

01224

质量管理

〔美〕 Dale H. Besterfield

译：沈宝欣 陈锡龙 陈巩辽 范 群

校：李泰森

甘肃省质量能源标准化信息中心出版



質 量 管 理

〔美〕 Dale H. Besterfield

译：沈宝欣 陈锡龙 陈玟辽 范羣

校：李泰森

甘肃省质量能源标准化信息中心

1987. 7 兰州

QUALITY CONTROL

Dale H. Besterfield

总 编 辑 李泰森

责任编辑 田路远 黄开耀

质 量 管 理

〔美〕 Dale H. Besterfield

出版 · 甘肃省质量能源标准化信息中心

发行 甘肃省质量能源标准化信息中心

印刷 兰 州 七 二 二 七 工 厂

开本787×1092毫米 1/16 字数 330千字

1987年7月第一版 1987年7月第一次印刷

印数 0001—2300

准印证号:甘出字总编018号 定价 7.00元

出版序言

《质量管理》一书，是根据美国出版的《Quality Control》原文翻译的。鉴于该书对我国广大企业、管理部门提高产品质量、提高经济效益、加强品质管理，以及对高等院校开设有关专业课程等都有一定的参考价值和应用价值，因此，我们才决定全文翻译，提供给广大读者。

《质量管理》全书共分十一章。其中“变量控制图”、“质量成本”、“产品责任制”等章对企业加强质量成本核算，利用控制图进行科学管理时都是非常需要的；而“用属性逐批验收抽样法”、“其它的验收方案系统”、“可靠性”等章对培训产品监督检查人员、商检人员、企业内部的检验人员、管理部门的管理人员等则是不可多得的理论与实践相结合的素材。我们希望该书所提供的情报信息能为广大企业服务，能为提高生产人员、管理人员的素质服务，以促进企业的技术进步。

参加本书翻译的有沈宝欣（1—4章），陈锡龙（5—8章），陈巩辽（9—10章），范群（11章）；序言，附表由李泰森译，全书1—11章由李泰森校。

由于我们的水平有限，加之时间短促，对有些专门术语尚来不及认真研究，但我们都尽量把这些专门名词术语与当代和我国常用的质量管理的名称统一起来，若有不确之处，诚望广大读者指正。

一九八七年七月

序 言

本书将提出一种基本的，但其内容是广泛涉及到质量管理的概念。而其中针对性相近似的部分都全部予以缩减。为了保证能使读者对质量管理许多基本原理具有一种完善的理解能力，因此，这里所提出的一些准则都是当前最重要的理论。概率和统计技术的应用都经过简化变成单一的数学式或编制成图表形式。

本书将为技术研究院、公共管理学院和大学的工艺技术学生提供数学上的必需品。本书还可作为从事制造业、检验工作人员提供自修数学或群组数学时的教科书。对从事其它工业的人员，如市场、采购、产品工艺、包装和产品服务业，也都能从中找到极其有益的养份。

本书开始就用导论这章介绍质量责任和质量保证。随后就详细描述了有关变量和属性管理控制图方法。接着就分章叙述验收抽样和标准抽样方案。最后几章涉及到可靠性、质量成本、产品责任制和计算机利用等论题。在大多数篇章的后面都赋予出重要的练习题，以期帮助读者能够成为技术专家。

吾人将感谢出版者和作者准许赋予引用他们的插图、表格。对这种准许是应用在本书中的信誉的答谢。还要感谢多方质量杂志“少女”瓦尔西和菲亚特—阿利建筑机械公司达文赫尔费他们为此的援助。

