

统计方法应用标准化丛书

产品质量 抽样检验

马毅林 于振凡 编著
于善奇 冯士雍

中国标准出版社

丛书编委会

主 任 成 平

副主任 马毅林 何国伟

委 员 (按姓氏笔划)

于振凡 于善奇 马毅林

王淑君 冯士雍 何国伟

张尧庭

总 序

当今世界,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。我国政府有关部门也正在制定质量振兴计划,以迅速提高我国产品的市场竞争能力。提高产品质量,一要依靠技术进步,二要加强科学管理。有人说,三分技术,七分管理,这是很有道理的。GB/T 19000—ISO 9000 族标准的发布为我国企业进行科学的质量管理提供了保证。这一系列标准提出了建立质量体系的一系列要求,并将统计技术也作为要求提出来,可见统计技术是科学质量管理的重要手段,要贯彻质量管理和质量保证标准离不开运用统计技术。

迄今为止,我国已正式颁布了 77 项数理统计方法标准,涉及到数据处理、质量控制图、抽样检验、产品可靠性等方面。这些标准都是由全国统计方法应用标准化技术委员会负责制定、审查的。该技术委员会集中了一批享有声望的数理统计专家。多年来,他们在数理统计应用于质量管理方

面,做了大量的研究和推广工作。为了更好地宣传、推广统计技术,他们编写了这套《统计方法应用标准化丛书》。这套丛书包括下列四个分册:

《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质量管理工作中,如何使用统计方法标准,并介绍了通过使用统计方法标准,提高产品质量、降低产品成本的有效途径。它的出版,无疑对于建立科学的质量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。

叶柏林

1995.10.15

前 言

随着质量管理和质量保证标准的深入贯彻,各行各业对产品(商品)的科学抽样检验方法的需求日益提高。到目前为止,已颁布抽样检验方面的国家标准 20 个,对产品(商品)的抽样检验起了很好的指导作用。但是,在众多的质量检验和质量管理人员中,对标准的一些概念、适用范围以及方法步骤等存在不少不正确的理解。为了更好地贯彻这些标准,使他们真正了解、掌握和正确使用这些标准,用科学的方法提高检验工作水平,我们编写了这本书。

本书详细介绍有关抽样检验的一系列国家标准,其中有助于计数抽样检验的,也有用于计量检验的;有助于验收抽样检验的,也有用于监督抽样检验的;有助于离散个体抽样检验的,也有用于散料抽样检验的。此书比较系统、完善和全面地介绍现有抽样检验国家标准的特点、内容和使用方法,内容相当丰富,并辅以大量的实例,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。有些章节还给出了为选取和分析抽样方案特性所需的一些计算公式。书末附有大量参考文献,便于标准化工作者和对

统计抽样检验方法的应用有兴趣的科技人员进一步研究时参考。

本书各章的内容有相对的独立性。由于各标准颁布时间不同,为了保持各标准原有特点,我们没有把一些术语和符号按照国家标准 GB 3358.1~3358.3—93(统计学术语)进行统一。所以,某些标准所用的术语有不一致的地方。比如,在 GB 2828 中称 AQL 为合格质量水平,而在 GB 6378 中则称 AQL 为可接收质量水平。又如,有些标准中称样本中所包含的样本单位数为“样本大小”,有些标准中则称为“样本量”。在一些较早制定的标准中所称的“抽样检查”和“检查水平”,在近年来颁布的一些标准中则改称为“抽样检验”和“检验水平”,这是因为在 GB 3358.2—93 中已将“检查”(inspection)一词改为“检验”的原故,请读者注意。

本书的编写人员有马毅林(编写第 1 章至第 4 章、第 6 章、第 7 章、第 9 章及第 10 章),于善奇(编写第 12 章至第 16 章),于振凡(编写第 5 章及第 11 章),冯士雍(编写第 8 章)。

