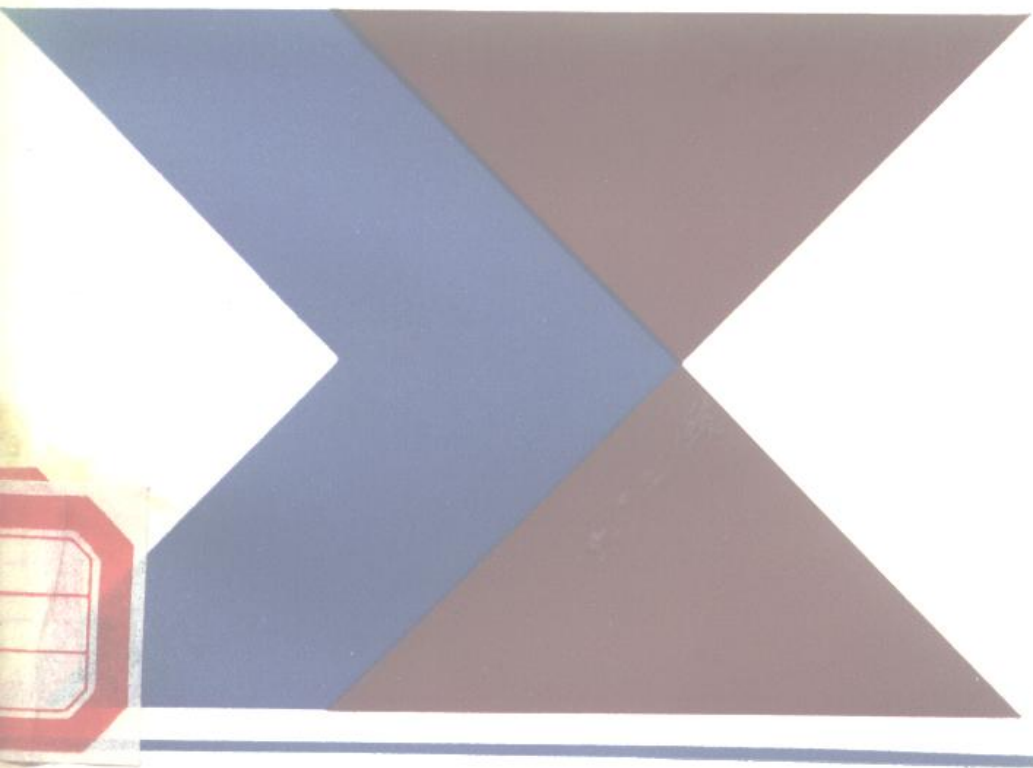


王世芳 编著

线外线内 质量管理技术

XIANWAI XIANNEI
ZHILIANG
GUANLI JI SHU



机械工业出版社

线外线内质量管理技术

王世芳 编著



机械工业出版社

线外线内质量管理技术，是质量管理技术的新发展。

本书系统地阐述了线外线内质量管理技术的理论与方法。全书共十一章。第一、二、三、四章阐述了线外线内质量管理的基本概念与基本方法，如质量概念、质量因素、质量特性值、直积法、欧米加法、累积法、S/N比法以及质量波动及其损失函数等质量管理新概念与新知识；第五、六、七、八章阐述了线外质量管理的理论与方法；如系统设计、参数设计、容许差设计、计量动态质量特性设计、计数动态质量特性设计等新技术；第九、十、十一章阐述了线内质量管理的理论与方法，如工序诊断调节、预测与校正、检验与处理等工序控制与检验设计的新方法。

本书内容比较丰富，理论阐述清楚，与实例结合好。适合工业企业领导人员、工程技术人员、管理人员以及科研部门的研究人员阅读。也可作大专院校的管理专业、设计专业、自动控制专业的教学参考书。

线外线内质量管理技术

王世芳 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $10^{7/8}$ · 字数 239 千字

1984 年 12 月北京第一版·1984 年 12 月北京第一次印刷

印数 00,001—11,100 · 定价 1.75 元

*

科技新书目：88-83

统一书号：15033·5664

责任编辑 工力

前 言

质量管理科学，历经了五十年的发展、完善过程，今天已成为管理科学的一个重要分支。

五十年来，质量管理科学促进了质量管理的实践向纵深发展。同时，它本身在理论上、方法上也获得了飞跃进步。其中，值得特别提出的，是田口玄一博士所创立的质量管理新技术——线外线内质量管理技术。线外线内质量管理技术的出现，标志着质量管理科学进入了一个新时期——两个质量管理学派（休哈特学派与田口学派）并存，相互争鸣又相辅相成的新时期。