吾人还要特别为帮助消除手稿错误和阐明解释的那些研究生、以及用打字机打出手稿的谢尔利卡里斯加以感谢。

戴尔 H·贝斯特菲尔德

目 录

序 言	(iv)
第一章 质量导论	(1)
第一节 引言	(1)
第二节 对质量应负的责任	(2)
第三节 质量保证	(7)
第二章 统计基础	(8)
第一节 引言	(8)
第二节 频率分布	(10)
第三节 中心趋势的测度	(16)
第四节 离散的测度	(20)
第五节 整体和样本的概念	(25)
第六节 正态曲线	(26)
问 题	(30)
第三章 变量控制图	(35)
第一节 引言	(35)
第二节 控制图方法	(39)
第三节 控制的状态	(49)
第四节 规范	(53)
第五节 各类控制图	(57)
问 题	(61)
第四章 概率基础	(63)
第一节 基本概念	(63)
第二节 离散概率分布	(67)
第三节 连续概率分布	(72)
第四节 分布的相互关系	(74)
问 题	(74)
第五章 属性管理图	(76)
第一节 引言	(76)
第二节 分数不合格品率管理图表	(76)
第三节 缺陷数量控制图	(88)

第四节 质量分级系统.....	(93)
问 题.....	(95)
第六章 用属性逐批验收抽样(法)	(98)
第一节 基本概念.....	(98)
第二节 统计问题.....	(102)
第三节 抽样方案设计.....	(109)
第四节 军用标准 105D 系统	(113)
问 题.....	(132)
第七章 其它的验(接)收抽样方案系统.....	(134)
第一节 属性逐批抽样方案.....	(134)
第二节 连续生产的验收抽样方案.....	(147)
第三节 变量验收抽样方案.....	(152)
问 题.....	(159)
第八章 可靠性.....	(163)
第一节 基本问题.....	(163)
第二节 统计问题.....	(165)
第三节 寿命和可靠性试验方案.....	(168)
问 题.....	(174)
第九章 质量成本.....	(175)
第一节 引言.....	(175)
第二节 直接质量成本.....	(175)
第三节 间接质量成本.....	(177)
第四节 收集和评价.....	(177)
第五节 分析.....	(180)
第六节 其它方面的问题.....	(183)
第十章 产品责任制.....	(185)
第一节 引言.....	(185)
第二节 立法方面问题.....	(187)
第三节 预防.....	(190)
第十一章 计算机和质量管理的.....	(193)
第一节 引言.....	(193)
第二节 数据收集.....	(193)

第三节	数据分析、压缩和报告.....	(194)
第四节	统计分析.....	(196)
第五节	处理控制.....	(198)
第六节	自动试验和检验.....	(200)
附 表		(201)

第一章 质量导论

第一节 引言

一、定义

当我们用“优质产品”这一词时，通常认为是一种好的或优良的产品。工业上，一种优质产品是满足顾客期望要求的产品。这些期望要求或性能标准系立足于产品的指定用途和销售价格。例如，一位顾客由于指定的用途和销售价格的差异而对一台普通钢洗衣机和对一台镀铬钢板洗衣机希望有不同的性能标准。

管理是调整或修正某一活动，以验证其与某一标准的相符程度，进而在有必要时采取校正措施。因此，质量管理是对某一产品性能所作检测活动的调整过程，并将产品性能与既定的标准相比较，进而采取校正措施，而不顾这些活动出现在何种场合。

统计质量管理是质量管理的一个分支，是收集、分析、解释数据，从而解决某一特定问题的过程。虽然本书的许多内容都着重于质量管理的统计处理方法，但这仅仅是质量管理整体的一部分。为了获得和维持某一优质产品，需要各种技术。

鉴于质量日趋重要，所以需要借助高级管理对质量的功能进行审核或评估。质量保证就是对质量的功能进行评估的活动，所以将它与财政功能中的独立审核相比拟。

质量管理的目标是以最低费用向顾客提供最佳产品。这一目标是通过改进产品设计，提高产品制造过程中的一致性，降低制造费用，以及提高雇员的素质来实现的。

二、历史回顾

质量管理的历史，毫无疑义象工业本身

那样悠久。在中世纪，质量的维护在很大程度上取决于同业公会所需的长期训练，这种训练将逐步渗入到工人对某一产品生产工艺的自豪感之中。

在工业革命时期，引进了劳动专门化的概念。结果，一名工人不再制造整个产品，而是制造产品的一部分。这种变化导致技艺的衰退。鉴于早期制造的绝大部分产品并不复杂，故质量并不起多大作用。随着产品的日趋复杂，作业的日趋专门化，在产品制成以后对其进行检验亦趋于必要。

