

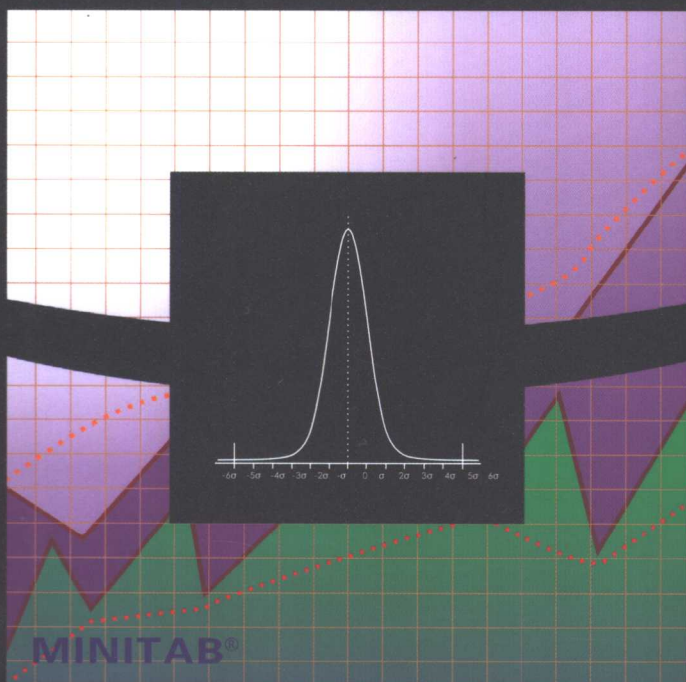


中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

六西格玛管理培训丛书 ● 何晓群 主编

六西格玛过程 控制技术

● 刘文卿 编著



 中国人民大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

六西格玛过程控制技术/刘文卿编著.

北京:中国人民大学出版社,2003

(六西格玛管理培训丛书)

ISBN 7-300-05048-4/F·1533

I. 六…

II. 刘…

III. 企业管理:质量管理

IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 094009 号

六西格玛管理培训丛书

何晓群 主编

六西格玛过程控制技术

刘文卿 编著

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242(总编室)

010-62511239(出版部)

010-62515351(邮购部)

010-62514148(门市部)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com>(人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 河北涿州星河印刷厂

开 本 700×1000 毫米 1/16

版 次 2003 年 11 月第 1 版

印 张 13.75 插页 1

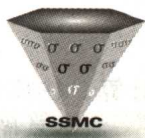
印 次 2003 年 11 月第 1 次印刷

字 数 212 000

定 价 45.00 元(含光盘)

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换



总 序

1987年摩托罗拉公司创立了六西格玛 (6σ) 的质量管理策略,取得了空前的成功。从此,由霍尼韦尔、通用电气到诸多欧美工业巨头乃至全球 500 强,由制造业到非生产制造业,掀起了一场 6σ 质量管理的风暴。

具体说, 6σ 的目标就是产品或顾客服务的缺陷仅为百万分之 3.4。这意味着在生产制造流程或顾客服务流程中,若有 100 万个出现缺陷的机会, 6σ 的质量水准才使缺陷出现 3.4 个。 6σ 是人类通过努力可以实现的最完美的质量水准。

摩托罗拉不仅仅把 6σ 看成是一套工具,更重要的是它把 6σ 看成是一种改进业务流程的方法,一种由交流、培训、领导、团队工作、评估,以及对顾客高度关注所驱动的战略。

然而,真正把 6σ 这一高度有效的质量管理战略变成管理哲学和实践,从而形成一种企业文化的是在杰克·韦尔奇领导下的通用电气公司。该公司自 1996 年初开始把 6σ 作为一种管理战略列在其三大战略举措之首(另外两个是全球化和服务业),将 6σ 的管理思想运用于企业管理的各个方面,为组织在全球化、信息化的竞争环境中处于不败之地建立了坚实的管理和领导基础。由此, 6σ 也逐渐从一种质量管理方法成为世界上追求管理卓越性的企业最为重要的战略举措。

1996—1997 年间,我有幸参与了通用电气中国公司 6σ 的培训工作;1998—2000 年我通过了摩托罗拉公司《企业质量管理》、《统计过程控制》两门课程的讲师认证。在为这两家著名的世界级公司进行培训的过程中,我强烈地感受到 6σ 管理理念在推动公司发展中的强大力量。从 2000 年开始,责任心使我产生了一种强烈的愿望,就是要把我在与这些世界级公司打交道过程中的体会与我们的企业家进行交流和分享。

