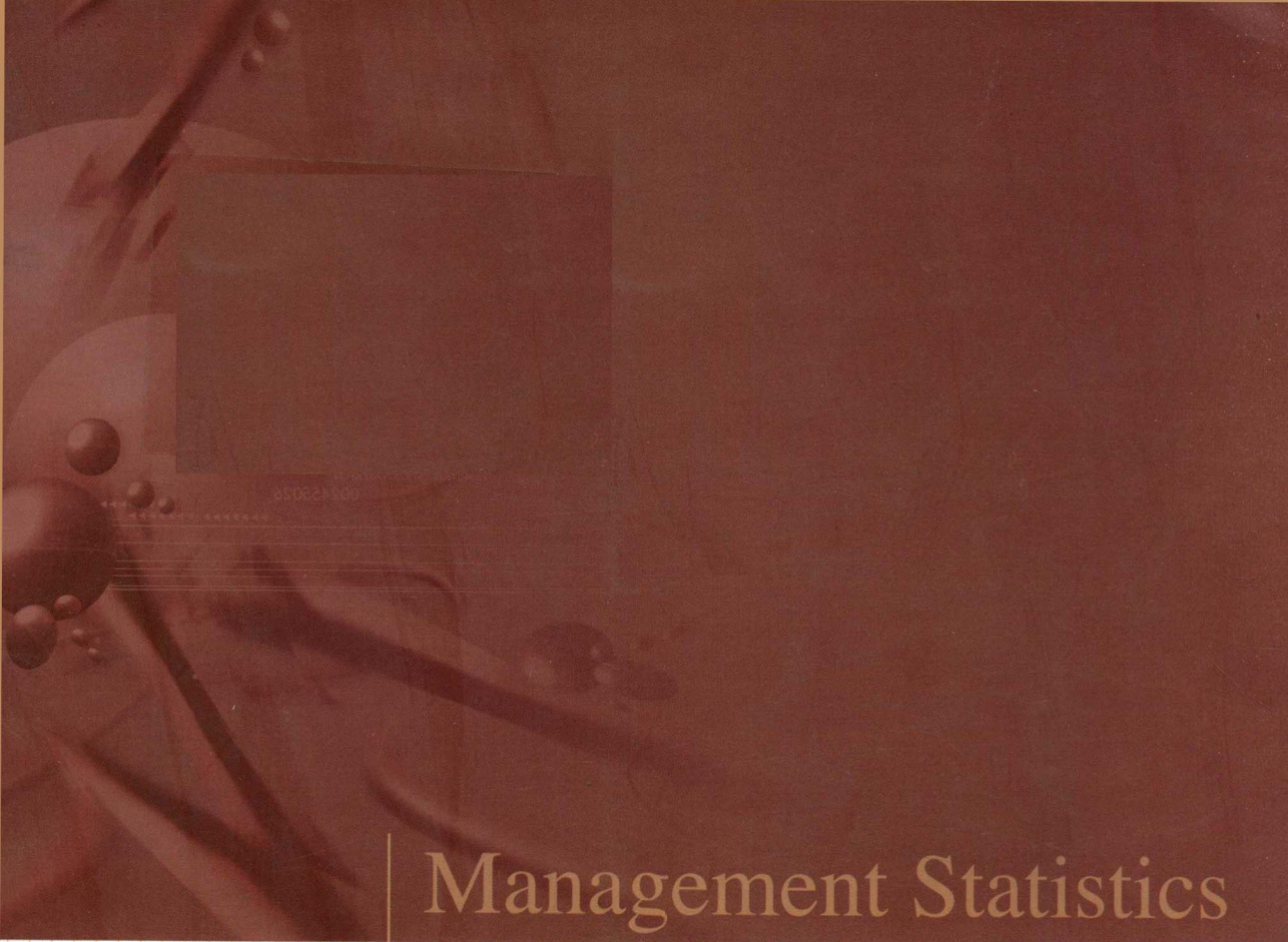




Management Statistics

管理统计学

(第二版)

教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会 组编

胡 培 王建琼 主编

高等教育出版社

Management Statistics

管理统计学

(第二版)

教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会 组编

胡 培 王 建 建 主 编

G u a

n g j i x u e

高等教育出版社·北京

内容简介

本书从管理统计学的基本概念和应用背景入手,由浅入深、循序渐进地介绍了统计数据的搜集与整理、统计数据的描述与展示,以及管理数理统计和多元统计的相关知识、原理和方法,力求将现代统计思想融入到经济管理的实际问题中去。另外,本书强调利用 SPSS 软件来解决问题,努力构建一个贯通管理统计学原理、实际管理问题、SPSS 软件应用技巧的体系,突出一种将所学知识运用到实际的能力。读者学完本书后,应具备根据实际工作需要数据进行建模,并利用 SPSS 软件来分析数据和解释数据结果的能力。

作为教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会规划的核心课程教材,本书根据该教学指导委员会制定的《管理统计学教学基本要求》编写,并在第一版基础上进行了修订和完善。本书既可用于高等院校管理科学与工程类、工商管理类相关专业的本科课程教学,也可用于管理类相关专业的硕士研究生、MBA、MPA、工程硕士的课程教学,还可作为各级管理人员、相关技术人员的培训及参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

管理统计学 / 胡培, 王建琼主编; 教育部高等学校
管理科学与工程类学科教学指导委员会组编. -- 2 版. --
北京: 高等教育出版社, 2016. 5
ISBN 978-7-04-045251-8