1924年，贝尔电话实验室的W. A. Shewhart提出了对产品的变异进行控制的统计图表。这被认为是统计质量管理的开端。在此十年以后，H. F. Dodge和H. G. Roming两人均为贝尔电话实验室的人员，他们提出以合格抽样的范围去代替100%的检验。统计质量管理的价值在第二次世界大战前，通常还未被工业界所认可。那时，统计概念对控制产品质量的必要性倒是显而易见的。

1946年，美国质量管理学会成立。这一组织通过其出版物、会议以及训练班，推动了质量管理在各类生产过程和服务中的应用。

五十年代和六十年代质量管理的发展包括质量费用，产品可靠性以及质量保证。最近质量管理的重点已考虑到工人积极性的调动和对产品的责任感。

三、米制

1960年，国际度量衡委员会修订了米制。这一修订的度量衡制称为国际单位制(SI)*，有下列基本单位：

长度——米(m)

* 复印件可向文件管理人员购买，国家印刷局 华盛顿，D. C. 20402 (SD目录序号NO. C13.10: 330/3.)

质量——公斤 (Kg)

时间——秒 (s)

电流——安培 (A)

热力学温度——开尔文 (K)

物质量——摩尔 (mol)

光通强度——烛光 (Cd)

本书采用米制单位,并在圆括号内列出美制单位。常用的转换因子列于附表的表G中。

第二节 对质量应负的责任

一、部门的责任

质量并不是某个人或某个部门的责任,它是每个人的工作。它涉及装配线工人、打字员、采购人员以及公司董事长。对质量应尽的责任以市场确定顾客对质量的要求为起点,持续到该产品为某一顾客满意并接受为止。

将对质量应负的责任授予各个职能部门,以制订质量的决策。此外,对责任和职能来说,还包括对费用或次品承担责任的一种方法。部门对质量管理所负的责任示于图1—1。它们是:市场、产品工艺、采购、制造工艺、制造、检验和试验、包装和运输以及产品服务。图1—1是一闭合环路,其顶部的顾客和按相应次序排列的各个部门均在该闭合环路中。鉴于质量管理并不对质量负有直接责任,故不包含在该图的闭合环路中。

二、市场调查

市场调查有助于对顾客所需求并乐意为其产品支付费用,评估其质量水平。此外,市场调查还为顾客提供产品质量数据,并有助于确定质量标准。

一定量的市场调查信息速将用于履行这一功能。顾客方面不满意的信息来源于顾客的抱怨、销售代理报告、产品服务以及产品

所承担责任的情况。销售量与作为整体的经济性相比较是顾客对产品质量意见的绝好测度。对备件销售情况的详细分析可能判明潜在的质量问题。市场对质量的有用信息还可为政府提供关于消费者对产品安全性要求的报告和实验室关于质量的独立报告。

当信息并不信手可得时,可以提出四种获得所要求的产品质量数据的方法:

- 1 对顾客进行访问或观察,以确定产品使用的情况和用户存在的问题。

- 2 建立实际的检测实验室,如自动检验跟踪。

- 3 进行受控的市场检验。

- 4 组织一个商人顾问的小组。

市场调查对所有数据进行评估,并确定顾客对质量的要求。

三、产品工艺

产品工艺将顾客对质量的要求转换成操作特性,实际的规格以及某一新产品或已有优质产品改进型的相应标准。满足顾客要求的最简便且费用最低的设计是最佳设计。产品复杂程度增加,质量和可靠性将下降。

只要可能,产品工艺应采用可靠的设计和标准件。对此,只要适用,就采用工业和政府标准。

公差是质量性能尺度的允许变差,而公差的选取对质量具有双重作用。公差掌握的严格,可获得较好的产品,但制造和质量的费用将增加。理论上,公差应通过对所要求的精确性与获得此种精确性所需要的费用之间的权衡,科学地加以确定。鉴于有待科学地确定的质量特性过多。所以采用标准尺度和公差制建立了种种公差。还可立足于以往实施的性能标准或对设计者的评价建立公差。

