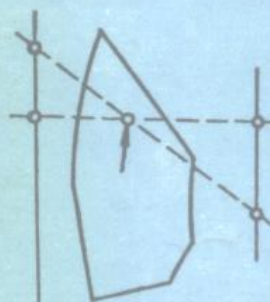
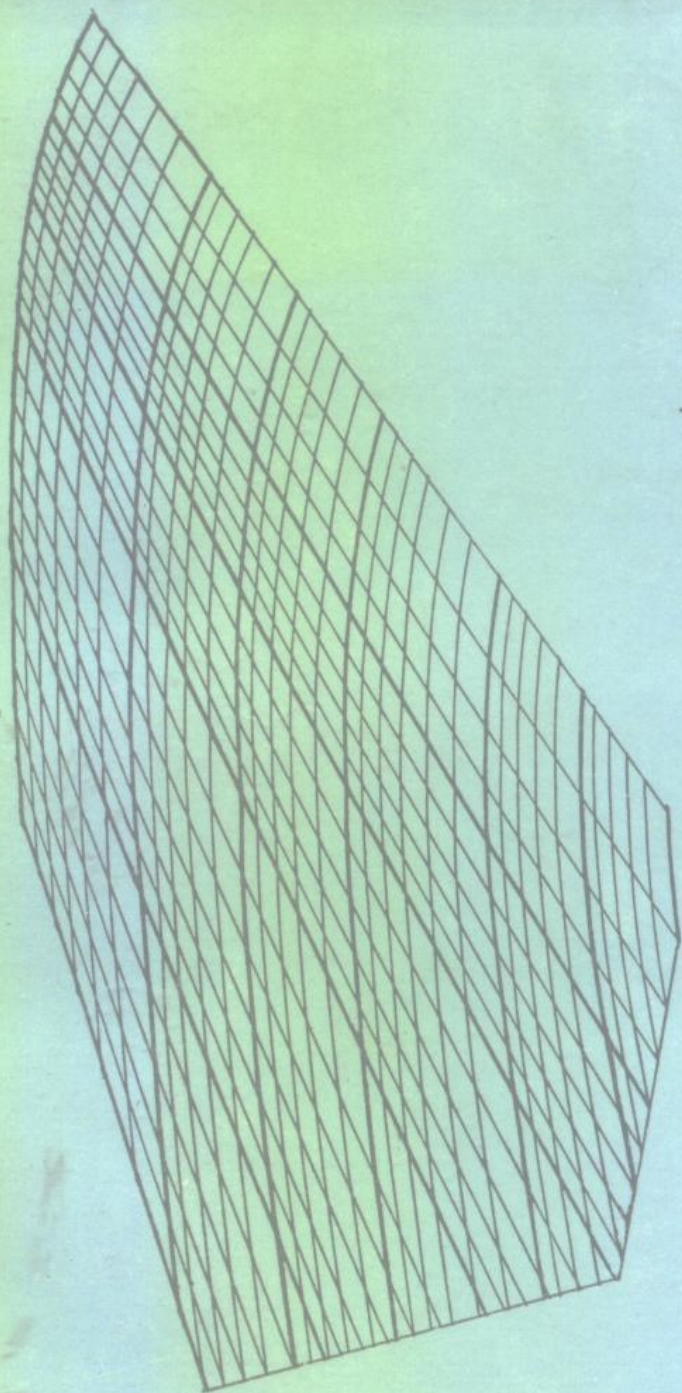


抽样检验

冯长根 惠宁利 编著



北京理工大学出版社

抽 样 检 验

冯长根 惠宁利 编著

北京理工大学出版社

(京)新登字 149 号

内 容 简 介

本书介绍用于检验产品质量和控制工序质量的抽样检查技术,从技术细节上提供了便于工业企业推广应用的行之有效的各类抽样检验方法。全书分为十二章。第一章介绍概率基础,第二章介绍质量概要,第三章介绍抽样检验概要。在随后的章节中,详尽介绍了计数型抽样、计量型抽样、散货抽样、计数型抽样体系、计量型抽样体系、连续型抽样方案、图表型抽检法、NLG 抽检法、混合型抽检方案、Philips 抽样表、累积结果抽检法、延迟判决方案、敏感性抽样方案、调整型抽检法、集中批抽检法、可靠性抽样检验。

本书语言通俗,图表完备,自成体系,具有高中以上文化水平的读者均能掌握书中方法。读者对象为产品检验人员、工程技术人员、工程管理人员及有关专业科技人员、大专院校教师、研究生和本科高年级学生。

DV01/25



抽 样 检 验

冯长根 惠宁利 编著

*

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 16 开本 37.75 印张 938 千字

1992 年 12 月第一版 1992 年 12 月第一次印刷

ISBN 7—81013—596—1/C·42

印数: 1—1600 册

定价: 19.50 元

前 言

现代化工业生产是在现代化的科学管理基础上进行的。在我国实现四个现代化建设中，必须大大提高我们的科学管理水平，而质量管理就是其中的一个重要方面。

产品质量是工业企业各项管理工作的综合反映。产品质量的高低，是衡量一个国家的生产力发展水平、科学技术水平和经济水平的重要标志。不断提高产品质量，也是社会主义建设事业发展和人民生活水平提高的要求。因此，加强质量管理，保证为社会提供品质优良的产品，是企业的一项根本任务。

