

现代企业计量工作基础丛书(2)

统计技术与测量不确定度的评定及应用

■ 龙包庚 主编

TONGJISHU YU CELIANGBUQUEDINGDU
DE PINGDING JI YINGYONG



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

现代企业计量工作基础丛书(2)

统计技术与测量不确定度 的评定及应用

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

统计技术与测量不确定度的评定及应用/龙包庚主编. —北京:中国计量出版社,2010.1
(现代企业计量工作基础丛书)

ISBN 978-7-5026-3218-2

I. ①统… II. ①龙… III. ①企业管理—统计分析 IV. ①F272.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 205422 号

内 容 提 要

本书系《现代企业计量工作基础丛书》之二,主要介绍计量工作中广泛应用的统计技术与方法、测量误差与数据处理方法、测量不确定度的评定与表示方法,还介绍了测量不确定度在化学分析、测量质量工程及计量保证方案(MAP)中的应用。

本书可作为企业计量技术人员的基础工具书,也可供计量管理及其他技术人员学习参考。

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

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市密东印刷有限公司印刷

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 15 字数 337 千字

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

*

印数 1—2 000 定价: 34.00 元

《现代企业计量工作基础丛书》

编委会名单

顾 问 芦志成 黄家玲 陈允山 童贤保

主 编 龙包庚

副 主 编 李建强 陈 熔 晏上明 胡九根

编写人员 (以姓氏笔画为序)

王 军 龙 英 兰 海 阮 杰 朱伟鑫

孙江晖 李 荣 李真光 辛卫兵 陈 炼

陈一华 武 昌 胡光华 俞仁海 唐桂兰

徐晓光 黄文暄 黄丽琼 童中凯 蒋小平

曾广慧 蔡可可 熊丹阳

丛书前言

一、现代企业的管理体系

任何一个组织都存在自己的管理体系。在这个总的管理体系(可称之为“母体系”)之下,根据组织的需要和特点,又存在着各种“子体系”,如人事管理体系、财务管理体系、科研管理体系、经营管理体系、物流管理体系、能源管理体系、质量管理体系、测量管理体系、职业健康安全管理体系……这些“子体系”既具有其独立性,又具有相互支持、协调、配合的交融性、支持性,有的提供管理性支持,有的提供技术性支持,你中有我,我中有你。例如人事、财务管理等子体系往往为经营、科研、物流、质量、测量、环境、能源与职业健康安全等子体系提供管理性支持作用;而测量管理体系则为能源、经营、物流、环境、质量、职业健康安全等子体系提供技术支持和技术保障作用。

任何工作、所有的“子体系”运行都存在一个质量问题。从这个意义上说,质量管理体系在不断完善提高过程中形成的“质量管理八项原则”又是其他子体系的公共基础。而财务、人事、质量与测量管理体系之间也存在着相互支持的作用,特别是质量管理体系与测量管理体系更是互为基础,联系紧密。一个组织的各子体系与总的管理体系及其相互之间的关系可用图0-1表示。

