

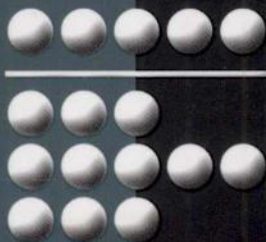
教育部重点推荐教材

统计学

(第三版)

郑德如/主编

胡清友/副主编



TONGJIXUE



立信会计出版社

LIXIN ACCOUNTING PUBLISHING HOUSE

教育部重点推荐教材

T O N G J I X U E

统 计 学

(第三版)

郑德如 主编 胡清友 副主编



立信会计出版社

LIXIN ACCOUNTING PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

统计学 / 郑德如主编. -- 3 版. -- 上海 : 立信会计出版社, 2011.12

教育部重点推荐教材

ISBN 978-7-5429-3072-9

I. ①统… II. ①郑… III. ①统计学—高等学校—教材 IV. ①C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 246079 号

责任编辑 蔡莉萍

封面设计 周崇文

统计学(第三版)

出版发行	立信会计出版社		
地 址	上海市中山西路 2230 号	邮政编码	200235
电 话	(021)64411389	传 真	(021)64411325
网 址	www.lixinaph.com	电子邮箱	lxaph@sh163.net
网上书店	www.shlx.net	电 话	(021)64411071
经 销	各地新华书店		

印 刷	上海申松立信印刷有限责任公司
开 本	787 毫米×960 毫米 1/16
印 张	18.5
字 数	333 千字
版 次	2011 年 12 月第 3 版
印 次	2011 年 12 月第 1 次
印 数	1—3 100
书 号	ISBN 978-7-5429-3072-9/C
定 价	28.00 元

如有印订差错, 请与本社联系调换

第三版前言

本书经第二次修订之后,已有十余年时间,而这十余年时间,正是我们的社会发生巨大变化的关键时期,其主要标志有两个:其一是我国成为了世界的第二大经济体,其二是互联网在我们的日常生活中的普及。这两大事件彻底地改变了我们的生活方式,尤其是对统计学的研究和统计工作实践产生了巨大的影响。经济的快速发展推动了统计方法在经济分析中的广泛应用;互联网和计算机技术的普及使我们更容易、更快捷地获得最新的统计资料(包括国内和国际的统计资料)和统计研究成果,使得繁琐的统计计算变得非常轻松;统计在社会经济实践中的应用也变得空前的普及;统计分析不再是专业统计工作者的专利。为了能更好地适应我国市场经济的发展,更好地适应发展变化了的统计工作实践,我们对本书进行了全面的充实和修改,编成此修订本(第三版)。本书内容较前一版有了以下几方面的充实和改进。

1. 增加了计算机的应用。目前,EXCEL 软件的应用已十分普及,而且 EXCEL 软件也具有较强的数据处理和统计分析功能,提供了很多的统计函数,在实际经济分析和统计工作中,大量的统计汇总和分析工作都是在 EXCEL 上完成的。相应地,本书的部分章节增加了 EXCEL 的应用介绍,而且本次修订的计算工作都是在 EXCEL 上完成的。

2. 资料更新。本书的大部分章节都更新了原有的资料,包括复习思考题的资料。

3. 本书的其他部分也进行了逐章、逐节的研究和修改,部分例题和习题答案也进行了修改。

本书共分十二章,可作为高等财经类专业统计学课程的教材,也可作为统计工作者、经济分析和企业管理人员自学参考书。

参加本书编写的有：郑德如(第一、第九章)；徐国祥(第二、第三、第四章)；陈湛匀(第五、第六、第七、第八、第十一章)；苏均和(第十章)；胡清友(第十二章)。

本书主编：郑德如；副主编：胡清友。

本次修订由胡清友完成。

限于编者的时间和水平，书中如有疏漏之处，敬请广大读者批评和指正。

编 者

2011年7月

初 版 前 言

本书是统计专业基础课程教材,是在该课程教改基础上编写的,包括描述统计和推断统计两大部分。本书有如下特点:1. 在内容、体系的安排上,把统计工作的过程与数学的逻辑程序相结合;2. 充实推断统计,使描述统计和推断统计并重;3. 原理与方法紧密结合经济与管理的实例;4. 反映国内外基本理论和基本方法的最新成就。

