

从 20 世纪初的质量检验到四五十年代的统计质量管理,再到 70 年代的全面质量管理以及 90 年代的标准化质量管理,质量管理的理念和方法一直在发生变化。激烈的竞争市场环境以及不断变化的顾客需求对企业的产品质量管理提出了更新的要求,随之应运而生的是一大批全新的质量管理方法和模式,包括六西格玛管理模式、并行工程、零缺陷理论、敏捷制造、精益生产等。这些新的质量管理技术借鉴和传承了原有的思想和方法,并在此基础上发展成为更加符合现代生产过程与市场环境的新的质量管理技术。本章主要介绍六西格玛管理模式与零缺陷理论。

第一节 六西格玛质量管理

一、六西格玛概述

1. 六西格玛的起源

20 世纪 80 年代中期,摩托罗拉公司确立了以客户完全满意 (Total Customer Satisfaction, 称 TCS) 为目标的质量方针并实施了六西格玛计划,由于六西格玛质量计划的成功实施,摩托罗拉于 1988 年获得了首届美国国家质量奖——马可波里奇奖 (Malcolm Baldrige National Quality Award, MBNQA)。进入 20 世纪 90 年代以后,美国各大公司,如 GE、KODAK、Allied Signal 等都开始实施六西格玛质量计划,六西格玛质量计划已经为这些企业带来了显著的效益。由于这些公司应用六西格玛取得了巨大的成功,许多企业发现六西格玛同样对自己产生深远的影响,他们也开始大力推行六西格玛计划。事实上,六西格玛并不纯粹是一项统计技术,它的实施是对企业管理技术的一次变革,目前六西格玛计划已成为许多公司实现企业业务整体改进的一项竞争战略。

2. 六西格玛质量水准的统计解释及其含义

六西格玛的统计意义是这样的:对于计量型工序质量特征值,当工序处于稳定状态时,工序质量特征值一般服从 $N(\mu, \sigma^2)$ 的正态分布,若 T_U 表示公差上限, T_L 表示公差下限,在理想情况下 (即分布中心和公差中心重合), T_U 和 T_L 处于 $\mu \pm 6\sigma$ 的点上,即公差范围为 $\pm 6\sigma$ 。在传统质量控制模式下,工序质量特征值的波动范围 (工序能力) 为 $\mu \pm 3\sigma$ 工序能力指数约等于



全国Mini-MBA职业经理双证班



精品课程 权威双证 全国招生 请速充电

你可能准备跳槽或者求职, 却为缺少行业经验和专业证书而被用人单位百般挑惕!

你可能目前衣食无忧, 但随着年龄的增长和社会竞争压力的增大, 因为得不到专业的全新培训而失去竞争的机会和面临被淘汰的危机。

美华教育携手中国经济管理大学面向全国举办迷你 MBA 职业经理双证书班, 毕业颁发双证书。

招生专业及其颁发证书

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



【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+教学电子光盘自修+网络学院持续视频学习）



【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，证书是学员求职、提干、晋级的有效证明；。



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



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

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



【招生对象】

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



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习（专家、顾问24小时接受在线咨询，第一时间回答学员的提问和咨询）



【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。



【承办单位】

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教育专家、教育协会常务理事徐传有教授担任学校理事长。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.mhjy.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】可以选择以下任意一种方式缴纳学费

方式一	学校地址	邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室 邮政编码：150020 收件人：王海涛
方式二	学校帐号	学校帐号：184080723702015 账号户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校 开户银行：哈尔滨银行龙江支行 支付系统行号：313261018018
方式三	交通银行 (太平洋卡)	帐号：40551220360141505 户名：王海涛 开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心
方式四	邮政储蓄 (存折)	帐号：602610301201201234 户名：王海涛 开户行：哈尔滨道外储蓄中心
方式五	中国工商银行 (存折)	帐号：3500016701101298023 户名：王海涛 开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行
方式六	建设银行帐户 (存折)	中国人民建设银行帐户 (存折)： 1141449980130106399 用户名：王海涛
方式七	农业银行帐户 (卡号)	农业银行帐户 (卡号)： 6228480170232416918 用户名：王海涛 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

可以选择任意一种方式缴纳学费，建议使用第五种方式（中国工商银行，比较方便快捷）收到学费的当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材和考试问卷。

<http://www.mhgy.net>

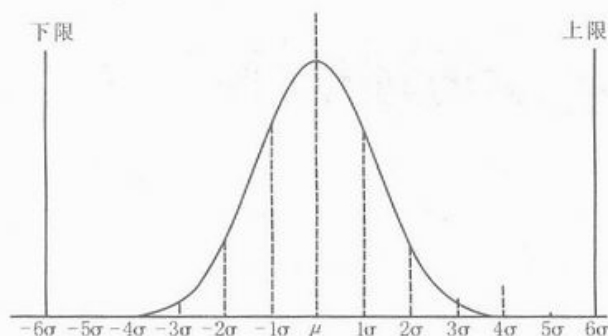


图 13-1 六西格玛的统计表示

1.33, 而在 6σ 质量水准下, 工序能力指数 $C_p = 2.0$ (图 13-1)。

为了反应产品的质量水平, 生产中常用百万出错机会中的缺陷数 (DPMO) 作为可以横向比较的指标。在过程能力分析中有

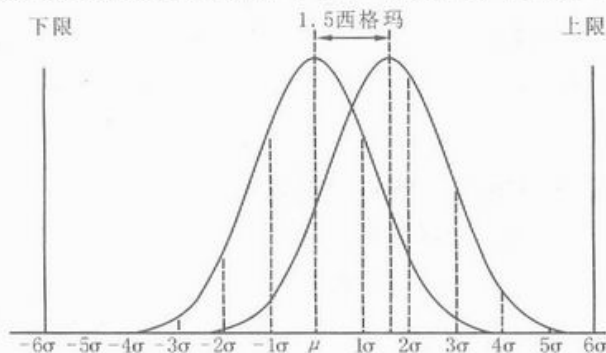
$$DPMO = \frac{DPU \times 10^6}{\text{单位产品平均出错机会数}} \quad (13-1)$$

各西格玛水平下的 DPMO 如表 13-1 所示。

表 13-1 西格玛水平下的 DPMO (无偏移)

公差限	百分比 (%)	DPMO
±1 西格玛	68.27	317300
±2 西格玛	95.54	45500
±3 西格玛	99.73	2700
±4 西格玛	99.9937	63
±5 西格玛	99.999943	0.57
±6 西格玛	99.999998	0.002

实际上, 工序质量特征值的分布中心不可能恰好与公差中心重合, 在考

图 13-2 偏移量为 1.5σ 情况下六西格玛示意图

考虑两者有偏移的情况下,若令偏移量为 1.5σ 时,分布中心距离公差限较近一侧的距离为 4.5σ (图 13-2),根据正态分布,可以计算出超出公差限的概率(缺陷率)为 3.4×10^{-6} ,即百万分之 3.4,此时 $C_{pk} = 1.5$ (表 13-2)。

表 13-2 西格玛水平下的 DPMO (偏移量 1.5σ)

公差限	百分比 (%)	DPMO
±1 西格玛	30.23	697770
±2 西格玛	69.13	308770
±3 西格玛	93.32	66810
±4 西格玛	99.3790	6210
±5 西格玛	99.97670	233
±6 西格玛	99.999660	3.4

在 6σ 质量水平下,对 DPMO 的要求是 $DPMO \leq 3.4$ 。

表 13-3 是企业西格玛水平与 DPMO 以及所耗费的质量成本的对照表,从表中我们可以看出,过程达到六西格玛质量水平不仅大大减少了可能出现的不良品数,而且还大幅度地减少了由此而引起的质量成本。

表 13-3 西格玛水平、DPMO 以及质量成本对照表 (偏移量为 1.5σ)

西格玛水平	DPMO	质量成本
2	308700	N/A
3	66810	销售额的 25% ~ 50%
4	6210	销售额的 15% ~ 25%
5	233	销售额的 5% ~ 15%
6	3.4	< 销售额的 1%