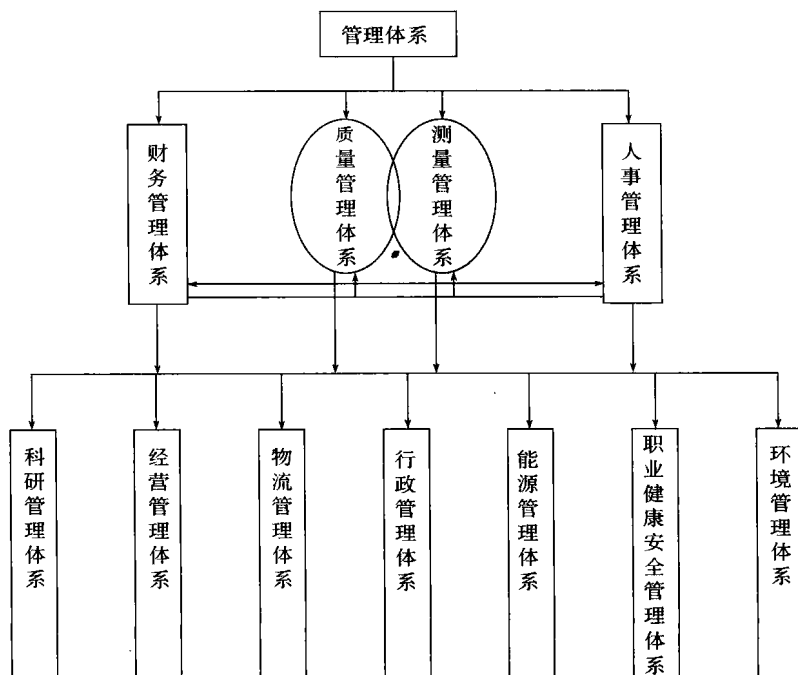


图 0-1 管理体系与“子体系”关系图

计量是物理学中一门重要的分支学科与实用学科。计量管理与计量技术则是支撑计量大厦的两大支柱。为了切实搞好现代企业计量工作,计量管理者有必要了解一些计量技术知识;同样,计量技术工作者也有必要了解掌握一些计量管理知识。这些都是从事计量工作的必备基础。

改革开放 30 年来,我国企业计量经历了从计量整顿、计量定级升级的“建章立制”,建立具有特色的企业计量工作考评体系,到加快与国际接轨,初建计量检测体系,进而建立完善测量管理体系的发展过程。我们既要与时俱进,不断引进、消化、吸收国际计量最新成果,又要在继承的基础上不断创新。而创新的基础在继承,没有继承何谈创新!

二、现代企业计量管理原则及管理内容

现代企业计量工作的管理原则,一是要遵循质量管理的八项原则和全面质量管理的原则及“PDCA 循环”工作方法,这些都是普遍适用的原则与方法,是管理工作者金科玉律。二是要遵循法制计量管理的相关规定。企业计量机构应根据相关的计量法律、法规、规章,坚持“依法自主管理、自律监督”。

根据质量管理原理,影响任何产品质量的原因都可归结为以下六个因素:人员(Man)、机器(Machine)、材料(Material)、方法(Method)、环境(Environment)和测量(Measure),简称为“5M1E”。

如果探析影响测量(计量可归之于测量,或直接理解为测量)工作质量(测量结果)的因素,由于分析考察对象为测量,则影响测量工作质量的因素为“人、机、料、法、环”(4M1E)。只要人、机、料、法、环五大因素全面有效受控,测量(计量)工作的质量就能有根本的保障。如图 0-2 所示。

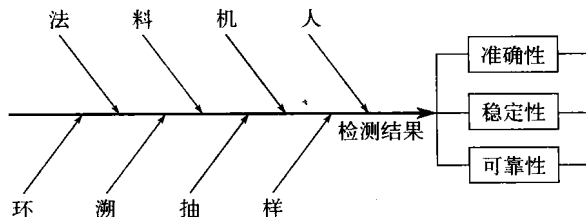


图 0-2 决定测量结果质量的因素

因素“人”的主要管理内容是:设置合适的计量管理机构,规定机构职能;合理配置计量人员(计量管理及计量技术人员),规定其职责;人员培训、考核、持证;建立人员技术业绩档案等。

因素“机”(测量仪器、器具)的主要管理内容是:测量设备从配置申购、入库验收、建账、发放使用、周期检定(校准)、标识、维护保养、期间核查、降级、报废等全过程的管理监督;计量标准的建立、运行与考核;强检计量器具管理、量值传递与量值溯源、测量数据的管理等。

因素“料”(材料、辅料)的主要管理内容是:与测量仪器、计量器具及检测设备相配套的材料、辅料,其选配不当或质量不佳将严重影响检测质量,应严格把好申购、验收、使用等环节的管理关。

因素“法”(方法)的主要管理内容是:计量管理和计量技术两方面都应严格执行国家有关的法律、法规和规章以及各种计量技术文件、检定规程、校准规范、测试方法及企业自行制定的作业指导书,如自校方法、操作规程、检测实施细则、期间核查方法等,按 GB/T 19022 idt ISO 10012 建立测量管理体系,并有效运行,实施严格监督管理。“法”还包括溯(源)、抽(样)及样(品)管理方法。