在质量管理工作中，一个重要的组成部分是产品的质量检验。加强产品质量的检验对国家、对用户有着特殊的重要性。尽管检验本身并不创造质量，但它却能够对产品固有质量加以确认，能够为提高质量、强化管理提供必需的信息和依据。如果把“全面质量管理”看作是一棵大树，那么，从某种意义上讲，检验就是这棵大树的根。根深才能叶茂。

为了使我国工业企业走上高质量、高经济效益的途径，致力于提供用户满意的产品，就需要在所有工业企业中推行科学的、行之有效的质量检验方法。特别是在当前，我国已有了一支规模宏大的专职检验人员的队伍。如何使这支队伍掌握有关质量检验的先进技术，提高质量检验方法的科学性，是一项十分迫切的重要任务。

本书取名为《抽样检验》，它的目的就是要从技术方面向读者介绍先进、科学的检验技术。对受检对象的一部分进行检验，根据所得的结果来判断受检对象的整体是否合格，这种检验方法叫抽样检验。本书介绍抽样检验的具体方法。

在检查产品的不合格品率、药品的疗效、灯泡的使用寿命、化学试剂的纯度等时，要用到抽样检验的方法。这是因为检查产品要耗费一定的费用、也要化费一定的时间，从节约人力物力以及争取时间(提高效益)出发，往往需要采用抽样检验的方法。

当不可能对产品进行百分之百的检查时，抽样检验就成了产品验收的唯一方法。一次性作用的产品(如弹、药)不能进行百分之百的检查，因为这时检查一个产品就消耗了一个产品。对某些重要元件进行寿命试验，如果所有的被检对象都要做试验，那么在做完实验并且得到结果时，元件也就不能使用了。实际上，在多数情况下，不可能进行全数检查。要估计总体的性质，判断其是否合格，必须通过分析与部分有关的情报，而根据所得结果作出与总体有关的结论，这样的任务只能通过抽样检验来完成。

抽样检验有两个重要的应用。一是用于产品验收，二是用于质量控制。

抽样检验用于产品验收，实际上就是提出一个具体的抽样验收方案，它规定了被验收的对象(亦称提交批)被接收或拒收的准则。在工业生产中，产品验收的形式很多，例如工序检验，成品检验，出库检验，购入检验等等，有时又称为质量检验。

抽样检验用于质量控制，是指在产品制造过程中应用抽样检验的方法，从生产工序中抽出一部分产品，通过检验这一部分产品来判断工序的质量，以便及时发现产品质量不稳定的苗头，对生产进行调整，使制造过程保持稳定(反馈控制)。

由于在工农业产品和进出口产品的质量检验中，日益广泛地采用抽样检验，使得抽样检

验的方法和理论获得了很大进展,制订出了一批各具特色的抽样检验标准。目前,我国已制定的抽样检验标准有:GB 2828—87(81)(计数抽样程序及抽样表)、GB 2829—87(81)(周期检查抽样程序及抽样表)、GJB 179—86(计数抽样检查程序及表)、GB 6378—86(不合格品率的计量抽样检查程序及图表)、GB 8051—87(计数序贯抽样检查程序及表)、GB 8052—87(单水平和多水平计数连续抽样检查程序及表)和 GB 10632—89(烟花爆竹 计数抽样检查规则)。

这些标准正在试行、普及与推广。为了配合这一工作,比较系统地介绍抽样检验方法,我们编写了这本书。

由于抽样检验是概率论与数理统计的分枝,本书第一章着重介绍了这方面的基础知识。这样做使得具有相当于高中文化程度的读者及工矿企业广大技术人员都能深入地理解抽样检验的最基本原理,也就是说,不仅能使读者明白“做什么”、“怎么做”,也使读者知道“为什么”。在本章中,我们以通俗的语言,众多的例子,精练地介绍了随机事件与概率、随机变量及其分布、假设检验等方面的内容。

第二章介绍质量概要。使读者对“质量”有一个科学的、清晰的概念,以便把抽样检验及其推广纳入质量管理之中。本章讲两个方面的问题:①质量与质量指标;②质量的评定方法。详细介绍了质量、产品质量、产品质量的基本目标、质量特性、质量特性值、质量指标、质量指标的分类、确定质量指标的统计方法、单位产品的计数评价、定性评定法与定量评定法、可靠性估计、感度类质量特性的评估方法。

第三章介绍抽样检验概要。向读者回答了“什么叫抽样检验”的问题。本章首先介绍了基本概念与名词术语(第一节),接着介绍了接收概率与抽样特性(第二节),最后,介绍了抽样方案的评价与指定方案(第三节)。本章还详细介绍了抽样检验的原理和方法。在后续各章中,不仅简明扼要地介绍了计数抽样和计量抽样的原理和方法,还从技术上介绍了具体的抽样体系或方案。

第四章计数型抽样。本章介绍了一次抽样、二次抽样与多次抽样、序贯抽样的原理和方法,着重回答了如何实施、如何制定方案、如何评价方案等问题。

第五章计量型抽样。本章介绍了不合格品率的计量抽样(第一节),以及工序参量的计量抽样(第二节)。

第六章散货抽样。零散货物的抽样检验有它的特点,但从理论上说,散货在本质上仍是连续的。本章介绍了散装货物样本的构成、方案估计、抽样方案的内容、孤立批(方差未知)样本的随机抽取、系列批的抽取等内容。

