

第一讲 IE 工业工程的精义（上）

何为 IE 工业工程

工业工程的定义

IE 工业工程（IE=Industrial Engineering）俗称“改善效率”，它本身即是一门应用性的学术领域，称为工程是表示不能只做分析，而必须做实务设计。

凡“四大工程科系（电机、化工、机械、土木）外的”且和产业现场相关者应属 IE 领域。也就是说，IE 工业工程包括制造现场部署、机器与生产线设计，作业员的动作经济与工具设计，使制造效率化等。

因此，对于（IE=Industrial Engineering）工业工程的定义，可以描述为：工业工程=工厂中要使用到的工程技术（电机/化工/土木/机械除外）。

学习工业工程的目的

学习 IE 管理的目的在于以下几个方面：

◆ IE 可应用于任何方面的企业单位

不论制造业或服务业，都必须对现代化流程设计有正确的知识与认识。首先就是要明确 IE 可应用的范围，它可应用于任何方面的企业单位（如行政、财务、采购、制造、研究等），并使这些单位的工作做到“多、快、好、省、精、美、准”的七大标准。

◆ 学习并精通新旧 IE 的技术

制造单位的各级人员只有学习并精通新旧 IE 的技术，才能做好现场改善。

◆ 提倡“节能降耗”口号的企业，离不开 IE 新工业工程的学习

提倡“节能降耗”口号的企业，更应该去学习 IE 新工业工程中的调配与节省成本模式。只有通过一系列的学习，才能达到企业的目标——利润最大化和成本最小化。

工业工程的主要内容

成为大学中的科系是在 1960 年左右，最初被称为工业工程管理，也可称为产业管理。IE 工业工程发展到现在，应用范围越来越广，甚至可以用到服务业，如理发行业，如果没有用 IE 就可能浪费时间；再如餐饮业中的麦当劳就完全用 IE 工业工程的管理方案，这也就是麦当劳作业程序非常快的主要原因。

【案例】

两个学生，甲和乙参加考试，甲的考试成绩是 81 分，乙考的考试成绩是 78 分，可以肯定甲的成绩比乙要好。

但是从效率的角度看，如果甲用时 30 个小时，乙用时 3 个小时，则在效率上肯定是乙比甲要更好，这也是投入与产出的关系。

【案例】

对于同一个汉字，如果用繁体汉字来书写，则用时就多；如果用简体字来书写，则用时就少。而且用不同形体书写的时间也可以分别进行计算，从而比较得出所用时差。

也可以计算出用繁体字书写的标准工时和用简体字书写的标准工时，从而计算出节约的时间是多少。

IE 工业工程又称作改善效率，其基本要求就是投入要越少越好，产出要越多越好。对于投入，可以是时间、金钱，也可以是材料。任何事情，成本的节约是其收益提高的关键，不节约成本就会导致投入过大。如果产出一定，则投入过大就必然导致效率下降。因此，在少投入的情况下多产出就是 IE 所追求的基本精神。

在 1950—1960 年期间，重视流程效率化形成“PIE”，即流程式工业工程（Process I.E），以流程设计同步会合（JIT-Just-in-Time）来缩短作业时程。1970 年间又因电脑化与教学调配模式的成熟，形成“作业研究”（OR-Operation Research）式的新 IE（NIE），要求资源达到最佳化调配。

所以，工业工程的基本内容包括以下几个方面：

- ◆ 计划评核术（PERT=Program E&R Tech.）；
- ◆ 企业流程再造工程（BRP=Business Process Re-Eng）；
- ◆ 作业研究/管理（OR/OM=Operation Mgt.）。

传统 IE 工业工程的发展

1911 年科学管理之父泰勒大师的实验——工具改善

【案例】

19 世纪末期，管理学刚刚诞生并被应用时，对于管理的看法众说纷纭。1911 年，泰勒先生来到一家炼钢厂，他发现这家炼钢厂的 500 名工人每天都是一样的工作量，他认为这样的效率不高。

于是，他将炼钢厂工人们使用的铲子进行了改善，将一些铲子做得比较大，另一些铲子做得比较小。然后要求这些工人，在早晨精神好的时候使用大铲子，在下午疲倦的时候使用小铲子，而且不同的人也可以使用不同的铲子，对于使用不同铲子的人，泰勒也认为其工作效率未必如设想的结果。

他用一个秤对使用大铲子和使用小铲子的人的工作结果进行称量，对于工作的效果进行测量，通过他的改造，这家炼钢厂的效率得到了巨大的提升，原来需要 500 人干的工作则只需要 375 人就可以完成。

科学管理之父泰勒的工具改善 IE 理论，认为任何事情都要量测，要求实证的数据，其 IE 精神非常务实，并且重视数据搜集。所以泰勒的工具改善的主要的理论依据是必须量测和必须实证。

即要求对于工作的改善，必须有量化的测量数据，如果测量数据发生改变，则要求工作改善要有相应的改变。同时，泰勒强调这些数据和改善必须要能得到实证，IE 一定要用数据说话，数据能清楚地反映好坏，而绝不需用嘴皮子来辩论，因此，IE 要涉及到数据的统计。这在现代的工厂管理中，可以使用电脑化等科技手段方便快捷地搜集数据。

综上所述，泰勒的工具改善理论的主要内容如下：

- ◆ 必须量测（Measurement）；
- ◆ 必须实证（Verify）。

1920 年工业工程之父吉尔布雷思的改善——流程设计

【案例】

1920 年，被尊称为工业工程之父吉尔布雷思提出，现场作业的流程问题非常重要，他在跟太太研究别人搬砖盖房子的流程时发现，一旦工作的流程有问题，则工作效率会受到很大影响，他将搬砖的流程进行了改善，极大地提高了效率，由此，他也发现了流程改善对效率影响的关系。

在吉尔布雷思提出的流程改善理论中，他认为任何事情，都由 17 种动作组合而成，他将这 17 种动作元素用不同的符合代表，建立了动作元素理论。

在这 17 种动作元素中，有 5 种大符号和 12 种小符号。在流程设计上强调了必须做同步式、序列式的流程，即俗称的流水线，但流水线给人的感觉似乎就是一步一步进行的，而一步一步进行需要花费比较长的时间。因此，流水线都被设计成同步式，即有多个人同时配合，每人只负责其中的一步，由此减少时间的浪费。

【案例】

在某工厂，甲所从事的工作需要 10 小时，乙所从事的工作需要 2 小时，甲乙二人的工作就不能要求同时出发，否则乙完成这一工序的工作以后，还需要等待 7 个小时才能进行下一步工作。

因此，对于必须要同时汇合的工作，就一定要建立一个流程设计法则，使得工作的流水化更加科学合理。

综上所述，IE 之父吉尔布雷思的流程设计的主要内容是：

- ◆ 17 种动作元素（Therbligs）；
- ◆ 同步、序列、流程、设计。

1925 年过程管理创始人法约尔长远贡献——计划管控

1925 年，法国人法约尔提出，做任何事情都需要计划管制。即他认为重视做计划非常重要，只有科学的计划，才能产生高的效率。“计划”一词在中国常被翻译为“plan”，事实上，英文中该词应是“planning”，将一件计划要做的事情提前进行规划，就是计划的过程。所以，法约尔计划管控的主要内容是行动计划。

正是泰勒、吉尔布雷思、法约尔三人的理论，为后来的效率控制理论建立做出了奠基性的贡献。

此外，IE 发展中另外一个贡献者叫甘特，他使用被称为“甘特图”的行动表，非常简单地列出时间和事件的对应关系，从而极大提高了工作效率。

【案例】

1915 年，甘特 65 岁，他是泰勒的助理，有一天，泰勒问他“您为什么每天做事都做得很好？”甘特回答：“我每天早上起来把自己今天要做的任务写在纸上，然后将自己的时间资源也列出来，然后规划自己在什么时间做什么事情，每天把时间和事情都订好计划，事情就不会乱。”

有时候，如果事情太多，就需要对计划进行一次次调整，这样，就可以将事情做完了。”甘特 1919 年过世后，他的做法在全世界得到了普及，1975 年时为纪念甘特表使用了 60 周年，全世界进行了比较大的庆祝活动。

第二讲 IE 工业工程的精义（下）

IE 成长发展三阶段

IE 理论体系建立之后，确实使效率改善得到了巨大的发展。但是，IE 工业工程也还是让很多人无所适从，这主要是由于工业工程 IE 分做三大类 IE，而不同的类别对其具体的管理就有所区别。

传统 IE（O）——动作经济改善等技术（1900—1950 年）

第一类 IE 叫做传统 IE，英文写法是 OIE，一般可简称“O”。传统式的 IE 重点关注动作怎么操作。但是随着科技水平的不断提升发展，很多工厂已经不需要传统式 IE 了。例如，很多电子工厂的装配现场动作已经设计好，要求工人只要照着去做就行，这种程序化的动作任何人都可以做好。

然而由于传统 IE 重视动作经济，要求在操作动作上不浪费。所以在一些手工业密集型的工厂，工人的动作存在熟练程度等人为因素影响，人与人之间的差别就比较大，仍然需用传统的 IE。例如，生产眼镜的工厂，工人要用金属切割镜框，这个流程中有很多动作，需要教会工人按照标准动作来施工，即达到动作的标准化。

流程 IE（P）——计划评核术（PERT）等流程设计技术（1950—1970 年）

第二类 IE 叫做流程 IE，英文写法是 Process，也写作“PIE”，一般可简称“P”。流程 IE 认为任何事情都有流程，在流程化的前提下，就可以按步骤进行设计。

在当代企业界中，一般的 IE 辅导都是从流程 IE 开始的。它强调作业流程的好坏，使用

的是计划平核术方法。

【案例】

上世纪 50 年代，美国与苏联展开争霸太空的竞赛。苏联首先发射了人造卫星，美国于是提出要抢先登上月球。为了提高效率，美国采用了 IE 的计划平核术管理模式，制定了阿波罗登月计划，调动了 10 万以上的参与者。用大约 10 年的时间，最终使登月计划变为现实。

点评：美国当时使用的计划平核术管理模式，也被简称为 PETER，在 50 年之后，这套技术被广泛使用到了企业界，非常有效。

调配 IE (N) ——作业研究 (OR) 等最佳化调配技巧 (1970—2000 年)

第三类 IE 叫做调配式 IE，也称作业研究，英文写法是 Operations Research，一般可简称“OR”，即新 IE。也叫运作研究，运作就是指谁先做谁后做的调配安排。或者称为作业研究，它的兴起主要是源于 1940 年中途岛海战的最佳化调配资源事例。

【案例】

“二战”中发生过很多著名战役，其中包括日本的海军领导人山本五十六指挥的轰炸美国珍珠港战役，在日本轰炸结束的时候，美国的多数船舰都被炸沉。

这时，在太平洋中间的中途岛附近，停泊着四艘日本航母和两艘美国航母，两艘美国航母都受到了重创，美国认为应该打掉日本的航母舰队，否则战局将非常不利。

由于时间非常紧迫，于是美国用飞机将很多数学家、心理学家、管理学家运送到航母上，由这些专家调配人力，终于在两个星期之内修好了航母，在接下来的海战中战胜了日本舰队，使美国被动的局势得到了缓解。

新 IE 作业研究包括许多技术群，而且它要求必须明确安排好谁做什么事，事情完成之后做什么，每一件事由谁来做等，以实现调配的最佳化。

调配最佳化的观念就是以最小的投入取得最大的收益。例如，要想皮肤好，就需要睡眠、营养、保养品三个因素的保证。如果睡眠时间达到 90 分钟，保养品用少一点也可以，但如果睡眠只睡 20 分钟，则保养品用再多都没有用。所以，调配的观念重在各种影响因素的均衡。

新 IE 重视成本—效益比 (EC 比)，要求做任何事必须要经济化，要考虑到成本和效益，即花了多少钱得到什么效果，并不是最便宜就最好，这样的理念使 IE 又进入另外一个阶段，随之出现了价值工程和价值分析。

【案例】

1947 年，鼎鼎大名的美国奇异电子公司的工程师迈尔斯先生去采购石棉瓦。当时市面上石棉瓦的售价由 10 美元上涨到 25 美元，迈尔斯先生怕别人说他采购的石棉瓦太贵。于是先进行了市场调查，他使用 5 W1H 的方法，先调查这些石棉瓦是谁使用，为什么用，怎么用，能不能用替代品等。结果发现了一种只需要花 8 美元的替代品，从而为公司节约了钱，而别人都嘲笑他太过斤斤计较，迈尔斯先生却认为，这样做他才尽了工程师的本分。

迈尔斯先生的故事传到公司副总耳中，公司副总非常欣赏迈尔斯先生，于是找他一起研究，最后发表了 VA/VE 价值分析公式，即： $V=F/C$ 。这个公式的含义是“价值等于成本和它所具备的功能”。

