

◇实用统计技术系列图书◇

食品安全与 统计技术

主 编 李 磊 朱纪友 孙建国
执行主编 叶向勇
主 审 郑家利 孙志杰



中国质检出版社
中国标准出版社

实用统计技术系列图书

食品安全与统计技术

主 编：李 磊 朱纪友 孙建国

执行主编：叶向勇

主 审：郑家利 孙志杰

中国质检出版社
中国标准出版社

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了食品质量安全基础知识、食品安全法律法规、质量管理体系(ISO 9000)、食品良好生产规范(GMP)、卫生标准操作程序(SSOP)、食品生产的危害分析与关键控制点(HACCP)、食品安全管理体系(ISO 22000)、食品质量安全认证等。并从控制食品安全风险的角度出发,阐述了统计技术在食品安全管理中的应用,内容包括统计技术基础知识、过程能力分析、抽样检验、源头管理、可靠性分析、假设检验、回归分析、方差分析、正交试验、检验不确定度等,并附有大量实例,内容丰富实用。

本书可供食品生产企业、食品检验检疫机构、食品安全卫生监督人员以及大专院校、食品行业协会等使用。

图书在版编目(CIP)数据

食品安全与统计技术/李磊,朱纪友,孙建国主编--
北京:中国标准出版社,2011

ISBN 978-7-5066-6369-4

I. ①食… II. ①李…②朱…③孙… III. ①食品安全-基本知识 IV. ①TS201.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第160487号

中国质检出版社 出版发行

中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)

北京市西城区复外三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.net.cn

电话:(010)64275360 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 18.25 字数 440 千字

2011年11月第一版 2011年11月第一次印刷

*

定价 40.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

实用统计技术系列图书

编 委 会

主 任： 朱纪友

副主任： 叶向勇 郑家利 孙志杰

编 委： 周尊英 孙建国 李 磊

姜维珍 费立信 朱 蕊

本书编写人员名单

名誉主编 周尊英

主 编 李 磊 朱纪友 孙建国

副 主 编 卢志晓 姜维珍 李 敏 杨立明
冷子玲 张学芳

执行主编 叶向勇

编写成员 (以姓氏笔画为序)

于立欣	马 超	马祖玲	王雪红
王晓文	邢秋云	刘培海	朱 蕊
杨永茂	李 健	应 骏	张 群
金 伟	费立信	姜 涛	胡 萌
相 勘 昌	徐瑞清	龚求娣	韩 青
鞠 溯			

主 审 郑家利 孙志杰

前 言

食品安全关系人民群众健康和生命安全,关乎经济发展和社会和谐,是民众生活中密切关注的热点。食品工业经过几十年发展,已成为我国经济的主要支柱和对外贸易的重要组成部分之一。但是,由于我国食品安全基础薄弱,受产业发展水平、企业管理水平、社会诚信体系建设等多层次因素的影响,食品安全问题面临前所未有的挑战。自2008年三鹿奶粉事件爆发后,地沟油、皮革奶、瘦肉精、染色馒头等事件的频繁曝光,彰显出我国食品安全形势严峻。要从根源上解决食品安全问题,就必须建立从农场到餐桌全过程的产业链监控体系,通过有效的检验监管手段,对产品的质量做出正确的评判。必须借鉴发达国家的先进经验,应用统计技术理论,进行食品加工生产的全面质量管理,指导食品原料源头和食品加工过程的控制,分析影响产品质量的因素,进而指导生产,预测和防止风险,从而确保食品安全和人身健康。

本书从食品安全管理的角度入手,在参阅国内外大量标准文献的基础上,结合编写人员多年从事食品安全和检验的工作经验,从质量管理体系和统计技术应用两个方面,对食品安全管理的体制、标准、方法系统性地进行了分析,结合近百个实际事例,深入浅出讲解了食品安全法规,食品安全管理模式,ISO 9000、HACCP、GAP等体系认证的历史及其在食品质量管理中的地位和作用,并对描述性统计、SPC图、回归分析、假设检验、过程能力控制等统计技术在食品加工和检验中的具体应用进行了阐述。

