



中国人民大学



McGill University

合作出版管理学丛书

应用统计学

倪加勋 袁卫 易丹辉 蔡志洲 编著

中国人民大学出版社

余晓梅
尧 旭



中国人民大学



McGill University

合作出版管理学丛书

应用统计学

倪加勋 袁卫 易丹辉 蔡志洲 编著

中国人民大学出版社

(京) 新登证字第

中国人民大学
麦吉尔大学 合作出版管理学丛书

应用统计学

倪加勋 袁卫 易丹辉 蔡志洲 编著

出版者：中国人民大学出版社

发行者：中国人民大学出版社
(北京海淀路39号 邮码 100872)

印刷者：中国人民大学印刷厂

经销者：新华书店总店北京发行所

开 本：850×1168毫米32开

字 数：355 000

印 张：14.25插页

版 次：1993年4月第1版

印 次：1993年3月第1次印刷

册 数：1—2 000

书 号：ISBN7-300-01447-x/F·396

定 价：9.00元

中 方 序 言

为了适应社会主义市场经济条件下企业管理的需要,培养德、智、体全面发展的务实型高级管理人才,必须改革目前的管理专业设置和课程体系。

管理专业的学生应认真研究中国经济建设与社会发展的方向和特点,跟踪现代管理理论和实践的发展趋势,学生们不仅在理论上要有所建树,而且要有较强的实际工作能力。为此,管理专业的学生在校期间要系统地学习经济学、财政金融、会计、生产管理、市场营销管理、信息系统管理、国际工商管理,以及战略管理等相关管理学科的知识。

改革开放的发展,要求在实现管理现代化的过程中,必须大胆吸收和借鉴当今世界各国的一切反应现代化生产规律的先进经营方式和管理方法。为此,在中加大学管理教育项目进行第二周期活动的过程中,中国人民大学工商管理学院与加拿大麦吉尔大学管理学院相互合作、共同编审出版这套既适合中国国情、又吸收了外国先进经营方式和管理方法的管理学丛书,以期推动并完善中国管理专业课程的建设。

在与加拿大麦吉尔大学管理学院友好合作的过程中,我们衷心地感谢该管理学院院长W.克罗斯顿博士、副院长耶格博士,以及其他编委为本丛书的编辑出版过程中给与的诚挚合作;最后,我们还要感谢加拿大国际开发总署通过麦吉尔大学为本丛书的出版所给予的财务资助。我们殷切地期望中加大学管理教育项

目会顺利而持久地开展下去，并在更广阔的领域里获得更大的成功。

中方编辑委员会

1992年6月1日

加 方 序 言

本书囊括了应用统计学领域中的最新研究成果。目前，在管理学与管理科学领域里，应用统计学的模型得到了广泛的运用。例如，市场营销人员运用统计模型进行市场研究，生产管理人员运用统计模型探讨机器设备更新的时间，仓库管理人员则运用统计模型确定库存量的问题。因此，管理人员充分地掌握了应用统计学的知识后，会使得企业日常管理富于效率，生产趋于完善，从而增强了企业在世界市场上的竞争能力。

本书是中国人民大学与麦吉尔大学合作出版管理学丛书中的一部。这套丛书是加中大学管理教育项目第Ⅱ周期(CCMEPⅡ)中麦吉尔大学与中国人民大学交流项目里一项活动内容，由中国人民大学编写，共计15本。这套丛书的重要意义就在于它结合了中国实际，符合管理教育中十分强调的理论联系实际的要求。

在本套丛书的研究、写作与编辑的过程中，中国的吉林大学、兰州大学与加拿大的卡尔顿大学和舍尔布鲁克大学也做出了重要的贡献。在此之机，谨以这六所相互合作的院校的名义，我愿向加拿大国际开发总署(CIDA)和中国国家教育委员会的鼎力支持表示衷心地感谢。在他们的大力帮助之下，我们的校际交流项目经历了由1983年开始的加中大学管理教育项目第Ⅰ周期的活动，经历了由1988年开始的加中大学管理教育项目第Ⅱ周期的活动，最后在1991年9月建立了中国的工商管理硕士学位(M-BA)，以及本套丛书的出版。所有这些成就都表明中国的管理教育在不断发生变化。

中国人民大学强调教学与科研并重，因此，在这套丛书里反映出了作者们的研究成果，使广大读者开卷有益。实际上，中加大学管理教育项目中的一个主要目标就是，在科研与培训中形成这种乘数效应。

最后，我真诚地希望所有的教授与学生们对此书提出批评与建议。这将对开拓管理学与管理教育极为有益。

CCMP II 国家项目协调员

麦吉尔大学管理学院院长

华莱士B.克罗斯顿博士

编 者 的 话

统计学是研究不确定性现象数量规律性的方法论科学，也是对客观现象进行定量分析的重要工具。在工商业管理中经常会遇到原材料的供应、产品质量状况和市场的销售前景等不确定性现象，要进行科学的管理和决策，就要应用统计方法。

