



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

普通高等教育精品教材

Applied Statistics

应用统计学

(第三版)

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

刘思峰 主 编

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

普通高等教育精品教材

Applied Statistics

应用统计学

(第三版)

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
刘思峰 主 编

Y i n g y o n g T o n g j i x u e

高等教育出版社·北京

内容简介

“应用统计学”属于经济、管理类各专业的核心课程，本书以教育部制订的教学基本要求为依据，主要内容包括统计数据的收集与整理、抽样分布、统计推断、方差分析、回归分析、时间序列分析、统计指数、统计决策与产品质量的统计管理等。

本书为“十一五”“十二五”国家级规划教材，2008年被评为国家精品教材。主要特色是强调统计学方法的实际应用，尽量减少繁琐的数学推证。在理论阐述上力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂，运用大量实例说明常用统计分析方法的具体应用和统计分析计算过程。突出统计思想的渗透和实际案例的剖析，力图为解决经济和管理类专业中出现的各种问题提供有力的分析工具。鉴于统计运算通常需要处理大量的数据，本书介绍了通用工具软件 Excel 和专业统计分析软件 SPSS 的使用方法。读者在理解和掌握统计学基本原理、方法和技能的同时，还能学会运用多种统计分析软件进行数据处理和分析，并具备运用统计理论、方法与工具软件分析和解决社会经济管理领域中实际问题的能力。

为了方便教师授课和学生自学，本书制作了配套的教学课件并附有课程实验。

本书适合作为高等院校经济、管理类专业本科生或研究生教材，也可作为理工类和人文社会科学类各专业的教材和参考书，还可作为政府部门、企事业单位管理人员、科研人员及工程技术人员等广大实际工作者的参考书。

图书在版编目(C I P)数据

应用统计学 / 刘思峰主编；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. — 3版. — 北京：高等教育出版社，2016.1

ISBN 978-7-04-044273-1

I. ①应… II. ①刘… ②教… III. ①应用统计学—高等学校—教材 IV. ①C8

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第277719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 郝 林	责任校对 王 雨	责任印制 尤 静	

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 北京京科印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 17.5
字 数 430千字
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.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2007年7月第1版
2016年1月第3版
印 次 2016年1月第1次印刷
定 价 35.00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 44273-00

主 编 寄 语

“应用统计学”是为经济、管理类各专业学生开设的一门必修的重要专业基础课程,也是经济管理工作者和经济研究人员所必备的基础知识。应用统计学在科学研究、工程技术和经济管理等领域有着广泛的应用。21 世纪,人类迈进知识经济时代,面对日益增大的信息需求量和处理量,学习和掌握统计方法,学会常用的数据处理和分析技术十分重要。读者在学习本课程的过程中,应着重掌握统计学的基本理论、基本方法和基本技能,学会将统计思想、统计方法和技术应用于经济、管理的各个具体领域,并熟练掌握统计工作主要环节中涉及的概念、原理、方法、Excel 与 SPSS 统计分析软件以及定性和定量有机结合的技能。本课程为进行社会经济问题研究和管理工作提供了实用的数量分析方法。读者通过对书中理论、方法、实例、习题与案例讨论题的学习,结合自己的专业,将能够正确运用相关原理、方法及统计软件从事社会、经济、管理问题的调查研究,有效解决实证研究、统计分析、科学决策和产品质量管理等实际问题。

教师在教学过程中应注意统计学理论知识、方法与技能的传授,教学方式宜综合运用课堂讲授、案例讨论、实证分析、统计分析软件运算过程演示等方式。教师备课应结合这些环节合理地安排教学与实践内容。对于需要进一步学习的同学,可以根据自身的数理基础及所学专业选择一些理论性较强或案例较丰富的国内外优秀的统计学教材进行阅读。

鉴于经济、管理类不同专业对统计知识的需求不尽相同,书中部分内容对不同的专业有不同的要求。书中一般性的统计理论与方法,包括绪论、统计数据的收集与整理、抽样分布、统计推断、方差分析与回归分析等六章是各专业学生必须学习的内容,经济类专业方向的学生可重点选择学习时间序列分析与统计指数两章内容,管理类专业方向的学生可重点选择学习统计决策与产品质量的统计管理两章内容。

应用统计学是研究随机现象统计规律的科学,是概率论的后续课程并与概率论相互渗透。学习本课程需要具备高等数学基础知识。本课程为进一步学习经济、管理类各专业的后继课程,如计量经济学、管理会计、证券分析技术、质量管理、保险精算及多元统计分析等奠定理论和方法基础。

刘思峰

第三版前言

第三版以第二版为基础进行修订,基本框架结构保持不变。主要改动如下:(1)根据近年来的研究,对简单移动平均法和加权移动平均法的内容重新进行组织,并通过实例清晰说明改进简单移动平均法和加权移动平均法的计算过程,便于读者理解;(2)删除了趋势移动平均相关内容,以避免与其他章节相关内容重复;(3)删除了偏度、峰度、符号检验法和秩和检验法等不很常用的内容;(4)更新了例题和练习题中的数据,尽可能采用最新数据,以反映经济社会的新变化、新特点。