全书共分9章,第1章着重讲述食品安全管理的概念和统计技术基础术语;第2章汇集了我国自改革开放以来食品安全管理方面实行的法律法规,分析了不同时期法律法规与时代结合的特点,重点阐述了《中华人民共和国食品安全法》的出台的背景及《中华人民共和国食品安全法》、《中华人民共和国食品安全法实施条例》与以往管理法规的异同;第3章介绍了GMP、SSOP、HACCP食品质量安全管理的原则及统计技术的应用;第4章介绍了ISO 9000族质量管理体系和ISO 14000环境管理体系与食品安全的关系;第5章分要素阐述食品链中各类组织的要求及统计技术在食品管理各环节中的应用;第6章对统计技术在食品安全源头管理中的作用及食品安全源头管理的方法

进行了探讨;第7章讲述食品加工过程中质量控制及过程能力分析的方法;第8章介绍了食品安全风险分析的原理及控制图、回归分析、贝叶氏统计等统计方法在风险分析中的运用;第9章介绍了国外及国际食品安全管理组织及相关标准、法规。通过实例阐述了统计技术在食品检测中的应用。

本书对食品企业提高产品质量、规范生产经营、加强过程控制和食品检验的针对性有着重要参考价值,也可为质检、卫生、工商等部门从事食品质量检验监管提供学习参考。

全书在编写过程中,得到中国认证认可协会、山东出入境检验检疫局、日照出入境检验检疫局有关领导的大力帮助和支持。还得到山东外国语学院、日照职业技术学院、日照市东港区畜牧兽医局、食品伙伴网等单位专业人员的大力协助。全书由李磊、朱纪友、孙建国担任主编,叶向勇任执行主编。周尊英高工担任技术指导,第1章由杨立明、胡萌、刘培海编写;第2、6章由卢志晓、王晓文执笔;第3章由杨永茂、应骏、朱蕊编写;第4章由马祖玲、徐瑞清、费立信编写;第5章由姜维珍、张群、龚求娣编写;第6章由韩青、马超、金伟编写;第7章由鞠溯、于立欣、邢秋云编写;外文资料的翻译校对工作由山东外国语学院李敏、日照职业技术学院张学芳负责,部分参考资料由食品伙伴网李远钊提供,全书由郑家利、孙志杰审定。

由于编者水平所限,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2011年5月1日

目 录

第 1 章 概 述

1.1	食品安全管理理念和管理制度的产生	1
1.2	食品及食品安全的术语	2
1.3	统计技术	4

第 2 章 食品安全的法律法规

2.1	我国食品安全管理的主要法律、法规和规章	23
2.2	食品安全法	25
2.3	中华人民共和国食品安全法实施条例	44
2.4	中华人民共和国农产品质量安全法	46

第 3 章 食品安全质量管理

3.1	食品安全监管体制	50
3.2	良好生产操作规范	54
3.3	卫生标准操作程序	55
3.4	危害分析和关键控制点(HACCP)	58
3.5	食品进出口备案注册管理规定	73
3.6	其他食品认证简介	77

第4章 食品质量与环境管理体系

4.1	ISO 9001《质量管理体系 要求》	82
4.2	ISO 14001《环境管理体系 要求及使用指南》	112

第5章 食品链中各类组织的要求

5.1	ISO 22000《食品安全管理体系 食品链中各类组织的要求》产生的背景	117
5.2	ISO 22000 与 ISO 9001、HACCP 间的关系	117
5.3	ISO 22000 的应用范围	121
5.4	ISO 22000 术语	121
5.5	ISO 22000 管理原理	123
5.6	ISO 22000 各要素详解	123
5.7	ISO 22000 与统计技术	137

第6章 食品安全源头管理

6.1	源头管理	141
6.2	良好农业规范	142
6.3	统计技术的应用	150
6.4	抽样检验	169

第7章 食品加工过程质量控制

7.1	过程质量控制	173
7.2	常规控制图	174
7.3	试验设计	190
7.4	过程能力分析	197

第 8 章 食品安全风险分析

8.1 风险分析	201
8.2 风险分析与统计技术	224

第 9 章 食品检验

9.1 国外及国际食品安全管理组织及相关标准/法规	231
9.2 试验数据的统计处理	237
9.3 数值修约规则与极限数值的表示和判定	240
9.4 统计技术在食品检验中的应用	242
9.5 食品检验中测量不确定度的评定	255

