

ISO 9000标准统计技术应用指导

丛书六

非数字数据 统计方法

主编 王毓芳 郝 凤 王万禄 ◆ 主审 王宗凯 肖诗唐

ISO 9000

中国计量出版社



ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书六

非数字数据统计方法

主编 王毓芳 郝 凤 王万禄
主审 王宗凯 肖诗唐

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

非数字数据统计方法/王毓芳, 郝 凤, 王万禄主编. 北京: 中国计量出版社, 2003.11
(ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书: 6)

ISBN 7-5026-1874-0

I. 非… II. ①王…②郝…③王… III. 统计—方法—应用—质量管理 IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 097897 号

内 容 提 要

本书是 ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书的第六分册。非数字数据是以语言或文字表达的非定量化数据, 其应用程序、分析方法完全不同于数字数据。本书详细讲解了统计数据与统计方法的概念、分类和特点以及调查表、原因分析的工具、水平对比法与流程图、头脑风暴法以及质量管理新七种工具等多种非数字数据统计方法的应用程序和分析方法, 并引用了大量实例分析和图表解释, 具有较强的可操作性和实用价值。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

E-mail jlfbx@263.net.cn

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 12.5 字数 295 千字

2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 19.00 元

前 言

随着 2000 年版 ISO 9000 标准的发布,人们更加重视企业质量管理体系的有效性和效率。1994 年版标准中的某些不足之处,必将通过 2000 年版标准的贯彻得到完善和改进。人们对统计技术在质量管理体系建立、运行及业绩改进过程中的应用将会有更深刻的理解和认识。目前,相当多的企业要求对专业人员进行深入的、分层次的统计技术培训教育,并立足于可操作、有实效。为此,特编写“ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书”,以满足企业统计技术人员培训教育的需要。

目前,我国质量管理的发展跨越了统计质量控制阶段,多数企业没有统计质量控制的经历,统计技术应用一直处于薄弱环节。而质量管理体系中的过程控制、数据分析、纠正与预防措施等很多要求均与统计技术应用有关。在产品寿命周期的每个阶段,若没有应用统计技术,企业的质量管理体系很难达到有效和完善。2000 年版标准所倡导的“以顾客为关注焦点”、“过程方法”、“持续改进”等原则也很难实现。

2000 年版 ISO 9000 标准把统计技术从一个要素提高到质量管理体系的基础,特别强调“统计技术的作用”。这充分说明 2000 年版标准对统计技术应用的要求比 1994 年版标准更加明确、更加严格。

“ISO 9000 标准统计技术应用指导丛书”包括:《统计技术基本原理》、《新产品开发设计与统计技术》、《过程控制与统计技术》、《质量检验试验与统计技术》、《质量分析 质量改进与统计技术》、《非数字数据统计方法》、《电力系统适用的统计技术》、《领导层对统计技术应用的筹划》等分册。“指导丛书”的每一分册,都将针对企业内相关专业范围内的统计技术基本原理和常用统计方法的操作和分析作详细讲解。讲解中结合大量实例,力求深入浅出,理论联系实际,以帮助企业在质量管理体系的建立和运行过程中正确选择和应用相关的统计方法,组织进行专业技术人员、管理干部的培训教育。

统计技术的培训教育一般有两种方式:一是社会组织的培训教育(走出去)。各级质量管理协会、质量技术监督部门举办的培训班,对企业培训统计技术应用骨干队伍发挥重要作用。但在针对性和培训面上有一定限制。二是企业自行组织的培训教育(请进来)。企业聘请有关专家到企业进行统计技术培训教育。由于教师在讲课前对企业有一个调研过程,因此,授课内容针对性较强,而且对扩

大培训面非常有利。另外还有一种学习方法，那就是自学。“指导丛书”就是为培训和自学而编写的共用教材。

“指导丛书”在编写过程中得到了全国全面质量管理委员会蒲伦昌研究员、邱庭荣教授、杨德生教授，华联信科公司吴遵高教授，北京工业大学王学忠高级工程师的指导，各位专家学者还提供了资料、案例，在此一并表示感谢。

