

长度计量测试丛书

统计检查与质量控制

许金钊 编著



计 量 出 版 社

长度计量测试丛书

第十九分册

统计检查与质量控制

许金钊 编著

长度计量测试丛书编委会审订

计量出版社

1986·北京

内 容 提 要

本书主要介绍应用数理统计原理对产品特征进行检查,并把检查的结果进行分析、处理,以便对产品质量的变化动态作出估计,从而制订出控制产品质量的有效措施,以达到保证产品质量的目的。

本书共分七章,绪言,统计检查与质量控制概述,概率与数理统计概述,计数统计检查,计量统计检查,质量控制,简易分析法等,可供中等以上文化程度在职的计量测试人员及中专以上院校师生、有关的工程技术人员、科研工作者、计量管理干部参考。

长度计量测试丛书第十九分册

统计检查与质量控制

许金钊 编著

长度计量测试丛书编委会审订

责任编辑 朱桂兰

—*

计量出版社出版

(北京和平里11区7号)

北京计量印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

—*

开本 787 × 1092 1/32 印张 11 3/8

字数 290 千字 印数 1—10000

1986年4月第一版 1986年4月第一次印刷

统一书号 15210·503

定价 2.40 元

前 言

长度计量测试丛书是根据计量出版社关于按学科分类组编丛书的总体计划，由中国计量测试学会几何量专业委员会配合计量出版社组织编写的。

党的十二大提出：到本世纪末力争使全国工农业的年总产值翻两番。为实现此宏伟目标，必须发展机械工业，因为机械工业是国民经济的装备部，应该适当超前。而标准化和计量测试仪器与技术测量是机械工业发展的基础和先决条件，因此必须更超前于机械工业。在计量测试学科领域中，长度计量测试是重要的一个方面。随着机械产品愈益向精密方向发展，介绍长度计量测试方面的知识及其科研成果与经验，以便为机械工业未来的发展打好基础、积蓄力量、创造条件，实为当务之急。这就是组织这套丛书的目的。

翻两番，振兴经济，必须依靠科学技术进步。科学技术需要大量学有专长的专业人材去掌握。目前，我国计量测试领域内很多职工缺乏必要的科学知识和操作技能、熟练工人和科学技术人员严重不足。为适应未来经济发展的需要，现在必须立即着手培养计量专业的人才，提高现有计量测试人员的科学技术水平。近年来更有大批青年新同志参加工作，他们是发展计量测试科学技术的重要力量，迫切需要系统地学习一些计量基础知识，以便结合工作实践更快地提高技术水平，促进计量科学技术的进步。这套丛书主要是针对这部分人员编写的，当然也可以作为计量测试短训班的教材或参考资料，并可供大专院校师生及有关工程技术人员和科研工

作者参考。

丛书比较全面地将长度计量测试领域中所涉及的基础理论，基本知识和实用技术等进行了深入浅出的阐述，重点放在计量测试技术的实际运用方面，同时也简要地对有关技术的发展动向作些介绍。

整套丛书共有二十个分册，每一分册独立论述一个专题。为照顾系统性和便于读者学习，有些内容在不同的分册中有些重复，但侧重点各不相同，这样就把丛书的系统性和分册的独立性统一起来，读者可根据自己的需要选择学习。

本丛书在组编过程中，得到计量出版社的全面支持，还得到有关计量部门、大专院校、科研机构、工矿企业和广大计量工作者的支持和关心，我们在此深表谢意。

限于我们的经验和水平，这套丛书可能存在不少缺点和错误，我们衷心欢迎广大读者给予批评指正。

长度计量测试丛书编委会

一九八三年元月十六日

长度计量测试丛书编委会

主 编： 梁晋文

副主编： 许金钊 徐孝恩

编 委： (按姓氏笔划排列)

王 钺 铮 许金钊 朱桂兰

刘瑞清 何 贡 陈林才

李继桢 李隆铸 庾以溱

林洪桦 费业泰 徐孝恩

黄生耀 黄福芸 梁晋文

绪 言

(一) 本分册在《长度计量测试丛书》中的地位

在以前的《长度计量测试丛书》各分册里，对长度计量测试基础，测量误差的来源和处理，长度计量测试中所用的测量器具和测量技术，以及轴孔类零件、角度、表面粗糙度，形位误差，齿轮，蜗杆等具体典型零件的测量作了详尽的介绍，目的在于根据一定的测量原理，采用最优的测量方案（包括测量器具的选用），达到最佳的测试质量和最大的经济效益。

