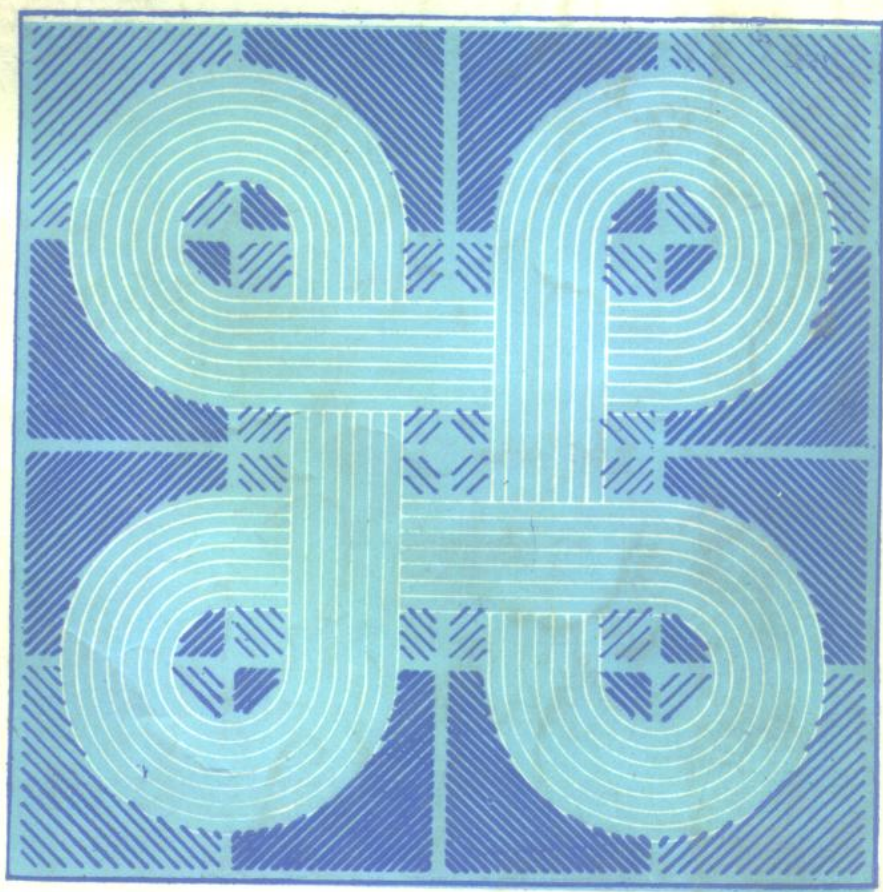


现代管理译丛

统计质量管理

[美] E.L. 格兰特 R.S. 利文沃斯 著



机械工业出版社

现代管理译丛

统计质量管理

〔美〕 E.L. 格兰特

R.S. 利文沃斯 著

胡良欢 季恒宽 沈煜强 张俊英 译

严肇宇 校

机械工业出版社

1981



机械工业出版社

184

STATISTICAL QUALITY CONTROL

Eugene L. Grant

Richard S. Leavenworth

McGraw-Hill Book company 1 980

• • •
现代管理译丛

统计质量管理

[美] E. L. 格兰特

R. S. 利文沃斯 著

胡良欢 李恒高 沈煜强 张俊英 译

严肇宇 校

责任编辑：谢景文 责任校对：丁丽丽

责任印制：张俊民 版式设计：张世琴

•
机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

•
开本 787×1092 1/16·印张30³/₄·字数752千字

1989年10月北京第一版·1989年10月北京第一次印刷

印数 0,001—1,870·定价：21.70元

•
ISBN 7-111-01040-X/F·183

《现代管理译丛》出版说明

第二次世界大战后，特别是六十年代以来，随着科学技术的迅速发展，大大地改变了社会的生产面貌。国外的现代管理是在科学管理的基础上发展起来的。现代管理的特点是：重视人的因素；利用现代数学方法和计算机手段，强调经营决策和系统观念；以及采用动态的组织结构来适应国内外市场的多变和跨国生产。

现代科学技术和现代管理是推动经济发展的两个车轮。我们进行社会主义建设时，不仅需要先进的科学技术，而且还需要现代的管理技术。学习和研究国外的现代管理，取其精华，去其糟粕，结合我国的实际，建立起具有中国特色的现代管理的理论与方法，这是我国各级管理工作者和管理科学研究工作者的光荣任务。

为了使我国读者对国外现代管理的现状和发展有所了解，以资借鉴，我们组织翻译和出版这套《现代管理译丛》。这套译丛包括现代管理的理论、方法、手段及其具体应用。其中有些管理手段虽然不是新出现的，但近年来有新的发展，在理论上与实践上有较高水平。原著的作者多为各国著名学者，或在著名的高等院校任教。但由于条件和水平限制，这里所选的不尽是国外最优秀的著作，译校工作也难免有不妥之处，希望读者提出宝贵意见，使之更臻完善。

