

数理统计学 教程

陈希孺 倪国熙 / 编著
中国科学技术大学出版社

数理统计学 教程

陈希孺 倪国熙 / 编著
中国科学技术大学出版社

陈希孺文集

内 容 简 介

本书是数理统计学的基础教程,内容包括基本概念、点估计、假设检验、区间估计、Bayes 统计与统计判决理论、线性统计模型和多元分析基础等。

本书是为综合性大学和师范院校数学系的数理统计课以及高等院校数理统计专业大学生、研究生和教师进修班的数理统计基础课提供一种教材,也可供工科等非数学类学生选作此课程的教材或参考书,具备初等微积分、矩阵论以及概率论基本知识的读者,均可使用本书。

本书的主要读者对象为理工科、经济、管理、师范院校等大学基础课师生及具有大学二年级数学程度的其他读者。

图书在版编目(CIP)数据

数理统计学教程/陈希孺,倪国熙编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2009.7

(陈希孺文集)

ISBN 978-7-312-02282-1

I. 数… II. ①陈… ②倪… III. 数理统计—高等学校—教材
IV. O212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 118433 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号, 邮编: 230026
网址: <http://press.ustc.edu.cn>
印刷 安徽辉隆农资集团瑞隆印务有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 710 mm×960 mm 1/16
印张 24.25
插页 1
字数 438 千
版次 2009 年 7 月第 1 版
印次 2009 年 7 月第 1 次印刷
定价 38.00 元



总 序

陈希孺先生是我国杰出的数理统计学家和教育家, 1934 年 2 月出生于湖南望城, 1956 年毕业于武汉大学数学系, 先后在中国科学院数学研究所、中国科学技术大学数学系和中国科学院研究生院工作, 1980 年晋升为教授, 1997 年当选为中国科学院院士, 并先后当选为国际统计学会 (ISI) 的会员和国际数理统计学会 (IMS) 的会士. 陈先生的毕生精力都贡献给了我国的科学事业和教育事业, 取得了令人瞩目的成就, 做出了若干具有国际影响的重要工作, 这些基本上反映在他颇丰的著述中: 出版专著和教科书 14 部, 统计学科普读物 3 部. 在陈先生的诸多著作中, 教科书占据重要的位置, 一直被广泛用作本科生和研究生的基础课教材, 在青年教师和研究人员中也拥有众多读者, 影响了我国统计学界几代人.

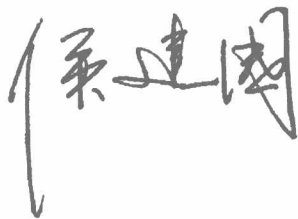
陈希孺先生多年来一直参与概率统计界的学术领导工作, 尤其致力于人才培养和统计队伍的建设. 在经过“文革”十年的停顿, 我国统计队伍十分衰微的情况下, 他多次主办全国性的统计讲习班, 带领、培养和联系了一批人投入研究工作, 这对于我国数理统计队伍的振兴和壮大起到了重要作用. 陈先生在中国科学技术大学数学系任教长达 26 年之久, 在教书育人和学科建设等方面做出了重要贡献. 中国科学技术大学概率统计学科及其博士点能有今天

这样的发展,毋庸置疑,是与陈先生奠基性的工作以及一贯的悉心指导和关怀完全分不开的。

陈希孺先生是我十分敬重的一位数学家.1983年我国首批授予博士学位的18人中,就有3位出自他的门下,一时传为佳话.令人扼腕浩叹的是,陈先生已于3年前过早地离开了我们.我坚信,陈先生在逆境中奋发求学的坚强意志,敦厚的为人品格,严谨的治学态度,奖掖后学的高尚风范,连同他的大量著作,将会成为激励我们前行的一笔非常宝贵的精神财富。

这次出版的《陈希孺文集》,是在陈希孺先生的夫人朱锡纯先生授权下,由中国科学技术大学出版社编辑出版的.该文集收集了陈先生在各个时期已出版的著述和部分遗稿,迄今最为全面地反映了陈先生一生的科研和教学成果,一定会对学术界和教育界具有重要的参考价值.值得一提的是,中国科学技术大学出版社决定以该文集出版的经营收益设立“陈希孺统计学奖”,我想,这应该可以看做我们全体中国科学技术大学师生员工对为学校的发展做出贡献的老一辈科学家和教育家的一种敬仰和感念吧!

