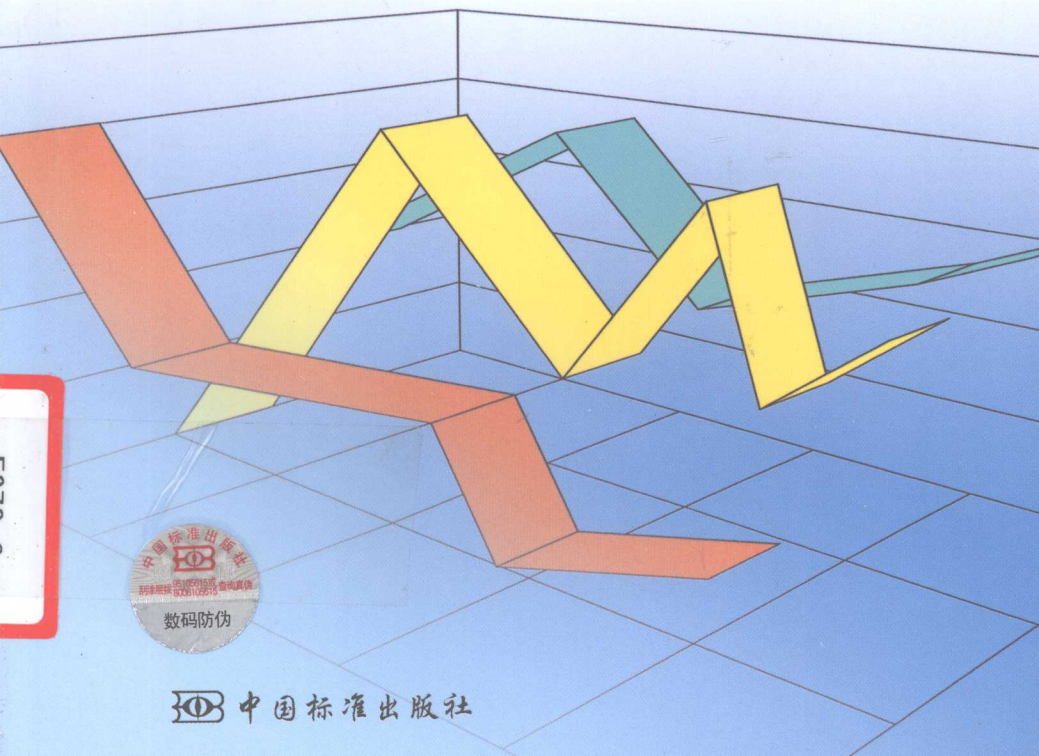


统计方法应用标准化丛书

生产过程质量控制

(第二版)

于振凡 孙 静 丁文兴 编著



 中国标准出版社

F273. 2
274
2008

统计方法应用标准化丛书

生产过程质量控制

(第二版)

于振凡 孙 静 丁文兴 编著

中国标准出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

生产过程质量控制/于振凡, 孙静, 丁文兴编著. —2
版. —北京: 中国标准出版社, 2008

(统计方法应用标准化丛书)

ISBN 978-7-5066-4899-8

I. 生… II. ①于…②孙…③丁… III. 生产过程-质量
控制 IV. F273.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 077029 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 www.spc.net.cn

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/32 印张 5.25 字数 143 千字

2008 年 6 月第二版 2008 年 6 月第一次印刷

*

定价 15.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68533533

丛书编委会

主 任 郑卫华

副主任 于欣丽 陈玉忠

委 员(按姓氏笔画)