编审者

2003年7月

目 录

第一章 统计数据与统计方法	(1)
一、统计技术的定义	(1)
1. 数学定义	(1)
2. 实用定义	(1)
3. 推论	(1)
二、统计数据的分类	(2)
1. 数字数据	(2)
2. 非数字数据	(2)
三、统计方法分类	(2)
1. 统计型方法	(2)
2. 情理型方法	(2)
3. 说明	(3)
第二章 调查表	(4)
一、调查表应用的重要意义及其应用范围	(4)
1. 什么是调查表	(4)
2. 调查表应用的重要意义	(4)
3. 调查表的应用范围	(4)
4. 对调查的基本要求	(5)
5. 调查的误差控制	(6)
二、调查表的应用程序	(6)
1. 准备阶段	(6)
2. 设计阶段	(8)
3. 分析和改进阶段	(8)
4. 总结阶段	(9)
三、调查表的类型形式	(9)
1. 表格式调查表	(9)
2. 矩阵式调查表	(9)
3. 图形式调查表	(10)
4. 确认用调查表	(10)

5. 频数分布表	(12)
四、实施调查的注意事项	(13)
1. 要求被调查人简明扼要进行回答	(13)
2. 保证调查结果的时效性	(16)
3. 保证调查表的回收率	(16)
4. 应设计二重调查表	(16)
第三章 原因分析工具	(17)
一、原因分析的重要意义及要点	(17)
1. 企业的质量分析工作	(17)
2. 原因分析是质量分析工作的关键环节	(17)
3. 原因分析的要点	(17)
二、原因分析的工作程序	(18)
1. 明确所分析的问题	(19)
2. 广泛深入调查研究, 获得全部潜在原因	(19)
3. 语言(文字)资料整理	(19)
4. 绘制草图	(19)
5. 讨论分析	(19)
6. 绘制正式图形	(21)
7. 图形分析(确定主要原因)	(21)
三、不同类型工具的适用条件	(26)
1. 因果图的适用条件	(26)
2. 因素展开型系统图的适用条件	(27)
3. 因果图、因素展开型系统图的弱点	(27)
4. 关联图及其适用条件	(28)
第四章 流程图与水平对比法	(31)
一、流程图的应用	(31)
1. 流程图的定义	(31)
2. 工作研究简介	(31)
3. 流程图的符号	(37)
4. 流程图的应用程序	(38)
5. 程序流程图类型	(39)
二、水平对比法	(41)
1. 定义	(41)
2. 应用范围	(41)
3. 应用程序	(42)
第五章 头脑风暴法	(44)
一、头脑风暴法的基本原理、定义和应用范围	(44)

1. 基本原理	(44)
2. 定义	(44)
3. 应用范围	(45)
二、如何应用头脑风暴法	(45)
1. 头脑风暴法的应用前提条件	(45)
2. 头脑风暴法的应用程序	(49)
三、创造性思维及其技法	(51)
1. 创造性思维的概念	(51)
2. 创造性思维的技法	(52)
第六章 新七种工具的应用	(98)
一、应用新七种工具的着眼点和技巧	(98)
1. 应用的着眼点	(98)
2. 应用的技巧	(100)
二、新七种工具的应用领域	(101)
三、系统图的应用	(103)
1. 措施展开型系统图的概念	(103)
2. 措施展开型系统图的应用范围	(103)
3. 措施展开型系统图的应用程序	(103)
4. 在质量设计方面的应用	(106)
5. 在减少不良品方面的应用	(111)
6. 在其他方面的应用	(111)
四、关联图的应用	(115)
1. 关联图的定义、应用范围及特征	(115)
2. 关联图的类型	(116)
3. 关联图的应用程序	(117)
4. 绘制和应用关联图的要点	(120)
5. 关联图的应用事例	(120)
五、KJ法的应用	(124)
1. KJ法的概念及类型	(124)
2. 语言(文字)资料的收集	(126)
3. 亲和图的应用程序	(128)
4. 分层图的应用程序	(128)
六、矩阵图的应用	(134)
1. 矩阵图的概念及应用范围	(134)
2. 矩阵图的类型	(135)
3. 矩阵图的应用事例	(136)
七、PDPC法的应用	(146)
1. 运筹学(OR)中的PDPC	(147)