因素“环”(检测环境条件)的主要管理内容是:为确保测量数据准确可靠,检测工作(包括计量检定、校准、测试、检验等)往往对环境条件(包括实验室文明卫生、安全等)提出严格要求。因此,应按相应计量技术规范要求提供满足要求的环境条件,并按“5S”管理要求对检定校准室、测试分析室、检验室等进行规范化管理。

只有 4M1E 全部影响因素全面严格受控,企业计量检测质量才能有根本保障。而影响因素全面受控的基础条件是要按 GB/T 19022 建立运行符合本企业实际的测量管理体系,这是保障现代企业计量工作持续有效运行的重要基础。

三、本丛书的基本内容

现代科技与管理的不断发展与进步对我国企业的计量工作起到了很大的推动作用,新的形势和环境对企业计量工作也提出了更高的要求。为了帮助企业计量工作者更加全面地了解和掌握现代计量技术基础和计量管理知识,以适应现代企业计量工作,我们专门组织企业计量工作一线的专家和骨干编写了《现代企业计量工作基础丛书》。

本丛书分为四个分册,较为全面地介绍了现代企业计量工作者应掌握的必备知识。四个分册的主要内容如下:

第一分册为《企业计量基本知识》。其内容包括:企业计量工作的地位、作用与发展;计量及其相关的术语与定义;计量法规体系与法制计量管理;我国的法定计量单位;测量设备的管理;企业计量标准的管理;计量标准与量值传递、量值溯源;计量技术法规;计量器具的法制管理等。

第二分册为《统计技术与测量不确定度的评定及应用》。其内容包括:统计技术基础;适用于数字数据及非数字数据的统计方法;测量误差;测量不确定度的表示与评定;测量不确定度在化学分析中的应用;计量保证方案(MAP)及其应用;测量质量工程技术等。

第三分册为《现代计量管理与测量管理体系》。其内容包括:管理与计量管理;计量管理与质量管理基本原则;企业计量管理机构;“5S”管理在计量检测环境条件保障中的应用;我国工业企业计量体系逐步建立的过程;测量管理体系中几个基本概念的理解;GB/T 19022—2003 标准条文简释;企业测量管理体系的建立运行与考核;企业计量服务于内部顾客与质量检验活动等。

第四分册为《特种计量管理》。内容包括：国际军工企业的计量管理；企业能源计量管理；计量器具制造生产单位的计量管理；定量包装商品生产企业计量保证能力评价；企业计量技术机构外延服务及委外校准检测的管理等。

在本丛书的编写过程中，除相关法规和标准，我们还参阅了许多书籍（主要参考资料列于书后）。在此，对这些书籍的编著者表示衷心的感谢！

限于时间和我们的水平，本丛书定有不成熟和错误之处，望读者不吝赐教，以利于我们今后修订完善。

《现代企业计量工作基础丛书》编委会

2010年1月

目 录

第一章 统计技术基础	1
第一节 概 述	1
第二节 统计技术基本概念和常用数学符号	4
第三节 数据的收集与整理	7
第四节 质量管理“新、老七种工具”应用指南	13
第二章 适用于数字数据的统计方法	16
第一节 控制图	16
第二节 直方图	27
第三节 排列图	31
第四节 散布图与相关及回归分析	35
第三章 适用于非数字数据的统计方法	40
第一节 检查表	40
第二节 因果图	42
第三节 系统图法	46
第四节 流程图	49
第五节 故障树与事件树分析	56
第六节 头脑风暴法	61
第四章 测量误差	65
第一节 测量误差的定义与表达	65
第二节 测量误差的来源、表现形式及分类	71
第三节 误差的相互转化及随机化技术	76
第四节 测量仪器的误差与准确度	77
第五节 系统误差的处理	81
第六节 随机误差的处理	83
第七节 随机误差的其他分布	94
第八节 误差的合成与分配	99
第九节 微小误差准则与最佳测量方案确定原则	100
第十节 数值修约规则	102
第十一节 粗大误差的处理	104
第十二节 传统的测量数据处理步骤	108
第五章 测量不确定度的表示与评定	110
第一节 概 述	110