本译丛适合于高等院校管理专业的教师、研究生及管理人员和研究人员阅读。

译 序

随着社会主义现代化建设事业的发展,质量管理在我国各行各业中得到了广泛地应用和推广。尤其是工业部门,推行全面质量管理已成为企业提高质量、降低成本、打开销路、争取出口,在国内外市场上获得竞争优势的重要手段和必由之路。为了推动我国的质量管理工作,使广大从事工业生产的技术人员、管理干部和工人能够结合自己的工作实践,系统地掌握有关质量管理的知识,我们翻译了美国McGraw-Hill公司出版的《统计质量管理》(1980年第五版)一书。

本书是由美国斯坦福大学工程经济名誉教授E.L.格兰特和佛罗里达大学工业和系统工程教授R.S.利文沃斯合著的,到目前共出版了五版。1946年出版第一版后,1952年、1964年、1972年和1980年分别出版了第二、三、四、五版。本书是质量管理的一本名著,在世界上有一定影响,再版次数之多,印刷数量之大,在同类书籍中是罕见的。

本书的特点是,运用工业部门的大量实例来系统地阐述质量管理图和抽样验收标准体系,对企业的工程师、技术员、管理人员、检验人员和大多数工人来说,读起来比较明瞭易懂,容易接受,并能对照应用。

本书由胡良欢主译,季恒宽、沈煜强、张俊英、严擎宇参加了部分翻译工作。全书由严擎宇校订。我们在译校过程中,力求忠于原著并准确地反映作者思想和意图,但由于水平所限,错误和不妥之处在所难免,欢迎读者指正。

原 序

本书是一种实用工作手册,主要介绍各类休哈特质量管理图和各种抽样验收体系及程序。这些技术虽然简单,却具有强大的功能,在全世界许多国家、许多工业部门都得到了广泛的应用,以便提高产品质量、降低成本。这些技术要得到最有效的应用,关键在于为生产和检验的负责人、工程师和管理部门所理解。

作者的意图是编写一本对这几方面的人员直接有用的书。本书并不是为专业统计工作者或数学家编写的,目的只在于适量地介绍一些理论知识,使读者掌握实际工作规则,从而认识到有关方法的众多用途及其局限性。

本书的一大特色是,大量地采用了选自许多工业部门的实际例证。每个例证的选用都是为了说明一个或若干个重要的论点。这些例证反映了本书的总的观点,就是在研究统计技术时,应当把它当作一种手段,去实现关心成本的工业管理部门所期望的目标。许多例证不仅涉及到随机变量值的特性,而且也涉及到各种工业制造厂商的人员的行为。

所有的例证都确有其事,并不是凭空杜撰的。然而,有些例证为了保守秘密而需要将来源隐蔽起来,或者对数据进行修改;在另外一些例证中,为了简明起见,省去了某些实际情况中的繁复枝节。但总的来说,即使列出了原始数据,毫无省略地介绍了全部事实,由此说明的论点也不会同这类经过变更或简化的例证有任何差异。

与前几次版本一样,这个版本所作的更动,一方面是为了更好地阐述基本原理;另一方面是为了使对各种论题的介绍能够反映最新水平。其中更动较大的有下列几点:

1. 本书论述过程控制的各章节不再使用有缺陷的(*defective*)和缺陷(*defect*)这两个词。在第一章中对此作了解释:这两个词的技术含义不同于它们的一般含义,而这种意义上的差异在有关产品赔偿责任的诉讼中引起了大量的混乱和误解。

2. 在第五章中增补了有关材料,着重介绍了进行过程能力研究的方法。

3. 有关计数值数据用的管理图的材料分别纳入两章中。第七章现在只介绍用于拒收比(不合格品率)和不合格品个数的管理图,而第八章则介绍不合格项(或称不合格点)(基于泊松分布)的管理图和每单元不合格项的管理图。增加了有关每单元不合格项的管理图的介绍篇幅。

4. 各种特殊过程控制方法均归并入第九章予以介绍。这样就使教员有了根据课程的具体情况对讲授内容予以发挥或压缩的机动余地。另外,这种安排也有助于专业人员寻求过程控制技术的特殊应用。

5. 对第十八章中有关寿命试验的材料进行了修改,以便阐述得更加明晰,同时也反映出最近美军军用标准MIL-STD-781的变化。

6. 本版的习题总数为486个,较前一版增加了21%。其中几乎一半是全新的;在另一半中也有许多已作了重要修改。和前几次版本一样,为了帮助利用本书进行自学的读者,对一些具有代表性的习题给出了答案。

本版仍沿袭了前四版的基本模式，而这种模式深受W.E.戴明博士的观点和基本原理的影响。另外，作者也愿在此向已故的哈罗德.F.道奇表示深切的谢意，他的广泛的意见对于本书第二、第三版的编写具有重大影响。第四版接受了许多读者提出的修改和改进的意见，作者对此谨表谢忱。特别应当提到的是承蒙邦妮·斯莫尔小姐在审校第四版稿本时提出的宝贵建议，还有海军研究局的西摩·塞利格先生对于军用标准部分的内容也提出了宝贵建议。然而，和其它所有的技术书籍一样，本书材料的选取和论述的最终责任必须由作者承担，如有任何不当之处，均由作者负责。