近几年来,随着有关通用电气公司和杰克·韦尔奇的书籍在中国畅销,中国企业家对 6σ 有了一些了解。但是市面上大量的翻译书籍不仅语言晦涩难懂,内容过于理念化或数学化,而且严重脱离中国国情和企业实际,更谈不上有可操作性。个别中国学者所写书籍则明显地暴露出对摩托罗拉和通用电气公司缺乏了解,很难让读者掌握 6σ 的真谛。加



之 6σ 管理中用到大量统计技术和方法,需要复杂的公式计算,往往令实际工作者望而生畏。中国企业家需要一套符合企业实际、通俗易懂、便于操作、全面系统的 6σ 培训教材。

这几年我在全国的许多城市和企业推广 6σ 管理,经常有学员向我索要 6σ 方面的材料,更有许多学员和企业鼓励我编写这方面的教材,但我总感力不从心。今年,受学校和统计学院以及国家级研究基地中国人民大学应用统计科学研究中心领导的大力支持,我们这些近年来从事 6σ 推广工作的志同道合者成立了中国人民大学六西格玛质量管理研究中心。中心的成立壮大了我们的写作队伍,也增强了我们写作的信心。加之中国人民大学出版社的大力支持,编写一套 6σ 培训的丛书很快变为现实。

根据我们在通用电气和摩托罗拉公司授课的经验,以及8年来的研究和在中国企业推广 6σ 的感受,我们把这套丛书设计为6本:《六西格玛及其导入指南》、《六西格玛技术实施工具》、《六西格玛过程控制技术》、《六西格玛效果评价与量测》、《六西格玛数据分析技术》、《六西格玛过程改进技术》。其中,《六西格玛及其导入指南》概要地介绍了 6σ 的基本理念,是所有欲了解 6σ 的朋友的认知读本;《六西格玛技术实施工具》非常简明地介绍了 6σ 技术的实施工具 Minitab 软件,通俗易懂的讲授令初学者很容易便掌握该软件的使用方法;《六西格玛过程控制技术》讲授的是 SPC 技术,它是 6σ 中实施控制的重要工具;建立以顾客为中心的经营方针,追求顾客完全满意是企业开展 6σ 的根本宗旨,《六西格玛效果评价与量测》主要结合企业的 6σ 管理系统讲授实施 6σ 的效果及顾客满意度的测评; 6σ 管理离不开统计方法和技术,《六西格玛数据分析技术》主要结合 Minitab 软件尽可能通俗地讲授 6σ 中必须用到的统计方法和技术; 6σ 管理强调不断改进,改进技术涉及一些高级统计方法,《六西格玛过程改进技术》主要结合 Minitab 软件,系统介绍流程改进中的高级统计方法,它是 6σ 培训中的高级读本。

本套丛书由我担任主编,编写中力求内容通俗易懂,形式风趣活泼,展现创新思维,简明实用,具有可操作性。每本书均配有一张光盘,其中包含 PowerPoint 幻灯演示资料和数据资料。为了节省教材篇幅,教材中用到的一些数据和数表,以及部分软件的使用说明也收在了光盘中,读者在学习时将教材和光盘结合使用效果更好。



本套丛书可专门作为企业实施 6 σ 战略的绿带、黑带培训教材，也可作为质量工程师培训教材。一般通过前 3 本的学习可达到绿带水平，通过后 3 本的学习则可达到黑带及黑带大师水平。此外，根据我本人在全国多所大学从事 MBA 教学的经验，目前国内高等院校管理类专业学生学习现代量化管理知识以及 6 σ 管理课程的积极性很高，所以本套丛书作为管理类专业和 MBA 学生的量化管理教材亦很合适。我们衷心希望本套丛书的出版能对我国企业的 6 σ 管理起到积极的推动作用。