产品设计者应当确定产品生产中所用的原材料。原材料的质量立足于所拟订的规范,其中包括物理性能、可靠性、允许公差以及包装。

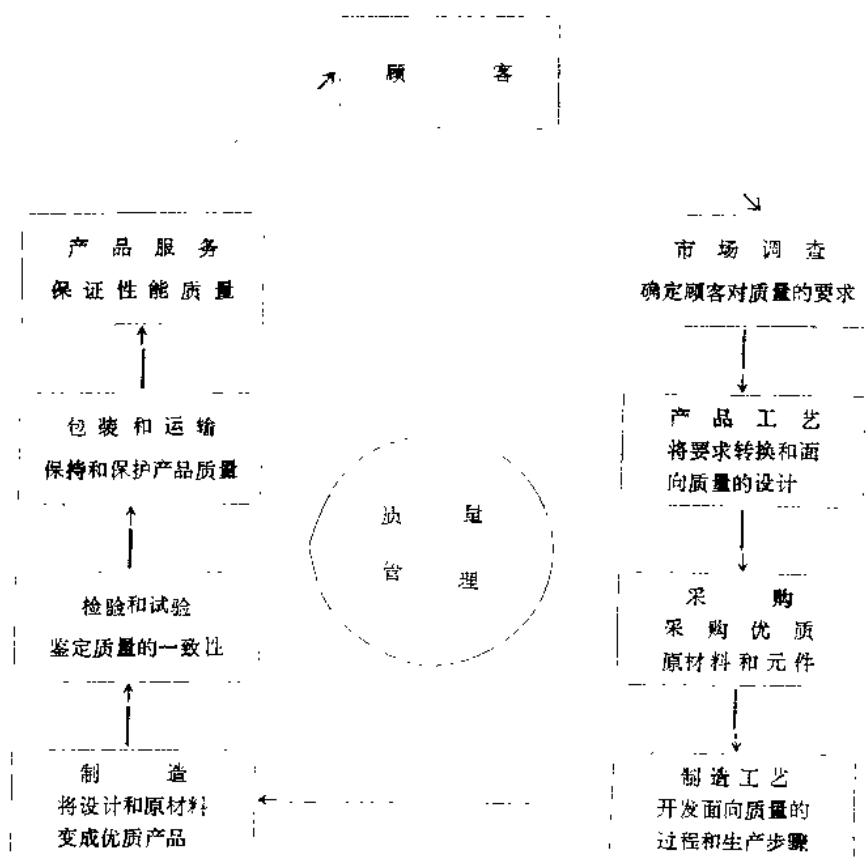


图1.1 各部门对质量所承担的责任

一件优质产品除了其性能以外，还应该使用安全和可修复或易于维修的产品。

在设计评审组认为该产品适于制造以后，便安排最终的质量标准。而质量在产品交付制造之前便就渗入到产品之中。

四、采购

采购借助于产品工艺制订的质量标准，承担购买优质原材料和元件的责任。采购的内容可分为四类：标准原材料，如线材和角钢；标准硬件，如紧固件和连结件；小型元件，如齿轮和二极管；大型元件，即履行产品主要功能之一的元件。检验的类型视购入物的类型而异。

扩大原材料和原件的卖主或供应者，由于竞争的因素，将可提供质量较好，费用较低的原材和元件，并提供较好的服务。竞

争还可减少某一卖主的工厂受到冲击或大灾事件发生时，某种原材料短缺的可能性。作为原材料来源的独家卖主，在其公司有几个分部时，质量管理的方式可能类似于一家工厂中各个部门之间的管理方式。

为了确定某个卖主是否具有供应优质原材料和元件的能力，以作出恰当的判断。

有种种方法可用于获取与质量标准是否相符的佐证。对购入数量少的原材料和元件，采购部门经常依赖于卖主。对购入原材料和元件的检验是判明一致性的最常用方法之一，货源的检验除了在卖主的工厂中进行外，均与进货的检验相同。对采购所收集的双份样品在运抵前进行检验可以获得一致性的佐证。对卖主的监督是通过其导循的合格计划和证明（如检验记录）控制卖主工厂中