3. 六西格玛质量的含义

六西格玛是一套系统的业务改进方法体系,是一种旨在持续改进企业业务流程,实现客户满意的管理方法。它通过系统地、集成地采用质量改进流程,实现无缺陷的过程设计,并对现有过程进行过程定义、测评、分析、改进和控制,消除过程缺陷和无价值作业,从而提高质量和服务、降低成本、缩短运转周期,达到客户完全满意,增强企业的竞争力。它不仅是一种质量目标,更重要的是,它已经成为一种理念、文化和方法体系的集成。换句话说,六西格玛就是一个代名词,其含义是客户驱动下的持续改进。其方法体系的运用不仅局限于解决质量问题,而且包括业务改进的各个方面:包括时





间、成本、服务等各个方面。其方法体系也不仅仅是统计技术，而是一系列的管理技术和工业工程技术的集成。

(1) 六西格玛已成为一种基于客户驱动连续质量改进计划 其目的在于综合运用质量管理的理念和方法，以连续改进为基本策略，达到并超越六西格玛质量水准。

(2) 六西格玛已成为一种质量文化或企业文化 它强调以客户满意为宗旨，以持续改进为策略，以统计数据为依据，以全员参与为方式的质量改进理念。六西格玛不仅适用于制造业，同样适用于非制造业和非制造过程，如 Ritz Carlton 酒店推行六西格玛计划，同样取得了良好的效果。因此，对于一个企业而言，各个部门都应建立六西格玛质量目标，具体的考核指标和考核方式，从某种意义上讲，六西格玛已成为一种新的质量理念。

(3) 六西格玛同样不允许质量水准有缺陷 尽管六西格玛从统计上表示百万出错机会缺陷率为 3.4，但并不意味着六西格玛质量水准允许有缺陷，这一点与克劳士比的零缺陷计划并无本质上的冲突。六西格玛计划的本质在于通过持续改进，消除一切可能的缺陷，不要把六西格玛看成一个绝对静止的目标。为了防止人们在这一问题上的偏见，目前许多公司将质量目标定义为“ 6σ and beyond”（达到并超越六西格玛）。

二、六西格玛项目选择

六西格玛管理是通过有组织、有计划地实施六西格玛项目而实现其经济效益。六西格玛项目的选择与实施是六西格玛管理的一个关键环节。

1. 六西格玛项目的选择原则

(1) 有意义、有价值

① 支持顾客满意度的改善。关注顾客是六西格玛核心价值观之一。六西格玛质量的定义有两个基本点：一是产品特性让顾客满意直至忠诚；二是减少产品缺陷甚至消除缺陷。因此，六西格玛项目所解决的问题必须来自于顾客端的需求及反馈等信息的分析，找出顾客的期望和需求，确定关键质量特性，使项目的完成满足或超出顾客的关键需求。

② 支持企业战略目标实现。六西格玛管理是实现企业战略目标的有效手段，每个项目都应与企业的战略目标相一致。

③ 为企业带来较大的经济效益。六西格玛管理的一大特点就是用财务语言阐述现状水平和改进后的绩效。

(2) 可管理

① 问题可测量。六西格玛改进不仅关注产品的质量，还包括缩短周期、提高效率、提高生产能力等，无论针对哪种问题，都必须先定义“缺陷”。也

就是说要先定义好标准及衡量方法,然后才能评估问题的现状水平。

② 范围清晰、可控。应对每个项目所要解决的问题的范围作出明确的界定。如果一个问题涉及多个方面,那么可将此项目分解为几个小项目,在相对可控的范围内解决。

③ 项目得到管理层的支持和批准。项目只有获得管理层的支持和批准才能获得适当的资源支持。

2. 六西格玛项目选择的流程

一般来说项目选择需要经过四个步骤:

步骤1 确定项目的大方向——项目的最终目标。此阶段常用的工具包括:基准比较法、平衡计分卡等。

步骤2 确定影响大 Y 的主要方面小 y ,据此确定本项目针对哪个方面进行改善。由于 Y 是综合因素的反映,涉及的方面太广,应将其分解为范围可控、难度较小的项目。

步骤3 针对选顶的需要改善的小 y ,明确关键顾客需求和关键质量特性。

步骤4 根据关键质量特性确定项目的主题。

三、六西格玛改进模式

1. DMAIC 模式概述

六西格玛自20世纪80年代诞生于Motorola以来,经过20多年的发展,现在已经演变成为一套行之有效的解决问题和提高企业绩效的系统方法论,而推动企业不断持续改进的六西格玛具体实施模式DMAIC,已经成为世界上持续改善的标准流程。

DMAIC代表了六西格玛改进的五个阶段:

界定阶段 (Define) 确认顾客的关键需求并识别需要改进的产品或流程,决定要进行测量、分析、改进和控制的关键质量因素(CQT),将改进项目界定在合理的范围内。

测量阶段 (Measure) 通过对现有过程的测量和评估,制定期望达到的目标及业绩衡量标准,识别影响过程输出 Y 的 X 因子,并验证测量系统的有效性。

分析阶段 (Analyze) 通过数据分析确定影响输出 Y 的关键 X 因子,即确定过程的关键影响因素。

改进阶段 (Improve) 寻找最优改进方案,优化过程输出 Y 并消除或减小造成波动的因子,使过程的缺陷或变异降至最低。



控制阶段 (Control) 使改进成果体制化。通过修订文件使成功经验制度化, 通过有效的监测方法维持过程改进的成果并寻求进一步提高改进效果的持续改进方法。

图 13-3 介绍了 DMAIC 各阶段涉及的主要方法工具。

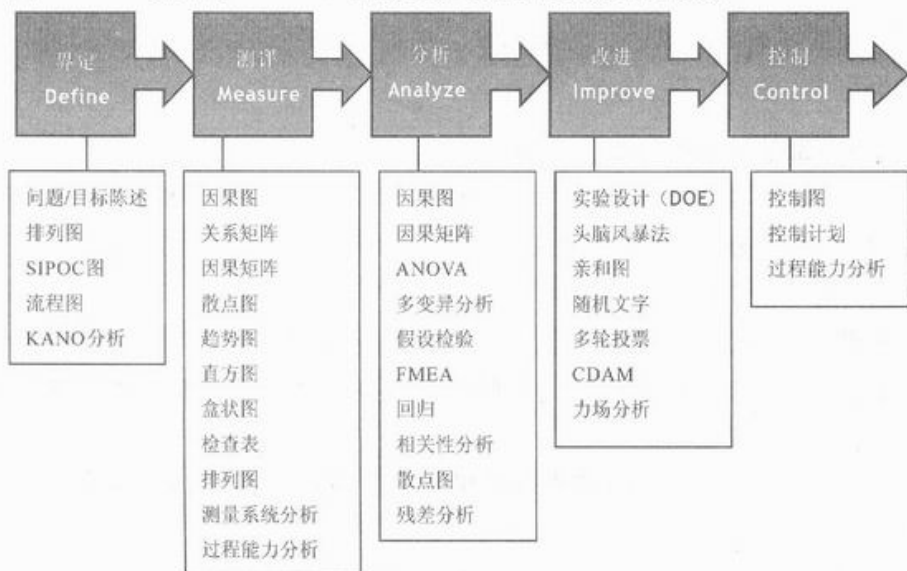


图 13-3 DMAIC 各阶段涉及的主要方法和工具

2. 界定 (Define)

界定阶段是六西格玛项目 DMAIC 流程的第一个步骤。此阶段项目团队必须明确一些问题：我们在做什么工作？为什么要解决这个问题？顾客是谁？顾客的需求是什么？等等。界定阶段的主要任务包括：找出业务机会，制定团队宪章，明确过程并绘制流程图，明确快速取胜的过程和过程整理，将顾客的需求转化为顾客的关键需求以及起草团队准则。

(1) 确定业务机会 确定业务机会就是找出对业务战略具有关键性意义并与其一致的改进项目。业务机会可能来自于外部顾客（最终用户），也可能来自于内部顾客（过程合作者）。完成团队宪章（Charter）可以帮助团队有效确定业务机会。团队宪章的内容包括：

- ① 业务个案。说明进行本项目的好处，本项目与企业的整体战略之间的关系；
- ② 机会陈述。当前业绩水平与目标或与顾客期望之间的差距；
- ③ 目标陈述。从可衡量的角度定义成功的标准；
- ④ 项目范围。定义业务机会的边界范围；
- ⑤ 项目计划。有助于将团队活动的重点和有限的资源集中到项目上来；
- ⑥ 团队人选。选择本团队的成员并分配任务。



完成本团队宪章草稿之后,应该对该宪章进行评估,以保证它的有效性。常用“SMART”方法对团队宪章进行评价。这一组词实际上是一份核查表,用以保证团队宪章是卓有成效的、全面的和可行的。以下是 SMART 表的内容:

