

【书 名】	品质管制大全（上下册）
【作 者】	钟朝嵩
【出 版 社】	厦门大学出版社
作者简介：	
<p>钟朝嵩，台湾品质管理大师，台湾桃园人。</p> <p>学历：毕业于日本国立东京大学石川馨研究所。</p> <p>现任：中原大学、成功大学工管研究所教授、中央大学统计研究所教授、先锋品质管理研究发展中心主持人。</p> <p>专长：深入研究及推广 TQM、QCC 在企业经营管理中的应用，常年深入企业讲授与辅导工作。讲演能够深入浅出、实务与理论并举，热情洋溢并不乏妙语连珠，显现出深厚的造诣与不凡功力。</p> <p>贡献：将日本品质管理引进台湾地区及东南亚国家，引领台湾及东南亚品质管理之路。经常受邀前往韩国、泰国、新加坡、菲律宾、印尼、马来西亚甚至日本，进行全国性的品管圈诊断及讲座。召集并主持台、港、日、韩、新加坡、泰国、菲律宾、印尼、马来西亚等地区的联合品管代表组织。</p> <p>荣誉：获得了日本科学技术联盟（JUSE）感谢状、泰国和菲律宾品管圈总部颁奖、获得印尼前总统苏哈托先生亲自颁赠奖状。</p> <p>著作：《品质管制大全》《实用品质管理》《全面品质管理》《如何推行品管圈活动》《日本式品质管理》等几十本书籍。</p>	

全国Mini-MBA职业经理双证班



精品课程 权威双证 全国招生 请速充电

教委批准成立正规管理类教育机构，近 20 年实战教育经验，值得信赖！（教证：0000154160 号）

全国迷你 MBA 职业经理双证书班[®]，全国招生，毕业颁发双证书，近期开课。咨询电话：13684609885

招生专业及其颁发证书

认证项目	颁发双证	学费
全国《职业经理》MBA 高等教育双证书班	高级职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《人力资源总监》MBA 双证书班	高级人力资源总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《生产经理》MBA 高等教育双证班	高级生产管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《品质经理》MBA 高等教育双证班	高级品质管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销经理》MBA 高等教育双证班	高级营销经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《物流经理》MBA 高等教育双证班	高级物流管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《项目经理》MBA 高等教育双证班	高级项目管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《市场总监》MBA 高等教育双证书班	高级市场总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《酒店经理》MBA 高等教育双证班	高级酒店管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《企业培训师》MBA 高等教育双证班	企业培训师高级资格认证毕业证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《财务总监》MBA 高等教育双证班	高级财务总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销策划师》MBA 双证书班	高级营销策划师高级资格认证证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《企业总经理》MBA 高等教育双证班	全国企业总经理高级资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《行政总监》MBA 高等教育双证班	高级行政总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《采购经理》MBA 高等教育双证班	高级采购管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《医院管理》MBA 高等教育双证班	高级医院管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《IE 工业工程管理》MBA 双证班	高级 IE 工业工程师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《企业管理咨询师》MBA 双证班	高级企业管理咨询师资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《工厂管理》MBA 高等教育双证班	高级工厂管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课：远程函授+视频光盘+网络学院在线辅导（集中面授）



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获取相应专业钢印《高级职业经理资格证书》；
- 2、毕业后可以获取2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；



【证书说明】

- 1、证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（学校官方网站电子注册查询、随证书带整套学籍档案）；
- 2、毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇，



【学习期限】 3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（含教材光盘、认证辅导、注册证书、学籍注册等全部费用）

函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是经理人首选的学习方式。



【招生对象】

- 1、对管理知识感兴趣，具有简单电脑操作能力（有2年以上相应工作经验者可以申请提前毕业）。
- 2、年龄在20—55岁之间的各界管理知识需求者均可报名学习。



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习：专家、顾问24小时接受在线教学辅导+每年度集中面授辅导



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【主办单位】

美华管理人才学校是中国最早由教委批准成立的“工商管理MBA实战教育机构”之一，由资深MBA教育培训专家、教育协会常务理事徐传有老师担任学校理事长。迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训，连续13年被教委评选为《优秀成人教育学校》《甲级先进办学单位》。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。



【咨询电话】 13684609885 0451--88342620

【咨询教师】 王海涛 郑毅

【学校网站】 <http://www.mhgy.net>

【咨询邮箱】 xchy007@163.com



【报名须知】

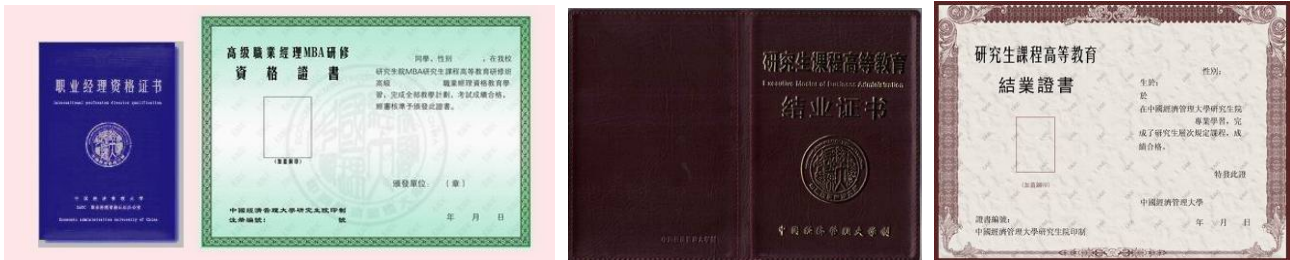
- 1、报名登记表格下载后详细填写并发邮件至 xchy007@163.com (入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可)
- 2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】(请携带本人身份证到银行办理交费手续，部分银行需要查验办理者身份证)

方式一	学校地址	<p>邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室</p> <p>邮政编码：150020 收件人：王海涛</p>
方式二	学校帐号 (企业账户)	<p>学校帐号：184080723702015 账号户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校</p> <p>开户银行：哈尔滨银行中大支行 支付系统行号：313261018034</p>
方式三	交通银行 (太平洋卡)	<p>帐号：40551220360141505 户名：王海涛</p> <p>开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心</p>
方式四	邮政储蓄 (存折)	<p>帐号：602610301201201234 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨道外储蓄中心</p>
方式五	中国工商银行 (存折)	<p>帐号：3500016701101298023 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行</p>
方式六	建设银行帐户 (存折)	<p>中国人民建设银行帐户（存折）： 1141449980130106399</p> <p>用户名：王海涛</p>
方式七	农业银行帐户 (卡号)	<p>农业银行帐户（卡号）： 6228480170232416918 用户名：王海涛</p> <p>农行卡开户银行：中国农业银行黑龙江分行营业部道外支行景阳支行</p>
方式八	招商银行 (卡号)	<p>招商银行帐户（卡号）： 6225884517313071 用户名：王海涛</p> <p>招商银行卡开户银行：招商银行哈尔滨分行马迭尔支行</p>

可以选择任意一种方式缴纳学费，收到学费当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材、考试问卷以及收费票据。

内容简介：

本书作者钟朝嵩先生被誉为华人品质管理的“泰山北斗”。

上个世纪六十年代，钟先生师从于国际品质管理大师石川馨博士，并将日本的品质管理引进到台湾地区，更以辅导企业品质管理为主业，为台湾制造业发展做出了重大贡献。

本书自 1974 年台湾初版以来，历经多次改版、增修订，迄今为止已加印 38 次，常年畅销于台湾、新加坡、泰国、菲律宾、马来西亚等地，发行销量已逾 40 万册，堪称东南亚地区之“品质管理宝典”。

本书即为钟先生将毕生实战经验整理而成的呕心沥血之作，被誉为“台湾品质宝典”。

本书是福斯特教授长期从事质量管理理论和方法研究的结晶，书中的大量案例均源于企业实际，因此本书在保持质量管理的系统性的同时，兼具很高的实用性，非常适用于 MBA 教学，也可作为管理类专业本科教学用书或参考书，以及企事业单位从事质量管理的专业人士系统学习质量管理的自学教材。

目录：

第一篇 基本统计方法

- 一、品质管理的概念
- 二、统计方法的基础
- 三、各种分配
- 四、计量值的检定
- 五、计量值的推定
- 六、计数值的检定
- 七、计数值的推定
- 八、相关与回归
- 九、实验计划法

第二篇 管制图

- 一、管制图的概念
- 二、管制图的作法
- 三、管制图的数学理论
- 四、管制图的看法
- 五、点的变动与制程分配的关系
- 六、管制图的性能
- 七、管制图的应用
- 八、制程的解析
- 九、管制项目展开方式

第三篇 抽样检验

- 一、抽样检验的概要
- 二、计数值的抽样检验
- 三、计量值抽样检验
- 四、抽样检验实施
- 五、实施厂内检验应注意事项

第四篇 品管实施方法

- 一、品质管理活动
- 二、品质管理的导入和教育
- 三、品质管理的标准化
- 四、品质管理组织与运营
- 五、品质设计
- 六、原料管制
- 七、设备管制
- 八、制程管制
- 九、品质保证

第一篇 基本统计方法

- 一、品质管理的概念
- 二、统计方法的基础
- 三、各种分配
- 四、计量值的检定
- 五、计量值的推定
- 六、计数值的检定
- 七、计数值的推定
- 八、相关与回归
- 九、实验计划法



品质管理既不是单纯的体系认证、也不是高深的统计技术学问，而是企业中人人皆可掌握并应该参与进来的实务活动！

一、品质管理的概念

（一）品质管理的演进

人类生活水准随着科学技术的进步而日益提高，工业产品也随着人类的要求，由简单走向复杂，由粗糙走向精密，工业生产的方式也就日新月异地变化着。当然，品质管理为了适应工业生产方式的要求，也就不得不自求进步了。

品质管理就是这—个多世纪来的进化结果，进化过程大略分为下列七个阶段：

1. 第一阶段为操作人员的品质管制

因为18世纪的生产方式大都由操作人员个人负责整个制品，而当时大部分的操作人员本身也是老板，由原材料至成品销售都由操作员一人负责，消费者反应及品质情报能很快传递，所以每一操作员都能完全自行管制其制品品质。

2. 第二阶段为领班的品质管制

18世纪近代科学管理方法诞生以后，—般的生产方式逐渐转变为多数人集合在一起生产，所以将工作相同的许多人集合在一起，置于一个领班的监督之下，由领班来负责管制每一作业员所生产的制品管制。

3. 第三阶段为检查的品质管制

在第一次世界大战期间，工厂组织更为复杂，每一位领班要管理大量工人，对每一位工人及每一制品就无法全部监督到，为管理制品品质，只好指定一位专责人员负责检验，选择良品与不良品以控制产品品质。

4. 第四阶段为统计品质管制

所谓统计品质管理 SQC (Statistical Quality Control) 是由 1924 年美国 W.A. Shewart 的管制图开始, 对于制造工程的管理, 根据过去的制程能力, 推算出它的三条管制界限, 由此进行各种管理。

这一时期, 还有道奇 & 罗米格的抽样检验, 戴明到日本指导各企业, 也是以管制图和抽样检验为主要手法, 并设立戴明奖, 颁给统计品管做得很好的公司。1962 年以后, 日本全国亦普遍流行一个口号: 不懂统计方法的工程师, 是二流的工程师。由此亦可看出统计品管在工业生产方式上是最有效、最有用的管理工具。

但在推行统计品管之后发现, 只有工程师懂得应用仍然不够, 因为局限于在制造部门作解析, 以现场制造单位为主体。但品质问题并不是现场本身就可做好的, 而是应对开发、企划、设计试作等每一阶段都要全面加以管制。于是衍生出全面品质管理。

5. 第五阶段为全面品质管制

全面品质管理是把品质管理由过去的技术、制造、检验部门, 扩大到市场调查、研究发展、品质设计、原料管理、品质保证、销售服务等各部门, 建立品质体系以做好品质管理。但此体系的运转和管制, 需以品管部门为主体, 其他部门可以不管, 可以说是一种专家式的品管, 且大多注重理论的研究。这种在美国推动的模式, 称为全面品质管理, 简称 TQC (Total Quality Control)。

就在同时, 日本也推行 TQC, 不过是一种注重实务, 动员全公司全体人员参加的 TQC, 于是日本在 1968 年的 QC 研讨会中, 决定把日本式的 TQC 称为 CWQC。

6. 第六阶段为全公司品质管理

日本式的品质管理为了有别于美国的 TQC, 遂将之称为 CWQC (Company - Wide Quality Control)。目前, CWQC 这个名词在世界各国已相当普及。但最近西方欧美

各国则把 CWQC 称为 TQM (Total Quality Management)。

从企业经营的立场来说,为达成经营的目的必须结合公司内所有部门全体人员协力合作,构成一个能共同认识、易于实施的体系,并使工作标准化,且使所订的各种事项确实实行,使自市场调查、研究、开发、设计、采购、制造、检查、试验、出货、销售、服务为止的每一阶段的品质都能得到有效的管理。这就是全公司品质管理,简称 TQM。

台湾因与日本环境、背景不同,在推行 TQM 时,又发生种种问题,而无法使 TQM 落实。为了使 TQM 更落实,更发挥其功效,于是在 1980 年开始推行品经体管理。

所谓品经体,是企业内能发挥经营活动的现场基本单位的同一部门内主要的干部人员,由部门主管领导,主动进行品质经营活动所组成的单位 (QM Unit, Quality Management Unit System)。这些单位作为全公司品质经营的基本单位,明确本部门的任务职掌,在日常要项管理的原则下,动员全体力量,转动 PDCA 管理循环,活用专题研究及品管圈活动,贯彻上级方针,有效达成质、量、成本的最佳经营效果,这种管理称为品经体管理 (QMU System)。

自己公司的 TQM 做好了之后,还需考虑外围问题,即卫星公司也要导入 TQM,与中心公司配合,才不致使材料、零件等发生问题。如此连结有关公司,共同进行 TQM,这种成一集团的 TQM,就是所谓的 GWQC。

7. 第七阶段为全集团品质管理

推行 TQM 之后发现,只有中心公司推行 TQM,而卫星公司并未导入 TQM,常发生因为卫星公司的原材料或零件出问题,造成中心公司莫大的困扰和损失。为了彻底解决此问题,应当将卫星公司导入 TQM 中,也就是结合中心公司、卫星公司及销售公司连贯而成的品质管制整体体系,此即所谓的全集团品质管理,简称 GWQC (Group - Wide Quality Control)。

GWQC 是把品质好、交期准确、成本低的卫星公司和销售公司纳入自己集团体系

里，不好的则排除在外。这和一般所谓的中卫体系制度的建立，是基于同一理念而产生的。

在现今企业竞争激烈的时代，推行GWQC，才能稳操胜算、运转自如。也可以说，GWQC的管理模式，是目前在企业竞争上欲居于领先地位不可或缺的要件。

(二) 何谓品质管理

现代的工业生产，都希望生产价廉物美又有用途并为顾客所喜欢购买的产品。为达成这种工业生产目的，所作的一切努力和活动，就是今日我们所谓的品质管理。

1. 品质管理的定义

(1) 朱兰 (J. M. Juran) 的定义

品质管理是指所制定的品质规格，及为了使产品的品质达到所制定的品质规格所应用的一切方法。

统计品质管理即在品质管理中以统计方法为工具。

(2) 费根堡姆 (A.V.Feigenbaum) 的定义

综合(全面)品质管理是组织机构内(厂内或公司内)各部门对有关品质发展、品质保持、品质改进的各项努力，综合成为一个有效组织，以便使其能在最经济的水准下，生产一种可以使顾客完全满意的产品。

(3) 戴明的定义

统计品质管理是在生产的各阶段里，都应用统计方法，使其能最经济地产出用途最广、销路最好的产品。

(4) 石川馨的定义

新的品质管理是致力于开发、设计、生产、销售及服务，而使产品成为最经济、最有用处又能使顾客十分愿意去购买的东西。为达成这一目的，必须结合公司内的经

营、制造、工场、现场设计、技术、研究、计划、调查、事务、资材、仓库、销售、营业、庶务、人事、管理等部门，也就是公司各部门全体人员协力合作，构成一个能共同认识，易于实施的组织，并使工作标准化，且使所订的各项事项确实实行。

为了使其能顺利推行，应该综合利用新的统计方法，利用物理、化学、电气、机械等固有的技术，并且利用标准化、自动化、设备管理、OR、IE、MR 等手段。

2. 品质的含义

(1) 品质的含义

品质为达成制品的使用目的所必须具备的性质。

使用制品的是消费者，我们希望生产出消费者最满意、最适合的东西，而不是最高级、最优良的东西。

例如现有甲、乙、丙三种钢笔：

甲种是非常高级，性能也非常优良的钢笔，价格是 2 000 元；

乙种是性能还算不错，一般可以使用的普通钢笔，价格是 200 元；

丙种是性能极差，常写不出字的钢笔，价格只 5 元。

如果这三种钢笔要普通学生挑选的话，大部分人一定都愿选购乙种钢笔吧！

所以在品质管理里，我们评论品质的好坏时，绝不能把制品的性能和制品的价格分开考虑，只有在估计制品的实际用途和其价格后才能评定。所以品质管理所谓的优良品质的东西，很多人都误以为是最高级、性能最优良的东西，而实际上是指性能适合顾客要求，而又能使顾客非常满意的東西。

(2) 品质水准

一般品质可分为生产者想要达到的所谓的目标品质（设计品质）及在实际生产时所能达到的实际品质（制造品质）。在实施品质管理时，主要的问题就是如何使实际品质与目标品质一致，如果未达目标品质，应立刻采取某种适当的措施使制造品质与设

计品质一致。

所以要实施品质管理之前必须先决定品质的目标应放到哪一个水准。

品质水准必须考虑下列事项来决定：

- 企业的经营方针；
- 市场的需求；
- 公司经营上的总合能力。

(3) 品质特性

虽然决定了品质水准，但如果无法以具体的尺度表示出来，是无法做好品质管理的。

其实所谓的品质可说就是顾客对物品的期待或需求，所以品质是一个很抽象的东西，但不管顾客所期待的物品是抽象的还是具体的，企业都必须构想出能实现的具体手段，也就是把顾客所期待的品质，使用能测定的具体特性值来表示，这种特性就是品质特性。

品质特性最好能用定量的值来把握，有计数值和计量值两种。如某零件的直径 $12\text{mm} \pm 0.02\text{mm}$ ，这种能以连续量来测定的品质特性称为计量值。如某零件的伤痕是以个数来计算的，这种以个数来计算的品质特性称为计数值。

要表示一个物品其品质的好坏，不一定只有一个品质特性，任何物品其物理上的性质、化学上的性质、形状等都属于此物品的品质特性，所以所谓的品质就是多数品质特性的总合。一般构成品质的要素可归纳为图表 1-1。

图表 1-1 品质要素表

1. 物性的要素

- (1) 外观特性——大小、长度、重量、厚度
- (2) 力学性质——速度、强度、脆性
- (3) 物性——通风性、保温性、耐热性、伸缩性
- (4) 光学性质——透明度、遮光性、夜光性
- (5) 音响性质——音色、遮音性、音响出力、S/N比
- (6) 情报关系——情报量、正确度
- (7) 化学性质——无燃性、耐爆性、腐蚀性
- (8) 电气性质——绝缘性、电导性、诱电性

2. 机能的要素

- (1) 效率——能量效率、操作容易度、自动化
- (2) 安全性——无害性、愚巧法设计
- (3) 机能的多样性——多性能
- (4) 携带的难易——携带型、放置型
- (5) 使用者的范围——偏向一般人、偏向专家

3. 人性的要素

- (1) 意像——高级品、知名度
- (2) 习惯——传统、新制品
- (3) 稀少性——特订品、输入品、天然品
- (4) 官能的品质——加工、手感、味、居住性
- (5) 充实感——知识的充实感、情绪的充实感
- (6) 过剩品质的意念——服务、独特的样品

4. 时间的要素

- (1) 耐环境性——耐寒性、耐温性、耐尘性
- (2) 耐久、保存性——耐用年数、故障年率、修理容易性、废弃容易性

5. 经济的要素

有利性——价廉、维持费低、附赠品

6. 生产的要素

- (1) 作业性——工时数少、手操作少、不需特殊技能、作业标准的弹性
- (2) 原材料——品质具弹性、库存容易、检查容易、工程能力适合
- (3) 收率——收率大、手操作容易、其他品种转换容易

7. 市场的要素

- (1) 适时性——流行、季节
- (2) 品种的多样性——广泛的选择信用
- (3) 购入决定的时机——各自基准的选择、第三者检定、意见领导者的决定
- (4) 寿命期——寿命的长短

3. 管理的含义

对于不必要的细节不加以干涉而委让出其责任及权限,使工作能依照管理者的意思顺利进行并得到满意结果的活动,称为管理。

要使这种管理活动顺利进行,确实达成目标,首先管理者必须拟定计划(Plan),此计划可包括两个内容:一个是明确地决定自己所期望达成的目标,也就是想获得的成果是什么,这就是一般所谓的“目标计划”;另一个是为获得此成果或想达成此目标,所必须遵守的作业顺序或方法,这就是一般所谓的“方法计划”。有了周全的计划以后,管理者就必须使现场作业人员能遵照计划确实实施(Do)。要使现场作业人员能确实实施,最主要的是管理者必须下命令,将计划通知有关人员,或教育训练现场作业人员,使其确实了解计划内容,用命令的方式使有关人员知道必须遵守“方法计划”进行工作。如果管理者下了命令,而每一位现场作业人员都能确实遵守“方法计划”实施作业,那么管理可说就成功了大半。但事实上,并不是这么容易就能达成目标的,所以管理者下了命令后,就要开始调查(Check)现场作业人员是否依照命令实施,实施结果是否能达成“目标计划”。

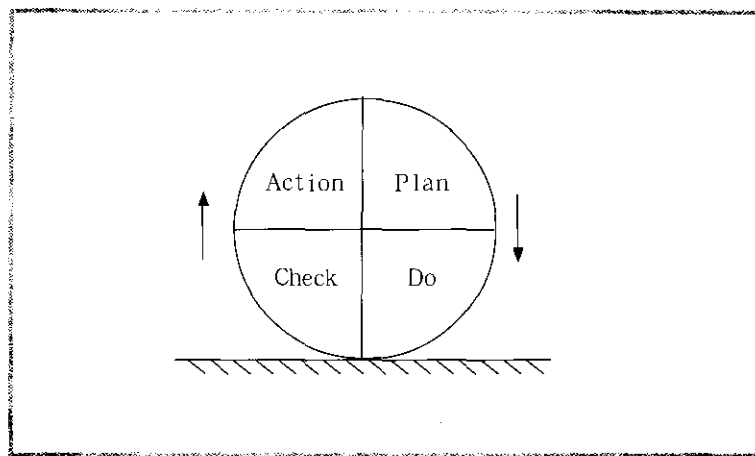
为了做好这种调查,管理者必须经常到现场去巡视或监督现场作业,发现有未依照命令实施作业的,应立刻加以纠正;发现结果不好时,应立刻采取改善措施,这种措施称为应急措施。在管理活动进行中,应急措施虽然是非常重要的一种工作,但如果只做应急措施,管理是无法做的,也是没有效率的。所以如果要使管理更有效率,就必须定期地做实施结果的测定工作,调查实施结果并检讨所获得的成果是否与“目标计划”一致。如果未达成“目标计划”,则须追查原因,挖掘问题,采取修正“方法计划”、变更设备、调动人员、加强教育训练等措施(Action),消除原因所在,使同样的问题不会再发生,一步一步地使成果接近“目标计划”,这种措施称为再发防止措施。

上述计划(Plan)→实施(Do)→调查(Check)→改善措施(Action)再回到计划(Plan)的连续不断循环的管理活动称之为PDCA循环。

(三) 品质管理的 PDCA 循环图

品质管理是一种以品质为目标而应用 PDCA 循环图的活动。

图表 1-2 PDCA 循环图



1. 计划 (Plan)

建立标准化体系，推行全公司的标准化，依照标准化体系制定管理所必要的各项标准。

(1) 决定方针（目标计划）

检讨顾客的要求，及本公司的技术水准、制程能力、原材料等因素决定品质标准。

(2) 决定达成目标的方法（方法计划）

拟订为达成目标的厂内标准书。

① 设备、机械、工具标准；

② 原料、材料标准；

③ 技术标准；

- ④ 操作标准;
- ⑤ 检验标准;
- ⑥ 测定标准;
- ⑦ 管制标准。

2. 实施 (Do)

命令现场人员依照标准制造合乎标准的产品。

- 管理者必须下命令使部属明白必须遵守标准实施作业的决心;
- 教育训练, 使每一位部属都能确实了解所制定的标准;
- 制造时必须确实依照标准。

3. 调查 (Check)

调查实施结果是否良好(结果与目标计划是否一致), 若有异常发生, 须追查原因。

- 管理者经常巡视或监督部属的作业, 发现异常, 追查异常原因;
- 定期测定品质特性、品质成本、生产成果, 做统计分析, 发现异常, 追查异常原因。

4. 改善措施 (Action)

依调查结果消除异常原因, 采取修正标准的措施。

(1) 应急措施——消除现象

例如不良发生时发现是由于温度操作错误(标准为 100°C , 但却以 120°C 作业), 管理者应立刻通知现场将温度调整至符合作业标准的状态;但过几天又发生不良, 调查结果发现仍是温度操作错误, 管理者仍命令现场调整温度;但不久又发生同样原因的不良, 如此反反复复。像这样的只消除发生不良的现象, 而未把发生不良的真正原因消除的应急措施, 是无法把品质管理真正做好的。

(2) 再发防止措施——消除原因

不良发生时必须追查真正的原因，采取能消除原因的再发防止措施，防止再度发生同样原因的不良。

例如因温度操作错误而发生不良时：

① 调查有无标准

没有标准时立刻制定标准即可消除温度操作错误的原因，使不良不会再度发生。

② 有标准时调查是否已遵守

若已遵守标准操作，但结果仍不良，一定是标准错误，应立刻修正温度的操作标准，例如 $100^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ 修正为 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，即可消除温度操作错误的原因，而不会再度发生同样原因的不良。

③ 有标准，但未遵守时，调查员工是否了解标准

因不了解标准而未遵守时，应立刻加强教育训练，使部属了解标准，例如使部属了解温度的操作标准为 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，即可消除温度操作错误的原因。

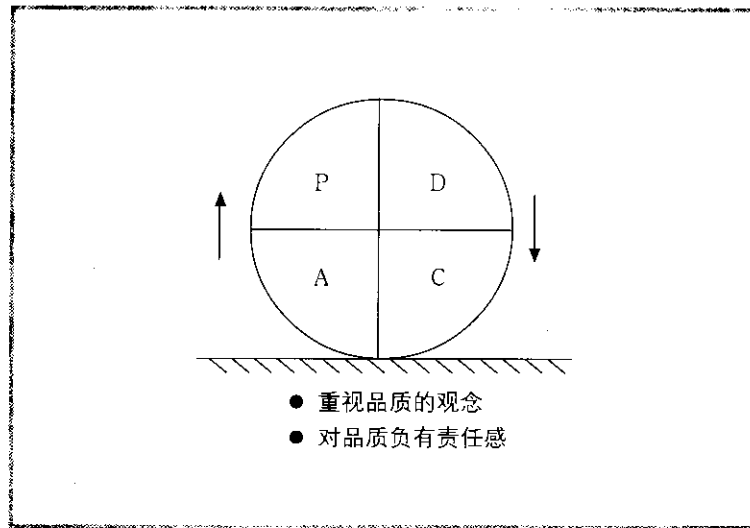
④ 有标准、且了解标准但未遵守时，调查标准是否合理

因不合理而未遵守时，应立刻修改标准使标准合理，例如规定 100°C 为操作标准，但这一标准是无法遵守的不合理的标准，如果修改为 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 就有办法遵守了，自然就可消除温度操作错误的原因。

⑤ 如果了解标准并且标准合理，但仍未被遵守时，必定是因为操作的人有某种缺陷或品性不好，所以只要调换操作的人，即可除去温度操作错误的原因，使同样原因的不良不会再度发生。

P、D、C、A 各阶段，就如车轮一样，连续不断在“重视品质的观念”及“对品质负责任感”的地面上，向着箭头方向循环不止，不断改进，一步一步地前进，这就是品质管理的基本做法。

图表 1-3 PDCA 循环图



(四) 石川馨的循环图

1. 制定标准品质

管理品质必须先制定标准品质。所谓标准品质，是考虑顾客要求、技术水准、原材料等，会同全厂品质管理委员会的决议，由经营者决定品质水准。

2. 决定技术标准、作业标准，实行标准化

以技术或统计的解析为基础，制定技术标准、设计标准、作业标准、检查标准等。

需特别注意的是：

- 查明原因；
- 把握大原因；
- 实行标准化。

3. 教育和训练

虽制定了标准，但如果不被员工所了解，不被遵守的话，那是没有用的。所以最重要的是教育和训练全体员工，特别是操作人员，使其能完全了解，确实遵守实行。

4. 实施

5. 检查工作内容，调查是否合乎标准

管理人员对全部原因一一作检查当然是不可能的，所以最好只对主要原因作巡回检查，看是否合乎标准，同时对各项重要特性利用管制图加以管制，看是否发生差异。

6. 改善及处置

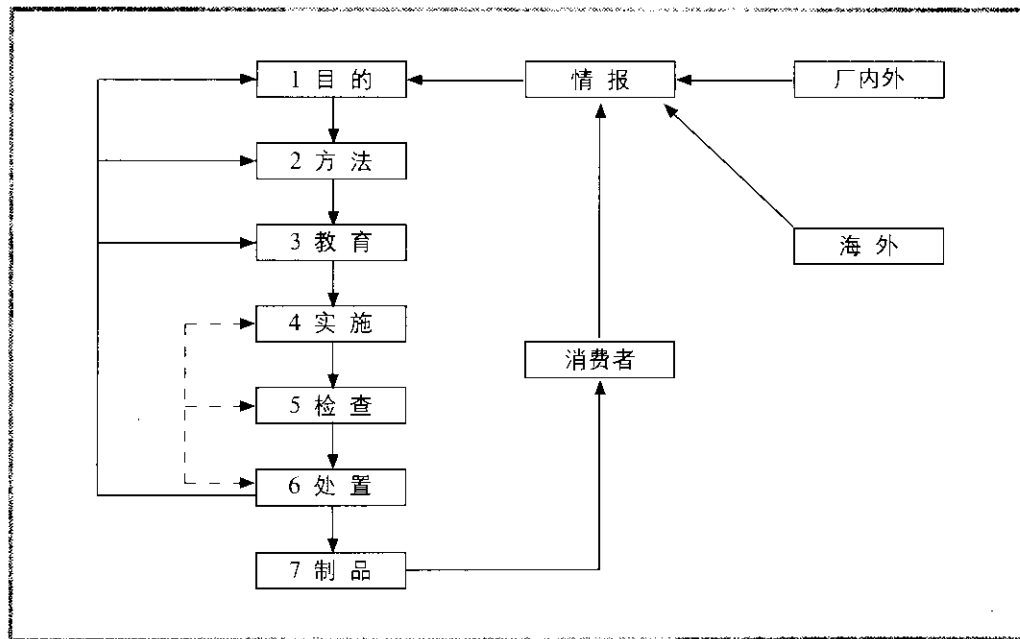
虽发现错误，究明原因，但如不采取改善措施，不加以处置的话，是毫无用处的。所以如果发现错误，究明了原因，就应立刻采取改善措施，使错误不再发生。

7. 检查处置后的结果

采取改善措施以后，必须对其结果再加以检查，确定已合乎标准。

以上是管理活动的基本想法，如图表1-4所示，活动不断地向前循环着，管理也就不断地改善，一步一步朝向目标。

图表 1-4 石川馨的循环图



二、统计方法的基础

品质管理是以新的统计学为基础而发展起来的一种学科，所以要做品质管理时，虽不一定要精通统计学的理论，但对统计学的基本观念及其方法，则有充分理解的必要。如果不能充分理解统计学的基础观念及其方法，则所做的品质管理，必定会流于形式，或不切合实际。

（一）数据的性质

1. 数据的差异

我们从不同渠道所收集到的数据，一定不可能全部都相同，必定多多少少带有差异，假如所得到的数据完全相同，一点差异都没有，这很可能是假的数据，或经过修改的数据，所以像这种没有差异的数据，对我们来说，用处很小。例如分析某化学制品的纯度时可能得到 98.2%、96.8%、97.5% 这样三个带有差异的数据。过去我们只把这 3 个数据平均起来，求得平均值 97.5%，以此平均值代表制品的纯度。这是只以平均值范围来考虑问题。但其实同样的一个问题，因时间或场所的不同而常会改变判断标准，因而得到不同的结论，所以要检讨数据时，我们最好是根据一种任何人都同意的规则，然后依照这种规则来处理数据。新的统计学就是以或然率（概率）为基础，而规定一种合理的规则来处理数据的。

假如我们所得到的数据是 96.6%、96.6%、96.6% 这样三个同样的数据，那么我们可以认为，若不是报告者修改了数据，必定是测定仪器的精度不够，或其他特殊的原因。所以重复测定同一物品时，每次所得的结果是不会相同的，如果得到相同数据的话，我们就认为它是由于经过四舍五入而得到的。

一般我们所得到的数据计算公式为：测定值 = 真值 + 误差。

(1) 误差产生的原因

- ① 虽用同一测定器，同一测定者重复测定同一样本，也会发生重复误差；
- ② 如果用不同测定器测定同一样本，会发生测定器间的误差；
- ③ 如果由不同测定人员测定同一样本，会发生测定者间的误差；
- ④ 虽然测定的是同样一批物品，因所抽取样本的不同而发生抽样误差。

所以我们所获得的数据中，一定包括了各种不同原因所引起的误差。

测定值 = 真值 + 同一测定器同一测定者因重复测定产生的误差
+ 测定器间的误差 + 测定者间的误差 + 抽样误差

①、②、③合起来总称为测定误差，可简写为：

测定值 = 真值 + 测定误差 + 抽样误差

因为我们能力有限，所以不管如何严密的测定，都无法在同一条件下重复测定，换言之，因总在不同条件下测定，所以希望得到完全带有再现性的测定值是不可能的。

(2) 承认误差

- ① 我们不可能得到完全相同的数据，所以数据带有差异是当然的；
- ② 我们所获得的数据，只不过是想像得到的无限次重复测定的数据群之中的几个数据而已。

2. 可靠度、精密度、正确度

检讨数据时，应先考虑是否具备：可靠度、精密度、正确度这三要素。若是缺乏其一，则对此数据的检讨就必须特别留意。

(1) 可靠度

所谓可靠度是指样本数据是否可信任，即在测定操作时是否有错误，或抽样时是否有异常原因发生。一般可分为精密度的可靠度与正确度的可靠度。无论如何，如要使数据可靠，一定要加强抽样、测定作业的管理。



(2) 精密度

用同一测定方法，测定同一样本，并反复作无限次的测定，或用同一抽样方法，抽取同一群体，并反复作无限次的抽样，一定会有变异发生，变异的宽度也正是数据分配的宽广。这种宽度的大小就代表精密度。宽度越窄，表示其精密度越好。

(3) 正确度

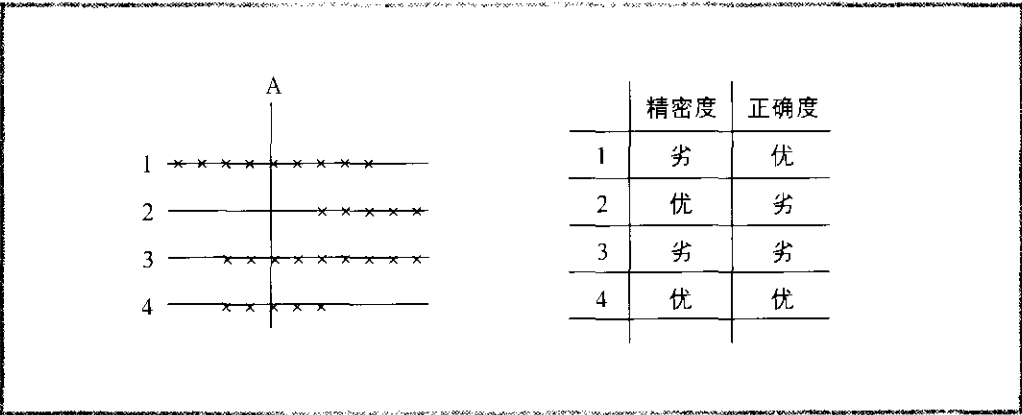
用同一种测定方法，测定同一样本，并反复作无限次的测定，或用同一抽样方法抽取同一群体，并反复作无限次的抽样，数据分配的平均值与真值之间多少一定会有差，这个差的大小就称作正确度。一般来讲，差越小，表示正确度越好。

例如图表1-5，若A值为真值，其他出现的数据的平均值愈接近真值，即为正确度愈优；至于数据变动宽度愈窄者，即为精密度愈优。

3. 数据的次数分配

上节我们知道测定任何东西都必有误差，不可能得到同一的数据，这种现象称为数据带有差异。

图表 1-5



数据带有差异就是表示数据有待分配。例如某机械工厂制造钢板，为了知道钢板的厚度情形，从产品里抽取 200 个样本，测定其厚度，结果如图表 1-6。

但图表 1-6 的资料如不加以整理，则根本看不出钢板的厚度情形到底如何。

图表 1-6 钢板的厚度数据

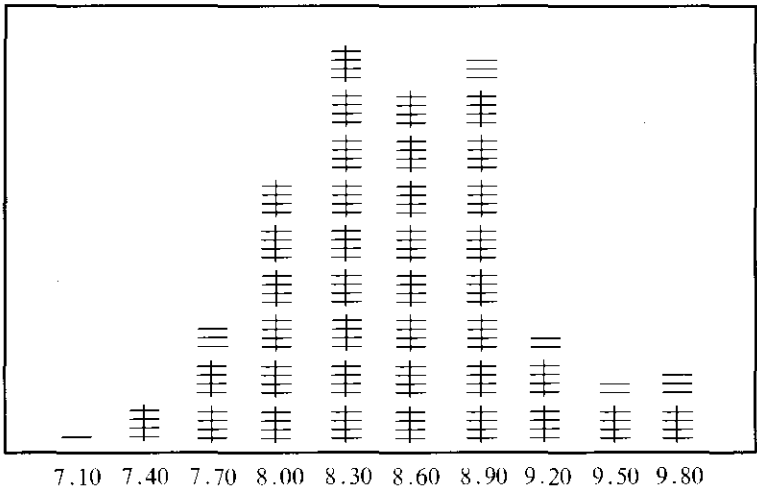
(200 个) (单位 mm)

8.8	8.8	8.4	8.2	8.3	9.3	8.6	8.4	9.0	9.7
8.4	8.5	9.0	8.7	9.4	8.9	8.7	8.7	8.6	8.7
8.4	8.4	8.5	8.8	8.9	9.6	8.4	7.9	8.1	8.4
8.8	8.3	8.4	8.5	9.3	8.1	8.7	8.3	8.9	8.7
8.1	9.1	9.0	8.6	8.3	9.0	8.7	9.0	8.6	8.6
7.8	9.2	9.8	7.4	8.8	8.1	9.0	7.8	8.6	8.7
8.8	9.4	9.0	8.8	8.5	8.7	9.0	7.8	8.6	8.7
8.8	7.9	8.0	8.0	7.9	8.2	8.6	8.4	9.2	8.3
9.0	9.0	8.3	8.4	9.5	8.4	9.7	8.9	8.6	9.0
8.4	8.1	8.4	9.9	9.9	8.6	8.5	7.9	8.7	7.8
9.3	8.4	8.8	8.5	9.1	8.9	8.4	8.8	8.9	9.7
8.3	9.0	9.3	8.7	9.0	9.2	9.1	7.0	7.9	7.3
9.7	8.9	7.8	8.3	8.7	9.0	8.4	7.6	8.1	8.2
8.5	8.5	8.1	8.3	7.6	7.7	9.0	7.9	8.3	9.0
8.9	8.6	8.4	8.9	8.3	8.0	8.0	8.0	8.9	8.3
9.0	7.7	7.9	8.3	8.5	8.5	8.9	8.4	8.3	9.5
8.8	8.7	8.1	9.1	8.9	8.4	7.9	8.6	7.8	8.9
8.1	7.7	7.3	8.5	8.0	7.7	7.8	8.3	7.5	8.3
9.4	9.0	7.5	7.7	8.3	7.9	8.6	8.9	8.4	9.9
8.3	9.4	8.4	9.3	8.5	7.9	8.4	8.8	8.3	8.0

如果将其分成6.95mm ~ 7.25mm、7.25mm ~ 7.55mm……，即每隔0.3mm分为一级，计算属于该级的数据数，则可得图表1-7，称为次数分配表。由这种次数分配表，就可以很清楚地了解钢板厚度的分配情形。

为使分配表示得清楚一点，把图表1-7画成图表1-8，即为直方图(Histogram)。

图表 1-7

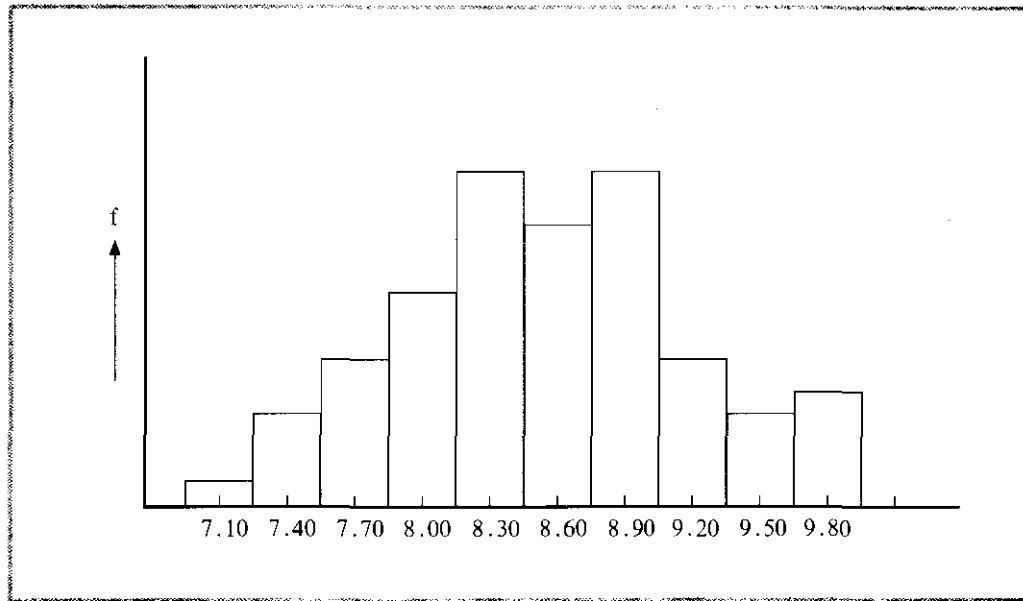


我们如果从产品里无限次抽取样本、测定无限次数的话，就可以得到如图表1-9一样的曲线，这一曲线称为母群体的分配曲线。

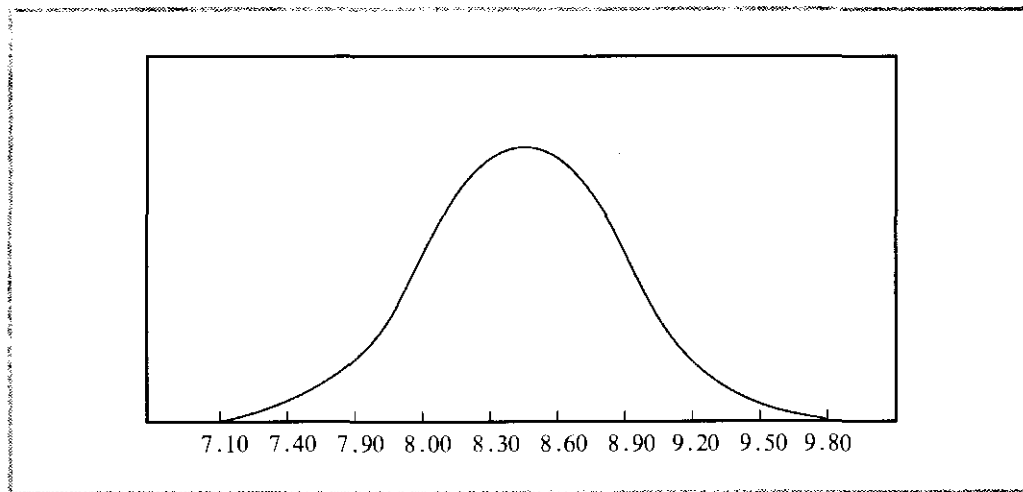
4. 次数分配的做法

- (1) 步骤1:依图表1-10 决定组数
- (2) 步骤2:决定组距
 - ① 求最大值a 及最小值b (但除去异常值);
 - ② 求范围R:R = a - b;
 - ③ 求拟组距C:C = R ÷ 组数;

图表 1-8



图表 1-9



图表 1-10

数据数	组数
50 ~ 100	6 ~ 10
100 ~ 250	7 ~ 12
250 以上	10 ~ 20

④ 以最适当的、最接近 C 值的测定单位的整数倍为组距。

(3) 步骤 3: 决定组的组界

① 取测定单位的 $\frac{1}{2}$ 为境界值的单位。决定组界时, 用境界单位的理由是: 在分组时, 若不用境界单位, 则某些数据将会落在两组之间, 无法决定究竟应属于何组, 故须取测定单位的 $\frac{1}{2}$ 为境界值单位。

② 最大值与最小值两端的组界的间隔, 最好使其相等。

(4) 步骤 4: 求各组的中心值

(5) 步骤 5: 作表及记录

范例 1-1:

把图表 1-6 钢板厚度的数据, 整理成次数分配。

〔解〕

步骤 1: 决定组数

因数据为 200 个, 所以组数决定为 10 组 (参照图表 1-10)。

步骤 2: 决定组距

(1) 求最大值 a 及最小值 b

把各列的最大值以○作记号, 最小值以✓作记号, 整理如图表 1-11。

(2) 求范围 R

$$R = a - b = 9.9 - 7.0 = 2.9$$

(3) 求拟组距 C



图表 1-11

列 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最大值	9.7	9.4	9.6	9.3	9.1	9.2	9.4	9.2	9.7	9.9
最小值	8.2	8.4	7.9	8.1	8.1	7.4	7.8	7.9	8.3	7.8
列 号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
最大值	9.7	9.3	9.7	9.0	8.9	9.5	9.1	8.5	9.9	9.4
最小值	8.4	7.0	7.6	7.6	8.0	7.7	7.8	7.3	7.5	8.0

说明：最大值 $a = 9.9$ ，最小值 $b = 7.0$ 。

$$C = \frac{R}{\text{组数}} = \frac{2.9}{10} = 0.29$$

(4) 故组距为 $0.1 \times 3 = 0.3$

步骤 3: 决定组的组界

(1) 因测定值的单位为 0.1，故：

境界的单位为 $0.1 \times \frac{1}{2} = 0.05$

(2) 组界决定如下数值

6.95 ~ 7.25, 7.25 ~ 7.55, 7.55 ~ 7.85, ..., 9.05 ~ 9.35, 9.35 ~ 9.65, 9.65 ~ 9.95

步骤 4: 求各组中心值

7.10, 7.40, 7.70, 8.00, 8.30, 8.60, 8.90, 9.20, 9.50, 9.80

步骤 5: 作表及记录

5. 直方图的看法

次数分配或直方图的作用，在于了解制程的全貌，可从图上看出分配的中心倾向及分配的形状，散布状态与规格间的关系。

(1) 分配的形状

图表 1-12

组的号码	组界	中心值	次数分配	次数
1	6.95 ~ 7.25	7.10		1
2	7.25 ~ 7.55	7.40		5
3	7.55 ~ 7.85	7.70		15
4	7.85 ~ 8.15	8.00		25
5	8.15 ~ 8.45	8.30		45
6	8.45 ~ 8.75	8.60		38
7	8.75 ~ 9.05	8.90		44
8	9.05 ~ 9.35	9.20		12
9	9.35 ~ 9.65	9.50		7
10	9.65 ~ 9.95	9.80		8
				200

① 常态 (图表 1-13)

左右对称的分配图即显示制程为常态分配。

② 偏态 (图表 1-14)

显示制程为偏态分配。

③ 双峰 (图表 1-15)

制程有两种不同的分配组合。

④ 一端断裂 (图表 1-16)

产品经挑选后,剔除某种品质的产品,如纺纱工程精梳棉条的纤维长分配成此状。

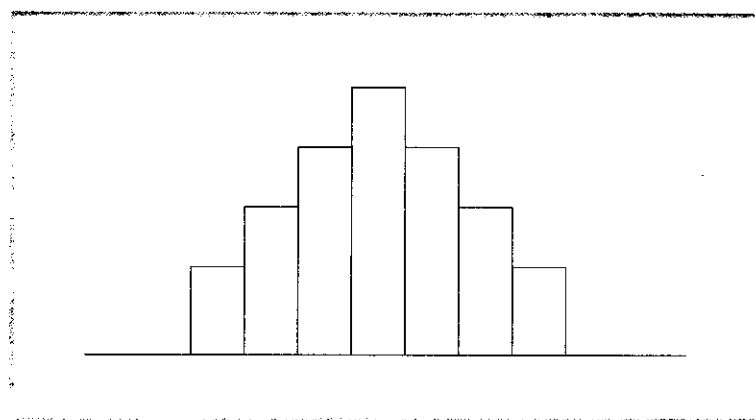
⑤ 不正常的分配 (图表 1-17)

检查人员对测定值的处理发生偏差时,形成此种分配。例如检查人员对 5 或 10 的数字有偏好时,将形成如图表 1-17 的形状。

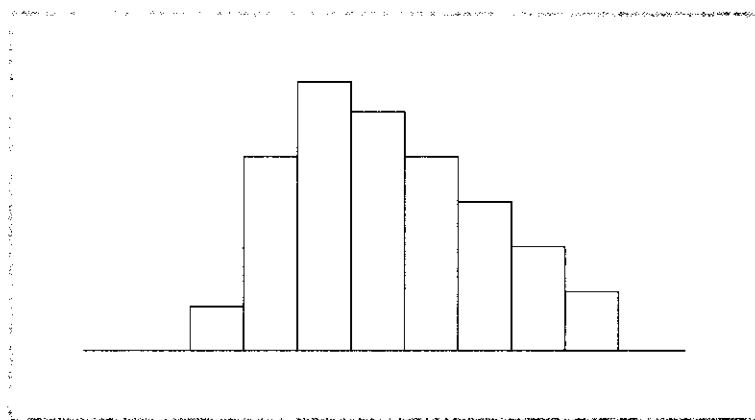
(2) 群体分配与规格比较

① 制品成常态分配且在规格界限之内表示制程良好,品质均匀合格,如图表 1-18。

图表 1-13



图表 1-14

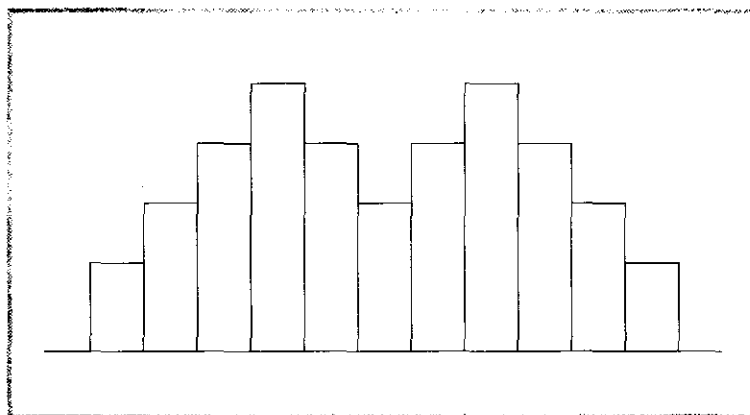


② 制品成常态分配，唯平均值偏低部分产品超过规格下限，其百分率可以面积的大小表示，如图表 1-19。

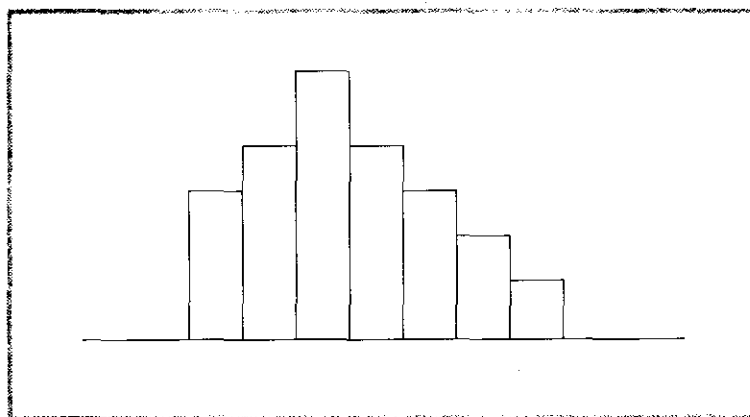
③ 制品成常态分配时，平均值偏高部分产品超过规格上限，其百分率可以面积的大小表示，如图表 1-20。

④ 产品变异大，品质不均，应设法缩小变异或放宽规格，如图表 1-21。

图表 1-15



图表 1-16

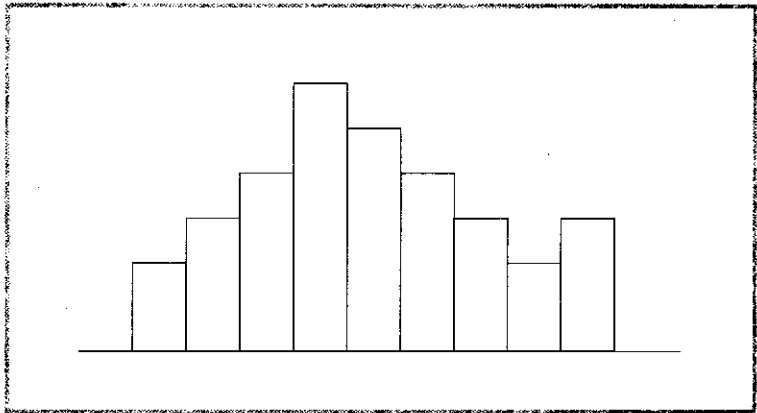


⑤ 表示过剩品质，产品品质均匀，唯其变异太小，故可考虑缩小规格界限或放松品质变异，以降低成本，减少浪费。如图表 1-22。

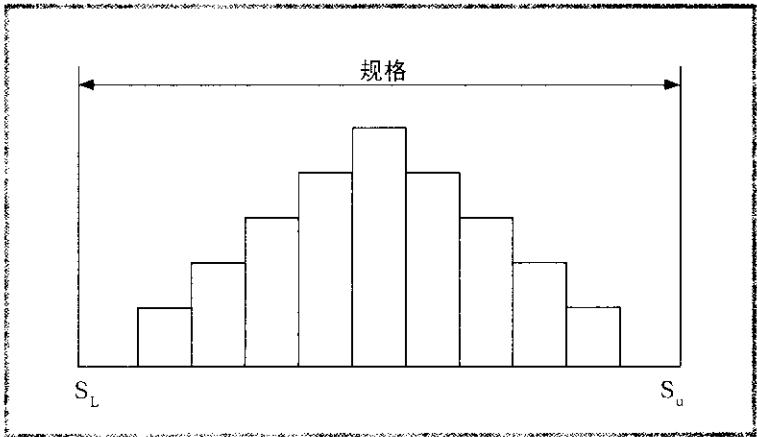
范例 1-2:

某化学工厂欲了解其成品的成分，今随机抽取 50 个样本，作分析的结果如图表 1-23，而这家化学工厂的规格为 $5 \pm 1.5\%$ 。假如你是这家化学工厂的工程师，利用

图表 1-17



图表 1-18



直方图加以检讨，能获得何种情报？

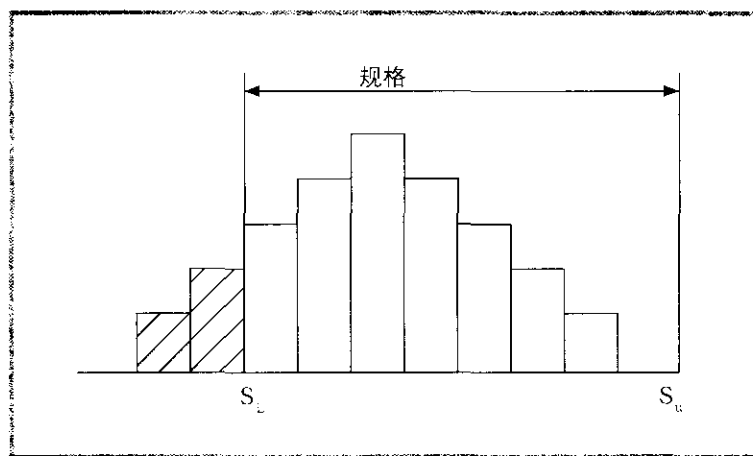
〔解〕

步骤 1: 决定组数

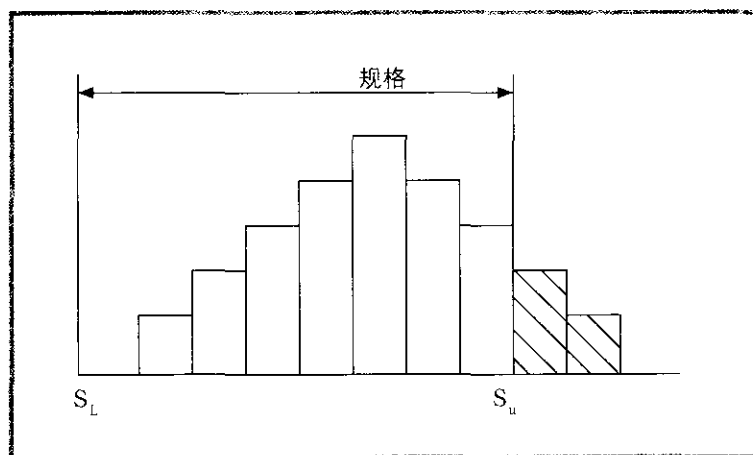
组数决定为 $K=7$ 组。

步骤 2: 决定组距

图表 1-19



图表 1-20



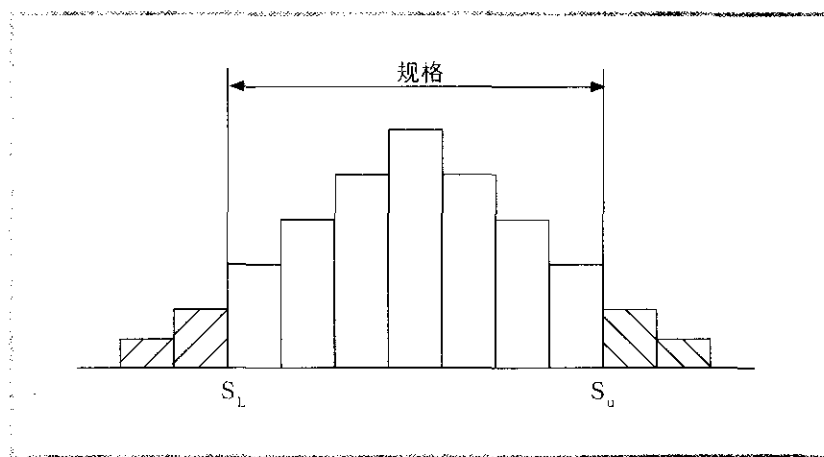
(1) 求最大值 a 与最小值 b

$$a = 7.6 \quad b = 4.9$$

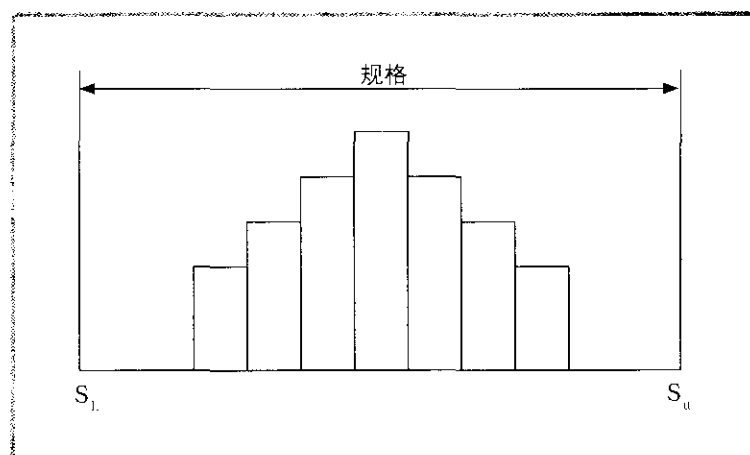
(2) 求范围

$$R = a - b = 7.6 - 4.9 = 2.7$$

图表 1-21



图表 1-22



(3) 求拟组距 C

$$C = \frac{R}{K} = \frac{2.7}{7} = 0.38$$

故组距为 0.4

图表 1-23

6.7	5.3	6.2	5.9	6.2	5.8	7.2	6.9	7.0	7.2
6.3	4.9	6.3	6.8	6.6	6.7	5.5	5.8	7.3	6.0
6.5	5.1	6.4	7.0	5.7	6.5	7.4	6.2	7.1	6.5
6.4	5.2	6.6	6.0	6.4	7.5	7.2	5.5	5.9	6.9
6.4	5.4	7.0	6.5	6.1	5.6	6.1	6.7	6.6	7.6

步骤 3: 决定组界、中心值、作表及记录

步骤 4: 作图

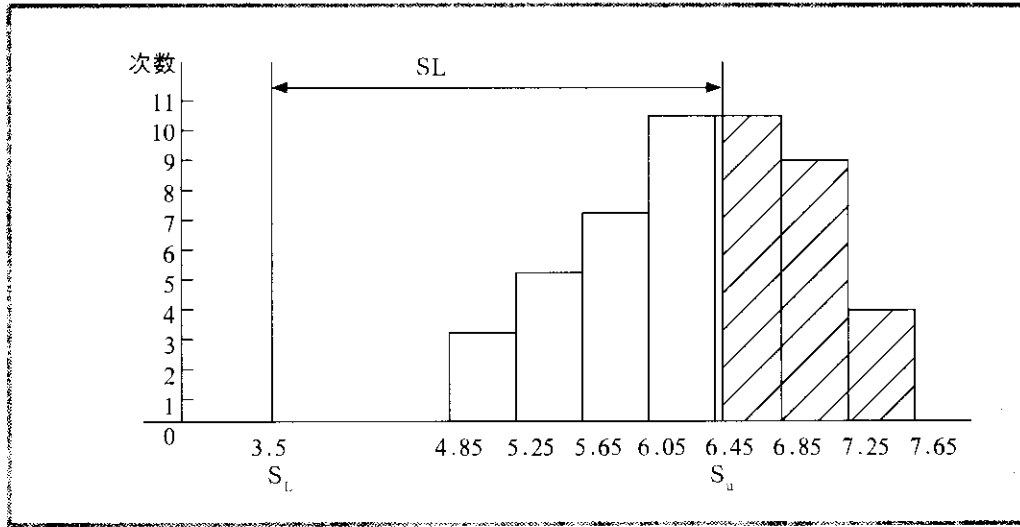
图表 1-24

级号	组界	中心值	次数分配	次数
1	4.85 ~ 5.25	5.05		3
2	5.25 ~ 5.65	5.45		5
3	5.65 ~ 6.05	5.85		7
4	6.05 ~ 6.45	6.25		11
5	6.45 ~ 6.85	6.65		11
6	6.85 ~ 7.25	7.05		9
7	7.25 ~ 7.65	7.45		4
				50

步骤 5: 检讨

- (1) 其直方图分配的形状呈常态，且超过规格上限者很多。
- (2) 此分配位置有偏高的趋势，如能把此成分的平均值调配至 $(3.5 + 6.5) \div 2 = 5$ ，则可降低不良品的发生，并使产品更符合规格。

图表 1-25



(二) 母群体与样本

工厂或研究室里，测定或试验样本，其目的通常并非只希望得到些数据，而主要是希望以此数据为根据，获知某种情报，并以此情报采取行动。

但所要采取行动的对象，并不是所抽取的样本本身，而是抽出样本的产品批或制程。

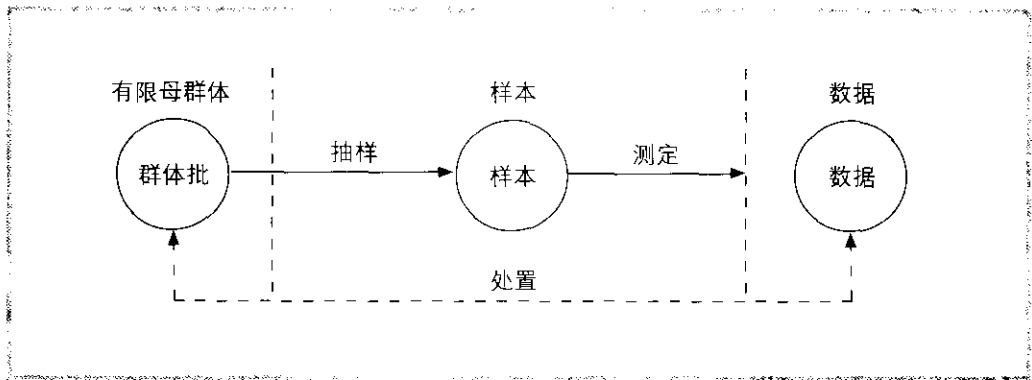
以样本数据为根据而希望加以处置的对象，称为母群体 (Population)，为某种目的而由母群体抽取的一部分，称为样本 (Sample)。

例如：每天从制程抽取一定的制品测定而得到数据，由此数据绘制管制图，以管制制程是否发生异常现象时，此制程就是母群体；而为测定数据，每天所抽取的一定数的制品就是样本。或从仓库中一大批的制品里，抽取数个制品检查其特性，以所得数据来判断此仓库中的制品批全体是否合格时，此仓库中的制品批全体就是母群体；而从此制品批所抽取的数个制品就是样本。

至于研究母群体与样本间关系的学问，称为数理统计学或推测统计学。

1. 抽样检验推定群体的品质

图表 1-26



2. 制程管制、制程解析实验计划

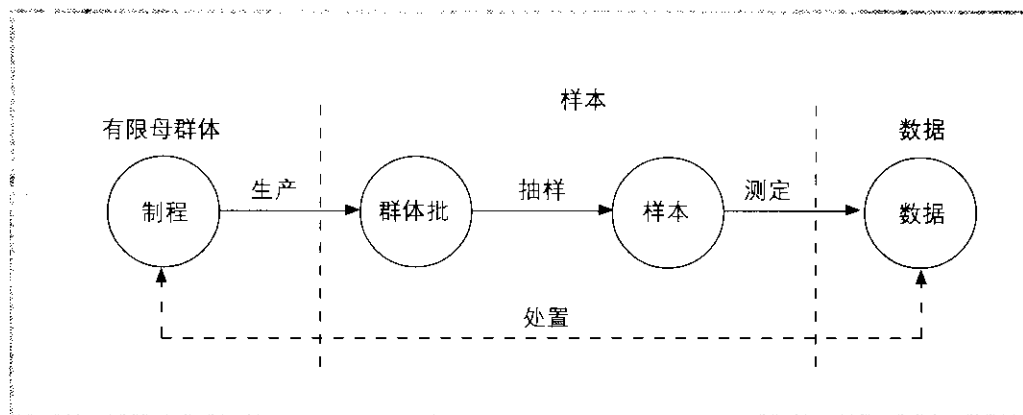
如图表 1-26，以群体批为母群体时，群体的组成个数是有限的，所以我们称这种群体批为有限母群体 (Finite Population)。例如前例的仓库中的制品批是有限母群体。相反的，如果以制程为对象时，如图表 1-27 因自同一条件下可生产无限个制品，所以这种集团我们称之为无限母群体 (Infinite Population)，如前例的管制图所要管制的制程便属于无限母群体。

(三) 母群体及统计量

由“数据的差异”我们知道如果有 100~200 个数据时，对这些数据进行整理而画出次数分配，就很容易看出制品的分配情形。但如果希望将此数据以数字表示时，就必须找出能代表分配位置的数字及能代表分配差异的数字，才能以数字看出此数据的情形，但一般最好是以其平均值表示分配位置及以变异来表示分配的差异较为方便。



图表 1-27



如果只有 5 个或 10 个数据时，虽画出次数分配，也看不出什么来，这种情形下，数据的性质只好以其平均值及其差异的数量来表示。

1. 母群体

表示母群体特性的定数，称为母群体 (Parameter)。现在一般所使用的母群体有：

- 母平均——母群体的平均值，以符号 μ 表示；
- 母变异——母群体的变异，以符号 σ^2 表示；
- 母标准差——母群体的标准差，以符号 σ 表示。

2. 统计量

测定样本所得的测定值，我们称为统计量 (Statistic)。常使用的统计量一般有：

- 样本平均 (或平均)——样本的平均值，以符号 \bar{x} 表示；
- 样本变异 (或变异)——样本的变异，以符号 s^2 表示；
- 样本标准差 (或标准差)——样本的标准差，以符号 s 表示；
- 样本全距——样本的全距，以符号 R 表示。

为了简便，以图表 1-28 表示。

图表 1-28

	母 数		统 计 量	
	名称	符号	名称	符号
分配位置的表示法	母平均	μ	样本平均	\bar{x}
分配差异的表示法	母变异	σ^2	样本变异	s^2
	母标准差	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$	样本标准差	s
			样本全距	R

(四) 母群体及统计量的计算

1. 分配位置的数量表示法

(1) 平均值 \bar{x} (Mean)

把所有数据加起来，除以数据数。

即 n 个数据 $x_1, x_2, x_3 \cdots x_n$ 的平均值为：

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

例：数据为 8, 9, 6, 5, 8, 7

$$\text{则 } \bar{x} = \frac{1}{6} (8 + 9 + 6 + 5 + 8 + 7) = \frac{1}{6} \times 43 = 7.2$$

(2) 中值 \tilde{x} (Median)

把数据依大小顺序排列，其最中央的数据，称为中值。

① 有奇数个数据时

范例 1-3:

7个物品的长度分别为12.66, 12.42, 12.37, 12.57, 12.56, 12.48, 12.62 (mm), 依大小顺序排列为12.66, 12.62, 12.57, 12.56, 12.48, 12.42, 12.37 (mm), 此排中央的数据12.56为中值。

② 有偶数个数据时

范例 1-4:

有6个物品的长度分别为12.19, 12.27, 12.11, 12.16, 12.22, 12.21 (mm), 试计算其中值。

[解]

依大小顺序排列为12.27, 12.22, 12.21, 12.19, 12.16, 12.11 (mm)

则中央值为排列中央的2个数值12.21及12.19的平均值

$$\text{即 } \bar{x} = \frac{12.21 + 12.19}{2} = 12.20 \text{ (mm)}$$

一般情形, 表示分配的中心倾向以平均值较中值为佳, 但中值的特点为:

- 求法较为简单;
- 数据间差距较小时, 则较平均值为佳。

2. 分配差异的数量表示法

表示分配差异程度的量, 一般有下列各种表示法:

(1) 全距 R (Range)

全距指数据的最大值 X_{\max} 及最小值 X_{\min} 的差

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

例如: 有5个物品的长度分别为10.2, 9.9, 9.7, 9.8, 10.3 (cm)

则全距 $R = 10.3 - 9.7 = 0.6 \text{ (cm)}$

表示分配差异程度的量，其范围的计算简单，一般在管制图或简易检定法时，只要使用全距就能充分表示出其变异程度。如果希望提高精度，那么最好利用标准差。但标准差的计算较为麻烦。另外，全距与变异有一定的关系，所以可利用其间的关系来推算变异。

(2) 偏差平方和 S (Sum of Square)

各个数据与平均值的差平方后全部加起来的总和，即 n 个数据 $x_1, x_2, x_3 \cdots x_n$ 的平方和为 S ， $S = (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_n - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ 。

范例 1-5:

5 个数据分别为 10.2, 9.9, 9.7, 9.8, 10.3, 试计算其偏差平方和。

〔解〕

$$\bar{x} = 9.98$$

$$\begin{aligned} S &= (10.2 - 9.98)^2 + (9.9 - 9.98)^2 + (9.7 - 9.98)^2 + (9.8 - 9.98)^2 + \\ &\quad (10.3 - 9.98)^2 \\ &= 0.22^2 + (-0.08)^2 + (-0.28)^2 + (-0.18)^2 + 0.32^2 \\ &= 0.484 + 0.0064 + 0.0784 + 0.0324 + 0.1024 \\ &= 0.268 \end{aligned}$$

注：用下列简算法求平方和较为简单

$$\begin{aligned} S &= \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \\ &= \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 2x_i \bar{x} + \bar{x}^2) \\ &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - 2\bar{x} \sum_{i=1}^n x_i + n\bar{x}^2 \\ &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - 2n\bar{x} \times \bar{x} + n\bar{x}^2 \\ &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - 2n\bar{x}^2 + n\bar{x}^2 \\ &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \\ &= \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \end{aligned}$$

范例 1-6:

5 个数据分别为 10.2, 9.9, 9.7, 9.8, 10.3, 试计算其偏差平方和。

[解]

$$\Sigma x_i = 10.2 + 9.9 + 9.7 + 9.8 + 10.3 = 49.9$$

$$\begin{aligned}\Sigma x_i^2 &= 10.2^2 + 9.9^2 + 9.7^2 + 9.8^2 + 10.3^2 \\ &= 104.04 + 98.01 + 94.09 + 96.04 + 106.09 \\ &= 498.27\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S &= \Sigma x_i^2 - \frac{(\Sigma x_i)^2}{n} \\ &= 498.27 - \frac{49.9^2}{5} \\ &= 498.27 - 498.002 \\ &= 0.268\end{aligned}$$

设简算值为 x_j , 则:

$$x_j = (x_i - x_0) \frac{1}{h}$$

$$x_i = hx_j + x_0$$

$$\begin{aligned}\Sigma x_i &= \Sigma (hx_j + x_0) \\ &= h \Sigma x_j + nx_0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma x_i^2 &= \Sigma (hx_j + x_0)^2 \\ &= \Sigma (h^2 x_j^2 + 2hx_j x_0 + x_0^2) \\ &= h^2 \Sigma x_j^2 + 2hx_0 \Sigma x_j + \Sigma x_0^2 \\ &= h^2 \Sigma x_j^2 + 2hx_0 \Sigma x_j + nx_0^2\end{aligned}$$

$$(\Sigma x_i)^2 = (h \Sigma x_j + nx_0)^2$$

$$\begin{aligned}
&= h^2 (\sum x_j)^2 + 2nhx_0 \sum x_j + n^2x_0^2 \\
S &= \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \\
&= h^2 \sum x_j^2 + 2hx_0 \sum x_j + nx_0^2 - \frac{h^2 (\sum x_j)^2 + 2nhx_0 \sum x_j + n^2x_0^2}{n} \\
&= h^2 \sum x_j^2 - \frac{h^2 (\sum x_j)^2}{n} \\
&= h^2 [\sum x_j^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{n}] \\
x &= x_0 + \frac{\sum x_j}{n} h
\end{aligned}$$

范例 1-7:

5 个数据分别为 10.2, 9.9, 9.7, 9.8, 10.3, 试计算其偏差平方和。

[解]

$$x_j = (x_i - 10.0) \times 10$$

$$\text{即 } x_0 = 10.0, h = \frac{1}{10}$$

$$S = h^2 [\sum x_j^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{n}]$$

$$= \frac{1}{10^2} [27 - \frac{(-1)^2}{5}]$$

$$= \frac{1}{100} (27 - \frac{1}{5})$$

$$= 0.268$$

图表 1 - 29

	X_i	X_j	X_j^2
1	10.2	2	4
2	9.9	-1	1
3	9.7	-3	9
4	9.8	-2	4
5	10.3	3	9
合计	49.9	-1	27

一般很少用偏差平方和来表示分配差异程度，而只利用偏差平方和来计算变异或标准差。

(3) 不偏变异 V (Mean Square)

不偏变异 V 为偏差平方和除以 (n - 1)，即 $V = \frac{S}{n-1}$ (n 为数据的个数，S 为平方和)。

例如：范例 1 - 7

$$V = \frac{0.268}{5 - 1} = \frac{0.268}{4} = 0.067$$

(4) 不偏变异平方根 σ_c

即不偏变异开平方， $\sigma_c = \sqrt{V}$

$$\text{例：}\sigma_c = \sqrt{0.067} = 0.26$$

由样本来推算母群体变异的推定值时，样本数据所计算的，就是不偏变异。

(5) 变异 (Variance)

平方和除于数据的个数，称为变异。

① 母变异 σ^2

母变异为母群体的变异。

$$\sigma^2 = \frac{S}{N}$$

S = 母群体平方和;

N = 母群体单位数。

② 样本变异 s^2

样本的变异，称为样本变异。

$$\sigma^2 = \frac{S}{n}$$

S = 样本平方和;

n = 样本的单位数。

(6) 标准差(Standard Deviation)

变异开平方根称为标准差。

① 母标准差

母群体的标准差

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{S}{N}}$$

② 样本标准差

样本的标准差

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{S}{n}}$$

标准差或变异的计算，可跟随母群体与统计量的差异而有所不同，如制程管制或制程解析时，是把制程作为母群体，所以要测定母群体所包括的全体物品，实际上是不可能的，在这种情形下，只能计算样本的标准差或变异。

以制品的群体批为母群体时，虽可测定全体制品品质，但在这种情形下，一般也只测定样本品质，而以所得情报来推算全体制品的品质。

范例 1－8：

有某塑胶鞋制造厂，生产女用 PVC 发泡鞋底，为了了解其产品的重量特性是否适当，故随机抽取 13 双样本测其重量（单位 g）如下：128，126，128，126，128，126，127，124，126，127，127，127，127，请您根据这些数据，来分析其产品重量特性趋向。

图表 1－30

	x_i	x_j	x_j^2
x_1	128	2	4
x_2	126	0	0
x_3	128	2	4
x_4	126	0	0
x_5	128	2	4
x_6	126	0	0
x_7	127	1	1
x_8	124	-2	4
x_9	126	0	0
x_{10}	127	1	1
x_{11}	127	1	1
x_{12}	127	1	1
x_{13}	127	1	1
合计	1 647	9	21

〔解〕

$$x_j = (x_i - 126)$$

$$\bar{x} = 126 + \frac{9}{13} = 126.69$$

$$s = 21 - \frac{9^2}{13} = 21 - \frac{81}{13} = 21 - 6.23 = 14.77$$

$$s^2 = \frac{S}{n} = \frac{14.77}{13} = 1.14$$

$$s = \sqrt{s^2} = 1.07$$

故此产品的重量特性的分配情形为

$$\bar{x} = 126.69g \quad s = 1.07g$$

3. 从次数分配求平均值及标准差

(1) 步骤 1: 作如图表 1-37 的表

(2) 步骤 2: 变数变换

① 决定假平均, 在中心值的栏里找出最接近平均值者, 把这中心值的边记入 a ;

② 中心值栏里的数值都减 a , 把其结果记入 u_i 栏的对应处。

(3) 步骤 3

$f_i u_i$ 栏的数值乘 u_i 栏数值, 把其结果记入 $f_i u_i^2$ 栏的对应处。

(4) 步骤 4

$f_i u_i$ 栏的数值再乘以 u_i 栏数值, 把其结果记入 $f_i u_i^2$ 栏。

(5) 步骤 5: 计算平均值 \bar{x}

$$\bar{x} = a + \frac{\sum f_i u_i}{\sum f_i} \times C$$

C 为组距

(6) 步骤 6: 计算偏差平方和 S

$$S = \left[\sum f_i u_i^2 - \frac{(\sum f_i u_i)^2}{\sum f_i} \right] \times C^2$$

(7) 步骤 7: 计算变异 s^2

图表 1-31

级的号码	组 界	中心值	f_i	u_i	$f_i u_i$	$f_i u_i^2$
1	6.95 ~ 7.25	7.10	1	-4	-4	16
2	7.25 ~ 7.55	7.40	5	-3	-15	45
3	7.55 ~ 7.85	7.70	15	-2	-30	60
4	7.85 ~ 8.15	8.00	25	-1	-25	25
5	8.15 ~ 8.45	8.30	45	0	0	0
6	8.45 ~ 8.75	8.60	38	1	38	38
7	8.75 ~ 9.05	8.90	44	2	88	176
8	9.05 ~ 9.35	9.20	12	3	36	108
9	9.35 ~ 9.65	9.50	7	4	28	112
10	9.65 ~ 9.95	9.80	8	5	40	200
合 计			200	5	156	780

$$s^2 = \frac{s}{\sum f_i}$$

(8) 步骤 8:计算标准差

$$s = \sqrt{s^2}$$

范例 1-9:

试求图表 1-6 钢板厚度数据的平均值及标准差。

步骤 1:作次数分配表 (参照图表 1-12)

步骤 2:变数变换

(1) 决定 a 值及 C 值

$$a = 8.30, C = 0.30$$

(2) 求 u_i 值 (参照图表 1-31)

步骤 3:求 $f_i u_i$ 值 (参照图表 1-31)

步骤 4:求 $f_i u_i^2$ 值 (参照图表 1-31)

步骤5:计算平均值

$$\bar{x} = a + \frac{\sum f_i u_i}{\sum f_i} \times C = 8.30 + \frac{156}{200} \times 0.30 = 8.30 + 0.234 = 8.534$$

步骤6:计算偏差平方和 S

$$\begin{aligned} S &= \left[\sum f_i u_i^2 - \frac{(\sum f_i u_i)^2}{\sum f_i} \right] \times C^2 \\ &= \left[780 - \frac{156^2}{200} \right] \times 0.30^2 = (780 - 121.7) \times 0.09 = 60 \end{aligned}$$

步骤7:计算变异 s^2

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{S}{\sum f_i} \\ &= 60 \times \frac{1}{200} = 0.3 \end{aligned}$$

步骤8:计算标准差 s

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{0.30} = 0.54$$

三、各种分配

(一) 数据的种类

我们所得的数据一般可分为以下两种：

1. 计数值

用计数所获得的数据，例如检查100个灯泡时，发现10个不良品，检查1匹布时，发现每码有5点缺点等，所出现的数值是10个、5点或1支等整数，即不连续的数值，这种数据称为计数值。其分配称为间断分配。

2. 计量值

用量测所获得的数据，例如，化学分析的纯度(%)、布匹的长度(码)、纱的强度(kg/cm²)等所出现的数值是10.5%、5.21码、8.20(kg/cm²)等带有小数即连续的数值，这种数据称为计量值，其分配称为连续分配。

(二) 计数值的分配

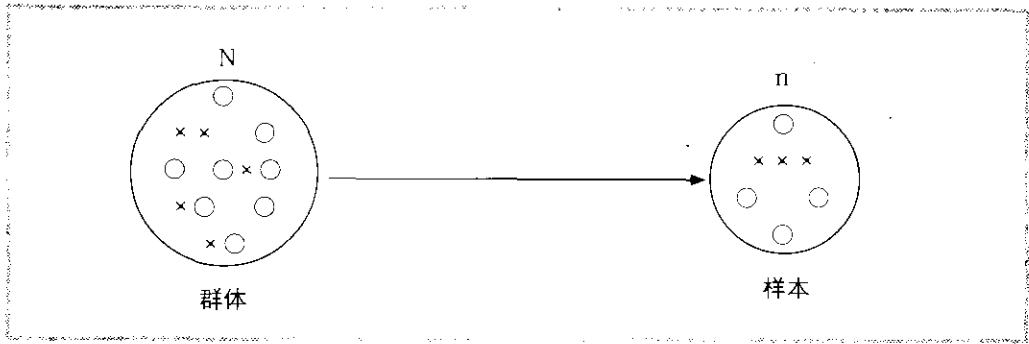
我们知道计数值所出现的数据是不连续数据，所以其母集团的分配属于不连续分配。现将一般比较重要的不连续分配列举如下：

1. 超几何分配

从不良率为p，大小为N个的群体里随机抽取样本n个，这时在样本里含有x个不良品的或然率P(x, n/p, N)为：
$$P(x, n/p, N) = \frac{\binom{N-pN}{n-x} \binom{pN}{x}}{\binom{N}{n}}$$
，这种分配称为超几何分配。



图表 1-32



说明:○:良品 ×:不良品。

对该公式，我们也可以用实验比较。图表 1-33 是 3 个白球，2 个黑球，放在袋中，每次抽取 3 个，重复抽取 42 次所得的结果。

图表 1-33

	实验结果	总计	实验分配	理论分配
○○○	正	6	0.143	0.1
○○●	正正正正	24	0.571	0.6
○●●	正正	12	0.286	0.3
		42		

(1) 实验分配

① ○○○时, $\frac{6}{42} = 0.143$

② ○○●时, $\frac{24}{42} = 0.571$

③ ○●●时, $\frac{12}{42} = 0.286$

(2) 理论分配

$$\begin{aligned} \text{① } \bigcirc\bigcirc\bigcirc \text{ 时, } P_0 &= \frac{\binom{3}{3} \binom{2}{0}}{\binom{5}{3}} = \frac{1}{\frac{5!}{3!2!}} = \frac{1}{10} = 0.1 \\ \text{② } \bigcirc\bigcirc\bullet \text{ 时, } P_1 &= \frac{\binom{3}{2} \binom{2}{1}}{\binom{5}{3}} = \frac{3 \times 2}{\frac{5!}{3!2!}} = \frac{6}{10} = 0.6 \\ \text{③ } \bigcirc\bullet\bullet \text{ 时, } P_2 &= \frac{\binom{3}{1} \binom{2}{2}}{\binom{5}{3}} = \frac{3 \times 1}{\frac{5!}{3!2!}} = \frac{3}{10} = 0.3 \end{aligned}$$

范例 1-10:

从放有 2 个红球, 4 个白球的袋里, 随机抽取 3 个球, 试求这 3 个球里含有 1 个红球 2 个白球的或然率。

[解]

$$\because N = 6 \quad pN = 2 \quad p = 1/3$$

$$n = 3 \quad x = 1$$

$$P\left(1, 3/\frac{1}{3}, 6\right) = \frac{\binom{4}{2} \binom{2}{1}}{\binom{6}{3}}$$

$$\binom{4}{2} = \frac{4!}{2!2!} = \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1}{4} = 6$$

$$\binom{2}{1} = 2$$

$$\binom{6}{3} = \frac{6!}{3!3!} = \frac{6 \times 5 \times 4}{3 \times 2 \times 1} = 20$$

$$P\left(1, 3/\frac{1}{3}, 6\right) = \frac{6 \times 2}{20} = \frac{12}{20} = 0.6 = 60\%$$

故 3 个球里含有 1 个红球、2 个白球的或然率为 60%。

范例 1-11:

如果从 100 个含有 10 个不良品的产品里, 随机抽取 20 个制品时, 则此 20 个制品中所含有的不良品数及其或然率如何?

〔解〕

$$P(0, 20/0.1, 100) = \frac{\binom{90}{20} \binom{10}{0}}{\binom{100}{20}} = 0.095$$

$$P(0, 20/0.1, 100) = \frac{\binom{90}{19} \binom{10}{1}}{\binom{100}{20}} = 0.2679$$

从以上计算结果, 我们知道, 如果反复以同样母集团实验抽取 100 次时, 在理论上会抽到 20 个都是良品的机会约有 10 次, 会抽到 19 个良品 1 个不良品的机会约有 27 次, 参照图表 1-33 依次类推, 会有 15 个良品 5 个不良品的机会约有 1 次。所以我们可知道, 在这 100 个含有 10 个不良品的制品中, 随机抽取 20 个制品时会抽到 5 个以上不良品的机会是很少的。

2. 二项分配

属于超几何分配的数据, 如将其 N 无限增大时, 从无限母集团里随机地抽取 n 个样本, 则在样本里含有 x 个不良品的或然率为: $P(x, n/p) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$, 这种分配称为二项分配。

- ① 一般情况下, N 充分大 ($N \geq 10n$) 时就可把超几何分配近似为二项分配;
- ② 一般情况下, 如每月的员工缺勤率、某制程的不良率等, 属于二项分配。

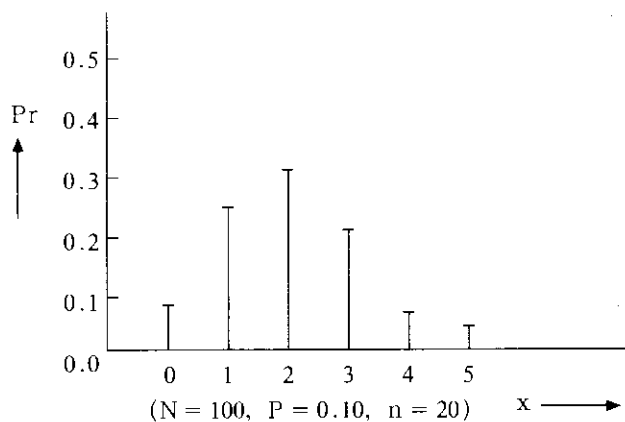
范例 1-12:

试求投 10 次骰子时, 出现 4 次 5 点的或然率。

〔解〕

图表 1-34 超几何分配

x	0	1	2	3	4	5
Pr	0.0951	0.2679	0.3182	0.2092	0.0841	0.0125



$$\therefore n = 10 \quad p = \frac{1}{6} \quad x = 4$$

$$\therefore P\left(4, 10 / \frac{1}{6}\right) = \binom{10}{4} \left(\frac{1}{6}\right)^4 \left(1 - \frac{1}{6}\right)^{10-4}$$

$$= \frac{10!}{4!6!} \left(\frac{1}{6}\right)^4 \left(\frac{5}{6}\right)^6$$

$$= \frac{10 \times 9 \times 8 \times 7}{4 \times 3 \times 2 \times 1} \left(\frac{1}{6}\right)^4 \left(\frac{5}{6}\right)^6$$

$$= 210 \left(\frac{1}{6}\right)^4 \left(\frac{5}{6}\right)^6 = 0.0543 = 5.43\%$$

范例 1-13:

某制程在初品检查时发现此制程含有10%的母不良率,但因为如果要重新改变制程已不可能,所以决定只好以此条件进入生产。如果每天生产 20 个制品,共生产 100 天时,试问每天出现不良品的情形如何?

〔解〕

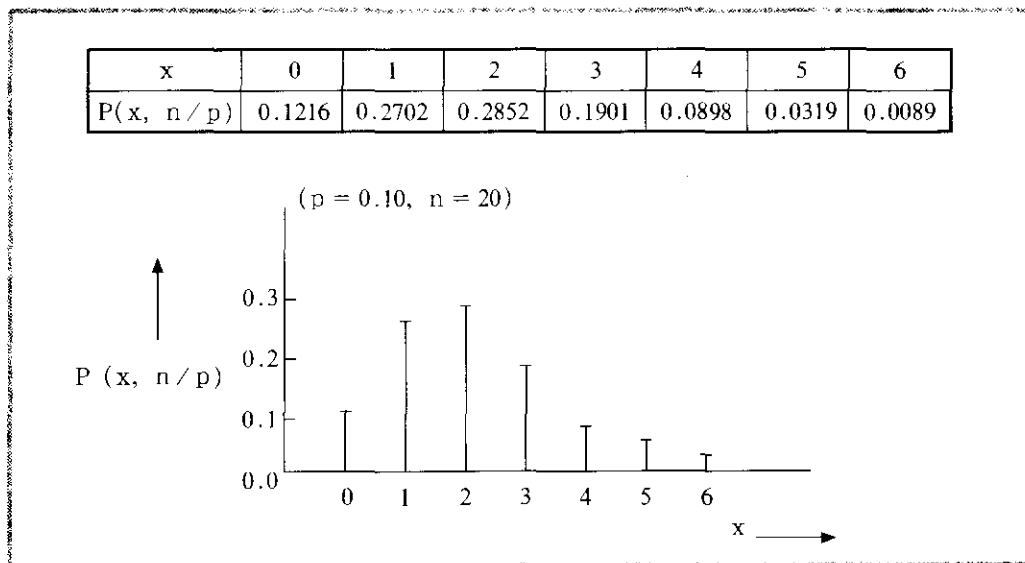
$$P(0, 20/0.10) = \binom{20}{0} (0.1)^0 (1 - 0.1)^{20} = 0.1216$$

$$P(1, 20/0.10) = \binom{20}{1} (0.1)^1 (1 - 0.1)^{19} = 0.2702$$

同理计算得图表 1-35。

由此可知如果此制程能以初品检查时的制造条件生产时,在每天生产的 20 个制品中,一个不良品都没有的天数在理论上可预测约为 12 天左右,含有 1 个不良品的天数则约为 27 天左右,从上表也可推测出含有 6 个以上不良品的机会很少,几乎是不可能的。

图表 1-35 二项分配



3. 卜氏分配

属于二项分配的分配，如 $np = m$ 为一定，而把 n 无限增大时， $np = m$ 的群体出现 0 个，1 个，2 个……不良品的或然率 $p(x, m)$ 为：

$$P(x, np) = \frac{e^{-np} (np)^x}{x!} = \frac{e^{-m} m^x}{x!}$$

这种分配称为卜氏分配。

一般 $n \geq 10n$, $p \leq 0.10$ 时，可把二项分配近似为卜氏分配。如熔接的不良个数，布匹或钢板的单位面积里的缺点数，都属于卜氏分配。

范例 1-14：

某纺织厂的某台精纺机，经调整生产后，推测其瞬时断头数的母平均为 $m = 2.5$ 条，如果以此条件正式进入生产，试问每天所作的瞬时调查结果将如何？

〔解〕

$$\because m = 2.5$$

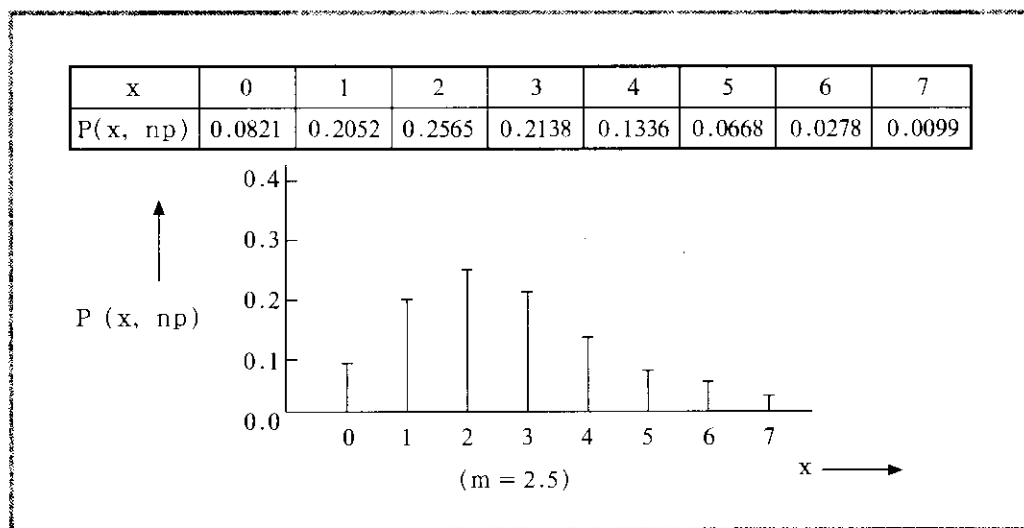
$$P(0, 2.5) = \frac{e^{-2.5} (2.5)^0}{0!} = 0.0821$$

$$P(1, 2.5) = \frac{e^{-2.5} (2.5)^1}{1!} = 0.2052$$

同理计算得图表 1-36。

由此可推测如果制程条件不变，每天所作的瞬时调查在理论上 1 个断头都没有的，100 次中大约会发现 8 次左右；有 1 个断头的，100 次中大约会发现 20 次左右。从图表 1-36 我们也可以很肯定地说调查 100 次中，断头数超过 8 个以上，是很不可能发生的。

图表 1-36 卜氏分配



(三) 计量值的分配

我们知道计量值所出现的数值是连续数值，所以其母集团的分配属于连续分配，而这种分配里，最为重要的分配是常态分配。

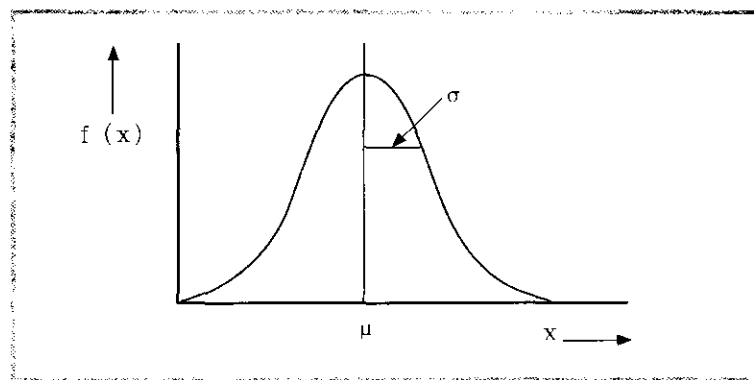
1. 常态分配

从“数据的性质”一节中，我们已知道从一群数据里，可以整理出次数分配或直方图；如果数据无限增大，就可得到如图表 1-37 的分配曲线。

一般以同样群体，同样抽样法，同样测定法，在管制状态下反复抽取测定时，大概可得到中央较高、两端渐低下成拖尾状即如图表 1-37 钟铃状的分配，其分配的或然率密度 (Probability Density) 为：

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

图表 1-37



$$e = 2.718$$

这种分配称为平均值 μ 、标准差 σ 的常态分配，一般简写为 $N(\mu, \sigma^2)$ 。

计量值的分配一般都属于常态分配，所以在统计上，计量值的分配都被假设是属于常态分配。

2. 常态分配的标准化

平均值为 μ 、标准差为 σ 的常态分配 $N(\mu, \sigma^2)$ 的或然率密度为：

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{式一}$$

由于这一公式计算起来很复杂，所以在统计上为了简便起见，把平均值 μ 、标准差 σ 的常态分配变为平均值为 0、标准差为 1，即 $N(0, 1)$ 的标准常态分配，因为 $N(0, 1)$ 的标准常态分配已有完整的标准常态分配表可供查用。

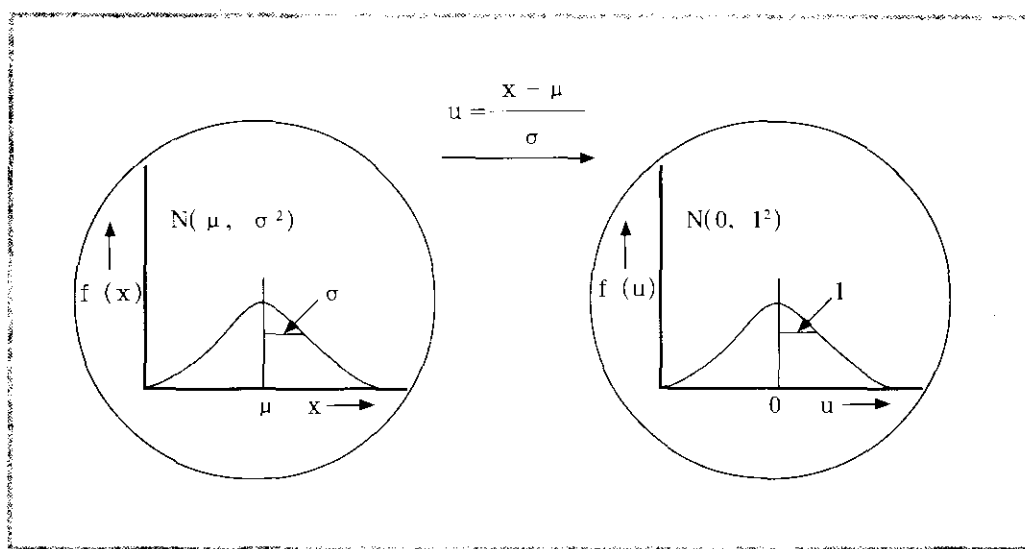
$$\text{一般设 } u = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{式二}$$

将式二代入式一，则式一可变为

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2} \quad \text{式三}$$

式三就是 $N(0, 1)$ 的常态分配的或然率密度。

图表 1-38



图表 1-39 及图表 1-40 都是常态分配 $N(0, 1)$ 的数值表。

- (1) 如图表 1-39, 由常态分配表可以很简单地求出各种 u 值的或然率 Pr
- (2) 如图表 1-40, 由常态分配表可以很简单的求出各种或然率 Pr 的 u 值

范例 1-15:

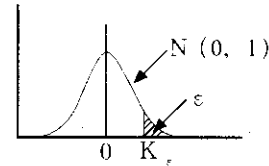
今库存有某圆轴 6 000 支, 其品质特性为圆轴的长度, 如果经推定, 已知其长度母平均 $\mu = 15.7\text{cm}$, 母标准差 $\sigma = 0.3\text{cm}$, 试问此 6 000 支中, 长度超过 16.1cm 的约有几支?

$$u_1 = \frac{16.1 - 15.7}{0.3} = 1.33$$

图表 1-39

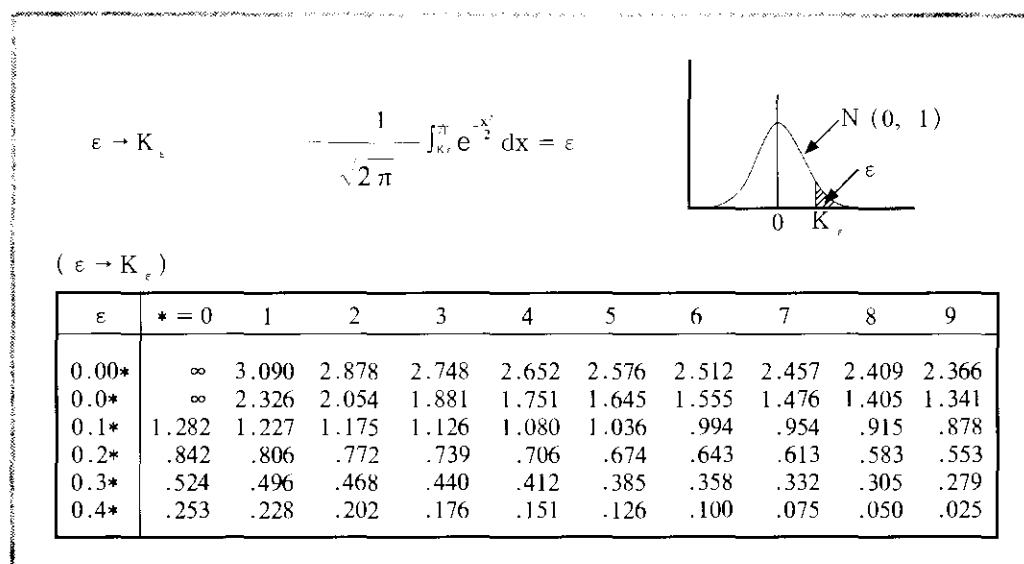
$$K_{\varepsilon} \rightarrow \varepsilon = \Pr(u \geq K_{\varepsilon}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{K_{\varepsilon}}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

($K_{\varepsilon} \rightarrow \varepsilon$)

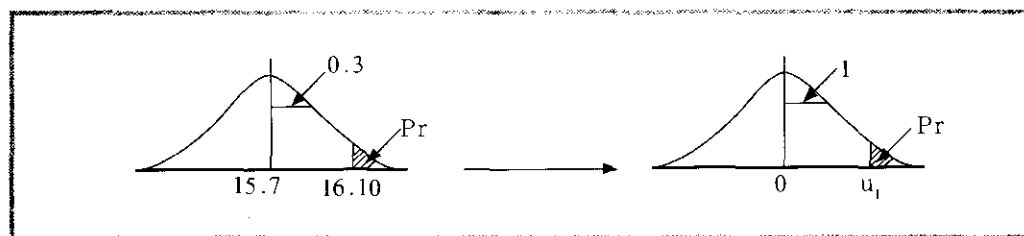


K_{ε}	* = 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0*	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1*	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2*	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3*	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4*	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5*	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6*	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7*	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.8*	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9*	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0*	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1*	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2*	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3*	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4*	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.5*	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6*	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7*	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.8*	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9*	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0*	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
2.1*	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.2*	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.3*	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.4*	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.5*	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.6*	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.7*	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.8*	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.9*	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
3.0*	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010

图表 1-40



图表 1-41



查图表 1-39, 得 $Pr = 0.0918$

$$6\,000 \times 0.0918 = 550.8 \approx 551$$

故 6 000 支中长度超过 16.1cm 的约有 551 支。

范例 1-16:

某电线电缆工厂, 已知过去的铝电缆线的拉力强度平均值为 30.5kg, 标准差是 2.0kg, 今客户订货的规格为 $30.0\text{kg} \pm 4\text{kg}$, 请您预计这张订单接受后, 从事大量生

产，其不规格的不良率是多少。

〔解〕

$$u_1 = \frac{34 - 30.5}{2.0} = \frac{3.5}{2.0} = 1.75$$

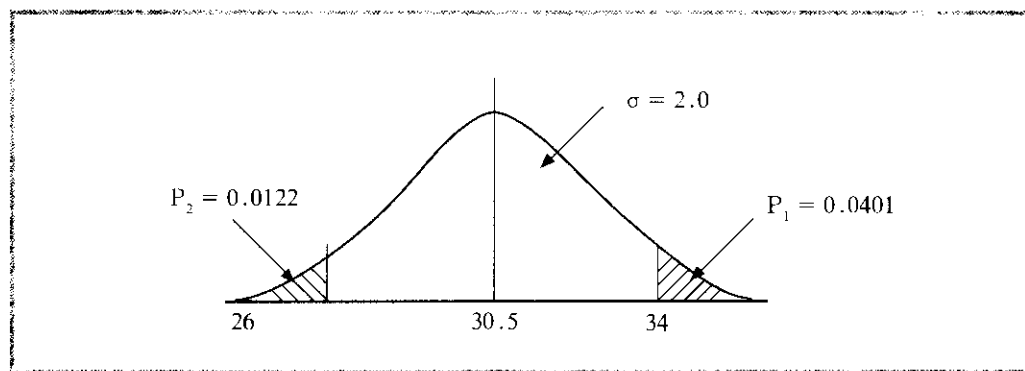
$$p_1 = 0.0401$$

$$u_2 = \frac{26 - 30.5}{2.0} = \frac{-4.5}{2.0} = -2.25$$

$$p_2 = 0.0122$$

$$p_1 + p_2 = 0.0401 + 0.0122 = 0.0523$$

图表 1-42



故其出现不规格的不良率可推测为 5.23%。

范例 1-17:

某工厂生产圆轴，有客户订货，规格为直径 $30.0\text{mm} \pm 3\text{mm}$ ，并且客户要求不合格的产品不得超过 2%。请问如果您是该厂制造部工程师，应使用精密度 (σ) 如何的机器才能生产合乎客户要求的产品？

〔解〕

$$\because P_1 + P_2 = 2\% \qquad \therefore P_1 = P_2 = 1\%$$

由表查得 $Pr = 0.01$ 时, $u = 2.32$

$$u_1 = - \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$2.32 = \frac{33 - 30}{\sigma}$$

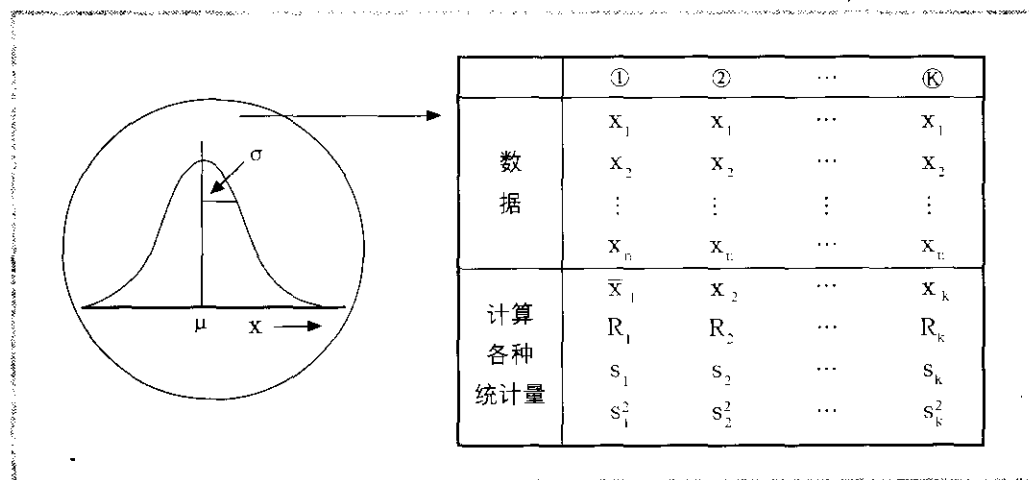
$$\therefore \sigma = \frac{33 - 30}{2.32} = 1.3$$

故可知应使用精密度标准差小于 1.3 的机械才能生产出合乎客户要求的产品。

(四) 统计量的分配

自 $N(\mu, \sigma^2)$ 的常态分配的母集团中, 随机抽取大小 n 的样本 k 组测定其特性, 得数据如图表 1-43。

图表 1-43



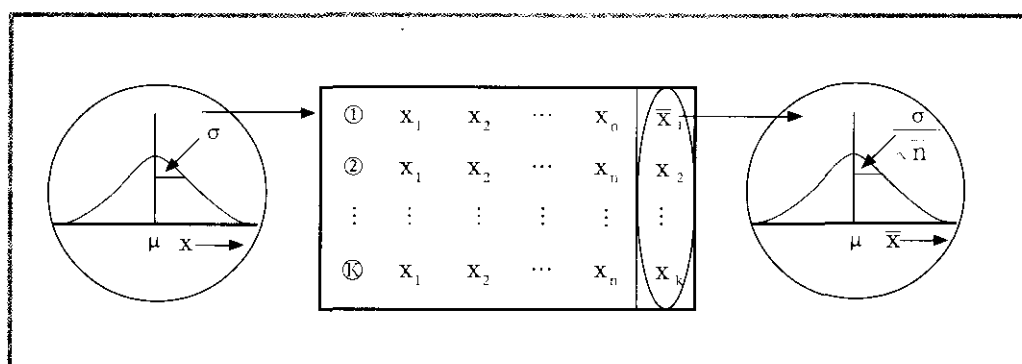
如果我们把此数据整理成各种不同的统计量时，这些统计量又会出现其一定规则性的各种分配。

1. 样本平均值 \bar{x} 的分配

如果从图表 1-43 所得数据中，计算各组的平均值 \bar{x}_i ，并整理成次数分配时，则此统计量是 \bar{x}_i ，仍形成一定的常态分配，其分配的母平均值为 μ ，分配的标准差为 $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ 。

数学式可写为： $E(\bar{x}) = \mu$

图表 1-44



$$D(\bar{x}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} (x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + \bar{x}_k)$$

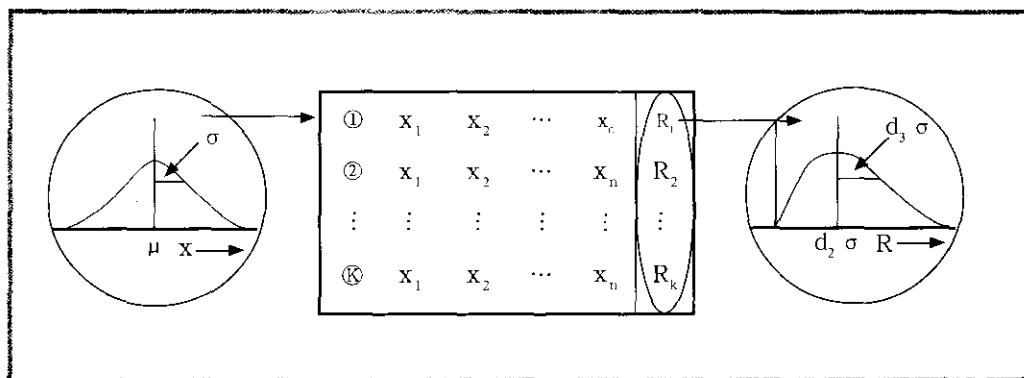
$$\therefore \hat{\mu} = \bar{\bar{x}}$$

因 $E(x) = \mu$ ，所以 \bar{x} 虽不一定等于 μ ，但依大数原则是会接近 μ 的，所以母平均值 μ 的推定值 $\hat{\mu}$ 可用样本总平均 \bar{x} 求得。

2. 样本全距 R 的分配

如果按照图表 1-43 计算各组的全距 R 时，则此 R 将形成一定的分配，其分配的

图表 1-45



母平均值为 $d_2 \sigma$ ，分配的标准差为 $d_3 \sigma$ ，但此分配不属于常态分配。

用数学式可写作：

$$E(R) = d_2 \sigma$$

$$D(R) = d_3 \sigma \quad (d_2, d_3 \text{ 是查图表 1-49 而得的系数})$$

$$\bar{R} = \frac{1}{k} (R_1 + R_2 + \cdots + R_k) \rightarrow d_2 \sigma$$

$$\bar{R} \rightarrow d_2 \sigma$$

$$\therefore \hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

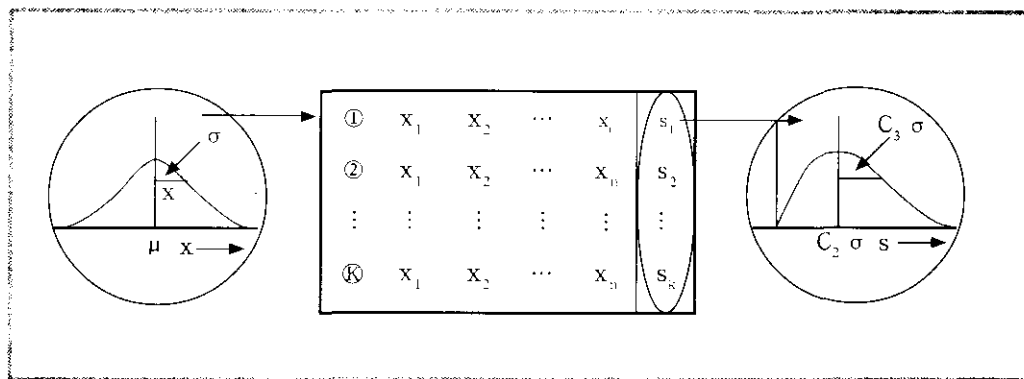
因 $E(R) = d_2 \sigma$ ，所以 R 虽不一定等于 $d_2 \sigma$ ，但依大数原则是会接近 $d_2 \sigma$ 的，所以母标准差 σ 的推定值 $\hat{\sigma}$ 可用样本全距平均值 \bar{R} 除以 d_2 来求得。

3. 样本标准差 s 的分配

如果按照图表 1-43 计算各组的样本标准差 s 时，则此 s 将形成一定的分配，其分配的母平均值为 $C_2 \sigma$ ，分配的母标准为 $C_3 \sigma$ ，但此分配不属于常态分配。

用数学式可写为：

图表 1-46



$$E(s) = C_2 \sigma$$

$$D(s) = C_3 \sigma \quad (C_2, C_3 \text{ 是查图表 1-49 而得的系数})$$

$$\bar{s} = \frac{1}{k} (s_1 + s_2 + \dots + s_k) \rightarrow C_2 \sigma$$

$$s \rightarrow C_2 \sigma$$

$$\therefore \hat{\sigma} = \frac{s}{C_2}$$

因 $E(s) = C_2 \sigma$ ，所以 \bar{s} 虽不一定等于 $C_2 \sigma$ ，但依大数原则是会接近 $C_2 \sigma$ 的，所以母标准差 σ 的推定值 $\hat{\sigma}$ ，同样的也可用样本标准差 s 除以 C_2 来求得。

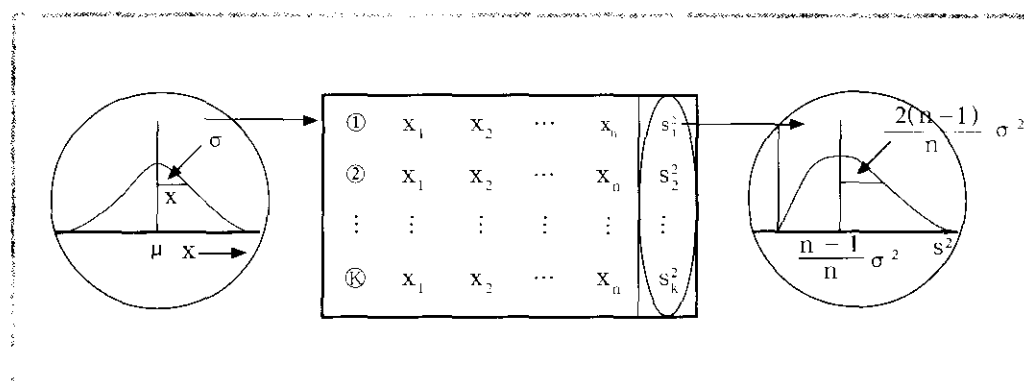
4. 样本变异 s^2 的分配

如果按照图表 1-47 计算各组的变异 s^2 ，则此 s^2 将形成一定的分配，其分配的母平均值为 $\frac{n-1}{n} \sigma^2$ ，分配的标准差为 $\frac{\sqrt{2(n-1)}}{n} \sigma^2$ ，但此分配不属于常态分配。

用数学式可写为：

$$E(s^2) = \frac{n-1}{n} \sigma^2$$

图表 1-47



$$D(s^2) = \frac{2(n-1)}{n} \sigma^2$$

$$s^2 = \frac{1}{k} (s_1^2 + s_2^2 + \cdots + s_k^2) \rightarrow \frac{n-1}{n} \sigma^2$$

$$\bar{s}^2 \rightarrow \frac{n-1}{n} \sigma^2$$

$$\therefore \hat{\sigma} = \frac{n}{n-1} \times \bar{s}^2 = \bar{v}$$

因 $E(s^2) = \frac{n-1}{n} \sigma^2$, 所以母变异 σ^2 的推定值 $\hat{\sigma}^2$ 可用不偏变异 \bar{v} 来求得。

5. 实验

对于上节所列的各个公式, 我们可以用下列实数的计算方法加以印证。

例如, 某一制程, 已知其 $\mu = 50$, $\sigma = 2$, 每天抽取 4 个样本, 连续 10 天, 可得图表 1-48 的数据。

以图表 1-48 的数据, 依据:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$$

图表 1－48

次 \ 天	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	49	49	48	49	50	51	50	50	53	49
2	50	52	52	49	49	50	49	51	49	49
3	48	51	50	50	50	52	46	47	47	48
4	50	48	54	52	52	50	50	46	51	50

$$S = \Sigma x_i^2 - \frac{1}{n} (\Sigma x_i)^2$$

$$s^2 = \frac{S}{n}$$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{S}{n}}$$

图表 1－49 S 及 R 的系数表

n	c ₂	c ₃	d ₂	d ₃
2	0.5642	0.426	1.128	0.853
3	0.7236	0.378	1.693	0.888
4	0.7979	0.337	2.059	0.880
5	0.8407	0.305	2.326	0.864

可求得每天的 \bar{x} ， s^2 ， s 及 R 值，见图表 1－50。

(1) 以实际数据计算

① 样本平均值 \bar{x} 的分配

$$\begin{aligned}\bar{\bar{x}} &= \frac{1}{k} \Sigma \bar{x}_i \\ &= \frac{1}{10} (49.25 + 50 + \cdots + 49)\end{aligned}$$

图表 1-50

天数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x 值	49.25	50.00	51.00	50.00	50.25	50.75	48.75	48.50	50.00	49.00
s ² 值	0.69	2.50	5.00	1.50	1.19	0.69	2.69	4.25	5.00	0.50
s 值	0.83	1.58	2.24	1.22	1.09	0.83	1.64	2.06	2.24	0.71
R 值	2	4	6	3	3	2	4	5	6	2

$$= 49.75$$

$$S_x = \Sigma \bar{x}_i - \frac{1}{k} (\Sigma x_i)^2$$

$$= (49.25^2 + 50^2 + \cdots + 49^2) - \frac{1}{10} (49.25 + 50 + \cdots + 49)^2$$

$$= 6.375$$

故 x 的平均值 $\bar{x} = 49.75$

$$\bar{x} \text{ 的标准差 } s_x = \sqrt{\frac{S_x}{k}} = \sqrt{\frac{6.375}{10}} = 0.80$$

② 样本变异 s² 的分配

$$\bar{s}^2 = \frac{1}{k} \Sigma s_i^2$$

$$= \frac{1}{10} (0.69 + 2.50 + \cdots + 0.50)$$

$$= 2.40$$

$$S_s^2 = \Sigma (s_i^2)^2 - \frac{1}{k} (\Sigma s_i^2)^2$$

$$= (0.69^2 + 2.50^2 + \cdots + 0.50^2) - \frac{1}{10} (0.69 + 2.50 + \cdots + 0.50)^2$$

$$= 28.77$$

故样本变异 s^2 的平均值 $\bar{s}^2 = 2.40$

$$\text{样本变异 } s^2 \text{ 的标准差 } s_s^2 = \sqrt{\frac{28.77}{10}} = 1.70$$

③ 样本标准差 s 的分配

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{1}{k} \sum s_i \\ &= \frac{1}{10} (0.83 + 1.58 + \cdots + 0.71) \\ &= 1.44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_s &= \sum s_i^2 - \frac{1}{k} (\sum s_i)^2 \\ &= (0.83^2 + 1.50^2 + \cdots + 0.71^2) - \frac{1}{10} (0.83 + 1.58 + \cdots + 0.71)^2 \\ &= 3.17 \end{aligned}$$

故样本标准差 s 的平均值 $\bar{s} = 1.44$

$$\text{样本标准差 } s \text{ 的标准差 } s_s = \sqrt{\frac{3.17}{10}} = 0.56$$

④ 样本全距 R 的分配

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{1}{k} \sum R_i \\ &= \frac{1}{10} (2 + 4 + \cdots + 2) \\ &= 3.7 \end{aligned}$$

$$S_R = \sum R_i^2 - \frac{1}{k} (\sum R_i)^2$$

$$= (2^2 + 4^2 + \cdots + 2^2) - \frac{1}{10} (2 + 4 + \cdots + 2)^2$$

$$= 22.1$$

故样本全距R的平均值 $R = 3.7$

$$\text{样本全距R的标准差 } S_R = \sqrt{\frac{22.1}{10}} = 1.49$$

(2) 以理论上的公式计算

① 样本平均值 \bar{x} 的分配

$$E(\bar{x}) = \mu = 50.00$$

$$D(\bar{x}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2}{\sqrt{4}} = 1.00$$

② 样本变异 s^2 的分配

$$E(s^2) = \frac{n-1}{n} \sigma^2 = \frac{4-1}{4} \times 2^2 = 3$$

$$D(s^2) = \frac{\sqrt{2(n-1)}}{n} \sigma^2 = \frac{\sqrt{2(4-1)}}{4} \times 2^2 = 2.45$$

③ 样本标准差 s 的分配

$$E(s) = C_2 \sigma = 0.7979 \times 2 = 1.60$$

$$D(s) = C_3 \sigma = 0.337 \times 2 = 0.67$$

④ 全距R的分配

$$E(R) = d_2 \sigma = 2.059 \times 2 = 4.12$$

$$D(R) = d_3 \sigma = 0.88 \times 2 = 1.76$$

将(1)、(2)各式所得的结果加以比较,我们可以发现理论上的数据和实际计算出来的结果非常接近。

图表 1-51

	实际发生的结果	理论上推出的结果
E (\bar{x})	49.75	50.00
D (\bar{x})	0.80	1.00
E (s^2)	2.40	3.00
D (s^2)	1.70	2.45
E (s)	1.44	1.60
D (s)	0.56	0.67
E (R)	3.70	4.12
D (R)	1.49	1.76

(五) 统计量分配特性

以下所述者，是在检定、推定时，必须知道的几个非常重要的统计量分配，这些分配都已有完整的表可以查用。

1. χ^2 分配

从 $N(\mu, \sigma^2)$ 的母集团中随机抽取大小 n 的样本，所计算的偏差平方和 S ，除以母变异 σ^2 所得的统计量称为 χ^2 ；虽是从同一母集团中随机抽取的样本，但所求的 χ^2 也不会每次相同，所以一定带有一种分配，这种分配称为自由度 $\phi = n - 1$ 的 χ^2 分配，可用下式表示：

$$f(x) = \frac{1}{2^{\frac{\phi}{2}} \Gamma(\frac{\phi}{2})} e^{-\frac{x}{2}} \left(\frac{x}{2}\right)^{\frac{\phi}{2}-1} \quad 0 < x < \infty$$

(1) χ^2 分配的加法性

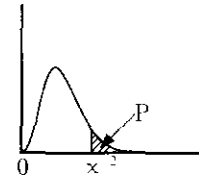
χ_1^2 属于自由度 ϕ_1 的 χ^2 分配， χ_2^2 属于自由度 ϕ_2 的 χ^2 分配，同时 χ_1^2 与 χ_2^2 为互相独立时，则 $\chi^2 = \chi_1^2 + \chi_2^2$ 会属于自由度 $\phi = \phi_1 + \phi_2$ 的 χ^2 分配。

(2) χ^2 分配表的查法

图表 1-52 的 χ^2 分配所表示的是指定自由度 ϕ 及或然率 Pr 时的 $\chi^2(\phi, Pr)$ 值，

图表 1-52 χ^2 表

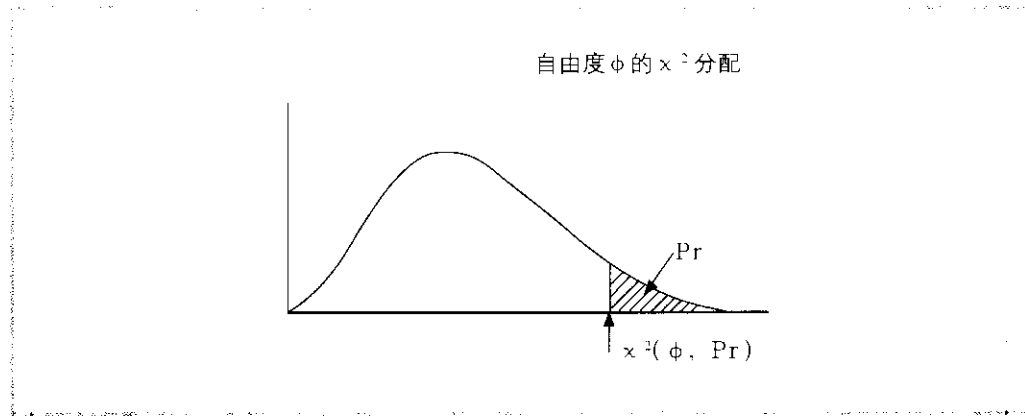
$$\phi, P \rightarrow \chi^2 \quad P = \int_{\chi^2}^{\infty} \frac{1}{\Gamma\left(\frac{\phi}{2}\right)} e^{-\frac{\chi^2}{2}} \frac{d\chi^2}{2}$$



ϕ	P	.995	.99	.975	.95	.90	.75	.50	.25	.10	.05	.025	.01	.005	P	ϕ
1	0.04393	0.03157	0.03982	0.023	0.0158	0.102	0.455	1.323	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88		1	
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60		2	
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	0.584	1.213	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84		3	
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.923	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86		4	
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75		5	
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55		6	
7	0.989	1.239	1.690	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.3		7	
8	1.344	1.646	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.53	20.1	22.0		8	
9	1.735	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.7	23.6		9	
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.5	23.2	25.2		10	
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.9	24.7	26.8		11	
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.0	23.3	26.2	28.3		12	
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.4	24.7	27.7	29.8		13	
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3		14	
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8		15	
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3		16	
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7		17	
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2		18	
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	14.56	18.34	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6		19	
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	15.45	19.34	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0		20	
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	16.34	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4		21	
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	17.24	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8		22	
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	18.14	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2		23	
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	19.04	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6		24	
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	19.94	24.3	29.3	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9		25	
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3		26	
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6		27	
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0		28	
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3		29	
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7		30	
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8		40	
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.3	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5		50	
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.4	92.0		60	
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100.4	104.2		70	
80	51.2	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	101.9	106.6	112.3	116.3		80	
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	80.6	89.3	98.6	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3		90	
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109.1	118.5	124.3	129.6	135.8	140.2		100	
y_p	2.58	2.33	1.96	1.64	1.28	-0.674	0.000	0.674	1.282	1.645	1.960	2.33	2.58		y_p	

如图表 1-53, 或然率 Pr 为 $\chi^2(\phi, Pr)$ 的右边斜线部分的面积。

图表 1-53



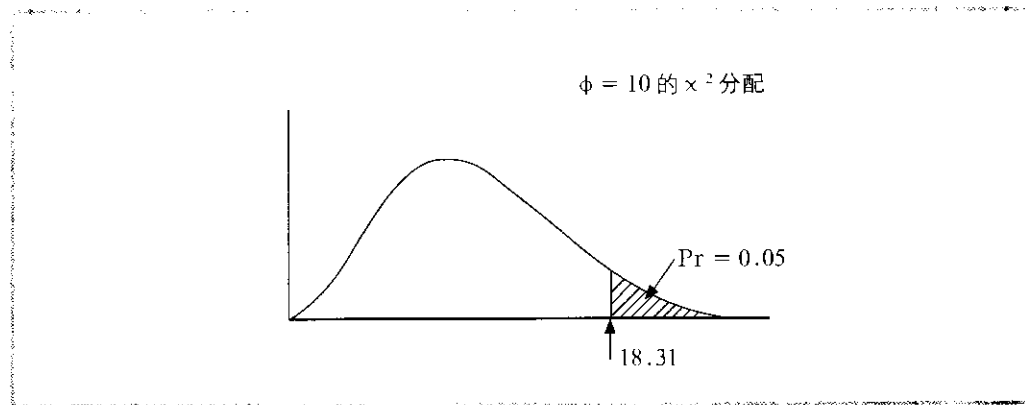
范例 1-18:

自由度 $\phi = 10$, 或然率 $Pr = 0.05$ 时的 χ^2 值如何?

[解]

$\chi^2(\phi, Pr) = 18.31$, 如图表 1-54。

图表 1-54



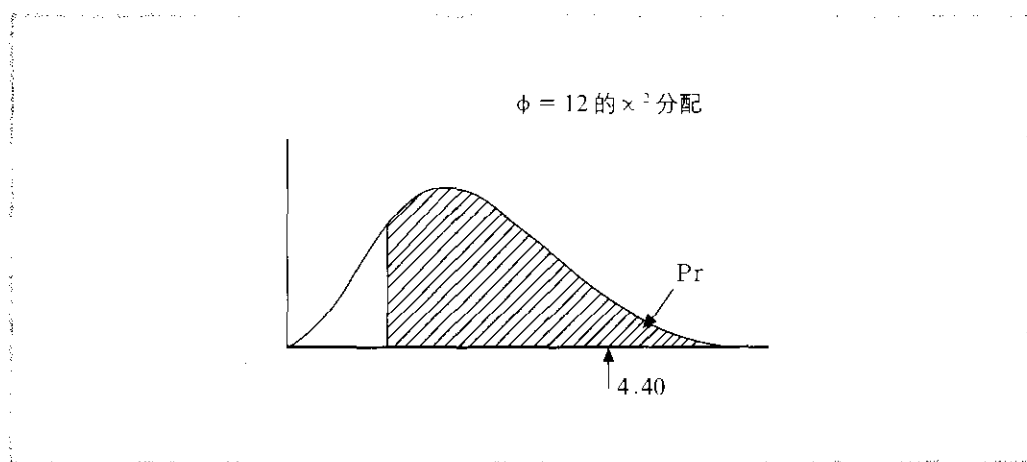
范例 1-19:

自由度 $\phi = 12$, $\chi^2(\phi, Pr) = 4.40$ 的或然率 Pr 如何?

[解]

查表知 $Pr = 0.975$, 如图表 1-55。

图表 1-55

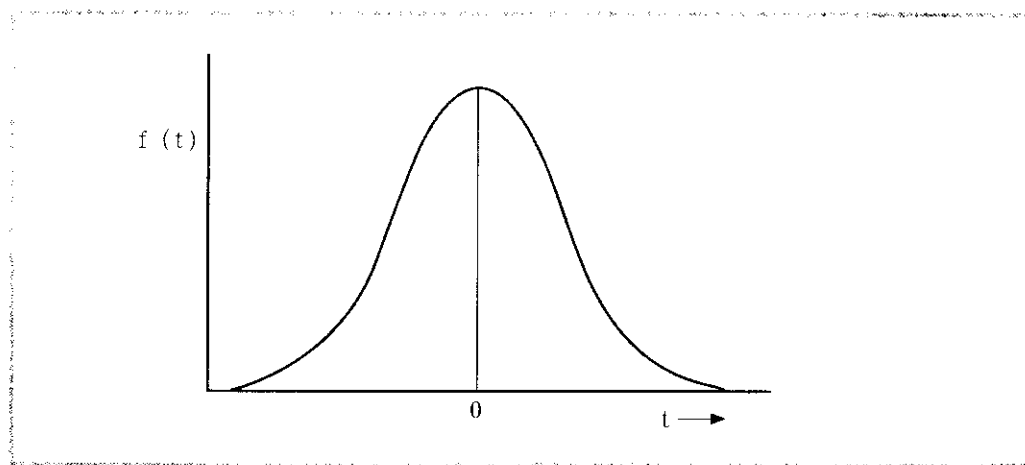


2. t 分配

从 $N(\mu, \sigma^2)$ 的常态分配的母集团中随机抽取大小 n 的样本, 则样本平均值 \bar{x} 的分配会属于 $N(\mu, \frac{\sigma^2}{n})$ 的常态分配; 如果把 \bar{x} 值标准化即设 $u = \frac{(\bar{x} - \mu) \times \sqrt{n}}{\sigma_e}$ 时, u 将属于 $N(0, 1^2)$ 的常态分配; 如果把不偏变异 V 的平方根 σ_e 代入上式, 而将此值定义为 t , 则 $t = \frac{(\bar{x} - \mu) \times \sqrt{n}}{\sigma_e}$, $\sigma_e = \sqrt{V} = \frac{S}{\sqrt{n-1}}$, 此 t 值会属于一定的分配, 这种分配称为自由度 $\phi = n-1$ 的 t 分配, 可用下式表示:

$$f(t) = \frac{\Gamma\left(\frac{\phi+1}{2}\right)}{\sqrt{\phi} \pi \Gamma\left(\frac{\phi}{2}\right) \left(1 + \frac{t^2}{\phi}\right)^{\frac{\phi+1}{2}}} \quad -\infty < t < \infty$$

图表 1-56



(1) t 分配表的查法

图表 1-57 的 t 分配所表示的是指自由度 ϕ 及或然率 Pr 时的 $t(\phi, Pr)$ 值, 如图表 1-58 或然率 Pr 为 $t(\phi, Pr)$ 的绝对值部分的面积即两边斜线部分的面积。

范例 1-20:

自由度 $\phi = 10$, 或然率 $Pr = 0.05$ 时的 t 值如何?

[解]

$$t(\phi, Pr) = t(10, 0.05) = 2.228$$

如图表 1-59。

范例 1-21:

自由度 $\phi = 16$, $t(\phi, Pr) = 1.746$ 时的或然率 Pr 如何?

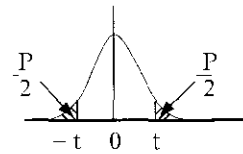
[解]

查表知 $Pr = 0.10$

如图表 1-60。

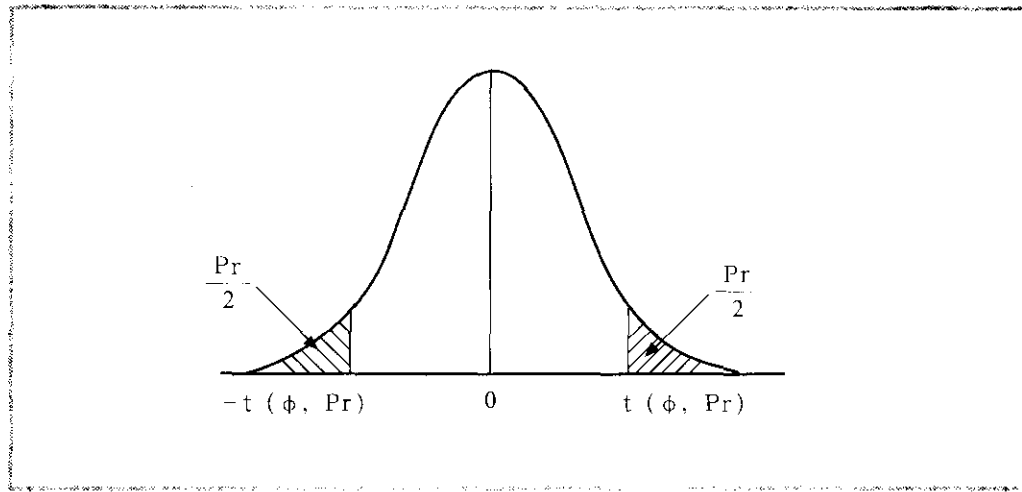
图表 1-57 t 表

$$\phi, P \rightarrow t \quad P = 2 \int_0^{\infty} \frac{\Gamma(\frac{\phi+1}{2})}{\Gamma(\frac{\phi}{2})} \frac{v^{\frac{\phi+1}{2}}}{(1+v^2)^{\frac{\phi+1}{2}}} dv$$

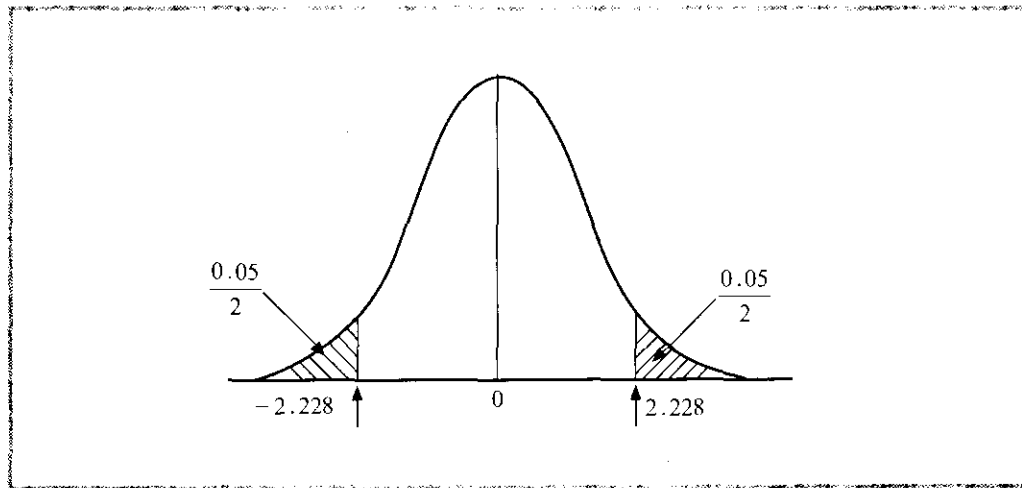


$\phi \backslash P$	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001	$P \backslash \phi$
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619	1
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598	2
3	0.756	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941	3
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610	4
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859	5
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959	6
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405	7
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041	8
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781	9
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587	10
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437	11
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318	12
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221	13
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140	14
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073	15
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015	16
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965	17
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922	18
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883	19
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850	20
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819	21
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792	22
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767	23
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745	24
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725	25
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707	26
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690	27
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674	28
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659	29
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646	30
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551	40
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460	60
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373	120
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291	∞

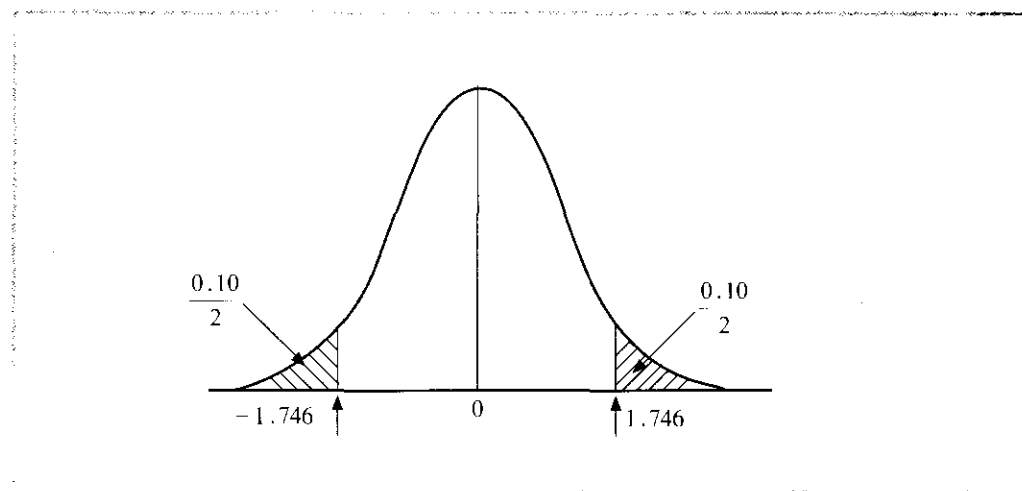
图表 1-58



图表 1-59



图表 1-60



3. F 分配

从变异相同的两个常态分配 $N(\mu_1, \sigma_1^2)$ 及 $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ 的母集团中各别随机抽取大小 n_1 及 n_2 的样本，各别计算其不偏变异 V_1 及 V_2 ，如果把 V_1 与 V_2 的比所求得的价值定义为 F ，则 $F = \frac{V_1}{V_2}$ ，此 F 值会属于一定的分配，这种分配称为自由度 $\phi_1 = n_1 - 1$ 、 $\phi_2 = n_2 - 1$ 的 F 分配，可用下式表示：

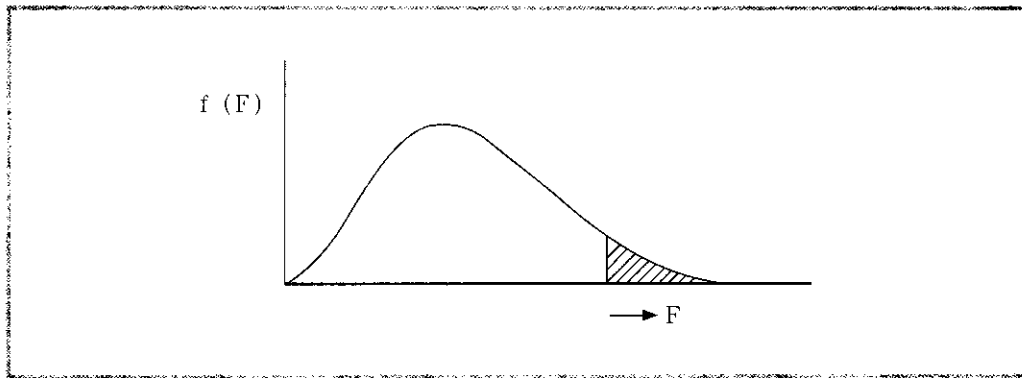
$$f(F) = \frac{\phi_1^{\frac{\phi_1}{2}} \phi_2^{\frac{\phi_2}{2}} F^{\frac{\phi_1}{2}-1}}{B\left(\frac{\phi_1}{2}, \frac{\phi_2}{2}\right) (\phi_1 F + \phi_2)^{\frac{\phi_1 + \phi_2}{2}}} \quad \sigma < F < \infty$$

(1) F 分配表的查法

图表 1-62 的 F 分配所表示的是指自由度 ϕ_1 、 ϕ_2 及或然率 Pr 时的 $F(\phi_1, \phi_2, Pr)$ 值，如图表 1-63，或然率 Pr 为 $F(\phi_1, \phi_2, Pr)$ 的右边斜线部分的面积。

但一般计算 F 值时，都取 $V_1 > V_2$ ，因取 $V_1 > V_2$ 时 F 值在 F 分配表能查到， $V_1 < V_2$ 时 F 值会出现在 $Pr = 0.5$ 的左侧部分，故在 F 分配表上查不到。

图表 1-61



范例 1-22:

自由度 $\phi_1 = 3$, $\phi_2 = 5$, 或然率 $Pr = 0.05$ 时的 F 值如何?

〔解〕

查表得 $F(\phi_1, \phi_2, Pr) = F(3, 5, 0.05) = 5.41$

如图表 1-64。

范例 1-23:

自由度 $\phi_1 = 4$, $\phi_2 = 6$, $F(\phi_1, \phi_2, Pr) = 9.15$ 的或然率 Pr 如何?

〔解〕

查表知 $Pr = 0.01$

如图表 1-65。

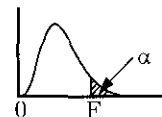
4. 各种分配间的关系

图表 1-62 F 表 (5%, 1%)

$F_{\phi_1, \phi_2}(\alpha)$

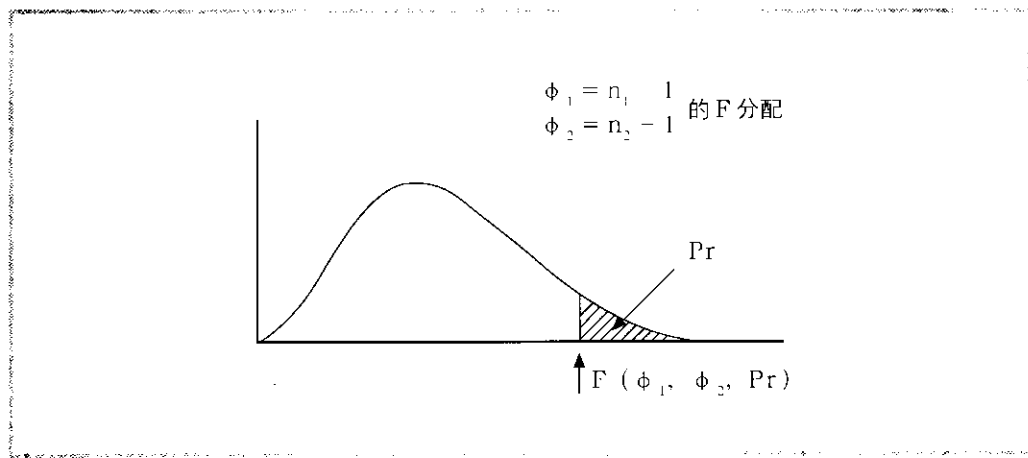
$\alpha = \begin{cases} 0.05 & \text{细字} \\ 0.01 & \text{粗字} \end{cases}$

$$\alpha = \int_F^{\infty} \frac{\phi_1^{\frac{\phi_1-1}{2}} \phi_2^{\frac{\phi_2-1}{2}} X^{\frac{\phi_1+\phi_2-2}{2}} dX}{B(\frac{\phi_1}{2}, \frac{\phi_2}{2}) (\phi_1 X + \phi_2)^{\frac{\phi_1+\phi_2}{2}}}$$

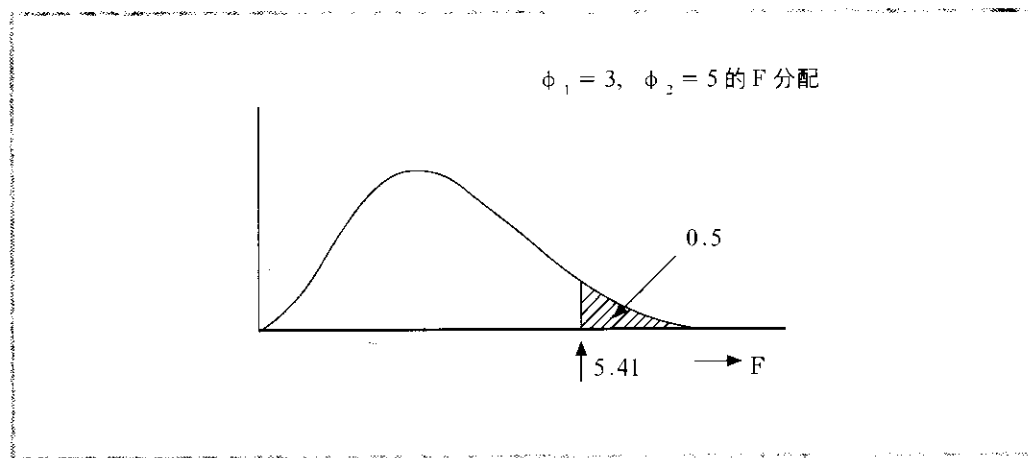


$\phi_2 \backslash \phi_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	$\phi_1 \backslash \phi_2$
1	161 4 052	200 5 000	216 5 403	225 5 625	230 5 764	234 5 859	237 5 928	239 5 982	241 6 022	242 6 056	244 6 106	246 6 157	248 6 209	249 6 235	250 6 261	251 6 287	252 6 313	253 6 339	254 6 366	1
2	18.5 98.5	19.0 99.0	19.2 99.2	19.2 99.2	19.3 99.3	19.3 99.3	19.4 99.4	19.4 99.4	19.4 99.4	19.4 99.4	19.4 99.4	19.4 99.4	19.4 99.4	19.5 99.5	19.5 99.5	19.5 99.5	19.5 99.5	19.5 99.5	19.5 99.5	2
3	10.1 34.1	9.55 30.8	9.28 29.5	9.12 28.7	9.01 28.2	8.94 27.9	8.89 27.7	8.85 27.5	8.81 27.3	8.79 27.2	8.74 27.1	8.70 26.9	8.66 26.7	8.64 26.6	8.62 26.5	8.59 26.4	8.57 26.3	8.55 26.2	8.53 26.1	3
4	7.71 21.2	6.94 18.0	6.59 16.7	6.39 16.0	6.26 15.5	6.16 15.2	6.09 15.0	6.04 14.8	6.00 14.7	5.96 14.5	5.91 14.4	5.86 14.2	5.80 14.0	5.77 13.9	5.75 13.8	5.72 13.7	5.69 13.7	5.66 13.6	5.63 13.5	4
5	6.61 16.3	5.79 13.3	5.41 12.1	5.19 11.4	5.05 11.0	4.95 10.7	4.88 10.5	4.82 10.3	4.77 10.2	4.74 10.1	4.68 9.89	4.62 9.72	4.56 9.55	4.53 9.47	4.50 9.38	4.46 9.29	4.43 9.20	4.40 9.11	4.36 9.02	5
6	5.99 13.7	5.14 10.9	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.21 8.26	4.15 8.10	4.10 7.98	4.06 7.87	4.00 7.72	3.94 7.56	3.87 7.40	3.84 7.31	3.81 7.23	3.77 7.14	3.74 7.06	3.70 6.97	3.67 6.88	6
7	5.59 12.2	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.46	3.87 7.19	3.79 6.99	3.73 6.84	3.68 6.72	3.64 6.62	3.57 6.47	3.51 6.31	3.44 6.16	3.41 6.07	3.38 5.99	3.34 5.91	3.30 5.82	3.27 5.74	3.23 5.65	7
8	5.32 11.3	4.46 8.65	4.07 7.59	3.84 7.01	3.69 6.63	3.58 6.37	3.50 6.18	3.44 6.03	3.39 5.91	3.35 5.81	3.28 5.67	3.22 5.52	3.15 5.36	3.12 5.28	3.08 5.20	3.04 5.12	3.01 5.03	2.97 4.95	2.93 4.86	8
9	5.12 10.6	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.61	3.23 5.47	3.18 5.35	3.14 5.26	3.07 5.11	3.01 4.96	2.94 4.81	2.90 4.73	2.86 4.65	2.83 4.57	2.79 4.48	2.75 4.40	2.71 4.31	9
10	4.96 10.0	4.10 7.56	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.14 5.20	3.07 5.06	3.02 4.94	2.98 4.85	2.91 4.71	2.84 4.56	2.77 4.41	2.74 4.33	2.70 4.25	2.66 4.17	2.62 4.08	2.58 4.00	2.54 3.91	10
11	4.84 9.65	3.98 7.21	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	3.01 4.89	2.95 4.74	2.90 4.63	2.85 4.54	2.79 4.40	2.72 4.25	2.65 4.10	2.61 4.02	2.57 3.94	2.53 3.86	2.49 3.78	2.45 3.69	2.40 3.60	11
12	4.75 9.33	3.89 6.93	3.49 5.95	3.26 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.91 4.64	2.85 4.50	2.80 4.39	2.75 4.30	2.69 4.16	2.62 4.01	2.54 3.86	2.51 3.78	2.47 3.70	2.43 3.62	2.38 3.54	2.34 3.45	2.30 3.36	12
13	4.67 9.07	3.81 6.70	3.41 5.74	3.18 5.21	3.03 4.86	2.92 4.62	2.83 4.44	2.77 4.30	2.71 4.19	2.67 4.10	2.60 3.96	2.53 3.82	2.46 3.66	2.42 3.59	2.38 3.51	2.34 3.43	2.30 3.34	2.25 3.25	2.21 3.17	13
14	4.60 8.86	3.74 6.51	3.34 5.56	3.11 5.04	2.96 4.70	2.85 4.46	2.76 4.28	2.70 4.14	2.65 4.03	2.60 3.94	2.53 3.80	2.46 3.66	2.39 3.51	2.35 3.43	2.31 3.35	2.27 3.27	2.22 3.18	2.18 3.09	2.13 3.00	14
15	4.54 8.68	3.68 6.36	3.29 5.42	3.06 4.89	2.90 4.56	2.79 4.32	2.71 4.14	2.64 4.00	2.59 3.89	2.54 3.80	2.48 3.67	2.40 3.52	2.33 3.37	2.29 3.29	2.25 3.21	2.20 3.13	2.16 3.05	2.11 2.96	2.07 2.87	15

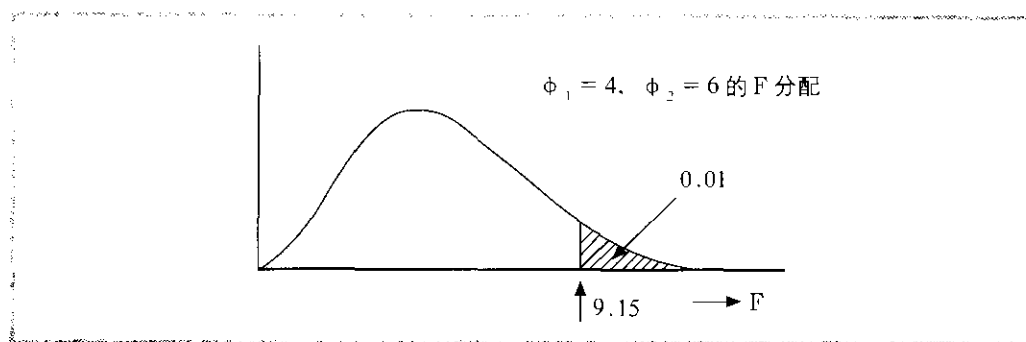
图表 1-63



图表 1-64



图表 1-65



图表 1-66 各种分配间的关系

	统 计 量	分 配
1	$u = \frac{\sqrt{n}(\bar{x} - \mu)}{\sigma}$	$N(0, 1^2)$
2	$t = \frac{\sqrt{n}(\bar{x} - \mu)}{\sigma_c}$	自由度 $\phi = n - 1$ 的 t 分配
3	$\chi^2 = \frac{\phi_1 V_1}{\sigma^2}$	自由度 $\phi_1 = n_1 - 1$ 的 χ^2 分配
4	$F_{\phi_1, \phi_2} = \frac{V_1}{V_2}$	自由度 $\phi_1 = n_1 - 1, \phi_2 = n_2 - 1$ 的 F 分配
5	$t = \frac{u}{\sqrt{\chi^2 / \phi}}$	自由度 $\phi = n - 1$ 的 t 分配
6	$u^2 = \frac{n(\bar{x} - \mu)^2}{\sigma^2}$	自由度 $\phi = 1$ 的 χ^2 分配
7	$t^2 = \frac{u^2}{\chi^2 / \phi} = \frac{\chi^2 / 1}{\chi^2 / \phi}$	自由度 $\phi_1 = 1, \phi_2 = \phi$ 的 F 分配
8	$\chi^2_{\alpha}(\phi_1) = \phi_1 F_{\alpha}(\phi_1; \infty) = \frac{\phi_1}{F_{1-\alpha}(\infty, \phi_1)}$	自由度 $\phi_1 = n_1 - 1$ 的 χ^2 分配
9	$F_{\infty, \phi_2} = \frac{V_1}{\sigma^2}$	自由度 $\phi_1 = n_1 - 1, \phi_2 = \infty$ 的 F 分配

四、计量值的检定

(一) 统计的判断

1. 顾客选购大衣

某服装店里放有白、红、黄、绿、蓝、褐6种颜色的女大衣,其品质、价格都一样,顾客可任选其中的一件,如果连续进来的2位顾客都买红大衣时,一般并不觉得奇怪,但如果连续5位顾客都选购红大衣时,不懂得统计的人一定会依过去的经验,判定顾客都喜欢红大衣。

6色中可任意选购一色,所以每位顾客都随便选的话,红色被选购的机会是 $\frac{1}{6}$,所以连续5次被选购的或然率是: $(\frac{1}{6})^5 = \frac{1}{7776}$ 。

如果每位顾客都随便选购,或每一颜色都平均被顾客所喜欢的话,任何一色都有连续5次被选购的可能,所以6色中随便选购,而连续5次都选购同样颜色的或然率为: $6(\frac{1}{6})^5 = 6 \times \frac{1}{7776} = \frac{1}{1296}$ 。

其机会为1296次里只有1次,所以统计学上认为这种现象并非偶然的,一定有某种特别原因存在,也就是说,顾客不是随便选购,而是特别喜欢购买红大衣。

2. 投骰子的赌注

与人投骰子,下赌以出现偶数为胜,如果对方连续投5次都出现偶数时,普通人一定会认为对方在作弊。

如果没有作弊的话,出现偶数时的机会为 $\frac{1}{2}$,所以连续5次都出现偶数的或然率是: $(\frac{1}{2})^5 = \frac{1}{32} = 0.03$ 。

由这计算,我们知道没有作弊时,连续5次出现偶数的机会为100次里有3次,这机会是很少的,所以统计判断就把这种情形判断为非偶然的现象,而一定有某种特定

原因存在，即对方在作弊。

统计的判断，其实与一般根据常识或经验来判断事物的想法并无两样，所不同的是，统计的判断把或然率正确地计算出来以后，根据其或然率的大小再加以判断而已。

3. 第一种错误与第二种错误

上面第一个问题我们若假设“顾客都喜欢红大衣”，然后判断了“顾客都喜欢红大衣”，这判断是否100%正确呢？如果顾客真的都随便选购，则碰上5位顾客连续选购红色大衣的机会虽很小但1296次里很可能碰上一次。所以，假如真正碰上这一次的话，我们说“顾客都喜欢红色大衣”就不正确了，也就是判断错误，这种错误一般称为第二种错误，大小以符号 β 表示。而相反的，如果我们判断顾客是随便选购的，不是顾客喜欢红大衣，而认为连续5次选购红色大衣，这现象是正巧碰上而已，就是说本来顾客都是喜欢红大衣，但我们却判断顾客并不是喜欢红大衣，而是随便选购，正巧碰上而已。这种判断也错误了，这种错误一般称为第一种错误，大小以符号 α 表示。

- 第一种错误是，本来假设是正确的，但我们却判断假设是错误的；
- 第二种错误是，本来假设是错误的，但我们却承认假设是正确的。

（二）关于计量值的检定

1. 假设检定的步骤

从A、B两个母集团里，各随机地抽取大小 n_A 及 n_B 的样本，根据这样本数据来调查A、B两母集团的平均值 μ_A 及 μ_B 是否有差异，通常这种问题是先假设 H_0 。

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

其次，计算样本的数据，在这种假设下，实际能实现的或然率有多大。假如所计算的或然率比预先所指定的或然率 α 小的话，则放弃假设；假如大于 α 的话，则承认假

设。

这种根据样本的数据，判定放弃或承认假设的决定，称为假设的检定。

而这种假设称为无效假设，以符号 H_0 表示。

当判定放弃无效假设后，所要承认的另一假设称为对立假设，以符号 H_1 表示。

由于对立假设 H_1 所设形式的不同，检定通常有双边检定和单边检定两种。双边检定以“A不相同于B”，即“A、B有差异”表示，而单边检定以“A比B大(或小)”的形式表示。即前者顾及“是否不同”，而后者着重于“谁大”、“谁小”的假设。普通使用单边检定时，在技术上，必先晓得，A可能比B大(或小)，才有用，不然就得用双边检定。

H_0 与 H_1 正好相反，如果承认 H_0 则必放弃 H_1 ，放弃 H_0 则承认 H_1 。

预先所指定的或然率 α ，称为冒险率或有意水准， α 的大小并无一定的规定，但工业上一般采用 $\alpha = 5\%$ 。作极重要的判断时，则采用 1% 。以有意水准 α 放弃无效假设 H_0 时，可说是“在有意水准 α 下 A、B 两母集团的平均值有差异”。在有意水准 α 下，不能放弃无效假设 H_0 ，即承认 H_0 时，可说是“在有意水准 α 下，A、B 两母集团的平均值不能说有差异”。

对 μ_A 及 μ_B 的真正值我们无法知道，所以才用上面的想法作假设的检定，但这种检定一定会发生下列两种错误的冒险：

- 本来假设是正确的，但放弃 H_0 (承认 H_1) 的错误；
- 本来假设是错误的，但承认 H_0 (放弃 H_1) 的错误。

前者称为第一种错误，以符号 α 表示，后者称为第二种错误，以符号 β 表示。

在样本数固定的条件下， α 指定得愈小， β 就愈大；反之， α 指定得愈大， β 就愈小。

另外，无效假设 H_0 不真时， H_0 会被放弃的或然率，也就是可以查出 H_0 不真的或然率，称为检出力，检出力为 $1 - \beta$ 。

2. 假设的检定

- (1) 设立无效假设 H_0
- (2) 设立对立假设 H_1
- (3) 决定冒险率 α
- (4) 计算统计量
- (5) 求统计量在无效假设的条件下会出现的或然率 Pr
- (6) 判断

① 双边检定时

$Pr \leq \frac{\alpha}{2}$ 或 $Pr \geq 1 - \frac{\alpha}{2}$ 时, 承认 H_1 否定 H_0

$\frac{\alpha}{2} < Pr < 1 - \frac{\alpha}{2}$ 时, 不能否定 H_0

② 单边检定时

$Pr \leq \alpha$ 时, 承认 H_1 否定 H_0

$Pr > \alpha$ 时, 不能否定 H_0

(三) 检定某群体母数是否与已知母数不同

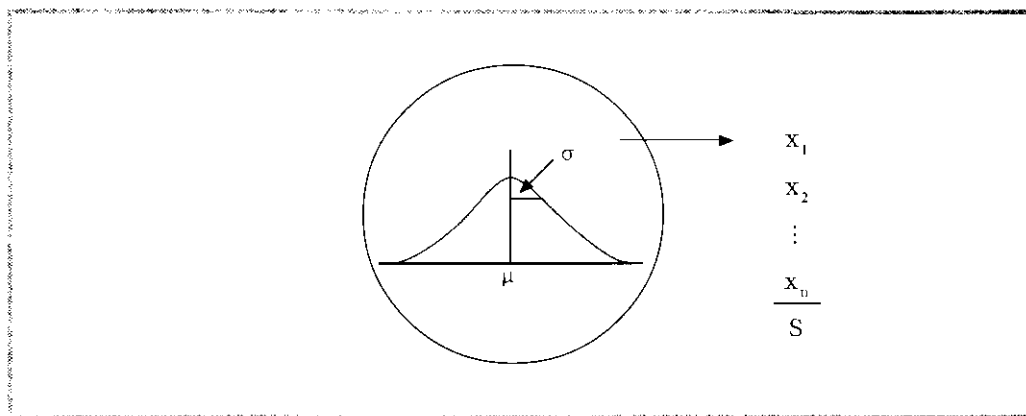
1. 有关母变异检定

如果要检定制程改变以后的母变异 σ^2 是否与原来的母变异 σ_0^2 不同, 一般是从改变后的制程里, 随机抽取 n 个样本, 根据此样本来检定母变异是否改变, 如图表 1-67。

$$H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2$$

$$H_1: \sigma^2 \neq \sigma_0^2$$

图表 1-67



则 $x^2 = \frac{S}{\sigma^2}$ 会属于自由度 $\phi = n - 1$ 的 x^2 分配

所以求统计量 $x_0^2 = \frac{S}{\sigma_0^2}$

则 $x_0^2 \geq x^2(\phi, \frac{\alpha}{2})$ 或 $x_0^2 \leq x(\phi, 1 - \frac{\alpha}{2})$ 时, 否定 H_0 承认 H_1

$x^2(\phi, 1 - \frac{\alpha}{2}) < x_0^2 < x^2(\phi, \frac{\alpha}{2})$ 时, 不能否定 H_0

范例 1-24:

某制品依照原来的制造方法制造时, 已知其强度的变异为 $\sigma_0^2 = 3^2$ 。最近改变了制造方法, 因要知道改变后的变异 σ^2 是否与 $\sigma_0^2 = 3^2$ 不同, 而从改变后的制程里随机抽取 $n = 10$ 的样本, 测定结果如图表 1-68。试问制造方法改变后制品强度的母变异是否有改变?