产品质量的一种方法。

一个卖主的质量等级制可用于对所有卖主的产品性能进行评估。不合格的批数、磨削和返工的费用或申诉的信息等因素都可用于评估。

为了改进购入原材料和元件的质量，卖主与采购之间的双向联系是必要的。正负反馈信息均应通知卖主。

五、制造工艺

制造工艺的职责是开发某一优质产品的生产过程和步骤。通过专门的活动履行这一职责，其中包括过程的选择和开发，生产的规划及支持活动。

为了预防出现质量问题，需要对一个产品的设计进行译述。虽然某些质量问题与规范有关，但主要的问题则与公差有关。当过程能力的信息表明某一公差对实施满意的生产过于严格时，有五种意见：采购新设备、修订公差、改变过程、修正设计或在制造过程中分选出不合格产品。

过程的选定和开发与费用、质量、实施时间以及效率有关。制造工艺的基本技术之一是对过程的能力进行分析，借此可以确定某一过程符合规范的能力。过程能力的信息，设备的购入以及加工路线的选择等可为制造或采购的决策提供数据。

操作顺序的安排，要使得质量问题最少，如易损产品的处理以及操作顺序中精密操作步骤的确定。对种种方法的分析可确定执行一个生产操作或一个检验操作的最佳途径。

制造工艺附加的职责包括设备的设计，检验装置的设计以及生产设备的维修。

六、制造

制造的职责在于生产优质产品。质量不可借助检验而嵌入某一产品中，必须将它融合在产品中。

第一线的监督员是制造一种优质产品的关键。鉴于第一线的监督员是由体现管理的执行人员予以考虑的，所以对于一名出色的雇员来说，其传递质量要求的能力是有关键作用的。热衷于质量管理的第一线监督员可能推动这些雇员将质量融合到每种部件和每个部件中去，从而融合到最终产品中去。监督员的职责是为雇员提供合适的工作手段，在执行这一工作的方法和工作质量要求上，指导雇员，并将这些质量要求达到或达不到标准的结果通知雇员。

为了使操作人员明了对其本身的期望是什么，应定期开办质量短训班。这些短训班为获得某一优质产品提供管理保证。短训班期间的内容安排为：现场人员作介绍、讨论质量变异的原因、探讨提高质量的方法等。短训班的主要目标在于建立“质量观点”。

可以推动雇员沿两条途径作好一件工作。一条途径是威胁或恐吓，这在某些场合也许是必要的，但在长期操作中，对质量通常是不利的。另一条途径是通过性格修养原理来开发每个雇员对质量的最大效能。例如，盖特斯（Gates）橡胶公司采用15周的性格修养计划，使间歇故障的百分比大大降低，收到了每周节约1400美元的效益*。

七、检验和试验

检验和试验的职责是认可所购入和制造的物品的质量，并报告结果。这些报告为其它部门使用时，在有必要时可采取修正措施。

虽然检验是由检验和试验部门的代表实施的，但这并不排除制造部门对生产某一优质产品履行自己的职责，并实施他们自己的检验。事实上，对自动生产过程来说，工人往往有时间在某一操作前后进行100%检验。

为了实施检验，精确的检查设备是必不可少的。在正常情况下，这种设备是外购

* D.A.Sprague, Batty Zinn, and Robert Kreitner, "Improved Through Behavior Modification", Quality progress, 9, NO. 12 (December 1976), 22-24

的，但当与制造工艺协作时，也许有必要设计并建造这种设备。无论如何，这种设备必须保持在一种可维修、可校准的稳定状态。

有必要持续不断地对检验员的效能进行监视。当被检验的指标是难于发现的某些缺陷时，检验员能力的变化和缺陷的程度都会影响报告的缺陷数。应该使用组成已知的样本去评价和提高检验员的效能。