修订过程中,作者依然坚持读者至上的原则。在保证知识体系完整,并覆盖教育部“应用统计学”课程教学基本要求的前提下,最大限度地压缩篇幅。

全书主体部分共10章,包括绪论、统计数据的收集与整理、抽样分布、统计推断、方差分析、回归分析、时间序列分析、统计指数、统计决策以及产品质量的统计管理,第十一章为课程实验。其中第一章、第六章、第七章由刘思峰执笔,第二章、第四章、第八章由胡明礼执笔,第三章、第五章由吴和成执笔,第九章、第十章由菅利荣执笔,第十一章以及书后的附表由米传民编写。全书最后由刘思峰负责统稿和审定。

本次修订得到了国家级教学团队和江苏省优秀教学团队建设基金和“十二五”国家级规划教材建设基金、江苏省和南京航空航天大学精品课程建设基金资助。在修订过程中,第二版和首版读者、用户和有关专家、学者提出了许多宝贵意见,高等教育出版社经济管理分社的相关编辑给予了大力支持,在此一并表示衷心感谢!

限于作者水平,书中的缺点和错误在所难免,殷切期望有关专家和广大读者批评指正。

刘思峰

2015年9月

第二版前言

本书是在第一版的基础上进行修订的,基本框架结构保持不变,主要是精简、压缩内容,在保证知识体系完整,并覆盖教育部“应用统计学”课程教学基本要求的前提下,删除不必要的数学推证过程,尽可能减少篇幅。同时,精选例题,尽可能通过例题恰当说明相关概念、原理和方法;更新例题、习题中的数据,尽量使用 2000 年以后的有实际意义和讨论价值的数字,避免使用陈旧数据。

全书主体部分共十章,包括绪论、数据的收集与整理、抽样分布、统计推断、方差分析、回归分析、时间序列分析、统计指数、统计决策及产品质量的统计管理等,第十一章为课程实验。其中第一章、第六章、第七章由刘思峰执笔,第三章、第四章、第五章由吴和成执笔,第二章、第九章、第十章由菅利荣执笔,第八章由关叶青执笔,第十一章以及书后的附表由米传民编写。全书最后由刘思峰负责统稿和审订。

此次修订得到了国家级教学团队和江苏省优秀教学团队建设基金、普通高等教育精品教材和普通高等教育“十一五”国家级规划教材建设基金、江苏省和南京航空航天大学精品课程建设基金资助。在修订过程中,第一版的读者、用户和有关专家、学者提出了许多宝贵意见,高等教育出版社经济管理分社的编辑也给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

限于作者水平,书中的缺点和遗漏在所难免,殷切期望有关专家和广大读者批评指正。

编 者

2011 年 3 月

第一版前言

应用统计学是一门运用统计学的原理和方法,研究各个领域(本书主要面向经济、管理领域)有关数据收集、整理、分析的科学,是经济、管理类专业的一门重要专业基础课程。本书是在作者多年讲授应用统计学课程的教学与科研实践基础上,依照经济类、管理类专业的特点,并吸取国内外优秀统计学教材的成果,凝练而成的。书中系统地介绍了适用于各个应用领域的一般性的统计方法,如数据的收集与整理、抽样分布、统计推断、方差分析与回归分析等,及面向经济、管理专业领域的特有分析方法,如时间序列分析、统计指数、统计决策与产品质量的统计管理等。本书主要特色是强调统计学方法的应用性,尽量减少繁琐的数学推导的介绍,在理论阐述上力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂,用大量的实例来说明常用统计分析方法的具体应用和统计分析计算,努力突出统计思想的渗透和实际案例的应用,能够为解决经济与管理中出现的多种问题提供有力的分析工具。每章末尾均有扼要的内容小结,对该章的主要内容、重点及难点问题的掌握进行总结、指导,或适当的引申,并配备有一定数量的复习思考题及针对实践应用的案例讨论题。鉴于统计运算通常需要处理大量的数据,本书介绍了两种统计分析软件:通用的工具软件 Excel 和国际上著名的专业统计分析软件 SPSS。在涉及较大计算量的章节中提供了通用软件 Excel 的计算方法与过程;在最后一章中介绍了专业统计分析软件 SPSS,并以实验的方式给出了常见统计分析方法在 SPSS 上实现的过程,帮助读者在理解和掌握统计学基本原理、方法和技能的同时,学会运用多种统计分析软件进行数据处理的方法;培养读者运用统计理论、方法与工具软件分析和解决社会经济管理领域中实际问题的能力。

全书共分十一章,其中第一章、第六章、第七章由刘思峰执笔,第三章、第四章、第五章由吴和成执笔,第二章、第九章、第十章由菅利荣执笔,第八章由关叶青、吴和成执笔,第十一章以及书后的附表由米传民编写。全书最后由刘思峰负责统稿和审定。

本书在编写过程中,有关专家、学者提出了宝贵的意见,同时得到了其他同行及高等教育出版社工作人员的大力支持。此外,本教材的出版得到了普通高等教育“十一五”国家级规划教材基金和南京航空航天大学精品课程建设基金的资助,在此一并表示衷心的感谢!