丁文兴 于振凡 于 丹

马毅林 冯士雍 孙 静

何国伟 张尧庭

丛书序

当今世界,我们面临着数字化、信息化的技术革命。高科技迅速发展及其成果的大规模商业化,使经济结构、产业结构和产品结构产生巨大变革,研究模式、管理模式也随之改变,这就需要运用现代统计技术应对这种变化。由于地区化、集团化经济的发展、贸易竞争日益激烈,产品质量的竞争已成为贸易竞争的最重要的因素。在这种形势下,各企业、公司、集团都深刻地感到不提高产品质量就没有出路,不能生存,产生了强烈的提高产品质量的紧迫感。提高产品质量,一要依靠技术进步,二要加强科学管理,产品质量是三分技术七分管理。质量工作、标准化工作都需要统计技术,统计技术是科学质量管理的重要手段,因为不论来自哪个学科的数据都需要用统计方法去处理并加以解释。目前世界上一些发达国家在科学技术和质量管理方面对统计技术的应用都极为重视,并且取得了显著的成绩。在这方面,我国相对比较薄弱。为了改善这种状况,更好地宣传、推广统计

技术,全国统计方法应用标准化技术委员会编写了这套《统计方法应用标准化丛书》。这套丛书第一版曾于1997年出版,取得了很好的效果,此次根据近几年国家标准的制修订情况、管理模式的发展及数理统计技术在管理中新的应用,又重新编写了第二版,包括下列四个分册:

《数据的统计处理和解释》

《生产过程质量控制》

《产品质量抽样检验》

《可信性工程(可靠性、维修性、维修保障性)》

这套丛书深入浅出地阐明了在科学技术研究与质量管理工作中,如何使用统计方法,并介绍了通过使用统计方法管理,提高产品质量、降低产品成本的有效途径。它的出版,对于推动统计方法的应用,建立科学的管理体系有着十分重要的指导意义。

这套丛书避免了高深的数学推导,以实用性为主,内容十分丰富,理论上既严谨又通俗易懂,具有可读性、可操作性,是广大科技人员、管理人员掌握数理统计技术的一套好书。衷心希望有更多的科技工作者、质量工作者通过阅读此书,成为通晓数理统计技术的高级专门人才,为我国现代化建设做出新贡献。

全国统计方法应用标准化技术委员会

2006年7月

前 言

在工业生产中,为了贯彻预防原则,20 世纪 20 年代美国人休哈特(W. A. Shewhart)首创过程控制理论以及控制过程的工具——控制图,现今统称之为 SPC(statistical process control,统计过程控制)。20 世纪 20 年代美国贝尔电话实验室(Bell Telephone Laboratory)成立了两个研究质量的课题组,一个是过程控制(process control)组,学术领导人为休哈特(W. A. Shewhart);另一个是产品控制(product control)组,学术领导人为道奇(H. F. Dodge)。其后,休哈特提出了过程控制理论以及控制过程的具体工具——控制图(control chart);道奇与罗米格(H. G. Romig)则提出了抽样检验理论和抽样检验表。这两个研究组的研究成果影响极为深远,休哈特与道奇是统计质量控制(statistical quality control, SQC)的奠基人。

根据休哈特提出的过程控制理论,我国于 1983 年首次发布了 GB/T 4091.1~GB/T 4091.9—1983 有关常规控制图的系列国家标准,为推行全面质量管理起到过重要作用。随着科学技术的迅猛发展和现代质量管理观念的更新,1983 年颁布的国家标准已经不能满足当今企业进行生产过程控制的要求。我国于 2001 年全面修订了

GB/T 4091,新修订的 GB/T 4091—2001《常规控制图》等同采用了 ISO 8258:1991。另外,具有记忆能力的控制图——累积和控制图标准也于 2006 年颁布,其标准的编号和名称为 GB/T 4887—2006《累积和图 运用累积和技术进行质量控制和数据分析指南》。

本书详细介绍了有关常规控制图与累积和控制图的一系列国家标准,包含计量型控制图和计数型控制图,比较系统、完善和全面地介绍了这些控制图国家标准的特点、内容和使用方法,内容非常丰富,并辅以大量的实例,对 8 种常规控制图中的每一种控制图,都分别给出了标准差已知和标准差未知两种情况下的实例,通俗易懂,适合广大质量检验人员阅读。书中有些新内容是在正式出版物中首次出现的。书末附有参考文献,便于标准化工作者和对统计控制应用有兴趣的科技人员进一步研究时参考。

