

第一章

6Sigma 项目管理

什么是 6Sigma

- 第一节 什么是 6Sigma
- 第二节 如何计算 6Sigma 值
- 第三节 什么是 6Sigma 管理的基本原则
- 第四节 如何进行 6Sigma 项目培训

全国Mini-MBA职业经理双证班



允许提前获取证书 全国招生 权威双证 请速充电

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

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

招生专业及其颁发证书：（公益政策：允许同时报读多个专业，加报专业只收 200 元）

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

全国《经济管理师》MBA 高等教育双证	高级经济管理师职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元
全国《六西格玛管理师》MBA 双证书班	高级六西格玛管理师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元
全国《能源管理师》MBA 高等教育双证	高级企业能源管理师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

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



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

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



【证书说明】

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



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



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

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



【教程特点】

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



【考试说明】

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



【颁证单位】

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



【主办单位】

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



【咨询电话】13684609885 0451--88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅

【学校网站】<http://www.mh.jy.net>

【咨询邮箱】xchy007@163.com



【报名须知】

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



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



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

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

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

第一章 什么是 6Sigma

什么是 6Sigma? 简言之是 6 个标准差, 即 3.4PPM, 每百万个产品或服务里面有 3.4 次不良的发生。这就说明我们的产品或服务所处的一个水准, 这是一个世界级企业追求的标准。

第一节 什么是 6Sigma

6Sigma 又有狭义和广义之分。从狭义上说, 6Sigma 最初的含义是建立在统计学中最常见的正态分布基础上的。它考虑了 1.5σ 的漂移, 这样落在 6Sigma 以外的概率只有 3.4PPM。其实质就是不要做错, 建立做任何事一开始就要成功的理念。从广义上说, 6Sigma 是一种度量工具, 一种计量单位, 可用来评价或衡量一个产品和服务的质量水准。6Sigma 是一个标准尺度, 一种管理方法, 一个目标, 一个卓越的管理系统。

一、6Sigma 是一个标准尺度

首先, 6Sigma 作为一个标准, 是衡量每一件事或过程的标准尺度。它具有客观性, 如下表所示:

6Sigma 值	PPM 值	Cp 值	正品率 (%)
1σ	691500	0.33	30.85
2σ	308537	0.667	69.15
3σ	66807	1	93.32
4σ	6210	1.33	99.38
5σ	233	1.667	99.977
6σ	3.4	2	99.99966

二、6Sigma 是一种管理方法

6Sigma 是一种管理方法，它说明运用 6Sigma 工具和方法，可以使一个人或一个企业得到根本性的改变，可以进行个人生涯规划和为股东创造利益。它通常使用 DMAIC 业绩改进模型。

阶段	定义	工具/方法
定义 (Define)	确立改进活动的目标。高层次目标可以是组织的战略目标，如高的投资回报率和市场份额。在作业层目标可以是增加某个制造部门的产出。在项目这一级，目标可以是降低缺陷率和增加产出率	<ol style="list-style-type: none"> 1. 头脑风暴 2. 柏拉图 3. 质量功能展开 4. 流程图 5. 质量成本 6. 因果图
测量 (Measure)	测量现有过程或体系。制定合理的、可靠的衡量标准，以监督过程的进度，首先确定目前的状况或水准	<ol style="list-style-type: none"> 1. 过程能力分析 2. 测量系统分析 3. 过程流程图
分析 (Analyze)	分析过程或体系以确定应用哪些方法来消除目前业绩与目标之间的差异。应用统计技术来指导分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 头脑风暴 2. 多变量图 3. 确定关键质量的置信区间 4. 假设检验 5. 箱图 6. 直方图 7. 排列图 8. 多变量相关分析 9. 回归分析 10. 方差分析

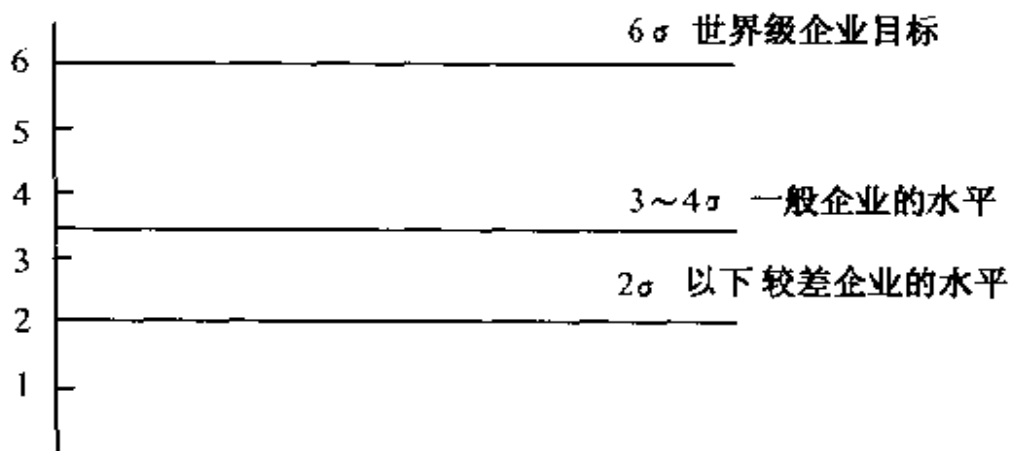
第一章 什么是 6Sigma

续表

阶段	定义	工具/方法
改进 (Improve)	改进过程或体系。运用新方法、新观点、新理论,勇于创新,大胆开拓,达到预期的目标值。应用项目管理、目标管理等管理工具、应用统计方法来确认这些改进	1.质量功能展开(QFD) 2.试验设计(DOE) 3.正交试验 4.响应曲面方法(RSM) 5.展开操作(EVOP)
控制 (Control)	控制过程或体系。通过修订激励机制、方针、目标等使改进后的体系或过程制度化	1.控制图 2.统计过程控制(SPC) 3.防故障程序(Poka Yoke) 4.过程能力指数(C_p 、 C_{pk}) 5.标准操作程序(SOP) 6.过程文件(程序)控制

三、6Sigma 是一个目标

6Sigma 是一个目标,这是说 6Sigma 是我们进行改善的一个方向,如果没有一个方向,我们也许还会在黑暗中探索许久。有了目标,我们为之不懈奋斗,不达目标,誓不罢休。



六西格玛实战

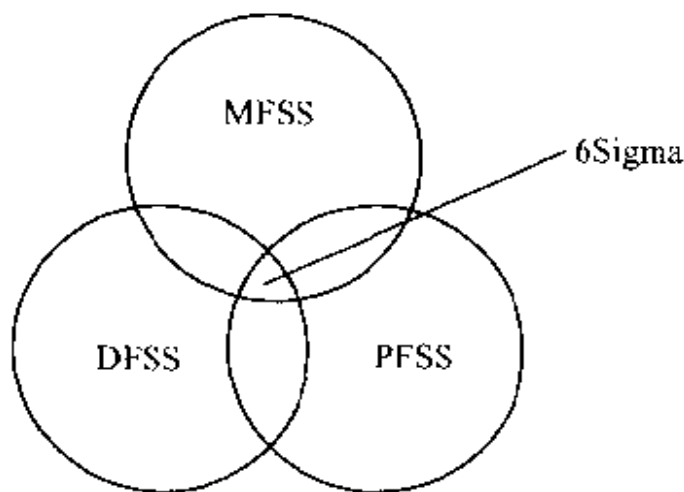
从下表中可以看出不同企业状况和质量成本水平。

6 σ	世界级企业水平	质量成本占销售额 5%
3 ~ 4 σ	一般企业水平	质量成本占销售额 25% ~ 30%
2 σ 以下	较差企业水平	质量成本占销售额 35% ~ 50%

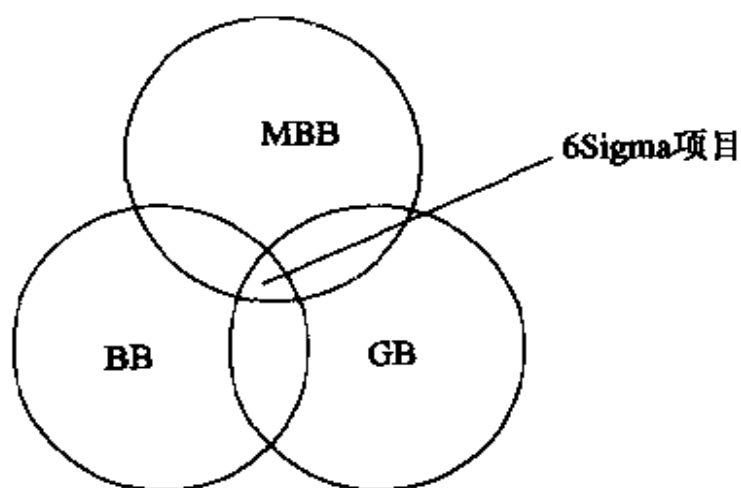
四、6Sigma 是一个卓越的管理系统

6Sigma 管理系统其实质是一项以顾客为关注焦点，以数据为基础，以统计技术为突破口，实施对 SIPOC（供方、输入、过程、输出、顾客）的 6Sigma 项目来达到最佳效果，因此 6Sigma 是一个卓越的管理系统。

6Sigma 管理系统包含若干子系统，如 6Sigma 管理子系统（MFSS）、6Sigma 过程子系统（PFSS）和 6Sigma 计划子系统（DFSS）。如下图所示：



6Sigma 管理子系统（MFSS）要从资源方面着手来实现 6Sigma 策略的实施，如人力资源，在高层的指挥下由主任黑带、黑带、绿带来实施 6Sigma 项目。



6Sigma 过程子系统 (PFSS) 要从过程方面着手来实现 6Sigma 项目的实施。如关键质量 CTQ's 点。

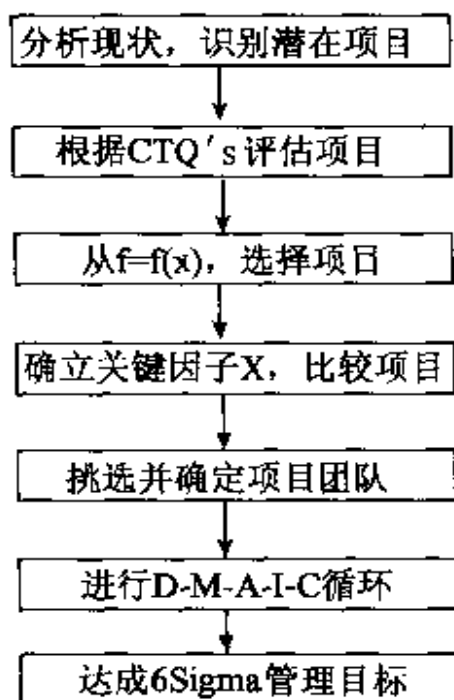


以上 CTQ₁、CTQ₂、CTQ₃ 就是关键质量点，要重点加以控制，以利 6Sigma 项目的实施。

6Sigma 计划子系统 (DFSS) 重点放在项目的选择上。选准或选好 6Sigma 项目，是 6Sigma 管理的突破口。其运作程序是：

项目与部门的相关矩阵图

部门 项目	内部				外部			
	事业部 1	事业部 2	...	事业部 n	外部 1	外部 2	...	外部 k
项目 1	✓							
项目 2		✓						
项目 3				✓				
项目 4					✓			
项目 5						✓		
⋮								
项目 m								✓



第二节 如何计算 6Sigma 值

Sigma 又叫 σ ，是表征过程或作业水准的物理量，有时也用 Z 表示，如 $Z=6$ 。这说明这个过程作业有 6Sigma 的过程能力。

一、标准偏差 σ 的计算

标准差是衡量数据分散程度的一个指标。一般用 σ 表示总体标准差，用 S 或 $\hat{\sigma}$ 表示样本标准差。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - u)^2}{N}} \quad \text{总体的公式}$$

$$S = \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{样本的公式}$$

二、方差的计算

方差——与平均值之差的平方的平均值。一般用 S^2 或 $\hat{\sigma}^2$ 来表示。

三、平均值计算

平均值——总体或样本的平均值

用 \bar{x} 或 \hat{u} 来表示样本平均值，用 u 来表示总体平均值。

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

这里 x_1 是样本的第一个点，

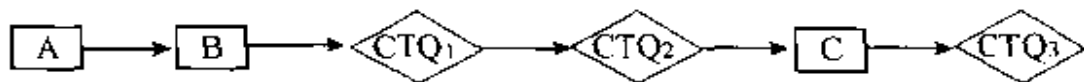
x_n 是样本的最后一个点。

四、流通合格率 (RTY) 和过程合格率 (TPY) 计算

RTY 是各过程合格率，TPY 是各过程合格率的乘积。它们有如下关系：

$$TPY = RTY_1 \times RTY_2 \times \cdots \times RTY_n$$

有一个过程如下图所示：



$$RTY_1 = 95\% \quad RTY_2 = 98\% \quad RTY_3 = 99\%$$

$$TPY = RTY_1 \cdot RTY_2 \cdot RTY_3 = 95\% \times 98\% \times 99\% = 92.2\%$$

通过 RTY 分析计算，可发现一个过程隐含的问题，发现不增值的劣质成本，揭露“隐藏工厂”（the hidden factory）存在的秘密，进一步分析不良发生之原因。

五、直通率与过程产出率

Y_{FT} 与 Y_{TP} 及总的过程通过率 Y_{RT} 计算:

1. 直通率 Y_{FT} 计算。

$$Y_{FT} = \frac{S}{U}$$

S——通过数

U——投入总数

如某一过程投入 108 个产品, 其中有 8 个不良, 那么

$$Y_{FT} = \frac{S}{U} = \frac{108 - 8}{108} \times 100\% = 92.6\%$$

2. 过程产出率。

$$Y_{TP} = e^{-DPU}$$

DPU 为单位缺陷数, $DPU = \frac{D}{U}$

D——缺陷个数

如某一过程 100 个产品中有 10 个缺陷产品, 那 Y_{FT} 、 Y_{TP} 有如下关系:

$$Y_{FT} = \frac{S}{U} = \frac{90}{100} = 90\%$$

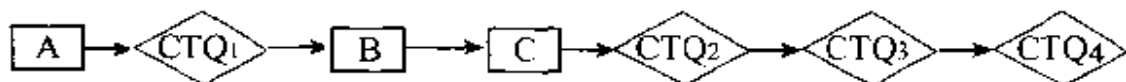
$$DPU = \frac{D}{U} = \frac{10}{100} = 10\%$$

$$Y_{TP} = e^{-DPU} = e^{-0.1} = 37\%$$

3. 总的过程产出率。

$$Y_{RT} = Y_{TP_1} \times Y_{TP_2} \times Y_{TP_3} \times \cdots \times Y_{TP_n}$$

某一产品的制造由如下过程组成, 如下图所示:



投入 100 个产品，在 CTQ₁ 有 3 个不良，通过 CTQ₂ 又发现 2 个不良，通过 CTQ₃ 又发现 4 个不良，通过 CTQ₄ 又发现 1 个不良，那么此过程总的产出率是多少呢？

$$CTQ_1: DPU_1 = \frac{D}{U} = \frac{3}{100} = 3\%$$

$$Y_{TP_1} = e^{-DPU_1} = e^{-0.03} = 0.9704\% = 97.04\%$$

$$CTQ_2: DPU_2 = \frac{D}{U} = \frac{2}{97} = 2.06\%$$

$$Y_{TP_2} = e^{-DPU_2} = 97.96\%$$

$$CTQ_3: DPU_3 = \frac{D}{U} = \frac{4}{95} = 4.21\%$$

$$Y_{TP_3} = e^{-DPU_3} = 95.88\%$$

$$CTQ_4: DPU_4 = \frac{D}{U} = \frac{1}{91} = 1.09\%$$

$$Y_{TP_4} = e^{-DPU_4} = 98.92\%$$

$$Y_{RT} = Y_{TP_1} \cdot Y_{TP_2} \cdot Y_{TP_3} \cdot Y_{TP_4} \\ = 90.16\%$$

六、DPO 与 DPMO 及 PPM、Z、P 的计算

DPO 为每单位缺陷数

DPMO 为每百万单位缺陷数

PPM 为百万分之一

Z 为正态分布的标准偏差

P 为不良发生的概率

它们有如下关系：

$$DPO \times 10^6 = DPMO$$

$$P \times 10^6 = PPM$$

$$P = [(1 + C_1 Z + C_2 Z^2 + \cdots + C_6 Z^6)^{-16}] / 2$$

其中： C_1 、 $C_2 \cdots C_6$ 为常数

Z 和 P 均为单尾

$$\text{且 } C_1 = 0.07498673470$$

$$C_2 = 0.0211410061$$

$$C_3 = 0.0032776263$$

$$C_4 = 0.0000380036$$

$$C_5 = 0.0000488906$$

$$C_6 = 0.000005383$$

若 $Z = 3$ ，那么：

$$\begin{aligned} P &= [(1 + 3C_1 + 3^2 C_2 + \cdots + 3^6 C_6)^{-16}] / 2 \\ &= 0.00135 \end{aligned}$$

反之，已知 P 也可求出 Z ：

$$Z = \frac{C_1 + C_2 \lambda + C_3 \lambda^2}{1 + C_4 \lambda + C_5 \lambda^2 + C_6 \lambda^3}$$

$$\lambda = \sqrt{\ln (1/P^2)}$$

C_1 、 $C_2 \cdots C_6$ 为常数

$$C_1 = 2.515517$$

$$C_2 = 0.802853$$

$$C_3 = 0.010328$$

$$C_4 = 1.432788$$

$$C_5 = 0.189269$$

$$C_6 = 0.00308$$

若 $P = 0.375$ ，代入上式计算得 $Z = 0.32$

七、Z 值的度量

Z 是一个重点的参数，所有 6Sigma 项目都是用它来进行评估。它是一个衡量过程能力的物理量。Z 又分长期过程能力 (Z_{LT}) 和短期过程能力 (Z_{ST})。长期过程能力从时间跨度上说要大于短期过程能力。它们有如下关系：

$$Z_{shift} = Z_{ST} - Z_{LT} = 1.5\sigma$$

1. 短期过程能力 Z_{ST} ：

$$Z_{ST} = \frac{SL - T}{\sigma_{ST}}$$

2. 长期过程能力 Z_{LT} ：

$$Z_{LT} = \frac{SL - \bar{u}}{\sigma_{LT}}$$

其中：

SL = {USL, LSL} 为上限规格和下限规格

T——目标值

\bar{u} ——平均值

σ_{ST} ——短期过程的标准偏差

σ_{LT} ——长期过程的标准偏差

3. Z_{Bench} 计算。

Z_{Bench} 是 x_i 高于上限和低于下限的总概率相对应的 Z 值。为了得到 Z_{Bench} ，计算每个尾部的 x_i 概率求和，并将结果输入 Z 表。

$$Z_{Bench} = Z_{score} (P_{USL} + P_{LSL})$$

P_{USL} 是与 USL 相关的出现一个缺陷的概率

P_{LSL} 是与 LSL 相关的出现一个缺陷的概率

P_{TOT} 是出现缺陷的总概率

$$P_{TOT} = P_{USL} + P_{LSL}$$

Z_{Bench} 是来自与缺陷总数目相对应的正态表中的 Z 值。

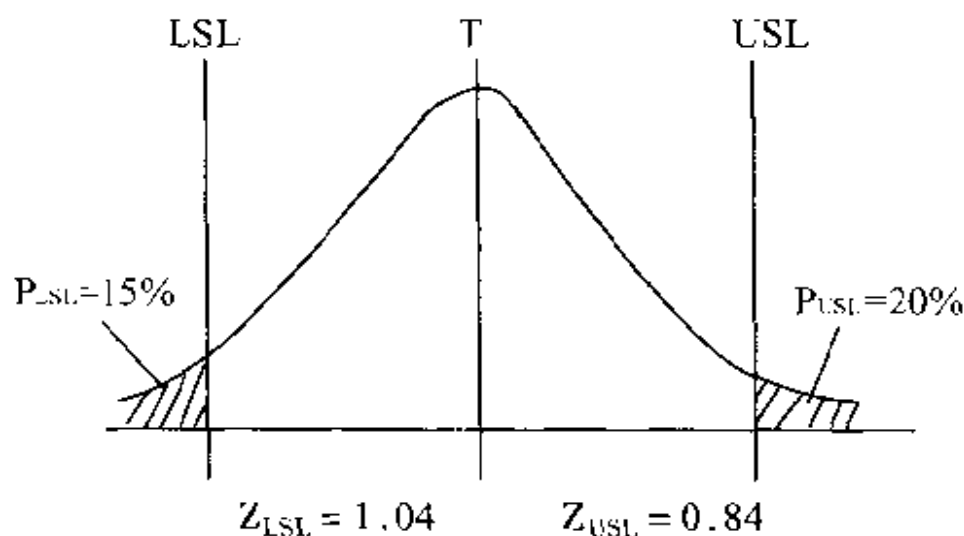
某一过程，在上限规格附近出现缺陷的概率有 15%，在下限附近出现缺陷的概率有 20%，那么此过程的过程能力有多少？

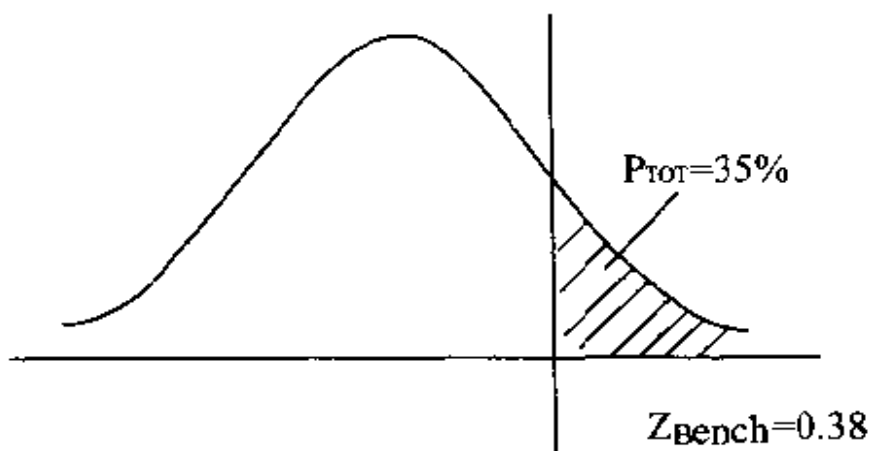
$$\begin{aligned} Z_{Bench} &= Z_{score} (P_{USL} + P_{LSL}) \\ &= Z_{score} (15\% + 20\%) \\ &= Z_{score} 35\% \\ &= 0.38 \end{aligned}$$

$$\text{而 } Z_{LST} = 1.04 \quad P_{LSL} = 15\%$$

$$Z_{UST} = 0.84 \quad P_{USL} = 20\%$$

用图表示如下：





第三节 什么是 6Sigma 管理的基本原则

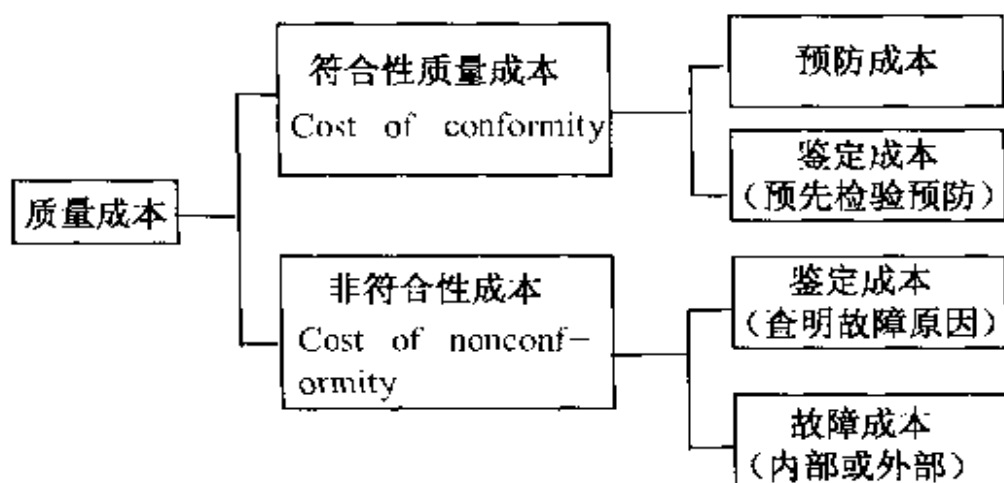
简单地讲，6Sigma 管理的基本原则就是经济性。最大限度地降低成本，节约资源，减少风险，提高客户满意度，给股东创造利益，给社会创造价值。

一、6Sigma 质量成本分析

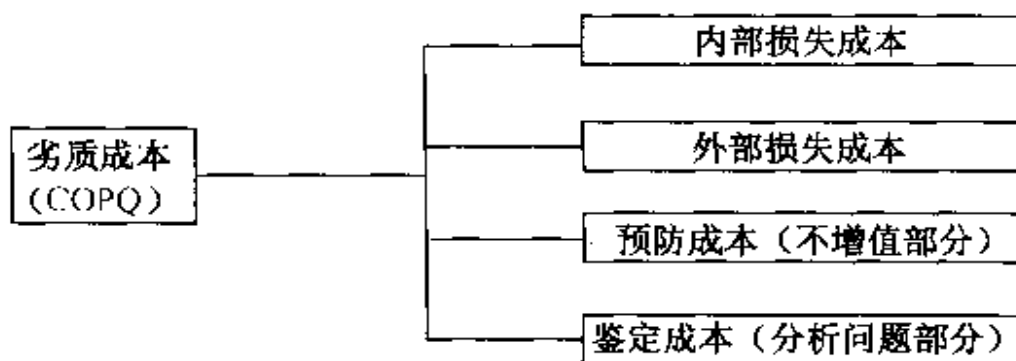
6Sigma 管理应从质量成本分析入手，分析质量成本占销售额比例来寻求改善之策。

根据质量成本分析 PAF 模型，如下页图所示：

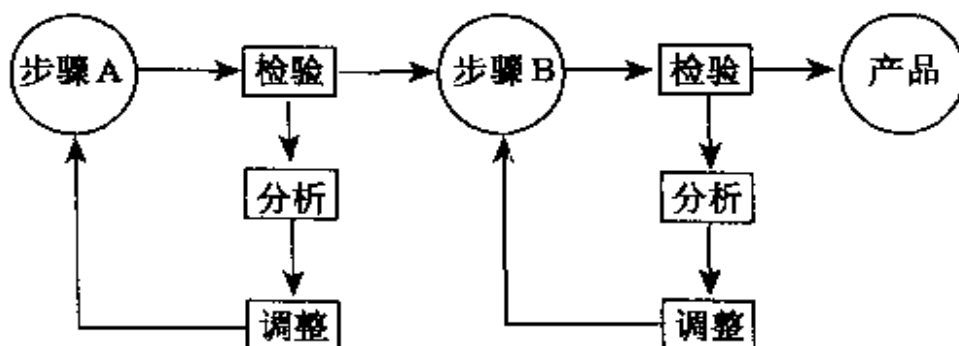
由 PAF 模型可知，非符合性成本的降低，是我们 6Sigma 项目突破的关键。如浪费、报废、返工/返修、测试和检验成本（分析不合格原因）、顾客投诉、退货等，其总数占销售额的 4% ~



5%，6Sigma 管理十分关注劣质成本，因其占总成本 15% ~ 20%。劣质成本是指不给过程增值的那一部分运行成本。它既包括非符合性成本，又包括符合性成本不增值的一部分。根据费根堡姆博士的 PAF 模型，如下图所示：



由劣质成本 (COPQ) 分析可知，减少劣质成本，消除不增值的“隐藏工厂 (The hidden factory)”是 6Sigma 管理的突破口，如下图所示：



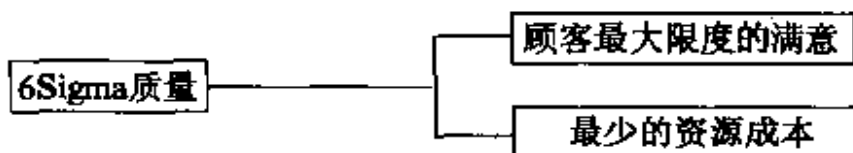
图中○表示增值的活动

□表示不增值的活动

由上图可知，关键是减少不增值的活动，也就是降低劣质成本。劣质成本存在于企业的各个层面，包括：加班过多、上门服务支出过多、文件延迟、对现状缺少跟踪、报价或结账错误、未按时完成销售订单、不必要的快递、人员流动过于频繁、顾客赔偿、产品开发失败、计划延迟（生产安排脱节）、顾客投诉、设备闲置、利用率低等等，这些都是劣质成本产生的根源，也是 6Sigma 管理关注的重点。

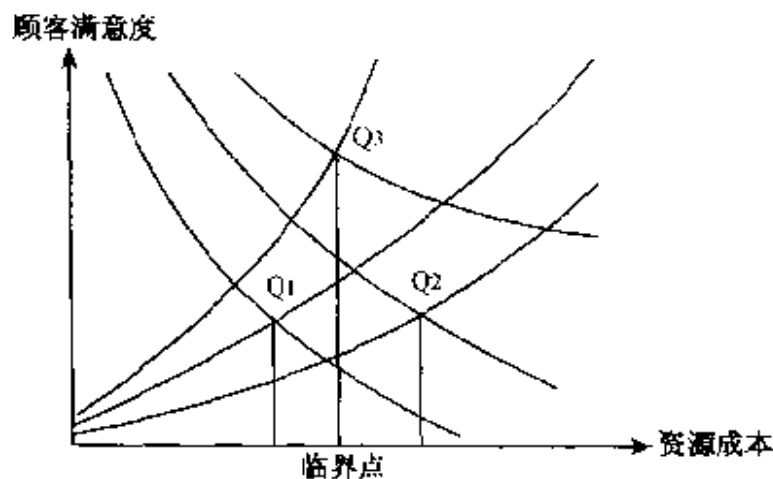
二、6Sigma 顾客满意度分析

6Sigma 质量要求使顾客最大限度的满意。如下图所示：



由上可见，顾客最大限度的满意和最少的资源成本看来是一对矛盾的统一体。但是在任何时候，顾客的最大限度满意对组织

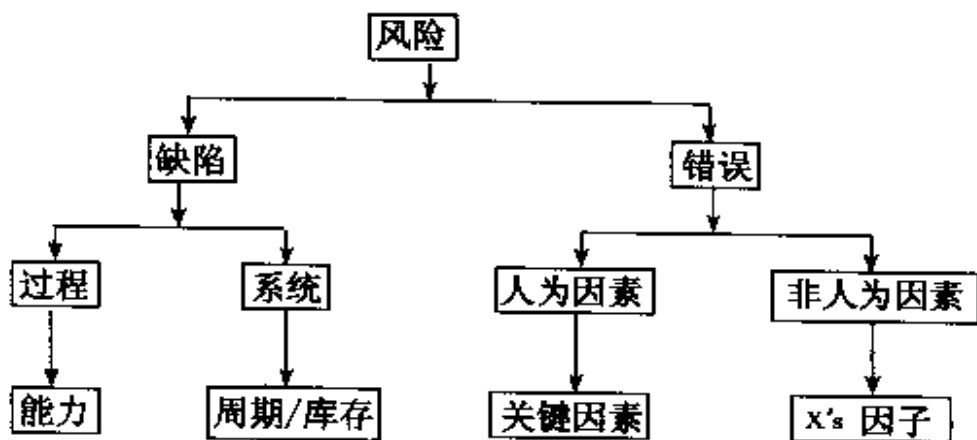
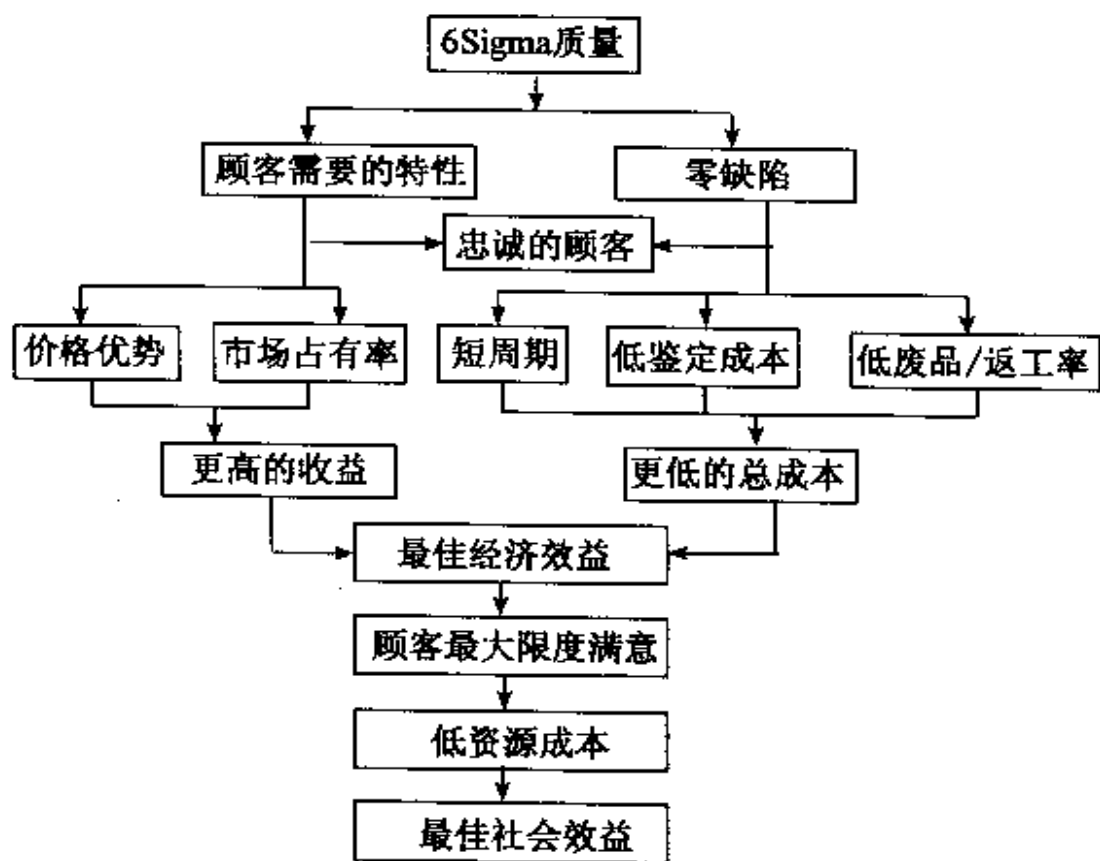
来说是极其重要的，它在很大程度上决定各组织的市场份额和赢利水平，因此也决定着组织的生存和发展。组织要最大限度地满足顾客，可能需要很大的投入，这就影响着最少的资源成本，有时资源成本会提高，企业效益会下降，因此只有找到顾客满意度与资源成本的临界点 Q，才有效益可言，满意度越高，资源成本越高。如下图所示：



三、6Sigma 质量的风险分析

6Sigma 蕴含着这样的思想，所有的缺陷和错误都代表了风险，但不是所有的风险都可以缺陷的形式表示。6Sigma 的目的在降低风险，而非仅仅降低缺陷。一方面可以降低顾客购买产品或服务风险；另一方面也降低了产品或服务提供者的风险。换言之，应用 6Sigma 来降低风险意味着所有方面的业绩的提高。如质量、能力、周期、库存以及其他的关键因素。如下图所示：

第一章 什么是 6Sigma



第四节 如何进行 6Sigma 项目培训

6Sigma 项目培训是将实行 6Sigma 项目的一些基本知识，灌输给组织的每一个人，使他们成为这个项目的拥护者、支持者和参与者。大任降于斯人，焉能不有所作为哉。

一、6Sigma 项目基本知识培训

6Sigma 项目基本知识培训也叫 6Sigma 初级培训，是 6Sigma 入门内容，如下表所示：

培训层次	培训内容
6Sigma 基本知识 培训（初级培训）	1. 了解 6Sigma 的基本内容 2. 了解 6Sigma 的统计知识 3. 统计知识的基本应用 4. 计算过程能力及过程基准
培训对象	基层员工或高层领导

二、6Sigma 项目中级培训

6Sigma 项目中级培训，是 6Sigma 项目的应用内容，是开展 6Sigma 项目必备内容，如下表所示：

第一章 什么是 6Sigma

培训层次	培训内容
6Sigma 项目 中级培训 (包含初级培训内容)	<ol style="list-style-type: none">1. 了解抽检原理及假设检验方法2. 如何应用统计工具进行假设检验3. 如何应用和实施突破策略4. 如何决定占主导地位的因子5. 如何建立真实的性能公差6. 了解实验设计的基本原理7. 如何进行多因子实验8. 如何解释实验结果9. 如何进行变量研究10. 了解基本的过程控制内容11. 如何建立、使用和保持特性数据12. 如何建立、使用和保持变量数据13. 如何计划和执行过程控制系统
培训对象	6Sigma 实施和执行人员，即绿带

三、6Sigma 项目高级培训

6Sigma 项目高级培训是 6Sigma 项目管理培训，是高级项目经理人的必备课，如下表所示：

六西格玛实战

培训层次	培训内容
6Sigma 项目 高级培训 (含初、中级内容)	<ol style="list-style-type: none">1. 如何进行 6Sigma 项目管理2. 如何进行 6Sigma 项目评估3. 如何进行 6Sigma 项目策划4. 如何进行 6Sigma 项目实施5. 如何实施通力合作计划6. 如何建立无界限的组织7. 如何进行 6Sigma 管理
培训对象	高级经理人、黑带和黑带主管

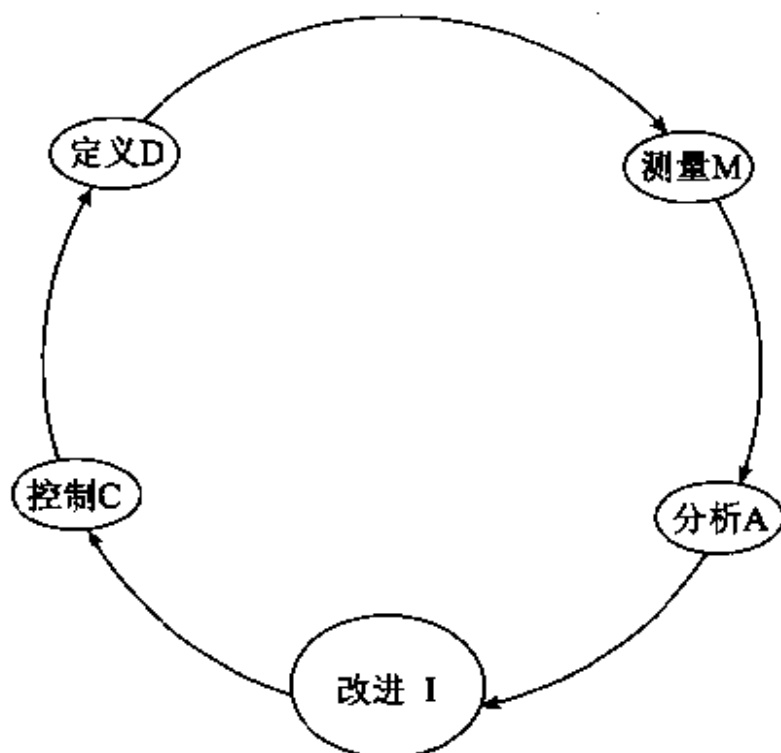
第二章

什么是 D - M - A - I - C 模型

- 第一节 什么是 D
- 第二节 什么是 M
- 第三节 什么是 A
- 第四节 什么是 I
- 第五节 什么是 C

第二章 什么是 D-M-A-I-C 模型

6Sigma 管理的突破策略，其实质是 D-M-A-I-C 业绩改进模型，它是 6Sigma 管理的基础，一切过程和活动是紧紧围绕 D-M-A-I-C 来展开的。如下图所示：



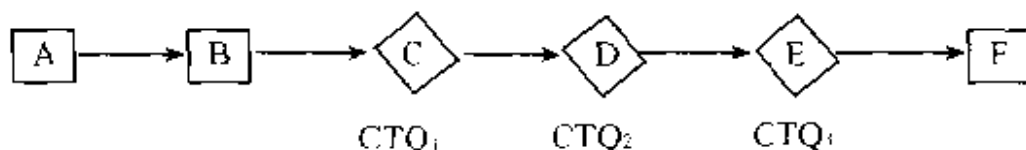
DMAIC 是以数据为基础的质量方法，用于改进现有的产品或过程，它是实现 6Sigma 目标的关键。

第一节 什么是 D

所谓 D (Define) 即定义。确定需要改进的产品或过程，决定项目需要什么资源。

一、确定与顾客有关的CTQ's

定义的过程就是界定与顾客有关的项目过程及体系的 CTQ's (CTQ 即关键的质量值), 使过程的量化成为可能, 如下图所示:



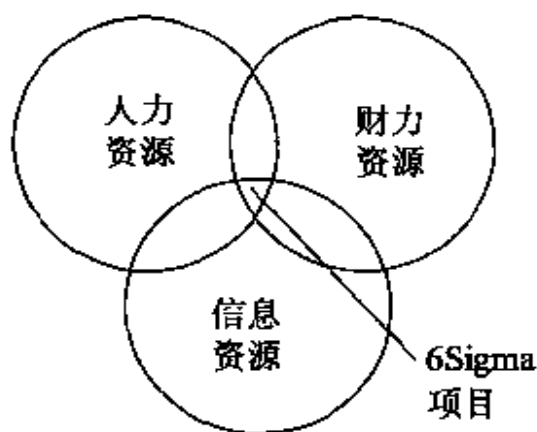
上图是与过程有关的 CTQ's。下图是与过程变量有关的 CTQ's, 如 PCBA 的焊锡质量 Y, 与影响焊锡质量的过程变量 x's 关系表明: 预热温度、锡炉温度、传送带速度、松香比重、锡波高度、传送带速度和角度是影响 PCBA 焊锡质量的 CTQ's。

$$\begin{array}{l}
 \text{焊锡质量 } Y = f(x) \left\{ \begin{array}{l} x_1 \text{ 预热温度} \\ x_2 \text{ 锡炉温度} \\ x_3 \text{ 松香比重/种类} \\ \vdots \text{ 锡波高度} \\ x_r \text{ 传送带速度} \\ \text{传送角度} \\ \dots \end{array} \right.
 \end{array}$$

体系 CTQ's 是组织内部和外部有关的质量体系过程。如 ISO9000 体系、ISO14000 体系、QS9000 体系、内部质量管理体系、外部质量管理体系对组织的影响。

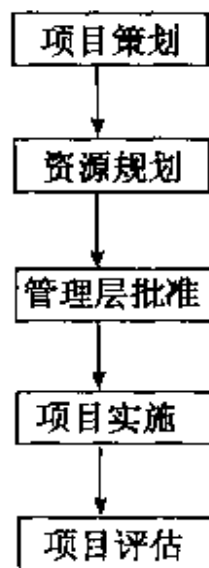
二、确定项目资源

确定项目所需的人力、财力、信息资源, 满足 6Sigma 实施条件, 如下图所示:



三、管理层批准

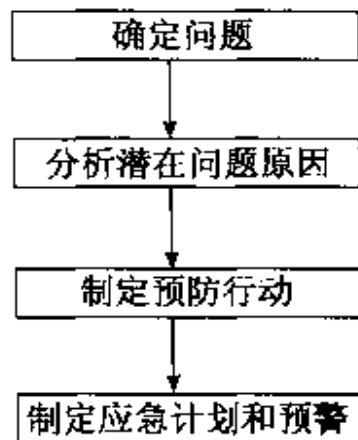
6Sigma 项目是改善顾客关系、产品和过程的系统工程，需要大量的人力、财力、信息资源，影响到组织的系统运作，只有获得管理层批准，集合大家的智慧，发动群众的力量，才可获得成功。如下图所示：



四、解决问题的方法

项目的管理过程，也是问题的处理过程。解决问题的方法如

下图所示：



1. 确定问题：与项目组一道评审计划，以决定会发生什么问题，以及潜在问题发生的可能性和严重性。

2. 分析潜在问题的原因：分析导致潜在问题的具体事件或影响力。

3. 制定预防行动：采取什么行动来防止问题根源的发生？将这些行动置于计划之中。

4. 制定应急计划和预警：虽然制定了预防行动，问题仍然可能发生，因此，还应该列出应急行动计划以使其影响降至最低，制定实施应急行动预警方案，包括时间、人物和原因。

五、定义的基本工具

定义阶段的基本工具有：

1. 头脑风暴法。
2. 亲和图。
3. Pareto 分析。
4. Kano 分析。

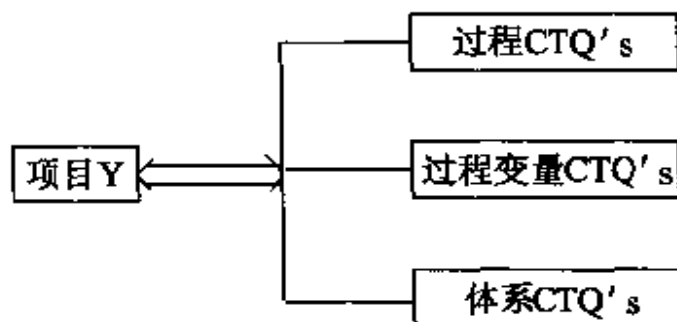
5. 质量功能展开 (QFD)。
6. 流程图。
7. 质量成本分析。
8. 鱼骨图 (因果图)。
9. 项目进程计划。

第二节 什么是 M

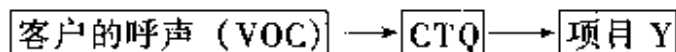
所谓 M (Measure) 即测量。定义缺陷、收集有关产品或过程现状的 (底线) 数据, 确定改进的目标。

一、项目 Y

确定所有可能的 Y, 划分优先级及选择一个“项目 Y”, 并合理确定项目范围, 确保项目范围是可管理的。如下图所示:



项目 Y 的定义是将外部 CTQ's 转换成为对内部产品的要求或“项目 Y”。如下图所示:



如客户要求电冰箱必须保持干燥, 那么 CTQ 是无水渗出, 对产品项目 Y 是保持应有的泡沫密度。

二、项目 Y 的性能指标

定义项目 Y 的可接受范围。性能指标（要求、规范）是定义“项目 Y”可接受值的界限，它与客户的需求有关。性能标准取决于产品或过程，它可能是单边的，具有一个界限，也可能是双边的，具有上限和下限。如某轴的直径项目 Y 为 $\phi 5 \pm 0.5\text{mm}$ 。

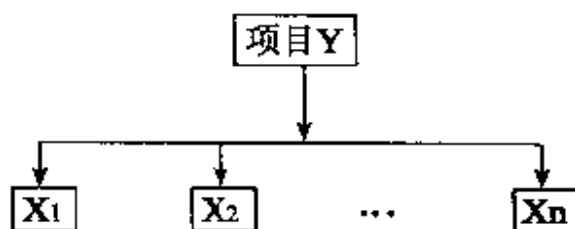
三、项目数据收集计划和确认测量系统

制定项目数据收集计划，进行测量系统分析，如下表所示：

计量仪器类别		计量仪器编号										文件号	
样品名称		样品编号										日期	
检查特性		规 格											
测量人员		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	
A	1												
	2												
	3												
平均值													
差值													
B	1												
	2												
	3												
平均值													
差值													
C	1												
	2												
	3												
平均值													
差值													

四、“项目 Y”的数据

收集“项目 Y”和潜在的“X”数据，如下图所示：



在开始收集数据之前，要确保获得项目相关者的全力支持，并说明该项目与企业目标的一致性。收集数据时可能会遇到一些阻力，有时可能会影响正常的运作，要做好充分的思想准备，要计划好，针对数据收集计划对员工作相应的培训。确定潜在的 x 's，并记录其数据。

五、项目 Y 的过程能力

将收集的数据进行分析，计算过程能力 Z 值，如下例：我们收集到某车床加工 $\phi 5 \pm 0.5$ 轴的数据如下表，分析并计算过程能力 Z 值。

轴的规格上限 $USL = 5.5$

轴的规格下限 $LSL = 4.5$

$\bar{x} = 5.014$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\sum x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0116412$$

六西格玛实战

轴的测量数据表

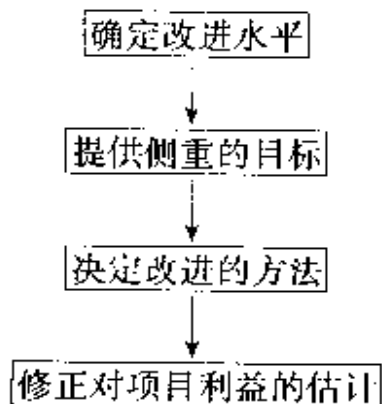
A \ B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
2	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.3
4	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.4
5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1
6	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.2
7	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1
8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.2
10	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1

$$Z_{USL} = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma} = \frac{5.5 - 5.014}{\sigma} = 41.76$$

$$Z_{LSL} = \frac{\bar{X} - LSL}{\sigma} = \frac{5.014 - 4.5}{\sigma} = 44.16$$

六、设定改进目标

根据计算的过程能力 Z 值及相应的 DPMO（每百万机会的缺陷）设定改进目标。如下图所示：



七、测量的基本工具

测量阶段的基本工具有：

1. 流程图。
2. 失效模式和结果分析 (FMEA)。
3. 鱼骨图 (因果图)。
4. 结构树。
5. 测量系统分析。
6. 利用头脑风暴法确定潜在的“x's”。
7. 合理分组计划。
8. 计算短期和长期能力。

第三节 什么是 A

所谓 A (Analyze) 即分析，是分析在测量阶段收集的数据，以确定一组按重要程度排列的影响质量的变量。

一、列出所有影响项目 Y 的过程变量 x's

首先要列出所有影响项目 Y 的过程变量 x's，如下图所示：

$$Y = f(x_1, x_2, x_3 \cdots x_n)$$

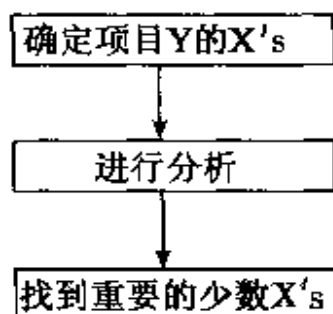
项目	过程变量
Y	$x_1, x_2 \cdots x_n$
输出	输入

如影响 PCBA 焊锡质量 Y 的过程变量 x's 有：锡的种类、松香的种类、松香的比重、预热温度、锡炉的温度、环境的温湿度、PCB 板的质量、PCB 的设计工艺性、传送带速度、角度、

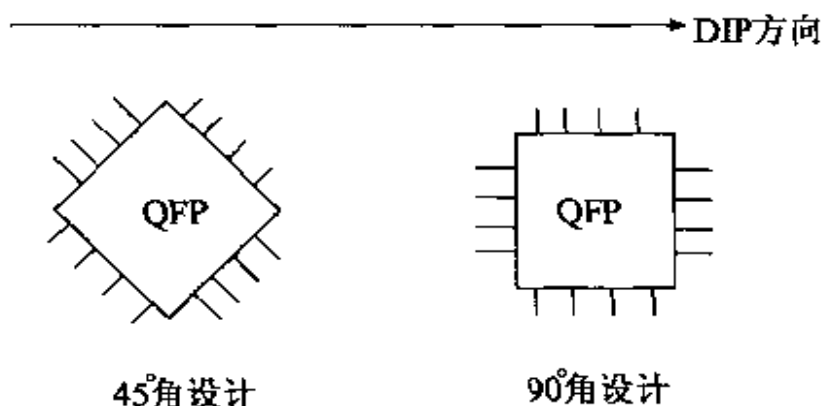
锡炉的设计质量、作业员和技术员的素质等等有许多，我们一一列出来对 PCBA 焊锡质量进行分析。

二、找到具有重要特性的 $x's$ 值

列出了所有的可能影响项目 Y 的过程变量 $x's$ ，但关键是找到重要的少数 $x's$ ，它是 6Sigma 突破的关键，是我们分析的焦点。如下图所示：



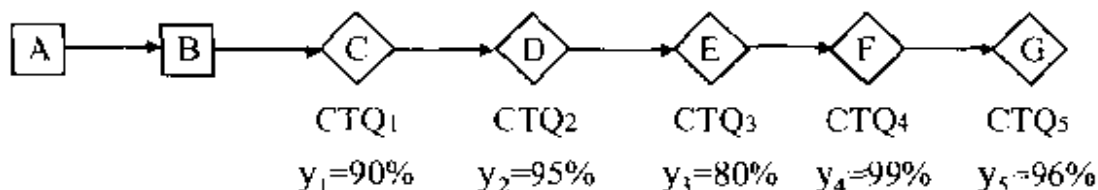
找到重要的少数 $x's$ ，必须要具有一定的专业能力和技术水平，有分析问题和解决问题的能力，善于观察问题，发现潜在的 $x's$ 。例如 PCBA 的 IC 焊锡质量与 DIP 方向和 PCB 焊盘设计方向有关。如下图所示：



45°角设计的焊接品质比 90°角设计的焊接品质好约 10 倍。

三、最后计算出 P 值和量化的财务分析

假如某生产过程如下图所示。CTQ 产出合格率 Y 如下：



那么此过程的 P 值是多少呢？

整个过程的产出率 Y_{RT}

$$Y_{RT} = Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \cdot Y_4 \cdot Y_5 \cdot Y_6 = 65\%$$

$$\begin{aligned} \text{总的不良率 } P &= (1 - Y_{RT}) \cdot 10^6 \\ &= (1 - 65\%) \cdot 10^6 \\ &= 350000 \text{PPM} \end{aligned}$$

财务分析是对项目或过程进行质量成本分析，不良率是以金钱为代价的。若生产 1000 件，每件成本 100 美元，浪费的金钱是 $1000 \times 100 \times 35\% = 35000$ 美元。

四、分析的基本工具

分析阶段的基本工具有：

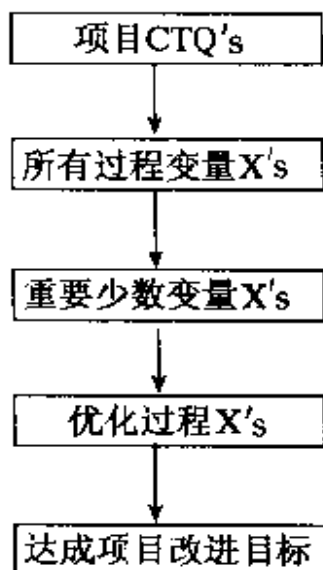
1. 方差分析 (ANOVA)。
2. 回归分析。
2. 假设检验。
4. 柏拉图。
5. 多变量分析。

第四节 什么是 I

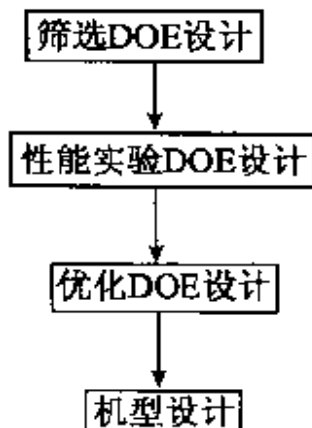
所谓 I (Improve) 即改善。实施优化解决方案，并确认该方案能够满足或超过项目质量改进目标。

一、拟定改善方案

根据项目的 CTQ's 特点，拟定改善方案。如下图所示：



要根据过程 CTQ's 特点，拟定合理的改善方案，一步一步去设计。如下图所示：



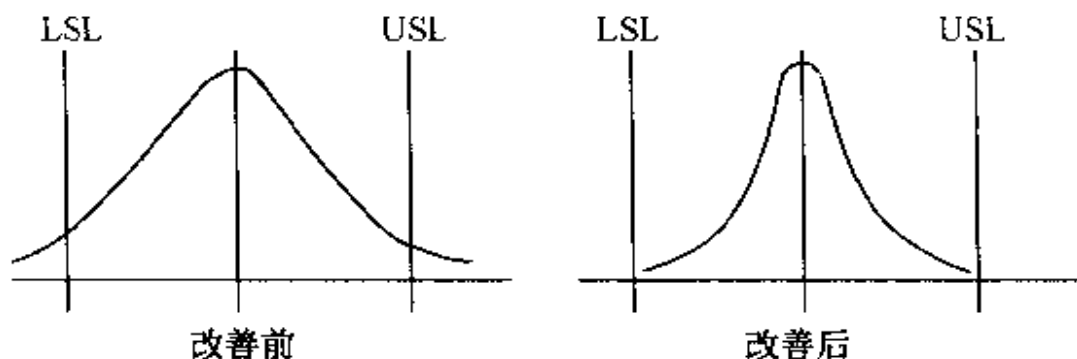
二、对拟定的方案进行试验

对拟定的解决方案进行试验设计 (DOE)，以验证方案的可行性及项目的实施结果。筛选试验设计 (DOE) 方案举例如下表：

运行	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1
2	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1
3	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1
4	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
5	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1
6	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1
7	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1
8	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1
9	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1
10	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1
11	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1
12	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

三、持续改善

过程持续改善，进行实验优化，使目标达到或超过顾客的期望要求。如下图所示：



四、改善的常用工具

改善阶段的常用工具有：

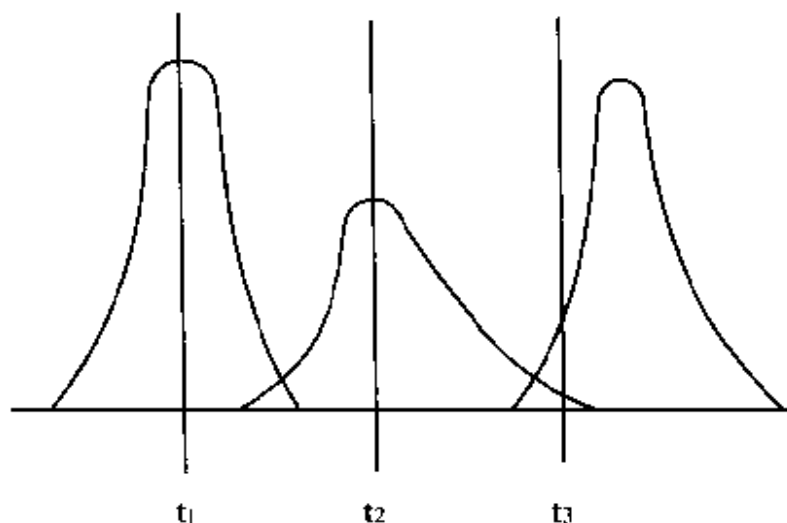
1. 试验设计 (DOE)。
2. 交互作用图。
3. 方差分析 (ANOVA)。
4. 正态分布。
5. 头脑风暴法。
6. 正交试验。
7. 响应曲面方法 (RSM)。

第五节 什么是 C

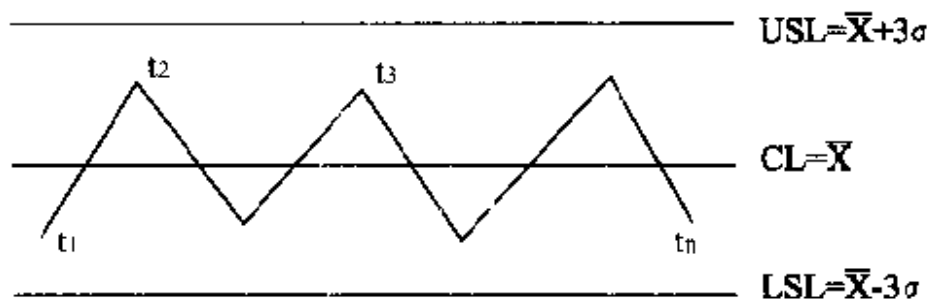
所谓 C (Control) 即控制。确保对过程的改进一经实施就能够持之以恒，并确保过程不会恢复到原来的状态。