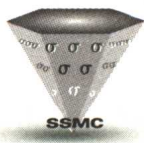
在丛书的编写过程中我们参考了国内外大量的文献资料。一些资料来自互联网和部分非正式出版物，无法全部罗列于书后的参考文献中，谨在此一并表示诚挚的感谢。我们在此要特别感谢美国 Minitab 公司的支持和正式授权。Minitab 软件是 6 σ 管理中使用最方便、最有效、最受推崇的软件。Minitab 公司的授权使我们有条件在知识产权的保护下把实际中复杂的计算处理得更好。感谢美国 Minitab 公司的 Christine Sarris 先生，Minitab 公司中国总代理上海中圣信息技术有限公司的姚骏先生。还要感谢中国现场统计研究会的陈希孺院士、杨振海、张永光、王柱教授的支持。本套丛书的出版还凝聚着全国许多企业家的鼓励和支持。要特别感谢中国管理科学研究院江西分院副院长、江西省企业家协会培训中心主任周英对我们的鼎力支持。

由于我们的学识水平和实践功力所限，本套丛书中难免有不当和错误之处，我们恳切地期望读者批评指正。

何晓群

2003 年 9 月

于中国人民大学应用统计科学研究中心
中国人民大学六西格玛质量管理研究中心



前言

质量管理的三部曲是质量策划、质量控制、质量改进，六西格玛 (6σ) 管理 DMAIC 改进流程的最后一个阶段就是控制。从 20 世纪 40 年代初期统计质量控制诞生以来，质量控制就一直是质量管理活动的一个重要环节。 6σ 管理强调过程活动的量化，这使得以量化分析为基础的过程控制技术有了广阔的应用空间。同时，接近零缺陷的 6σ 过程也对过程控制技术提出了新的要求，促使控制方法本身得到新的发展。

对于过程控制有一种误解，认为“控制不过是一种消极的保持稳定的措施”。实际上，在过程控制中可以发现过程中的很多质量问题，这是过程改进的基础。熟悉控制图的人都知道，一张控制图在使用一段时间后需要调整控制限，其原因就是在控制中会不断发现问题、解决问题，问题解决了，过程的变异减小了，质量也就提高了。另外，过程控制要求对过程实施标准化操作，采取错误预防与纠正措施，评价过程能力，这些都是过程持续改进的基础。所以说过程控制与改进是相辅相成的。

本书的编写形式力求风趣活泼，内容力求通俗易懂。随书配送的光盘中含有教学用的 PowerPoint 幻灯片，对授课和学习都很适用。过程控制中的一些统计方法需要复杂的公式计算，往往令实际工作者望而生畏，本书结合 Minitab 软件讲授过程控制方法的应用，大大简化了公式计算。Minitab 软件采用菜单式对话窗口，很容易学会。为了节省教材篇幅，教材中用到的一些数据和数表，以及一些软件的使用说明都收在了光盘中，读者在学习时，教材和光盘需要结合使用。

在本书的编写过程中，笔者参考了大量的相关文献资料，其中一些资料来自互联网和一些非正式出版物，无法全部罗列于书后的参考文献中，在此一并表示诚挚的感谢。本书的第三章和第六章分别由中国人民大学六西格玛质量管理研究中心的李春艳和齐嘉楠编写，其余部分由刘文卿编写，李春艳和齐嘉楠共同制作了本书光盘的幻灯片，并为全书的编写提供了很多好素材。中国人民大学六西格玛质量管理研究中心主任何晓群教授对本书的编写给予了许多具体的指导，中心成员王作成、高玉兰、陶沙、苏晨辉也给予了很多帮助，可以说本书是集体智慧的结晶。

编著者

2003 年 9 月

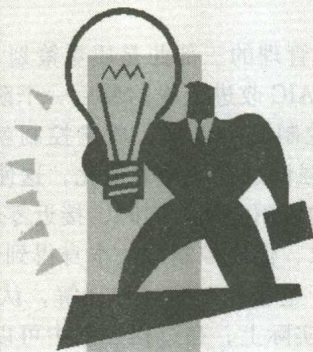
于中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

MAF81/17



课程要点

1. 六西格玛管理强调过程控制
2. 预防和纠正错误的方法
3. 用直观图表解决质量问题
4. 评价过程能力
5. 统计过程控制
6. 常规控制图
7. 六西格玛过程控制技术
8. 对服务过程实施控制
9. 量测系统分析
10. 一个案例



中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

培养对象

推行六西格玛战略的各类企业（制造业、非制造业、服务行业等）中层以上管理人员、工程技术人员、质量工作者，以及欲了解六西格玛过程控制技术的人员



中国人民大学六西格玛质量管理研究中心



欲达目的

通过本课程的学习,你将达到:

