

ZHI LIANG
GUAN LI
CONG SHU
质量管理丛书

统计工序控制



中国质量管理协会 编

理工大学出版社

统计工序控制

梁乃刚 主编

林少宫 主审

北京理工大学出版社

(京)新登字149号

内 容 简 介

本书是中国质量管理协会主持编写的《质量管理丛书》之一,是作者在总结我国近年来质量管理的实践基础上,并吸收了国外的研究成果,编写而成的。本书从基本理论出发,比较系统地阐明了统计工序控制的基本理论与主要方法。全书共分七章,其主要内容包括:统计工序控制的基本概念,质量变异及其统计规律,工序能力分析,控制图,控制图的经济设计及其他工序控制方法等。本书的特点:内容丰富,在方法的应用上叙述的较为详细,便于阅读。

本书适用于企业质量管理人员、工程技术人员阅读,也可作为大专院校企业管理专业及工程技术专业师生的参考书。

统 计 工 序 控 制

中国质量管理协会 编

*

北京理工大学出版社出版发行

各地新华书店经售

国防科工委印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 11.125印张 239千字

1993年7月第一版 1993年7月第一次印刷

ISBN 7-81013-615-1/C·47

印数: 1—6000册 定价: 6.60元

李为柱	(708 所 科技委主任、高级工程师)
余美芬	(中国质协研究部部长、高级工程师)
陈炳权	(同济大学教授)
沈 阳	(北京市质协培训部部长、工程师)
张贵华	(中国质协副秘书长、高级经济师)
张绍镛	(内蒙古工学院副教授)
杨文士	(中国人民大学教授)
罗国英	(中国质协秘书长、高级工程师)
罗笃常	(西安冶金建筑学院副教授)
林修齐	(上海市技术监督局宣教处副处长、高级工程师)
金广林	(吉林工业大学教授)
金同颢	(机械质协培训部部长、工程师)
茆诗松	(华东师范大学教授)
梁乃刚	(东北大学教授)
钱仲侯	(北方交通大学教授)
盛树仁	(国家计委副主任、中国质协副理事长、高级经济师)

质量管理丛书编审委员会名单

- 主 任：**盛树仁 (国家计委副主任、中国质协副理事长、高级经济师)
- 顾 问：**宋季文 (中国质协理事长)
岳志坚 (中国质协顾问)
林少宫 (华中理工大学教授)
沈思聪 (中国人民大学教授)
- 副主任：**玄 锐 (中国质协副理事长、高级工程师)
张贵华 (中国质协副秘书长、高级经济师)
朱玉龙 (国家技术监督局综合计划司司长、高级工程师)
杨文士 (中国人民大学教授)
严圣武 (北京理工大学教授)
罗国英 (中国质协秘书长、高级工程师)
〔常务副主任：杨文士、严圣武、罗国英〕
- 编 委：**(按姓氏笔划为序)
玄 锐 (中国质协副理事长、高级工程师)
朱玉龙 (国家技术监督局综合计划司司长、高级工程师)
刘光庭 (清华大学副教授)
刘建生 (西安矿业学院教授)
严圣武 (北京理工大学教授)

前 言

质量管理丛书，现在开始出版发行了。以丛书的形式编辑出版质量管理方面的著作，这在我国还是第一次。值此出版发行之际，我想说一点不成熟的意见，供读者参阅。

—

党的十一届三中全会以来，我们贯彻执行改革开放的总方针，已经十年了。同我国其他各项事业一样，十年来，质量管理事业也取得了很大的进步。就从这部丛书来看，十年前我们无论如何是编不出来的，现在能够这样做，它反映出：在改革开放的指引和推动下，随着质量管理在我国的广泛开展和不断强化，随着这方面实践的逐步深入，把质量管理作为一种专门学问来看待，我们的知识逐步丰富起来了，我们对质量管理的认识逐步深化了。

产品质量问题，是经济建设的一个战略问题；对工业企业来说，质量就是生命，这个道理，现在大家都是承认的。问题在于，究竟怎样才能做到确保产品质量和不断提高产品质量呢？除了在技术上必须大力推动企业技术进步以外，在管理上还必须相应采取什么措施呢？为了回答这个问题，十年来，我们进行了广泛的探索，付出了艰苦的努力。实践证明，建立现代工业，不仅需要现代技术，而且需要现代管理。就质量管理而言，全面质量管理就是现代的质量管理。

