



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



统计学原理

第三版

中国农业出版社

● ●
朱淑芳 主编
农业经济管理专业用

主 编 朱淑芳 (西南农业大学)
副主编 王治方 (中国农业大学)
范秀荣 (西北农业大学)
参编人 谢树毅 (广西农学院)
林 坚 (浙江农业大学)
周曙东 (南京农业大学)
江 华 (华南农业大学)
范秀荣
王治方
朱淑芳
主 审 刘宗鹤 (中国农业大学)

序 言

朱淑芳、王治方、范秀荣等主编的农业高等院校经济类专业的统编教材《统计学原理》，是一本好的教材。编者对早期的统计学原理中的统计调查、统计分组与整理、几种主要的统计分析指标、时间序列、指数，在长期的教学实践中得到很多改进，如总量指标、相对指标、平均指标、标志变异合为一章，并对算术平均数与标准差的性质和公式重点加以说明，对时间序列指标与指数中的因素分析作了详尽的阐述，既有系统性，又细致深入，对教材的质量有了大的改进。对后加的抽样估计与回归分析，在教学中逐步得到完善，在理论上有所补充，解决了学生在学习中提出的许多问题，殊属难得。对本次编写中新增加的部分：统计预测与统计决策，则是在科学研究中提出的新章节，新增两章都是与后续课程《数理统计》有关的，而又为统计实践中经常应用的，放在统计学原理增加教学难度，但经过编者在编写上下工夫，做到深入浅出，简明易懂，完善统计学原理的系统性，把统计预测放在时间序列之后，统计决策作为统计的最后组成部分。统计科学在发展中，教材在教学中也会有更大改进，使这门学科日臻完善。是为序。

刘宗鹤

1995年10月16日

前 言

《统计学原理》是高等院校经济类、管理类专业学生必修的专业基础课。该课程运用数量分析的基本原理和方法,紧密结合经济活动的实践,分析社会经济现象的数量关系和数量变动规律,是为各级经济决策提供数量分析的一门方法论科学。

随着国民经济的发展和社会主义市场经济的建立,我国经济体制和教育体制改革继续深入,各门经济学科都在实践中不断改进和更新,作为与经济实践紧密相联的统计学原理,其内容也应不断发展和完善。

《统计学原理》于1981年第一版出版,经全国高等农业院校采用,在一定程度上满足了农业经济管理专业加强数量分析教学的需要,填补了经济类专业统计学原理教材的一项空白。当时根据农业经济管理专业培养目标的需要,在教材里就写进了有关数理统计方法应用的内容。1986年进行了修订,并于1987年第二次出版。经过这次修订,主要内容比过去有了充实和提高,整个篇幅比过去还略有减少。修订后的第二版《统计学原理》更好地满足了农业经济类专业教学的需要。

但是,由于社会主义市场经济的高速发展,原高等农业院校单一的农业经济类专业设置已不能适应形势的需要,不少农经系在原有的基础上建立了经贸学院,并增设了金融、贸易、企业管理、土地规划与利用等专业。老专业的改造与新专业的开办必然对统计学教材提出了新的要求。所以,1994年5月在西南农业大学召开了《统计学原理》、《农业统计学》修编研讨会。此次研讨会确定了《统计学原理》修编的指导思想:在进一步加强基本理

论、基本知识、基本技能训练的基础上,根据市场经济体制的特点,充实和拓宽原《统计学原理》的内容,加大数理统计力度,加强适应市场经济特点的统计分析、预测和决策方法。全书字数控制在25万字左右,基本与第二版相近。

修编后的《统计学原理》的特点是:通俗、精练、新颖、实用。理论联系实际,每给出一种方法或公式之后,都附有经济方面实例。编写上不失理论上的严密性,又避开繁琐的公式推导而较多地以实例说明有关的基本概念、方法;每章后附有《本章小结》、《习题与思考》,使学生便于掌握各章的学习重点;全书包括例题在内,共选用习题百余道,且大部分资料都来自《中国统计年鉴》,更加突出了《统计学原理》的工具性与实用性。

