



3A 企管书系 2

中国企业管理培训中心培训专用教材

精益生产方式

现场 IE

刘胜军 编著

海天出版社

中国企业管理培训中心培训专用教材

精益生产方式 现场IE

刘胜军 编著

海天出版社

作者简介



刘胜军(日本IE专业工学硕士)

历任:

- * 广州本田公司部长助理
- * FOSTER电机(株) IE主管
- * 德丰集团洪梅电器厂IE经理

现任: 深圳3A企业管理顾问公司副总经理

刘胜军先生曾服务于多间大型日资及港资等外资企业。赴日留学多年中对IE(工业工程)的系统理论学习及国内多年现场推行IE及精益生产经验,形成了自己独到的理论与实践相结合的优势。能够对大型制造类企业全面地进行精益生产系统的指导与改造。协助企业进行系统优化与革新,提升企业竞争力。

入厂指导过的部分企业:

三和精密机械株式会社
富士电机株式会社
金霸王(中国)有限公司
高劲电子(深圳)有限公司
FARBELL COMPANY LIMITED
日资东莞铁和制作所
广州维高集团
港资东莞泰生电机厂
日资丰达电机
日资士美达电机
东莞辰昌电器制品厂
广州模具厂



总 序

在国内的许多企业，尚没有把管理当成一门技术，因此也就没有认识到管理的重要性。美国在 1889 年以来的 100 多年的时间里，一直保持生产率以平均每年近 2.5% 的速度增长，这种增长使美国财富每隔 30 年便翻一番。在这每年 2.5% 的增长中，劳动力素质的提高的贡献是 0.5%，大量投入资本的贡献是 0.4%，而管理创新的贡献是 1.6%，占整个生产率增长的 64%！

管理是一门技术，并且是国内目前最缺的一门技术。

中国已加入 WTO，大量外国资本、知名企业已蠢蠢欲动，即将开始大量“入侵”中国市场。在 WTO 协议的保护期内尽快提升企业管理水平，积蓄与竞争对手搏斗的力量刻不容缓。

我们企业的管理水平与优秀企业相比差距有多大？

“日本的企业都在以‘毫秒’为单位进行改善，你们顾问公司还在大力推行 5S 吗？”“是的，中国的许多企业尚没有实施推行改善的基础工程——5S，其改善还只能以‘小时’为单位来衡量。”以上是本人与原理光公司董事长立神先生的对话，它一方面反映了日本企业改善方面的深度，同时也说明国内企业在现场管理上的落后。如果不能缩小这种管理上的差距，我们的企业将陷入生存的困境。

面对加入 WTO 以后市场的挑战，除了全方位地提升企业管理水平，我们别无选择。

3A 企管顾问师们有丰富的实战经验，入厂指导过的企业遍及北京、上海、天津、广东、福建、广西、云南、湖南、浙江、江苏、山东、河北、辽宁、陕西、河南等十余省市，其中不乏国内著名的企业如诺基亚（苏州）电信有限公司、青岛啤酒股份有限公司、广东大亚湾核电站、长城计算机深圳股份有限公司、三一重工股份有限公司、长城汽车集团、南方中集集装箱制造有限公司、吉利汽车制造有限公司、广东三菱重工金羚空调有限公司、福建恒安国际集团有限公司、北京三元食品有限公司、上海光明乳业有限公司、厦门 FDK（富士电气）、许继电气集团、广州箭牌口香糖有限公司、昆明晶华光学有限公司、石家庄神威药业股份有限公司、江苏华晨华通路面机械有限公司、上海美联钢结构有限公司、TCL 国际电工有限公司等著名企业及首都航天机械公司、西安 210 所、合肥 38 所、天津通信广播集团等军工企业。

帮中国企业走向世界，助世界企业立足中国。在追求卓越的道路上，3A 企管与您同行。

《3A 企管书系》编委会

前 言

精益生产是国际汽车计划组织（IMVP）对日本 JIT 生产模式的赞誉之称。“精”即少而精，不投入多余的生产要素，只在适当的时候生产必要数量的市场需要（后工序需要）的产品，“益”即所有生产经营活动均要有益、有效，具有经济性。总之，精益生产是当前工业界最具影响力、公认最佳的一种生产组织体系和方式。而现场 IE 则是完成精益生产方式的工程基础，同时，是精益生产系统的重要组成部分及方案结果的评价方法。从广义的 IE 来看，精益生产是现代 IE 发展的最高级表现，因为广义 IE 即是系统的 IE。

工业工程（IE）是技术与管理相结合的一门工程学。目的是提高工作效率、降低成本、提高质量、追求系统整体优化。它广泛应用于制造业、建筑业、交通运输、航空航天、邮电、农业、旅游等等行业。

过去中国企业由于长期在传统计划经济的体制下运作，生产系统中严重忽视“效率”、“效益”。国外成功的经验证明，IE 是推动生产体系彻底变革，实现经济增长方式由粗放型向集约型转变的主要工程技术。

中国在改革开放的 20 年中许多走在时代前面的企业，积极引进先进的管理理念，如上海汽车工业总公司近年来推行精益生产，桑塔纳轿车生产成本每年下降 5%，劳动生产率每年提高 5%。中国二汽在变

速箱厂推行精益生产 1 年，产量比原设计能力翻一番，流动资金和生产工人减少了 50%。一汽变速箱厂推行精益生产方式，半年中产值增长 44.3%，全员劳动生产率增长 37%，人均创利增长 25.1%。

中国加入 WTO 之后，中国制造业与国际企业的差距何在？为什么这么低廉的劳动力成本之下，外国产品的成本价格还能低于中国？一句话，效率！只有精益求精的效率提升才能降低成本使产品真正具有竞争力，才能提高人的价值，才能真正实现“尊重人”的人本主义，才能最大限度地发挥人的积极性，才能减少管理的浪费。效率的提高与管理是 IE 的目的和核心技术。推广应用工业工程技术（IE）和精益生产方式（JIT），并使之与中国国情相结合，是中国企业向国际优秀企业靠拢的利器，同时它又是所有制造型企业形成核心竞争力的关键技术之一，也将为“中国制造”昂首进入国际市场打下坚实基础。

本书编写过程中参考了一些中外书籍的部分观点，主要参考资料目录已列在书后。在此对国内外有关作者表示衷心的感谢。

十年磨一剑。希望本书能为国内企业生产管理水平的提升有所贡献。

刘胜军

2002 年 5 月

工业工程 (IE) 是一门综合交叉性的边缘学科，是技术与管理相结合的一门工程学，其宗旨是提高工作效率，降低成本，提高质量，追求系统整体优化。它是精益生产系统的基础工程技术，它又是科学、客观、量化的管理技术。

当企业把“精益”提高到企业发展的战略高度时，才能使全体员工矢志不移地努力实现精益目标。

本书作者有着丰富的精益生产推行经验，精通现场IE实用方法，使精益生产始终站在科学的基础上，因此能为企业创造巨大效益。

责任编辑 宋小乔

封面设计 刘 晖

责任技编 陈 炯

3A企管书系

企业的成败在于人，而人的价值的提升在于不断地接受正确的指导及自我启发。

千里之行，始于足下；万丈高楼源于牢固的基础。秉持着“现场、现物、现实”的理念，以工厂管理为核心的我们，不属于“高谈阔论”，我们注重于“实实在在地”——提供实在而正确的管理理念；提供实在而正确的工作方法。

《3A企管书系》必将为企业管理者带来实实在在的收获。



目 录

第一章 精益生产方式概要	(1)
一、何为精益生产方式	(2)
二、精益生产方式的优越性及其意义	(3)
三、精益生产管理方法上的特点	(3)
四、精益生产与大批量生产方式管理思想的比较	(5)
五、精益生产的结构体系及主要项目	(7)
六、精益生产体系的目标	(10)
七、精益生产支柱与终极目标	(12)
八、精益生产与 ERP	(14)
九、精益生产与 IE	(16)
第二章 现场 IE 概论	(18)
一、工业工程概述	(19)
二、工业工程发展简史	(25)
三、IE 活动的意义与定义	(29)
四、现场 IE 活动的效率意识	(30)
五、IE 活动的导入与推进	(34)
六、现场 IE 活动的效果	(43)



七、IE 手法概要	(43)
第三章 程序分析——方法研究 (1)	(48)
一、程序分析概述	(49)
二、产品工艺分析	(51)
三、作业流程分析	(59)
四、联合作业分析	(63)
五、程序分析的补充——附带分析	(69)
六、程序分析的改革方向	(79)
第四章 动作分析——方法研究 (2)	(86)
一、动作分析概要	(87)
二、动素分析	(89)
三、影像动作分析	(93)
四、动素分析改善实践	(96)
第五章 动作经济原则与流程经济原则	(105)
一、动作经济原则	(106)
二、流程经济原则	(114)
第六章 时间分析——作业测定 (1)	(121)
一、时间分析概要	(122)
二、时间分析方法	(123)
三、时间分析的使用	(127)
四、录像的时间分析	(132)
第七章 标准时间的设定——作业测定 (2)	(134)
一、标准时间概要	(135)



二、标准时间的设定	(138)
第八章 PTS 法（预置时间标准法）——作业测定（3）	(151)
一、预置时间标准法概要	(152)
二、模特法（MOD 法）	(153)
第九章 Line balancing——平衡生产线	(171)
一、Line balancing 的定义	(172)
二、Line balancing——平衡生产线的意义	(173)
三、Line balancing 的计算	(174)
四、Line balancing 的改善原则方法	(175)
五、Line balancing 与“一个流”生产	(181)
第十章 作业管理	(183)
一、作业管理概要	(184)
二、作业标准（OS）与标准作业（SO）	(186)
三、作业环境标准	(190)
四、作业管理	(194)
第十一章 作业改革	(198)
一、作业改革的方向	(199)
二、认识浪费	(200)
三、消除浪费实现“零浪费”的方法对策	(212)
参考文献	(215)

第一章

精益生产方式概要

- 一、何为精益生产方式
- 二、精益生产方式的优越性及其意义
- 三、精益生产管理方法上的特点
- 四、精益生产与大批量生产方式管理思想的比较
- 五、精益生产结构体系及主要项目
- 六、精益生产体系的目标
- 七、精益生产支柱与终极目标
- 八、精益生产与 ERP
- 九、精益生产与 IE

与传统的大批量生产相比，精益生产只需要一半的人员、一半的生产场地、一半的投资、一半的生产周期、一半的产品开发时间和少得多的库存，就能生产品质更高、品种更多的产品。

一、何为精益生产方式

精益生产 (Lean Production, 简称 LP) 是美国麻省理工学院数位国际汽车计划组织 (IMVP) 的专家对日本“丰田 JIT (Just In Time) 生产方式”的赞誉之称。精, 即少而精, 不投入多余的生产要素, 只是在适当的时间生产必要数量的市场急需产品 (或下道工序急需的产品); 益, 即所有经营活动都要有益有效, 具有经济性。精益生产是当前工业界公认最佳的一种生产组织体系和方式。

精益生产是战后日本汽车工业遭到的“资源稀缺”和“多品种、少批量”的市场制约的产物, 它是从丰田相佐诘开始, 经丰田喜一郎及大野耐一等人的共同努力直到 20 世纪 60 年代才逐步完善的。

精益生产既是一种以最大限度地减少企业生产所占用的资源和降低企业管理和运营成本为主要目标的生产方式, 同时它又是一种理念, 一种文化。实施精益生产就是决心追求完美的历程, 也是追求卓越的过程, 它是支撑个人与企业生命的一种精神力量, 也是在永无止境的学习过程中获得自我满足的一种境界。其目标是精益求精、尽善尽美、永无止境地追求七个零的终极目标。

精益生产的关键是管理过程, 包括人事组织管理的优化, 大力精简中间管理层, 进行组织扁平化改革, 减少非直接生产人员; 推进生产均衡化、同步化, 实现零库存与柔性生产; 推行全生产过程 (包括整个供应链) 的质量保证体系, 实现零不良; 减少和降低任何环节上的浪费, 实现零浪费; 最终实现拉动式准时化生产方式。

精益生产的特点是消除一切浪费、追求精益求精和不断改善。去掉生产环节中一切无用的东西, 每个工人及其岗位的安排原则是必须增值, 撤除一切不增值的岗位。精简是它的核心, 精简产品开发设

计、生产、管理中一切不产生附加值的工作，旨在以最优品质、最低成本和最高效率对市场需求作出最迅速的响应。

二、精益生产方式的优越性及其意义

与大批量生产方式相比，日本所采用的精益生产方式的优越性主要表现在以下几个方面：

(1) 所需人力资源——无论是在产品开发、生产系统，还是工厂的其他部门，与大批量生产方式下的工厂相比，均能减至 $1/2$ ；

(2) 新产品开发周期——可减至 $1/2$ 或 $2/3$ ；

(3) 生产过程的在制品库存——可减至大量生产方式下一般水平的 $1/10$ ；

(4) 工厂占用空间——可减至采用大批量生产方式工厂的 $1/2$ ；

(5) 成品库存——可减至大批量生产方式工厂平均库存水平的 $1/4$ ；

(6) 产品质量——可提高 3 倍；

精益生产方式竭力追求生产的合理性、高效性，追求能够灵活多样地生产适应各种需求的高质量产品的生产技术和管埋技术，其基本原理和诸多方法，对制造业具有积极的意义。精益生产的核心，即关于生产计划和控制以及库存管理的基本思想，对丰富和发展现代生产管理理论也具有重要的作用。

三、精益生产管理方法上的特点

1. 拉动式(Pull)准时化生产(Just In Time)

(1) 以最终用户的需求为生产起点；

(2) 强调物流平衡，追求零库存，要求上一道工序加工完的零件立即可以进入下一道工序；

(3) 组织生产线依靠看板的形式，即由看板传递工序间需求信息（看板的形式不限，关键在于能够传递信息）；

(4) 生产中的节拍可由人工干预、控制，保证生产中的物流平衡（对于每一道工序来说，即为保证对后工序供应的准时化）；

(5) 由于采用拉动式生产，生产中的计划与调度实质上是由各个生产单元自己完成，在形式上只作最终产品的生产计划，过程中各个生产单元自主协调则极为必要。

2. 全面质量管理

(1) 强调质量是生产出来而非检验出来的，由过程质量管理来保证最终质量；

(2) 生产过程中对质量的检验与控制在每一道工序都进行，重在培养每位员工的质量意识，保证及时发现质量问题；

(3) 如果在生产过程中发现质量问题，根据情况，可以立即停止生产，直至解决问题，从而保证不出现对不合格品的无效加工；

(4) 对于出现的质量问题，一般是组织相关的技术与生产人员作为一个小组，一起协作，尽快解决。

3. 团队工作法 (Teamwork)

(1) 每位员工在工作中不仅是执行上级的命令，更重要的是积极地参与，起到决策与辅助决策的作用；

(2) 组织团队的原则并不完全按行政组织来划分，而主要根据业务的关系来划分；

(3) 团队成员强调一专多能，要求能够比较熟悉团队内其他工作人

员的工作，保证工作协调、顺利进行；

(4)团队人员工作业绩的评定受团队内部的评价的影响；

(5)团队工作的基本氛围是信任，以一种长期的监督控制为主，而避免对每一步工作的核查，提高工作效率；

(6)团队的组织是变动的，针对不同的事物，建立不同的团队，同一个人可能属于不同的团队。

4. 并行工程 (Concurrent Engineering)

(1)在产品的的设计开发期间，将概念设计、结构设计、工艺设计、最终需求等结合起来，保证以最快的速度按要求的质量完成；

(2)各项工作由与此相关的项目小组完成，进程中小组成员各自安排自身的工作，但可以定期或随时反馈信息并对出现的问题协调解决；

(3)依据适当的信息系统工具，反馈与协调整个项目的进行，利用现代 CIM 技术，在产品的研制与开发期间，辅助项目进程的并行化。

四、精益生产与大批量生产方式管理理想的比较

精益生产作为一种从环境到管理目标都全新的管理思想，在实践中取得成功，并非简单地应用了一二种新的管理手段，而是一套与企业环境、文化以及管理方法高度融合的管理体系，因此精益生产自身就是一个自治的系统。

1. 优化范围不同

大批量生产方式源于美国，是基于美国各企业间关系，强调市场导向，优化资源配置，每个企业以财务关系为界限，优化自身的内部

管理。而相关企业，无论是供应商还是经销商，则以对手相对待。

精益生产方式则以产品生产工序为线索，组织密切相关的供应链，一方面降低企业协作中的交易成本，另一方面保证稳定需求与及时供应，以整个大生产系统为优化目标。

2. 对待库存的态度不同

大批量生产方式的库存管理强调风险管理。

精益生产方式则将生产中的一切库存视为“浪费”，出发点是整个生产系统，而不是简单地将“风险”看作外界的必然存在；同时认为库存掩盖了生产系统中的缺陷与问题。它一方面强调供应对生产的保证，另一方面强调对零库存的要求，从而不断暴露生产中基本环节的矛盾并加以改进，不断降低库存以消灭库存产生的“浪费”。基于此，精益生产提出了“消灭一切浪费”的口号，追求零浪费的目标。

3. 业务控制观不同

传统的大批量生产方式的用人制度基于“雇佣”关系，业务管理中强调达到个人工作高效的分工原则，并以严格的业务稽核来促进与保证，同时稽核工作还防止个人工作对企业产生负效应。

精益生产源于日本，深受东方文化影响，在专业分工时强调相互协作及业务流程的精简（包括不必要的核实工作）——消灭业务中的“浪费”。

4. 质量观不同

传统的生产方式将一定量的次品看成生产中的必然结果。

精益生产基于组织的分权与人的协作观点，认为让生产者自身保证产品质量的绝对可靠是可行的，且不牺牲生产的连续性。其核心思

想是，导致这种概率性的质量问题产生的原因本身并非概率性的，通过消除产生质量问题的生产环节来“消除一切次品所带来的浪费”，追求零不良。

5. 对人的态度不同

大批量生产方式强调管理中的严格层次关系。对员工的要求在于严格完成上级下达的任务，人被看作附属于岗位的“设备”。

精益生产则强调个人对生产过程的干预，尽力发挥人的能动性，同时强调协调，对员工个人的评价也是基于长期的表现。这种方法更多地将员工视为企业团体的成员，而非机器。充分发挥基层的主观能动性。

五、精益生产的结构体系及主要项目

1. 精益生产的结构体系(见图 1-1)

2. 实施精益生产的六个主要方面和要求

(1) 实施精益生产的基础——通过 5S 活动来提升现场管理水平

(2) 准时化生产——JIT 生产系统

在顾客需要的时候，按顾客需要的量，提供需要的产品。由一系列工具来使企业实现准时化生产，主要工具有：

① 平衡生产周期——单件产品生产时间 Tact Time = Cycle Time

② 持续改进 Kaizen——Continuous Improvement

③ 一个流生产——One Piece Flow

④ 单元生产 Cell Production——U 型布置

⑤ 价值流分析 VA/VE

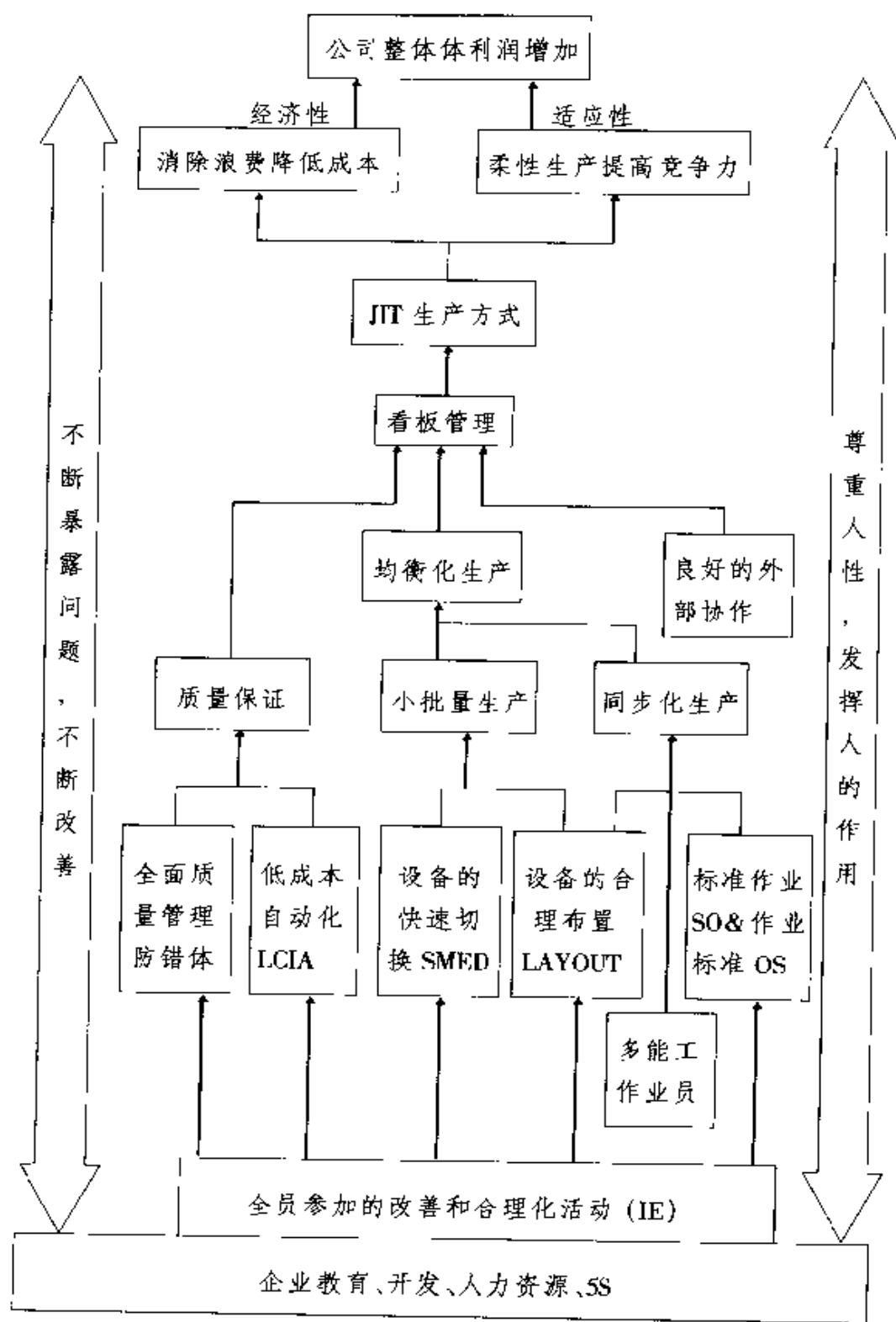


图 1-1

⑥方法研究 IE

⑦拉动生产与看板 Pull & Kanban

⑧可视化管理

⑨减少生产周期——Leadtime 减少

⑩全面生产维护 (TPM)

⑪快速换模 (SMED)

(3)在产品开发和生产全过程要始终贯彻 6 σ 质量管理原则。主要包括:

①操作者的质量责任

②操作者主动停线的工作概念

③防错系统技术

④标准作业 SO & 作业标准 OS

⑤先进先出控制 FIFO

⑥根本原因的找出 5WHY (5 个为什么)

(4)发挥劳动力的主观能动性

强调“发挥团队的主观能动性是精益企业的基本运行方式”。要鼓励团队精神,推倒企业各部门之间的墙壁。

(5)可视化管理

不仅是管理者,而且要让所有员工对公司的状况一目了然。信息充分沟通,最好的办法是把所有的过程都摆在桌面上,可视化而不是暗箱操作。

(6)不断追求完美

企业管理理念和员工的思想非常关键,纵然永远达不到理想的完美,也要不断前进,即使浪费是微不足道的,进步是点点滴滴的!

六、精益生产体系的目标

1. 精益生产的基本目标

工业企业是以盈利为目的的社会经济组织。因此，最大限度地获取利润就成为企业的基本目标。在市场瞬息万变的今天，精益生产采用灵活的生产组织形式，根据市场需求的变化，及时、快速地调整生产，依靠严密细致的管理，通过“彻底排除浪费”，防止过量生产来实现企业的利润目标。为实现这一基本目的，精益生产必须能很好地实现以下三个子目标：零库存、高柔性（多品种）、无缺陷。

2. 精益生产的子目标

(1) 零库存

一个充满库存的生产系统，会掩盖系统中存在的各种问题。例如，设备故障造成停机，工作质量低造成废品或返修，横向扯皮造成工期延误，计划不周造成生产脱节等，都可以通过动用各种库存掩盖起来。表面上看，生产仍在平衡进行，实际上整个生产系统可能已千疮百孔，更可怕的是，如果对生产系统存在的各种问题熟视无睹，麻木不仁，长此以往，紧迫感和进取心将丧失殆尽。因此，日本人称库存是“万恶之源”，是生产系统设计不合理、生产过程不协调、生产操作不良的证明，并提出“向零库存进军”的口号。所以，“零库存”就成为精益生产追求的目标之一。

(2) 高柔性

高柔性是指企业的生产组织形式灵活多变，能适应市场需求多样化的要求，及时组织多品种生产，以提高企业的竞争能力。面临市场多变这一新问题，精益生产方式必须以高柔性为目标，实现高柔性与

高生产率的统一。为实现柔性和生产率的统一，精益生产必须在组织、劳动力、设备三方面表现出较高的柔性。

①组织柔性: 在精益生产方式中，决策权力是分散下放的，而不是集中在指挥链上，它不采用以职能部门为基础的静态组织结构，而是采用以项目小组为基础的动态组织结构。

②劳动力柔性: 市场需求波动时，要求劳动力也作相应调整。精益生产方式的劳动力是具有多面手技能的多能工，在需求发生变化时，可通过适当调整操作人员的操作来适应短期的变化。

③设备柔性: 与刚性自动化的工序分散、固定节拍和流水生产的特征相反，精益生产采用适度的柔性自动化技术（数控机床与多功能的普通机床并存），以工序相对集中，没有固定节拍以及物料的非顺序输送的生产组织方式，使精益生产在中小批量生产的条件下，接近大批量生产方式由于刚性自动化所达到的高效率 and 低成本，同时具有刚性自动化所没有的灵活性。

(3) 零缺陷

传统的生产管理很少提出零缺陷的目标，一般企业只提出可允许的不合格百分比和可接受的质量水平。它们的基本假设是：不合格品达到一定数量是不可避免的。而精益生产的目标是消除各种引起不合格品的原因，在加工过程中每一工序都要求达到最好水平，追求“无缺陷”。

高质量来自零缺陷的产品，“错了再改”得花费更多的金钱、时间与精力，强调“第一次就做对”非常重要。每一个人若在自己工作中养成了这种习惯，凡事先做好准备及预防工作，认真对待，防患于未然，在很多情况下就不会有质量问题了。因此，追求产品质量要有预防缺陷的观念，凡事第一次就要做好，建立“无缺陷”质量控制体系。过去一般企业总是对花在预防缺陷上的费用能省则省，结果却造

成很多浪费，如材料、工时、检验费用、返修费用等。应该认识到，事后的检验是消极的、被动的，而且往往太迟。各种错误造成需要重做零件的成本，常常是预防费用的几十倍。因此，应多在缺陷预防上下功夫，也许开始时多花些费用，但很快便能收回成本。

七、精益生产支柱与终极目标

“零浪费”为精益生产终极目标，具体表现在 PICQMDS 七个方面，目标细述如下：

1. “零”转产工时浪费(Products 多品种混流生产)

将加工工序的品种切换与装配线的转产时间浪费降为“零”或接近为“零”。

2. “零”库存(Inventory 消减库存)

将加工与装配相连接流水化，消除中间库存，变市场预估生产为接单同步生产，将产品库存降为零。

3. “零”浪费(Cost 全面成本控制)

消除多余制造、搬运、等待的浪费，实现零浪费。

4. “零”不良(Quality 高品质)

不良不是在检查位检出，而应该在产生的源头消除它，追求零不良。

5. “零”故障(Maintenance 提高运转率)

消除机械设备的故障停机，实现零故障。

6. “零”停滞(Delivery 快速反应、短交期)

最大限度地压缩前置时间(Lead Time), 为此要消除中间停滞, 实现“零”停滞。

7. “零”灾害(Safety 安全第一)

人、工厂、产品全面安全预防检查, 实行 SF 巡查制度。

支撑精益体系实现 7 个“零”目标的体系支柱如图 1-2 表示。

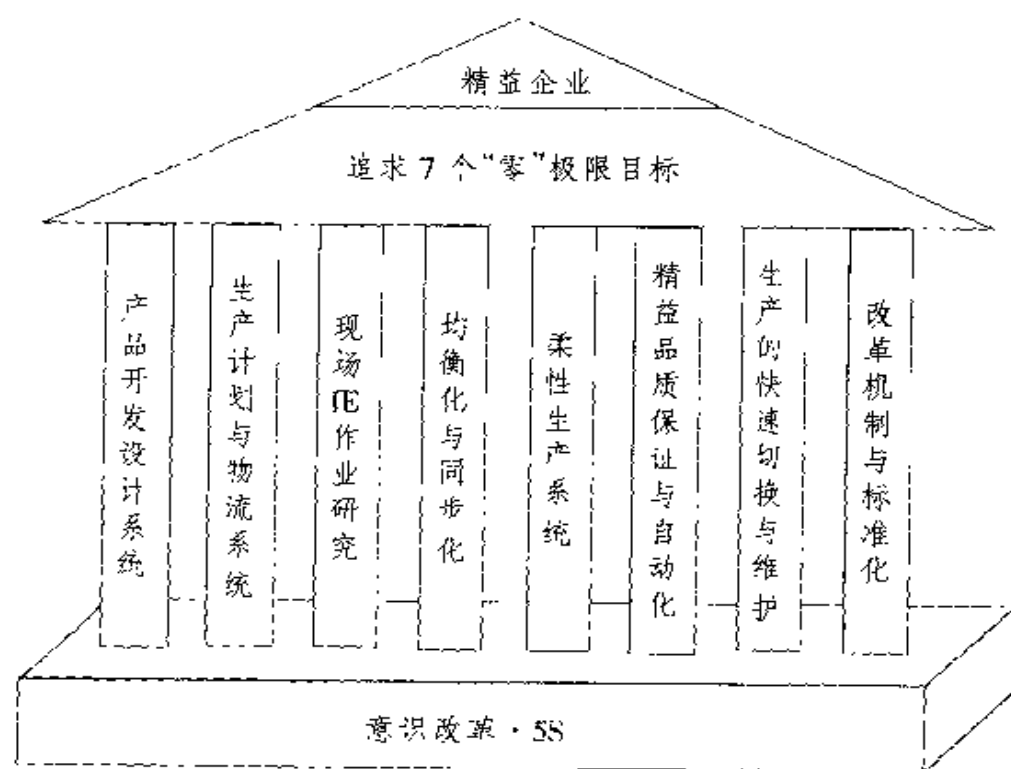


图 1-2

八、精益生产与 ERP

经过 20 多年的改革开放，中国许多企业在信息化的浪潮中，推行了 EPR 管理信息系统，但不知是出于利益的考虑还是对问题的认识不清，许多软件公司鼓吹 ERP 软件能让企业一步进入信息化管理，并且能实现 JIT（适时、适量、适物）生产，大幅度降低库存，马上就能与世界一流企业同步。但事实上多数中国企业并没有发挥 ERP 的全部功效，许多企业仅仅用到库存查询、订单管理等功能，真正能将计划与各种成品、半成品的生产指令及仓库物料出库指令进行准时、精确地设定，从而大幅度降低库存（减少流动资金被占用）的为数极少。ERP 不仅仅是一种管理软件，更是一种管理思想、管理文化。当企业管理以“精益、卓越”为宗旨，以准时化“零浪费”为目标时，没有 ERP 同样能达到低成本、高品质、短交期的生产。日本丰田公司在 70、80 年代的成功就是典型的事例。反之，有了 ERP，也并不意味着企业使用的管理软件与世界 500 强一样，更不意味着企业的生产管理水平也同世界 500 强一样。国内某知名电脑生产企业一名管理人员说：除非自己跟着戴尔的流程走一遍，否则他无法想像戴尔如何做到只有 4 天库存的，该企业直到 ERP 系统成功运行后，才达到了平均 22 天库存。该著名电脑制造商的现实情况无疑验证了这一点。

管理信息化的推行应该结合中国企业管理现状，在首先提升企业管理水平，并能达到一些切实的绩效目标的前提下再引进，而非盲目的信息化。换句话说，如果我们花巨资引进了 ERP，仅仅是多了几台电脑及各种制表格的软件，同时戴了一个信息化帽子，但是企业库存依旧庞大，工厂内物流依旧混乱，生产效率依旧低下，生产周期依旧很长，对市场的反应依旧迟钝，那么经营成本在原来的基础上又增加



了 ERP 设置及系统维护成本。显然这种信息化是失败的。国内知名企业推行 ERP 失败的事例，时有耳闻。推行 ERP 并未完全达到预期效果，只有默默吞下苦果的企业就更多了。

管理信息化的前提是企业应该充分进行科学合理的管理改善、流程再造。建立精确量化的管理系统，没有精确就没有量化，没有量化就没有有效的信息化。并不是企业只要出钱就可实现管理现代化的。比如，某企业库房没有定置坐标，总装车间也没有工序坐标，同时总装车间也不能准确提出几点几分需要哪些物料，那么即使实施了 ERP，也只能根据生产计划将某产品的物料全部一次性发出指令给总装车间，导致原料大量堆于现场，严重影响生产效率。而在精益生产的情况下，仓库中有准确的位置坐标，总装车间也有明确的工序坐标，各工序同时又能准确的提出几点几分需要哪些物料，物料供应按准时化进行，现场绝无大量原料及中间半成品，生产处于同步化、均衡化状态下，那么信息化则水到渠成。

ERP 应该是基于企业精益生产（JIT）生产管理系统下的信息化，它并不是简单地将现有的管理系统电子化就可成功实施的。它需要在成功地进行了管理革新的基础上，即将整个生产过程建立在以拉动式（Pull）生产系统即 JIT 模式的基础上实施方可取得最大效益。

事实上不在 JIT 模式下构建的 ERP 从某种意义上讲本身就不是先进的 ERP。如果实施了 ERP 后库存依然庞大，生产工时依然不能有效控制，交货周期及生产周期不能有效压缩，企业花巨资导入 ERP 的效果要大打折扣。当然，建立了 ERP 再全面推行 JIT 会相对容易一些，但是当企业在实现了精益生产方式后，还是要依靠原软件公司，再次花巨额费用追加 ERP 软件的功能（软件业称其为升级）来适应已改善的新的生产管理模式。

国际上众多的知名企业都是上世纪 70 年代至 80 年代初期建立了

精益生产方式，然后在上世纪 80 年代中后期才逐渐开始实施 MRP（ERP）系统。通过精益生产强化生产管理，通过 ERP 使得管理信息系统（MIS）工作效率化、整合企业资源管理。一步一步稳扎稳打，许多世界一流企业借助 ERP 将精益生产发挥得淋漓尽致。戴尔的 4 天库存、理光的 7 天库存、爱普生的 5 天库存无不是如此。

在精益生产诞生、发展、成熟，并在工业化国家广泛推广应用的时期（20 世纪 60 年代初至 20 世纪 80 年代初阶段），由于众所周知的原因，我国同工业化国家在企业管理方面几乎没有交流，更谈不上实际运用。因此在管理升级的道路上，国内绝大部分企业跨越了国外几十年实践精益生产的历史，直接实施 ERP（MRP）。正因为如此，国内似乎没有人指出戴尔的这种模式就是西方经过多年研究之后引进的日本精益生产的生产模式，它追求的就是零库存、系统整体优化，从而降低成本。国内制造企业在大量导入 ERP 后，如果把目标定在“同样的产品以世界最低的成本生产”、“高品质、低成本、短交期”，那么补精益生产这一课是不可或缺的了。笔者认为中国制造业的管理信息化要走精益生产与 ERP 一体化的道路，才能保证 ERP 的实施能够达到世界一流的水平。当然有了国外几十年的成熟经验，我们只要善于学习，也许只需要几年的时间。

九、精益生产与 IE

精益生产是当前工业界最佳的一种生产组织体系和方式。而 IE 则是为完成精益生产方式的工程基础，IE 又是精益生产的重要组成部分。

工业工程 IE (Industrial Engineering) 是对人员、物料、设备、能源和信息所组成的集成系统进行设计、改善的一门学科。

日本在推行精益生产时，运用基础 IE 中大量的作业研究、动作研究、时间分析技术，使精益生产始终站在科学的基础上，因此生机勃勃、卓有成效。日本企业在运用 IE 方面有极大的创造，使得精益生产不仅带来了生产组织方式的质变，而且带来了产品开发、质量控制、内外协作管理、与用户关系等一连串带根本性的企业组织体制、管理体制方面的重大变化和企业经营价值观的重大改变，其中最受影响的还包括日本企业的企业文化。丰田汽车公司生产调查部部长中山清孝认为，丰田生产方式(JIT)就是 IE 在企业中的应用。

日本从美国引进 IE，经过半个世纪发展，形成富有日本特色的 IE，即把 IE 与管理实践紧密结合，强调现场管理优化。我国企业在实施推进精益生产的过程中，应该结合现场 IE，从基础 IE 普及推广入手，进而实现拉动式准时化生产。

管理大师彼得·杜拉克曾说：“20 世纪工业取得巨大成就，在管理技术上贡献最大的莫过于 IE 技术了”。

第二章

现场 IE 概论

- 一、工业工程概述
- 二、工业工程发展简史
- 三、IE 活动的意义与定义
- 四、现场 IE 活动的效率意识
- 五、IE 活动的导入与推进
- 六、现场 IE 活动的效果
- 七、IE 手法概要

当企业把“精益”设定为企业发展的战略目标时，IE 就会在“现场”、“现物”、“实事求是”的理念下指引全体员工矢志不移地努力实现精益目标。

它是精益生产系统的基础工程技术，它又是科学、客观、量化的管理技术。

一、工业工程概述

1. 什么是工业工程(IE)

工业工程 (Industrial Engineering, 简称 IE) 被广泛公认的定义是由美国工业工程师学会(AIIE)于 1955 年正式提出、后修订的定义, 表述如下:

“工业工程, 是对人员、物料、设备、能源和信息所组成的集成系统进行设计、改善和设置的一门学科。它综合运用数学、物理学和社会科学方面的专门知识和技术, 以及工程分析和设计的原理与方法, 对该系统所取得的成果进行确定、预测和评价。”

IE 形成于 19 世纪末、20 世纪初的美国泰勒等人的科学管理运动, 它是工程技术、经济管理和人文科学相结合的边缘学科, 是在人们致力于提高工作效率、降低成本、提高质量的实践中产生的一门学科。它是把技术和管理有机地结合起来, 去研究如何使生产要素组成更高效运行的系统, 从而实现提高生产率的目标。

2. 工业工程的研究目标

工业工程的研究目标就是使生产系统投入要素得到有效利用, 降低成本, 保证质量和安全、提高生产率, 获得最佳效益。具体地讲, 就是通过研究、分析和评估, 对制造系统的每个组成部分进行设计(包括再设计, 即改善), 再将各个组成部分恰当地综合起来, 设计出系统整体, 以实现生产要素合理配置, 优化运行, 保证低成本、低消耗、安全、优质、准时、高效地完成生产任务。它追求的是系统整体的优化与提高。

3. 工业工程学科的范畴及应用范围

IE 学科的范畴根据美国国家标准 ANSI-Z94(1982 年修订版), 从学科角度把 IE 知识领域划分 17 个分支, 即:

- | | |
|--------------------------------|------------|
| ①生物力学 | ⑩实用心理学 |
| ②成本管理 | ⑪方法研究和作业测定 |
| ③数据处理与系统设计 | ⑫人的因素 |
| ④销售与市场 | ⑬工资管理 |
| ⑤工程经济 | ⑭人体测量 |
| ⑥设施规划 | ⑮安全 |
| ⑦材料加工 | ⑯职业卫生与医学 |
| ⑧组织规划与理论 | ⑰生产规划与控制 |
| ⑨应用数学(运筹学、管理经济学、统计质量控制、统计数学应用) | |

IE 在制造业的应用范围 (见图 2-1) 从狭义来看 IE 集中在生产

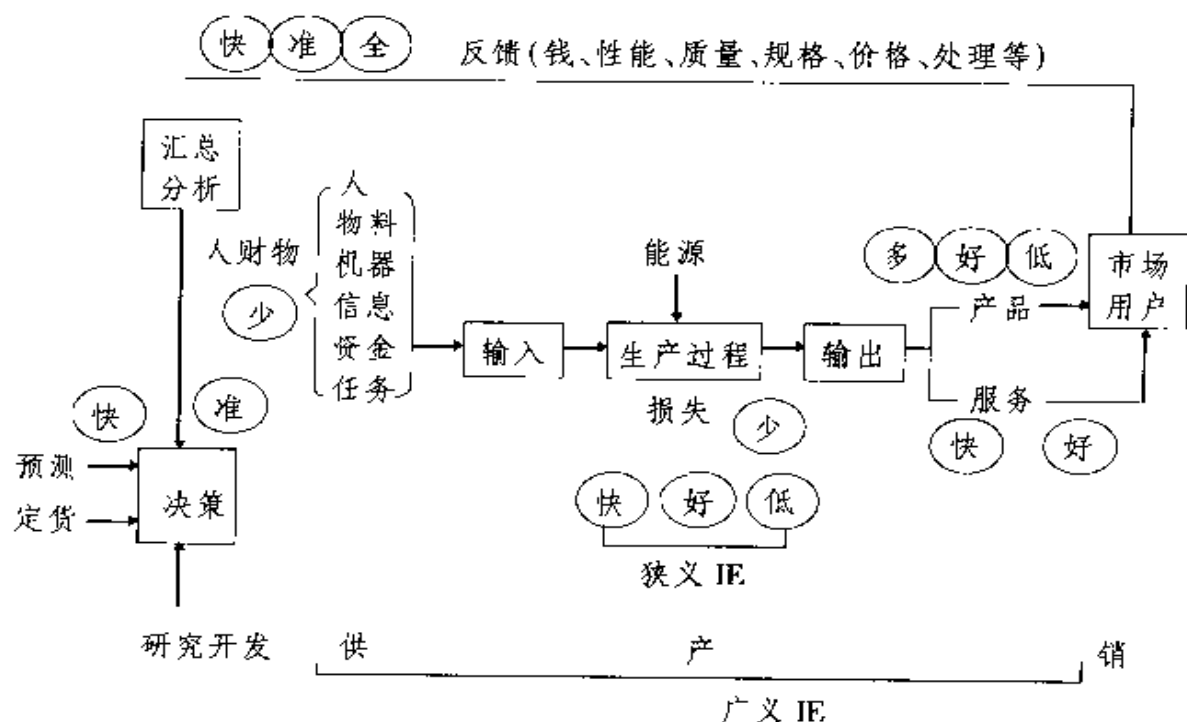


图 2-1 IE 在制造业的应用范围

过程的科学管理,从广义来看,IE 特别是结合了信息技术的现代 IE 已涵盖了产、供、销的全部管理系统。

4. 工业工程的特点

IE 是实践性很强的应用学科。综合分析 IE 的定义、内容(范畴)和目标,现代 IE 的基本特点概括为以下几个方面:

(1)IE 的核心是降低成本、提高生产质量和生产效率

追求生产系统的最佳整体效益,是 IE 的一个重要特点。

(2)IE 是综合性的应用知识体系

简单地说 IE 是把技术与管理有机地结合起来的综合学科。

(3)以人为本是 IE 区别于其他工程学科的特点之一

生产系统的各种组成要素中,人是最活跃的和不确定性最大的因素。IE 为实现其目标,在进行系统设计、实施、控制和改善的过程中,都必须充分考虑人和其他要素之间的关系和相互作用,以人为中心进行设计。从操作方式、工作站设计、岗位和职务设计直到整个系统的组织设计,IE 都十分重视研究人的因素,包括组织关系、环境对人的影响以及人的工作主动性、积极性、创造性及激励方法等,寻求合理配置人和其他因素,建立适合人的生理和心理特点的机器、环境和组织系统,使人能够充分发挥能动作用,从而在生产过程中提高效率,安全、健康、舒适地工作,实现个人及组织价值,进而更好地发挥各生产要素的作用。

(4)IE 的重点是面向微观管理(注重三化)

为达到减少浪费、降低成本的目的,IE 重点面向微观管理,解决各环节管理问题。从制定作业标准和劳动定额、现场管理优化直至各职能部门之间的协调和管理改善,都需要 IE 发挥作用。

三化即是指工业简化(Simplification)、专业化(Specialization)和标准

化(Standardization), 是 IE 的重要原则。所谓三化, 对降低成本提高效率起到重要作用。特别是标准化对现代工业的科学量化管理起着非常重要的作用, 它包括技术标准和管理标准, 特别是管理标准是规范企业中重复出现的管理业务工作的标准, 它既规定各种标准程序、职责、方法与制度, 同时也是组织和管理企业生产经营活动的方法与手段。

(5) IE 是系统优化技术

IE 所强调的优化是系统整体的优化, 不单是某个生产要素(人、物料、设备等)或某个局部(工序、生产线、车间等)的优化, 后者是以前者为前提的优化, 并为前者服务, 最终追求的目标是系统整体效益最佳(少投入、多产出)。所以 IE 从提高系统总生产率的目标出发, 对各种生产资源和环节具体研究、统筹分析、合理配置; 对各种方案作量化的分析比较, 寻求最佳的设计和改善方案。这样才能发挥各要素和各子系统的功能, 协调有效地运行。

系统的运行是一个动态过程, 具有各种随机因素。社会的前进及市场竞争日趋激烈, 对各种生产都提出了越来越高的要求, 需要进一步提高生产率; 而科学技术的高度发展也为 IE 提供了更多的知识和方法去实现生产率的提高。所以, 生产系统的优化不是一次性的, IE 追求的也不是一时的优化, 而是经常的持久系统优化, 对系统进行不断的革新改造和提高, 使系统实现最低浪费和更高的综合效益。

5. 工业工程对制造业的作用

工业工程对制造业的作用可归纳为以下几个方面:

- (1) 对系统进行规划、设计、评价与创新
- (2) 优化生产系统、物流系统与信息系统
- (3) 诊断企业症结

- (4)挖掘潜力，保证质量，提高企业生产效率和经济效益
- (5)杜绝浪费，节约资源，实现零浪费
- (6)提高企业素质，增强企业竞争力
- (7)制定工作标准及管理标准

6. 现场 IE(作业研究)在制造业中的作用

尽管现代 IE 应用极其广泛，但制造业仍然是最主要和有代表性的一个领域，制造工业具有这样的特点：即其生产活动的全部内容包括技术和管理两个方面：一是围绕材料加工(或通常说的制造技术)研究工艺与设备，这是制造的硬件部分；二是关于制造系统，即由人、材料和设备等组成的集成系统的控制和管理，这是制造业的软件部分。IE 正是将两者有机结合起来的原理和技术。因此，作业研究的应用不仅直接促使生产率提高，而且也是其他 IE 技术，如设施规划与设计、生产计划与控制等的必要基础。

作业研究是以工业企业中的生产系统为研究对象，运用方法研究与作业测定(工作衡量)等技术，对产品的设计、工艺、作业程序、材料使用、机器设备与工装夹具的运用及人的作业动作加以分析研究，从而制定最佳工作方法，并对此方法设定标准时间，这种方法与时间标准用于编制生产工艺标准、作业标准、生产计划、日程进度、计算产品标准成本和计划定员、评价生产结果、分配生产奖金、考核生产成果等。作业研究的目标是改进工作方法，并使方法标准化(图 2-2)。

