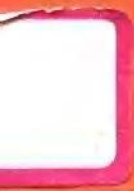


统计学原理

王治方 主编

北京农业大学出版社



96
C8
4

统计学原理

王治方 主编



北京农业大学出版社

(京)新登字164号

图书在版编目(CIP)数据

统计学原理/王治方主编. —北京:北京农业大学出版社,
1994. 12

ISBN 7-81002-693-3/F·124

I. 统… I. 王… III. 统计学-基础理论
IV. C8

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第00400号

北京农业大学出版社出版发行

(北京市海淀区圆明园西路2号)

海丰印刷厂印刷 新华书店经销

1995年1月第1版 1995年1月第1次印刷

开本: 850×1168毫米 1/32 255千字

印张: 9.875 印数: 0~8000

定价: 9.30元

编写说明

本教材是应几所农业院校统计学课程的教学急需而编写的，使用对象是农业经济类各专业本科生。教材中着重阐述统计学的基本理论和基本方法。为适应社会主义市场经济体制的需要，在指数、时间数列、假设检验和非参数统计方法等章节中增加了部分内容。

参加编写的单位和人员有北京农业大学王治方（第一章、第九章）、胡东良（第七章、第八章）、北京农学院沈文华（第四章、第五章）、石河子农学院刘俊仪（第十章）、宁夏农学院王国庆、杜卓娅（第三章）、北京农业管理干部学院孙元珠（第二章）、甘肃农业大学杨纳华（第六章）。北京农业大学研究生辛贤同志参加了部分章节的修改工作。仅在此向他们表示衷心感谢。

由于编写时间仓卒，书中会有不足之处，欢迎指正。

编者

1994年10月

目 录

第一章 导 言	1
第一节 统计学的产生和发展	1
第二节 统计学的研究对象和内容	4
第三节 总体、标志、指标	6
第二章 统计资料的搜集与整理	8
第一节 统计调查	8
第二节 统计分组	19
第三节 分布数列	28
第四节 统计图表	35
第三章 绝对指标与相对指标	45
第一节 绝对指标	45
第二节 相对指标	51
第三节 相对指标的计算与应用原则	60
第四章 平均指标和变异指标	63
第一节 平均指标概述	63
第二节 算术平均数	65
第三节 中位数和众数	78
第四节 变异指标	85
第五章 时间数列	95
第一节 时间数列概述	95
第二节 时间数列分析指标	99
第三节 长期趋势的测定	110
第四节 季节波动的测定	127
第五节 循环波动的测定	137
第六章 指 数	144
第一节 指数的概念和作用	144

第二节	总指数的编制	148
第三节	几种重要指数的编制	161
第四节	总平均数变动的指数分析	171
第七章	抽样估计	179
第一节	抽样调查概述	179
第二节	抽样调查的理论依据	181
第三节	抽样误差及抽样推断	186
第四节	抽样调查的组织形式及其误差的计算	198
第五节	必要样本容量的确定	212
第八章	假设检验	216
第一节	假设检验的基本问题	216
第二节	关于平均数的检验	221
第三节	两样本平均数差异的检验	225
第四节	差异程度的假设检验	230
第九章	回归与相关分析	233
第一节	相关关系及其判断	233
第二节	一元线性回归	240
第三节	简单线性相关	247
第四节	多元线性回归	252
第五节	曲线回归	261
第六节	回归与相关分析的应用	268
第十章	非参数方法	273
第一节	非参数方法的概念和特点	273
第二节	一个总体中位数的区间估计与检验	274
第三节	成对数据符号检验	278
第四节	威尔康松检验法	282
第五节	等级相关法	295
附录		303

第一章 导 言

第一节 统计学的产生和发展

理论来源于实践。统计学也不例外，它产生于长期的统计实践活动。统计学的产生和发展只有几百年的历史，而统计实践则要追溯到几千年以前。

一、统计实践的深化和统计思想的演变

早在原始社会末期，人们为了生存，在生产实践中逐步学会用各种非常简单的方法来计数，以便掌握猎取和采集食物的数量。计数活动是人类最早对客观事物的数量有意识的记载，是处于原始状态的统计实践活动，但它标志着统计萌芽的出现。

奴隶社会产生了阶级和国家。为征收赋税、征兵和征劳役，需要掌握全国的人口、土地、财产数量，产生了人口、土地和财产的统计活动。原始的计数活动，扩展为国家职能的一部分，出现了全国性统计。如我国夏代就有了人口和土地的统计数字，埃及在公元前三千年就进行人口和财产统计。