本教材由刘宗鹤教授主审,朱淑芳主编,王治方、范秀荣副主编。全书共十章,参加编写的人员有:朱淑芳(前言、第一章、第八章、第九章)、王治方(第三章)、范秀荣(第二章、第四章、第七章)、谢树毅(第四章)、林坚(第五章、第六章)、周曙东(第八章)、江华(第十章)。

教材在编成过程中,刘宗鹤教授、王广森教授给予亲切的关怀和悉心的指导,教材中凝聚着他们的心血。在此,我们谨向这两位统计学界德高望重的老先生和农经学界统计老前辈致以深切的感谢。同时对关心、支持我们的全国高等农业院校教材指导委员会及其他同志和单位表示衷心的感谢。

由于时间仓促,书中难免有欠缺之处,敬望读者给予指正。

编者

1996年5月

第一版编写说明

这本统计学原理教材是由全国高等农业院校农业经济管理专业《统计学原理与农业统计学》教材编写组集体编写的。根据农业经济管理专业培养目标的需要,在这本教材里写进了有关数理统计方法的应用方面的内容,主要是介绍抽样估计、假设检验、回归分析、相关分析和方差分析的基本概念和应用方法。由于我们缺乏这方面的教学 and 实际工作的经验,所增加的这些内容是否合适,还有待于今后在教学实践中加以总结。我们诚恳希望读者对这方面以及本书其它方面的缺点和错误提出批评,以便在修订时改正。

在这本教材的编写和审定过程中,参加编写组的各个院校和业务领导部门给了我们很大的支持,特别是西南农学院、浙江农业大学、四川省农业局和统计局、陕西省农业局和统计局为我们提供了工作的方便并给予指导,参加审稿会议的同志们对书稿提出了许多宝贵的意见,南京农学院汪荫元、吴敬业同志和浙江农业大学赵明疆同志参加了本书的定稿工作,西北农学院五七肇印社的同志们为我们赶印书稿,魏琦同志为本书绘制插图,我们在此表示感谢。

《统计学原理与农业统计学》教材编写组

1981年4月

第一版 编审者

主 编	王广森	西北农学院教授
副主 编	蒋 杰	西南农学院教授
	刘宗鹤	北京农业大学副教授
编写人员	汪荫元	南京农学院教授
	赵明强	浙江农业大学副教授
	魏双凤	华南农学院讲师
	龙家恕	四川农学院讲师
	浦月秀	山东农学院讲师
	丁鸿博	新疆八一农学院讲师
	姚普祥	沈阳农学院讲师
	何良俊	湖北财经学院讲师
	陆华铎	湖北财经学院讲师
	朱启禄	华中农学院讲师

第二版编写说明

《统计学原理》第一版于1981年出版以来,经全国高等农业院校采用,在一定程度上满足了农业经济管理专业加强数量分析教学的需要,填补了经济类专业统计学原理教材的一项空白。广大教师和学生在使用过程中,肯定了我们把数理统计方法应用的内容引进这本教材的尝试。与此同时,也指出了教材的不足之处,这主要是:①对于在经济领域中应用最多的抽样估计、相关与回归分析,介绍得不够系统,不够深入;②对有些数理统计方法,如方差分析,介绍得过于简略;③对于在经济应用方面日益重要的统计预测方法,基本上未加叙述。根据试用中反映的意见和我们几年来教学工作中的体会,我们对这本教材作了较大的改动。除了在教材的结构上作了局部的调整以外,绝大部分章节都重写过,其中导言、统计资料的整理、抽样估计、回归与相关分析、时间序列等章的内容都有较大的增删,文字表述上亦作了较多的加工,使教材的可读性有了明显的改进。对于教材中数理统计方法的应用,我们采取了“以我为主,保证重点”的方针:对在经济工作中应用较广的抽样估计、回归与相关分析给以较多的篇幅,力求在不失其科学性的前提下,做到理论上深入浅出,方法上直观具体;删掉了有关方差分析的部分;把假设检验与抽样估计结合起来,只作简要地介绍。经过这次修订,主要内容比过去有了充实和提高,整个篇幅比过去还略有减少。我们希望修订后的这本统计学原理教材,能够更好地满足农业经济类专业加强数量分析的需要。随着我国经济体制和教育体制改革的继续深入,农业经济类专业对统计学教材必然还会不断提出新的要求。我们热切盼