附录.....	273
附表 1 正态分布函数表	273
附表 2 计量值控制图系数表	274
附表 3 χ^2 分布的分位数表	275
附表 4 t 分布的分位数表	276
附表 5 F 分布的分位数表	277
附表 6 相关系数检验表	278
附表 7 秩和检验表	278
参考文献.....	279

第1章 概述

1.1 食品安全管理理念和管理制度的产生

食品是人类赖以生存和发展的物质基础,古语“民以食为天”高度概括了人与食物之间的依存关系。现代食品工业的发展可追溯到19世纪时期的法国,阿培尔在1810年提出的排气、密封、杀菌三原则的“食品贮藏法”奠定了近代食品工业的基础。随着科学技术的进一步发展,现代食品工业发展迅速,食品加工的范围和深度不断扩展,但是,工业化的发展并没有解决食品安全存在的问题,反而由于原料供应与生产、销售的分离,食品链环节的增加,扩大了食品安全的波及范围,也催生了现代食品安全管理理念和管理制度的产生。

人类对食品安全的认识,有一个历史发展的过程,早期的人类社会,农业是社会经济的主体,商品贸易处于从属地位,受保鲜和储存技术的限制,大多数食品流通不广泛,食品安全散发性事件较少,但即便如此,考虑到食品安全关系重大,许多国家还是对食品安全作出了特殊的规定,如古罗马在有文字记载的首次瘟疫流行后,即在罗马民法中加入了防止食品的假冒、污染等安全问题的规定;我国古书《礼记》中有“五谷不时,果实未熟,不鬻于市”的记录,反映了周朝时期国家对食品交易市场管理的制度。近代工业化革命兴起以后,生产的发展促进了社会产业分工和商品交换,食品交易中制伪、掺假、欺诈等现象开始广泛蔓延,1860年英国国会通过的新的食品安全法,被视为第一部近代食品安全法规。美国西奥多·罗斯福当政时期,厄普顿·辛克莱出版了著名的反映食品安全问题的“扒粪”小说《屠场》,引起美国政府的高度重视,并于1906年通过了第一部对食品安全、诚实经营和食品标签进行管理的国家立法——《食品与药物法》,同年为扼制肉类市场的混乱局面,还出台了《肉类检验法》,其中一些法律原则成为现代食品安全管理的基石。旧中国时期,由于外强的入侵和政府的腐败,食品安全一直得不到足够的重视,由此引发的食物中毒和瘟疫蔓延层出不穷。新中国成立以后,我国食品工业经历了三个发展阶段,从1952年—1990年,苏联重工业优先的模式使得食品工业长期处于缓慢增长时期,产品的数量、种类、加工深度都非常有限;1990年—2000年期间,改革开放的成果在食品工业的发展上有了明显的体现,1991年—1997年六年间,食品工业每年以33.82%的速度高速增长,创造了建国以来单项工业增速的奇迹;2000年以后,食品工业进入平衡增速阶段,年均增长速度甚至超过上一个十年,是中国贸易顺差的重要组成。但同时,伴随着计划经济向市场经济转型的变化,加上法律法规滞后等诸多因素,我国的食品市场出现了许多问题。突出表现在一些经营者社会责任缺失,唯利是图,置公众身体健康和生命安全于不顾,违法生产和经营,以致社会上先后出现了“毒白酒”“毒火腿”“毒大米”“毒奶粉”“毒猪肉”“染色馒头”等问题食品,严重危害公众安全,造成恶劣的社会影响。

民以食为天,食以安为先。作为维系人类生命的特殊商品,食品安全事关人民群众身体健康和生命安全,事关经济发展和社会稳定,是建设和谐社会的基础工程。国务院副总理、国务院食品安全委员会主任李克强在2010年2月食品安全委员会成立大会上强调“食品安

全是重要的民生问题,要下更大的决心,采取更有力的措施,切实提高食品安全水平,保障人民群众身体健康,维护改革发展稳定大局。”“要紧紧围绕违法添加非食用物质和滥用食品添加剂、农产品质量安全、食品生产加工、食品进出口、食品流通、餐饮消费、畜禽屠宰和保健食品等重点领域和环节,完善食品安全标准、加强检验检测、加强食品安全监管、强化行政执法和加强行业自律等有力措施,始终保持严厉打击食品违法行为的高压态势,着力解决突出问题。坚持统筹兼顾,长短结合,标本兼治。”