- 了解过程控制的发展历程
- 理解过程控制的基本概念
- 掌握过程控制技术和方法
- 树立实施过程控制的理念
- 在六西格玛管理中使用过程控制



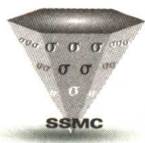
中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

课时安排(32 课时)

第1章	六西格玛过程控制	3 课时
第2章	防错法	3 课时
第3章	寻找质量问题的直观工具	4 课时
第4章	过程符合六西格玛的能力	3 课时
第5章	SPC 与控制图	3 课时
第6章	常规质量控制图	3 课时
第7章	六西格玛质量控制图	4 课时
第8章	服务过程控制	3 课时
第9章	量测系统分析	3 课时
第10章	案例分析	3 课时



中国人民大学六西格玛质量管理研究中心



目 录

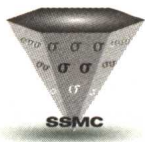
第 1 章 六西格玛过程控制	1
1.1 从过程开始	2
1.2 6 σ 流程	7
1.3 过程控制计划	10
1.4 标准操作程序	12
1.5 标准差与缺陷	14
小组讨论与练习	16
第 2 章 防错法	17
2.1 失败模式和影响分析	18
2.2 危害性矩阵	19
2.3 风险优先度	22
2.4 防错法	26
小组讨论与练习	31
第 3 章 寻找质量问题的直观工具	32
3.1 调查表 (check sheet)	33
3.2 直方图 (histogram)	37
3.3 排列图 (Pareto chart)	40
3.4 因果图 (cause-and-effect)	44
3.5 趋势图 (time series plot)	47
3.6 散布图 (scatter diagram)	48
3.7 圆形图 (pie chart)	49
3.8 雷达图 (radar chart)	50
小组讨论与练习	51
第 4 章 过程符合六西格玛的能力	52
4.1 过程具有变异性	53
4.2 过程能力	55
4.3 过程能力指数	56
4.4 σ 水平 Z	60
4.5 过程性能指数 P_p	61
4.6 百万机会缺陷数 DPMO	62
4.7 抽取随机样本	63
4.8 有关的计算	64



4.9 过程能力与 DPMO	69
小组讨论与练习	72
第 5 章 SPC 与控制图	73
5.1 SPC 的发展	74
5.2 控制图的作用和特点	76
5.3 预防原则的实施	77
5.4 选择控制变量	78
5.5 控制图的原理和结构	79
5.6 诊断准则	81
5.7 过程受控与过程稳定	83
5.8 用 Minitab 软件制作控制图	85
5.9 预先控制图	90
小组讨论与练习	94
第 6 章 常规质量控制图	95
6.1 常规控制图的特点	96
6.2 均值—极差控制图	97
6.3 均值—标准差控制图	101
6.4 单值—移动极差控制图	104
6.5 不合格品率控制图	107
6.6 不合格品数控制图	110
6.7 缺陷数控制图	113
6.8 单位缺陷数控制图	116
小组讨论与练习	119
第 7 章 六西格玛质量控制图	120
7.1 3.4ppm 质量水平	121
7.2 选用计量值控制图原则	122
7.3 指数加权移动平均控制图	123
7.4 小批量控制图	126
7.5 累积和控制图	129
7.6 结合自动检查使用控制图	132
7.7 缺陷打分	133
7.8 加严规格标准	134
7.9 接近零缺陷的控制图	135
小组讨论与练习	136
第 8 章 服务过程控制	137
8.1 服务过程的特点	138



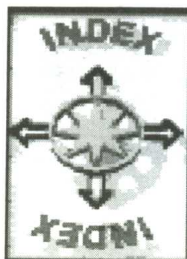
8.2 服务过程的控制	141
8.3 合理使用统计数据和方法	147
8.4 报价单控制	148
8.5 库存控制	150
8.6 供电过程控制	152
8.7 列车晚点报时控制	155
小组讨论与练习	157
第 9 章 量测系统分析	158
9.1 量测系统	159
9.2 量测误差	164
9.3 校准与修正	167
9.4 重复性和再现性	169
9.5 R & R 分析	171
9.6 量测不确定度	176
小组讨论与练习	181
第 10 章 案例分析	182
10.1 公司背景介绍	183
10.2 界定阶段	185
10.3 量测阶段	187
10.4 分析阶段	189
10.5 改进阶段	192
10.6 控制阶段	196
小组讨论与练习	201
附表	202
参考文献	205