第七章计数型抽样体系。本章对以美国军用标准 MIL—STD—105 D 为代表的计数抽样体系的原理和方法进行了详细介绍。内容包括概述、实施、选择、评价、应用举例、孤立批抽样等。

第八章计量型抽样系统。本章对以国际标准化组织 1981 年通过的 ISO—3951—1981 为代表的计量抽样体系的原理和方法进行了详细介绍。内容包括历史的回顾、ISO—3951—1981 的基本概念、ISO—3951—1981 的实施、抽样方案的选择、抽样方案的评价等。

第九章介绍了连续型抽样方案。第十章介绍了特殊的抽样方法。第十一章介绍了可靠性抽样问题。最后,第十二章简单介绍了抽样验收的管理问题。

本书在编著时始终恪守一个信条:让读者阅读使用时感到简单明了。本书的取材自成体

系, 图表齐备, 目的是让读者使用本书时不必再花费时间查找其他书籍。本书没有很复杂的高等数学 (第一章有几个地方出现这方面的内容, 但跳过它并不影响读者的后续阅读)。因此, 具有高中文化程度的读者在认真学习前几章后, 是不难看懂本书的。本书主要的读者对象为: 工矿企业产品检验人员、工程技术人员、工程管理人员; 企业管理专业以及有关专业科技工作者、教师、研究生、本科高年级学生。本书汇集了比较系统和完整的抽样检验方法, 它不仅具有手册的作用, 还可以作为进一步研究抽样检验方法的基础和素材。

本书的取材涉及许多中外学者, 部分素材取自英文本的«ACCEPTANCE SAMPLING IN QUALITY CONTROL»(E.G.SCHILLING, MARCEL DEKKER, NEW YORK, 1982), 在这里, 对他们表示感谢。同时, 我们还要感谢刘宝光副教授对我们在许多课题方面的指导, 感谢严圣武教授在百忙中为我们校阅了全部书稿, 并提出了许多宝贵意见。

由于我们水平有限, 错误与不当之处欢迎读者批评指正。

北京理工大学 冯长根
陕西应用物理化学研究所 惠宁利

1991.11

目 录

第一章 基础知识

1.1 随机事件与概率	1
一、随机现象 随机试验 随机事件	1
二、概率	1
三、随机样本 随机数	3
四、排列 组合 树枝图	4
五、概率计算	6
1.2 随机变量及其分布	10
一、随机变量	10
二、概率函数 概率分布	10
三、分布函数的评价	13
四、超几何分布	15
五、二项分布	18
六、泊松分布	22
七、负二项分布	26
八、指数分布 连续分布	27
九、威布尔分布	29
十、正态分布	31
十一、 t 分布	36
十二、 χ^2 分布	37
十三、概率分布的总结 近似计算	37
十四、假设检验 小概率事件	42
参考文献	44

第二章 质量概论

2.1 质量与质量指标	45
一、质量 产品质量 产品质量的基本目标	45
二、质量特性 质量特性值	47
三、质量指标 质量指标的分类	48
四、确定质量指标的统计方法	50
五、单位产品质量的计数评价	54
2.2 质量的评定方法	56
一、定性评定法	56
二、定量评定法	57
三、可靠性估计	62
四、感度类质量特性的评估方法	68
参考文献	75

第三章 抽样检验概要

3.1 基本概念与名词术语	76
---------------------	----

一、质量检查	76
二、抽样检验常用名词术语与分类	79
三、抽取样品的的方法	83
3.2 接收概率与抽查特性	86
一、样本中不合格品数的抽取概率	86
二、接收概率	87
三、抽查特性函数	89
四、抽查特性曲线 (OC曲线)	89
五、抽样检查中的两种错误与两种风险	92
六、抽查特性曲线 (OC曲线) 的讨论	94
七、误检的影响	99
八、返检	100
九、截尾	102
3.3 抽样方案的评价与制定方案	103
一、抽样方案的评价	103
二、制定方案	105
参考文献	106
第四章 计数型抽样	
4.1 一次抽样	107
一、方案的实施	107
二、方案的制定	107
三、方案的评价	115
4.2 二次抽样与多次抽样	117
一、方案的实施	117
二、方案的制定	119
三、方案的评价	122
4.3 序贯抽样	132
一、方案的实施	132
二、方案的制定	133
三、方案的评价	135
四、单位缺陷的序贯抽样方案	137
五、进一步的考虑	137
参考文献	138
第五章 计量型抽样	
5.1 不合格品率的计量抽样	141
一、基本理论	141
二、应用范围	143
三、方案的实施	143
四、方案的制定	147
五、方案的评价	150
六、基于样本极差的计量抽样方案	160
七、计量型二次抽样	163
八、百分不合格品率的容许区间与计量方案	165