在我国现代化建设中，为了确保产品质量和不断提高产品质量，推行全面质量管理是一条必由之路。

我国推行全面质量管理，始于 70 年代末期。当时，一批先行者在接受了这种新知识以后，立即率先在企业中试行，一些企业不久就取得了比较明显的效果。在这些成功事例的影响和推动下，全面质量管理的推行工作迅速扩展开来。

“六五”期间，由少数工业企业到多数工业企业，由工业的个别行业到各行各业，由工业企业到交通运输企业，由工交企业到建筑、商业企业，全面质量管理在全国范围内开展起来了。这种情况说明，经过实践，全面质量管理的科学性、实用性和有效性，已逐步得到了广泛的确认，全面质量管理已开始在我国扎下了根子。在此基础上，原国家经委 1986 年决定，“七五”期间，要在全国所有大中型工业企业中普遍推行全面质量管理，并按此逐年制定了实施规划。目前，这项工作仍在继续进行，进展情况总的说来是好的。

应当着重指出，全面质量管理的推行工作之所以能收到如此效果，一条重要的经验就是：教育必须先行，必须坚持一贯。产品质量的形成有它自己的规律；如何通过加强管理来确保质量和提高质量，也有它自己的规律。特别是，随着现代科学技术和现代工业的飞速发展，形成产品质量的因素愈来愈复杂，质量管理也就相应复杂起来。在这样的情况下，要想取得推行工作的成功，不学习是绝对不行的；不仅要学习基础知识，而且要坚持不懈地学习新知识，才能适应推行工作的需要。正因为如此，值此全面质量管理推行十年之际，我们认为，在十年实践的基础上，编辑出版一套质量管理丛书，对于总结经验，推动学习，促进全面质量管理的

续继深入发展，加快各行各业发展品种提高质量的步伐，将是很意义的。

二

前面说过，现代科学技术和现代工业的飞速发展，使得质量管理愈来愈复杂。为了加强质量管理，不仅需要掌握各种学科的知识，而且需要把这些知识有机结合起来，以利系统地解决确保质量和促进质量提高的各种复杂问题。这次编辑出版这套丛书，就是把质量管理所需的各种知识加以汇集的一种尝试。虽然还不能说我们的认识已十分成熟，也不能说把质量管理作为一门科学我们已形成了自己的学术体系，但十年的实践确使我们积累了丰富的经验和增长了多方面的知识，编写这样一套丛书的条件，应当说已基本具备了。

这套丛书，经多方征求意见和反复研究，初步确定暂由二十一种书组成。为了使读者在总体上有一个比较清晰的轮廓，这些书可以大致归并为以下几类：一是综合论述类的书有三种，即《质量管理概论》、《质量体系》和《宏观质量管理》；二是过程管理类的书有五种，即《方针目标管理》、《产品开发设计的质量管理》、《生产制造的质量管理》、《采购供应的质量管理》和《销售服务的质量管理》；三是管理技术类的书有六种，即《质量特性的试验设计》、《可靠性》、《统计工序控制》、《质量数据的统计分析》、《质量评定与定量化》和《质量信息管理》；四是专业管理类的书有五种，即《质量成本》、《质量审核》、《质量检验》、《质量监督》和《质量改进》；五是专门论著，有两种，即《质量法制》和《质量心理》。毋庸讳言，以上编写方案，虽经反复研究，仍是不够全

面完善的。好在丛书的编辑出版有一个过程；上述各书既是整个丛书相互关联的一个组成部分，同时又具有相对的独立性，在出版过程中，如发现有重大疏漏或明显不妥之处，还可及时作些调整增减。

还需说明，这套丛书，着重考虑了它的普遍适用性，没有编入专门论述各个行业的质量管理论著。这类论著的重要性是不言而喻的，因为不同行业无论在技术上或管理上都有不同的特点，都需要从各自的特点出发在加强质量管理上有所侧重；总的道理是一致的，但具体实施时又小有差别甚至差别很大，比如机械工业企业和化学工业企业在推行全面质量管理时的具体做法就是很不相同的。近年来，这类专著已出版不少，在此基础上，我们希望各行各业继续努力，编辑出版一些在理论上实践上都更加成熟的具有更高水平的专著。

三

这套论述质量管理的丛书，其本身的质量如何，我想读者一定是十分关心的。作为编者，我们能够向读者报告的是：这个问题从一开始就提上了编写工作的重要议程，并且自始至终地予以重视。我们认为，如果论述质量管理的书不讲质量，编写质量管理丛书不讲质量管理，那对质量管理工作就会是一个不小的讽刺。当然，尽管我们对丛书质量是重视的，也认真采取了一些保证质量的措施，但由于编者水平有限，对作为一套丛书的如此众多书籍的质量保证措施也较难十分严密，加之实践还正在发展，许多新问题还有待探索、总结、回答，因此，如果读者能作出这样的评价：这套