本书共十二章,内容有导论;统计资料的搜集和整理;综合指标;指数;时间序列;统计推断和检验,其中包括概率、概率分布;各种推断和检验方法;抽样设计;回归分析和相关分析,以及决策分析。考虑到统计预测的内容已在各有关章节中加以阐述,故未列专章叙述。

参加本书编写的有:郑德如(第一、第九章);徐国祥(第二、第三、第四章);陈湛匀(第五、第六、第七、第八、第十一章);苏均和(第十章);胡清友(第十二章)。周雄鹏曾对本书部分章节进行了修改。全书由郑德如主编,负责全书的修改、总纂和定稿工作。

各章的复习思考题、习题由各章编写者拟定,最后由胡清友修改和加工。

上海财经大学贾宏宇教授、王惠玲教授对本书内容提出了宝贵意见,谨致谢意。

编 者

目 录

第一章 导论	1
第一节 统计学的产生和发展	1
第二节 统计学的性质和内容	5
第三节 统计学的研究方法	6
复习思考题	9
第二章 统计资料的搜集和整理	10
第一节 统计调查	10
第二节 统计分组	14
第三节 频数分布	16
第四节 统计汇总方法和统计表	23
复习思考题	27
习题	27
第三章 集中趋势和离散趋势	29
第一节 集中趋势的测度	29
第二节 离散趋势的测度	40
复习思考题	48
习题	48
第四章 相对指标和指数	52
第一节 相对指标	52
第二节 指数的概念和分类	56
第三节 总指数的编制方法	58
第四节 我国物价指数的编制	65
复习思考题	69
习题	69

第五章 时间序列	74
第一节 时间序列概述	74
第二节 时间序列的水平指标	77
第三节 时间序列的速度指标	80
第四节 时间序列的因素分析	84
第五节 时间序列预测方法简介	94
复习思考题	103
习题	103
第六章 概率基础	107
第一节 概率	107
第二节 概率的基本运算	111
复习思考题	116
习题	117
第七章 随机变量与概率分布	118
第一节 随机变量	118
第二节 离散型随机变量的概率分布	119
第三节 连续型随机变量的概率分布	126
第四节 抽样分布	132
复习思考题	136
习题	137
第八章 参数估计和假设检验	138
第一节 估计理论概述	138
第二节 参数的区间估计	141
第三节 假设检验的一般方法	151
第四节 常用参数的假设检验	154
复习思考题	165
习题	165
第九章 抽样设计	168
第一节 简单随机抽样和类型抽样	168

第二节 整群抽样和等距抽样	175
第三节 多阶段抽样和双相抽样、穿插抽样	178
第四节 必要抽样单位数的确定	183
复习思考题	188
习题	188
 第十章 回归分析和相关分析	191
第一节 概述	191
第二节 一元回归分析和相关分析	192
第三节 多元线性回归	205
第四节 非线性回归	211
复习思考题	213
习题	213
 第十一章 拟合优度检验和非参数方法	217
第一节 拟合优度检验	217
第二节 非参数方法	222
复习思考题	229
习题	229
 第十二章 决策分析	231
第一节 决策问题	231
第二节 非概率决策	233
第三节 概率决策	236
第四节 敏感性分析	238
第五节 完全信息的期望值	240
第六节 新信息情况下的决策分析	241
第七节 最优决策方案的制定	243
第八节 新信息的期望值和效率	249
第九节 效用决策	250
复习思考题	253
习题	253

附录 各章部分习题答案	255
附表	261
1. 二项分布表	261
2. 泊松分布表	263
3. 标准正态分布表	265
4. 标准正态分布概率度表	267
5. t 检验临界值表	269
6. F 分布表	270
7. χ^2 分布表	279
8. H 检验表	281
9. 等级相关系数临界值表	283
10. 随机数字表	284

第一章 导 论

第一节 统计学的产生和发展

“统计”一词是由英语 Statistics 翻译过来的。统计一般具有统计工作、统计资料、统计学三种含义。统计工作是对社会、经济以及自然现象的总体数量方面进行搜集、整理和分析的活动过程。统计资料是指统计工作的成果。统计工作的好坏直接影响统计资料的数量和质量。统计学是一门认识社会和自然的方法论科学,它既来源于统计工作,是统计工作经验的理论概括,又用理论和方法指导统计工作,推动统计工作不断提高。统计工作的发展需要统计理论的指导,随着统计工作的进一步发展,统计学科的内容不断地充实,两者是理论和实践的关系。由于统计工作、统计资料、统计学三者之间具有如此密切的联系,所以习惯上把这三者通称为统计。