编者

1995 年 10 月

目 录

第 1 章 抽样检验面面观	1
1.1 抽样检验与 GB/T 19000—ISO 9000	1
1.2 计数抽样检验与计量抽样检验	3
1.3 抽样检验的体系表	5
1.4 抽样方案、抽样计划和抽样系统	6
1.5 抽样检验标准的一般特点及其使用情况	8
1.6 监督抽样检验是一种特殊的抽样检验	14
1.7 抽样检验国家标准中的几个质量指标	16
1.8 抽样标准应用的前景和宣传贯彻	29
第 2 章 调整型计数抽样系统——GB 2828	31
2.1 GB 2828 的基本内容	31
2.2 GB 2828 的基本特点	74
2.3 关于 GB 2828 的设计	83
2.4 使用 GB 2828 必须的准备工作	89
2.5 抽样方案参数的确定	90
2.6 抽样方案的检索过程	104
2.7 减小抽样风险的方法	116
2.8 放宽检查与特宽检查的关系	117
2.9 关于套改问题	118
2.10 不合格批的处置	119
2.11 GB 2828 与 ISO 2859-1 的关系	120
2.12 抽查特性曲线(OC 曲线)和平均样本大 小曲线(ASN 曲线)的函数形式	122
2.13 界限数 L_R 的计算公式	128
第 3 章 孤立批的抽样——GB/T 15239	130

3.1	GB/T 15239 的基本内容	131
3.2	检验的程序	146
3.3	检索抽样方案的例子	148
3.4	抽样方案的 OC 函数	150
第 4 章 周期检查的计数抽样程序及抽样表		
	——GB 2829	153
4.1	GB 2829 的基本内容	153
4.2	GB 2829 的基本特点	167
4.3	关于 GB 2829 的设计	169
4.4	检查的程序	171
4.5	估计 RQL 的一种方法	179
4.6	GB 2829 和 GB 2828 的区别	179
4.7	抽查特性函数、ASN 函数及其相应的 曲线	180
第 5 章 不合格品率的计数标准型一次抽样检查		
	程序及抽样表——GB/T 13262	181
5.1	主要概念	181
5.2	实施程序与应用举例	182
5.3	设计原理	188
第 6 章 不合格品率的小批计数抽样		
	——GB/T 13264	192
6.1	GB/T 13264 的基本内容	193
6.2	GB/T 13264 的基本特点	227
6.3	GB/T 13264 的设计	229

6.4	检查的实施·····	230
6.5	超几何分布的连续化——GB/T 13264 中抽样方案表的理论依据·····	235
6.6	GB/T 13264 与 JEDEC 40-A ^[50] 的比较··	240
第7章	平均检查总数最小的挑选型抽样 ——GB/T 13546 ·····	242
7.1	主要概念·····	243
7.2	检查的程序和实施·····	245
7.3	使平均检查总数(AIT)最少的抽样方案 是如何确定的·····	270
7.4	GB/T 13546 与道奇-罗米格表和 JIS Z 9006 的主要区别·····	272
第8章	跳批抽样程序——GB/T 13263 ·····	273
8.1	跳批抽样的基本原理·····	273
8.2	GB/T 13263 的基本内容 ·····	277
8.3	GB/T 13263 的特性 ·····	286
第9章	计数序贯抽样检查——GB 8051 ·····	288
9.1	主要概念·····	289
9.2	抽样方案的确定·····	290
9.3	截尾序贯抽样方案的平均抽样个数·····	300
9.4	抽样方案的实施·····	306
9.5	截尾序贯抽样方案的 OC 函数和 ASN 函数·····	315
第10章	流水作业线上的抽样——GB 8052 ·····	319
10.1	GB 8052 的基本内容 ·····	320