在大批大量生产中，或破坏性的测试中，对产品（被测对象）进行全面检查往往是不现实的，而只能从整批产品中抽取一部分产品进行检查，一般称为抽样检查（简称抽查，又称抽检），并对抽检结果用统计方法加以处理和判断，从而决定整批产品质量的优劣。这就是统计检查的初步概念。现代某些行业多采用专业化生产，这种生产方式既有利于产品质量的控制和提高，也有利于成本的下降。专业化生产的产品，由于产量大，必然需要采用统计检查。另一方面，统计检查不但能保证产品的质量，而且还能预防劣质产品的出现，这是统计检查的积极的一面。因此，统计检查与质量控制是紧密地联系在一起。

(二) 本分册与其它各分册的联系和区别

本分册的主要特点在于应用数理统计学这一工具对检查结果进行分析和估计或判断。检查结果的取得还是采用了其它各分册中所述的测量器具和测量方法。所以，本分册是在以

前各分册的基础上来介绍和阐述统计检查和质量控制的。其最终目的在于控制产品质量，进而提高产品质量。我们生产和供应的产品必须是质量优越，成本低廉，供应及时的。这样的产品才具有竞争能力，才能受到社会和用户的欢迎。

也可以这样说，其它分册着眼于计量测试质量的提高，而本分册在高精度的测量结果的基础上，使产品质量处于控制，稳定和逐步提高状态。没有高质量的测试手段，没有高质量的检查结果，就没有可靠的统计检查数据。产品质量的控制和提高，便成为一句空话。但是，话得说回来，产品质量是制造出来的，决非检查和测试出来的。检查和测试本身也存在着质量问题，同时，检查和测试还是评定产品制造质量的依据。

(三) 本分册在整顿企业、提高经济效益中所起的作用有的同志认为企业生产的目的在于获得最大利润，只有这样，才符合“按经济规律办事”的要求，这种观点并不全面。我们是社会主义国家，生产的目的是最大限度地满足社会和人民的物质和精神上的需求。有了产品质量和服务质量，才谈得上利润。因此，对产品质量必须认真检查和严格控制。我们的生产活动始终应该是围绕着质量这个中心议题而进行的。全面质量管理和质量月活动在全国轰轰烈烈地开展，目的就在于此；《长度计量测试丛书》的编写和发行，其目的更在于此。

(四) 几点说明

1. 考虑到读者对象是具有中等文化程度的在职计量测试人员、中等以上院校师生和计量管理干部，在编写时力求说理深入浅出，内容切合实际，文语通俗易懂。

2. 限于篇幅，次要内容不能编入，但尽量把来龙去脉阐述清楚，并注明资料的来源，以便读者查阅。

3. 注意到读者不一定人手一套——《长度计量测试丛书》二十分册齐全，临时借阅又有困难，在编写本分册时尽量避免内容上与其它分册的重复的同时，对于必要重复的内容作扼要的提示式论述，以利读者的系统理解和全面掌握。

4. 希望学以致用，内容力求结合生产，例题具有代表性，能在解决实际问题时起到提高产品质量的作用。但良好的愿望的实现，有待读者们的帮助、指正。

目 录

| | |
|-------------------------------|---------|
| 绪言 | (1) |
| 第一章 统计检查与质量控制概述 | (1) |
| 一、什么是统计检查 | (1) |
| 二、什么是质量控制 | (4) |
| 三、统计检查与质量控制 | (7) |
| 四、数据 | (8) |
| 思考题 | (11) |
| 第二章 概率与数理统计概述 | (13) |
| 一、基本概念和定义 | (13) |
| 二、概率的基本属性及其加法定理 | (18) |
| 三、随机变量及其分布 | (20) |
| 四、随机变量的数字特征 | (35) |
| 五、大数定律和中心极限定理 | (46) |
| 六、抽样理论 | (51) |
| 七、统计推断 | (56) |
| 八、假设检验 (统计检验) | (64) |
| 九、统计推断和假设检验实例 | (67) |
| 第三章 计数统计检查 | (88) |
| 一、概述 | (88) |
| 二、计数统计检查的一般原理 | (89) |
| 三、影响 OC 曲线和 $\alpha\beta$ 的因素 | (98) |
| 四、计数统计检查的型式 | (104) |
| 五、计数标准型一次统检 | (105) |
| 六、计数选择型统检 | (120) |
| 七、计数调整型统检 | (139) |

