

主编 赵 阳
副主编 孙 毅 张振宇 王维娅

统计学原理

中国财政经济出版社

统 计 学 原 理

主 编 赵 阳

副主编 孙 毅 张振宇 王维娅

中国财政经济出版社

(京)新登字 038 号

统 计 学 原 理

主 编 赵 阳

副主编 孙 毅 张振宇 王维娅

*

中国财政经济出版社出版

(北京东城大佛寺东街 8 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

北京市密云县印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开 13.5 印张 320 000 字

1993 年 8 月第 1 版 1993 年 8 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4 200 定价: 9.00 元

ISBN 7-5005-2057-3 / F · 1947

(图书出现质量问题, 本社负责调换)

前 言

这本教材是为了适应统计学理论和方法的不断发展以及实际工作的需要，在我们多年教学实践的基础上编写而成的。这部书的编写具有以下特点：

一、努力吸收近年来统计科学发展中的一些最新成果，使得教材的内容较为充实。

二、以统计分析为重心，强调统计分析方法的具体应用，具有较强的实用性。

三、合理地引入了数理统计学的内容和方法。本书用较大的篇幅讨论了概率与概率分布、抽样分布、参数估计和假设检验等方法的实际应用，但在介绍这些方法的基本理论和重要定理时，减少甚至避免了繁重的数学推导，而以图形和表格的形式从直观上和逻辑上进行解释。理论阐述通俗易懂，举例分析恰当有趣。只要具备高中一年级的代数知识和一般的经济学常识，就完全可以理解和掌握本教材的内容。

参加本书编写的有：赵阳（第一章、第八章、第十一章、第十二章）、赵绍菊（第二章）、张振宇（第三章、第四章）、唐政敏（第五章）、王法建（第六章）、王仲良（第七章）、王维娅（第九章）、孙毅（第十章、第十三章、第十四章）。全书由赵阳任主编，孙毅、张振宇、王维娅任副主编。

本书可供高等财经院校统计及其它各类经济专业教学使用，也可作为函授及各种经济管理人员的培训和自学使用。

本书在编写过程中，参考了许多国内外公开出版的统计学著作和论文，这里恕不一一致谢。

由于我们水平有限，加上时间紧迫，书中难免会出现缺点和错误。为此，我们诚恳地希望读者给予批评指正，以便进一步修改、提高。

编 者

1992年6月

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 统计学的产生与发展	(1)
第二节 统计学的研究对象和研究方法	(5)
第三节 统计学中的几个基本概念	(9)
第二章 统计设计方法	(12)
第一节 统计设计概述	(12)
第二节 统计指标和统计指标体系的设计	(14)
第三章 统计调查	(18)
第一节 统计调查概述	(18)
第二节 统计调查方案的制定	(20)
第三节 几种统计调查方式	(23)
第四章 统计资料的整理与表述	(28)
第一节 统计资料整理概述	(28)
第二节 统计资料汇总	(29)
第三节 统计分组	(32)
第四节 频数分布	(37)
第五节 统计表	(48)
第六节 统计指标的表现形式	(50)
第五章 现象集中趋势的度量	(60)
第一节 引言	(60)
第二节 算术平均数	(61)

第三节	调和平均数	(71)
第四节	几何平均数	(74)
第五节	中位数	(76)
第六节	众数	(80)
第七节	算术平均数、中位数和众数的关系	(82)
第六章	现象离散趋势的度量	(85)
第一节	引言	(85)
第二节	全距	(88)
第三节	平均差和标准差	(89)
第四节	标准差系数	(99)
第五节	偏度的计算	(100)
第七章	时间数列分析指标	(103)
第一节	时间数列概述	(103)
第二节	时间数列的分析指标	(107)
第八章	时间数列变动分析	(120)
第一节	时间数列变动分析概述	(120)
第二节	长期趋势分析	(122)
第三节	季节变动分析	(144)
第四节	循环波动分析	(159)
第九章	指数分析	(172)
第一节	指数分析的意义	(172)
第二节	指数的编制方法及应用	(175)
第三节	综合指数	(177)
第四节	综合指数的变形——加权算术平均数指数和 加权调和平均数指数	(183)
第五节	指数体系和因素分析	(189)
第六节	固定构成指数和结构影响指数	(197)