第二节	几个基本概念及理解	111
第三节	测量不确定度的来源	115
第四节	测量不确定度的评定方法	117
第五节	测量不确定度的使用说明	140
第六节	测量不确定度在合格评定中的应用	141
第六章	测量不确定度在化学分析中的应用	145
第一节	化学计量概述	145
第二节	CNAL 规定的化学分析不确定度评估方法	149
第三节	定量化学分析中不确定度评定时一些问题的考虑依据	169
第四节	化学分析法中的不确定度评定举例	175
第五节	不确定度的简要评估举例	182
第七章	测量质量工程技术	186
第一节	测量质量工程技术的形成、发展及基本内容	186
第二节	测量误差损失函数	188
第三节	测量特性的信噪比(SN 比)	189
第四节	“三次设计”基本思想	191
第五节	测量质量工程技术在计量中的应用	192
第八章	计量保证方案(MAP)及其应用	195
第一节	概 述	195
第二节	MAP 原理	196
第三节	MAP 方案设计	198
第四节	MAP 中的统计控制模式	203
第五节	MAP 的不确定度评定程序及 MAP 计量技术规范编制	217
附 录	常用统计表	221
参考文献		228

第一章 统计技术基础

第一节 概 述

一、不确定性现象与数理统计

科学管理离不开定量分析，数理统计(或称统计技术)就是一种定量分析的有效工具。

现实生活中包括计量与质量管理等活动中存在着大量的不确定性现象，即“随机现象”(如一个质量匀称的硬币，抛掷时正面朝上或反面朝上出现机率的不确定性)。统计的特点是做大量观察，并把这种通过大量观察概括得到的规律性，称为“统计规律性”。统计技术的研究对象就是不确定性现象。它采用一定的数学模式来描述不确定性现象的统计规律性，以它们为分析研究与指导解决大量实际问题的基础。数理统计经常通过对样本(子样)做观察研究，然后据此对总体的情况做出各种推断；还通过比较事物间的差异，分析影响事物变化的因素等来研究现象间的相互关系；此外，还研究观察实验设计的科学方法等。数理统计研究方法程序大致如下：

第一步，进行描述性工作。首先进行数据资料收集工作，并进行整理，包括列表、作图、计算某些特征指标等，把事物描述清楚，提供进一步研究基础。

第二步，进行分析性工作。即在描述性步骤的基础上分析发掘带规律性的东西。

第三步，进行推断性工作。通过样本资料中归纳出的规律来对总体进行各种推断和预测。

二、统计技术的概念、内容及作用

1. 统计技术的概念

统计技术是以概率论为理论基础的应用数学的一个分支，它是研究不确定现象(随机现象)中确定的统计规律的学科。

注：1)事物的表现称为现象，现象分为确定现象和随机现象。当给定一组条件时所发生的结果如果是确定(必然)的，称为确定现象；当给定一组条件时所发生的结果不确定，则称为随机现象。质量特性是一种随机现象，但这种随机现象在一定范围内服从确定的统计规律——概率分布。

2)质量特性值所服从的分布一般有正态分布、二项分布、泊松分布等。最常见的正态分布是由两个特征值(分布参数)所决定，一个是表征分布中心位置的 μ ，一个是表征离散程度的 σ 。对质量特性的确定、控制和验证，都离不开对分布中心 μ 和标准差 σ 的研究。一般总体

(无穷多次重复测量)分布的 μ 和 σ 未知, 因此常以样本(有限次重复测量)的均值 $\bar{x}$ 和样本标准差 s 代替。

其实所谓的“统计”通俗地讲, 就是一种有目的收集数据、整理数据, 并使用相应的方法列表、制图与分析数据的系列过程。

在 ISO 9000 族标准中关于统计曾出现过三种名称, 即统计技术、统计工具和统计方法。实际上三者是有所区别的:

“统计技术”是一个大概念, 是对整个统计学科而言的。

“统计方法”是指具体的方法, 如控制图是统计技术中的一种方法。

“统计工具”是指简化的统计方法, 它强调应用程序的可操作性, 操作人员可以像操作生产工具一样应用简化的统计方法。

统计技术包括“统计推断”和“统计控制”两大内容。

“统计推断”: 指通过对样本数据的统计计算和分析, 预测尚未发生的事件和对总体质量水平进行推断。可以说, 全部科学实验的成就都是对原始实验数据进行分析推断的结果。