I. ①管… II. ①胡… ②王… ③教… III. ①经济统
计学—高等学校—教材 IV. ①F222

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 084390 号

策划编辑 杨世杰	责任编辑 杨世杰	封面设计 赵 阳	版式设计 童 丹
插图绘制 尹文军	责任校对 胡美萍	责任印制 耿 轩	

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 廊坊市科通印业有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 13
字 数 320 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2007 年 4 月第 1 版
2016 年 5 月第 2 版
印 次 2016 年 5 月第 1 次印刷
定 价 29.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 45251-00

第二版前言

作为教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会推荐的“管理科学与工程类学科专业核心课程教材”之一,第一版教材自2007年出版以来,已经过去近十年。在此期间,第一版教材受到了广大读者的喜爱和关注,也被国内许多高校选为“管理统计学”课程教材或教学参考书。许多读者来信来电给予好评,并热心地提出了许多积极和有益的建议。时间是最好的证明,众多的支持和反馈也给了我们极大的鼓舞和信心,为了不辜负广大读者的厚爱,更好地适应管理实践的发展需要,有必要根据教学实践过程中的经验总结和信息反馈,在第一版的基础上进行适时更新和不断完善。

第二版教材仍然保持了之前注重实践、简洁实用、学之易懂、懂之能用的特征和风格,在保持原版特色、结构框架和内容体系不变的前提下,更加注重实际案例、教学资料的时效性、实用性和针对性;在内容编排上,采取紧扣题材,步步推进,设题解题,释义解难,按读者要求精心设计,围绕重点,突破难点,引发思考,启迪思维,注重实现由知识到能力的过渡;在教学内容与时俱进的同时,更加强调计算机软件SPSS的应用,强化知识内容的实践操作和实战应用;在适用范围上注重统筹兼顾,既面向管理学科,也兼顾其他学科的基础教学需要,使本教材不仅适用于管理类专业本科、硕士研究生,MBA,MPA,工程硕士,培训等使用,也适用于其他学科作为基础教材使用。为便于自学,本书在编写过程中,弱化了统计学相关数学知识的理论性和严密推理,强化和突出了利用统计知识解决具体问题的实用性。

在修订过程中,得到了多方面的支持和帮助。在第一版的基础上,罗煜老师、谭德庆教授做了大量的资料增补工作,刘盾副教授、苏兆国老师对各章节进行了仔细的校阅,并做了很多订正和修改工作;本书责任编辑杨世杰老师认真仔细的编辑工作也给予我们很大的帮助。在此一并致以最衷心的感谢。

由于作者的水平有限,书中难免有遗漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2016年1月

第一版前言

管理统计学的思想最早产生于 20 世纪初的美国,由于当时美国资本主义经济发展较快,企业规模迅速扩大,以泰罗、法约尔为首的古典管理学家第一次系统地把科学方法引入管理实践,使管理从一种经验上升为一门科学。然而,人们很快意识到在管理过程中,将无时无刻不与数字打交道,管理学必须借助一种强有力的数学理论来支撑和壮大,而最初以“计数”发展起来的统计学自然成为首选工具,因此,将统计理论融入管理思想是历史的必然。可以说管理统计学是与管理学同时产生和发展的。

随着科学和信息技术的进步,管理统计学发展迅速,这一方面表现在计量经济学、时间序列分析、随机过程等学科的形成使数学理论更能准确地刻画实际中的问题;另一方面表现在 SAS, SPSS, Splus, EView 等统计软件包的相继开发,为研究并解决现实问题提供了软件支持。从管理实践中发现问题并抽象为统计理论,用新兴统计理论来指导管理实践和决策,成为管理统计学今后发展的主要方向。另外,管理统计学也被运用在大到国家政策、企业战略及营销策略的制定,小到个人金融风险规避、投资决策等各个领域,可以说,管理统计在现实生活中无处不在。

本书根据教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会制定的《管理统计学教学基本要求》编写,从管理统计学的基本概念和应用背景入手,由浅入深,着重讲清各统计方法的基本原理,而不去刻意追求数学的严谨证明和推导过程,并依托 SPSS 软件对书中每一个知识点进行软件演示,强调一种将理论与实践结合的能力;另外本书在各章之前都配备案例,章后有大量习题,以便读者更好地掌握知识要点。作者希望读者在学习完本课程后,既能根据实际问题设计统计调查问卷、将实际问题转化为统计问题,又能应用 SPSS 软件整理分析数据,解释数据结果,将统计结果应用到实践中去,最终达到“学以致用”的目的。

本书一共分为八章,前三章主要介绍统计数据的搜集与整理、调查问卷的设计以及统计数据的描述与展示;第四章主要介绍参数估计的方法;第五、六章主要介绍假设检验的概念和方法;第七章主要介绍方差分析;第八章主要介绍相关分析与回归分析。

本书由西南交通大学的胡培教授、王建琼教授主编,其中第一、二章由胡培编写,第三、六章由谭德庆编写,第四、五章由罗煜编写,第七、八章由王建琼编写,胡培教授统编全书。另外西南交通大学的博士研究生刘盾、顾建庄、卢沁瑶等参加了资料的收集、整理和案例的编写工作。

作为教育部高等学校管理科学与工程类学科教学指导委员会规划的核心课程教材,本书的编写得到了多方面的帮助和支持。我们衷心感谢西南交通大学经济管理学院所提供的工作实验条件以及科研与教学环境,也对高等教育出版社的编辑在本书出版过程中付出的辛勤劳动深表谢意。