封建社会随着经济的发展，统计实践的规模进一步扩大，实践经验逐渐丰富，出现了早期的统计思想。例如，据《商君书》记载，早在我国的战国时期，有名的政治家商鞅就曾提出“强国知十三数”的主张，把全国的粮食贮存数、人口数、壮年男子数等13种数字，作为国家要掌握的数字。这些数字在当时较好地反映了国情国力。此后的唐、宋、明、清各代，在户口、土地、物产等方面都有统计资料，并建立了必要的统计制度。奴隶社会和

封建社会的统计，全部由官府包办。

社会发展到资本主义社会，随着生产力的进一步提高，统计实践的活动领域急剧扩展，国家建立统计机构，加强政府统计，在工业、农业、财政、贸易、银行、保险、教育、劳工、救济、犯罪等社会经济领域开展统计工作。同时，打破了政府包办统计的一统天下，资本主义企业和私人团体，从自身发展出发，也进行统计调查，为企业决策搜集情报。不仅如此，为了占领世界市场，需要了解国外的市场情况，统计实践活动跨出了国门，成为世界性的活动。由此可见，资本主义社会经济发展的需要，促进了统计工作的繁荣。在漫长的封建社会里逐渐产生的统计思想，这时才上升为统计科学。

二、统计学的创立和发展

统计学一般公认为产生于17世纪中叶的英国。当时经过资产阶级革命的英国，社会经济迅速发展，新兴的资产阶级迫切要求向外扩张。然而频繁的对外战争和国内瘟疫的流行，使英格兰人对国家的前途产生悲观的情绪。在这样的历史背景下，英国的经济学家威廉·配第（William Petty, 1623~1687）撰写了《政治算术》一书，代表新兴资产阶级向统治者出谋划策。书中用数量分析的方法，将英国的经济实力和当时的主要对手荷兰及法国进行了对比，论证英国并非处于可悲状态，鼓励英国向外扩张。配第反对主观的研究方法，主张用数量分析的方法来研究社会经济现象。这是他对统计学的主要贡献之一。有人认为在配第逝世后1690年出版的《政治算术》，标志着统计学的诞生。马克思在《资本论》中，称配第是“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”。后人也把这一统计学派命名为政治算术学派。

政治算术学派的创始人除威廉·配第外，还有英国人约翰·格朗特（John Graunt, 1620~1674）。他的代表作《对死亡表

的自然观察和政治观察》(Natural and Political Observations Upon the Bills of Mortality)，是一部关于人口统计的著作。当时，英国首都伦敦人口集中，疫病流行，人们对较高的死亡率甚为关心。格朗特搜集、整理了多年以来的死亡表，加以观察比较写成此书。书中用大量数据说明出生、死亡、死因、男女性比例等人口动态，有着一定的规律性。通过客观事物的数量关系，揭示出规律性，是格朗特对统计学的重要贡献。

政治算术学派对统计学产生过重大影响，但一直未采用“统计学”这一科学命名，成为无统计学之名而有统计学之实的一个学派，是统计学的正统。

19世纪，随着自然科学和数学的发展，产生了数理统计学派，它标志着统计学进入一个新的发展阶段。数理统计学派的代表人物是比利时的阿道夫·凯特勒(Lambert Adolphe Jacques Quetelet, 1796~1874年)。他学识渊博，不仅是统计学家，而且是数学家和天文学家。他建议比利时政府成立天文台并被任命为台长。他担任比利时中央统计委员会主席30多年，直至逝世。在他的倡议下，召开了第一次国际统计会议，是著名的国际学术活动家。

凯特勒一生著作很多，是一位高产的著作家，单是与统计学有关的著作就有60多种。主要著作有《论人类及其能力的发展，或社会物理学》、《统计学的研究》、《关于概率论应用于道德和政治科学的书简》、《社会物理学或有关人类的各种能力的论述》，简称《社会物理学》。《社会物理学》是他的代表作。凯特勒对统计学的发展作出了很多重要贡献，最重要的贡献是把法国的古典概率引入统计学，为统计学的发展开创了新的局面。他的这种统计方法，不但用来研究自然现象，也逐步用来研究社会现象，对自然科学和社会科学的发展产生了一定的推动作用。凯特勒成为数理统计学的奠基人和数理统计学派的先驱者。