第1章

六西格玛过程控制

-  1.1 从过程开始
-  1.2 6σ 流程
-  1.3 过程控制计划
-  1.4 标准操作程序
-  1.5 标准差与缺陷
-  小组讨论与练习



本章目标

1. 了解 6σ 管理的几个基本概念
2. 理解过程控制和改进的关系
3. 学会制定过程控制计划的方法
4. 明确标准化操作的重要意义
5. 掌握标准差与缺陷





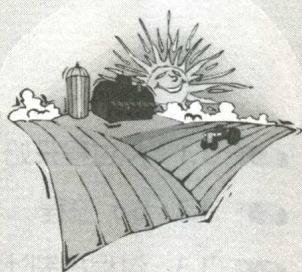
1.1 从过程开始

一个过程的输入通常是其他过程的输出

过程的实现需要支持性的资源

过程通常使产品增值

过程要求在受控条件下运行



中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

过程 (process) 是指将输入转化为输出的一组彼此相关的活动。在过去的质量管理体系中, 过程也称为工序; 在 6σ 管理中, 过程也称为流程。

以 $x_1, \dots, x_n$ 表示输入, 以 y 表示输出, 则一个过程可以表示为:

$$y = f(x_1, \dots, x_n)$$

在生产和服务中, 一切活动都可以视做一个过程, 每一个过程都可能包含许多其他过程, 一个过程的输入通常是其他过程的输出。

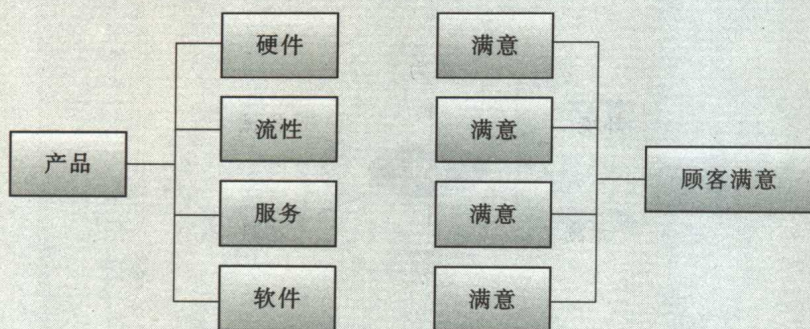
在过程中, 需要人员、资金、设施、设备、技术、方法等支持性的资源。

过程的目的是使产品增值, 没有增值的过程是一种浪费, 例如存储、等待、返工等。这些浪费不可能完全消除, 但是应该尽量减少。有些过程对产品增值的作用是间接的, 如广告、财务、质量检查等, 它们是保证产品实现增值的辅助服务过程。

每一个过程都要经过设计并在受控条件下运行, 受控是过程实现增值的必要条件。



从过程开始(续1)



产品构成图

中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

过程的结果是产品 (product)。产品的四种类型是：硬件、软件、服务、流性材料。许多产品是由不同类别的产品综合构成的，产品类别取决于其主导成分。例如一辆汽车属于硬件产品，但是同时也包含冷却液、润滑油等流性产品，说明书和仪表、门窗的自动控制设备等属软件产品，售后服务为服务产品。

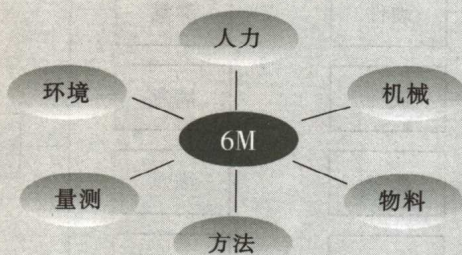
按存在的形式，产品可以分为有形产品 and 无形产品。服务过程是无形产品，如培训、演出等。更多的服务过程表现为有形产品的支持性活动，如储存、维修、物流、营销等。

全面质量管理的重点是对有形产品制造过程的管理。有些公司和企业的产品质量虽然可靠，但是配送系统却管理不善。不能认为只要产品好，顾客就不在意是否能及时得到它。

相比之下，6 σ 管理是以顾客满意为原则的，不管是产品的质量还是服务的质量，只要引起顾客抱怨就是缺陷，只有顾客全面满意才是高质量。



从过程开始(续2)