[解]

步骤 1: 设立假设

$H_0: \sigma^2 = 3^2$

图表 1-68

No.	x	$X = x - 50$	X^2
1	53	3	9
2	48	-2	4
3	54	4	16
4	51	1	1
5	48	-2	4
6	52	2	4
7	46	-4	16
8	50	0	0
9	51	1	1
10	49	-1	1
合计		2	56

$$H_1: \sigma^2 \neq 3^2$$

步骤 2: 决定冒险率 α

$$\alpha = 0.05$$

步骤 3: 由图表 1-68

计算偏差平方和 S

$$S = 56 - \frac{2^2}{10} = 55.6$$

步骤 4: 求 χ_0^2

$$\chi_0^2 = \frac{S}{\sigma^2} = \frac{55.6}{3^2} = 6.18$$

步骤 5: 求 $\chi^2\left(\phi, \frac{\alpha}{2}\right)$ 及 $\chi^2\left(\phi, 1 - \frac{\alpha}{2}\right)$

$$\because \phi = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$\therefore \chi^2\left(\phi, \frac{\alpha}{2}\right) = \chi^2\left(9, \frac{0.05}{2}\right) = 19.02$$

$$\chi^2(\phi, 1 - \frac{\alpha}{2}) = \chi^2(9, 0.975) = 2.70$$

步骤6:判定

$$\because \chi^2(9, 0.975) < \chi_0^2 < \chi^2(9, 0.025), \text{ 故不能否定 } H_0$$

结论:在有意水准 5% 下判定制造方法改变后不能说制品强度的母变异有改变。

范例 1-25:

原有錠剂重量, 已知变异 $\sigma_0^2 = 18.7\text{mg}^2$, 改用新设计的錠剂机生产后, 由其制品中随机抽取 20 个样本, 测定其重量, 计算得 $S = 815\text{mg}^2$ 。试问此新设计的錠剂机所生产的錠剂的重量变异是否有变大?

[解]

步骤 1: 设立假设

$$H_0: \sigma^2 = 18.7$$

$$H_1: \sigma^2 > 18.7$$

步骤 2: 决定冒险率

$$\alpha = 1\%$$

步骤 3: 求 χ_0^2

$$\chi_0^2 = \frac{S}{\sigma^2} = \frac{815}{(18.7)} = 43.6$$

步骤 4: 求 $\chi^2(\phi, \alpha)$

$$\because \phi = n - 1 = 20 - 1 = 19$$

$$\therefore \chi^2(\phi, \alpha) = \chi^2(19, 0.01) = 36.2$$

步骤 5: 判定

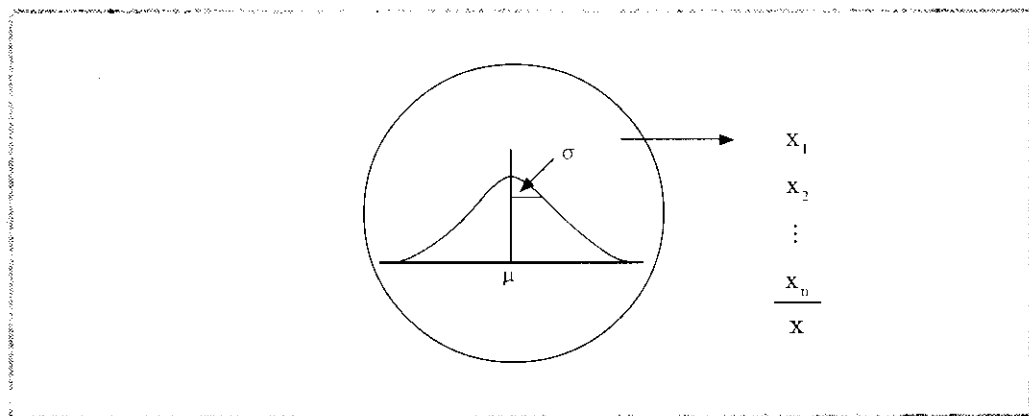
$$\because \chi_0^2 > \chi^2(\phi, \alpha), \text{ 故否认 } H_0, \text{ 承认 } H_1$$

结论:在有意水准 1% 下, 判定此新设计的錠剂机所生产的錠剂其重量的母变异有变大。

2. 有关母平均值的检定

改订作业标准，或制程的一部分改善后，要知道过去的方法所制造制品的母平均 μ_0 与改变后的母平均 μ 是否不同，其检定如图表 1-69。

图表 1-69



$$H_0: \mu = \mu_0$$

$$H_0: \mu \neq \mu_0$$

$$\text{因 } t = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_c / \sqrt{n}} \text{ 属于自由度 } \phi = n - 1 \text{ 的 } t \text{ 分配}$$

$$\text{故求 } t_0 = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma_c / \sqrt{n}} \text{ 的统计量}$$

则 $|t_0| \geq t(\phi, \alpha)$ 时，否定 H_0 承认 H_1

$|t_0| < t(\phi, \alpha)$ 时，不能否定 H_0

范例 1-26:

某制造厂的一制品，因某化学原料改变，可节省制造成本，由化学原料改变后的制造中抽取 $n = 10$ 样本，测定其品质特性得数据如图表 1-70。试问原料改变后所生

图表 1-70

No.	x	$X = x - 215$	X^2
1	219	4	16
2	207	-8	64
3	211	-4	16
4	220	5	25
5	214	-1	1
6	215	0	0
7	212	-3	9
8	210	-5	25
9	219	4	16
10	223	8	64
合计		0	236

产的制品的品质特性是否有改变（根据经验知道标准差 σ 不会改变，过去制品品质特性的母平均 $\mu_0 = 209.3\text{kg}$ ）。

〔解〕

步骤 1: 设立假设

$$H_0: \mu = 209.3\text{kg}$$

$$H_1: \mu \neq 209.3\text{kg} \text{ (双边检定)}$$

步骤 2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.01$$

步骤 3: 利用图表 1-69 求 \bar{x}

$$\bar{x} = 215 + 0/10 = 215$$

步骤 4: 求 σ_e

$$S = 236 - \frac{0^2}{10} = 236$$

全国迷你型MBA职业经理双证班

- 学习方式：全国招生 函授学习 权威双证 国际互认
- 认证项目：注册职业经理、人力资源总监、品质经理、生产经理、营销策划师、物流经理、项目经理、企业管理咨询师、企业总经理、营销经理、财务总监、酒店经理、企业培训师、采购经理、IE工业工程师、医院管理、行政总监、市场总监等高级资格认证。
- 颁发双证：高级注册 经理资格证+MBA研修证+人才测评证+全套学籍档案
- 收费标准：仅收取**1280元** 招生网址：www.mhgy.net
- 报名电话：**13684609885 0451—88342620**
- 咨询邮箱：xchy007@163.com 咨询教师：王海涛
- 学校地址：哈尔滨市道外区南马路**120**号职工大学（美华教育）



美华论坛
www.mhgy.net

- 颁证单位：中国经济管理大学
- 主办单位：美华管理人才学校

全国职业经理MBA双证班

精品课程 火热招生

函授学习 权威双证 全国招生 请速充电



- 近千本**MBA**职业经理教程免费下载
- -----请速登陆: www.mhjy.net

$$\sigma_e = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{S}{n-1}} = \sqrt{\frac{236}{10-1}} = 5.12$$

步骤5:计算 t_0

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma_e / \sqrt{n}} = \frac{215.0 - 209.3}{5.12 / \sqrt{10}} = 3.52$$

步骤6:由 t 表

$$\phi = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$t(\phi, \alpha) = t(9, 0.01) = 3.25$$

步骤7:判定

$\because t_0 > t(\phi, \alpha)$, 故否定 H_0 承认 H_1

结论:在有意水准 1% 下, 判定原料改变后, 制品品质特性的母平均已改变。

范例 1-27:

某厂制造氯酸钠, 以往使用石墨电极电解制造时, 其平均收率 $\mu_0 = 76.7\%$ 。新的电解方法, 改用过氧化铅制造。试问采用新的电解方法制造, 其收率是否有增加? (已知改换后的变异相同)

〔解〕

步骤1:设立假设

$$H_0: \mu = 76.7$$

$$H_1: \mu > 76.7$$

步骤2:决定冒险率

$$\alpha = 0.05$$

步骤3:计算统计量

$$\bar{x} = 80 + \frac{-230}{10} \times \frac{1}{10} = 77.7$$

图表 1-71

x	$X = (x - 80) \times 10$	X^2
74.5	-55	3 025
81.2	12	144
73.8	-62	3 844
82.0	20	400
76.3	-37	1 369
75.7	-43	1 849
80.2	2	4
72.6	-74	5 476
77.9	-21	441
82.8	28	784
计	-230	17 336

$$S = [17\,336 - \frac{(-230)^2}{10}] \times \frac{1}{100} = 120.46$$

$$\sigma_e = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{120.46}{9}} = 3.66$$

步骤4:计算 t_0

$$t_0 = \frac{x - \mu_0}{\sigma_e / \sqrt{n}} = \frac{77.7 - 76.7}{3.66 / \sqrt{10}} = 0.864$$

步骤5:由 t 表

$$\phi = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$t(\phi, 2\alpha) = t(9, 0.10) = 1.833$$

步骤6:判定

$$\because t_0 < t(\phi, 2\alpha)$$

$$\therefore \text{不能否定 } H_0$$

结论:在有意水准 5% 下, 采用新的电解方法制造后, 其收率不能说有显著增加。

范例 1-28:

某化学制品的主要品质特性为硬度，已知过去所生产制品的硬度 $\mu_0 = 65$ ， $\sigma_0 = 4.0$ ，为降低成本拟改使用价格较低的原料，于是用此原料先试作，并从此试作制品中随机抽取 10 个样本，分析硬度得数据如图表 1-72。试问如果采用此价格较低的原料所生产的制品其硬度是否会改变？

图表 1-72

(硬度)										
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x	62	60	68	63	65	60	58	70	65	66

图表 1-73

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	计
x	62	60	68	63	65	60	58	70	65	66	
$X = x - 65$	-3	-5	3	-2	0	-5	-7	5	0	1	-13
X^2	9	25	9	4	0	25	49	25	0	1	147

[解]

(1) 有关母变异的检定

步骤 1: 设立假设

$H_0 : \sigma_2 = 4^2$

$H_1 : \sigma_2 \neq 4^2$

步骤 2: 决定冒险率 α

$\alpha = 0.05$

步骤 3: 计算偏差平方和 S

$$S = 147 - \frac{(-13)^2}{10} = 130.1$$

步骤4:求 χ^2_0

$$\chi^2_0 = \frac{S}{\sigma_0^2} = \frac{130.1}{4^2} = 8.13$$

步骤5:查 χ^2 表

$$\chi^2 \left(\phi, \frac{\alpha}{2} \right) = \chi^2 \left(9, \frac{0.05}{2} \right) = 19.02$$

$$\chi^2 \left(\phi, 1 - \frac{\alpha}{2} \right) = \chi^2 \left(9, 0.975 \right) = 2.70$$

步骤6:判定

$$\because \chi^2 \left(\phi, 1 - \frac{\alpha}{2} \right) < \chi^2_0 < \chi^2 \left(\phi, \frac{\alpha}{2} \right)$$

\therefore 不能否定 H_0

结论:在有意水准 5%, 采用价格较低的原料所生产的制品, 其硬度的变异不会改变。

(2) 有关母平均的检定

步骤1:设立假设

$$H_0: \mu = 65$$

$$H_1: \mu \neq 65$$

步骤2:决定冒险率 α

$$\alpha = 0.05$$

步骤3:求 \bar{x}

$$\bar{x} = 65 + \frac{-13}{10} = 63.7$$

步骤4:求 σ_e 及 t_0

$$\sigma_e = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{s}{n-1}} = \sqrt{\frac{130.1}{10-1}} = 3.80$$

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma_c / \sqrt{n}} = \frac{63.7 - 65}{3.80 / \sqrt{10}} = \frac{-1.3}{1.2} = -1.08$$

步骤5:查t表

$$t(\phi, \alpha) = t(9, 0.05) = 2.262$$

步骤6:判定

$$\because |t_0| < t(\phi, \alpha)$$

\therefore 不能否定 H_0

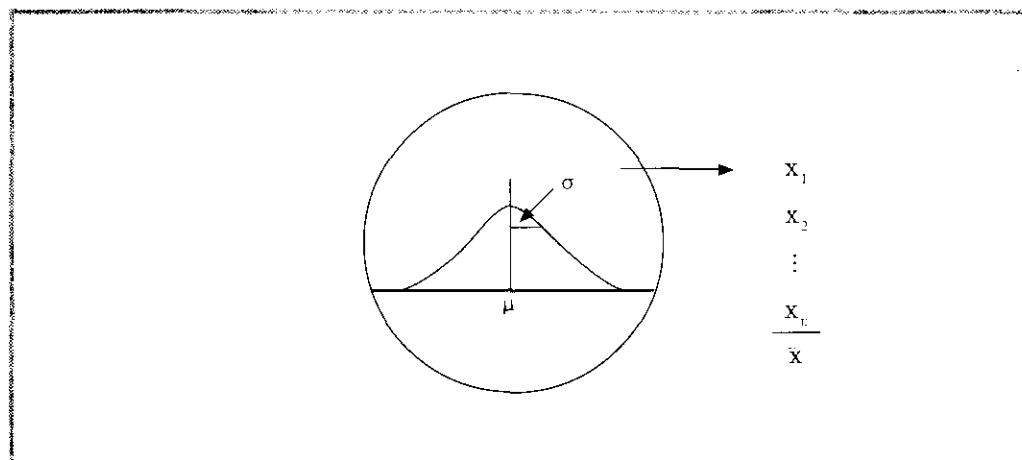
结论:在有意水准5%下,采用价格较低的原料所生产的制品,其硬度平均不能说会改变。

3. σ 已知的母平均检定

从 σ 已知的母集团中随机抽取大小 n 的样本测定其平均值 \bar{x} 时,如图表1-74。

则 $u = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$ 会属于 $N(0, 1^2)$ 的常态分配

图表 1-74



$$H_0: \mu = \mu_0$$

$$H_1: \mu \neq \mu_0$$

$$\text{求统计量 } u_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}},$$

则 $|u_0| \geq u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 时否定 H_0 承认 H_1

$|u_0| < u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 时不能否定 H_0

范例 1-29:

某自动包装机拟调整包装重量为 50g, 经包装作业员调整后, 先包装 12 袋, 班长以磅称测定得数据为 58, 52, 50, 48, 53, 47, 54, 49, 47, 47, 54, 50。试问班长是否可认为此包装作业员的调整是对的? (已知此包装机的包装重量为母变异 $\sigma = 3.0$)

〔解〕

步骤 1: 设立假设

$$H_0: \mu = 50$$

$$H_1: \mu \neq 50 \text{ (双边检定)}$$

步骤 2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.05$$

步骤 3: 求 \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i = \frac{609}{12} = 50.75$$

步骤 4: 计算 u_0

$$u_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{50.75 - 50}{3 / \sqrt{12}} = 0.866$$

步骤 5: 查 u 表

$$u\left(\frac{0.05}{2}\right) = 1.96$$

步骤6:判定

$$\because |u_0| < u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

\therefore 不能否定 Π_0 。

故此班长不能下判定说此作业员所调整的包装重量是不对的。

(四) 检定两组母数是否不同

1. 有关母变异的检定

为了要知道A、B两组母集团的变异是否不同，从A、B两组母集团里，各随机抽取 n_A 及 n_B 的样本，根据此样本的数据以检定两组变异是否不同，如图表1-75。

如果 $\sigma_A = \sigma_B$ 时， $F = \frac{V_A}{V_B}$ 会属于自由度 $\phi_A = n_A - 1$ ， $\phi_B = n_B - 1$ 的F分配

$$H_0: \sigma_A^2 = \sigma_B^2$$

$$H_1: \sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$$

所以计算统计量 $F_0 = \frac{V_A}{V_B}$ 时

$$F_0 \geq F\left(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2}\right), \text{否定 } H_0 \text{ 承认 } \Pi_1$$

$$F_0 < F\left(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2}\right), \text{不能否定 } H_0$$

V_A 与 V_B 中，较大者为 V_A ，较小者为 V_B 。

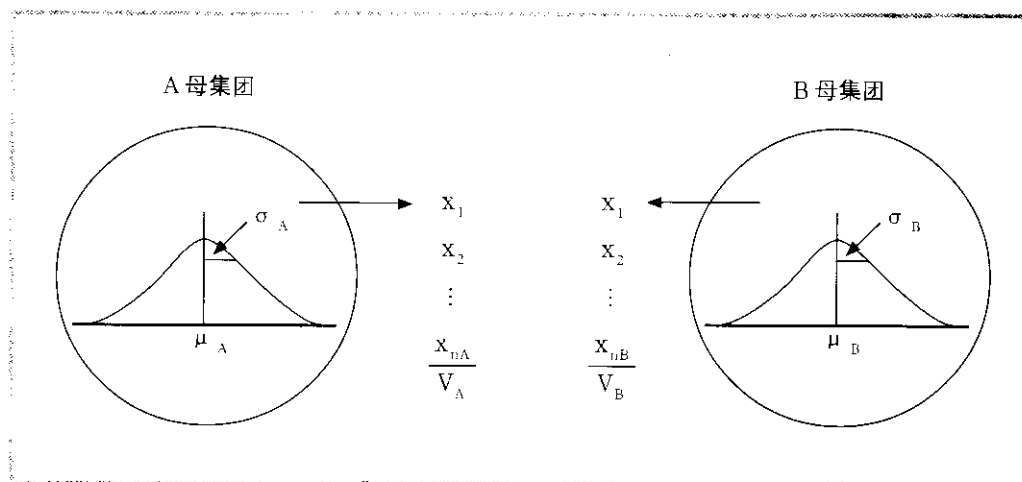
范例 1-30:

A、B两种制造法所制造的塑胶制品，其引张强力如图表1-76，试检定A、B两种塑胶制品的变异是否不同。

[解]

步骤1:设立假设

图表 1-75



图表 1-76

x_A	$X_A = (x_A - 0.80) \times 100$	X_A^2	x_B	$X_B = (x_B - 0.80) \times 100$	X_B^2
0.79	-1	1	0.82	2	4
0.82	2	4	0.81	1	1
0.76	-4	16	0.78	-2	4
0.80	0	0	0.85	5	25
0.79	-1	1	0.81	1	1
0.82	2	4	0.83	3	9
0.75	-5	25	0.80	0	0
0.80	0	0	0.79	-1	1
0.84	4	16	0.86	6	36
0.76	-4	16	0.80	0	0
计	-7	83		15	81

$$H_0: \sigma_A^2 = \sigma_B^2$$

$$H_1: \sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$$

步骤2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.05$$

步骤3: 由图表1-76 计算不偏变异

$$S_A = \left[83 - \frac{(-7)^2}{10} \right] \times \frac{1}{100^2} = 0.00781$$

$$V_A = \frac{S_A}{n_A - 1} = \frac{0.00781}{9} = 0.000868$$

$$S_B = \left[81 - \frac{15^2}{10} \right] \times \frac{1}{100^2} = 0.00585$$

$$V_B = \frac{S_B}{n_B - 1} = \frac{0.00585}{9} = 0.00065$$

步骤4: 计算

$$F_0 = \frac{V_A}{V_B} = \frac{0.000868}{0.00065} = 1.34$$

步骤5:

分子的自由度为 $\phi_A = n_A - 1 = 9$

分母的自由度为 $\phi_B = n_B - 1 = 9$

故 $F(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2}) = F(9, 9, 0.025) = 4.03$

步骤6: 判定

$$\because F_0 < F(9, 9, 0.025)$$

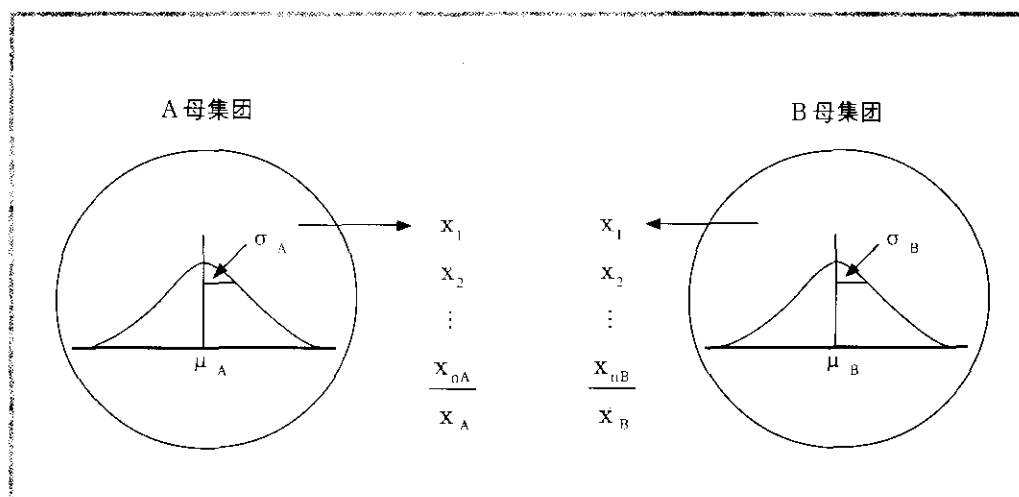
\therefore 不能否定 H_0

结论: 在有意水准 5% 下, A、B 两种制造法所制造的塑胶制品, 其变异不能说有差异。

2. 有关两组母平均差的检定

从A、B两组母集团随机各抽取 n_A 及 n_B 的样本，根据此样本检定A、B两组母集团的母平均是否有差异，如图表1-77。其中 $\sigma_A = \sigma_B$ 。

图表1-77



$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_1: \mu_A \neq \mu_B$$

$$t = \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - (\mu_A - \mu_B)}{\sigma_c \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} \text{ 属于自由度 } \phi = n_A + n_B - 2 \text{ 的 } t \text{ 分配, 所以计算统计}$$

$$\text{量 } t_0 = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sigma_c \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} \text{ 时, } \sigma_c = \sqrt{\frac{S_A + S_B}{n_A + n_B - 2}}$$

$$|t_0| \geq t(\phi, \alpha), \text{ 否定 } H_0 \text{ 承认 } H_1$$

$$|t_0| < t(\phi, \alpha), \text{ 不能否定 } H_0$$

范例 1-31:

某塑胶制品有引张强力的问题。研究结果认为塑胶制品经热处理后, A、B 两种冷却法的其中一种冷却法所制制品的引张强力较小, 于是从 A、B 两种冷却法中各做 10 次实验, 结果如图表 1-78。试检定 A、B 两种冷却法中所制制品的引张强力其母平均是否有差异。(已知 A、B 两种冷却法所制制品的引张强力其母变异没有差异)

图表 1-78 制品的引张强力

x_A	$X_A = (x_A - 0.80) \times 100$	X_A^2	x_B	$X_B = (x_B - 0.80) \times 100$	X_B^2
0.79	-1	1	0.82	2	4
0.82	2	4	0.81	1	1
0.76	-4	16	0.78	-2	4
0.80	0	0	0.85	5	25
0.79	-1	1	0.81	1	1
0.82	2	4	0.83	3	9
0.75	-5	25	0.80	0	0
0.80	0	0	0.79	-1	1
0.84	4	16	0.86	6	36
0.76	-4	16	0.80	0	0
计	-7	83		15	81

[解]

步骤 1: 设立假设

$H_0: \mu_A = \mu_B$

$H_1: \mu_A \neq \mu_B$

步骤 2: 决定冒险率

$\alpha = 0.05$

步骤 3: 由图表 1-78 计算平均值

$$\bar{x}_A = 0.8 + \frac{(-7) / 10}{100} = 0.793$$

$$\bar{x}_B = 0.8 + \frac{15 / 10}{100} = 0.815$$

步骤4:求 S_A , S_B , 计算 \sqrt{V}

$$S_A = \frac{83 - (-7)^2 / 10}{100^2} = 0.00781$$

$$S_B = \frac{81 - 15^2 / 10}{100^2} = 0.00585$$

$$\begin{aligned} \sqrt{V} &= \sqrt{\frac{S_A + S_B}{n_A + n_B - 2}} \\ &= \sqrt{\frac{0.00781 + 0.00585}{10 + 10 - 2}} \\ &= 0.0275 \end{aligned}$$

步骤5:计算 t_0

$$t_0 = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{V} \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} = \frac{0.793 - 0.815}{0.0275 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} = -1.786$$

步骤6:由 t 表

$$\phi = n_A + n_B - 2 = 10 + 10 - 2 = 18$$

$$t(18, 0.05) = 2.101$$

步骤7:判定

$$\because |t_0| < 2.101$$

\therefore 不能否定 H_0

结论:在有意水准 5% 下, A、B 两种冷却法所制品的引张强力母平均不能说有差异。

范例 1-32:

某电器的制造, 需经一含浸过程, A 种配方为原有的配制方法, 今发现 B 种配方成本较低, 但现场人员认为 B 种成品特性较优, 品管课长为了了解其真实情况, 从 A、B 成品中各抽取 10 个样本, 测得成品特性数据 (数值愈大愈优) 如图表 1-79。试问该课长该如何判断?

图表 1-79

x_A	$X_A = (x_A - 220)$	X_A^2	x_B	$X_B = (x_B - 220)$	X_B^2
220	0	0	232	12	144
225	5	25	228	8	64
237	17	289	233	13	169
210	-10	100	226	6	36
236	16	256	240	20	400
224	4	16	228	8	64
208	-12	144	230	10	100
230	10	100	231	11	121
229	9	81	225	5	25
234	14	196	237	17	289
计	53	1 207		110	1 412

〔解〕

(1) 有关母变异的检定

步骤 1: 设立假设

$H_0: \sigma_A^2 = \sigma_B^2$

$H_1: \sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$

步骤 2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.01$$

步骤 3: 由图表 1-79 计算不偏变异

$$S_A = 1\,207 - \frac{53^2}{10} = 926.1$$

$$V_A = \frac{926.1}{9} = 102.9$$

$$S_B = 1\,412 - \frac{110^2}{10} = 202$$

$$V_B = \frac{202}{9} = 22.44$$

步骤 4: 计算

$$F_0 = \frac{V_A}{V_B} = \frac{102.9}{22.44} = 4.586$$

$$\text{步骤 5: } F(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2}) = F(9, 9, 0.005) = 6.54$$

$$\text{步骤 6: } F_0 < F(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2}), \text{ 故不能否定 } H_0$$

结论: 在有意水准 1% 下, A、B 两法所制成品特性的母变异不能说有差异。

(2) 有关母平均的检定

步骤 1: 设立假设

$$H_0: \mu_B = \mu_A$$

$$H_1: \mu_B > \mu_A$$

步骤 2: 计算平均值

$$\bar{x}_A = 220 + \frac{53}{10} = 225.3$$

$$\bar{x}_B = 220 + \frac{110}{10} = 231$$

步骤3:由 S_A , S_B 计算 σ_e

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{926.1 + 202}{18}} = 7.92$$

步骤4:计算 t_0

$$t_0 = \frac{\bar{x}_B - \bar{x}_A}{\sigma_e \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} = \frac{231 - 225.3}{7.92 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} = 1.61$$

步骤5:查 t 表

$$\phi = n_A + n_B - 2 = 10 + 10 - 2 = 18$$

$$t(18, 0.02) = 2.552$$

步骤6: $t_0 < t(18, 0.02)$, 故不能否定 H_0

结论:在有意水准 1% 下, 不能说 B 种配方优于 A 种配方。

(3) 有关母变异的检定

范例 1-33:

35mm 的胶卷以两台设备来涂布乳剂, 这两台设备厂牌不同, 现场人员认为用此两台设备所涂布乳剂的厚度会有不同, 由两台设备所涂布乳剂的制品中随机各抽取样本测定厚度得数据如图表 1-80。试检讨。

〔解〕

步骤1:设立假设

$$H_0: \sigma_A^2 = \sigma_B^2$$

$$H_1: \sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$$

步骤2:决定冒险率

图表 1 - 80

A 机(mm)	$X_A = (x_A - 0.185) \times 10^3$	X_A^2	B 机(mm)	$X_B = (x_B - 0.185) \times 10^3$	X_B^2
0.183	-2	4	0.187	2	4
0.181	-4	16	0.191	6	36
0.183	-2	4	0.194	9	81
0.188	3	9	0.186	1	1
0.185	0	0	0.189	4	16
0.191	6	36	0.196	11	121
0.181	-4	16	0.185	0	0
0.182	-3	9			
合 计	-6	94		33	259

$\alpha = 0.05$

步骤 3:由图表 1 - 80 计算不偏变异

$$S_A = [94 - \frac{(-6)^2}{8}] \times 10^{-6} = 90 \times 10^{-6}$$

$$V_A = \frac{S_A}{\phi_A}$$

$$= \frac{90}{7} \times 10^{-6} = 12.9 \times 10^{-6}$$

$$S_B = [259 - \frac{33^2}{7}] \times 10^{-6} = 103 \times 10^{-6}$$

$$V_B = \frac{S_B}{\phi_B}$$

$$= \frac{103}{6} \times 10^{-6} = 17.2 \times 10^{-6}$$

步骤 4:计算

$$F_0 = \frac{V_B}{V_A}$$

$$= \frac{17.2}{12.9} = 1.34$$

步骤5:查表 $F(6, 7, 0.025) = 5.12$

$F_0 < F(\phi_B, \phi_A, \frac{\alpha}{2})$, 故不能否定 H_0

结论:在有意水准5%下, 两台设备所涂布乳剂的厚度其母变异不能说有差异。

(4) 有关母平均的检定

步骤1:设立假设

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_1: \mu_A \neq \mu_B$$

步骤2:计算平均值及 σ_e

$$\bar{x}_A = 0.185 + \frac{-6}{8} \times 10^{-3} = 0.1843$$

$$\bar{x}_B = 0.185 + \frac{33}{7} \times 10^{-3} = 0.1897$$

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{S_A + S_B}{n_A + n_B - 2}}$$

$$= \sqrt{\frac{90 + 103}{7 + 6} \times 10^{-6}}$$

$$= 3.85 \times 10^{-3}$$

步骤3:计算 t_0

$$t_0 = \frac{\bar{x}_B - \bar{x}_A}{\sigma_e \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0.1897 - 0.1843}{3.85 \times 10^{-3} \times \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{1}{7}}} \\
 &= 2.708
 \end{aligned}$$

步骤4:查 t 表

$$t(13, 0.05) = 2.160$$

步骤5:判定

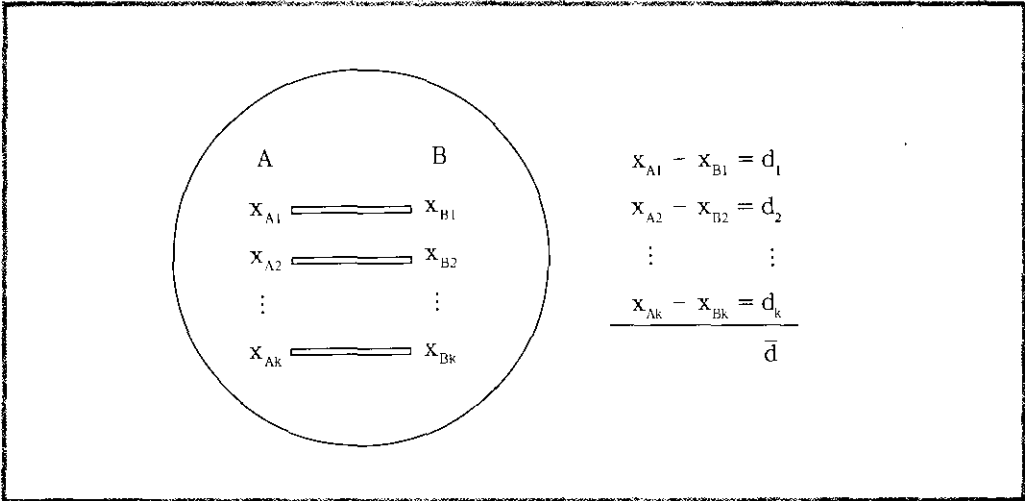
$$t_0 > t(\phi, \alpha), \text{ 故否定 } H_0 \text{ 承认 } H_1$$

结论:在有意水准5%下，两台设备所涂布的厚度其母变异虽不能说有不同，但两者的平均值则有差异。

(五) 成对的数据之差的检定

A 与 B 的数据互相成对时，应该采用成对数据的检定方法来检定，如图表 1－81。

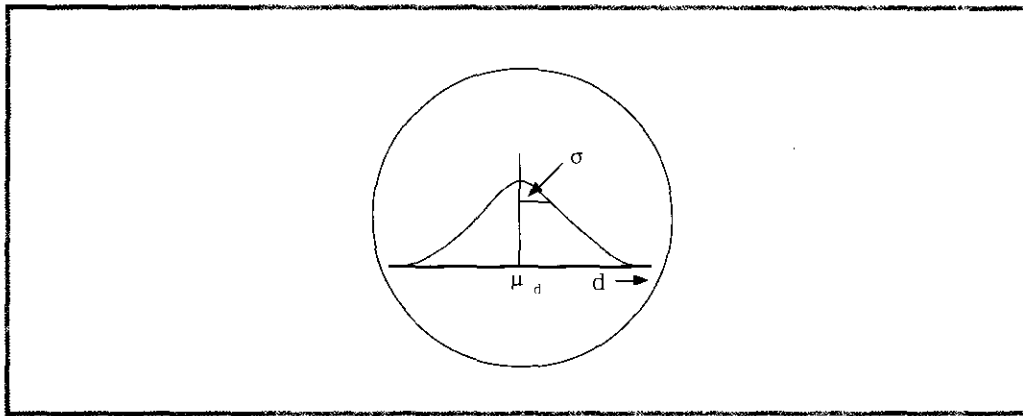
图表 1－81



$$H_0: \mu_d = 0$$

$$H_1: \mu_d \neq 0$$

图表 1-82



因 $t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\sigma_e / \sqrt{n}}$ 会属于自由度 $\phi = n - 1$ 的 t 分配

所以求统计量 $t_0 = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\sigma_e / \sqrt{n}}$ 时

$|t_0| \geq t(\phi, \alpha)$, 否定 H_0 承认 H_1

$|t_0| < t(\phi, \alpha)$, 不能否定 H_0

范例 1-34:

为了要知道某干燥机的右边与左边所干燥的制品其水分是否不同, 而随机各相对地抽取样本, 测定其水分的结果, 如图表 1-83。试检定。

[解]

步骤 1: 设立假设

$$H_0: \mu_d = 0$$

$$H_1: \mu_d \neq 0$$

步骤 2: 决定冒险率

图表 1-83 水分的数据

No.	右侧	左侧	差 d	$D = d \times 10$	D^2
1	16.0	15.7	0.3	3	9
2	17.2	17.3	-0.1	-1	1
3	15.4	14.8	0.6	6	36
4	15.6	15.2	0.4	4	16
5	16.3	16.0	0.3	3	9
6	17.4	17.6	-0.2	-2	4
7	14.8	14.6	0.2	2	4
8	14.3	13.6	0.7	7	49
9	15.4	14.8	0.6	6	36
10	16.9	17.1	-0.2	-2	4
11	14.7	14.2	0.5	5	25
12	15.7	15.3	0.4	4	16
计				35	209

$$\alpha = 0.01$$

步骤 3: 由图表 1-83 求 d 值

步骤 4: 求 \bar{d}

$$\bar{d} = \frac{35}{12} \times \frac{1}{10} = 0.29$$

步骤 5: 求 σ_e

$$S_d = \left(209 - \frac{35^2}{12} \right) \times \frac{1}{10^2} = 1.07$$

$$\sigma_e = \sqrt{V_d} = \sqrt{\frac{1.07}{12-1}} = \sqrt{\frac{1.07}{11}} = 0.31$$

步骤6:计算 t_0

$$t_0 = \frac{0.29}{0.31 / \sqrt{12}} = 3.24$$

步骤7:查 t 表

$$\because \phi = n - 1 = 12 - 1 = 11$$

$$\therefore t(\phi, \alpha) = t(11, 0.01) = 3.106$$

步骤8:判定

$|t_0| > t(11, 0.01)$, 故否定 H_0 承认 H_1

结论:在有意水准 1% 下, 干燥机的右边及左边所干燥出来的制品, 其水分不同。

范例 1-35:

某铁板制造工厂, 为了解铁板中央是否较边缘为厚, 于是随机抽取 8 块铁板, 测定其中央与边缘的厚度如图表 1-84。请问中央是否比边缘厚?

图表 1-84

No.	中央	端	d	d ²
1	322	320	2	4
2	316	309	7	49
3	320	322	-2	4
4	332	325	7	49
5	328	325	3	9
6	325	318	7	49
7	324	325	-1	1
8	327	324	3	9
计			26	174
平均			3.25	

〔解〕

步骤1: 设立假设

$$H_0: \mu_d = 0$$

$$H_1: \mu_d > 0$$

步骤2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.05$$

步骤3: 求 \bar{d}

$$\bar{d} = \frac{26}{8} = 3.25$$

步骤4: 求 σ_e

$$S_d = 174 - \frac{26^2}{8} = 89.5$$

$$\sigma_e = \sqrt{V_d} = \sqrt{\frac{89.5}{7}} = 3.58$$

步骤5: 计算 t_0

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{\sigma_e / \sqrt{8}} = \frac{3.25}{3.58 / \sqrt{8}} = 2.57$$

步骤6: 查 t 表

$$t(\phi, 2\alpha) = t(7, 0.10) = 1.90$$

步骤7: 判定

$$\because t_0 > t(7, 0.10)$$

$$\therefore \text{否定 } H_0 \text{ 承认 } H_1$$

结论: 在有意水准 5% 下, 可判定此铁板的中央比边缘为厚。

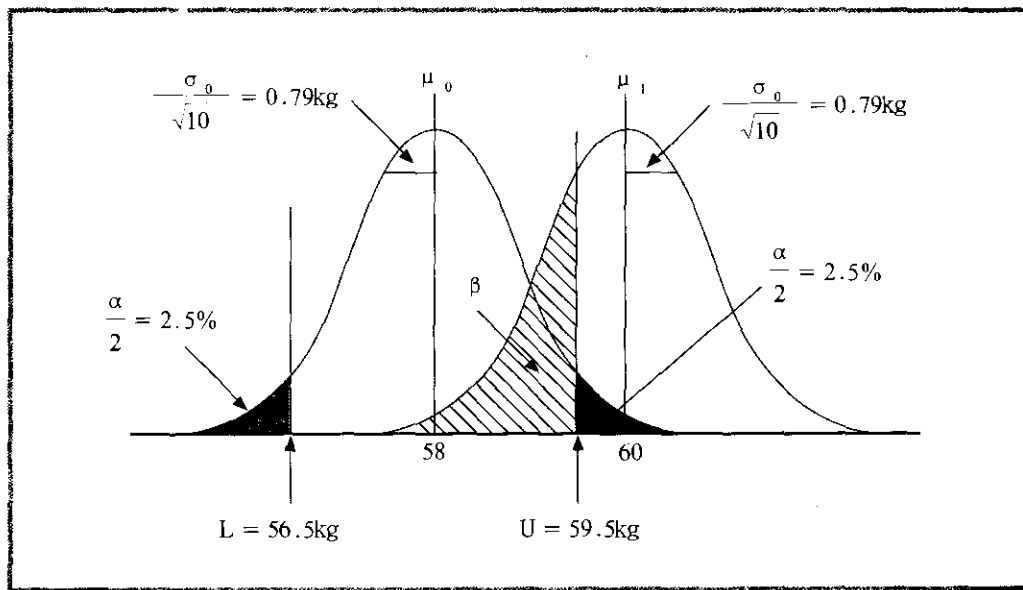
(六) 检定时的检出力

1. 检出力

所谓检出力 (Power of test) 是指母集团改变时能检出其改变的或然率。

例如, 过去长时间由原料A所生产的制品, 其收率的平均值为 58.0kg, 标准差为 2.5kg。如果现在改用原料B, 而自原料B生产的制品中, 随机抽取 10 个数据, 得收率平均值为 60.0kg。试问改用原料B后, 其收率的平均值是否改变? 当已知原料B所生产制品的标准差亦为 2.5kg, 如图表 1-85, 设母平均为 $\mu_0 = 58.0\text{kg}$ 两侧的冒险率 $\alpha = 5\%$ 的界限值 $U = 59.5\text{kg}$, $L = 56.5\text{kg}$ 。 \bar{x} 值若超出此界限外时, 就得否定无效假设 H_0 , 承认对立假设 H_1 。

图表 1-85



但如果原料B所生产制品的母平均为 $\mu_1 = 60.0$ ，当然承认对立假设才是正确的，但实际上并不能经常如此，虽然是从母平均 $\mu_1 = 60$ 的母集团中随机抽取的 10 个数据，但 \bar{x} 将如图表 1-85 下部的斜线部分的比率，得到比上侧界限 U 小的平均值，故于此情形下就无法否定无效假设 $H_0: \mu_1 = \mu_0$ ，即发生“改用原料 B 后所生产制品的平均值不能认为有改变”的判断错误。如果斜线部分所表示的或然率以 β 表示时，就将以此机率而发生判断错误——即第 2 种错误。

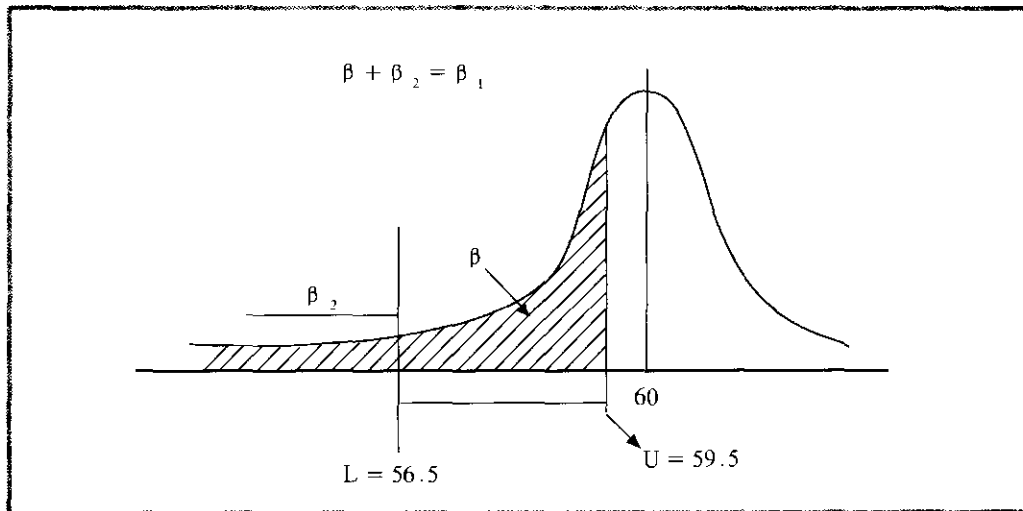
相反的，如果 \bar{x} 出现在上限界限值 U 以上的值所占或然率 $(1 - \beta)$ 的区域时，则于此情形下可得到 $\bar{x} \geq U$ 的结果，这时将否定无效假设 H_0 ，而承认对立假设 $H_1: \mu_1 \neq \mu_0$ ，即能正确地判断出 $\mu_1 (= 60.0\text{kg})$ 与 $\mu_0 (= 58.0\text{kg})$ 有差异。

上述能正确地判定出其有差异，即能检出有差异的或然率 $(1 - \beta)$ 称为检出力。

2. 检出力的计算

如图表 1-86 所示，第 2 种错误 β 或检出力 $(1 - \beta)$ 的大小如何？

图表 1-86



〔解〕

$$-u(\beta_1) = \frac{U - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} = -\frac{59.5 - 60.0}{2.5 / \sqrt{10}} = -0.63$$

查表得 $\beta_1 = 0.264$

$$-u(\beta_2) = \frac{L - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{56.5 - 60.0}{2.5 / \sqrt{10}} = -4.43$$

因此值相当小, 故可视 $\beta_2 = 0$

$\beta = \beta_1 - \beta_2 = 0.264$, 检出力为 $1 - \beta = 0.736$

故 $\mu_1 = 60\text{kg}$ 时, 有 74% 的机会能检出其平均值有改变。

若 $\mu_1 = 58.2\text{kg}$ 时, 则第 2 种错误 β 及检出力 $(1 - \beta)$ 的大小如何?

〔解〕

$$-u(\beta_1) = \frac{U - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} = -\frac{59.5 - 58.2}{2.5 / \sqrt{10}} = 1.644$$

查表得 $\beta_1 = 0.95$

$$-u(\beta_2) = \frac{L - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{56.5 - 58.2}{2.5 / \sqrt{10}} = -2.15$$

查表得 $\beta_2 = 0.0158$

$\beta = \beta_1 - \beta_2 = 0.95 - 0.0158 = 0.9342$, $1 - \beta = 0.0658$

故 $\mu_1 = 58.2\text{kg}$ 时, 约只有 7% 的机会能检出其平均值有改变, 换句话说, 从 $\mu_0 = 58$ 到 $\mu_1 = 58.2$, 此种微小的变化, 是不会检出的。

若 μ_1 取任何值 ($\mu_1 \geq \mu_0$), β 的值可由下式变换 U_1 值后求得:

$$\text{因 } u(\alpha/2) = \frac{U - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \text{式--}$$

$$-u(\alpha/2) = \frac{L - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \text{式二}$$

$$-u(\beta_1) = \frac{U - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \text{式三}$$

$$-u(\beta_2) = \frac{L - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \text{式四}$$

$$U = \mu_0 + u(\alpha/2) \sigma / \sqrt{n} \quad \text{式五}$$

$$\text{由式一及式二得 } L = \mu_0 - u(\alpha/2) \sigma / \sqrt{n} \quad \text{式六}$$

将式五、式六分别代入式三、式四得

$$u(\beta_1) = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} - u(\alpha/2) \quad \text{式七}$$

$$u(\beta_2) = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} + u(\alpha/2) \quad \text{式八}$$

$$\text{令 } U_1 = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}, \text{ 得 } \begin{aligned} \mu(\beta_1) &= U_1 - 1.96 \\ \mu(\beta_2) &= U_1 + 1.96 \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{式九} \\ \text{式十} \end{aligned}$$

两侧 5% 的界限值 $u(\frac{\alpha}{2}) = 1.96$, 故 β 可由图表 1-87 求得。

若 μ_1 不很靠近 μ_0 或者 n 大时, 由此表可以看出 β_2 很小, 一般使用时均可以将 β_2 省略掉, 只计算 $\mu(\beta) = \mu(\beta_1) = U_1 - 1.96$ 即可。

图表 1-88 为表示 $\frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$ 与 β 的关系的曲线, 这一曲线一般称为动作特性曲线 (Operating Characteristic Curve), 或简称为 OC 曲线。

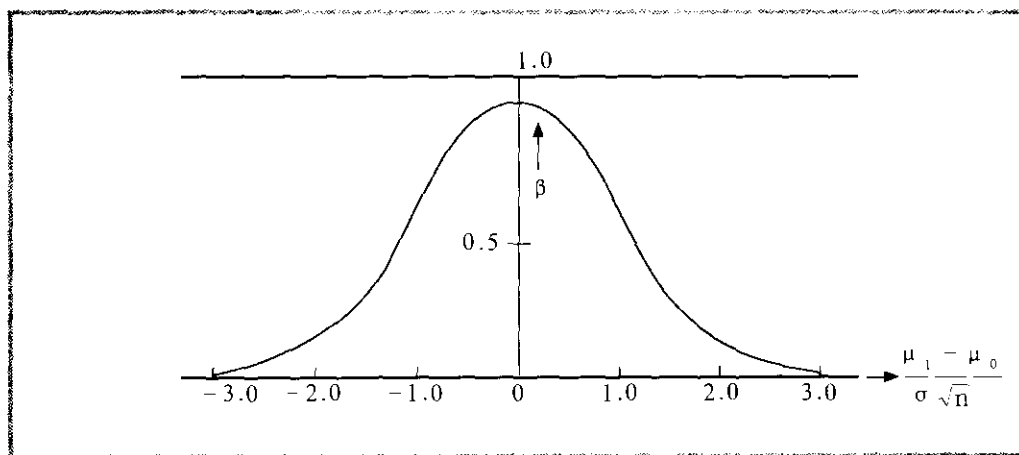
图表 1-89 为表示 $\frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$ 与 $(1 - \beta)$ 的关系的曲线, 这曲线一般称为检出力曲线。

$(1 - \beta)$ 表示当母集团改变时, 能检出其改变的或然率的大小, 故 $(1 - \beta)$ 称为检出力 (Power of test)。

图表 1-87

U_1	$\mu(\beta_1)$	β_1	$\mu(\beta_2)$	β_2	$\beta = \beta_1 - \beta_2$
3.00	1.04	0.149	4.96	—	0.149
2.50	0.54	0.294	4.46	—	0.294
1.96	0.00	0.500	3.92	—	0.500
1.50	-0.46	0.677	3.46	—	0.677
1.00	-0.96	0.830	2.96	0.0015	0.829
0.50	-1.46	0.927	2.56	0.0052	0.922
0.10	-1.86	0.967	2.06	0.0197	0.947
0.00	-1.96	0.975	1.96	0.0250	0.950

图表 1-88

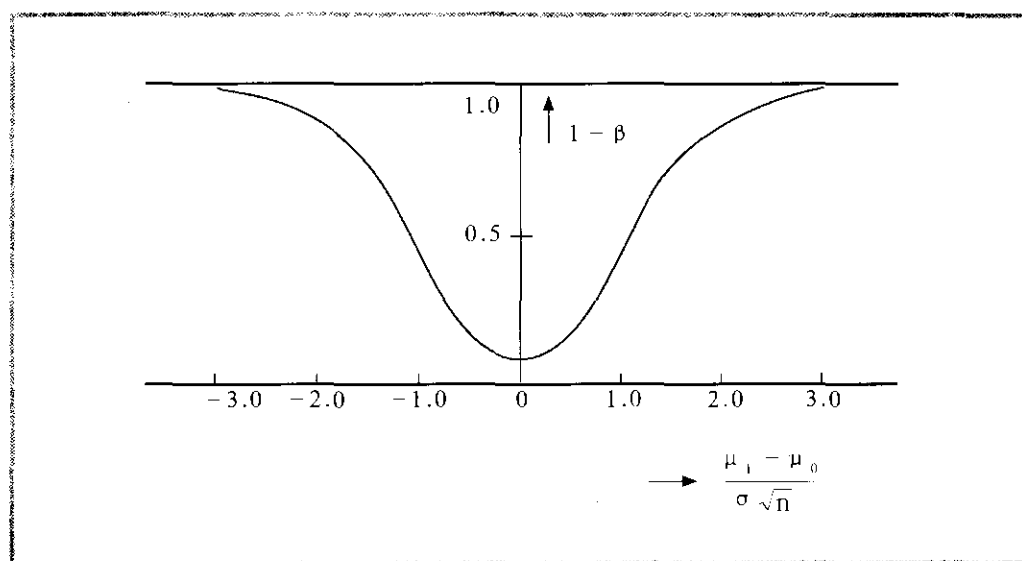


范例 1-36:

某药品的强度, 依过去的制法 $\mu_0 = 48$, $\sigma_0 = 3$, 但制法改变后, 从制品中随机抽取 $n = 10$ 的样本, 求得其平均值为 50.2。已知标准差 σ 没有变化, 经检定在 $\alpha = 5\%$ 下, 其制法改变后平均值也改变。试问若 $\mu = 50.2$ 时其检出力若干?

〔解〕

图表 1-89



$\mu_0 = 48$, 在 5% 冒险率下, 界限值 $U = 49.86$, $L = 46.14$, 则正确判断 $\mu_1 (= 50.2)$ 与 $\mu_0 (= 48)$ 有差异, 其检出力计算如下:

$$u(\beta) = \frac{U - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{49.86 - 50.2}{3 / \sqrt{10}} = -0.36$$

查表 $\beta = 0.3594$, 检出力 $(1 - \beta) = 0.6406$

3. 检出力与样本数

$$u\left(-\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{U - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \text{式一}$$

$$-u(\beta) = \frac{U - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \text{式二}$$

解式一、式二，得
$$n = \left[\frac{u(\beta) + u\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\mu_0 - \mu_1} \right]^2 \sigma^2$$

范例 1-37:

某厂希望生产的某制品强度 $\mu = 48$, $\sigma = 3$, 但制造方法改变后, 为知道所制造制品的强度的平均值是否有改变, 而计划从制品中随机抽取 n 个样本做检定。但已知 σ 不可能改变, 并且希望如 μ 变化超出 48 ± 2 时, 其检出力能达到 90% 以上。试问 n 应为多少, 才符合此要求?

[解]

$$1 - \beta = 90\%$$

$$\therefore \beta = 10\%$$

$$u(\beta) = u(0.10) = 1.28$$

$$\alpha = 5\% \quad u\left(\frac{\alpha}{2}\right) = u(0.025) = 1.96$$

$$\mu_0 = 48 \quad \sigma = 3 \quad \mu_1 = 50$$

$$\therefore n = \left[\frac{u(\beta) + u\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\mu_0 - \mu_1} \right]^2 \sigma^2 = \left[\frac{1.28 + 1.96}{-2} \right]^2 \times 3^2$$

$$= 23.62 \approx 24$$

故应抽取样本 24 个作检定, 才能符合要求。

图表 1-90 检定的总复习

σ_0 表示已知, μ_0 亦为已知, $\alpha = 5\%$

分类	H_0	H_1	ϕ	判定		分配与统计量
				否定 H_0 承认 H_1	不能否定 H_0	
是否 与已知 母数 不同	$\sigma = \sigma_0$	$\sigma \neq \sigma_0$ (双边)	$n - 1$	$\chi_0^2 > \chi^2(\phi, \frac{\alpha}{2})$ or $\chi_0^2 < \chi^2(\phi, 1 - \frac{\alpha}{2})$	$\chi^2(\phi, 1 - \frac{\alpha}{2}) < \chi_0^2 < \chi^2(\phi, \frac{\alpha}{2})$	$\chi_0^2 = \frac{S}{\sigma_0^2}$
		$\sigma > \sigma_0$ (单边)	$n - 1$	$\chi_0^2 > \chi^2(\phi, \alpha)$	$\chi_0^2 < \chi^2(\phi, \alpha)$	
		$\sigma < \sigma_0$ (单边)	$n - 1$	$\chi_0^2 < \chi^2(\phi, 1 - \alpha)$	$\chi_0^2 > \chi^2(\phi, 1 - \alpha)$	
	$\mu = \mu_0$	$\mu \neq \mu_0$ (双边)	$n - 1$	$ t_0 > t(\phi, \alpha)$	$ t_0 < t(\phi, \alpha)$	且判定 σ 未变
		$\mu > \mu_0$ (单边)	$n - 1$	$t_0 > t(\phi, 2\alpha)$	$t_0 < t(\phi, 2\alpha)$	$t_0 = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma_0 / \sqrt{n}}$
		$\mu < \mu_0$ (单边)	$n - 1$	$t_0 < -t(\phi, 2\alpha)$	$t_0 > -t(\phi, 2\alpha)$	$\sigma_c = \sqrt{\frac{S}{n-1}}$
		$\mu \neq \mu_0$ (双边)		$ \mu_0 > \mu(\frac{\alpha}{2})$	$ \mu_0 < \mu(\frac{\alpha}{2})$	σ 已知时
		$\mu > \mu_0$ (单边)		$\mu_0 > \mu(\alpha)$	$\mu_0 < \mu(\alpha)$	$\mu_0 = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$
		$\mu < \mu_0$ (单边)		$\mu_0 < -\mu(\alpha)$	$\mu_0 > -\mu(\alpha)$	
两组 母数 是否 不同	$\sigma_A = \sigma_B$	$\sigma_A \neq \sigma_B$ (双边)		$F_0 > F(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2})$ or $F_0 < F(\phi_A, \phi_B, 1 - \frac{\alpha}{2})$	$F_0 < F(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2})$	$F_0 = \frac{V_A}{V_B}$ 但 $V_A > V_B$
		$\sigma_A > \sigma_B$ (单边)	2	$F_0 > F(\phi_A, \phi_B, \alpha)$	$F_0 < F(\phi_A, \phi_B, \alpha)$	
		$\sigma_A < \sigma_B$ (单边)		$F_0 < F(\phi_A, \phi_B, 1 - \alpha)$	$F_0 > F(\phi_A, \phi_B, 1 - \alpha)$	
	$\sigma_A \neq \sigma_B$	$\mu_A \neq \mu_B$ (双边)		$ t_0 > t(\phi, \alpha)$	$ t_0 < t(\phi, \alpha)$	$t_0 = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sigma_c \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}}$ 但 $\sigma_c = \sqrt{\frac{S_A + S_B}{n_A + n_B - 2}}$
		$\mu_A > \mu_B$ (单边)	$n_A + n_B - 2$	$t_0 > t(\phi, 2\alpha)$	$t_0 < t(\phi, 2\alpha)$	
		$\mu_A < \mu_B$ (单边)		$t_0 < -t(\phi, 2\alpha)$	$t_0 > -t(\phi, 2\alpha)$	
成对 数据	$\mu_c = 0$	$\mu_c \neq 0$ (双边)	$n - 1$	$ t_0 > t(\phi, \alpha)$	$ t_0 < t(\phi, \alpha)$	$t_0 = \frac{\bar{d}}{\sigma_d / \sqrt{n}}$
		$\mu_c > 0$ (单边)	$n - 1$	$t_0 > t(\phi, 2\alpha)$	$t_0 < t(\phi, 2\alpha)$	
		$\mu_c < 0$ (单边)	$n - 1$	$t_0 < -t(\phi, 2\alpha)$	$t_0 > -t(\phi, 2\alpha)$	

五、计量值的推定

（一）母数的推定

从母群体中随机地抽取 n 个样本，以其测定值 $x_1, x_2 \cdots x_n$ 来推定母平均 μ 、母变异 σ^2 等的做法称为母数的推定。

因为由样本的测定值推定母数，所以无法正确地知道母数的真值。由测定值所得到的统计量推定母数时，必定会发生推定误差，这种误差的大小以变异来表示的，称为误差变异。误差变异的平方根称为标准误差。一般推定误差的大小时，是随着母标准差的值、样本的大小或推定时所用的统计量等而异的。

- 推定可分成点推定及区间推定；
- 点推定是只用一个数值推定母数；
- 区间推定把母数在一定的信赖度下，推定其可能存在的范围。

（二）点推定

1. 母平均的点推定

从 $N(\mu, \sigma^2)$ 的母集团中随机抽取 n 个样本，根据样本的数据推定母平均 μ 。

$$E(\bar{x}) = \mu$$

$$D(\bar{x}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

故母平均的推定值 $\hat{\mu}$ 为： $\hat{\mu} = \bar{x}$

$$\text{但标准误差 } D(\bar{x}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

2. 母标准差的点推定

从 $N(\mu, \sigma^2)$ 的母集团中随机抽取 n 个样本, 根据样本数据推定母标准差。

(1) 计算全距 R , 推定母标准差

$$\because E(R) = d_2 \sigma$$

$$D(R) = d_3 \sigma$$

故母标准差的推定值 $\hat{\sigma}$ 为

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$\text{但标准误差 } D\left(\frac{R}{d_2}\right) = \frac{d_3}{d_2} \sigma$$

(2) 计算不偏变异 V , 推定母变异

$$\because E(V) = \sigma^2$$

$$D(V) = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \sigma^2$$

故母变异的推定值 $\hat{\sigma}^2$ 为: $\hat{\sigma}^2 = V$

$$\text{但标准误差 } D(V) = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \sigma^2$$

3. 应用例

范例 1-38:

某制品的品质特性是厚度, 今从制程中随机抽取样本 12 个, 经测定后得以下数据: 58, 52, 50, 48, 53, 47, 54, 49, 47, 47, 54, 50。试推定此制程的厚度母标准差及厚度母平均。

图表 1-91

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	计
x_i	58	52	50	48	53	47	54	49	47	47	54	50	
$y_i = x_i - 50$	8	2	0	-2	3	-3	4	-1	-3	-3	4	0	9
y_i^2	64	4	0	4	9	9	16	1	9	9	16	0	141

〔解〕

$$\bar{x} = 50 + \frac{9}{12} = 50.75$$

$$S = 141 - \frac{9^2}{12} = 134.25$$

$$\hat{\mu} = 50.75$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{S}{n-1}} = \sqrt{\frac{134.25}{11}} = 3.49$$

即，制品厚度的母平均值的推定值为 50.75，母标准的推定值为 3.49。

范例 1-39:

某厂一位技术人员量产试作时，测得某制品的强度如图表 1-92，而此制品的顾客要求规格为 50 磅 \pm 4 磅。请您预计如果以这种制程大量生产后，不合规格的不良率有多少；若制程平均能控制在 50 磅，标准差不变时，其不合规格的不良率有多少。

〔解〕

(1) 此制品强度母平均 μ 的推定

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$= \frac{1}{10} (55.2 + 54.2 + 52.6 + 51.2 + 48.4 + 51.4 + 51.2 + 50.4 + 52.6 + 53)$$

图表 1 - 92

批号 数据	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X ₁	56	56	53	50	49	52	53	48	53	55
X ₂	57	51	52	46	44	49	51	52	56	52
X ₃	55	54	57	54	49	49	51	52	53	52
X ₄	55	56	50	50	54	51	52	48	55	53
X ₅	53	54	51	56	46	56	49	52	46	53

图表 1 - 93

批号 数据	1	2	3	4	5	R	6	7	8	9	10	R
X ₁	56	56	53	50	49	7	52	53	48	53	55	7
X ₂	57	51	52	46	44	13	49	51	52	56	52	7
X ₃	55	54	57	54	49	6	49	51	52	53	52	4
X ₄	55	56	50	50	54	6	51	52	48	55	53	7
X ₅	53	54	51	56	46	10	56	49	52	46	53	7
\bar{X}	55.2	54.2	52.6	51.2	48.4		51.4	51.2	50.4	52.6	53	52.02

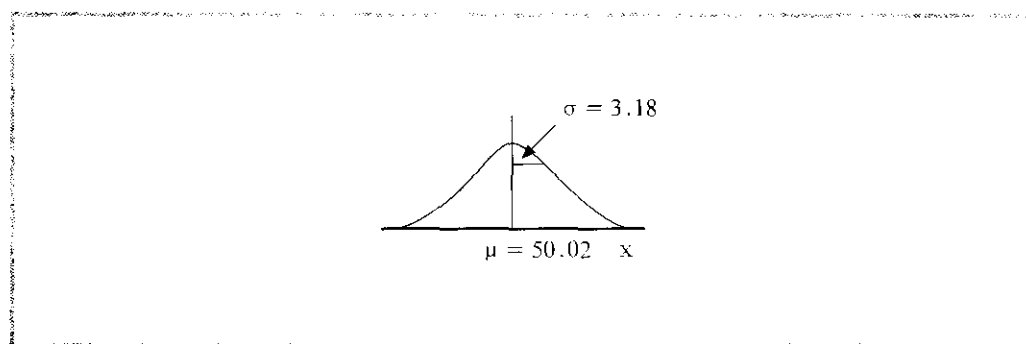
= 52.02

(2) 此制品强度母标准差 σ 的推定

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum R_i = \frac{1}{10} (7 + 13 + 6 + 6 + 10 + 7 + 7 + 4 + 7 + 7) = 7.4$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{7.4}{2.326} = 3.18$$

图表 1-94



(3) 此制品强度的分配为

$$\textcircled{1} \quad u_1 = \frac{54 - 52.02}{3.18} = \frac{1.98}{3.18} = 0.623 \quad \text{Pr}_1 = 0.2655$$

$$u_2 = \frac{46 - 52.02}{3.18} = \frac{-6.02}{3.18} = -1.89 \quad \text{Pr}_2 = 0.0294$$

$$\text{Pr} = \text{Pr}_1 + \text{Pr}_2 = 0.2655 + 0.0294 = 0.2949 = 29.49\%$$

∴若顾客规格要求为 50 磅 \pm 4 磅, 以此种制程大量生产后, 不合规格的不良率大约可推定为 29.49%。

$$\textcircled{2} \quad u_1 = \frac{54 - 50}{3.18} = 1.26 \quad \text{Pr}_1 = 0.1038$$

$$u_2 = \frac{46 - 50}{3.18} = -1.26 \quad \text{Pr}_2 = 0.1038$$

$$\text{Pr} = 0.1038 + 0.1038 = 0.2076$$

此制程大量生产后, 不合规格的不良率大致可推定为 20.76%。

(三) 区间推定

1. σ 已知时的母平均区间推定

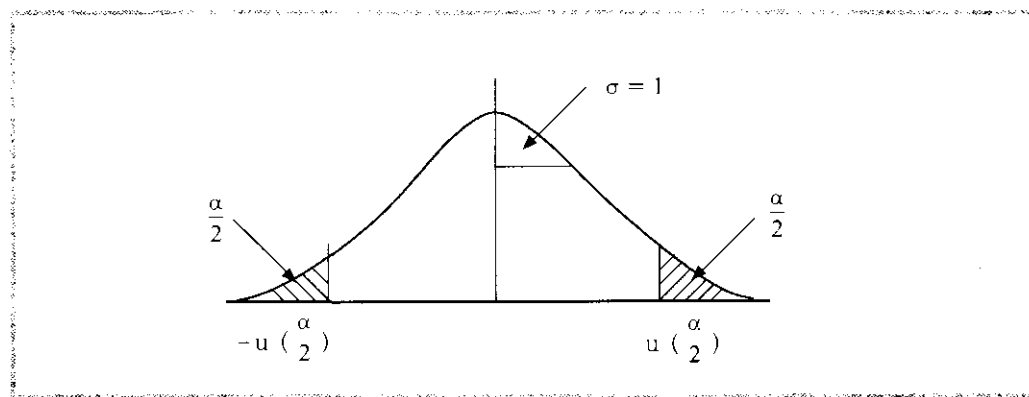
从 $N(\mu, \sigma^2)$ 的母群体中, 随机抽取 n 个样本, 根据样本数据推定母平均 μ 在信赖度 $(1 - \alpha)$ 下的信赖界限, 如下式:

$$\text{上限: } \bar{x} + u\left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{下限: } \bar{x} - u\left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

但 $u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 为标准常态分配表 $N(0, 1^2)$ 的两边或然率 $\frac{\alpha}{2}$ 的点。如图表 1-95。

图表 1-95



范例 1-40:

从某制程所生产的制品中, 随机抽取 $n = 10$ 的样本, 测定其强度 (kg/mm^2), 结果如图表 1-96。求信赖度 95% 的强度母平均的信赖界限 (但已知母标准差 $\sigma = 3\text{kg}/\text{mm}^2$)。

图表 1-96

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{x}
x	53	48	54	51	48	52	46	50	51	49	50.2

〔解〕

$$\alpha = 1 - 95\% = 5\%$$

$$u\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 1.96 \text{ (查表)}$$

$$\bar{x} = 50.2$$

$$\text{上限: } \bar{x} + u\left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 50.2 + 1.96 \frac{3}{\sqrt{10}} = 52.1$$

$$\text{下限: } \bar{x} - u\left(\frac{\alpha}{2}\right) \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 50.2 - 1.96 \frac{3}{\sqrt{10}} = 48.3$$

故信赖度 95% 下, 可判定强度的母平均在 $48.3\text{kg/mm}^2 \sim 52.1\text{kg/mm}^2$ 之间。

2. σ 未知时的母平均区间推定

利用 t 分配推定母平均 μ 在信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限, 如下式:

$$\text{上限: } \bar{x} + t(\phi, \alpha) \frac{\sigma_e}{\sqrt{n}}$$

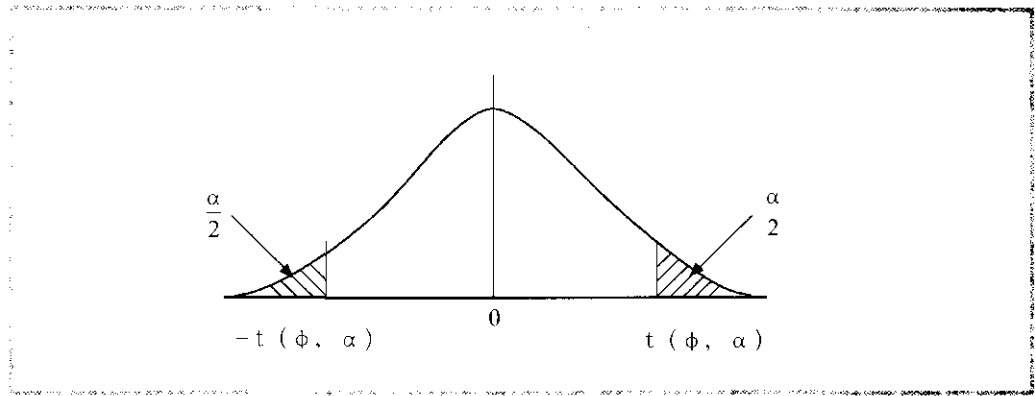
$$\text{下限: } \bar{x} - t(\phi, \alpha) \frac{\sigma_e}{\sqrt{n}}$$

σ_e 为不偏变异 V 的平方根, 但 $t(\phi, \alpha)$ 为自由度 ϕ 的 t 分配表的两边或然率 $\frac{\alpha}{2}$ 的点, 如图表 1-97。

范例 1-41:

范例 1-24 的制品强度的母标准差 σ 若未知时, 求信赖度 95% 的强度母平均的信赖界限。

图表 1-97



图表 1-98

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	计
x_i	53	48	54	51	48	52	46	50	51	49	502
$y_i = x_i - 50$	3	-2	4	1	-2	2	-4	0	1	-1	2
y_i^2	9	4	16	1	4	4	16	0	1	1	56

[解]

$\alpha = 1 - 95\% = 5\%$

$\phi = n - 1 = 10 - 1 = 9$

$t(\phi, \alpha) = t(9, 0.05) = 2.26$

$S = 56 - \frac{2^2}{10} = 55.6$

$V = \frac{S}{n - 1} = \frac{55.6}{9} = 6.18$

$$\sigma_e = \sqrt{V} = \sqrt{6.18} = 2.49$$

$$\bar{x} = 50.2$$

$$\therefore \text{上限: } \bar{x} + t(\phi, \alpha) \frac{\sigma_e}{\sqrt{n}} = 50.2 + 2.26 \frac{2.49}{\sqrt{10}} = 51.97$$

$$\text{下限: } \bar{x} - t(\phi, \alpha) \frac{\sigma_e}{\sqrt{n}} = 50.2 - 2.26 \frac{2.49}{\sqrt{10}} = 48.43$$

故信赖度95%下,可判定强度的母平均在48.43kg/mm²~51.97kg/mm²之间。

3. 母平均差的区间推定

变异相等的两个母群体A、B的母平均的差 $\mu_A - \mu_B$ 在信赖度 $(1 - \alpha)$ 下的信赖界限如下式:

$$\text{上限: } (\bar{x}_A - \bar{x}_B) + t(\phi_A + \phi_B, \alpha) \sigma_e \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}$$

$$\text{下限: } (\bar{x}_A - \bar{x}_B) - t(\phi_A + \phi_B, \alpha) \sigma_e \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}$$

但从两个母集团A、B中各随机抽取样本 n_A 、 n_B ,求其偏差平方和 S_A 、 S_B ,则:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{S_A + S_B}{\phi_A + \phi_B}}$$

范例1-42:

图表1-99的数据是以同种材料在A、B两种热处理方法之下,所处理而成的制品的引张强力(kg/mm²)。试求信赖度95%的母平均之差的信赖界限(已知两者的母变异相同)。

〔解〕

(1) 求平均值

图表 1 - 99

	x_A	$y_A = (x_A - 7.0) \times 10$	y_A^2	x_B	$y_B = (x_B - 7.0) \times 10$	y_B^2
1	7.1	1	1	7.8	8	64
2	7.6	6	36	6.8	-2	4
3	7.9	9	81	7.6	6	36
4	7.8	8	64	7.7	7	49
5	7.4	4	16	7.2	2	4
6	6.6	-4	16	7.9	9	81
7	7.1	1	1	7.8	8	64
8	7.0	0	0	7.8	8	64
9	6.9	-1	1	7.2	2	4
10	7.3	3	6	7.7	7	49
11				7.9	9	81
12				7.9	9	81
13				7.0	0	0
14				7.7	7	49
15				7.3	3	9
计	72.7	27	225	113.3	83	639

$$\bar{x}_A = 7.0 + \left(\frac{27}{10} \times \frac{1}{10} \right) = 7.27$$

$$\bar{x}_B = 7.0 + \left(\frac{83}{15} \times \frac{1}{10} \right) = 7.55$$

(2) 求平方和 S、不偏变异 V

$$S_A = \left[225 - \frac{27^2}{10} \right] \times \frac{1}{10^2} = (225 - 72.9) \times \frac{1}{10^2} = 1.521$$

$$S_B = \left[639 - \frac{83^2}{15} \right] \times \frac{1}{10^2} = (639 - 459.3) \times \frac{1}{10^2} = 1.797$$

$$\phi_A + \phi_B = (n_A - 1) + (n_B - 1) = (10 - 1) + (15 - 1) = 23$$

$$V = \frac{S_A + S_B}{\phi_A + \phi_B} = \frac{1.521 + 1.797}{23} = 0.1443$$

$$\sigma_e = \sqrt{V} = \sqrt{0.1443} = 0.38$$

(3) 求信赖度 95% 的母平均之差的信赖界限

$$\text{上限: } (\bar{x}_B - \bar{x}_A) + t(\phi_A + \phi_B, \alpha) \sigma_e \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}$$

$$= (7.55 - 7.27) + t(23, 0.05) \times 0.38 \times \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{15}}$$

$$= 0.28 + 2.069 \times 0.38 \times 0.408$$

$$= 0.28 + 0.3208 = 0.28 + 0.32$$

$$= 0.60$$

$$\text{下限: } (\bar{x}_B - \bar{x}_A) - t(\phi_A + \phi_B, \alpha) \sigma_e \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}$$

$$= (7.55 - 7.27) - t(23, 0.05) \times 0.38 \times \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{15}}$$

$$= 0.28 - 0.32 = -0.04$$

下限为负值, 故以 0 代替, 所以信赖度 95% 的母平均之差的信赖界限为 0 ~ 0.60kg/mm²。

4. 母变异的区间推定

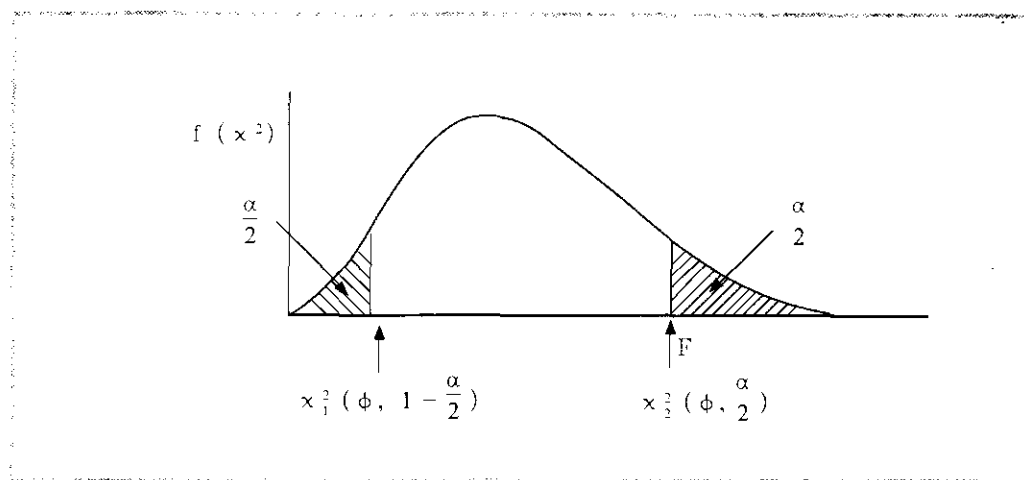
从 $N(\mu, \sigma^2)$ 的母群体中随机抽取 n 个样本, 根据样本数据推定母变异在信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限, 可利用 χ^2 分配:

$$\text{上限: } \frac{S}{x_1^2}$$

$$\text{下限: } \frac{S}{x_2^2}$$

但 S 为平方和, x_1^2 为自由度 $\phi = n - 1$ 的 x^2 分配表上的下侧或然率 $(1 - \frac{\alpha}{2})$ 的点, x_2^2 为自由度 $\phi = n - 1$ 的 x^2 分配表上的上侧或然率 $\frac{\alpha}{2}$ 的点, 如图表 1-100。

图表 1-100



范例 1-43:

某化学药品的制造过程中, 制造 10 次的结果, 其收量如图表 1-101。求信赖度 95% 的收量变异的信赖界限。

图表 1-101

x	8.5	7.3	3.0	10.2	3.5	6.5	9.2	5.5	8.2	5.2
---	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

〔解〕

(1) 平方和

$$S = 502.25 - \frac{67.1^2}{10} = 52.01$$

(2) 求 $\chi^2_1(\phi, \alpha_1)$, $\chi^2_2(\phi, \alpha_2)$

$$\phi = 10 - 1 = 9$$

$$\alpha_1 = 1 - \frac{\alpha}{2} = 1 - 0.025 = 0.975$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha}{2} = 0.025$$

$$\chi^2_1 = (9, 0.975) = 2.70$$

$$\chi^2_2 = (9, 0.025) = 19.02$$

(3) 求信赖界限

$$\text{上限: } \frac{S}{\chi^2_1} = \frac{52.01}{2.70} = 19.26$$

$$\text{下限: } \frac{S}{\chi^2_2} = \frac{52.01}{19.02} = 2.73$$

故信赖度 95% 的母变异的信赖界限为 2.73 ~ 19.26。

母标准差为 1.65 ~ 4.39。

六、计数值的检定

(一) 计数值各种分配之间的关系

计数值的检定，与前述计量值的检定在本质上并无不同，即先计算某现象会发生的或然率，设定弃却域，然后根据实际的数据计算统计量，调查是否在弃却域里，并且决定是应该承认还是应该放弃，所不同的是因计数值属于离散分配，故其或然率的计算也就不同。

(1) 二项分配

$$P_x = \binom{n}{x} p_x (1-p)^{n-x} \quad (x = 0, 1, 2 \cdots n)$$

但 $0 < P_x < 1$ 。

(2) 超几何分配

$$P_x = \frac{\binom{M}{x} \binom{N-M}{n-x}}{\binom{N}{n}} \quad M = N_p \quad (x = 0, 1, 2, 3 \cdots n)$$

但 $0 < M < N$ 。

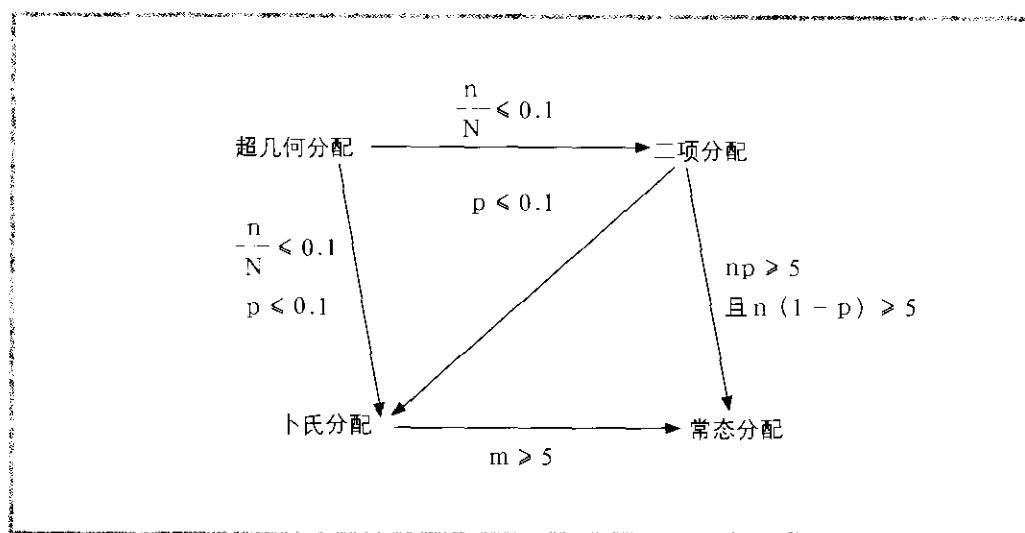
(3) 卜氏分配

$$P_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!} \quad m = np \quad (x = 0, 1, 2, n)$$

或然率虽可根据以上各式计算而求得，但很显然，这种计算是非常麻烦的，幸好我们可以利用近似法，近似为常态分配，来做检定与推定。

数值的各种分配之间的近似关系可表示如下：

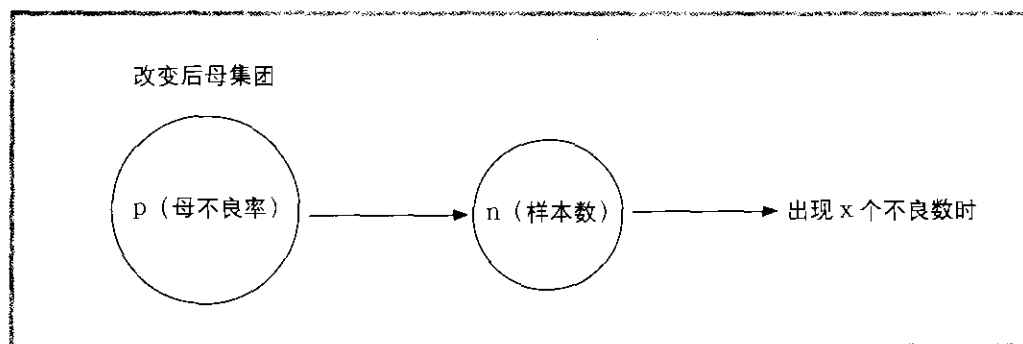
图表 1-102



(二) 母不良率的检定

例如过去的制造方法所生产的制品，其不良率为 p_0 ，制造方法改变后，如果想知道制造方法改变前后制程母不良率有无改变时，一般是从改变后所生产的制品里，随机抽取 n 个样本，根据此样本所得的不良数，检定制程母不良率是否改变。

图表 1-103



x 属于二项分配, 如果 $p \leq 0.5$ 且 $np \geq 5$, 或者是 $np \geq 5$, 且 $n(1-p) \geq 5$ 时, 此二项分配可近似为 $\mu = np$, $\sigma = \sqrt{np(1-p)}$ 的常态分配。

$$\therefore u = \frac{x - np}{\sqrt{np(1-p)}} \text{ 属于 } N(0, 1^2) \text{ 的常态分配。}$$

检定:

$$H_0: p = p_0$$

$$H_1: p \neq p_0$$

$$\text{故求统计量 } u_0 = \frac{x - np_0}{\sqrt{np_0(1-p_0)}}$$

则 $|u_0| \geq u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 时, 否定 H_0 承认 H_1

$|u_0| < u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 时, 不能否定 H_0

范例 1-44:

某钢铁工厂, 过去制程的不良率 $p_0 = 0.12$, 最近变更铸造方法, 为调查变更后的不良率有否改变, 从变更铸造方法后所产出的制品里, 随机抽取 80 个样本, 发现 3 个不良品。试检定铸造方法变更后, 不良率是否改变。

[解]

步骤 1: 设立假设

$$H_0: p = p_0 (= 0.12)$$

$$H_1: p \neq p_0 (= 0.12) \text{ (双边检定)}$$

步骤 2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.05$$

步骤 3: 求统计量

$$np_0 = 80 \times 0.12 = 9.6 > 5$$

$$p_0 < 0.5$$

所以可近似为 $N(np_0, \sqrt{np_0(1-p_0)})$

$$\therefore n = 80 \quad x = 3$$

$$\therefore u_0 = \frac{3 - np_0}{\sqrt{np_0(1-p_0)}} = \frac{3 - 9.6}{\sqrt{9.6 \times (1 - 0.12)}} = \frac{-6.6}{2.9} = -2.28$$

步骤4: 求 $u\left(\frac{\alpha}{2}\right) = u(0.025) = 1.96$

步骤5: 判定

$$\therefore |u_0| > u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

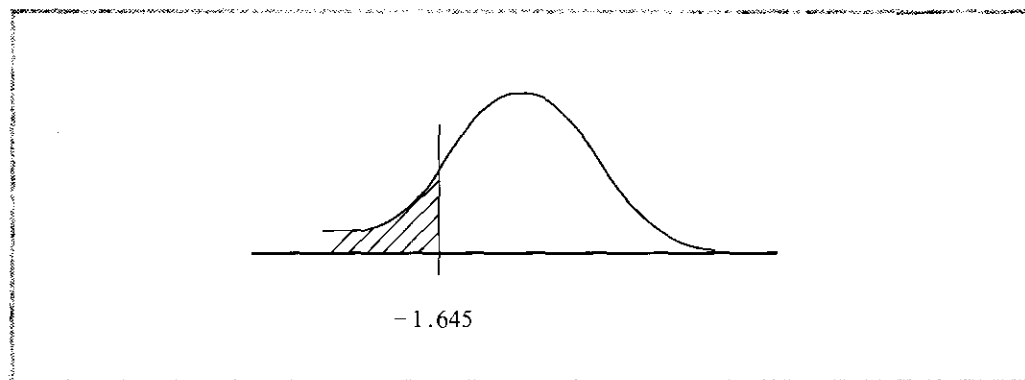
\therefore 故否定 H_0 承认 H_1

结论: 在有意水准 5% 下, 铸造方法变更后, 母不良率也有改变 (不良率减少)。

范例 1-45:

某变压器制造工厂, 过去的卷线工程不良率 $P = 0.09$, 近来现场推行品管圈活动, 提出卷取方法的改善对策, 认为可降低不良率。制造课长欲了解改变卷取方法后的不良率是否有降低, 故由改变方法后的制造中, 随机抽取 167 个样本, 其中发现 8 个不良品。试问卷取方法改变后不良率是否降低?

图表 1-104



〔解〕

步骤 1: 设立假设

$$H_0: p = p_0 (= 0.09)$$

$$H_1: p < p_0 (= 0.09) \text{ (单边检定)}$$

步骤 2: 计算统计量

$$np_0 = 167 \times 0.09 = 15.03 > 5$$

而 $p_0 < 0.5$, 故可用近似常态分配来检定

$$\begin{aligned} u_0 &= -\frac{x - np_0}{\sqrt{np_0(1-p_0)}} \\ &= \frac{8 - 15.03}{\sqrt{15.03 \times (1 - 0.09)}} \\ &= \frac{-7.03}{\sqrt{13.6773}} \\ &= \frac{-7.03}{3.6982} \\ &= -1.90 \end{aligned}$$

步骤 3: 由常态分配表求 $u(\alpha) = u(0.05) = 1.645$

因是左尾, 故为 -1.645 。

步骤 4: 判定

$$\because u_0 < -u(\alpha)$$

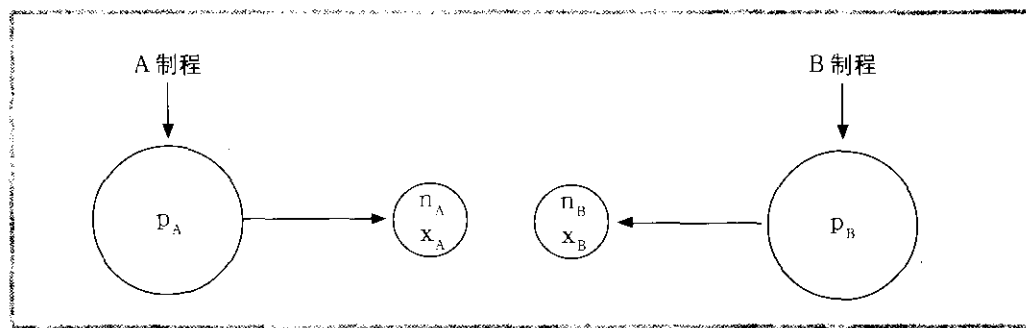
\therefore 否定 H_0 承认 H_1

结论: 在有意水准 5% 下, 卷取方法改变后制程不良率确实有降低。

(三) 母不良率差的检定

例如用 A、B 两种制造方法生产制品，如果想知道这两种方法所生产的制程不良率是否不同，一般是从两种方法所生产的制品里，各别随机抽取 n_A 、 n_B 个样本，检查各别的不良品数 x_A 、 x_B 个，根据此数据，检定其制程母不良率是否有不同。

图表 1-105



- x_A 属于二项分配，可近似为 $\mu_A = n_A p_A$, $\sigma_A = \sqrt{n_A p_A (1-p_A)}$ 的常态分配；
- x_B 属于二项分配，可近似为 $\mu_B = n_B p_B$, $\sigma_B = \sqrt{n_B p_B (1-p_B)}$ 的常态分配；
- $p_A = \frac{x_A}{n_A}$ 可近似地属于 $\mu_A = p_A$, $\sigma_A = \sqrt{\frac{p_A(1-p_A)}{n_A}}$ 的常态分配；
- $p_B = \frac{x_B}{n_B}$ 可近似地属于 $\mu_B = p_B$, $\sigma_B = \sqrt{\frac{p_B(1-p_B)}{n_B}}$ 的常态分配；
- $(p_A - p_B)$ 可近似地属于 $\mu = p_A - p_B$, $\sigma = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2} = \sqrt{\frac{p_A(1-p_A)}{n_A} + \frac{p_B(1-p_B)}{n_B}}$ 的常态分配；

的常态分配；

$$\therefore u = \frac{(p_A - p_B) - (p_A - p_B)}{\sqrt{\frac{p_A(1-p_A)}{n_A} + \frac{p_B(1-p_B)}{n_B}}} \text{ 属于 } N(0, 1^2) \text{ 的常态分配}$$

$H_0 : p_A = p_B$

$H_1 : p_A \neq p_B$

求统计量 $u_0 = \frac{(p_A - p_B) - (p_A - p_B)}{\sqrt{\frac{p_A(1-p_A)}{n_A} + \frac{p_B(1-p_B)}{n_B}}}$

$\because p_A = p_B = p$

$\therefore u_0 = \frac{p_A - p_B}{\sqrt{p(1-p)(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B})}}$

但 $p = \frac{x_A + x_B}{n_A + n_B}$

则 $|u_0| \geq u(\frac{\alpha}{2})$, 否定 H_0 承认 H_1

$|u_0| < u(\frac{\alpha}{2})$, 不能否定 H_0

范例 1-46:

为调查 A、B 两种铸造方法所制造的铸物，其制程母不良率是否不同，而从 A、B 两种铸造方法所生产的铸物里分别检查不良情形，其结果如图表 1-106。试问两者制程不良率是否不同？

图表 1-106

铸造方法	检查数	不良品数
A 法	1 100	133
B 法	800	49

〔解〕

步骤 1: 设立假设

$$H_0: p_A = p_B$$

$$H_1: p_A \neq p_B$$

步骤2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.01$$

步骤3: 推定母不良率

$$\hat{p} = \frac{x_A + x_B}{n_A + n_B} = \frac{133 + 49}{1100 + 800} = 0.096$$

步骤4: 计算 u_0 值

$$\begin{aligned} u_0 &= \frac{\frac{x_A}{n_A} - \frac{x_B}{n_B}}{\sqrt{p(1-p)\left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}\right)}} \\ &= \frac{\frac{133}{1100} - \frac{49}{800}}{\sqrt{0.096 \times 0.904 \left(\frac{1}{1100} + \frac{1}{800}\right)}} \\ &= \frac{0.060}{0.014} \\ &= 4.29 \end{aligned}$$

$$\text{步骤5: 求 } u = \left(\frac{\alpha}{2}\right) = u\left(\frac{0.01}{2}\right) = 2.58$$

步骤6: 判定

$$|u_0| > u\left(\frac{\alpha}{2}\right), \text{ 故否定 } H_0 \text{ 承认 } H_1。$$

结论: 在有意水准 1% 下, A、B 两铸造方法所制造铸件其制程母不良率不同。

范例 1-47:

某汽车零件制造工厂, 为调查 A、B 两机台所车削的物件的不良率是否不同, 分

别检查 A、B 两机台所生产的不良情形，其结果如图表 1-107。试问两者的制程母不良率是否不同？

图表 1-107

机台	检查数	不良品数
A	650	40
B	400	25

〔解〕

步骤 1: 设立假设

$$H_0: p_A = p_B$$

$$H_1: p_A \neq p_B$$

步骤 2: 决定冒险率

$$\alpha = 1\%$$

步骤 3: 推定母不良率

$$\hat{p} = \frac{x_A + x_B}{n_A + n_B} = \frac{40 + 25}{650 + 400} = 0.0619$$

步骤 4: 计算 u_0 的值

$$u_0 = \frac{\frac{x_A}{n_A} - \frac{x_B}{n_B}}{\sqrt{p(1-p)\left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}\right)}}$$

$$= \frac{\frac{40}{650} - \frac{25}{400}}{\sqrt{0.0619 \times 0.9381 \left(\frac{1}{650} + \frac{1}{400}\right)}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{-0.00096}{0.0153166} \\
 &= -0.062577
 \end{aligned}$$

步骤5:由常态分配表求 $u = \left(\frac{\alpha}{2}\right) = u\left(\frac{0.01}{2}\right) = 2.58$

步骤6: $|u_0| < u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, 故不能否定 H_0 。

结论:在有意水准 1% 下, A、B 两机台所车削的物件其制程不良率不能说有不同。

(四) 母缺点数的检定

例如过去的制造方法所生产的制品, 每单位缺点数为 m_0 , 制造方法改变后, 如果想知道制造方法改变后制程母缺点数 m 有无改变时, 一般是从制造方法改变后所生产的制品里随机检查 n 个制品, 检定制程母缺点数是否有改变。

x 属于卜氏分配, 如果 $m \geq 5$ 时, 此卜氏分配可近似为 $N(\mu = m, \sigma = \sqrt{m})$ 的常态分配。

$\therefore u = \frac{x - m}{\sqrt{m}}$ 属于 $N(0, 1^2)$ 的常态分配。

$$H_0: m = m_0$$

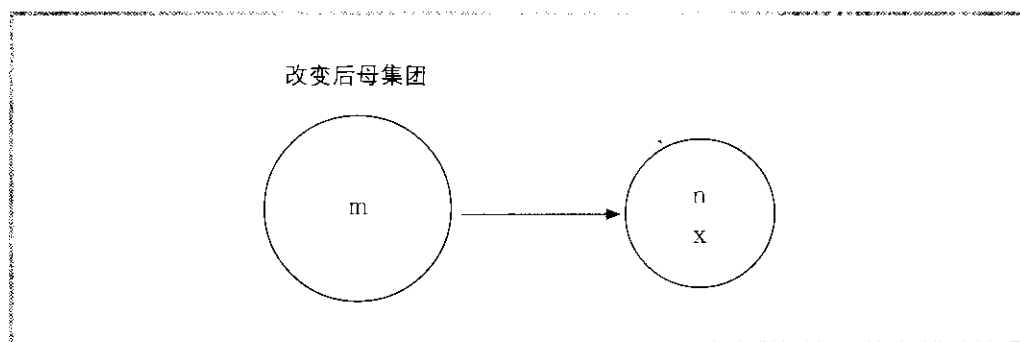
$$H_1: m \neq m_0$$

$$\text{统计量 } u_0 = \frac{x - m_0}{\sqrt{m_0}}$$

则 $|u_0| \geq u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 时, 否定 H_0 承认 H_1

$|u_0| < u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 时, 不能否定 H_0

图表 1-108



范例 1-48:

某织布工厂的整经工程, 过去平均每 10 000yds 有断纱 28.3 次, 今调态机器, 使卷取速度转快, 之后检查 10 000yds 发现断纱 35 次。试问调整机器, 使卷取速度转快后, 制程断头次数是否与过去的制程断头次数不同?

〔解〕

步骤 1: 设立假设

$$H_0: m = m_0 (= 28.3)$$

$$H_1: m \neq m_0 (= 28.3)$$

步骤 2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.05$$

步骤 3: 计算统计量

$$u_0 = \frac{x - m_0}{\sqrt{m_0}} = \frac{35 - 28.3}{\sqrt{28.3}} = 1.26$$

$$\text{步骤 4: 求 } u\left(\frac{\alpha}{2}\right) = u\left(\frac{0.05}{2}\right) = 1.96$$

步骤 5: 判定

$\therefore u_0 < u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, 故不能否定 H_0 。

结论:在有意水准 5% 下, 不能判定调整机械卷取速度转快后, 制程断头次数与过去不同。

范例 1-49:

某钢管家具制造工厂的电镀工程过去平均每 1 立方厘米有 12 处刮痕, 经工程师研究结果, 改变电镀方法, 今从改变电镀方法所生产的电镀制品中检查刮痕, 发现每 1 立方厘米中有 6 处刮痕。试问此工程师所提出的电镀方法的改善案是否可判定有效?

[解]

步骤 1: $H_0: m = m_0 (= 12)$

步骤 2: $H_1: m < m_0 (= 12)$

步骤 3: $\alpha = 0.05$

步骤 4: 求统计量

$$u_0 = \frac{\bar{x} - m_0}{\sqrt{m_0}} = \frac{6 - 12}{\sqrt{12}} = \frac{-6}{3.46} = -1.73$$

步骤 5: 求 $u(\alpha) = u(0.05) = 1.645$

步骤 6: 判定

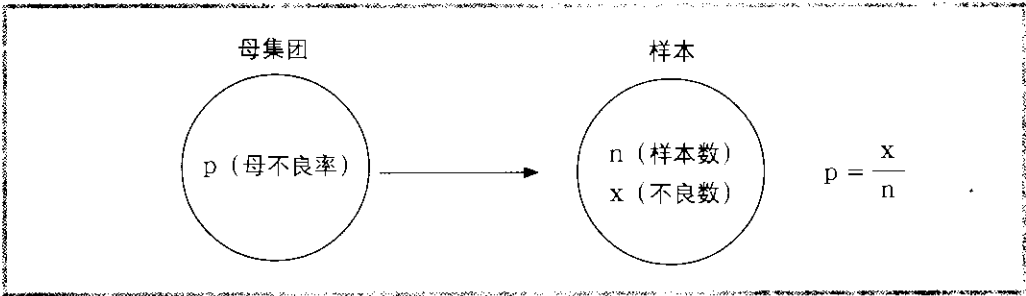
$\therefore u_0 < -u(0.05)$, 故否定 H_0 承认 H_1 。

结论:在有意水准 5% 下, 电镀方法改变后, 制程刮痕有减少, 故可判定此改善有效。

七、计数值的推定

(一) 母不良率的区间推定

图表 1-109



不良率 p 虽属于二项分配, 但 $np > 5$, $p \leq 0.5$ 时可近似为 $N(\mu = p, \sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}})$ 的常态分配。

故推定母不良率 \hat{p} 在信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限为:

$$p(\text{上限}) = p + u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$p(\text{下限}) = p - u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

范例 1-50:

某铸铁工场已经知道铸铁方法变更后, 不良率也变更。今在制程中检查 80 个制品, 发现其中有 6 个不良品。试推定铸铁方法变更后的制程不良率信赖度 95% 的信赖界限。

〔解〕

因 $np > 5$, 故可用近似常态分配求信赖界限。

步骤 1: 求 p

$$p = \frac{x}{n} = \frac{6}{80} = 0.075$$

步骤 2: 求 $u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$

$$u\left(\frac{\alpha}{2}\right) = u\left(\frac{0.05}{2}\right) = 1.96$$

步骤 3: 求信赖界限

$$\begin{aligned} p(\text{上限}) &= p + u\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \\ &= 0.075 + 1.96 \sqrt{\frac{0.075(1-0.075)}{80}} \\ &= 0.075 + 1.96 \times 0.0295 \\ &= 0.075 + 0.058 \\ &= 0.133 \\ p(\text{下限}) &= p - u\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0.075 - 0.058 = 0.017 \end{aligned}$$

故不良率在信赖度 95% 下的信赖界限为 0.017 ~ 0.133。

范例 1-51:

某灯泡工厂变更喇叭工程的操作方法后, 其不良率亦变更, 150 个制品中发现 9 个不良品。试推定此制程的母不良率, 在信赖度 95% 的信赖界限。

〔解〕

因 $np > 5$, 故可近似常态分配求信赖界限。

步骤 1: 求 p

$$p = \frac{x}{n} = \frac{9}{150} = 0.06$$

步骤 2: 求 $u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$

$$u\left(\frac{\alpha}{2}\right)=u\left(\frac{0.05}{2}\right)=1.96$$

步骤 3:求信赖界限

$$\begin{aligned} p\left(\text{上限}\right) &= p+u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{\frac{p\left(1-p\right)}{n}} \\ &= 0.06+1.96\sqrt{\frac{0.06\times\left(1-0.06\right)}{150}} \\ &= 0.098 \\ p\left(\text{下限}\right) &= p-u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{\frac{p\left(1-p\right)}{n}}=0.06-0.038=0.022 \end{aligned}$$

故不良率的信赖度 95% 的信赖界限为 0.022~0.098。

（二）母不良率差的推定

样本数充分大（一般是 $n \geq 30$ ），并且各别的不良个数大于 5 时，可以近似为常态分配。

今有 A、B 两个群体，其样本的大小各为 n_A 、 n_B ，不良数各为 x_A 、 x_B ，则两者的不良率为 $p_A = \frac{x_A}{n_A}$ 、 $p_B = \frac{x_B}{n_B}$ ，而 A、B 母不良率差的信赖度 $(1-\alpha)$ 的信赖界限为：

$$\begin{aligned} p_U &= \left(p_A-p_B\right)+u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{\frac{p_A\left(1-p_A\right)}{n_A}+\frac{p_B\left(1-p_B\right)}{n_B}} \\ p_L &= \left(p_A-p_B\right)-u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{\frac{p_A\left(1-p_A\right)}{n_A}+\frac{p_B\left(1-p_B\right)}{n_B}} \end{aligned}$$

范例 1-52：

A、B 两台机械所生产的制品，检查结果如图表 1-100 所示。试问 A、B 两台机械间所生产制品不良率是否不同？若不同时，其差有多大？（95% 的信赖区间）

图表 1-110

项 目	A	B
合 格	170	94
不合格	30	6
计	200	100

〔解〕

(1) 检定

步骤 1: 设立假设

$$H_0: p_A = p_B$$

$$H_1: p_A \neq p_B$$

步骤 2: 决定冒险率 α

$$\alpha = 0.05$$

步骤 3: 求算 p

$$p = \frac{6 + 30}{100 + 200} = \frac{36}{300} = 0.12$$

步骤 4: 计算统计量

$$u_0 = \frac{\frac{30}{200} - \frac{6}{100}}{\sqrt{0.12(1-0.12)\left(\frac{1}{100} + \frac{1}{200}\right)}} = 2.26$$

$$\text{步骤 5: } u\left(\frac{\alpha}{2}\right) = u\left(\frac{0.05}{2}\right) = 1.96$$

$$\text{步骤 6: } u_0 > u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

故有意水准 5% 下, 可判断两者的不良率有差异。

(2) 推定

步骤 1:

$$p_A = \frac{30}{200} = 0.15$$

$$p_B = \frac{6}{100} = 0.06$$

$$\begin{aligned} \text{故 } p(\text{上限}) &= (0.15 - 0.06) + 1.96 \sqrt{\frac{0.15 \times (1 - 0.15)}{200} + \frac{0.06 \times (1 - 0.06)}{100}} \\ &= 0.158 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p(\text{下限}) &= (0.15 - 0.06) - 1.96 \sqrt{\frac{0.15 \times (1 - 0.15)}{200} + \frac{0.06 \times (1 - 0.06)}{100}} \\ &= 0.09 - 0.068 \\ &= 0.022 \end{aligned}$$

结论:故判定 A、B 两机械的母不良率之间有差异，其差为 2.2% ~ 15.8%。

范例 1-53:

某织布工厂，使用两种类型的机台织造布匹，其制品检查结果如图表 1-111。试问此两种类型的机台间所织布匹的不良率是否不同？

图表 1-111

机台型别	A 型	B 型
检查数	153	296
不合格数	6	24

〔解〕

(1) 检定

步骤 1: 设立假设

$$H_0: p_A = p_B$$

$$H_1: p_A \neq p_B$$

步骤 2: 决定冒险率 α

$$\alpha = 5\%$$

步骤3: 求算 p

$$p = \frac{24 + 6}{153 + 296} = \frac{30}{449} = 0.0668$$

步骤4: 计算统计量

$$\begin{aligned} u_0 &= \frac{\frac{6}{153} - \frac{24}{296}}{\sqrt{0.0668(1-0.0668)\left(\frac{1}{153} + \frac{1}{296}\right)}} \\ &= \frac{-0.042}{0.0249} = -1.69 \end{aligned}$$

$$\text{步骤5 求: } u\left(\frac{\alpha}{2}\right) = u\left(\frac{0.05}{2}\right) = 1.96$$

步骤6: 判定

$$\because |u_0| < u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

\therefore 不能否定 H_0

故有意水准 5% 下, 不能否认两型机台母不良率间有差异。

(三) 母缺点数的推定

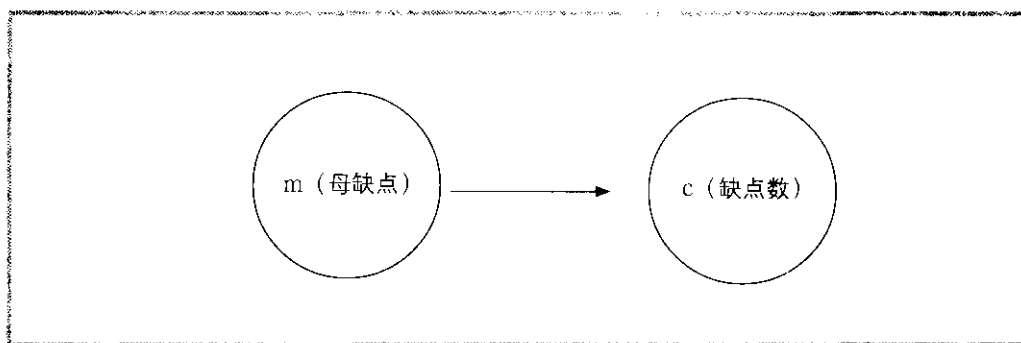
缺点数 c_i 虽属于卜氏分配, 但 $m \geq 5$ 时可近似为 $N(\mu = m, \sigma = \sqrt{m})$ 的常态分配。

故推定母缺点数 m 在信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限为:

$$m(\text{上限}) = c + u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{c}$$

$$m(\text{下限}) = c - u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{c}$$

图表 1-112



范例 1-54:

某玻璃制造工厂，过去其玻璃成品平均每 100 平方厘米有 36 个气泡，制造课长为降低气泡缺点，研究改进新的制造方法，经实验新方法先生产 500 个玻璃制品，发现每 100 平方厘米平均有 19 个气泡。试问此新制造方法是否使气泡缺点减少？若有改善，试问采用新制造方法生产时，其制程平均每 100 平方厘米，玻璃成品中将有气泡若干？

〔解〕

(1) 检定

步骤 1: 设立假设

$$H_0: m = m_0$$

$$H_1: m < m_0$$

步骤 2: 决定冒险率 α

$$\alpha = 0.05$$

步骤 3: 计算统计量

$$c = 19, m_0 = 36$$

$$\therefore u_0 = \frac{c - m_0}{\sqrt{m_0}} = \frac{19 - 36}{\sqrt{36}} = -2.83$$

步骤4:求 $u(\alpha) = u(0.05) = 1.645$

步骤5:判定

$u_0 < (\alpha)$, 故否定 H_0 承认 H_1

故在有意水准 5% 下, 判定其气泡缺点有改进。

(2) 推定

步骤1:

$$\begin{aligned} m(\text{上限}) &= c + u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{c} \\ &= 19 + 1.96\sqrt{19} \\ &= 27.54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{下限}) &= c - u\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sqrt{c} \\ &= 19 - 1.96\sqrt{19} \\ &= 10.46 \end{aligned}$$

故采用新方法制造时, 其制程平均每 100 平方厘米玻璃成品中将有气泡 10.46 ~ 27.54 个 (信赖度 95%)。

八、相关与回归

如果知道合金的硬度与某成分之间有关系时，则不必一一分析制品的成分，只要测定制品的硬度，就可推定其成分。或利用反应温度与收量之间的关系，就可以制定适当的作业标准。

如果一种测定值连续变化时，另一种测定值亦随之连续变化，那么这两种特性值一般谓之有相关关系。

知道两种测定值之间有关系以后，进而把其间的关系用关系式表示，则根据关系式所画出的线谓之回归直线。

（一）散布图

要调查 X 与 Y 两种特性值之间的关系时，有一种很简单的方法就是散布图。

1. 散布图的作法

步骤 1: 先调查两组数据是否有关系，然后搜集 50 ~ 100 组数据整理到数据表上 (数据太少时易发生错误判断)。

步骤 2: 在横轴及纵轴上，点上尺度。

横轴愈向右，其值愈大；纵轴愈向上，其值愈大。

步骤 3: 把数据点到坐标上。

两点数据重复在同一点上时，点上两重圆记号◎；

三点数据重复在同一点上时，点上三重圆记号◎。

范例 1-55:

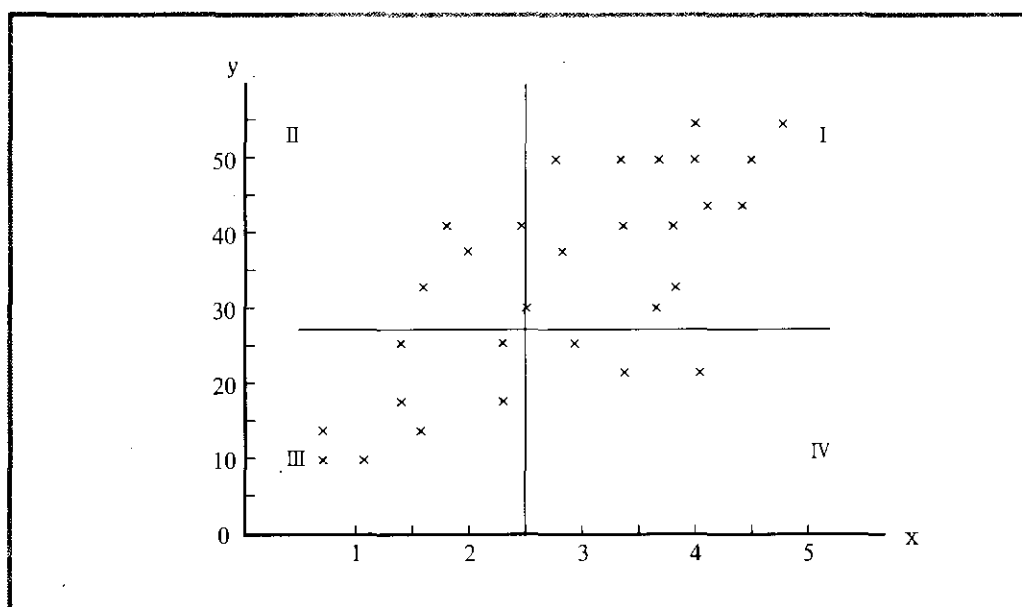
根据图表 1-122 的材料的成分 (%) 及硬度之间的数据，画出散布图。

图表 1-113

样本号码	X	Y	样本号码	X	Y	样本号码	X	Y
1	0.8	12	11	2.3	19	21	3.5	23
2	0.9	16	12	2.5	30	22	3.8	38
3	1.2	12	13	2.5	40	23	3.8	50
4	1.4	20	14	2.8	25	24	3.9	33
5	1.5	25	15	2.9	35	25	4.0	40
6	1.7	15	16	2.9	48	26	4.0	55
7	1.8	33	17	3.0	23	27	4.2	49
8	1.9	44	18	3.2	30	28	4.4	40
9	2.1	30	19	3.3	40	29	4.5	50
10	2.1	35	20	3.4	46	30	4.7	55

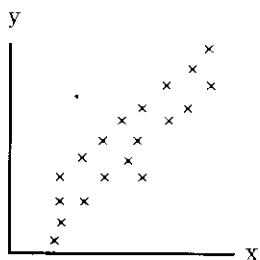
〔解〕

图表 1-114

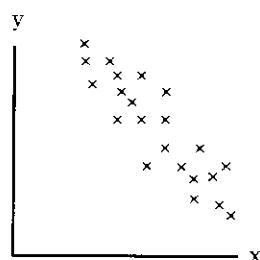


2. 散布图的看法

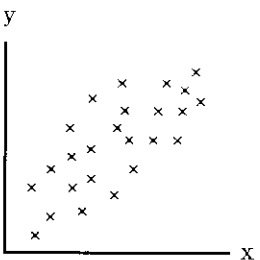
图表 1-115



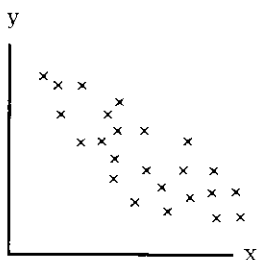
X 增大时, Y 也随之增大, 典型的正相关



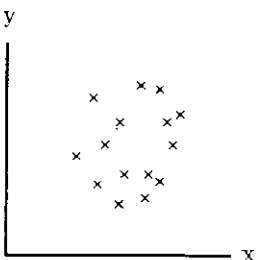
X 增大时, Y 反而减小, 典型的负相关



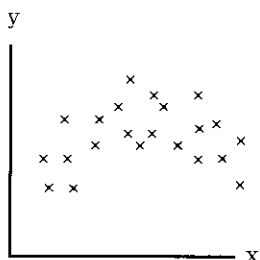
X 增大时, Y 也随之增大, 非极显著的正相关



X 增大时, Y 反而减小, 非极显著的负相关



X 与 Y 之间看不出有何关系



X 开始增大时, Y 也随之增大, 但达到某一值以后, 则 X 增大时, Y 却减小

(二) 相关系数

1. 相关系数 r 的意义

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx)S(yy)}}$$

$$\text{但 } S(xy) = \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) = \sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}$$

$$S(xx) = \sum (x - \bar{x})^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$$

$$S(yy) = \sum (y - \bar{y})^2 = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

相关系数 r 在 -1 到 1 之间, 即: $-1 \leq r \leq 1$ 。

故 X 增大, Y 亦增大时, $r > 0$, X 、 Y 之间有正相关。

当 X 增大, Y 减小时, $r < 0$, X 、 Y 之间有负相关。

2. 相关系数 r 的计算

步骤 1: 变数变换

$$X = (x - x_0)h$$

$$Y = (y - y_0)k$$

步骤 2: 计算 X 、 Y 、 X^2 、 Y^2 、 XY 值

步骤 3: 求 $S(XX)$ 、 $S(YY)$ 、 $S(XY)$

$$S(XX) = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$S(YY) = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$S(XY) = \Sigma XY - \frac{\Sigma Y \Sigma Y}{n}$$

步骤4:求相关系数 r

$$r = \frac{S(XY)}{\sqrt{S(XX)S(YY)}}$$

范例 1-56:

求图表 1-114, 图表 1-115 的相关系数。

[解]

步骤1:变数变换

$$X = (x - 3) \times 10 \quad Y = y - 30$$

步骤2:计算 X、Y、X²、Y²、XY 值

(参照图表 1-116 的相关系数表)

$$n = 30$$

$$\Sigma X = -50 \quad \Sigma Y = 107$$

$$\Sigma X^2 = 3\,748 \quad \Sigma Y^2 = 5\,061$$

$$\Sigma XY = 3\,020$$

步骤3:求 S(XX)、S(YY)、S(XY)

$$S(XX) = 3\,748 - \frac{(-50)^2}{30} = 3\,664.7$$

$$S(YY) = 5\,061 - \frac{107^2}{30} = 4\,679.4$$

$$S(XY) = 3\,020 - \frac{-50 \times 107}{30} = 3\,198.3$$

步骤4:求相关系数 r

$$r = \frac{31\ 983}{\sqrt{3664.7 \times 46794}} = 0.772$$

图表 1-116 相关系数计算表

试料号码	X	Y	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	0.8	12	-22	-18	484	324	396
2	0.9	16	-21	-14	441	196	294
3	1.2	12	-18	-18	324	324	324
4	1.4	20	-16	-10	256	100	160
5	1.5	25	-15	-5	225	25	75
6	1.7	15	-13	-15	169	225	195
7	1.8	33	-12	3	144	9	-36
8	1.9	40	-11	10	121	100	-110
9	2.1	30	-9	0	81	0	0
10	2.1	35	-9	5	81	25	-45
11	2.3	19	-7	-11	49	121	77
12	2.5	30	-5	0	25	0	0
13	2.5	40	-5	10	25	100	-50
14	2.8	25	-2	-5	4	25	10
15	2.9	35	-1	5	1	25	-5
16	2.9	48	-1	18	1	324	-18
17	3.0	23	0	-7	0	49	0
18	3.2	30	2	0	4	0	0
19	3.3	40	3	10	9	100	30
20	3.4	46	4	16	16	256	64
21	3.5	23	5	-7	25	49	-35
22	3.8	38	8	8	64	64	64
23	3.8	50	8	20	64	400	160
24	3.9	33	9	3	81	9	27
25	4.0	40	10	10	100	100	100
26	4.0	55	10	25	100	625	250
27	4.2	49	12	19	144	361	228
28	4.4	40	14	10	196	100	140
29	4.5	50	15	20	225	400	300
30	4.7	55	17	25	289	625	425
计	-	-	Σ X = -50	Σ Y = 107	Σ X ² = 3 748	Σ Y ² = 5 061	Σ XY = 3 020

(三) 相关系数的检定

由测定值所计算而求得的相关系数 r 与样本平均、样本变异同样是一种统计量，是样本相关系数，所以虽然 $|r|$ 非常接近于 1，也不能说 X 与 Y 之间有高度的相关关系。同样的， $|r|$ 非常接近 0 时，也不能断定 X 、 Y 之间没有相关关系存在，但我们可以根据样本相关关系来检定母集团有无相关关系，或推定母集团的相关关系的程度。

1. 样本相关系数的分配

设 X 、 Y 都属于常态分配，即二元常态分配的母集团，而其母相关系数为 ρ 。

从这母集团中随机抽取 n 个样本，则其样本相关系数的分配为：

(1) $n \geq 100$ ， $|\rho| \leq 0.6$ 时 r 可近似地属于

平均值 $E(r) = \rho$

标准差 $D(r) = \frac{1-\rho^2}{\sqrt{n-1}}$ 的常态分配

$\rho = 0$ 时， r 可近似地属于

平均值 $E(r) = 0$

标准差 $D(r) = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$ 的常态分配

变数变换（规格化），使

$$u = \frac{r - 0}{\frac{1}{\sqrt{n-1}}} = r \sqrt{n-1} \text{ 时}$$

可近似地属于 $N(0, 1)$ 的常态分配

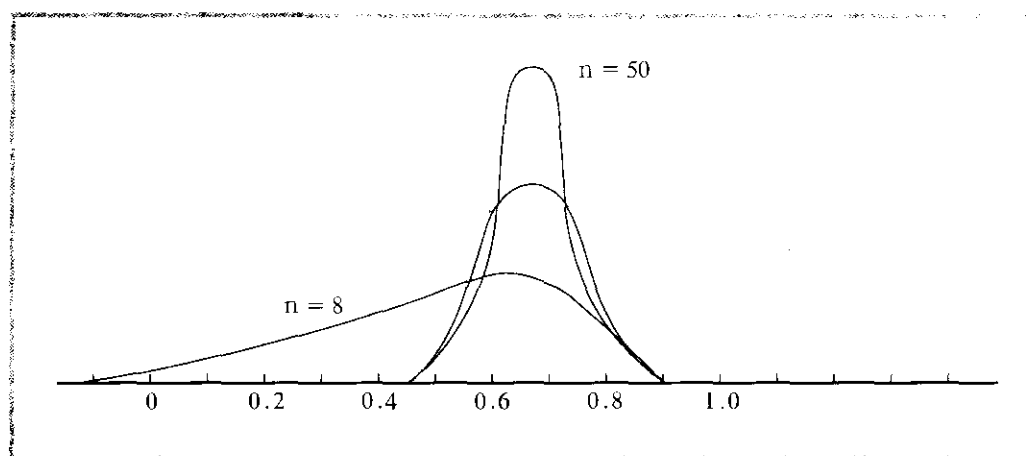
(2) 但 $n < 100$ ， $\rho = 0$ 时， r 一般是属于平均值为 0，两边对称的非常态分配。

即 $t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$ 属于自由度 $\phi = n-2$ 的 t 分配。

表即利用这关系计算而得者。可利用 r 表作相关关系的检定。

(3) $|\rho|$ 接近 1 时, n 小时的分配会离常态分配很远, 如图表 1-117。

图表 1-117



但若设 $Z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}$, 则 Z 可用平均值 $E(Z) = \frac{1}{2} \ln \frac{1+\rho}{1-\rho} + \frac{\rho}{2(n-1)}$, 标准差 $D(Z) = \frac{1}{\sqrt{n-3}}$ 的常态分配来处理。

变数变换使 $u = [Z - E(Z)]\sqrt{n-3}$, u 可属于 $N(0, 1)$ 的常态分配。

2. 无相关检定

检定 X 、 Y 之间是否没有相关关系。

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

从样本计算所得 r_0 的值与 r 表的 $r(\phi, \alpha)$ 比较。

$|r_0| \geq r(\phi, \alpha)$, 则放弃 H_0 , 承认 X 、 Y 之间有相关关系。

范例 1-57:

从某制品随机地抽取样本数 $n = 30$ 个, 求出其相关系数为 $r = 0.772$, 试检定此

图表 1-118 r 表

ϕ \ α	0.05	0.01
10	0.576	0.708
11	0.553	0.684
12	0.532	0.661
13	0.514	0.641
14	0.497	0.623
15	0.482	0.606
16	0.468	0.590
17	0.456	0.575
18	0.444	0.561
19	0.433	0.549
20	0.423	0.537
25	0.381	0.487
30	0.349	0.449
35	0.325	0.418
40	0.304	0.393
50	0.273	0.354
60	0.250	0.325
70	0.232	0.302
80	0.217	0.283
90	0.205	0.267
100	0.195	0.254

材料的某成分与硬度之间有否相关关系。

〔解〕

步骤 1: 设立假设

$$H_0: \rho = 0 \quad H_1: \rho \neq 0$$

步骤 2: 决定冒险率

$$\alpha = 0.05$$

步骤3:求相关系数 r

$$r = 0.772$$

步骤4:检定

$$(1) \text{ 自由度 } \phi = n - 2 = 30 - 2 = 28$$

(2) 从 r 表查出

$$r(\phi, \alpha) = r(28, 0.05)$$

$$r(25, 0.05) = 0.3809$$

$$(3) r_0 = 0.772 > 0.3809 = r(25, 0.05) > r(28, 0.05)$$

故否定 H_0 , 承认 X 与 Y 之间有相关关系。

(四) 母相关系数的推定

求母相关系数 ρ 的或然率 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限时

$$(1) r \rightarrow Z$$

$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}$, 可直接查 Z 变换图表 (图表 1-119) 而求得 ($r \rightarrow Z$)。

(2) Z 的母数的信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限为

$$\text{上限: } Z_u = Z + u\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

$$\text{下限: } Z_L = Z - u\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

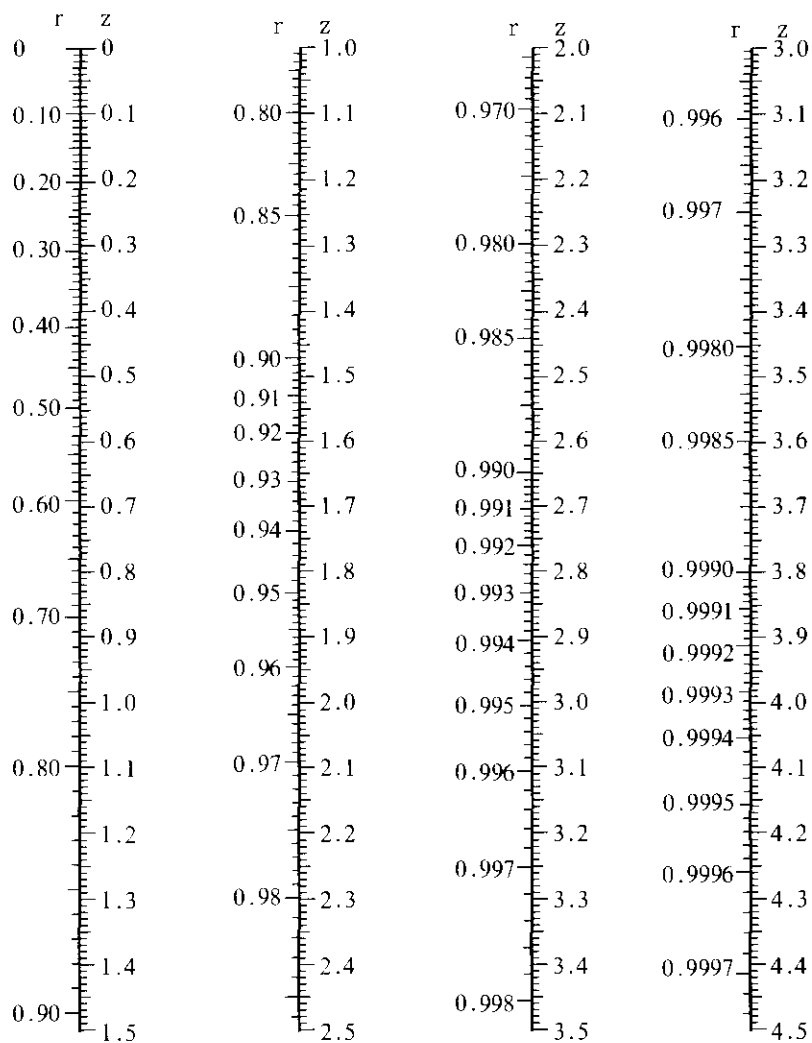
但 $u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 为常态分配的两侧 $\frac{\alpha}{2}$ 的 u 值。

(3) 母相关系数 ρ 的信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限, 由 Z 变换表直接查得 ($Z \rightarrow r$)

$$\rho_u \leftarrow Z_u$$

图表 1-119 变换图表

$$z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r} = \tanh^{-1} r, \quad r = \tanh z$$



$$\rho_{L_1} \leftarrow Z_{L_1}$$

范例 1-58:

试推定范例 1-60 的信赖度 95% 的母相关系数的信赖界限。

〔解〕

步骤 1: 求 Z 值

$$r = 0.772, \text{ 查表得 } Z = 1.023$$

步骤 2: 求 $u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ 值

$$1 - \alpha = 0.95 \quad \alpha = 0.05$$

$$u\left(\frac{0.05}{2}\right) = 1.96$$

步骤 3: 求母相关系数 (Z 变换值) 的信赖界限

$$Z \pm \frac{1.96}{\sqrt{n-3}} = 1.023 \pm \frac{1.96}{\sqrt{30-3}}$$

$$\text{故上限} = 1.400$$

$$\text{下限} = 0.568$$

步骤 4: 信赖度 95% 的母相关系数 ρ 的信赖界限

$$\rho_{\text{上限}} = 0.885$$

$$\rho_{\text{下限}} = 0.510$$

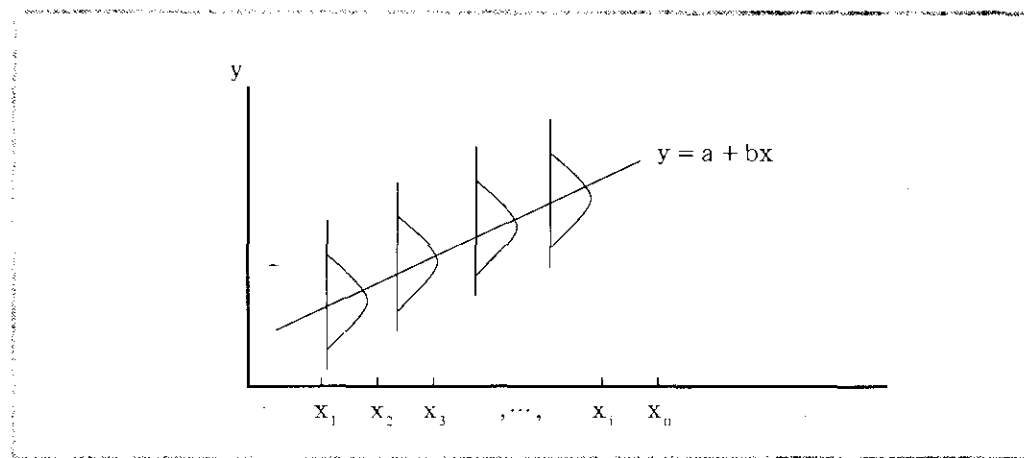
(五) 回归

由上节的检定, 如果知道某制品的 A 材料成分与硬度之间有相关关系时, 进一步希望制造某硬度的制品时, 则 A 材料的成分应该采用多少, 这问题只要推定其回归式即可解决。

1. 回归直线

设 x 为指定变数, y 为变量。若指定 x 为 $x_1, x_2, x_3 \cdots x_n$ 时, 如图表 1-120, 对各 x 水准的 y 值都会形成分配, 但以下只对其标准差都相等而平均值随直线变化的加以检讨。

图表 1-120



今设直线为 $y = a + bx$, a, b 可利用最小平方法的原理求得, 即测定值 y_i 减去 $a + bx_i$ 的平方和为 $Q = \sum (y_i - a - bx_i)^2$, 求使 Q 最小时的 a, b , 就可使所推定的直线误差最小, 要使 a 最小, 可利用最小平方方法即求得 $\frac{\partial Q}{\partial a} = 0, \frac{\partial Q}{\partial b} = 0$ 。

由此得:

$$\sum y_i = na + b \sum x_i$$

$$\sum x_i y_i = a \sum x_i + b \sum x_i^2$$

解之可得:

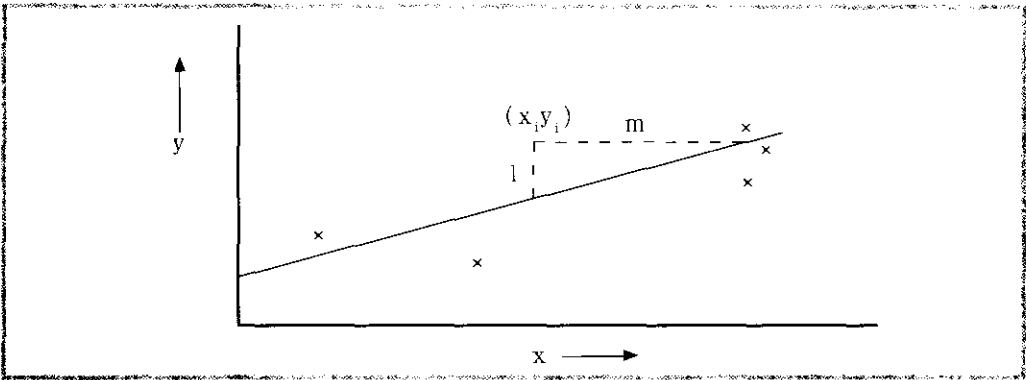
$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{S(xy)}{S(xx)}$$

a 值即 $x = 0$ 时的 Y 值，所以称 a 值为截距；
b 值即表示回归线的斜度，所以称 b 值为回归系数。

以上所求回归线，是如图表 1-121 所示，自点 (x_i, y_i) 至回归线的垂直距离 l 的平方之和为最小时所求得者，所以这种回归线，称为 x 的 y 的回归线 (Regression of y Upon x)。

图表 1-121



取 m 的平方和为最小时，所求得回归线，称为 y 的 x 的回归线。
即 $x = a' + b' y$

范例 1-59:

图表 1-122 为表示某制品制造时，某辅料的量 x (gr) 与生成物的收量 y (gr) 的关系，试求 x 的 y 的回归直线。

〔解〕

步骤 1: 变数变换

$$X = (x - 5) \times 10 \qquad Y = y - 60$$

步骤 2: 计算 X、Y、X²、Y²、XY 值

(参照图表 1-123 的相关系数表)



图表 1-122

试料番号	x	y	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	1.3	40	-37	-20	1 369	400	740
2	1.5	30	-35	30	1 225	900	1 050
3	2.0	35	-30	-25	900	625	750
4	2.2	50	-28	10	784	100	280
5	2.8	62	22	2	484	4	-44
6	2.9	55	-21	-5	441	25	105
7	3.0	35	-20	-25	400	625	500
8	3.4	50	-16	-10	256	100	160
9	3.5	66	-15	6	225	36	-90
10	3.9	49	-11	11	121	121	121
11	4.2	56	-8	-4	64	16	32
12	4.3	66	-7	6	49	36	-42
13	4.5	44	-5	-16	25	256	80
14	4.9	66	-1	6	1	36	-6
15	5.0	87	0	27	0	729	0
16	5.1	57	1	-3	1	9	-3
17	5.3	66	3	6	9	36	18
18	5.3	75	3	15	9	225	45
19	5.5	71	5	11	25	121	55
20	5.8	62	8	2	64	4	16
21	6.2	55	12	-5	144	25	-60
22	6.6	68	16	8	256	64	128
23	6.8	75	18	15	324	225	270
24	7.0	83	20	23	400	529	460
25	7.2	52	22	-8	484	64	-176
26	7.6	72	26	12	676	144	312
27	8.5	83	35	23	1 225	529	805
28	8.8	94	38	34	1 444	1 156	1 292
29	9.1	64	41	4	1 681	16	164
30	9.2	71	42	11	1 764	121	462
计	-	-	$\Sigma X = 34$	$\Sigma Y = 39$	$\Sigma X^2 = 14 850$	$\Sigma Y^2 = 7 277$	$\Sigma XY = 7 424$

$$\begin{aligned}
 n &= 30 & \Sigma X &= 34 & \Sigma Y &= 39 \\
 \Sigma X^2 &= 14\ 850 & \Sigma Y^2 &= 7\ 277 \\
 \Sigma XY &= 7\ 424
 \end{aligned}$$

步骤3:求 $S(XX)$ 、 $S(YY)$ 、 $S(XY)$

$$S(XX) = 14\ 850 - \frac{34^2}{30} = 14\ 811.5$$

$$S(YY) = 7\ 277 - \frac{39^2}{30} = 7\ 226.3$$

$$S(XY) = 7\ 424 - \frac{34 \times 39}{30} = 7\ 379.8$$

步骤4:求 $S(xx)$ 、 $S(yy)$ 、 $S(xy)$

$$S(xx) = \frac{1}{10^2} S(XX) = \frac{1}{100} \times 14\ 811.5 = 148.115$$

$$S(yy) = \frac{1}{1^2} S(YY) = S(YY) = 7\ 226.3$$

$$S(xy) = \frac{1}{10} S(XY) = \frac{1}{10} \times 7\ 379.8 = 737.98$$

步骤5:求回归系数 b

$$b = \frac{S(xy)}{S(xx)} = \frac{737.98}{148.116} = 4.982$$

步骤6:求 \bar{x} 、 \bar{y}

$$\bar{x} = 5 + \frac{34}{30} \times \frac{1}{10} = 5.113$$

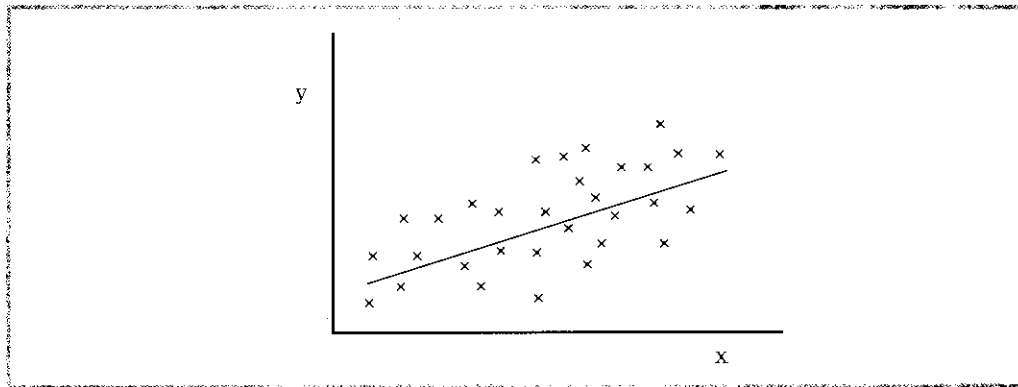
$$\bar{y} = 60 + \frac{39}{30} = 61.30$$

步骤 7: 求回归线

\bar{x} 的 \bar{y} 的回归线为 $y - 61.30 = 4.982 (x - 5.113)$, 即 $y = 35.83 + 4.982x$ 。

步骤 8 : 以散布图及回归线的图表示

图表 1-123



九、实验计划法

(一) 实验计划法的概念

实验计划法是有计划地在某种条件下实施实验,获得能预测某种现象的统计资料,并且分析实验结果,从该现象里归纳出普遍性及再现性规则的一种有效方法。

所以工厂实验时,如果要故意地变换制造要因,以了解何种要因影响某特性的程度时,应用实验计划法就可很迅速、很经济、很有效地得到结论。

一般工厂实验最重要的是,所获得的实验结果必须具有普遍性及再现性,才有价值。例如有 10 台机器,如果只对其中一台机器很仔细地加以实验,而把这结果也用到其他 9 台机器上面,这是很不可靠的。对于操作员也一样,某一操作员所出现的现象,不能说其他操作员也同样会发生。所以工厂实验时,如未全盘考虑,只对特定的某一部分做实验的话,这种实验结果是没有多大价值的;如果对这种实验结果,只采取一般性应用措施的话,不但不可能发生效果,而且很可能会导致重大错误。

1. 变异数分析的想法

图表 1-124 是某媒剂反应时生成的收量,经 12 次反复测定所得的数据。

图表 1-124

57	62	63
56	64	65
58	62	67
57	60	65

如果 12 次的合成反应里,反应条件完全一致的话,图表 1-124 的 12 个数据,应该是全部相同的数值,但表上所出现的是自 56g ~ 77g 之间变动着的数据,有这种变动

就一定有什么原因存在着,例如:媒剂是否有变化?温度是否有差异?反应物的纯度是否不一样?反应装置、作业者、测定等等都可能发生变动,所以有无数的原因影响着数据的变动。

这些原因全部提出来一起检讨也并非不可,在此先检讨媒剂的种类的变化是否为影响数据变动的大原因。其实图表1-124的数据,就是为这日的所实验而得到的结果,图表1-124的第1列是采用媒剂A₁、第2列是媒剂A₂、第3列是媒剂A₃时所得的数据,在此情形下,媒剂以外的原因可以先不考虑,所以实验时,应该注意不要有第1列都是自甲作业员,第2列都是自乙作业员,第3列都是自丙作业员所得的数据。同时也要尽可能地使温度保持一定。

所以其他条件能保持一定的,尽量保持一定,不能保持一定的则使其随机化。只有媒剂的种类效果才使其出现在列间。

如果图表1-124的数据全部减60,得图表1-125,计算平方和如下:

图表 1-125

-3	2	3
-4	4	5
-2	2	7
-3	0	5

首先,数值全体的平方和S为:

$$S = [(-3)^2 + (-4)^2 + \cdots + 7^2 + 5^2 - 16^2] \times \frac{1}{12} = 148.7$$

其次,因为媒剂种类是否影响收量才是检讨的对象,所以以下只要考虑A₁ A₂ A₃各别的平均值之间的差异就可以,即计算列间的平方和S_B。

$$S_B = \sum \frac{T_i^2}{n_i} - CT$$

但 T_i 为第 i 列的列和, n_i 为第 i 列的数据数。

计算本例可得:

$$S_B = \frac{(-12)^2 + 8^2 + 20^2}{4} - 21.3 = 130.7$$

以上所计算的 130.7, 即表示因媒介的不同所影响的数据差异的量。而以上所计算的平方和 S , 则表示包括媒介及其他所有的要因所影响的数据差异的量。

其次, 以上所以媒介以外的其他要因所引起的数据差异的量 S_w 为:

$$S_w = S - S_B = 148.7 - 130.7 = 18.0$$

再次, 采用同一种媒介作实验时, 所得数据也不相同, 故我们知道数据的变异除了受媒介影响以外, 也同时受其他因子所影响。

若以各媒介的数据作为组, 则组与组之间的变动称为组间变动, 而 $S - S_B = S_w$ 则称为组内变动。

再次, 此实验组间的变动, 是自 3 组群体之和所得的, 故自由度为 $\phi_B = 3 - 1 = 2$, 组内变动的自由度则为 $\phi_w = (4 - 1) \times 3 = 9$ (各组有数据 4 个, 共 3 组)。

总自由度为 $\phi_T = 12 - 1 = 11$ (全体数据有 12 个)

$$\phi_T = \phi_B + \phi_w$$

最后不偏变异数为:

$$V_B = \frac{S_B}{\phi_B} = \frac{130.7}{2} = 65.4$$

$$V_w = \frac{S_w}{\phi_w} = \frac{18.0}{9} = 2.0$$

V_w 为 σ_w^2 的推定值, 表示各组内的变异。

如果媒剂间没有任何变异，对数据的变动毫无影响，即 $\sigma_B^2 = 0$ 时，只要有组内变异 σ_w^2 存在，每组的平均值就有 $\frac{\sigma_w^2}{n_i}$ 的变异，故 $\sigma_B^2 = 0$ 时， V_B 即变为 σ_w^2 的推定值；而 $\sigma_B^2 \neq 0$ ，且每组的个数都一样时，即 $n_i = n$ 时， V_B 则为 $\sigma_w^2 + n \sigma_B^2$ 的推定值，所以计算变异比为：

$$\frac{V_B}{V_w} = F_0$$

- $\sigma_B^2 = 0$ 时， V_B 与 V_w 皆为 σ_w^2 的推定值，故 F_0 值会小于 F 分配表里的 5% 界限值（5% 冒险率）；
- $\sigma_B^2 \neq 0$ 时， F_0 值会大于 F 分配表里的 5% 界限值。

(二) 一元配置法

实验计划或变异数分析时，为了调查是否影响结果而提出考虑的要因称为因子。只考虑一个因子时，例如只注目于媒剂是否影响收率，而实验时只取媒剂一个因子为实验配置，此种方法称为一元配置法。

为了搜集这种数据而做的实验计划，称为一元配置的实验计划法，其解析方法称为变异数分析法。变异数分析法的步骤，举例说明如下：

范例 1-60：

某厂试验室，有分析员 4 人，为调查此 4 名分析员对某药品的分析的差异情形，而做以下的实验。

标准试料在同一装置里，由各分析员反复做 4 次分析，共做 16 次分析，但此 16 次的分析顺序采取随机方法。分析结果如下：

1. 变异数分析

- (1) 步骤 1: 原数据的图表化

图表 1-126

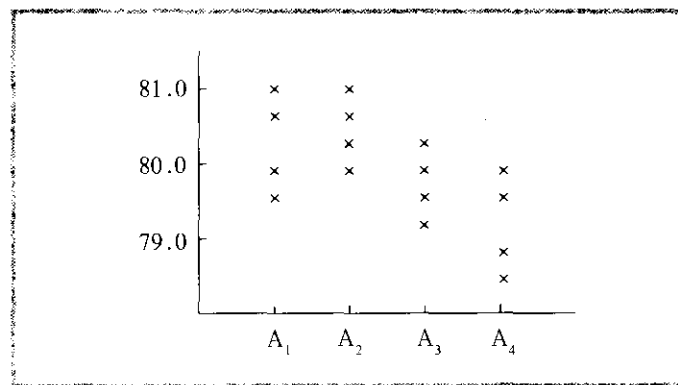
(分析值 5%)

A_1	A_2	A_3	A_4
81.0	80.4	79.8	79.4
80.8	80.1	79.2	78.9
80.0	80.6	80.5	78.7
79.8	80.9	80.4	80.0

绘图表示原数据，以了解因子效果的大概情形：

由图表 1-127 可看出各分析员本身的分析误差颇大，而各分析员之间的差异似乎更大，以下以统计方法解析。

图表 1-127



(2) 步骤 2: 原数据的合计

计算原数据各水准的合计、总计、总平均。

(3) 步骤 3: 原数据的简化

简化原数据，使计算简便。

简化式: $x_0 = 80.0$, $h = 10$

图表 1-128 原数据表 (x_{ij} 表)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	总计 $\Sigma \Sigma x_{ij}$
1	x ₁₁ = 81.0	x ₂₁ = 80.4	x ₃₁ = 79.8	x ₄₁ = 79.4	
2	x ₁₂ = 80.8	x ₂₂ = 80.1	x ₃₂ = 79.2	x ₄₂ = 78.9	
3	x ₁₃ = 80.0	x ₂₃ = 80.6	x ₃₃ = 80.5	x ₄₃ = 78.7	
4	x ₁₄ = 79.8	x ₂₄ = 80.9	x ₃₄ = 80.4	x ₄₄ = 80.0	
计 Σx_{ij}	321.6	322.0	319.9	317.0	1 280.5

$$X_{ij} = (x_{ij} - x_0) \times h = (x_{ij} - 80.0) \times 10$$

依简化式计算结果如图表 1-129。

图表 1-129

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	总计 $\Sigma \Sigma X_{ij}$
1	x ₁₁ = 10	x ₂₁ = 4	x ₃₁ = -2	x ₄₁ = -6	
2	x ₁₂ = 8	x ₂₂ = 1	x ₃₂ = -8	x ₄₂ = -11	
3	x ₁₃ = 0	x ₂₃ = 6	x ₃₃ = 5	x ₄₃ = -13	
4	x ₁₄ = -2	x ₂₄ = 9	x ₃₄ = 4	x ₄₄ = 0	
计 ΣX_{ij}	T ₁₀ = 16	T ₂₀ = 20	T ₃₀ = -1	T ₄₀ = -30	T = 5

验算：

自图表 1-129 求总平均。

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \Sigma x_{ij}}{N} = \frac{1\ 280.5}{16} = 80.03$$

$$N = kn = 4 \times 4 = 16$$

自图表 1-129 求总平均

$$\bar{x} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{T}{N} \times 80.0 + \frac{1}{10} \times \frac{5}{16} = 80.03$$