| | |
|---|-------|
| 八、计数标准型逐次统检····· | (143) |
| 第四章 计量统计检查 ····· | (148) |
| 一、概述····· | (148) |
| 二、保证批不合格品率的计量标准型一次统检 (σ 已知) (150) | (150) |
| 三、保证平均值的计量一次统检 (σ 已知) ····· | (162) |
| 四、未知 σ 的计量标准型一次统检····· | (167) |
| 五、计量调整型统检····· | (173) |
| 六、计量标准型逐次统检····· | (182) |
| 第五章 质量控制 ····· | (193) |
| 一、数据的搜集····· | (193) |
| 二、频数分布直方图····· | (201) |
| 三、工序能力调查····· | (209) |
| 四、巴莱特图····· | (218) |
| 五、因果分析图····· | (223) |
| 六、相关图(又称分散图) ····· | (225) |
| 第六章 控制图 ····· | (241) |
| 一、什么叫控制图····· | (241) |
| 二、控制图的理论根据····· | (243) |
| 三、控制图的种类····· | (246) |
| 四、 \bar{x} - R 控制图 ····· | (247) |
| 五、 \bar{x} - R 控制图 ····· | (259) |
| 六、 \bar{x} 控制图····· | (261) |
| 七、不合格品率 P 控制图····· | (264) |
| 八、不合格品数 Pn 控制图····· | (267) |
| 九、单位缺陷数 u 控制图····· | (269) |
| 十、缺陷数 C 控制图····· | (271) |
| 第七章 简易分析法 ····· | (273) |
| 一、正态概率纸的应用····· | (273) |
| 二、二项式概率纸····· | (280) |
| 三、符号检验····· | (293) |
| 四、秩和检验····· | (296) |

| | |
|---------------------|-------|
| 五、用分布量规进行分析和检验..... | (300) |
| 附表..... | (304) |

第一章 统计检查与质量控制概述

用统计的方法对产品特征指标进行检查，把检查的结果按统计原理加以分析和处理，以便对产品质量的变化动态作出估计，从而制订出控制产品质量的有效措施，以达到保证产品质量的目的。

为了便于读者的理解和掌握，对有关统计检查和质量控制的名词和术语作些必要的介绍。当然，有关这方面的名词术语是很多的，这里只能把主要的几个术语首先提出来做个介绍，其它的术语待以后各章各节中陆续阐释。

一、什么是统计检查

(一) 检查 检查是测量和检验的统称。

测量的结果可以获得产品质量指标的定量值，例如用千分尺或游标卡尺等变值量具测量孔径或轴径所得的数值。而检验的结果仅仅知道产品质量指标的定性值。例如用光滑工件量规检验一批轴径，由于量规是定值量具，无刻度，不能读出轴径的实际尺寸，只能判断轴径是否位于极限尺寸范围内，即轴的合格与否。所以测量与检验是有区别的，前者所得的为计量值，后者所得的为计数值。计量值和计数值是两种性质不同的量值，要用不同的统计方法加以处理，待以后再作讨论。

产品质量是在生产过程中制造出来的，这是事实。但是，因此而有人认为检查是不必要的，是多此一举的，主张“建立无检查制”，这是无稽之谈。相反，质量的检查不但不

能削弱，而且要加强，强调预防性的检查，即消灭不合格品于出现之前。

打开加工工艺规程，不难看到：每隔几道工序就得安排一道检查工序，对精密零部件的加工，更是如此。浙江农村有个乡办工厂，由于其产品质量优良，被机械工业部定为专业厂。为了学习这个厂的创优经验，我们曾参观和访问了该厂。全厂职工五百余人，都是年青社员，其中有五十名高中文化程度，是全厂的技术骨干和领导。技术力量如此，设备精度也属一般，但有一点非常突出，即人人自检，班组抽检，车间专检，最后出厂全检，这是创优产品的奥秘所在。一下车间，我们必然能看到：在加工过程中，工人同志反复用量具测量被加工工件的尺寸，看它是否符合图纸尺寸的要求。这就是说：检查就是用一定的方法测量或检验某物品，以所得的结果与规定标准相比较，从而判断每件物品的好和坏或分批的合格和不合格（这是日本工业标准 JIS 8101 所给的检查定义）。美国朱兰博士（Dr. J. M. Juran）所给的定义为：“所谓检查就是决定产品能否符合下道工序的要求，或能否出厂的业务活动”。工人同志对检查的作用所给的定义为：“检查是工业生产中的眼睛”。

（二）检查的任务

检查的任务，不但在于正确反映完工产品的质量，而且还应该防止废品的出现。前者是消极的，后者是积极的。具体地说，检查的任务有以下几个方面：

1. 确定每个产品的合格与否

要知道每个产品的质量是否符合要求，就得对每个产品进行质量指标的全数检查，即所谓百分之百的检查。

2. 确定一批产品的合格与否

全数检查在成批大量生产中既费人力物力，也不经济，

而且检查结果难免发生错检漏检的过失。另外，如检查炮弹的爆发性能或灯泡的寿命，就不可能作百分之百的全面性破坏检查。这时，就得从一批产品中抽取一部分产品作为检查的对象（叫样本）。根据统计理论对部分产品的检查结果进行分析估计，以判断整批产品是否合格。这就叫抽样检查；完整地说，叫统计抽样检查（见下文）。