1982年制定的《中华人民共和国食品卫生法》,对我国食品安全管理架构的建立起到过十分重要的作用,但是随着时间的推移和新情况、新问题的出现,《食品卫生法》显然已不能适应时代的要求。2008年三鹿婴幼儿奶粉重大食品安全事件的发生,引发了全社会对现行食品安全监管体制的警觉和反思。早在2004年,我国政府已经意识到未来食品安全形势严峻,并开始着手制定替代《食品卫生法》的法律法规,而三鹿事件的暴发无疑加快了这一法制进程。2009年2月,历经数度修改的中国的第一部《中华人民共和国食品安全法》(以下简称《食品安全法》)走向前台,并于同年6月1日正式实施。2010年7月,根据《食品安全法》的原则,国务院出台了《中华人民共和国食品安全法实施条例》(以下简称《食品安全法实施条例》),将《食品安全法》的一些原则规定进行了细化,强化了食品复检制度、事先预防、生产经营过程控制和质检、工商、卫生等各部门在食品安全监管方面的分工职责与统一协调,增强了制度的可操作性。

1.2 食品及食品安全的术语

1. 食品

《食品工业基本术语》中把食品定义为可供人类食用或饮用的物质,包括加工食品、半成品和未加工食品,不包括烟草或只作药品用的物质。

《食品安全法》中又进一步明确为:指各种供人食用或者饮用的成品和原料以及按照传统既是食品又是药品的物品,但是不包括以治疗为目的的物品。

2. 食品制造

将食品原料或半成品加工制成可供人类食用或饮用的物质的全部过程。

3. 食品资源

含有营养物质,对人和动物安全无害,可作为食品或食品原料的天然物质。

4. 食品加工

通过人或机械,改变食品原料或半成品的形状、大小、性质或纯度,使之符合食品标准的操作称之为食品加工。

食品加工时使用的原始物料称之为原料;使用量较大的一种或多种物料称为主料,使用量较小的一种或多种物质称为辅料。

为改善食品的品质和色、香、味,以及为防腐和加工工艺的需要,加入食品中的化学合成物质、天然物质称之为食品添加剂。

5. 食品分类

食品按原料来源的不同,可分为动物性食品、植物性食品;按加工工艺可分为干制食品、腌制食品、烘焙食品、熏制食品、膨化食品、速冻食品、罐藏食品、方便食品等;按适用人群的不同分为特殊营养食品、婴幼儿食品、强化食品等;此外还有天然食品与模拟食品、传统食品

与工业食品之分。

6. 预包装食品

指预先定量包装或者制作在包装材料和容器中的食品。

7. 食品添加剂

指为改善食品品质和色、香、味以及为防腐、保鲜和加工工艺的需要而加入食品中的人工合成或者天然物质。

8. 食品包装材料(容器)

指包装、盛放食品或者食品添加剂用的纸、竹、木、金属、搪瓷、陶瓷、塑料、橡胶、天然纤维、化学纤维、玻璃等制品和直接接触食品或者食品添加剂的涂料。

9. 食品加工用具、机械

指在食品或者食品添加剂生产、流通、使用过程中直接接触食品或者食品添加剂的机械、管道、传送带、容器、用具、餐具等。

10. 食品消毒剂、洗涤剂

指直接用于洗涤或者消毒食品、餐饮具以及直接接触食品的工具、设备或者食品包装材料和容器的物质。

11. 食品标准

食品工业领域的各类标准,包括食品产品标准、食品卫生标准、食品分析方法标准、食品管理标准、食品添加剂标准、食品术语标准等,统称为食品标准。

12. 食品安全

世界卫生组织(WHO)1984年在题为《食品安全在卫生和发展中的作用》的文件中,曾把“食品安全”与“食品卫生”作为同义语,将其定义为:“生产、加工、贮存、分配和制作食品过程中确保食品安全可靠,有益于健康并且适合人消费的种种必要条件和措施。”1996年,世界卫生组织在其发表的《加强国家级食品安全性计划指南》中把食品安全解释为“对食品按其原定用途进行制作和食用时不会使消费者受害的一种担保。”