本书既有全书的系统完整性,各章的内容又有相对的独立性,读者可以通读全书,也可以根据需要选取其中的一章阅读。书中所采用的名词术语是来自国际标准化组织最新颁布的 ISO 3534。本书可作为各层次管理人员、技术人员、质量工程师以及其他有关人员学习统计过程控制之用,也可作为应用统计专业或管理工程专业系科的教学参考书。

本书由于振凡、孙静、丁文兴编写,最终由于振凡统稿。由于著者水平所限,书中的缺点和错误恳请读者批评指正。

编 著 者

2008 年 2 月

目 录

第 1 章 质量管理概论	1
1.1 质量的概念	2
1.2 质量管理	11
1.3 质量管理的发展	17
1.4 质量成本	23
1.5 质量管理代表人物简介	27
第 2 章 统计过程控制与控制图原理	34
2.1 统计过程控制(SPC)	34
2.2 质量的统计观点	36
2.3 控制图	38
2.4 常规控制图的设计思想	47
2.5 分析用控制图与控制用控制图	51
2.6 变差的可查明原因的 8 种模式分析	53
2.7 统计控制状态的判断	60
2.8 常规控制图判断准则的使用	63
2.9 过程能力分析	64

第 3 章 常规控制图及其应用	70
3.1 符号	70
3.2 常规控制图的类型	72
3.3 常规控制图	80
3.4 计量控制图与计数控制图的比较	97
3.5 控制图的应用准备	98
3.6 常规控制图的应用示例	104
第 4 章 累积和控制图及其应用	126
4.1 累积和图简介	126
4.2 累积和数据与累积和图的坐标	129
4.3 累积和图中样本方差的计算与累积和 图的特点	134
4.4 监控均值的累积和技术	135
4.5 累积和控制图的数学理论基础	147
4.6 累积和控制图与常规控制图的比较	156
参考文献	157

第 1 章

质量管理概论

任何企业都不是独立存在、自我封闭的。企业的管理工作实际上是在一个开放系统里展开的,只是把目光盯着组织的内部还不足以实现有效的管理,各级各类管理者必须对于组织所处的环境有一个清楚的认识,必须时刻明智地对周围环境的变化做出反应。

近年来,世界的经济与社会环境发生了前所未有的变化,对各国的经济活动和企业经营产生了难以估量的深远影响。顾客的需要、产品的生命周期、技术变化的方向与程度、竞争的性质、市场的成长等各个方面都成为了难以预测的变数。对这一环境用简单的几句话是很难加以描述的,但在这一环境中存在着驱动和影响企业和社会经济活动的几种最为重要的力量,这几种力量便是被人们称为 3C 的变化(Change)、顾客(Customer)和竞争(Competition)。

顾客、竞争及变化使得工商企业界变成了一个新世界。在这个新世界中,传统上所信奉的规模、秩序、正规等信条反而成为企业生存和发展的桎梏,一个企业要适应环境的要求生存下去并能够在竞争中取胜,就必须具备所谓的 FFII 特征,也就是必须快速(Fast)、灵活(Flexible)、勇于创新(Innovation)并能够持续不断的改进(Improvement)。在这种局面下,变革已经成为企业生存和发展的必由之路。应对迅速的变化已经成为组织及其管理者所面对的最普遍的问题。变革已成为近十几年来全球企业管理领域中的最强的呼声。企业的管理者们所承担的责任比以往任何时候都更为重大。他们必须清楚地理解所处的局面,必须有明确的方向感,必须能够审时度势,必须能够最大限度地与人们同舟共济。唯有如此,才能够到达胜利的彼岸。