E.L.格兰特

R.S.利文沃斯

目 录

译序

原序

第一章 绪论	1
第一篇 过程管理	21
第二章 为什么管理图能起作用——某些统计学概念	21
第三章 为什么管理图能起作用——一些例子	52
第四章 简单的 $\bar{X}$ 图和 R 图的用法说明	81
第五章 合理分组、变化的分析和管理	107
第六章 概率论的一些基本原理	119
第七章 拒收比管理图	155
第八章 不合格项管理图	180
第九章 一些特殊的过程管理程序	196
第十章 关于规范和公差的一些问题	225
第十一章 关于管理图技术和某些其他统计技术之间关系的一些问题	245
第二篇 抽样验收	253
第十二章 抽样验收中的一些基本概念	253
第十三章 计数型逐批抽样验收的道奇——罗米格体系	274
第十四章 用于计数型逐批抽样验收的AQL体系 (ABC-STD-105)	291
第十五章 适用于计数型逐批抽样验收的某些其他方案	316
第十六章 适用于连续生产的验收检查	335
第十七章 计量抽样验收	347
第十八章 关于寿命试验和可靠性的一些问题	378
第三篇 一些有关的问题	409
第十九章 质量决策中的经济问题	409
第二十章 偶然原因系统作用的演示	422
第二十一章 管理图和抽样验收程序的广泛用途	428
附录	431
附录1 符号汇编	431
附录2 文献目录	436
附录3 表	441
表A 正态曲线下的面积	441
表B 根据 $\bar{R}$ 或 $\bar{\sigma}$ 估算 σ' 用的系数	442
表C 用以根据 $\bar{R}$ 确定 $\bar{X}$ 和 R 图3西格玛管理界限的系数	443
表D 用以根据 $\bar{\sigma}$ 确定 $\bar{X}$ 和 σ 图3西格玛管理界限的系数	443
表E 用以根据 σ' 确定 $\bar{X}$ 、 R 和 σ 图3西格玛管理界限的系数	444

表 F	百分拒收比 (百分不合格品率) 管理图的 3 西格玛管理界限	445
表 G	泊松指数二项式极限的累计项	447
表 H	阶乘的对数	451
表 J	对数 (尾数)	453
表 K	样本大小字码——MIL-STD-105D (ABC 标准)	455
表 L	正常检查 (一次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	456
表 M	加严检查 (一次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	456
表 N	放宽检查 (一次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	458
表 O	正常检查 (二次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	458
表 P	加严检查 (二次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	460
表 Q	放宽检查 (二次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	462
表 R	正常检查 (多次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	464
表 S	加严检查 (多次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	468
表 T	放宽检查 (多次抽样) 主表——MIL-STD-105D (ABC 标准)	472
表 U	正常检查 (一次抽样) 的平均检出质量上限系数—— MIL-STD-105D (ABC 标准)	476
表 V	加严检查 (一次抽样) 的平均检出质量上限系数—— MIL-STD-105D (ABC 标准)	476
表 W	放宽检查的界限数——MIL-STD-105D (ABC 标准)	477
表 X	用于计量型抽样方案的一些系数	478
表 Y	适用于单侧规范的某些西格玛已知和未知计量型验收 方案的抽查特性	479
表 Z	随机数	480

第一章 绪 论

统计学能否作出长远贡献，与其说取决于让大批造诣专深的统计学家进入工业界，不如说在更大程度上取决于培养一代具有统计学头脑的物理学家、化学家、工程师以及其它以任何方式参与将来生产工艺的开发、指导工作的专业人员。

——W. A. 休哈特和W. E. 戴明

管理图观点

统计质量管理的一项重要工具就是休哈特管理图。管理图从表面看来虽然简单，但是许多工程师、生产人员和检验员却发现：使用管理图要求人们具有一种全新的观点^①。本书的一个目的就是比较详细地介绍这种观点。这种观点可以简明地表述如下：由于偶然性，生产制品的实测质量永远存在一定量的变化。某种稳定的“偶然原因系统”乃是任何特定的生产方式和检验方式所固有的。在此稳定模式范围之内的变化是不可避免的。如果变化超出了此稳定模式的范围，则其原因是可以发现并予以纠正的。

休哈特技术的力量就在于它能辨别这类引起质量变化的异常原因。这样就能对许多生产故障进行诊断并予以纠正，而且往往能大幅度地改善产品质量、减少报废和返工量。此外，管理图能够确定某些质量变化属于不可避免的偶然变化，因此能告诉人们该在什么时候停止对某一过程的干预，从而防止不必要的经常反复调整。这种不必要的调整非但不能减少过程的变异性，反而会使过程更不稳定。

管理图通过揭示一个生产过程的自然能力，使人们能就工程公差作出更好的决定，同时也方便人们在可选择的设计及可选择的生产方法之间作更好的取舍。利用管理图来改进常规的验收程序，往往能以较低的检验费用来实现更好的质量保证。

规范、生产和检验

在开始生产之前，需要就制造什么产品作出决定。然后是实际的产品制造。最后则必须决定制造的产品是否符合最初的意图。人们可以很方便地按照这三个方面（规范、生产和检验）来考虑与制造产品质量有关的一切事宜。

应当将统计质量管理看作可能影响与规范、生产和检验这三种职能有关的种种决定的一整套工具。为了最有效地运用这套工具，需要负责这三种不同职能的人们密切合作，或者由比这三种人都高的上层作出决断。正因为如此，统管这三种职能的管理部门也必须了解统计质量管理的技术。