由于时间和作者水平有限,书中的疏漏和不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正并提出宝贵的意见。

编者

2006 年 10 月

目 录

第一章 绪论	1	第三章 统计数据的概括性描述	27
案例与背景	1	案例与背景	27
第一节 管理现实中的统计应用	2	第一节 统计数据的整理与展示	27
第二节 管理统计学的含义、特点和 内容	3	1.1 数据的预处理	27
第三节 管理统计学的产生和发展	5	1.2 频数分布表的编制与图示	28
第二章 统计数据的搜集与整理	8	1.3 统计数据的其他图示法	35
案例与背景	8	第二节 数据集位置的测度	39
第一节 数据的计量与类型	8	2.1 众数	39
1.1 数据的计量尺度	8	2.2 中位数	42
1.2 统计数据的类型	9	2.3 均值	44
1.3 绝对数与相对数	11	2.4 众数、中位数和均值的比较	48
第二节 统计数据的搜集与可靠性 分析	11	第三节 数据集离散程度的测度	49
2.1 总体与样本	11	3.1 极差	49
2.2 统计调查方式	13	3.2 总体方差和样本方差	50
2.3 数据的搜集方法	14	3.3 变异系数	54
2.4 调查方案的设计	15	3.4 数据的标准化	55
2.5 资料的质量分析和可靠性分析	17	第四节 数据集的峰度与偏度	55
第三节 抽样调查中的基本概念	18	4.1 偏度(skewness)	55
3.1 概率抽样与非概率抽样	19	4.2 峰度(kurtosis)	56
3.2 抽样误差和处理	20	第三章小结	59
第四节 抽样方法介绍	21	第三章习题	59
4.1 简单随机抽样(simple random sampling)	22	第四章 抽样与参数估计	62
4.2 分层抽样(reduced sampling)	22	案例与背景	62
4.3 等距抽样(systematic sampling)	23	第一节 抽样与抽样分布	63
4.4 整群抽样(cluster sampling)	23	1.1 样本平均数的抽样分布	63
案例分析	24	1.2 样本比例的抽样分布	66
第二章小结	24	1.3 χ^2 分布和 t 分布	67
第二章习题	25	1.4 F 分布	70
		第二节 参数估计的一般问题	71
		2.1 估计量与估计值	71
		2.2 点估计与区间估计	71
		2.3 估计量的优良性准则	74

第三节 总体参数的区间估计	75	第六章习题	156
3.1 一个总体参数的区间估计	75	第七章 方差分析	159
3.2 两个总体参数的区间估计	83	案例与背景	159
第四节 样本容量的确定	91	第一节 方差分析的基本问题	159
4.1 一个总体情形的样本容量确定	91	1.1 方差分析的内容	159
4.2 两个总体情形的样本容量确定	93	1.2 方差分析的原理	160
案例分析	94	1.3 F 分布	160
第四章小结	99	第二节 单因素方差分析	160
第四章习题	100	2.1 单因素方差分析的步骤	160
第五章 假设检验	103	2.2 单因素方差分析中的其他问题	162
案例与背景	103	第三节 双因素方差分析	164
第一节 假设检验的基本原理	104	3.1 双因素方差分析的类型	164
1.1 假设检验的基本思想	104	3.2 双因素方差分析的数据结构	165
1.2 假设检验的步骤	105	3.3 离差平方和的分解	165
1.3 假设检验中的两类错误	108	3.4 软件实习	167
1.4 双侧检验和单侧检验	111	第七章小结	168
第二节 假设检验的应用	112	第七章习题	168
2.1 一个总体情形的假设检验	112	第八章 相关分析与回归分析	172
2.2 两个总体情形的假设检验	119	案例与背景	172
2.3 两个总体均值之差的假设检验	120	第一节 相关分析	172
第三节 假设检验中的其他问题	127	1.1 函数关系	172
3.1 区间估计与假设检验的关系	127	1.2 相关关系	172
3.2 假设检验中的 P 值	128	1.3 相关系数	173
案例分析	135	1.4 相关系数的检验	174
第五章小结	137	1.5 软件实习	174
第五章习题	138	第二节 简单回归分析	175
第六章 分类资料的假设检验	143	2.1 一元线性回归模型	176
案例与背景	143	2.2 回归方程的估计	176
第一节 χ^2 检验	143	2.3 回归模型的检验	177
1.1 简单四格表检验	143	2.4 用回归方程预测	179
1.2 行 $\times$ 列表检验	145	2.5 可线性化的非线性回归分析	179
1.3 交叉列联表检验	146	第三节 多重线性回归分析	180
第二节 单因素法	153	3.1 多重线性回归模型	180
第三节 精确概率法	153	3.2 回归参数的估计	180
3.1 四格表 χ^2 值的校正	153	3.3 虚拟变量的概念和应用	181
3.2 四格表 χ^2 检验的应用条件	154	3.4 回归模型的检验与预测	181
案例分析	155	3.5 建模应注意事项	181
第六章小结	156	3.6 软件实习	181

第四节 时间序列分析	185
4.1 时间序列概念	185
4.2 时间序列的分类	186
4.3 趋势预测方法	186

4.4 季节影响因素的度量	188
4.5 循环波动	189
第八章小结	189
第八章习题	189

第一章 绪论

► 案例与背景

淘宝“双十一”狂欢节是淘宝商城重金打造的网络狂欢盛宴,淘宝“双十一”狂欢节,淘宝商城日销售额高达数十亿,堪称零售市场经典。2011年,天猫“双十一”的销售额为33.6亿元;2012年,“双十一”当日支付宝交易额实现飞速增长,达到191亿元,其中包括天猫商城132亿元,淘宝59亿元,订单数达到1.058亿笔。2013年,淘宝“双十一”交易额突破1亿,只用了55秒,达到10亿元用了6分7秒,50亿元用了38分钟,凌晨5:49,阿里当日交易额突破100亿元,13:39达200亿元,17:31突破250亿元,“双十一”当日总交易额达350.19亿元。