一、保持过程的稳定性

过程是变化的，既有偶然因素的影响，也有非偶然因素的波动。如下图所示：

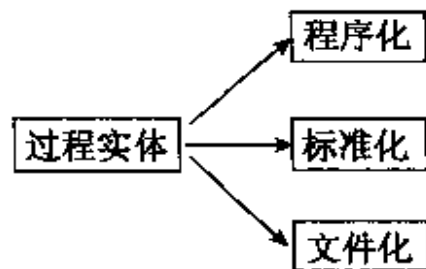


对过程进行 SPC 控制，使过程变量 x 's 波动的幅度控制在规格范围内，如下图所示：



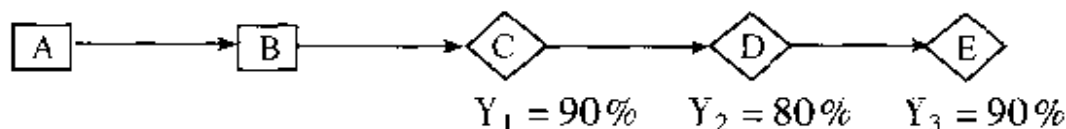
二、过程实体文件化

将过程实体文件化，将满足项目要求的过程实体程序化、标准化和文件化，使之正常运作。如下图所示：



三、将 P 值转换成 Z 值

若某过程如下图所示：C、D、E 产出合格率为 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 。



那么过程的 P 值和 Z 值是多少？若生产 10000 件，每件的成本是 1000 美元，那么此生产过程浪费的金钱又是多少呢？

$$Y_{RT} = Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 = 90\% \times 80\% \times 90\% = 64.8\%$$

$$P = (1 - Y_{RT}) \times 10^6 = (1 - 64.8\%) \times 10^6 = 352000 \text{PPM}$$

$$Z_{LT} = 0.38$$

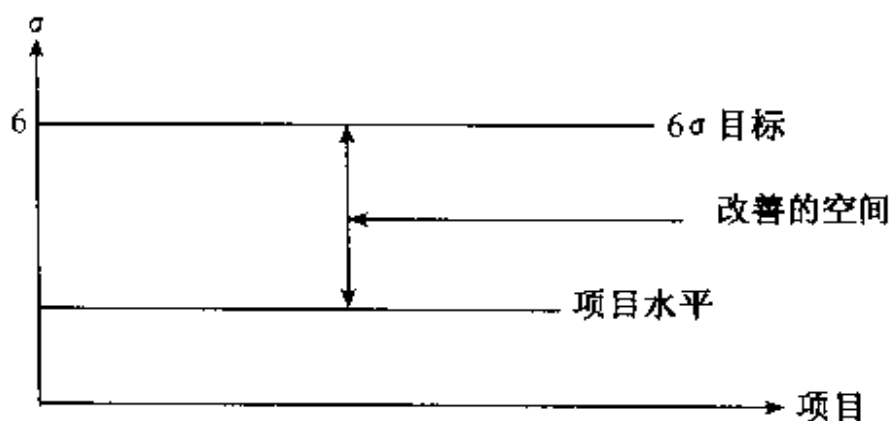
$$Z_{ST} = 0.38 + 1.5 = 1.88$$

$$\text{浪费的金钱} = 10000 \times 1000 \times 0.352 = 3520000 \text{ 美元}$$

以上说明：P 值和 Z 值为我们进行过程改善提供了一个尺度，通过它可了解改善的空间有多大，因此掌握这种计算方法，对 6Sigma 项目改善很有用处。

四、经验交流

通过一个阶段的改善，改善了多少，节约了多少成本，都是可以用数据来表示。6Sigma 项目是个实实在在的东西，关键在于我们一步一步去实施，如下图所示：



五、控制的常用工具

控制阶段的常用工具有：

1. 统计过程控制（SPC）。
2. 控制图。
3. 过程能力指数（ C_p 、 C_{pk} ）。
4. 标准作业程序（SOP）。
5. 过程文件（程序）控制。

第三章

如何运用 6Sigma 的突破工具

- 第一节 如何进行质量功能展开
- 第二节 如何进行流程图分析
- 第三节 如何进行结构树分析
- 第四节 如何用箱图 (Boxplot) 进行分析
- 第五节 如何进行测量系统分析 (Gage R&R)
- 第六节 如何进行合理分组
- 第七节 如何进行现状分析
- 第八节 如何进行失效模式与影响分析 (FMEA)
- 第九节 如何进行实验设计 (DOE)
- 第十节 如何进行统计过程控制 (SPC)
- 第十一节 如何进行 Kano 分析
- 第十二节 如何用时序图分析

第一节 如何进行质量功能展开

一、QFD 的起源

质量功能展开又叫 QFD，产生于 20 世纪 60 年代后期的日本。当时三菱公司曾求助于日本政府开发一种用于建造复杂货轮的后期系统，日本政府与几家大学签订合同以开发出此种系统，该系统要求能使建造工艺的每一步骤适合于客户的具体要求，这种系统就是 QFD。继三菱后，其他日本公司也开始运用 QFD 方法，松下电气公司对它进行推广应用，从而使松下可以了解客户需求且可精确预测客户的未来需求。20 世纪 70 年代，日本其他公司完善并熟练使用 QFD 方法并使之得到很好发展。10 年后传至美国。

QFD 在日本和北美的发展历史：

1968 年，在日本首先出现 QFD 概念；

1972 年，在日本三菱公司首次应用；

1978 年，日本出现第一本介绍 QFD 的书籍；

1980 年，QFD 首次应用于第三产业；

1983 年，在北美导入 QFD 概念；

1984~1987 年，在北美企业开始应用，应用于第三产业，北美出现第一本介绍 QFD 的书；

1987 年，日本首次出现应用 QFD 的公司获得戴明奖；

1988~1990 年，北美首次出现 QFD 研讨会。

二、QFD 的特点

QFD 技术能使公司获得客户的心声，更重要的是这种系统使客户的愿望偏好通过工程和制造工艺得以实现。根据以客户为关注焦点的要求，在公司组织中的每一位成员都有了比较清晰的目标，即如何使他的工作满足客户要求，QFD 的显著特点是倾听客户意见与要求，然后用一种严密的体系去确定如何以最好的方法去实现这些要求。它给了组织中的每一成员一张路标显示从计划到传递相关的每一步以满足客户要求。

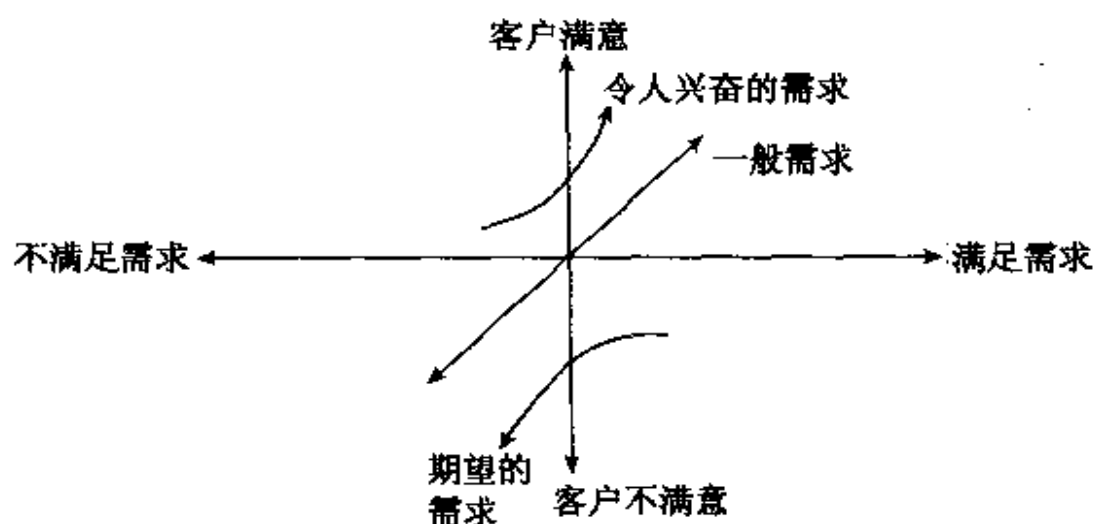
三、客户的心声

获取“客户的心声”（Voice of the customer）是 QFD 系统中最重要的部分之一。

获取客户的心声须注意以下方面：

1. 通过各种方式获取“客户心声”，包括客户访问、客户调查问卷、电话交流、客户投诉、客户特殊要求等。
2. 从不同的客户群获取“客户心声”，包括高端客户、低端客户，不同地域、不同文化背景等。
3. 须选择有代表性且无歧义的客户需求，客户需求中可能有些客户会有一些很特别的需求，这些需求可能对大多数客户是不必要的甚至是有影响的。这就要求对客户需求进行甄别，确保获得的是大多数客户的确切的需求。

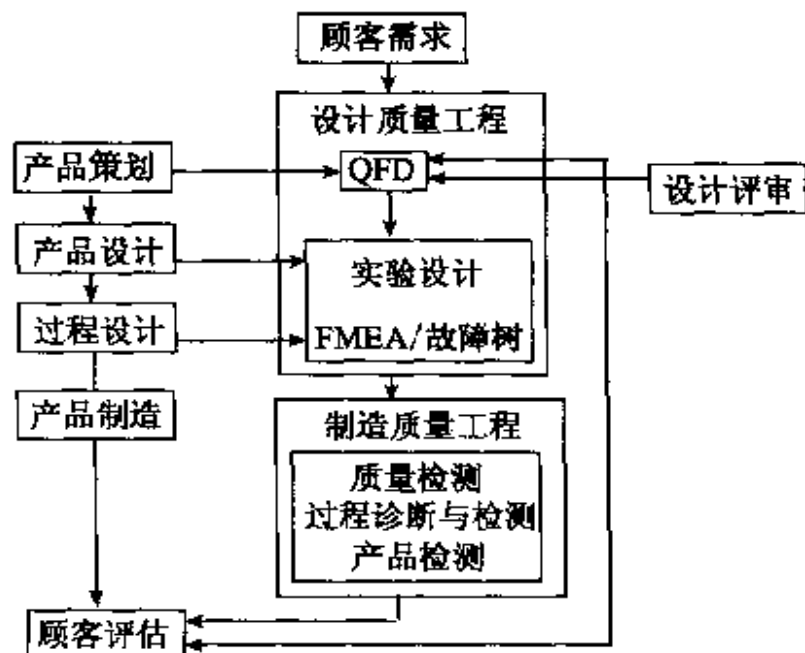
下图表明了客户满意与满足其需要间的关系。



从上图可看出，当组织不能满足客户期望的需求时将导致客户极大的不满，同样，当满足令客户十分激动或未想到的要求时，客户满意度将急剧增加。

四、QFD 在产品中的地位

下图表明了在产品设计中 QFD 所处的阶段。

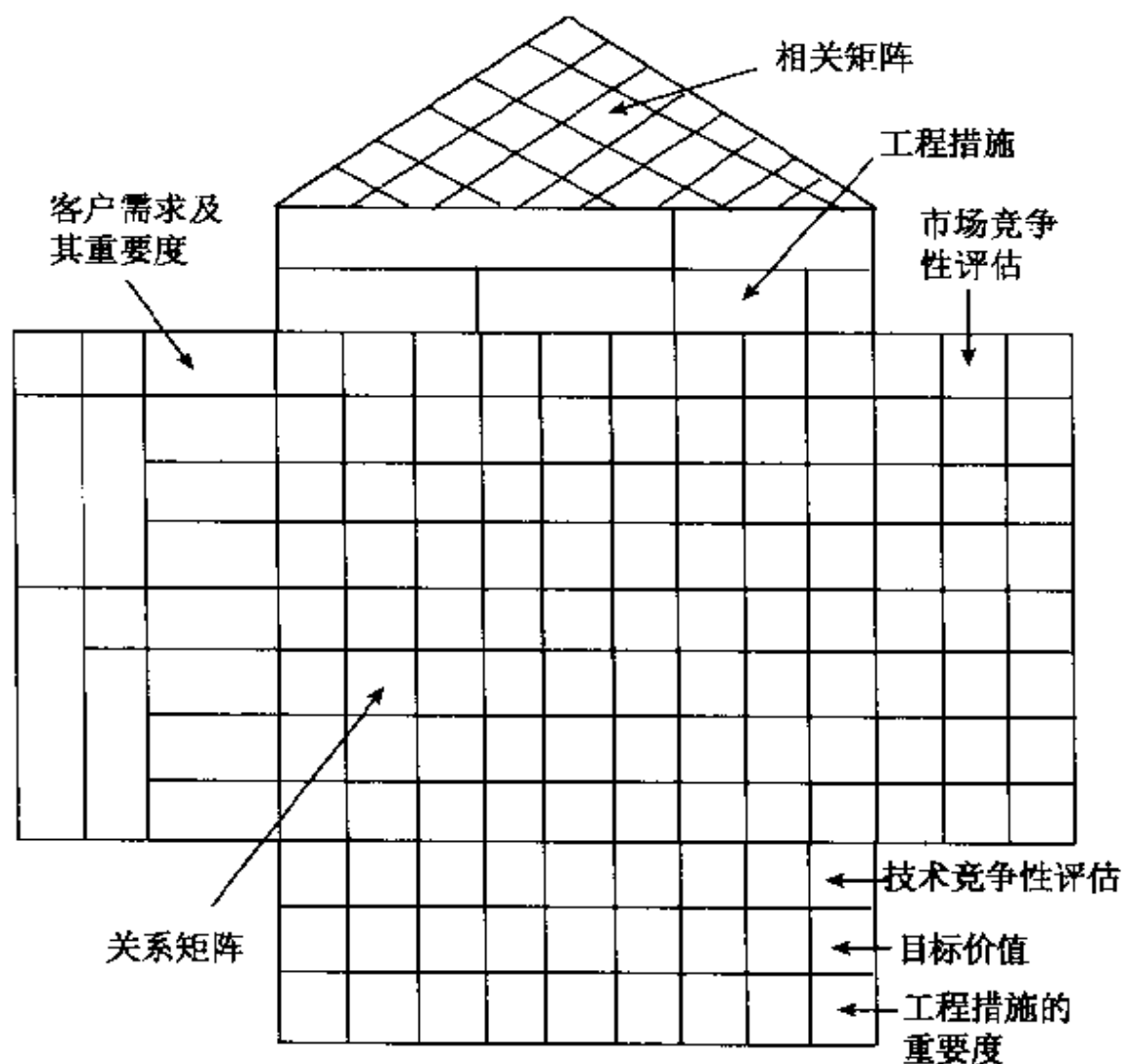


从上图可以看出，QFD 要求在产品的设计阶段即考虑制造问题，产品设计和工艺设计交叉进行，这样做的好处是：

1. 减少工程设计更改，缩短产品开发周期。
2. 通过产品早期概念设计阶段的有效规划，可大大降低产品设计成本。
3. 因 QFD 的导入，产品整个开发过程直接由客户需求驱动，所以客户对产品的满意度将大大提高。
4. 根据矩阵对每个控制因素的重要度进行描述，从而把资源最优配置。
5. 通过对同类产品的竞争性评估，有利于发现市场上同类产品的优势和劣势；为公司的产品设计和决策更好地服务。

五、质量屋的概述

质量功能展开过程是通过一系列图表和矩阵来完成的。这些矩阵和图表形象很像一系列房屋，所以称其为质量屋。如下图所示：



从上图“质量屋”模型可以看出，质量屋由以下几个部分组成：

1. 左墙——顾客需求及其重要度。

客户需求：由客户确定的产品或服务的特性

重要度：客户对其各项需求进行定量评分，以表明各项需求对其到底有多重要。

2. 天花板：工程措施。

工程措施：将客户需求转化为可执行的、可度量的技术要求或方法。

3. 房间：关系矩阵。

关系矩阵：描述客户需求与实现这一需求的工程措施间的关系程度的矩阵。

需求与措施的关系紧密程度可用数据或符号来表示。

用数据表示时分 1~5 段，依次表示关系不紧密到紧密。

用符号表示时有多种符号，如用◎、○、△分别表示关系紧密、关系一般、关系不紧密。

4. 地下室：工程措施重要度和目标价值。

工程措施的重要度：表示工程措施的重要程度。

目标价值：为具有市场竞争力，企业所需达到的工程措施的最低标准。

5. 地板：技术竞争性评估。

技术竞争性评估：企业内部的人员对此项工程措施的技术水平的先进程度所作的评价。

技术竞争性评估是对公司本身产品及其他公司产品同时作评估，这点同市场竞争性评估一样，差别在于技术竞争性评估是公司内部人员的评估，而市场竞争性评估由客户进行。

6. 屋顶：相关矩阵。

相关矩阵：表明各项工程措施间的相互关系。

7. 右墙：市场竞争性评估。

市场竞争性评估：对应客户需求进行的评价，用来判断市场竞争能力。包括对本公司和对手的产品评价。

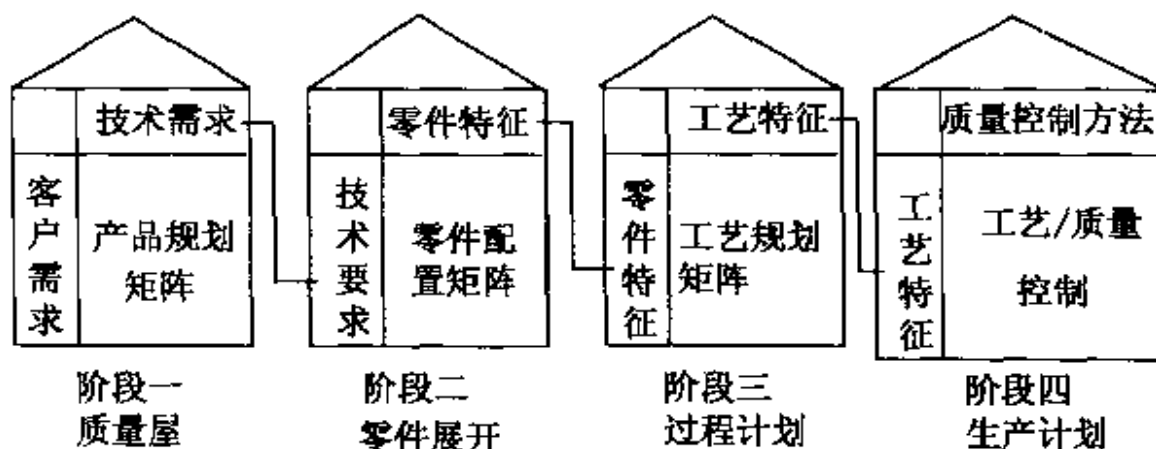
本公司产品评价：客户对本公司当前产品或服务的满意程度。

竞争对手产品评价：客户对本公司对手的产品或服务的满意程度。

改进后产品评价：公司产品改进后希望达到的客户满意程度。

六、QFD 的四个阶段

根据下道工序就是上道工序的“顾客”的原理，从产品设计到生产的各个阶段均可建立质量屋，且各阶段质量屋内容上有内在的联系，上阶段质量屋天花板的主要项目将转换为下阶段质量屋的左墙，QFD 最早在日本提出时有 27 个阶段，后来简化为四个阶段，如下图所示：



从上图可以看出，质量屋的结构要素各阶段基本相同，可根据具体情况做适当增删。且并非所有质量功能展开均须严格按照上述四个阶段，它也可以进行增删。

另需注意：四个阶段的质量屋须按并行工程原理在产品方案论证阶段同步完成，以便规划整个产品开发过程，达到事半功倍的效果。

七、QFD 举例

有家铅笔公司想设计一种新型铅笔，根据市场调查，用户对铅笔提出了以下要求：

1. 易于握住。
2. 不弄脏纸张。

3. 笔尖耐久。

4. 不易滚落。

针对用户上述要求，可将其转化为铅笔的质量要求如下：

1. 笔杆要有适当的长度。

2. 铅芯掉落的粉尘要少（可用每写一行的颗粒数来衡量）。

3. 书写行数。

4. 笔杆外形的截面形状。

将以上信息转化为质量屋如下：

工程措施 用户要求		交互影响							
		⊕ 强正相关 + 一般正相关 - 一般负相关 ⊖ 强负相关							
重要度	铅笔杆长度	书写行数	颗粒掉落数	外型截面	本公司(现在)	甲公司(现在)	乙公司	本公司目标	
易于握住	3	⊖		⊖	4	5	3	4	
不弄脏纸张	4		⊖		5	4	5	5	
笔尖耐久	5	○	⊖		4	5	3	5	
不易滚落	2	○		⊖	3	3	3	4	
技术评估	本公司	120	55	10	70%	7角	9角	8角	8角
	甲公司	120	80	12	80%	8%	40%	35%	20%
	乙公司	110	40	7	60%	8分	1.5角	1角	2角
目标值	本公司	125	100	7	80%	级别图例 ⊖ 9 ○ 3 △ 1			
技术难度L低5:高		1	4	5	1				
技术重要性		54	50	42	48				

QFD 结果分析:

1. 从技术评估栏中, 我们可看到该公司与其主要竞争对手的差别, 目标值一栏是该公司对将要开发的新铅笔品种所提出的技术规格指标。

2. 铅笔的功能要求与质量要求是相关的, 根据相关程度可分为强相关、一般相关、不相关。在质量屋图中用“◎、○、△”符号表示相关性由强至弱的过程。重要度一栏表明了用户所提出的功能要求的重要程度。用 5 分制给予评定。从评定结果可知, 笔尖持久性最为重要, 不弄脏纸属其次, 易于握住占 3 分, 不易滚落排最后。

3. 表的右上半部分, 是用户对该公司及甲、乙两家公司所生产的铅笔按对其功能的满意度所作的评价。也是用 5 分制评定, 最后一列是该公司欲在新产品上赢得客户满意程度的目标值。

4. 从技术难度上看, 减少颗粒掉落数最难, 提高书写行数在其次。控制铅笔长度和形状则较容易实现。

5. 根据功能对客户的重要程度和功能要求与质量要求的相关性, 对工程措施的技术重要性打出分数, 写在表左下栏中。

从公司所制定的目标来看, 为达到不弄脏纸面和笔尖持久性都是 5 分, 公司从改进铅芯质量着手, 成立跨功能小组去研究铅芯的配方。通过运行四个阶段的 QFD, 找到了一种新的黏合剂及其他一些改善措施, 最终达到了市场及利润率目标。

通过上例, 我们可看到 QFD 转化客户要求为公司设计、工序、产品或服务过程, 把功能、品质、成本三者有机结合起来, 同时考虑到竞争对手的状况, 这样往往能使公司在开发新产品时做到完全有的放矢, 使公司在竞争中取胜。

第二节 如何进行流程图分析

一、流程图介绍

流程图是一种通过显示构成过程的步骤、事件和操作（按时间顺序），以简单、直观的方式定义过程的工具。在 DMAIC 改进项目中，流程图用于加深对过程的理解、设立项目界限及确定需要改进的领域，一般常用于定义阶段。

利用过程流程图来说明产品（服务）形成全过程，为了说明过程所有可能的波动偏差，应把所有人力资源、文件、程序方法、设备、部品和测量仪器都包括在过程的说明中。

过程流程图应使用标准或公认的图形符号（或语言）及结构来绘制过程流程图。常用绘制流程图符号如下：

○ 表示操作

➡ 表示过渡

□ 表示测定（有时也可表示操作）

▽ 表示存储

◇ 表示决策

D 表示延迟

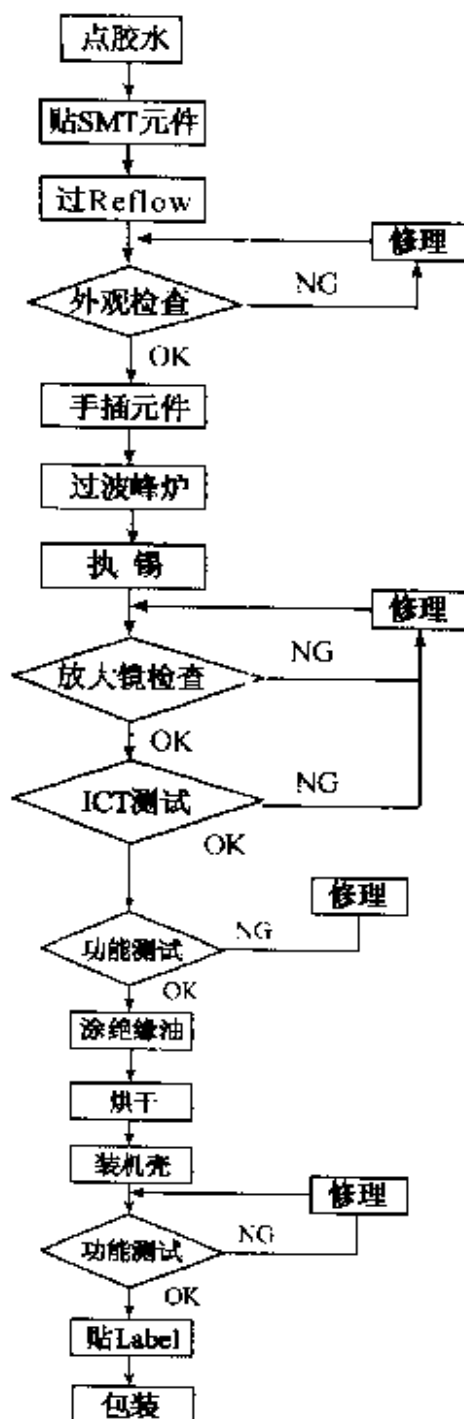
⇒ 表示运输

二、流程图步骤

1. 设立目标，选择图的类型。
2. 确认过程的界限、客户、供应商、输入和输出。
3. 收集有关过程的信息。
4. 制作流程图。
5. 确认流程图。

三、流程图实例

某 PCBA 产品生产线流程图：



四、对流程图的分析

画出过程流程图后即可对其进行分析，通过分析可以得到：

1. 连续过程的每个阶段。
2. 过程间的关系。
3. 问题点或区域。
4. 不必要的环节和复杂的程序。
5. 可以简化的地方。

流程图的分析步骤为：

1. 确认每个判定（决策）符号，确认：是否是一种检查活动，是全面检查还是部分检查，是否必要。
2. 确认每个循环，如果无故障，是否需要进行这个循环，循环的步骤及所需资源，循环的作用。
3. 分析各操作，确认是否必要，其成本及效益如何，在本次活动中如何防止出现问题。
4. 分析文件、信息方面是否必要，如何更新。

通过分析，可发现现有工作/过程流程图中存在的问题，据此对过程进行针对性改善后，再制作出反映过程真实情况的新的流程图。

第三节 如何进行结构树分析

一、结构树介绍

结构树即树图，用于将问题细分到可管理和控制的范围，以找出根本原因或确定重点的领域。

结构树创建的过程为：

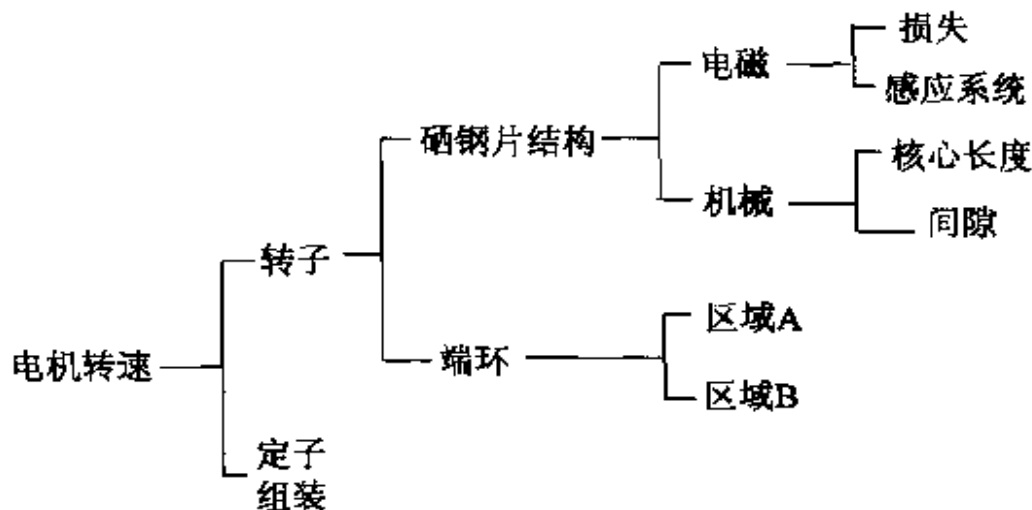
第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

1. 列出所需解决的问题。
2. 通过问“为什么”，将问题分解到原因中，并记录在树干的分支上。一般的原因类别包括：

工业中	商贸中
人力	人
机器	价格
材料	产品品质及技术含量
方法	促销手段
测量	地理分布
环境	文化及传统/习惯

3. 确定每一分支的影响大小（分为高、中、低），并选择具有最高影响的分支。
4. 通过问为什么继续分解，直到找到根本原因为止。

二、结构树应用实例

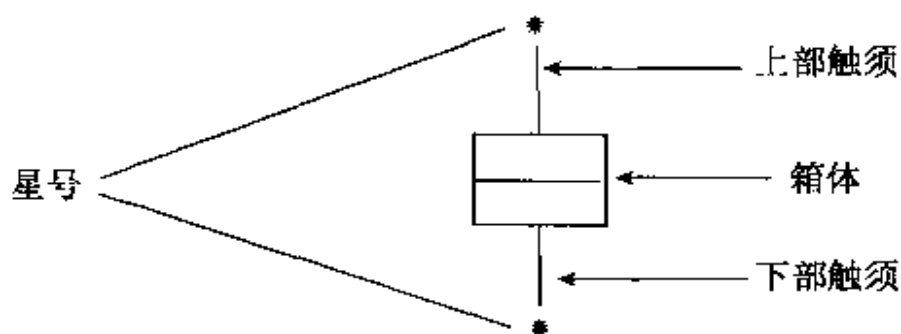


第四节 如何用箱图 (Boxplot) 进行分析

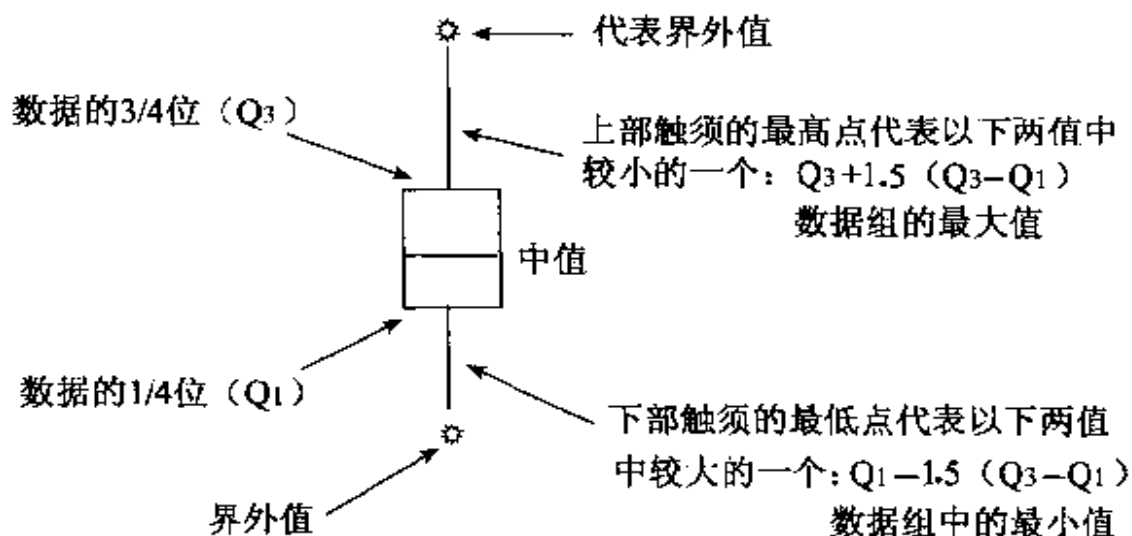
箱图是一个很有用的用于分析的绘图工具，它的作用是对比取自不同样本的数据。通过箱图分析可以很直观地看出所比较的两组数据的差异，从而为采取下一步行动提供依据。

一、箱图的结构

1. 箱图的一般结构。



从上图可以看出，箱图是由星号，上、下部触须和箱体三部分构成。各部分代表的意义如下：



2. Q 值。

Q 是 Quartile 的缩写，代表数据的 1/4，一组数据共有 4 个 Q 值。将一组数据按自大到小排序后，即可得出 4 个 Q 值。举例如下：

25.8	}	←Q ₄
24.9		
24.6		
24.3		
24.2		
23.9	}	←Q ₃
22.7		
22.6		
22.3		
22.0		
21.9	}	←Q ₂
21.7		
21.5		
20.8		
20.7		
20.6	}	←Q ₁
20.4		
20.2		
20.0		
19.8		
19.5		

Q 值的作用是：通过比较 Q 值，可看出数据的一致性程度，

对解决实际问题的意义在于，通过比较 Q 值，可看出数据所代表的过程的稳定程度。

稳定性因子 $\text{stabelizefactor} = \text{SF} = Q_1/Q_3$

过程稳定性越好，SF 越趋近于 1，即箱图越扁平且触须越短，代表过程越稳定。

3. 中值。

从箱图结构可知，方框即箱体部分代表了数据的中间部分，箱体中的直线代表中值。

中值的计算方法如下：排好序后，当数据个数为奇数时，中值即为最中间的一个数值；当数据个数为偶数时，中值为最中间两值的平均值，示例如下：

数据个数为奇数时的中值	数据个数为偶数时的个数
20.5	20.5
20.0	20.0
18.4 ← 此为中值	18.4 ← 中值 = $\frac{18.4+17.1}{2}$
17.1	17.1 = 17.75
15.6	15.6
	14.1

二、箱图分析实例

一个工程师想分析两台不同的加工设备所加工出来的工件厚度的差异，他分别从每个设备所加工的零件中测得 20 个数据，如下表：

第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

设备 1				设备 2			
.20.53	.20.52	.20.10	.20.50	.19.50	.19.47	.19.30	.19.97
.20.40	.20.39	.20.12	.20.70	.20.40	.19.88	.19.87	.19.88
.20.31	.20.40	.21.00	.20.83	.20.78	.20.12	.20.04	.20.10
.20.55	.20.37	.20.04	.20.14	.20.34	.20.07	.20.58	.20.14
.20.51	.20.38	.21.05	.20.02	.20.21	.20.03	.20.10	.20.25

用箱图分析如下:

1. 对两组数据进行排序。

设备 1	设备 2
21.05 ← —Q ₄	20.78 ← —Q ₄
21.00	20.58
20.83	20.40
20.70	20.34
20.55	20.25
20.53 ← Q ₃	20.21 ← —Q ₃
20.52	20.14
20.51	20.12
20.50	20.10
$\text{中值} = \frac{20.40 + 20.40}{2} \left\{ \begin{array}{l} 20.40 \\ 20.40 \leftarrow Q_2 \end{array} \right.$	$\text{中值} = \frac{20.10 + 20.07}{2} \left\{ \begin{array}{l} 20.10 \\ 20.07 \leftarrow Q_2 \end{array} \right.$
= 20.40	= 20.085
20.39	20.04
20.38	20.03
20.37	19.97
20.31	19.88
20.14 ← —Q ₁	19.88 ← —Q ₁
20.12	19.87
20.10	19.50
20.04	19.47
20.02	19.30

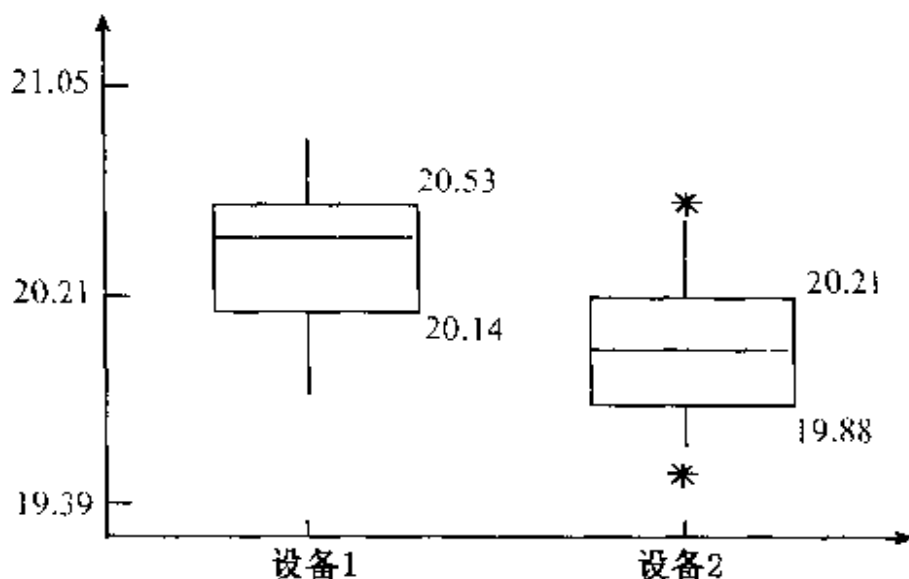
六西格玛实战

2. 在数据中标出 $Q_1 \sim Q_4$ 及中值（如上图所示）。

3. 计算触须的上、下顶端，如下表：

	设备 1	设备 2
触须上顶端	①最大值: 21.05 ② $Q_3 + 1.5(Q_3 - Q_1) = 21.115$ $\text{Min}(1, 2) = 21.05$	①最大值: 20.78 ② $Q_3 + 1.5(Q_3 - Q_1) = 20.705$ $\text{Min}(1, 2) = 20.705$
触须下顶端	①最小值: 20.02 ② $Q_1 - 1.5(Q_3 - Q_1) = 19.56$ $\text{MAX}(1, 2) = 20.02$	①最小值: 19.30 ② $Q_1 - 1.5(Q_3 - Q_1) = 19.385$ $\text{MAX}(1, 2) = 19.30$

4. 画出箱图。



5. 对箱图进行分析。

从箱图中我们可明显看出：

设备 1 加工的工件较设备 2 厚（中值偏高）

$$SF_{\text{设备1}} = Q_1 / Q_3 = 20.14 / 20.53 = 0.981$$

$$SF_{\text{设备2}} = Q_1 / Q_3 = 19.88 / 20.21 = 0.984$$

因为 $SF_{\text{设备1}} < SF_{\text{设备2}}$ ，设备 2 的稳定度更高些。

第五节 如何进行测量系统分析 (Gage R & R)

测量系统是指由测量仪器、测量软件、测量操作人员、被测量物、测量方法和测量环境所组成的一个整体。

测量系统分析是检测测量系统以便更好地了解影响测量结果的变异来源及其分布的一种方法。

6Sigma 方法是一种基于数据的决策方法，这就要求用于决策的数据必须是可靠的。基于不可靠数据的决策没有任何现实意义。

一、Gage R & R 的作用

通过 Gage R & R 分析，我们可以：

1. 确定测量误差相对于产品规范或过程误差来说是否可以接受。
2. 分析测量仪器是否具有适当的分辨率。
3. 如测量误差超过可接受范围，应优先改进哪个方面。
4. 评估新的测量仪器。
5. 对可能存在问题的测量方法进行评估。

二、重复性、再现性、准确性

1. 重复性：当一个人使用同一测量仪器多次测量同一部件时所产生的误差。

2. 再现性：当两个以上的人使用同一测量仪器测量同一部件时，测量结果平均值的误差。

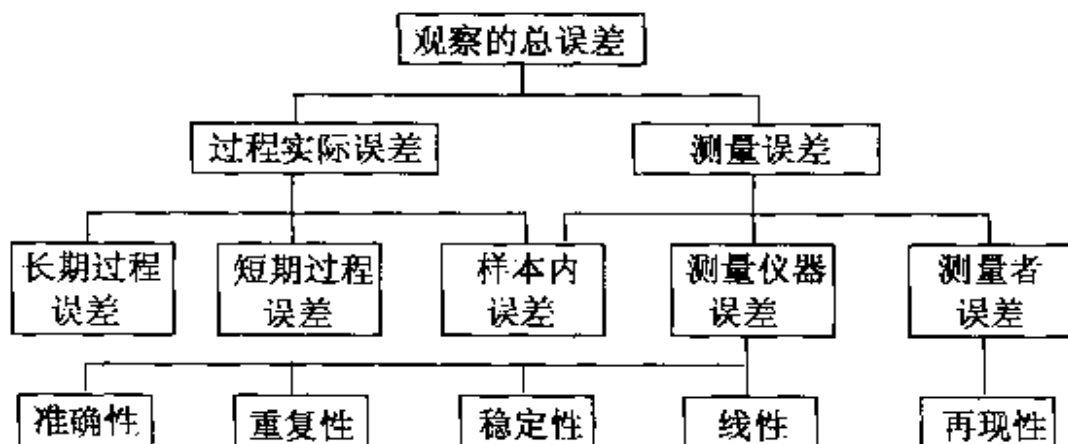
3. 准确性：观测值的平均值和真实平均值之间的差异。

三、测量系统误差来源

1. 任何观测数据的误差，都是被测部品的实际误差和测量系统误差的总和，表示为：

$$\sigma_{\text{总误差}}^2 = \sigma_{\text{部品误差}}^2 + \sigma_{\text{测量误差}}^2$$

2. 测量系统误差来源。



Gage R & R 方法可对总体测量误差、测量仪器重复性引起的误差及测量者引起的误差进行估计。

3. 测量仪器的分辨率：

测量仪器分辨率是测量仪器能够读取的最小测量单位，测量仪器的分辨率必须小于或等于规范或过程误差的 10%。

四、测量系统分析步骤及应用例

1. 确定误差来源。误差来源可以在后续测量系统分析过程中起帮助作用。一般的误差来源有 5 种：测量人员、测量仪器、被测物、测量方法和测量环境。

2. 样本选择：

样本选择是测量系统误差分析的基础。

全国Mini-MBA职业经理双证班



允许提前获取证书 全国招生 权威双证 请速充电

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

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

招生专业及其颁发证书：（公益政策：允许同时报读多个专业，加报专业只收 200 元）

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

全国《经济管理师》MBA 高等教育双证	高级经济管理师职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元
全国《六西格玛管理师》MBA 双证书班	高级六西格玛管理师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元
全国《能源管理师》MBA 高等教育双证	高级企业能源管理师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

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



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

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



【证书说明】

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



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



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

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



【教程特点】

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



【考试说明】

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



【颁证单位】

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



【主办单位】

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



【咨询电话】13684609885 0451--88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅

【学校网站】<http://www.mh.jy.net>

【咨询邮箱】xchy007@163.com



【报名须知】

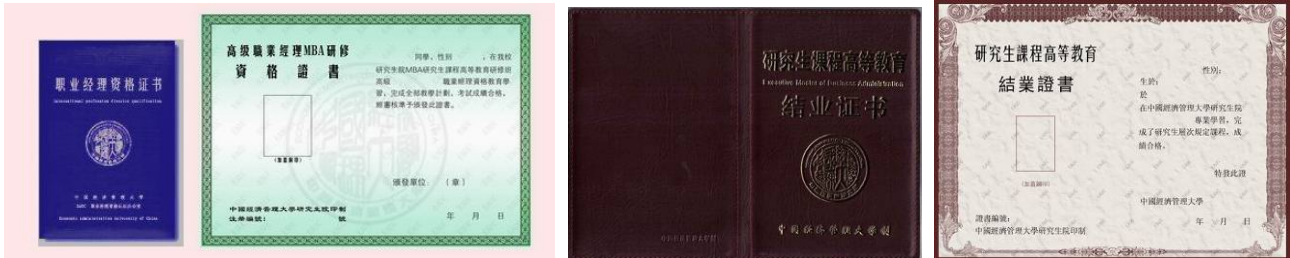
- 1、报名登记表格下载后详细填写并发送邮件至 xchy007@163.com (入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可)
- 2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



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

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

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

应从全部的观察结果中选择样本，样本误差应能代表实际过程误差。

3. 收集数据。收集数据时需保证：

- (1) 测量仪器已经过校准且在校准有效期内。
- (2) 确保测量仪器具有足够的分辨率。
- (3) 至少使用 2 个以上的操作人员。
- (4) 被测量部品数量一般为 10 个。
- (5) 每个被测品由每个操作人员测量 2~3 次。

收集数据的程序如下：

(1) 将被测部品从 1 到 10 编号，但号码不让操作者看到。

(2) 让操作者 A 以随机顺序对 10 个零件进行测量，并让另一个人将结果记录在数据表第一行对应位置，操作者 B、C 在不参考别人读数的情况下对 10 个零件进行测量，并将结果填在第 6 行和第 11 行中。

(3) 重复以上循环，将数据填在相应的行、列中。

4. 数据分析。

这里只讨论连续数据，对连续数据，有简略法、方差分析和 $\bar{x} - R$ 分析法。

(1) 简略法的特点。

优点：可对测量误差进行快速评估。

只需 5 个样本和两个操作员，可通过手工计算快速得出结果。

缺点：不能区分误差的重复性和再现性成分。

(2) 方差分析法。

优点：提供对测量误差更好的评估。

可以区分重复性和再现性误差的量值。

缺点：需要收集更多数据且计算量大。

(3) $\bar{x} - R$ 分析法。

特点：与方差分析法提供近似的分析结果，但未考虑交互因素的影响。

●简略法分析实例

两个 QC 测试 5 部机进行功能测试的 Gage R&R，其中各参数规格分别为：

$$V_{ss} = 5.0 \pm 0.5V \quad V_{disp} = 13.25 \pm 1.25V$$

$$V_{Relay} = 28.25 \pm 2.25V$$

其测试结果如下表，试分析此测量系统的 Gage R&R 是否满足使用要求？

No.	V_{ss}	V_{ss}	V_{Relay}	V_{Relay}	V_{disp}	V_{disp}
	QC ₁	QC ₂	QC ₁	QC ₂	QC ₁	QC ₂
1	5.0	5.0	28.40	28.40	13.5	13.4
2	5.0	5.0	28.40	28.40	14.8	13.4
3	5.0	5.0	28.40	28.30	13.5	13.4
4	5.0	5.0	28.20	28.30	15.6	13.4
5	5.0	5.0	28.30	28.30	13.4	13.4

数据处理如下表：

No.	V_{ss}	V_{ss}	V_{Relay}	V_{Relay}	V_{disp}	V_{disp}
Standard	5.0		28.25		13.25	
Tolerance	1.0		4.5		2.5	
σ_m	0.0		0.034		0.639	
Gage R&R	0.00		0.732		3.289	
% Gage R&R	0.0%		3.80%		131.56%	

第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

上表的计算公式：

$$\% \text{Gage R\&R} = \frac{5.15\sigma_{\text{gage}}}{\text{Tolerance}} \times 100$$

σ_{gage} = 测量误差

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

$$\bar{R} = (|x_1 - x'_1| + |x_2 - x'_2| + \cdots + |x_5 - x'_5|) / 5$$

$x_1 \cdots x_5$ 为 QC₁ 所测值, $x'_1 \cdots x'_5$ 为 QC₂ 所测值, d_2 从下表查得。

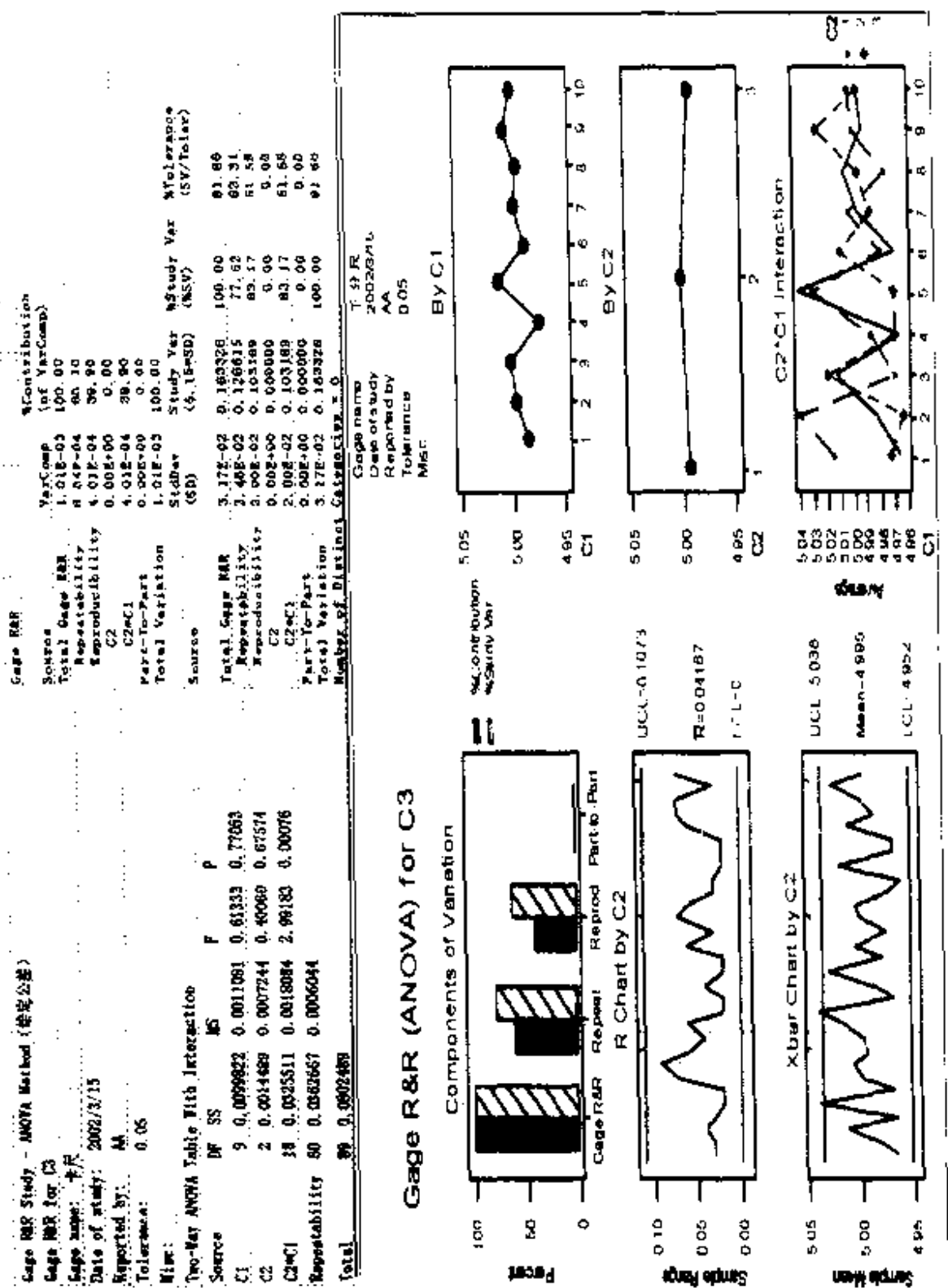
被测部件数 \ 操作人员数	2	3	4	5
1	1.41	1.91	2.24	2.48
2	1.28	1.81	2.15	2.40
3	1.23	1.77	2.12	2.38
4	1.21	1.75	2.11	2.37
5	1.19	1.74	2.10	2.36

简略法的判定为 $\text{Gage R\&R} < 20\%$, 则测量系统 OK。

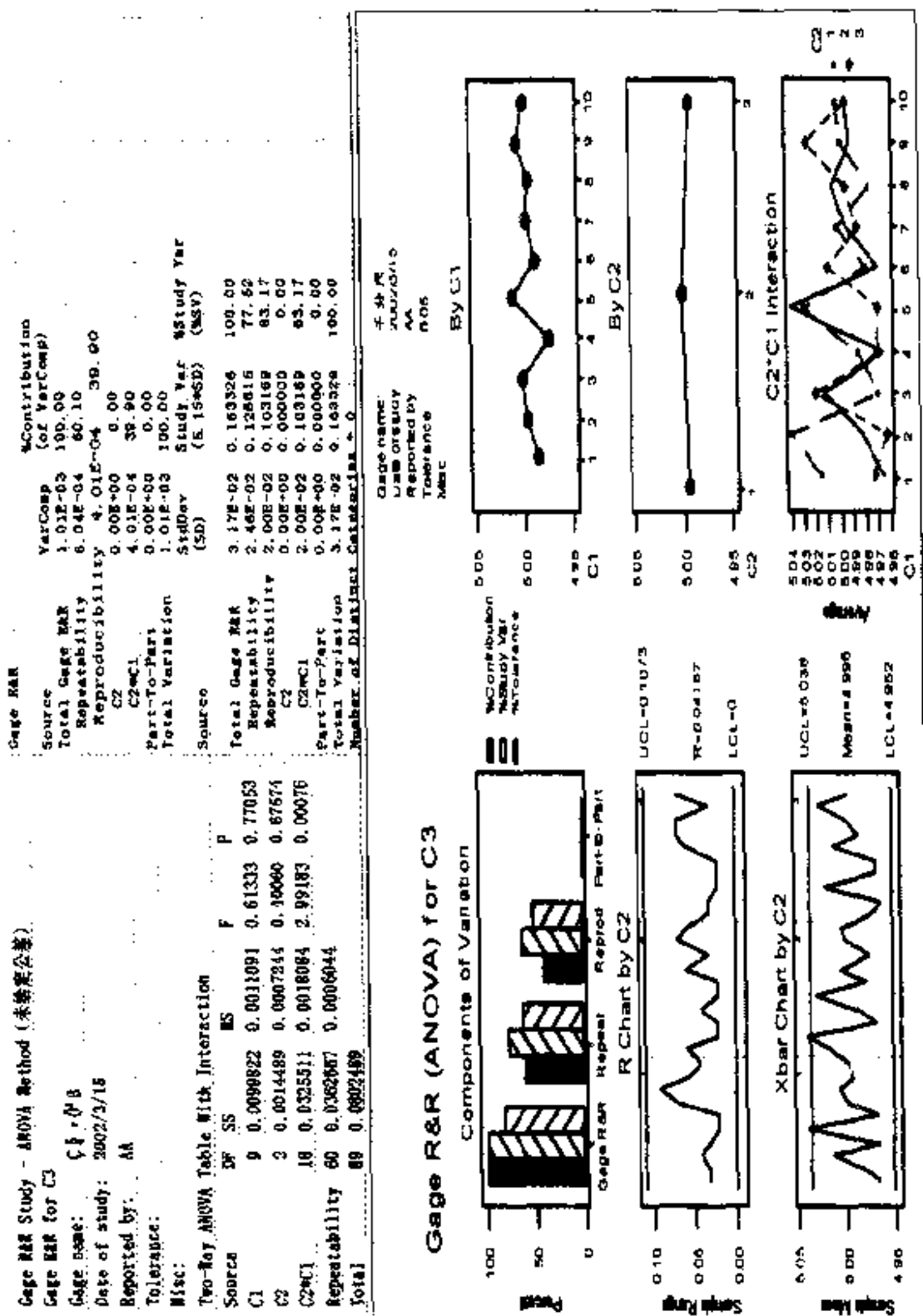
结论：依据简略法的判定原则, V_{ss} 、 V_{Relay} 项目之 $\text{Gage R\&R} < 10\%$, 无问题, 但 V_{Relay} 项之 Gage R\&R 高达 131.56%, 超过 20% 的标准, 须分析原因。

● 方差分析法实例

仍针对上例, 分给定公差和不给定公差两种。



第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具



结果分析:

(1) 本例用 ANOVA (方差分析) 法和 Xbar-R 法分别对此测量系统进行分析。

(2) 方差分析考虑了零件与测量者交互作用的影响, Xbar-R 方法未考虑这一影响。所以一般先作 ANOVA 分析, 如 PPTS* OPERATOR 栏的 P 值小于 0.05, 则 PARTS* OPERATOR 交互作用影响大, 不可忽略, 用 ANOVA 方法较精确。

(3) 本例分给定公差和未给定公差两种情况来分别处理, 一般情况, 如给定公差, 应优先考虑用公差方法, 因公差方法可更好地确定测量系统的稳定性。如测量系统的 % GAGER&R 小于 30%, 则记录的测量系统测量结果与真值误差小于 1%。

(4) Minitab 输出结果的分析:

A. 如给定公差, 则优先看 % TOLERANCE, 此值即为 % GAGER&R。

B. 如未给定公差, 则优先看 % CONTRIBUTION。

C. 可参考 % SV 的结果。

D. Minitab 输出图形的分析

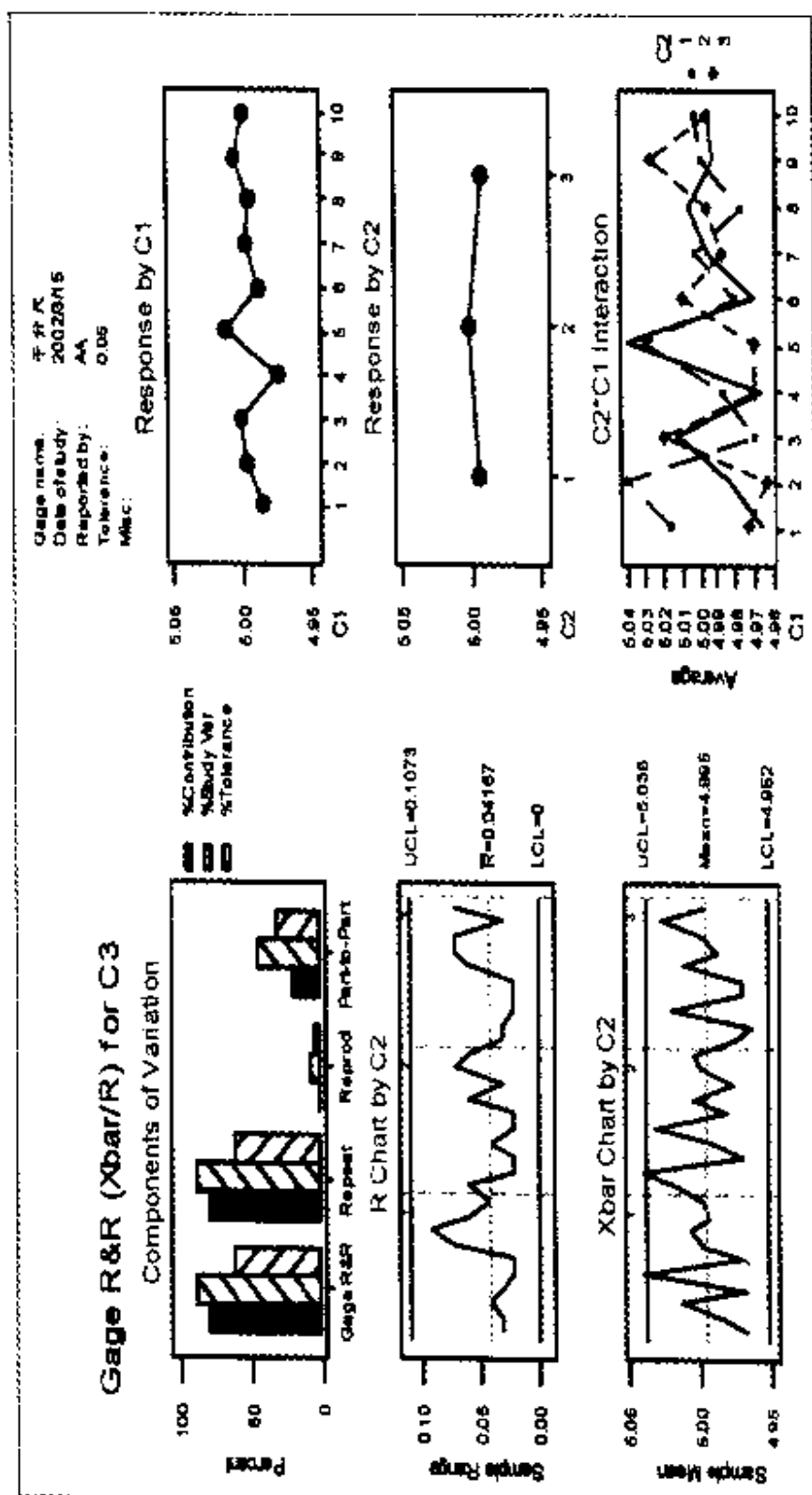
COMPONENTS OF VARIATION: 可比较测量人员、测量设备和被测零件对测量系统的影响程度。Xbar&R 图主要观察零件的影响, 如有多点超规格, 则说明变差主要来自零件, 否则主要来自测量系统。RESPONSE BY PARTS 主要观察零件的变化, 变化越大, 则零件影响越大。RESPONSE BY OPERATOR 主要观察测量人员的影响, 变化越大, 则人员影响越大。OPERATOR*PARTS INTERACTION 观察交互影响。供参考。

结论: 本例中三种方法分析结果中的 % GAGER&R 结果均大于 30%, 说明此测量系统不合格。

第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

用 Minitab 处理如下:

Gage R&R Study - XBar/R Method (标准公差)			
Gage R&R for C3			
Gage name: I-R			
Date of study: 2002/3/15			
Reported by: AA			
Tolerance: 0.05			
Mins:			
Source	Variance (of Variance)	%Contribution	
Total Gage R&R	6.09E-04	80.29	
Repeatability	6.06E-04	79.81	
Reproducibility	3.69E-06	0.49	
Part-to-Part	1.60E-04	19.71	
Total Variation	7.69E-04	100.00	
Source	StdDev (SD)	Study Var (5.16*SD)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	2.47E-02	0.127133	89.61
Repeatability	2.46E-02	0.126747	89.34
Reproducibility	1.92E-03	0.009890	6.97
Part-to-Part	1.22E-02	0.062980	44.39
Total Variation	2.75E-02	0.141878	100.00
Number of distinct categories = 1			
Gage R&R for C3			
注: C1为事件列, C2为测量人员列			



第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

●X-R 分析法实例

某公司开始评价某一测量系统，第一个要评价的量具是卡尺。质量部工程师决定用 10 个能反映过程变差的零件，并从检验人员中随机抽出三名操作者来检验，从而确定系统的变差。