有助于合作的手段

生产人员往往异口同声地抱怨那些拟制规范的工程师不了解生产问题。检验人员则不仅抱怨制作出来的产品质量低劣，也抱怨规定的公差不合理。事实上，检验人员经常自行其是，用自己想象的“合理公差”来代替工程师实际拟定的公差。许多单位都显然需要一种能使设计师、生产人员和检验人员对彼此问题相互了解的基础。

^① 见，W. A. Shewhart: (Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control) (1939年，W. E. Deming 编辑)。

在过去,由于缺乏一定的方式能为争论提供根据的事实,这三类人员吵得不亦乐乎也乃无济于事。然而,在许多场合中,运用了统计质量管理技术,就可以得到这些事实根据。实际上,统计质量管理提供了一种共同的语言,上述的三类人员可以用这种共同语言来求得相互问题的合理解决。

一些简单的统计工具

数理统计学家为了分析数据而发展的许多技术也可以用于产品的质量管理。可以用统计质量管理这个说法来包括统计技术为此目的的全部运用。然而,它又往往是特指构成质量管理的最常用工具的四种不同而又彼此相关的技术,它们是:

1. 用于可测量质量特性的休哈特管理图。在本领域的技术语言中,这些图被称作计量或者 $\bar{X}$ 和 R (均值和极差) 图及 $\bar{X}$ 和 σ (均值和标准偏差) 图。
2. 用于不合格品率的休哈特管理图。在本领域的技术语言中,称这种图为 P 图。
3. 用于表示每单位缺陷个数的休哈特管理图。在本领域的技术语言中,称此为 C 图。
4. 和任何规定的抽样验收程序所实现的质量保护有关的那一部分抽样理论。

本书主要是对这四种技术予以说明。在运用统计方法来管理产品质量时,正是这四种工具得到了最广泛地应用,用来降低成本,改进质量。在运用统计方法的最初阶段则尤其如此。以后随着从事质量管理的人员对统计技术的逐步深入了解,就能更为有利地运用更先进的统计方法。

计量值与计数值

在统计学的技术语言中,计量值和计数值这两个词之间存在着重大的差别。当对某一实测的质量特性(比如以千分之一英寸为单位来表述的尺寸)进行记录时,我们就说质量是用计量值来表述的。当某一记录仅仅显示符合以及不符合任何规定要求的物品的件数,人们则称此记录为用计数值表述的记录。

所有制作的产品必须满足某些要求,无论这些要求是明文规定的还是不言而喻的。许多这类的要求可以表述为计量值,例如尺寸、洛氏硬度、华氏工作温度、抗拉强度(单位:磅/英寸²)、化合物中某种杂质的百分比、保险丝熔断时间(单位:秒)、白炽灯的寿命(单位:小时)等。大多数以变量值表述的规范都列出实测值的上限和下限。但有些则可能只有上限(比如化合物中某种杂质含量的百分比),而另一些可能只有下限(比如强度)。在休哈特管理图中, $\bar{X}$ 和 R 图以及 $\bar{X}$ 和 σ 图是处理计量值的。

另外许多要求则不能用计量值表述,而必须用计数值来表述。例如许多只能用肉眼检查的物件就是这样。一个压力表上的玻璃盖不是没有裂纹,就是有裂纹;一块平版印刷的铭牌不是颜色合适,就是不合适;一件傢俱的表面光洁度不是美观、就是不美观;在金属片材上进行点焊,不是引起片材边缘有裂缝,就是没有。总之,所检查的物件要么是符合有关规范,要么就不符合,非此即彼。

除了许多不通过任何数量测量的方法来规定的质量特性之外,还有许多特性虽然是作为可测计量值规定的,但在检查时,却只检查其是否符合有关规范。例如,利用“过和不过”方式的量规或卡规检验机加工部件就是这种情况。在休哈特管理图中,不合格品率 P 图是处

① $\bar{X}$ 符号念作“爱克斯巴”或者“巴爱克斯”横线在任何符号之上均表明是均值,故 $\bar{X}$ 即 $\bar{X}$ 的均值。

② σ 是希腊字母“西格玛”的小写,统计学家用它来代表“均方根”或“标准偏差”,读作“西格玛”,不应将它与大写希腊字母 Σ 混淆,数学家用 Σ 代表“求和”,“均方根偏差的含义的解释见第二章。

理计数值的。

利用计量值休哈特管理图的某些好处

在生产中出现故障是常有的事。只要这种故障是指在满足用计量值表述的质量规范方面出现困难， $\bar{X}$ 和 R 休哈特管理图就成了故障检验人员手中的不可缺少的工具。这些图能提供三个方面的情况，而只有知道了所有这些情况，才有了采取行动的依据。这三个方面的情况是：

1. 质量特性的基本变异；
2. 性能的一致性；
3. 质量特性的平均水平。

没有一种生产过程是如此完美，以致生产出来的件件产品完全一模一样。某种变异是不可避免的，这种基本变异的量将取决于生产过程的各种特性，如机器、原材料、操作工人等。在质量规范规定了上限和下限的场合（例如尺寸公差），一个重要的问题是：该过程的变异是否如此之大，以致不可能将所有的产品做成在规范的上下限范围之内。当管理图表明情况确实如此，而规范又不可能改变时，那么就只有两种可能性任人选择：或者对生产过程作根本改变，降低其基本变异；或者就只好承认这种事实，即永远需要经过筛选才能挑选到合格的产品。然而，有时候管理图表明基本变异是如此之大，以致制作的产品必然在公差范围之外。此时，人们如果检查一下实际状况，就会发现公差定得过严，超出了产品功能的实际需要。在这种场合，适宜的行动是改变规范，将公差放宽。