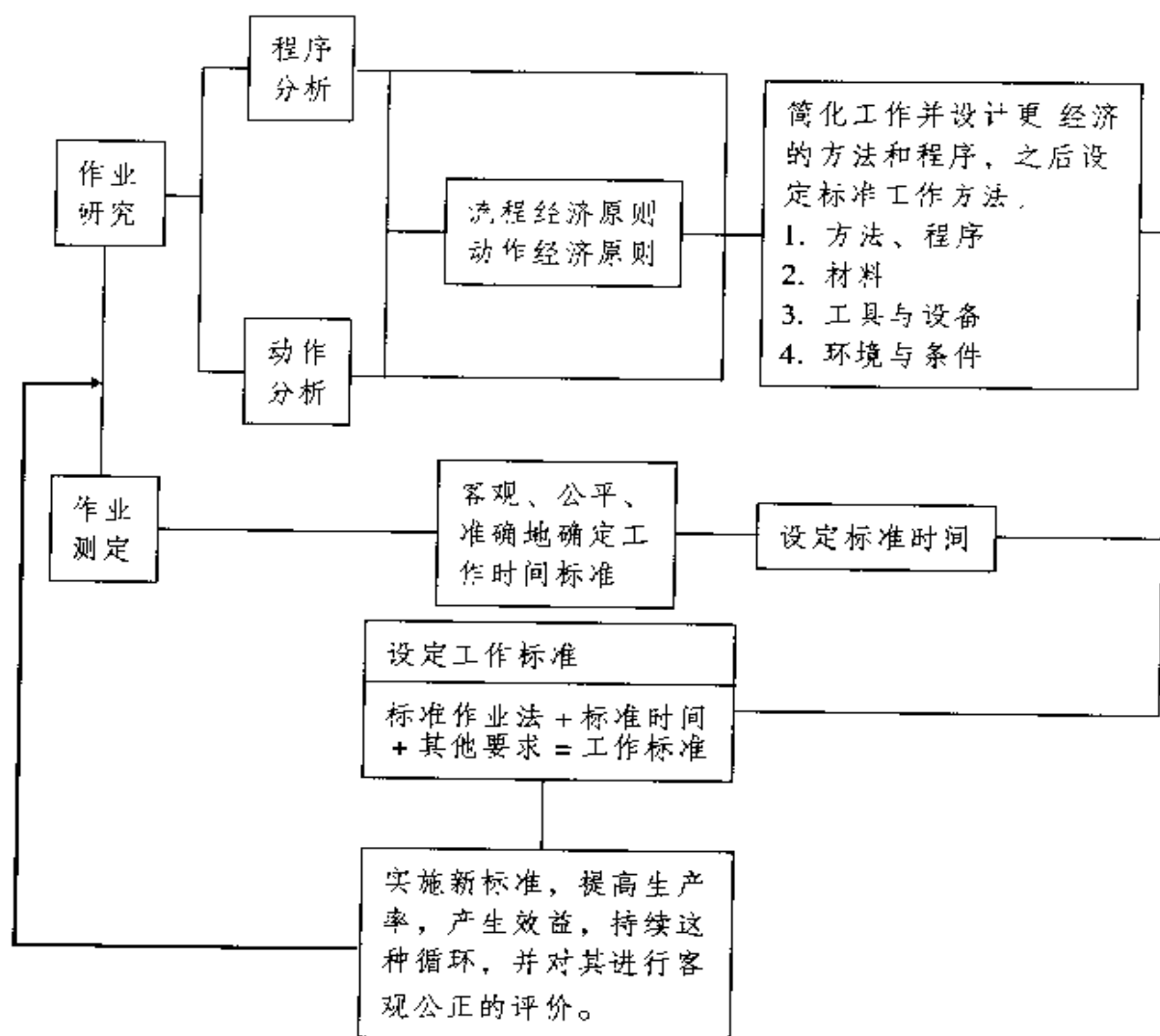


图 2-2 作业研究工作范畴

二、工业工程发展简史

1. 工业工程的起源

人类在从事生产活动中，运用数学、物理学、化学、生物学等基础科学原理，结合在生产实践中所积累的经验而发展，用于改造自然为人类服务的各种专门知识，称为工程学，如土木工程、机械工程、化学工程等。各种工程学科都是从实践中总结经验而发展起来的，工业工程也不例外，也是从实践中总结经验开始的。

工业工程是工业化生产的产物，一般认为是在本世纪初起源于美国，并且从泰勒（F. W. Taylor, 1856 ~ 1915）等人创立的科学管理发展起来的。南北战争以后，美国工业尤其是制造业迅速发展，1900年前后，制造业产值已超过农业。但是，当时的工业生产和今天的方式大不相同，那时很少有生产计划和组织，生产第一线的管理人员对工人作业只是口头的指导，工人通常所受到的训练也很差，工作方法缺乏科学性和系统性，主要凭经验办事。此时期，作业方法的改进一般都来源于工人自己为找到更容易和更简便的方法完成所承担的任务而自发的努力，完全是一种各自分散的个人行动，几乎没有人注意一个工人或一个工艺过程的改进和总体的协调，因而效率低，浪费大。以泰勒为代表的一大批科学管理先驱者，为改变这种状况，提高工作效率，降低成本，进行了卓有成效的工作，开创了科学管理，为工业工程的产生奠定了基础，开辟了道路。

泰勒是一位工程师和效率专家，是“科学管理”的创造人，并且也是一位发明家，一生获得过 100 多项专利。1847 年他考取哈佛大学去学院，由于视力不好，而被迫失学，进费城水泵制造公司当模型工学徒。1878 年到米德维尔钢铁公司工作，当过普通工人、技工、工

长、总技师以至总工程师。这期间，他还上夜校读书，并于 1883 年获得史蒂芬学院机械工程学位。这一经历使他对当时生产管理和劳动组织中的问题比较清楚，他认为管理没有采用科学方法，工人缺乏训练，没有正确的操作方法和程序，大大影响了生产率，他相信通过对工作的分析，总可以找到改进的方法，设计出效率更高的工作程序，并致力于研究。他系统地研究了工场作业和衡量方法，创立了“时间研究”（Time Study），改进操作方法，科学地制定劳动定额，采用标准化，因而大大地提高了效率，降低了成本。例如，1898~1901 年他在伯利恒（Bethlehem）钢铁公司工作期间，研究了铲煤和铲砂的工作，通过试验和测定发现，每一铲煤 21 磅（约 9.5kg）时装卸效率最高。泰勒采用科学方法对工人进行训练，结果使搬运量由原来每人每天 12.5t 增加至 48t，搬运效率提高近 4 倍。经过这样改进，减少所需的搬运工人数，使搬运费由每吨 8 美分降低到 4 美分。

泰勒提出了一系列科学管理原理和方法，主要著作有《计件工资》（1895 年）、《工场管理》（1903 年）以及《科学管理原理》（1911 年），系统阐述了他的研究成果和科学管理思想，对科学管理的发展作出了重大贡献，并被公认为工业工程的开端。所以，泰勒在美国管理史上被称作“科学管理之父”，也被称作“工业工程之父”。

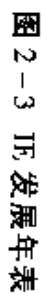
吉尔布雷斯（Frank B. Gilbreth, 1868~1924）是和泰勒差不多同一时期的另一位工业工程奠基人。他也是一名工程师，其夫人是心理学家。他们的主要贡献是创造了与时间研究密切相关的“动作研究”（Motion Study），就是对人在从事生产作业中的动作进行分解，确定基本动作要素（称为“动素”），然后作科学分析，建立起省工省时、效率最高和最满意的操作顺序。例如，当时按照他的方法培训的砌砖工人平均作业效率由每小时 120 块提高到 350 块。1912 年吉尔布

雷斯夫妇进一步改进动作研究的方法，把工人操作时的动作拍成影片，创造了影片分析法，对动作进行更细微的研究。1921 年他们又创造了工序图，为分析和建立良好的作业顺序提供了工具。他们在技能研究、疲劳研究和时间研究等方面也有卓越的成就，尤其重视研究生产中人的价值、作用及其对工作环境的反应等。

甘特（Henry L. Gantt）也是工业工程先驱者之一，他的重大贡献是发明了著名的“甘特图”（Gantt Chart），这是一种预先计划和安排作业活动、检查进度以及更新计划的系统图表方法，为工作计划、进度控制的检查提供十分有用的方法和工具，直到今天它仍然被广泛地用于生产计划与控制这一工业工程主要领域。还有许多科学家和工程师对科学管理和早期工业工程的发展做出了贡献。如 1766 年英国经济学家亚当·史密斯（Adam Smith）在其《原富》一书中提出劳动分工概念，李嘉图（Ricardo）的《政治经济学及赋税原理》（1817 年），穆勒（Stuart Mill）的《政治经济学原理》（1848 年）等，应该说都对上述 IE 先驱者产生过影响，这里就不一一列举了。

2. 工业工程的发展历程

工业工程形成和发展的演变过程，实际上就是各种用于提高效率、降低成本的知识、原理和方法产生和应用的历史。工业工程形成和发展历程可用图 2-3 所示的 IE 发展年表概括说明。该图横坐标表示在 IE 发展历程中一些重大事件（原理和方法）产生的时间，在大多数情况下，只表明事件的开始，而不是结束。从科学管理开始，IE 发展经历了如图 2-3 上方标明的科学管理、工业工程、运筹学、工业与系统工程四个相互交叉的时期，它突出表明不同时期 IE 的重大发展。



三、IE 活动的意义与定义

1. IE 活动的意义

在激烈的国际市场竞争中，提高生产力，为顾客提供满意的质优价廉商品是企业的目标，也是 IE 活动的主要目标。

企业在成长发展的过程中除了不断努力进步改善之外，还必须对企业资源进行有组织的、全员参与的有效活用，才可以达到资源最优化，IE 正是起到了这样一种作用。

不论在发源地的美国还是在战后的日本及新兴经济的亚洲各地区，IE 都同样对企业的崛起发挥了巨大作用，它的真正意义在于发挥全员积极性的同时提高了企业的竞争力。

2. IE 活动的定义

IE 活动有着各种广义和狭义的定义，一般较普及的定义是指将人、材料、设备、能源和信息进行集成的系统设计、改善、设定的活动。对于以现场作业为中心的 IE 活动，则可理解为“提高生产效率的工具和方法设计与改善，即更加轻松地、正确地、快速地、廉价地进行生产的方法与手段改善”。

不同企业都在用各种手段进行生产效率的提高与改善，但改善是无止境的，并且有着各种不同的课题和方向。工序的效率提升，人机配合更趋合理，工装夹具、机械及系统设置改善等，从这些不同视角对改善进行理解，则可对现场 IE 活动具体定义如下：

对工艺、作业、搬运、生产布局、设备、工装、材料、管理程序等进行程序、方法、配置和效率数据的 IE 分析调查，以提高效率为目

的，通过 5W1H 法，效率改善检查表等方法手段，发现不合理浪费及质量偏差，发挥团队的智慧及力量，检讨提出改善对策，最终达到满足顾客要求的品质、可靠性、成本及交期，这种提高并改善效率的有组织的活动即现场 IE 活动。

提高效率并不是拼命提高作业速度，做标准以上的工作，应该是研讨创新实施与目的相适应的，没有浪费与不合理并且可靠的方法和手段。提高效率是降低成本，缩短交期。

四、现场 IE 活动的效率意识

1. 何谓效率

IE 活动经常被当作效率改善的活动，效率提高了，则人手减少，单位时间人均产量提高。而 IE 效率具体理解为相对作业目的所采用的工具及方法是否最适合并被充分利用。即目的是否等于手段。

表 2-1 对此作了较详细的说明。

表 2-1

分类	内容说明		例 1(目的:运 7kg 物品)	例 2(目的:挖小坑)
有效率	目的 = 手段		用台车搬运	铁锹
无效率	浪费	目的 < 手段	用叉车搬运	推土机
	不合理	目的 > 手段	人手搬运	用手挖

现场经常发生很多如表 2-1 描述的目的与手段不相配合的情况，有效率的状态反而较少，不合理浪费的情况则比较普遍，并且往往浪费与不合理同时存在，有不合理的地方，则必然有浪费。

那么现场管理者在效率改善时，往往会有种错觉，认为给压力，加快工作速度则效率就会提高。这种为提高效率而增加员工的疲劳度

的做法，完全是错误的，相反通过改善工程设计，改良工装及改善作业环境使员工工作更加轻松，才会真正提高效率。因此在作业现场必须用脑、用心去发现那些作业目的与手段不相符的地方并进行改善，以使系统整体更加合理。

值得强调的是精益生产是在质量保证前提下的效率提升，所谓效率改善会影响到品质的说法，只是推卸责任或对精益效率的理解有偏差，并非 IE 本身问题。

2. 效率的测量方法

当我们理解了效率的内涵之后，来看如何测量效率。效率的测量因对象、工作特质的不同而不同，基本方法如下：

$$\text{效率} = \frac{\text{实际值}}{\text{基准值}}$$

$$\begin{aligned}\text{作业效率} &= \text{产量} \times \text{标准工时} \div \text{投入工时} \\ &= \text{实际产量} \div \text{标准产量} \\ &= \text{标准作业时间} \div \text{实际作业时间}\end{aligned}$$

除此以外，人、设备、工序等相关效率的计算方法如下：

- (1) 运转率 = 净运转时间 \div 运转可能的总时间
- (2) 故障率 = 故障次数 \div 运转总时间
- (3) 拉平衡效率 = 工序时间总和 \div (最长工序时间 \times 人员数)
- (4) 不良率 = 不良个数 \div 生产个数

3. 提高效率的思考方法

当我们努力提高现场效率时以下几种观点有助于我们对提高效率的理解。

- (1) 现场的全部东西和工作都是效率的对象

表 2-2

提高效率的思考方法

对象	内容	标准	状态	方法	改善原则
1. 人 直接间接 作业人员 管理者	时间 距离	作业效率 有效产出 率	1. 不合理 • 能力不足 • 超负荷运转 • 过分要求压制 明明能力不够 却不改善	1. 转移 • 作业、人力转移, 熟练工的调配 • 决定权的转移	1. 中止排除现有的方法 2. 相反的方法 3. 判断经常与例外的差别
2. 设备 机械 工装夹具 厂房	重量 次数	比率 故障率	2. 浪费 • 能力过高 • 大材小用	2. 提升 • 提升认识及判断力 • 感悟力的培养 • 行动力开发	4. 处理变化的地方 5. 扩大或缩小某些工序
3. 方法 工艺过程 作业方法 手法 配置 搬运 检查 保管 改善活动 管理	不良 件数 费用 人员 运转	合格率 一次性合格率 价值分析 出勤率 (固)稳定率	• 使用方法不当 • 能力有提高但手法照旧 • 管理标准不固定 3. 不统一 • 能力的无理变化 • 工作量不固定 • 浪费与不合理交替出现	3. 分担 • 工作分担 • 职能分担 • 平均化 4. 连续 • 连结配置 • 连贯流程及搬运 • 批次连贯 • 并行作业 • 通信信息连贯 5. 激励 • 明确组织使命与责任 • 自我价值的追求 • 社会价值的追求, 目标、目的明确	6. 合并或分解某些工序 7. 集中或分散处理 8. 添加某些东西 9. 调整次序 10. 是否可利用共同点及差异点 11. 替换 12. 并列, 小循环处理某些业务 13. 组织平面化
4. 材料 直接材料 间接材料	拉平衡	率 运转率 平衡率	• 作业及流程没有标准化 • 工作分配不均 衡责任不清		
5. 动力源 水电气	用量 空间	效率 空间利用率			

当提到效率改善时, 很多人就马上想到提高员工的作业速度。其实如表 2-2 所述, 人、设备、作业方法、材料、动力等等一切都是提高效率的对象。

(2) 提高效率并不只是缩短时间

效率提高的对象各种各样, 改善的内容也是如此, 并不只是时间

精益生产方式——现场 IE

上的效率提高。例如，搬运距离的缩短，费用的减少，气、水、电的节省也都在此范围。

(3) 必须进行定量的效率评价和管理

效率分析必须以定量的数据分析为依据，并且要有可追溯性，这样才能够对各种问题有着清晰的定性定量的理解与评价。

(4) 有不合理的地方，浪费必然存在

即使是一个不知道 IE 手法的人，也一样会找到不合理和浪费的地方，IE 只是一种手段和方法，它会帮大家挖掘、发现比较深层次的问题和凭观察发现不了的问题。

(5) 运用 IE 手法，彻底清查效率差的问题点

仅仅是凭眼睛对工程作业、工装、搬运进行观察，无法准确地把握问题所在及问题的严重程度。一个有经验的现场管理者即使不用 IE 手法也能凭经验发现问题，但此时管理者必须在脑中对流过程、作业方法、生产布局、搬运路线的现状，有较系统的分析，并能经常思考问题改善对策。与 IE 数据分析的规范方法相比较，个人经验方法有以下缺点：

①对不合理浪费认识相对较粗糙，经常有很多个人主观因素参与其中

②即使对个别问题可以进行分析，但对于整体的及综合的全局的观察分析则很难做到。

③只能对不合理及浪费进行表面的观察与分析，对其产生原因及问题的深入调查则无能为力，据此制定的对策只能是临时的对策，而非永久对策，正所谓“治标不治本”。

④问题的状态及分析认定不用文字记述，空口无凭，经常出现推卸责任的事情。

⑤因为对问题状态不能以规范手法进行调查分析，所以无法发挥

大多数人的智慧来制定最佳方案。

五、IE 活动的导入与推进

1. IE 活动的导入程序与方法

IE 的导入必须以与企业自身基础特征相适应的程序方法进行，特别是在基层推进时要留意这点。当准备不够充分，只是成立一个部门或只有一个负责人的话，多数情况下会失败，或遇到很大抵抗无法顺利推进。这种现象不只是体现在 IE 活动的推进上，一切新方法、管理技术都需要慎重，不是技术的可靠性问题，而是人的惰性使成功导入并不是件容易事。经营高层的重视、培训教育及企业方针目标等因素对 IE 的导入进度和结果影响很大，所以不可只做表面工夫。要想实现精益生产，落实现场 IE 是最重要的一环，否则一切工作就失去了科学基础。必须切实做好每一步导入工作。图 2-4 是对导入方法的具体说明。

2. 现场 IE 导入的基本精神

表面上看导入并实践革新似乎比较困难，特别是在制造现场，改变并消除旧有观念，比作业改革和引进设备更需要时间。从管理层到现场员工，从业务部到仓库，全员的思想革新是非常重要的。我们认为坚持表 2-3 的 10 种改革精神才能把工作做好。

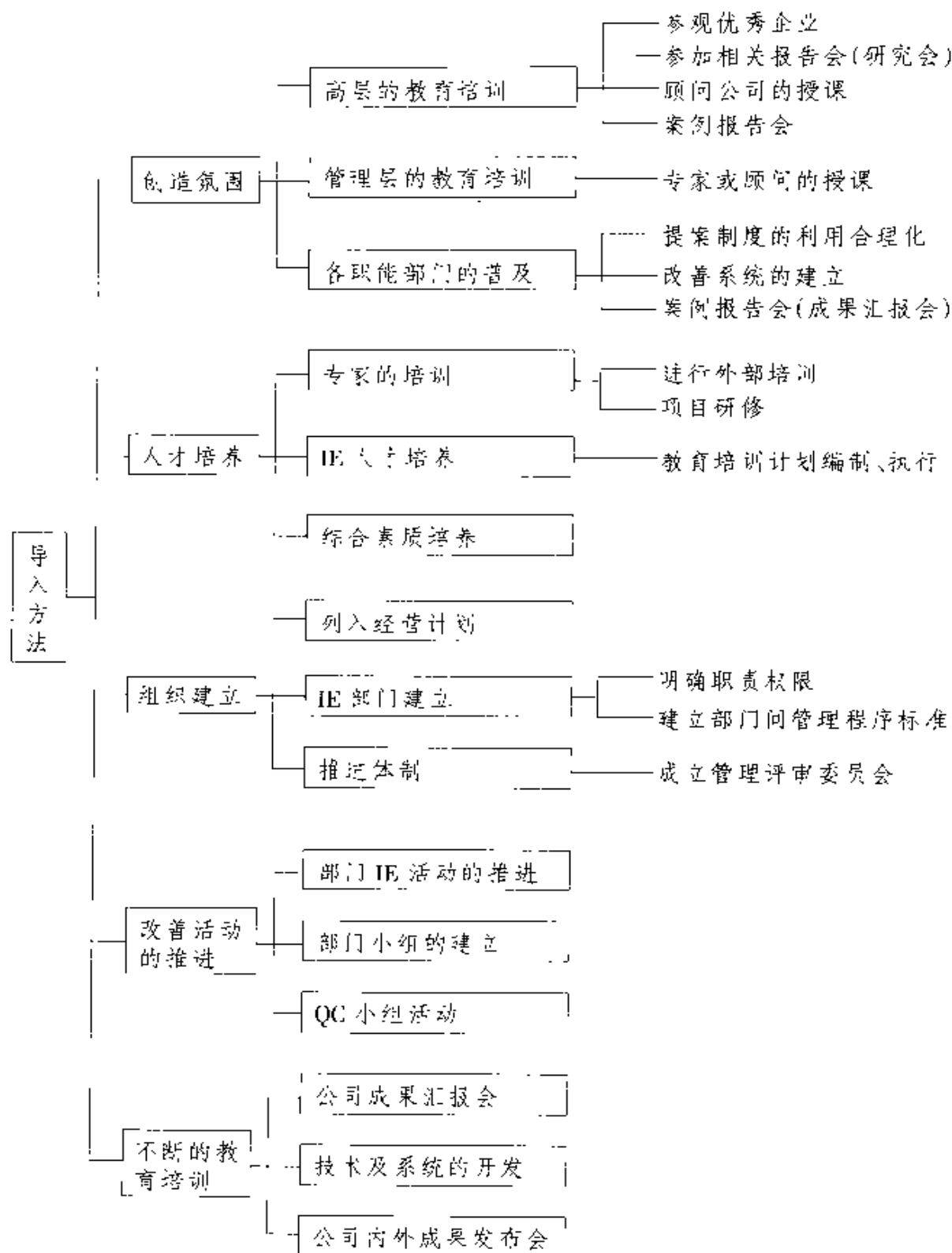


图 2-4

表 2-3 IE 导入的 10 条基本精神

序号	名称
1	抛弃固有的制作方法及观念
2	积极寻找方法而非做不到的理由
3	严禁为现状问题进行辩解或找借口，实事求是否定现状
4	不求完美，50 分即可，马上行动
5	错了请马上改正
6	改革不许大量投资
7	不遇问题，不出智慧
8	WHY 请问五次找真正原因
9	10 人的智慧大于一个人的知识
10	革新永无止境

3. 现场 IE 推进的基本要素

(1) IE 活动开展的必要条件

推行 IE 活动的基本要求是公司要明确生产方针、目标等相关事项，这是 IE 活动的前提。当公司的方针、目标等相关管理项目清晰明了时，IE 活动就能够取得比较大的成绩，同时应对第一线管理者提供指导及相应方法培训，否则大家不知道方法和目标就难期待有何成绩。

第一线管理者还需要最大努力发挥下属队员的自主能动性，才能取得较大成效。公司要让员工感到工作成就和人生价值，并对此要进行当的指导、支持、奖赏、鼓励，这些都 IE 是开展的必要条件。

(2) 现场 IE 的活动形式

现场推进 IE 活动时，随着问题涉及范围的深入会关系到开发、生产技术、采购等其它部门，因此活动方式有所差异，基本分为以下三种形态：

①与其他部门合作推进的跨部门课题。

②依赖或委托其他部门推进的课题。

③自己内部中心的内部课题。

IE 活动有以上多种形式，是因为 IE 活动中需要很多的信息、数据、情报等技术支持。IE 活动基本上是对信息的收集、分析、处理和利用过程，数据的有效性和丰富性决定 IE 活动的成败，以一人或少数几个人的活动所能收集的数据是有限的，数据的收集与分析需要很多劳力与时间，特别是现在企业内活动越来越细化，各部门间的团队合作、统一目的及目标是很必要的。2-4 是对 IE 活动形式及内容特征的分类总结。

4. 现场 IE 的推进体系

现场 IE 的推进体系如图 2-5 所示，现场 IE 的推进中，明确目的是成功的关键。

5. 现场 IE 活动的推进方法

现场 IE 最重要的课题就是提高效率的改善活动，任何专业问题，都有其解决问题的基本程序与方法。见图 2-6 对 IE 活动程序进行了详细说明

表 2-4

III 活动形式、特征分类

形式	跨部门合作, 团队进行	委托其他部门进行	自己部门主导, 内部进行
基本特点	相关部门的负责人, 以项目小组的形式团队推进	课题在部门内无法、也无法解决, 将相关工作明确后, 委托、依赖给其他职能部门	日常工作中收集数据及现场发现的问题, 内部解决
课题范围	由公司方针而确立的题目或问题关系到几个部门	部门内的工作计划中内部无法解决的问题	小题目, 现场的问题只与本部门相关
统筹	主要责任部门	部门内	部门内
推进方法	<ul style="list-style-type: none"> • 有关部门责任分担 • 项目会议统筹进度及各部技术 	<ul style="list-style-type: none"> • 其它部门提出解决方案 • 其中部分工作内部完成 • 接受指导 	<ul style="list-style-type: none"> • 部门内小组推进 • QC 小组内部解决
案例	<ul style="list-style-type: none"> • 工场整体 Layout 的改善 • 工装夹具改良, 自动化 	<ul style="list-style-type: none"> • 标准时间的设定 • 夹具, 设备引进 • 设备改良 • 作业标准的设定, 改订 	<ul style="list-style-type: none"> • 作业动作的改善 • 作业配置的改善 • Line balance 的改善 • 简单的工装改良 • 作业环境的整顿 • 搬运改善
注意事项	各部门必须遵守方针纪律, 明确目标责任, 更加需要有能力的项目负责人	不可以推托责任, 否则部门间关系恶化	内部专业数据的分析要认真细心非专业的经验与胆量不利于问题的解决

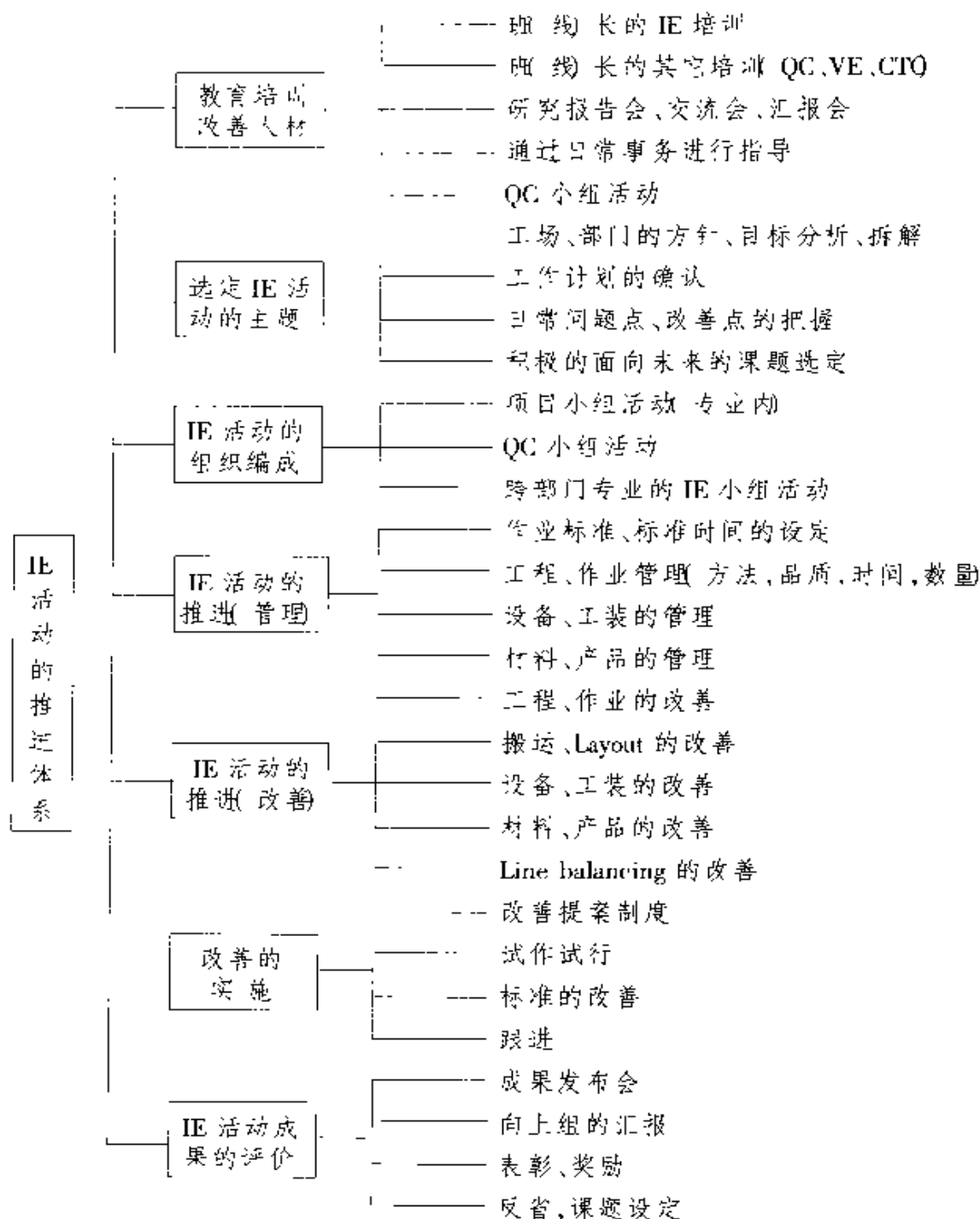
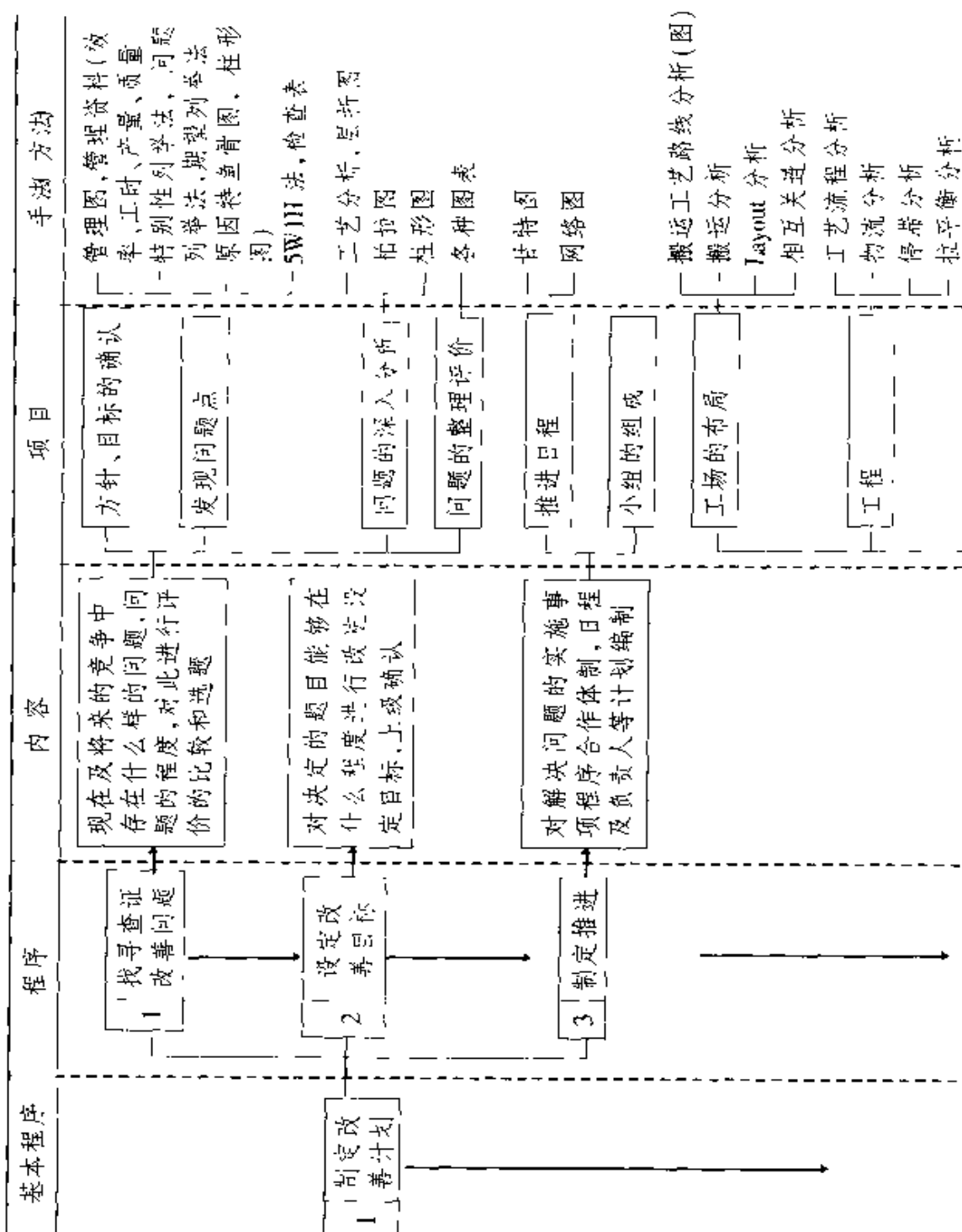
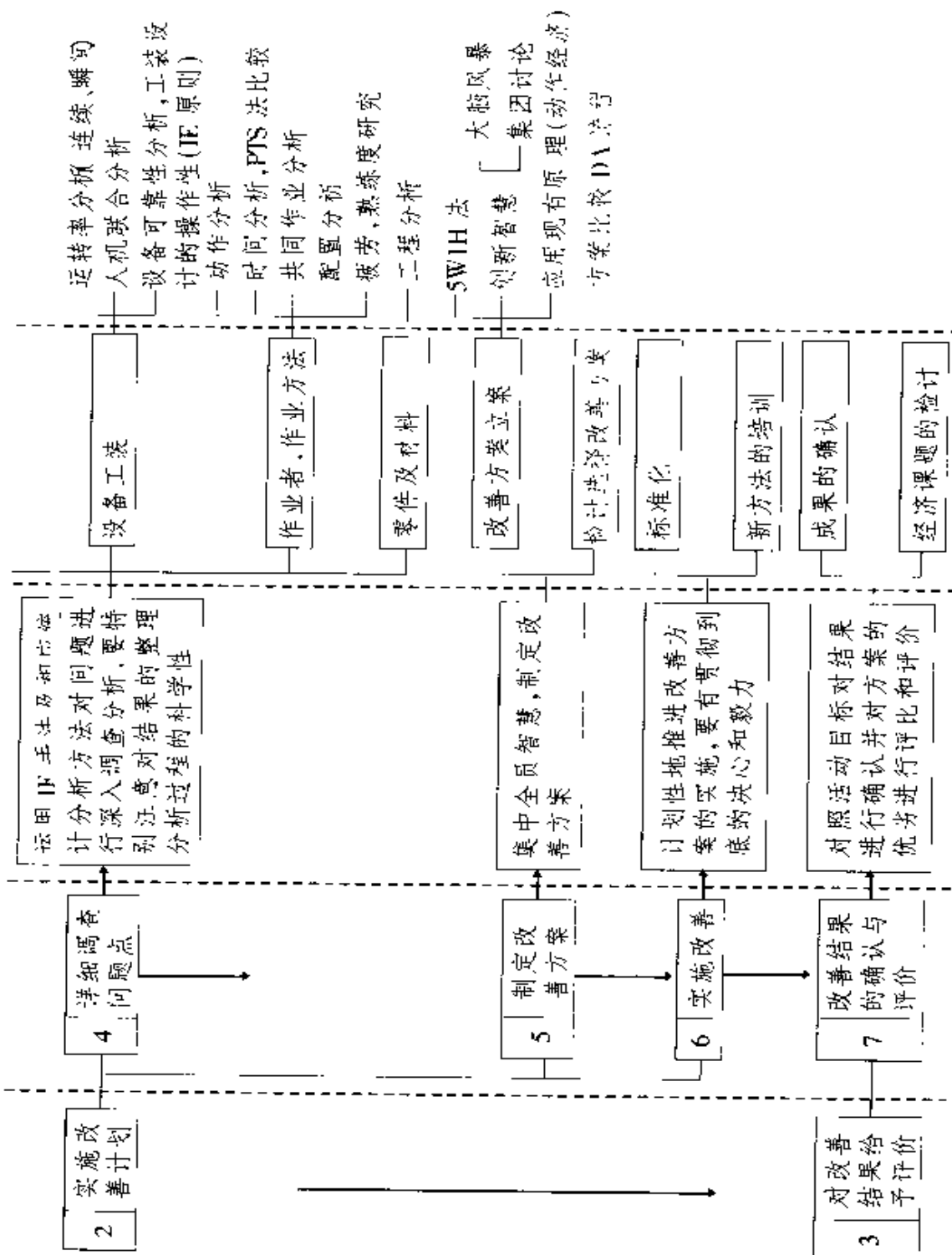


图 2-5

IE 活动程序的详细说明

图 2-6





6. IE 活动推进的基本意识

- (1) 正确掌握现状，通过 IE 手法对现状数据进行分析
- (2) 不放过任何细小的浪费，提高效率
- (3) 将不良率减到零的 IE 推进意识
- (4) 公司、部门全员参与是 IE 活动成功的关键
- (5) 效率、成本、运转率、拉平衡效率、故障率等问题以数据证明现实
- (6) 遵守解决问题的程序，是解决问题并取得较大成绩的关键

7. IE 实施抵抗情绪的 10 种表现

因旧观念已深植于企业内部，要想根除这种观念相当困难。当进行改革时会以多种方式表现出来，表 2-5 列举了其中主要 10 项：

表 2-5

IE 实施的 10 种抵抗	
序号	内容
1	那种东西没有什么作用
2	道理确实如此，但我们的情况不同。
3	方案是不错，实际效果就难说。
4	再降低成本已不可能。
5	我们也一直是这样做的
6	不愿作别人劝告的事情
7	成本下降的话，品质也会跟随下降。
8	现状也不错，为什么要改变。
9	那种东西不灵的，10 年前我们就搞过了。
10	我们对此最了解了。

以上 10 条并非在现在 IE 革新时出现的新现象，而是美国 GE 公司在现场推行 VA/VE 时出现的抵抗。

六、现场 IE 活动的效果

首先，从经营管理层开始直至全体员工参与的 IE 活动才会取得最大成绩，在全员参与下 IE 会取得如图 2-7 效果。

IE 活动的效果概括起来有以下几方面：

(1)通过正确的标准设定，实现成本下降品质提高，最终提高管理的科学性、系统性，增强竞争力，同时通过产品成本下降带来的销价降低，使人们生活水平得以提高，实现企业的社会价值。

(2)通过工作目标的明确使员工理解工资、报酬依据的公平性，从而改善人员关系。

(3)使管理科学化、计划化、标准化，消除人、机械、材料等因素存在的各种不合理浪费，使人和设备的能力得以有组织的最大限度的有效利用，切实达成企业的目的。

七、IE 手法概要

1. 何谓 IE 手法

在日常生产中为解决生产进度、质量等问题仅靠感觉和经验是无法真正做到的，此时我们必须综合运用 QC 及 IE 手法，不断加深对工作的理解，从不同角度思考比现有方法更轻松、更安全、更正确、更快捷的作业方法。具体 IE 手法的定义表述如下：

“IE 手法是以人的活动为中心，以事实为依据，用科学的分析方法对生产系统进行观察、记录、分析，并对系统问题进行合理化改善，最后对结果进行标准化的方法。”

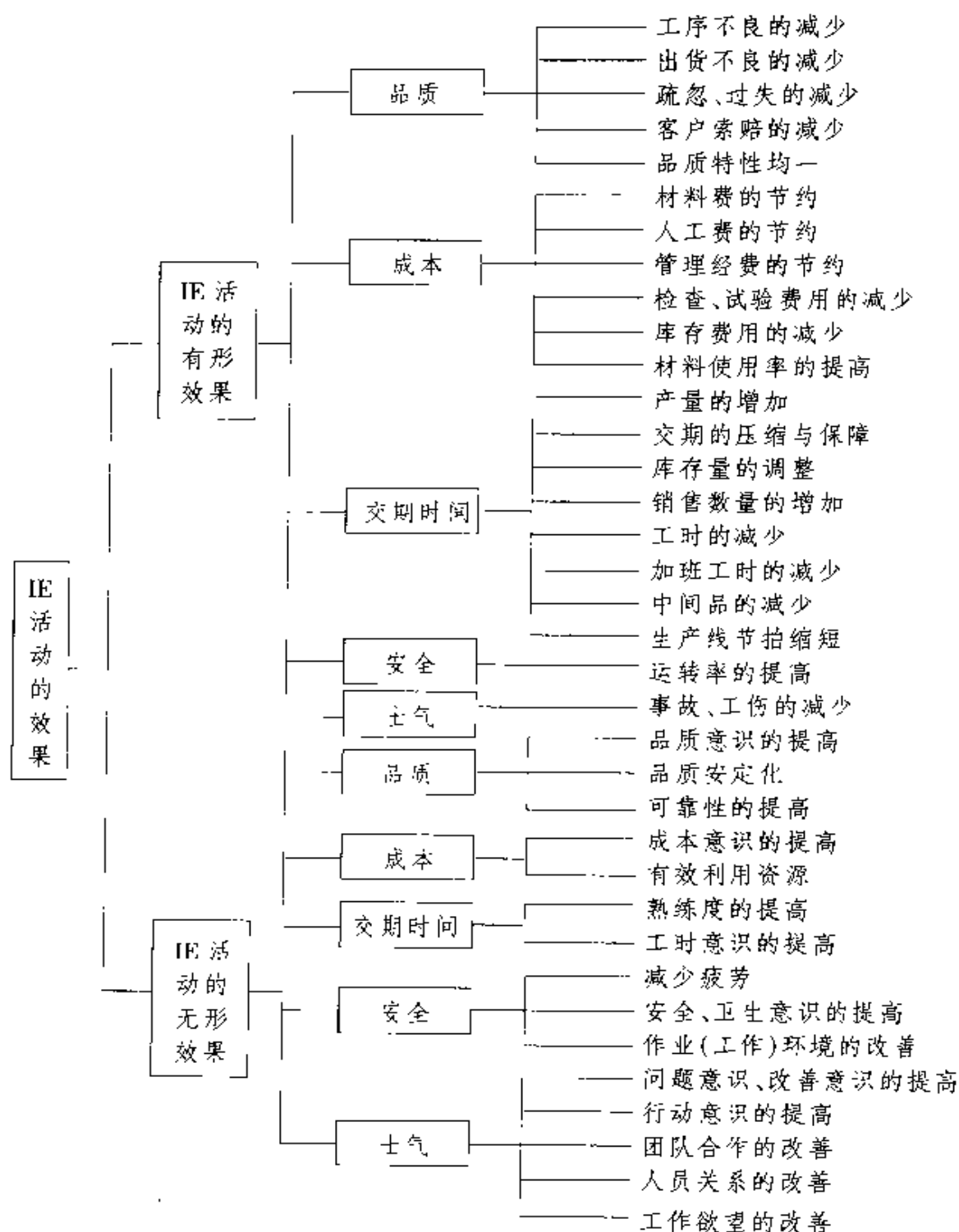


图 2-7

其目的有以下几点：

- (1) 准确掌握生产活动的实际状态；
- (2) 尽快地发现浪费、不合理、不可靠的地方；
- (3) 对生产活动的改善和标准化进行系统的管理

综合 IE 手法的定义与目的，IE 手法有以下几点特征：

- (1) 分析程序方法不错的话，不同人会得到相同的结果——客观性；
- (2) 因为对现实状态能定量分析，所以容易进行检讨——定量性；
- (3) 用相同的符号及图表分析，因此能够信息共享——通用性。

2. IE 手法的体系

IE 的基本手法，是由 IE 始祖泰勒(F. W. Taylor, 1856—1915)发明的时间研究和 F. B. Gilbreth(1868—1924)夫妇发明的动作研究为基础发展而来的。它包括方法研究、作业测定、布局研究、Line Balance 等方法手段。

(1) 方法研究

对作业方法进行科学分析，从而对人、时间、材料等进行经济、合理、有效的设计使用，是一种对作业方法进行设计和改善的方法。研究对象包括原材料、工艺、作业流程、作业工具、设备布局及操作动作。

① 程序分析

对产品生产加工的流程以固定的符号进行分析，进行综合的设计改善时使用，包括从产品的开发设计，到零部件的生产及装配等，从宏观到微观的全部生产作业流程。

② 动作分析

对工序的作业方法、动作进行分析设计的方法。

(2) 作业测定

对作业人员在一定生产条件下的作业时间进行的测定，用于作业效率评价、标准时间设定及发现不合理的地方。作业测定大体分为直接时间研究和间接时间研究。

①直接时间研究法

工作时间过程的直接测量，有时间分析及运转率分析等代表方法，测量上以直接测量和录像测量为主。

②间接时间研究法

对作业单位细分化设定后，通过经验数据的合成设定时间的方法，如以标准资料以及统计数据库为依据进行标准时间的设定。

③PTS法(Predetermined Time Standards)

时间预置法，全部作业的基本动作进行标准化，用此标准对工程作业的时间进行预置设定，是一种间接时间研究和动作分析相结合的方法。

3. 现场IE手法的分类与改善程序的关系

图2-8对现场改善中的各种IE手法进行分类。

表2-4对IE手法的分类与改善程序的关系进行了详细说明。

4. IE手法活用的效果

- (1)能够系统地、综合地、有计划地把握现状而非凭经验和感觉；
- (2)因为是定量的系统的思考方法，所以可以做客观的判断；
- (3)当明确了判断的标准之后，谁都可以进行相同的判断；
- (4)平日发现不到的问题会逐渐浮现上来；
- (5)从不规则的变化中发现规律性的东西；
- (6)通观全局，而非局部次要问题；