- Specific (具体): 它是否针对某一具体的业务问题
- Measurable (可以衡量): 我们是否能够衡量这一问题,建立基准并制定改进目标
- Attainable (可以实现): 这一目标是否可以实现? 本项目的完成日期是否可现实
- Relevant (相关性): 它是否与某一业务目标相关
- Time Bound (时间限制): 我们是否规定了完成日期

(2) 分析过程并将其书面化 分析过程并针对本团队的目标过程起草流程图和跨职能流程图有助于理解从过程角度界定业务的重要性。常用的分析工具有 SIPOC 图和流程图。

① SIPOC 图。SIPOC 是供应商 (Supplier)、输入 (Input)、过程 (Process)、输出 (Output) 和顾客 (Custom) 的缩写。SIPOC 图经常作为主要业务过程的识别和测量方法。SIPOC 图连同过程框架可用来表示一个业务过程或产品 (服务) 实现过程中的主要活动或子过程,帮助界定过程的范围和关键因素,确定关键输入变量和关键输出变量。建立 SIPOC 图的过程如下:

过程命名 确定要用图形描述的过程并为它命名;

阐述起始点与终结点 确定过程的范围,描述过程的图形从哪里开始,从哪个供应商开始,SIPOC 图到哪里结束,到哪个顾客结束,这样做的目的是为了防止项目团队的工作面过大;

界定输出及其顾客 指定输出以及与其对应的顾客;

列出本过程的主要步骤 用图形代表过程中每一项主要的活动或者子步骤,可以按照这些步骤在过程中实际发生的时间顺序对过程进行描述;

界定输入及其供应商 指定供应商以及他们提供的输入。

② 至上而下流程图和跨职能流程图。至上而下流程图利用两级图表对一个过程进行简单的描述。第一级描述本过程中的主要步骤,第二级列出主要步骤之下的子过程。与至上而下流程图一样,跨职能流程图按顺序揭示一个过程中的各个步骤。此外,它还说明每一个步骤的履行部门及其所涉及的人员。

(3) 明确顾客需求 关注顾客是六西格玛核心价值观之一。对顾客需求进行分析,认清顾客对产品与服务的要求有哪些及其优先顺序,能够使团队





针对所选定的业务过程找出“顾客关键需求”(CCR)。界定顾客需求需要经过以下几个程序:

步骤1 制定以顾客为本的企业战略。

制定以顾客为本的业务战略要完成两个任务:对业务需求的评估以及顾客定位。并非所有的顾客都创造同等的价值。为找出增长机遇、获得竞争优势并建立顾客忠诚度,对顾客进行定位是大有裨益的。顾客定位在“步骤2:倾听顾客的声音”中同样发挥作用。顾客定位的划分揭示出不成比例的价值分布,即基本顾客群中的一小部分顾客构成最大份额的价值。

步骤2 倾听顾客的声音。

顾客信息可源自多个信息收集方式,其具体形式如图13-4所示:



图13-4 顾客信息源

步骤3 将“顾客声音”转化为“顾客关键需求”。由于“顾客的声音”常常是笼统、多义、模糊或情绪化的,因此要对“顾客的声音”进行整理,将其转化为可衡量的“顾客关键需求”,并确定“顾客关键需求”的优先等级。其步骤如下:

- 将类似和相同的顾客陈述归类。选择或调整各个类别,使之构成一则可以充分反映“顾客声音”的陈述;
- 在对“顾客声音”进行说明之后,找出与各项“顾客声音”陈述相对应的顾客关注的主要问题(关注点、价值或期待);
- 用可衡量的、具体的方式说明与各项顾客关注的主要问题相关的顾客需求。

步骤4 制定测评的内容与指标。

一旦找出“顾客关键需求”后,要将“顾客关键需求”转化为“关键质量特性”(CTQ)或输出指标就必须:找出并选择输出指标;规定输出业绩

目标。

(4) 组建有效的项目团队 所有卓有成效的团队都经历过成长的阶段。一个团队一般要通过四个发展阶段才能走向成功。这四个阶段分别为：组建、风暴、正轨和风采。团队领导人和成员必须理解不同的阶段，调整自己的行为，以充分发挥团队的效力。

① 组建。所有的团队都始于“组建”阶段，有效地组建起团队之后，人们需要继续建立关系。在这一阶段，团队成员感觉兴奋，对大家在一起工作的前景感到乐观。他们大多比较腼腆，对团队的其他成员小心翼翼，同时他们对面前的任务感到焦虑和怀疑；

② 风暴。在“风暴”阶段，冲突开始出现，团队成员开始放松自己的注意力，工作障碍扩大。对这一阶段的认识一般是清楚的，因为团队成员开始产生不和，有时甚至拒绝合作；

③ 正轨。团队的大部分时间是在“正轨”阶段度过的，即沿着积极、富有成果的方向推动工作；

④ 风采。所谓“风采”阶段是团队工作极为出色时的一个临时性“高点”。团队工作可能到达这一阶段，然后又回落到“正轨”或“风暴”，最后又再次回到“风采”阶段。当然，每个团队都有自己的生命周期。

3. 测量 (Measure)

测量阶段是界定阶段的后续活动，从测量阶段开始就要进行数据的收集和分析工作。通过测量阶段的数据收集和评估工作，可以获得对问题和改进机会的定量化认识，并在此基础上获得项目实施方向的信息。

测量阶段的主要内容 明确输入、处理、输出等指标，起草操作定义和测评计划，采集并分析数据，确定是否存在特殊的原因，确定西格玛水平以及收集其他基准业绩数据。

(1) 确定测评的内容 测评的对象包括输出指标、过程指标和输入指标。

所选择的输出指标应反映顾客及业务对质量和服务的要求，应该确保这些指标可以提供有效而可量化的数据，以及它们可以真正表现本过程内部各元素之间的因果关系。注意，由于测评工作中成本/收益与测量之间存在着一定的关系，应使用尽可能少的指标。过程指标应至少真正反映了一项输出指标，过程指标所反映的领域要对过程输出的质量产生重大影响。

输入指标衡量的是输入与过程的一致性。首先要建立输出指标，因为它们说明了本过程如何有效地满足了顾客关键需求。一旦认清了关键输出业绩衡量项，人们便可以确定需要哪些关键输入指标和过程指标来达到所希望的结果，从而满足顾客的需求。可使用若干工具来协助揭示输出业绩指标与关键





输入指标及过程指标之间的关系，它们是：因果图、关系矩阵、因果矩阵。

(2) 测评工作的管理 对测评工作进行管理的目的是为业绩测评所需的数据采集而制定卓有成效的方法。

步骤1 制定作业定义 作业定义是对测评项（内容）所采用的具体标准、数据采集的方法（方式）和对要采集的数据的精确描述。作业定义有助于本团队对自己需要测评的内容及测评项的主要属性进行思考。它为团队形成一致看法提供基础，确保了数据采集过程中的一致性和可靠性，使任何采用同一定义的人所测评的是一个对象。作业定义使团队可以就如何测量某一过程的某一具体特性达成全面的一致。这一过程特性对于顾客满意度具有至关重要的意义。因此，在规定一项作业定义时，重要的是团队要全面理解并认可该定义准确反映了本团队拟收集的关于本过程的信息。

步骤2 制定测评计划 开始采集数据之前，首先按照数据属于连续型或离散型制定不同的测评计划。数据的类型决定了数据展示工具和分析工具的选择、样本大小的计算，提供性能或成因信息，决定了使用何种控制图以及计算六西格玛的正确方法。

步骤3 数据收集 在正式开始数据收集工作之前，首先要进行测量系统分析（MSA）。由于测量数据是对过程最直接的反映，测量系统本身的精度水平就决定了数据从何种程度上真实反映过程的能力。如果测量系统自身的变异过大就会掩盖过程中存在的变异，因此，测量系统分析的实质就是分析测量系统自身的变异相对于过程总变异的大小，以确保过程的变异主要源自于过程而非测量系统，测量系统的能力能够满足工序过程的要求。对测量系统分析的详细介绍参见本教材第六章及相关著作。