2. PDPC 法和质量管理	(147)
3. PDPC 法的特征	(148)
4. PDPC 法的图形形式	(151)
5. PDPC 法的应用程序	(152)
6. PDPC 法的应用事例	(152)
八、矢线图 (网络计划的应用)	(154)
1. 网络计划	(154)
2. 网络图	(155)
3. 矢线图的符号及含义	(156)
4. 矢线图的作图规则	(157)
5. 矢线图的应用程序	(160)
九、矩阵数据解析法的应用 (简介)	(168)
1. 计算例	(171)
2. 探索新产品布 A 用途的事例	(174)
3. 在规划、开发、工程分析方面的应用	(176)
十、工具的联合应用	(180)
1. QC 工具的发明	(180)
2. QC 工具的联合应用	(181)
3. 几点说明	(188)
参考文献	(192)

第一章 统计数据与统计方法

一、统计技术的定义

1. 数学定义

统计技术是以概率论为理论基础的应用数学的一个分支。统计技术是研究随机现象中确定的数学规律的学科。

现象：指事物的表现。根据其因（发生条件）果关系，现象可以分为确定现象和随机现象两大类：

(1) 确定现象

当给定一组条件后所发生的结果是必然的（确定的），这种现象称为确定现象。

如水在常温常压下为液体状态，当环境达到 0°C 和 1 个标准大气压时，水就会结冰（变为固体状态）。这种现象称为确定现象。

(2) 随机现象

当给定一组条件后所发生的结果是不确定（随机）的，这种现象称为随机现象。

产品质量就是一种随机现象，在相同生产条件（人、机、料、法、环完全相同）下，所生产的产品其质量特性值也不能保持在确定的数值上。这种现象又称为产品质量的变异性或不一致性。

2. 实用定义

统计技术是指应用有关的统计方法，收集、整理、分析和解释统计数据，并对其所反映的问题做出一定结论（产品质量变异的性质、程度和原因）的科学技术。

3. 推论

统计技术是探索客观规律（统计规律）的一门科学技术。

探索客观规律可以应用各种科学理论和方法（如数理统计方法）来实现，也可以通过长期的工作实践不断探索、总结，从成功的经验和失败的教训中掌握。所以，从广义来讲所谓“摸着石头过河”若能探索到客观规律，称其为“统计”也未尝不可。前者称为理性统计，后者称为感性统计，二者的性质截然不同。

二、统计数据的分类

1. 数字数据

数字数据指由数字码(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)和小数点组合的数据。如测量轴径得到的数据 20.07mm、19.96mm 等。

数字数据的获得是通过对产品质量特性的测量而得到的。

2. 非数字数据

非数字数据指由语言或文字组成的数据, 如信息、意见、反映、议题、设想等。确切讲应称其为非数字资料(语言资料、文字资料), ISO 9004-4: 1994 标准称其为非数字数据。

非数字数据不能通过测量获得, 而是通过广泛、深入地调查研究得到。

三、统计方法分类

统计数据是统计的对象, 由于统计数据可以分为数字数据和非数字数据, 因此, 统计方法相应可以分为适用于数字数据的统计型方法和适用于非数字数据的情理型方法。

1. 统计型方法

(1) 收集对象

统计型方法的收集对象是大量定量描述的数字数据。数字数据的获得是通过可测量的产品或过程的特性经抽样、测量、记录得到的。

(2) 处理方式

统计型方法对所获得的数字数据, 需要用确定的数学公式进行统计计算, 以获得反映统计数据所表现其客观规律的特征值。

(3) 功能

统计型方法所获得的反映事物客观规律的特征值, 可进一步分析得到分布及相应区间的概率等方面的信息, 对完成统计推断、统计预测、统计控制等提供依据。

(4) 常用方法

在常用的统计方法中属于统计型方法的比较多, 如控制图、直方图、正态概率纸、散布图、排列图、方差分析、回归分析、正交试验设计、统计抽样、假设检验、参数估计、三次设计等。