两者一致，故无计算错误。

(4) 步骤4:作补助表

作简化数据的平方表，并求总计。

图表 1-130

	A_1	A_2	A_3	A_4	总计 $\Sigma \Sigma X_{ij}^2$
1	$x_{11}^2 = 100$	$x_{21}^2 = 16$	$x_{31}^2 = 4$	$x_{41}^2 = 36$	
2	$x_{12}^2 = 64$	$x_{22}^2 = 1$	$x_{32}^2 = 64$	$x_{42}^2 = 121$	
3	$x_{13}^2 = 0$	$x_{23}^2 = 36$	$x_{33}^2 = 25$	$x_{43}^2 = 169$	
4	$x_{14}^2 = 4$	$x_{24}^2 = 81$	$x_{34}^2 = 16$	$x_{44}^2 = 0$	
合计 ΣX_{ij}^2	168	134	109	326	737

(5) 步骤5:计算变动

总变动 S

$$S = \Sigma \Sigma X_{ij}^2 - CT$$

$$= 737 - \frac{5^2}{16} = 735$$

$$CT = \frac{(\Sigma \Sigma X_{ij})^2}{N} \text{ 称为修正项}$$

因子 A 的水准间变动 S_A

$$S_A = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n} - CT$$

$$= \frac{16^2}{4} + \frac{20^2}{4} + \frac{(-1)^2}{4} + \frac{(-30)^2}{4} - 2$$

$$= \frac{1}{4} (256 + 400 + 1 + 900) - 2$$

= 389 - 2

= 387

误差变动 S_E

$S_E = S - S_A = 735 - 387 = 348$

(6) 步骤6:计算自由度

总变动的自由度

$\phi = (\text{全数据数}) - 1 = N - 1 = kn - 1 = 16 - 1 = 15$

因子A的水准间变动的自由度

$\phi_A = (\text{因子的水准数}) - 1 = k - 1 = 4 - 1 = 3$

误差变动的自由度

$\phi_B = \phi - \phi_A = 15 - 3 = 12$

$\phi_B = k(n - 1) = 4(4 - 1) = 12$

(7) 步骤7:作变异数分析表

把各计算结果回复到原来单位后, 再作变异数分析表, 各变动乘以 $\frac{1}{k^2} = \frac{1}{100}$ 。

图表 1-131

要因	变动 (s.s)	自由度 (d.f)	不偏变异数 (m.s)	变异数比 (F_0)
因子 A	$S_A = 3.87$	$\phi_A = 3$	$V_A = \frac{S_A}{\phi_A} = 1.29$	$\frac{V_A}{V_B} = 4.46$
误差 E	$S_B = 3.48$	$\phi_B = 12$	$V_B = \frac{S_E}{\phi_E} = 0.29$	
计	$S = 7.35$	$\phi = 15$		

说明:
s.s: sum of square, 变动;
d.f: degree of freedom, 自由度;
m.s: mean square, 不偏变异;
 F_0 : 变异比。

(8) 步骤8:判断

变异比与 F 分配表比较:

$F_0 < F(\phi_A, \phi_E; 0.05)$, 则判断因子 A 的各水准间的变动没有显著差异。

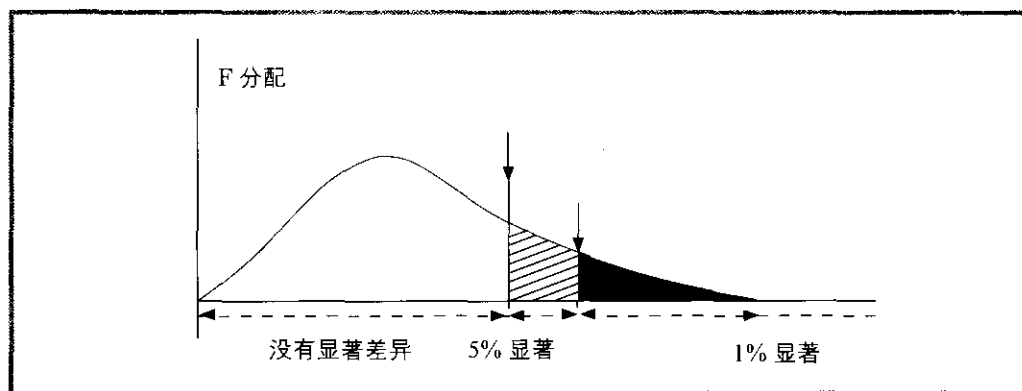
$F(\phi_A, \phi_E; 0.05) \leq F_0 < F(\phi_A, \phi_E; 0.01)$

则判断因子 A 的各水准间的变动, 在有意水准 5% 下有显著差异。

$F(\phi_A, \phi_E; 0.01) \leq F_0$, 则判断因子 A 的各水准间的变动, 在有意水准 1% 下有显著差异。

图示如下:

图表 1-132



本例则:

$$F_0 = 4.46$$

$$F(\phi_A, \phi_E; 0.05) = F(3, 12; 0.05) = 3.49$$

$$F(\phi_A, \phi_E; 0.01) = F(3, 12; 0.01) = 5.95$$

$$\text{即 } 3.49 < F_0 < 5.95$$

故判断因子 A 的各水准间的变动, 在有意水准 5% 下有显著差异。

即可认为 4 名分析员对标准样本的分析值是有差异的。

2. 各水准的母平均的推定

(1) 母平均的点推定

各水准母平均的推定值为 $\mu(A_i)$, 则:

$$\hat{\mu}(A_i) = \bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{n} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{T_i}{n}$$

本例:

$$\hat{\mu}(A_1) = 80.0 + \frac{1}{10} \times \frac{16}{4} = 80.40 (\%)$$

$$\hat{\mu}(A_2) = 80.0 + \frac{1}{10} \times \frac{20}{4} = 80.50 (\%)$$

$$\hat{\mu}(A_3) = 80.0 + \frac{1}{10} \times \frac{-1}{4} = 79.98 (\%)$$

$$\hat{\mu}(A_4) = 80.0 + \frac{1}{10} \times \frac{-30}{4} = 79.25 (\%)$$

(2) 母平均的区间推定

信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限的宽为 $\pm \beta_i$, 则

$$\beta_i = t(\phi_E, \alpha) \frac{\sqrt{V_E}}{\sqrt{n}}$$

故信赖度 95% 时, 本例:

$$\beta_i = t(12, 0.05) \frac{\sqrt{0.29}}{\sqrt{4}} = 2.18 \times \frac{\sqrt{0.29}}{\sqrt{4}} = 0.59 (\%)$$

各水准间的母平均的信赖界限为:

$$A_1: 80.40 \pm 0.59 = 78.81 \sim 80.99 (\%)$$

$$A_2: 80.50 \pm 0.59 = 79.91 \sim 81.09 (\%)$$

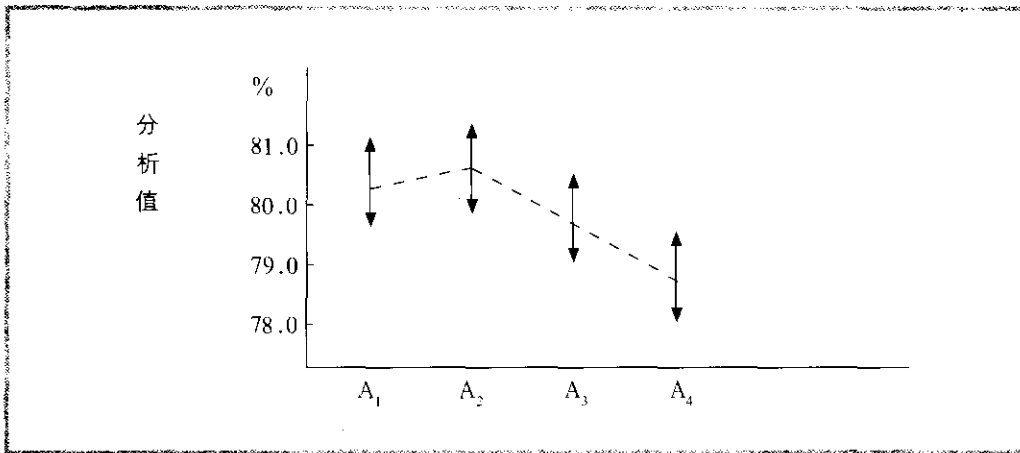
$$A_3: 79.98 \pm 0.59 = 79.39 \sim 80.57 (\%)$$

$$A_4: 79.25 \pm 0.59 = 78.66 \sim 79.84 (\%)$$

以图表 1-133 表示。

图表 1-133, A_2 分析员的分析值最高, A_4 分析员所分析的分析值最低。

图表 1-133



(3) 实验全体的母平均的推定

如果要知道全体分析值的情形, 可由下述方法求得:

全体母平均的推定值为 μ ,

$$\text{则 } \hat{\mu} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}}{N} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{T}{N}$$

故信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限 $\pm \beta$ 为 $\beta = t(\phi_R, \alpha) \frac{\sqrt{V_F}}{\sqrt{N}}$

本题:

$$\hat{\mu} = 80.0 + \frac{1}{10} \times \frac{5}{16} = 80.03 (\%)$$

$$\beta = t(12, 0.05) \frac{\sqrt{0.29}}{\sqrt{16}} = 2.18 \frac{\sqrt{0.29}}{\sqrt{16}} = 0.29\%$$

即全体的母平均的信赖界限为 $\hat{\mu} : 80.03 \pm 0.29 = 79.74 \sim 80.32$

(4) 误差变异的推定

如果要知道各水准的变动，即误差变异时，可由下述方法求得：

误差变异 σ_E^2 的点推定为 $\sigma_E^2 = V_E$ ，信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限为：

$$\text{上侧界限} = \frac{S_E}{x_1^2}$$

$$x_1^2 = x^2\left(\phi_E, \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\text{下侧界限} = \frac{S_E}{x_2^2}$$

$$x_2^2 = x^2\left(\phi_E, 1 - \frac{\alpha}{2}\right)$$

故母变异的信赖界限为：

$$\frac{S_E}{x_2^2} < \sigma_E^2 < \frac{S_E}{x_1^2}$$

本例：

$$S_E = 3.48$$

$$x_1^2 = x^2(12, 0.025) = 23.3$$

$$x_2^2 = x^2(12, 0.975) = 4.40$$

故信赖度 95% 的信赖界限为：

$$\frac{3.48}{23.3} < \sigma_E^2 < \frac{3.48}{4.40}$$

$$0.15 < \sigma_E^2 < 0.79$$

分析误差 σ_E 大约为：

$$0.38 < \sigma_E < 0.89$$

(三) 二元配置法

为了调查影响特性值的要因，而取两个因子为实验配置的方法，称为二元配置法。

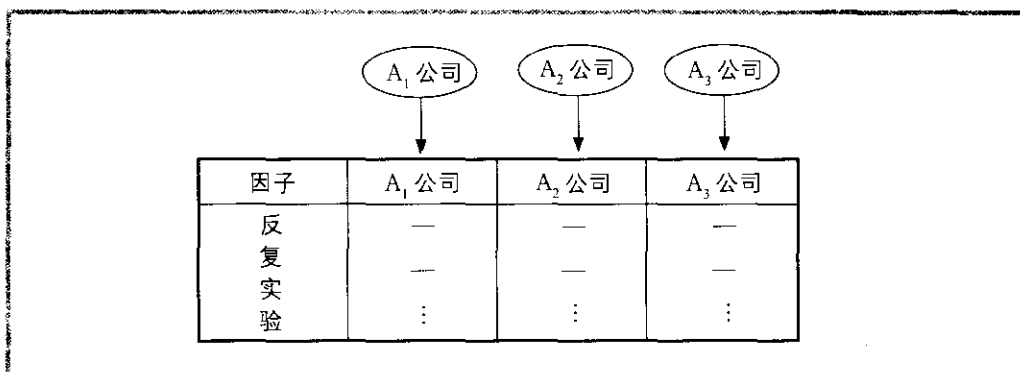
1. 母数模型与变量模型

实验时，由于所提出因子的性质不同，其数据构造上的模型也不同，一般可分为母数模型与变数模型。

(1) 母数模型

例如，从 A_1 、 A_2 、 A_3 三家公司购入干燥剂，如果想知道这三家公司的干燥剂之间的差异时，则了解这3家公司干燥剂的母平均，就是实验的目的。考虑各公司的母平均的大小是有意义的。这种因子称为母数模型。

图表 1-134

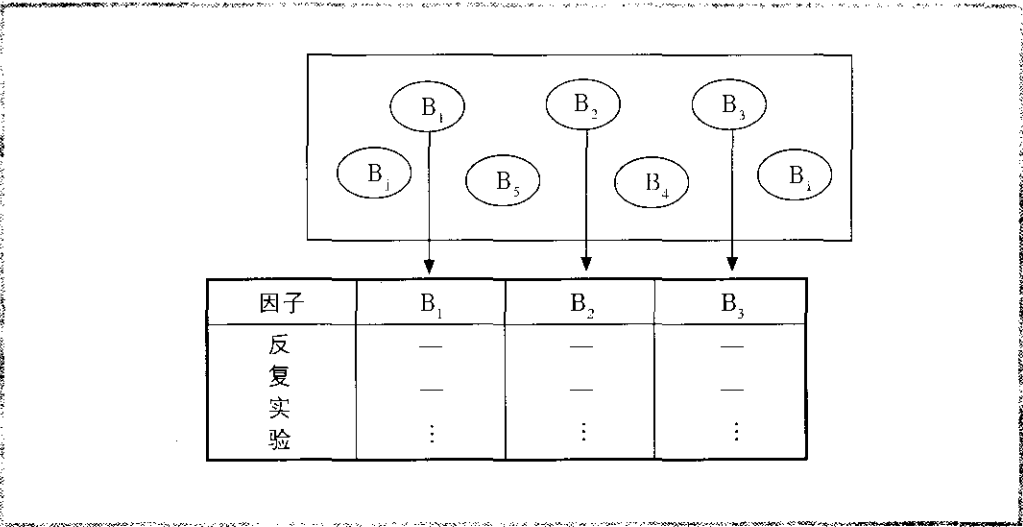


(2) 变量模型

例如，为了要了解市面上多种的干燥剂的品质情形，而从多数的干燥剂公司里，随机抽取 B_1 、 B_2 、 B_3 三家公司作实验，这时各公司的母平均并不重要，真正重要是，

自这三家公司的母平均间的变异，以推定多数市面上公司间的变异情形，这种因子称为变量模型。

图表 1-135



(3) 交互作用

两个以上因子的组合所引起的效果，称为交互作用，以 A、B 两个因子的二元配置法的实验为例，说明如下：

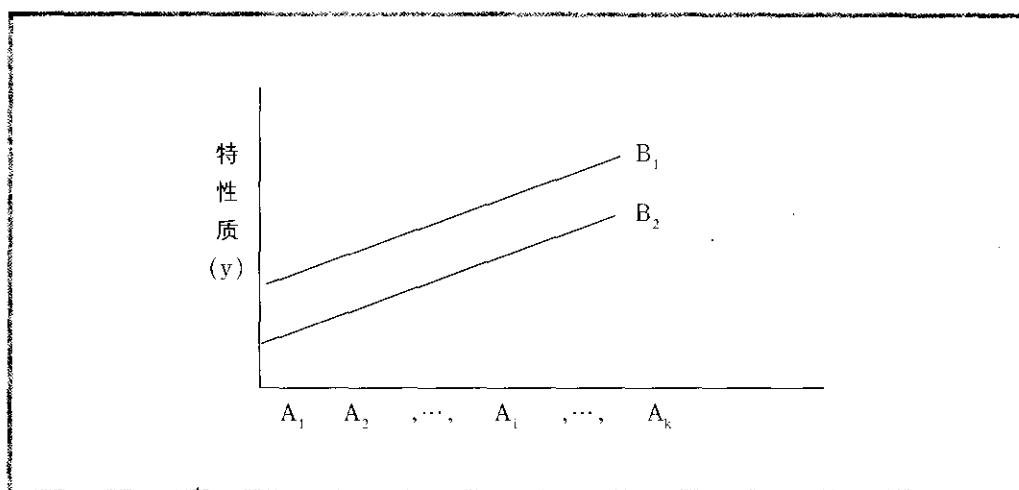
横轴为因子 A，纵轴为特性值。

① 若因子 B 的各水准间的 $A_i \sim y$ 的关系平行时，则无交互作用，如图表 1-136。
 $A_i \sim y$ 的关系若交叉时，表示有交互作用，如图表 1-137。

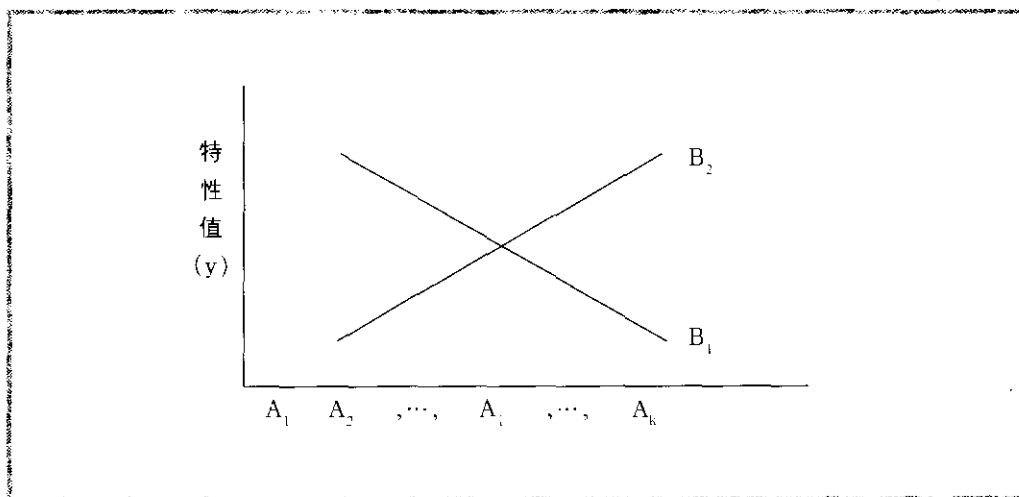
② 因子 B 的水准之间与因子 A 的最适水准一样时，表示无交互作用，如图表 1-138。因子 A 的最适水准若随着因子 B 而变动，则有交互作用，如图表 1-139。

③ 二元配置时，A、B 两因子的主效果与交互作用 $A \times B$ 的显著性，可用下列 3 型表示。

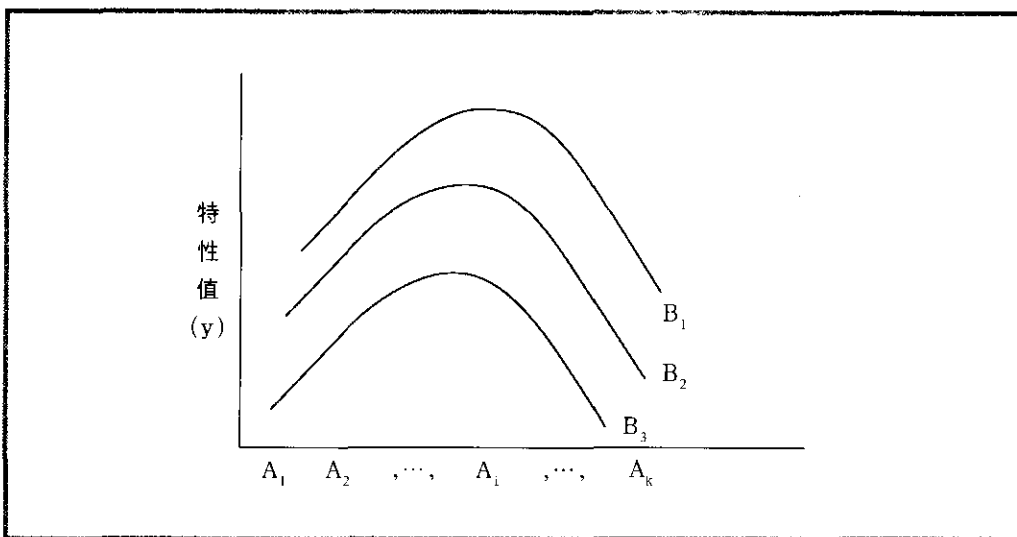
图表 1-136 无交互作用



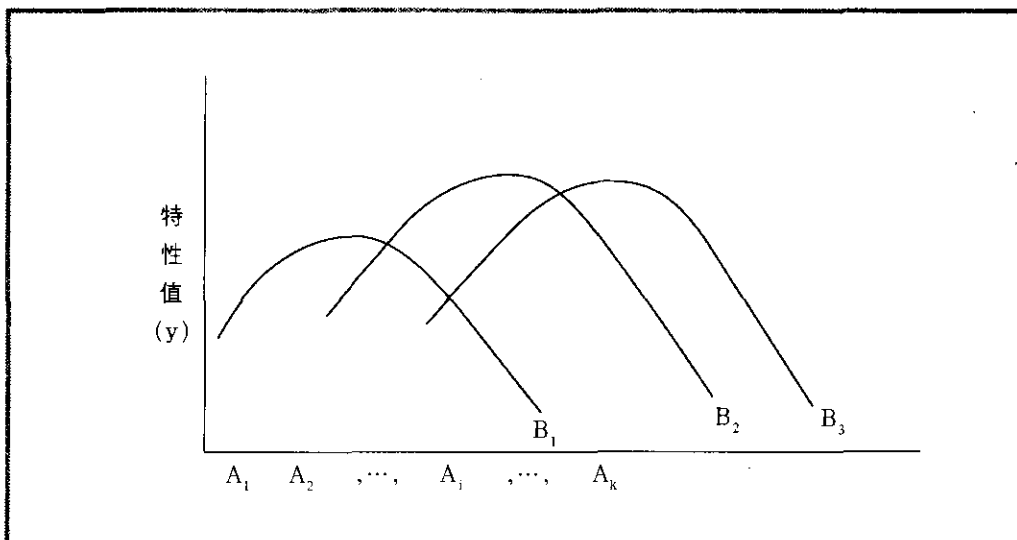
图表 1-137 有交互作用



图表 1-138 无交互作用

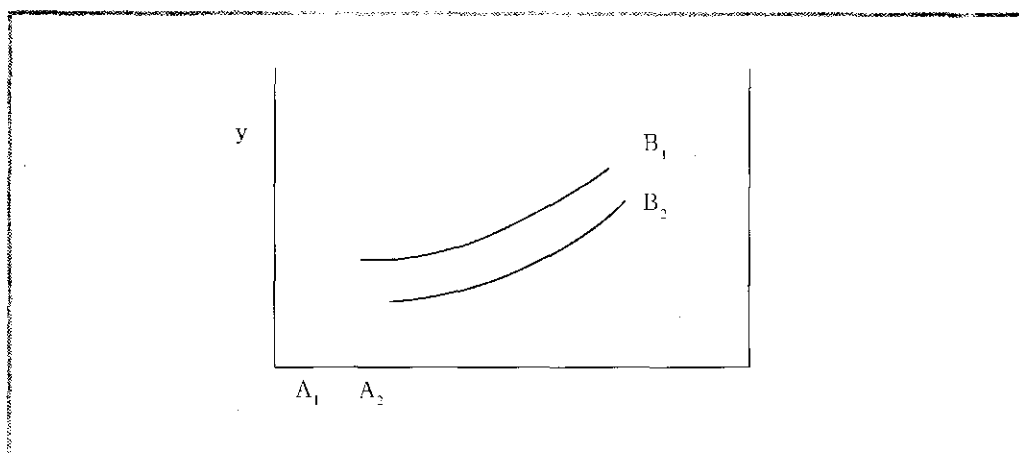


图表 1-139 有交互作用



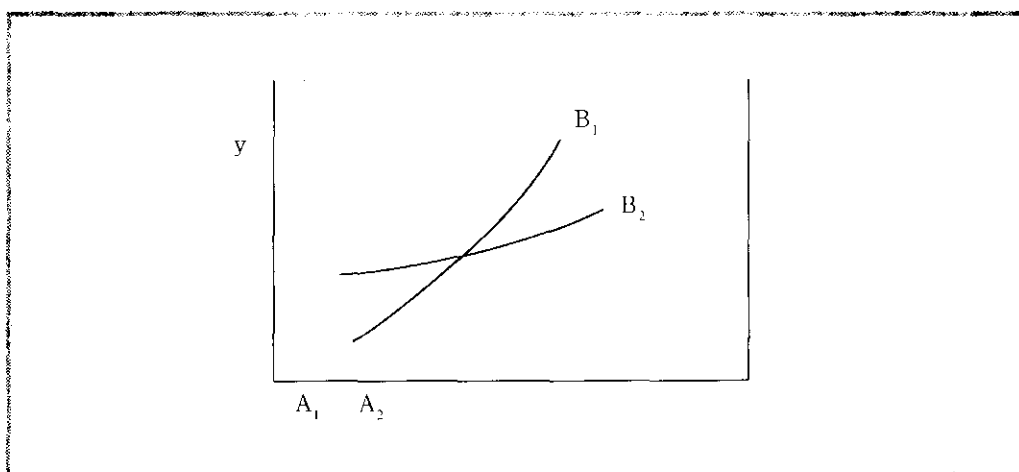
- 主效果A、B皆显著，交互作用 $A \times B$ 未显著，如图表1-140；

图表1-140 A、B显著



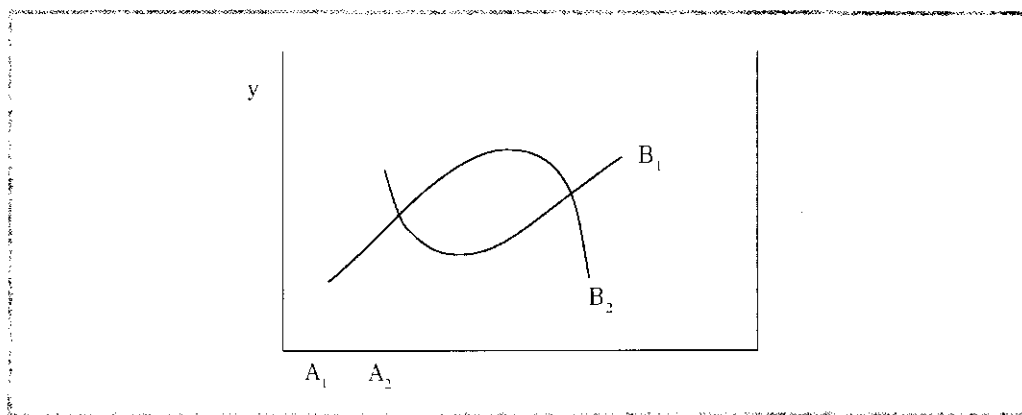
- 主效果A与交互作用 $A \times B$ 显著，如图表1-141；

图表1-141 A、 $A \times B$ 显著



- 主效果 A、B 未显著，交互作用 $A \times B$ 显著，如图表 1-142。

图表 1-142 $A \times B$ 显著



2. 无重复实验的二元配置法

范例 1-61:

有机合成反应时，取原料 4 种类 (A_1, A_2, A_3, A_4)，反应温度 5 种类 ($B_1:80^{\circ}\text{C}$, $B_2:90^{\circ}\text{C}$, $B_3:100^{\circ}\text{C}$, $B_4:110^{\circ}\text{C}$, $B_5:120^{\circ}\text{C}$)，做实验调查，观其对收率 (%) 的影响如何。实验时，原料与反应温度的各水准组合的 20 组，以随机的顺序加以实验，得结果如图表 1-143。

图表 1-143

(收率 %)

	A_1	A_2	A_3	A_4
B_1	89.4	89.7	89.3	89.9
B_2	90.3	90.0	90.1	89.7
B_3	91.8	91.5	90.8	90.1
B_4	92.1	91.9	91.6	92.3
B_5	93.4	93.3	92.8	92.9

[解]

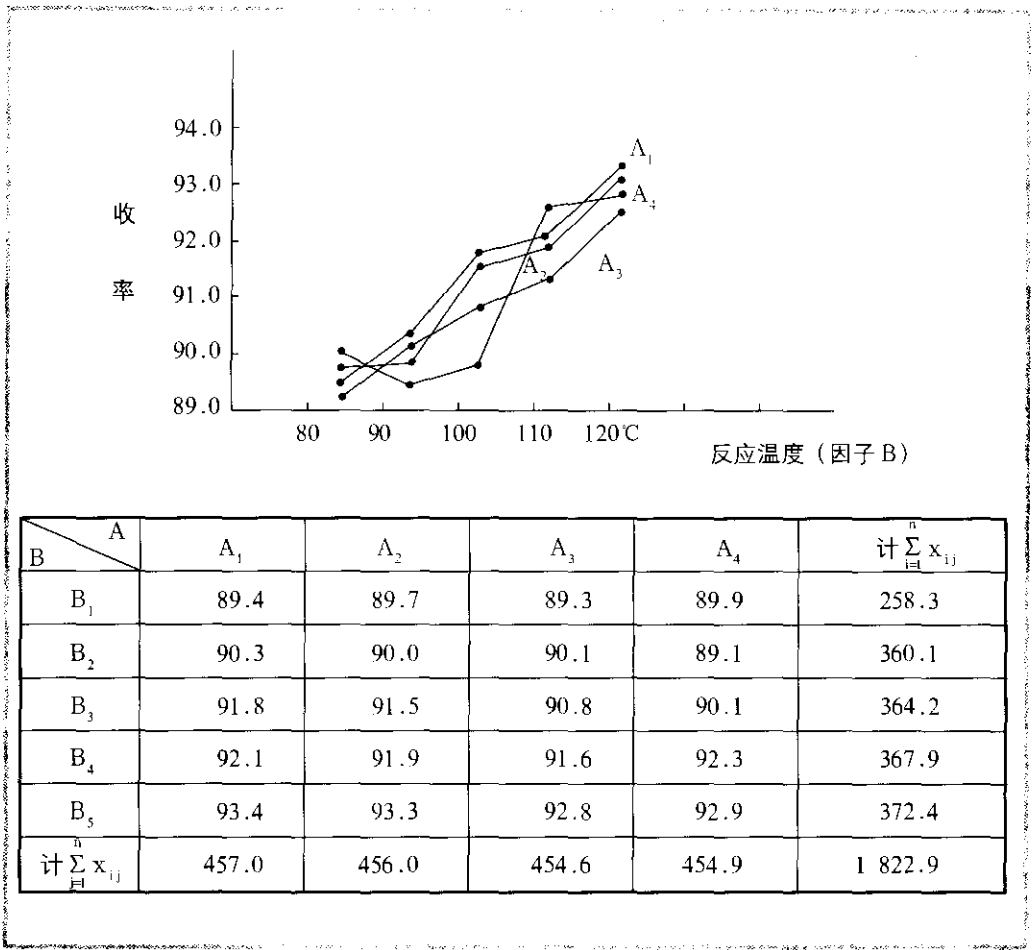
(1) 变异数分析

步骤 1:原数据的图表化

将原数据绘图表示, 以了解因子效果的大概情形。

由图表 1-144, 可预知因子 A 的效果较小、因子 B 的效果较大。

图表 1-144



步骤 2:原数据的合计

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}}{N}$$

但 $N = k \times l = 4 \times 5 = 20$

$$\therefore \bar{x} = \frac{1\,822.9}{20} = 91.145 = 91.14$$

步骤 3:原数据的简化

- ① 原数据的变动部分最大为两位数，故不必四舍五入
- ② 变换式

$$X_{ij} = (x_{ij} - x_0) \times h = (x_{ij} - 91.0) \times 10$$

依简化式简化结果，如图表 1-145。

图表 1-145

B \ A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	计 T _{ij}
B ₁	-16	-13	-17	-11	-57
B ₂	7	10	-9	-13	-39
B ₃	8	5	-2	-9	2
B ₄	11	9	6	13	39
B ₅	24	23	18	19	84
计 T _i	20	14	-4	-1	29

验算：

$$\bar{x} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}}{N} = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{29}{20} = 91.14$$

与原数据所计算者一致，故无计算错误。

步骤 4:作补助表

作简化数据的平方表，并求总计。

图表 1 - 146

B \ A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	计
B ₁	256	169	289	121	835
B ₂	49	100	81	169	399
B ₃	64	25	4	81	174
B ₄	121	81	36	169	407
B ₅	576	529	324	361	1 790
	1 066	904	734	901	3 605

步骤 5: 计算变动

修正项 CT

$$CT = \frac{(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l X_{ij})^2}{\sum} = \frac{T^2}{\Sigma} = \frac{29^2}{20} = \frac{841}{20} = 42.05 \approx 42$$

总变动 S

$$S = \sum \sum (X_{ij} - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l X_{ij}^2 - CF$$

$$= 3\,605 - 42 = 3\,563$$

因子 A 的水准间变动 S_A

$$S_A = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l (X_i - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{l} - CF$$

$$= \frac{1}{5} [20^2 + 14^2 + (-4)^2 + (-1)^2] - 42 = \frac{613}{5} - 42 = 81$$

因子 B 的水准间变动 S_B

$$S_B = \sum \sum (X_{ij} - \bar{X})^2 = \sum_{j=1}^l \frac{T_j^2}{k} - CF$$

$$= \frac{1}{4} [(-57)^2 + (-39)^2 + 2^2 + 39^2 + 84^2] - 42 = \frac{13\,351}{4} - 42 = 3\,256$$

误差变动 S_E

$$S_E = S - S_A - S_B = 3\,563 - 81 - 3\,291 = 186$$

步骤6:计算自由度

总变动自由度 ϕ

$$\phi = N - 1 = kl - 1 = 20 - 1 = 19$$

因子A的自由度:

$$\phi_A = K - 1 = 4 - 1 = 3$$

因子B的自由度:

$$\phi_B = l - 1 = 5 - 1 = 4$$

误差的自由度

$$\phi_E = \phi - \phi_A - \phi_B = 19 - 3 - 4 = 12$$

注: $\phi_E = (k - 1)(l - 1) = \phi_A \times \phi_B = 3 \times 4 = 12$

步骤7:作变异数分析表

把各计算表的结果回复到原来单位后, 再作变异数分析表各变动乘以 $\frac{1}{h^2} = \frac{1}{100}$ 。

由图表1-147所示, 可知:

图表 1-147

要因	变动 (s.s)	自由度 (d.f.)	不偏变异数 (m.s)	F_0	F (0.05)	F (0.01)
A	0.81	3	0.27	1.74	3.49	5.95
B	32.96	4	8.24	52.8	3.26	5.41
E	1.86	12	0.155			
计	35.63	19				

因子A时, 则 $F_0 < F(0.05)$, 故判断无显著差异;

因子B时, $F(0.01) \leq F_0$, 故判断在有意水准1%下有显著差异。

由以上结果, 可知在此有机合成反应里, 原料的种类(因子A)不影响收率的变

化, 但反应温度 (因子 B) 则对收率影响极大。

(2) 各水准的母平均的推定

① 因子平均的点推定

因子 A:

$$\hat{\mu}(A_i) = \bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^k x_{ij}}{1} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{\sum_{j=1}^k X_{ij}}{h} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{T_i}{1}$$

$$\hat{\mu}(B_j) = \bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^h x_{ij}}{k} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{\sum_{i=1}^h X_{ij}}{k} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{T_j}{k}$$

$$\hat{\mu}(A_1) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{20}{5} = 91.40 (\%)$$

$$\hat{\mu}(A_2) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{14}{5} = 91.28 (\%)$$

$$\hat{\mu}(A_3) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{-4}{5} = 90.92 (\%)$$

$$\hat{\mu}(A_4) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{-1}{5} = 90.98 (\%)$$

$$\hat{\mu}(B_1) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{-57}{4} = 89.58 (\%)$$

$$\hat{\mu}(B_2) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{-39}{4} = 90.02 (\%)$$

$$\hat{\mu}(B_3) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{2}{4} = 91.05 (\%)$$

$$\hat{\mu}(B_4) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{39}{4} = 91.98 (\%)$$

$$\hat{\mu}(B_5) = 91.0 + \frac{1}{10} \times \frac{84}{4} = 93.10 (\%)$$

② 母平均的区间推定

信赖度 $(1 - \alpha)$ 的信赖界限的宽为:

因子 A:

$$\beta_i = t(\phi_E, \alpha) \frac{\sqrt{V_E}}{\sqrt{1}}$$

因子 B:

$$\beta_j = t(\phi_E, \alpha) \frac{\sqrt{V_E}}{\sqrt{k}}$$

本例的信赖度 95% 的信赖界限为:

$$\beta_i = t(12, 0.05) \frac{\sqrt{0.155}}{\sqrt{5}} = 2.18 \frac{\sqrt{0.155}}{\sqrt{5}} \approx 0.38$$

$$\beta_j = t(12, 0.05) \frac{\sqrt{0.155}}{\sqrt{4}} = 2.18 \frac{\sqrt{0.155}}{\sqrt{4}} \approx 0.43$$

故各水准间的母平均的信赖界限为:

$$A_1: 91.40 \pm 0.38 = 91.02 \sim 91.78 (\%)$$

$$A_2: 91.28 \pm 0.38 = 90.90 \sim 91.66 (\%)$$

$$A_3: 90.92 \pm 0.38 = 90.54 \sim 91.30 (\%)$$

$$A_4: 90.98 \pm 0.38 = 90.60 \sim 91.36 (\%)$$

$$B_1: 89.58 \pm 0.43 = 89.15 \sim 90.01 (\%)$$

$$B_2: 90.02 \pm 0.42 = 89.59 \sim 90.45 (\%)$$

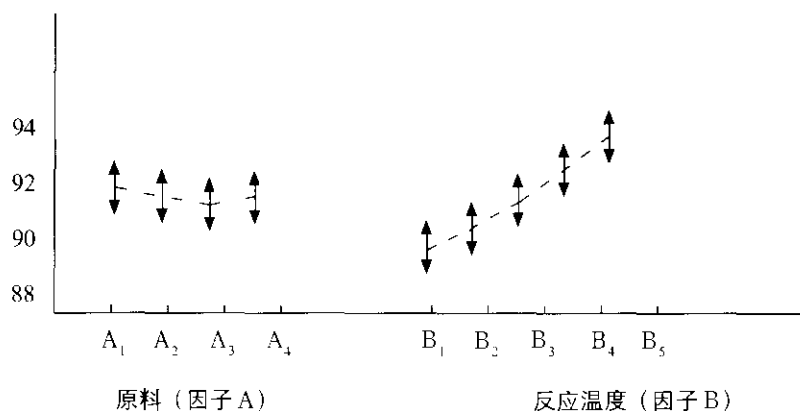
$$B_3: 91.05 \pm 0.43 = 90.62 \sim 91.48 (\%)$$

$$B_4: 91.98 \pm 0.43 = 91.55 \sim 92.41 (\%)$$

$$B_5: 93.10 \pm 0.43 = 92.67 \sim 93.53 (\%)$$

以图表 1-148 表示。

图表 1-148



由以上结果, 可知原料 (因子 A) 不影响收率, 但反应温度 (因子 B) 对收率影响 (%) 极大, 以温度为 120℃ 时最好, 采用反应温度 120℃ 时, 收率的母平均在信赖度 95% 下, 推定为 92.67% ~ 93.53%。

3. 重复实验的二元配置法

范例 1-62:

某织物的防锈加工制程里, 加工液的配合法及处理时间, 被认为对品质特性有影响 (防锈度)。

为了决定最适条件, 取配合法的 4 个水准 (A₁, A₂, A₃, A₄)、处理时间的 4 个水准 (B₁, B₂, B₃, B₄), 配合法与处理时间的组合各反复实验两次, 计 32 次的实验, 以随机的顺序加以实验, 得结果如图表 1-149, 特性值的数值愈高愈好。

图表 1-149

(单位: %)

	A_1	A_2	A_3	A_4
$B_1 = 10$ 分	74	75	76	75
	77	78	80	79
$B_2 = 15$ 分	79	76	80	81
	77	79	83	78
$B_3 = 20$ 分	81	80	82	82
	78	82	85	84
$B_4 = 25$ 分	81	79	82	85
	79	82	86	81

〔解〕

(1) 变异数分析

步骤 1: 变换数据

$$X = (x - 80)$$

图表 1-150

	A_1	A_2	A_3	A_4	计
B_1	-6	-5	-4	-5	-26
	-3	-2	0	-1	
B_2	-1	-4	0	1	-7
	-3	-1	3	-2	
B_3	1	0	2	2	14
	-2	2	5	4	
B_4	1	-1	2	5	15
	-1	2	6	1	
计	-14	-9	14	5	-4

步骤 2: 验算

$$\bar{x} = 80 + \frac{-4}{32} = 80 - 0.125 = 79.875$$

自原数据

$$\bar{x} = \frac{2\,555}{32} = 79.875$$

没有错误

步骤 3: 作图表 1-151

图表 1-151

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B ₁	3	3	4	4
B ₂	2	3	3	3
B ₃	3	2	3	2
B ₄	2	3	4	4
计	10	11	14	13

$$\Sigma R = 48$$

$$\bar{R} = \frac{48}{16} \approx 3.0$$

$$D_4 \bar{R} = 3.267 \times 3.0 = 9.80$$

从 R 表并未发现比 $D_4 \bar{R}$ 值大的 R 值, 故可认为组内变异相同。组内变异的推定为:

$$\hat{\sigma}_E \approx \frac{\bar{R}}{d_2} = 3.0 \times 0.8862 = 2.66$$

表示重复时, 其变异在管制状态, 即组内可认为是等变异。

步骤 4: 作图表 1-150 的平方表

图表 1-152 图表 1-150 的平方表

	A_1	A_2	A_3	A_4	计
B_1	36	25	16	25	116
	9	4	0	1	
B_2	1	16	0	1	41
	9	1	9	4	
B_3	1	0	4	4	58
	4	4	25	16	
B_4	1	1	4	25	73
	1	4	36	1	
计	62	55	94	77	288

步骤 5:求图表 1-150 的框内的和

图表 1-153

2	A_1	A_2	A_3	A_4	计
B_1	-9	-7	-4	-6	-26
B_2	-4	-5	3	-1	-7
B_3	-1	2	7	6	14
B_4	0	1	8	6	15
计	-14	-9	14	5	-4

步骤 6:作图表 1-153 的平方表

步骤 7:求修正项 CT (←图表 1-153)

$$CT = \frac{(-4)^2}{32} = 0.5$$

步骤 8:求总变动 S (←图表 1-153)

$$S = 288 - 0.5 = 287.5$$

图表 1-154

2	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	计
B ₁	81	49	16	36	182
B ₂	16	25	9	1	51
B ₃	1	4	49	36	90
B ₄	0	1	64	36	101
计	98	79	138	109	424

步骤 9: 求 S_A (← 图表 1-153)

$$S_A = \frac{1}{8} [(-14)^2 + (-9)^2 + 14^2 + 5^2] - CT$$

$$= \frac{1}{8} \times 498 - 0.5 = 61.75$$

步骤 10: 求 S_B (← 图表 1-153)

$$S_B = \frac{1}{8} [(-26)^2 + (-7)^2 + 14^2 + 15^2] - CT$$

$$= \frac{1}{8} \times 1146 - 0.5 = 143.25 - 0.5 = 142.75$$

步骤 11: 求 S_{AB} (← 图表 1-154)

$$S_{AB} = \frac{1}{2} \times 424 - CT = 212 - 0.5 = 211.5$$

步骤 12: 求 $S_{A \times B}$

$$S_{A \times B} = S_{AB} - S_A - S_B = 211.5 - 61.75 - 142.75 = 7.00$$

步骤 13: 求 S_E

$$S_E = S - S_{AB} = 287.5 - 211.5 = 76.0$$

步骤 14: 作变异数分析表 (图表 1-155)

图表 1-155

要因	S.S	自由度 (d.f)	不偏变异数 (m.s)	F_0	F (0.05)	F (0.01)
A	61.75	3	20.58	4.33	3.24	5.29
B	142.75	3	47.58	10.01	3.24	5.29
A × B	7.00	9	0.78	< 1		
E	76.00	16	4.75			
计	287.50	31				

把不显著的交互作用项并入误差项, 取得图表 1-156。

图表 1-156

要因	s.s	d.f.	m.s	F_0	F (0.05)	F (0.01)
A	61.75	3	20.58	6.20	2.99	4.68
B	142.75	3	47.58	14.33	2.99	4.68
E	83.00	25	3.32			
计	287.50	31				

$\sqrt{V_E} = \sqrt{4.75} = 2.18$, 与 $\hat{\sigma}_E = 2.66$ 很接近。

(2) 母平均的推定

① 配合法各水准的母平均的推定

$$\hat{\mu}_{A1} = 80 + \frac{-4}{2 \times 4} = 80 - 1.75 = 78.25$$

$$\hat{\mu}_{A2} = 80 + \frac{-9}{2 \times 4} = 80 - 1.12 = 78.88$$

$$\hat{\mu}_{A3} = 80 + \frac{14}{2 \times 4} = 80 + 1.75 = 81.75$$

$$\hat{\mu}_{A4} = 80 + \frac{5}{2 \times 4} = 80 + 0.62 = 80.62$$

信赖度 95% 的信赖界限的宽为:

$$\pm t(25, 0.05) \times \frac{\sqrt{3.32}}{\sqrt{8}} = \pm 2.060 \times \sqrt{0.415} = \pm 1.32$$

故信赖度 95% 的信赖界限为:

$$A_1: 78.25 \pm 1.32 = 76.93 \sim 79.57$$

$$A_2: 78.88 \pm 1.32 = 77.56 \sim 80.20$$

$$A_3: 81.75 \pm 1.32 = 80.43 \sim 83.07$$

$$A_4: 80.62 \pm 1.32 = 79.30 \sim 81.94$$

② 处理时间各水准的母平均的推定:

$$\hat{\mu}_{B1} = 80 + \frac{-26}{8} = 80 - 3.25 = 76.75$$

$$\hat{\mu}_{B2} = 80 + \frac{-7}{8} = 80 - 0.87 = 79.13$$

$$\hat{\mu}_{B3} = 80 + \frac{14}{8} = 80 + 1.75 = 81.75$$

$$\hat{\mu}_{B4} = 80 + \frac{15}{8} = 80 + 1.87 = 81.87$$

信赖度 95% 的信赖界限的宽为:

$$\pm t(25, 0.05) \times \frac{\sqrt{3.32}}{\sqrt{8}} = \pm 1.32$$

故信赖度 95% 的信赖界限为:

$$B_1: 76.75 \pm 1.32 = 75.43 \sim 78.07$$

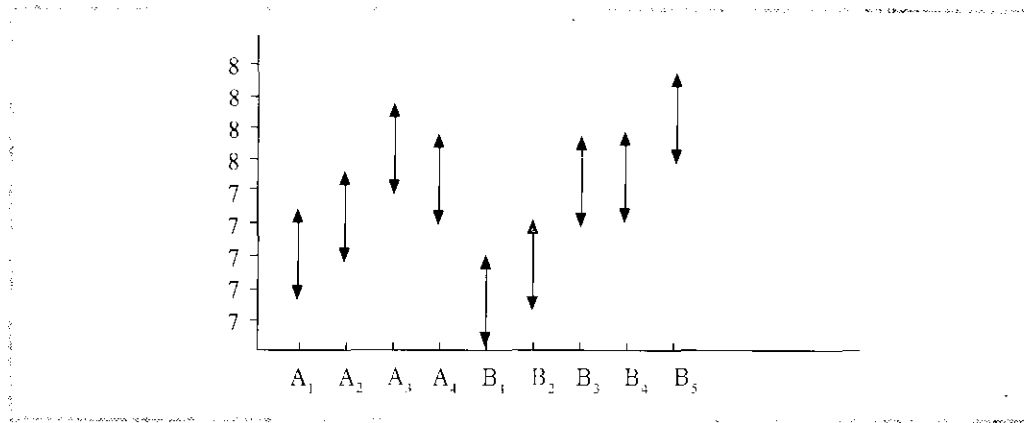
$$B_2: 79.13 \pm 1.32 = 77.81 \sim 80.45$$

$$B_3: 81.75 \pm 1.32 = 80.43 \sim 83.07$$

$$B_4: 81.87 \pm 1.32 = 80.55 \sim 83.19$$

推定结果，以图表 1-157 表示如下：

图表 1-157



③ 结论

因加工液的配合法与处理时间没有交互作用，故可知本实验的最适条件为 A_3B_3 或 A_3B_4 ，但条件 A_3B_3 的处理时间较 A_3B_4 为短，从经济观点上讲，我们采用条件 A_3B_3 较为有利。

A_3B_3 的母平均推定，因认为无交互作用，故：

$$\hat{\mu}_{A_3B_3} = 80 + \frac{14}{8} + \frac{14}{8} - \frac{4}{32} = 80 + \frac{27}{8} = 80 + 3.62 = 83.62$$

如此推定，可提高精度，信赖度 95% 的信赖界限的宽为：

$$\begin{aligned} & \pm t(25, 0.05) \sqrt{3.32} \times \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8} - \frac{1}{32} \right) \\ & = \pm 2.060 \times 0.848 = \pm 1.75 \text{ 即 } (81.83 \sim 85.37) \end{aligned}$$

(四) 三元配置法

为了调查 3 个因子对某特性值的影响情形所计划的实验配置的方法，称为三元配置法。同时，调查 4 个因子时的计划，称为四元配置法。取 3 个以上的因子所计划的实验配置法，总称为多元配置法。

以下对三元配置法举例说明。

范例 1-63:

对于某药品的合成反应，取可能影响收量（单位 kg）的媒剂种类（ A_1, A_2, A_3 ）、媒剂使用量（ $B_1 = 1\text{gr}, B_2 = 2\text{gr}, B_3 = 3\text{gr}$ ）、反应温度（ $C_1 = 100^\circ\text{C}, C_2 = 120^\circ\text{C}, C_3 = 140^\circ\text{C}$ ）3 个因子做实验计划，实验时，媒剂种类、媒剂使用量、反应温度各水准所组合的 27 组，以随机的顺序做实验，其结果如图表 1-158 所示。

图表 1-158

单位 kg

C \ A \ B	A ₁			A ₂			A ₃		
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃
C ₁	15.35	14.90	15.00	15.10	14.45	14.40	15.25	14.70	14.75
C ₂	15.55	15.00	14.75	15.40	14.90	14.40	15.20	14.75	14.55
C ₃	15.60	15.20	15.00	15.35	14.60	14.10	15.30	14.75	14.85

〔解〕

变异数分析的步骤

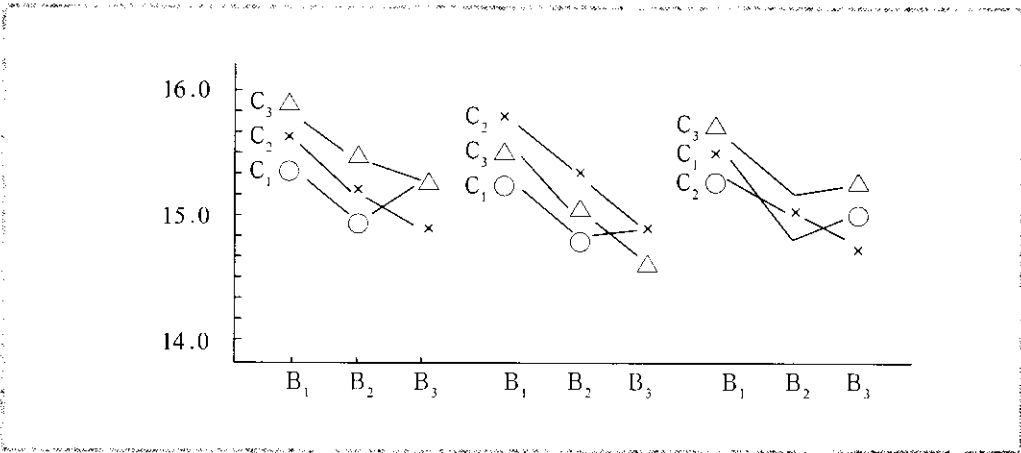
步骤 1: 原数据的图表化

原数据绘图表示，以了解因子效果的大概情形。

由图表 1-159 可预知，因子 A、B 的主效果影响收量。

步骤 2: 原数据的合计（省略）

图表 1 - 159



步骤 3:原数据的简化

步骤 2:原数据的合计 (省略)

$$X_{ijk} = (x_{jik} - x_0) \times h = (x_{jik} - 15.0) \times 100$$

原数据可简化为图表 1 - 160。

图表 1 - 160

C \ A \ B	A ₁			A ₂			A ₃			T
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	
C ₁	35	-10	0	10	-55	-60	25	-30	-25	-110
C ₂	55	0	-25	40	-10	-60	20	-25	-45	-50
C ₃	60	20	0	35	-40	-90	30	-25	-15	-25
T _{ij}	150	10	-25	85	-105	-210	75	-80	-85	-185
T _i	135			-230			-90			

步骤 4:作辅助表 (图表 1 - 161)

作平方表并计算总和。

图表 1-161

A B C	A ₁			A ₂			A ₃			计
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	
C ₁	1 225	100	0	100	3 025	3 600	625	900	625	10 200
C ₂	3 025	0	625	1 600	100	3 600	400	625	2 025	12 000
C ₃	3 600	400	0	1 225	1 600	8 100	900	625	225	16 000
计	8 975			22 950			6 950			38 200

为了求两因子交互作用 $A \times B$ 、 $A \times C$ 、 $B \times C$ 的变动，故作各别的 AB 、 AC 、 BC 两元素及其平方表（图表 1-162、图表 1-163、图表 1-164、图表 1-165、图表 1-166、图表 1-167）。

图表 1-162

m = 3	A ₁	A ₂	A ₃	T _j
B ₁	150	85	75	310
B ₂	10	-105	-80	-175
B ₃	-25	-210	-85	-320
T	135	-230	-90	-185

图表 1-163

m = 3	A ₁	A ₂	A ₃	计
B ₁	22 500	7 225	5 625	35 350
B ₂	100	11 025	6 400	17 525
B ₃	625	44 100	7 225	51 950
计	23 225	62 350	19 250	104 825

图表 1 - 164

$l = 3$	A_1	A_2	A_3	T_k
C_1	25	-105	-30	-110
C_2	30	-30	-50	-50
C_3	80	-95	10	-25
T_j	135	-230	-90	-185

图表 1 - 165

$l = 3$	A_1	A_2	A_3	计
C_1	625	11 025	900	12 550
C_2	900	900	2 500	4 300
C_3	6 400	9 025	100	15 525
计	7 925	20 950	3 500	32 375

图表 1 - 166

$k = 3$	B_1	B_2	B_3	T_k
C_1	70	-95	-85	-110
C_2	115	-35	-130	-50
C_3	125	-45	-105	-25
T_j	310	-175	-320	-185

图表 1 - 167

$k = 3$	B_1	B_2	B_3	计
C_1	4 900	9 025	7 225	21 150
C_2	13 225	1 225	16 900	31 350
C_3	15 625	2 025	11 025	88 675
计	33 750	12 275	35 150	81 175

步骤5:计算变动

求修正项 CT

$$CT = \frac{(\sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk})^2}{N} = \frac{T^2}{N} = \frac{(-185)^2}{27} = \frac{34\ 225}{27} = 1\ 268$$

求各变动

$$S = \sum_i \sum_j \sum_k (X_{ijk} - \bar{\bar{X}}_{...})^2 = \sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk}^2 - CT = 38\ 875 - 1\ 268 = 37\ 607$$

$$S_A = \sum_i \sum_j \sum_k (\bar{X}_{i..} - \bar{\bar{X}}_{...})^2 = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{lm} - CT$$

$$= \frac{1}{3 \times 3} [135^2 + (-230)^2 + (-90)^2] - 1\ 268$$

$$= \frac{79\ 225}{9} - 1\ 268$$

$$= 7\ 535$$

$$S_B = \sum_i \sum_j \sum_k (\bar{X}_{.j.} - \bar{\bar{X}}_{...})^2 = \sum_{j=1}^l \frac{T_j^2}{km} - CT$$

$$= \frac{1}{3 \times 3} [310^2 + (-175)^2 + (-320)^2] - 1\ 268$$

$$= \frac{229\ 125}{9} - 1\ 268$$

$$= 24\ 190$$

$$S_C = \sum_i \sum_j \sum_k (\bar{X}_{...k} - \bar{\bar{X}}_{...})^2 = \sum_{k=1}^m \frac{T_k^2}{kl} - CT$$

$$= \frac{1}{3 \times 3} [(-110)^2 + (-50)^2 + (-25)^2] - 1\ 268$$

Statistical Quality Control

$$= \frac{104\ 825}{9} - 1\ 268$$

$$= 33\ 674$$

$$S_{AB} = \sum_i \sum_j \sum_k (\bar{X}_{ij.} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l \frac{T_{ij}^2}{m} - CT$$

$$= \frac{104\ 825}{3} - 1\ 268$$

$$= 33\ 674$$

$$S_{A \times B} = S_{AB} - S_A - S_B$$

$$= 33\ 674 - 7\ 535 - 24\ 190 = 1\ 949$$

$$S_{AC} = \sum_i \sum_j \sum_k (X_{i.jk} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{k=1}^m \frac{T_{ik}^2}{l} - CT$$

$$= \frac{32\ 375}{3} - 1\ 268$$

$$= 9\ 524$$

$$S_{A \times C} = S_{AC} - S_A - S_C = 9\ 524 - 7\ 535 - 424 = 1\ 565$$

$$S_{BC} = \sum_i \sum_j \sum_k (\bar{X}_{.jk} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^m \frac{T_{jk}^2}{k} - CT$$

$$= \frac{81\ 175}{3} - 1\ 268$$

$$= 25\ 790$$

$$S_{B \times C} = S_{BC} - S_B - S_C$$

$$= 25\ 790 - 24\ 190 - 424 = 1\ 176$$

$$S_E = S - (S_A + S_B + S_C + S_{A \times B} + S_{A \times C} + S_{B \times C})$$

$$= 37\ 607 - (7\ 535 + 24\ 190 + 424 + 1\ 949 + 1\ 565 + 1\ 176)$$

$$= 37\ 607 + 36\ 839 = 768$$

步骤6:计算自由度

$$\phi = N - 1 = klm - 1 = 3 \times 3 \times 3 - 1 = 26$$

$$\phi_A = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\phi_B = l - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\phi_C = m - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\phi_{AB} = kl - 1 = 3 \times 3 - 1 = 8$$

$$\phi_{A \times B} = \phi_{AB} - \phi_A - \phi_B = (k - 1)(l - 1) = 4$$

$$\phi_{AC} = km - 1 = 3 \times 3 - 1 = 8$$

$$\phi_{A \times C} = \phi_{AC} - \phi_A - \phi_C = (k - 1)(m - 1) = 4$$

$$\phi_{BC} = lm - 1 = 3 \times 3 - 1 = 8$$

$$\phi_{B \times C} = \phi_{BC} - \phi_B - \phi_C = (l - 1)(m - 1) = 4$$

$$\begin{aligned} \phi_E &= \phi - (\phi_A + \phi_B + \phi_C + \phi_{A \times B} + \phi_{A \times C} + \phi_{B \times C}) \\ &= 26 - (2 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4) = 8 \end{aligned}$$

步骤7:作变异数分析表

把各计算结果回复到原来单位后,再制作变异数分析表(图表1-168)。各变动乘以 $\frac{1}{k^2} = \frac{1}{100}$ 。

把以上未显著的交互作用 $B \times C$ 与误差项 E 合并后再重新作变异数分析表。

图表1-169再检定的结果,判定交互作用 $A \times B$, $A \times C$ 项为不显著。像这样合并后,检出力会减低的情形,一般不采用合并后的变异数分析表,而仍采用未合并的变异数分析表。

由以上结果,可以知道媒剂(因子A)与媒剂使用量(因子B)影响合成收量极大,并且媒剂使用量与种类的交互作用($A \times B$),媒剂的种类与反应温度的交互作用

图表 1 - 168

要因	s.s	d.f	m.s	F ₀	F (0.05)	F (0.01)
A	0.7535	2	0.3768	39.20	4.46	8.65
B	2.4190	2	1.2095	126.00	4.46	8.65
C	0.0424	2	0.0212	2.21	4.46	8.65
A × B	0.1949	4	0.0487	5.07	3.84	7.01
A × C	0.1565	4	0.0391	4.07	3.84	7.01
B × C	0.1176	4	0.0294	3.06	3.84	7.01
E	0.0768	8	0.0096			
计	3.7607	26				

图表 1 - 169

要因	s.s	d.f	m.s	F ₀	F (0.05)	F (0.01)
A	0.7535	2	0.3768	23.30	3.89	6.93
B	2.4190	2	1.2095	74.70	3.89	6.93
C	0.0424	2	0.0212	1.31	3.89	6.93
A × B	0.1949	4	0.0487	3.01	3.26	5.41
A × C	0.1565	4	0.0391	2.41	3.26	5.41
E	0.1944	12	0.0162			
计	3.7607	26				

(A × C) 亦影响合成收量。

(1) 两因子组合的条件下的母平均的推定

① 因子 A, B 的组合条件

$$\begin{aligned}\hat{\mu}(A_i B_j) &= \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} \\ &= \bar{x}_{ij} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{T_{ij}}{m}\end{aligned}$$

$$\hat{\mu}(A_1B_1) = 15.0 + \frac{1}{100} \times \frac{150}{3} = 15.50 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_1B_2) = 15.0 + \frac{1}{100} \times \frac{10}{1} = 15.03 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_1B_3) = 15.0 + \frac{1}{100} \times \frac{-25}{3} = 14.92 \text{ (kg)}$$

以下同样

$$\hat{\mu}(A_2B_1) = 15.28 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_2B_2) = 14.65 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_2B_3) = 14.30 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_3B_1) = 15.25 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_3B_2) = 14.73 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_3B_3) = 14.72 \text{ (kg)}$$

信赖区间:

$$\beta_{ij} = t(\phi_E, \alpha) \frac{\sqrt{V_E}}{\sqrt{m}}$$

信赖度 95% 时

$$\begin{aligned} \beta_{ij} &= t(8, 0.05) \frac{\sqrt{0.0096}}{\sqrt{3}} \\ &= 2.306 \times \sqrt{0.0032} = 0.13 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

② 因子 A, C 的组合条件

点推定:

$$\hat{\mu}(A_iC_k) = \mu + a_i + c_k + (ac)_{ik}$$

$$= x_{ik} = x_0 + \frac{1}{h} \times \frac{T_{ik}}{1}$$

$$\hat{\mu}(A_1C_1) = 15.0 + \frac{1}{100} \times \frac{25}{3} = 15.08 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_1C_2) = 15.0 + \frac{1}{100} \times \frac{30}{3} = 15.10 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_1C_3) = 15.0 + \frac{1}{100} \times \frac{80}{3} = 15.27 \text{ (kg)}$$

同样

$$\hat{\mu}(A_2C_1) = 14.65 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_2C_2) = 14.90 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_2C_3) = 14.68 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_3C_1) = 14.90 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_3C_2) = 14.83 \text{ (kg)}$$

$$\hat{\mu}(A_3C_3) = 14.97 \text{ (kg)}$$

信赖界限的宽为：

$$\beta_{ik} = t(\phi_E, \alpha) \frac{\sqrt{V_E}}{\sqrt{1}}$$

信赖度 95% 时

$$\beta_{ik} = t(8, 0.05) \frac{\sqrt{0.0096}}{\sqrt{3}} = 0.13 \text{ (kg)}$$

(2) 推定最适条件的母平均

由以上结果知道 A₁B₁, A₁C₃ 时的组合收量最高。

故最适条件大概为 A₁B₁C₃, 则求其母平均为：

$$\begin{aligned}
 \hat{\mu}(A_1B_1C_3) &= \mu + a_1 + b_1 + c_3 + (ab)_{11} + (ac)_{13} + (bc)_{13} \\
 &= \mu + a_1 + b_1 + (ab)_{11} + \mu + a_1 + c_1 + (ac)_{13} + \mu + b_1 + c_3 + (bc)_{13} \\
 &\quad - (\mu + a_1) - (\mu + b_1) - (\mu + c_3) + \hat{\mu} \\
 &= \bar{x}_{11.} + \bar{x}_{1.3} + \bar{x}_{.13} - \bar{x}_{1..} - \bar{x}_{.1.} - \bar{x}_{..3} + \bar{\bar{x}}_{...} \\
 &= x_0 + \frac{1}{h} \left(\frac{T_{11.} + T_{1.3} + T_{.13}}{3} - \frac{T_{1..} + T_{.1.} + T_{..3}}{9} + \frac{T_{...}}{27} \right) \\
 &= 15.0 + \frac{1}{100} \left[\frac{150 + 80 + 125}{3} - \frac{135 + 310 + (-25)}{9} + \frac{-185}{27} \right] \\
 &= 15.65 \text{ (kg)}
 \end{aligned}$$

第二篇 管制图

- 一、管制图的概念
- 二、管制图的作法
- 三、管制图的数学理论
- 四、管制图的看法
- 五、点的变动与制程分配的关系
- 六、管制图的性能
- 七、管制图的应用
- 八、制程的解析
- 九、管制项目展开方式



没问题就是大问题，有问题才可以没问题。

一、管制图的概念

（一）管制图的历史

1924年，统计品质管理的始祖谢华德发明了管制图后，统计品质管制才进入了新纪元。

1931年，W.A.Shewhart发表了“Economic Control of Quality of Manufactured Product”（《工业制品品质的经济管制》）一书，奠定了今日管制图的基础。

英国在1932年邀请谢华德到伦敦，提高了统计方法应用到工业中的气氛。1935年E.S.Person所著的“The Application of Statistical Methods to Industrial Standardization on Quality Control”被定为英国国家规格BS600，因而就管制图的普及性来讲，可能英国较美国为早。

1933年ASTM (American Society for Testing Materials) 制定ASTM Manual on Quality Control，为美国战时规格的基础。

1940年前后，美英把SQC引进工厂中，当时管制图不但与其他方法同样简便，并且其显著的效果也得到广泛的承认。

美英都把各种管制图的方法制定为国家规格，故可根据规格所指定的方式，广泛地应用于各种工业中。

1941~1942年，制定下列三种强制性的战时规格，作为统计品质管理的参考。

Z1-1-1941 Guide for Quality Control;

Z1-2-1941 Control Chart Method for Analyzing Data;

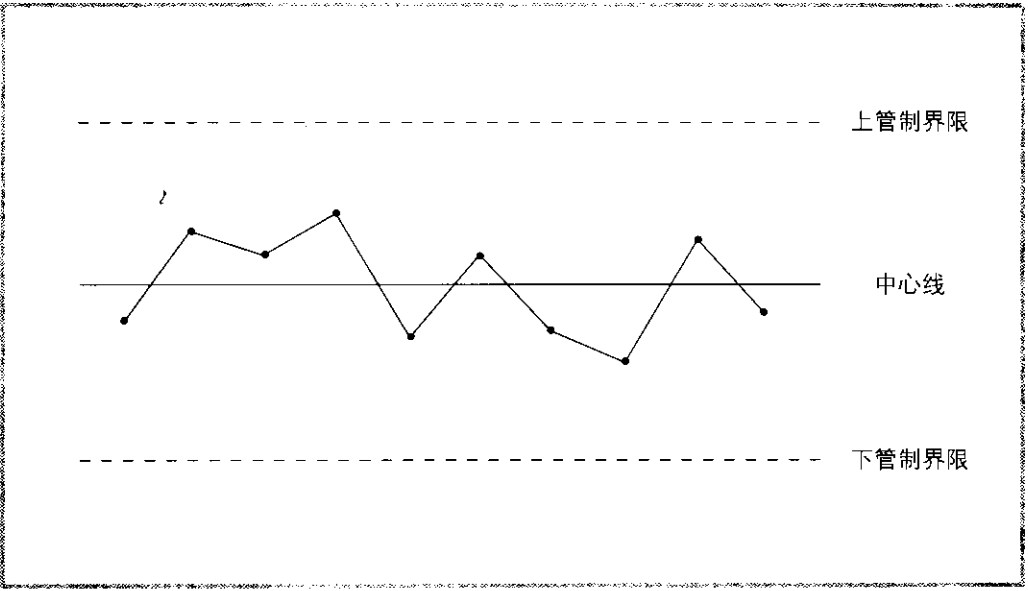
Z1-3-1942 Control Chart Method for Control Quality During Production.

1950年戴明博士受邀到日本，以管制图为中心开讲习会，此为管制图引入日本的开端。受这一活动的影响，日本管制图普及很快。同年，日本规格协会成立了品质管理方式研究委员会，检讨实施品质管理的各种问题，于1954年制定了JIS Z 9021，规定管制图中的 \bar{x} -R、p、pn、c、u管制图的作法及使用法；1959年制定JIS Z 9022： \bar{x} 管制图；1959年制定JIS Z 9023：x管制图。

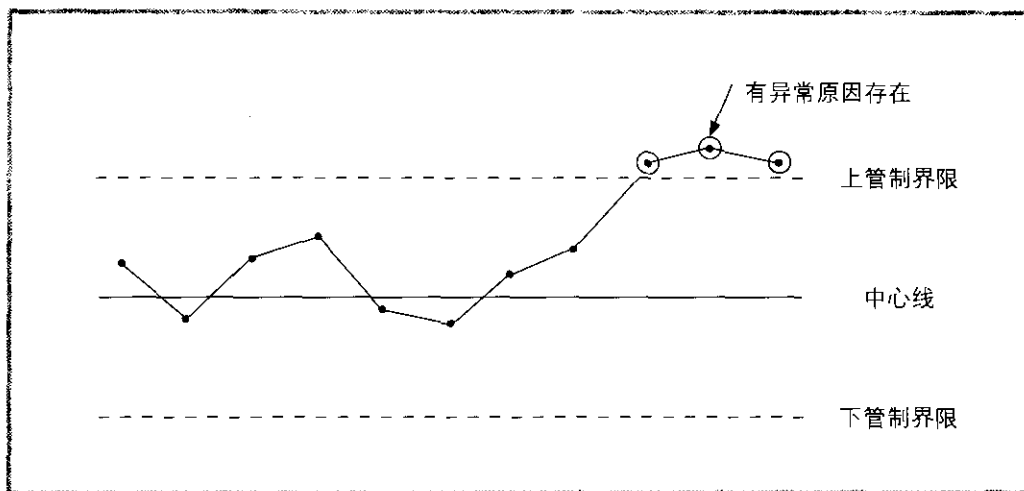
(二) 何谓管制图

所谓管制图，是一种以实际产品品质特性与根据过去经验所判明的制程能力的管制界限比较，而以时间经过用图形表示者。所以一般管制图，纵轴为制品的品质特性，以制程变化的数据为分度；横轴为制品的群体号码，或制造年月日等，以时间顺序、制造顺序将点绘在图上。如图表2-1、图表2-2。

图表 2-1 管制状态



图表 2-2 非在良好管制状态



在管制图上所表示的品质,与一般只用图来表示的不同之处在于管制图记入有上下一对管制界限线,根据这种管制界限可以区别品质的偶然原因的变动及异常原因的变动。

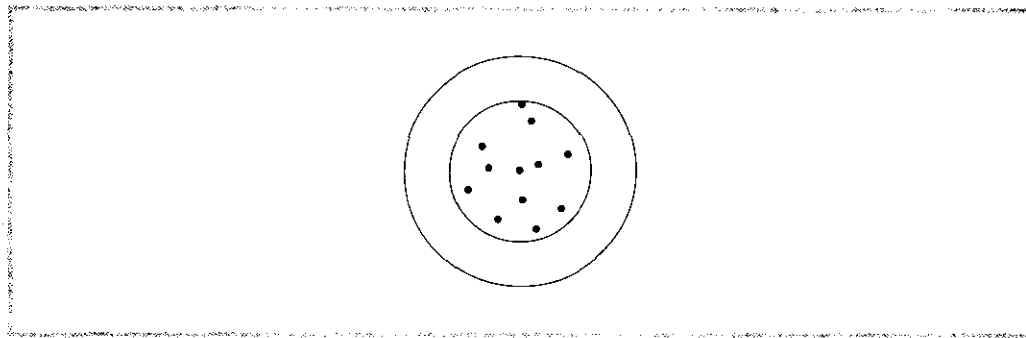
(三) 制程引起变动的因素

一般由制造业所生产出来的产品,不论其品质特性如何,都一定会有变动,绝对无法做出完全一样的产品。之所以会产生如此的变动,是受到很多因素影响的,而工厂内在做制程管制时,通常很难把握这些因素。

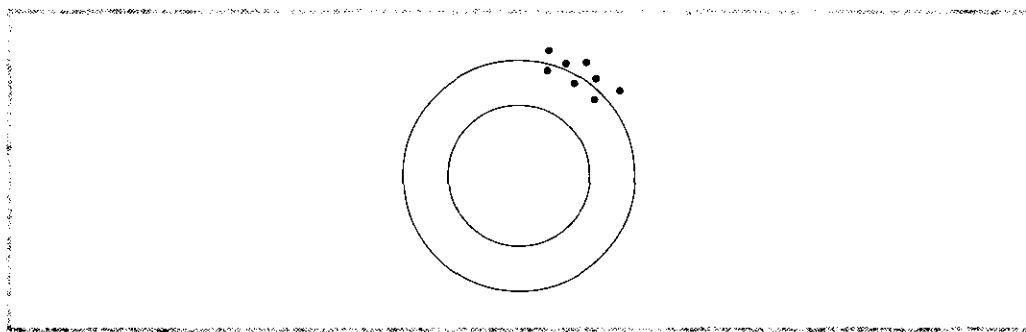
一般引起制程变动的原因可大略分成两种:一为偶然的原因,另一为异常的原因。所谓偶然原因的变动,即由很多微小的原因引起的,而每一个原因所引起的变动都很微小,例如同种原料内的变动、机器的振动所引起的变动、熟手作业员的变动。这些对工厂来说,是一种正常的变动,也可说是无法避免的变动,如在制程管制时,想要将此种变动减少或去除,是非常不经济的。相反的,异常原因所引起的每一个变动都颇大,例如不同原料间的变动,如应使用 A 原料,结果使用 B 原料;又反应温度应调整为 100°C ,

结果调到 120℃ ;机器转动齿轮应装 10 齿, 结果装上 12 齿的;或对生手未予训练, 而立刻要他操作。诸如此类所引起的变动, 就称为异常原因的变动, 有此种变动的发生, 就称为制程发生异常。对此种异常如不立刻采取改善行动, 则会发生莫大的损失。

图表 2-3 偶然原因的变动



图表 2-4 异常原因的变动



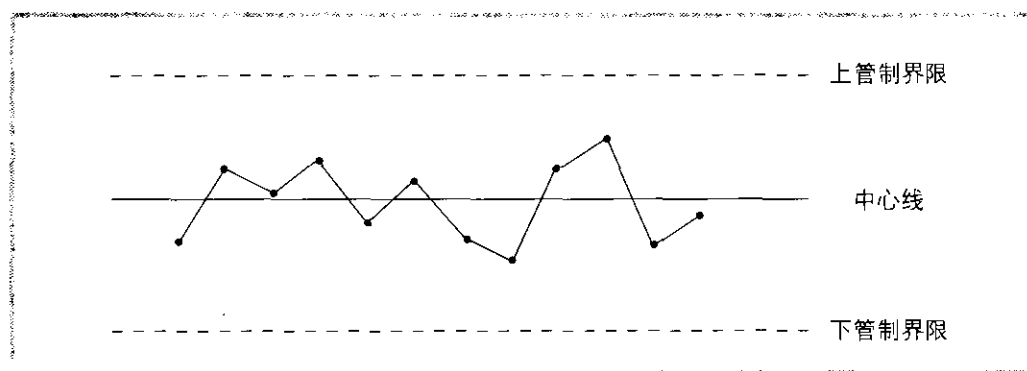
异常原因的变动是有办法去除且必须去除的变动, 但一般在制程管制中, 常常难以区别是属于哪一种变动, 因为机器每一分钟都在运转, 都在生产, 故目前所发生的变动, 是属于哪一种变动, 是很难判断的。如能判断的话, 对制程就有办法管制了, 尤其是在有异常发生时, 如能迅速发觉并采取改善对策, 收效将非常大。相反的, 如只是偶然原因的变动, 但因误认为是异常原因的变动, 而加以调整的话, 很可能会将本

来是正常的制程，反而变为不正常制程；或将机械停止调整，如此不但影响效率，也很可能使制品品质由好变坏，损失很大。故在制程管制中，如何辨别变动是属于偶然原因的变动还是异常原因的变动，是能否做好制程管制的关键所在。

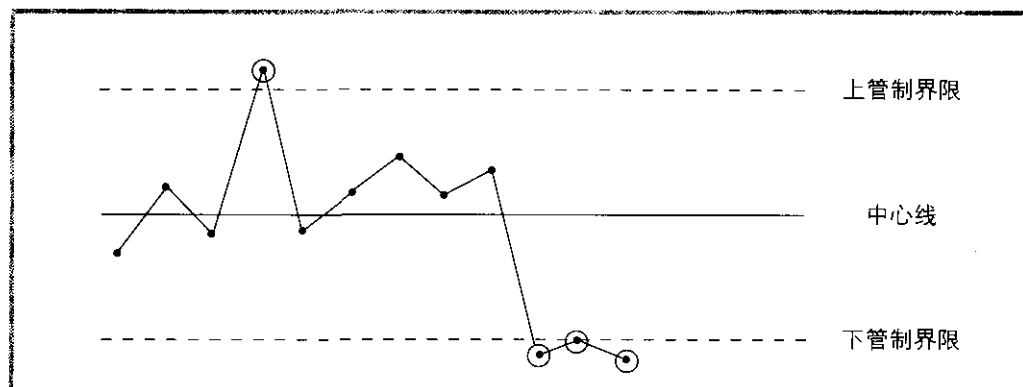
（四）两种不同的制程状态

一般制程的状态也可区分成两种状态，一种是制程在管制状态，一种是制程在非管制状态。所谓制程在管制状态，即在生产的过程中，制程所发生的变动，大部分都是属于偶然原因的变动，很少发生异常原因的变动。但如果制程的管理不善的话，则经常会发生异常原因的变动，这种制程就叫非管制状态。由此可知，如制程是在管制状态的话，则可知此制程中的机器一定很少发生故障，原料也很稳定，作业都由经过训练的熟手在操作，像此种制程所生产出来的产品如一开始是很好的话，只要用同样的方法一定可生产出同样好的产品出来。而且如果制程发生异常的话，一定能很快发觉，相反的，如制程在非管制状态，则可说此制程机器常调整错误，使用的原材料经常发生错误，作业员未经训练就操作，所以制程非常不稳定。即使日前所制造出来的是良品，但下一个时间所制造出来的产品是否良品就很难说，有无异常发生也无法判

图表 2-5 制程在管制状态



图表 2-6 制程在非管制状态



断，所以这种制程是无法管制的。故一般制程要能管制的话，一定要在管制状态下，才有办法管制。

(五) 制程能被管制的基本条件

在制程管制中最重要的是确保制程处于管制状态，但究竟哪一种制程才有办法管制呢？

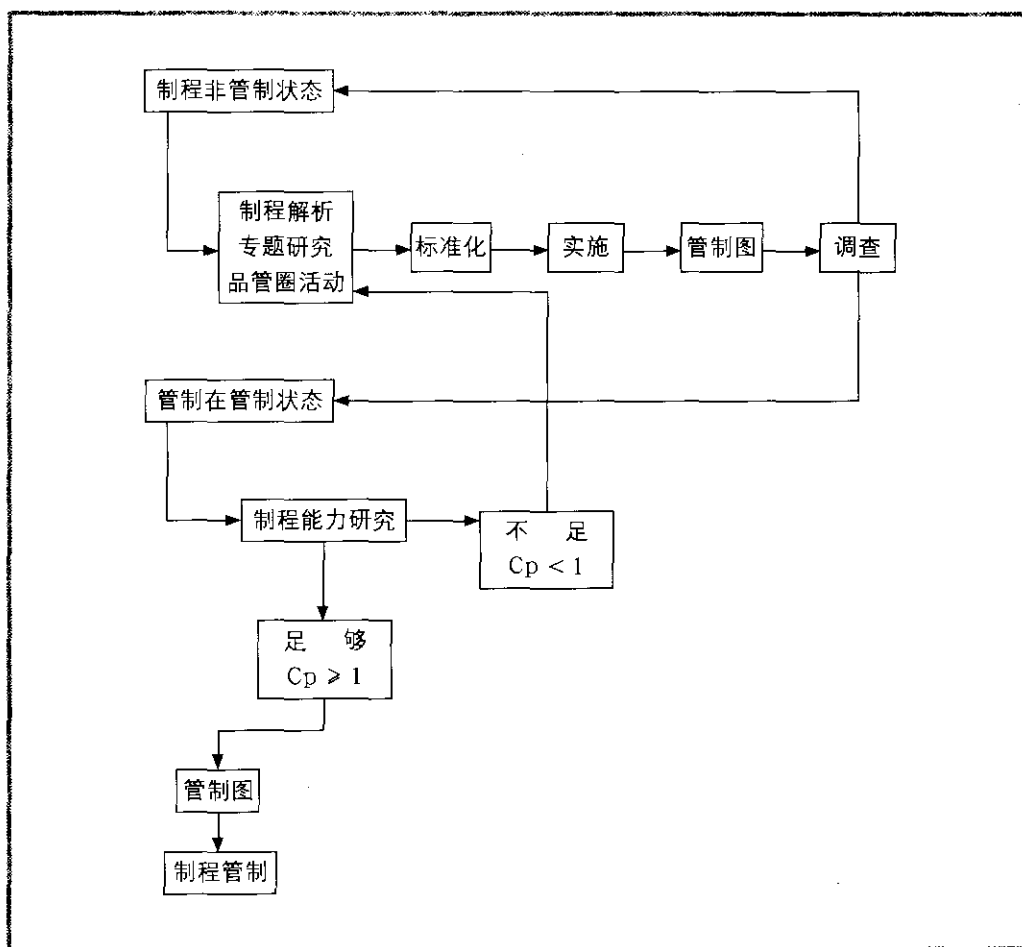
一般工厂在刚开始做品质管理时，制程大部分都是呈非管制状态。如制程为非管制状态，一般需先进行制程解析，将其影响变动的要因抓住，然后针对此影响要因采取对策，制定标准，然后再照标准去实施，实施后再检讨制程状态。如制程还是在非管制状态，一般都是再回到解析的步骤，重新找原因、采对策、制定标准，然后再依照标准实施、检讨。如一直无法变成管制状态，那就只好且必须一直依照前面的步骤循环，直到进入管制状态为止。

一般来说，制程不断解析改善后，就会进入管制状态。但制程虽在管制状态，一般仍需进一步地检讨其制程能力，视其能力是否足够，如能力不够，可能又要再回到解析环节，重新寻找提高能力的方法，如能力一直无法达到，很可能会一直在循环。但

有时在能力无法提高以前，可用全数检查的方式，进入制程管制；当然如能力够，就可直接进入制程管制。

一般工厂的制造工程要达到能管制的水准，一定要依照此步骤，才可达到。但许多工厂常未作解析，制程尚在非管制状态时，就想做各种管制，当然无效果。故制程需先进行解析，在制程达到管制状态后才能管制，品质才会稳定。

图表 2-7 制程能被管制的基本条件



（六）管制图在制程管制中的功效

制程一定要在管制状态下才能管制，如为非管制状态，一定要先进行解析。但如何才能判断出制程是在管制状态还是在非管制状态？现场人员或工程师，最感困难的就是无法正确地作出此判断。如不能判断的话，则前面所述的，就成为纸上谈兵了。幸好谢华德博士发明了管制图后，我们就可应用管制图，很容易判别制程的管制状态，如不应用管制图，就很难做到了。

如制程在非管制状态时，可应用管制图中的分组法、层别法等，来进行制程解析，可找出变动的原因。故管制图在制程解析中，也是一不可或缺的工具。

如已进入制程管制阶段，则管制图占更重要角色。如前所述，引起变动的原因有偶然原因和异常原因，一般工厂内的工程师或现场人员很难区别出变动原因，而应用管制图，在制程发生异常时，则能很快地发觉。如果无异常时，也能从管制图上获得心安。故管制图在制程管制中，也是不可或缺的。总之，无论是在制程管制还是在制程解析上，可说都不能没有管制图。

（七）管制图的种类

现场有各种各样的数据，由于数据种类的不同，其所要使用的管制图也就不同。通常，数据可分为计量值及计数值两种：

- 计量值为长度、重量、时间、纯度、强度、收率等连续性数值的数据；
- 计数值为不良品的个数、缺点数、次级品数等间断性数值的数据。

一般常用的管制图可分类为如图表 2-8 所示。

1. $\bar{x} - R$ 管制图

计量值数据，如长度、重量、时间、纯度、强度、收率等品质特性，都可使用

图表 2-8

管制图名称	符号	数据的种类
平均值与范围管制图	$\bar{x}-R$ 管制图	计量值
中值与范围管制图	$\bar{x}-R$ 管制图	
个个数据管制图	x 管制图	
不良率管制图	p 管制图	计数值
不良个数管制图	pn 管制图	
缺点数管制图	c 管制图	
每单位缺点数管制图	u 管制图	

$\bar{x}-R$ 管制图管制。例如:轴加工后的直径、纱的引张强力、灯泡的消费电力等。

\bar{x} 为平均值, R 为范围, 所以 \bar{x} 管制图主要是管制品质特性分配的平均值变化,
 R 管制图主要是用来管制品质特性分配的变异的变化。

例如:5, 2, 10, 7, 4 的平均值:

$$\bar{x} = \frac{5 + 2 + 10 + 7 + 4}{5} = 5.6$$

范围:

$$R = x_{(最大值)} - x_{(最小值)} = 10 - 2 = 8$$

2. $\bar{x}-R$ 管制图

$\bar{x}-R$ 管制图与 $\bar{x}-R$ 管制图一样是用来管制计量值数据的品质特性。

\bar{x} 可以代替 \bar{x} 使用, 因 \bar{x} 计算简便, 故适用于现场领班或作业人员使用。

例如:5, 10, 2, 7, 4 依顺序排列为:

$$2, 4, 5, 7, 10$$

中值: $\tilde{x} = 5$

范围: $R = 10 - 2 = 8$

3. \bar{x} 管制图——个别数据管制图

\bar{x} 管制图亦于管制计量值数据的品质特性时使用。通常是在数据的间隔很长、不易分组或数据很少时使用。此种管制图是把全部数据直接记入管制图上。

4. p 管制图——不良率管制图

计数值的不良率、次级品率、出勤率等的管制，可使用 p 管制图。不良率 p 可用公式 $p = \frac{\text{被判定为不良品的个数}}{\text{经检查的全部个数}}$ 计算。

5. pn 管制图——不良个数管制图

品质特性以不良个数来管制时，使用 pn 管制图。例如螺丝的长度不良个数，可用 pn 管制图管制，但样本大小必须相同。

6. c 管制图

以一定大小的制品中所含缺点数来管制制程时，可使用 c 管制图。

例如：每匹布里的缺点数，每台半导体收音机的焊接不良个数等，都可用 c 管制图管制。

7. u 管制图

制品大小常不一定时的缺点数，可用 u 管制图管制。

例如：每码布的缺点数，每 100 个焊接处理中不良焊接个数等，都可用 u 管制图管制。

二、管制图的作法

管制图如果只搜集数据，画一画图，是简单的事情，但要使其合乎制程管制的目的，画出一个能用的管制图，就不是一件简单的事情了，必须花很大的努力才能达到目的。在本章中，先把各种管制图的作成步骤及必要、简单的注意事项加以说明。至于其应用及理论则留待以后说明。

管制图与一般图表的不同点为：

- 为判断点的性质，所以另加有管制界限；
- 把数据分成几组，即利用分组法来整理数据。

（一） \bar{x} - R 管制图

\bar{x} - R 管制图在所有管制图中最为重要，使用的机会也最多，所以只要熟练 \bar{x} - R 管制图的作法、看法、应用，那么其他管制图也就可以很快了解。

\bar{x} - R 管制图的作法，其步骤如下：

1. 预备数据的调查

先搜集某一期间的数据作为预备数据。

(1) 步骤 1: 搜集数据

搜集 100 个以上的数据，依测定时间顺序或群体顺序排列。

- ① 这些数据必须是最最近的数据，并且在技术上可认为今后的制程不会有多大变化；
- ② 数据的履历必须很清楚。

(2) 步骤 2: 数据分组

把 2 ~ 6 个数据作为一组，把全部数据分为 20 ~ 30 组。

- ① 一组内的数据个数称为样本数，以 n 表示；
- ② 组的个数称为组数，以 k 表示；
- ③ 同一组内不要含有异质的数据。

通常是以群体顺序或测定时间顺序来分组。

(3) 步骤 3: 记入数据表

把数据记入如图表 2-9 的数据表里。

(4) 步骤 4: 计算平均值 \bar{x} (四舍五入后，比测定值多求 1 位数)，求各组的平均值 \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} \quad (n: \text{样本大小})$$

例如图表 2-9 的第 1 组的平均值为：

$$\bar{x} = \frac{48 + 49 + 48 + 50 + 51}{5} = 49.2$$

(5) 步骤 5: 计算全距 R

求每组的全距 R

$$R = x_{(\text{最大值})} - x_{(\text{最小值})}$$

例如图表 2-9 的第 1 组的全距为：

$$R = 51 - 48 = 3$$

(6) 步骤 6: 计算总平均 $\bar{\bar{x}}$ (四舍五入后比测定值多求两位数)

$$\bar{\bar{x}} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_k}{k} \quad (k: \text{组数})$$

例如图表 2-9 中：

$$\bar{\bar{x}} = \frac{49.2 + 50.2 + 50.4 + 48.0 + \cdots + 50.6 + 49.6 + 50.4}{25} = 49.71$$

(7) 步骤 7: 计算全距的平均值 \bar{R}

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \cdots + R_k}{k}$$

例如图表 2-9

$$\bar{R} = \frac{3 + 4 + 7 + 6 + 4 + \cdots + 8 + 6 + 3 + 4}{25} = 4.7$$

(8) 步骤 8: 计算管制界限

① \bar{x} 管制图

- 中心线 $CL = \bar{\bar{x}}$
- 上管制界限 $UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$
- 下管制界限 $LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$

(A_2 为系数, 可由表查得)

以图表 2-9 为例:

因 $n = 5$, 故查表得 $A_2 = 0.577$

$$CL = \bar{\bar{x}} = 49.71$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} = 52.42$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 47.00$$

② R 管制图

- 中心线 $CL = \bar{R}$
- 上管制界限 $UCL = D_4 \bar{R}$
- 下管制界限 $LCL = D_3 \bar{R}$ (当 $n < 6$ 时, 不考虑)

(D_4, D_3 为系数, 可由表查得)

以图表 2-9 为例:

因 $n = 5$, 故查表得 $D_4 = 2.12, D_3 = 0$

$$CL = \bar{R} = 4.7$$

图表 2-9 \bar{X} -R 管制图

编号: AD105

制品名称: 铁板
品质特性: 厚度
测定方法: (量具号码) No.6
测定单位: 0.1mm
群别方法: 每时间 $n = 5$

制造番号: 34-588
机械号码: F-3
作业员: 张阿铅
自: 1999年8月1日
至: 1999年8月25日

日期 X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
X_1	48	48	48	49	51	46	54	48	51	48	48	46	47	52	52	53	46	48	51	49	50	48	53	47	48
X_2	49	51	55	51	47	51	50	47	50	50	50	50	47	49	47	47	48	50	50	50	47	49	48	53	50
X_3	48	52	49	48	48	49	52	48	49	51	49	52	52	50	53	48	54	49	50	50	52	51	48	49	49
X_4	50	50	52	45	51	51	50	49	51	53	50	51	46	50	48	49	51	54	49	53	48	52	50	50	49
X_5	51	50	48	47	51	51	51	48	49	50	52	51	49	50	52	50	50	52	48	50	50	49	52	53	47
\bar{X}	49.2	50.2	50.4	48.4	49.6	49.6	51.4	48.6	50.5	50.4	49.8	50.4	48.2	50.2	47.4	49.4	49.8	50.6	49.6	50.4	49.4	49.8	50.2	50.4	48.6
R	3	4	7	6	4	5	4	2	2	5	4	6	6	3	6	6	8	6	3	4	5	4	5	6	3
备考																									

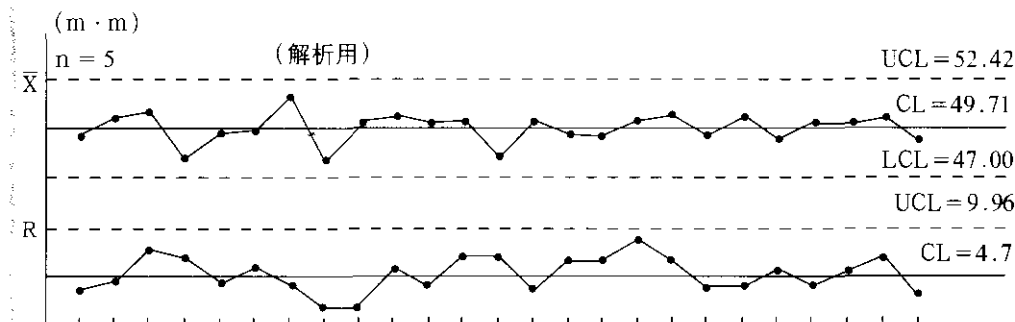
$$\Sigma \bar{X} = 1242.6$$

$$\Sigma R = 117$$

$$\bar{\bar{X}} = 49.71$$

$$R = 4.7$$

限 界 线			备 注	系 数 表				
\bar{X}	$A_2 \bar{R} = 0.577 \times 4.7 = 2.71$			n	A_2	D_4	D_3	d_2
	$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 52.42$			2	1.880	3.27	—	1.13
	$CL = \bar{\bar{X}} = 49.71$			3	1.023	2.58	—	1.69
	$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 47.00$							
R	$UCL = D_4 \bar{R} = 2.12 \times 4.7 = 9.96$			4	0.729	2.28	—	2.06
	$CL = \bar{R} = 4.7$			5	0.577	2.12	—	2.33
	$LCL = D_3 \bar{R} = \text{-----}$							



$$UCL = D_4 \bar{R} = 9.96$$

$$LCL = D_3 \bar{R} \text{ (因 } n < 6, \text{ 故不考虑)}$$

(9) 步骤 9: 记入管制界限

准备管制图用纸, 绘上分度使上下管制界限的间隔能在 20mm ~ 30mm 左右。

- \bar{x} 管制图时, 中心线记入实线, UCL、LCL 各别记入虚线。
- R 管制图时, 中心线 R 记入实线, UCL、LCL 各别记入虚线。

(10) 步骤 10: 调查是否在管制状态

把点全部记入管制图上, 如果点都在管制界限内时, 即认为制程是在管制状态下; 如果有超出管制界限外的点时, 就判断制程在非管制状态, 必须进一步做制程解析, 追查原因, 制定标准, 采取去除原因的措施使制程完全能进入管制状态; 点在管制界限上时, 亦视同超出界外的点。

预备数据调查结果, 如果制程在管制状态时, 就不必重新计算, 而把“预备数据的调查”所求得管制界限, 直接与“管制界限与规格比较”的规格比较。

如果制程处于非管制状态, 就得做制程解析, 调查原因, 采取措施, 制定标准, 以使同样原因不再发生, 然后, 依照“预备数据的调查”这一步骤重新计算管制界限, 再与“管制界限与规格比较”的规格比较。

超线的点如果原因不明, 或无法采取措施时, 就不要除去, 重新计算时再与其他数据一起计算。

2. 管制界限与规格比较

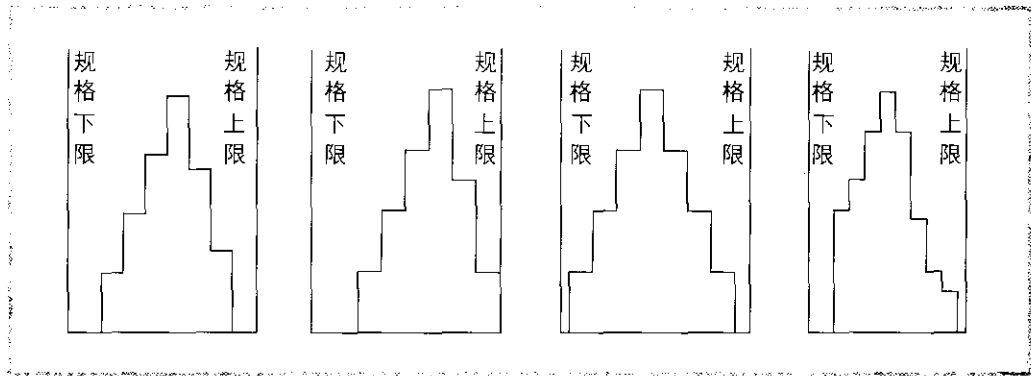
(1) 指定有规格时

把“预备数据的调查”计算管制界限值所使用的全部数据, 整理成直方图, 然后与规格比较。

① 直方图正好在上、下规格之内时, 如图表 2-10 认为制程能适合规格, 而以

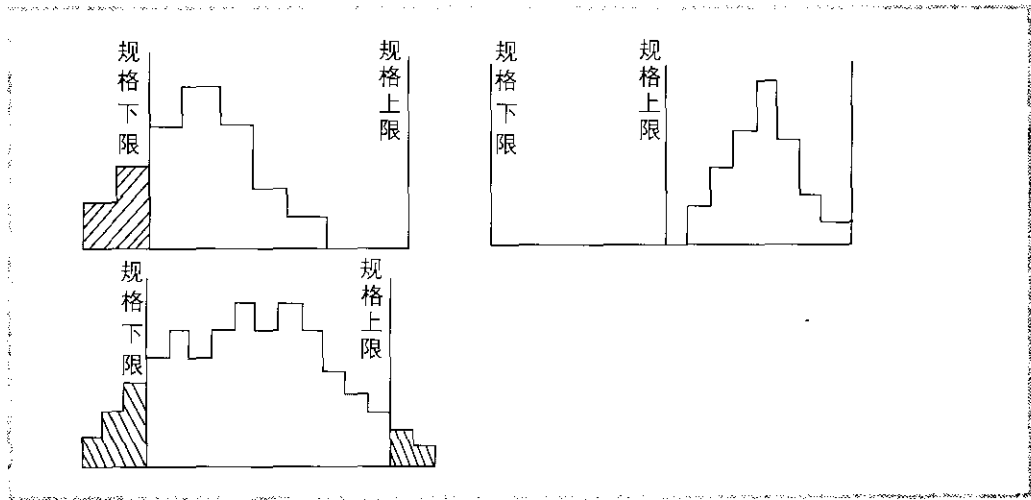
后的制程管制就可以采用“预备数据的调查”所计算的管制界限。

图表 2-10



② 直方图正好在上、下界限规格外时，如图表 2-11，认为制程不能满足规格，所以必须采取措施，把平均值移近规格中心，或缩小变异。采取措施以后重新自“预备数据的调查”做起。

图表 2-11



如果采取措施在技术上或经济上有困难或不利时，就有考虑变更规格的必要。

(2) 未指定规格时

可直接用到制程管制上。

3. 制程管制

(1) 记入管制界限

把“管制界限与规格比较”认为可采用的管制界限，重新记入管制图上。

(2) 记入点

方法和搜集预备数据相同，自制程抽取样本，计算其 \bar{x} 及 R ，随即记入管制图上。

(3) 发生异常原因的判定

① 记入的点在管制界限内时，判定制程的变动是偶然原因所引起的，则可以继续生产；

② 记入的点超出管制界限外时，判定制程存在不可忽视的异常原因。

(4) 措施

判定制程有不可忽视的异常原因存在时，就得立即探究原因，采取应急措施及再发防止措施。

4. 重新计算管制界限，制作新管制图

管制界限若继续使用到一个时期后，制程状态可能改变，以过去所使用的管制界限为基准的管制图就不适合了。这样的话，就需要重新搜集最近的数据，根据“预备数据的调查”以后各节的方法，重新计算管制界限。

制程改变，或样本的抽取方法改变时，都需重新计算管制界限，重新绘制管制图；即使制程未改变，亦有定期重新绘制管制图的必要。

范例 2-1：

某厂产品的重要品质特性是拉力强度，该厂为管制该项目的特性，每天从制程里

随机抽取 5 个样本，测定拉力强度，共得到 25 组数据。请您根据这些数据绘制 $\bar{x} - R$ 管制图，调查此制程的管制情形，并检讨此制程是否可用管制图来管制（已知拉力强度的规格 50 ± 5 ）。

图表 2-12

组号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x_1	46	49	48	54	53	47	49	47	47	48	48	48	52
x_2	51	51	52	50	49	54	52	45	46	52	51	51	52
x_3	54	52	52	50	49	51	52	53	53	50	50	53	51
x_4	52	50	52	46	53	51	51	50	50	48	50	50	48
x_5	48	50	51	50	49	51	50	51	51	51	46	50	53
\bar{x}	50.2	50.4	51	50	50.6	50.8	50.8	49.2	49.4	49.8	49	50.4	51.2
R	8	3	4	8	4	7	3	8	7	4	5	5	5
组号	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
x_1	48	51	53	49	47	52	48	51	46	50	50	50	
x_2	50	51	49	48	49	50	48	52	53	50	54	51	
x_3	47	51	53	50	49	52	52	50	51	48	50	51	
x_4	49	52	46	50	50	47	48	49	51	50	49	51	
x_5	51	51	48	52	52	49	52	54	50	50	51	46	
\bar{x}	49	51.2	49.8	49.8	49.4	50	49.6	51.2	50.2	49.6	50.8	49.8	
R	4	1	7	4	5	5	4	5	7	2	7	5	

[解]

$$\bar{\bar{x}} = \frac{50.2 + 50.4 + \cdots + 50.8 + 49.8}{25} = \frac{1\,253.2}{25} = 50.13$$

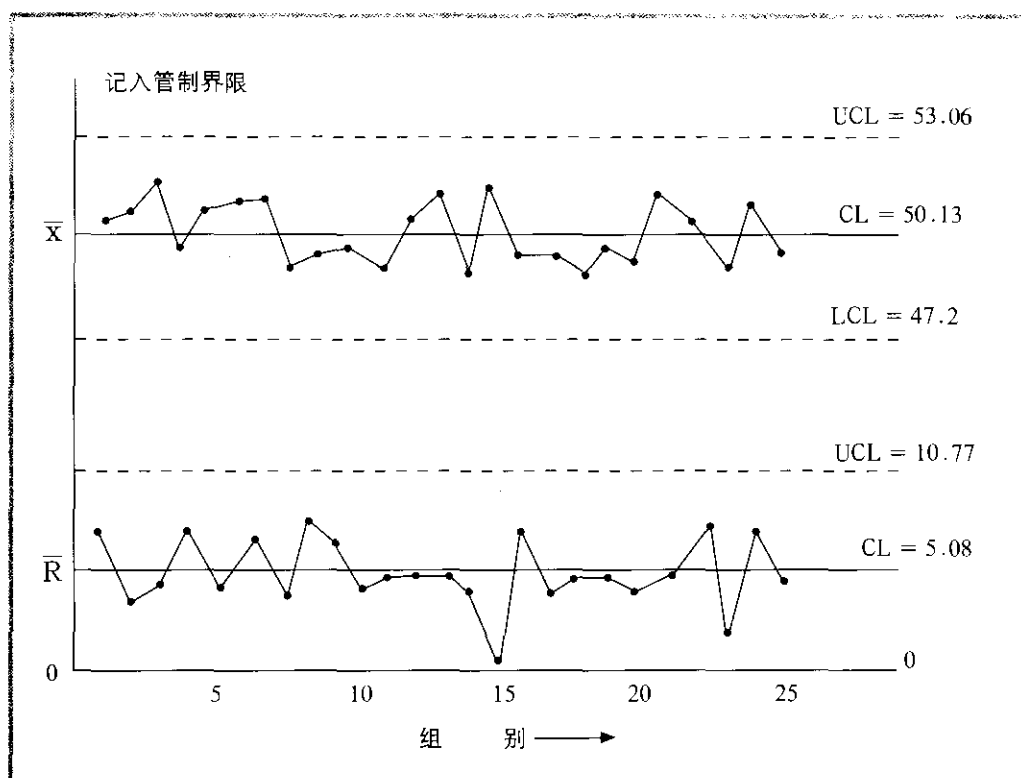
$$\bar{R} = \frac{8 + 3 + \cdots + 7 + 5}{25} = \frac{127}{25} = 5.08$$

计算管制界限

\bar{x} 管制图:

因 $n = 5$, 故查表得 $A_2 = 0.577$

图表 2-13



$$CL = \bar{\bar{x}} = 50.13$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} = 50.13 + 0.577 \times 5.08 = 53.06$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 50.13 - 0.577 \times 5.08 = 47.2$$

R 管制图:

因 $n = 5$, 故查表得 $D_4 = 2.12$

$CL = \bar{R} = 5.08$

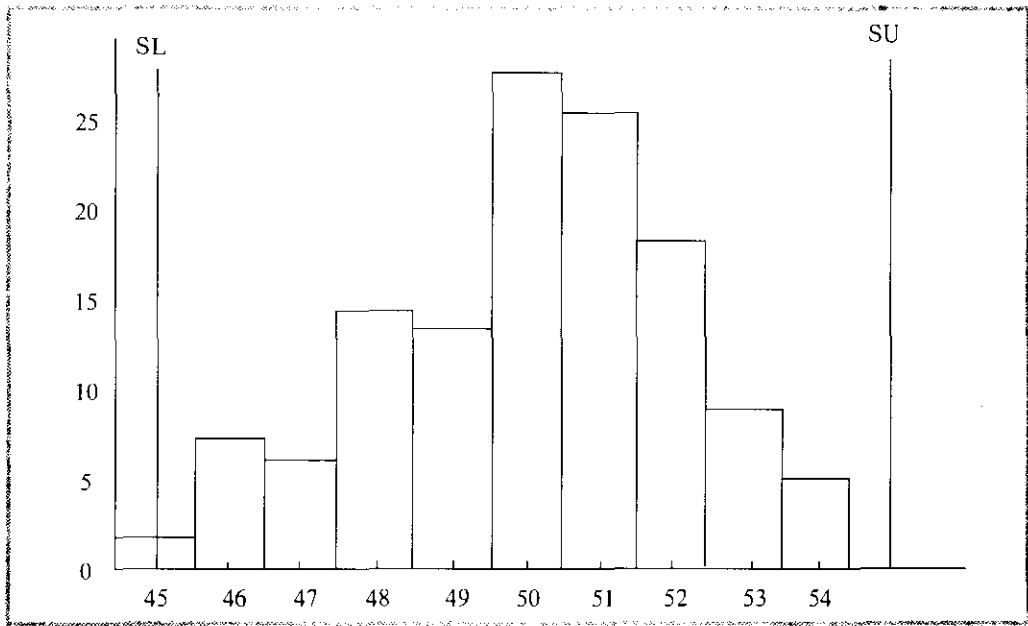
$UCL = D_4 \bar{R} = 2.12 \times 5.08 = 10.77$

LCL = ——因 $n < 6$ ，故不考虑。

检讨:没有点超出管制界限，制程在管制状态，再制作直方图，判断是否为常态分配。

由直方图看出其分配正好进入规格内，故制程能适合规格，因此此制程可用所算出的管制界限加以管制。

图表 2-14



(二) $\bar{x} - R$ 管制图

$\bar{x} - R$ 管制图和 $\bar{x} - R$ 管制图是同样的，用来管制长度、引张强力、纯度、收率等计量值特性的管制项目。

$\bar{x} - R$ 管制图必须先计算每一组的平均值 \bar{x} 后，才能把点绘在管制图上，非常麻

烦;而 $\tilde{x} - R$ 管制图就不需计算,只要取其中值绘在管制图上即可。虽精度比 $\bar{x} - R$ 管制图差一点,但使用于现场上是非常方便的。

1. 调查预备数据(参考范例2-1)

(1) 步骤1:搜集数据

(2) 步骤2:分组

(3) 步骤3:记入数据表

(4) 步骤4:计算中值 \tilde{x}

分别计算各组的中值 \tilde{x} , \tilde{x}_i = 第*i*组里的数据,依大小顺序排列,取其中央的数值。

例:数据为50、54、49、56、53时(奇数个), $\tilde{x} = 53$;数据为50、54、49、56时(偶数个), $\tilde{x} = \frac{50+54}{2} = 52$ 。

(5) 步骤5:计算中值平均值 $\bar{\tilde{x}}$

$$\bar{\tilde{x}} = \frac{\text{各中值的和}}{\text{组数}}$$

(6) 步骤6:计算全距R

分别计算各组的全距R, $R = x_{(\text{最大值})} - x_{(\text{最小值})}$

(7) 步骤7:计算全距的平均值 \bar{R}

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \cdots + R_k}{k} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k} \quad (k: \text{组数})$$

(8) 步骤8:管制界限的计算

① \tilde{x} 管制图

● 中心线

$$CL = \bar{\tilde{x}}$$

● 上管制界限

$$UCL = \bar{\tilde{x}} + m_3 A_2 \bar{R}$$

● 下管制界限 $LCL = \bar{\bar{x}} - m_3A_2\bar{R}$

m_3A_2 为随组的大小 n 而变的系数，可由表求得。

② R 管制图

● 中心线 $CL = \bar{R}$

● 上管制界限 $UCL = D_4\bar{R}$

● 下管制界限 $LCL = D_3\bar{R}$

D_4 、 D_3 为随组的大小 n 而变的系数，可由表求得。

因组的大小 n 相等时， m_3A_2 都大于 A_2 ，即组的大小 n 相同时， \bar{x} 管制图的管制界限的宽度较 \bar{x} 管制图的管制界限大，所以 $\bar{x} - R$ 管制图的精度较 $\bar{x} - R$ 管制图差。

图表 2-15 \bar{x} 管制图的系数表

组的大小 (n)	m_3A_2
2	1.880
3	1.187
4	0.796
5	0.691
6	0.549

(9) 步骤 9: 记入管制界限

① \bar{x} 管制图时:

- 中心线记入实线;
- UCL, LCL 各别记入虚线。

② R 管制图时:

- 中心线记入实线;
- UCL, LCL 则记入虚线。

(10) 步骤 10: 调查是否在管制状态

参考“1 预备数据的调查”步骤 10。

- ① 调查预备数据；
- ② 根据预备数据检讨管制界限；
- ③ 管制界限与规格比较；
- ④ 制程管制；
- ⑤ 重新计算管制界限，制作新管制图。

以上参考“2 管制界限与规格比较”、“3 制程管制”、“4 重新计算管制界限”，各节。

例： $\bar{x} - R$ 管制图（图表 2-16）

范例 2-2：

试依范例 2-1 的数据绘制 $\bar{x} - R$ 管制图。

〔解〕

$$\bar{\bar{x}} = \frac{51 + 50 + 52 + \cdots + 50 + 51}{25} = \frac{1255}{25} = 50.2$$

$$\bar{R} = \frac{8 + 3 + \cdots + 7 + 5}{25} = \frac{127}{25} = 5.08$$

计算管制界限如下：

\bar{x} 管制图：

因 $n = 5$ ，故查表得 $m_3 A_2 = 0.69$

$$CL = \bar{\bar{x}} = 50.2$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + m_3 A_2 \bar{R} = 53.7$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - m_3 A_2 \bar{R} = 46.7$$

R 管制图：

图表 2-16 \bar{X} -R 管制图

编号:AD106

制品名称:铁板
品质特性:厚度
测定方法:(量具号码) No.6
测定单位:0.1mm
群别方法:每时间 $n = 5$

制造番号:34-588
机械号码:F-3
作业员:张阿铅
自:1999年8月1日
至:1999年8月25日

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
X_1	48	48	48	49	51	46	54	48	51	48	48	46	47	52	47	53	46	48	51	49	50	48	53	47	48
X_2	49	51	55	51	47	51	50	47	50	50	50	50	47	49	47	47	48	50	50	50	47	49	48	52	50
X_3	48	52	49	48	48	49	52	48	49	51	49	52	52	50	53	48	54	49	50	50	52	51	48	49	49
X_4	50	50	52	45	51	51	50	49	51	53	50	51	46	50	48	49	51	54	49	53	48	52	50	50	49
X_5	51	50	48	47	51	51	51	48	49	50	52	51	49	50	52	50	50	52	48	50	50	49	52	53	47
\bar{X}	49	50	49	48	51	51	51	48	50	50	50	51	47	50	48	49	50	50	50	50	50	49	50	50	49
R	3	4	7	6	4	5	4	2	2	5	4	6	6	3	6	6	8	6	3	4	5	4	5	6	3
备注																									

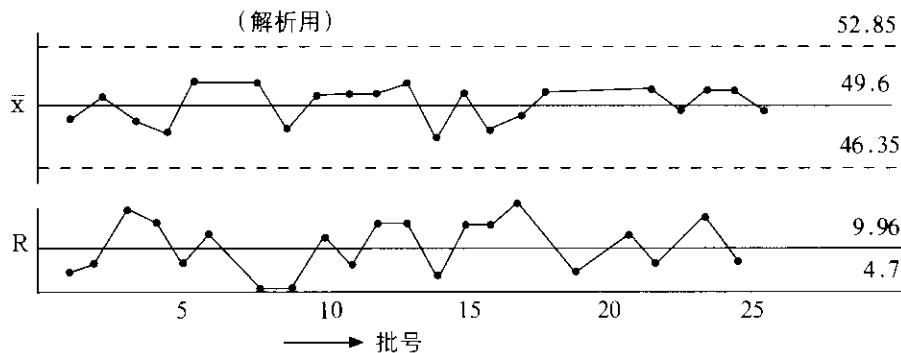
$$\Sigma \bar{X} = 1240$$

$$\bar{\bar{X}} = 49.6$$

$$\Sigma R = 117$$

$$\bar{R} = 4.7$$

界 线			备 注		
X	$m_3 A_2 \bar{R} = 0.691 \times 4.7 = 3.25$			组的大小 (n)	$m_3 A_2$
	$UCL = \bar{\bar{x}} + m_3 A_2 \bar{R} = 52.85$			2	1.880
	$CL = \bar{\bar{x}} = 49.60$			3	1.187
	$LCL = \bar{\bar{x}} - m_3 A_2 \bar{R} = 46.35$			4	0.796
R	$UCL = D_4 \bar{R} = 2.12 \times 4.7 = 9.96$			5	0.691
	$CL = \bar{R} = 4.7$			6	0.549
	$LCL = D_3 \bar{R} = ---$				



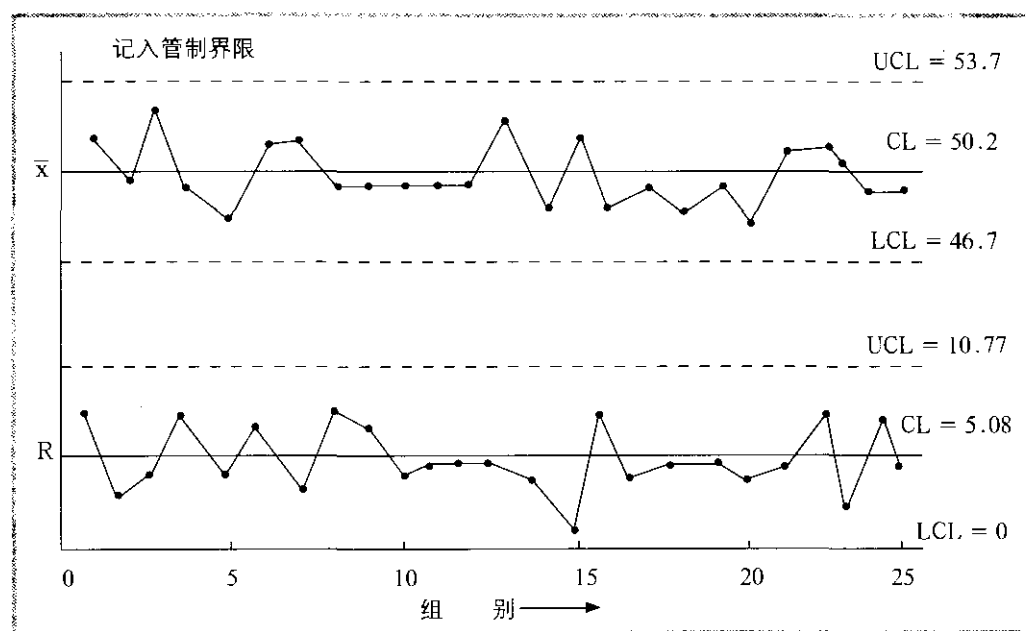
因 $n = 5$ ，故查表得 $D_4 = 2.12$

$CL = \bar{R} = 5.08$

$UCL = D_4 \bar{R} = 10.77$

$LCL = D_3 \bar{R}$ ，因 $n < 6$ 故不考虑

图表 2-17



(三) \bar{x} 管制图

\bar{x} 管制图是不把数据分组，而直接把所有数据的点都会绘在图上的一种管制图，一般可分为：

1. 可以合理分组时的 \bar{x} 管制图 ($\bar{x} - \bar{x} - R$ 管制图)

虽可使用 $\bar{x} - R$ 管制图，但希望迅速发现异常原因予以去除时，常使用 \bar{x} 管制图。

\bar{x} 管制图可与 $\bar{x} - R$ 管制图并用，以搜集更多情报。通常，其步骤与 $\bar{x} - R$ 管制图的作法一样，故不再重复。以下就 \bar{x} 管制图的管制界限的求法予以说明。

(1) 计算各组的平均值 \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} \quad (n: \text{组的大小})$$

(2) 计算总平均 $\bar{\bar{x}}$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \cdots + \bar{x}_k}{k} \quad (k: \text{组数})$$

(3) 计算各组全距 R

$$R = x_{(\text{最大值})} - x_{(\text{最小值})}$$

(4) 计算全距平均 \bar{R}

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \cdots + R_k}{k}$$

(5) 计算管制界限

- 中心线 $CL = \bar{\bar{x}}$
- 上管制界限 $UCL = \bar{\bar{x}} + E_2 \bar{R}$
- 下管制界限 $LCL = \bar{\bar{x}} - E_2 \bar{R}$

E_2 为依组的大小 n 而变的系数，可由图表 2-18 查得。

范例 2-3:

以图表 2-9 $\bar{x} - R$ 管制图的数据为例绘制 $\bar{x} - \bar{x} - R$ 管制图。

〔解〕

$$X \text{ 管制图的 } UCL = \bar{\bar{x}} + E_2 \bar{R} = 49.71 + 1.290 \times 4.7 = 55.77$$

$$CL = \bar{\bar{x}} = 49.71$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - E_2 \bar{R} = 43.65$$

图表 2-18 X 管制图的系数表

组的大小 (n)	E_2
2	2.660
3	1.772
4	1.457
5	1.290

范例 2-4:

依范例 2-1 的数据绘制 $\bar{X} - R$ 管制图。

〔解〕

计算管制界限：

\bar{X} 管制图：

因 $n = 5$ ，故查表得 $E_2 = 1.290$

$$CL = \bar{\bar{X}} = 50.13$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + E_2 \bar{R} = 50.13 + 1.29 \times 5.08 = 50.13 + 6.55 = 56.68$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - E_2 \bar{R} = 50.13 - 6.55 = 43.58$$

\bar{R} 管制图：

$$CL = 50.13$$

$$UCL = 53.06$$

$$LCL = 47.2$$

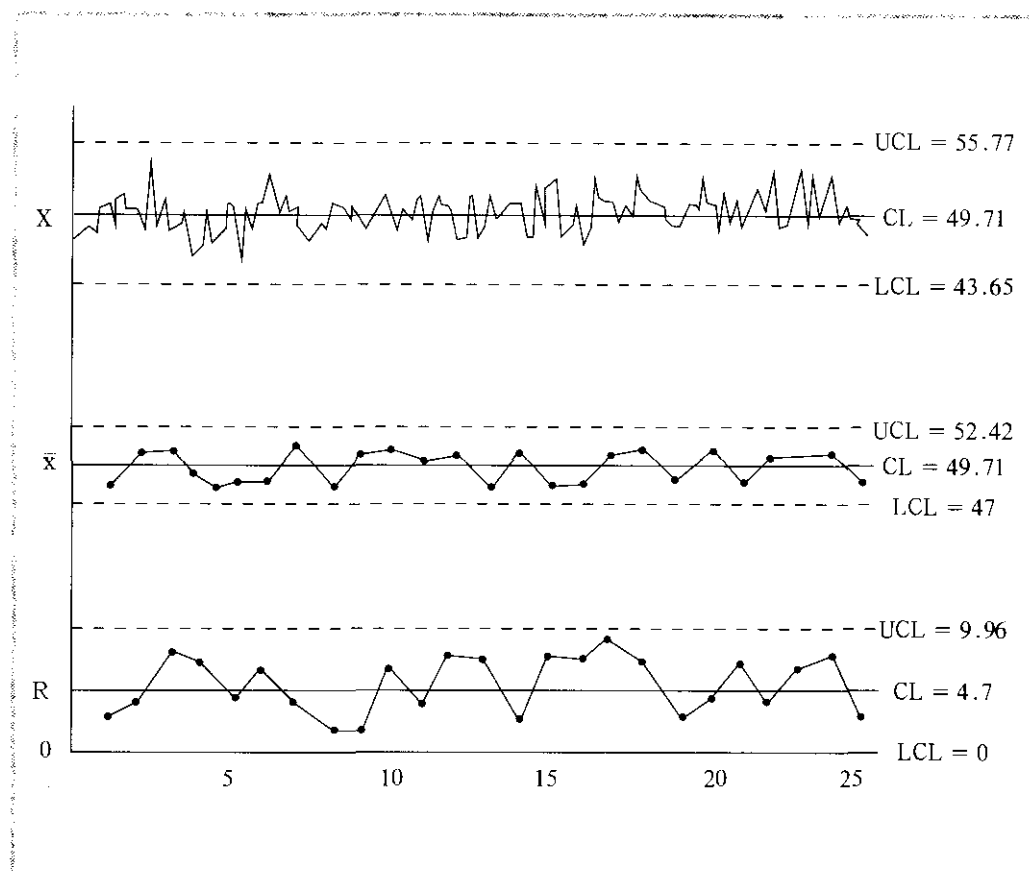
R 管制图：

$$CL = 5.08$$

$$UCL = 10.77$$

LCL = 不考虑

图表 2-19



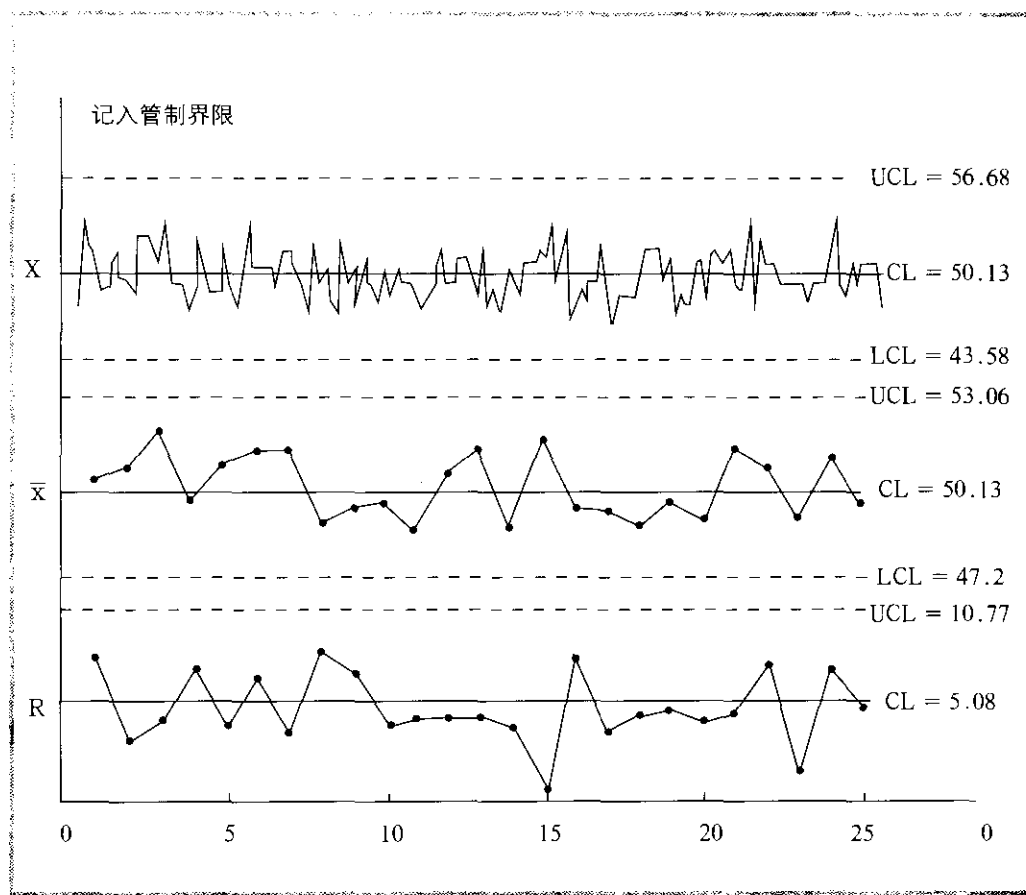
2. 无法合理分组时的 $\bar{x} - R_s$ 管制图 ($\bar{x} - R_s$)

当一组只能得到一个数据时，例如每天只能得到一个测定值而又必须一天作为一组时，一般是采用移动全距 R_s 的 \bar{x} 管制图。

其步骤亦与 $\bar{x} - R$ 管制图的作法一样，故以下只对移动全距 R_s 的 \bar{x} 的管制界限的求法，加以说明，其他事项请参考“预备数据的调查”中的 $\bar{x} - R$ 管制图。

(1) 计算各组的平均值 \bar{x}

图表 2-20



$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_k}{k} = \frac{\sum x_i}{k} \quad (k: \text{组数})$$

(2) 计算移动全距 R_s

互为相邻的两个测定值的差，即为移动全距 R_s

$$R_{si} = |(\text{第 } i \text{ 组的测定值}) - (\text{第 } i + 1 \text{ 组的测定值})|$$

R_{si} : 第 i 组的移动全距

(3) 计算移动全距平均值 \bar{R}_s

$$\bar{R}_s = \frac{R_{s1} + R_{s2} + \cdots + R_{s(k-1)}}{k-1} \quad (k: \text{组数})$$

(4) 计算管制界限

- 中心线 $CL = \bar{x}$
- 上管制界限 $UCL = \bar{x} + E_2 \bar{R}_2 = \bar{x} + 2.66 \bar{R}_s$
- 下管制界限 $LCL = \bar{x} - E_2 \bar{R}_2 = \bar{x} - 2.66 \bar{R}_s$

R_s 管制图并用时，可用下式计算 R_s 管制图的上下界限：

- 中心线 $CL = \bar{R}_s$
- 上管制界限 $UCL = D_4 \bar{R}_s = 3.27 \bar{R}_s$
- 下管制界限 $LCL = \text{不考虑}$

例： $\bar{x}-R_s$ 管制图（图表 2-23）

范例 2-5：

某厂为了解其化学药品的成分含量变化情形，乃定期定时从制程中随机抽取样本，但考虑检验时间费用，所以每次每批只取 1 个样本，测试其含量，今测得 26 批的含量如下，试绘 $\bar{x}-R_s$ 管制图予以检讨。

图表 2-21

批号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
测定值	12	13	16	11	12	10	14	15	13	12	10	9	12	13	16	13	15	14	12	11	10	15	14	10	12	14
R_s		1	3	5	1	2	4	1	2	1	2	1	3	1	3	3	2	1	2	1	1	5	1	4	2	2

〔解〕

$$\bar{\bar{x}} = \frac{12 + 13 + \cdots + 12 + 14}{26} = \frac{328}{26} = 12.6$$

$$\bar{R}_s = \frac{1 + 3 + \cdots + 2 + 2}{26 - 1} = \frac{54}{25} = 2.16 = 2.2 \text{ (四舍五入)}$$

计算管制界限如下：

X 管制图：

$$CL = \bar{\bar{x}} = 12.6$$

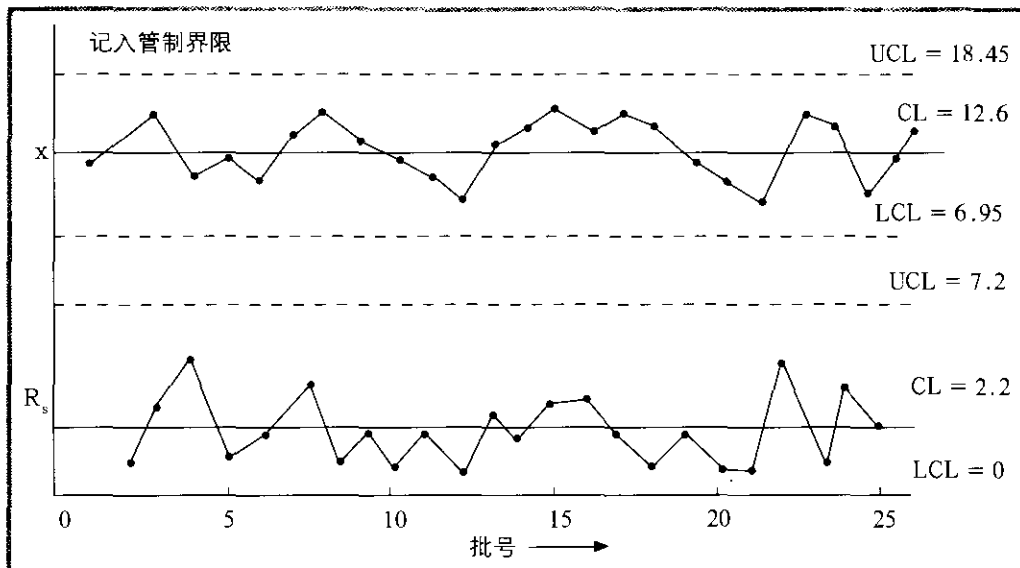
$$UCL = \bar{\bar{x}} + 2.66 \bar{R}_s = 12.6 + 2.66 \times 2.2 = 12.6 + 5.85 = 18.45$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - 2.66 \bar{R}_s = 12.6 - 2.66 \times 2.2 = 6.75$$

R_s 管制图：

$$CL = \bar{R}_s = 2.16$$

图表 2-22



图表 2-23 $\bar{x} - R_s$ 管制图

编号: AD107

制品名称: 铁板
品质特性: 厚度
测定方法: (量具号码) No.6
测定单位: 0.1mm
群别方法: 每时间 $n = 1$

制造番号: 34-588
机械号码: F-3
作业员: 张阿铅
自: 1999年8月1日
至: 1999年8月25日

日期 X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
\bar{X}_i	48	48	48	49	51	46	54	48	51	48	48	46	47	52	47	53	46	48	51	49	51	49	46	51	47
R_s		0	0	1	2	5	8	6	3	3	0	2	1	5	5	6	7	2	3	2	2	2	3	5	4
备注																									

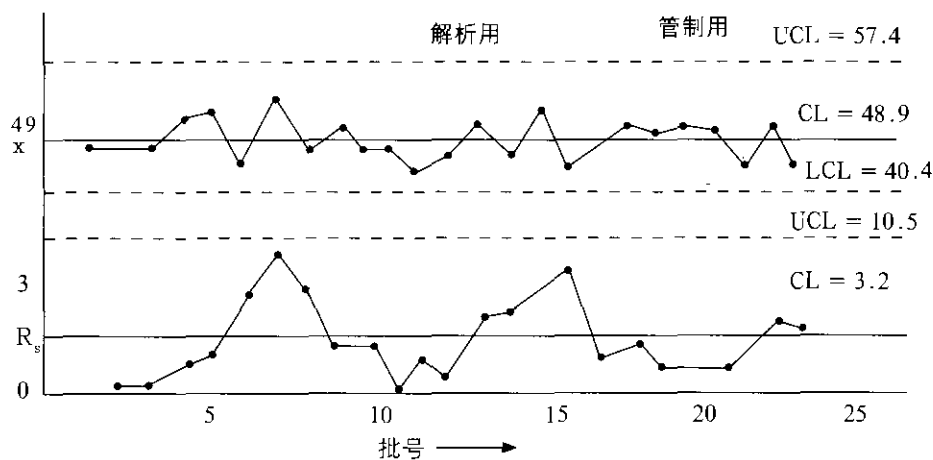
$$\sum x = 1222$$

$$\sum R_s = 77$$

$$\bar{\bar{x}} = 48.9$$

$$\bar{R}_s = 3.2$$

	限 界 线	备 注
\bar{x}	$UCL = \bar{\bar{x}} + 2.66 \bar{R}_s = 57.4$ $CL = \bar{\bar{x}} = 48.9$ $LCL = \bar{\bar{x}} - 2.66 \bar{R}_s = 40.7$	
R_s	$UCL = 3.27 \bar{R}_s = 10.5$ $CL = \bar{R}_s = 3.2$ $LCL = \underline{\hspace{1cm}}$	



$$UCL = 3.27 \times \bar{R}_s = 3.27 \times 2.2 = 7.2$$

LCL = 不考虑

检讨:此制程无点超界,可判断制程在管制状态,故可延长此管制界限做制程管制。

(四) p 管制图

p 管制图对不良率、出勤率、次级品率等的管制皆可使用。

1. 预备数据的调查

先以某一期间的数据作为预备数据加以搜集。

(1) 步骤 1:搜集数据

先预测制程不良率,然后抽取平均约含有 1~5 个不良品大小的样本 n,大约 20 组~25 组,加以测定。

假如预测不良率大约为 p (最好能抽取同样大小的样本),则 $pn = 1 \sim 5$, 即 $n \approx \frac{1}{p} \sim \frac{5}{p}$

n:各组样本的大小

例如预测不良率大约为 0.05,则样本大小 n 可定为: $n = \frac{1}{0.05} \sim \frac{5}{0.05} = 20 \sim 100$

(2) 步骤 2:计算不良率 p

计算各组的不良率 p, $p = \frac{pn}{n}$

pn:样本的不良个数

n:样本大小

(3) 步骤 3:记入管制图用纸

准备好管制图用纸,把步骤 2 所求得 p 值记入管制图上。

(4) 步骤 4:计算平均不良率 \bar{p}

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{\sum n} = \frac{\text{不良个数的总和}}{\text{检验个数的总和}}$$

(5) 步骤5: 计算管制线

- 中心线 CL = \bar{p}
- 上管制界限 UCL = $\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
- 下管制界限 LCL = $\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

① 上式亦可写为:

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{p} + A\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ \text{LCL} &= \bar{p} - A\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (\text{但 } A = \frac{3}{\sqrt{n}}) \end{aligned}$$

由图表 2-24 可自 n 查得 A 值。

由图表 2-25 可自 \bar{p} 求得 $\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$ 值。

② 各组的样本大小 n 不一样时, 各组的管制界限就得依 n 的大小各别计算;

③ LCL 若计算得负值时, 下管制界限可以不考虑。

(6) 步骤6: 记入管制线

中心线记入实线, UCL, LCL 记入虚线。

(7) 步骤7: 调查是否在管制状态

记入的点全部在管制界限内时, 认为数据的制程是在管制状态。

如果有点超出管制界限时, 就判断制程在非管制状态, 此时应进一步做制程解析, 制定标准追查原因, 采取改善措施。在管制线上的点, 亦作为超出线外的点处理。

2. 根据预备数据检讨管制线

预备数据调查结果, 如果制程在管制状态时, 就不必做制程解析, 可把“1 预备数据的调查”所计算的管制界限值, 直接移到“3 \bar{p} 的检讨”作 \bar{p} 的检讨。

图表 2-24 $A = 3 / \sqrt{n}$ 表 (p 管制图用)

n	A	n	A	n	A	n	A
1	3.00	51	0.42	105	0.293	510	0.133
2	2.12	52	0.42	110	0.286	520	0.132
3	1.73	53	0.41	115	0.280	530	0.130
4	1.50	54	0.41	120	0.274	540	0.129
5	1.34	55	0.40	125	0.268	550	0.128
6	1.22	56	0.40	130	0.263	560	0.127
7	1.13	57	0.40	135	0.258	570	0.126
8	1.06	58	0.39	140	0.254	580	0.125
9	1.00	59	0.39	145	0.249	590	0.124
10	0.95	60	0.39	150	0.245	600	0.122
11	0.90	61	0.38	155	0.241	610	0.121
12	0.87	62	0.38	160	0.238	620	0.120
13	0.83	63	0.38	165	0.234	630	0.120
14	0.80	64	0.38	170	0.230	640	0.119
15	0.77	65	0.37	175	0.227	650	0.118
16	0.75	66	0.37	180	0.224	660	0.117
17	0.73	67	0.37	185	0.221	670	0.116
18	0.71	68	0.36	190	0.218	680	0.115
19	0.69	69	0.36	195	0.215	690	0.114
20	0.67	70	0.36	200	0.212	700	0.113
21	0.65	71	0.36	210	0.207	710	0.113
22	0.64	72	0.35	220	0.202	720	0.112
23	0.63	73	0.35	230	0.198	730	0.111
24	0.61	74	0.35	240	0.194	740	0.110
25	0.60	75	0.35	250	0.190	750	0.110
26	0.59	76	0.34	260	0.186	760	0.109
27	0.58	77	0.34	270	0.183	770	0.108
28	0.57	78	0.34	280	0.179	780	0.107
29	0.56	79	0.34	290	0.176	790	0.107
30	0.55	80	0.34	300	0.173	800	0.106
31	0.54	81	0.33	310	0.170	810	0.105
32	0.53	82	0.33	320	0.168	820	0.105
33	0.52	83	0.33	330	0.165	830	0.104
34	0.51	84	0.33	340	0.163	840	0.104
35	0.51	85	0.33	350	0.160	850	0.103
36	0.50	86	0.33	360	0.158	860	0.102
37	0.50	87	0.32	370	0.156	870	0.102
38	0.49	88	0.32	380	0.154	880	0.101
39	0.48	89	0.32	390	0.152	890	0.101
40	0.47	90	0.32	400	0.150	900	0.100
41	0.47	91	0.31	410	0.148	910	0.099
42	0.46	92	0.31	420	0.146	920	0.099
43	0.46	93	0.31	430	0.145	930	0.098
44	0.45	94	0.31	440	0.143	940	0.098
45	0.45	95	0.31	450	0.141	950	0.097
46	0.44	96	0.31	460	0.140	960	0.097
47	0.44	97	0.30	470	0.138	970	0.096
48	0.43	98	0.30	480	0.137	980	0.096
49	0.43	99	0.30	490	0.136	990	0.095
50	0.42	100	0.30	500	0.134	1 000	0.095

图表 2-25 $\sqrt{p(1-p)}$ 表 (p 管制图用)

\bar{p}	$\sqrt{p(1-p)}$	\bar{p}	$\sqrt{p(1-p)}$	\bar{p}	$\sqrt{p(1-p)}$	\bar{p}	$\sqrt{p(1-p)}$
0.1%	3.16%	5.1%	22.0%	10.2%	30.3%	20.5%	40.4%
0.2	4.47	5.2	22.2	10.4	30.5	21.0	40.7
0.3	5.47	5.3	22.4	10.6	30.8	21.5	41.1
0.4	6.31	5.4	22.6	10.8	31.0	22.0	41.4
0.5	7.05	5.5	22.8	11.0	31.3	22.5	41.8
0.6	7.72	5.6	23.0	11.2	31.5	23.0	42.1
0.7	8.34	5.7	23.2	11.4	31.8	23.5	42.4
0.8	8.91	5.8	23.4	11.6	32.0	24.0	42.7
0.9	9.44	5.9	23.6	11.8	32.3	24.5	43.0
1.0	9.95	6.0	23.7	12.0	32.5	25.0	43.3
1.1	10.43	6.1	23.9	12.2	32.7	25.5	43.6
1.2	10.89	6.2	24.1	12.4	33.0	26.0	43.9
1.3	11.33	6.3	24.3	12.6	33.2	26.5	44.1
1.4	11.75	6.4	24.5	12.8	33.4	27.0	44.4
1.5	12.16	6.5	24.7	13.0	33.6	27.5	44.7
1.6	12.55	6.6	24.8	13.2	33.8	28.0	44.9
1.7	12.93	6.7	25.0	13.4	34.1	28.5	45.1
1.8	13.30	6.8	25.2	13.6	34.3	29.0	45.4
1.9	13.65	6.9	25.3	13.8	34.5	29.5	45.6
2.0	14.00	7.0	25.5	14.0	34.7	30.0	45.8
2.1	14.34	7.1	25.7	14.2	34.9	30.5	46.0
2.2	14.67	7.2	25.9	14.4	35.1	31.0	46.2
2.3	14.99	7.3	26.0	14.6	35.3	31.5	46.5
2.4	15.30	7.4	26.2	14.8	35.5	32.0	46.6
2.5	15.61	7.5	26.3	15.0	35.7	32.5	46.8
2.6	15.91	7.6	26.5	15.2	35.9	33.0	47.0
2.7	16.21	7.7	26.7	15.4	36.1	33.5	47.2
2.8	16.50	7.8	26.8	15.6	36.3	34.0	47.4
2.9	16.78	7.9	27.0	15.8	36.5	34.5	47.5
3.0	17.06	8.0	27.1	16.0	36.7	35.0	47.7
3.1	17.33	8.1	27.3	16.2	36.8	35.5	47.9
3.2	17.60	8.2	27.4	16.4	37.0	36.0	48.0
3.3	17.87	8.3	27.6	16.6	37.2	36.5	48.1
3.4	18.12	8.4	27.7	16.8	37.4	37.0	48.3
3.5	18.38	8.5	27.9	17.0	37.6	37.5	48.4
3.6	18.63	8.6	28.0	17.2	37.7	38.0	48.5
3.7	18.88	8.7	28.2	17.4	37.9	38.5	48.7
3.8	19.12	8.8	28.3	17.6	38.1	39.0	48.8
3.9	19.36	8.9	28.5	17.8	38.3	39.5	48.9
4.0	19.60	9.0	28.6	18.0	38.4	40.0	49.0
4.1	19.83	9.1	28.8	18.2	38.6	41.0	49.2
4.2	20.06	9.2	28.9	18.4	38.7	42.0	49.4
4.3	20.29	9.3	29.0	18.6	38.9	43.0	49.5
4.4	20.51	9.4	29.2	18.8	39.1	44.0	49.6
4.5	20.73	9.5	29.3	19.0	39.2	45.0	49.7
4.6	20.95	9.6	29.5	19.2	39.4	46.0	49.8
4.7	21.16	9.7	29.6	19.4	39.5	47.0	49.9
4.8	21.38	9.8	29.7	19.6	39.7	48.0	50.0
4.9	21.59	9.9	29.9	19.8	39.8	49.0	50.0
5.0%	21.79%	10.0%	30.0%	20.0%	40.0%	50.0%	50.0%

如果制程非管制状态时，必须进一步做制程解析，追查原因，采取措施，制定标准，使同一原因不再发生，再依“1 预备数据的调查”的步骤重新计算管制界限，然后移到“3 \bar{p} 的检讨”作 \bar{p} 的检讨。

3. \bar{p} 的检讨

“2 根据预备数据检讨管制线”求得的 \bar{p} ，以技术上及经济上的立场加以调查，看是否合乎要求，如果合乎要求，则此管制界限可以采用，如果认为 \bar{p} 太大，就有对制程采取技术上的措施，使不良减少。如果采取措施在技术上或经济上认为有困难或不利时，就有考虑变更规格的必要。

4. 制程的管制

5. 重新计算管制线，制作新管制图

参考“4 制程的管制”、“5 重新计算管制线，制作新管制图”。

例一： p 管制图

样本数相同时，如图表 2-26。

例二： p 管制图

样本数不相同，如图表 2-27。

范例 2-6：

某机械制造厂过去成品的不良率都有使用管制图管制，今为要更彻底管制品质，将其中的一零件，因平常发生的异常较多，今拟使用管制图管制，收集 25 天的数据如下，试调查此零件制程的管制情形，并检讨此制程今后是否能应用管制图来管制。

已知： $\sum n = 5\ 695$ ； $\sum P_n = 70$ ； $\bar{p} = 1.23$ 。

〔解〕

记入管制界限

图表 2-26 p 管制图

编号:007

制品名称:电视机

制造番号:35-001

不良种类:开关不良

机械号码:A-1

测定方法:

作业员:吴启仁

测定单位:

自:1999年8月1日

抽样方法:n = 100 / 批

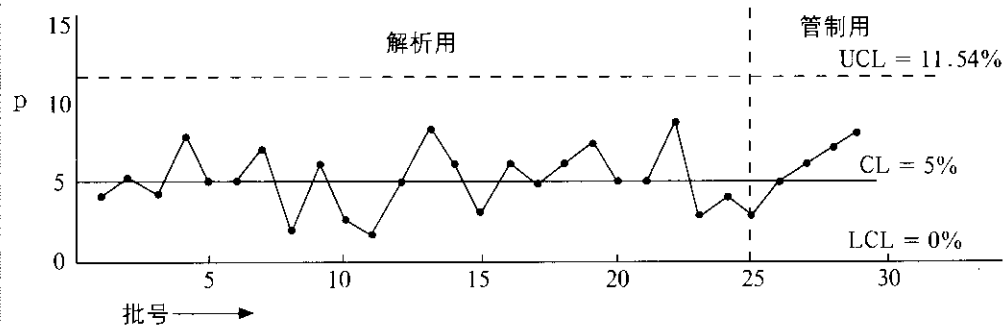
至:1999年8月25日

日 月	期 日	批号	样本数	不良数 Dn	不良率 p	UCL	LCL	备注
8	1	1	100	4	0.04			
8	2	2	100	5	0.05			
8	3	3	100	4	0.04			
8	4	4	100	8	0.08			
8	5	5	100	5	0.05			
8	6	6	100	5	0.05			
8	7	7	100	7	0.07			
8	8	8	100	2	0.02			
8	9	9	100	6	0.06			
8	10	10	100	3	0.03			
8	11	11	100	2	0.02			
8	12	12	100	5	0.05			
8	13	13	100	8	0.08			
8	14	14	100	6	0.06			
8	15	15	100	3	0.03			
8	16	16	100	6	0.06			
8	17	17	100	5	0.05			
8	18	18	100	6	0.06			
8	19	19	100	7	0.07			
8	20	20	100	5	0.05			
8	21	21	100	5	0.05			
8	22	22	100	8	0.08			
8	23	23	100	3	0.03			
8	24	24	100	4	0.04			
8	25	25	100	3	0.03			
合 计			2,500	125	1.25			
平 均			100	5	0.05			

$$CL = \bar{p} = 0.05 = 5\%$$

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 11.54\%$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0$$



图表 2-27 p 管制图

编号:008

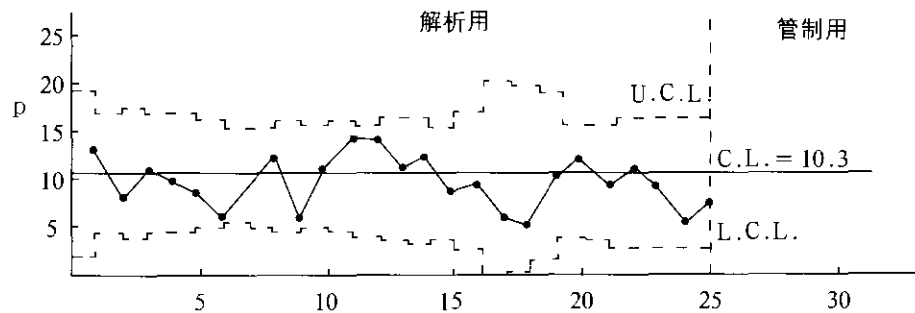
制品名称:电视机
不良种类:开关不良
测定方法:
测定单位:
抽样方法:

制造番号:35-001
机械号码:A-1
作业员:吴启仁
自:1999年8月1日
至:1999年8月25日

日 月	期 日	批号	样本数	不良数 p	不良率 p (%)	UCL (%)	LCL (%)	备注
8	1	1	115	15	13.0	18.8	1.8	
8	2	2	220	18	8.2	16.5	4.1	
8	3	3	210	23	10.9	16.6	4.0	
8	4	4	220	22	10.0	16.5	4.1	
8	5	5	220	18	8.2	16.5	4.1	
8	6	6	255	15	5.8	16.0	4.6	
8	7	7	440	44	10.0	14.6	6.0	
8	8	8	365	47	12.9	15.1	5.5	
8	9	9	255	13	5.1	16.0	4.6	
8	10	10	300	33	11.0	15.6	5.0	
8	11	11	280	42	14.6	15.8	4.8	
8	12	12	330	46	13.9	15.3	4.3	
8	13	13	320	38	11.9	16.5	4.1	
8	14	14	225	29	12.9	16.4	4.2	
8	15	15	290	26	8.9	15.7	4.9	
8	16	16	170	17	10.0	17.3	3.3	
8	17	17	65	5	7.7	21.6	0	
8	18	18	100	7	7.0	19.4	1.2	
8	19	19	135	14	10.4	18.2	2.4	
8	20	20	280	36	12.8	15.8	4.8	
8	21	21	250	25	10.0	16.1	4.5	
8	22	22	220	24	10.9	16.5	4.1	
8	23	23	220	20	9.1	16.5	4.1	
8	24	24	220	15	6.8	16.5	4.1	
8	25	25	220	18	8.2	16.5	4.1	
合计			5925	610	257.5			
平均					10.3			

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(100-\bar{p})}{n}} = 10.3 + 3\sqrt{\frac{10.3(100-10.3)}{n}} = 10.3 + \frac{91.17}{\sqrt{n}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(100-\bar{p})}{n}} = 10.3 - 3\sqrt{\frac{10.3(100-10.3)}{n}} = 10.3 - \frac{91.17}{\sqrt{n}}$$



图表 2-28

批号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
检验数	160	125	170	220	255	210	250	300	310	320	250	185	200
不良数	4	2	0	5	3	2	4	3	2	6	1	4	1
P%	2.5	1.6	0	2.3	1.2	0.9	1.6	1	0.6	1.9	0.4	2.1	0.5
UCL	3.84	4.18	3.76	3.46	3.30	3.50	3.32	3.14	3.10	3.07	3.32	3.66	3.56
LCL	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
批号	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
检验数	250	290	165	280	225	230	220	210	280	220	160	210	
不良数	0	2	3	1	6	1	3	4	3	5	2	3	
P%	0	0.6	1.8	0.3	2.7	0.4	1.3	1.9	0.1	2.5	1.2	1.4	
UCL	3.24	3.17	3.80	3.20	3.43	3.41	3.46	3.5	3.2	3.46	3.84	3.5	
LCL	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

$CL = \bar{p} = 1.23$

$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$

$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$

检讨:制程无点超出管制界限，故此制程在管制状态，制程可用管制图来管制。

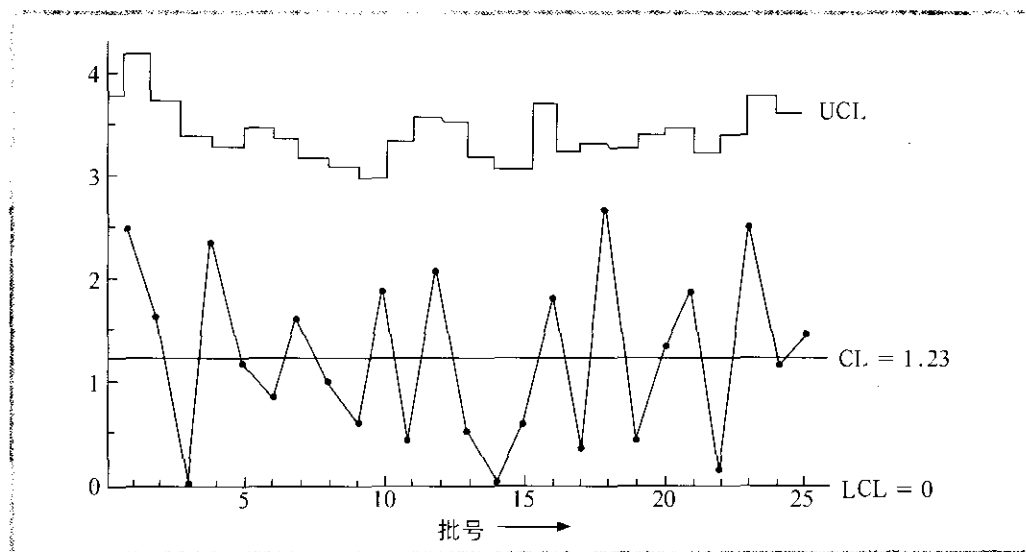
(五) pn 管制图

样本大小一样时，可以使用 pn 管制图，管制不良品个数，其步骤与 p 管制图的做法一样。以下只对管制界限的求法加以说明。

1. 计算制程平均不良率

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{\sum n} = \frac{\sum pn}{kn}$$

图表 2-29



p_n :各组的不良个数;

Σp_n :不良个数的总和;

k :组数;

Σn :检查个数的总和。

2. 计算管制界限

- 中心线 $CL = \bar{p}_n = \frac{\Sigma p_n}{k}$
 - 上管制界限 $UCL = \bar{p}_n + 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})}$
 - 下管制界限 $LCL = \bar{p}_n - 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})}$
- $$3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})} = 3\sqrt{\bar{p}_n} \times \sqrt{1-\bar{p}}$$

由图表 2-34, 图表 2-35 可求得 $3\sqrt{\bar{p}_n}$ 及 $\sqrt{1-\bar{p}}$ 的值, 故可简单的计算出 $3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})}$ 值来。

范例 2－7：

某零件制造厂其品管课为管制零件的不良率，于是每日从成品中随机抽取 100 个样本，并应用抽样所得资料做制程管制，请问您如何分析这些资料？

图表 2－30

批号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
样本数 n	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
不良数 p _n	3	2	5	1	3	1	4	0	3	1	2	1	4
批号	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
样本数 n	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
不良数 p _n	1	3	1	3	0	4	2	1	1	3	3	1	

〔解〕

$$\bar{p} = \frac{\sum p_n}{\sum n} = \frac{3 + 2 + \cdots + 3 + 1}{25 \times 100} = \frac{53}{2\,500} = 0.0212$$

计算管制界限

$$CL = \bar{p}_n = \frac{53}{25} = 2.12$$

$$UCL = \bar{p}_n + 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p}_n)} = 2.12 + 4.32 = 6.44$$

$$LCL = \bar{p}_n - 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p}_n)} = \text{不考虑}$$

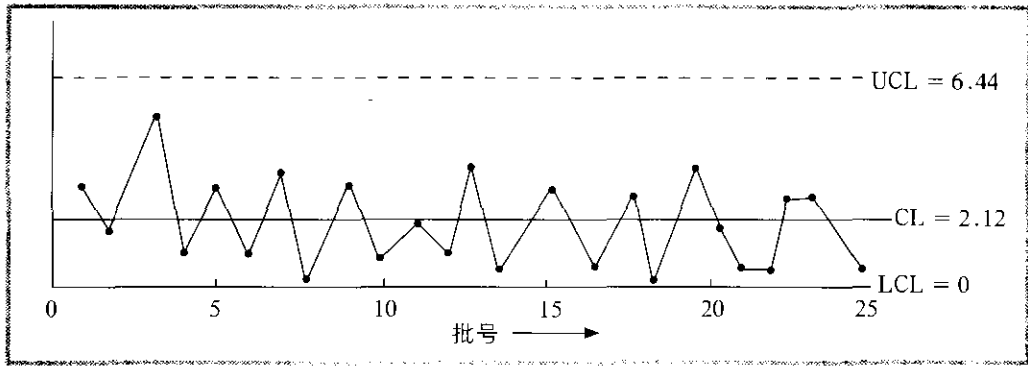
记入管制界限（如图表 2－31）

检讨：得知制程在管制状态，管制界限可延长使用做制程管制。

（六）c 管制图

各组的样本大小一定时，可以使用 c 管制图管制各组的缺点数。其作法的步骤与 p 管制图相同，以下只对管制界限的求法加以说明。

图表 2-31



1. 计算平均缺点数 \bar{c}

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{k}$$

$\sum c$: 缺点数的总和;

k : 组数。

2. 计算管制线

- 中心线 $CL = \bar{c}$
- 上管制界限 $UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$
- 下管制界限 $LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$