步骤4 展示和评价数据 展示数据是为了寻找数据差错和异常值。常用的数据展示工具有：排列图、散点图、趋势图以及直方图等。

(3) 评估变异 六西格玛业务改进项目的目标在于通过减少偏差将本过程的中心落在顾客需求目标上，其具体过程是首先消除变异的特殊原因，然后再消除常见原因，从而将过程输出完全落在顾客需求范围内。因此，我们要对变异的来源进行深入分析，找出变异的来源。以下图形工具常用于展现过程中的变异：直方图、盒状图、正态分布图、趋势图、排列图等。在生产实践中，由休哈特博士发明的控制图常用来监测过程是否稳定，协助西格玛改进团队理解某一过程中产生变异的根本原因。它利用一套控制限区分受控和不受控的波动，区分常见原因造成的典型变异和由于特殊原因或可归因原因造成的变异。对控制图的详细介绍参见第七章。

(4) 确定过程质量水平 计算过程质量水平是为了记录基准业绩，为项

目提供指导方向,对比过程之前和之后的质量水平。采用何种方法计算过程质量水平取决于所采用数据的类型:数据是连续型还是离散型。计算西格玛水平的步骤如下:

- 确定 CTQ (Critical to Quality) 或 CTP (Critical to Process)
- 确定拟采集之数据的类型 (连续/离散)
- 确定抽样计划
- 收集相应的数据
- 计算西格玛质量水平

对于离散型数据,我们可以通过分析原始数据,统计未达到顾客需求之缺陷的数量,并将其直接转化为“百万出错机会缺陷率”。在 DPMO 的基础上,计算出西格玛质量水平。对于计量值数据,可采用过程能力指数。 C_p 、 C_{pk} 确定西格玛质量水平。对过程能力的详细介绍参见第五章。

4. 分析 (Analyze)

分析阶段是 DMAIC 各阶段中最难以“预见”的阶段。团队所使用的方法很大程度上取决于所涉及的问题与数据的特点。此阶段中团队整理和分析机会,找出具体的问题并定义一个便于理解的问题陈述。找出并确认根本原因,以保证消除“真正”的根本原因,同时找出并确认本团队应该重点分析的问题。确定波动源和导致顾客不满的潜在失效模式。分析阶段的任务包括整理过程、整理数据并找出具体问题、起草问题陈述、找出根本原因、设计确认和分析根本原因、确认根本原因、比较方法、波动源 (SOV) 研究、失效模式与效应分析、回归分析、过程控制与过程能力和实验设计等。

(1) 分析潜在的根本原因 根本原因分析旨在澄清问题陈述,找出所有潜在的根本原因,对最有可能的根本原因进行排序,以便团队可以设计解决方案。六西格玛过程改进的目标是一劳永逸地杜绝构成顾客不满和不良业绩的缺陷的根本原因。要做到这一点,需要对过程本身及在过程中采集到的数据进行分析。我们要努力找出构成 Y 业绩最大成因的输入 X_1 , X_2 , X_3 等。用于找出根本原因并对最可能的 (关键性) 根本原因排序的工具具有:排列图、因果图、因果矩阵、5 个为什么、FMEA。找出潜在的根本原因并对关键因素进行排序后,我们需要对根本原因进行确认。这一做法要求使用“对比法”、“相关性分析”、“回归分析”和“实验设计” (DOE) 等。

(2) 实施对比法 当要比较两个或多个事物时如供应商、过程、工具、计划等,会用到比较设计。比较法都能够判断是否发生了改进。一般采用统计上的假设检验方法进行比较分析。

(3) 进行波动源研究 (SOV) 过程改进的一个目标是要减少关键过程





特征或参数的变异（如响应）。了解过程变异的来源将有助于减少整个过程的变异。过程改进的并行目标包括成本、维修时间以及制造周期时间的降低。因此，减少变异的方法必须有效且在成本上可行。一种有效地减少变异的方法是在运行试验之前首先描述过程变异的原因。在足够长的时间长度内收集数据，捕捉以往过程波动的主要表现（70% ~ 80% 的变异来源），利用图表和统计方法分析所采集到的数据，找出过程总波动情况的主要原因。这种方法叫做“波动源”（SOV）研究。所谓过程变异是单纯由于过程本身而造成的变异，它包括过程及过程工具的设定、设定程序、环境影响等根源。所谓测量系统的变异包括所有对过程参数的测量起作用的波动源，其中包括测量工具、进行测量的操作人员、测量的设定程序，以及任何与测量系统的相互作用。常借助方差分析（ANOVA）找出过程中最大的变异来源。对于测量系统中的变异，则可通过测量系统分析（MSA）找出其来源。

（4）失效模式与效应分析（FMEA） FMEA 是一项用于找出并防止产品、服务或过程设计中的潜在问题的一种风险管理工具。产品或服务设计 FMEA 可以克服可能导致安全事故、故障、产品生命周期缩短或服务满意度降低等问题。过程 FMEA 可以克服导致安全隐患、产品或服务生产流程中的缺陷或降低过程效率等问题。FMEA 表单包含了可能的失效模式、可能的效应、根据严重程度打分、可能的原因、根据发生的频率打分、当前的控制、根据可检测性打分等几项内容。

（5）相关性及回归分析 为了确认影响关键质量特性的因素，需要采用一些统计方法进行相关分析和回归分析，通过分析常用工具包括：散布图、一元线性回归、残差分析、多元回归法等。

5. 改进（Improve）

在改进阶段团队要明确如何才能改进项目的 Y ，这里包括那些变量对 Y 产生显著的影响，怎样设定这些变量的值才能使 Y 达到最优。找出变量与响应之间的关系后，选择合适的解决方案，实施改进。改进阶段的主要任务包括：进行实验设计，解决方案构思，确定解决方案的影响或好处，评估并选择解决方案，起草过程图和粗计划，起草并讲解纲要和向所有利益相关方沟通解决方案。

（1）进行实验设计（DOE） 实验设计是计划和实施一个或一组实验的方法，实验过程严格按照计划在设定的条件下进行，将可控变量作为输入量来观测和识别造成系统或过程中的输出量变化的原因，从而获得改进途径。

（2）构思改进设想 改进设想的产生常常需要借助于创造性思维和分析性思维。人们已经很习惯于用分析性思维去解决问题，然而创新性思维则恰

恰相反。可以借助头脑风暴法、亲和图、随机文字等工具辅助产生新的观点，用于启发集体智慧提出大量的改进设想。

(3) 评估和选择解决方案 产生了多个可能的解决方案后，结合组织的战略目标，按照一定的方法对这些方案进行评价和选择，找出最优的解决方案。其步骤如下：

- 确定评价准则
- 利用所有可以获取的信息源来确定评价准则
- 考虑组织适合度：解决方案必须能够获得管理层的认同，符合顾客和企业的目标、组织的价值观以及组织文化
- 缩减清单：a. 多轮投票——将备选方案的数量减少到可管理的程度（4~7个）；b. CDAM——通过整合（Combine）、删除（Delete）、增加（Add）或修改（Modify）解决方案可以筛选并得到更合理的方案；c. 综合分析——在将解决方案提交给管理层之前先要对影响解决方案的各种因素进行综合分析
- 建立解决方案选择矩阵：矩阵包含四个主要的因素：对西格玛水平的影响、时间上的影响、对成本和收益的影响以及对其他方面的影响
- 评价标准赋权：按照每个因素的重要性给评价标准赋予权重
- 确定对西格玛质量水平的影响：解决方案必须对过程有足够大的影响以实现目标西格玛质量水平
- 评价时间上的影响：完成整个方案所需要的时间
- 评价对成本和收益的影响：实施解决方案后总成本和期望收益之间的关系
- 评价对其他方面的影响：在决策时组织应考虑其他影响，通常要考虑安全和士气。
- 排列和分析解决方案

(4) 提交提案，实施变革 六西格玛改进过程可能会给业务过程及其支持这些过程的必要基础设施（技术的和组织方面的）带来变革。经验表明，公司发展失败的一个主要原因在于未能成功地施用基本的“变革管理”方针。变革管理的目的在于帮助本组织接受、适应或综合为提高业绩而必须进行的各项变革。变革管理是一次将本组织的人员及文化与业务战略、企业结构及体系等方面的变化统一起来的过程。变革的过程可能受到来自各个方面的阻力，因此，要做好应对阻力的准备，事先考虑到可能遇到的问题，提前准备好应对措施。





6. 控制 (Control)