认可活动的效率与检验方法和步骤（检验数、抽样方式以及检验场所）有关。制造工艺与质量管理之间的协作对充分发挥检验员的效能来说，是必不可少的。

八、包装和运输

包装和运输部门的职责是保持和保护产品的质量。产品质量的控制并不囿于制造过程，必定会延伸到产品的分配、包装和应用。

质量规范对保护产品在借助所有常用运

输工具，即卡车、火车、船舶和飞机等进行运输过程中的质量都是需要的。要求这些规范应考虑到振动、冲击，以及诸如温度、湿度和尘埃之类的环境条件。附加要求的规范应考虑到装载、非装载和储存过程中产品的处理方法。偶而也有必要改变产品或过程的设计，从而克服运输过程中出现的质量问题。在某些公司中，包装设计的职责归属产品工艺而不是包装和运输。

产品贮存起来有待于作进一步加工，销售或使用，会节外生枝。需要一些规范和方法来保证产品贮存恰当、适时使用，从而使质量下降或降级的现象减至最低程度。

九、产品服务

产品服务的职责是为顾客提供充分利用该产品在其预期寿命期间指定功能的方式。这一职责包括安装、维护、修理的更换部件的服务。每当产品安装不当或在保修期间出

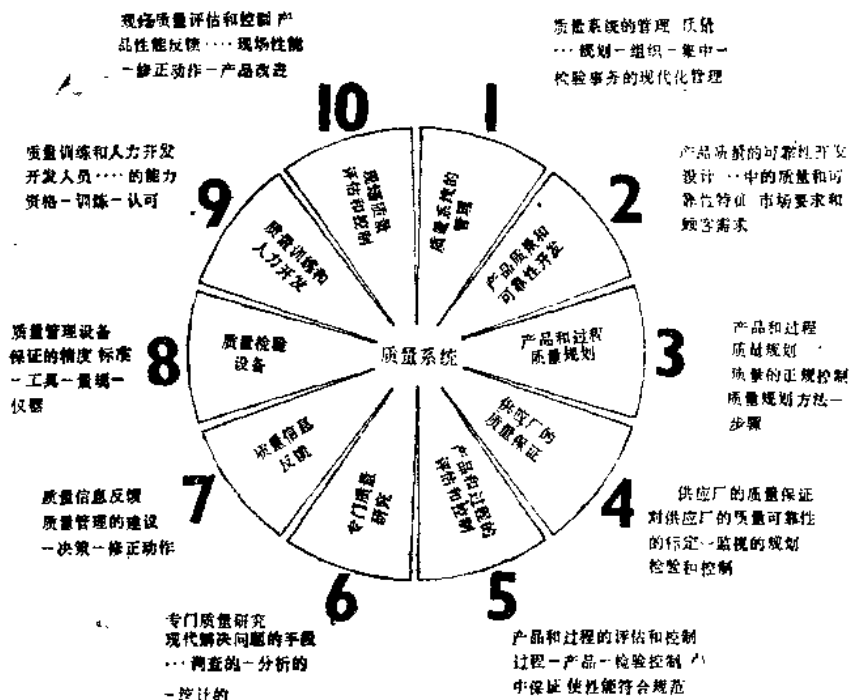


图1.2、一个质量保证系统的主要因素(获 准转引自 “The Quality World of Allis-Chalmers,” Quality Assurance 9, NO.12 (December 1970), 13—17)

评估工作图		评 价						得 分
总质量保证		4						(W×R)
操作:		要求的工作						合 格
子系统: 质量训练和人力开发		(0)	(2)	(4)	(6)	(7)	(8)	
要素说明:		差	差	中等	及格	有资格	优	加权得分 (Pts)
1. 其它总质量保证的倾向 (管理、监视)								
2. 操作步骤训练 (作为一种执行方案)								
3. 厂内训练 (与质量有关的方法)								
4. 利用外部训练 (课程、讨论班等、以提高能力)								
5. 任务轮换 (特定的估价人员)								
6. 检验员(审计员)的资格和标准 (工作或岗位说明; 雇员标准和测试)								
7. 专业活动								
8. 专业提高和教育 (关键质量人员)								
子系统估价							100	
中心质量保证	例如:	得分 (%)						