10.2	GB 8052 的基本特点	335
10.3	使用 GB 8052 的准备	338
10.4	检索方案的例子	340
10.5	CSP-1、CSP-2 和 CSP-T 方案的 AOQ 函 数、AFI 函数和 OC 函数	347
第 11 章	产品质量监督的计数抽样程序及抽样表—— GB/T 14162 和 GB/T 14437	349
11.1	监督抽样检验的特点	349
11.2	产品质量监督抽样检验的数学依据 ...	351
11.3	GB/T 14162—93 使用说明	352
11.4	GB/T 14437—93 使用说明	368
第 12 章	不合格品率的计量标准型一次抽样检查 程序及抽样表——GB 8053	371
12.1	主要概念	371
12.2	实施程序与应用举例	375
12.3	抽样表与 OC 曲线	379
第 13 章	平均值的计量标准型一次抽样检查程序 及抽样表——GB/T 8054	389
13.1	主要概念	389
13.2	实施程序与应用举例	394
13.3	抽样表与抽样特性函数	399
13.4	与 GB/T 8054 相关的基础性工作	404
13.5	GB/T 8054 抽样表的设计原理	406
第 14 章	调整型计量抽样系统——GB 6378	415

14.1	主要概念	416
14.2	“ s ”法抽样方案的检索与实施	420
14.3	“ σ ”法抽样方案的检索与实施	432
14.4	抽样方案表与图	440
14.5	设计原理简介	457
第 15 章 粒度均匀散料的抽样检验		
	——GB/T 13732	465
15.1	主要概念	465
15.2	批平均质量的估计方法	468
15.3	以批平均质量为质量指标的检验方法	480
15.4	与 GB/T 13732 相关的基础性工作	491
第 16 章 平均值的计量一次监督抽样检验		
	——GB/T 14900	500
16.1	主要概念	500
16.2	实施程序与应用举例	502
16.3	设计原理与检验功效	508
参考文献		513

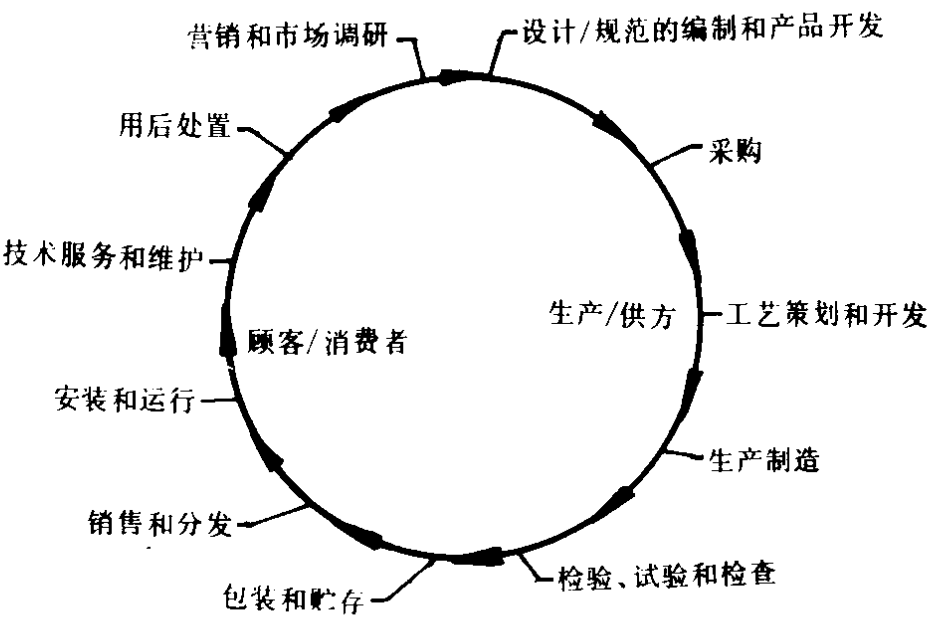
第1章

抽样检验面面观

1.1 抽样检验与 GB/T 19000—ISO 9000

国家标准 GB/T 19000~GB/T 19004^[1,2,3,4,5]已于 1993 年正式实施。该系列标准等同采用了国际标准 ISO 9000~ISO 9004。其中, GB/T 19000 的目的之一是为质量体系系列标准的选择和使用提供指南。GB/T 19004 和 GB/T 19000 对所有组织的内部质量管理提供指南,而 GB/T 19001~GB/T 19003 则用于合同环境下的外部质量保证。

国家标准 GB/T 19004—ISO 9004: 质量管理 and 质量体系要素——指南的第 5 章“质量体系原则”中把检验、试验和检查作为质量环的一个重要环节。代表性的质量环如下图所示。



