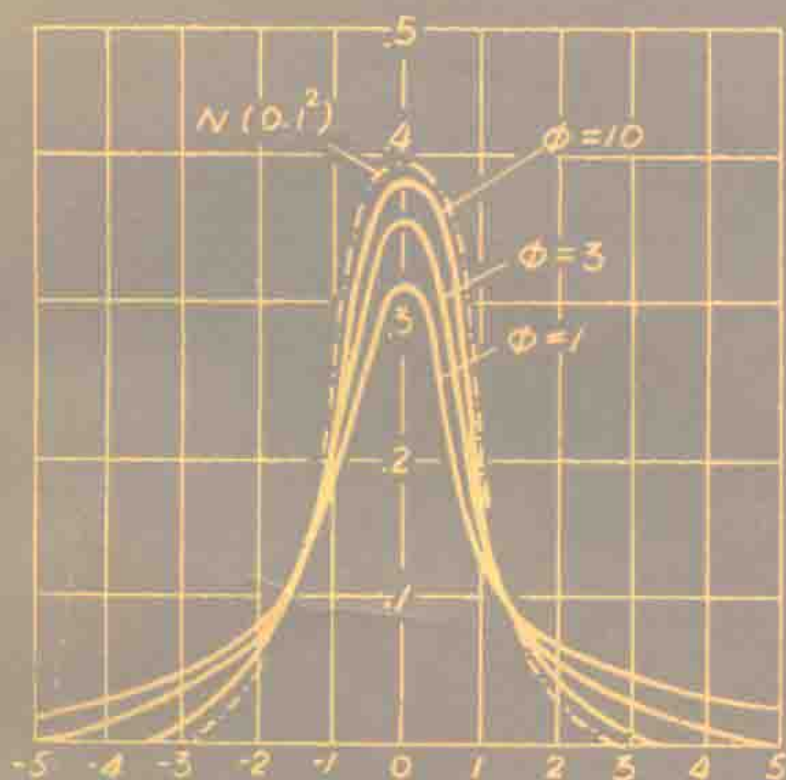


ZHILIANGGUANLI DE SHULI TONGJIFANGFA



质量管理的数理统计方法

徐 扬 先 编著

黑龙江人民出版社

质量管理的数理统计方法

徐扬光 编著

黑龙江人民出版社

责任编辑：罗 溟

封面设计：范庆义

质量管理的数理统计方法

Zhiliang Guanli De Shuli Tongji Fangfa

· 徐扬光 编著

黑 龙 江 人 民 出 版 社 出 版

(哈尔滨市道里森林街 42 号)

佳木斯印刷总厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 850 × 1168 毫米 1/32 · 印张 16 4/16 · 插页 4 · 字数 340,000

1984 年 7 月第 1 版 1984 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—15,000

统一书号：4093 · 91

定价：2.20 元

前 言

全面质量管理是一门现代化管理的科学。大力推广全面质量管理，不断提高产品质量，改善企业管理，对于加速我国社会主义现代化建设，具有迫切的现实意义和长远的战略意义。

目前，全面质量管理已在全国许多企业普遍开展起来。1980年3月，国家经委颁发了《工业企业全面质量管理暂行办法》，这是提高产品质量，加强企业管理的一项重要措施，它将把我国企业的质量管理工作提高到一个新的水平。

为适应质量管理现代化的需要，本书特汇编了有关质量管理的数理统计方法，希望能作为一种入门性读物供工矿企业有关人员参考。

本书着重介绍数理统计的方法，结合具体的生产实例，每种方法只介绍直观的原理，不作数学上的严格推导。以便使具有中等文化程度的同志，就可以看懂和运用。书中选用的方法，除了一些质量管理中常用的统计方法外，还介绍了概率和统计的基础知识，以及抽样检验、假设检验、正交试验和方差分析等基本方法。此外，附录中还介绍了十种具有实用价值的质量管理方法，可供参考。