用工计算方法：

测量系统分析报告 (MSA)																	
作成日期:																	
仪器名称		卡尺		被测部品名		SLIDE-BASE				部品数量		10					
仪器编号				测量特性		长度				评价人数		3					
测量地点				规格		UTL		4.9		LTL		5.1		重复测试次数			
评价人				测量次数		组										Average	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Symbol	
A		1	4.99	5.00	5.02	4.95	5.02	4.97	4.97	5.04	4.96	5.03	4.96	5.03	4.99	A1	
		2	4.97	4.97	5.02	4.97	5.04	5.00	4.98	5.03	4.97	4.98	5.03	4.97	4.98	A2	
		3	4.98	4.98	4.94	4.98	5.05	4.96	5.04	4.95	5.03	4.99	5.00	4.99	5.00	A3	
		Average	4.97	4.99	5.01	4.97	5.04	4.97	5.00	5.01	4.99	5.00	4.99	5.00	4.99	\bar{X}_a	
		Range (R)	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.07	0.09	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	Ra	
B		1	5.04	5.05	4.96	4.97	5.02	4.97	5.03	4.98	5.01	4.99	5.04	4.97	5.03	B1	
		2	5.03	5.04	4.97	4.99	5.03	4.98	5.01	4.99	4.97	4.99	5.04	4.97	5.00	B2	
		3	4.98	5.02	4.96	5.01	5.04	4.99	4.98	5.00	4.98	5.00	5.00	5.00	5.00	B3	
		Average	5.02	5.04	4.97	4.99	5.03	4.98	5.00	4.98	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	\bar{X}_b	
		Range (R)	0.06	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.04	0.07	0.06	Rb	
C		1	4.96	4.98	5.01	4.97	4.96	5.00	5.01	5.03	4.97	5.03	4.97	5.03	4.99	C1	
		2	4.97	4.96	5.02	4.98	4.97	4.96	4.96	4.98	5.01	4.98	5.01	4.98	4.98	C2	
		3	4.98	4.98	5.03	4.95	4.96	5.04	4.97	5.04	5.04	5.04	5.04	5.04	5.00	C3	
		Average	4.97	4.98	5.02	4.97	4.97	4.97	4.99	5.00	5.03	5.00	4.99	5.00	4.99	\bar{X}_c	
		Range (R)	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.06	0.07	0.07	0.03	0.07	0.04	0.07	0.04	Rc	
Part Average Xp		4.9846	4.9956	5.0015	4.9744	5.0133	4.9967	4.9956	4.9933	5.0087	4.9989	0.04	\bar{X}				
												0.01	Xbar				

测量结果分析				%公差带宽度 (TW)	
再理性—设备变异 (EV)	测量次数	K ₂		%EV=EV/TW	
EV= $\sqrt{K_2^2 \cdot K_1}$	2	4.56		%EV= 63.54%	
EV= 12.71%	3	3.05			
再理性—评价人变异 (AV)	评价人	K ₂		%AV=AV/TW	
AV= $\sqrt{(K_2^2 \cdot K_1^2) \cdot EV^2 / n}$	n=样品数	2	3.65		
AV= 0.96%	3	2.70		%AV= 4.92%	
再理性—再理性 (RAR)	零件变异(PV)			%RAR=RAR/TW	
RAR= $\sqrt{EV^2 + AV^2}$	PV= $R_R \cdot K_2$			%RAR= 63.73%	
RAR= 12.7463%	n= 6.30%				
公差带宽度 (TW)	总变异(TV)			判断:	<input type="checkbox"/> 此测量系统可以接受
TW=UTL-LTL	TV= $\sqrt{EV^2 + PV^2}$				<input checked="" type="checkbox"/> 此测量系统不可以接受
TW= 0.20	TV= 14.22%			DATE:	

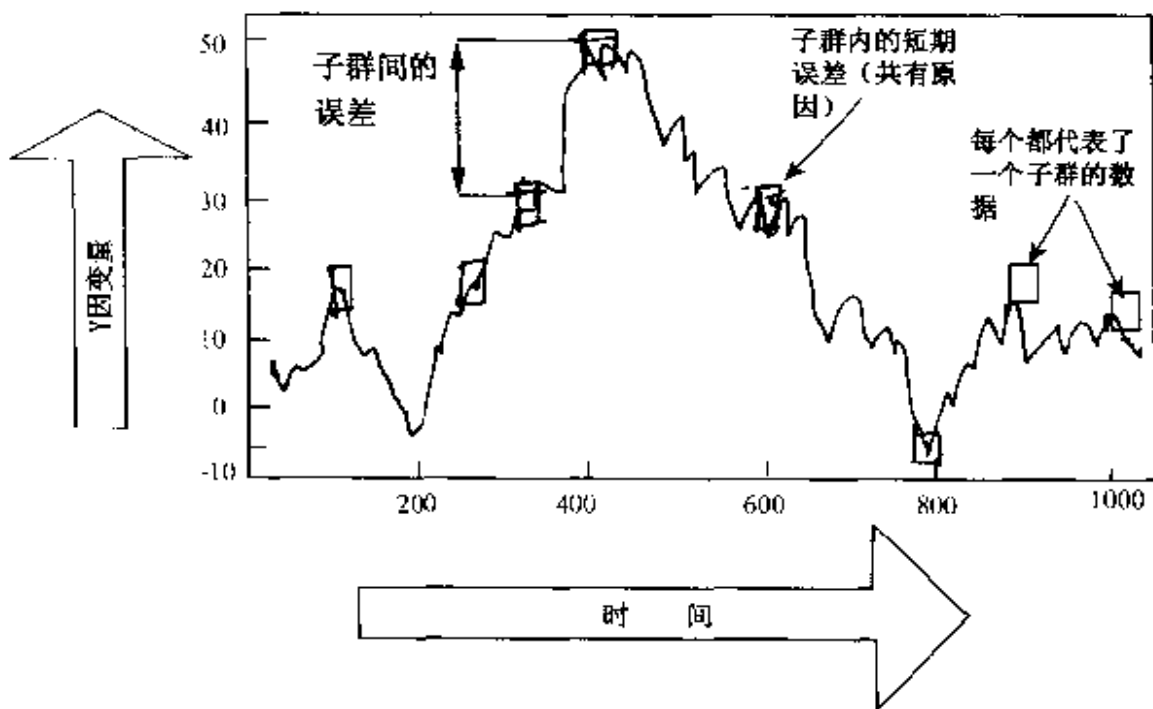
5. 判定法则:

- (1) 如果 %Gage R & R 小于 20%，可以接受。
- (2) 如果 %Gage R & R 在 20% 和 30% 之间，得视其测量特性的重要程序决定是否可接受。
- (3) 如果 %Gage R & R 大于 30%，不可接受。

第六节 如何进行合理分组

合理分组是 6 σ 系统的 DMAIC 模式中收集数据阶段的一种数据收集策略，通过合理分组可以确定和区分短期误差和长期误差，从而告诉我们目前的状况是技术实力不够（短期误差太大， Z_{ST} 太小），还是控制水平差（ Z_{shift} 太大，长期误差太大）。

一、子群间的误差和子群内的误差比较图



正确的数据收集允许我们估计短期和长期误差。

二、共有原因误差和可指出原因误差（特殊误差）

1. 共有原因误差。

共有原因误差是每个工序都存在的误差，也称为背景噪声。

这种误差不能利用现有的技术进行控制，它代表的是利用现有技术所能达到的最佳状况，可用 σ_{ST} 表示共有原因误差（短期），用 Z_{ST} 表示短期能力。

【举例】用普通车床直接加工出公差为 $\phi 50 \pm 0.001 \text{ mm}$ 的工件，就普通车床而言，不能达到这么高的加工精度，故此加工工序的短期过程能力很差，即固有能力 Z_{ST} 不够。

2. 特殊（可指出）原因误差。

特殊原因误差代表了外部因素对工序的影响，正是这种影响导致了位移和波动。它是在现有技术条件下潜在的可控制的误差。它表示的是工序随时间的实际表现（长期工序能力）。用 σ_{LT} 来代表（长期）特殊误差及共有原因，用 Z_{LT} 来代表长期能力。

【举例】操作员变更；
材料批号变更；
机器类别变更；
工具磨损。

三、合理子群的要求

收集合理子群数据可使我们能估计短期和长期误差。短期数据要求是在短时间或相似条件下采集的样本。这些样本尽可能不受特殊原因的影响。

合理子群要求包括：
子群内只存在共有原因误差；
子群之间只存在特殊原因。

达到以上要求的合理子群可使我们能够判断工序是均值还是方差问题，是技术问题（短期）还是控制问题（长期）。

四、如何进行合理分组

1. 首先确定因变量“Y”和自变量“X”，考虑到尽可能多的 X，如不同班次、不同操作员、材料、方法、设备等。
2. 制定采样计划，确保每个子群内只存在共有原因误差；每个子群采样 2~5 个，在短时间内顺序采集。
3. 观察时记录 Y 和 X，为后续的分析作准备。
4. 采集足够的数量，足够的子群数目。

五、合理分组计划实例

某公司为了了解其电子部品间的胶水粘力，须建立一个合理子群计划，可参考下表考虑。

潜在的 X	子群数据收集计划
胶水批号不同	收集样品时考虑胶水批号问题，涵盖不同批号的胶水于不同的子群中
粘胶设备不同	考虑粘胶设备的差异，在不同子群中涵盖不同设备
生产班次不同	对所有班次全部覆盖到，每班 3 组以上数据
操作员变化	连续收集 15 天以上的数据
转机种操作	在收集数据时可包含 2 次以上的转机种或设备维护，注意等生产稳定后才开始抽样

第七节 如何进行现状分析

一、什么是现状分析

现状分析是 6σ 系统在测量阶段必须进行的一个重要步骤，6σ 系统是建立在数据基础之上的一个系统。现状分析是在定义阶段确立 CTQ 并将其转化为项目 Y 后，在测量阶段需要收集 Y 的原始数据并进行测量，即进行现状分析。上节介绍了收集数据的方法即如何进行合理分组，在现状分析阶段利用已收集到的数据对 Y 进行能力评价（测量），即测量某一过程之 Y 目前的长期能力（ Z_{LT} ）和短期能力（ Z_{ST} ）处于一个什么水平，这个 Z 值就是 Sigma 水平。通过现状测量，可知道我们所关心的 Y 的现有水平如何。如能力差，是技术方面存在问题还是控制方面存在问题，在后续的分析、改善和控制阶段才能有改善的目标和依据。

二、长期能力和短期能力

1. 短期能力。

短期能力用 Z_{ST} 表示，其计算公式为：

$$Z_{ST} = \frac{SL - T}{\sigma_{ST}}$$

其中 SL：上或下规格界限（USL 或 LSL）

T：规格中心

σ_{ST} ：短期 σ 值

从计算公式可以看出： Z_{ST} 的计算基于一种假设：工序均值正好等于目标值，这是一种理想状况，依据上节合理分组的内容， σ_{ST} 表示共有原因引起的误差， Z_{ST} 反映的是工序的技术能

第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

力，短期能力一般用集中在较短时间内收集的数据来计算。

在 6 σ 系统中，6 σ 意味着工序的短期能力达到 6，即 $Z_{ST} = 6$ 。

2. 长期能力。

长期能力用 Z_{LT} 表示，其计算公式为：

$$Z_{LT} = \frac{SL - \bar{X}}{\sigma_{LT}}$$

其中 SL：上、下规格界限（USL 或 LSL）

\bar{X} ：平均值

σ_{LT} ：长期 σ 值

从计算公式可以看出， Z_{LT} 是用测量数据的平均值代替目标值 T 来计算， σ_{LT} 表示共有和特殊原因引起的误差。 Z_{LT} 反映的是工序的技术能力和控制水准。

在 6 σ 系统中，6 σ 意味着工序的长期能力达到 4.5，即 $Z_{LT} = 4.5$ 。

三、工序偏移

细心的读者可能发现：同样是 6 σ 水平， $Z_{ST} = 6.0$ 而 $Z_{LT} = 4.5$ ，为什么会有 1.5 的差别呢？这 1.5 叫做偏移，用 Z_{shift} 表示。

基于上文所述， Z_{ST} 仅代表共有原因引起的过程误差作用时的工序能力， Z_{LT} 代表了共有和特殊原因共同作用时的工序能力，而特殊原因就需要进行控制，作为 Z_{LT} 与 Z_{ST} 之间的差值。 Z_{shift} 代表了控制水平，一般而言， Z_{shift} 约为 1.5。

在进行现状分析时，可通过将计算所得的 Z_{shift} 与 1.5 相比较，如 Z_{shift} 明显大于 1.5，则说明控制水平较差；如小于 1.5，则说明此工序控制水平较好。

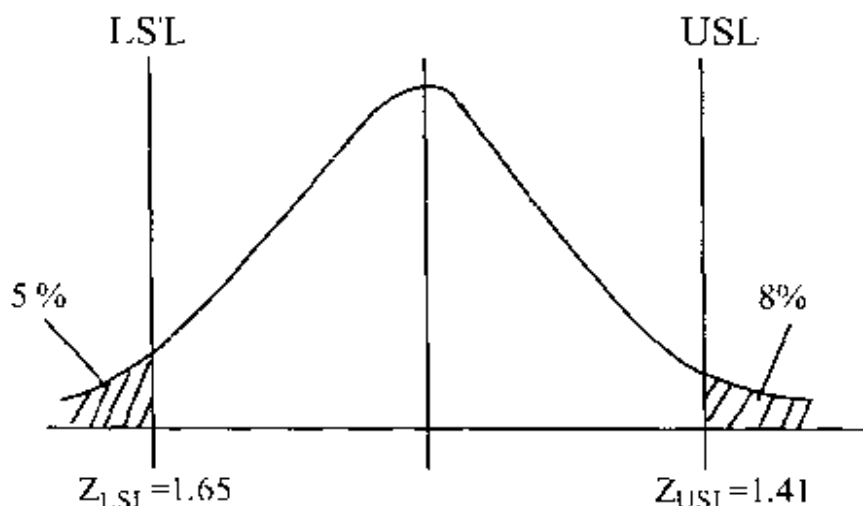
四、 Z_{Bench}

Z_{Bench} 是指与缺陷总数相对应的正态分布表中的 Z 值。因为

六西格玛实战

过程规格很多时候为双公差，对应的正态曲线为双尾。这时在正态曲线两边的规格限外，均有可能出现缺陷，故此时的 Z 值应与总的缺陷数相对应，实现问题中的 Z 值指的均是 Z_{Bench} ，下图说明了 Z_{Bench} 与 $Z_{\text{USL}}/Z_{\text{LSL}}$ 的关系：

转化后 $Z_{\text{Bench}} = 1.12$



五、现状分析实例

某工程师想了解本公司所生产的工件的重要直径参数，其规格值为 $2 \pm 0.1\text{mm}$ ，他在抽取数据时考虑了班别、机器别两个方面的差异，共测得 100 个数据，分 20 组，每组 5 个数据点。如下表：

$\begin{matrix} g \\ n \end{matrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20.051	20.020	19.990	19.982	20.053	20.004	20.008	19.988	20.204	20.001
2	20.043	20.037	20.010	19.999	20.067	20.039	20.019	19.962	20.019	19.987
3	20.049	20.010	20.019	20.003	20.089	20.041	20.010	19.990	20.013	19.992
4	20.060	20.022	20.001	20.011	20.045	20.023	20.003	19.937	20.021	20.023
5	20.033	20.039	19.987	20.004	20.028	20.038	20.027	19.950	20.020	20.031

第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

续表

$\begin{matrix} g \\ n \end{matrix}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	20.003	20.010	20.018	20.088	20.007	20.011	19.994	20.019	20.023	19.931
2	20.019	20.013	20.016	20.097	20.017	20.028	19.982	20.019	20.021	19.929
3	20.017	20.021	20.022	20.076	20.039	20.019	19.947	20.021	20.010	19.993
4	20.223	20.039	20.017	20.073	20.029	19.883	19.937	19.982	20.017	20.000
5	20.301	20.027	19.990	20.048	20.027	20.001	19.922	20.001	19.982	20.018

1. 计算 Z_{ST} 。

$$Z_{ST} = \frac{SL - T}{\sigma_{ST}}$$

$$USL = 0.1 + 20 = 20.1 \quad LSL = 20 - 0.1 = 19.9$$

$$T = 20$$

$$\sigma_{ST} = \sigma_{\text{组内}} = \sqrt{\frac{SS_W}{g(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}{20(5-1)}} = 0.021$$

$$Z_{ST} \text{中: } Z_{USL} = \frac{USL - T}{\sigma_{ST}} = \frac{0.1}{0.021} = 4.762$$

$$Z_{LSL} = \frac{T - LSL}{\sigma_{ST}} = 4.762$$

$$Z_{\text{Bench}} = 4.62$$

n = 子群内数据数

g = 子群个数

2. 计算 Z_{LT} 。

$$Z_{LT} = \frac{SL - \bar{X}}{\sigma_{LT}}$$

$$SL = 0.1 + 20 = 20.1$$

$$\bar{X} = 20.019$$

$$\sigma_{LT} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X})^2}{ng - 1}} = 0.053$$

$$Z_{LT} \text{中}, Z_{USL} = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma_{LT}} = \frac{20.1 - 20.019}{0.053} = 1.53$$

$$Z_{LSL} = \frac{\bar{X} - LSL}{\sigma_{LT}} = \frac{20.019 - 19.9}{0.053} = 2.25$$

$$Z_{Bench} = 1.44$$

$$Z_{shift} = Z_{ST} - Z_{LT} = 4.62 - 1.44 = 3.18$$

从上例可看出，此加工工序目前的短期能力 $Z_{ST} = 4.62$ 较高，说明目前技术水平尚可。

$Z_{shift} = 3.18 > 1.5$ ，说明工序控制很差。

第八节 如何进行失效模式与影响分析(FMEA)

潜在缺陷模式和影响分析是设计或制造过程中一项事前分析工作。通过 FMEA 可识别和评估在设计或工程中可能存在的缺陷模式及其影响，并确定能消除或减少潜在失效发生的改善措施从而防患于未然，尽可能降低各项缺陷成本，保证产品/服务问世即具有优异性能。

一、FMEA 的开发与发展

20 世纪 50 年代，美国格鲁曼公司开发了 FMEA，用以飞机制造业的发动机故障预防，取得较好成果。20 世纪 60 年代，美国宇航界实施阿波罗计划时，要求实施 FMEA。

1974 年，美国海军建立了第一个 FMEA 标准，20 世纪 70 年代后期，美国汽车工业开始运用 FMEA。

20 世纪 80 年代中期，美国汽车工业将 FMEA 运用于生产过程中。

90 年代，美国汽车工业将 FMEA 纳入 QS9000 标准。

二、FMEA 的特点及作用

1. FMEA 的特点。

FMEA 的特点是将失效的严重性、失效发生的可能性、失效检测的可能性三个方面进行量化,通过量化,可将影响功能及品质的可能问题提前进行预防,防患于未然。

2. FMEA 的作用。

FMEA 首先是一种统计分析工具,它可在设计、生产、交付的各阶段开始之前即进行有效控制。

FMEA 可帮助我们确认:

- (1) 哪一种缺陷可能发生。
- (2) 这种缺陷会造成什么影响。
- (3) 这种影响的严重性有多大。
- (4) 是哪种原因导致失效。
- (5) 失效发生的概率有多大。
- (6) 当前的过程控制方法。
- (7) 检测失效的能力。
- (8) 风险优先数为多少。
- (9) 有何改善方案。

3. 风险优先数 RPN。

RPN 评估	影响/行动需求
$1 < \text{RPN} < 50$	对产品危害较小
$51 < \text{RPN} < 100$	对产品有中等危害,需进一步改善
$101 < \text{RPN} < 1000$	对产品有严重危害,需深入调查分析

4. FMEA 的分类。

根据其用途和适用阶段不同，FMEA 可分为：

(1) 设计阶段 FMEA (DFMEA—Design FMEA)。

如新产品设计、新工序设计，可以预先进行 FMEA，尽可能周全地考虑产品规格、工序操作水平、工序能力等因素，使设计符合规定要求。

(2) 过程 FMEA (PFMEA—Process FMEA)。

针对工序间可能或已知的主要坏品，可运用 PFMEA 作量化分析，在影响坏品产生的诸因素中，哪一个系统原因影响最大？是否主要原因，其他如 C_{pk} 低、生产过程异常等均可通过采用 PFMEA 直观地找出主要原因，进行改善以达到应用的效果。

(3) 设备维护的 FMEA (EFMEA—Equipment FMEA)。

如新设备投入运行前，我们可以预先进行 EFMEA 分析，考虑由于设备可能造成的产品品质问题及可靠性问题等原因，采取预防措施消除不良因素。

三、FMEA 实施步骤

1. 绘制流程图及风险性评估。
2. 确定各过程的分析水准。
3. 明确各过程要求的品质、公差等。
4. 作成加工过程方块图。
5. 针对每一加工工序，列举发生的不良模式。
6. 整理造成不良原因之不良模式，选定作为检讨对象的不良模式。
7. 用柏拉图分析不良发生的可能原因。
8. 将不良模式及原因记入 FMEA 表格。
9. 以影响程度、发生频度、可侦测性、对设备的熟悉程度为判据，对缺陷模式进行等级评价，分 I、II、III、IV 等。

10. 估计不良严重性、发生概率及当前的可侦测性，计算 RPN。
11. 明确如何改善严重性、发生概率及测试性。
12. 实施改善方案。
13. 收集数据，实施改善并确认效果。
14. 修定 FMEA 文件，根据改善效果重排 RPN。
15. 如果必要从第 11 步开始新的改善循环。

四、FMEA 实施时机

1. 当设计新系统、产品或工序时。
2. 当现有设计或工序发生变化时。
3. 当现有设计、工序将被用于新的场所时。
4. 完成一次纠正行动后。
5. 对设计 FMEA，当系统功能被确定，但特定设备选择前。
6. 对工序 FMEA，当产品图纸及作业指导完成时。

五、影响程度评估及风险优先数计算

严重性 S：对应于某潜在缺陷影响的严重程度

发生概率 O：对应于原因与缺陷模式比例的评估

可侦测性 D：在客户处发生缺陷的可能等级，即在本公司可发现此缺陷的可能性

RPN 表示风险优先数

$$RPN = S \cdot O \cdot D$$

六、FMEA 的计分标准如下表

六西格玛实战

分值	S	O	D
1	对客户或工序无影响	极少 1 in 1500000	可靠的测试
2	客户可能忽略的缺陷	小概率 1 in 150000	比较可靠的测试
3	对性能有微小影响	缺陷较少 1 in 15000	良好的测试
4	对性能有较小影响	微量缺陷 1 in 2000	测试可控制
5	对性能有影响	偶然性缺陷 1 in 500	不完全的测试控制
6	工序/产品性能会降低但安全	一般 1 in 100	较低水平的控制
7	工序/产品性能会降低	较多 1 in 50	低水平的控制
8	很严重以致无法修复或使用	大量 1 in 10	难于控制
9	非常严重（带有提示的影响）	非常多 1 in 5	很难控制
10	安全性或可靠性故障（无提示）	几乎全部 > 1 in 2	几乎无法控制

典型缺陷原因、缺陷模式和影响如下表所示：

典型缺陷原因	典型缺陷模式	典型缺陷影响
材料选定不正确	断裂	噪声
设计寿命评估不当	变形	不稳定的操作
润滑不足	松	外观不良
维护指引不足	泄漏	不稳定
环境太差	粘贴	断续操作
算法不正确	短路	无法动作
	破裂	操作能力削弱

设计缺陷模式和影响分析表（见第 87 页）。

过程缺陷模式和影响分析表（见第 88 页）。

• 88 •

表格作成: 0x1, 2.5, 2001
表格修改:
版本号: 1.0

七、过程 FMEA 应用实例

现以波峰焊接过程各因素对首次通过率的影响为例进行 PFMEA。

1. 确定工序流程及风险性评估。

流程	风险评估
炉前检查	低风险
↓ 浸松香助剂	中等风险
↓ 预热	中等风险
↓ * 浸锡	高风险
↓ 炉后检查	低风险

对风险高的工序作 * 标记，表示将对此工序进行 PFMEA。

从步骤 1 来看，须对浸锡工序进行 PFMEA。

2. 确定分析水准。

本例以波峰焊焊机为分析水准。

3. 焊接过程内容。

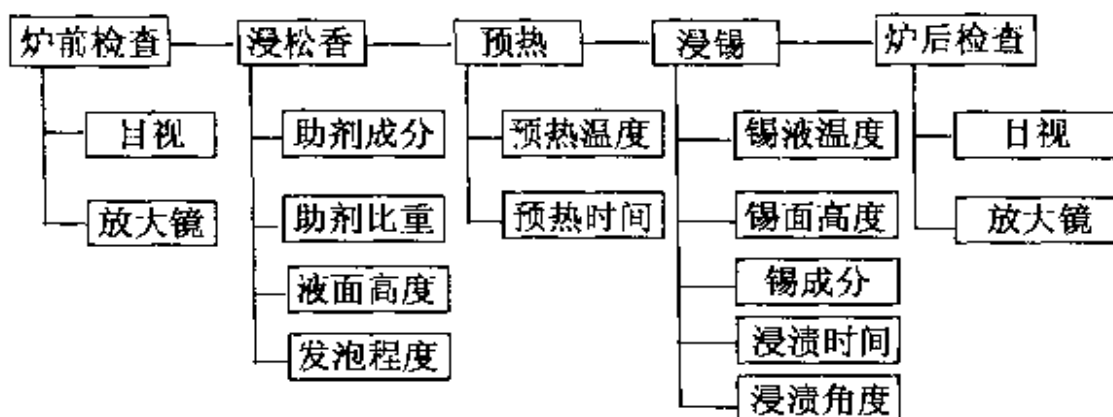
(1) 材料：印刷线路板及电子元件装配检查。项目如下：表面氧化程度、弯脚角度及方向、异物、损伤。

(2) 浸松香助焊剂：对助焊剂比重、液面高度、发泡程度、浸锡时间进行检讨。

(3) 预热：对预热温度、时间进行检讨。

(4) 浸锡：锡液温度、锡面高度、锡的成分、浸渍角度、时间对焊接有影响。

4. 焊接过程方块图。



5. 各过程不良模式如下表：

过程	不良模式
炉前检查	PCB铜箔氧化/元件脚氧化/PCB脏/变形/元件弯脚方向不良/元件弯脚角度不良/掉件/PCB表面损伤
浸松香助剂	松香比重过高/松香比重过低/松香活性成分不足/松香液面过高/液面过低/带速过快/带速过慢
预热	预热温度过高/预热温度过低/预热时间过长/过短
浸锡	锡液温度过高/过低/锡面过高/过低/浸渍进入角过大/过小/锡成分不良/浸渍时间过长/过短

6. 各过程重要不良模式及推进原因如下表：

过程	不良模式	推定原因
炉前检查	1. 元件脚氧化 2. PCB划伤	保存不当、元件来料不良 作业方法不当、PCB来料不良
浸松香助剂	1. 松香比重过低	未及时添加新助剂、未及时清理旧助剂、测定方法错误
	2. 松香发泡不良	发泡孔堵塞、发泡电机停止工作、松香变质

续表

过程名	不良模式	推定原因
预热	1. 预热温度过高	控制器故障、测定方法错误
	2. 预热时间过长	带速过低、传送带打滑
浸锡	1. 锡面过低	未及时加锡、电机转速变化
	2. 浸锡时间过短	带速过度
	3. 浸锡进入角过小	传送带角度变化、板弯
	4. 锡液温度过高	控制器故障、测定方法错误

7. 制作 FMEA 表 (见第 92 页)。

8. 不良模式的等级分类, 经综合考虑不良影响、不良发生频度及发现的难易程度, 将浸锡时间断定为缺陷类别 I 级, 其他为 II 级。

9. 波峰焊过程 FMEA 结果的评价。

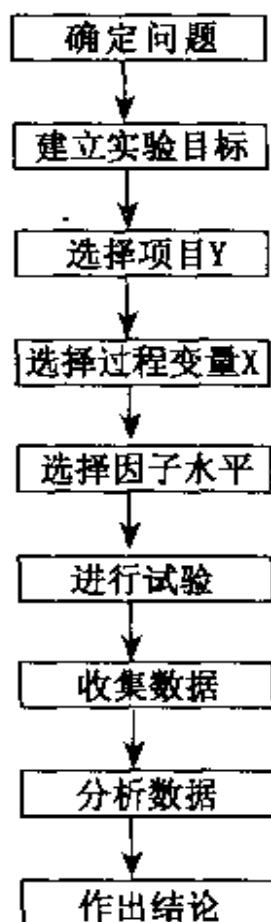
经使用所推荐方法进行过程改善, 使 I 类不良不再发生, 使 II 类不良的可侦测度增大, 对策效果较好。

过程缺陷模式和影响分析

项目	波峰焊过程 FMEA						过程责任者	工程/品质部	FMEA 编号	100	修订日期			主印		
核心团队	宋松	品质部	王林	品质工程部	朱恒	负责工程	朱恒	FMEA 初始日期	2002/3/10	确认	张军	承认	主印			
	王文龙	生产部	蔡方利	维修部	关键日期	2002/5/3	推荐行动	责任人/目标完成日	2002/4/5	增加感应器, 有高低锡面报警功能	10	2	1	20		
项目/功能	潜在缺陷模式	潜在缺陷影响	严重度	类别	潜在缺陷原因	发生概率	现行工 序控制	可 侦 测 度	RPN	推荐行动	责任人/目标完成日	采取的行动	S	O	D	RPN
波峰炉焊接(浸锡)	1. 锡面太低	未焊接	10	II	电机转速变化	2	每小时滴一次	4	80	锡缸内加装液面高度感应器	工程部 2002/4/5	增加感应器, 有高低锡面报警功能	10	2	1	20
	2. 浸锡时间过短	假焊 短路 平焊	8	I	带速过高	4	无控制	8	160	增加转速表 控电机转速	工程部 2002/4/1	已加转速表 监控电机转速	10	2	2	40
	3. 浸锡角度过小	短路 增加	8	II	传送带角度变化	1	每 2 小时测一次	7	224	增加带速控制装置, 用 SPC 控制	工程 部 2002/4/20	已加带速控制器, SPC 显示过程受控, Cpk 1.50	8	1	4	32
	4. 锡液温度过高	烧坏元件 或印刷 线路板	10	II	板弯	4	每 2 小时测一次 锡温	3	90	无	工程 部 2002/4/10	因此缺陷发生概率低, 且测试难度大, 暂不作处理				
											生产部 2002/3/25	炉前 QC 逐个检查	8	4	1	32

第九节 如何进行实验设计 (DOE)

实验设计 (DOE) 是对过程或产品进行改善或优化, 找到最佳关键因子的方法。实验设计的基本策略如下图所示:



一、筛选 DOE

所谓筛选 DOE, 是对多因子进行筛选, 找到重要的少数因子 X's 进行实验设计的方法。筛选 DOE 试验步骤如下:

1. 选择项目 Y。
2. 选择实验因子。

3. 确定因子水平——只允许有两水平（+，-）。
4. 根据因子数目选择实验表格。
5. 对每一次试验，根据实验表格按一个水平进行，根据重复运行的结果计算出平均值（Y）。
6. 应用 minitab 或其他统计软件计算分析。
7. 作出实验因子的影响及关系图。
8. 进行方差分析，确定实验因子的显著性作用。
9. 对方差分析结果进行评价，以确定实验因子对试验的影响程度。

二、全因子和分部 DOE

全因子 DOE 是对每一因子和每一水平都要进行 DOE，而分部 DOE 只有部分因子进行 DOE，它相对来说可降低实验成本和减少实验时间。它们的实验步骤是：

1. 确定问题。
2. 选择实验目标。
3. 选择因变量和自变量的关系 $Y = f(x_1 \cdots x_n)$ 。
4. 选择因子水平。
5. 选择实验表格。
6. 收集数据。
7. 分析数据及实验结果。
8. 分析实验误差对实验结果的影响。
9. 作出结论。

三、DOE 实验实例

为改善某项目 Y 的合格率，我们选择 A、B、C、D 四个因子进行了全因子 DOE 实验，其实验结果如下：

第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

运行	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	44	59	39	73	94	126	158	168	36	65
运行	11	12	13	14	15	16				
Y	55	73	94	122	148	182				

试分析各因子的作用及其影响。

1. 计算出对比度、方差的影响。

将实验结果代入实验表格，四因子二水平 DOE

运行	组合	A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD
1	(1)	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1
2	a	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
3	b	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1
4	ab	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1
5	c	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1
6	ac	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1
7	bc	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1
8	abc	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
9	d	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1
10	ad	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1
11	bd	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
12	abd	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1
13	cd	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1
14	acd	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
15	bcd	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1

六西格玛实战

运行	组合	A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD
16	abcd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
对比度	300	256	648	14	-8	8	18	184	26	-14	-24	-2	22	-10	58	→
平方和	2500	4096	26244	12	4	4	2.0	2116	42	12	36	0	30	6	210	→
△影响	25.00	32.00	81.00	1.75	-1.00	1.00	2.25	23.00	3.25	-1.75	-3.00	-0.25	2.75	-1.25	7.25	→

2. 标准误差及影响分析。

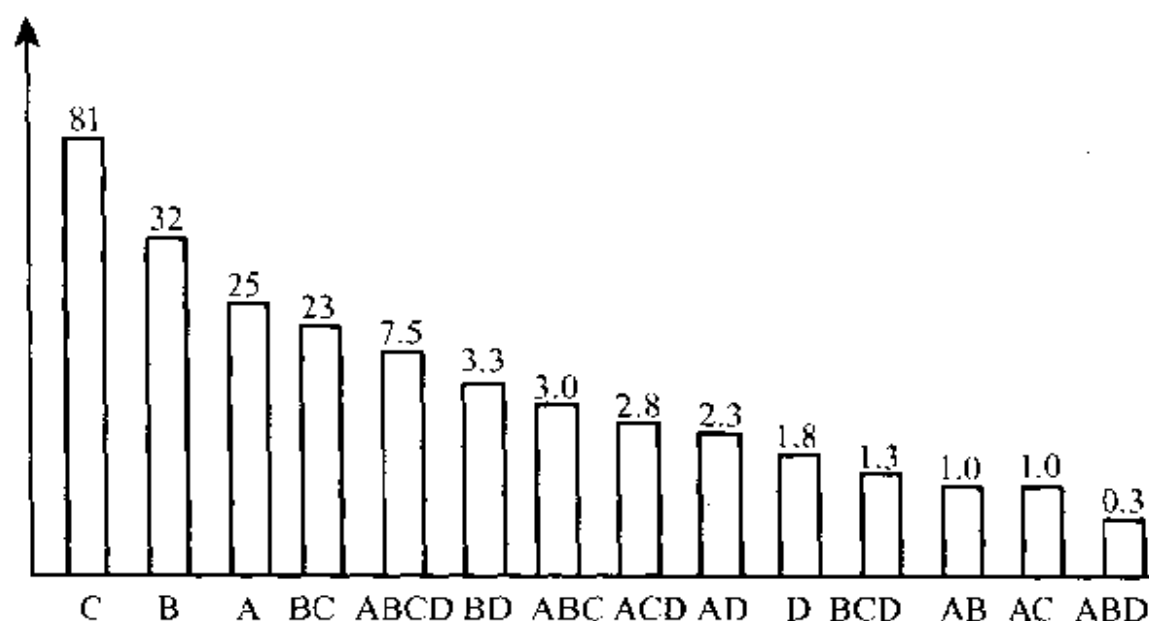
$$\text{标准误差影响} = \sqrt{\frac{\Delta_{11}^2 + \Delta_{12}^2 + \Delta_{13}^2 + \Delta_{14}^2}{C}} = 2.13229 \quad (\alpha = 0.05)$$

C 是计算误差的倒数

影响一个因子置信区间 = 影响 $\pm t_{\frac{\alpha}{2}}$ (影响的标准误差)

$$\begin{aligned} \text{对 A 因子影响的置信区间} &= 25 \pm 2.78 \times 2.13 \\ &= 25 \pm 5.93 \end{aligned}$$

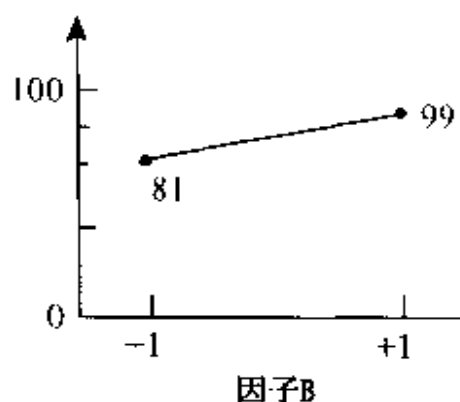
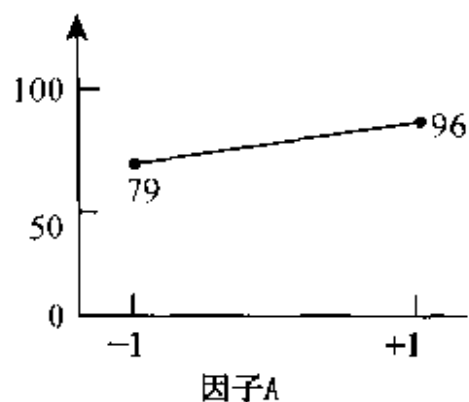
3. 各影响分析出其分布图如下。

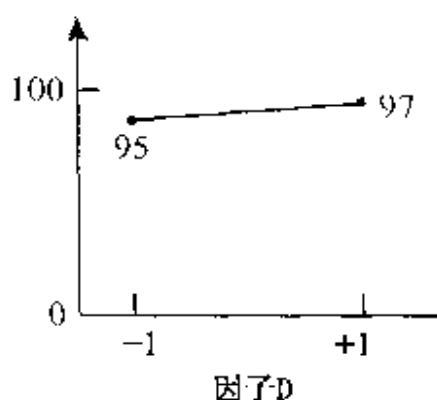
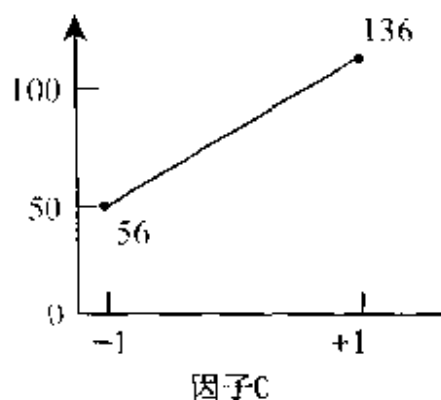


第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

4. 方差分布及主要因子影响分布。

方差来源	自由度	平方和	均方和
A	1	2500	2500
B	1	4096	4096
C	1	26244	26244
D	1	12.25	12.25
AB	1	4	4
AC	1	4	4
AD	1	20.25	20.25
BC	1	2116	2116
BD	1	42.25	42.25
CD	1	12.25	12.25
ABC	1	36	36
ABD	1	0.25	0.25
ACD	1	30.25	30.25
BCD	1	6.25	6.25
ABCD	1	210.25	210.25
残差	0	0	0





第十节 如何进行统计过程控制 (SPC)

统计过程控制又叫 SPC，全称为 Statistical Process Control，是应用统计技术分析过程中的品质特性，从而达到控制过程变异的目的。SPC 的最终目标在于“预防问题的发生”及减少浪费。

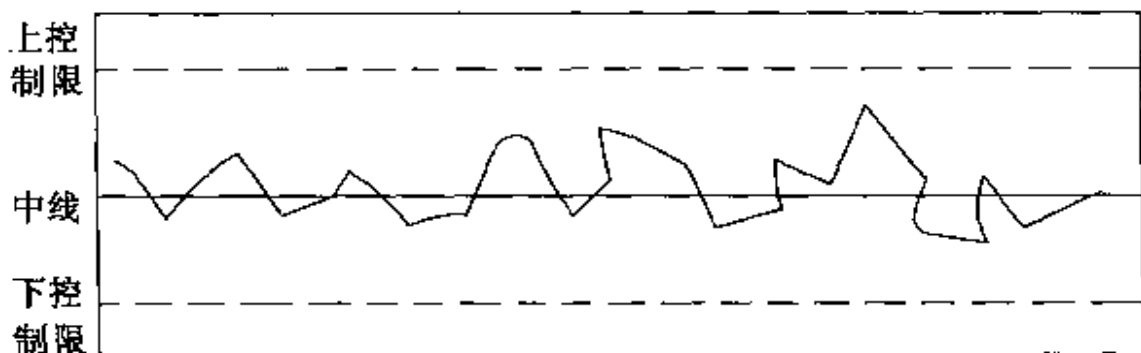
一、SPC 的起源与发展

1. 1924 年修哈特博士在贝尔实验室发明了品质控制图。
2. 1939 年修哈特与戴明合写了《品质观点的统计方法》。
3. 二战后英美两国将品质控制图方法引入制造业，并应用于生产过程。
4. 1956 年，戴明到日本演讲，介绍了 SQC 的技术与观念。
5. SQC 是在发生问题后才去解决，是一种纠正措施，浪费较大，所以发展出了 SPC。
6. 美国汽车制造商福特、通用等公司亦对 SPC 很重视，SPC 得以广泛应用。
7. ISO9000 体系亦注重过程控制和统计技术的应用，有专门要素要求。

二、SPC 控制图的基本原理

1. SPC 控制图按 3Sigma 原理来设置控制界限。

SPC 的控制界限设在 $\bar{X} \pm 3\sigma$ 的位置上。在过程正常的情况下，大约有 99.73% 的数据会落在上、下控制限之内。所以观察控制图的数据位置，就能了解过程情况有无改变。



2. 使用控制图的基本步骤。

(1) 收集数据。

收集被研究的产品或过程特性的数据，并将其转换成可画到控制图上的形式，这些数据可能是一个零件尺寸的实测值、一匹布上的缺陷数、记账的错误数目等。

(2) 控制。

利用数据计算试验控制限，将其画在图上作为分析指南，控制限不是规范值或目标值，而是对基于过程的自然变化的把握。画好后比较数据与控制限来确定变差是否稳定，是否仅由普通原因引起。如明显存在变差的特殊原因，应对过程进行研究，从而进一步确定影响它的是什么原因，在采取措施后，再进一步收集数据，如有必要可重新计算控制限，若还出现特殊原因，则继续

采取措施。

(3) 分析及改进。

当所有特殊原因被消除后，过程在统计控制状态下运行，可继续使用控制图作为监控工具，也可计算过程能力。如由于普通原因造成的误差过大，则过程不能生产出始终如一的符合顾客要求的产品。必须调查过程本身，而且须采取管理措施来改进系统。

通过不断重复以上三阶段从而不断改进过程。

三、控制图的作用

合理使用控制图，有助于过程在质量上和成本上持续保持良好水平以使过程达到：

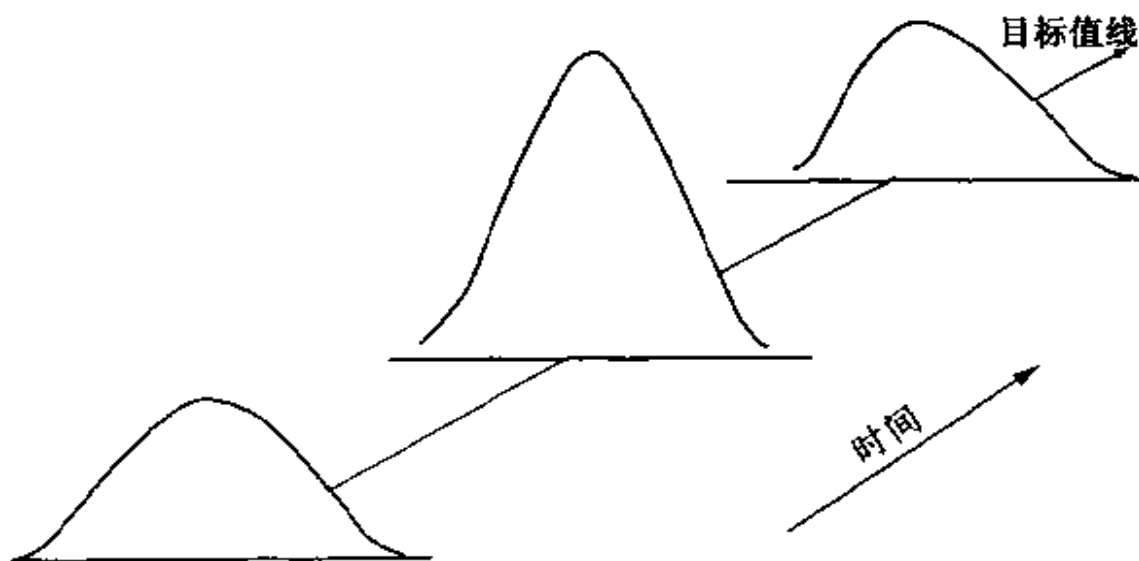
- 更高的质量
- 更低的单件成本
- 更高的有效能力

成功区分引起变异的特殊原因和普通原因，为采取纠正预防行动提供指南。

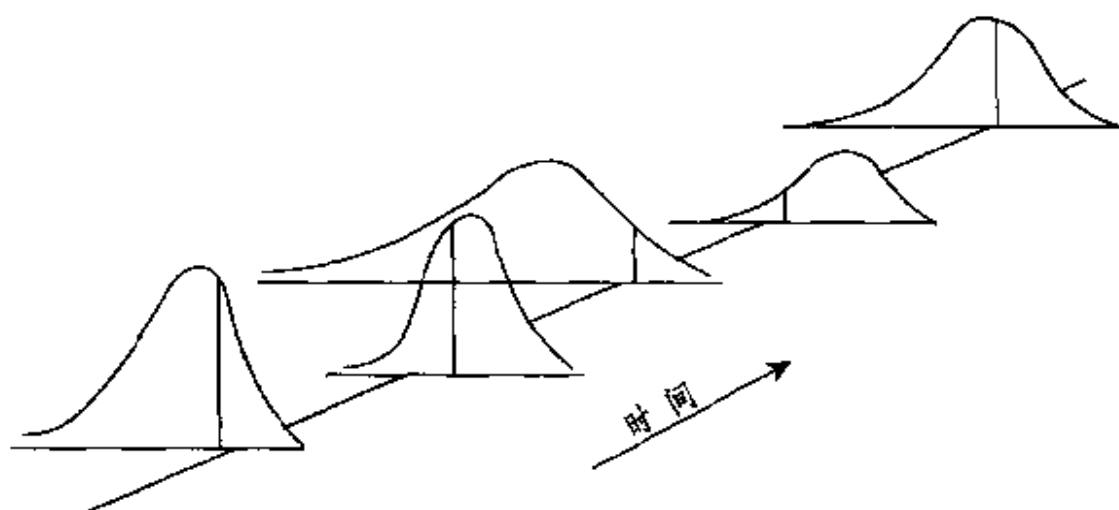
四、变异的普通原因和特殊原因

1. 普通原因和特殊原因：请参见合理分组一节关于普通原因和特殊原因的解释。

如果仅存在变异的普通原因，随着时间的推移，过程输出将形成一个稳定的分布并可预测，如下图所示。



如果仅存在变异的特殊原因,随着时间推移,过程输出如下:



2. 局部措施和系统措施。

局部措施:通常用来消除变异的特殊原因,通常由与过程直接相关的人员实施,大约可纠正 15% 的过程问题。

系统措施:通常可消除变异的普通原因,通过系统措施,大约可纠正约 85% 的过程问题。

3. 四类过程。

通常来讲,任何过程都可归入以下四类过程中的某一类:

- (1) 处于统计控制状态且有能力满足要求。
- (2) 处于受控状态但普通原因引起的偏差过大。
- (3) 不是受控状态，但能力满足要求。
- (4) 不处于受控状态又不可接受。

以上四类过程可表示如下：

	满足要求	不满足要求
过程受控	1	2
过程不受控	3	4

以上四类过程中，最理想的是 1 类过程。

对 2 类过程须通过采取系统措施来降低普通原因引起的变异。

对 3 类过程须识别引起变异的特殊原因并消除它。

对 4 类过程既存在较大的普通原因，又存在明显的特殊原因，须减少变差的特殊原因和普通原因。

五、SPC 的分类

1. 根据数据特点，可将其分为计量值数据和计数值数据，SPC 控制图亦可分为计量值控制图和计数值控制图。

常用计量值控制图有：

\bar{X} —R：平均值与全距控制图

\bar{X} —S：平均值与标准差控制图

\bar{X} — R_m ：个别值与移动全距控制图

\tilde{X} —R：中位数与全距控制图

常用计数值控制图有：

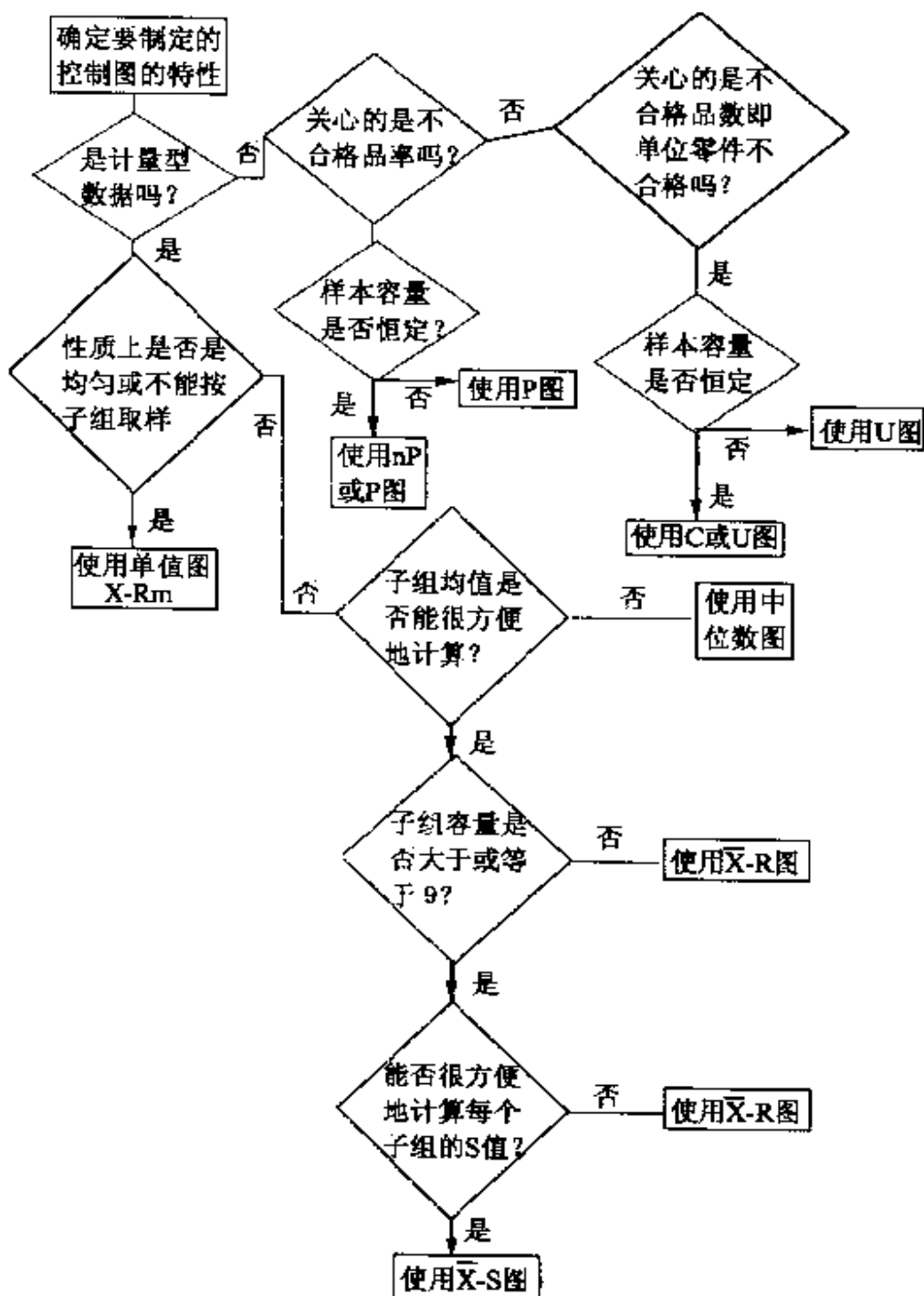
P—chart 不良率控制图

P_n —chart 不良数控制图

C-chart 缺点数控制图

U-chart 单位缺点数控制图

2. 控制图选用程序。



六、计量型数据控制图

计量型数据控制图

- 当从一个过程中可得到的测量数时，使用计量型数据的控制图是一种有力的工具
- 1. 大多过程和其输出具有可测量的特性，所以其潜在应用很广
- 2. 量化的值（例如：“直径为 10.5mm”）比简单的是一否陈述（例如：“直径符合规范”）包含的信息更多
- 3. 虽然获得一个测得的数据比获得一个通过或不通过的数据成本高，但为了获得更多的有关过程的信息而需要检查的件数却较少，因此，在某些情况下测量的费用更低
- 4. 由于在作出可靠的决定之前，只需检查少量产品，因此可以缩短零件生产和采取纠正措施之间的时间间隔
- 5. 用计量型数据，可以分析一个过程的性能，可以量化所作的改进，即使每个单值都在规范界限之内。这一点对于寻求持续改进来说是很重要的
- 计量型控制图可以通过分布宽度（零件间的变异性）和其位置（过程的平均值）来解释数据

使用控制图的准备

- 建立适用于实施的环境
- 定义过程
- 确定待管理的特性
- 考虑到：
 - ——顾客的需求
 - ——当前及潜在的问题区域
 - ——特性间的相互关系
- 确定测量系统
- 使不必要的变差最小

均值和极差图 (X - R 图)

- 建立适合于实施的环境
- 除非管理者已准备好一个可靠的环境, 否则任何统计方法都会失败, 必须排除机构内阻碍人们公正的顾虑。管理者必须提供资源 (人力和物力) 来参与和支持改进措施
- 定义过程
- 必须根据过程与其周围的其他操作和上下使用者之间的关系, 以及每个阶段的影响因素 (人、设备、材料、方法和环境) 来理解过程。因果分析图, 过程流程表等技术可以使这些关系更加直观并且让理解过程的不同方面的人员的经验集中起来
- 确定作图的特性
- 重点应放在那些对过程改进有帮助的特性上 [排列图 (Pareto) 原理的一个应用]。应适当考虑如下因素
- ——顾客的需求: 包括使用产品和服务作为输入的后续过程顾客和作为最终产品的顾客, 了解这两种顾客的需求, 询问他们过程何处需要改进, 体现共同合作和理解的精神
- ——当前的潜在问题区域: 考虑存在的浪费或低效能的证据 (如: 废品、返工、过长的加班时间、与目标值不符) 以及有险情的区域 (如: 产品或服务的设计或过程中任何元素即将进行的变化)。这些是改进的机会, 需要应用管理企业所涉及的知识

均值和极差图 (特性)

- ——特性之间的相互关系: 为了有效率及有效果地研究应利用特性间的关系。比如, 如果关心的特性很难测量 (比如体积), 选择一个相关的容易测量的特性 (比如重量)。另外, 如果一个项目的几个单独的特性具有相同的变化趋势, 可能只用一个特性来画图就足够了。注意: 统计上的相关性不意味着变量之间存在因果关系, 在缺乏现存过程的知识时, 可能要设计一个试验来验证这些关系和其重要性
- 定义测量系统
- 必须可操作地定义其特性, 这样, 今天就可以以与昨天意义一样的方式将数据送给所有有关人员。这包括指明应收集哪些信息, 在何处, 如何收集以及在什么条件下收集。测量设备的准确性和精确性必须是可预测的。周期性校正是不够的。有关这一主题的详细介绍见第四节。这个特性的定义将影响所使用的控制图的类型——计量型数据控制图, 例如 X - R 图, 或计数型数据控制图, 见第三节
- 使不必要的变差最小化
- 在开始研究之前应消除不必要的变差外部原因。这一点可能简单地意味着观察按预定的方式运行, 或意味着用已知的输入材料恒定的控制设定值进行控制的研究。目的是避免甚至不用控制图就能纠正的明显问题, 这些包括过度的过程调整或过度控制等。在所有情况下, 过程记录表上应坚持记录所有相关事件, 例如: 力距更换, 新的原材料批次等, 这将有利于下一步的过程分析

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- A. 收集数据
- A.1 选择子组大小、频率和数据
- a 子组大小
- b 子组频率
- c 子组数的大小
- A.2 建立控制图及记录原始数据
- A.3 计算每个子组的均值 (\bar{X}) 和极差 (R)
- $$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$
- $R = X_{\text{最大值}} - X_{\text{最小值}}$
- A.4 选择控制图的刻度
- A.5 将均值和极差画到控制图上
- B. 计算控制限
- B.1 计算平均极差 (\bar{R}) 及过程平均值 (\bar{X})
- $$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}$$

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- $$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_k}{k}$$
- B.2 计算控制限
- $UCL_R = D_4 \bar{R}$
- $LCL_R = D_3 \bar{R}$
- $UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$
- $LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$
- 式中: D_4 、 D_3 、 A_2 为常数, 它们随样本容量的不同而不同, 下表是从附录 E 摘录的样本容量从 2 到 10 的一个表

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_4	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
D_3	*	*	*	*	*	0.08	0.14	0.18	0.22
A_2	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31

* 对于样本容量小于 7 的情况, LCL_R 可能技术上为一个负值。在这种情况下没有下控制限, 这意味着对于一个样本数为 6 的子组, 6 个“同样的”测量结果是可能成立的。

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- B.3 在控制图上作出平均值和极差控制限的控制线
- C. 过程控制解释
- C.1 分析极差图上的数据点
- a. 超出控制限的点——出现一个或多个点超出任何一个控制限是该点处于失控状态的主要证据。因为在只存在普通原因引起变差的情况下超出控制限的点会很少, 我们便假设该超出的是由于特殊原因造成的。因此, 任何超出控制限的点作标记, 以便根据特殊原因实际开始的时间进行调查, 采取纠正措施
- 超出极差上控制限的点通常说明存在下列情况中的一种或几种
- 控制限计算错误或描点时描错
- 零件间的变化性或分布的宽度已经增大 (即变坏), 这种增大可以发生在某个时间点上, 也可能是整个趋势的一部分
- 测量系统变化 (例如, 不同的检验员或量具)
- 测量系统没有适当的分辨力
- 有一点位于控制限之下 (对于样本容量大于等于 7 的情况), 说明存在下列情况的一种或几种
- 控制限或描点错误
- 分布的宽度变小 (即变好)
- 测量系统已改变 (包括数据编辑或变换)

均值和极差图 ($\bar{X}-R$ 图)

控制限之内的图形或趋势——当出现非随机的图形或趋势时，尽管所有的极差都在控制限之内，也表明出现这种图形或趋势的时期内过程失控或过程分布宽度发生变化。这种情况会给出首次警告：应纠正不利条件。相反，某些图形或趋势是好的，并且应当研究以便使过程得到可能的永久性改进。比较极差和均值图的图形也可以更深刻地理解

- b. 链——有下列现象之一表明过程已改变或出现这种趋势
- 连续 7 点位于平均值的一侧
- 连续 7 点上升（后点等于或大于前点）或下降
- 标记促使人们作出决定的点，并从这点做一条参考线延伸到链的开始点将是有帮助的。分析时应考虑开始出现改变或趋势的大致时间
- 高于平均极差的链或上升链说明存在下列情况之一或全部
- 输出值的分布宽度增加，其原因可能是无规律的（例如设备工作不正常或固定松动）或是由于过程中的某个要素变化（例如，使用新的不是很一致的原材料），这些都是常见的问题，需要纠正
- 测量系统改变（例如，新的检验员或量具）
- 低于平均极差的链，或下降链表明存在下列情况之一或全部
- 输出值分布宽度减小，这常常是一个好状态，应研究以便推广应用和改进过程
- 测量系统改变，这样会遮掩过程真实性的变化

均值和极差图 ($\bar{X}-R$ 图)

- 注：当子组数 (n) 变得更小 (5 或更小) 时，低于 R 的链的可能性增加，则 8 点或更多点组成的链才能表明过程变差减小
- c. 明显的非随机图形除了会出现超过控制界的点或长链之外，数据中还可能出现其他的易分辨的由于特殊原因造成的图形。注意不要过分地解释数据，因为即使随机的数据（即普通原因）有时也可能表现出非随机（即出现特殊原因）的假象。非随机的图形例子：明显的趋势（尽管它们不属于链的情况），周期性，数据点的分布在整個控制限内，或子组内数据间有规律的关系等（例如：第一个读数可能总是最大值）。下面介绍一种验证子组内数据点的总体分布的准则
- 各点与 R 的距离：一般地，大约 2/3 的描点应落在控制限的中间 1/3 的区域内，大约 1/3 的点落在其外的 2/3 的区域
- 如果显著多于 2/3 以上的描点落在离 R 很近之处（对于 25 个子组，如果超过 90% 的点落在控制限 1/3 的区域），则应对下列情况的一种或更多进行调查
- 控制限或描点已计算错或描错
- 过程或取样方法被分层：每个子组系统化包含了从两个或多个具有完全不同的过程均值的过程流程的测量值（例如，用几根测量轴每一轴测一个数）
- 数据已经过编辑（极差与均值相差甚远的几个子组被更改或删除）

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- 如果显著少于 2/3 以下的描点落在离 R 很近的区域 (对于 25 个子组, 如果有 40% 或少于 40% 的点落在中间 1/3 的区域), 则应对下列情况的一种或两种进行调查
- 控制限或描点计算错或描错
- 过程或抽样方法造成连续的分组中包含从两个或多个具有明显不同的变化性的过程流的测量值 (例如: 输入材料批次混淆)
- 如果存在几个过程流, 应分别识别和追逐
- C.2 识别并标注特殊原因 (极差图)
- 应强调的是解决问题通常是最困难最费时的一步。来自控制图的统计输入可以是一个合适的开始点, 但其他的方法例如排列图, 因果或其他的图形分析法也是很有帮助的。然而, 对状态的解释最终在于过程以及与之有关的人。在对过程采取可显著改进性能的措施时, 需要有彻底性、耐性、洞察力和理解力
- C.3 重新计算控制极限 (极差图)
- 在进行初次过程研究或重新评定过程能力时, 失控的原因已被识别和消除或制度化, 然后应重新计算控制限, 以排除失控时期的影响。排除所有受已被识别并解决或固定下来的特殊原因影响的子组, 然后重新计算新的平均极差 (\bar{R}) 和控制限, 并画下来。确保当所有的极差点与新的控制限比较时, 表现为受控, 如有必要重复识别/纠正/重新计算的过程