中国科学技术大学校长
中国科学院院士



2008年初冬于中国科学技术大学

序

本书是数理统计学的基础教程,要求读者具备初等微积分、矩阵论以及概率论的基本知识,大体上相当于工科院校本科二年级学生的数学水平.

本书的主要目的,是为综合性大学和师范院校数学系的数理统计课以及高等院校数理统计专业大学生、研究生和研究生班、教师进修班的数理统计基础课提供一种教材,并可供非数学类学生选作此课程的教材或参考书.本书内容是按一学期每周4学时设计的,如果只有30学时左右的时间,可考虑只选用第1章,2.1节,3.2节,3.6节,4.1节,5.1节的一部分,6.1节,6.2节与6.3节的一部分,7.1节与7.4节的一部分,以及其他各节的适当一部分,未选入部分可作为学生的课外阅读材料.本书也希望能对数理统计课教师在备课中有所助益.对具备了前述数学基础的应用统计工作者,本书可作为自学读物.

数理统计基础课的内容,有基本原理和应用方法两个方面.由于有用的统计方法很多,本课程为学时所限,不能兼收并蓄.本书选择了我们认为对各方面应用都较大的两个方面——线性模型和多元分析,各设专章.另一些专题,如抽样方法,时间序列分析,可靠性统计等等,在有关的应用领域中也有其重要性,这些内容可由任课教师根据需要做适当补充.在基本原理方面,第5章要特别交代一下.数理统计学中的Bayes学派现已有很大影响,任何学习数理统计学的人,即使其主要兴趣在于应用,都有必要对此有所了解.目前我国的教材中对此似较少涉及,有时则

将它作为一个纯方法性的内容去处理,因此,本书花了一些篇幅去阐明这个学派的基本原理及所引起的一些争论问题.统计判决函数已成为数理统计基础结构中的一个组成部分,在应用上也有其重要性,本书着重阐明了它的基本观点,并注意不把它和统计推断混同起来.另外,本书中还介绍了若干历史情况,作者认为,这些对于深刻地理解数理统计学中的一些问题,以及在培养一种用发展和批判的眼光看待这门学科的观点上,都可能是有益的.

由于本书花了较多篇幅在统计思想、观点和概念的阐述上,书的篇幅略微加大了一些.我们认为这是值得和必要的.不论人们对数理统计学是否是数学的一部分这个问题持什么看法,都承认:把数理统计学,尤其是其基础部分,作为一门纯数学课去讲授是不可取的.一些同志的经验都表明,此课之所以难教难学,关键不在于数学推导上的困难,而在于初学者不易正确地把握住和深刻地理解有关的统计思想和概念.一旦这个问题处理好了,困难就会迎刃而解.另外,作者还有这样一个想法:数理统计基础课的目的,不应是纯技术性的,即教给学生一些现成使用的方法,而且还要培养学生形成用正确的统计观点去观察和研究事物的能力和习惯.要做到这一点,就必须在讲授中做出相应的努力.作者希望本教程对处理这个问题多少有一点帮助.由于正确地理解和掌握统计的思想与观点往往需要有一个反复的过程,因此在第一次阅读书中的一些理论文字时,如一时不得要领,不妨待学到一定程度后再回过头来仔细揣摩,自可豁然开朗.

本书初版的写作与出版,是由于上海科学技术出版社徐福生同志的提议和鼓励,以及上海科学技术出版社的支持.在写作中,除了作者自己过去的讲义和笔记以外,还参考了不少中外数理统计基础著作.另外,在多年来与统计界同志的交谈中,启发了作者思考一些问题.对以上有关同志和单位,谨在此表示衷心的感谢.由于作者才疏学浅,纰误之处,在所难免,希望同志们提出宝贵的批评和指教.

