

统计技术基本原理

主编 王毓芳 郝 凤
主审 张世荣 王宗凯

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

统计技术基本原理/王毓芳, 郝凤主编. —北京: 中国计量出版社, 2001.8
(ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书一)

ISBN 7-5026-1520-2

I. 统… II. ①王…②郝… III. 统计学 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 050951 号

内 容 提 要

本书是 ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书的第一分册。统计技术以概率论为理论基础, 是应用数学的一个分支。学习和应用统计技术必然涉及有关统计技术的诸多基础理论, 学习和掌握这些基础理论, 对从整体上加强对统计技术的理解和更好地掌握统计技术的应用技能是非常重要的。本书着重介绍统计技术及随机变量分布、排列组合及概率计算、参数估计与假设检验、统计数据的取样与异常值处理等基本概念。并结合 ISO 9000 标准的要求给出企业质量体系文件中对统计技术要素描述的实例, 具有较强的实用价值。本书为对专职工程技术人员 (如: 从事新产品开发设计、现场工艺技术人员、质量检验与试验人员等) 进行统计技术高级培训的教材, 也是质量审核、咨询人员和企业管理人员、工程技术人员的学习参考书。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm × 1092 mm 16 开本 印张 9.5 字数 223 千字

2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

*

印数 1—5 000 定价: 20.00 元

前 言

随着 2000 年版 ISO 9000 标准的发布，人们更加重视企业质量管理体系的有效性和效率。1994 年版标准中的某些不足之处，必将通过 2000 年版标准的贯彻得到完善和改进。人们对统计技术在质量管理体系建立、运行及业绩改进过程中的应用将会有更深刻的理解和认识。目前，相当多的企业要求对专业人员进行深入的、分层次的统计技术培训教育，并立足于可操作、有实效。为此，特编写“ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书”，以满足企业统计技术人员培训教育的需要。

目前，我国质量管理的发展跨越了统计质量控制阶段，多数企业没有统计质量控制的经历，统计技术应用一直处于薄弱环节。而质量管理体系中的过程控制、数据分析、纠正与预防措施等很多要求均与统计技术应用有关。在产品寿命周期的每个阶段，若没有应用统计技术，企业的质量管理体系很难达到有效和完善。2000 年版标准所倡导的“以顾客为关注焦点”、“过程方法”、“持续改进”等原则也很难实现。

2000 年版 ISO 9000 标准把统计技术从一个要素提高到质量管理体系的基础，特别强调“统计技术的作用”。这充分说明 2000 年版标准对统计技术应用的要求比 1994 年版标准更加明确、更加严格。

“ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书”包括：《统计技术基本原理》、《新产品开发设计与统计技术》、《过程控制与统计技术》、《质量检验试验与统计技术》、《质量分析质量改进与统计技术》、《非数字数据统计方法》、《电力系统适用的统计技术》、《服务行业适用的统计技术》等分册。“指导丛书”的每一分册，都将针对企业内相关专业范围内的统计技术基本原理和常用统计方法的操作和分析作详细讲解。讲解中结合大量实例，力求深入浅出，理

论联系实际，以帮助企业在质量管理体系的建立和运行过程中正确选择和应用相关的统计方法，组织进行专业技术人员、管理干部的培训教育。

统计技术的培训教育一般有两种方式：一是社会组织的培训教育（走出去）。各级质量管理协会、质量技术监督部门举办的培训班，对为企业培训统计技术应用骨干队伍发挥重要作用。但在针对性和培训面上有一定限制。二是企业自行组织的培训教育（请进来）。企业聘请有关专家到企业进行统计技术培训教育。由于教师在讲课前对企业有一个调研过程，因此，授课内容针对性较强，而且对扩大培训面非常有利。另外还有一种学习方法，那就是自学。“指导丛书”就是为培训和自学而编写的共用教材。

“指导丛书”在编写过程中得到了全国全面质量管理工作委员会蒲伦昌研究员、邱庭荣教授、杨德生教授，华联信科公司吴遵高教授，北京工业大学王学忠高级工程师的指导，各位专家学者还提供了资料、案例，在此一并表示感谢。

编审者

2001年7月

目 录

导言	ISG 9000 标准对统计技术应用的要求	(1)
第一章	统计技术及随机变量分布	(6)
一、统计技术	.....	( 6)
1. 统计技术的定义	.....	( 6)
2. 统计技术已被大量事实所证明是成功的科学技术	.....	( 6)
3. 统计数据及统计方法的分类	.....	( 12)
4. 统计技术、统计方法和统计工具	.....	( 14)
5. 统计技术应用中的两类错误	.....	( 14)
二、随机变量的分布	.....	( 15)
1. 随机变量	.....	( 15)
2. 分布的概念	.....	( 15)
3. 计量值数据的正态分布	.....	( 17)
4. 计件值数据的二项分布	.....	( 26)
5. 计点值数据的泊松分布	.....	( 30)
第二章	排列、组合及概率计算	(37)
一、计数的基本原理	.....	( 37)
二、排列	.....	( 38)
1. 全排列	.....	( 38)
2. 排列	.....	( 38)
三、组合	.....	( 39)
四、概率	.....	( 40)
1. 概率的定义	.....	( 40)
2. 概率的性质及相关公式	.....	( 41)
第三章	参数估计和假设检验	(50)
一、参数的点估计	.....	( 50)
1. 点估计量的求法	.....	( 50)
2. 估计量的评价	.....	( 52)