图1.3 子系统的评估工作图, "质量训练和人力开发"
(Fiat-Allis建筑机械公司赠)

现故障时, 应为产品提供简捷服务。适时的服务可以使不满意的顾客变得满意。

产品服务和市场调查相互之间应密切配合, 以确定质量、顾客需求和得益。

十、质量管理

质量管理并不对质量承担直接责任, 它在其它部门履行职责时, 起辅助或支持作用。部门与质量管理之间的关系类似于线与尺之

间的组织关系。

质量管理的作用是鉴定当前的质量，确定质量问题的范围或潜在的范围，并辅助使这些问题的范围得到修正或缩至最小。总体目标是会同职能部门提高产品的质量。

第三节 质量保证

一个质量保证系统是一种获得并保持所要求质量标准的有效方法。它所依据的事实是：质量是所有功能应负的职责。这些交互的功能可以分成图1.2所示的十个子系统。

质量保证系统是对这些子系统系统中的每个子系统进行评估或审核，从而如何有效地确定其实施功能。作为一个示例，图1.3示出“质量训练和人力开发”的评估工作图。子系统系统中的每个元素从劣到优进行标定。根据子系统中每个元素的重要性对其赋权。进而将十个子系统汇总便可获得一个总的质量额定值。

通常每年进行评估，以确定哪些元素和子系统需要改进。总的额定值提供了以往的效能或某一家有多个附属工厂的公司与其它一些工厂的比较。

第二章 统计基础

第一节 引言

一、统计的定义

统计一词包含两种一般公认的含义：

1. 收集与任一题目或群组有关的定量数据，尤其是系统地收集并整理这些数据。这一含义的几个示例是血压统计，某场足球赛的统计、就业统计以及事故统计。

2. 研究定量数据的收集、制表、分析、解释和显示的科学。

应指出，第二种含义要比第一种广，因为非常注重数据的收集。统计在质量管理中的应用涉及到第二种更广的含义，包括定量数据的收集、制表、分析、解释和显示等各个部分。每个部分都取决于先前部分的精度和完整性。可以通过检验员检测某一塑料部件的拉伸强度或者通过市场调研员确定顾客对色彩的偏爱等方式收集数据。这些数据可以通过简单的纸和笔或借助计算机编成表格。对数据的分析可以包括粗浅的直观分析或详尽的计算。对最终结果进行解释和介绍，从而辅助制订与质量有关的决策。

统计分两个阶段：

1. 描述性和推理性的统计，旨在描述和分析一个主题或群组。

2. 归纳性的统计，旨在根据有限的数据（样本）确定与数量大得多的（整体）数据有关的某个重要结论。鉴于不可能认为这些结论或判断绝对肯定，可以经常使用概率语言。

本章的统计基础内容对理解后继的质量管理技术来说是必不可少的。第四章论述概率基础。理解统计知识对理想的质量管理，

进而对其它许多学科来说，都是极其重要的。

二、数据的收集

可以通过直接观察或间接地通过书面或非书面问题的形式收集数据。后一种方式为市场调研员或民意测验员所广泛采用。以质量管理为目的所收集的数据可以通过直观观察得到，进而按变量或属性加以分类。变量是指一些可检测的定量特性，如用克测量的某一重量，而属性则是按是否与规范相符进行分类的。换言之，属性是好或坏，而变量则表明“好”或“坏”的程度。

一个变量可任意分割时，称为连续变量。一块灰铸铁的重量可以测得为11公斤、11.33公斤或11.3398公斤（25磅），重量值取决于检测仪的精度，这是一个连续变量的示例。诸如米（英尺）、升（加仑）以及帕斯卡（磅/平方英寸）这类测度也是连续数据的示例。显现间断的变量称为离散型的变量。一辆旅行车的不合格铆钉数可能是任一整数，如0、3、5、10、96、……，但不能说某一辆特定旅行车中有4.65个不合格铆钉。通常，连续的数据是可测的，而离散的数据是可数的。