在该标准的 8.3 条“产品的试验与测量”中明确指出“应规定设计和生产中用于评价产品和工序的测量和试验方法以及验收的准则”；在第 12.3 条“成品验证”中规定：“为了加强生产中的检验或试验，可采用以下一种或两种成品最终验证方法：

a. 可以用验收检验或试验来保证产品或生产批满足性能要求以及其他质量要求，……。可采用筛选（全检）、分批抽样和连续抽样等方法；

b. 对成品批中抽取的样品进行质量审核，可以连续的也可以是定期的。

可以用验收检验和产品质量审核来提供快速的反馈，以便对产品和工艺采取纠正措施。”

在该标准的第 20 章“统计方法的应用”中更明确指出：“在质量环的各阶段中正确应用现代统计方法是一个重要的因素”。这些专用的统计方法中就包括了统计抽样检验。

GB/T 19004 是用于内部质量管理的。GB/T 19001 ~ GB/T 19003 则是用于外部质量保证目的的。但是，无论它们哪一个，都把产品验证（检验和试验）和统计方法的应用（统计技术）作为质量体系要素。在 GB/T 19004 中，谈到对技术人员的培训时，特别提到“应注意统计技术方面的培训，诸如工序能力的研究、统计抽样、数据收集及分析……等”。

在产品质量监督、产品验证、工序检验、最终检验（或成品检验）和验收检验中广泛采用统计抽样检验。正因为这种方法能够快速、有效、经济地对产品（或批）的质量做出科学的推断，既节约时间又节约人力、物力，同时由于产品检验是质量环的质量要素之一，只要质量环能够正常发挥作用，信息反馈系统是有效的，那么，统计抽样检验就不再是事后把关，这正是检验的宏观调控作用。

目前，有些从事质量管理的专家和技术人员对验收抽样在全面质量管理中的作用存在着片面的认识。他们只强调预防性检查，而忽视验收抽样对生产过程的反馈作用和对于改进生产过程的刺激作用。

其实,无论是工序检验、成品检验,还是验收检验,虽然它们的微观作用各有不同,但是,它们在宏观上是一个有机整体,相辅相成。任何一种检验都不容忽视。

就以成品检验而论,除非所生产的某型号产品是孤立批,或者只生产很少几批就不再生产,而不是一系列的连续批,检验的信息对生产过程起不了反馈作用。如果我们检验的是一系列的连续批,合理地使用验收抽样所提供的信息,把它们反馈到制造过程中去,对控制或改进生产过程就可以起到积极作用了。

此外,还应看到,我国现有的许多抽样标准,如 GB 2828 和 GB 6378等都引进了带有刺激性的机制。这些标准中的转移规则的本身就起着“奖优罚劣”的作用。

1.2 计数抽样检验与计量抽样检验

我们知道,检验是为了确定产品或过程是否合格,对产品或过程的一种或多种特性进行测定、检查、试验,并和规定要求进行比较的活动^[6]。无论产品是分批还是不分批(比如,对于连续提交的在制品^[7],由于各种条件的限制,在检验时并不事先划分为批),从所检验的单位产品的个数来考虑,检验的基本方法不外乎如下两种:

a. 100%检验(全检),即对每个单位产品或每项服务都进行检验;

b. 抽样检验,即利用所抽取的样本对产品或过程进行的检验。

本书中所提到的抽样检验方法,是指根据从批中(或过程中)抽取的样品的检验结果,利用科学的统计方法来分析和判断该批是否可以接收,所以也叫作统计抽样检验^[1]。

无论是进货检验、工序检验和成品检验,在一定的条件下都可以采用抽样检验。

本书的主要目的,在于比较系统地介绍迄今已经颁布的、有关抽样检验的一系列的国家标准中的主要概念、使用方法及使用中可能出现的一些疑难问题。

1.2.1 计数检验和计量检验

检验和抽样检验都有计数的和计量的两种不同的基本方式。

计数检验是这样的一种检验,经过这种检验,根据产品技术标准规定的一组或一项技术要求,要么仅将单位产品划分为合格品或不合格品,要么仅计数单位产品上所包含的不合格数^[8,30]。前一种检验也称为“计件检验”,后一种检验也称为“计点检验”。