2. 情理型方法

(1) 收集对象

情理型方法的收集对象是大量定性描述的非数字数据。非数字数据的获得是通过广泛、深入地调查研究得到的。

(2) 处理方式

非数字数据是无法进行统计计算的，对其的处理方式往往采用资料处理的方法（如 KJ 法等），通过对非数字数据的分层、分类、整理、归纳，得到有条理的思路。

(3) 功能

经对非数字数据的处理所获得的有条理的思路，往往成为各项决策的依据。

(4) 常用方法

在常用的统计方法中属于情理型的方法不是很多，如因果图、系统图、关联图、KJ 法、PDPC 法、流程图、水平对比法等。

3. 说明

(1) 统计型方法与情理型方法的划分并不是绝对的

有些方法（如调查表）既属于统计型方法（用于收集数字数据），又属于情理型方法（用于收集非数字数据）。有些情理型方法当应用过程中采用加权处理，使定性的问题转化为定量，就可以转化为统计型方法，如矩阵图属于情理型方法，而由其转化的矩阵数据解析法又属于统计型方法。又如网络计划则属于情理型方法和统计型方法相结合的方法。

(2) 在统计方法的培训教育中要恰当使用统计型方法与情理型方法

学员们往往会认为，情理型方法的讲解，内容丰富、生动易于理解；而统计型方法的讲解由于涉及数字数据的处理和统计计算，内容枯燥，不易掌握。其实在实际应用中，对统计型方法而言，只要数据是真实的、公式是恰当的、计算是正确的，不同人采用同一方法处理同一问题，所得到的结论是一致的。而情理型方法的应用过程与应用人的素质、知识面和思维能力有关，往往不同人采用同一方法处理同一问题，所得到的结论各不相同。

第二章 调查表

一、调查表应用的重要意义及其应用范围

1. 什么是调查表

调查表是用于收集和记录统计数据的一种表格形式，以便于按统一的方式收集数据并进行统计计算和分析。

2. 调查表应用的重要意义

在质量工作和质量管理工作过程中普遍要求应用各种统计方法，以探索事物的规律性。统计的对象是数据，而所收集的数据是否具有代表性，将直接关系到统计方法的应用效果。而且，数据往往具有一定的时效，过时的数据就会失去应有的价值。应用调查表就是为了能采用简便的方法，迅速收集到能反映事物客观规律的数据，这对于各种统计方法的应用都具有非常重要的意义。

3. 调查表的应用范围

调查表用于系统地收集数据，并进行必要的统计计算或分析，以获得对事实的明确认识。

调查表既适用于收集数字数据，又适用于收集非数字数据，但二者的效果不同，表 2-1 对两种应用方式做了比较。

表 2-1 两种类型的调查

调查类型	调查特点	问答方式	调查项目	分析方式	调查员条件	运用效果
数字数据	定量描述	封闭型	多	统计型	一般	合理
非数字数据	定性描述	开放型	少	情理型	需特殊技巧	有限

调查表的应用范围极其广泛，从广义来讲，数据表、统计表等都属于调查表的范畴。调查表既适用于对大的工程项目的调查，也适用于对身边一些小事进行调查。表 2-2 是某厂小食堂一周销售情况调查表。虽然调查表很简单，调查的事项也不大，但收效很显著。通过调查明确了解到：咖喱饭总是热销，应常备咖喱饭材料；星期日烤面包片（吐司）滞销，周日应少备吐司料；烧肉几乎卖不动，最好撤掉这个菜。调查结果对小食堂的经营起到了指导作用。