以下是“双十一”的部分统计数据:

- 2013年“双十一”总订单数量为1.67亿个,平均下来每个订单的价格为209.7元。“双十一”当天商家累积发送物流订单数量为5697万个,预计24小时内能够到达的订单数量为1820万件。

- 2013年“双十一”还向港澳台同胞以及海外友人开放,共发生交易额2.05亿元,这些地区的总访问次数为8600万次,成交量排行前十的地区和国家分别是中国香港、美国、中国台湾、澳大利亚、新加坡、加拿大、日本、中国澳门、韩国和英国。

- 从淘宝公布的数据来看,“双十一”当天手机淘宝活跃用户高达1.27亿元,成交订单数量为3590万个,占总体交易数量的21%,而手机支付宝的交易额则达到了53.5亿元,约占总交易额的14%左右。

- 具体数据方面,入围前十的商家支付宝交易额均突破了亿元大关,小米以5.41亿元的总成交金额成功夺冠,而海尔则以1.75亿元的总金额位居亚军,骆驼则以1.59亿元的成交金额排名第三。排行第四到第十位的商家分别是罗莱、杰克琼斯、优衣库、富安娜、茵曼、林氏木业以及Artka,成交金额在1.09亿元~1.55亿元不等。

那么,在上述数据背后又隐藏了哪些经济现象呢?

- 从快递行业看,2012年“双十一”当日产生的快递量超过1亿件,以单件均价7元算,快递行业直接收金7亿元。2013年“双十一”高峰期包裹超过3.23亿件,除去面单成本、包装成本、收件业务员提成、运输费用,最后盈利直接归网点收入囊中,利润丰厚。

- 从电商商家角度,“双十一”当天转化率一般在30%以上,优秀的转化率直接提升了整体店铺的综合权重,将带来更多的后续的购买行为。因此商家也直接从中受益。以服装为例,假设

销售额为1亿元,按毛利30%计算,3 000万唾手可得。

——本案例相关数据来自于对互联网“双十一”报道的整理

同学们也可以尝试一下通过搜集相关其他数据,从店家角度和消费者角度分析“双十一”背后的经济管理意义。

通过上述案例,如何分析数字背后的经济管理意义,如何从数字背后获得有用的信息和知识,是学习管理统计学的基本目的之一。从本章开始,会循序渐进地介绍管理统计学的相关知识,以及统计学理论与管理实践有机结合的理论与方法。

第一节 管理现实中的统计应用

在管理领域以及其他社会科学领域,我们常常会遇到这样的问题:怎样对现象的数量特征进行观测、计量、概括和表述,从而发现和分析问题;怎样对新的理论或方法、推断的结论、误差和可靠性等进行定量判断,从而确定其正误;怎样从大量的数据中提炼出有用信息,用于对事物做出预测、决策和控制;等等。由于统计学(Statistics)具有解决上述问题的功能,因而在社会科学领域,特别是管理和经济领域,得到了广泛的应用。

事实上,研究和解决管理科学、经济学以及其他社会科学领域的问题,前提都是正确地发现问题、分析问题、抓住问题本质。只有把握了问题产生的根源和事物发展运行的规律性,才能给出真正有效的解决方案。统计学已经成为人们认识世界不可或缺的方法论科学,是帮助人们发现问题、分析问题、论证并把握问题本质的有效工具。

下面,举出几个管理统计学在现实中的应用:

1. 管理统计学在人口管理中的应用

在人口管理学中,常常关注一个国家人口的男女比例问题和出生率、死亡率问题。

对于男女比例问题,就每个家庭而言,生儿生女没有规律可循,但对大量家庭的新生儿进行观察,就可以发现男女性别比率大致为1.07:1的数量规律。从统计的角度来说,虽然对于个体而言没有规律,但站在总体的角度,可以得到人类自然发展的内在规律。

对于人口出生率、死亡率问题,不同国家面临着不同的问题。对于俄罗斯来说,从2005年1月至5月,其人口减少了35.9万。统计报告表明全国人口死亡率是出生率的1.7倍,这一指标在27个地区甚至达到2至3倍,因而俄罗斯现在实施鼓励生育的政策;而对于中国而言,2014年的人口年增长率为5.2‰,因此我国实施计划生育政策。可以看到,通过研究不同国家的人口出生、死亡率问题,对制定相应的人口政策起到至关重要的作用。

2. 管理统计学在市场营销中的应用

在市场营销领域,消费者行为是近年来各国学者研究的一个热点。作为消费者主体的顾客自然就成为研究消费者行为的核心。由于顾客忠诚度不仅可以为企业的持续竞争优势提供基础,而且更是企业发展的关键因素,因此顾客忠诚度成为学者和企业最感兴趣的研究问题。人们在研究该类问题时,通常采取调查问卷的方式。在调查问卷的设计中,需要对变量选取的数据类型做出判断;在调查问卷的分析和处理过程中,需要用到统计学中的因子分析、回归分析等多元统计方法;在调查问卷的信度和效度的检验中,需要用到结构方程、列联分析等高级统计方法。可以说,统计学在市场营销中的应用是无处不在的。