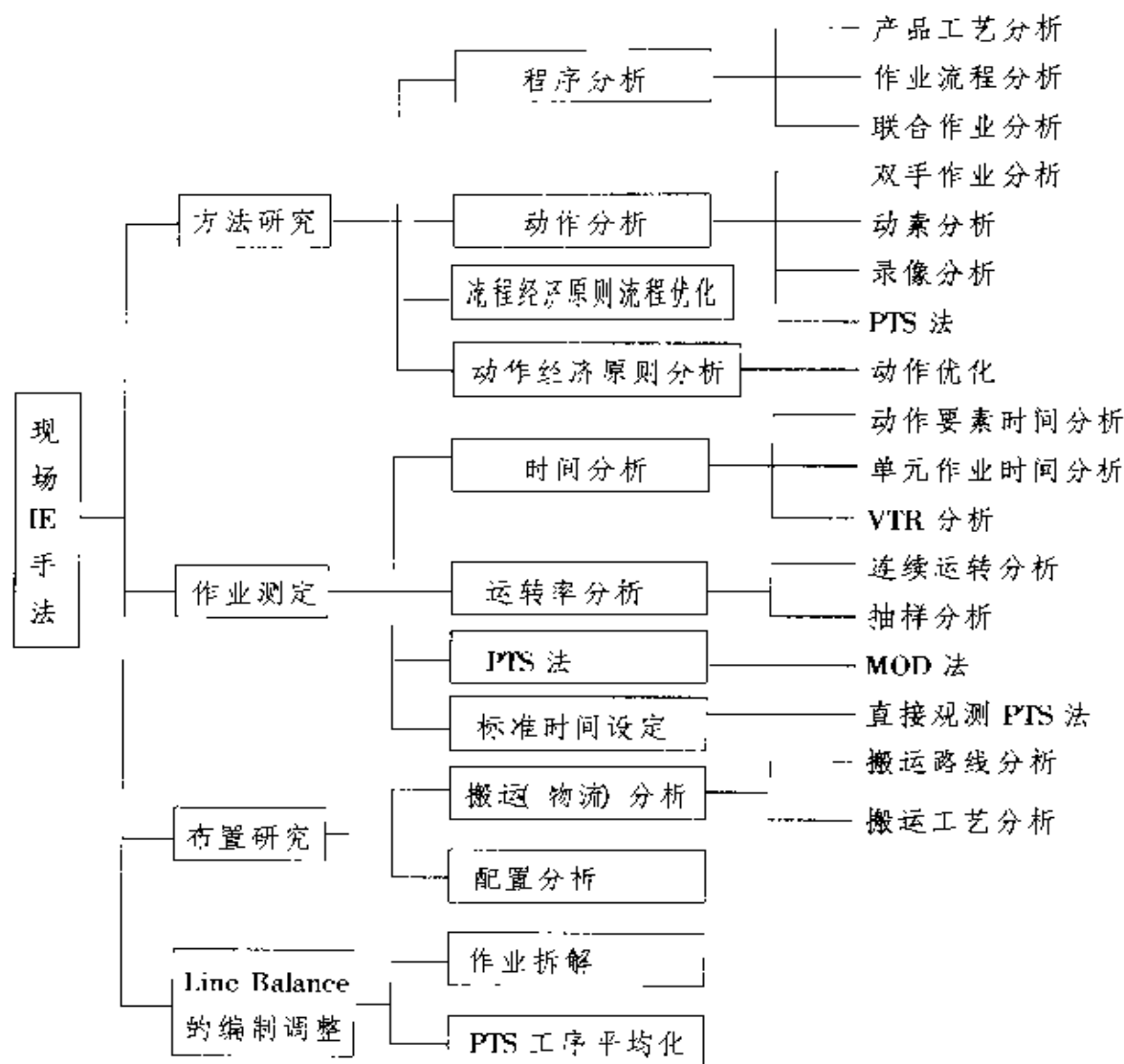


图 2-8

(7)在短时间内检查工艺全过程;

(8)因为结果是以图表数字形式,所以容易理解;

(9)科学的统计方法进行数据收集,因此结果和过程都很可靠;

(10)因为客观,所以容易统一意见;

(11)问题说明简洁明了;

(12)明了的图表数字会增强职员对品质与效率的责任感与行动力;

(13)现场作业及管理人员亲自使用分析,可加深对工艺过程的理解。

第三章

程序分析——方法研究(1)

- 一、程序分析概述
- 二、产品工艺分析
- 三、作业流程分析
- 四、联合作业分析
- 五、程序分析的补充——附带分析
- 六、程序分析的改革方向

任何工作开始之前最为重要的是要抱有鲜明的目的，才能在工作中明确方向达到目标。因此我们要明确 IE 程序分析的目的在于消除产品生产过程中的全部浪费与不合理，从而提高效率。

一、程序分析概述

1. 何谓程序分析

程序分析是对产品生产过程的工序状态进行记录、分析和改善的必要有效的 IE 手法,它是把工艺过程中的物流过程及人的工作流程以符号形式进行记录、设计的方法,通过它可以反映工序整体的状态,从而有效地掌握现有流程的问题点,并研究制定改善对策,以提高现有流程效率。

这里特别强调的是程序分析的目的性,任何工作开始之前最为重要的是要抱有鲜明的目的,才能在工作中明确方向达到目标。因此我们要明确 IE 程序分析的目的是消除产品生产过程中的全部浪费与不合理,从而提高效率。所以加工、检查、停滞、搬运任何工序并不因为其存在而合理,衡量的标准是创造价值的合理,否则是浪费。由此看来除加工以外的任何过程都有浪费的嫌疑。掌握全部生产过程包括工艺过程、检验过程、运输过程的实际状态发现并去除过程浪费与不合理,是程序分析的主要目的和作用。

2. 程序分析的目的

具体分析程序分析的目的有如下几点:

(1) 准确掌握工艺过程的整体状态

- ① 工艺流程的顺序
- ② 明确工序的总体关系
- ③ 各工序的作业时间确认
- ④ 发现总体工序不平衡的状态

(2) 发现工序问题点

- ①发现并改进产生浪费的工序
- ②发现工时消耗较多的工序,重排简化此工序
- ③减少停滞及闲余工序
- ④合并一些过于细分或重复的工作

3. 程序分析的种类

程序分析按分析对象不同,分为以产品工艺为中心的产品工艺分析和以人为中心的作业流程分析,以及为表达操作者与机械之间的作业程序或多名操作者之间的作业程序的联合作业分析三种形式。表 3-1 对三种程序分析进行了分类总结。

表 3-1 程序分析的种类与特征

手法	产品工艺分析	作业流程分析	联合作业分析
目的	产品的生产工艺流程	作业者的作业流程	人与机械,人与人的时间关系
工序特征	<ul style="list-style-type: none"> 多人通过多台机械制造同一产品的工艺过程 	<ul style="list-style-type: none"> 一人通过不同的机械和工具,在几个作业区之间加工,制造多个产品 	<ul style="list-style-type: none"> 一人操作多台设备的情形 几人共同完成一项工作的情况
优点	<ul style="list-style-type: none"> 产品在流动的情况下被加工,什么样的工序都可以分析 与工序管理图对照易于分析 	<ul style="list-style-type: none"> 易于发现作业者的多余动作 作业者自己对作业方法的改善比较有效 	<ul style="list-style-type: none"> 彼此之间的时间关系及空闲时间清楚明了 人与机械的运转状态清楚明了
缺点	<ul style="list-style-type: none"> 作业者的动作不明了 	<ul style="list-style-type: none"> 因为作业者不同而结果有所差异 必须紧随作业者行动方可观察记录 	<ul style="list-style-type: none"> 彼此之间没有时间关系的情况下分析也没用 需要一定程度的时间精度要求

4. 程序分析的注意事项

程序分析时有些需注意的地方,多加留意会更好达到目的实现目标。

- (1) 注意明确区分分析对象是产品还是作业者
- (2) 为达到改善目的,开始前首先明确分析的目的
- (3) 最开始就要明确范围,不要遗漏问题
- (4) 在现场与作业者和管理者共同分析
- (5) 临时的工序流程变更时,以最基本的主流程为基准进行分析
- (6) 分析过程是思考改善方案
- (7) 研讨改善方案时,以流程整体的改善为最优先考虑目标

二、产品工艺分析

1. 何谓产品工艺分析

产品工艺分析是对产品在经过材料、零件的加工、装配、检验直至完成品为止的工序流程状态,以加工、搬运、检查、停滞等待符号进行分类记录,并以线相连表述产品制造流程的方法。分析过程中通过对各工序的作业内容、使用机械工装、作业时间及搬运距离的调查记录,发现产品流程的问题,并进行有效改善,消除不合理与浪费,是产品工艺分析的目的。它使用专用的产品工艺分析符号记录。现场应用请大家参见表 3-2 灵活运用。

2. 产品工艺分析方法与技巧

(1) 5W1H 方法——提问技术

通过这样系统的提问及工艺分析检查表逐项核实可以最大限度地发现现有产品工艺的问题。

表 3-2

工艺流程图示符号

工序种类	符号	详细符号(例)	内容
加工操作	○	② 第二道工序(工序号) A A零件的第五道工序 ◻ 加工中有检查内容	材料、零件或新产品在加工过程中发生了外形规格性质的变化或为下一工序进行准备的状态。
搬运运输	○ (⇒)	R 机器人搬运 B 皮带搬运 M 男子搬运	材料零件或产品在一定状态下维持不变,同时转移位置状态 注:符号图的大小是加工操作的1/2~1/3
检验	◻	◻ 数量的检查 ◊ 品质的检查 ◈ 品质与数量的检查,品质为主	对材料零件或产品的品质和数量进行测定,并进行判断的工序,但作业中同时伴有准备与整理的内容
停带暂存	▽ (D)	△ 毛坯的贮存 ▽ 半成品、产品的贮存 ▾ 工序时间的停止(D) ☆ 加工中临时停止	材料、零件或产品在加工、检查之前所处的一种停止状态,但当区别停止与贮存时,停止用D表示。

表 3-3

5W1H 提问表

项目 疑问	问题	为什么	改善方向
1. Why	目的是什么?	为什么?	去除不必要及目的不明确的工作
2. Where	在什么地方执行?	为什么?	有无其它更合适的位置和布局
3. When	什么时候做此事?	为什么?	有无其它更合适的时间与顺序
4. Who	由谁来做?	为什么?	有无其它更合适的人
5. What	做什么?	为什么?	可否简化作业内容
6. How	如何做?	为什么?	有无其它更好的方法

(2) ECRS 原则——改善方向(见表 3-4)

表 3-4

符号	名称	内 容
E	取消 (Eliminate)	在经过了“完成了什么”“是否必要”及“为什么”等问题的提问,而无满意答复者皆非必要,即予取消
C	合并 (Combine)	对于无法取消而又必要者,看是否能合并,以达到省时简化的目的
R	重排 (Rearrange)	经过取消、合并后,可再根据“何人”“何处”“何时”三提问进行重排,使其能有最佳的顺序,除去重复,使作业更加有序
S	简化 (Simplify)	经过取消、合并、重排后的必要工作,就可考虑能否采用最简单的方法及设备,以节省人力、时间及费用

(3) 产品工艺分析检查表(见表 3-5)

表 3-5

工艺名称		姓名		部门	
项目	内 容	Check		说明	
		Yes	No		
1. 有无可省略的工序	1. 是否有不必要的工序内容? 2. 有效利用工装设备省略工序 3. 改变作业场地带来的省略 4. 调整改变工艺顺序带来的省略 5. 通过设计变更从而省略工序 6. 零件、材料的规格变更带来的省略				
2. 有无可以与其它工序重新组合的工序	1. 改变作业分工的状态 2. 利用工装设备进行重组 3. 改变作业场地进行重组 4. 调整改变工艺顺序进行重组 5. 通过设计变更进行重组 6. 零件、材料的规格变更带来的重组				

续表

工艺名称		姓名		部门	
项目	内 容	Check		说明	
		Yes	No		
3. 简化工序	1. 使用工装夹具简化工序 2. 产品设计变更简化工序 3. 材料的设计变更从而简化工序 4. 工序内容再分配				
4. 各工序是否可以标准化	1. 利用工装设备 2. 作业内容是否适合 3. 修正作业标准书 4. 标准时间是否准确 5. 有否培训				
5. 工序平均化	1. 工序内容分割 2. 工序内容合并 3. 工装机械化、自动化 4. 集中专人进行作业准备 5. 作业方法的培训 6. 动作经济原则下的作业简化				

3. 产品工艺分析图例

以下几种图表是产品工艺分析的主要手段。

(1) 工艺流程图

用工艺流程图符号对产品工艺进行复杂的组合设计时使用，多用于工艺过程拆解与设计。如图 3-1。

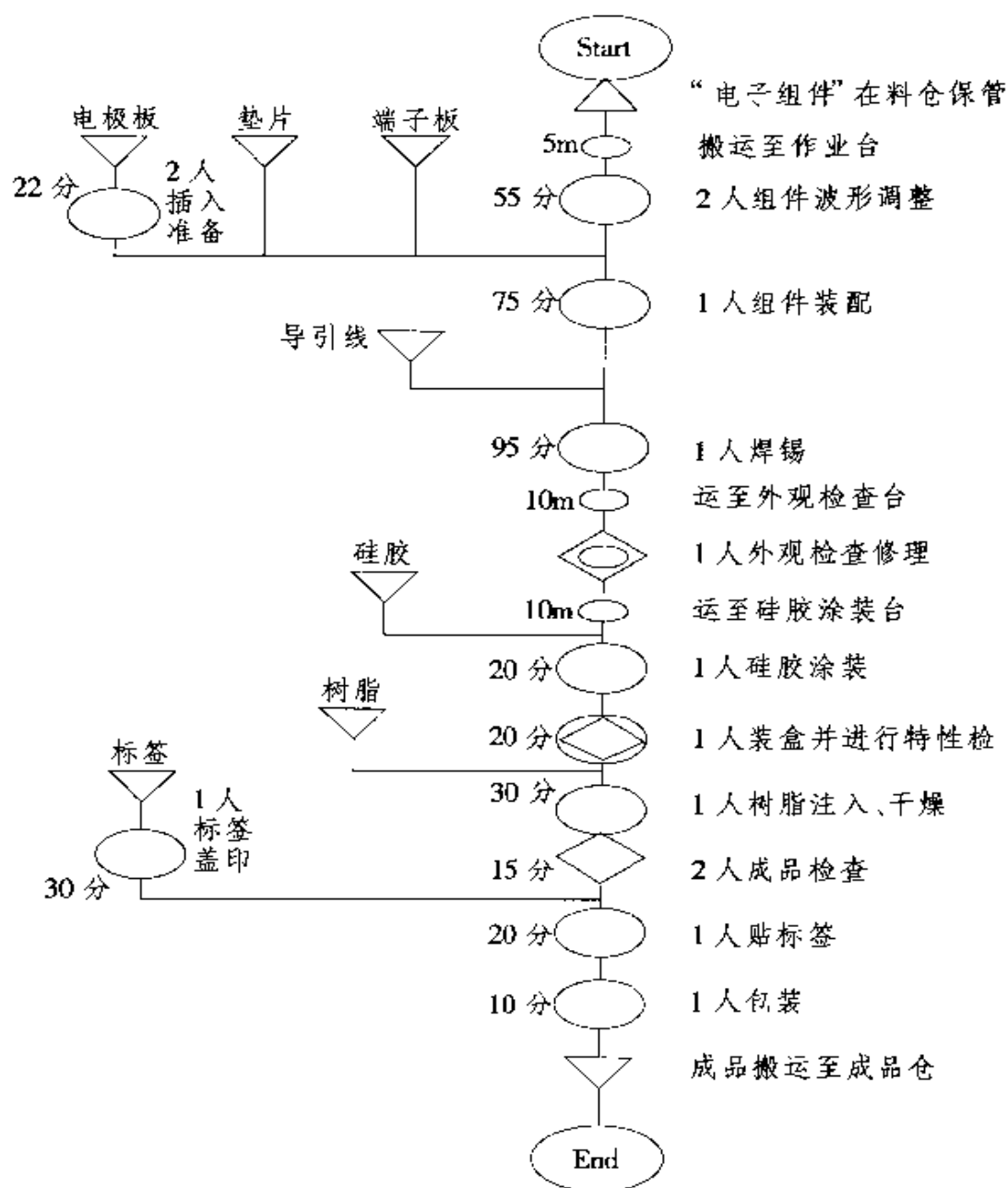


图 3-1 工艺流程图

(2) 工艺流程表(见表 3-6)

表 3-6

数量	符号				内容	移动 距离 (m)	加工 时间 (小时)	搬运 时间 (小时)	检查 时间 (小时)	停滞 时间 (小时)
单位	○	○	▽	□						
1 根	●				由机加工出库, 出料装于搬运车	3	0.0002			
20 根		●			送至 #301 机械	70		0.0002		
1 根	●				放到机械旁边	3	0.0002			
			●		等待加工					4
1 个	●				开孔,切丝,切 槽,铰刀,切断	2	0.55			
			●		等下一工序人取					2
100 个	●				由作业人运至钻 床处	6		0.0002		
\$ = I 1 个	●				开 8 个孔	2	0.035			
			●		等待搬运					2
300 个	●				移至作业区,除 飞边(披峰)	100		0.0011		
			●		等待作业					1.5
1 个	●				去除飞边(披峰)	2	0.01			

(3) 工艺流程平面示意图(见图 3-2)

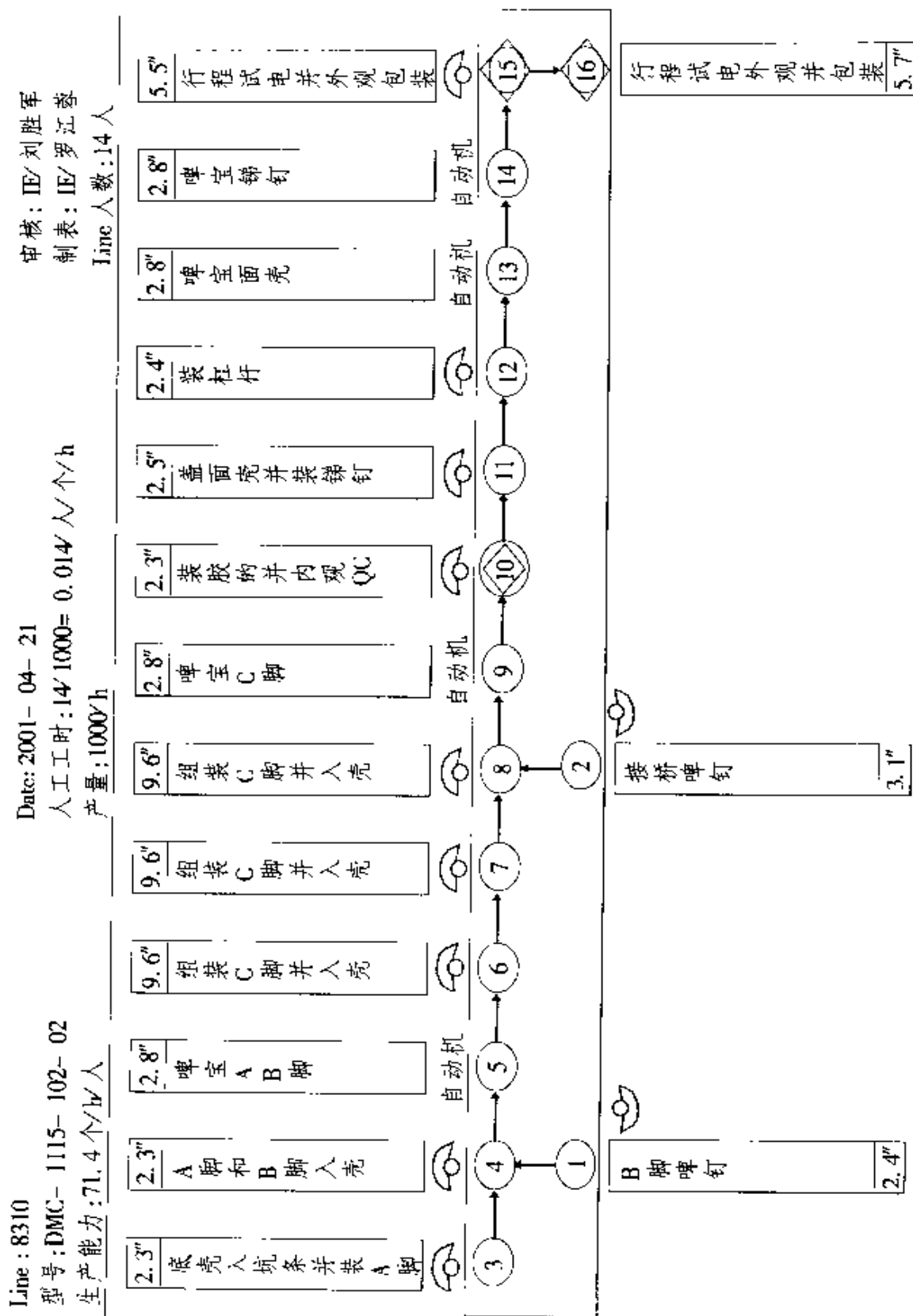


图 3-2 DMC-1115-102-02 工艺流程平面示意图

58

以上几种产品流程分析图表,因产品作业流程特性不同,表现重点有所差异。根据流程分析的目的、用途不同选择适当图表方法,进行有效的分析,从而找到关键问题,制定正确的改善方案,是 IE 方法活用的重点。

三、作业流程分析

1. 何谓作业流程分析

在现场生产活动中,现场经常有作业员连续要进行诸如加工、搬运等多个工序作业。例如:

- (1)一人操作二台以上机械设备的情况
- (2)一人同时处理多个产品零件的情况
- (3)一人负责多道工序的情况

作业流程分析就是这种将作业人员的工作流程视作产品流程一样,进行与产品工艺分析相同的分析。作业流程分析是将同时处理多项工作的作业者的行动分为“作业”“移动”“检查”“等待”四种工序,并以符号进行图表分析描述的分析手法,其使用符号与产品工艺分析相同。

2. 作业流程分析的目的与用途

作业流程分析的目的:

- (1)明确操作者的作业程序;
- (2)分析作业者的各不同工序的分布状态与时间分配状态;
- (3)发现操作者中如空手移动及等待的浪费状态;
- (4)明确各工序的作业目的。

作业流程分析的用途:

- (1)用来发现作业者的操作流程问题;
- (2)作为流程改善的基础资料的数据使用;

- (3)用于制定作业标准;
 (4)设定作业改善的目标;
 (5)作业改善的效果确认。

3. 作业流程分析符号 (表 3-7) 及分析调查项目 (表 3-8)

表 3-7

符号	工序名	内容
○	作业	零件、产品的形状、尺寸、性质发生变化,与其它零件进行装配、分解的行为。包括为加工、检查、移动而进行的整理、准备,即包括操作性在内的全部作为
○ (→)	移动	作业者将加工物搬运至其它场地或空手移动的行为,1m 以内的物品取放作为附带操作视为作业内容
□	检查	对对象产品的品质及数量进行的检查
▽	等待	作业者在作业中间的等待及工序间的等待



表 3-8

项目	主体	场所	时间	方法
作业	<input type="checkbox"/> 作业内容 <input type="checkbox"/> 机械设备 (名称,数量)	<input type="checkbox"/> 作业场地	<input type="checkbox"/> 作业时间 <input type="checkbox"/> 单位时间产量	<input type="checkbox"/> 作业顺序 <input type="checkbox"/> 作业条件 <input type="checkbox"/> 主要工装
移动	<input type="checkbox"/> 移动目的 <input type="checkbox"/> 搬运设备 <input type="checkbox"/> 搬运手段	<input type="checkbox"/> 移动距离 <input type="checkbox"/> 路线 <input type="checkbox"/> 次数	<input type="checkbox"/> 移动时间	<input type="checkbox"/> 搬运个数 <input type="checkbox"/> 使用工具
检查	<input type="checkbox"/> 检查内容 <input type="checkbox"/> 检查工具 (名称)	<input type="checkbox"/> 地点	<input type="checkbox"/> 检查时间	<input type="checkbox"/> 检查部位 <input type="checkbox"/> 检查方法 <input type="checkbox"/> 检查规格 <input type="checkbox"/> 不良率
等待	<input type="checkbox"/> 等待理由	<input type="checkbox"/> 等待地点	<input type="checkbox"/> 等待时间	

4. 作业流程分析实例(见表 3-9)

表 3-9

分析对象	产品 <input type="checkbox"/>	操作者 <input checked="" type="checkbox"/>	姓名	部门						
NO.	内容	加工作业	搬动移动	停滞等待	检查	时间	距离	数量	设备	改善要点
1	放元件于印模中	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	$\frac{0.7 \times 3}{3.5}$		印模 5 个	(印模每个放 100 件)	
2	印刷电极	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	$\frac{0.5 \times 5}{2.5}$		"	印刷机	(重复循环使用)
3	放元件于网上	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	$\frac{0.5 \times 5}{1}$		"		印模形式需要摆
4	运至干燥机	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.1	2	"		
5	放入干燥机	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.2		"	干燥机	
6	回到作业台	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.1	2			
7	等待干燥	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	5				干燥的同时不可以
8	去干燥机	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.1				进行下次印刷吗
9	拿出元件	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.2		印模 5 个	干燥机	假设印模设定 4 个从而调整时间
10	运到作业台	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.1	2	"		
11	等待冷却	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	2			风扇机	
12	翻转元件重新摆放	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	$\frac{0.5 \times 5}{2.5}$		印模 5 个		
13	印刷电极	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	$\frac{0.5 \times 5}{2.5}$		"	印刷机	每次循环使用
14	摆放元件于网上	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	$\frac{0.2 \times 5}{1}$		"		
15	元件运至烘烧机	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.5	5	"		
16	放入烘烧机	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.1		"	烘烧机	
17	回到作业台	○	○	▽	<input type="checkbox"/>	0.3	5			

总结	工程数	9	6	2	0	合计			备注	烘烧机	投入口
	时间	13.5	1.2	7	0	时间	距离	人员			干燥机
	人员					21.7	16				印刷机

5. 作业流程分析的改善方向 (见表 3-10)

Yes No 是判断是否存在改善可能的标识, 当判断为 Yes 时由现场工作人员共同讨论对策方案。

表 3-10

作业流程分析检查改善表

工艺名称		姓名		部门	
项目	内 容	Check		说明	
		Yes	No		
1. 是否有替代作业可达到同样目的	1. 明确作业目的 2. 其它替代手段				
2. 作业 • 可否省略某些操作 • 可否减轻作业 • 可否组合作业	1. 不必要作业的去除 2. 调整顺序 3. 不同设备的使用 4. 改变配置 5. 设计变更 6. 培训操作员				
3. 移动 • 省略 • 减轻 • 组合	1. 去除某些作业 2. 改变物品的保管场地 3. 改变配置 4. 改变设备 5. 改变作业顺序 6. 皮带(传送带)的使用				
4. 检查 • 省略 • 减轻 • 组合	1. 不必要的检查 2. 消除重复检查 3. 改变顺序 4. 抽检 5. 专业知识培训				
5. 等待可否省略	1. 改变作业顺序 2. 改变设备 3. 改变配置				

四、联合作业分析

1. 何谓联合作业分析

生产活动中往往并不是一人只操作一台设备那么简单,经常有一人操作数台设备或多人共同进行一项作业,或者多人共享多台设备,这时为避免时间上的等待或干涉而对其进行效率改善的 IE 方法即联合作业分析。

联合作业分析是对人与机械、人与人的组合作业的时间过程分析,由图表分析发现人及设备的等待、空闲时间,并进行有效改善的方法。其目的如下:





第一,通过自动化或共同作业等方法去除等待时间,平均作业负荷。

第二,调整操作设备的台数,及共同作业的人数,使其分配合理。

联合作业分析分为人与机械的分析和多人共同作业分析两种,另外多人共同使用多台设备的情况也适用于联合作业分析。

分析时使用符号如表 3-11。

表 3-11

作业者			机械		
	单独	与机械及其它作业者无时间关系的操作		自动	与操作者无关,自动工作的状态
	联合	机械与人共同作业,相互制约作业时		手动	准备,安装,取下及手动等作业者的活动对机械的时间制约
	等待	由于机械或其它人的作业,而造成作业者的等待		等待	由于作业者的操作造成的机械停转、空转

2. 联合作业分析的目的与用途

联合作业分析的目的是弄清人与机械或人与人的相互关系,从而发现等待及空闲时间的状态、并对时间浪费进行有目的的改善,其用途有以下几个方面:

- (1) 提高设备的运转率
- (2) 编制共同作业的作业标准及进行改善
- (3) 研讨一人多机或多人多机联合作业的可行性及方法
- (4) 改造机械或设备

3. 人——机作业分析

(1) 何谓人——机作业分析

将机械的运转状态与操作者的作业程序之间的时间关系用图表进行记录,调查作业效率的方法。用途如下:


- ① 调查运转率低的原因;
- ② 是操作者的负荷调查,用以决定每人负责的机台数;
- ③ 决定人——机系统的作业重点;
- ④ 研讨设备布局的依据。


(2) 人——机作业分析的方法


基本上是与作业流程分析用相同的方法进行,表 3-12 为分析实例。

表 3-12 联合作业分析的实例(人一机作业分析)

作业者名		机械名		部门	工场
张三		压注成形机 A, B, C		科室	小组
时间	作业者	成形机 A	成形机 B	成形机 C	时间
	5 走到 A	等待			
10					10
20	40 机械 A 的调整	40 成形准备工作	35 成形		20
30					30
40				80 成形	40
50	5 走到 B		等待		50
60					60
70	50 机械 B 的调整	成形	50 成形准备工作		70
80					80
90				等待	90
100	5 走到 C				100
110					110
120					120
130	60 机械 C 的调整		65 成形	60 成形准备工作	130
140		等待			140
150					150
160					160

 机械自动

 操作者与机械联合作业,机械手动

 作业者与机械同时等待

以上记号可以按各企业需要自订

4. 共同作业分析

多人共同进行一项工作时,对作业者相互间的时间关联状态进行记录分析的方法,即共同作业分析。分析的用途有以下两点:

- (1)用于将工作进行合理的分配,使操作者的工作量平均化。
- (2)发现浪费时间的作业内容,进行重点改善。

分析方法参见表 3-13。

5. 联合作业分析的改善方向 (见表 3-14、表 3-15)

表 3-13

联合作业分析的实例(共同作业分析)

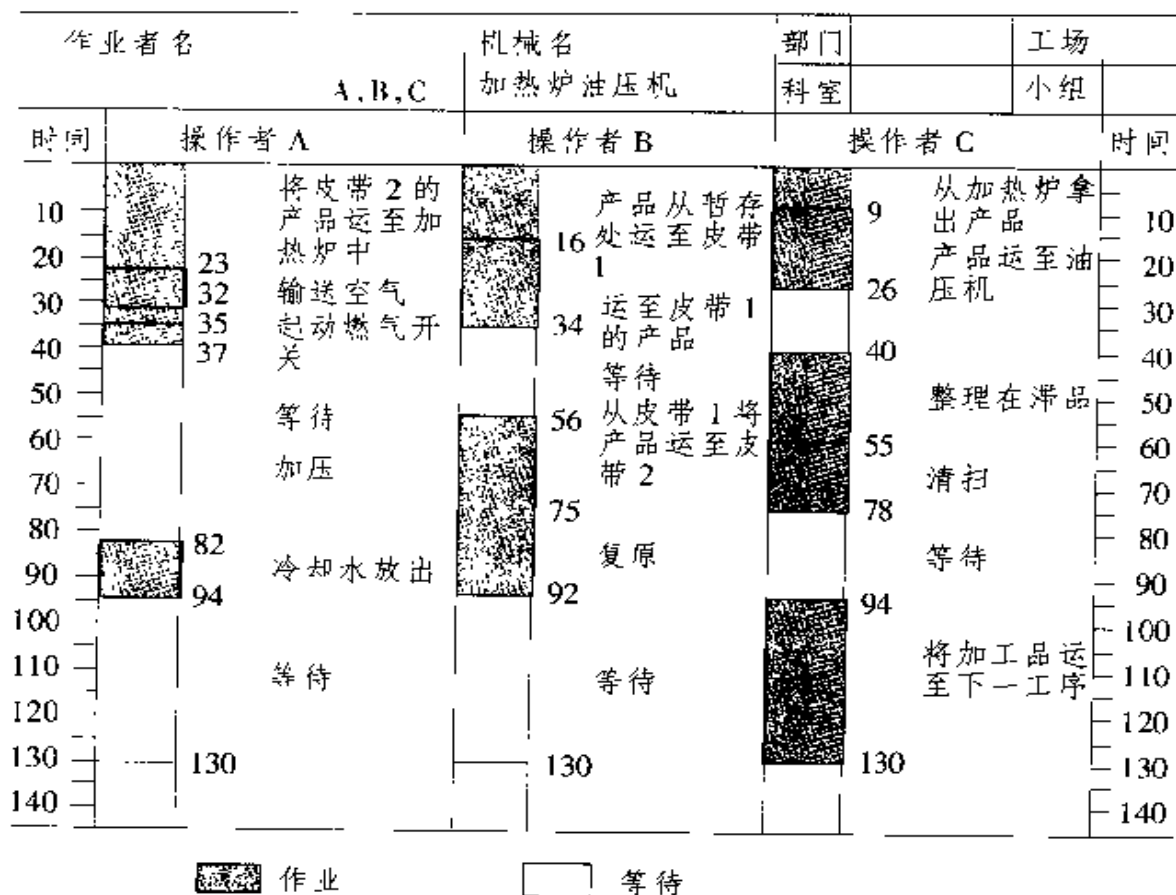


表 3-14 人——机作业分析作业检查改善表

工艺名称		姓名		部门	
项目	内 容	Check		说明	
		Yes	No		
1. 是否有替代作业 可达到同样目的	1. 明确作业目的 2. 其它替代手段				
2. 作业 <input type="checkbox"/> 省略 <input type="checkbox"/> 减轻 <input type="checkbox"/> 合并	1. 明确有无不必要的东西 2. 变形顺序 3. 使用不同的设备 4. 改变配置(布置) 5. 产品设计变更 6. 作业员培训				
3. 移动 <input type="checkbox"/> 省略 <input type="checkbox"/> 减轻 <input type="checkbox"/> 组合	1. 去除某些作业 2. 改变保管场地 3. 改变配置 4. 改变设备 5. 改变作业程序 6. 设置皮带				
4. 检查 <input type="checkbox"/> 省略 <input type="checkbox"/> 减轻 <input type="checkbox"/> 组合	1. 去除不必要的检查 2. 消除重复检查 3. 改变程序 4. 变为抽检 5. 作业员培训(专业方面)				
5. 等待可否省略	1. 改变作业程序 2. 使用不同设备 3. 改变配置				
6. 机械运转的有效 时间内可否加入 更多作业内容	1. 材料自动送料 2. 加工的自动化 3. 加工完成后的自动卸料 4. 加工完成及产品不良或材料不良 时的自动处理 5. 改善操作者与机械的时间关系				
7. 机械作业时间的 缩短	1. 改良工程 2. 送料提速及高速运转				
8. 提高机械的运转 率	1. 增加人均数 2. 新型号设备的使用 3. 机械自动运转时间内的作业准备				

表 3-15

共同作业分析检查改善表

工艺名称		姓名		部门	
项目	内 容	Check		说明	
		Yes	No		
1. 是否有替代作业 可达到同样目的	1. 明确作业目的 2. 其它替代手段				
2. 作业 <input type="checkbox"/> 省略 <input type="checkbox"/> 减轻 <input type="checkbox"/> 合并	1. 明确有无不必要的东西 2. 变形顺序 3. 使用不同的设备 4. 改变配置(布置) 5. 产品设计变更 6. 作业员培训				
3. 移动 <input type="checkbox"/> 省略 <input type="checkbox"/> 减轻 <input type="checkbox"/> 组合	1. 去除某些作业 2. 改变保管场地 3. 改变配置 4. 改变设备 5. 改变作业程序 6. 设置皮劳				
4. 检查 <input type="checkbox"/> 省略 <input type="checkbox"/> 减轻 <input type="checkbox"/> 组合	1. 去除不必要的检查 2. 消除重复检查 3. 改变程序 4. 变为抽检 5. 作业员培训(专业方面)				
5. 等待可否省略	1. 改变作业程序 2. 使用不同设备 3. 改变配置				
6. 操作可否更容易 进行	1. 成员之间的作业平衡了 2. 减轻负荷最大作业者的工作量				
7. 由于其他人影响 造成的作业等待 可否去除	1. 改变作业人数 2. 改变作业分配 3. 改变作业程序				

6. 联合作业分析的使用

由于联合作业分析是用于发现相互间时间关系的方法,所以使用上主要是用来发现作业上的问题点。主要包括以下两个方面。

(1) 对人与机械,人与人之间的联合作业状态进行调查

发现操作者及机械的空闲时间,去除或有效利用这部分浪费时间,从而提高整个作业的效率。

(2) 确认改善效果时使用

可以用于改善立案时的方案比较及改善后的结果确认两个阶段,用于确认改善效果。

五、程序分析的补充——附带分析

1. 流程线路分析

程序分析主要是对产品 & 人的生产作业流程进行整体分析,从而进行改善的方法,为了使这些分析结果得以更有效的使用,需要一些如产品或人的流程路线图及停滞分析等这样的附带分析进行说明。

流程线路图是对产品的流程及作业者的路线按布局图进行线路记录分析的方法,可以对作业场地的布局及搬运方法进行研讨,与程序分析同时使用。前面介绍的平面流程线路图便是其中一种,另外还有将工厂的各楼层之间的工艺全过程以立体线路图表述的方法,即立体流程线路图。目的都是寻找并发现流程路线的问题点,进行针对性的改善。

流程线路图尤其是对生产布局(Layout)的设计帮助较大,当通过流程线路图进行布局(配置)的讨论时,可将机械及辅助设备作成纸板模型在平面图上进行讨论,直至得到最佳方案。

2. 停滞分析

(1) 停滞分析的分析方法

停滞分析作为程序分析的辅助方法而被使用,产品工艺流程中的停滞有以下几种形式:

- ① 毛坯或产品在仓库中贮藏(保管)的状态用 $\triangle \nabla$ 表示
- ② 中间品在等待下一工序进行的状态,等待工序用 ∇ 表示。
- ③ 小批量生产时,加工前及加工后的产品停滞用 \star 表示。

这些停滞及等待直接影响流程的顺畅进行,增加不必要的生产时间和库存,同时因停滞时的保存状态不好还会造成产品的丢失、污染和变质等问题,所以减少停滞是非常重要的。停滞分析是对生产过程中最小限度及必要的停滞进行地点、原因、方式、时间、数量等的现状分析和调查。

(2) 停滞分析的调查项目(见表 3-16)

表 3-16

内容	数量	整顿状态	管理方法
1. 产品名	1. 停滞时间	1. 整理状态	1. 有无工作单
2. 地点	2. 停滞数量	2. 丢失及损坏的可能性	2. 工作单填写准确否
3. 理由	3. 重量	3. 对其它作业的妨害	3. 保管费用
4. 容器	4. 体积	4. 数量检查的容易性	4. 保管责任人职位
5. 布置	5. 离地面高度		5. 人员
6. 前后工序			

(3) 停滞分析实例(见表 3-17)

表 3-17

工艺系列名	停滞种类 <input type="checkbox"/> 贮藏 <input type="checkbox"/> 等待工序 <input type="checkbox"/> 批次等待	姓名:张三	批准		编制
产品名		部门	部 工场		
		科室	小组		
调查项目	内 容	检查项目	结 果		备 注
场地	检查台旁的小台	整理状态	良	差	
理由	包装工位兼职其它作业				
位置方式 (容器)	放置于小台的包装箱内	取放的便利性	易	难	
离地面高度	80cm	丢失及损坏的可能性	无	有	
时间	平均 20 分	变质的危险性	无	有	
数量	平均每批 250 个				
重量	5kg	是否造成障碍	无	有	2-3 批堆积后造成困难检查
体积	搬运箱 40×50×60	通路阻塞	无	有	
传票种类	作业记录				
保管责任人	检查作业者	数量检查的容易性	易	难	根据作业记录 检查数量
保管费用					
前后工序	前:成品检查 后:包装	指定放置场地	有	无	小台
			改善要点: • 包装作业由专人执行 • 检查与包装同时进行		

(4) 停滞分析的改善方向

① 可否去除停滞

- 批次作业改为流水作业, 平衡各工序的作业量;
- 改善搬运方法的同时, 更重要的是减少搬运次数;
- 加工与检查同时进行;
- 改变加工与检查的顺序;
- 改善布局。

② 可否减少停滞时间与数量


- 平衡前后工序;
- 制定符合生产能力的生产计划;
- 通过日程管理(计划)最大限度地减少停滞时间。

③ 通过分析检查表发现问题改善管理

- 进行停滞品的整理整顿;
- 调查工作单计算停滞数量;
- 减少丢失、破损、变质的危险;
- 消除道路的堵塞;
- 指定放置场地;
- 明确产品的保管责任;
- 改善停滞方式, 提高取放便利性。

以上几个方面的检讨主要集中于工艺改善、日程管理、物品管理等三个方面。

(5) 停滞与等待造成的问题

流程改善时, 最大的问题即中间品的等待(), 它会造成以下问题。

- ① 使生产制程时间变长, 即生产前置时间 (Lead Time) 变长;
- ② 中间品 (在制品 WIP) 变多

③产生堆放及取拿的无谓工时

④占用场地

⑤占用容器

⑥产生丢失、污染、变质的危险

(6) 停滞原因发现检查表 (见表 3-18)

表 3-18

工艺名称		姓名		部门	
项目	内 容	Check		说明	
		Yes	No		
一般	1. 计划中对停滞预计过大 2. 零件、产品的进货过快				
加工前的停滞	1. 工序宽放很小 2. 机械设备经常发生故障 3. 工装的数量过少 4. 一人看管的机台太多 5. 产品种类太多 6. 工序中的装配零件数量过多 7. 生产形式是批量生产而非流水化生产 8. 加工批量件数过多 9. 同时加工数量过多 10. 前后工序的批次数差异 11. 加工时间过长				
检查的停滞	1. 检查工序是否过多 2. 集中检查而异步现场检查 3. 全数检查(不是抽检) 4. 检查时间过长				
搬运前的停滞	1. 搬运次数及数量过多 2. 距离过长 3. 路线复杂 4. 搬运机械化程度低 5. 设备能力太小 6. 通用设备不是专用 7. 业务分担在不同部门				

3. 搬运分析

(1) 何谓搬运

搬运是工厂内为供应必要的物料进行的运输。与加工不同，搬运并不直接产生价值，并且要消耗人力与工时，因此如何最有效的使物流顺畅、减少浪费就成了搬运的中心课题。

搬运并不只是移动物品，堆放物料、装载、卸载、摆放都要消耗工时。因此搬运包括物品的位置移动及物品的摆放二层意思。还需注意的搬运项目包括时间及成本，对产品品质的影响及搬运前后的保管，这样不只是搬运过程，物料的停滞状态也是搬运的一部分。所以当考虑搬运改善时，其范围包括图 3-4 内容。

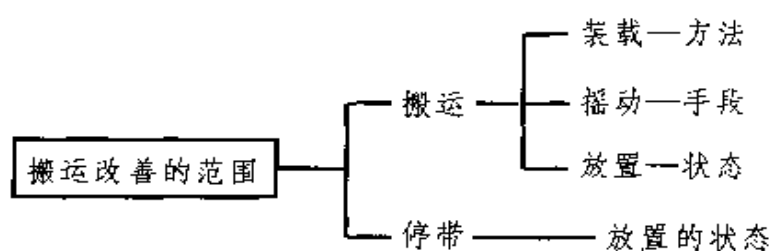


图 3-4

另外，作为搬运的特征指标：搬运重量、次数、距离、成本等等需认真对比考虑。

(2) 搬运改善的必要性

生产工艺大至可分为：加工、搬运、检查、停滞。其中加工与搬运占用了大半生产时间，因此对制造成本影响较大。生产加工是一个连续动作有机结合的工艺过程，连接这一过程的搬运与加工是不可分割的整体，但很多情况下往往人为地将其分开造成过程整体的巨大浪费。

当生产规模及品种较多时，统计发现搬运在整个工时成本及生产

成本中占有很大比例，总结如下：

- ①约 25% ~ 40% 的加工费是搬运费；
- ②约 70% ~ 80% 的工序时间；是搬运及停滞时间；
- ③约 85% 的工厂的灾害是在搬运作业中发生。

同时搬运直接影响到整个公司的运营成本。

- ①搬运工作量的增加直接影响搬运部门的管理费用；
- ②现场人员的搬运作业与生产部门的人工工时成本直接挂钩；
- ③搬运灾害造成的人、机、物损失；
- ④搬运还对现场的作业空间产生直接影响。

由上述统计及成本关系可知，搬运是不直接产生价值、造成大量成本的工序，所以搬运改善是现场改善中的重要课题。

搬运改善的基本原则是尽最大可能消除它，或将其减至最少。减少距离时间、次数都是必要的，对于必不可少的搬运应在“节省人力”、“利用斜面”、“台车”、“减少搬运的疲劳度”上下功夫改善。

(3) 搬运改善的目标

搬运改善是为使生产工艺更加流畅进行而进行的改善，降低搬运成本提高生产效率的改善活动的目标有以下几个方面：

- ①最大限度地减少停滞及中间在制品；
- ②减少搬运时间及人员数量；
- ③减少搬运距离；
- ④最大限度有效利用空间；
- ⑤减少搬运中的品质问题；
- ⑥改善作业环境；
- ⑦减少搬运中的疲劳及灾害。

(4) 搬运改善的注意事项

搬运改善主要通过程序分析的 5W1H 方法对物品的移动及放置全过程进行分析, 其中要注意以下几点:

①重视装载作业

提到搬运改善大家总是觉得将距离缩短是最重要的, 事实上在装载上消耗的劳力与时间远远大于距离的移动所耗用的劳力与时间, 所以重点是装载摆放方法的改善。装载时间由 5 分改善至 2 分钟的改善大于距离上由 5m 改善至 2m 的改善。

②重视放置方法

方法的不同带来工时、劳动频度的改变, 特别是放置方法直接影响下次移动所需工时。所以使二次搬运最方便快捷的方法即最优方法, 某种程度上放置方法代表物品的移动活性好坏, 它分为五个层次。见表 3-19。

表 3-19

No	放置状态	说明	工时消耗
1	散放地面	包括台面上散放	4
2	集装袋(箱)	集中袋捆箱都可以	3
3	托板	托板下有枕木	2
4	车辆		1
5	传送带		0

③空运的减少

为搬运在过程中产生的装载移动, 比方取车、送车等人及车的空载移动, 都是不产生价值的浪费。通过改善程序消减这类移动。

用空运系数进行评价:

$$\text{空运系数} = \frac{\text{人的移动距离} - \text{物品的移动距离}}{\text{物品的移动距离}}$$

④正确评价搬运工时

对过程中消耗的体力产生的作业疲劳进行客观评价,改善作业环境。

⑤搬运交接时方法的改善

在交接时产生的作业量往往被忽视,因为工时有可能发生在生产部。

4. 负荷余力分析

负荷余力分析是在对人员及设备能力进行了准确调查分析后将作业内容合理化再分配的工作,目的是使各工序的人员及设备负荷合理,最大限度地减少人及设备的闲余时间,从而提高工效。负荷余力分析可以从以下三个方面进行。

(1)机器负荷余力;

(2)操作者的负荷余力;

(3)操作者可同时操作机器数量的确定。

负荷余力的调查手段与方法有作业测定、联合作业分析、共同作业分析等,在其他章节都有细叙,请参阅。特别说明的是第三点,在人机作业的负荷余力分析时,决定一个作业者同时操作几台机器计算公式如下:

$$N = \frac{T + M}{T}$$

N: 代表一名作业者操作的机器台数

T: 代表一名作业者操作一部机器所需时间(包括从一台机走到另一台机的时间)

M: 代表机器完成该项工作的有效时间

5. 附带分析检查改善表 (表 3-20)

表 3-20

工艺名称		姓名		部门	
项目	内 容	Check		说明	
		Yes	No		
1. 工艺路线	1. 可否缩短搬运距离 2. 工艺路线是否有逆行或交叉的情况 3. 有否造成狭窄通路 4. 产品的上下移动是否过多 5. 设备的配置和工艺过程是否一致 6. 产品的流动方式是否已固定下来				
2. 停滞	1. 零件与产品的配置是否便于作业 2. 物品的放置方法是否便于出入库 3. 库存量是否一眼便知 4. 保管数量是否合适 5. 工作单与货品是否一致 6. 货架的形状、高度是否适合物品规格 7. 与产品相适应的堆放方法 8. 可否消除产品的损坏、变质、丢失等危险 9. 可否消除多余的材料及零件 10. 是否明确了保管场地及保管责任 11. 是否能经常保持基准储藏量				
3. 搬运	1. 能否消除造成浪费的搬运 2. 增加单程搬运量从而减少搬运次数 3. 搬运手段与搬运重量和距离是否适应 4. 减少人力搬运作业尽量机械搬运 5. 搬运方法是否已被标准化				
4. 闲置能量	1. 各工序间已取得了平衡吗? 2. 准备工序与本工序有否取得平衡? 3. 日程中的平衡偏差有否减少?				