当迈尔斯先生发表 VA/VE 价值分析公式，强调价值就是成本越低而功能越高时，美国军方认为这个理论很有道理，于是美国军方投入了大量精力进行多功能武器的研究，终于在 1954 研发出了名为“FUNCTION”的多功能武器。这时，日本人也开始关注迈尔斯 VA/VE 价值分析公式，并应用到了各个方面，使得日本的生产力快速提升。

价值分析理论不仅应用在工业生产中，甚至财务管理、采购等任何涉及成本的方面，包括节能降耗、压缩成本等领域中，都需要通过价值分析来减少投入提高效率。

从 IE 的发展来看，IE 的定义就是在产业里面要做设计改善的事情。例如工厂里面要做的任何现场设计改善事情，凡是电机、化工、土木、基建之外的技术全部要由 IE 负责，包括企业的流程再造、作业研究和作业管理。

1. VA(Value Analysis)价值分析与 VE(Value Engineering)价值工程是新 IE 的第一手法

旧 IE 重视工作分析，新 IE 重视价值分析。因此，在对新 IE 和旧 IE 进行比较时，常常认为：

- ◆ 旧 IE=工作分析；
- ◆ ◆ 新 IE=价值分析。

2. 流程 IE 连接新旧 IE

其中 PERT=Program ×××，其核心思想为：

- ◆ 以流程图制造成《动态行动表》；
- ◆ 序列流程与同步流程。

PERT=X Evaluate Review X，其核心思想为：

- ◆ 评价哪一个是“核心流程”（Core Process）。
- ◆ ◆ 复查如何同步会合 JIT。

3. IE 简化传统统计公式

流程 IE 简称 PIE，连接新旧 IE，IE 简化传统统计公式有两种表达方式：一是 Q4 直方图，也叫曲线分布图，二是 IE 简易 $M \pm S$ 公式。

- ◆ Q4 直方图=曲线分布图

例如，对于范围取值，如果 80 ± 10 ，则变化程度比较大，而如果是 80 ± 1.0 ，则变化程度比较小。一般来说，变化程度比较小的必然要比较好。

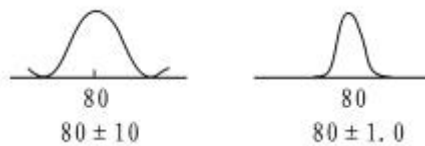


图 1-1 Q4 直方图（曲线分布图）

- ◆ IE 简易 $M \pm S$ 公式

$M \pm S$ 的基本量测理念，标准工时一定以 $M \pm S$ 表示，其中：

M=平均数

S=标准差（变异程度）

其具体的公式如下：

$$M = (a + 4c + b) / 6$$

$$S = (b - a) / 6$$

在 IE 工业工程中使用简化的统计方式，而简化的统计方式认为，变化程度比较小就比较好，变化程度比较大则不好。

【案例】

对于生产某产品，如果某天要生产产品 600 箱，但实际由于原料等问题必然存在误差。这样，就引入了 M 加减 S 的观念，即工业工程的观念，在统计学中也叫平均数加减标准差。

如生产 600 箱加减 50 箱，它的含义非常简单，即希望最低做 550 箱，最高做 650 箱，在这个范围内，统计观念就变的很清楚了。

4. IE 建立效率指标

IE 建立效率指标，表示方式为：指标/指针（Index/Indicator）。

IE 简单指标流程指针有三个指标，即 CA 值、CP 值和 CPK 值。其中：

- ◆ CA 值=准确度=偏差程度
- ◆ CP 值=精密度=变异程度
- ◆ CPK 值=6S 度=用 CA 值对 CP 值做修正

在以上公式中，C 指 Capability，A 指 Accuracy，P 指 Precision。CA 值指偏差的程度。

【案例】

计划本月生产 600 箱的产品，而实际生产了 594 箱，则这种偏差指标就是 CA 值。如果 5 月份生产 594 箱，而 6 月份也生产 594 箱，则 6 月份的生产情况就比较差，因为 5 月份变化程度比较小，6 月份变化程度大。CP 值代表变化程度，而 CPK 值用于计算变异的几率。

点评：通过这三个指标，可以非常快捷方便地进行分析，快速地建立效率指标。通过对指标数据的分析，也可以知道管理的好坏程度，一般来说，许多工程的 CPK 值要做到 1.3、1.4。

5. 日本人的 IE 简化手法

日本人将 IE 简化成很多手法，比较著名的有箭头法、变异图、时序表、PD 流程逻辑图等。

◆ 箭头法

箭头法是一种流程图，即将最重要的步骤拉成直线，然后将其他步骤汇合在以最重要步骤为核心的直线上，从而表示出所有流程的示意。如下图所示：

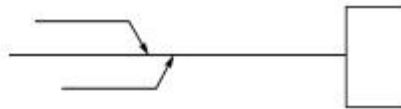


图 1-2 箭头法

◆ 变异图

变异图是 DOE 的实验计划的表示方法，例如某公司生产管理做得不好，于是找出了 35 个原因，这些原因中有大的原因，也有小的原因，但一时不可能对 35 个原因同时改善。于是，就要找出哪个是重要原因？然后针对这个重要原因进行改善，对于非重要原因，则可以推迟改善，这就是 DOE 的实验计划法。

◆ 逻辑图

逻辑图以流程的出现顺序为主线，对其中有问题的步骤进行标识。例如下图中，第一步骤没问题，第二步骤没问题，第三步骤则表示可能存在问题。对于可能存在的问题，IE 会判断出现问题的几率是多少。

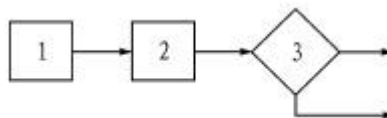


图 1-3 PD 流程逻辑图

综上所述，日本人的 IE 简化手法主要有：

- ① PERT 计划评核术→箭头法 (N2)；
- ② DOE 实验计划—变异图 (N7)；
- ③ 时序表 (Scheduling)；
- ④ PD 流程逻辑图(N6)。

6. 新 IE 融入动态系统

要将新 IE 融入动态系统，就需要了解什么是系统的三要件，分别为：

- ◆ 产出/投入比=O/I；
- ◆ 组件/成分；
- ◆ 大→中→小系统。

IE 融入动态系统，在物料管理中叫 MRP，MRP 即动态系统 Dynamic，它有两个主要特点分别是：

- ◆ 随时有输入/输出；
- ◆ MRP-I 与 MRP-II 的不同。

综上所述，先学习简易系统模拟技巧，建立整个系统的观念，在系统中间又建立 IE 技术，就可以形成系统模拟。借助电脑，可以一步步算出可能几率，也可以算出大概多久可以做完工作，这样就可以让新的 IE 融入动态系统。

IE 精义问题与回答

问题 1：IE 包括“老中青”三类型，为什么在学校没学到？

回答 1：有，只是用不同名称，NIE 新 IE 在学校科目中称 OR 作业研究。

问题 2：运用于生产制造的是哪一类 IE？

回答 2：都有，视情况而定，可一一举例。

问题 3：IE 可以完全用电子辅助光盘导入吗？

回答 3：部分可以，但是最重要仍是其专业技术，它即是 4M 模式中的“人机料法”中的“方法”。

【自检 1-1】

您认为 IE 管理的目标是什么，请写出您对 IE 的理解：

在您的效率管理中，请重点分析以下因素所起的作用：

时间因素

人力因素

物力因素

第三讲 IE 工业工程的应用（上）

工业工程本身是一种实际应用的技术手法，流行的说法叫做 IE 七手法。但事实上，这种理解是不正确的，所谓的 IE 七手法只是给出了七个东西，而这七个精神融到不同地方才能形成手法。

IE 应用及 IE 七（手法）精神

IE（基础）第 1 精神——工作分析拆解（JA=Job Analysis）

IE 强调做任何事情必须做工作分析拆解，称作 JA，J 指英文单词 job，叫做工作；A 指英文单词 Analysis，含义是分析。因此通译为工作分析，也有的译作工作拆解。工作分析要求将一件大的工作裁小，裁小之后就可知怎么做。

【案例】

早晨 10 点钟，上司对王小姐说中午 1 点，大家要去露营，要求王小姐进行相关的准备，王小姐回答不可能在这么短的时间内做好准备。因为以往的准备工作总是需要 6 个小时，从早晨 10 点开始，最快也要到下午 4 点才能做好准备，但是，上司却要求她一定要在下午 1 点钟完成准备工作。

点评：按照企业精神，合理的要求是训练，不合理的要求是磨炼。上司给王小姐下达了看似不合理的工作要求，王小姐就要对所做事情进行分析，露营的准备工作主要包括租营帐、买火车票、买点心物品等

三件事。在以往的准备中，租营帐需要花 3 个小时，买火车票需要花 2 个小时，买点心物品需要花 1 个小时，要高效率地完成这三件事，就需要对这三件事进行拆解。如果拆解完发现确实不能完成，就需要将工作分配给别人来协助完成，通过组织的活化，彼此支援和调配来提升效率。例如让李先生花 3 个小时去租营帐，让刘小姐花 1 个小时买点心物品，而王小姐自己用 2 个小时买火车票。

工作分析拆解，也就是把工作拆开来设计流程，这并不仅仅只适用于制造业。IE 也可以运用到其他行业。

◆ 服务业

例如剪烫头发需要 3 个小时，它的一般步骤就必须包括剪、洗、烫等多个步骤，如果将这些工作拆解分析，一定会发现中间有时间的浪费。

◆ 自动化生产

在自动化生产中，同样也需要进行工作分析拆解。例如某啤酒厂，它的生产总是做不好，最后只好卖给了别人，而购买方通过工作分析拆解，立即发现生产做不好的原因是自动化的衔接有问题。空瓶子通过输送袋→冲洗车间→贴标签→灌啤酒→封口→装箱出厂。

在这个过程中，各个自动化流程都必须完美衔接，任何一个环节出现问题，都必然导致整个流程出现停顿。因此，购买方马上开始整顿 IE，使得作业流程可靠性增强，生产产能得到了巨大的提升。

IE（应用）第 2-4 精神——标准工时、装配组合、进度时序

◆ IE 的第 2 精神

IE 的第 2 精神是标准时间。例如，上文案例中对于李先生租营帐的时间，非常清楚明了，就是 3 个小时。同样，刘小姐购买点心物品的时间是 1 个小时，王小姐自己购买火车票的时间是 2 个小时，这就是标准工时，即对每一段工作都有标准时间。

◆ IE 的第 3 精神

IE 的第 3 精神是做装配组合。例如，上文案例中当工作分析拆解之后，李先生可以马上去租营帐，而王小姐是否要等 1 个小时之后才去买火车票，刘小姐是否要等 2 个小时之后才去买点心物品，到底是同时出发比较好，还是同时汇合比较好。一般来说，同时汇合的结果比较好，即 JIT。

◆ IE 的第 4 精神

IE 的第 4 精神是进度时序表，即对每个人什么时候干什么事做出具体的计划。

IE（高阶）第 5-7 精神——品质稽核、规格管控、动态系统

◆ IE 的第 5 精神

IE 的第 5 精神是品质稽核，强调要将目标计划完成。但在实际中，有很多情况会导致目标不能如期完成，这其中就包括不良产品，也就是不合格产品。

因此，产品的质量检查就非常重要，在一般的工业企业中都有质量检查体系，有负责质量检查的副总、科长、主任、组长、质量检查员等，而对于质量的把关，不能等产品已经生产出来后才发现有质量问题，而应进行事先防范。

◆ IE 的第 6 精神

IE 的第 6 精神是规格管控。

【案例】

一棵橘子树长了很多橘子，橘子有大有小，大的橘子市场价格是 5 块钱一斤，小的橘子市场价格是 3 块钱一斤。因此，就需要将橘子按照大小进行分类。

但是，如果单凭眼力来分类，速度很慢，一般的做法是，设计一个有大小孔的挡板，然后将橘子倒在挡板上，橘子就会从比自己稍大的孔中掉下，这样就可以快速地实现分类，这就是规格管控。

◆ IE 的第 7 精神

IE 的第 7 精神是动态系统。系统一定有输入和输出，当输入出现问题时，不能检查，就会让有问题的输入继续被加工，从而产生有问题的输出。所以，一旦发现问题，就要能返回输入处进行修正，这样的系统才是活的、动态的。

IE 在不同产业的应用价值与功能

IE 的应用范围广泛，对于不同的产业，其应用价值和功能也有所不同。

传统制造业与即时接单式的精益生产

在即时接单式的精益生产中，生产方接到生产计划单之后，就要展开作业，对业务单位进行接单。

业务人员接单之前，要对业务单位进行拆解，要分析接下来的步骤，要通知生产部门开发市场，要跟生产单位报告目前单子的预定情况，要让生产单位提前准备，而不能等单子签好才通知单位开始生产。