控制阶段是项目团队维持改进成果的重要步骤。一旦改进完成,还要持续地监控过程的实施情况。控制阶段的主要任务有:起草试运行计划和试运行解决方案,确认由于解决方案触及根本原因而产生的西格玛水平的改进,确定实现目标是否必需的其他解决方案,找出类似的情况,对机会进行标准化处理,将解决方案融入日常工作过程并对其进行管理,集中学到的经验,明确团队的下一步行动及针对其余机会的计划。

(1) 制定控制计划 在试行既定方案的过程中,组织实施了团队提出的改进建议,并确认了它们对于过程的实际作用。此时,我们的目标是保持成果——保证团队协助完成的变革将成为组织运营方式的一个有机组成部分。要做到这一点,必须在实施计划中增加以下两项内容:

①工作程序与标准。工作程序和标准是业务流程图所记录的活动的细节,是员工理解改进工作的载体。工作程序既是一项培训工具,也是保证实施成功的手段。

②过程控制系统。过程控制系统为每一个参与执行本过程的人,准确而及时地提供有关过程优先程度及性能方面的数据。每一类资料都帮助本团队加深理解,提供进行有针对性、以数据为准的改进决策的基础。过程控制系统能够说明某一过程中的各种关系,将业务重点落在对本过程输出的质量有重要影响的活动和属性上;定义某一过程的优先等级并规定必须的业绩目标 and 责任,以保证成功而持续地改进业绩。为过程负责人提供评估本过程满足顾客要求情况所需的全部信息。

(2) 实施过程控制系统 团队在控制阶段使用统计过程控制 (SPC) 经常采用的方法是控制图。控制图是监控过程质量水平的一种方法,其目的是监控过程,以迅速发现过程的异常波动。发现异常输入或输出时,将过程停下来,对造成异常值的原因进行调查并予以消除。如果过程处于统计控制状态,过程波动很小,那么可以缩短生产周期并使之保持稳定,减少返工和废品并取得恒定的高可靠性。对控制图的详细介绍参见第七章及相关著作。

(3) 过程整合 进行过程整合是为了将解决方案融入相应的“质量体系标准”(如 ISO 9000)的要求之中。促进团队有针对性地考虑和规划在范围更大的业务运营和过程中成功实施解决方案所必须的工作。

(4) 结束与表彰 最后进行结束和表彰工作是为了确保在整个六西格玛改进过程中获得的经验教训,并将其用于工作之中。表彰团队成果和改进进程,进一步推动六西格玛改进过程。将本团队所学到或了解到的主要内容以书面化的方式记录在案,以保证其他团队可以分享其经验与教训。具体工作

内容包括:

- 将学到的教益汇编成一份相关人员可以调阅的文件
- 按类型、改进阶段、缺陷类型、所使用的主要分析、关键词、问题/机会陈述、根本原因等将所学到的经验教训归类
- 与其他人一起交流所学到的经验教训

四、六西格玛设计

企业通过实施六西格玛改进所能取得的成果是有限度的,当用 DMAIC 流程将过程的西格玛水平改进到接近 5σ 的时候,进一步改进的空间就变得非常狭窄,或者改进的成本大幅度增加而回报率降低,违背了六西格玛管理“低成本、高质量”的目的。如果一个企业希望自己的绩效更上一层楼,就应该考虑放弃原过程,对过程进行重新设计。这种设计方法就是六西格玛设计。

六西格玛设计 (Design for Six Sigma) 就是按照合理的流程、运用科学的方法准确理解和把握顾客的需求,对新产品或流程进行稳健设计,使产品或流程本身具有抵抗各种干扰的能力,从而在低成本条件下实现较高的质量水平。与六西格玛改进比较而言,六西格玛改进注重的是简化生产和业务流程,以消除错误、提高效率、节约资金。而六西格玛设计则是提前一步对流程本身进行设计,从而把问题消灭在初始阶段,从体制上防止后面各个环节中可能出现的错误。与六西格玛改进的 DMAIC 流程相似,六西格玛设计也有自己的流程,常用的模式有 DMADV 模式、IDDOV 模式、DMEDI 模式、DMADOV 模式等。

1. DMADV 模式

该模式主要适用于流程的重新设计和对现有产品的突破性改进,其阶段为:界定 (Define)、测量 (Measure)、分析 (Analyze)、设计 (Design)、验证 (Verify)。

2. IDDOV 模式

ASI 的质量管理专家乔杜里提出了六西格玛设计的一个称为 IDDOV 的流程,是大家公认的适用于制造业的六西格玛设计流程。其阶段为:识别 (Identify)、定义 (Define)、制定 (Develop)、优化设计 (Optimize) 及验证 (Verify)。

3. 六西格玛设计常用工具和技术

六西格玛设计所用的工具技术主要包括质量功能展开 (QFD)、系统设计、失效模式与效应分析 (FMEA)、参数设计与容差设计 (田口方法)、DFX 设计 (Design for X) 以及质量管理技术的新 QC (Quality Control) 七种工具,





并在此基础上广泛吸收现代科学和工程技术,形成了一种以顾客需求为导向,创造高质量、高可靠性、短周期、低成本产品的新的设计思想和方法体系——稳健性设计。稳健性设计已经广泛应用于工程实践中并获得了巨大的经济效益。

第二节 零缺陷质量管理

一、零缺陷质量管理概述

零缺陷管理是美国质量大师克劳士比首创的。“零缺陷”又称无缺点,零缺陷的思想主张企业发挥人的主观能动性来进行经营管理,生产者要努力使自己的产品、服务没有缺陷,并向着高质量标准目标而奋斗。它要求生产工作者从一开始就本着严肃认真的态度把工作做得准确无误,在生产中从产品的质量、成本与消耗,交货期等方面的要求来合理安排,而不是依靠事后的检验来纠正。零缺陷强调预防系统控制和过程控制,第一次把事情做对并符合所承诺的顾客要求。开展零缺陷运动可提高全员对产品质量和业务质量的责任感,从而保证产品质量和工作质量。

二、零缺陷质量管理的原则

零缺陷质量管理思想的内涵是:“第一次就把事情做对”,以减少和节约用于变更设计、整修返工、售后服务、退货等费用。随着这种管理思想的推广,“零缺陷”的内涵已不仅仅停留在降低成本上,而更多地被赋予追求精品和用户满意的含义,是一种先进的预先控制和管理思想。克劳士比先生定义了以下零缺陷质量的4项原则:

1. 质量的定义是符合要求

零缺陷质量管理认为在定义质量的概念前必须明确顾客的要求。一旦明确了顾客的要求就可以据此指定相应的测评指标,那些不满足这些测评指标的产品就称作“质量不佳”。出现了质量问题也就是没有满足测评指标,即输出中出现的变异。

2. 质量水平的唯一标准是零缺陷

克劳士比认为零缺陷的含义是广泛的。“零缺陷是一种行为标准。无论其职位为何,这都是员工行为的准则。”“零缺陷的内涵是第一次就把事情做好。这意味着将工作的重点放到缺陷的预防上去而不仅仅是发现缺陷和返工。”“人们的绝大多数错误都源于不注意而非知识不够。当我们认为错误不可避免时就会不注意。如果我们集中注意力,力求第一次就把事情做对,我们就可

以从很大程度上消除那些增加成本的返工、返修等活动，减小缺陷出现的机率。”

零缺陷理论认为工作标准必须是零缺陷，而不是“差不多就好”。“差不多就好”是指在某些时候满足要求，或者是每次都符合大部分要求而已。而零缺陷的工作标准，则意味着每一次和任何时候都要满足工作过程的全部要求。如果我们要让工作质量水平较高，就应该极力预防错误的发生，而我们的顾客也就不会得到不符合要求的产品或服务了，这就是“零缺陷”工作标准意义。

3. 衡量质量水平的唯一标准是质量成本，即不符合要求而造成的成本

克劳士比注意到许多公司将其 15% ~ 20% 的销售收入投入到质量成本中，而对于一个有着良好的质量管理体系的公司，这个比值应该只有 2.5%，且主要是花费在预防和评价的工作上。零缺陷质量管理要求企业计算并公布由于质量不佳而产生的成本。这些成本数据可以帮助管理层选择改进的机会，同时提供改进成效的证明。克劳士比认为质量是用不符合要求的代价来衡量的，而不是用指数。指数是一种把不符合项用相关的坏消息进行软处理的方法。而通过展示不符合项的货币价值，我们就能够增加对问题的认识。不符合要求的代价是当没有符合要求时产生的额外的费用。