限于作者水平,书中的缺点和错误在所难免,殷切期望有关专家和广大读者批评指正。

编 者

2006 年 12 月

目 录

第一章 绪论	1	关键词	91
第一节 统计的产生与发展	1	复习思考题	92
第二节 统计研究的特点、方法和作用	8	案例讨论题	93
第三节 应用实例	12	第五章 方差分析	94
本章小结	14	第一节 单因素试验的方差分析	94
关键词	15	第二节 双因素试验的方差分析	101
复习思考题	15	本章小结	109
案例讨论题	15	关键词	109
第二章 统计数据的收集与整理	17	复习思考题	110
第一节 统计数据收集	17	案例讨论题	111
第二节 统计数据整理	21	第六章 回归分析	112
第三节 统计数据表现形式	23	第一节 回归分析概述	112
第四节 统计数据特征描述	29	第二节 一元线性回归模型	114
第五节 Excel 描述统计在数据整理中的应用	41	第三节 多元线性回归模型	125
本章小结	43	第四节 虚拟变量回归模型	137
关键词	44	第五节 非线性回归模型	140
复习思考题	44	本章小结	143
案例讨论题	46	关键词	144
第三章 抽样分布	48	复习思考题	144
第一节 随机样本	48	案例讨论题	146
第二节 常用的抽样分布	49	第七章 时间序列分析	148
本章小结	57	第一节 时间序列概述	148
关键词	57	第二节 时间序列的基本分析指标	150
复习思考题	58	第三节 时间序列变动趋势分析	157
案例讨论题	58	本章小结	166
第四章 统计推断	60	关键词	166
第一节 参数估计	60	复习思考题	167
第二节 假设检验	75	案例讨论题	167
第三节 假设检验中的两个问题	88	第八章 统计指数	170
本章小结	91	第一节 统计指数的概念	170
		第二节 综合指数的编制方法	172

第三节 指数体系及其因素分析	176	第三节 产品质量控制图	213
第四节 几种常用的经济指数	178	本章小结	227
本章小结	182	关键词	228
关键词	182	复习思考题	228
复习思考题	182	案例讨论题	230
案例讨论题	184	第十一章 课程实验	233
第九章 统计决策	185	第一节 SPSS 概述	233
第一节 统计决策概述	185	第二节 统计数据的收集和整理	
第二节 不确定型决策	188	实验	237
第三节 风险型决策	192	第三节 数据的描述统计实验	238
第四节 效用决策	197	第四节 参数估计和假设检验	
本章小结	200	实验	241
关键词	200	第五节 方差分析实验	242
复习思考题	201	第六节 相关分析和回归分析	
案例讨论题	202	实验	244
第十章 产品质量的统计管理	203	第七节 平均值与标准差控制图	
第一节 产品质量的变异与数据		实验	247
特征	203	附表	248
第二节 产品质量的过程控制	205	参考文献	260

第一章

绪论

统计是指根据研究目的及要求,运用科学的方法,对客观事物或人类实践活动的数据资料进行调查、整理、分析的过程。统计学则是研究如何对社会总体的数量特征和规律进行描述、推断、认识的一门学科。本章主要介绍统计活动和统计学的产生与发展以及统计学科体系方面的知识,并运用实例说明统计方法的作用和意义。

第一节 统计的产生与发展

一、统计与统计学

统计学是研究如何对社会总体的数量特征和规律进行描述、推断、认识的一门学科。从字面上直观理解,“统计”是指对大量事物进行汇总计数,因此可以说统计就是总起来计量,即统而计之。例如,计算全国的总人口数、国内生产总值,计算某个企业的职工人数、产品产量,甚至是计算某个家庭每月的收入和支出等都是统计。

随着社会经济的发展,“统计”的含义也不断地拓展和延伸。基于不同视角,对“统计”一词可以有不同的理解。

(一) 统计活动

统计活动也称为统计实践、统计工作,是指根据统计目的及要求,运用科学的方法,对客观事物或人类实践活动的数据资料进行调查、整理、分析的过程。统计调查、统计整理和统计分析是基本的统计活动,所提供的统计资料包括原始统计资料、整理结果和分析结论。进行这些基本活动之前的统计设计,以及之后的资料保存、利用等也是必要的统计活动。

统计活动一般按照统计设计、统计调查、统计整理、统计分析和统计资料的开发利用这几个阶段依次进行,如图 1.1.1 所示。

统计设计是统计活动的第一个阶段,根据统计目的及要求,对统计调查、统计整理、统计分析和统计资料的保存、利用、发布等统计活动进行通盘考虑和安排。统计设计的结果表现为各种标准、规定、制度、方案和办法,如统计分类标准、统计目录、统计指标体系、统计报表制度、统计调查方案、普查办法、统计整理或汇总方案。