IE 的应用广泛，业务人员接单之前进行的这些事先准备，就需要运用 IE 工业工程的观念。因此，精益生产也叫精简效益生产，如果制造业不进行精益生产，或者提前生产好然后摆放在仓库中造成浪费，或者接到订单后匆匆生产结果问题百出，都会使得企业失去核心竞争力。

应用于各种服务业与运作式行政管理单位

IE 也可广泛应用到各种服务业与运作式行政管理单位。

【案例】

某运作式行政管理单位，其生产计划需要经过批准才能作业，而单位规定必须层层审批，按照层层审批的流程，行政效率就会非常低。

【案例】

在服务业，例如麦当劳中，其作业体系非常科学，充分使用了 IE 的管理模式，如果早晨人少，麦当劳就会只开两三个窗口，如果中午人多，麦当劳就会开五六个窗口，而且，麦当劳采用自动化的炸薯条，作业时间很快，因此在麦当劳从来没有排队的人潮，服务的效率非常高。

【案例】

IE 也可运用在交通事业中。广东的罗湖口岸车站停车位非常少，在管理中就要求时间计算要非常准，一辆班车来的时候，另一辆班车就必须走。

如果两辆车同时进站，或者两辆车同时出站，都会引起交通混乱，只有绝对的准时，才能不出现交通阻塞。

【案例】

在银行提款中，也需要使用 IE 管理思路来提高效率。而且，随着社会化程度的不断提供，IE 被越来越广泛的应用到各种行业。

推展现场改善与最低标准提升运作效率有关项目

IE 的第三个应用是推展现场改善与最低标准提升运作效率有关项目，如果现有标准做不到更好，而需要提升效率，就要进行现场改善，将标准完全改掉，使效率化成为可实现目标。

1. 新旧 IE 七精神模式对比

新旧 IE 的差别非常大,旧 IE 关注工程分析,这里的工程分析并不是工程师的工程分析,而是工作程序分析。工作程序分析很简单,就是将所有的工作列出来,计算每一个工作内容所需要的时间。例如某工作需要 3 分钟、第二步需要 8 分钟、可能删掉多少分钟等。

时动分析就是时间动作分析,某个动作花多少时间,每一段用多少时间,通过时动分析就可以知道标准工时。对于标准工时的改善,可以减少标准时间弹性范围,建立标准时间。标准工时有等候模式,例如在生产管理中有 3 台机器在 3 个生产线做,而如果生产任务很多,需要排队等,等候就代表了成本,这时,就需要分析是否添置第 4 台机器,计算等候的成本账与添置机器的成本账。

IE 对于工作内容进行拆解分析之后,工作被细分为许多段,而这些段最终要汇合起来,汇合的过程叫做装备组合。人们习惯性讲的流水线也需要跟别的流水线汇合,在旧 IE 中,也叫做动作经济,而在新 IE 中,其核心则为计划评核。

IE 七精神的新旧模式对比与 IE 七大精神可以用下表 2-1 来表示:

表 2-1 IE 七精神的新旧模式对比		
旧 IE	IE 七大精神	新 IE
工程分析 (WBS)	工作分析	VA/VE (价值分析)
时动分析 (MTA)	标准工时	Queuing (等候模式)
动作经济 (THB)	装配组合	PERT (计划评核)
流程平衡 (PB)	进度时序	Sys. SML (系统模拟)
抽样检验 (SQC)	品质稽核	SPC (统计制程管制)
/	规格管控	LP (线性规划)
/	动态系统	MRP-I (物料需求计划)

2. IE 应用首重效率改善

◆ 做好管理三效

要做好管理三效,这三效分别指:

- ① 效率化 (Efficiency) =求快;
- ② 效能化 (Effective) =求多;
- ③ 效果化 (Effect) =求精。

效率化要求投入的东西要少,收获要多。效能化的要求是自己不要做很多事,而要让别人做,让别人做得多,最终的结果才能更好。

【案例】

乔丹和姚明篮球都打得很好,如果乔丹在球队中一人奋斗,他自己一人得 99 分,而其他队员没有得分,则他们球队的成绩为 99 分。

而姚明通过和队友配合,虽然他个人得分只有 20 分,但他的队友都有得分,而且他们队的总得分为 100 分,所以姚明的球队就战胜了乔丹的球队。

点评:因此,让别人做得多,才能显现效能化的结果,效能化也要做得多,量要大,只有做大才能做

强。

效果化就是追求最佳的结果，不论过程如何，如果结果不好，一切的努力都是枉然。因此，IE 注重效果管理，求精求好，不能只有数量没有质量。

【案例】

1950 年，在日本国的一个砖窑中，每生产 1 千块砖只有 300 多个合格。这时候，一个名叫天口的 26 岁日本青年通过观察发现了问题所在，于是他给老板建议，通过对火候加以控制，结果使砖窑每生产 1 千块砖可以有 800 多个合格，使得产能大幅提高。他本人后来也成为了著名的商界人士。

点评：上面的故事非常简单，就是通过可以控制的因素，去克服环境中不可以控制的因素，通过调配追求效果，把现场上的资源做调配，取得“精”的效果。

【自检 2-1】

请对照 IE 管理三效的目标，对您企业进行改善。

目标内容	当前现状	改进计划
效率化		
效能化		
效果化		

◆ 管控 4M

IE 管控 4M 就是“人、机、料、物”四个因素，具体内容如下：

- ◆ 人员（Man）—现场人员管控（JR）；
- ◆ 机器（Machine）—机器维护（JI）；
- ◆ 材料（Material）—改善使用（JM）；
- ◆ 方法（Method）—IE 即是专业方法。

【案例】

丰田式管理提出 U 形生产线

日本的丰田管理非常有名，有一个阶段，丰田的生产车间人手不够，而当时的工人雇用成本也很高。

于是，丰田式管理提出 U 形生产线，例如原来的生产线上，甲、乙、丙、丁各负责一个环节，而在改进的 U 形生产线上，甲负责一个环节，而乙可以同时负责自己左右两边的两个环节，丙负责一个环节，于是就可以节约出一个劳动力来做其他的事，这样由一个人管两个环节也叫做多能工，就可以节省人力，节约生产成本。

第四讲 IE 工业工程的应用（下）

【案例】

甘特表培训车间干部

车间干部的培训非常简单，由上级确定学习步骤，车间干部听指示进行记录，记下目标何在，要达到什么水平，量化成本是多少，怎样节省成本，然后立刻用 IE 手法开始做。

步骤I：专心聆听上级指示，并和同事共同分析其目的（Purpose）何在，目标（Objective）的量化规格是什么？成本可能花费多少？最后是不可能问题与瓶颈有哪些？如何去克服？对于材料的使用，IE 要进行材料的计算。例如要使用 100 个玻璃片，就需要考虑进货中有无损害，使用中有无损耗，还应准备备用材料，通过专业方法计算好材料，才能使得结果最优化。

步骤II：当工作繁多时，必须将工作做 ABC 评比，并决定将其放于哪一个时段来做。如果机器设备在

白天维护，一定会造成人员浪费，犹如修马路，如果在白天车流量非常大的时候修，就容易引起车辆阻塞。因此，很多白天车流量比较大的马路，一般要在晚上进行维修，同样，对于设备的维护，也应该选择好时间段。

点评：在现场的班组长训练中，使用甘特表进行工作任务的描述，将工作任务写出来，将可用的时间列出来，然后规划在什么时间做什么事，也就可以非常清楚的知道能不能按时做完，从而避免乱拍胸脯、乱做保证的不科学做法。

用直甘特表进行工作任务的描述，如下图 2-1 所示：

时间	A	B	C	D	E	F	G
	↓		↓		↓		
		↓		↓		↓	
			↓		↓		↓
					↓		

图 2-1 直甘特表

工厂如果实施甘特图管理方法，其效率也就能得到保证，对于每一件工作的用时，每一个任务的时间使用，都能有详细科学的管理，管控效果也就会非常显著。

在训练 IE 的时候，学员必须演练分解表的制作步骤，工作分解表，首先做 WBS—工作分解结构图（Work Breakdown Structure），其次再安排成流程，最后再进行演练。

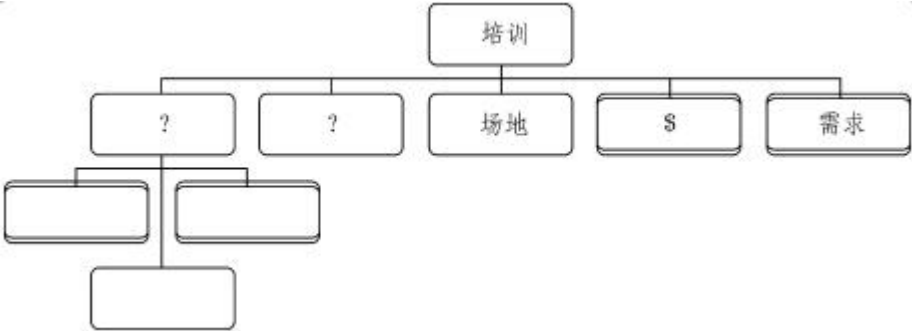


图 2-2 工作分解结构图

3. 新 IE 资源调配的应用

对于新 IE 资源调配的应用，有 4M+3M 模式、调配最佳化、最简单模式—LP 线型（性）规划等三种方法。

◆ 4M+3M 的模式

4M+3M 模式应用核心为：

- ① 人机料法；
- ② Message + \$ + Market。

◆ 调配最佳化

IE 强调任何事情获利的好坏，成本要降低，就需要最佳化调配，最均衡化调配，用一些专业的模式进行现行规划，用简单的连理方程式做成本模式，帮助分析成本，达到最终的成本降低。调配最佳化应用核心为：

- ① $\uparrow P + \downarrow C$ =利润最大化+成本最小化。
- ② Optimal=最均稳衡调配（最适化/最佳化）。

◆ 最简单模式—LP 线型（性）规划

最简单模式—LP 线型（性）规划应用核心为：

- ① 利用初二的简易联立方程式；
- ② 限制函数（Constraint Function）；
- ③ 利润函数 $P=30X+20Y$ 。

4. 旧 IE 现场布局

旧 IE 现场布局时，有人力调配式布局和利用简易运输模式布局两种方式。

◆人力调配式布局

- ① A 路线最近←→B 路线较远；
- ② 两者调配成→共同成本最低；
- ③ TC=Total Cost 总成本观念浮现。

◆ 利用简易运输模式

矩阵分析图（如下图所示）

	A	B	C
甲			
乙			
丙			

图 2-3 矩阵分析图

学习 IE 的模式，现场问题一定有别于理论模式，而 IE 对于现场问题的分析。一般按照四大步骤来解决，要套入简单的统计技巧，做敏感度分析，就可以知道范围有多大。而 IE 的本身改善的时候必须要实际去做演练，要通过实验最终验证，其模式如下图所示：

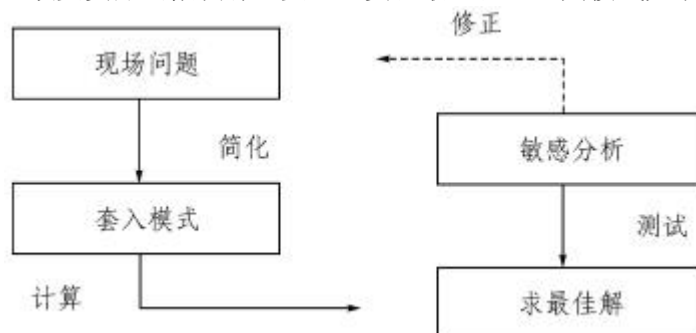


图 2-4 现场问题的分析步骤

新 IE 并不能使用其计算值做答案，而是逐步修正原有的不佳之处，进行改善，在整体设计完成后以实验(际)数据说明，随着管理的不断深化和应用，新旧 IE 在工厂中的角色越来越重要。

IE 的应用必须套入简易统计技巧，新 IE 不必高深统计，而 IE 也有简化的计算方法，例如 LP 的 Simplex Method 简捷法，等候理论（Queuing Terry）也使得有深奥几率理论但计算更为容易。

对于标准时间作业的管控，一般的计算规则为：

- ◆ $M \pm S$ 订定时间规格；
- ◆ $M = (a + 4c + b) / 6$ ；
- ◆ $S = (b - a) / 6$ 。

在统计中，M 加减 S 代表平均数，也叫标准长。而在 IE 中不需要这样计算，IE 计算的方式非常简单，IE 中平均数等于 A 加上 4C，加上 B 除 6，这叫 ACB 算法，A 代表最快，C 代表一般，B 代表最慢。例如从甲地到乙地的地铁车最快 10 分钟，最慢可能是 15 分钟，通过统计学中的正态分布，就可以算出来 S 的数值。

如果用简易公式计算 CA、CP、CPK 值，则需要注意：

- ◆ CA 指偏差程度
- ◆ CP 指变异程度
- ◆ $CPK = CP \star$ $\star = (1 - |CA|)$

CA 值规定 0.0 是标准，CB 值要等于 1.0，大过 1.0 更好，CPK 值是 CP 值乘上修正系数，从这种简单公式中就可以建立标准公式。IE 可以应用在很多方面，任何任务用 IE 手法都可以拆解，所以它的使用范围没有限制，任何 IE 的公式都非常简单，它的计算也很简单，使用 M 加减 S 的简单公式，就可以将 IE 观念贯穿于各种应用中。

IE 工业工程的应用问题与回答

问题 4: 坊间说 IE 七手法是什么?