在凯特勒之后经过许多统计学家的不断努力，逐渐形成了现

代数理统计学的科学体系。他们当中如高尔登(Francis Galton)受凯特勒的启发,首先提出了相关和回归的概念;皮尔生(Karl Pearson)发展了相关和回归的理论,并提出了假设检验;戈塞特(William Sealy Gosset)提出 t 分布。上述理论内容在本教材中将有所涉及,在此不再赘述。

在统计学的发展历史上,除了政治算术学派和数理统计学派,还有其它几个学派。学派之间的学术争论从未停止过,这是科学发展中的正常现象。统计学是一门正在迅速发展中的学科,随着经济的发展和观测手段、运算工具的进步,统计学的内容也将不断更新和发展,在瞬息万变的信息社会的各个领域有着广阔的应用前景。

第二节 统计学的研究对象和内容

一、统计学的对象

统计学是关于对现象的数量表现进行观测、整理、分析的理论和方法的科学。对统计学做出这样一种概括,提示我们要明确三个问题:

第一,统计学研究的是现象的数量方面。如前所述,统计科学来源于统计实践,是统计实践经验的概括和升华。统计学和统计工作有着共同的研究对象,即现象的数量方面。从几千年前的记数活动到现代的统计学,以现象的数量为其研究对象这一点没有改变。只是现代的统计工作和统计学的研究手段更加高明,研究领域更加扩展。

统计学研究现象的数量方面,决不是抛开现象的质孤立地进行。一定的质表现为一定的量,而一定的量也必表现一定的质。统计学是在质与量的密切联系中来研究现象的数量方面。

第二,统计学研究的现象的范围是广泛的,凡是能够观测到

数量表现的现象几乎都是它的研究范围，既包括社会现象，也包括自然现象；从统计实践的过程看，统计学包括原始资料的搜集、整理和分析的全过程的理论和方法的研究成果。

第三，统计学研究的是如何通过现象的数量表现来认识现象的性质和规律的方法，而不是研究现象的具体性质和规律。因此，统计学属于方法论科学。这就是说，统计学为我们提供的是从数量方面来认识客观现象的方法。在瞬息万变的信息社会中，人们利用现代的传输手段和计算技术，使用统计学这个认识客观现象的有力武器，来作出自己的决策。

二、统计学的内容

如前所述，统计学研究的现象的范围很广泛，这就决定了统计学的内容是十分丰富的。它所阐述的基本理论和方法一般可用于多种领域，对这些领域的统计实践具有普遍的指导意义。统计学原理所包括的内容就属于这种情况。由于本教材的使用对象是农业经济类各专业本科生，叙述中较多地列举了社会经济现象。以具体领域为研究对象的统计理论和方法，习惯上称为专业统计学。专业统计学的内容不是统计学基本理论和方法的简单应用，而是具有本专业特点的统计理论和方法。正因为如此，才产生了农业统计学、工业统计学等各种专业统计学。

统计学要完成如何对现象的数量表现进行观测、整理和分析这一基本任务，需要运用一系列统计方法，如统计调查、统计分组、综合指标法、时间序列、统计指数、抽样估计、假设检验、回归与相关、非参数方法、统计表和统计图等。这些方法构成了统计学的主要内容。作为统计学教材，往往根据不同的使用对象，对其内容作不同的取舍。

第三节 总体、标志、指标

统计总体和总体单位、标志、变量、指标，是统计学中常用的基本概念，在本书的各章中经常出现。为此，我们在导言中对这几个基本概念的确切含义先行叙述，以便于各章的学习。

一、总体和总体单位

用统计方法研究客观事物时，根据一定的目的所确定的被研究事物的全体称为统计总体，简称总体。总体是由很多个体组成的，这些构成总体的个体称为总体单位。例如，要研究某省乡镇企业的生产和经营情况，则全省的乡镇企业构成总体，每个乡镇企业则是总体单位。又如，要研究我国农村居民的收入水平，则全国的农村住户构成总体，每一个农村住户则是总体单位。如果一个总体的总体单位数量是有限的，则称该总体为有限总体。如前面所举某省乡镇企业、全国农村住户，它们的总体单位都是可数的，因而都是有限总体。如果一个总体的总体单位数量是无限的，则称该总体是无限总体。对于有限总体可以采用全面调查的方法搜集资料，也可以采用抽样调查的方法搜集资料。而对于无限总体只能采用抽样调查的方法搜集资料。