统计学可以分为理论统计学和应用统计学两类。前者侧重于统计方法的数学理论，后者侧重于统计方法在各个领域的应用。本书的重点是统计方法的应用，特别侧重于在工商企业经济管理方面的应用，但在内容上也兼顾到统计方法在宏观经济管理中的应用，即国民经济核算方法。由于本书侧重于统计方法的应用和案例分析，因而本书不仅可作为经济与管理类大学MBA、本科和专科学生的教材，也可作为广大实际管理工作者和研究工作者的参考书。

本书第1、8、9章由倪加勋执笔，第2、3、4、10、11章由袁卫执笔，第5、6章和第7章的前3节由易丹辉执笔，第7章的第4节和第12章由蔡志洲执笔。全书由袁卫主编，倪加勋主审。

在本书的编写和出版过程中，中国人民大学工商管理学院副院长施礼明教授付出了大量劳动；中国人民大学出版社的徐晓梅同志对本书提出了许多宝贵意见；书中若干例题选自所列参考文献，在此一并表示感谢。由于我们的水平有限，书中错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

1992年1月

中国人民大学 合作出版管理学丛书
麦吉尔大学

编辑委员会

中方 主 编 施礼明
副主编 徐安琳 徐二明
编 委 (按姓氏笔划排序)
朱小平 朱毅峰 李金轩
郎荣桑 施礼明 闻 洁
袁 卫 徐二明 徐安琳

加方 主 编 Wallace B. Crowston
编 委 Alfred M. Jaeger Gene Swimmer
Kunal Basu Michael Wybo
Pankaj Chandra
Sumon C. Mazumdar

目 录

第 1 章 绪论	(1)
§1.1 统计与统计学.....	(1)
§1.2 统计学的分科以及和其他学科的关系.....	(6)
§1.3 计量水准.....	(10)
第 2 章 统计数据的描述	(13)
§2.1 统计数据的搜集.....	(13)
§2.2 统计数据的整理.....	(18)
§2.3 集中趋势的测度.....	(25)
§2.4 离散程度的测度.....	(33)
§2.5 茎叶法.....	(36)
习题.....	(41)
第 3 章 概率与概率分布	(43)
§3.1 随机事件与概率.....	(43)
§3.2 概率运算法则.....	(48)
§3.3 贝叶斯公式.....	(54)
§3.4 随机变量及其分布.....	(55)
§3.5 几种重要的随机变量分布.....	(61)
§3.6 二维随机变量及其分布.....	(67)
§3.7 随机变量的数字特征.....	(69)
习题.....	(72)
第 4 章 参数估计与假设检验	(75)
§4.1 抽样分布.....	(75)
§4.2 参数估计.....	(80)

§4.3 假设检验	(102)
习题	(113)
第5章 方差分析	(117)
§5.1 方差分析的基本思想	(117)
§5.2 单因子方差分析	(121)
§5.3 双因子方差分析	(128)
习题	(146)
第6章 相关与回归	(148)
§6.1 相关分析	(148)
§6.2 一元线性回归	(153)
§6.3 多元线性回归	(169)
习题	(175)
第7章 时间序列与指数	(179)
§7.1 时间序列的分析指标	(179)
§7.2 传统时间序列分析	(186)
§7.3 现代时间序列分析	(201)
§7.4 指数	(225)
习题	(231)
第8章 非参数统计	(233)
§8.1 引言	(233)
§8.2 χ^2 检验	(234)
§8.3 正负符号检验	(245)
§8.4 建立在等级基础上的两个样本的检验	(250)
§8.5 多个样本的检验	(257)
§8.6 其他非参数统计方法	(261)
习题	(266)
第9章 抽样调查	(268)
§9.1 引言	(268)

§9.2 简单随机抽样	(273)
§9.3 分层随机抽样	(280)
§9.4 整群抽样	(289)
§9.5 系统抽样	(298)
习题	(308)
第10章 统计质量管理	(311)
§10.1 引言	(311)
§10.2 产品质量的试验设计	(312)
§10.3 产品质量的抽样控制	(328)
§10.4 产品质量的抽样检验	(345)
习题	(358)
第11章 统计决策	(361)
§11.1 引言	(361)
§11.2 风险型决策	(366)
§11.3 完全不确定型决策	(374)
§11.4 贝叶斯决策	(376)
习题	(381)
第12章 国民经济核算	(383)
§12.1 引言	(383)
§12.2 国民收入核算	(388)
§12.3 投入产出表	(400)
§12.4 国际收支平衡表	(406)
§12.5 资金流量表和国民资产负债表	(411)
§12.6 从五种核算到国民经济核算体系	(415)
习题	(425)
参考文献	(428)
附录: 常用统计数表	(431)