二、参数的区间估计	(54)
1. 区间估计的基本概念	(54)
2. 区间估计的示例	(55)
三、假设检验	(57)
1. 假设检验的基本思想方法和概念	(57)
2. 正态分布总体分布中心 μ 的假设检验	(61)
3. 正态分布总体方差 σ^2 的假设检验	(62)
4. 非正态分布总体的假设检验	(64)
四、分布函数的拟合检验	(68)
1. 用直方图近似求出总体分布	(68)
2. 用正态概率纸来推断总体是否服从正态分布	(69)
第四章 统计数据的取样及异常值的处理	(76)
一、统计数据的取样	(76)
1. 总体与样本	(76)
2. 随机抽样	(77)
二、异常值的处理	(78)
1. “ 3σ ” 法	(79)
2. 奈尔检验法	(79)
3. 格拉布斯检验法	(80)
4. 狄克逊检验法	(81)
5. 偏度——峰度检验法	(82)
第五章 统计技术要素的描述	(86)
一、质量体系文件的层次和要求	(86)
1. 质量体系文件包含三个层次五大类文件	(86)
2. 对各层次文件的要求	(86)
3. 质量体系文件中具备的三个层次	(87)
二、统计技术要素的描述	(88)
1. 质量手册	(88)
2. 统计技术选择和应用程序	(89)
3. $\bar{x}-R$ 控制图作业指导书	(90)
附 录	(96)
练习题参考答案	(130)
参考文献	(143)

导言 ISO 9000 标准对统计技术应用的要求

迄今为止，ISO 9000 标准已经发布过 1987 年版、1994 年版和 2000 年版三个版本。这一方面反映了标准要随着科学技术、生产力的发展而不断发展。质量管理在发展过程中不断取得新的成就和成熟的经验，必须不断纳入到 ISO 9000 标准中去。同时，对任何事物的认识均要经历朦胧阶段、必然阶段和自由阶段，不断趋于完善。修订后的 ISO 9000 标准的新版本必将有更强的适用性。现以标准对统计技术应用的要求为例，充分说明了这一观点的正确性。

ISO 9001: 1987 标准对统计技术应用的要求，规定是不明确的，朦胧的。提法是：“需要时为验证工序能力和产品特性，供方应规定适用的统计技术的选定程序。”显然，在 1987 年版 ISO 9000 标准中并没有把统计技术应用列为必须具备的要素。

ISO 9000 标准的 1994 年版，对统计技术应用提出了明确的、严格的要求。统计技术应用成为质量体系必须具备的重要的基础性要素。这从标准的很多内容上可以充分说明。

如：ISO 9001: 1987 标准 4.20 统计技术，4.20.1 确定需求规定“对确定、控制和验证过程能力以及产品特性所需的统计技术，供方应明确其需求。”

这短短的一句话，包含深刻的内涵。企业在哪些方面需要应用统计技术？六大项工作：确定过程能力、控制过程能力、验证过程能力、确定产品特性、控制产品特性、验证产品特性。这六大项工作几乎包括企业各方面的工作，说明在质量体系中，几乎每一个要素都与统计技术应用有关。所以说，统计技术应用是质量体系的重要基础性要素。这一点，在技术报告 ISO 10017 中可以得到证明。表 0-1 是 ISO 10017 中对 ISO 9001: 1994 标准中各项条款“可通过使用统计技术得以满足的需求”以及“适宜的统计技术”。归纳为表 0-2 更加清楚地看出统计技术在实施 ISO 9001 标准时的必要性和重要程度。

表 0-1 ISO 9001 有关条款统计技术的需求

ISO 条款或子条款	可能通过使用统计技术得以满足的需求	统计技术
4.1.3 管理评审	需要按照质量目标对组织的体系运行给予量化评价	统计描述：抽样，SPC 控制图：时间序列分析
4.3.2.c 合同评审	需要对标书、合同，定单进行分析，以确定供方有能力满足要求	过程能力分析，可靠性分析
4.4.4 设计输入	需要识别并评审输入的适宜性，并解决分歧	统计描述；假设试验；测试分析；过程能力分析；可靠性分析；统计容差
4.4.5.a 设计输出	需要评定设计输出是否满足输入要求	统计描述；假设试验；测试分析；过程能力分析；可靠性分析；统计容差
4.4.5.c 设计输出	需要识别关键设计特性	回归分析；可靠性分析；模拟