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- 由于出现特殊原因因而从 R 图中去掉的子组, 也应从 X 图中去掉。修改后的 R 和 X 可用于重新计算均值的试验控制限
- $\bar{X} \neq A_2 \bar{R}$
- C.4 分析均值图上的数据点
- 当极差受统计控制时, 则认为过程的分布宽度——子组内的变差——是稳定的。当然应对均值进行分析, 看看在此期间过程的位置是否改变。由于 X 的控制限取决于极差图中变差的大小, 因此如果均值处于统计控制状态, 其变差便与极差图中的变差——系统的普通原因变差有关。如果均值没有受控, 则存在造成过程位置不稳定的特殊原因变差
- a. 超出控制限的点——出现一点或多点超出任一控制限就证明在这点出现特殊原因。这是立即对操作进行分析的信号。在控制图上标注这样的数据点。一点超过任一控制限通常表明存在下列情况之一或更多
- 控制限或描点错误
- 过程已改变, 或是在当时的那一点 (可能是一件独立的事件) 或是一种趋势的一部分
- 测量系统发生变化 (例如: 不同量具或检验员)

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- 控制限之内的图形或趋势——出现非随机图形或趋势证明在这种图形或趋势出现的时期内过程失控。比较极差图和均值图的图形是有帮助的
- b. 链——下列每一种情况都表明过程已开始变化或有变化的趋势
- 连续 7 点在平均值的一侧
- 7 点连续上升或下降
- 标注这些促使人们作出决定的点：从该点做一条参考线延伸到链的开始点、分析时应考虑开始出现变化趋势或变化的时间
- 与过程均值有关的链通常表明出现下列情况之一或两者
- 过程均值已改变——也许还在变化
- 测量系统已改变（漂移、偏差、灵敏度等）
- C.5 识别和标注特殊原因（均值图）
- 对于均值数据中每一个显示处于失控状态的条件进行一次过程操作分析，以确定特殊原因的产生的理由，纠正该状态，并且防止它再现。利用控制图数据来确定这些状态何时开始并会持续多久。为了诊断并将不合格的输出减到最小，及时分析是很重要的。同样要记住并不是所有的特殊原因都是不利的
- 诸如排列图和因果分析图等对解决技术问题会有帮助

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- C.6 重新计算控制限（均值图）
- 当进行首次过程研究或重新评定过程能力时，要排除已发现并解决了的特殊原因的任何失控的点，重新计算并描画过程值和控制限。确保当与新的控制限相比时，所有的数据点看起来都处于受控状态，如有必要，重复识别/纠正/重新计算的程序
- D. 过程能力解释
- 继续使用例子来讨论下列假设下的过程能力的解释
- 过程处于统计稳定状态
- 过程的各测量值服从正态分布
- 工程及其他规范准确地代表顾客的需求
- 设计目标值位于规范的中心
- 测量变差相对较小
- D.1 计算过程的标准偏差
- 由于子组内过程的变异性是通过子组的极差来反映的，所以可以使用平均极差 \bar{R} 来估计过程的标准偏差 $\hat{\sigma}$ 。计算： $\hat{\sigma} = \bar{R}/d_2 = \hat{\sigma}_R/d_2$
- 式子 \bar{R} 是子组极差的平均值（对极差受控的时期）， d_2 是随样本容量变化的

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

●常数，见下表：

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

只要过程的极差和均值两者多处于统计控制状态，则可用估计的过程的标准偏差 (σ_R/d_2) 来评价过程的能力

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- D.2 计算过程能力
- 过程能力是指按标准偏差为单位来描述的过程均值与规范界限的距离，用 Z 表示。画一张显示分布曲线， \bar{X} ， σ_R/d_2 ，规范界限及 Z 值的图是有帮助的
- 对于单边容差，计算

$$Z = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma_R/d_2} \text{ 或 } Z = \frac{\bar{X} - LSL}{\sigma_R/d_2} \text{ (选择一个合适的)}$$

式中： SL = 规范界限， \bar{X} = 测量的过程均值， σ_R/d_2 = 估计的过程标准偏差

对于双向容差，计算

$$Z_{USL} = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma_R/d_2} \text{ 或 } Z_{LSL} = \frac{\bar{X} - LSL}{\sigma_R/d_2}$$

$Z_{min} = Z_{USL} \text{ 或 } Z_{LSL} \text{ 最小值}$

式中： USL ， LSL 为规范上限和下限； Z 值为负值说明过程均值超过规范

六西格玛实战

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- 可使用 Z 值和标准正态分布表来估计多少比例的输出会超过规范值 (是一个近似值, 假设过程处于统计控制状态并呈现正态分布)
- 对于单边容差, 沿着边缘, 找到 Z 值。表的左边为 Z 的整数部分和十分位值, 上端为 Z 值的百分位值, 行和列的交点的值即为超出规范的百分比 P_2 。例如, 对于 Z = -1.56, 1.5 和 x. x6 列的交点得到 $P_2 = 0.0594$ 或大约 6%
- 对于双向容差, 分别计算超过上、下规范界限的百分比。例如, 如果 $Z_{USL} = 2.21$, $Z_{LSL} = -2.85$, 则总的超出规范界限的值为
 $P_{ZUSL} + P_{ZLSL} = 0.0136 + 0.0022 = 0.0158$ 或大约为 1.6%
- Z_{min} 也可转化为能力指数 C_{pk} , 按下式定义
 $C_{pk} = \frac{Z_{min}}{3} = CPU$ (即 $\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_{R/d_2}}$) 或 CPL (即 $\frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_{R/d_2}}$) 的最小值

均值和极差图 ($\bar{X} - R$ 图)

- 式中: USL 和 LSL 为工程规范上、下限, \bar{X} 为过程均值, σ 为过程标准偏差, 由 R/d_2 计算得到
- $Z_{min} = 3$ 的过程, 其能力指数 $C_{pk} = 1.00$; 如果 $Z_{min} = 4$ 则过程能力指数为 $C_{pk} = 1.33$
- D.3 评价过程能力
- 某些程序的全面能力指数要求 $Z_{min} = 3$, 或 $C_{pk} = 1.00$, 对于影响被选重要产品特性的新过程的能力指数要求为 $Z_{min} = 4$ 或 $C_{pk} = 1.33$ 。这些要求意在保证特性、产品及制造资源各方面一致性的最小性能水平

均值和极差值 (\bar{X} -R图)

\bar{X} AND R CHART

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2002.3.18		2002.3.18		2002.3.18		2002.3.18		2002.3.18		2002.3.18		2002.3.18		2002.3.18		2002.3.18		2002.3.18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Process Name: <u> </u></p> <p>UCL = <u> </u> LCL = <u> </u></p> </div> <div> <p>APPROXIMATE 1.5% RAIN CHART</p> </div> </div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>\bar{X} Chart</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 10px;"> <p>1. 任意点在中心线上方或下方</p> <p>2. 连续7点在同一侧</p> <p>3. 连续7点上升或下降</p> <p>4. 其他特殊原因</p> <p>无异常</p> </div> </div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>R Chart</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 10px;"> <p>1. 不必要求</p> <p>2. 记入环境因素</p> <p>3. 2点连续上升或下降</p> <p>4. 其他特殊原因</p> <p>无异常</p> </div> </div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th colspan="2">B</th> <th colspan="2">C</th> <th colspan="2">D</th> <th colspan="2">E</th> <th colspan="2">F</th> <th colspan="2">G</th> <th colspan="2">H</th> <th colspan="2">I</th> <th colspan="2">J</th> <th colspan="2">K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>82</td> <td>78</td> <td>74</td> <td>80</td> <td>76</td> <td>84</td> <td>72</td> <td>88</td> <td>68</td> <td>92</td> <td>64</td> <td>96</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>56</td> <td>104</td> <td>52</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>70</td> <td>86</td> <td>60</td> <td>76</td> <td>72</td> <td>74</td> <td>82</td> <td>70</td> <td>88</td> <td>78</td> <td>76</td> <td>74</td> <td>72</td> <td>70</td> <td>68</td> <td>66</td> <td>64</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>88</td> <td>72</td> <td>80</td> <td>70</td> <td>84</td> <td>78</td> <td>68</td> <td>90</td> <td>64</td> <td>96</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>56</td> <td>104</td> <td>52</td> <td>108</td> <td>50</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>70</td> <td>78</td> <td>84</td> <td>86</td> <td>76</td> <td>74</td> <td>82</td> <td>80</td> <td>88</td> <td>72</td> <td>78</td> <td>80</td> <td>76</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>86</td> <td>88</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>70</td> <td>78</td> <td>72</td> <td>86</td> <td>80</td> <td>70</td> <td>80</td> <td>88</td> <td>86</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>82</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>74</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>78</td> <td>76</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>84</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>84</td> <td>80</td> <td>78</td> <td>88</td> <td>88</td> <td>80</td> <td>78</td></tr></tbody></table>																				B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		1	82	78	74	80	76	84	72	88	68	92	64	96	60	100	56	104	52	108	2	70	86	60	76	72	74	82	70	88	78	76	74	72	70	68	66	64	62	3	88	72	80	70	84	78	68	90	64	96	60	100	56	104	52	108	50	110	4	88	88	70	78	84	86	76	74	82	80	88	72	78	80	76	84	80	86	5	86	88	78	88	80	70	78	72	86	80	70	80	88	86	80	78	82	84	6	74	84	80	84	78	76	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	7	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	8	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	9	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	10	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	11	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	12	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	13	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	14	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	15	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	16	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	17	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	18	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80	19	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78
B		C		D		E		F		G		H		I		J		K																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1	82	78	74	80	76	84	72	88	68	92	64	96	60	100	56	104	52	108																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2	70	86	60	76	72	74	82	70	88	78	76	74	72	70	68	66	64	62																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3	88	72	80	70	84	78	68	90	64	96	60	100	56	104	52	108	50	110																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4	88	88	70	78	84	86	76	74	82	80	88	72	78	80	76	84	80	86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
5	86	88	78	88	80	70	78	72	86	80	70	80	88	86	80	78	82	84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
6	74	84	80	84	78	76	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
7	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
8	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
9	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
11	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
13	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
14	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
15	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
16	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
17	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
18	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78	88	80	78	88	80	78	88	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
19	84	88	80	84	80	78	88	88	80	78																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														



[illegible]

1000

[illegible]

第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

结果分析

说明: 1. 本例用 ANOVA (方差分析) 法和 Xbar-R 法分别对此测量系统分析

2. 方差分析考虑了零件与测量者的交互作用的影响, Xbar-R 方法未考虑这一影响。所以一般先作 ANOVA 分析, 如 PARTS* OPERATOR 栏的 P 值小于 0.25, 则 PARTS* OPERATOR 交互作用影响大, 不可忽略, 用 ANOVA 方法较精确

3. 本例分给定公差和未给定公差两种情况来分别处理, 一般情况, 如给定公差, 优先用公差方法较好。因已证明公差方法可更好地确定测量系统的稳定性。如测量系统的 %GAGER&R 小于 30%, 则记录的测量系统测量结果与真值误差小于 1%

4. MINITAB 输出结果的分析

A: 如给定公差, 则优先看 %TOLERANCE, 此值即为 %GAGER&R

B: 如未给定公差, 则优先看 %CONTRIBUTION

C: 可参考 %SV 的结果

D: Minitab 输出图形的分析

COMPONENTS OF VARIATION: 可比较测量人员、测量设备和被测零件对测量系统的影响程度

Xbar&R 图主要观察零件的影响, 如有多点超规格, 则说明变差主要来自零件, 否则主要来自测量系统

RESPONSE BY PARTS 主要观察零件的变化, 变化越大, 则零件影响越大

RESPONSE BY OPERATOR 主要观察测量人员的影响, 变化越大, 则人员影响越大

OPERATOR*PARTS INTERACTION 观察交互影响。供参考

X-R分析法全例

Case Name Study: Xbar-R Method (给定公差)

Case Name for C1

Date of Study: 2002/1/15

Reported by: RA

Tolerance: 0.05

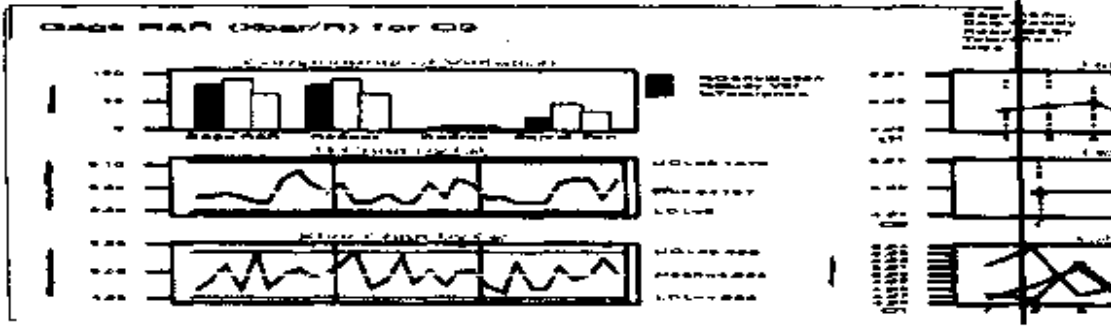
Notes:

Source	Variance	%Contribution (of Variance)	Study Var (SD)	Study Var (SD)	%Tolerance (SD/Tolerance)
Total Gage R&R	6.08E-04	80.23			
Repeatability	6.08E-04	79.81			
Reproducibility	1.50E-04	19.73			
Part-to-Part	7.50E-04	100.00			
Total Variation					
Source	Variance	%Contribution (of Variance)	Study Var (SD)	Study Var (SD)	%Tolerance (SD/Tolerance)
Total Gage R&R	3.47E-03	0.127133	0.0591	0.0591	03.37
Repeatability	3.47E-03	0.127133	0.0591	0.0591	03.37
Reproducibility	1.93E-03	0.069380	0.0440	0.0440	4.40
Part-to-Part	2.93E-03	0.083488	0.0540	0.0540	5.40
Total Variation	2.78E-02	0.341878	100.00	100.00	70.94

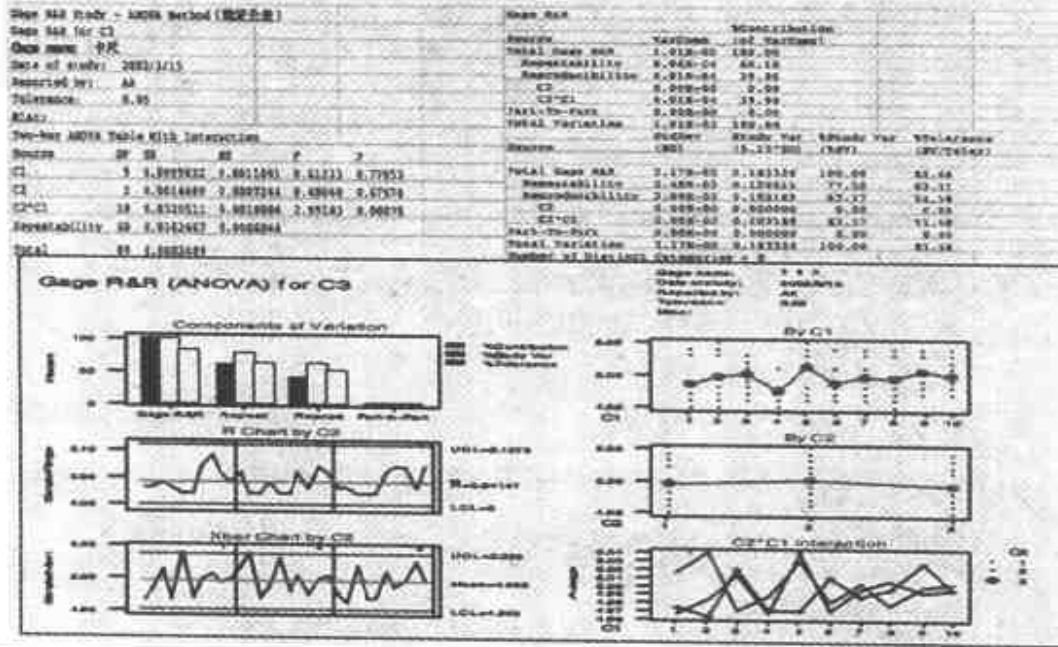
Number of distinct categories = 3

Case Run for C1

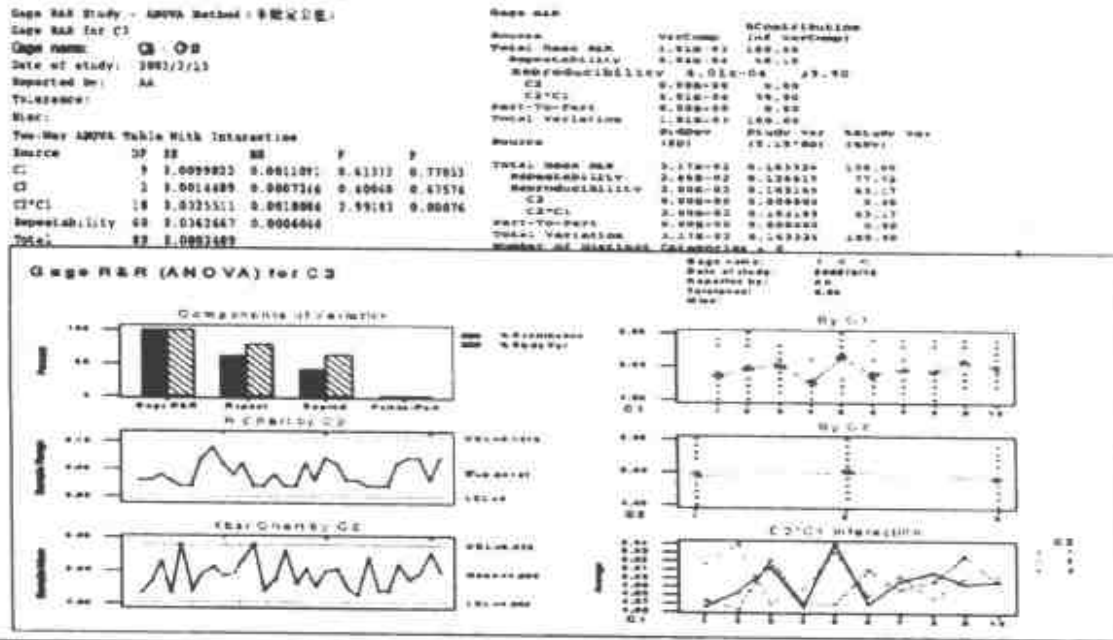
Pl: C1为零件列, C2为测量人员列



方差分析法例——给定公差



方差分析法例——未给定公差



七、计数型数据控制图

用于计数型数据的控制图

- 计数型数据只有两个值（合格/不合格，成功/失败，通过/不通过，出席/缺席），但它们可被计数从而用来记录和分析。计数型数据控制图是很重要的，几个原因如下
- 计数型数据的情况存在于任何技术或行政管理过程中，所以可以在很多场合下应用计数型数据分析技术，最大的困难是对什么是不合格下一个精确的可操作的定义
- 在很多情况下已有计数型数据——检验、要求修理的书面记录、拒收材料的筛选等。在这些情况下，不涉及到额外的收集数据的费用，只是将数据转化成控制图的工作
- 在必须收集新数据的地方，获得计数型数据通常很快且不需要很多费用，并且由于使用简单的量具（例如通过量规），所以通常不需要专业化的收集技术
- 许多用于管理总结报告的数据是计数型的并且可以从控制图分析中获得益处。例如：部门一次成功性能、废品率、质量审核和材料拒收，由于能够区分特殊原因和普通原因变差，控制图分析在解释这些管理报告时很有价值
- 当在一个组织机构内引进控制图时，优先解决某些问题及在最需要的地方应用控制图是很重要的，问题的信号会来自成本控制系统，使用者的抱怨、内部的难关（瓶颈）等地方，对于关键的总体质量量度应用计数型控制图通常能对需要更详细检查特定过程的地方指出一条路子——包括应用计量型数据控制图的可能

应用控制图的准备工作

- 建立一个适用于行动的环境
- 定义过程
- 确定要管理的特性
- 应考虑：
 - ——顾客的需求
 - ——当前及潜在的问题领域
- 定义测量系统，使之具有可操作性
- 使不必要的变差最小

不合格品率的 P 图

- P 图用来测量在一批检验项目中不合格品（不符合或所谓的缺陷）项目的百分数。重要的是
- 把被检查的每一个元件、零件或项目记录成合格或不合格（即使一个项目有几处不合格，也仅记录为一个不合格项）
- 把这些检验的结果按一个有意义的基础条件分组，并且把不合格的项目用占子组大小的十分之几来表示
- 建立一个适用于行动的环境。除非管理者提供一个相应的环境，否则任何统计方法都会失败
- 定义过程。必须根据它与其他操作/使用者的关系，影响过程每个阶段的过程/要素（人、设备、材料、方法和环境）来理解过程。像因果分析图之类的技术可以帮助使这些关系可视化
- 确定要管理的特性。将精力集中在对过程改进最有积极作用的那些特性上（排列图原理的应用）

不合格品率的 P 图

- 应适当考虑以下因素
- —— 顾客的需求
- —— 当前以及潜在的问题区域
- —— 特性的相互关系
- 定义测量系统
- 使不必要的变差最小
- A. 收集数据
- B. 计算控制限
- C. 控制图例
- D. 控制图解释
- E. 过程能力解释

第三章 如何运用 6Sigma 的突破工具

A. 收集数据

- A.1 选择子组的容量、频率及数量（见图例）
- a. 子组容量——用于计数型数据的控制图一般要求较大的子组容量（例如 50 到 200 或更多）以便检验出性能的一般变化。如果子组容量是恒定的或它们变化不超过 +25% 是最方便的
- b. 分组频率——应根据产品的周期确定分组的频率以便帮助分析和纠正发现的问题。时间间隔短则反馈快，但也许与大的子组容量的要求相矛盾
- c. 子组的数量——收集数据的时间应足够长，使得能找到所有可能的影响过程的变差源。一般情况下，也应包括 25 或更多的子组，以便很好地检验过程的稳定性，并且如果过程稳定，对过程性能也可产生可靠的估计
- A.2 计算每个子组内的不合格品率（p）（见图例）
- 记录每个子组内的下列值
- 被检项目的数量——n
- 发现的不合格项目的数量——np

A. 收集数据

- 通过这些数据计算不合格品率
- $$p = \frac{np}{n}$$
- 这些数据应记录在数据表中作为初步研究的基础。当最近的过程数据适当时，它们可以用来加速这一阶段的研究
- A.3 选择控制图的坐标刻度（见图例）
- 描绘数据点用的图应将不合格品率作为纵坐标，子组识别（小时、天等）作为横坐标。纵坐标的刻度应从 0 到初步研究数据读数中最大的不合格率值的 1.5 到 2 倍的值
- A.4 将不合格品率描绘在控制图上（见图例）
- 描绘每个子组的 p 值，将这些点连成线通常有助于发现异常图形和趋势

B. 计算控制限

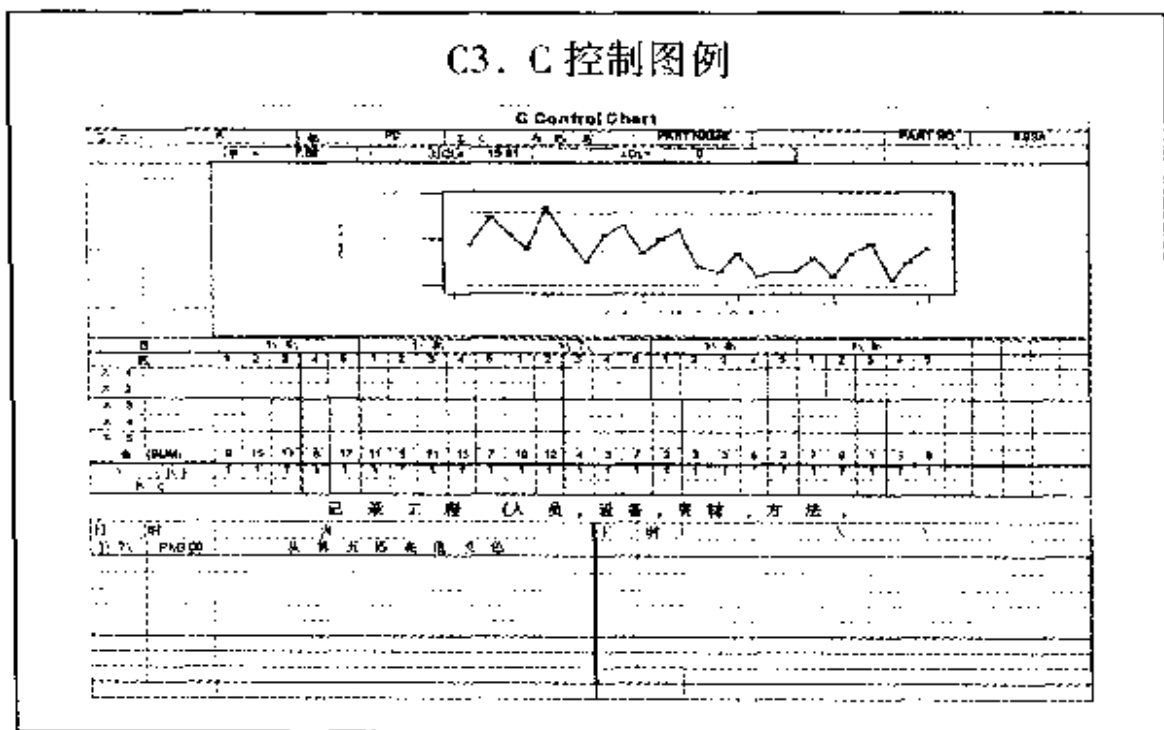
- B.1 计算过程平均不合格品率 (\bar{p})
- 对于 K 个子组的研究时期, 计算不合格品率的均值如下
- $$\bar{p} = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2 + \dots + n_k p_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}$$
- 式中: $n_1 p_1, n_2 p_2 \dots$ 及 $n_1, n_2 \dots$ 为每个子组内的不合格项目数及检查的项目数。注意不要混淆不合格品百分数 ($p \times 100$) 和不合格品率 (p)
- B.2 计算上、下控制限 (UCL, LCL)
- 如果过程受统计控制, 子组的样本容量一定, 则控制限为过程平均值加或减期望的变差允许值。对于 K 个子组的研究时期, 按下式计算上、下控制限
- $$UCL_p = \bar{p} + 3 \cdot \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$$
- $$LCL_p = \bar{p} - 3 \cdot \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$$
- 式中: n 为恒定样本容量

B. 计算控制限

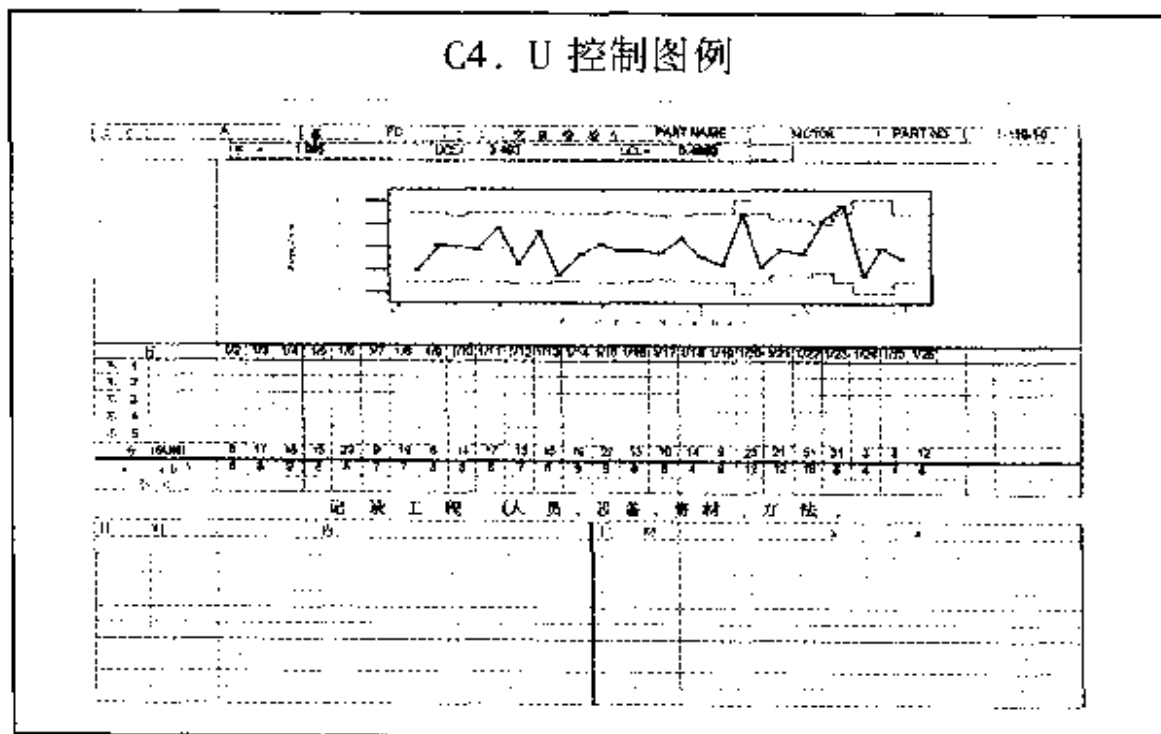
- 注: 当 p 很小和/或 n 很小时, LCL 的计算值有时会为负值, 在这种情况下则没有下控制限, 因为即使在极精确的时期内 $p=0$, 也在随机变差极限之内
- B.3 画线并标注
- 过程均值 (\bar{p}) —— 水平实线
- 控制限 (UCL, LCL) —— 水平虚线
- 在初始研究阶段, 这些被认为是试验控制限

六西格玛实战

C3. C 控制图例



C4. U 控制图例



D. 控制图解释

- C. 过程控制用控制图解释
- 目的：找出过程不再以同一水平运行的证据——即过程失控（并采取相应的措施。数据点中存在超出控制限的点，或者存在超出随机情况下可能出现的明显趋势或图形，这就是表明存在变差的特殊原因
- C.1 分析数据点，找出不稳定的证据
- a. 超出任一控制限就证明在那点不稳定
- 超出上控制限的点（不合格品率更高）通常表明存在下列的一个或多个情况
- 控制限或描点错误
- 过程性能恶化，在当时那点或作为一种趋势的一部分
- 评价系统已改变（例如：检验员、量规）
- 低于控制限下的点（不合格品率更低）通常表明存在下列一个或多个情况
- 控制限或描点错误
- 过程性能已改进（为了改进，应当研究这种情况且长期保持）
- 测量系统已改变
- 在控制限之内的图形或趋势

D. 控制图解释

- b. 链——在一个受控的， np 中等较大的过程中，落在均值两侧的点的数量将几乎相等。下列任一情况都表明过程变化或开始有变化的趋势
- 连续 7 点位于均值的一侧
- 连续 7 点上升（后者与前者相等或比前者大）或连续下降
- 出现高于均值的长链后连续上升的点，通常表明存在下列情况之一或两者
- 过程的性能已恶化——而且可能还在恶化；
- 评价系统已改变。
- 出现低于均值的长链或连续下降，通常表明存在下列情况之一
- 过程性能已改进（应研究其原因，并将它固定下来）
- 评价系统已改变
- c. 明显的非随机图形点到过程均值的距离：通常，在一个处于统计控制状态，仅存在普通原因变差并且其 np 中等较大的过程中，大约 2/3 的点将位于控制限中部 1/3 的区域内；大约 1/3 的点将位于控制限 2/3 以内的区域，大约 1/20 的点将位于与控制限较接近的区域（外部 1/3 区域）
- 如果明显多于 2/3 的点位于与均值接近的地方（对于 25 个分组，如果 90% 以上的点位于控制限中部 1/3 内），这就意味着下列一种或几种情况

D. 控制图解释

- 控制限或描点的计算错误或描点错误
- 过程或取样方法重叠：每个子组包含来自两个或多个具有不同平均性能的过程流的测量（例如：两条平行的生产线的混合的输出）
- 数据被编辑过（明显偏离均值的值已换掉或删除）
- 如果大大少于 2/3 的点位于过程均值较近的区域（对于 25 个子组，40% 以下的点位于中部 1/3 的区域内），则意味着存在下列情况之一或全部
- 发生了计算或描点错误
- 过程或取样方法造成连续的子组包含来自两个或多个具有不同均值性能的过程流的测量（例如，每班之间性能的差异）
- 当进行初始过程研究或对过程能力重新评价时，应重新计算试验控制限，以便排除某些控制时期的影响，这些时期中控制状态受到特殊原因的影响，但已被纠正。剔除与特殊原因有关的点以及本节 B 部分图上所指的点后，应重新计算控制限
- 一旦历史数据表明一致性能均在试验的控制限之内，则可将控制限延伸到将来的时期。它们便变成了操作控制限，当将来的数据收集并记录后，就对照它来评价

计算过程能力

从实例可得：

$$\bar{p} = 0.0312$$

目前的过程能力是：功能检验的失效为 3.12%

(96.88% 合格)

评价过程能力

如果进行 100% 的功能检验并已选出不合格的产品，顾客将得到免受不合格产品的保护。但是 3% 的平均失效率（要求返工或报废）是很浪费的，应研究提高长期性能水平的措施。

E. 过程能力解释

- 计数型数据控制图上的每一点直接表明不符合顾客要求的不合格品（不符合规范）的百分数或比值，而计量型控制图上的点表明该过程正在生产与工程规范无关的结果。因此，对于计数型控制图，能力直接被定义为不合格品的平均百分数或比例。而计量型控制图的能力指的将/或不将过程的中心调整到规范的目标值后，（稳定）过程产生的总的（固有的）变差（ $6\sigma_{H/L}$ ）
- D.1 计算过程能力
- 对于 p 图，过程能力是通过过程平均不合格品率 p 来表示，当所有点都受控后才计算该值。如需要，还可以用符合规范的比率（ $1-p$ ）来表示；
- 当正式研究过程能力时，应使用新的数据，最好是 25 个或更多时期子组，且所有的点都受统计控制。

第十一节 如何进行 Kano 分析

Kano 分析是对客户要求的重要度进行排序，并非所有的客户要求对所有客户都同等重要。Kano 分析可以决定哪一个要求具有最高的优先级别。

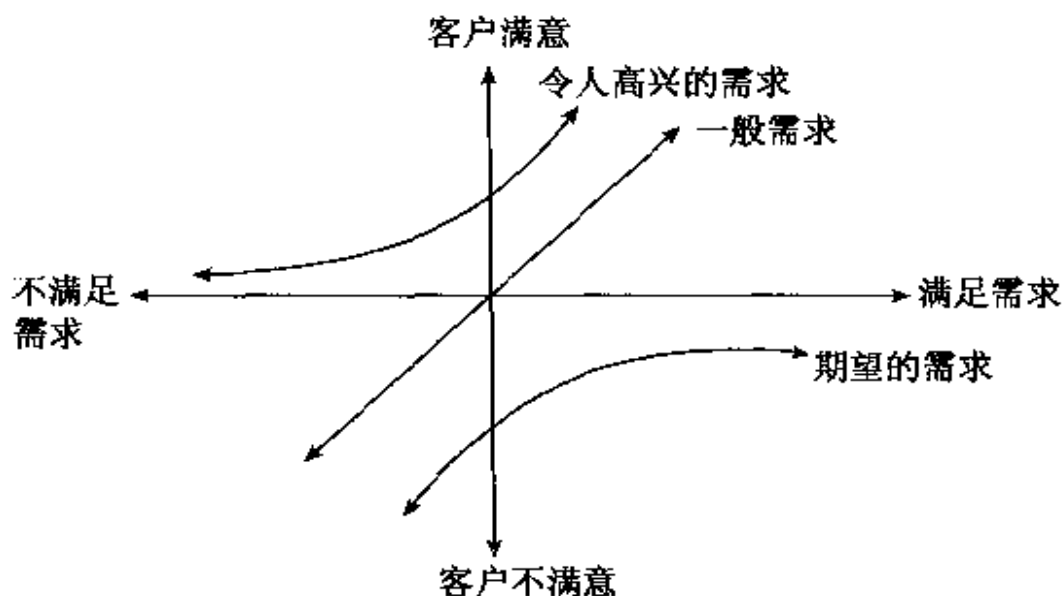
如何进行 Kano 分析，其程序如下所示：

1. 制定调查表。对每一个潜在的客户要求使用一对问题（功能和功能障碍）。
2. 测试调查表，并根据需要修改它。
3. 面向客户发送调查表。
4. 处理结果。
5. 分析结果。

Kano 分析法，通常把顾客的需求划分为三种类型。

第一种类型为不满意状态或者顾客的基本需求。顾客认为绝

对需要满足的需求——功能特性，如果说你满足了顾客的这些要求，还不能说取得了顾客的满意；如果你没有满足这些要求，顾客会 100% 的不满意。



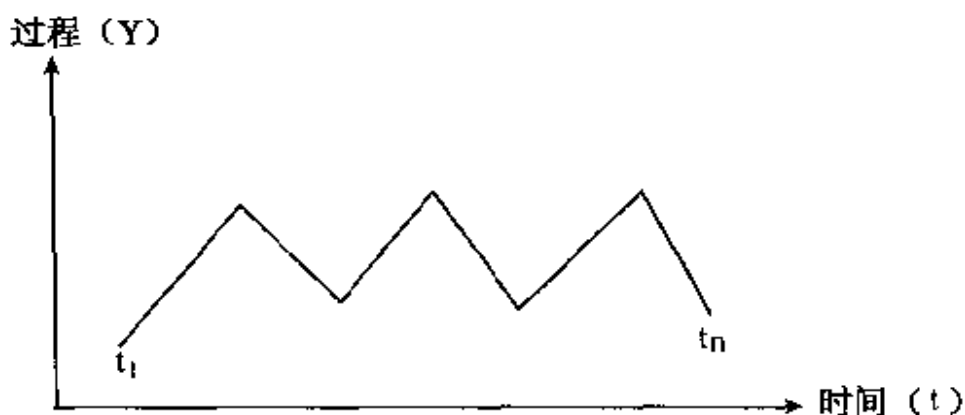
第二种类型为满意状态或者可变需求。在满足功能性要求的前提下，价格是个影响因素，价格越低，顾客满意度越高，反之亦然。价格是个可变因素，是进行竞争的筹码。所以降低成本，优质优价，是市场竞争的法宝。

第三种类型为高兴状态或潜在需求。产品或服务的某些特殊因素会超出顾客的期望值，刺激顾客的购买欲，增强竞争力。这是产品或服务方式不断更新的结果，也是推动社会进步的动力。

我们可根据以上三种类型，建立顾客满意度模型，判断重要客户的需求，以决定市场取向和顾客价值定位。进而采取应对策略，以决定组织改进措施和战略措施，占领市场，开拓市场。

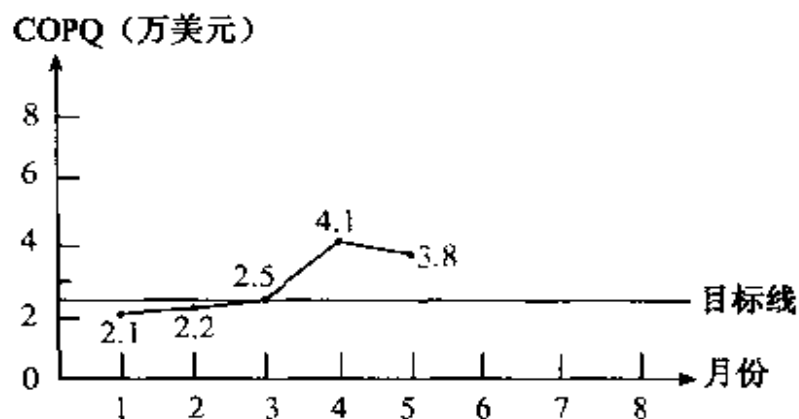
第十二节 如何用时序图分析

时序图又叫趋势图或走势图，它是时间与过程的函数。如下图所示：



1. 描述过程在某一段时间的变化状态。
2. 进而可分析过程在某一段时间（一小时，一天，一年）内的变化规律，看是否有规律性或周期性，以及分析引起这种变化的原因。
3. 分析这种变化趋势，为我们下一步或下一阶段的决策做准备。
4. 采取相应措施，使过程处于稳定状态，以维持组织的正常运作。

下面是某公司劣质成本 COPQ 每月时序图。



从上图可以看出，某公司的劣质成本从1月、2月、3月到4月在持续攀高，4月份达到顶峰劣质成本为4.1万美元，公司高层心急如焚，成立了 6Sigma 项目执行委员会，要求劣质成本

维持在 2.5 万美元的目标水平。立即成立 13 个 6Sigma 项目改善小组，同各相关职能部门人员组成，合力攻关，奖罚与 6Sigma 项目挂钩，项目实施一个月来，取得了明显效果，5 月份下降到 3.8 万美元 COPQ。但 6Sigma 项目组丝毫不敢懈怠，离 2.5 万美元 COPQ 目标还有很长一段路要走。

第四章

如何运用 6Sigma 统计分析工具

如何运用 6Sigma 统计分析工具

第一节 什么是方差分析 (ANOVA)

第二节 什么是假设检验

第三节 什么是置信区间

第四节 什么是回归分析

第五节 什么是正态分布

第六节 什么是二项分布

第七节 什么是卡方分布

第八节 什么是 t 分布

第九节 什么是 F 分布

第十节 什么是概率事件

第十一节 什么是多变量分析

第一节 什么是方差分析 (ANOVA)

方差分析 (Analysis of Variance) 是 6Sigma 分析工具中一项重要方法, 它提供了一种比较两个以上总体均值的客观方法, 用于在有多个因素作用于因变量 Y 时对这些因素的影响程度进行分析。

一、方差分析的作用

方差分析适用于自变量为离散变量, 因变量是连续变量的情形。它可以用来:

1. 确定 Y 与多个 x's 间的统计显著性, 其中“x's”具有两个或多个水平。
2. 确定每一水平的响应变量值的均值是否来自同一总体。
3. 筛选潜在的关键少数 x's。

二、方差分析的基本公式

能力 = 准确度 + 精密度

$$SS_T = SS_B + SS_W$$

总体 组间 组内

$$SS_T = \sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2$$

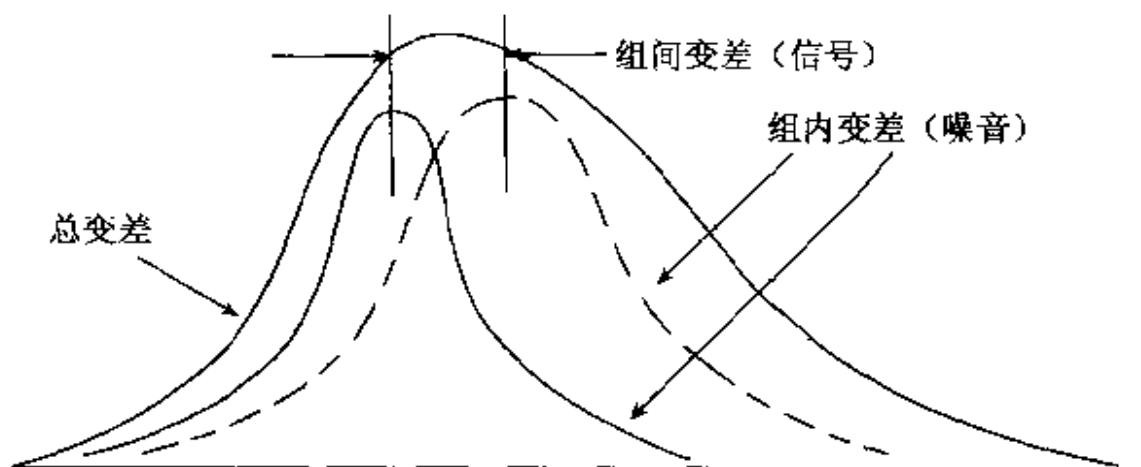
$$SS_B = \sum_{j=1}^g n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2$$

$$SS_W = \sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

其中: SS_T 为总的变差平方和, SS_B 为组间变差平方和, SS_W 为组内变差平方和。

此公式为 6Sigma 方法中非常重要的公式, 理解此公式可以为掌握 6Sigma 的许多工具奠定基础。

方差分析用以确定不同水平的平均值间的差异（组间变差）是否大于各水平内部产生的变差（组内变差）。



方差分析计算的比例：

$$\frac{\text{平均 } SS_{\text{between}}}{SS_{\text{within}}} = \frac{\text{信号}}{\text{噪音 (干扰)}}$$

三、方差分析的术语

1. 因素——自变量 X。
2. 水平或设置——因素的值或设置。

如 $Y = f(x)$

X	10	10	10	20	20	20
Y	5	7	6	16	19	15

因素 X 有两个水平：10 和 20。

3. 平衡数据——各因素不同水平的每一组合都有相等数量的样本或观测值，上例中，因素 X 有两个，每个水平均有 3 个观测值。

第四章 如何运用 6Sigma 统计分析工具

4. 非平衡数据——各因素不同水平的每一组合不都具有相等数量的样本或观测值。

如： $Y = f(x)$

X	10	20	20	20
Y	5	15	18	16

上例中，X 有两个水平（10 和 20），但水平“20”有 3 个 Y 值，水平“10”只有一个 Y 值。

四、方差分析的类型

1. 单因素 ANOVA。

只有一个因素，但其有两个以上水平，以及一个连续的因变量 Y，确定因素水平如何影响总的响应变差。

2. 多因素 ANOVA。

多因素 ANOVA，又分为平衡 ANOVA 和非平衡 ANOVA，两者区别为前者是平衡数据，后者是非平衡数据。

3. 实验设计。

用以在设计好的试验中，确定各因素不同水平的哪些组合对因变量的变差影响最大。

五、方差分析的方法和步骤

1. 下面用单因素方差分析的实际例子说明方差分析的方法和步骤。

【举例】一位工程师想比较三种胶水过炉后对 SMT 元件的推力影响，他测得的数据如下，问此三种胶水的推力平均值是否有显著差异？

水平 1 胶水 A	水平 2 胶水 B	水平 3 胶水 C
9	18	21
12	15	19
14	14	21
13	17	16
18	15	23

用方差分析方法分析：

由于随机因素的影响，胶水的推力会产生波动，要证明统计显著性，须证明胶水间平均值的差异（组间）比偶然出现（胶水组内数据）的差异大。

- （1）确定因变量：本例为胶水推力。
- （2）确定评价因素：本例只有一个因素，为胶水类型。
- （3）确定分析目的：三种胶水的推力是否存在差异。
- （4）确定选用的分析方法：本例为单因素 3 水平方差分析。
- （5）确定零假设和备选假设：

$$H_0: U_1 = U_2 = U_3$$

H_a ：至少有一个 U_i 与其他不等，其中 U_i 为胶水推力平均值。

- （6）计算 ANOVA 结果：

第四章 如何运用 6Sigma 统计分析工具

	水平 1	水平 2	水平 3	
	10	18	21	
	12	15	19	
	14	14	20	
	13	17	16	
	18	15	23	
总和	67	79	99	
平均值	13.4	15.8	19.8	$SS_T - SS_B = SS_W$
总平均	16.33			
组内平均值与 总平均值的差	-2.93	-0.53	3.47	
平方差	8.60	0.28	12.02	
平方差之和	29.91			
乘以 n (5)	104.53			
$SS_{Between}$	104.53			

$$SS_{Between} = \sum_{j=1}^g n_j (X_j - \bar{X})^2$$

$$SS_T = \sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2 = \sigma^2 (ng - 1)$$

其中:

σ = 总体标准差

n 为各水平内样本数, g 为组数

以上计算的是所有水平组合的 SS, 我们需要平均值 SS, 须除去自由度 DOF。

$$DOF_T - DOF_B = DOF_W$$

$$ng - 1 - (g - 1)g(n - 1)$$

计算结果如下表:

六西格玛实战

	平方和	自由度	均方和 平方和的平均值	F_{calc}
组间	104.53	2	52.27	8.62
组内	72.8	12	6.07	
总体	177.33	14		

$$F_{calc} = \frac{MS_{\text{Between}}}{MS_{\text{within}}} = \frac{52.27}{6.06} = 8.62$$

(7) 查 F 分布表, 以 $\alpha = 0.05$, 自由度为 (2, 12) 查得 F 值的临界值 $F = 3.89$, 表中的 F 建立在样本容量和 α 风险之上。(通常 $\alpha = 0.05$)

(8) 比较 $F_{\text{calculated}}$ 和 F_{critical} , 作判定。

如果 $F_{calc} \geq F_{crit}$, 说明三种胶水的推力有统计的显著性, 即有 95% 的置信度相信差异不是偶然产生; 反之, 如 $F_{calc} < F_{crit}$, 则有 95% 的置信度认为 3 种胶水推力的差异为随机因素影响的结果。

2. 多因素方差分析。

多因素方差分析方法与单因素类似, 分为有交互作用和无交互作用两种模式, 计算量较大, 一般采用统计软件 Minitab 进行数据处理, 只列举双因素无交互作用和有交互作用方差分析表如下:

(1) 双因素无交互作用方差分析表:

方差来源	平方和	自由度	均方和	F 值	临界值	显著性
因素 A	S_A	$l - 1$	$S_A = \frac{S_A}{l - 1}$	$F_A = \frac{\bar{S}_A}{\bar{S}_e}$	$F_{A0.05}$	
因素 B	S_B	$m - 1$	$S_B = \frac{S_B}{m - 1}$	$F_B = \frac{\bar{S}_B}{\bar{S}_e}$	$F_{B0.05}$	

续表

方差来源	平方和	自由度	均方和	F 值	临界值	显著性
误差	S_e	$(1-1)(m-1)$	$\bar{S}_e = \frac{S_e}{(1-1)(m-1)}$			
总和	S	$lm-1$				

(2) 双因素有交互作用方差分析表:

方差来源	平方和	自由度	均方和	F 值	临界值	显著性
因素 A	S_A	$l-1$	$S_A = \frac{\bar{S}_A}{S_e}$	$F_A = \frac{S_A}{S_e}$		$F_{A0.05}$
因素 B	S_B	$m-1$	$\bar{S}_B = \frac{S_B}{m-1}$	$F_B = \frac{\bar{S}_B}{S_e}$	$F_{B0.05}$	
交互作用 I	S_I	$(1-1)(m-1)$	$\bar{S}_I = \frac{S_I}{(1-1)(m-1)}$	$F_I = \frac{\bar{S}_I}{S_e}$	$F_{I0.05}$	
误差	S_e	$lm(r-1)$	$\bar{S}_e = \frac{S_e}{lm(r-1)}$			
总和	S	$lmr-1$				

其中: l 为 A 因素的水平数 m 为 B 因素的水平数 r 为 A 和 B 交互作用的水平数

第二节 什么是假设检验

对总体分布参数作某种假设, 再根据抽取的样本观测值, 运用统计分析方法检验这种假设是否正确, 从而决定接受假设或拒绝假设的过程就是假设检验。

一、假设检验的目的

假设检验的目的：用于确定所观测的差异是确实存在还是偶然产生的。可以量化确实存在差异的置信程度。

二、假设检验的步骤

1. 定义问题/陈述检验的目的。

2. 建立假设—— H_0 和 H_a 。

陈述零假设 (H_0)：总体的参数相同。

陈述备选假设 (H_a)：总体的参数不同。

3. 确定适当的统计检验。

假设的概率分布： t 、 F 或 X^2 。

4. 陈述可接受的 α 风险和 β 风险水平：

α 风险：通常为 5%。

β 风险：通常为 10% ~ 20%。

注：

α 风险：当 H_0 为真时，拒绝 H_0 ，又称为厂家风险。

β 风险：当 H_0 为假时，接受 H_0 ，又称消费者风险。

5. 使用检验灵敏度 (δ/σ) 确定样本大小。

6. 制定抽样计划和收集样本。

7. 根据数据计算检验统计值 (t 、 F 或 X^2)。

8. 确定所计算的检验统计值由于偶然因素引发的概率 (P 值)：

如概率 (P) $< \alpha$ ，则拒绝 H_0 并接受 H_a ；如概率 (P) $\geq \alpha$ ，则不能拒绝 H_0 。

9. 将统计结论转换为实际问题解决方案。

三、假设检验术语

1. 零假设 (H_0) ——不存在变化或差异的假设, 如无充分证据拒绝它, 就假设这一命题是真的。

2. 备选假设 (H_a) ——存在变化或差异的假设, 如果拒绝 H_0 , 则认为这一命题是真的。

3. I 类错误——当 H_0 实际为真时而被拒绝所产生的错误。

4. α 风险——出现 I 类错误的最大风险或概率。通常为 5%, 研究人员决定拒绝 H_0 所可以接受的最大风险。

5. II 类错误——当 H_0 实际为假而没有被拒绝所产生的错误。

6. β 风险——II 类错误出现的风险或概率。

7. 显著性差异——用于描述统计假设检验结果, 即差异大到不能合理地归因于偶然因素。

8. 检验统计值: 标准化数值 (Z 、 t 、 F 等), 代表 H_0 的可行性, 它以已知的方式分布, 因此可以确定这种观察值出现的概率, 通常 H_0 的可行性越高, 则检验统计值的绝对值就越小, 在这种分布范围内观察到此值的机会也越大。

四、几种常见假设检验

1. t 检验。

t 检验可用来检验:

(1) 目标值 (或总体均值) 与计算的样本均值的对比——单样本 t 检验。

(2) 两个计算的样本均值之间的对比——双样本 t 检验。

【例 1】单样本 t 检验。

5 台车床同时车一个工件, 工件外圆直径将影响装配性能,

项目 Y 是工件直径，目标值是 $\phi = 5.394$ ，问使用 4 号车床车出来的部件平均直径是否与目标值一致。

4 号车床的 10 个部件直径为 5.394, 5.394, 5.393, 5.394, 5.394, 5.395, 5.396, 5.397, 5.395, 5.395, $n = 10$, $\bar{X} = 5.3947$, $\hat{\sigma} = 0.00116$

假设检验:

$$H_0: \mu = 5.394$$

$$H_a: \mu \neq 5.394$$

用 t 检验方法:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\hat{\sigma} / \sqrt{n}} = 1.91$$

查 t 分布表

$$\alpha/2 = 0.025, df = 10 - 1 = 9$$

$$t_{crit} = 2.228$$

因 $t = 1.91 < t_{crit} = 2.228$ ，故接受零假设，即认为 4 号车床车出的工件直径与目标值一致。

【例 2】双样本 t 检验。

上例中假定 2 号车床加工的 10 个工件直径已测出，问其与 4 号车床车出的工件是否有显著差异？

2 #	5.395	5.394	5.394	5.394	5.396	5.397	5.395	5.394
	5.395	5.392						
4 #	5.394	5.394	5.393	5.394	5.394	5.395	5.396	5.397
	5.395	5.395						

假设检验:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

用双样本 t 假设检验法：

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_P \times \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$\text{其中 } S_P = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = 0.18$$

查 t 分布表： $\frac{\alpha}{2} = 0.025$, $df = n_1 + n_2 - 2 = 18$

$$t_{\text{crit}} = 2.101$$

因 $t < t_{\text{crit}}$ ，故接受零假设。即两车床车出的工作直径无显著差异。

2. F 检验。

F 检验用以比较两个方差。

下面用例子来说明：

【例】上例中，已知两车床所车部件的方差分别为 $S_1 = 0.0010$ ， $S_2 = 0.000823$ ，问可否认为这两车床所加工部件的方差有显著差异？

假设检验：

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2$$

$$H_a: \sigma_1 \neq \sigma_2$$

用 F 检验法：

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

其中， S_1^2 为两个样本方差中较大的方差。

S_2^2 为两个样本方差中较小的方差。

$$F = \frac{0.00110^2}{0.000823^2} = 1.79$$

查 F 分布表，分子自由度为 9，分母自由度为 9， $F_{crit} = 3.18$

因 $F < F_{crit}$ ，故接受零假设，认为 2 号车床和 4 号车床车出工件的方差相等（以 95% 的置信度）。

3. χ^2 检验。

χ^2 检验用以对单个正态总体标准差的检验。

下面用例子来说明：

【例】车床加工某工件的直径服从正态分布 $N(\mu, \sigma^2)$ ，原来的加工精度 $\sigma^2 \leq 0.09$ ，经过一段时间后，零检验是否保持原来的加工精度，从其加工的零件中抽取 30 个，测得如下的数据：

零件直径	9.2	9.4	9.6	9.8	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8
频数	1	1	3	6	7	5	4	2	1

问加工精度是否变差？（取显著水平 $\alpha = 0.05$ ）

用 χ^2 检验：

$$H_0: \sigma \leq \sigma_0 = 0.3$$

$$H_a: \sigma > 0.3$$

$$\chi^2 = \frac{ns^2}{\sigma_0^2} \sim \chi^2(n-1)$$

其中， σ_0 为目标标准差， n 为样本数， s 为样本标准差。

$$\sigma_0^2 = 0.09, n = 30, s^2 = 0.12992$$

$$\text{则 } \chi^2 = \frac{30 \times 0.12992}{0.09} \approx 43.3$$

查 χ^2 分布表得

$$\chi_{\alpha}^2(n-1) = \chi_{0.05}^2(29) = 42.6$$

因为 $\chi^2 > \chi_{0.05}^2(29)$ ，所以拒绝原假设 H_0 ，接受备选假设 H_1 ，即在显著水平 $\alpha = 0.05$ 情况下认为该自动车床加工精度变差。

第三节 什么是置信区间

在解决实际问题过程中，经常会遇到需要用已知的样本去估计总体状况的情况，区间估计的方法就是在已知样本状况时，估计总体值的可能区间的方法。如要估计一批电子产品的平均寿命，在已取得一批样品的寿命的情况下，可以得出此批产品的平均寿命范围，如 100000 ~ 150000 小时。这个估计要求有较高的“可信程度”，如 95%。

一、区间估计的概念

设 $\hat{\theta}_1 (X_1, X_2, \dots, X_n)$ 及 $\hat{\theta}_2 (X_1, X_2, \dots, X_n)$ 是由样本观测值确定的两个统计量，如对给定概率 $1 - \alpha$ ，有 $P(\hat{\theta}_1 < \theta < \hat{\theta}_2) = 1 - \alpha$ ，则随机区间 $(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2)$ 叫做参数 θ 的对应于置信概率 $1 - \alpha$ 的置信区间， $\hat{\theta}_1$ 叫做置信下限， $\hat{\theta}_2$ 叫做置信上限。对应于已知的置信概率，根据样本观测值来确定未知参数 θ 的置信区间，称为参数 θ 的区间估计。

二、区间估计的种类及应用

1. 正态总体均值 μ 的区间估计。

(1) 设正态总体 $\xi \sim N(\mu, \sigma^2)$ ，已知 $\sigma = \sigma_0$ ，求 μ 的区间估计。

其中 σ_0 为总体标准差，其置信概率为 $1 - \alpha$ 的 μ 的置信区间为：

$$\left(\bar{X} - \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}} \mu_{\frac{\alpha}{2}}, \bar{X} + \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}} \mu_{\frac{\alpha}{2}} \right)$$

【例 1】从一批加工好的轴中抽取 9 根，测得其直径 (mm)

为 19.7, 20.1, 19.8, 19.9, 20.2, 20.0, 19.9, 20.2, 20.3。
 设零件直径为 $\xi \sim N(\mu, \sigma^2)$ ，且已知 $\sigma = 0.21$ (mm)，求这批零件直径的均值 μ 对应于置信概率 0.95 的置信区间。

解： $\bar{X} = 20.01\text{mm}$ ， $\alpha = 1 - 0.95 = 0.05$ ， $n = 9$

查正态分布表得： $\mu_{0.025} = 1.96$ ，代入上式得

$$\frac{\sigma_0}{\sqrt{n}} \mu_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{0.21}{\sqrt{9}} \times 1.96 = 0.14$$

μ 的置信区间为 (19.87, 20.15)。

(2) 总体不变，未知 σ ，求 μ 的区间估计。

其置信概率为 $1 - \alpha$ 的 μ 的置信区间为：

$$\left(\bar{X} - \frac{s}{\sqrt{n}} t_{\frac{\alpha}{2}}, \bar{X} + \frac{s}{\sqrt{n}} t_{\frac{\alpha}{2}} \right)$$

【例 2】从一批零件中，抽取 9 个零件，测其直径 (mm) 为 19.7, 20.1, 19.8, 19.9, 20.2, 20.0, 19.9, 20.2, 20.3。零件直径符合： $\xi \sim N(\mu, \sigma^2)$ 的正态分布，未知 σ ，求这批零件直径的均值 μ 对应于置信率 0.95 的置信区间？

解： $\bar{X} = 20.01\text{mm}$ ， $S = 0.203$ (样本标准差)， $\alpha = 1 - 0.95 = 0.05$ ，自由度 = 8

查 t 分布表得： $t_{0.025} = 2.31$ ，

$$\frac{s}{\sqrt{n}} t_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{0.203}{\sqrt{9}} \times 2.31 = 0.16$$