丛书是力求理论上的科学性并尽可能集中反映十年实践经验的，它已达到一定的质量水平，但还需继续努力创造出更高的水平，我们就十分满意了。我们希望丛书和读者见面以后，能够得到学者、专家、企业家和广大质量工作者的指教，促使我们进一步完善这套丛书，并依靠大家的智慧和共同努力，逐步形成我国自己的质量管理的学术体系，有力推进质量管理事业的发展，更好地为社会主义现代化建设服务。

盛树仁

一九八九年七月

编 者 的 话

统计工序控制(简称 SPC),是一种运用数理统计工具控制工序的变化,以达到改进产品质量和服务质量,改善工序生产能力的重要方法。这一方法早在 20 世纪 20 年代首先由美国提出,它的基础就是休哈特的工序控制方法。然而这种方法,在第二次世界大战以后的一段时间里,在美国一些企业并未得到广泛地传播与应用,特别是在 1950 年~1980 年这段时间里,除少数企业外,在多数企业里均没采用。然而日本在这段时间里却推广了该方法,并得到广泛地重视与应用,这也是日本在质量与生产等方面能跃居于世界领先地位、经济取得发展的基石。因此,自本世纪 80 年代以来,统计工序控制,又开始引起国外一些企业的高度重视,美国又开始推行 SPC,在西方其他一些国家也开始复兴,并列为高技术之一。我国在引进全面质量管理的同时,统计工序控制方法也同样得到了推行与发展。

本书对统计工序控制的基本思想和方法作了比较详细地阐述。在编写过程中,力求理论与实践相结合,尽力引入较新的资料。并注意总结统计工序控制方法的教学经验。本书可作为企业管理干部与工程技术人员学习统计工序控制的教材,也可供高等院校有关专业师生参考。

参加本书编写的有:东北工学院梁乃刚(第一、二、四、五、七章)、中山大学杨维权(第六章)、广州市质量管理协

会张旭东(第三章)及东北工学院马钦海(第七章第三、四节)。
全书由梁乃刚负责总纂,林少宫负责主审。

本书在编写过程中,引证了有关著作的例证及参考资料,在此一并表示感谢。由于编著者水平所限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

1992年2月25日

目 录

第一章 概述

第一节 质量和质量控制	1
第二节 工序分析与工序控制	10
第三节 统计工序控制	18

第二章 质量变异及其统计规律

第一节 质量变异	25
第二节 质量变异的统计描述	31
第三节 质量变异数字特征的度量	41
第四节 质量变异的统计规律	45
第五节 二个质量特性变量的统计描述与度量	53

第三章 工序能力分析

第一节 工序能力的概念	63
第二节 工序能力指数	64
第三节 工序能力与不合格品率的关系	71
第四节 C_p 值的推断	79
第五节 工序能力的评价	82
第六节 偏态分布时的工序能力的修正	87
第七节 不同质量要求的工序能力判断	93
第八节 计数情况下的工序能力指数	98
第九节 工序能力调查和提高工序能力的途径	101

第四章 控制图(一)

第一节 控制图的理论依据	111
第二节 均值—极差控制图 ($\bar{x}-R$ 图)	119
第三节 均值—标准差控制图 ($\bar{x}-S$ 图)	130

第四节	中位数—极差 ($\tilde{x}-R$) 控制图	133
第五节	单值—移动极差控制图 ($x-R_s$ 图)	137
第六节	最大值与最小值控制图 ($L-S$ 图)	141
第七节	控制图的检出能力分析	146
第八节	样本的选择	156
第九节	几种特殊形式的控制图	162
第十节	生产过程的调整	175

第五章 控制图(二)

第一节	计件值控制图	182
第二节	p 及 p_n 控制图的检出力及样本大小 n 的确定	195
第三节	计点值控制图	201
第四节	复式控制图	209
第五节	控制图的判断与分析	212
第六节	控制图的用途及使用程序	226

第六章 控制图的经济设计

第一节	基本概念与原理	232
第二节	$\bar{X}$ 图的经济设计	242
第三节	$\bar{X}-S$ 联合控制图的经济设计	257
第四节	$\bar{X}-R$ 联合控制图的经济设计	262
第五节	p_n 及 p 控制图的经济设计	266