望广大读者把意见及时反馈给我们，以便在下次修订时作更好的改进。

这次教材修订工作，从1984年9月在河北廊坊开统计教学研讨会起，经过北京教材编审组扩大会议、四川自贡教材修订稿初审稿会、西安教材修订稿定稿会，前后用了将近两年的时间。我们谨向参加这些会议的所有同志及其所在单位，向为会议提供了各种方便和支持的农牧渔业部农村经济管理干部学院、北京农业大学、四川省农牧厅、自贡市农业局、乐山地区农业局、西安统计学院致以衷心的感谢。本书修订本共分九章，各章的执笔人按顺序为王广森、马德坤、赵称连、浦月秀、赵明强、周铭、王治方、龙家恕、汪荫元。全书的责任主编为刘宗鹤，综稿人为周铭，审稿人为汪荫元、赵明强、王广森、蒋杰。

《统计学原理与农业统计学》教材编审组

1986年7月

目 录

第一章 导言	1
第一节 统计学的产生与发展	1
第二节 统计学的性质和作用	4
第三节 统计学中的几个基本概念	10
第四节 统计研究的方法特点	14
第二章 统计设计与统计调查	18
第一节 统计设计	18
第二节 统计调查的概念和种类	22
第三节 统计调查方案	24
第四节 几种主要的调查方式	26
第五节 统计调查误差	32
第三章 统计资料的整理	35
第一节 统计资料整理的概念和内容	35
第二节 统计分组	36
第三节 次数分布	39
第四节 统计表与统计图	43
第四章 几种主要的统计分析指标	50
第一节 总量指标	50
第二节 相对指标	53
第三节 平均指标	65
第四节 标志变异指标	85
第五章 时间序列	104
第一节 时间序列的种类及编制原则	104
第二节 时间序列分析指标	107
第六章 指数	131

第一节	指数的概念、种类和作用	131
第二节	总指数的编制	135
第三节	综合指标变动的因素分析	150
第四节	平均指标变动的因素分析	157
第五节	指数数列	163
第七章	抽样估计	168
第一节	抽样估计中常用的基本概念	168
第二节	抽样估计原理——大数定律及中心极限定理	172
第三节	总体平均数和总体成数的估计	180
第四节	必要的样本容量	186
第五节	抽样调查的组织形式	190
第八章	回归分析与相关分析	219
第一节	回归与相关的概念	219
第二节	简单线性相关	222
第三节	复相关和偏相关	229
第四节	一元线性回归	232
第五节	多元线性回归	247
第六节	曲线回归	260
第九章	统计预测	272
第一节	统计预测的基本前提	272
第二节	时间序列分析预测模型	277
第三节	确定型时间序列预测模型	281
第四节	马尔科夫概型分析	288
第十章	统计决策	310
第一节	统计决策的意义、种类和原则	310
第二节	确定统计决策方法	314
第三节	风险型决策方法	319
第四节	统计决策例析	334
附录		344
表一	正态分布的概率密度函数表	344
表二	正态分布的累积函数表	345

表三	F 分布的 $F_{\alpha, 0.05}$ (上) 和 $F_{0.01}$ (下) 值表 (右尾)	346
表四	t 分布的临界 t_{α} 值表	351
表五	r 与 R 的 0.05 和 0.01 临界值表	352

第一章 导 言

第一节 统计学的产生与发展

统计 (Statistics) 是适应社会、政治、经济的发展和管理的需要而建立起来的。统计，作为收集整理大量资料的一项社会实践，已经有了几千年的历史。但是统计作为一门系统的学科，即统计学，其形成则是近二三百年间的事，其发展在人类社会的历史上则是和生产的社会化紧密联系着的。

原始社会的统计，简单地说，就是计数。原始人为了求生存，往往结成集体的力量同大自然作斗争，集体获得的食物要在成员中分配，这就需要计数。后来，他们在生产的实践中，逐步懂得了把多余的食物贮藏起来，以备匮乏时取用。为了掌握贮藏品的数量，也需要计数。当时的计数，用的是堆石子、画道道、把绳子打结（结绳记事）等非常简单的方法，尽管这和现代的统计在内容上和形式上都是无法比拟的，但是，在这种原始的计数活动中，都已包含着统计的萌芽。