质量特性的变异可能遵循某种偶然的模式，也可能因为间或出现可以发现并消除的异常原因而表现得没有规律。图上的管理界线是这样安置的，要能揭示这类异常原因存在与否。虽然消除这些异常原因通常是一项工程性质的工作，但管理图能告诉人们该在什么时候（在有些情况下还能启示人们该在什么地方）去寻找这些异常原因。前面已经指出过，操作工人修改某一过程的尝试实际上也可能是质量变化的一个异常原因。管理图的一个优点就是它不仅能告诉人们什么时候需要采取行动来克服故障，而且能告诉人们什么时候应该停止干预某一过程。消除引起无规律波动的异常原因，亦即人们所谓的将某一过程置入管理之中，正是统计质量管理其所以能降低成本的一个重要原因。

即使某一过程的基本变异是这样的：即其自然公差范围窄于所规定的公差范围，即使该过程处于管理之中，其变异呈现出一种始终如一的模式，但由该过程生产出来的产品仍可能因为质量特性的平均水平过低或过高而不能令人满意。这一点也能由管理图揭示出来。在有些场合，修改平均水平可能轻而易举，比如改变一下机器的调整就可以了。但在另外的场合，比如要提高强度的平均水平，则可能需要开展一项研究工作才行。

一旦管理图表明某一过程已被置于管理之中，而且达到了满意的水平，变异界限也令人满意，人们就可以放心地认为该产品是符合范格的。这就意味着有可能将管理图作为验收方法的基础，利用管理图来确定上述良好状况是否在继续下去。在上述有利条件下，往往能节省大笔检验费用。如果检验采用破坏性试验，则有可能减少破坏性抽检的数目，从而一方面降低了试验费用，另一方面也减少了遭受破坏的产品的损失。

利用不合格品率休哈特管理图的某些好处

制作产品的大多数例行检验均属于计数值检验，即将每件受检的产品分成合格或不合格两类（也可能将不合格一类再细分为报废和返工）。上述说法既适用于100%检验，也适用于

抽样检验。在这类检验中，通行做法是对不合格的物件的数目作出记录。

但通常不同时记录受检物件的数目。然而，如果需要将某个时候的质量表现和另一个时候的质量表现进行比较，那么受检总数的记录和不合格数目的记录是同样必要的。不合格物件的数目与接受检验的物件数目之比称作不合格品率^①。

因此，不合格品率的休哈特管理图一般都利用现成的、用于其它目的的数据，或者虽不现成、但能很方便地获得的数据。通过简单的统计计算，就能得到管理界限，从而能由之判断引起变化的异常原因是否似乎存在，或者逐天（或逐批、逐个供应商、或其它任何可能的分类）的变化是否能用随机的原因来解释。

后面的章节将会指出：计数值管理图（即 P 图）的灵敏度比计量值管理图（即 $\bar{X}$ 和 R 图）稍低一些，因此没有计量值管理图那么重大的诊断价值。不过，它能告诉人们在什么时候和在什么地方应为谋求质量改进而施加压力，仍不失为生产管理的一个极其有用的辅助手段。由于采用 P 管理图而平均不合格品率大幅度下降是常有的事。在某些事例中， P 图能够揭示检验本身的质量的无规律波动，利用 P 图可能最终导致检验实践和检验标准的改善。此外， P 图往往能起到下列作用，即指出在那些场合需要借助计量值管理图来进行故障诊断。

除了在过程控制方面的应用之外， P 图也十分有利于和外部供应厂商的交往。不同的供应商可能会提交不同的质量水平，而其质量水平的变异也不一样。尤其需要知道的是：能否从某一供应商今天提交的产品质量可靠地推知下个月提交的产品质量情况。在这方面， P 图能提供有益的指导。

利用每单位缺陷个数休哈特管理图的某些好处

这种类型的管理图适用于两种相当特殊的场合。一种场合是对下列类型的缺陷个数进行计数，如某一给定面积的油漆或电镀表面上的瑕疵、某一给定长度的橡皮导线上的绝缘不良点、或者一匹布上的斑点等。另一种场合是检验相当复杂的、很容易出现各种类型的缺陷的装配单元，并记录检验员所发现的每个单元的所有类型的缺陷的总数。

与其它类型的管理图一样，这种管理图的管理界线是按能够探知引起变化的异常原因是否存在的方式设定的，因此利用这些管理界线就可以判断何时需要对过程采取行动，何时不需要采取行动。经验表明：在这种类型的检验中尤其有可能会存在检验标准和检验实践中的无规律变化，而每单元缺陷数的管理图总的来说是有助于检验方法标准化的。