作 者

1984年5月于武汉

目 次

001 总序

003 序

001 第 1 章 基本概念

002 1.1 导言

009 1.2 样本和样本分布

020 1.3 统计推断

024 1.4 统计量和抽样分布

044 习题

047 第 2 章 点估计

048 2.1 矩估计与极大似然估计

059 2.2 无偏估计

075 2.3 点估计的大样本理论

088 习题

091 第 3 章 假设检验

092 3.1 概述 Pearson 和 Fisher 的思想

098	3.2	拟合优度检验
113	3.3	Neyman-Pearson 理论
119	3.4	一致最优检验与无偏检验
128	3.5	似然比检验
133	3.6	正态分布参数的检验及有关检验
148	3.7	序贯概率比检验
156		习题
161	第 4 章	区间估计
162	4.1	Neyman 的置信区间理论
176	4.2	Fisher 的信任推断法
180	4.3	容忍区间与容忍限
185		习题
189	第 5 章	Bayes 统计与统计判决理论
191	5.1	Bayes 统计推断
212	5.2	统计判决理论
233		习题
237	第 6 章	线性统计模型
238	6.1	线性模型的概念和分类
243	6.2	回归分析
263	6.3	方差分析
274	6.4	协方差分析
278	6.5	一般线性模型的统计推断
294	附录	统计中常用的矩阵代数
300		习题

305 第 7 章 多元分析基础

307 7.1 多元正态总体的抽样分布及参数推断

325 7.2 判别分析

337 7.3 多元线性模型

351 7.4 随机向量的互依性

364 习题

369 附表

370 1. 正态分布函数表

371 2. t 分布表372 3. χ^2 分布表374 4. F 分布表

第 1 章

基 本 概 念

1.1 导言

1.1.1 什么是数理统计学

关于数理统计学,现在已有了用各种文字出版的大量教科书和专著.在这些著作中,对数理统计学的性质、任务、应用等等,做了不少的论述.应该说,这些问题目前在统计学界并无原则性的分歧.但是,若试图用少量的文字对“数理统计学”这个学科下一个正式的定义,就会碰到不少困难.你很难找到一种说法是完全无懈可击的.况且,任何这样的定义,若不辅之以大量的解释,就无法使人理解.因此,在以下的叙述中,我们将致力于从一些方面把数理统计学的实质说清楚,而不着重于一个形式的定义.

当用观察和实验的方法去研究一个问题时,第一步就是通过观察或实验收集必要的数据.这些数据受到偶然性即随机性因素的影响.下一步就是对所收集的数据进行分析,以对所研究的问题做出某种形式的结论.在这两个步骤中,都会碰到许多数学问题.为解决这些问题,发展了许多理论和方法,这些就构成了数理统计学的内容.故一般地可以说,数理统计学是数学的一个分支,它的任务是研究怎样用有效的方法去收集和使用带随机性影响的数据.下面来做些解释.

(1) 数据必须带有随机性的影响,才能成为数理统计学的研究对象.例如,考虑一个国家的全面人口普查.假定人力、物力和时间允许我们对国内每一个人的状况进行调查,而这种调查又是准确无误的,则我们可利用普查所得数据,通过既定的方法,把所感兴趣的指标计算出来.例如,男性人口占全体人口的百分之多少,在所做假定之下是准确无误的.这里,不需要用到什么数理统计方法.又如,要比较两个小麦品种甲、乙谁优(能有更高的产量).若我们做一个不大现实的假定,即其他条件可以控制得如此严格(且这种条件也是日后大面积推广时所使用的),以致产量完全取决于品种,则我们只需在两块地上把甲、乙各种植一次,就可准确无误地判断其优劣.在此,数理统计方法也没有用武之地.总之,是否假定数据有随机性,是区别数理统计方法和其他数据处理方法的根本点.

数据随机性的来源有二:一是问题中所涉及的研究对象为数很大,我们不

可能对其全部加以研究,而只能用“一定的方式”挑选其中一部分去考察.例如,一批产品有 10 000 件,其中含有废品 m 件, m 未知,因而废品率 $p = m/10\,000$ 也未知.要确切地知道 p ,必须对这 10 000 件产品逐一加以检验.这不仅是不经济的,而且往往无法做到(如检验是破坏性的).因此,我们只能从其中挑出一部分,例如 100 件,根据对这 100 件产品的检验结果去估计 p .在这里,随机性的影响就表现在:哪 100 件产品被挑出是偶然的.

一般地,在社会调查性质的问题中,问题的要求规定了调查的范围.如问题是研究某一地区内以农户为单位的经济状况,则该地区的全体农户都是调查对象.若这个数目太大,则我们只能挑一部分做实地调查.这时,所得数据的随机性就来自被挑出的农户的随机性.对这种数据做分析,就必须使用数理统计方法.