有时，对非书面或非数字式的数据来说，方便的倒是假设一个变量的实质。例如，一件家具表面的加工质量可分成劣等、中等或良好。劣等、中等或良好三种类型可分别以数字1、2或3来代替。类似地，教育机构将4、3、2、1和0分别表示A、B、C、D和E，并以数字作为离散变量，以适应计算机计算的要求。

尽管许多定量的特性以变量来表示，但仍然有许多特性必须以属性表示。通过直观

观察到的特性往往按属性分类。一台电动机上的导线既可连到接线端上，亦可不连到接线端上；本页的词拼读正确或拼读不正确；开关接通或断开；以及答案正确或错误。上述示例表示与某一特定规范的相符或不相符。

经常要求变量按属性分类。工厂人员的主要兴趣在于了解他们生产的产品是否与规范相符。例如，一包糖的重量值并不象重量在预定范围内这一重要信息。因此，收集到的这包糖重量的数据按合格或不合格提出报告。

在收集数据时，数值精确度是对这些数据应用成某一函数关系。例如，在收集电灯泡寿命的数据时，995.6小时的记录是合格的；然而，记录到995.632小时的值则过于精确且无必要。类似地，倘若一条键槽的规范，其低限为9.52毫米（0.375英寸），而高限为9.58毫米（0.377英寸）时，则应收集数据的精度最接近0.001毫米，并应圆整到使精度最接近0.01毫米。

数据的圆整要求遵循某些惯例。将数值0.9531、0.9532、0.9533和0.9534圆整到精度最接近千分之一时，答案为0.953，因为所有数据更接近于0.953而不是0.954。进而圆整数值为0.9536、0.9537、0.9538和0.9539时，答案为0.954，因为所有数据更接近于0.954而不是0.953。但在圆整数值0.9535时，我们发现它与0.953和0.954等差距。因此，为了使累积圆整误差最小，实际上当其前面的整数5为奇数时，则进位；当其前面的整数为偶数时，则截去5。数值0.9535应圆整成0.954，而数值0.3765则应圆整成0.376。

数值型数据进行运算时，有效数字是极重要的。一个数的有效数字是精确的数字，除了确定十进制小数点所需的任何前置

的量。例如，数字3.69具有三位有效数字；36.900具有五位有效数字；而0.00270则具有三位有效数字；尾部的零计入有效数字，前置的零则不计入有效数字。这条规则在用整数进行运算时有些困难，因为300可能具有一位、二位或三位有效数字。这一困难可借助科学计数法予以克服。因此， 3×10^2 具有一位有效数字， 3.0×10^2 具有二位有效数字，而300则具有三位有效数字。与计数有关的数具有无限位有效数字，计数65可写成65或65.000。

当实施乘、除和指数等数学运算时，答案的有效位数与有效位数最少的数字相同。下列示例有助于理解这条规则：

$$\sqrt{81.9} = 9.05$$

$$6.59 \times 2.3 = 15$$

$$32.65 \div 24 = 1.4 \quad (24 \text{ 并不是计数})$$

$$32.65 \div 24 = 1.360 \quad (24 \text{ 是值为 } 24.00 \text{ 的计数} \cdots)$$

当实施加和减数学运算时，最终答案的十进制小数点之后的有效数字并不比十进制小数点之后有效数字最少的位数多。在不包含十进制小数点的数字的情况下，最终答案的有效数字并不比有效数字最少的位数多。为理解这条规则可示例如下：

$$38.26 - 6 = 32 \quad (6 \text{ 不是计数})$$

$$38.26 - 6 = 32.26 \quad (6 \text{ 是计数})$$

$$38.26 - 6.1 = 32.2 \quad (\text{答案由 } 32.16 \text{ 圆整得到})$$

$$8.1 \times 10^3 - 1232 = 6.9 \times 10^3 \quad (\text{最少有效数字为 } 2)$$

$$8100 - 1232 = 6868 \quad (\text{最少有效数字为 } 4)$$

使用上述规则将可避免质量管理人员在答案上的差异，但有时也许需要作些判断。无论如何，最终答案不可能比收集的数据精确。

三、描述数据