六、程序分析的改革方向

1. 生产流程的改革

生产流程即生产过程(Process)的意思,主要反映的是产品的制作流程。程序分析就是尽可能地对这一过程的全部因素包括人、材料、机械进行综合地分析,发现问题点并对不合理的地方进行改善的方法。这些从不同角度的分析与改善会使制造现场的问题减少很多,但无论怎样改善,似乎总是存在工序日程与负荷不均的问题,改善可以改变内容,却无法改变前提条件,即批量生产的固有模式。

这时 5W1H 的提问方法使我们想问为什么,为什么日程与工序无法连续流动,为什么每道工序的负荷不相同,难道就没有让工序与日程相均衡的制造方法吗?答案是肯定的,打破改善的框框,进行全部制造过程的连续流水化生产,即精益生产的 JIT 生产形式。

在 JIT 改革的思考方法下,我们来看停滞与搬运等分析,在减少停滞及缩短搬运的改善基础上,我们要问为什么发生停滞及搬运?难道没有不需停滞及搬运的生产方法吗?基于精益生产“零浪费”准则的思考结果,答案还是流水化、准时化生产。这里的改革关键有两条,一是对全部流程抱疑问的态度,以 5W1H 的提问去消除这种流程方式的前提条件——批量生产,进行“一个流”的 JIT 准时化生产。二是零浪费的思考准则,消除生产要素 5MQS 中的全部浪费及现场的八大浪费(详细内容参见第十一章“作业改革”)。基于以上观点对生产流程进行变革性的改善,即改革。

2. 生产流程改革的重点

(1) 5W1H

不同于程序分析的 5W1H, 改革的 5W1H 是对全部流程问五个为什么。重复五次这样发问之后, 再思考怎么办, 五次 Why 与一次 How 之后会带来很大的变革。

(2) “零浪费”的准则

不是改善问题及减少浪费, 而是思考“可否做到零问题、零浪费”。5W1H 与零缺陷的思维准则是改革的前提。(详见第十一章“作业改革”)

(3) 废止停滞、搬运、检查工作

强化过程控制, 尝试取消停滞搬运及检查, 让生产线只流动生产合格产品是精益生产的最高目标。

(4) 全工序的流水化、准时化生产

消除停滞及搬运, 通过均衡化及“一个流”的实施, 实现流水化、准时化(JIT)生产, 为此需对布局、设备、作业方法等全部生产要素进行创新性的思考与设计, 才能达到目的。

(5) 消除目的不清及价值不合理的加工

已习惯的加工作业明确了目的吗? 废止无目的加工, 对于目的明确的加工通过价值分析的手法, 采用更加简单有效、价值合理的方法。

(6) 工序的分割与合并

通过工序的分割与合并, 减少整体的工序数量。此时, 一条生产线可以看作一道工序一样进行分析。

(7) 调整工序次序

调整工序次序, 可能消除搬运与停滞的发生, 消除无价值的浪费。

(8) 预加工的流水化

将与产品生产线相分离的预加工孤岛或加工工位尽可能地编入生产线, 这便是预加工的流水化。当很难做到时, 将这些工序集中在一个

较宽畅的空间,以便于各工序之间的作业负荷平均化。

3. VE(价值工程)的改革

VE(Value Engineer)是 IE 技术中为寻求高价值低成本方案常用的一种方法,主要用来对产品或服务的“功能”与“成本”进行对比、研究,以求找到“必要功能”“最低成本”的方案。它要求公司全部职能部门团队合作,通过对设计、材料选择及工艺流程等因素的改善来提高效率降低成本。

VE 公式如下:

F(Function): 产品或服务的功能

C(Cost): 支付的费用成本

V(Value): 价值

$$V = \frac{F}{C}$$

VE 的工作方法与程序如下:

- ①对象产品、服务的功能调查;
- ②现状的原料供给方法及成本调查;
- ③替代方案的收集;
- ④对全部替代方案进行成本优劣与可行性的评价;
- ⑤选择最佳替代方案;
- ⑥设计、采购、生产技术跨部门项目负责制,有组织、有计划实施。

在此程序方法之下研讨的主要课题包括:

- ①材料变更;
- ②供货商的选择;
- ③材料的使用方法、下料方法的改善;

- ④设计变更,减少加工成本或方便生产自动化、机械化;
- ⑤工艺流程与加工方法的再检讨;
- ⑥零件的设计变更,简化装配;
- ⑦加工方法和精度的变更。

4. 机械化、自动化

将手工作业改为机械作业的一般手段即所谓机械化、自动化。而自动化又分为高成本自动化和低成本简便自动化(LCA: Low cost automation)两种。

高成本自动化是以追求速度和通用性为第一原则,即花费大量的金钱去购买高价的机械设备,引进之后又因为设备折旧的负担,而需要提高机械的运转率,最终结果可能是人为机械服务,而无法达到企业为市场服务的目的。

与此相对,低成本简便自动化首先从检讨作业开始,停止批次生产改为流水生产,即一个流的生产形式。在这种生产形式之下,生产用工装设备大多为小型专用、品质可靠性高、速度较慢的机械设备。这种设备基本没有企业生产销售,只有内部自制,它不需大笔设备费,只需智力投资及人材的有效使用。

低成本简便自动化是智慧的机械化、自动化,它考验的是企业管理及用人的水平,及对以人为本的理解和落实深度。这点是精益生产及IE成功实践的关键。

5. 加工工序的改善重点

加工工序的附加值几乎全部由机械完成,所用设备的配置多半是同类机械集中放置,如此布局之下产品或零件不可能一个一个流水加工,只能批量生产,并以这种批量单位,完成全部工序的加工。批量生产必

然造成中间品的存在及搬运的产生,库存及搬运成为生产的前提及必然产物。这种生产形式在很多工厂中普遍存在,产品放置时间过长、库存与不良很多、搬运及堆积等浪费很大,这种习惯性浪费比问题本身更可怕,因为它最终渗透至管理系统,形成企业文化,很难去除。针对这种加工工序的问题重点改革以下几个方面。

(1)布局的改革(Layout)

将相同设备集中放置的形式改为按产品流程生产线布局。

(2)作业方法改革

将同一加工作业重复在每件产品上的单工序加工改为对一件产品进行全工序的加工,直至完成全部加工工序的“一个流”作业方式。

(3)设备改革

生产线上的工装设备改为重视品质速度较慢的小型专用设备,如能自动化最好。

(4)物流方式的改革

废止原来的以库存及搬运为前提的批量生产方式,改为全部产品均匀流动平均化生产的“一个流”生产方式。

(5)技术工人的培养

精益生产的“一个流”要求从原料开始到成品为止尽可能地由一人完成全部工序,这样员工就可以从机械、单调、枯燥的单一作业中解脱出来,感受制造的乐趣与喜悦,这必然要求全体员工具有多种技术与技能,因此精益生产的实施与深化必须重视技术工人的培养。这也是外企非常重视企业培训的原因。

这些加工工序的改革只用一些基本的 IE 手法是做不到的,经营管理者必须从更高境界去思考如何发挥全体员工的热情、智慧与勇气,去改善 IE 所追求的高效率的问题。

6. 装配工序的改善重点

与加工工序相比,装配工序的特征是手工作业较多,目的是将很多零件装配起来,其改革集中以下两个方面。

(1) 手工装配作业的改革

① 全工序的“一个流”生产方式

因为工序不平衡,所以才需要通过工序分析、作业测定来进行作业平均化的工作,那么只要采用没有工序不平衡的生产方式即可。也就是作业者承担全部工序的方法,根据其作业特征称为“一个流”。通常不需要搬运工具,如果产品搬运困难的话,可用皮带或推车搬运,无论哪种情况,为了使作业完成后的返回移动浪费最小,在布局上采用 U 形拉与二字拉的形式。

② 流水作业的接力棒方式

流水作业通常有三种生产形式:手传手一个流作业,皮带传送流水作业,多任务合并一个流作业。其中前两种方式都是将工序细分并由专人作业的方式,只是物料传送方式有手传送还是皮带传送的差别,那么为什么这两种生产方式会产生工序不平衡呢?原因是工序作业内容已固定,作业时间随工序不同而变动,发生不平衡是必然的。相反,如果作业时间按最高时间固定,在此时间内不停作业,时间到时各工序同时传递,这种方式称作接力棒式生产。接力棒式生产将不平衡的作业全部集中到最终工序,班长、组长只要调整最终工序即可,这样中间工序可以一直保持满负荷状态。需注意的是这种作业方式有其产品加工特性要求,并非适用于所有产品。

③ 现场实时拉平衡

依 IE 规范的拉平衡方法总是难免要进行时间分析及负荷的平均化,花费时间,所以在现场实时对应的拉平衡方法就值得研究了,这里提供两种方法,一种是田径体育比赛的发令方式,另一种是 SOS 方式。



第一种方式与田径比赛相似,作业开始前全工序人员双手放下待发令后一起开始作业,完成后举手或后退,如此循环几次实时发现瓶颈工序,现场调整,现场求得最高平衡效果。

第二种方式 SOS 方式是在生产时,由一名精通全部工序的助线,对产生作业迟延的工位提供援助,各工位在出示紧急信号之后实时得到援助的 SOS 方式比较适合混流生产及作业负荷周期性变化的装配生产线。

以上两种方法始终难免人为因素的干扰,因此相对而言不如传统方法准确。除非问题明显否则请慎重使用。

(2) 来料及部件的改革

① 零欠品

精益生产的 JIT 生产方式下,要求适时、准确供应零件,欠品问题是影响 JIT 生产的重大问题之一,因此从加工到外供应商必须保证零欠品。方法就是在看板管理系统下,遵循后工序就是客户的原则,准时、准量供料。

② 零不良

进行全工序的零不良品质保证改善,否则无法真正实现精益生产。

③ 改善零件加工精度

来料精度问题造成的后处理及二次加工是精益生产的大敌,因此减少装配现场的后处理及二次加工等不稳定因素,是实现 JIT 生产的关键,所以必须提高并改善零件加工精度。

④ 进行来料及零部件的通用化标准化改善

通用化、标准化是企业界公认的提高效率降低成本的好办法,推行精益生产必须切实推进零件标准化。

第四章

动作分析——方法研究(2)

- 一、动作分析概要
- 二、动素分析
- 三、影像动作分析
- 四、动素分析改善实践

动作分析通过研究分析人的各种作业动作，发现并改善无效动作或浪费现象，最终提高作业效率。动作分析与IE其他手法相结合，使生产管理与改善有了坚实的科学依据与方法指导，是真正做到科学管理的基础。

一、动作分析概要

1. 动作分析的目的与意义

动作分析或称动作研究是对生产活动中的全部作业动作进行观测分析,研究人的各种动作浪费,从而寻求省力、省时、安全、经济的作业方法时采用的 IE 手法。

动作分析通过研究分析人的各种作业动作,发现并改善无效动作或浪费现象,最终提高作业效率。动作分析与 IE 其他手法相结合,使生产管理与改善有了坚实的科学依据与方法指导,是真正做到科学管理的基础。IE 基础手法的程序分析、动作分析、时间研究是培养现场管理与改善能力与眼力的理论基础。

动作分析按精度不同分为以下几种方法:

- 目视动作分析
- 动素分析
- 影像分析

2. 动作分析的程序

(1) 观察与记录

观察生产现场作业者的动作,包括眼睛的移动,进行记录。

(2) 对分析记录结果中的浪费进行改善

去除记录结果中产生浪费的动作及将费时的动作改为较快的动作。

(3) 动作经济原则下的动作改善

对照动作经济原则进行改善。

(4) 重新编制作业方法

打破现有方法程序,使工作进行得更轻松、更有效,及设定作业标

准,是动作分析的目的。但值得强调的是在上述这种动作分析过程中,并非仅仅是消除动作浪费、提高效率,分析时更要注意所用材料、工装夹具、机械及作业环境对作业方法的影响,从生产作业的全部因素入手改善作业效率。因为动作随着机械的操作位置、材料、工具的放置位置而改变,通过定品、定容、定量对作业方法进行全面改善,提高作业效率。

3. 动作分析的方法

(1) 目视动作分析

观测者以目视直接对现场作业进行观测分析改善,现场发现动作问题并改善。优点是对现场瓶颈工序实时改善,提高作业效率;缺点是时间测定及细微动作的观测困难。

(2) 动素分析

将人的全部动作包括大脑的思考行为详细细分为 18 种最小动作单位要素称动素。动素分析是进行分析研究的方法。

(3) 影像分析

通过作业录像进行分析,可以精确地对作业时间及动作要素进行测定及研究分析,是动作分析中精度最高的一种。

4. 作业改革与动作分析

通过程序分析,我们对生产工艺进行流程改善、设备及布局改善及“一个流”生产的物流改善,以上的改变足以令现场焕然一新。与此同时,通过动作分析,对作业的动作进行改善。这两项工作合在一起统称作业改善。








动作分析的核心方法是动素分析。它将人的动作划分为最小单位的动素,即人的动作的基本要素,通过分析使我们了解动作的本质。掌握并灵活运用动作分析是作业改善时必不可少的能力之一。

二、动素分析










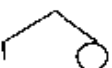

1. 18 种动素的定义

动素分析是由美国工程师 Frank Bunker Gilbreth (1862 - 1924) 创立的, 动作分析基本要素共有 18 种动作, 也有文献定义为 17 种, 本书设定为 18 种。(详见表 4-1)

表 4-1

动素定义				分类		
				A. 工作有效推进的动作		
				B. 造成工作迟延的动作		
				C. 动作本身不能推进作业		
NO	名称	英文及缩写	符号	符号说明	分类	定义
1	伸手	Transport Empty (TE)		手中无物的形状	A	空手移动, 伸向目标, 又称空运
2	握取	Grasp (G)		手握物品的形状	A	手或身体的某些部位充分控制物体
3	移物	Transport Loaded (TL)		手中放有物品的形状	A	手或身体某些部位移动物品的动作, 又称运实
4	装配	Assemble (A)		装配的形状	A	将零部件组合成一件物体的动作
5	拆卸	Disassemble (D)		从装配物拆离物品的形状	A	将装配物进行分离和拆解的动作
6	使用	Use (U)		Use 的 U 字形	A	利用器具或装置所做的动作, 称使用或应用
7	放手	Release Load (RL)		从手中掉下物品的形状	A	握取的相反动作, 放开控制物的动作

续表

动素定义				分类		
				A. 工作有效推进的动作		
				B. 造成工作迟延的动作		
				C. 动作本身不能推进作业		
NO	名称	英文及缩写	符号	符号说明	分类	定义
8	检查	Inspect (I)		透镜的形状	A	将目的物与基准进行品质、数量的比较的动作
9	寻找	Search (S)		眼睛寻找物品的形状	B	通过五官找寻物体的动作
10	发现	Find (F)		找到物品的眼睛形状	B	发现寻找目的物的瞬间动作
11	选择	Select (S)		指定选择物的箭头形状	B	多个物品中选择需要物品的五官动作
12	计划	Plan (P)		手放头部思考的形状	B	作业中决定下一步工作的思考与计划
13	预定位	Pre - Position (PP)		保龄球立直的形状	B	物体定位前先将物体定置到预定位置, 又称预定
14	定位	Position (P)		物品放在手的前端的形状	B	以将物体放置于所需的位置为目的而进行的动作, 又称对准
15	持住	Hold (H)		磁石吸住物体形状	C	手握物品保持静止状态, 又称拿住
16	体息	(Rest) (R)		人坐于椅上形状	C	为消除疲劳而停止工作的状态
17	迟延	Unavoidable Delay (UD)		人倒下的形状	C	不可避免的停顿
18	放延	Aviodable Delay (AD)		人睡觉的形状	C	可以避免的停顿

2. 动素分析的用途

(1) 通过对动作方法及顺序的检讨分析，去除不必要的动作，使动作更有效；

(2) 分析研讨最合理的作业配置；

(3) 作业的工装化及工装改善的基本资料；

(4) 改善前后的方法对比与评价；

(5) 进行作业方法的详细说明；

(6) 设定标准作业；

(7) 培养作业方法的分析判断能力。

3. 分析方法

动素分析是对作业进行细微的动作分解与观察，对每一个连续动作进行分解，将右手、左手、眼睛三种动作分开观察并进行记录，进而寻求改善的动作分析方法。下面以螺栓与螺母的装配为例进行分析记录（见表 4-2），台面布局如图 4-1。

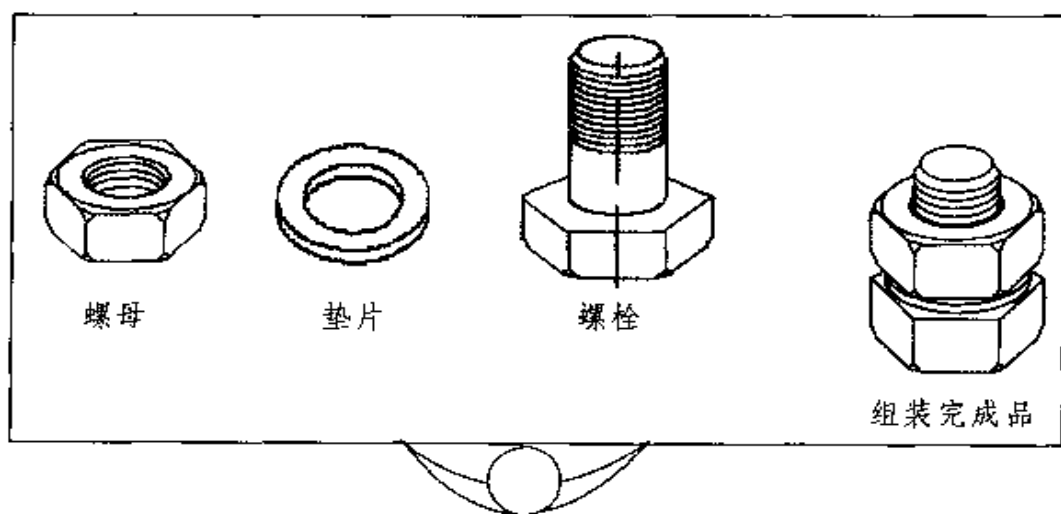
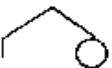

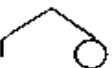


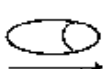






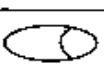


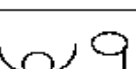










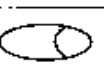
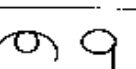






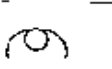

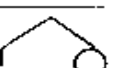



图 4-1 螺栓、螺母装配作业布局

表 4-2

螺栓、螺母装配作业动素分析表

作业要素	NO	右手动作		眼睛	右手动作	
		内容	记号		记号	内容
1 取螺栓	1	迟延				伸手至螺栓
	2	迟延				选择并抓取螺栓
	3	迟延				拿向右手的同时对准位置
	4	拿住右手运来的螺栓				放开右手
2 套上垫片	5	螺栓位置对准				伸手至垫片
	6	持住螺栓				选择并抓取螺栓
	7	持住螺栓				将垫片运至左手并对准位置
	8	持住螺栓				将垫片对准螺栓
	9	持住螺栓				套入垫片
	10	持住螺栓				放开垫片
3 装上螺母	11	持住螺栓				伸手至螺母
	12	持住螺栓				拿取螺母
	13	持住螺栓				将螺母运至左手并对准位置
	14	持住螺栓				螺母对准螺栓
	15	持住螺栓				组合螺栓与螺母
	16	持住螺栓				旋入螺母
4 放下已组 装物品	17	放下已组装机件				组合好的部件运至存放处
	18	迟延				放开组合件

三、影像动作分析

1. 影像动作分析的优点

动作分析的代表手法是动素分析，但是当需要对人体动作进行进一步的反复细致研究分析时，则需要通过录像方法进行动作的影像分析。其优点有以下几个方面。

(1) 成本低

现在录影机、数码摄录机等设备已非常便宜，相对工业仪表设备其成本是很低的，且容易买到。

(2) 功能丰富

一般摄录机都有变焦、慢放、静止、渐进、时间等功能，动作分析所需要的功能全部都有，这样不只是动作分析，生产工艺分析、时间研究、运转率分析等也可以应用此方法。

(3) 小型便利

一般小型摄录设备已经可以放入口袋，非常便利。

(4) 易于操作

非专业摄影师也能方便操作。

(5) 立即观看











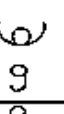



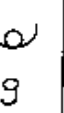





现场屏幕直接查看，修正失误，不用担心失败。

2. 动素时间流程表

通过对录像反复研究与观察，记录动素分析的时间值，此时动素分析表与时间流程表，合为 Simo Chart 动素时间流程表（见表 4-3）。此表的特点是动素与时间同时记录，准确描述动作与时间的关系。

表 4-3

螺栓螺母装配作业动素时间流程表

作业 时间	左手动作				通用 时间	右手动作			
	NO	内 容	记号	时间		时间	记 号	内 容	NO
1 取螺栓	1	迟 延		34		14		伸手至螺栓	1
					20	4		选择并抓取螺栓	2
						16		拿向右手的同时对准位置	3
						4		放开右手	4
2 套上垫片	2	拿住右手运来的螺栓		4	40	4		放开右手	4
	3	螺栓位置对准	9	6		14		伸手至垫片	5
	4	持住螺栓		106		4		选择并抓取螺栓	6
					60	14		将垫片运至左手并 对准位置	7
						4	9	将垫片对准螺栓	8
					80	6	#	套入垫片	9
						4		放开垫片	10
						16		伸手至螺母	11
					100	4		拿取螺母	12
						14		将螺母运至左手并 对准位置	13
3 装上螺母				120	4	9	螺母对准螺栓	14	
					4	#	组合螺栓与螺母	15	
	4	旋入螺母		24				16	
					140				
4 放下已组	5	放开已组装物品		4		12		组合好的部件运至存放处	17
	6	迟 延		12	160	4		放开组合件	18

另外对于长时间作业及不连续、不稳定作业，以往采用低速摄影的办法进行动作研究，现有录像功能已可以进行 8 小时的长时间连续录像，足以满足这种长时间的作业研究需要。

3. 影像分析改善重点

在对作业的录像进行深入分析时应从以下几点入手：

(1) 图表的编制

① 动素时间流程表(Simo chart)；

② 机械作业时间表——将人与机械的作业经过时间进行明确记录；

③ 联合作业分析——联合作业分析的时间分析；

④ Line Balance 分析——在装配流程中对工序间的平衡效率进行分析；

⑤ 准备作业分析表——对准备作业进行详细分析，发现不合理与浪费；

(2) 动作的改善

通过动素分析，对人的双手作业负荷及合理性进行分析，改善动作。

(3) 动作线路分析

对作业者的眼、头、右手、左手等身体部位的动作线路进行分析，消减动作幅度过大，方向的突然变化及多余的动作，多数情况下通过改善调整材料、工装、机械的摆放位置，优化动作路线。

(4) 检讨作业环境

全面地检讨作业现场的整体环境，包括地面、机械布局、材料摆放、工具位置及环境照明与温度。

四、动素分析改善实践

1. 动素分析改善程序

这里以螺栓、螺母组装作业为具体实例进行分析研究改善。改善程序如下：

(1) 发现问题

这个装配作业有以下三点问题：

① 作业空间过于开阔

作为螺栓、螺母的装配作业，作业空间过大，首先作业台过大，其次零件供应箱过大。

② 只使用右手

通过动作分析我们发现，只有右手在作业，左手几乎只是在持住螺栓而已。

③ 左手的等待

当右手放置已装配完成的螺栓、螺母并取螺栓时，左手处于等待状态。

(2) 确定改善目标(T: Target)

改善目标有三点：

① 作业周期减少(CT: Cycle Time)

现在的 CT 是 16.6 秒，设定目标为 10 秒，减少 6.6 秒。

② 效率提高到 166%

现状是 100 的话，改善后的生产效率提高 66%。

③ 空间减至 1/2

没有任何工装的作业，全部手工作业的情况下空间过大，因空间太大造成零件分离放置，空间减少一半，够作业空间即可。

(3) 改善实施(Do)

将改善目标在脑中进行描绘,使结果具体化,并制定一天的工作计划,至此,Target、Image、Plan 全部完成。

①将零件置于小臂范围内

首先将零件从现在的位置向作业者靠近,置于人体正常作业范围内,将以肩为轴的取料动作改为以肘为轴的小臂动作(见图 4-2)。

②作业台减 1/2

随着零件箱的拉近,作业台的多余空间变成浪费,如图 4-2 示,从而将作业台的作业区缩减 1/2。

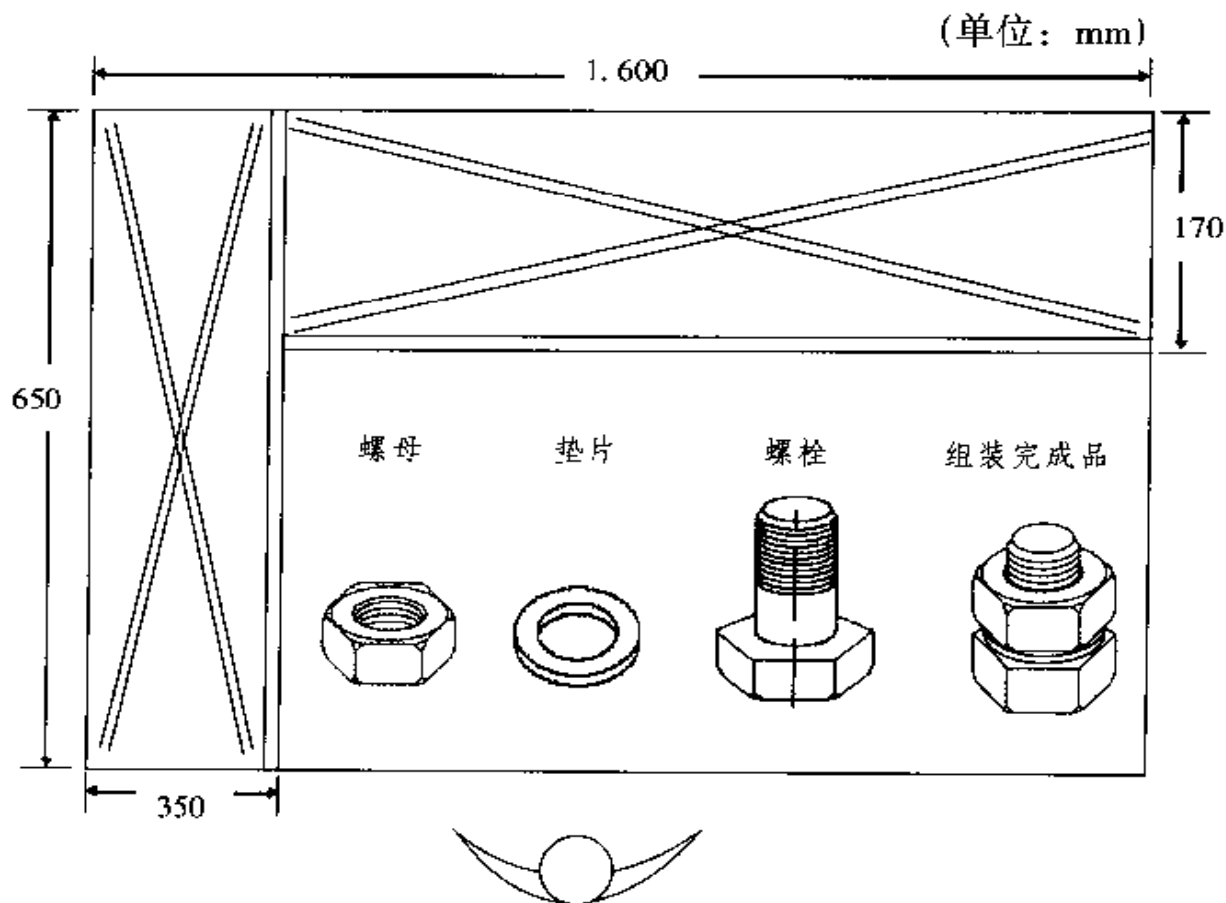


图 4-2 作业台 1/2 改善

③动素的改善

左手几乎都是迟延与持住的状态，并无作业。相反右手几乎全是拿来拿去的移动，空手移动过多，如图 4-3 显示现状双手动作线路。

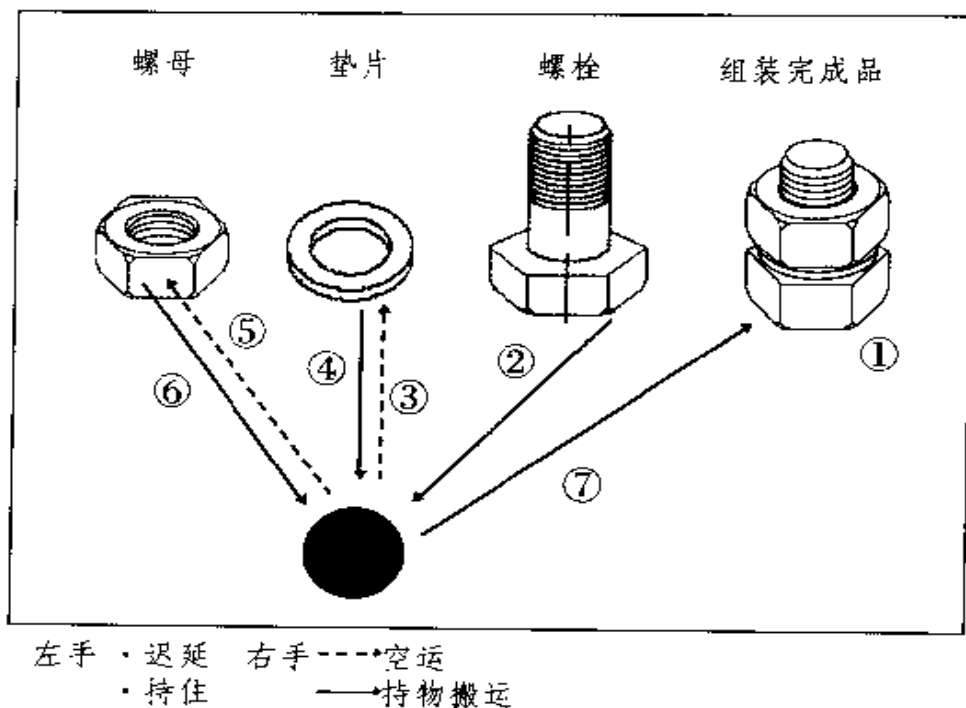


图 4-3 双手动作线路

因此根据双手作业原则，首先去除螺栓从右手拿给左手的交换动作，左手取螺栓，此时再将左手的空运取螺栓改为放置成品的同时取螺栓。右手动作则变为取螺母与垫片，大量减少了重复动作，在取螺母之后连续取垫片则减少了往复动作距离。至此两手动作变化如下：

- | 左手 | 右手 |
|-------|-------------|
| ①成品放置 | ①取螺母 |
| ②取螺栓 | ②取垫片 |
| ③拿住 | ③组合螺栓、螺母及垫片 |

下一步的改善是同时连续作业的原则下，减少右手取垫片的难

度，在拿起螺母的同时用手指尖再取垫片，这样就可以减少装配时的手指动作，为此需将垫片一个一个供给，则需要一个简单的垫片供给器。

左手动作是放置成品的同时取螺栓，那么在取到螺栓时就将螺栓的方向同时朝向右手。在回到胸前动作过程中，左、右手在途中进行装配，此时因为装配位置需要确认，所以需尽可能将左、右手靠近。

小料盒装载，小批量供料改善。半天一次供料造成料盒较大，同时动作幅度也大，将每半天一次的供料改为每小时一次的供料，回收空的物料盒，一小时一次填装供料，以空盒为标致推进作业。随着一小时一次的小料盒供料的改进，作业幅度也小了许多，动作范围也相应缩小。但要保证无论何时手边都有零件，即 FIFO (First In First Out) 先入先出的准则。

在进行了双手作业、垫片供给器改善、小批量定量供料 (FIFO) 改善及同时作业改善后，新的蛙泳式 (对称式) 作业台布局如图 4-4:

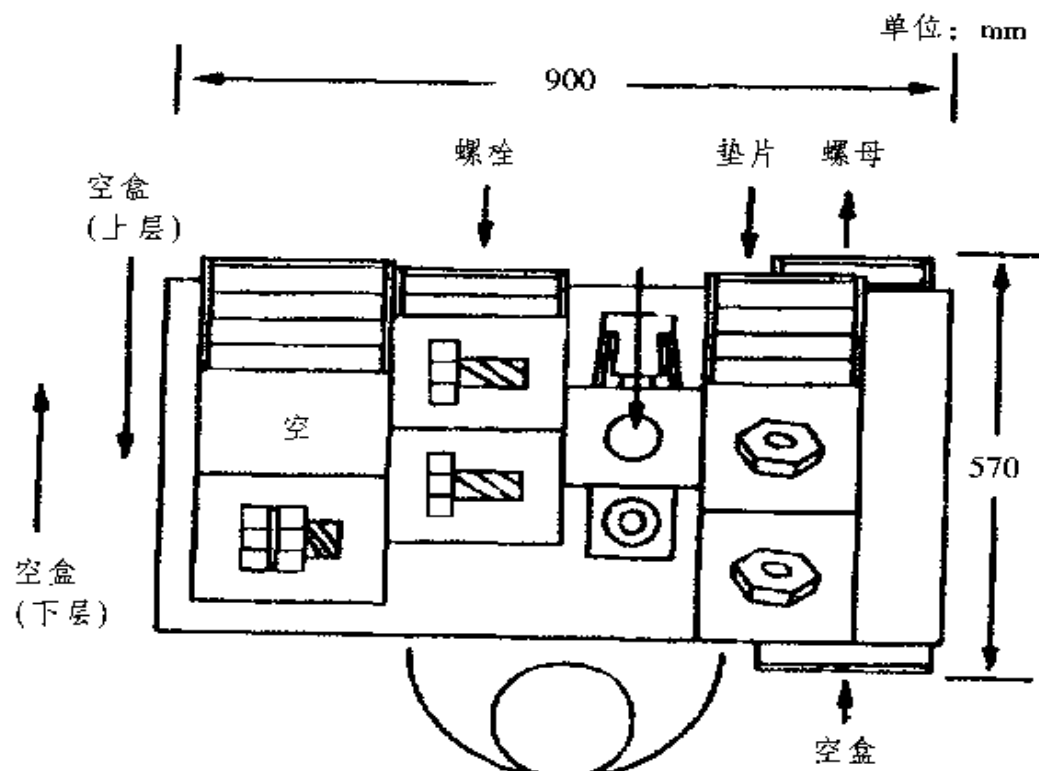


图 4-4 新装配作业的布局

(4)评价(C)

改善的评价有作业空间、周期时间、效率三项。

①空间: 目标 1/2

空间由 1.04m^2 变为 0.513m^2 , 为原状的 1/2 以下, 这里的重点是零件小批量供料, 料盒小型化及物流的 FIFO 改善。

②周期时间: 目标 10 秒, 减少 6.6 秒

首先作业员的双手动作线路有如图 4-5 的变化。

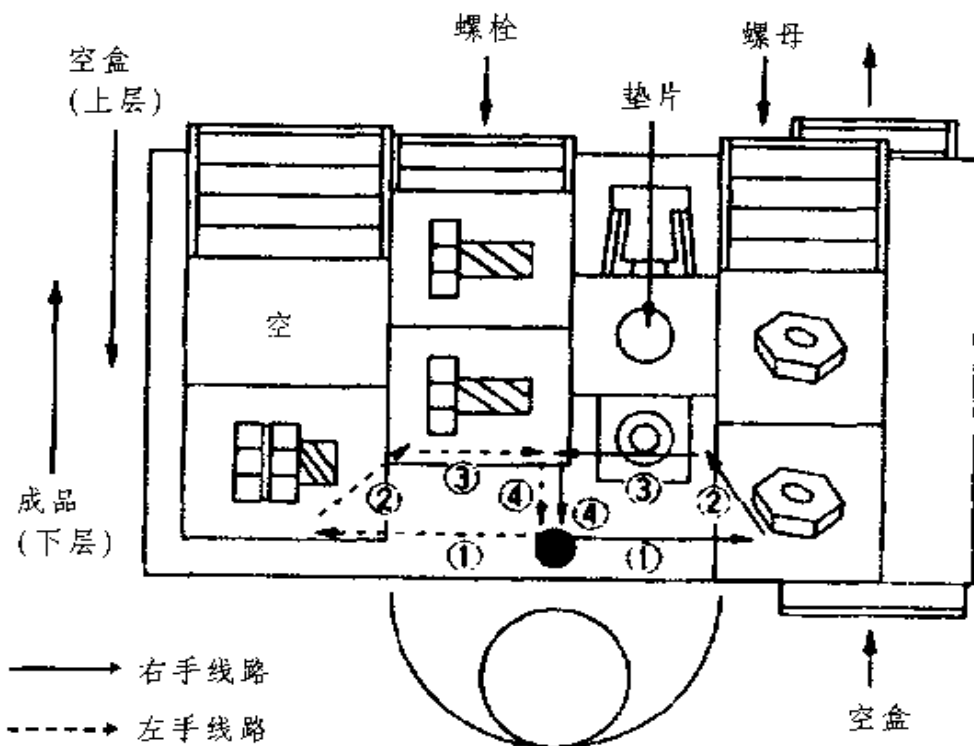


图 4-5 螺栓、螺母装配作业的动作线路(改善后)

其变化重点是双手作业原则, 并将重复的往复动作变为一次循环内完成的对称动作, 因而大大缩短了手的动作线路。

另外, 同时作业也是作业改善的重点。右手在取到螺母去装配的途中拿取垫片, 之后在回到胸前的过程中进行装配作业, 使装垫片与

螺母的两个动作变为一个动作，这种动作合并的方法同样会减少动作路程及次数，为此我们将垫片的供给方式设计成气缸供给的单个供料方式，定量、定品、定位取料是改善的重点。

将改善后的作业编制动素时间流程表（见表 4-4），作业周期由 16.6 秒变为 7.4 秒，比目标的 10 秒下降很多。

③效率提升到 166%

改善后的作业周期 7.4 秒，则效率提升为 224% 远远超过目标值。

④继续改善的方向

改善后的装配作业周期时间减至 7.4 秒，效率提升 224%，但这只是生产现场的生产效率，真正的效率提升必须与客户同步，如果以定单计算生产周期是 8 秒以上的话，那么 7.4 秒的生产周期过快，需要加入其它的工作才可以。如果出货周期在 7 秒以下时，需再次压缩作业时间，重点在左手的持住的 2.8 秒，及部分脱离手工作业的工装上下工夫改善。无论怎样改善，改善的目的与方向在客户，市场即顾客的要求是现场改革的最终目标。

2. 动素分析改善重点一览（见表 4-5）

表 4-4

改善后,螺栓螺母装配作业动素流程表


















作业 内容	左手动作				通用 时间	右手动作				作业 内容
	NO	内容	记号	时间		时间	记号	内容	NO	
1 放置成品	1	运成品至放置处		12		12		伸手至螺母处	1	1 取螺母
	2	放开成品		4		4		抓取螺母	2	
2 取螺栓	3	伸手至螺栓		12	20	12		移向垫片的同时调整螺母的方向	3	2 取垫片
	4	抓取螺母		4		4		拿住垫片	4	
3 持住螺栓	5	拿取螺栓移向 右手的螺母与 垫片		14	40	14		拿垫片及螺母 移向螺栓过程 中调整方向	5	3 垫片、螺母装配
	6	持住螺栓		28		4		对准螺栓	6	
					60	24		拧入螺母及垫片	7	

表 4-5

动作分析改善重点一览表

改善方向	动作优化			减少(去除)			工装化
<div>身体手法 要素</div>	1. 肢体协调优化	2. 前后动作连接与替代	3. 减少注意力	1. 减少每次运动量	2. 减少次数	3. 去除	简单的工具
	1. 眼睛上下移动改为左右移动 2. 改善作业台面的照明	1. 作记号 2. 涂上色彩 3. 目标物品规格大小易于眼睛辨别	1. 缩短眼睛的移动距离 2. 将物品放在视野范围内 3. 利用镜子	减少眼球运动次数	1. 位置固定以去除选择 2. 自动化以去除此作业	1. 通过镜子观看 2. 利用反射镜改善照明 3. 透镜的利用 4. 分格盘、透明容器 5. 工业箱分格	
	1. 改变受力面积, 减少手掌的压力 2. 抓取部位设为易于拿取的形状 3. 设定防滑位	1. 改善放置方式使其易于抓取 2. 改变肢体部位(如: 手腕)	1. 标识提取位置如: 手握住、足踏位	增加一次抓取的动作数, 减少动作次数	1. 组合工具去除某些动作 2. 减少搬运中多余的挽手动作	1. 手套 2. 胶手指 3. 利用外形物予置器、剪刀等专用工具	
	1. 以肩和肘为中心的移动路线 2. 手左右对称的移动 3. 消除移动途中手的方向改变 4. 上下移动→前后水平移动→左右水平移动 5. 速度调整	1. 途中尽可能同时进行其它动作 2. 用不同部位执行(如脚)	1. 去除移动途中的障碍物 2. 减轻重量 3. 减少身体重心的上下移动 4. 使用凳子 5. 手工搬运→滑动运输→滚轴运输	1. 缩短搬运距离 2. 减轻重量 3. 减少身体重心的上下移动 4. 使用凳子 5. 手工搬运→滑动运输→滚轴运输	1. 增加单位运量 2. 两手同时运输	1. 利用重力或动力去除此动作	1. 平滑路面 2. 易于滑落的台滑槽(轨)
	利用加速度(投出或敲击)	1. 下一动作配合适应部位位置放开 2. 移动的中途进行	1. 消除放手时的注意力 2. 减少消除90°所需注意力	1. 消除放手时的注意力 2. 减少消除90°所需注意力	同 ∩ 一样	同 ∩ 一样	1. 承接容器 2. 避免损伤的装置
		1. 改为不需90°的放置方法	1. 减少消除90°所需注意力	1. 90°的范围缩小并明确标识		设计成不需对准的形状	1. 导向装置 2. 限位设计 3. 工具予置

D	1. 手腕对垫片的利用 2. 其它同 			减轻重量	1. 设法提高每次持住数量		1. 先紧装置 2. 吊钩之类的悬挂手段
井 U	1. 工装机械的操作点力度调适 2. 其它与  相同	操作方向、旋转方向与下一素圆滑过度	1. 减少器具、机械设备等使用上的注意力 2. 将操作进行标准化, 从而提高熟练度、自发性	1. 减少取出及装入时的摩擦 2. 减轻操纵杆(盘)的动作幅度 3. 设定操控限位 4. 机械设备集中操作		通过自动调节装置进行排除	1. 导轨、导槽 2. 限位 3. 利用杠杆、螺栓、链杆、凸轮等机构 4. 利用重力
O	与  相同		1. 使用样板 2. 检测设备的使用 3. 通过声音及颜色来检查	1. 与  相同	1. 几个同时进行 2. 集中两台以上检测设备集中监视		1. 使计测工具方便读取 2. 简化设测工具 3. 限位计测
原则	动作方向与作业的进行方向圆滑进行	1. 合并组合两个以上的工作 2. 用身体的代替用手的工作 3. 尽可能多利用左手	1. 减少眼球的不必要判断 2. 增加自动性 3. 整理、整顿 4. 固定位置	1. 利用重力及动力 2. 不做反重力方向的工作 3. 缩小作业范围	多个同时作业	1. 合并两个以上动作, 消除某些因素 2. 适当利用某些因素	设计更加方便使用的工装, 在形状、性能、精度上进行改善并标准化。

续表

第五章

动作经济原则与流程经济原则

- 一、动作分析概要
- 二、动素分析
- 三、影像动作分析
- 四、动素分析改善实践

动作分析通过研究分析人的各种作业动作，发现并改善无效动作或浪费现象，最终提高作业效率。动作分析与 IE 其他手法相结合，使生产管理与改善有了坚实的科学依据与方法指导，是真正做到科学管理的基础。

一、动作经济原则

1. 何谓动作经济原则

对动作研究的改善方法进行分类,并系统地对此进行分析总结所得出的基本原则,称为动作经济原则(Principle Of Motion Economy)。它适用于人的全部作业,是动作改善的基本方针原则。这里对肢体使用、作业配置、机械工具设计三个方面进行总结说明(见表5-1)。

表 5-1 动作经济原则

肢体使用原则	作业配置原则	机械设计原则
1. 双手同时开始同时结束动作 2. 双手动作对称反向 3. 身体动作以最低等级进行 4. 动作姿势稳定 5. 连续圆滑的曲线动作 6. 利用物体惯性 7. 减少动作注意力 8. 动作有节奏	1. 材料工装的3定 2. 材料工装预置在小臂范围内 3. 材料工装的取放简单化 4. 物品的移动以水平移动最佳 5. 利用物品自重进行工序间传递 6. 作业高度适度以便于操作 7. 需满足作业照明要求	1. 用夹具固定产品及工具 2. 使用专用工具 3. 合并两种工装为一个 4. 提高工装设计的便利性,减少疲劳 5. 机械操作动作相对稳定,操作程序流程化、标准化 6. 操控程序与作业程序配合

2. 肢体使用原则

人在作业时的动作就像工装及物品摆放的影子。工装及物品分离较远的话,影子(动作)自然较长,作业布局如果是曲线的话,影子(动作)也会合成曲折状。身体的使用原则是要轻松有节奏,这是肢体动作的基本原则。

(1) 双手同时开始并同时结束动作

工作的原则是双手同时使用。单手作业会造成另一只手的空闲及不平衡。重点是要双手同时开始并同时结束。

(2) 双手的动作应对称反向进行

动作时双手不但要同时进行，而且要左右对称反向进行。如果双手在某一方向单向动作的话，会造成人体重心的转移，而维持这种平稳的劳动将带来精神以及肌肉的疲劳。双手反向对称动作相当于游泳的蛙泳，是最省力的作业方式。参见图 5-1。