回答 4: 七种 IE 技巧, 因人因书而有所不同, 其实是 IE 七精神。

问题 5: 新 IE 十分难, 如何学?

回答 5: 由于电脑化与简化, 已做到人人学得懂。

问题 6: IE 的应用价值高吗?

回答 6: 非常高, 它可使公司工厂获利提升。

【自检 2-2】

判断以下说法的对错。

1. 流程品质稽核属于 IE 精神。()
2. 动态的是错误的, 系统必须成为静态才能有效率。()
3. 复核工作浪费时间, 一般可以省略。()
4. 4M 管控就是对“人、机、料、物”展开管理。()
5. M±S 订定时间规格意味着必须存在偏差范围。()
6. 在核心流程中不能进行改善。()

[见参考答案 2-2](#)

第五讲 六希格玛模式的 21 世纪 IE (上)

6 西格玛管理模式, 是由美国人发明, 谈起它, 一般人都觉得它是非常深奥的。事实上, 6 西格玛管理模式非常简单, 它使用非常简单的数学进行管理。并且 6 西格玛管理模式本身涉及到数据的统计, 有一套自身的管理模式, 例如丰田式管理模式等。6 西格玛管理模式与 IE 之间也有联系, 它是的 21 世纪 IE。

21 世纪 IE 重视成本压缩与管控

对于成本的压缩, 包括构成成本的各种因素的节俭。例如做一件事情如果常规需要 10 万元, 但通过一定的节俭, 用 8 万元就完成了这件事, 则可以节约 2 万元的成本。

同样的, 如果这件事需要 20 天才能做完, 但通过一定的方法改进, 用 15 天就完成, 则节约了 5 天的成本, 如果一件事情需要 30 个人才能完成, 但通过技术优化, 用 20 人就可以完成, 这也是一种成本的节约。

1. 由新 IE 中价值分析/价值工程导引的课题 VA/VE——价值导引出 E/C 成本/效益比

在新 IE 中价值分析和价值工程导引的课题 VA/VE 中, 价值导引出 E/C 的成本/效益比, 即强调减少投入, 降低成本, 而且追求产能的提高。由此, 必须充分重视成本压缩和管理控制的实施。

2. 由传统质量管理导引的课题——流程品管的产生达到规格或目标的完成

在传统质量管理导引的课题中, 流程品管的产生要达到规格或目标的完成, 也必须重视成本的管理, 通过成本的节约, 使得规格和目标不变的情况下, 节约人力、财力、物力, 从而达到节能的效果。

3. 由 SPC 统计技巧导引的课题——管制技术中的管制图群建立绩效考核指标

由 SPC 统计技巧导引的课题中, 管制技术中的管制图群建立绩效考核指标, 即要求对产出和投入进行科学计划、在管控的模式中体现绩效结果。

6 西格玛管理模式与 IE 的结合

打破 3 西格玛错误的迷思

摩托罗拉从 1981 年开始涉足手机的生产，公司的老总要求必须把营业额业绩翻几翻，三年之后，到了 1984 年，有一位叫比尔史密斯的工程师提出，3 西格玛错了，因为在正态分布中，两边是均衡的。

假设总量是 100，由于两边对称，每一面都是 50%，如果一面加一个标准差，一面减去一个标准差，中间量为 68，即生产 100 个手机，有 68 个是好的，32 个是坏的，这样的结果就不能让人接受。如果再来两个标准差，即 100 个手机中 5 个是坏的，也让人不能接受，如果加上三个标准差，即 100 个中有 99 个是好的，这样也不能让人接受。因此，加减 3 个西格玛等于 0.9973，这代表 1 万个产品中有 27 个是次品，这样的观念用了 70 年，但比尔史密斯工程师对其提出了质疑。

【案例】

某人买 1 万个手机，其中有 27 个次品，而这 1 万个手机的部件生产不是由一个人完成的。假设按键由甲生产，电池由乙生产，机壳由丙生产，芯片由丁生产，而如果按键、电池、机壳、芯片在生产的过程中也遵循 3 西格玛管理，也分别是 0.9973 的次品率，即每一万个按键、电池、机壳、芯片中都有 27 个次品，但在组装手机时，可能按键、电池、机壳都是好的，而恰恰由于 0.9973 次品的芯片却导致整个手机的质量问题，这样的结果就让人无法接受。由此，3 西格玛管理模式被打破了。

3 西格玛管理模式被质疑之后，就有人提出了 4 西格玛管理模式。后来，GE

表 1-3 企业营销工作的困惑

[返回](#)

项目	企业的现状	可能存在的问题	改进方案及措施
困惑一 4P、4C 选择谁？			1. _____ 2. _____ 3. _____
困惑二 先做终端还是先打广告？			1. _____ 2. _____ 3. _____
困惑三 价格战+广告战为何成了营销战？			1. _____ 2. _____ 3. _____
困惑四 营销费用为何日益增加？			1. _____ 2. _____ 3. _____
困惑五 价格战、广告战、产品战、渠道战、终端战，如何参战？			1. _____ 2. _____ 3. _____

困惑六 产品多是否销量大?			1. _____ 2. _____ 3. _____
困惑七 没有竞争是好还是坏?		<p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center</p>	

第六讲 六希格玛模式的 21 世纪 IE（下）

由 CA、CP、CPK 的值就可以知道变化的程度，CA 值是越小越好，0 就是完美，CP 值越大越好，验明标准，接下来需要了解正态分布的观念，加减一个标准差是 68，加减三个标准差是 99，也就是次品率 0.9973。三个标准差正态分布的观念是基础知识，它有函数站，但只要能知道面积占到 100%，只要知道两边对称，只要知道加减一个，只要知道加减 3 个西格玛 0.9973，通过查表也可以学会其计算方法，而加减 3 个西格玛 0.9973 就代表一万个产品中有 9973 是合格产品，只有 27 个为不合格产品，这就是正态分布加减三个标准差的 0.9973 算法。

活用 CA、CP、CPK 指标，例如要问 CA 值/CP 值如何计算？其合格标准是多少？

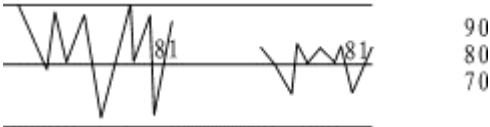


图 3-2 CA、CP、CPK 指标

回答：CA 值越小越好，如果等于 0.00 即代表完美，CP 值越大越好，如果等于 1.0 即是标准，小于 1.00 就表示有问题。

学习 IE 的基础知识，对于 IE 的使用，很多人认为需要很深的统计学理论，这样的观点实际并不科学。例如对于一个手机的使用，手机中有很复杂的半导体理论，但使用者实际上并不需要去学习这些半导体理论，同样的，笔记本电脑的结构组成也非常复杂，但并不需要使用户对其结构有非常深入的了解。IE 理论中的东西也非常深奥，正态分布的含义也很深奥，但管理者实际并不需要具备对这些深奥知识的掌握，例如，用手机和电脑，只要能掌握按键的作用，同样可以得心应手的使用。

知道 IE 三个加减标准差，IE 公式的使用就非常简单，只要知道 CA 值等于多少，CP 值等于多少，CPK 值多少就可以算，并不需要很深的专业理论。因此，IE 的应用是非常容易学习掌握的，学会分析价值，就可以把价值分析改成成本效益比，知道投入多少成本，收到多少效益，然后进行价值分析，通过详细计算就可以帮助节省成本。在经济上就可以节省成本，同时在操作上也可以节省人力、物力、机器。

对效率的认识主要在于：

- ◆ Efficiency=O/I=产出/投入；
- ◆ 投入=时间/人力/设备……
- ◆ 产出=数量/品质/……

对于简易统计理念，正态分布（Normal Distribution）的示意图如下：

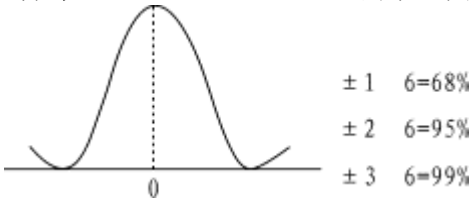


图 3-3 正态分布图

【图解】

在上图中，良率 0.9973 即意味着不良率 2700PPM，而 PPM=Part/Piece Per Million。

1947 年，GE 公司采购麦尔斯（Miles）由石棉瓦事件和 VP 副总发明公式为： $V=F/C$

对于上述公式在 1960 年的到 2000 年的应用进行统计。可以发现，随着时间的推移，人们的认识更加明晰，围绕着提升 V 值的努力，工作重点也一直是如何增加 F 值和降低 C 值开展，上述时期的统计数据为：

- ◆ 1960 $\uparrow V = \downarrow F / \downarrow \downarrow C$
- ◆ 1970 $\uparrow V = -F / \downarrow C$
- ◆ 1980 $\uparrow V = \uparrow F / -C$
- ◆ 1990 $\uparrow V = \uparrow \uparrow F / \uparrow C$
- ◆ 2000 $\uparrow V = \uparrow \uparrow \uparrow F / \downarrow \downarrow \downarrow C$

IE 有许多特殊手法，计算公式 $V=F/C$ ，其中 C 可以计算，F 功能不能量化，可借用 XX% 百分比方式做量化，计算 VAVE 的公式可做多元评价，例如以下简易范例（0—10 法）所示：

		留讯	漫游	带了	震动			
		A	B	C	D	Total	%	\$%
留讯	A	X	6	9	10	25	42	40
漫游	B	4	X	8	9	21	35	25
带了	C	1	2	X	5	8	13	20
震动	D	0	1	5	X	6	10	15

图 3-4 百分比量化图

新旧 IE 在 TS16949 中非常重要，IE 是第一课程，IE 建立 D/P 流程设计理念，IE 藉 PERT 模式建立“JIT”同步会合观念，而且 IE 藉旧 IE 的程序分析，做符号多元化。用很多符号做程序分析，这些符号一般都是通用符号，在一般工厂被广泛使用。同时，IE 藉“指标 CA、CP、CPK 值可做流程品质”指标做查核，IE 藉 CPK 值可计算“失误机率”，而建立 DMACI 迪麦克管理模式就是界定（D）、量测（M）、分析（A）、改善（I）、管控（C）的过程。

1987 年打破 3 西格玛，为何打破 3 西格玛？因为生产已成委外（转制）供应模式。

【案例】

要求生产者卖 1 万台手机，一定要做到 9973 台是好的，同时也这就要求给生产者卖零件的 A、B、C 也一定要做到合格率为 0.9973。但是，在这之前的生产一般都是由自己企业独立完成，而随着工业化程度的不断增加，很多的生产需要外包。

手机的生产，可能电池是甲厂生产，机壳为乙厂生产，在这种分散的零部件生产中，如果甲的产品合格率为 0.9973，即 1 万个产品中有 27 个次品，乙的产品也是如此，当所有的零部件安装到一起时，则次品电池与非次品的构件组装之后，产品就会成为次品，这就意味着次品将远远大于 27 个。因此，必须要将每个环节的次品率再降低，才能让最后的产品次品率下降。

如果每个环节都做到 0.9973，则很多个环节组合以后，就可能变成 0.98。IE 跟西格玛结合形成了 6 西格玛理论。今天，全世界都在实施 6 西格玛理论，6 西格玛的 CPK 值等于 2.1，电子业供货给别人，供应商要求 CPK 值要做到 1.3，1.3 是 4 个西格玛，做不到 6 个西格玛，6 西格玛之间还有很多其他东西，例如黑带、绿带等。

实际上，6 西格玛非常重要，在现在的工厂生产管理中，有一个 TS16949 标准，而 ISO 也有三个版本。

- ◆ 第一版本是 1987 年提出，要求工厂中任何东西都要有数据；
- ◆ 第二版本是 1949 提出，要求任何公司都要有报表；
- ◆ ISO 的 2000 年版本叫做重视 DMP，也叫重视流程设计。

ISO 中间又分作两个体系：

- ① 旧 ISO，要求做设计；

② TS 系统，TS 系统也叫做技术标准。

在 IE 现代化制造业中，IE 是第一个课程，IE 结合流程设计是第二步，IE 生产线上同步汇合是第三步。

配合是非常重要的一步，例如要坐火车时，如果火车 7 点 30 分开车，而候车厅在 7 点 28 分就已经不让迟到的旅客进入了，因为从候车厅到月台的路程并不能在 2 分钟走完，因此 7 点 28 分到达候车厅就意味着已经不能赶上 7 点 30 分开车的火车了。同样的，7 点 30 分起飞的飞机，在 7 点钟就停止检查行李登机了。所以，恰当的配合对于 IE 管理的实施非常重要。