世界各国的历史上很早就有统计工作,但作为一门独立科学的创立,始于 17 世纪末叶,距今只有三百多年的历史。

任何一门科学,首先需要明确它的研究对象和性质。关于统计学的研究对象和性质的问题,在统计学的发展史上一直是有争论的,争论的核心问题是:统计学是实质性科学还是方法论科学?

下面我们对统计学的性质和研究对象的争论作一历史的考察和分析。

统计是随着社会生产发展和适应国家管理的需要而产生发展起来的。在原始社会里,人类最初的一般计数活动,蕴藏着统计的萌芽。随着奴隶社会国家的产生,计数活动进一步发展。中国从公元前 1 000 多年的夏朝开始就有人口、土地等方面的记载。例如,将中国分为九州,人口约 1 355 万人,土地约 2 438 万顷。在古希腊、罗马的奴隶制国家,也开始有人口、财产、世袭领地等的统计,但当时生产力水平很低,统计仅处于初级阶段。

在封建社会,统计已略具规模。我国战国时期的商鞅变法中就提出了一个强国应了解 13 个方面的数字资料;至秦汉,有地方田亩和户口资料的记载;唐宋则有计口授田、田亩鱼鳞册等土地调查和计算;明清则有经常的人口登记和保甲制度。由于封建社会生产力发展缓慢,统计实践活动的内容和范围仍很简单

狭小。

到了封建社会末期,随着生产力的发展,统计范围就从人口、土地、财富、赋税、军事等领域逐步扩展,除了对国情、国力有关问题进行登记外,还对社会问题进行调查,这些数字资料主要为了满足封建王朝实行征税或服兵役、劳务的需要。

统计实践经过封建社会末期的丰富和发展,客观上需要从理论上加以概括与总结。

从统计学的产生和发展过程来看,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。

一、古典统计学时期

古典统计学时期指的是 17 世纪中末叶至 18 世纪中末叶的统计学萌芽时期。当时分记述学派和政治算术学派两大学派。

(一) 记述学派

记述学派又称国势学派,产生于 18 世纪。所谓国势学就是以文字来记述国家的显著事项的学说。提出这一学说的学派称记述学派,又名国势学派,它的发源地在德国,主要代表人物为康令(H. Conring, 1606~1681)和阿亨瓦尔(G. Achenwall, 1719~1772)。由于当时在德国许多大学里讲授国势学这个课程,故亦称德意志大学教授派。

最早讲授国势学的是德国的康令,他第一个在德国赫尔莫斯达德大学讲授“欧洲最近国势学”,从而奠定了国势学的基础。

阿亨瓦尔在哥丁根大学开设“国家学”课程,其主要著作为《欧洲各国国势学概论》,内容是研究“一国或多数国家的显著事项”。国势学派在研究各国的显著事项时,主要是用对比分析的方法研究关于国家组织、人口、军队、领土、财产等国情、国力,以比较各国实力的强弱,在研究时偏重事物性质的解释,而不重视事物数量的分析。

这个学派是歌颂普鲁士君主政体的。随着资本主义的发展,对数量关系的计算变得越来越需要。该学派后来发生了分裂,分化出表式学派。统计逐渐发展为政府统计。

国势学派所研究的是历史学的组成部分,属于实质性的社会科学。

这一学派对统计学的贡献如下: ① 阿亨瓦尔在 1749 年首先提出了“统计学”学科名词。他把“国势学”称为“Statistik”,即“统计学”,这个名词一直沿用至今。② 提出了统计学的一些术语,如“统计数字资料”、“数字对比”等。

国势学派主要用对比方法研究各国实力的强弱,在对比方面是较为成功的。

(二) 政治算术派

政治算术派发源地在英国伦敦,产生于17世纪中叶,代表人物是英国的威廉·配第(W. Petty, 1623~1687)。配第的名著是《政治算术》,在该著作中,他以数字资料为基础,用计算和对比的方法,比较了英、法、荷三国的经济、军事、政治等方面的实力,这些数字资料具有实际价值。他还提出了用图表形式概括数字资料的理论和方法。