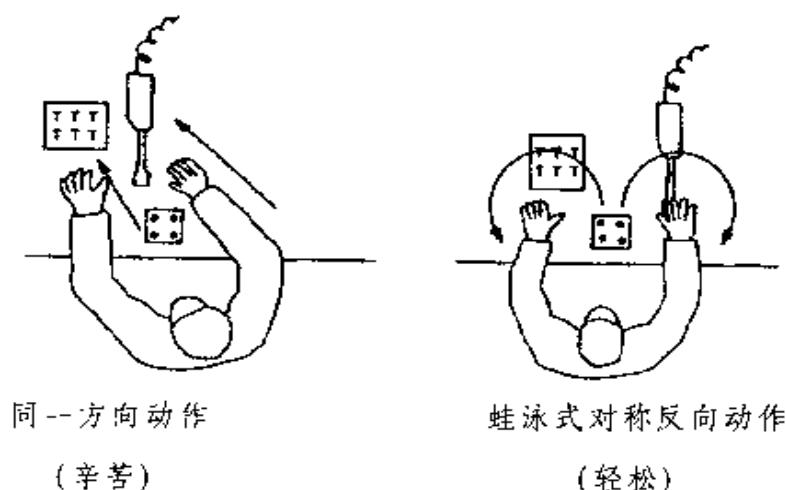


图 5-1

(3) 身体的动作应以最低等级的动作来进行

身体的动作幅度越小越好，动作时间越短越好。参见图 5-2。

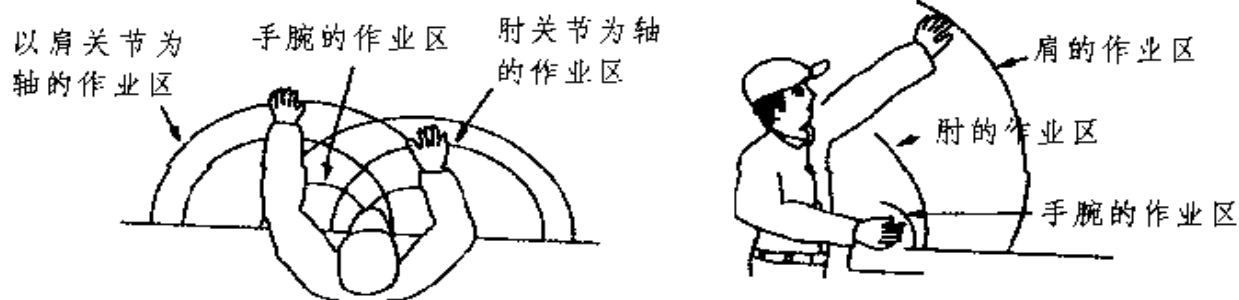


图 5-2 手部的动作原则

人体的动作等级以下列次序递减：

腿的动作→腰的动作→肩的动作→肘的动作→手腕的动作→手指的动作

(4) 动作姿势稳定

身体尽可能减少较长时间的重心偏移及起坐动作，通过改善机器及部件的布局，使作业者能够在身体整体相对稳定的情况下更轻松地完成工作，这样才能够提高工作效率。

(5) 连续圆滑的曲线动作

动作的速度和方向突然改变的话，会打乱工作节奏，同时会消耗大量体力，应尽可能避免这种现象发生，使工作连续圆滑地进行。

(6) 利用物体惯性

像使用手锤时我们所感觉的那样，当尽可能利用锤的惯性和动量重量时，就会越省力，任何工作都一样，利用物体惯性节省体力提高效率。

(7) 降低动作注意力

当我们观察一组作业时会发现，动作会有停顿、迟疑，这主要是因为过程中产生迷惑或需要判断造成的，此时的大脑活动造成外在动作的迟疑与拖延。结果不只造成作业节奏的变化与混乱，同时造成精神上的疲劳。

下面有几个降低动作注意力的例子，仅供参考。

①测量时用固定规格及定位等手段，使测量工作减少脑力判断过程。

②需要对准及嵌入时，以导向槽及机构装置减少对准的难度，以降低注意力。

③放置螺丝刀的固定位以喇叭形为佳。

④预置或定位悬吊电动螺丝刀的最佳位置。

⑤在计量仪表、器具的数值显示位置处设置明显标识，使之更容易辨识或以声光等信号减少识别的注意力。

(8)动作应尽可能有节奏，习惯性的节奏有助于提高熟练度

作业是否有节奏或有韵律是减轻疲劳及提高效率的关键。下面提供一些改善节奏的提示与方法：

①作业速度应适当，以一定的节拍规律进行；

②在作业循环分隔区间以重点动作进行标识；

③缩小手的动作范围，保持手部适当高度；

④物品的摆放按工艺顺序放置；

⑤放大对准精度或以声光等进行识别，减少注意力则易于产生节奏韵律；

⑥结束与开始动作在同一位置，作业过程首尾相接；

⑦如舞蹈一般的曲线动作流程自然会有节奏产生。

3. 作业配置原则

操作者的动作是由工件、工装及机械设备的位置决定的，因此要想提高效率，改善作业配置是非常重要的。

(1)材料、工装的3定

3定是5S整顿中的物品摆放的基本事项，包括定点、定容、定量三项内容。总之对在什么位置、有什么东西、有多少给予明确规定。

(2)材料、工装预置在小臂的工作范围内

3定标准化之后，应将材料与工装尽可能预置在人的正常工作范围，即人的小臂以肘为中心的活动范围内，这样人可以以比较低级的动作即小臂、手及手指拿取物品及工具完成工作。

(3)简化材料、工装取放

材料与工装在进行3定及位置预置的标准化后，下一步是通过相

关物品的摆放方向来调整改善动作时间(见图 5-3)。此时应注意后工序是客户的原则,对产品及材料按下工序的取拿方便原则进行放置。另外对于一些细小的、不便取放的零件,如小薄垫片、针型物等以波形裁板、小容器及弹性毯垫等方法使之容易拿取。(见图 5-4)。

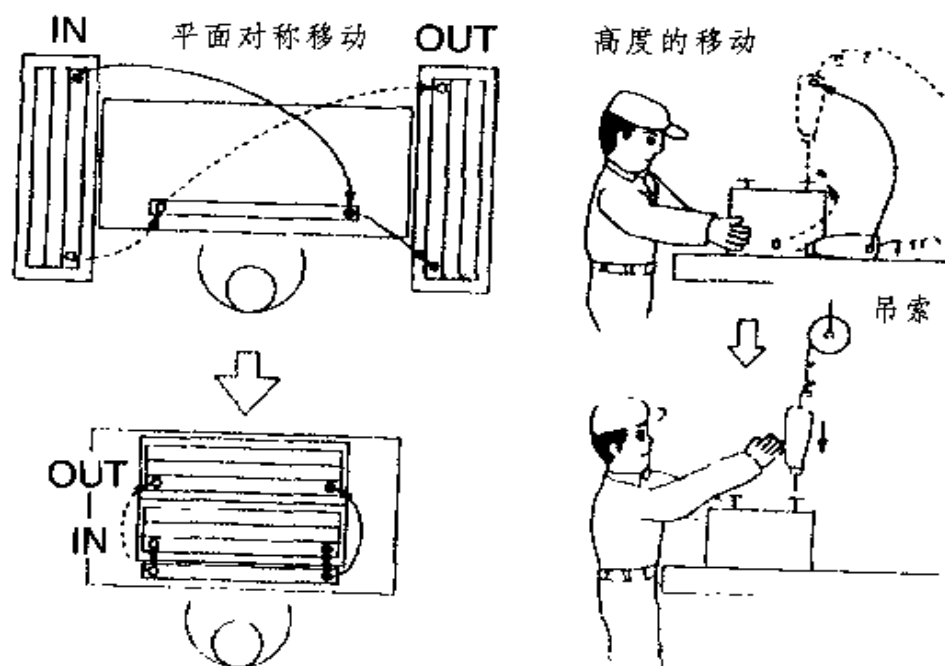


图 5-3 简化材料、工装取放

(4) 物品的移动以水平移动最佳

物品的移动应尽量避免垂直方向上的移动,因为那样会造成作业员的腰部动作,这种较高等级的动作容易使人产生疲劳及工时的增加,因此应尽量避免,特别是较重物品的上下移动。如图 5-4,进行水平移动时,应以后工序的高度为基准进行水平高度的调整,使前后工序一致。

另外较重的物品,用水平滚轴的方式进行水平移动。

(5) 利用物品自重进行工序间传递与移动

物品的取放、废脚料的收集等作业都可以利用物品重力,在斜面

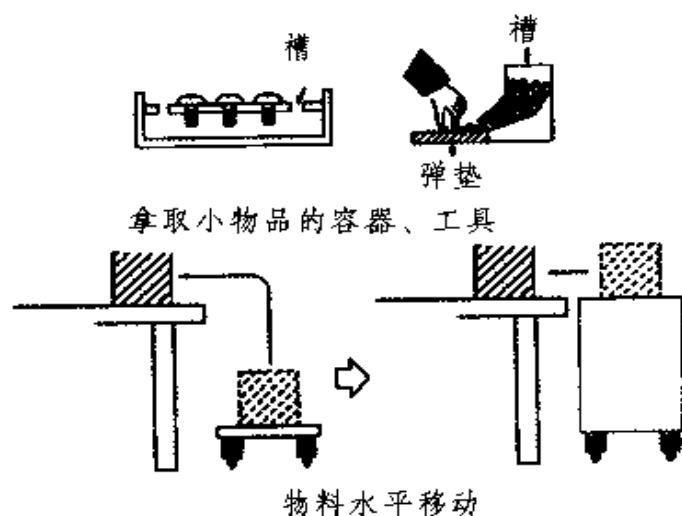


图 5-4

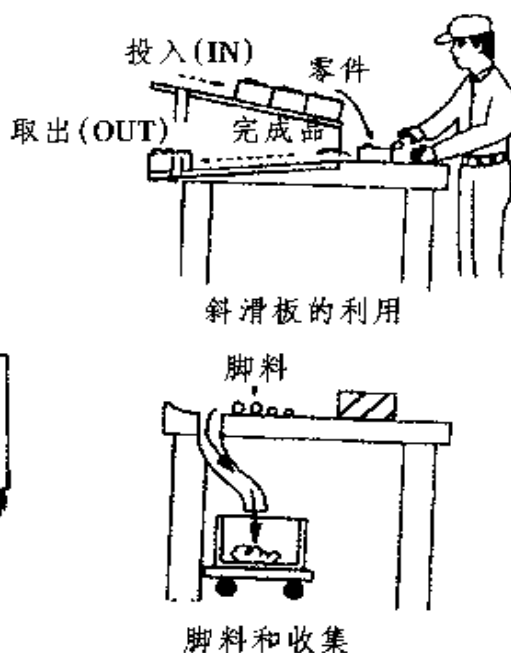


图 5-5

导槽、导轨平面及圆筒等辅助下进行传递与移动。

(6) 作业高度适度以便于操作

新 IE 的作业基本姿势是站立式作业，因为一旦坐下，作业者总要将部件拿得很近才可以，这适合于单一工序大量生产的流水化生产，不利于生产线的平衡，更不利于多工序“一个流”小批量生产的要求。站立式作业的情况下，就需要调整各工序高度，使之保持相同水平。

一般的作业情况下，作业高度在肘以下 50mm 处较适合，当进行比较细致的作业时，作业高度应距眼近些，比一般作业高度高些比较适合。不同作业高度不同，实际高度应以作业者意见为主进行讨论决定。

(7) 满足作业要求的照明

温度和湿度等满足作业环境要求是理所当然的，特别是照明尤为重要，只有天花灯照明的情况下，有可能产生身体及手的影子而影响工

作，另外当作业台及现场工艺布局调整时，天花灯也要随之变化，因此在作业台上安装作业灯照明是标准照明方法。这样即使工艺变化也不会带来较大调整，同时又能满足作业要求的照明度(见图 5-6)。

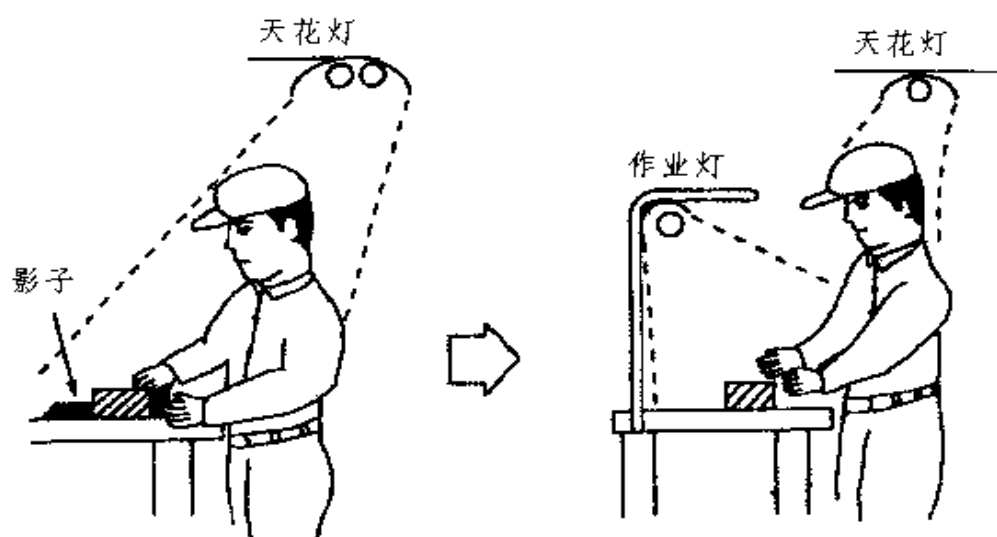


图 5-6

4. 工装夹具的设计原则

在很多情况下作业效率是由所用工装的便利性决定的，工装的操作性及便利性是工装设计时要考虑的重要因素之一。

(1) 用夹具固定产品及工具

装配作业和机械作业经常需要扶持以固定物品，这时便占用一只手而无法进行双手作业，造成极大浪费。因此需要以固定用台钳及夹持夹具等来固定产品及工具，以解放人手从而进行双手作业。

(2) 使用专用工具

生产线作业中所用工装应该是最适合该产品及人工操作的专用工具。我们经常在生产线上看到通用工具，这是不利于提高生产效率及降低成本的，生产线的高效率、低成本生产，应该是产品零件、机械

设备、工装夹具全部是专用才合理。

(3) 合并二种工装为一种

将经常使用的工装夹具的功能合并为一种，可以减少工具的更换麻烦，提高工作效率，同时在现在小批量混合生产中更需要工具功能合并，以减少转拉的工时消耗。生活中我们常见的红、蓝两用笔及带有橡皮的铅笔，就是基于这种思想发明的。

(4) 提高工具设计便利性减少疲劳

工装夹具在使用中越专用则会越方便，方便使用就会减少疲劳。设计时要注意以下几项。

①工具手柄方便抓握

工具手柄应贴合手掌形状，使手用力时的反作用均匀作用于手掌，以避免局部受力。

②作业工具与人体动作相协调

细小轻巧以手指动作为主的作业，应将工具设计得轻便些，以方便手指操作。当以手腕为主进行操作时，应将工具重心设计在前端并稍重些，手柄方便抓握，这样会减少手腕的疲劳及反作用力。

③工装夹具的操作性应以 IE 的方法进行评估

通过动作分析及 PTS 等 IE 方法对工装夹具的操作便利性进行评估，以动作简单效率最优方案进行设计。简单地讲，即工装夹具设计的效率评估，是现场改善及工装设计时决定方案的最终判断基准之一。

(5) 机械操作动作相对安定并且操作流程化

机械的设计应考虑使操作者在作业时身体整体安定，并且开关及操控手柄的位置应与流程一致。

①操作位置应相近并集中

开关、手柄、操控杆在正常作业范围内，并根据作业程序设置位置。

②让机械尽量减少或脱离人的监控和辅助

当机械被启动后,则自动送料尽可能摆脱人的监护和辅助,这样人可以在机械运转的有效时间内,做更多的事情来提高人机系统的效率。

③开关位置与下工序兼顾

当做到机械脱离人的时候,机械的启动开关位置与下一工序的作业在动作上应连贯协调,因此开关应在下一工序前及本工序后的位置,使作业同时连续进行达到最高效率。

④工件自动脱落

已完成加工的工件尽可能自动脱落,因为相对于装夹上料,脱落更容易自动化,这样人只做装夹等较复杂作业,减少作业周期时间,提高效率及产量。

⑤能够自检的自动化

不流出不良品的自动化。通过自检发现不良,实时停机、实时通知的自动化。

⑥安全第一

不论什么状态,对人不造成损害是最重要的。

⑦小型化

生产线上使用的机械工装特别需要专用小型化。

⑧容易进行作业准备

机械开始作业前的准备工作应尽量简捷、高效。

二、流程经济原则

1. 流程的种类

生产过程中的流程主要指产品从原料加工成部件又由部件组装成

成品的过程。物料在过程中进行流动变化，同样，加工工艺、人员、信息在这一过程中也在流动中变化，由此我们发现生产过程中的流程主体有很多种。

在工场中流动周转的因素包括信息、物料、机械、资金等，在制造现场直接相关的流程包括生产加工的工艺流程、人的作业流程、手的操作流程，下面就这几方面的流程经济原则，进行具体说明。

2. 生产流程路线的经济原则

生产流程是指原材料生产加工的工艺流程，在对这一过程进行路线分析时应用程序分析的基本工序符号如停滞(▽)、搬运(○)、加工(□)、检查(□)进行分析。图 5-7 为此方法的实例，是印刷电路板装配流程图。以其生产的过程线路，即生产流程路线为例，我们对加工的生产流程线路与流水线的装配分别进行经济原则的分析说明。

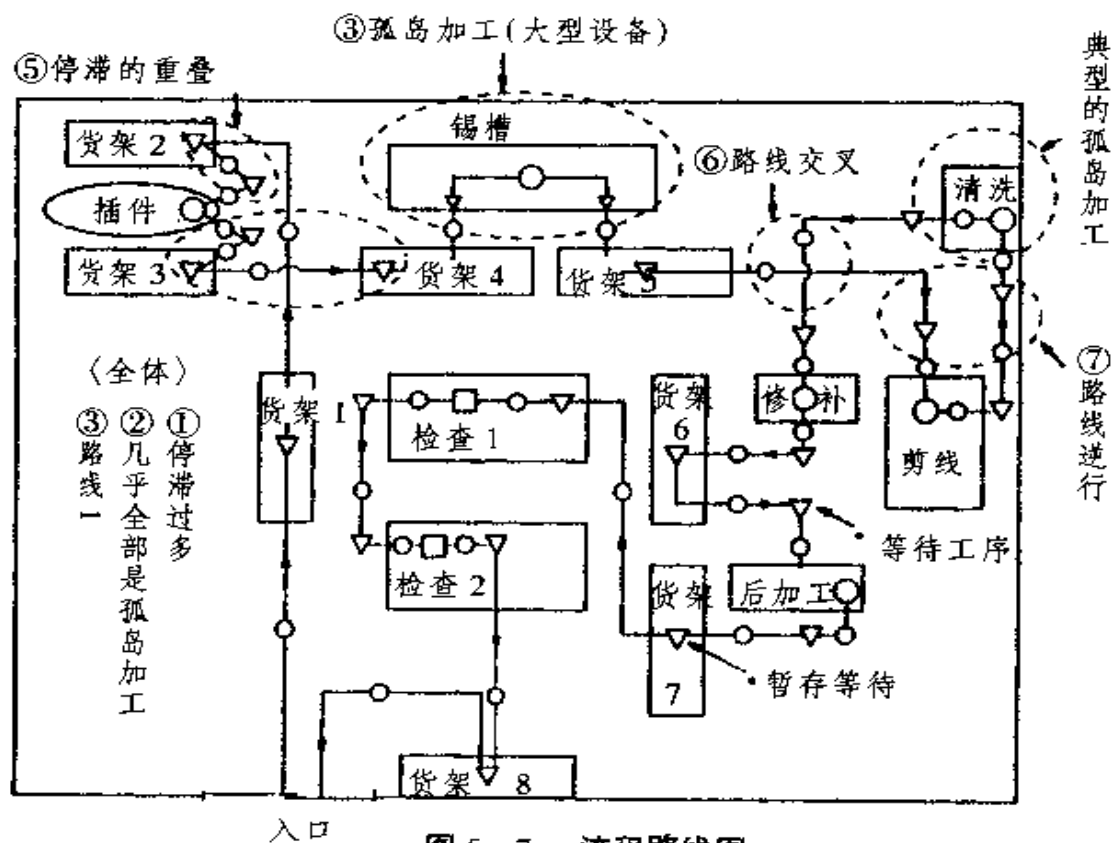


图 5-7 流程路线图

(1) 流程路线的经济原则 (参见图 5-7)

① 路线越短越好

观察流程路线图时, 第一眼需要判断的是整体流程范围及路线的长短, 范围越小路线越短则越经济。

② 禁止孤岛加工

某一加工工序与其他工序间相隔离的状态称为孤岛, 这种形式必然造成工序间的停滞堆积及搬运的很大浪费。小工序则直接合并到生产线上, 大型加工设备难以流水化生产线式布局时, 则需自主开发小型专用设备。如大型的锡炉小型专用化自动化。

③ 减少停滞的原则

停滞比加工与检查的总和多时称为停滞多余, 当合计次数达到两倍以上时, 表示停滞极多, 则必须大量减少这种浪费方可提高效率, 目标是原料与成品的停滞各一次。

④ 消除重叠停滞现象

加工与加工之间的停滞多数是工序等待, 第一步消除的就是货架等待。货架的等待将会使前置时间过长, 同时连续三个等待存在的情况下, 必然有货架至货架的移动发生(称为横移)。应该消除这种横移的作业, 以减少工序间的等待。

⑤ 消除交叉工艺路线

工艺路线的交叉会带来混乱与浪费, 按流程顺序排布即可消除这种浪费。

⑥ 禁止逆行的原则

原本应该指向出口的后工序, 由于设备布局的限制, 逆行反向折返的情况常有发生, 只需根据流程自然指向出口布局即可。

(2) 生产线的经济路线原则

生产线的经济路线原则与一般流程的经济原则有很大不同, 主要

在于前一项着眼于去除整体生产过程中大的浪费，而生产线上的经济原则用来去除中等的浪费。此处就生产线的平面流程线路与正面流程线路两个方面进行分析。

①平面分析（参见图 5-8、图 5-9）

平面分析是将生产线的平面布局，按实际比例画成图纸，对流程进行记录分析的方法，目的在于消除流程路线的起伏所致浪费，通过改造设备、机械、工装、作业台使流程呈直线运行，最大限度消除浪费。

同时为减少行走距离将设备间距离压致最小，使作业者的每步行走都可作业，其中影响设备间距的设备操纵盘，如不是每次都需操作的话，可考虑搬离设备与生产线。

另外类似隧道炉投入口与取出口不同方向的设备，利用回送装置使投入与取出口一致，这便是 I/O 一致的原则，这样可以消除 IN 至 OUT 之间的无谓行走。

②正面分析（参见图 5-8、图 5-9）

将生产线从正面进行流程的绘制与分析，从中发现物料的起浮，最大限度减少上下起伏造成的无谓劳动，因此统一工序平面高度是重

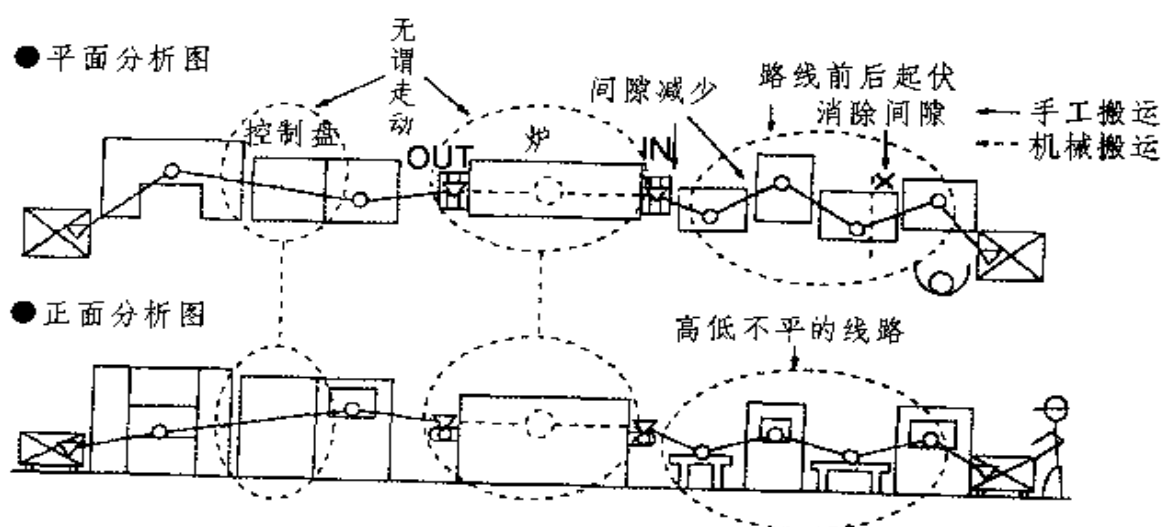
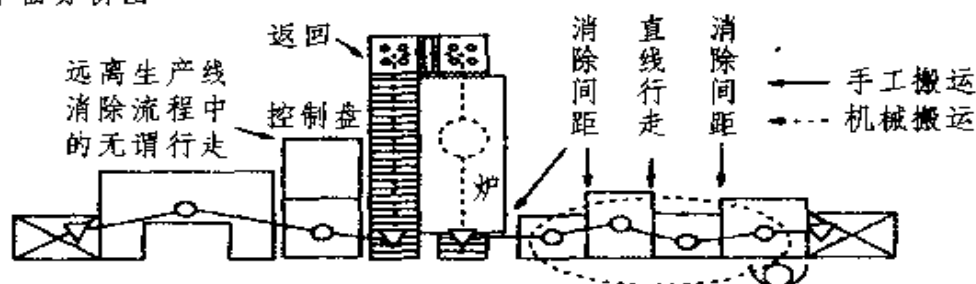


图 5-8

● 平面分析图



● 正面分析图

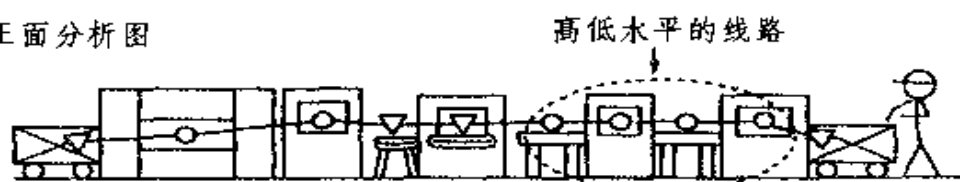


图 5-9

点。无论是正面分析还是侧面分析，目的都是要缩短制程距离，减少中间波动，以便减少浪费，特别是一人多工序作业时，这种改善尤其重要。可以用一根细线，拉于制程两端，调整相关设备，使人的作业保持平面及正面的直线最短状态，这种方法称为生产流程的经济路线原则。

3. 人的作业流程原则

下面就对一般情况下人的作业流程及流水线生产时的作业分别进行经济原则说明。

(1) 人的作业流程的经济原则

① 路线最短原则

提高人的生产效率时缩短线路是最重要的改善。

② 消除间隔

物料堆放区与机械，机械与机械之间彻底消除间隔，另外放置区与机械的规格缩小，去掉机械上不需要的部分，消减机械正面宽度，以减少工序间距。

③ 工艺流程原则

不论任何工场都有其产品特性，不同产品的加工、生产、装配流程都有自身固有的特点与模式，因此根据此流程模式及特点进行现场物料及机械的布局是一个基本通用原则。

④ I/O 一致原则

原料的放置区与成品放置分离的情形对于人的流程线路来讲是致命的缺点，当将成品放完后，生产流程也就完成。但多数情况下这种作业是循环往复周期进行的，那么人就不得不再次折向原料区以继续这一工作，因此原料堆放区与成品区一致是最效率最经济的方法。

⑤ 禁止流程路线逆行的原则

工具和检验集中布置时会造成很多局部流程逆行的地方，对此只要根据流程将工具、检具和机械进行生产线流水化同步布置，消除回折的流程线路即可。

⑥ 零等待的原则

当机械输送时人只是在等待，这时若能兼顾其他工序则可节约时间提高效率。解决办法是多能工及无需人监控的自动化。

(2) 生产线生产的经济原则

生产线方式流水化生产的情况下，主要需对物料的流动进行平面及正面的流程线路分析，以改善减少物流移动中的搬运及无谓移动损失，同时前述 6 项原则一样适用于生产线作业。

4. 流程经济原则汇总(见表 5-2)

表 5-2

流程经济原则

流程		原则	说明
产 品 工 艺 线 路	一 般	1. 路线最短原则 2. 禁止孤岛加工 3. 禁止局域路线分离 4. 减少停滞的原则 5. 禁止重复的停滞 6. 禁止交叉 7. 禁止逆行	路线长度、范围越小越好 减少工序的分离 减少(去除)很难流水线化的大型设备 减少中间停滞 禁止重复的停滞 禁止交叉流动 禁止逆行流动
	生 产 线	8. 减少物流前后摇摆 9. 减少无谓移动 10. 去除工序间隔 11. I/O 一致原则 12. 物料上下移动减少	减少物料流动的左右摇摆 减少无实际作业内容的移动 去除加工设备间的间隔 投入(IN)与取出(OUT)一致 减少去除生产过程中物料的上下移动
作 业 流 程	一 般 · 生 产 线	1. 线路最短原则 2. 去除间隔的原则 3. 与产品工艺一致原则 4. I/O 一致的原则 5. 禁止逆行的原则 6. 零等待的原则	路线长度、范围越小越好 去除加工设备的间隔 作业内容全部集中产品流程内完成 投入(IN)与取出(OUT)一致 禁止逆行流动 消除机械自动状态下的等待

第 六 章

时间分析——作业测定(1)

- 一、时间分析概要
- 二、时间分析方法
- 三、时间分析的使用
- 四、录像的时间分析

对生产作业的改善很大一部分是从改善整体的工序平衡状态入手的，因为这样更能准确掌握现状全貌，发现影响生产计划的推进及管理上的问题。

一、时间分析概要

1. 何谓时间分析

IE 创造之初最大的目的即是提高生产率,那么普遍的衡量生产率的标准是什么呢?是时间。作业时间可以有效地反映作业方法的优劣,作业效率的高与低。因此作业时间作为生产经营活动的基本资料,被广泛应用于各管理层面,调查分析制造业现场的作业时间有以下三个主要目的:

- (1)在方法改善时发现现状问题与浪费;
- (2)对方法研究时各方法的优劣进行评价比较;
- (3)对已标准化的现有方法设定标准时间。

本着上述目的,通过作业时间对作业方法进行定量的状态分析即作业测定,它是对作业方法进行分析的重要手段。

时间分析是在对作业方法的优劣进行评价及设定标准时间时,通过秒表对现有作业时间进行测量、分析、检讨的方法。它是作业测定中最基本最重要的方法与手段。

由于时间分析的手法是对作业时间的直接测量,简单易行,不只对手工作业,对机械的作业时间一样可以测量,因此被广泛应用于现场的作业测定。但是,另一方面由于作业者的心理、熟练度及企业文化的影响,测量偏差在所难免。因此,对测量结果要进行评价与修正,方可最终得到标准时间。

2. 时间分析的用途

时间分析作为效率管理及改善的基础手法,用途有以下几个方面:

- (1)改革、改善作业后对新方法进行作业标准的设定;

(2) 表现评价——同一作业的两种作业方法之间的评价；

——供货商与供货商之间的效率评价；

——作业者的工作表现评价；

(3) 新产品量产时的作业标准制定；

(4) 新工装投入时的作业标准制定；

(5) 作业方法与标准时间之间的校核；

(6) 生产线平衡率的调整改善，即 Line Balancing；

(7) 产能预算，合理计划人力及工时。

二、时间分析方法

1. 时间分析的用具

时间分析使用的主要工具如下：

(1) 秒表

根据测量作业的精度选择相应精度的秒表，一般来说电子式秒表的精度已足够，最小单位以秒计，随着熟练度的提高可以提高精度。

(2) 观测板

文具店出售的现场记录板已可以，注意不要很重。

(3) 观测记录表格

表格式样因企业不同可自行设计，重要的是表格要有分析对象、记录人、日期、部门、地点等项目。

(4) 记录用铅笔、油笔等记录用文具

(5) 其他作业测定时使用的量具

2. 时间观测及分析时的注意事项

(1) 事前的联络

出于礼节应事前与生产现场的基层管理者取得联络,说明目的,争取理解与配合。注意无需联络被测人,避免对其产生心理影响,目的是使其能以平时正常状态工作。

(2)现场工作优先,不可以因为测量对现场工作造成困扰。

(3)观测位置应在斜前方 2m 左右为佳。

(4)由于熟练度及作业态度的影响,不应只取一次数据来计算。

(5)不允许随便修改记录的时间值。

3. 周期作业及作业单元的观测方法

对于重复性周期作业的测量,一般采取对连续多个周期的作业进行测量,再算出单个周期的平均时间,这样可以使结果更具普遍性及准确性,而其中对作业动素单元的分解及测量是时间分析的关键。

作业单元的分解程序及重点如下:

(1)首先应仔细观察作业周期的全过程,在头脑中对整体程序有个清楚的认识与了解。

(2)划分作业单元首先要对作业单元进行清楚的区分与界定,这是测量的重点,实施时应注意如下几个方面:

①首先,根据作业性质对作业单元进行划分,如准备、安装、加工、检测等,不同作业之间的动作连接重点即是测量的界线。

②作业单元时间过短或过长都会降低测量的精度,因此单元时间以几秒到 20 秒左右为宜。

③机械作业与手工作业必须分开

④机械作业中的主、从作业必须分开

(3)划分作业要素

当作业性质在时间上可以划分的话,应优先考虑根据作业性质划分作业要素,详细记录其时间,这是时间分析的重点。

(4)对划分完的作业要素与单元进行再次审核,以确定其合理性。

4. 时间观测方法

(1)归零法

在第一单元开始时按动秒表,第一单元结束时按停秒表,读取记录数字,然后将秒表归零,下单元开始时重复上述工作,因为需要不断归零,所以此方法相对费时。

(2)累积测时法

用电子式秒表本身具有每次按停,则显示当时时间,再按则累计走时的功能,利用这一功能记录作业单元的时间及工序时间,为累计测时法。

(3)周程测时法

即采用每次去掉一个单元的办法来测量。适用于单元较小及周程较短的作业,此法计算稍麻烦。

(4)连续测时法

当第一单元开始时,按动秒表,在整个过程中不使秒表指针归零,任其继续走动。仅当每一单元完毕时,看指针并记录时间。待全部记录完毕,再将两相邻单元的表面读数时间相减,以求得每单元的时间。

5. 观测结果的记录

虽然观测方法各种各样,本书以最常用的连续测时法为例介绍对观测结果的记录与总结方法。

(1)记录的要点

记录用纸可以由 IE 工程人员自行设计,也可以用坐标纸记录,这里推荐表 6-1,内容为机械开孔作业的周期作业。

其记录要点如下:

表 6-1 时间观测记录实例(机械开孔作业)

NO	作业单元	第一次		第二次		第三次		总计/次数	平均	最小	最大
		结束时刻	单元时间	结束时刻	单元时间	结束时刻	单元时间				
1	取零件,装入开孔夹具	4	4	28	3	3	3	17/5	3.4	3	4
2	红笔标明开孔位置	7	3	32	4	M		17	3.4	3	4
3	装入钻床	10	3	36	4			18	3.6	3	5
4	开孔(钻头自动走刀)	16	3	42	6			30	6.0	6	6
5	取下零件	19	3	45	3			16	3.2	3	4
6	确认孔位	22	3	49	4			19	3.8	3	5
7	放下成品	25	3	1'00	4			16	3.2	3	4
*	去掉披峰			△56	7			18/2	9	7	11

①作业单元为从 1—7 为止的周期重复性开孔作业,作业单元内容必须在观测前记录清楚。

②按作业单元的次序,记录单元作业结束时刻。

③进行观测时间记录时,在第一次栏目左边记录秒表的时刻,右边则记录相应作业单元的个别单元时间。这需要在作业观测完成后再进行计算并填入表格。另外注意时刻的连续性。

④在周期作业的标准作业条件下,出现偶发的不良对应作业时,应在第一列最下栏以符号标识,并在时间栏以“△”或“*”等符号区别记入。

(2)平均、最小、最大

几个周期的观测后会发现个别单元的偏差。此时将个别单元的平均及最大最小时间分别记录的话,会从中发现许多问题。平均时间是用于计算最终标准时间的基准。同时最大最小时间的差代表动作的标

准程度，这个时间差过大的话说明有不确定非标准作业的动作参与其中，必须进一步调查事实来解决这些问题。

现场 IE 所追求的目标是最小作业时间，这就需要我们用 IE 的全部方法与理论去分析并发现最科学、经济、合理的经济方法，并对其进行标准化，以期达到最低劳动强度与最高工作效率的结合。

(3) 记录次数

记录次数因目的不同而有所区别，作业改善的情况下最少五次，标准时间测定时以 5 ~ 10 次为佳。

三、时间分析的使用

在本章开始部分我们已了解到时间分析的目的，根据上述目的，我们对时间分析的使用进行分类说明。现代 IE 在解决现场及公司整体的效率问题时，首要任务是找到问题关键所在，这样就可以在关键问题的关键部位以最少投入获得最大回报。在应用这一节的内容上最能体现这一点。我们从微观及宏观两方面来讲解时间分析的使用。

1. 从微观的角度看作业时间分析的应用

(1) 发现生产现场的问题点

①发现作业时间过长的工序中的浪费及隐藏的问题，并改善现有作业方法。对工序进行现场作业时间观测，进而定量分析工序内作业要素的时间分布，从中发现不合理操作及无意义等待，并汇同方法研究的技术与手段对作业进行改善，从而达到修正不合理作业减少浪费的目的。

②对生产作业中各工序的平衡度进行调查，改善平衡度并进行标准化。对生产作业的改善很大一部分是从改善整体的工序平衡状态入

手的，因为这样更能准确掌握现状全貌，发现影响生产计划的推进及管理上的问题。为此，对作业平衡上存在较大偏差的地方进行作业方法、作业配置及工装夹具方面的再研讨，研究出更加合理的方法，并对新方法进行标准化是时间分析的一大应用。

(2) 分析评价作业方法的优劣

①对相同作业的不同方法进行比较从而判断效率的高低及质量的优劣。

②对作业改善前后的方法进行定量的比较评价。

③对同一作业的不同操作者之间的熟练度及作业态度的比较。

④对同一操作者熟练度的提升状态进行调查。

(3) 设定标准时间。

在制定生产计划，实施生产，并对结果进行评价时，需要作业标准时间。而求得标准时间的最基本、常规、直接的方法，即通过时间观测得到正常作业时间，正常作业时间之后再对其进行评价与修正，最后再加上各种宽放，就可求得最终的标准时间。写成公式如下：

$$\begin{aligned}\text{标准时间} &= \text{正常作业时间} + \text{宽放时间} \\ &= \text{观测时间} \times \text{评价系数} \times (1 + \text{宽放率})\end{aligned}$$

2. 从宏观的角度看时间分析的应用

现代 IE 的最大特点是从宏观上解决生产上的效率成本浪费，因此在了解了微观的时间分析的应用之后，我们要了解的是时间分析应该用在什么地方才可以在宏观的生产过程中产生最大效益，这是现代 IE 区别于经典 IE 的最重要的地方。而解决宏观效率的分析方法就必然要提到生产方式，即生产线的构成与设计，如皮带拉、U 形拉等等。不论何种形式的生产线与生产方式，我们在宏观上都要有衡量其效率合



理性的手段与方法，即定量分析比较不同构成方式的流水线的生产平衡率与损失率。既然是宏观的问题就应该准确把握目的，这样的分析与行动才有的放矢。

(1) 生产线设计的目的

①降低成本——改善现有生产方式的效率成本，挑战更低效率成本。

②缩短前置时间——为了更加灵活对应市场变化，前置时间的改善是衡量不同生产系统的一项重要指标。

③减少不良——通过流水化生产的过程控制，提高工序能力，即时对应，大量减少不良。

④减少库存——由于流水线的设计与生产方式的革新，将大大缩短前置时间从而大量减少中间在制品及成品库存，减少经营风险及财务成本。

(2) 生产线设计的效率，即平衡率与平衡损失率

如果作业不是一人完成全部工序的话，则必然存在分工与合作。那么相关工序之间的作业量平均与否必然直接影响整个生产过程的整体效率。衡量这种生产工艺过程效率的标准即平衡率。说明这个概念首先要说明作业周期时间，即生产线以一定周期时间完成一个产品的时间，它是由生产线上最长作业时间的工序时间决定的。从图 6-1 更容易理解 $\text{cycle time} = \text{pitch time}$ 。

由图 6-1 可以很容易地理解到生产线的作业周期（cycle time）与最长作业时间（pitch time）的关系。因为无论其他工序作业速度多么快也只能在 pitch time 的周期时间内传送产品，少于此时间的工位只能等待，这样就会存在一定的工时损失，作业时间占总工时的比例即平衡率。

$$\text{平衡率} = \frac{\sum \text{工序作业时间}}{\text{周期时间} \times \text{人数}} \times 100\%$$

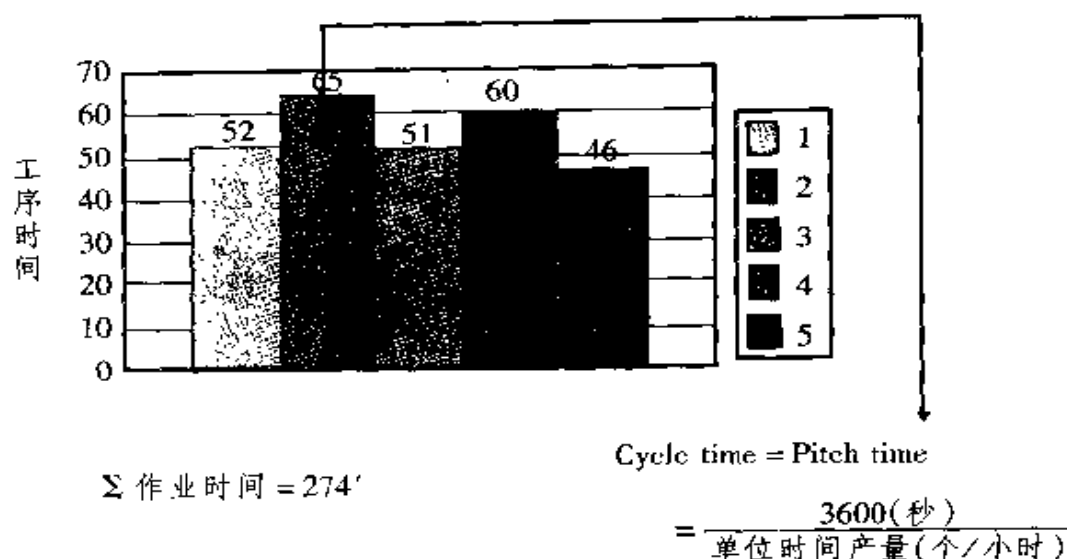


图 6-1

与此数字相反，不足 100% 的部分即平衡损失率。

上例的平衡率与损失率如下：

$$\begin{aligned} \text{平衡率} &= \frac{\Sigma \text{工序作业时间}}{\text{周期时间} \times \text{人数}} \times 100\% \\ &= \frac{52 + 65 + 51 + 60 + 46}{65 \times 5} \times 100\% \\ &= 84\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{损失率} &= \left(1 - \frac{\Sigma \text{工序作业时间}}{\text{周期时间} \times \text{人数}}\right) \times 100\% \\ &= 16\% \end{aligned}$$

对于初次接触上述数字的人或许没有很具体理解与比较，以笔者从事 IE 工作多年的经验以及目前国内外工厂的实际状态来看，当工厂的整体生产平衡率在 60% ~ 70% 时基本上是顺其自然未经任何管理改善及工艺改善的状态，存在极大的生产浪费及效率问题，因为它说明 30% ~ 40% 劳动工时是处于未产生任何价值的状态；70% ~ 80% 的平衡率是生产管理处于一定的低水平控制状态，同样存在很大的管理及技术问题；80% ~ 85% 时，生产管理人员已尽到了其应尽职责，尚有

IE 的技术改善空间，85% 以上为管理及 IE 技术处于相对较高的状态。

精益生产追求零浪费及 JIT 的目标，因此 95% 是我们追求的最终目标。另外强调一点，95% ~ 100% 的生产线，无论是国外还是中国，在分工作业前提下是几乎不存在的。笔者在一些工厂见到生产及工程技术部门制定的工艺文件上见到 95% 以上的平衡率，而实际现场的状态是 60% 左右，这反映当事人的工作态度及公司的组织文化，而非 IE 所应追求的态度。现代 IE 追求的基本工作原则是现场、现物、实事求是。

3. 生产负荷的平均化

生产管理中负荷的平均化是一个很最重要的课题，从制造业一般流程来看，多半需要从零件制造、加工到装配、检验，这样几种大的流程，而其中并非完全可以弹性控制的工序有很多，多半要受到设备能力、员工熟练度及员工数量的影响。成其是设备能力影响最大，因为并不是全部大型设备都可任意增加减少，那会涉及大量资金及固定资产的投入，解决这一问题的方法即生产负荷的平均化方法，即将不同产品、不同工序的生产全部平均化，消除因产品不同及工序不同带来的生产负荷的波动，这就需要在生产计划的制定方法进行一定的革新，由单个品种批量生产改为多品种连续生产。实施过程需要以产品的生产工时及作业标准时间为依据。因此上述方法的基础即是从现场的时间分析开始的。它对现场管理的科学性与真实性要求很高，所以只有当企业的管理文化是以事实为基准的数字量化的管理方法时，现场 IE 与精益生产才能取得成功。

四、录像的时间分析

时间分析与观测通常是在现场由 IE 工程人员直接用肉眼观察，用秒表记录时间。但这种方法对以下 3 种情况的测量存在难度：

- ①动作速度快，单元时间非常短的测量
- ②周期时间过长的作业的测量
- ③数人及人机联合作业的测量

同时当我们对时间精度要求较高，人手操作秒表所带来的误差就已不可忽视，它所带来的精度公差就无法令人满意了。所以从操作难度及精度方面来看，秒表测时法存在一定缺陷。

解决这些问题的方法即录像分析法，即用摄录机记录作业。条件允许的话用数码摄录机最好，因为数据易于保存及分析。此方法有以下几个特征：

- ①可以同时进行动作分析。
- ②对肉眼难观察到的复杂作业及联合作业，可以多次反复播放，减少遗漏及错觉。
- ③可以得到比秒表测时精度高很多的时间值，提高准确性。
- ④设定标准时间时，对于作业时间的评价更客观。
- ⑤对于现场生产作业改善更具有说服力。

录像分析的种类很多，使用者可根据作业特征不同选择不同形式的录像分析方法。

- ①高速摄影——适合于动作速度快，难于区分动作单元的情况。
- ②普通速度的视频录像——对正常速度下的复杂作业及联合作业可以用这种方法进行记录观察并分析。
- ③低速摄影——与①相反，作业周期过长的作业进行时间压缩的

间隔周期摄影。

④数码摄影——广泛适用于对于现场改善、ST 制定及教育培训（新产品量产）等。因其符合 IE 的工作效率原则，其方法及手段的便利性是反映 IE 工作效率的最直接的方法，因此笔者推荐该方法。

第七章

标准时间的设定——作业测定(2)

一、标准时间概要

二、标准时间的设定

标准时间是衡量一切工作的标准，它具有相当高的客观性与公平性。IE 的全部方法与手段都是为了保证所制订的标准时间公平合理，因为它是衡量效率的基准，同时也是科学的效率管理的基础，并最终被应用到销售、设计、制造、采购、成本管理等相关领域。

一、标准时间概要

1. 什么是标准时间(Standard Time)

标准时间是在正常的操作条件下，以标准的作业方法及合理的劳动强度和速度完成符合质量要求的工作所需的作业时间。

它具有以下五项主要因素：

(1) 正常的操作条件：工具条件及环境条件都符合作业内容要求并且不易于引起疲劳，如女工搬运重量不超过 4.5 公斤。

(2) 熟练程度：大多数中等偏上水平作业者的熟练度，作业员要了解流程，懂得机器和工具的操作与使用。

(3) 作业方法：作业标准规定的方法。

(4) 劳动强度与速度：适合大多数普通作业者的强度与速度。

(5) 质量标准：以产品的质量标准为准，基本原则是操作者通过自检及互检完成。

由上述定义可知标准时间是衡量一切工作的标准，它具有相当高的客观性与公平性。IE 的全部方法与手段都是为了保证所制定的标准时间公平合理，因为它是衡量效率的基准，同时也是进行科学的效率管理的基础，并最终被应用到销售、设计、制造、采购、成本管理等相关领域。然而，由于长期受到计划经济影响，中国的工矿企业忽视效率及效益，没有衡量效率的标准时间概念。广大中国企业只有旧的劳动工时定额系统，与国际的标准时间系统严重脱节，加入 WTO 之后，当务之急是正视效率管理，引进基础的标准时间系统，与外国企业在同一平台上竞争。否则，我们进入了 WTO 的赛场却不懂比赛规则，那如何战胜对手呢？