九、不合格品率的序贯方案	168
十、讨论	169
5.2 工序参量的计量抽样	170
一、工序参量的一次抽样	171
二、验收控制图	172
三、工序参量的序贯方案	174
四、累积图	181
参考文献	183
第六章 散货抽样	
一、样本的构成	187
二、估计	189
三、抽样方案	194
四、孤立批（方差分量未知）的简单随机抽样	195
五、系列批抽样	197
参考文献	201
第七章 计数型抽样体系	
一、概述	202
二、体系的实施	205
三、方案组的制定	208
四、体系的评价	211
五、应用举例	213
六、孤立批抽样	216
七、关于MIL—STD—105D的讨论	218
八、百分比抽样方案的套改	219
第七章附录一 关于 GJB—179—86 的说明	221
第七章附录二 ISO—2859—1974, JIS—Z—9015 和 GB—2828—81 的比较	222
参考文献	223
第八章 计量型抽样体系	
一、历史的回顾	225
二、ISO—3951—1981 的基本概念	226
三、体系的实施	228
四、方案组的制定	233
五、体系的评价	237
参考文献	239
第九章 连续型抽样方案	
一、H. F. Dodge 的连续型抽样方案	241
二、带有暂停规则的 CSP—1 方案	249
三、多水平连续型抽样方案	251
四、加严的多水平连续型抽样方案	254
五、区组连续型抽样方案	255
六、MIL—STD—1235B 方案	259
参考文献	263

第十章 特殊的抽检方法

10.1 特殊方案和特殊程序	265
一、概率图法	265
二、表格法	267
三、NLG 方案	270
四、计量与计数混合型方案	281
五、Philips标准抽样系统	290
10.2 累积结果方案	294
一、跳批抽样方案	295
二、链式抽样方案	298
三、延迟判决体系	304
四、累计结果判据方案 (CRC)	306
10.3 审鉴抽样	307
一、批敏感抽样方案 (LSP)	308
二、加严—正常—加严抽检体系 (TNT)	312
三、快速转移体系 (QSS)	315
四、简化的大型批抽检法 (GLP)	316
10.4 系列批: 返检体系	328
一、AOQL一次抽样方案	329
二、DODGE-ROMIG抽样体系	329
三、ANSCOMBE 检验 (体系) 程序	341
参考文献	344

第十一章 可靠性抽样

一、截尾抽样	350
二、用于寿命试验与可靠性的计量方案	352
三、可靠性检验—指数分布	356
四、可靠性检验—威布尔分布	367
参考文献	378

第十二章 抽样验收的管理

一、抽样程序的制定和执行	382
二、质量水平的确定	384
三、经济考虑	391
四、强制性标准	392
五、计算机程序	393
六、管理的基本原则	394
参考文献	394

附表

附表1.1 随机数表	397
附表1.2 超几何概率分布表	399
附表1.3 阶乘的对数	402
附表1.4 二项分布 累积项 $\sum_{d=0}^c C_n^d p^d (1-p)^{n-d}$ 值表	406

附表1.5(a) 泊松分布累积项 $\sum_{d=0}^e \frac{\lambda^d}{d!} e^{-\lambda}$ 值表	410
附表1.5(b) 泊松分布密度函数 $\frac{e^{-\lambda} \lambda^d}{d!}$ 值表	414
附表1.6 正态分布表	416
附表1.7 正态分布的双侧分位数(u_α)表	417
附表1.8 t 分布的双侧分位数(t_α)表	418
附表1.9 χ^2 分布的上侧分位数(χ_α)表	419
附表2.1 多重比较中的 $q_\alpha(f)$ 表	420
附表2.2 对于比率 p 的置信限 (单边) $B_{1-\alpha}(n, f)$	421
附表2.3 可靠度表 (置信度 $c=95\%$)	425
附表2.4(a) 在75%置信度下由试验数和失效数确定的可靠度	427
附表2.4(b) 在90%置信度下由试验数和失效数确定的可靠度	428
附表2.4(c) 在95%置信度下由试验数和失效数确定的可靠度	429
附表2.4(d) 在99%置信度下由试验数和失效数确定的可靠度	430
附表2.5 F 检验的临界值(F_α)表	431
附表2.6(a) 合格判定数 $A_c=0$ 条件下, 用超几何分布估计的可靠度 $\hat{R}_0$ 值表	436
附表2.6(b) 合格判定数 $A_c=0$ 条件下, 可靠度为80, 85, 90(%)时的样本量 (超几何分布)	445
附表2.7 按不同样本量算得的安全系数所确定的可靠度	446
附表2.8 增长曲线分位数表	455
附表2.9 $\rho(M, b)$ 传统计算标准偏差用表	456
附表2.10 $\rho(n, M, b)$ 修正计算标准偏差用表	457
附表2.11 $G(\rho, b)$ 按修正算法计算平均值标准误差用表	469
附表2.12 $H(\rho, b)$ 按修正算法计算标准偏差的标准误差用表	469
附表4.1 制定一次抽样方案的单位值表	472
附表4.2 确定一次抽样方案接收概率的单位值表	471
附表4.3 制定与评价一次、二次及多次抽样方案的单位值表	472
附表4.4 序贯抽样方案数值表 (二项分布)	480
附表4.5 序贯抽样的 a 、 b 值表	491
附表4.6 序贯抽样中用 p_0 与 p_1 表示的 g_1 与 g_2 数值表	492
附表5.1 给定 p_1 和 p_2 , 均方差已知(σ)和未知(s)时等效的一次、二次计量抽样方案	493
附表5.2 计量方案中 N 和 k 的近似值和准确值的比较	497
附表5.3 用于估计样本量 n 中取 k 个样本时平均极差的均方差的 d_1^* 因子和自由度 ν	497
附表5.4 Odeh-Owen 表 5: 用于控制曲线具有相等尾巴的双侧抽样方案因子	499
附表5.5 Odeh-Owen 表 6: 用于分别控制曲线尾巴的双侧抽样方案因子	500
附表5.6 单侧正态 u -检验 ($\alpha=0.05$) 的抽查特性曲线	501
附表5.7 双侧正态 u -检验 ($\alpha=0.05$) 的抽查特性曲线	501
附表5.8 单侧 t -检验 ($\alpha=0.05$) 的抽查特性曲线	502
附表5.9 双侧 t -检验 ($\alpha=0.05$) 的抽查特性曲线	502
附表5.10 单侧(上部) χ^2 -检验 ($\alpha=0.05$) 的抽查特性曲线	503
附表5.11 验收控制图中控制限因子	504
附表5.12 验收控制限因子的校正项 CT 值	503
附表5.13 Barnard 序贯 t -检验法中构成判定线的边界值	505