统计调查是具体实施的第一个环节,是根据事先拟订的统计调查方案具体收集原始统计资料的过程。统计整理是对调查所收集的原始统计资料进行分组、汇总的过程。统计分析是运用各种统计分析方法,对整理的统计资料进行深入分析,并联系历史资料和其他有关资料进行纵向

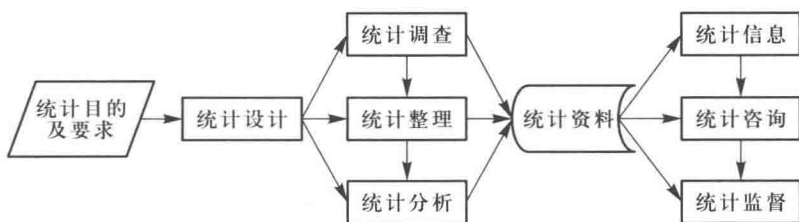


图 1.1.1 统计活动过程示意图

和横向、静态和动态分析,以揭示客观现象和人类实践活动的规律性。

最后要进行统计资料的开发利用,发挥统计的作用,包括提供统计信息、统计咨询和统计监督三个方面,这也是统计活动的目的及要求。

(二) 统计资料

统计资料是统计实践活动的成果或产品,既包括调查得到的原始资料,也包括整理和分析形成的系统的统计资料,通常以调查表、统计表、统计图的形式提供。统计资料反映了事物的数量特征及其变动规律。

(三) 统计学

统计学(statistics)是关于统计理论和方法的科学,是研究如何对社会总体的数量特征和规律进行描述、推断、认识的一门学科。统计学是统计实践活动经验的科学总结,从理论上和方法上指导统计实践活动。广义的统计学内涵较宽,是指横跨自然科学和社会科学的统计科学理论的总和,既包括运用数理统计对各种自然现象及其规律进行研究的自然科学统计学,如生物统计、医学统计、气象统计等,也包括以社会经济现象为研究对象的社会经济统计学及其分支学科,如经济统计学、工业统计学、农业统计学等。本书侧重于讨论如何运用统计理论和统计方法研究、分析和解决社会、经济及管理中的实际问题,故称应用统计学。

上述三种不同的理解是相互联系,不可分割的。一方面,统计实践活动为我们描述、推断、认识事物的统计规律提供必不可少的统计资料;另一方面,统计实践活动又需要正确的统计理论和方法作指导。统计学对于推动统计实践活动的深化和发展具有重要指导意义;与此同时,不断发展的统计学又是统计实践活动的结晶,是统计实践活动经验提炼、升华的结果。统计理论来源于统计实践活动,统计实践检验统计理论,并对统计理论的发展不断提出新的需求。统计理论源于统计实践,又高于统计实践。统计实践、统计资料和统计理论,三者相互联系,相互作用,密不可分。

二、统计的产生与发展过程

人类的统计活动历史悠久。在原始社会时期,人类最初利用手指、石子、贝壳、小木棍以及绳索等工具进行的一般计数活动就蕴藏着统计萌芽。据历史资料记载,“结绳记事”始于我国伏羲时代,西汉时曾经出现伏羲与女娲结绳的画像,在东汉武梁祠的浮雕上还刻有“伏羲仓精,初造王业,画卦结绳,以理海内”的铭文。“为约,事大,大结其绳;事小,小结其绳。结之多少,随物众寡。”随着社会生产力的发展,人们在生产实践中,逐渐感到“结绳记事”已不能适应生产发展的需要,于是便开始向“书契记数”的时代迈进。“书”指文字,刻字在竹、木或龟甲、兽骨上以记数、记事,称为“书契”。

进入奴隶社会,统治者为了满足国家管理的需要,开始进行较系统的人口、土地等统计活动。例如,据历史资料记载,早在公元前 27 世纪,埃及为了建造金字塔和大型农业灌溉系统,曾进行过全国人口和财产统计。我国在公元前 21 世纪的夏禹时期,全国国土划分为冀、兖、青、徐、扬、荆、豫、梁、雍等九州,面积约 2 438 万顷^①,有人口约 1 335 万人。有的统计学者认为这些统计数字是“我国最早的统计数字资料”。到了商代,由于国家机构逐步健全以及甲骨文的应用,开始建立了附属于官僚机构的统计组织,并形成了政府统计的萌芽,统计工作在军事、祭祀、田猎等方面已较广泛地开展。