3. 管理统计学在企业管理中的应用

对一个成功的企业而言,各部门科学的管理模式对企业的生存和发展至关重要,而对企业的管理离不开统计学的知识。

企业的生产经理要想知道产品的质量是否达到了规定的要求,就必须依据一定的统计技术从全部产品中抽出部分产品进行检验,据此做出是否对生产过程进行调整的决策。

公司的人事部经理在准备采用一项新的培训方法对整个公司的销售人员进行培训之前,首先选择一部分销售人员用该方法进行培训,然后将该培训方法的效果与其他培训方法进行比较,最后再决定是否推广这种新的培训方法。

公司的销售部经理在决定是否向市场推出一种新产品之前,首先选择部分地区的消费者试用该产品,并对产品做出评价,然后根据试用的情况和调查的结果再对是否向市场推出该产品做出决策。

4. 管理统计学在投资分析和风险决策中的应用

(1) 投资分析. 投资分析的目的在于尽可能地提高投资收益,为此从可选择的投资资产中(股票、债权、包括外汇在内的外国证券),进行资产选择操作,在控制风险的同时追求收益的最大化。但股价、汇率、利息等金融资产的变动现象大多是多次元的,要从这些变动中找出其中的规律,就必须利用统计学的方法将大量的数据进行分组,反复实验,寻找数据出现的频率来获得必要的信息。

(2) 风险管理. 风险管理的领域正是基于统计学的质量管理思想建立起来的。企业或银行的财务结构受汇率、利息、股价的变动影响,其资产价值也在不断变化,这就构成了市场风险。要对市场风险作定量和定性的分析,就有必要利用统计学的知识构造出企业的价值变化随风险要素之股价、汇率等变化的函数,描述其概率样本分布,推定其下限 5% 损失可能的金额,最终建立相关数学模型用于风险的评估。

(3) 期货交易. 期货交易的领域是理论水平较高并富于挑战性的领域,它包括金融资产组合理论与资产组合的实践,其中用到的概率统计学知识相当丰富,包括连续时间的马琴戈尔(Martingales)概率过程,概率微分方程,概率测度的变换公式,马琴戈尔的表现定理等。期货交易理论以 1973 年发表的布拉克与舒尔斯(Black&Scholes)的论文和莫顿(Merton)的论文为基础发展起来,近几十年来发展迅速,在 1997 年,莫顿(Merton)与舒尔斯(Scholes)因在此问题上的研究而获得诺贝尔经济学奖。另外,此领域中也有实用模型的规范化、假定模型的检验、参数推定等统计问题。

正是统计学在管理研究及实践中的大量应用,作为统计学分支之一的管理统计学(Statistics for Management)才应运而生,并得到迅速发展和广泛应用。其实,管理统计在许多领域,小到个人、企业和任何组织分析问题、做出预测和决策,大到国家把握社会经济运行状况、研究宏观运行规律、制定相关的政策等,都有广泛的应用。可以说管理统计在现实生活中无处不在。

第二节 管理统计学的含义、特点和内容

1. 管理统计学的含义

管理统计学是一门用统计学方法和理论研究管理问题、经济问题的应用性学科。将其展开

来说,主要包括两个方面:

其一,它是一门以经济与管理理论为基础,采用描述和推断的方法来对社会经济和管理现象中研究对象的数量特征、数量关系、发展变化趋势及规律进行研究,最终解决管理和经济问题的学科;

其二,它是一门应用性的方法论科学,以数理统计学的理论和方法为基础,不断吸收信息论、控制论、系统论和决策论等方面的研究成果,使统计职能从反映和监督拓展到推断、预测和决策的学科。

这说明管理统计学除了要应用一般的统计方法外,还必须以有关管理和经济的理论为指导,并有自己独特的方法,如核算方法、综合评价方法、预测方法等。总之,管理统计学是认识社会经济现象的有力武器,是宏观微观管理、企业管理、管理研究等的重要工具。

2. 管理统计学的特点

管理统计学的本质特点,是将描述统计和推断统计有机结合,并融合经济与管理理论,来处理宏观和微观经济管理问题。

描述统计是通过大量数据资料的搜集、整理和分析,对总体数据的分布特征进行描述,进而形成对总体内在的数量规律性的认识。传统的统计方法主要是描述统计。

推断统计是根据实际工作中所搜集到的统计资料绝大部分都是样本资料这一特点,利用这些样本资料所提供的信息,进一步对总体的数量规律性做出科学的推论。

管理统计学就是将描述统计和推断统计的基本方法有机地结合在一起,形成社会经济管理中常用的统计方法,并用以解决实际问题的一门学问。

3. 管理统计学的内容

由于社会经济现象的数量特征是多方面的,其相互联系的变量关系具有确定性和随机性,因而管理统计的研究可从描述统计和推断统计两方面出发,其核心是统计推断的基本理论和方法。

从现象总体数量特征和数量关系出发,管理统计学研究的主要内容有:

① 以社会经济现象静态信息为依据,应用统计分组和变量数列,采取绝对数、相对数、平均数等具有离散趋势的指标,对现象总体的频数分布、极差、绝对总量、相对程度以及集中离散趋势等进行描述。

② 根据社会经济现象动态统计信息,采用动态比较、动态平均、长期趋势、季节波动等,对现象总体的发展变化情况、变动趋势及变化成分进行统计描述和推断。

③ 对社会经济现象中大量随机变量间的交互统计信息,采用相关回归分析,刻画现象变量间的相关程度,并利用数学表达式建立回归方程进行统计预测;或采用投入产出分析,揭示部门间的数量联系,综合反映其运行状态。

