

浙江省高等教育重点建设教材

# 新编统计学教程

主 编	李金昌
副主编	高玲芬
	惠琦娜
	浦国华
主 审	苏为华

浙江大学出版社

浙江省高等教育重点建设教材

# 新编统计学教程

主 编 李金昌

副主编 高玲芬 惠琦娜 浦国华

主 审 苏为华

浙江大学出版社

浙江省高等教育重点建设教材

**新编统计学教程**

主 编 李金昌

副主编 高玲芬 惠琦娜 浦国华

主 审 苏为华

责任编辑 李桂云

\* \* \*

浙江大学出版社出版

(杭州玉古路 20 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@public1.hz.zj.cn)

浙江大学出版社电脑排版中心排版

浙江省煤田地质局制图印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

\* \* \*

850mm×1168mm 32 开 17.5 印张 440 千字

1999 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 1 次印刷

印数 0001—2060

ISBN 7-308-02086-X/O · 231 定价:24.00 元

# 前 言

统计学是国家教委规定的财经类专业核心课程之一。为满足这门课程的教学需要,我们曾编写出版了多种版本的统计学教材。随着我国社会主义市场经济体制的建立,统计学的作用受到更加广泛的关注和重视,统计理论和方法在各个领域中的应用也更加广泛和深入,因此迫切要求建立更加完善的统计学学科体系,促进统计学更快地发展。与此同时,我国高等教育管理体制的改革也逐步展开并不断深入,对高等教育提出了培养“基础扎实、知识面宽、能力强、素质高”的高级专门人才的总体要求。在这样的形势下,统计学的教学内容也必须加以调整和改革。正因为如此,我们编写了这本《新编统计学教程》,作为浙江省高等学校重点教材予以出版。

本书系统介绍了统计基本理论和方法,共分十二章,包括统计学基本问题和基本范畴,统计资料的搜集,统计资料的整理,总量指标与相对指标,变量分布特征的描述,参数估计与假设检验,相关回归分析,时间数列分析,统计指数分析,统计综合评价,统计决策和非参数统计方法等内容。力求做到:内容恰当,份量适中,体系严谨,结构合理,深入浅出,通俗易懂;既便于教师教学,也便于学生自学;理论联系实际,注重实践应用。因此,本书与以前同类教材相比,无论是在体系上,还是在内容上都有不少改进和完善之处,具有自己的特色。

本书由杭州商学院统计系李金昌教授任主编,由部分专业教师集体编写而成。具体分工为李金昌:第一章、第二章和第六章;王瑛:第三章;朱永平:第四章;蒋剑辉:第五章;浦国华:第七章;高玲芬:第八章;吴航:第九章;苏为华:第十章和第十二章;惠琦娜:第

十一章。高玲芬、惠琦娜、浦国华任副主编。苏为华教授任主审。主编负责全书的总纂、统稿和定稿工作。杭州电子工业学院邱克惠教授冒着酷暑对本书稿进行了十分认真、细致的审阅，提出了宝贵的意见，我们深表感谢！

由于水平所限，本书一定有不妥和错误之处，请同行专家和广大读者批评指正。

编者

1998年5月于杭州

# 目 录

第一章 总论	1
第一节 什么是统计学	1
第二节 总体与样本	11
第三节 标志和变量	16
第四节 统计指标和指标体系	22
第二章 统计资料的搜集	32
第一节 统计资料搜集的基本问题	32
第二节 统计资料搜集的专门调查方式	37
第三节 统计资料搜集的管理核算方式	49
第四节 统计资料搜集的实验求证方式	53
第五节 问卷设计	59
第三章 统计资料的整理	68
第一节 统计资料整理的意义和内容	68
第二节 统计分组	73
第三节 分布数列	78
第四节 概率与概率分布	91
第五节 统计图表	102
第四章 总量指标与相对指标	115
第一节 总量指标	115