效率代表单位时间内的成果，例如甲学生用 30 小时的时间学习，考试成绩为 81 分，而乙学生用 3 小时时间学习，考试成绩为 78 分，甲学生的成绩虽然比乙学生要好，但甲学生的效率却比乙学生要差。IE 要效率化，而效率化就需要和 6 西格玛管理模式结合，跟 CPK 值结合，计算 CPK 值乘上 3 等于几个西格玛，然后再查正态分布表，由此控制不良率，这种模式就是 DMIKE 模式，即先定义任务，然后量测任务，接着进行分析改善，指标管控。

学习 IE 必须要用头脑，因为 IE 和一般工程不同，它没有太多“公式”（法则、曲线、原理……），往往一个公式可应用于许多方面。因此，必须活学活用。

如前例，可将 3 天的目标改为 3 ± 0.5 天（0.5 天是可容许的变动范围），目标则完全研发资料（100%），但是一共花 3、4 天 ± 1.0 天才完成（例如有三个研发工程师，则才会有标准差变异程度 1.0 天），同样可计算 CA/CP/CPK 值，即可知这一步流程做的如何。同理，可活用最快 a，最迟 b，大众是 c 的简易公式来计算 $M \pm S$ 。

6 西格玛管理模式兴起，并不是零缺点，而是要求“流程品质”，它以 BB 黑带、绿带……做项目改善，必须使用 IE 技术与其他辅助设计。

IE 与一般的工程不一样，它没有太多公式，也没有太多法则，也没有太多曲线，也没有太多原理，它的一个公式可以运用于许多方面。因此必须活学活用，建立起 CA、CB、CPK 值，在实际使用中结合实例进行简单运算，然后灵活使用。

6 西格玛与 IE 问题与回答

问题 7：人家把 6 西格玛说得十分难，真有如您所说那么容易吗？

回答 7：当然有些技术，但是并不难。美国人发明 6 西格玛，美国人数学不好，可能用复杂数学吗？

问题 8：我还是不懂，IE 和 6 西格玛有何关系？

回答 8：要求流程的目标值规格可管控绩效表现。

问题 9：Motorola 因 6 西格玛赚了几十亿美金？

回答 9：错了，Motorola 因 6 西格玛省下几十亿美金。

第七讲 传统 IE 的技术群详细说明（上）

工业工程 IE 技术从工具改善开始，有一系列的相关技术。而传统 IE 的技术群就是指这些技术没综合起来之前的表现。

动作经济式的现场 IE 改善

17 种动素（Therbligs）及符号

人的行为过程会有动作，每一个动作都由小的元素构成，这些小的动作元素也叫动素。例如打篮球、踢足球或者是搬东西的过程中，虽然有很多复杂的动作，这些动作也可以分解成最简单的动作元素，英国人吉尔布雷思将这些动作分为 17 种基本动作。

从工业工程的基本精神来看，吉尔布雷思对于动作的研究属于拆解分析，他将看似复杂的各种活动所使用的动作进行拆解分析，从中找到不能再分解的基本动作。而且他发现这些基本动作的不同组合就可以产生人的各种动作。由此，他提出 17 种动素的概念，并设计了代表这 17 种动素的符号。

吉尔布雷思对于动作拆解研究的分析，目的在于找见复杂过程的动作构成。而且，对于基本动作有了分析，就可以分析在活动的过程中，哪些动作是多余的，哪些动作是没有必要

的，哪些动作可以被简化，哪些动作可以被省略。由此可见，吉尔布雷思 17 种动素的研究实际上是 IE 改善的结果。

时间分析（Time & Motion）的操作方式

对于动作的研究，必然要和时间结合在一起，这样就形成了时间动作分析，也被称之为工作研究。例如，对于一个人的动作，先用摄像机取样，将他所做的动作拍摄下来，并分解为基本动作，然后对每一个基本动作的用时进行记录，就可以发现哪些动作用时太多。随后进行针对性的改善，减少这些动作的用时，从而将整个过程的用时减少下来。

对这些动作都进行改善，就会产生动作经济，也就于成本概念相结合。在动作中没有浪费，实际就是对成本的一种节约。动作经济在生产中非常重要，例如在装配生产线上的一个人站起来，他在这个动作上可能用时一秒钟，则整个生产线的产品就会有一秒中的流程延误。再如，员工在焊接时如果每次动作比别人多用时 5 秒，在一天的时间内，他的产量将会比别人少很多。

要让动作做到经济，就需要节省时间，并且同时需要辅助工具，通过辅助工具可帮助减少浪费时间的因素，从而节省时间。例如在机械厂，通过专门的夹具就可以方便快捷的夹取产品，而且可以进行坚固的控制，并防止脱落，提高流程的效率。在一些环节，也有专门的卡具，磁性具等，这些辅助工具对于提高时间的利用有不可忽视的作用。

动作改善前后的量测比较与成功范例

对于工业工程的时间管理，也是动作经济的原理和基本原则，尤其对于重复性动作的研究，是提升工业产能关键。在拆解分析中，需要计算平均数。例如某动作甲的完成时间是多少，乙的完成时间是多少，甲在不同状态下的完成时间是多少，有了这些数据，就可以求出平均数时间。

在平均数时间的求取中，要安装标准动作的不同用时，而不应该将非标准时间进行统计。而且，平均数时间应该有加减标准差。例如统计某动作的标准用时为 47 加减 5 秒，意思是最快在 52 秒内完成，最慢在 42 秒内完成，都属于标准用时。

研究平均数时间，也需要对动作元素进行分析。例如在流程动作中，有无可有可无的动作，有没有能够剔除的动作，如果能够将动作进行优化，就可以对员工进行训练，和打篮球时训练投篮动作一样，教练将球员的动作录制成录像，然后对照录像，再给球员演示改进后的动作。由此来提高动作的规范性。训练标准动作就是让所有人标准化的过程，一旦将标准化作为基础，动作经济就成为 IE 基本概念，结果必将改善效率。

经济观念永远要求投入最少，产出到多，因此必然要求将无聊动作删除掉，同时要设计更加节省成本的动作，这种设计也有很大学问，防呆法就是非常简单且实用的方法。例如为防止使用者不小心将电源插头差错，就设计出了三插头，由于三个插头的插入必须有方向，而且也不能插入到两个插头的插座中，因此就会让使用者使用固定的插入方法拔插插头。

例如为了防止某些药物被小孩不小心乱吃，瓶盖的设计就使用了防呆法，必须要先将瓶盖压住，然后旋转，才能打开，而如果单纯旋转是怎样也打不开瓶盖的。通过这些设计，就可以使流程出错的可能被大大降低。

对于一般的流程分析，并不需要高深的理论知识。在工业工程 IE 管理中，因为所有的数据都可以从统计中得到。因此，知道 CA、CP、CPK 值，就可以在流程中寻找问题，找到问题之后，就需要研究解决问题，这个步骤也叫分析解决策略，做一定的调配。例如在旧 IE 中，通过摄像机的拍摄进行量测，对每个动作计算时间，然后寻找节约办法。

【案例】

法国某生产眼镜框的工厂，它的每一个眼镜框的生产压制，中间至少要经过大概 40 个到 50 个动作，包括压、削、磨、焊等，而且完全由人力操作。在未进行 IE 管理改善之前，工程的工作效率比较低，工人的操作也不标准，有人做工快，有人做工慢，新手和老手的工作差别很大。为了提高效率和产品合格率，工厂引入了 IE 管理改善，即对工人的流程动作进行拍照，然后请专家对动作分解分析，让每个人都建立标

准动作的概念，整个工厂的管理和效率也进入了新的水平。

生产作业平衡化技术

生产作业平衡化技术主要包括现场布置最佳化动线设计、生产量高低的平均化图表技术和机器稼动率计算公式与最标准提升技术。

现场布置最佳化动线设计

现场布置最佳化动线设计即在作业过程中，寻找最佳化作业路线和作业动作，然后设计出最佳的动作规范，藉此提高整个作业流程的效率。

生产量高低的平均化图表技术

旧 IE 的工作程序法，也叫工程法，通过程序图，用很简单的符号表示流程，然后去除不必要的动作，判断流程的简化，减少非必要因素，做标准的时间分析，建立标准，从而实现对每一个流程的时间管控，并达到非常科学严格的结果。在旧 IE 中，还涉及很多东西。例如对于浪费的防止，对于机器的定期维护、材料损失的降低、人力停滞的避免等。

六种动素符号如下图所示：

号码	要素工程	记号名称	记号
1	加工	加工	○
2	搬运	搬运	○
3	停滞	储存	▽
4		滞留	D
5	检查	数量检查	□
6		品质检查	◇



图 4-1 六种动素及符号

机器稼动率计算公式与最标准提升技术

机器稼动率就是在 8 个小时的工作时间中，如果机器只开了 5 个小时，也即机器根本没有全时间来工作，有 3 个小时的停顿。对于是由于什么原因导致停顿，就需要去研究它，就可确定还有很多东西需要改善，并且改善的空间非常大。

旧 IE 七手法在过去的工作改善中有着重要的作用，旧 IE 七手法是一套较“小角度”的改善技巧，内容简单，没有理论和公式，只有一些范例。旧 IE 七个手法的第一个手法就是防呆法，也叫防愚法，它通过一套动作经济的设计，从小角度改善，虽然这样省下来的时间看似非常小，非常微量，但是如果将每个人所节约的时间合起来量就很大。

在 C 一级工厂中，必须以旧 IE 导入，重新设计流程（D/P=Design/Process），而在 B+级以上工厂中，早已实施旧 IE。例如半导体印刷电路板焊接的工厂，因为业内早就实现了标准化，如果不遵循这些标准去生产，则产品一定不能被别的产品兼容，也就不能被别人接受。因此，这类工厂不需要再研究，因此一般人员不用深入学习，只要面临特殊问题时，再找出旧 IE 内容来做小角度改善。

在 B+级的工厂内，一般的电子流水线、装配线上也不存在这方面的问题。所以旧 IE 只需要对新手进行管控，IE 人员坐到新手后边看新手操作，如果新手做的不对，或者新手的工作时间超标，就找时间对其进行训练，IE 人员的角色已经不再限于后面，而是走到生产线上，和质量人员一样在现场上进行改善。

如果动作不标准，就需要改善，如果动作是标准的，可动作太慢，也需要改善。但是，这二者有着本质的区别，动作不标准可能导致次品的产生，而动作太慢却不会做出次品。对

于工作的改善，IE 人员要算时间，然后依照标准时间加减标准差的方式来规范。

旧 IE 在中国的实施空间还非常大，例如牛奶厂在挤牛奶时，挤牛奶的动作也应该标准化，有人可能挤 1 小时挤出来 1 桶，有人可能挤 1 小时挤 1/3 桶，这就意味着动作不同效率不同，就需要建立标准，让大家统一动作，建立标准时间加减标准差的概念，应用旧 IE 技术来进行工作改善。

必要时要用旧 IE，例如某一步骤有问题（CA 值 >0.0 ，CP 值 <1.0 ），而且可由 CPK 值 $\times 3$ =多少 Sigma 来计算不良率是多少，即可计算此步骤失误机会会有多少，要立即做改善（问题分析解决策略=PASS=Problem Analysis & Solving Strategy）。

改善的方向很多，可由旧 IE 七手法做起，比如可针对以下问题展开改善：

- ◆ 是否有犯错——防愚法；
- ◆ 是否动作时间不对——时动法；
- ◆ 是否作业程序不对——工程法。

旧 IE 改善的时候，有一个非常简单常用的法则，称作“半朵玫瑰法则”。它的含义就是改善为“RCSE”，即要做四件事情：

- ◆ 第一是把做的不对的事情进行重组，即单词 R；
- ◆ 第二是将可以合并的动作进行合并，即单词 C；
- ◆ 第三是将无聊的动作简化掉，即单词 S；
- ◆ 第四是将没有必要的动作删除掉，即单词 E。

半朵玫瑰法则是美国人发明的。在 1950 年朝鲜战争时，日本人为美国做后勤，它的维修工作没有做好，美国于是教给了日本半朵玫瑰法则。日本在战争结束后，在国内的生产中广泛使用此法则，使得生产效率大幅度提升。

旧 IE 一般要跟六标准差结合在一起，六标准差认为任何事都有一定的流程，每个流程都要做到 0.9973 的标准。每个流程中间都有它的 CA 值、CP 值、CPK 值。当发现结果不合乎 0.9973 标准的时候，就需要进行改进。因此在每个环节都要有目标，都要用 CA 值、CP 值进行查验，CA 值等于零代表最好，没有偏差，CP 值等于 1 代表很好，大过 1 代表更好。如果小过 1 就说明不好，并在 CP 值上乘一个修正系数算 CPK 值。