3. 观察和判断工艺过程的稳定性

在加工过程中，每隔一定时间间隔抽取一定数量的产品（半成品或成品），进行产品质量指标的检查，把检查结果记录在纸上或图上，以观察产品质量指标的变动情况。必要时，采取措施，调整加工系统的相互关系，从而保证产品的质量。

4. 调查工程能力（工序能力）

在生产过程中，对首先制造出来的产品进行质量指标的检查，叫首件检查（首件检查不可理解为首先制造出来的那一件产品，而是指首先制造出来的那一小批产品而言）。通过首件检查可以知道产品是否合格，以及生产过程是否处于正常状态。遇到更变操作者，机器（加工设备），材料和加工方法时，必须进行首件检查，观察加工过程是否也发生了变化。工程能力的调查见第五章第三节。

5. 为产品设计和质量控制提供可靠依据

6. 为企业的质量管理提供情报

（三）统计检查

检查的含义既如上述，那么，统计检查又是什么意思？这里首先对“统计”作些解释。

一般人认为统计就是收集大量数据，以及把这些收集到的数据用表格或图形表达出来；还可以计算总数、平均数、百分比之类。其实，这只是统计的一部分工作，而且是最原

始的一部分工作。统计还包括实验设计的研究，抽样检查的设计，数据的简化和处理，以及许多其它有关内容。研究这些问题的科学叫统计学。统计学分两大类：一是描述统计学，它研究简缩数据和描述这些数据；二是推断统计学，它研究利用数据去作决策的方法，即根据部分去推断更一般的情况。我们利用部分产品质量所提供的有限数据（不完备的信息）去判断整批产品的质量，就是推断统计学的应用。

统计方法的引入是现代质量管理的最明显标志。

把统计方法应用于产品质量的检查，我们叫做统计检查。统计检查是数理统计方法中一个非常重要的组成部分，内容十分丰富。抽样检查和控制图等都是统计检查的具体应用。

在生产实践中，大量问题需要用统计检查理论来解决。例如原材料和协作产品的进厂验收检查；工序（工程）能力的调查和分析；巡回抽样检查；质量控制图的分析；以及最终的出厂检查等。在试验研究中，统计检查理论的应用更为广泛。例如采用廉价的材料（或我国自产的原材料）代替昂贵的材料（或进口材料）制造产品，用假设检验来分辨前后两种材料对产品质量的影响；又如两合同类型加工设备所制造的同一种产品的质量是否一致？正像用两台仪器对同一产品进行测量时所得的两批测量数据是否具有同样精度等。这些问题，场合不同，提法各异，但实质一样，都属于统计检查的范畴。

二、什么是质量控制

（一）质量

质量是产品为满足使用要求而必须具备的性能、状态或形状。换言之，产品所具有的性能、状态或形状一般称为

产品的质量特征。质量特征如机器零件的直径、长度、角度、粗糙度、平行度、硬度…等等都可以用量值化了的质量指标来表示，称之为质量指标的量值化。量值化了的质量指标，就可以与标准化了的规定量值作比较，以鉴别或判断产品质量的好坏或合格与不合格。例如工农-12型手扶拖拉机的S195型发动机，其主要技术性能为：在标定转速为2000转每分(rev/min)时，标定功率为12马力，燃油消耗率不超过195克/马力小时，机油消耗率小于5克/马力小时等。当然，不是所有的产品质量特征都能量值化的，例如茶叶的质量特征是它的色、香、味，不能定量只能定性；不能用技术标准来衡量，而只能用样品作为对比的标准，甚至依靠人的五官感觉作为评定质量的依据。然而，随着科学技术的发展，应当尽量给出有关质量特征的量值化，包括数值、符号、优劣、评分、顺序号码等。

产品质量可以用不同的方式、方法来衡量和表达，从量值化的角度来看，有计量和计数两大类。

计量值是指那些测量所得的数值，它可以是1, 2, …，也可以是1.1, 1.2, …，还可以是1.11, 1.12, …等。例如圆柱体工件的直径，试棒的抗拉强度，刀具的磨损量，铁水的温度等的测得值都是计量值。计量值的特点在于量值的连续性。我们把这种用连续的尺度定量地来衡量产品质量指标的方法叫做计量法。

计数值是指那些检验所得的数字，它仅能是1, 2, 3, …等的正整数。例如铸件表面上的砂眼和气孔，发动机罩盖上的油漆斑疵等，不能用计量法来衡量产品的质量，只要数出气孔、砂眼，斑点的个数就可以了。计数值的特点在于数值的离散性。用记录点数的方法来衡量质量特征的方法叫点法。当然，某些产品的质量指标可以用“计量”，也可以