第 1 章 绪 论

§ 1.1 统计与统计学

§1.1.1 “统计”一词的含义

在介绍什么是统计学之前，很自然地涉及到“统计”一词的含义。在日常生活中“统计”有着多种含义。例如，开会时主持人要统计一下出席会议的人数；篮球比赛中教练员要统计每个队员的投篮命中率、犯规的次数；农户在农作物收获后统计其产量等等。这时“统计”是一个动词，它有记数的含义。在这个意义上统计的起源是很早的，从历史上看，早在古代奴隶主统治的国家，由于赋税、徭役、征兵等需要，就要掌握人口和土地等数字。据记载，公元前3 050 年，埃及建造金字塔，为征集建筑费，就有对全国的人口与财产调查。罗马皇帝凯撒·奥古斯都曾下过一道命令，要全世界向他纳税，于是每个人都要向就近的收税人登记；英国的威廉大帝下令测量英国的土地，其目的是为了征税和征兵役。我国春秋时期齐桓公任用管仲为相使齐国大治。在反映管仲思想的重要著作《管子》一书中就有这样的论述：不明于计数，而欲举大事，犹无舟楫而欲经于水险也。这就是说不善于利用计数而进行宏伟事业，犹如没有船和桨而想渡过激流险滩一样。可见在这个意义上，“统计”的应用十分广泛，而且是历来治理国家必不可少的一项重要工作。

统计工作的结果形成一系列的数字资料，也称统计资料或统计数据，这是“统计”的另一个含义。它和前面讲的统计工作是

紧密相联的，是统计工作的结果，因此也是很早就有的。根据历史记载我国夏禹时代就开始有人口统计数字。春秋时期，《商君书》中指出：强国知十三数，这十三数包括粮食储备、人口及其各项分类数、农业生产资料以及自然资源等，不过当时还没有明确叫做统计资料罢了。随着社会的发展，需要的统计数字也就越来越多，现在只要打开报纸就可以看到各种各样的统计数字。国家统计局每年出版统计年鉴，反映国家的经济、文化教育以及科技发展等情况，这些都是在这个意义上的统计。

除了上面所讲的两个含义之外，“统计”一词还有另外的含义，即作为一门科学的“统计学”，它是本书将要探讨的主要内容。作为一门科学的“统计学”，它的出现要比统计工作和统计资料晚得多。

§1.1.2 统计学的产生

任何一门科学的产生都是与一定的社会背景和其他科学的相互影响分不开的。统计学这一名词最早来自欧洲，当时资本主义还处于萌芽时期，随着商业和手工业的发展，欧洲一些主要国家由于海外市场和殖民地的相继开拓，深感有系统调查国内外情况的必要。在德国和意大利就出现了“国势论”的著作，这些著作主要记载一个国家的地理、历史、政治组织、社会制度、商业和军事力量等。到18世纪中叶德国哥廷根大学教授阿亨瓦尔在他的著作《近代欧洲各国国势学纲要》一书的绪论中首次提出了统计学这一名词，他把统计学定义为国家显著事项之结晶体，并解释显著事项是由此可知国家理乱兴亡之迹。由于他最早提出统计学的这一名词，所以有人称他为统计学之父。但是他所称的统计学其内容只是文字的记载，而且限定统计学只研究现实问题，与今天统计学的内容相差甚远，只是在名称上沿用而已。统计学的另一个来源是英国的政治算术学派，英国是资本主义发展较早的一个国家，也较早地利用数字对人口和经济方面进行记载和推断。其

代表人物有格朗特 (Graunt)。早在1661年,他在《对死亡表的自然观察和政治观察》一书中对当时英国情况的分析揭示出一系列的数量关系。如男婴出生多于女婴(14:13)^①,男性死亡多于女性,一切疾病和事故在全部死亡原因中占有稳定的百分比,等等。他在该书中指出,为了提出一个要在多年内形成的规律需要进行多次观察。因此格朗特虽然没有提到统计学这一名词,尽管他的方法也不完善,但是他在实践中却已应用了现代统计中的大量观察方法去发现规律性的问题,其独特和新颖的方法给人以启示。接着英国的威廉·配第曾写了著名的《政治算术》一书,书中用大量的数字对英、法、荷三国的经济实力进行比较,采用了与过去不同的传统方法,用数字、重量和尺度来表达他自己想说的内容。马克思对威廉·配第的评价很高,认为他“在某种程度上也可以说是统计学的创始人”^②。但是在政治算术学派的著作中只是应用了数据,而并没有专门论述如何搜集数据,以及如何利用数据进行统计分析等,因此它并不是现代意义上的统计学。当今的统计学是继承了国势学派统计学的名称,内容上除了对国家重要事项的调查外又扩大了研究的范围,同时又吸取了政治算术学派对客观现象进行数字计量和大量观察的方法。但统计学的发展则是与数学的一个分支——概率论的产生与发展分不开的。16世纪以后欧洲赌博盛行,随着殖民事业的开拓,航海运输逐渐频繁,保险事业也随之兴起。赌博的输赢、航海及保险的赔赚都具有偶然的性质。这些偶然现象从个别来看似乎没有规律,但通过对大量现象的观察又可以发现他们具有一定的规律性。这样促使许多数学家从大量的偶然现象中寻找其规律