附表7.1	MIL—STD—105D表Ⅲ——放宽检查的界限数	506
附表7.2	MIL—STD—105D表Ⅰ——样品大小字码	507
附表7.3	MIL—STD—105D表Ⅰ—A——一次正常检查抽样方案(主表)	508
附表7.4	MIL—STD—105D表Ⅰ—B——一次加严检查抽样方案(主表)	509
附表7.5	MIL—STD—105D表Ⅰ—C——一次放宽检查抽样方案(主表)	510
附表7.6	MIL—STD—105D表Ⅱ—A——二次正常检查抽样方案(主表)	511
附表7.7	MIL—STD—105D表Ⅱ—B——二次加严检查抽样方案(主表)	512
附表7.8	MIL—STD—105D表Ⅱ—C——二次放宽检查抽样方案(主表)	513
附表7.9	MIL—STD—105D表Ⅳ—A——多次正常检查抽样方案(主表)	514
附表7.10	MIL—STD—105D表Ⅳ—B——多次加严检查抽样方案(主表)	516
附表7.11	MIL—STD—105D表Ⅳ—C——多次放宽检查抽样方案(主表)	518
附表7.12	MIL—STD—105D表Ⅴ—A——正常检查平均检出质量上限系数(一次抽样)	520
附表7.13	MIL—STD—105D表Ⅴ—B——加严检查平均检出质量上限系数(一次抽样)	521
附表7.14	MIL—STD—105D表Ⅶ—A——极限质量(不合格品率), $P_d=10\%$ (正常检查, 一次抽样)	522
附表7.15	MIL—STD—105D表Ⅶ—B——极限质量(每百单元缺陷数), $P_d=10\%$ (正常检查, 一次抽样)	523
附表7.16	MIL—STD—105D表Ⅷ—A——极限质量(不合格品率), $P_d=5\%$ (正常检查, 一次抽样)	524
附表7.17	MIL—STD—105D表Ⅷ—B——极限质量(每百单元缺陷数), $P_d=5\%$ (正常检查, 一次抽样)	525
附表7.18	MIL—STD—105D表Ⅸ——二次和多次抽样平均样品大小曲线(正常和加严检查)	526
附表7.19	MIL—STD—105D表Ⅹ—F——样品大小字码: F 的表	527
附表7.20	MIL—STD—105D系统的 AOQL(每百单元缺陷数)	529
附表7.21	MIL—STD—105D系统 $P_d=10\%$ 的极限质量(每百单元缺陷数)	530
附表7.22	MIL—STD—105D系统 $P_d=5\%$ 的极限质量(每百单元缺陷数)	531
附表7.23	MIL—STD—105D系统的 P_d , ASN, AOQ, ATI(字码 F)	532
附表7.24	MIL—STD—105D系统的操作比($OR=p_{0.10}/p_{0.95}$, 用泊松分布计算)	534
附表8.1	ISO—3951—1981表Ⅰ—A字码和检查水平	535
附表8.2	ISO—3951—1981表Ⅰ—B字码和正常检查样本大小	535
附表8.3	ISO—3951—1981表Ⅱ—A“s”法: 单侧抽样方案正常检查(主表)	536
附表8.4	ISO—3951—1981表Ⅱ—B“s”法: 单侧抽样方案加严检查(主表)	537
附表8.5	ISO—3951—1981表Ⅱ—C“s”法: 单侧抽样方案放宽检查(主表)	538
附表8.6	ISO—3951—1981图S—D“s”法字码 D (样本大小5)综合双侧标准限接收曲线	539
附表8.7	ISO—3951—1981图S—E“s”法字码 E (样本大小7)综合双侧标准限接收曲线	540
附表8.8	ISO—3951—1981图S—F“s”法字码 F (样本大小10)综合双侧标准限接收曲线	541
附表8.9	ISO—3951—1981图S—G“s”法字码 G (样本大小15)综合双侧标准限接收曲线	542
附表8.10	ISO—3951—1981图S—H“s”法字码 H (样本大小20)综合双侧标准限接收曲线	543
附表8.11	ISO—3951—1981图S—I“s”法字码 I (样本大小25)综合双侧标准限接收曲线	544
附表8.12	ISO—3951—1981图S—J“s”法字码 J (样本大小35)综合双侧标准限接收曲线	545
附表8.13	ISO—3951—1981图S—K“s”法字码 K (样本大小50)综合双侧标准限接收曲线	546
附表8.14	ISO—3951—1981图S—L“s”法字码 L (样本大小75)综合双侧标准限接收曲线	547