续表

ISO 条款或子条款	可能通过使用统计技术得以满足的需求	统计技术
4.4.7 设计验证	需要确保设计满足规定的要求	假设试验；过程能力分析；回归分析；可靠性分析；抽样；模拟
4.4.8 设计确认	需要确保设计符合规定的用户需要和/或要求	假设试验；过程能力分析；回归分析；可靠性分析；抽样；模拟
4.6.2.a 分承包方评价	需要根据分承包方满足要求的能力对其进行评价	统计描述；假设试验；过程能力分析
4.9.b 过程控制	需要确保设备的适宜性	统计描述；过程能力分析
4.9.d...	需要监控适宜的过程参数及产品特性	统计描述；实验设计；回归分析；抽样；SPC 控制图；时间序列分析
4.9.e 过程控制	需要对过程与设备给予批准	统计描述；过程能力分析
4.9.g...	需要适当的维护以确保持续的过程能力	统计描述；过程能力分析；可靠性分析；模拟
4.10.2.1 进货检验	需要确保进货产品在经过验证符合规定要求之前不被使用	统计描述；测试分析；过程能力分析；SPC 控制图
4.10.4 最终检验	需要确保已完成的产品在经过验证符合规定的要求之前不被放行	统计描述；抽样
4.11 检验，测试与试验设备 4.11.2.a 控制程序	需要评定检验、测试与试验设备的能力	统计描述；测试分析；过程能力分析；SPC 控制图
4.11.2.c...	需要对检验，测试与试验设备的校准过程给予规定	统计描述；测试分析；过程能力分析；SPC 控制图
4.11.2.f...	需要评定和确认先前检验与试验结果的有效性给予评定	统计描述；假设试验；可靠性试验；抽样；SPC 控制图
4.14.2.a 纠正措施	需要评定对顾客投诉及不合格品报告的处理过程的有效性	统计描述；抽样
4.14.2.b...	需要分析不合格与产品，过程或质量体系有关的原因	统计描述；实验设计；回归分析；抽样；SPC 控制图；时间序列分析
4.14.2.d...	需要确认纠正措施的有效性	统计描述；假设试验；回归分析；抽样；SPC 控制图；时间序列分析
4.14.3.a 预防措施	需要对实际或潜在的不合格相关的产品或过程的数据进行归纳和分析	统计描述；实验设计；回归分析；抽样；SPC 控制图；时间序列分析
4.14.3.c...	需要确保预防措施的有效性	统计描述；假设试验；回归分析；抽样；SPC 控制图；时间序列分析
4.15.3 贮存	需要对库存中的产品的劣化给予评定，并决定评定的时间间隔	统计描述；可靠性分析；抽样；SPC 控制图；时间序列分析
4.15.4 包装	需要评定包装、装箱及标志过程对于规定要求的符合性	统计描述；抽样；SPC 控制图
4.15.5 防护	需要评定供方控制下的产品的防护，隔离措施的适宜性	统计描述；抽样
4.16.6 交付	需要评定在最终检验与试验之后对产品质量防护措施的适宜性	统计描述；抽样
4.17 内部质量审核	在计划与实施内部审核过程中对抽样有潜在的需要；并需要对审核所获得的数据进行归纳分析的需要	统计描述；抽样
4.19 服务	需要验证服务满足规定的要求	统计描述

注：此表为 ISO/TR 10017 中的附表。

表 0-2 ISO 9001: 1994 应用统计技术的有关条款

统计方法 要素	统计描述	实验设计	假设检验	测试分析	过程能力分析	回归分析	可靠性分析	抽样	模拟(仿真)	S P C	统计容差	时间序列分析	小计
4.1	★							★		★		★	4
4.2					★		★						2
4.4	★		★	★	★	★	★	★	★		★		9
4.6	★		★		★								3
4.9	★	★			★	★	★	★	★	★		★	9
4.10	★			★	★			★		★			5
4.11	★		★	★	★		★	★		★			7
4.14	★	★	★			★		★		★		★	7
4.15	★						★	★		★		★	5
4.16	★							★					2
4.17	★							★					2
4.19	★												1
4.20													
小计	11	2	4	3	6	3	5	9	2	6	1	4	

在 1994 年版 ISO 9000 标准中, 还有几个标准也明确提出对统计技术应用的要求。图 0-1 所示的是 ISO 9000-2: 1994 标准、ISO 9004-1: 1994 标准和 ISO 9004-4: 1994 标准, 从应用范围、适用方法和培训教育三个方面对统计技术应用提出要求。

如 ISO 9000-2: 1994 标准提出的应用范围: “在很多情况下, 包括数据收集、分析和应用, 使用统计方法都有益于供方。统计方法的使用能帮助确定收集什么数据, 并充分利用这些数据, 以便更好地理解用户的要求和期望。统计方法在产品、服务和程序设计方面, 在工序控制、避免产生不合格品、问题分析、风险预测、查找原因、确定产品公差, 预测、验证和测量或评价质量特性等方面都是非常有用的。”