在封建社会,统计已经具有一定规模,并开始建立人口、土地登记调查制度。早期的统计多数是涉及人口、财产和军事等方面的国情国力。

到了资本主义社会,社会生产活动日益复杂,生产要素的流动性大幅度增加,以简单汇总计数为主的静态统计已经不能适应资本主义国家管理的需要。统计工作逐步由人口、财产等领域扩展到工业、贸易、运输业、保险业等领域。随着统计领域的迅速扩大,统计的内容和方法也不断发展。20 世纪 40 年代,伴随着资本主义经济大萧条而产生的凯恩斯主义,对宏观统计实践提出了新的重大需求,促进了国民经济统计核算体系的建立和发展。此后,宏观统计活动又进一步从经济统计扩展到科学技术统计。统计实践活动的不断丰富和迅速发展为统计学的创立奠定了深厚的基础。

在现代社会,统计作为政府管理的重要手段和工具,日益受到各国政府的重视。世界各国和重要国际组织都成立了专门的统计机构,制定、颁布了统计法规,统计工作逐步实现经常化、规范化、专门化。统计活动的规模、范围越来越大,从国家、行业、企业范围内统计,到世界范围内统计;从农业、商业、工业、外贸等各个领域统计,到社会经济综合统计;从一般的数据记录、汇总,到数据的综合分析;从静态的统计到动态的统计;从政府统计到民间统计,等等。统计活动渗透到人类社会生活、生产经营活动、科学研究等各个方面。统计机构和人员定期或不定期地开展各项统计调研活动,召开统计工作会议,出版统计年鉴、统计论著和学术刊物。统计已经成为社会分工中的一个独立部门和专业。

三、统计学学派、统计学学科体系及统计学与其他学科的关系

统计活动源远流长。但统计学作为一门独立的学科至今却只有 300 多年的历史。在统计活动不断发展的过程中,基于对统计实践的总结、提炼,统计学应运而生。虽然我国统计活动历史悠久,而且许多古代思想家很早就提出了统计思想和统计方法,进行了一些统计研究,但是一般认为统计学科产生于西方国家。按照统计学的发展历程,我们可以把统计学划分为古典统计学、近代统计学和现代统计学三个时期,如图 1.1.2 所示。

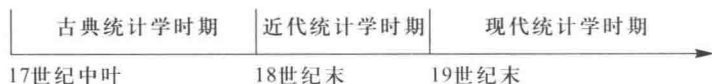


图 1.1.2 统计学的发展历程示意图

^① 1 顷约等于 66 666.7 平方米。

(一) 统计学学派

从 17 世纪中叶到 18 世纪末,是统计学的萌芽期,亦称古典统计学时期。这一时期出现了政治算术学派和国势学派两个统计学派。

1. 政治算术学派

政治算术学派的创始人是英国的威廉·配第(William Petty, 1623—1687)和约翰·格朗特(John Graunt, 1620—1674)。格朗特在 1662 年发表了一篇《关于死亡表的自然和政治观测》一文,被认为是政治算术学派的第一篇研究论文。这篇论文以人口问题为研究对象,通过大量观测,运用数量对比分析的方法对当时伦敦人口的出生率、死亡率、性别比例等人口数据进行统计分析,揭示其中规律性。例如,男性的死亡率高于女性,新生男女婴儿的性别比例大概为 14:13。威廉·配第的代表作是 1690 年出版的《政治算术》一书,书中运用大量的实际统计资料,对英国、法国和荷兰三个国家的经济实力从数量上进行对比分析。政治算术学派强调用数字、重量和尺度来说话,所提出的数量对比分析法为统计学的建立奠定了方法论基础。政治算术是统计学的真正开端,威廉·配第被认为是统计学的创始人。由于未使用“统计学”这一学科术语,所以政治算术被称为有实无名的统计学。

2. 国势学派

国势学派,也叫记述学派。国势学派与政治算术学派产生于同一时期,创始人是德国的康令(H. Conring, 1606—1681)和阿亨瓦尔(G. Achenwall, 1719—1772)。康令是第一个在德国的大学讲授《欧洲最近国势学》的人。阿亨瓦尔在 1749 年出版《近代欧洲各国国势学论》,首先使用统计学学科的名词,德文词汇是“statistik”,来源于拉丁语“status”,原意是指“国家显著事项的比较和记述”或“国势学”,认为统计是关于国家应注意事项的学问。此后,各国相继沿用“统计”这个词,并把这个词译成各国的文字,法国译为 statistique,意大利译为 statistica,英国译为 statistics,日本最初译为“政表”“政算”“国势”“形势”等,直到 1880 年才正式确定采用汉字“统计学”。因此,“统计”一词就成了记述国家和社会状况的数量关系的总称。国势学派强调用文字记述的形式,把国家的显著事项系统地整理并罗列出来,如“人口稠密”“土地广阔”等,为政治家提供治国必需的国情知识。由于“国势”与“统计”在德文中词源相通,因此,国势学派一直以统计学命名。国势学的缺陷是缺乏数量分析的方法和结论,与现代统计学相去甚远,所以人们将其称为有名无实的统计学。