附表8.15	ISO-3951-1981图S— M “ s ”法字码 M (样本大小100)综合双侧标准限接收曲线	548
附表8.16	ISO-3951-1981图S— N “ s ”法字码 N (样本大小150)综合双侧标准限接收曲线	549
附表8.17	ISO-3951-1981图S— P “ s ”法字码 P (样本大小200)综合双侧标准限接收曲线	550
附表10.1	等效的计数、NLG、已知(σ)与未知(s)均方差的计量方案	551
附表10.2	配合MIL—STD—105D的最佳NLG加严方案	555
附表10.3	配合MIL—STD—105D的最佳NLG正常方案	556
附表10.4	配合MIL—STD—105D的最佳NLG放宽方案	557
附表10.5	生产过程处于AQL质量水平时,在MIL—STD—105D中使用NLG抽样方案的接收概率(P_r)和平均样本量(ASN)	558
附表10.6	混合方案的联合概率	559
附表10.7	SKSP—2方案用于确定AOQL的 Y 值	565
附表10.8	SKSP—2方案和等效一次抽样方案的单位值	566
附表10.9	用AQL($p_{0.95}$)和LTPD($p_{0.10}$)检索的CHSP-1方案	567
附表10.10	用AQL($p_{0.95}$)和AOQL检索的CHSP-1方案	568
附表10.11	QSS系统的单位值	570
附表10.12	简化的大型批抽样(GLP)的 H_e 值	576
附表10.13	用于确定AOQL的 x 和 y 值	577
附表11.1	截尾抽样概率作图法所用的风险值	577
附表11.2	H—108表2A—1寿命试验抽样方案样本字码	580
附表11.3	H—108表2B—1寿命试验主表(定数截尾)	580
附表11.4	H—108表2C—1(b)寿命试验主表(定时截尾,无更换)	581
附表11.5	H—108表2C—2(b)寿命试验主表(定时截尾,有更换)	581
附表11.6	H—108表2D—1(b)序贯寿命试验主表($\alpha=0.05$)	582
附表11.7	H—108表2C—5用于规定时间前失效比率检验的定时截尾抽样方案主表	582
附表11.8	TR3表1(t/μ) $\times 100$ 的值	583
附表11.9	TR7表1A用于MIL—STD—105D方案在合格质量水平(正常检查)时的 $100t/\mu$ 比率值	584
附表11.10	TR7表1B用于MIL—STD—105D方案在极限质量处的 $100t/\mu$ 比率值($\beta=0.10$)	584
附表11.11	TR7表1C用于MIL—STD—105D方案在极限质量处的 $100t/\mu$ 比率值($\beta=0.05$)	587

第一章 基础知识

1.1 随机事件与概率

一、随机现象 随机试验 随机事件

经验告诉我们，假定从机械加工车间挑出一名熟练工人，使用同一台机床、同一组工具、同一种原材料，用同一张图纸加工一批零件。那么，尽管做出了如此严格的控制，这一批零件的尺寸并不是完全一致的。这是因为有许多偶然因素影响着加工效果且又无法加以控制，比如材料硬度的不均匀，车间温度、湿度的变化，机床振动的情况，甚至操作者心理状态的微小变化等等。

在相同的条件下，加工出来的零件尺寸并不一致，这样的现象称为随机现象。尽管条件一致，结果仍不确定，这是随机现象的特点之一。如果条件不一致，例如改变原料或制造方法，由此引起的质量变异就不能算作随机现象。

随机现象还有其规律性的一面。例如，在工厂生产情况正常时，尽管时有合格品、不合格品，但是生产合格品的可能性总是远远大于出不合格品的可能性，而且对于长期稳定的生产，有稳定的“合格品率”值，这个值可以用于从数量上衡量生产合格品的可能性的大小。随机现象的这种规律性只有在对同一现象在相同条件下做大量观察和实验时，才能在各次实验结果的总体中表现出来，就是说，是一种统计规律性。具有统计规律性是随机现象的又一特点。

对某一随机现象在一定条件下的一次观察，称为随机试验。随机试验所可能出现或可能不出现的结果，叫做随机事件。

抽样检查时，从一批产品中“抽检二件产品”是随机试验，而“全是合格品”、“全是不合格品”与“一件合格，一件不合格”是三个随机事件。但是，在一定条件下必然会发生的事情，例如在标准大气压下，水加热到 100°C 时，必然会沸腾，不是一个随机事件。在一定条件下必然不发生的事情，例如在常温下，铁会熔化，也不是随机事件。前者叫必然事件，后者叫不可能事件。随机事件是指这样的事件——这种事件在一定的条件下可能发生也可能不发生。