2. 标准时间的意义与用途

制定合理的标准时间是科学管理的最基本工作，也是最重要的工作。无标准时间就无管理的第一步。通过标准时间的应用使参与工作的全部人都可以客观准确地计划、实施并评价工作结果。标准时间的应用非常广泛，是制造业必不可少的作业管理基准。标准时间的应用具体有以下几个方面：

(1) 制定生产计划；

(2) 人工工时计划及人员计划；

(3) 评价：不同作业者的工作表现不同的供货商的效率成本不同的作业方法的优劣；

(4) 用于制造产品的人工成本控制与管理，包括记件工资的基准；

(5) 对客户的估价与报价；

(6) 设备及工装的需求计划；

(7) 革新与改善的成绩评价。

特别要强调的是标准时间不是一成不变的，随着作业方法及产品工艺的改进，标准时间也是在不断更新与提高的。图 7-1 反映标准时间的设定与活用周期。

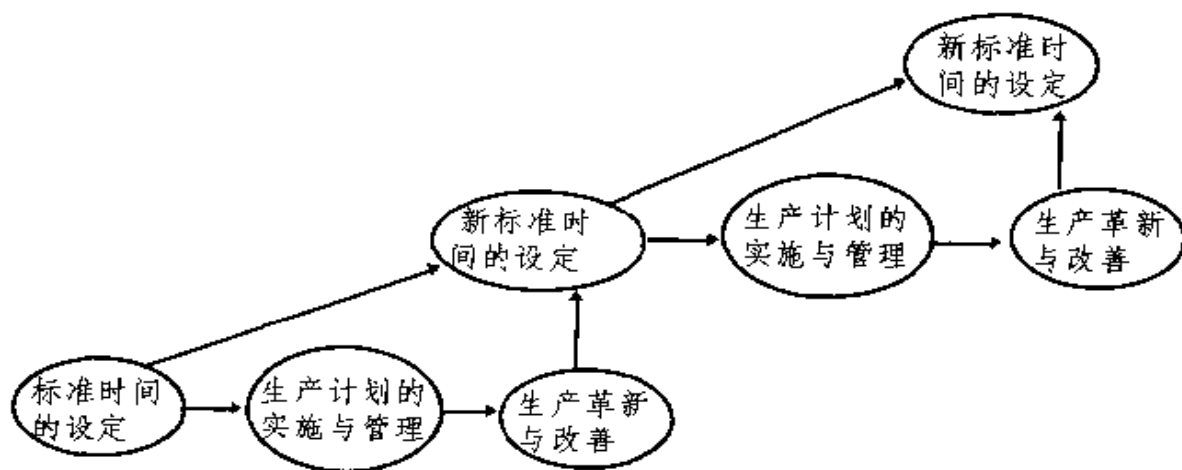


图 7-1 标准时间的设定与活用周期

通过图 7-1 所示的过程发挥全员积极性与智慧来进行革新与改善优化操作系统，是企业竞争及管理的关键。企业或组织的活力与竞争力最大区别在于是否有上述革新的文化。因此标准时间的最大意义与用途莫过于对勇于进取的革新成绩的客观评价。这一思维方法是基于 IE 的人本主义原则的，当我们看到这种公平的评价改革系统时，这个企业就有活力，否则多半会看到僵化的金字塔式的组织模式，其中的管理层只会小心谨慎，明哲保身。所以引进及实施劳动工时的标准时间概念是建立革新与改善系统的重要一步。

3. 标准时间的构成

大多数的标准时间是由“标准主体作业时间”和“标准准备时间”构成。此两项又分别由净作业时间和宽放时间构成。见图 7-2

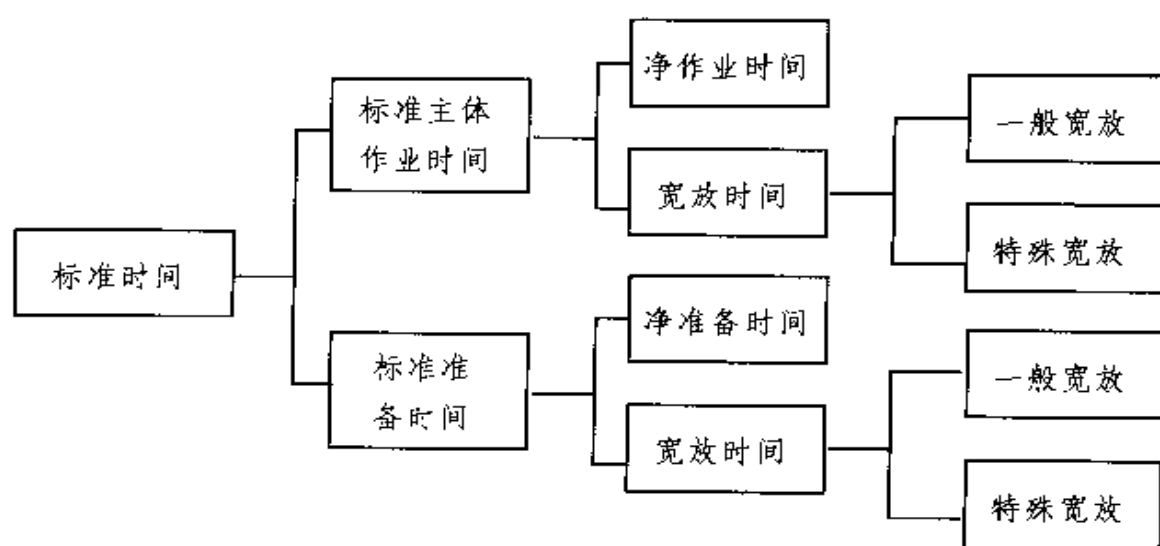


图 7-2 标准时间的构成

标准主体作业时间与标准准备时间是完成工作所必须进行的作业——包括有效的机械作业以及事前准备——和中间准备所消耗的时间，两项净时间总和称为正常时间。宽放时间普遍以相对于正常时间的比率，即宽放率的形式表示，标准时间的表述公式如下：

$$\begin{aligned}\text{标准时间} &= \text{正常作业时间} + \text{宽放时间} \\ &= \text{正常作业时间} \times (1 + \text{宽放率})\end{aligned}$$

二、标准时间的设定

标准时间的设定方法总体大致分为经验估算及科学的时间分析与时间预置 (PTS) 法等, 本书着重介绍时间分析的测量方法及各种方法的优劣比较。那么现场观测的时间是如何成为标准时间的呢? 总体需要两个步骤:

- 对观测时间进行评比求得正常作业时间;
- 对正常作业时间进行宽放, 求得标准时间。

公式如下:

$$\begin{aligned}\text{标准时间} &= \text{正常作业时间} \times (1 + \text{宽放率}) \\ &= \text{观测时间} \times \text{评比系数} \times (1 + \text{宽放率})\end{aligned}$$

1. 时间评比 (Rating)

(1) 时间评比介绍

时间评比是一种判断与评价的技术, 其目的在于把实际作业时间修正到合理的作业速度下的时间, 消除因被测量人个人的工作态度、熟练度及环境因素对实测时间的影响。具体影响作业者的因素如图 7-3 所示。

这么多影响作业时间的因素如果不能够定量评估的话会极大影响标准时间的客观性与通用性。下面介绍时间评比方法中最通用的方法——平均化法 (Leveling)。平均化法又称西屋法 (Westing House System), 为美国西屋电气公司首创, 经劳雷 (Lowry)、曼纳特 (Maynard) 和斯坦基门德 (Stegemerten) 完成整个体系。

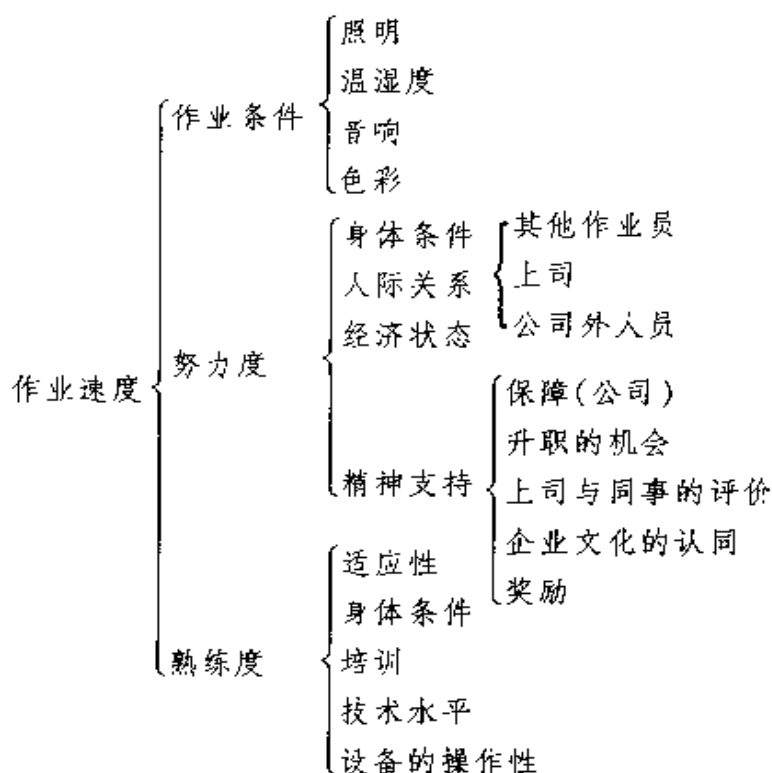


图 7-3 影响作业速度的因素

(2) 平均化法的评比

平均化法从熟练、努力、作业条件和一致性四个方面评价作业速度。

① 熟练

作业动作流畅性及熟练度，主要体现在动作的韵律及节奏感上。

② 努力

作业者的劳动欲望，反映了作业者在精神上的努力度与身体状态，与熟练度有直接关系，因此两者不应相差等级太远。

③ 条件

对作业者产生影响的环境因素，如符合国家及行业作业环境标准的话，此项可视作平均。

④ 一致性（稳定性）

对周期作业时间的稳定性的评价，若偏差达到 $\pm 50\%$ 的话评价为

欠佳，基本正常作业可视为平均。具体评价等级系数见表 7-1。

表 7-1 评价等级系数表

熟练系数			努力系数		
超佳	A1	+0.15	超佳	A1	+0.13
	A2	+0.13		A2	+0.12
优	B1	+0.11	优	B1	+0.10
	B2	0.08		B2	0.08
良	C1	+0.06	良	C1	+0.05
	C2	+0.03		C2	+0.02
平均	D	+0.00	平均	D	+0.00
可	E1	-0.15	可	E1	-0.04
	E2	-0.10		E2	-0.18
欠佳	F1	-0.16	欠佳	F1	-0.12
	F2	-0.22		F2	-0.17
操作环境系数			一致性系数		
理想	A	+0.06	理想	A	+0.04
优	B	+0.04	优	B	+0.03
良	C	+0.02	良	C	+0.01
平均	D	0.00	平均	D	0.00
可	E	-0.03	可	E	-0.02
欠佳	F	-0.07	欠佳	F	-0.04

笔者在现场实践中发现，努力度及熟练度对作业时间影响是很大的。特别当公司有新产品投产时，员工开始时一般是无法做到标准时间的作业速度的，经过一段时间后，普遍会提高 30%~40% 左右，此时已达到或超过标准时间的速度了。因此笔者认为现场评比时如无特殊情况可忽略环境因素及一致性（稳定性）的影响，只评价努力度与熟练度即可。具体熟练度与努力度的评价基准请参考表 7-2。

表 7-2

熟练度与努力度评价基准表

熟练的评价	努力的评价
1. 欠佳	1. 欠佳
<p>对工作未能熟悉,不能得心应手 动作显得笨手笨脚 不具有工作的适应性 工作犹豫,没有信心 常常失败</p>	<p>时间浪费较多 对工作缺乏兴趣 工作显得迟缓懒散 有多余动作 工作地布置紊乱 使用不适当的工具 工作摸索</p>
2. 可	2. 可
<p>对机器设备的用法相当熟悉 可以事先安排大致的工作计划 对工作还不具有充分的信心 不适宜于长时间的工作 偶尔发生失败、浪费时间 通常不会有所犹豫</p>	<p>勉强接受建议 工作时注意力不太集中 受到生活不正常的影响 工作比较摸索</p>
3. 平均	3. 平均
<p>对工作具有信心 工作速度迟缓 对工作熟悉 能够得心应手 工作成果好</p>	<p>显得有些保守 虽接受建议但不实施 工作上有良好的安排 自己拟订工作计划 按良好的工作方法进行工作</p>
4. 良	4. 良
<p>能够担任高精度的工作 可以指导他人提高操作熟练程度 非常熟悉 几乎不需要接受指导 完全不犹豫 相当稳定的速度工作 动作相当迅速</p>	<p>工作有节奏性 甚少浪费时间 对工作有兴趣且负责 很乐意接受建议 工作地布置井然有序 使用适当的工具</p>
5. 优	5. 优

续表

熟练的评价	努力的评价
对所担任的工作有高度的适应性 能够正确地工作而不需要检查、核对 工作顺序相当正确 十分有效地使用机器设备 动作很快且正确 动作节奏快	动作很快 工作方法很有系统 各个动作都很熟悉 对改进工作很有热心
6. 超佳	6. 超佳
有高度的技术 动作极为迅速, 衔接圆滑 动作犹如机器作业 熟练程度最高	很卖力地工作, 甚至忽视健康 这种工作速度不能持续一整天

下面例举某员工的评价如下:

评比因素	等级	符号	系数
熟练	良	C1	+0.06
努力	良	C2	+0.02
环境条件	平均	D	0.00
一致性	平均	D	0.00

$$\begin{aligned}
 \text{评比系数} &= \text{熟练} + \text{努力} + \text{环境} + \text{一致性} \\
 &= 0.06 + 0.02 + 0.00 + 0.00 \\
 &= 0.08
 \end{aligned}$$

当观测的作业时间为 15" 时, 正常时间为:

$$\begin{aligned}
 \text{正常作业时间} &= \text{观测时间} \times (1 + \text{评比系数}) \\
 &= 15 \times (1 + 0.08) \\
 &= 16.2"
 \end{aligned}$$

2. 时间宽放

(1) 时间宽放概述

作业时间中减除净作业时间外，由于“作业者的生理需要”“作业方法的问题”“管理需要”等原因，经常会造成作业中断产生作业时间以外的时间，这种不可避免的必要的增加，即时间宽放。时间宽放是为使作业正常进行，在净作业时间以外附加的由于不可抗因素造成的作业中断及迟延或由于作业者疲劳所造成的迟延时间，简而言之，作业中所必须的停顿与休息时间为宽放时间。宽放时间多以与净时间的比率即宽放率来表述，宽放率要定义的是在一定的作业时间内允许的宽放比例，通常以百分率表示。

时间宽放的种类大致分为：一般宽放与特殊宽放(见图 7-4)。一般宽放是指无论何种作业都需要的基本宽放。特殊宽放是指因作业的特殊性，如作业构成、管理方法造成的特殊许可的宽放。

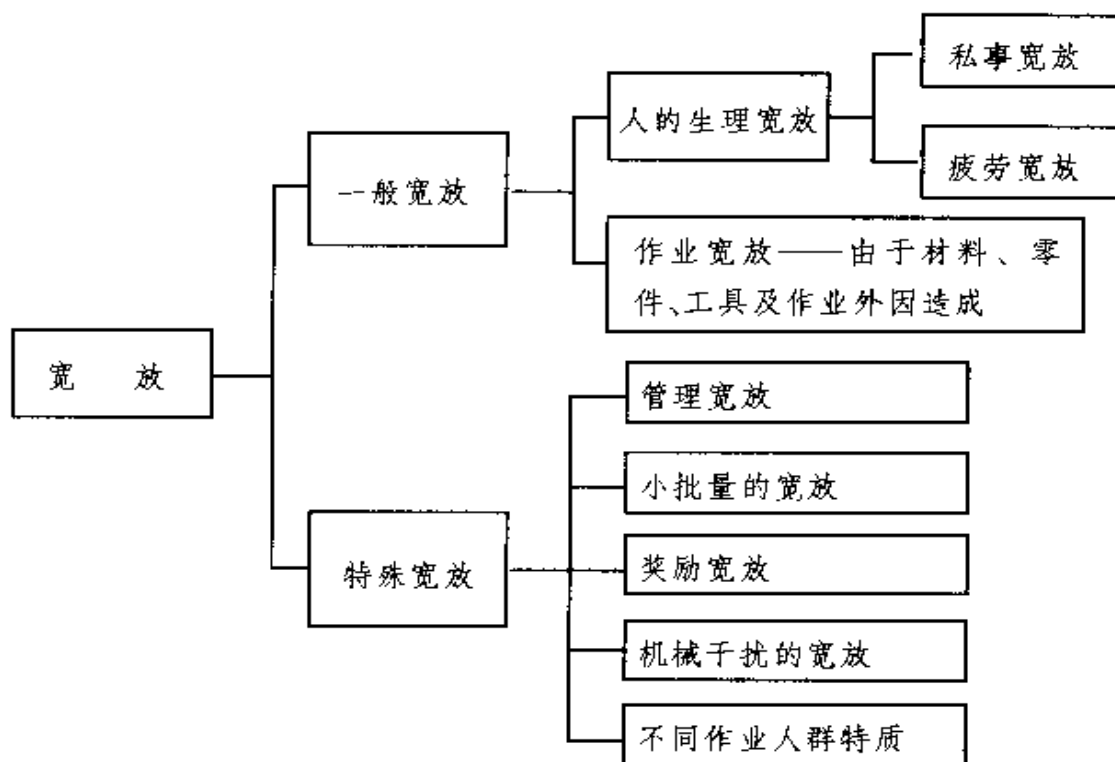


图 7-4 宽放的构成

(2) 时间宽放的内涵与标准

① 私事宽放：是指除疲劳以外作业者在生理上的需要，如喝水、上厕所、擦汗等。当每天工作 8 小时，上下午无中间休息时的标准为：

对于轻松工作，为正常时间的 2% ~ 5%。

对于较重工作(或环境不良)为 5% ~ 7%。

对于举重(或天气炎热无空调)为 7%。

② 疲劳宽放：由于作业造成的精神及肉体上的负荷所带来的劳动机能衰退及速度减慢称为疲劳。它是客观存在于人体的自然现象，所以必须给予时间宽放，以消除这种时间的迟延。这是符合实事求是及以人为本的现代 IE 理念的。但现实中笔者所见很多合资及国内企业，由于不重视 IE 基本理论而造成工时要么过紧要么过松的现象，两种情形都不利于企业的发展及企业文化的形成。中国进入 WTO 以后劳动工时管理向国际化靠拢，标准时间系统的建立是不可忽视的一环。

由于影响疲劳的因素很多，设定疲劳宽放率时请参照表 7-3 的疲劳宽放评价项目与宽放率设定。

参照此标准确定疲劳宽放时，特别要注意的是必须认真听取现场员工与管理者的意见，因为强制且主观的判断会造成广大基层员工的不满与反抗。解决造成疲劳的问题才是关键，确定现行方法及标准时间只是现场改善革新的第一步，接下来需群策群力解决问题才是重点。

③ 作业宽放：作业宽放主要是由于材料、零件、机械、工具等生产相关物品造成的非周期性、不规则的准备或是清扫等类似的作业，一般在 15 分钟内完成。超过 15 分钟的不计入作业宽放之内，主要有以下几种情形：

表 7-3 疲劳宽放评价项目与宽放率

评价项目	内容	宽放率%
1. 努力度	1. 较轻松坐式作业	0
	2. 拿轻物上下	1.0
	3. 重劳动、拿重物、移动、偶尔休息	1.5
	4. 超重劳动无休息	1.75
2. 姿势	1. 稳定的坐式作业	0
	2. 普通步行并携带物品	0.3
	3. 注意力集中的干干停停, 姿势不自然	1.0
	4. 急速停止、起动, 无法休息	1.5
3. 特殊的作业服装与工具	1. 无特别处	0
	2. 口罩、长筒、草靴、手套等劳保用品有时用	0.2
	3. 基本需配戴上述用品, 但偶尔可以拿下	0.6
	4. 不间断使用	0.75
4. 细致程度与眼部疲劳	1. 需要细致作业	0
	2. 偶尔需谨慎细致	0.3
	3. 需要小心细致	0.4
	4. 经常需高度小心细致	0.7
5. 重复动作与紧张度	1. 几乎很少有重复	0
	2. 偶尔忙碌的需重复动作	0.3
	3. 繁忙且无变化的反复动作	0.4
	4. 强烈反复枯燥重复	0.7
6. 单调性	1. 有一定兴趣并非反复动作	0
	2. 一定程度的反复动作	0.3
	3. 很单调但偶尔休息一下	0.4
	4. 不停的、连续单调不能休息的状态	0.7
7. 创造性注意力	1. 不需要	0
	2. 需要一点	0.3
	3. 必须具有	0.4
	4. 高度必要	0.7
8. 对责任与危险注意度	1. 不需要	0
	2. 对他人的安全及责任需普通程度的留意	0.3
	3. 对自身及他人的安全责任需特别注意	0.4
	4. 超级危险作业需特别注意自己及他人安全	0.7

续表

评价项目	内容	宽放率%
9. 环境	1. 环境清洁	0
	2. 有少许烟尘和臭味的污染	0.2
	3. 烟、污物、臭气、尘灰很多	0.25
	4. 上述污染非常严重	0.4
10. 噪音	1. 没有噪音	0
	2. 少许噪音	0.2
	3. 有噪音, 但有间歇	0.25
	4. 持续不断强噪音	0.4
11. 温度	1. 有空调温度正常	0
	2. 普通的温度变化	0.2
	3. 有温度变化较大	0.25
	4. 温度变化极大, 对人不利	0.4
12. 光照度	1. 光照度在标准之间	0
	2. 正常一般照明水平	0.2
	3. 光线弱或过强, 影响人的情绪	0.25
	4. 非常弱的光线并且明暗变化剧烈, 严重影响情绪	0.4
13. 地面	1. 地面光洁	0
	2. 普通状态地面	0.2
	3. 潮湿不干净	0.25
	4. 潮湿容易滑倒的地面	0.4

• 作业台及场地的简单清洁与准备, 包括转换产品品种时的时间消耗。

- 由于来料及零件不良造成的停顿。
- 现场监督者与检查员临时抽检及口头指示造成的偶发停顿。
- 上下工位的传递中偶发问题。

④管理宽放: 由于企业的管理制度所造成的管理时间的占用。

例如班前会及交接班会及体操时间等。总之由于管理工作及制度

所造成的时间占用可以归类为管理宽放，这个问题在不同国家及企业中由于文化的差异处理上有很大差异。笔者建议另外单独计算为好。这部分时间的分析与改善作为管理程序的改善课题单独处理相对来说更容易取得理解共识。当然有些时间是不可以节省的，例如针对职员的健康管理所用的时间，或者企业文化建设的时间。

⑤特殊宽放：根据产品的工艺特点或生产计划周期的长短，不同的产品、不同的生产线根据具体情况可以设定特殊宽放，无特别原因不可以乱加特殊宽放，那样将失去标准时间的客观性与准确性。

(3) 宽放时间的设定

设定宽放时间方法不只一种，最重要的原则是实事求是，世界上100%准确设定疲劳宽放的方法几乎没有，因为人群的体质特征不同，本书介绍的是日本的相关标准，因为体质特征接近，可以借鉴，若是欧美的标准会有一些偏差。请使用者多加留意。

确定宽放率基本有以下几步：①确定宽放项目。②确定各宽放项目的具体比率。③累计这项比率。④在正常时间中追加宽放时间。

宽放时间 = 正常时间 × (1 + 宽放率)

3. 标准时间的设定

(1) 设定方法

如本章开始所描述的标准时间的设定有很多方法，这章重点说明的是时间分析的方法，但其它方法同样是非常重要的，特别是预置时间标准法(PTS)(将在下章重点介绍)。表7-4将不同方法进行分类比较，目的是给大家一个整体概念。

表7-4几种方法各有优缺点，笔者在IE管理实践中认为时间分析、PTS两种方法的科学性好一些，这样就保证了标准时间客观公平的基本原则。其中时间分析即通过现场观测的方法来求得标准时间的方

表 7-4

方法名称	适用范围	评比	精度	用时
时间分析	周期性的作业	需要	较好	较少
动素法	非周期性的作业或周期较大	需要	一般	较少
PTS 法	长、短周期都适合消除人为因素	不要	优	一般
标准资料	生产过程有重复相同内容的作业	不要	优	较少
经验估算法	作业周期长,且无历史资料,急需生产,无时间做准确计算	不作	不好	少

法,对于现场管理与改善非常实用,PTS 法则主要用于新产品及新机种的量产前标准设定,以及对革新前后的方法进行评价,因此 PTS 法是 IE 工程师必须掌握的方法。

通过前面章节的讲解大家基本了解标准时间的构成及设定方法。总结来说,是在时间分析现场观测基础上经过评比修正得到正常时间,然后考虑宽放因素,加上宽放时间后得到标准时间,其构成如图 7-5 示:

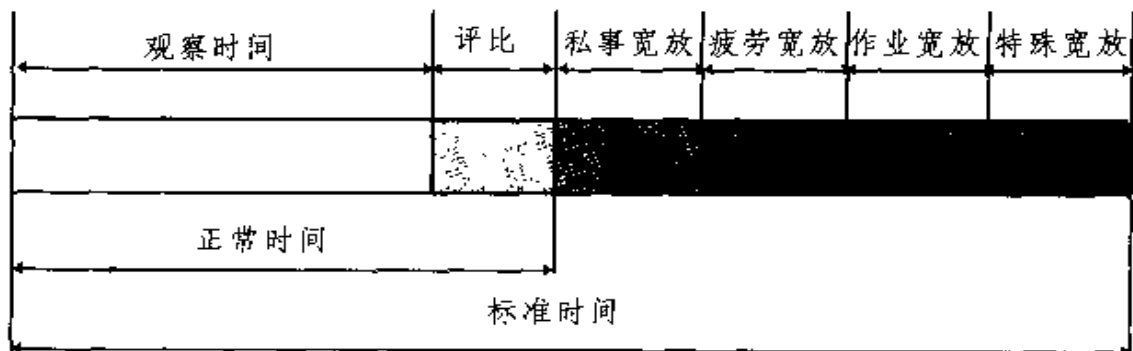


图 7-5 标准时间构成

标准时间的计算公式如下:

标准时间 = 正常时间 \times (1 + 宽放率)

= 观察时间 \times 评比系数 \times (1 + 宽放率)

(2) 设定程序

步骤 1 确定设定标准时间的目的

如上面内容介绍那样 ST 的设定有多种方法，要根据需要及目的选择不同精度的设定方法，因此明确目的是第一步。

步骤 2 选定设定的方法—根据目的选择方法。

步骤 3 确定已获批准并已标准化的标准作业。

作业内容及方法尚未标准化的产品及工序，没有制定 ST 的必要，因为内容及方法决定时间。

步骤 4 正确划分动作单元，现场测定净作业时间。

步骤 5 对观测时间进行评比。

步骤 6 确定宽放项目及宽放率。

步骤 7 由公式计算标准时间。

步骤 8 主管部门审批备案(IE 部)。

4. 标准时间设定时的注意事项

(1) 必须认真负责、不可马虎大意

标准时间是制定生产计划，管理生产及评价结果的基准，即生产活动中有关效率的基准。如同品质管理的质量标准一样重要，它是制造业效率管理的基准，是用来指导、规范人的劳动效率的标准，制定时必须严谨规范、公平、公正，否则会造成管理上的混乱及员工的不满。

(2) 制定人必须具有专业水平，如同法官是不可以随便谁都可以做的一样

(3) 必须在设定标准时间之前将作业方法及作业条件进行标准化

如果作业方法与作业条件尚未规范标准的话，时间也不可能标准，在前面曾讲过 ST 最重要的目的是用来评价改善及革新的成绩，如果现有方法未经过认真检讨及标准化的话，标准化就成了一个错误的

方法，充其量是对一个较差的方法进行了标准化，并强制员工执行。如同质量问题大量存在，而企业取得了 ISO 认证一样，效率及质量水平不会因拿到某种管理系统认证，而能短期内得以快速提升

(4) 当作业方法及条件改善后应及时更新 ST，企业应有一套进行 ST 定期更新管理程序，以保证现场取得的改善成绩及时变成标准并实现经济效益，评价改善绩效。

第 八 章

PTS 法(预置时间标准法) ——作业测定(3)

- 一、预置时间标准法概要
- 二、模特法(MOD 法)

预置时间系统 (Predetermined Time System) 简称 PTS 法。是国际公认的制定时间标准的通用技术手法。它利用预先为各种动作制定的时间标准来确定各种作业的作业时间，而非通过现场观测的时间分析方法。

一、预置时间标准法概要

1. 预置时间标准法的概念

预置时间系统 (Predetermined Time System) 简称 PTS 法, 是国际公认的制定时间标准的通用技术手法。它利用预先为各种动作制定的时间标准来确定各种作业的作业时间, 而非通过现场观测进行时间分析。

当 IE 技术发展到时间分析阶段时, 欧美国家的学者, 特别是企业就在努力研究寻找将动作赋予时间的方法, 因为当所有作业动作时间成为某一标准的常量时, 那么任何作业就可以预置其作业时间。基于这一想法, 到近代为止由欧美企业研究发明了多种 PTS 方法。其中包括 MTA 法、WF 法、MTM 法、MOD 法等 40 余种 PTS 法(表 8-1)。

表 8-1

PTS 法名称	英文名	发明 时间	原 创 人	数据来源
动作时 间分析 (MTA)	Motion Time Analysis	1924	西格 Segur	电影的微动作分 析、波形自动记录 图
工作因 素系统 (WF)	Work Factor sys- tem	1934	奎克 J. H. Quick 谢安 Shea 柯勒 Koehler	用频闪观测器摄影 的现场作业片
方法时 间衡量 (MTM)	Methods Time Measurement	1948	梅纳德 Maynard 斯坦门 Stegemerten 斯克布 Schwab	由现场作业片进行 的时间分析
模时法 (MOD)	Modolar Arrangement of Predetermined Time Standard	1966	海特博士 G. C. Heyde	由现场观察作业动 作及模拟作业



随着科技的发展及国际经济的一体化，产品的生命周期及产量朝着周期短、批量小的方向发展，上述方法的前三种由于设定程序复杂，已无法适应现在企业所面临的市场现实，如果标准时间还未定出而生产已完成了，ST 就失去了其固有的意义，因此基于我国国情与现场 IE 管理实践向企业推荐第四种方法，即 MOD 法，MOD 法具有简便、易行、低成本、高效率制定时间标准的特点，且易于掌握运用。笔者在管理指导 IE 工作时，尤其对此体验深刻。

2. PTS 法的特点

PTS 法最大的特点就是不用秒表即可以准确预定作业时间，并且不需评比，这给标准时间的设置带来极大效率，同时也保证了公平性与客观性。具体特点有以下几条：

(1) 新产品及新作业开始生产前可以事前设定标准时间，为未来的生产管理与改善提供了管理的标准与方法的评估。

(2) 可以对作业内动素进行详细时间预定，最大限度地提供了方法优化与评比的可能，从而确定最合理、高效的作业方法。

(3) 不用秒表，在生产作业前确定标准时间，制定作业标准。

(4) 不需要时间分析中对观测时间的评比与修正，可直接求得正常时间，只需宽放一步即可求得 ST。

(5) 随着作业方法的变更而修订作业标准时间，因此 PTS 是生产线的流程再造及平衡改善时最方便的评估与设定手法。

二、模特法 (MOD 法)

1. 模特法概要与基本原理

1966 年，澳大利亚的海特博士 (G. C. Heyde) 在长期研究的基础

上创立模特排时法 (Modular Arrangement of Predetermined Time Standard, 简称 MOD 法), 是在 PTS 技术中将时间与动作融为一体, 是最简洁概括的新方法, 因此 MOD 法易学易用, 且实用方便, 同时其精度又不低于传统的 PTS 技法。

模特法的基本原理来源于大量的人机工程学试验总结, 归纳有以下几个方面:

(1) 所有由人进行的作业, 均是共通的基本动作组成的, 模特法将实际生产作业中的人体动作归纳为 21 种 (详见表 8-2)。

(2) 不同的人做同一动作 (在作业条件相同的情况下) 所需时间基本相等。

(3) 人体不同部位的动作。所用时间值是相互成比例的, 如手的动作时间是手指动作时间 2 倍, 小臂的动作时间是手指动作时间的 3 倍, 由此就可以定义手指一次动作时间为人体动作的基本单位时间, 同时其他动作与之成倍数关系计算求得。

2. 模特法的时间单位与动作分类

从理论上来说, 时间单位的量值越小, 越能精确地测量各种动作的时间值。对各种 PTS 法, 时间单位的一般选择原则是, 应小于该种 PTS 法中最快的基本动作, 将该动作完成一次所需时间值的某一量值作为该方法的基本时间单位。

模特法根据人的动作级次, 选择以一个正常人的级次最低、速度最快、能量消耗最小的一次, 即手指动作的时间消耗值, 作为它的时间单位, 即

$$1\text{MOD} = 0.129\text{S}$$

模特法的 21 种动作都以手指动作一次 (移动距离 2.5cm) 的时间消耗值为基准进行试验、比较, 来确定各动作的时间值。具体 21 个动作

的分类及表示符号见下表（表 8-2）。

表 8-2

分 类			内 容	符号	附加条件
上肢动作 基本动作	移动动作	移 动	手指动作	M1	
			手腕动作	M2	
			小臂动作	M3	
			大臂动作	M4	
			伸直手臂的动作	M5	
		反射式动作	连续反复多次的反射动作	M1/2 M1 M2 M3	
	终结动作	抓 握	碰触、接触	G0	
			不需要注意力的抓取	G1	
			复杂的抓取	G3	需精神上的注意
		放 置	简单的放置	P0	
			较复杂的放置如对准	P2	需精神上的注意
			具有装配目的的放置	P5	需精神上的注意
下肢动作	脚部动作		蹬踏动作	F3	
	大腿动作		行走动作	W5	
其他动作	独立进行的动作（此动作进行时其他动作停止）		目视观察	E2	
			校正	R2	
			判断与反应	D3	
			按下	A4	
	可同时进行 的肢体动作		旋转动作	C4	
			弯腰弯体—站起	B17	往复进行
			坐下一起身	S30	往复进行
附加因素			重量因素 （负重动作）	L1	

由表 8-2 可知, MOD 法把人的动作分成上肢、下肢、其它等动作, 分别由符号 M、G、P、F、W……代表, 符号后仅赋予数字 1、2、3……代表模特时间值, 如 M1 代表 $1\text{MOD} = 0.129$ 秒, M2 即代表 2MOD , 以此类推。

除上述动作分类符号及分析符号外, 还可以通过图形符号更加形象具体地理解记忆 MOD 体系 (见图 8-1), 图形与符号的结合使工程师更加容易理解记忆。

利用这系统进行动作分析时非常方便, IE 工程师只要清楚判定了动作类型, 就可以立刻知道一个连续动作的时间值。用 MOD 法进行动作分析时还会碰到并非动作产生的动作时间消耗, 其定义、符号及分类如表 8-3:

表 8-3

NO	名称	符号	内 容	例
1	延时	BD	表示一只手进行动作, 另一只手处于停止状态, 不给予时间	右手 M 左手 BD
2	保持	H	表示用手拿着或抓着物体一直不动的状态, 主要指扶持与固定的动作, 不给时间	左手 H 右手 P2
3	有效时间	UT	指人的动作以外, 机械或其他工艺要求发生的, 非动作产生的固有附加时间, 需要准确测时。如机械的工作时间、焊锡、铆接、测试、涂布等	插件焊锡时的执锡时间 UT 或仪表测试时间

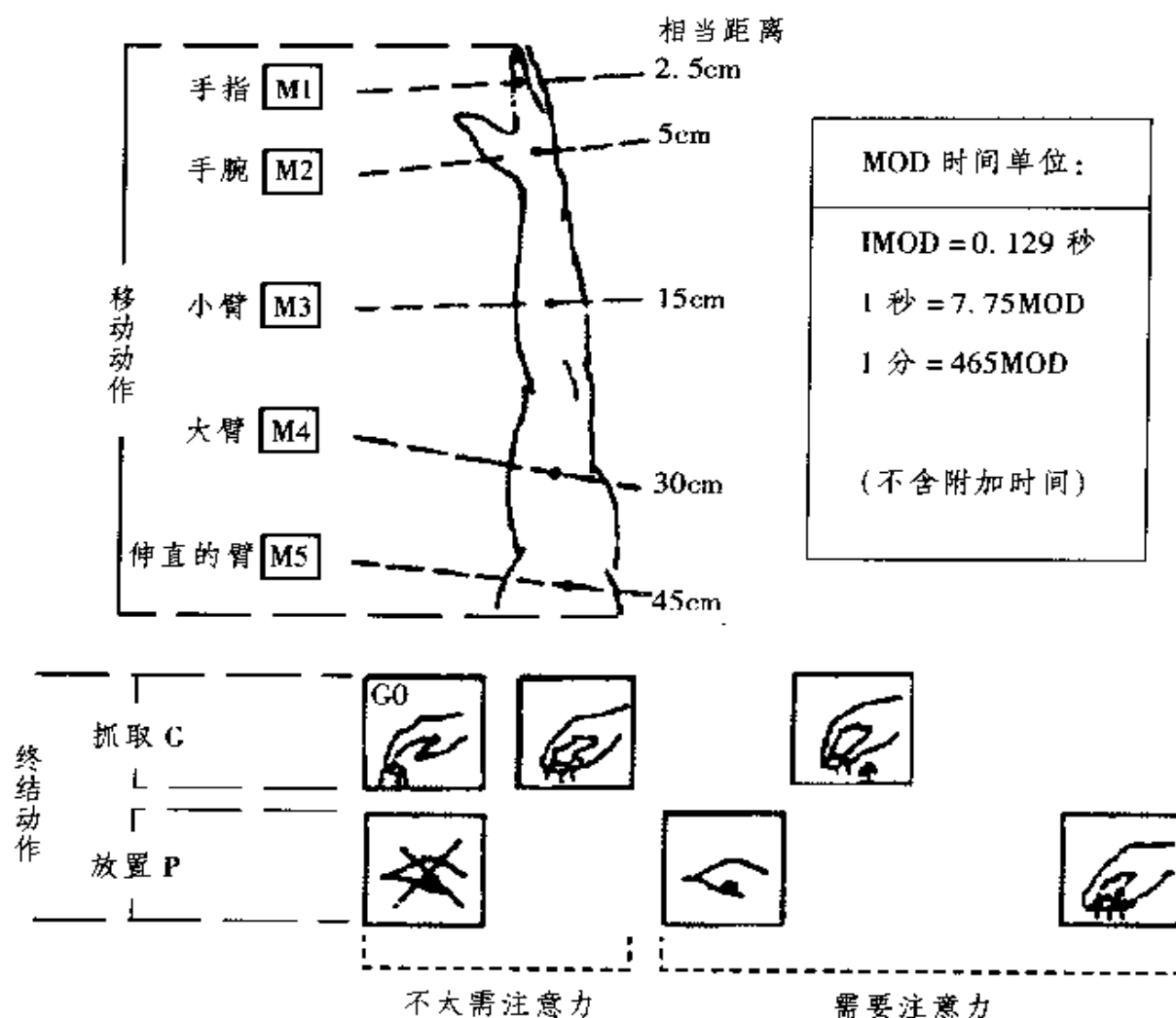
3. 模特法的动作分析

上肢动作

(1) 移动动作

移动动作由符号 M 表示, 是指手指、手和臂活动的动作。因所使用的身体部位不同, 所要达到的目的也不同, 因而使用的身体部位及

基本动作(11种):



身体及其他动作(10种):



图 8-1 模特法动素示意图

移动距离不同，同样时间值也不同。在模特法中，根据使用的身体部位的不同，时间值分五等。

①手指的动作 M1：表示用手指的第三个关节前的部分进行的动作，时间值为 1MOD，动作距离 2.5cm(参考值)。

动作举例：手持小零件的手指移动，手指拨动弹片式开关，回转小旋钮，抓住空气传动器的旋钮，用手指拧螺母，用手指擦密封条。

注意事项：手指的移动是很微小的，2.5cm 之间的反复移动很容易看漏掉，注意移动次数，时间是以次数计的，1 次 1MOD，3 次 3MOD。

②手的动作 M2：表示用手腕以前的手部进行的移动，动作距离 5cm(参考值)。

动作举例：持住零件在手腕的移动范围内安装、对准。或手内工具在作业前的对准移动，转动烙铁、门轴及放小零件于电路板孔内。

注意事项：由于手腕的动作可进行横向、上下、左右、斜向和圆弧状动作。因此根据 M2 的动作方式，伴随手的动作，小臂多少也要动作，但主动作是手的动作，小臂的动作是辅助动作，且现场作业中往往 M2 的动作频率很高所以应仔细观察。

③小臂的动作 M3：表示以肘关节为中心的，肘以前的小臂（包括手、手指）的动作。M3 的移动距离为 15cm。

动作举例：拿取及放下加工部件，伴随手部动作碰触与装配，拿烙铁，及放工具时小臂的移动。

注意事项：由于手臂及手的动作会伴有肘关节的前后移动。此时肘关节的前后移动被看作是主动作 M3 的辅助动作。M3 的移动动作范围，通常被称作正常作业范围，是人作业时的动作最合理高效的范围，作业标准的编制应尽可能在这一区域内完成，同时工装的使用，及设备的操控也应设计在这一范围为佳。

④大臂的动作 M4：表示伴随肘的移动，小臂和大臂做为一个整体在自然状态下伸出的动作，移动距离 30cm。

动作举例：伸手拿上本位传递过来的产品，及传递给下一工位时的移动，或从传送带上拿零件。

注意事项：当手臂充分伸展时，伴有身体前倾的辅助动作，从时间值上来看仍是 M4。

⑤大臂尽量伸直的动作 M5：表示在胳膊尽量伸直的基础上，再尽量前伸的动作，另外将胳膊向反向侧伸也是 M5，移动距离一般为 45cm（参考值）。

动作举例：坐在生产线旁拿放在传送带对面的零件，拿放在地上的物品。

注意事项：从劳动生理学的角度看连续做 M5 的动作是不可取的，应尽量减少 M5 的动作。

⑥反射动作：反射动作是将工具牢牢握在手里，反复性、重复作业时进行的动作。它不是每一次都特别需要注意力或保持特别意识的动作，是上述各种移动动作的连续反复动作，没有终结动作与之成对出现，所以又称为特殊移动动作。反射动作因其是反复操作，所以其时间值比通常移动动作小。

手指的往复反射动作 M1——每一个单程动作时间为 0.5MOD；

手的往复反射动作 M2——每一个单程动作时间为 1MOD；

手臂的往复反射动作 M3——每一个单程动作时间为 2MOD；

上臂的往复反射动作 M4——每一个单程动作时间为 3MOD。

M5 的动作一般不发生反射动作，如果有必须马上改进，反射动作的时间值最大为 3MOD。

动作举例：在零件上涂防护剂、用锤子敲东西、擦污迹。

(2) 终结动作

终结动作是移动动作进行之后的目的动作。如触及或抓住零件，把拿着的零件移向目的地之后放入，装配，配合等动作。

①触及动作 G0：用手指或手去接触目的物的动作。这个动作没有抓住目的物的意图，只是触及而已。它是瞬间发生的动作，所以没有动作时间，时间值为 0MOD。

动作举例：按动起动开关及关掉紧急刹车开关，推动（拔键）推放在夹具上的印刷电路板，左手抓住扶持相对较大的零件推动快速夹。

②抓的动作 G1：用手指、手掌简单地抓住的动作，抓的时候动作自然顺畅，无犹豫及踌躇现象，被抓物附近没有障碍物，时间值为 1MOD。

动作举例：抓单独放置的一个零件，已经进行位置预置的工具如电动螺丝刀（气动），拿上工位传递下来的半成品（零件本身不需太多注意力），拿记号笔。

③抓的动作 G3：需要注意力，用 G0 或 G1 的动作不能完成的复杂的抓的动作，时间值为 3MOD。一般会伴随有迟疑踌躇现象，需要准确定位及高度注意的抓取。

动作举例：拿易损的精密零件，拿供料盒中不规则放置的小零件，要求按规定位置抓取的精密零件，轻轻地拿易变形的零件。

④放置动作 P0：表示拿着物品到目的地后，直接放下的动作。放置的场所没有特殊的规定，一般不需要注意看，没有时间值，即时间值为 0MOD。

动作举例：放回使用过的工具，拿半成品放在作业台面（不用对位），安装只需一放即可的零部件。

⑤放置动作 P2：需要注意力，往目的地放东西的动作，并需要用眼睛盯着进行一次修正的动作。时间值为 2MOD。

一般 P2 动作适合于能够大体上确定位置或指定位置，虽有配合公

差但配合不严的场合。

动作举例：将垫圈套在螺栓上（同样精度的任何装配），或取半成品放入固定夹具中，把烙铁放在烙铁架上，将半成品放在给下一工位的传递位置上。

⑥放置动作 P5：需要注意力，将物品准确放在规定位置，进行装配的动作。它是比 P2 更复杂的动作。P5 需要伴有两次以上的修正动作，自始至终需要用眼睛观察，动作中产生犹豫，时间值为 5MOD，P5 需要将物品放在精确定位的位置，或装配公差精度要求较高的情况。

动作举例：将电器零件的插脚对准电路板放入。轴与轴承的装配，对准测试触点进行测试。装配准确的组合零件，将电动螺丝刀对准螺丝，将锡线对准焊点。

(3) 移动动作与终结动作的结合

无论什么动作，移动动作之后，必定伴随着终结动作。例如，拿电动收螺丝机，移动动作为 M3，终结动作为 G1，其动作符号的标记

表 8-4 PCB 板触点拖锡工作作业分析

动作描述(左手)	分析式	MOD 数	分析式	动作描述(右手)
从物料盘取 PCB 置于面前	M3G1M3	7	H	握住烙铁
拿住 PCB 板	H	4	M2P2	放烙铁换到 PCB 拖锡位
拿住 PCB 板	H	0	UT = 0.78	拖一个锡点位
拿住 PCB 板	H	12	(M2P2) × 3	放置烙铁到另外 3 个拖锡位
拿住 PCB 板	H	0	UT = 1.04 × 3 = 3.12	拖三个锡点
拿住 PCB 板	H	24	M3(M2P2M2) × 3M3	清洁烙铁头
转动 PCB 检查拖锡位	R2E2D3	7	H	握住烙铁
MOD = 54	UT = 3.9"。正常作业时间 = 54 × 0.13 + 3.9 = 10.92"			

为 M3G1, 时间值为 $3MOD + 1MOD = 4MOD$

表 8-4 为现场半作业的动作分析, 我们可知大多数的作业动作是成对、成组出现的。

(4) 同时动作

用不同的身体部位, 同时进行一样或不一样的两个以上动作叫同时动作。一般以两手的同时动作为佳, 但两手无法同时进行都需注意力的工作。

①两手同时动作的条件 (见表 8-5)