又如 ISO 9004-1: 1994 标准提出的应用范围 “确定和正确应用现代统计方法是控制组织的过程的每一个阶段的重要因素。应建立并保持选择统计方法并将其用于下列工作形成文

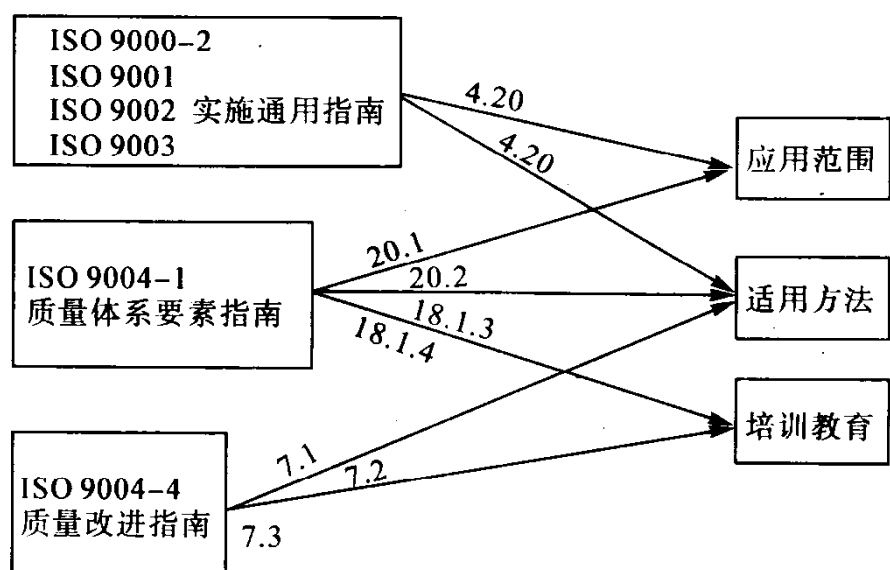


图 0-1 ISO 9000 标准对统计技术应用的要求

件的程序：a. 市场分析；b. 产品设计；c. 可信性规范、寿命和耐用性预测；d. 过程控制和过程能力研究；e. 确定抽样方案的质量水平；f. 数据分析、性能评定和不合格分析；g. 过程改进；h. 安全性评价和风险分析。”

又如：ISO 9000-2: 1994 标准推荐了“直方图、散布图、排列图、控制图、实验设计、回归分析、方差分析、抽样及验收方法、检验和试验的统计方法等”。ISO 9004-1: 1994 标准推荐了“实验设计和析因分析、方差分析和回归分析、显著性检验、质量控制图和累积和技术、统计抽样”。ISO 9004-4: 1994 标准推荐了“调查表、分层图、水平对比法、头脑风暴法、因果图、流程图、树图、控制图、直方图、排列图、散布图”。归纳表 0-1 和表 0-2 的内容，可看到 ISO 10017 标准（技术报告）也推荐了“统计描述、实验设计、假设检验、测试分析、过程能力分析、回归分析、可靠性分析、统计抽样、模拟（仿真）、spc 控制图、统计容差、时间序列分析。”为企业质量体系建立与运行过程中选择和应用适宜的统计方法提供指南。

又如 ISO 9004-1: 1994 标准，针对统计技术培训提出，对技术人员应“特别注意统计技术方面的培训”，对工长和操作人员也提出“应在基本的统计技术方面进行培训”。ISO 9004-4: 1994 标准进一步提出“组织的所有成员都应接受工具和技术的应用培训，以改进其工作过程”。

以上可见 1994 年版 ISO 9000 标准对统计技术应用的要求，是全面的、具体的，也是非常严格的。2000 年版 ISO 9000 标准在标准的数量、文字的内容作了很大幅度的调整。就对统计技术应用而言，2000 年版 ISO 9000 标准的文字叙述非常简练，但内涵非常深刻，要求更加严格。而对工业不发达的第三世界的企业而言，达到 1994 年版 ISO 9000 标准，对统计技术应用的要求也是有一定难度的，何况 2000 年版 ISO 9000 标准简练的文字、深刻的内涵，在要求上起到的点到为止的作用。这就非常有必要加强统计技术应用的培训教育，深入理解标准的要求。

在 ISO 9000: 2000 标准中，以“统计技术的作用”为标题，提出对统计技术应用总的要求。其内容为“应用统计技术可帮助组织了解变异，从而有助于组织解决问题并提高效率。这些技术也有助于更好地利用所获得的数据进行决策。在许多活动的状态和结果中，甚至在明显的稳定条件下，均可观察到变异。这种变异可通过产品和过程的可测量特性观察到，并且在产品的整个寿命周期（从市场调研到顾客服务和最终处置）的各个阶段，均可看到其存在。统计技术有助于对这类变异测量、描述、分析和建立模型，甚至在数据相对有限的情况下也可实现。这种数据的统计分析能对更好地理解变异的性质、程度和原因提供帮助。从而有助于解决，甚至防止由变异引起的问题，并促进持续改进。ISO/TR 10017 给出了统计技术在质量管理体系中的指南”。