① 格朗特发现施洗礼的男婴为139 782人,女婴为130 866人,为方便起见,简化为14万人和13万人,因此其比为14:13(见参考文献[2])。

② 《马克思恩格斯全集》第23卷,第302页。

性，逐步形成了概率论。比利时统计学家凯特勒(1796—1874)综合了国势学派和政治算术学派的成果并把概率论的原理和大量观察法引进了统计的研究领域，使统计学的发展进入了一个新的阶段。他认为：“统计学不仅仅是国势的记述，还应当把它作为学术问题来研究，因为统计学是对性质相同的事物进行大量观察，从而探索出社会现象相继不绝的一门学问。”^①他还借助于一个生动的例子来说明大量观察法的作用。他说，人者分而观之，人心之不同各如其面，几无规律可循，然合人人而观之，则相去不远，其间自有不变的规律在。这说明他已意识到从大量的现象中寻找统计规律性。这正是现代统计学的核心。在他以后又有许多统计学家把统计方法应用于自然科学，出现了一些有重大影响的学者，如卡尔·皮尔逊、费雪、奈曼、伊·皮尔逊和瓦尔德等。他们在实践中进一步发展了统计理论，使统计学逐步形成一门比较成熟的科学。

§1.1.3 统计学是怎样一门科学

统计学是研究有关收集、整理和分析数据从而对研究的对象加深了认识并作出一定结论的方法和理论。下面对统计学的性质和特点作进一步解释。

1. 统计学研究的对象是客观现象的数量方面。前面曾经谈到，早期统计所研究的问题有人口调查、出生与死亡的登记、保险业中赔款额和保险金的确定等，后来又扩大到社会经济和生物实验等方面。随着人类活动各种实践的需要，各个领域都要研究事物的数量方面，以及密切联系数量方面来研究事物的本质。因此统计的应用越来越广泛。目前不论社会的、自然的或实验的，凡是有大量数据出现的地方，都要用到统计学。凡能以数量来表现的均可作为统计学的研究对象。统计方法已渗透到其他科学领

① 《概率论书简》第4编《关于统计学》，见参考文献[2]。

域，成为当前最活跃的学科之一。

2. 统计学研究的是群体现象的数量特征与规律性。客观世界是十分复杂的，但根据其不同的性质加以分类就形成各种群体，在统计学中把所研究的某类客观现象的群体称作总体。所以统计学所研究的是总体的数量特征及其分布的规律性。总体是由许多个体组成的，各个个体在数量特征上受必然和偶然二种因素的支配，必然因素反映了该总体的特征，但由于受偶然因素的影响又是有差异的，如何通过这些个体的差异来描述或推断总体的特征就产生了统计学。举一个例子来说，假如我们仅仅是要知道某一物件有多重，只要把它放在天平上一称就可知道，那么不需要学习统计学也能解决。进一步说，要了解一批物件的重量，而这批物件中每件重量都是相同的，不存在差异，那么只要称其中的一件就可知道其他物件的重量，也不是统计学所要解决的问题。只有当要了解这批物件的重量，而其中每一件重量又有差异时，就需要描述这批物件（总体）的重量分布以及概括其特征如平均重量等，这时才产生统计问题。另外如果对某一物件称重时有误差，每次观察的误差又是随机的，这时要了解这一物件的重量通常只能根据有限次的观察加以推断。这就产生了统计推断的问题。当然，要了解总体的特征和分布的规律离不开搜集个体的数据，但这仅是研究总体的一种手段，统计研究的最终目的是研究总体的数量特征及其规律性。

3. 统计学是一门方法论的科学。在统计学界对统计学的性质有实质性科学和方法论科学之争。我们认为统计学是实用性很强的科学，就统计工作来说，它总是研究实际问题的，统计的方法也是从现实问题中产生的。然而统计学的发展有一个过程，早期的国势学派和政治算术学派虽然也利用一些统计方法来记述和分析现实问题，但这时还没有形成独立的统计学。随着统计方法的应用日益广泛，其内容也不断发展和充实，尤其是概率论的发展