计数检验同计量检验这两种检验方式有本质的区别。依文献[21]的说法,计量检验是“在规定条件下,用测量、试验或其他方法,将单位产品的计量质量特征观察值与其技术要求进行对比,并判断该单位产品是否合格的过程”。

这表明,计数检验是定性地把单位产品划为合格品或不合格品,或者,数一数单位产品上存在的不合格^[8]的个数。比如,我们把每平方米的棉布看作一个单位产品,而把它上面的每个疵点看作一个“不合格”,数一数它上面总共有多少个不合格。又如,我们可以把一批精密仪表的每一台当作一个单位产品,并且假定它有若干个性能指标,而且规定一个单位产品只要有一项性能指标不符合技术要求,就说此单位产品上存在一个“不合格”。

然而,计量检验则是当被检验产品的某质量特性值(如零件的尺寸、钢材的强度、定量包装产品的重量及电子器件的寿命等)能用连续尺度来定量地计量,并将它的观测值与技术要求进行对比的过程。

1.2.2 计数抽样检验和计量抽样检验

前已述及,抽样检验是利用所抽取的样本对产品或过程进行检验,但是没有涉及采用什么样的检验方式,是用计数检验,还是用计量检验。

所谓计数抽样检验,是指采取计数的方式和抽样检验的方法,利用所抽取的样本对产品或过程进行的检验;而计量抽样检验则指采取计量的方式和抽样检验的方法,利用所抽取的样本对产品或过程进行的检验。

必须指出,抽样检验的目的是各式各样的。它可以用于产品的验收检验,可以对制造过程进行统计控制和对产品质量进行宏观调控的监督抽样检验,^[18,19,25]等等。特别是,当把抽样检验用于产品验收时叫做验收抽样检验(简称验收抽样)。

本书中所介绍的大部分国家标准是关于验收抽样的。验收抽样检验是在生产方和使用方之间进行的。在验收抽样中,“生产方”可以指直接生产者、供货方、卖方,也可以是多道工序中的前一道工序,不应当狭义地理解。对于“使用方”也不应狭义地理解为产品的最终使用者,它可以指购货方、买方,也可指多道工序中的下一道工序。