④ 根据实际现象变量的概率分布、大数定律和中心极限定理,运用抽样推断原理,按照一定的方法用样本统计量去推算统计总体参数,并进行假设检验、方差分析和非参数估计等。

⑤ 根据实际现象过去和现在的统计信息,对未来数量特征,运用平均数模型、长期趋势模型、季节波动模型、回归模型及时间序列分析等,借助计算机进行统计预测,为统计决策和控制提供数值依据。

⑥ 根据社会经济数量的目标函数、约束条件、自然状态及其概率,建立数学模型,运用优化

思想、风险决策技术及贝叶斯决策原理对企业实施有效决策,为合理的经济管理核算服务。

第三节 管理统计学的产生和发展

1. 统计学的产生和发展

从 17 世纪中叶至今,统计学已有 300 多年的历史。任何一门学科都是在学派间的争论中发展起来的,统计学也不例外。在统计学的发展过程中,主要的学派有政治算术学派、国势学派、数理统计学派、社会统计学派等。从统计学的发展历史可以看出,无论是古典统计学、近代统计学,还是现代统计学,其发展始终是沿着两条主线展开的:一是以“政治算术学派”为代表发展起来的以社会经济和企业管理问题为主要研究对象的社会经济管理统计学(Statistics for Business and Economics);二是以概率论为理论基础、以随机现象为研究对象(包括社会现象和自然现象)的数理统计学(Mathematical Statistics)。

(1) 统计学发展的初期阶段。17 世纪中叶,在当时的英国第一次出现了有意识、有目的地用数字语言说明问题,注重从数量角度探索社会经济现象变化规律的研究活动。配第(W. Petty)《政治算术》一书的问世,标志着统计学的开端。在这本书以及其他有关著作中,配第采用了不同于前人的研究方法,明确地用大量的数据资料分析问题,试图把结论建立在可靠的事实基础上。

与“政治算术”产生的时期差不多,在德国也出现了一门统计学——“国势学”。“国势学”主要研究“国家的有关显著事项”,它之所以也被称为“统计学”,其中一个重要原因是,“国势学”发展到顶峰时期的代表人物阿肯瓦尔(G. Achenwall)给“国势学”起了一个统计学(Statistik)的新名称。康令(H. Conring)是“国势学”的奠基人,他对“国势学”的研究目的、研究对象、研究方法等基本问题,作了全面系统的阐述。阿肯瓦尔在继承康令开创的研究体系和研究方法的基础上,全面发展了“国势学”。“国势学”最大的特点是较少使用数字工具,而主要诉诸文字记述和逻辑比较。

统计学的另一个重要起源是概率论。14 世纪,在工商业比较繁荣的意大利以及地中海沿岸其他地区,由于赌博游戏盛行和保险活动的兴起,人们已经对“机会”(chance)问题发生了很大兴趣。但真正意义上的概率论,是 17 世纪开始的。帕斯卡(B. Pascal)和费马(P. Fermat)关于“得点问题”的讨论,奠定了概率论研究的基础。

“政治算术”与“国势学”的根本不同,在于它们所采用的研究方法和研究手段的差别;“政治算术”与概率论的主要区别体现在,前者研究的是简单的、确定的数量关系,而后者研究的是复杂的、随机的数量关系。以概率论为基础,统计学的发展进入了一个新的时期。

(2) 统计学发展过程中的“凯特勒时代”。比利时数学家凯特勒(Quetelet)是统计学发展史上承前启后式的人物,他一生撰写了大量的统计学方面的著作,代表性的就有《社会物理学》《概率论书简》《犯罪学》《比利时统计研究》等。凯特勒在统计学上的突出贡献,是他把概率论全面引进“政治算术”“国势学”以及其他社会问题的研究,有力地推动了概率论和数学方法在社会科学领域的应用,促进了数量研究由“算术”水平向“数理”阶段的转变。

(3) “生物统计学”的兴起。“生物统计学”产生于 19 世纪后半期。戈尔登(Golden)是生物统计学的主创者,受凯特勒的影响,他也利用正态法则研究优生学、遗传学等问题,认为正态法则

适用于许多情况. 戈尔登在统计上的重要贡献是提出了“分位数”、“分位数差”、相关与回归等概念. K. 皮尔逊(K. Pearson)是戈尔登的学生,他系统地发展了戈尔登的相关与回归理论,研究了复相关和偏相关,把物理学上的“矩”的概念移植到统计学中,给出了极大似然估计方法,导出了重要的 χ^2 分布. 以皮尔逊为代表,以大量观察和正态分布为基础的关于总体分布曲线的研究,奠定了“描述统计学”的框架体系.

(4) 统计学的“费喧时代”. 自苏歇米尔斯(J. Süßmilch)首倡大数法则到19世纪末20世纪初的大约一个半世纪里,大量观察法一直处于统计思想的核心. 最先对这一理论发出挑战的是戈赛特(W. Gosset),基于在酿酒公司多年的试验观察,戈赛特洞察到大样本统计方法并不适合一切场合. 经过多年的潜心研究,1908年戈赛特终于导出了重要的 t 分布. 以此为标志,统计学逐渐实现了由以前的“描述统计”向“推断统计”过渡. 费喧(R. Fisher)是推断统计学的建立者,他对统计学进行了深入而独到的研究,创立了方差分析、试验设计等统计分支,论证了相关系数的抽样分布,提出了 t 检验、 F 检验、相关系数检验,并编制了相应的检验概率表. 费喧的代表性著作包括《供研究人员使用的统计方法》《试验设计》《统计方法与统计推断》等. 费喧在统计发展史上有着辉煌崇高的地位,许多统计学家认为20世纪前半期统计学的发展,主要归功于费喧的贡献.