这一要求，画龙点睛地指出：统计技术的应用在于了解“变异”。变异指质量变异，有关质量变异的叙述在丛书之三“过程控制与统计技术中有详细的讲解。质量变异存在于产品质量产生、形成和实现的全过程之中，在产品的整个寿命周期内的各个阶段均可以观察到。因此，了解变差的性质、程序和原因，是质量管理的重要内容，是实现持续改进的重要途径。这一切，没有统计技术的应用是难以实现的。为了使企业更有效地应用统计技术，特别编制了技术报告 ISO/TR 10017 作为指南。

在 ISO 9001: 2000 标准中则具体提出对统计技术应用的要求。

如在“生产和服务提供的控制”中，明确提出，必须“实施监控活动”。在“测量和监控装置的控制”中，提出对测量能力的要求。在“测量、分析和改进”中，提出“组织应策划并实施为实现以下目的所需进行的监控、测量、分析和持续改进过程：a. 证实产品的符合性；b. 保证质量管理体系的符合性；c. 实现质量管理体系有效性的改进”。“这必须包括统计技术在内的适用方法及其应用程度的确定”。“组织必须采用适宜的方法对质量管理体系过程进行监视，并在适用时进行测量。这些方法证实过程实现所策划的结果的能力”。“组织应确定、收集和分析适当的数据，以证实质量管理体系的适宜性和有效性并评价可以实施的质量管理体系的持续改进。这应包括来自测量和监控活动以及其他有关来源的数据”。在与 ISO 9001:2000 配套的 ISO 9004:2000 标准中，则针对质量管理体系的业绩改进提出若干适用的统计方法。如：水平对比法、过程故障模式和影响分析、故障树分析、可靠性分析、可靠性评价、关联图、排序技术、模拟技术以及市场分析、过程优化、质量改进和过程控制的相应要求。

第一章 统计技术及随机变量分布

一、统计技术

1. 统计技术的定义

统计技术是以概率论为理论基础，研究随机现象中确定的数学规律的学科。是应用数学的一个分支。

(1) 现象的分类

现象是指事物的表现，任何现象都不会无缘故地发生，是在一定条件下所导致的结果。根据条件与结果的关系，现象可分为确定现象和随机现象两大类。

① 确定现象（必然现象）

当给定一组所需要的条件后，所发生的结果是必然的（确定的）现象称为确定现象。

如：水在一个标准大气压 0°C 时，必然会结冰（由液态转变为固态）。这属于确定现象。

② 随机现象

当给定一组所需要的条件后，所发生的结果是不确定的（随机的）现象称为随机现象。

质量就是一种随机现象。如给一名工人下达一个加工任务，要求在车床上切削一批圆轴，要求每一根圆轴的直径必须保证准确为 20mm 。显然，这样的加工任务任何人都无法完成，因为质量是有变异性的，是一种随机现象。因此，任何产品的质量特性都存在“公差”，即质量特性允许的变异范围。

(2) 随机现象的规律性

质量虽然是一种随机现象，但并不是漫无边际的随机，而是在一定范围内符合一定数学规律的随机。

质量的变异性造成质量波动，而质量波动表现为质量特性值（数据）的分布，即质量这种随机现象的规律。

统计技术是研究随机现象中确定的数学规律的学科。统计技术是探索客观规律（统计规律）的一门科学技术。哲学告诉我们，做任何事情都要符合客观规律，任何违背客观规律的行为是注定要失败的。因此，从事质量工作的人员都应当学习和应用统计技术，掌握质量工作的客观规律，最大程度搞好质量工作。

2. 统计技术已被大量事实所证明是成功的科学技术

(1) 统计技术促进了质量管理的发展

质量管理至今已历经质量检验、统计质量控制、全面质量管理三个阶段（如图 1-1 所

示)。质量管理发展过程中的三个阶段是以质量保证的方式不同而划分的。

质量检验阶段	统计质量控制阶段	全面质量管理阶段
操作工人自检 工长检验 专职检验		全面质量一体化管理
		全面质量管理 ISO 9000 ISO 14000 ISO 18000
	统计过程控制	ISO 9000
20年代~30年代	40年代~60年代	60年代~