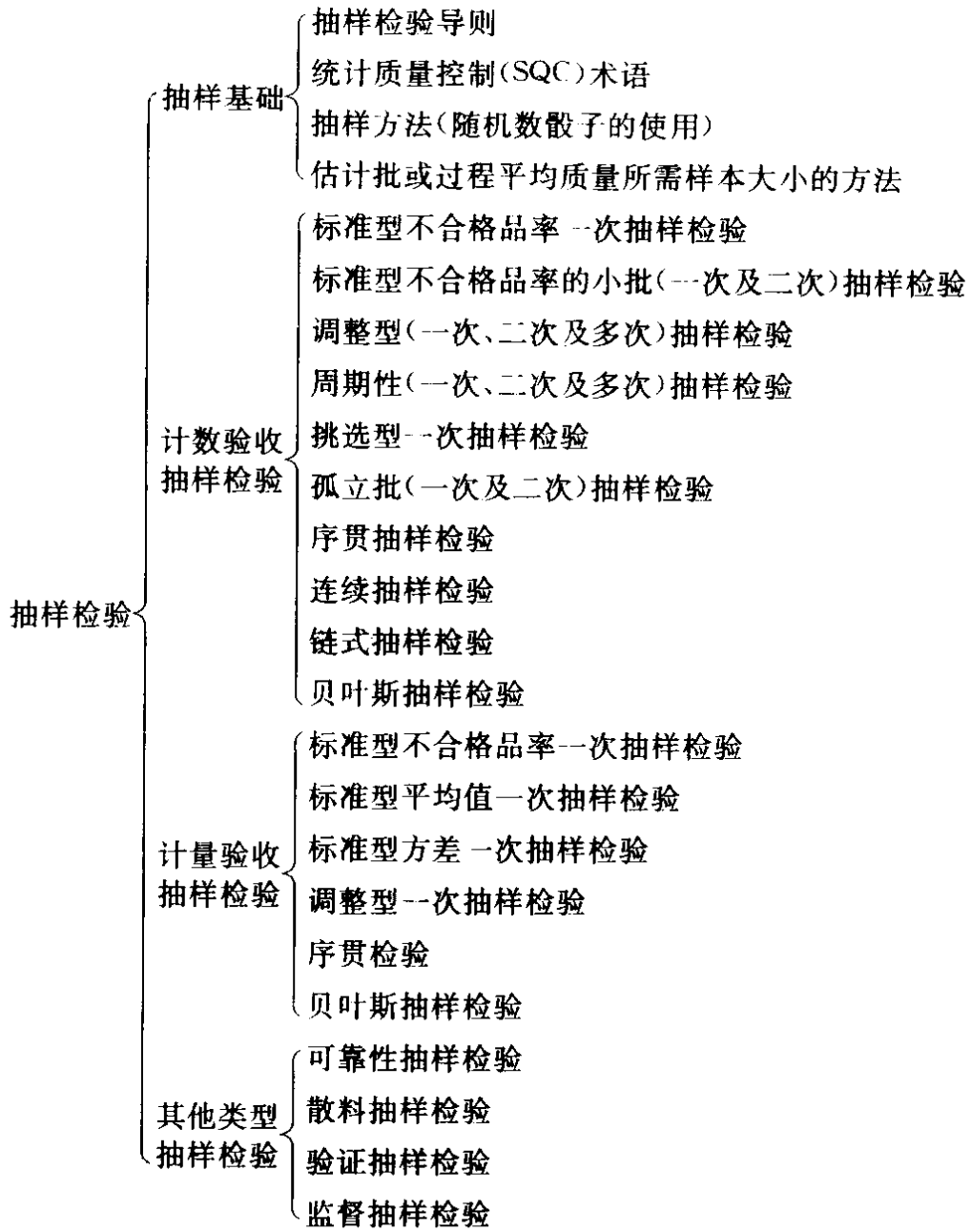
无论是计数抽样检验,还是计量抽样检验,当它们被用于产品验收时,其主要目的都是为了使生产方所交付检验的批的质量处在某个规定的质量水平或高于该水平,以至使用方认为是可接收的^[26]。在文献[21]和[33]中,对于计量验收抽样所作的定义分别为,“按规定的抽样方案从批中随机地抽取部分单位产品进行计量检查,并判断该批是否可接收的过程”和“通过对样本中的个体的某个指定特性进行测试,利用所得到的结果,从统计上判断批是否可接收的一种验收程序。”

1.3 抽样检验的体系表

目前,我国有关抽样检验的国家标准已有近 20 个。它们已逐渐形成体系,基本上可满足各种不同场合的需要。这些国家标准的设计原理,除了统计抽样检验方法外,还考虑到各种不同的市场情况和生产特征^[16],适当地选用这些标准,可发挥各抽样标准的优点,合理地保护生产方和使用方的利益,做到既保证产品质量,又节约检验费用,进一步提高社会效益。

现有的各种抽样检验国家标准系列是按照一定的体系制定的。在 80 年代初,我国就开始统计方法应用国家标准体系表的研究,其中有关抽样检验体系的大体上的框架如表 1-1 所示。这对抽样检验方法的标准化及抽样检验标准的系列化,有着十分重要的指导作用。

表 1-1 抽样检验体系表



由于统计抽样检验这种统计技术仍在不断发展,现有抽样方案的类型又是五花八门,所以在表 1-1 中只能针对那些有实用价值、已被实践证明切实可行的,又比较容易做到标准化的抽样检验方法给出一个粗略的框架。

1.4 抽样方案、抽样计划和抽样系统

在验收抽样检验(验收抽样)的研究领域,特别是标准化研究领域内,由于调整型抽样检验方法的出现,引出了抽样严格度(severity of sampling)^[6]和“检查严格度”^[8]及“抽样方案的严格性”^[21]的术语。