“统计控制”: 指通过对样本数据的统计计算和分析, 采取措施消除过程中的异常因素, 以保证质量特性的分布基本保持不变, 即达到稳定受控状态。

随着统计技术的发展, 统计工具不断完善, 质量管理理论的丰富, 将用于质量改进的工具和技术分为“适用于数字数据的工具和技术”和“适用于非数字数据的工具和技术”两大类。

2. 统计技术应用的作用及优越性

1) 统计技术应用的作用

- ① 提供表示事物特征的数据;
- ② 比较两个数量之间的真正差异;
- ③ 通过样本对总体进行推断;
- ④ 分析影响事物变化的原因;
- ⑤ 预测生产等过程中出现的苗头, 制定过程受控方法;
- ⑥ 研究事物中两个变量或多个变量之间是否存在相关关系;
- ⑦ 研究抽样及试验方案;
- ⑧ 建立因变量与自变量之间的回归关系;
- ⑨ 研究分布理论及应用。

2) 统计技术应用的优越性

- ① 预测未来和推断总体质量水平;
- ② 预防差错和缺陷的产生;
- ③ 对过程实施控制;
- ④ 多快好省地取得工作效果。

三、应用统计技术的要求

1. 统计就是探索规律

无论自然科学还是社会科学都有规律性的问题。任何研究, 其目的在于寻找客观规律性

的东西。而统计技术就是研究如何掌握客观规律的重要的分枝科学。从广义讲,经验也是统计,常识也是统计。统计就是探索规律。

2. 常用统计方法

常用的统计方法是:用一个量的多次重复测量结果的平均值来估计这个量,不管这个量是物理的、化学的或是生物的。通常以观测值的算术平均值来估计总体的数学期望。统计方法(尤其是参数方法)多在一定假设模型下,按某种原则(如:无偏和方差最小原则)为最优。统计方法只是从事物的外在数量上的表现去推断该事物可能的规律性,而它并不说明何以会有这个规律性(因为这是专门学科的任务)。

3. 应用统计方法要掌握分布理论

统计方法是研究随机现象中确定的统计规律的科学技术,而这一确定的统计规律就是指数据的分布。许多统计方法的发明、设计、分析和判断准则都是以分布理论为依据的。最常用的分布是正态分布,还有二项分布和泊松分布。

4. 应用统计方法需要做出某些假设

某些统计的结果依赖于观测值及对所研究总体的某些特性的假设,如概率分布、独立性等。通常假设观测值为独立分布的随机样本,总体分布为对称分布,未知参数的分布常常假设为正态分布。

5. 应用统计方法要符合“大数定律”

“大数定律”为概率论奠定了理论基础。前人研究已证明,只有对大量数据取得统计的平均值才具有稳定性,这就是大数定律。也就是说,应用任何统计方法时,只有在取样数量达到一定程度时,统计结论才具有比较准确的结论。

6. 小概率事件原理

小概率事件原理又称为小概率事件不发生原理,系指“若事件 A 发生的概率很小(如 0.01),但当一次或少数试验中事件 A 居然发生了,就有理由认为这是异常,是不应该发生的”。

统计方法对“异常”的判断准则是根据小概率事件原理制定的。因此,应用统计方法必然存在风险(判断错误)。“小概率 α ”就是判断的“风险度”,与其相反的是“置信度”($\beta = 1 - \alpha$),二者的关系为: $\alpha + \beta = 1$ 。

7. 应用统计方法控制过程,实现稳定受控状态

当过程中只有正常因素起作用,没有异常因素起作用时,称过程处于稳定受控状态。只有过程处于稳定受控状态,其输出的质量才是可靠的,这就是我们实施过程控制的终极目标所在。

四、掌握统计技术是计量与质量工作者必备的基本功

ISO 9000 族质量管理体系标准以及 ISO 10012: 2003 测量管理体系标准都明确提出了采用统计技术的要求,两大体系都强调“用数据说话”,而对数据的质量要求是准确可靠。实现准确可靠则要求对数据进行正确处理,而数据正确处理往往需要依赖统计技术。ISO 9000 标