虽然这种类型的管理图仅仅适用于有限数量的涉及到质量的生产场合，但对于在日常生活中经常遇到的许多其它种类的场合来说，它都具有广泛的应用。

抽样验收

验收检验是生产的一个必要部分，可以对进厂材料、生产过程的各个中间阶段的半成品和最后的成品进行验收检验。也可以由生产制品的购买者进行验收检验。

这种验收检验大量是以抽样的方式进行的。100%的检验往往证明是不实际的或者显然是不经济的。另外，采用抽样验收方法而验收的产品质量可能实际上反倒比用100%检验法验收的同样产品的质量更好，因为和100%检验方法相比，抽样检验有许多心理上的优点。100%的检验使检验员因重复操作而产生疲劳，这是实现良好检验的一个严重障碍。

众所周知，在许多种类型的检验中，即使经过若干次100%的检验也不能从有部分不合乎规范的产品流中将不合格产品全部清除。防止误收不合格产品的最好防护方法当然是一开

^① 不合格品率通常以十进制小数来表示，如0.023。也往往将此小数乘以100，将它转变成不合格品百分比，如2.3%。

始就将产品制造得合格。良好的抽样验收方法较之100%检验能对质量之改进施加更大的推动力，因此往往能有助于实现这个目标。某些抽样方法还能比一般的100%检验为质量故障的诊断提供更好的基础。

应当认识到：虽然现代抽样验收程序总的来说比不按概率规律制定的传统抽样方法优越，但采用抽样验收的人们都必须面对这样一个事实，即交付验收的产品流中只要有一部分不符合规范，则无论采取什么抽样验收方法，总有一些不合格的产品有可能通过验收。以统计学为基础的抽样验收坦率地面对这一事实，它力图评估各种可供选择的抽样方法所承担的风险，并就在任何场合所需要的防护度作出决定。尔后就能选择能提供所需防护度的抽样验收方法并适当地考虑到有关的各种费用。

实例的使用

本书自始至终贯穿着许多运用统计质量管理方法的实例。为了引用方便起见，这些实例均按章节号和顺序号结合的方式编号。

第一篇和第二篇将对本书介绍的统计质量管理的工具进行详细论述。在此之前，似乎有必要对某些更通用的工具作些说明，以便使读者对此有全局性的了解。例1-1和1-2是对计量值管理图的说明，而例1-3则是对运用基本概率理论来评估一种通用抽样方案所实现的质量保护的说明。

例1-1($\bar{X}$ 和R图)用于过程管理的试验性管理图。本例的事实：在统计质量管理所提供的全套工具中，诊断生产问题用的最强有力的工具之一就是计量值型休哈特管理图。统计质量管理的课程经常都是首先简明地介绍一下这种管理图。在一次讲授统计质量管理的夜校课程中的第三讲（两小时）的讨论题就是这种管理图。其中的一名学员是一家工厂的一个小部门的生产管理员，而这家工厂从未运用过任何统计质量管理方法。在听完上述的两个小时的讲课之后，这位管理员为了熟悉管理图而作了一次试验，将管理图运用于他所在部门的一项作业。

这项作业是对一种飞机液压系统的零件进行螺纹磨削加工。螺纹的中径规定为 0.4037 ± 0.0013 英寸。这些零件在生产好了之后全都要用“过和不过”的螺纹环规来检查这一尺寸。这种检验通常是在生产之后的若干天后进行的。为了尽量减少在这种检验操作中的环规磨损，该生产部门的做法是瞄准略低于 0.4037 英寸标称直径的一个平均值。

为了对螺纹中径进行实际测量并使测量精度达到万分之一英寸以下四舍五入，这位管理员借来了一台原本作它用的目视比较仪。大约每隔一小时就将刚生产出来的五个零件测量一下。对每个样本（包括五个零件）都计算出平均值和极差（抽样中的最大值减去最小值）。这样获得的数字如表1-1所示。

表1-1 飞机零件螺纹中径的测量值

表中数值为超过 0.4000 英寸的值，单位为 0.0001 英寸。规范尺寸为 0.4037 ± 0.0013 英寸

样本编号	每小时对五件产品的测量值					平均值 $\bar{X}$	极差R
1	36	35	34	33	32	34.0	4
2	31	31	34	32	30	31.6	4
3	30	30	32	30	32	30.8	2
4	32	33	33	32	35	33.0	3
5	32	34	37	37	35	35.0	5

(续)

样本编号	每小时对五件产品的测量值					平均值 $\bar{x}$	极差R
6	32	31	31	33	33	32.2	2
7	33	33	36	32	31	33.0	5
8	23	33	36	35	36	32.6	13
9	43	36	35	24	31	33.8	19
10	36	35	36	41	41	37.8	6
11	34	38	35	34	38	35.8	4
12	36	38	39	39	40	38.4	4
13	36	40	35	26	33	34.0	14
14	36	35	37	34	33	35.0	4
15	30	37	33	34	35	33.8	7
16	28	31	33	33	33	31.6	5
17	33	30	34	33	35	33.0	5
18	27	28	29	27	30	28.2	3
19	35	36	29	27	32	31.8	9
20	33	35	35	39	36	35.6	6
总计						671.0	124

两个不是管理图的图。如果在进行这些测量时并没有该管理员所学到的管理图技术入门知识的启示,则有可能会算出各次抽样的平均值,但很可能不会算出极差。图1-1示出两个并非管理图、但有时是根据这类信息绘制的这样的图。这种图对生产管理可能是有益的,但并不能为采取行动提供管理图所能提供的那样确定的依据。