《食品安全法》将食品安全定义为:食品安全,是指食品无毒、无害,符合应当有的营养要求,对人体健康不造成任何急性、亚急性或者慢性危害。

食品安全可通俗解释为:在食品中不含有可能危害人体健康的有害物质,食用之后不会导致食用者产生急性或慢性毒害或感染疾病,不会危及其后代的健康。

食品安全既包括生产安全,也包括经营安全;既包括结果安全,也包括过程安全;既包括现实安全,也包括未来安全。

13. 食品质量

食品满足消费者明确的或者隐含需要的特性称为食品质量。

14. 技术性贸易壁垒

技术性贸易壁垒(Technical Barriers to Trade, TBT)是指进口方采取的限制或禁止进口的各种技术性措施,属于非关税壁垒的范畴。

在WTO框架下,技术性贸易壁垒是指在国际贸易中,成员方为了保护国家或地区安全,保护人类健康和消费者权益,防止欺诈行为,保证产品质量,保护环境和动植物安全,可以采取一些技术性贸易措施,制定包括包装、标记和标签要求在内的各项技术法规和标准以及合格评定程序。这些措施可能成为其他成员方的商品或服务进入该方市场的障碍。

关贸总协定(GATT)/WTO的宗旨是致力于世界贸易自由化,经过8轮的艰苦谈判,成员国间关税壁垒已大幅下调,非关税壁垒也不断被拆除,技术性贸易壁垒措施和动植物卫生检疫措施(以下简称TBT/SPS措施)成为禁止或限制其他国家食品进入本国市场的重要手段。其中,包括:动植物卫生检疫措施的法律、法令、规定、要求和程序,特别包括最终产品标准;加工和生产方法;检测,检验,出证和批准程序;检疫处理,包括与动物或植物运输有关或与在运输途中为维持动植物生存所需物质有关的要求在内的检疫处理;有关统计方法、抽样程序和风险评估方法的规定;与食品安全直接相关的包装和标签要求。

《实施动植物卫生检疫措施协议》(下称《SPS协议》)明确规定,WTO成员有权采取如下的动植物卫生检疫措施,用于:

(1) 保护成员境内的动物或植物的生命或健康免受虫害、病害、带病有机体或致病有机体的传入、定居或传播所产生的风险;

(2) 保护成员境内的人类或动物的生命或健康免受食品、饮料或饲料中的添加剂、污染物、毒素或致病有机体所产生的风险;

(3) 保护成员境内的人类的生命或健康免受动物、植物或动植物产品携带的病害,或虫害的传入、定居或传播所产生的风险;

(4) 限制成员境内因病害的传入、定居或传播所产生的其他损害。

1.3 统计技术

统计技术是以概率论为基础,研究随机现象中确定的数学规律的学科,是应用数学的一个分支,它通过有目的地收集、整理、分析和解释统计数据,能够对其所反映的问题的性质、程度、原因做出科学结论,从而给出正确认识。

现象是事物的表现,是在一定条件下所导致的结果。根据条件与结果的关系,它可分为确定现象和随机现象两大类。

确定现象(必然现象)是指在给定了限制条件下,必然发生的结果。如1 mol硫酸含有 6.02×10^{23} 个硫酸分子;碳酸钙在强酸条件下会产生水和二氧化碳等。

随机现象结果是不确定的,如投掷一个骰子,其值可能是1~6的任意数字;同一操作人员用同样的量筒量取液体时,可能在一个范围内波动等。

统计技术包括统计推断和统计控制两大内容。统计推断是指通过对样本数据的统计计算和分析,提供表示事物特征的数据,比较两个事物之间的差异,分析影响事物变化的原因,找出产品形成全过程中质量变化的规律,对总体质量水平进行推断,预测尚未发生的事件;统计控制是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,以保证产品质量特性的分布基本保持在设定值附近,使生产过程达到稳定受控状态。