政治算术学派的另一有名人物为约翰·格朗特(J. Graunt, 1620~1674),他利用政府公布的人口变动的资料,写了一本统计著作《关于死亡表的自然和政治的观察》。该书首先提出了通过大量观察法来确定男女婴儿的出生比例,该比值是较为稳定的,并创造性地编制了初具规模的“生命表”,对各种年龄的死亡率与人口寿命作了分析。

政治算术派是用计量方法研究社会经济问题,运用大量观察法、分类法以及对比、综合、推算等方法解释与说明社会经济生活的。政治算术学派们在自己的著作中构建了初具规模的社会经济统计的研究方法体系。但由于受历史、经济等条件的限制,该体系在很大程度上还处于统计核算的初创阶段,只能以简单、粗略的算术方法对社会经济现象进行计量和比较。尽管这个学派当时还未采用统计学之名,但已有统计学之实了。

政治算术学派虽然以数字表示事实,但其还未从政治经济学中分化出来,这一学派所探讨的规律,都是用数字表示的社会经济规律,所以也属于实质性的社会科学。

二、近代统计学时期

近代统计学时期指的是18世纪末到19世纪末的100多年时间,在这时期统计学又形成了许多学派,其中主要是数理统计学派和社会统计学派。

(一) 数理统计学派

数理统计学派产生于19世纪中叶,以比利时的凯特勒(A. Quetelet, 1796~1874)作为奠基人,著有《社会物理学》。他最先运用大数定律论证社会生活现象并非偶然,而是有其发展规律性的。此外,他还运用概率论原理,提出了“平均人”的概念,塑造了一个具有平均身高、平均体重、平均智力和道德品质的典型人物。统计的任务是关于平均人的比较研究,如社会所有的人与平均人的差异愈小,社会矛盾就可以得到缓和。这一理论对于误差法则理论、正态分布理论等有一定影响。

凯特勒认为统计学既研究社会现象又研究自然现象,是一门独立的方法论科学。

凯特勒的努力初步完成了统计学与概率论的结合,使统计学开始进入新的阶段。可以说,凯特勒是古典统计学的完成者和近代统计学的先驱者,同时也是数理统计学派的奠基人,因为数理统计学就是在概率论的基础上发展起来的。

随着统计学的发展,对概率论方法的运用逐步增加,同时自然科学的迅速发展和技术的不断进步更对数理统计的方法有着进一步的要求,所以数理统计学就从统计学中分离出来自成一派。数理统计学派是从 19 世纪末叶以来逐步形成的,由于它主要由英、美等国发展起来,故又称英美数理统计学派。

(二) 社会统计学派

19 世纪后半叶,正当英美数理统计学派刚开始发展的时候,德国兴起了社会统计学派。

社会统计学派以德国为中心,由德国大学教授克尼斯(K. G. A. Knies, 1821~1898)首创,主要代表人物为恩格尔(C. L. E. Engel, 1821~1896)和梅尔(G. V. Mayr, 1841~1925),他们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。社会统计学派认为,统计学所研究的是社会总体而不是个别的社会现象,由于社会现象的复杂性和总体性,必须对总体进行大量的观察和分析,研究其内在的联系,方能反映社会现象的规律。社会统计学派一方面研究社会总体,另一方面在研究方法上采用大量观察法,这两方面构成了他们研究的两大特点。社会统计学派在国际统计学界中占有一定的地位,尤其是德国、日本等国的统计学界更受其影响。

社会经济的发展,要求统计提供更多的统计方法;社会科学本身不断地向细分化与量化发展,要求统计能提供更有效的调查整理、分析资料的方法。所以,社会统计学派的研究逐步从实质性科学向方法论转化。社会统计学派研究方向虽然向方法论转化,但仍强调以事物的质为前提,如德国法兰克福大学教授弗拉斯卡姆波(P. Flaskaemper, 1886~?)是第二次世界大战后社会统计学派的重要人物,他吸收了英国数理统计学派的通用方法论,把自然科学领域中的方法也应用于社会现象,但他认为社会现象的核心,即质的规律性,不可能全部转化为以量来表示。