图1-1 a)绘出每个样本的各单独测量值。它还示出公称尺寸和公差的上、下界限。除第8中的一个零件之外,其余所有经过检查的零件均符合规定的公差。

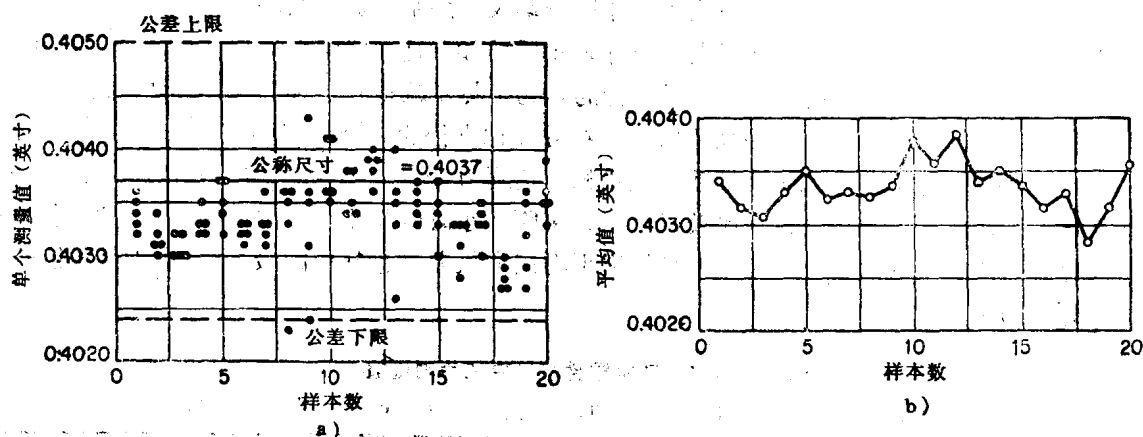


图1-1 飞机液压系统用的零件螺纹的中径。

a) 单个测量值 b) 每个样本(每个样本有5个零件)的平均值

图1-1 b)示出了这些样品的平均值。这类图可能比图1-1 a)类型的图更清楚地显示趋势,但它不能提供休哈特技术所能提供的界限,所以也就不能揭示有关过程是否呈现出缺

乏管理（统计学意义上的“管理” $\ominus$ ）的状态。

这两个图各有一条实线表示图中所绘统计量的平均值。总平均值 $\bar{\bar{X}}$ （即各平均值的平均值）为33.6（如同表1-1一样，是超过0.4000英寸的值，单位为0.0001英寸）。这是将各平均值的总和671.0除以样品数20所得的结果。极差的平均值为6.2。这是将级差的总和124除以样品数20所得的结果。

每个图还示出两条分别标为“管理上限”和“管理下限”的虚线。各图中管理界限与表示平均值的实线之间的距离取决于分组的大小和平均极差 $\bar{R}$ 。计算这种距离的方法将在第三章中介绍。

在图1-2的 $\bar{X}$ 图中，上、下管理界限与表示平均值的实线之间的距离均为3.6。管理上限为37.2，比总平均值33.6高3.6，而管理下限为30.0，比总平均值低3.6。

应当指出：因为图1-1 b) 显示的是平均值而不是各单个值，所以在此图上表示出公差界限会引人误解。应当符合公差的是各个单个的产品，而不是某一样本的平均值。即使样本中的某些单个产品在公差界线之外，该样品的平均值也往往在公差界线之内。第8号样本就正是这种情况，其中虽然有一件产品在下限之下，平均值却仍十分接近公称尺寸。所以，在平均值的图上显示公差界线往往会给人一种虚假的安全感，误以为已经满足了公差要求。第九章将比较详细地讨论如何避免由平均值型的管理图引出这种可能的错误结论。

两个管理图。图1-2 a) 示出用于平均值 $\bar{X}$ 的管理图。读者会发现，这实际上是图1-1 b) 增加了管理界线并删去了连接各点的不规则线条。图1-2 b) 示出了用于极差 R 的管理图。