由此得知：这批零件直径均值 μ 对应于置信概率 0.95 的置信区间为 (19.85, 20.17)。

2. 正态总体方差 σ^2 的区间估计。

(1) 设正态总体 $\xi \sim N(\mu, \sigma^2)$ ，已知 $\mu = \mu_0$ ，求 σ^2 的区间估计。

其置信区间为：

$$\left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu_0)^2}{X_{\frac{n}{2}}^2}, \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu_0)^2}{X_{1-\frac{\alpha}{2}}^2} \right]$$

【例3】从一批产品中抽取9个，测得其长度（mm）为19.7, 20.1, 19.8, 19.9, 20.2, 20.0, 19.9, 20.2, 20.3，零件直径符合正态分布，已知总体平均值 $\mu = 20.0$ ，求本批零件长度的方差 σ^2 对应于置信概率0.95的置信区间？

解： $\alpha = 0.05$ ， $n = 9$ ， $\mu_0 = 20.0$ ，按自由度 $k = 8$

查卡方分布表得

$$X_{0.975}^2 = 2.18, X_{0.025}^2 = 17.5$$

代入上式得置信区间为：(0.0189, 0.1514)

(2) 设正态总体 $\xi \sim N(\mu, \delta^2)$ ，未知 μ ，求 σ^2 的区间估计。

其置信区间为： $\left(\frac{ns^2}{X_{\frac{n}{2}}^2}, \frac{ns^2}{X_{1-\frac{\alpha}{2}}^2} \right)$

【例4】从一批产品中抽9个，测其长度如下（单位 mm）：19.7, 20.1, 19.8, 19.9, 20.2, 20.0, 19.9, 20.2, 20.3，零件直径符合正态分布，未知总体均值，求这批产品长度的方差对应于置信度0.95的置信区间？

解：已知 $\alpha = 0.05$ ， $n = 9$ ， $s^2 = 0.0365$ ，自由度 $k = 8$

查 X^2 分布表得 $X_{0.975}^2 = 2.18$ ， $X_{0.025}^2 = 17.5$

由上式得置信区间为：(0.1088, 0.1507)

3. 两个正态总体均值差的区间估计。

(1) 设两个正态总体 $\xi \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$ ， $\eta \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$ ，已知 σ_1 及 σ_2 ，求 $\mu_1 - \mu_2$ 的区间估计。

置信概率为 $1 - \alpha$ 的 $\mu_1 - \mu_2$ 的置信区间为：

$$\left(\bar{x} - \bar{y} - \mu_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}, \bar{x} - \bar{y} + \mu_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} \right)$$

(2) 设两个正态总体 $\xi \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$, $\eta \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$, 未知 σ_1 及 σ_2 , 假设 $\sigma_1 = \sigma_2$, 求 $\mu_1 - \mu_2$ 的置信区间估计。

置信概率为 $1 - \alpha$ 的 $\mu_1 - \mu_2$ 的置信区间为:

$$(\bar{x} - \bar{y} - t_{\frac{\alpha}{2}} S_w \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}, \bar{x} - \bar{y} + t_{\frac{\alpha}{2}} S_w \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}})$$

$$\text{其中 } S_w = \sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

【例 5】两台机器同时生产同一型号的工件, 从甲机器抽 8 个工件, 乙机器抽 9 个, 测得其零件长度如下 (单位 mm):

甲机器: 15.0, 14.8, 15.2, 15.4, 14.9, 15.1, 15.2, 14.8;

乙机器: 15.2, 15.0, 14.8, 15.1, 15.0, 14.6, 14.8, 15.1, 14.5。

设两台机器生产的工件长度服从正态分布, 求其生产的工件长度均值差 $\mu_1 - \mu_2$ 对应于置信概率 $1 - \alpha = 0.90$ 的置信区间, 如: ①已知两台机器生产的工件长度标准差分别为 $\sigma_1 = 0.18\text{mm}$, $\sigma_2 = 0.24\text{mm}$, ②未知 σ_1 和 σ_2 , 但假设 $\sigma_1 = \sigma_2$ 。

解: ①查正态分布表得, $\mu_{0.05} = 1.645$, 代入公式得置信区间为 $(-0.018, 0.318)$ 。

②取自由度 $= 8 + 9 - 2 = 15$, 查 t 分布表得 $t_{0.05} = 1.753$, 再计算, $S_w = 0.228$, 代入公式中计算得出所求的置信区间为 $(-0.044, 0.344)$ 。

4. 两个正态总体方差比的区间估计。

①设两个正态总体 $\xi \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$, $\eta \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$, 已知 μ_1 及 μ_2 , 求 σ_1^2/σ_2^2 的区间估计。

置信概率为 $1 - \alpha$ 的 σ_1^2/σ_2^2 的置信区间为:

$$\left[\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \mu_1)^2 / n_1}{F_{\frac{\alpha}{2}} (y_j - \mu_2)^2 / n_2}, \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \mu_1)^2 / n_1}{F_{1-\frac{\alpha}{2}} \sum_{j=1}^{n_2} (y_j - \mu_2)^2 / n_2} \right]$$

②其他同①，只是未知 μ_1 及 μ_2 ，

其置信区间为 $(\frac{S_1^2}{F_{\frac{\alpha}{2}} S_2^2}, \frac{S_1^2}{F_{1-\frac{\alpha}{2}} S_2^2})$

第四节 什么是回归分析

一、确定性关系与不确定性关系

在现实中许多现象间存在着各种关系，这些关系主要分为两种：

1. 确定性关系：即变量间的函数关系，如在时间恒定时距离与速度的关系， $S = V \cdot t$ 。

2. 非确定性关系：即变量间有密切关系，但无法用函数关系表达，如饮食与体重间的关系，这种变量间的非确定性关系称为相关关系。

具有相关关系的变量间虽不具确定的函数关系，但可通过观察发现其之间的规律性，研究这些规律的方法就是回归分析。它可帮助我们有效地从一个可控量（或可观察量）去估计另一变量。如用年龄估计血压，用 Rflow 之温度曲线估计胶水推力等。

二、回归分析的用途

6Sigma 方法的核心就是寻找目标变量 y 与其众多影响因素 x 's 间的对应关系，发现关键少数 x ，对其加以设计、改善和控

制，从而使 y 最优化。回归分析可以在 y 和 x 间架起一座桥梁。

◇回归分析可找到关键少数“ x ”。

◇回归分析可对“ y ”进行预测。

◇回归分析可对“ y ”进行优化。

◇回归分析可确定如何设置“ x ”以达到优化 y 的目的。

三、单变量线性回归方程

独立变量 x 与响应变量之间的关系可表示为以下方程：

$$y = b_0 + b_1 x + e$$

其中： b_0 为 Y 截距， b_1 为直线斜率， e 为模型的误差项。

b_0 （常数）和 b_1 （系数）为固定但未知的参数， x 为独立变量（自变量）， y 为观测的响应值。

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{l_{xy}}{l_{xx}}$$

$$l_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = ns_x^2$$

$$l_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}$$

$$l_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = ns_y^2$$

$$\sum e_i^2 = \sum (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2$$

四、回归分析中的重要术语

r ：相关系数，越接近 ± 1 ，模型拟合越好，“0”表示无线性关系。

R^2 ：相关系数的平方， R^2 值越接近 100%，说明可能存在关系，由模型解释的变差的百分比越高。

第四章 如何运用 6Sigma 统计分析工具

F-比率：“F”统计量。数值大表示模型可鉴别因素 x 与因变量 y 值之间的关系。

五、单变量线性回归举例

【例 1】一位工程师想优化在 PCBA 刷绝缘漆后的绝缘性能，他想证明风干鼓风机风扇速度与绝缘漆中溶剂的蒸发间存在关系。他测得的一组数据如下：

风扇速度	溶剂蒸发量
20	0.18
60	0.37
100	0.35
140	0.78
180	0.56
220	0.75
260	1.18
300	1.36
340	1.17
380	1.65

现须求绝缘漆溶剂蒸发关于风扇速度的回归方程。

解： $\bar{x} = 200$ ， $\bar{y} = 0.835$

$$b_1 = 0.00383$$

$$b_0 = 0.069$$

$$y = 0.069 + 0.00383x$$

六、线性回归的方差分析

只有 y 与 x 间确实存在线性相关关系时，线性回归方程才能近似地表示它们之间的线性相关关系。因此，我们必须对 y 与 x

六西格玛实战

间线性相关的显著性进行检验。方差分析法就是检验它的一种方法。

$$S_r = S_R + S_e = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = l_{yy}$$

$$\text{其中: } S_r = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$S_R = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 = l_{xy}^2 / l_{xx}$$

$$S_e = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = l_{yy} - \frac{l_{xy}^2}{l_{xx}}$$

S_R 称为回归平方和,体现了 y 与 x 间的线性相关程度。

S_e 称为残差平方和,反映了观测值 $y_1 \cdots y_n$ 偏离回归直线的程度,这种偏离是由 x 对 y 的线性影响之外的随机因素引起的。

S_r 称为观测值 $y_1, y_2 \cdots y_n$ 的离差平方和,它反映了观测值 $y_1, y_2 \cdots y_n$ 总的分散程度。

$y_1 \cdots y_n$ 为 y 的观测值。

$\hat{y}_1 \cdots \hat{y}_n$ 为回归方程计算出的回归值。

线性回归的方差分析表如下:

方差来源	平方和	自由度	F 值	临界值
回归	$S_R = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$ $= l_{xy}^2 / l_{xx}$	1	$F = \frac{S_R}{S_e / (n-2)}$	$F_\alpha (1, n-2)$
残差	$S_e = S_r - S_R$ $= l_{yy} - \frac{l_{xy}^2}{l_{xx}}$	$n-2$		
总和	$S_r = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ $= l_{yy}$	$n-1$		

第四章 如何运用 6Sigma 统计分析工具

【例 2】用方差分析法检验例 1 中风扇速度与溶液蒸发量间的线性相关关系是否显著。

解： $l_{xx} = 146666.7$ ， $l_{yy} = 2.38$ ， $l_{xy} = 505.4$

$$\text{计算得出： } S_R = \frac{l_{xy}^2}{l_{xx}} = \frac{505.4^2}{146666.7} = 1.742$$

$$S_e = l_{yy} - \frac{l_{xy}^2}{l_{xx}} = 2.38 - 1.742 = 0.638$$

$$F = \frac{S_R}{S_e / (n - 2)} = \frac{1.742}{0.638/8} = 21.84$$

得方差分析表如下：

方差来源	平方和	自由度	F 值	临界值
回归	1.742	1	21.84	$F_{0.01}(1, 8)$
残差	0.638	8		
总和	2.38	9		

因为 $F > F_{0.01}(1, 8)$ ，所以风扇速度与溶剂蒸发量之间的线性相关关系特别显著。即上例求出的 $y = 0.069 + 0.00383x$ 是有意义的，它大致描述了溶剂蒸发量随风扇速度的变化规律。在 6Sigma 系统中，一般用 Minitab 统计软件来实现以上分析功能以避免冗长的计算。

七、多重回归介绍

多重回归是定义连续变量“y”与多重连续变量“x”之间关系的方法，在 6σ 分析技术中，它的作用基于收集的数据而建立的工序变量关系模型。

多重回归的一般形式：

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \cdots + b_k \cdot x_k + \text{error}$$

多元线性回归可用来对影响工序/产品关键参数（y）的大量“x”进行筛选，以确定潜在的关键少数 x。

八、回归分析时易出现的错误

1. 将相关与因果关系相混淆。其实相关性好并非意味着两者之间存在因果关系。
 2. 采用错误模型，如本应用一次回归模型，实际建成二次回归模型。
 3. 从偶然数据中得出结论，如在限定的温度内试验温度与焊接直通率的关系。
 4. 自变量 x 之间存在关系，如将电阻丝的温度和电流同时作为自变量来实验（影响）锡炉内焊锡丝融化时间。
- 在实际操作中须注意避免此类错误。

第五节 什么是正态分布

我们在研究工程问题时，往往把问题间的关系转化为统计术语来表述。即看作因变量 y 和自变量 x 的关系。变量根据其性质，又可分为离散型和连续型变量两种。离散型变量如用塞规测量时的“通”、“止”数据，开关电源的“ON”，“OFF”数据。连续型变量如测量工作长度、直径等得到的数据，每种变量均有其特定的概率分布，正态分布是连续型变量的一种常见分布，也是 6Sigma 的理论基础。

一、正态分布曲线

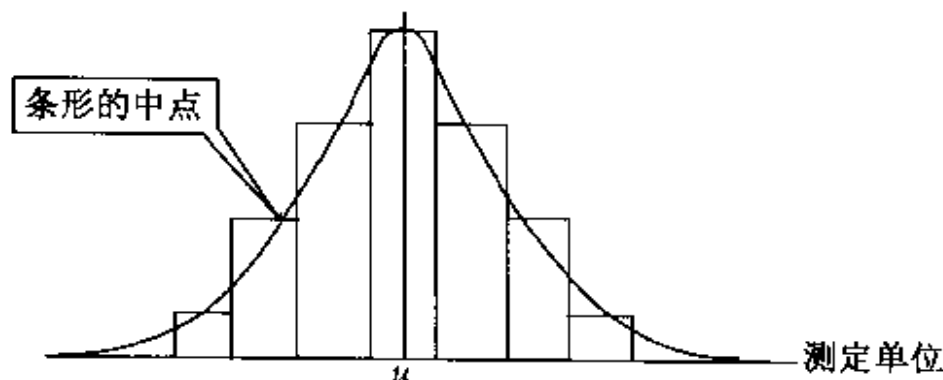
若变量 x 满足

• 152 •

$$P_{(x>a)} = \int_a^{\infty} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{(x-u)^2}{\sigma^2} \right]} dx,$$

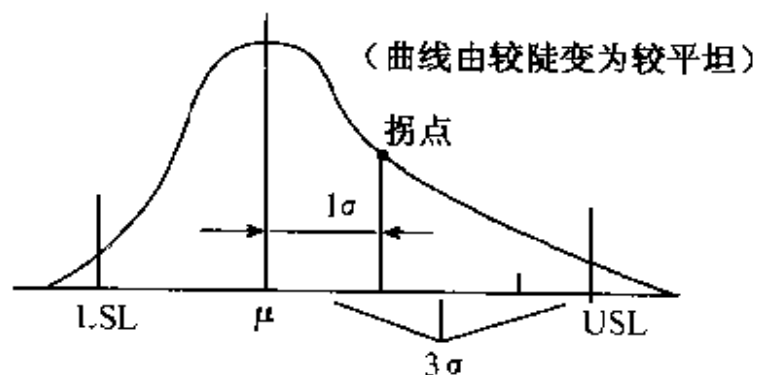
则说变量 x 服从正态分布。

正态分布曲线如下图所示：



二、正态分布的标准差

拐点与平均值的距离为一个标准差 (σ)，如三倍标准差都落在目标值和规范的上、下限内，我们就称此过程有 3σ 能力。



LSL: 下规格界限

USL: 上规格界限

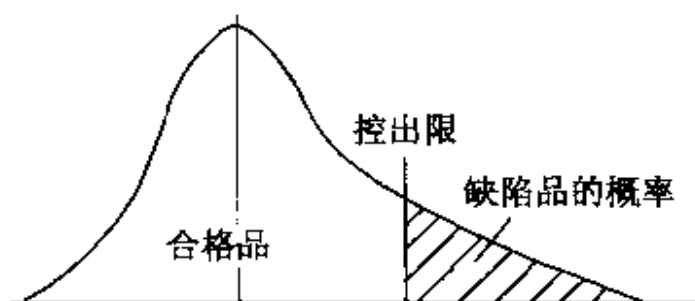
μ : 平均值

σ : 标准差

三、面积和概率

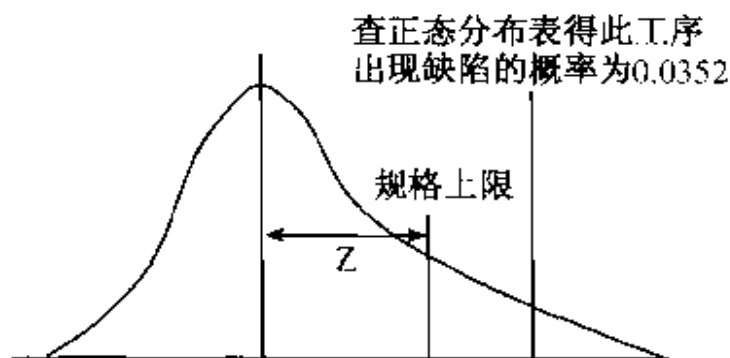
正态曲线与横轴之间的面积等于 1，所以曲线下方的面积与缺陷发生的概率相关。

曲线下的总面积为 1.0。我们可计算规范上下限之外的面积，也就是出现缺陷的概率。



正态分布可将平均值 μ 与标准差 σ 转换为出现缺陷的百分比。

例如，一个工序的 $Z = 1.81$ ，1.81 以外的正态曲线下的面积就是出现缺陷的概率。“Z”值是工序能力的尺度，称为“工序的 Sigma 值”。



正态分布是 6Sigma 理论中最常用到的一种分布，是连续数据（实际中遇到的大多数问题）计算 Sigma 值的理论基础，需认

真研究。

第六节 什么是二项分布

二项分布是离散变量的一种常见分布，广泛应用于抽样检验等实际问题中。

一、公式

随机变量 ξ 的可能取值为 $0, 1, 2, \dots, n$ ，取这些值的概率分别为 $P(\xi = m) = C_n^m p^m q^{n-m}$ ， $m = 0, 1, 2, \dots, n$ ，其中 $0 < p < 1$ ， $p + q = 1$ ，这种分布称为二项分布，记为 $\xi \sim B(n, p)$

二、二项分布的应用

一批产品共 N 件，其中有 M 件次品，进行放回抽样检查，每次从这批产品中任意取一件，检查后放回原处，连续抽取 n 次，则被抽查的 n 件产品中的次品数 ξ 服从二项分布 $B(n, p)$ ，其中 $P = \frac{M}{N}$ 。

【例】一批产品共 2000 件，其中 40 件不良品，随机抽取 100 件样品， ξ 表示样品中的不良品数，在有放回抽样条件下求抽到 5 件不良品的概率为多少？

解：依题知此批产品的不良率为 $P = \frac{M}{N} = \frac{40}{2000} = 0.02$

$$\xi \sim B(100, 0.02)$$

$$P(\xi = 5) = C_{100}^5 0.02^5 \times 0.98^{95} = 0.0353$$

即从此批产品中随机抽取 100 件样品，发现 5 件不良品的概率为 3.53%。

第七节 什么是卡方分布

卡方分布 (χ^2 分布) 可用于在已知变量为正态总体的情况下, 估计 σ^2 的置信区间或对 σ^2 进行假设检验。

一、 χ^2 分布的定义

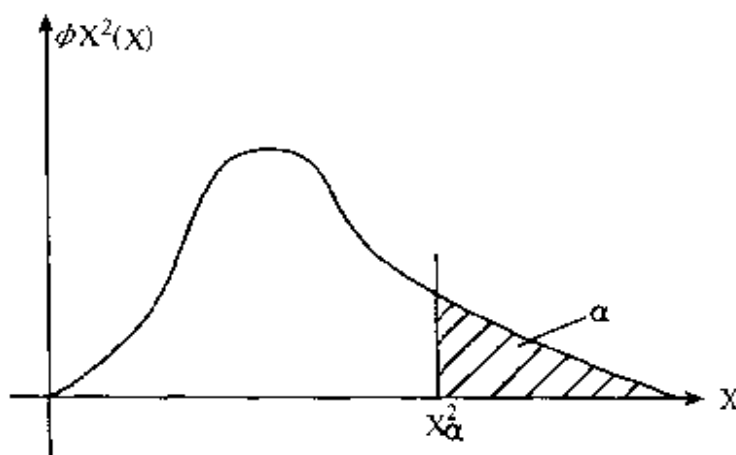
设随机变量 $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_k$ 相互独立, 且均服从标准正态分布 $N(0, 1)$, 则随机变量 $\chi^2 = \xi_1^2 + \xi_2^2 + \dots + \xi_k^2$ 服从自由度为 k 的 χ^2 分布, 记为 $\chi^2(k)$ 。

二、 χ^2 分布的特点

χ^2 分布具有可加性, 若随机变量 ξ 与 η 独立, 且 $\xi \sim \chi^2(k_1)$, $\eta \sim \chi^2(k_2)$, 则:

$$\xi + \eta \sim \chi^2(k_1 + k_2)$$

对不同自由度 k 及不同的数 α ($0 < \alpha < 1$), 可查表得到 χ^2 分布的 α 分位数 (如下图):



当 $k = 5$, $\alpha = 0.05$ 时, $x_{0.05}^2(5) = 11.07$

χ^2 分布的应用请参见本章第二节和第三节中单个正态总体 σ^2 的区间估计和假设检验部分。

第八节 什么是 t 分布

t 分布可用于在已知变量为正态总体但未知总体标准差的情况下，对总体均值进行区间估计或假设检验，是在现实问题中非常常用的一种分布。

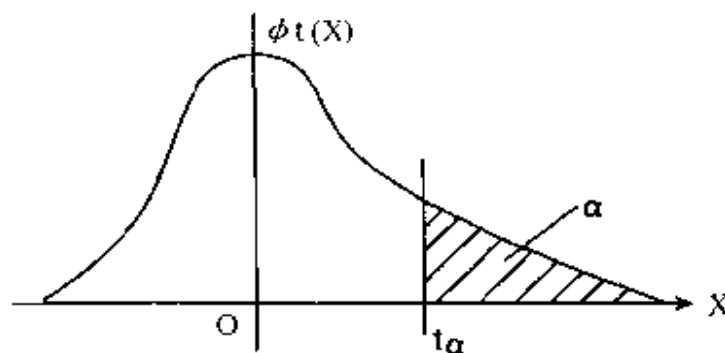
一、t 分布的定义

若随机变量 ξ 与 η 独立，且 ξ 服从标准正态分布 $N(0, 1)$ ， η 服从自由度为 k 的 χ^2 分布，
$$t = \frac{\xi}{\sqrt{\frac{\eta}{k}}}$$

称这种分布为自由度为 k 的 t 分布，记作 $t(k)$ 。

二、特性

t 分布的分布曲线以 $Z = 0$ 为对称，且当自由度 k 无限增大时，t 分布将趋近于标准正态分布 $N(0, 1)$ ，对不同的自由度 k 及不同的数 α ($0 < \alpha < 1$)，可查 t 分布表得到满足 $p(t \geq t_\alpha) = \alpha$ 的 t_α 的值，称 t_α 为 t 分布的 α 分位数。如下图：



例，当 $k=5$ ， $\alpha=0.05$ 时， $t_{0.05}(5) = 2.015$

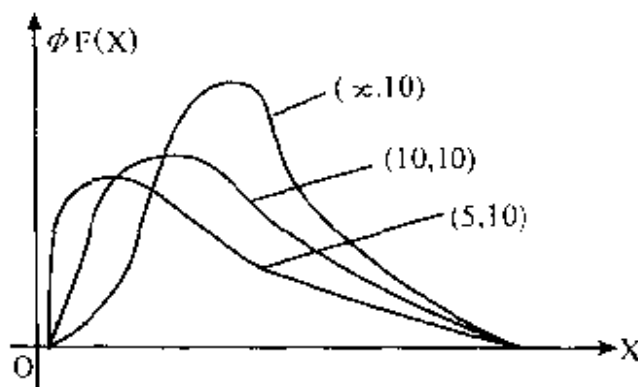
t 分布的应用请参见本章第二节和第三节中单个总体均值的区间估计和假设检验。

第九节 什么是 F 分布

F 分布可用于在已知两个变量均为正态总体时，对其标准差的平方进行区间估计或假设检验。

一、F 分布的定义

若随机变量 ξ 与 η 独立，且分别服从自由度为 k_1 、 k_2 的 χ^2 分布，即 $\xi \sim \chi^2(k_1)$ ， $\eta \sim \chi^2(k_2)$ ，则随机变量 $F = \frac{\xi/k_1}{\eta/k_2}$ ，这种分布自由度为 (k_1, k_2) 的 F 分布，记作 $F(k_1, k_2)$ ，其中分子自由度 k_1 为第一自由度，分母 k_2 为第二自由度。下图画出了自由度分别为 $(5, 10)$ ， $(10, 10)$ ， $(\infty, 10)$ 时 F 分布的分布曲线。

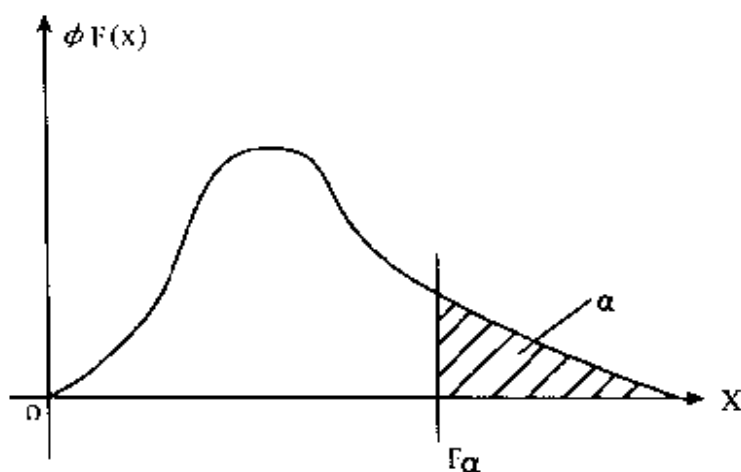


二、F 分布的分位数

对不同自由度 (k_1, k_2) 及不同的数 α ($0 < \alpha < 1$)，可查表

第四章 如何运用 6Sigma 统计分析工具

得到满足 $P(F \geq F_\alpha) = \alpha$ 的 F_α 的值, 称 F_α 为 F 分布的 α 分位数 (如下图), 当 $k_1 = 15$, $k_2 = 10$, $\alpha = 0.05$ 时, $F_{0.05}(15, 10) = 0.394$ 。



F 分布的应用请参见本章第三节中两个正态总体标准差的假设检验部分。

第十节 什么是概率事件

人们在解决实际问题时总是从观察一些基本现象入手, 在现实生活中, 如仔细观察, 所有的现象可分为两类——确定性现象和随机现象。

一、确定性现象和随机现象

1. 确定性现象: 在一定条件下, 必然会出现某种确定的结果。如朝上抛一枚硬币, 由于地心引力的作用, 其上升到某一高度后必定下落; 导线通电后必定会发热。确定性现象也叫必然现象。根据柏拉图原则, 此类现象在实际问题中约占 20%。

2. 随机现象: 在一定条件下, 可能会出现各种不同的结果,

也就是说，在完全相同的条件下进行一系列观测或实验，却未必出现相同的结果。如掷一枚硬币，其落地时可能是正面朝上，也可能是反面朝上。在其落下前我们不能预先知道哪面朝上。这类现象称为随机现象，也叫偶然现象。据柏拉图原则，此类现象在实际问题中约占 80%。

二、统计规律性〔随机现象的规律性〕

对大量存在的随机现象，由于人们事先不知道会出现哪种结果，似乎是不可捉摸的，其实人们通过观察并已证明：对随机现象进行大量的重复试验或观测，其结果总能呈现某种规律性，如重复抛一枚硬币，正面朝上和反面朝上的次数几乎相等；一条生产特定产品的生产线其总不良率会确定在某一水平上等。

6Sigma 方法正是先确定顾客/自身最关键的 CTQ（关键质量）或其他关键点，以它作为因变量 y ，再寻找影响 y 的各种 x ，这些 x 与 y 间大多数均无确定性关系。但可通过回归、方差分析、假设检验等方法确定影响 y 的关键少数 x ，并建立 y 与 x 的关系模型，再通过实验设计等方法确定最有利于 y 的 x 值。从而抓住随机事件的统计规律性并加以利用。如运用得当，由于发现并利用规律，使用者将立于不败之地。

三、频率及其稳定性

设事件 A 在 n 次试验中出现了 r 次，则比值 r/n 称为事件 A 在 n 次试验中出现的频率，记作 $f_n(A)$ ，其中 r 称为频数。

实践证明：在大量重复试验中，随机事件的频率具有稳定性。也就是说，在不同的试验序列中，当试验次数 n 充分大时，随机事件 A 的频率 $f_n(A)$ 会在某个确定的数字附近摆动。

如抛硬币试验中，正面朝上这一随机事件 A 的频率 $f_n(A)$

稳定在数字 0.5 的附近。掷骰子时，2 点朝上的频率 $f_n(A)$ 会稳定在 0.17 附近。

四、概率

用来计量随机事件出现的可能性大小的一个介于 0 与 1 之间的数。

1. 概率的统计定义。

在相同一组条件下所作的大量重复试验中，事件 A 出现的频率总是在区间 (0, 1) 上的一个确定的常数 P 附近摆动，并且稳定于 P，则把 P 作为事件 A 的概率，记为 $P(A)$ ，即 $P(A) = p$ ，即可把频率作为概率的近似值。

此定义的缺点在于：

- (1) 须建立在经验的基础之上。
- (2) 语言描述模糊，不准确。
- (3) 需要大量的试验观测统计，可操作性较差。

2. 概率的古典定义。

(1) 古典概型。

在概率论发展初期，人们致力于随机游戏中各种事件的概率计算，如抛一枚均匀骰子，记 $A = \{1 \text{ 点朝上}\}$ ， $B = \{2 \text{ 点朝上}\}$ ， $C = \{3 \text{ 点朝上}\} \cdots F = \{6 \text{ 点朝上}\}$ ，求 $P(A) \cdots P(F)$ 。

因为骰子是均匀的，故事件 $A \cdots F$ 出现的可能性相等。 $P(A) = P(B) = P(C) = P(D) = P(E) = P(F) = 0.167$

古典概型的随机试验有以下特征：

- A. 有限性，只有有限多个不同的基本事件。
- B. 等可能性，每个基本事件出现的可能性相等。

(2) 概率的古典定义。

在古典概型中，如果基本事件的总数为 n ，事件 A 所包含的

基本事件个数为 r ($r \leq n$), 则定义事件 A 的概率 $P(A)$ 为 r/n , 即

$$P(A) = \frac{r}{n} = \frac{A \text{ 中包含的基本事件个数}}{\text{基本事件总数}}$$

古典概型的优点在于古典概率可直接按公式计算, 而不必进行大量的重复试验。

【例】投掷一颗均匀骰子, 求事件 $A = \{\text{出现奇数点}\}$ 的概率。

解: 设 W_i 表示基本事件“出现 i 点”, 则样本空间 $u = \{W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6\}$, $n=6$ 。

$A = \{W_1, W_3, W_5\}$, 即 $r=3$ 。

$$\text{故 } P(A) = \frac{r}{n} = \frac{3}{6} = 0.5$$

关于概率问题由于篇幅所限这里不再赘述, 建议有兴趣的读者参阅有关概率论与数理统计方面的书籍。

第十一节 什么是多变量分析

多变量分析是用于分析多个变量作用于 y 时各变量的影响大小的一种分析方法, 因在实际问题中, 往往有很多变量同时影响因变量 y , 所以多变量分析是在解决问题初期为筛选关键影响因素的重要分析手段。

一、多变量分析的步骤

1. 确定关键质量点(CTQ) y 。
2. 确定可能的影响因素 x 's。
3. 确定测试频率。
4. 测试数据。

5. 绘制数据图。
6. 图示各因素的影响。
7. 用方差分析计算各相关部分的影响。
8. 对发现的重要影响因素进行改善和控制。

二、多变量分析应用例

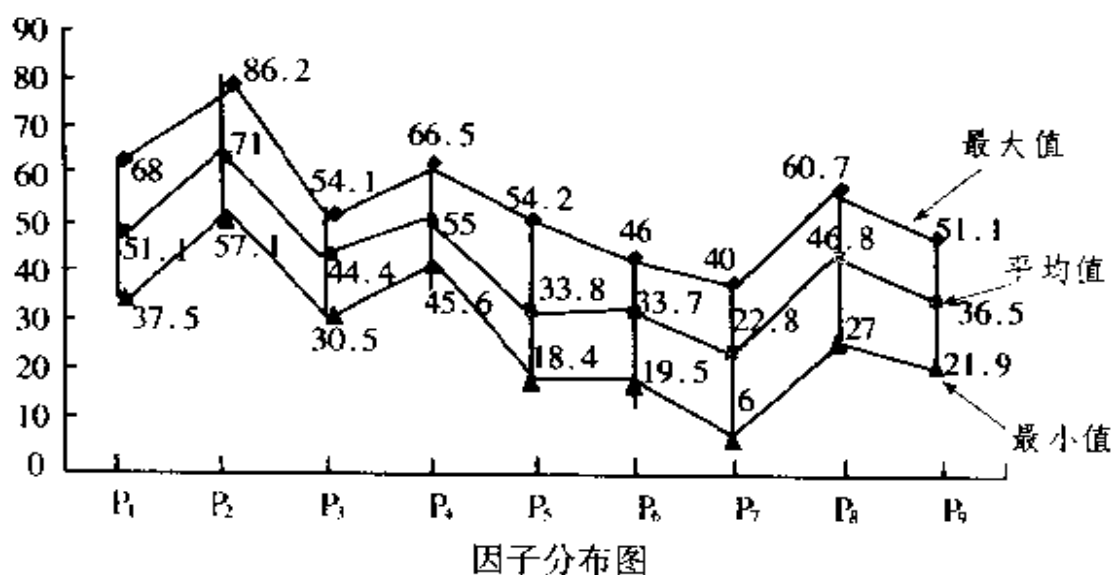
一位工程师想了解生产地点、生产时间和产品本身三者的差异对产品品质电特性的影响。

解：

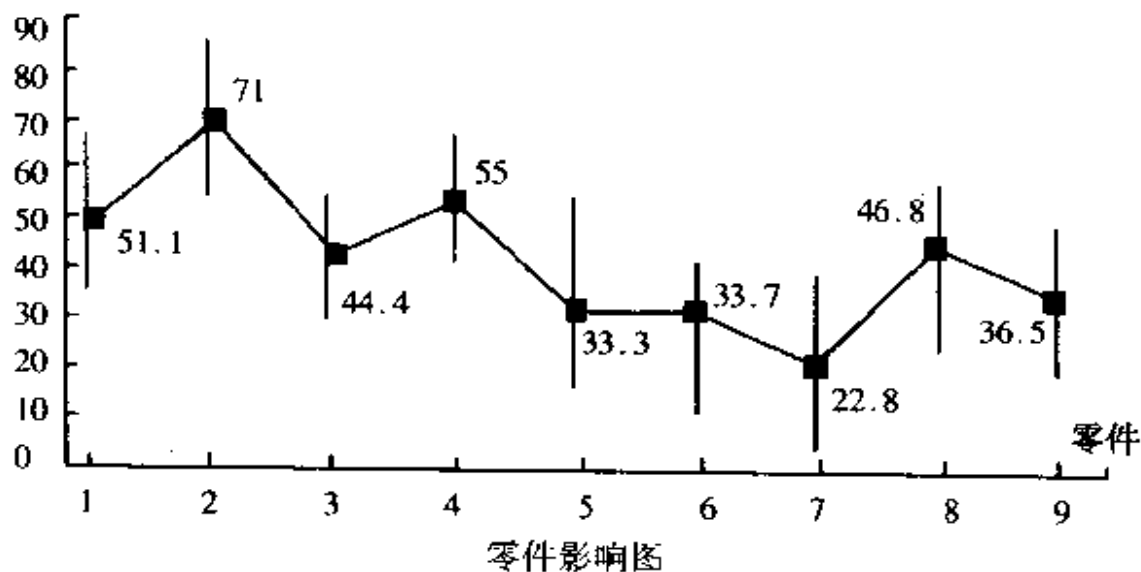
1. 本例中要研究的关键质量点 y 为零件电特性。
2. 可能的影响因素为加工时间、加工地点、随机因素引起的零件变异三种因素。
3. 本例的测试频率为 2 小时一次。
4. 测试数据，如下表：

地点	时间 1			时间 2			时间 3		
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉
1	53.3	63.1	52.9	59.9	21.8	42.8	37.2	42.0	21.9
2	37.3	70.5	54.1	45.6	45.7	28.0	37.5	42.3	32.9
3	47.9	81.1	46.9	47.7	21.3	28.4	39.2	27.0	27.0
4	52.5	79.8	46.3	57.7	42.9	34.6	25.2	60.7	38.9
5	63.4	77.7	38.0	66.5	22.8	26.9	6.0	43.6	51.1
6	39.1	65.5	46.6	52.5	54.7	46.0	40.0	52.2	33.6
7	68.0	86.2	30.5	57.4	18.4	41.0	12.4	57.9	37.7
8	43.8	62.6	44.9	49.1	26.8	24.7	21.8	44.5	24.1
9	54.6	57.1	49.4	54.0	40.8	45.0	9.9	54.8	48.9
10	51.6	66.9	34.7	59.6	42.5	19.5	28.6	43.2	49.3
MAX	68.0	86.2	54.1	66.5	54.7	46.0	40.0	60.7	51.1
MIN	37.3	57.1	30.5	45.6	18.4	19.5	6.0	27.0	21.9
R	30.7	29.1	23.5	20.9	36.3	26.5	34.0	33.7	29.3
μ	51.1	71.0	44.4	55.0	33.8	33.7	22.8	46.8	36.5
S	9.7	9.6	7.7	6.5	12.9	9.5	13.3	9.9	10.6

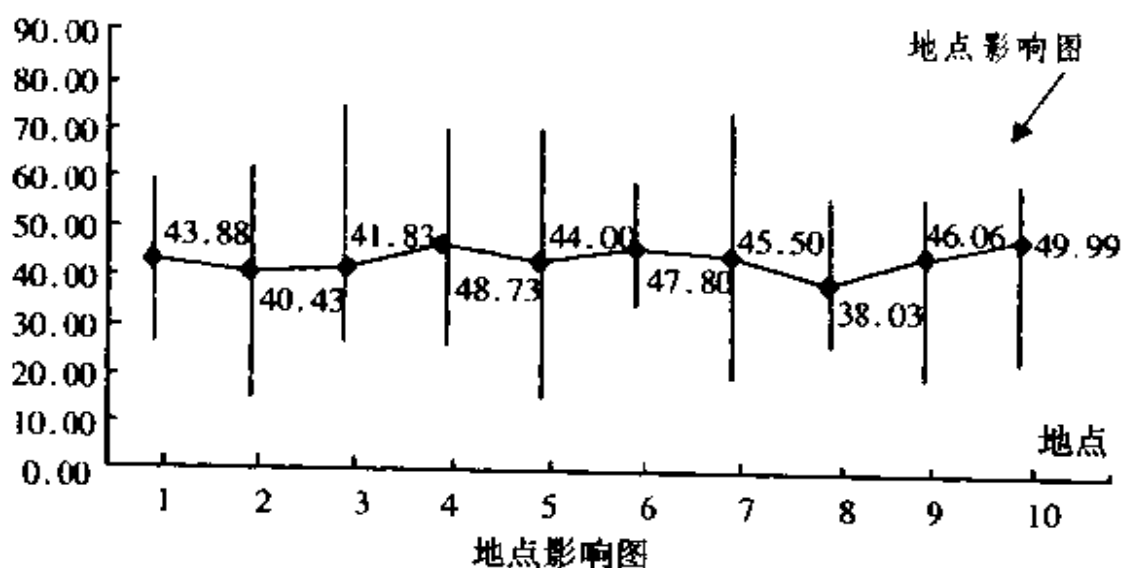
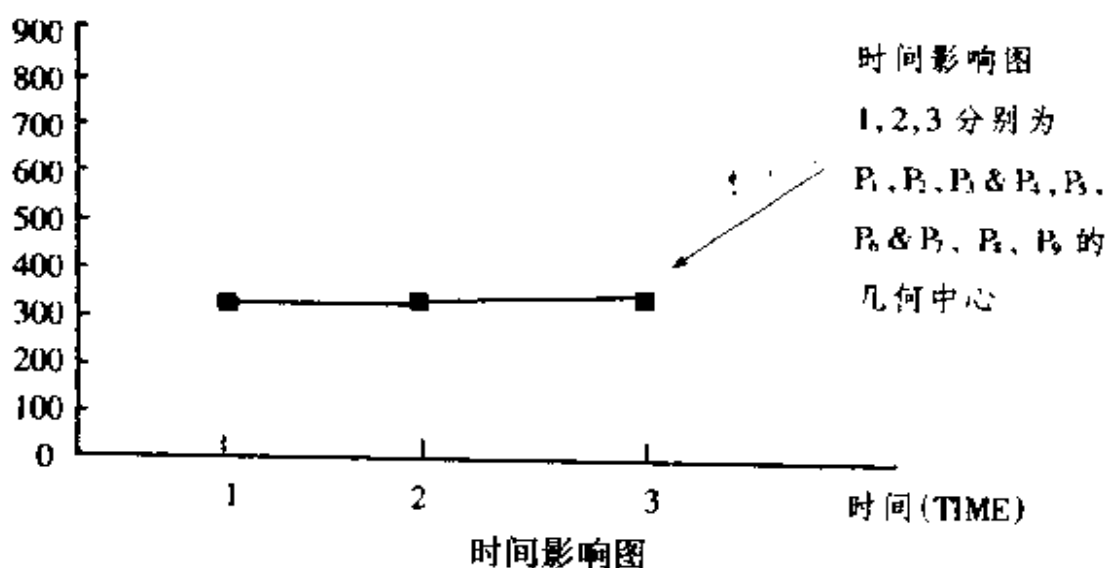
5. 绘制数据图如下:



6. 画出各因素影响图。



第四章 如何运用 6Sigma 统计分析工具



7. 计算各相关部分的影响 (用方差分析法)

方差来源	自由度	平方和	均方和	F	P
零件	8	16279.524	2034.94	19.679	0.0001
残差	81	8377.188	103.422		

六西格玛实战

方差来源	自由度	平方和	均方和	F	P
时间	2	6519.717	3259.859	15.637	0.0001
残差	87	18136.994	208.471		

方差来源	自由度	平方和	均方和	F	P
地点	9	922.009	102.445	0.345	0.9567
残差	80	23734.702	296.684		

零件部分影响比例：

$$\text{零件部分} = 16279.524 \div (16279.524 + 6519.717 + 922.009) = 68.63\%$$

$$\text{时间部分} = 6519.717 \div (16279.524 + 6519.717 + 922.009) = 27.48\%$$

$$\text{地点部分} = 922.009 \div (16279.524 + 6519.717 + 922.009) = 3.89\%$$

由以上分析可知：本例中由随机因素引起的产品本身偏差是影响特性的主要因素，时间因素亦比较重要，地点部分影响很小可不予考虑。

需要说明的是：在实际应用时，手工计算大量数据无必要，一般用 Minitab 统计软件进行分析，只需输入数据，选择适当的分析工具 Minitab，可非常迅速准确地完成各类统计分析。

第五章

如何进行 6Sigma 项目管理

- 第一节 怎样选择 6Sigma 项目
- 第二节 怎样确定项目的 CTQ
- 第三节 如何写项目计划书
- 第四节 怎样制定项目进展计划
- 第五节 怎样挑选项目团队
- 第六节 项目实施的效果如何评估
- 第七节 6Sigma 项目案例

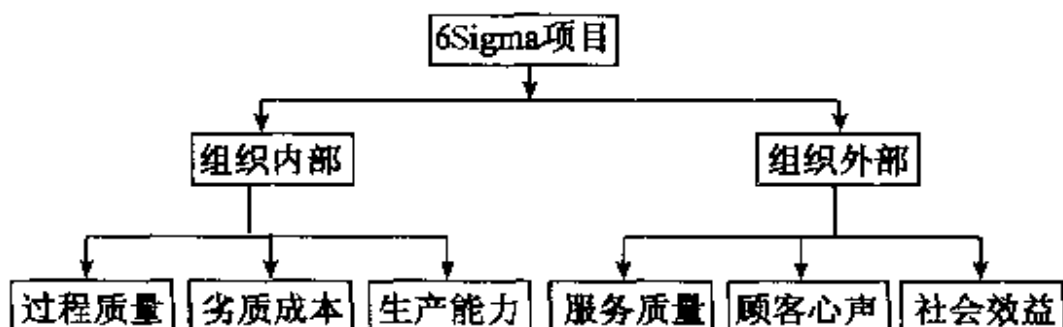
6Sigma 项目管理是实施对 6Sigma 项目的全过程管理，是从选择项目到立项并实施，由黑带主管对每一环节进行全方位管理的过程。

第一节 怎样选择 6Sigma 项目

6Sigma 成功的关键是要找到合适的项目，也即项目的界定。这是 6Sigma 模型的基础，也是 6Sigma 成功实施的关键。

一、6Sigma 项目的基本构成

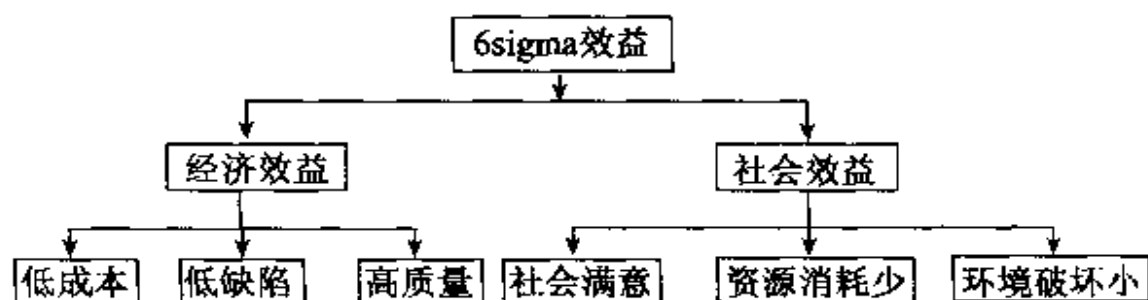
6Sigma 项目一般由组织的内部和外部两大部分构成。如下图所示：



由上图可知，组织内部的项目有过程质量、劣质成本（COPQ）和生产能力。组织外部的项目有服务质量、顾客心声（VOC）和社会效益。

二、6Sigma 项目的选择原则

6Sigma 项目选择以效益性为原则，它包括经济效益和社会效益两部分，其构成如下图：



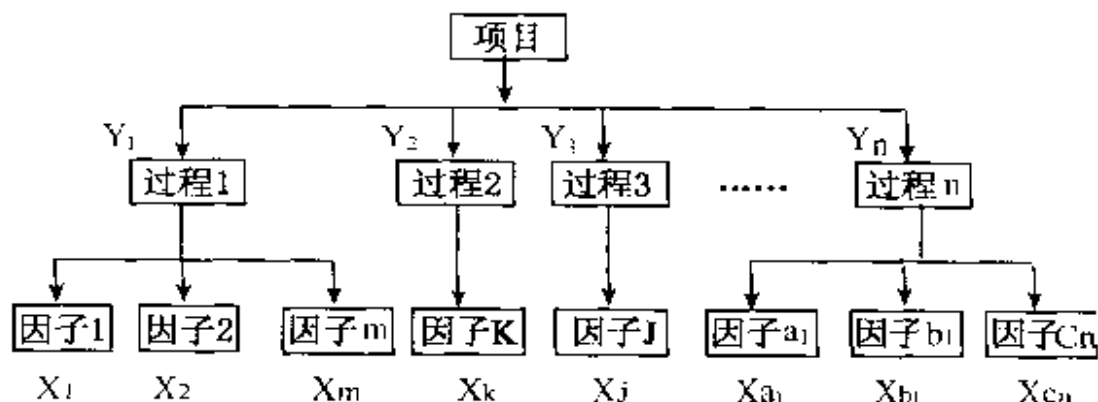
由上图可知经济效益包括低成本、低缺陷、高质量这几个方面。社会效益包括社会满意、资源消耗少、环境破坏小这几个方面。总之，6Sigma项目选择要以低成本达到效益最大化为目标，最大限度满足社会日益进步的需要。

第二节 怎样确定项目的 CTQ

项目的 CTQ 即项目的关键质量。这是 6Sigma 项目的突破口，是成功启动 6Sigma 项目的焦点。

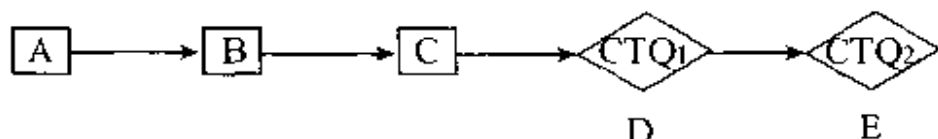
一、先界定项目的过程 CTQ

我们知道任何一个项目都是由若干过程组成的，每一个过程是构成项目的基本元素。每一个过程又由若干因子起作用，才影响过程的进程。如下图所示：



第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

由上图可知，项目的过程已清晰可见，但哪一个是影响项目的 CTQ 呢？对项目起着关键作用并影响着项目进程的过程，如某项目由以下过程 A、B、C、D、E 组成，而 D、E 确是影响项目的关键过程，我们定义它为 CTQ₁ 和 CTQ₂，以 CTQ₁ 和 CTQ₂ 为重点突破口来加速项目的改善进程。



二、再确定过程的关键因子

项目的过程 CTQ 找到以后，再确定过程的关键因子又成为重中之重了。每一个过程都是基于一种因变量 y 与自变量 x 's 的函数关系。如下图示：

$$y = f(x)$$

y	$x_1 \cdots x_n$
取决于其他变量	独立变量
过程输出	过程输入
结果	原因
表征	问题
监视	控制

由上图可知，过程变量 $x_1, x_2 \cdots x_n$ 已清晰可见，哪一个是影响过程的关键因子呢？我们要运用试验设计（DOE）方法，找到影响 y 过程的关键因子。

第三节 如何写项目计划书

写好 6Sigma 项目计划书，是批准立项的关键。它包括：问

题综述（现状）、项目范围、目标陈述（期望状态）。项目规划和进程安排、估计的财务收益和小组成员及其作用等内容。

一、问题综述（现状）

问题综述是描述问题的形成机理及其产生原因。问题的定义既包括“现状”，又包括所“期望的状态”要具体化和量化。尽量用事实和数据说话。

现状是说目前所面临的问题，不应包括原因，不应隐含解决方案，应尽可能具体，并包括量化指标。

期望状态是说通过问题的解决而要达到的目标。尽可能客观，尽可能明确具体，包括衡量的指标。

二、项目范围

项目范围是说此项目所覆盖的领域或组织部门。

三、目标陈述（期望状态）

目标陈述是实施 6Sigma 项目以后达到的期望值。它包括生产率、质量水平、效益等具体指标。

四、项目规划和进程安排

项目规划和进程安排是说具体的项目实施日期以及每一日期所需完成的量化指标。

五、估计的财务收益

项目实施后的经济效果，预期所达到的财务指标。

六、小组人员及其作用

项目组成员的职责和任务及其在 6Sigma 项目实施中所扮演的角色。

七、6Sigma 项目计划书格式

6Sigma 项目计划书

项目名称		部门	
BB/GB		项目 CTQ 及过程能力	
MBB		当前过程能力 (σ /DPMO)	
问题综述:			
项目陈述:			
项目范围:			
项目规划:			
资源/团队成员:			
预期利益:			
签名	经理	赞助商	其他
	MBB	BB/GB	日期

第四节 怎样制定项目进展计划

项目进展计划安排组织的重要活动，并在项目实施过程中保持对项目进行跟踪。项目计划的主要步骤如下：

一、列出项目任务

它包括工作、控制、交流、承诺和评估活动，以及这些任务的负责人。

二、明确任务之间的重要关系

一项任务的起始时间是否取决于其他任务？一项任务的持续时间是否取决于其他任务？

三、估计时间要求

估计每一项任务完成所需要的时间。

四、创建甘特（Gantt）图

将任务、完成时间、负责人和各项任务之间的关系转换成为甘特图（进展计划）。

五、项目进展计划图表

第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

项目进展计划图表

序号	任务内容	持续时间	一/二月		二月		三月		三/四月		负责人
			1/26	2/2	2/9	2/23	3/2	3/9	3/23	4/6	
D	定义	3d									GB
1	项目 CTQ	1d									GB
2	关键因子	2d									BB
M	测量	26d									GB
1	定义实际问题	2d									MBB
2	与支持小组会谈	8h									BB
3	决定项目范围 (利益/成本)	5d									GB
4	完成 y 的测量系统分析	3d									GB
5	收集合理分组数据	16d									GB
6	分析过程现状	2d									GB
7	决定是管理还是技术问题或者是两者	2d									MBB
A	分析	27d									GB
1	图示数据	3d									GB
2	确认是否服从正态分布	2d									GB
3	假设检验分析以确定图示结果	1d									GB
4	判定改进计划	2d									MBB
5	与小组确认可能的 x	2d									GB
I	改进	6d									GB
1	试验设计	3d									GB
2	进行试验	3d									GB
3	取得优化结果	3d									GB
C	控制	长期									GB
1	用 SPC 控制	长期									GB
2	操作标准文件化	3d									MBB

第五节 怎样挑选项目团队

6Sigma项目的成功，离不开一支高素质的管理和技术团队。所以人力资源是最重要的物质资源。

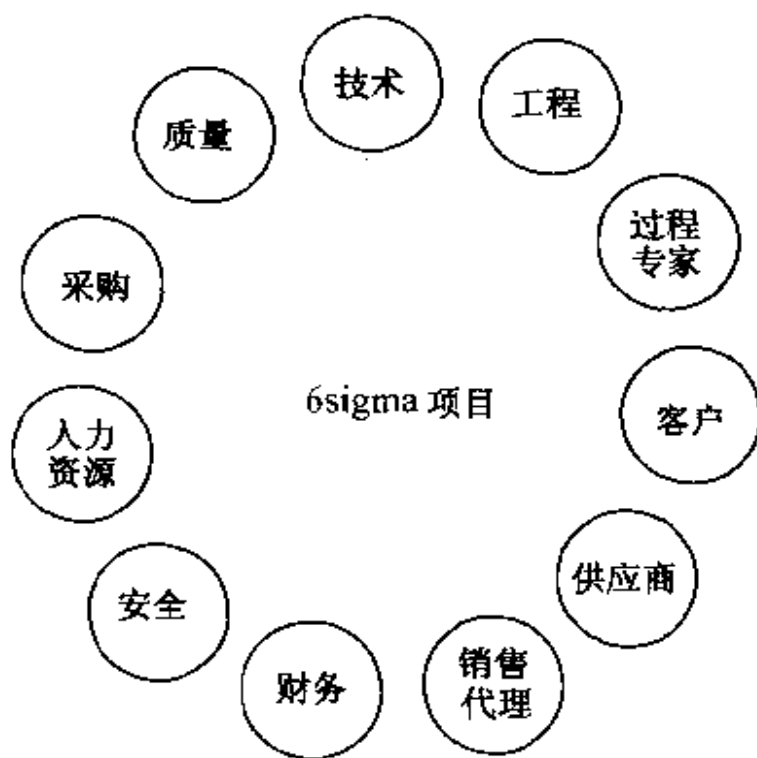
一、项目团队组成

6Sigma项目团队由 MBB、BB、GB 三者组成，各负其责，分工协调，如下表所示：

角色	成员	任务	资格
Leader	MBB	项目的总体规划与评估	已完成 10 万美元 6 σ 项目
组员	BB ₁	项目的 6Sigma 支持与协调	已实施 2 个项目
	BB ₂	项目的技术支持与协调	已实施 2 个项目
	GB ₁	项目的具体实施	不少于 12d 培训
	GB ₂	项目的具体落实	不少于 12d 培训
	GB ₃	项目的具体实践	不少于 12d 培训

二、跨部门功能

项目团队的组织最好是具有跨部门功能，尽量涉及到各部门具体领域中的合适人选。如下图所示：



第六节 项目实施的效果如何评估

6Sigma 项目实施后的效果评估，主要从以下几个方面来进行。

一、客户满意度

用客户满意度调查问卷的形式，向客户进行满意度调查。并对影响质量的关键性因素的满意程度进行分类排序评分，按 5 分制评分，若低于 4 分则被认为是一次失误。下表是客户满意度调查表：

客户满意度调查表

序号	问卷内容	评分
1	你认为我们组织的产品质量是否是一流的	1 2 3 4 5
2	你认为我们的服务是否令人满意	1 2 3 4 5
3	你认为我们的技术水平如何	1 2 3 4 5
4	你认为我们的产品交货期是否令人满意	1 2 3 4 5
5	你认为我们的销售人员素质如何	1 2 3 4 5
6	你认为我们的服务人员素质如何	1 2 3 4 5
7	你认为我们的产品可靠性如何	1 2 3 4 5
8	你认为我们的产品设计水平如何	1 2 3 4 5
9	你认为我们的产品品牌知名度如何	1 2 3 4 5
10	你认为我们的产品对环境或社会影响如何	1 2 3 4 5
备注	①5 为最高分，1 为最低分。依此类推评分。 ②50 分为最满意，40 分为满意，30 分以下为不满意	总分

二、质量成本分析

质量成本分析，主要是评估质量成本占销售额比例，以此来判断劣质成本的比例，来确认 6Sigma 项目的改善状况。

三、供货质量

调查每百万件所购进货品的缺损度（DPMO），以评估供应商质量和改善效果。

四、内部表现

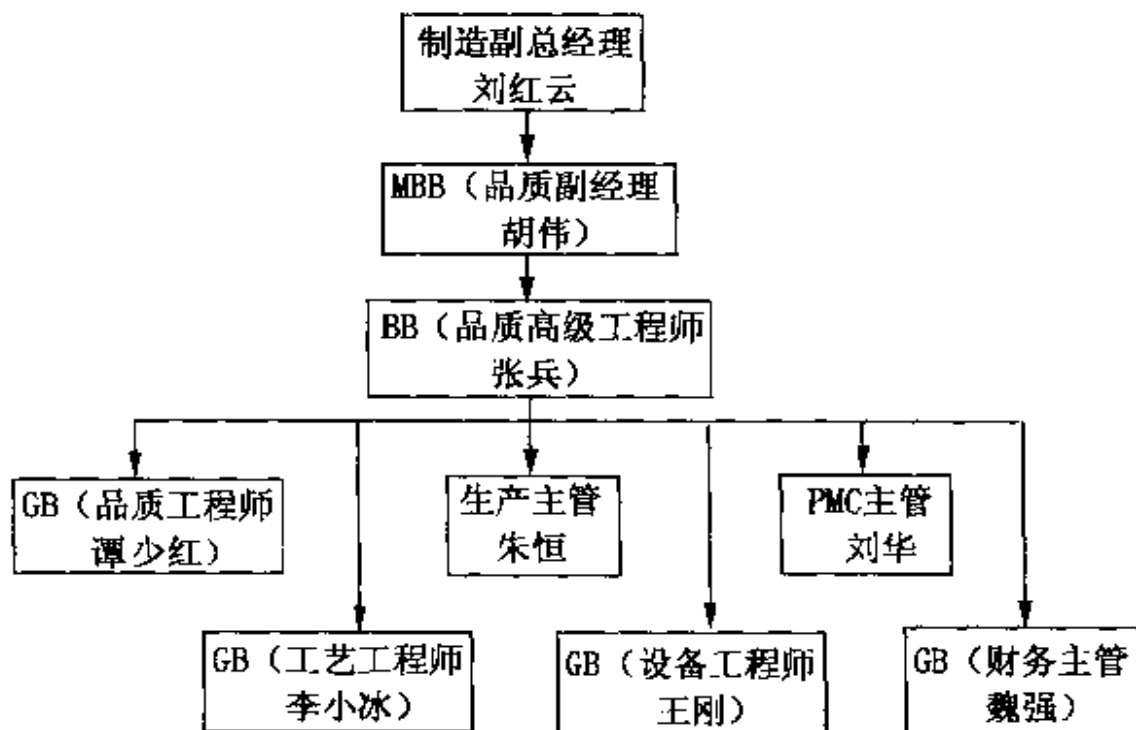
组织内部表现是评估生产过程中出现的失误率（DPMO），以及还有多大的改善空间。

五、生产能力设计

测评一定比率的进行 CTQ's 检验抽样中, 达到 6σ 要求的 CTQ's 的比率。尽量使新产品按 6σ 标准进行设计, 这一评估标准也非常重要。

第七节 6Sigma 项目案例

一个 PCBA 工厂波峰焊工序的 6Sigma 项目改善。因为波峰焊成为制约 PCBA 质量的瓶颈。当前首次通过率为 15%, DP-MO 为 30000PPM [此种产品每块板焊点数 (机会数) 为 532 点]。2001 年 9 月, 该公司成立了一支 6Sigma 项目改善队伍, 其组织结构如下:



6月10日, MBB胡伟主持召开了第一次6Sigma项目工作会议, 会议议程如下:

1. 讨论是否选此项目为6Sigma项目。

经小组讨论, 大家一致认同此项目为6Sigma项目, 理由是:

(1) 目前焊接DPMO与客户要求存在很大差距, 已引起客户强烈投诉。

(2) 造成DPMO低的原因不详。

(3) 尚未找到改善方法。

(4) 实施6Sigma项目改善后可带来大的财务收益和客户满意度的极大提高。

(5) 公司人力、物力、财力允许, 且技术上不是非常复杂。

2. 确定项目CTQ。

3. 制定6Sigma项目计划书。

4. 明确各部门人员职责及其绩效考核方法。

5. 确定6Sigma项目所需资源和培训日程。

具体工作分工如下:

No.	项目内容	开始时间	完成时间	责任人	备注
1	制定6Sigma项目计划书	9月11日	9月12日	张兵	
2	各成员职责与绩效考核方法	9月11日	9月13日	胡伟	
3	界定项目CTQ	9月11日	9月12日	谭少红	
4	项目资源及培训安排	9月11日	9月15日	胡伟	

一、确定项目CTQ及项目Y

波峰焊工序是客户特别关注的影响产品品质的关键工序, 客户最关注的是焊点一次成功率要高, 转化CTQ为焊点的DPMO要小。故波峰焊焊点一次成功率为本项目的CTQ。项目Y衡量

第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

CTQ 的参数为焊点 DPMO。

二、制定 6Sigma 项目计划书

胡伟和张兵根据 PCBA 焊接状况和已有的 DATA 制定的 6Sigma 项目方案如下：

6Sigma 项目方案

资源规划		基本信息			评审时间		
项目名称：波峰焊接工 艺改善 MBB:胡伟 BB:张兵 GB:谭少红、李小兵 王刚、魏强	部门:品质部 企业目标:改进过程品质 项目 CTQ:波峰焊焊点一 次成功率 当前工序能力:30000DPMO 3.4σ	开始					
		D					
		M					
		A					
		I					
		C					
问题综述：波峰焊的焊接工艺成为制约 PCBA 产量和品质的主要因素，在最近半年内，焊接相关人力成本增加 50%，客户投诉率不断攀升，焊接直通率徘徊在 15%左右，焊点缺陷高达 30000DPMO，如不加以突破，将影响公司整体质量和效益的提高。							
目标陈述：在接下来的 6 个月内将波峰焊 Sigma 水平从目前的 3.4 (30000DPMO) 提高到 4.8 (500DPMO)，产量增加一倍。							
项目范围：6Sigma 项目小组将以波峰焊焊接过程为中心，从 6Sigma 项目立项之日起，对全公司波峰焊焊接工艺进行改进。							
项目规划：(主要日期)：参见甘特图							
资源/团队成员：投入培训经费 8000 元，设备及试验费用 8 万元，项目团队由 MBB、BB、GB、小组成员及项目领导共 9 人。							
预期收益：(目标节约、DPMO 降低幅度) 项目完成后可节约总成本 100 万元。提高客户满意度，增加市场份额 10%以上。							
项目总负责	刘红云	MBB	胡伟	BB	张兵	GB	王刚等

六西格玛实战

三、各成员职责与绩效考核办法

No.	角色	成员	主要职责	考核办法	备注
1	领导者	刘红云	1. 统筹 6Sigma 项目实施和管理 2. 对所需资源进行优先配置 3. 对 MBB 进行考核管理	1. 6Sigma 项目与个人绩效挂钩, 季度奖金以 6Sigma 项目节约成本的 5% 发放。 2. 对项目的目标达成状况进行不定期考核, 对未完成规定任务的人据实际进行适当处理 3. 对个别阻碍项目进程的人进行通报批评直至辞退	
2	MBB	胡伟	1. 协调 6Sigma 具体实施和管理 2. 对 6Sigma 培训进行技术支持 3. 对下属 BB 进行考核管理		
3	BB	张兵	1. 部门间协调和联络, 推进 6Sigma 项目实施 2. 实施 6Sigma 培训 3. 对下属 GB 进行考核管理		
4	GB	谭少红	1. 拟订波峰焊工艺改善方案 2. 与各 GB 一起实施改善进程		
5	GB	李小兵	1. 进行工艺优化, 寻找合适的改善方案 2. 与其他 GB 一起实施改善进程		
6	GB	王刚	1. 按实验计划调整波峰炉 2. 对炉子进行维护保养, 使其工作在最佳状态 3. 与其他 GB 一起实施改善进程		

第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

续表

No.	角色	成员	主要职责	考核办法	备注
7	GB	魏强	1. 进行成本核算 2. 与其他 GB 通力合作, 实施改善进程		
8	生产主管	朱恒	1. 支持项目组工作, 维持试验进程中的生产运作 2. 提供改善建议		
9	物控主管	刘华	1. 提供必需资源 2. 安排好试验期间的生产计划		

四、项目资源及培训安排

项目资源配置

No.	项目资源	资源配置	到位时间	责任人	
1	培训经费	8000 元	9 月 15 日	胡伟	
2	设备及试验费用	80000 元	9 月 18 日	刘红云	
3	人力资源	9 人	9 月 10 日	刘红云	
4	活动经费	10000 元	9 月 19 日	刘红云	
备注 1. 须以 6Sigma 项目为中心, 积极配置资源以满足项目整体运作。 2. 适当时可考虑追加投入, 确保项目顺利实施。					

项目培训安排

No.	培训内容	培训对象	时间	备注
1	6Sigma 项目实施策略	项目组成员	4h	
2	6Sigma 项目突破工具	项目组成员	8h	
3	DMAIC 模式	项目组成员	16h	
4	6Sigma 统计分析讲座	项目组成员	4h	
5	典型案例分析	项目组成员	4h	

五、项目实施日程安排

代码	任务名称	持续时间	9月	10月	11月	负责人
1	测量	40d	1/9/10/9/20/9/30/9/10/10/20/10/30/10/10/11/20/11/30/11			
2	进行培训	4d				胡伟
3	完成 Y 的测量系统分析	3d				张兵
4	收集合格品分组的数	30d				李小康
5	分析过程现状	1d				张兵
6						胡伟
7	分析	9d				
8	指示数据	2d				李/王
9	分析数据	2d				李/王
10	制定改进计划	1d				陈/王
11	与小组确认可能的 X	2d				胡/王
12	改进	16d				
13	试验设计	8d				王刚
14	进行试验	15d				王刚
15	过程控制	长期				李小康

六、完成 Y 的测量系统分析

本项目中 Y 的数据为离散二元数据,对其进行分析时需用离散数据的 GAGER&R 分析法进行。

方法:取 50 块各有一个指定焊点的 PCBA,这些焊点有合格焊点、有临界焊点、有不合格焊点,由 5 个检查员将每块板检查两次,两次之间的时间间隔为一周。

离散数据 GAGER&R 评估参数:

总的一致百分比:用来评估检验员结果一致的次数的百分比

可重复性百分比:用来评估检验员检查同一部件时结果一致的能力

可再现性百分比:用来评估多个检验员检验同一部件时结果一致的能力

计算公式为:一致百分比 = $\frac{\text{一致的总次数}}{\text{机会的总次数}}$

本例计算结果 = 89%

如结果 > 85%, 检验结果可接受。

七、收集合理的分组数据

用脑力激荡法得出一组潜在的 X 值如下:

预热温度	PCBA 机种
锡炉温度	PCBA 过炉方向
锡面高度	生产班次
传送带速度	锡条种类
传送带角度	环境温度
松香比重	环境湿度
松香温度	锡缸 MOTOR 速度
PCBA 材质	波峰焊机器型号

在制定子群计划时需考虑的 x's, 据以往数据显示对焊点质量影响较大的。

波峰焊机型号	传送带速度
生产班次	松香比重
预热温度	PCBA 材质
锡炉温度	

六西格玛实战

分组如下	A	B	C	D	E	F	G	
子组	焊机型号	传送带速度	预热温度	生产班次	锡炉温度	PCBA 材质	松香比重	DPMO
1	1	1	2	2	2	2	3	32000
2	1	2	2	1	1	2	1	29500
3	2	1	1	1	2	1	3	33500
4	2	1	1	2	2	1	1	32740
5	2	1	2	1	2	2	3	31000
6	1	2	2	2	2	1	2	29000
7	1	2	1	1	1	1	1	34000
8	2	1	1	1	1	1	2	28500
9	2	1	1	1	1	2	1	32000
10	2	1	2	1	1	1	2	25000
11	2	1	2	1	2	1	3	28400
12	1	2	2	2	1	1	2	27800
13	2	2	2	1	2	1	2	25000
14	2	1	1	2	1	1	2	31000
15	1	2	1	1	1	2	2	24500
16	2	2	1	2	2	2	1	28700
17	1	1	1	2	2	1	1	24800
18	1	2	1	2	1	1	2	31000
19	1	1	2	1	2	1	1	29800
20	2	2	1	2	1	1	3	31000
21	1	1	1	1	2	2	3	28400
22	2	2	2	2	2	1	2	31200
23	2	2	1	2	2	1	2	34500
24	2	2	1	1	1	1	2	32400
25	1	1	1	1	2	2	1	26900
26	2	2	1	1	1	2	2	23700
27	1	2	2	1	2	1	1	23450
28	1	1	2	2	2	1	3	34000
29	2	2	2	2	1	2	3	28700
30	1	2	1	2	2	2	2	31200
31	1	1	2	1	1	2	1	29400
32	1	2	1	1	2	1	1	32800
33	2	1	1	2	2	2	3	31700
34	1	1	2	2	2	1	2	28500
35	2	2	2	2	1	1	3	23800
36	1	2	1	1	2	1	3	32700
37	2	2	2	2	1	1	1	26790
38	1	1	1	2	2	2	3	28500

第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

续表

分组如下	A	B	C	D	E	F	G	
子组	焊机型号	传送带速度	预热温度	生产班次	锡炉温度	PCBA 材质	松香比重	DPMO
39	2	1	2	2	1	2	1	31200
40	1	2	2	1	2	2	3	28400
41	1	1	2	2	1	2	1	28600
42	2	2	1	2	1	2	2	32100
43	1	2	2	1	1	1	3	31200
44	1	1	2	2	2	2	2	31000
45	1	2	1	2	2	2	3	32100
46	2	2	1	2	1	1	1	29830
47	1	1	1	1	1	2	2	29800
48	2	2	2	1	1	2	2	31200
49	1	1	1	1	2	1	1	30000
50	2	2	1	1	2	2	1	29500
51	1	1	1	2	2	1	2	31000
52	2	1	2	2	1	1	1	29400
53	1	2	2	1	2	2	1	32000
54	2	1	2	2	1	1	2	29840
55	2	1	1	2	1	2	3	29400
56	2	2	1	1	2	1	1	29400
57	2	2	1	1	2	2	3	31000
58	2	1	2	1	1	1	3	25000
59	2	1	1	1	2	2	2	37400
60	1	1	1	2	2	2	2	23700
61	1	2	1	2	2	1	2	28400
62	2	2	2	1	2	2	2	28700
63	1	2	1	1	1	2	1	23900
64	1	2	1	1	1	1	3	31670
65	2	1	2	2	2	1	3	32100
66	2	2	2	2	1	2	2	23950
67	2	2	1	2	1	2	1	23401
68	2	1	1	2	1	2	1	32100
69	1	1	1	1	2	2	2	32300
70	2	2	2	2	2	1	3	23850
71	1	2	1	2	1	2	3	31200
72	2	1	1	1	2	1	2	31200
73	1	2	2	2	2	2	1	23490
74	2	1	2	2	2	2	1	35200

六西格玛实战

续表

分组如下	A	B	C	D	E	F	G	
子组	焊机型号	传送带速度	预热温度	生产班次	锡炉温度	PCBA 材质	松香比重	DPMO
75	2	2	2	2	2	2	2	32100
76	1	2	2	2	1	1	3	32400
77	2	2	1	1	2	1	3	29800
78	1	2	2	1	2	1	3	29600
79	2	1	1	1	2	2	3	28600
80	1	1	1	1	1	2	3	31200
81	2	2	2	1	2	1	3	31290
82	2	1	1	1	1	1	3	32000
83	1	2	2	1	1	2	3	30300
84	1	1	2	2	1	2	3	32400
85	1	1	2	1	2	2	3	32100
86	2	1	1	2	1	1	3	29800
87	1	1	2	1	2	1	3	31200
88	2	1	2	1	2	2	1	29400
89	2	2	1	1	2	1	2	28400
90	1	2	2	2	1	2	2	28690
91	2	1	1	2	2	1	2	27680
92	1	1	2	1	1	1	1	27650
93	2	1	1	1	1	2	3	32490
94	1	1	2	1	1	2	3	25680
95	1	2	1	1	1	1	2	32140
96	1	2	1	2	1	1	1	29480
97	2	2	2	2	2	2	3	31200
98	2	1	2	1	1	2	3	31100
99	2	2	2	2	2	1	1	31000
100	2	1	1	2	2	1	3	28500
101	2	1	1	1	2	1	1	29800
102	2	2	1	1	1	1	1	32100
103	1	2	2	2	2	2	2	32200
104	2	1	1	2	2	2	1	29800
105	2	2	1	1	1	2	3	29700
106	1	1	2	2	1	1	3	27800
107	1	2	1	2	1	2	1	29840
108	1	1	2	1	2	2	1	27840
109	1	2	1	1	1	2	3	32030
110	1	2	2	2	2	2	3	31200

第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

续表

分组如下	A	B	C	D	E	F	G	
子组	焊机型号	传送带速度	预热温度	生产班次	锡炉温度	PCBA 材质	松香比重	DPMO
111	2	2	1	2	2	1	3	32100
112	1	1	1	2	1	1	3	31000
113	2	1	2	1	1	2	2	28400
114	1	1	1	2	1	1	1	31000
115	1	1	1	1	1	2	1	32000
116	1	2	1	2	2	1	3	31000
117	2	1	2	2	2	1	2	29800
118	2	1	1	1	2	2	1	29900
119	1	1	2	1	1	2	2	28500
120	2	2	2	1	1	2	1	27890
121	1	1	1	1	1	1	1	28700
122	2	2	1	2	1	1	2	32100
123	2	1	1	1	1	1	1	31200
124	1	2	1	1	2	2	3	29800
125	1	2	2	1	1	2	2	29800
126	1	1	1	1	1	1	2	34200
127	1	1	1	1	2	1	2	32100
128	1	1	2	2	1	1	2	23500
129	1	2	1	2	1	1	3	32100
130	2	1	2	2	1	2	3	29800
131	2	2	1	1	1	1	3	32100
132	2	2	2	1	1	1	3	32180
133	2	2	1	2	1	2	3	28400
134	2	1	2	2	2	2	2	31800
135	1	1	2	2	1	2	2	29400
136	1	1	2	1	1	1	2	28400
137	2	2	2	1	1	1	2	29480
138	1	1	1	2	1	1	2	28490
139	1	1	1	1	1	1	3	32000
140	2	2	2	1	2	1	1	31000
141	2	1	1	1	1	2	2	31000
142	2	1	2	2	1	1	3	32400
143	1	2	1	2	2	1	1	28500
144	2	2	2	1	1	1	1	25900
145	2	2	2	2	1	1	2	27500
146	2	1	2	1	1	1	1	28500

六西格玛实战

续表

分组如下	A	B	C	D	E	F	G	
子组	焊机型号	传送带速度	预热温度	生产班次	锡炉温度	PCBA 材质	松香比重	DPMO
147	2	1	2	1	2	1	1	35100
148	1	2	2	2	1	2	1	27490
149	1	2	2	1	1	1	2	28490
150	1	1	1	2	2	2	1	32100
151	1	1	1	1	2	1	3	27840
152	1	2	1	1	2	1	2	27500
153	1	2	1	1	2	2	1	31000
154	2	1	2	1	2	1	2	27590
155	2	1	2	2	1	2	2	23000
156	2	2	2	2	1	2	1	25600
157	1	2	2	2	2	1	1	29400
158	1	2	2	2	1	2	3	31400
159	2	2	2	2	2	2	1	28700
160	1	1	1	2	1	2	2	31200
161	1	1	1	2	1	2	1	31400
162	1	2	2	1	2	1	2	32400
163	1	2	1	2	1	2	2	31200
164	1	1	1	2	2	1	3	31200
165	1	2	1	1	2	2	2	32140
166	1	2	2	1	2	2	2	31240
167	1	2	2	2	1	1	1	31200
168	1	1	2	2	1	1	1	31000
169	2	2	1	2	2	1	1	28400
170	2	2	1	1	1	2	1	28300
171	1	2	2	2	2	1	3	28700
172	1	2	2	1	1	1	1	31200
173	2	1	2	1	1	2	1	32200
174	1	2	1	2	2	2	1	29840
175	1	1	2	2	2	2	1	29980
176	2	2	2	1	2	2	1	29800
177	2	1	1	2	1	2	2	28900
178	1	1	2	2	2	1	1	28900
179	2	2	2	1	2	2	3	28600
180	1	1	1	2	1	2	3	32100
181	2	1	2	1	2	2	2	31200
182	2	2	1	1	2	2	2	32100

第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

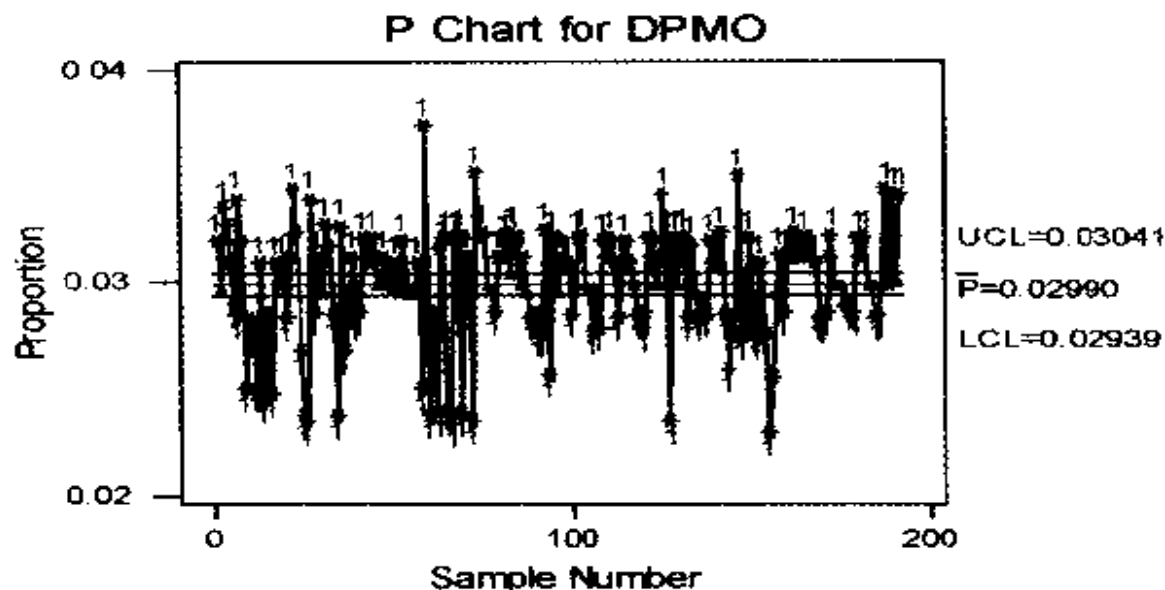
续表

分组如下	A	B	C	D	E	F	G	
子组	焊机型号	传送带速度	预热温度	生产班次	锡炉温度	PCBA 材质	松香比重	DPMO
183	2	2	1	2	2	2	2	29800
184	2	1	1	2	1	1	1	29900
185	1	1	2	1	2	1	2	28400
186	2	2	2	1	1	2	3	28490
187	2	1	1	2	2	2	2	29800
188	2	2	1	2	2	2	3	34500
189	1	1	2	1	2	2	2	29800
190	2	1	2	2	2	1	1	34200
191	1	1	2	1	1	1	3	29990
192	2	1	2	2	2	2	3	34210

其中 1、2、3 分别代表各 X 的不同状态（水平）。

对数据制作 P 控制图，发现目前的焊点 DPMO 平均值为 29900，区间为 29390 ~ 30410DPMO，从图上可发现：

很多数据点在控制线外，说明此过程存在变差的特殊原因。



八、用 MINITAB 对数据进行方差分析

因为在合理分组时，各影响因素的水平数不同（2 和 3），故

选 GLM 方差分析模型，可处理非平衡数据。

“General Linear Model: DPMO versus A, B, C, D, E, F, G”

Factor Type Levels Values

A	random	2	1	2
B	random	2	1	2
C	random	2	1	2
D	random	2	1	2
E	random	2	1	2
F	random	2	1	2
G	random	3	1	2 3

“Analysis of Variance for DPMO, using Adjusted SS for Tests”

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	1	69046	69046	69046	0.01	0.917
B	1	10396943	10396943	10396943	1.62	0.204
C	1	40389269	40389269	40389269	6.31	0.013
D	1	383329	383329	383329	0.06	0.807
E	1	20671219	20671219	20671219	3.23	0.074
F	1	59467	59467	59467	0.01	0.923
G	2	31191815	31191815	15595908	2.44	0.090
Error	183	1171725708	1171725708	6402873		
Total	191	1274886797				

Unusual Observations for DPMO

Obs	DPMO	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
15	24500.0	29504.9	547.8	- 5004.9	- 2.03R
17	24800.0	30600.2	547.8	- 5800.2	- 2.35R
26	23700.0	29542.8	547.8	- 5842.8	- 2.37R
27	23450.0	29306.8	547.8	- 5856.8	- 2.37R

35	23800.0	29439.9	547.8	- 5639.9	- 2.28R
58	25000.0	29994.7	547.8	- 4994.7	- 2.02R
59	37400.0	30664.4	547.8	6735.6	2.73R
60	23700.0	30537.1	547.8	- 6837.1	- 2.77R
63	23900.0	29532.7	547.8	- 5632.7	- 2.28R
67	23401.0	29481.2	547.8	- 6080.2	- 2.46R
70	23850.0	30096.1	547.8	- 6246.1	- 2.53R
73	23490.0	29182.3	547.8	- 5692.3	- 2.30R
74	35200.0	29685.6	547.8	5514.4	2.23R
128	23500.0	28998.8	547.8	- 5498.8	- 2.23R
147	35100.0	29810.2	547.8	5289.8	2.14R
155	23000.0	29001.5	547.8	- 6001.5	- 2.43R

R denotes an observation with a large standardized residual

从方差分析结果可知：C、E、G 为关键影响因素（P 值较小）。

C：预热温度

E：锡炉温度

G：松香比重

九、确定总体改善方案，进行试验设计

DOE 计划如下

DOE 类型	目标	试验时间	负责人
筛选 DOE	筛选关键 x's	7d	张兵
优化 DOE	优化关键因子	8d	张兵

1. 全因子 DOE。

在试验初始阶段，为了不漏掉关键因子，需考虑尽可能多的 x's 进行筛选。本例在筛选因子试验阶段考虑的因子如下：

六西格玛实战

因子	代号	因子	代号
传送带速度	A	PCBA 机种	I
传送带角度	B	PCBA 过炉方向	J
锡面高度	C	预热温度	K
锡炉温度	D	锡条种类	L
松香比重	E	环境温度	M
生产班次	F	环境湿度	N
松香温度	G	锡缸 MOTOR 速度	O
波峰焊机器型号	H		

A. 在 Minitab 中设计所需的试验如下 (PLACKETT BURMAN DESIGN):

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	DPMO
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	18900
1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	18900
1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	18900
-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	32100
1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	21300
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	34290
1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	35700
1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	21000
-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	37000
-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	13700
-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	32100
1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	12300
1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	31000
-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	21300
-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	8340
1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	31890
1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	12000

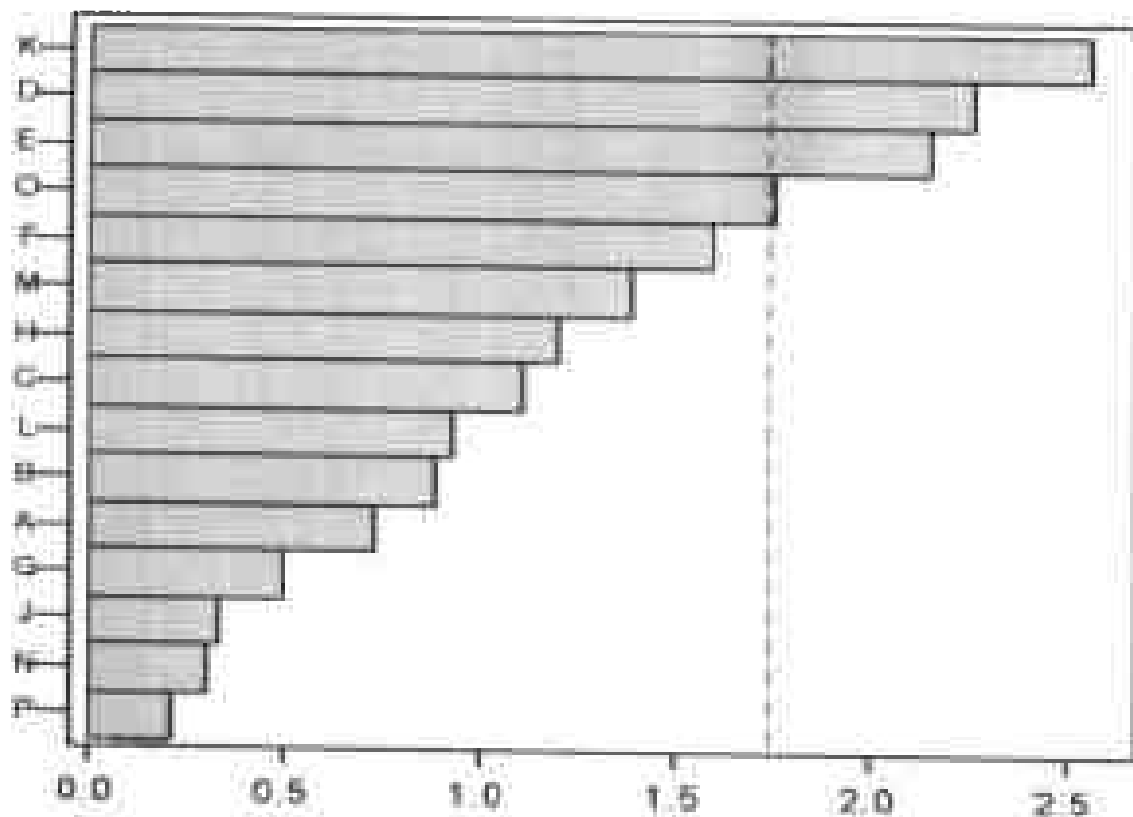
第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

续表

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	DPMO
-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	21480
1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	22310
1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	35400
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	31090
-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	17800
-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	15790
1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	18900
-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	31670
1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	23400
1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	13400

B. 运行的不同 DPMO 值列于上表。

C. 从各因子影响分析可知, K, D, E 即预热温度、锡炉温度和松香比重为主要影响因子。如下图:



2. 优化 DOE, 用 GENERAL FULL FACTORIAL DESIGN DOE 方法进行优化设计, 生成的试验方案如下表:

RUN	K	D	E	DPMO
1	2	4	3	2700
2	2	3	1	3800
3	3	3	2	2840
4	1	3	4	9800
5	3	4	3	2100
6	3	1	1	9800
7	1	3	1	5600
8	4	4	1	560
9	2	2	1	10280
10	1	2	2	1390
11	2	2	3	1980
12	3	1	2	9800
13	1	2	4	1850
14	2	1	3	19800
15	2	4	2	450
16	4	2	4	1358
17	3	4	4	1890
18	3	3	4	970
19	3	3	3	1560
20	1	1	2	19300
21	1	4	2	2300
22	3	4	2	7900
23	1	4	1	569
24	4	1	3	23900
25	1	1	1	31000
26	2	3	3	3500
27	2	1	4	15309

第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

续表

RUN	K	D	E	DPMO
28	2	2	4	4210
29	1	4	4	870
30	2	3	4	2500
31	1	2	3	7800
32	2	1	2	27900
33	4	1	4	25400
34	3	4	1	7800
35	3	2	4	19600
36	4	3	1	15400
37	2	2	2	22000
38	3	3	1	13000
39	1	3	2	8900
40	4	1	1	32100
41	3	1	4	15600
42	2	4	1	3210
43	4	4	3	1350
44	4	3	3	2700
45	1	3	3	4700
46	1	2	1	15900
47	2	1	1	23800
48	1	1	3	31000
49	4	2	2	21000
50	3	1	3	19800
51	4	1	2	31000
52	4	4	2	5600
53	4	3	2	1360
54	2	4	4	410
55	3	2	1	21000
56	3	2	3	610

六西格玛实战

续表

RUN	K	D	E	DPMO
57	4	2	3	23500
58	3	2	2	17800
59	4	4	4	6500
60	1	4	3	3400
61	1	1	4	2890
62	4	3	4	15600
63	2	3	2	3200
64	4	2	1	17800

方差分析如下：

General Linear Model: DPMO versus A, B, C

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

A	fixed	4	1 2 3 4
---	-------	---	---------

B	fixed	4	1 2 3 4
---	-------	---	---------

C	fixed	4	1 2 3 4
---	-------	---	---------

Analysis of Variance for DPMO, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	279259199	279259199	93086400	2.23	0.095
B	3	3079358125	3079358125	1026452708	24.62	0.000
C	3	270602547	270602547	90200849	2.16	0.103
Error	54	2251549631	2251549631	41695364		
Total	63	5880769502				

第五章 如何进行 6Sigma 项目管理

Unusual Observations for DPMO

Obs	DPMO	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
6	9800.0	22961.2	2552.4	- 13161.2	- 2.22R
48	31000.0	18816.2	2552.4	12183.8	2.05R
61	2890.0	17188.6	2552.4	- 14298.6	- 2.41R

R denotes an observation with a large standardized residual.

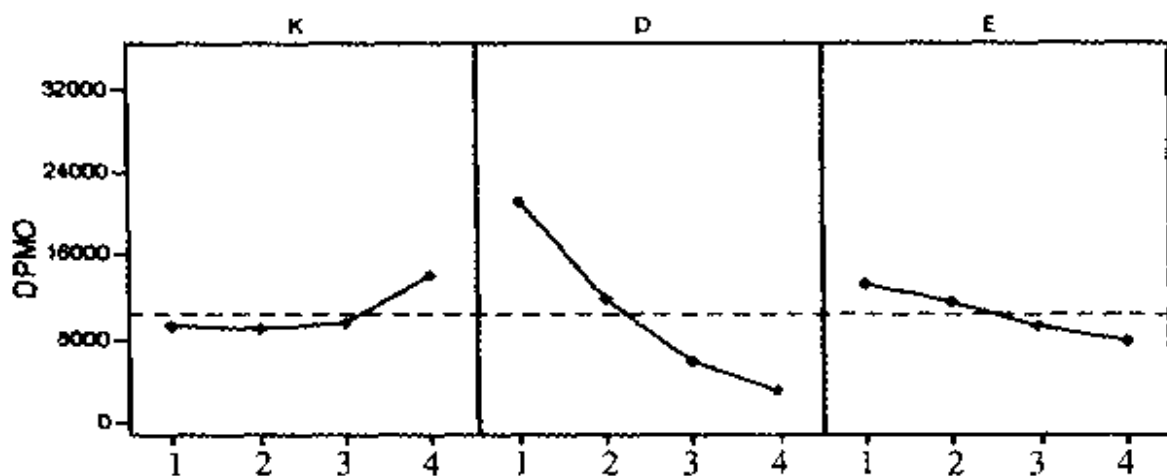
General Linear Model: DPMO versus A, B, C

Factor	Type	Levels	Values
A	fixed	4	1 2 3 4
B	fixed	4	1 2 3 4
C	fixed	4	1 2 3 4

Analysis of Variance for DPMO, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	279259199	279259199	93086400	*	*
B	3	3079358125	3079358125	1026452708	*	*
C	3	270602547	270602547	90200849	*	*
A * B	9	462371539	462371539	51374615	*	*
A * C	9	231706642	231706642	25745182	*	*
B * C	9	345906336	345906336	38434037	*	*
A * B * C	27	1211565115	1211565115	44872782	*	*
Error	0	0	0	0		
Total	63	5880769502				

生成因子图: FACTORIAL PLOT



从上图可看出：K 因子取水平 2，D 因子取水平 4，E 因子取水平 4 时，DPMO 最低。

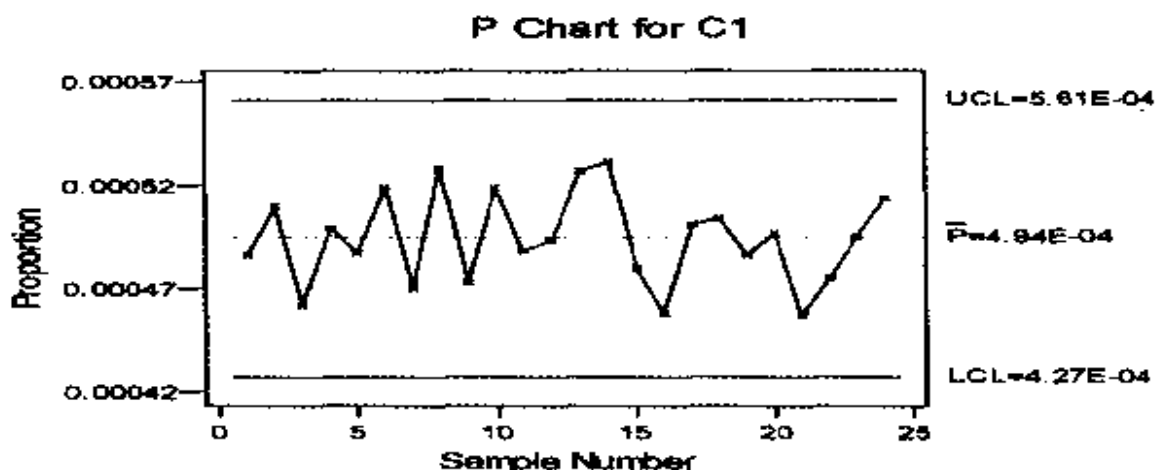
3. 验证实验结果：

取 预热温度为水平 2： 100℃
 锡炉温度为水平 4： 250℃
 松香比重为水平 4： 0.890g/mm³

用以上参数试验 3 个班次，每隔一小时取点一次，锡点 DPMO 数据如下：

取样点	1	2	3	4	5	6	7	8
DPMO	486	510	462	499	487	519	470	528
取样点	9	10	11	12	13	14	15	16
DPMO	473	519	488	493	527	531	480	458
取样点	17	18	19	20	21	22	23	24
DPMO	501	504	486	497	457	475	495	514

画出 P 控制图如下：



从 P 图可知，所有点全在控制界限内，说明改善起到效果，范围为 427 ~ 561DPMO。

十、对已优化的 X 值进行控制

用 P 控制图进行控制，显示受控。（控制图略）

十一、预期财务分析及目标评价

通过优化试验设计，波峰焊焊接质量水平从 30000DPMO 提高到约 500DPMO，FPY 自 15% 上升至 45%。此改善使炉后执锡人员数量由改善前的 8 人减少到 1 人；FPY 增加后 PCBA 的生产量提高了 25%；PCBA 因反复执锡和后续测试时因焊接不良而报废的数量由 1% 降到 0.01%。因焊接不良缺陷在 QA 发现后导致的返工批次由 5% 降至 0.1%。

以上改善取得的总的直接收益经概算约为 120 万元。

六西格玛实战

通过实施 6Sigma 项目，公司企业文化大为改观，团队合作精神蔚然成风，推诿扯皮情况基本绝迹。这为公司发展奠定了基础，这是 6Sigma 项目带给公司的最大价值。

第六章

如何进行 6Sigma 过程管理

- 第一节 什么是 6Sigma 过程管理
- 第二节 怎样进行过程能力评估
- 第三节 怎样持续进行过程能力改善
- 第四节 怎样进行 6Sigma 过程管理

第六章 如何进行 6Sigma 过程管理

6Sigma 过程 (PFSS) 管理是对过程与体系进行管理。它着重消除过程和体系有关的错误和风险,特别是与现行体系或过程的操作有关的影响顾客满意度和降低成本的错误和风险。

第一节 什么是 6Sigma 过程管理

6Sigma 过程管理其实质是对过程进行控制。维持过程处于正常水平,即减小变异,尽量保持稳定。因为过程是连续的,过程是变量和时间的函数,如下式所示:

$$y = f(x, t)$$

广义地, $y = f(x_1, x_2 \cdots x_n, t_1, t_2 \cdots t_n)$

过程	变量	时间
y_1	x_1	t_1
y_2	x_2	t_2
y_3	x_3	t_3
\vdots	\vdots	\vdots
y_n	x_n	t_n

一、过程变化评估

过程是连续的,变异是不可避免的。过程的变化有多大呢?一般地,我们可以用标准偏差 σ 来衡量。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

由上式可知 x_i 偏离 \bar{x} 越小,变差越小,反之亦然。

也可用极差值 R 求过程变差。

六西格玛实战

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

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_j}{N}$$

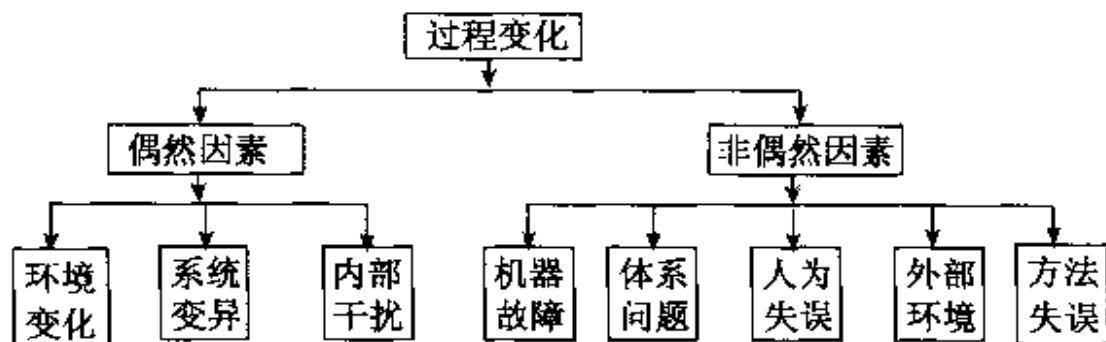
$$S = \bar{R}/d_2$$

R 为极差，N 为样本组数， d_2 为系数。 d_2 可见下表：

N	d_2	N	d_2
1	2.474	8	2.346
2	2.405	10	2.342
3	2.379	11	2.339
5	2.358	20	2.334
6	2.353	∞	2.326

二、过程变化的原因分析

过程变化是复杂的，既有偶然因素的影响，又有非偶然因素的波动。既有外部的影响，又有内部的干扰。既有体系的制约，又有系统的原因。将各影响因素降低到影响过程的最小限度，是实施 6Sigma 过程管理的基本目标。如下图示：



由上图可知：只有消除系统变异，减少内部干扰，消除机器故障，解决体系问题，减少人为失误，消除外部环境的影响，减少方法失误，就一定能够将过程变异减到最小。

第二节 怎样进行过程能力评估

过程能力为过程标准差的 6 倍。即 $PC = 6\hat{\sigma}$

一、过程的变化是稳定的

如果过程的变化是稳定的，即 $PP = PC = 6\hat{\sigma}$

二、过程的变化是不稳定的

如果过程的变化是不稳定的，即 $PP > PC$ 。可用样本极差 R 和标准差 S 来估计。

$$PC = 6S$$

三、过程能力指数

$$\text{过程能力指数 } C_p = \frac{\text{规格范围}}{6\hat{\sigma}}$$

规格限（LSL, USL）能准确表示顾客的要求。

$$\text{即 } C_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}$$

当过程平均 \bar{X} 不在规格的中心， C_p 不能真实反映过程满足顾客的要求，但能反映过程的潜在能力。因此，实际过程能力指数有：

$$C_{PL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}} \quad \text{单边下规格限过程能力指数}$$

$$C_{PU} = \frac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}} \quad \text{单边上规格限过程能力指数}$$

$$C_{PK} = \min\{C_{PL}, C_{PU}\} \quad \text{双边规格限的过程能力指数}$$

C_{PK} 也可以用以下公式计算：

$$C_{PK} = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} - \frac{|\bar{X} - M|}{3\hat{\sigma}} = (1 - K) C_p$$

$$\text{其中 } M = \frac{USL + LSL}{2} \quad (\text{规格中心})$$

$$K = \frac{2|\bar{X} - M|}{USL - LSL}$$

$\hat{\sigma}$ 可以用样本标准差 S 和极差 R 来估计。若考虑长期性能则有

$$P_P = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}$$

$$P_{PK} = \min \left\{ \frac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}}, \frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}} \right\}$$

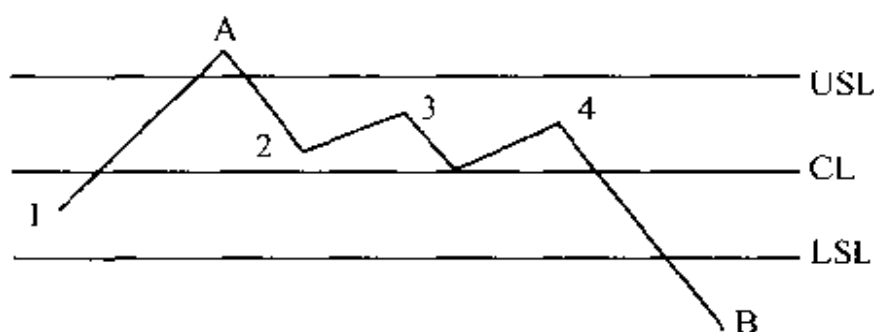
此时 $\hat{\sigma}$ 不能用样本极差 R 和标准偏差 S 来估计，而应用大样本标准偏差来计算。

第三节 怎样持续进行过程能力改善

持续进行过程改善是现代创新管理的需要。如果不进行持续过程改善，就会落后，也是社会竞争的需要，这是一条普遍规律。

一、减少变异，加强关键过程控制

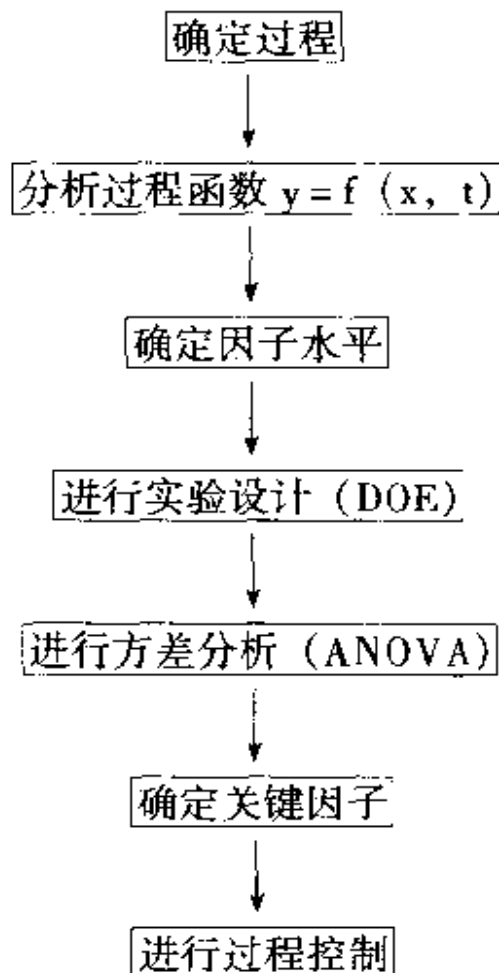
只有将过程变异控制到最小限度，才能控制好过程变异。对关键过程加以控制，尽量保持稳定。如下图所示：



分析 A、B 点变异的原因，使其回复到正常状态。

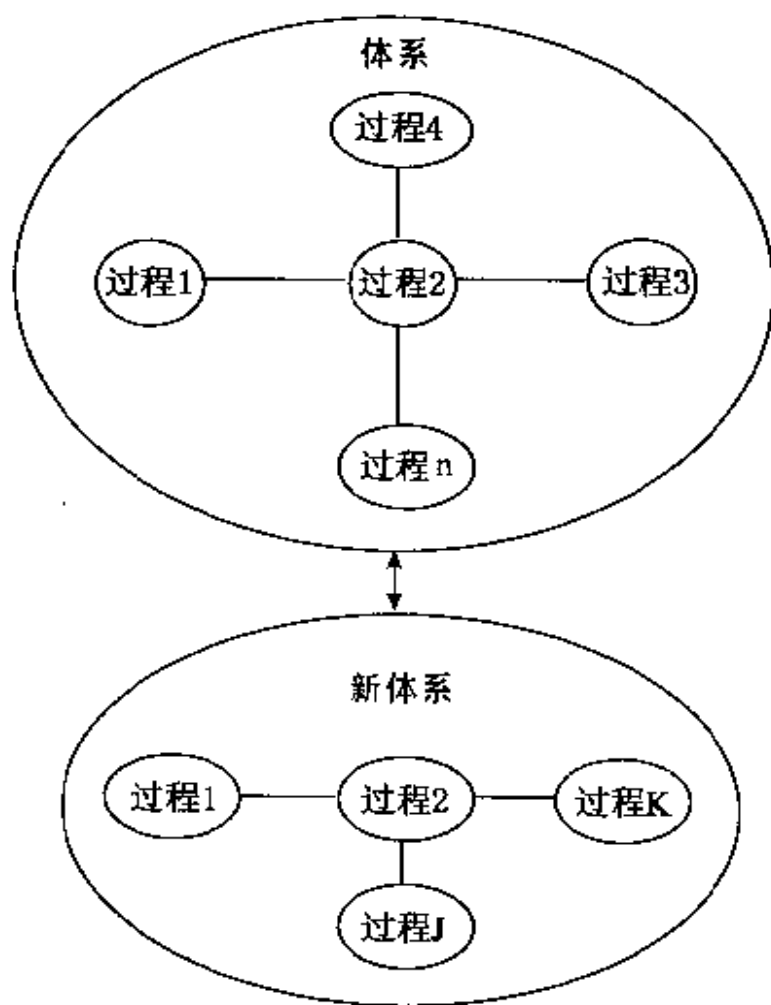
二、找到关键因子，进行试验设计

影响过程的因子很多，但关键因子对过程影响起决定作用。找到关键因子，需进行试验设计，如下图所示：



三、消除体系风险，改善过程能力

组织要有一个健全的体制，用以保证过程的稳定。首先要消除过程与过程之间的风险，再者要消除过程与体系之间的风险。如下图所示：



第四节 怎样进行 6Sigma 过程管理

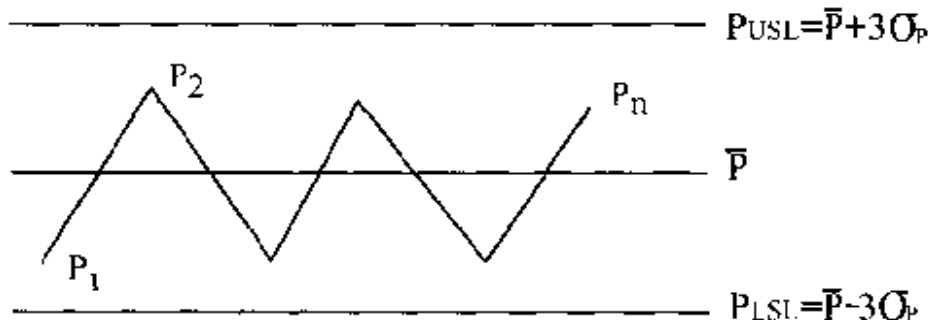
6Sigma 过程管理十分关注与顾客有关的过程管理，过程是 6Sigma 成功的载体。

一、对与顾客有关的过程 CTQ 进行重点控制

与顾客有关的过程 CTQ 包括：产品质量、客户反馈、质量成本、交货期等 CTQ 值，可用下式表示：

$$P = f(p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdots p_n)$$

对于 P 控制，我们用 $P = \bar{P} \pm 3\sigma_p$ 来控制，如下图所示：

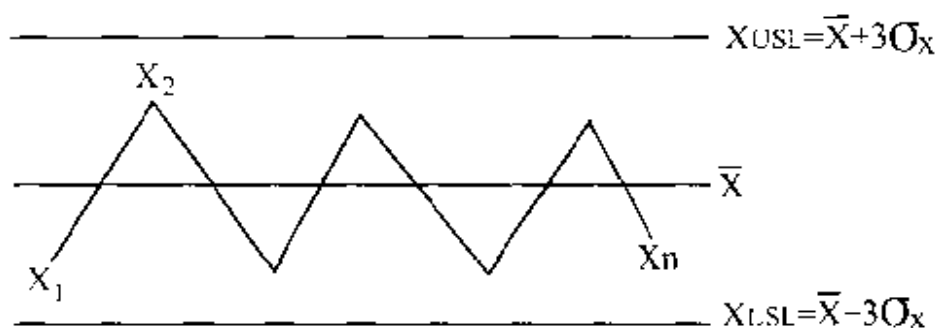


二、对与过程有关的关键因子 CTQ 进行重点控制

与过程有关的关键因子 CTQ 包括：顾客重要特性 CTQ，可用下式表示：

$$x = f(x_1, x_2 \cdots x_n)$$

对于 x 控制，我们用 $x = \bar{x} \pm 3\sigma_x$ 来控制，如下图所示：

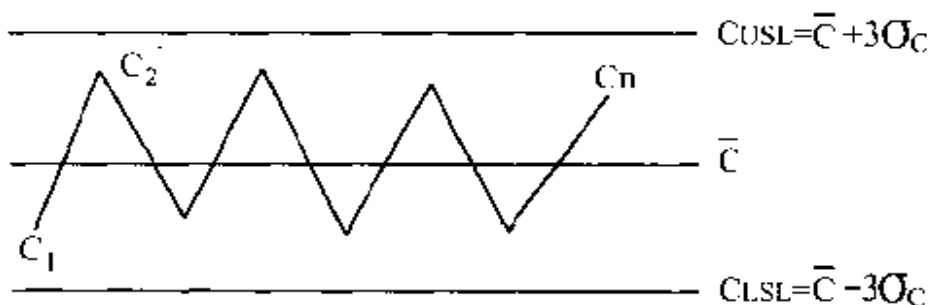


三、对与产品特性有关的缺陷 CTQ 进行重点控制

与产品特性有关的缺陷 CTQ 包括：影响产品功能的各元素 CTQ，可用下式表示：

$$C = f(c_1, c_2 \cdots c_n)$$

对于 C 控制用 $C = \bar{C} \pm 3\sigma_C$ 来控制，如下图所示：



第七章

如何实施 6Sigma 设计管理

- 第一节 什么是 6Sigma 设计
- 第二节 怎样进行 6Sigma 设计
- 第三节 怎样进行 6Sigma 设计评估
- 第四节 如何进行 6Sigma 设计改进

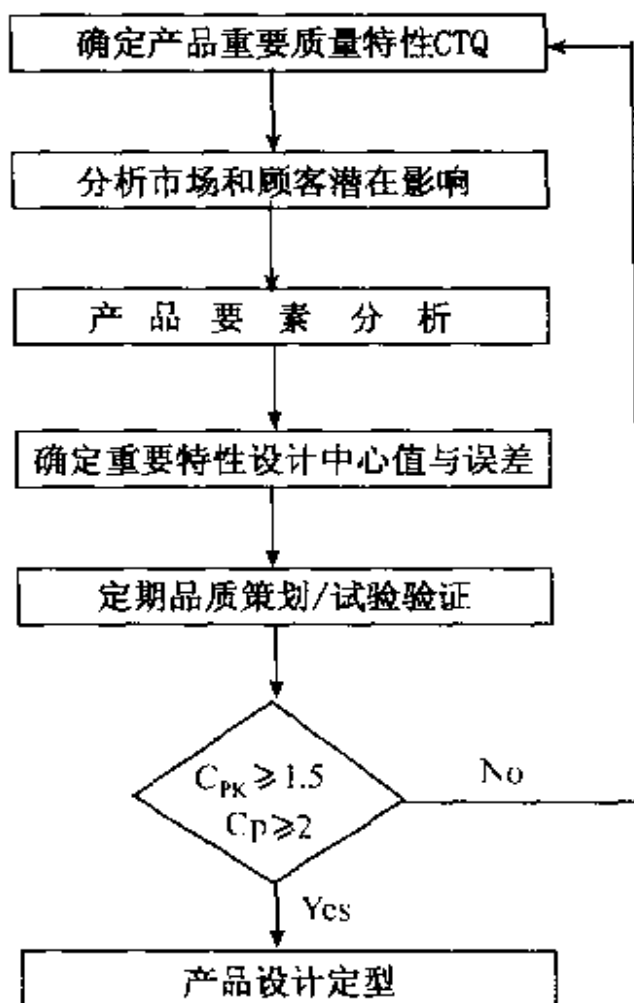
6Sigma 设计 (DFSS) 管理着重消除与产品、体系或过程的设计有关的多种形式的错误和风险。一是降低与设计的功能业绩和物理特性有关的错误和风险；二是降低与设计对整个组织经营的影响有关的错误风险。通过实施 6Sigma 设计管理，产品、体系或过程的设计能够达到目标水平，减少波动和不确定性，实现让顾客满意和降低成本的目的。

第一节 什么是 6Sigma 设计

6Sigma 设计是用 6Sigma 方法对产品、体系或过程进行设计管理。

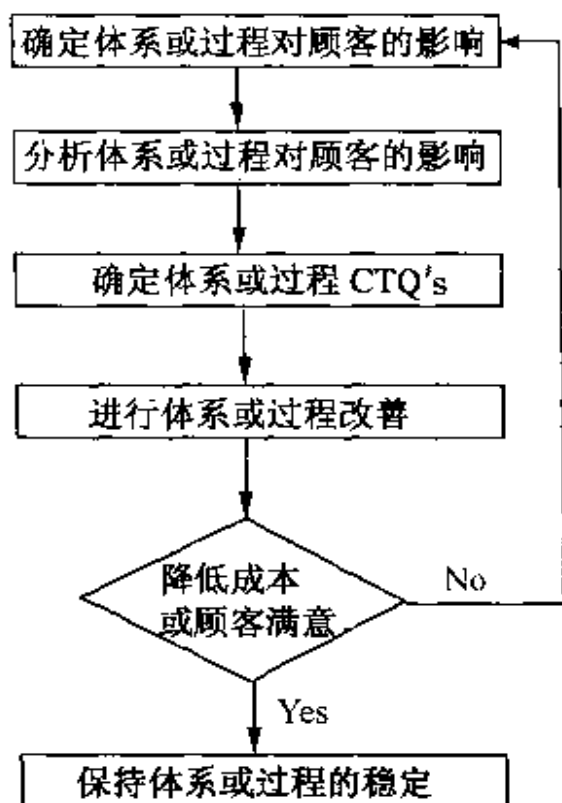
一、6Sigma 产品设计

6Sigma 产品设计，首先要确定产品的重要特性，多视角分析市场和潜在顾客的影响；其次进行达成这些特性的特定产品要素分析，确定重要品质特性的设计中心值与最大误差，进行先期产品试验或仿真试验，解决设计中存在的问题，确保 $C_p \geq 2$ ， $C_{pk} \geq 1.5$ 的要求。如下图所示：



二、6Sigma 体系或过程设计

6Sigma 体系或过程设计，首先确定体系或过程对顾客的影响，再分析体系或过程对顾客的影响，确定重要的体系或过程 CTQ，进行体系或过程改善，使组织成本和顾客满意度符合 6Sigma 要求。如下图所示：



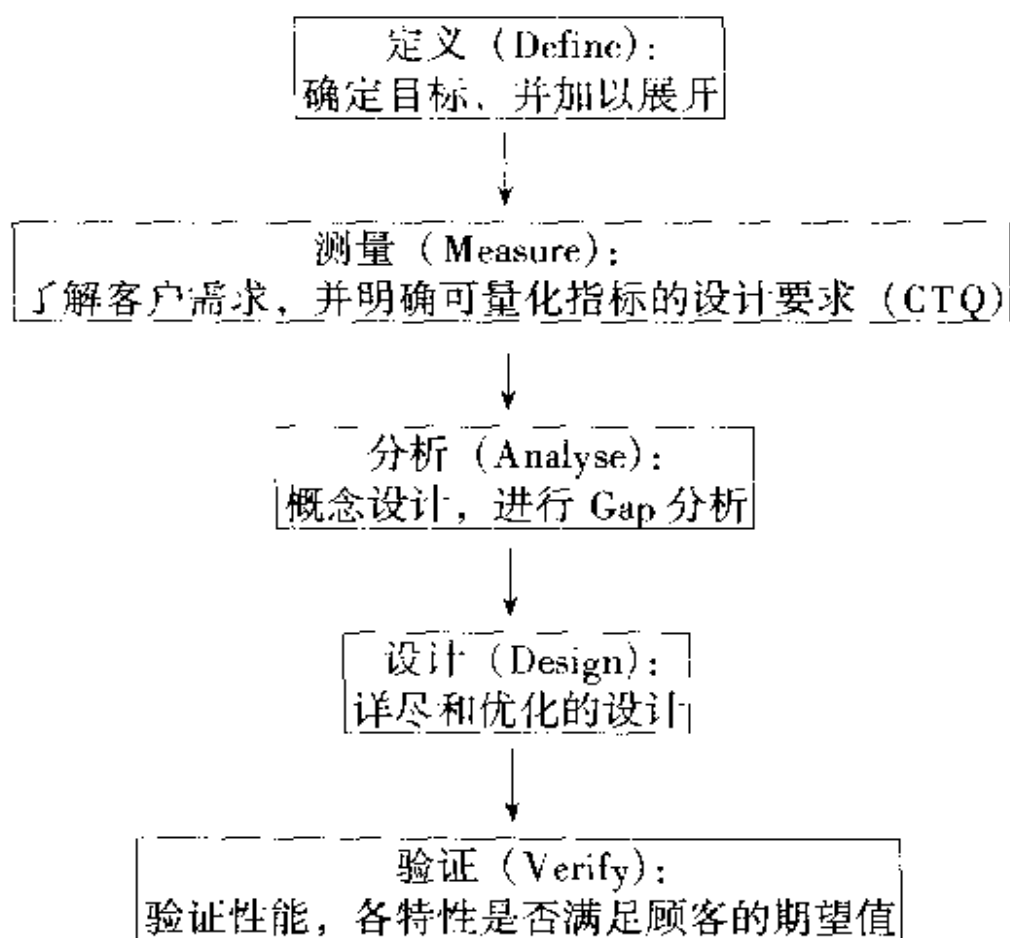
第二节 怎样进行 6Sigma 设计

6Sigma 设计是用 6Sigma 方法对产品或过程进行设计的过程。

一、DMADV 方法

DMADV 方法在新的设计中构建了预防缺陷的方式，对质量设计而言，它是一种预见性的方法，而非被动的反应。如下图所示：

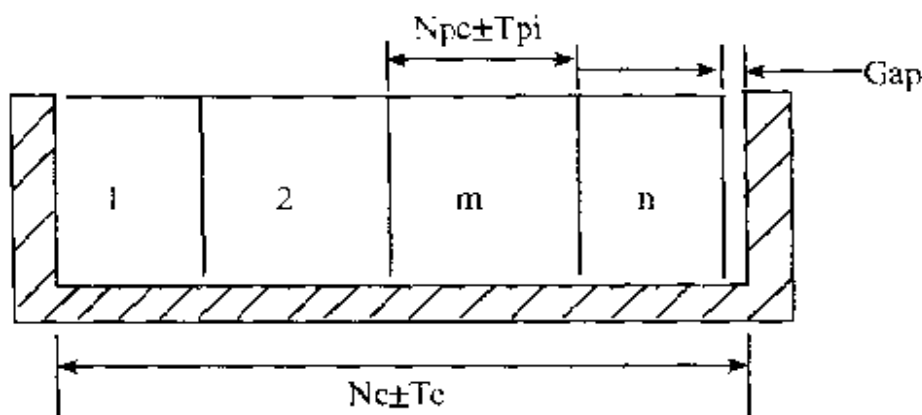
六西格玛实战



DMADV 方法是一种将量化的设计要求或 CTQ's 贯穿于设计项目的所有层次。明确高级系统的详细设计, 然后将系统要求告知刚开始着手其子系统 DMADV 项目的其他设计小组。DMADV 是一种系统方法, 是 6Sigma 设计的必备工具。

二、Gap 方法

Gap 又叫公差。设计的零部件是构成设计系统或产品的元素, 系统设计的好坏由零部件的公差起决定作用, 它直接影响系统的装配过程。如下图所示:



最大装配间隙

$$G_{\max} = N_e + T_e - \sum_{i=1}^m (N_{p_i} - T_{p_i})$$

最小装配间隙

$$G_{\min} = N_e - T_e - \sum_{i=1}^m (N_{p_i} + T_{p_i})$$

其中， T_e 、 T_{p_i} 为公差。

系统公差的设计 Z_Q ：

$$Z_Q = \frac{U_{\text{Gap}}}{\sigma_{\text{Gap}}} = \frac{U_E - U_{p_1} + U_{p_2} + \cdots + U_{p_n}}{\sqrt{\sigma_E^2 + \sigma_{p_1}^2 + \sigma_{p_2}^2 + \cdots + \sigma_{p_n}^2}}$$

U_{Gap} 为装配公差的平均值；

U_{p_i} 为零件公差的平均值；

σ_{Gap} 为装配公差的标准偏差；

σ_{p_i} 为零件的标准偏差。

传统的分析方法是总平方根法：

$$T_G = \sqrt{T_1^2 + T_2^2 + \cdots + T_n^2}$$

有五个零件的公差为 0.003，那么装配公差

$$\begin{aligned} T_G &= \sqrt{0.003^2 + 0.003^2 + 0.003^2 + 0.003^2 + 0.003^2} \\ &= 0.0067 \end{aligned}$$