表 8-5

同时动作	一只手的终结动作	另一只手的终结动作
可能	G0 P0 G1	G0 P0 G1
可能	G0 P0 G1	G3 P2 P5
不可能	P2 G3 P5	G3 P2 P5

②两手同时作业的时间值

时间值以用时较长的一方为准。同时作业时要注意两个动作的次序, 同时动作时的作业方法会影响到最终时间结果。

下肢和腰的动作

(1) 蹬踏动作 F3

将脚跟踏在板上, 压脚踏板的动作, 时间为 3MOD 注意当脚再次抬起时则视作第二个 F3。如脚踏开关的使用, 踏下时为 F3, 机器动作则视为有效时间, 当脚离开断掉开关时又是一次 F3。

(2) 步行动作 W5

身体水平移动, 走步使身体移动的动作。回转身体也要挪动脚步, 同样视作步行动作。步行时每一步用 W5 表示, 时间值为 5MOD。

(3) 身体弯曲动作 B17

从站立状态弯腰蹲下单膝触地，然后再返回原来状态的整个过程。时间值为 17MOD。

(4)站起来再坐下动作 S30

坐在椅子上站起来再坐下的周期动作。包括同时进行的两手推拉椅子的动作，时间值为 30MOD。

辅助动作

(1)搬运动作的重量因素 L1

搬运重物对速度会造成影响，判断基准如表 8-6。

表 8-6

有效重量	< 2kg	2—6kg	6—10kg	10kg 以上每加 4kg
判断标准	不考虑	L1	L1 × 2	增加 1MOD

有效重量的计算原则：

负重状态	有效重量计值
单手负重	等于实际重量
双手负重	1/2 实际重量
滑动运送物体	1/3 实际重量
滚动运送物体	1/10 实际重量
两人搬运物体不分单双手	1/2 实际重量

重量因素只在放置动作时附加一次，而不在其他过程中考虑，且不受搬运距离影响。搬运重物是不合理作业，需改善。

(2)眼睛的动作 E2

独立动作，眼睛的动作分为眼睛的移动（向一个新的位置移动视线）和调整眼睛的焦距两种。每种动作用 E2 表示。时间值 2MOD。注意只有眼睛独立动作时，才给眼睛动作以时间值，在可以清楚地看清

物体的正常视野范围内不给眼睛动作时间值，但在正常视野内，对于调整焦距的动作在必要时给 E2，所谓正常视野眼睛的移动范围为 20cm、30° 的范围。看更大范围时，伴随着眼睛的移动还有头的辅助作用，而且两者同时进行，这相当于 110° 的范围，应给予 $E2 \times 3$ 的时间值。

在实际操作上如果是外观检查则在 20cm² 范围内，根据产品形状设定观察的具体范围和次数，否则操作起来很难确定给几次 E2 为合适，如果是加工结果检查例如 PCB 的焊点检查，则以焊点数及面积来明确一个 E2 的范围。

(3) 矫正动作 R2

独立动作，在一只手的手指与手掌内进行的改变方向或调整握姿的复杂连续动作，用 R2 表示，时间值为 2MOD。注意只限于用 R2 独立进行动作时，才给 R2 的时间值，往往熟练的作业员会在拿取后移动的同时进行矫正的操作。此时只给抓和移动的动作时间值，不计矫正时间。常见的动作有拿取零件后在手中调整方向，及拿到工具后在手中调整握姿等。

(4) 判断动作 D3

独立动作，连续的动作之间发生的瞬时判断。这个判断及其反应的作用 D3 表示，时间值为 3MOD，如检查工作，对外观、加工结果进行的判断，或对性能测试的结果进行的判断，以及对颜色、声音、手感等进行的判断等动作。需注意的是只能当判断发生时，才给出 D3，即当出现非正常结果时判断才发生并给 D3 的时间值。

(5) 加压动作 A4

独立动作，在作业时需要推、拉等克服阻力的动作，用 A4 表示，时间值为 4MOD。

注意 A4 一般是在推、转等动作终了后且其它动作停止时发生，同

时伴有手和胳膊及全身肌肉紧张。要求加力在 2kg 以上才计时。由于用力产生的少许移动动作不计。如在关紧闸门的最后一紧，间隙很小的装配时压入，拧螺丝时最后的收紧，闭合配合紧密的产品外壳等动作。

(6) 旋转动作 C4

以手或肘关节为轴发生的圆周旋转动作，转一周的时间值 C4 即 4MOD。

注意：转 1/2 周以上才视为旋转动作，不到 1/2 周时，视作移动动作，且当旋转带有 2kg 以上的负荷时，时间值按有效时间计算。

动作：如转动机械的手柄，搅拌液体等。

4. 模特法的应用

(1) 制定标准时间

用 PTS 的方法制定标准时间，有时间分析的观测方法无法比拟的优点，因为它去除了对观测时间进行评价时导致的对 ST 的客观性及公平性的人为影响，而这正是 ST 所追求的目标。所以就现有世界上制定 ST 的方法中，PTS 法是相对客观性及公平性最高一级的方法。

用 PTS 的方法得到的作业时间直接就是正常作业时间，不用评价，只须对其进行宽放就可以得到标准时间（ST），由公式可知：

$$\text{标准时间 (ST)} = \text{正常作业时间} \times (1 + \text{宽放率})$$

下面以 MOD 法对某现场实例进行 ST 的制定说明此过程。

①现场观察目标工序进行 MOD 法的动作分析见表 8-7

②根据作业条件确定宽放时间：

私事宽放	疲劳宽放	作业宽数	特殊宽放
5%	5%	50%	0%

表 8-7

产品 型号	CGC—1208		工序 名称	碰焊晶体管	
部门	AD3		文件 编号	CGC-ST-01	
NO	动作描述 (左手)	表达式	模特数	表达式	动作描述 (右手)
1	伸手取半成品至面前	M4G1M4P0	9	M4P0	放置已完成的半成品
2	协助右手进行整理	M1G1M1P0	5	M2G1M1G0M1P0	进行导线管理
3	将半成品导线放入下模	M3P0M1P2	7	M3G1M3P0	伸手取晶体管至面前
4	持住不动	H	7	M1P2M1P0M1P2	放入滑座并对位
5	碰焊操作	F3 + UT = 0.5"	3	F3 + UT = 0.5"	碰焊
6	换线并对位	M1P0M1P2	4	M1P0	移动
7	持住不动	H	3	M1P2	对位
8	碰焊操作	F3 + UF = 0.5"	3	F3 + UT = 0.5"	碰焊操作
9	换线并对位	M1P0M1P2	4	M1P0	移动
10	保持不动	H	3	M1P2	对位
11	碰焊操作	F3 + UT = 0.5"	3	F3 + UT	碰焊操作
12	取出交与右手	M2P0	3	M2G1	拿取已碰焊半成品
总模 特数	54	总有效时间	0.5 × 3 = 1.5 秒	正常作业时间	54 × 0.13 + 1.5 = 8.52 秒

③按公式计算标准时间

$$ST = \text{正常作业时间} \times (1 + \text{宽放率})$$

$$= 8.52 \times (1 + 15\%)$$

$$= 9.8 \text{ 秒}$$

(2)对作业改善进行方法及工装评价

下面以现场一具体案例进行说明。

某工厂现场生产线上有二个收紧螺丝的工位，经过测量发现严重的作业不饱和现象，为了更好地掌握现状及确立改善方案，首先我们对现状的作业方法进行了 MOD 法的动作分析，准确量化作业，发现问题点，以便提出改善方案：

①现状作业分析(见表 8-8)

表 8-8

产品型号:P10			工序名称:收面壳螺丝		
部门:AD6			文件编号:P10-ST-018		
NO	动作描述 (左手)	表达式	模特数	表达式	动作描述 (右手)
1	等待	BD	11	M4G1M4P2	取半成品放入夹具内
2	推夹头夹紧	M2G0M2P0	4	BD	等待
3	取螺丝对准	M2G3M2P5	12	M3G1M3	抓电批至胸前
4	取螺丝	M2	11	M3P5UT = 1.25 秒 M3	对准孔位上螺丝
5	对准螺丝	M1G3M2P5	11	BD	等待
6	等待	BD	11	M3P5UT = 1.25M3P0	抓电批对准上螺丝
7	松开夹头	M2G0M2P0	6	M3M2G0	移动
8	等待	BD	4	G1M3P0	取成品放于皮带拉上
	总模特数	70	UT	2.5 秒	CT = 11.6 秒/PCS
	编制	万晓荣		审批	刘胜军

②现状分析(见表 8-9)

表 8-9

NO	问题点分析	对策
1	工序作业 $CT = 10.17$ 秒 生产线的 $CT_{\text{夹}} = \frac{3600}{\text{产量/小时}}$ $= \frac{3600}{420}$ $= 8.5$ 秒 如果工序 CT 减少 20% 则可以节省 1 个作业员。	研究采用半自动供螺丝,使人的作业只需进行收螺丝即可,那样可节省 25% 的作业时间。
2	取螺丝及对准用了 12MOD, 两次取螺丝及对准占去整个工时 1/4。供料的准时化问题。	分析作业方法中的动作时间消耗,针对浪费工时的运输及供料方法进行改善,压缩 20% 工时。
3	夹紧夹头及松开夹头动作浪费,夹具简化,消除不产生价值的动作时间消耗。	夹紧的必要性需讨论,工序目的是收螺丝,简单固定,左手扶持即可进行收螺丝作业,夹具再设计 one touch 方式。
4	电批对准螺丝时有多次 P5 的动作,可否简化。	夹具设计限位自动对准,减少动作难度至 P2
对策方案		
1. 改良夹其设计,去掉夹紧机构,增加限位。 2. 半自动供螺丝,去掉取螺丝及对准的作业。		

③对策方案评估——PTS 的 MOD 法对方案进行动作分析预置 ST (见表 8-10)。

通过 MOD 法的作业分析可知实行新的作业方法后工序作业周期在实际生产周期 $CT_{\text{实}}$ 以内。可以节省 1 名作业员。同时工装改良投入 7000 元人民币, 1 名作业员的月人工成本为 1000 元人民币, 则半年左右内可收回成本, 并且缩短了制程路线, 减少了人员管理成本。

以上只是在现场就个别工位进行改善时 MOD 法在作业方法评价及

表 8-10

产品 型号	P10		工序 名称	收面壳螺丝	
部门	AD6		文件 编号	P10-ST-01801	
NO	动作描述 (左手)	表达式	MOD	表达式	动作描述 (右手)
1	取产品放入 夹具	M4G1M4P2	11	H	持住电批
2	持住	H	8	M3P2M3 UT = 1"	对准并收螺丝
3	持住	H	10	M3M2P2M3 UT = 1"	对准第二个 孔位收螺丝
4	持住	H	5	M2M3	收回电批 握住复位
5	放成品于拉上	M2M3P0	5	BD	等待
总模特数:39 UT = 2 秒 正常作业时间 = 7.07 秒 $ST = \text{正常时间} \times (1 + \text{实效率}) = 7.07 \times (1 + 0.15) = 8.13 \text{ 秒}$					
编制	万晓荣	审批	刘胜军	2001 年 9 月 28 日	

工装操作性评价方面的简单局部应用,更大的应用是推进平衡生产线 (Line Balancing) 及一个流单元生产的实施中在宏观上的调整应用。

(3) 平衡生产线推进实施“一个流”生产

实施单元生产的第一步是平衡生产线推进实施“一个流”生产,最终实现多能工,单元生产的柔性生产方式。任何局部的改善,都要最终服从整体改善的利益,解决现场问题,同样需要,集中主要资源解决关键瓶颈问题,这样才能够带来宏观整体上的最大的改善和革新。当生产线的平衡达到 90% 以上时自然就实现了“一个流”的生产,下一步就是培养多能工,合并生产工序,实现单元模式。只有最小的单元生产,才能最大限度地对应市场的变化,使企业生产成本最

低；同样，员工通过参与革新，提高工作的稳定性及工作价值感，更加重要的是极大地发挥了全体员工的自主性，强化参与认同感。有关平衡生产线及“一个流”的详细方法请参考第九章 Line Balancing，对 PTS 及全部 IE 手法的应用进行详细介绍。

第九章

Line balancing——平衡生产线

- 一、Line balancing 的定义
- 二、Line balancing——平衡生产线的意义
- 三、Line balancing 的计算
- 四、Line balancing 的改善原则方法
- 五、Line balancing 与“一个流”生产

Line balancing 即是对生产的全部工序进行平均化，调整作业负荷，以使各作业时间尽可能相近的技术手段与方法。是生产流程设计及作业标准化中最重要的方法。

一、Line balancing 的定义

制造业的生产线多半是在进行了细分化之后的多工序流水化连续作业生产线，此时由于分工作业，简化了作业难度，使作业熟练度容易提高，从而提高了作业效率。

然而经过了这样的作业细分化之后，各工序的作业时间在理论上、现实上都不能完全相同，这就势必存在工序间作业负荷不均的现象。除了造成无谓的工时损失外，还造成大量的工序堆积即存滞品发生，严重的话会造成生产的中止。为了解决上述问题就必须对各工序的作业时间进行平均化，同时对作业进行标准化，以使生产线顺畅流动。

Line balancing 即是对生产的全部工序进行平均化，调整作业负荷，以使各作业时间尽可能相近的技术手段与方法。是生产流程设计及作业标准化中最重要的方法。Line balancing 的目的是通过平衡生产线使现场更加容易理解“一个流”的必要性及“cell production”的编制方法，它是一切新理论与新方法的基础。

生产现场的改善与革新永远围绕着质量、效率、原料消耗（成本）这几方面进行的，而效率改善的核心即是消除工序不平衡，消除工时浪费，实现“一个流”。下面以一个小例子对这问题进行说明。

例：有一个 5 个工序的生产流程（见图 9-1），第 3 工序是最慢的工序，作业时间是 29 秒，如果不按“一个流”传递，也就是说第 1、第 2 工序会比第 3 工序快 25% 左右，换句话说每当前两个工序生产五个产品后第 3 工序前就会有 5 个在制品堆积下来，一个小时就会堆积三十几个产品，而此时后两道工序又只能等 29 秒才拿到半成品，造成严重等待。由图 9-1 可知，整个阴影部分都是工时损失，每生产一

个产品工时损失就有 33 秒之多，比任何一个工序的作业时间都多，而当我们调整第 3 工序作业内容，把 4 秒钟给比较空闲的第 2 工序后发现，整个生产线的作业周期降低了 4 秒，工时损失也减少到 13 秒，而且工时的利用率大大提高了（见图 9-2）。这就是一个最简单的 Line balancing 的例子。

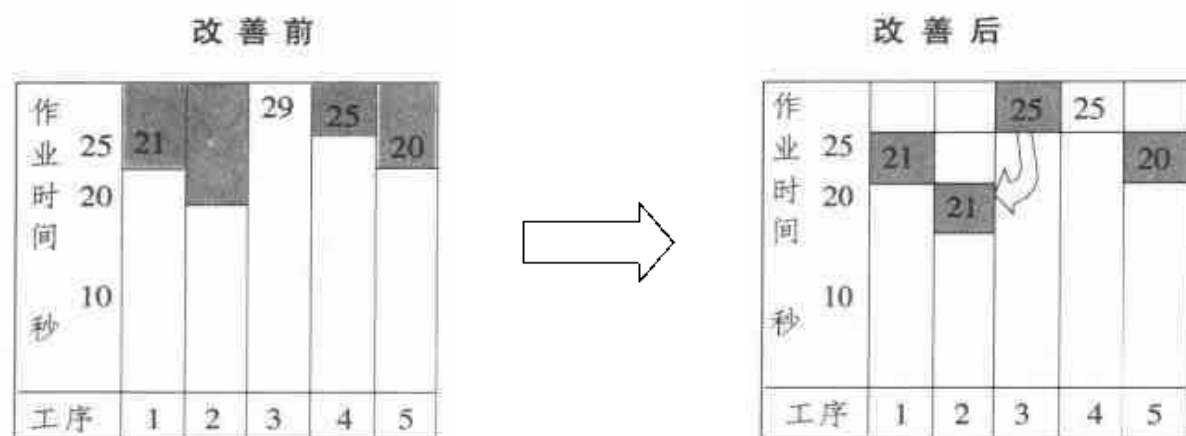


图 9-1

二、Line balancing——平衡生产线的意义

通过平衡生产线可以达到以下几个目的：

- 提高作业员及设备工装的工作效率；
- 减少单件产品的工时消耗，降低成本（等同于提高人均产量）；
- 减少工序的在制品，真正实现“一个流”；
- 在平衡的生产线基础上实现单元生产，提高生产应变能力，对应市场变化，实现柔性生产系统；
- 通过平衡生产线可以综合应用到程序分析、动作分析、layout 分析、搬动分析、时间分析等全部 IE 手法，提高全员综合素质。

要衡量生产线平衡状态的好坏，我们必须设定一个定量值来表示，即生产线平衡率或平衡损失率，以百分率表示（参见图9-2）。

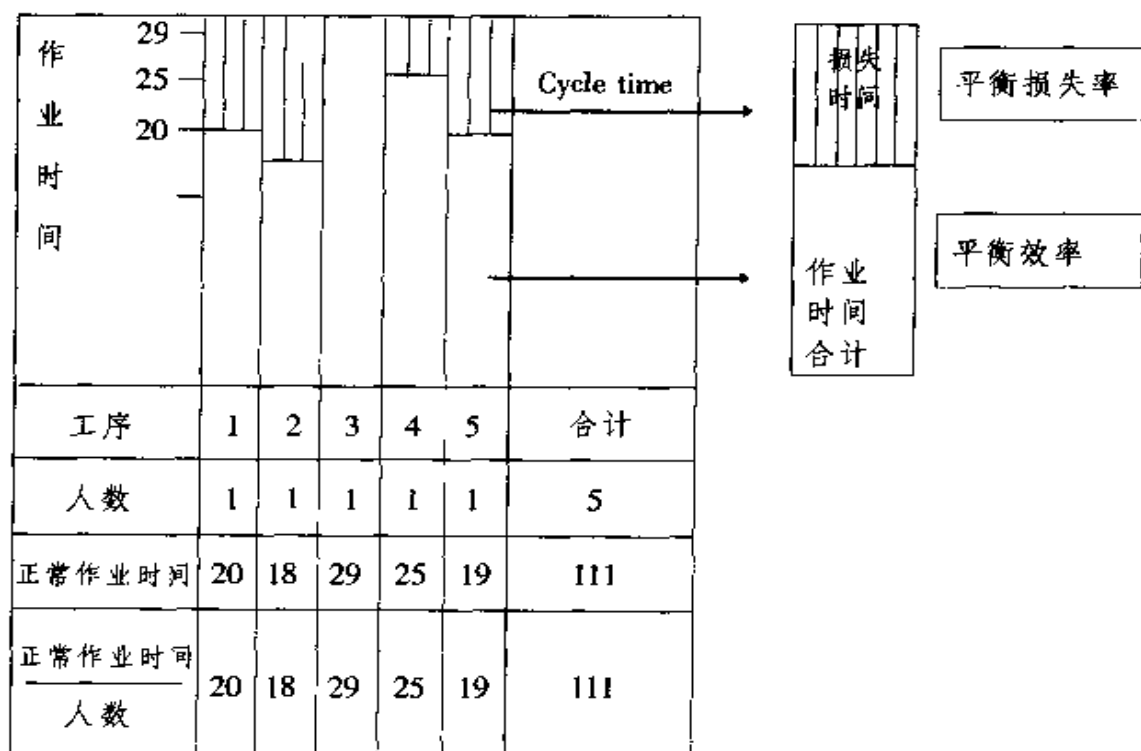


图 9-2 生产线平衡率的计算方法

首先，要明确一点，虽然各工序的工序时间长短不同，但如前所述，决定生产线的作业周期的工序时间只有一个，即最长工序时间 pitch time，也就是说 pitch time 等于 cycle time。另外一种计算方法同样可以得到 cycle time，即由每小时平均产量，求得一个产品的 CT (Q: 每小时产量)。

$$\text{Cycle time (CT)} = \text{pitch time} = \frac{3600}{Q}$$

1. 生产线的平衡率计算公式

$$\text{平衡率} = \frac{\text{各工序时间总和}}{\text{人数} \times \text{CT}} \times 100 = \frac{\sum t_i}{\text{人数} \times \text{CT}} \times 100$$

$$\text{上例的情况下} \quad \text{平衡率} = \frac{\sum t_i}{\text{CT} \times \text{人数}} \times 100 = \frac{111}{29 \times 5} \times 100 = 76\%$$

2. 生产线的平衡损失率计算公式

$$\text{平衡损失率} = 1 - \text{平衡率}$$

$$\text{上例的情况下} \quad \text{平衡损失率} = 1 - 76\% = 24\%$$

四、Line balancing 的改善原则方法

1. 改善的基本原则与方法

平衡率改善的基本原则是通过调整工序的作业内容来使各工序作业时间接近或减少这一偏差。实施时可遵循以下方法。

(1) 首先应考虑对瓶颈工序进行作业改善，作业改善的方法，请参照程序分析的改善方法及动作分析、工装自动化等工程方法与手段。

(2) 将瓶颈工序的作业内容分担给其它工序。

(3) 增加各作业员，只要平衡率提高了，人均产量就等于提高了，单位产品成本也随之下降。

(4) 合并相关工序，重新排布生产工序，相对来讲，在作业内容相对较多的情况下容易拉平衡。

(5) 分解作业时间较短的工序，把该工序安排到其它工序中去。

以上方法请参考图 9-3 拉平衡方法示意图进行理解。

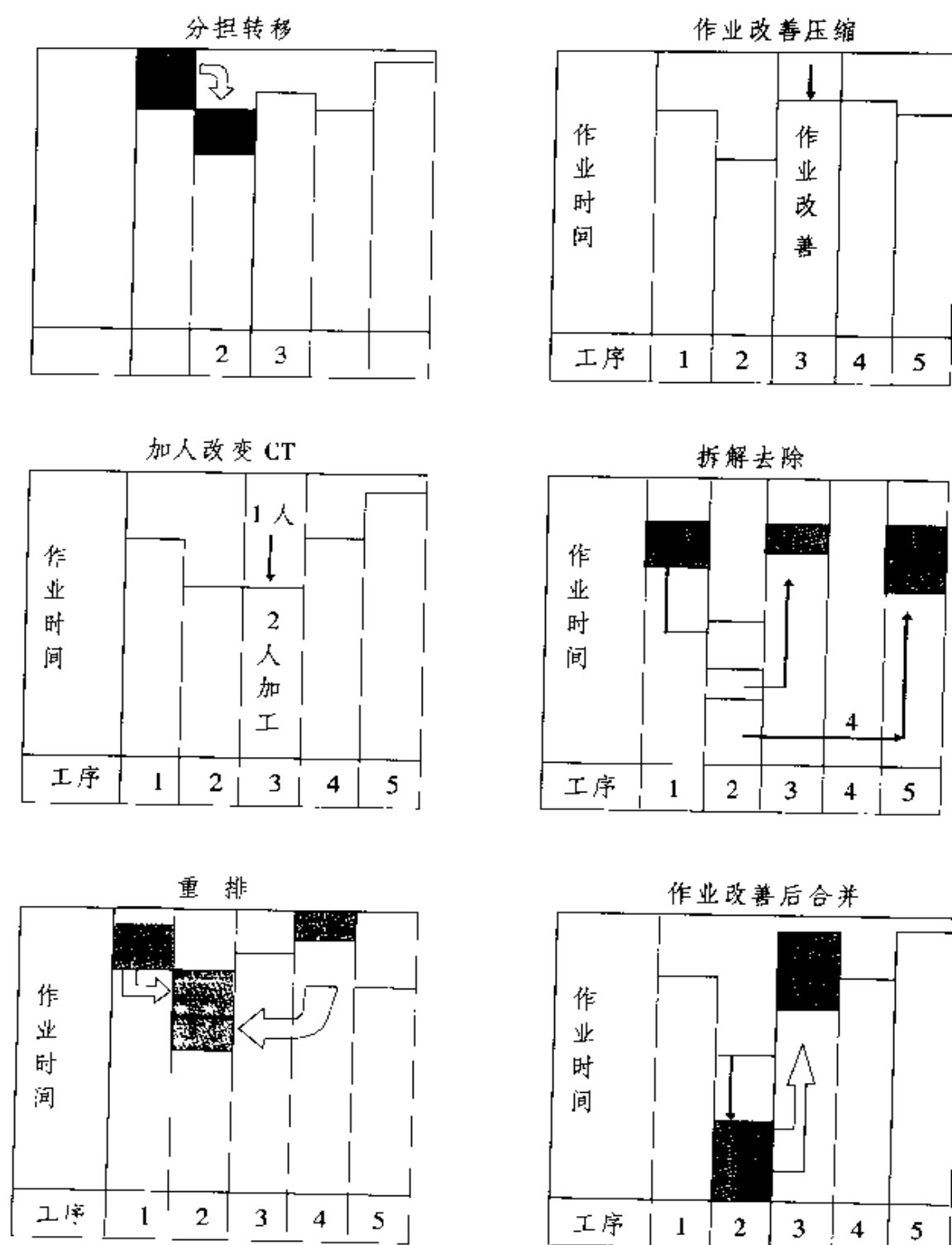


图 9-3 拉平衡方法示意图

2. Line balancing 改善案例

下面具体通过现场一较为简单的 Line balancing 实例,使大家更加深入体会平衡生产线的方法及其综合运用。

(1) 现状调查(见图 9-4、图 9-5)

(2) 现状分析:从作业时间及平衡率看,生产线的平衡损失比较严

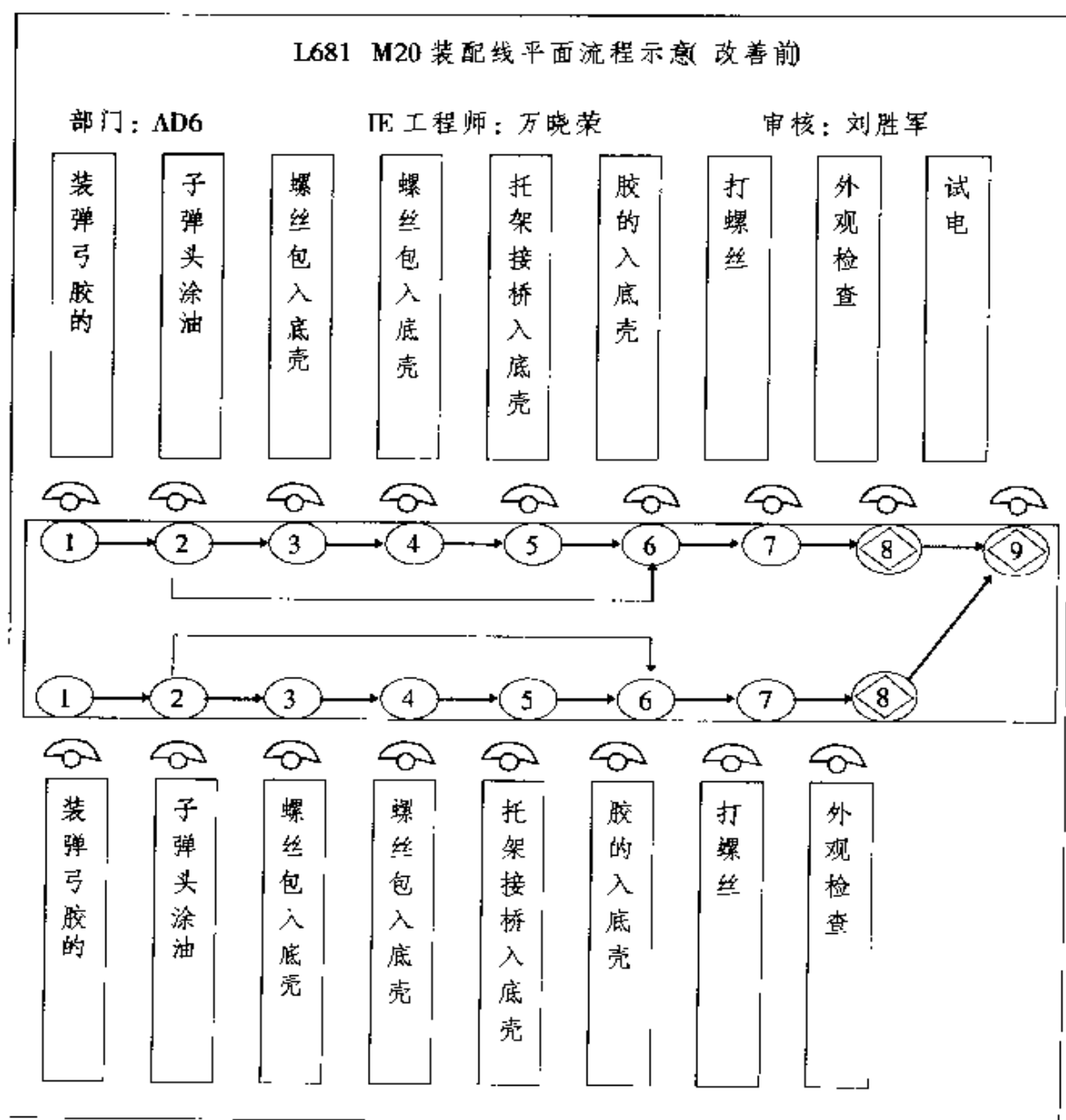


图 9-4

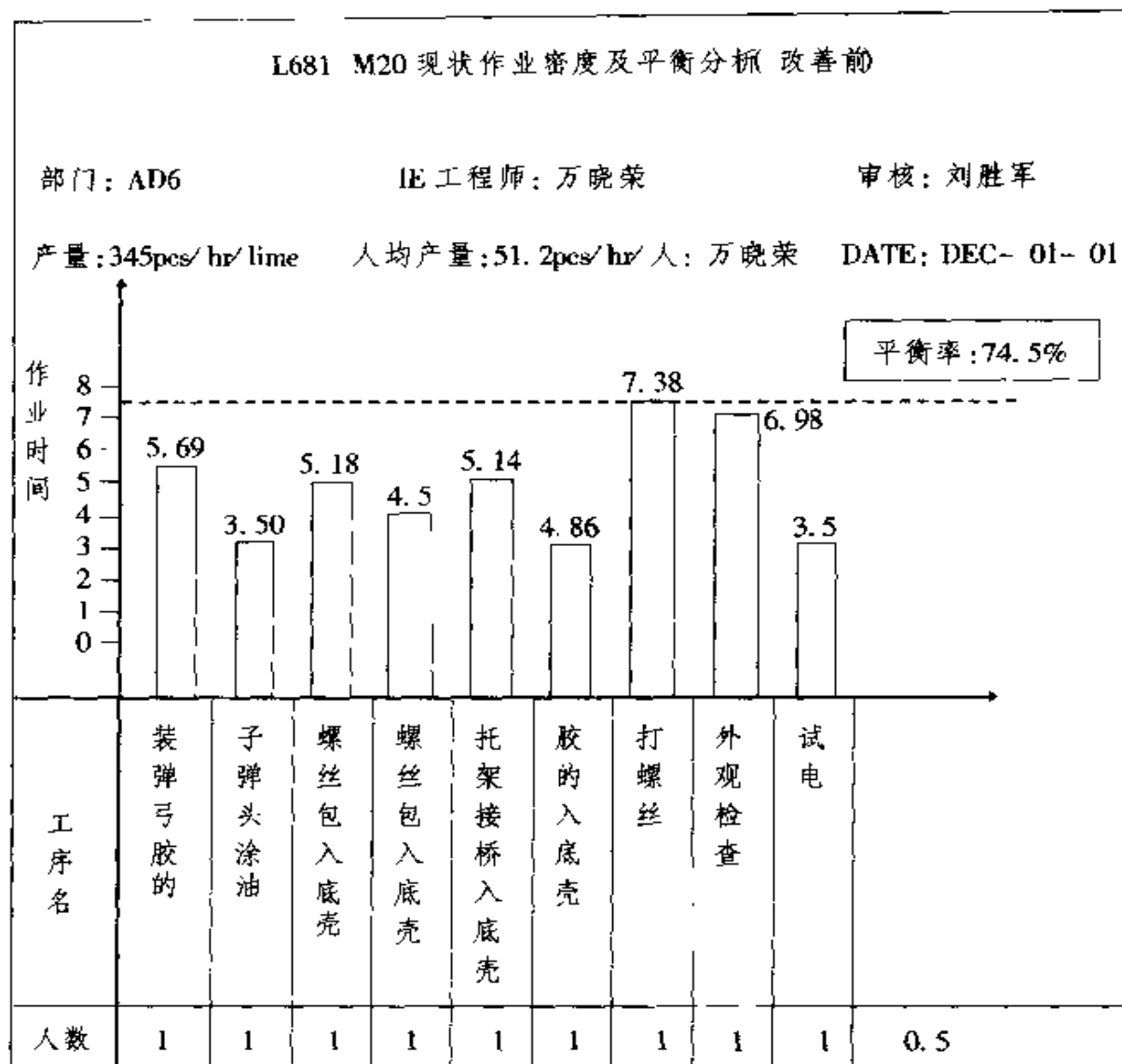


图 9-5

重,且作业分工过细,造成作业内容调整困难。因此在作业改善上所能采取的较直接简便的方法即是合并工序内容,调整并取消时间过短工序,以达到提高平衡,减少工时损失,提高人均效率的目的。

(3)改善方案及评价(见表 9-1)

表 9-1

工序作业改善方案对策表

NO	工序内容	作业时间	改善方法与内容	PTS 预置时间	目的与效果
1	装弹弓及胶的	5.69 秒	合并为一道工序 由一个作业	9.1 秒	增加作业内容省一个
2	子弹头涂油	3.5 秒			
3	螺丝包入底壳	5.18 秒	合并 3、4 为一道 工序由一个作业	9.6 秒	增加作业内容省一个
4	螺丝包入底壳	4.5 秒			
5	插架接桥入底壳	5.14 秒	合并 5、6 为一道 工序由一人作业	9.8 秒	改变了作业周期,在新的 CT 下达到比较高的平衡
6	胶的入底壳	4.86 秒			
7	打螺丝	7.38 秒	将 8 的拧螺丝作业调整至此工序	9.6 秒	增加作业内容,平衡工序时间
8	外观检查	6.98 秒	去掉拧螺丝作业,增加试电作业	8.26 秒	合并试电工位
9	试电	3.5 秒	取消		省 0.5 人
结果说明	生产线由原来 17 人二组,改为调整后的 15 人三组,由此带来生产线平衡率、综合产能及人均产量上的很大变化,首先通过下表,可知调整后的产能及平衡率变化。				

(4)改善实施确认(见图 9-6)

(5)改善结果汇总表(见表 9-2)

表 9-2

改善前后各项产能指标比较

项目	改善前	改善后	变化量	变化百分率
人员	17 人	15 人	-2 人	-12%
总产量	870pcs/h	981pcs/h	+111pcs/h	+13%
人均产量	51.2pcs/hr/人	65.4pcs/h/人	+14.2pcs/hr/人	+28%
生产线平衡率	74.5%	94%	+20%	/
单件产品工时消耗	70.3"/pcs/人	55"/pcs/人	-15"/pcs/人	-21%

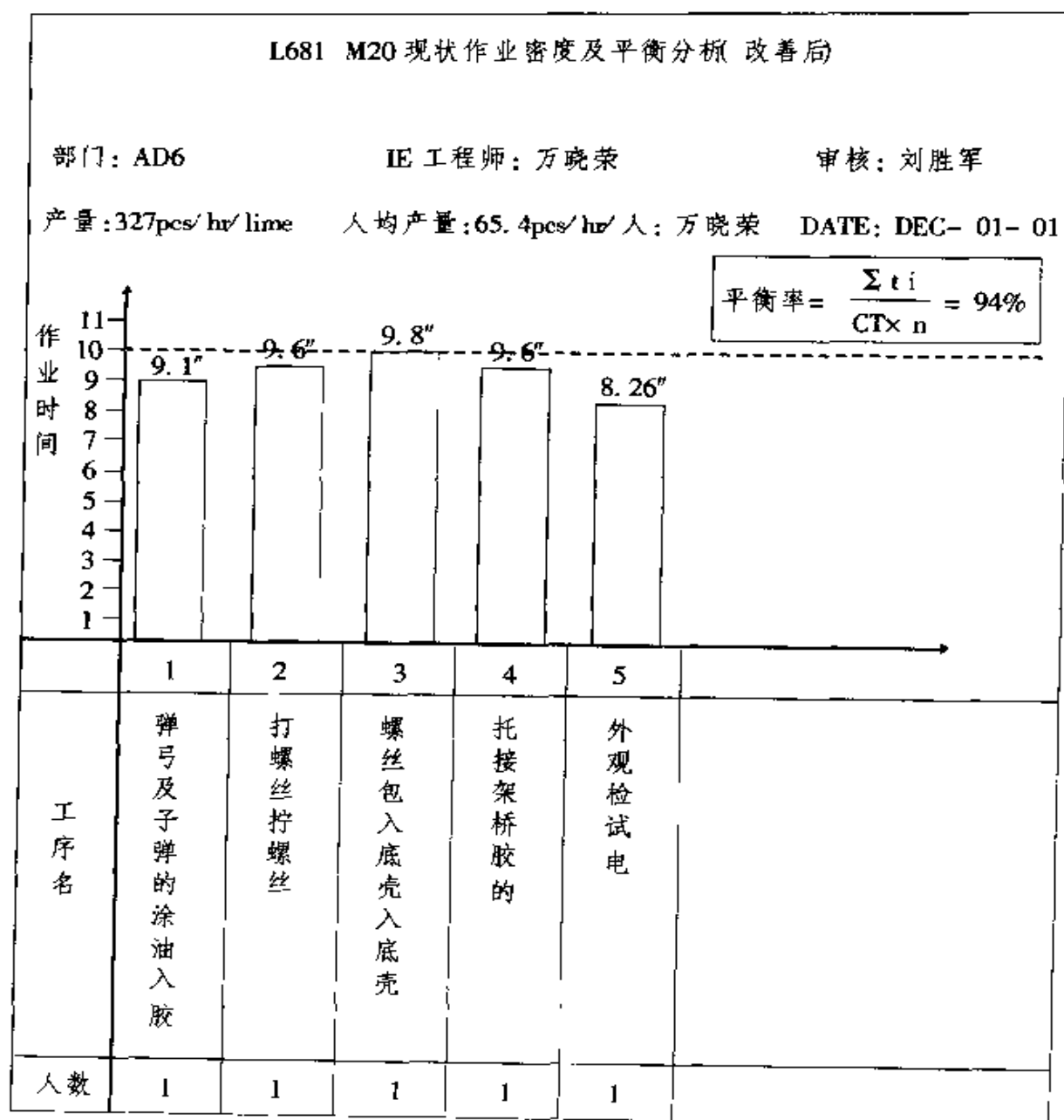


图 9-6

五、Line balancing 与“一个流”生产

以笔者现场的经验来看，在生产现场，无论是分工合作的皮带生产线，还是手工传递，当平衡率达到 85% 以上时，就可以基本实现“一个流”的生产方式了。当然平衡率越高就越没问题，然而在平衡生产线的过程中工序的作业要素越少，调整起来就越难，因此在尽可能平衡的情况下，合并工序是平衡生产线的方向，同时注意提高人员能力，逐渐达到一人多能，减少定员的效果，以利于应变市场的定单量变化。但是无论怎样合并工序，调整平衡率都无法真正实现“一个流”所追求的理念。

“一个流”所追求的理念为：

1. 尊重人性的生产形式

细分化的流水线工序，使员工容易操作，但是如此单调的操作是对人性的背叛，完全失去制造产品的乐趣与喜悦。正如卓别林在电影《摩登时代》中所表现的一样变成了麻木的机械人。西方发达国家已通过法律，判定设计单调、乏味工作给职员是犯罪。相反相对复杂的工作使人们对工作充满乐趣与挑战感。同时正如平衡的实例所说明的它又是最容易实现高效生产的方法。当一个人完成全部工序，生产一件产品时，它的平衡率是 100 %。不需调整自然实现零浪费。

2. 最大限度地对应市场变化(柔性生产作业管理)

当管理者为由于订单变化所造成的频繁转产及人员流失而烦恼时，多工序合并的“一个流”形式的单元生产解决了这一问题，通过复制 U 形拉的单元生产很容易对应市场，前提是生产线的人数最小

化。下面就不同形式下的“一个流”生产进行比较,现场管理者自己判断其中优劣(见图9-8)。

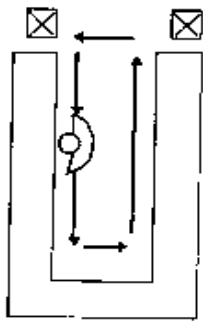
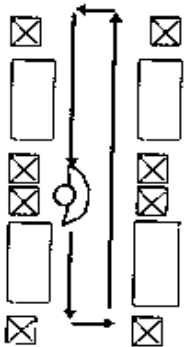
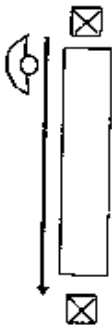
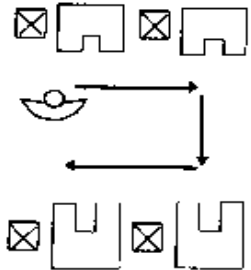
作业方法	全工序自理	多品种自理	单一工序单人	一人多机
生产线特征	U形生产线	二字形生产线	皮带拉	加工设备独立
物流方式	一个流	一个流	一个流	小批量流动
作业姿势	站式移动	站式移动	坐式不动	站式移动
作业员态度	标准时间定额, 计件工资主动进取	主动进取	只管自工序 尽量工作	主动进取
生产组织特征	非固定工制	非固定工制	固定工制	固定工制
对应市场变化的应变力	大	大	小	中
生产线形式				

图9-7 “一个流”的不同形式

第 十 章

作 业 管 理

- 一、作业管理概要
- 二、作业标准(OS)与标准作业(SO)
- 三、作业环境标准
- 四、作业管理

作业标准 (Operation Standard) 是对作业步骤、内容、方法、注意事项及质量标准进行设定的管理标准。如果作业内容无法标准化的话，标准时间就失去了意义。

一、作业管理概要

1. 作业管理的意义与职能

制造业的作业管理是以顺利完成生产计划为目的,对生产作业进行标准化的统筹与管理的工作,追求的是圆滑、顺畅、标准、高效的生产作业管理。它是处于生产管理与生产作业之间的具有计划、监查、管理职能的管理业务,是生产管理的基础。作业管理工作的重点在于作业标准的设定及标准作业的落实。我们发现很多工场的生产的计划性很差,究其原因是生产管理的基础作业管理无法真正做到标准化管理,因此系统的可靠性非常之差,久而久之大家对计划失去了信心,于是现场管理成了以人脉关系去推动的系统,隐藏了大量浪费及不合理。

作为生产管理基础的作业管理具有哪些职能呢?