国势学派与政治算术学派共存近两百年,两派长期争论不休,但两派却有一个共同特点,即都是以宏观社会经济问题为研究对象,故通称为社会经济统计学派。

从 18 世纪末到 19 世纪末属于统计学的发育成长期,亦称近代统计学时期。这一时期产生了数理统计学派和社会统计学派。

3. 数理统计学派

数理统计学派产生于 19 世纪中叶,创始人是比利时的凯特勒(Adolphe Quetelet, 1796—1874)。进入 19 世纪,数学中的一个分支——概率论得到发展,凯特勒首先将概率论原理引入了统计学,出版了一系列关于统计学问题研究的著作,主要有《概率论书简》《统计学的研究》《社会物理学》《论人类》等。他将自然科学的研究方法引入社会现象的研究中,大大丰富了统计学的内容,后经过多人的发展逐渐形成一门独立的应用数学分支,即数理统计学。凯特勒还倡导建立国家统计机构,并担任领导人;倡议并积极推动召开国际统计会议。第一次国际统计会议于

1853年在比利时的布鲁塞尔召开,到1885年发展成为国际统计学会,并于1887年在罗马召开国际统计学会第一届会议,以后每两年召开一次。凯特勒对统计学的发展做出了巨大贡献,被人们称为“近代统计学之父”。数理统计学派强调统计学是一门基础性的或通用的方法论科学。

凯特勒作为数理统计学派的奠基人,其主要贡献是把概率论引入社会现象的研究之中。凯特勒认为,社会现象与自然现象一样,存在其自身的规律性。他强调统计学应当表现或研究这些规律,并运用统计手段去揭示它。凯特勒比政治算术学派的数量分析方法前进了一步,但他侧重于定量分析方法的运用,却忽视了社会经济现象自身的内容和特点。有人说凯特勒在“算术”上进步了,在“政治”上却倒退了。数理统计学以概率论作为理论基础,抽象掉统计学的社会经济现象内涵,变成了抽象的数学分析和推断技术,成为一门方法论学科。

4. 社会统计学派

社会统计学派产生于19世纪后半叶,由德国的克尼斯(K. G. A. Knies, 1821—1898)、恩格尔(Ernst Engel, 1821—1896)以及梅尔(G. V. Mayr, 1841—1923)等人创立。社会统计学在这里也称为社会经济统计学,包括政治统计、经济统计、人口统计、犯罪统计等多方面内容。恩格尔在他的研究中提出了著名的“恩格尔定律”:一个家庭收入越少,家庭收入中(或总支出中)用来购买食物的支出所占的比例就越大,随着家庭收入的增加,家庭收入中(或总支出中)用来购买食物的支出则会下降。推而广之,一个国家越穷,每个国民的平均收入中(或平均支出中)用于购买食物的支出所占比例就越大,随着国家经济发展水平的逐步提高,这个比例呈下降趋势。根据恩格尔定律计算的恩格尔系数($=\text{食物支出金额}/\text{总支出金额}$)一直作为衡量生活水平高低的一个指标沿用至今。社会统计学派强调统计学是一门研究社会经济现象变动规律的实质性科学。

(二) 统计学学科体系

进入20世纪后,随着数学、社会学、经济学等各个学科的发展,统计学无论是在理论方法上还是在应用上都得到迅速发展。统计学学科体系日趋完善,进入现代统计学时期。现代统计学已发展成一门多分支的科学,并且仍处于不断发展的过程中。根据研究的侧重点不同,人们通常将统计学划分为理论统计学(theoretical statistics)和应用统计学(applied statistics)两个大类。

理论统计学是指统计学的数学原理,它根植于纯数学的一个领域——概率论。从广义来说,统计理论可以认为是包括概率论的,此外还包括一些并不属于传统概率论的内容,如各种估计的原理、假设检验的原理以及一般决策的原理等,这些原理可以看成是概率论公理的扩增。

与理论统计学相对应的是应用统计学。在统计实践中常常会遇到一些新问题,使原有的统计方法不适应,需要统计学家针对新问题去建立一个与实际情况相适应的统计模型,创造新的统计方法去分析。将统计学的基本原理应用于各个领域就形成各种各样的应用统计学。它包括一整套统计分析方法,有的是适用于各个领域的一般性的统计方法,如数据收集与整理、参数估计、假设检验、方差分析、相关与回归等;有的则是某一专业领域中特有的分析方法,如经济统计学中的指数分析法、统计决策及产品质量统计管理等。近几十年来,由于统计研究的范围越来越广,一些科学实验也日趋复杂,统计方法也相应地复杂化和专门化,在应用统计方法中必须对因模型和实际情况的不一致而引起的各种误差的性质和大小作出判断,或提出改进的措施。由于统计工具日趋专门化,其通用性亦随之降低,要求一个统计学家熟悉所有的专门工具已不可能。为了适应这种发展的需要,既熟悉统计知识又熟悉某一领域业务的应用统计学家就应运而生,同时也产生了相应的应用统计学。这类统计学的特点是不着重于统计数学原理的推导,而是侧重于阐