第三节 怎样进行 6Sigma 设计评估

6Sigma 设计评估是对 6Sigma 设计结果进行验证分析，看结果是否满足 6Sigma 的能力要求。

一、6Sigma 设计验证

我们知道设计参数是影响设计系统的主要原因，我们可建立系统设计参数模型函数。如下式所示：

$$\begin{cases} y_1 = f_1 (x_1, x_2, \cdots x_n) \\ y_2 = f_2 (x_1, x_2, \cdots x_n) \\ \cdots \\ y_n = f_n (x_1, x_2, \cdots x_n) \end{cases}$$

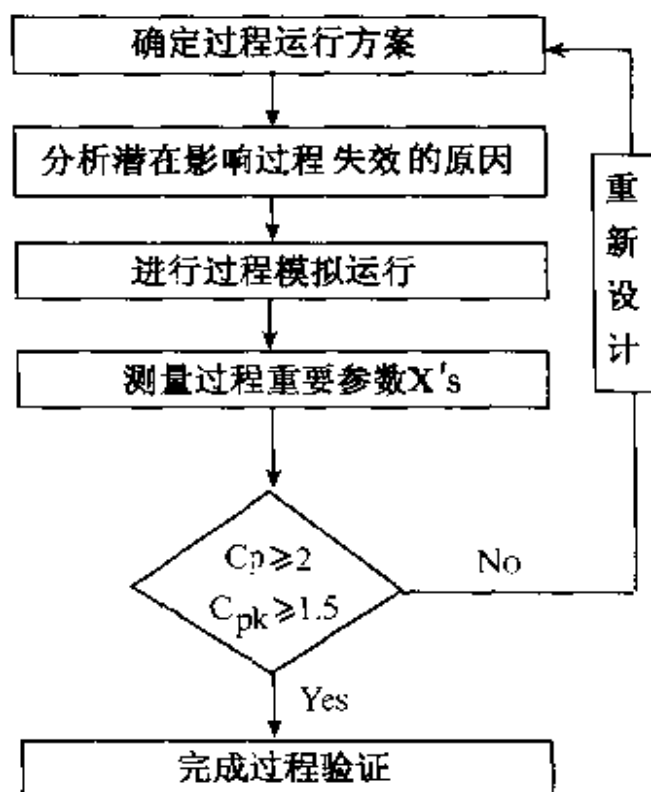
系统结果是各参数的影响函数

$$g = f (y_1, y_2, \cdots y_n)$$

我们通过计算机可求出影响系统函数 $g = f (y)$ 的 X 最优解，然后用仿真样本验证 $x's$ 是否为最优解。

二、过程能力评估

看设计系统的过程能力是否满足 $C_p \geq 2$ ($C_{pk} \geq 1.5$) 要求，要对过程进行模拟运行。如下图所示：

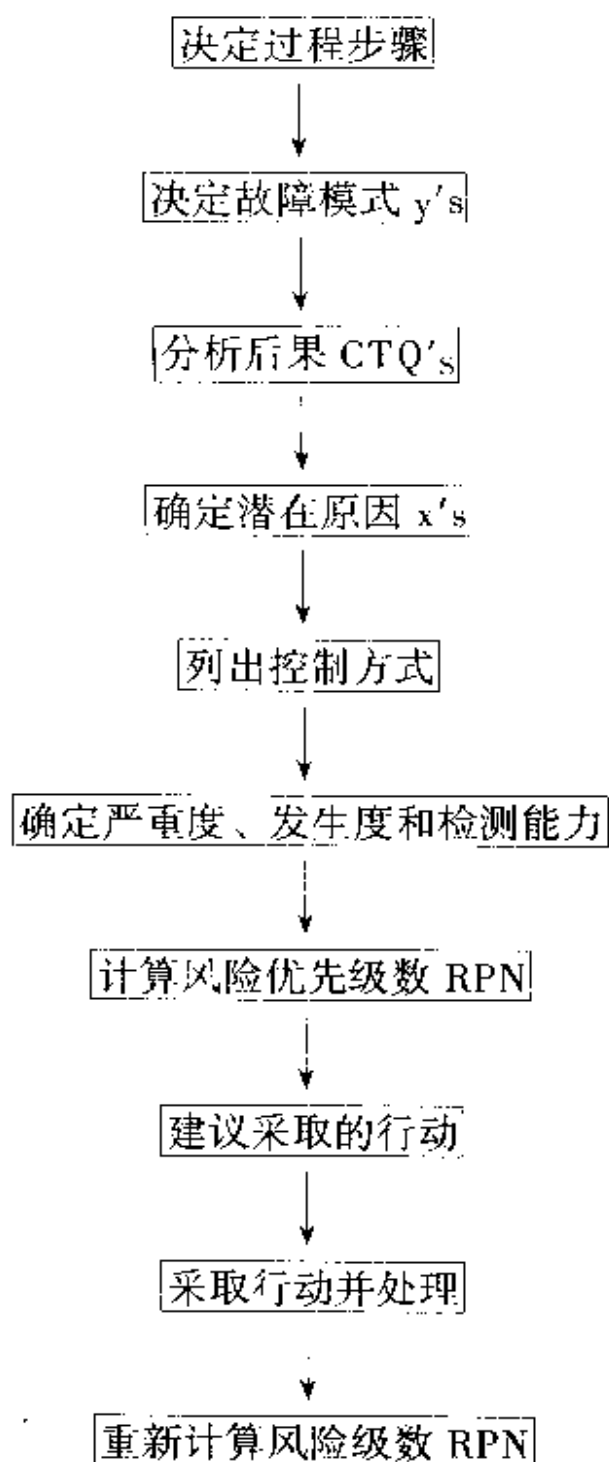


第四节 如何进行 6Sigma 设计改进

6Sigma 设计改进是对设计产品或顾客反馈有缺陷的设计进行改进的过程。

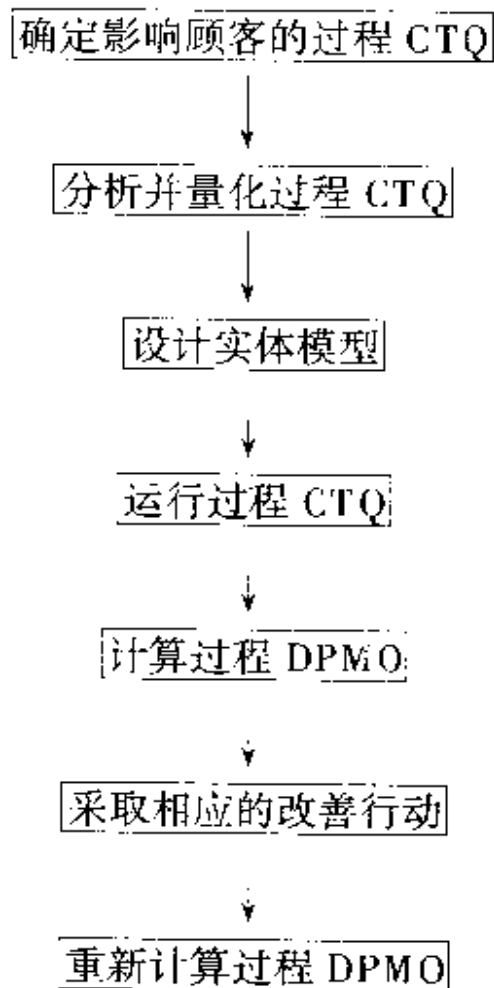
一、进行 DFMEA 分析

对影响顾客的 CTQ 进行 DFMEA 分析，如果风险级数 RPN 太大，要重新进行设计，按如下步骤进行，如下图所示：



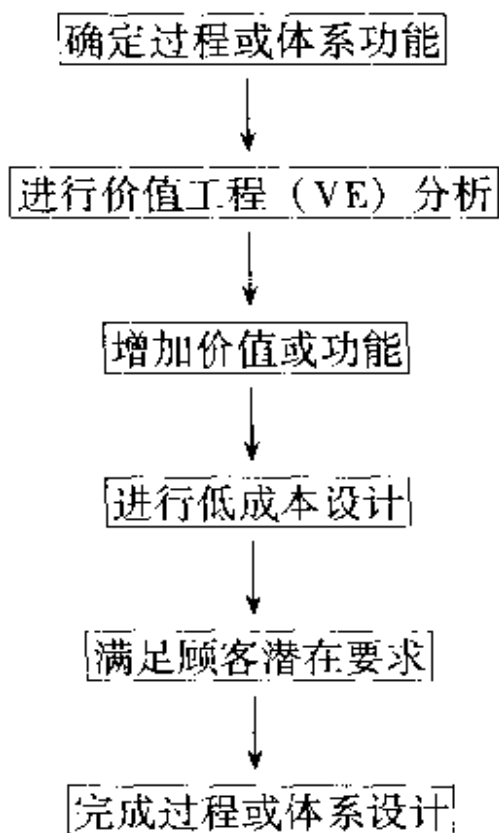
二、进行最小 DPMO 过程设计

对影响顾客的过程 CTQ，进行最小 DPMO 设计。如下图所示：



三、低成本设计

对影响顾客的过程或体系，进行价值工程（VE）分析和低成本设计。如下图所示：



第八章

如何进行 6Sigma 组织管理

- 第一节 什么是 6Sigma 组织管理
- 第二节 怎样进行 6Sigma 组织设计
- 第三节 怎样进行 6Sigma 组织规划
- 第四节 怎样进行 6Sigma 管理

全国迷你型MBA职业经理双证班

- 学习方式：全国招生 函授学习 权威双证 国际互认
- 认证项目：注册职业经理MBA、人力资源总监、品质经理、生产经理、营销策划师、物流经理、项目经理、企业管理咨询师、企业总经理、营销经理、财务总监、酒店经理、企业培训师、采购经理、IE工业工程师、医院管理、行政总监、市场总监、工厂管理、服装企业管理、六西格玛管理师、车间主管、经济管理师、生产运营管理师、微营销管理师MBA等高级认证。
- 颁发双证：高级注册 经理资格证+MBA研修证+人才测评证+全套学籍档案
- 收费标准：仅收取1280元 招生网址：www.mhjy.net
- 报名电话：13684609885 0451—88342620
- 咨询邮箱：xchy007@163.com 咨询教师：王海涛
- 学校地址：哈尔滨市道外区南马路120号职工大学（美华教育）



美华论坛
www.mhjy.net

- 颁证单位：中国经济管理大学
- 主办单位：美华管理人才学校

全国职业经理MBA双证班

精品课程 火热招生

函授学习 权威双证 全国招生 请速充电

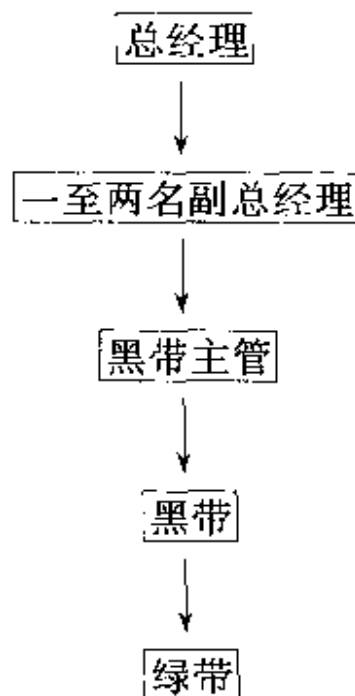


- 近千本**MBA**职业经理教程免费下载
- -----请速登陆: www.mhjy.net

6Sigma 组织（OFSS）是领导职能推进 6Sigma 方法的基础。它重点在于建立和应用一些展开计划和实施过程来推进 6Sigma 项目，也是 6Sigma 成功的关键。

第一节 什么是 6Sigma 组织管理

6Sigma 组织管理是领导和开展 6Sigma 项目，评估项目实施效果并协调各部门工作。6Sigma 组织管理架构图如下：



一、总经理

总经理应是 6Sigma 项目的倡导者和积极推崇者，有敏锐的市场观念，具有追求卓越，充满活力，对新事物、新观点勇于接受，乐于进取；对质量说一不二，对顾客绝对忠诚；有胆识，有谋略，有全局观念，能开拓等基本素质，方可满足 6Sigma 的领导职能。直接管理副总经理所开展的 6Sigma 工作。

二、副总经理

副总经理应是 6Sigma 项目的积极推动者、协调者。其主要职责为调动和提供企业内部和外部的各项资源，确立和支持 6Sigma 管理的全面推行，决定该做什么，检查进度，了解 6Sigma 管理工具和技术运用，解决工作中存在的跨部门问题，确保按时、按质完成既定项目。管理和领导黑带主管和黑带。

三、黑带主管

黑带主管 (Master Black Belt): 与倡导者一起协调 6Sigma 项目的选择和培训。该职位为全职的 6Sigma 管理人员，其主要职责为理顺人员关系，组织和协调项目实施，执行和实施由倡导者提出的该做什么的工作。培训黑带和为其提供技术支持，领导并推动黑带实现项目。管理领导黑带工作，向副总经理负责。

四、黑带

黑带 (Black Belt): 黑带是推行 6Sigma 项目的中坚力量，该职位为全职 6Sigma 管理人员，负责具体的项目实施，并培训和管理绿带的责任。向黑带主管负责，及时发现实施过程中存在的问题，把握大局，因势利导，推进项目工作的完成。

五、绿带

绿带 (Green Belt): 绿带是 6Sigma 项目的具体实施人员。是各基层的骨干和负责人，将 6Sigma 工作贯穿于各日常事务中，是实实在在 6Sigma 项目的执行者，也是 6Sigma 项目成功的关键。认真领会项目的宗旨，充分运用 6Sigma 管理工具和方法，及时解决工作中存在的具体问题。向黑带负责，将 6Sigma 项目

引向深入，并积极进行到底。

第二节 怎样进行 6Sigma 组织设计

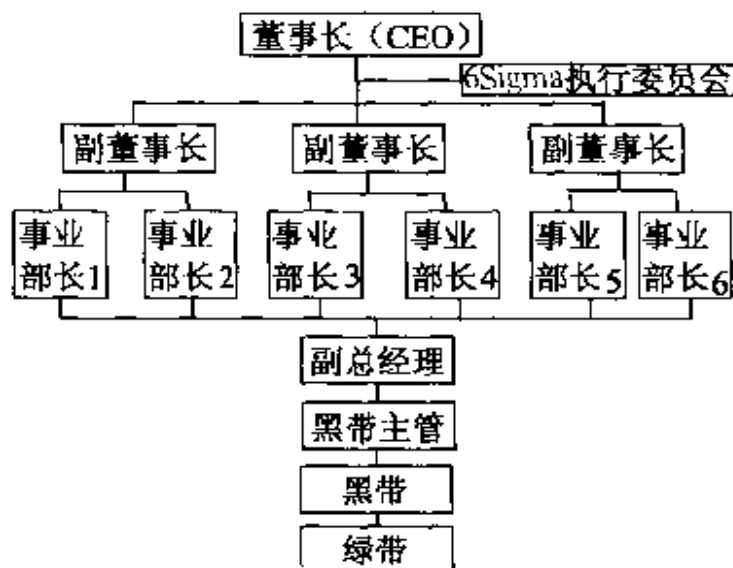
6Sigma 组织设计是充分调动组织内部和外部资源，确保 6Sigma 项目的如期实施，并取得最佳业绩。

一、人力资源地图设计

6Sigma 项目实施的关键是人力资源的合理配置。下表是人力资源地图设计：

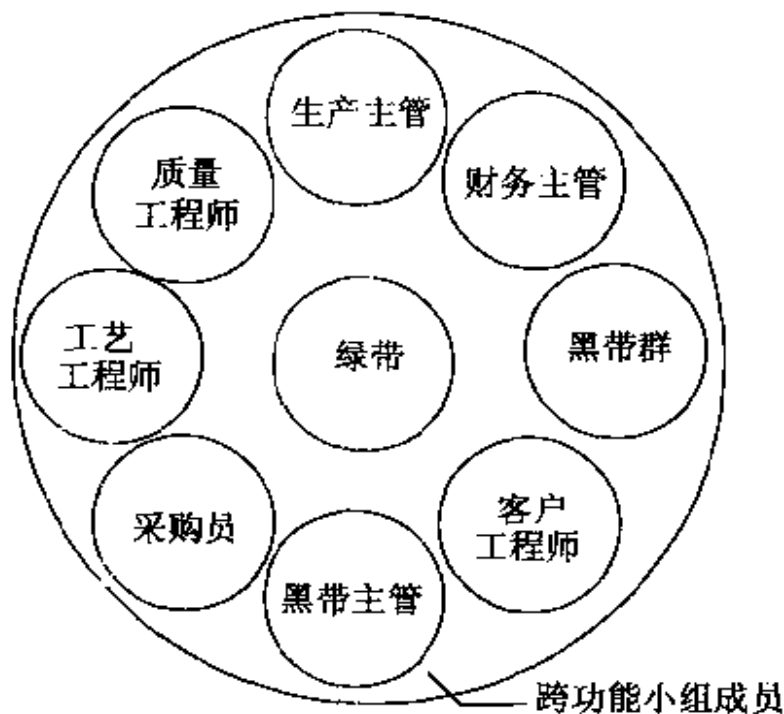
6Sigma 管理成员	配置原则
总经理	1 人
副总经理	1~2 人
黑带主管	黑带总数 \div 10
黑带	组织每年营业额（美元） $\div 10^6$
绿带	按实际情况而定

对于大的企业集团，以每一个事业部为单位进行设计，其结构如下：



二、跨功能小组设计

根据项目 CTQ 特点，选择跨功能小组，一般要涵盖各职能部门，由项目 CTQ 的要求而定。下面是一个典型跨功能小组成员构成图：



第三节 怎样进行 6Sigma 组织规划

6Sigma 组织规划是从战略和战术的高度，对组织进行规划和设计的过程。使顾客和组织达到双赢的目的。

一、根据实际情况，分析现状，制定目标和规划远景

分析现状，制定目标和规划远景是 6Sigma 管理的首要任务，如下表所示：

第八章 如何进行 6Sigma 组织管理

A \ B	目 标		远 景	
	短期	长期	战略	战术
经营	2 年内实现指定的业绩	5 年内成为同行业中的佼佼者	应用 6Sigma 实现经营目标	实施 6Sigma 项目计划
运作	实现关键指标的改进幅度	所有的 6Sigma 指标每年按一定幅度改进	要求 6Sigma 的人力资源能力	确定 6Sigma 项目的选择标准
过程	实现与关键过程有关的关键质量特性的指定能力	与所有过程有关的关键质量特性实现 3.4PPM	建立 6Sigma 的人力资源能力	把 6Sigma 突破战略应用于所有项目

二、根据行业特点，分析“标杆企业”，进行再规划

对于那些已取得 6Sigma 成功的企业或组织，我们的企业，我们的组织，应该怎样去做？

如下表分析所示：

标杆企业	我们的组织
通用电气取胜之道	我们应该怎样做？
每一个人的努力 ●通力合作 学习型组织 ●价值观念 ——无界限、速度、延伸 ——四种管理者 ●战略行动 ——全球化、服务、6σ、互联网 敏锐 规模 ●利用——不要“管理” 领导 ●活力、激励、敏锐、执行	我们的能力如何 我们的组织如何 我们的核心价值如何 我们的战略、战术如何 我们的速度如何 我们的规模如何 我们的管理如何 我们的领导如何

第四节 怎样进行 6Sigma 管理

6Sigma 管理其实质是一项以顾客为中心,以数据为基础,以追求完美为目标的管理观念,其核心是通过以统计为依据的 DMAIC 模型:测量问题、分析原因、改进优化过程和控制效果,使组织在运作能力方面达到最佳境界。

一、6Sigma 管理领导是关键

6Sigma 管理领导的素质是关键,通用电气的领导人素质和 360° 领导人评价很值得我们学习和借鉴,如下图所示:

通用电气价值观
<p>通用电气领导人……要保持不变的正直</p> <ul style="list-style-type: none">●有渴望完美的热情并憎恨官僚主义●向来自任何地方的好主意开放……负有通力合作的义务●提高质量……控制成本和速度以获取竞争优势●自信能包容每个人并遵循无界限方式●勾画一幅清晰、简洁、实事求是的愿景……并将它与所有人讨论●精力充沛,善于鼓励别人●延伸……设置超越目标……回报进步……但明白责任和职责●视变革为机会……毫不惧怕●有全球化思维……建立多元化和全球化团队

第八章 如何进行 6Sigma 组织管理

通用电气领导评价表

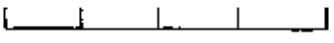
特点	绩效标准	管理者	同级	下级	其他
愿景	<ul style="list-style-type: none"> ● 已为组织指明了一个清晰、简明，以客户为中心的愿景或方向 ● 富于远见卓识，并向梦想努力 ● 激励他人去实现愿景，跟上思路，发挥模范作用 ● 不断调整愿景以适应经常和加速的变化 				
以客户或质量为中心	<ul style="list-style-type: none"> ● 倾听客户心声，并尽最大努力使客户满意，包括内部的客户 ● 激发和显示追求工作完美的热情 ● 在所有的产品和服务上努力实现质量承诺 ● 不只是提供客户服务而是在整个组织创造服务的思维方式 				
正直	<ul style="list-style-type: none"> ● 在行为的各个方面都真正的老老实实 ● 敢于承担责任；为自己的错误负责 ● 完全顺应、遵守公司政策中的伦理义务 ● 言行一致；深得信任 				
承担义务	<ul style="list-style-type: none"> ● 设置并承担进取性的职责以实现企业目标 ● 展示出勇气或自信以支持信念、思想或同事 ● 面临困难决策时有公平、富于同情心的意愿 ● 在阻止环境污染时展示了毫不妥协的责任 				

续表

特点	绩效标准	管理者	同级	下级	其他
沟通/ 影响	<ul style="list-style-type: none"> ●以公开、坦白、清晰、完全和一致的方式沟通——允许反馈或异议 ●有效的倾听和探索新主意 ●运用事实和理性的争论来影响和说服 ●打破界限并培养跨团队、职能和层次的有影响的关系 				
共享所有 权/ 无界限	<ul style="list-style-type: none"> ●有自信穿越传统的界限，向新思想开放 ●鼓励或促进团队愿景和目标的共享 ●信任他人，鼓励承担风险和无界限的行为 ●拥护通力合作行动，让每个人听到，倾听来自任何地方的主意 				
团队的 建造者/ 授权	<ul style="list-style-type: none"> ●选择有才能的人才，提供教练和反馈，使团队成员发挥其所有的潜能 ●对所有的任务予以授权；赋予团队职权以使效率最大化；其本人也是一个团队成员 ●认识到并对成绩作出回报。创造积极、愉快的工作环境 ●充分利用团队成员的多样化（文化、种族、性别）以实现企业的成功 				

第八章 如何进行 6Sigma 组织管理

续表

特点	绩效标准	管理者	同级	下级	其他
知识/ 技能/ 智慧	<ul style="list-style-type: none"> ●拥有并准备分享专业的或技术的知识和技能，乐于学习 ●展示了宽广的经营知识或观点，有着多功能或多文化的观点 ●在有限的的数据下得出较佳的决策；充分运用智慧 ●迅速从不相关的信息中得出相关的，抓住复杂问题的本质并付诸行动 				
创新/ 速度	<ul style="list-style-type: none"> ●创造真正和积极的变革，将变革视为机会 ●预测问题并创造做事的更好方法 ●憎恨/避免/消除“官僚主义”，并努力做到简短、简单和清晰 ●明白并使用速度作为竞争优势 				
全球/ 思维	<ul style="list-style-type: none"> ●展示了全球意识/敏感度，并乐于建立多元化的/全球化的团队 ●重视并充分利用劳动力的全球化和多元化 ●考虑每一个决定的全球影响，积极寻求全球知识 ●尊重、信任每一个人 				
评分尺度：尚需进步 特别出色 <div style="text-align: center;"> 1 2 3 4 5  </div>					

二、6Sigma 管理，企业的基础管理是关键

6Sigma 管理，企业的基础管理是关键，企业文化和价值观、企业核心价值、企业的经营战略和战术都会影响到 6Sigma 的实施。我们可以运用托特模型进行评价，以识别最佳工作行为模式。如下表所示：

质量模型	A 部门	B 部门	C 部门	D 部门	最好的
质量领导					
供应商管理					
工序控制及提高					
质量信息管理					
问题处理技术					
人员责任					
客户满意度					
新产品/技术服务指导					
应对变化的能力					

评分：1 = 无现实行动

2 = 正在采取努力

3 = 胜任

4 = 最佳行为

5 = 确实的最佳行为

三、6Sigma 管理，企业的员工素质是关键

建立一支高素质的员工队伍是企业实施 6Sigma 管理的关键。通用电气《来自成功管理者的建议》也有很好的借鉴意义。它归

第八章 如何进行 6Sigma 组织管理

纳了一个成功者所应具备的素质和能力。

来自成功管理者的建议

1. 成绩

集中精力于当前的工作成绩。做事要带有紧迫感并努力成功。做任何事都要有所不同。要有超额完成任务的信心。考虑谈论你的事业当然不错，但更重要的是工作成绩，只有当你把目前的工作做好时才更有意义

来自成功管理者的建议

2. 专家

成为某一方面的经营或技术领域专家。要有十分胜任的专长。在更宽广的经营环境中寻找应用你的特长的机会。多功能团队、创新精神等等。学一点财务……这是经营的语言。管理你的事业以便你可以进化（而不是跳跃）到功能交叉的任务中去

来自成功管理者的建议

3. 归属

不要对自己的职业发牢骚。别人可以给出建议——但最终只有你负责。要不断地发展自己……要像一个职业运动员。要不间断地学习（更深或更广），增长才干而不积累头衔

来自成功管理者的建议

4. 挑战 and 眼光

接受艰苦的任务。承担企业认为的重要工作。用长远的眼光挑出具有较大潜力的任务，向你的职业挑战

来自成功管理者的建议

5. 良师益友/支持者/模范

拓展你的支持基础。与不同的管理者/顾客共事。为那些将向你挑战的人工作。经常挑出有建议意义的信息，当你接受它时不要有任何抵触情绪。把你置身于伟大的人物之中并从他们身上汲取营养，坚持不懈。当你的老板有缺点时，坚持下去……注意学习……寻求变化

来自成功管理者的建议

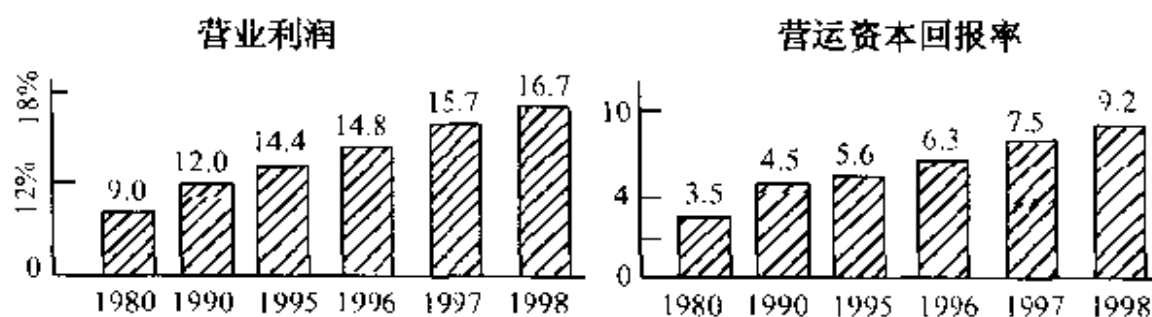
6. 全球化经验/文化宽度

早一点将你和你的家庭向不同的文化张开臂膀。寻找那些需要跨国或跨文化交流的岗位。考虑你的母国以外的工作（短期或长期），但要通过某一方面的专家，培养学习（或专业）技能，或为得到某一特定工作进行准备。

四、6Sigma 管理，一定的投入是关键

6Sigma 管理不仅给顾客提供满意的产品，而且提供顾客满意的服务。因此 6Sigma 管理需要一定的预算投入，必须在企业的发展规划中得到体现。根据摩托罗拉和通用电气的经验，一般需投入每年总营业额的 0.1% ~ 0.2%，而回报是惊人的，根据通用电气的统计：1998 年，通用电气继续扩大它的 6 σ 行动，投资 4.5 亿美元用于通用电气上千位员工的培训。结果，1998 年通用电气从 6 σ 中的获益超过 15 亿美元。

6 σ 对资本总回报率的影响



第九章

如何应用 Minitab 统计软件

- 第一节 Minitab 的使用方法和技巧
- 第二节 Minitab 的图形分析工具
- 第三节 能力分析

第一节 Minitab 的使用方法和技巧

在《6Sigma 品质管理》一书中，本文作者已对 Minitab 应用软件有过专门介绍。本章将作进一步介绍，Minitab 是一个统计软件包，在用 6Sigma 方法解决实际问题时，其起着无法比拟的作用。

一、Minitab 在 6Sigma 系统中的作用

Minitab 拥有众多实施 6Sigma 项目所必需的工具——图形，用于进行数据分析的统计工具，它至少可帮助我们完成以下工作：

Gage R & R

能力分析

多种图形分析

描述性统计

假设检验

置信区间估计

试验设计结果分析

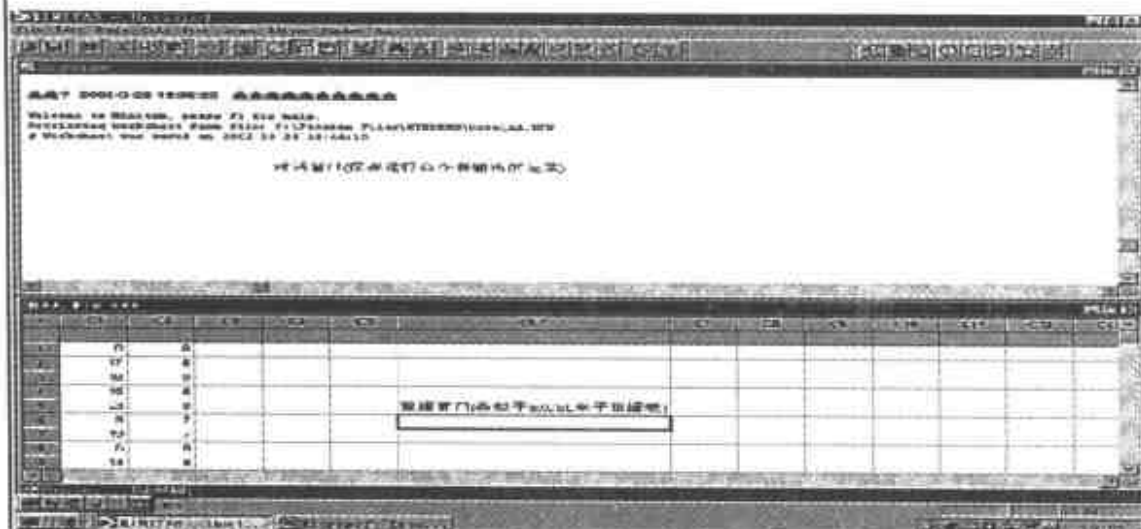
方差分析

回归分析

统计过程控制

二、其他部分

Minitab 的使用方法和技巧



下拉菜单和对话框

- 何谓对话框?
- 对话框是将要求输入 Minitab 的一种方式 (变量、选项、分析方法等)。

对话框实例:



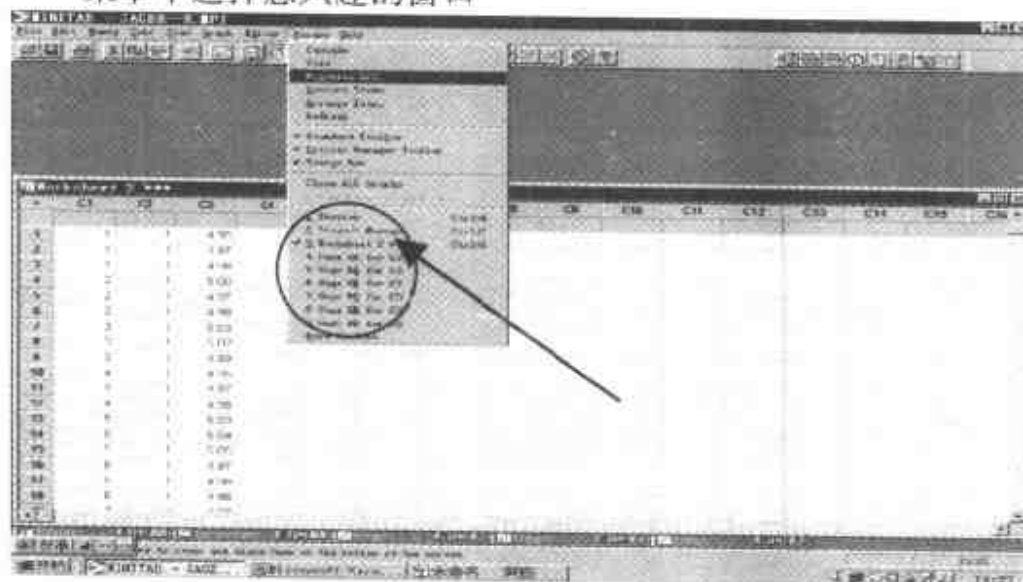
打开 Minitab 文件

- 驱动器上的数据文件。路径如下所示：
- 文件（File）打开工作表（Open Worksheet）



其他 Minitab 窗口： “PROJECT MANAGER”

从“窗口（Window）”
菜单中选择感兴趣的窗口



其他 Minitab 窗口： “PROJECT MANAGER”



Minitab 结构： 3 个交互式窗口

- **Session 窗口**—Minitab 功能输出的文本
- **Worksheet 窗口**—用于数据输入（人工工作表格式）
- **PROJECT MANAGER 窗口**—数据及图表管理

在 Minitab 中输入数据的方式

- 直接向电子表格中输入数据 [“数据 (Data)” 窗口]
 - 直接键入数据
 - 使用数据输入箭头来选择您所希望的输入数据形式 (按行或栏)
- 拷贝/粘贴
 - 从其他 “Windows” 软件
- 输入/链接
 - 从众多普遍使用的软件包
 - 从保存的文本文件
- Minitab 生成
 - 随机数据
 - 有规律的数据 (例如: 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, ……)

Minitab 数据输入

- 当在数据窗口输入数据的时候, 有三个重要的方面:
- 数据通常以栏的形式输入, 以便进行分析 (点在左上角的小箭头可改变输入方向)
- 栏的标题在栏的上方输入, 而不是在第一行 (最多 31 个字节)
- 如果一个字母字节键入栏的第一个单元格, 那么整栏都将转换成为文本。

数据输入方向箭头

标题行





Minitab 使用例

1. 输入数据

★打开一个空白工作表并将下列数据输入 C1 和 C2 栏中。根据指示记录您的栏。

★使用回车键能够让光标沿数据输入箭头方向移动（确保箭头指示向下）。

C1	C2
Existing	New
128.6	128.7
128.8	129.0
129.0	129.1
129.1	129.2
129.0	129.1
129.1	129.2
129.1	129.2
129.2	129.4
129.3	129.2
129.3	129.2
129.0	129.2
128.8	129.0
129.0	129.2
129.1	129.2
129.4	129.6
129.3	129.5
128.8	129.0
129.2	129.4
129.0	129.0
128.8	128.9

- 20 个数据点
- 5 个小组（在一天中的不同时间分别采集四个样本）
- 测定单位是 mm

2. 增加额外信息栏

- Minitab 具体增加额外信息栏的特性，较手工输入更加轻松。
- 在所举的例子中，标出样本序号并显示其采集的时间对于分析会很有帮助。
- 第一键入两个新的栏标题：
- C3：样号 (sample number)
- C4：时间 (time)
- 第二使用 Minitab 的内置特性来生成有规律的数据：
- Calc > Make Patterned Data > Simple set of numbers

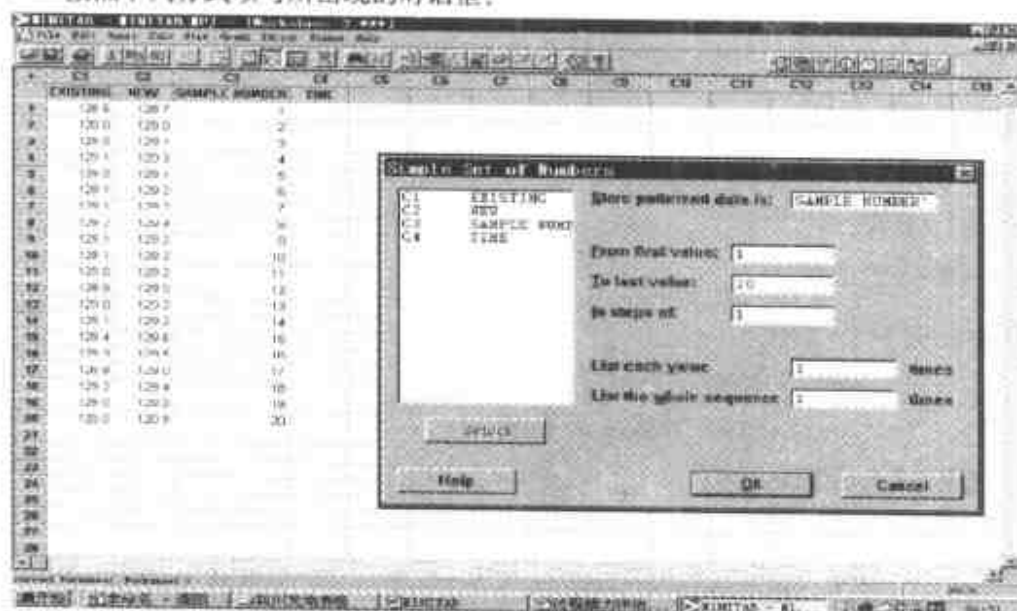


请注意!! Minitab 每一栏的名称必须是惟一的，不能雷同。

对 C3 栏，我们想用它表示样本序号。因为有 20 个样本，因此 C3 包含的数据字应为 1 ~ 20。下面展示了如何生成这些数据：

Calc > Make Patterned Data > Simple set of numbers

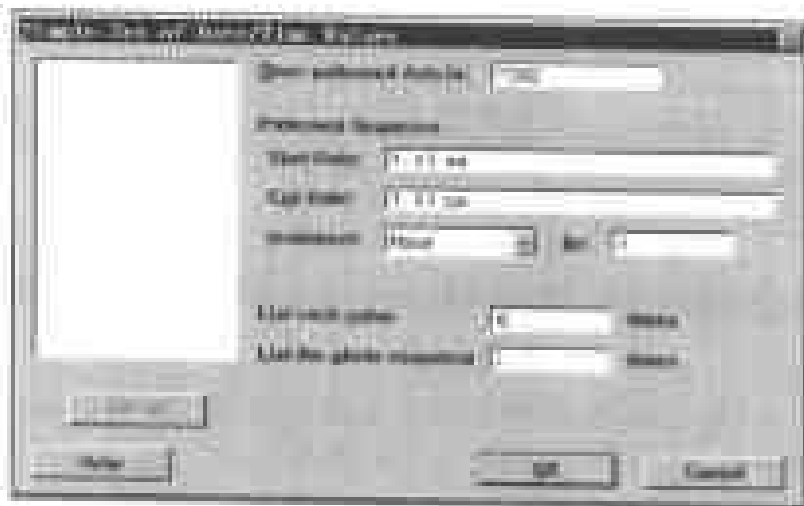
按照下列方式填写所出现的对话框：



如果有许多数据点，这个特性将比手工键入数据轻松得多

六西格玛实战

- 现在，让我们填写 C4 栏的取样时间。请记住，有 5 个数据组，每组有 4 个样本。各分组的数据分别在下列采集：
- 9: 00pm 12: 00pm 3: 00pm 6: 00pm 9: 00pm
- 使用相同的菜单命令，但是这次选择
- “Data/Time Values”
- Calc > Make Patterned Data > Simple set of Date/Time Values
- 按照下列方式填写对话框：



3. 编辑数据

Minitab（通常）需要数据以栏的形式排列才能进行比较和统计分析。将所有数据处理到相应的栏目的过程称为“堆叠”。

“堆叠”的意义何在？

——将来自多个栏的数据放置在一个或更多的（新）栏

如何进行堆叠？

——从菜单栏选择：

Manip > Stack/Unstack

ChoseP > Stack columns 或

> Stack Blokes of Columns

——根据需求填写对话框

第九章 如何应用 Minitab 统计软件

- 我们要做的工作是什么？
- 我们想要拥有一个包括所有厚度数据（总共 40 个点）的栏，并且每一个数据点都带有有关样本序号和采集时间的所有信息。
- 注意：当多个栏需要同时堆叠时，Minitab 将作为“区块（Blocks）”。

从菜单栏进行下列选择：

Manip > Stack/Unstack > Stack Blocks of Columns



“堆叠栏区块”将多个数据栏同时进行堆叠

按照下列方式填写对话框。



将第一行堆叠到第二行上面并堆叠数据存储在显示的新栏中。

1. 在“堆叠下列区块（Stack the Following Blocks）”部分输入想要堆叠的栏。
2. 输入堆叠数据的新栏名称将存储在“存储堆叠的数据到（Store stacked data in）”部分。
3. 在“存储注脚到（Store subscripts in）”区块中输入栏名称。这一栏包括注脚，用以确定堆叠的数据来自哪一数据组。在本例中，“现有（Existing）”和“新（New）”设备将分别以 1 和 2 识别。

按照下列方式填写对话框：

100



Minitab 综合技巧

1. 在 Minitab 和其他 Windows 程序之间移动:

Alt - Tab

按下“Alt+Tab”键，并继续按住“Tab”键，直到所要的程序图表出现。

2. 在 Minitab 中的窗口间移动:

按下“Control”键，并继续按住“Tab”键，直到所要的窗口选中（对话、数据、信息、历史、图形）。

注意：要选中某窗口，还能够通过点击该窗口的任意地方来实现

3. 返回的图表使用的对话框

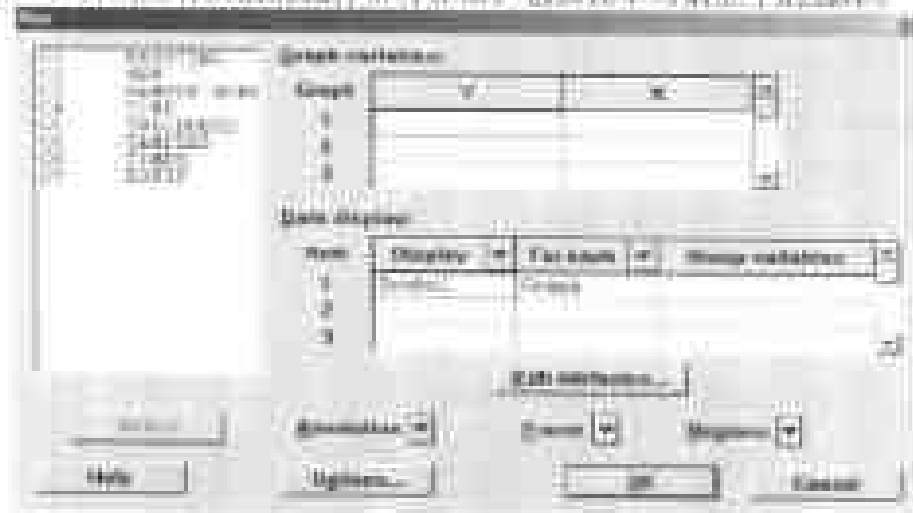
使用快捷键“Ctrl+F”返回到图表使用的对话框，这样能够大大节约时间。

请见对话框。

为了返回所有选择，在对话框打开之前按下 F10 键即可。

子对话框

很多对话框均包括子对话框（例如，“选项 (Options)”和“编辑属性 (Edit Attributes)”就是用于下列“Plot”对话框的子对话框了。除非您重新引导 Minitab，否则所有从前的选择都将保留，包括在子对话框中的选择。

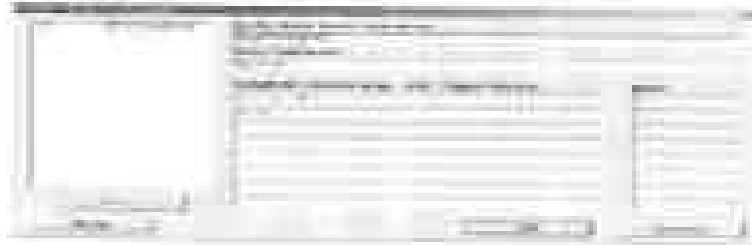


六西格玛实战

4. 如果一个文本字符串不小心输入到单元格中，可能能够通过下列菜单选项将该字符串转换为数字值：Main>Change Data Type>Text to Number。



在对话框中，输入您想要更改的栏的名称。由此您能够查看该字符串转换的数字值或栏的名称。如下所示：



Minitab 快捷键

●1. 快捷键：

- Ctrl D：返回数据（Data）窗口
- Ctrl E：返回前次使用的对话框
- Ctrl M：返回对话（Session）窗口
- F3：消除所有对话框/子对话框中原有输入
- Alt - Tab：在 Windows 程序间滚动
- Alt - Tab：在 Windows 窗口间滚动

第二节 Minitab 的图形分析工具

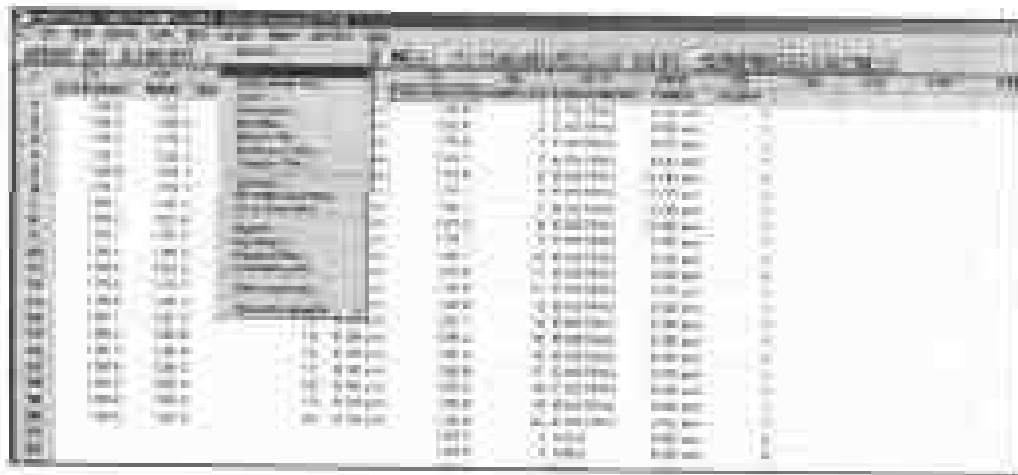
- 制图是六西格玛方法中最强大的工具之一。通过查看图形，通常能够大致了解过程，然后，使用统计数字来提供从图表中所得结果的置信度。
- Minitab 可绘制多种图形。在本节，我们将用 Minitab 制作多种不同的图形：
- 分布图
- 直方图
- 基本统计/正态检验
- 时间序列图
- PARETO 图
- 因果图

让我们来看一下是否能够使用刚刚创建的数据表来确定型塑料片挤压技术与现有工艺是否存在差异。

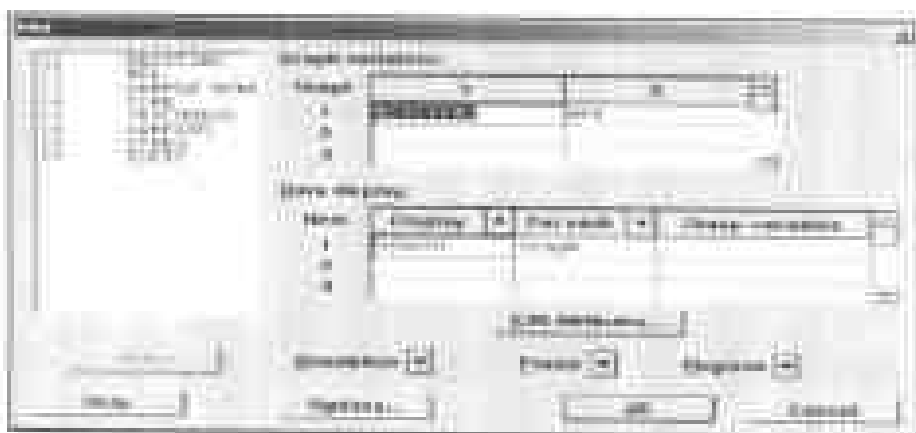
- 分布图

在屏幕顶端的菜单工具栏，进行以下选择：

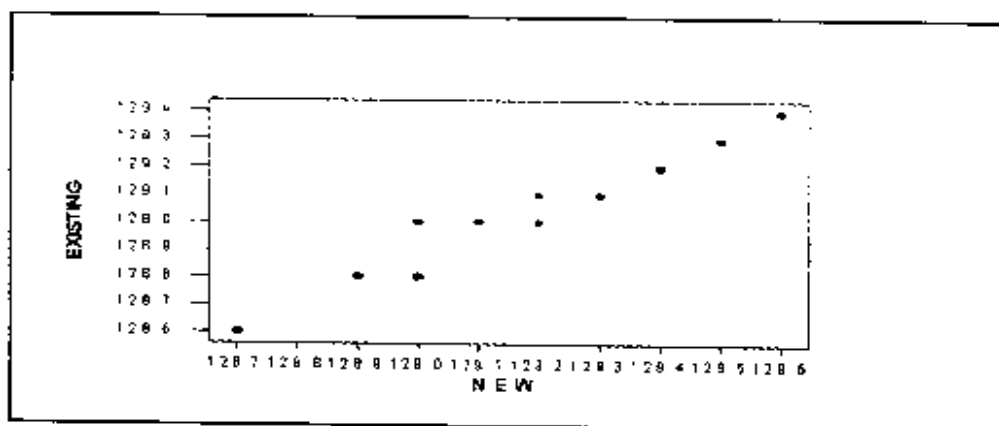
Graph > Plot



- 现有设备生产的塑料片厚度与新型设备生产的厚度对比结果如何？
 - 如果两种机器生产相同厚度的塑料片，那么两种厚度相对比的图形应该为通过原点的直对角线。
- 在对话框中，输入以下项目：



输出的如果如下：



分析：

- 分布并不完全吻合，但看上去新型和现有设备生产出大致相同厚度的塑料片。
- 仔细观察就会发现两者的衡量尺度并不相同，为了得到真实的结果，X轴和Y轴的尺度必须相同。

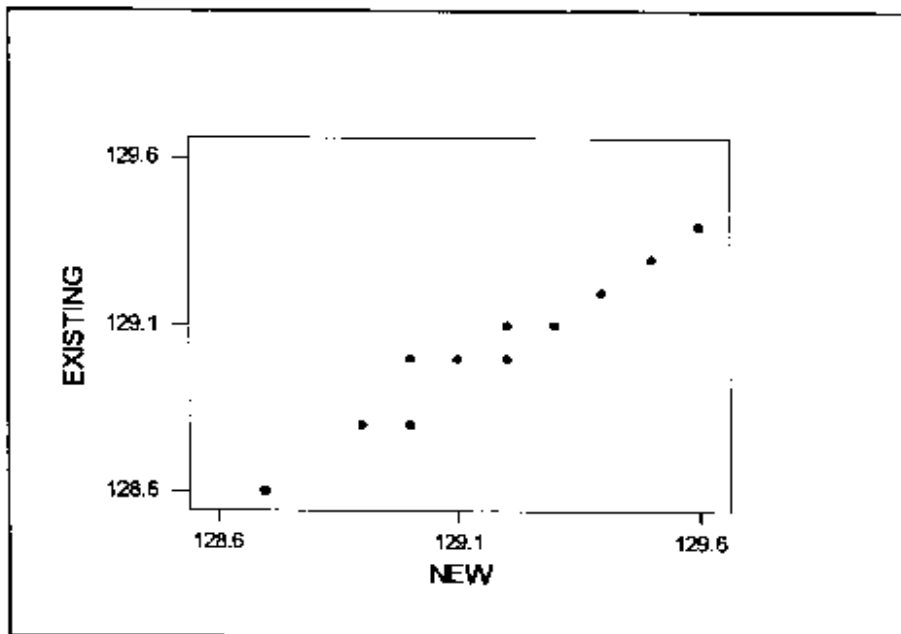
第九章 如何应用 Minitab 统计软件

若要新建比例相同的分布图，使用快捷键：
Ctrl+L，回到“Plot”对话框。



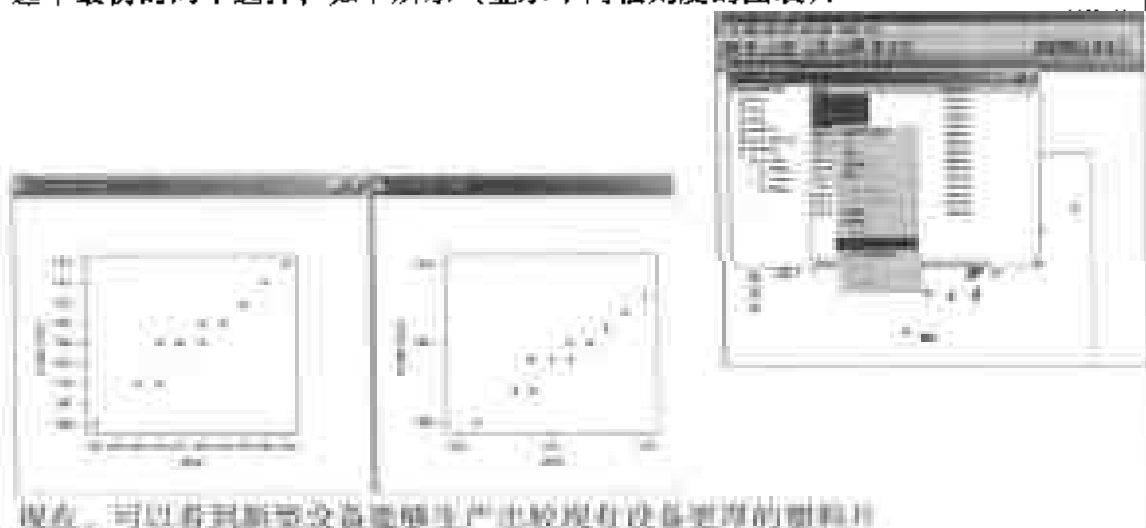
点击
Print> Menu and
Max 以使横轴比例相同。

点击“Same size
and max.”(X轴和Y
轴上的最大值和最小
值相同)。
点击“OK”两次。



管理图表

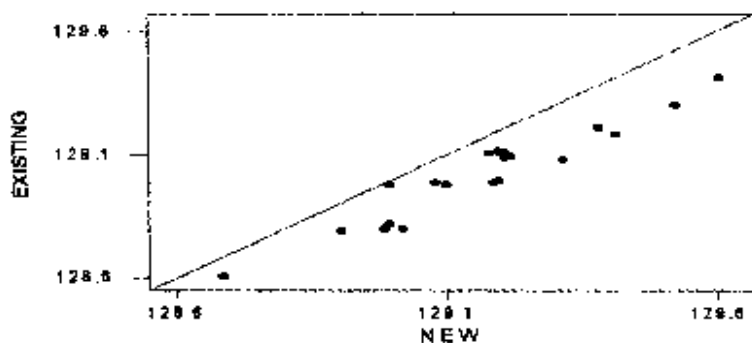
●它通常用于同时查看多个图表。Minitab 提供了菜单工具栏选择，使您能够实现这个功能：Window > Manage Graphs
选中最初的两个选择，如下所示（显示不同轴刻度的图表）：



现在，可以看到新设备能够生产出较现有设备更厚的塑料片。

图形编辑

●Minitab 提供了几种选项来编辑图表，包括：增加文本、线条、形状和颜色。
只需双击图表的任意位置，就会出现一个工具栏：
使用线条工具画出一个通过原点的对角线，而其他的选项也可以运行



现在我们知道两种挤压机显示出不同，但是我们还想了解数量上的差异。

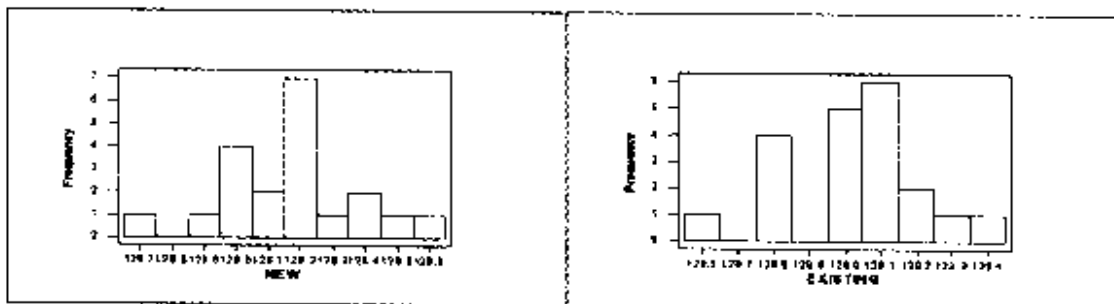
一个需要解答的问题是：每一个过程的分布状态

这可通过针对每一个过程创建直方图来实现。

Graph > Histogram 按照下列方式填写对话框：



●两个独立的直方图出现了，一个表示现有设备，而另一个表示新型设备。并排观察它们，使用我们前面所了解的 Windows > Manage Graphs 命令……



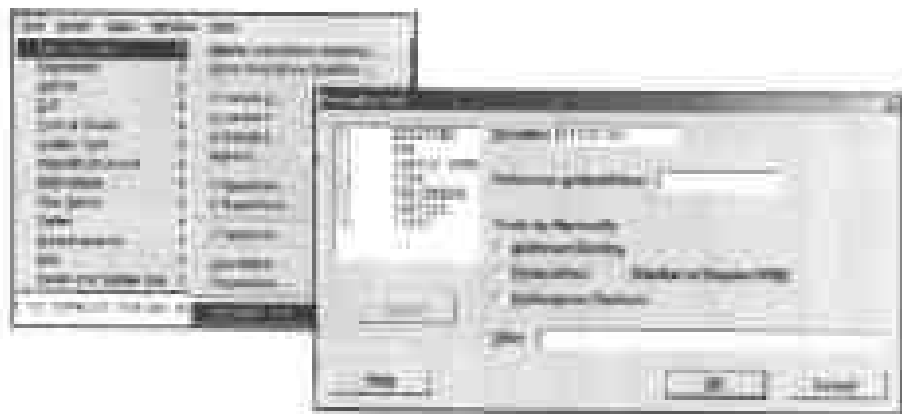
从这些直方图中我们能够看到：

●新型设备（“New”）的平均厚度看去比现有设备（“Existing”）的平均厚度略高

正态性检验

- ◆ “正态检验”能够将数据与“完美正态”分布进行对比
- “P”值——用于衡量数据分布是否不同于正态分布的数值。
- ◆ 检验方法如下：

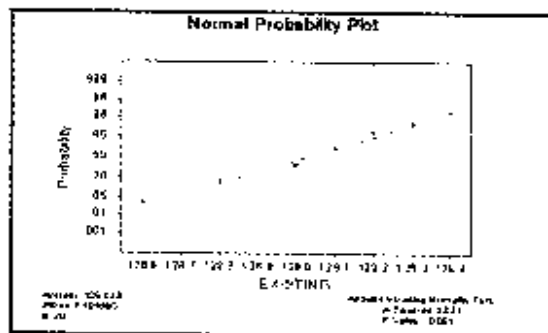
Stat > Basic Stats > Normality Test



“Existing”:

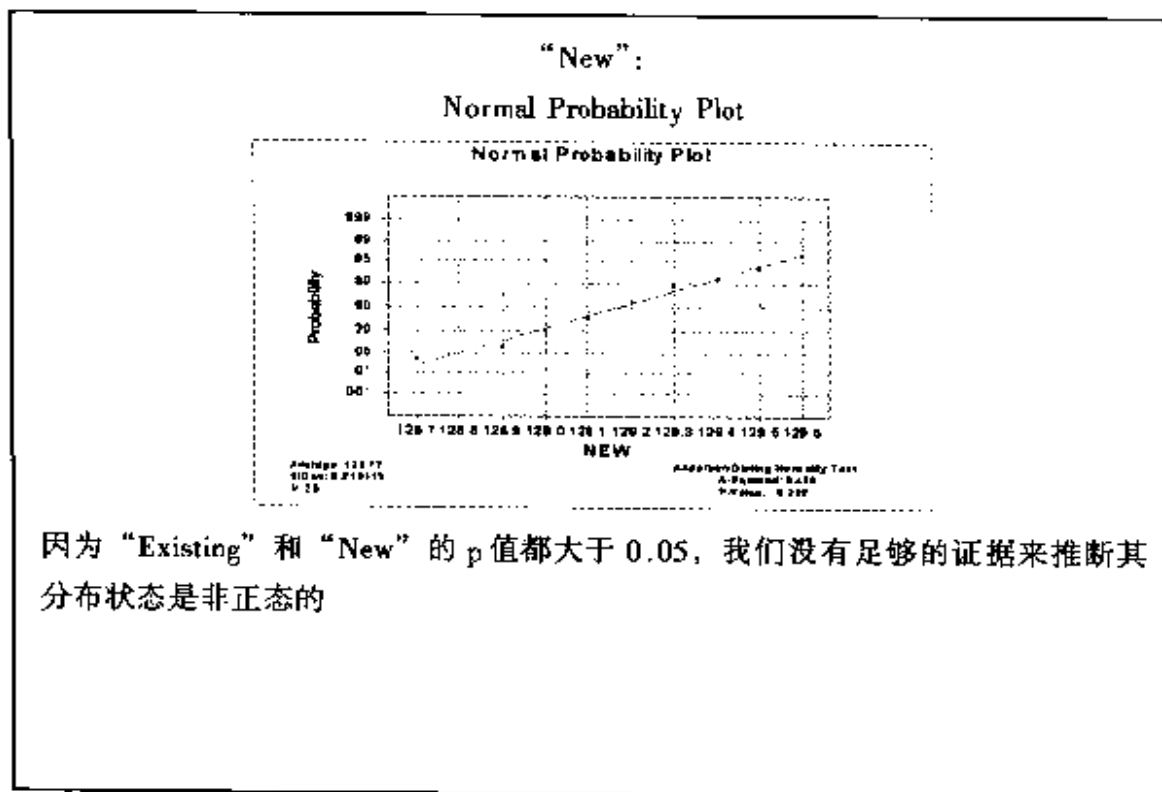
Normal Probability Plot

该图还能够
提供基本统计数据；



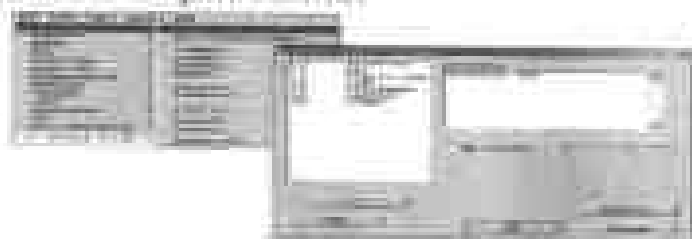
如果 p 值小于 0.05，那么可以说数据不服从正态分布，其置信度是 95%！

第九章 如何应用 Minitab 统计软件



在 Minitab 中获得基本统计数据的其他方式

Minitab 为数据分析提供了许多方面，另一个实用的工具是「描述统计」
Stat > Basic Statistics > Descriptive Statistics