1.1 质量的概念

质量是质量管理中最基本的概念。在我国有些地区或有些场合,人们常常也使用“品质”这一词汇来表达同一含义。这里的质量不同于物理学中的质量概念,也并非哲学意义上的“质”与“量”的组合。在各种文献资料中,存在着大量的关于质量概念的定义。不同的质量定义反映了人们观察和认识事物的各种不同的角度和立场,反映了人们所处的不同“参照系”,因而不能简单地用“对”或“错”来加以判断。这里,我们简单介绍质量概念的发展,以国际标准化组织(ISO)所给出的质量定义为依据来加以讨论,这也是影响最为广泛的一个定义。同时我们还将讨论与质量密切相关的一些其他基本术语的定义。

1.1.1 质量的定义

对质量概念的认识经历了一个不断发展和深化的历史过程。质量概念所描述的对象早期大多仅局限于产品,以后逐渐延伸到服务,而如今则不仅包括产品和服务,还扩展到过程、活动、组织、体系以及它们的组合。

早期的一种颇有影响的观点认为,质量就意味着对于规格或要求的符合(conformance to requirement)。美国质量管理专家克劳斯比是其主要代表人物之一。他认为质量不意味着好、卓越、优秀等。谈论质量只有相对于特定的规格和要求才是有意义的,合乎规格即意味着具有了质量,而不合格自然就是缺乏质量。这种“合格即质量”的认识对于质量管理的具体工作显然是很实用的,但其局限性也显而易见。仅仅强调规格、强调合格,难免会忽略顾客的需求,忽略企业存在的真正目的和使命,从而犯了本末倒置的错误。在当今这样一个充满竞争的时代,这样的错误往往是致命的。

美国质量管理专家朱兰博士从顾客的角度出发,提出了著名的“适用性”(fitness of use)观点。他指出“适用性”就是产品使用过程

中成功地满足要求的程度。“适用性”概念普遍适用于一切产品或服务。对顾客来说,质量就是适用性,而不是“符合规格”。最终用户很少知道“规格”是什么,质量对顾客而言就意味着产品在交货和使用过程中的适用性。适用性观念对于重视顾客、明确企业存在的根本目的和使命无疑具有极为深远的意义。

正是在上述这些观点的基础上,才形成 2000 版 ISO 9000 质量管理体系系列标准中得到普遍共识的质量定义。国际标准化组织在 ISO 9000:2000《质量管理体系 基础和术语》这一国际标准中,将质量定义为:

质量——一组固有特性满足要求的程度。

这一定义看上去高度抽象而概括,但只要把握了“特性”和“要求”这两个关键词就很容易理解。这一定义是从“特性”和“要求”这两者之间关系的角度来描述质量的,亦即某种事物的“特性”满足某个群体“要求”的程度,满足的程度越高,就可以说这种事物的质量就越高或是越好,反之则认为该事物的质量低或差。

上述质量定义中“特性”的载体,亦即质量概念所描述的对象,早期只是局限于产品,以后又逐渐延伸至服务,现今则不仅包括产品和服务,而且还扩展到了过程、活动、组织乃至它们的组合。这里的特性指的是“可区分的特征”,ISO 的质量定义中特别强调了用于描述事物质量的特性是“固有特性”,就是指某事或某物中本来就有的,尤其是那种永久的特性。“固有”的反义是“赋予”或外在,事物的“赋予”特性如“价格”等,不属于质量的范畴。通常,质量特性可以区分为以下几类:

① 技术性或理化性的特性。这些特性可以用理化检测仪器精确测定。例如机械零件的刚性、弹性、耐磨性;汽车的速度、牵引力、耗油量、废气排放量;手表的防水、防震、防磁性能等。科学技术的进步使得许多原来无法测定的特性可以进行精确的测定,从而使得人们对质量进行更加客观的判断成为可能。