例如，如果 CA 值 0.35，CP 值等于 1.1，则 CPK 值就等于 1 减 CA 值乘 1.1，即 0.65 乘上 1.1，结果为 0.715，得出 0.715 的时候就可知道，6 西格玛值为 0.715，而 6 西格玛值在 1.0 以下就可以乘 3。然后查正态分布表，就可以知道产品的合格率大约为 80%，也就能快速知道存在的问题，就需要立刻进行改善。

【案例】

机场作业存在很多浪费动作。例如飞机经常会晚点，这就是流程设计中有问题，某人登机时，前面有一个旅客带了一个不合尺寸的箱子，为了摆放好自己的箱子，他在过道中不停尝试各种方法。结果使得他身后的旅客全部卡在过道中，本来只需 15 分钟登机时间，结果花费了 30 分钟才完成。而且飞机上的服务员看到这位旅客是外国人，居然和这位旅客聊起天来，最终导致飞机延误 3 个小时才起飞。

点评：在飞机上，常常会有带箱子的旅客卡住通道，这就是一种动作经济浪费。用旧 IE 进行改善，服务小姐就可以帮其摆箱子，或者进行通道的疏通，让其他旅客先登机，让有大箱子的旅客最后登机，这样就可以加快登机速度。在生活中，存在很多这样的时间浪费，要对其进行解决，就可以使用防愚法，不要出现犯错机会，通过时间动作配合，设计动作训练，避免动作浪费。

第八讲 传统 IE 的技术群详细说明（下）

动作经济改善检查可由多方面展开。例如可以检查是否存在不必要的动作，是否能将工具合并等，以下为动作经济改善检查表的参考：

表 4-1 动作经济改善检查表

序号	检查项目	检查内容
1	去掉不必要的运作	能否去掉寻找挑选动作

		能否不考虑、不判断、不注意 能否不用重新拿取 能否不用倒换双方
2	减少眼睛的动作	能否用耳朵（声音）确认 能否用指示灯 能否将物品摆放在人的视野内 能否用色别、标记表示 能否更接近操作对象 能否利用镜子 能否利用透明容器或器具
3	将两个以上的工具合二为一	能否组合经常使用的工具（开听刀和起子、功率定规） 能否将 1 个操作中所需的工具组合在一起（铅笔和橡皮、锤子和拔钉） 能否组合同形工具（红蓝铅笔、正反改锥） 能否组合不同尺寸的工具或定规（扳手、孔规） 能否使尺寸不一的工具为可调式（活动扳手）

对于时间的分析，可以将所有作业的动作记录下来，然后剔除可有可无的动作，再依照要素作业的序号进行排列，对每一个要素作业的时间进行记录，并计算该要素作业在整个作业时间中的比率。然后进行分析，以提升总时间的利用率。

如下图所示，为搬运材料的整个过程，并以计算出每一个细节所占用的时间及其在整个过程中所占比率。

番号	要素作业	时间值（秒）	比率（%）
1	将素材料罐运至脱脂前	1035	13.5

2	将素材放入篮内	925	12.1
3	将空料罐搬运至放置处	300	3.9
4	将脱脂完的集装箱搬运至次工程	285	3.7
5	搬入空集装箱	527	6.9
6	脱脂完了后的产品选别	920	12.0
7	将空料罐搬出工场外	300	3.9
...	
	合计：	7,665	100

图 4-2 搬运材料时间分析

旧 IE 做小角度精益生产，其节省八大浪费（不包括品质不良浪费）的项目一般为如下因素：

- ◆ 修饰维护；
- ◆ 材料损失；
- ◆ 动作时间；
- ◆ 人力停滞；
- ◆ 库存过高；
- ◆ 机器设备；
- ◆ 流程运作；
- ◆ 产销不均。

旧 IE 中间包含现场 5S 和设备维修保养，5S 即整理、整顿、清洁、清扫、素养，由现场管理 5S+TPM 开始，可以将生产线的效率提高。

- ◆ 5S=五常法=整理、整顿、清扫、清洁、素养；
- ◆ (TPM=Total Productive Maintenance) 全面设备保养。

在丰田的管理模式中，则不重视生产工序的次序，而注重每个生产工序能否提供完美的产品。由此，丰田的管理也被称为拉式管理，拉式管理认为越接近客人的人越狡猾，要把人的成本节约下来，使生产流水线成为优型生产线，一个人管两个环节，这样更容易实现现场改善，拉式管理在全世界的普遍使用也使得管理效率大幅提高。

丰田式管理导入精益生产的主要内容为：

- ◆ U 型生产线；
- ◆ 拉式管理；
- ◆ 广告牌资讯；
- ◆ 多能工训练。

旧 IE 关注生产量的高低和稼动率。对于企业，有时候会有很多机器和人力反而并不能提升效率，例如下图所示：

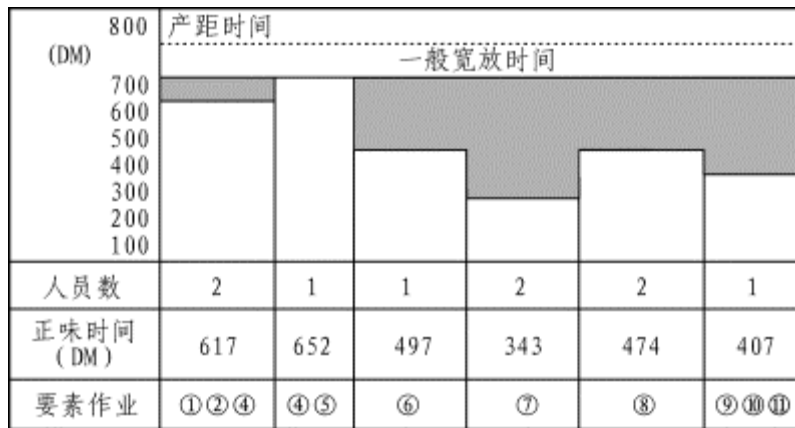


图 4-3 生产量高低与稼动率

【图解】

在上图中，由于某些环节需要做很多任务，而有些环节则任务很少，这样就导致有些人每天要做很多事情，有些人则工作很少。对于工作很少的环节，就是一种资源的浪费。而且，由于工作分配的缘故，空闲的环节必须等待上游环节结束工作才能开展自己的工作，导致整个工作的效率低下。对于这样的问题，就需要进行拆解分析，将工作进行一定的转移改善，使整个工作能够平衡，有了平衡，差距缩小，IE 对效率的改善才能体现。

对于平衡效率的计算，可以参考以下公式：

$$\text{平衡效率} = \frac{\text{各工程的实际时间的合计} \times 100}{\text{最大时间工程的作业时间} \times \text{工程数}}$$

【案例】

台湾富士康企业的 IE 管理非常著名。在吃饭时，公司认为绝对不应该出现排队，如果排队人太多，则一定不能做到效率高。因此，富士康企业的餐厅很特殊，买了餐票之后，进餐者从供应饭菜的通道走过，在通道两面都放有饭菜，进餐者可以边走边拿自己需要的饭菜，这样就去除了排队等候的时间，使进餐时打菜的时效大大缩短。

在中国的很多传统生产行业中，旧 IE 的使用还没有完全普及，旧 IE 的人需要基本训练。首先要进行分析测量，然后通过演示普及标准动作，同时要有创新的改善，借助旧 IE 许多成熟的管理方案开展改善，就可以使公司效率大加改观。旧 IE 的用处是把不良的公司改成标准的公司，但是要让一个公司成为具有国际竞争水平的公司，光借助于旧 IE 还不够，还必须使用新 IE 管理。

传统 IE 的技术群问题与回答

问题 10：传统 IE 精神的立足点是什么？

回答 10：兵来将挡，水来土掩，遇到问题去做分析与解决。

问题 11：PASS 的技术是什么？

回答 11：问题分析解决策略（Problem Analysis & Solving Strategy）（策略=对策办法+调配布局），有许多小技术群。

问题 12：做传统 IE 的人要有什么素养？

回答 12：熟悉创意三宝—KJ 亲和图、BS 脑力法和 SD 系统图。

【自检 4-1】

在以下的话句中，请选出哪些是正确的描述：

1. 动素就是动作的组合 ()
2. 通过时间分析能提高管理效率 ()
3. 大的分析解决策略包涵许多小技术群 ()

4. 传统 IE 精神已经被彻底淘汰 ()
5. 动作经济改善检查没有科学依据 ()
6. 现场管理 5S+TPM , 可以提高生产线的效率 ()

[见参考答案 4-1](#)

第九讲 流程 IE 的技术群的详细说明 (上)

流程 IE 是 IE 的核心, 流程 IE 做法上非常简单:

- ◆ 首先要对任务进行拆解细化;
- ◆ 然后将任务变成流程;
- ◆ 其次要对步骤进行汇合;
- ◆ 再次要设立标准;
- ◆ 接下来要跟 6 西格玛结合, 用 CPK 值去改善问题。

现代化指标式流程稽核手法

现代化指标式流程稽核手法 IE 首先要建立序列式流程, 它有以下三个核心因素是:

- ◆ 首先要咨询流通, 要有信息的传递;
- ◆ 其次要有弹性程序, 可以先可以后, 能根据具体情况进行变通;
- ◆ 第三要有流程, 有一定的先后次序。

1. 计划评核术模式转化成 JIT 同步即时会合系统 (Just/Jump-in-Time)

在序列式流程中, 同步进行的好处是可以节约时间, 而且也不会让整个程序混乱。对应于序列式流程的是综合式流程, 它的做法是“兵分两路”, 即画出一个基本的流程图, 在流程图中有许多程序部件, 这些程序部件在最后进行汇合, 类似于动态节目表的做法, 然后再将 IE 的精神放进每一个环节段中, 建立标准工时。

2. 流程分析规格目标的订定 ($M \pm S$), 并藉由 CA/CP 值稽核不合格的流程“工段”

在企业管理中, 核心流程就是关键流程, 也就是流程中占用时间最多的部分, 只有将核心流程的时间缩短, 才能把整个流程的用时缩短。建立关键流程之后, 就要立即对关键流程进行评估, 英文叫做 PERT, 其中 E 代表评价, 评价完核心流程, 然后对其进行改善, 促进效率的增加。

规格目标的订定中, $M \pm S$ 非常重要, 即标准要有左右的浮动范围, 浮动范围越小, 表示越好。 $M \pm S$ 的数据设定之后, 需藉由 CA、CP 值稽核不合格的流程“工段”, 剔除或缩减或改进不合格流程, 最终使整个工时下降。

3. 藉由系统模拟 (System Simulation) 技术估算流程平均值

通过评估确定哪些工时可以缩短, 对于变化度大的工时就需要缩短, 而对于变化度小的工时就不能缩短。从统计上看, 变化度大的工时的 6 西格玛的 CP 值一定小过 1.0, 而 CP 值小过 1.0 就是不标准, 变化度太大, 也就需要进行改善。

评估也应该包括最早时间和最迟时间。例如乘车时, 如果是 6 点的车, 而路上可能需要 1 个小时, 就需要评估最迟时间和最早时间。假设凌晨 1 点就出发, 其结果和 5 点出发是一样的, 而且太早出发, 也是对时间的浪费, 而太晚出发。例如 5:30 出发, 虽然车是 6 点开出, 但考虑路上所需的 1 个小时, 实际已经不能赶上时间了。评估最早、最迟时间, 就可以进行步骤的改善。

流程简化节省浪费的技巧

1. “RCSE”重组、合并、简化、删除四种流程改善技巧

“RCSE”技术所包括的重组、合并、简化、删除四种流程改善技巧, 对于改善整个 IE 流程的效率非常重要, 也需要在统计数据的基础上加以使用, 优化整个流程的设计。

它概括了流程改善的基本四手法，即半朵玫瑰模式，包括重组、合并、简化、删除四要素：

- ◆ 重组—Re-arrange;
- ◆ 合并—Combine;
- ◆ 简化—Simple;
- ◆ 删除—Elimination。

2. C. E 同步工程技术缩短作业日程

在流程中，必须做复核 RCSE 的计划平和，使用 CPN 关键因素要紧法，通过最快、最慢、标准的 A、C、B 三个时间，用公式 M 的计算，算出平均数，从要紧法中间知道流程图 IE。

3. 箭头图落实现场进程时序管控

流程 IE 在作业的时候，由于工厂中工人不习惯其表示方法，于是日本人就将其改进成为一种简单的图形表示方式，一般被称为箭头图。箭头图就是画一个图，将所有的计划表写在图上，然后做一个直线，对计划的流程进行拆解，在任务完成前写上前置点，然后由前向后推测最迟时间，即确定必须要在什么时间之前做什么事。当某个时间出现问题，例如某个时间段计划做的事情出现困难，就需要进行拆解。然后展开评量，将箭头图拉大，对于时间、人力、物力进行管控。