(5) 现代主流统计学的发展. 内曼(J. Neyman)和E. 皮尔逊(E. Pearson)是继费喧之后杰出的统计学家. 他们经过多年的合作,共同完善了现代统计学的核心内容——区间估计和假设检验理论. 20世纪50年代,瓦尔德(A. Wald)提出了“统计决策理论”和质量检验的“序贯分析”,进一步推动了统计学研究和应用的范围. 随着计算机在统计中的应用,由威夏特(J. Wishart)、赫特林(H. Hotelling)、许宝禄等人发展起来的多元统计开始活跃起来. 在这一阶段,稳健统计、时间序列、抽样理论、统计诊断、探索性分析、贝叶斯统计等领域都取得了重要的进展.

统计学的产生虽然可以追溯到17世纪,但它的快速发展却是自凯特勒之后出现的. 伴随着应用数学在20世纪的崛起,统计学的进步更是日新月异. 目前,统计学已经形成了由若干个分支组成的庞大的学科体系,长成了一棵枝繁叶茂的参天大树,并且仍然充满着无限的活力.

2. 管理统计学的历史发展

利用统计学的方法来研究社会经济问题早在19世纪就已经开始,但应用统计原理与方法来解决社会经济及管理问题这一方法论的形成,却是在20世纪. 随着19世纪末到20世纪初泰罗的科学管理理论和法约尔的一般管理理论的提出,管理学得到很大的发展,统计学思想融入管理中的趋势也变得十分必然,从而推动了管理统计学的产生与发展. 在此,对其发展阶段作一粗略介绍.

(1) 管理统计学的萌芽阶段. 这一阶段指的是20世纪初至40年代末期间. 在这一阶段,统计学开始被用来解决社会经济管理活动中的某些问题,但是应用领域不够广,而且比较零散,使用的方法主要是初级统计分析方法. 处理和计算统计数据主要依靠手工或机械式计算机. 其中具有代表性的事件是1917年,美国国防部运用统计学方法解决急用军用品的规格和尺寸设计问题. 军用品的规格和尺寸因个体不同而不同,具有随机性. 通过抽样调查,发现军人军衣和军鞋尺寸的分布都类似正态分布,根据这样的分布规律设计的军衣和军鞋,其规格符合了大部分军人的需要. 从此,运用统计学方法解决管理问题开始引起人们的重视. 1924年,美国贝尔电话实

实验室研究人员休哈特将统计方法应用于产品质量管理,发明了产品质量控制图,有效地解决了产品生产过程中的质量控制问题。此后,管理统计学被广泛地应用于解决各种经济管理问题。

(2) 管理统计学的形成阶段。这一阶段指的是 20 世纪 50 年代初至 60 年代末之间。在此阶段,统计学成为管理科学的重要学科之一,被广泛地用来解决社会经济管理活动中存在的问题,应用领域涉及行政管理和商业管理等诸多方面,并且同管理理论相结合,形成了统计应用专题,如财务报表分析、投资决策等;使用的方法不仅涉及初级统计学,而且涉及高级统计学和决策论。另外,自从 1945 年第一台大型数字电子计算机 ENIAC 在美国宾州大学问世后,电子计算机不但被广泛地应用于科学研究的数据处理,而且被广泛地应用于经济管理和其他方面的数据处理,成为数据处理的主要工具。在此期间具有代表性的事件是:1953 年创立的国际通用的国民收入账户(A System of National Accounts and Supporting Tables,国民账户体系及辅助表),及 1968 年创立的以国民收入账户为主,包括了投入产出表、资金循环表、国民资产负债表、国际收支表的新 SNA 体系。20 世纪 60 年代初,美国著名管理统计学家戴明提出的企业管理 PDCA 和费根堡的全面质量管理也促进了管理统计学的发展。

(3) 管理统计学的发展阶段。这一阶段指的是 20 世纪 70 年代初至今。随着计算机技术的飞速发展,在硬件方面,高集成度、高处理速度,多 CPU 并行的计算机已逐渐普及;在软件方面,出现了 SAS,SPSS,Splus 等系统的统计软件包。软件包的商业化、社会化又进一步提高了人们处理和计算统计数据的速度,使管理统计学在社会经济管理活动中发挥了更大的作用。在统计理论方面,20 世纪 70 年代可以认为是规范化线性模型的时代,80 年代的前期侧重于渐进理论的研究,90 年代对“复杂性”研究较为瞩目,特别是对马尔可夫链蒙特卡罗理论(Markov chain Monte Carlo)的研究对建立可实际应用的统计模型开辟了广阔的前景。20 世纪 90 年代以来,随着信息科学的发展,统计学的应用环境发生了很大的变化,统计学受到了信息科学发展的影响,出现了许多依靠以往的统计学理论所不能解决的新问题,比如对于非常庞大的数据集,怎样进行筛选和提炼有效信息,如何对各种数据进行有效的检索处理等,都是难度很大甚至是不能解决的问题。近年来,为适应实际的需要,统计学与计算机科学相结合又发展出一门数据挖掘(data mining)技术,用以解决上述问题。也就是说,根据研究对象的不同,数据处理及数据采集挖掘的方法也呈现出多样化,统计分析方法也相对复杂化和专业化。因而,统计学的应用不仅要不断提高理论统计学的基本素质,还要注重掌握经济学的理论、金融交易制度及金融理论、管理科学的理论与计算机的技术方法,统计理论与应用的紧密结合显得比以往任何一个时期都更为迫切、更加重要。