LCL 计算得负值时, LCL 可以不必考虑。

示例:c 管制图 (图表 2-32)

范例 2-8:

某纺织厂由于机械的因素, 常造成布匹破洞的情形, 破洞影响品质, 工厂的损失也最大, 为彻底控制破洞发生的情形, 现场机械保全主管, 每天随机抽样 40 匹布中破洞的个数如下表, 试分析。

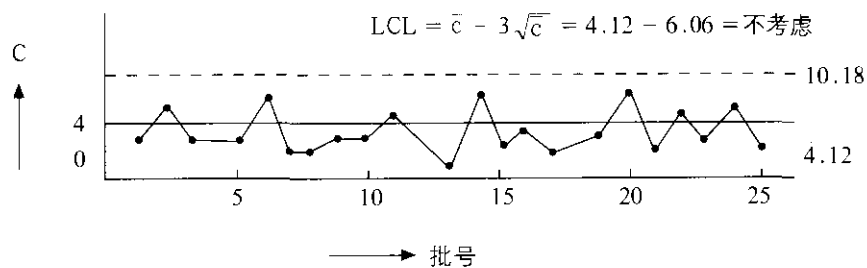
图表 2-32 C 管制图

制品名称:布匹			制造号码:			编号:010
不良种类:斑点数			机械号码:			
测定方法:			作业员:			
测定单位:1m ²			自:19 × ×			
抽样方法:			至:19 × ×			
日 月	期 日	批 号	缺 点 数	C	备	注
		1	4			
		2	5			
		3	4			
		4	4			
		5	4			
		6	7			
		7	3			
		8	3			
		9	4			
		10	4			
		11	5			
		12	3			
		13	2			
		14	7			
		15	3			
		16	4			
		17	2			
		18	3			
		19	4			
		20	7			
		21	3			
		22	5			
		23	4			
		24	6			
		25	4			
		26				
		27				
		28				
		29				
		30				
合	计		Σ C = 163			
平	均		C = 4.12			

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 4.12 + 6.06 = 10.18$$

$$CL = \bar{c} = 4.12$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 4.12 - 6.06 = \text{不考虑}$$



图表 2-33

组 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
破洞数	6	2	2	1	1	5	5	2	4	4	4	2	3
组 数	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
破洞数	3	2	4	3	4	2	6	7	3	4	2	6	

〔解〕

$$\bar{C} = \frac{\sum c}{25} = \frac{6 + 2 + \cdots + 2 + 6}{25} = \frac{87}{25} = 3.48$$

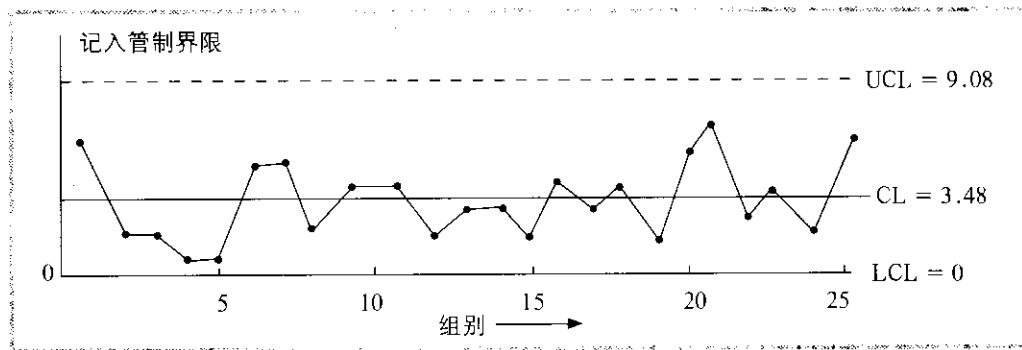
$$CL = \bar{C} = 3.48$$

$$UCL = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} = 3.48 + 3\sqrt{3.48} = 3.48 + 5.60 = 9.08$$

$$LCL = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} = 3.48 - 3\sqrt{3.48} = \text{---}$$

检讨:制程在管制状态,无异常原因发生,制程可用此管制图加以管制。

图表 2-34



(七) u 管制图

各组的样本大小不一样时,可以使用U管制图,管制制品所出现的缺点数。其作
法步骤亦与 p 管制图大致一样,故只对管制界限的求法加以说明。

1. 计算每单位缺点数 u

$$u = \frac{c}{n}$$

c : 样本中的缺点数;
 n : 样本大小, 各组的单位数。

例如检查 150 码棉布发现 10 个缺点, 则每 100 码的缺点数 U 为:

$$n = \frac{150}{100} = 1.5$$

$$u = \frac{10}{1.5} = 6.66$$

2. 计算每单位缺点数平均值 \bar{u}

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

$\sum c$: 缺点数的总和;
 $\sum n$: 样本大小的总和, 亦即全部组的总单位数。

3. 计算管制线

- 中线 $CL = \bar{u}$
- 上管制界限 $UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$
- 下管制界限 $LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

LCL 计算结果为负值时, LCL 可以不必考虑。

示例: \bar{u} 管制图 (图表 2-35)

范例 2-9:

下表数据为某电线电缆公司检查PVC漆包线上的针孔的记录, 每天随机抽取1卷,

每卷剪下 100mm ~ 200mm 为试样, 计检查 20 天试绘适当的管制图并检讨此制程情形 (图表 2-36 的样本已经换算为以 100mm 为基准的单位样本数)。

〔解〕

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n} = \frac{4 + 5 + \cdots + 3 + 6}{1.0 + 1.0 + \cdots + 1.7 + 1.7} = \frac{73}{25.4} = 2.87$$

计算管制界限:

$$CL = \bar{u} = 2.87$$

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

检讨: 此制程在管制状态, 如此平均单位缺点数是被允许的, 则此管制界限即可延用作为制程管制之用 (如图表 2-37)。

(八) 管制图的画法

管制图为图表的一种, 主要是要看制程随着时间如何变动, 根据这种变动来判断制程是否发生异常原因的变动, 或分析制程能力的良否。假如管制图画得不得要领的话, 很容易发生错误的判断, 致使前功尽弃, 这是很不值得的。

1. 数据表的格式

数据表一般可分为分析数据的分配状态的格式与作为日报用的格式两种, 以下只对后者所应注意的点加以说明。

(1) 选择不易记错或读错的格式

格式不好如栏的格子太小或太大时, 是很容易记错或读错的。

(2) 需注意记入的小数点位数

图表 2-35 u 管制图

编号:011

制品名称:

制造番号:

不良种类:

机械号码:

测定方法:

作业员:

测定单位:

自:19 × ×

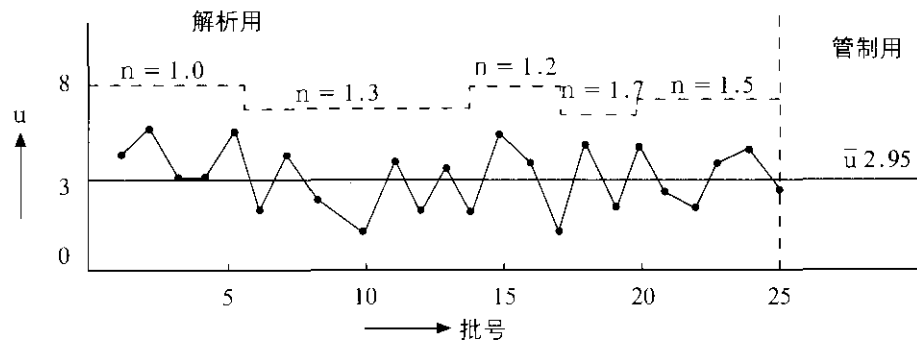
抽样方法:

至:19 × ×

日 月	期 日	批号	样本大小 n	缺点数 c	单位缺点数 u	$\frac{1}{\sigma}$	$u + \frac{UCL}{3\sqrt{u}} \times \frac{1}{\sigma}$	$u - \frac{UCL}{3\sqrt{u}} \times \frac{1}{\sigma}$	备注
		1	1.0	4	4.0	1	8.10		
		2	1.0	5	5.0	1	8.10		
		3	1.0	3	3.0	1	8.10		
		4	1.0	3	3.0	1	8.10		
		5	1.0	5	5.0	1	8.10		
		6	1.3	2	1.5	0.877	7.37		
		7	1.3	5	3.8	0.877	7.37		
		8	1.3	3	2.3	0.877	7.37		
		9	1.3	2	1.5	0.877	7.37		
		10	1.3	1	0.8	0.877	7.37		
		11	1.3	5	3.8	0.877	7.37		
		12	1.3	2	1.5	0.877	7.37		
		13	1.3	4	3.1	0.877	7.37		
		14	1.3	2	1.5	0.877	7.37		
		15	1.2	6	5.0	0.913	7.65		
		16	1.2	4	3.3	0.913	7.65		
		17	1.2	0	0.0	0.913	7.65		
		18	1.7	8	4.7	0.767	6.90		
		19	1.7	3	1.8	0.767	6.90		
		20	1.7	8	4.7	0.767	6.90		
		21	1.5	4	2.7	0.816	7.15		
		22	1.5	3	2	0.816	7.15		
		23	1.5	5	3.3	0.816	7.15		
		24	1.5	6	4	0.816	7.15		
		25	1.5	4	2.7	0.816	7.15		
合 计			$\Sigma n = 32.9$	$\Sigma C = 97$					

$$\bar{u} = \frac{\Sigma C}{\Sigma n} = \frac{97}{32.9} \approx 2.95$$

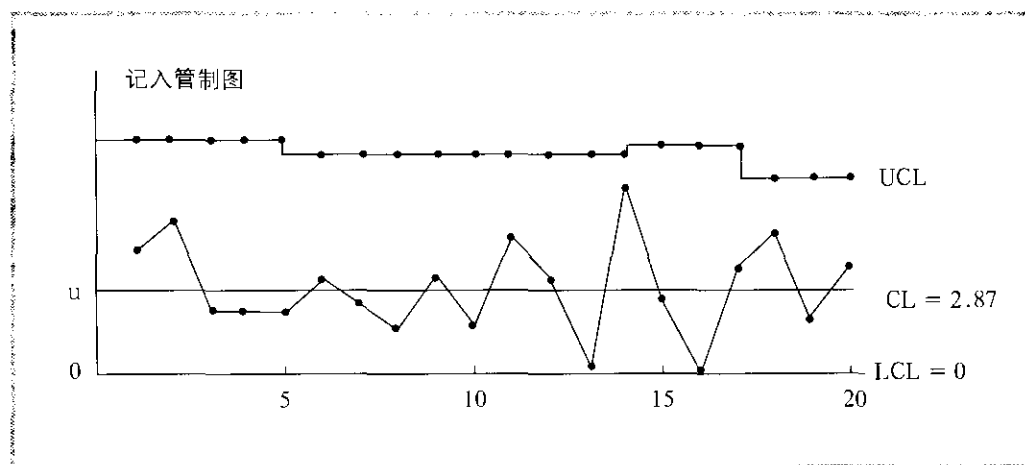
$$3\sqrt{\bar{u}} = 3 \times \sqrt{2.95} \approx 5.15$$



图表 2-36

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
样本数 n	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.7	1.7	1.7
缺点数 C	4	5	3	2	2	4	3	2	4	2	6	4	0	8	3	0	4	8	3	6
单位缺点数 \bar{c}	4	5	2	2	2	3	2.3	1.5	3	1.5	4.6	3	0	6.15	2.5	0	3.3	4.7	1.8	3.5
UCL	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	7.51	7.51	7.51	6.77	6.77	6.77
LCL		-	-			-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	

图表 2-37



小数点的位数必须根据管理的目的而定，小数点位数取太多，不但增加计算的麻烦，并且容易发生错误，所以必须根据管理的目的，取适当的位数。

(3) 选择不易计算错误的格式

整理数据或画管制图时常会发现计算错误。因计算错误，致使管制界限走样，是最不值得的，故选择格式时，必须加以注意。例如加算时，通常是以算盘为之，而算盘以直式比较容易计算，如果选用横式的话，很容易发生错误。

2. 管制图的格式

(1) 用纸

- ① 一般采用 2mm 或 3mm 的方格纸较为适宜;
- ② 方格格子的粗细, 通常是愈细愈好;
- ③ 方格的颜色最好采用淡色的。一般绿色较多, 褐色也可以;
- ④ 每 5 方格或 10 方格加上一条组线, 绘图时较为方便;
- ⑤ 依用途的需要, 可把数据表与管制图绘在同一张纸上, 或分开绘在各别纸上。

(2) 图的尺寸

① 一般所使用管制图的标准是: 纵轴上下管制界限的宽度约取 20mm ~ 30mm, 横轴各组的间隔约取 2mm ~ 5mm 较为适当;

② \bar{x} -R 管制图, 其 \bar{x} 管制图与 R 管制图的管制界限的宽度的取法, 一般是根据下列原则: 组的大小为 n 时, \bar{x} 管制图的单位分度的宽度约为 R 管制图的 \sqrt{n} 倍。例如组的大小 $n = 2$ 时, \bar{x} 管制图与 R 管制图的单位分度的宽度取为相同。组的大小 $n = 4$ 时, \bar{x} 管制图的单位分度的宽度取为 R 管制图的两倍。

(3) 管制界限的记入法

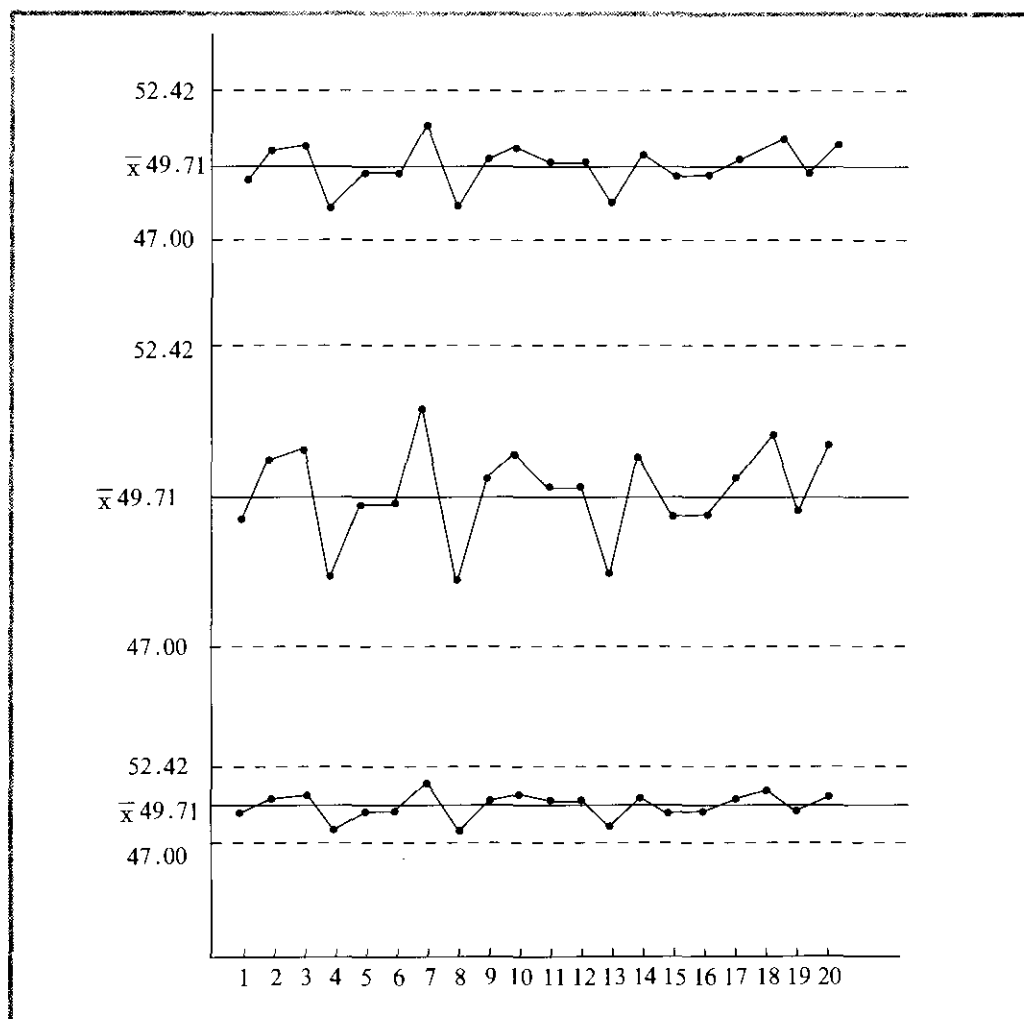
- ① 中心线、管制上限、管制下限的记法, 最好由厂内统一规定;
- ② 通常中心线是记入实线; 如果上、下管制界限是解析过去的的数据而计算出的管制界限, 则记入虚线 “……”, 作为将来的管制水准而采用的标准值, 则记入点破线 “— · — · —”;

③ 中心线及上、下管制界限上, 必须各记入 CL, UCL, LCL 等符号及其数值。

(4) 点的绘法

- ① 点必须绘得清楚正确;
- ② 点的绘法有 “●” “◎” “×” “△” “□” 等, 最好由厂内统一规定。例如 \bar{x}

图表 2-38 同一管制图因画法的不同而异



管制图用“●”，R管制图用“×”；

③ 同一张管制图，如果各点可以层别时，则加以层别，然后记入不同颜色的点，或不同记号以便区别。例如甲、乙、丙3班，机械别、原料别等以黑、红、青等不同颜色加以区别；

④ 管制界限外的点最好是特别记入“ \odot ”、“ \otimes ”或红印等，以与管制界限内的点区别。

(5) 点的连结法

① 绘上的点，一般是依时间顺序一点接一点的把它连结起来，比较容易看出点的倾向；

② 认为数点可层别成一组时，也可以只把认为同一组的点连结起来，较易判断。如图表 2-39。

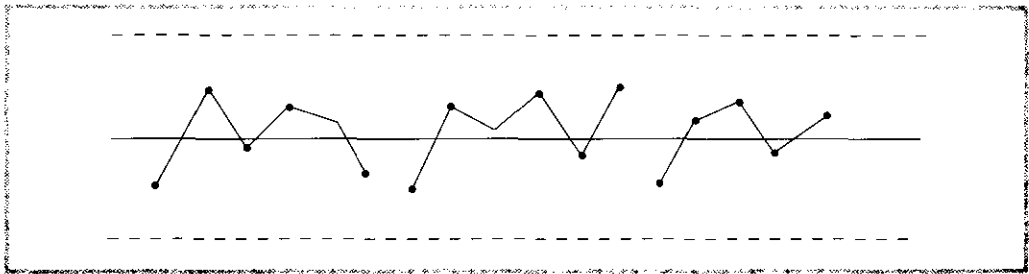
(6) 管制图的排法

① 如 $\bar{x} - R$ 管制图，纵方向要同时排上两组以上管制图时，管制图与管制图之间的界限最少距 20mm 以上，可能的话，最好距 30mm；

② 两组以上管制图纵方向排在一起时，其横轴最好取同样的分度，如图表 2-40。

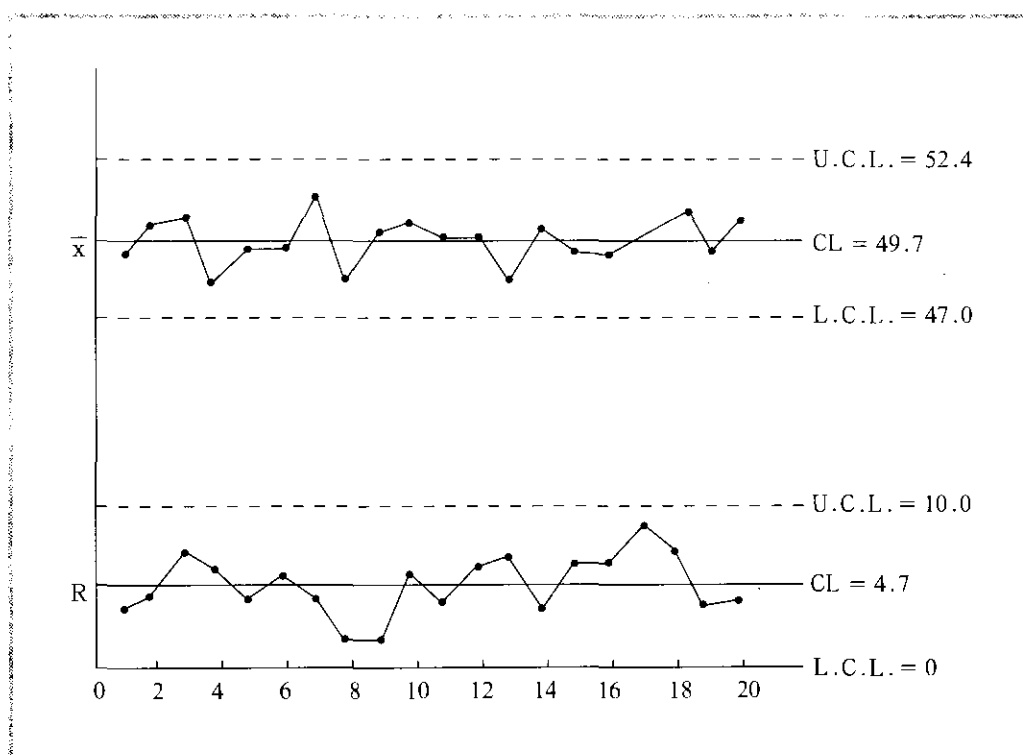
(7) 各管制图的名称，及有关事项必须同时记入

图表 2-39



- ① 特性值；
- ② 整理登记号码；
- ③ 数据表号码；
- ④ 异常原因措施记入栏；
- ⑤ 异常报告书号码记入栏；

图表 2-40



- ⑥ 组的大小 n 必须记入管制图的左上端；
- ⑦ 名称；
- ⑧ 测定单位。

三、管制图的数学理论

由“管制图的作法”，我们所求得上下管制界限是根据“3σ法”所决定的，所谓3σ法即“某统计量x的期待值的上下，取统计量x的标准差σ的3倍的宽度为管制界限”的方法。即管制界限为：

$$\begin{cases} \text{上限 UCL} = E(x) + 3D(x) \\ \text{下限 LCL} = E(x) - 3D(x) \end{cases}$$

E(x):统计量x的期待值；

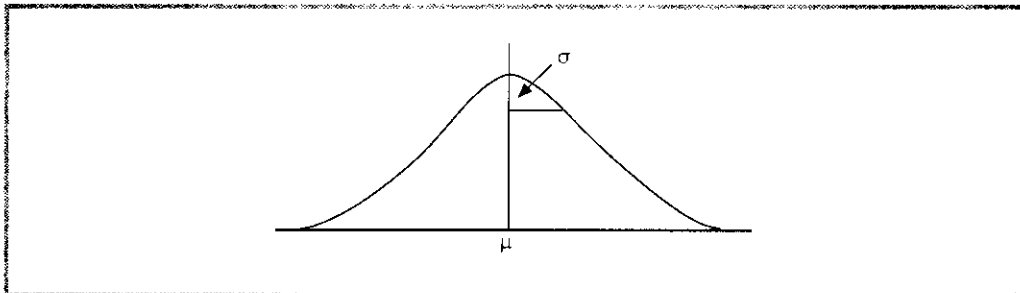
D(x):统计量x的标准差。

(一) 常态分配

从一群计量值数据里，可以整理为次数分配或直方图，如果把数据无限增大时，即可得到中央较高，两端渐渐低下成拖尾状的钟铃状的分配，如图表2-41。自然界里的大部分的计量值数据都可呈此种分配。其分配的或然率密度可由下式表示：

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

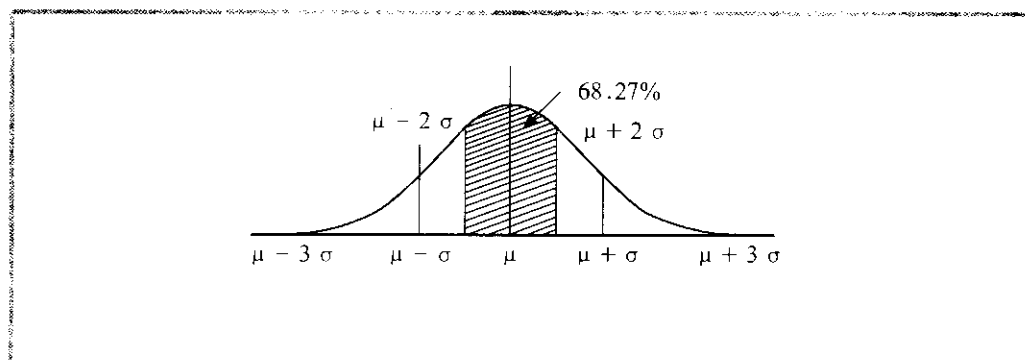
图表 2-41



这种分配谓之平均值 μ 、标准差 σ 的常态分配，一般简写为 $N(\mu, \sigma^2)$ 。

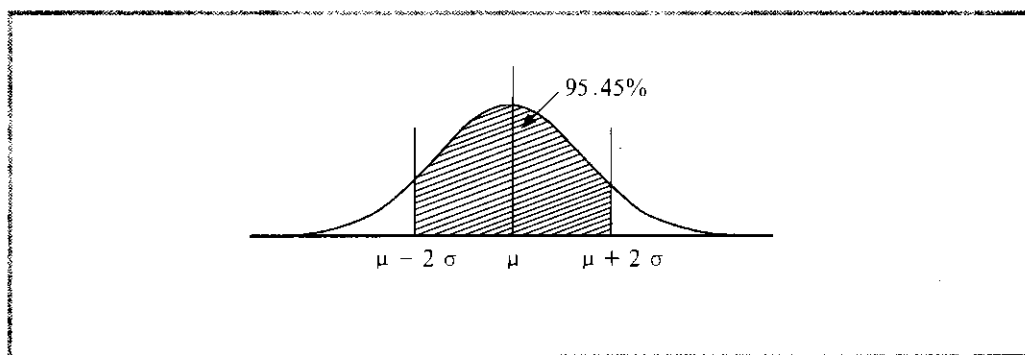
如果常态分配在其平均值 μ 的两侧各取1个标准差 σ 的宽度，如图表2-42时，则在此区间内的或然率为68.27%。

图表 2-42



如果平均值 μ 的两侧各取两个标准差，即 $\pm 2\sigma$ 的宽度，如图表2-43时，则在区间内的或然率为95.45%。

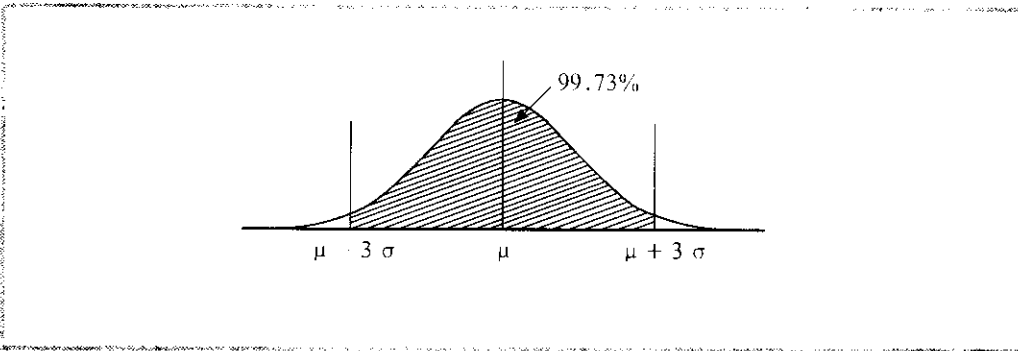
图表 2-43



如果平均值 μ 的两侧各取3个标准差，即 $\pm 3\sigma$ 的宽度，如图表2-44时，则在

区间内的或然率为 99.73%。

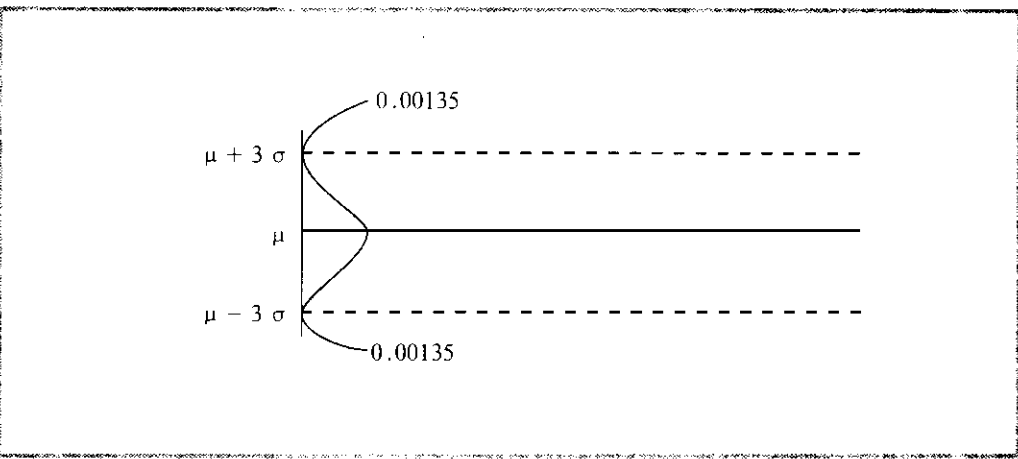
图表 2-44



所以我们如果从以上所述分配里，随机抽取一个样本，则这个样本数据出现在 $\mu \pm 3\sigma$ 区间外面的机会，是 1 000 次里约有 3 次。

所以本书所述管制图所绘的管制界限，就是在 $\mu \pm 3\sigma$ 之处作为界限的，如图表 2-45。

图表 2-45



(二) $\bar{x} - R$ 管制图

● 自平均值 μ 、标准差 σ_x 的常态分配的群体里, 随机抽取 n 个样本, 求此 n 个样本的平均值 \bar{x} , 则 \bar{x} 的分配为:

- \bar{x} 的分配仍为常态分配;
- \bar{x} 分配的母平均为 μ , 即 $E(\bar{x}) = \mu$;
- \bar{x} 分配的标准差为 $\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$, 即 $D(\bar{x}) = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$ 。

所以 \bar{x} 管制图的管制界限为:

$$\begin{cases} CL = \mu \\ UCL = \mu + 3 \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \\ LCL = \mu - 3 \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \end{cases}$$

当 $\hat{\mu} = \bar{\bar{x}}$ 时, $\hat{\sigma}_x = \frac{\bar{R}}{d_2}$ 。

$\bar{\bar{x}}$: 样本平均 \bar{x} 的总平均;

\bar{R} : 样本全距 R 的平均;

d_2 : 系数, 可查图表 2-47 求得。

故:

$$CL = \bar{\bar{x}}$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + 3 \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} \times \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - 3 \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} \times \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

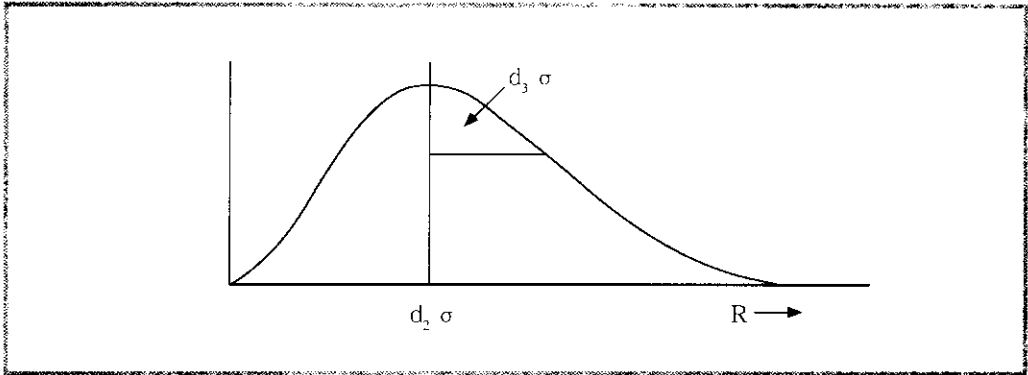
$$(A_2 = 3 \cdot \frac{3}{\sqrt{n}} \times \frac{1}{d_2})$$

● 自平均值 μ 、标准差 σ_x 的常态分配的母集团里, 随机抽取 n 个样本, 求此 n 个样本的全距 R , 则 R 的分配为:

- R 分配的母平均为 $d_2 \sigma$, 即 $E(R) = d_2 \sigma$;

- b. R 分配的标准差为 $d_3 \sigma$ ，即 $D(R) = d_3 \sigma$ ；
- c. R 分配不成常态分配，而向大的一边拖尾，如图表 2-46：

图表 2-46



d_2 、 d_3 为系数，可查图表 2-47：

图表 2-47

n	d_2	$1/d_2$	d_3
2	1.128	0.8862	0.853
3	1.693	0.5908	0.888
4	2.059	0.4857	0.880
5	2.326	0.4299	0.864
6	2.534	0.3946	0.848

R 管制图的管制界限为：

$CL = E(R)$

$UCL = E(R) + 3D(R)$

$LCL = E(R) - 3D(R)$

当 $E(R) = d_2 \sigma$, $D(R) = d_3 \sigma$ 时, $\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$ ($\hat{\sigma}$ 为标准差 σ 的推定值), 故:

$$\begin{cases} CL = d_2 \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{R} \\ UCL = \bar{R} + 3d_3 \hat{\sigma} = \bar{R} + 3d_3 \frac{\bar{R}}{d_2} = (1 + 3 \frac{d_3}{d_2}) \bar{R} = D_4 \bar{R} \\ LCL = \bar{R} - 3d_3 \hat{\sigma} = \bar{R} - 3d_3 \frac{\bar{R}}{d_2} = (1 - 3 \frac{d_3}{d_2}) \bar{R} = D_3 \bar{R} \end{cases}$$

当 $D_4 = (1 + 3 \frac{d_3}{d_2})$, $D_3 = (1 - 3 \frac{d_3}{d_2})$ 时, D_3 、 D_4 可由图表 2-48 查得。

图表 2-48

n	D_3	D_4	E_2
2	—	3.26	2.65
3	—	2.57	1.77
4	—	2.28	1.45
5	—	2.11	1.29
6	—	2.00	1.18
7	0.08	1.92	1.11
8	0.14	1.86	1.05

(三) \bar{x} 管制图

\bar{x} 管制图是把原数据直接点绘在管制图上者, 所以其管制界限为:

$$CL = E(\bar{x})$$

$$UCL = E(\bar{x}) + 3D(\bar{x})$$

$$LCL = E(\bar{x}) - 3D(\bar{x})$$

当 $E(\bar{x}) = \mu$ 时, $\hat{\mu} = \bar{\bar{x}}$:

$$D(\bar{x}) = \sigma$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

故:

$$CL = \bar{x}$$

$$\begin{cases} UCL = \bar{x} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{x} + E_2 \bar{R} \\ LCL = \bar{x} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{x} - E_2 \bar{R} \end{cases}$$

当 $E_2 = 3$ 时, E_2 可由图表 2-48 查得。

(四) \tilde{x} 管制图

自 $N(\mu, \sigma^2)$ 的母集团, 随机抽取 n 个样本, 求 n 个样本的中位值 \tilde{x} , 则 \tilde{x} 的分配为:

- \tilde{x} 分配的母平均值为 μ , 即 $E(\tilde{x}) = \mu$;
- \tilde{x} 分配的标准差为 $m_3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, 即 $D(\tilde{x}) = m_3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$;
- \tilde{x} 分配仍属于常态分配。

所以 \tilde{x} 管制图的管制界限为:

$$CL = E(\tilde{x})$$

$$\begin{cases} UCL = E(\tilde{x}) + 3D(\tilde{x}) \\ LCL = E(\tilde{x}) - 3D(\tilde{x}) \end{cases}$$

$$\text{当 } E(\tilde{x}) = \mu \text{ 时, } \hat{\mu} = \tilde{x}$$

$$D(\tilde{x}) = m_3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}, \text{ 故:}$$

$$CL = \tilde{x}$$

$$\begin{aligned} UCL &= \tilde{x} + 3m_3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \tilde{x} + 3m_3 \frac{1}{\sqrt{n}} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \tilde{x} + m_3 \frac{3}{\sqrt{n}} \times \frac{1}{d_2} \bar{R} \\ &= \tilde{x} + m_3 A_2 \bar{R} \end{aligned}$$

$$LCL = \tilde{x} - 3m_3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \tilde{x} - m_3 A_2 \bar{R}$$

当 m_3 为系数时, 可由图表 2-46 查得, $A_2 = \frac{3}{\sqrt{n}} \times \frac{1}{d_2}$, A_2 可由图表 2-48 查得。

(五) p 管制图

从不良率 p 的母集团随机的抽取 n 个样本, 样本的不良率为 $p = \frac{r}{n}$, 则 p 的分配为:

- 属于二项分配;
- $E(p) = E\left(\frac{r}{n}\right) = p$;
- $D(p) = D\left(\frac{r}{n}\right) = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ 。

但一般工厂所出现的不良率数据, 其分配大都可近似为常态分配, 尤其当 $pn > 5$, $p \leq 0.5$ 时, 二项分配可近似为平均值 $E(p)$ 、标准差 $D(p)$ 的常态分配, 故 p 管制图的管制界限为:

$$CL = E(p)$$

$$UCL = E(p) + 3D(p)$$

$$LCL = E(p) - 3D(p)$$

当 $E(p) = p$ 时,

$$D(p) = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\hat{p} = \bar{p}$$

$$\text{故: } CL = \bar{p}$$

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

(六) pn 管制图

自不良率 p 的母集团，随机的抽取 n 个样本，在样本中所发现的不良数 r 的分配为：

- 属于二项分配；
- $E(r) = pn$ ；
- $D(r) = \sqrt{pn(1-p)}$ 。

当 $pn \geq 5$, $p \leq 0.5$ 时，二项分配可几乎完全近似为常态分配，故 pn 管制图的管制界限为：

$$CL = E(r) = pn$$

$$UCL = E(r) + 3D(r) = pn + 3\sqrt{pn(1-p)}$$

$$LCL = E(r) - 3D(r) = pn - 3\sqrt{pn(1-p)}$$

当 p 未知时, $\hat{p} = \bar{p}$

故：

$$CL = \bar{p}n$$

$$UCL = \bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

$$LCL = \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

(七) c 管制图

自单位大小的缺点数为 m 的群体中，随机抽取一个单位大小的样本，则样本的单位大小的缺点数 c 的分配为：

- 属于卜氏分配
- $E(c) = m$
- $D(c) = \sqrt{m}$

缺点数分配虽不属于常态分配，但取其 3σ 界限时，其出现的或然率与常态分配无多大差异，特别是 $m = 3 \sim 5$ 时， c 几乎完全近似为常态分配。

故 c 管制图的管制界限为：

$$\begin{cases} CL = E(c) = m \\ UCL = E(c) + 3D(c) = m + 3\sqrt{m} \\ LCL = E(c) - 3D(c) = m - 3\sqrt{m} \end{cases}$$

当 m 未知时， $\hat{m} = \bar{c}$

\hat{m} ：群体缺点数 m 的推定值；

\bar{c} ：样本缺点数的平均值。

故：

$$\begin{cases} CL = \bar{c} \\ UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \\ LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \end{cases}$$

(八) u 管制图

每单位的缺点数 U 亦可利用卜氏分配。设 n 为样本中的单位数， m 为群体每单位的缺点数。所以所谓 n 个单位里每单位的缺点数 U ，为 n 个单位样本中，每单位缺点数的平均值。

故 U 的分配为：

- 属于卜氏分配；
- $E(U) = m$ ；
- $D(U) = \frac{D(c)}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{m}{n}}$ 。

当 $m \geq 3 \sim 5$ ，而实用上只要 $m \geq 1$ ， U 可几乎完全近似为常态分配。

故 U 管制图的管制界限为：

$$\begin{cases} CL = E(u) = m \\ UCL = E(u) + 3D(u) = m + 3\sqrt{\frac{m}{n}} \\ LCL = E(u) - 3D(u) = m - 3\sqrt{\frac{m}{n}} \end{cases}$$

当 m 未知时, $\hat{m} = \bar{u}$ 。

\hat{m} : 群体每单位缺点数 m 的推定值

$$\bar{u} = \frac{\text{样本中总缺点数}}{\text{样本中总单位数}}$$

故：

$$\begin{cases} CL = \bar{u} \\ UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \\ LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \end{cases}$$

四、管制图的看法

我们作管制图的主要目的是希望从管制图里，获得有关品质、制程、作业状况等情报，利用统计的方法及固有技术，加以分析，以发现异常原因，并采取改善措施。所谓改善措施，一般有：除去异常原因使同样原因的问题不再发生，控制原因，重新设定作业标准。但要采取这些措施，管制图的正确看法是很重要的。

管制图所绘的点，并不一定能完全代表制程，这些点只不过是制程随机抽取的样本而已，所以当我们利用管制图视察制程状态时，是以所抽取样本的数据值去判断的，因此有时会有错误的判断。这种错误的判断有下列两种：

- 第1种错误

制程并未改变，但因抽样的关系，使点超出界限外，而误认为制程发生了异常现象的错误。

- 第2种错误

制程虽已改变，但因抽样的关系，使点仍出现在界限内，而误认为制程并未改变的错误。

而管制图则有尽量减少以上两种错误的作用。

管制图绘有中心线及上、下管制界限。中心线表示制程分配的位置，也可说是制程平均值。管制界限用以表示制程分配在中心线周围的变动状态的程度。故管制界限可作为区分偶然原因及异常原因的基准。

管制图主要就是利用这三条线为基准，用以判断制程状态。

（一）管制状态的判断

一般判断制程是否在管制状态（安定状态）的基准如下：



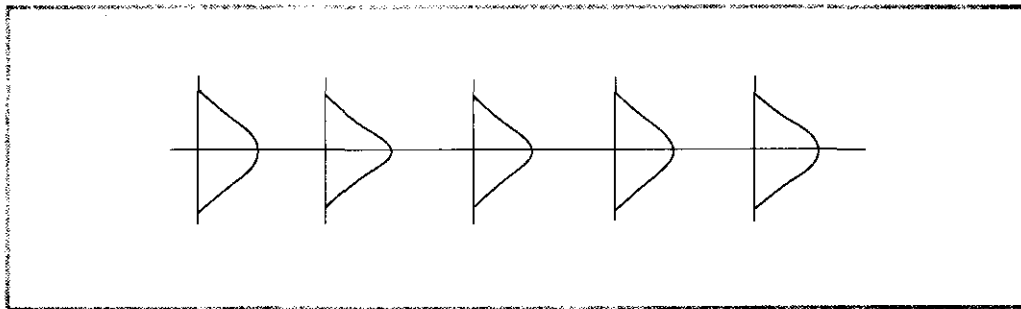
1. 点超出管制界线外时(Out of Control)

有点超出界线外时，表示制程必定发生异常现象。这种状态即为“非管制状态”。

2. 完全的管制状态

制程的分配在一定的状态下，而其平均值及变异都呈完全不变的状态时，此制程谓之“完全的管制状态”，如图表 2-49。

图表 2-49



例如： \bar{x} 管制图的分配是属于两边对称的分配，所以点的变动可说完全随机变动，其在中心线上下大约有同数的点，以中心线近旁最多，愈离中心线，点愈少，并且在完全的管制状态时，不会有点超出界限外。

3. 制程可认为是管制状态的判定基准

其实我们无法确知平均值及变异都真正完全没有变化。我们只能利用管制图上的点，以推测制程的状态。通常管制图上的点只要满足下列条件，即可认为制程是在管制状态：

- (1) 没有点超出管制界线外；
- (2) 点的出现没有特别的排法。

图表 2-50

组别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x_1	20.29	14.13	15.94	16.38	14.58	16.00	13.83	17.59	15.34	17.49	17.12	16.64	15.05
x_2	16.30	15.97	13.45	17.45	16.18	17.90	13.65	16.29	14.75	17.40	18.00	17.07	16.35
x_3	17.41	17.83	16.60	15.04	15.66	17.55	13.96	16.56	17.30	14.60	17.57	17.56	16.08
x_4	18.36	16.41	14.72	16.52	15.46	18.40	15.61	17.43	16.67	19.60	17.88	16.97	15.86
\bar{x}	18.09	16.09	15.18	16.35	15.47	17.46	14.26	16.77	16.02	17.27	17.64	17.06	15.84
R	3.99	3.60	3.15	2.41	1.60	2.40	1.96	1.30	2.55	5.00	0.88	0.92	1.30
组别	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
x_1	16.57	19.87	19.05	15.16	21.73	16.55	14.53	16.57	16.39	19.46	16.05	19.37	
x_2	15.48	20.39	20.40	17.80	18.65	18.87	14.15	19.06	17.38	16.40	19.90	16.06	
x_3	15.56	19.69	15.40	16.50	19.58	15.69	14.30	20.67	18.83	16.40	16.70	18.28	
x_4	16.19	18.91	15.40	15.67	20.10	17.52	14.03	19.55	18.32	16.00	16.00	16.78	
\bar{x}	15.95	19.72	17.60	16.28	20.06	17.16	14.32	18.96	17.73	17.06	17.16	17.62	
R	1.09	1.48	5.00	2.64	3.08	3.18	0.50	4.10	2.44	3.46	3.90	3.31	

$$\begin{aligned}\bar{\bar{x}} &= 16.92 \\ \bar{R} &= 2.61\end{aligned}$$

\bar{x}

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} = 16.92 + 0.729 \times 2.61 = 18.82$$

$$CL = \bar{\bar{x}} = 16.92$$

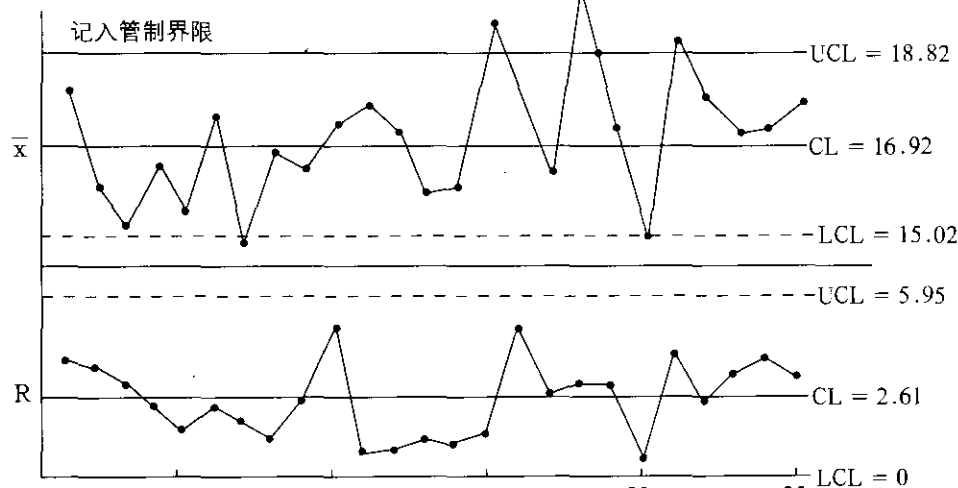
$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 16.92 - 0.729 \times 2.61 = 15.02$$

R

$$UCL = D_4 \bar{R} = 2.28 \times 2.61 = 5.95$$

$$CL = \bar{R} = 2.61$$

$$LCL = \text{--- (因 } n < 6, \text{ 故 LCL 不加考虑)}$$



检讨:有点超出管制界限表示有异常原因存在,制程为非管制状态。故必须作制程解析,寻求异常原因将之去除,再重新计算管制界限,判断制程是否正常。

4. 以延长管制界限的可否,作为今后制程管制之用的判定基准

数据经过管制图解析结果,除上节所述情形外,如果有下列情形时,我们就可延长管制界限,作为今后制程管制之用。

- 连续 25 点以上出现在管制界限内时;
- 连续 35 点中,出现在管制界限外的点不超过 1 点时;
- 连续 10 点中,出现在管制界限外的点不超过 2 点时。

制程满足以上条件时,虽可认为制程在管制状态,但不是说点超出了界限外也可以,这些超限的点必定有异常原因的,所以必须追究原因,除去异常原因才可以。

范例 2-10:

某工厂为调查所做的铁板厚度是否在管理状态,于每天从制程中随机抽取 4 个样本为一组,测其厚度,共测得 25 组数据如下,请您根据这些数据绘制 $\bar{x}-R$ 管制,并检讨此制程情形及应采取的措施(规格值 18 ± 0.9)。

(二) 管制图中点的看法

管制良好的制程,其管制图上的点,出现在中心线近旁的特别多,而愈接近上、下管制界限,出现的愈少,并且不可能出现在管制界限外。

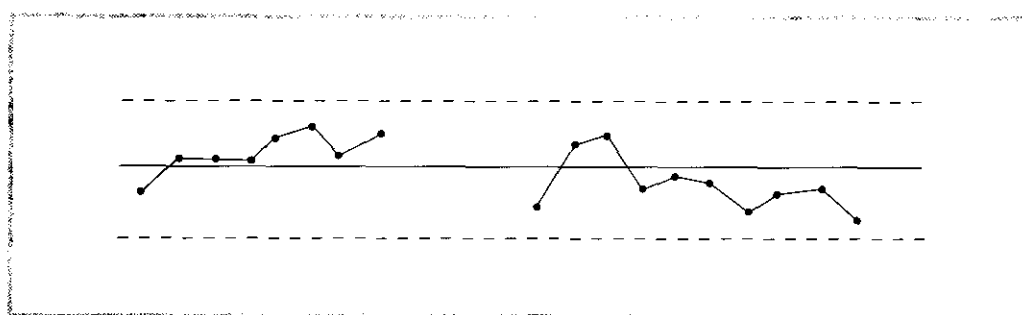
虽然点都出现在管制界限内,然而所出现的点并非随机出现,而是形成特别排法时,则与超出界限外一样,制程发生异常原因的可能极大。

下列判断方法,在统计上或经验上都被认为是一种比较有效的方法:

1. 点在中心线的单侧连续出现 7 点以上时

如图表 2-51，一般连续出现在中心线单侧的点称为连（run），点群的点数谓之连长。

图表 2-51

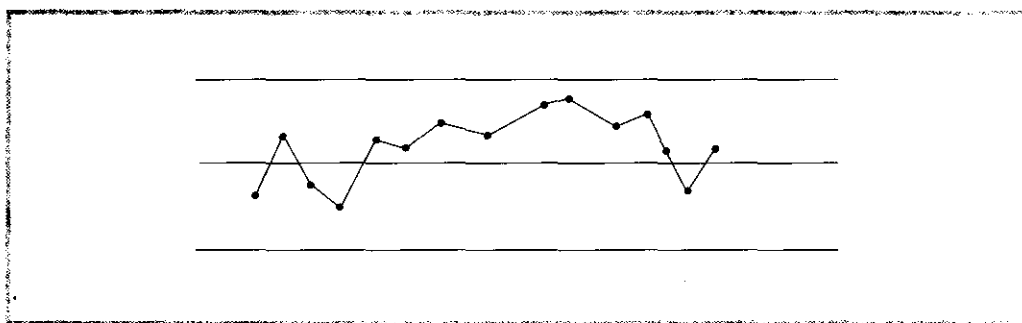


制程在管制状态时，点在中心线的单侧连续出现 7 点以上的或然率约为 0.02，故发现这种现象时，如果追求原因，一定可获得极有效的情报。

2. 点出现在中心线的单侧较多时

如图表 2-52 判定制程有异常原因的基准为：

图表 2-52



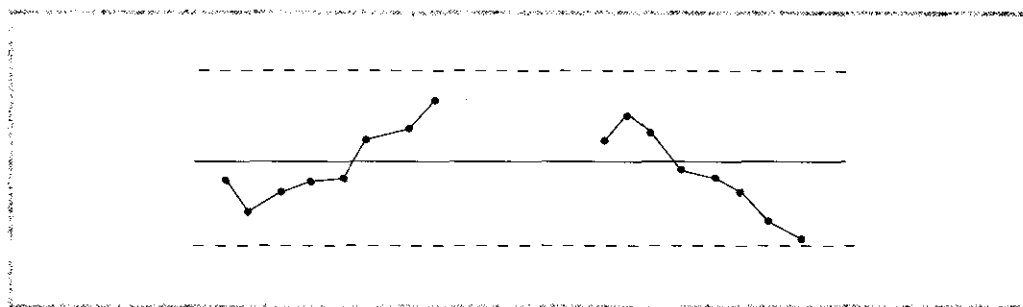
- (1) 连续 11 点中至少有 10 点；
- (2) 连续 14 点中至少有 12 点；
- (3) 连续 17 点中至少有 14 点；
- (4) 连续 20 点中至少有 16 点。

制程在管制状态时，点可能出现如上述情形的或然率，都约在 1% 左右。

3. 点连续依次上升或依次下降时

点虽全部出现在管制界限以内，但如图表 2-53 时，点的出现一点高于一点，即表示其制程发生某种倾向，例如工具的磨损、化学药剂愈来愈稀薄等，都会出现上升或下降的现象。

图表 2-53



一般是连续 7 点依次上升或下降时，可判定制程有异常原因发生。这种点连续依次上升或下降的情形，称为倾向 (Trend)。

4. 点出现在管制界限的近旁时

若制程在管制状态，则点出现在管制界限近旁的或然率极小，连续出现在管制界限的或然率更小。

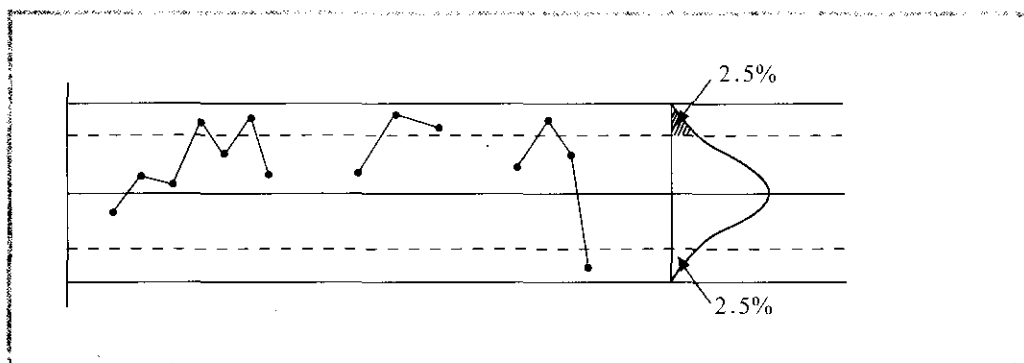
一般是以超出 2σ 管制界限的点为调查基准，如出现下列情形时，可判定制程发

生异常原因。

- (1) 连续 3 点中有 2 点（不一定要连续）以上时；
- (2) 连续 7 点中有 3 点（不一定要连续）以上时；
- (3) 连续 10 点中有 4 点（不一定要连续）以上时。

制程在管制状态时，一点出现在上下 2σ 管制界限以外的或然率的和约为 0.05，故发生以上情形的或然率都在 1% 以下。

图表 2-54



5. 点出现成为周期性变动时

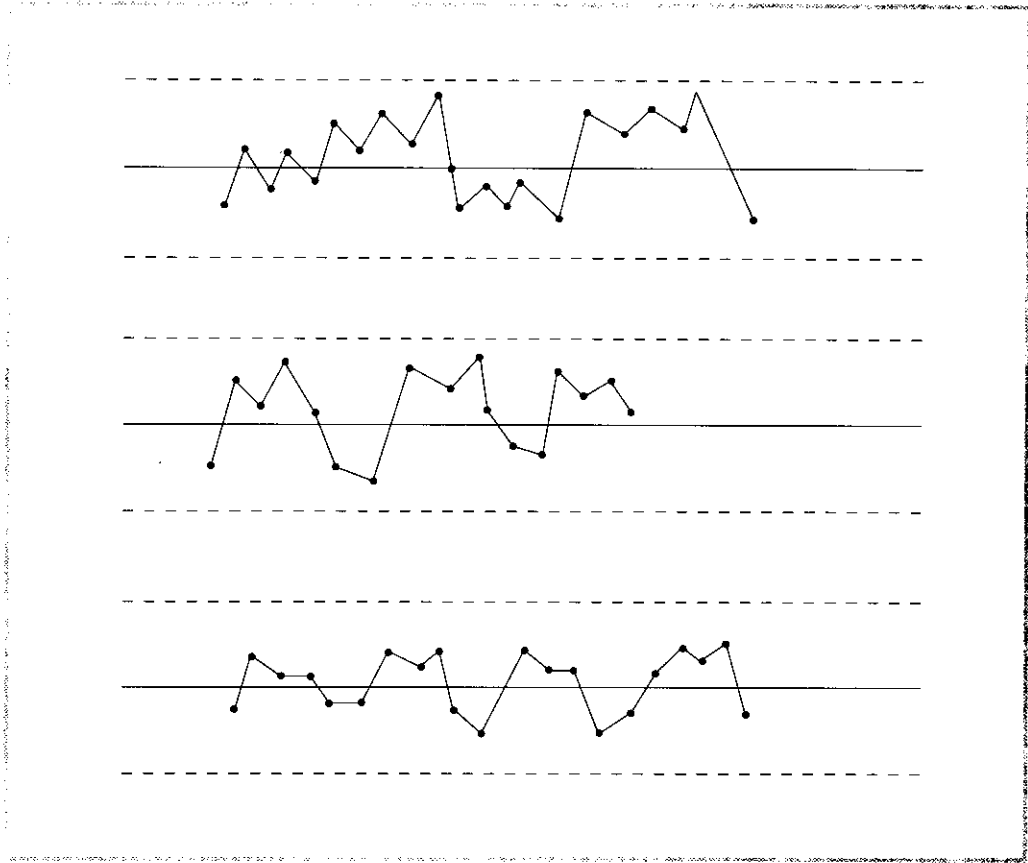
点出现成为周期性上下变动时，调查其周期振幅的大小，对制程解析很有帮助。周期一般可分为大波、中波、小波，如图表 2-55。

如果希望很正确地解析周期波动时，必须利用时系列解析法，计算极为麻烦，故管制图应用时，利用目视法就可以了。

范例 2-11：

某厂对其制品的重要尺寸，以每天为一批，收集 4 个数据为一组，已用 \bar{x} -R 管制图对制程加以管制，其 \bar{x} 管制图的 $UCL = 53.6$ ， $CL = 50.2$ ， $LCL = 46.8$ ，R 管制图的 $UCL = 12.48$ ， $CL = 5.89$ ， $LCL = \text{---}$ ，现以同样方法收集数据作制程管制，如

图表 2-55



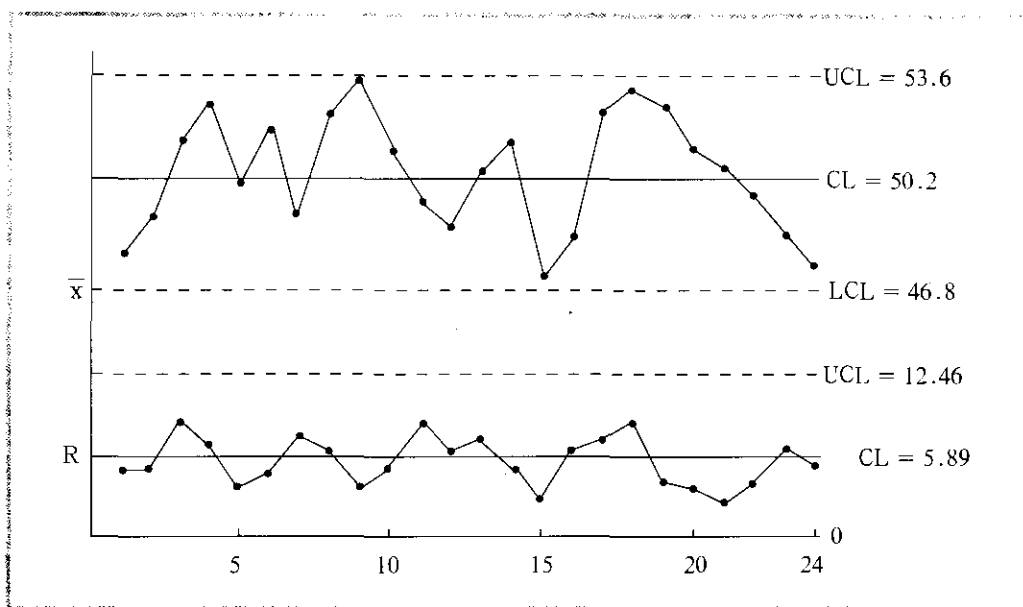
图表 2-56

批号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
\bar{x}	48	49.2	51.4	52.6	50	51.8	49	52.2	53.4	51	49.6	48.8
R	5	5	8	6	4	5	7	6	4	5	8	6
批号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
\bar{x}	50.4	51.6	47.2	48.4	52.4	53.2	52.8	51.4	50.6	49.8	48.4	47.6
R	7	5	3	6	7	8	5	4	3	4	6	5

果你是这个厂的管理主管，请问你应如何判断制程情形。

〔解〕

图表 2-57



由管制图看出其从第 1 ~ 24 的点，虽在管制界限内，但平均值呈连续 7 点依次下降的情形，故可判断制程平均已发生异常原因，因此必须立刻追查异常所在，以去除之，使制程回复到正常状态。

五、点的变动与制程分配的关系

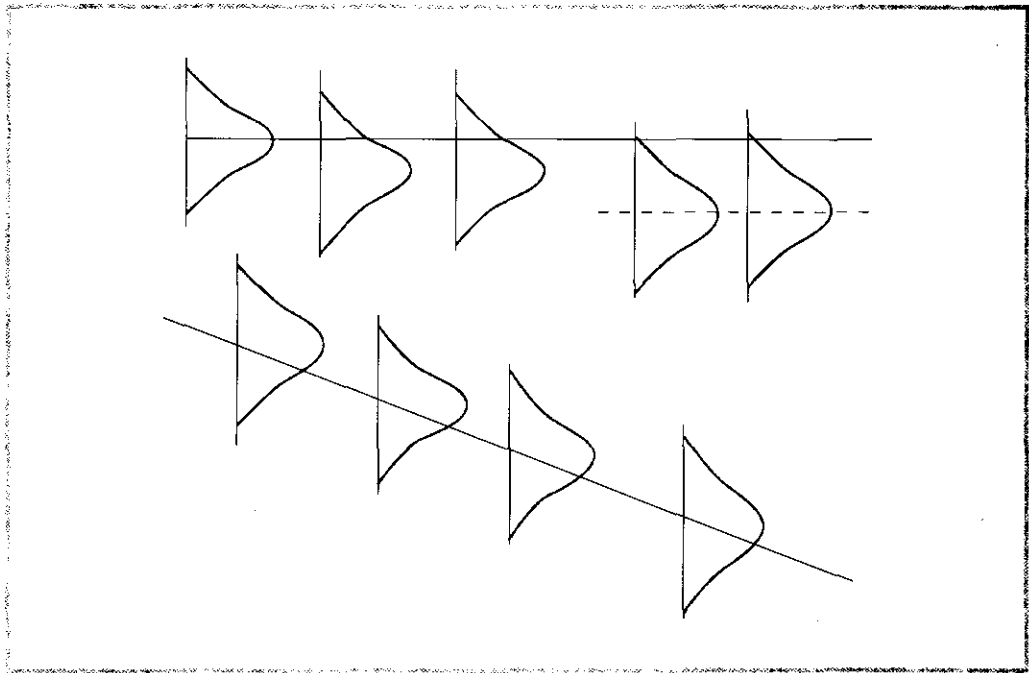
(一) 制程不在管制状态下的异常原因

一般自现场搜集数据，根据此数据所绘制的管制图，是很少在完全管制状态的，因为制程里有各式各样的异常原因存在着。这种原因可分类为：

1. 规则性的异常原因

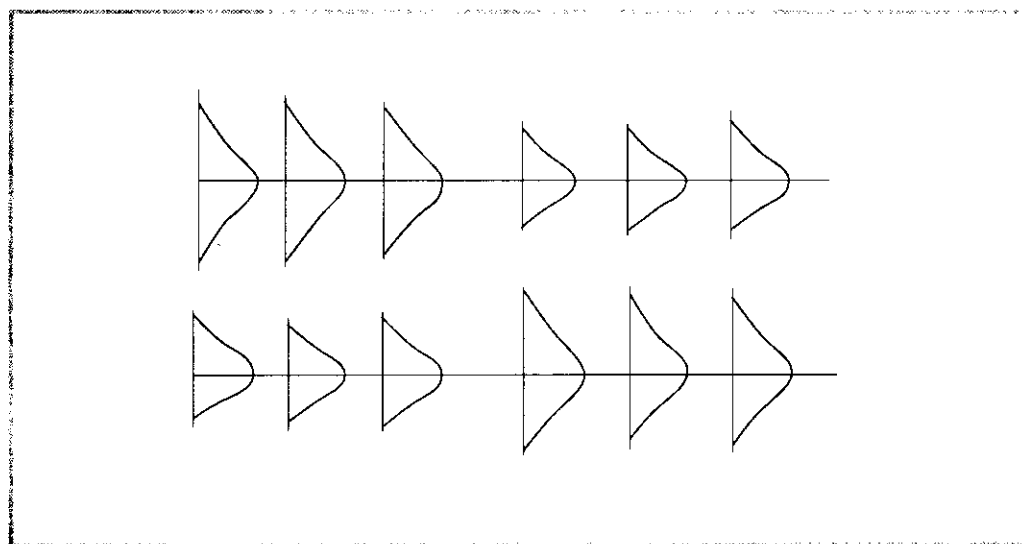
(1) 制程平均是规则性变化时（如图表 2-58）

图表 2-58



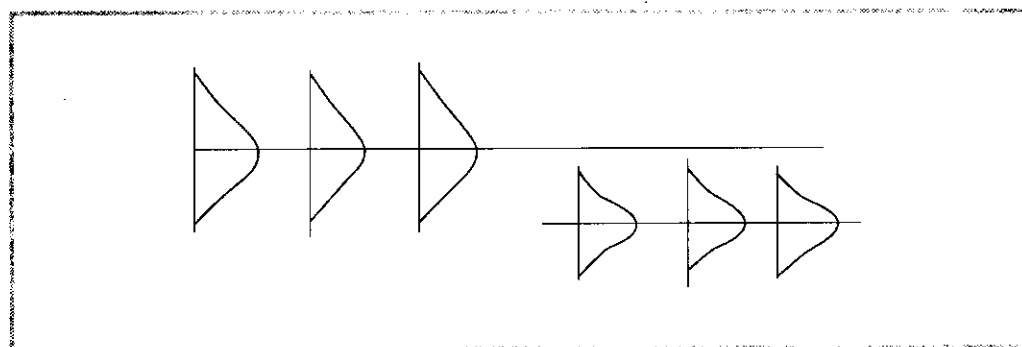
① 制程标准差是规则性的变化时（如图表 2-59）

图表 2-59



② 制程的平均值及标准差都是规则性的变化时（如图表 2-60）

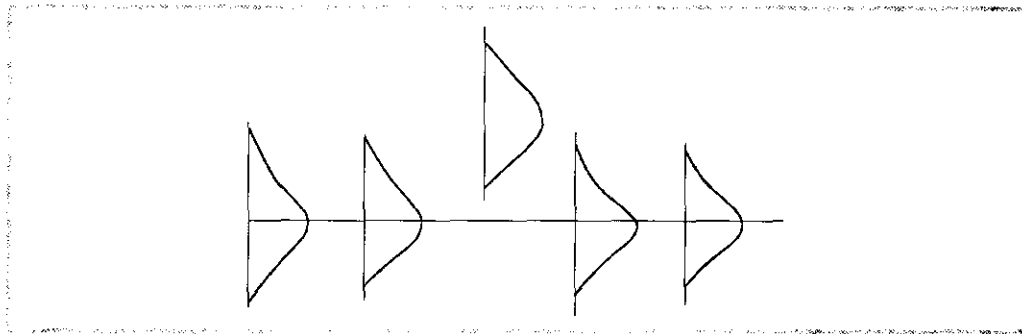
图表 2-60



2. 突发性的异常原因

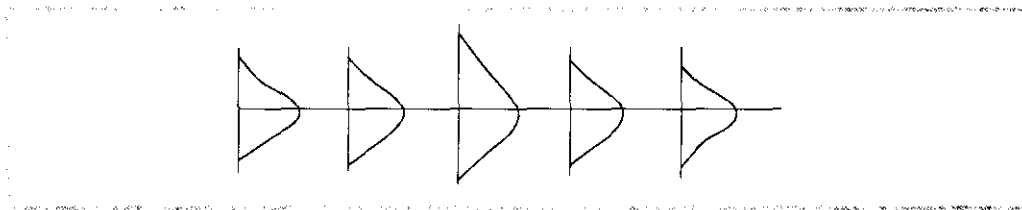
(1) 制程平均突发性的变化时（如图表 2-61）

图表 2-61



(2) 制程标准差突发性的变化时 (如图表 2-62)

图表 2-62



突发性的异常原因所出现的点，常易于超出管制界限，所以这种异常原因的追求及改善措施比较容易。但规则性的异常原因所出现的点，却不一定立刻超出管制界限，即使超出界限，而只对超出界限的点加以追究，亦极难找出其原因。这种异常原因必须利用以下各节所述的分组法、层别法等始能找出其原因。

(二) 点的变动与制程分配关系的观察方法

实际上，要使制程出现完全的管制状态并非容易的事，但如果利用模型制成完全的管制状态，然后把各种异常原因的变动，以人为的方法加进去的话，就很容易看出管制图的点的变动与制程分配的关系。我们一般常采用掏石及选珠实验的方法。

1. 石片及小珠的构成

(1) 石片

一定大小的小圆板里，预先记入各种测定值，然后把许多小圆板放入袋里。如果从袋里随机抽取 1 个小圆板，读出其测定值，即可认为是从制程随机抽样的数据。

图表 2-63

石片的 数 字	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	计	μ	σ
	红				1	3	7	12	17	20	17	12	7	3	1										100	50	2.00
石 片 数	绿									1	3	7	12	17	20	17	12	7	3	1					100	55	2.00
	黄	1	1	1	2	4	6	8	10	11	12	11	10	8	6	4	2	1	1	1					100	50	3.42
	青					1	1	1	2	4	6	8	10	11	12	11	10	8	6	4	2	1	1	1	100	55	3.42

(2) 小珠

把许多不同颜色的小珠放进盒子里，预先指定某些颜色为不良品，则从盒子里可随机抽取大小 n 个的样本，计算其不良品数，这就可认为是从制程随机抽取样本所得的不良品数的数据。

图表 2-64 小珠的内容

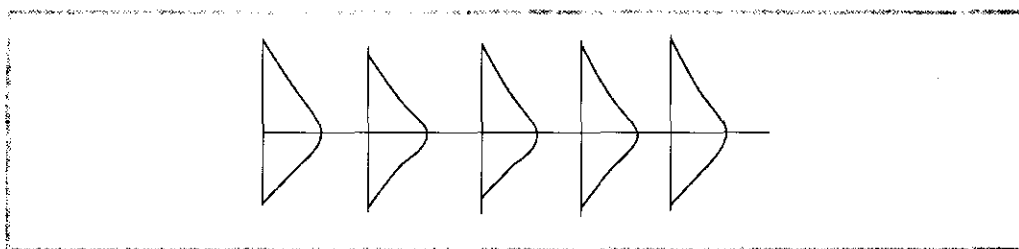
颜色	个数	比率 %
黑	5	0.5
褐	10	1.0
青	20	2.0
红	50	5.0
黄	100	10.0
绿	200	20.0
白	615	61.5
合计	1 000	100.0

2. \bar{X} -R管制图

(1) 掏石实验 1——完全管制状态

① 制程的变化情形

图表 2-65



② 实验方法

● 从 A (红色) 石片袋 ($\mu = 50$, $\sigma = 2.0$) 一片一片地随机抽取, 读出其测定值, 记入数据表里, 但每抽取一片, 读出其测定值后, 必须放回袋里, 充分搅乱后再继续抽出第 2 片。

● 同样方法反复抽取, 以 $n = 4$ 的样本共抽取 25 组。

● 作 \bar{X} -R 管制图。

③ 检讨

● 如以上实验方法所画 \bar{X} -R 管制图, 将大致如图表 2-65。

● 因在同一石片袋抽取样本, 即表示制程群体的分配没有变化, 所以这种实验所得数据与从完全管制状态所得数据是一样的。

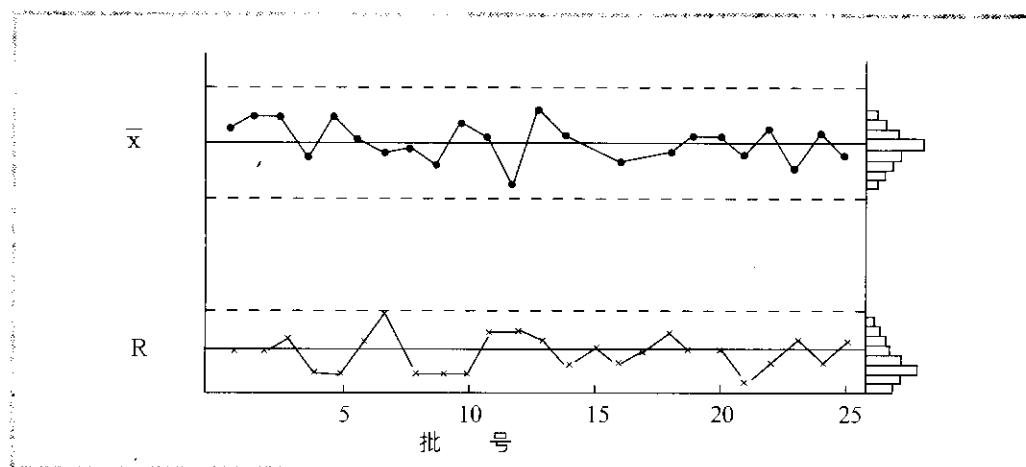
● 故图表 2-66 的管制图就是表示制程在完全管制状态时的管制图。

● 完全管制状态下的制程必须满足下列条件:

a. 没有超出界线外的点;

b. 点是随机出现的、没有特别的现象。

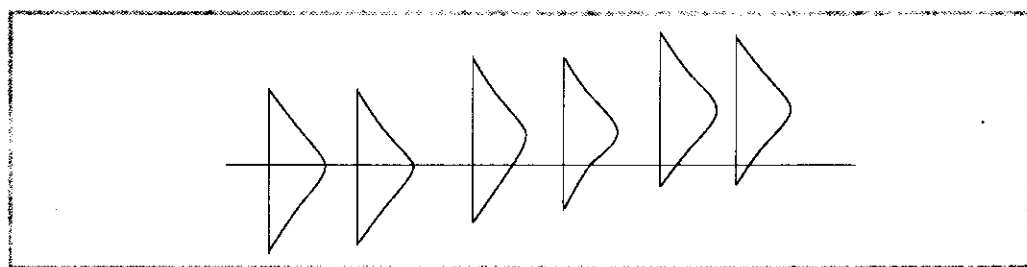
图表 2-66



(2) 掏石实验 2——制程平均变化

① 制程的变化情形

图表 2-67



② 实验方法

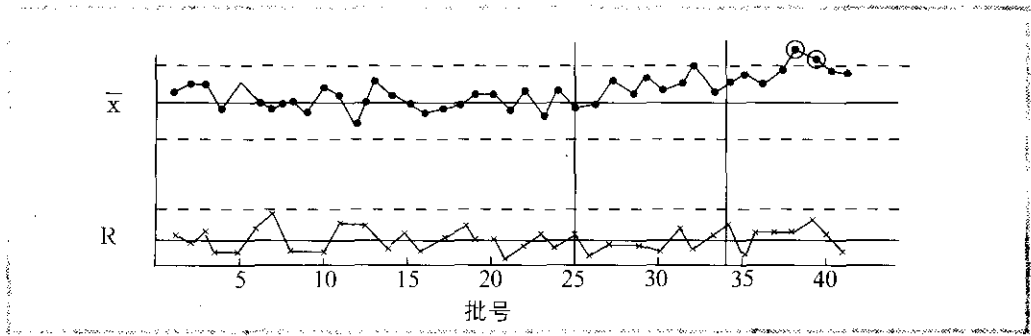
- 预先延长实验 1 所求管制界限。
- 从 A_1 石片袋 ($\mu = 51$, $\sigma = 2.00$) 如实验 1 的方法, 抽取 $n = 4$ 的样本 25 组, 计算其每组平均值与范围, 绘点在管制图上。(A_1 石片袋实际上是使用 A 石片袋而只把每一测定值的数值加 1 而已)

● 从B（绿色）石片袋（ $\mu = 55$, $\sigma = 2.00$ ）如实验1的方法抽取 $n = 4$ 的样本25组，将每组平均值与范围，绘点在管制图上。

③ 检讨

- 如以上实验方法，所得管制图大致如图表2-66。
- 因所抽取石片的测定值是由A石片袋改为A₁石片袋，再改为B石片袋，故表示制程由A（ $\mu = 50$, $\sigma = 2.00$ ）变为A₁（ $\mu = 51$, $\sigma = 2.00$ ），再变为B（ $\mu = 55$, $\sigma = 2.00$ ），故这种实验所得数据，是从制程平均均在变化的制程所得的数据。
- 图表2-68的管制图就是表示制程平均均在变化的管制图。

图表2-68



● \bar{x} 管制图 A（ $\mu = 50$, $\sigma = 2.00$ ）的点全部在管制界限内，A₁（ $\mu = 51$, $\sigma = 2.00$ ）的点大都出现在中线上侧，或有少数点超限，B（ $\mu = 55$, $\sigma = 2.00$ ）的点有超出界限者。

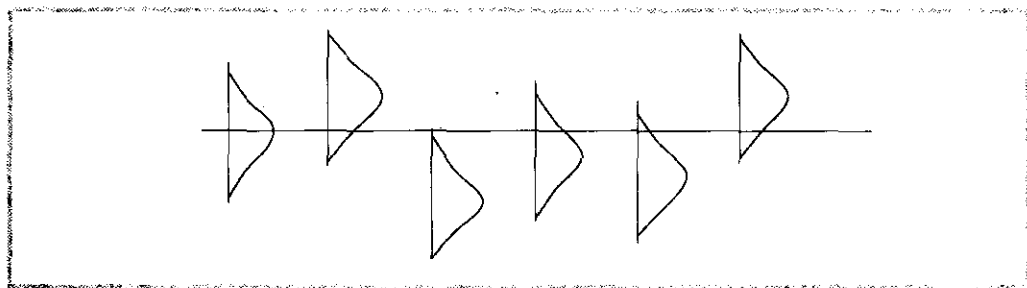
(3) 实验3——制程平均很不规则的变动时

① 制程的变化情形（如图表2-69）

② 实验方法

- 各别预先准备A石片及B石片。
- 与实验1同样作法，利用A石片搜取数据，记入数据表。

图表 2-69



● 同样方法从 B 石片袋里随机抽取 1 个石片，读其测定值，将此数加入②的数据表里的第 1 组 5 个数据上，然后再把抽出石片放回袋里。

● 同法，从 B 石片袋里随机抽取 1 个石片，将此数据加入第 2 组的 5 个数据上。

● 同法，将数据表里各组的 5 个数据都加上从 B 石片袋抽得的测定值。

③ 检讨

● \bar{x} 管制图、R 管制图所求管制界限，皆由 R 乘以系数而求得者，故所求管制界限的宽度，可说与实验 1 所求者相同。

● 关于 \bar{x} ，实验 1 只有偶然原因的变动，但本实验则制程平均 μ 在变动，故有点超出界限，并且点出现在上下界限近旁的机会增多。

● 因制程标准差没有改变，故 R 管制图在管制状态中。

● 图表 2-70 的管制图就是表示制程平均很不规则变动时的管制图。

(4) 实验 4 —— 制程标准差变大时

① 制程的变化情形（如图表 4-71）

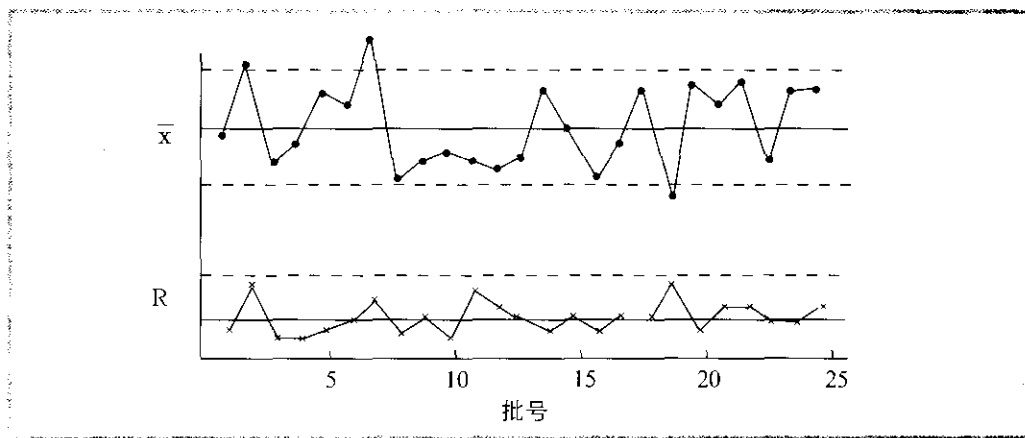
② 实验方法

● 先准备好 c（黄色）石片袋（ $\mu = 50$ ， $\sigma = 3.42$ ）。

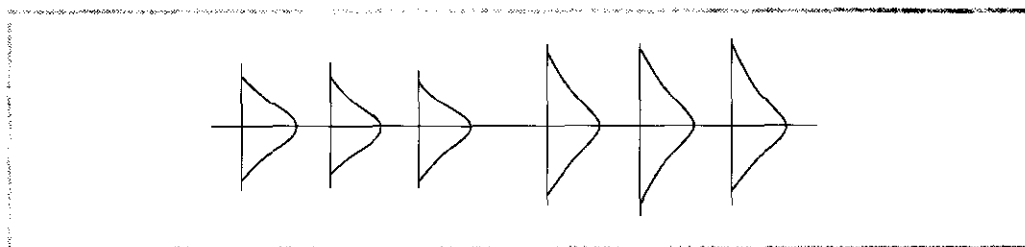
● 将实验 1 所得到管制图的管制界限延长。

● 与实验 1 同样作法，利用 c 石片袋反复 50 次抽取石片记录其数值，然后依次

图表 2-70



图表 2-71



以 $n = 5$ 为一组分别计算各组的平均 \bar{x} 及范围 R 。

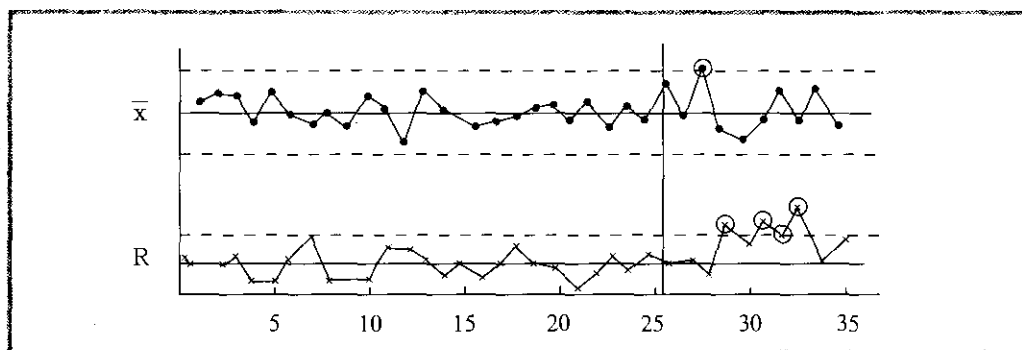
- 将求得的 \bar{x} 及 R 点绘到延长的管制限上。
- 得到管制图，如图表 2-72。

③ 检讨

● 因 A 石片袋与 c 石片袋的平均值相同，标准差别 c 较 A 大，故本实验可以代表制程平均值未变，但标准差变化时的情形。

● 由图表 2-70 可看到制程变为 c 时，R 管制图上的点几乎全部在管制界限的上侧，并且 10 点中有 4 点超出界限。 \bar{x} 管制图上的点也有超出界限者，并且其点的上下

图表 2-72



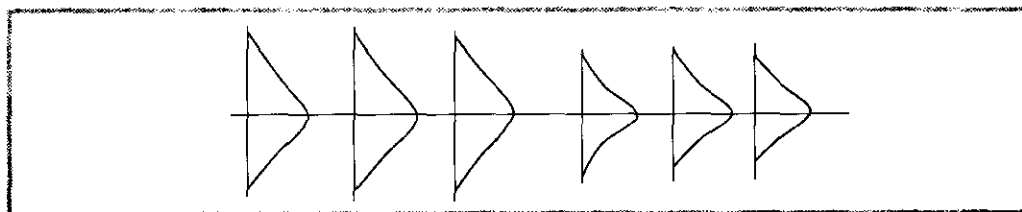
变动很大。

● 由此可以知道这种情形只画 \bar{x} 管制图而不画 R 管制图时是无法判断制程的变化情形的。

(5) 实验 5 —— 制程标准差变小时

① 制程的变动情形

图表 2-73



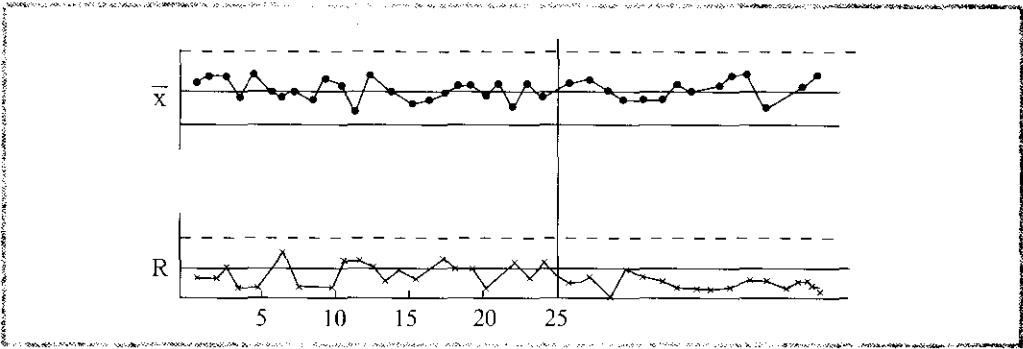
② 实验方法

与实验 4 完全相同，只是抽取顺序不同而已，先抽取 C 石片袋者，再抽取 A 石片袋。

③ 检讨

● 由图表 2-74 可看到制程变为 C 时，R 管制图上的点大部分出现在管制界限的

图表 2-74



下侧, \bar{x} 管制图上的点则大多出现在中心线近旁。

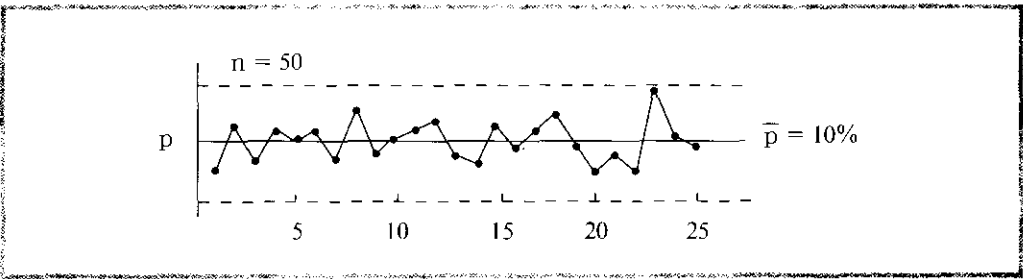
- 故组内变异变小时, 不但 R 值变小并且 \bar{x} 值的变动也会变小。

3. 计数值管制图——p 管制图

(1) 选珠实验 1——管制状态

从 $p = 10\%$ 的小珠袋里随机抽取 $n = 50$ 的样本 50 组, 求其各组的不良率 p , 绘 p 管制图, 如图表 2-75。

图表 2-75

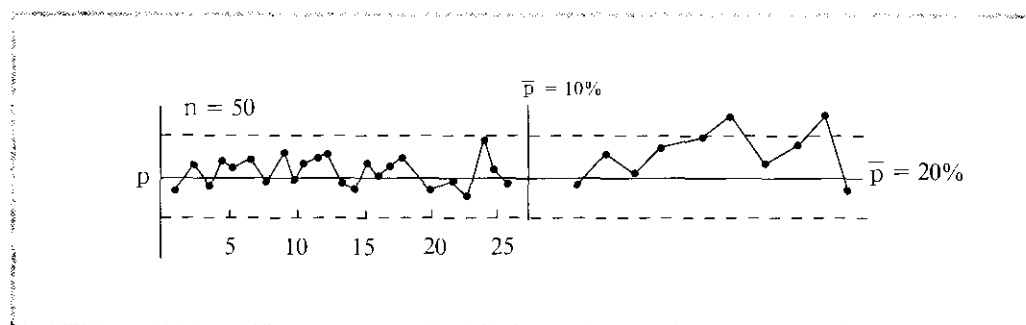


像这种母群体不良率未变化的制程, 就是表示制程在完全管制状态中。

(2) 选珠实验 2——制程平均不良率的变化

延长从实验 1 所求得的管理界限，然后从 $p = 20\%$ 的小珠袋里，随机抽取 $n = 50$ 的样本 50 组，记入数据表里，计算各组的不良率 p ，绘点到延长的管制图上，得图表 2-76。

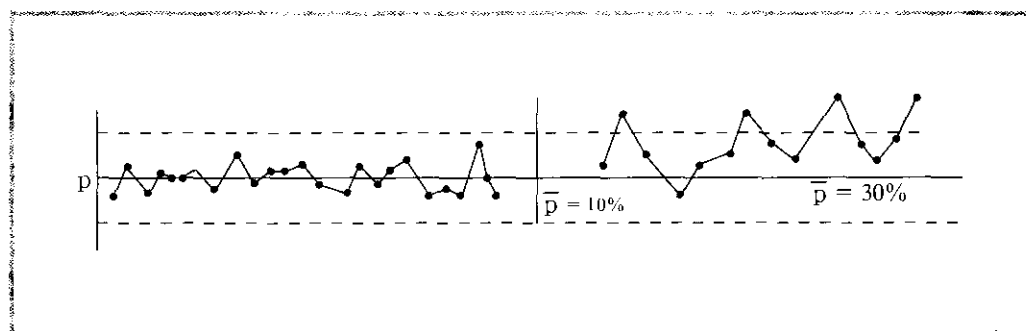
图表 2-76



其次以同法从 $p = 30\%$ 的小珠袋抽取 $n = 50$ 的样本 50 组，记入数据表，计算各组不良率，绘点到实验 1 的延长管制图上，可得图表 2-77。

由图表 2-75、图表 2-76、图表 2-77，可以看出制程不良率变大时，管制图上的点将普遍向上提高，超出上管制界限的点也随之增加。同时也可看出不良率愈大，其点的变异随之增大。

图表 2-77



六、管制图的性能

如果希望管制图在工厂中使用得灵活有效的话，不但需要熟练管制图的看法，更重要的是必须能根据点的动态实际把握制程的状态，同时必须熟知各管制图的性能。

（一）性能的表现法

管制图一般可用于制程管制、制程解析或其他各种用途上。但是管制图所能获得的情报就是，制程是否在管制状态。如果失去管制状态，亦可从管制图大概地得知其原因。所以管制图的性能，一般是以能够发现制程有异常的或然率（检出力）或不能发现制程有异常的或然率（第二种错误）来表示。

横轴取制程的异常，例如：制程平均的差异、制程不良率的变化、制程变异的变化等；而纵轴取检出力（或然率）者，称为检出力曲线，取第二种错误者，称为OC曲线。

检出力曲线或OC曲线，可以根据下列三种情形，以理论计算或桌上实验而求得：

- 假设制程的分配形态；
- 推定制程的平均及变异的真值；
- 决定出现在制程的变化。

（二）有关管制图的判断错误

只要是统计的检定，必定会考虑到判断错误的问题。对于管制图，当点超出界限，一般就判断必定有异常原因发生。若在 3σ 界限时，这种判断错误的机会（即本来并未发生异常原因，但我们却误判为有异常原因发生的错误），在1 000次的判断里，大约有3次。 4σ 界限时100 000次里平均约5次， 5σ 界限时，1 000万次里平均有

6次的错误判断。我们不可能做到绝对不发生判断错误,这种判断错误,就是以上各节常提到的第一种错误。

反过来说,只要点在界限内时,我们就判断没有异常原因发生。但是制程虽然发生了变化,因为抽样的关系,点也常会出现在管制界限内,使我们看不出制程的变化而错误地判断没有异常原因发生。这种错误就是第二种错误。

管制图的作用就是要尽量地减少这两种错误。但有一点必须注意的是:假如想减少第二种错误的机会,即把管制界限由 3σ 缩小为 2σ 的话,则点超出界限的机会必定增大,犯第一种错误的机会也就增大。

一般管制图都采用 3σ 界限,这是采用较小的第一种错误,而采用比较大的第二种错误。以制程管制的立场而言,这种做法比其他方法适当。因为第二种错误可利用其他各种方法减少。例如“管制图的看法”所述界限内点的看法的应用就是减少第二种错误很有效的方法。

(三) 一管制图的性能

以平均值 μ 、标准差 σ_x 的常态分配为对象, $n=4$ 的 \bar{x} 管制图为例,加以说明。
 $n=4$ 时的管制界限为:

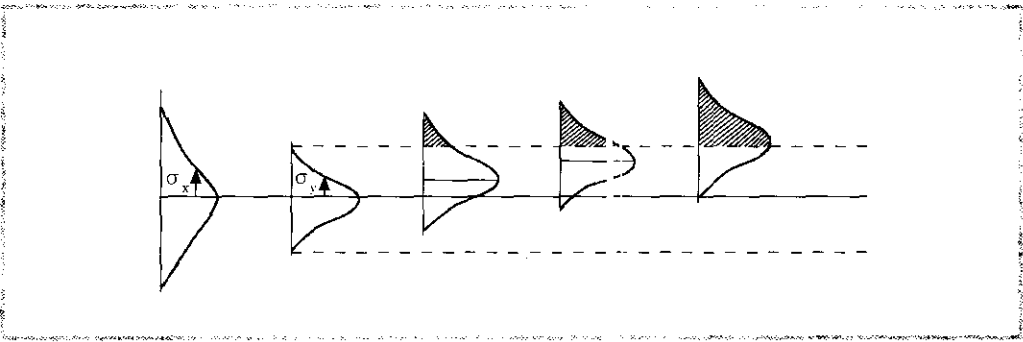
$$\begin{cases} UCL = E(\bar{x}) + 3D(\bar{x}) = \mu + 3\frac{\sigma_x}{\sqrt{4}} = \mu + 1.5\sigma_x \\ LCL = E(\bar{x}) - 3D(\bar{x}) = \mu - 3\frac{\sigma_x}{\sqrt{4}} = \mu - 1.5\sigma_x \end{cases}$$

又: $n=4$ 时的平均 \bar{x} 的分配为 $N[\mu, (\frac{\sigma_x}{2})^2]$

故制程未发生异常时,其出现的点,可能超出管制界限的或然率(第一种错误)为 $0.27\% \approx 0.3\%$ 。如果制程发生异常,变异未变,而只有平均值改变时,其制程的

变动情形如图表 2-78 所示，其超出界限的点亦如图表所示：

图表 2-78



制程变化	(a)	(b)	(c)	(d)
	$0 \sigma_x$	$0.5 \sigma_x$	$1.0 \sigma_x$	$1.5 \sigma_x$
点超出界限的或然率	0.3%	2.3%	15.9%	50.0%

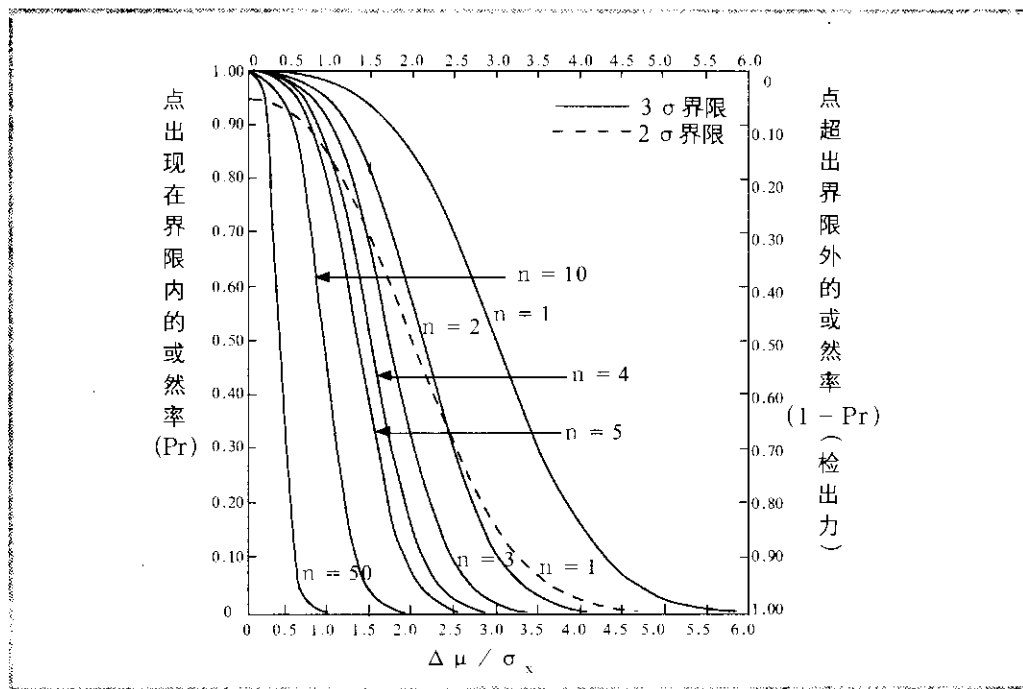
图表 2-76 是表示制程平均渐渐变大时的情形，变小时也一样。所以制程平均的变化可用 $|\Delta \mu| / \sigma_x$ 表示。横轴取制程平均的变化 ($\Delta \mu / \sigma_x$)，纵轴取点出现在界限内的或然率，或超出界限的或然率时，其两者的关系，如图表 2-77 所示。

n 代表组的大小，由图表 2-79 可以看出： n 愈大，其曲线的倾斜愈大。故 n 愈大，检出制程平均的变化力量愈强。但是， $n = 5$ 以后， n 虽然增大，检出力增强的程度却很小。故 n 值太大并不见得是好的。

(四) R 管制图的性能

R 管制图的检出力以 OC 曲线表示，如图表 2-78。制程的变化是组内变动，自 σ_{w0} 变为 σ_w 。故横轴方向取 σ_w / σ_{w0} ；纵轴则左侧取点出现在管制界限内的或然率，右侧取点超出管制界限的或然率。

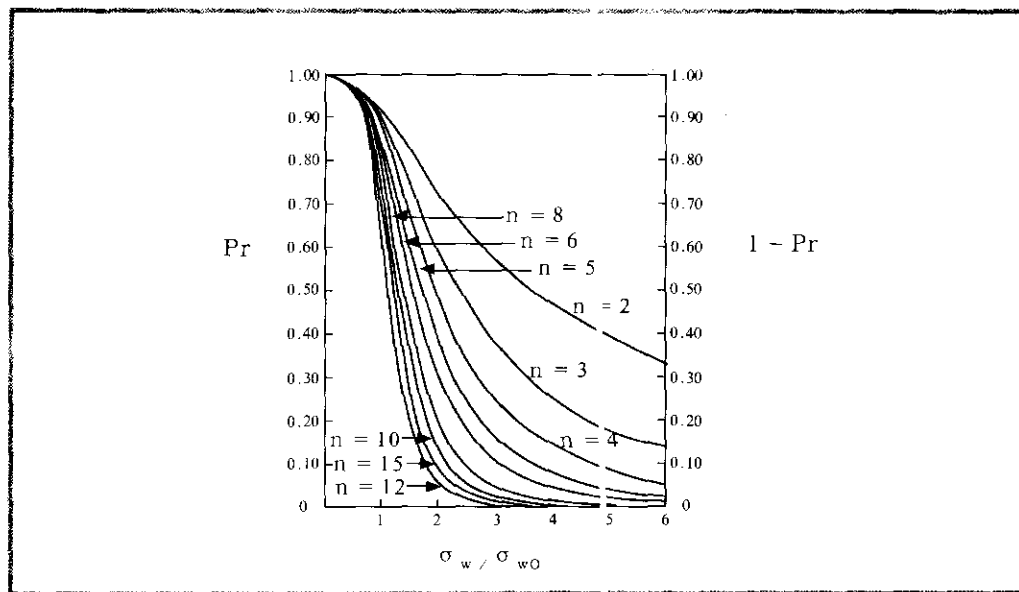
图表 2-79



例如 $n = 5$ 时, σ_w 若增大至 2 倍, 则由图表 2-80 可知道从 $n = 5$ 的曲线与 $\sigma_w / \sigma_{w0} = 2$ 的交叉点的左侧纵坐标, 可以看出 $Pr \approx 0.59$ 。即制程的 σ_w 增大至 2 倍时, 在原来的 R 管制图上, 点出现在管制界限内的机会为 100 点里有 59 点。通常:

- n 愈大, 检出力愈大。但一般不采用 n 大于 10 的 R 管制图。
- $\sigma_w / \sigma_{w0} = 1.5$ 左右时, n 虽然增大, 但检出力并没有增大多少, 但是 $\sigma_w / \sigma_{w0} = 2.0$ 左右时, n 如果增大, 则检出力有显著的增大。
- $n = 4 \sim 5$, $\sigma_w / \sigma_{w0} = 2$ 左右的变化时, 有 30% ~ 40% 的机会可以看出其变化。

图表 2-80



(五) \bar{x} 管制图的性能

\bar{x} 管制图是一般没有统计观念或管理观念的人喜欢采用的一种管制图。其性能有下列的缺点：

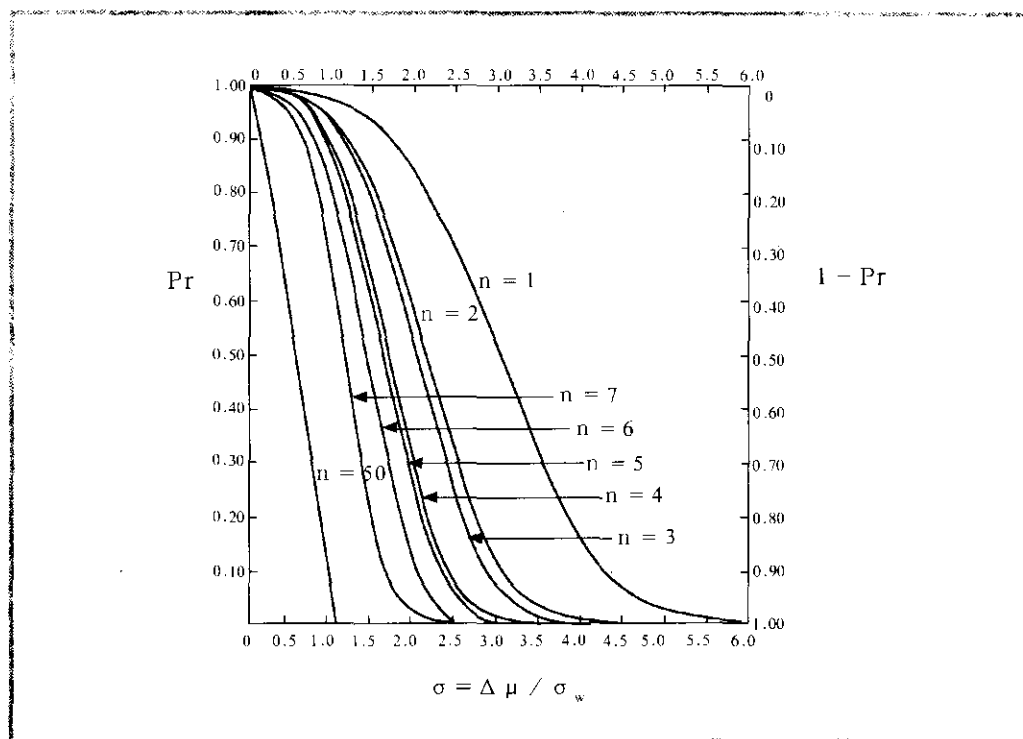
- 原有分配型为非常态分配而有偏歪时，其收率及检出力会直接受影响。
- \bar{x} 管制图是直接把原始数据的点，绘在管制图上。故第二种错误较大，检出力极差。

如图表 2-77 中 $n = 1$ 的 OC 曲线，就是 \bar{x} 管制图的 OC 曲线。

(六) $\bar{\bar{x}}$ 管制图的性能

$\bar{\bar{x}}$ 管制图一般用来代替 \bar{x} 管制图。其检出力较 \bar{x} 管制图差。其性能表示如图表 2-81。

图表 2-81



(七) p 管制图的性能

p 管制图，组的大小变动极大。而虽是同一不良率 p 的母群体，只要 n 不一样，其管制界限的宽度也会如图表 2-82，大大地改变。

p 管制图的 OC 曲线如图表 2-83。因 p 管制图不但只有 n ，且制程平均不良率 p 变化，其 OC 曲线也会随着变化。

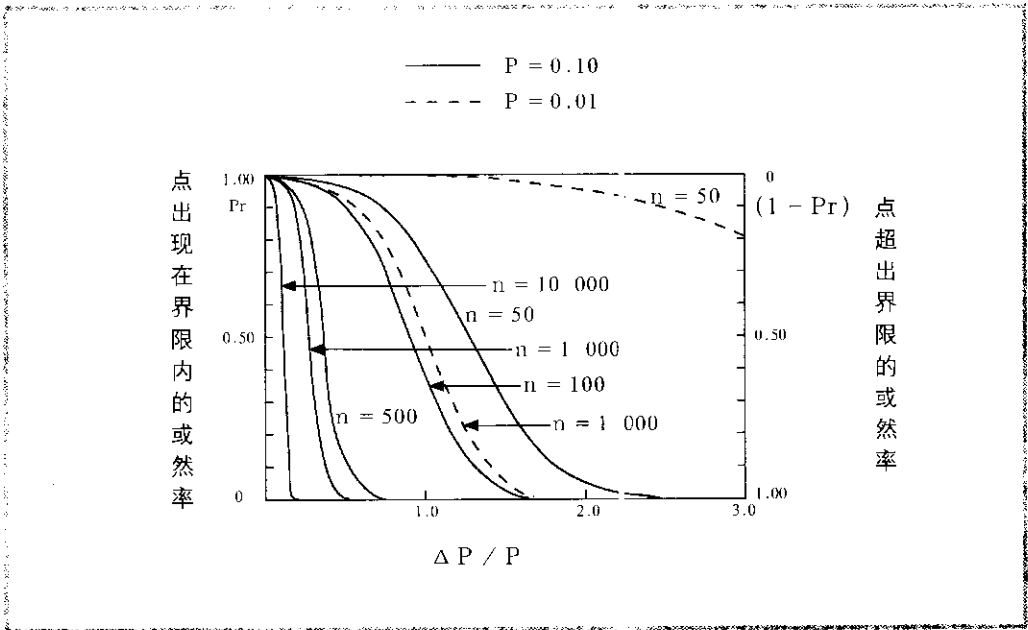
图表 2-83 所表示的是 $p = 10\%$ 及 $p = 1\%$ 的两种 OC 曲线。由图可以看出制程平均不良率愈接近 0%，其同样大小的 n 的检出力愈差。

OC 曲线的横轴取 $\Delta p / p$ ， Δp 为制程不良率的变化， p 为制程平均不良率；纵轴

图表 2-82 p = 2% 时的管制界限

组的大小	LCL	UCL
5	—	20.8
20	—	11.4
100	—	6.2
2 000	1.06	2.94
50 000	1.81	2.19

图表 2-83



的左侧取点出现在界限内的或然率，右侧取点超出界限的或然率。

范例 2-12:

某工厂计划生产制品重量，母平均为 30g，母标准差为 0.5g 的制品，且应用 $\bar{x}-R$ 管制图来管制。现制程的平均值变更为 31g 时，试问 n 该取多少才有办法管制。（其

检出力为 50%)

〔解〕

$$UCL = 30 + 3 \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} = 31$$

$$3 \frac{0.5}{\sqrt{n}} = 1$$

$$\sqrt{n} = 3 \times 0.5 = 1.5$$

$$n = 2.25 \approx 3$$

故以 $\bar{x} - R$ 管制图来管制，其抽取样本数为 3 只。

七、管制图的应用

欲使管制图实际发生效用，必须使用各种方法，如：分组法、数据的取法、抽样法、层别法等，且与其他的特性要因图、柏拉图、次数分配、查检表等并用。使用各种高明的技巧，才能使管制图真正有用，而不致流于形式化。

(一) 分组法

1. 分组的目的是与原则

(1) 分组目的

管制图要做分组，其目的有二：

- ① 求组内变动的大小，并进一步地加以层别 以求层间的差异；
- ② 求各组内变动是否在管制状态，是否因时间而变化。

制程的异常原因常因利用变更分组的方法而被发现。这是由于改变分组方法后，组内所包含的原因也会改变。

(2) 分组法的原则

- ① 组内的变异必须只含有偶然原因；
- ② 引起组内变异的原因与组间变异的原因，在技术上需很明确地区分出来；
- ③ 制程里所要管制的变异，必须在组间变异里能表示出来。

2. 组的大小

组里所含有数据的数目，即称为组的大小，以符号 n 表示。例如 $n=4$ ，就是4个数据做成一组。

(1) \bar{x} - R 管制图

组的大小以 $n = 2 \sim 5$ 较为适当。假如 $n = 6$ 时，最好把数据再分成两组，采用 $n = 3$ 比较好。若 $n = 10$ 时，再把数据细分，采用 $n = 5$ 较好。

(2) $\bar{x} - R$ 管制图

组的大小最好采用奇数，以 $n = 3$ 及 $n = 5$ 较为适当。

(3) p 管制图、 pn 管制图

组的大小采用 $n > 50$ ，可能的话，以 $n > 100$ 最好。一般是使各组的不良个数能在 1 以上（可能的话，在 5 以上）作为决定组的大小的依据。

(4) u 管制图、 c 管制图

组的大小，以能使各组所含有的缺点数，平均在 1 以上（可能的话在 3 以上）为依据而决定组的大小。

3. 分组的方法及组内变动的成分

组内变动的成分如果不知道时，管制图是无法有效地使用的。以下举例说明采用各种各样的方法改变分组以后，组内变动的成分将有何变化。

图表 2-84 的数据，是各作业者自加工制品里，随机地、上、下午各取两个制品测定而得的结果。

图表 2-84

机 械		I 号		II 号	
作 业 者		王忠信	林一雄	徐大宏	李明雄
5月2日	上午	5.8 5.3	5.7 5.5	5.4 5.7	5.5 5.8
	下午	5.1 5.7	5.4 5.6	5.5 5.4	5.9 5.6
5月3日	上午	5.2 5.3	5.1 5.5	5.2 5.8	5.6 5.7
	下午	5.3 5.4	5.2 5.3	5.5	

(1) 分组方法 1

上午两个数据，下午两个数据，各作为一组，即 $n = 2$ 的分组法，如图表 2-85。

这种分组法：

- ① 组内变动包含各作业者及各机器上午或下午的变动，加上抽样误差及测定误差的变动；
- ② 组间变动包含作业者间的变动，上午、下午间的变动，日间变动，机器间的变动。

图表 2-85

机 械		I 号		II 号	
作 业 者		王忠信	林一雄	徐大宏	李明雄
5月2日	上午	[5.8 - 5.3]	[5.7 - 5.5]	[5.4 - 5.7]	[5.5 - 5.8]
	下午	[5.1 - 5.7]	[5.4 - 5.6]	[5.5 - 5.4]	[5.9 - 5.6]
5月3日	上午	[5.2 - 5.3]	[5.1 - 5.5]	[5.2 - 5.8]	[5.6 - 5.7]
	下午	[5.3 - 5.4]	[5.2 - 5.3]	[5.5 - 5.4]	[5.6 - 5.7]

(2) 分组方法 2

取各作业者，其上午的两个数据与下午的两个数据组合成组。这也是 $n = 4$ 的分组法。如图表 2-86 所示。这种分组法：

- ① 组内变动包含各作业者与各机器的上午至下午一天内的变动，加上抽样误差及测定误差的变动；
- ② 组间的变动包含作业者间的变动、日间变动及机器间的变动。

图表 2-86

机 械		I 号		II 号	
作 业 者		王忠信	林一雄	徐大宏	李明雄
5月2日	上午	[5.8 - 5.3]	[5.7 - 5.5]	[5.4 - 5.7]	[5.6 - 5.8]
	下午	[5.1 - 5.7]	[5.4 - 5.6]	[5.5 - 5.4]	[5.9 - 5.6]
5月3日	上午	[5.2 - 5.3]	[5.1 - 5.1]	[5.2 - 5.5]	[5.6 - 5.7]
	下午	[5.3 - 5.4]	[5.2 - 5.3]	[5.5 - 5.4]	[5.6 - 5.7]

(3) 分组方法 3

取各台机器的每日上午或下午的 4 个数据组合成组，即 $n = 4$ 的分组法。如图表 2-87。这种分组法：

① 组内的变动包含各作业者与各机器上午或下午内的变动，加上抽样误差及测定误差的变动，以及王忠信、林一雄之间或徐大宏、李明雄之间的变动；

② 组间的变动包含机器间的变动，上午、下午间的变动，日间变动，王忠信、林一雄与徐大宏、李明雄之间的变动。

根据以上各分组法绘制管制图，加以比较研究，就可以发现异常原因的成分，以作为制程解析之用。

图表 2-87

机 械		I 号		II 号	
作 业 者		王忠信	林一雄	徐大宏	李明雄
5 月 2 日	上午	$\begin{bmatrix} 5.8 \\ 5.1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.7 \\ 5.4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.4 \\ 5.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.5 \\ 5.9 \end{bmatrix}$
	下午	$\begin{bmatrix} 5.3 \\ 5.7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.5 \\ 5.6 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.7 \\ 5.4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.8 \\ 5.6 \end{bmatrix}$
5 月 3 日	上午	$\begin{bmatrix} 5.2 \\ 5.3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.1 \\ 5.2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.2 \\ 5.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.6 \\ 5.7 \end{bmatrix}$
	下午	$\begin{bmatrix} 5.3 \\ 5.4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.1 \\ 5.3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5.5 \\ 5.5 \end{bmatrix}$	

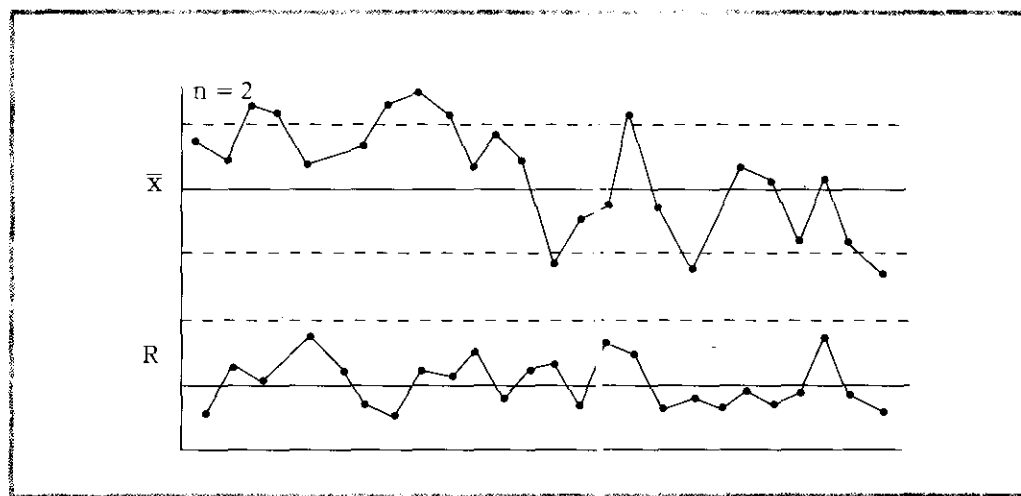
范例 2-13:

玻璃的研磨作业里，一块研磨板一次同时研磨 10 片玻璃。研磨完之后，从这 10 块玻璃片中，随机地抽出 2 片，测定其厚度，同时以此 2 片玻璃的测定值为组，制作 $\bar{x} - R$ 管制图。如图表 2-88。

检讨：

① 以上管制图，R 是在管制状态，但是 \bar{x} 管制图则超出上、下管制界限的点极多，并形成连续。利用这种管制图，对于 \bar{x} 管制图的超线各点，追究原因，并没有意义。因为超线的点并不能表示有不同于过去的异常原因发生。虽依照同样操作方法、原料、设备、测定方法，然而作业点亦可能超出界限之外。但是，对 R 管制图则可以预

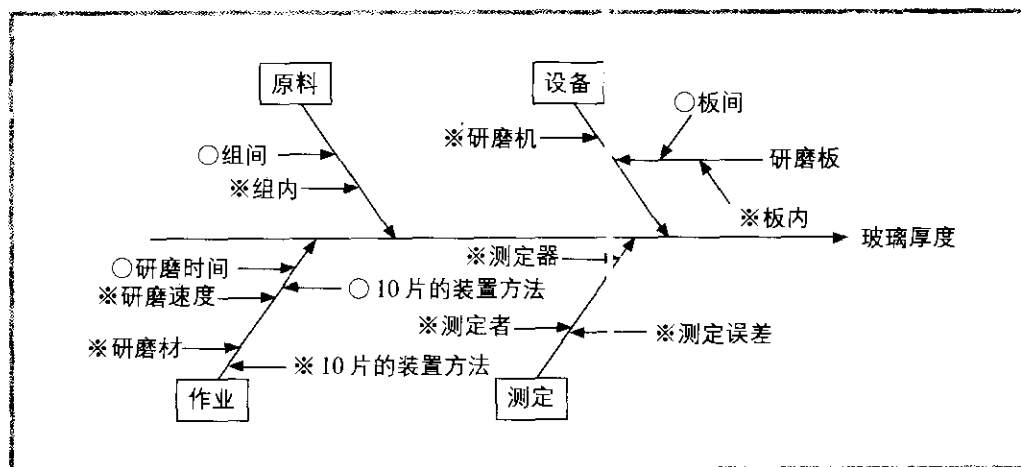
图表 2-88



测。只要以同样的作业方法，点都可以出现在管制界限内。所以有点超线时，追究其发生的异常原因是有意义的。

② 检讨研磨玻璃片的厚度的特性要因图。如图表 2-89。

图表 2-89



对 $\bar{x} - R$ 管制图来讲：

- 组间的变动较组内变动大得多；
- 组内变动是在管制状态。

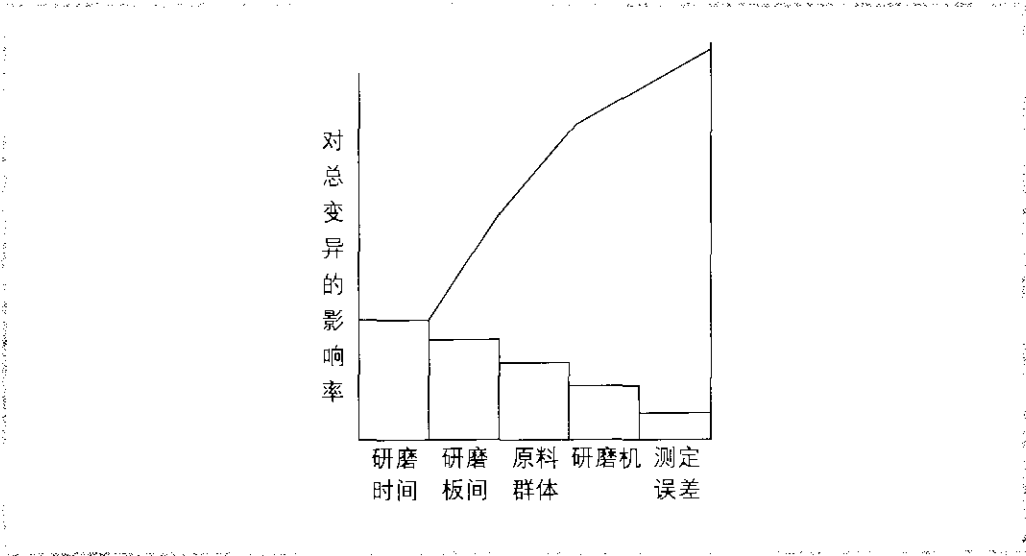
除以上所述的各要因以外，当然还可以想到很多的其他要因。但现在仅就此加以检讨。

现在把组内变动的构成要因，在特性要因图上以符号※表示；组间变动的构成要因则以符号○表示。

由 $\bar{x} - R$ 管制图我们知道：○符号要因的影响，较※符号要因的影响大得多。但在此制程里，同一研磨板必都装置相同原料，才可视为同一群体，测定是以同一人、同一器具测定，并且此管制图是同一台研磨机的数据所作成的。

③ 调查各要因的变动效果对于制品全体变异的影响程度到底有多大。调查方法因篇幅关系，这里不多述，只把其结果列举如图表 2-90。由图表 2-90 的柏拉图可

图表 2-90



知，用这种分组法，其组内变异非常小。另外还可以改变分组法，使组内变异能稍微增大。

④ 在这一作业里，研磨板间、研磨时间的要因，影响制品全体的厚度最大。所以必须先制定管制这些要因变动的管制方法，并且采取管制这些要因变动的分组方法才可以。

3. 组内变动与组间变动

如前节所述数据（特性值）的变动，可由于分组而分成组内变动及组间变动。

(1) 组间变动

组间变动就是绘制管制图时，把数据分组后，其组与组之间的变异。例如 \bar{x} 点的变动情形主要是表示组间的变动。

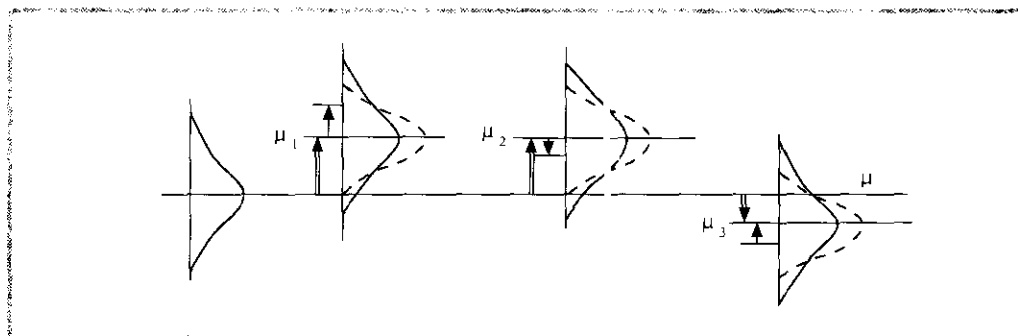
(2) 组内变动

组内变动就是绘制管制图时，把数据分组后，其每组内部的变异。例如 R 管制图的 R 的变动，就是表示组内的变动。

(3) 组间变动与组内变动示例

如图表 2-91 即可说明组内变动与组间变动的情形。

图表 2-91 组内变动与组间变动

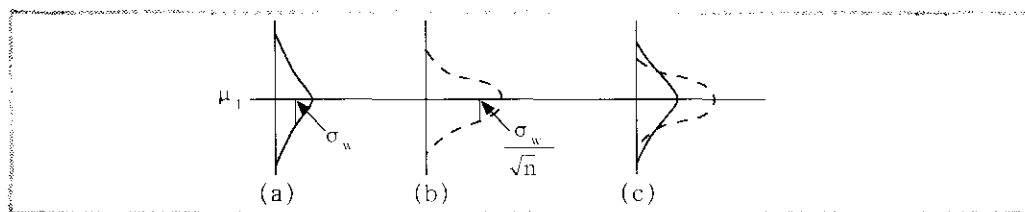


图的中央横画一条实直线，这是表示全体制程的平均，即称为制程平均，一般以符号 μ 表示。

\bar{x} 管制图的中心线 $CL = \bar{\bar{x}}$ ，即可作为制程平均的代用直线。

各组所代表的制程，可由各组里所包括的数据看出。即如图表 2-92(a) 所表示的分配。

图表 2-92



图表 2-90 (a) 分配的平均值 μ_1 ，在图表 2-91 的 μ 的周围上下变动，图上的 \uparrow 符号即表示此种变动。此种变动表示组与组之间的变动，亦即组间变动。

图表 2-90(a) 的分配是以组为代表的分配，其变异就是组内变动，以标准差 σ_w 表示。搜集数据时，组内变动可由各组的范围 R 求得。

σ_w 与 R 的关系为：

$$\hat{\sigma}_w = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$\hat{\sigma}_w$ 为标准差 σ_w 的推定值；

\bar{R} 为各组范围 R 的平均；

d_2 为系数，可查表求得。

各组所求的平均值 \bar{x} 的分配属于图表 2-90(b) 的分配。故 \bar{x} 分配的平均值与图表 2-90 (a) 的平均值 μ_1 相同，标准差则为 $\frac{\sigma_w}{\sqrt{n}}$ 。

图表 2-89 中 \uparrow 符号表示各组平均 \bar{x} 在其各组的 μ_1 周围变动的情形。其变动的大小就是 $\frac{\sigma_w}{\sqrt{n}}$ 。

我们在管制图上所看到的 \bar{x} 点的变动，实际上是图表 2-89 里 符号与 \uparrow 符号的和。以数学式表示如下：

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \sigma_b^2 + \frac{\sigma_w^2}{n}$$

$\sigma_{\bar{x}}^2$ 为 \bar{x} 的变动（变异）；

σ_b^2 为组间变动（变异）；

σ_w^2 为组内变动（变异）。

一般 σ_b^2 无法直接求得，但 σ_w^2 与 $\sigma_{\bar{x}}^2$ 则可求得。

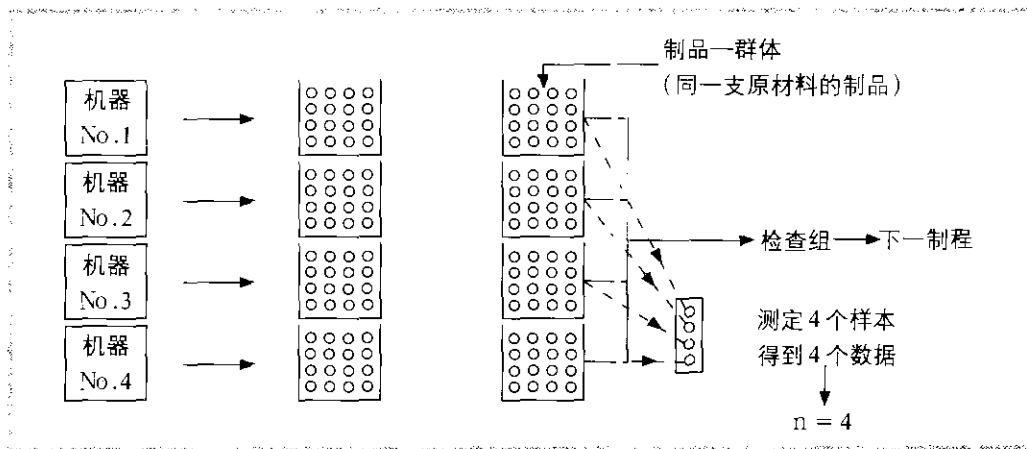
范例 2-14：

某金属零件的加工，使用数台机器同时操作。而一支原料可制多数制品。一支原料所制造的半成品作为一群体，装入同一箱里，送到下一制程的检查组检查。品质特性是制品的某尺寸，试解析。

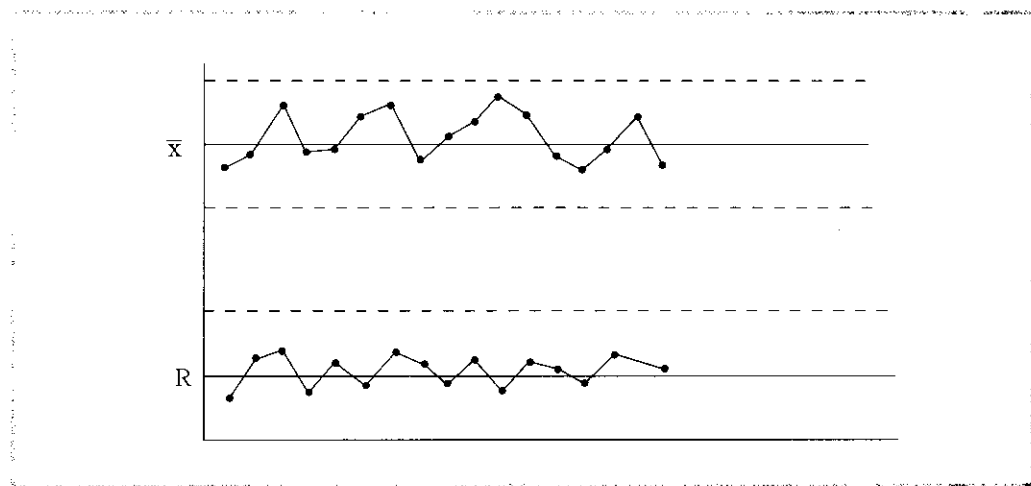
检讨：

(1) 依图表 2-94 的抽样方法而绘制图表 2-93 管制图。

图表 2-93



图表 2-94



一天数次，从各台机器的群体各抽取一个样本，测定之。而以 $n = 4$ 的分组法绘制管制图，如图表 2-94，由图表 2-94 知道 \bar{x} 管制图、R 管制图都在管制状态。

(2) 把制程的变动情形分为下列各种变动：

- ① 机器间的变动 σ_k ；
- ② 群体间的变动（原材料改变的变动）： σ_A ；
- ③ 群体内的变动（同一支原材料所制品间的变动）： σ_c 。

这种抽样法的组内变动的成份 σ_{wl} 包括 σ_k 、 σ_A 、 σ_c 三种变动。

$$\begin{aligned}\therefore \sigma_{wl}^2 &= \sigma_k^2 + \sigma_A^2 + \sigma_c^2 \\ \sigma_{wl}^2 &= \left(\frac{\bar{R}_1}{d_2} \right)^2 \\ \therefore \sigma_k^2 + \sigma_A^2 + \sigma_c^2 &= \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right)^2\end{aligned}$$

由图表 2-94 可得 $\bar{R}_1 = 62$

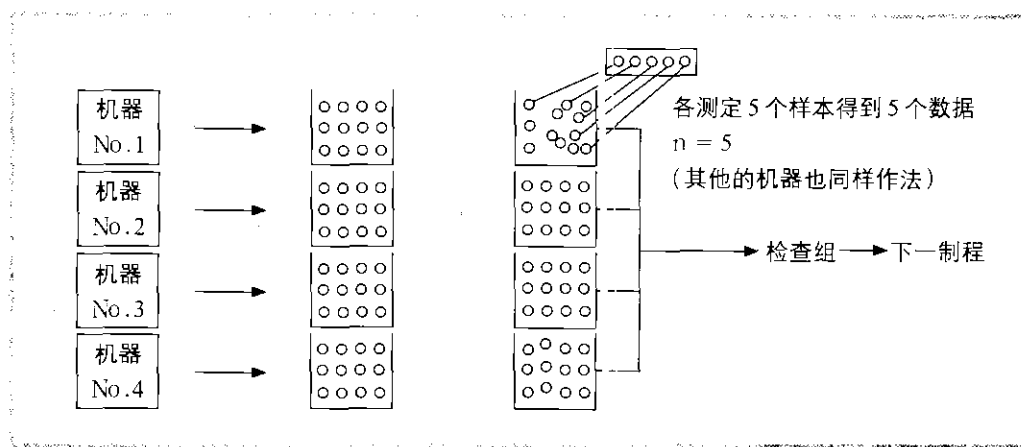
$$\therefore \frac{\bar{R}_1}{d_2} = \frac{62}{2.06} = 30.1$$

$$\sigma_k^2 + \sigma_A^2 + \sigma_c^2 = 30.1^2$$

我们无法把 σ_k 、 σ_b 、 σ_w 分开。如果要调查哪一种要因所引起的变动最大，则必须采取另外的分组法。

(3) 如图表 2-95，从同一台机器的各群（原材料）随机地各抽取 5 个样本为一组，共抽取 50 组绘制管制图如图表 2-94。

图表 2-95



各台机器都以同样方法操作，所得管制图大致与图表 2-94 一样。以下只对机器 No.1 加以检讨。

R 管制图是在管制状态，故可判断同一原材料之内的变动（组内变动）很小。

然而 \bar{x} 管制图超出界限的点很多，故可判断各原料之间的变动很大（组间变动）。

即原料改变时，制品的尺寸也会大大地改变。

(4) 图表 2-96 管制图中：

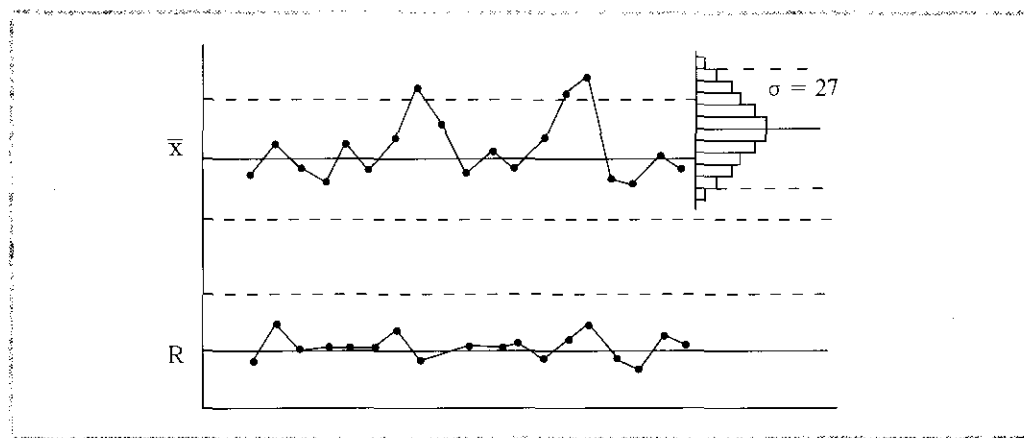
组间变动 σ_{b2}^2 = 原料间（群体间）的变异： σ_k^2

组内变动 σ_{w2}^2 = 同一支原料的制品之间的变异： σ_w^2

故组内变动即为：

$$\frac{\bar{R}_1}{d_1} = \frac{25}{2.33} = 10.7$$

图表 2-96



$$\sigma_c = \sigma_{w2} = \frac{\bar{R}_2}{d_3} = \frac{25}{2.33} = 10.7$$

而原始数据全体绘制次数分配图，可得如图表 2-94 右侧的直方图。可计算全体的变动 σ_{x2} 为：

$$\sigma_{x2} = 27$$

$$\therefore \sigma_{x2}^2 = \sigma_{b2}^2 + \sigma_{w2}^2$$

$$\therefore \sigma_{b2}^2 = \sigma_{x2}^2 - \sigma_{w2}^2$$

$$\therefore \sigma_A^2 = \sigma_{b2}^2 = \sigma_{x2}^2 - \sigma_{w2}^2 = 27^2 - 10.7^2 = 24.8^2$$

$$\therefore \sigma_A = 24.8$$

$$\text{又 } \sigma_k^2 = 30.1^2 - \sigma_A^2 - \sigma_c^2$$

$$\therefore \sigma_k^2 = 30.1^2 - 24.8^2 - 10.7^2 = 13.3^2$$

(5) 由以上推定结果得：

$$\sigma_c = 10.7 \quad \sigma_A = 24.8 \quad \sigma_k = 13.3$$

故可知制品的变动受原材料间的影响极大。如果想减少制品的变异，最好的办法是对原材料采取措施，减少原材料之间的变异。

(二) 层别法

以数台机器制作同种制品时，各台机器常有其各自的特征或缺点，故所制作的制品也就由于不同的机器而有差异。这就是使制品发生变异的主要原因。若能依照机器，分别搜集数据加以解析，必能获得宝贵的情报。如果有原料的种类、产地别、副料的种类、操作者、季节的不同等会影响制程变动的原因存在时，自制程所得的数据以原因别，分别绘制管制图，亦同样可得到宝贵的情报。像这样分成几个层（Stratum）的方法，称为层别法。

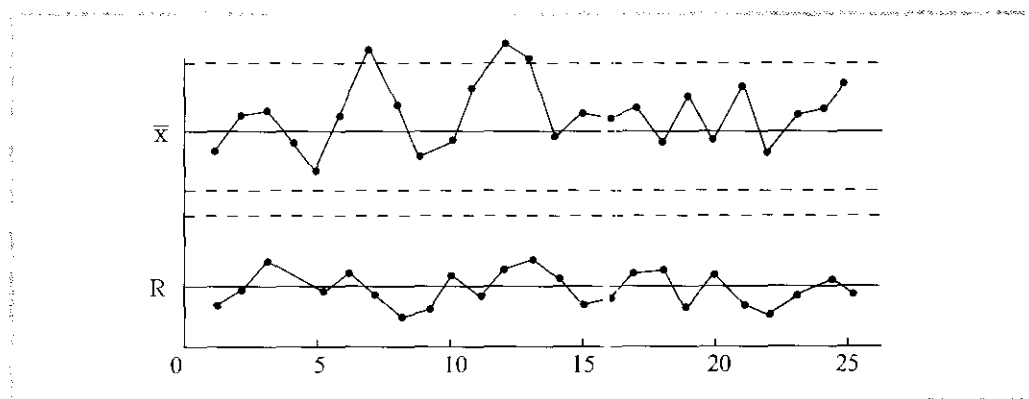
一般工厂所做层别的条件为：

- 时间——月、日夜、星期、时间、上、下午等。
- 作业员——组、日夜班、操作法、技能、新旧、熟练程度、年龄、性别等。
- 机器、设备——台、位置、新旧、型式、构造、工具等。
- 作业条件——温度、压力、湿度、速度、气温、天气、作业顺序、人员、机器等。
- 原料、材料、零件——供给者、前制程、群体别、制造厂别等。

范例 2-15：

图表 2-97 的 \bar{x} -R 管制图是根据 A、B 两台机器所制造的零件的某特性值所绘

图表 2-97



制出的管制图。由这管制图里，除了知道 \bar{x} 管制图中有超出界限的点之外，R 管制图在管制状态以外所得的情报很少。试应用层别法解析。

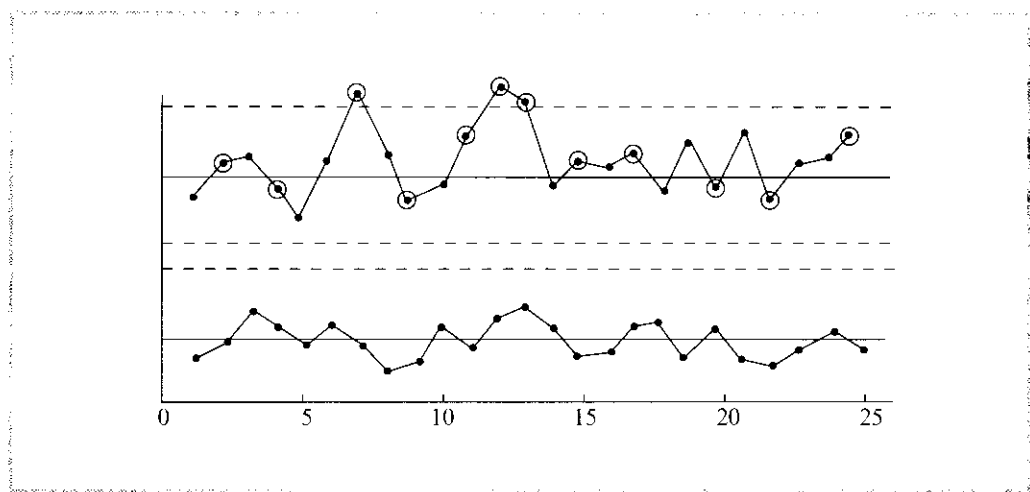
我们若把从机器 A 与机器 B 所得的数据加以区别，如图表 2-97 中，在 \bar{x} 管制图上，来自机器 B 的数据加上○符号时，就可以看出有○符号的点，大多出现在中心线的上侧。由此管制图，即可知机器 B 所制造的零件与机器 A 所制作的零件，品质特性不同，故有加以层别及个别绘制管制图的必要。

机器 A 与机器 B 个别绘制的管制图，如图表 2-99。由此可知，机器 A 与机器 B 的变异，没有多大的差异，但制程平均则以机器 B 为高。我们并可知道，A、B 个别的制程都在管制状态。

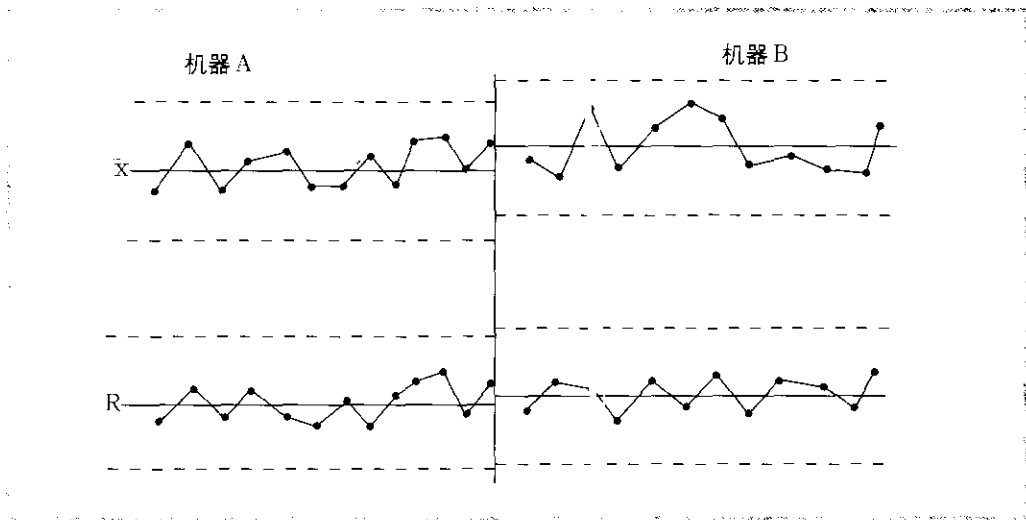
范例 2-16：

图表 2-98 为关于口服液杂质混入不良率，以填充作业员 A、B、C、D4 人层别后所得的 p 管制图。最上面的管制图是每日生产量、全体的 p 管制图，试解析(参阅图表 2-100)。

图表 2-98



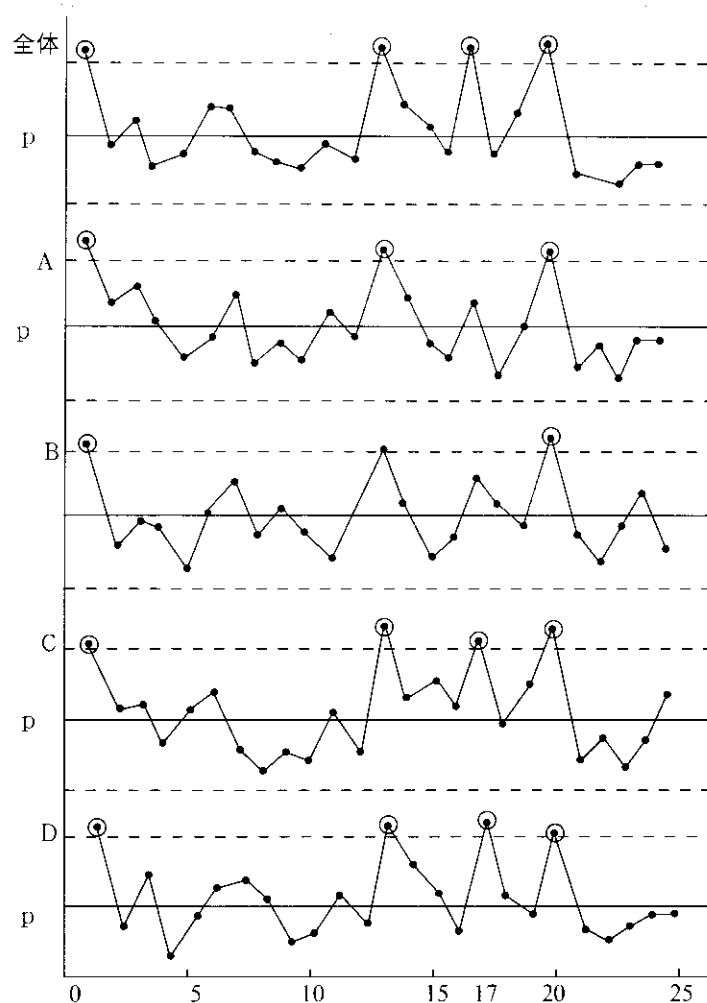
图表 2-99



全体的 \bar{p} 管制图，因每天平均约制作 10 000 支，故以 $n = 10\ 000$ ，求其上、下管制界限。因为组的大小 n 极大，所以界限的宽狭很狭，超线的点很多。

比较 4 人的情况，知道 B 的 \bar{p} 较其他 3 人为高。又自层别的 A、C、D 的管制图，可知 A 图超线的点有 3 点；C、D 也同样有超线，B 也有超线，这几天制程全体的不良率也特别高。故很可能有制程的共同原因或作业人员的共同原因存在。最好对此 3 点，调查其作业条件，追究其原因。此外，第 17 号的点，只有 C、D 两人同时超线，而 A、B 未超线，故可能有 C、D 两人的共同原因存在。调查一下这种原因，很可能得到好的情报。

图表 2-100



(三) 分组法与层别法的应用实例

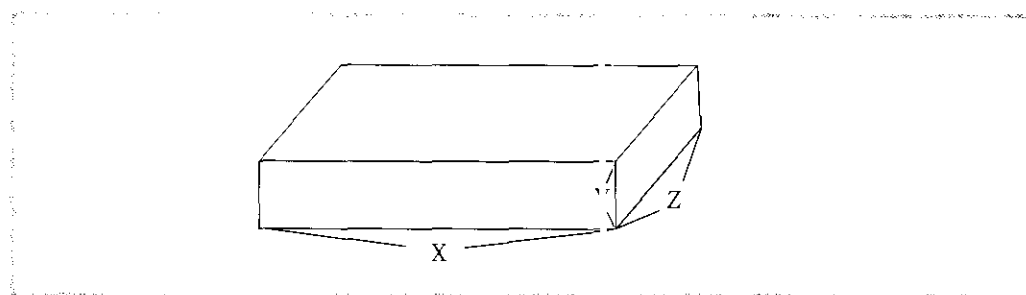
范例 2-17:

1. 分组法的应用

(1) 制程概要

本制程是使用某研磨机器，将从均匀的材料所切下，如图表 2-101 形状的金属板研磨成。

图表 2-101 金属板的形状



① 假设厚度 Y 与标准厚度 b 相等

即 $Y = b$

② 良好的平面度与平行度

金属板的 X 、 Z ，皆有数厘米，以下对本研磨机的构造略加说明。

从前制程所交来的金属板，以 10 块为一组夹入夹具里，而此夹具又以 5 个为一组，插入研磨机内，被插入的这些夹具，上下受砥石的压力而回转，使金属板得以研磨。

研磨的停止时机，是利用一种仪器探测金属板的厚度。当 $Y \approx b$ 时使机器停止。

此金属板的特性里，②的平行度与平面度的加工极为良好，并没有什么问题，但①的厚度 ($Y = b$) 各金属板之间变动很大，有很多不合乎规格的厚度。故本研究特别

对管理厚度 Y 的问题提出研讨，特性值是取 $y = Y - b$ 。

(2) 要因的分类

以下先对影响厚度变动的要因分类检讨。

① 材料的变动（硬度）

已经管理得很好，故无考虑的必要。

② 前制程的变动

可能影响很大，但已合乎前制程的管制水准，在后述的分组里，这种变动是属于 R 的变动。

③ 夹具内的孔不整齐的变动

制程概要里已说明，研磨时是 10 块金属板夹在一个夹具里，所以 10 个孔的大小差异可能使金属板所受条件不同而影响变动。

④ 夹具与夹具间的差异所引起的变动

因 5 个夹具同时插入研磨机里研磨，故因夹具间有差异，致使金属板所受条件不同而影响变动。

⑤ 研磨停止时机所引起的变动

应该研磨多少时间，这是最麻烦的问题，目前的操作方法是在研磨机运转时，使用一种仪器，测得厚度 Y 的大概数值，当 $Y \approx b$ 时停止研磨。但此仪器的精度很差，所以大部分是靠操作人员的经验判断。

⑥ 随时间的经过而起的变动

指砥石面的劣化、齿轮的磨损所引起的变动。

(3) 分组方法

夹有 10 块金属板的夹具，5 个为一组同时研磨，研磨后从此 5 个夹具随机抽取 2 个夹具，然后在此抽取的 2 个夹具里又各随机抽取 5 块金属板，这 5 块金属板作为一组 ($n = 5$)。故管制图里组号为奇数者与接连着的偶数号是同时研磨的两组金属板。

这种分组法，其变动要因中：

① ~ ③的变动包含在组内变动里；

④ ~ ⑥的变动包含在组间变动里。

要因⑤包含在同时研磨的两组里，故两组作为一个单位时，⑤的变动包含在组间变动内。

(4) 制程解析一

搜集数据 200 个 (40 组)。作第 1 次的解析。

① 首先求 σ_x 、 $\sigma_{\bar{x}}$ 、 $\frac{\bar{R}}{d_2}$ 、 σ_b ，结果如图表 2-102 (第 1 列)

图表 2-102

	σ_x	$\sigma_{\bar{x}}$	\bar{R} / d_2	σ_b
第 1 次	12.67	10.77	7.22	10.29
第 2 次	8.52	6.63	6.38	5.98
第 3 次	7.35	3.27	6.71	2.99

说明：

σ_x ：从直方图求得的变异

$\sigma_{\bar{x}}$ ：各组 \bar{x} 的变异

σ_b ：制程平均的变异

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \sigma_b^2 + \frac{(\bar{R} / d_2)^2}{n}$$

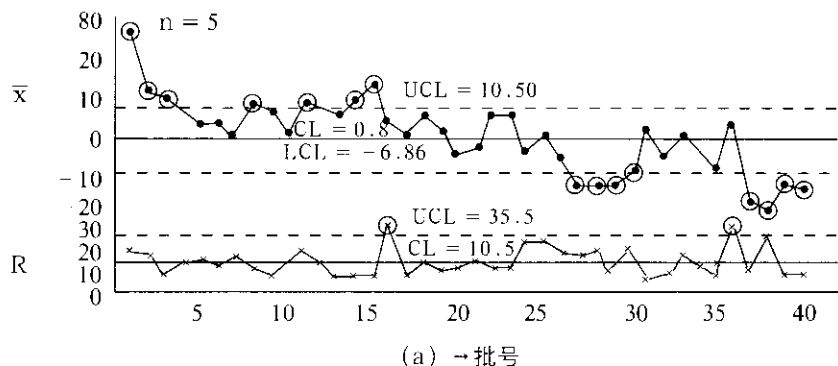
$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \sigma_b^2 + \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right)^2$$

由图表 2-102 可以知道，制程平均的变动 ($\sigma_b = 10.29$) 比组内变动 ($\frac{\bar{R}}{d_2} = 7.22$) 大得多，也就是表示组间变动很大。所以必须对组间变动的要因④ ~ ⑥加以注意，绘制 $\bar{x} - R$ 管制图加以检讨、观察。

② 以上结果绘制 $\bar{x} - R$ 管制图表示，如图表 2-103 (a)。

● 自 \bar{x} 管制图可以看到 40 组里有 15 组超出管制界线，管制状态非常差；

图表 2-103 (a) 研磨加工工程的金属板高度的 \bar{x} -R 管制图



- 同时研磨的两组，大体是成对变动着，而成对超出界限的点，15组中有10组。其他5组虽非如此，但未超出界限的点也非常接近界限线。

- 综上所述可得结论：要因④～⑥里，影响组间变动最大的是要因⑤。也就是说，想要改善 \bar{x} 的管制状态的话，最好先管制研磨停止时机。

(5) 改善措施

根据以上结论，立即采取措施，对研磨停止时机的管制加以改善。

① 研磨运转中，因探测金属板厚度的一种仪器的精度不够，致使厚度的变动变大，所以应立刻请求技术负责人研究改善。

② 因仪器的精度不好，所以目前大部分是靠操作人员的直觉操作。

但①即仪器改良措施似乎无法在短期内做到，所以先对②即操作方法加以改进，即制定一种具体的操作标准，要求现场操作人员必须严格地依照操作标准作业。如此生产量可能会降低，但若因不良率降低，而使良品的绝对量增加，这种措施也是有意义的。

(6) 制程解析二

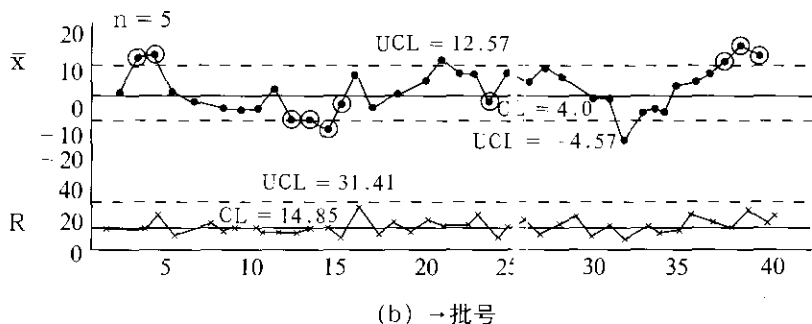
经第1次解析改善后,以同样研磨机器及同样操作人员,搜集200个数据(分组法与第1次完全相同)作第2次解析。

第2次解析结果如下:

① 首先求 σ_x 、 $\sigma_{\bar{x}}$ 、 σ_b 、 $\frac{\bar{R}}{d_2}$, 结果如图表2-100(第2列)。由图表2-100可知, 组内变动 $\frac{\bar{R}}{d_2}$, 虽然与第1次解析时差不多, 但制程平均的变异 σ_b 则小得多, 约为第1次的 $\frac{1}{2}$ 左右。

② 绘制管制图如图表2-103(b)

图表2-103 (b) 研磨加工工程的金属板高度的 \bar{x} -R 管制图



- \bar{x} 管制图, 超出界限的点40组里有9组, 较第1次解析时少了很多;
- 第1次解析时, \bar{x} 管制图里, 同时研磨的两组, 大约成对地变动着, 同时超出界限的很多。这次解析结果与第1次时仍大致相同。9组里有6组是同时超出界限的。
- R 管制图, 可认为是管制状态。

根据以上结果, 可获得以下结论。

a. 第1次的改善措施可说已经发生一点效果, 即对减少超出界限的点有所帮助;

b. 如果要因⑤即仪器能改良的话,可以保证一定可以得到比目前更好的结果。

(7) 改善措施二

由以上结果所知道的是必须赶快改良仪器。第2次解析完后,正好技术部门把仪器的一部分改良成功,于是立刻使用改良的仪器操作。

(8) 制程解析三

因已经知道主要由要因⑤影响变动,故这次所搜取的200个数据的分组法,是从每次研磨的50块(5×10)金属板里随机抽取5块为一组(n=5)