箭头图又叫做 AP，即行动计划表，通过图表表示出进度时序，然后对进度时需展开研究，方便的进行优化工作，加之箭头图的功能非常多，而且使用更简单。因此，它的使用也非常普遍。

一直以来，IE 的七大精神永远没变，但是新 IE 将流程 IE 进行了改进，对于来不及自己完成的工作，可以进行“跳跃”。即将工作进行外包，由别人来完成自己不能完成的工作，而不再按部就班地照流程生产。

在传统的施工中，例如盖房子砌墙的时候，搬来砖头之后，按部就班地开始砌，砌完一个面再砌另一个面，一层一层的砌。而在引入 IE 之后，施工的流程就可以进行改善，先设计一个房子的骨架，然后将骨架组合起来，将已经做好的墙壁镶进房子的骨架中，整个房子的建设就会非常快。

在做事流程中间，当某一步不能够进行的时候，就可以先跳过这一步，将这环节承包给别人去做，通过一些合理的流通，将程序进行调整，最终让效率更快。

第十讲 流程 IE 的技术群的详细说明（下）

4. PERT 计划评核术

PERT 计划评核术，PERT 是 Program Evaluate Review Tech 的缩写，通译计划评核术。它是五十几年前的技术，也是流程 IE 流程简化的重要技术，由七个步骤组成，分别是：

- ◆ PERT 第一步是安排流程图（Process Chart）;
- ◆ 可用同步/序列综合式有如节目图（Program）;
- ◆ 这种简易的流程图即是运作计划（Plan）;
- ◆ 运作计划与流程时时要做评价（Evaluate）;
- ◆ 评估哪一流程才是关键步骤核心流程（Core P）;
- ◆ 考虑每一站点最早最迟出发完成时间（Time）;
- ◆ 复核比较改善后的绩效差异(Review)。

【自检 5-1】

请参照 PERT 计划评核术进行流程改善。

对于流程 IE 来说，做事的步骤非常重要，执行力就是三个圈：

- ◆ 第一是时间诺言；
- ◆ 第二是达到目标；
- ◆ 第三是完成任务。

要做到执行力，也是三个圈：

- ① 第一是要找对人；
- ② 第二是要用对方法；
- ③ 第三是要做对步骤。

在这些环节中，如果所托非其人，则会让行动陷入僵局。如果方法错误，则可能南辕北辙。如果用错步骤，则会事倍功半。因此，流程就必须非常科学、非常合理，才能保证工作的进行。

【案例】

在三国演义中，诸葛亮跟曹操进行赤壁之战，诸葛亮事先就料到曹操战败之后撤退会经过哪里。于是命令张飞、关羽等各守候在预定的位置，等曹操战败之后，在这些位置进行伏击，从而大胜曹操。

【案例】

北方人喜欢吃水饺，在煮水饺时，要等水开以后，将水饺下入锅中。然后急火加热，等水开以后，实际水饺还并没有熟，还要加冷水下去，等锅里水第二次开以后，水饺还是没有熟透，还要再加冷水下去，等第三次锅里水开以后，水饺才能熟透。

点评：下水饺的步骤中，目标非常清楚，就是让水将水饺煮熟，但水第一次开的时候，水的温度虽然到达了 100 度，而水饺并没有熟透，因此还要第二次、第三次的加水。在这个过程中，对于时间、成本的定义非常清楚，这就是流程 IE 的做法。

流程 IE 用途广泛，99%的事物中可以用到这些观点。例如刷牙有刷牙的流程，挤牙膏有挤牙膏的流程，漱口有漱口的流程，读书也有读书流程。就是在教书时，也未必一定要从第一章教起，而可能先教重点，重点教学完成之后再教非重点，这都是流程设计的思想，不同的设计也体现了不同的关注点。

流程结合到精益生产，首先要做到精简，要去掉可以省掉的环节，要外包别人可以做的环节，通过管控降低成本。例如某环节自己做可能要 20 小时，但别人做只需要 10 小时，就可以外包给别人做，再如某环节自己做需要 500 块的成本，而别人做只需要花费 400 块钱，则也可以外包给别人做，通过外包，就可以精简自己的环节，从而精简自己的成本。对于 LP 精益生产精神，不同批量单的 PERT 必然不同，多做 D/P 设计流程工作，其中 D=Design/P-Process。

精益生产中，最大的困难是出现缺货的情况。即某个环节出错导致下游环节的停顿，因此，对于精益生产的流程设计就更加重要，必须要保证每个环节之间的衔接，知道上一环节对下一环节的风险，并进行管控，避免缺货情况的出现。

5. CPM 要径法

流程 IE 的另一个重要技术是 CPM 要径法 (Critical Path Method)，它是用来决定一个项目的开始和完工日期的一种方法。这种方法所得到的结果就是找出一条要径(critical path)，或者是从开始到结束将活动串成一条活动(chain of activities)。从项目开始起，要径上的任何一项活动的落后，结果都会让整个项目无法如期完成。因为这些活动对项目是非常的重要，所以关键活动(critical activities)在资源分配和管理(management efforts)上享有最高的优先。如下图所示：

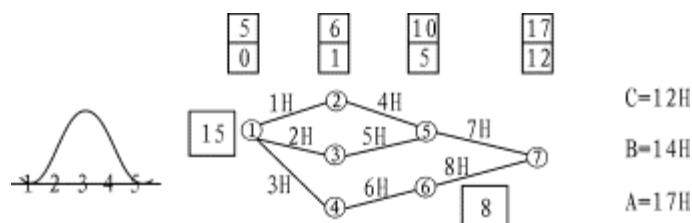


图 5-1 CPM 要径法示例

【图解】

在上图中，有七个步骤，最短时间为 12 小时，最长时间为 17 小时，平均时间为 14 小时，假设客户要求 15 小时的话，就需要对流程进行缩短，就要评估核心流程，评估哪一段时间可以缩短，找出可以改善的环节，进行相应的改善。

任何流程都可能有问题存在，这就提供了不断改进不断提供的可能性。如果在精益生产中发觉问题，可以通过评价三项来进行评价，这三项内容分别是：

- ◆ 哪一流程步骤是关键步骤/核心流程；
- ◆ 在核心流程中，哪一站点可改善；
- ◆ 每一流程的最早最迟出发到达时间。

复核工作要将改善后的最早最迟时间进行确定，在 PIE 用于精益生产中的“三种问题发掘”中，现场人员要有问题意识，什么是问题？问题就是可能存在改善的因素。

对于产品，如果只要求符合规格，往往是不行的。例如产品的外观颜色，到底是黑色好还是红色好，应该是红的更好，因为黑色有偏差，而品质好的标准应该是无偏差。

【案例】

索尼公司的生产管理非常好，而在市场中，大家却非常喜欢美国的产品，日本人感到很奇怪，于是就去仔细进行研究。结果发现，美国人的产品使用蓝色，而日本人的产品使用红色，实际上，不论是红色产品还是蓝色产品，这些产品都是符合规格的产品，但为什么消费者喜欢选择蓝色而不选择红色。因为在色彩中，蓝色的变异比红色要小，而人们认定品质的标准就是要求变异要小。

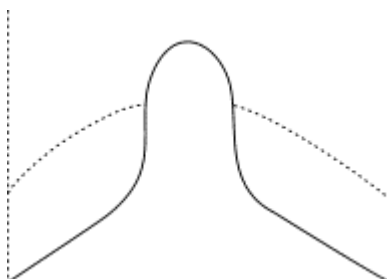


图 5-2 色彩的变异度

对于品质好的界定，一般要求：

- ◆ 合规格；
- ◆ 变异小；
- ◆ 无偏差。

不合规格，或是合规格但是变异太大，或是有些偏差，现代化对问题分析的定义非常清楚，不再用描述性，而是用 6 西格玛的值来表示。对于变异大小，使用 CP 值，对于偏差，使用 CA 值，要让产品合规格、定范围，就使用 M 加减 S。在每个流程中，定好这三个指标，就可以将流程抓得非常清楚。

工业工程要设计成流程，整个流程会非常复杂。在旧 IE 的工作程序图中，每一步都有时间控制，结合到新 IE 的，就需要知道 CA 值和 CP 值是多少，通过 CA 值和 CP 值，也就可以快速的发现问题，进行改善。

IE 改善的时候，第一要凭经验去改善，第二要凭创意，知道对策办法，第三要借一些辅助工具改善，改善完成就可以节省时间，就可以使整个流程更加优化，为企业节约出成本。

IE 的流程系统更复杂的时候，就是工业工程的第七个精神，叫做动态系统。动态系统

中，输入、输出都是动态的，都会因为回馈 MRP 进行变化，对于物料需求计划也进行动态调整。

IE 可做少量多批的调配策略，策略的意思即为战略，对于策略的理解，可以围绕以下核心展开：

- ◆ 策略=对策办法+调配布局；
- ◆ 标准化/弹性化/；
- ◆ SOP 标准作业程序；
- ◆ 改为弹性作业程序(EOP)。

借用 PD 逻辑图做分析(PD=Process Decision 过程决策法)，可以科学的开展少量多批的调配策略，如下图示例：

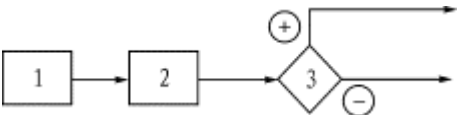


图 5-3 PD 逻辑图

JIT 由 Just(实时)改为 Jump(跳跃)的具体做法后，工业企业只做专精式生产重要部分。对于不重要部分可外包—Focus，闲空时也可先生产一些一般式半成品，只有订单来时才生产特殊部分，这样就可以极大的提升生产能力。

IE 7 动态系统即 MRP-I 的运作，由二个十字型圣诞树形状的图示构成，其七大要件和接单生产有关，由此构成了输入输出的系统管理，模式形状如下图所示：

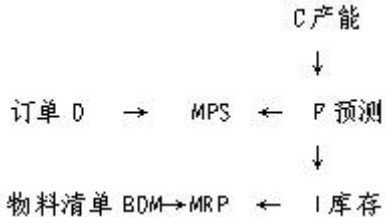


图 5-4 动态系统图

在现场演算，如果以 100 作为单位，则一般要求前月库存要等于 80，前置时间要等于 1 周，而最低经济产量 EOS 要等于 100 单位。

系统模拟是工业工程的一套技术，这套技术在 20 世纪 60~70 年代之间非常流行，它的模拟方法非常简单。用电脑进行模拟，即输入数据，然后按照这些数据可能的变化，进行虚构的推导，从而得出可能的结果。

【案例】

要设计从北京西郊到天安门的旅行时间，就要考虑路上的车流量、车况、汽油情况、天气等等因素。在模拟系统中，设定这些因素的参数变化范文，计算机就会从这些范围中抽取每个参数的数值。然后按照这个数值进行分析，从而得出从北京西郊到天安门的旅行时间的可能值，这就是一般模拟系统的工作方式。

范例解说（去天安门）

A	→	B	→	C	→	D	
30%		50%	×		10%		60%
70%		50%		×		30%	

通过系统模拟技术模拟化求平均值，其核心为：

- ◆ 系统模拟（System Simulation）
- ◆ 由每一站点的数据形成机率模式
- ◆ 由机率取样求平均值
- ◆ 电脑代替人工做取样

同步工程可以缩短研发的时间，也属于 IE 流程的方法。要配合好同步工程，就需要协调好工作的分配。对于外包工作，如果自己做的同时，也要让外包方能配合时间，这样才能有效衔接。

同步工程可用于多方面，尤其在研发与生产方面，流程头即先设计好流程尾的结果，而因为已知第一流程的结果，第二流程可同时起步。在中国，一般把生产线称作流水线，流水线是平的，是序列式的。但流水线片断性正确，线与线之间可能还能组合，装配组合要同步，不需要同时出发，所以 GIT 的 G 就包括跳转，例如对于某些工作环节的外包。

流程 PIE 对装配式的制造工厂而言是重要，任何工厂一定是由一个个环节构成。如果没有 IE，制造过程就会很混乱，而引入 IE 流程之后，效率可以增加 250%，这对于整个工厂核心竞争力的提升非常重要。

流程 IE 的技术群问题与回答

问题 13：生产线又称流水线，为什么和 PIE 有关？

回答 13：事实上称流水线只是片段性正确，线与线之间必须有装配组合。

问题 14：装配组合为什么要用 JIT？

回答 14：同步会合才重要，不必同时出发。

问题 15：流程 PIE 真有那么重要吗？

回答 15：对装配式制造工厂来说是十分重要的。

第十一讲 新 IE 的技术群的详细说明（上）

新 IE 的实际范例有新 IE 的做法，新 IE 的基本 VA/VE 同样有七个精神，第一个精神是旧 IE 叫拆解，而新 IE 叫做价值分析、价值工程。因为 IE 中间要考虑到钱的问题，要处理浪费很多的现象。