(1) 计划——标准的设定

作为经营功能的现场实践即生产作业,需要对其作业方法、程序及标准工时进行设定,即作业标准是全部工作的基准与基础。现代IE的作业研究方法,目的是设计最合理的省时、省力的作业方法,之后设定标准时间。它是作业管理的基础,也是生产计划的基础。

(2) 统筹——调整与调度

根据生产计划进行生产时,总会有各种因质量、设备等系统可靠性原因造成的阻碍与破坏,使计划执行出现困难。此时就需要对系统进行综合的统筹与调整,使计划如期完成。这种对问题进行调查、解决及资源调整指导的工作称为统筹或调度。

统筹有调查、比较、调整三种职责。调查是对生产计划的实施过程进行调查。通过把过程与计划标准进行比较,确定执行的状态,之

后对现状与计划、标准的实绩偏差进行调整与改善。在这三种职能的实施过程中，通过不断循环调整与改善，最终提高管理的可靠性。

2. 作业管理与生产管理

生产管理中工艺、品质、设备、人员等职能的基础管理是作业管理，通过产品生产附加值得以实现，随之有了商业价值中的功能主体。通过作业管理的稳定及不断改进才使与生产相关的全部管理得以实现并取得进步。那么，作业管理与生产管理中相关的管理职能的关系是怎样的呢？下面分别进行说明。

(1) 工序管理与作业管理

生产过程中基本是由多个不同作业内容共同完成一道工序的。有时一项作业也会完成为一道工序。基本上作业管理与工序管理是一体的共同的管理工作，作业的质量与效率是工序质量与效率的前提条件。没有满意的作业管理，工序管理则无从谈起，基本上两者都有着追求稳定性及不断改善的共同特征。

(2) 品质管理与作业管理

品质的制造是在工序内完成的，而工序是由多个作业组成的，由此可见，每次作业的质量稳定性直接决定产品品质。工序质量即是评价作业质量的指标，为了保证工序质量，作业必须标准化，将作业标准化之后便是作业标准。作业标准的可靠性水平直接影响品质水平。

(3) 设备管理与作业管理

在生产现场，机械与工装是完全有生命的生产要素，因为机械工装的每一微小变化都会直接影响到人的工作质量与作业效率，它强烈地作用于作业者及作业结果，同时相对于同一件工装又可以因使用方法不同表现出不同的工作结果。基于这种与作业者之间的作用与反作用，我说机械与工装是有生命的，如果不进行完善的设备管理的话，

作业管理则失去可靠性。TPM(Total Production Maintenance)全面生产维护是作业及生产管理的重要一环。

(4) 成本管理 with 作业管理

标准成本管理方法是现代制造业普遍采用的成本管理方法。而实施标准成本的基准即是标准化作业设定的标准时间(ST), 因此成本管理基础方法即包括作业管理中对标准时间的管理与更新。作业管理的水平直接影响控制着成本管理的水平, 是成本管理的基础。

二、作业标准(OS)与标准作业(SO)

1. 作业标准(Operation Standard)

作业标准是对作业步骤、内容、方法、注意事项及质量标准进行设定的管理标准。如果作业内容无法标准化的话, 标准时间就失去了意义。

下面就作业标准的编制目的、基准、规格进行说明:

(1) 作业标准的编制目的及重点注意事项

作业标准是为保证实现产品的规定质量, 并在一定标准工时范围内完成作业的标准作业方法。它重点叙述确保产品质量的过程与方法, 并以 IE 的全部手段确保作业的效率, 最终成为全员参与的作业改善的评价与检讨的基准, 从而不断地提升作业的质量与效率, 降低成本。为了实现上述目的, 在现场作业管理中要对很多因素进行深入研究, 以确保作业标准的实现, 其中编制者需要事前在作业管理及作业标准中明确的重要事项有如下几条:

- ①首先确保生产用材料及零件准时到位, 且数量准确。
- ②材料及零件的质量稳定性(可靠性)
- ③作业中使用的机械工装是否可靠, 明确操作方法。

- ④明确作业条件及方法步骤。
- ⑤设定标准时间及质量基准。
- ⑥出现不良及欠品时的处理方法。
- ⑦明确品质检查的责任人与频率。

(2)作业标准要达到的效果

作业标准在对作业者进行作业规范与指导时，期望达到如下效果（见表 10-1）：

- ①不论谁经过培训都可以实现同样的作业方法。
- ②作业可以保证一定的作业质量及效率，并作为成本管理的基准。
- ③作业方法合理，有节奏，有助于提高熟练度。
- ④可以作为标准时间设定与更新的基准。
- ⑤保证并提高作业的安全性。
- ⑥成为生产计划的实施与结果评价的基准资料。
- ⑦成为作业改善的基准。

(3)作业标准的编写标准

①作业标准的编制不是仅仅将现有作业内容用语言描述即可，编写的重点应包括作业内容中的步骤及注意事项以及判断作业结果的质量特性与基准。（见作业标准样本表 10-1）

②作业标准的编写人要有基本的工程知识及文字编辑水平，以保证作业顺序、作业重点及质量特性等内容定义清晰，逻辑连贯，言简意赅。对重点及复杂工序的操作必须由 IE 工程师及现场的负责人进行详细讲解，培训后才可以进行生产。

③当作业步骤过多时，以作业重点检查表的形式，压缩作业标准内容。总之作业步骤、作业重点与质量特性是作业标准必须提示的内容。

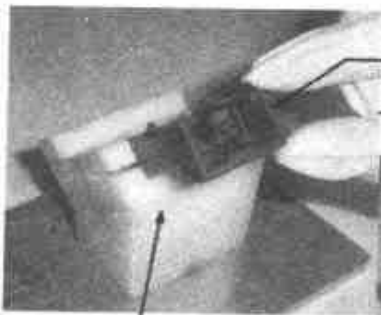
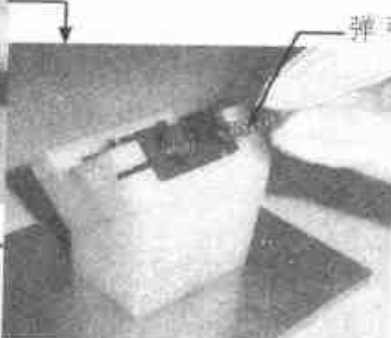

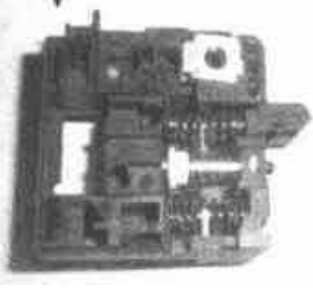
表 10-1

作业标准书

FROM: IE 部

工序标准工时: 10.4"

NO: CGB-T002

NO: CGB-1002								
型号	CGB Serise	工位名	装推杆组件入内壳	额定数量	1PCS			
NO	作业顺序(步骤)		作业重点(注意)	质量特性,基准				
1	取一内壳组件入装配夹具上(如图一)		1.内壳组件正确装入装配夹具	1.回弹弹弓必须有胶壳和推杆的米位上				
2	将回弹弹弓 2PCS(如图二)所示套入内壳米位上		2.回弹弹弓位置要摆正且弹弓套在米位上					
3	将推杆组件之密封圈推至靠近装子弹头位置,并将推杆组件上之米位套在弹弓上如图三所示方向装推杆组件入内壳		3.推杆组件之密封圈推到如图三所示位置装配,装配后密封圈卡在内壳密槽内,且回弹弹弓套在推杆米位上	2.推杆及其上密封圈正确装入相应位置装配后,推杆必须畅顺无阻				
4	装配后应推动推杆 2~3 次,以确保推动畅顺无阻滞。装配后之完图如图四							
设备工具	手指套		作业示意图					
	装配夹具							
物料	内壳(装螺丝块)							
	推杆组件(SB002)							
	回弹弹弓(SC577)							
安全事项								
PQC巡查								
保护用具								
版次	日期	编制				   		
2	2002-05-16	谭兵						
IE 审批:		QD 审批:				AD 审批:		

④ 当作业方法复杂,需要时间配合精确的人机联合作业时,应考虑采用人机联合作业分析的形式表述。

(4) 作业标准的样式

作业标准因企业、产品、用途、目的不同而有很多样式,但无论怎样它都要使作业者在经过适当的培训后,达到作业标准所要求的方法、品质及效率。为此作业标准内需要有以下项目。

- ① 产品简图(或照片);
- ② 标准时间;
- ③ 作业顺序与步骤;
- ④ 安全注意事项;
- ⑤ 作业内容的重点及注意事项;
- ⑥ 质量检查的频率与责任人;
- ⑦ 需达到的品质基准。

2. 标准作业(Standard Operation)

(1) 标准作业(SO)

何为标准作业?很多人都会认为有了作业标准之后,严格执行有关方法与程序不就是标准作业吗?但其实这一理解是有偏差的。标准作业是对周期性的人—机作业中有关人的作业动作程序进行标准化,目的是消除复杂人—机作业的动作浪费,固化增值动作的程序。

标准作业包括三个要素:

- ① 标准作业的周期时间;
- ② 一个标准作业周期中手工作业顺序;
- ③ 标准在制品的数量(WIP)。

同时为了更好地实现标准作业所要达到的目的,生产现场在严格执行作业标准的同时,也有权力及义务对效率提出改善及革新的提

案,前提是新方法必须有数据证明确实优于现行方法。切忌现场管理者凭感觉判断任意更改标准,那样只会给生产造成混乱,严重时影响到生产计划的按期完成。

因此,标准作业等于执行作业标准的同时在效率、成本、交期上进行科学改善与革新,特别是集中在作业者的动作上。

(2) 标准作业图表

首先来理解标准作业程序(SOP),它是用来确定作业顺序和周期时间的,SOP显示总的加工时间,包括人一机作业时间以及作业者行走的时间。在SOP基础上建立标准作业图表。

标准作业单描述了整个产品的生产过程,它包括了标准作业的三要素以及其他信息,如重点工位、质量控制点、安全检查点等(参见表10-2)。另外作业指引是为了加深作业员对SOP的理解,对SOP的具体化的描述,是现场主管用于培训员工的工程文件,它包括了作业标准图的全部要素。表10-2“标准作业综合单”,包括了“标准作业单”与“作业指导书”,图与表合二为一。

三、作业环境标准

1. 照明色彩

通过时间分析的作业时间评价,我们知道环境状态会直接影响到作业效率及作业者,不断检查改善作业环境是现场非常重要的工作。下面就不同环境要素的标准进行说明:

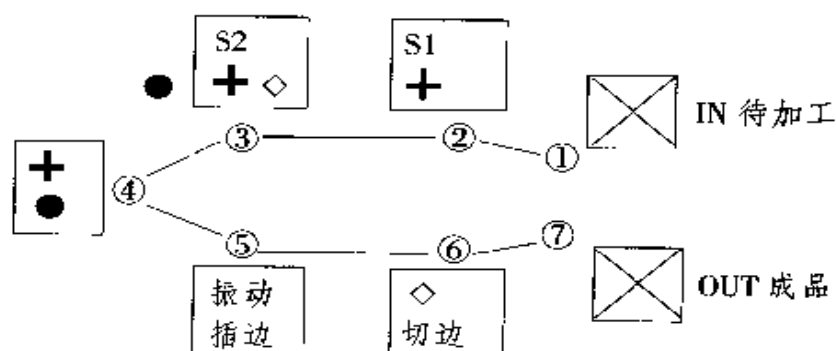
(1) 照明

作业现场特别重要的环境条件之一,是照明。对于精密作业与目视作业(检查),尤其重要。它会影响到作业效率,及从业人员的疲劳度。照明范围以拉台照明为主。

表 10-2

标准作业综合单

零件编号	A76-2845	编制日期	01.05.25	产量	450PCS/日	I——I 手工 I---I 自动 I~~~~I 步行											
工序名称	门框加工	部门	制造一科	TT/CT	63"/63"												
NO	作业名称	时间			作业时间												
		手	自	步	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
1	取出零件	3															
2	S1 槽加工	10	10														
3	S2 槽加工	5	23														
4	B1 折叶孔加工	5	7														
5	作业台折边	18															
6	作业台切边	7															
7	放置零件	2															
合 计		50	40	13													
标准作业单	品质检查	安全注意点		标准在制品	在制品数量		TT/CT	正常作业时间									
	◇	+		●	2		63"/63"	63"									



(2) 照度基准

一般照度请参照下表执行, 对于特殊作业请参照该行业的标准。

标准照度 (lx)	作业区分	作业场地
1000 (700 ~ 1500)	超精密作业	超精密机械加工、精密检查、电子零件、手表、照相机的装配、皮革、印刷活字的检查、制版修正、精加工
500 (300 ~ 700)	精密作业	精密机修加工, 收音机、电话机、打印机、马达的装配, 绕线圈, 作画及普通的检查工位
200 (150 ~ 300)	普通作业	普通的机械加工、装配作业、冲压、电镀、涂装、布线、印刷
100 (70 ~ 150)	粗作业	普通的搬运作业, 普通材料、零件仓库

(3) 色彩

很多科学文献及研究报告均证明色彩对人的影响特别大, 因此根据不同作业的特点对环境色彩进行适当的调整是必要的。

①天花与墙壁应该选择相对明亮的色彩, 且以不反光的材料为佳。

②地面与作业区以绿色为佳, 因为它会使人镇静从容。

③通道以比较醒目的橙黄色为佳, 因为它可以提示过路人。

④区划线普通工场以白色线为主, 叉车的通道则以黄色线区划为佳。

⑤不良品及消防工具的放置区以红线划分为佳, 因为需提醒人们注意。

⑥休息室(区)以相对暖色调为佳。

除色彩以外为使工作人员提高精神活跃度及消除疲劳, 在通道、



休息室及卫生间的墙壁上装饰或描绘较为明快可爱的绘画就更加理想。

2. 5S 与安全管理

作为生产现场的重要管理项目 5S, 3 定在作业管理中起着很大的效率改善作用。不论是物品的摆放还是管理程序的明确, 都很大程度改善提高了生产管理的基础——作业管理的水平。

首先, 作业场地的原料及成品摆放混乱的话, 作业必然为寻找物品而花费无用时间, 办公室也是同样道理, 对于作业非必要的物品应及时清理干净, 以保证作业顺利高效进行, 这就是整理(seiri)。

接下来对于作业必需的物品, 又必须按作业程序、使用率、方法合理放置, 理论上讲即在动作经济原则下摆放物品。实际工作中作业人员按操作便利性即可判断。这便是整顿, 是以提高作业效率为目的, 对物品工具的放置进行合理化标准化的过程。

3 定即定点、定容、定量。5S 是改善生产管理的基础文化, 最终它带来实质性的效率、成本改善。是以定点、定容、定量的形式, 明确化标准化的。否则 5S 运动过后有所回复是必然的。当对作业现场的 5S 结果进行了定点、定容、定量之后它就进入了科学管理的 IE 范畴, 是作业标准化的开始。当标准化的作业系统充分改善、平衡后就可实现“一个流”即 JIT 的精益生产模式。很多企业只能停留在 5S 的初始阶段而无法实现真正精益生产, 就是因为无法作到 3 定及作业标准化, 更难进行生产系统的全面改善与“一个流”的实施, 那时 JIT 只是空谈。认真落实 3 定是对 5S 实施结果的固化, 是 5S 的标准化, 实施 3 定首先考虑的是作业标准中作业方法的合理化与效率化, 包括作业工具的定位与正常工作范围的定置, 最大限度地减少工具放回时的注意力, 减少作业时重物的上下移动, 降低疲劳度。

作业管理还有清扫、清洁、安全、品质、设备维护等重要课题。所有这些现场管理标准是现场管理的基础。管理层以身作则遵守管理标准如同在社会生活中遵守法律一样，是责无旁贷的。

四、作业管理

1. 作业标准的管理

作业标准的遵守是作业管理的基础，对作业方法与时间的统筹，就是作业管理的全部。

(1) 作业方法与时间的管理

严格遵守作业标准是保证品质、交期、成本的关键。作业管理的基础工作即是作业员在作业标准要求的方法下进行生产，管理员与 IE 工程师对作业时间进行跟踪记录，从而验证作业标准的合理性与科学性，及时对时间与方法的偏差进行跟进改善，使作业标准的作业方法更加科学、合理。但是一切必须以作业时间的标准时间为依据。

作业管理中方法与时间是很难分开研究的概念，作业是否在标准时间之内完成是作业管理的关键课题。首先在标准时间足够客观准确的前提下，作业时间是需要一段时间的熟练度的提高后，才可以达到标准时间的，这是正常现象。人的熟练度是按一定的学习曲线逐渐提高的，很快就会达到标准时间的范围内的，同时随着作业方法条件的改善作业效率也会同时提高，作业时间的标准时间也会得以更新提升。

(2) 作业记录

实际作业时的跟踪记录是有效核对实际作业效率与标准的一致性的的重要手段。无论是对于生产线还是个别加工位的生产效率，都可以通过跟踪记录单位时间的产量，有效验证标准时间的客观性与准确性。表 10-3 为工序的作业记录表。

表 10-3

工序生产作业记录									
工序名称						作业员姓名			
时刻	8	9		10		11		12	
产量									
时刻	1	2		3		4		5	
产量									
工序名称						作业员姓名			
时刻	8	9		10		11		12	
产量									
时刻	1	2		3		4		5	
产量									
备注				班 长			日 期		

2. 生产管理板

作业标准的遵守状态及作业效率的变化, 可以根据现场生产的记录进行研究与分析。

前面叙述记录的是个别工序或独立加工的工序生产的记录，另外例如皮带拉“一个流”生产时的记录与机械加工时的记录等，是随着生产形式的不同而有所差异。下面两个记录表分别是皮带拉的“一个流”生产记录板(表 10-4)与机械加工的生产记录板(表 10-5)式样。

表 10-4

生产线、生产管理板

____ 生产线、生产记录			日期: ____ 月 ____ 日		
产品型号		标准人数		CT	
标准产量		实际人数		线长	
时间	标准产量	实际产量	差异	备注	主管确认
8:30 ~ 9:30					
9:30 ~ 10:30					
10:30 ~ 12:00					
12:45 ~ 14:00					
14:00 ~ 15:00					
15:00 ~ 16:00					

表 10-5

机械加工生产管理板

生 产 管 理 板				机 台 号	日 期	
时 刻	预 定	实 际	作 业 者	作 业 内 容		主 管 确 认
8 —			王 平	45* Φ160×30 加工 计 180'	清扫 20'	✓
9 —						
10 —						
11 —	—					
12 —	—	—		换品种 45* Φ150×20 加工 计 210'	计 185'	✓
13 —		—				
14 —					35'	
15 —	—					
16 —						

第十一章

作业改革

- 一、作业改革的方向
- 二、认识浪费
- 三、消除浪费实现“零浪费”的方法对策

如果没有不良品和中间库存，品管和仓管也就没有存在的必要。因此一切事后管理都是浪费。管理的本质是防范于未然。

一、作业改革的方向

1. 市场导向——PQCDS

制造业面对的市场需求是必须以高品质、低成本、安全迅速地提供顾客需要的产品。具体表述为：

(1)多品种化(Products)：产品的需求个性化，依用途、使用地点、人群等逐渐多品种细化。

(2)高品质化(Quality)：在品质稳定的前提下高标准与高可靠性是现代制造业竞争及市场选择的结果。

(3)低成本(Cost)：行业竞争使企业积极寻求降低成本。

(4)短交期(Delivery)：新产品开发周期的缩短，使产品的生命周期缩短，与此相对应的，交货期同样变短。

(5)安全第一(Safety)：保障产品的使用安全性与生产过程的安全性。

2. 合理化改革的主题与目标

通过市场导向的 PQCDS 五个方面，发现现场管理的工作方向，即合理化改革的主题。合理化的改革的主题在现场管理上集中表现为：PICQMDS 七个方面，改革的目标与出发点不应该定在消减 1/3 库存与 1% 不良等改善的基准与水平，而应该以改革的气魄以“零浪费”为目标进行改革。

(1)“零”转产工时浪费(Products 多品种混流生产)

将加工工序的品种切换与装配线的转产时间浪费降为“零”或接近为“零”。

(2)“零”库存(Inventory 消减库存)

将加工与装配相连接流水化,消除中间库存,变市场预估生产为接单同步生产,将产品库存降为零。

(3) “零”浪费(Cost 全面成本控制)

消除多余制造、搬运、等待的浪费,实现零浪费。

(4) “零”不良(Quality 高品质)

不良不是在检查位检出,而应该在产生的源头消除它,追求零不良。

(5) “零”故障(Maintenance 提高运转率)

消除机械设备的故障停机,实现零故障。

(6) “零”停滞(Delivery 快速反应、短交期)

最大限度地压缩前置时间(Lead time)。为此要消除中间停滞,实现“零”停滞。

(7) “零”灾害(Safety 安全第一)

人、工厂、产品全面安全预防检查。SF 巡查制度。

二、认识浪费

1. 何谓浪费

如果一个企业每天都在大量“烧”钱,你能指望企业能获得最大的利润吗?可能有人会说,我赚钱这么辛苦,还能“烧”钱?可事实上我们大多数企业都在“烧”钱,只不过不是用火烧,而是企业中存在大量的浪费,白白地花掉了许多十分辛苦才挣来的钱。否则生产完全一样的产品为什么利润差距那么大?如果不相信的话,让我们来看看许多企业的状况:各工序旁摆放的大量等待加工或已加工的零件、在制品;仓库中存放可供使用二三个月的物料;随时可以买到的普通包装箱半年前一次采购一大批,然后逐月慢慢使用;等等。毫无疑

问，这些会造成场所浪费、租金损失、流动资金被占用、利息损失、过量储藏等的报废、无谓工时的发生、管理成本的增加。这些浪费现象无异于在“烧”钱。

精益生产的特点是消除一切浪费追求精益求精和不断改善。去掉生产环节中一切无用的东西，每个工人及其岗位的安排原则是必须增值，撤除一切不增值的岗位。精简是它的核心，精简产品开发设计、生产、管理中一切不产生附加值的工作，旨在以最优品质、最低成本和最高效率对市场需求作出最迅速的响应。

精益生产所言之浪费，比通常所说的浪费的概念要广泛得多、深刻得多。按照丰田公司的定义，“凡是超过生产产品所绝对必要的最少量的设备、材料、零件和工作时间的部分，都是浪费”。这个定义中的“绝对必要”比较含糊，没有一定的标准。美国一位管理专家对此作了修正，“凡是超出增加产品价值所必需的绝对值最少的物料、机器和人力资源的部分，都是浪费”。这里有两层含意：一是不增加价值的活动，是浪费；二是尽管是增加价值的活动，所用的资源超过了“绝对最少”的界限，也是浪费。

什么是浪费：

- 不增加价值的活动，是浪费；
- 尽管是增加价值的活动，所用的资源超过了“绝对最少”的界限，也是浪费。

以下的说明将有助于我们理解精益生产方式中有关浪费之定义的内涵。在生产过程中，只有实体上改变了物料的活动才能在生产过程中增加价值。加工零件，增加价值；组装产品，增加价值；油漆、包装，也增加价值。不过，工厂中很多常见的活动并不增加价值。例

如：点数不增加价值，库存不增加价值，品质检验也不增加价值。许多人认为搬运会增加价值，其实恰恰相反，搬运不仅不增加价值，反而可能会减少价值（常常引起损伤、报废）。这些活动不增加价值，但增加了成本，因而都是浪费。此外，工序间如果有 2 个在制品就能维持正常生产，则超出 2 个的部分都是浪费，因为所用的资源超过了“绝对最少”的界限。

2. 浪费的种类

现代 IE 从两个方面来专业分析发现这此浪费。

(1) 全面生产系统的浪费

5MQS 的浪费（见表 11-1）

生产要素的 5MQS 是 Man（人），Material（材料），Machine（机械），Method（作业方法），Management（管理），Quality（品质），Safety（安全）。

(2) 现代 IE 的八大浪费

现代 IE 的八大浪费是现场管理与革新中的浪费重点（见表 11-2）。

现代 IE 的八大浪费：

① 制造过多（早）的浪费

精益生产强调“适时生产”：必要的东西在必要的时候，做出必要的数量，此外都是浪费。而所谓必要的东西和必要的时间，就是指顾客（或下道工序）已决定要的数量与时间。

例如：顾客要买 1000 个，1 元/个，生产了 1200 个，它并没有带来 1200 元的收益。多余的 200 个仅仅变成了库存，没有产生利益，是浪费。

同样，许多工厂内在许多工序处都放置有不少在制品，所有工序处的在制品数量之和换算成现金恐怕是一笔巨款吧。与理想状态之各

表 11-1

5MQS 的浪费

分类	浪费	说明
S M	人的浪费 1. 行走的浪费 2. 监视的浪费 3. 寻找的浪费 4. 动作的浪费 5. 职责不清的浪费	走一步一秒的浪费 CNC 操控的无谓监视 找寻物品的时间浪费 不增值的动作浪费 不知自己的真正职责, 人制管理的浪费
	材料的浪费 1. 原料的浪费 2. 螺栓的浪费 3. 焊接的浪费 4. 功能的浪费 5. 不良报废的材料	多余原料 过多螺栓连接, 设计不良, 螺栓连接本身就是浪费 焊接过多 多余功能造成的材料浪费 报废本身就是浪费
	设备的浪费 1. 大型机械的浪费 2. 通用机械的浪费 3. 传送带的浪费 4. 压缩机的能力过剩 5. 故障的浪费	批量生产带来的搬运、停滞等大型设备所致的浪费 通用机械功能多数只用一半, 一半以上的多余投资 只用作传送的皮带是一种浪费 全自动气动装置造成压缩机过多投入 机械故障的浪费
	作业方法的浪费 1. 批量加工的浪费 2. 库存的浪费 3. 搬运的浪费 4. 放置(停滞)的浪费 5. 等待的浪费 6. 不平衡的浪费	由于批量生产造成的浪费 库存本身就是浪费 设备布局的浪费 工序过于细分化造成的浪费 能力不平衡造成的各种等待、停滞 流程混乱造成的浪费
	管理的浪费 1. 资料的浪费 2. 会议的浪费 3. 管理的浪费 4. 通信的浪费 5. 工作单的浪费	资料不用便是浪费 会议本身的目的不明确就是浪费 管理本身就是浪费, 目标、职责不清 信息的目的性不明确就是浪费 工作单的编制填写确认保管都是浪费
Q	Q 品质的浪费 1. 不良品的浪费 2. 修正不良的浪费 3. 错误的发生 4. 检验的浪费 5. 品质管理的浪费	不良本身就是浪费 治标不治本的浪费 只有临时对策, 不追究根本原因的浪费 品质管理的事后检查本身就是浪费
S	安全 灾害与事故的防止	安全的疏忽是对人、对社会最大的危害, 安全第一

表 11-2

现代 IE 的八大浪费

NO	制造现场的浪费	说明	管理部门的浪费
1	过多制造的浪费	在不必要的时候制造不必要的产品	超前预计市场的结果
2	库存的浪费	成品、中间品、原材料的库存浪费	超前储备的浪费带来大量的管理浪费
3	搬运的浪费	物料搬运的浪费	搬运步行的浪费
4	不良品的浪费	制造不良的浪费,之后还有进行检测的浪费	低可靠性带来的各种事中、事后的浪费
5	加工的浪费	与产品价值核心的功能不相关的加工与作业都是浪费	作业浪费
6	动作的浪费	步行、放置、大幅度的动作	动作的浪费
7	等待的浪费	人、机械、部件、在不必要时发生的各种等待	等待的浪费
8	管理的浪费	管理本身成为一种专职的工作发生的浪费	事后管理的浪费

工序间只有一个在制品在流动的状况相比,多余的都是浪费,算一算,触目惊心。

许多工厂都存在制造过多或过早的现象,最大的原因恐怕是因为他们不知道这是一种浪费。相反,在我们所接触的许多企业经营管理者认为多做能提高效率,提早做好能减少产能损失(设备买回来是用来生产零件的,让设备停下来简直不可思议),这是一个很大的误解!

企业的利润从何而来?绝不是来自中间工序多生产的在制品,真正利润的产生是来自于卖出去的产品。生产没能带来效益仅是增加了库存量,是浪费!

因此,认为制造过多与过早能够提高效率或减少产能损失,是—

种见树不见林的思维，它只反映过程控制的低水平，必须摒弃。

制造过多（早）的浪费在八大浪费中被视为最大的浪费，它会带来以下现象：

- 提早用掉了材料费、人工费而已，并不能得到多少实在的好处。

- 把“等待的浪费”隐藏起来，使管理人员漠视等待的发生而使之永远存在下去。失去了不断改善、进而增强企业体质的机会。

- 使工序间积压在制品，会使制造周期变长，且所需的空间变大（许多企业车间像仓库，到处都是原材料、在制品、完成品，或有许多面积不小的所谓中转库是十分典型的现象），产生大量工时浪费。

- 产生搬运、堆积的浪费，并使得先入先出的物流作业变得困难。

- 增加踏板、包装箱（周转箱）的需要。

- 库存量变大，管理工时增加。

- 利息负担增加。

②库存的浪费（含中间在制品）

库存包括：

- 零部件、材料的库存；

- 半成品的库存；

- 成品的库存；

- 已向供应商订购的在途零部件。

已发货的在途成品库存的浪费主要表现在：

- 产生不必要的搬运、堆积、放置、防护、寻找等浪费的动作；

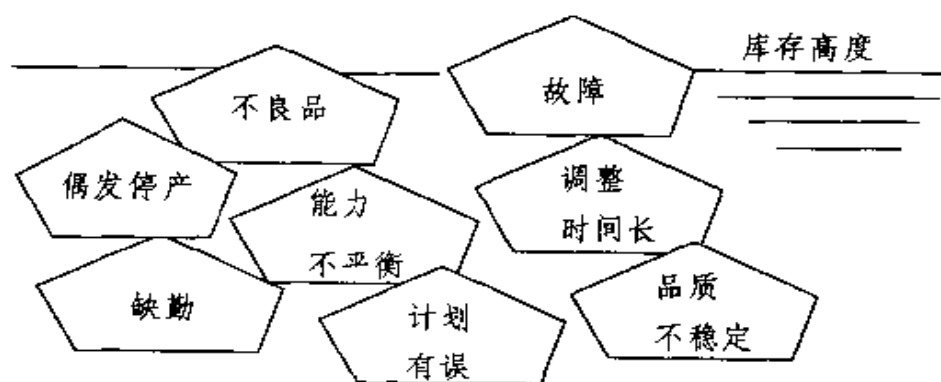
- 使先入先出作业困难；

- 资金占用（损失利息）及额外的管理费用；

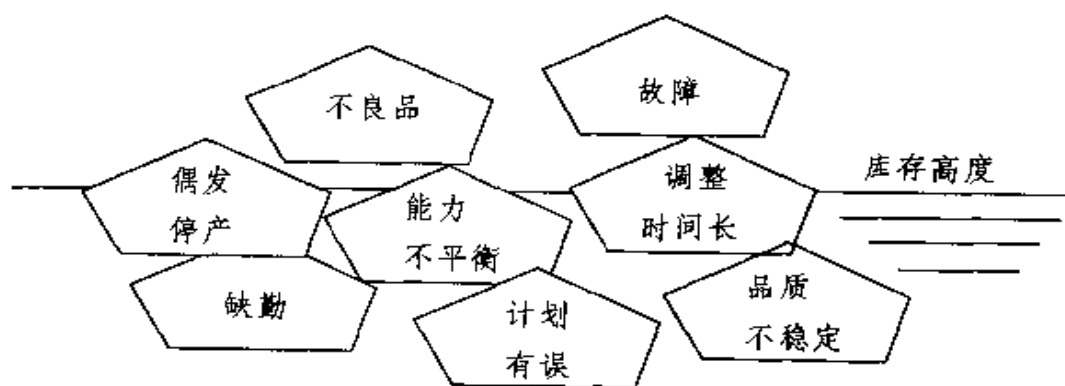
- 物品的价值衰减，变成呆料、废料；

- 占用空间、影响进出料，且造成多余的仓库建设投资；
- 掩盖问题，其中最大的问题是管理混乱，无法做到量化管理。

如图 11-1 所示，库存水平高会将许多管理不善的问题掩盖起来，使问题得不到及时解决，就像水掩盖了水中的石头一样。如机器经常发生偶发故障、设备调整时间太长、设备能力不平衡、工人缺勤、备件供应不及时等问题，由于库存水平高，不易被发现。此时你所能看到的（露出水面）只是不良品、设备故障，当减少库存时就能发现许多问题。解决这些问题，然后再减少库存。最终物料就能顺利地按计划在各车间、各工序间流动。精益生产就是要通过不断减少各



(a) 库存水平高问题被掩盖



(b) 减少库存发现问题

图 11-1 库存水平与问题



种库存来暴露管理中的问题，不断消除浪费，进行永无休止的改进。它不仅是一种方法体系，更是一种精神、一种文化、一种战略。

库存更严重的是其造成的无形损害：

- 没有改善的紧迫感，阻碍改善的活性化

因为库存量一多，机械故障不会马上有大的影响，故对策可以慢慢来，产生了不良品也一样，可以慢慢来。同样地，换模调整时间也永远不会排在优先解决之列，这样，就似乎变成没有什么需要改善了。

一个没有改善意愿的企业思想是僵化的，一个缺乏改善意愿的企业是难以长期生存！不要指望兔子都会睡觉，让乌龟慢慢赶超，那只是童话而已。

- 设备能力及人员需求的误判

由于库存量存在，设备能力不平衡也不容易看出来（库存越多，越不容易看出），人员需求是否过剩也无法了解。

- 企业严重流失基层的智慧

当人感到自己只是企业或别人赚钱的工具时，他所愿意贡献的智慧是有限的，企业的活力就无从谈起，这与精益生产的以人为本、全员参与是相背的。

与传统管理中“库存是必要的恶物”的观点截然不同，精益生产认为“库存是万恶之源”，必须加以消灭或大幅度减少！

③ 搬运的浪费

搬运是一种不产生附加价值的动作。搬运的损失分为放置、堆积、移动、整列等动作浪费。

- 物品移动所要的空间浪费；
- 时间的耗费；
- 人力、工具的占用的浪费。

目前国内有不少企业管理者认为搬运是必要的，不是浪费。其理由是没有搬运如何做下面的工作？正因为如此，很多人对这种浪费视而不见，更谈不上消灭它。也有些人利用传送带的方式来减少“搬运”，此种做法可谓治标不治本，造成搬运的问题并没解决，生产流水化同步化才是减少搬运的根本之道。

④不良品的浪费

是指企业内发生不良品造成的各种质量成本及由此造成的相关浪费。

- 材料的损失；
- 设备、人员工时的损失；
- 额外的修复、挑选、追加检查；
- 额外的检查预防人员；
- 降价处理；
- 出货延误取消定单；
- 信誉下降。

⑤ 加工的浪费

亦称为“过分加工的浪费”，一是指多余的加工。另一方面是指过分精确的加工，如实际加工精度比加工要求要高，造成资源的浪费。

- 需要多余的作业时间和辅助设备；
- 生产用电、气压、油等能源浪费；
- 管理工时增加。

⑥ 动作的浪费

精益生产总结出常见的 12 种动作浪费：

- 两手空闲；
- 单手空闲；



- 作业动作不连贯停顿；
- 动作幅度太大超出“经济动作”范围；
- 左右手交换；
- 步行多；
- 转身角度大；
- 移动中变换“状态”；
- 不明技巧；
- 伸背动作；
- 弯腰动作；
- 重复/不必要的动作。

这些动作浪费在流水线式生产时十分常见，了解并排除这些浪费是提高生产作业效率的利器。精益生产的管理专家们认为：一般来说作业者有一半的时间是“无效的”！

⑦等待的浪费

因断料、作业不平衡、计划不当等造成无事可做的等待，也称之为停滞的浪费。此外在许多企业，你可以发现有不少人站在机器设备旁，只是看着机器，两手抱袖，大部分时间无所事事，此谓监视的浪费（等待浪费的一种）。精益生产的实践表明，在很多情况下，完全可以通过有效的方法排除或大幅度减少这种浪费。

等待的浪费主要有：

- 生产线的品种切换；
- 每天的工作量变动很大，当工作量少时，便无所事事；
- 时常因缺料而使机器闲置；
- 因上游工序发生延误，导致下游工序无事可做；
- 机器设备时常发生故障；
- 生产线未能取得平衡

- 有劳逸不均的现象
- 材料虽已备齐，但制造通知单或设计图并未送来，导致等待。

⑧ 管理的浪费

企业与工厂中进行的管理几乎都是因为某种既成事实而进行的事后管理：因为出现不良所以有品质管理，又因为有仓库所以有仓库管理……为此管理成为一种独立的工作，由此产生的管理部门又不遗余力地宣讲加强管理力度的必要。那么如果没有不良品和中间库存，品管和仓管也就没了存在的必要。因此一切事后管理都是浪费。管理的本质是防患于未然。

3. 浪费产生与固化的过程

为什么会发生上述这么多浪费呢？同时它又是如何固化下来呢？我们从企业要面对的某些问题入手就不难找到答案。首先当有一个问题发生时中间管理层往往会对不得不马上解决的问题给一个没办法情况下的临时对策，所有的问题就由这个临时对策产生了，其背后原因是问题产生的真正原因无法及时找到，或根本不愿意深究，从而采取逃避问题的办法，用仓存来抵消它，搬运也就产生了，临时检查工位也产生了，管理部门也就壮大起来，于是就有人专门为这些工作制定了一些不成文的惯例约定，长期下去竟然形成制度，又要 ISO 认证了，干脆把它标准化吧。结果正如下图 11-2 所示的程序，浪费被固化下来，并成了很多人赖以生存的饭碗。

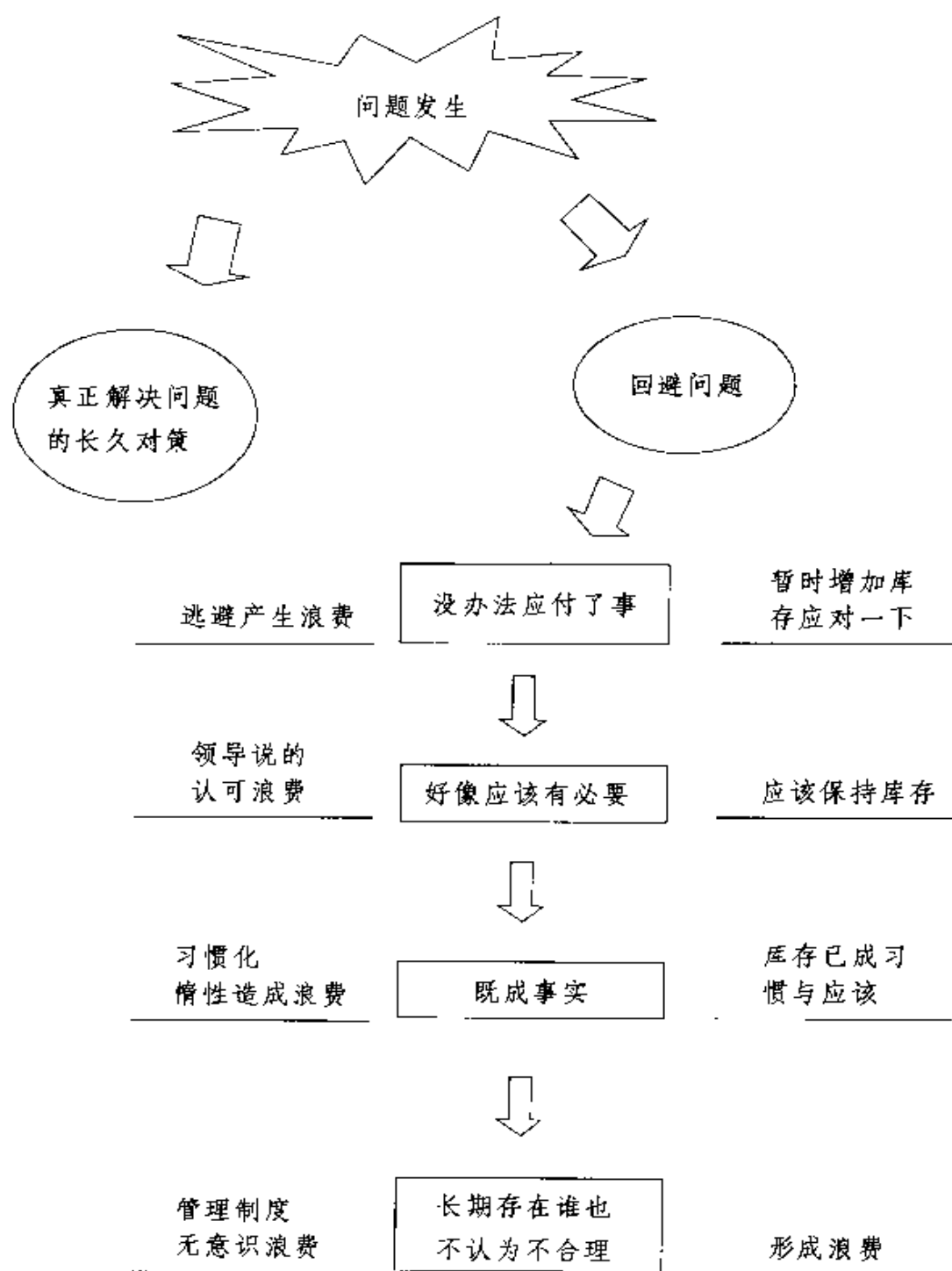


图 11-2 浪费的产生与固化过程

4. 发现浪费的方法

制造现场及管理部门是最大的浪费集中地，人们在长期习惯某种工艺过程及管理方法之后就会认同这种浪费现象，为此而丧失了发现浪费的眼力。下面从逆向思维法、流程再造及现状分析三个方面进行介绍。

(1) 逆向思维法

首先我们在观察工作过程之前要问的是为什么要进行这一作业，它的目的是什么，为达到这一目的是否只能有一种方法，以及作业中什么才是达到此目的的有价值作业，除此以外全部是浪费。

(2) 流程改善发现浪费

现代 IE 对流程改造时，首先考虑的是市场应变力，即柔性生产系统的改造。这一点集中体现在“一个流”前提下的单元生产，它是 IE 作业研究要达到的目标。为什么要抛弃批量生产及中间库存进行全面的流水化生产呢？其目的就是要缩短 Lead time，提高应变力，与此相违背的全部方式方法都是造成浪费的根源。

(3) 现状分析发现浪费

在流程分析的章节有较详细的分析方法介绍（见第三章“程序分析”）

三、消除浪费实现“零浪费”的方法对策

表 11-3

实现零浪费方法对策表

7个零浪费	目的	现状	5S					思考方法与原则	对策手法
			整理	整顿	清扫	清洁	修养		
1 零切换浪费	多品种对应P	加工工序的转换品种, 装配换机种时存在严重的工时浪费	○	◎	▲	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> ·经济批量不经济 ·物流方式的JIT ·生产计划的标准化 ·作业管理 ·标准化作业 	<ul style="list-style-type: none"> ·设备小型化, 专用化 ·LCA、SMED ·均衡化生产(混流生产) ·动作经济原则 ·多工序合并(多能工) ·成品放置流水化 ·标准时间(ST) ·标准作业(SO) ·作业标准(OS) ·转产模块化(专用物流车)
2 零库存	发现真正问题I	产品、半成品、零件、原料大量库存, 造成经营成本很高, 周转困难, 且现场看不到产品在流动	◎	○	▲	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> ·库存问题的真正理由 ·库存与加工批量成正比 ·适当库存不当 ·均衡化生产 	<ul style="list-style-type: none"> ·设备流水化(U形拉) ·LCA、SMED ·一个流 ·平均化生产 ·拉动式生产 ·看板管理 ·多工序合并(多能工) ·转产模块化(专用物流车) ·混载进货 ·进货验货流水化
3 零浪费	降低成本C	生产率低, 浪费严重, 但无法判断及采取相应对策	◎	◎	○	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> ·不能单纯加强局部生产能力 ·整体协调, 能力均衡 ·“一个流”将浪费彻底暴露出来 	<ul style="list-style-type: none"> ·流程线路图 ·设备流水化 ·一个流 ·均衡化生产 ·拉动式生产 ·看板管理 ·多工序合并(多能工) ·组织流程化 ·Line balancing ·SO and OS

续表

4	品质不良 品质保证 Q	材料不良, 精度不良, 装配不良, 外伤, 等等因品质进行事后补救的状态很多	○	◎	◎	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> · 抽检无法杜绝不良 · 加工批量的大小就是合格与不良批量的大小 · 零不良才是目标 	<ul style="list-style-type: none"> · 设备小型化, 流水化 · ICA · 一个流 · 拉动式生产 · 防错体系、方法 · 自检与根源追究 · 标准作业(SO)
5	生产故障 维护 M	由于惧怕设备故障而不得不进行大量中间储备	▲	○	◎	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> · 设备是有生命的东西 · 为什么会有故障 · 全面生产维护(TPM) 	<ul style="list-style-type: none"> · TPM · ICA · 5S · 看板管理
6	压缩交货周期 零停滞	经常发生交货推迟造成大量索赔 Lead time 无法压缩	○	◎	○	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> · 同步化与均衡化 	<ul style="list-style-type: none"> · Layout 流水化 · 设备小型化专用化 · 一个流 · 拉动式系统 · 多工序合并(多能工) · SO · 生产组织流程化
7	安全 第一 零灾害	因为赶货而忽视安全, 没有安全检查部门	○	◎	◎	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> · 安全第一 · 遵守安全标准 · 5S 安全管理第一步 	<ul style="list-style-type: none"> · 标准作业(SO) · 安全疏忽检查 · SP 巡视制度 · 安全责任制

▲ 一般见效

○ 相对见效

◎ 直接见效



参考文献

1. 《现场の IE 手法》池永谨一著 日科技连 1998 年
2. 《现场の VE テキスト》石原腾吉著 日科技连 1991 年
3. 《经营工学》法云俊邑著 オーム社 1989 年
4. 《新 IE 系列入门》平野裕之 日刊工业新闻社 2001 年
5. 《工业工程企业成功之术》王恩亮
6. 《现场 IE テキスト》石原腾吉著 (上)(下)日科技连 1978 年
7. Ohio Uneversiry Graduate Bulletin 1989
8. Christophen, William F, Productivity Measurement Handbook and edition, 1985
9. 《动作与时间研究》[美]M. E. 蒙代尔著 董靖译 1985 年
10. 《IE 的管理》[日]八卷直躬 1977 年
11. 《现代工业工程 (IE) 概论》张树武 机械工程 1989 年
12. 《工业研究》陈文哲编 中兴顾问公司发行, 1970 年
13. 《对 IE 的探讨》姜文柄 中国机械工程学会首届 IE 学术会议论 文集 1990 年
14. 《基础工业工程》范中志, 张树武, 孙义敏 机械工业出版社, 1993 年

附件 1

3A 企管服务大全

公开讲座

企业内部培训

生产与运作管理系统项目咨询

5S 管理认证

企业内部培训课程

1. 5S 管理推行实务
2. TPM 推行实务
3. 构筑一流现场管理体系
4. 如何提升现场改善能力
5. 品质管理(TQM、MQM)
6. 班组长日常管理训练课程
7. 车间主任日常管理训练课程
8. 目标管理实务
9. 精益生产方式(JIT)
10. 工厂实用 IE(工业工程)技术
11. 生产线编排及效果提升技术
12. QC 品管图表(14 种工具)
13. 工厂实用全面成本管理(TCM)

生产与运作管理项目咨询

1. 5S: 5S 管理活动推行
2. JIT: 精益生产系统
3. MQM: 现代品质管理系统
4. MBO: 目标管理系统
5. TCM: 全面成本管理系统
6. TPM: 全面生产管理系统(全员生产维护系统)
7. IE: 效率改善管理体系

备有详细资料, 欢迎来电来函索取

地址: 深圳南山区创业路怡海广场东座 2504

邮编: 518054 电话: (0755)26408601、26408602

传真: (0755)26417890

[http: //www. sz - 3A. com](http://www.sz-3A.com)

e - mail: [mail@sz - 3A. com](mailto:mail@sz-3A.com)

附件 2

中国企业管理培训中心简介

中国企业管理培训中心(以下简称“中心”)是中国企业家协会、中国企业联合会专事培训机构,受国家经济贸易委员会培训司指导。中心自 1983 年成立以来,根据培训市场的需求,以不同所有制实现形式企业(包括国有、民营、乡镇、合资以及股份制企业等)的领导及各级专业经营管理人员为主要培训对象,以现代企业的企业经营管理知识与技能为主要培训内容(包括经营战略、领导体制、组织机构、企业重组、企业文化、资本运营、市场营销、生产管理、质量管理、财务管理、信息管理等),以不断提高企业经营管理水平和促进企业管理现代化为目标,开展多种形式(包括短期面授、中长期函授等)的企业经营管理培训。

中心通过大量的企业调研,总结了国内外优秀企业的现场管理经验,于 2001 年推出了现代企业车间、班组现场管理短期培训课程,该课程得到了企业的欢迎与认同,短短几个月的时间,近千人接受了培训,涉及行业有机械、石化、电子、医药、纺织、食品、饲料加工、建筑等。中心为进一步促进企业从管理中要效益求发展,增强企业的竞争力,根据企业需求,在总结 2001 年现场管理培训经验的基础上,增加了大量操作性的内容,推出了 2002 年现场管理及品质管理的培训项目。现将课程列表如下,供企业有关人员选择参加培训。中心备有详细资料,来电必复,欢迎广大读者垂询。联系电话:(010)

68701461, 68701032, 68701534(兼传真), 联系人: 许老师、王老师、颜老师。地址: 北京海淀区紫竹院南路 17 号中国企业管理培训中心。邮编: 100044 电子邮件: xyhsohu@sohu.com

中国企业管理培训中心
2002 年企业年间、班组现场管理培训
企业品质管理培训班项目计划表

地点	项目名称		备注
青岛	企业车间、班组现场管理培训班	3 月—11 月	拟参观海尔、青岛港务局、青岛啤酒
青岛	现代企业品质管理培训班	5 月、7 月、12 月	拟参观海尔、青岛港务局、青啤酒
昆明	企业车间、班组现场管理培训班	8 月	拟参观红塔集团、云南磷肥厂
西安	企业车间、班组现场管理培训班	9 月	拟参观西安杨森、陕西汽车制造总厂
成都	企业车间、班组现场管理培训班	10 月	拟参观五粮液集团
上海	企业车间、班组现场管理培训班	6 月	拟参观上海大众、上海易初通用技术有限公司

图书在版编目 (CIP) 数据

精益生产方式——现场 IE/刘胜军编著. - 深圳:
海天出版社, 2002.8

(3A 企管书系)

ISBN 7-80654-766-5

I. 精... II. 刘... III. 企业管理: 生产管理
IV. F273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 040870 号

海天出版社出版发行

(深圳市彩田南路海天大厦 518026)

<http://www.htph.com>

责任编辑: 来小乔 封面设计: 刘 晖

责任技编: 陈 炯 责任校对: 刘翠文

海天电子图书开发公司排版制作 83460274

深圳建融包装印刷有限公司印刷 海天出版社经销

2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.25

字数: 170 千 印数: 1-10000 册

定价: 29.80 元

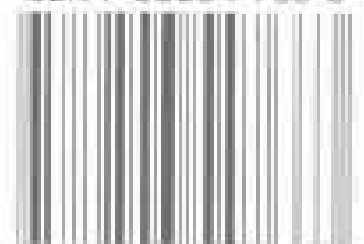
海天版图书版权所有, 侵权必究。

海天版图书凡有印装质量问题, 请随时向承印厂调换。

3A企管书系

- | | |
|----------------------|------|
| ①精益生产方式JIT | 已出版 |
| ②精益生产方式—现场IE | 已出版 |
| ③现场全面成本管理实务—模拟公司成本制度 | 即将出版 |
| ④构筑一流现场管理体系 | 即将出版 |
| ⑤现代品质管理体系 | 即将出版 |

ISBN 7-80654-766-5



9 787806 547663 >

ISBN 7-80654-766-5

F·185 定价：29.80元