在奴隶社会和封建社会中，随着生产力的发展，人类社会出现了阶级和国家，原来为了满足集体劳动和生活管理的需要而产生的计数活动，到这时就成了国家的一部分职能。当时的统治者由于赋税、徭役、征兵的需要就开始了人口、土地的统计。根据历史记载，在很早的奴隶社会，已经有了全国性的统计。我国夏禹时代（公元前 2000 多年），分中国为九州，人口 1355 万。到了秦统一中国（公元前 200 多年），建立了一个中央集权的国家，分中国为三十六郡，人口 2000 万。至西汉末年（公元初年），人口

已达 5900 万。可见古代已有人口统计。《孟子》记载：“夏后氏五十而贡，殷人七十而助，周人百亩而彻，其实皆什一也”。贡即纳贡，助即公田制，彻即实物地租。可见当时已有田亩、粮食统计数字。《管学》谈到按每户平均人口数推算食盐及税收款项。《商君书》更指出：“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，作为治国图强的重要依据。它已具有综合评价的雏型。以后，唐代有计口授田统计计算；宋、明有田亩鱼鳞册土地调查制度；明、清有保甲户口经常登记制度等，历代封建王朝和地方官府都保存有户口、土地、物产、税源、灾荒等统计资料，与此同时，埃及在公元前 3000 年前就有了人口和财产的统计；古希腊在公元前 600 年进行过人口普查；古罗马在公元前 400 年已经建立了人口普查和经常性的出生、死亡登记制度。欧洲的许多国家在中世纪也都进行过人口、土地、财产的统计。

在前资本主义社会，由于生产力发展，以及存在着封建割据局面，统计工作还只是一些原始的登记和比较简单的计算，不论是奴隶社会还是封建社会，统计都是由政府包办的，其目的主要是满足国家管理的需要，为奴隶主、封建主统治阶级的利益服务。

由工业革命引起的资本主义生产方式的发展，造成了封建社会的解体。资本主义经济的发展，对统计提出了新的要求，统计的对象和内容大大扩展，统计的主体和职能也起了分化。

16、17 世纪欧洲进入了工场手工业时代，工业、商业、交通运输业都进入一个空前发展的阶段。统计工作开始从国家管理领域扩展到社会经济活动的许多领域。在欧洲，特别是英国、法国、荷兰等国的资本主义生产方式的迅速发展，使人口、税收、土地、商业、航运、外贸和工业等许多领域的统计数字的记录和传播达到了空前的规模。17 世纪末，英国人威廉·配第（1623—1687）的《政治算术》一书在英国发表。书中用了大量的数字对英、法、荷

三国的经济实力进行比较，以论证“英格兰的情况和各种问题，并非处于可悲的状态”^①。配第在书中采用了不同于过去传统的方法，而是“用数字、重量和尺度来表达他自己想说的的问题”。马克思对配第评价很高，认为他“在某种程度上也可以说是统计学的创始人”^②。

从18世纪后半期到19世纪60年代是现代机器大工业发展、资本主义制度确定和向上发展的时期，由于资本主义大生产和世界市场范围大规模经济活动的需要，资产阶级为了争夺世界市场、追逐最大限度利润，不仅需要了解本国的资源、劳力和市场情况，而且需要广泛搜集外国的经济情报和国际市场的变化情况，这就促使统计跨越国家的界限成为世界性的活动。从1853年以来，各资本主义国家都先后设立专业的统计机关，搜集各方面统计资料，定期不定期举行人口、工业、农业、贸易、交通等项调查，出版统计刊物，建立国际统计组织，经常举行国际统计会议。第二次世界大战以后成立的联合国组织，在世界范围内也进行了大量的统计工作，如组织世界农业普查、编印各种世界统计资料等。国际性统计活动的开展，一方面固然是迎合了资产阶级谋求世界霸权和经济利益的需要，但同时也起到了协调和促进各国的统计事业发展的作用。