休哈特学派的着眼点与田口学派的着眼点，均在于对质量波动的控制。但基本理论观点与技术方法不同。正因为如此，我才说，它们是质量管理科学发展中的两个学派。

关于休哈特学派的理论与方法，国外已有不少专著论述，国内质量管理学界也编著、翻译了不少著述，故本书不做进一步探讨。

田口学派的理论观点是，既重视经济效益，又不是经济学；既运用数学方法（包括数理统计学），又不是从数学观点来研究质量管理，而是从工学观点、技术观点来研究质量管理的理论与方法，是一种通用的、边缘性的质量管理新技术。这种方法使质量管理与经济效益直接联系起来了。

线外线内质量管理技术，形成于本世纪七十年代，目前已在日本、美国、西欧、巴西、印度、苏联等国推广应用。我国于1979年开始应用此项质量管理技术，在北京、上海一些工厂已经取得了显著效果。目前全国各地正积极开展线外线

内质量管理技术的学习、推广工作。1982年9月起,又在北京、上海、辽宁、湖北、广西等地区举办了线外质量管理的函授教育。可以期待,线外线内质量管理技术,必将更广泛地被运用起来,必定会结出更加丰硕的果实。

但对线外线内质量管理技术作系统阐述的书籍,在国外较少,国内亦不多见。笔者编著此书的目的,就在于把线外线内质量管理技术的理论与方法,加以系统化、实用化,以满足质量管理实践的需要。具体地说,就是为工业企业的技术人员、管理人员(特别是管理人员)、大专院校的设计与工艺专业和管理专业的师生、科研部门的研究人员,提供一本系统阐述质量管理新技术的书籍。上述人员自然是本书的读者对象。此外,对自动控制专业的人员来说,本书也是值得一读的。因为,研究自动控制,不了解质量管理,就实现不了真正的自动控制。因为,质量低、稳定性差、故障多的自动控制系统,是无使用价值,甚至是有害的。而本书所述的 SN 比分析、动态质量特性设计、工序诊断调节、预测与校正等内容,都有助于提高自动控制系统的稳定性。

本书引用了一些国内外已公开发表的实例。谨对原例作者表示衷心感谢!但例中的数据,请勿作为经验数据引用。

本书涉及一些数理统计知识与实验设计法知识,由于这方面已有不少专著出版,读者可自行查阅。

笔者鉴于编著本书的目的,以应用为主,故对某些公式未作繁琐的推导。读者只要理解公式的实际意义,便能顺利阅读本书。

笔者水平有限,错误之处,望读者指正。

王世芳

一九八三年一月于武汉

目 录

前言

第一篇 导 论

第一章 质量与质量管理	7
1.1 质量	7
1.2 质量管理	5
第二章 因素与特性值	13
2.1 质量因素	13
2.2 特性值	19
第三章 特性值分析法	28
3.1 直积法	28
3.2 欧米伽变换法	35
3.3 累积法	42
3.4 SN比法	55
第四章 质量波动及其损失	85
4.1 质量波动	85
4.2 质量波动损失	88
4.3 质量波动的损失函数	93

第二篇 线外质量管理

第五章 产品规划与系统设计	106
5.1 产品质量的形成过程	106
5.2 产品规划	108

5.3	系统设计	111
第六章	参数设计	115
6.1	参数设计及其基本思路	115
6.2	正交多项式及其用法	120
6.3	内外表法	126
6.4	直积法	136
第七章	容许差设计	148
7.1	容许差及容许差设计	148
7.2	单因素容许差设计	152
7.3	双因素容许差设计	158
7.4	多因素容许差设计	164
第八章	动态特性设计	174
8.1	动态特性设计的程序与方法	174
8.2	计量动态特性设计	188
8.3	计数动态特性设计	204
8.4	零件动态特性设计	221

第三篇 线内质量管理

第九章	工序诊断调节	235
9.1	工序诊断调节及其费用函数	235
9.2	最宜诊断间隔的确定	245
9.3	工序诊断调节的实施	250
9.4	工序诊断调节要素的优化	255
第十章	预测与校正	273
10.1	预测校正及其程序	273
10.2	波动的周期分析	276
10.3	最宜周期的确定	285