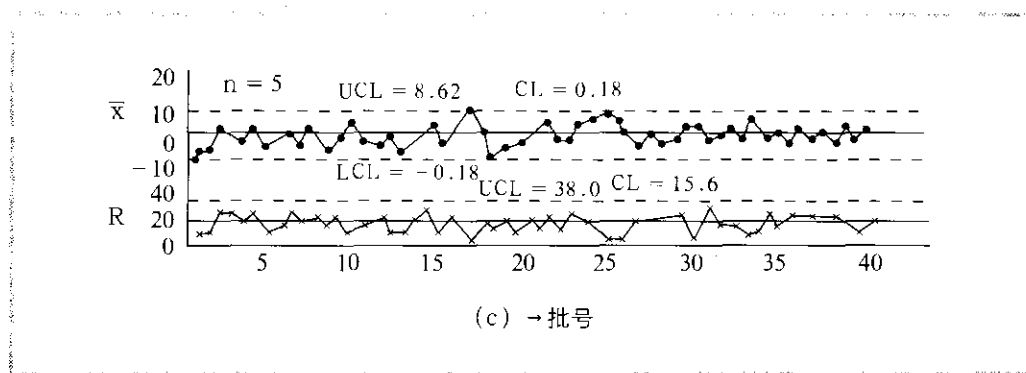
第3次解析结果如下:

① 求 σ_x 、 $\sigma_{\bar{x}}$ 、 $\frac{\bar{R}}{d_2}$ 、 σ_b ,结果如图表2-100(第3列)。

由图表2-100可知,组内变动 $\frac{\bar{R}}{d_2}$ 一直都没什么改变,但组间变动 σ_b 则变为第2次的 $\frac{1}{2}$,第1次时的 $\frac{1}{4}$ 。管制系数 $C_r = 1.09$,表明管制状态有了非常显著的改善。

② $\bar{x}-R$ 管制图如图表2-103(c)。

图表2-103 (c) 研磨加工工程的金属板高度的 $\bar{x}-R$ 管制图



● \bar{x} 管制图没有超出管制界限的点,制程在管制状态;

$$C_f = \frac{\sqrt{n} \hat{\sigma}_{\bar{x}}}{\frac{\bar{R}}{d_2}}$$

- R 管制图也同样在管制状态下。

(9) 根据上述解析, 可说已成功地把制程改善为管制状态 (就以目前的 \bar{R} 值)。但目前的制程变异 \bar{R} 值是否合乎最终制品的特性, 现在还无法把握, 所以今后仍有继续解析检讨 \bar{R} 值是否合乎最终制品的特性的必要。

2. 层别法的应用

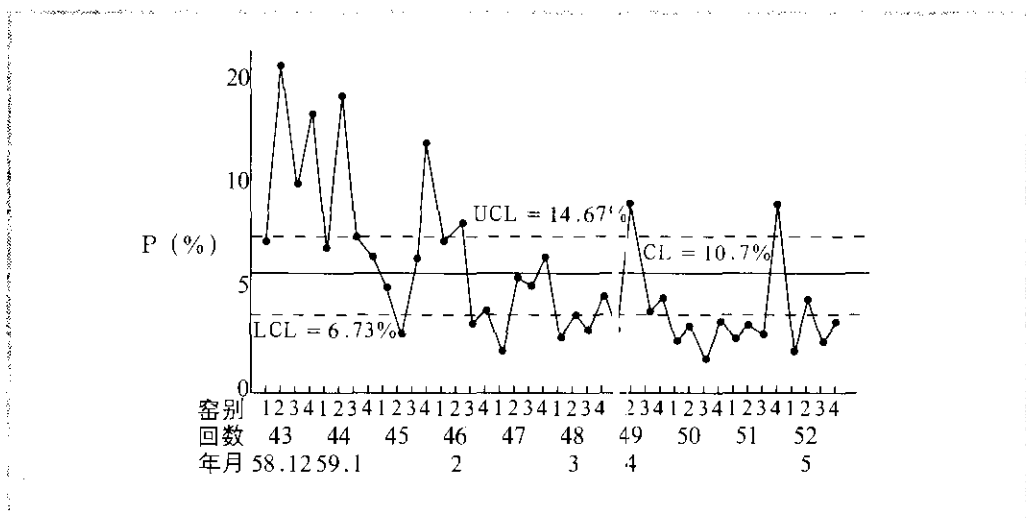
范例 2-18:

本例是某卫生瓷器工厂在推行品质管制初期, 对过去检查数据加以整理解析而获得很大成效的实例。

(1) 全不良率的管制图

本瓷器工厂有 No. 1、2、3、4 的 4 个单窑, 轮流烧成制品, 1 个窑所烧成的制品, 大小各品种合计约有 2 000 个左右。首先以 1 窑为 1 组, 自 1999 年 12 月至 2000 年 5 月烧 40 窑, 所绘制的全不良率管制图如图表 2-104。

图表 2-104 全不良率管制图 (卫生瓷器)



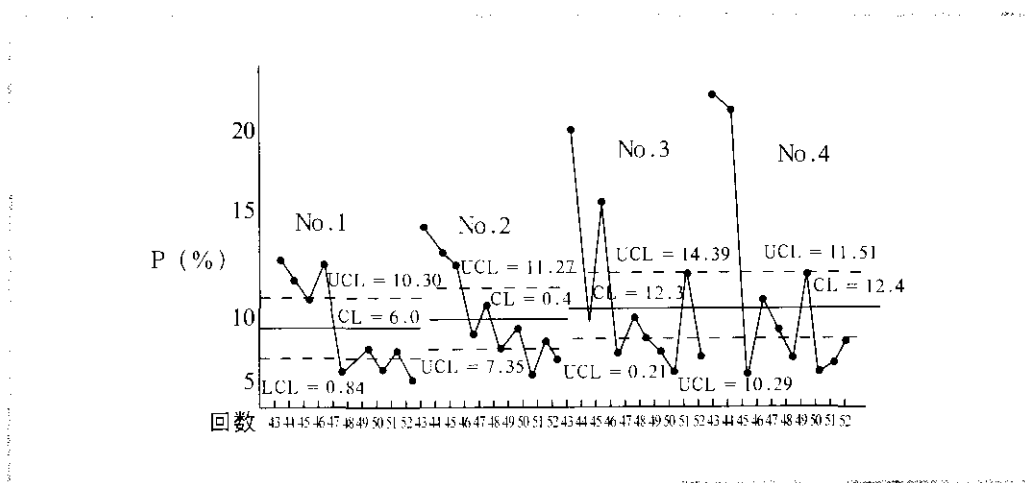
n 从 1 655 至 2 848 虽变动很大, 但仍暂用 $n = 2\ 214$ 计算管制界限, 接近管制界限的点有必要者再重新计算。

从管制图可以看出制程极为不安定, 离管制状态极为遥远。这种管制图是否有所帮助呢? 对于超出界限的点, 能否找出原因采取改善措施? 事实上这种管制图是没有什么用处的。

(2) 以窑别作层别

要解决以上问题, 最先能想到的是以窑别作层别。操作员分成 2 组 (1 号、2 号是 A 组, 3 号、4 号是 B 组) 作业, 本以为层别后可得到有用的情报, 但结果如图表 2-105, 对于解决问题依然没有什么用处。1 号、2 号 (A 组) 与 3 号、4 号 (B 组) 之间似乎有差异, 但层别后的各管制图仍然离管制状态很远, 所以图表 2-104 所示的不在管制状态的理由不能说是由于窑间的变动。

图表 2-105



(3) 以不良原因作层别

于是改变观点, 以不良原因作层别, 试一试。幸好对制品的缺点有很完整的检查

纪录，根据原因别，一共层别为 10 种类。

A:斑点（渗入铜质时会发生青色斑点），可能是原料或成型制程所发生的缺点

B:因成型而发生的缺点

C:因喷釉而发生的缺点

D:重烧

E:变色、釉污、气泡

F:变型

G:破碎

H:灰砂

I:裂痕、缺角、黏住

J:釉皱、漏雨——原因不明

因烧成时所发生的缺点。

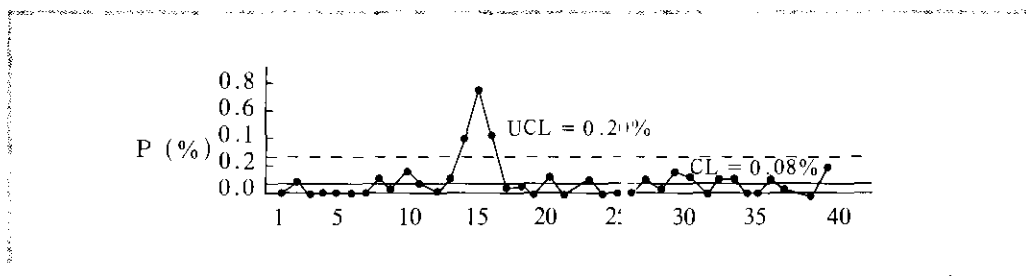
主要是因作业不注意。

根据以上层别，绘制成 10 张管制图。图表 2-106 各小图便是根据缺点原因而层别的管制图，提供给我们非常有益的情报。当然这只是预备数据的解析阶段，所以追究原因及改善措施上，仍留有未解决的问题。

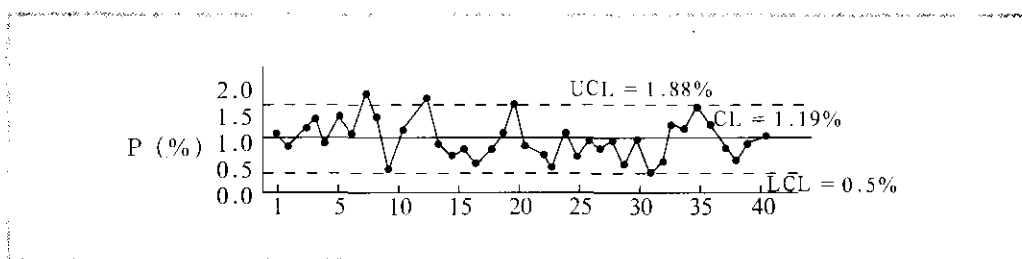
① 关于斑点，No.14、15、16 的 3 点连续超出界限，进一步调查品种，结果发现只有从第 1 成型所生产的制品才出现这种现象，根据此情报得以很快地除去原因。

② 关于成型所发生的缺点则未能获得有益的“情报”，大多是原因不明，这可能是

图表 2-106 (A) 斑点



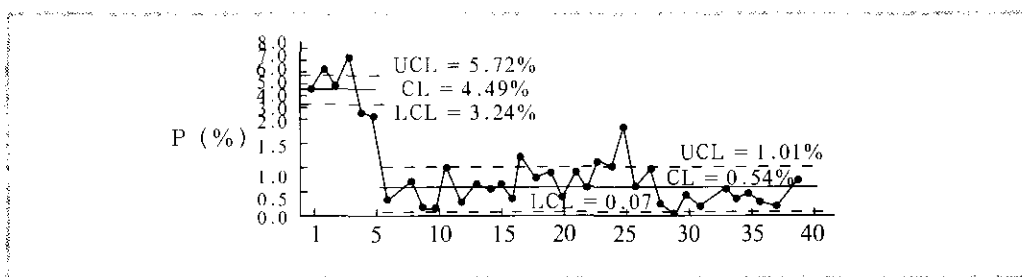
图表 2-106 (B) 成型不良



因 1 窑为 1 组的层别法不很适当，应该采取成型日及成型者来分组或层别才能获得有益的情报。

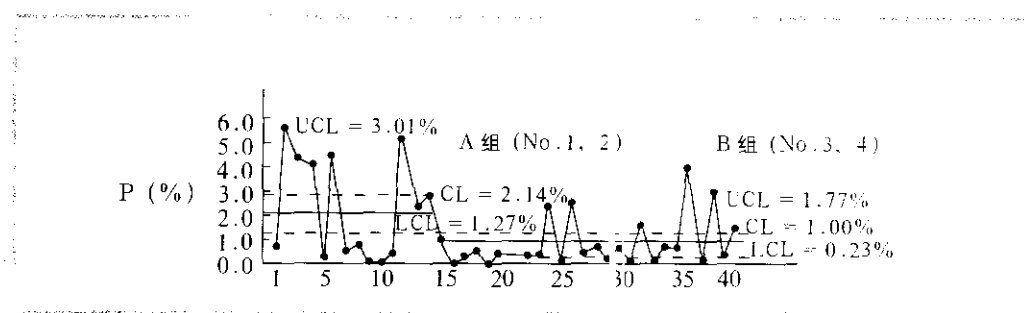
③ 关于喷釉不良，从 No.7 的点开始忽然变好，是因为喷釉方法技术改良所致，即重新制定作业标准，由管制图可以看出技术改良的效果非常显著。至于技术改良后超出界限的点则原因不明，如果想进一步追查，必须作合理的分组。

图表 2-106 (C) 喷釉不良



④ 重烧，这种不良在管制图上可以知道极为不安定，时常大量出现不良，是最有问题的问要，窑的烧成过程极为复杂，所以原因追究也非常困难。但从管制图可以注意到的是 A 组（1 号、2 号）与 B 组（3 号、4 号）以不同符号记入时，很显然可以发现其间的差异，可以想象到的是作业者之间有技术上的差异，B 组有大量不良出现时，即接连有 2 窑或 3 窑出现。这是因为某窑要烧时，未能知道其前窑的成绩所致。但

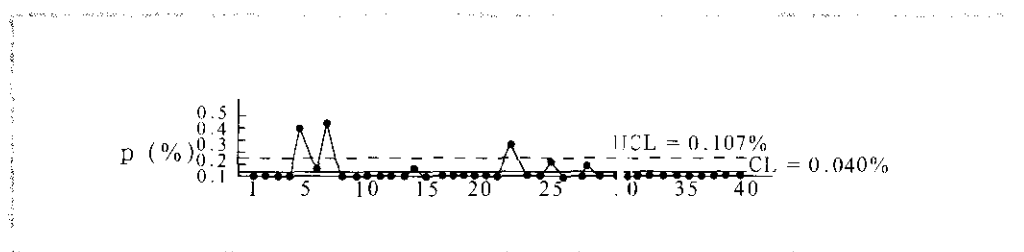
图表 2-106 (D) 重烧



主要的还是由于窑的构造上的差异，这在技术上的判断已经极为确实，故今后对此必须多加研究。当然，管制图里组别及窑别有交叉，故两者有再充分检讨的必要。

⑤ 变色、釉污、气泡，这都可说是烧窑过度所引起的不良，超出管制界限的点都已把握住原因，故可作为今后制程管制时的参考。

图表 2-106 (E) 变色、釉污、气泡

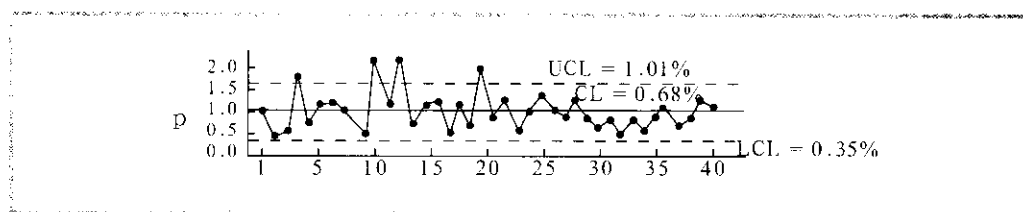


⑥ 变型，超出管制界限的点，大都已能把握住原因，除去此 4 点，制程大概可说是在管制状态。

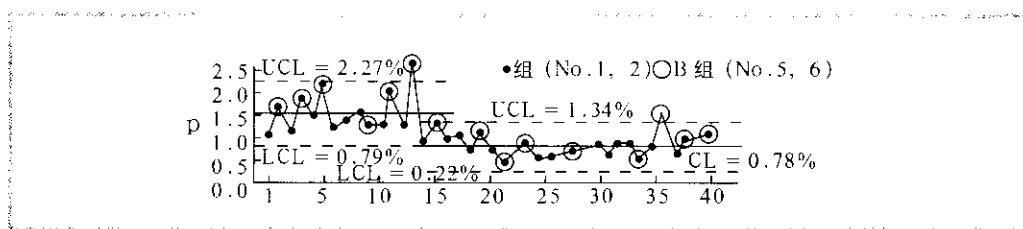
⑦ 破碎，这种原因极为单纯，大都由于作业者装窑作业时不注意所致。后半部看起来较为良好的原因，是教育训练有了效果。A 组与 B 组之间亦似乎有差异，这很显然是由于作业人员的差异所致，所以这一点今后采取对策时，必须加以考虑。

⑧ 渗入灰砂，这种原因也都是由于作业者不注意所引起的。A 组与 B 组看起来

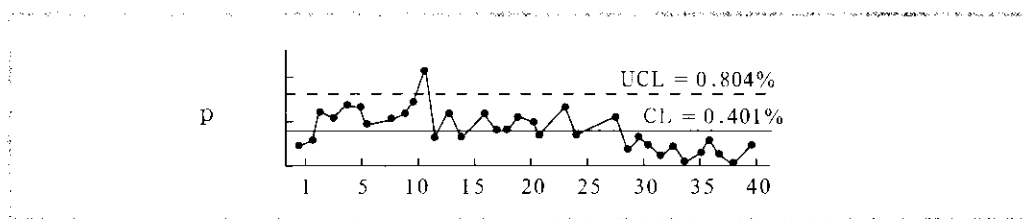
图表 2-106 (F) 变型



图表 2-106 (G) 破碎



图表 2-106 (H) 灰砂

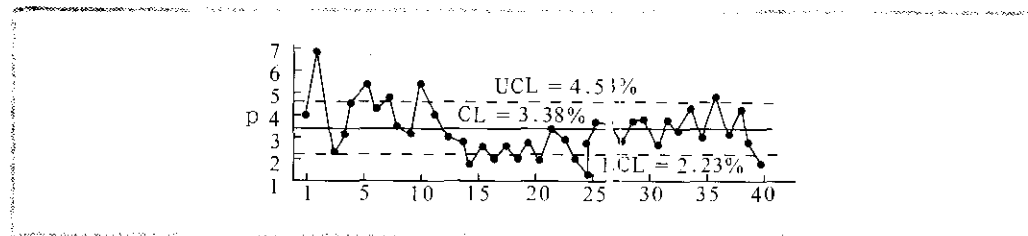


亦有不同, 超出界限的点其原因大致已知道, 后半部特别变好, 故管制界限应该重新绘制。

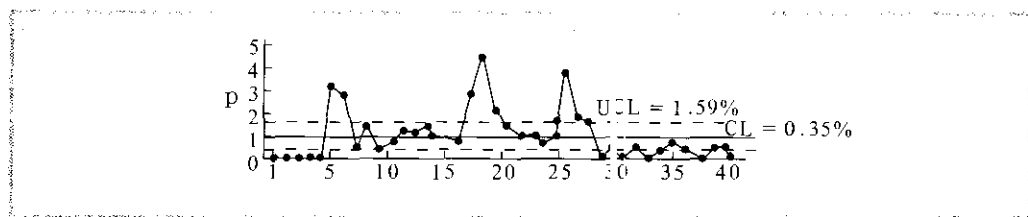
⑨ 裂痕、缺角、黏住, 这种原因大都由于搬运作业、入窑作业的不注意所引起, 要减少这些不良, 是困难而麻烦的问题, 由管制图知道很高, 今后对这些不良有加强研究改善措施的必要。

⑩ 釉皱、漏雨、原因不明, 变化很利害, 并稍有周期性现象, 今后可根据这种

图表 2-106 (I) 裂痕、缺角、粘住



图表 2-106 (J) 釉波、雨



现象加以检讨。

(4) 根据以上层别所得情报作综合判断时，可得以下结论：

本来以为无从采取措施的全不良率管制图，也因根据不良原因各别层别后，而得以把握变动的主要原因，获得今后采取对策的指针。如果把 10 张层别的管制图与全不良率管制图排在一起比较检讨时，就可以知道初期的高不良率主要是由于喷釉不良、重烧、裂痕等所引起的，而后半期的高不良率主要是由于重烧所引起的。所以如果想使全不良率的变异减少，必须对重烧问题加以彻底研究调查，改善为管制状态。并且对窑的构造上的差异，应究明原因，把 3 号、4 号状态改善到 1 号、2 号的状态，就可以把不良率的变异缩小。如果想把不良率的平均值降低，只要对时常出现高不良率的裂痕采取对策即可。

八、制程的解析

制程管制的原则是必须对制程加以充分的解析，把握制程的实况及制程能力，进而将制程能力改善、再改善，而后才能真正做制程的管制。所以一般制程管制做得不好，管制图成为形式化，无法发生效果的工厂，大部分可以说是对管制的概念没有真正认识，并且对制程未能充分解析，无法真正确立工厂技术所致。所以，如果希望把工厂的制程管制做得好，使管制图能发生效用的话，技术部及现场的技术人员对制程解析及制程能力的改善，必须尽全力才可以。

“没有制程的解析，没有确实的技术知识，没有标准化的工厂，是无法做好制程管制的。”

（一）制程解析所利用的统计方法

品质管理要做得好，当然必须使用各种统计方法。但一般工厂的数据解析、制程改善、制程管制，主要的是使用以下所列举的各种简单方法。

- 柏拉图分析
- 特性要因图
- 直方图
- 管制图
- 抽样检验
- 检定与推定
- 相关分析
- 抽样方法
- 实验计划

本节只对“柏拉图分析”、“特性要因图”、“管制图”加以说明。其余各项则希望读者参考拙著：《基本统计方法》、《抽样检验》。

今后所有的技术人员必须对下列各种方法，如一般常识一样地应用自如才可以，不然，则没有资格作为一个合格的技术人员。

1. 柏拉图分析

在工厂里要想解决某种问题时，总会发现影响问题的要因很多，不知道从哪里着手好。但事实上大部分的问题，只要控制几个少数影响较大的要因，就可解决问题的80%以上。

所以我们要想解决某种问题时，最好是先找出其影响度比较大的几个要因，然后对症下药。如果我们不考虑影响度的大小，而对影响度小的要因也花很多精力去处置的话，那一定会徒费劳力而无法解决问题的。

品质管理里，我们把意大利经济学家柏拉图设计的表示国民所得分布的法则应用到分析要因的影响度上。这是把工厂或办公室里的低效率、故障、缺点、制品不良等损失，以其原因别用金额表示，而以金额的大小顺序排列，对占总金额80%以上部分的原因加以追究，设法解决，这就是所谓的柏拉图分析。如图表2-107的。

(1) 柏拉图分析的作法

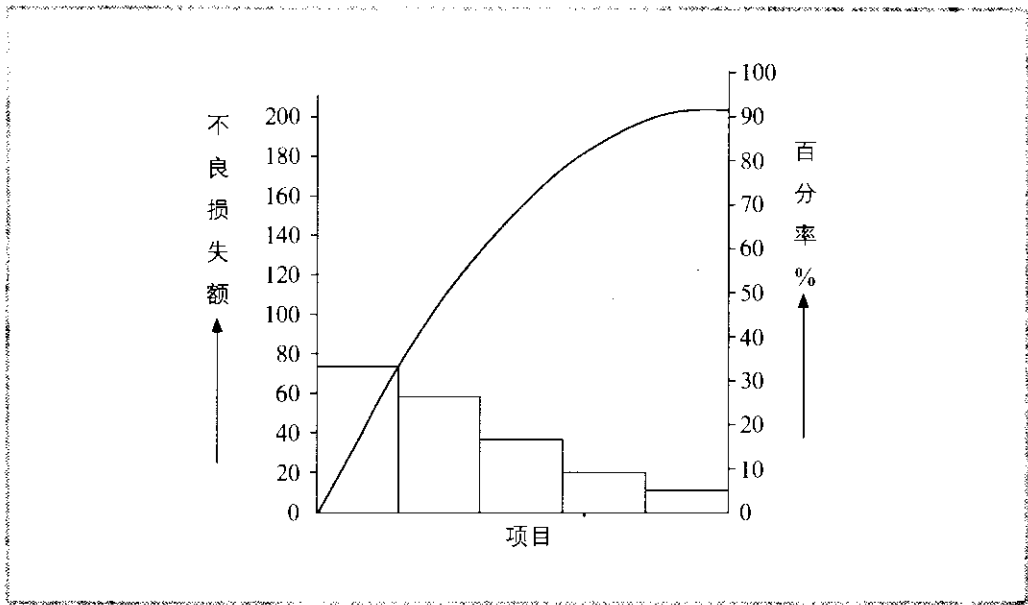
- ① 步骤1:为易于处理，将数据依状况或原因加以层别。
- ② 步骤2:纵轴虽可以件数表示，但最好是以金额表示比较清楚。
- ③ 步骤3:决定搜集资料的期间，即应搜集从何时至何时的记录作为柏拉图分析的资料。

④ 步骤4:各项目依照合计的大小顺序，自左至右排列在横轴上。

⑤ 步骤5:绘上柱状形。

(2) 柏拉图分析的应用

图表 2-107



① 作为降低不良的依据。要有效地降低不良，最好先绘制柏拉图，以重点地决定改善项目；若未绘制柏拉图，碰到任何不良都想降低的话，效果是不会很大的。所以我们要想降低不良以前，先绘制柏拉图看一看。

- 全体有多少不良；
- 何种不良占最多；
- 降低何种不良将可降低全体不良的 80% 以上。

根据以上分析重点决定改善项目。

② 作为决定改善目标的依据。柏拉图分析不限于“不合格格”的不良，任何工厂的问题都可应用柏拉图分析，决定改善目标。例如：

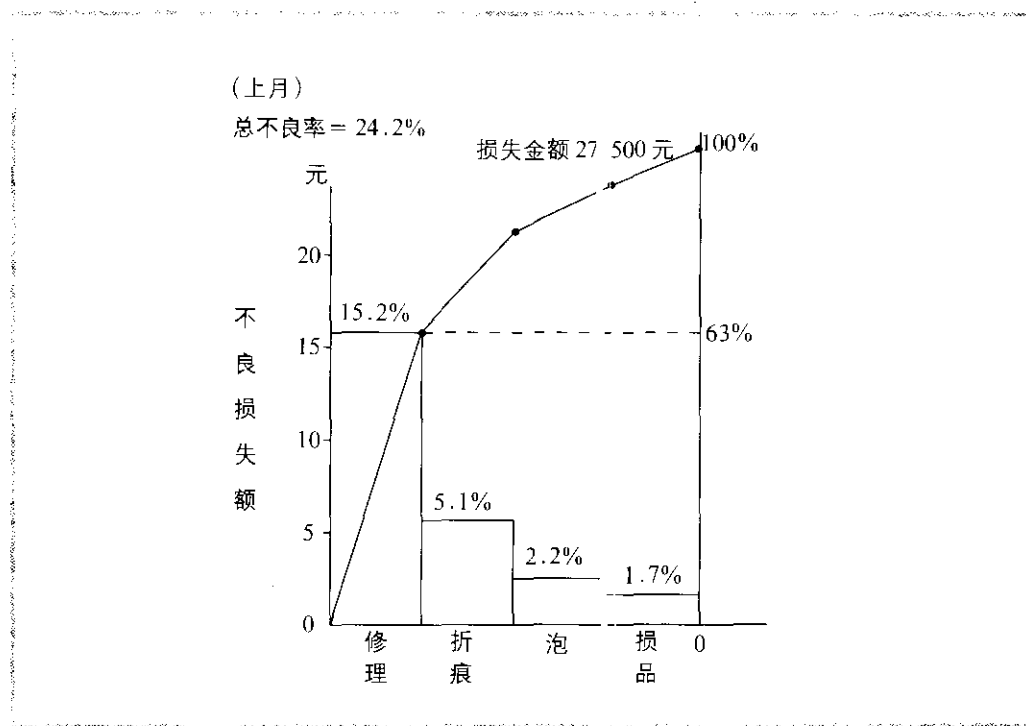
- 检查结果所剔出的不良品数及不良所引起的损失；
- 修理品数及修理所费时间及费用；

- 使用者的不满、抱怨件数、处理时间及费用；
- 作业所费时间及其损失；
- 标准作业时间以外所多花费的时间及费用。

例：某玻璃厂因要改进眼镜用玻璃的压板形成的制程缺点，而作柏拉图分析的检讨。

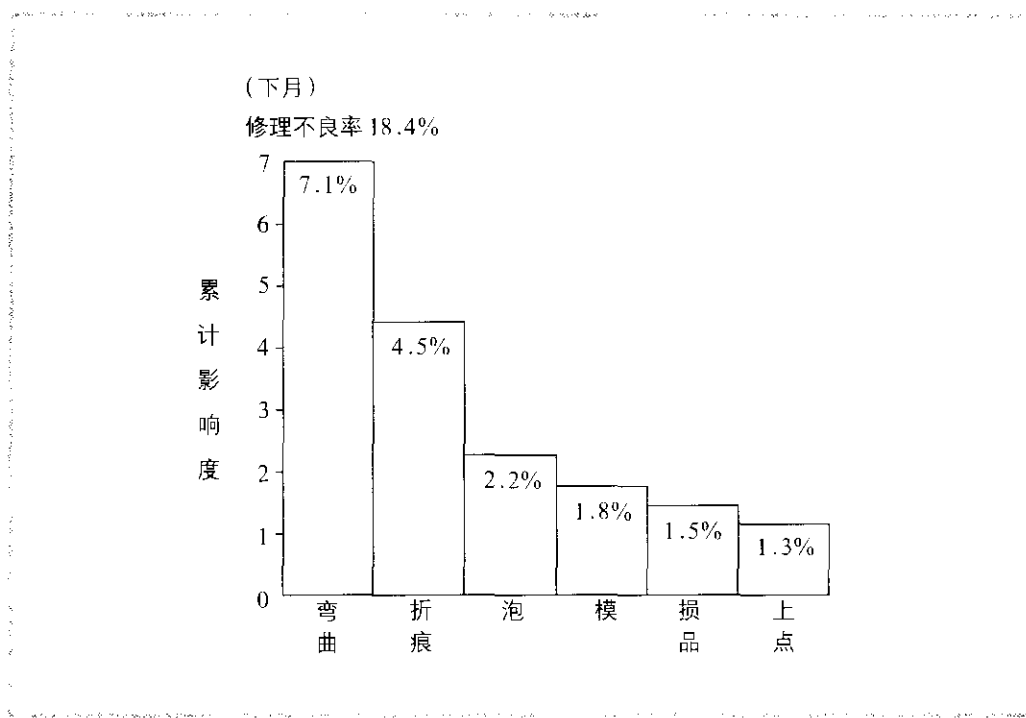
● 首先把前月的不良损失和各不良种别，分别用金额表示而作一柏拉图。如图表 2-108。结果发现修理损失占全不良损失的 63%，换算金额则为每月损失 17 200 元。虽然修理了以后制品也会很好，可是这种修理而引起的损失是非常大的，过去这种损失并不被厂方所重视，经柏拉图分析以后，才知道这是真正的原因。

图表 2-108



● 于是下月开始，对修理的种别再加以层别收集数据，作柏拉图。如图表2-109。结果从柏拉图分析中，发现其中修理最多的是弯曲时所引起的修理。

图表 2-109



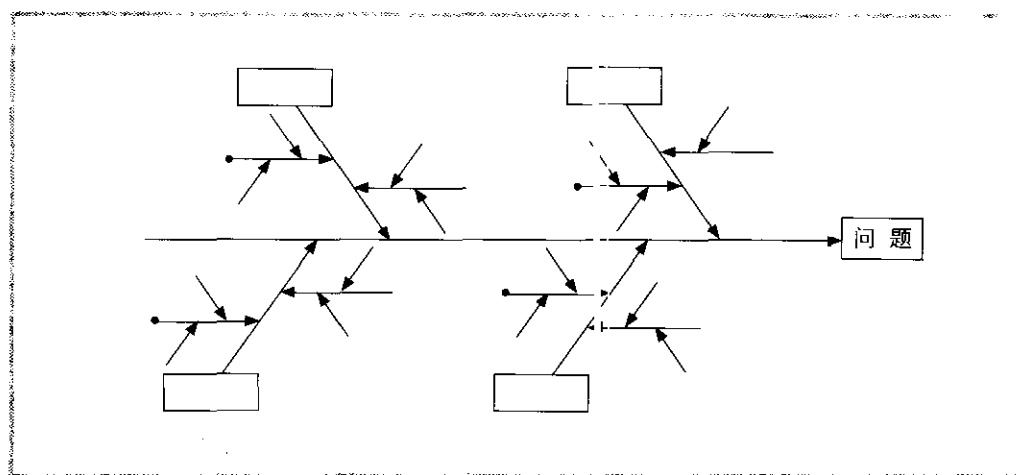
● 由这两个柏拉图分析，厂方就发现了今后作制程改善时的方针，经实施改善后，不良率减少了大半。

2. 特性要因图

实行品质管制时，假如制程上发生问题或生产出不合乎要求的产品，当然必须立刻设法解决。但要解决问题必须先找出原因，一般来说原因总是千差万别的，有知道的原因也有不知道的原因，有影响很大的原因也有影响微小的原因，这些原因交叉在

一起而发生问题，所以很容易混乱脑袋。品质管制里，常利用日本品质权威学者石川馨博士所考案的鱼骨图分析问题，使各种影响问题的要因一目了然。如图表 2-110，这种鱼骨图一般称为特性要因图或石川图。

图表 2-110



解决问题时，只把原因一条条地列举出来，而不了解何者为主原因，何者为要因的话，就无法很有效的解决问题，所以特性要因图是如图表 2-108 所示，有几个表示主原因的大骨，而影响这些主要原因的一些要因，如小骨一样附在主原因的大骨上，所以特性要因图作得很完整的话，对于不大了解问题的人来说也能一目了然，知道何者为主要原因，何者为影响主要原因的要因了。所以要制定管制点时，这是个不能缺少的工具。

(1) 特性要因图的作法

① 步骤 1: 集合有关人员。必须召集与这问题有关系的人员或有丰富知识及经验的人员，绝不能由 1 人制作，人数最好是 4~10 人。

② 步骤 2: 壁上或黑板上挂上一大张白纸，准备好 2~3 色笔。

③ 步骤3:由集合人员轮流不断地对影响问题的要因发言15~20秒,中途严禁批评或质问,发言内容由书记一一记入图上。

④ 步骤4:发言超过20秒时,应要求其停止而换人发言,作了2~30分钟有了60~80个要因时即可结束,时间不要太长。

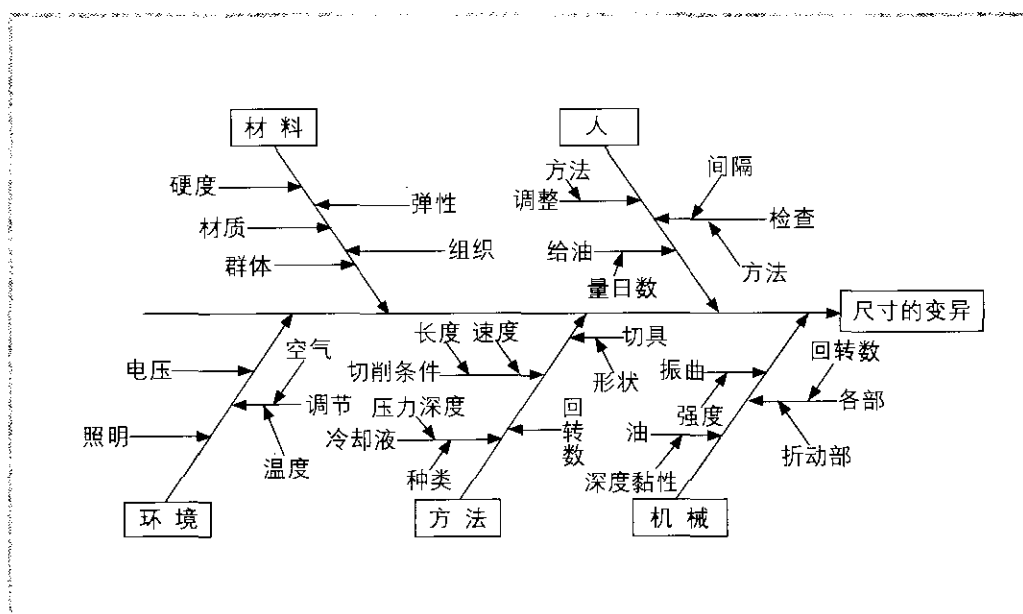
⑤ 步骤5:关于所提要因里,何者影响较大,再由大家轮流发言,经大家同意以后,要因上圈上红圈。

⑥ 步骤6:与步骤5同样方法,对已经加圈的要因里,认为特别大的要因加上两重红圈、三重红圈等,一直到无法再加圈为止。

范例 2-19:

某切削机器其制品尺寸变异太大,为改良尺寸变异,现集合有关人员,检讨影响制品尺寸的原因,制定特性要因图如图表2-111。

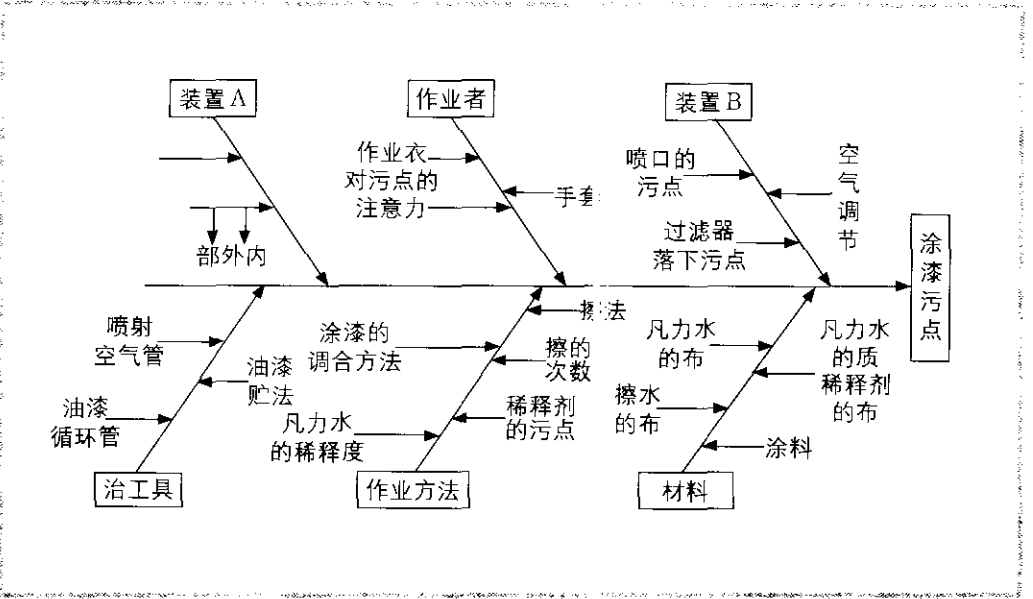
图表 2-111



范例 2-20:

某涂漆工程污点十分严重，而且污点对成品价值影响极大，为了减少污点，召集有关人员检讨对策。经检讨制定特性要因图如图表 2-112。

图表 2-112



3. 管制图

管制图在制程解析中是一个极有效的工具，其解析的作法，一般是采用“管制图的应用”所述的分组法及层别法，本章不再重复。本章只对于制程解析时应考虑的事项列述如下：

- (1) 利用各种分组法，逐一绘制管制图，查看其 $\bar{x} - R$ 管制图的变化。
- (2) 利用各种分组法，逐一绘制管制图，查看其 $\bar{x} - R$ 管制图的变化。
- (3) 追究超出界限的点的原因，确实知道其原因并消除之后，再继续做解析。

(4) 制程解析时，利用各种分组法及分层法最为有效，所以技术上认为影响大的原因，最好是多花一点工夫，使其能包含在组间变动或层间变动里加以解析。若发现有差异，则应采取措施。

(5) R管制图是了解制程变异的基本，故利用管制图作制程解析时，必须先从R管制图开始，若达到R能自由调节的地步时，一般而言 \bar{x} 也自然可以管制到所要求的数值水平上。所以制程解析、制程管制都是以“退治R”为目标的。

一般可以采用下列方法“退治R”：

- 改变分组法；
- 绘制层别的管制图；
- 减小抽样误差与测定误差；
- 做好制程管制；
- 更新工厂实验、操作标准、设备，改良技术等。

(二) 制程解析的步骤

实际中做制程解析一般可以采用下列步骤：

1. 步骤1:检讨制程所要求的特性值

为选定作为制程解析用的特性值，必须注意下列各点：

(1) 以技术上的观点，选定对制程或制品是重要的特性值

不管数据是容易搜集还是不易搜集，选定特性值时，必须在技术上以制品或制程所要求的品质或制品性能为第一要件。有很多工厂常等到解析以后，才发现所选定的特性值并不是重要的特性，这是很不值得的。

(2) 作为解析的特性与作为管制的特性，并不一定要一致

解析时，必须选定与目的品质有直接关系的代用特性加以解析，但管制时，只要

知道制程的变动情形就可以，所以选定抽样简便、测定容易、可以多次测定的品质特性比较方便。

(3) 对解析的特性尽可能地选多

管制时，一般从其中选定重要的特性，但制程解析时，多选几个特性较为妥当。

(4) 选较易数量化的特性值

尽量以数值来表示，不易数量化的特性，最好也可以采点的方法，求得其特性，作为解析特性值。

2. 步骤 2: 选定与特性值有关系的要因

所谓特性值，是指代表制程或作业等结果的数值。而影响这些品质特性的称为要因。

工业生产时，影响品质变动的要因有原料 (Material)、制造 (Manufacture)、测定 (Measurement)、方法 (Method)、人 (Man)、机械 (Machine) 即 6M 的大要因。

一般追究不良原因时，若无计划地想到什么就做什么，常常会把重大的要因遗漏，或把已经解析好的制程又重复解析，造成不必要的浪费。所以追究不良原因时，最好是有计划地预先把特性值与要因的关系列举出来，这称为特性要因表。

特性要因表必须记载的事项有：

(1) 关于特性值

品质目标、规格、品质标准、消费者的要求、与其他公司的比较、抽样方法、测定方法、测定器、抽样误差、测定误差、柱形分配、有无管制图、管制图的作法、管制标准、管制状态、平均值、变异、管制系数。

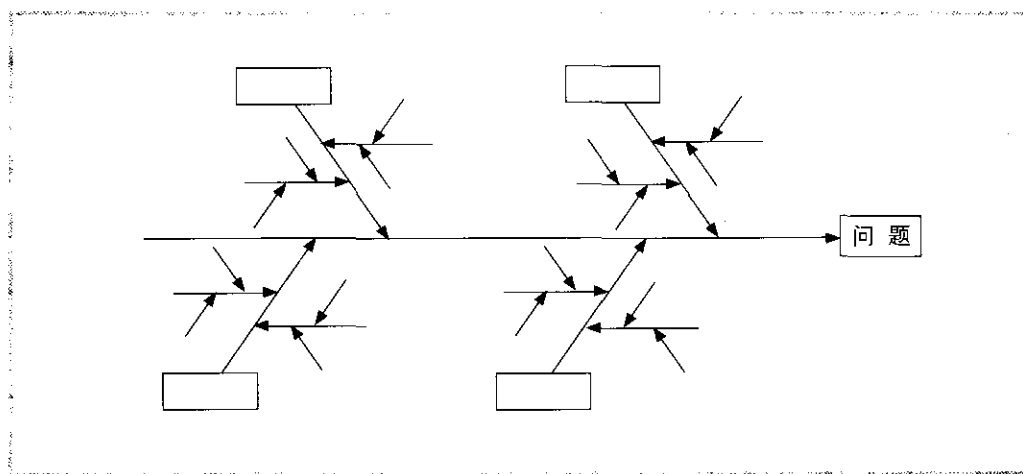
(2) 关于要因（副要因）

作业标准、测度、能否调节、调节方法、调节范围、调节的经济性、调节用管制图、制程能力图。

3. 步骤 3: 调查特性值与要因的关系

要因和副要因及特性值的关系, 通常利用特性要因图表示, 如图表 2-113。通常一个特性值受二三百个要因或副要因的影响, 但影响占 80% 以上的要因, 最多只有二三个左右, 故先找出这些影响最大的要因, 是管制特性值的先决条件。

图表 2-113



特性要因图最好依下列方法分类:

- 订有标准并依照标准操作者;
- 虽有标准但未完全依照标准操作而由作业人员任意操作者;
- 可以控制的因子及不能控制的因子;
- 有相关的因子;
- 有交互作用的因子。

4. 步骤 4: 实施工厂实验

调查特性与要因之间的关系, 一般是解析下列 3 种数据:

- 解析工厂过去的的数据；
- 解析自制程特别加以搜集的数据；
- 解析工厂实验后所搜集的数据。

制程实验利用实际的制程设备，将各种要因保持在预先计划的水准上，以作实验。然后调查所出现的结果，一般应用实验计划，可得到效率极高的实验。

5. 步骤 5: 解析结果的标准化

解析的结果，如果能把握何种要因，找出用何种方法管制，则必须将此解析结果制定为标准，使操作人员能遵守此作业标准。

对于要因应制定标准，但对于特性值则应绘制管制图，如果发生异常，则须彻底追究异常原因，并彻底消除异常原因，这样慢慢地就可以使制程稳定下来。所谓消除原因的措施，必须能使同样的异常原因不再发生，才算是真正达到目的。但要达到这个目的，针对要因所制定标准的修改及维持是必要的。

(三) 管制系数

一般在制程管制时，要检讨制程是否在管制状态，可用“管制图的看法”小节中所述的管制图看法来判断，而管制状态的程度如用数字来表示则可用管制系数 C_f 。

$$C_f = \frac{\sqrt{n} \hat{\sigma}_{\bar{x}}}{\frac{\bar{R}}{d_2}}$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2}{k-1}}$$

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \times \sum R_i$$

k:管制图的组数;

n:管制图的每组数据数。

根据管制系数可作下列的判断(见图表2-114)。

图表2-114

C_t	判断
$0.7 \leq C_t \leq 1.3$	在管制状态
$C_t > 1.3 \sim 1.4$	不在管制状态
$C_t < 0.8 \sim 0.7$	有制程平均不同的异质群体混在一起作为一群体。

(四) 制程能力

所谓制程能力,简单地说,就是制程的实力。实力与实绩不同,实力是本身具有的力量,而实绩是实际表现出来的力量。所以实绩的好坏除了受实力的影响外,同时受其他要因的影响。

制程能力是制程除去所有外在原因的影响,而能发挥出来的实际能力。

制程能力更具体的定义为:“一切机械设备,或自品质设计、原材料、制程管制至出厂检验等一连串的制程都已充分的标准化,及在管制状态下操作所能发挥的品质、产量、成本等能力。”

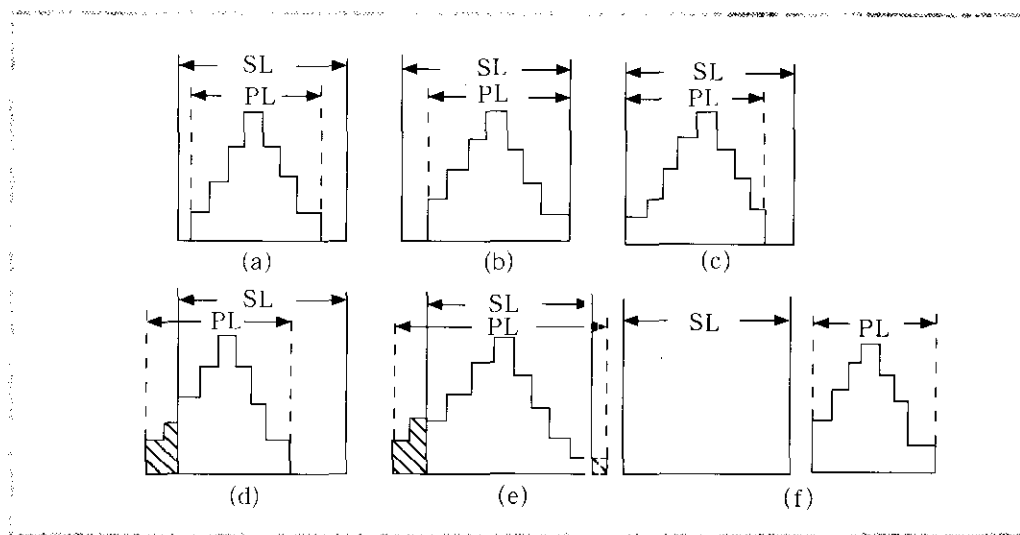
1. 制程能力的表示法

(1) 图示法

制程能力一般常用Histogram管制图来表示,并可加入规格值或要求品质,加以比较。如图表2-115、图表2-116。

如图表2-115 (d)、(e)、(f),图表2-116(d)、(e)、(f)都表示制程能力不够,有

图表 2-115



必要加强制程解析，追查其要因并加以改善后，才能进而作制程管制。否则管制图是无法发挥效率的。

(2) 数学表示法

制程能力一般是以标准差 σ_x 的 6 倍表示：

$$\text{制程能力} = 6\hat{\sigma}_x = 6\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$\hat{\sigma}_x$ 为标准差的推定值；

$x_1, x_2 \dots x_n$ 为个别测定值；

\bar{x} 为测定值的平均值；

n 为样本大小。

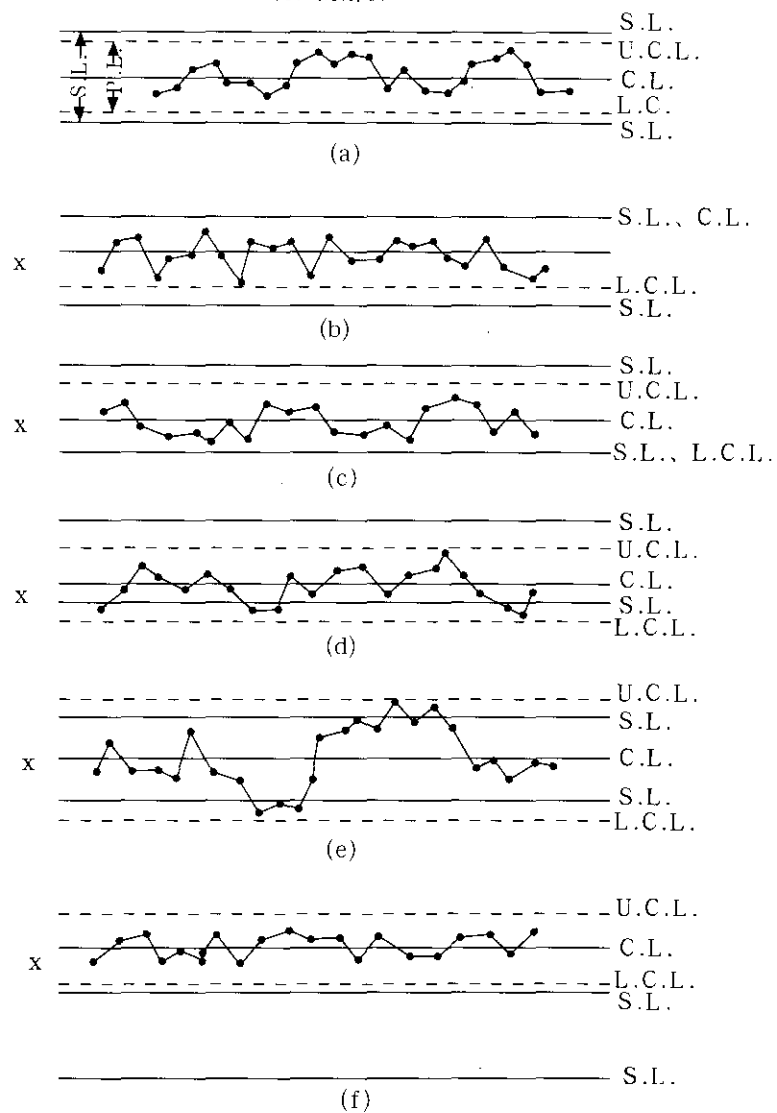
(3) 制程能力研究的样本

① 原则上需连续随机抽样；

② 样本大小原则上是抽取 100 个以上，但若生产能力一批未滿 100 个时，或测

图表 2-116

制程的解析



定需花费很长时间时可斟酌减少样本数。

(4) 制程能力指数

公差 (T) 除以制程能力值 (A)，所得值即为能力指数 (Cp)，即：

Cp = T / A

根据能力指数可作下列的判断及处置（见图表 2-117）。

图表 2-117

	Cp (% 管理)	Cp (PPM 管理)	判断	处 置
1	$\frac{4}{3} \leq Cp$	$\frac{5}{3} \leq Cp$	合格	产品采用抽样或出厂检验就可以
2	$1 \leq Cp < \frac{4}{3}$	$\frac{4}{3} \leq Cp < \frac{5}{3}$	警告	产品有发生不良品的危险，需注意
3	$Cp < 1$	$Cp < \frac{4}{3}$	不合格	操作方法需变更或改善 机械设备需变更或改善 原材料需变更 公差的检讨 需作全数选别

(五) 准确度 Ca

Ca = (1 - k) × 100

k = (T₀ - \bar{x}) / (S_u - S_L) / 2

k: 偏差度;

T₀: 规格中心值;

\bar{x} : 数据的总平均;

S_u: 上线规格;

S_L :下线规格。

根据准确度 Ca 可作下列的判断 (见图表 2-118)。

图表 2-118

Ca	评 级
100% ~ 88% 以上	A
88% ~ 75% 以上	B
75% ~ 50% 以上	C
50% ~ 0%	D

(六) 偏差制程品质能力指数 C_{pk}

$$C_{pk} = (1 - k)C_p$$

$$k: \text{偏差度} = \frac{T_0 - \bar{x}}{(S_u - S_L) / 2}$$

C_p :制程能力指数

根据 C_{pk} 可作下列判断:

图表 2-119

	C_{pk} (% 管理)	C_{pk} (PPM 管理)	判断
1	$\frac{4}{3} \leq C_{pk}$	$\frac{5}{3} \leq C_{pk}$	合格
2	$1 \leq C_{pk} < \frac{4}{3}$	$\frac{4}{3} \leq C_{pk} < \frac{5}{3}$	警告
3	$C_{pk} < 1$	$C_{pk} < \frac{4}{3}$	不合格

九、管制项目展开方式

目前大多数的工厂，皆已知应用管制图作制程管制，但对于管制点、管制项目的选定很困扰，乃因选定错误时，对本来不需管制的地方加以管制，形成人力、物力上的浪费；相反地，该管制的地方，却疏忽遗漏，会造成制程不稳定、制品不良率高的现象。假使一开始就能正确地决定管制点、管制项目，则制程管制可说已成功一半。但目前大多数工厂的工程师，对于制程管制点、管制项目的选定，不知如何着手。有鉴于此，故特就选定方法加以展开研究，期望此方法对于各企业有所助益。

（一）品质特性与顾客要求

所谓品质特性，是为合乎顾客在使用上完全满意的代用特性。为迎合顾客的要求，必须先了解顾客喜欢而且满意的特性是什么。如能掌握此特性，并将其完全做好，必定能让顾客满意。那么真正影响顾客喜欢的品质要素是什么呢？一般可归纳为七大类，如品质要素表所述。

显然影响品质的要素是如此之多，所以在选定品质特性时，要两者相互连贯，才有办法掌握最后成品的品质。但决定品质特性的方法，不在本文研究范围内。本文所要研究的是在品质特性决定后，有关管制点、管制项目的决定，即从成品的品质特性分析，展开至各制程，以决定各有关的管制点、管制项目的方法。

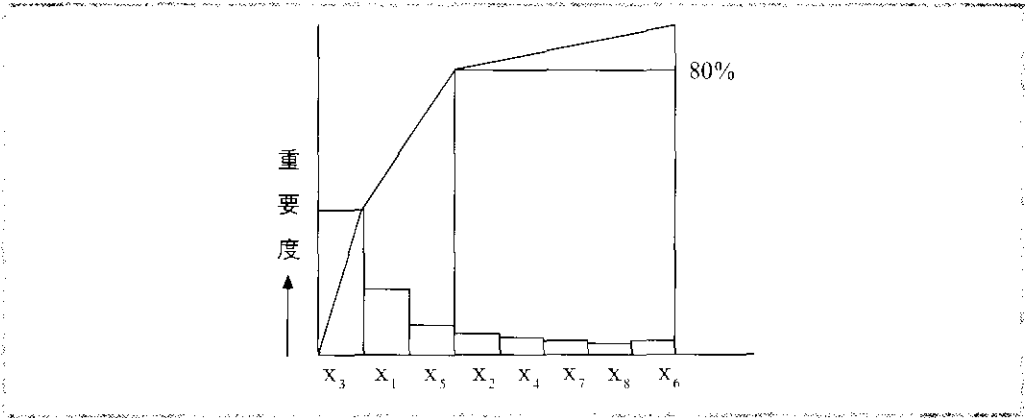
（二）部门主管与管制项目

品质特性决定后，作为对最终产品负有责任的部门主管如经理、厂长、课长，必须明确地把握顾客满意的产品的各种品质特性，就各品质特性的重要度，作柏拉图分析（图表2-121），以掌握重要度在80%以上的特性。假如某特性的重要度不显著，

图表 2-120 品质要素表

<p>1. 物性的要素</p> <p>外观特性——大小、长度、重量、厚度</p> <p>力学性质——速度、强度、脆性</p> <p>物性——通风性、保温性、耐热性、伸缩性</p> <p>光学性质——透明度、遮旋光性、夜旋光性</p> <p>音响性质——音色、遮音性、音响出力、S / N 比</p> <p>情报关系——情报量、正确度</p> <p>化学性质——无燃性、耐爆性、腐蚀性</p> <p>电气性质——绝缘性、电导性、诱电性</p>	<p>4. 时间的要素</p> <p>耐环境性——耐寒性、耐温性、耐尘性</p> <p>时间的效果——效果的持续性、速效性</p> <p>耐久、保存性——耐用年数、故障率、修理容易率、修理容易性、废弃容易性</p>
<p>2. 机能的要素</p> <p>效率——能量效率、操作容易度、自动化</p> <p>安全性——无害性、愚巧法设计</p> <p>机能的多样性——多性能</p> <p>携带的能易——携带型、放置型</p> <p>使用者的范围——偏向一般人、偏向专家</p>	<p>5. 经济的要素</p> <p>有利性——价廉、维持费低、附赠品</p>
<p>3. 人间的要素</p> <p>意像——高级品、知名度</p> <p>习惯——传统、新制品</p> <p>稀少性——特订品、输入品、天然品</p> <p>官能的品质——加工、手感、味、居住性</p> <p>充实感——智识的充实感、情绪的充实感</p> <p>过剩品质的意念——服务、独特的样品</p>	<p>6. 生产的要素</p> <p>作业性——工时数少、手操作少、不需特殊技能、作业标准的弹性</p> <p>原材料——品质的弹性、库存容易、检查容易、工程能力适合</p> <p>收率——收率大、手操作容易、其他品种转换容易</p>
	<p>7. 市场的要素</p> <p>适时性——流行、季节</p> <p>品种的多样性——广泛的选择</p> <p>信用</p> <p>购入决定的时机——各自基准的选择、第三者检定、意见领导者的决定</p> <p>生命期——生命的长短</p>

图表 2-121



但对于使用机能有重大影响者，也必须列入考虑。故重要度的决定，须根据过去的数
据及考虑下列各因素：

- 使用上的机能，如纱的强度；
- 抱怨分析中较多的项目；
- 市场调查及顾客反应的情报；
- 在厂内占不良率高的项目等因素，依重要度的大小，制定最终产品的部门主管

的管制项目（图表 2-122）。

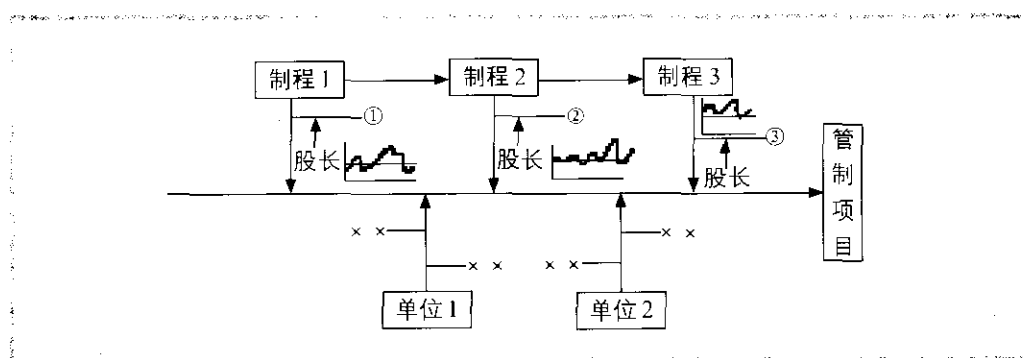
（三）管制项目的制程要项展开图

部门主管的管制项目决定后，对每一管制项目，应用管制图，作制程管制，主管
根据管制图进行制程解析，例如选定重要度占第一位的特性 x_2 为课长的管制项目并作
管制图，同时针对管制项目以制程别，制作管制项目的制程要项展开图（图表2-123），
分析各制程影响管制项目（特性 x_2 ）的半成品品质特性，如制程的①②③项，此半成
品品质特性，乃为负责管理本制程的主管（股长）的管制项目，同理，股长对管制项

图表 2-122

No.	品质特性	分 析				重要度	管制项目
		机能	抱怨	反应	不良率		
1	x_1					2	✓
2	x_2					4	
3	x_3					1	✓
4	x_4					5	
5	x_5					3	✓
6	x_6					8	
7	x_7					6	
8	x_8					7	

图表 2-123

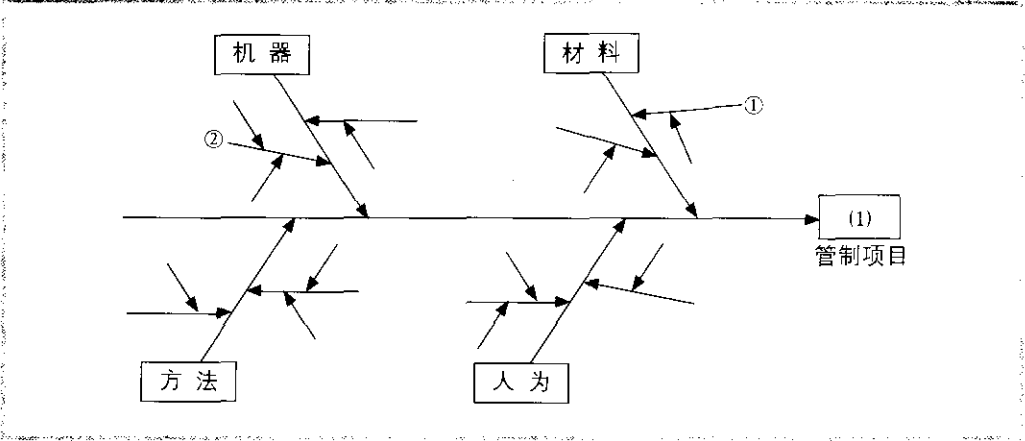


目绘制管制图，将课长级与股长级的管制图互相比对，则课长易于掌握各股问题点在哪里，以加强制程的改善管理。

(四) 各制程管制项目的要因分析

针对半成品的品质特性，亦即各股长的各管制特性，如制程1的(1)项，应用特性要因图（图表2-124），分析影响此管制项目的要因为何。一般可利用4M法加以分析，探明可采取措施的要因，针对要因制定有关操作标准、技术标准、检查标准等，基

图表 2-124



层的班长、组长依照此要因及各种标准决定查检点，设计查检表（图表 2-125）加以点检，并可作为修改或执行各种操作标准或技术标准的依据。

图表 2-125 班组长查检表

No.	查检项目	查检结果	操作标准
1	—	✓	No.
2	—	×	No.
3	—	✓	No.
4	—	✓	No.
5	—	×	No.

如果(1)项无法进入管制状态，则表示操作标准或技术标准有问题点须重新分析原因，或应用层别法或分组法加以分析，必要时修订有关标准。

这样，课长、股长、班长对于某一问题点就可配合检讨，班长建立的查检表也有所根据。

(五) 制程要项展开图展开的注意事项

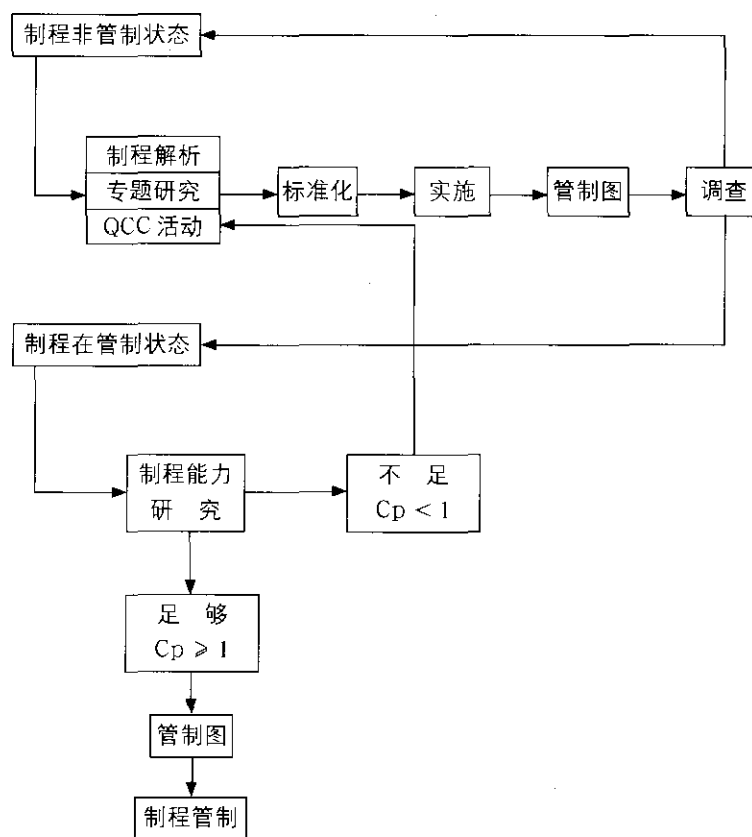
- 必须以每一品名别或机台别对象展开；
- 每一项管制项目，绘制管制图时，则可能有某几个项目是在非管制状态，故需对非管制状态的项目作解析，修订有关的标准，使之呈管制状态后，才有办法进入制程管制，并应用管制图加以管制；
- 假设某一项特性，如(1)项在管制状态，且长久呈稳定状态时，则此项的管制图可省略，只以数据判断；
- 应用此方式展开时，每一项管制项目必须应用下列方式（图表2-126）检讨，才有办法真正做好制程管制。

(六) 结论

过去制程管制的做法，虽针对各制程的管制项目绘制管制图（参阅图表2-127），但彼此之间无法连贯，因此当问题点发生时，亦无法采取有效的措施。但依上述方式长久展开后，可达到如下效果：

- 可使某管制项目从部门主管至作业员上下互相连贯，并与实际现场之问题融为一体，即与公司建制合为一体；
- 可判断有问题的项目在哪里，进一步作专题研究，并修订错误的标准；
- 部门主管对于顾客所要求的品质特性的有关项目，一目了然，当某一项发生异常时，则易于追踪异常点，采取改善措施；
- 各标准健全后，各主管的管制项目必能管制，对于出厂产品可提供品质保证。

图表 2-126



第三篇 抽样检验

- 一、抽样检验的概要
- 二、计数值的抽样检验
- 三、计量值抽样检验
- 四、抽样检验实施
- 五、实施厂内检验应注意事项



自主管理、自主检验、自有成就。

一、抽样检验的概要

（一）抽样检验的概要

1924年统计品质管理的始祖 W.A.Shewhart 发明管制图时，统计的抽样检验法，也以 H.F.Dodge 及 H.G.Romig 为中心开始研究。于是在 1929、1941、1942 年，曾前后 3 次将其研究成果发表在 Bell Telephone Laboratory 杂志上，这些论文对以后抽样检验的发展贡献极大。

第二次世界大战开始时，美国迫切需把平时产业转变为战时产业。虽然当时品质管理的推行，特别是管制图的普及，已使美国战时产业推行得尚为顺利，但因大量军需物资必须供应，在检查员又非常缺少的情况之下，军需物资的购入及验收就不得不采取一种比较经济又简单的方法。而抽样检验的方法正适合此一要求。所以在当时，抽样检验就成为军需物资购入及验收时一种必须的检验方法。

Dodge Romig 的“抽检表”主要是为制造工场的制程检验及最终检验而设计的，并不适合于陆海军所需要的长期从多数业者购买多种类多数量制品的要求，所以军方就开始动员多位数理统计学家，制作一种能适合军方要求的抽样检验表。这是以合格品质水准为基准，选择供给者的一种抽样检验表。

这种抽样表的制作及实施，一直继续到 1945 年大战结束为止。

第二次世界大战结束以后，战时产业又再度回到平时产业，但战时发挥极大效果的品质管理，战后亦被很有效果地广泛应用到各种工业上，所以制程管制应用管制图，制品检验应用抽样检验，就成为今日的一般常识了。

当时所发表的主要论文列举如下：

- SRG 的抽样表

Statistical Research Group, Columbia University (1947);

Techniques of Statistical Analysis (chap.1), Mc Graw Hill.

- JAN - STD - 105

1949 年, 总合陆海军的个别制作的抽检表而制定 (计数)。

- MIL - STD - 105A (1950)

- MIL - STD - 105B (1958)

- MIL - STD - 105C (1961)

- MIL - STD - 105D (1963)

- Bowker and Goode 的计量抽检表

Bowker, A.H. and H.P. Gode (1952);

Sampling inspection by variables, McGraw-Hill.

- MIL - STD - 414

Technical Memorandum, Bureau of Ordnance.

战后日本被美军所占领, 工业上受到美国影响极大, 品质管理也就很快传入日本。当时日本由于数位大学教授的领导, 以日本科学技术联盟为中心, 对外大量吸收外国的统计方法, 对内则加强研究, 使日本的品质管理发展迅速。而当时, 抽样检验则由日本规格协会的品质管理委员会抽样检验部为中心加以研究, 而把已经发表的各种抽样检验法, 加以检讨及整理, 制定了日本工业规格 (JIS) 的原案。

目前所制定的 JIS 有下列各种:

JIS Z 9001: 抽样检验通则 (1953);

JIS Z 9002: 计数规准型一次抽样检验 (不良个数) (1953);

JIS Z 9003: 计量规准型一次抽样检验 (σ 已知) (1954);

JIS Z 9004: 计量规准型一次抽样检验 (σ 未知) (1955);

JIS Z 9006: 计数选别型一次抽样检验 (1956);

JIS Z 9008: 计量连续生产型抽样检验 (不良个数) (1957);

JIS Z 9009:计数规准型逐次抽样检验 (1962);

JIS Z 9010:计数规准型逐次抽样检验 (1962)。

(二) 抽样检验的定义

从群体中随机抽出一定数量的样本, 经过试验或测定以后, 以其结果与判定基准比较, 然后利用统计方法, 判定此群体是合格或不合格的检验过程, 称为抽样检验。

抽样检验有很多特定的用语, 为使初学者能易于了解, 先把用语解释如下:

1. 交货者及验收者

在实施检验时, 必定有一方提出制品检验, 另一方接受制品。

为了避免混淆起见, 把提出制品者称为交货者, 而把接受制品者称为验收者。

2. 检验群体

所提出检验的整批制品, 称为检验群体 (以下简称为群体)。群体的大小以符号 N 表示。

3. 检验单位

构成群体的检验单位, 称为检验单位体。单位体可能是一个产品, 亦可能是一组产品, 亦可能是一定面积内的产品。

4. 样本

从群体随机抽取部分的单位体称为样本。样本的大小以符号 n 表示。

5. 合格判定个数

作为判定群体是否合格的基准不良个数, 称为合格判定个数。合格判定个数以符号 C 表示。

6. 合格判定值

为判定群体是否合格的基准平均值，称为合格判定值。合格判定值以符号 \bar{X}_U 或 \bar{X}_L 表示。

7. 缺点

制品的单位其品质特性不合乎契约所规定的规格、图面、购买说明书等的要求者，称为缺点。

缺点一般可分为：

- 致命缺点

有危害制品的使用者或携带者的生命或安全的缺点，称为致命缺点。

- 重缺点

不能达成制品的使用目的的缺点，称为重缺点。

- 轻缺点

实际上不影响制品的使用目的的缺点，称为轻缺点。

8. 不良品

一般制品都有多种的品质特性，而这些品质特性里，所指定需检验的品质项目，称为检验项目。

如果其中有一个或一个以上的检验项目不合乎规格时，这制品就称为不良品。全部的检验项目都合乎规格的制品称为良品。

(三) 抽样检验的分类

1. 依抽样检验方式分类

抽样检验时，可以作为判断群体的合格与不合格的基准，称为抽样检验方式（以

下简称为抽检方式)。

一般有下列各种抽检方式:

(1) 不良个数计数抽样方式

例如从 $N = 1\ 000$ 的群体中, 随机抽取 $n = 80$ 的样本。

样本中如发现:

2 个或 2 个以下不良品时, 则判断群体为合格;

3 个以上不良品时, 则判断群体为不合格。

这种抽检方式可表示为: $N = 100$, $n = 80$, $A_c = 2$, $R_c = 3$ 。

(2) 缺点数计数抽检方式

例如从 $N = 1\ 000$ 的群体中, 随机抽取 $n = 80$ 个样本, 计算样本的缺点数。

样本中如发现:

30 个或 30 个以下缺点数时, 判定群体为合格;

31 个以上缺点数时, 判断群体为不合格。

这种抽检方式可表示为: $N = 1\ 000$, $n = 80$, $A_c = 30$, $R_c = 31$ 。

(3) 计量抽检方式 (σ 已知时)

例如, 从 $N = 1\ 000$ 的群体中, 随机抽取 $n = 30$ 个样本, 测定 30 个样本, 计算其平均值 \bar{x} :

当 $\bar{x} \geq \bar{X}_L$ 时, 判断群体为合格;

$\bar{x} < \bar{X}_L$ 时, 判断群体为不合格。

$\bar{X}_L = S_L + k \sigma$ 为下限合格判定值。

(4) 计量抽检方式 (σ 未知时)

例如, 从 $N = 1\ 000$ 的群体随机抽取 $n = 30$ 个样本, 测定此 30 个样本, 计算其平均值 \bar{x} 及标准差 S 。

当 $\bar{x} \leq \bar{X}_U$ 时, 判断群体为合格;

$\bar{x} > \bar{X}_L$ 时, 判断群体为不合格。

$\bar{X}_U = S_U - ks$ 为上限合格判定值。

2. 依抽样检验的形式分类

以某种抽检方式判断群体为合格或不合格时, 可根据从群体随机抽取样本的次数而分成一次抽检形式、两次抽检形式、多次抽检形式及逐次抽检形式。

(1) 一次抽检形式

例如, 从 $N = 1\ 000$ 的群体, 随机抽取 $n = 100$ 的样本, 测定此样本, 样本中如发现:

C 个或 C 个以下不良品时, 判断群体为合格;

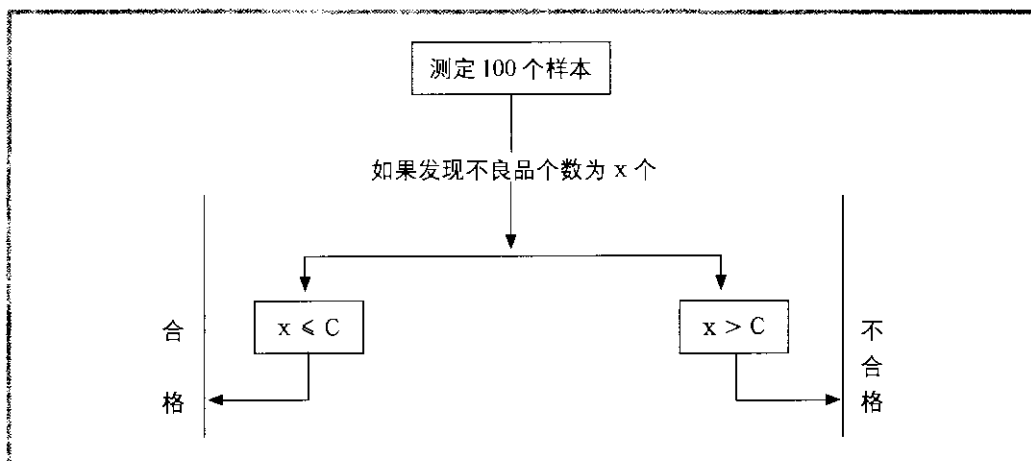
C 个以上不良品时, 判断群体为不合格。

这种只抽检一次就可判断群体为合格或不合格的抽检形式, 称为一次抽检形式。

如图表 3-1 所示。

(2) 两次抽检形式

图表 3-1 一次抽检形式



例如, 从 $N = 1\ 000$ 的群体随机抽取 $n_1 = 100$ 的第一次样本, 如果发现 x_1 个不良品, 则当 $x_1 \leq C_1$ 时, 判断群体为合格; $x_1 \geq R_1$ 时, 判断群体为不合格。

如果 $C_1 < x_1 < R_1$, 则再抽取 $n_2 = 150$ 的第二次样本。

如果第二次样本中发现 x_2 个不良品, 则:

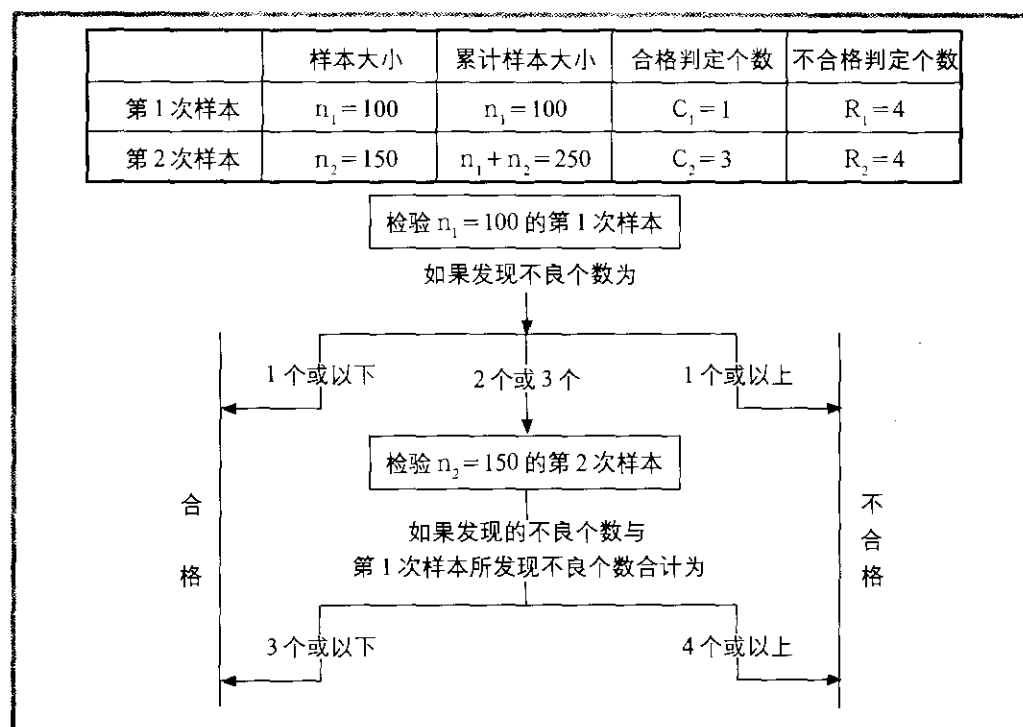
当 $x_1 + x_2 \leq C_2$ 时, 判断群体为合格;

$x_1 + x_2 \geq R_2$ 时, 判断群体为不合格。

$$R_2 = C_2 + 1$$

这种需抽检第二次样本才能判断群体为合格或不合格的抽检形式, 称为双次抽检形式。一般抽检方式可表示如图表 3-2。

图表 3-2 双次抽检形式



(3) 多次抽检形式

多次抽检形式只不过把双次抽检的次数增多而已。一般可表示如图表 3-3。

图表 3-3 多次抽检形式

	样本大小	累计样本大小	合格判定个数	不合格判定个数
第 1 次样本	$n_1=4$	4	$C_1=※$	$R_1=2$
第 2 次样本	$n_2=4$	8	$C_2=1$	$R_2=3$
第 3 次样本	$n_3=4$	12	$C_3=2$	$R_3=4$
第 4 次样本	$n_4=4$	16	$C_4=3$	$R_4=5$
第 5 次样本	$n_5=4$	20	$C_5=5$	$R_5=6$

(4) 逐次抽检

逐次抽检是从群体里，每天只抽取 1 个样本，每抽取 1 个样本时，就加以判断群体是否合格，是否应该继续抽取样本，如此一直到能判断群体为合格或不合格为止。

3. 依抽样检验的形态分类

抽样检验的形态有下列各种：

(1) 规准型抽样检验

规准型抽样检验主要是同时考虑交货者及验收者的利益和损失，以判断群体合格或不合格为目的。如图表 3-4 所示。

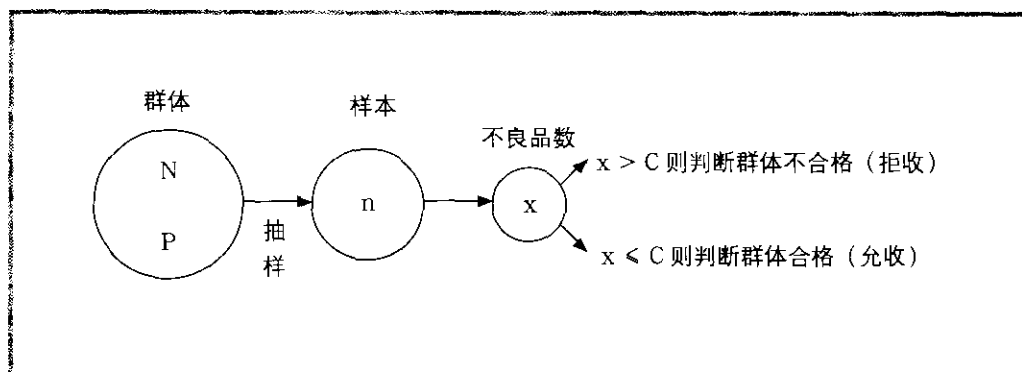
(2) 选别型抽样检验

选别型抽样检验即对于被判断不合格的群体，采取整批检验，退回不良品换取良品，然后允收全部良品。如图表 3-5 所示。

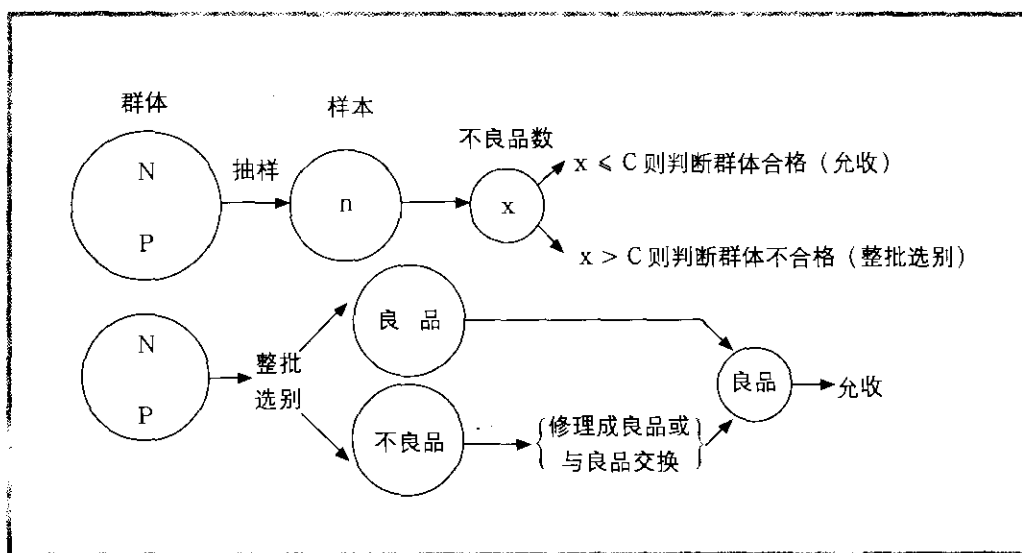
(3) 调整型抽样检验

调整型抽样检验是依过去的检验结果，决定采取减量检验或严格检验等，在长期

图表 3-4 规范型一次抽检



图表 3-5 选别型抽检

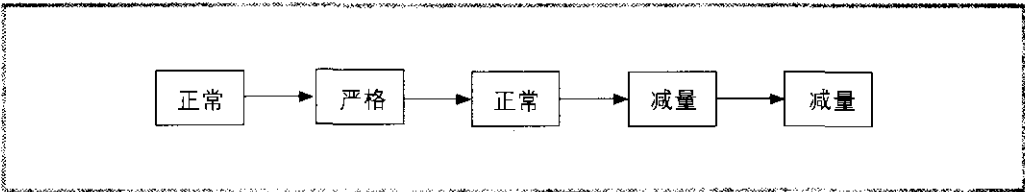


的交易中，利用或紧或松的调整抽检方式，以确保必要的制品品质。如图表3-6所示。

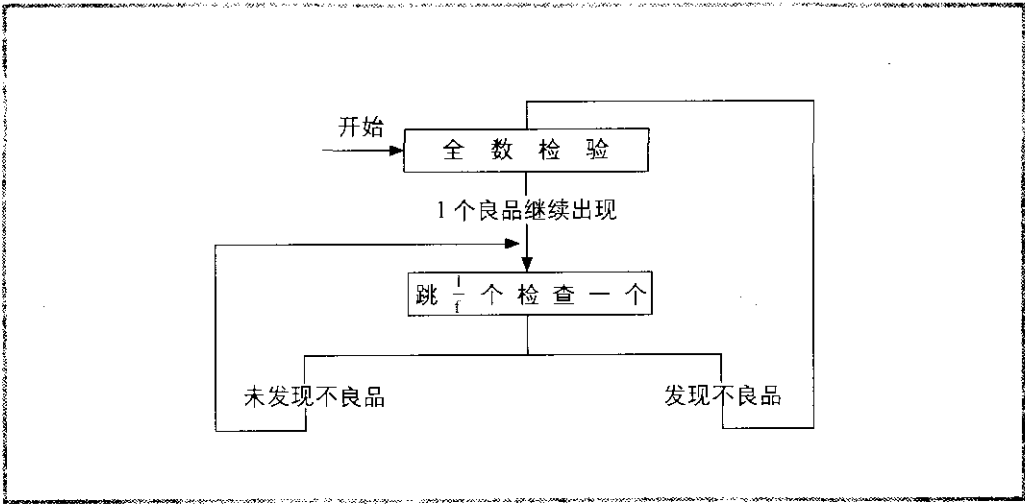
(4) 连续生产型抽样检验

连续生产型抽样检验适用于连续生产而产品不断流动时的抽样检验。如图表3-7。

图表 3-6 调整型抽检



图表 3-7 JIS Z 9008 的连续检验



(四) 抽样检验与全数检验的采用

抽样检验并非任何场合都适合，有此情形必须作抽样检验，但是有些情形就非做全数检验不可。对于抽样检验或是全数检验的采用，需视检验群体的性质、数量、体积、检验经费或者是检验方式而定。

1. 需采用抽样检验的场合

- 受验物经过试验后，该物品即失去商品价值或失去其原有品质特性的，都必须

利用抽样检验，一般称为破坏检验，例如电灯泡的寿命试验，材料的强度试验：

- 检验群体的个数非常多时，需要采用抽样检验，例如铁钉、螺丝等；
- 检验群体的体积非常大时，需要采用抽样检验，例如硫氨、原棉；
- 检验群体是连续体的物品时，需要采用抽样检验，例如胶卷、纸、纱绵等。

2. 需采用全数检验的场合

- 检验费用很小时，采用全数检验比较有利，例如电灯泡的点火试验；
- 检验群体必须全数皆是良品的时候，则需采用全数检验，例如收音机、手表等；
- 检验群体中只要存有少许不良品，就会严重影响全体或危害人身的情形下，则需采用全数检验，例如高压气筒等。

（五）抽样检验的优劣

抽样检验主要是根据样本来判定检验群体是否合格。如果利用部分而能推定整体的内容，当然是极方便的，但亦有难于解决的缺点存在。其优劣点数列于后：

1. 优点

- 检验费用远比全数检验的检验费用少；
- 检验个数比较少，所以检验可较详细；
- 检验不合格时，全部退货，所以可刺激厂方加强品质管制。

2. 缺点

- 抽样检验时，虽然判断合格，也难免含有一些不良品的存在；
- 可能把良品的群体判断不合格，而把不良品的群体判断为合格。

二、计数值的抽样检验

(一) 抽样检验的数学理论

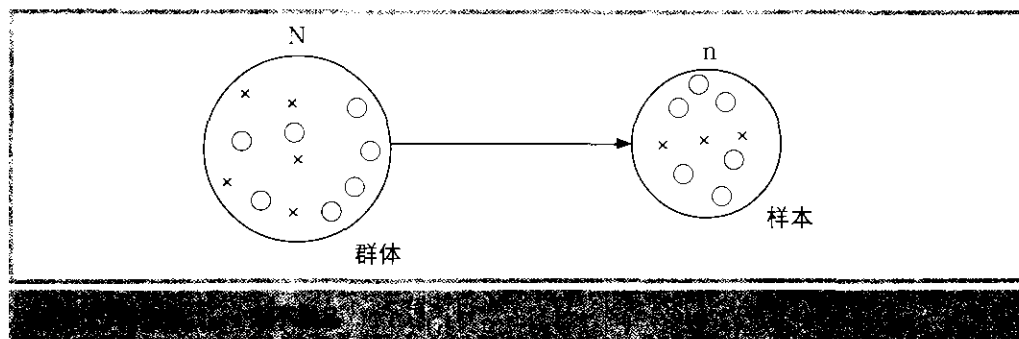
1. 各种计数值的分配

我们知道计数值所出现的数据是不连续数据，所以其母集团的分配属于不连续分配。现将比较重要的不连续分配列举如下：

(1) 超几何分配 (Hypergeometric distribution)

从不良率 p ，大小 N 个的群体里，随机抽取样本 n 个，这时在样本里含有 x 个不良品的或然率 $P(x, n/p, N)$ 为 (参阅图表 3-8)：

图表 3-8

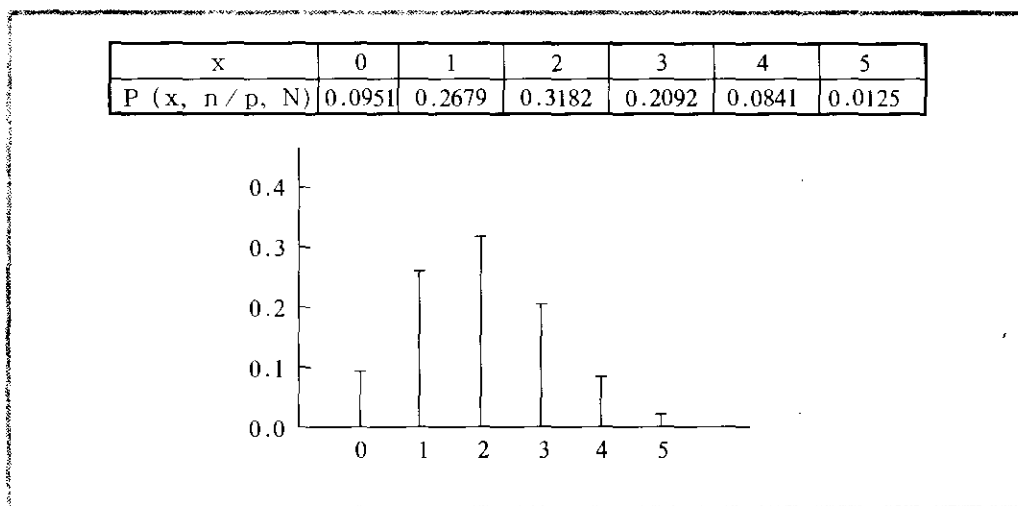


$$P(x, n/p, N) = \frac{\binom{N-pN}{n-x} \binom{pN}{x}}{\binom{N}{n}}$$

这种分配称为超几何分配。

例如 $N = 100$, $P = 0.10$, $n = 20$ 时，20 个样本里含有 0 个、1 个、2 个等不良品会出现的或然率可计算如图表 3-9。

图表 3-9



(2) 二项分配 (Binomial Distribution)

属于超几何分配如将其 N 无限增大时, 也就是从无限母集团里随机地抽取 n 个样本, 这时在样本里含有 x 个不良品的或然率为:

$$P(x, n/p) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

这种分配称为二项分配。

例如 $P = 0.10$, $n = 20$ 时, 20 个样本里含有 0 个、1 个、2 个等不良品的或然率计算如图表 3-10。通常 N 充分大 ($N/n \geq 10$) 时, 就可把超几何分配近似为二项分配。

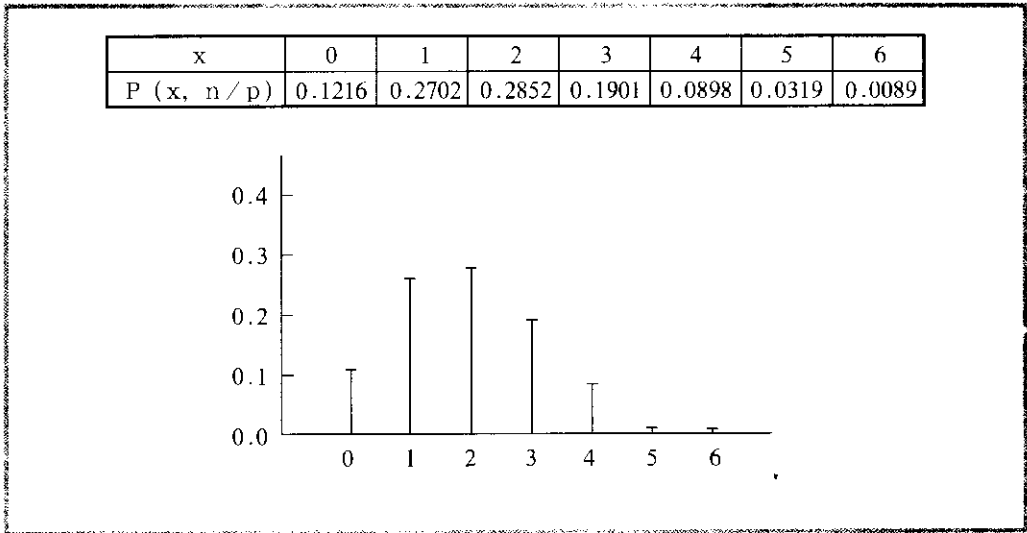
(3) 卜氏分配 (Poisson Distribution)

属于二项分配的分配如 $np = m$ 为一定, 而把 N 无限增大时, $np = m$ 的群体其出现 x 个良品的或然率 $P(x, np)$ 为:

$$P(x, np) = \frac{e^{-np} (np)^x}{x!}$$

这种分配称为卜氏分配。一般 $N/n \geq 10$, $p < 0.10$ 时, 可把二项分配近似为

图表 3-10



卜氏分配。卜氏分配一般可适用于熔接的缺点数，布匹或铁板的单位面积里的缺点数。
例如 $m = 2.5$ 时的卜氏分配可计算如图表 3-11。

例如： $N = 1000$ ， $p = 0.05$ ， $n = 30$ ， $x = 1$ 时 ($e = 2.71828$)， $np = 30 \times 0.05 = 1.5$

$$\therefore P(x, np) \approx \frac{e^{-1.5} (1.5)^1}{1} = 1.5e^{-1.5} = 0.334$$

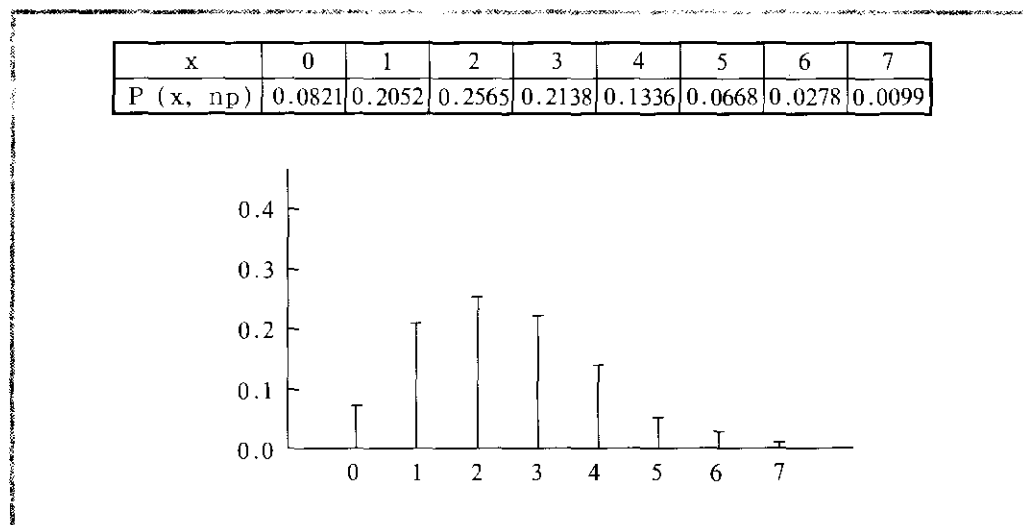
2. 计算抽样检验时群体被判定合格的或然率

某群体以某种抽检方式提出检验时，如果群体里找不出 1 个不良品，那么群体当然会被判断合格。如果群体里全部都是不良品，那么群体当然会被判断不合格。但是如果群体里混有良品及不良品的话，那么就无法确实判断群体是合格还是不合格了。

一般群体被判断为合格的或然率，依下列两点而定：

- 检验时所采用的抽检方式；

图表 3-11



- 提出检验的群体的不良率。

由前节知道从不良率 p ，大小 N 个的群体随机抽取样本 n 个，这时在样本里含有 x 个不良品的或然率 Pr ，可由下式计算出来。

- (1) 利用超几何分配时：

$$Pr = P(x, n / p, N) = \frac{\binom{N-PN}{n-x} \binom{PN}{x}}{\binom{N}{n}} \quad \text{式一}$$

- (2) 利用二项分配时：

N 充分大时 ($N/n \geq 10$)，可把式一写为：

$$Pr \approx P(x, n / p) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad \text{式二}$$

- (3) 利用 Poisson 分配时：

N 充分大 ($N/n \geq 10$)，不良率 p 很小 ($p < 0.1$) 时，可把式二近似为：

$$Pr \approx P(x, np) = \frac{e^{-np} (np)^x}{x!}$$

3. 群体被判断为合格的或然率

例如, 采取 $n = 100$, $C = 3$ 的抽检方式时, 从群体里随机抽取样本, 而样本里所能发现的不良品个数是 0 个、1 个、2 个或 3 个的任何一种情形时, 群体才会被判断为合格, 所以群体被判断为合格的或然率即样本里发现 0 个、1 个、2 个或 3 个时的或然率的总和。

例如: $n = 100$, $C = 3$ 的抽样方式下:

样本里发现 0 个不良品的或然率为 P_0 ;

样本里发现 1 个不良品的或然率为 P_1 ;

样本里发现 2 个不良品的或然率为 P_2 ;

样本里发现 3 个不良品的或然率为 P_3 。

则群体被判断为合格的或然率 $L(P)$ 为: $L(P) = P_0 + P_1 + P_2 + P_3$

(1) 利用超机何分配时:

$$L(P) = \sum_{x=0}^c \frac{\binom{N-pN}{n-x} \binom{pN}{x}}{\binom{N}{n}}$$

(2) 利用二项分配时:

$$L(P) = \sum_{x=0}^c \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

(3) 利用 Poisson 分配时 (这些计算都极为复杂, 幸好有各种数表都已出版, 可供查阅。)

$$L(P) = \sum_{x=0}^c \frac{e^{-np} (np)^x}{x!}$$

① National Bureau of Standard Applies Mathematics;

② Table of the Binomial Probability Distribution, National Bureau of Standard, Series 6.;

③ Romig H.G.:50~100 Binomial Tables, Wiley 1953。

(4) Molina's tables

Molina's tables 为比较完备的卜氏 (Poisson) 近似表如图表 3-12(A)、图表 3-12(B)、图表 3-12(C)。

$$L(P) = \sum_{x=0}^c \frac{e^{-np} (np)^x}{x!}$$

可查出上式的 np 值由 0 至 100 的各项值与累积数至第六位小数。

(5) Thorndike 曲线

$$L(P) = \sum_{x=0}^c \frac{e^{-np} (np)^x}{x!}$$

Thorndike 曲线是为便于上式的计算而作的图, 如图表 3-13 在实用上极为便利。

例如用 $n = 100$, $C = 2$ 的抽样方式时, 求 $N = 2000$, 不良率 $p = 2\%$ 的群体提出检验时, 可被判断为合格的或然率。

步骤 1: 计算 np 值, $np = 100 \times 0.02 = 2$

步骤 2: 取 $np = 2$ 的数值为横轴

步骤 3: 取 $C = 2$ 的数值为纵轴

步骤 4: 横轴和纵轴的交点

$L(P) = 0.68$ ← 可被判断为合格的或然率。

范例 3-1:

某零件制造厂生产一批零件, 从不良率管制图中可推定此批零件的不良率为 2.5%, 但已知验收方的抽检方式为 $n = 150$ 、 $C = 1$, 试问此批零件如果送验时能被判断合格, 其或然率为多少?

〔解〕

$$np = 150 \times 2.5\% = 3.75$$

图表 3-12 (A) 卜氏近似表

np \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.02	980	1 000								
0.04	961	999	1 000							
0.06	942	998	1 000							
0.08	923	997	1 000							
0.10	905	995	1 000							
0.15	861	990	999	1 000						
0.20	819	982	999	1 000						
0.25	779	974	998	1 000						
0.30	741	963	996	1 000						
0.35	705	951	994	1 000						
0.40	670	938	992	999	1 000					
0.45	638	925	989	999	1 000					
0.50	607	910	986	998	1 000					
0.55	577	894	982	998	1 000					
0.60	549	878	977	997	1 000					
0.65	522	861	972	996	999	1 000				
0.70	497	844	966	994	999	1 000				
0.75	472	827	959	993	999	1 000				
0.80	449	809	953	991	999	1 000				
0.85	427	791	945	989	998	1 000				
0.90	407	772	937	987	998	1 000				
0.95	387	754	929	984	997	1 000				
1.00	368	736	920	981	996	999	1 000			
1.10	333	699	900	974	995	999	1 000			
1.20	301	663	879	966	992	998	1 000			
1.30	273	627	857	957	989	998	1 000			
1.40	247	592	833	946	986	997	999	1 000		
1.50	223	558	809	934	981	996	999	1 000		
1.60	202	525	783	921	976	994	999	1 000		
1.70	183	493	757	907	970	992	998	1 000		
1.80	165	469	731	891	964	990	997	999	1 000	
1.90	150	434	704	875	956	987	997	999	1 000	
2.00	135	406	677	857	947	983	995	999	1 000	

图表 3-12 (B) 卜氏近似表

np \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2	111	355	623	819	928	975	993	998	1 000	
2.4	091	308	570	779	904	964	988	997	999	1 000
2.6	074	267	518	736	877	951	983	995	999	1 000
2.8	061	231	469	692	848	935	976	992	998	999
3.0	050	199	423	647	815	916	966	988	996	999
3.2	041	171	380	603	781	895	955	983	994	998
3.4	033	147	340	558	744	871	942	977	992	997
3.6	027	126	303	515	706	844	927	969	988	996
3.8	022	107	269	473	668	816	909	960	984	994
4.0	018	092	238	433	629	785	889	949	979	992
4.2	015	078	210	395	590	753	867	936	972	989
4.4	012	066	185	359	551	720	844	921	964	985
4.6	010	056	163	326	513	686	818	905	955	980
4.8	008	048	143	294	476	651	791	887	944	975
5.0	007	040	125	265	440	616	762	867	932	968
5.2	006	034	109	238	406	581	732	845	918	969
5.4	005	029	095	213	373	546	702	822	903	951
5.6	004	024	082	191	342	512	670	797	886	941
5.8	003	021	072	170	313	478	638	771	867	929
6.0	002	017	062	151	285	446	606	744	847	916
np \ c	10	11	12	13	14	15	16			
2.8	1 000									
3.0	1 000									
3.2	1 000									
3.4	999	1 000								
3.6	999	1 000								
3.8	998	999	1 000							
4.0	997	999	1 000							
4.2	996	999	1 000							
4.4	994	998	999	1 000						
4.6	992	997	999	1 000						
4.8	990	996	999	1 000						
5.0	985	995	998	999	1 000					
5.2	982	993	997	999	1 000					
5.4	977	990	996	999	1 000					
5.6	972	988	995	998	999	1 000				
5.8	965	984	993	997	999	1 000				
6.0	957	980	991	996	999	999	1 000			

图表 3-12 (C) 卜氏近似表

np \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6.2	002	015	054	134	259	414	574	716	826	902
6.4	002	012	046	119	235	384	542	687	803	886
6.6	001	010	040	105	213	355	511	658	780	869
6.8	001	009	034	093	192	327	480	628	755	850
7.0	001	007	030	082	173	301	450	599	729	830
7.2	001	006	025	072	156	276	420	569	703	810
7.4	001	005	022	063	140	253	292	539	676	788
7.6	001	004	019	055	125	231	365	510	648	765
7.8	000	004	016	048	112	210	338	481	620	741
8.0	000	003	014	042	100	191	313	453	593	717
8.5	000	002	009	030	074	150	256	386	523	653
9.0	000	001	006	021	055	116	207	324	456	587
9.5	000	001	004	015	040	089	165	269	392	522
10.0	000	000	003	010	029	067	130	220	333	458
np \ c	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
6.2	949	975	989	995	998	999	1 000			
6.4	939	969	986	994	997	999	1 000			
6.6	927	963	982	992	997	999	999	1 000		
6.8	915	955	978	990	996	998	999	1 000		
7.0	901	947	973	987	994	998	999	1 000		
7.2	887	937	967	984	993	997	999	999	1 000	
7.4	871	926	961	980	991	996	998	999	1 000	
7.6	854	915	954	976	989	995	998	999	1 000	
7.8	835	902	945	971	986	993	997	999	1 000	
8.0	816	888	936	966	983	992	996	998	999	1 000
8.5	763	849	909	949	973	986	993	997	999	999
9.0	706	803	876	926	959	978	989	995	998	999
9.5	645	752	836	898	940	967	982	991	996	998
10.0	583	697	792	864	917	951	973	986	993	997
np \ c	20	21	22							
8.5	1 000									
9.0	1 000									
9.5	999	1 000								
10.0	998	999	1 000							

$$C = 1$$

查图表 3-12 (B) 得:

$$np = 3.6 \text{ 时, } L(p) = 12.6\%;$$

$$np = 3.8 \text{ 时, } L(p) = 10.7\%;$$

$$\text{推算 } np = 3.7 \text{ 时, } L(p) = \frac{12.6 + 10.7}{2} = 11.65\%;$$

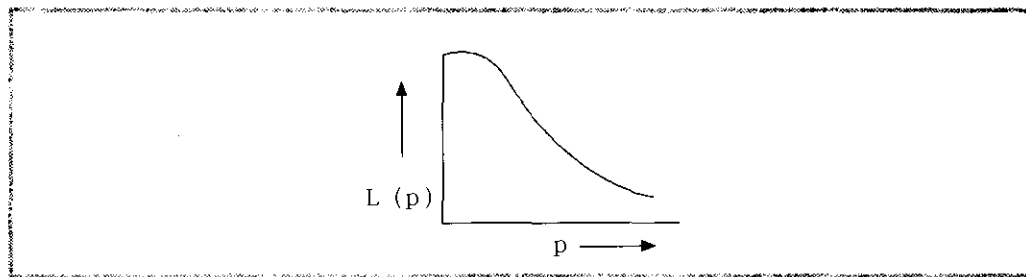
$$\text{推算 } np = 3.75 \text{ 时, } L(p) = \frac{11.65 + 10.7}{2} = 11.175\%;$$

故此批零件会被判断为合格的或然率只有 11.175%。

4. OC 曲线

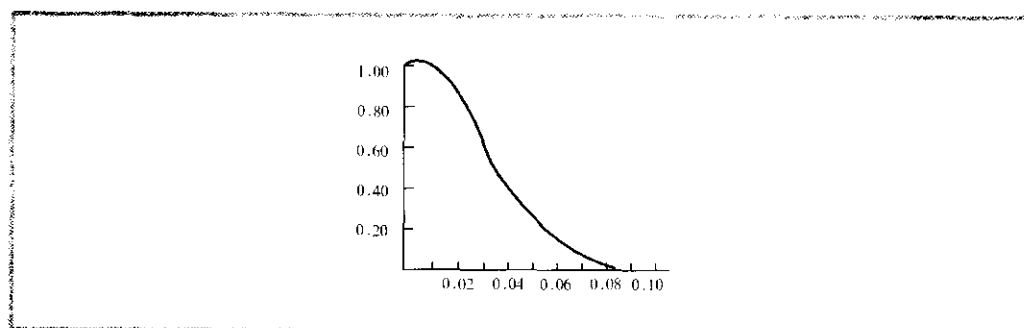
OC 曲线表示任何抽样检验, 产品在某种不良率下, 一定具有可能被判断为合格的一种或然率。我们如以横轴表示群体的不良率, 纵轴表示群体可能被判断为合格的或然率, 便可画出一条曲线来 (如图表 3-14), 这种曲线称为 OC 线 (Operating Characteristic Curve)。

图表 3-14 OC 曲线



例如图表 3-15 的 OC 曲线, 则表示采用抽检方式 $n = 75$ 、 $C = 2$ 抽检时, 对不良率 1% 的群体提出检验, 其能被判断为合格的或然率为 95%, 而不良率 4% 的群体

图表 3-15



则有 42% 的机会被判为合格。

也就是说用这种抽检方式抽检时, 不良率低于 1% 的群体, 大都可通过检验; 但不良率高于 8% 的群体, 大部分都无法通过检验。

(1) OC 曲线的计算

例如 $N = 2\,000$ 的群体, 如果用 $n = 100$ 、 $C = 4$ 的抽检方式抽检时, 我们可以根据前节所述的方法利用超几何分配、二项分配、Poisson 分配、Molina's 卜氏近似表、Thorndike 曲线求出群体批的不良率 p 为 1%、2%、3% 等各种情况下的合格或然率 $L(p)$ 。为简单起见:

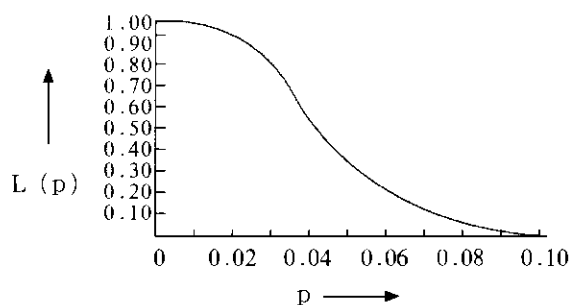
- ① 利用 Molina's 卜氏近似表计算如图表 3-16。
- ② 利用 Thorndike 曲线计算如图表 3-17。

图表 3-16

p	p^n	$L(p)$	p	p^n	$L(p)$
0.01	1.0	0.996	0.06	6.0	0.285
0.02	2.0	0.947	0.07	7.0	0.173
0.03	3.0	0.815	0.08	8.0	0.100
0.04	4.0	0.629	0.09	9.0	0.055
0.05	5.0	0.440	0.10	10.0	0.029

图表 3-17

p	p^n	$L(p)$	p	p^n	$L(p)$
0.01	1.0	0.997	0.06	6.0	0.262
0.02	2.0	0.952	0.07	7.0	0.170
0.03	3.0	0.810	0.08	8.0	0.100
0.04	4.0	0.610	0.09	9.0	0.052
0.05	5.0	0.413	0.10	10.0	0.027



范例 3-2:

某汽车制造厂对某零件的入厂检查采取 $n = 180$ 、 $C = 2$ 的抽检方式。

- 试求此抽检方式的 OC 曲线；
- 如果有一批不良率为 1.6% 的制品送交验收，则被判断合格的或然率如何？

〔解〕

$n = 180$ 、 $C = 2$ 的抽检方式下，已知 n 、 C ，求 OC 曲线。

步骤 1: 查卜氏分配表。

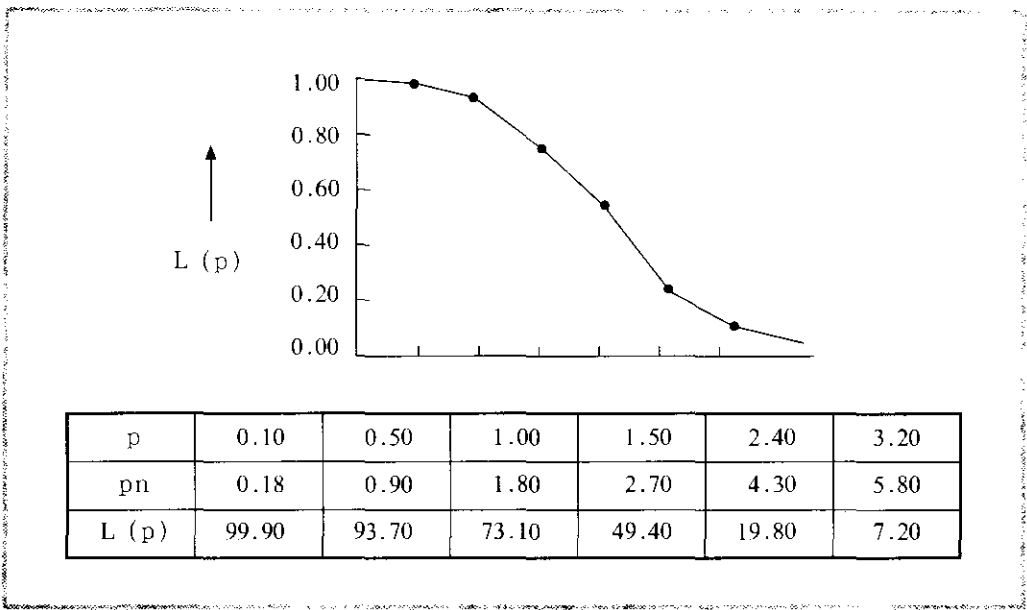
- 先拟订数个 p
- 求 pn ($pn = p \times n$)

例 $p = 0.1\%$ ， $n = 180$

$pn = 0.1\% \times 180 = 0.18$

- 依 pn 值和 C 值, 查出 $L(p)$ (参阅图表 3-18)

图表 3-18



步骤 2: 以横轴为 p , 纵轴为 $L(p)$, 打点, 连接这些点就是 n 、 C 的 OC 曲线。

$p = 1.6\%$, $pn = 180 \times 0.016 = 2.88$, $L(p) = 44.6\%$, 所以可以预知这批不良率 1.6% 的制品送交验收时会被判断合格的或然率为 44.6%。

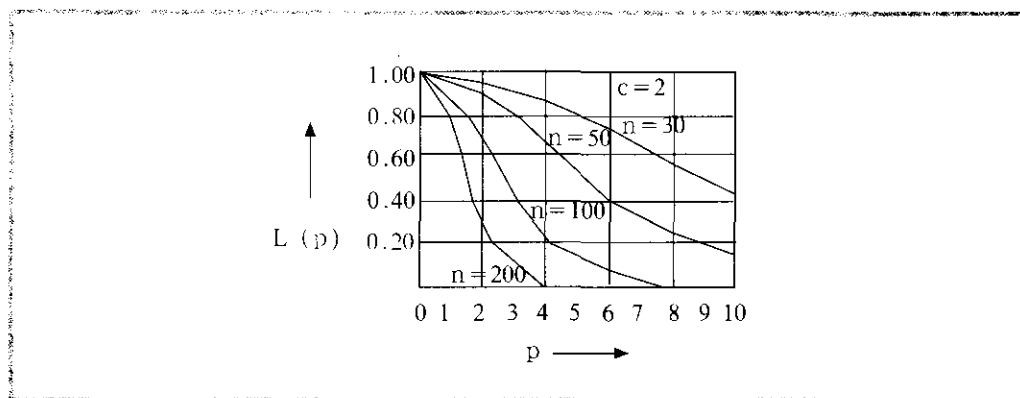
(2) OC 曲线的一般特性

① 在抽检方式 (n, C) 中, 使 C 一定, 一般样本数 n 愈大, 则 OC 曲线的斜度亦愈大 (参阅图表 3-19)。

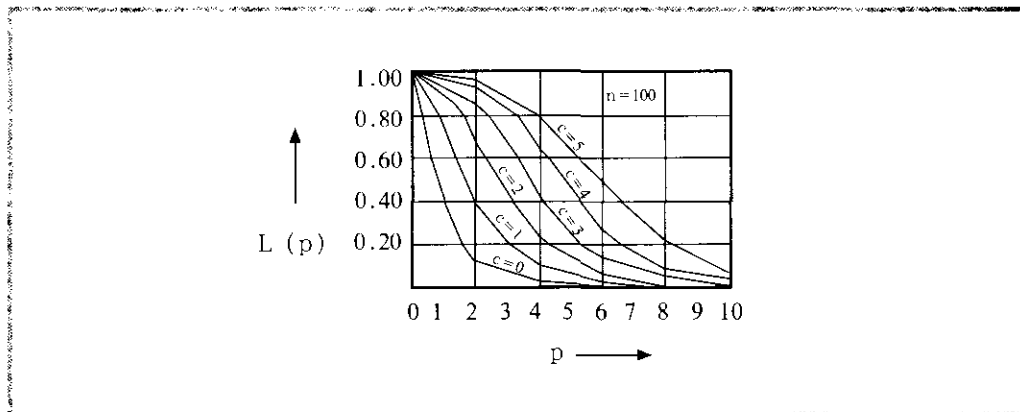
② 在抽检方式 (n, C) 中, 使样本数 n 一定, 一般较大的合格判定个数 C , 将使 OC 曲线的上部形成平肩 (flat “shoulder”), 底部形成瘦尾 (thin “tail”) (参阅图表 3-20)。

③ 抽检方式 (n, C) 一定, 群体批 N 变化时的 OC 曲线在数量 N 不同的各群体

图表 3-19 C 一定, n 变化时的 OC 曲线



图表 3-20 n 一定, C 变化时的 OC 曲线

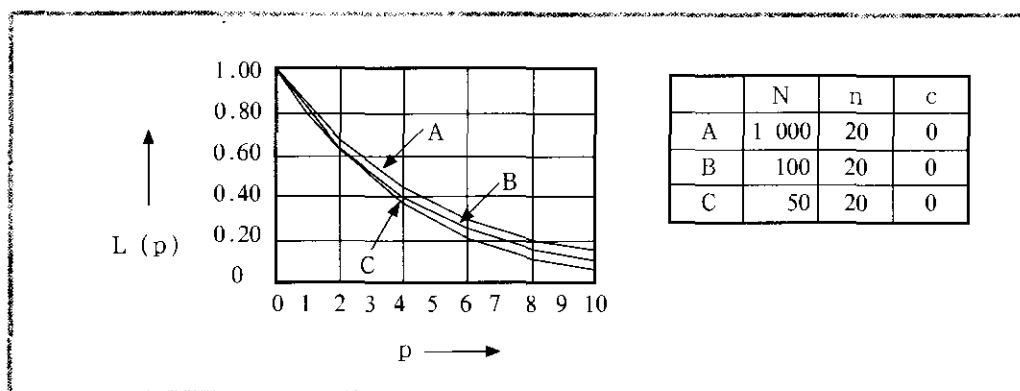


批中, 采用相同的抽检方式 (n, C) 也可以得到接近的品质保证 (参阅图表 3-21)。

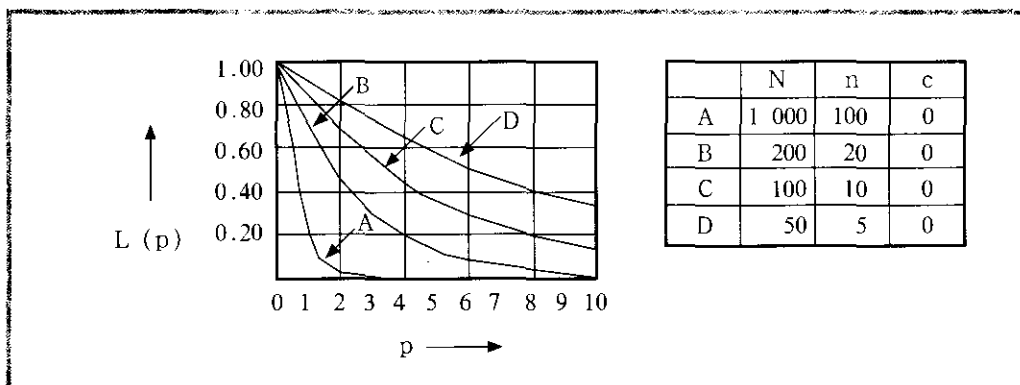
④ 百分比抽样检验时的 OC 曲线

这是过去常被采用的抽检方式的一种, 从不同各群体批中, 抽取样本的数量虽按同一比例, 但并不能得到相同程度的品质保证 (参阅图表 3-22)。

图表 3-21 群体批 N 变化时的 OC 曲线



图表 3-22 百分率抽样检验时的 OC 曲线



(二) 规准型抽样检验

根据消费者与生产者双方都可以满足的 OC 曲线, 来决定抽检方式的抽样检验, 称为规准型抽样检验。

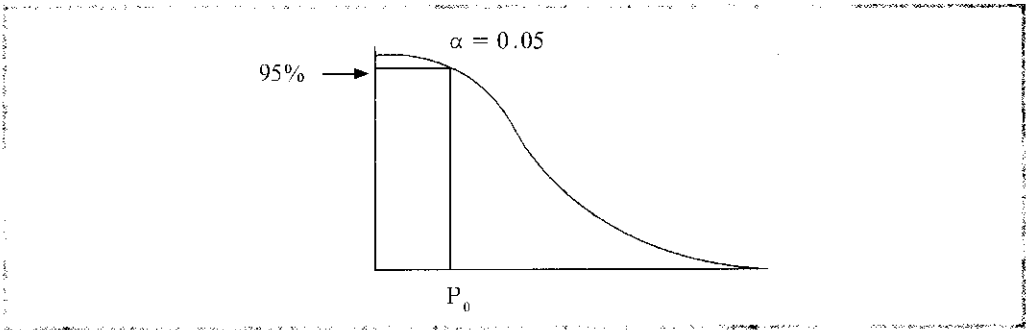
1. 允收水准

对于生产者来说, 考虑了现有的设备、资材、管理、作业员后, 认为这种程度下

的不良率，消费者应该接受，而消费者也认为是可以接受的不良率，即良品群体的最高不良率，称为允收水准，以符号 P_0 或 AQL 表示。

抽样检验时，虽是良品的群体，也很可能被判断为不合格的或然率，称为生产者冒险率。以符号 α 表示，通常情况下， $\alpha = 0.05$ 。 P_0 与 α 的关系表示如图表 3-23。

图表 3-23 P_0 与 α 的关系



2. 拒收水准

对于消费者来说，认为这种程度的不良品，无论如何都不能接受，即不良群体的最低不良率，称为拒收水准，以符号 P_1 或 LTPD 表示。

抽样检验时，虽是不良品的群体也很可能被判断为合格的或然率，以符号 β 表示。通常情况下， $\beta = 0.10$ 。 P_1 与 β 关系以图表示如图表 3-24。

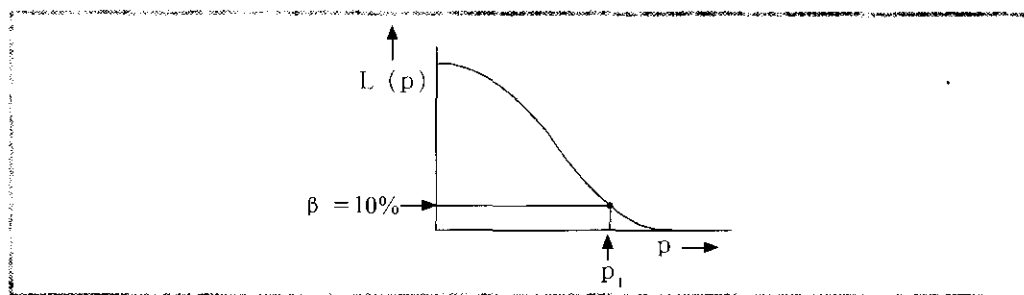
3. 规准型抽验方式的 OC 曲线

所以规准型抽检方式的 OC 曲线，通过 P_0 与 $(1 - \alpha)$ 及 P_1 与 β 的两个交点，如图表 3-25 所示。针对这种抽检形态，日本已于 1956 年制定 JIS Z 9002 抽检表。

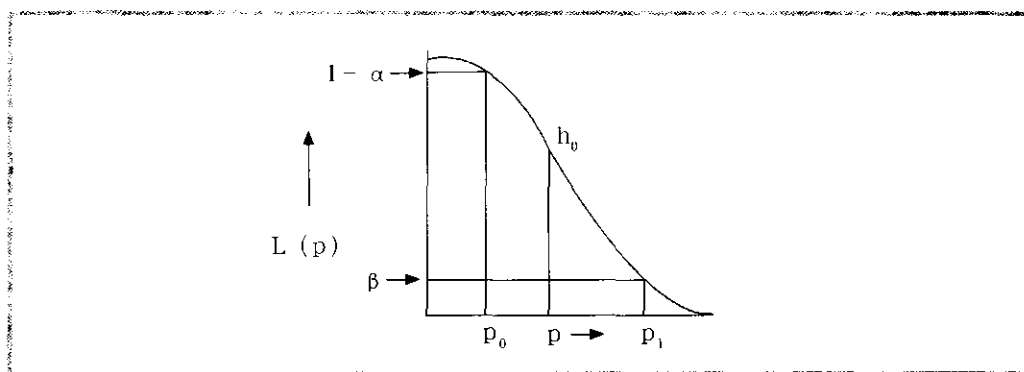
4. JIS Z 9002 抽验表

(1) 适用范围

图表 3-24 P_1 与 β 的关系



图表 3-25 $(1 - \alpha)$, P_0 , β , P_1 的关系



- ① 适用于不良个数的计数规准型一次抽样检验；
- ② 本抽检表未包括利用过去检验记录去自动调整检验方式的规定，所以较适用于断续制程的群体批或一次购入大量制品时的抽样检验；
- ③ 本抽检表未包括拒收群体批的全数选别的处置，所以对拒收群体批不作全数选别。

(2) 抽检步骤

① 决定品质基准

对于检验单位，必须明确规定良品及不良品的判断基准。

② 指定 P_0 、 P_1

必须由制品的交货者及验货者双方议定后指定，且必须 $P_0 < P_1$ 。

③ 指定群体批决定 N

于同一条件下，生产者最好指定在同一群体批内。

④ 求抽检方式 (n, C)

- 从图表 3-26 查出与指定 P_0 相当的行及与指定 P_1 相当的列的相交栏。
- 相交栏的左侧数值表示样本数 n ，右侧数值表示合格判定个数 C 。若未记入数值时，可如下求之：

a. 栏内遇有箭头时依箭头的顺次，直到记有数值的栏内，查出 n 及 c ；

b. 栏内遇有※符号依图表 3-32 计算 n 及 c 。

- 如果求得的 n 比群体批 N 大时，就采用全数检验。
- 求得 n 、 C 以后，调查 OC 曲线或检讨一下检查费用，必要时，修正 P_0 、 P_1 值后，再重新求 n 、 C 。

范例 3-3：

某机械加工厂采购一批钢管，要求品管课进行入厂检验，品管课长查阅合约书知道买卖双方同意的允收水准 (P_0) 为 1%，并检讨使用情形后得知使用单位认为拒收水准 (P_1) 可定在 8%，请代为设计抽检方式。

〔解〕

- 从图表 3-26 里，查出含有 $P_0 = 1\%$ 的行 [0.91 ~ 1.12%] 与含有 $P_1 = 8\%$ 的列 (7.11 ~ 9.00%) 的交点栏；
- 因所查交点栏是 ↓，所以应顺 ↓ 的方向向下栏查出 60.2；
- 所以抽检方式为 $n = 60$ 、 $C = 2$ 。
- 保证情形：抽样方式 $n = 60$ 、 $C = 2$ 时若判断合格，则可保证此批产品不良率低于 8%；若判断不合格时，就可保证此批产品不良率大于 1%。

图表 3-26 JIS Z 9002 抽检表

$p_1(\%)$	0.71	0.91	1.13	1.41	1.81	2.25	2.81	3.56	4.51	5.61	7.11	9.01	11.30	14.10	18.10	22.50	28.10	$p_1(\%)$
$p_1(\%)$	0.90	1.12	1.10	1.80	2.24	2.80	3.55	4.50	5.60	7.10	9.00	11.20	14.00	18.00	22.40	28.00	35.50	$p_1(\%)$
0.090-0.112	*	400 1	+	+	+	+	+	50 0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0.090-0.112
0.113-0.140	*	+	300 1	+	+	+	+	+	40 0	+	+	+	+	+	+	+	+	0.113-0.140
0.140-0.180	*	500 2	+	250 1	+	+	+	+	+	30 0	+	+	+	+	+	+	+	0.141-0.180
0.181-0.224	*	+	400 2	+	200 1	+	+	+	+	+	25 0	+	+	+	+	+	+	0.181-0.224
0.225-0.280	*	+	500 3	300 2	+	150 1	+	+	+	+	+	20 0	+	+	+	+	+	0.225-0.280
0.281-0.355	*	+	+	400 3	250 2	+	130 1	+	+	+	+	+	15 0	+	+	+	+	0.281-0.355
0.356-0.450	*	+	+	500 4	300 3	200 2	+	100 1	+	+	+	+	+	15 0	+	+	+	0.356-0.450
0.451-0.560	*	+	+	+	400 4	250 3	150 2	+	80 1	+	+	+	+	+	10 0	+	+	0.451-0.560
0.561-0.710	*	+	+	+	500 6	300 4	200 3	120 2	+	60 1	+	+	+	+	+	7 0	+	0.561-0.710
0.711-0.900	*	+	+	+	+	400 6	250 4	150 3	100 2	+	50 1	+	+	+	+	+	5 0	0.711-0.900
0.901-1.12	+	+	+	+	+	+	300 6	200 4	120 3	80 2	+	40 1	+	+	+	+	+	0.901-1.12
1.13-1.40	+	+	+	+	+	+	500 0	250 6	150 4	100 3	60 2	+	30 1	+	+	+	+	1.13-1.40
1.41-1.80	+	+	+	+	+	+	+	400 10	200 6	120 4	80 3	60 3	+	25 1	+	+	+	1.41-1.80
1.81-2.24	+	+	+	+	+	+	+	+	300 10	150 6	100 4	50 2	40 2	+	20 1	+	+	1.81-2.24
2.25-2.80	+	+	+	+	+	+	+	+	+	250 10	120 6	70 4	50 3	30 2	+	15 1	+	2.25-2.80
2.81-3.55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	200 10	100 6	60 4	40 3	25 2	+	10 1	+	2.81-3.55
3.56-4.50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	150 10	80 6	50 4	30 3	20 2	+	+	3.56-4.50
4.51-5.60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	120 10	60 6	40 4	25 3	15 2	4.51-5.60
5.61-7.10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100 10	50 6	30 4	20 3	5.61-7.10
7.11-9.00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	70 10	40 6	25 4	7.11-9.00
9.01-11.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	60 10	30 6	9.01-11.2
$p_1(\%)$	0.71	0.91	1.13	1.41	1.81	2.25	2.81	3.56	4.51	5.61	7.11	9.01	11.30	14.10	18.10	22.50	28.10	$p_1(\%)$
$p_0(\%)$	0.90	1.12	1.10	1.80	2.24	2.80	3.55	4.50	5.60	7.10	9.00	11.20	14.00	18.00	22.40	28.00	35.50	$p_0(\%)$

范例 3-4:

某电视机装配厂对委外制造的某零件在合约时指定其不良率不得超过 1%，但经检讨知道不良率只要在 2.5% 就必须判不合格拒收，试设计能达此目的的抽检方式。

〔解〕

- 从图表 3-26 里查出含有 $P_0 = 1\%$ 的行 (0.901 ~ 1.12%) 与含有 $P_1 = 2.5\%$ 的列 (2.25 ~ 2.80%) 的交点栏；
- 因查出交点栏为 *，所以需利用图表 3-27；
- $P_1 / P_0 = 2.5 / 1.0 = 2.5$ ，从图表 3-27 的 P_1 / P_0 列里，可查出含有 2.5 的行 (2.7 ~ 2.3)。

由此行可查出：

$C = 10$

$n = 308 / P_0 + 770 / P_1 = 308 / 1 + 770 / 2.5 = 308 + 308 = 616$

- 所以抽检方式为：

$n = 616、C = 10$

图表 3-27 抽检表设计补助表

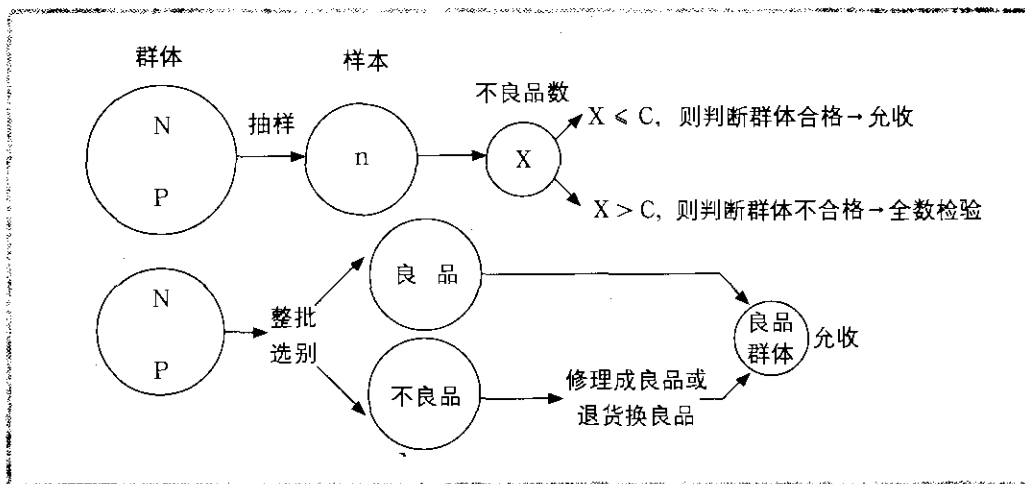
p_0 / p_1	c	n
17 以上	0	$2.56 / p_0 + 115 / p_1$
16 ~ 7.9	1	$17.80 / p_0 + 194 / p_1$
7.8 ~ 5.6	2	$40.90 / p_0 + 266 / p_1$
5.5 ~ 4.4	3	$68.30 / p_0 + 334 / p_1$
4.3 ~ 3.6	4	$98.50 / p_0 + 400 / p_1$
3.5 ~ 2.8	6	$164.00 / p_0 + 527 / p_1$
2.7 ~ 2.3	10	$308.00 / p_0 + 770 / p_1$
2.2 ~ 2.0	15	$502.00 / p_0 + 1065 / p_1$
1.99 ~ 1.86	20	$704.00 / p_0 + 1350 / p_1$

- 保证情形:抽检方式 $n = 616$ 、 $C = 10$ 时,若判断合格时,则可保证此零件的不良率低于 2.5%;若不合格时,就可保证此零件的不良率大于 1%。

(三) 选别型抽样检验

规准型一次抽检方式除了可判断合格或不合格,进而接受合格者、拒收不合格以外,并无附加任何补救办法。但利用选别型抽样检验时(如图表 3-28 所示),可对不合格群体全数检验,选别良品和不良品,然后把不良品加以修理或与良品交换,使不合格群体全部变成良品允许交货。所以选别型抽样检验是在无法选择供给者时采用的一种抽样检验。

图表 3-28 选别型抽样检验



1. 平均总检验件数 (ATI)

如果用选别型抽检方式长期继续下去,则出厂时将平均检验多少件数。这种平均起来的检验件数,称为平均总检验件数 (Average Total Inspection)。

以不良率 p 及大小为 N 的群体提出检验时：

- 必可检验到 n 个样本；
- 样本里有 $(C + 1)$ 个以上的不良品出现时，必须全数检验。则 $(C + 1)$ 个以上的不良品出现的或然率为：

$$P_x = 1 - \sum_{x=0}^C P(x, n / p, N)$$

所以 $(N - n)$ 个的制品将以 $1 - \sum_{x=0}^C P(x, n / p, N)$ 的或然率作全数检验。

所以平均总检验件数 I 为：

$$I = n + (N - n) \left[1 - \sum_{x=0}^C P(x, n / p, N) \right]$$

范例 3-5：

某机车装配厂某零件的入厂检验采用抽检方式 $n = 17$ 、 $C = 1$ 的选别型抽样检验，并要求每批检验群体批 $N = 1\ 000$ 时，如果送检的群体批不良率为 3%，试问平均总检验件数为多少？

〔解〕

$$N = 1\ 000, p = 3\%, n = 17, C = 1$$

$$\text{则 } L(P) = 0.91$$

$$I = 17 + (1\ 000 - 17)(1 - 0.91) = 105$$

故平均总检验件数为 105（参阅图表 3-29）。

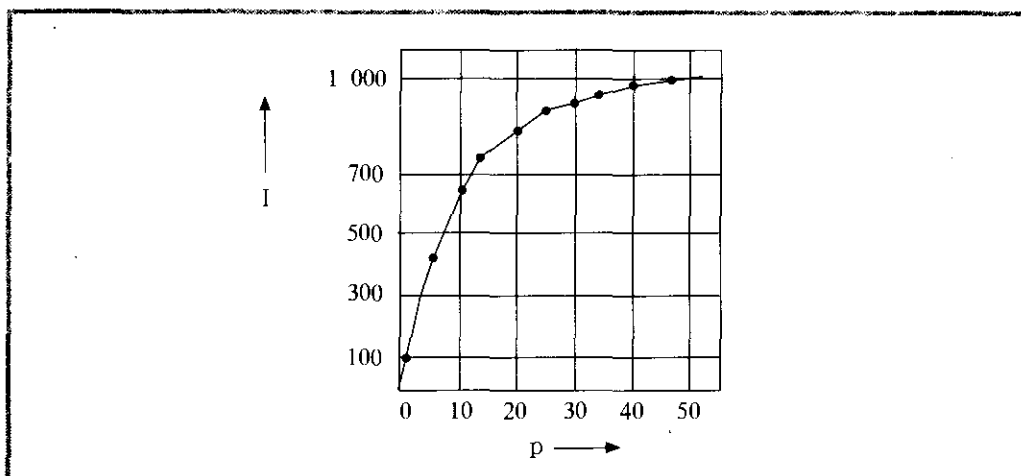
2. 平均出厂品质 (AOQ)

选别型抽检方式其 OC 曲线与规准型抽检时并无变化，但所希望知道的是用这种方式长期继续下去以后，出厂的产品品质平均起来将变成如何。这种平均起来的品质称为平均出厂品质 (Average Outgoing Quality)。

不良率 P 的群体提出检验时，其可被允收的或然率为 $L(p)$ 时的抽检方式。

如有不良率为 p 、大小为 N 的群体批，有 k 批提出检验，则检验后的平均出厂品质为：

图表 3-29 不良率 P 与平均总检验件数 (I) 的关系



$$\text{平均出厂品质 (AOQ)} = \frac{\text{检验后接受的不良品个数}}{\text{检验后接受的全部制品个数}}$$

$$\text{因检验后接受的全部制品个数} = k \times N$$

$$\text{检验后接受的不良品个数} = k \times p \times L(p) \times (N - n)$$

$$\begin{aligned} \text{AOQ} &= \frac{k \times p \times L(p) \times (N - n)}{k \times N} = \frac{p \times L(p) \times (N - n)}{N} \\ &= p \times L(p) \quad (N > n \text{ 时}) \end{aligned}$$

范例 3-6:

试求范例 3-5 的平均出厂品质。

[解]

$$N = 1\,000, \quad p = 3\%, \quad n = 17, \quad C = 1$$

$$\text{则 } L(p) = 0.91$$

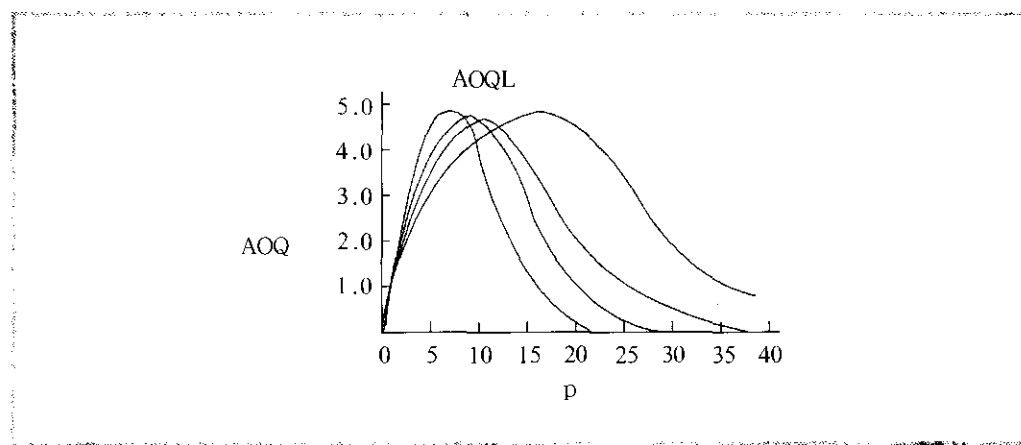
$$\therefore \text{AOQ} = p \times L(p) = 0.03 \times 0.91 = 0.0273$$

故平均出厂品质为 2.73%。

3. 平均出厂品质曲线及平均出厂品质界限 (AOQL)

任何抽检方式都可如第2节所述的公式求出各种不良率的群体批的AOQ。如果横轴为群体批的不良率 p ，纵轴为AOQ，以图表示时，可得如图表3-30的AOQ曲线。图上可知各曲线都有其最大值，这种最大值称为平均出厂品质界限 (AOQL, Average Outgoing Quality Limit)。

图表3-30 平均出厂品质曲线



这是表示采用抽检方式作抽样检验，对不合格群体作全数选别后才允收时，不管提出检验的群体批不良率如何，检验以后可以保证其平均品质绝不会低于此抽检方式的AOQL。

AOQL 值的近似值，可依下列公式求得： $AOQL = \frac{h}{n} - \frac{h}{N}$ 。

其中 n 为样本数量， N 为群体数量， h 为随合格判定个数 C 而变的系数，可查图表2-31。

范例3-7：

某厂所生产的成品，出厂时采用 $N = 500$ 、 $n = 90$ 、 $C = 3$ 的选别型抽样检验，试

图表 3-31

c	0	1	2	3	4
h	0.368	0.841	1.372	1.946	2.544
c	5	6	7	8	9
h	3.172	3.810	4.465	5.150	5.836
c	10	11			
h	6.535	7.234			

问实施此种抽样检验后能保证此成品的平均出厂品质为多少？

〔解〕

$N = 500, n = 90, C = 3$

查表得 $h = 1.946$

$$\therefore AOQL = \frac{h}{n} - \frac{h}{N} = \frac{1.946}{90} - \frac{1.946}{500} = 0.177$$

故能保证此成品的平均出厂品质为 1.77% 以下。

4. Dodge - Roming抽检表

Dodge - Roming 抽检表是贝尔电话研究所，以 H.F.Dodge 及 H.G.Roming 为中心研究作成的，并于 1941 年发表，其内容包括：

- (1) 保证每批群体品质
一次抽检表（参阅图表 3-32）、两次抽检表（参阅图表 3-33）。
- (2) 保证平均品质
一次抽检表（参阅图表 3-34）、两次抽检表（参阅图表 3-35）。

这些图表的特点是在各种情形下，所设计的抽验方式都可以使全检验量最为经济。

图表 3-32 SL 表[LTPD (%) =4.0%]

工程平均不良率	0~0.04			0.05~0.40			0.41~0.80			0.81~1.20			1.21~1.00			1.61~2.00		
群体大小	n	c	AOQL (%)	n	c	AOQL (%)	n	c	AOQL (%)	n	c	AOQL (%)	n	c	AOQL (%)	n	c	AOQL (%)
1~35	全数	0	0	全数	0	0	全数	0	0	全数	0	0	全数	0	0	全数	0	0
36~50	34	0	0.35	34	0	0.35	34	0	0.35	34	0	0.35	34	0	0.35	34	0	0.35
51~100	44	0	0.7	44	0	0.47	44	0	0.47	44	0	0.47	44	0	0.47	44	0	0.47
101~200	50	0	0.55	50	0	0.55	50	0	0.55	50	0	0.55	50	0	0.55	50	0	0.55
201~300	55	0	0.57	55	0	0.57	85	1	0.71	85	1	0.71	85	1	0.71	85	1	0.71
301~400	55	0	0.58	55	0	0.58	90	1	0.72	120	2	0.80	120	2	0.80	140	3	0.86
401~500	55	0	0	55	0	0.60	90	1	0.77	120	2	0.87	150	3	0.91	150	3	0.91
501~600	55	0	0.61	95	1	0.75	125	2	0.87	125	2	0.87	155	2	0.93	185	4	0.95
601~800	55	0	0.62	95	1	0.78	125	2	0.93	160	3	0.97	190	4	1.00	220	5	1.00
801~1000	55	0	0.63	95	1	0.80	130	2	0.92	165	3	0.98	220	5	1.10	255	6	1.10
1001~2000	55	0	0.65	95	1	0.84	165	3	1.10	195	4	1.20	255	6	1.30	315	8	1.40
2001~3000	95	1	0.86	130	2	1.00	165	3	1.10	230	5	1.30	320	8	1.40	405	11	1.60
3001~4000	95	1	0.88	130	2	1.10	195	4	1.20	260	6	1.40	350	9	1.50	465	13	1.60
4001~5000	95	1	0.77	130	2	1.00	195	4	1.20	290	7	1.40	380	10	1.60	520	15	1.70
5001~7000	95	1	0.87	130	2	1.00	200	4	1.20	290	7	1.50	410	11	1.70	575	17	1.90
7001~10000	95	1	0.88	130	2	1.10	230	5	1.40	325	8	1.50	440	12	1.70	645	19	1.90
100001~200000	95	1	0.88	165	3	1.20	265	6	1.40	355	9	1.60	500	14	1.80	730	22	2.00
200001~500000	95	1	0.88	165	3	1.20	295	7	1.50	380	10	1.70	590	17	2.00	870	26	2.10
500001~1000000	95	1	0.88	200	4	1.30	325	8	1.60	410	11	1.80	620	18	2.00	925	29	2.20

5. 保证每批群体品质的抽检

一般验收不常购买的产品，或产品即将出厂时的检验，都是以保证该批群体的品质为目的，所以这种情形需采用拒收水准（LTPD）计划。

消费者认为这种程度的不良群体，无论如何都不愿允收的不良率，称为拒收水准（Lot Tolerance Perccent Defective），以符号 LTPD 表示。

(1) LTPD 型抽检计划

LTPD 型抽检计划为提出检验的群体，在此不良率时被判断为合格的或然率 β 极

图表 3-33 DL 表 (LTPD=4.0%)

工程平均(%)	0.04			0.05-0.40			0.41-0.80			0.81-1.20			1.21-1.60			1.61-2.00		
	1回 n_1c_1	2回 $m_1n_1+n_1c_1$	ACQL (%)	1回 n_1c_1	2回 $m_1n_1+n_1c_1$	ACQL (%)	1回 n_1c_1	2回 $m_1n_1+n_1c_1$	ACQL (%)	1回 n_1c_1	2回 $m_1n_1+n_1c_1$	ACQL (%)	1回 n_1c_1	2回 $m_1n_1+n_1c_1$	ACQL (%)	1回 n_1c_1	2回 $m_1n_1+n_1c_1$	ACQL (%)
1-35	全数0	-	0	全数0	-	0	全数0	-	0	全数0	-	0	全数0	-	0	全数0	-	0
36-50	34 0	-	0.35	34 0	-	0.35	34 0	-	0.35	34 0	-	0.35	34 0	-	0.35	34 0	-	0.35
51-75	40 0	-	0.43	40 0	-	0.43	40 0	-	0.43	40 0	-	0.43	40 0	-	0.43	40 0	-	0.43
76-100	50 0	25 75	0.46	50 0	25 75	0.46	50 0	25 75	0.46	50 0	25 75	0.46	50 0	25 75	0.46	50 0	25 75	0.46
101-150	55 0	30 85	0.55	55 0	30 85	0.55	55 0	30 85	0.55	55 0	30 85	0.55	55 0	30 85	0.55	55 0	30 85	0.55
151-200	60 0	30 90	0.64	60 0	30 90	0.64	60 0	30 90	0.64	60 0	30 90	0.64	60 0	30 90	0.64	60 0	30 90	0.64
201-300	60 0	35 95	0.70	60 0	35 95	0.70	60 0	65 125	0.75	60 0	65 125	0.75	60 0	90 150	0.84	60 0	90 150	0.84
301-400	65 0	35 100	0.71	65 0	35 100	0.71	65 0	65 130	0.80	65 0	95 160	0.86	65 0	95 160	0.86	65 0	120 185	0.92
401-500	65 0	40 105	0.73	65 0	70 135	0.83	65 0	70 135	0.83	65 0	100 165	0.92	65 0	130 195	0.96	105 1	140 245	1.00
501-600	65 0	40 105	0.74	65 0	75 140	0.85	65 0	100 165	0.93	65 0	135 200	1.00	105 1	145 250	1.10	106 1	175 280	1.10
601-800	65 0	40 105	0.75	65 0	75 140	0.87	65 0	110 175	0.97	65 0	140 205	1.00	105 1	185 290	1.20	105 1	210 315	1.20
801-1000	70 0	40 110	0.76	65 0	75 140	0.90	70 0	105 175	0.98	110 1	155 265	1.20	110 1	210 320	1.20	145 2	230 375	1.30
1001-2000	70 0	40 110	0.78	70 0	80 150	0.94	70 0	145 215	1.10	110 1	195 305	1.30	150 2	240 390	1.5	180 3	295 475	1.60
2001-3000	70 0	80 150	0.95	70 0	115 185	1.10	70 0	180 250	1.20	110 1	260 370	1.40	185 3	305 409	1.60	220 4	410 630	1.70
3001-4000	70 0	80 150	0.96	70 0	115 185	1.10	110 1	175 285	1.30	150 2	255 405	1.50	185 3	340 525	1.60	285 6	465 750	1.80
4001-5000	70 0	80 150	0.97	70 0	115 185	1.10	70 0	80 150	0.94	70 0	145 215	1.60	185 3	395 580	1.70	285 6	520 805	1.90
5001-7000	70 0	80 150	0.98	70 0	115 185	1.10	115 1	205 320	1.40	150 2	320 470	1.60	185 3	435 620	1.70	320 7	585 905	2.00
7001-10000	70 0	80 150	0.98	70 0	150 220	1.20	115 1	205 320	1.40	150 2	325 475	1.70	220 4	460 680	1.90	320 7	645 965	2.10
10001-20000	70 0	80 150	0.98	70 0	150 220	1.20	115 1	235 350	1.50	150 2	355 505	1.70	220 4	495 715	2.00	350 8	790 1140	2.20
20001-50000	70 0	80 150	0.99	70 0	150 220	1.20	115 1	270 385	1.60	150 2	420 570	1.70	255 5	575 830	2.00	385 9	895 1280	2.30
50001-100000	70 0	80 150	0.99	70 0	185 225	1.30	115 1	300 415	1.70	150 2	450 600	1.80	255 5	665 920	2.10	415 10	985 1400	2.40

图表 3-34 SA 表 (AOQL=1.0%)

工程平均不良率	0~0.02			0.03~0.20			0.21~0.40			0.41~0.60			0.01~0.08			0.81~1.00		
群体大小	n	c	Pt (%)	n	c	Pt (%)	n	c	Pt (%)	n	c	Pt (%)	n	c	Pt (%)	n	c	Pt (%)
1~25	全数	0	—	全数	0	—	全数	0	—	全数	0	—	全数	0	—	全数	0	—
26~50	22	0	7.7	22	0	7.7	22	0	7.7	22	0	7.7	22	0	7.7	22	0	7.7
51~100	27	0	7.1	27	0	7.1	27	0	7.1	27	0	7.1	27	0	7.1	27	0	7.1
101~200	32	0	6.4	32	0	6.4	32	0	6.4	32	0	6.4	32	0	6.4	32	0	6.4
201~300	33	0	6.3	33	0	6.3	33	0	6.3	33	0	6.3	33	0	6.3	65	1	5.0
301~400	34	0	6.1	34	0	6.1	34	0	6.1	70	1	4.6	70	1	4.6	70	1	4.6
401~500	35	0	6.1	35	0	6.1	35	0	6.1	70	1	4.7	70	1	4.7	70	1	4.7
501~600	35	0	6.1	5	0	6.1	75	1	4.4	75	1	4.4	75	1	4.4	75	1	4.4
601~800	35	0	6.2	35	0	6.2	75	1	4.4	75	1	4.4	75	1	4.4	120	2	4.2
801~1000	35	0	6.3	35	0	6.3	80	1	4.4	80	1	4.4	80	1	4.4	80	1	4.4
1001~2000	36	0	6.2	80	1	4.5	80	1	4.5	130	2	4.0	130	2	4.0	180	3	3.7
2001~3000	36	0	6.2	80	1	4.6	80	1	4.6	130	2	4.0	185	3	3.0	235	4	3.3
3001~4000	36	0	6.2	80	1	4.7	135	2	3.9	135	2	3.9	185	3	3.6	295	5	3.1
4001~5000	36	0	6.2	85	1	4.6	135	2	3.9	190	3	3.5	245	4	3.2	300	5	3.1
5001~7000	37	0	6.1	85	1	4.6	135	2	3.9	190	3	3.5	305	5	3.0	420	7	2.8
7001~10000	37	0	6.2	85	1	4.6	135	2	3.9	245	4	3.2	310	5	3.0	430	7	2.7
100001~20000	85	1	4.6	135	2	3.9	195	3	3.4	250	4	3.2	435	9	2.7	635	10	2.4
200001~50000	85	1	4.6	135	2	3.9	255	4	3.1	380	6	2.8	575	7	2.5	990	15	2.1
500001~100000	85	1	4.6	135	2	3.9	255	4	3.1	445	7	2.6	790	12	2.3	1 520	22	1.9

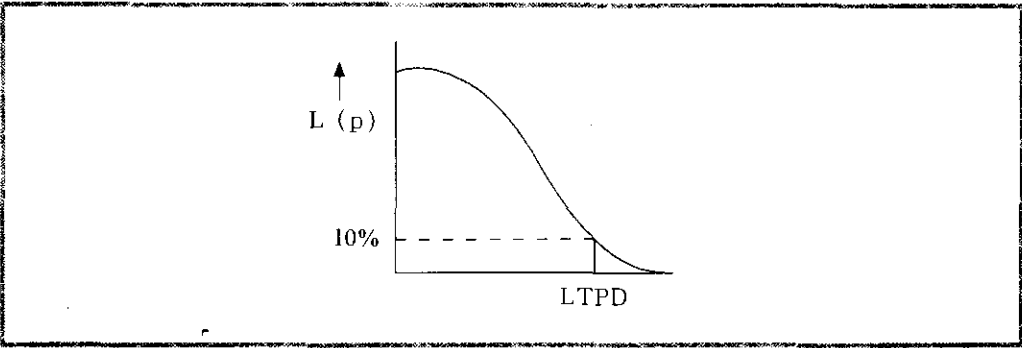
低。通常 $\beta = 10\%$ 。如图表 3-36。这 β 就是消费者冒险率，所以 LTPD 型计划比较顾及消费者的利益。例如 LTPD = 5%， $\beta = 10\%$ 时，乃欲使 5% 以上不良率的群体有 90% 的机会被判为不合格，如图表 3-37。不良率 5% 以上的群体很少被判为合格。

- (2) LTPD 型的抽检步骤，参阅图表 3-32、图表 3-33。
- ① 决定品质基准，明确检验群体的良品与不良品的基准。
 - ② 指定抽检方式：一次抽检或两次抽检。
 - ③ 从下列数值中，指定群体拒收水准 LTPD：