资产阶级的政府统计较封建社会的政府统计，无论在组织机构上还是在广度和深度上都有很大的发展。在资本主义国家中除了政府统计外，各大资本主义企业和私人团体，也都开展了各种类型的统计调查工作，为企业的经营管理和业务决策提供资料 and 情报。这些企业、团体的统计工作也是资产阶级统计的重要组成部分。由此可见，资产阶级统计的对象已由政府管理所需的资料扩大到社会经济生活的各个方面，由国家包办的政府统计分化成

① 《政治算术》，商务印书馆1960年版，第8页。

② 《资本论》，《马克思恩格斯全集》第二十三卷，第302页。

多元体、多作用的统计活动。这种统计对象的扩大和统计主体的分化，极大地促进了统计学的发展。

从17世纪到19世纪中叶，概率论逐步形成为一门独立的数学分支。比利时统计学家凯特勒（1796—1874）第一次把概率论的基本原理——大量观察法引进统计的研究领域，使资产阶级统计学的发展进入一个新的阶段。自此以后，在资本主义国家，不仅自然现象统计领域的概率论和数理统计的理论和方法及其实践发展起来，在社会经济统计领域，无论是进行科学研究，还是进行宏观控制或对微观经济作出生产经营决策，也广泛应用数理统计方法。而且随着资本主义大规模垄断组织的发展，科学技术的飞速进步，特别是电子计算机技术和现代通讯传输设备的广泛应用，统计在现代化经济管理中越来越处于重要地位，而经济数学的发展，出现了“规划论”、“对策论”、“多因素分析”等新的数学分支，也大大促进了统计学对于社会经济现象数量关系的研究。

作为认识社会现象和自然现象有力武器的统计学，是一门历史悠久、发展迅速、前景广阔的方法论科学。统计学之所以发展如此迅速，生命力如此强大，主要原因在于它在应用上的广泛性和内容上的多科性。

以推断为其特征的方法论科学的统计学，它产生于统计的工作实践，由于概率论的引进而发生质的飞跃，从而使统计学由古典阶段进入近代阶段。随着人类社会的发展和科学技术的进步，作为方法论的统计学还在继续发展，不断丰富。

第二节 统计学的性质和作用

研究对象是产生和形成一门科学的基础。统计学的研究对象、学科性质和它的学科体系及方法论是统计学中几个带根本性的问题，这几个问题将在本节及以后的章节中逐一阐述。

一、统计学的性质

从统计的发展史上我们已知, Statistics (统计) 这个词来自 State (状态), 而状态的描述构成了近代统计的重要根源之一。早期的人口调查提供了国家和状态的部分描述, 而这些人口调查是为了征兵和建立税收名单。旧约中可以找到许多人口调查的例子, 而新约一开始就叙述奥古斯塔斯大帝在罗马帝国举行的一次人口调查。

德国和意大利学者把状态的描述发展成为很接近于近代统计的一门学科。在威廉征服者统治下, 英格兰举行了一次详细的统计调查, 并记录在 Domesday Book 中。在 17 世纪的英格兰, 政治算术盛行起来, 它主要包含生、死记录的分析, 它提供了某种早期的死亡率表。

虽然统计这个词本身直到 1797 年第一次出现于 Encyclopaedia Britannica 才牢固地建立起来, 而美国宪法却早就要求作人口调查了。

统计这一学科, 它的名字起源于状态的描述, 已经扩展到大大超出这些原来的界限, 随着人类进步和科学技术的发展, 统计学不仅要记录事实, 搜集和整理资料, 进行数量对比和计算平均数等, 而且还要通过其它统计手段和方法对事物进行分析研究, 揭示事物自身发展的规律性。所以统计是一门关于数量 (Quantitative data) 的搜集 (Collecting) 整理、分析 (Analyzing) 和解释 (Interpreting) 的科学。

“搜集资料”是取得量数或计数的过程。正确的结论只能来自适当搜集的或具有代表性的资料; “整理资料”是以适当形式展示已收集的量数或计数的工作, 以便导出合乎逻辑的结论; “分析资料”是从已给的量数和计数中, 抽出有关信息的过程, 从而使一个概括的、全面的数量描述得以形成; “解释推论资料”是从分析资料中导出结论, 并且一般涉及从搜集的少量对象所可能有的