4. 质量不是检验出来的，预防是实现高质量的途径

产生质量的系统是预防而不是检验。检验是在过程结束后把坏的从不好的里面挑选出来的，而不是促进改进。检验告知已发生的事情太迟，缺陷工作产生，会遗漏一些缺陷，不能产生符合项。预防发生在过程的设计阶段，包括沟通、计划、验证以及逐步消除出现不符合的时机。通过预防产生质量，要求资源的配置能保证工作正确地完成，而不是把资源浪费在问题的查找和补救上。

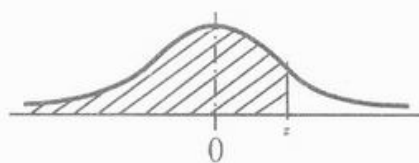
思考与练习 13

- 简述六西格玛设计的质量含义。
- 简述六西格玛改进过程五个阶段的内容。
- 简单阐述零缺陷理论的基本思想。



附录 I 标准正态分布函数表

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du$$



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.50000	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.52790	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.54379	0.54776	0.55172	0.55567	0.55962	0.56396	0.56749	0.57142	0.57534
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61026	0.61409
0.3	0.61791	0.62172	0.62551	0.62930	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.65542	0.65910	0.66276	0.66640	0.67003	0.67364	0.67724	0.68082	0.68438	0.68793
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.70540	0.70884	0.72226	0.71566	0.71904	0.72240
0.6	0.72575	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.75490
0.7	0.75803	0.76115	0.76424	0.76730	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.78230	0.78523
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79954	0.80234	0.80510	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83397	0.83646	0.83891
1.0	0.84134	0.84375	0.84613	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.86650	0.86864	0.87076	0.87285	0.87493	0.87697	0.87900	0.88100	0.88297
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89616	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.90320	0.90490	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91465	0.91621	0.91773
1.4	0.91924	0.92073	0.92219	0.92364	0.92506	0.92647	0.92785	0.92922	0.93056	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.94520	0.94630	0.94738	0.94845	0.94950	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95448
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	0.95907	0.95994	0.96080	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96637	0.96711	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.97320	0.97381	0.97441	0.97500	0.97558	0.97615	0.97670
2.0	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.98030	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.98300	0.98341	0.98382	0.98422	0.98461	0.98500	0.98537	0.98574

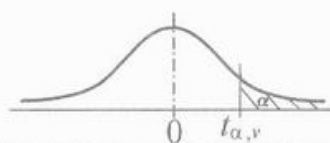


续表

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
2.2	0.98610	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.98840	0.98870	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.99010	0.99036	0.99061	0.99086	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.99180	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99396	0.99413	0.99430	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.99520
2.6	0.99534	0.99547	0.99560	0.99573	0.99585	0.99598	0.99609	0.99621	0.99632	0.99643
2.7	0.99653	0.99664	0.99674	0.99683	0.99693	0.99702	0.99711	0.99720	0.99728	0.99736
2.8	0.99744	0.99752	0.99760	0.99767	0.99774	0.99781	0.99788	0.99795	0.99801	0.99807
2.9	0.99813	0.99819	0.99825	0.99831	0.99836	0.99841	0.99846	0.99851	0.99856	0.99861
3.0	0.99865	0.99869	0.99874	0.99878	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99897	0.99900
3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99916	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
3.4	0.99966	0.99968	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983
3.6	0.99984	0.99985	0.99985	0.99986	0.99986	0.99987	0.99987	0.99988	0.99988	0.99989
3.7	0.99989	0.99990	0.99990	0.99990	0.99991	0.99991	0.99992	0.99992	0.99992	0.99992
3.8	0.99993	0.99993	0.99993	0.99994	0.99994	0.99994	0.99994	0.99995	0.99995	0.99995
3.9	0.99995	0.99995	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99997	0.99997



II t 分布表



ν	0.40	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.320	318.310	636.620
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	0.271	0.741	1.553	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.265	0.727	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.490	4.019	4.785	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.005	3.428	3.930	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.997	3.326	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.992
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

ν 为自由度



附录 III F 分布的百分位数表 $F_{0.25, v_1, v_2}$

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	5.83	7.50	8.20	8.58	8.82	8.98	9.10	9.19	9.26	9.32	9.41	9.49	9.58	9.63	9.67	9.71	9.76	9.80	9.85
2	2.57	3.00	3.15	3.23	3.28	3.31	3.34	3.35	3.37	3.38	3.39	3.41	3.43	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.48
3	2.02	2.28	2.36	2.39	2.41	2.42	2.43	2.44	2.44	2.44	2.45	2.46	2.46	2.46	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47
4	1.81	2.00	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
5	1.69	1.85	1.88	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.88	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.87
6	1.62	1.76	1.78	1.79	1.79	1.78	1.78	1.78	1.77	1.77	1.77	1.76	1.76	1.75	1.75	1.75	1.74	1.74	1.74
7	1.57	1.70	1.72	1.72	1.71	1.71	1.70	1.70	1.70	1.69	1.68	1.68	1.67	1.67	1.66	1.66	1.65	1.65	1.65
8	1.54	1.66	1.67	1.66	1.66	1.65	1.64	1.64	1.63	1.63	1.62	1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.58
9	1.51	1.62	1.63	1.63	1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.57	1.56	1.56	1.55	1.54	1.54	1.53	1.53
10	1.49	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.57	1.56	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.52	1.51	1.51	1.50	1.49	1.48
11	1.47	1.58	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.47	1.46	1.45
12	1.46	1.56	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.45	1.44	1.43	1.42
13	1.45	1.55	1.55	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.41	1.40
14	1.44	1.53	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.39	1.38
15	1.43	1.52	1.52	1.51	1.49	1.48	1.47	1.46	1.46	1.45	1.44	1.43	1.41	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36
16	1.42	1.51	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34
17	1.42	1.51	1.50	1.49	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33
18	1.41	1.50	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32
19	1.41	1.49	1.49	1.47	1.46	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.30
20	1.40	1.49	1.48	1.47	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.29
21	1.40	1.48	1.48	1.46	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.28
22	1.40	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39	1.37	1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28
23	1.39	1.47	1.47	1.45	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.28	1.27
24	1.39	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.38	1.36	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.26
25	1.39	1.47	1.46	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.29	1.28	1.27	1.25
26	1.38	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.37	1.35	1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.26	1.25
27	1.38	1.46	1.45	1.43	1.42	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.28	1.27	1.26	1.24
28	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.34	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.25	1.24
29	1.38	1.45	1.45	1.43	1.41	1.40	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.27	1.26	1.25	1.23
30	1.38	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.32	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.24	1.23
40	1.36	1.44	1.42	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.31	1.30	1.28	1.26	1.25	1.24	1.22	1.21	1.19
60	1.35	1.42	1.41	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.27	1.25	1.24	1.22	1.21	1.19	1.17	1.15
120	1.34	1.40	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.26	1.24	1.22	1.21	1.19	1.18	1.16	1.13	1.10
∞	1.32	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.29	1.28	1.27	1.25	1.24	1.22	1.19	1.18	1.16	1.14	1.12	1.08	1.00

注: $F_{0.75, v_1, v_2} = 1/F_{0.25, v_2, v_1}$ 

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.35	59.15	59.89	60.59	61.26	61.90	62.51	63.09	63.64	64.18	64.70	65.20	65.68	66.14
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.12	3.10
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.90	2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.76	2.74	2.72
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.67	2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.29
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.38	2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.21	2.18	2.16
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.28	2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.11	2.08	2.06
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.00	1.97
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.15	2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.96	1.93	1.90
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.02	1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	1.99	1.94	1.89	1.86	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.96	1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.91	1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.63
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.89	1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.68	1.64	1.61
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.87	1.83	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89	1.84	1.80	1.74	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57	1.53
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.82	1.77	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.81	1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.58	1.54	1.50
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.80	1.75	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57	1.53	1.49
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52	1.48
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.78	1.73	1.68	1.65	1.62	1.58	1.55	1.51	1.47
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.03	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.77	1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.54	1.50	1.46
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.42	1.38
60	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.66	1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.40	1.35	1.29
120	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.60	1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.32	1.26	1.19
∞	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.55	1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.24	1.17	1.00

注: $F_{0.90, v_1, v_2} = 1/F_{0.10, v_2, v_1}$



$F_{0.05, v_1, v_2}$

续表

v_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
v_2																			
1	161.40	199.50	215.70	224.60	230.20	234.00	236.80	238.90	240.50	241.90	243.90	245.90	248.00	249.10	250.10	251.10	252.20	253.30	254.30
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