第二节	相对指标·····	121
第三节	总量指标与相对指标的计算运用原则·····	133
<b>第五章</b>	<b>变量分布特征的描述·····</b>	<b>136</b>
第一节	变量分布特征·····	136
第二节	数值平均数·····	139
第三节	位置平均数·····	156
第四节	离散指标·····	163
第五节	偏度与峰度·····	172
<b>第六章</b>	<b>参数估计与假设检验·····</b>	<b>178</b>
第一节	抽样分布·····	178
第二节	参数估计方法·····	181
第三节	各种抽样组织形式的参数估计·····	189
第四节	假设检验的基本原理·····	201
第五节	几种常见的假设检验·····	209
第六节	假设检验的两类错误与功效·····	221
<b>第七章</b>	<b>相关回归分析·····</b>	<b>234</b>
第一节	相关分析的基本问题·····	234
第二节	相关分析的方法·····	238
第三节	回归分析的基本问题·····	255
第四节	回归分析的模型·····	257
<b>第八章</b>	<b>时间数列分析·····</b>	<b>278</b>
第一节	时间数列的概念及种类·····	278
第二节	时间数列的分析指标·····	285
第三节	长期趋势的测定·····	297

第四节	季节变动的测定·····	313
第五节	循环变动的测定·····	320
<b>第九章</b>	<b>统计指数分析·····</b>	<b>322</b>
第一节	统计指数的概念和分类·····	322
第二节	综合指数分析·····	327
第三节	平均数指数分析·····	345
第四节	统计指数体系与因素分析·····	358
第五节	指数数列·····	369
<b>第十章</b>	<b>统计综合评价·····</b>	<b>372</b>
第一节	统计综合评价的一般问题·····	372
第二节	简单的综合评价方法·····	379
第三节	评价权数的构造方法·····	392
<b>第十一章</b>	<b>统计决策·····</b>	<b>409</b>
第一节	统计决策的基本理论·····	409
第二节	先验信息统计决策·····	415
第三节	后验信息统计决策·····	431
<b>第十二章</b>	<b>非参数统计方法·····</b>	<b>445</b>
第一节	非参数统计的一般问题·····	445
第二节	单样本非参数统计检验方法·····	449
第三节	两个相关样本的非参数统计方法·····	459
第四节	两个独立样本的非参数统计方法·····	466
第五节	多个相关样本的非参数检验方法·····	481
第六节	多个独立样本的非参数检验方法·····	488



## 附录

### 一、常用统计表

附表(一)随机数字表	496
附表(二)正态分布双侧临界值表	497
附表(三)正态分布函数 $N(0,1)$ 的数值表	498
附表(四) $t$ 分布临界值表	501
附表(五) $F$ 分布上侧临界值表	503
附表(六)累积二项分布数值表	507
附表(七)累积泊松分布数值表	517
附表(八) $\chi^2$ 分布临界值表	521
附表(九)威尔科克森 $T$ 值表	525
附表(十)曼·惠特尼检验, $U$ 的临界值	527
附表(十一)柯尔莫哥洛夫检验的临界值表	529
附表(十二)斯米尔诺夫检验的临界值表	531
附表(十三)游程长度平方和检验的临界值表	533
附表(十四)最大游程长 $k$ 所必须的最大样本 容量 $n$ 值表	533
附表(十五)斯庇尔曼等级相关系数表	534
附表(十六)威尔柯克逊带符号——样本秩次和 检验临界值表	535
附表(十七)秩次和临界值表	536
附表(十八)秩次和检验表	538
附表(十九)相关系数 $R$ 临界值表	539
附表(二十)关于最长游程检验的临界值表	540
附表(二十一)游程总数检验表	542
二、主要参考文献	548

# 第一章 总 论

## 第一节 什么是统计学

### 一、统计学的概念

统计学是“统计”一词的三个含义之一。根据英国统计学家尤尔(George Udny Yule, 1871~1951)的解释,“统计”一词的三个含义是统计资料、统计工作和统计学。统计资料即统计数据资料,是经过观察、调查得到的各种具有信息价值的数字资料,包括原始的初级资料和经过加工整理或推断估计的次级资料;统计工作即统计活动过程,是对各种统计数据资料进行搜集、整理、推断和分析(估计)的活动过程,通常被划分为统计调查、统计整理和统计分析三个阶段;统计学即指导统计工作的理论和方法,是关于统计数据资料的搜集、整理、分析和推断的科学。