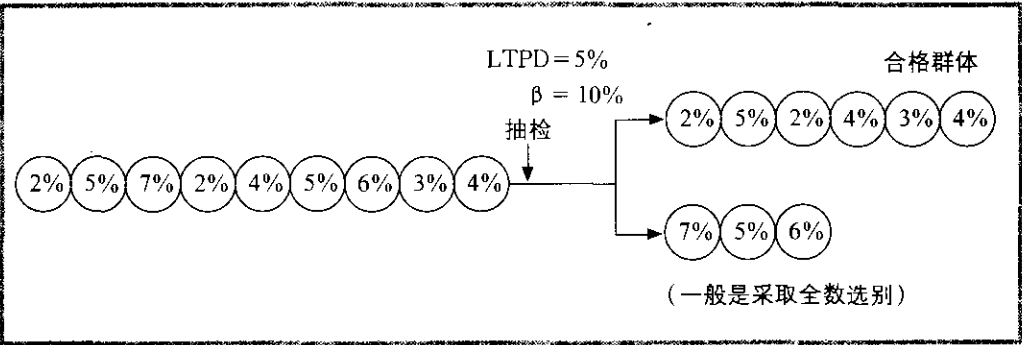
图表 3-35 DL 表 DA (AOQL = 1.0%)

工程平均 (%)	0-0.04			0.05-0.40			0.41-0.80			0.81-1.20			1.21-1.60			1.61-2.00		
	1 回 n_1c_1	2 回 $m_1n_1+n_1c_1$	Pt (%) $m_1n_1+n_1c_1$	1 回 n_1c_1	2 回 $m_1n_1+n_1c_1$	Pt (%) $m_1n_1+n_1c_1$	1 回 n_1c_1	2 回 $m_1n_1+n_1c_1$	Pt (%) $m_1n_1+n_1c_1$	1 回 n_1c_1	2 回 $m_1n_1+n_1c_1$	Pt (%) $m_1n_1+n_1c_1$	1 回 n_1c_1	2 回 $m_1n_1+n_1c_1$	Pt (%) $m_1n_1+n_1c_1$	1 回 n_1c_1	2 回 $m_1n_1+n_1c_1$	Pt (%) $m_1n_1+n_1c_1$
1-25	全数 0	-	-	全数 0	-	0	全数 0	-	0	全数 0	-	0	全数 0	-	0	全数 0	-	0
26-50	22 0	-	7.7	22 0	-	7.7	22 0	-	7.7	22 0	-	7.7	22 0	-	7.7	22 0	-	7.7
51-100	33 0	17 50	6.9	33 0	17 50	6.9	33 0	17 50	6.9	33 0	17 50	6.9	33 0	17 50	6.9	33 0	17 50	6.9
101-200	43 0	22 65	5.8	43 0	22 65	5.8	43 0	22 65	5.8	43 0	22 65	5.8	43 0	22 65	5.8	43 0	22 65	5.8
201-300	47 0	28 75	5.5	47 0	28 75	5.5	47 0	28 75	5.5	47 0	28 75	5.5	47 0	28 75	5.5	47 0	28 75	5.5
301-400	49 0	31 80	5.4	49 0	31 80	5.4	49 0	31 80	5.4	49 0	31 80	5.4	49 0	31 80	5.4	49 0	31 80	5.4
401-500	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4
501-600	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4	50 0	30 80	5.4
601-800	50 0	35 85	5.3	50 0	70 130	4.5	60 0	70 130	4.5	60 0	70 130	4.5	60 0	70 130	4.5	60 0	70 130	4.5
801-1000	50 0	30 85	5.2	50 0	75 135	4.4	60 0	75 135	4.4	60 0	75 135	4.4	60 0	75 135	4.4	60 0	75 135	4.4
1001-2000	55 0	35 90	5.1	65 0	75 140	4.3	75 0	120 195	3.8	80 0	165 245	3.7	135 1	200 335	3.3	140 1	245 385	3.2
2001-3000	65 0	85 145	4.2	65 0	80 145	4.2	75 0	125 200	3.7	80 0	170 250	3.6	150 1	265 415	3.0	215 2	355 570	2.8
3001-4000	70 0	80 150	4.1	65 0	80 150	4.1	80 0	175 225	3.5	85 0	220 308	3.3	160 1	330 490	2.8	225 2	455 680	2.7
4001-5000	70 0	80 150	4.1	70 0	80 150	4.1	80 0	180 260	3.4	145 1	225 370	3.1	225 2	375 600	2.7	240 2	595 835	2.5
5001-7000	70 0	80 150	4.1	70 0	125 200	3.7	80 0	180 260	3.4	155 1	285 440	2.9	235 2	440 675	2.6	310 3	665 975	2.4
7001-10000	70 0	80 150	4.1	70 0	125 205	3.6	85 0	180 265	3.3	165 1	355 520	2.7	250 2	585 835	2.4	385 4	785 1170	2.3
10001-20000	70 0	80 150	4.1	70 0	130 210	3.6	90 0	230 320	3.2	175 1	415 560	2.6	325 3	655 980	2.3	520 6	980 1500	2.2
20001-50000	75 0	80 155	4.0	70 0	135 215	3.6	95 0	300 395	2.9	250 2	490 740	2.4	340 3	910 1250	2.2	610 7	1410 2020	2.1
50001-100000	75 0	80 155	4.0	70 0	180 255	3.3	170 1	380 550	2.6	275 2	700 975	2.2	420 4	1050 1470	2.1	770 9	1850 2620	2.0

图表 3-36



图表 3-37 LTPD 型抽检计划的一例



LTPD (%):0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0, 10.0

④ 推定工程平均不良率 $\bar{p} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_k}{n_1 + n_2 + \cdots + n_k}$

⑤ 指定群体批的大小N。

⑥ 一次抽检时根据图表 3-31，二次抽检根据表图表 3-32 求抽检方式 (n, c)：

- 选取合乎所要的 LTPD 的适当的表；
- 在表上查出群体批大小 N 的行；
- 在表上查出工程平均不良率 \bar{p} 的列；

- 从 N 的行和 \bar{p} 的列的交点栏查出抽检方式。

⑦ 抽取样本。

⑧ 测定样本，判断群体合格或不合格。

但被判断不合格时，则把不合格群体作全数选别，所选出的不良品全数与良品交换后允收群体。

范例 3-8:

某电子厂为保证其每批出厂不良率小于 4.0%，规定如果出厂制品的不良率大于 4.0% 时，作全数选别后才出厂。试求能满足以上要求的选别型一次抽样检验方式（每批制品数量为 1 500 个，工程平均不良率 $\bar{p} = 0.5\%$ ）。

〔解〕

- 选图表 3-32
- 查出含有 $N = 1\ 500$ 的行（1 001 ~ 2 000）
- 查出含有 $\bar{p} = 0.5\%$ 的列（0.41 ~ 0.80）
- 从交点栏查出：165 3 1.1

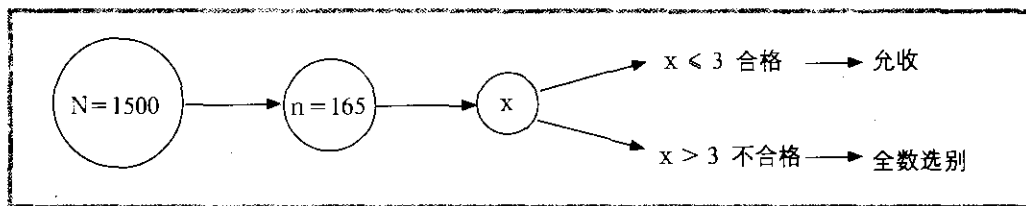
所以抽检方式为： $n = 165$ ， $C = 3$ 。

- 实施（参阅图表 3-38）

范例 3-9:

某自行车制造厂平均每月都需购入 $\frac{3}{8}$ " 螺母的数量及批数很多，通常这类制品都

图表 3-38



是自某家金属工厂购买,并指定供应厂必须保证每批产品不良率不超过4.0%,每次购买的数量大约在1 500个左右。

如果你是检查课长,请你设计一种合乎此种要求的选别型二次抽检方式(工程平均不良率 $\bar{p} = 0.5\%$)。

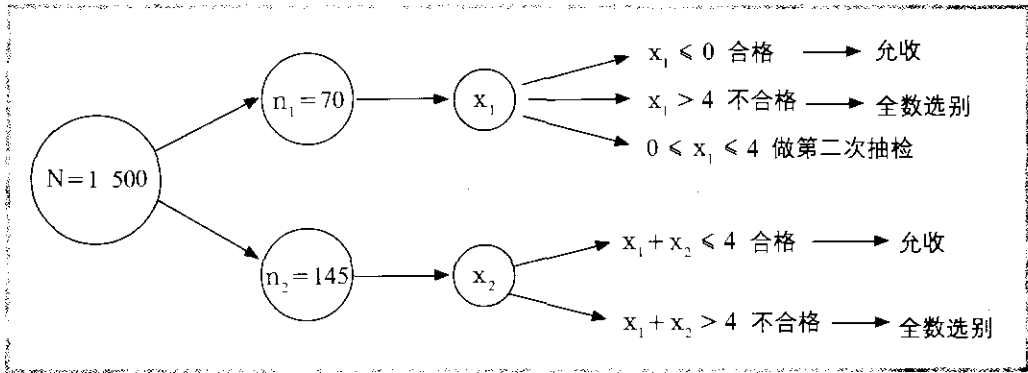
〔解〕

- 选图表 3-33
- 查出含有 $N = 1\,500$ 的行 (1 001 ~ 2 000)
- 查出含有 $p = 0.5\%$ 的列 (0.41 ~ 0.80)
- 从交点栏查出: 70 145 215 4 1.1

所以抽检方式为 $\begin{cases} n_1 = 70, C_1 = 0 \\ n_2 = 145, n_1 + n_2 = 215, C_2 = 4 \end{cases}$

- 实施 (参阅图表 3-39)

图表 3-39



6. 保证长期平均出厂品质的抽检

一般将与某供给者长期继续交易下去时,其检验则以保证长期所交制品的平均品质为主,这种情形需采用平均出厂品质界限(AOQL)计划。

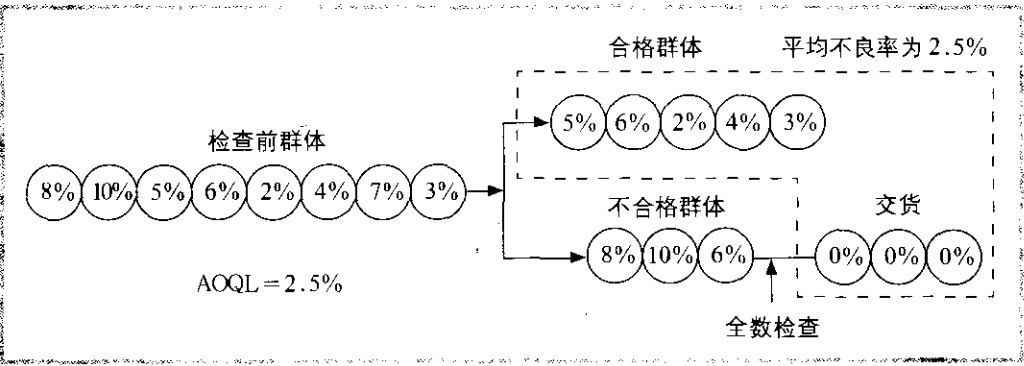
长期继续检验时，其所交群体批的平均品质 AOQ 的最大不良率，称为平均出厂品质界限 (Average Outgoing Quality Limit)，以符号 AOQL 表示。

(1) AOQL 型抽检计划

AOQL 型抽检计划为期望长期平均出厂品质应在 AOQL 值以下。

例如 $AOQL = 2.5\%$ 时，就是指欲使长期出厂的各批群体的平均不良率在 2.5% 以下。如图表 3-40。

图表 3-40 AOQL 型计划抽检一例



(2) AOQL 型的抽检步骤

参阅图表 3-34、图表 3-35。

① 决定品质基准，明确检验群体的良品与不良品的基准。

② 指定抽检方式：一次抽检或两次抽检。

③ 从下列数值指定平均出厂品质界限 AOQL：

AOQL (%) : 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0, 10.0。

④ 推定工程平均不良率 \bar{p} 。

⑤ 指定群体批的大小 N。

⑥ 一次抽检时根据图表 3-34, 双次抽检时根据图表 3-35 求抽检方式 (n, C):

- 选取符合所要求的 AOQL 的适当表;
- 在表上查出群体批大小 N 的行;
- 在表上查出工程平均不良率 \bar{p} 的列;
- 从 N 的行和 \bar{p} 的列的交点栏查出抽检方式。

⑦ 抽取样本;

⑧ 测定样本, 判断群体合格或不合格。

但被判断不合格时, 则把不合格群体作全数选别, 所选出不良品全数与良品交换后允收群体。

范例 3-10:

某厂入厂原料在使用时, 必须多批解包混合均匀后再行使用。混合后的不良率超过 1.0% 时, 则制程会发生异常。如不良率在 1.0% 以下时, 制程运转尚能顺利。今每批入厂原料有 1 500 包时, 试设计能满足以上要求的选别型一次抽检方式 (工程平均不良率 $\bar{p} = 0.5\%$)。

〔解〕

- 选图表 3-33
- 查出含有 $N = 1\ 500$ 的行 (1 001 ~ 2 000)
- 查出含有工程平均不良率 $\bar{p} = 0.5\%$ 的列 (0.41 ~ 0.60)
- 从 $N = 1\ 500$ 的行和 $\bar{p} = 0.5\%$ 的列的交点栏查出: 130, 2, 4.0

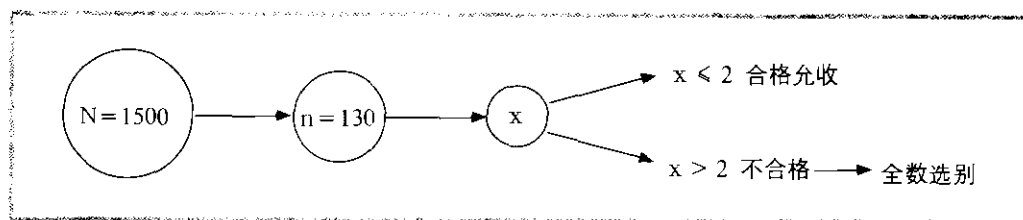
所以抽检方式为: $n = 130, C = 2$ 。

- 实施 (参阅图表 3-41)

范例 3-11:

某食品工厂, 其以往工程平均不良率 $\bar{p} = 0.5\%$, 每批出厂批量 $N = 1\ 500$, 在长期供应的情况下, 欲确保平均出厂品质小于 1.0%, 试求能合乎以上要求的选别型双

图表 3-41



次抽检方式。

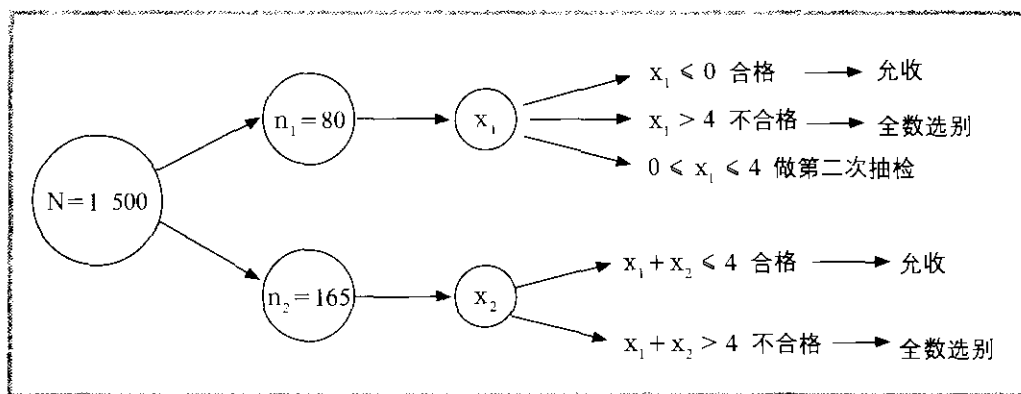
〔解〕

- 选图表 3-35
- 查出含有 $N = 1\ 500$ 的行
- 查出含有工程平均不良率 $p = 0.5\%$ 的列 ($0.41 \sim 0.60$)
- 从交点栏查出: 80, 0, 165, 245

所以抽检方式为: $n_1 = 80$, $C_1 = 0$; $n_2 = 165$, $C_2 = 4$ 。

- 实施 (参阅图表 3-42)

图表 3-42



7. LTPD 型及 AOQL 型的使用

(1) 检验后被判断合格的群体

如果要直接使用到下一工程或直接出厂时，因为必须保证每批群体的品质，所以需采用 LTPD 型抽检计划。

(2) 检验后被判断合格的群体

如果必须先进仓库，解开群体以后，进仓各批群体混合存放，有请求时才从仓库提出所需要的数量使用，那么只要仓库的制程品不良率保持在一定值以下就可以。所以须采用 AOQL 型抽检计划。但如果不解开群体，各批群体混合存放的话，仍须采用 LTPD 型抽检计划。

例如以 $LTPD = 5\%$ 作品质保证时，因为是抽样检验，所以必无法使不良率 5% 的群体全部判断为不合格，一定仍有一小部分会被判断为合格。这种 LTPD 水准的不良率群体会被判断为合格的或然率称为消费者冒险，以符号 β 表示。

虽指定 LTPD 及 β ，但同时有很多种的抽检方式可以满足这种条件。例如图表 3-43 的各种抽检方式都可以满足 $LTPD = 5\%$ 、 $\beta = 0.10$ 的品质保证。

图表 3-43 满足 $LTPD = 5\%$ 、 $\beta = 0.10$ 的抽检方式

样本大小(n)	合格判定个数 (C)
46	0
78	1
106	2
134	3
160	4
186	5
210	6
215	7

AOQL 型也是如此, 满足 $AOQL = 5\%$ 的抽检方式有很多种, 如图表 3-44, 所以要选择一种最适合的抽检方式。最为积极的方法是选择一种检验费用最经济的抽检方式。但检验费用随平均总检验件数而异, 而平均总检验件数又随工程平均不良率而改变。所以如果能事先管制工程平均不良率, 就能设计出一种检验费用最经济的抽检方式。Dodge-Roming 的抽检表就是以此设计而成者。

图表 3-44 满足 $AOQL = 5\%$ 、 $\beta = 0.10$ 的抽检方式

样本大小(n)	合格判定个数(C)	样本大小(n)	合格判定个数(C)
7	0	63	5
17	1	76	6
28	2	90	7
39	3	110	8

满足 $AOQL = 5\%$ 、 $\beta = 0.10$ 的抽检方式参阅图表 3-44。

(四) 调整型抽样检验

按过去抽样检验的成绩, 适当地调整抽样检验的抽检方式, 成绩不好的供给者所提出的群体, 改用严格检验, 而成绩好的供给者所提出的群体, 则改用减量检验, 如此一方面可以确保制品的品质, 另一方面又可以做到选择供给者及刺激供给者实施品质管理的效果。所以调整型抽样检验是在可以选择供给者时, 常被采用的一种抽样检验。

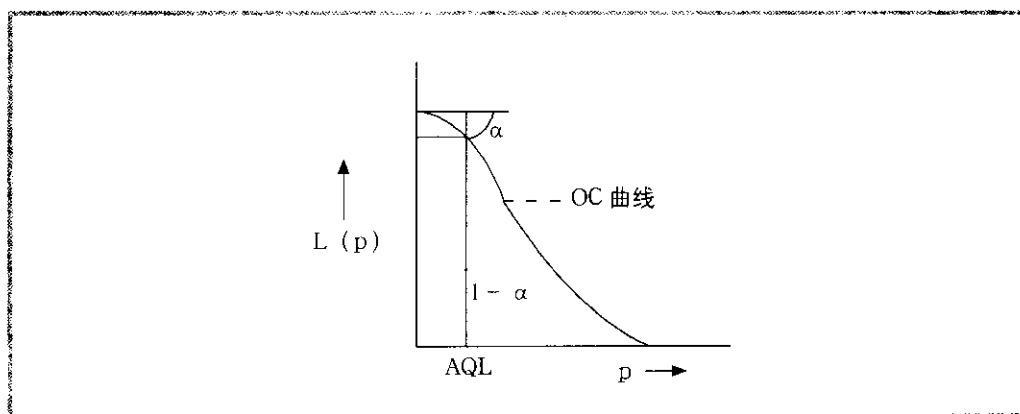
选择供给者或把供给者分成等级时, 一定要有一种品质标准, 而这种品质标准就是允收品质水准 AQL (Acceptable Quality Level)。

所谓允收品质水准即消费者认为这种程度的不良群体还可以接受的不良率的品质水准 (Acceptable Quality Level), 以符号 AQL 表示。

1. AQL 型抽检计划

AQL 型抽检计划的 AQL 值, 为提出检验的群体在此不良率下被判断为合格的或然率 $(1 - \alpha)$ 极高。通常 $\alpha = 5\%$, 如图表 3-45。 α 就是生产者冒险。

图表 3-45



例如 $AQL = 1\%$, 即生产者所提出产品的不良率若低于 1% 时, 可继续购买其产品, 但若高于 1% 时, 就不希望继续购置。而被认定是不良产品的生产者, 以后所提出检验的产品采用严格检验, 如果继续提出产品的不良率仍大于 1% 时, 不合格群体就愈来愈多, 终至解除契约。

● 一般来说适合采用 AQL 型抽检计划的情形列举如下:

- a. 向不同供给者连续购买同种制品时;
- b. 群体被判断不合格, 供给者所受损害大时;
- c. 合乎标准的群体尽可能希望允收时。

● 一般来说不适合采用 AQL 型抽检计划的情形列举如下:

- a. 有时候要购入或只有短期间要购入制品时;
- b. 群体被判断不合格, 供给者所受损害较少时;

c. 宁愿坏的群体尽量不合格, 也不愿好的群体尽量使其合格时。

针对这种抽检方式, 美国军部已于 1950 年制定 MIL - STD - 105A。

2. MIL - STD - 105的变迁

- 1949 年 2 月, 制定 JAN - STD - 105;
- 1950 年 9 月, 制定 MIL - STD - 105A, 作为陆海空三军共同的规格;
- 1955 年 4 月, 制定 MIL - STD - 105 A Appendix, 设定小样本的检验规格;
- 1958 年 12 月, 制定 MIL - STD - 105B (废止 105 A):
 - a. 105 A 与 Appendix 的内容综合成为一部;
 - b. 工程平均的推定采用精密式。
- 1961 年 7 月, 制定 MIL - STD - 105C (废止 105B):
 - a. 加上单独群体批的品质保证的规定;
 - b. 工程平均的推定采用概算式。
- 1963 年 4 月, 制定 MIL - STD - 105 D (废止 105 C):
 - a. 全面改变检验的严格性, 使之易于实施;
 - b. 改善两次抽样检验效率;
 - c. 全面制作各种数值表。

3. 适用范围

- 从多数的供给者连续购买比较大量的货品时;
- 群体批不合格, 供给者所受损害较大时;
- 尽可能希望良品合格时;
- 非破坏性检查时。

4. MIL - STD - 105D的抽检步骤

(1) 决定品质基准

明确规定检验单位的良品与不良品的基准或缺点的基准。

(2) 决定允收品质水准 AQL

① LAQL 值在 10.0 以下时, 可用不良率 (%) 或百单位缺点数表示; 超过 10.0 以上时, 则仅用百单位缺点数表示。

② AQL 值应在契约中指定。

③ 检验项目有两个项目以上时, 可指定不同的 AQL 值。

(3) 决定检验水准

① 检验水准是用以决定群体批大小及样本大小之间的关系, 如有特殊要求时, 应由负责当局指定。

② 检验水准有 I、II、III 3 级, 列入图表 3-47 供一般之用。通常均采用检验水准 II 级; 无需太高判断力时, 可采用检验水准 I 级; 需较高判断力时, 则可采用检验水准 III 级。

③ 其他还有 S-1、S-2、S-3、S-4 特殊水准, 这些适合较小样本而允许较大的冒险率时采用。

(4) 群体批的构成

尽可能地把均一性质的产品集在一起, 构成一群体批。例如相同形式、等级、种类、尺寸及成分, 在相同情况与相同时间下所制成的制品。

(5) 求样本代字

用样本代字代表样本的大小。可由图表 3-46 查出某一群体批量及指定检验水准的样本代字。

(6) 决定抽检形式

一次抽样检验、二次抽样检验、多次抽样检验分别列入图表 3-47 (A)、图表 3-

图表 3-46 样本大小的代字

批 量	特殊检验水准				一般检验水准		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 ~ 8	A	A	A	A	A	A	B
9 ~ 15	A	A	A	A	A	B	C
16 ~ 25	A	A	B	B	B	C	D
26 ~ 50	A	B	B	C	C	D	E
51 ~ 90	B	B	C	C	D	F	F
91 ~ 150	B	B	C	D	D	F	G
151 ~ 280	B	C	D	E	E	G	H
281 ~ 500	B	C	D	E	F	H	J
501 ~ 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 ~ 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 ~ 10 000	C	D	F	G	I	L	M
10 001 ~ 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 ~ 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 ~ 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 以上	D	E	H	K	N	Q	R

47 (B)、图表 3-47 (C)、图表 3-48、图表 3-49, 可使用任何一种形式。

决定 AQL 值及样本代字后, 可以求出数种抽检形式。通常是根据管理的难易与平均样本大小之间的比较, 以决定抽检形式。

(7) 决定检验的严格性

① 开始检验时都使用正常检验 (除非负责当局另有特别指示)

② 正常检验 → 严格检验

实施正常检验时, 提出检验的连续 5 群体批中, 有 2 批被拒收时, 则由正常检验改用严格检验。

③ 严格检验 → 正常检验

实施严格检验时, 如提出检验的连续 5 群体批全部都被允收时, 则由严格检验改用正常检验。

图表 3-47 (A)

[illegible]

图 表 3-47 (B) “MIL-105D” 严格检验 (单次)

[illegible]

图 表 3-47(C) “MIL-105D” 减量检验 (单次)

[illegible]

图表 3-48 双次抽检方式 (正常)

样本代字	样 本	样本大小	样本累计	允收水准 (AQL)											
				0.010	0.015	0.025	0.045	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
B	第1	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	第2	2	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
C	第1	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	第2	3	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
D	第1	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	第2	5	10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
E	第1	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	第2	8	16	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	
F	第1	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	第2	13	26	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	
G	第1	20	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	第2	20	40	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	
H	第1	32	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 2	
	第2	32	64	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	1 2	
I	第1	50	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 2	0 3	
	第2	50	100	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	1 2	3 4	
J	第1	80	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 2	0 3	1 4	
	第2	80	160	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	1 2	3 4	4 5	
K	第1	125	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	
	第2	125	250	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	1 2	3 4	4 5	6 7	
M	第1	200	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	
	第2	200	400	↓	↓	↓	*	↑	↓	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	
N	第1	315	315	↓	↓	↓	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	
	第2	315	630	↓	↓	*	↑	↓	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	
P	第1	500	500	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	
	第2	500	1 000	↓	*	↑	↓	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	
Q	第1	800	800	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	
	第2	800	1 600	*	↑	↓	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	
R	第1	1 250	1 250	↑	↑	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	
	第2	1 250	2 500	↑	↑	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	↑	

图表 3-49 正常多次抽检方式

样本代字	样本	样本大小	样本累计	允收水准 (AQL)											
				0.010	0.015	0.025	0.045	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
K	第 1	32	32									≠ 2	≠ 2	≠ 3	
	第 2	32	64									≠ 2	0 3	0 3	
	第 3	32	96									0 2	0 3	1 4	
	第 4	32	128						*			0 3	1 4	2 5	
	第 5	32	160									1 3	2 4	3 6	
	第 6	32	192									1 3	3 5	4 6	
	第 7	32	224									2 3	4 5	6 7	
L	第 1	50	50									≠ 2	≠ 2	≠ 3	≠ 4
	第 2	50	100									≠ 2	0 3	0 3	1 5
	第 3	50	150									0 2	0 3	1 4	2 6
	第 4	50	200					*				0 3	1 4	2 5	3 7
	第 5	50	250									1 3	2 4	3 6	5 8
	第 6	50	300									1 3	3 5	4 6	7 9
	第 7	50	350									2 3	4 5	6 7	9 10
M	第 1	80	80									≠ 2	≠ 2	≠ 3	≠ 4
	第 2	80	1 000									≠ 2	0 3	0 3	1 5
	第 3	80	1 500									0 2	0 3	1 4	2 6
	第 4	80	2 000				*					0 3	1 4	2 5	3 7
	第 5	80	2 500									1 3	2 4	3 6	5 8
	第 6	80	3 000									1 3	3 5	4 6	7 9
	第 7	80	3 500									2 3	4 5	6 7	9 10
N	第 1	125	125									≠ 2	≠ 2	≠ 3	≠ 4
	第 2	125	250									≠ 2	0 3	0 3	1 5
	第 3	125	375									0 2	0 3	1 4	2 6
	第 4	125	500			*						0 3	1 4	2 5	3 7
	第 5	125	625									1 3	2 4	3 6	5 8
	第 6	125	750									1 3	3 5	4 6	7 9
	第 7	125	875									2 3	4 5	6 7	9 10
P	第 1	200	200									≠ 2	≠ 2	≠ 3	≠ 4
	第 2	200	400									≠ 2	0 3	0 3	1 5
	第 3	200	600									0 2	0 3	1 4	2 6
	第 4	200	800		*							0 3	1 4	2 5	3 7
	第 5	200	1 000									1 3	2 4	3 6	5 8
	第 6	200	1 200									1 3	3 5	4 6	7 9
	第 7	200	1 400									2 3	4 5	6 7	9 10
Q	第 1	315	315									≠ 2	≠ 2	≠ 3	≠ 4
	第 2	315	630									≠ 2	0 3	0 3	1 5
	第 3	315	945									0 2	0 3	1 4	2 6
	第 4	315	1 260	*								0 3	1 4	2 5	3 7
	第 5	315	1 575									1 3	2 4	3 6	5 8
	第 6	315	1 890									1 3	3 5	4 6	7 9
	第 7	315	2 205									2 3	4 5	6 7	9 10
R	第 1	500	500									≠ 2	≠ 2	≠ 3	≠ 4
	第 2	500	1 000									≠ 2	0 3	0 3	1 5
	第 3	500	1 500									0 2	0 3	1 4	2 6
	第 4	500	2 000									0 3	1 4	2 5	3 7
	第 5	500	2 500									1 3	2 4	3 6	5 8
	第 6	500	3 000									1 3	3 5	4 6	7 9
	第 7	500	3 500									2 3	4 5	6 7	9 10

注：* 表示第一次抽检方式，* 为第二次抽检合格判定标准。

图表 3-50 减量检验的限界个数

出處を10分位 にわけて表示		気象要素 (AQEL)																															
		0.010	0.015	0.025	0.045	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000						
		Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg	Ar	Rg						
20	29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	8	14	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	3	7	13	22	36	57	105	173	301	490	777	1 231	2 000	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	7	14	25	40	63	100	150	250	400	650	1 000	1 500	2 200	3 000	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	22	40	68	105	153	223	343	493	673	893	1 153	1 453	1 793	2 173	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	42	68	105	153	223	343	493	673	893	1 153	1 453	1 793	2 173	2 593	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	69	110	169	249	369	519	699	919	1 179	1 479	1 819	2 219	2 659	3 199	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	115	181	281	411	571	761	991	1 281	1 671	2 171	2 791	3 531	4 391	5 391	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	180	281	411	571	761	991	1 281	1 671	2 171	2 791	3 531	4 391	5 391	6 491	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	281	411	571	761	991	1 281	1 671	2 171	2 791	3 531	4 391	5 391	6 491	7 691	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	411	571	761	991	1 281	1 671	2 171	2 791	3 531	4 391	5 391	6 491	7 691	8 891	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	667	1 057	1 557	2 257	3 257	4 557	6 157	8 057	10 257	12 757	15 657	18 957	22 657	26 957	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1 057	1 557	2 257	3 257	4 557	6 157	8 057	10 257	12 757	15 657	18 957	22 657	26 957	31 257	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1 671	2 593	3 893	5 593	7 793	10 793	14 793	19 793	25 793	32 793	40 793	50 793	62 793	77 793	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2 593	3 893	5 593	7 793	10 793	14 793	19 793	25 793	32 793	40 793	50 793	62 793	77 793	94 793	114 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	3 893	5 593	7 793	10 793	14 793	19 793	25 793	32 793	40 793	50 793	62 793	77 793	94 793	114 793	139 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	5 593	7 793	10 793	14 793	19 793	25 793	32 793	40 793	50 793	62 793	77 793	94 793	114 793	139 793	169 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	8 893	10 793	14 793	19 793	25 793	32 793	40 793	50 793	62 793	77 793	94 793	114 793	139 793	169 793	199 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	12 793	14 793	19 793	25 793	32 793	40 793	50 793	62 793	77 793	94 793	114 793	139 793	169 793	199 793	229 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	18 957	22 657	31 257	38 957	49 793	62 793	77 793	94 793	114 793	139 793	169 793	199 793	229 793	259 793	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	28 957	35 357	47 793	59 793	75 793	94 793	114 793	139 793	169 793	199 793	229 793	259 793	289 793	319 793	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	40 793	49 793	62 793	77 793	94 793	114 793	139 793	169 793	199 793	229 793	259 793	289 793	319 793	349 793	
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	55 793	67 793	85 793	105 793	131 793	161 793	195 793	233 793	275 793	321 793	371 793	425 793	483 793	545 793	611 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	77 793	94 793	119 793	147 793	179 793	215 793	255 793	299 793	347 793	399 793	455 793	515 793	579 793	647 793	719 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	107 793	131 793	161 793	195 793	233 793	275 793	321 793	371 793	425 793	483 793	545 793	611 793	681 793	755 793	833 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	147 793	179 793	215 793	255 793	299 793	347 793	399 793	455 793	515 793	579 793	647 793	719 793	795 793	875 793	959 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	199 793	243 793	291 793	343 793	399 793	455 793	515 793	579 793	647 793	719 793	795 793	875 793	959 793	1 047 793	1 139 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	263 793	319 793	379 793	443 793	511 793	583 793	659 793	739 793	823 793	911 793	1 003 793	1 099 793	1 199 793	1 303 793	1 411 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	339 793	407 793	481 793	559 793	641 793	727 793	817 793	911 793	1 009 793	1 111 793	1 217 793	1 327 793	1 441 793	1 559 793	1 681 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	427 793	507 793	593 793	683 793	777 793	875 793	977 793	1 083 793	1 193 793	1 307 793	1 425 793	1 547 793	1 673 793	1 803 793	1 937 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	527 793	619 793	717 793	819 793	925 793	1 035 793	1 149 793	1 267 793	1 389 793	1 515 793	1 645 793	1 779 793	1 917 793	2 059 793	2 205 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	639 793	743 793	853 793	967 793	1 085 793	1 207 793	1 333 793	1 463 793	1 597 793	1 735 793	1 877 793	2 023 793	2 173 793	2 327 793	2 485 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	763 793	879 793	999 793	1 123 793	1 251 793	1 383 793	1 519 793	1 659 793	1 803 793	1 951 793	2 103 793	2 259 793	2 419 793	2 583 793	2 751 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	907 793	1 035 793	1 167 793	1 303 793	1 443 793	1 587 793	1 735 793	1 887 793	2 043 793	2 203 793	2 367 793	2 535 793	2 707 793	2 883 793	3 063 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1 071 793	1 211 793	1 355 793	1 503 793	1 655 793	1 811 793	1 971 793	2 135 793	2 303 793	2 475 793	2 651 793	2 831 793	3 015 793	3 203 793	3 395 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1 255 793	1 407 793	1 563 793	1 723 793	1 887 793	2 055 793	2 227 793	2 403 793	2 583 793	2 767 793	2 955 793	3 147 793	3 343 793	3 543 793	3 747 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1 459 793	1 623 793	1 791 793	1 963 793	2 139 793	2 319 793	2 503 793	2 691 793	2 883 793	3 079 793	3 279 793	3 483 793	3 691 793	3 903 793	4 119 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1 693 793	1 867 793	2 045 793	2 227 793	2 413 793	2 603 793	2 797 793	2 995 793	3 197 793	3 403 793	3 613 793	3 827 793	4 045 793	4 267 793	4 493 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1 957 793	2 143 793	2 333 793	2 527 793	2 725 793	2 927 793	3 133 793	3 343 793	3 557 793	3 775 793	3 997 793	4 223 793	4 453 793	4 687 793	4 925 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2 251 793	2 447 793	2 647 793	2 851 793	3 059 793	3 271 793	3 487 793	3 707 793	3 931 793	4 159 793	4 391 793	4 627 793	4 867 793	5 111 793	5 359 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2 575 793	2 781 793	2 991 793	3 205 793	3 423 793	3 645 793	3 871 793	4 101 793	4 335 793	4 573 793	4 815 793	5 061 793	5 311 793	5 565 793	5 823 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2 939 793	3 155 793	3 375 793	3 599 793	3 827 793	4 059 793	4 295 793	4 535 793	4 779 793	5 027 793	5 279 793	5 535 793	5 795 793	6 059 793	6 327 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	3 343 793	3 569 793	3 799 793	4 033 793	4 271 793	4 513 793	4 759 793	5 009 793	5 263 793	5 521 793	5 783 793	6 049 793	6 319 793	6 593 793	6 871 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	3 787 793	4 023 793	4 263 793	4 507 793	4 755 793	5 007 793	5 263 793	5 523 793	5 787 793	6 055 793	6 327 793	6 603 793	6 883 793	7 167 793	7 455 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	4 271 793	4 517 793	4 767 793	5 021 793	5 279 793	5 541 793	5 807 793	6 077 793	6 351 793	6 629 793	6 911 793	7 197 793	7 487 793	7 781 793	8 079 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	4 795 793	5 051 793	5 311 793	5 575 793	5 843 793	6 115 793	6 391 793	6 671 793	6 955 793	7 243 793	7 535 793	7 831 793	8 131 793	8 435 793	8 743 793
30	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	5 359 793	5 625 793	5 895 793	6 1											

④ 正常检验→减量检验

实施正常检验时，如符合下列各条件，则可由正常检验改用减量检验：

- 在最近 10 批群体里，并无被判为拒收者；
- 在最近 10 批群体所抽取的样本中，其不良品（或缺点数）的总和不超过图表 3-50 所定的数目者；

- 生产状态很安定时；
- 负责当局认为可以适用减量检验者。

⑤ 减量检验→正常检验

实施减量检验如发生下列任何情形时，则改用正常检验：

- 任何一群体批被拒收时；
- 如果不能达到允收或拒收水准时，虽可允收该批群体，但下一批群体则改用正常检验；
- 生产有不规则或停滞情形发生时。

⑥ 检验的中止

如果连续 10 群体批都必须实施严格检验时，则应中止检验以待其品质改善。

(8) 查出抽检方式

- ① 由以上各条件选取适当的表；
- ② 在表上查出包括所指定的样本代字的行；
- ③ 在表上查出所指定的 AQL 的列；
- ④ 由样本代字的行和 AQL 的列的交点栏，查出合格判定个数 A_c 及不合格判定个数 R_e 。由样本代字的行与样本大小的列的交点栏查出样本数 n 。

(9) 抽取样本

- (10) 测定样本，判断群体批是允收或拒收

范例 3-12:

某自行车制造厂平均每月都须购入 $\frac{3}{8}$ 英寸螺母的数量及批数很多, 通常这类制品都是从多家卫星工厂购买, 并规定供应厂必须保证每批产品的不良率必须在 0.4% 以下, 每次购买的数量大约在 6 000 个左右。

如果这次所购入的卫星工厂是第一次交易, 请设计一种能适合此种要求的抽检形态及抽检方式。

〔解〕

- 因有许多家工厂供应, 又可以选择工厂, 故应采用调整型抽样检验;
- 因为是第一次交易, 故采用正常检验;
- 因无特别要求, 故采用检验水准 II 及单次抽检形式;
- 由图表 3-46 查出含有 $N = 6\ 000$ 的行 (3 201 ~ 10 000) 与含有检验的水准 II 的交点栏里的样本代字 L;
- 查图表 3-47 (A);
- 查出含有代字 L 的行, 可得样本大小为 200;
- 查出含有 $AQL = 0.4\%$ 的列;
- 从样本大小 200 和 $AQL = 0.4\%$ 的列的交点栏里查出: 2 3
- 所以抽检方式为 $n = 200, c = 2$ 。

范例 3-13:

某电子工厂, 其某一零件由国内多家厂商所供应, 供应厂家对其产品不良率必须保证在 0.4% 以下, 否则可以退货, 采取更严格的检验或停止交易。此外, 每次购买的数量约在 5 000 个左右。

今某供应厂, 本月所交易 (采用正常检验) 的连续 5 批中已发现有 2 批被拒收, 请设计一个适合此要求的抽检形态及抽检方式。

〔解〕

- 因有多家工厂供应，又可以选择工厂，故应采用调整型抽样检验；
- 因无特别要求，但希望样本数能稍少，故决定采用检验水准；
- 但因过去连续5批中已发现有2批不合格，故以后应采用严格检验；
- 由图表3-47查出含有 $N = 5\,000$ 的行（3 201 ~ 10 000）与含有检验水准的J列的交点栏里的样本代号J；
- 查阅图表3-48（B）；
- 查出含有字J的行；
- 查出含有 $AQL = 0.4\%$ 的列；
- 从字J的行和 $AQL = 0.4\%$ 的列的交点栏里查出1，所以采取下栏：1，2；
- 得抽检方式为（ $n = 200$ ， $c = 1$ ）

（五）连续生产型抽样检验

流水线作业下，除非已经生产了一大批产品，否则是无法采用前面各节所述的各种抽样检验的。为针对这种连续生产出来的产品所研究出来的一种抽样检验，称为连续生产型抽样检验。

连续生产型抽样检验常被利用以检验由输送带生产方式所产出产品的中途检验，或制造成品在制成以后，立刻需要包装时的最终检验。

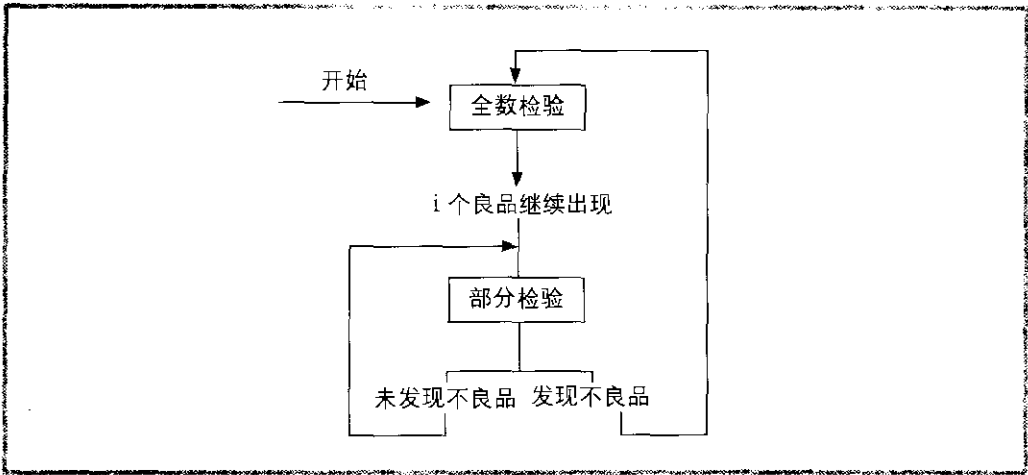
连续生产型抽样检验最初所发表的是H.F.Dodge的CSP-1（1943年）。1957年，日本根据CSP-1制定了JIS Z 9008计数值连续生产型抽样检验。以下对JIS Z 9008作一介绍。

1. 实施步骤

- （1）首先做全数检验，依品质基准检查良品与不良品。

- (2) 除非 i 个良品连续出现，否则继续作全数检验。
- (3) 如果 i 个良品连续出现，则从下一个检验单位开始为部分检验。即每跳 $\frac{1}{f}$ 个抽取 1 个检验 (f : 连续抽样时没有固定的批量，所以无固定的样本数，样本数通常以连续制品的百分数“ f ”表示)。
- (4) 部分检验，发未发现不良品时，则继续作部分检验。
- (5) 部分检验，如发现有任何一个不良品时，则中止部分检验，改用全数检验。
- (6) 如此继续检验至群体批全部检验完为止 (参阅图表 3-51)。

图表 3-51 JIS Z 9008 的实施步骤



2. 抽检步骤

- (1) 指定 AOQL
- (2) 决定检验中途所发现的不良品，是否去除或与良品交换
- (3) 推定工程平均不良率 \bar{p}

工程稳定而且知道其工程平均不良率 \bar{p} 时，可用 \bar{p} 作为检验期间的工程平均。
或调查最近所生产产品的品质，由下面公式计算工程平均：



$$\bar{p}(\%) = \frac{\text{不良个数}}{\text{检验单位总数}} \times 100$$

(4) 决定 $\frac{1}{f}$ 以下式求品质改善指数 b

$$b = \frac{\bar{p}}{\text{AOQL}}$$

根据 b, 由图表 3-52 查出 $\frac{1}{f}$ 。

图表 3-52

b	1.52	1.52	1.61	1.70	1.83	1.96	2.12	2.31	2.51	2.89	3.75
		1.61	1.70	1.83	1.96	2.12	2.31	2.51	2.89	3.75	以上
	未滿	未滿	未滿	未滿	未滿	未滿	未滿	未滿	未滿	未滿	
$\frac{1}{f}$	50	30	20	15	10	8	6	5	4	3	2

(5) 决定连续良品数 i

- 在图表 3-53 (A) 或图表 3-53 (B) 中查出包括所指定的 AOQL 的行;
- 在图表 3-53 (A) 或图表 3-53 (B) 中查出包括所指定的 $\frac{1}{f}$ 的列;
- 在 AOQL 的行和 $\frac{1}{f}$ 的列的交点栏上查出连续良品数 i。

范例 3-14:

某电子工厂以输送带方式制造某电子零件, 制造课长希望能在线上设置一检查站, 保证平均出厂品质 (AOQL) 在 1% 以下。试问如果你是这位制造课长, 将设计怎样的抽样检验 (工程平均不良率 $\bar{p} = 1.6\%$) ?

〔解〕

题目: $\bar{p} = 1.6\%$

AOQL = 1%

想法: 输送带连续生产, 欲在生产线上设检查站保证平均出厂品质, 是无法采用

前述的规范，选别、调整等抽检方式的，必须采用连续生产型抽样检验。

作法：

- 依题意求 b

$$b = \frac{\bar{p}}{AOQL} = \frac{1.6\%}{1\%} = 1.6$$

- 查 JIS Z 9008 图表 3-51 求 $\frac{1}{f} = 30$

- 依 $\frac{1}{f}$ 与 AOQL 值求连续良品数 i

(不良品与良品交换时) 查 JIS Z 9008 图表 3-53 (A)，得 $i = 285$ ；

(除去不良品时) 查 JIS Z 9008 图表 3-53 (B)，得 $i = 285$ 。

实施方法：采用 $\frac{1}{f} = 30$ 、 $i = 285$ 连续生产型抽样检验来保证其电子零件平均出厂品质在 1% 以下。

图表 3-53 (A) 求连续良品数 i 的表 (不良品需与良品交换时)

AOQL% 的范围	1 / f										
	2	3	4	5	6	8	10	15	20	30	50
0.10 ~ 0.16 未滿	280	470	610	720	820	980	1 100	1 350	1 530	1 790	2 140
0.16 ~ 0.25 未滿	175	290	380	450	510	610	690	840	960	1 120	1 340
0.25 ~ 0.40 未滿	115	185	245	290	330	390	440	540	610	720	860
0.40 ~ 0.63 未滿	69	120	255	180	205	245	275	340	380	450	540
0.63 ~ 1.00 未滿	44	73	95	115	130	155	175	215	245	285	340
1.00 ~ 1.60 未滿	28	46	60	71	81	97	110	135	155	180	215
1.60 ~ 2.50 未滿	17	29	37	44	50	60	68	83	94	115	135
2.50 ~ 4.00 未滿	11	18	24	28	32	38	43	53	60	71	84
4.00 ~ 6.30 未滿	7	11	15	17	20	24	27	33	37	44	52
6.30 ~ 10.0 未滿	4	7	9	11	12	15	17	21	23	27	33

图表 3-53 (B) 求连续良品数 i 的表 (不良品需除去时)

AOQL% 的范围	i / I										
	2	3	4	5	6	8	10	15	20	30	50
0.10 ~ 0.16 未滿	280	470	610	720	820	980	1 100	1 350	1 530	1 790	2 140
0.16 ~ 0.25 未滿	175	290	380	450	510	610	690	840	960	1 120	1 340
0.25 ~ 0.40 未滿	115	185	245	290	330	390	440	540	610	720	860
0.40 ~ 0.63 未滿	70	120	255	180	205	245	275	340	380	450	540
0.63 ~ 1.00 未滿	45	74	96	115	130	155	175	215	245	285	340
1.00 ~ 1.60 未滿	29	47	61	72	82	98	110	135	155	180	215
1.60 ~ 2.50 未滿	18	30	38	45	51	61	69	84	95	115	135
2.50 ~ 4.00 未滿	12	19	25	29	33	39	44	54	61	72	85
4.00 ~ 6.30 未滿	8	12	16	18	21	25	28	34	38	45	53
6.30 ~ 10.0 未滿	5	8	10	12	13	16	18	22	24	28	34

(六) 逐次抽样检验

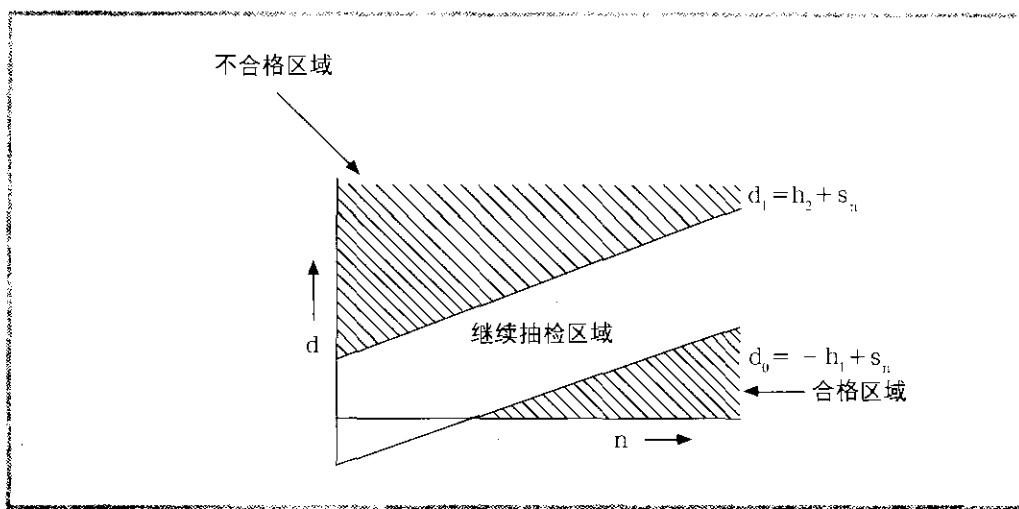
逐次抽样检验是充分考虑检验费用，以抽取少量的样本，即能获得同一品质保证的一种抽样检验法。其特点为：

- 非检验終了，不能知道检验样本数；
- 平均检验个数较其他抽检方式为少。

1. 实施方法

逐次抽样检验是利用事先设计好的逐次抽检图如图表 3-54 内分为合格、不合格及继续抽检的三区域，绘于方格纸上。实施抽样检验时，每次从群体里随机抽取一个样本，每抽取一个样本时，就判断是良品或不良品，把判断结果立刻打点到逐次抽检图上。如所绘点进入合格区域，即判断此提出检验的群体批合格并可允收。如果进入不合格区域，即判断此群体批是合格还是不合格，直到全数检验完毕而成为全数选别。

图表 3-54 逐次抽检图



2. 合格判断线及不合格判断线的求法

设定：

样本大小为 n ；

检验 n 个样本里含有不良品的数为 d ；

允收水准为 p_0 ；

拒收水准为 p_1 ；

生产者冒险为 α ；

消费者冒险为 β 。

则：

$$a = \log \frac{1 - \beta}{\alpha}$$

$$b = \log \frac{1 - \alpha}{\beta} = -\log \frac{\beta}{1 - \alpha}$$

$$g_1 = \log \frac{P_1}{P_0}$$

$$g_2 = \log \frac{1 - P_0}{1 - P_1} = - \log \frac{1 - P_1}{1 - P_0}$$

$$h_1 = \frac{b}{g_1 + g_2}$$

$$h_2 = \frac{a}{g_1 + g_2}$$

$$s = \frac{g_2}{g_1 + g_2}$$

则逐次抽检所必要的合格判断线及不合格判断线为：

$$\text{合格判断线 } d_0 = -h_1 + sn$$

$$\text{不合格判断线 } d_1 = h_2 + sn$$

如果横轴为样本数 n ，纵轴为累计不良个数 d ，以图表示可得图表 3-54。

范例 3-15：

塑胶工厂所使用的纸袋由乙厂供应，经双方协定，允收水准 $P_0 = 0.5\%$ 。由使用单位主管指定拒收水准 $P_1 = 5\%$ ， $\alpha = 5\%$ ， $\beta = 10\%$ ，试求逐次抽检方式，并加以说明。

〔解〕

$$g_1 = \log \frac{P_1}{P_0} = \log \frac{0.05}{0.005} = 1.000$$

$$g_2 = \log \frac{1 - P_0}{1 - P_1} = \log \frac{1 - 0.005}{1 - 0.05} = \log \frac{0.995}{0.95} = -0.02011$$

$$a = \log \frac{1 - \beta}{\alpha} = \log \frac{1 - 0.10}{0.05} = \log \frac{0.90}{0.05} = 1.25527$$

$$b = \log \frac{1 - \alpha}{\beta} = \log \frac{1 - 0.05}{0.10} = \log \frac{0.95}{0.10} = 0.97772$$

$$\therefore h_1 = \frac{b}{g_1 + g_2} = \frac{0.97772}{1 + 0.02011} = \frac{0.97772}{1.02011} = 0.95845$$

$$h_2 = \frac{a}{g_1 + g_2} = \frac{1.25527}{1.02011} = 1.23052$$

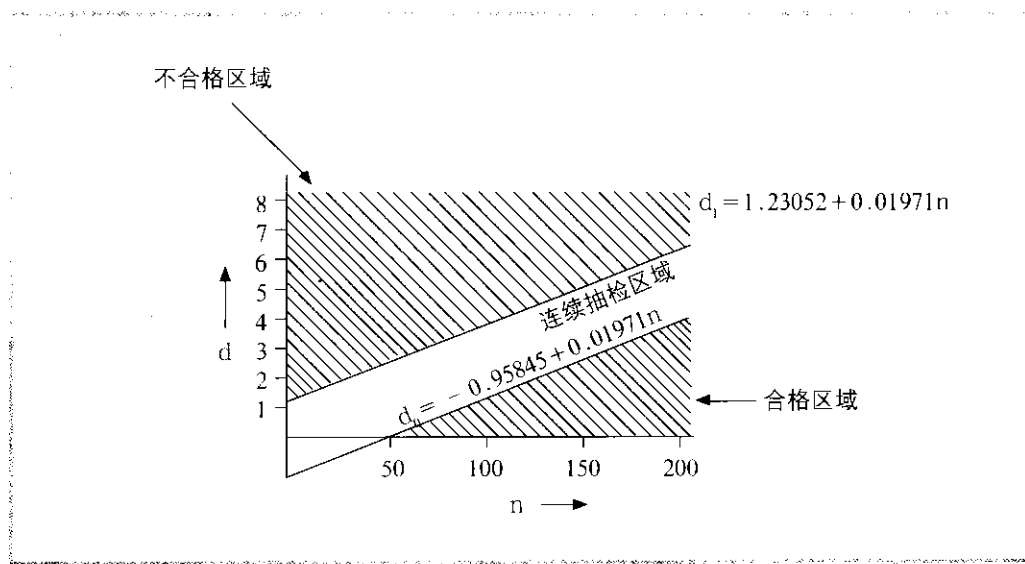
$$a = \frac{g_2}{g_1 + g_2} = \frac{0.02011}{1.02011} = 0.01971$$

故合格线为 $d_0 = -0.95845 + 0.01971n$

不合格判断线 $d_1 = 1.23052 + 0.01971n$

针对此抽检方式，取横轴为样本数 n ，纵轴为累计不良个数 d ，则可以表示如图表 3-55。

图表 3-55



三、计量值抽样检验

前面所述的都是以计数值的想法判断群体合格或不合格，这种做法所得的情报很少，如果希望很有效地把握群体良否的程度时，就唯有以计量值的想法来判断群体，才能得到适当的情报。

一般计量抽样检验时，都假定制品的品质特性属于常态分配。

(一) 计量值的分配

我们知道计量值所出现的数值是连续数值，所以其母集团的分配是属于连续分配，而这种分配里，最重要的分配是常态分配。

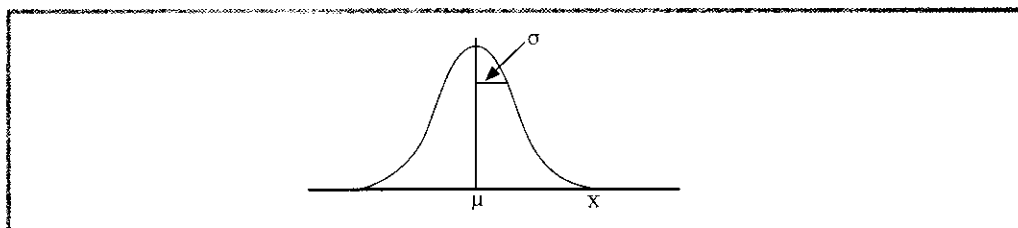
1. 常态分配(Normal Distribution)

在管制状态下，以同样群体、同样抽样法、同样测定法反复抽取测定时，大概可得到中央较高，两端渐渐低下成拖尾、钟铃状的分配如图表 3-56，其分配的或然率密度 (Probability Density) 为：

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

$$e = 2.718$$

图表 3-56



这种分配称为平均值 μ 、标准差 σ 的常态分配，一般简写为 $N(\mu, \sigma^2)$ 。

计量值的分配一般都属于常态分配，所以在统计上，计量值的分配都被假设为属于常态分配。

2. 常态分配的标准化

平均值为 μ 、标准差为 σ 的常态分配 $N(\mu, \sigma^2)$ 的或然率密度为：

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{式一}$$

由于这一计算很复杂，所以在统计上为简便起见，把 $N(\mu, \sigma^2)$ 的常态分配变换为平均值为 0、标准差为 1，即 $N(0, 1)$ 的常态分配，因为 $N(0, 1)$ 的常态分配已有完整的常态分配表可查用。

一般设：

$$u = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{式二}$$

将式二代入式一，则式二可变为：

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2} \quad \text{式三}$$

式三就是 $N(0, 1)$ 的常态分配的或然率密度（参阅图表 3-57、图表 3-58）。

(1) 常态分配表

图表 3-59 及图表 3-60 都是常态分配 $N(0, 1)$ 的一部分的数值表。

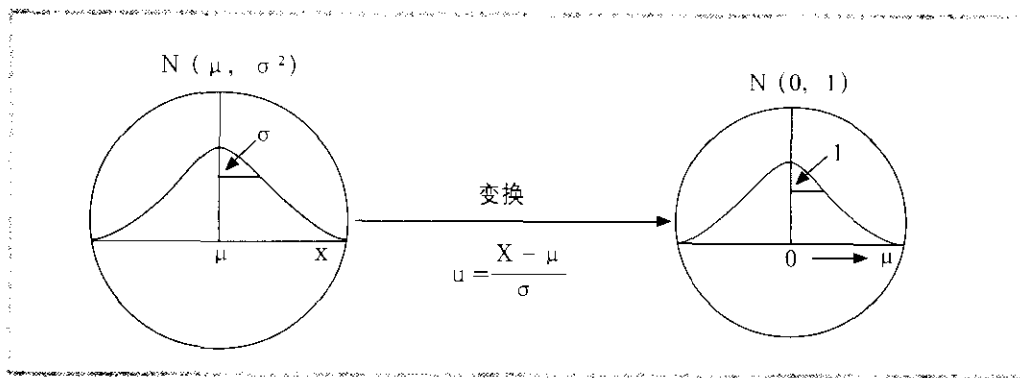
① 如图表 3-59，由常态分配表，可以很简单地求出各种 u 值的或然率 Pr 。

② 如图表 3-60，由常态分配表，可以很简单地求出各种或然率 Pr 的 u 值。

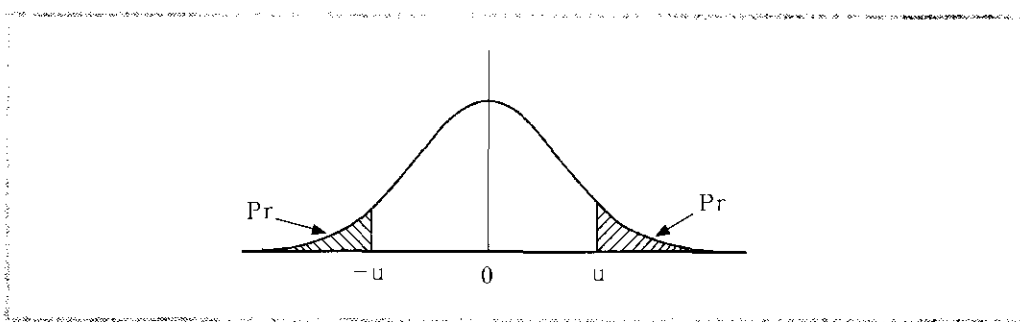
范例 3-16：

平均值 $\mu = 13.3\text{gr}$ 、标准差 $\sigma = 2.6\text{gr}$ 的常态分配，其出现大于 18.4gr 的或然

图表 3-57



图表 3-58



图表 3-59 常态分配表

u	Pr
0.0	0.5000
0.5	0.3090
1.0	0.1590
1.5	0.0668
2.0	0.0228
2.5	0.0062
3.0	0.0013

图表 3-60 常态分配表

pr	u
0.000	∞
0.005	2.576
0.010	2.326
0.025	1.960
0.050	1.645
0.100	1.282
0.200	0.842
0.300	0.524
0.400	0.253
0.500	0.000

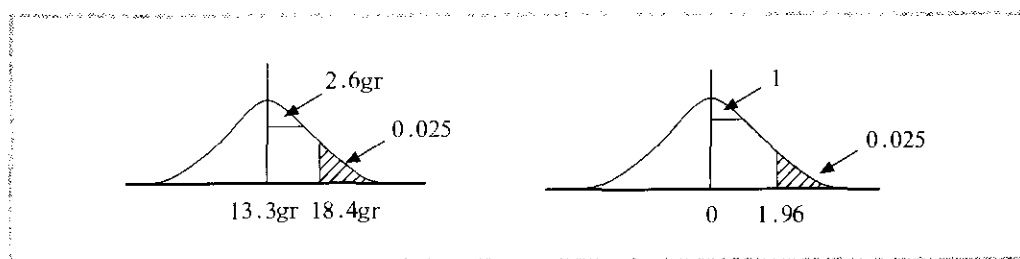
率为多少?

〔解〕

$$u = \frac{18.4 - 13.3}{2.6} = \frac{5.1}{2.6} = 1.96$$

查图表 3-59 得: $Pr = 0.025$ (如图表 3-61)

图表 3-61



范例 3-17:

求平均值 $\mu = 13.3\text{gr}$ 、标准差 $\sigma = 2.6\text{gr}$ 的常态分配, 其或然率 Pr 为 0.25 时的界限值 x 。

〔解〕

查图表 3-60 得:

$Pr = 0.025$ 时, $u = 1.96$

$$u = \frac{x - 13.3}{2.6} = 1.96$$

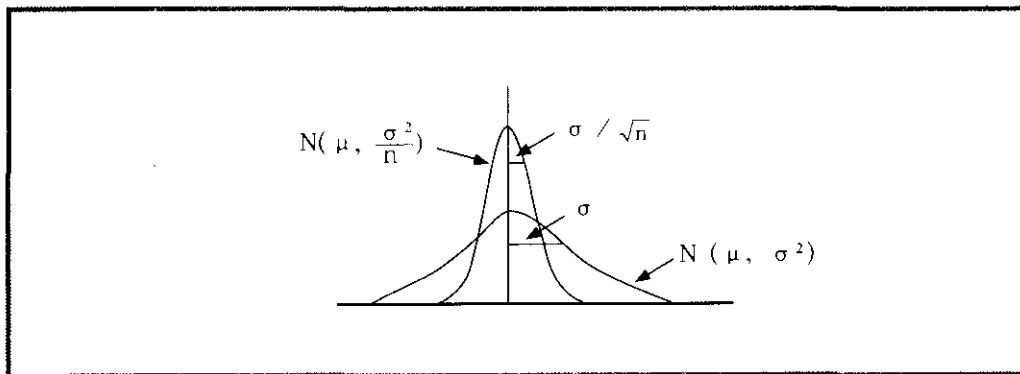
$$\therefore x = 1.96 \times 2.6 + 13.3 = 18.42$$

(二) 母群体与样本的关系

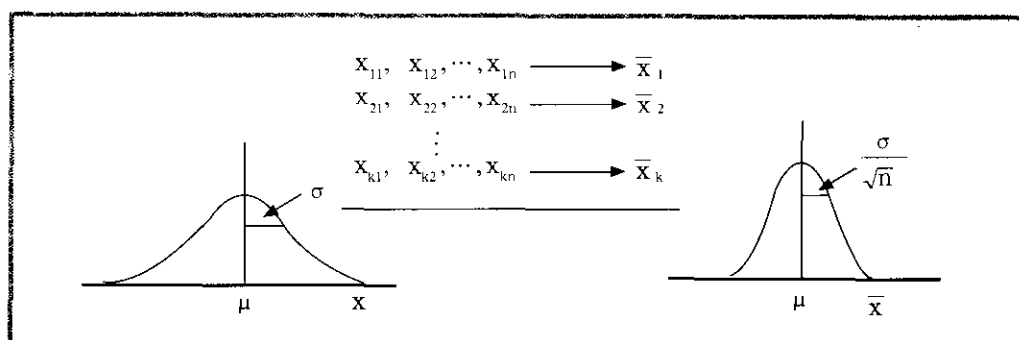
统计量的分配, 虽随母群体的不同而有所不同, 这里所举的, 是从 $N(\mu, \sigma^2)$ 的常态分配的母群体中, 随机抽取大小 n 的样本所计算的平均值的性质。

- \bar{x} 分配的平均值与母群体分配的平均值相同, 即 $E(\bar{x}) = \mu$;
- \bar{x} 分配的标准差等于 $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, 即 $D(\bar{x}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$;
- \bar{x} 分配仍然属于常态分配 (参阅图表 3-62、图表 3-63)。

图表 3-62



图表 3-63



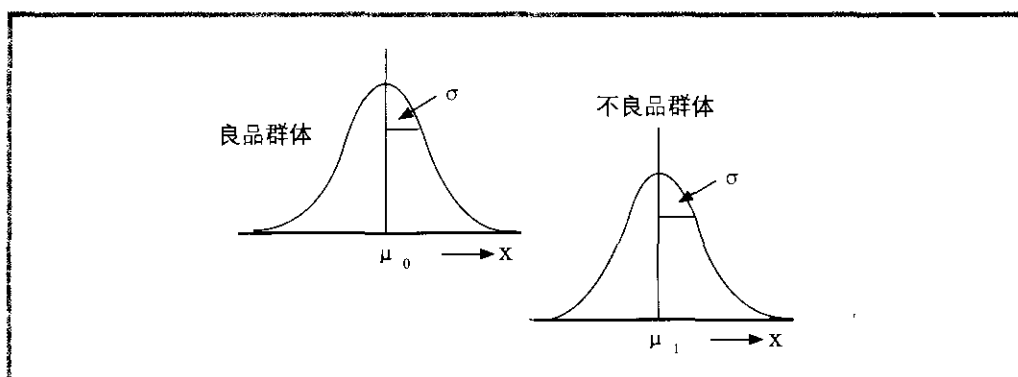
(三) σ 已知时的群体平均值抽验方式的设定

1. 根据上限合格判定值 \bar{X}_U

如图表 3-64 所示, 如果平均值低的群比较平均值高的群体好时, 则可假设 $N(\mu_0, \sigma^2)$ 为良品群体, $N(\mu_1, \sigma^2)$ 为不良品群体但 $\mu_0 < \mu_1$ 。

如果要使平均值 μ_0 以下的群体批尽可能允收, 而使平均值 μ_1 以上的群体批尽可能拒收, 应该如何设计抽检方式?

图表 3-64



从群体随机抽取样本 n 而测定其特性质，结果为：

$$x_1, x_2 \cdots x_n$$

则平均值为 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

判断：

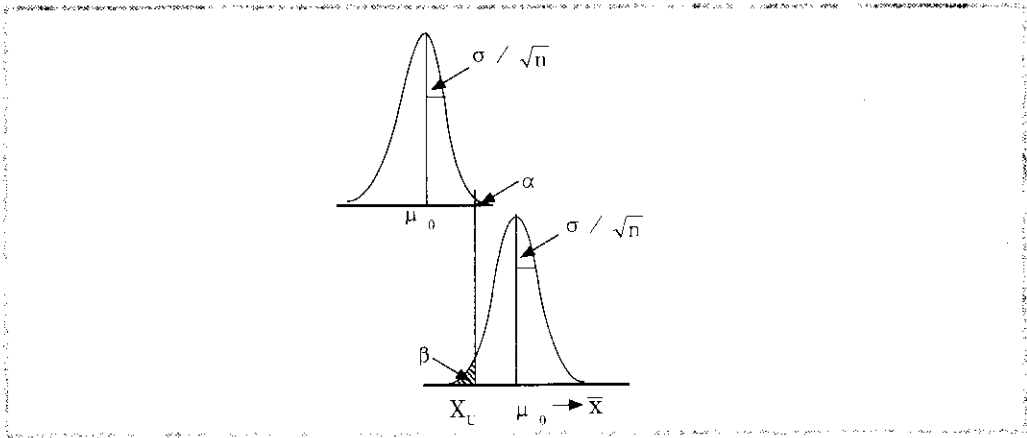
$\bar{x} \leq \bar{X}_u$ 时，判断群体为合格；

$\bar{x} > \bar{X}_u$ 时，判断群体为不合格。

请问：这时应该如何求得抽检方式 (n, \bar{X}_u) ？

如图表 3-65， \bar{X}_u 称为上限合格判定值。在抽样检验时，虽是良品群体，但很可能被判断为不合格的或然率，称为生产者冒险，以 α 表示，通常 $\alpha = 0.05$ 。而不良品群体也很可能被判断为合格的或然率，称为消费者冒险，以 β 表示，通常 $\beta = 0.10$ 。

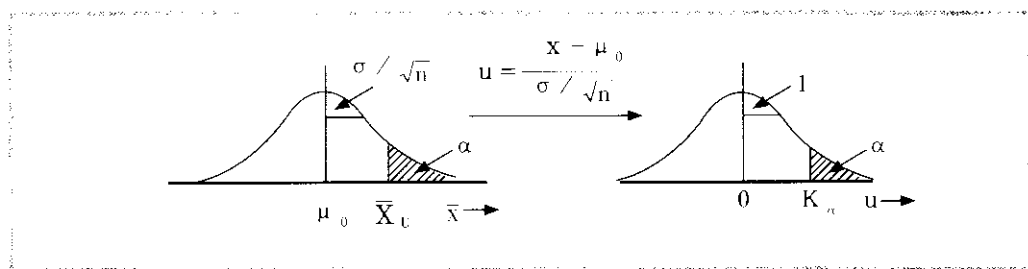
图表 3-65



抽检方式 (n, \bar{X}_u) 的设定：

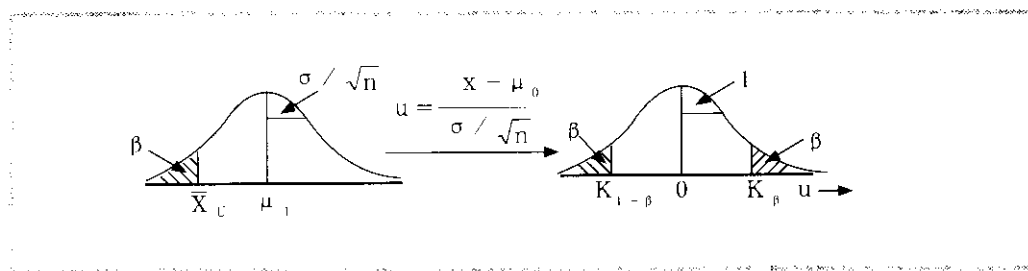
如果把 $N(\mu, \frac{\sigma^2}{n})$ 的常态分配作 $u = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$ 的变数变换，则 u 值的分配就属于 $N(0, 1)$ 的常态分配，如图表 3-66、图表 3-67。

图表 3-66



由图表 3-66 可得: $K_{\alpha} = \frac{\bar{X}_u - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$ 式一

图表 3-67



由图表 3-67 可得:

$K_{1-\beta} = \frac{\bar{X}_u - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}}$ 式二

$K_{1-\beta} = -K_{\beta}$

$\therefore -K_{\beta} = \frac{\bar{X}_u - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}}$

由式一得:

$$\mu_0 = \bar{X}_u - K_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{式三}$$

由式二得：

$$\mu_1 = \bar{X}_u - K_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{式四}$$

由式三、式四得：

$$\mu_0 - \mu_1 = -K_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} - K_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{式五}$$

由式五得：

$$n = \left(\frac{K_\alpha + K_\beta}{\mu_1 - \mu_0} \right)^2 \sigma^2 \tag{式六}$$

式六代入式三，得：

$$\mu_0 = \bar{X}_u - K_\alpha \frac{\mu_1 - \mu_0}{K_\alpha + K_\beta} \tag{式七}$$

$$\therefore \bar{X}_u = \frac{\mu_0 K_\beta - \mu_1 K_\alpha}{K_\alpha + K_\beta}$$

所以抽检方式为：

$$\begin{cases} n = \left(\frac{K_\alpha + K_\beta}{\mu_1 - \mu_0} \right)^2 \sigma^2 \\ \bar{X}_u = \frac{\mu_0 K_\beta - \mu_1 K_\alpha}{K_\alpha + K_\beta} \end{cases}$$

范例 3-18：

某食品厂罐头厂，其PH的平均值在3.0以下的群体尽可能使其合格，而平均值3.2以上的群体则尽可能使其不合格，从过去的经验知道群体的标准差为0.1，如果要

图表 3-68 常态分配表($\varepsilon \rightarrow K_\varepsilon$)

ε	0.00	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0	—	—	1.28	0.84	0.52	0.25
1	3.09	2.33	1.23	0.81	0.50	0.23
2	2.88	2.05	1.17	0.78	0.47	0.20
3	2.75	1.88	1.13	0.74	0.44	0.18
4	2.65	1.75	1.08	0.71	0.41	0.15
5	2.58	1.64	1.04	0.68	0.39	0.15
6	2.51	1.55	0.99	0.64	0.36	0.10
7	2.46	1.48	0.95	0.61	0.33	0.08
8	2.41	1.41	0.92	0.58	0.31	0.05
9	2.37	1.34	0.88	0.55	0.30	0.03

满足 $\alpha = 0.05$ 、 $\beta = 0.10$ ，抽检方式应该如何？

〔解〕

由图表 3-68 查得：

$$k_\alpha = 1.64, \mu_0 = 3.0$$

$$k_\beta = 1.28, \mu_1 = 3.2$$

$$\therefore n = \left(\frac{k_\alpha + k_\beta}{\mu_1 - \mu_0} \right)^2 \sigma^2 = \left(\frac{2.92}{0.2} \right)^2 \times (0.1)^2 = 2.13 = 3$$

$$\bar{X}_u = \frac{\mu_0 k_\beta + \mu_1 k_\alpha}{k_\alpha + k_\beta} = \frac{3.0 \times 1.28 + 3.2 \times 1.64}{2.92} = 3.11$$

所以从群体里随机抽取样本 3 个，然后测定其特性值，如果为 x_1 、 x_2 、 x_3 时，则求得：

$$\bar{x} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 x_i$$

判断：

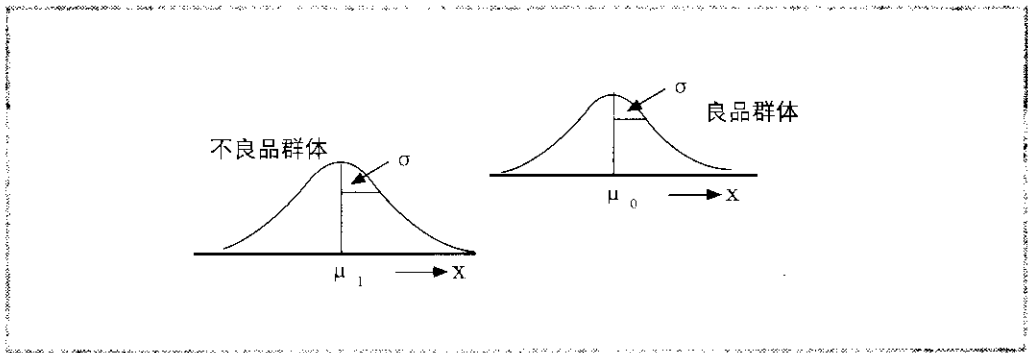
$\bar{x} \leq 3.11$ ，则判断群体为合格 \rightarrow 可保证 $\mu < 3.2\sigma$

$\bar{x} > 3.11$ ，则判断群体为不合格→可保证 $\mu > 3.0\text{gr}$

2. 根据下限合格判定值 \bar{x}_L

如图表3-69所示，如果平均值高的群体较平均值低的群体好时，则可假设 $N(\mu, \sigma^2)$ 为良品群体， $N(\mu, \sigma^2)$ 为不良品群体，但 $\mu_0 > \mu_1$ 。

图表 3-69



如果要使平均值 μ_0 以上的群体批尽可能允收，而使平均值 μ_1 以下的群体批尽可能拒收，应该如何设计抽检方式？

从群体随机抽取样本 n 而测定其特性值，结果为： $x_1, x_2 \cdots x_n$ ，则平均值为： $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ 。

判断：

$\bar{x} \geq \bar{x}_L$ 时，判断群体为合格；

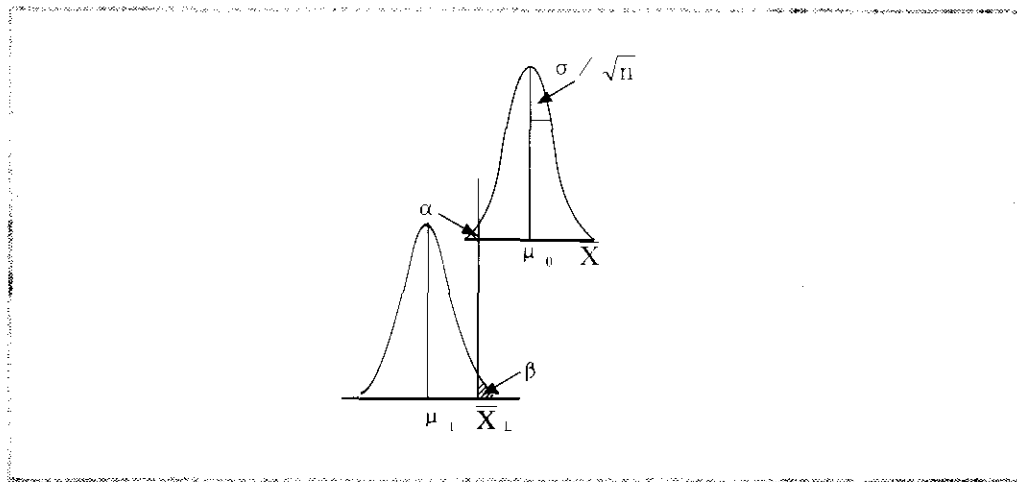
$\bar{x} < \bar{x}_L$ 时，判断群体为不合格。

应该如何求抽检方式 (n, \bar{x}_L) 呢？请参阅图表 3-70。

$$\mu_0 = \bar{x}_L + K_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

式一

图表 3-70



$$\mu_1 = \bar{X}_L - K_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式二}$$

由式一、式二得：

$$\mu_0 - \mu_1 = (K_\alpha + K_\beta) \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式三}$$

由式三得：

$$n = \left(\frac{K_\alpha + K_\beta}{\mu_0 - \mu_1} \right)^2 \sigma^2 \quad \text{式四}$$

式四代入式一得：

$$\bar{X}_L = \frac{\mu_0 K_\beta + \mu_1 K_\alpha}{K_\alpha + K_\beta} \quad \text{式五}$$

所以抽检方式为：

$$\begin{cases} n = \left(\frac{K_{\alpha} + K_{\beta}}{\mu_0 - \mu_1} \right)^2 \sigma^2 \\ \bar{X}_L = \frac{\mu_0 K_{\beta} + \mu_1 K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}} \end{cases}$$

范例 3-19:

某水泥厂其水泥的平均量为 100kg 以上的群体尽可能使其合格，而平均值为 98kg 以下的群体则尽可能使其不合格，从过去的经验，知道群体的标准差为 1kg。如果要满足 $\alpha = 0.05$ 、 $\beta = 0.10$ ，抽检方式应该如何？

[解]

由图表 3-68 得：

$$\begin{array}{rcl} K_{\alpha} = 1.64 & \mu_0 = 100\text{kg} & \\ K_{\beta} = 1.28 & \mu_1 = 98\text{kg} & \\ \hline K_{\alpha} + K_{\beta} = 2.92 & \mu_0 - \mu_1 = 2\text{kg} & \\ \therefore n = \left(\frac{K + K_{\beta}}{\mu_0 - \mu_1} \right)^2 \sigma^2 = \left(\frac{2.92}{2} \right)^2 (1)^2 = 2.14 \approx 3 & & \\ \bar{X}_L = \frac{\mu_0 K_{\beta} + \mu_1 K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}} = \frac{100 \times 1.282 + 98 \times 1.645}{2.927} = 98.9 & & \end{array}$$

所以从群体里随机抽取样本 3 个，然后测定其特性值，结果为 x_1 、 x_2 、 x_3 时，则求得 $\bar{x} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 x_i$

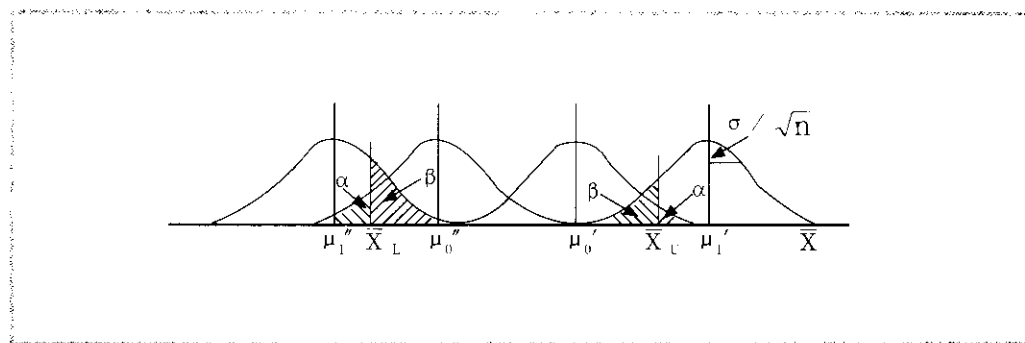
判断：

$\bar{x} \geq 98.9\text{gr}$ ，则判断群体为合格→可保证 $\mu > 98\text{gr}$

$\bar{x} < 98.9\text{gr}$ ，则判断群体为不合格→可保证 $\mu < 100\text{gr}$

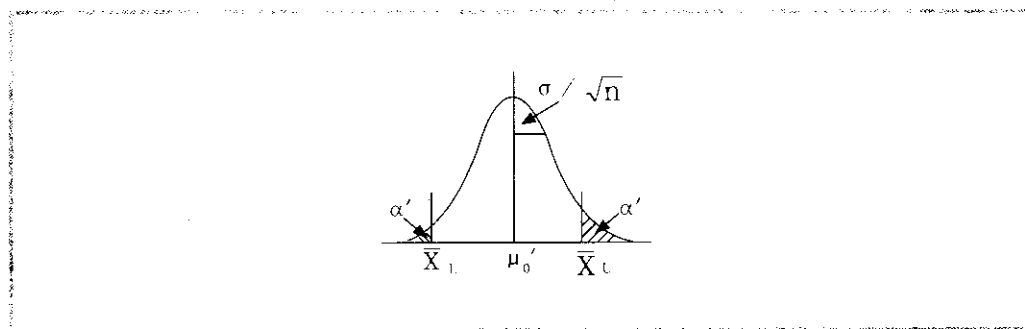
3. 关于平均值的两侧计量抽样检验

图表 3-71



$N(\mu_0', \sigma^2)$ 为平均值较高的良品群体 } 尽可能希望其被判合格的群体
 $N(\mu_0'', \sigma^2)$ 为平均值较低的良品群体 }
 $N(\mu_1', \sigma^2)$ 为平均值较高的不良品群体 } 尽可能希望其被判不合格的群体
 $N(\mu_1'', \sigma^2)$ 为平均值较低的不良品群体 }
 则关于 $N(\mu_0', \sigma^2)$ 的群体, 如图表 3-72

图表 3-72



$$\bar{X}_U = \mu_0' + K_{\alpha'} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式一}$$

$$\text{取 } \alpha' = 0.05 \quad \therefore K_{\alpha'} = 1.6449$$

$$\text{则 } \bar{X}_U = \mu_0' + 1.6449 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式二}$$

$$\bar{X}_L = \mu_0'' - K_{\alpha''} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{取 } \alpha'' = 0.004 \quad \therefore K_{\alpha''} = 3.35$$

$$\text{则 } \bar{X}_L = \mu_0'' - 3.35 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式三}$$

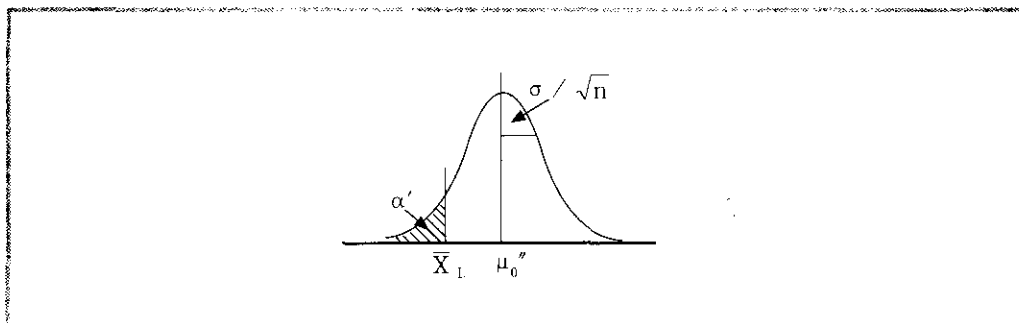
由式二、式三得：

$$\bar{X}_U - \bar{X}_L = 5 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\therefore \frac{\bar{X}_U - \bar{X}_L}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} > 5 \quad \text{式四}$$

关于 $N(\mu_0'', \sigma^2)$ 的群体如图表 3-73。

图表 3-73



$$\bar{X}_L = \mu_0'' - K_\alpha' \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式五}$$

由式一、式五得：

$$\begin{aligned} \bar{X}_U - \bar{X}_L &= \mu_0' - \mu_0'' + 2K_\alpha' \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ \therefore \frac{\bar{X}_U - \bar{X}_L}{\sigma / \sqrt{n}} &= \frac{\mu_0' - \mu_0''}{\sigma / \sqrt{n}} + 2K_\alpha' \end{aligned} \quad \text{式六}$$

由式四、式六得：

$$\begin{aligned} \frac{\mu_0' - \mu_0''}{\sigma / \sqrt{n}} + 2K_\alpha' &> 5 \\ \therefore K_\alpha' &= 1.6449 (\alpha = 0.05) \\ 2K_\alpha' &= 3.2898 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\mu_0' - \mu_0''}{\sigma / \sqrt{n}} &> 5 - 3.2898 \\ \frac{\mu_0' - \mu_0''}{\sigma / \sqrt{n}} &> 1.7 \end{aligned} \quad \text{式七}$$

如果合乎式七的条件，则可以利用 \bar{X}_U 、 \bar{X}_L 各别的单侧方式，各别地决定其抽检方式后，两者组合起来。

如果不合乎式七，则不能采用双侧方式的抽检方式。

范例 3-20：

某化学厂生产的产品碳酸钙含量为 5gr，如果群体的碳酸含量平均值为 $5\text{gr} \pm 0.15\text{gr}$ 以内时希望能被允收，但在 $5\text{gr} \pm 0.4\text{gr}$ 以上（或以下）时，则希望被拒收。

现在随机从检验群体抽取样本时，如果其碳酸含量平均值的分配为常态分配，标准差 $\sigma = 0.2\text{gr}$ ， $\alpha = 0.05$ ， $\beta = 0.10$ ，求其抽检方式。

〔解〕

$$\bullet \mu_0' = 5.15 \quad \mu_0'' = 4.85 \quad K_{\alpha} = K_{0.05} = 1.645$$

$$\mu_1' = 5.4 \quad \mu_1'' = 4.6 \quad K_{\beta} = K_{0.10} = 1.282$$

● 先以单侧方式设计

样本数 n 为:

$$n = \left(\frac{K_{\alpha} + K_{\beta}}{\mu_0' - \mu_1'} \right)^2 \sigma^2 = \left(\frac{1.645 + 1.282}{5.15 - 5.4} \right)^2 (0.2)^2 = 5.5 \approx 6$$

上限合格判定值 \bar{X}_U 为:

$$\bar{X}_U = \frac{\mu_0' K_{\beta} + \mu_1' K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}} = \frac{5.15 \times 1.282 + 5.4 \times 1.645}{1.645 + 1.282} = 5.28$$

● 判定 $n = 6$ 是否能合乎式七

$$\frac{\mu_0' + \mu_0''}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{5.15 + 4.85}{\frac{0.2}{\sqrt{6}}} = 3.7 > 1.7$$

所以 $n = 6$ 能适合 \bar{X}_U 、 \bar{X}_L 各别时的抽检方式。

● 求下限合格判定值 \bar{X}_L

$$\bar{X}_L = \frac{\mu_0'' K_{\beta} + \mu_1'' K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}} = \frac{4.85 \times 1.282 + 4.6 \times 1.645}{1.645 + 1.282} = 4.72$$

● 所以随机抽取 6 个样本, 如果其平均值 \bar{x} 为:

$4.72 \leq \bar{x} \leq 5.28$, 则群体为合格;

$\left. \begin{array}{l} \bar{x} < 4.72 \\ \bar{x} > 5.28 \end{array} \right\}$, 则群体为不合格。

4. 有关群体的平均值的 OC 曲线

$\mu_1 = \bar{X}_U + K_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ 的关系式里, 若抽检方式 (n, \bar{X}_U) 中, n, \bar{X}_U 为已知量, σ

亦为已知，则从关系式可求出 μ_1 及 K_β 的关系。

现在把 μ_1 改写为 μ ， β 改写为 $L(\mu)$ ，则关系式可写为：

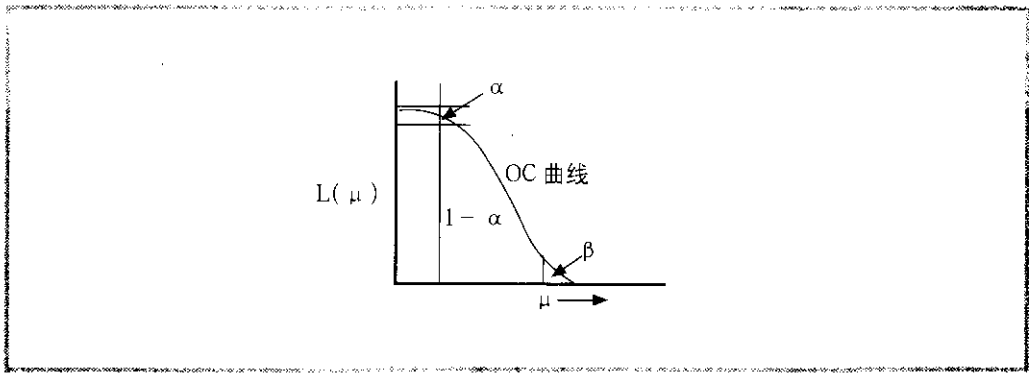
$$\mu = \bar{X}_U + K_{L(\mu)} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{式一}$$

整理式一，得：

$$\frac{\mu - \bar{X}_U}{\sigma} \cdot \sqrt{n} = K_{L(\mu)} \tag{式二}$$

由式二可计算出 μ 及 $L(\mu)$ 的关系，用横轴表示 μ 值，纵轴表示 $L(\mu)$ ，如图表 3-74 所示，这一曲线称为 OC 曲线。

图表 3-74 OC 曲线



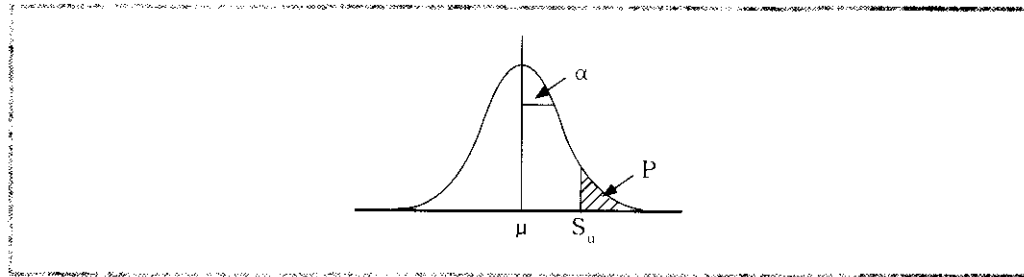
(四) σ 已知时的有关群体不良率抽验方式的设定

1. 上限规格值 S_U 被指定时

如图表 3-75，设群体的品质特性 x 属于平均值 μ 、标准差 σ 的常态分配 $N(\mu, \sigma^2)$ 时：

设品质特性 $x > S_U$ 为不良品；

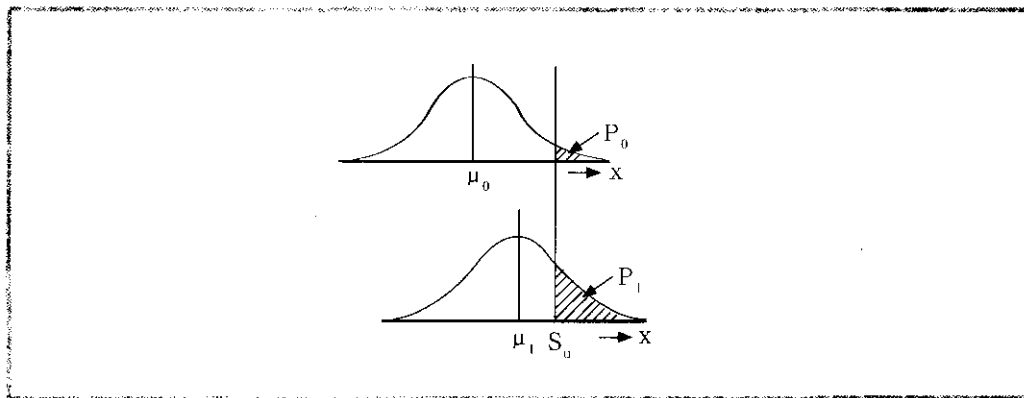
图表 3-75



品质特性 $x \leq S_u$ 为良品。

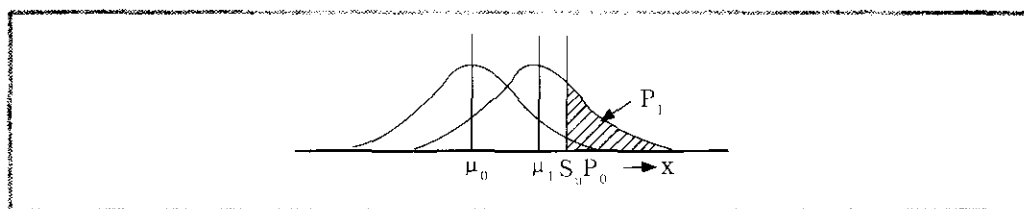
则群体中不良品所占的比率为 p 时, p 即为群体的不良率。如果 $p \leq p_0$ 的群体为良品群体, $p > p_1$ 的群体为不良品群体时, 希望前者尽可能被允收, 而后者尽可能被拒收, 如图表 3-76 所示。

图表 3-76



把图表 3-76 的两群体如图表 3-77 画在同一 X 轴上时, 就可知其重叠部分, 很不容易判断其为良品群体或不良品群体。这时, 如果只以一个数判断群体合格或不合格是很危险的, 所以必须利用平均值。

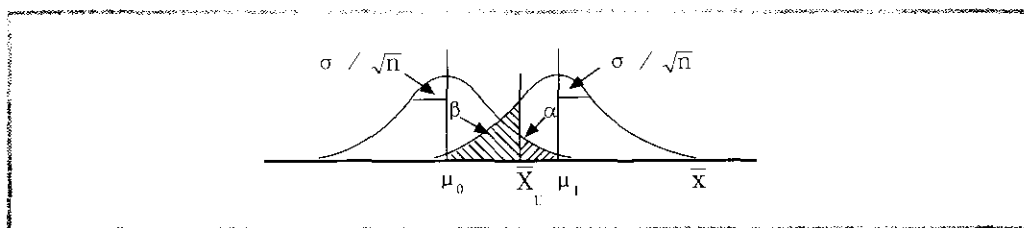
图表 3-77



即从群体随机抽取样本 n 个, 而测定其特性值, 结果为: $x_1, x_2, x_3 \cdots x_n$, 则平均值为(参阅图表 3-78):

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

图表 3-78



判断:

$\bar{X} \leq \bar{X}_L$, 则判断群体为合格;

$\bar{X} > \bar{X}_L$, 则判断群体为不合格。

这时应该如何合理的决定抽检方式 (n, \bar{X}_L) ?

● 良品群体时

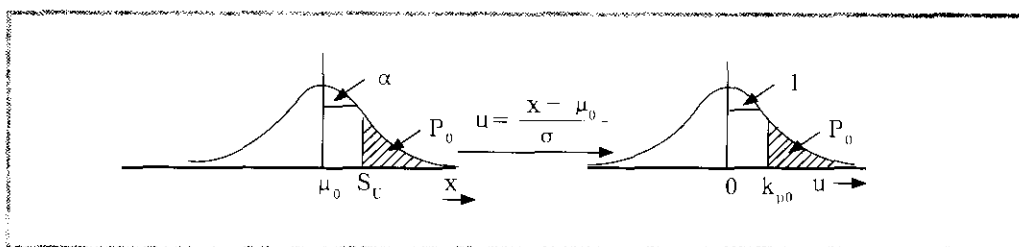
如图表 3-79, 可得下列关系式:

$$K_{p0} = -\frac{S_L - \mu_0}{\sigma}$$

式一

由式一得:

图表 3-79



$$S_U = \mu_0 + K_{p_0} \sigma$$

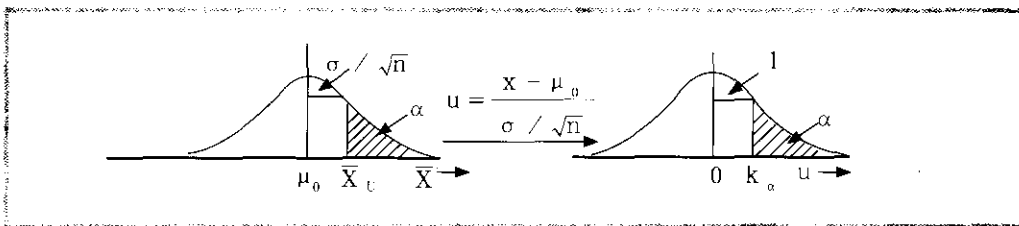
式二

如图表 3-80, 由平均值分配可得:

$$K_\alpha = \frac{\bar{X}_U - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

式三

图表 3-80



由式三得:

$$\bar{X}_U = \mu_0 + K_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

式四

由式二、式四得:

$$S_U - \bar{X}_U = K_{p_0} \sigma - K_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

式五

即:

$$\bar{X}_U = S_U - (K_{p_0} - \frac{K_{\alpha}}{\sqrt{n}}) \sigma \quad \text{式六}$$

● 不良群体时

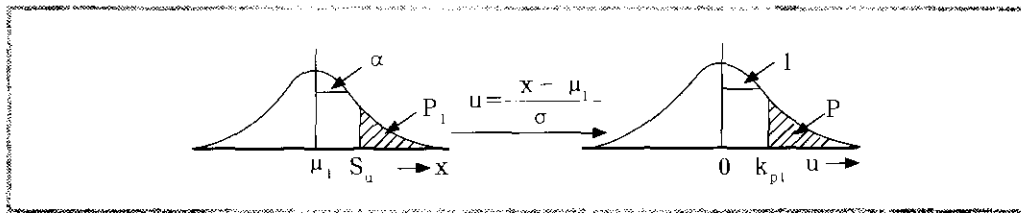
如图表 3-81, 可得下列关系式:

$$K_{p_1} = S_U - \frac{\mu_1}{\sigma} \quad \text{式七}$$

由式七得:

$$S_U = \mu_1 + K_{p_1} \sigma \quad \text{式八}$$

图表 3-81



如图表 3-82, 由平均值分配可得:

$$K_{1-\beta} = \frac{\bar{X}_U - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \text{式九}$$

由式九得:

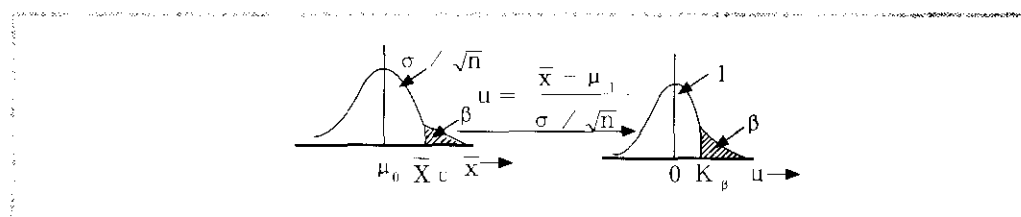
$$\bar{X}_U = \mu_1 + K_{1-\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式十}$$

$$\therefore K_{1-\beta} = -K_{\beta}$$

$$\therefore \bar{X}_U = \mu_1 - K_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式十一}$$

由式八、式十得:

图表 3-82



$$S_U - \bar{X}_U = K_{P1} \sigma + K_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式十二}$$

● 由式五、式十一得：

$$K_{P0} \sigma - K_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = K_{P1} \sigma + K_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$K_{P0} - K_{P1} = (K_{\beta} + K_{\alpha}) \frac{1}{\sqrt{n}}$$

$$\therefore n = \left(\frac{K_{\beta} + K_{\alpha}}{K_{P0} - K_{P1}} \right)^2 \quad \text{式十二}$$

$$\text{设 } K_{P0} - \frac{K_{\alpha}}{\sqrt{n}} = k \quad \text{式十三}$$

k:一般称为合格判定系数

把式十二代入式十三, 得:

$$k = K_{P0} - \frac{K_{\alpha} (K_{P0} - K_{P1})}{K_{\alpha} + K_{\beta}} = \frac{K_{P0} K_{\beta} + K_{P1} K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}}$$

由式十三、式六得:

$$\bar{X}_U = S_U - K \sigma$$

所以抽样方式为:

$$\begin{cases} n = \left(\frac{K_{\beta} + K_{\alpha}}{K_{P0} - K_{P1}} \right)^2 \\ \bar{X}_U = S_U - K \sigma \\ \text{但 } k = \frac{K_{P0} K_{\beta} + K_{P1} K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}} \end{cases}$$

范例 3-21:

某食品中成份 C 的含量, 上限规格值 $S_U = 70$, 若希望不良率 1% 以下的群体尽量合格, 4% 以上不良率的群体, 希望尽量不合格, 若 $\sigma = 2$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$, 试设计抽检方式。

〔解〕

由图表 3-60 查得:

$$\begin{array}{ll} K_{\alpha} = 1.645 & K_{P0} = 2.326 \\ K_{\beta} = 1.282 & K_{P1} = 1.751 \\ \hline K_{\alpha} + K_{\beta} = 2.927 & K_{P0} - K_{P1} = 0.575 \\ \therefore n = \left(\frac{K_{\beta} + K_{\alpha}}{K_{P0} - K_{P1}} \right)^2 = \left(\frac{2.927}{0.575} \right)^2 = 25.9 \approx 26 \\ k = \frac{K_{P0} K_{\alpha} + K_{P1} K_{\beta}}{K_{\alpha} + K_{\beta}} = \frac{2.98 + 2.88}{2.93} = 2.00 \end{array}$$

\therefore 上限合格判定值 \bar{X}_U 为:

$$\bar{X}_U = S_U - K \sigma = 70 - 2 \times 2 = 66$$

故从群体随机抽出样本 26 测定其含量计算平均值。

判断:

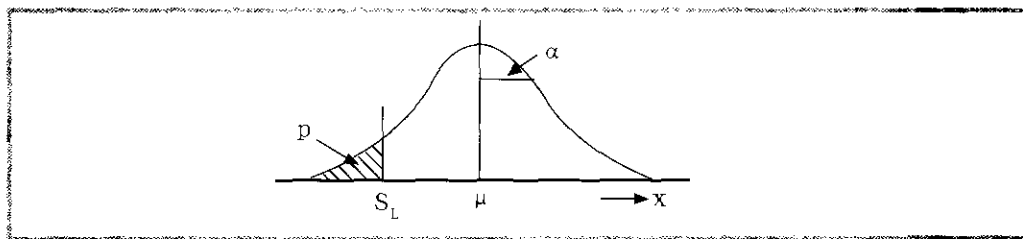
$\bar{X} \leq 66$, 则判断群体为合格;

$\bar{X} > 66$, 则判断群体为不合格。

2. 下限规格值 S_L 被指定时

如图表 3-83, 设群体的品质特性 x 属于平均值 μ 、标准差 σ 的常态分配 $N(\mu, \sigma^2)$ 时:

图表 3-83



品质特性 $x \leq S_L$ 为不良品;

品质特性 $x > S_L$ 为良品。

则群体中不良品所占的比率为 p 时, p 即为群体的不良率。

如果 $p \leq p_0$, 群体为良品群体;

$p > p_1$, 群体为不良品群体。

则希望前者尽可能被允收而后者尽可能被拒收, 如图表 3-84 所示。

这也如上限规格值被指定时一样, 只以一个数据判断群体的合格或不合格是很危险的, 所以必须利用平均值。

$\bar{x} \geq \bar{X}_L$ 则判断群体为合格;

$\bar{x} < \bar{X}_L$ 则判断群体为不合格。

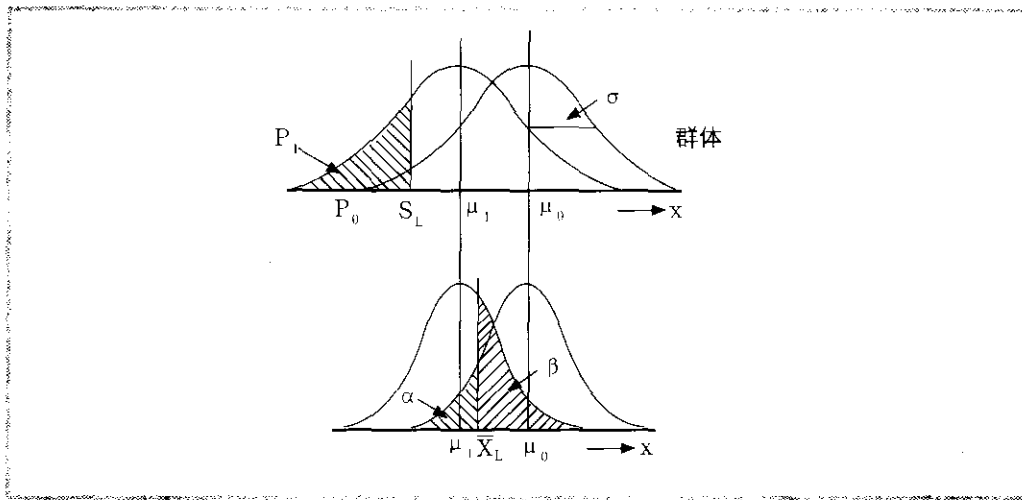
这时应该如何合理地决定抽检方式 (n, \bar{X}_L) ?

● 良品群体时 (如图表 3-85)

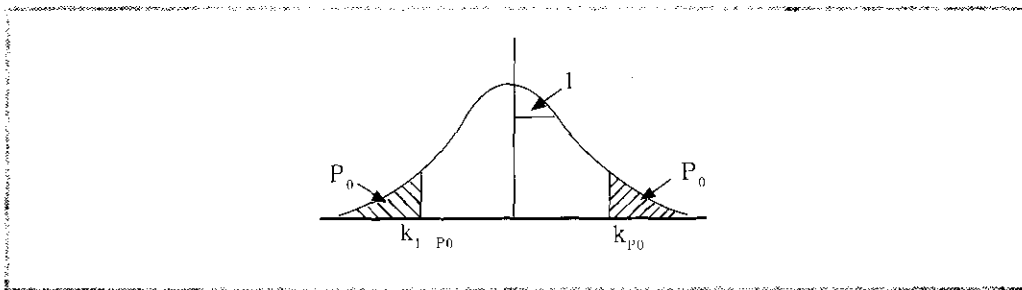
$$-K_{p_0} = K_{1-p_0} = \frac{S_L - \mu_0}{\sigma}$$

式一

图表 3-84



图表 3-85



由式一得：

$$S_L = \mu_0 - K_{P_0} \sigma$$

式二

由平均值分配可得：

$$-K_\alpha = \frac{\bar{X}_L - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

式三

由式三得：



$$\bar{X}_L = \mu_0 - K_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

由式二、式三得：

$$S_L - \bar{X}_L = K_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} - K_{p0} \sigma \quad \text{式四}$$

$$\therefore \bar{X}_L = S_L + (K_{p0} - K_\alpha \frac{1}{\sqrt{n}}) \sigma$$

● 不良群体时：

$$-K_{p1} = \frac{S_L - \mu_1}{\sigma}$$

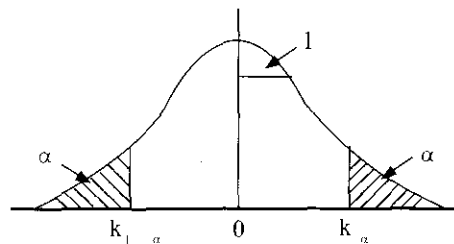
$$\therefore S_L = \mu_1 - K_{p1} \sigma \quad \text{式五}$$

由平均值分配得：

$$K_\beta = \frac{\bar{X}_L - \mu_1}{\sigma / \sqrt{n}}$$

$$\therefore \bar{X}_L = \mu_1 - K_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式六}$$

图表 3-86



由式五、式六得：

$$S_L - \bar{X}_L = K_{P_1} \sigma - K_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式七}$$

$$\bar{X}_L = S_L + \left(K_{P_1} + \frac{K_{\beta}}{\sqrt{n}} \right) \sigma$$

● 由式四、式七得：

$$k = K_{P_0} - \frac{K_{\alpha}}{\sqrt{n}} = K_{P_1} - \frac{K_{\beta}}{\sqrt{n}} \quad \text{式八}$$

所以由式八可求得抽检方式 (n, k)：

$$n = \left(\frac{K_{\alpha} + K_{\beta}}{K_{P_0} - K_{P_1}} \right)^2$$

$$k = \frac{K_{P_0} K_{\beta} + K_{P_1} K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}}$$

则下限合格判定值 \bar{X}_L 为：

$$\bar{X}_L = S_L + K \sigma$$

从群体随机抽取 n 个样本，测定其特性值为 $x_1, x_2 \cdots x_n$ ，平均值为：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

判断：

$\bar{x} \geq \bar{X}_L$ ，则判断群体为合格；

$\bar{x} < \bar{X}_L$ ，则判断群体为不合格。

范例 3-22：

某金属板的厚度其下限规格为 2.3mm，如果群体所含厚度未满足 2.3mm 的产品，在 1% 以下时，希望能合格允收，但在 5% 以上时，则希望其为不合格拒收。已知厚度的测定值属于标准差 $\sigma = 0.2\text{mm}$ 的常态分配。试设计 $\alpha = 0.002$ ， $\beta = 0.10$ 时的

抽检方式。

〔解〕

由图表 3-60 查得：

$$\begin{array}{l} K_{\alpha} = 2.88 \qquad K_{p_0} = 2.33 \\ K_{\beta} = 1.28 \qquad K_{p_1} = 1.64 \\ \hline K_{\alpha} + K_{\beta} = 4.16 \qquad K_{p_0} - K_{p_1} = 0.69 \end{array}$$

$$\therefore n = \left(\frac{4.16}{0.69} \right)^2 = 36.4 \approx 37$$

$$k = - \frac{2.33 \times 1.28 + 1.64 \times 2.88}{4.16} = 1.852$$

\therefore 下限合格判定值 \bar{X}_L 为：

$$\bar{X}_L = S_L + K \sigma = 2.3 + 1.852 \times 0.2 = 2.67$$

故从群体随机抽出样本 37 个，测定其厚度，计算平均值：

$$\bar{x} = \frac{1}{37} \sum_{i=1}^n x_i$$

判断：

$\bar{x} \geq 2.67$ ，则判断群体为合格；

$\bar{x} < 2.67$ ，则判断群体为不合格。

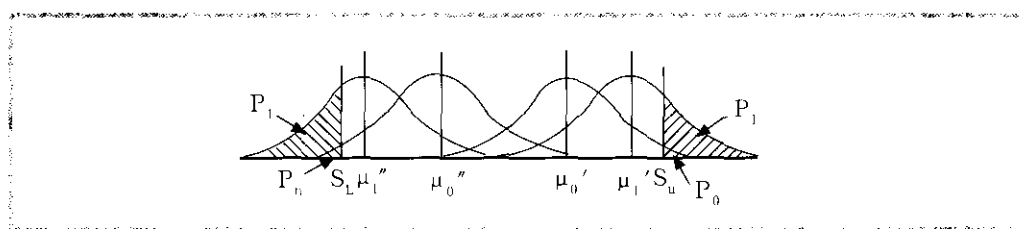
3. 关于不良率两侧计量值的抽样检验

由图表 3-87 可知 $p_0 = 1\%$ ， $p_1 = 10\%$ ， $\frac{S_U - S_L}{\sigma} = 6.4$

$$\text{而} \begin{cases} S_U = \mu_0' + K_{p_0} \sigma \\ S_L = \mu_0'' - K_{p_0} \sigma \end{cases} \qquad \text{式一}$$

由式一得：

图表 3-87



$$S_U - S_L = \mu_0' - \mu_0'' + 2K_{p0} \sigma$$

$$\therefore \frac{S_U - S_L}{\sigma} = \frac{\mu_0' - \mu_0''}{\sigma} + 2K_{p0} \quad \text{式二}$$

因图表3-87是各别数据的分配,也就是表示 $n=1$ 的群体平均值的分配,所以由

$$S_L - \bar{X}_L = K_{p1} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} - K_{p0} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{式得:}$$

$$\frac{\mu_0' - \mu_0''}{\sigma / \sqrt{n}} > 1.7 \text{ 有成立的必要}$$

又因 $n=1$,所以必成为:

$$\frac{\mu_0' - \mu_0''}{\sigma} > 1.7 \quad \text{式三}$$

式三代入式二

$$\text{则 } \frac{S_U - S_L}{\sigma} > 1.7 + 2K_{p0} \quad \text{式四}$$

如果合乎式四条件时,则 $\alpha=0.05$ 以单侧规格时的抽检方式,各别采用于两侧规格上,实际设计时,应先直接把 S_u 、 S_L 、 α 、 K_{p0} 代入式四,判断是否合乎要求条件。如果合乎要求条件,则采用上、下两侧各别单侧不良率的抽检方式。

范例 3-23:

机械零件轴径的基本尺寸为10mm, 而其容许差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 时, 含有不良率1%以下的群体, 希望其合格, 含有不良率10%以上的群体, 尽可能使其不合格。

如果已知轴径的尺寸为常态分配, 试求标准差 $\sigma = 0.015\text{mm}$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$ 时的抽检方式。

〔解〕

$$\bullet p_0 = 1\% \quad K_{p_0} = 2.326$$

$$p_1 = 10\% \quad K_{p_1} = 1.282$$

● 判定是否合乎式四:

$$\frac{S_U - S_L}{\sigma} = - \frac{10.05 - 9.95}{0.015} = 6.7$$

$$1.7 + 2K_{p_0} = 1.7 + 2 \times 2.326 = 6.4$$

$$\therefore \frac{S_U - S_L}{\sigma} > 1.7 + 2K_{p_0} \text{ (合乎条件)}$$

故可依单侧方式各别设计。

● 决定样本大小 n:

$$n = \left(\frac{K_\alpha + K_\beta}{K_{p_0} - K_{p_1}} \right)^2 = \left(\frac{1.645 + 1.282}{2.326 + 1.282} \right)^2 = 7.86 \approx 8$$

● 决定 k:

$$k = \frac{K_{p_0} K_\beta + K_{p_1} K_\alpha}{K_\alpha + K_\beta} = \frac{2.326 \times 1.282 + 1.282 \times 1.645}{1.645 + 1.282} = 1.74$$

● 决定上限合格判定值 \bar{X}_U :

$$\bar{X}_U = S_U - k \sigma = 10.05 - 1.74 \times 0.015 = 10.024$$

● 决定下限合格判定值 \bar{X}_L :

$$\bar{X}_L = S_L + k \sigma = 9.95 + 1.74 \times 0.015 = 9.976$$

● 所以随机抽取 8 个样本，其平均值 \bar{x} 判定如下：

$9.976 \leq \bar{x} \leq 10.024$ 时则判断群体为合格；

$\left. \begin{array}{l} \bar{x} > 10.024 \\ \bar{x} < 9.976 \end{array} \right\}$ 时则判断群体为不合格。

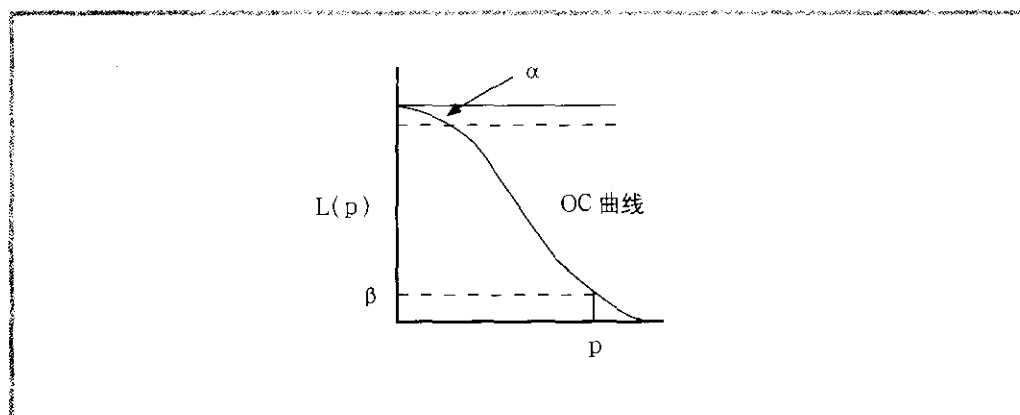
4. 有关群体的不良率的 OC 曲线

$k = K_{p1} + \frac{K_{\beta}}{\sqrt{n}}$ 的关系式里，若抽检方式 (n, k) 决定时， n, k 为已知量，则从关系式可求出 K_{p1} 及 K_{β} 的关系。

现在把 p_1 用 p 表示， β 用 $L(p)$ 表示，则关系式可写为： $k - K_p \sqrt{n} = K_{L(p)}$ 。

由上式计算 p 与 $L(p)$ 的关系，用横轴表示 p 值，纵轴表示 $L(p)$ ，如图表 3-88 所示，这称为 OC 曲线。

图表 3-88 OC 曲线



(五) JIS Z9003

JIS Z 9003 是 1957 年制定的, 可利用于标准差 (σ) 已知时的计量值抽检方式。

1. 保证群体批平均值时

(1) 适用范围

- ① 群体的特性值属于或可近似于 $N(\mu, \sigma^2)$ 的常态分配, 同时 σ 必须已知。
- ② 群体的平均值合乎规定时, 尽可能允收; 不合乎规定时, 尽可能拒收。

(2) 检验步骤

① 决定测定方法;

② 指定 μ_0, μ_1 ;

μ_0 : 尽可能希望其为合格的群体平均界限;

μ_1 : 尽可能希望其为不合格的群体平均界限。

③ 群体批的构成;

④ 指定群体批的标准差;

⑤ 求抽检方式:

求系数 k 及样本数 n :

● $\mu_0 < \mu_1$ 时:

a. 计算 $\frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma}$;

b. 利用图表 3-89, 在 $\frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma}$ 所属列查出 $\frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma}$ 值相对的行;

c. 由 b 所求的适当行, 查出 n 及 k 值而计算 $\bar{X}_L = \mu_0 + k\sigma$;

d. 由 n 及 \bar{X}_L 检讨其检验费用, 如适当则采用, 不适当则修正 μ_0, μ_1 值, 再求 n 及 \bar{X}_L 。

● $\mu_0 > \mu_1$ 时:

a. 计算 $\frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma}$;

图表 3-89

$\frac{ \mu_1 - \mu_0 }{\sigma}$	n	k
2.069	2	1.163
1.690 ~ 2.068	3	0.950
1.463 ~ 1.689	4	0.822
1.309 ~ 1.462	5	0.736
1.195 ~ 1.308	6	0.672
1.106 ~ 1.194	7	0.622
1.035 ~ 1.105	8	0.582
0.975 ~ 1.034	9	0.548
0.925 ~ 0.974	10	0.520
0.882 ~ 0.924	11	0.496
0.845 ~ 0.881	12	0.475
0.812 ~ 0.844	13	0.456
0.772 ~ 0.811	14	0.440
0.756 ~ 0.771	15	0.425
0.732 ~ 0.755	16	0.411
0.710 ~ 0.731	17	0.399
0.690 ~ 0.709	18	0.383
0.671 ~ 0.689	19	0.377
0.654 ~ 0.670	20	0.368
0.585 ~ 0.653	25	0.329
0.534 ~ 0.584	30	0.300
0.495 ~ 0.533	35	0.278
0.463 ~ 0.494	40	0.260
0.436 ~ 0.462	45	0.245
0.414 ~ 0.435	50	0.233

- b. 利用图表 3-89, 在 $\frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma}$ 所属列查出 $\frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma}$ 的值的相对行;
- c. 由 b 所求的适当行, 查出 n 及 k 值而计算 $\bar{X}_L = \mu_0 - k \sigma$;
- d. 由 n 及 \bar{X}_L 检讨其检验费用, 如适当则采用, 不适当则修正 μ_0 、 μ_1 值, 再求 n 及 \bar{X}_L 。

- ⑥ 抽取样本;
- ⑦ 测定样本, 求其特性值的平均值 \bar{x} ;
- ⑧ 判断群体批合格或不合格:

- $\mu_0 < \mu_1$ 时:
 $\bar{x} \leq \bar{X}_U$ 时, 判断群体批为合格;
 $\bar{x} > \bar{X}_U$ 时, 判断群体批为不合格。

- $\mu_0 > \mu_1$ 时:
 $\bar{x} \geq \bar{X}_L$ 时, 判断群体批为合格;
 $\bar{x} < \bar{X}_L$ 时, 判断群体批为不合格。

- ⑨ 对群体批的处置:

依预先约定的办法, 对合格或不合格的群体加以处置, 但任何情形下, 皆不得对不合格群体再提出检验。

范例 3-24:

钢材的拉引强力愈大愈佳, 如果平均值 46kg/mm^2 以上的群体, 希望尽可能使其合格, 而平均值 43kg/mm^2 以下的群体, 希望尽可能使其不合格时, 求抽检方式的 n 及 \bar{X}_L (但 $\sigma = 4\text{kg/mm}^2$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$)。

〔解〕

$\mu_0 = 46\text{kg/mm}^2$, $\mu_1 = 43\text{kg/mm}^2$, $\sigma = 4\text{kg/mm}^2$

则 $\frac{\mu_0 - \mu_1}{\sigma} = \frac{46 - 43}{4} = \frac{3}{4} = 0.75$

由图表 3-89, 可查出 $n=16$, $k=0.411$

故所求抽检方式为:

$$n=16$$

$$\bar{X}_L = \mu_0 - k \sigma = 46 - 0.411 \times 4 = 44.4 \text{ (g/mm}^2\text{)}$$

2. 保证群体的不良率时

(1) 适用范围

① 群体的特性值属于或近似于常态分配 $N(\mu, \sigma^2)$, 同时标准差 (σ) 必须已知。

② 以群体的各个制品为问题, 如不合乎规格的制品所占数量多时, 希望使其不合格, 所占数量少时, 希望使其合格。

(2) 检验步骤

① 决定测定方法。

② 决定品质基准。

③ 决定 p_0 , p_1 。

④ 群体批的构成。

⑤ 指定群体的标准差 (σ)。

⑥ 求抽检方式:

● 上限规格值 S_U 被指定时, 利用图表 3-90:

a. 求指定 p_0 所属的行及指定 p_1 所属的列的交点栏;

b. 栏的左下数值表示样本大小 n , 右上数值表示合格判定系数 k ;

c. 上限合格判定值 \bar{X}_U 可由下式求得: $\bar{X}_U = S_U - k \sigma$;

d. 由 n 、 k 检讨其检验费用, 适当则采用, 不适当则修正 p_0 , p_1 值, 再求 n 及 \bar{X}_U 。

● 下限规格值 S_L 被指定时, 利用图表 3-90:

图表3-90 JIS Z 9003

左下 = n, 右下 = k

($\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$)

P _d (%)	P _d (%)	代表值		0.80	1.00	1.25	1.60	2.00	2.50	3.15	4.00	5.00	6.30	8.00	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5															
		范围		0.71~ 0.90	0.91~ 1.12	1.13~ 1.40	1.41~ 1.80	1.81~ 2.24	2.25~ 2.80	2.81~ 3.55	3.56~ 4.50	4.51~ 5.60	5.61~ 7.10	7.11~ 9.00	9.01~ 11.2	11.3~ 14.0	14.1~ 18.0	18.1~ 22.4	22.5~ 28.0	28.1~ 35.5															
代表值	范围																																		
0.100	0.090~0.112	18	2.71	15	2.66	12	2.61	10	2.56	8	2.51	7	2.46	6	2.40	5	2.34	4	2.28	2	2.30	3	2.14	3	2.08	2	1.99	2	1.91	2	1.84	2	1.75	2	1.66
0.125	0.113~0.140	23	2.68	18	2.63	14	2.58	10	2.53	9	2.46	8	2.43	6	2.37	5	2.31	4	2.25	2	2.19	3	2.11	3	2.05	2	1.96	2	1.88	2	1.80	2	1.72	2	1.62
0.160	0.141~0.180	29	2.64	22	2.60	17	2.55	13	2.50	11	2.45	9	2.39	7	2.35	6	2.28	5	2.22	4	2.15	4	2.09	3	2.01	3	1.94	2	1.84	2	1.77	2	1.68	2	1.59
0.200	0.181~0.244	39	2.61	28	2.57	21	2.52	16	2.47	13	2.42	10	2.36	8	2.30	7	2.25	6	2.19	5	2.12	4	2.05	3	1.98	3	1.91	2	1.81	2	1.73	2	1.65	2	1.55
0.250	0.255~0.280	*		37	2.54	27	2.49	20	2.44	15	2.38	12	2.33	10	2.28	8	2.21	7	2.15	5	2.09	4	2.02	3	1.95	3	1.87	2	1.80	2	1.70	2	1.61	2	1.52
0.315	0.281~0.355	*	*		2.46	36	2.40	25	2.35	19	2.30	14	2.24	11	2.18	9	2.12	8	2.06	6	2.00	5	1.99	4	1.92	3	1.84	3	1.76	2	1.66	2	1.57	2	1.48
0.400	0.356~0.450	*	*	*			2.37	33	2.32	24	2.26	18	2.21	14	2.15	11	2.08	9	2.02	7	2.00	6	1.95	5	1.89	4	1.81	3	1.72	3	1.64	2	1.53	2	1.44
0.500	0.451~0.560	*	*	*			2.33	46	2.28	31	2.23	23	2.17	17	2.11	13	2.05	10	1.99	8	1.92	6	1.85	5	1.77	4	1.68	3	1.60	2	1.50	2	1.40		
0.630	0.561~0.710	*	*	*	*			44	2.25	30	2.19	21	2.09	15	2.02	12	1.95	9	1.89	7	1.81	6	1.74	5	1.66	4	1.58	3	1.50	3	1.42	2	1.36		
0.800	0.711~0.900	*	*	*	*	*		42	2.16	28	2.10	20	2.04	15	1.98	11	1.91	8	1.84	7	1.78	6	1.71	5	1.64	4	1.56	3	1.48	2	1.40	2	1.32		
1.000	0.901~1.120		*	*	*	*	*		2.06	38	2.00	26	2.00	18	1.94	14	1.88	10	1.81	8	1.74	7	1.67	6	1.60	5	1.52	4	1.44	3	1.36	2	1.28		
1.250	1.130~1.400			*	*	*	*	*		36	1.97	24	1.91	17	1.84	12	1.77	9	1.70	7	1.63	6	1.56	5	1.48	4	1.40	3	1.32	2	1.24	2	1.16		
1.600	1.410~1.800				*	*	*	*	*		34	1.86	23	1.80	16	1.73	12	1.66	9	1.59	7	1.50	6	1.41	5	1.32	4	1.24	3	1.16	2	1.08			
2.000	1.810~2.240					*	*	*	*	*		31	1.76	20	1.69	14	1.62	10	1.54	8	1.46	7	1.37	6	1.28	5	1.20	4	1.12	3	1.04	2	0.96		
2.500	2.250~2.800						*	*	*	*	*		28	1.72	1.65	19	1.58	13	1.50	9	1.42	8	1.33	7	1.24	6	1.16	5	1.08	4	1.00	3	0.92		
3.150	2.810~3.550							*	*	*	*	*		26	1.60	1.53	17	1.46	11	1.37	8	1.29	7	1.20	6	1.12	5	1.04	4	0.96	3	0.88			
4.000	3.560~4.500								*	*	*	*	*		24	1.49	1.41	15	1.33	10	1.24	8	1.16	7	1.08	6	1.00	5	0.92	4	0.84	3	0.76		
5.000	4.510~5.600									*	*	*	*	*		39	1.37	24	1.28	13	1.19	9	1.10	7	1.02	6	0.94	5	0.86	4	0.78	3	0.70		
6.300	5.610~7.100										*	*	*	*	*		30	1.23	18	1.14	10	1.05	7	0.96	6	0.88	5	0.80	4	0.72	3	0.64			
8.000	7.110~9.000											*	*	*	*	*		27	1.09	16	1.00	9	0.91	6	0.82	5	0.74	4	0.66	3	0.58				
10.00	9.010~11.200												*	*	*	*	*		23	0.94	14	0.85	8	0.76	5	0.68	4	0.60	3	0.52	2	0.44			

Statistical Quality Control

- a. 求指定 p_0 所属的行及指定 p_1 所属的列的交点栏;
- b. 栏的左下数值表示样本大小 n , 左上数值表示合格判定系数 k ;
- c. 下限合格判定值 \bar{X}_L 可由下式求得: $\bar{X}_L = S_L + K \sigma$
- d. 由 n 、 k 检讨其检验费用, 如适当则采用, 不适当则修正 p_0 、 p_1 值, 再求 n 及 \bar{X}_L 。

⑦ 抽取样本。

⑧ 测定样本, 求其平均值 \bar{x} 。

⑨ 判断:

● 上限规格值 S_U 被指定时:

$\bar{x} \leq \bar{X}_U$ 时, 判断群体为合格;

$\bar{x} > \bar{X}_U$ 时, 判断群体为不合格。

● 下限规格值 S_L 被指定时:

$\bar{x} < \bar{X}_L$ 时, 判断群体为合格;

$\bar{x} > \bar{X}_L$ 时, 判断群体为不合格。

⑩ 对群体的处置。

依预先约定的方法, 对合格或不合格群体加以处置, 但任何情形下, 皆不得对不合格群体再提出检验。

范例 3-25:

金属板的硬度, 其上限规格值被规定为硬度 68 以下时, 超过硬度 68 的金属板占 0.5% 以下的群体, 希望能合格, 而占 4% 以上的群体, 则希望其不合格。

求抽检方式 n 及 \bar{X}_U (但 $\sigma = 3$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$)。

[解]

$p_0 = 0.5\%$, $p_1 = 4\%$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$

图表 3-90 可查出:



$$n = 13, k = 2.11$$

故抽检方式为:

$$\begin{cases} n = 13 \\ \bar{X}_L = S - K \sigma = 68 - 2.11 \times 3 = 61.67 \end{cases}$$

(六) σ 未知时的计量抽样检验

前面各节所讨论的, 群体的标准差 σ 都可预先知道, 如果无法预先知道时, 应该如何设计此群体的抽检方式?

1. 上限规格值 S_U 被指定时

如果标准差 σ 已知, 从群体随机抽取 n 个样本, 计算其平均值, 则:

$$\begin{cases} \bar{x} + k \sigma \leq S_U \text{ 时, 判断群体为合格;} \\ \bar{x} + k \sigma > S_U \text{ 时, 判断群体为不合格。} \end{cases} \quad (1)$$

但如果①式的 σ 未知时, 可用标准差推定值 σ_e 代替标准差 σ :

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

若以上式代替①式时, 是否能合理地决定抽检方式 (n, k') ?