本书可供工矿企业的管理干部、技术人员和工人阅读，也可作为质量管理学习班的教材。根据教学经验，第二章是基础知识，不宜讲得过简、过快；第三章至第七章是常用统计方法，可结合生产实际进行讲解；至于第八章至第十章可根据需要适当地选用或删除。

本书由上海财经学院黄树颜副教授审校，提出了许多宝贵意见。在本书编写过程中还得到上海航空工业学校张又昌讲师、上海 3035 厂叶英、上海铜带厂李兵、浙江人民出版社余龙文等同志的大力协助。对此，表示衷心感谢。

由于时间仓促，水平有限，书中的错误和不当之处，在所难免，希望读者批评和指正。

编 著 者

1982 年 6 月于上海

目 录

前 言

第一章 绪 论	1
1-1 质量管理发展概况	1
1-1-1 国外质量管理发展概况	1
1-1-2 质量管理的发展趋势	4
1-2 开展全面质量管理	8
1-2-1 全面质量管理的含义	8
1-2-2 产品质量与工作质量	9
1-2-3 质量检验与质量管理	11
1-2-4 全面质量管理思想基础	12
1-3 科学的质量管理方法	14
1-3-1 统计质量管理方法的特点	15
1-3-2 常用数理统计方法简介	16
1-3-3 质量管理中的 PDCA 循环	19
1-3-4 解决和改进质量问题的步骤	21
1-4 建立全面质量管理的工作体系	24
1-4-1 设计过程的质量管理	24
1-4-2 制造过程的质量管理	28
1-4-3 辅助过程的质量管理	31
1-4-4 使用过程的质量管理	32
1-5 产品质量的经济性分析	34
1-5-1 质量水平最佳化	35
1-5-2 质量水平的预测	37

第二章 概率和统计的基础知识	41
2-1 随机事件和概率	41
2-1-1 随机事件	41
2-1-2 频率与概率	42
2-1-3 概率的性质	44
2-1-4 随机变量	46
2-2 离散型分布	48
2-2-1 概率分布	48
2-2-2 超几何分布	50
2-2-3 二项分布	52
2-2-4 泊松分布	53
2-3 连续型分布	55
2-3-1 概率分布函数和概率密度函数	55
2-3-2 正态分布	57
2-3-3 标准正态分布和正态分布表	60
2-4 均值和方差及其估计	65
2-4-1 均值和方差	65
2-4-2 总体和样本	69
2-4-3 均值和方差的估计	71
2-5 统计量的分布	75
2-5-1 统计量分布的特性	75
2-5-2 样本平均值 $(\bar{x})$ 分布	77
2-5-3 χ^2 分布	78
2-5-4 t 分布	81
2-5-5 F 分布	83
2-5-6 各分布之间的关系	85

第三章 数据和常用统计方法	86
----------------------------	-----------

3-1 数 据	86
----------------------	-----------

3-1-1 数据的种类	86
3-1-2 计数值与计量值	88
3-1-3 数据的收集	89
3-1-4 数字的修约规则	91
3-2 分 层	93
3-3 调 查 表	95
3-4 主 次 图	99
3-5 因 果 图	104
3-6 直 方 图	107
3-6-1 数据的波动性和规律性	107
3-6-2 直方图的作法	109
3-6-3 平均值和标准偏差的近似计算	114
3-6-4 直方图的使用	116
3-7 正态性检验	120
3-7-1 正态概率纸	120
3-7-2 正态概率纸的应用	121
 第四章 工序能力调查	 128
4-1 工 序 能 力	128
4-1-1 工序能力的定义	128
4-1-2 4M要素	129
4-1-3 质量波动原因的分析	130
4-2 工 序 能 力 指 数	132
4-2-1 工序能力指数的计算	132
4-2-2 工序能力指数和不合格率的对应关系	133
4-2-3 偏离时的工序能力指数	134
4-2-4 单偏差技术要求的工序能力指数	140
4-2-5 偏态分布时的工序能力指数	143
4-2-6 计数值质量指标的工序能力指数	144