在概率论和数理统计中，随机事件常简称为事件，随机试验常简称为试验。

二、概率

假定有一支半导体三极管，它的电流放大系数 β 的值经测量为 36.5。这时，若根据这一 β 值去设计精密电路，有可能导致失败。这是因为，半导体三极管的 β 值，受材料纯度、制造工艺以及其他许多因素的影响，变动范围很大，虽然手头这一支的 β 值为 36.5，然而，以后使用的同类三极管，其 β 值却不一定都是 36.5。

现在，将仓库中其余的 49 支三极管都进行测量，将测得的总共 50 支三极管的 β 值列

于表 1.1。由表可知， β 值最大为 47.2，最小为 17.5，相差近 3 倍。为了更清楚地了解这批三极管，根据 β 值的大小分成四组做成一直方图，如图 1.1。

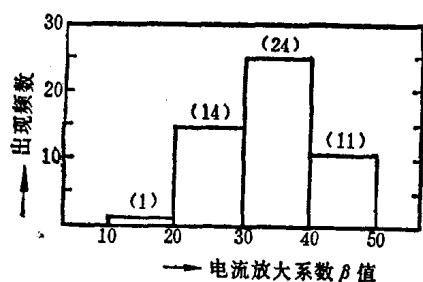


图 1.1 β 值的直方图

这时由图便可看出，约有半数(24 支)三极管， β 值在 30 至 40 之间。如果认为 β 值在 20 到 40 之间的管子是合格的话，那么，有 38 支管子（即总数的 76%）是合格的。如果被测三极管的数目大到一定程度，而生产过程没有显著变化，那么可以认为这个合格品率的数值大体上是稳定的。现在，假若拿出一支管子，判断它是否合格，就可以说，它是合格的。

表 1.1 某批三极管的电流放大系数 β 的实测值

36.5	34.0	17.5	46.9	28.6
33.1	32.4	29.7	37.2	32.5
29.1	34.5	36.8	36.0	36.3
42.4	46.2	34.1	27.1	39.5
28.2	38.4	34.6	31.0	43.0
24.3	35.6	29.3	44.8	43.2
26.4	47.2	27.6	35.2	36.3
24.4	40.0	38.4	39.0	42.7
22.4	30.3	26.6	35.5	41.3
20.3	23.3	23.4	30.4	42.4

如上所述，在推断未知事项时，定量地表示某个事项（比如说合格品）出现的确定性的数值就叫做概率。

从上面这个例子还可以得到这样一些结论：随机事件作为随机现象的一种基本表述手段，随机现象的不确定性和统计规律性，决定了随机事件也具有不确定性和统计规律性，而概率就是随机事件的统计规律性的一种数字表征。

对于概率，不存在唯一的定义，实际上至少存在着三个定义，即古典定义，经验定义与主观定义。

概率的古典定义：若存在许多事件，其中的一件必定发生，且所有这些事件同等可能；如果其中的一些（数值上较小）事件中的任何一个将导致某种在其他情况下不能发生的结果，则这种结果的概率可用这个数值上较小一些的数与整个事件的数值之比来表示。这里，概率被定义为所有可能且互斥事件的总数与所指事件数的比值。例如一副扑克牌有 52 张，其中 4 张为 K 牌；若这副牌是杂乱无序的，则每张牌被抽出的机会相等，由此，获得一张 K 牌的概率是 $4/52=1/13$ 。

有一个经常用到的例子，是在掷骰子时，出现点 1 的概率是 $1/6$ 。这是因为假定骰子是一个相当均匀的六面体，那么在实际掷骰子而得出具体数据之前，要想找到点 1 出现的概率与点 2（或其它点）出现的概率有区别的合乎逻辑的根据是不可能的。而如果找不到这样的逻辑根据，那么两者的概率就是一样的。就是说，把点 1 出现的概率与点 2 出现的概率看作相等是妥当的。这样，因为点 1 至点 6 出现的概率都相等，可以得到出现点 1 的概率为 $1/6$ 。

有时，称这样的概率为逻辑概率。

概率的经验定义：对于一个给定的特性，假定独立于空间位置的选择，则其相对频率的极限值就称为该特性的概率。这样，概率被认为是在长期管理中，成功次数与总的试验次数之比。

设有一条工业生产线，在生产情况稳定的条件下，进行大量生产，也就是说，大量的重复同一随机试验（生产某一产品）。一般规定，生产合格品的数量和生产总数的比值称为合格品率。由经验可知，每天的合格品率总在某个数值附近摆动，如果是逐日积累的产品的总合格品率更是如此。这个数值就是“生产合格品”这一随机事件的概率。上面所举关于半导体三极管的例子，也属于对概率的经验定义。得到这些概率值，是根据以往得出的数据，所以有时又称为客观概率。

如果知道了事件“生产合格品”的概率，就可以将它作为在一个长过程中产品合格率的预期值。一般已知一个随机事件的概率，就可以将它作为在大量重复试验时，这一事件出现频率的预期值，也可以用它从数量上衡量这一事件在每一次试验时出现的可能性的

大小。在概率中还有一种叫做主观概率。在这里，概率被定义为某人对诸如“明天将下雨”这样的命题所持有的置信程度。而且，不同的人对“明天将下雨”这一命题所持的概率不一定一致。这种概率既不是根据以往的经验来推断，也不立足于足够的逻辑根据来推断。当然，引用以往的经验无疑有很大的参考价值。不妨说，主观概率是借助于概率的数值来表现“根据自己的经验和分析水平我这样想”这一主观意念。