从 VA/VE 价值分析的范例来解释，第一个价值等于 F/C，也就是功能成本。功能不能计算，但是它可以量化。在 IE 工业工程中，就要通过简单的方法进行计算。

【案例】

对手机的漫游资费，就要通过每分钟的漫游收费进行简单的计算。手机的功能很多，有漫游功能，也有振动功能，对消费而言，这些功能就需要量化的衡量。假设手机的整体价值为 10，则可以粗略地估计漫游功能在 10 中占多少比重。

点评：IE 工业工程中，就是将这些看似简单的东西量化出来，做成比重比值，计算价值 VA 等于多少，功能 VE 得到多少。

新工业工程强调赚钱、要省钱，也就是财务成本模式要与 IE 结合。做任何事情都有固定成本，例如工厂的办公室、厂房、工人的基本薪水等等，还有一个是变动成本，叫做 VC，对于产品。则需要知道销售价格，由此就可以使用平衡点公式，计算销售多少钱才能赚钱，并借助 IE 将变动成本降下来，通过节能降耗，成本压缩使整个成本下降，因此，新 IE 一定要考虑成本。

简易式专业化“作业研究”OR 模式（Operation Research）

新 IE 考虑成本的时候，有很多模式，通常使用三个模式，分别是运输调配模式、等候理论和 TC 成本曲线模式。

1. 运输调配模式（TM）的运算与应用

运输调配模式简称叫做 TM，运输模式。计算方法专门有供需曲线，通过客户需求和供给能力，就可以清楚的知道成本为多少。

2. 等候理论的运算与应用

等候理论，又称为排队理论。是在 1910 年左右由丹麦的科学家 A.K. Erlang 首先提出来的，可以用来分析各类服务系统中的闲置与忙碌等状态问题。

该理论是利用机率论上的一些假设作为分析的条件，发展成一套分析和研究排队等候的工具，是通过计算等候时的时间浪费、设备花费等计算出成本。

3. TC 成本曲线的活用

TC 总成本曲线通过成本的线性规划对整个成本进行计算。

当产能要增加技术的时候,就要考虑价值分析。由功能除上成本,得到价值的量化表示,要求在合理化的情况下,增加产能和人工的价值,让每个人都能做更多的事情,让每个人都变成多人工,身兼几职来减少平衡的差距,尽量不要加班,而是调配生产的产能,加强机器的稼动。

对于产品品质的要求,也要减少外部损失。例如产品被客户退货就是一种外部损失,要减少外部损失,就要预防损失,要派人去检查品质。另外还要通过指标抓问题。例如通过 CA、CP、CPK 值,检查哪个流程出了问题,对于出现的问题,要立即进行改善。

【案例】

某个企业采购部门有 80 多人,但采购工作一直不是很高效。在部门中,使用调配的方法解决采购问题,后来使用 IE 手法进行调配。首先建立采购后备军,成立采购第二部,只有 10 个人,这 10 个人中有人专门负责找货源,另有 3 个直属财务部门,能熟练的进行市场调查,通过采购第二部的分工配合,整个采购工作效率有了大幅提升。

LP 线型规划 (LP=Linear Programming)

新 IE 要进行体制外改革,通过大角度的改善达到精益生产,由采购 MRP-II 的角度来改善。MRP-II 就是找外包商做调配,从资源调配的角度来进行 LP 线型规划。

1. LP 线型规划的分析手法和内容

- ◆ 资源善用与突破限制的技巧;
- ◆ 建立利润函数与限制函数;
- ◆ 简易图形解题法与敏感度分析手法。

第十二讲 新 IE 的技术群的详细说明 (下)

2. 由最佳化资源调配建立的精益生产

新 IE 可做高阶式精益生产,即大角度精益生产由采购与 MRP-II 角度 (OR/调配式) 来做调配,并使用资源调配的作业研究 Operation Research 技术,由最佳化资源调配建立的精益生产,这包括三个方面:

- ◆ LP—Linear Programming 线型规划;
- ◆ TM—Transportation Model 运输模式;
- ◆ QT—Queuing Theory 等候理论。

对于大角度的精益生产,也叫生产规划。在这里,计划跟规划的含义有所不同,生产计划是小角度的。例如,今天做什么,本周做什么,这都属于计划,而生产规划则是产能的规划,如对生产线的设计等,大角度的精益生产可以方便的做产能规划,在调配中采用等候理论。

【案例】

理发店中有两位理发师,当来一位客人的时候,就由一位理发师进行服务,当来两位客人的时候,两位理发师都要进行服务,当来三位客人的时候,则需要客人等候,如果客人大于两位,而由一位理发师离开,这就是一种成本的浪费。

点评:在工业工程中,如果机器设备越少,等候的成本就越高。在理发店中,如果客人太多,就需要再请理发师,理发师多的时候,客人的等候时间就会下降,等候损失就会下降,但并不是设备越多成本越低。同样,如果有四位理发师,但同时到达的客人往往只有三人,则必须有一位理发师要处于等候状态。这时候,对理发师的雇用成本就会增加。等候理论就可以计算出到底有多少设备是最好,通过设备的最佳数量,就可以比降低生产中的等待成本,可以更加均衡化的实现调配。

在精益生产中，由于节省了大成本。因此，不必在乎小成本，成本压缩加流程精简和资源调配，就是多元化“方法学”的导引，也是现场执行力的强化。

新 IE 在国际性生产制造管理中的使用非常广泛，其管理模式也都比较容易实现，对于应用功能，也非常容易学习，容易使用，应用新 IE 必须大角度的调配，用流程方法，使用 6 西格玛技术，通过 CA 值计算偏差的程度。然后规格公差，通过绩效值改善效能。

IE 的使用也非常广泛，在方方面面都能进行效能改善。例如对于财务部门，就需要缩短收账款，对于库存，就要减少存货，对于人力资源部，就要减少人员浪费，通过制定基本的标准，做实际的改善。在应用中与技巧结合，灵活使用，就可以取得好的结果。

3. 新 IE 是“大杂烩”理论

不论新旧 IE，在使用的时候都是一种智慧，必须先了解，才能有效使用。而新 IE 要从大规模的工厂与生产制造中使用，使用时要知道有流程，每个流程要有目标值，通过 IE 做业务的管控。在流程中间使用工作分解精神，从大角度精益生产跟 IE 结合。

因为旧 IE 根本就是一些“方法群”，而新 IE 亦是“大杂烩”其理论只有被灵活使用，才能真正有效发挥作用和为工作改进提供帮助。这种“大杂烩”体现为：

- ◆ 4M——人机料法=方法；
- ◆ 新 IE——SPC/DOE/系统模拟/田口方法；
- ◆ 回忆“老定义”——IE 即是“电机、机械、化工、土木四大专业工程领域外涉及工程改善及数据分析设计有关的领域”。

4. 认识新 IE 方法群的三创意——SPC/DOE/TM 的方法

- ◆ SPC≠SQC，它是在流程中取样检查；
- ◆ DOE=实验设计，它是继 SPC-D 诊断后找出 KSF/CTX 关键因子的方法；
- ◆ T.M=田口方法 Taguchi Method，它是找出最佳设计水准。

新 IE 的 A 级改善手法，必须利用专业模式。这种专业化模式依然是线型规划—LP、等候理论—QT、运输模式—TM。对于这些专业化模式，使用者并不用学其计算过程，但要明白其功能。

对于专业模式的推理逻辑与敏感度分析，可以参考下图进行：

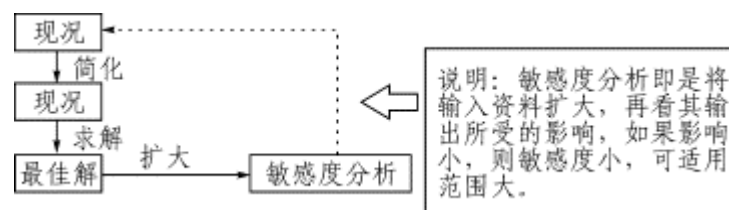


图 6-1 专业模式的推理逻辑与敏感度分析

多能工人员调配技巧体系必须建立，资深员工必须拥有多项技能。当技术员工不足时就可去补位增加人力，建立多能工人员调配技巧后，可使产能不会因技术员工短缺而降低，也适用于夜间及周六（日）加班时的后备人力。

【案例】

假设在三个地方有企业的生产线，而在另外三个地方有公司的客户，三个生产线的生产能力分别为 450、400 和 100，而三个客户分别需要产品 450、400、100 个，这种需求和产能刚好配合。这时，对于不同位置的客户进行送货，所需的成本并不相同。因此，就要使用“西北角法”，计算最低的运输成本，寻求最佳的低成本，而不是直接选择产量符合的生产线和客户。例如甲地生产产能刚好为 100，而也有客户正好需要 100 个产品，但如果甲地距离该客户太远，运输成本太大，就应该放弃由甲地供货的思路，而选择别处供货，在将甲地的货物供给距离它比较近的客户。

点评：这就是西北角法，属于举证图，即通过画出生产地的位置，客户的位置，然后进行运费成本的

计算，最后算出来最低成本的选择，这种新 IE 做法也可以由电脑来帮助完成。

同样，把这个模式用在人力的管理中，可以调配人员与工作的关系。例如某人负责什么事情，并不局限于一事情，而可以出现综合式分工，由一人负责多件事情，或者由多人负责一事情。运输模式可以用到很多方面，当银行贷款还钱出现呆帐后，同样可以使用运输模式计算呆帐率。

	上海	北京	深圳	
成都	5	8	9	450
东莞	10	12	11	50
厦门	4	16	13	200
	500	400	50	1000

图 6-2 最佳化调配技巧可借用运输模式

合法合理的产能增加技巧，由价值分析/价值工程（VA/VE）来导入，其计算方法为：

价值=功能/成本（ $V=F/C$ ， $V=Value$ ； $F=Function$ ； $C=Cost$ ）

价值添加 Value 提升即是生产过程中的工作，但是：

- ① $\uparrow V = \uparrow \uparrow F / \downarrow C$ ；
- ② $\uparrow V = \downarrow F / \downarrow \downarrow C$ ；
- ④ $\uparrow V = -F / \downarrow C$ ；
- ④ $\uparrow V = \uparrow \uparrow \uparrow F / \downarrow \downarrow \downarrow C$ 。

由上面的分析可知，第四项才是现代化精益生产的合理化模式，由此也可以知道，合法合理化提高产能的关键可以通过下述途径实现：

- ① 提升人工价值；
- ② 减少平衡差距；
- ③ 加强机器稼动率；
- ④ 稽核供货品质；
- ⑤ 指标抓出问题；
- ⑥ 外包授权分工；
- ⑦ 培训降低不良。

对于大角度精益生产(NIE 式)，要善用并调配资源。例如在生产计划与产能规划中，就要调配好各种资源的关系,通过机器设备的节省和与外包供应商的关系来降低成本。在这里，大角度的节能降耗需要时刻牢记：

- ◆ 省了大成本，不必太在乎小花费；
- ◆ 最佳化调配已是成熟思维。

学 IE 要会应用，如果已有流程,就以现有流程做“目标值”的查核。

- 例如：① 研发第一步是三天内要收集到 90%±10%的资料
- ② 目前只收集到 70%±5%的资料
- ③ 由 SPC 中的简易公式与理念同样可求出 CA/CP/CPK 值

以上工作之后，要将流程用 IE 第一精神“工作分解”，将现有工作逐步分解，而且再以“PERT”流程设计技术，建立作业流程后，再以“标准工时”或其它方式做查核。

应用 IE 必须要用智慧，不论是旧 IE、流程 IE 或新 IE，没有谁比谁强的问题，只是看何时才用得着。但流程 IE 相比于新旧 IE 的应用则较广，而 6 西格玛的管控手法更是处处可用。对于新 IE，则要用到大规模的工厂与生产制造中，何时使用即是一种智能，但必须先了解才能备而不用。

工业工程永远没有结束的一天，做完了这件事情的时候，可能还有别的事情要做，需要进行持续改善。而且，IE 在任何方面都有非常好的作用，它是整套生产过程中的主流理念，只要因地制宜地使用，对于提升整个流程都会有非常重要的意义。

新 IE 的技术群问题与回答

问题 16: 新 IE 真得那么有用吗?

回答 16: 绝对有用, 不然不会在国际性生产制造管理书中皆有。

问题 17: 这些模式不会计算, 怎么办?

回答 17: 有电脑计算机软件可辅助。

问题 18: 它的应用功能难不难学?

回答 18: 非常容易, 由国内翻译的生产课本中找一相关例题, 一看就懂。

【自检 6-1】

送你一朵美丽的花

在工业工程 IE 管理中, 提升效率是花蕊, 压缩投入、节约时间、降低能耗、减少排污、优化流程、管控成本、提高产出等等都是花瓣, 要想保护花蕊, 需要花瓣的支持, 要想获得工业工程的 IE 管理水平, 提升效率增加企业竞争力, 需要很多条件, 你能给这朵美丽的花再添上几片花瓣吗?