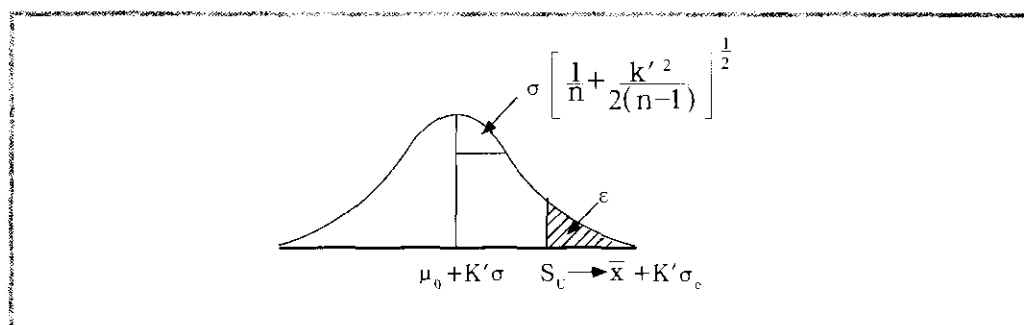
$$\begin{cases} \bar{x} + k' \sigma_e \leq S_U \text{ 时, 判断群体为合格;} \\ \bar{x} + k' \sigma_e > S_U \text{ 时, 判断群体为不合格。} \end{cases}$$

因标准差推定值 σ_e 为统计量, 当 $n > 5$ 时, σ_e 的分配可近似的属于 $N[\sigma, \frac{\sigma^2}{2(n-1)}]$ 的常态分配。

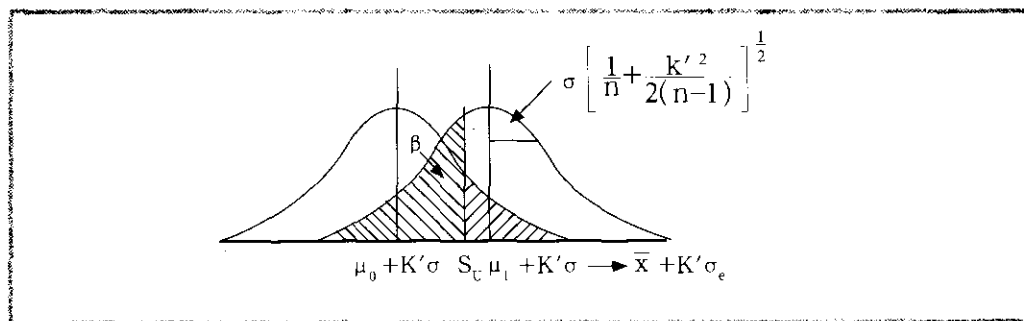
又因 \bar{x} 与 σ_e 为互相独立, 所以 $\bar{x} + k' \sigma_e$ 的分配可近似地属于 $N[\mu + k' \sigma, \frac{\sigma^2}{n} + \frac{k'^2 \sigma^2}{2(n-1)}]$ 的常态分配 (如图表 3-91)。

如图表 3-92 希望其合格的良品群体的平均值为 μ_0 , 其不合格的不良品群体的平均值为 μ_1 。

图表 3-91



图表 3-92



$$\text{则 } S_U = \mu_0 + k'\sigma + K_\alpha \sigma \sqrt{\frac{1 + \frac{k'^2}{2(n-1)}}} \quad (2)$$

$$S_U = \mu_1 + k'\sigma - K_\beta \times \sigma \sqrt{\frac{1 + \frac{k'^2}{2(n-1)}}} \quad (3)$$

由②式得:

$$\frac{S_U - \mu_0}{\sigma} = k' + K_\alpha \sqrt{\frac{1 + \frac{k'^2}{2(n-1)}}}$$

$$\frac{S_U - \mu_0}{\sigma} = k_{p0}$$

$$\therefore K_{p0} = k' + K_{\alpha} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k'^2}{2(n-1)}} \quad (4)$$

同样由③式及 $\frac{S_U - \mu_1}{\sigma} = K_{p1}$ 得:

$$K_{p1} = k' - K_{\beta} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k'^2}{2(n-1)}} \quad (5)$$

由④式得:

$$\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k'^2}{2(n-1)}} = \frac{K_{p0} - k'}{K_{\alpha}} \quad (6)$$

由⑤式得:

$$\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k'^2}{2(n-1)}} = \frac{k' - K_{p1}}{K_{\beta}}$$

由⑤、⑥式得:

$$\frac{K_{p0} - k'}{K_{\alpha}} = \frac{k' - K_{p1}}{K_{\beta}}$$

$$\therefore k' = \frac{K_{p0}K_{\beta} + K_{p1}K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}} \quad (7)$$

针对④式如果设 $n-1 \approx n$, 则:

$$K_{p0} = k' + K_{\alpha} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k'^2}{2}}$$

$$\therefore n = \left(\frac{K_{\alpha}}{K_{p0} - k'} \right)^2 \left(\frac{1 + \frac{k'^2}{2}}{2} \right) \quad (8)$$

把⑦式代入⑧式, 则:

$$n = \left(1 + \frac{k'^2}{2} \right) \left(\frac{K_{\alpha} + K_{\beta}}{K_{p0} - K_{p1}} \right)^2$$

所以抽检方式为:

$$\begin{cases} n = \left(1 + \frac{k'^2}{2}\right) \left(\frac{K_\alpha + K_\beta}{K_{p0} - K_{p1}}\right)^2 \\ k' = \frac{K_{p0}K_\beta + K_{p1}K_\alpha}{K_\alpha + K_\beta} \end{cases}$$

范例 3-26:

某种罐头液汁的糖度, 上限规格为 S_U , 超过 S_U 占 1% 以下的群体希望其合格, 而超过 S_U 1% 以上的群体则希望其不合格, 如果 $\alpha = 5\%$, $\beta = 10\%$, 试求抽检方式。

〔解〕

$$K_{p0} = 2.33 \quad K_\alpha = 1.64$$

$$K_{p1} = 1.28 \quad K_\beta = 1.28$$

$$k' = \frac{K_{p0}K_\beta + K_{p1}K_\alpha}{K_\alpha + K_\beta} = \frac{1.28(2.33 + 1.64)}{1.64 + 1.28} = 1.74$$

$$n = \left(1 + \frac{k'^2}{2}\right) \left(\frac{K_\alpha + K_\beta}{K_{p0} - K_{p1}}\right)^2 = \left(1 + \frac{1.74^2}{2}\right) \left(\frac{1.64 + 1.28}{2.33 - 1.28}\right)^2 = 19.70 \approx 20$$

所以从群体随机抽取 $n = 20$ 样本, 测定其特性值, 计算平均值 \bar{x} , 推定标准差 σ_e 。

判断:

$\bar{x} + 1.74 \sigma_e \leq S_U$ 时, 判断群体为合格;

$\bar{x} + 1.74 \sigma_e > S_U$ 时, 判断群体为不合格。

2. 下限规格值 S_L 被指定时

下限规格值被指定时的抽检方式, 其理论及求法与上限规格值被指定时的抽检方式没有什么不同, 其抽检方式为:

$$k = \frac{K_{P0}K_{\beta} + K_{P1}K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}}$$

$$n = \left(1 + \frac{k^2}{2}\right) \left(\frac{K_{\alpha} + K_{\beta}}{K_{P0} - K_{P1}}\right)^2$$

这是从群体随机抽取 n 个样本计算其平均值 \bar{x} ，及求出其推定标准差 σ_e ，则：

$\bar{x} - K \sigma_e \geq S_L$ 时，判断群体为合格；

$\bar{x} - K \sigma_e < S_L$ 时，判断群体为不合格。

范例 3-27：

某制品重量，下限规格 $S_L = 340g$ ，如果未满足 $340g$ 的产品在 0.5% 以下时，希望该批为合格，如果未满足 $340g$ 的产品在 5% 以上时，希望判定该批不合格。今 $\alpha = 5\%$ ， $\beta = 10\%$ ，试求抽检方式。

〔解〕

$$K_{P0} = 2.576 \quad K_{\alpha} = 1.645$$

$$K_{P1} = 1.645 \quad K_{\beta} = 1.282$$

$$k = \frac{K_{P0}K_{\beta} + K_{P1}K_{\alpha}}{K_{\alpha} + K_{\beta}} = \frac{2.576 \times 1.282 + 1.645 \times 1.645}{1.645 + 1.282} = 2.053$$

$$n = \left(1 + \frac{k^2}{2}\right) \left(\frac{K_{\alpha} + K_{\beta}}{K_{P0} - K_{P1}}\right)^2 = \left(1 + \frac{2.053^2}{2}\right) \left(\frac{1.645 + 1.282}{2.576 - 1.645}\right)^2 = 30.7 \approx 31$$

从群体随机抽取 $n = 31$ 样本，测定其特性值，计算平均值 \bar{x} ，推定标准差 σ_e

判断：

$\bar{x} - 2.053 \sigma_e \geq 340$ ，判断群体为合格；

$\bar{x} - 2.053 \sigma_e < 340$ ，判断群体为不合格。

3. OC 曲线

对希望其合格的群体 (不良率低于 p_0), 则:

$$k = K_{p_0} - K_{\alpha} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}}$$

对希望其不合格的群体 (不良率大于 p_1), 则:

$$k = K_{p_1} + K_{\beta} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}}$$

写成一般式则为:

$$k = K_p + K_{L(p)} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}} \quad \text{式一}$$

即任意不良率 p 的群体, 可能被判断为合格的或然率 $L(p)$ 与不良 p 之间的关系式。

由式一可计算出 K_p 与 $K_{L(p)}$ 之间的关系, 而由表可查出 p 与 $L(p)$ 之间的关系。

范例 3-28:

求 $n=95$ 、 $k=0.765$ 的抽检方式的 OC 曲线 ($p_0=0.15$, $\alpha=0.01$, $p_1=0.30$, $\beta=0.02$)。

〔解〕

$$\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}} = 0.117$$

$$-K_{\alpha} = K_{0.001} = -2.33$$

$$\therefore -K_{\alpha} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}} = -0.272$$

$$\text{而 } K_{p_0} = k + K_{\alpha} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}} = 0.765 + 0.272 = 1.037$$

$$\therefore p_0 = 0.1501$$

$$\text{又 } K_{\beta} = K_{0.02} = 2.054$$

$$\therefore K_{\beta} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}} = 0.240$$

Statistical Quality Control

$$K_{p1} = k - K_{\beta} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}} = 0.765 - 0.240 = 0.525$$

$$\therefore p_1 = 0.30$$

OC 曲线可由下式求出:

$$k = K_p + K_{L(p)} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}}$$

$$\therefore n = 95, k = 0.765$$

$$\therefore \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}} = 0.117$$

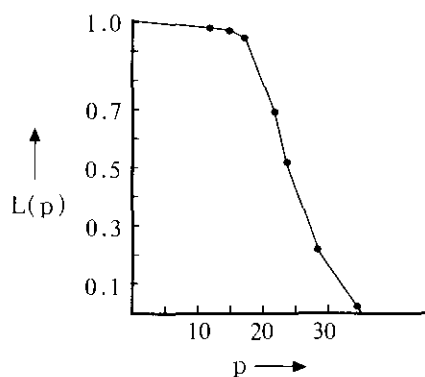
$L(p)$ 与 p 的关系式为:

$$0.765 = K_p + 0.117 K_{L(p)}$$

计算结果, 如图表 3-93。

图表 3-93

1	2	3	4	5
$L(p)$	$k_{L(p)}$	$0.117k_{L(p)}$	$0.765 - 0.117k_{L(p)}$	p
0.99	-2.33	-0.272	1.037	0.150
0.85	-1.04	-0.121	0.886	0.188
0.50	0	0	0.765	0.222
0.15	1.04	0.121	0.644	0.260
0.01	2.33	0.272	0.493	0.311



(七) JIS Z9004

JIS Z 9004 是 1995 年制定而成的, 可利用于 σ 未知时的计量值抽检方式。

1. 适用范围

- 群体的特性值属于或近似于 $N(\mu, \sigma^2)$ 的常态分配, 而 σ 未知时;
- 以群体的各个制品为对象, 而不合乎规格的制品所占数量较少的群体, 希望其能合格, 较多的群体希望其不合格。

2. 检验步骤

(1) 决定测定方式

(2) 决定品质基准

(3) 决定 p_0 、 p_1

(4) 群体批的构成

(5) 利用图表 3-94 求抽检方式

① 指定 p_0 所属的行及指定 p_1 所属的列的交点栏;

② 栏的右者为合格判定系数 k , 左者为样本大小 n 。

(6) 抽取样本

(7) 测定样本, 求其平均值 \bar{x} 及推定标准差 σ_e , $\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$

(8) 判断

① 上限规格值 S_U 被指定: $\bar{X}_U = S_U - k \sigma_e$

$\bar{x} \leq \bar{X}_U$ 时, 判断群体合格;

$\bar{x} > \bar{X}_U$ 时, 判断群体不合格。

② 下限规格值 S_L 被指定: $\bar{X}_L = S_L + k \sigma_e$

$\bar{x} \geq \bar{X}_L$, 判断群体为合格;

图 表 3-94 JIS Z 9004-1995 计量规准型一次抽样检验 (σ 未知)

$\alpha = 0.05, \beta = 0.10$

n	0.1		0.15		0.2		0.3		0.5		0.7		1.0	
	P_1	K	P_1	K	P_1	K	P_1	K	P_1	K	P_1	K	P_1	K
5	21.0	1.81	22.0	1.73	24.0	1.65	25.0	1.57	28.0	1.45	30.0	1.37	32.0	1.28
6	17.0	1.90	18.0	1.82	19.0	1.75	21.0	1.65	24.0	1.53	25.0	1.44	28.0	1.35
7	14.0	1.97	15.0	1.89	16.0	1.82	18.0	1.72	20.0	1.59	22.0	1.51	24.0	1.41
8	12.0	2.02	13.0	1.95	14.0	1.87	16.0	1.77	17.0	1.64	20.0	1.64	20.0	1.56
9	10.0	2.07	11.0	2.00	12.0	1.92	14.0	1.82	15.0	1.69	18.0	1.60	20.0	1.50
10	9.0	2.12	9.7	2.04	11.0	1.96	12.0	1.86	14.0	1.73	16.0	1.64	18.0	1.54
11	7.7	2.16	8.6	2.08	9.6	1.99	11.0	1.89	13.0	1.76	15.0	1.68	16.0	1.57
12	6.9	2.19	7.7	2.11	8.7	2.02	10.0	1.92	12.0	1.79	13.5	1.71	15.0	1.60
13	6.2	2.22	7.0	2.14	8.0	2.05	9.2	1.95	11.2	1.81	12.6	1.73	15.0	1.60
14	5.7	2.24	6.4	2.16	7.4	2.08	8.5	1.97	10.4	1.83	11.7	1.75	13.4	1.64
15	5.2	2.27	5.9	2.18	6.8	2.10	7.9	1.99	9.7	1.85	11.1	1.77	12.7	1.66
16	4.8	2.29	5.5	2.20	6.3	2.12	7.4	2.01	9.1	1.87	10.5	1.78	12.1	1.68
17	4.5	2.31	5.1	2.22	5.9	2.14	7.0	2.03	8.6	1.89	9.9	1.80	11.5	1.70
18	4.2	2.33	4.8	2.24	5.6	2.16	6.6	2.05	8.2	1.91	9.4	1.82	11.0	1.71
19	3.9	2.35	4.5	2.26	5.3	2.18	6.2	2.07	7.8	1.93	9.0	1.83	10.6	1.73
20	3.7	2.33	4.2	2.28	5.0	2.19	5.9	2.09	7.5	1.94	8.6	1.85	10.2	1.74
21	3.5	2.38	4.0	2.30	4.7	2.21	5.6	2.10	7.2	1.95	8.3	1.86	9.8	1.75
22	3.3	2.39	3.8	2.31	4.5	2.22	5.3	2.11	6.9	1.97	8.0	1.87	9.4	1.76
23	3.1	2.40	3.6	2.32	4.3	2.23	5.1	2.12	6.6	1.98	7.7	1.88	9.1	1.77
24	3.0	2.41	3.4	2.33	4.1	2.24	4.9	2.13	6.3	1.99	7.4	1.89	8.8	1.78
25	2.8	2.42	3.3	2.34	3.9	2.25	4.7	2.14	6.1	2.00	7.1	1.90	8.5	1.79
26	2.7	2.43	3.2	2.35	3.7	2.26	4.5	2.15	5.9	2.01	6.9	1.91	8.3	1.80
27	2.6	2.44	3.1	2.36	3.6	2.27	4.3	2.16	5.7	2.02	6.7	1.92	8.1	1.81
28	2.5	2.45	3.0	2.37	3.5	2.28	4.2	2.17	5.5	2.02	6.5	1.93	7.9	1.82
29	2.4	2.46	2.9	2.38	3.4	2.29	4.1	2.18	5.3	2.03	6.3	1.93	7.7	1.82
30	2.3	2.47	2.8	2.39	3.3	2.40	4.0	2.19	5.1	2.04	6.1	1.94	7.5	1.83
35	1.9	2.52	2.3	2.43	2.7	2.34	3.4	2.22	4.6	2.07	5.6	1.97	6.7	1.86
40	1.7	2.55	2.0	2.46	2.4	2.37	3.1	2.25	4.1	2.10	5.0	2.00	6.1	1.89
45	1.5	2.58	1.8	2.49	2.2	2.39	2.8	2.28	3.8	2.13	4.6	2.02	5.7	1.91
50	1.3	2.60	1.6	2.51	2.0	2.41	2.5	2.30	3.5	2.15	4.2	2.04	5.3	1.93
55	1.2	2.62	1.5	2.53	1.8	2.43	2.3	2.32	3.3	2.17	3.9	2.06	4.9	1.95
60	1.1	2.64	1.4	2.55	1.7	2.45	2.2	2.34	3.1	2.19	3.7	2.08	4.7	1.96
65	1.0	2.66	1.3	2.57	1.6	2.47	2.1	2.35	2.9	2.20	3.5	2.09	4.5	1.97
70	1.0	2.67	1.2	2.58	1.5	2.48	2.0	2.36	2.7	2.21	3.3	2.10	4.3	1.98
75	0.9	2.68	1.1	2.59	1.4	2.49	1.9	2.37	2.6	2.22	3.2	2.11	4.1	1.99
80	0.9	2.69	1.1	2.60	1.4	2.50	1.8	2.38	2.5	2.23	3.1	2.12	3.9	2.00
85	0.8	2.70	1.0	2.61	1.3	2.51	1.7	2.39	2.4	2.24	3.0	2.13	3.8	2.01
90	0.8	2.71	1.0	2.62	1.2	2.52	1.6	2.40	2.3	2.25	2.9	2.14	3.7	2.02
95	0.7	2.72	0.9	2.63	1.1	2.53	1.6	2.41	2.3	2.26	2.8	2.15	3.6	2.03
100	0.7	2.73	0.9	2.64	1.1	2.54	1.5	2.42	2.2	2.26	2.7	2.16	3.5	2.04

$\bar{x} < \bar{X}_L$, 判断群体为不合格。

范例 3-29:

金属板的硬度, 其上限规格值被规定为硬度 68 以下, 超过硬度 68 的金属板占 0.5% 以下的群体希望能合格, 而占 4% 以上的群体则希望其不合格。今有 $N=500$ 块的金属板要检验, 但标准差 σ 未知。试求抽检方式 (n, k) 。

〔解〕

$$p_0 = 0.5\% \quad p_1 = 4\%$$

$$\alpha = 0.05 \quad \beta = 0.10$$

可查图表 3-94 得 $p_0 = 0.5\%$ 所属的行及 $p_1 = 3.8\%$ 所属的列的交点栏。

查出 $n=45, k=2.13$

$$\therefore \bar{X}_U = 68 + 2.13 \sigma_c$$

故从群体随机抽取 45 个样本, 测定其硬度, 计算平均值 \bar{x} 及推定标准差 σ_c 。

判断:

$\bar{x} \leq \bar{X}_L$ 时, 判断群体合格;

$\bar{x} > \bar{X}_U$ 时, 判断群体不合格。

(八) MIL-STD-414

MIL-STD-414 是 1957 年制定成美军军用规格的, 与 MIL-STD-105D 一样, 是一种调整型抽样检验, 但主要应用在计量值抽样检验上。

其内容为:

● A 编

抽检方式的一般记述;

● B 编

标准差 σ 未知时的检验步骤（标准差法）；

● C 编

标准差 σ 未知时的检验步骤（范围法）；

● D 编

标准差 σ 未知时的检验步骤。

其中 B、C、D 各编又包括下列内容：

- a. 单侧规格值的抽检方式；
- b. 两侧规格值的抽检方式；
- c. 工程平均的推定步骤及严格性的调整基准。

1. 检验步骤（一般）

(1) 决定测定方法

具体的规定检验单位特性值的测定方法。

(2) 决定品质基准

规定上限规格值 S_U 或下限规格值 S_L 。

(3) 决定允收品质水准 AQL 值

AQL 值以不良率（%）表示。

(4) 求 AQL 值的代表值

从图表 3-95-1 查出代表值。

(5) 决定检验水准

检验水准有 I、II、III、IV、V 等 5 种，从其中指定一种，通常采用检验水准 IV。

(6) 决定检验的严格性

正常检验、严格检验、减量检验三种检验之中，决定其中一种，初次检验时，一般是采用正常检验。

图表 3-95-1

所指定 AQL 的范围	AQL 的代表值
0 ~ 0.049	0.040
0.050 ~ 0.069	0.065
0.070 ~ 0.109	0.100
0.110 ~ 0.164	0.150
0.165 ~ 0.279	0.250
0.280 ~ 0.439	0.400
0.440 ~ 0.699	0.650
0.700 ~ 1.090	1.000
1.100 ~ 1.640	1.500
1.650 ~ 2.790	2.500
2.800 ~ 4.390	4.000
4.400 ~ 6.990	6.500
7.000 ~ 10.900	10.000
11.000 ~ 16.400	15.000

(7) 构成群体批

决定要提出检验的制品，是否全都作为一批群体或分割成数批群体，而决定群体的大小 N。

(8) 指定标准差 σ

(但只在标准差已知时)

(9) 求样本代字

从图表 3-95-2 求样本代字。

(10) 求抽验方法

参照以后各节。

(11) 抽取样本

(12) 测定样本

由测定值 x_i 求其平均值 \bar{x} ，当标准差 σ 未知时，求推定标准差 σ_e ， $\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 。

(13) 判断群体为合格或不合格

参照以后各节。

图表 3-95-2

群体的大小	检 查 水 准				
	I	II	III	IV	V
3~8	B	B	B	B	C
9~15	B	B	B	B	D
16~25	B	B	B	C	E
26~40	B	B	B	D	F
41~65	B	B	C	E	G
66~110	B	B	D	F	H
111~180	B	C	E	G	I
181~300	B	D	F	H	J
301~500	C	E	G	I	K
501~800	D	F	H	J	L
801~1 300	E	G	I	K	L
1 301~3 200	F	H	J	L	M
3 201~8 000	G	I	L	M	N
8 000~22 000	H	J	M	N	O
22 001~110 000	I	K	N	O	P
110 001~550 000	I	K	O	P	Q
550 001 以上	I	K	P	Q	Q

(14) 群体的处置

合格群体则允收，不合格群体则退回拒收。

(15) 记录检验结果

记录调节检验的严格性时所必须的检验数据及记录检验履历，以备日后参考（参阅图表 3-95-1、图表 3-95-2）。

2. B 编：标准差 σ 未知（标准差法）

(1) B 编 - 1 单侧规格值——形式 1

① 抽检方式的求法：

- 正常检验及严格检验时，利用图表 3-96。

图表 3-96 普通检验及严格检验（片侧规格值——形式 1）

样本代字	样本大小	AQL（普通）													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.12	0.958	0.765	0.566	0.341
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.45	1.34	1.17	1.01	0.814	0.617	0.393
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	0.874	0.695	0.455
E	7	↓	↓	↓	↓	2.00	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.18	0.988	0.755	0.534
F	10	↓	↓	↓	2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	0.828	0.811
G	15	2.64	2.53	2.42	2.32	2.10	2.06	1.91	1.79	1.68	1.47	1.30	1.09	0.886	0.664
H	20	2.69	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	0.917	0.698
I	25	2.72	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	0.936	0.712
J	30	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	0.946	0.723
K	35	2.77	2.65	2.54	2.45	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.57	1.39	1.18	0.968	0.765
L	40	2.77	2.66	2.55	2.44	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.58	1.39	1.18	0.971	0.746
M	50	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	0.774
N	75	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	0.804
O	100	2.92	2.80	2.69	2.58	2.43	2.29	2.14	2.00	1.86	1.67	1.48	1.26	1.05	0.819
P	150	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	0.841
Q	200	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	0.845
		0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
AQL（严格）															

- 减量检验时，利用图表 3-97。
 - a. 查出所指定标本代字所属的行。
 - b. 查出所指定 AQL 值所属的列。但利用图表 3-96 时，正常检验查上段，严格检验查下段。
 - c. 由标本代字所属的行和② AQL 值所属的列的交点栏查出合格判定系数 k，而于样本代字所属的行及样本大小所属的列的交点栏查出样本大小。
- 当遇到箭头时，向箭头方向采用最初的抽检方式（n，k）。

② 合格、不合格的判断

- 上限规格值 S_U 被指定时，则 $\bar{X}_U = S_U - k \sigma_e$ ：
 - $\bar{x} \leq \bar{X}_U$ 时，判断群体为合格；
 - $\bar{x} > \bar{X}_U$ 时，判断群体为不合格。
- 下限规格值 S_L 被指定时，则 $\bar{X}_L = S_L + k \sigma_e$ ：



图表 3-97 减量检验 (片侧规格值——形式 I)

样本代号	样本大小	AQL												
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3									1.12	0.958	0.765	0.566	0.341
C	3									1.12	0.958	0.765	0.566	0.341
D	3									1.12	0.958	0.765	0.566	0.341
E	3									1.12	0.958	0.765	0.566	0.341
F	4							1.45	1.34	1.17	1.01	0.814	0.617	0.393
G	5						1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	0.874	0.675	0.455
H	7				2.00	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.15	0.955	0.755	0.536
I	10			2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	0.828	0.611
J	10			2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	0.828	0.611
K	15	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	0.886	0.664
L	20	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	0.917	0.695
M	20	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	0.917	0.695
N	25	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	0.936	0.712
O	30	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	0.946	0.723
P	50	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	0.774
Q	75	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	0.804

$\bar{x} \geq \bar{X}_U$ 时, 判断群体为合格;
 $\bar{x} < \bar{X}_U$ 时, 判断群体为不合格。

范例 3-30:

某装置之最高温度被规定为 209° F, 今有 N=40 个的群体批被提出检验时, 采用检验水准 IV、AQL=1% 的正常检验。而由图表 3-95-2 及图表 3-96 查出样本大小 n=5, 其样本测定值为 197°、188°、184°、205°、201°。试决定群体的处置。

〔解〕

样本大小 = 5

平均值 $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{975}{5} = 195$

$$\begin{aligned}\text{推定标准差 } \sigma_e &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{190435 - 190125}{5-1}} = 8.81\end{aligned}$$

上限规格值 $S_U = 209$

而合格判定系数 $k = 1.53$ (图表 3-96)

$$\bar{X}_U = S_U - k \sigma_e = 209 - 1.53 \times 8.81 = 195.52$$

判断:

$$\bar{x} < \bar{X}_U$$

∴ 判断群体为合格

(2) B 编 - 2 单侧规格值——形式 2

① 抽检方式的求法:

正常检验及严格检验时, 利用 MIL - STD - 144; 减量检验时, 利用 MIL - STD - 144。

- 查出所指定样本代号所属的行。
- 查出所指定 AQL 所属的列。

但利用 MIL - STD - 144 时, 正常检验查上段, 严格检验查下段。

● 由样本代号所属的行和 AQL 所属的列的交点栏查出最大容许不良率 (%) M , 而与样本代号所属的行及样本大小所属的列的交点栏查出样本大小 n , 遇到箭头时, 向箭头方向采用最初的抽检方式。

② 合格、不合格的判断:

- 计算品质指数。

a. 上限规格值 S_U 被指定时, 品质指数 $Q_U = \frac{S_U - \bar{x}}{\sigma_e}$

b. 下限规格值 S_L 被指定时, 品质指数 $Q_L = \frac{\bar{x} - S_L}{\sigma_e}$

- 推定群体批的不良率。

从附 MIL - STD - 144, 求出群体不良率 (%) p_U 及 p_L 。

● 合格、不合格的判断:

a. 上限规格值 S_U 被指定时:

$p_U \leq M$ 时, 判断群体为合格;

$p_U > M$ 时, 判断群体为不合格;

当 Q_U 为负值时, 判断群体为不合格。

b. 下限规格值 S_L 被指定时:

$p_L \leq M$ 时, 判断群体为合格;

$p_L > M$ 时, 判断群体为不合格;

当 Q_L 为负值时, 判断群体为不合格。

(3) B 编 - 3 两侧规格值 (只指定一个 AQL 时) —— 形式 2

⑤ 抽检方式的求法:

(参照 B 编 - 2)

⑥ 合格、不合格的判断:

● 计算品质指数 Q_U 与 Q_L :

$$Q_U = \frac{S_U - \bar{x}}{\sigma_e}$$

$$Q_L = \frac{\bar{x} - S_L}{\sigma_e}$$

● 推定群体的不良率。

计算群体的推定不良率 (%) $p = p_U + p_L$

但大于上限规格值 S_U 的不良率 P_U , 及小于下限规格值 S_L 的不良率 P_L 可由 SID - MIL - 144 查出。

● 合格、不合格的判断:

$p \leq M$ 时, 判断群体为合格;

$p > M$ 时, 判断群体为不合格。

(4) B 编 - 4 两侧规格值时 (指定其不同的 AQL)

⑤ 抽检方式的求法:

样本大小 n 、上限规格值 S_U 及下限规格值 S_L 的最大容许不良率 (%) M_U 及 M_L , 可参照 B 编 - 2 各别求出。

⑥ 合格、不合格的判断:

- 计算品质指数 Q_U 及 Q_L (参照 B 编 - 3);

- 计算群体不良率 (%) $p = p_U + p_L$:

大于上限规格值 S_U 的不良率 p_U , 及小于下限规格值 S_L 的不良率 p_L , 可由 MIL - STD - 144 查出。

- 判断:

下列三条件皆满足时, 可判断群体为合格, 其他情形皆判断群体为不合格:

a. $p_U \leq M_U$;

b. $p_L \leq M_L$;

c. $p \leq M_U$ (但 $M_U > M_L$);

$p \leq M_L$ (但 $M_L > M_U$)。

当 Q_U 或 Q_L 为负值时, 则判断群体为不合格。

(5) B 编 - 5 检验严格性调整的步骤

① 推定工程平均

- 从各群体的检验结果推定工程平均;

- 推定工程平均时, 异常值必须去除:

工程平均的推定, 以最近提出的 5 群体批、10 群体批或 15 群体批的检验结果为准。

上限规格值时, 推定不良率以 P_U 表示; 下限规格值时, 推定不良率以 P_L 表示。

② 检验严格性的调整

● 正常检验改为严格检验:

下列两条件成立时, 下一批开始由正常检验改为严格检验:

- a. 推定工程平均大于 AQL 时;
- b. 推定不良率大于 AQL 的群体批, 其批数大于 T 值时 (T 值由 MIL - STD - 144)。

● 严格检验改为正常检验:

实施严格检验时, 如果推定工程平均小于 AQL。

● 正常检验改为减量检验:

下列条件成立且购买者允许时, 下一批开始由正常检验改为减量检验。

- a. 最近 5、10 或 15 群体批中, 都没有不合格群体批时;
- b. 最近各群体批的推定不良率小于适用界限值时 (适用界限值可由 MIL - STD - 144 查出);

c. 生产安定时。

● 减量检验改为正常检验

下列条件的任何一条件发生时, 由减量检验改为正常检验:

- a. 有 1 群体批不合格时;
- b. 推定工程平均值大于 AQL 时;
- c. 生产不规则或停滞时;
- d. 购入者认为需要采取正常检验时。

3. C 编:标准差 σ 未知 (范围法)

(1) C 编 - 1 单侧规格值——形式 1

① 抽检方式的求法:

正常检验及严格检验, 取用 MIL - STD - 144; 减量检验时, 则可利用 MIL -

STD-144(求法参照B编-1)。

② 合格、不合格的判断:

● 上限规格值 S_U 被指定时: $\bar{X}_U = S_U - k\bar{R}$

$\bar{x} \leq \bar{X}_U$ 时, 则群体批为合格;

$\bar{x} > \bar{X}_U$ 时, 则群体批为不合格。

● 下限规格值 S_L 被指定时: $\bar{X}_L = S_L + k\bar{R}$

$\bar{x} \geq \bar{X}_L$ 时, 则群体批为合格;

$\bar{x} < \bar{X}_L$ 时, 则群体批为不合格, 但 \bar{R} 为范围平均值。

(2) C编-2 单侧规格值——形式2

③ 抽检方式的求法:

正常检验及严格检验时, 利用图表3-98; 减量检验时, 利用MIL-STD-144。

依下列求抽检方式:

● 查出所属指定样本代字的行;

● 查出所属指定AQL的列;

当利用图表3-98时, 正常检验查上段, 严格检验查下段。

● 从样本代字的行和AQL的列的交点栏查出最大容许不良率(%)M, 而从样本代字的行及样本大小的列的交点栏查出样本大小n, 又于样本代字的行及系数C的列的交点栏查出系数C。

当遇到箭头时, 采用箭头方向最初遇到的抽检方式。

④ 合格、不合格的判断:

● 计算品质指数

上限规格值 S_U 被指定时, 品质指数 $Q_U = \frac{S_U - \bar{x}}{\bar{R}} C$

下限规格值 S_L 被指定时, 品质指数 $Q_L = \frac{\bar{x} - S_L}{\bar{R}} C$

● 推定群体不良率

表 3-98 表列出的試驗值及試驗標準值(圓)內側規格值及值片規格值形式 2)——範圍法

样本代号	样本大小	c Factor	合格品质水准 (普通)																														
			0.04		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.00		1.50		2.50		4.00		6.50		10.00		15.00				
			M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		
B	3	1.910																															
C	4	2.234																															
D	5	2.474																															
E	7	2.830																															
F	10	2.405																															
G	15	2.379	0.061	0.136	0.253	0.430	0.786	1.300	2.10	3.11	4.44	6.76	9.76	14.09	19.30	25.92																	
H	25	2.358	0.125	0.214	0.336	0.506	0.827	1.270	1.95	2.82	3.96	5.98	8.65	12.59	17.48	23.79																	
I	30	2.353	0.147	0.240	0.366	0.537	0.856	1.290	1.96	2.81	3.92	5.88	8.50	12.36	17.19	23.42																	
J	35	2.349	0.165	0.261	0.391	0.564	0.883	1.330	1.98	2.82	3.90	5.85	8.42	12.24	17.03	23.21																	
K	40	2.346	0.160	0.252	0.375	0.539	0.842	1.250	1.88	2.69	3.73	5.61	8.11	11.84	16.55	22.38																	
L	50	2.342	0.169	0.261	0.381	0.542	0.838	1.250	1.60	2.63	3.64	5.47	7.91	11.57	16.20	22.26																	
M	60	2.339	0.158	0.244	0.356	0.504	0.781	1.160	1.74	2.47	3.44	5.17	7.54	11.10	15.64	21.63																	
N	85	2.335	0.156	0.242	0.350	0.493	0.755	1.120	1.67	2.37	3.30	4.97	7.27	10.73	15.17	21.05																	
O	115	2.333	0.153	0.230	0.333	0.468	0.718	1.060	1.58	2.25	3.14	4.76	6.99	10.37	14.74	20.57																	
P	175	2.331	0.139	0.210	0.303	0.427	0.655	0.972	1.46	2.08	2.93	4.47	6.60	9.890	14.15	19.88																	
Q	230	2.330	0.142	0.215	0.308	0.432	0.661	0.976	1.47	2.08	2.92	4.46	6.57	9.840	14.10	19.82																	
			0.065	0.100	0.150	0.250	0.400	0.650	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00																		
			合格品质水准 (严格)																														

可由 MIL-STD-144 求出, 并推定群体不良率 (%) P_L 或 P_U 。

- 判断合格、不合格 (参照 B 编 - 2)

范例 3-31:

某电气零件的电阻, 其下限规格值为 $620\ \Omega$, 令 $N=100$ 的群体提出检验, 采用检验水准 IV、 $AQL=0.4\%$ 的正常检验, 则由图表 3-95-2 及图表 3-98 查出样本大小 $n=10$, 其样本电阻值如下, 请决定群体的处置。

643 651 619 627 658

$$(R_1 = 658 - 619 = 39)$$

670 673 641 638 650

$$(R_2 = 673 - 638 = 35)$$

〔解〕

- ① 样本大小 $n=10$

- ② 测定值的和: $\sum x_i = 6470$

- ③ 样本的平均值 $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 647$

- ④ 平均范围: $\bar{R} = \frac{\sum R}{(\text{副群体的组数})} = \frac{39 + 35}{2} = 37$

- ⑤ 系数: $C=2.405$ (图表 3-98)

- ⑥ 下限规格值: $S_L=620$

- ⑦ 品质指数: $Q_L = \frac{(\bar{x} - S_L) C}{\bar{R}} = 1.76$

- ⑧ 推定群体不良率 (%): $P_L=2.54\%$

(MIL-STD-144)

- ⑨ 最大容许不良率 (%): $M=1.14\%$ (图表 3-98)

- ⑩ 合格判定基准:

P_U 与 M 比较, $2.54\% > 1.14\%$, 故判断群体为不合格。

(3) C 编 - 3 两侧规格值——指定一个 AQL 值时

① 抽检方式的求法 (参照 C 编 - 2)

② 合格、不合格的判断

● 计算品质指数:

$$Q_U = \frac{S_U - \bar{x}}{R} C$$

$$Q_L = \frac{\bar{x} - S_L}{R} C$$

● 推定群体的不良率:

计算群体批不良率 (%) $p = P_U + P_L$, 但大于上限规格值 S_U 的不良率 P_U 及小于下限规格值 S_L 的不良率 P_L 可由 MIL - STD - 144 查出。

● 合格、不合格的判断:

(参照 B 编 - 3)

(4) C 编 - 4 两侧规格值——对于上、下限规格值指定不同 AQL 值时

① 抽检方式的求法 (参照 C 编 - 2)

② 合格、不合格的判断:

● 计算品质指数 Q_U 及 Q_L (参照 C 编 - 3)

● 推定群体不良率 (参照 B 编 - 4, 但利用 MIL - STD - 144)

● 合格、不合格的判断 (参照 B 编 - 4)

(5) C 编 - 5 检验的严格性调整步骤

① 工程平均的推定 (参照 B 编 - 5)

② 检验的严格性调整

● 正常检验改为严格检验 (参照 B 编 - 5, 但利用 MIL - STD - 144 查 T 值);

- 严格检验改为正常检验 (参照 B 编 - 5);
- 正常检验改为减量检验 (参照 B 编 - 5, 但利用 MIL - STD - 144);
- 减量检验改为正常检验 (参照 B 编 - 5)。

4. D 编:标准差 σ 已知时

(1) D 编 - 1 单侧规格值——形式 1

① 抽检方式的求法:

- 正常检验及严格检验时, 利用 MIL - STD - 144;
- 减量检验时, 利用 MIL - STD - 144。

如下列求抽检方式:

- a. 查出所属样本代字的行;
- b. 查出所属指定 AQL 的列;

当利用 MIL - STD - 144 时, 正常检验查上段, 严格检验查下段。

c. 从样本代字的行和 AQL 的列的交点栏查出样本的大小 n 及合格判定系数 k , 遇到箭头时, 循箭头方向, 以最初遇到者为抽检方式。

② 合格、不合格的判断:

- 上限规格值 S_U 被指定时: $\bar{X}_U = S_U - k \sigma$

$\bar{x} \leq \bar{X}_U$ 时, 则群体批为合格;

$\bar{x} > \bar{X}_U$ 时, 则群体批为不合格。

- 下限规格值 S_L 被指定时: $\bar{X}_L = S_L + k \sigma$

$\bar{x} \geq \bar{X}_L$ 时, 则群体批为合格;

$\bar{x} < \bar{X}_L$ 时, 则群体批为不合格。

(2) D 编 - 2 单侧规格值——形式 2

③ 抽检方式的求法:

- 查出所属指定样本代字的行；
 - 查出所属指定 AQL 的列；
- 当利用图表 3-99 时，正常检验查上段，严格检验查下段。
- 从样本代字的行和 AQL 的列的交点栏查出样本大小 n，最大容许不良率（%）M 及系数 V。

当遇到箭印时，循箭头印方向，以最初遇到者为抽检方式。

- ④ 合格、不合格的判断：
- 计算品质指数：

上限规格 S_c 被指定时：

品质指数 $Q_c = \frac{S_c - \bar{x}}{\sigma} V$

图表 3-99-1 普通检验及严格检验（两侧规格值及片侧规格值——形式 2）

样本代字	AQL (普通)																							
	0.04			0.065			0.10			0.15			0.25			0.40			0.65					
	n	M	v	n	M	v	n	M	v	n	M	v	n	M	v	n	M	v	n	M	v			
B		↓			↓			↓			↓			↓			↓			↓				
C																								
D														↓			↓		2	1.28	1.414			
E		↓			↓			↓			↓		2	0.310	1.414	2	510	1.414	3	1.94	1.225			
F			↓			↓			↓	3	0.369	1.225	3	0.568	1.225	3	9	1.225	4	1.88	1.155			
G	3	0.079	1.225	3	0.114	1.225	4	0.290	1.155	4	0.399	1.155	4	0.681	1.155	5	1.09	1.118	5	1.76	1.118			
H	4	0.111	1.115	4	0.161	1.155	5	0.296	1.118	5	0.445	1.118	6	0.721	1.095	6	1.14	1.095	7	1.75	1.080			
I	5	0.130	1.118	6	0.230	1.095	6	0.321	1.095	6	0.478	1.095	7	0.756	1.080	8	1.14	1.069	8	1.80	1.069			
J	6	0.145	1.095	6	0.234	1.095	7	0.343	1.080	7	0.507	1.080	8	0.791	1.069	9	1.18	1.061	10	1.79	1.054			
K	7	0.141	1.080	7	0.226	1.080	8	0.330	1.069	9	0.469	1.061	9	0.760	1.061	10	1.14	1.054	11	1.73	1.049			
L	8	0.153	1.069	8	0.243	1.069	9	0.352	1.061	10	0.494	1.054	11	0.768	1.049	12	1.15	1.045	13	1.74	1.041			
M	10	0.141	1.054	11	0.217	1.049	11	0.326	1.049	12	0.461	1.045	13	0.721	1.041	14	1.08	1.038	16	1.62	1.003			
N	14	0.130	1.038	15	0.211	1.035	16	0.308	1.033	17	0.438	1.031	19	0.673	1.027	21	1.00	1.025	23	1.51	1.023			
O	19	0.134	1.027	20	0.207	1.026	22	0.296	1.024	23	0.423	1.023	25	0.655	1.021	27	0.980	1.019	30	1.47	0.017			
P	27	0.129	1.019	30	0.193	1.017	31	0.283	1.017	34	0.397	1.015	37	0.615	1.014	40	0.921	1.013	44	1.39	1.012			
Q	37	0.130	1.014	40	0.196	1.013	42	0.285	1.012	45	0.402	1.011	49	0.620	1.010	54	0.920	1.009	59	1.39	1.009			
		0.065			0.10			0.15			0.25			0.40			0.65			1.00				
AQL 的代表号 (严格)																								

图表 3-99-2(续) 普通检验及严格检验 (两侧规格值及片侧规格值——形式 2)

样本代号	AQL (普通)																							
	1.00			1.50			2.50			4.00			6.50			10.00			15.00					
	n	M	v	n	M	v	n	M	v	n	M	v	n	M	v	n	M	v	n	M	v			
B		▼			▼			▼			▼			▼			▼			▼				
C	2	2.73	1.414	2	3.90	1.414	2	6.11	1.414	2	9.27	1.414	3	17.74	1.225	3	24.22	1.225	4	33.07	1.155			
D	2	2.23	1.414	2	3.00	1.414	3	7.56	1.225	3	10.79	1.225	3	15.60	1.225	4	22.97	1.155	4	31.01	1.153			
E	3	2.76	1.225	3	3.85	1.225	4	6.99	1.155	4	9.97	1.155	5	15.21	1.118	5	20.80	1.118	6	28.64	1.095			
F	4	2.58	1.155	4	3.87	1.155	5	6.05	1.118	5	8.92	1.118	6	13.89	1.095	7	19.46	1.080	8	26.64	1.069			
G	6	2.57	1.095	6	3.77	1.095	7	5.83	1.080	8	8.62	1.069	9	12.88	1.061	11	17.88	1.049	12	24.88	1.045			
H	7	2.62	1.080	8	3.68	1.069	9	5.68	1.061	10	8.43	1.054	12	12.35	1.045	14	17.36	1.038	16	23.96	1.033			
I	9	2.59	1.061	10	3.63	1.054	11	5.60	1.049	13	8.13	1.041	15	12.04	1.035	17	17.05	1.031	20	23.43	1.026			
J	11	2.57	1.049	12	3.61	1.045	13	5.58	1.041	15	8.13	1.033	18	11.88	1.029	21	16.71	1.025	24	23.13	1.022			
K	12	2.49	1.045	14	3.43	1.038	15	5.34	1.035	18	7.72	1.029	20	11.57	1.026	24	16.23	1.022	27	22.63	1.019			
L	14	2.51	1.038	15	3.54	1.035	18	5.29	1.029	20	7.80	1.026	23	11.56	1.023	27	16.27	1.019	31	22.57	1.017			
M	17	2.35	1.031	19	3.28	1.027	22	4.98	1.024	25	7.34	1.021	30	10.93	1.018	33	13.61	1.016	38	21.77	1.013			
N	25	2.19	1.021	28	3.05	1.018	32	4.68	1.016	36	6.95	1.014	42	10.40	1.012	49	14.87	1.010	56	20.90	1.009			
O	33	2.12	1.016	36	2.99	1.014	42	4.55	1.012	48	6.75	1.011	55	10.17	1.009	64	14.58	1.008	75	20.48	1.007			
P	49	2.00	1.010	54	2.82	1.009	61	4.35	1.008	70	6.48	1.007	82	9.76	1.006	95	14.09	1.005	111	19.90	1.005			
Q	65	2.00	1.008	71	2.82	1.007	81	4.34	1.004	93	6.44	1.005	109	9.73	1.005	127	14.02	1.004	147	19.84	1.003			
			1.50	2.50			4.00			6.50			10.00			15.00								
AQL (严格)																								

下限规格 S_L 被指定时:

品质指数 $Q_L = \frac{\bar{x} - S_L}{\sigma} V$

- 推定群体不良率:

由 MIL-STD-144, 求出群体批的推定不良率 (%) P_L 或 P_L 。

- 合格、不合格的判断 (参照 B 编-2)。

(3) D 编-3 两侧规格值 → 指定相同的 AQL 时

- ① 抽检方式的求法 (参照 D 编-2)。

- ② 合格、不合格的判断:

- 计算品质指数 Q_L 及 Q_U :

$Q_L = \frac{U - \bar{x}}{\sigma} V$

$$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{\sigma} - V$$

- 推定群体不良率：

计算群体批的不良率(%) $p = P_U + P_L$ ，但是大于上限规格值 S_U 的不良率 P_U 及小于下限规格值 S_L 的不良率 P_L 可利用 MIL-STD-144 查出。

- 合格、不合格的判断（参照 B 编-3）。

范例 3-32：

某铸钢的降伏点的两侧规格值各为：72 000psi，58 000，今提出 $N=500$ 的群体检验时，已知标准差 $\sigma = 3\ 000$ psi，采用检验水准 IV， $AQL=1.5\%$ ，正常检验时，由 MIL-STD-144 及图表 3-99 查出样本大小 $n=10$ ，而其样本的降伏点为：

62 500	60 500	68 000	59 000	65 000
62 000	61 000	69 000	58 000	64 500

试决定群体批的处置。

〔解〕

- ① 样本大小 $n=10$
- ② 标准差已知： $\sigma = 3\ 000$
- ③ 测定值的和： $\sum x_i = 630\ 000$
- ④ 样本的平均值 (\bar{x}): $\frac{\sum x_i}{n} = 63\ 000$
- ⑤ 系数： $V=1.054$ (图表 3-99)
- ⑥ 上限规格值： $S_U = 72\ 000$
- ⑦ 下限规格值： $S_L = 58\ 000$
- ⑧ 品质指数： $Q_U = \frac{S_U - \bar{x}}{\sigma} - V = 3.16$

$$\textcircled{9} \text{ 品质指数: } Q_L = \frac{\bar{x} - S_L}{\sigma} V = 1.76$$

⑩ 大于 S_L 的群体推定不良率 (%): $P_U = 0.08\%$ (MIL - STD - 144)

⑪ 小于 S_L 的群体推定不良率 (%): $P_L = 3.92\%$ (MIL - STD - 144)

⑫ 群体推定不良率的和: $p = P_U + P_L = 4.00\%$

⑬ 最大容许不良率 (%): $M = 3.63\%$ (图表 3 - 99)

⑭ 合格判定基准: p 与 M 比较 $4.00\% > 3.63\%$, 故判断群体为不合格。

(4) D 编 - 4 两侧规格值 → 对于两侧规格值指定不同 AQL 时

① 抽检方式的查表法 (参照 D 编 - 2);

但选择 AQL 的大者为准, 查取 n 与 V 各别对应的 AQL 选择各别的 M_L 及 M_U ?

② 合格、不合格的判定 (参照 B 编 - 4);

利用 MIL - STD - 144, 求群体推定不良率。

(5) D 编 - 5 检验严格性的调整步骤

① 工程平均的推定 (参照 B 编 - 5);

② 检验严格性的调整。

● 正常检验改为严格检验 (参照 B 编 - 5, 但 T 值由图表 3 - 100 查出);

● 严格检验改为正常检验 (参照 B 编 - 5);

● 正常检验改为减量检验 (参照 B 编 - 5, 但利用 MIL - STD - 144);

● 减量检验改为正常检验 (参照 B 编 - 5)。

范例 3 - 33:

某铸钢的降伏点, 对于上限规格值 U 指定 $AQL = 1.0\%$, 下限规格值 L 指定 $AQL = 2.5\%$, 采用检验水准 IV, 正常检验, 连续检验 10 批群体, 结果如图表 3 - 101:

(当 $N = 300$, 样本代字为 II, 最大容许不良率 $M_L = 2.62\%$, $M_U = 5.68\%$, 未发现不合格群体)。



图表 - 100 严格检验的T 值

样本代字	AQL															群体数
	0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10.0	15.0		
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
C	*	*	*	*	*	*	*	3 5 6	3 5 6	3 5 6	3 6 7	4 7 9	4 7 9	4 7 10	5 10 15	
	*	*	*	*	*	*	3 4 6	3 5 6	3 5 6	3 6 8	4 6 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10		
	*	*	*	*	*	*	3 4 6	3 5 6	3 5 6	3 6 8	4 6 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10		
E	*	*	*	*	2 4 5	3 4 5	3 4 5	3 5 6	3 5 6	3 6 7	4 6 8	4 7 9	4 7 10	4 7 11	5 10 15	
	*	*	*	*	3 5 6	3 5 7	3 5 7	4 6 8	4 6 8	4 6 8	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 11		
	*	*	*	*	3 5 6	3 5 7	3 5 7	4 6 8	4 6 8	4 6 8	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 11		
G	3 4 6	3 4 6	3 5 7	3 5 7	3 6 7	4 6 8	4 6 8	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	5 10 15	
	3 4 6	3 4 6	3 5 7	3 5 7	3 6 7	4 6 8	4 6 8	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11		
	3 4 6	3 4 6	3 5 7	3 5 7	3 6 7	4 6 8	4 6 8	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11		
H	3 5 6	3 5 7	3 6 7	3 6 8	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11	5 10 15	
	3 5 6	3 5 7	3 6 7	3 6 8	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
	3 5 6	3 5 7	3 6 7	3 6 8	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
I	3 5 7	4 6 8	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11	5 10 15	
	3 5 7	4 6 8	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
	3 5 7	4 6 8	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
J	3 5 8	4 6 8	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11	5 10 15	
	3 5 8	4 6 8	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
	3 5 8	4 6 8	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
K	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11	5 10 15	
	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
	4 6 8	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
L	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11	5 10 15	
	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
	4 6 8	4 6 9	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
M	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11	5 10 15	
	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
	4 6 9	4 7 9	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
N	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 8 11	4 8 11	4 8 11	5 10 15	
	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
	4 7 9	4 7 9	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 8 11	4 8 11	4 8 11		
O	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	5 10 15	
	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11		
	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11		
P	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	5 10 15	
	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11		
	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11		
Q	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	5 10 15	
	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11		
	4 7 10	4 7 10	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11	4 7 11		

图表 3-101

	推定不良率 (%)		
	P_U	P_L	p
1	0.317	2.442	2.759
2	0.256	2.872	3.128
3	0.347	2.275	2.622
4	0.402	2.018	2.420
5	0.212	3.288	3.500
6	0.298	2.559	2.857
7	0.368	2.169	2.537
8	0.317	2.442	2.759
9	0.480	1.743	2.223
10	0.289	2.619	2.908

说明：试检讨检验严格性的调整。

〔解〕

推定工程平均不良率：

$$P_U = 0.329\%$$

$$P_L = 2.443\%$$

$$p = 2.771\%$$

与 AQL 的比较：

$$0.329 < 1.0$$

$$2.443 < 2.5$$

$$2.771 > 2.5$$

● p 比 AQL 大，所以由图表 3-100 求出严格检验时的 T 值，从样本代字 II 的行及 $AQL = 2.5$ 的列的交点栏查出数字 7。

● 10 批群体里，各推定群体不良率 p 大于 AQL 的批数调查结果为 8。

● 因为 $T = 7 < 8$

故下一次的检验群体需改用严格检验。

四、抽样检验实施

（一）检验作业标准的作法

实施检验时，如要使监督人员或检验人员不致做错，最好先制定检验作业标准，检验作业标准书里，必须很明确规定的，有下列各项：

- 检验群体的作法；
- 抽检形式；
- 抽检方式；
- 取样方法；
- 试验顺序；
- 试验方法；
- 判断群体合格、不合格的作法；
- 检验后的群体的处置；
- 检验记录的记法。

（二）检验群体的作法

抽样检验时，构成一个合理的群体是非常重要的，例如有两生产线（A 与 B）生产同种制品，但因 A 生产线的某机械发生故障，而产出不良率 20% 的制品，B 生产线则很正常，所产出的制品没有不良品，如果把 A、B 两生产线所生产制品同数混合做成同一群体，则此群体的不良率为 10%，但验收者则希望不良率 5% 以下可让其合格，不良率 5% 以上的群体则不希望其合格，如此则 A 与 B 同数混合做成的群体，将全数被判断不合格。但若 A 与 B 分开做成 2 个群体提出检验，虽不良率 20% 的群体不可能合格，但不良率 0% 的一半群体则可被判合格通过检验。如此则交货者与验收者双方

都可得到利益。

- 合理群体的作法原则：

- a. 异种原料零件所制造制品不做成同一群体；
- b. 异种生产线所生产制品不做成同一群体；
- c. 异种工作时间所生产制品不做成同一群体；
- d. 异种铸型、本型等所制造制品不作同一群体。

- 检验群体的大小：

因为想做合理的群体，依生产条件把层别愈分愈细，则群体就愈来愈小，但群体愈小则检验个数愈大，并将增加检验手续。反之，若考虑不合格群体的处置问题时，只以检验个数来决定群体大小是不够的，例如，不合格群体作全数选别时，若依生产条件来细分，总检验件数可能会比大群体来得少。

所以检验群体的大小，必须考虑群体的均匀度、样本的检验个数及不合格群体的处置等所需费用来决定。

- 检验群体的配置：

抽样检验时，如果要使检验员能抽取代表全群体性质的样本，好的抽样技术当然重要，所以群体的适当配置，也是不可忽视的问题，例如把制品像山一样的堆积起来，抽取下面的样本将发生困难，因而无法把抽样做得很好。尽管指示检验员要随机抽样，但对于配置不适当的群体，检验员也是无能为力的。

一般对群体的配置应该注意下列各项：

- a. 使群体与群体之间区分得很明了，如此则可防止不同群体的混入，并且使群体处置时，不会发生错误。
- b. 配置群体内的制品时，要使样本能容易被抽取。

(三) 决定抽检形式的方法

抽检形式可分为一次抽检、双次抽检、多次抽检，及逐次抽检，这些抽检形式都各有长短，所以必须十分了解其长短，配合检验目的，以选择一种适合的抽检形式。各抽检形式的特征优劣记述如下：

- 检验群体的平均检验个数：

逐次抽检的平均检验个数比一次，双次抽检少，但双次抽检并不一定比一次抽检少，虽不良率非常低或非常高时，双次抽检比一次抽检少，但在此中间时，双次抽检会比一次抽检多。

- 检验费用

a. 群体品质很接近合格判定基准近旁时，一次抽检 < 双次抽检 < 多次抽检。

b. 群体不良率极高或极低时，多次抽检 < 双次抽检 < 一次抽检。

- 工程平均的推定精度：

一般推定工程平均时，一次抽检是以样本的大小，双次抽检及多次抽检是以第 1 样本的大小来推定，所以当各抽样形式其 OC 曲线大约相同时，则多次、双次、一次的顺序，推定所用的样本单位数增多；样本单位数增多的话，推定精度当然也高。

- 检验作业，管理所需手续：

一次抽检最为简单。而多次抽检又较双次抽检烦杂，检验员的训练，检验业务的管理，必须更加强才可以。

- 心理效果：

OC 曲线相同时，多次抽检给予心理好感最大，一次抽检最坏参阅图表 3-102。

图表 3-102 抽检形式的利害得失的比较 (OC 曲线大约相同时)

项 目		一次抽检	双次抽检	多次抽检
检验群体的平均检验个数		最大	中间	最小
检 验 费 用	群体不良率极高或极低时	最大	中间	最小
	群体不良率接近合格判定基准时	最小	中间	最大
工程平均的推定精度		最正确	普通	最差
检验作业, 管理所需手续		最简易	普通	最繁杂
心 理 效 果		最少	中间	最大

(四) 抽检方式的表示方法

抽检方式虽可从抽检表里查出来, 但如果把抽检表交给检验人员, 由检验人员自己去查表, 再决定抽检方式, 一定会增加很多检查人员的麻烦或容易弄错, 所以最好只把必要的抽检方式记入作业标准书里。作业标准书里最好把图表 3-103 也列入。

例如 MIL-STD-105D, 某制品的检验决定为 AQL = 1.0%、检验水准 II, 一次抽检, 但群体的大小则为 500 ~ 4 000 不等。

图表 3-103

群体的大小	正 常		严 格		减 量	
	样本	合格判定	样本	合格判定	样本	合格判定
	大小	个数	大小	个数	大小	个数
	n	(c)	n	(c)	n	(c)
281 ~ 500	50	1	50	1	20	0
501 ~ 1 200	80	2	80	1	32	1
1 201 ~ 3 200	125	3	125	2	50	1
3 201 ~ 10 000	200	5	200	3	80	2

(五) 抽取样本的方法

1. 抽样检验应注意事项

- (1) 抽样检验时, 所抽取样本必须要能代表群体品质, 才能达到抽样检验的目的。
- (2) 抽取样本时, 若任由检查员随便抽样, 很可能因参入主观或无法做到正确的抽样, 而抽取不能代表群体的样本, 所以最好在检验作业标准里, 详细注明何时、何地、如何取样本等内容。

2. 随机抽样的方法

- (1) 单纯随机抽样: 单纯随机抽样是从全部群体, 利用完全随机的方法抽取样本。
- (2) 随机抽样: 在统计上或技术上完全没有预先知识时, 一般是采用随机抽样, 但若对群体有预备知识时, 最好采用其他方法。

乱数表的用法:

乱数表是把 10 000 以上的数字, 随机排列起来的数表, 举例说明利用乱数表作随机抽样的方法如下:

范例 3-34:

从 100 台电晶体收音机里, 随机抽取 10 台的方法。

[解]

步骤 1: 把晶体管收音机, 由 1 至 100 台全部编号。

步骤 2: 决定乱数表号:

乱数表很多, 所以首先须选取使用哪一页。

闭上眼睛在乱数表上放下铅笔, 以笔尖所碰到的数字, 取 1 位数作为使用乱数表号 (例如取图表 3-104 乱数表(3))。

步骤 3: 决定出发点:

图表 3-104 乱数表 (3)

22 17 68 65 84	68 95 23 92 35	87 02 22 57 51	61 09 43 95 06	58 24 82 03 47
19 36 27 59 46	13 79 93 37 55	39 77 32 77 09	85 52 05 30 62	47 83 51 62 74
16 77 23 02 77	09 61 87 25 21	28 06 24 25 93	16 71 13 59 78	23 05 47 47 25
78 43 76 71 61	20 44 90 32 64	97 67 63 99 61	46 38 03 93 22	69 81 21 99 21
03 28 28 26 08	73 37 32 04 05	69 30 16 09 05	88 69 58 28 99	35 07 44 45 47
93 22 53 64 39	07 10 63 76 35	87 03 04 79 88	08 13 13 85 51	55 34 57 72 69
78 76 58 54 74	92 38 70 96 92	52 06 79 79 45	82 63 18 27 44	69 66 92 19 09
23 68 35 26 00	99 53 93 61 28	52 70 05 48 34	56 65 05 61 86	90 92 10 70 80
15 39 25 70 99	93 86 52 77 65	15 33 59 05 28	22 87 26 07 47	86 96 98 29 06
58 71 96 30 24	18 46 23 34 27	85 13 99 24 44	49 18 09 79 49	74 16 32 23 02
57 35 27 33 72	24 53 63 94 09	41 10 76 47 91	44 04 95 49 66	39 60 04 59 81
48 50 86 54 48	22 06 34 72 52	82 21 15 65 20	33 29 94 71 11	15 91 29 12 03
61 96 48 95 03	07 16 39 33 66	98 56 10 56 79	77 21 30 27 12	90 49 22 23 62
36 93 89 41 26	29 70 83 63 51	99 74 20 52 36	87 09 41 15 09	98 60 16 03 03
18 87 00 42 31	57 90 12 02 07	23 47 37 17 31	54 08 01 88 63	39 41 88 92 10
88 56 53 27 59	33 35 72 67 47	77 34 55 45 70	08 18 27 38 90	16 95 86 70 75
09 72 95 84 29	49 41 31 06 70	42 38 06 45 18	64 84 73 31 65	52 53 37 97 15
12 96 88 17 31	35 19 69 02 83	60 75 86 90 68	24 64 19 35 51	56 61 87 39 12
85 94 57 24 16	92 09 84 38 76	22 00 27 59 85	29 81 94 78 70	21 94 47 90 12
38 64 43 59 98	98 77 87 68 07	91 51 67 62 44	40 98 05 93 78	23 32 65 41 18
53 44 09 42 72	00 41 86 79 79	68 47 22 00 20	35 55 31 51 51	00 83 63 22 55
40 76 66 26 84	57 99 99 90 37	36 63 32 08 58	37 40 13 68 97	87 64 81 07 83
02 17 79 18 05	12 59 52 57 02	22 07 90 47 03	28 14 11 30 79	20 69 22 40 98
95 17 82 06 53	31 51 10 96 46	92 06 88 07 77	56 11 50 81 69	40 23 72 51 39
35 76 22 42 92	96 11 83 44 80	34 68 35 48 77	33 42 40 90 60	73 96 53 97 86
26 29 13 56 41	85 47 04 66 08	34 72 57 59 13	82 43 80 46 15	38 26 61 70 04
77 80 20 75 82	72 82 32 99 90	63 95 73 76 63	89 73 44 99 0	48 67 26 43 18
46 40 66 44 52	91 36 74 43 53	30 82 13 54 00	78 45 63 98 35	55 03 36 67 68
37 56 08 18 09	77 53 84 46 47	31 91 18 95 58	24 16 74 11 53	44 10 13 85 57
61 65 61 68 66	37 27 47 39 19	84 83 70 07 48	53 21 40 06 71	95 06 79 88 54
93 43 69 64 07	34 18 04 52 35	56 27 09 24 86	61 85 53 83 45	19 90 70 99 00
96 60 12 99	11 20 99 45 18	48 13 93 55 34	18 37 79 49 90	65 97 38 20 46
95 20 47 97 97	27 37 83 28 71	00 06 41 41 74	45 89 09 39 84	51 67 11 52 49
97 86 21 78 73	10 65 31 92 59	58 76 17 14 97	04 76 62 16 17	17 95 70 45 80
69 92 06 34 13	59 71 74 17 32	27 55 10 24 19	23 71 82 13 74	63 52 52 01 41
04 31 17 21 56	33 73 99 19 87	26 72 39 27 67	53 77 57 68 93	60 61 97 22 61
61 06 98 03 91	87 14 77 43 96	43 00 65 98 50	45 60 33 01 07	98 99 46 50 47
85 93 85 86 83	72 87 08 62 40	16 06 10 89 20	23 21 34 74 97	76 38 03 29 63
21 74 32 47 45	73 96 07 94 52	09 65 90 77 47	25 76 16 19 33	53 05 70 53 30
15 69 53 82 80	79 96 23 53 10	65 39 07 16 29	45 33 02 43 70	02 87 40 41 45
02 89 08 04 49	20 21 14 68 86	87 63 93 95 17	11 29 01 95 80	35 14 97 35 33
87 18 15 89 79	85 43 01 72 73	08 61 74 51 69	89 74 39 82 15	94 51 33 41 67
98 83 71 94 22	59 97 50 99 52	08 52 85 08 40	87 80 61 65 31	91 51 80 32 44
10 08 58 21 66	72 68 49 29 31	89 85 84 56 06	59 73 19 85 23	65 09 29 75 63
47 90 56 10 08	88 02 84 27 83	42 29 72 23 19	66 56 45 65 79	20 71 53 20 25
22 85 61 68 90	49 64 92 85 44	16 40 12 80 88	50 14 49 81 06	01 82 77 45 12
67 80 43 79 33	12 83 11 41 16	25 58 19 68 70	77 02 54 00 52	53 43 37 15 26
27 62 50 96 72	79 44 61 40 15	14 53 40 65 39	27 31 58 50 28	11 39 03 34 25
33 78 80 87 15	38 30 06 38 21	14 47 47 07 26	54 96 87 53 32	40 36 40 96 76
13 13 92 66 99	47 24 49 57 74	32 25 43 62 17	10 97 11 69 84	99 63 22 32 98

闭起眼睛在图表3-104上放下铅笔,以笔尖所碰到的数字,取2位数作为使用行。

例如,碰到铅笔的数字是2,下一个数字是3,则取23行,然后以同样方法决定列。

例如,笔尖碰到的是1,而下一个数字是5,则取15列。

于是取23行15列的数字80为出发点。

步骤4:从17开始向右的顺序记下,所得80,60,18,09,02,57,20,92,84,09,47,因09重复,所以要去除1个09,结果应抽取样本为(参阅图表3-104)

02,09,18,20,47,57,60,80,84,92。

群体各制品无法编号时,检验员必须依以下规则抽取样本:

- 必须从群体任何部分平均地抽取样本;
- 必须如闭起眼睛一样的抽取样本。

(六) 制品的测定

抽样检验是根据少数样本的成绩,判断全部群体的合格、不合格,所以检验人员对每一个样本的判断或记录非十分正确不可,例如 $n = 80$, $c = 0$,只要把1个良品误判为不良品,全部就会受到影响,本来应被判断为合格的群体,反被判为不合格了。所以若要使检验人员不会发生判断错误或记录错误,则应该把测定机器的使用方法及点检方法,很明确的记入作业标准书里。

(七) 群体的合格、不合格的判断方法

例:有700个电气零件,采用下列抽检方式作抽样检验。

适用MIL-STD-105D,正常一次检验。

抽检方式分为重缺点与轻缺点两种:

- 重缺点时(参阅图表3-105);

图表 3-105 重缺点时

样本大小 (n)	合格判定个数 (Ac)	不合格判定个数 (Re)
80	2	3

- 轻缺点时 (参阅图表 3-106)。

图表 3-106 轻缺点时

样本大小 (n)	合格判定个数 (Ac)	不合格判定个数 (Re)
80	5	6

实施这种抽样检验时,先预备 3 个大约可容纳 20 个左右的箱子,其中 1 个箱子外面注明“重缺点用”,1 个注明“轻缺点用”,另外一个注明“重轻缺点用”。于是检验员就从 700 个电气零件的群体里,随机的抽取 80 个样本,然后测定之,若发现不良时,则作如下的措施。

措施一:有 1 个以上重缺点但没有轻缺点时,则放入“重缺点用”箱子里;

措施二:有 1 个以上轻缺点但没有重缺点时,则放入“轻缺点用”箱子里;

措施三:同时有轻缺点及重缺点时,则放入“重轻缺点用”箱子里。

80 个样本都测定后,检验员把每个箱子里的不良品计算一下,假设其结果为(图表 3-107):

图表 3-107 轻缺点时

重缺点	轻缺点	重轻缺点
1	2	2

重缺点及轻缺点可计算如下:

1 重缺点	2 轻缺点
+ 2 重轻缺点	2 重轻缺点
3 重缺点	4 轻缺点

检验员将此结果与抽检方式的判定个数比较：

重缺点数有 3 个大于合格判定个数，所以此群体关于重缺点为不合格。

轻缺点数有 4 个小于合格判定个数，所以此群体关于轻缺点为合格。

把检验结果记录如图表 3－108、图表 3－109：

图表 3－108 重缺点

样本大小 (n)	合格判定个数 (Ac)	不合格判定个数 (Re)	样本里出现缺点数
80	2	3	3 ×

说明：×代表不合格，√代表合格。

图表 3－109 轻缺点

样本大小 (n)	合格判定个数 (Ac)	不合格判定个数 (Re)	样本里出现缺点数
80	5	6	4 √

说明：×代表不合格，√代表合格。

由图表 3－108、图表 3－109 可知对于轻不良品，此群体应被判断为合格，对于重不良品，此群体则应被判断为不合格，所以检验员应判断此 700 个电气零件为不合格。

(八) 合格群体与不合格群体的处置

- (1) 全格群体
- 抽样检验时，被判断为合格的群体应全部被允收，但在样本中所发现的不良品，

则应与良品交换。并且，在群体里偶而发现的不良品也应与良品交换。并必须于群体上作合格群体的标示。

(2) 不合格群体

① 选别型抽检：不合格群体必须作全数选别，把不良品修理为良品或与良品交换，然后把全部良品作为合格群体。

② 非选别型抽检时：不合格群体必须全部退还给供给者，由供给者作全数选别。

(九) 检验记录及其使用法

(1) 检验记录的活用

① 群体检验记录为检验员在检验当中，应该记取的检验记录，根据此记录，判定群体的合格与不合格。

② 检验履历记录为在一定期间中，把收集的检验记录整理起来，管理员就根据此记录决定今后所应采取的抽检方式。

③ 检验记录不但是检验部门，并且是工厂各部门的极重要的资料，所以检验部门有提供检验记录给有关部门参考的必要。

(2) 检验记录的格式，如下各图表：

图表 3-110 检验记录表 (计数检验)

品名						检验负责人		
检验分类						检验开始	年 月 日	
						检验结束	年 月 日	
通知编号		检验群体的大小				检验所要时间		
重 缺 点	对于重缺点的 抽样检验	样本大小	累计样本 大 小	合格判定 个 数	不合格判定 个 数	样品中所发现重 不良品或重缺点数		
	发现缺点项目					缺 点 数		
轻 缺 点	对于轻缺点的 抽样检验	样本大小	累计样本 大 小	合格判定 个 数	不合格判定 个 数	样品中所发现轻 不良品或重缺点数		
	发现缺点项目					缺 点 数		
群体的 合 否	合 否	备考						

图表 3-111 检验记录表 (记量检查)

品 名				检验负责人	
通知编号				检验开始	年 月 日
				检验结束	年 月 日
检验群体的大小				检验所需的时间	
检验项目					
样本大小					
合格判定值		X_{ct}			
		\bar{X}_{ct}			
试 验 结 果	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
合 计					
平 均					
全 距					
群体的 合 否	合 否	备考			

图表 3-113

检验履历记录 (计量检验)					使用的抽检方式					
品 名		说明书编号		记入者印	日 期	AQL	检验水准	正常、严格、缓和、检核		
交 货 者 名		制造工厂名								
检验项目		规 格 值								
每品种的履历 记录张数		最大	最小							
测定品质的 单 位										
领班印	检验结束 月 日	通知编号	合格群体 单位体数	不合格群 体单位数	样本大小			群体标准 偏差 (S)	不良率 (%)	品质管制图
					大小(n)	平均值(x)	全距(B)			
计										
计										

五、实施厂内检验应注意事项

（一）验收检验

原料及购入制品的检验，一般称为验收检验，其应注意事项列举如下

供应者与验收者两者的立场正好相反，所以其检验的规格、合格品质水准及检验方法应充分协议后明确制订。

验收检验时，只靠检验作业就想完全保证品质，这是非常危险的，对某种品质特性，虽可用检验判断其良否，但对其他很多品质特性，实际上是无法实施检验而加以品质保证的。所以验收检验时，最好的办法是参考过去的实绩来选择供应者或使供应者积极实施品质管理，使其具有提出良品的能力。例如，利用抽检方法，判断不合格时，全部群体退回，如此则可真刺激供应者积极实施品质管理，不敢再提出不良品或利用 MIL - STD - 105D，采用调整型的办法，使不良供应者渐渐淘汰。

如果是卖方市场，或缺货时，若供应者所提出的产品非使用不可，只好用契约注明赔偿条件，以做到保证品质的效果或采用 LTPD 的选别型抽检计划以保证品质。

就经济观点而言，验收检验常以抽样检验为基准，而不采用 100% 的全数检验。

（二）制程检验

生产制程间的半制品，由前工程交到后工程时所做的检验，称为制程检验。其应注意事项列举如下：

（1）制程检验的目的

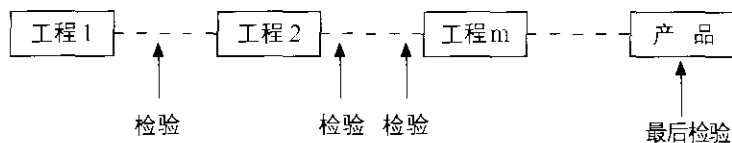
- ① 尽速把握制造工程的变动，将所获得的情报，作为修正改善的根据；
- ② 明确各工程间的品质责任；
- ③ 极力减少不良损失。

所以工程检验若做得彻底，必然可以减少不良品。

(2) 工程检验可分成下述 3 种情形

如图表 3-114，自工程 1 把产品交到工程 2 时，可称工程 1 为生产者，工程 2 为消费者。

图表 3-114 工程检验



① 由工程 1 的作业人员检验后，送进工程 2，这种情形就是一般的出厂检验。

② 由工程 2 的作业人员检验后，才送进工程 2，这种情形就是一般的验收检验。

③ 由检验部门的检验人员检验，只把良品送进工程 2，把不良品修理后再送入工程 2，这种情形就是一般的检核检验以上 3 种情形，如果采用(1)或(2)时，很容易使现场人员互相指责，而发生磨擦现象，所以制程检验时，最好是采用③的体系，然后努力在制程里制造品质，使制程安定，这样才能保证出厂品质。

(3) 设置制程检验员的优点及缺点：

① 优点：

- 作业员不必因制品检验而中断工作；
- 作业员只要训练工作方法就可以，所以训练较为简单；
- 检验员只要训练检验方法就可以；
- 检验员比作业员检验正确而客观。

② 缺点：

- 作业员有忽视品质，只顾生产的观念。

- 作业员只知道制造方法而不了解品质特性，所以不知道自己所制造出来的产品是良品或不良品。

(4) 设置制程检验员的缺点修正

设置制程检验员时，会使作业员只顾生产而不重视品质的缺点，要纠正这种缺点，最好的方法是把不合格群体的选别工作，由作业员自己去选别。如果因设备或其他原因必须由制程检验员选别时，则最好是对生产不良品的作业员加以罚金，对生产良品的作业员加以奖赏。

(三) 最终检验

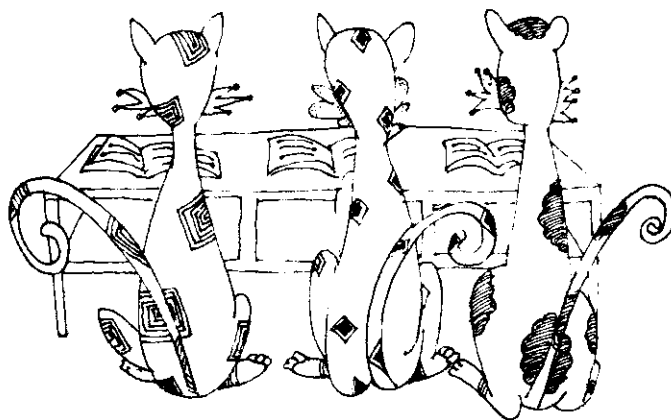
检验生产制程中，最终制程所完成的制品，称为最终检验。通过最终检验的制品始可出厂，交到购买者或消费者手上，所以最终检验是工厂保证品质的最后机会。

最终检验时，应注意事项如下：

- 必须明确的制订成品规格及成品检验规格以避免检验人员的任意裁决；
- 绝不可由检验部门或检验人员独自变更规格界限，必须明确的规定变更许可部门；
- 最终检验的结果，不管是好是坏，必须迅速通知现场人员，发现不良品时，分析不良品发生的原因及发生的制程，分层记录后，迅速反应到有关部门，以杜绝不良品的再度发生。

第四篇 品管实施方法

- 一、品质管理活动
- 二、品质管理的导入和教育
- 三、品质管理的标准化
- 四、品质管理组织与运营
- 五、品质设计
- 六、原料管制
- 七、设备管制
- 八、制程管制
- 九、品质保证



品质管理，始于教育，终于教育。

一、品质管理活动

(一) 工业生产的目的

工业规模的生产是为了适切供给消费者能满足的品质及所需要的数量。工业制品的消费者并非只有一人而有多数人，故必要的数量亦非一个而有多数个，故工业生产是反复的制造工业制品，故只作一个艺术品的制造与工业生产是不同的。在原始社会，生产者即消费者，生产者只要生产能满足自己的制品即可。由于时代的进步及分业分工使得生产者与消费者分开，生产者要以最经济的方法，去生产能使消费者高度有用性而能满足的制品，故讨论制品品质必须与成本问题相提并论方可。

工业生产的目的如上所述，但过去是否能真正的能达成工业生产的目的而做各种对策呢？

第一生产者是否能正确的把握住消费者的要求而予以适切的满足呢？答案为“不”，因为生产者大部分均为盲目而随意的决定自己的生产目标，作不断的生产或只是为生产而生产罢了。正确说来，大部分生产者对如何把握消费者的要求均没做到最大的努力，其次对最经济的生产当出现多数不良品时亦不知减少不良品的方法，故最经济生产的方法没法做到。故知过去的工业生产无法正确地把握达成工业生产的目的，其为非常不完全的作法。

(二) 工业生产与品质管理

1. 正确的判断

品质管理只是做了应做的事情，为何过去对应做的事情没有去做应有检讨的必要呢？现在我们就以对一个作业的情形检讨的：如于加热作业的炉，测定其温度，根据结

果来判断，如温度太高，则应将供给的石灰减少，调节使温度下降，再去检查调节是否正确。又如要判断两个反应槽何者较优，可从两个反应槽作出几个制品，然后测定此批制品的品质特性及数量，再根据此结果判断何者较佳，也就是说要从制造的结果然后再加以判断，故知测定以后再根据此结果加以判断是很重要的。

对于消费者所要求的制品要用最经济的水准来加以制造须赖于测定与结果的判断均很正确的做出是非常必要而不可或缺的条件。虽然用精度高的计测器或化学分析的方法去获得结果，但对于此结果的判断由于技术者直觉的影响，就难免有令人置疑的地方，虽直觉乃是积多年的经验且非常重要是不可否认的，但以此不确实的主观来对结果判断是不可领教的，故结果要能很客观而主动的去判断。

由于工厂的产品并非完全相同，不论是如何小心的去做金属圆柱，其直径并非完全相同，且作多数制品时其品质并非完全相等，故知不论用何种精密的机器，只要用人去做其差异是不能避免的，故品质不会完全相同。以数个制品的品质来做实验仅为其特征而已，对全体的变异并不能获知，故制品的品质需考虑全体才可，类此，要考虑全体量，过去并不知处理方法，将品质当一个集团的性质来处理是不智的，需把测定值当一个集团来处理，统计学供给我们最好的处理方法；由样本来推定群体的方法称为推测统计学，应用此工具最有效，故需利用统计学来加强品管活动。

由以上的说明，可知一般所谓品质管理是以统计为中心的统计品质管理。

2. 品质管理活动的阶段和统计方法

统计方法对品质管理活动的阶段是极有用的工具。

为调查消费者的要求，选择多数消费者的意见来作为全体消费者的意见需靠统计学来加以推定。于品质标准和作业标准的阶段中，由制造结果的基础来判断或有重新作实验由结果来判断的必要，类此均需靠统计的观念来作为基础。在作业方面亦是如此要判断作业标准有否错误需由管制图的观念来判断，为了解制品的全体情形可由制

品群体中随机的抽取少量的样本来作实验样本而加以推定，故统计对于品管活动乃是一有力的工具，而统计是仅为一工具而非目的，故要能使用得灵活的话其威力是惊人的，但当使用不适时对制程是有害的。

为表示品质的量一般有形状、长度、重量、组成色彩等，以这些量为对象利用统计的方法来解析称为狭义的统计品质管理，对工业生产而言，任何变异均带有量的差异，如制造量、收率、温度、压力、作业时间、作业条件、劳动人数等数量均有变异，均可以品质一样的方法来处理即可，故有关广义的品管而言，对于有关工业生产量的问题均为品管的对象。

3. 变异的比较

因在工业生产中可予变异各种比较的方法，故统计学在品质管理中可发挥很大的威力。如原料的不同，及机械装置亦均非一定，作业者亦非完全相同，故制品会发生变异。像如此的变异称为偶然原因所发生的变异，它并不需被认为是一个问题，我们所应知道的乃是作业标准被遵守及机器是否有发生故障此为异常原因的变异，此需加以注意，这些变异可由统计方法来加以区别将其异常原因除去，如此就可将品质保持均匀。像如此仅包括偶然原因的状态可限制在某一范围内变动，故可作品质保证于这种状态称为在管制状态。

对于品质的维持，并非仅维持品质就够，仍需对品质有所改善，由过去的经验来作正确的判断，如温度高品质有倾向良好的趋势或温度对品质无影响，以前是仅靠技术人员直觉的判断现可靠统计的方法而加以客观的判断。为了解过去的制程而作的正确判断称为制程解析。对于新的实验方法称为工厂实验。

以上所述的品质管理统计方法为最有用的方法，故于工业生产中统计学的应用均可说为统计品质管理。

“统计品质管理为要生产有用性最大，市场最大的制品而于生产中应用统计的方法”。

(三) 品质管理活动的体系及功能业务

1. 品质管理活动体系

要实施品质管理对于品质的解析、工程的解析、作业标准的作成等活动是必要的，其活动的体系如下：

(1) 标准品质的决定——先决定必须要作的品质

- ① 消费者的要求（等级和成本）；
- ② 制造方面的要求（技术和管理状况）。

将①、②反应出来才能决定品质。标准品质的制定，要考虑自己的制造技术，将外面要求的规格当作工厂的标准品质是不可的，考虑制造技术后，制定制品高于或低于规格何者有利才能决定制造者所欲制造的制品品质。

另一方面因制品是要以贩卖为目的，应充分考虑购买者的希望，但完全接受购入者的意见，在企业经营上亦是不可能，需根据信用，销售政策来判断接受的程度，故标准品质应根据顾客对品质的要求及工厂的制程能力来决定，标准品质用文字写出来者称品质标准。

(2) 标准作业的决定

要决定制造标准品质的作业应作制程解析将要因和明确把握住特性关系。标准作业用记录记载起来称为作业标准书。

表示制造品质的数值称为特性值，会影响特性值变动的制造条件称为要因。影响特性值变动的要因有很多，这些要因确实对特性值有所影响，但影响的程度各个都不会相同，作业时不必将要因全部控制，因全部要因中可分有可控制者与不能控制者两类，只要将影响特性值较大的要因控制住，制程就可变成安定的状态，此可由制程解析找出可控制的原因。将用什么条件来控制要因指示出来的方法称为作业标准。

(3) 根据作业标准的作业

根据作业标准所指示来实施作业。在制程中对要因要利用测定来将给予的条件予以控制，这是对要因的调节。例如给予作业的标准是温度保持 $150^{\circ}\text{C} \sim 160^{\circ}\text{C}$ ，如温度计指示温度在 150°C 以下，应调节蒸汽的开关，在 160°C 以上则关闭蒸汽的开关，对要因采取活动称为调节。调节的方法应于作业标准中指示出来。

(4) 要了解作业测定的结果

调节温度使反应的结果得到合成品的品质，合成品的品质与所订标准品质是否能一致应将合成品质分析，求得合成品的成分，此成分一般称为特性值，看特性值是否能与标准品质一致。

(5) 管理标准的作成

所制出的品质一般不会完全与标准品质一致，要完全合乎标准品质而无不良品时，品质费用会变很大，故希望做出的品质标准与标准品质一样，但实际上会有极少数低于标准的品质出现，故在管理上要与特性值比较的水准一样，也许当考虑作业标准时有低于或高于标准品质，以何者较适当来决定作业标准，但无论如何均须根据标准品质来决定水准。管理水准的决定方法及手续称为“管理标准”，像如此的管理于狭义而言即“处置”。

(6) 对管理标准的特性值的查检

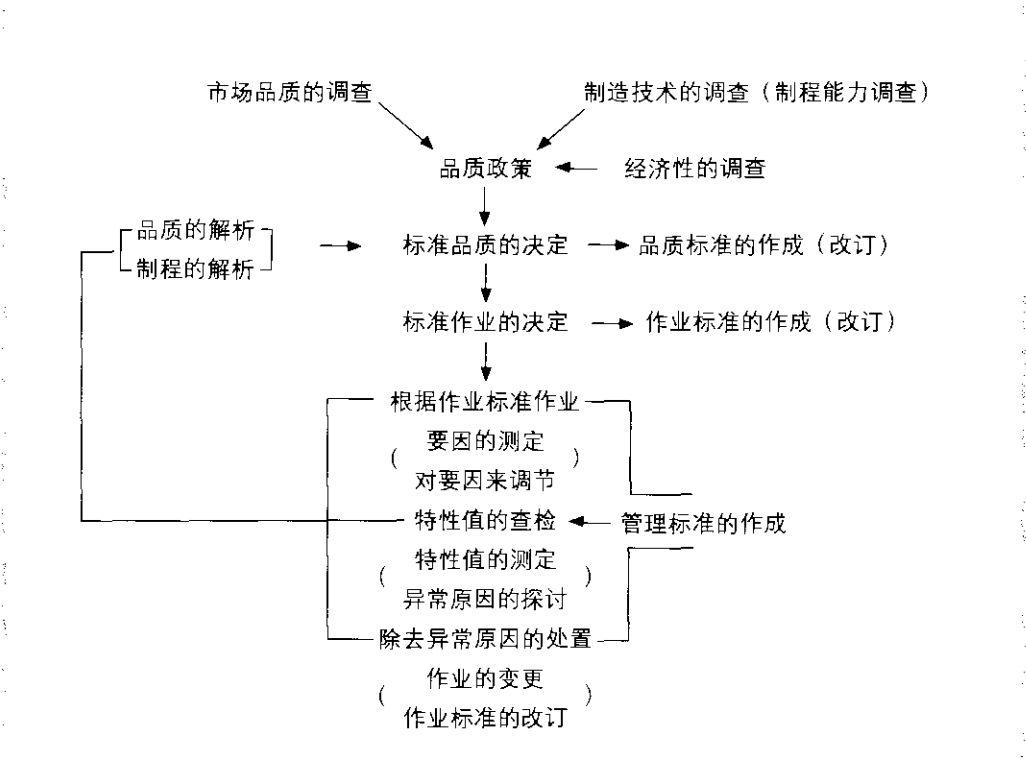
根据管理标准调查其特性值有无发生差异追查其原因。

(7) 除去异常原因的行动

作业标准虽订得很完备，但对应控制的要因无法全部控制时，对结果会有很大的影响，如此的原因能判断应立即采取除去原因的方法，像如此的方法称为“措施”。如异常原因的出现为一般性则应修正作业标准，采取措施且将实验的结果记录下来，再修改作业标准，使不会有同样的异常原因出现。

以上所述以制程为主的活动体系可以图表 4-1 表示。

(8) 诊断解析

[illegible]

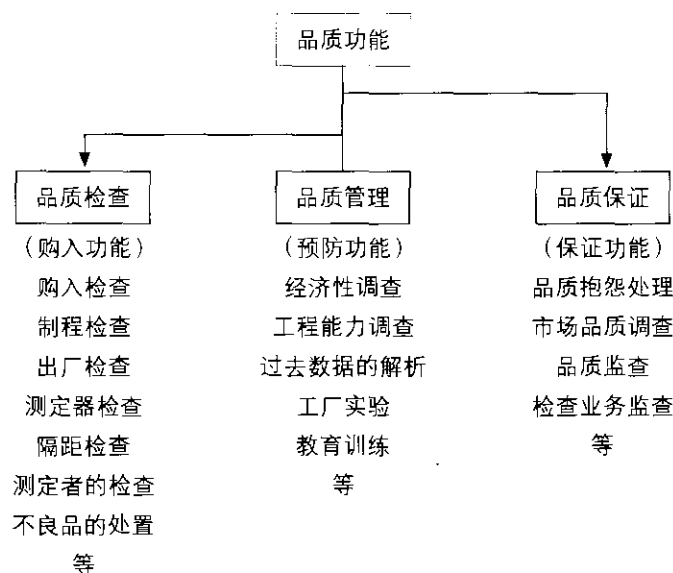
在图表4-1中对品管活动体系的问题表现得很清楚,要决定标准品质的基础是以品质解析来表现,而且对于品质解析同时应作制程解析使制造工程能明白表示出来,再做决定标准作业的基础,同时对解析的结果并非仅考虑作业上,而对制造方法、制造设备、制造人员、作业时间、制造材料、制造费用及制造计划的各阶段亦应该都能够决定。

一般使制程安定化，要维持品质的目的对制程管制而言，解析有更大的分野。

2. 有关品管的功能业务

有关品质所做的工作称为广义的品质管理。狭义的品质管理乃是重点放于不良品的防止，故有关品质的功能有下面的业务（图表4-2）：

图表4-2 品质功能的业务



品质并非只靠检查就能保证，要有合理的设计，适当的制程管制，正确的实施品质管理业务方可保证品质，对制造设计，制程调查，将结果报告给经营者的功能为品质保证业务，虽品质检查过去已做的很多，但品质保证是预防功能的品管被承认以后才开始发展起来。品质保证很多公司均未做得十分充分，是品管发展是最慢的业务。最近品质保证的必要性已经被一般所认识。品质管理有如下的业务：

(1) 品质的设计

- ① 新品种、新制品的设定；
- ② 规格的设置与改废。

(2) 原料的购入及保管

原料管理；在库管理。

(3) 标准化

(4) 制程的解析和管制

(5) 品质保证

- ① 检查不合格的处置；
- ② 抱怨的处理品质监察。

(6) 设备管理

设备的建设，预防保养，计划管理。

(7) 人事劳务管理

适当配置，教育训练。

(8) 卫星工厂的管理

(9) 技术开发

新制品的开发，研究管理，技术管理。

(10) 诊断与监查

品质实施状况的诊断，品管有关业务的监查，品管是以制品的品质为中心。对于有关质、量，成本方面来管理。

(四) 品质管理的实施及效果

过去实施品质管理有甚多地方易被误解，现列举于下：

1. 品质管理并非做收拾工作

在最终制程中，对产品全数检查，将不良品除去，亦为品管的一种手段。但此并不能达到工业生产的目的，如有 50% 的不良品，则消费者需用 1 倍以上的价钱去买，如不良品可修理，但员工所花费时间的损失亦不少，故过去认为只是以检查就可将制品做好的想法是错的，因它对于品质并不能达到改善，一般所说做品质管理应将不良品尽可能使之不会发生。故需于设计到生产阶段将制品品质管理好，如此方可称为品质管理。

2. 品质管理并不能完全代替过去的技术

品管并不能代替过去的技术，品管仅是帮助技术人员以最经济的方法去做最优秀的品质而已，统计方法的采用需根据技术知识，结论是否采用及如何解释仍需靠技术的辅助才可做好。

3. 品管的效果是很大但很慢

以前所说的品管乃是不断的来做，并非像特殊技术实验能很迅速的看出效果来，作业标准需一步一步的合理化使品质慢慢安定，速度虽慢，但利益效果却很大。而且品管的实施并不需要指定特定的人，特定的时间，是要公司中所有的人于日常中时时地来实施方可。

4. 品管可通用于所有的工业上

很多人以为品管仅实施于群体，原料、机器等要因不复杂的地方如美国或日本等高度工业化国家原料一定，机器自动化才适用，此亦为一种误会。统计方法仅于要因变动复杂，解析才能发挥其效力，如化学工业中流程产生过大的变动需靠统计方法来解析，而且统计方法已经有发生很大效果的实例。

5. 于自动控制发展后品质管理更显很重要

一般人常误解于装设自动控制后品质管理是不必要的，其实对于某种要因的控制仍需赖于品质管理的方法，故对于现在忽视品质管理而仅靠自动控制失败的例子是很多的，且现在的自动控制仅做调节的工作而已，对于品管中的主要效果—特性值变动要因的除去很难做到，最近对于实验计划，及作业研究的方法以技术上来检讨考虑其经济上的最适条件的最适当化统制的发展慢慢的接近自动化品管的理想境界，故自动控制愈发展品管的重要性亦就愈被强调。

二、品质管理的导入和教育

（一）前言

目前品质管理的思想和方法，已经逐渐的普及，新的工厂在开始生产或新的公司成立时，都按照品质管理的方式来组织和运营。建立新厂只是许多情形中的一种，一般来说许多工厂都具有相当的经验和悠久的历史，QC的导入以这种情形为多，不管是新导入或已导入的公司或工厂，都要经过QC导入的阶段。

刚实施品质管理的新工厂或公司，有种种问题应该检讨，而已实施品质管理的公司或工厂，也必须继续推进品管，因为品质管理日新月异的不断在进步，所以一定要继续的导入QC。另一方面工厂时有新进人员，因此也要不断的实施品质管理的教育。

（二）导入的计划

1. 导入计划的阶段划分

品质管理适切的导入，对于以后实施和运营品质管理效果的发挥甚为重要。如导入错误实施时就会有相反的效果，或者造成反对的情势，这种例子不太多。一般于学会或刊物所发表的只有成功的例子，而对于失败的例子从不谈起，因此在导入的时候要克服同样的失败有所困难。于品质管理导入的同时，必须像设定品质管理的实施计划一样作成导入计划，其内容当然要按照以后实施品质管理运营的趋势来决定，其阶段大体分别下列两者考虑：

- 普及、开导和教育、训练；
- 实施、组织化。

导入后的阶段即是运营阶段，其界限很难明显区分。至何程度为导入阶段，何处为运营的阶段的判别难以分别，通常自导入、普及、教育、而到组织这一阶段称为导

入阶段。

2. 导入计划的内容

导入计划中包含下列内容：

(1) 教育计划

对工厂内、公司内的各阶层各部门的从业人员和干部开办讲习会或派员出席公司外的讲习会，使其有新的品质管理思想和必要的方法，据各职种和教育程度或范围来调整教材，并编列教育所必须的期间，人员和经费等预算。

(2) 组织化计划

组织化的计划即有关品质管理的组织和幕僚（Staff）的设置，各部门负责人的选定和配置，品管实施机构的设置，品管委员会的设立准备，及其后有关实施、发展的计划。

(3) 管理业务实施计划

有关各种标准、组织规定的制作，管制图营营方式的准备或实施，各种标准书、招示书的设计、准备或实施。

(4) 解析计划

各制程中解析问题的选定，现场数据的选定，工厂实验的计划和解析，为抽样检验的实验计划和解析等的准备，及实施计划的作成。

(5) 计测管理、预防保养管理等的管理计划

(6) 事务管理的计划

事务方面的品质管理计划，为最近常讨论的问题，即为确保制品品质的的事务方面的管理计划，事物工作的品质管理计划，事务方面应用统计方法的计划，成本管制、劳务管理、安全管制、市场调查等事务方面许多有关品质管理的业务计划。例如事务部L、的作业标准制作、报告书制度、预算控制、标准成本的确立等许多工作。

导入时没有一定的计划，而以公司或工厂内的个人感到有兴趣而自己开始学习，逐渐提高兴趣时再导入品质管理，由此种途径而导入成功的例子不少。但其缺点甚多，因此我们强调，导入时必须要有计划的开始。

3. 品质管制导入计划常见的失败与成功原因

(1) 失败的原因：

- 对品质管理的重要性有过大的评价；
- 最高经营者只编列了品质管理导入的预算，而实际运营时毫不关心；
- 不能活用统计方法，或对统计方法陌生；
- 公司内无明确推进品质管理的计划；
- 品管技术员对品质管理的理论和方法欠理解；
- 对于新的思想的普及缺乏努力。

(2) 成功的原因：

- 品质管理导入时有一成功而有经验者担任指导，并有一贯而系统的品质管理推进计划；
- 全体职员工都彻底了解品质管理的目的，明白品质管理的目的以预防不良为重点，这种观念直到末端人员都能认识；
- 现场人员对于品质管理有好感，认为非常有效而自动开始导入；
- 决策首长具有能力，这种能力不是技术的能力，也不是统计的能力，而是必要的经营能力；
- 品质管理的功绩不归功于少数幕僚人员，而认为是全员努力的结果。

4. 明确品质管理导入成功的方针

各行业都有上述同样的问题，从这些事项我们明白要使品质管理导入成功，公司

对于品质管理导入的推进要有明确的方针。

对品质管理的方针内容如下：

- ① 公司实施品质管理的理由是什么？
- ② 公司实施品质管理的意义为何？

品质管理的意义在公司内若不明白，则各人有各人的解释，有人解释为只是制造现场的管理方法，有人解释为只是改善业务时统计方法的应用，或只是业务的标准化。

- ③ 公司实施品质管理所期待的成果为何？何时为止应做什么事？成果如何？

要把达成品质管理导入目的的具体目标表示出来。如何达成第三项目标的方法也要明确表示，如管理项目的明确化，标准化的步骤，重要品质问题的选定和解决的方法等。

品质管理的方针为各部门，各阶层具体推进计划的准绳，有了方针才能开始实施，经营干部按计划实施状况查检，而做必要的更新或改革。

5. 品质管理导入要长期坚持不懈

最近我们一直强调“品质管理长期计划”的必要性，企业需要长期计划，品质管理也必须有长期计划。如只为获得品管奖，或检验局的品管考核为目标而做品管则毫无意义。一旦得奖，即未再继续品质管理这是非常的错误，品质管理是无止境的，而且是继续在进步的。公司内要保持成果继续上升，一定要更进一步的努力才可，本公司若已导入成功，更期望其关系公司或卫星工厂也能实施。今日的品质管理不像五年前的品管，更高度的品质管理方法已经被发展，如信赖性和品质管理的自动化等，几年内使过去的品质管理面目一新。

6. 品质管理导入的关系幕僚要与时俱进

品质管理导入的关系幕僚，必须继续不断的观察品质管理界的动向，努力将新的

品质管理导入公司内。一次派许多人参加公司外的讲习，而后就无人参加，这样就无法跟上时代，对于不断发展的新知识将无法获得。以成本来说，一年派 10 人参加，如经济许可当然最好继续如此，但如财力有限，莫如每年派 1、2 人而继续不断的参加为好。

（三）教育和普及

1. 教育

品质管理导入时最重要的工作是有关品质管理的教育、普及和训练这些为品质管理负责者的大部分工作，实无过言。与品管同样重要的，如统计而言，当然也有许多无关统计的事项，但生产工场于品质导入的时候，强调品质管理的统计面并无不好，因为经营乃至管理，比较来说以统计的想法较有确定的形式和具体而有趣的吸引力，同时容易了解，特别是容易让技术人员接受。

对统计处理方法有相当的认识，并且对品质管理的概念和品质管理的好处有所了解，不但容易导入且可以很快进入运营阶段。但如不按正规的品质管理导入方法而获得成功的情形，其困难就时常发生。

教育时一般都偏重统计的方法和理论，在现场则应使其习得使用方法最为重要，按各职务上所需的程度和教育知识，大体上可参考下述：

（1）经营者

对于经营者不单品质管理的思想和方法要了解，最好管制图的用法也能使其理解，对经营者而言，与其说教育不如说是普及较为适当，这些人对于特定的教育难以接受，同时公司内也找不出适当的人来教导，一般都依靠公司外的人士，而是否真正达到教育的目的仍甚有疑问。于公司内如何教育乃至开导经营者则有劳各位品质管理负责人

的努力。虽现场品管在方法上已有些实施效果。各课长、经理等人员也大体能理解，品管组织也已设置，但若无经营者的方针和态度作领导，品质管理仍不会成功。因此不管公司内外如何，对经营者采取措施是最重要的问题。

一般的经营者都很忙，关于品质管理的问题无法分出充分的时间，并且大都以自身的经验为基础形成思想或信念。根据此点考虑，对经营者启发的方法，大概有下述方式：

① 短时间的讲义

与品质管理和统计专家们作数小时的讲义及讨论效果甚佳。这些专家可为厂内人士，但一般都聘请外界名流学者为多。这些专家们应该具有统计的方法为基础，而于实际应用和运营上具有亲身的经验。讲义实施时有扰经营者的电话必须完全切断，使其能专心致志。

② 提出意见书、报告书、劝告书

提出公司内的实况报告书、品管研究会等的报告书、意见书等等，经营者往往可以听到许多研究或生产的经过和结果对于这些资料必须做经济的检讨，最好能用简单的图标或用金额表明。

目前一般的公司，意见上达并不困难，经营者已广开言路，征询意见。

③ 公司内部外的研究会

经营者自身参加有关品质管理的研究会、讨论会、演讲会等，将有重大的影响，刺激其品管的上进心。

适合于经营者的书籍杂志并不多，这些书籍杂志和记事，可用适当的方法轮流阅读。经营者借一般性的讨论、谈话、问答来理解，于实际实行之时，不能完全充分了解的情形不少。借读书和阅览讲义理解品质管理，提出方针再实施，则不致有无理的事出现。启动教育也有反复实施的必要，品管人员的负责人员若说部、课长、厂长或经营者不能理解的话，可能是因为其说明不足或不会对其说明。

对经营者特别重要的是了解如何活用统计方法，而不是对个别问题，从计划、检定、推定到经济的检讨做一贯的解决方法的示范，更重要在使经营者将过去的技术或事务的经验和统计的结论相结合，如此而使经营者对自己的工作感到兴趣，不忘自己对品质的责任。

(2) 一般技术者

品质管理使用统计方法的作法和概念，今后将成为一般技术者必须具备的常识。学校的教育也将逐渐向此方面加强。以外国所见为例，新的办法已被采用，从数个月到长至1年的期限，实施特别教育训练的情形不少，其中有相当的时间教予统计相关的课程。

前面所述关于统计方法的教育固然重要，但过分的偏重统计也有危险，实施品管的工厂如有一部分人过于强调艰深的统计理论，每每使现场人员害怕而不敢去做，以致产生分离的现象，反而阻碍了品管实施的进展。品管教育不可变成只培养一些特权阶级，而要创造同心协力的合作体系。靠自修成功的数理统计学者常有此倾向，这点值得注意，故今后有望诸位能以本身为中心，率先推动全员品管。

有关统计的教育，主要在明了其目的何在，如何应用，为何而学要有清楚的认识。最近有关抽样方法的研究和调查甚为盛行，各工厂各企业业已开始实行，这是因为实施品质管理，在作制程解析时结果发现问题就在抽样方法，继之必须研究调查始能解析，但并非只作这种研究及调查就能把品质管理做好，有时我们常看到在品质管理全般实施上发生问题时，常对处理容易的“物”为对象的抽样方法上逃避责任的情形不少，这种情形往往是忘了对抽样方法的研究和调查原来的目的，因此请切记勿走上空谈品管之路。

(3) 品管技术人员（负责品管人员）

品质技术人员为属于品质组织或各部门中负责品管运营和实施推展的人员，不用说即是品管专家。这些人是否适当，对品质管理导入和运营的影响非常大，许多公司

和工厂可以看见这种不可否认的事实。组织的机能大部分由人左右，此种现象在我国现仍难以改善。所以选择适当的人选特别重要。品质管理技术人员的养成，过去大都从幕僚人员中或有关系的课中选出为多，直到最后实施化的过程才建立品质管理课的组织，归属于品质管理课。故在导入过程中原属单位并不重要，重要的是人员的适当与否。

① 适当人选的条件：

- 具有善良而热忱的意念能领导群僚者；
- 具亲和力能与人协调者；
- 工作努力、肯干实干者；
- 有现场经验者。

具上述条件可谓为适当，不一定要是统计专家。过分有才干的人，往往在现场被发生反感，而将工作推予该员现场人员什么也不做的结果。许多工厂中未充分检讨这种人员是否适当而加以选派，反而阻碍了品管的导入和实施，这种例子不少，所以品管人员的选择要比一般人员更为重要。

② 教育课程示例

- 以下为对部课长实施初级教育课程的一例：
 - a. 项目；
 - b. 品质管理概念；
 - c. QC 七大手法；
 - d. 管制图法；
 - e. 统计方法。
- 对一般技术人员所必要的范围大体有下列课程：
 - a. 品质管理概念；
 - b. QC 七大手法；

- c. 管制图法;
- d. 统计方法 (检定、F 检定、相关分析、简单的变异实验法);
- e. 工厂实验法。
- 对品管技术人员必须的范围, 大体有下列课程:
 - a. 品质管理实施方法;
 - b. QC 七大手法;
 - c. 基本统计方法;
 - d. 管制图法;
 - e. 抽样检验法;
 - f. 工厂实验法;
 - g. 直交配列表法的应用;
 - h. 相关与回归分析。

(4) 一般作业者

现场的领班、组长等负有责任者, 最好教育他们概要程度的品质管理思想以及管制图的看法和使用方法。将讲义作成手册的方式, 到工厂中确实遵照实行, 目前采取此法的工厂日渐增加。

对作业员特别要注意其气质和性情, 地区的不同其个性互殊, 外国所用的好办法, 拿到我国来不一定适用。因此有必要做出适合自己情况的作业标准、作业指示书、管制图、品质和作业改善的种种标准。

教育这一阶层人员, 最好避免高深的内容, 只要让他们遵守标准, 看懂管制图并了解重要性即可。解析的方法不一定要教予他们, 以免因学未透彻而解析错误则影响很大。

现将领班人员教育特别要注意的几点举例如下:

- ① 大部分的领班人员都对自己的技术很有自信, 常以直觉判断, 应教予他们如

何正确活用其长期的经验和判断。

② 不要只顾加强工作，过去已做了太多不必要的无聊工作，品质管理教育第一步要他们了解如何除去不必要的工作。

③ 要使他们时时感到，做好品质领班人员负有很大的使命。

般现场领班人员所具有的常识，大部分为主观性而没有统计性。

⑤ 教育是启发性的，不是按公式死记方法像背诵字典一样。

⑥ 作业标准的意义要明确。

⑦ 领班人员所应发挥能力的地方在何处，应明确表示。

⑧ 品质管理在本产业中实施会有多大效果应予说明。

⑨ 在表现和说话时要有条有理。

⑩ 认为品管只是一时的风气或工厂所做的试验而已，这种想法必须彻底铲除。

(5) 事务关系者

事务关系者如预算、成本、采购、仓库、劳务、销售等皆为品质管理的一环。过去这一部分的管理方法和运营最为困难，最近这些部门也开始应用统计的方法实施管理颇有成效，因此要求相当程度的有关统计方法的知识。

有关事务关系者的教育实施时应注意事项总括如下：

① 理解新品质管理的思想。

② 统计方法非常重要，但不要陷于只偏重统计。

③ 将统计和技术互相融汇贯通，最好能在工厂实施贯例演习。

④ 教育期中中最好在现场作成管制图并作解析。

⑤ 教育程度视工场实况而不同，厂长、部课长、技术员、事务关系者，现场作业员其程度不一，最好分别建立适当的教育计划。

⑥ 各职制能同时全部进行教育为最好。

⑦ 担任教育者的训练，该用别的方法实施，教育方法的标准化有助于增进效果。

⑧ 品管教育的目的不仅在于授予品质知识，其目的在使能真正的实行，因此必须时常追踪（follow-up）。

2. QC的普及

教育训练常限于少数的人员参加，要使教育训练同时并行于工厂内，则必须订立如何普及的政策，公司的方针对此必须明确指示。普及宣传的方法例举如下：

(1) 有关品质和品管的标语

一般由从业员中募集，优秀的给予奖励。这种奖金额散虽然不多但一定要做，有关品质的口号即 Quality Slogan 也可对公司外公开发表。

(2) 报章杂志的发行

公司或厂内最好设有 QC 公布栏或发行 QC 特辑号。品管部门则发行定期的刊物，可让从业人员自由投稿，有时或用书信的形式写上启发的文字分发给从业员。

(3) 宣传图画

除定期的报章杂志外，绘画许多宣传图画分发各部课以辅助教育实施。一般常在工厂入口或有关安全地点放置让人自由取阅。例如安全卫生宣传时，附有各种宣传图画或漫画，并配有一般用药供人取用以收广效。

(4) 展览会或展示会的举办

展示不良品，并公布原因和对策；不良原因的展示，说明易引起损害的起因和注意点让从业人员参考，同时将品管的概念和思想以图标法说明非常有效。

(5) 公布和广播

张贴或管制图的公布，或在工厂广播有关安全的同时，广播有关品质管理的标语。

(6) 配合演讲会、研究会

工厂内常有不少的演讲会、讲习会、研究会的机会，同样题目和内容可反复几次，特别是现场作业员因职制不能同时参加者，让其有机会参加。如日间上班时应办夜间

班。此外电影、幻灯片、实验等也是引起兴趣并易于了解的大众传播工具。

(7) 品管实施的竞赛

受过教育的现场负责者，于自己的作业范围内所行作业改善的实绩，举行竞赛，定期将效果以报告书提出，经过审查对优良业绩者给予奖励，这种改善包含设备方面的改善。

(四) 品质意识

于品质管理导入过程同时，应提高全体的品质意识，此为导入的前提条件，此点不用多谈自可明白。品质意识必须自心中发出，而由行动表现出来。同时于个人（即离开职务后的个人）在重要的种种问题上亦不致有相反的意念且能互相协调，这才是真正的品质意识。

品质意识的高昂比任何事都重要，如自经营者开始即非常关心，所有干部和一般人员都感到有兴趣而倾力以行，当然品质意识会非常提高。如经营者有品质意识的话（事实上当然没有无品质意识者），则组织全体也会渗透有品质意识。

中层干部或负责人为传达经营方针的径路，对于此层人员有补充教育的必要。有时对于自己的职务过分认识，对此问题而言，本身职务的改善在某程度上应该允许，但过分之品管干部就应调整，莫使品质意识消失，并且要消除与其职掌相反的品质意识的发生。

三、品质管理的标准化

(一) 前言

实施品质管理要确立组织，行必要的标准化，按照标准确实的执行活动，这种活动的执行必须准备各式各样的表格和文书。品质管理所用的表格和文件，即公司内的各种规格、规定、运营所需的表格、文件等。以下对这些表格和文件的一般事项及各个的注意事项作一说明。

(二) 一般表格和文件的式样

公司内的规格和各种传票制作之时，应使大家易于了解，并且不要五花八门形式不一，一定要制定“文件要领”或“填写要领”分发各关系部课，遵照实施以行统一为要。

1. 用纸

关系用纸有各种纸的尺寸，尺寸是否整齐划一不但影响外观，同时影响档案处理和阅读的效率。纸幅大小可依通用标准裁制应用。

2. 纸质

纸质必须按规格或传票使用次数和保存时间来考虑选用，过于容易破损的不要选用，应适当的选择。纸的种类有印刷用铜板纸或模造纸，分级有A、B、C、D四级，只重以每令重量为准（即每500张为一令，称其总重），如60磅纸、80磅纸等，按用途可分别选用。

3. 印刷

分配份数多的场合,用印刷较为经济大方,公司内的规格等份数较少者可用复印。复印于追加份数时比较方便,印刷时字体、字的大小,行间字间的间格距离要注意,以易看易懂为原则。

4. 装订

公司内的规格可装订成册,也可用活页式,视方便选择。

5. 文体和格式

规格和传票以让人理解容易行使最为重要,用简洁扼要的文体和通俗易懂的文字,通常以白话文为主。写法由左到右横书,文章要条理分明,项目繁多者应有纲领条目,按大小项逐条排列。

6. 术语、记号、符号、编号

有关术语、记号、符号、编号,可以参考教育部制定的学术用语,或中央标准局所订国家标准。工厂本身有特殊情形者可自行斟酌制定,总之符号或编号的编定按其目的或使用方法适当选择,以统一性、弹性和适用性为基本原则。

7. 整理和保管

有关文件和表格繁多,处理若稍有疏忽或保管不当,必要之时就无法立即取阅,因此整理和保管要特别加强,将各种表格文件按类归档,做到条理井然,可用一览卡、资料卡片箱、活动卡片箱。

(三) 标准书

1. 标准书

有关标准书一般应注意事项为：

- 标准的内容和分类要明确；
- 确立有关标准化的组织；
- 确立标准作成及处理的程序。

2. 规格和标准的编写与保管

有关的规格和标准，要简明扼要，避免长篇大论，如一规格又含许多细目，为了方便使用，常将其逐条明列，若要修改其中之一而牵动其他许多规格则较为不好，规格万一被盗则整个规格被知道，对于公司保密来说很是危险，因此有分割成若干部分分别保管的必要。

3. 作业指示书与作业标准书

作业标准书和作业指示书的例如附页所示，作业标准是操作的标准，作业指示书是行动的标准。作业标准书和作业指示书按制程图的各单位制程各别制成，如按铸造制程，合成制程制定，而后将其按序编号成一连串的作业标准，于此一连串的作业，附加管制图并同样编号，才称完备，要行动之时则填具作业指示书，作为行动准则。

(1) 作业指示书准则

① 作业指示书为对每个股依照作业标准书所定的作业标准为基准，为达成作业目的，指示该部门所属人员彻底贯彻标准所必要的行动基准而作的文书。

② 作业指示书可以并用作业的分解图或作业顺序表等简易形式的指示书，每个单位制程必须记载下列事项：

- 单位制程名称；

- 作业场所；
- 作业人员及配置；
- 作业标准书所示的作业标准，具体的作业步骤；
- 特别注意事项：

- a. 有异常时的处置法；
- b. 操作错误时的处置法；
- c. 预防危害的注意事项。

③ 作业指示书根据该当股长或课长的提案，与关系者协议而由该当课制作

④ 作业指示书的修订

- 作业指示书的修订时机如下（含其中之一则应改订）：

- a. 作业标准改变时；
- b. 既定的作业标准范围内，作业指示书有必要改订时。

- 作业指示书改订程序按前述方法办理

● 作业指示书在改订时应立即于作业指示书中末尾履历栏上，记入改订日期，改订事项、理由、提案人姓名

⑤ 作业指示书由该当的课长署名实施，各股长、组长，应用简单的教育方法教导作业员，彻底遵行并时常监督。

作业指示书不能被遵守时，各股长、组长马上调查原因，不能照作业指示书作时应立即改订，作业员不注意时，应通过建制采取处置；

⑥ 作业员的创见确实为有用的提案时

- 有必要改订作业标准时，按作业标准书准则第三条步骤办理。
- 有必要改订作业指示书时，按本准则第三条步骤处理。

⑦ 作业指示书由适当课长保管。

⑧ 有关作业指示书的处理属公司的机密，特别要保密。

(2) 作业标准书准则

① 作业标准书为有关各个制程，依现在技术水准的操作方法为基准，具体的表明各作业制程应行的管制中，有关各个制程的责任和权限所在明确的规定者。

② 作业标准书对每个单位制程制成，除制品制造流程表外，每个单位制程应记载下列事项：

- 目的，单位制程作业的目的（包含品质标准和收率等）；
- 机器，使用机械的名称、能力、履历及年度预定修理次数等；
- 作业方法，达成日的所用的作业方法（温度、压力、时间、浓度等影响品质或收率各种要因的标准和维持的具体作业方法）；

● 注意事项，作业上特别要注意的要因，机器的处理及安全卫生方面的注意事项。

③ 作业标准书由适当课长再不然即由企划部经理提案，与关系各课长协议由企划部负责制订

④ 有下列情形之一时，作业标准书应该改订：

- 品质标准改变时；
- 原料或其他原因变化时；
- 其他特别作业标准认为有改订必要时。

有关改订的方法照前条步骤处理，认为有改订的必要时，应立刻于作业标准书末尾填入改订理由日期、申请者、姓名。

本条中各项，企划部经理于每期末，一定要约集有关各部门协议，对作业标准的改订有无必要再行检讨。

⑤ 作业标准书由厂长签署实施，各课长、组长、股长，应按作业标准书监督下属。作业标准书无法遵行时，各课长、组长应马上调查原因，并通知各班制。

⑥ 作业标准书正本由企划部经理保管。

⑦ 有关作业标准的处理为公司机密时，应特别保密。

(四) 规格、标准、规则、手续类的表格

以下所说的规格、标准、规则、手续类、记录和报告书的表格，只是一个例子，其名称未必如所说的完全一样，应用时应注意此点。

1. 表格种类

(1) 规格、标准类

① 原料规格、零件规格、半制品规格、制品规格、使用机械装置规格、使用工具规格、使用计测器规格、使用副料规格、制图规格。

② 品质标准书、设计标准书、作业标准书、作业指导书、技术标准书、工程管制标准书、检查作业标准书等。

(2) 规则、手续类

① 组织规则、品质会议规则、技术会议规则、品管委员会规则、新制品委员会规则。

② 研究管理手续、技术管理手续、检查管理手续、资材管理手续、外包管理手续、日程管理手续、工数管理手续、计测管理手续、机械装置管理手续、工具器具管理手续、规格标准类管理手续、规定手续类管理手续、品质问题解析手续、工厂实验手续、工程管理手续、管制图处理手续、不良品处理手续、抱怨处理手续、品质情报手续等。

(3) 记录、报告等文件和表格

品质管理流程图、特性要因图、解析一览表、管理一览表、规格标准书设定改废理由书、管制图设定改废理由书、异常报告书、异常调查办法书、异常速度、解析计划书、标准外处理申请书、制程异常一览表、标准外处理复旧报告书、标准外处理结果报告书、标准类改订申请书、抱怨受理单、抱怨判决单、抱怨调查单、抱怨原因调查处理指示书、报告书、处理月报等。

这些文件和表格必须整理妥当，视该公司的规模和组织而设计，以简单朴素的形式为要，但这些文件或表格是组织推行业务所必须的，则不可或缺，谁都知道有明确设立的必要。

以上的有权制定改废者、管理责任者、管理担任者，应予规定清楚。

2. 标准体系

标准体系请参阅图表4-3。

图表4-3 标准体系（以管理要素分类）

大分类	中分类	小分类	摘 要
有关组织的 规定	组织规定	组织图	公司、工厂的机构以图示之
		业务分掌表	各部课分配业务的规定
		决定基准表	以决定权为中心，各职位的权限明确规定
		管理者职位规定	管理职位的管理方针及责任权限的规定
		委员会会议规则	委员会，会议的责任和权限的规定
有关手续的 规定	全般管理规定	全般管理手续	各部门间管理上基本的事项和一般管理事务的
		规定	必要实施方针步骤、方法等的规定
		细则	手续规定中更详细的事项规定
		部门管理手续	各部门管理上的基本事项
		规定	和一般管理业务，其实施的必要方针、步骤、
			方法等的规定
		细则	手续规定中更详细的事项规定
标准规格	标准	技术标准书	制程上制造条件的规定
		作业标准书	制程、作业步骤的作业指导上必要事项的规定
		设计标准书	设备关系的材料、零件、机器、工事等的设计
			基准规定
	规格	原料规格	原料规格的规定
		制品规格	制品的规格规定
		检查规格	检查的规格规定

四、品质管理的组织与运营

（一）前言

品质管理是一种管理的新观念与方法，因此各级工厂必须经过所谓导入的阶段。品质管理的导入，不管导入的方式有无一贯的计划与方针，必须要有普及教育与品质管理技术人员的养成措施，这种专门人员的养成与获得，有时可以以顾问人员的设置方式执行。

这种导入的阶段后，或与此导入阶段并行，必须要有品质管理组织的设置。品质管理的组织，以何种方式较为适当，并无一绝对有效的定论，应视工厂的规模、制品、生产形式、传统、作业人员的各要素决定采用何种方式较为适当。

品质管理要能实行成功，除了健全的组织外，必须要有高层经营者的正确、积极的支持，以及有能力的品管人员的带头作用，全公司员工的协助才能获得成功。

（二）组织化

1. 何为组织化

(1) 组织化必须对企业经营目的加以明确化

为达成此组织化的目的，对企业经营的目的必须有加以明确化的必要。

- ① 对经营的各种活动，下一明确的定义；
- ② 区分经营的各种活动，并加以合理地调配；
- ③ 制订有效地完成经营目标的手续与制度。

(2) 组织化的效果

① 企业的活动目标可以确定，工作的分担，义务可以明确化，管理人员可以了解企业的构造与自己的立场；

② 管理人员可以免除不必要的过重责任，因此可以有充足时间做改进、改良或

计划未来应做的工作；

③ 各种经营活动可得一有系统的统合，而获得全员合作的形势。

(3) 组织计划的原则

① 组织自上至下的权限必须有连贯性，所谓权限为要求个人行动的正式权利；

② 组织中的任何人，都只有一个直系 (Line) 的监督者，自己应报告的人只有一个人，任何人应该知道自己应报告的是谁，自己应接受谁的报告 (命令统一的原则)；

③ 管理者的责任与权限，应以书类明确限定；

④ 责任必须有相对的界限；

⑤ 经营的阶层应力求少；

⑥ 管理者应努力从事例外事项，异常事项的标准化；

⑦ 对直系与幕僚的功能应该分类，使幕僚获得充分的活动；

⑧ 一位管理者要使其相互协力的职位数有一界限；

⑨ 组织应有顺应状态变化的弹性；

⑩ 制度必须简洁，即阶层的层级，委员会的数应尽量少设置。

2. 品质管理的组织化

依据什么方针，以什么为目的，要采取什么方式的组织，为经营者应决定的事项。就目前而言，不管经营者是否具有浓厚兴趣，是否有一定的方针，品质管理的概念与方法，不断经各种途径进入公司或工厂，因此对于一个经营者而言，现在应为下决定的时期。当然，有不少企业早已有明确的方针、组织，而从事实际的运营。

品质管理的功能，应视为经营的一面，并作为经营的一个工具，绝不可与经营的其他功能划分，因此所谓品质管理决不是品质管理课单独的问题，亦不是品质管制理单独来承担一个公司的品质管理的工作，品质管理课的组织与运营必须考虑其与其他组织的关系。

(1) 品质管理的幕僚部门组织构成

品质管理幕僚部门的隶属，应为制造部门、检查部门、技术部门或直属厂长的问题。假使限于制造现场的制程的品质管理时，可视为制造作业的一部分而属于制造部门，要是只限于制程的解析与研究以及工厂实验时，应属于技术部门，要是只对购入物料加以检查，以及对制品的品质加以评价，即应属于检查部门。但事实上工厂全体的品质管理，其工作包括了上述各项，因此其关系普及厂内各部门，而其功能亦以经营的意味较浓，具有对厂内各部门的联络与调整的机能，因此就一般而言隶属副厂长程度人员较为适当。

有关品质经理 (Quality Manager) 或具有这种功能的人员 (例如: 管理部经理, 厂长所属的调查室、管理室、审议室的主管人员) 的入选对品质管理的运营非常重要, 一般均认为品质管理的幕僚人员非常难求, 作为品质管理的主管人员更是难得。作为一个品质管理的主管人员, 除了具有一般干部的资格外, 应对公司的政策有深的认识, 对制品与工厂应具有知识, 对全体员工有所了解, 并要有特别技术上的知识与数学的教养, 同时一个企业对这种人才必须不断培植。

(2) 品质管理幕僚组织的工作

企划、监察为经营者应做的事, 因此经营者的幕僚人员, 应做这种业务, 品质管理亦应有这种幕僚组织的必要。至于在现场收集资料, 以管制图做管理都由现场担任。一般而言, 除了以管制图做作业上的改正由现场担任外, 以管制图做制程解析, 标准案的做成都应由幕僚单位担任。这种业务的分业可以由现场抽出大批的技术人员, 而获得很大的人员的经济性。现场人员即只依被指命的标准而作业即可。不过这种分业决不可使其失弃组织的情报系统功能, 必须运营各种必要书类, 使幕僚可以正确迅速获得品质情报, 而使技术与作业分离。

品质管理幕僚人员的工作为:

- ① 依公司方针, 协助经营者完成品质管理计划;
- ② 品质管理教育计划的设定, 以及实行此计划的推进与协助;

③ 品质管理业务的各细目的标准的推进；

即管制图种类的决定，管理各种指导书的原案作成，品质标准、操作标准、抽样方式、计划标准、检查标准的作成，以及此等标准推行上的管理与协助；

④ 统计方法应用上的协助，工厂实验方法的设计；

⑤ 品质管理组织化的推进。

品质管理的幕僚应隶属厂长，或总经理的幕僚，品质管理幕僚通常被称为管制室、企划室、审议室、或者为这些机构的一部分。

至于品质管理的监察，应比企划业务更接近高层经营者，因此应由副总经理、或副厂长等职位的人来担任。

(3) 品质管理的实施机构

制程的测定、资料的收集、记录、管制图的打点、对策的采取，为制造部门的品质管理实施机构应从事的工作，制造部门的实施机构并应填写各种必要的书类与报表，这些工作并不需要高度的统计知识，这些人员一般称为品管人员。

不过在公司规模增大后，品质管理的日常业务，如各种标准的书类、管理的书类等，该处理工作很多，这些工作既不适合品管幕僚人员，亦不适合现场的品管人员，这就有另设立一品质管理实施机构，成为一独立部门或隶属于企划部或技术部内。

就一个工厂而言，由技术部来担任制程解析，标准化的工作较为适当，而制造部只分派少数技术人员，一切标准由制造部设定，制造部只依这种标准操作最为理想，因此品质管理的实施机构设于技术部内也可以。有些化学工厂，没有独立的技术部，而在制造部下设立技术课，在这种情况下，为解决全工厂的品质问题，最好与技术课平衡地设立品质管理课，常常一个品质管理课兼具企划与实施的业务，这两种业务最好分离。

品质管理实施机构的业务应为：

① 管制图的整理；

② 对策，异常调查表等管制图的附属书类的整理；

③ 品质管理委员会主干事业务；

④ 教育普及活动等。

（三）品质管理组织的机能与责任

品质管理组织应具有何种功能，由企业的种类，工厂的环境，过去的经营方式与组织而应有所不同，而且各人的意见亦有所差异。

对品质管理部门与其他各部门间的关系与责任，以图表4-4所示的。

至于品质管理的业务为：

- 品质管理的计划

导入计划、教育计划、书类设计、规定拟定。

- 品质管理的实施

品质标准、操作标准、管理标准、管制图的设定。

- 品质管理的督导

品质管理效果的判定，计划或实施方法的检讨，改善方法的提案等的工作，如上所述，这些工作亦可以由同一个工作单位来做，不过，(1)与(3)带有幕僚工作的性质，(2)带有执行单位的性质，因此最好能由个别机构来负责较为适当。

再者品质管理的工作，以别的观点而言，可谓：

- 重要品质问题的决定；

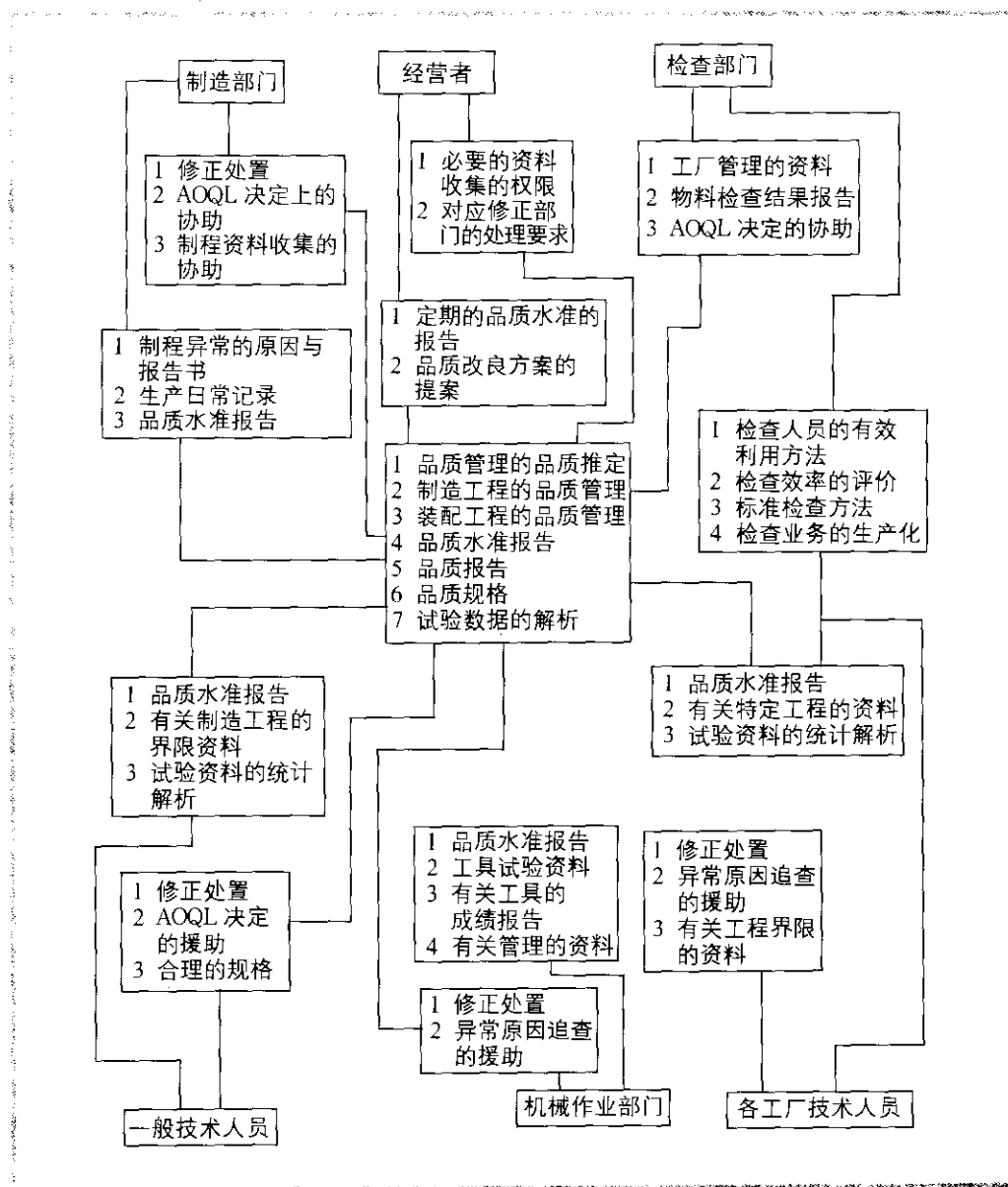
- 有关品质障碍的诊断；

- 消除品质障碍的治疗；

- 该良好状态的维持等事项。

重要品质问题，并非偶发的不良，而是慢性的不良，因此必须要有集结全工厂（或公司）各部门的品质管理委员会的组织才可以应付这些问题的解决。

图表 4-4 品质管理部门的工作与责任



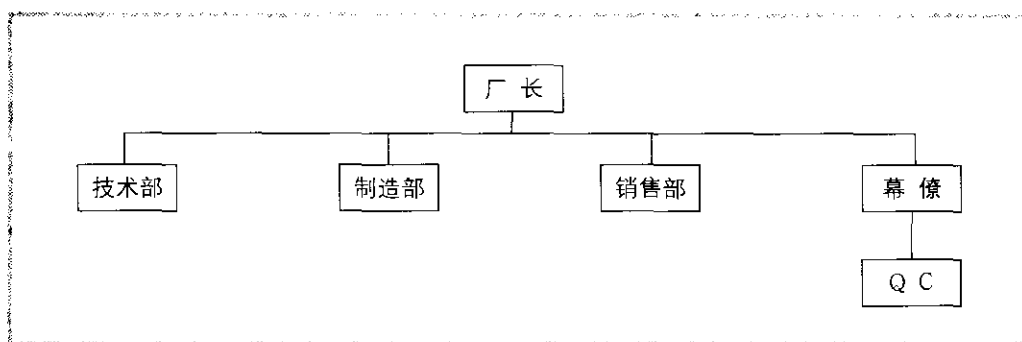
(四) 组织机构

1. 组织的种类

小规模工厂，有以一位品质责任者负责所有工作，不过，大规模工厂，常以公司的原有组织、企业的种类、经营方针等设立各种方式的组织。认为约可分为三种：

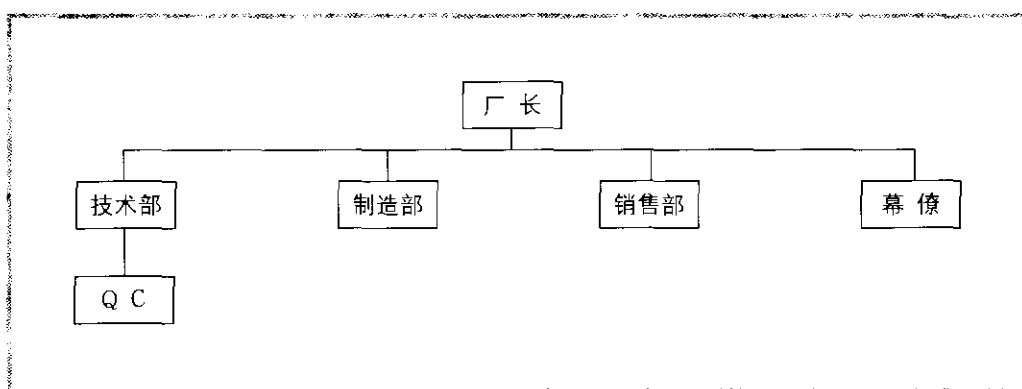
(1) 隶属于厂长的幕僚下（图表4-5）

图表4-5 隶属于厂长的幕僚下



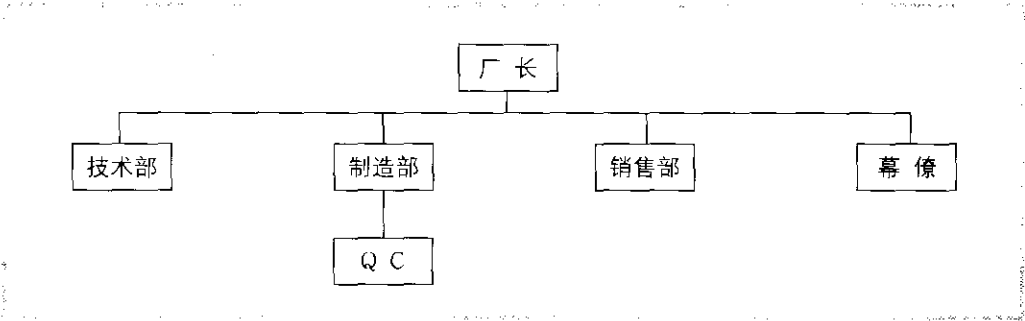
(2) 隶属于技术部（图表4-6）

图表4-6 隶属于技术部



(3) 隶属于制造部 (图表 4-7)

图表 4-7 隶属于制造部



就一般而言，隶属厂长、技术部的方式较好，隶属制造部往往很难做的很好，采取“隶属制造部”的方式时，QC 部门属于制造部，不过往往在厂长的直属下，另设立品管小组的组织，以更高次元来推进品质管理，因为局限于制造部门，无法完成全般的品管功能。

2. 品管部门与其他部门组织运营上的相互关系

为品质管理部门与其他部门的组织运营上的相互关系。现以实例示如下：

某大规模公司有 A、B 两个工厂，在总公司设品质管理委员会，在各工厂设品管幕僚属于各厂长。以图表 4-8 所示如下：

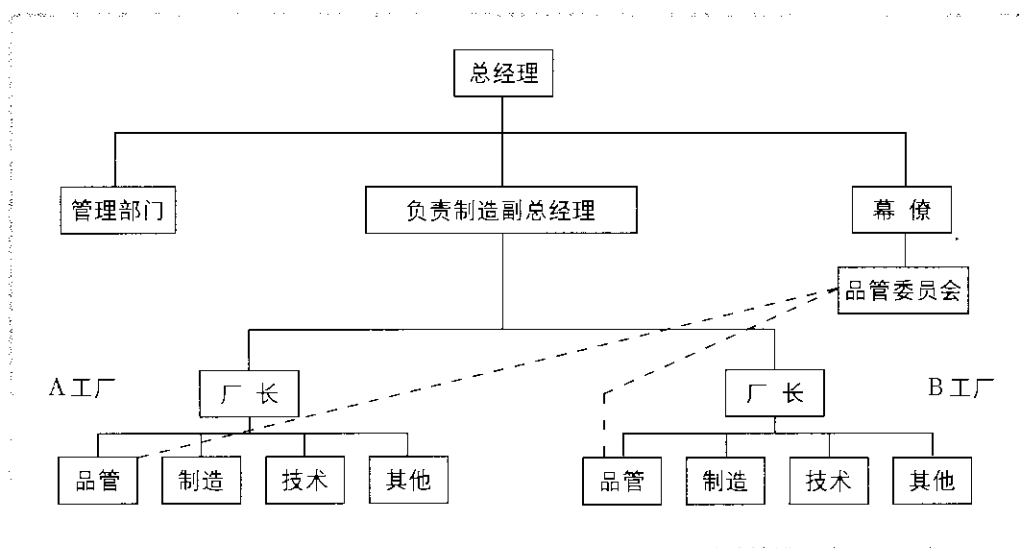
品管委员会，提供品质规格，品管推行计划，以及为 A、B 两工厂的工作调整，定期开会，接受报告及意见交换。就此一功能以图示如下 (图表 4-9)：

A、B 两工厂的品管部门相互独立，总公司的品管委员会负责调整的工作。

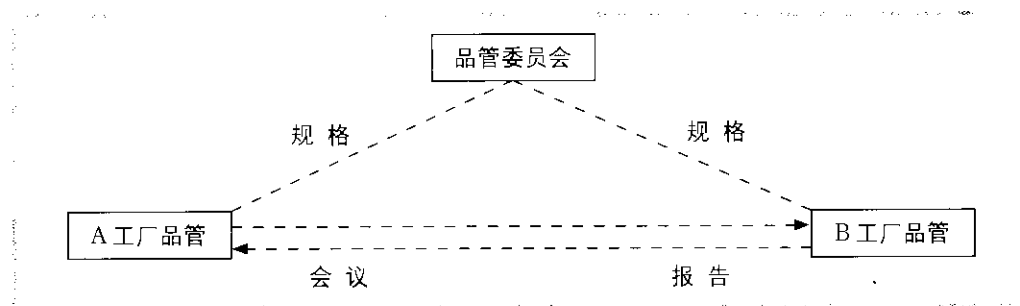
在一个工厂，有检查部门与品管部门分开时，应由一位品管部长或副厂长级的人员来统合较为适当。

在检查部门下设立品管组织，常会发生采取对策上的困难，并且常发生检查以外的品管活动的不足。

图表 4-8



图表 4-9

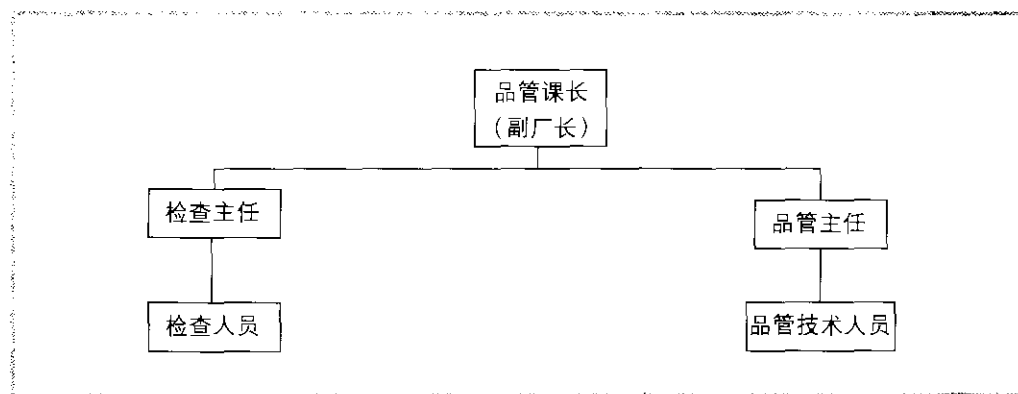


(五) 品质管理委员会

无论有无品质管理部门的组织，一个公司应设立品质管理委员会，在没有品质在委员会中，品质管理的负责首长（如品管课长）为委员会的干事。委员会的工作如下：

- 品质管理推进计划的决定，包括教育计划、标准化计划；

图表 4-10



- 制程异常处理的报告与审议；
- 各部门间争执的调整；
- 抱怨案件的处理；
- 重要品质问题、品质标准及目标的审议；
- 品质的重点研究项目的审议；
- 新制品的品质目标、品质水准、试作检讨的审议；
- 品质管理绩效的检讨；
- 其他有关品质管理重要项目的审议。

品质管理委员会，亦可分别设立品质标准小委员会、操作标准小委员会等问题别小委员会、新制品小委员会、技术委员会。

(六) 有关组织运营的规定

有关品管组织运营的规定，以台湾地区的现状而言都不够详尽，而且规定与实行脱节。品质管理要真正地实施，详细、具体的职务规定是必要的，特别是公司或工厂的最高方针必须明确。

至于附随的规定，如操作标准、品质标准、品质委员会组织、教育训练，厂内规格等各种规定都有制订的必要。

如品管委员会的规定，应规定其目的、工作内容、人员组织、有关委员会的规定、开会日期、召集手续等。

其他品管工作的各种文件类的处理规定亦有详细制订的必要。

（七）品管圈活动

科学日新月异的发展，今后仍将加速推进，墨守成规不加革新只有落伍一途，管理科学随着时代也不断的在演进，日前已有相当完善的进步。以品质管理来说，品管的革新已进入全面化的阶段，全面品管及管理技术的结合，贡献了一份有效的力量，品管圈的活动即使企业迈向了新的纪元。

自工业革命以来，机械代替人力劳动，人的重要性，曾一度为功利观念所埋没，虽然管理科学不断在求实用和进步，但仍未能将人力资源充分利用而发挥人类最大的才能，究其原因在于传统管理观念的人性束缚，未将组织造成人人贡献，自动启发的气氛。品管圈活动即是以人性向善的观点激发人人向上，人人参与贡献企业的一种活动。

衡诸大陆工业晚近突飞猛进工商繁荣，欲开拓国际市场，进军世界企业界，品质管理实为必要的手段，要把品质管理彻底实现，则非推动人人品管、全面品管不可，更重要的是使实际参与制造的现场第一线人员都能了解品管，即推行品管圈的活动，目前品管圈的活动已被各界重视，并极力推展之中，这象征我们在管理科学的活用上已进入新的里程，如能继续加以发扬光大必可使工业基础更加巩固企业更加繁荣。因此本文愿以互相切磋的心，研讨品管圈活动确保企业利益的问题。

1. 何谓品管圈

品管圈的定义：品管圈（Q.C.Circle）是由工作性质相同的现场工作人员组织起

来，在圈长的领导下自动自发改善现场，共同推动品质管制的活动小组。

2. 品管圈的组成

(1) 圈长

圈长是这个团体的领导者，事先接受训练，吸收有关品管圈的方法和技巧后，领导和推展品管圈活动。

(2) 人数

每圈人数以 8 ~ 12 人为宜，如训练人员有限亦可有由 30 人组成，待大家认清楚后，再分为人数较少的圈，如程度很高时，3 ~ 5 人亦可。

(3) 开会方法

品管圈开会方法，是利用脑力激荡法 (Brain Storming)，会中绝对禁止批评，使大家畅所欲言互相启发，以建设性方面努力，之后再以大家工作经验用民主方式，共同找出真正原因。

(4) 统计方法

用简单而有效的统计方法，有系统的分析、检讨，并集中群智订出对策，采取行动和评价其成果，如此循环不息将问题一个个解决使现场改善，常用统计方法有：直方图、层别法、分组法、管制图等。

(5) 自动自发的活动

这种品管圈活动是出于自愿的而非强制的，换言之整个圈的一切事务，都由现场人员自己计划执行、检讨、修正，采取行动。

3. 品管圈的精神

(1) 尊重人性

过去的管理观念认为人性厌恶工作规避责任，因此大部分都得施予压力管制督导

或惩罚警戒，以促使他们努力于目标的达成，这就是性恶的管理学说，依此观念所做出来的组织制度，处处都是规定；员工只有被动的行为，一个命令一个动作，根本谈不上个人心智的发挥和贡献才能的机会，这种情形在小规模的事业还可以应付，但如在竞争剧烈的今日，大规模生产人员编配庞大的工厂就无法面面俱全的管理了，唯有靠集体的努力共同发挥才能，聚集成为大的力量，如果管理不周，现场人员又不肯自动改善，因此问题发生时，不良品每有增加，管理问题不断发生，鉴于此日本品管权威石川馨博士乃自人性向善的观点，创始品管圈活动。

所谓的人性向善的哲学即认为人人都想做好事情，由于过去的积习不合理，下级所提出的意见常不被采纳，因此失去热心而变成被动，性恶的观念使他们无法发挥能力，品管圈的活动则一改过去积习变成尊重人性，认为外界的管制或威胁不是促进达成组织目标的方法，人人皆能自治自律的达成其所负任务，人人平等。

(2) 发挥人的能力

基于尊重人性，所以人人平等不分阶段，都有平等的自由发言权利，不管意思的好坏都予提出，再经过民主方式的共同检讨，这样的结果使每一个人的见解可以发挥，有能力的人可以不因地位影响而展露其才能，更由于每个人的被尊重而自动寻求更进一步贡献能力的热忱，同时应用全体的力量解决组织的问题。

(3) 繁荣企业

由于现场中每个圈的自动改善，如果组织全体都在从事改善，合起来的成果就是整个工厂的改善，推及该行业甚至各行业则为企业整体的改善，企业改善品质提高，生产效率的增加，岂不是企业的繁荣？

4. 品管圈的作法

- 自动自发；
- 全员参加；

- 全体发言；
- 相互启发。

根据品管圈创立的精神，以人性向善哲学出发，每个人都有责任感和荣誉感，当被尊重时就能自动自发的完成其赋予的目标，自愿的去计划、执行、检讨、行动，同时品管圈活动要每个人都参加，因为现场为每个人共同参与的工作，若部分参加，部分不参加，虽有部分改善而其他仍未改善，必定发生瓶颈现象抵消了改善成果。同时要全体都发言，这样品管圈的精神才会贯彻，要使全体发言的方法可用脑力激荡法、列举特性法、列举缺点法、列举希望法等加以领导打开脑力资源，由于全员发言，绝对禁止批评，可以互相引记思考的种种刺激思想的泉源，而达到相互启发的结果。

5. 品管圈的目的

(1) 提高士气

由于品管圈的活动，使人人感到兴趣，满足了员工发表及改善自己的欲望，在心智及心理上有自我发展的机会促使他们改善向上的意念，因此使现场士气高昂。

(2) 团结精神

通过品管圈活动可以提高现场管理人员的领导能力使互相尊重，互相了解和认识，工作上更加合作，气氛融合，人群关系良好公司就能上下团结，共同致力于既定的目标而努力。

(3) 品质意识

由于不断的检讨和启发，使人人都有品管的观念因而发生了关切并加以重视，组织内的大部分人都有品质观念，无形中全体就渗透有品质的意识，从而不断改善品质。

(4) 问题意识

在品质意识之下关切品质，就会时常提出有关的问题，列举为什么会发生不良品？为什么不能再提高品质？如何才是我们所需的合乎经济的适当品质？诸如此类有

关的问题提出。

(5) 改善意识

由于思想自由作风民主改善的意见获得鼓励，则潜在的欲望使他们想解决问题，而不像从前性恶学说，不敢提案更不敢稍加改革。

(6) 提高现场水准

经过上述的作法，全体现场人员在思想上观念上已存在着品质、问题、改善等的意识，为能获得成果，冲破现况必须付诸行动，寻求解决的方法，于是勤学品质管理的方法，融会经验技术而提高了现场品质管理水准。

6. 品管圈的发表会

为提高圈员的兴趣及荣誉感使的互相观摩研讨借以交流意见联络感情，达成团结精神和技术进步，成果发表会的意义如下：

- 明了自己的优点和缺点；
- 增进技术资料，借以改进并获得自信；
- 自己的优点可供他人参考；
- 训练发表者，表达自己的技术和能力；
- 体会改善成果的乐趣并联络感情；
- 将成果记录下来，并沟通信息。

在厂内品管圈应按期发表，视情况而定，通常至少每年二至三次，全厂性的每年一至两次，参加人员是围长或圈员代表均可，管理员及主管人员如不妨碍都应参加，部门主管，厂长一定要参加并对发表内容予以讲评，如内容好的更应公开表扬鼓励。

五、品质设计

(一) 前言

品质管理第一步要做的是品质设计，亦即维持标准品质的设定，乃决定改善目标品质的目标，进一步再做品质的开发。所谓品质设计，即对过去的品质做充分的解析，并把结果回馈之后，才可对设计品质做必要的决定。对自己公司或工厂的制造技术实施调查解析，然后设计合乎自己能力的品质才可，并且进一步要做经济分析，考虑经济性，则设计品质才能合乎要求。

对维持、改善、开发所决定的品质各有不同，这是理所当然的事情。虽然品质不同，但以此为前提来做解析应该没有什么不同，对维持为目的的解析及基本观念加以说明即可。

1. 何为品质解析与制程解析

维持的活动，主要为对品质管理的活动，对品质管理的体系如图表4-1所示，图中所示维持品质标准要做：市场品质调查、制造技术调查、经济性调查。这些方法换言之即品质解析与制程解析。

2. 品质解析与制程解析所包括的内容

两者所包括的内容如下：

(1) 品质解析

- ① 品质特性性质的选定；
- ② 品质特性的计量化。

(2) 制程解析

- ① 品质特性性质与要因的关系的检讨；

- ② 影响品质特性质较大的要因的选定；
- ③ 要因对品质特性值影响程度的决定。

3. 品质解析的制程解析分类

这些调查解析，亦可如下分类：

- 市场分析；
- 技术分析；
- 经济分析。

对这些分析也可分为设计品质与制造品质而加以分析的必要，本章即以此分类来说明品质设计及做品质设计所必要的观念。这些项目都有相互的关系，要正确的加以分类，实为不易之事。关于解析的方法如管制图、统计方法，在各种书上都有详细的记述，在此不再赘述，仅对基本观念加以说明，因为重要的不是只在方法上知道即可，最主要的是在观念上要有充分的认识，才能在实际应用自如。

（二）品质的意义

做品质设计，首先要对品质的意义有充分的了解Shewhart对Quality的说明(W. A. Shewhart: Economic Control of Quality of Manufactured Product), quality, 本来是从拉丁语的 qualitus 转变而来，qualitus 之意 “how constituted” 此为 qualitus 的由来。所以Quality与中文的品或质相当，但并不一定只说明制品的品质，由 Shewhart 所著 “Quality of Manufactured Product” 此书指出，事实上，制品的品质应为 Quality of Product。由这一点可知，中文的品质是制品品质的省略语，也可以说是品质与品质的结合语，如此应用，有时甚为方便，但亦感到不甚合适。

目前对品质管理，可解释为制品的质的管理，管理制品的质，就要对制程加以解析、管理或对制品的质有关的企业经营的活动加以管理，例如自完成品的质的管理开

始，而后扩张到一般事务管理的想法。故前面对品质的解释不只限于制品的品质，对于事务内容的程度状态、等级都可概括。所以品质管理可广泛的解释为一般对质的管理，因而以上所说的品质管理，不限于狭义的制品品质管理上，而应扩展到一般经营活动质的管理，亦即经营上质的管理，如此才能真正把品质管理的意义完整表达出来。所以在语言方面来讲，制品的品质管理评价并不很小，而应在经营上质的管理提出来研究，所以制品的质的管理，在解释上变成很重要。

一般所说的制程研究，如生产管理、制程管理、作业管理等，这些计划都要对必要的的数据加以收集。一般作制程研究（制程分析）时，都以工厂内流动的 Material（原料→制品）为对象，把它当作是一个 Parameter，按照这种流程收集有关各种变化的情报或是收集适切的数据。同样的，对经营的质的管理，亦如制程研究 Material 一样，制品（原料→制品）的质当做一个 Parameter，这种解析的手段是有很有效的，由此，制品的质可说是经营的三大目标 Quality (of Product)、Time、Cost 中的一个，以这样来解说也是很方便的。

以上所说明，都是针对工业经营的品质管理而言，一般经营活动质的管理，也能确保制品品质，故今后品质管理活动，应以以往更上一层的应用在经营上才是。

（三）品质的种类

品质的种类，可由各种不同的角度来研讨，所谓管理，是先作标准，然后研究探索标准与实际有何差异，再采取应变的行动，使标准能继续维持下去，这种活动叫做管理，所以这种活动的开始，是从给予标准之时作为起点。设计的品质即为要做控制时给予的一种标准。制造的品质是以制品的品质为对象，与设计的品质成对比而发生的一个名词，对广义的品质而言，制造的品质应称为“实际的品质”来说明较适当，Juran 称之为适合的品质“Quality of Conformance”。一般而言，设计的品质与制造的品质，称之为“标准的品质”与“实际的品质”似乎更易了解。

制造的品质，是在制造过程中，经各种工程而产生，对各个工程而言，其制造的品质应都可以考虑，而且很容易了解，同时设计的品质在工程的各阶段也都可以考虑到其品质，所以，设计的品质一般是从最终制品的品质反推各制程品质而得知，因而一般要处理时，较麻烦。但各工程分解之后，称之为标准品质较为妥当。

（四）品质与经营

我们的对象工厂生产，并不是只做工业生产就好了，应该使其效果更大，并且能继续不断的生产做其特色，所以可分为以工学为基础的技术的侧面与以经济学为基础的经济侧面。工业经营者若不考虑这两方面则无法完成此目的，像如此工业经营上有关品质的问题，当然应根据上述的立足点来做必要的考虑，这样的话，对设计的品质或制造的品质都能相符合，特别是对设计的品质而言，更易了解。

对品质有很大且直接影响的，当然不用说，是技术上各种性质与各种要因，一般总称为技术特性。对这种问题，具体上，都各有不同处，于此不再多加研讨。

对经营方面的问题的研讨，一般可分为经济的问题与管理上的问题。在使用上，对设计的品质而言，除了纯工学技术的问题之外，还有安全性，使用程度必要的保养，对超负荷的安全性等问题，最近都把它与信赖度 (Reliability) 连在一起而强调其重要性，像这种特性称为使用特性。对于经济的问题而言，经营的外部条件（市场、金融等）与考虑闭锁的组织体内部的问题，在处理上各有其不同之处。

最终制品时设计的品质，经由直接销售的过程到达消费者手上，此时非考虑市场、金融等问题不可。在此情形下，企业损害计算的检讨是必要的，亦即对其收益性而言。具体的说，收益性是以总收益减总费用来表示总收益（收益、利益、利润）的大小，或用总收益 / 总费用来表示收益率（采用哪一种，依情形而异）。

对各制造工程设计的品质（标准的品质），严以言之，考虑其收益性，乃不得言

之。实际问题而言，个个制程的末端要考虑市场的问题，诚非易事，制程途中，制品还是未完成品，本身还未具高品价值，若要考虑市场问题，就显得毫无意义了，在这种场合下，一般都转在生产费用账上，而选择费用最小的就可以，把这些问题看成经济性问题亦无可之理。

以上所讲，都以费用计算为主要对象，但若以物量为检讨的重心，或许物量的计算较费用的计算方便，在此情形下，即以物量的 Output 及 Input 来表示，若此，则可以说是考虑生产性的问题。

以品质问题为对象时，对上述技术特性，使用特性，收益性、经济性、生产性要适当的考虑才可，像这类的问题，与以后所述的设计的品质与制造的品质，都有交互的关系，问题更显得复杂。故从实际问题而言，应用柏拉式图示重点主义予以简化，而检讨就可以了。

(五) 设计品质的解析

1. 前言

做设计品质的解析时，最好先以工业经营为对象来考虑，并且要考虑技术特性、使用特性、收益性、经济性、生产性。将之综合起来，才对设计的品质做最后的决定，在实际解析上，把这些特性暂时的检讨，最后再综合起来，在解析的各项目中，找出彼此间最适均衡点，如此，无法数量化的项目，亦应加以适宜的检讨。

具体而言，种种的 Boundary Condition，个别的都有相当的差异。例如生产方式的相异，受生产方式的不同的影响为最大一种，生产方式为市场生产型或订货生产型的不同，品质水准的决定也有不同。若为订货生产型时，品质的式样是由顾客来决定，市场生产型则在某种程度下，可由生产者自由选择的余地。以上仅为一种原则而已，订货生产，式样可大概决定，但细部仍应由生产者自己决定，或设计图完全按消

费者用意，由消费者决定。前者，生产者具有些许范围的自由度。市场生产型，生产者有自由选择的余地，但最终的产品仍必须和消费者的要求一致才可，故在观念上，品质式样应由顾客来决定。订货生产和市场生产原则上有很大的差异，实际上并不被认为有多大差异。本章仅就以市场生产型为中心，加以检讨。

设计的品质，最终的决定者是消费者。市场生产型生产方式，无论生产者如何慎重考虑，然后再采取各项措施，最终仍是要接受消费者现实而冷酷的品评，判决其品质的优劣。但是，消费者仅能在事实上表示之外，通常他们是无言的，且不把他们的意志明确的表示给我们，所以，生产者有必要积极的去推测他们判断的意志。

如上所述，对于市场生产时，决定设计的品质的步骤，首先要做的是市场分析，但要决定设计的品质，实际上有两种情形。

其一，完全是新产品，市场上并无相类似者，但技术上可行与否还不能确定者。其二，市场上已有相同的成品存在，只是性能、型式、容量、大小等不同。前者，由统计者、消费者或对外部情况熟悉者，先有这种观念，然后才有最初的构想，再加上工厂的经济性、技术性，经细心的考核，才能具体化，一般以消费者为直接对象做市场调查，技术上还有一段差距。

反之，如后者，最初就需有相当的市场情报，或者开始就做市场调查，设计的品质不同时，其步骤、方法亦各异。

为了容易解说起见，本章按照设计品质的技术分析、经济分析、市场分析的顺序渐进说明。

2. 设计品质的技术

以设计的品质为对象时，应以自己工厂的技术水准可能制造时才可，决定设计的品质，应对自己工厂的技术能力，应能预先把握，在此情形下，技术分为两大类，且有分开检讨的必要。

(1) 工学生产的技术（工学的技术）

机械工业方面，一般可称为工业的设计技术或做研究技术的基础。最终的设计应考虑工厂的制造技术而后做各项修正，修正前的设计，应对机能的设计加以研讨。生产设计则于下章中，再做说明。

化学工业，一般称为计划或研究技术较为适当，为了要产生新价值的物体，通常对这种能力要充分的把握才可。技术能力与后面的制造技术能力有些许的差异，把握一定水准会发生困难，同时，对于新制品，要到达完成的阶段，是否能维持一定的品质，还不能明确，像这种情形，当制品还在研究作阶段，就要把品质水准作为属于商品以前的阶段来考虑。竞争激烈的企业，特别是订货生产时，研究试作不能花很多的时间，费用也不太宽裕，只能以有限的经验和模型试验，来接受顾客的定货。所以常发生成品式样不能满足顾客的要求，不良品的发生，就需与消费者谈判，以后可能就会把成品纳入较下的品级，这种情形应特别加以注意。

因此，设计技术（能力）的把握非常地重要，同时也是很困难，所以在研究室的试作阶段应重复的试验，有关过去制造的制品机能的数据要做充分的分析，这些都要在平时不断的努力、累积才能做好。此为研究管理（狭义的）和技术管理的问题。

(2) 工场生产技术（生产技术）

机能设计技术虽能给予某种品质制造可能性的水准，而达成工场生产的目的，但该厂制造技术能力应同时考虑，且修正设计才可。机能设计所意图的品质标准不免多少有些修正。市场生产时，需根据生产设计才能决定品质标准，订货生产时，对顾客所需的式样如能先严密决定，制造技术若达不到此一水准，一般先检讨订货情形，把制造上的修理费，不良品费用一并算入后，再决定是否接受订货，或是和顾客洽商后，降低品质水准，若是制造技术达到水准以上时，则要考虑变异的大小，目标就放在应达到何种程度的水准，调查设计的品质与制造的品质，预先考虑，把握住工厂的制造水准才有办法。

所以，应该不断致力于制程能力的把握，通过此种能力设备管理，通常作成设备

台账，把变异与现有能力的设备都考虑并记录。

下面所说的是有关各制程能力的总合及最终制品，品质水准的决定，从设计的品质倒推可做变异的合成和分解，各制程的品质水准即可决定，各制程能力与最终制品品质的关系，必须充分调查才可。所以，决定最终制品的品质水准（设计的品质）亦是必要的。

自己工厂制程能力无法达成预期设计品质水准时，应该实施检验，选出合格品，这种检验能力亦是必须把握。

生产数量与设计品质水准的决定，也会产生很大的影响，对于量的生产技术，亦应加以考虑，对自己工厂的工厂生产能力的把握。各个制程作业能力的把握，作业管理能力的把握，以及搬运能力、贮藏能力、检验能力等制程系列全体的生产能力，在制程管理能力上都必须把握。

作业的熟练度影响工数递减曲线应随时注意，并应正确收集有关减少不良率的情报。

总而言之，技术能力的把握应在平时点滴的注意，而且必须收集、储存有关的情报，所以制造品质的管理机构の整備应随时多加注意。

上述为关于制造技术所要做的事情，其他如机械工业、装配工业、对于设计技术能力的问题更是特别重要。例如，要做帮浦时，设计如不尽理想，不论制造的品质或设计的品质能否一致，制品也不能发挥其必要的机能，这可以说明，先做设计品质的技术分析的问题是非常重要的，前者是考虑工厂生产技术，后者是先行考虑工学的生产技术，纯粹工学技术的问题，非靠具有专门知识的人来研究开发不可，具体的制品的能力，在机械中，以纯工学技术的成果和制造技术的成果相乘而成立，设计品质的技术分析，两者要个别或总和的检讨才可。设计能力的把握比较困难，而在研究室的试作阶段要反复的操作，以做真正的证实。此为狭义的技术管理的问题。

(3) 技术分析的方法

以下详述有关技术分析的方法：

① 设计品质表示方法：

要表示设计品质可用各种言词来说明，首先我们将它的定义说明如下：

对于有关材料、制品、工具、设备等所要求的品质，形状、构造、尺寸、成分、能力、精度、性能、制造方法和试验方法等的规定称为规范 (Specification)；将规范以文字书写成一格式，称为规范书。凡被广泛且重复使用的规范称为规格 (Standard)。关于品质方面的则称品质规格，所谓标准 (Standard) 即品质规格作业标准等的总称。品质标准一词与品质规格是同义的。一般而言对消费者品质保证的表示时称品质规格，而对工厂上制造基准的品质表示时称品质标准，因此品质标准常严于品质规格，从作业方法、操作方法、管理方法等有关行动中规定的规格称为作业标准 (Operations Standard)。

● 品质规格的使用，有下列三种情形：

- a. 对每一个制品规定的场合；
- b. 表示制品分布情形的场合；
- c. 对制品的范围，用机率表示或其他各种表示方法的场合。

● 品质规格使用示例

现举例说明如下：

- a. 如每个制品必须在 0.56 ± 0.05 范围；
- b. $\bar{x} = 0.5\text{mm}$ ，各制品不超过 $\pm 0.03\text{mm}$ ；
- c. 制品不可超过 10.8G ，但若超重者在 2% 以下且其重量不超过 12.3G ，则为合格。

● 品质规格所必须具备的条件

规格应明确表示出适用范围，实施的步骤和必要条件，应避免如“制出大概…”

“适当的…”等模棱两可的表示句，必要时应将容许差表示出来，如“…前后”，“不少于…mm 以上”。规格所必须具备的条件如下：

- a. 可以使用的；
- b. 可以管理且具弹性，易于修订；
- c. 可用文字表示者；
- d. 具统一性；
- e. 与有关规格不发生矛盾；
- f. 可以计测；
- g. 要被使用的。

② 特性值的选定

- 选定特性值所要注意的有下列几点：

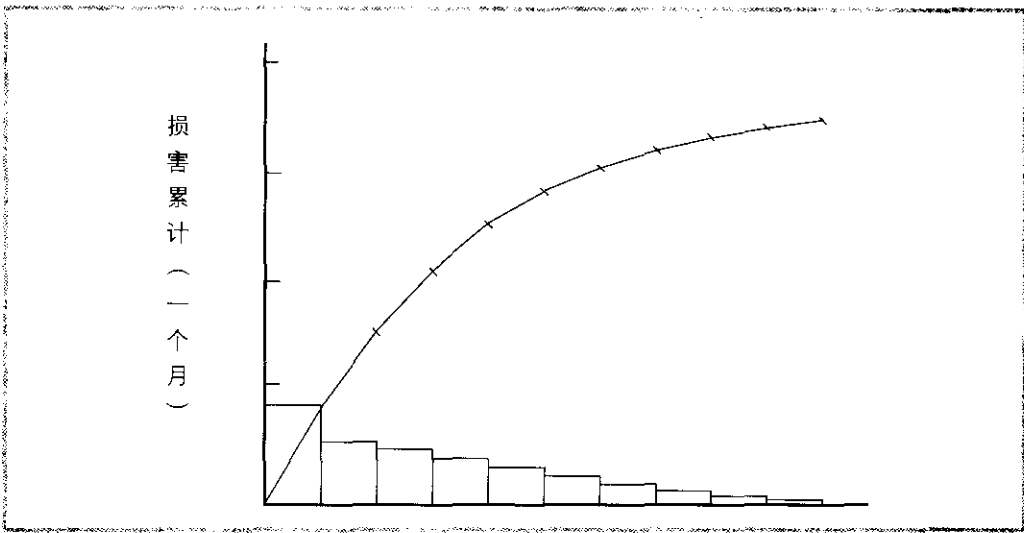
a. 品质特性虽有许多，但通常与问题有关的重要特性并不多。易于检查，而对消费者不成问题的特性，若选为特性值，则毫无意义。

b. 重要的特性值应与经济性相联结，经济性的判断方法，通常用柏拉图曲线分析。此是社会经济学家柏拉图（Vifredo, 1848 ~ 1923）所设计，表示国民所得分布的方法，将横轴表示所得额，纵轴表示该所得额人数累计，结果发现开始时急速上升到最后呈饱和状态。Juran 将这种方法应用到不良项目与不良损失金额累计上，获得同样分布的结果，不良损失的金额大部分集中于少数几项原因，将其原因按损失额大小排列，则可一目了然的表示出哪些项目在设计品质时必须要注意。图表 4-11 为某电机制品工厂的柏拉图曲线的例子，由图中可知哪些特性要因最为重要。

- 消费者使用条件有关的特性（使用特性）

使用特性包括机能的不良与非机能的不良，例如照像软片的斑点或刮伤为机能的不良，软片包装箱印刷的不良则为非机能的不良，机能的不良虽然消费者不能意识，然对使用目的为妨害者，也应预防。如果致力于非机能的不良的改善，致使成本提高，可

图表 4-11 柏拉图曲线



能消费者并不喜欢。

● 计量化困难的特性值

这种消费者关心的问题的特性值非常重要，此官能的特性值可以下述方法表示：

- a. 提示样本：使用者可将制品与样本比较，并说明样本品质界限和标准管理方法
- b. 用其他有关系的已可计量的特性值表示

例如表面的光滑度可用磨擦系数表示，此时官能测定值与物理化学的测定值，不一定能一致，这是应注意的一点。

c. 用测定条件有关系的计量值表示

例如测定样板伤痕、疵点时，可用测量至看不见疵点的距离表示疵点的大小。

③ 公差的决定

公差的决定是以变异的合成方法计算。

例如有 A, B, C, D 四个零件，其公称尺寸及单位公差如下（图表 4-12）：

其最大值和最小值（如图表 4-13）：



图表 4-12

零件名称	公称尺寸	单位公差
A	1.750	0.004
B	0.800	0.002
C	1.050	0.002
D	1.250	0.004
合计	4.580	

图表 4-13 最大值和最小值

零件名称	最大值	最小值
A	1.752	1.748
B	0.801	0.799
C	1.051	1.049
D	1.252	1.248
合计	4.856	4.844

错误的计算：

最大值 - 最小值 = 4.856 - 4.844 = 0.012

所以完工品公差 = 4.850 ± 0.006 是错的。

正确的算法应该用变异的加成性来决定：

$0.004^2 + 0.002^2 + 0.002^2 + 0.004^2 = 0.00587$

完工品公差 = 4.850 ± 0.003，这样始为正确。

④ 有关制程的调查

制程 (Process) 一词常被广泛的使用，但从来没有明确的定义过。在生产对象看来，制程是一种生产活动；在生产主体看来，制程是一种生产作业。作业是操作者具体的活动，一物品经搬运，然后切削，再经检查而完成，物品在不断的重复做搬运、切削、检查等一序列的操作，即是制程，故制程为个别生产活动中作业的一连串序列。

构成制程的作业，有加工、搬运、检查、停滞等四种。为使制程的内容易于了解，而将其解析成作业标准书，是必要的手段，将其中作业与原料、半成品、制品间的关系，详细表明于图上，此图即称为流程图，通常以记号表示。

流程图的记号，按日本国家标准 JIS (8206-1960) 所规定者皆使用 (参阅图表 4-14)。

图表 4-14 流程所用的记号

区分	记号	内容	详细记号的举例
加工	○	物品被变形变质、装配、分解等过程	2 第 2 工程作业 (SA-1) 第 1 部分装配 (A-1) 第 1 装配
检查	□	物品用一标准与之比较的过程	□ 量的检查 ◇ 质的检查
搬运	○ →	物品的位置被变动的过程	(m) 用男作业员搬运 (F) 用叉举车搬运 (C) 用运送带搬运 (cc) 表示搬运方法的改变
停滞	▽	物品无任何变化，被静止的过程	△ 原料的贮藏 ▽ 零件、制成品的贮藏 (仓) ▽ 制程中的等待 ☆ 加工中的等待 (暂时的)

记载抽样地点和方法，计测量及其点和方法，数据的记录方式，管制图等的管理方式等制程管理上所必要的事项的流程图称为品质管理流程图 (Q.C Flow Sheet)。

在制程调查工作中，作品质管理流程图是非常重要的，品质管理流程图上，必须表明抽样误差，测定误差等数值的记录。

以下为有关制程调查的内容：

- 生产制程状况的调查

这里所说的生产制程，乃包括从原料到制成品制造范围中有关的制造流程，即从

图表 4-15 品质管制流程图

工程名	工程图	管理项目			抽样法	计测法	数据的整理	管理方法	
		质	量	成 本				负责人	如何处理
		(原料) (水分)	(Kg/h)	(电力)	σ_s	(红外线) (干燥法) $\sigma_{\eta} =$	($\bar{X}-R$ 管制图) $n=5$	(组长)	流程管制 标准书 No....