第十章 概率和概率分布	(205)
第一节 随机现象和概率的基本概念	(205)
第二节 概率的基本运算法则	(208)
第三节 对概率事前估计值的修正: 贝叶斯公式	(220)
第四节 概率分布与随机变量	(224)
第五节 二项分布和泊松分布	(229)
第六节 正态分布	(241)
第十一章 抽样与抽样分布	(250)
第一节 关于抽样的一般概述	(250)
第二节 随机抽样的组织方式	(252)
第三节 抽样分布	(257)
第四节 样本平均数的抽样分布	(261)
第五节 两个样本平均数之差的抽样分布	(274)
第六节 样本比例的抽样分布	(277)
第七节 两个样本比例之差的抽样分布	(280)
第十二章 参数估计	(282)
第一节 参数估计概述	(282)
第二节 区间估计的基本原理	(284)
第三节 σ 未知时总体平均数的区间估计——t 分布 的应用	(291)
第四节 两个平均数之差的区间估计(大样本)	(299)
第五节 总体比例的区间估计(大样本)	(301)
第六节 两个比例之差的区间估计(大样本)	(302)
第七节 样本容量的确定	(304)
第十三章 参数假设检验	(310)
第一节 假设检验的基本概念	(310)
第二节 平均数假设检验	(321)

第三节	大样本比例的假设检验	(333)
第四节	平均数间差异和比例间差异的假设检验	(337)
第五节	II型错误概率 β 及功效曲线	(350)
第十四章	回归分析与相关分析	(356)
第一节	回归分析与相关分析概述	(356)
第二节	相关分析	(362)
第三节	一元线性回归及预测	(372)
第四节	多元线性回归	(391)

第一章 总 论

第一节 统计学的产生与发展

一、统计的产生与发展

统计是随着人类社会活动的需要而产生和发展起来的。从历史上看，统计实践要远远早于统计学的诞生。

我国早在四千多年前的夏朝，已经有人口和土地的数字记载。《管子·七法》中指出：“不明计数，而举大事，犹如无舟楫而欲经水险也。……举事必成，不知计数不可。”《商君书》中指出，“强国知十三数。”在欧洲，古希腊和古罗马时代，就已经开始人口和居民财产的统计工作。中世纪许多国家利用统计来搜集有关人口、军队、居民职业、财产、农业生产等方面的资料，并编制了比较详细的财产目录。

统计活动的广泛发展开始于资本主义社会。在 17 世纪至 18 世纪欧洲资本主义上升时期，经济文化有了很大的发展，社会分工日益发达，统计工作逐渐扩展到了工业、农业、商业、银行、交通、邮电、海关等各个方面。从 18 世纪后半期到 19 世纪 60 年代，是现代机器大工业发展和资本主义制度确立并向上发展的时期，由于资本主义大生产和世界范围内的贸易活动的需要，统计工作在更大的范围内得到了发展，许多资本主义国家不仅建立了专门的统计机构，搜集各方面的统计资料，而且出版统计刊

物，建立国际统计组织，召开国际统计会议。

二、统计学的产生和发展

在资本主义统计活动发展到一定阶段时，人们便开始总结统计实践的经验，加上数学及其它科学的影响，出现了一些重要的统计著作，并开始形成了不同的统计学派。

17世纪60年代的英国，出现了政治算术学派。与政治算术学派同时并存的，还有德国的记述学派。这两派之间曾进行过长时间的争论。

“政治算术学派”的创始人是威廉·配弟（W·Petty, 1623—1687）。他在所著的《政治算术》一书中，运用了大量的数字资料，对英、法、荷三国的经济实力进行对比分析，正确地阐明了英国的国际地位，提出了英国社会经济发展的方向道路。配弟不仅利用数字说话，也开始利用图表形式概括数字资料。这种理论和方法被后来的统计学所广泛采用并加以发展。但是，《政治算术》是用统计方法对实质性问题进行研究的著作，还不是统计方法论的著作。从实质性科学向方法论科学的转变，是在统计学以后的发展过程中才出现的。

政治算术学派的另一创始人是约翰·格郎特（J·Graunt, 1620—1674）。他的代表作是《对死亡率公报的自然观察和政治观察》。格郎特根据“死亡率公报”，对伦敦人口的出生率、死亡率、性比例和人口发展趋势进行了分类计算，并利用所找到的数量关系，进行了推算和预测。这个学派还有一系列的统计学家和统计学著作，但一直未正式使用“统计学”这个名词，因此，被认为有统计学之实而无统计学之名。严格地说，只有这个学派才是统计学的正统，即统计学的真正开端。

“记述学派”又称“国势学派”。它出现于德国。所谓国势学就

是记述国家显著事项之学，都是采用文字记述的形式，而不用数字计量。这个学派的创始人是海尔曼·康令(H·Conring, 1606—1681)以及稍后的高特弗里德·阿亨华尔(G·Achenwall, 1719—1772)等人。他们的目的是为了向国家的统治者提供一些有关国家的社会经济各方面的情况。

政治算术学派和记述学派共同点在于，均把社会经济作为研究对象，而不同点则在于，是否把数量方面的研究作为这一门科学的基本特征。两派相互影响、相互争论，以至共存了将近二百年。到了19世纪中叶，随着资本主义经济的迅速发展，统计工作的应用范围也逐渐扩大，人们已经习惯于把统计这个概念与数字资料和数量对比分析方法联系在一起。这也逐渐使人们认识到，运用数量分析方法、侧重于对社会经济现象的数量方面进行研究的政治算术，才真正称得上是统计学。