图 1-1 质量管理的发展

① 质量检验阶段（1940 年以前）

传统的质量检验阶段，是单纯依靠检验或检查来保证产品质量或工作质量的，是事后的质量保证，也是不经济的质量保证。

产品经加工制造完成为成品，经质量检验后，合格产品出厂投放市场。不合格产品需经返工、返修、降等级使用、报废等方式处理，而任何处理方式都会给企业造成重大经济损失。所以，1920 年前后许多质量管理专家都在研究如何改变这种事后质量保证的状况。1924 年至 1927 年间，美国贝尔实验室的休哈特、罗米格、道吉等质量管理专家先后发明了控制图和统计抽样等统计方法，为生产过程的质量控制、预防不合格品的产生提供了有效的手段。控制图和统计抽样的发明，使质量管理进入统计质量控制阶段成为可能，促进了质量管理的发展，是划时代的重大发明。

② 统计质量控制阶段（1940 年至 1960 年）

统计质量控制是指应用统计方法捕捉过程中的异常先兆（异常因素起作用的苗头），有针对性地消除异常因素在过程之中，从而预防不合格产品的产生。

当然，在统计质量控制阶段由于过分强调统计技术的作用，而忽视了人的作用、组织的作用和产品质量产生形成和实现的全过程，实质上是消弱和限制了统计技术在质量管理工作中应有作用的充分发挥。

③ 全面质量管理阶段（1960 年以后）

全面质量管理弥补了统计质量控制的三个不足，发展为三全管理。

i) 全员参与的质量管理

人是生产力中最活跃的、起重要作用的因素，也是最难控制的因素。因此，全面质量管理主张发动全员参与企业的质量管理，最大限度发挥人的主观能动作用。全面质量管理主张：

- a) 加强全员的培训教育, 不断提高全员素质。
- b) 明确每一员工的职责、权限和接口。
- c) 开展各种群众性质量管理活动, 如 QC 小组活动、合理化建议活动、技改技革活动以及人的自主管理活动等。

d) 实行严明的奖惩。

ii) 全过程的质量管理

对质量的产生(产品的设计开发)形成(产品的生产制造)实现(产品的使用和售后服务)的全过程实施有效的管理。

要求:

- a) 对各项质量活动进行质量策划。
- b) 编制和实施符合国际标准的质量体系文件。
- c) 企业的各项质量职能、要素和部门形成过程网络。

iii) 全企业的质量管理

- a) 在全企业内建立有效的质量体系并正常运行。
- b) 企业各部门、岗位有明确的职责、权限和接口。
- c) 为完成各项质量活动配备必要的技术和物质资源。

应注意目前全面质量管理仍在不断发展, 全面质量管理一体化管理是全面质量管理发展的必然趋势。

(2) 统计技术是成功的科学技术

① 统计技术的应用滞后于统计技术的发明

应注意到 1924 年就已发明用于过程控制的统计方法, 但到 1940 年以后才有一些先进企业将其用于生产过程的质量控制。应用滞后于发明近 20 年, 其原因是:

i) 人的思想具有惰性, 对新生事物的发明总会持怀疑态度。对于控制图、统计抽样, 能否在生产过程中起控制作用, 持怀疑态度, 不敢冒然应用。

ii) 20 世纪 20 年代正是资本主义社会经济危机的前夕, 经济不景气企业纷纷倒闭。这个时候, 工厂主要考虑的是如何维持企业的生存, 顾不上统计技术的应用。

② 二战期间军工产品的质量保证

经济危机导致了第二次世界大战的爆发。战争, 需要武器。作为世界上最大的军火商的美国, 当时的军工产品质量并不理想, 为此军方强烈要求军工企业对产品的质量保证。所以二战期间很多质量管理专家担任军工企业的顾问, 在军工产品制造过程中应用统计技术实施过程控制, 有效保证和提高了军工产品的质量水平, 为第二次世界大战中, 有美国参与的同盟国取得战争的胜利, 发挥了重要作用。此间还诞生了早期的质量保证标准:

二战后, 很多民用企业也相继在生产过程中应用统计技术实施过程质量控制, 取得成功。

③ 我国工业企业应用统计技术的范例

从总体讲, 我国工业企业统计技术的应用, 处于薄弱环节。但早在 20 世纪 80 年代, 国防科工委即实施“军工产品承制单位质量体系考评”(类似于目前的质量体系审核、认证)。所以, 相对而言我国军工企业在质量保证和统计技术应用方面是有成效的。

1983 年, 我国国务院决定修建北京至郑州 1800 路载波通讯工程, 并要求工程国内自行

设计、自行施工，所用器材要国产化。工程所需要的一种器材，0.1~0.9dB 高频衰减器，当时我国尚无企业生产，邮电部长期以来从德国西门子公司进口。为满足重点工程需要，北京一家军工企业承担了该器材的开发任务。按常规，这样的高精密度、高难度的产品开发，最少需要 2~3 年的时间。但是，工程留给器材的开发时间只有一年，因为制造后还需要安装和调试。开发小组在产品开发设计过程中，由于应用了参数优化设计、正交试验设计和网络计划等统计方法，使得所开发的小分贝高频衰减器质量优良、开发周期短。只用了一年的时间，所开发的产品全面达到了德国西门子公司国际先进标准。