制表者

主 管

日 期

设计日期

原料的购入到制成品卖出后的广泛范围，生产制程的状况调查包括市场品质的经济的调查、技术的调查和制成品的装运、运输、有关销售的状况调查。

- 作业分析

作业分析包含作业方法、作业量、步骤、作业分派、作业组织、环境条件、安全卫生关系、劳工关系的调查、途径（要径）余力分析、效率分析等。

- 生产技术的调查

包括有关各流程中设备能力的平衡，运转（操作）效率、机械设备的保养维护等有关问题的调查。

- 生产管理的调查

关于品质管理的实务，计测管理、热管理、设备的管理等，各种管理活动的方法的检讨。以前我们都注重于生产技术的调查而常忽视生产管理的调查，调查的结果，可用上述的品质管理流程图的格式表示。

- 工程能力调查

有关此节将在次节中详述。

- 流程的动特性调查

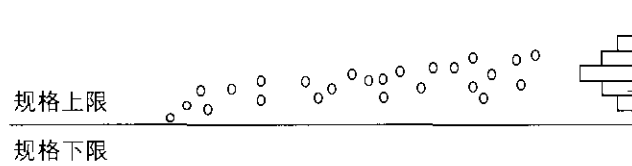
流程的迟误，循环周期中时间的变动，其原因为何？事故的原因和特性与时间变动的关系如何？凡此称为动特性（Process Dynamics）的调查，最近由于自动控制的发展，此种动特性调查的重要性，已被公认为不可或缺的一环。

- ③ 制程能力的调查

首先我们用管制图审查制程是否管制状态，制程虽在管制状态，但与规格比较仍不合规定时，则不适用，此时有调查制程与规格异常的必要，这样的调查一般称制程能力（Process Capability）的调查。将不分组的各个原数据测定值，记录于有规格界限的管制图中，以便比较，此图称为制程能力图（Process Capability Chart）。

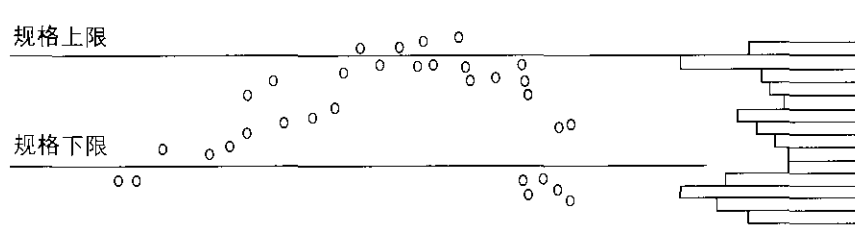
图表 4-16 表示制程均齐，但不合规格的情形（Misdirected）。

图表 4-16



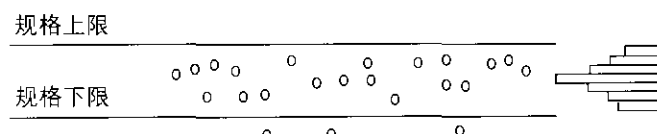
图表 4-17 表示制程均齐，但有移动性 (Erratic) 的情形。

图表 4-17



图表 4-18 表示制程能力图的例子。

图表 4-18 制程能力图



由制程能力图所示，对规格界限而言，制程变动愈少，精密度愈高，此时应采取精密度略低，而经济制造且合乎规格的对策。制程能力图唯有在合乎规格且制程均齐的状态下，才能发挥管制图的作用，虽在管制状态下，但不合乎品质标准的管制状态也毫无意义。故应将制程预先充分解析，做出适当的作业标准，使不合品质标准的制程检出。唯有将制程清楚的解析后，才能进入管制状态。假若刚开始解析制程时，可遵循下列步骤做。

近年来制程能力调查的重要性已被特别重视，制程能力不只是质的问题，且是包含质、量和有关成本的问题，制程能力为达成质、量与成本的范围。因此，调查时不只限于现况的调查，则时应把握制程的重点，使其发挥最大的能力。制程能力调查有积极与消极两方面：

- 质、量及其相关关系；
- 制程的弹性调查。

例如：原料的品质变化时，对制品品质的影响多大，制品欲维持某种品质范围时，其原料的品质应在哪种程度。收量的弹性如何，电压变动与收量的关系如何，电压变动范围多大时，不影响收量？这些都是重要的调查事项。

- 加工速度提高时的影响；
- 采用较严格的加工条件时的影响；
- 设备投资的必要程度；
- 订货品成本的预测。

制程能力不单收机械能力，凡原料变动的种种要因亦包含在内，实际上常对制品作连续的调查，并对机械组、流程组不断的调查，并与理论值做比较检讨，因此必须了解机械、原料、作业方法等的要因别的制程能力。

制程能力必须限于在管制状态下的数值，管制状态下的数值亦可称为制程能力，其定义如下：

所谓制程能力，就是在一切为正常变动的统计限制状态下，制程所表现的能力。

即不受外部原因妨碍的情形下，操作条件、设备、机械、原料等都已充分标准化之下，制程所做出的一连串发挥品质、产量、成本等能力的结果。即谓制程内容的能力。

所谓制程能力研究，即将制程解析，把握除去制程中不良原因后原来制程的实际状况的工作。通常在管制状态下的制程能力，我们称为“纯正制程能力”。

通常制程能力的调查是在规定的条件下生产时所做特性值的分布状态的调查，一般采取最近的约 100 个数据做调查，然后算出制程能力指数。

制程能力值 (A): 从试料的测定结果求出为 S 的 6 倍。

制程能力指数 (Cp): 公差除以制程能力值 A。

制程合格与否可用制程能力指数来判定，如图表 4-19 所示。

图表 4-19 制程能力指数

	制 程 能 力	判 定	处 置
1	$\frac{4}{3} \leq Cp$	合 格	选取时作初回检查即可。检讨是否能提高生产速度和采取较严格的制造条件
2	$1 \leq Cp < \frac{4}{3}$	警 戒	有不良品发生的危险，应该注意
3	$Cp < 1$	不合格	作业方法的变更，机械设备的变更，公差的检讨，采取全数选择

3. 设计品质的经济分析

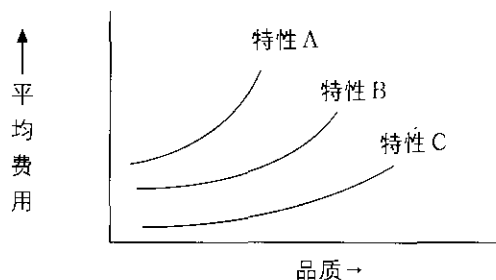
在第四节我们提过经济性的分析，这节的目的在求设计品质与费用的关系，作为经济分析具体说明。这节所用的费用一词是指制成品的单位平均费用，即某特定生产量时所必须的总费有除以该特定生产数量，也许平均费用或单位成本 (Unit Cost)，由单位成本来研究经济性，可以进展较快。

在设计品质时，有种种的具体的品质特性存在，通常都将其做综合的考虑。前述的品质特性，有几个关连的结合，例如当一品质特性被规定时，另一品质特性可被决定；又如每个独立的品质特性，有时会互相影响；像这样种种的设计品质的特性存在关

系情形，可用下列方法求得其经济性：

- (1) 求各别的品质特性和平均费用的关系，即考虑关于所有的组合的经济性（参考图表4-20）

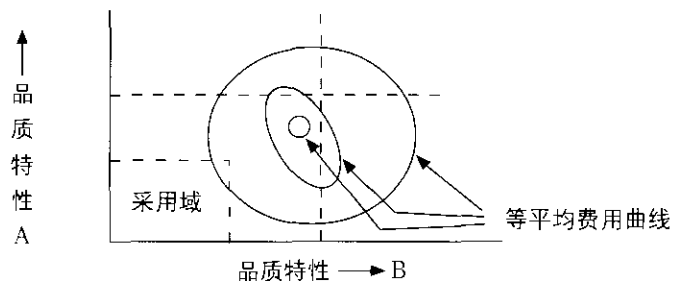
图表4-20 品质特性与费用的关系



- (2) 将各个的品质特性做适当的综合，并对综合品质做经济性的调查。

品质特性相互之间有关联的，例如，品质特性A采用较好时，品质特性B可以采用较差点，反之品质特性B较好时，A也可以采用较差点的（参考图表4-21）。

图表4-21



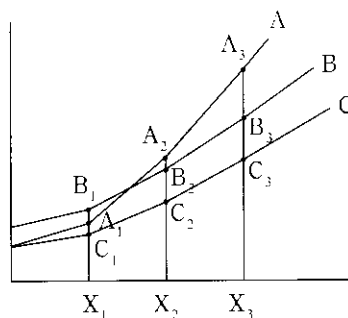
如此对品质特性综合的评判，加权平均考虑品质指数的方法是相当有用的。

(3) 不管各品质特性是间断的变化或有连续的变化，取在某特定阶段范围内的连续期待实现值，对其特定数值作经济分析（参考图表4-22，图表4-23）。

图表4-22

特性值	平均费用
$A_1B_1C_1$	X_1
$A_2B_2C_2$	X_2
$A_3B_3C_3$	X_3
\vdots	\vdots

图表4-23



即 $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \cdots$ （各品质的特定值的成本合计）：

(4) 做品质特性的柏拉图分析

以品质特性为对象，根据其重要性，选出重要的研讨，如图表4-11。

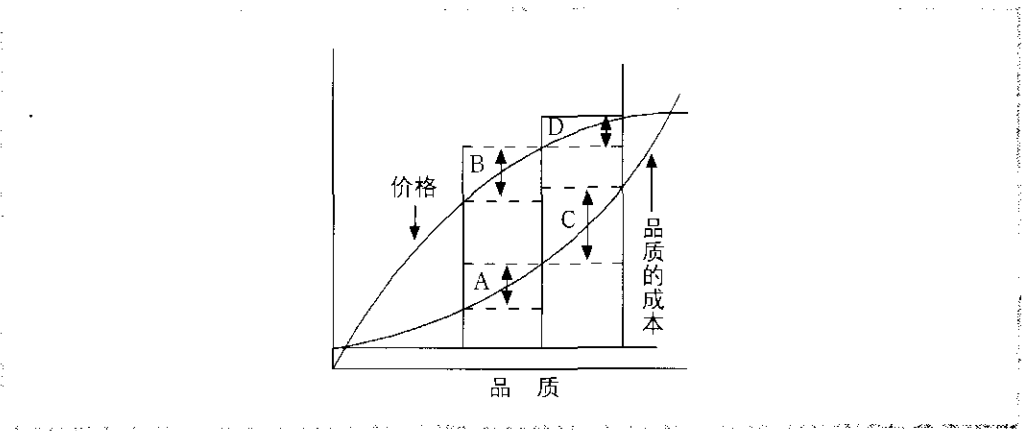
以上(1)~(4)的方法，可以适当的选择使用于各种场合。平均费用的计算（通常采用成本会计的数据），在成本会计上，常有许多种的计算方法，视期间与基本条件而定，因我们不在从事制造的工作，只在估计成本的程度，所以不必做严格的考虑，大体区

分为材料费、人工费用、制造间接费用等三要素。在开始生产的时候，应指定是以负责制造部门的部门别成本计算方式，或以制造命令分担方法个别计算成本方式。做适当的计算。如以前有类似制品的成本记录，则有很大的利用价值。再者，成本的估计，可由使用多少材料及原单位成本算出材料费，由估计工时算出人工费用，间接制造费用由适当的分摊率乘以人工费用算出，分摊率可按工厂或部门别做适当的规定。

品质与平均费用的关系，因各行业而有不同的种种变化，一般而言，费用随着设计品质的优良而呈几何级数的增加，这是很容易想像得到的。

图表4-24为一般品质与成本的关系概念图。品质曲线中，因有固定费用，所以在品质为零时，费用不为零。品质愈高，费用曲线急速上升，品质为零时，因没有顾客购买，所以价格为零。图表4-24只是一个简单的概念图，实际上，品质与费用的相互关系，还受生产量的变化影响。图表4-24只是在任意的特定生产量下。总费用和总销售额的关系曲线，即每个制品的售价高于费用出售的情形下，所得的曲线（在订货生产的工厂常是这种情形）。

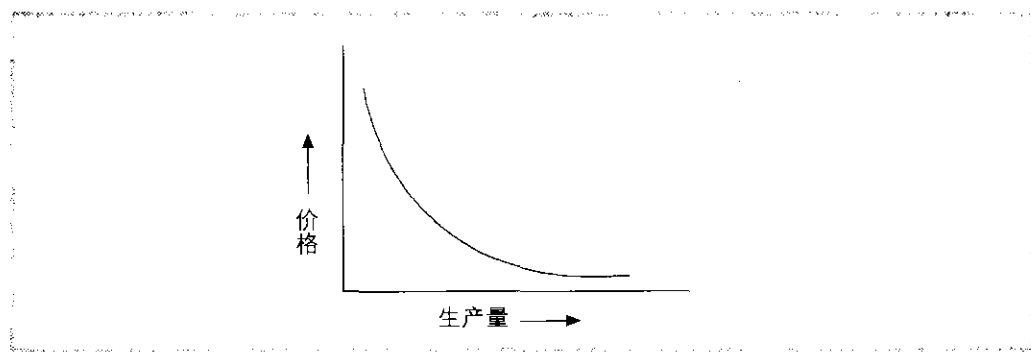
图表 4-24 设计品质与成本



4. 设计品质的市场分析

关于设计品质与市场的关系分析，即研讨市场需要量大小和其性质，如有无竞争者、竞争程度如何等。价格在完全竞争市场或在完全独占市场及不完全竞争（不完全独占）市场的变化和做法是不同的，同时又与品质、生产量等有关系。对生产量而言，在完全竞争市场上，价格的弹性为零，画图表示则为一条水平线；在完全独占的市场上，一般如图表 4-25 的变化。在实际的问题上，每个不同的情形有不同的变化，应该个别作具体的解析。另一方面，品质与价格的变动关系，以往从未有人做过具体的研究，从 Juran 和其他书上所看到的，以抛物线表示两者的关系，应很容易理解。

图表 4-25 生产量与价格的关系

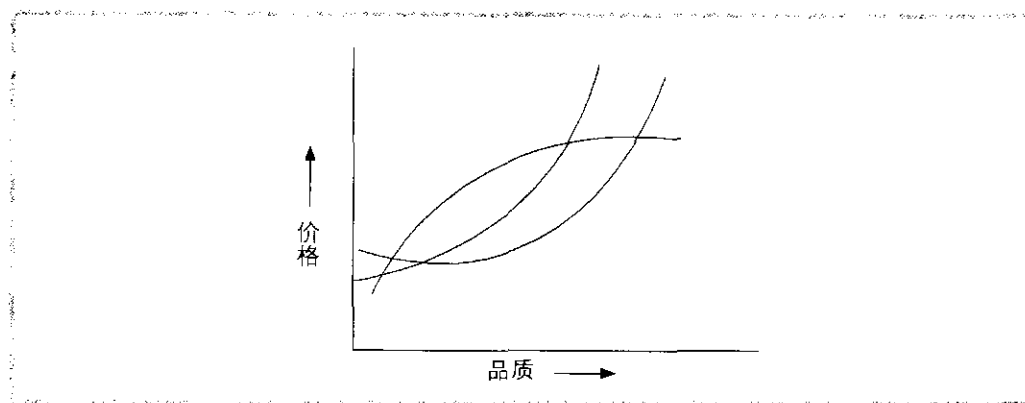


品质与价格的关系，可因市场形态而多少有些改变。在完全竞争的市场上，对生产量而言，其需要弹性为零，即需要曲线为水平线。设计品质愈高，则价格愈高，这是具有特定品质的共通性。

图表 4-26 的费用曲线，应取纵轴为轴或取横轴为轴的抛物线，还未决定，但无论如何，品质上升时，费用急速升高，费用升高应比价格升高为快，这是毋庸置疑的。

在完全独占的市场上，消费者的购置行为与有无代替品的情形是不同的，品质太高，价格随着增高，需要量减少，所以价格上升将受到限制。图表 4-26 所示费用曲

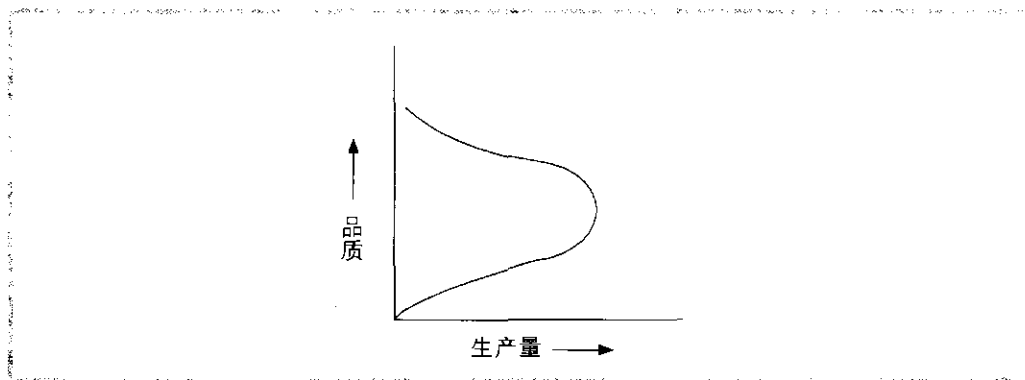
图表 4-26 价格与品质的关系



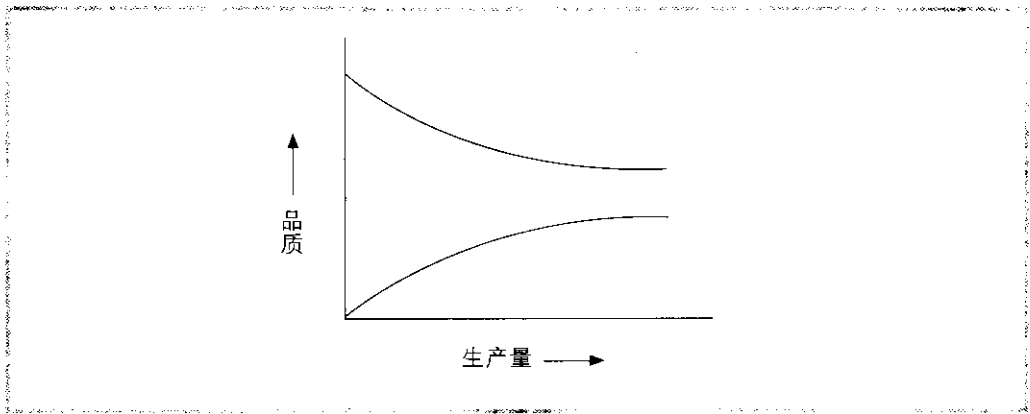
线为以横轴为轴的抛物线来考虑。

设计品质与需要量(生产量)的关系,目前尚无一定说法,品质太差的产品当然无人问津,品质过分优良,因价格太高也很少人购置,因此想象中的曲线如图表4-27所示。在此我们大体是考虑在完全独占的市场情形,至于完全竞争的市场理论上,生产量为无限大时,需要曲线延至无限;但品质为零时即制品的机能不全,将无人购买,品质太好,至无限优良时,也将无人购买,如图表4-28。

图表 4-27 品质与需求量的关系



图表 4-28 品质与生产量的关系



在独占的竞争市场时，需要曲线为图表 4-28 与图表 4-29 的中间形态。在分析的时候，应同时把握品质、生产量、价格等的相互关系，做具体而实在的调查。实际上，有时因费用和时间的限制，不能做详细而具体的调查时，可以将其他公司的产品、品质、销售情形、价格、销售网等资料拿来解析参考。在管制经济的情形下，因有公定价格，此时分析公定价格与品质等级，决定生产何者有利，或利用销售网、销售员、报纸和其他通信情报网作情报分析。简单的制品可以不断的做试销（Test Run），视市场的反应而不断改进品质。

(1) 市场品质的调查

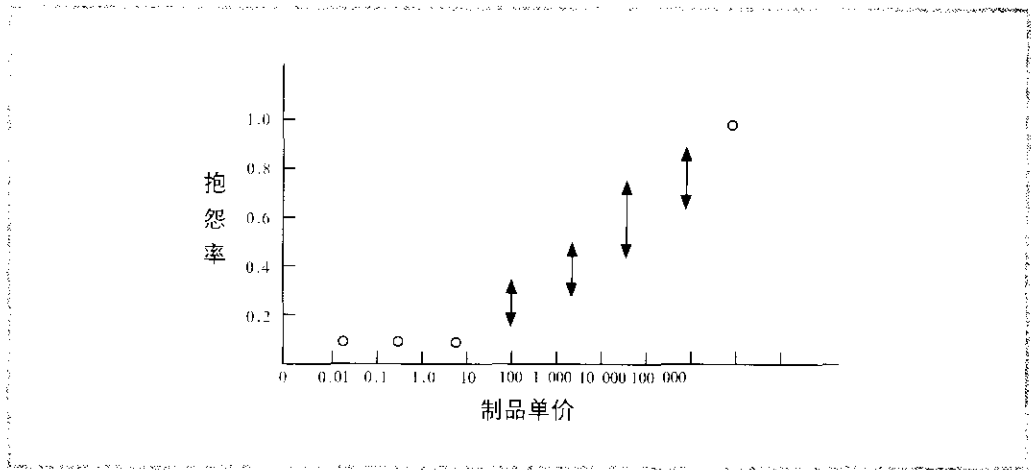
一般所谓的市场调查，即收集记录，分析有关产品由生产者到消费者中间，销售、服务等的一切活动的事实。狭义的说，即指收集市场上诸情报资料的活动，将所获得的资料，以问题别做要因研究分析，则称市场分析，据此可进一步做市场预测。

① 市场品质调查的目的：

- 销售何种产品，了解制品的市场特性，制品的改善，试验，合理的种类，消费者的嗜好、包装、商标、竞争制品、价格等。
- 在何处销售。市场的位置、销售地区的配置等。



图表 4-29 制品单价与抱怨率的关系



- 售予何人。消费者的消费能力，消费者的种类，购买习惯，市场的需要量等。
- 销售的方法。
- 销售的时机。

决定以上数点的资料的目的，即为市场调查的目的。

市场品质的调查在品质管理是件重要的事，除了上述的目的外，还应该注意下述的事实。在工业生产活动，应从把握市场品质的情报开始，到产品交到消费者手中，见到顾客反应为止，而不是制品出了工厂，就算完事。经过工厂检查部门检验过的非不良制品交到消费者手中，有可能变为不良品的时候，即因制品的处置不当、不良品的混入、仓贮不良、运送设备不良等原因所构成。此时可能有抱怨回来。但情报不一定完全，故必须进一步调查制品交到消费者手中，此一阶段的制品品质。

② 市场品质调查的方法：

市场调查的主要对象为消费者，一般称消费者调查。市场调查的对象不只是针对最终消费者，产品到达最终消费者，中间的流通途径的调查也非常重要，但主要的仍以消费者为对象，因为市场是由消费者所组成的。

周详的市场调查计划，应表明调查的对象时间、地点及期望得到的结果，其内容大要如下：

- 新产品的销售；
- 产品的改良；
- 新市场的开拓；
- 产品的价格对消费者的需要的影响（价格弹性）；
- 产品的品质对消费者的需要的影响（品质弹性）；
- 目前的产品对消费者有何种程度的反应，销售所受的障碍如何；
- 各种产品的市场需要量大小、成长率如何；
- 同业竞争者，其竞争能力强弱的评估；
- 消费者的显在需要和未来的潜在需要量如何；
- 如何适当的把握销售；
- 销售方法、陈列、广告等销售部门所需要的各种试验的结果分析；
- 流通途径的状况及库存情形。

消费者所要求的品管，可借样本来调查或有计划的定期由各地区购买其他公司现在市场上的产品，研究解析，可得许多品质情报。

(2) 抱怨调查

① 市场开拓：

根据市场品质调查消费者的要求作为品质设计的基础，已如前述所说，生产者应有办法发掘消费者所想的意念。消费者若要求低品位的产品，但高品位的产品的有用程度，范围及耐用年数等对消费者较有利时，生产者应努力使消费者了解，仅价格稍为高些，希望消费者购买高品位的产品，这样才算尽到真正为消费者服务。所以生产者应对消费者做广告或宣传的活动，使消费者得到正确的产品知识。

市场品质调查时，对调查样本流出后消费者需要的可能改变情形及变动程度，我

们也必须调查如此不仅要作市场调查，还要进一步作市场开拓工作，尤其是新产品的销售时，销售网路的扩张，更要努力。生产者自以为优良的产品，不管市场如何，硬将其推出，使消费者感到“便宜无好货”的反应，这样终会尝到失败的命运。

② 抱怨：

消费者，对销售品的抱怨，是关系品质的重要情报。调查抱怨的内容，可得到合理的品质的设计，并有助于技术的改善，增进公司的信用。过去的抱怨处理只由营业部门受理，常未调查原因，或擅用代替品替换以解决纷争，或擅自降低价格，把抱怨简单的处理，并视为营业部门人员的功劳。有些公司首脑听有抱怨，甚至大发雷霆，而对个人调查因此失去了最佳的品质情报。故抱怨处理为品质管理的一个重大问题。因此要将其转为有助于品质设计的立场来处置，以下检讨抱怨调查所应注意的事项：

- 抱怨的内容有各种情形，大半属于品质上的原因，其他原因有如数量的不足，交期迟误，与内容不符等，但以品质上的抱怨最多，例如输出品约 50% 都是品质上的抱怨；

- 抱怨不一定经常是正确的，有些抱怨是想让价格降低，有些则想借此以换新产品，而非产品真有问题发生，所以要明白抱怨的目的，像这种的“市场抱怨”生产者应当警戒，有时消费者虽无恶意，因使用条件错误而发生产品不良，此时不可轻易处置，应调查其内容与原因，做适当的处理；

- 产品发生不良，但不一定有抱怨，价格低廉的物品（如回纹针），很少有抱怨，价格极高的物品（如工厂设备），必定抱怨很多，价格介于此间者，有的抱怨很多，有的则少，因此抱怨率差异很大。在美国关于抱怨的调查显示如图表 4-30。在此潜在的抱怨调查最为重要，这样的消费者调查，才是有效的市场调查；

- 上述的抱怨调查，不可随意针对个人调查，应该按一定的程序，有组织、有系统的计划实施，才能得到正确的效果。

六、原料管制

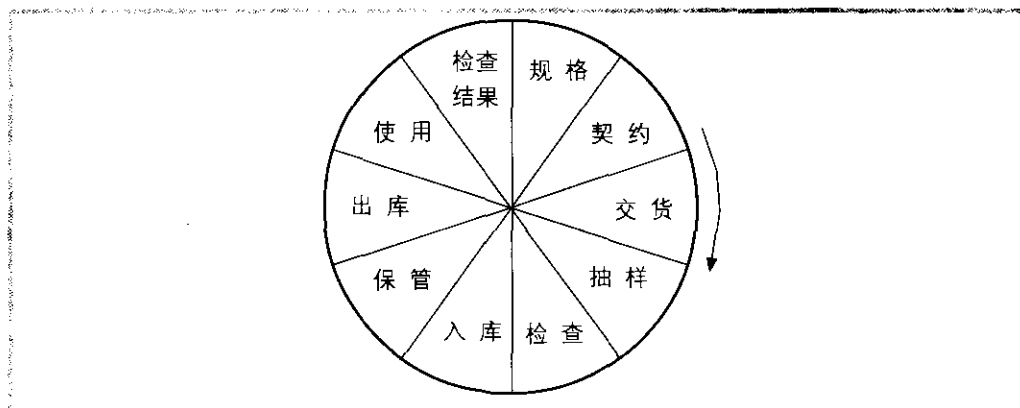
(一) 前言

要使制程安定化，制出优良的产品，一定要有好的原料，例如要做出好吃的料理，非先有适切的材料不可，假若无好的材料，即使是名厨大师，也做不出风味良佳的美食佳肴。因此一定要将原料供给源的品质管理做好。所谓的优良品质并非指绝对的好，而是指经济的、合理的品质而言。

戴明博士说“品质管理是从原料源的管制开始”，所有工业都如此，特别是化学工业和钢铁工业，原料费用常占制造成本的60~80%以上，若能节省原料费用金额，则产品成本可以大大减低。

由品质管理循环图观察，从调查销售品开始，根据市场调查设计品质然后购买适切的原料以制造产品。如果原料的管制不当，则以下制程管制等品管就无法做好。因此原料管制在品管中占有重要的地位如图所示为原料管制的循环图，要将原料管制做好，必须从原料的采购开始，到使用为止，圆滑的转动才可，以下将按图表4-30中

图表4-30 原料管制循环图



的构想，逐次讨论。

像这种的想法，也可适用于工厂中制程间材料收受的管制，其性质是相同的，只是物品不同而已。

(二) 原料规格

1. 原料管制必须先标准化

实施品质管理，应从原料管制开始，原料管制的第一步即将原料的品质标准、规格，给予明确的规定。诸如应购买何种原料，购买多少，何时购买，采购方法等，事先要有规定，才能发挥管理的机能。唯有提供已经良好管理的原料，使用者，才能安心于生产技术的改善，发挥最大的生产机能。假如不知道该买何种原料，何时购买，数量多少，生产者常为原料而担心，制造不能安定，生产机能无法发挥，于是造成非常不经济的结果。

2. 标准化的内容

标准化的内容与范围，视公司和工厂的性质而不同。大体上说可依下列标准规定：

- (1) 入厂品质的规格；
- (2) 有关入厂品质检查的规定；
- (3) 有关入厂品质的入库、贮存、保管、出库的标准；
- (4) 有关采购事务手续的规定；
- (5) 制定以上各项标准、规格的方法的规定。

以上各项中最重要的是第(5)项的标准化，以往(1)~(4)项都做得很好，但对立案的审议、决策的责任与权限则无明确的订立，至于第(3)项，也是不可忽视的问题，尤其在保管贮存期间，原料品质、数量有变化时特别重要，所以在保管的管理上必须要有

完备的标准。

3. 有关标准化的诸问题

原料计划通常依据生产计划来拟订，按此过程检讨决定原料的标准与规格。原料的规格必须满足生产计划所需者，且为最经济最优良者，因此不能靠个人的意志和直觉来决定，必须利用组织的力量，有系统、有计划的实施正确的标准化管理。对原料而言，生产现场要求愈好的品质，但经营者却要求便宜的原料，以降低成本，因此过去采购部门与生产部门，在立场上所主张的意见无法圆滑并缺乏合理化。生产部门将制品的不良归罪于原料的不良，另一方面，采购部门不能考虑整体利益，只要原料便宜就购买，不能将各部门的利益作平行的考虑。由于品质管理思想的发展，通过标准化与组织间互相协调联系的方法，使这种对立的思想化解。

有关库存量的问题，库存充裕，可使生产者安心生产，但库存过多，资金积压，利息损失，还得负担保管费用等其他的损失。如由订货开始到入库期间需要量变化小，则库存量可大大减少，尤其在需要量一定时，库存量大体可减至零，这是我们对采购人员所期望的最大的努力。目前台湾的工业此类问题很多，故应积极的促进原料的标准化，以克服困难，增益产业效率。

（三）契约

1. 原料规格与契约

前面强调原料管制的第一步必须标准化，这节讲原料采购业务的规定，从订契约开始，以至每一业务，必须按部就班的做好。在前面所说的原料规格，大都指品质规格，但在订立契约到交货期间，可能有量和时间的变化，如何订立适当的契约，使所购的原料满足生产需要是个重要的关键问题。

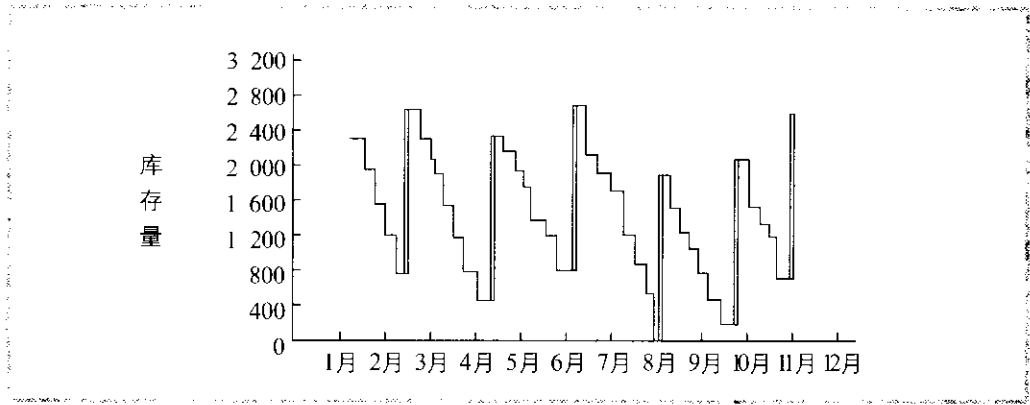
此期间应常作状况的判断，即在何时应订购多少数量，充分的检讨。原料规格完备时，订购就不必考虑其他而继续订货，使库存量大增，此时若原料在保管中品质发生变化，成为原料的损失。此种情形在开始订立采购契约的阶段，对实际采购业务必须明确的规定，以期订立完备而经济的契约，才不致发生事后无法补救的事实。

2. 有关契约的时期和量

本节将如何决定适当的标准库存量的问题做简单的叙述。最近以计量为基础的管理研究，在 Operation Research (O.R) 这门科学里有显著的发展。

(1) 库存量的变动（参阅图表 4-31）

图表 4-31 库存量的变动



(2) 库存量的管理

管理库存量的时候，必须注意下列问题：

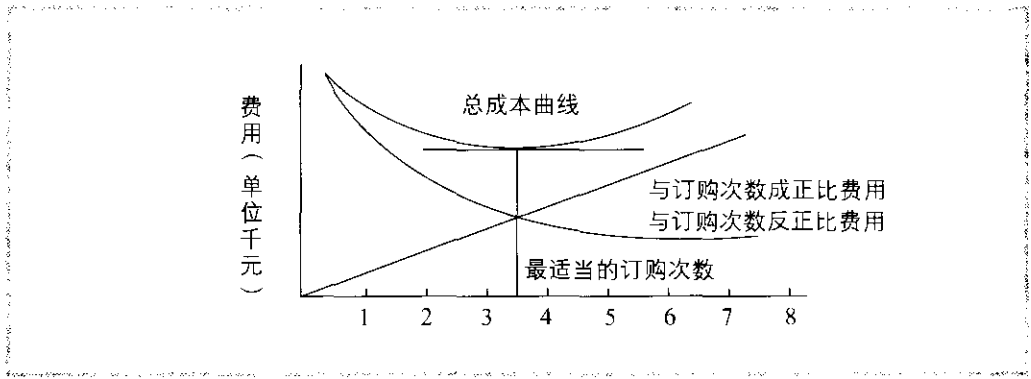
- ① 在何时订购较佳，库存量减至多少时应该订购，否则有缺货之虞，在此库存量时应订购的点称为订购点 (Reorder Point)。
- ② 应订购多少数量。即在订购点时一次应订多少数量。决定订购量时要考虑存货周转率、财务状态、仓库容积、折扣，订购费用等。

一次购买大量时，订购费用、运输费用和经费较节省，但存货周转率变坏，资金积压，占据仓库容积。

反之，一次购买少量，存货周转率变好，仓库容积减少，但因订购次数增加，订购费用、运费、经费等亦增加。

例如年需要量已知，欲决定每次订购多少，订购次数多少为最佳时，此问题的订购次数与费用的关系可如图 4-32 表示。首先费用可分两类：

图表 4-32 最适当订购次数决定



- 订购次数增加，费用随着增加者。
- 订购次数减少，费用反而增加者。

如图表 4-32，a + b 的曲线呈凹形，其最低处即为最适当的订购次数，所以

$$\text{最适当的订购量} = \frac{\text{全年需要量}}{\text{最适当的订购次数}}$$

(3) 订购点

以下检讨何时订购最佳的问题，即如何决定订购点。

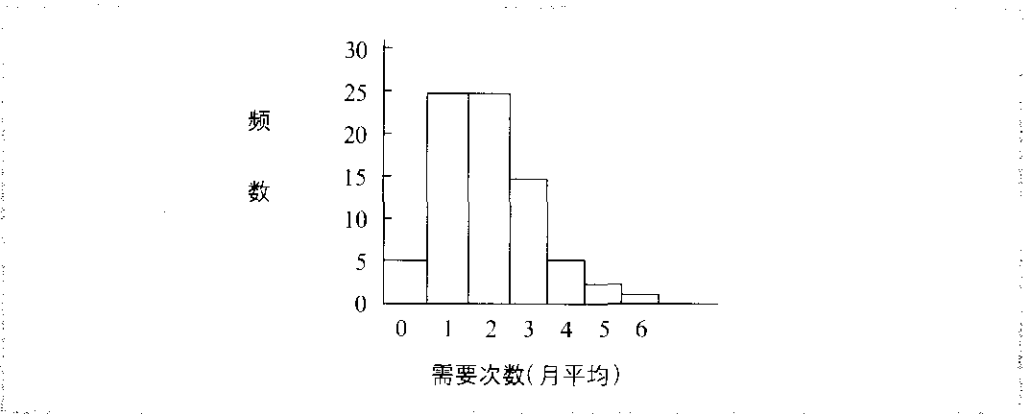
决定订购点，必须考虑由订购开始到物品供生产使用，此一阶段所需的购备时间和需用量。在需要量稳定，即耗用率一定的情形下，需要量 = 购备时间 × 耗用率。如

购备时间一定，每次需用量一定，则需要量可用需用次数表示，即

需用量 = 每次需用量 × 需用次数

例如购备时间为一个月，调查过去的数据将需要次数发生的频数用直方图表示如图表 4-33。

图表 4-33 需要次数(月平均)的分布



此直方图的理论分布近似卜氏分布，若对需要量划直方图则近似常态分布，取图表 4-34 的直方图平均值 $m = 2$ 的卜氏分配图得到近似图表 4-34 的直方图。

卜氏分布的理论值可用如下公式求得：

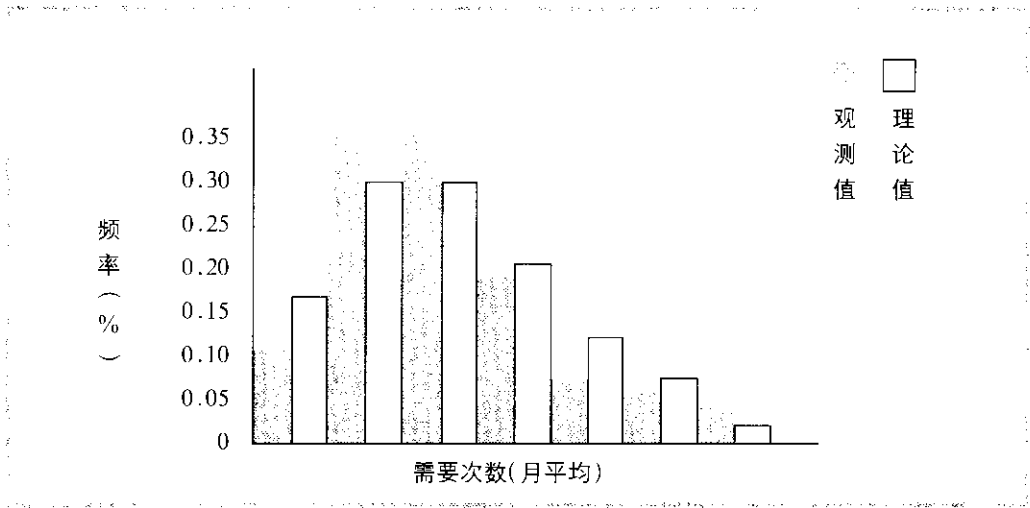
$$\frac{e^{-m} m^n}{n!}$$

m = 卜氏分配的平均值; n = 需要次数

所求得的累积频数如图表 4-35。

由此可知需要次数在 5 次以上者，100 次中约有 5 次，6 次以上者 100 次中约 2 次。所以，若 100 次中有 5 次缺货并无关系时，可定此为订购点。若一次需要量为 1 000，则库存量在 $1\,000 \times 5 = 5\,000$ 时应订购。若在 100 次中允许 2 次缺货，则库存量在

图表 4-34 m = 2 的卜氏分布近似图



图表 4-35 累积频数

需要次数 (n)	发生频数 (f)	累积频数 (Σ f)
0	0.135	0.135
1	0.271	0.406
2	0.271	0.677
3	0.180	0.857
4	0.090	0.947
5	0.036	0.983
6	0.012	0.995
7	0.003	0.998

1 000 × 6 = 6 000 时应订购。这是在购备时间一定，交期确定的情形下决定订购点，如果考虑交期变化时，上述决定订购点的方法就变得复杂了。

3. 规范书的内容

根据原料的规格、订购时间、订购量等，我们可以定完整的契约。如规范书不能

使对方完全了解，则原料计划将无法实行，故规范书中所用的词句必须意义明确，特别在词句不明时，应慎重的预先订为定义。通常规范书的内容，必须考虑条件的明确和保证品质的明确规定。如：

- 品名；
- 使用目的和用途；
- 数量（单位要明确）、交货时间、地点；
- 品质特性；
- 制造方法、加工、运送方法；
- 试验、检查方法；
- 合格判定基准；
- 判定后的处置法（如有不合格时，通常多事先议定）。

这些内容事项都是不可缺少的。

4. 签订订货契约时的注意事项

契约书或规范书通常以上述内容事项来检讨，但订货时我们应先调查供应厂商的信用，如组织的信用、经济上的信用、量的信用；有无制造该数量的能力，能否如期交货的能力，每次装量的管理情形。质的信用：如品质变动大者，不可选订，量能确保而品质不合格也不可选订。要求供应厂商提出管制图，作为品质的参考，最近已被公认是必须而重要的方法，但切忌做形式上的管制图，最好让供应厂商的实际担任制造责任者，提供管制图并说明之，或到实际制造现场去了解，对制程做有关的指导，因此收效宏大的例子很多。

其次，事务部门实行统计的管制方法，现在相当普遍。过去契约书、规范书中所订的数值，因与有关制造技术部门的意见不能沟通，而常有不合理的决定；例如对原料的质而言，品质基准必须按交货后原料的处理方法、贮存方法、取货方法来决定时，采

购部门却没考虑这些因素就做决定时;又如品质基准需按一个单位,一个单位决定时,采购部门却用群体的平均值品位来决定;或规定必须用某种抽样方法,却未用该抽样方法决定品位,诸如此类都是不合理的。例如每一卡车的原料是供给个别使用的,则必须对每一卡车的原料的品位个别签约,不可以全数的平均品位签约。又如棉花是一包包的被使用,则应以每包的平均品位签约。诸如此类的例子,采购者应有统计品质管理的观念,原料的管制才能期待彻底做好。

(四) 交货

1. 交货检查

规范书完全时,据以验收、交货当无问题。如一般的生产作业一样,必有某些程度的不良品,所以有检查的必要。当然,原料供应厂商的品质管理做得彻底的话,交货时的检查就比较省时省力。

首先我们要知道交货厂商对规范书的解释与我们的解释是否有不同的意见,然后再做交期、数量和品质等的检查。以下将讨论质与量的检查,在此阶段应特别注意的问题是事务上的检查及确认事项的明确化,有关检查记录的迅速报告,联系事宜等是不可疏漏的。

2. 交货

交货检查,若不合契约规定时,不可立即攻诘交货厂商,应先反省自己有无责任。例如可能规范书的内容不完备,或记录的错误,或意义解释的笼统,若规范书完备,或非本身的责任,则应从品质管理的根本原则,对原料供应厂商的品质管理开始检讨。是否已尽最大的努力辅导厂商品质管理,或选错了原料供给厂商。不可只求对方赔偿或降低价格就满足,应自我反省发生错误的原因,并采取适当措施以避免再发生,这是

原料管制的根本要点。

品质管理的根本思想，在发现任何异常原因时应立刻追查变异的原因，采取有效适切的措施，使问题不再发生，这是必须特别强调者。

(五) 抽样检验

原料交货检查时，通常无法做全数检查，从全体中取出一部分试料（样本），调查样本的情况推定全体，判定是否合格，称为抽样检查。这时发生了原料定义的问题，普通工厂将原料分为三类：

- 如铁锈石、石炭、石灰石、硫化矿，称为 Bulk Material。
- 作为加工用的素材、半制品等。
- 其他资源（通常以制品形态买入）。

以下将以 Bulk Material 来研讨。

1. 如何判定抽样是否合理

抽样是把数据和实际物品相连结的工作，因此错误的抽样数据，毫无价值可言；随便取得一些数据，据以判定群体，也是错误的，这是一般工厂过去所犯的种种毛病，虽无大错，却非正确合理的做法，故在抽样时我们特别强调，必须要用合理正确的方法，这是抽样检验实施的第一要点，从原料管理方面来看，抽样是否合理，可以由下列诸点检讨：

(1) 抽样作业，样本的处理、分析、测定等的作业是否在管制状态

- ① 上述作业是否作成标准书；
- ② 抽样时哪一部门负责会同抽样；
- ③ 在分析、缩分、其精度、正确度时有无适当的系统。

(2) 决定群体的方法是否合理

① 从原料使用于制程的方法中，提出群体大小，品质水准的情报；

② 样本的取法，数据的收集法所得结果能否合理的代表群体；

③ 有无自验收后所处理的群体中，再检讨群体的大小。

(3) 抽样检查、样本处理、分析、测定的误差是否明确

① 是否知其精度；

② 有无偏差；

③ 需要多少精度，有无做明确的检讨；

(4) 契约书中有妥当的规定抽样检查的方法

如果上述问题的答案都是肯定的，那么，抽样检验可认为在合理的状态。

2. 抽样检验的管理

管理抽样检验、样本处理、分析、测定的一连串的作业，下列事项是不可缺少的。

(1) 抽检方法、样本处理方法、分析、测定业标准书的制作

作业因有人为的变异，欲使任意决定量的变异减少，应必须时常的作检核试验，并修订标准书。

(2) 与负责者会同抽检

这点非常重要，一般工厂很少实际做到，而等到获得记录的数据时，才知道抽检实情则为时已迟。

(3) 实施精度、正确的查检实验

此与(1)的问题有关者，应定为日常的例行工作。

以下为抽样检验查检的步骤：

① 从群体中作两次抽样如从群体中抽两次样本出来；

② 两个样本分别处理，得到个别的数据。

③ 对两组数据做 $\bar{x} - R$ 管制图。

④ \bar{x} 图中出现很多超出界限的点，表示群体用现在的抽检方法，误差太大，应对抽样方法，样本处理方法，分析测定方法的误差变小才可。

⑤ R 管制图一定要在管制状态，如有超出界限点，则表示对抽样方法、样本处理、分析测定等作业标准书检讨。

3. 群体决定的方法

要规定 Bulk Material 的品质时，对群体的抽检方法、分析测定法等都要明确规定。不但对原料如此，对制成品、制程中的半制品等都要明确规定。很少有数据不知道代表哪个群体的情形，即数据必须明确代表群体。

对群体的规定言，按以往，外面工厂一般使用的方法或某种习惯来决定是不可以的，欲决定合理的群体，必须考虑下面各点：

(1) 从使用原料的方面检讨

从原料被使用于制程中技术上的检讨，通常以一个群体内品质变动而不影响技术上的差异者，决定群体的大小。例如 Bach 的制程，1 次用一卡车的原料填入，则卡车的平均品位非常重要，故将一卡车的原料当作一群体。

若原料入库后需经混合均匀化的处理时，可视此混合原料为一大群体，原料处理方法不同，群体也就有不同变化。

举例来说，某矿石品质有 A、B、C、D 四种，交货时按 A、B、C、D 的顺序贮藏，使用时按 A、B、C、D 顺序并行使用，而使制程能均匀化。此时可将 A、B、C、D 合起来当作一个群体考虑。

一般而言，群体大小应该由制程方面提出，但能明确提出群体大小的情形极为稀少，尤其在负责制造者的技术标准不明确时，更无法明了群体的观念。

(2) 从运送和交货时的状态考虑

对相同的制程，相同的原料而言，用卡车交货与用船交货，使群体有不同的变化。

用卡车时若一天一卡车交货，并无每车抽样的必要。反之，用船一齐交货，此时以一船为一群体考虑作抽检，也未必正确。

过去将一次交货就当作一个群体考虑是有错误的，从错误的观点上，最好入厂时一次就决定其品位，此时必须将交易所考虑的品位与使用者所考虑的品位的群体区别。

群体规定的问题多少有些不同，运送机构可以影响群体间或群体内的变动，抽检时必须实际来考察运送状况和装载方法。例如装载方法不良，群体内（卡车内）的变动会很大，甚至引起分离情形，使得抽检者抽样非常困难。

（3）交货者的技术

从交货者的技术方面来看，交货者必须充分考虑其制程能力所能负荷的群体，以及所保证交货为何种品质的群体。例如交货者制程上的各个群体运输到购买者手中时，可能各群体会混合，此时若不考虑技术上的问题，则群体内的品质变异变得非常大，因此交货者应同时考虑自己制程的群体与交货时对方规定的群体，其间涉及的技术问题。

（六）检查

1. 检查无法创造品质

原料交货时要做检查，一般验收查核不做选别工作，而只判定是否合格。制品的检查有不同的性质（如制品检查时，包含机能的检查及制程管制的检查两种目的）。

欲积极的彻底把原料管制做好，对原料供给源的品质管理思想的导入非常重要。只做判定是否合格的事务处理，无法使原料供给源者进步。欲使产业共存共荣，繁荣于国际之间，其利益回到本身，则不但在消极方面要检查业务，同时要积极的使交货者能对尔后的制程的品质提供保证，并要求其经常保证其原料品质。

最近这种品质管理的思想非常发达，如著名的Harold F.Dodge所说“A certain amount of inspection is necessary but you can't build quality

into the product by inspection”从这种思想考虑，在群体被判定不合格时最好不要立刻就退货或降低价格就购买，应该与交货者共同研讨何者为该群体不合格产生原因，即用积极的指导态度检查，以期日后的改善。

2. 抽样检查的概念

除了交货原料品位推定的问题外，验收时判定合格与否称为检查。对全数实行检查称全体检查，取其中一部分检查称抽样检查（有关检查将于后面详述，此节只做概略说明）。在无法做全数检验的时候，从群体中抽取一定大小的样本试验其结果，按照判定的规准判定是否合格较为经济。群体的大小及样本的大小必须按照统计的方法适当的规定，这是抽样检查时必须特别强调的。

抽样检查，在破坏性检验时非常重要。在检验项目非常多的时候，抽样检查要比不完全的全数检查信赖度为高。以经济上考虑，全数检查费用过高时，采用抽样检验较有利。但是如有少数不良品混入，则会造成重大损害的情形，不可以用抽样检查，其他的场合大概说来，实施较经济，精度也高。不良率高时亦无限制，所以购入原料的管理上常采用抽样检验。

抽样检查以群体为对象，首先决定何者为交货原料做适切的群体，然后再决定 P_0 、 P_1 、 α 、 β 等原料供给者与验收者的协定事项及各种抽样检查方式中最优者。

P_0 :对生产者来说，这种程度的不良率，验收者应该接受，而验收者亦认为可以接受的不良率，即良品群体的最高不良率。

P_1 :对验收者来说，这种程度的不良品，无论如何都不能接受，且生产者亦认为这种不良率被拒收是应该的，即不良群体的最低不良率。

α :抽样检查时，虽为良品的群体也很可能被判定为不合格的或然率，即生产者的冒险率。

β :抽样检查时，虽为不良品的群体也很可能被判定为合格的或然率，即消费者的

冒险率。

3. 设计检查方法时应注意事项

验收时不应只按合格与否的基准判定原料品质水准就算了事，还应考虑抽样检查和分析测定等所得数据的误差，判定基准不可比品质水准过分严苛，这与制品的品质保证有相同的想法。因此判定基准应在何种程度，应该同时考虑技术上和统计上的检讨，品质水准满足验收者的要求，却被拒收的损失，不满足验收者的要求，而为验收者的损失两者损失的平衡以决定品质水准的判断基准，同时要考虑有关抽样、分析、测定等精度的问题，使损失尽可能减低至最小。适当的检查计划还应充分考虑使用目的，供给源的状况，统计上的、经济上的问题等。

（七） 入库

1. 层别

原料交货时按数量、品质及其他的事项检查后，移至仓库或贮藏所予以整理，保管，贮藏时必须将场所做最合理且经济的使用，同时要选定最便于入库贮藏和使用的场所。每一群体必须将其明确层别，以免使用错误最为重要。如区分不完全，库存混乱而无法被适切使用，即使采购验收都做得非常优良，品质相当经济合理，均将前功尽弃。

因此，仓库（贮藏所）应按品种、在库量做完全的层别和准备，从交货开始到出库使用都要有计划的实施。运用品质管理的基本观念将群体明确化并层别，此思想必须彻底贯彻。

2. 均一化

与前项相反者，如石炭和矿石的情形，每次制程希望用均一品质的原料，由于契

约或其他原因，每次购进的原料品质差异很大，为了得到均一的品质，此时可将其混合，否则制程因原料的变异很大，品质时好时坏，收率降低，成本变化大，为了使品位变化小、技术安定、成本减少，必须考虑技术上的观点和管理上的观点订出适切生产的原料水准。

最近被采用的 Ore Bedding 像 Coad Blending 等原料处理的方法，即是实行此一积极的原料管制方法。用这种方法时于契约中规定平均品质水准即可。

(八) 保管

1. 经济的保管

原料在库保管时，应考虑经济性和保管费用。通常从减低库存量和简化保管手续着手，库存量的问题如：

- 库存量经常过多；
- 库存量变动非常大；
- 库存量经常不足。

此时保管者应忠告采购人员，提供记录和统计资料，促进采购的改善。

做采购计划时应控制库存量，从入库到出库，时时都要把握库存量的实际情形，其数据的获得可由记录表得之。考察标准库存量与实际库存量的差异管制图和移动图，可知库存量变动的情形从原料管制的立场，对原料保管采取积极的行动，保管费用自然可以随着减少。

2. 保管时的品质管理

原料因种类不同，有些在保管中品质、数量会发生变化，因此必须找出适当防止变化的保管方法。

例如木材、石炭、矿石等，即使用最妥善的保存方法，仍不免发生变化（像石炭会自然起火）。这种情形库存量应尽量减少，使发生变化的原料不致流到制程上。但国内资源缺乏而靠国外进口之时必须维持某种程度的标准库存量才能继续生产，这种情形下，应检讨花费相当的保管费用防止品质或量的变化的最佳方法。是增加保管费用，使其不变化或限制保管费用，允许某种程度的变化，决策上应做明确的规定。

通常都是努力致力于保管工作以减少原料价值的降低。故常对原料的品质、数量，做定期的检查，以保证维持品质于能使用的规格界限内。如原料的品质、数量的变化为已知，则订契约时应将实际使用规格与契约中的规格，个别考虑。由定量的统计分析，做出客观合理的管理。

（九） 出库

1. 入库的顺序与出库的顺序

前面所述原料在库存期间多少会有变质、腐蚀、减耗损伤、劣化等变化。从整体事务处理而言，一般都据入库顺序作为出库顺序。有时虽然时间相差很少，若不按顺序出库，可能增加品质上无谓的变异，这是不合理的原料管制方法。原料在交货检查后，直接送到使用场所的情形外，出库时应尽量避免减少原料无谓的变异，最好将出口与入口区分，路线分开为两条等处置。

2. 出库群体的明确化

从出库搬运到使用场所，可能立即加入生产流程中，出库时最重要的是不可让其使用产生错误。

出库的群体为何种的品名、品质等应与制造部门确实的联络，虽然一般人不会发生把柿子当梨子的错误，但眼睛不好的人（如近视太深）可能会认错，有时顾客未听

到品名，即买下，则可能原来要买柿子，而买到的却是梨子，像这种可笑的事情，如不注意还是会发生，所以出库时必须特别注意，勿将不合使用目的的原料出库。在使用方面说，如果不是所希望的物品混入交货，不但增加搬运费，若不知实情流到制程将发生严重的损害，所以群体的明确化为原料管制中重要的事项，而花费许多精神于此，并不算枉费。

3. 适切的出库量

出库即将原料旧仓库（贮藏所）搬运至生产制程。从仓库（贮藏所）至使用现场中，若使用者还需负保管责任，则无出库意义可言。根据工厂的不同，有时在输送中途或现场也有仓库或保管场所，因此仓库的存货大量增加，很不经济；但对现场而言，经常有生产用的原料，则可安心，这种安全感是在战争中资源不足的情况下所遗留的恶习或是现场采购关系者没有信心的原因。因此采购部业务管理的强化及制造现场的协力思想的灌输为当务之急。除非因输送或其他特殊事故，对于生产需用之必要量应确保如期、如量送达，防止中间的保管，达到集中一地统一保管的目标，因此出库量的管理，使用方面的死藏量（Dead Stock）及需用量的变动，必须经常确实的把握。

（十）使用与使用结果的检讨

1. 原料品质与其适切的使用

对原料群体有明确的了解，其品质有充分的情报，作业标准有一定规范，则可做出适当的生产作业。在此可能发生的问题是作业标准方面要求一定要某种特定品质的原料，但时常购买到不合规定品质的无理情形，如前面所述，有些产业其原料必须进口，供给源在国外，因此无法对其实施供给源的品质管理。此时对于各种品位的原料，只有订出适合变异的生产技术和复杂的作业标准，在缺乏资源，品质参差的原料中利用优良的技术，制

出优良产品。但是这样会引起成本的上升和依靠技术者的劳力解决原料问题，这种做法，常此下去或反复出现非常的不好。应该研讨是否原料交货检查不彻底或是其他原因使制品出现不明原因的不良品。故于日本，原料的管制做得十分彻底。使用时应充分把握原料的品质和制造现场的现况，设定适当的作业标准，减少无谓的劳力浪费，有正确的流程管理。

2. 原料管制与制程管制

制程管制时讨论了许多问题，却未考虑到原料。这是因为过去的品质管理只实施了局部而已，组织间的联系较少，因此制品在制程中常有不明原因出现，工厂实施似乎很多，如日常管制图出现超出界限点，许多是不明原因者，结果就归罪于情势不好或原料不好。

从品质管理的基本观念来说，品质管理业务的各部门应当密切的合作，并做统合的运用，此为今后应致力的大问题。今后凡应将技术与事务两者作有机的结合，并将原料管制和制程管制相统合用广视的观点从工厂内的品质管理推展到整个组织运营的系统，发挥全面品管的力量。

为设定及改善制程的作业标准，工厂实施试验时，应发掘对原料最善处理的作业方法，积极的找出经济的原料的品质和数量，提供予负责原料管制的部门。

3. 结果的检讨

以上所说的积压的原料管制，是导入了近代原料管制的最新思想，采购原料不是买了放入仓库就算完事，在此应记住。过去从未做结果的检讨，许多无谓的购入，使得制程无法安定化，因此必须检查使用的结果，作为拟订采购计划的参考。欲使原料管制循环图内滑而经济的转动不停，应将品质管理思想导入原料管制之中。

工业愈近代化，购买、生产、销售、调查的一连串企业活动也愈科学化，故除了将使用结果予检讨外还要延伸到市场调查，这是今后要提出检讨的现实问题。

七、设备管制

(一) 前言

品质管理的要素有 Man, Material, Machine, Method 等 4M 及环境条件 (Environment), 前章讲过原料 (Material), 这章讲设备管理 (Machine)。不管采购的原料 (Material) 如何适切经济, 技术或作业标准 (Method) 如何优良, 员工都实施教育训练 (Man), 设备若无管理, 则品质 (广义言, 包括成本、生产量) 管制无法达成。对广义的品质管理而言, 为 Q、C 实施中一环的设备, 实施管制是绝对必要的。

过去对设备管理未有计划的实施, 如旧式的品质管理一样, 没有做好管制的工作。目前美国盛行的 PM (Productive Maintenance, Preventive Maintenance) 与品质管理的场合有同样的目的。但衡诸我们的经济情形及工业的历史, PM 并不一定完全适合。如高度的分工的缺点和从狭视野讲设备的管理。为了弥补高度分业化 (分工) 的缺点, 只有从广视野的品质管理来做深远的考虑。从品质管理的观念来做设备管理以解决此问题, 这一章即对机械、装置、工具、仪器等的实施设备管理的方法详述。

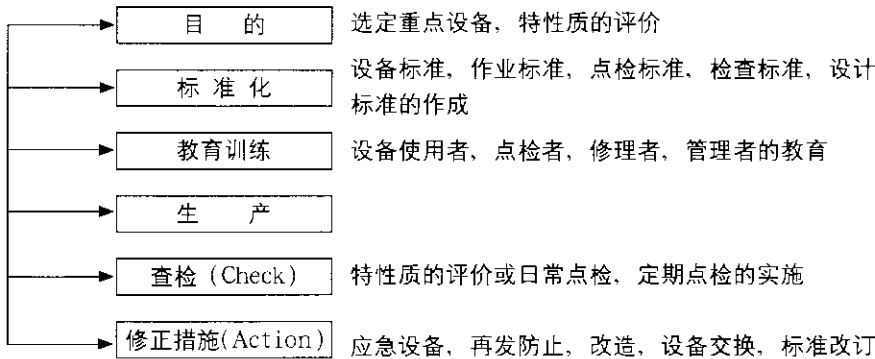
(二) 设备的管理

1. 设备管理的观念

将品质管理中的品质设备来说, 即成设备管理, 其想法变成完全与品质管理相同。将其用图表表示即如图表 4-36 所示:

- 选定重点设备, 特性质的评价;
- 设备标准, 作业标准, 点检标准, 检查标准, 设计标准的作成;
- 设备使用者, 点检者, 修理者, 管理者的教育;
- 特性质的评价或日常点检, 定期点检的实施;

图表 4-36 设备管理



- 应急设备，再发防止，改造，设备交换，标准改订。

以下逐项叙述，这里特别强调的是，如品质管理虽然检查无法创造品质，只是事先管制预防不良品的发生，同样的，不是要等设备故障后才修理，而是要预防保养，使无故障，这才是管理的重点。如同品质管理时一样的情形，在变异很大时应将不良品除去。也有设备在发生事故时才修理较为经济的情形，可以预防保养是设备管理的一部分，而使设备间的变异变小是绝对必要的。分业化的点检，标准化的实行，故障前的预防保养，故障前发现故障的方法等的研究都是重要的。要做到真正预防保养，必须使变异减小，有计划的实施修理，并确立目标。不考虑变异的话，设备管理即无意义可言。

2. 重点设备的选定

同品质管理所说的一样，设备管制是有必要的，但由于经济的理由，当然应以工厂的方针来选择重点管理。与品质管理一样，品质、生产量、成本、单位、事故数等的管制图、查检表、直方图、工厂实验等都是可用的工具。但这些只是整理数据的方法而已，从这些中发觉工厂中何处应该改善，如何以最经济最合理的方法制造优良的产品，才是重要的，否则只是一些无意义的统计或报告的资料而已。有关设备管理的数据收

集,记录的整理,一般常只是将其整理归档,而没有实际采取行动去修正,应特别注意。

3. 评价特性值的选定

欲解决“设备应如何…较好”,“作业应如何…较好”“材料应如何选…”等问题,必须有评价基准。在设备管理,通常以特性值作为评价,能作为特性值者很多如品质、生产量、成本等,又如不受其他因子影响而只有设备的变化时的特性值亦可选定。

欲解决设备的保养和更新的问题,对“评价的特性值”而言,可用利益或损失的比较来决定。过去大都靠个人的看法决定,或由公司的指示或从研究所的指示决定,但合理的决定应该考虑下列两个要素:

- 技术的判断;
- 过去的统计。

这两者如车子的两个轮子,不能各偏一方。由于品质管理观念的导入,已使过去落伍的工厂,现在也变得很进步。这两个要素又从手段上讲,又可分为两者:

- 在解决工厂的问题点方面。即如何选择评价特性值较好,如何制定作业标准等;
- 所决定的“评价特性值”是否按计划去实行,工厂是否保持适切的状态。即所订的标准是否能维持。

工厂管理是个综合性的问题,设备有种种的评价特性值,其间如何调整以获最大效果者,则只有一个最重要者。

处理设备的问题,应从何种观点来看较为正确?对评价特性值而言,以各种思想为中心考虑,会有各种不同的结论,最好的办法是用经济性做综合的测度。实际上无法马上解决这种问题,最先用品质和生产量来判断,再从成本的观点,安全的观点来判断,从种种观点的要求加以检讨,一步一步的进行至我们要解决的目标。

4. 设备管理的标准化及标准的维持

设备如何配置较为适当的问题(即 Lay Out 的问题),这种特性值,应该考虑工

厂制造种类、量、搬运和其他事项，以及参照过去的实例，假想可能发生的情况，有弹性的决定。

上述要领一次作成的设备生产产品品质必然不稳定，不良品可能出现，发生故障使生产量低落，成本高等问题，要解决此问题，必须考虑下述问题：

- 建立最适切的设备保养方法（标准化）；
- 如何实施此保养方法（即标准的保持）；
- 设备如何更新（更新的标准化）。

生产之中会发生种种问题，必须经常不断的将其检讨，最要紧的是能事先发见这种会发生问题的地方，将“评价特性值”做成一览表，自工厂是否真正满足表中所述项目来检讨反省，这是第一步。这些特性值有不同的重点，最重要的是品质、生产量、成本等。

以下就以品质的问题为中心作叙述。取品质作特性值有两种意义，一为作例子说明，一为品质在这些特性值中特别重要。且说品质这个问题，是每个工厂都会牵涉的问题，要将它写下来，实在相当多，调查过去的的数据，可知时常发生不少的品质上的问题。

换言之，将工厂整顿，使品质经常保持在所期望的程度，则可认为品质已被管理。品质的管理时最大的前提，应把握工厂内种种影响品质的因子（这些因子和影响可由统计上和技术上得知）。

实际上品质会有偶尔某些程度的变动，欲保持品质在这样的状态下面两点特别重要：

- 工厂实验（调查统计上品质间的关系）；
- 记录（与品质记录的同时，记录各因子的状态的数据，当发生变化时，调查是何因子，即将记录用统计方法整理解析，找出应该改善的地方，通常利用管制图为主）。

除此之外，还纵横的使用技术的判断，以解决问题。

品质管理的日常作业而言，发现异常原因，就要立刻探求问题点，并采取措施，以防再发生异常，而维持标准。此时即是4M和环境的问题，即作标准化或标准维持时，涉及设备问题发生。例如设备不好时，应部分改变或全部改变，使其能达到所期望的品质。这种情形，部分改变或全部改变的决定，就必须经过经济性的计算。这里包含两个情形即：

- 研究究竟设备应何时改变，投资费用和经营成果是否有利的问题（即设备更新问题）；
- 品质不好原因在设备故障的控制的错误（即设备保养的问题）。

在设备保养时不要只做到“不好就修理”或“腐蚀、磨损立即更新”等处置就好，应该将其处置情形记录下来，以便解析改善，做再发防止。再者，经验可促使进步，欲将经验早日得手，可将统计方法，工厂实验，管制图等有效利用。例如机械发生故障时一方面将发生故障的地方修理，一方面据过去的记录，统计的发现过去经常故障的地方，（包括容易发觉和不易发觉的）而将失败的原因除去，并做下列处理：

- 将该点强化；
- 宣告 Foolproof 的设备（防止被愚的设备）；
- 研讨更适切的保养方法。

例如马达的保养，长时间不加油会使滑润不良，产生咔嗒咔嗒的声音，减低实用寿命。如每天注油使用的油量太多，注油工作增加，所以就要考虑隔多久注油一次最为有利，使保养结果能够延长马达实用寿命，防止影响品质的故障发生，使生产能顺利不断的进行，这是预防保养最基本的任务。

过去常在设备故障时才修理，同样的故障时常发生，而产生品质低落的情形，认为没有什么办法可以预防就不做预防保养，对预防保养的重要认识不够，因此今后要努力灌输这种思想，提高对预防保养的关心。另一方面言，预防保养是无止境的工作，所以应明确把握问题所在，利用工厂实验，管制图等发现问题，再将适切的保养方法

标准化，保养方法能否继续维持，可用管制图来监视。

5. 设备更新的问题

对故障的设备，不但要修理还要补强或改造，使影响品质的原因不再出现。作业者无法注意的故障，必须改善设备，使作业者能在故障开始前即受到警示。如漆上明显的颜色提高注意或装上音响设施，能在故障时发出警告等。

至于设备的更新问题，用 MAPI 方式以经济性计算作决定。该换未换，该修时未修，会造成重大损失，因此用工厂实验、管制图等早期发现问题，特别重要。

6. 设备的管理和组织

过去都是现场作业员兼负设备管理的责任，有故障才停下机械修理，而无计划的实施，招致许多的损失。设备管理和作业管制一样是制程上一定要经常做的事，因此必须分业化和组织化。

制造部门的工作应有多少程度委让给保养部门的问题，端视工业的种类，现场对预防保养的认识程度而定，尽可能实行分业化或参照征询意见（意见调查）(Enquete) 的方式建立预防保养的组织。

就像最初导入品质管制时期一样，必然遭到反对的意见，这是因为现场对预防保养的认识不够，因此设备管理的部门必须致力于教导启发的工作，并作长期政策性方法的教育。

（三）设备维护与保养

1. 保养技术的任务

(1) 设备的检查基准的订立

① PM 对象设备的选定；

- ② 保养卡的制作;
 - ⑤ 点检、注油、精密基准的设定;
 - ④ 设备编号的设定;
 - ⑤ 依基准作计划的活动事项;
 - ⑥ 上述活动的追踪 (Follow up);
 - ⑦ 基准保管;
 - ⑧ 基准的改订。
- (2) 有关设备保养技术的调查指导
- ① 故障原因调查对策的确立;
 - ② 装置开动率的调查;
 - ③ 修理作业的改善调查;
 - ④ 设计上所考虑的保养上的问题的调查;
 - ⑤ 滑润油的选定实验;
 - ⑥ 有关延长寿命的改造研究;
 - ⑦ 保养作业的改善调查;
 - ⑧ 资料分析;
 - ⑨ 资料整理和收集;
 - ⑩ PM 情报活动;
 - ⑪ 设备说明书的制作;
 - ⑫ 训练课程的制作。

保养技术除了负责解决上述保养上的种种问题外, 还负责调查分析, 使各问题的原因明确化, 同时指导各部门适当的利用保养技术的方法, 使 PM 的活动维持良好的进展。

2. PM计划与实施的方法

(1) PM对象设备的选定

开始时以设备中的机械为对象，于PM实施有成果时，逐渐的扩展到其他设备，将实施PM的对象设备总括而言，准备检查基准，注油基准，检准准备等，至于对象外设备则可做事后保养较经济。

(2) 对PM实施部门的设备全部列于表上。

保养部门技术员则将PM实施设备的设置状态，设备的种类等列记成设备一览表（参考图表4-37）。

图表4-37 设备一览表

设备名称		
型 成		
用 途		
制造公司		
制造号码		
制造日期		
交 货 者		
购入编号		
购入日期		
购入价格		
安装场所		
安装日期		
长		
高		
马力 (HP)		
型 号		
图面编号		
备 注		

作此种设备调查时应把握下列三点：

- ① 把握设备的履历；
 - ② 把握设备在制造流程中所用的方法；
 - ③ 可否选为 PM 对象设备，作某种程度的判定。
- (3) 从设备一览表中基于 PM 对象设备的制程作成流程表

从设备一览表中基于 PM 对象设备的制程作成流程表，获得保养关系部门主管的认可，即复印或蓝图分发于 PM 的负责部门和生产工场，并明示实施 PM 的对象设备。

3. 点检检查基准的制订

点检整備的目的在于早期发现故障，通常检查的性质是外观的，如用视觉、听觉，简单的检查用具做检查，由整備课的检查员来担任，发觉有问题时，简单的由检查员自己动力调整或修理，复杂而费时些的工作只要检查员能力可及的程度，更由检查员负责，检查员无法修理的则要做成记录，记于作业表，并填具清修单请保养部门修理。

(1) 点检整備可分

- ① 日常点检整備（每日必须做的）
- ② 定期点检整備
 - 不必每日做的；
 - 无法每日做的。

(2) 定期点检的设备又可分成两类

- ① 运转中可以做的；
- ② 要停止中才可以做的。

此时机械停上运转和点检必要的周期，必须按设备类别分别考虑妥当。

(3) 日常点检和定期点检的区别（参阅图表 4-38、图表 4-39）

日常点检和定期点检需按设备使用的频数，故障频数，构造上等区别。指定检查

图表 4-38 点检整備基准表

[illegible]

图表 4-39 定期查核表 (Check List)

[illegible]

说明:

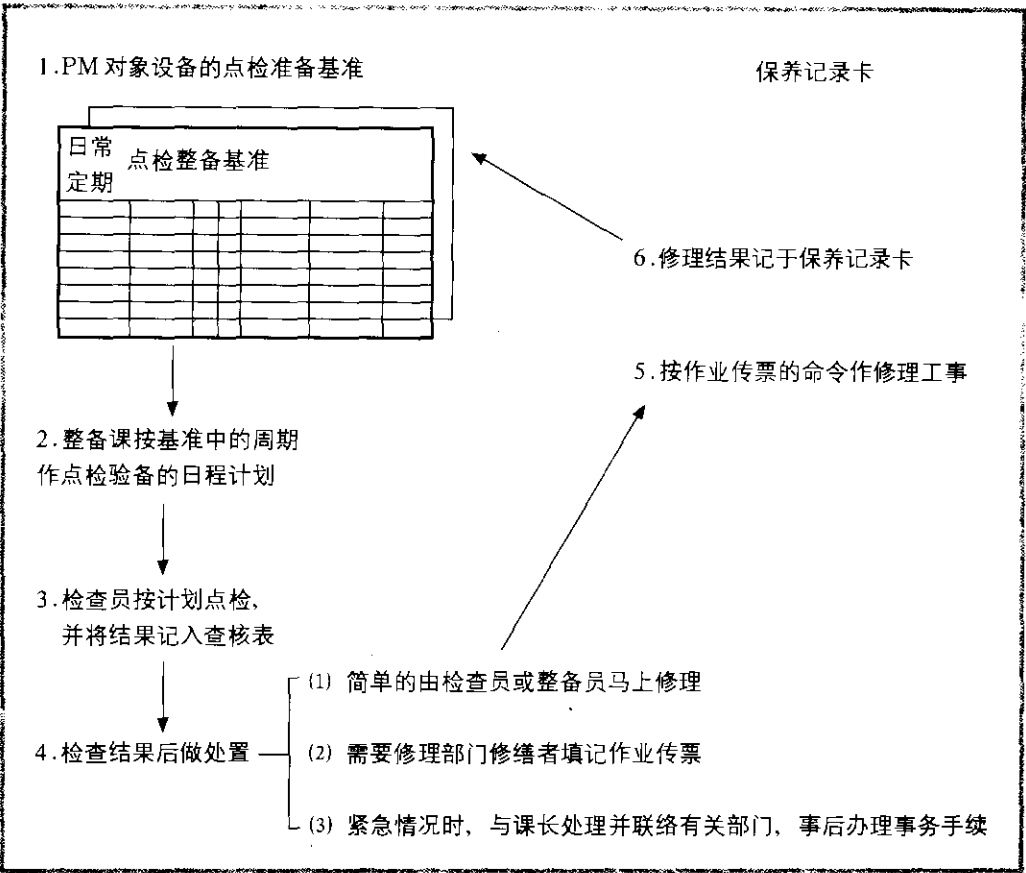
1. (1) ☒ 无异状;
(2) ☒ 有异议, 即刻调整恢复常态者。
2. * 运转中修理
3. (1) ☐ 须停止运转再修理, 至次期运转时修理, 目前尚无影响生产者。
(2) ☒ 紧急修理, 事后现办清修等手续者。

周期于PM实行的初期常做过多的检查，而显得杂乱和不能平衡，待一段时间后有了实绩，从实绩中我们可以是否应延长检查周期，哪些检查项目可以削除或改订，因此

争论可以消除，点检趋于合理化。举某一公司为例，实施PM6个月后，日常检查就可省略，节省许多人力物力。

(4) 点检整备的管理手续（参阅图表4-40）

图表4-40 点检整备的管理手续



4. 注油基准的制作

(1) 润滑管理制度的目的:

- ① 使机械的磨耗和破损最少;

- ② 减少因摩擦的动力损失；
- ③ 使润滑油剂的消费量最少。

为达此目的要指定专门的注油员按基准适时适量在适当的地方注油。有以上第一阶段的措施后，第二阶段要考虑的是注油管理的合理化。

(2) 注油基准

- ① 注油基准按机械类别制定，大机械可以分成若干部分制定；
- ② 记载内容为油的种类、周期、给油法，略图编号注油位置等；
- ③ 略图如注油的位置频繁，可用图表4-41的记号统一划记。

图表4-41 注油的位置记号

轴 (Shaft)	— · — · — · — · —	润滑油油杯	◎
球轴承	⊙	黄油油杯	⊗
合金 轴承	÷	黄油填充口	●
薄片 轴承	⊢	链	— — — — —
斜 齿轮	⌘	蜗齿 齿轮	⌘
螺旋 齿轮	⌘	正 齿轮	⌘

- ④ 注油周期，可用图表4-42的统一符号。

图表4-42 注册周期符号

D	3D	W	2W	M	3M	SY	Y
每天	三天	每周	两周	每月	三月	半年	每年

- ⑤ 注油实施后的查核，参照图表4-39。
 - ⑥ 初期阶段使用油的种类，可参考过去使用的油类及实施周期和实况检讨指定使用。
 - ⑦ 实施润滑管理时，应注意的事项
- 润滑管理实施的初期，免不了有许多麻烦发生。基准不完全时虽然注油员按基准

注油，仍有意想不到的事故发生，因此基准必须改善，注油员必须给予训练。

5. 保养卡的制作

保养卡制作的对象是PM实施的对象设备，表明设备从制作开始到废弃，其间的履历，包括设备故障的频度，补修费用，更新时间的预测等。

(1) 保养卡甲（参考图表4－43）

图表4－43 保养卡甲

设备保养卡（甲）					型式		资产 编号		设备 编号	
设备名称										
制造 公司		制造 编号		制造 日期		购入价格		年月日	安置场所	用途
交货 厂商		购入 编号		购入 日期		安装价格				
长		马达 (HP)		点检基准 编号		图面编号				
宽		型式								
高		传动		精密检查 基准编号						
重量		方式								
设备规格					记号	部位名称	图号	预备零件	数量	
回转数	RPM									
静 压	M / mwG		C°							
尺 寸										
风 量										

记录设备的名称、型式、制造公司、制造年月日、价格、设备、规格、预备零件的移动履历等。

(2) 保养卡乙（参考图表4－44）

主要以记录修理方面的事项，如修理年月日，修理内容，修理费。

图表 4-44 保养卡乙

保养卡（乙）						
日 期	修理编号	记 事	劳务费	材料费	合 计	合理分类

6. 保养月报的提出

保养月报是有关PM实施状况的报告，每个月提出一次，此报告书不但是实施实况的报告，同时是唤起员工对PM关心的启蒙书。

(1) 保养月报的作成

保养月报由负责PM的部门提出，由作业日志及其他记录汇总整理于月末提出。

(2) 保养月报所记的事项

- ① 停工损失；
- ② 补修费，按工事别区分的工事实绩；
- ③ 紧急工事费；
- ④ 整备费；
- ⑤ 故障报告；
- ⑥ 定期检查报告；
- ⑦ 其他。

(四) TPM

1. TPM的定义

TPM是指“全员参加的PM”，而多数的经营干部也能接受“所有从业人员进行



PM的工作”及“第一线的自主性PM活动”的讲法。而实际上，虽然知道除非作为全公司运动的全面展开，否则无法有效果，但仍有将工作委由第一线后，就放手不管的公司，实在是使人感到遗憾。

(1) TPM 的定义

- ① 以达成最高的设备效率（总合的效率化）为目标；
- ② 确立以设备寿命为对象的全面PM体系；
- ③ 总括所有设备有关的计划部门、使用部门、保全部门等；
- ④ 从最高阶层到第一线作业人员全员参与；
- ⑤ 赋予动机的管理，亦就是以品管圈的自主活动来推行PM。

(2) TPM 的三个意义

TPM 也就是全面 PM，其全面有三个意义：

- ① 为定义的第①项中总合的效率化的全面；
- ② 为定义的第②项中的全面体系的全面；
- ③ 为定义的第③至第⑤项中全员参加的全面。

2. TPM的特色

由上述的定义看TPM的特色，为：

第一特色：经济性的追求（“赚钱的PM”）；

第二特色：全面体系（MP—PM—CM）；

第三特色：作业人员的自主保全（品管圈活动）。

特色中，第一项的经济性的追求（“赚钱的PM”），实际上预防保全时代与生产保全时代均也强调。又如第二项特色的“全面PM体系”，也就是说在设备诞生前的保全预防（MP，不需保全的设计）、诞生后的预防保全（PM，设备的预防医学）、改良保全（CM，不产生故障、容易保全的改良）等有关设备一生的全面体系的确立，则在生

产保全时代也已被提起了。

第三项特色为“作业人员的自主保全（品管圈活动）”，的确为 TPM 独有的特色。

相对于美国式以机能别及职能别工会为背景，以保全部门为中心的美国式 PM，日本式的 PM 即 TPM，则以“全员参加”，特别是“作业人员的自主保全”为其最大的特色。

3. 以设备的总合性效率化为目标

生产活动的目的为生产力的提升，也就是说以更少的投入而产生更多的产出，此处所说的产出并非单指生产量的提高，举凡品质的提升、成本的降低、交期的严守，同时更佳的安全、卫生与环境及工作意愿的提升均包含在内。

生产活动中投入与产出的关系如图表 4-45 的矩阵图所示。亦即投入人、设备、材料，而产出生产量（P、Production）、品质（Q、Quality）、成本（C、Cost）、交期（D、Delivery）、安全、卫生、环境（SHE、Safety、Health、Environment）、士气（M、Morale）等。

我们在此所提有关设备管理由此矩阵图中，即可很明显的看出，与 PQCDSM 所有的产出均有关系。随着机械人化、自动化的进展，生产的主体已尽可能地由人手移转至设备，作为左右 P、Q、C、D、S、M 的产出的要因，设备更显出其关键性的地位。产量、品质、成本、交期、还有安全、卫生、环境、士气均由设备状况的好坏所左右。

使设备更有效率的稼动、使设备所产出的 PQCDSM 为最高，即为 TPM 的目标。设备因突发性故障而停机，即使在稼动而生产速度却下降，设备精度低落造成不良品的出现等，绝不能说是有效率的稼动状态。设备最佳理想状态，本来应有状况的维持管理，及最高的产出（PQCSM），才是所谓的 TPM。

然而，为维持管理设备的最佳状态，其寿命周期成本（设备一生的成本，简称 LCC，Life Cycle Cost），也并非花费多少均不予以限制。以更少的 LCC，也就是以较少的投入（费用），而产生更优良的产出（效果）；换言之求费用与效果的最适化，即为“总

图 4-45 生产活动中投入与产出的关系

Money (金钱)							
投入	Man 人		Machin 设备		Material 原材料		Method 管理方法
产出							
Production (P) 产量							Production Control 工程管理
Quality (Q) 品质							Quality Control 品质管理
Cost (C) 成本							Cost Control 成本管理
Delivery (D) 交期							Delivery Control 交期管理
Safety (S) 安全卫生环境							Safety Control 安全环境管理
Morale (M) 士气							Buman Relation 劳务管理
Method 管理方法	Manpower Authorization 定员管理		Plant Engg Maintenance 设备管理		Inventory Control 资材管理		<div>产 出 投 入 = 生产力 工厂活动 目的</div>
生产活动中投入与产出的关系							

合性效率化”，也就是 TPM 的目标。

4. TPM的目标为排除六大损耗

为求设备的总合性效率化，TPM 是以阻碍设备效率化的“六大损耗的排除”为目标。此六大损耗为：

- 突发故障损耗（停止损耗）；
- 准备和调整损耗（停止损耗）；



- 空转和一时性停机损耗（速度损耗）；
- 速度下降损耗（速度损耗）；
- 工程不良损耗（不良损耗）；
- 初期步留的损耗（不良损耗）。

向此六大损耗成为零的挑战，使设备效率达最高即为 TPM。

（五）设备管制的统计方法

设备管理的统计方法应用范围实在很广，有些并不用难深的统计，而只将数据层别，就可解决简单的问题。实际上日常管理，统计方法的应用，可以发现管理的重点和改善设备，应如何适当的应用，此与品质管理的情形是相同的，对于目的和技术的问题，各负责设备管理人员和技术员，都应当下点工夫研讨才可。现在举一些简单的例子作为参考。

1. 直方图—查检表的应用

某化学工厂，将其工厂内的设备故障损失金额，按设备别作成直方图，因此发现那些设备在次期是管理的重点。

某化学纤维工厂，将纺丝机的纺丝不良，按各机械别层别解析，发现 $\bar{C} + \sqrt{C} \approx 3$ 于是将各纺织机分别作成查检表，若不良超过了，则调查异常原因，因此使设备和零件不良损失减少 $\frac{1}{5}$ 。

某机械工厂，按机械别记录每日调整机械的次数记于查检表上，并将其解析，而发现如何作定期修理较佳。

某电器工厂，工具室将每天工具借出次数及剩余个别按工具别划成直方图，由此决定最适当的在庫量，而使过去的库存量减少一半。

某机械工厂，将润滑油使用量，按班别作成直方图，而发现某班使用时非常浪费。

某纤维工厂，使用非常多的轴承 (Bearing)，过去都以轴承的损耗太多是机械不好的原因，因此按机械别将半年内轴承损耗的个数。作成直方图，而近似于卜氏分配 $\bar{C} = 0.75$ ，较多时 $C = 3$ ，调查结果并不是机械的原因，而是轴承本身有问题。

2. 管制图

某机械工厂，由六角车床 (Turret) 制出的制品的 R 管制图，调查超出界限点的原因，发现是由于弹簧 (Spring) 折断所引起。

某实施 PM 的工厂，按课别将点检数据作成管制图，对超出界限点详细的解析，收效非常大。

某连续生产的化学工厂，对生产量的管制图的超界限点分析，发现设备时常故障的地方而得到 PM 实施的重点，因此使生产能按计划实施。

将马达和关闭的故障原因别作管制图，而发现故障原因的重点，因此获得改善。

某化纤工厂，将纺口不良按台别层别作管制图，而使纺口交换数由过去减少了 $\frac{1}{10}$ 。

3. 实验计划 (X^2 分配、变异分析、相关分析)

某化工厂，由于马达的故障很多，因此试将新型马达装于各工厂作分割实验，经分割表分析的结果，新型马达确实较好，于是就全采用该马达。

某石油工厂，为决定使用新的电容器材料，将 5 种材料作成的试验片各 10 片，放入装置中作实验，观察其变异的大小，结果选取其中变异最小的材料使用。

随同一工作地点，连续点检 3 名保养工人，将所得件数用 x^2 分配检定，发现其中 1 人，有特别好的程度，而与其他两人不同。

某工作现场，对轴承 (Bearing) 的烧毁，认为是黄油 (Greasyoil) 不好的原因，即将好的黄油买来，随机分配于各轴承使用，经一个月受用分割表检定，发现有显著差异。

(六) 结语

1. 有关设备管理的想法和实施法

现在将各种设备管理的想法和实施法，整理如下：

- 设备管理必须选择重要的特性值管理；
- 生产作业和设备管理作业，要尽可能的分化并确立保养部门；
- 收集必要的数据并解析（原始账簿的整備；检核表的活用）；
- 标准化及其合理的修订；
- 保养作业的教育。

2. 相关设备管理的注意事项

最后必须注意下列几点：

- 设备管理实施方面与品质管理非常相似，且有密切的关系，过去设备管理与品管的想法和作法稍有不同，如今导入正确思想，应有所变革，使设备管理趋于完善和进步。

原来的想法认为设备管理只不过是品质管理、生产管制、成本管制等经营管理的一个实行手段而已，因此对设备管理无密切的协调，由这种经营的立场来看时，设备管理全无意义，设备管理一定要从综合的立场来看才可。

- 实施PM时，统计方法的应用不够，时常由简单的数据，就作直觉的判断，而采取措施。一定要把统计方法的活用，并且与品质管理的结果同时作统合的应用。

- 保养负责部门的工作是保养作业的管理，这种作业管理必须充分做到，管理的标准化的工作如保全技术部，设计部，生产技术部的工作，将来是否分化，全看保养作业管理的良好程度而定。

八、制程管制

(一) 前言

制造流程的管理是品质管理的中心问题,回顾品质管理发展的历史,Shewhart所设计的管制图是为制程管制的目的而设计的统计方法,利用这种方法使得作业效率大大的改善,使制程变动的管理也变成可能。

这里应该注意的是,过去制程管理的方法,只着重于管制图的正常与否,而对于制程管理的实施方法和其问题所在很少加以检讨,实际工厂遭遇的问题不是应划哪种管制图,而是应如何去管理的问题,要解决此问题,必须对制程有深切的了解,并慎重的考虑制程管理所附随发生的许多问题,这里所讲的制程管制就是要针对此点,作广泛的考察。

制程管制最重要的是制程管制计划的设定,即将制程的构成明确化、制程标准化、生产计划的作成等等,要管理的所有过程明确设定。这里我们要讲制程管制计划设定的基本知识,首先让制程按其构成的分类,依次再讲制程选择的方法,制程作业的标准化,生产计划的作成。在此我们将制程管制的初步阶段称为“制程设计”。过去讲到制程管理时都偏重于对管制图的使用方法说明较多,而对于制程设计并不怎么注意,实在很遗憾。

(二) 制程的设计

1. 何谓制程

从品质管理的立场来考察制程,是以广义的方面来解释,即从原料及其他辅助品的购买到产品的销售为止所经的生产活动来检讨。

制程是一个经常使用的普通名词,从管理对象考察,首先需下一适当的定义,上述从购买开始到销售为止,广义范围的情形,称为“生产流程”,由原料使用开始到制

出产品为止，狭义范围的情形称为“制造流程”简称“制程”，这是我们为了方便所做的区分，在一般品质管理而言，以生产流程作对象来说，制造流程（即制程）是其问题的一部分。

制程是从原料开始到制品完成为止的生产活动的过程，即按着时间经过，原料顺次改变，我们所见到的生产活动进行的状态。

从最初原料开始到最后的制品完成，全部制造作业的过程称“全制程”，其中间部分作业过程，称“中间制程”或“部分制程”，全制程是由几个中间制程按时间顺序所组成的。部分制程又可按其中重要的部分作业的种类和特征区分，加上适当的名称，如搬运工程、电解工程、组立工程、抽出工程等。

机械工业和化学工业等工业的种类，按照部分作业的种类和特征的显著不同而有许多差异。两种制程原料的种类和特征一般也有显著差异，其处理方法，如搬运、贮藏、出纳、投入等诸工程有显著的不同。以机械工业来说，原料处理工程，如材料检查（样本采取和加工、硬度、抗张力及其他强度、磁性等主要的机械物理试验、腐蚀、成分等的辅助化学试验），截断（材料截取），热处理等诸工程；加工工程，如材料的取得、工具安装、切断、钻孔、搪切、研磨等机械和工具类的使用操作作业；还有铸造、锻造、压延等部分制程，装配、配线、配管、熔接、调整试验、涂装、镀金、包装、捆包等诸工程，这些作业其机械器具、材料各有特征，且按独特的作业方法和作业条件从事生产活动。

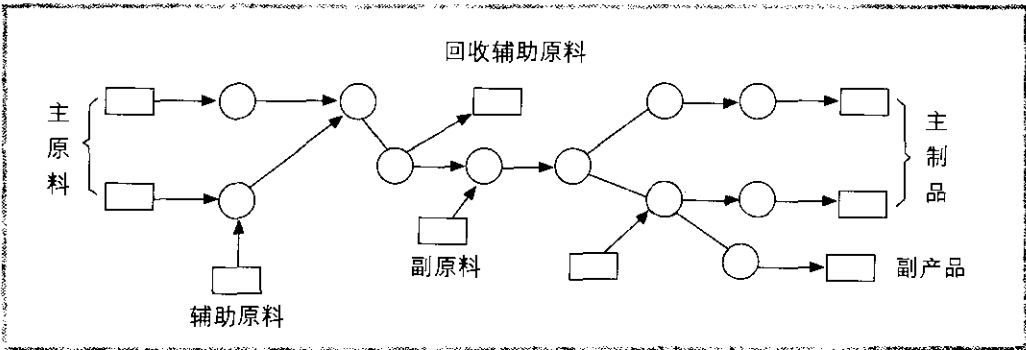
在化学工业来说，有时虽也含有机械工业的部分制程，但主要仍以化学的制程为主体。所谓化学的制程即包含纯化学反应工程（合成、分解、分化、燃烧等），物理化学的工程（如电器分解、解离、游离等）和其他许多的物理工程（如流体输送、加热、冷却、热交换、扩散、分离、蒸发、蒸馏、精溜、吸收、混合、抽出、过滤、调湿、干燥、粉碎等）。这些工程即为装置工业的特征，使用的是各种各样的化工设备和机械，其运转操作和监视作业的特征是机械工业中所不能见到的。

制程中有直接影响原材料，中间制品、最终制品的，也有间接影响的，前者称“直

接工程”后者称“间接工程”。间接工程中如机械装置和工具的准备、点检保养、补修、试料采取、分析试验、计测、检查等，包含许多主要的管理作业。

制程是由许多的工程综合或分支所组成的，按其目的和重点方式考察，可以分为主工程和副工程。副工程中包括辅助原料和动力热及其他能量的制造和回收，副产物的回收和再用（参阅图表4-46）。

图表 4-46

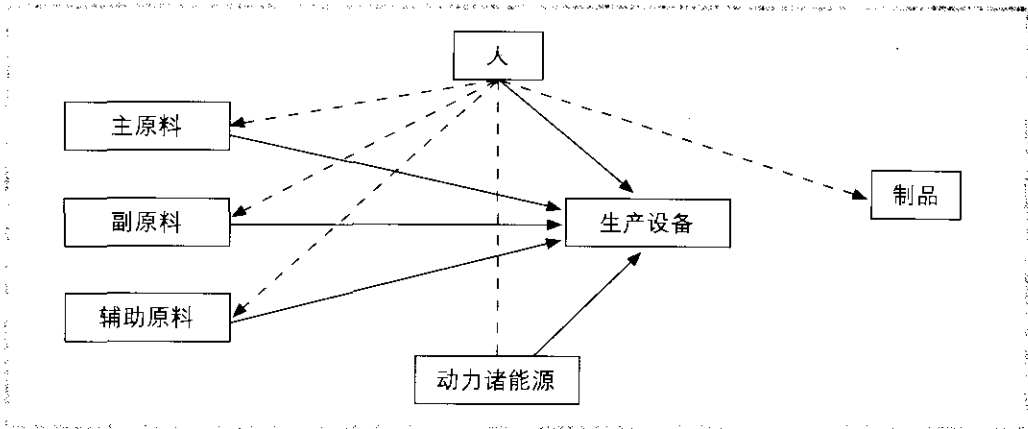


2. 制程的构成

制程是生产活动的过程，如作为管理对象时，切勿忘了必须对构成制程的要素和要件考察的重要问题。制程构成的有形或物质的要素是“生产三要素”即人（劳动主体）、生产手段、劳动对象。劳动主体有劳动者和经营管理者，生产手段或劳动手段有生产设备、建筑物、机械装置、器具工具类和其他工具，劳动对象则有主副原料、辅助原料、动力或能量、中间制品及最终制品等。整备这些要素都需要资金，因此制里的管制要考虑要素的经济是十分重要而可理解的事。

由于产业革命的进展，使以人为劳动主体的时代转变到以机械作为劳动主体，由于生产技术的发达和经济的要求，使得依靠人的劳动能力和活动力所得的生产力和管理精度受到了限制。因此无法达成所需要的生产量和品质的情形很多，由于机械装置

图表 4-47



代替了人为劳动主体，而人的劳动成为辅助和增强生产的手段。

原料包括构成制品、主要物质的主原料和其他加添使用的副原料。副原料不是制品的主要构成物质，大部分都是指要使制品达到该品质所需的调整上的添加材料。辅助原料有许多种类和用途，如机械装置用的润滑油、冷却用水、燃料和其他能使制造效率提高的触媒等。

（三）制程管制

1. 制程管制的方式

（1）管制热的选定

制程中所做的测定试验，如机械工业，使用微细测径仪的标尺测定尺寸，用萤光测定仪调查有无斑点和探测伤痕；用 X 光照像术检查焊接是否优良等。许多试验方法，是化学、药品、钢铁及其他工业所必要的试验。在装置工业，如化工工业中，采取试料作试验、测定温度、湿度、作业条件的影响，据其结果调整作业，像这些测定试验是这种工业所不可或缺的试验，也是制程管制的重要项目。又如化学反应是否已经终了，触

媒是否到还原时期，欲使压延产品良好，其压延终止温度为多少最佳，诸如此类，从这些试验的结果来决定最适当的作业标准，这些都是品质管制有直接关连的重要实验。

究竟应选哪个作为试验的对象，试料如何采取在何处采取试料，在何时采取等问题的决定，应该用技术和经济上的观点同时考虑，作为一个技术人员，对上述的观念和作业必须了解，否则就不能称为一个优秀的技术人员，而且把握技术和经济的试验也是优秀的技术人员所应负的责任。因此统计方法要能活用，并将其结果导入作业标准，使管制能确实做好。

(2) 系统的管制法

制程管制有各种不同的方式，只要在工厂中适合该产品的制程，就可采用不一定要刻板的规定，通常在选取前都作综合的考虑。在此举一个系统管制的方式为例作简单的介绍，此种方式的检讨是非常有意义，而且是完整的想法。

大概而言，所有制品都有其一定的制程，但场合不同，可能制程有 50 个或 70 个，制造日数可能为 30 日或 50 日，牵涉的部门可能有 3 个或 5 个，有时数百人以上参加作业，因此制程要一贯正确的管理并不容易。由于各制程没有相同的标准，优秀的机械，及作业员和技术员的限制，所以很少能达到同样优秀的管理水准。欲使管理完善，产品品质均一，必须用同样的标准，同样优秀的机械和同一水准的作业员和技术员。当然这是有些困难的，有系统的管制方式即在克服此困难。其管制的方式是将制程作一贯的考虑，使其达到整体平衡的状态的管理，这种将制程视为一个大系统的考虑方式叫系统的管制方式。

所谓有系统的管制方式，即从原料的采购开始到产品出厂销售为止，完全一贯的妥善管制。要达到这种管制状态，必须要有优秀的工厂管理人员，坚强的幕僚组织 (Staff) 与人员，以及长期不断的努力，才能获得效果。

要使制品能按这种管制的想法来做成功前提条件第一要要求颇高的品质，和严格的品质保证，使品质能够提高，同时要长时期继续的努力。产品的制程系别按产业的不同而繁简不一，以系统管制的立场来说，都应列入管制系列上，但实际上对制程系

统常选取最重要或重点的方式来管理。待此有了结果再推展应用到其他系列，这样的作法较为经济。对类似或大部的相同的制程，只要做必要的补充即可，这是系统管制方式的优点，而大部分的制程在管理上都可管制到。例如制钢厂或压延工厂等，实际上主要的制程只要充分考虑四个制程系列就可以了。

与系统的管制方式相对的，有部分的管制方式，不管有无部分管制方式的成果，许多工厂实际上不得不走上部分管制的方式去，本来各制程都期望其能力相等，其负荷能够平衡，这是近代进步的思想，但很多场合，各制程间常有不平衡的现象产生，因此不得对某些制程加强管制。因此部分的管制应为系统管制方式的一个部分，并不能说是完善的，是对于系统管制的补充制程管制，而有一起采用的想法，管制圆的应用是部分管制的最好手段。

欲达到系统管制，其大体上的方针如下：

① 对全制程无遗漏的加以检讨，即不只是对制程而言，应从原料的采购开始，到包装运出工厂为止的全部流程来检讨。

② 设定各制程中主要作业的作业标准：

检讨制程时制程中很多的问题点可以一一出现，则作业和作业者间的问题也会出现。已有的标准操作程序（SOP）是否真正满足作业，应有计量化和数据的证明。据此作中心检讨时，在管理进行上一定要把握 SOP 的主要标准。

③ 设定有效的管制图：

品质管理导入初期，常因求功心切而做了许多不合理的管制图，认为凡是做了管制图就有效果，此后应将其改善才对。管制图必须切合实用才有效果，应该根据标准作程序来设定，使变动要因得以控制。

④ 主要制程规格的设定：

所谓制程规格即按最终产品的规格值，照制程相反的次序逆推回去，得到各制程所必然的规格值，即制程规格界限（Process Specification Limit 简称为 S.L.），

据此检核图，唯有制程规格界限设定，则该制程品质才得管制。

如管制图超过了检核图（依制程规格界限画出）则该制程应该停止，并予改善。当品质标准改变则 S.L. 随之调整，始符合经济制造的原则。

⑤ 机械设备的检讨和修改：

机械设备在制程的问题点占有很大的份量管理的立场上，如机械设备有了无论如何都不能通融的问题时，应强调改善的必要。设备机械的不完备，在管理上将浪费许多人力、物力和精神。由于设备机械的不善，管理要达成目标时，正常的作业方法将受到阻碍。本来作业不应该每做一次后又考虑下一次如何去做，而是一经准备就要按标准作业方法（SOP）操作，如果每次都因机械设备影响正常操作，则无法管制，品质管理将杂乱无章，经营上，采取有效的方法，于可能范围内改善机械设备，已经证明有很大效果。

⑥ 检查方式的确立：

检查的问题其内容和性质，在各工厂各工业中差别非常大，在金属工业中为附带性，但机械工业中却是最重要的。

关于此点我们并不想在此讨论，熟为重要。我们要讨论的是检查方式确立和其必要性。检查不只限于 Inspection 的工作，而且要对品质保证（Quality Control）和管制，不只对最终制品作检查，还要对全制程检查，使制程品质皆受管制和保证。因此检查的方式必须适当，检查的制度要确立，作业要标准化。

⑦ 规定类的制定：

规定如原料采购规定，工厂内处理规定，试验检查规定等。一般对于管制图常有详细的规定，但对于管理方面的广泛规定却很少，我们从开始就强调制程是从原料开始到产品销售为止，其目的就是因为对管理方面的规定做得不够，即未能有系统的全面的管制。例如在抱怨分析后，我们获得许多有关包装的知识，对包装工程方面有许多结论，因此将其定名“包装工程”作一规定，如此不但易于使作业员了解包装的重要，并且使产品美观，增加销售能力。

(3) QC 工程表

制程管制，特别是以系统的制程管制来说，将全部制程收集列于一表，整个综合管制表是非常必要的。将必须管制的各制程特性列于纵轴，各制程管制的项目列于横轴，而成为一览表，这就是通常所谓的QC工程表。各制程管制人员看了此表就可以知道自己制程前后的关系，了解此制程的特性和关连性，同时上级主管管制者，也可以取得制程管制的要点和连贯性，而把握管制的重点。

与制程品质计划表同时使用的有制程品质计划图，附于该表使用，使上级管制人员管制非常方便。

品质管理制程明细表的内容包括：

- ① 制程区分；
- ② 制程编号；
- ③ 制程名；
- ④ 设备名；
- ⑤ 尺寸；
- ⑥ 重量；
- ⑦ 群体；
- ⑧ 作业标准；
- ⑨ 制程规格界限；
- ⑩ 管制图；
- ⑪ 其他管理特性；
- ⑫ 规定；
- ⑬ 检查；
- ⑭ 计量；
- ⑮ 报告；

- ⑯ 管制记录;
- ⑰ 制程变更;
- ⑱ 设备改善;
- ⑲ 检讨事项;
- ⑳ 备考。

(4) 管理制度

管理制度的问题可以牵涉很广，在这里我们只举出几个注意事项作检讨，例如报告制度是管理上的一个显著的例子，像制程异常报告书，许多地方都可见到；但如何报告，报告些什么，何时报告等工作应该有具体的规定，即建立报告制度。报告不符实情或报告时机不对都是毫无意义的。

要使管理能圆满顺利的进行，则应当预先建立完善的制度，再按制度的规定去实行。例如前述的查检表的应用为例，当然并不一定要建立检核制度，能建立起来是好的，运用上也不会有问题，要注意的是，制度建立后就不要随便更改，应该订立审慎而严格的变更手续，方不致朝令夕改。

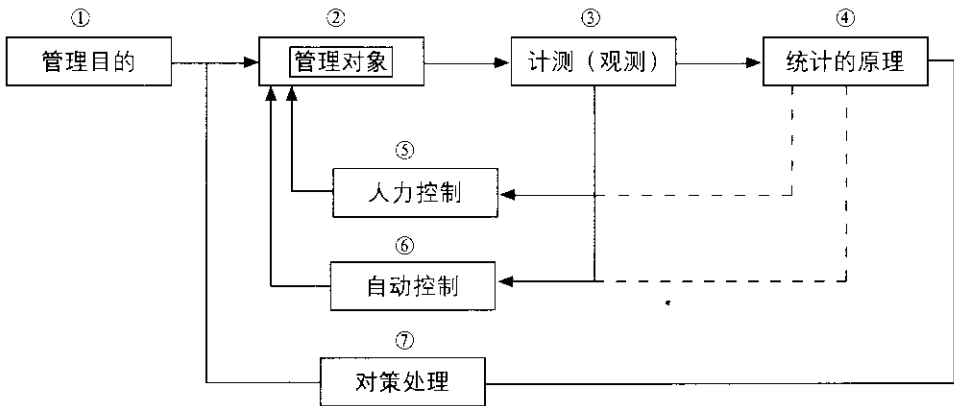
(5) 计测管理

计测管理，即将制程的要素和要件作合理的计测计量化，以科学的方法实施管理，计测是科学管理的基础，科学的管理必须对管理对象有适确而客观的认识，而计测即是这种客观的实证的认识方法的手段。计测量是科学的品质管理，特别是统计品质管理获得数据的基础，自动控制即计测管理和机械相结合的结果，此即计测管理进步的特例。

如图表 4-48 所示的管理行程图所示①—②—③—⑤—②是简单的计测管理的行程的例子，①—②—③—⑥—②为简单的自动控制的例子，高度自动化时则为①—②—③—④—⑤—⑥—②，至于方法其管制行程重点着重于④的数据的统计处理，计测管理则着重于③的行程为重点。计测即对管理对象作有关的观测，物理的测定，化学的分析

等，客观的机械化的观测法要比主观的观测法较为合理，即计测的实施一定要合理。

图表 4-48



制程中计测事项的选定极为重要，将全制程的流程图记入测定位置和测定项目然后编号，并将测定目的，测定方法手段，测定作业的责任分担，注意事项读取和记录方式，数据的处理方法，报告联络要领等明确规定，计测管理制度化，特别是计测管理的方式的决定，制度化，组织机能的设定，计测器的购买，保管处理整备、补修试验检查检定、教育训练等责任的担当，要有明确的设定，并力图改善。

要彻底实施计测管理当然必要的条件是管理对象的计测性的改善和计测化的研究进步，设计整备良好的计测性的制程，管理上适当的计测器或计测法的技术的研究是使计测管理彻底有效发挥的前提。最近工业用电视、X 射线、放射性同位素的应用的进展，及迅速化学分析，各种精密测定器的发达，精巧的遥控测定指示装置等的发明进步，使计测化的范围逐渐扩大。

(6) 工具管理

这里的工具类包括切削工具、作业工具检查工具、模具套管、移动工具等。工具

管理范围包括如何早期制造适当用途的一定品质的制品，提供材料加工使用的工具研究，然后工具类的计划、设计、制作、检查、仓库管理等一连串的活动。

工具的计划即决定工具制品的制造方法，例如工具的名称，使用该工具的作业概况，所需台数、工具编号等有关工具的大要的决定。对于工具的设计要相当重视工具的性能如何满足使用的需要，制造的成本是否经济，是否满足制品的生产计划，业务的标准化如何都是非常重要的问题，工具设计者必须按计划设计，否则迟延的结果将影响整个生产计划。

工具的制作、检查、修理、一般由工具工厂机能要充分的发挥，管理时必须特别注意，即要作成基准日程表、生产预定表、零件加工进展表等，使生产能顺利的进行，才不致引起杂乱无章的情形。制出的工具必须经过检查，其品质在使用期间必须保持良好，这可说是工具管理中精度管理的重要问题。因此工具的管理要把握目前工具在哪里使用，这种所在的管理非常重要，此外工具的保管和有关出入库管理的账簿制度的确立，必须确实的实施。

工具管理除了上述工具的直接管理的问题外在使用的制造部门也需要工具管理，例如钻孔工具的套管（Bush）或切削工具的切刀，正常使用下何时才能更换？这就必须设定使用界限的管理。在自动切断或压床钻镗的时候，制品的尺寸管制就与工具的精度管制发生密切的关系。

总之，工具管理的目的，就是要使从事生产的作业员，能够适时的取得适用而品质优良合乎经济的工具，使制程的操作能够遂行，进而增进制程的效率。欲达成此任务，则必须从工具的研究、设计、计划、制作、检查、保管、现场管理、账簿制度等一连串的活动作有系统的管制。

(9) 安全卫生管理

制程管制，要制出一定品质水准的制品，同时也别忘了作业安全和卫生的确保是件重要的事。对于事故的原因要研讨并做彻底的改善物理条件或用训练的对策来预先

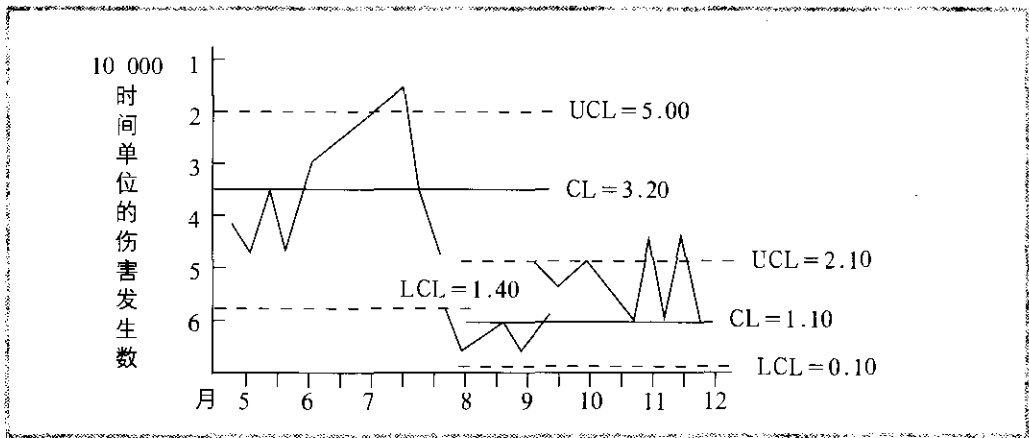
根本防范事故的发生。对于事故要追问“怎样的事故”、“什么原因”、“应该如何处理”。事故的管制可用管制图的方法，效果颇佳。例如1 000人时为单位，其间发生事故数作为管理，事故数包括：

- ① 需要应急治疗者；
- ② 需要医师治疗者；
- ③ 旷费工时者（即伤害结果工作停止者）。

根据调查结果算出平均1 000人时的事故发生数的平均值 \bar{C} ，管理界限：
 $\bar{C} \pm 2\sqrt{\bar{C}}$ （ \bar{n} 为算出 \bar{C} 期间内的单位平均值）

参考图表4-49，这种管制图的应用，使经营者、监督者和作业者能够：

图表4-49 管制图



- 事故的发生状况明确的把握；
- 欲使事故发生率低下，各自应有的适当手段的研讨；
- 适时适切的改善措施的采取；
- 对不重要的事故发生状况的变化，不徒费精神去紧张。

对于作业环境，作业条件的改善，统计的解析其效果非常大。例如集中精神做检

查作业,对作业环境的温湿度条件,作业的照明,作业时间,作业量等不断的用统计的方法调查,而将作业环境工作条件改善,这些都与制品的品质管理有直接的关系。举个环境的问题来说,如设施、装置、机械等在危险的地方,涂上警告的颜色,所以增加作业的安全和效率。

要做好安全管制,除了上述管制图的应用、环境及工作条件的改善外,制度的建立,教育训练都是不可缺少的活动,此外欲使效率的继续维持向上应举办各种安全会议、布告、标语漫画、电影幻灯,宣传周的活动。

- 作业员未使用安全用具之故;
- 材料搬运作业、很多、危险作业集中之故。

3. 制程的改善

制程的改善的方法有制程解析和制程实验,所谓制程解析即将过去的的数据拿来解析,根据过去的作业条件所得结果的数据调查分析的方法。所谓制程实际,即不改变过去的制造条件,而将原料、设备等条件予以层别,所得作业结果按层别收集解析,再变更制造条件,用新的作业条件实验,得到新的数据,据以解析改善制程的方法,过去都称工厂实验,这里称制程实验,主要是针对改善制程的目的而言,对于工厂实验而言制程实验是以狭义的方面来说。

制程解析以观察调查制程的实况为主要着眼点,以下对其作详细的检讨。制程解析是调查有关制程的特性和要因,将其整理成特性要因表或特性要因图的形式,此时应注意下列事项:

- 明白因子的种类和其相互间关系:例如电流与温度不是独立的因子,而是有交互作用的因子,对可能控制的因子和不可能控制的因子要调查清楚;
- 对特性值的调查项目:品质目标、规格、品质标准、其他公司的比较、市场品质、有无测定、测度、抽样检查方法、测定方法、测定器、抽样误差、测定误差、直

方图、有无管制图、管制状况、平均值变动等；

- 对要性的调查项目：作业标准、有无测定、测定、能否调节、调节的迟缓、调节方法、调节范围、管制图、图表、制程能力图等；

- 明了数据集团的特性，收据时间的变化：个别的数据虽为必要者，将数据统计的整理也是必要的。数据集团，其分布特性的调查和数据的时间的变化的调查也是必要的。表示数据的时间的变化特别是规格和个个数据的关系，可用制程能力图表示，这种制程能力的调查及设备能力的调查都是不可少的。

数据的重要分析方法是数据的层别，层别可按日别、昼夜别、班别、组别、机械别、原料别、作业条件别、前制程条件别等层别，或从结果反过来做，如不良项目别、不良率别等的层别法，或按数据大小的顺序或几个机械层别，或者考虑修正解析各个因子的水准的偏差的方法层别，这是田口玄一氏所试验出来的方法，对于过去的数据的解析非常有效。最近打孔卡片或IBM的分类机等的应用相当进步，大量的数据按种种因子层别处理变得非常容易，这种方法可望因机械的进步而更加方便。

于制程实验，层别制程的方法可将制程上各个的半成品附加记号流于制程，或加一卡片不继记录流经每一制程的情况。例如一连续体的群体或反应槽的换槽时，加入染料或电解费；常用肉眼识别或用计测器测定而知的方法必须检讨研究，最近放射性同位素使用于制程实验有很大的效果。层别制程作制造作业，然后解析其数据的方法，不使生产流程混乱，费用也较节省，所得结果普遍性也高，可说是有效而经济的方法。

在某种化学工业上，从原料流经管线（Pipe Line）而变为成品，其途中中间制品的测定常有困难，这种制程称为非解剖的工程，做层别困难，其解析法可于中间采取试料，于中间工厂或实验室作分流实验，经过其后的制程得到制品，对其数据解析的方法，这种方法称为分流法。

制程解析时特别重要的是时间延迟的解析，与自己有关的优良方法和放射性同位素的方法，变动的的时间的影响，周期等的了解都是必要的事项。

新的实验计划已将制造时的作业条件扩张，其结果的解析方法，任实验计划中有详细的讲述在此省略。

这种方法目的在改善制程，其结果应供给制程设计使用，及早实施制程或作业的标准化，制程改善时，切勿忘了将实施改善对策的效果检核，如品质、收量的效果，成本方面的效果等确实努力的评价。

(四) 5S 运动

1. 高水准的工厂

一般被认定为高水准的工厂，在 5S（整理·整顿·清扫·清洁·教养）方面都是彻底而且整整齐齐的。5S 是使工厂具有宽敞空间首先要做的事，同时也是必要的手段，总而言之：5S 是成为高水准工厂（浪费减少到最小的工厂）的重要手段及开始。

2. 5S 的大目标

(1) 多品种生产时要做到换线时间为“0”

① 你可以立刻取出模具吗？

② 有没有遇到到处寻找治具、工具或刀具的情形？

③ 以 3 小时为 1 阶段的 10 分钟，算不得什么；但以 1 小时为 1 阶段的 10 分钟，却是可以致命的。

(2) 为提高品质要达到无不良品

① 闪闪发亮。在清洁美观的工厂中，不良品是十分碍眼的；

② 因此在清洁美观的工厂里有不良品的话，大家都会不好意思；

③ 就像我们不希望社会有不良少年一样，我们也应该努力使我们的工厂也不做出任何不良品。

(3) 以降低成本为口号，使无浪费

- ① 工厂常保清洁，会使工作效率大为增加；
- ② 把不要的东西清除掉，搬运货物时就会很顺利；
- ③ 闪闪发亮的设备，不会故障，且效率也会大为提升。

(4) 严守交期，使无延迟

- ① 清爽的工厂，愉快的工作地方，出勤率也会随之提高；
- ② 物品的有无，一目了然；
- ③ 机械运转灵活，不会停机；
- ④ 人、物、机械一切都顺利的话，交期是不可能延误的。

(5) 安全第一，使无伤害

- ① 啊！危险！地上的油，终于还是让人滑倒了；
- ② 霹雳叭啦，货倒了，又让红药水有用武之地了；
- ③ 宽松的衣服，十分危险。一不注意就会受伤或引起灾害，千万要注意。

(6) 除此之外，还有很多哟

- ① 5S 使工作现场的人际关系，变得融洽有趣，也会提高道德感（人）；
- ② “啊！请进，这是我们的工厂。”清洁整齐的工厂，会使顾客觉得安心并有信心（销售时）；

- ③ “哇！那么干净，好想在这里工作”（求职时）。

3. 5S 的意义

(1) 整理 (Seiri)

所谓整理，就是把东西区分成要与不要，是一种物流的管理，这种要与不要的区分十分困难，因为所有东西在某些时候都可能是必须的。因此我们首先要依需要的情况，做一些物品的区分，也就是物流的管理。



如此一区分，我们就可以考虑是否可以把一年之内不打算用的东西丢弃或限制它的保存量，特别是在现场只放必要的数量即可。在清扫废弃物运动中，经常一丢就是数十吨的东西。而这种把堆积的污垢一次清除的作业，也是防止缺漏事件发生的最佳对策。

有水、空气、电、油、沙、蒸气、材料或制品等各式各样的缺漏，因之所造成的损失，也是莫可数计的。经常有实施漏气预防对策时，发现竟可多出一台压气机，而把漏油的地方修补好后，发现油用量省了一半的实例。

(2) 整顿 (Seiton)

整理后只留下必要的东西时，该把什么东西、多少数量，放在什么地方的这些事项明确规划，就是整顿。

决定放置法以后，还有一件很重要的是，要用多久的时间才能拿来，决定后，再依此去决定保存量。

在工厂内，最重要的整顿工作就是首先要把通道线及区域线整齐地画好。物品以直线、直角、垂直、平行放置为原则，当然规划时一定要考虑作业的方便与否。

物品的放置，是起自“目视管理”的想法，需要下很大的工夫去构思，只要这点做得好，现场就能面貌一新。除了要使整理架与台子能易于收放，取用外，也要记明各种东西的放置处。

这种整顿是对工作效率的一种研究，可用测定取出放出物品所需的时间。来评论整顿的效果。

① 取出放入时间表

所谓整理，整顿工作，就是指把必要的东西在必要的时间内取出使用。因此只决定东西放置的地方，是没有办法做到的。

② 档案处理

文件的整理、整顿可说是一般办公室的当务之急。文件要以能在 30 秒之内取出为

原则。因此，不要使用封套，而应用卷宗，并用不同颜色的背条或文字，清楚地表明出其内容。

档案处理包括定期整理文件及丢弃不要和过期的资料。原则上文件整理以共通化为目标，草稿的保管期间为一个月，一个档案以不太厚为原则。

③ 通路线、区域线、整理线

这些线都是用来区分地区的，是非常重要的工作。全体员工如果能够贯彻活动时不踏到线，不把线弄脏，使之持久，并不将东西放到线外的话，即已遵守了5S的基本原则。

(3) 清扫 (Seiso)

所谓清扫，就是把东西弄干净，但事实上“清扫不单是把东西弄干净，而是要把自己经常使用的东西（与生活息息相关的）弄干净，没有一丝污垢，并经常保持这种状态”，也就是说，清扫就是一种检查。因肮脏、异物所引起的问题，跟一切的灾害、不良与故障皆有关。现在的年轻人十分讨厌脏乱的环境，因此如果环境不整洁的话，甚至连招募人员都会受到影响。

清扫并不是负责清扫的人做的事，大家应该决定全工作环境中各人应分担的部分，特别是很大的场所或共用的地方，更应该采用这种公平分担的制度。

另外，机械或工作环境的涂装，对创造一个明亮，整齐的工作环境而言，是非常重要的。

以往为了使污脏的地方不明显，多半用很暗的颜色，但最近逐渐开始用一些比较亮的颜色了。这虽然是一件很好的事，但光是涂还是不够，甚至有些人到处涂漆想把一些不好的地方隐藏起来的事，也时有所闻。虽然涂装是爱护设备的第一步。但我并不赞成先进行涂装。希望大家有先把机械磨得光亮再涂装的心态。

(4) 清洁 (Seiketu)

清洁涉及许多与饮食有关卫生方面的事，最近有许多现场作业员也逐渐开始穿起

白色系明亮衣服。因为这么一来脏的地方就十分显眼。是否干净也就一目了然了，因此这种显眼，使肮脏透明化的工作是十分必要。

其次，如果从人再考虑到环境、公害等问题的话，范围就更广了，有许多像油雾、粉尘、噪音、锌纳系油类、有毒物品等，与5S有关的问题，也必须加以考虑。有些工厂在厂内种了许多花，这也是使人舒畅，精神变好的一种方法。

(5) 教养 (Shituke)

所谓教养就是养成确实遵守已决定事项的习惯，灾害中有许多是因为没戴安全帽或穿安全鞋，或长发、手套被卷入机器中所产生的。虽然一再呼吁一定挂上铭牌、穿着整齐、不在通路奔走、不乱丢烟蒂等注意事项。但因不遵守有关人活动的一些规定而导致的问题，仍是屡见不鲜。

另外，经常有一些工厂把棚架或箱子上锁，是为了防盗吗？上了锁或是加了盖的置物处，几乎无可避免的，里面一定十分脏乱。

教养是5S的最后一S，也是最具决定性的—S。

九、品质保证

（一）品质保证的意义

1. 品质保证的目的

品质保证一词首先由贝尔电话研究所所用。对贝尔系统全体而言，期望其制品继续维持在期望的品质水准而作的保证，贝尔研究所内的品质保证小组为了推展保证品质的计划积约 30 的经验所得上述品质保证的方式。

从品质保证字面的意义，我们就知道这一定是为消费者的利益而着想的一种机能，这种机能的成果即是品质的保证，下面的目标就是品质保证机能的必定结果：

- (1) 足以使消费者适切的，可信赖的满足，即提供经济的品质和品质标准的设定
- (2) 根据品质标准经常的评价制品品质
- (3) 作成制品品质标准，作为防止品质不良的有效的测度
- (4) 对于制品品质的实情，连续不断的表明

为达成这些目标的品质保证方式的活动，列举如下：

- ① 品质标准的设定；
- ② 检查实施法的作成；
- ③ 不良品的处置；
- ④ 技术上抱怨的处理；
- ⑤ 品质调查的实施；
- ⑥ 品质分析、评价及报告。

2. 品质保证的动向

广义的品质管理即“质的管理”，可以解释为事务部门，辅助部门及各个部门自己

业务上质的管理，今日随着电子和自动化而要求高度的品质，不可能借检查就可以达到品质保证，如要严格的检查，则费用将非常的大，检查费用使制造成本急速上升，由于不良品数的增加，失败成本将年年增加，因此防止不良于未然的业务成为当然必要的工作，而出现增加预防成本以减少失败成本的趋势。

为达成“质的管理”，品质管理必须从广泛的来解释，不要将不良品推出厂后，再做不良品的取换的售后服务，即使这样的话售后服务将极为频繁，又有何品质管理的意义可言？此时制品的品质一定要彻底实施的必要。无目的的品质保证，或不是为了消费者，而只为制造者的品质管理，应该立即停止。

最近信赖性的发展，是个值得瞩目的课题，制品的综合评价项目因此可分为下述五类：

- Reliability 信赖性；
- Availability 有效性；
- Compatibility 适合性；
- Economy 经济性；
- Reproducibility 复制件。

取各项字母开头合取来称为 RACER Rating 方式，过去的品质管理，对于制品的品质，没有物质测度的特性质，零件、材料或其组合的系统，在一定的条件下发挥所期待的性能的特性，称为信赖性。因此，表示制品使用的确实性的尺度即为信赖性，不要只顾如何保证，对于保证何者，当为重要的问题，这种场合，必须要考虑，(1)实际使用的条件和环境条件，(2)这些条件与信赖性的关系，(3)设计时这些情报的利用方法，(4)劣化现象的技术内容，(5)零件的信赖性和系统的信赖性的关系等项目的检讨。信赖性当然是品质保证要考虑的问题，因此信赖性的确保成为品质保证活动中的一个重要角色。信赖性的业务如用严格的执行检查，不如在设计时即设定品质标准。

从其发展经过来看，现在信赖性已成为品质管理中的一个特别的部门，日前信赖

性的业务范围只限于特别的制品，最近的将来自然将成为品质管理活动的一般业务，其实，品质保证业务就比现在更重要更有意义了。

（二）品质保证的事前处理

品质保证在制品做出来以前所费的努力最为重要，由品质管理循环图来看，事后的追踪检查（Follow up）固然重要，但事前不发生错误是提供消费者机能和品质的先决条件。

由这种观点来看品质保证，其活动范围就极广泛而多分歧。使制程安定，单做合理的检查并不充足，还需考虑下面的几个事项：

- 不但要知道自己品质保证进行的现状，对于消费者的品质保证的希望也要了解，消费者潜在的意向要有正确适当的推测；
- 除了研究消费者的希望和潜在意向外，还要考虑技术上是否能作得出来的判断；
- 对于资源处理、制造流程、检查等的程序（Process）及其平衡与否要比较深切的检查；
- 由于配售商店或卫星工厂对于品质保证的认识缺乏，因此厂商应给予正确的广告宣传或教导，使全面的建立起消费者对商标的信赖感，这是品质保证必须达成的任务；
- 品质与价格是有相互密切的关系的，品质保证的第一步工作，即是要使消费者明白，适当的品质保证必须有适当的价格，不要不管货品价格便宜或较高，而要求同一水准的品质保证；
- 如果品质保证充分做好，可能由于消费者或配售者的不注意或误解，使品质和机能的效果无法发挥因此必须教育训练；
- 对于稍有错误并无关系者，应研究试验防止再使错误出现的方法，使制程安定

品质保证；

- 以上的研究和试验，对于新制品非常忙碌，特别在加工业者和零细定货业者研究试验能力不足时，指导和建立组织和系统是非常必要的；
- 要安定品质保证的对策，除了适当的 PR 和不断的努力训练之外，还要能标准化，使自动的达到品质保证的目的。

（三）事后处理

1. 检查

检查的工作历来即有，即检视制出的制品是否按照最初设计的状态，按照判断基准来判定，与设计相符合者，则为合格，否则就判为不合格，这种区分的行动称为检查。此即检查的本质。通过检查，追溯发生不合格的原因，对于发生不合格来源的情报的回馈 (Feedback)，亦属检查业务之一，但检查的本质仍以严格区分和判定合格与不合格为主。检查除做判定业务外，必须取得有关品质的数据，因此必须用试验和测定。非破坏性的商品，可以由试验取得数据，按合格基准判定出产品品质是否合格；在破坏性的检验时，制品无法一一试验而得到数据，因此只有从一群同样的产品中抽出几个试料（或样本 Sample）做试验，然后由此推定全体群体品质，因此检查时出现了抽样检查的问题，最合理的抽样检查必须有正确的推定，即抽样检查的合理化，必须应用统计的理论作为基础取得数据。同时必须了解完成制品的过程中各制程的品质情报 (Data)，否则无法经济的达成检查的机能。

即使抽样检查正确而适当，而品质的测定错误，则一切努力将成泡影，因此计测器的精度和正确性，必须时常维持，测定者要有充分的训练，计测误差必须明了，抽样检查是推定母集团品质的方法，一定要按公司内的标准，确实去实行，因为抽样的正确与否影响品质检查结果太大。

其次要注意的是，出厂制品的品质分布如何？良品分布如何？一般而言，最终检查或出厂检查，是对未经检查的单位体或群体检查，贴上合格标签，再送出厂。因此对出检后的品质如何，则不知道，一般采用 AOQL 的方法，即对平均出厂品质规定下限而已，很少有意义，站在品质保证的立场来看，还留下若干问题。

一般而言，检查的数据只是由已受检查者得到，未检查者的情形则不知道，因此出厂品质的分布情形也无法获得，这样的品质保证是不完全的，为补救此缺点，必须适当的常作检核检查或点验检查，所谓检核检查，即对已被判定合格的制品集团，由检查部门以外的人员来进行，这种检查主要是对检查部门的主管报告出检品质的情形而没有权决定是否应该出厂，只做品质等级的判定。检查时若有缺点出现，应马上传达检查部门的主管，研究决定如何处置，此点非常重要，如检核检查时除了报告外又擅自处理，则业务将杂乱无章，并使工作情绪低下，对于人群关系有很坏的影响，因此高阶层管理人员对于报告和处置的权责应予明确分开。

2. 抱怨处理

抱怨处理是品质保证机能中一个非常重要的角色，所谓抱怨即交货对（包括消费者和交货者），对于品质不合于原期待者所发生的更换，降价，解约等的请求而言，不论何种情形，总括而言，即品质不能使人满意。

所谓抱怨处理，即抱怨发生时，使抱怨的对方很快的同意我们的处置，更重要的是不要使同样原因的抱怨将来再发生，于公司内应讲求在品质机能上采取治本清源的处置。因此必须有适切的组织来执行活动，通过健全的组织来确保机能的发挥。

品质上抱怨的原因大体如下列所述，这些责任必须归于担任这些工作的诸部门来负责。

- 起因于设计者；
- 起因于原料者；

- 起因于零件、附属品者；
- 起因于贮藏者；
- 起因于制造统一——设备、方法、熟练；
- 起因于检查者；
- 起因于输送者；
- 起因于销售者；
- 起因于交货对方者。

品质上的抱怨，不一定是由于制品的品质不好，其证据是同一制品卖给不同的顾客，一位有抱怨而另一位没有抱怨，又如同一制品卖给同一顾客，如为卖方市场可能没有抱怨，如为买方市场则抱怨特别多，而不一定由于制品品质所引起。因此顾客的气质，在库量的情况及其他品质以外的条件等事实是不可忽视的。在此，我们强调顾客应有完全满足的权力，抱怨应有何种的程度，抱怨从何而来，最高阶层管理人员应该有重大的关心，对市场品质常予检核检查以明白品质等级并和自己的比较，以决定如何指挥品质保证的活动。

抱怨应迅速解决，一般常常有迟误的倾向，其原因大概有下述两者：

- 抱怨发生后传达于抱怨处理责任部门，需要一段时间；
- 调查抱怨的原因需要一段时间。

以第一个原因而言，通常从消费者——零售店——代理店——地区营业所——处理责任部门中间途经太长而浪费时间。而且采取对策，回答顾客时又经同样的途径反方向传达，需要同样多的时间，或因探究抱怨的原因的方法不适当而迟误，因此难以使顾客满意。

以第二个原因而言，原因的调查本身即很困难，或因事务上的延误，不管如何，能早一时一刻合理处置抱怨是先决的问题。

如果抱怨的内容传达错误，则不管传达得多快，也毫无用途，因此抱怨的传达必

须迅速而且正确。要能迅速和正确传递，对于受到直接抱怨的部门，如代理和地区营业所的销售人员和服务员等，必须熟悉自己商品的品质，且有能力正确的理解对方抱怨的内容，和将抱怨作成报告书。

因此必须施予适当的教育训练，并将抱怨书详细的印出抱怨内容的项目，以方便达成记录要点。报告书最好要记载制品制造源，制造日期，制造编号等细目。

以下对传达速度和处理速度上的问题按抱怨的性质检讨，分为下列两阶段来处理。

- 采取不迟延而满足顾客的措施；
- 采取永久防止将来同样原因的抱怨再发生的措施。

第一个阶段一般称为假处理，第二个阶段一般称为本处理。假处理有一限度，其责任委让予下级营业部门。处理某种程度的抱怨，因此未做本处理的抱怨处理，不能算是完全的处理，为促进和监督业务处理，必须设有抱怨处理室，来总理各部署，其主管通常由副厂长（或副经理）级有力的高阶人员负责，其理由是为确保抱怨处理组织的健全性。抱怨处理室必须具有关于设计，制造，检查等高深知识和经验的高级技术员，和有关流通、消费等高深知识和经验的高级技术员至少 1 名，任命为抱怨处理员（兼任亦可），处理室的庶务，一般由 QC 中心来做较为便利。

3. 售后服务、技术服务

制品的品质是要使消费者使用时发挥期待的功能，特别像电视、缝纫机、汽车、摩托车、打字机、计算机、帮浦、电气机械类等广义的机械工业和电气机械工业制品，不像化妆品和食品一样的消耗品，即所谓耐久资材，消费者所期待的功能一定要维持相当长的时间。因此，最初设计开始就要使机件中的部分零件于损耗时可以更换，以维持全体机能和性能。制造或销售此种制品，是销售制品的功能，因此必须保证经常充分维持消费者所期待的功能。理想的情形而言，其能保持的期间最好能予保证（在正常使用状态下而言）。

要达成此目的的有效手段，就需要售后服务或技术服务。这种职能与制造和销售是互相独立的，而对经营的最高阶层负责，其职能为下述专门事项的进行，大规模的企业有时委托卫星工厂去做。

- 有关销售网的售后服务技术的指导；
- 服务工程师的养成；
- 修理和补用零件的供给；
- 制品正确使用方法的指导；
- 提供对制品机能适当活用的咨询；
- 服务数据的收集和解析；
- 提供以上6项的情报给品质管制部门、设计部门、制造部门，资材部门等作品质保证。

生意大体可分为两种类型，即：

- 由特定的顾客手中提出其所要的规范书或规格，制造者只要按规格式样做出其所要求的品质即可；
- 以下特定的多数消费者为对象，由制造者决定所欲销售制品的品质规格者。

前者大多是生产财或耐久消费财，后者为消费财（大众商品），因此前者交货的对象不多，做售后服务比较容易，后者的情形，真正的消费者与制造者，能直接见面的机会很少，因此售后服务和技术服务，必须要以有计划、有系统完备的组织来进行，像收音机、电视、缝纫机等大众消费者的制品，必须靠售后服务网来达成品质保证。现行最适当的是销售网本身兼具服务网，一般而言，故障和抱怨发生时将其带回该制品的原购商店处理较为自然，销售商店必须能应付此种要求，因此对于销售商店绝对必须赋予某种程度的售后服务和技术服务的能力。对于需要程度较高和复杂困难的服务技术，销售商店可向地区服务站或中央服务部门请求协助处理。

要有效运用这种组织，对于销售商店必须教育训练下列事项：

- 有关制品的构造，材质的知识；
- 制品的品质特性——性能，机能；
- 补用零件及其耐久性；
- 修理上分解，组立的技术；
- 修理后的试验，检查方法；
- 数据获得的方法和报告方式；
- 故障发现法；
- 正常使用法的教法。

品质保证要使消费者正确使用为前提，以目前市面上有的“说明书”来看，对于使用者在使用中时常发生异常的现象，例如某地方音响异常或温度上升，漏油，对这些处理的措施缺乏说明。若能对重要的地方，事前采取适当的措施，并能正常的使用则可不必修理而维持很长的时间。所谓售后服务和技术服务，不单是在坏了即刻给予修理，重要的应该教予正确的使用方法，防止损坏，使消费者永久满足制品功能，这种事情大家都很明了，可是实际上却做不到，其原因大概是由于消费者一般常喜欢Overload的习惯，例如马达，喜欢力量强大的买个5马力的马达，在短时间内不知不觉中就要做7.5马力的工作，以致烧毁而指责该马达“没有力量”，马达的制造者明知此事，在设计时就考虑此点，对于正确使用法的指导反而有逃避责任的倾向，这只不过是一例而已。有时销售时如果没有多少Overload的产品，反而卖不出去，因为竞争对手所销售的制品确实有Overload的余力，如果本身按照正常规格诚实去做，可能令顾客不满，从开始就觉得不对劲，因此抱怨时常发生，是售后服务时变得较为复杂的潜在原因，因此要亲切客观的站在使用者的立场来写说明书，这点是极为重要而不可缺少的问题。

补用零件，更换用零件的在库量和在库场所的研究，当然要做根本的研究，我们销售的功能，不能使其停止，于损耗或其他理由时，新的零件和交换必须的零件要能

毫不迟误的供给。但时常有在库量不足无法供应或不合使用无法补用的情形，这是由于因自身资金所限而决定在库量的结果，若由消费者方面来考虑，调查消费者满足的程度——以更换零件的要求发生的机率计算，来研究在库量和在库地点的配置问题，由此可决定需要多少固定资金，再配合企业的资金能力编定预算运用。在资金能力不足的时候，为了生意继续就该增资或长期贷款，事实上这是最高经营方针的问题。

4. 保证期间

品质保证最具体直接的方法是从使用开始时，即确实保证使用多少年间其功能不低于消费者，期待程度以下最好。如高级照相机或时钟所附的保证书上写着，至某年某月某日为止，由于自然引起的故障属于制造者的责任，可以“免费交换”或“免费修理”；又如照相软片（胶卷）注明必须于×年×月×日以前使用。这即是一种常见的保证方法。由于美国近年火箭工业的发展和需要，使“信赖度保证”（RA）有相当的研究，已经到实用的阶段，例如经常使的时间为1 000小时，于此1 000小时内，破损机率为0.0003，即以 $0.0003 / 1.000\text{hr}$ 方式表明。使用机率的保证的想法，最近已开始应用。

对于使用时间很长的制品，品质保证。一般非常困难，由于使用的方法不同，其耐久寿命也不一样，如果很严酷的使用时，其保证寿命就非常短。

要推定保证期间，当然非做破坏实验不可。像照相胶卷的制造为Batchtype，其样本较小，机械则由各种各样的零件组成，对这样大的样本进行破坏试验由零件开始推定精度，到实用程度的测度，则较困难，尤其是寿命的试验，需要一段很长的时间，而增加其困难性。

由于上述的理由，要决定保证的期间作品质保证，有所困难，最近的将来，工业制品都能明确的注明保证使用到某年某月某日这样最好，可使消费者满足，而确保很大的市场。因此下面将讲述如何推定保证期间。

机械类一般都带有回转部分,这部分一定要有轴和轴承,传动装置,如带链(Belt Chain) 齿轮。这种短期间就会磨耗的部分,必须能够更换。所谓寿命是指零件更换以后,全体机能还不致失去者,如果不管如何修理,还免不了大的偏差时,如旧汽车即使换了很多零件,仍然不能正常驾驶,这样其寿命可谓終了;或者修理费用太多,经济上来说已经不合算,其寿命也算終了。

制品使用功能降至何种程度即寿命終了,应先有个决定,其次利用到目前为止所存有的诸数据参考过去的的数据作寿命实验。寿命试验的方式有许多的统计方法,我们将设计时期期待的寿命与试验结果对照;适当的层别,找出相关关系,以后用代用特性来控制寿命,可以得到有效的保证,此外抱怨处理和售后服务时的数据,也是推定寿命期间可以利用的资料。

(四) ISO 9000 国际品质保证制度

最近翻开报纸、杂志经常都能看到贺××公司通过了ISO 90001 (9002, 9003) 国际品保认证的广告,可见企业对获得ISO 9000的重视,其主要是由于欧洲共同体(EC)内,把此种审查认证的通过,定为交易的条件,甚至此种认证也可能成为今后国际贸易的一个重要条件,所以对国际贸易必会有很大的影响。

1. ISO设立TC 176技术委员会

由于各国的品质保证国家标准都不相同,很可能会引起国际间贸易的摩擦,因此,1976年ISO(国际标准化组织)发起了统合这些品质保证的国际标准运动,并设立了以“品质保证分类标准化”为活动范围的技术委员会“TC176”。并推加拿大为干事国,并于1980年5月,在渥太华举行了第一次国际会议。

其后,1982年在巴黎、1984年在普利托里亚(南非首府)、1985年在东京、1987年在华盛顿、1988年在奥斯陆、1989年在法罗(葡萄牙)、1990年在因特拉根等地先

后陆续举行。

由于1992年欧洲的经济统合，此标准于企业间的品质管理能力已被认可。增加的参加者，大多以欧洲国家为主，这都是由于受到经济统合的影响而加入的。

2. “ISO 9000 系列” 的标准

以下将就有关通称的“ISO 9000 系列” 做个介绍。

工业生产中品质管理活动内容是根据购买者的立场或供给者的立场而有不同。就购买者的立场而言，首要问题是如何做制品品质的检查。有关抽样检查法等的检查方法，虽然有各式各样，但是这种确定品质的检查仍然不足，在供给者方面的“制造过程上” 必须再确定制程中的品质是否良好。

因此，在交易时所制定的品质契约中，不仅只有制品品质的标准，有关制品制造方法，品质管理方法等也都必须归纳在契约中。

从 ISO 9001 到 9003，就订有这种品质管理事项的标准。而要求事项中，所载入的内容是依购买形态不同而异，并且，从 9001 到 9003，根据这种购买形态的不同而有不同的使用方法。在这里 9001 到 9003 算是一组，有多水准 (Multi - Level) 的标准。

- ISO 9001(Quality Systems - Model for Quality Assurance in Design / Development, Production, Installation and Servicing) (参阅图表 4 - 50)

图表 4 - 50 ISO 9001

ISO 9001			
中国国家标准	品质系统——设计 / 开发、生产、安装及服务的品质保证模式	总号	12681
CNS		类号	Z4034

ISO 9001，虽然是指要求制品品质的标准，但是主要是限定在机能与其性能方面，并且包括所有的设计 / 开发、制造等，生产者要进行生产时，能适用的标准。

- ISO 9002 (Quality Systems-Model for Quality Assurance in Pro-duction and Installation) (参阅图表4-51)

图表4-51 ISO 9002

ISO 9002			
中国国家标准	品质系统——生产与安装的 品质保证模式	总号	12682
CNS		类号	Z4035

ISO 9002, 是为设计已经确定的情形下, 或是为购买者或从外部接受的情形时, 其制造, 安装在生产者进行生产时, 能适用的标准。

- ISO 9003 (Quality Systems-Model for Quality Assufance in Final Inspection and Test) (参阅图表4-52)

图表4-52 ISO 9003

ISO 9003			
中国国家标准	品质系统——最终检查与试验的 品质保证模式	总号	12683
CNS		类号	Z4036

ISO 9003, 其设计、制造、使用方法已经有长期确立的情形下, 品质保证要求事项, 制品的最终检查、最终试验可活用的标准。

总而言之, 根据有关交易对象的制品, 以及供给者责任的品质要素多寡的不同, 其品质管理方面的要求事项范围也会相异。ISO 9001 的品质管理要求事项规定范围最为广范, 而 9002 与 9003, 则规定的范围渐渐狭窄。

- ISO 9004 (Quality Management and Quality System elements-Guidelines) (参阅图表4-53)

图表 4-53 ISO 9004

ISO 9004			
中国国家标准	品质管理与品质系统要项 ——指导纲要	总号	12684
CNS		类号	Z4037

ISO 9004，为品质管理活动的一般通则，也是有关品质管理实施的手册。ISO 9001 ~ 9003 是为了购买者而制定的标准，相对地，ISO 9004 也是为供给者而订的标准。

生产者于进行品质管理时，说明必须要做的部分，是供给者应遵循的品质管理活动手册，但并无强制作用。在供给者的品质管理活动方面，购买者的要求事项当然必须做好，除此以外，也还有其他非做不可的工作，活动范围内容最宽最广。

- ISO 9000 (Quality Management and Quality Assurance Standards - Guideline for Selection and Use) (参阅图表 4-54)

图表 4-54 ISO 9000

ISO 9000			
中国国家标准	品质管理与品质保证标准 ——选择与使用指南	总号	12680
CNS		类号	Z4033

ISO 9000 是分别解说 9001 到 9004 的标准及使用方法，ISO 9001 至 9004 的详细内容请参考中国国家标准 (CNS 12680、12681、12682、12683、12684)。

3. ISO 9001系统的国际标准

(1) 管理者的责任

本节是有关品质在经营层的责任，并规定品质方针组织及经营层的审查。

供给者的经营者，首先须提出明确的品质方针，表示出品质的方向，使组织整体朝同一方向努力。

“品质系统”的实体为组织、工作的作法、资源。其内容意味着经营者首先必须设立一个能达成品质的组织。此节中，规定经营者必须要确定对品质有关的一切责任、权限、相互关系，特别是要任命有关品质的责任者。

另外，也要求能达成品质的检证手段以及实施担当者的确保，在设计审查、品质监查时，必须以作为对象业务须负直接责任者以外的独立者来进行。

而且，经营群须确认品质系统是否依期待发挥机能，有必要时则加以适切的处置，并亲自定期进行审查。这里所谓的审查，可认为是高阶经营者的诊断。

(2) 品质系统

本节中所供给的制品，须合乎规定的要求事项的手段，也就是要确立品质系统加以文书化，并规定确实执行的作法。

供给者应有的品质系统内容的重点为：

- 品质手册的作成；
- 管理手段工程资源等的明确化；
- 品质管理、检查、试验技术的更新；
- 有关计测的要求事项明确化；
- 验收基准的明确化；
- 设计、制造、装置、检查等步骤以及相关文书的整合化；
- 品质记录的作成。

(3) 合约审查

所谓“Contract Review”就是在契约签定之前，对于契约的内容是否合适，有无重大悬案事项，有无供给者的能力问题等都必须列为审查的重点。本节中设定有此作法的推行步骤，并使确实实施加以规定。

(4) 设计管制

为了使规定的要求事项确实、合适，则也须对设计、开发计划的作成、设计输入的明确化、设计输出的明确化，设计确认方法的确立、设计变更程序的确立等对制品的设计加以管理，并制定出确认的手段，并使其依规定实施。

有关设计、开发计划，须做成责任明确的计划书，而且随着设计的进展也要经常加以更新。

设计上输入的要求事项必须明确，若有不完全、不明确或质疑之处，则必须在事前改善或消除才可以。

有关设计中的输出，须合乎输入的要求事项，并对接受基准是否合适，是否适合法规，以及对安全性、机能等的特性要明确表示说明。

在设计内容的确认上，根据设计审查的实施、认定试验的实施，依照别法的计算，类似设计的比较等手段，确立能确定要求事项是否合适的确认机能，并适当而有能力的人来分担。

有关设计变更方面，需明确所有变更的地方，并要求确立适切的审查、承认步骤。

(5) 文件管制

此国际标准，是指两者间契约的品质系统要求事项，有关此标准要求事项中的有关文件以及数据管理，都必须严密进行，并且对文件的承认、发行、修定要加以规定。

对于文件的发行，须对其适切性加以审查、承认，并于适当时期来发行，而且，也要把须废除的文件确实的彻底废除。

原则上，文件的变更，于发行时与审查、承认的过程相同，必须明确其根据。另外，使最新版的文件能被使用，要利用清册作为管理手段，变更次数太多时的再发行也有规定。

(6) 采购

供给者在设计、制造时，须从外部买进零件、材料时，此购买品的品质的确保的

全部责任，最后必须仍应由供给者负责。

须委外加工时，作成可利用的业者的记录，并基于此，选定适当的业者。另外，委外协力厂的品质系统必须要确认是有效的。

在购买文书方面，所订购的物品必须包含有明确记述的数据，必须明确的事项如下：

- 形式、种类、样式、等级、其他特征
- 表面即可识别的特征，可适用的仕様书、图面、工程要求书、检查指示书。设备与人的承认，以及资格认定。
- 规定适用的品质系统的国际标准的表题、编号、销售日期。

有关购买品的确认，在契约内有规定时，购买者方面要能确认是否合乎指定要求事项。

除此以外，虽然购买者确认，供给者对于购买品的品质也须负最终的责任，因为使用后也有可能被认为不合格。有关此点，特别是对确认的方法。在订契约时，一定要加以明确。

(7) 客户提供的物料

供给者为了要组合到纳入的制品，而对客户所提供的物品的管理所订立的规定，供给者必须确立支付品的确认、保管、维持的程序等。若有损失、故障等情形时，必须记录下来，向客户告知。

(8) 制品的识别及可追溯性

本节中规定有关制品识别的事项。供给者在制造、进货、安装等所有阶段中，根据图面或式样书，确立制品识别上的必要手续。

另外，在契约规定的范围内，必须对个个制品或群体批加以识别，并加以记录。因此，订契约时，特别是要确保到如何程度的测定器精度要加以明确。

(9) 制程管制

本节规定制造与安装制程管制上的要求事项。其管理要项如下：

- 作业指示书、适当设备的使用、适当的作业环境、制品规格、品质计划书；
- 制程与制品特性的监视；
- 制程与设备的认定；
- 作业的程度的基准。

另外，也规定有特殊制程（Special Process）的管理基准。

所谓特殊制程，是在制品的检查、试验上，无法做完善的确认时，或缺陷只有在使用阶段才会显现出来的制程。对于这种制程，是被要求要确立“品质要在制程中作出来”的步骤。

特殊工程中也要做适当的记录。例如：熔接、组合、焊接等情形，均列入特殊管理制程中，订契约时，何种制程是特殊制程必须加以明确。

(10) 检验与测试

要证明所要求制品或半制品是否合乎要求时，往往最后还是须靠检查、试验的确认、记录表示其结果。

本节对有关检查，以及试验的机能的进货检查、制程内检查、最终检查等的检查记录有加以规定。

供给者在未确认进货的物品是否合适前，不要任意使用。如果在紧急需要使用时，则必须识别其制品，若有不合者，必须要有办法立即更换。

制程中也是以品质计划书来进行检查，在确认结束之前，若是不适合时的回收手续未明确，不得再向前进行。有关最终检查，也是同样按照品质计划书中所述叙的程序，进行同时要作成制品的有关资料与文书，未被承认之前，也不得出货。

另外，也规定有检查记录的作成与保持。

(11) 检验、量测与试验设备

本节是针对供给者，就有关保存、供给、或从购入者提供的检查、计测、试验装

置等管理的规定。

其规定的要求事项有以下十点：

- 计测项目与要求精度的明确化，适切的检查、计测、试验装置的选定；
- 使用标准器校正；
- 校正步骤；
- 检查、计测、试验装置的准确度与精密度；
- 校正状态的识别；
- 校正记录的保持；
- 偏离校正基准时的处理；
- 检验、量测、试验的实施时的环境条件；
- 检验、量测、试验装置的处理与保管；
- 校正时避免人为随意调整保护的手段。

另外，在试验用的治具、安装模具、软件等，对于使用前的确认、定期检查记录等也都设有规定。

(12) 检查与试验状况

本节说明制品的检查，试验的状态识别即规定要明示是否合格。

只有检查试验合格的制品，才可以出货、可以使用、可以安装，应多下工夫寻求适切的手段。另外，在货物上也须明记出货者所应负的责任。

(13) 不合格品的管制

本节是对有关不合乎要求事项的制品的处理方式加以规定。供给者对不合格品的识别、文书化、评价、分离、处置时，对关系部门的周知等，要规定有确实实施的手续，并加以实施。

关于不合格品的再审查，在本节就有所规定。再审查的结果处理，有再加工、修理或用途变更、改用、不采用、废弃等方法。

在契约内有规定时，供给者须把不合格品的使用或修理的提案，要向购买者或其代理人报告。另外，也须记录不合格品或修理的状态。有再加工或修理时，则有再检查的必要。

(14) 改善措施

本节是针对不合格品的处置，对再发防止措施加以规定。

供给者必须对下列有关事项的步骤加以规定，并实施的：

- 不合格品的原因调查与再发防止措施；
- 为了去除潜在原因，须做制程、作业、特采品质记录、服务报告书、顾客抱怨分析等。

- 针对问题做预防处置；
- 改善措施的实施与其效果确认；
- 随着改善措施的步骤变更及其实施与记录。

此节中的改善措施，是指契约制品于生产中发现不良时的再发防止措施。并非要求制程设计或设计“方法”的改善等，对品质系统的处理。

(15) 搬运、储存、包装以及交货

本节是对制品搬运、储存、包装、交货的步骤，及其实施方法加以规定。

在制品搬运方面，必须谋求防止损伤，劣化等方法。

为了防止使用或出货时的制品损伤，必须设置适切的保管区域或贮藏室，并制定搬入、搬出方法，且定期做检查工作。

供给者须实施合乎要求事项的包装、保存、销售方法。此外，在把货交给购买者时，须进行制品的识别、保存、区分。

确实谋求最终检查、试验终了后的制品品质保护对策。

在契约中有要求时，此种保护必须进行至交货给购买者为止。

(16) 品质记录

本节是对品质记录的管理的规定。这里虽然对品质记录的对象为何？并没有很明确，但却有一文记载包含委外协力业者的品质记录。

供给者须对品质记录的识别存档、保管、维持、废弃等步骤加以规定，并实施。

关于品质记录的处理，规定须要容易读，对有关制品的劣化、损伤最小且不会遗失的环境下保管，并能于需要时立即找寻到记录。

此外，如果契约成交时，在契约期间，购入者或其代理人必须有办法确认其品质记录。

(17) 内部品质监查

本节是对供给者须于内部自行做品质监查加以规定。

供给者须确认品质活动是否有按照计划进行，判定品质系统的有效与否，须进行总括性的内部品质监查。

监查的计划，须以活动状况与重要度来立案，而监查与其追踪活动，须按照文书化的步骤来实施。

监查结果须文书化，并通知被监查部门的责任者。而责任者对被指摘不充分之处，应采取适切的处理。

(18) 教育、训练

本节是有关教育、训练，明确必要的教育、训练，对品质有关系的所有的人都必须实施教育、训练加以规定。

有关从事某特定业务的人员，须进行其必要的教育训练，使其累积经验，并做资格认定。另外，须保存教育训练的记录。

(19) 售后服务

本节是针对售后服务如果只以非常简略的文字制定契约时，根据制定的要求事项，实施售后服务，确认其适合性加以规定。

但是，本节并无记载有关抱怨处理体系的规定。

有关抱怨处理，责任所在的判定、处理步骤、处理终了等，两者之间易产生的问题，必须详细记载于契约文书中。

(20) 统计的方法

本节也是只有很简单的文字规定，如果是适切时，对制程能力与制品特性的评价，须制定合适的统计方法的步骤。

全国Mini-MBA职业经理双证班



精品课程 权威双证 全国招生 请速充电

教委批准成立正规管理类教育机构，近 20 年实战教育经验，值得信赖！（教证：0000154160 号）

全国迷你 MBA 职业经理双证书班[®]，全国招生，毕业颁发双证书，近期开课。咨询电话：13684609885

招生专业及其颁发证书

认证项目	颁发双证	学费
全国《职业经理》MBA 高等教育双证书班	高级职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《人力资源总监》MBA 双证书班	高级人力资源总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《生产经理》MBA 高等教育双证班	高级生产管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《品质经理》MBA 高等教育双证班	高级品质管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销经理》MBA 高等教育双证班	高级营销经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《物流经理》MBA 高等教育双证班	高级物流管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《项目经理》MBA 高等教育双证班	高级项目管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《市场总监》MBA 高等教育双证书班	高级市场总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《酒店经理》MBA 高等教育双证班	高级酒店管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《企业培训师》MBA 高等教育双证班	企业培训师高级资格认证毕业证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《财务总监》MBA 高等教育双证班	高级财务总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销策划师》MBA 双证书班	高级营销策划师高级资格认证证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《企业总经理》MBA 高等教育双证班	全国企业总经理高级资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《行政总监》MBA 高等教育双证班	高级行政总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《采购经理》MBA 高等教育双证班	高级采购管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《医院管理》MBA 高等教育双证班	高级医院管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《IE 工业工程管理》MBA 双证班	高级 IE 工业工程师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《企业管理咨询师》MBA 双证班	高级企业管理咨询师资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《工厂管理》MBA 高等教育双证班	高级工厂管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课：远程函授+视频光盘+网络学院在线辅导（集中面授）



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获取相应专业钢印《高级职业经理资格证书》；
- 2、毕业后可以获取2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》；



【证书说明】

- 1、证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（学校官方网站电子注册查询、随证书带整套学籍档案）；
- 2、毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇，



【学习期限】 3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（含教材光盘、认证辅导、注册证书、学籍注册等全部费用）

函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是经理人首选的学习方式。



【招生对象】

- 1、对管理知识感兴趣，具有简单电脑操作能力（有2年以上相应工作经验者可以申请提前毕业）。
- 2、年龄在20—55岁之间的各界管理知识需求者均可报名学习。



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习：专家、顾问24小时接受在线教学辅导+每年度集中面授辅导



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【主办单位】

美华管理人才学校是中国最早由教委批准成立的“工商管理MBA实战教育机构”之一，由资深MBA教育培训专家、教育协会常务理事徐传有老师担任学校理事长。迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训，连续13年被教委评选为《优秀成人教育学校》《甲级先进办学单位》。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。



【咨询电话】13684609885 0451--88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅

【学校网站】<http://www.mhgy.net>

【咨询邮箱】xchy007@163.com



【报名须知】

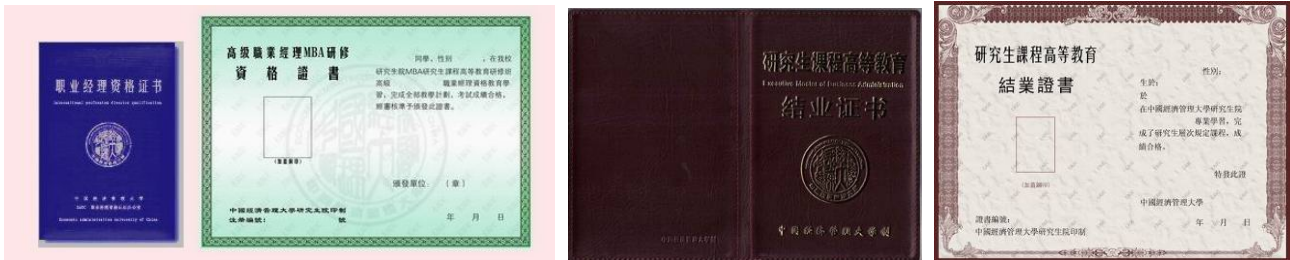
- 1、报名登记表格下载后详细填写并发邮件至 xchy007@163.com (入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可)
- 2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】(请携带本人身份证到银行办理交费手续，部分银行需要查验办理者身份证)

方式一	学校地址	<p>邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室</p> <p>邮政编码：150020 收件人：王海涛</p>
方式二	学校帐号 (企业账户)	<p>学校帐号：184080723702015 账号户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校</p> <p>开户银行：哈尔滨银行中大支行 支付系统行号：313261018034</p>
方式三	交通银行 (太平洋卡)	<p>帐号：40551220360141505 户名：王海涛</p> <p>开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心</p>
方式四	邮政储蓄 (存折)	<p>帐号：602610301201201234 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨道外储蓄中心</p>
方式五	中国工商银行 (存折)	<p>帐号：3500016701101298023 户名：王海涛</p> <p>开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行</p>
方式六	建设银行帐户 (存折)	<p>中国人民建设银行帐户（存折）： 1141449980130106399</p> <p>用户名：王海涛</p>
方式七	农业银行帐户 (卡号)	<p>农业银行帐户（卡号）： 6228480170232416918 用户名：王海涛</p> <p>农行卡开户银行：中国农业银行黑龙江分行营业部道外支行景阳支行</p>
方式八	招商银行 (卡号)	<p>招商银行帐户（卡号）： 6225884517313071 用户名：王海涛</p> <p>招商银行卡开户银行：招商银行哈尔滨分行马迭尔支行</p>

可以选择任意一种方式缴纳学费，收到学费当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材、考试问卷以及收费票据。