4-3 工序能力的调查和应用	147
4-3-1 工序能力调查步骤和方法	147
4-3-2 收集数据的方法	149
4-3-3 工序能力的分析和处置	150
4-3-4 工序能力分析的应用	152
4-4 机械能力调查	153
4-4-1 机械能力和工艺能力	153
4-4-2 机械能力指数	155
4-4-3 机械能力调查用的数据收集	156
4-4-4 机械能力简易判断法 (SCAT 法)	158
4-4-5 机械能力与工序能力的关系	162
 第五章 管理图	 165
5-1 管理图概述	165
5-1-1 什么是管理图	165
5-1-2 两类错误和 3σ 界限	167
5-1-3 管理图的种类	170
5-1-4 管理界限	172
5-2 计量值用管理图	172
5-2-1 $\bar{x}-R$ 管理图	172
5-2-2 $\bar{\bar{x}}-R$ 管理图	177
5-2-3 x 管理图	183
5-3 计数值用管理图	188
5-3-1 p 管理图	188
5-3-2 p_n 管理图	191
5-3-3 u 管理图	193
5-3-4 c 管理图	196
5-4 管理图的应用	198
5-4-1 管理状态的判断	198

5-4-2	从统计角度看管理图	203
5-4-3	管理界限与公差界限	207
5-4-4	管理图的基本作用和应用步骤	209
5-4-5	应用管理图的实例	213
5-4-6	小批量时的计量管理图	219
 第六章 相关与回归		227
6-1	相关与回归的概念	227
6-1-1	函数与相关	227
6-1-2	相关与回归	229
6-2	相 关	231
6-2-1	散 布 图	231
6-2-2	散布图的看法	233
6-2-3	相关系数	236
6-2-4	相关系数的检验	243
6-3	一次线性回归	245
6-3-1	回归方程	246
6-3-2	预测与控制	248
6-3-3	具体计算步骤和格式	252
6-3-4	化非线性回归为线性回归	257
6-4	关于相关与回归的简便法	262
6-4-1	用符号检验法判别相关	262
6-4-2	回归直线简单作法	264
 第七章 抽样检查		265
7-1	抽样检查方案的分析	265
7-1-1	全数检查和抽样检查	265
7-1-2	抽样检查的思考方法	266
7-1-3	关于两类错误概率 α 和 β	268

7-1-4	OC 曲线的计算	269
7-1-5	抽检方案与 OC 曲线的关系	273
7-1-6	“百分比抽检”方案的不合理性	275
7-2	抽检方案一览	278
7-3	计数标准型一次抽样检查	281
7-3-1	标准型抽检方案	281
7-3-2	不合格批的处理	285
7-4	计数调整型抽样检查	286
7-4-1	产品质量水平	287
7-4-2	调整型方案的质量指标	288
7-4-3	MIL 抽检表的构成	290
7-4-4	主要使用步骤	393
7-5	计量抽样检查	396
7-5-1	计量一次抽样检查 (σ 已知)	396
7-5-2	计量标准型一次抽样检查 (σ 未知)	305

第八章 正交试验303

8-1	什么是正交试验法	308
8-1-1	正交试验法与质量管理	308
8-1-2	指标、因子和水平	309
8-1-3	正交表	311
8-2	正交试验的基本方法	313
8-2-1	用正交表安排试验	313
8-2-2	用正交表分析试验结果——极差分析	316
8-2-3	交互作用	321
8-2-4	重复试验和重复取样	323
8-2-5	指标值的预估	326
8-3	多指标试验	328
8-3-1	综合平衡法	328

8-3-2 综合评分法	331
8-4 水平数不同的试验	335
8-4-1 水平数不同的正交表的应用	335
8-4-2 拟水平法	338
第九章 假设检验	341
9-1 假设检验概述	341
9-1-1 假设检验的基本思想	341
9-1-2 显著差异和显著性水平	344
9-1-3 检验的顺序	347
9-1-4 假设检验应用的典型事例	350
9-2 计量值的检验	351
9-2-1 关于一个总体方差的检验	351
9-2-2 关于二个总体方差的检验	355
9-2-3 关于一个总体均值的检验	358
9-2-4 关于二个总体均值的检验	361
9-3 计数值的检验	366
9-3-1 关于一个总体不合格率的检验	367
9-3-2 关于二个总体不合格率的检验	369
9-3-3 关于一个总体缺陷数的检验	371
9-3-4 关于二个总体缺陷数的检验	373
9-4 两种简易统计检验法	374
9-4-1 符号检验	374
9-4-2 秩和检验	377
第十章 方差分析	379
10-1 什么是方差分析	379
10-1-1 方差分析的基本概念	379
10-1-2 方差分析的种类	382