④ 日本产品质量的大幅度提高

二战前日本产品质量是国际知名的劣质产品，欲称“东洋货中看不中用”。

自 20 世纪 60 年代，日本开始推行全面质量管理，而且特别注重统计技术的应用。

为适应全员参与质量管理的需要，为使初级技术人员和工人掌握统计方法的应用，60 年代日本质量管理专家开发出“质量管理七种工具”，适用于现场质量管理。70 年代又开发出“质量管理新七种工具”，适用于管理层质量管理。表 1-1 展示了新老七种工具的适用范围。

表 1-1 新老七种工具的适用范围（新老七种工具在 PDCA 循环各阶段的应用）

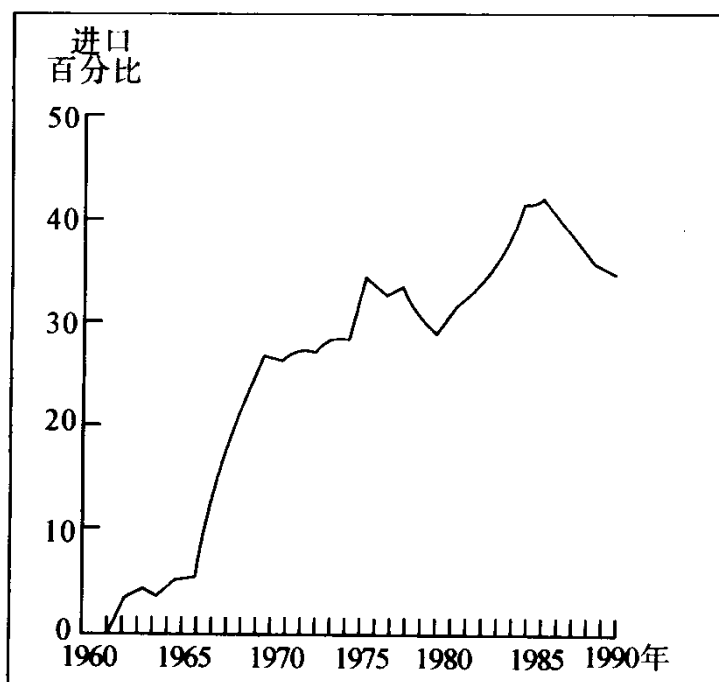
手法 (工具)		老七种工具							新七种工具						
		排列图	因果图	调查表	直方图	控制图	散布图	分层法	KJ 法	关联图	系统图	矩阵图	矢线图	P D P C 法	矩阵数据解析法
计划 (P)	选题	●	○	○	○	○		○	●	○					●
	确定目标	○			○	○		○				○			
	现状调查	●	○	●	○	○		○	●	○	○	●			●
	原因分析	●	●	●	●	●	●	○		●	●	●			
	制订对策		○	对策							○	○	●	●	
实施 (D)	对策实施	○			○	●							○	○	○
检查 (C)	效果检查	●		○	●	●		○							
总结 (A)	巩固措施			○		○					○	●			
	遗留问题	●			○	○									

注：●特别有用 ○可以用

日本质量专家在开发一些新的统计方法的基础上不断创新和深化，如在矩阵图的基础上开发“质量功能展开”，在正交试验设计的基础上开发“参数优化设计”等。日本推行全面质量管理 20 年（60 年代至 80 年代），在产品质量方面以改劣质产品生产国的落后状态，成

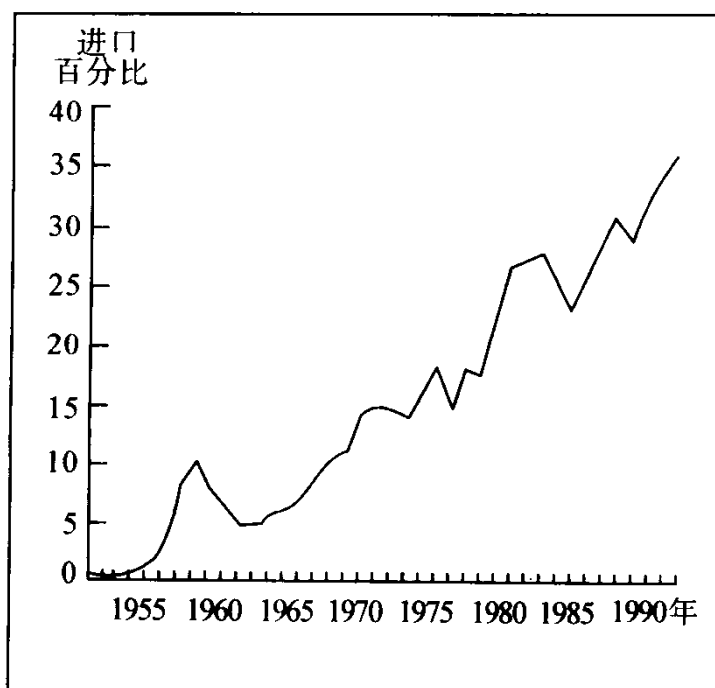
为国际上知名的优质产品生产国之一。图 1-2 是日本生产的电视机、汽车，在美国市场占有率的逐年变化。美国是电视机和汽车生产的大国，为什么能允许占 40% 的市场拱手让给日本，其中主要原因是质量发挥了作用。

电视产品：进口百分比



资料来源：Electronic Market Data Book.