明统计思想,并将理论统计学的结论作为工具应用于各个具体领域。本书讲解的知识属于通用性的应用统计学,并侧重于统计学在经济与管理领域的应用。现代统计学的另一个显著特点是计算机技术、网络技术以及信息技术在统计中的广泛应用,使得统计学科的内容更加丰富。通用和专业统计软件的开发和应用成为统计学工作者的一项重要任务。统计学学科体系如图 1.1.3 所示。

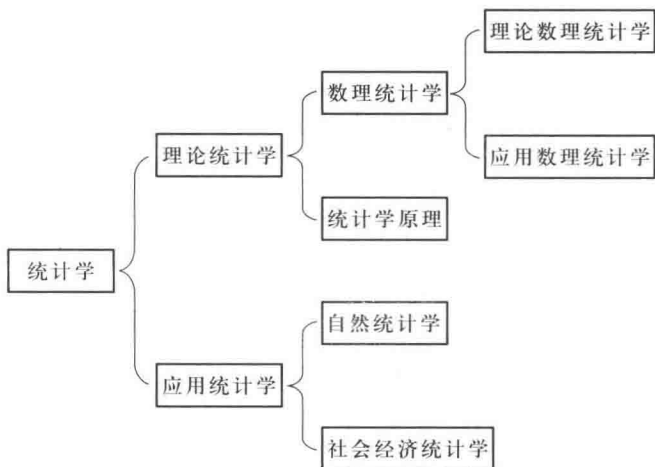


图 1.1.3 统计学的学科体系简图

数理统计学是应用数学的一个分支,在这里作为统计学的一个分支,它以概率论等数学理论为基础,研究随机现象的数量规律,是一门纯方法论的学科,为其他学科提供数学分析和推断的方法与技术。该学科从 19 世纪中叶创立以后发展迅速,先后由许多统计学家建立了参数估计与假设检验理论、非参数统计理论、相关与回归分析理论、统计决策理论、实验设计理论等数理统计学的新分支。数理统计学又可以分为理论数理统计学和应用数理统计学,前者研究统计理论和方法的数理依据,后者研究量化分析的方法技术。

统计学原理是在统计实践的基础上,对统计理论方法的一般概括,内容包括统计的对象和任务、统计的理论基础和方法论基础以及关于统计活动各个环节的理论和方法。统计学原理中结合了数学、概率论和数理统计学的知识,又是统计实践经验的高度总结,是指导统计实践活动的科学依据。一般所说的统计学通常是指统计学原理。

自然统计学是将理论统计学应用于自然科学领域,是探索地理、地质、气候、天文、生物等非人类现象的数量关系和规律的统计方法论,其中较为重要的分支有生物统计学、医药卫生统计学、气象统计学等。

社会经济统计学是将理论统计学应用于社会经济领域,以社会、经济、人口、科技和文化等人类自身及其活动为对象的统计方法论,为针对社会经济现象的数量特征进行调查研究提供原理、原则和方式方法。人口统计学、教育统计学、司法统计学、社会保障统计学等属于社会统计学的重要分支,国民经济统计学、工业统计学、农业统计学、贸易统计学等属于经济统计学的重要分支。社会经济统计学是应用最广泛的应用统计学。

统计学的各个分支学科之间存在天然的联系,比如理论统计学和应用统计学之间存在一种

相互促进、共同发展的关系。

(三) 统计学与其他学科的关系

统计学与数学、哲学、社会学、经济学等其他学科也有着不同程度的联系。统计学中广泛运用了数学方法,进行统计研究要遵循哲学的基本原理,对社会经济问题的数量特征进行统计分析必须以社会学、经济学理论为基础,统计研究的结果也丰富了社会学、经济学的内容。统计学与上述相关学科互相促进,共同发展。马克思、列宁和毛泽东对统计的作用和意义都有精辟的论述。“研究必须充分地占有材料,分析它的各种发展形式,探寻这些形式的内在联系。只有这项工作完成以后,现实的运动才能适当地叙述出来。”^①“研究政治经济学不能随随便便,不能没有任何基础知识,不能不了解很多极重要的历史问题、统计学问题及其他问题。”^②“胸中有‘数’。这是说,对情况和问题一定要注意到它们的数量方面,要有基本的数量的分析。任何质量都表现为一定的数量,没有数量也就没有质量。我们有许多同志至今不懂得注意事物的数量方面,不懂得注意基本的统计、主要的百分比,不懂得注意决定事物质量的数量界限,一切都是胸中无‘数’,结果就不能不犯错误。”^③

1. 统计学与数学的关系

统计学着重研究客观现象的数量特征。统计学中具有方法论性质的数理统计学是应用数学的一个分支,因此统计学与数学的关系十分密切,且与其他的应用数学分支学科有一定的共性。比如,与数学中的有关概念、原理、定理一样,统计中的一些分布也是客观现象数量特征的一种抽象。另外,统计学离不开数学方法,学好统计学,尤其是理论统计学需要有坚实的数学基础。同时,统计学与其他的数学分支学科相比又有其特殊性。