总体和总体单位不是一成不变的。由于研究目的的不同，它们会发生变化。例如，当我们研究某个省乡镇企业的情况时，该省全部乡镇企业构成总体，每个乡镇企业是总体单位。如果研究全国不同省份乡镇企业的发展情况，则全国的所有省份构成总体，而每个省则成为总体单位。

二、标志

标志是指总体单位所具有的特征。例如，以人为总体单位，则性别、年龄、民族等特征是标志。以企业为总体单位，则所有

制、产量、成本等特征是标志。标志有品质标志和数量标志之分。如果其特征表现为某种属性，如性别、民族、所有制等，则称为品质标志；如果其特征表现为数值，如年龄、产量、成本等，则称为数量标志。

对于同一个数量标志，总体各单位的表现是不同的。因此，数量标志又称为变量。变量的具体取值则为变量值或标志值。变量分为连续变量和不连续变量（离散变量）两类。如果相邻两变量值之间可能会出现无限多个数值，不可能一一列举，这种变量称为连续变量。如长度、容积、重量等的取值必须经过测度，这种取值具有连续变量的性质。如果相邻两变量值之间不可能出现其它数值，如职工人数、工厂的个数、拖拉机台数等，它们的数量可以一一列举，其取值是计数的结果，这样的变量称为不连续变量。两类变量在处理和分析方法上是有区别的。

三、指 标

统计中用以反映总体的某种数量特征，称为统计指标，简称指标。一般由指标名称和具体数值组成。依据不同的划分方法，指标可分为总量指标、相对指标和平均指标；实物指标和价值指标；数量指标和质量指标。

指标和标志的主要区别在于：指标反映总体特征，标志反映总体单位的特征；指标用数值表示，而标志除用数值表示外，还可用属性来表示。

一个指标只反映总体的某个侧面。要全面地反映总体、认识总体，则需要一系列指标从不同侧面对总体进行描述。这一系列指标就构成了统计指标体系。科学的指标体系是统计设计的重要内容。

第二章 统计资料的搜集与整理

第一节 统计调查

从统计工作的全过程来看，统计调查是搜集资料获得感性认识的阶段，它既是对现象总体认识的开始，也是进行资料整理和分析的基础。

一、统计调查的意义和种类

（一）统计调查的意义和要求 统计调查和一般社会调查一样，同属于调查研究活动。统计调查是根据统计研究的目的和任务，运用科学的调查方法，有计划有组织地搜集资料的过程。统计调查的基本任务是，按照所确定的指标体系，通过具体的调查，取得反映社会经济现象总体全部或部分单位的数字资料。

统计调查做为统计工作的基础环节，所得到的原始资料的质量直接影响最终成果的质量。统计调查搞得好，搜集的资料完整、准确，统计整理和统计分析就有了可靠的基础，就能正确完成统计研究提出的基本任务。所以，统计调查在整个统计研究工作中具有十分重要的意义。

统计调查必须达到准确和及时两个基本要求。准确性是指调查资料客观地反映现象和过程本质的程度；及时性则指搜集资料完成的时间符合该项调查所规定的要求。统计调查的准确性和及时性是衡量统计调查工作质量好坏的重要标志。

保证统计调查资料的准确性不仅是一个技术性问题，还涉及坚持统计制度和纪律，坚持实事求是，如实反映情况的原则问

题。统计调查准确性要求被调查者，依照《统计法》和国家的规定，提供统计资料，不允许虚报、瞒报、拒报、迟报和伪造篡改。统计机构和人员必须实事求是地如实提供统计资料，同时也要保障他们依法独立行使统计调查、统计报告、统计监督的职权不受侵犯，以确保党和国家掌握国民经济和社会发展的真实情况，充分发挥统计的服务与监督作用。

保证统计资料的及时性也是一个全局性问题。要求及时完成各项调查资料的上报任务，从时间上满足各部门对统计资料的需求。一项统计工作任务地完成，是由许多单位共同努力的结果，任何一个调查单位不按规定的时间提供资料，都会影响全面的综合工作，贻误整个统计工作的开展。因此，保证统计调查的及时性，要求各调查单位增强全局观念，认真遵守统计制度和统计纪律。

（二）统计调查的种类 社会经济现象是错综复杂的，统计研究的目的是多种多样的。要搞好统计调查，就应根据不同的调查目的和调查对象的特点，选择适当的调查方法。统计调查的方法，可从不同的角度进行分类。