1850年，德国经济学家和统计学家克尼斯(K·G·A·Knies, 1821—1897)在他的《独立科学的统计学》一书中，对两派之争作了科学地评价。克尼斯认为，国势学的研究目的和研究方法与历史学没有什么本质的区别，只有政治算术才是以社会经济现象的数量关系为依据来研究事物发展的规律性的“独立社会科学”，因此，政治算术才是真正的统计学，至于记述学派的统计学，仍以称“国势学”为妥。随着克尼斯的观点被大多数人所接受，政治算术学派与记述学派之间的长期争论也就得到了解决。

然而，就在政治算术学派与记述学派的争论尚未完全解决的时候，统计学又开始向新的领域发展，并逐步产生了新的学术争论，出现了新的不同的学派，这些学派主要有“数理统计学派”和“社会统计学派”。

“数理统计学派”产生于19世纪中叶，创始人是比利时的生物学家、天文学家、数学家和统计学家阿道夫·凯特勒(L·A·

J·Quetelet, 1796—1874)。他长期担任比利时统计委员会主席，并主持国际统计会议。他写过许多有关统计学的著作，其中属于基本统计理论著作的主要有《论人类》(1835年)、《概率论书简》(1846年)和《社会物理学》(1869年)。凯特勒在统计学发展中最大的贡献，是把概率论引入了统计学，从而使统计学产生了质的飞跃，走上了近代科学的道路。凯特勒认为，正态分布可用于各种科学，而正态规律只有借助于概率论才能得到正确地说明。他指出，任何现象都有误差，任何现象通过大量观察都可以发现规律。

凯特勒把统计方法发展为既研究自然现象，又研究社会现象的通用方法，并对生物学和经济学等的发展都起过一定的推动作用。凯特勒的研究成果引起了许多人的兴趣，人们从多方面对此进一步加以研究，逐渐形成了一门独立的学科。到1867年，有人把这门既是数学，又是统计学的新兴学科定名为数理统计学。

由于数理统计学派的产生，统计学的概念也发生了变化。数理统计学既研究自然现象，又研究社会现象，而原来政治算术意义下的统计学，也就是社会统计学所研究的只是社会现象，这就出现了统计学的研究领域是什么的问题。同时，由于社会统计学是一门实质性科学，而数理统计学则是一门方法论科学，这又出现了统计学到底是什么性质的科学的问题。在当时，数理统计学派与社会统计学派的争论，就集中在这两个问题上。

在凯特勒之前，没有人怀疑统计学是对客观现象进行实质性研究的科学，而凯特勒则认为统计学还应当研究统计方法和统计规律。他指出：“统计学不仅仅是国势的记述，还应当把它作为学术问题来研究，因为统计学是对性质相同的事物进行大量观察，从而探索出社会现象相继不绝的道理的一门学问”。凯特勒的这一观点，对后来统计学由实质性科学向方法论科学的转化产生了

深远的影响。

“社会统计学派”是以德国为中心。主要代表人物是恩格尔(C·L·E·Engel, 1821—1896)和梅耶(C·G·V·Mayer, 1841—1925)。社会统计学派一方面不同意记述学派的所谓统计学, 另一方面又主张统计学是实质性的研究社会现象的社会科学。社会统计学派实际上是在政治算术学派的基础上, 继承和发扬了凯特勒强调的研究社会现象的传统, 并把政府统计与社会调查结合起来, 逐步形成了社会统计学。

社会统计学派与数理统计学派的争论已有一百多年了, 两派关于统计学研究对象及性质的争论至今没能完全解决。但两者的地位却发生了明显的变化。两派形成的初期, 数理统计学尚未充分发展时, 社会统计学派占有优势。但是, 由于数理统计学基础扎实, 内容严谨, 还能紧密结合自然科学的实践, 不断充实完善新的内容, 同时又向研究社会问题发展, 因此, 逐渐超过了社会统计学派, 成为在国际统计学界占有巨大优势的派别。时至今日, 由于受到数理统计学派的影响, 社会统计学的性质也逐渐发生了变化。虽然社会统计学派仍然认为统计学是一门独立的社会科学, 但统计学属于方法论科学的观点, 已逐步得到了广泛的承认。

第二节 统计学的研究对象 和研究方法

一、统计的涵义

什么是统计, 从事统计实际工作的人会把搜集、整理资料以及计算分析的整个工作过程理解为统计; 一位商业企业的经理可

能会把该企业某一个时期商品的购进、销售、库存等方面的统计资料视为统计；而搞理论研究的同志则把统计理解为一门科学。实际上，这些理解都不够全面。如果只提统计两字，而不附加其它任何别的词，则应是泛指统计工作、统计资料和统计学三个含义。三个含义之间的关系是：统计资料是统计工作的成果；统计学与统计工作是理论和实践的关系。