(1) 处理的数据不同。统计方法处理的数据必须是受到偶然性的影响而产生差异的数据。偶然现象在统计学中常称为随机现象,因此统计学及其理论基础——概率论不同于其他数学分支的一个特点在于它是研究随机现象的一门学科。

(2) 处理的方法不同。数学常常是用演绎的方法,即数学研究通常从若干假设命题或已知的事实出发,按一定的规则通过逻辑推理得到结论。而统计学在本质上是用归纳的方法,它是根据观察到的大量个别情况,“归纳”起来去推断总体的特征。

2. 统计学与其他专门学科的关系

统计方法有着广泛的实用性,统计数据分析方法可以用来研究其他任何学科中的偶然现象,因此它与很多专门学科都有关系。但是统计方法只是从事物的外在数量表现去推断该事物可能的规律性,它本身不能说明何以会有这个规律性,这是各专门学科的任务。例如,用统计方法分析一些资料得出,吸烟与某些消化道疾病有关,这是通过对比吸烟者和不吸烟者的发病率数据得出的结论,它不能解释吸烟何以会增加患这类疾病的危险性,这是医学这一专门学科的任务。所以统计方法只是一种工具,应用它进行定量分析时必须和定性分析结合起来。尤其是将统计方法应用于社会经济领域更应如此,因为社会经济现象比自然现象更为错综复杂,而又不可能像自然科学那样在实验室内排除其他因素进行实验。

① 引自:《马克思恩格斯选集》第二卷,第111页,北京:人民出版社,1995年版。

② 引自:《列宁全集》第四卷,第5页,北京:人民出版社,1984年版。

③ 引自:《毛泽东选集》第四卷,第1442页,北京:人民出版社,1991年版。

第二节 统计研究的特点、方法和作用

一、统计研究的特点

统计学是一门研究客观现象数量特征和规律性的方法论科学。统计学的研究对象不同于统计对象。统计学的研究对象是客观事物的数量特征和规律性,而统计对象是客观事物本身。例如,人口统计的统计对象是人;人口统计学则以人口数量特征为研究对象,是探索人口数量特征和规律性的方法,包括如何收集人口原始数据、如何计算人口总规模、如何描述人口增长规律、如何分析人口与其他社会经济现象的关系等。

统计研究(statistics study)的特点可以概括为以下几点。

(一) 数量性

“数字是统计的语言”,数量性是统计研究的基本特点。如图 1.2.1 所示的统计研究系统,输入的是数据,即客观事物个别的或者局部的原始数据;输出的是客观事物综合的数量特征,包括数量大小和数量的规律性。统计研究系统是一个数据获取和加工处理系统。

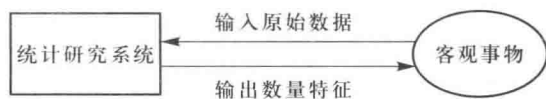


图 1.2.1 统计研究的数量性示意图

客观事物都有质和量两个方面,是质和量的辩证统一体。统计学所研究的客观事物的数量特征是与质量密切联系的,即研究的客观事物的数量特征必须考虑质量特性,并通过量反映质。对质量的研究称为定性研究,对数量的研究称为定量研究,统计研究的过程是定性研究与定量研究相结合的过程。一方面,定量研究必须建立在定性研究的基础上,只有对客观现象的性质、特点和运动过程有一定的认识,才可能进行定量分析。例如,在统计国内生产总值之前,必须首先认识经济学对其定义的质的规定性,然后才能正确界定其计算口径、范围,规定其计算方法,再收集整理有关资料,得出一定时期的较为准确的国内生产总值。另一方面,事物的数量的变化会引起质量的变化,认识事物的数量表现,是深入把握事物质量特性的前提。只有做好定量分析,才能达到定性认识的目的。例如,统计出不同时期、不同地区的国民收入水平以及消费水平,进行纵向和横向的对比,可以判断某个时期、某个地区的经济发展水平和变化的方向等。

定性和定量分析相结合也不等于先有了概念再去收集数据,因为人们总是能精心选择数据来支持某项假设。虽然统计方法中也常用假设检验的方法,但必须遵循科学的方法,不能根据主观需要有意识地挑选数据。而且统计的结论往往不能证明一项假设,只是表明这项假设与取得的数据结论并不矛盾。统计分析中还应注意,若因两个现象恰好一起变动就得出它们之间有关的结论,这样做也常常是有风险的。例如,近年来我国计算机的拥有量和刑事犯罪案件都在增加,能否由此说明计算机的普及鼓励了犯罪呢?显然,这样的结论是危险的,刑事犯罪案件的增加是受多种因素影响的结果,因此有必要在应用统计方法时全面周密地考虑全部有关材料,要把统计学知识和其他有关专业知识紧密结合起来,才能更好地发挥统计这一工具的作用。

(二) 总体性

“统”就是总起来、综合起来。统计研究就是总的、综合的数量研究。一般理解的总体是指