1924年现代管理学创始人美国贝尔实验室的休哈特(W. A. Shewhart)博士在研究预防生产过程不合格品的产生时,创制了以控制图为核心的SPC(统计过程控制)理论,其后在1929年,师出同门的贝尔实验室工程师道奇和罗米格开始将统计技术应用到成批产品的抽样验收上,提出了统计抽样检验的原理和道奇—罗米格抽样表。二次大战后,日本学者发展创新了质量管理理论,曾经留美的戴明博士结合本国国情,针对基层工人和初级技术人员的特点,创立了核对表、排列图、因果图(又称石川图)、直方图、散布图、分层和控制图七种以统计技术为核心的质量管理工具。20世纪70年代中期,日本质量界在戴明统计图的基础

上,改进开发出系统图、关联图、矩阵图、矢线图、KJ法、PDPC法和矩阵数据解析法等七种新的质量管理工具,后被广泛应用于ISO 9000系列的质量管理体系中。

1.3.1 概率基础

1.3.1.1 随机试验

随机试验是统计学研究的对象,它有如下三个特点:

- (1) 每次试验的可能结果不止一个;
- (2) 进行一次试验之前无法确定哪一个结果会出现;
- (3) 可以在同一条件下重复进行试验。例如:我们投掷一个硬币,试验结果可能是正面也可能是反面;投掷一个骰子,出现的结果可能是1~6中的任意一个数字;用同样的加工条件加工两个产品,可能是合格品也可能是次品;测量一个灯泡的寿命,试验的结果是 t 小时,如果假定灯泡寿命为10 000个小时,则 $0 \leq t \leq 10\,000$ 等。

1.3.1.2 样本空间

由随机试验的一切可能的结果组成的集合称为样本空间,通常用 S 表示。如上例中骰子的六面(1,2,3,4,5,6)是样本空间,产品的(合格,不合格)也是样本空间。

1.3.1.3 事件

在一定条件下,可能发生也可能不发生的事件称为随机事件,简称事件。

事件是样本空间的子集,也就是一些可能结果的一个集合。样本空间中可能有多个子集($A, B, C, D, \dots$)。它们之间的关系可能是相交,相含,相离,但都是包含于样本空间当中。

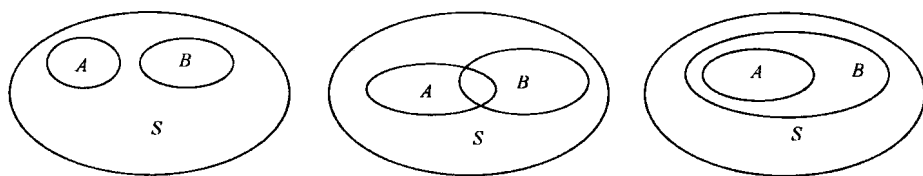


图 1-1 样本空间中子集的互相关系

1.3.1.4 概率的公理

概率即是度量一随机事件发生可能性大小的实数,其值介于0与1之间。

假定一个样本空间 S ,如果 S 是离散的,则全部子集均视为事件,反之如果 S 是非离散的,则仅有一些特殊的子集(可测的)视为事件,对事件类 C 中的一个事件 A ,我们给以一个实数 $P(A)$,如果对类 C 中每一个事件 A , $P(A) \geq 0$,对类 C 中的确定事件 S , $P(S) = 1$,对类 C 中的一些互斥事件 $A_1, A_2, \dots$,

$$P(A_1 \cup A_2 \cup \dots) = P(A_1) + P(A_2) + \dots$$

特别,对两个互斥事件 A_1, A_2 ,

$$P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2)$$

1.3.1.5 概率的重要定理

定理1:如果 $A_1 \subset A_2$,则 $P(A_1) \leq P(A_2)$,同时

$$P(A_2 - A_1) = P(A_2) - P(A_1)$$

定理 2:对任一事件 A

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

即一个概率在 0 和 1 之间。

定理 3: $P(\Phi) = 0$, 也就是不可能事件的概率为 0。

定理 4: 如果 A' 是 A 的补集, 则

$$P(A') = 1 - P(A)$$

定理 5: 如果 $A = A_1 \cup A_2 \cup \cdots A_n$, 其中 $A_1, A_2, \cdots A_n$ 是互斥事件, 则

$$P(A) = P(A_1) + P(A_2) + \cdots + P(A_n)$$

如果 $A = S$ 为样本空间, 则

$$P(A_1) + P(A_2) + \cdots P(A_n) = 1$$

定理 6: 如果 A 和 B 是两个事件, 则

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

如果 A_1, A_2, A_3 是三个事件, 则

$$P(A_1 \cup A_2 \cup A_3) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) - P(A_1 \cap A_2) - P(A_2 \cap A_3) - P(A_3 \cap A_1) + P(A_1 \cap A_2 \cap A_3)$$