数据随机性的另一种来源是实验的随机误差,这是指那种在实验过程中未加控制、无法控制,甚至不了解的因素所引起的误差.例如,设反应温度和压力是影响产品质量 Y 的重要因素,我们想通过一定的实验去考察这种影响的程度,并挑选一个适当的温度和压力值,以供在今后大批生产中使用.但是, Y 除了与温度、压力有关外,还受到大量其他因素的影响.例如,每次实验所用原材料略有差异,可能使用不同的仪器设备和操作者,等等.这些因素无法或不便加以完全的控制,从而对实验结果(数据)产生随机性的影响,这就带来一种不确定性.例如,从实验数据上看,使用温度 t_2 比用 t_1 好.但这个表现在数据上的优势究竟是本质的——即有足够的理由可解释为是由于 t_2 的确优于 t_1 ,还是只是随机误差的偶然性表现?这就需要数理统计的方法去分析.

(2) 所谓“用有效的方式收集数据”一语中,“有效”一词该如何解释.归纳起来有两个方面:一是可以建立一个在数学上可以处理并尽可能简单方便的模型来描述所得数据;一是数据中要包含尽可能多的、与所研究的问题有关的信息.

例如,在考察某地区共 10 000 个农户的经济状况的问题中,我们前面说挑出 100 户做实际调查.100 这个数字是否恰当?太大了则费用过大,太小了则代表性不够.要决定一个较好的数字,需权衡这两个方面,并用得着统计方法.其次,假定我们选择了 100 这个数字.这 100 户如何挑选?假设你只在该地区最富裕的那部分中去挑,这样得到的数据就没有代表性,也就谈不上有效了.反之,你如果用一种纯随机化的方法,即设法使这 10 000 户中的每一户有同等的机会被挑出,则所得数据就有一定的代表性,我们也不难建立一个简单的模型来描述它.在一些情况下,我们还可以设计出更有效的方法.举一个简单情况.若该地区分成平原和山区两部分,前者较富裕且占全体农户的 70%,则我们可规定,在预定要考察的

100 户中,有 70 户从平原地区挑,30 户从山区挑,而在各自的范围内则用纯随机化的方式挑.直观上我们觉得,这样得到的数据,比在全体 10 000 户中用随机化方式挑选得到的数据更有代表性,因而也更“有效”.数理统计的理论证明确是如此.

又如,在产品质量与反应温度和压力的关系的例中,怎样用有效的方式收集数据,问题更多.若可以考虑的温度在 t_1 和 t_2 之间,压力在 p_1 和 p_2 之间.首先,我们当然只能取有限个温度和压力值去做实验.取多少个值好?这里也有与上例中一样的问题:太多了费用太大,太少了不说明问题.在定下了一个数目,例如 4 个温度值和 4 个压力值去做实验后,则这些值是否均匀地取在相应的区间中好?另外,若把这些值所有可能的搭配都做实验,则至少需做 16 次.也许条件不允许做这么多,而只能做一部分,则这一部分如何挑选?这些问题解决得好,实验数据就有一种平衡或对称的结构,不仅更富有代表性,而且可建立一种简单而便于分析的模型.

用有效的方式收集数据的问题的研究,构成了数理统计学中的两个分支,其一叫做**抽样理论**,其二叫做**实验设计**(也称**试验设计**),它们分别处理相当于上面讨论过的两个例子中的那种类型的数据收集问题.

(3) 现在来解释“有效地使用数据”一语的意义.获取数据的目的是提供与所研究的问题有关的信息.但这种信息并非是一目了然地表现出来,而需要用“有效”的方式去集中、提取,进而利用,以对所研究的问题做出一定的结论.这种“结论”,在统计上叫做“推断”.在 1.3 节中我们将仔细解释统计推断的意义,这里只指出:所做的推断应是对所提出的问题的一个回答,而不只限于所得数据的范围内.有效地使用数据,就是要使用有效的方法,去集中和提取实验数据中的有关信息,以对所研究的问题做出尽可能精确和可靠的推断.其之所以只能做到“尽可能”而非绝对地精确和可靠,是因为数据受到随机性因素的影响.这种影响可以通过统计方法去估计或缩小其干扰作用,但不可能完全消除.