② 心理方面的特性。例如服装的式样、食品的味道、汽车象征

的地位和气派等。这些特性反映了顾客的心理感觉和审美价值,一般很难用准确的技术指标来加以衡量。

③ 时间方面的特性。例如耐用品的可靠性、可维修性、精度保持性。电力供应的及时性等。产品使用过程中的及时性、可靠性、可维修性以及使用费用等都极大地影响着顾客的质量评价。

④ 安全方面的特性。产品的使用不仅要可靠、及时,更加重要的是不能给顾客造成伤害和事故,因此,产品必须有保证条款,有各种安全措施。

⑤ 社会方面的特性。仅仅考虑对应顾客需要是不充分的,还必须考虑法律、法规、环保以及社会伦理等有关社会整体利益方面的要求。

上述质量定义中的“要求”是由各种不同的相关方,亦即与组织的业绩或成就有利益关系的个人或团体,如顾客、股东、雇员、供应商、银行、工会、合作伙伴或社会等所提出的。“要求”反映了人们对于质量概念所描述的对象的需要或期望。这些“要求”有时是明确规定的,如产品购销合同中对于产品性能的规定;也可以是隐含的或不言而喻的,如银行对客户存款的保密性,即使人们没有特别的提出,也是必须保证的;还可以是由法律、法规等强制规定的,如食品的卫生、电器的安全等。

与质量概念密切相关而又常常引起混淆的一个概念是对于“档次”的认识。当人们在习惯上用质量这一术语来表述卓越程度时,例如将五星级酒店同街道小旅馆相比较时,有时会引起歧义。在这种场合下,使用档次这一概念将有助于避免分歧。档次反映了同一用途或功能的事物为了满足不同层次的需要而对质量要求所作的有意识的区分。不同的档次意味着不同的购买能力或消费层次。质量的比较只有针对同一档次时才是有意义的。从这个意义上而言,酒店的星级并不等同于服务质量的卓越,小旅馆同样也可以提供非常优质的服务。

1.1.2 与质量相关的一些关键术语

要在质量管理的世界中进行有效的沟通,就必须借助于一系列加以明确定义的术语。就现实而言,许多关键术语的定义仍明显缺乏标准化。一个组织可以通过对这些关键术语和短语的定义进行标准化来减少内部的混乱。编制组织的术语表是帮助实现这一目的的一种基本工具。术语表对于各种类型的沟通,如报告、手册、培训教材等,能起到一个参考标准的作用。这里仅对与质量相关的几个最重要的术语加以定义。

1. 过程:一组将输入转化为输出的相互关联或相互作用的活动。

这里要注意的是,“过程”这一概念的含义绝非我们日常所理解的含义。将上述定义中的修饰语均去掉,剩下来的核心词汇是“活动”,也就是说,所谓“过程”也就是一系列的活动。一定意义上,可以将组织视为由诸多过程所构成的一个集合体,在这个集合体中,一个过程的输入通常是其他过程的输出。“过程”是理解现代质量管理的最重要的概念之一,统计质量控制就非常重视对过程的统计控制。

2. 产品:过程的结果。

从定义中可以看出,“过程”也就是产出“产品”的活动。“产品”这一常用词汇在这里被赋予了更为广泛的含义。传统上产品一般特指厂商有意提供的实物形态的产品。而在质量管理中,任何活动或过程的结果均可以被称为产品。产品可以有形的,也可以是无形的,还可以是两者的组合。产品可以是预期的(如提供给顾客),也可以是非预期的(如污染或不愿有的后果)。产品可包括实物、服务、场所、组织、思想等多种形式。

国际标准化组织把产品分成了四个大类:

① 服务。为满足顾客的需要,在供方和顾客之间的界面上的活动以及供方内部活动所产生的结果。服务业部门所提供的产品大多属于这类产品,如餐馆、旅店的接待服务;机场、公路、电信和邮政部门所提供的交通与通讯服务;银行、保险企业所提供的金融服务;供