显而易见,上述三种含义之间是紧密联系的。首先,统计资料与统计工作是统计活动成果与过程的关系。一方面,统计资料既是统计工作的对象,也是统计工作的成果,同时对统计工作不断提出新的要求;另一方面,统计工作的好坏决定着统计资料的质量。其次,统计工作与统计学是统计实践与理论的关系。一方面,统计学是统计工作实践经验的科学总结;另一方面,统计工作需要统计学的理论指导,两者相辅相成,互相促进和发展。

## 二、统计学的产生和发展

统计学随统计的产生而产生,而统计则起源很早,随社会生产的发展和国家管理的需要而逐步产生和发展起来。在原始社会,人类最初的一般计数活动蕴藏着统计萌芽。在奴隶社会,统治阶级为了对内统治和对外战争,需要征兵征税,开始了人口、土地和财产的统计。例如,中国公元前 1000 多年的夏朝分为九州,人口 1 355 万人,土地 2 438 万顷。差不多同一时期的古希腊、罗马等奴隶制国家,也有人口、财产和世袭领地的统计。当然,由于生产力水平所限,奴隶社会的统计只属于初级阶段。到了封建社会,统计有了一定的发展,已略具规模。封建君主和精明的政治家日益意识到统计对于治国强邦的重要性,统计范围有所扩大。但由于封建经济的封闭割据和保守性,统计活动的范围受到了限制,统计方法也很不完善。到了资本主义社会,随着社会生产力的迅速发展和社会分工的愈益精细,统计得到了很大发展,除了政府管理的需要外,逐步扩展到工业、农业、贸易、银行、保险、交通、邮电和海关等经济领域,以及社会、科技和环境等领域,并且出现了专业的统计机构和研究组织,统计逐步成为社会分工中的一个独立部门和专业。与此同时,统计方法得到了迅速完善和发展,大大提高了统计的认识能力,而电子计算技术的应用为统计活动的现代化进程提供了重要手段。正是在这样的历史背景下,统计学应运而生。从 17 世纪中末期开始,经过 300 余年的发展,形成了今天的统计学。

从统计学的发展过程看,它可以分为三个阶段:古典统计学时期、近代统计学时期和现代统计学时期,贯穿整个过程的主线是统计方法的逐步充实、完善和发展。

## （一）古典统计学时期

从17世纪末到18世纪末,是统计学的萌芽时期,即古典统计学时期。当时有两大学派:国势学派和政治算术学派。国势学派主张以文字记述国家的显著事项,代表人物是德国的康令(H. Coning, 1606~1681)和阿亨瓦尔(G. Achenwall, 1719~1772)。由于这个学派在进行国势比较分析中偏重事物性质的解释而不注重数量分析,因此尽管它首先提出“统计学”名称而无统计学之实。政治算术学派主张以数字、重量和尺度来研究社会经济现象及其相互关系,代表人物是英国的威廉·配第(W. Petty, 1623~1687)和约翰·格朗特(J. Graunt, 1620~1674)。威廉·配第的代表作是《政治算术》,用数量分析的方法对比英国、法国和荷兰三国的“财富和力量”,以批驳英国的悲观论断。他还提出了用图表形式概括数字资料的理论和方法。马克思称威廉·配第为“政治经济学之父,在某种程度上也可以说是统计学的创始人。”约翰·格朗特则是利用大量数据研究社会人口变动规律的创始人,其著作《关于死亡表的自然和政治观察》一书,首次通过大量观察,对新生儿性别比例和不同原因死亡人数比例等人口规律进行了分析,并且第一次编制了初具规模的“生命表”。由于政治算术学派用大量观察法、分类法及对比法综合研究社会经济问题,因此虽无“统计学”之名而实为统计学之正统起源。

## （二）近代统计学时期

从18世纪末到19世纪末,是描述统计学时期,即近代统计学时期。这一时期的一个重大成就是大数法则和概率论被引进了统计学之中,之后,最小平方法、误差理论和正态分布理论等相继成了统计学的重要内容。这一时期也曾有两大学派:数理统计学派和社会统计学派。数理统计学派始于19世纪中叶,代表人物是比利