第二章

统计数据的搜集与整理

► 案例与背景

辛辛那提电气公司是一家公用事业型公司。它为大辛辛那提地区的居民提供煤气和电力。为改进其服务质量,该公司不断努力满足顾客最新的需求。1991年,该公司进行了一次关于建筑物特征的抽样调查,以了解在其服务范围内的商业建筑物的能源需求量。

调查需要搜集诸如楼面面积、雇员数量、能源最终使用量、建筑物寿命、建筑材料类型及能源节约标准等有关商业建筑物的大量资料。在准备调查期间该公司的分析家们发现,在该公司服务的范围内,有大约 27 000 个商业建筑物,根据调查可使用的经费和精度的要求,他们建议选择 616 个商业建筑物作为一个调查样本。

用分层简单随机抽样方法选择样本,从公司的记录可以得到,在其服务范围内过去一年每个商业建筑物的总用电量。由于许多建筑物要研究的特征如规模、雇员数量等都与用电量有关,因此选择用电量这一标准将建筑物总体划分为 6 层。

第一层包含 100 个商业建筑物。它们都是用电量大户,将这些建筑物中的每一个都包含在样本中。尽管它们的数量仅占总数的 0.2%,但是它们的用电量却占总用电量的 14.4%,对于其他层,建筑物的数量是根据单位获得最大精度的基本条件来决定的。

仔细设计调查表,并且在正式调查之前做试验性调查,采用个人采访法搜集资料。最后,搜集到 616 个商业建筑物中的 526 个建筑物的资料,85.4% 的答复率是很不错的。目前,辛辛那提电气公司正在用调查得到的结果,进行能源需求的预测和改进对商业顾客的服务。

——案例节选自戴维·R. 安德森等著《商务与经济统计》,第 7 版,机械工业出版社

第一节 数据的计量与类型

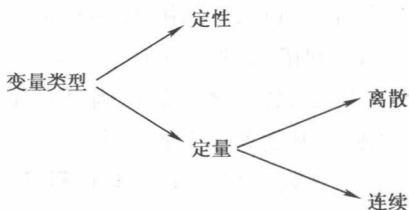
1.1 数据的计量尺度

在我们理解所搜集数据的含义之前,我们首先需要了解变量的性质。

变量:对象(或单位)的特征。例如,我们想研究对象的性别、身高或他所持有的定期大额存单数量。性别、身高或定期大额存单数量就是我们关心的变量。那么这些变量之间是否有很大的差别呢?

一般来说,变量分为定性变量和定量变量.

定性变量:定性变量不一定是数值型变量,但却可以归到数值型变量当中.定性变量的数值没有数学意义.定性变量得到的观察值常常称为“类型数据”.一般而言,定性变量包括计算有多少对象或者描述有多少对象(用百分比表示)落在某一特定的区域.



显然,“性别”属于定性变量.

定量变量:定量变量表现为数值型变量.这些数值有数学意义.定量变量分为两类:离散变量和连续变量.

离散变量:如果得到的一组可能结果是有限或可数的,那么我们称这种定量变量为离散变量.一般说来,离散变量表现为某些数值,从实数轴上看,各个可能的数值之间存在间隙.

因此,“所持有的定期大额存单数量”这个变量属于离散定量变量.

连续变量:如果得到的一组可能结果是区间集合内的任意数值,那么我们称这种定量变量为连续变量.也就是说,数值可以是区间内的任意点.

因此,“高度”这个变量属于连续定量变量.

【例 2-1】 判断下列变量的类型

- | | |
|----------------------|--------|
| (a) 邮局信件的重量 | 连续定量变量 |
| (b) 小轿车的牌子 | 定性变量 |
| (c) 激光唱片总的播放时间 | 连续定量变量 |
| (d) 激光唱片所含的歌曲数量 | 离散定量变量 |
| (e) 中午的温度 | 连续定量变量 |
| (f) 某个季节的降雨量 | 连续定量变量 |
| (g) 一个人的宗教信仰 | 定性变量 |
| (h) 绳子长度 | 连续定量变量 |
| (i) 某个班不同学生的生日日期 | 离散定量变量 |
| (j) 上个季节某大学患感冒的大学生人数 | 离散定量变量 |

1.2 统计数据的类型

测量值表示变量的数值结果.当我们测量某个变量时,可以从以下四种尺度中选取其中一种来表示测量结果:无序分类尺度、有序分类尺度、间隔尺度、比例尺度.当我们在确定合适的数据收集和数据分析方法时,采用哪种尺度来表示测量值将起非常关键的作用.

定性变量可以采用“无序分类尺度”或“有序分类尺度”来测量.

(1) 无序分类尺度.数值属于不同的类型.这些数值没有任何数学意义或者排列顺序上的意义.也就是说,数值是任意性的.

例如,性别、宗教和种族就属于这一类.

(2) 有序分类尺度.当我们把数值归为不同类型时,排列顺序(升序或降序)有意义.也就是说,这些数值暗示了类型的级别、偏好和顺序.注意,由于测量值没有量纲,因此数值之间的差值并不代表两个对象之间的差距.