VI

10.4 最宜校正量的确定	293
10.5 校正作业	295
第十一章 检验与处理	298
11.1 检验处理与不良类型	298
11.2 临界不良率的计算	299
11.3 抽样挑选检验	307
11.4 连结检验设计	316
附表	322
附表1 F 表 (5%, 1%)	322
附表2 分贝值表, $1 \leq \eta \leq 10.00$ 时 ($10 \log_{10} \eta$)	328
附表3 欧米伽变换表	332
附表4 正交多项式系数表 (等间隔)	338
参考文献	340

第一篇 导 论

第一章 质量与质量管理

1.1 质 量

1.1.1 产品质量

日常，人们买什么物品时，都说某厂的产品质量好，某厂的产品质量坏。同时，工业企业在质量管理活动中，也使用产品质量这个词汇。总之，产品质量这个词汇，已作为日常用语在使用着。

但是，在使用产品质量这一词汇时，往往是把它当成抽象的概念，或者把产品功能说成质量。并且，随着每个人对产品质量认识的不同，而添加不同的含义。因而在许多情况下，不适当地使用产品质量这个词。

例如，购买物品时，用户在给某种物品作出质量好的结论时，他们凭借的尺度，可以有下列各种：或者说产品能经常维持与充分发挥其功能；或者说产品质量波动小、寿命长；或者说动力消耗小；或者说便于维修、保养；或者说副作用小（如药品），或公害、噪音、污染小等等。

这些说法，既然因人而异，所以也就不能给人以一个明晰的、统一的产品质量概念。

那么，什么是产品质量呢？

关于产品质量的定义，有三种表述方法。

1. 产品质量是指“产品满足用户需要的程度”，或者说，“产品的适用性”。

2. 产品质量是指“产品满足使用要求所具备的特性，即适用性”。

这两种表述法，实质是一致的。它们都道出了“满足用户要求”这个产品质量的中心内容。并且也含有产品应为用户需要而生产，产品质量优劣，应由用户来评价的意思。

这两种产品质量定义，一般用性能、使用寿命、可靠性、安全性、经济性等来表现。性能一般是指产品的功能特性；使用寿命是指产品在规定条件下，满足功能要求的工作总时间；可靠性是指产品在规定时间、规定条件下，完成规定功能的能力；安全性是指产品在流通与使用过程中保证安全的程度；经济性是指产品寿命周期总费用（包括使用成本）的大小。

3. 产品质量是指“产品出厂后，直到使用寿命完结止，给社会带来的有形与无形损失的程度。”

换句话说，产品质量，是用产品出厂之后，带给社会的损失大小来权衡的。

这是田口学派的定义。此定义中的“社会”，是指生产者以外的所有人，更具体地说，就是指使用者以及其它第三者。

使用者购买物品，是由于需要该物品所持有的某种功能。使用者在购入物品后，为了发挥或维持这种功能，还要在购置费之外，支付维持、保养、故障处理等项费用。所谓给使用者带来的损失，就是指这项开支。这也就是所谓有形

损失。所以，对使用者来说，损失小的物品，就是质优物品。

第三者，不是物品购买者或使用者。所以，他们并没有得到物品发挥功能时所带来的效益。但他们却蒙受劣质物品所带来的损失。例如，噪音、污染、汽车废气以及各种质量事故等，都可能给第三者带来损失。这也就是所谓无形损失。

根据上述第三种产品质量定义，所谓产品质量好，应该是产品出厂后，带给使用者的损失与带给第三者的损失之和为最小的产品。

产品质量，从形成过程说，有设计质量、制造质量、使用质量。

设计质量，是通过产品开发设计过程，研制设计出来的产品质量，用图纸与技术文件来体现。

制造质量，是通过生产工序制造出来的产品质量，是设计质量的实现。

这两种产品质量，一般称为固有质量。

使用质量，是在使用过程中发挥出来的产品质量，是产品质量与质量管理水平的最终体现。

从用户要求说，有内在质量、外观质量、包装质量、服务质量。这都从一个侧面，体现着产品的质量水平。

以上讨论了产品质量的三种表述。本书将以第三种定义为基点，来展开叙述。

1.1.2 工序质量与工作质量

产品质量水平，取决于工序质量水平。而工序质量水平，又取决于工作质量水平。

什么是工序质量呢？

按照田口学派的观点，我认为工序质量应该定义为，

“上工序给下工序所造成的损失程度”。

什么是工作质量呢？

工作质量，指为保证与提高产品质量而工作能满足要求的程度。如，设计工作质量、制造或施工工作质量、检验工作质量、服务工作质量等等。工作质量反映着工业企业的组织管理工作水平与技术工作水平。

如果说，产品质量反映用户即使用者的利益，那么，工序质量与工作质量主要体现生产企业本身的利益。这是由于，产品质量差，将给用户带来较大损失，工序质量与工作质量差，将给生产企业带来成本的增加和经济效益的下降。