第七章 其他工序控制方法

第一节	工序质量控制的预控法	274
第二节	小批量生产的计量控制图	282
第三节	累积和控制图法	293
第四节	指数加权移动平均值控制图	319
第五节	多变量控制图	323
第六节	验收控制图	327
附表 1	正态分布数值表	333
附表 2	控制图系数表	339

第一章 概 述

第一节 质量和质量控制

一、质 量

什么是质量？通常人们在使用质量这个词时，往往把它当成一个抽象的概念，或者把产品的功能说成是质量，并且由于人们对质量的认识程度不同，对于质量赋予不同的含义。

美国质量管理专家朱兰(J.M.Juran)从用户使用要求出发，提出了质量就是适用性的概念。他认为“适用性是该产品在使用时能成功地满足用户需要的程度”。具体地说，用产品所具备的特性满足人们需要的程度来表示产品质量的好坏。

适用性是很多质量参数的综合结果。适用性是由用户认为对他们有益的产品特性所决定的。适用性除了包括适用的产品性能，例如产品的物理、化学性能（例如，机械零件的尺寸、精度、表面粗糙度；电器产品的绝缘性；化学产品的成分含量等）以外，还包括以下质量要素：

①合理的价格；②使用的经济性；③长时间使用的可靠性；④完全无害；⑤易用性；⑥外观美，多用性；⑦易造性；⑧易废弃性。

应该通过质量管理使产品具备上述条件，满足市场需求。

有人把上述质量称为魅力质量。也有人把与产品性能有关的质量称为功能质量，把与性能无直接关系的诸如外观等质量称为非功能质量。

尽管说法不同，但最根本的质量还是适用性。不要脱离消费者需求，盲目追求高级化、高价格，这是过剩质量。过剩质量也是不良要素。总之，质量必须是给消费者带来好处。

然而，作为生产者来说，为了实现产品适用性质量，企业内部还是需要通过某种符合性规范来约束其全部生产(或劳务)活动，生产(或服务)本身亦需要一个客观的技术的特征和特性作为评价、检验和考核的依据，即要生产出符合质量特征、特性指标要求的产品。所以，生产方在制造过程中还必须研究“符合性”质量，因此，在ISO8402—1986《质量—术语》标准中对质量的定义是：“质量是反映产品或服务满足明确或隐含需要能力的特征和特性的总和。”从该定义可以看出质量定义由两个层次构成。第一层次是说产品必须满足明确或隐含需要；第二层次是说在第一层次成立的前提下，质量是产品特征和特性的总和。在第一层次中所讲的“需要”，实质上就是产品(或服务)满足用户的需要，即产品的适用性。满足“需要”要用什么加以表征，因此，“需要”必须转化成有指标的特征和特性，这些包括可用性、安全性、可获得性、可靠性、可维修性、经济性和环境适宜性等。这些用指标表示的特征和特性一般是可以定量衡量的。换句话说，全部符合特征和特性指标要求的产品，就是满足用户需要的

产品。所以“质量”的第二层次实质上就是产品的符合性。

产品质量从其形成过程来说，可分设计质量、制造质量和使用质量。

(1)设计质量。这是指设计阶段所体现的质量，也就是产品质量设计符合质量特性要求的程度，它最终是通过图纸和技术文件质量体现出来。

通过调查市场需求，考虑产品生产的经济性，根据经营决策设定质量方针，按照质量方针所示的质量目标进行质量设计。这些被设计出来的质量就是设计质量。设计质量是充分考虑满足消费者的需求和适应企业技术、设备、管理等综合能力水平而设计的。设计质量在管理工作中体现为规范质量。如果仅考虑消费者要求，而不考虑制造技术或二者都不考虑的质量称目标质量。由此可见，规范质量和目标质量是两个截然不同的质量概念。

规范质量是综合考虑消费需求和生产稳定状态而确定的，如果不进行质量管理，就不能及时了解工序状态，规范质量也就很难实现。

众所周知，如果设计质量出了问题，则根据设计质量制造出来的产品质量肯定不会是优质的。大部分有功能缺陷的产品都是由于设计质量欠佳造成的。

但是设计质量并不是越高越好，脱离消费需求的设计质量是过剩的质量。故在确定设计质量时，即使生产能力可以达到也要考虑经济效益，即选择最佳设计质量，见图1-1。

所谓“最佳设计质量选择区”的含义是，以最佳设计水平为着眼点，以保障消费者利益为原则，适当降低成本或提高设计质量水平，根据实际情况选择适当的设计质量。