准和 ISO 10012 标准都强调实现“全过程受控”，而离开了统计技术，要达到全过程受控就只能是一句空话。统计技术有时要应用高深的数学，但大多数情况下只需加、减、乘、除、乘方、开方等简单运算。例如计量人员日常进行计量检定、校准与测试，都要处理大量数据，要计算测量误差或评定测量不确定度，这实际上就是在运用统计技术。可见统计技术就在身边，无处不在，并不神秘，大可不必将统计技术应用视为畏途。计量与质量工作者学习掌握一些统计技术基本原理及方法是十分必要的，这是从业者必备的基本功。

第二节 统计技术基本概念和常用数学符号

一、统计技术基本概念

为便于理解，以下给出统计技术中常用的基本概念(不一定是定义)，严谨的定义请查阅有关统计技术标准中的术语定义。

1. 随机事件

指在一定条件下可能发生也可能不发生的事件。概率论研究的问题是随机事件在一定条件下发生可能性的大小。

2. 概率

如果 A 事件在 n 次试验中出现了 m 次，则 $\frac{m}{n}$ 就称为 A 事件的概率，记为：

$$P(A) = \frac{m}{n} \quad [0 \leq P(A) \leq 1]$$

3. 条件概率

如果事件 A 、 B 是两个随机事件，且 A 为正概率事件(已发生)，则称为 A 事件发生的条件下 B 事件发生的概率为条件概率。

4. 独立事件

若事件 B 发生的概率等于在事件 A 发生条件下 B 发生的条件概率，则称事件 A 与 B 为相互独立事件。相互独立的事件，其中一事件的发生不影响另一事件的发生。

5. 总体(母体)、个体与总体容量

所谓“总体”是指要统计的(即调查的或研究的)某一对象的整体。它是由某一相同性质的许多个别单位组成的集合体(如一个批量的全部产品)。总体可以是客观存在的事物、人群，也可以是抽象的行为。组成总体的每一个基本单位称为“个体”。总体中所包含的个体数量称为“总体容量”，常用符号 N 表示。

6. 样本、样品与样本容量

所谓“样本”是指从总体中选出若干数据的子集，是受随机影响的一组数据，是一组独立(各数据出现各不影响)、同分布(样本具有代表性)的随机变量。通俗地说，从总体中抽取的一部分个体称为样本。每一个个体称为“样品”。样本中所含样品数目叫做样本大小或“样本(容)量”，常用 n 表示。一般用 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 表示样本数据的取值。

7. 抽样、无放回抽样与有放回抽样

抽取样本的过程称为“抽样”。在抽样时若抽取的样品不再放回到总体中去称为“无放回抽样”；若抽样的样品经检测后，在抽取下一个样品前须放回到总体中去，称为“有放回抽样”。

8. 推断

以样本所包含的信息为基础对总体的某些特征做出决策、预测或估计的活动称为“推断”。

为了使推断正确，要求样本能很好地反映整体，这就要求抽样要客观，不能有意识地挑选，也就是要保证抽样具有随机性。

9. 随机抽样

是指总体中任何一个个体被抽取为样品的可能性相等，不存在有意识地挑选。

10. 有效数字

如果数据极限误差大于某一位的半个单位，该位就是有效数字的末位，距该位到其左边的非零数字一共有 n 位，则 n 就是该有效数字的位数。

例如，某数据极限误差为 0.005，数据 0.634 的末位数应是 3，其有效数字为 2 位；又如，某数据极限误差为 0.5，数据 3 930.37 的末位数应是 0，其有效数字为 4 位。

11. 数字修约规则

对有效数字后一位数字实行“四舍五入”，而有效数字后一位数字恰为 5 时，则当有效数字前一位是“奇数”时，末位进一，为偶数时，舍去。

12. 频数

将收集到的数据按规则分为若干组，属于每组数据的个数，即为“频数”。频数一般用 f 表示。

13. (样本)均值(即平均值) $\bar{x}$

该量是表现质量数据集中程度的一个特征量，即表示数据中心位置的统计量。设样本测定值为 $x_1, x_2, \dots, x_n$ ，则有：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

样本均值常用以表示平均尺寸、平均量和平均合格率等。

14. (样本)中位数 $\tilde{x}$

当样本数据中存在很极端的数据(个别特别大或特别小的数据)时，样本均值 $\bar{x}$ 作为数据集中趋势的中心代表显然不合适，因此有必要引入另一个特征量——(样本)中位数。它是将样本数据按从小到大依次排列后处在中间位置上的数据。如果数据的个数为单数时，则中间的那个数就是中位数；当数据的个数为偶数时，则中间的两个数的平均数就是中位数 $\tilde{x}$ 。