产品质量同工序质量、工作质量之间，有一致性，即工作质量与工序质量好，产品质量也会好；但工作质量与工序质量好坏，并不简单等于产品质量好坏。譬如说，废品率、返修率、产品合格率、一次交检合格率等，都是反映工作质量的指标，而不是直接反映出厂产品的质量水平和产品出厂后给社会带来的损失。尽管如此，工作质量与工序质量，毕竟是产品质量的保证与基础，提高产品质量不能就产品去抓产品质量，而应从提高工序质量、工作质量入手，在提高设计、工艺、检验、服务等各方面的质量管理水平上下工夫。而工作质量又取决于人的质量。所以质量管理强调全员性（见 1.2.2 节），强调提高人的素质。

以上简述了产品质量、工序质量与工作质量。那么，什么是质量呢？

在质量管理中，质量有狭义与广义之分。所谓狭义质量，就是指产品质量本身。所谓广义质量，除产品质量外，还包括工作质量与工序质量。因此，有下列等式：

质量 = 产品质量 + 工作质量（包括工序质量）

1.2 质量管理

1.2.1 质量管理及其发展

1. 质量管理概念

谈质量，是为了管理质量和控制质量，是为了搞好质量管理。

为了搞好质量管理，必须理解什么是质量管理？

给质量管理下定义的早期人物，是美国的戴明（V.E. Deming）博士。他认为，“所谓质量管理，是指为了最经济地生产十分有价值、在市场上畅销的产品，要在生产的所有阶段使用统计方法。”

此定义可分解为三部分：

第一部分，是指“十分有价值、在市场上畅销的产品”。这就是说，工业企业出产的产品，必须是能满足用户需要的，用户不需要，是无价值的；同时，还必须畅销，有较高的市场占有率。

第二部分，是指“最经济地生产”。如果说，定义的第一部分，定出了质量目标，那么这第二部分，就是要求经济地实现质量目标。这就是说，技术人员应考虑：怎样使用低价材料，怎样用经济的方法制造，怎样能在短时间内加工出来；生产现场应考虑：怎样防止出现不良品，怎样保证最优的加工质量等等。

第三部分，是指“在生产的所有阶段，使用统计方法”。意思是，在生产各个阶段，要进行质量控制，以便把产品质量波动纳入质量目标的容许范围内。

可以说，戴明的定义，是质量管理定义的代表性表述之一。质量管理定义的另一表述，是费根堡（A.V. Feigen-

baum) 的定义。

费根堡认为,所谓质量管理,是指“为了最经济地生产能完全满足用户要求的产品,公司内各部门要协力保持与改善产品质量。”

可以看出,费根堡定义与戴明定义相比,既有非常相似之处,也有不同之处。

戴明定义的前半段是:“为了最经济地生产十分有价值的、在市场上畅销的产品。”对应地看费根堡的定义是:“为了最经济地生产能完全满足用户要求的产品。”两者虽然在文字表述上有些不同,但内容可以说完全相同。这是两种定义的非常相似之处。

戴明定义的后半段是:“在生产的所有阶段使用统计方法。”对应地看费根堡的表述,则变为:“公司内各部门要协力保持与改善产品质量。”这是两种定义的不同之处。戴明在质量管理上,强调统计方法的使用,而费根堡从实践角度出发,强调企业内的组织与协调活动。

这种表述的差别,恰恰反映了对质量管理的两种认识,两个侧面。

日本工业标准(JIS),兼收上述两种认识,对质量管理下了如下定义:“所谓质量管理,就是为经济地制造出质量符合用户要求的产品的的手段系统。近代的质量管理,由于采用统计方法,也叫统计质量管理。”

中国质量管理协会,考虑到质量管理实践的需要与这门科学的发展,拟订了如下质量管理定义:质量管理是指,“为保证与提高产品或工程质量所进行的调查、计划、组织、协调、控制、检查、处理及信息反馈等各项活动的总称。”

上述种种定义,尽管提法不同,但实质是相同的,即都

强调了两点：① 经济地出产用户满意的产品。这一点指出了质量管理的目的；② 质量管理活动过程与工作系统。这一点指出了质量管理的手段。

2. 质量管理的发展

质量管理是社会分工的产物。可以说，有商品生产，就有质量管理。只是，随着时代的不同，生产力发展水平的不同，所采取的形式、所实施的内容不同而已。

初始形态的质量管理，是采取生产者自检形式。十九世纪七十年代后，随着生产规模的扩大与分工的细化，以及公差概念的形成，质量波动规律的发现，质量管理便进入以自检、互检为主的时代。