为有效地使用数据进行统计推断,涉及很多的数学问题.需要建立一定的数学模型,并给定某些准则,才有可能去评价和比较种种统计推断方法的优劣.例如,为估计一物体的重量 a ,把它在天平上称九次,得到数据 $x_1, \dots, x_9$,它们都受到随机性因素的影响(影响大小反映天平的精密度).我们可以用这 9 个值的算术平均值 $\bar{x} = \frac{1}{9}(x_1 + \dots + x_9)$ 去估计 a ,也可以考虑下述方法:把 $x_1, \dots, x_9$ 按大小依次排列成 $x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(9)}$,而取正中间的那一个,即 $x_{(5)}$,去估计 a .甚至也可以用两个极端值的平均,即 $w = \frac{1}{2}(x_{(1)} + x_{(9)})$ 去估计 a .你可能在直观上会认为:

作为 a 的估计, $\bar{x}$ 优于 $x_{(5)}$, 而 $x_{(5)}$ 又优于 w . 但是为什么? 这是不是对? 在什么意义下对? 在什么条件下对? 这些问题就不容易回答. 事实上, 对这些问题的研究, 正是数理统计学的中心内容, 要使用大量的数学和概率论的工具. 以后我们将看到: 在一定的情况(取决于随机性影响的概率结构, 即统计模型)和一定的意义(即衡量优越性的指标)之下, 上述 3 个估计方法中的任一个都可能成为最优的.

(4) 最后一点, 就是数理统计学只处理在收集和使用带随机性影响的数据中的数学问题, 因而是一个数学分支.

一个问题的研究, 涉及问题所在领域的专门知识. 数理统计学不以任何一种专门领域为研究对象, 不论你的问题是物理学的、化学的、生物学的还是工程技术方面的, 只要在安排实验和处理实验数据中涉及一些一般性的、共同的数学问题, 就可以用统计方法. 例如, 不论做哪种实验, 都有一个实验规模的问题, 即实验需重复多少次, 才能把随机误差的影响控制在必要的限度内. 这是一个与专业知识无关的带共性的问题, 一组实验数据, 只要对其所受的随机性影响做了明确的规定(如服从正态分布), 就可以用相应的统计方法去分析, 而不管这些数据的实际含义如何. 这种带共性的问题既然从专门的知识领域中超脱出来, 就可以用纯数学的方法去研究, 这就是数理统计学的对象. 我们这样说, 并不意味着一个数理统计学者可以不过问其他专门领域的知识. 相反, 如果他要统计方法用于实际问题, 他必须对所论问题的专门知识有一定的了解. 这不仅可以帮助他选定恰当的统计模型和统计方法, 而且用数理统计方法分析随机性数据所得结论的恰当解释, 离不开所论问题的专门知识. 例如, 数理统计方法对数量遗传学很有用, 但一个对遗传学一无所知的统计学家就难以在这个领域中有所作为.

统计方法的应用很广泛, 所以许多学习其他专业的人都需要一些这方面的知识. 幸好, 统计方法的具体使用并不需要很高深的数学知识. 相反, 这些方法的理论根据, 不具备较多、较深的数学知识就说不清楚. 因此, 在一些统计方法得到广泛应用的国家, 例如在美国, 出版了大量专供各领域的用户使用的著作. 这种著作介绍统计方法及其应用, 但不涉及或很少涉及这些方法的理论根据. 这种著作被列入“统计方法”或“应用统计”的范畴内, 而只有那种用严格的数学去论证统计方法的理论根据的书, 才称为数理统计著作. 这显示在这些国家中, 对“数理统计学”一词是给以一种狭义的解释, 即只包括统计学中的数学基础部分. 在我国, “数理统计学”一词则是与作为一门社会科学的统计学相对而言的. 粗略地说, 在我国, 数理统计学与西方的统计学相当, 而具有较广泛的含义. 明白这个差别, 就可以避免一些误解.

1.1.2 数理统计学的应用

数理统计方法的应用很广泛,几乎在人类活动的一切领域中都能程度不同地找到它的应用.这是因为,实验是科学研究的根本方法,而随机性因素对实验结果的影响是无所不在的.反过来,应用上的需要又是统计方法发展的动力.例如,现代数理统计的奠基人、英国著名学者 R. A. Fisher 和 K. Pearson 在 20 世纪初期大力从事这方面的研究,就是出于在生物学、数量遗传学、优生学和农业科学方面的需要.