对话 (Session) 窗口的输出:

Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	Median	Tr Mean	St Dev	SE Mean
Existing	20	129.03	129.05	129.03	0.19	0.04
New	20	129.17	129.20	129.17	0.21	0.05
Variable	Min	Max	Q1	Q3		
Existing	128.60	129.40	128.85	129.10		
New	128.70	129.60	129.00	129.28		

使用快捷键 **Ctrl + E** 返回 **Stats > Basic Statistics** 对话框。
 单击“**Graphs**”按钮。



使用不同的 Minitab 图表——“Chart”

Graph > Chart

按照下列方式填写对话框（使用堆叠的数据）：

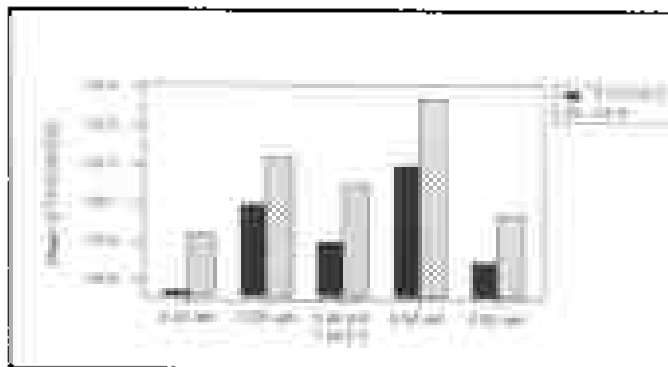


我们正在要求 Minitab 生成时间与厚度的直方图，按照设备分组。

厚度与时间的直方图，按照设备分组

1 = 现有设备

2 = 新型设备

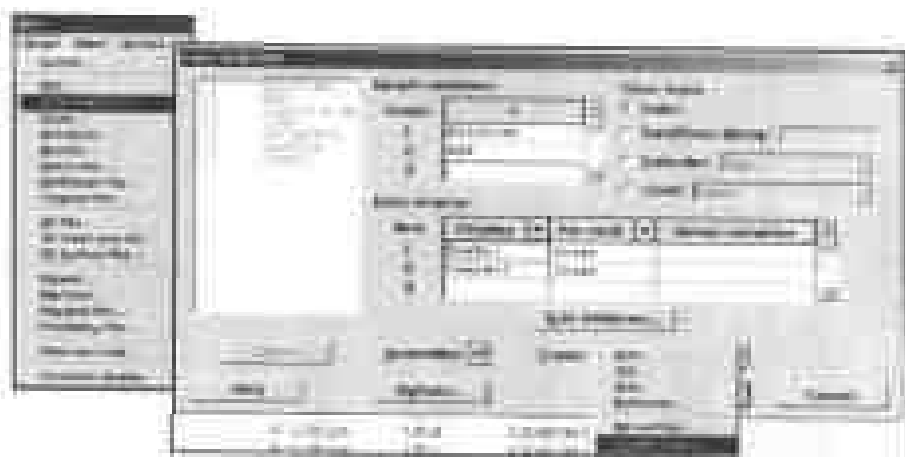


- 看图可知：新型设备总是能够生产较厚的塑料片
- 无论什么设备，塑料片总是在 12:00pm 和 6:00pm 时较厚

时间序列图

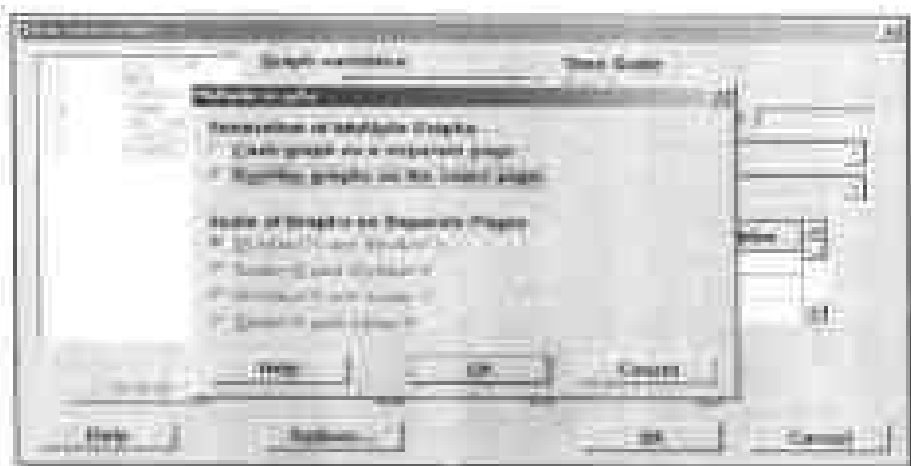
Graph > Time Series Plot

按照下列方式填写对话框：



点击“Frame”——选中多个图形

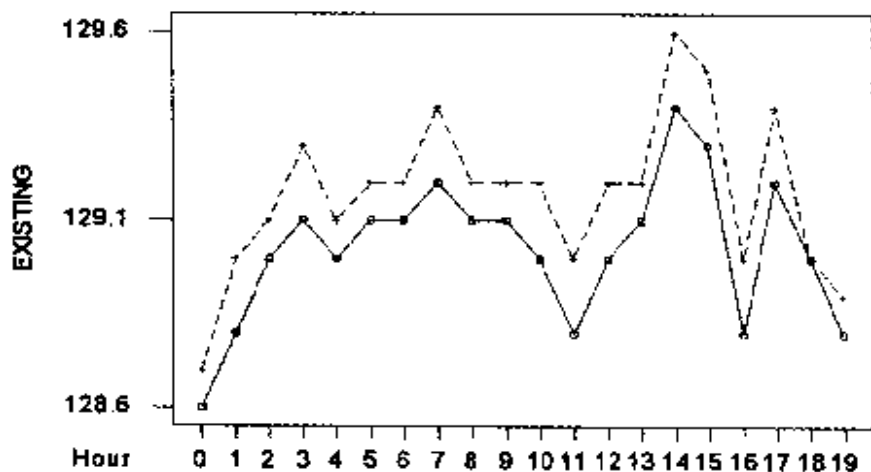
注意：当选择“index”单选按钮的时候，Minitab 就会按顺序使用栏中的数据。



点击“Overlay graphs on the same page”（多图同页）

点击“OK”两次

时期序列图确认了我们在直方图中看到的内容——代表新型设备的虚线上的点总是高于代表现有设备的点。



Pareto 图

- Minitab 能够生成 Pareto 图，所需要的是以栏目的形式存在的有关缺陷的数据，而 Minitab 将按照类别，按照递减的顺序，用图形显示缺陷发生的频数（从最多缺陷到最少缺陷）。
- 在数据表 C1 栏中列示的内容是某公司电脑部的客户所注意到的所有缺陷。在这栏中有 554 项，已经分类。

要创建 Pareto 图：

Stat > Quality tools > Pareto chart



按照下列方式填写对话框：

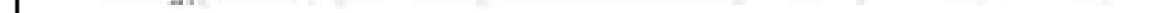


缺陷的 Pareto 图如下所示：



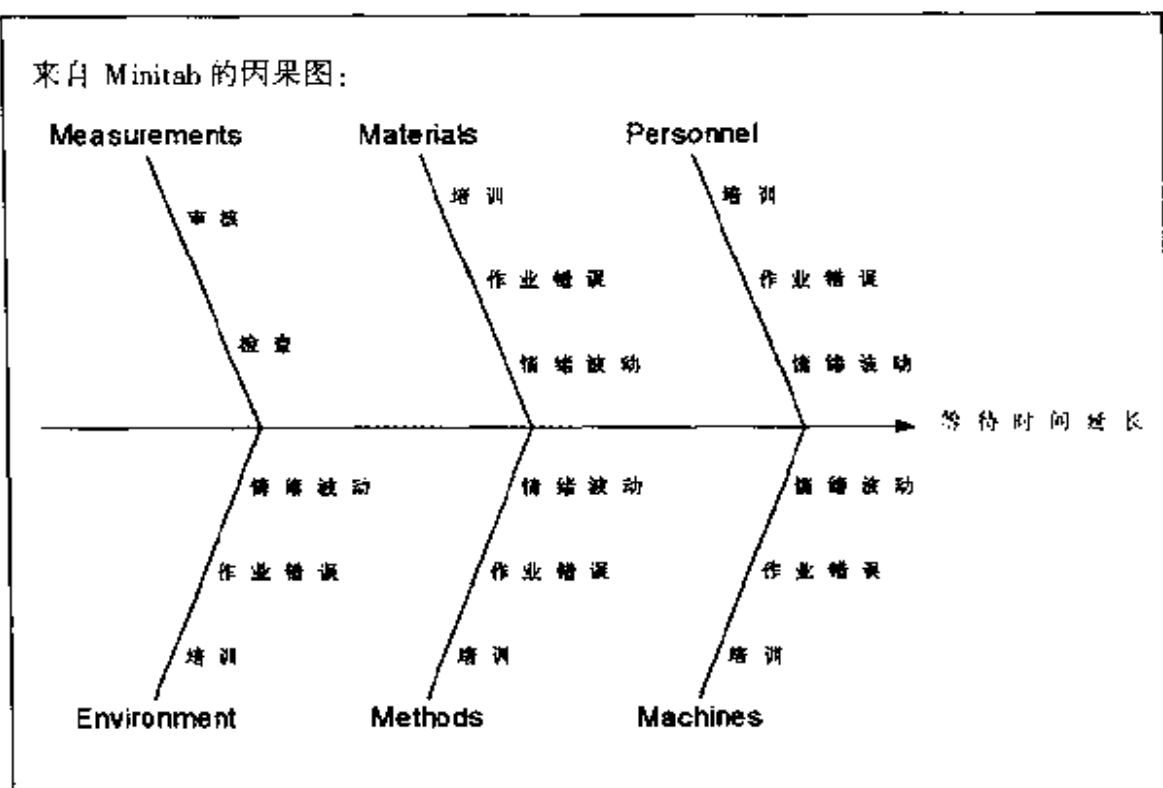
HEALTH CARE PROVIDERS

1. *Journal of Management Studies*, 1997, 34, 1, 1-14.





来自 Minitab 的因果图：



第三节 能力分析

Minitab 可用于过程能力分析，举例如下：

某工程师想了解一个加工工序中一个关键参数的加工能力，他在短期内收集了此工序的 60 个数据，如下表。本参数的规格为： 8.5 ± 0.2 。

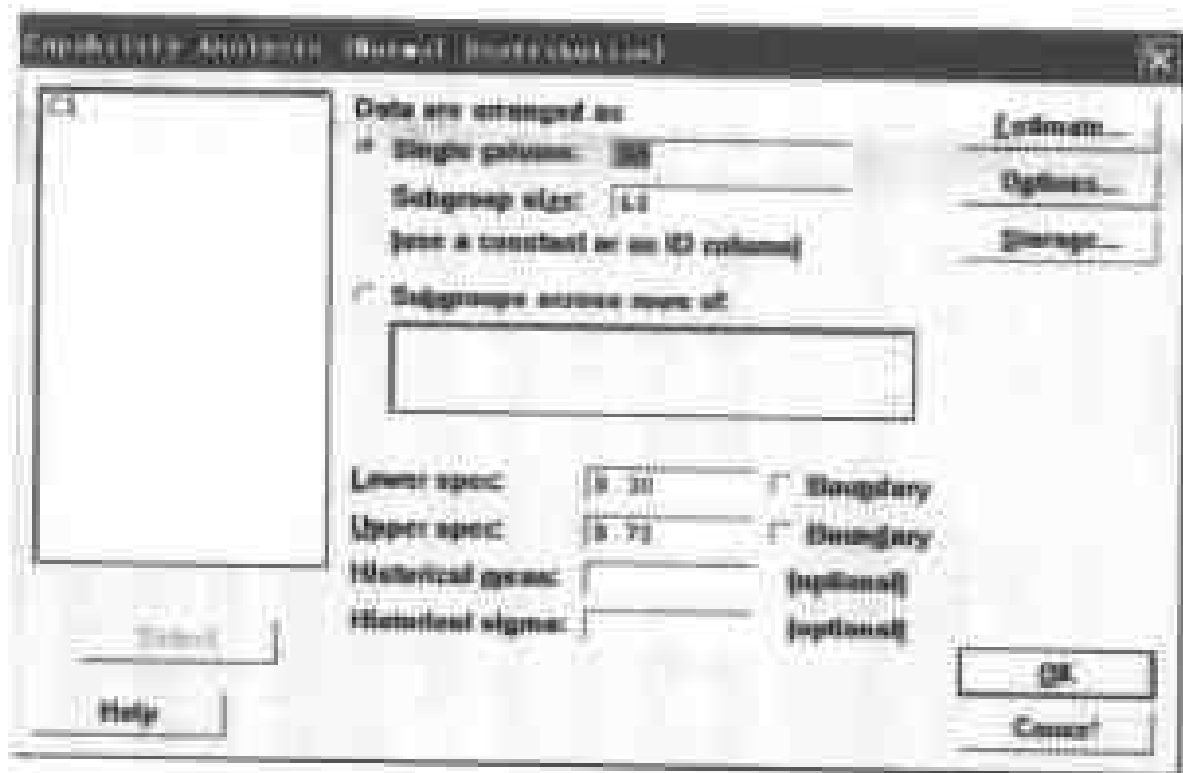
8.429	8.480	8.488	8.391	8.456	8.477
8.488	8.488	8.501	8.475	8.494	8.495
8.502	8.420	8.492	8.508	8.356	8.505
8.450	8.460	8.425	8.459	8.476	8.495
8.438	8.450	8.391	8.454	8.456	8.399

续表

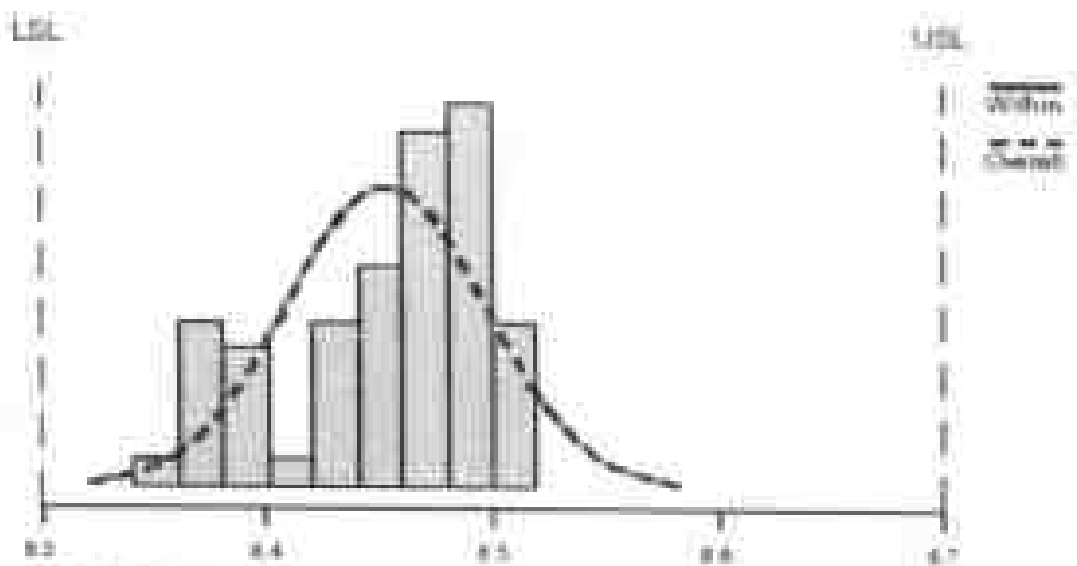
8.371	8.470	8.409	8.395	8.395	8.488
8.378	8.500	8.487	8.462	8.489	8.515
8.477	8.360	8.479	8.481	8.482	8.365
8.431	8.460	8.456	8.476	8.478	8.479
8.420	8.470	8.456	8.373	8.379	8.493

此例用 Minitab 分析如下:

1. 进入 Minitab: STAT > QUALITY TOOLS > CAPABILITY ANALYSIS (NORMAL)。
2. 在以下对话框中输入图示内容:



得出以下能力分析表：



结果分析：

1. 从上表可看出，此加工过程的能力为 1.16，过程性能力为 1.16。因为数据是在一个班次收集的，所以以上能力为短期能力。
2. 此过程可预期的不良为 260PPM。

第十章

通用电气成功的秘诀在哪里

- 第一节 什么是通用电气的通力合作计划
- 第二节 什么是通用电气无界限的领导和组织
- 第三节 什么是通用电气的管理策略

我们知道 6Sigma 发起于摩托罗拉公司，联合信号（Allied）把它深化，而只有通用电气真正用好了它，再把它深化，而且获得了巨大的成功。是什么原因使一个拥有 25 万名员工和业务分支达 350 个的全球巨大型跨国公司获得如此成功？是什么原因使通用电气 2000 年收入超过 3000 亿美元大关并赢得“全球最令人尊敬的公司”称号的？我想 6Sigma 和杰克·韦尔奇（CEO）管理功不可没。通用电气造就了杰克·韦尔奇，6Sigma 造就了通用电气。

第一节 什么是通用电气的通力合作计划

通用电气获得如此巨大成功，是有其深刻背景和历史渊源积淀的。一个百年老企业和一个全球企业巨舰发展到一定时期也会存在官僚主义盛行、办事效率低下、组织存在界限的问题。他们的 CEO 在 20 世纪 80 年代正敏锐地意识到这一点，大刀阔斧重组，大刀阔斧改革。追求数一数二的目标和办事效率及一流的人才的观点，企业进行兼并重组、裁撤冗员，减少管理层次，在此背景下，韦尔奇发起了一场遍及全公司的“通力合作”计划，以此来适应组织的变化。

一、通力合作计划的目的

通用电气通力合作计划的目标是建立在组织的效率之上的，因此通用电气通力合作计划的目的也是紧紧围绕效率来展开的。通力合作计划有六个基本目标如下：

1. 消减官僚主义。
2. 提高组织效率。
3. 向雇员授权；减少纵向界限。

4. 推倒组织间围墙。
5. 培养与客户正式的联合或非正式的关系。
6. 培养其他特别的组织关系。

前面四个是完善通用电气公司的内部机制，后面两个是关于改善通用电气的外部关系。可称为六个潜在的目标。它还有几个具体的目标如下：

1. 在全公司形成辩论的风气。
2. 将“老板因素”清除出通用电气公司。
3. 重新定义管理的概念。经理们现在必须倾听员工的意见。员工们有权力——确切说是有责任——提出他们自己解决问题的思路；老板不再独占决策权。
4. 清理通用电气，理顺工作次序，提高生产效率，简化并明确审批程序。
5. 消除浪费时间、浪费精力的现象。解除诸如通用电气这种大型公司长期以来背负的不必要的负担。

二、通力合作计划初步设计

实施通力合作计划要求实行的七个步骤：

1. 选择议题。
2. 挑选与所选议题契合的业务品种及功能交叉的一组人员。
3. 选举一个“带头人”来落实每项通力合作会议形成的议案。
4. 召集为期三天（或两天半）的讨论，形成改进公司经营的议案。
5. 针对每一议案与经理会晤，让其当场答复“同意”或“不同意”，或者“我会思考一下”（此时要指明研究的时间期限）。
6. 在议案贯彻落实的过程中根据需要随时召集会议。
7. 继续这一程序。

第十章 通用电气成功的秘诀在哪里

通力合作行动使通用电气获得巨大成功，生产效率大幅提高；不必要的工作被摒弃；随着那些多余的工作被取消，员工们感到满意并觉得不再受拘束。通力合作方案为杰克·韦尔奇创建学习组织，发动 6Sigma 质量行动奠定了基础。

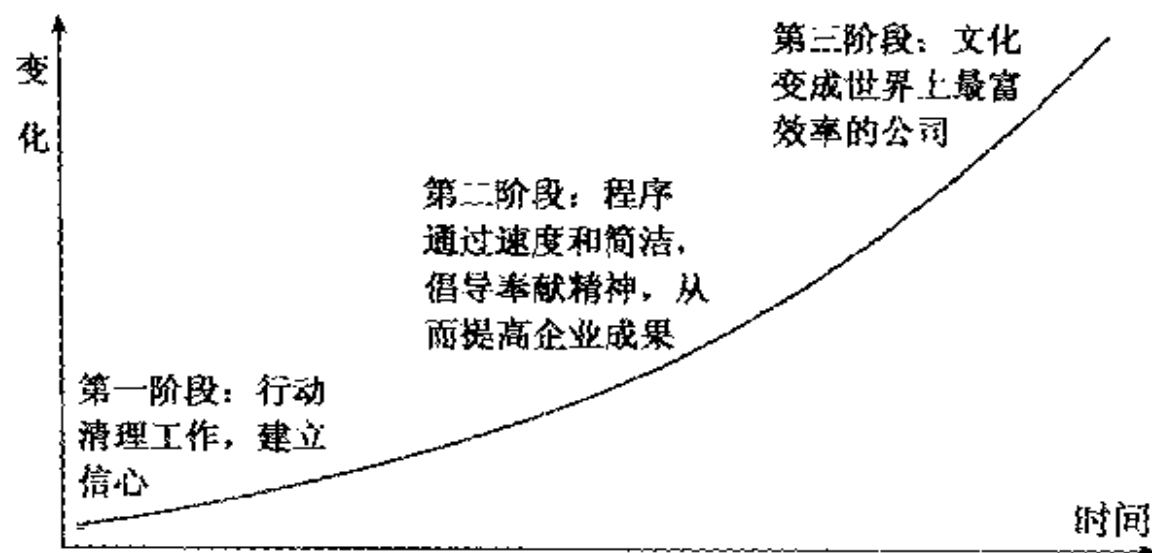
三、通力合作会议

通力合作会议是通力合作计划的核心内容，会议内容都要立即付诸实施，解决问题，是通力合作计划成功的关键。通力合作会议为三个阶段，如下表所示：

阶段	内容	具体要求
会前阶段	1. 弄清议题 2. 沟通想法 3. 明确参与者 4. 使企业领导人有准备	1. 指明将召开通力合作会议的部门或机构 2. 发出邀请函。阐释通力合作内容及会议时间 3. 发第二封信，确定会议地点 4. 明确会议着装，统一着装
会中阶段	1. 企业领导人设置问题 2. 定义要求 3. 组建团队 4. 技术问题 5. 重点问题 6. 帮助问题解决团队 7. 提出劝告 8. 讲演 9. 个人、团队企业领导人评论	1. 协调人工作安排 2. 会议分组 • 报告 • 会议 • 测评体系 • 审批程序 3. 对问题进行排序 4. 协调人召集第二天会议，并将内容通报给每人 5. 会议第三天老板回答问题
会后阶段 (需采取的步骤)	1. 完成适当的后续工作 2. 提供必要的支持 3. 沟通 4. 要点 5. 报纸	1. 将会议记录发给参加的每个人 2. 议题及通力合作者名字 3. 议题的行动方案及有关时间安排 4. 议题负责人跟踪并按期完成

四、通力合作过程

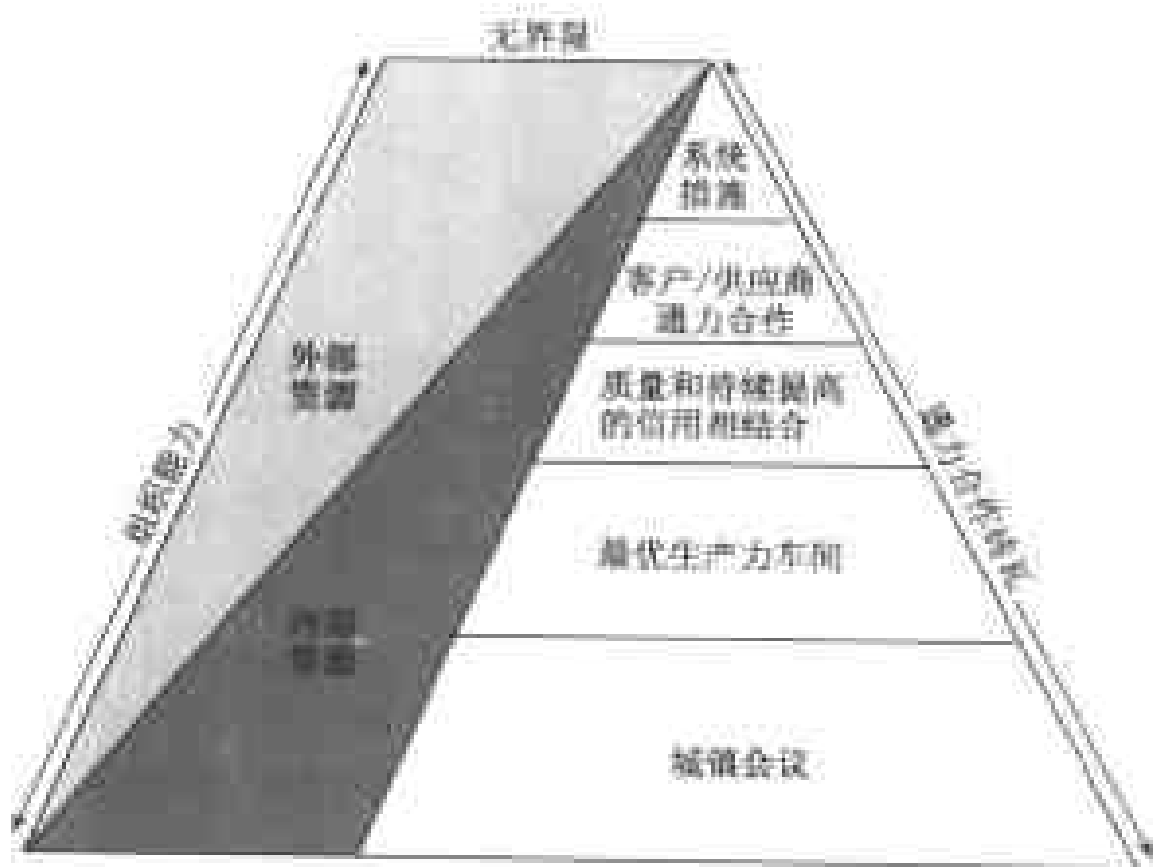
通力合作是一个进化的过程，按时间顺序标示出其演进过程，如下图所示：



通力合作过程开始快速冲撞，通过职责问题获得动力，成为文化的一部分，成为程序中自发的、自有的一部分。

第二节 什么是通用电气无界限的领导和组织

通用电气是一个无界限的公司，极大扩展了它的发展空间和思维方向，无界限的组织，学习型组织等等，使通用电气向地球上生产率最高的公司迈出了坚定踏实的一步。如下图所示：



你的公司无界限吗

不断提高：你的公司是无界限的吗？问卷如下：

提示：下列 16 个语句描述了无界限组织的特点，用它来评价你现在的组织，并根据符合程度从 1（一点也不对）到 5（完全一致）评分。再将行、列分数相加，应在 4~20 分之间，12 分以下要加强，16 分以上应保持。列分数代表组织在新的成功要素上的潜质，而行分数反映了组织在穿透下述四个界限中的成绩。

六西格玛实战

	速度	弹性	整合程度	创新	总分
纵向界限	<p>大多数决定是由那些最接近某项工作的人现场作出,而这些决定只奏效数小时而不是数星期</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>各级的管理者不但肩负日常的一线管理责任,而且有更为宽泛的战略任务</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>关键问题能够被多层次的团队解决,而其成员很少考虑组织中政党的级别</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>新的主意的发现和采用不受制约地表决</p> <p>1 2 3 4 5</p>	
横向界限	<p>新产品、服务以越来越快的速度推向市场</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>资源能够快速、持续、无阻碍地在各部门之间流转</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>日常工作可通过流水作业的团队予以解决,其他工作由项目组处理</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>特别地,代表各类股东的团队自发地去探索新主意</p> <p>1 2 3 4 5</p>	
外部界限	<p>顾客要求和投诉能及时答复</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>战略资源和重要的管理者供给“顾客和供应商”</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>供应商和客户经理在设计战略团队中居核心地位</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>供应商和客户经常、大量地提出对新产品和新工艺的建议</p> <p>1 2 3 4 5</p>	
地理界限	<p>最好的经验得以在全国范围传播和发扬</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>企业领导者在不同的国家展开业务</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>在各国业务间存在标准的产品平台,统一行动和分享经验</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>新产品的建议能放在其母国以外的环境去评价</p> <p>1 2 3 4 5</p>	
总分					

第三节 什么是通用电气的管理策略

通用电气 6Sigma 的应用成功以及获得的巨大利益，是与通用电气的管理策略分不开的。杰克·韦尔奇不愧为一个真正意义上的谋略家和超级经理人。

一、“数一数二”的策略

“数一数二”的策略，是 20 世纪 80 年代在通用电气实施开的。只有占据市场第一或第二地位，才会具备竞争的绝对优势。韦尔奇对通用电气大刀阔斧的重组并购，在今天看来是有远见性的。对管理层次的削减，使办事效率提高，是顾客满意度能够大幅提升的必然结果。它为 6Sigma 的成功实施奠定了坚实的基础。

二、向服务业转型的策略

由制造业向服务业转型，即由制造业占主导的经济转向以服务业为主体的经济，是在 20 世纪 90 年代实施开的，成为通用电气新的利润增长点。提高了产品的附加值，扩大了市场份额，获得了更高的回报。2000 年 75% 的收入来自服务业，这就要求对顾客要更加留意或使顾客更多的满意，这为通用电气必须实施 6Sigma 提供了条件。顾客要求更好的服务，不得不转变公司的企业文化，重塑企业灵魂。

三、全球化策略

通用电气全球化经营始于 1987 年，是在韦尔奇业务重组之后，这为通用电气拓展全球市场打下了坚实的基础。到 90 年代初，通用电气的国际化程度已迅速提高。其海外市场利润自

1987 年以来增长了 30%。首先占领欧洲市场，再拓展亚洲市场，向高增长地区挺进。互联网的全面实施，更使通用电气开疆拓土无极限，一个真正全球化的时代已经来临。

第十一章

你是否是一个合格的 6Sigma 黑带

第一节 6Sigma 黑带测试

第二节 6Sigma 黑带须知

6Sigma 黑带是 6Sigma 项目实施的关键人物，你的知识、技能水准，决定了 6Sigma 项目的成败。因此国外一些公司、组织已开始了 6Sigma 认证方面的工作。

第一节 6Sigma 黑带测试

6Sigma 黑带测试是对 6Sigma 基本知识的测试，我们借用国外的测试方法，对 6Sigma 黑带进行测试。读完本书，大家不妨一试身手。如下所示：

下列问题可测试你对 6Sigma 系统的掌握程度，请思考：

1. GAGER & R 不适用于描述以下哪一条：
 - A. 测量检验员之间的差别
 - B. 测量仪器的分辨率
 - C. 测量系统监测过程变化的能力
 - D. 测量系统的再现性
2. 在实验人员用两次近似函数进行响应表面分析时，发现稳定点在鞍点，这意味着：
 - A. 稳定点既非最大值也非最小值
 - B. 不正确的分析
 - C. 行列式不等于零
 - D. 鞍点在经济优化点上
3. 业务定义是指：
 - A. 一个包含测量的含义的定义
 - B. 一个业务定义
 - C. 一种对问题的清楚解释
 - D. 一份管理想达到的目标的图形
4. 为一个项目建立基线对以下哪条比较重要：

- A. 用实验设计确定关键影响因素
 - B. 当存在财务改进目标时包含财会部门
 - C. 仅使用最近数据时
 - D. 用 BAR 图标识关键区别因素时
5. 在评估过程能力时以下哪条是关键的：
- A. 最少取得 200 个数据
 - B. 生产流程已知
 - C. 应用 \bar{X} -R 控制图
 - D. 计算 C_{PK}
6. DOE 应用饱和设计的原理进行，这意味着：
- A. 这种设计是优化的
 - B. 存在很多重复实验
 - C. 实验应用不适当的分组
 - D. 没有自由度来评估交互作用
7. 投资 1000 元，每季度增长 8%，两年以后将是：
- A. 1171.66 元
 - B. 1166.40 元
 - C. 1160.00 元
 - D. 不是以上数据
8. 建立业绩目标的一种好工具为：
- A. 过程图示
 - B. BAR 图
 - C. 筛选设计
 - D. 全因子设计
9. 以下哪种统计方法不能用于测量计数值数据：
- A. T 测试
 - B. 百分比
 - C. 比例
 - D. 卡方测试
10. 用以描述系统中所有可能的缺陷及其影响的方法是：
- A. PDCA
 - B. FMEA
 - C. 因果图
 - D. 柏拉图
11. 在以下哪种情况下使用指数加权移动平均图：

第十一章 你是否是一个合格的 6Sigma 黑带

- A. RUN 测试不适用 B. CUSUM 图无效
C. 数据有一系列关联 D. P 图不适用
12. 下面哪个公式最适合计算装配线无缺陷的概率:
- A. $P(x) = (1-p)^n$
B. $P(x) = e^{-\mu}$
C. $LCL = \bar{X}_{bar} - A_2 \bar{R}_{bar}$
D. $P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$
13. 一种常用于确定改进机会的图形工具是:
- A. 方差分析 B. 成本收益分析
C. 柏拉图分析 D. 控制图分析
14. 在评估项目成本时, 以下哪一项关系不大:
- A. 取得各项项目费用的高度准确的评估值
B. 包含项目参与者工作之外的时间成本
C. 在财务分析时使用金钱的时间值项
D. 评估项目的现金流
15. 在进行实验设计时常开始于:
- A. 在每个因子各个水平上评估潜在的重要因子
B. 设计一个合适的实验计划
C. 进行筛选实验
D. 使用分布因子设计
16. 过程判定程序图可用于过程控制计划来:
- A. 确定是否所有控制计划都是必要的
B. 消除对看板的需求
C. 基本确定应急计划的缺陷模式
D. 协助管理战略计划
17. 在 \bar{X} -R 法进行的测量系统分析中显示, \bar{X} 图上的

点都超出控制界限而 R 图受控良好，这说明：

- A. 测量系统不合格
- B. 计算错误
- C. 测量系统可用于过程参数测量
- D. 存在影响均值的特殊原因

18. 在准备过程控制计划时，黑带应：

- A. 制作在对一切可能发生的事的应对措施方面对作业人员的特别指导文件
- B. 在特殊问题如何反应，包含当不能确定问题时停线方面对过程操作人员提供指导
- C. 确信将相关信息置于组织的局域网上
- D. 总是用统计方法确定问题

19. 某公司在推出一项新服务过程后进行客户满意度调查的结果如下表：

客户评价	对新服务流程的评价	对现存流程的评价
优秀的	205	810
很好	98	449
好	63	313
及格	5	34
差	6	25
无反应	1	9

评估这些数据的正确方法应为：

- A. 用二项分布比较比例
- B. 用 P 图
- C. 用卡方分析
- D. 转换比例并用分组 BAR 图显示

20. 适当的 DOE 实验:

- A. 在同一时间进行以使成本最小
- B. 顺序做以便实验者可学习和采用
- C. 一直采用响应表面方法以发现优化设置
- D. 包含多元线性回归

第二节 6Sigma 黑带须知

6Sigma 黑带须知, 即 6Sigma 黑带一些应知应会的知识, 是获得 6Sigma 黑带资格的必备知识。我们借用国外 6Sigma 专家的建议, 开列于后, 请参考。

6 σ 黑带须知的 101 个问题

1. 一般而言, 6 σ 黑带将是素质较高的人。
2. 以最少的指导, 6 σ 黑带可以用数据转化板生成指导行动的目标。
3. 6 σ 黑带能进行案例分析以达到这些目标。
4. 6 σ 黑带能为取得这些目标设计详细计划。
5. 能测量向目标努力方面所取得的进步, 这对客户和领导者来说是有意义的。
6. 知道如何建立控制系统以保持通过 6 σ 取得的目标。
7. 知道联系到原理以取得连续不断的改善, 即使内部目标已经实现。
8. 能内行地定量分析公司通过 6 σ 方法取得的利益。
9. 能将不同的 PPM 与 σ 值对应起来。
10. 能将各种 σ 值与缺陷品质成本联系起来 (如 3 σ 的缺陷成本约为 25%)。

11. 知道如何对从职员和客户处调查取得的数据进行定量分析，包括评估调查可靠性和不同调查间的区别。
12. 明白各个人的角色（高级管理、倡导者、指导者、变革机构、技术支持者、组长及协助者）。
13. 可设计、测试和分析客户调查报告。
14. 对给定的两组或以上调查 DATA，黑带可确定它们在统计上是否存在显著区别。
15. 能计算投资的价值，包括现在的值和将来的值。
16. 能计算各种组合周期的 PV 和 FV 值。
17. 能将客户忠诚度的值定量化计算出来。
18. 给他一个部分完成的 QFD，6 σ 黑带可完成它。
19. 可计算一个项目的损益平衡点。
20. 可计算现金流动净值，并据此选择其中具有竞争性的项目。
21. 可计算现金回笼率，并据此选择其中有竞争性的项目。
22. 明白 6 σ 的缺陷质量成本的原理，并能在缺陷质量成本分析表明给定过程的优化小于 6 σ 时解释该如何行动。
23. 明白基本的缺陷成本种类并能列出完全的缺陷成本种类至正确的类别中。
24. 如给定一个过去的缺陷成本表，6 σ 黑带可完成成本趋势分析。
25. 如给定一缺陷成本表，黑带可完成对各种缺陷成本类别的分布分析。
26. 如给定一个项目任务单，包含完成时间和优先顺序，黑带可计算出项目的完成时间，最早及最晚完成时间，还有延误时间，还能确定哪项任务是关键途径。
27. 对一个项目任务，如给定花费及时间数据，黑带的计算

通常花费和完成日程以及最小花费进库。

28. 对标杆和基本原理非常在行。

29. 对标杆的局限性有深入认识。

30. 给定一个团队名单、组织图、过程管理者和发起人名单，黑带能以高的成功概率确定项目方案。

31. 能确定各种矩阵的测量刻度（方法）。（计量的和计数的）

32. 如给定一个特定尺度的矩阵，黑带可确定用何种统计方法进行分析。

33. 如给定适当的数据，黑带可完成测量系统分析：包括计算偏倚、重复性、再现性、稳定性、鉴别性和线性。

34. 如给定测量系统数据矩阵，黑带应知道此测量系统是否可用来测定特定的产品或过程。

35. 知道当从一组已知生产程序的数据计算 Sigma 值与不知道生产程序的 Sigma 值计算 Sigma 值的不同之处。

36. 给定一个 AIAG Gage R&R 研究结果 ($\bar{X} - R$ 方法)，黑带可回答关于此测量系统的各种问题。

37. 如给定一个关于“像”和“应该是”过程的描述，黑带可画出过程布局图。

38. 如给定一组原始数据，黑带可分出它的频数，并用频数作出直方图。

39. 可计算平均值和标准差（从一组给定的分布中）

40. 给定一个问题清单，黑带可作出问题频数的柏拉图。

41. 给定一个以部门（系列）来描述问题的清单，黑带可建立一个交叉表，并据此完成卡方分析。

42. 如给定一组 x 、 y 数据，黑带可计算其相关关系是否线性。

43. 黑带知道如何利用非线性来使产品或过程更可靠。
44. 可建立并解释一个运行图，当给定一组时间序列数据时，包括计算运行长度、数目和量化评估趋势。
45. 当告诉数据分布为指数分布，黑带会知道此时运行图比 \bar{x} 控制图更适合。
46. 给定一组原始数据，黑带可确定和计算中心趋势、分布和形状。
47. 给定一组原始数据，黑带可做成直方图。
48. 给定一个茎叶图，黑带可再生出图形所允许的精确的样品数。
49. 给定一个箱图及主要的点，黑带可确定 25% 和 75% 点及中位数。
50. 知道何时可用列举统计，何时不能用。
51. 知道何时能用统计分析方法，何时不能用。
52. 能阐明概率的基本概念，如独立事件的概率、非独立事件、同时发生的事件等。
53. 知道何时能用统计分析方法，何时不能用。
54. 可计算连续和非连续随机变量的期望值。
55. 可计算样品的一元统计。
56. 可计算各种统计的置信区间。
57. 可从积累频率中读出值。
58. 可熟练运用各种概率分布，包括：超几何分布、二项分布、泊松分布、正态分布、指数分布、卡方分布、学生分布、F 分布等。
59. 给定一组数据，黑带可判断用何种分布去分析客观存在，并完成所需分析。
60. 知道分析依赖于是否一个给定的测量（如均值）是假定

第十一章 你是否是一个合格的 6Sigma 黑带

已知的或从样本中估计得来的，当提供了关于数据的足够信息时，黑带可选择并适合运用正确的技术去分析它。

61. 当给定一组子群，黑带可选择适当的控制图去描述是否给定过程处于统计状态。

62. 以上应为数据可描述出绝大多数普通控制图所证明。

63. 知道方差分析，能选择和运用一个转化给数据。

64. 能确定列出的可能原因中哪种原因可以最恰当地解释回归残差图中的非随机因素。

65. 黑带能解释控制图的异常点，并将其与刀具断裂，磨损或机器逐渐升温对应起来。

66. 黑带理解预控制的技巧。

67. 黑带能正确运用 EWMA 图处理数据的相关性。

68. 如给定一组子群数据，黑带可完成过程能力分析，包括计算并解释能力指数，估计不良率，计算控制界限等。

69. 黑带可阐明能力指数应用的基础。

70. 如给定 2^2 全因子实验表的结果，黑带能完成方差分析。

71. 黑带理解实验设计的基本原理，这可通过指出各种实验计划及其缺点来证明。

72. 如给定一个实验计划，黑带能发现取得预期结果和正确实验数目。

73. 黑带明白各类实验模式的差别（固定影响、随机影响、混合影响）。

74. 黑带理解随机化和模块化的概念。

75. 给定一组数据，黑带可进行 Latin 平方分析并解释结果。

76. 黑带可运用单因子方差，双因子方差分析（重复和不重复），全部和部分因子 y 及响应曲面设计。

77. 如给出合适的实验结果，黑带可计算出最快的改善方向。

78. 如给定一组二水平变量，黑带可确定饱和筛选实验的实验表。

79. 如给定这些实验的数据，黑带可确定哪个主要影响是重要的，并阐明这些因子的影响。

80. 给定两个或以上的应答分类，如客户调查应答中的分为(差，尚可，好，优秀)，黑带可用卡方分布确定是否这些样本有重要区别。

81. 黑带理解综合作用的概念，并可确定哪两个因子的相互作用有重要影响。

82. 从实验数据中，黑带可阐明最快的改善方向。

83. 黑带理解交叠设计并能确定交叠设计澄清一个混淆的概念。

84. 黑带明白如何增加一个因子来创建一个组合设计。

85. 黑带可评价实验结论的诊断结果。

86. 黑带可确定 y 的转化需要并可实施正确的转化。

87. 给定一个表面响应二次方程式，黑带可计算固定点。

88. 给定数据(无图形)，黑带可确定固定点是否最大、最小或承受点。

89. 黑带可用二次损失函数计算一个给定过程的成本。

90. 黑带可进行一元及多元线性回归分析。

91. 黑带可从一个不适当的回归模式中确定残差图，并纠正它。

92. 黑带理解相关与回归的区别。

93. 黑带可完成可能性表的卡方分析。

94. 黑带可计算基本可靠性统计(MTBT、有效性等)

- 95. 给定子系统的故障率，黑带可用可靠性分配设置 MTBF 目标。
- 96. 黑带可计算串联系统、并联系统及串并联系统及结构的可靠性。
- 97. 黑带可证明阅读 FMEA 分析表的能力。
- 98. 黑带可阅读故障树。
- 99. 给定强度和压力的分布，黑带可计算故障概率。
- 100. 黑带可运用统计公差来设置单一装配的公差，并知道如何比较统计公差和最差情况下的公差。
- 101. 黑带明白 6Sigma 方法的局限性。

后 记

6Sigma管理实施，在不同的公司，有不同的效果。是什么原因造成这种局面呢？首先人是关键因素，领导支持，员工配合，这也很重要。但关键的一点是企业文化，即企业的核心竞争力。这样，我们就不难明白通用电气（GE）实施6Sigma能够真正成功的原因了。

是谁缔造了企业文化？是谁创造了世界奇迹（World Class Quality）？当然，是我们自己。一个哲人早在几个世纪之前就说过：给我一个支点，我能撬起地球。6Sigma是每一个企业成功和获利的支点，看你如何去把握住这个支点。

6Sigma项目实施，在同一个公司，有不同的效果。是什么原因造成了这种局面？首先黑带（Black Belt）是关键因素，项目选择，团队合作，这也很重要。但关键的一点是外部因素，即顾客的要求得到正确的识别。这样，我们就不难明白6Sigma项目给企业带来的真正利润。

6Sigma流程实施，在同一个行业，有不同的效果。是什么原因造成这种局面？当然关键质量 CTQ's 很重要；Process Map, xy 矩阵，这也很重要。但关键的一点是创新，即流程再设计和管理再创新。这样，我们就不难明白6Sigma流程再造给企业带来的真正价值。

6Sigma项目和管理实施，基础管理是关键，也就是硬件和软件。我国企业经过20多年的改革锤炼，以及体制改革、企业重组和股份制改造的洗礼，硬件和软件都得到了不同程度的改观。基本上具备了6Sigma管理实施的条件，不少企业已先行了一步，并取得了累累硕果。但无论从总量上，还是从实施的区域

后记

上都不容乐观。是什么原因造成了这种局面呢？基础管理跟不上，舍不得投入，我想是主要原因。做领导（CEO）的不重视，企业舍不得花大力气去改善，也是关键因素。打破这种固步自封、不求进取的局面，何愁我国的整体质量水平得不到改善呢？中国业已成为全球制造业中心，“MADE IN CHINA”早已漂洋过海，加快进行 6Sigma 管理，让“中国造”更具实力、更具信心。

作者

E-mail: fhwen 9888@163.com

PPM 公司介绍

《现代企业品质管理技术》和《6Sigma 品质管理》出版后，从大量的读者来信中我们意识到：出版专著固然可以使先进系统、方法、技术得以较快普及，但当具体到某个公司、某件事时，仅有专著是不够的，专著不会动态地把握一个公司的实际，提供最优解决方案，也不会在你需要的时候作一答复。我们到了上世纪 50 年代，质量管理大师戴明先生在日本的言传身教使日本制造业迅速崛起。我们当然不敢同大师比，但只要有心，一定能在提高国内管理水平方面尽绵薄之力！

我国已加入 WTO，这绝不仅意味着机遇，更决定了我们必须面对国外公司的残酷竞争。市场是最公正的，只有真正具有核心竞争力的公司才可能在竞争中立于不败之地！而核心竞争力最终体现在你的品质、价格、技术、交期和服务上。支持这些的是管理能力和技术能力。提高管理和技术能力的途径有两个：自己摸索和向别人学习。相比之下，向别人学习是更好更有效的策略。我们一方面将自己多年所得拿出来；另一方面将日本等工业发达国家的一流专家在管理和技术方面的经验贡献出来为我们所用，我们坚信这种领航者的作用对尽快地、最大限度地提高组织竞争力作用巨大！

我们决定全身心投入到“将先进方法在各公司间推广以大幅度提高受益公司的竞争力”这一件事上。通过与多位跨国公司富有经验的朋友沟通，得到他们的一致支持，在 SONY 公司从事了 28 年工业工程领域研究的单元制生产的发明人之一早川先生

PPM 公司介绍

欣然与我们合作。在多方努力下，PPM 生产力促进有限公司诞生了。

公司地址：广东深圳龙华人民北路康华苑 B 座 5 单元 611 室

电话/传真：0755 - 27706394

E-mail: sywang8888@sina.com

zhangchi1998@21cn.com

联系人：公司首席代表王绍印先生

手机：13600196561

PPM 公司顾问简介

早川先生：日本 SONY 公司著名工业工程（IE）专家，在 SONY 公司从业 28 年，单元制生产方式（Cell Production）的发明人，专长于帮助企业从战略的角度建立生产理念，生产战略、生产战术并通过先进的工业工程方法，有效整合公司的生产资源，最终建立起满足市场需求、公司利益的创新性生产组织。曾应邀到世界各地讲学推广 Cell Production，并被聘为多家公司的长期顾问。

主要简历

- | | |
|-------------------|-------|
| ■ 大学工业工程专业 | 4 年 |
| ■ 物流配送设备公司，从事系统工程 | 3 年 |
| ■ SONY 公司 28 年 | |
| ——物流配送系统改善，包装技术 | 3 年 |
| ——工厂工业工程系统设计与改善 | } 7 年 |
| ——产品与设施的零缺陷改善 | |

六西格玛实战

为使 SONY 成为世界第一制造商

——从事生产系统设计

——工业工程系统设计

——工艺开发与自动化

} 8 年

SONY 拓展海外工厂

——工业工程系统策划

——工厂内外生产技术系统策划

} 7 年

SONY 笔记本电脑制造厂高级管理总监

2 年

SONY 台湾网络公司首席代表

1 年

■ 工作领域中所涵盖的产品系列

1. SONY 摄录机

2. SONY 音响

3. SONY 精密直流无刷伺服马达

4. SONY CD, VCD, DVD, 游戏机用激光头

5. SONY 笔记本电脑

新书推荐

《六西格玛控制阶段》

《品质成本管理》

PPM 公司介绍

项目	主要内容	目 标
六西格玛管理 层培训	<ol style="list-style-type: none"> 1. 什么是 6Sigma <ol style="list-style-type: none"> 1.1 质量管理发展历程 1.2 6Sigma 产生背景 1.3 6Sigma 介绍 1.4 6Sigma 管理的基本原则 1.5 推行 6Sigma 管理有何益处 2. 6Sigma 管理的实施条件 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 6Sigma 管理的实施条件 2.2 顾问支持 3. 目前 6Sigma 管理的实施和收益状况 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 国外 6Sigma 推进现状 3.2 国内 6Sigma 推进现状 4. 6Sigma 管理的实施策略 <ol style="list-style-type: none"> 4.1 6Sigma 管理的实施策略 4.2 6Sigma 管理的实施战术 <ol style="list-style-type: none"> A 6Sigma 管理的组织结构 B 如何选择 6Sigma 项目 5. 6Sigma 项目的突破模式 <ol style="list-style-type: none"> 5.1 统计概念 5.2 6Sigma 项目的突破模式 5.3 D——定义阶段 5.4 M——测量阶段 5.5 A——分析阶段 5.6 I——改善阶段 5.7 C——控制阶段 6. 6Sigma 项目的推行步骤 7. 6Sigma 项目的收益评估 8. Minitab 简介 9. 6Sigma 推行案例 <ol style="list-style-type: none"> 9.1 全局推行案例 GE 公司的 6Sigma 之路 9.2 6Sigma 项目推行案例 10. 6Sigma 常见问题 11. Z 与 C_{PK}、PPM 换算表 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 真正了解什么是 6Sigma 2. 懂得如何在自身企业中推行 6Sigma, 能制定出切实可行的 6Sigma 推行方案 3. 学会如何在自身企业中挑选和培训黑带 4. 学会如何在自身企业中选择 6Sigma 改进项目并实施 5. 能够对 6Sigma 推行的成本和效益进行科学的评估 6. 更重要的是您回到企业后能马上用上并见成效

续表

项目	主要内容	目 标
六西格玛黑带培训	D 阶段	
	1. 6Sigma 管理的模型、组织和资源	
	2. 品质成本分析	
	3. 6Sigma 管理的实施步骤	
	4. 统计基础	
	5. Minitab 介绍	
	6. 6Sigma 项目策划、报告	
	M 阶段	
	1. 过程流程图	1. 熟悉 6Sigma 管理的理念、指标、方法和步骤
	2. 过程能力分析	2. 掌握 6Sigma 常用统计分析技术与工具
	3. 测量系统分析	3. 培养黑带(BB)领导 6Sigma 项目团队的能力
	4. PARETO, 箱图、因果图、箱图	4. 帮助客户在公司建立 6Sigma 管理系统
	A 阶段	
	1. 缺陷模式和影响分析	
	2. 置信区间和假设检验	
	3. 故障树分析	
	4. 方差分析	
	5. 回归分析	
	I 阶段	
	1. 质量功能展开(QED)	
	2. 实验设计(DOE)	
	3. 案例分析	
	4. 水平对比法	
	C 阶段	
	1. 工序预控制	
	2. 统计过程控制	
	3. 防错法	
	4. 6Sigma 项目报告	

PPM 公司介绍

续表

项目	主要内容	目 标
工业工程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工业工程与公司战略的结合 2. 生产革新介绍 3. 动作研究 4. 生产线的平衡 5. 损失分析 6. 生产效率 7. 标准时间确定 8. 高级工业工程方法 9. 工作抽样 10. 如何对公司资源进行优化 (有形资源和无形资源, 从厂房设计到生产系统、内外物流系统) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使受训者能够识别各种流程中每一个环节的损失(实践及其他方面的损失) 2. 如何减少不必要的损失和浪费 3. 如何建立低成本高附加值的持续改善机制 4. 如何建立一套快速反应的生产及物流系统
电子焊接技术	<ol style="list-style-type: none"> 1. 手工焊接技术 2. REFLOW 焊接技术 3. 波峰炉焊接技术 4. 影响焊接品质的因素 5. 如何提高焊接品质 6. 焊接问题解答 7. 焊接品质保证体系建立、诊断与完善、认证 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 传授最先进的手工焊接、REFLOW 焊接及波峰炉焊接技术 2. 通过诊断, 完善焊接品质保证体系, 优化资源, 减少损失 3. 解决实际中遇到的各类焊接技术问题

续表

项目	主要内容	目 标
精密模具技术	1. 精密模具的现状和发展趋势 2. 精密冲压模设计加工技术 3. 精密压铸模设计加工技术 4. 精密塑胶模设计加工技术 5. 模具设计加工过程问题解答	1. 使受训者掌握精密模具(冲压、注塑、压铸)先进的设计理念、设计程序、科学的设计方法与加工方法,从而提高模具的设计与制造品质、缩短设计与制造周期,降低成本 2. 解决实际遇到的各类模具技术问题
品质管理	1. 品质管理如何与公司发展战略相结合 2. 品质保证体系诊断(从产品设计到客户服务) 3. 如何形成客户与公司利益兼顾的全员品质意识 4. 先进品质管理方法 5. 如何进行品质成本管理	1. 完善公司的品质保证体系 2. 建立持续改善机制 3. 建立品质成本管理体系

根据您的需要,我们随时为您提供其他方面的专家服务。

我们的目标:一切为了您的未来!

我们的宗旨:说到家!做到家!

本书顾问简介

为了使本书的内容与企业的实际状况更加接近，我们特别邀请了科理顾问服务（新加坡）有限公司的 6Sigma 黑带大师（Master Black Belt）谢启发先生担任本书的技术顾问，在编写过程中就如何有效实施 6Sigma 方案提供了大量宝贵意见和技术支持。

谢启发先生出生于马来西亚，毕业于马来西亚国立大学电子、电机及系统工程系。曾任职于惠普（Hewlett Packard）、希捷（Seagate）、德昌电机，并曾在美国明尼苏达州希捷总部从事产品设计开发工作。

谢先生由美国 6Sigma 学院（Six Sigma Academy）培训成为 6 Sigma 黑带，在从事多年专业黑带生涯并成功完成多个黑带项目后，于美国接受黑带大师培训，并荣获世界著名 6Sigma 设计顾问公司美国 Sigma Pro 颁发的黑带大师（Master Black Belt）证书。

谢先生现任科理顾问服务有限公司工业改善部总监及首席顾问，专门从事 6Sigma 培训及顾问服务，对 6Sigma DMAIC 突破性改善工具的理解及应用达到高超的境界。

科理顾问服务有限公司于 1991 年在新加坡成立，专为亚太地区的各行业提供专业的管理及制程改善顾问服务。在香港、台湾、中国及亚洲各主要城市都设有分公司或办事处。可以对客户要求作出快速的回应，从而能更有效地为客户提供切合实际的解决方案。科理与本地区及海外事业协会组织包括新加坡生产力标

准局 (PSB)、香港管理协会 (HKMA)、香港理工大学, 摩托罗拉大学, 美国质量协会 (ASQ) 等有着密切的合作

谢先生所领导的科理顾问公司 6Sigma 顾问队伍是由来自摩托罗拉、通用电气、希捷等世界著名实施 6Sigma 企业的黑带大师及黑带所组成。自 1998 年以来, 科理曾为国内外多家企业成功导入 6Sigma 方案。经验丰富的顾问人员通过课堂教授以及亲身参与改善项目的贴身辅导方式, 为客户培养了超过 200 名黑带和 500 名绿带。所实施的 6Sigma 项目为客户带来了巨大的财务回报。科理曾经服务过管理体系、管理提升以及工业改善的客户包括: 摩托罗拉、飞利浦、太阳电脑、金霸王电池、国泰航空餐饮、西铁城手表、理光 (Ricoh)、卡西欧 (Casio)、康和相机、美国爱斯顿、德国德亨、FCI、华为、中兴通讯、长城国际、TCL 等国内外著名企业。

谢先生对推广 6Sigma 突破性改善方案不遗余力, 极愿意与读者分享和探讨有关 6Sigma 方案实施的各种问题, 读者可通过以下方式同谢先生进行联系。

科理顾问服务 (新加坡) 有限公司

地址: 深圳市福田区滨河大道 5022 号联合广场 A 座 2711 室

联系电话: 0755 - 82966166

传真: 0755 - 82966248

E-mail: khcheah@qualisysgroup.com

www.qualisysgroup.com

全国Mini-MBA职业经理双证班



允许提前获取证书 全国招生 权威双证 请速充电

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

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

招生专业及其颁发证书：（公益政策：允许同时报读多个专业，加报专业只收 200 元）

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

全国《经济管理师》MBA 高等教育双证	高级经济管理师职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元
全国《六西格玛管理师》MBA 双证书班	高级六西格玛管理师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元
全国《能源管理师》MBA 高等教育双证	高级企业能源管理师职业资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

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



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

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



【证书说明】

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



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



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

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



【教程特点】

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



【考试说明】

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



【颁证单位】

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



【主办单位】

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



【咨询电话】13684609885 0451--88342620

【咨询教师】王海涛 郑毅

【学校网站】<http://www.mh.jy.net>

【咨询邮箱】xchy007@163.com



【报名须知】

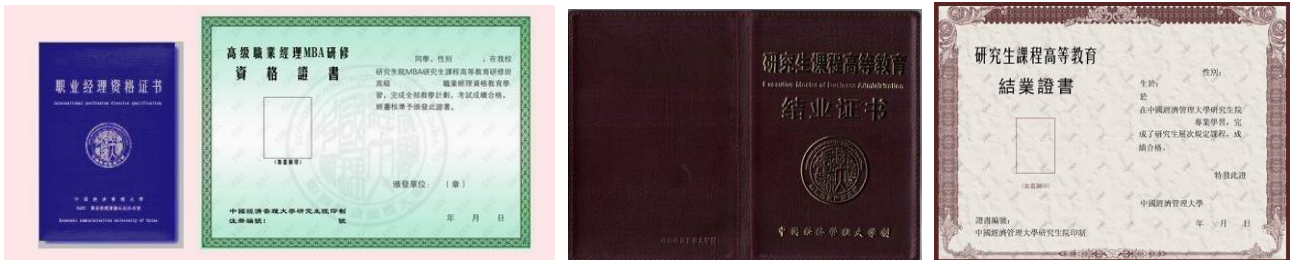
- 1、报名登记表格下载后详细填写并发送邮件至 xchy007@163.com (入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可)
- 2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



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

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

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