 注: $F_{0.95, v_1, v_2} = 1/F_{0.05, v_2, v_1}$


 $F_{0.025, v_1, v_2}$

续表

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	647.80	799.50	864.20	899.60	921.80	937.10	948.20	956.70	963.30	968.60	976.70	984.90	993.10	997.20	1001.00	1006.00	1010.00	1014.00	1018.00
2	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39	39.40	39.41	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50
3	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.95	13.90
4	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.75	8.66	8.56	8.51	8.46	8.41	8.36	8.31	8.26
5	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.52	6.43	6.33	6.28	6.23	6.18	6.12	6.07	6.02
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.37	5.27	5.17	5.12	5.07	5.01	4.96	4.90	4.85
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.66	4.57	4.47	4.42	4.36	4.31	4.25	4.20	4.14
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.20	4.10	4.00	3.95	3.89	3.84	3.78	3.73	3.67
9	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.11	4.03	3.96	3.87	3.77	3.67	3.61	3.56	3.51	3.45	3.39	3.33
10	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.62	3.52	3.42	3.37	3.31	3.26	3.20	3.14	3.08
11	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.43	3.33	3.23	3.17	3.12	3.06	3.00	2.94	2.88
12	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.28	3.18	3.07	3.02	2.96	2.91	2.85	2.79	2.72
13	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.15	3.05	2.95	2.89	2.84	2.78	2.72	2.66	2.60
14	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	3.05	2.95	2.84	2.79	2.73	2.67	2.61	2.55	2.49
15	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.96	2.86	2.76	2.70	2.64	2.59	2.52	2.46	2.40
16	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.89	2.79	2.68	2.63	2.57	2.51	2.45	2.38	2.32
17	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.82	2.72	2.62	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.25
18	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.77	2.67	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.26	2.19
19	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.72	2.62	2.51	2.45	2.39	2.33	2.27	2.20	2.13
20	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.68	2.57	2.46	2.41	2.35	2.29	2.22	2.16	2.09
21	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.64	2.53	2.42	2.37	2.31	2.25	2.18	2.11	2.04
22	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.60	2.50	2.39	2.33	2.27	2.21	2.14	2.08	2.00
23	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67	2.57	2.47	2.36	2.30	2.24	2.18	2.11	2.04	1.97
24	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.54	2.44	2.33	2.27	2.21	2.15	2.08	2.01	1.94
25	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.51	2.41	2.30	2.24	2.18	2.12	2.05	1.98	1.91
26	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.49	2.39	2.28	2.22	2.16	2.09	2.03	1.95	1.88
27	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.47	2.36	2.25	2.19	2.13	2.07	2.00	1.93	1.85
28	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.45	2.34	2.23	2.17	2.11	2.05	1.98	1.91	1.83
29	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.43	2.32	2.21	2.15	2.09	2.03	1.96	1.89	1.81
30	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.41	2.31	2.20	2.14	2.07	2.01	1.94	1.87	1.79
40	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.29	2.18	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80	1.72	1.64
60	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.17	2.06	1.94	1.88	1.82	1.74	1.67	1.58	1.48
120	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	2.05	1.94	1.82	1.76	1.69	1.61	1.53	1.43	1.31
∞	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.94	1.83	1.71	1.64	1.57	1.48	1.39	1.27	1.00

注: $F_{0.975, v_1, v_2} = 1/F_{0.025, v_2, v_1}$

$F_{0.01, v_1, v_2}$

续表

357

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4052.00	4999.50	5403.00	5625.00	5764.00	5859.00	5928.00	5982.00	6022.00	6056.00	6106.00	6157.00	6209.00	6255.00	6291.00	6313.00	6339.00	6366.00	
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.05	26.87	26.69	26.50	26.40	26.32	26.22	26.13	
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.02	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00

注: $F_{0.99, v_1, v_2} = 1/F_{0.001, v_2, v_1}$ 



附录 IV 控制图系数表

样本大小	均值控制图				标准差控制图				极差控制图							
	控制 1/限系数				中心线系统				控制界限系数				中心线系数			
	A	A_1	A_2	C_1	$1/C_4$	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	$1/d_3$	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.0854	0	2.226	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.115
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.740	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3521	0.820	0.388	5.306	0.136	1.804
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.984	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608

续表

样本大小 n	均值控制图				标准差控制图				极差控制图							
	控制 1/限系数				中心线系统		控制界限系数		中心线系数				控制界限系数			
	A	A_1	A_2	C_1	$1/C_4$	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	$1/d_2$	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.001	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}}, A_3 = \frac{3}{C_4 \sqrt{n}}, C_4 \approx \frac{4(n-1)}{4n-3},$$

$$B_3 = 1 - \frac{3}{C_4 \sqrt{2(n-1)}}, B_4 = 1 + \frac{3}{C_4 \sqrt{2(n-1)}}$$

$$B_5 = C_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}, B_6 = C_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}$$

$n > 25$ 时可用公式计算



附录 V d_2^* 常用系数表

$$d_2^* = d_2^*(m, g)$$

$\begin{matrix} m \\ g \end{matrix}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.41	1.91	2.24	2.48	2.67	2.83	2.96	3.08	3.18	3.27	3.35	3.42	3.49	3.55
2	1.28	1.81	2.15	2.40	2.60	2.77	2.91	3.02	3.13	3.22	3.30	3.38	3.45	3.51
3	1.23	1.77	2.12	2.38	2.58	2.75	2.89	3.01	3.11	3.21	3.29	3.37	3.43	3.50
4	1.21	1.75	2.11	2.37	2.57	2.74	2.88	3.00	3.10	3.20	3.28	3.36	3.43	3.49
5	1.19	1.74	2.10	2.36	2.56	2.73	2.87	2.99	3.10	3.19	3.28	3.35	3.42	3.49
6	1.18	1.73	2.09	2.35	2.56	2.73	2.87	2.99	3.10	3.19	3.28	3.35	3.42	3.49
7	1.17	1.73	2.09	2.36	2.55	2.72	2.87	2.99	3.10	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48
8	1.17	1.72	2.08	2.35	2.55	2.72	2.87	2.98	3.09	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48
9	1.16	1.72	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.35	3.42	3.48
10	1.16	1.72	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.35	3.42	3.48
11	1.16	1.71	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
12	1.15	1.71	2.07	2.34	2.55	2.72	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
13	1.15	1.71	2.07	2.34	2.55	2.71	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
14	1.15	1.71	2.07	2.34	2.54	2.71	2.85	2.98	3.08	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
15	1.15	1.71	2.07	2.34	2.54	2.71	2.85	2.98	3.08	3.18	3.26	3.34	3.41	3.48
>15	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.98	3.08	3.18	3.26	3.34	3.41	3.47



- 1 Pavel Mach, Jessica Guaqueta. Utilization of the seven Ishikawa tools (old tools) in the Six Sigma strategy. 24th International Spring Seminar on Electronics Technology, May 5 ~ 9, 2001, Calimanesti-Caciulata, Romania
- 2 美国质量学会编. 中国质量协会译. 注册质量经理手册. 北京: 机械工业出版社, 2003
- 3 秦现生主编. 质量管理学. 科学出版社, 2002
- 4 徐明达编著. 质量管理小组活动——管理·工具·技巧. 北京: 清华大学出版社, 2000
- 5 张根宝, 刘英主编. 质量管理与可靠性. 北京: 中国科学技术出版社, 2001
- 6 Juran J M, Gryna F M and Bingham R S Jr. Quality Control Handbook. New York. McGraw - Hill, 1974
- 7 Kitska D. Letter: Cp and Cpk Statistics Should Be Discontinued. Quality Progress, 1991, 24 (3): 8
- 8 Gunter B H. The Use and Abuse of Cpk. Quality Progress, 1989, 22 (1): 72 ~ 73
- 9 Gunter B H. The Use and Abuse of Cpk. Part 2. Quality Progress, 1989, 22 (3): 108 ~ 109
- 10 Gunter B H. The Use and Abuse of Cpk. Part 3. Quality Progress. 1989, 22 (5): 78 ~ 80
- 11 Gunter B H. The Use and Abuse of Cpk. Part 4. Quality Progress. 1989, 22 (7): 86 ~ 87. D C Montgomery. Introduction to Statistical Quality Control. 3rd edition. John Wiley and Sons, 1996
- 12 D C Montgomery. Design and Analysis of Experiments. 4th edition. John Wiley and Sons, 1997
- 13 Sameul Kotz, Cynthia R. Lovelace. Process Capability Indices in Theory and Practice. London. Arnold, 1998
- 14 杨红梅. 线内质量控制研究. 南京理工大学硕士学位论文优秀论文 (1) 1999
- 15 何桢等. 工序质量分析与控制中的多变异分析方法. 系统工程理论与实践, (5) 2000
- 16 何桢, 齐二石等. 工序能力分析与评价中的几个问题. 工业工程, (2) 2000
- 17 He Zhen etc. AN APPLICATION STUDY OF PROCESS CAPABILITY ANALYSIS. Proceedings of the 8th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Tianjin, 2001
- 18 Ford, GM, Chrysler. Fundamental Statistical Process Control Reference Manual. AIAG, Detroit, Michigan, 1991
- 19 Ford, GM, Chrysler. Measurements Systems Analysis Reference Manual. AIAG, Detroit, Michigan, 1990