15. 众数

出现次数最多的数为众数。

16. 极差

指测量列中最大数值 $x_{\max}$ 与最小数值 $x_{\min}$ 之差，记为 R ，可用下式表示：

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

极差适用于数据较少且难以计算的情况。它计算简单,但未能充分利用样本信息,且容易受极端数据的影响。

17. 实验标准(偏)差 s 与实验方差 s^2

实验(样本)标准偏差是常见的离势测定值,当有限次测量中存在极大或极小值时,应使用标准差作为测量定值。通常用以下贝塞尔公式计算:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

式中: $x_i - \bar{x}$ ——残余误差(简称残差)。

实验(样本)方差为:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

18. 平均差(或平均误差)MD

指各个残余误差之绝对值的算术平均值,即

$$MD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

式中: MD——平均差;

x_i ——第 i 个数据, $i=1, 2, \dots, n$

n ——数据的数目;

$\bar{x}$ ——数据的算术平均值。

当数据分布较对称时,平均差相当于标准偏差的 80% 左右。

二、统计技术常用数学符号

1) Σ ——总和

$$\sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

2) Π ——连乘积

$$\prod_{i=1}^n x_i = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$$

3) $n!$ —— n 的阶乘

$$n! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times n$$

4) C_m^n ——组合数

$$C_m^n = \frac{m!}{n! (m-n)!}$$

5) $[a_{ij}]_{m \times n}$ —— $m \times n$ 型矩阵

$$[a_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ & & \dots & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

6) e ——自然对数的底

$$e=2.718\ 281\ 383\cdots$$

7) π ——圆周率

$$\pi=3.141\ 592\ 6\cdots$$

第三节 数据的收集与整理

数据是反映客观事实的资料和数字。现代管理的一大特点是“用数据说话”。因此,从有关现场搜集数据并加以整理是极为重要的。如果获取的数据质量不高,甚至是虚假的、错误的数据,这时,不管你选用的方法多好,也起不到作用,甚至导致错误的结论,引发严重的后果,造成不必要的损失。因此,应首先把好数据采集的质量关。

一、质量数据的特点与样本数据统计特征

(一) 质量数据的特点

通常把反映某产品的某项质量指标的原始数据称为“质量特性参数”(简称“质量数据”)。如电子元器件使用寿命、木材或粮食水分含量、一批产品中不合格品的件数等。

通过对大量质量数据的分析,不难发现两个特点:一是数据总是在一定的范围内波动着,二是数据中的大部分数据位于波动范围的中间附近。这是质量数据所共有的两个明显特征,即人们所称的质量数据两大特性——波动性与规律性。

1. 质量数据的波动性

质量数据的波动性是指一系列个体质量数据之间的不等同性。众所周知,世间万物不变是相对的,变是绝对的。同理,产品质量的波动是必然的,而质量数据作为产品质量的客观反映,其波动也是必然的,人们不能消灭波动,但通过努力,可控制其在可接受的范围内。

数据的波动可根据引起波动的原因分为两种类型:一种叫正常波动,一种是异常波动。

1) 正常波动

正常波动是由偶然因素(随机因素)和难以避免的原因造成的产品质量波动,表现为无方向性地、反复经常性地对产品某质量特性产生着影响。这类原因在生产过程中,虽然大量地存在,但对其质量所造成的影响往往较小,通常是可容忍的。如机器的轻微机械振动,空气温度与湿度的微小变化、操作者动作上的微小差异等,常是引起产品质量正常波动,且又是难以避免的原因。

可见,导致正常波动的原因是大量的、不易确定和难以消除的。正因为如此,一般情况下,正常波动在控制的前提下被允许存在。

2) 异常波动

异常波动是由系统性原因(系统因素)或可以避免的原因而造成的产品质量波动。表现为具有方向性或周期性,或突然而至地产生影响。这类原因在生产过程中虽非大量地存在,但对产品质量造成的影响往往较大。如设备突发故障,操作者违反操作规程、原材料性质变化等。