表 2-2 某厂小食堂一周销售情况“调查表”

星期 菜单	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六	星期日
烤面包片 (吐司)	正正正一	正正丁	正正正	正正正丁	正正正一	正正正下	一
咖喱饭	正正正正丁	正正正正一	正正正正正	正正正正丁	正正正正一	正正正下	正正正正丁
牛排	下	正	正	正一	正丁	正	正正正正一
拌色拉	正	正一	正	正	下	正	正丁
盒饭	丁	正	正	正	下	丁	正正丁
烧肉	一	丁	一		丁	一	一

4. 对调查的基本要求

调查表用于对事物或项目的调查，因此必须明确对调查的基本要求以及调查的目的、类型和方式等。

(1) 对调查的基本要求

对调查的基本要求是：广泛、深入、随机。

①广泛

广泛的含意是指调查的范围要尽可能大，以便全面收集有利于分析的数据；

②深入

深入的含意是指调查要有一定的层次。当然，层次的高低是具有相对性的，如一些简单问题的调查，可能在车间内（部门内）就能实现；而一些复杂的问题调查就会涉及到厂内的高级技术人员和领导；而一些重大问题的调查就需要请教社会上的专家、学者、教授；

③随机

被调查的对象应在调查范围内随机抽取，不应以个人的意识人为地去挑选。应保证调查范围内的每一个单元被抽取的概率是相同的。

(2) 调查的目的

①收集原始资料、数据、意见和反映；

②检查、验证分析方法和具体结论的正确性、有效性；

③总结事物的一般规律和实践经验；

④发现新的问题。

(3) 调查的类型

①生产实践调查；

②市场调查；

③社会调查；

④专项调查。

(4) 调查的方式

- ①发放调查表（问卷）；
- ②召开座谈会；
- ③个别谈话；
- ④现场调查；
- ⑤查阅资料（如到资料室、图书馆、专利馆及上网等方式获得有关资料）。

5. 调查的误差控制

任何方式的调查都应保证将调查误差控制在预期的范围之内。当然，影响调查误差的因素比较多，如抽样的随机性、调查的覆盖范围、调查表的回收率、调查员的水平、被调查人的素质及心理状态、调查表的内容、调查过程的控制手段等。但是，从统计学的角度看，抽样调查的样本量是非常重要的因素。表 2-3 给出的是根据预期的调查误差和置信度确定抽样调查样本量的对照表。

表 2-3 调查误差、置信度及样本量（表内数据为样本量 n ）

置信度 误差	0.50	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99	0.999
±1%	1140	3307	4096	5184	6766	9604	16590	19741
±2%	285	827	1024	1296	1692	2401	4148	4936
±3%	127	358	456	576	752	1068	1844	2194
±4%	72	207	256	324	423	601	1037	1234
±5%	46	133	164	208	271	385	664	790
±7.5%	21	59	73	93	121	171	296	351
±10%	12	34	41	52	68	97	166	198
±15%	6	15	19	24	31	43	74	88
±20%	3	9	11	13	17	25	42	50
±50%	2	2	2	3	3	4	7	10