1. 统计调查按其组织形式，可以分为统计报表和专门调查。统计报表是国家统计系统和各业务部门为了定期取得系统、全面的基本统计资料而采用的一种搜集资料的方式，目的在于掌握经常变动的、对国民经济有重大意义的统计资料。专门调查是指为了了解和研究某种情况或问题而专门组织的统计调查，包括抽样调查、普查、典型调查和重点调查等几种调查方法。

2. 统计调查按调查对象包括的范围，可以分为全面调查和非全面调查。全面调查就是对调查对象的全部单位无一例外地进行调查。例如，人口普查要对全国人口一一进行登记。非全面调查，则是对调查对象中的一部分单位进行调查。例如，为了研究农民的生活水平，可以只对一部分农户进行调查。非全面调查主要有抽样调查、重点调查和典型调查。

3. 统计调查按调查登记的时间是否连续，可分为连续性调查和一次性调查。连续性调查是随着被研究现象的变化，经常地连续不断地进行登记。在进行这种调查时，被研究现象或过程量上的所有变化都被观察记录下来。例如，工厂的产品生产、原材料的投放、燃料和动力消耗、工人的出勤等，在观察期内连续登记。连续调查的资料说明现象的发展过程。一次性调查是间隔一段相当长的时间所进行的登记。如耕地面积及其构成、生产设备拥有量等现象，短时期内较少发生变化，不必连续不断登记，可以经过一段时间登记一次。

4. 统计调查按搜集资料的方式不同可分为直接调查、凭证调查和询问调查。直接调查是调查人员对调查单位进行直接测量和计量来登记资料的方法。例如，在对农作物收获量进行调查时，调查人员到地块参加收割和计量。凭证调查是以各种原始记录和核算凭证为依据，向有关单位提供资料的方法。我国现行的统计报表制度就是应用的这种调查方法。询问调查是根据被询问者的回答来搜集统计资料的调查方法。人口普查、各种社会调查和民意测验可采用这种方法。询问调查又可分为口头询问和被调查者自填两种方式。前者派员对被调查者逐一采访，提出所要了解的问题，借以搜集资料。这种方式由于双方能直接接触、逐项询问研究，因而搜集的资料比较准确。后者，调查人员把调查表交给被调查者，说明填表的要求和方法，并对有关事项加以解释，由被调查者按实际情况一一填写，然后寄回调查机关或统计机关，这种调查就是问卷调查。它比口头询问节省人力和时间，但被调查者必须具有相当的文化程度和积极配合的态度，才能保证资料的正确性。被调查者自填的方式，由于调查者与被调查者距离较远及其他原因，往往收不回或不能及时收回调查表，因此不适合用于全面调查。

二、统计调查方案

统计调查必须有计划、有组织地进行。在调查之前制定周密的调查方案，使调查过程有统一认识、统一内容、统一方法、统一步调，以保证调查任务顺利完成。统计调查方案应确定以下几个方面的内容：

（一）调查目的 确定调查目的是任何一项统计调查方案首先要解决的问题。调查目的决定着调查对象、内容和方法。如果目的不明确，就无法确定向谁调查，调查什么，用什么方式调查。任何社会经济现象和过程都可以根据人们的需要，从不同方面、不同角度来搜集材料。例如，对于农村经济情况既可以从农业生产方面来研究，也可以从农民消费方面来考虑，还可以从农产品生产成本、推广农业科技的经济效益等方面来研究。因此，调查目的要尽可能地具体明确，突出中心。这是高质量地完成调查工作的重要环节。

（二）调查对象和调查单位 调查对象是应搜集其资料的许多同质单位的总体，即统计总体。组成总体的单位就是调查单位。比如，调查目的是为了取得乡镇工业的产品产量、资金、成本和利税等资料，调查对象就是全部乡镇工业企业，每一个乡镇工业企业就是调查单位。说明调查对象的资料来自调查单位，是在调查单位资料登记基础上汇总计算得到的。

统计调查还常常使用填报单位这个概念。填报单位也叫报告单位，是指提交调查资料的单位，一般是基层企事业组织。如前例，每一个乡镇工业企业就是一个填报单位。确定调查对象，可以明确所要了解的现象总体界限。确定调查单位，可以了解到有关资料所从属的人或物等等要素，以便从那里登记这些资料。确定填报单位，可以明确由谁提供或上报总体单位有关标志的具体资料。

（三）调查提纲和调查表 调查提纲也叫调查纲要，其中包