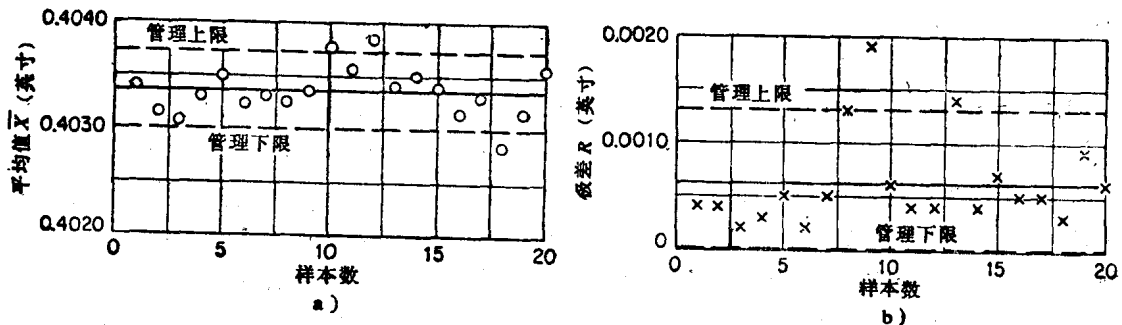


图1-2 飞机液压系统的零件螺纹中径。

a) 平均值($\bar{X}$)管理图 b) 极差(R)管理图

在 R 图上，上、下管理界限和平均极差(6.2)之间的距离不相等，上限为13.1，而下限是0。

本书第四章将图1-2所示的界限称作“试验界限”。需要利用第四章所介绍的方法对这种试验界限略加修改，才能将它们推延到将来，以管理将来的生产。

$\ominus$ “管理”(Control)一词在统计质量管理的语言中具有特殊的技术含意。当偶然原因的稳定系统似乎在发生作用时，人们称此过程“处于管理之中”。此含意在本书第一编中得到更充分地发展。然而，此词往往被人们所误用和误加解释，尤其是那些对统计质量管理的专业术语道听途说了一点，但并未学习其原理的人们。

例如，一位由政府派驻某工厂的检验官员看到一张图，图中列出该工厂生产的某种产品连续批的一个重要质量特性的平均值。该图是由一位检验员绘制的，类似于图1-1 b)，即只示出了平均值而没有示出管理界线。“任何傻瓜也能看出这个过程处于管理之中”，这位检验官大声宣称。后来，一名助手计算出管理界线并把它们绘在图上，表明有许多点失去了管理。几分钟后人们又听到这位检验官向工厂经理发指示：“任何傻瓜都能看出这个过程失去了管理。”

事实上，没有人（无论是不是傻瓜）能够通过检查图1-1 b)之类的图来判断有关过程是否处于统计管理状态。

从图可以看出缺乏管理。在平均值图中，有三点（样本 10，12 和 18）处在管理界限之外。在极差图中，有两点（样本 9 和 13）在管理界限之外。这就表明在生产过程中存在着异常原因，即存在着应能鉴别并予以纠正的引起质量变化的一些因素。当然，不可能对这些已成过去的异常原因采取什么措施，因为管理界限是在为时 20 小时的记录的末尾才确定的。图 1-2 中的管理图仅仅向人们表明：在降低生产过程的变异性方面应是大有可为的。

管理图的好处是在于将管理界限应用于将来的生产。如果人们在发现某一点失去管理之后立刻迅速查找异常原因，这样就有了立即发现这些异常原因的机会。人们不仅可以采取行动来纠正这些异常原因，而且在许多情况下还能够采取行动来防止它们的发生。

对于绘制该图的那位生产管理员来说，这种失去管理的状态是显而易见的。他于是继续运用这种管理图，从而找到了引起平均值变化的异常原因（大多数和机器调整有关）和引起极差变化的异常原因（大多数和某一操作工人的疏忽大意有关）。于是作出努力来防止这些异常原因的频繁产生，结果使产品的一致性得到大幅度的改进。

由此种管理图得出的其它结论。上述的那位机灵的管理员只上了 6 小时的统计质量管理的课程，而其中只有 2 小时是讲授如何绘制 $\bar{X}$ 管理图和 R 管理图，他却能在此之后运用管理图并取得成果，由此可见管理图是简单易学的。这是在过程管理方面的一次成功的应用，即运用来查找和消除引起质量变化的异常原因。然而，这种管理图分析所暗示的若干结论，那位管理员并未觉察。但毫无疑问，这些结论对于在这方面接受过更多训练，拥有更多经验的另外一个人却会是不言而喻的。这些结论如下文所列（它们的基础将在以后各章中予以阐述）：

1. 如果能够维持管理（用统计学上的意义），则此过程的自然公差似乎是 ± 0.0006 英寸。因此，如果维持住统计管理，则使所有产品在 ± 0.0013 英寸的规定公差之内应当没有困难。

2. 由于该生产部门的做法是为了尽量减少在用“过和不过”螺纹环规作 100% 检验时的环规磨损，使生产过程以一个略低于 0.4037 英寸公称尺寸的尺寸为中心，这样就产生了一个问题：生产过程应当瞄准什么样的水平，如果能够维持统计管理，则此水平必须不能小于 0.4030 英寸，以保证实际上所有的产品都符合规范。事实上，上述 20 小时记录所显示的水平大约是 0.4034 英寸。如果该过程能够保持在统计管理状态中，则毫无疑问是安全保险的。但是，如果过程失去了管理，则无论是什么水平，都总会存在不合格产品的危险。

3. 只要自然公差在规范的公差范围之内，就应当考虑取消 100% 检验并代之以运用管理图方式的抽样检查的合理性。在本例中，每隔一段规定的时间对实际尺寸进行五次测量，就可以取代利用“过和不过”式的环规进行的 100% 检验，但那些管理图表现出失去管理的状况的场合除外。只有到有关此操作的管理图维持了一段时间、所有的点均落入管理界线之内后才能作出上述的改变，即以抽样检验取代 100% 检验。一旦作了这种改变，要减少环规磨损的动机亦将不复存在，而 0.4037 英寸的公称尺寸应为所瞄准的目标。

在下面各章中将介绍人们据以得出上述结论以及在经济上具有重大意义的其他情况下类似结论的方法。

关于例 1-1 的一些说明

由于管理部门对于统计质量管理所抱有的先入之见存在着许多错误的观念，因此有必要针对这些流行的错误观念对例 1-1 作一些说明。