时的凯特莱(A. Quetelet, 1796~1874),他主张用研究自然科学的方法来研究社会现象,正式把概率论引入统计学,并最先用大数定律论证了社会生活中随机偶然现象中的规律性,还提出了误差理论和“平均人”思想。凯特莱的贡献,使统计学的发展进入了一个新的阶段。社会统计学派始于19世纪末,首创人物为德国的克尼斯(K. G. A. Knies, 1821~1898),认为统计学是一门社会科学,是研究社会现象变动原因和规律性的实质性科学,与数理统计学派的通用方法论观点截然对立。其显著特点是强调对总体进行大量观察和分析,研究其内在联系来揭示社会现象的规律。这一学派曾在19世纪末到20世纪初,在欧洲流行一时。

### (三) 现代统计学时期

从19世纪末到现在为数理统计学时期。这是统计学发展最辉煌的时期,数理统计学由于同自然科学、工程技术科学紧密结合,被广泛应用而获得迅速发展。在这一时期,各种新的统计理论和方法如卡方 $\chi^2$ 分布理论,小样本 $t$ 分布理论、 $F$ 分布理论、区间估计和假设检验理论、决策理论、抽样理论、非参数统计法、序贯分析法、多元统计分析法以及时间序列跟踪预测法等都应运而生,并逐步成为现代统计学的主要内容。现代统计学的主流已由描述统计转向了推断统计。

## 三、统计学的学科性质

经过300余年的演变与发展,统计学成为了一门以现象的数量方面作为自己的研究对象的独立的方法论科学。

### (一) 统计学就其研究对象而言,具有数量性、总体性和差异性等特点

所谓数量性,就是要对所研究现象进行定量认识,通过数来反映事物的量的顺序、量的大小、量的关系和量的变动,最终达到认识现象的本质和规律的目的。在社会经济领域,这种数量性通过特有的统计指标及指标体系来加以体现。所谓总体性,就是要从所研究现象的总体出发,通过对现象总体中的构成元素即个体进行大量观察和综合分析,来达到认识现象的总体数量特征的目的。当然,对现象总体的认识是以对个体的观察为基础的,只是不能以个体的表现(往往具有特殊性和偶然性)来说明现象的一般性或规律性。所谓差异性,就是要从所研究现象总体的各个个体之间的差异中概括出共同的普遍的特征,并对差异情况作出必要的反映。现象总体的内在差异性 is 统计研究总体数量的前提,而这种差异并不是事先已知或由某种固定的因素来确定的,它是由各种非确定性因素,即偶然因素共同作用的结果。这三方面的特点是相互联系的,共同决定了统计学研究对象的内容的广泛性,例如它既可以是具体现象的数量方面,也可以是抽象现象的数量方面;既可以是社会经济现象的数量方面,也可以是自然现象的数量方面。当然,社会经济现象的数量方面是统计学最主要的研究对象,同时也是最复杂、最具有挑战性的部分。

### (二) 统计学就其学科地位而言,具有独立性、方法性和通用性的特点

所谓独立性,就是指统计学是一门有别于其他学科的、具有自己独特的研究对象和自成体系的学科,它是与哲学、数学和管理学等学科具有同等地位的一级学科。其二级学科包括理论统计学、应用统计学、统计学史和统计学其他学科等,其中理论统计学是基

础,是关于统计学的一般理论、原则和方法。应用统计学则是理论统计学在社会、经济、自然和工程等各个领域中的应用的结果,也是理论统计学发展的源泉。所谓方法性,就是指统计学是一门方法论科学。虽然统计学的研究对象是现象的数量方面,但它本身的任务并不是探讨现象的具体的数量表现,而是为研究现象的数量提供科学的理论、原则和方法,也就是提供工具和手段。这些理论、原则和方法的系统化,就形成了统计学。统计学的每一步发展无一不是统计方法的突破和完善。所谓通用性,就是指统计学是一门通用的方法论科学,其一般的理论、原则和方法,在任何需要研究现象总体数量表现、数量关系和数量规律的领域都具有适用性,其中在社会经济领域的应用就形成了社会经济统计学,在生物、医学和天文等领域的应用则形成了生物统计学、医学与卫生统计学和天文与气象统计学等。这也说明统计学具有很强的交叉渗透性,统计学与其他学科所形成的交叉学科就是前述的应用统计学。由于随着科技的发展和社会的进步,新的研究领域和学科不断涌现,因此统计学大家庭中的成员也越来越多,统计学的交叉渗透面也越来越广。