自检、互检的主要作用是，寻找与发现不良品，剔除与隔离不良品，以防止不良品流入后续工序与市场（用户）。其积极意义在于，加强了不良品的信息反馈，防止了资源的进一步浪费与社会损失的进一步扩大。一言以蔽之，自检、互检起了“把关”作用。但是，不良品及其所带来的损失毕竟是产生了，所以，这种自检、互检，属于事后处理。

这种事后处理方式，一直持续到二十世纪二十年代。这可以是质量管理发展的单纯检验阶段。

事后处理方式的不足之处，也就在于事后它只能够发现质量不良，而不能杜绝不良品的产生。必须指出，单纯质量检验，即事后处理方式，虽然有这种不足之处，但它在过去的质量管理中，起了应有的作用，现在和未来仍然是质量管理的一个重要方式。我们提倡质量管理现代化，不能否定单纯检验的作用。

于是，人们也就设想与探索能够预防不良品的办法。办法之一是，一道工序、一道工序地进行加工途中的全数检验。

但这种方法在生产技术上，有时是难以实现的（例如，在精磨加工工序中，如果，磨削中途停机测量零件尺寸，然后再重新定位磨削，反而会带来定位误差；化学与金属冶炼工艺更不宜中途停止化学反应），在经济上往往也是不合算的。经过研究、探讨，终于在二十世纪二十年代，创造出来了一种可行的预防控制方法，这就是1926年美国贝尔研究所的休哈特（W.A.Shewhart）博士所创造的控制图法。

控制图法，是预防不良品、对工序质量进行事前控制的有效方法。它揭开了质量管理科学化的新时期。质量管理，从此进入了统计质量管理阶段。

在第二次世界大战期间，美国国防部为提高军工产品质量，制订了三个战时质量控制标准：

AWSZ1.1~1941 质量管理指南，

AWSZ1.2~1941 数据分析用控制图法，

AWSZ1.3~1942 工序控制用控制图法，责令军工企业施行。

与此同时，在交货检验方面，采用了抽样检验法。

在此期间，英国于1935年制订了“工业标准化与质量管理的统计方法”——标准BS600。后来又参照AWSZ1.1、Z1.2、Z1.3，制订了BS1008标准。在战时，美英两国推行统计质量管理，都取得了显著效果。因此，休哈特的质量控制方法，在第二次世界大战后，又在西欧、日本等国进一步得到了推广。

所以，二十世纪三十年代到五十年代，是质量管理发展的统计质量管理阶段。

然而，统计质量管理主要施行于制造过程，忽视了形成质量与发挥质量的全过程，以及质量管理的协调、组织工作。

同时，又过分强调数理统计方法的作用。这样，就使质量管理科学的有效性，受到了限制。新的矛盾，提出了新的问题，迫使人们去寻求新的对策。于是，美国的质量管理专家费根堡博士，于六十年代初提出了全面质量管理理论，由此，就进入了全面质量管理阶段。

所谓全面质量管理 (TQC—Total Quality Control)，费根堡最初是指，在生产过程的一切阶段，开展质量管理，以最经济的方法为用户提供满意的产品。继而，随着质量管理的深入开展，日本质量管理学界考虑到，只有企业各部门、所有职工都动员起来，才能实现 TQC 的要求，所以，在 TQC 的含义中，又增添了“全员”的内容。我国与日本的质量管理小组活动，就是在这一认识下发展起来的。

进入七十年代，质量管理学界与实践部门认识到，欲实现全面质量管理，还需有效地把生产全过程的各个环节、各项人的因素、物的因素都组织和协调起来。因而又提出质量保证体系 (QAS) 概念。我国也于 1980 年起，首先在机械工业中有步骤地开展了建立质量保证体系的工作。

总起来说，从本世纪二十年代迄今，质量管理科学在理论与方法上，都发展到了一个新水平，在实践上也进入了一个迅速普及的新时期。这可从两方面看出来。

一方面，休哈特学派的理论与方法有了新的发展：就控制图来说，出现不少新的种类与形式，最近又创造了累积和控制图、验收控制图等新的控制图；就抽样检验来说，在不断完善计数型各种方法的同时，又出现了若干计量型方法。

另一方面，也是重要的一方面，就是诞生了田口玄一所创立的线外线内质量管理理论与技术。这标志着，与休哈特学派并行地出现了一个新的质量管理学派，给质量管理学界