二、统计学的研究对象

任何一门科学，都需要首先明确它的性质和研究对象，然后才便于进行研究。但在统计学上，这个问题却一直存在着争论。争论的核心是，统计学究竟是实质性科学，还是方法论科学？通过对第一节中统计学的产生和发展的讨论，可以使我们不难看出，统计学最初是作为一门实质性科学建立起来的，它从数量上研究具体的社会经济规律。其后，随着统计学研究范围的不断扩大，统计方法在社会领域和自然领域内的有效应用，以及统计方法本身的不断精炼与完善，使得统计学的研究对象也发生了变化，转而研究统计方法，成了一门方法论科学。因此，我们认为，统计学是研究社会现象和自然现象关于数量及数量关系的统计方法和统计方法论。

应当着重指出，以上所讨论的统计学，实质上只是指统计学原理而言的。统计学原理所研究的是关于统计学的基本理论、基本原则和统计方法，一般来说，它既适用于社会现象的观察与分析，也适用于自然现象的观察与分析。因此，可以说，统计学原理是各种应用统计学的共同的基础。

三、统计学的研究方法

统计学是一门方法论科学，统计研究的基本方法是大量观察

法、综合分析法和统计推断法。

(一) 大量观察法

大量观察法是统计学所特有的方法。不论社会经济统计学还是其它各个分科的统计学，都是以大量观察为基础，首先对被观察的对象的数量进行搜集、整理，继而展开描述、分析和推断等一系列工作。大量观察法是由统计研究对象的大量性和复杂性决定的。大量的复杂的现象是在诸多因素的作用下形成的，现象总体中的各个单位受各因素影响的程度以及各因素间相互作用的形式都不尽相同，这就使得它们的数量变化带有一定程度的随机性质，因此，就不能只研究个别事物的数量、单独个体的观察或少量的观察。没有大量数据的综合研究，不是统计研究。

(二) 综合分析法

综合分析法是指利用各种综合指标对大量现象的数量方面进行综合、概括和分析的方法。在进行统计分析时，可运用各种数量分析方法如相对指标分析法、平均指标分析法、因素影响分析法、时间数列分析法、平衡分析法、相关与回归分析法等，以研究现象的数量关系和发展变动的趋势。

(三) 统计推断法

在一般情况下，我们所要研究的现象总体的范围可能是很大的，甚至是无限的。而我们所能观察到的往往只是部分单位或有限单位，这在客观上就要求我们必须有一定的置信程度下能根据样本资料来判断现象总体的数量特征。在一定的置信程度下，根据样本资料的特征，对总体的特征作出估计和预测的方法就称为统计推断法。统计推断法不仅可以用于总体数量特征的估计和预测，而且可以用于对总体所做出的某些假设进行检验。由于统计推断方法的科学性，使其在统计研究中得到了极为广泛的应用。顺便指出，不少人从另一个角度把统计学看成是在不确定条件下

作出决策的一种科学和技术，也正是在这一意义上说的。

四、数理统计方法的应用

数理统计学是概率论的应用。数理统计方法是以概率论为基础，对随机现象的实验数据进行处理和分析，并推断随机现象客观规律性的一种科学分析方法。数理统计学的基本方法是抽样法，是根据所观察的样本资料来推断得出关于总体的某种信息。数理统计学中所采用的一些统计方法和公式，主要是在自然科学的发展中为适应科学试验的需要而制定的，这些统计方法和公式在自然领域内的各科统计学中已经得到极为广泛的应用。而数理统计方法能否应用于社会经济领域内的社会经济统计学呢？

我们已经知道，社会经济统计学是联系社会经济现象的性质来研究其数量关系的一门社会科学，但是，许多社会现象的数量表现也具有随机性质，社会经济规律也需要从大量现象数量的综合汇总中才能显示出来，许多社会经济统计调查就是根据随机原则来取得实际资料，而统计推断方法已经成为统计分析的重要内容。因此可以说，社会经济统计研究中应该广泛应用数理统计所提供的方法。

数理统计方法对于社会经济现象的数据整理、综合分析，对于科学地安排统计试验、制定抽样调查方案、确定经济数学模型、进行科学地估计和预测等，都有着极为广泛的应用。实践证明，数理统计方法在我国社会经济领域内的应用不仅大有可为，而且还取得了显著的成果。例如，农产量抽样调查、工业产品质量检验与控制、农村住户抽样调查、城市住户抽样调查、物价调查、市场预测等，都有效地应用了数理统计方法。