三、现代统计学时期

现代统计学时期是指自 20 世纪初到现在的统计学发展时期。在这个时期,数理统计在随机抽样的基础上建立起推断统计的理论和方法。它是一种以随机抽样为基础推论的有关总体数量特征的方法,导源于英国数学家哥塞特(N. S. Gosset, 1876~1936)的小样本 t -分布理论。其后得到费雪(R. A. Fisher, 1890~1962)的充实,并由波兰统计学家尼曼(J. Neyman, 1894~?)以及 F. S. 毕尔生(K. 毕尔生之子)等人加以发展,并建立了统计假设理论。其后,美国统计学家瓦尔德(A. Wald, 1902~1950)将统计学中的估计和假设理论予以归纳,创立了“决策理论”;美国的威尔克斯(S. S. Wilks, 1906~1964)、英国的威沙特(J. Wishart, 1898~1956)等对样本分布理论也有贡献。美国的科克伦(W. G. Cochran, 1909~

1980)等在1957年提出实验设计的理论和方法,拓宽了统计学的范围。

20世纪60年代以后,数理统计学的发展有如下三个明显的趋势:①随着数学的发展,数理统计学越来越广泛地应用数学方法。②数理统计学的新分支或以数理统计学为基础的边缘学科不断形成(新分支如抽样理论、非参数统计、多变量分析和时间序列分析等;边缘学科如经济计量学、工程统计学、天文统计学等)。③数理统计学的应用日益广泛而深入,尤其是借助电子计算机后,数理统计学所能发挥的作用日益增强。因此,数理统计学派成为现代统计学的主流。

数理统计学家把统计学当作通用于各种现象的方法论科学。

社会主义国家的社会经济统计学是从俄国十月革命后逐步建立和发展起来的。社会经济统计学是以辩证唯物主义和历史唯物主义以及马克思主义的政治经济学作为它的理论指导的。其学术渊源来自古典统计学和凯特勒确定的近代统计学,且深受德国社会统计学派的影响。例如,莫斯科大学教授丘普洛夫(А. И. Чупров, 1842~1908)认为,统计学是一门社会科学,其特点是利用大量观察法调查社会现象的事实,以发现其中的规律和可能地确定其发生的原因。1954年,前苏联统计科学会议所通过的关于统计学定义的决议把统计学作为一门研究社会经济规律的实质性社会科学,事实上是继承了德国社会统计学派的观点。从20世纪60年代起,前苏联的上述观点已开始有所改变,到20世纪70年代有的学者提出把统计学看作一门通用的方法论学科,为此引起一场新的争论,但绝大部分学者仍同意1954年前苏联统计科学会议所通过的决议。

新中国成立前,我国的统计学主要受英美数理统计学派的影响。新中国成立后,在社会主义公有制基础上实现了计划经济,吸收了前苏联的社会主义统计学。在统计工作方面,我国基本上采用了前苏联的组织体制,逐步建立了全国统一的统计机构,制定了一套完整的统计制度和方法,为国家提供了大量的统计资料,对社会主义革命和社会主义建设起了积极的作用。

进入20世纪80年代以后,我国计划经济体制向社会主义市场经济体制转轨,统计也进入全面改革的现代化时期。统计科学工作者在总结本国经验的同时,吸收了世界各国统计科学发展的成果,正在努力建设一门具有中国特色的现代统计学。

第二节 统计学的性质和内容

由以上统计学的发展史来看,统计学是从研究社会经济现象数量开始的,随着统计方法的不断完善,统计学得以不断发展。从当前世界各国统计研究的情况来看,统计学的性质和内容可概括如下:

第一,统计学是研究现象总体数量方面的方法论的科学。这种现象包括社会现象和自然现象。例如,社会经济统计学是研究社会经济现象的总体数量方面的方法论的科学;天文统计学、生物统计学等是研究自然现象的统计学。

第二,统计学是一门方法论科学,而不是研究实质性问题的科学。从统计学的发展史和现状以及统计学的内容来看,统计学已从实质性科学中分离出来,它不是反映特定对象本身及研究现象本身的发展规律,而是采用适当的统计方法对现象总体数量方面进行研究。