10-2 一元配置法	383
10-2-1 重复数相等的情况	383
10-2-2 重复数不相等的情况	390
10-3 二元配置法	393
10-3-1 无重复的二元配置	393
10-3-2 有重复的二元配置	398
10-4 正交试验的方差分析	406
10-4-1 正交试验结果分析——方差分析	406
10-4-2 用二水平正交表进行试验	408
10-4-3 用三水平正交表进行试验	413
参考文献	418

附录 介绍几种质量管理的统计方法	420
------------------------	-----

【1】 官能检查及其统计分析法	420
1-1 官能检查的领域	420
1-2 官能检查的评定方法	421
1-3 官能检查的统计分析方法	422
【2】 相似工序上 σ 的关系及其应用	425
2-1 什么叫相似工序	425
2-2 相似工序上 σ 的关系	426
2-3 相似工序上 σ 关系的应用	427
【3】 单件小批生产中运用公差百分法控制产品质量	429
【4】 利用 R 估计 σ 时的 d_2 系数修正	433
【5】 频数表的简易计算法	436
【6】 管理图中的警戒界限	439
6-1 警戒界限	439
6-2 警戒界限的用法	440
6-3 “ $2n$ ”组大小的 3σ 界限	441

6-4 应用举例	442
【7】 组大小 (n) 变化时 $\bar{x}-R$ 管理图	444
【8】 大波相关和小波相关	448
8-1 大波相关	449
8-2 小波相关	451
8-3 两者关系的分析	452
【9】 交互作用与主效果的图示法	452
【10】 分散可加性的应用	455

附表 常用数理统计表	458
【1】 正态分布的密度函数表	458
【2】 正态分布表	460
【3】 正态分布双侧分位数 $u(\alpha)$ 表	464
【4】 χ^2 分布的上侧分布 (χ^2_α) 表	465
【5】 t 分布的双侧分位数 (t_α) 表	467
【6】 F 检验的临界值 (F_α) 表	469
【7】 泊松 (Poisson) 分布表	479
【8】 一次抽样方案的接受概率计算表	479
【9】 符号检验表	491
【10】 秩和检验表	492
【11】 检验相关系数 $\rho = 0$ 的临界值 (r_α) 表	493
【12】 极差系数 d_n (或 d_2) 和极差分布的分位数表	494
【13】 阶乘和阶乘的对数表	495
【14】 C 管理图的管理界限表	497
【15】 $A = \frac{3}{\sqrt{n}}$ 表 (p 管理图用)	498
【16】 $\sqrt{\frac{p}{p(1-p)}}$ 表 (p 管理图用)	499
【17】 正交表	500

第一章 绪 论

1-1 质量管理发展概况

1-1-1 国外质量管理发展概况

全面质量管理是一门现代化管理的科学。企业的质量管理就是运用科学的方法和技术来管理生产过程，以使用最低成本制造出质量符合使用者要求的产品。质量管理是企业的重要内容。任何一个企业或工厂要保证与提高产品质量，都必须自觉地开展质量管理活动。

质量管理发展成为一门科学，是十九世纪末到二十世纪初的事情。到今天，同企业管理发展相一致的质量管理发展历史，大致经历了三个阶段。

第一阶段：从二十世纪初到四十年代，是质量检验阶段。十九世纪末叶，由于垄断资本的发展，出现了企业规模扩大，市场进一步扩充和垄断企业之间激烈竞争的形势。在这种情况下，再用“因袭管理法”来管理企业，已经不能适应形势发展的需要，于是产生了“科学管理”的理论。这个理论的首创者是美国工程师泰勒（F. W. Taylor）。泰勒等人于1903年至1930年间，提倡用科学的管理方法，即以计划、标准化、统一管理为三条基本原则来管理生产，以代替过去的经验法则。他在美国米德瓦尔钢铁公司推行了一套能巧妙地 and 最大限度地获得超额利润的劳动组织和工资制度，即所谓“泰勒制”。他通过把高等数学用于管理，创造