6M 影响因素

中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

在6 σ 管理中,认为影响过程输出 y 的众多的输入 x_i 主要包括六个方面的因素,称为6M,分别是:

人力 (manpower): 实施过程中的人员,是设备的操作者或服务的提供者,是6M中最最重要的一个。

机械 (machinery): 设备,包括各种非消耗性工具。

物料 (material): 在过程中使用或消耗的原料。

方法 (methods): 程序、流程、操作指南。

量测 (measurement): 量测误差对过程输出的影响,包括对有形产品的量测误差分析,对服务过程的绩效和顾客满意度的量化评估方法。

环境 (mother-nature): 工作环境或其他对过程产生影响的变动因素,不仅仅指自然环境。

在过去的全面质量管理中,影响因素是人、机、料、法、环,没有考虑量测。6 σ 管理中,量测是一个新增加的重要因素。其原因是:在6 σ 管理中,对服务过程的绩效和顾客满意度需要给出量化的评估方法;另外,当过程变异很小时,量测误差的影响程度就相对较大,需要做量测系统分析。而在全面质量管理中,对服务过程没有量化的要求,生产过程是主要针对3 σ 的低质量管理,过程本身的变异大,量测系统的误差相对很小,没有必要做量测系统分析。

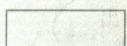


从过程开始(续3)

流程图常用标识:



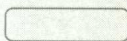
起止框:用于开始和结束



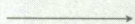
处理框:用于说明顺序活动



判断框:用于“是/否”决策



选择框:用于多种同级决策



流向线:按方向表示从一个活动到另一个活动的流向

中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

与过程相关的另一个概念是程序 (procedure), 即为实现某过程所规定的途径。程序包括一个过程的目的和范围: 何人、何时、何地、做什么、如何做; 使用什么材料、设备; 如何对过程进行控制和记录等。

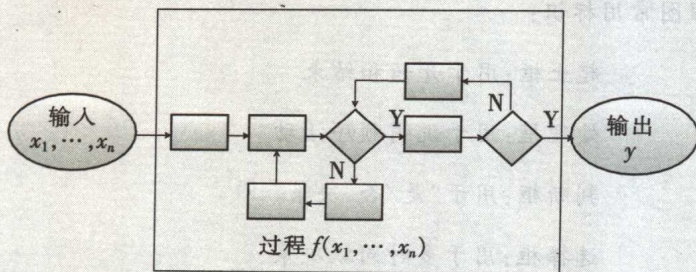
在 6 σ 管理中, 对每一个过程都要设计其工作程序, 并持续改进这个程序, 以保持控制。对一个过程的改进和控制, 主要是对实现这个程序的工作程序的改进和控制。所以在 6 σ 管理中, 流程的概念同时包含有过程和实现该过程的程序这两方面的含义。过程改进和过程控制也称为流程改进和流程控制。

6 σ 管理对实现过程的程序进行标准化, 生成标准化操作程序。标准化操作程序是进行质量控制的基础, 实施标准化操作可以使得过程输出的变异幅度很小。

过程的工作程序可以用图形直观地表示, 称为流程图 (flow chart)。流程图使用标准化的标识来表示各种步骤, 清晰地说明从开始到结束的整个过程。在质量管理中, 这种过程可以是服务过程、生产过程、检验过程或改进过程。



从过程开始(续4)



过程流程图

中国人民大学六西格玛质量管理研究中心

上图是表示过程运行程序的一个流程图。对每个具体的过程都可以绘制具体的流程图，这对实现标准化操作和过程控制都有重要的作用。通过对流程中各个步骤之间关系的研究，结合量测阶段得到的具体调查数据，能够发现缺陷或故障发生的潜在原因，知晓流程不合理的环节所在，以便及时加以改进。流程图的另一个功用就是分解过程，将有始有终的一个过程分解为若干相互衔接的步骤，以明确责任，加强管理。

绘制流程图的步骤如下：

- (1) 判别过程的开始和结束；
- (2) 确定从开始到结束所经历的所有活动；
- (3) 确定各活动属于哪种类型（起止、顺序、选择、判断）；
- (4) 将确定好的活动符号化；
- (5) 画出表示该过程的流程草图；
- (6) 与参与过程各环节的人员探讨核实，修正流程图。