以上三种概率的定义在质量验收控制中都有直接的应用。古典概率可用于有限批量批的接收概率的计算。在这种情况下，所有可能事件均能被枚举出来，且样品也能从中抽出。若从处于统计控制状态的一个工序中抽样，则要用经验概率。在这里，可以想象该工序可能生产无数个产品，得到不合格品概率的唯一途径是从经验意义上来考虑。主观概率已用来评价抽样方案，在费用有限时更是如此。主观概率反映了个人或团体对所涉及的概率的仲裁。除非生产方和使用方对涉及到的主观判断等有一致的看法，主观概率的实际应用有时是困难的。

三、随机样本 随机数

从批或总体中抽出的一些产品称为样本。随机样本是指这样的样本，即样本所代表的批或总体中的每一个产品均有相等的机会被抽出。抽出这样的样本时，既可采用放回的抽取方式，也可采用不放回的方式。“放回”、“不放回”指的是已抽出的产品放回总体或者不放回总体。对于有限总体，若是每次抽出一个产品后，放回再抽第二个，那么每次抽取时总体中的元素成分并不改变。若不放回，总体的成分将有所改变，那么再抽时，出现各种结果的可能程度亦即概率就相对地改变了。至于无穷总体则没有区分“放回”或“不放回”的必要。

举一个例子。扑克有 52 张，其中一张是黑桃 K。采用不放回抽样时，第一次抽得这张牌的概率是 $1/52$ ，如果第一次没有抽到这张牌，则第二次抽得该牌的概率是 $1/51$ 。

得到随机样本的过程称为随机抽样。随机抽样的核心是机会均等概念，这一概念要求抽样总体中每一个产品在任何一次抽取中被抽取的机会相等。

为了保证抽样的随机性，往往需要采取一些具体措施，比如使用随机数表，以保证总体中每一产品有同等被抽取的机会，以防止抽取时的人为偏见。随机数表中的随机数用来模拟

实践中真实随机过程的输出。随机数在数表中以等同的频率但不同的顺序出现。附表 1.1 给出随机数表。表的使用如下：

(1) 给总体中每一个产品编号。

(2) 确定随机数的选择方式。例如，可以采用从右到左、从下到上、对角线上每隔三个抽一个等不同的方式。

(3) 确定一个开始取数的位置，然后取与抽样数相同的随机数个数。

(4) 从总体中抽取与所得数相应的产品进行检验。

由于上述方法使总体中每个产品都有被抽取的同等机会，这样产生的样本是总体的真实代表。

有时候，要把总体中所有个体都编号是不实际或不可能的。在这种情况下，样本的抽取要遵守随机抽样原理，以便尽可能地获得一个有代表性的样本。要避免倾向性，不能有意识地只抽好的或只抽差的。要避免在抽样前对所抽对象进行检查。要避免仅仅从最方便的地方抽样，如容器的顶部、底部的喇叭口等，抽样时要顾及各个部位。有这样一个取样例子：检验员在产品装车的同时进行取样，原因是装了车以后就不可能得到随机样本了。上述对策有助于尽可能公正地得到如同随机数表中的随机数那样的随机性。

四、排列 组合 树枝图

在古典定义下，某一事件的概率涉及到计算有利于该事件的可能数，然后列出这一数值与等可能发生的可能数的总数的比值。这些可能数有一个特点——在一次抽样中，它们不可能同时发生，即这些等可能数具有相互排斥性。在计算这种可能性时，有三种重要的方法：排列、组合和树枝图。

假设一批中有三个产品，各用一个流水号表示，且其中有两个是好的（合格品）。现在，采用这样的抽样方案：抽取两个产品，若无不合格品则接收，如果有一个或多个不合格品，则拒收。这样的抽样方案称为样本量 n 为 2，接收数 A_c 为 0 的抽样方案。

如果这三个产品以每一次一个的方式从包装箱中卸下。试问产品先后下卸（排列）的方式有多少种？这里，假设这三个产品的流水号除最后一个数字分别为 5、7、8 外，其余是相同的。由枚举，不难看到可能出现以下几种顺序：

5、7、8，8、7、5，7、5、8，8、5、7，7、8、5，5、8、7。

这样的排列，称为全排列。从 n 个不同的东西中抽取 n 个的排列数的计算公式为

$$P_n^n = n! = n(n-1)(n-2)\cdots 1$$

这是因为第一种的取法有 n 种，第二种的取法有 $(n-1)$ 种，……，剩下最后一个时，只有 1 种取法，所以不同的排列共有 $n(n-1)(n-2)\cdots 1$ 种。上式就是全排列数计算式。这里 $n!$ 是 n 的阶乘，它是 n 与所有比 n 小的且连续递减到 1 的整数的乘积。例如： $1! = 1$ ， $2! = 2(1) = 2$ ， $3! = 3(2)(1) = 6$ ， $4! = 4(3)(2)(1) = 24$ 。

注意零的阶乘写 1，即 $0! = 1$ 。

在上例中，要计算从 3 个产品中取 3 个的排列数，于是

$$P_3^3 = 3! = 3(2)(1) = 6$$

这与枚举的结果是一样的。

那么，当样本量为 2 时，有多少种抽取方式？枚举如下：