了一套科学管理办法。泰勒于 1911 年发表了《科学管理原理》，为科学管理奠定了基础。

在泰勒的学说里，提出计划与执行必须分开，执行当中要进行监督和检查，使产品的检验从制造过程中分离出来，成为一道独立的工序。这是对小生产方式的一项重大改革。从此，在企业中出现了检验组织和专职的检查人员。在二十世纪四十年代前，美国的工业企业里都普遍设立了集中管理的技术检查机构。这就是质量检验（或称“事后检查”）阶段。

1920 年前后，美国和英国开始将概率论和数理统计学应用于工业生产。虽然美国的数理统计专家休哈特（W. A. Shewhart）曾于 1924 年作出第一张管理图并建立了一套统计卡片，最早在美国贝尔公司把数理统计应用于质量管理；而且又在 1931 年发表了专著《工业产品质量的经济检查》，但这种统计质量管理方法，在当时并没有得到普遍推广。

第二阶段：从四十年代到五十年代，是统计质量管理（SQC-Statistical Quality Control）阶段。许多工厂推行泰勒制的结果，促进了科学管理的发展，它吸取了科学技术的新成果，运用运筹学、电子技术等手段，形成了一种现代的组织管理科学。

第二次世界大战的爆发，促使美国工业生产，特别是军火生产迅猛发展。很多过去民用工厂都要转向生产军品。但由于质量低劣，往往影响了交货合同，跟不上战争的需要。因此，迫切需要采取有效的质量管理方法。当时，美国为了解决零部件的标准化、通用化和质量管理问题，海军和陆军相继提出用统计方法管理质量的要求。为此，美国标准协会（ASA）受政府委托制定出三份关于统计质量管理方法的标准，并立即在全国普及推广，结果，半年时间，大见成效。到五十年代，这种统计质量管理被引入欧洲和日本等许多国家。

第三阶段：从六十年代开始至今，是全面质量管理（TQC—Total Quality Control）阶段。第二次世界大战结束后，各种管理理论的学派很多，其中最影响的学派是“决策理论”，其代表人物是美国经济学家西蒙（H. A. Simon）。他提出，管理的关键在于决策。企业领导人的决策质量不高，管理效率越高越不利。于是，他把高等数学、统计学、运筹学和电子计算等技术，把创造思想和逻辑思想，应用于决策方式的研究，选择最佳可行方案，创造出了一套进行决策的新技术。

随着科学技术和管理理论的发展，美国通用电气公司的菲根鲍姆（A. V. Feigenbaum）博士，于六十年代初首先提出了全面质量管理思想。使质量管理发展到一个崭新的阶段。全面质量管理理论运用了自然科学、技术科学和管理科学的最新成果，除数理统计外，还吸取了现代数学方法、工业工程学、系统工程学、工程心理学、自动控制理论和价值分析法，以及电子计算机的应用，把技术、经营管理和统计方法结合起来，形成了整套的工作系统。

现在，包括统计质量管理方法的全面质量管理，在国外被广泛应用。自五十年代起，已被欧洲诸如法国、瑞士、捷克、瑞典、意大利、西德及苏联等国家所引进。目前，非洲的个别国家和亚洲的印度也开始重视统计质量管理方法的研究和学习。

日本由于资源有限，出于贸易竞争和市场争夺的需要，尤为重视质量管理方法的引进和普及。战后年代，日本在全国普遍推行了全面质量管理，不仅使日本的产品在国际市场上具有很强的竞争能力，给国民经济带来了很大发展，成为工业高速发展的重要因素之一；而且，也引起了日本整个社会服务质量和风尚的变化。