在工农业生产中,一个常见的问题是:有一个(或多个)我们感兴趣的指标,如工业产品的某项质量指标,农业中的单位面积产量等.有一些因素对这个指标可能有影响,例如,工业生产中所用设备、原材料、配方和温度、压力及反应时间等工艺因素,农业生产中所用种子品种、肥料类型和施放数量以及耕作方法等方面的因素.为了得到最大的经济效益,需要了解这些因素对所感兴趣的指标产生影响的具体情况:哪些因素是主要的,其影响有多大,因素与指标之间是否可建立某种数量上的联系,等等.弄清楚了这些问题,就可确定一组较好的生产条件.这些都要通过做实验,就是把有关因素固定在某些水平上做实验,去观察感兴趣的指标值.实验要经过精心的设计,所得实验结果必然受到大量随机因素的影响,因而必须用统计方法分析.因此,随着近几十年来工农业生产的规模愈来愈大,数理统计学在这方面的应用也与日俱增.在历史上,实验设计的基本思想,以及分析实验数据的一种极重要的方法——方差分析方法,就是 R. A. Fisher 等在 1923~1926 年期间,在进行田间试验的过程中开始发展起来的. Fisher 提出的思想和方法,在 20 世纪 40 年代以来经过发展,日益广泛地用于工业生产中.目前最常用的正交设计,就是一个有代表性的例子.

数理统计方法应用于工业的另一个重要方面是:现代工业生产多有大批量和要求很高的可靠度的特点,需要在连续生产的过程中进行工序控制,成批的产品在交付使用前要进行验收.这种验收一般不能是全面检验,而只能是抽样验收,需要根据数理统计学的原理,去制定适合种种要求的抽样验收方案.此外,一个大型设备往往包含成千上万个元件,由于元件数目很大,它们的寿命可视为随机的而服从一定的概率分布规律.整个设备的可靠性,与设备的结构及这种分布规律有关,因而可以用统计方法去估计.为解决上面这些问题,发展了一系列的统计方法,目前常提到的“统计质量管理”,就是由这些方法构成的.

统计方法在医药卫生中有广泛的应用.例如,治疗一种疾病的种种药物和治

疗方法的效果,常引用统计资料来说明.这种材料的可信性,依赖于其数据的取得方法与使用的统计方法.其他如分析某种疾病的发生是否与特定因素有关(一个著名的例子是吸烟与患癌症的关系),关系大小,在污染大气的许多有害成分中,哪些成分对人体有何种程度的影响,等等,这类问题常用数理统计方法去研究,取得了不少有用的成果.

数理统计方法在气象预报、地震和地质探矿等方面有一些应用.在这类领域中,人们对事物的规律性认识尚不充分,使用统计分析方法可能有助于获得一些对潜在的规律性的认识,从而用以指导人们的行动.不过,在人们对事物的规律性认识很不充分的情况下,一些起比较大的作用的系统性因素只好当做随机性因素来处理,这样,统计分析的精度或可靠性就较差.

自然科学的任务是揭示自然界的规律性,一般是先根据若干观察或实验资料提出某种初步理论或假说,然后再从种种途径通过实验去验证.在这里,统计方法起相当重要的作用.一个好的统计方法有助于提取观察和实验数据中带根本性的东西,因而有助于提出较正确的理论或假说.在有了一定的理论或假说后,统计方法可以指导学者如何去安排进一步的观察或实验,以使所得数据更有助于判定理论或假说是否正确.数理统计学也提供了一些理论上健全的方法,以估量观察或实验数据与理论的符合程度如何.一个著名的例子是遗传学中的 Mendal 定律.这个根据观察资料提出的定律,经历了严格的统计检验.数量遗传学的基本定律——Hardy-Weinberg 平衡定律,也是属于这种性质.

数理统计方法在社会、经济领域中也有很多应用.在某些国家中,统计方法在这些方面的应用,比其在自然科学和技术领域中的应用更为显著.统计方法在社会领域中的一项重要应用是抽样调查.经验证明,经过精心设计和组织的抽样调查,其效果可以达到乃至超过全面调查的水平.另外,对社会现象的研究有向定量化发展的趋势,例如人口学,确定一个合适的人口发展动态模型,需要掌握大量的观察资料,并使用包括统计方法在内的一些科学分析方法.在经济科学中,定量化的趋势比其他社会科学领域更早更深.早在 20 世纪二三十年代,时间序列的统计分析方法就用于市场预测.现在,一系列的统计方法,从简单的到很艰深的,都在数量经济学和数理经济学中找到了应用.

1.1.3 简单历史

下面我们简单地介绍一下数理统计学这门学科的发展历史.这必然是极为“粗线条”的,因为叙述一门学科的历史,离不开这门学科的具体内容.另外,关于