二、调查表的应用程序

1. 准备阶段

(1) 明确调查目的（目标）

明确调查目的，也就是通过调查应当解决什么问题，解决到什么程度（确定目标）。

(2) 确定为实现目的所需要的数据

根据调查目的及要求确定所需要的数据，例如：

①与产品有关的数据

i) 价值、价格、成本的关系；

- ii) 产品质量 (不良项目、数量、缺陷度、可靠性等)、特色、效益;
- iii) 产品设计;
- iv) 产品及服务范围等。

②与服务有关的数据

- i) 保质期、保修期;
- ii) 服务承诺和担保;
- iii) 送货及上门服务;
- iv) 处理顾客投诉及解决情况等。

③与购买有关的数据

- i) 文明、礼貌、态度;
- ii) 与顾客的沟通、介绍方式;
- iii) 购买的方便程度;
- iv) 信誉 (顾客满意度);
- v) 竞争能力等。

④与工序 (过程) 有关的数据

- i) 缺陷 (不良) 项目、数量及原因;
- ii) 缺陷 (不良) 类型、部位及严重程度;
- iii) 过程能力、过程能力指数或西格玛水平;
- iv) 操作者及状态;
- v) 设备点检、测量装置的校准、检定、及测量能力评定;
- vi) 现场定置管理、原材料零部件保管;
- vii) 工、夹、模具状况;
- viii) 生产环境等。

(3) 确定调查方式及执行人

这是一项非常重要的工作,将关系到调查效果,应予以高度重视。其具体内容包括:

①确定调查方式

- i) 座谈会的规模、时间、地点;
- ii) 调查表发放是面呈还是邮寄;
- iii) 个别谈话是走访还是电话联系;
- iv) 查阅资料的范围、内容等。

②确定调查对象

- i) 定义需要调查的对象;

ii) 对逻辑上可能被调查的对象列出名单并审议 (根据调查的目的、要求、规模、地理区域和行业类型等审议名单的合理性);

- iii) 检查调查对象名单的正确性和完整性,并最终确定调查对象名单。

③确定调查员的数量、要求,并进行培训

(4) 确定调查规模

根据预期的调查误差和置信度确定调查规模 (抽样调查的样本量)。 n 可从表 2-3 中查得。

2. 设计阶段

设计调查表主要是根据调查目的确定调查项目和调查表的格式。

(1) 确定调查项目

要求所设计的调查表必须包含为达到调查目的而设想的全部调查项目，避免遗漏哪一方面，必须保证能够获得预定的全部数据。

确定调查项目有很多可以选择的方法，但主要应从以下几个方面选定调查项目：

- ①影响生产、质量的要素，即人、机、料、法、环五个方面及检验、测量、计量检定等；
- ②时间因素，如日期、上下午、小时等区别；
- ③项目的类别区别，如不同类型的不良（缺陷）、不同的不良（缺陷）的位置、不同类型的事故以及数据的分层、分组要求；
- ④调查的部门不同，如科室、车间、班组、工序、工程项目的区别；
- ⑤必须确认的调查项目及不可遗漏的调查项目等。

(2) 设计表格的形式

调查表的表格形式的设计，一方面应当考虑便于填写和统计分析，另一方面还要考虑为迅速得到分析结果而提供可靠的依据。

(3) 在小范围内试用

调查表在初步设计完成后不要急于求成，应首先在小范围内试用，征求有关方面的意见，以便完善调查表的设计。

(4) 评审并修订调查表

经小范围试用后，应征求各相关方对调查表设计和试用的意见，评审并修订调查表的设计（包括调查项目、内容及格式），谋求更加完善的调查表设计，以利于取得尽可能好的调查结果。

3. 分析和改进阶段

经实施调查并回收调查表后，可获得大量的有关数据和信息。然而，这些数据和信息只反映了事物的现象，应用有关统计方法进行统计分析是为了透过现象看本质。

(1) 结果分析

对获得的数据和信息进行统计分析，探索被调查事物的结果是调查的直接目的。常用的统计分析方法有线状图、排列图、直方图、正态概率纸、散布图、方差分析、回归分析、控制图、假设检验等。这些方法的应用请参阅丛书的有关分册。

(2) 原因分析

经过结果分析，进一步明确数据的波动状态及产品不良、质量缺陷的程度。但是，要解决问题还必须进行原因分析，以便有针对性采取有效措施，解决问题并防止再发生。

原因分析过程及常用工具的应用，见本书第三章原因分析工具。

(3) 落实到质量改进

针对原因分析的结果（获得的主要原因），有针对性采取纠正和预防措施，落实到质量改进并对改进效果应用有关工具进行确认。