第三,统计学的内容,已从描述事物现状反映数量规律的描述统计,向推断和预测未来的推断统计方向发展。

描述统计是对总体资料进行加工、分组、列表图示以及计算平均数、方差等综合指标,将所搜集的资料进行描述和比较,以反映现象的数量特征和数量关系的统计方法。

推断统计学是研究根据样本数据推断总体某一特征的方法,其形成时间大致是 20 世纪初至 20 世纪中叶,自哥塞特及 R. A. 费雪以后的统计时期。自 20 世纪以后,无论是社会领域或自然领域都向统计学提出了更高的要求,仅靠描述统计方法不能解决现象间复杂的数量关系,而且不能对未来作出估计和推断,因此,统计学逐渐向推断统计发展。

西方统计学家认为,推断是现代统计学的实质,推断理论和方法是现代统计学的核心。

推断统计学的内容包括估计和检验两个方面。

估计是根据总体中抽出的样本为依据,根据样本资料计算出样本指标值如平均数、比例、方差等,以样本指标数值作为总体参数的估计值。

检验是以样本取得数据、作出某种假设,根据样本资料计算结果来推断所作的假设是否可以接受。

第四,统计学既研究确定性现象的数量方面,也研究随机现象的数量方面。

数理统计学是以概率论为基础研究随机现象数量规律的方法论学科。社会经济现象的数量表现也具有随机性,社会经济统计可以有效地应用数理统计方法,这使得统计学内容在研究确定性现象的数量方面和研究随机现象的数量方面得到了丰富和发展。

第三节 统计学的研究方法

统计学研究对象的性质决定着统计学的研究方法。以下阐述的是统计学上所

特有的基本方法：大量观察法、综合指标法、归纳推断法。至于一般的统计方法，则分别在其他章节中论述。由于统计学所研究的是特定总体数量方面的方法论，这些方法的数学的依据是大数定律，所以本节中也讲述大数定律的意义和作用。

一、大量观察法

所谓大量观察法，是指对所研究事物的全部或足够数量进行观察的方法。社会经济现象是受各种因素相互影响的结果。在社会经济现象的总体中，个别单位往往受偶然因素的影响，如果只选择一部分单位进行观察，是不能代表总体的一般特征的，必需观察事物的全部或足够数量单位并加以综合分析，这样可使事物中非本质的偶然因素的影响互相抵消或削弱，社会经济现象的一般特征就能显示出来。这是由于统计研究对象的多样性和复杂性所决定的。

政治算术学派的苏斯密尔希(J. P. Sussmilch, 1707~1767)，被视为大量观察法的倡导者。他从人口规律的研究中得出结论：事实若多一分，人口现象的规律则多发现一分；事实若少一分，人口现象的规律则少发现一分，因此，不能用太少的事实，事实要尽可能地多，而且要尽可能包含更多的年份。

社会统计学派梅尔认为，统计学研究的是社会总体而不是个别的社会现象。由于社会现象的复杂性和总体性，必须对总体进行大量观察和分析，研究其内在联系，方能反映社会现象的规律。以大量观察法作为统计研究的方法是由梅尔全部完成的，并成为19世纪末到20世纪初支配德国统计学界的主要理论体系。

统计调查运用大量观察法，可以对总体的所有单位进行全面调查，如统计报表、普查；亦可以对能够反映总体特征的部分单位进行非全面调查，如重点调查、抽样调查等。大量观察法并不排斥对个别单位的典型调查，它可以同典型调查结合起来，加深对社会现象的认识。

二、综合指标法

任何统计对象的具体项目，都是以统计指标表示的。统计所要了解的，不是个别事物的数值，而是将个别事物的数值综合汇总而成的总体数值，这个数值是通过综合指标反映的。综合指标表示的是具体现象的总体数量方面，它包括指标名称和指标数值。社会经济现象的统计指标是根据政治经济学以及其他有关的社会科学而确定的。不同社会制度的国家，某些同一名称的统计指标的含义及其计算范围是有所不同的，反映的问题也不尽相同。

常用的综合指标有总量指标、相对指标、平均指标等，这些综合指标概括地描述了总体各单位变量分布的综合数量特征。综合指标法是统计分析的基本方法，其他各种统计分析方法均以它为基础。例如，时间数列法、指数法、抽样法、相关法等均离不开综合指标的对比分析。