汽车产品：进口百分比



资料来源：Automobile News Market Data Book.

图 1-2 日本产品在美国市场占有率的逐年增长

⑤ 我国工业企业统计技术应用现状

从总体看，我国工业企业统计技术应用处于薄弱环节。相当多企业的干部在主观上对统计技术应用的重要性认识不足；在客观上对统计技术应用的技能掌握尚不充分。特别是一部分从事质量体系咨询、审核人员，由于自身对统计技术掌握不充分，所以往往在咨询、审核工作中对有关统计技术应用的问题采取回避的态度。从而又给推动统计技术在工业企业应用增添了困难的因素。

中国 ISO 9000 论坛，是国家质量技术监督局组建的一个学术团体。1997 年 1 月 7 日在山东省兖州召开的第二届年会上，与会代表经过充分研讨，对统计技术应用形成四点共识，对提高统计技术应用重要性的理解很有帮助。

i) 统计技术是一种亟待开发的，可以使质量体系增值的资源。

企业质量体系的运行是一个大的过程，对过程的要求是受控和增值，所谓增值是指过程的输出在价值上要大于输入。对质量体系的增值实际是指企业的产出要大于投入，即为企业创造经济效益。统计技术就是一种宝贵的资源，应用得好就可以使质量体系增值。但遗憾的是我国相当多的工业企业在统计技术应用方面还处于薄弱环节，所以统计技术是亟待开发的资源。

ii) 统计技术是素质、是工具也是思想方法。

在企业管理方面强调要不断提高企业的素质和职工的素质。企业素质的衡量，其中也包括是否正确、有效地应用统计技术，职工素质的衡量，其中也包括对统计技术应用技能的掌握情况。

统计技术是帮助我们做好质量管理、质量控制、质量改进工作的重要工具。

统计技术的应用也是思想方法，在接受一项工作任务时，是否在思想上去思考采用哪些统计方法能够帮助我们更好地完成这项工作。如果想也不想，怎么能去选择和应用呢？当然，想不是空想，是在充分掌握各种常用统计方法的基本原理和应用技能的基础上想。

iii) 统计技术应用的培训不能走过场，在教材编写和培训方式上要做到有针对性，简单实用。

目前当务之急是加强企业各类人员的统计技术应用培训，不断提高企业各类人员统计技术应用的技能。为加强对企业各类人员的分层教育，我们设计了初级班、中级班和高级班的培训方案，表 1-2 所示的是三种方案的要点。

表 1-2 统计技术的分层培训

班级	培训对象	培训要求	推荐教材
初级班	全体职工	掌握统计技术的基本概念和简单统计方法的操作	《全面质量管理基础教程》 中国经济出版社 1999 年第 1 版
中级班	全体干部	全面掌握统计技术基本原理及常用统计方法的选择	《ISO 9000 常用统计方法》 中国计量出版社 2000 年 4 月第 1 版
高级班	从事专门工作的技术、管理干部。 如：新产品开发、设计研究人员；现场工艺技术人员；质量检验、试验工程技术人员及有关管理人员等	全面掌握统计技术基本原理、统计方法的选择。 掌握本职工作适用统计方法的原理、设计（策划）、应用及统计结果分析。重点在操作技能的掌握和应用。	《ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书》 之一、统计技术基本原理 之二、新产品开发、设计与统计技术 之三、过程控制与统计技术 之四、质量检验、试验与统计技术 之五、质量分析、质量改进与统计技术 之六、服务业适用的统计技术 之七、非数字数据统计方法 中国计量出版社 2001 年第 1 版

从培训方式看，一般有两种方式：

a) 社会办班（走出去）

各级质量管理协会、技术监督局培训中心组办的培训班，对为企业培训技术骨干发挥了重要作用。但社会办班往往培训面受到限制，任何企业很难大量派出人员外出培训。由于学员来自不同行业，社会办班的针对性受到限制。

b) 企业办班（请进来）

教师到企业组办培训班之前应首先进行企业调研，力求最大程度提高针对性。企业办班的最大特点在于大量为企业培训技术骨干。

另外自学是自我提高的最有效的方式。目前企业大部分干部具有大专以上文化水平。在校学习期间已学过“概率与数理统计”这门课，具有统计技术应用的理论基础。而目前质量管理教材则偏重于实践，所以企业干部通过自学掌握统计技术应用技能是最好的学习方式。