水、供电、能源供应等部门所提供的公用事业服务。但服务产品并不局限于服务部门,其他几类产品的提供同样也会伴随着服务的提供。

② 硬件。具有特定形状的可分离的有形产品,通常由制造的、建造的或装配的零件、部件和(或)组件组成。机械制造、建筑、施工、轻工等行业主要以生产硬件类产品为主,如汽车、机床、标准件、房屋和各种设施等。

③ 软件。通过承载媒体表达的信息所组成的知识产品。软件可以表现为概念、程序等形式。计算机程序是软件产品的一种特定类型。设计部门、法律事务所、咨询机构和培训机构等所生产的产品一般都可以看作是软件。

④ 流程性材料。通过将原材料转化成某一预定状态所形成的有形产品。流程性材料的状态可以是液体、气体、粒状材料、块状、线状或板状,通常以袋、桶、罐、瓶、盆、管道或卷桶的形式交付。制造电缆、织布、造纸、酿酒、轧钢和生产石油制品等均属于流程性材料的生产。

某一具体的产品可以由上述几类的产品所构成,其本身属于哪类产品则取决于其主导成分。如汽车专卖店销售的车辆为硬件产品,其本身又包括了流程性材料(燃油)、软件(发动机控制软件、驾驶手册)和服务(销售人员的说明)。

3. 顾客:接受产品的组织或个人。

“顾客”一词常常有着许多的含义,它可以指一个组织,一个组织中的一部分人或某一个人。有许多类型的顾客,有些是显在的,有些则是潜在的。顾客可以是外部的,也可以是内部的。组织内部互相协作的下一个环节便是内部的顾客。

4. 供方:提供产品的组织或个人。

典型的供方如制造商、批发商、零售商等。供方可以是外部的,也可以是内部的。组织内部互相协作的上一个环节便是内部的供方。

5. 不良:损害产品适用性的任何缺陷或差错。

办公室发生的差错,工厂的废品,过度的能耗,不能按时交货,不好用的产品等,都是不良的表现形式。

6. 顾客满意:顾客对其要求已被满足的程度的感受。

7. 顾客不满:顾客因产品的不良而产生烦恼、抱怨、投诉的这样一种状态。

这里要注意的是,满意和不满并非一对非此即彼的状态。也就是说,没有满意并不等同于不满;同样,没有不满也不等同于满意。

1.1.3 质量特性的分类

日本质量管理专家狩野纪昭根据不同类型的质量特性与顾客满意之间的关系而对质量特性进行了分类。质量特性与顾客满意之间并非都是简单的线性关系,不同的质量特性对于顾客满意有着不同的作用。狩野讨论了三种主要类型的质量特性,即魅力特性、必须特性和线性特性。

魅力特性指如果充足会使人产生满足,但不充足也不会使人产生不满的那些特性。例如,民航客机中向旅客提供酒就可看作是魅力特性。有了这项服务会使顾客感到喜悦,但如果没有一般也不会有人提出投诉。显然,在其他条件相同的情况下,具有充分的魅力特性的产品或服务无疑会更容易吸引顾客的注意,从而形成竞争优势。

必须特性是指即使充分提供也不会使顾客感到特别的兴奋和满意,但一旦不足却会引起强烈不满的那些质量特性。这类特性是顾客认为理所当然应当具备的特性。例如,火车卧铺车厢应当保证开水供应和提供清洁的卧具,乘客并不会因为享有这种服务而特别兴奋,但如果做不到这一点却肯定会使乘客不满甚至愤怒。在竞争性市场环境中,缺乏必须特性的产品和服务是很难有竞争力的。

线性特性是指那些提供的越是充分就越能导致满意,而越不充分就越使人产生不满的那些特性。商场售货员的服务态度、餐馆菜肴的味道等均可以看作是这类特性。

上述几种特性中,必须特性比魅力特性更容易决定。另外,随着时间流逝,由于竞争的结果,魅力特性会逐渐演变为必须特性。