### (三) 统计学就其构成内容而言,可以分为描述统计学和推断统计学两部分

所谓描述统计学是指统计学中对观察到的数据进行汇总、分类和计算,并用表格、图形和综合指标的方式来加以显示的方法部分,其主要任务是提供各种真实描述所研究现象数量特征和数量关系的理论和方法。在社会经济统计学中,描述统计学占有主要地位。所谓推断统计学是指统计学中建立在随机性和概率论基础之上的各种推断分析方法部分,其主要任务是提供以样本的观测结果来估计总体参数或作出各种假设检验的理论和方法,以期对不确定事物(随机现象)作出正确的认识。描述统计学是传统的统计理论和方法,而推断统计学则是现代统计学的主流和核心内容。

般地,描述统计学是基础,推断统计学是其深入和发展,两者相辅相成,互相联系。前者重描述,后者重推断。

## 四、统计学的研究方法

统计学作为一门方法论科学,其基本研究方法有:

### (一) 大量观察法

这是统计活动过程中搜集数据资料阶段(即统计调查阶段)的基本方法,即要对所研究现象总体中的足够多数的个体进行观察和研究,以期认识具有规律性的总体数量特征。大量观察法的数理依据是大数定律,即虽然每个个体受偶然因素的影响作用不同而在数量上存有差异,但对总体而言可以相互抵消而显现出稳定的规律性,因此只有对足够多数的个体进行观察,观察值的平均结果才会趋于稳定,建立在大量观察法基础上的数据资料才会给出一般的结论。统计学中的各种调查方法都属于大量观察法。

### (二) 统计分组法

由于所研究现象本身的复杂性、差异性及多层次性,需要我们对所研究现象进行分组或分类研究,以期在同质的基础上探求不同组或类之间的差异性。统计分组法在整个统计活动过程中都占有重要地位,在统计调查阶段可以通过统计分组法来搜集不同类的资料,并可使抽样调查的样本代表性得到提高(即分层抽样方式);在统计整理阶段可以通过统计分组法使各种数据资料得到分门别类的加工处理和储存,并为编制分布数列提供基础;在统计分析阶段则可以通过统计分组法来划分现象类型、研究总体内在结构、比较不同类或组之内的差异(显著性检验)和分析不同变量之间的相关关系。统计学中的统计分组法有传统分组法、判别分析法



和聚类分析法等。

### （三）综合指标法

统计研究现象的数量方面是通过统计综合指标来反映的，所谓综合指标是指用以从总体上来反映所研究现象数量特征和数量关系的范畴及其数值，常见的有总量指标、相对指标、平均指标和标志变异指标等。综合指标法在统计学、尤其是社会经济统计学中占有十分重要的地位，是描述统计学的核心内容。如何最真实客观地记录、描述和反映所研究现象的数量特征和数量关系，是统计指标理论研究的一大课题。

### （四）统计模型法

在以统计指标来反映所研究现象的数量特征的同时，我们还经常需要对相关现象之间的数量变动关系进行定量研究，以了解某一（些）现象数量变动与另一（些）现象数量变动之间的关系及变动的影响程度。在研究这种数量变动关系时，需要根据具体的研究对象和一定的假定条件，用合适的数学方程来进行模拟，这种方法就叫做统计模型法。统计模型的三个基本要素是：变量、数学方程和模型参数。运用统计模型法，可以使统计分析更具广度和深度，提高统计的认识能力。统计学提供了各种线性的和非线性的、简单的和复杂的模型构建方法。

### （五）统计推断法

在统计认识活动中，我们所观察的往往只是所研究现象总体中的一部分单位，掌握的只是具有随机性的样本观测数据，而认识总体数量特征是统计研究的目的，这就需要我们根据概率论和样本分布理论由样本观测数据来推断总体数量特征——参数估计或假设检验。这种由样本来推断总体的方法就叫统计推断法。统计