定理 7: 对任意事件 A 和 B

$$P(A) = P(A \cap B) + P(A \cap B')$$

定理 8: 如果一个事件 A 必定出现在一组互斥事件 $A_1, A_2, \cdots A_n$ 某个事件中, 则

$$P(A) = P(A \cap A_1) + P(A \cap A_2) + \cdots + P(A \cap A_n)$$

1.3.2 统计技术术语

1.3.2.1 统计数据的分类

在统计学分析中, 我们会不断地与数据打交道, 通过对各种数据的分析作出决策和判定。在众多统计数据中, 根据数据的性质可分为计量型数据和计数型数据, 计数型数据又可再分为计件型数据、计点型数据和属性数据。

1. 计量型数据

计量型数据是指可以连续取值, 在有限的区间内可以无限取值的数据。如长度、面积、体积、质量、密度、电压、电流、强度、纯度等。它服从于正态分布。

2. 计数型数据

计数型数据是只能间断取值, 在有限的区间内只能取有限数值的数据。如: 通过/失败、是/否、阳性/阴性、有缺陷的产品的件数等。

(1) 计件型数据: 计件型数据是指产品(或其他物件)的件数而得到的数值。计件型数据服从二项分布。

(2) 计点型数据: 计点型数据是指产品缺陷数而得到的数值。计点型数据服从泊松分布。

(3) 属性数据: 属性数据用于表示每个个体属性的标记或名称。如产品的等级为一级、二级、三级等。

1.3.2.2 统计方法的分类

按统计对象的性质不同, 统计方法可分为统计型方法和情理型方法两大类。

1. 统计型方法

适用于数字数据,应用时需收集大量可定量表达的数字数据,通过运用确定的数学公式进行统计计算,得到反映规律的特征值。常用的统计方法中大多数为统计型方法。

2. 情理型方法

适用于非数字型数据,应用时需要收集大量的定性表达的非数字型数据,通过整理、分类、归纳,得到有条理的思路,作为决策的依据。情理型方法又称为非定量统计方法。

表 1-1 两类统计方法的比较

方法类别 比较项目	统计型(数字数据)方法	情理型(非数字数据)方法
收集对象	收集大量定量描述的数字数据,收集方法:取样、测试、计算、记录	收集大量定性描述的非数字数据,收集方法:调查、研究
处理方式	对数字数据进行统计计算,取得反映客观规律的特性值	对非数字数据(语言资料)进行分类、归纳、整理,得到有条理的思路
功能	实施统计推断(预测)及统计控制	作为决策依据
方法类型	常见统计方法中大部分属于统计型方法,如控制图、散布图、直方图、试验设计、方差分析、回归分析等	常见统计方法中少数为情理型方法,如因果图、分层图、流程图、树图、水平对比法、头脑风暴法等

1.3.2.3 数据特征值

数据特征值是数据分布趋势的一种度量。数据特征值可以分为集中度和离散度两大类。

集中度包括平均值、中位数、众数等;离散度包括极差、平均偏差、均方根偏差、标准差等。

1. 表示数据集中趋势的特征值

1) 频数

计算各个值反复出现的次数,称之为频数。

2) 算术平均值

如果产品质量有 n 个测量数据 $x_i (i=1, 2, \dots, n)$, 平均值为:

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

也可以采用以下简算法进行计算:

(1) 对于未分组的数据算术平均值还可使用简算法,公式如下:

$$\bar{x} = A + \sum d_i / n$$

A 为一假定值, $d_i = x_i - A$, n 为样本数。对于 A 的选择有两种方法,一是选择接近平均值的一个数值;二是选择一个合适的整数或根据具体情况选择一个比较方便的数值。

(2) 用频数表算法。在检测次数较多的情况下,经常把这些数据整理成频数表,再根据频数表来求它的算术平均。

设:经 n 次检测后,出现 k 个数值,即 $x_1, x_2, \dots, x_k$, 经整理后每个数值出现的频率又分