- 20 Grubbs, F. E. On Estimating Precision of Measuring Instruments and Product Variability. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 43, 1998: 53 ~ 56
- 21 James, P. D. Graphical Displays of Gage R&R Data. *AQC Transactions*, ASQC, 1991
- 22 Mandel, J. Repeatability and Reproducibility. *Journal of Quality*, Vol. 4, No. 2, April, 1972: 74 ~ 85
- 23 测量系统分析. 中国汽车技术研究中心译. 1997
- 24 何桢, 生静, 施亮星. 测量系统的 R&R 分析在企业质量改进中的应用. *工业工程*, Vol. 6 No. 1, 2003
- 25 He Zhen, Liu Bao, Qi Ershi. A Study of Measurement System Analysis for Different Measurement Conditions. *Proceedings of the 7th 2000's International Conference of Industrial Engineering and Engineering Management*. August 2000, Guangzhou, P. R. China
- 26 胡仕新, 吴波. 设计与制造中的质量问题. *机械与电子*. 1999 (1)
- 27 章渭基, 等著. 质量工程学应用手册. 北京: 兵器工业出版社, 1993
- 28 张公绪. 质量专业工程师手册. 第2版. 北京: 企业管理出版社, 1996
- 29 张公绪, 何国伟, 郑慧英. 新编质量管理学. 北京: 高等教育出版社, 1998
- 30 刘晓论, 柴邦衡, 等. 检验和测量控制. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 31 G E P Box, W C Hunter, J S hunter. *Statistics for Experiments*. New York: John Wiley & Sons, 1978
- 32 D C Montgomery. *Design and Analysis of Experiments*. 5th edition. New York: John Wiley & Sons, 2001
- 33 曾凤章编著. 稳健性设计. 北京: 兵器工业出版社, 2004
- 34 何桢. SPC/DOE 在 SMT 生产过程中的应用研究. *统计研究*, 1999
- 35 何桢. 因子实验、RSM 与田口方法的比较研究. *机械设计*, 1999
- 36 中华人民共和国产品质量法. 北京: 中国法制出版社, 2000
- 37 Ruff E B, Jurado S R. The Restatement (third) of Torts and Its Effects on Products Liability Law. *Federation of Insurance & Corporate Counsel Quarterly*, 1999, 43 (3): 265 ~ 283
- 38 Stamatis D H. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 1995: 10 ~ 32
- 39 张公绪主编. 新编质量管理学. 第1版. 北京: 高等教育出版社, 1998
- 40 王更新, 韩之俊. 如何提高产品设计阶段的质量. *中国质量*, 1999 (3)
- 41 孙建鑫, 赵锡友. 产品设计开发过程的质量控制. *中国质量*, 1999 (8)
- 42 缺陷汽车产品召回管理规定. 北京, 搜狐网, 2004. 3
- 43 3C 认证. 北京, 国枪支产品认证制度——3C 在线, 2003. 5
- 44 赵相林. 国际产品责任法
- 45 李亚虹主编. 美国侵权法. 北京: 法律出版社, 1999
- 46 刘文琦. 产品责任法律制度比较研究. 北京: 法律出版社, 1997
- 47 斯蒂芬·W·海维特. 产品责任法概述. 陈丽洁译. 北京: 中国标准出版社, 1991
- 48 刘静主编. 产品责任. 北京: 中国政法大学出版社, 2000



- 49 Restatement of Law, third, Restatement of Law Torts; Product Liability; Proposed Final Draft. Philadelphia, PA : American Law Institute, 1997
- 50 刘子先, 何桢, 施亮星. 产品责任预防方法与体系研究. 管理工程学报, Vol. 18, No. 1, 2004: 31 ~ 34
- 51 何桢, 蓝志明, 刘子先. 我国产品责任制度的几点思考. 天津大学学报 (社科版), Vol. 6, No. 1, 2004: 37 ~ 40
- 52 James F Thorpe, William H Middenorf. What Every Engineer Should Know about Product Liability. New York: Marcel Dekker, 1979
- 53 Randall L Goodden. Product Liability Prevention: A Strategic Guide. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Press, 2000
- 54 房维廉. 产品质量实用指南. 北京: 中国民主法制出版社, 1994
- 55 段仁元. 产品责任主体研究. 徐州师范大学学报 (社科版), 2001 (3)
- 56 梁慧星. 中国产品责任法. 法学 (沪), 2001 (6): 38 ~ 44
- 57 何桢, 解晶. 中美产品责任制度比较及启示. 品质, No. 11, 2004: 48 ~ 49
- 58 张根保主编. 现代质量工程. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 59 张根保主编. 质量管理与可靠性. 北京: 中国科学技术出版社, 2001
- 60 中质协质量保证中心. ISO9001: 2000 质量管理体系建立与实施. 北京: 中国标准出版社, 2002
- 61 中国认证人员国家注册委员会. 质量管理体系国家注册审核员预备知识培训教程. 天津: 天津社会科学院出版社, 2001
- 62 孟庆超编著. 2000 年 ISO9000 族改进标准详解. 北京: 中国石化出版社, 2000
- 63 中国标准出版社编. ISO9000 质量管理体系程序文件及质量手册编写实用指南. 北京: 中国标准出版社, 2001
- 64 机械工业部科技与质量监督司编. 机械工业质量检验和质量监督人员培训教材. 北京: 机械工业出版社, 1998
- 65 梁乃刚主编. 质量管理与可靠性. 北京: 机械工业出版社, 1999
- 66 王毓芳, 郝凤主编. 过程控制与统计技术. 北京: 中国计量出版社, 2001
- 67 肖诗唐, 王毓芳, 郝凤主编. 质量检验试验与统计技术. 北京: 中国计量出版社, 2001
- 68 林万祥著. 质量成本管理论. 北京: 中国财政经济出版社, 2002
- 69 蒋仁言, 左明健著. 可靠性模型与应用. 北京: 机械工业出版社, 1999
- 70 张公绪主编. 新编质量管理学. 北京: 高等教育出版社, 1998
- 71 刘品主编. 可靠性工程基础. 北京: 中国计量出版社, 1995
- 72 贺建民, 黄英主编. 机电产品可靠性技术. 重庆: 重庆大学出版社, 1998
- 73 王毓芳, 郝凤主编. ISO9000 常用统计方法. 北京: 中国计量出版社, 2002
- 74 张智勇编著. 基础质量管理工具. 广州: 广东科技出版社, 2004
- 75 张庆新, 裴殿恒主编. 产品质量抽样检查手册. 北京: 中国标准出版社, 1994
- 76 中国机械工业质量管理协会编. 机械工业质量管理教材. 北京: 中国科学技术出版



社, 1997

- 77 廖永平, 等编. 工业企业质量管理. 北京: 北京工业大学出版社, 1999
- 78 杨文士主编. 全面质量管理基本知识. 北京: 中国科学技术出版社, 1996
- 79 藩渔洲编著. 现代企业质量管理. 北京: 经济管理出版社, 1997
- 80 郎志正编著. 质量管理技术与方法. 北京: 中国标准出版社, 1997
- 81 马国柱主编. 现代质量管理理论与务实. 北京: 机械工业出版社, 立信会计出版社, 1999
- 82 黄祥瑞编著. 可靠性工程. 北京: 清华大学出版社, 1990

