



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



高等院校工商管理系列教材

Gaodeng Yuanxiao
Gongshang Guanli Xilie Jiaocai

YINGYONG TONGJIXUE

应用 统计学

刘春英 编著

GAODENG YUANXIAO
GONGSHANG
GUANLI XILIE JIAOCAI



中国金融出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校工商管理系列教材

应用统计学

刘春英 编著

 中国金融出版社

策划编辑：王杰华

责任编辑：孔德蕴

责任校对：李俊英

责任印制：丁淮宾

图书在版编目 (CIP) 数据

应用统计学 (Yingyong Tongjixue) / 刘春英编著. —北京: 中国金融出版社, 2007

(高等院校工商管理系列教材)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978 - 7 - 5049 - 4514 - 3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 145467 号

出版 **中国金融出版社**

发行

社址 北京市广安门外小红庙南里 3 号

市场开发部 (010)63272190, 66070804 (传真)

网上书店 <http://www.chinafph.com>

(010)63286832, 63365686 (传真)

读者服务部 (010)66070833, 82672183

邮编 100055

印刷 北京华正印刷有限公司

尺寸 170 毫米 × 228 毫米

印张 23.5

字数 445 千

版次 2007 年 12 月第 1 版

印次 2007 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—3070

定价 32.00 元

ISBN 978 - 7 - 5049 - 4514 - 3/F. 4074

如出现印装错误本社负责调换 联系电话 (010) 63263947



应用统计学是一门以探索客观事物的内在规律为目标的方法论科学，在社会经济管理领域有着广泛的应用。应用统计学主要是从应用的角度阐述对数据资料进行收集、整理和分析的方法与技术，能够指导人们科学地设计统计调查方案和调查问卷，科学地组织抽样调查，依据统计整理与分析技术处理大量数据，从中挖掘信息并作出科学的决策。因此，应用统计学成为研究社会经济问题不可或缺的重要工具。

本书在借鉴国内外大量优秀教材和文献的基础上，致力于培养和提高读者运用统计学的理论和方法解决实际社会经济问题的能力。为此，本书选取了大量以最新的统计数据为依据的实际案例，论述了统计学的基本理论和方法，突出了统计学与社会经济生活的关系，使读者在这些与实际社会经济生活紧密结合的情景中，体会统计学的思想，提高实际的理论运用能力。

随着现代信息技术的发展，要处理统计学中的大量数据，必须借助于计算机软件等相关工具。SPSS 软件作为专业和成熟的统计软件，在企事业单位和政府机关中得到了广泛的应用，本书详细介绍了 SPSS 软件在统计中的实际应用，旨在帮助读者提高运用统计方法解决实际问题的能力。

本书内容涵盖了统计学的一般原理和方法，主要包括统计学的概念，统计数据的收集、整理，描述统计，推断统计等。本书突出以下特点：

1. 面向实际，注重应用。本书没有复杂的数学公式推导过程，而是采用以大量最新的实际经济问题为案例背景，强调统计方法的应用，便于读者学会用统计思维，即熟悉怎样收集、处理与分析数据信息，以期作出科学的决策。

2. 将统计学的理论方法与计算机软件相结合。现代统计方法的实际运用，离不开大量的数据计算与处理，伴随计算机技术的发展与普及，许多统计软件可以帮助人们大大提高对数据计算与处理的效率。本书重点介绍了 SPSS 软件在统计中的应用，并将其融入教材的案例分折当中，使读者在学习统计理论和方法的同时也能够熟悉这一目前在社会科学领域具有强大功能的综合统计分析软件。

3. 各章均按照内容提示、原理介绍、例题应用、思考与练习及参考答案等结构形式安排,使读者易学易练,通过练习的过程来加深对统计方法的理解与掌握。

本书可以作为高等院校本科和专科经济管理类专业的教材,也可供实际工作者和社会科学研究者学习参考。

本书由刘春英编著,并负责对全书修改和编纂。全书共分十一章,其中,第一章至第七章由对外经济贸易大学刘春英编写;第八章、第九章由对外经济贸易大学王玉荣编写;第十章、第十一章由辽宁大学陈瑾玫、潘敏编写;各章的附录 SPSS 部分由修德胜编写。

本书的成书过程一直得到中国金融出版社教材编辑二部主任王杰华教授的热情帮助和大力支持。对外经济贸易大学贾怀勤教授对本书提出了宝贵而又中肯的建议。在此,向所有为本书写作及出版付出辛勤劳动的同志表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,加之成书仓促,书中难免有错误或不妥之处,恳望读者及同行专家不吝赐教。

编者

2007年5月



1	第一章 统计学与统计数据	01
1	第一节 统计学的含义与应用	01
3	第二节 统计学中的基本概念	02
6	第三节 统计学的研究过程与研究方法	03
9	附录1 SPSS 软件简介	09
10	本章小结	10
10	思考题	10
11	第二章 统计数据的来源	11
11	第一节 统计数据的收集	11
15	第二节 统计调查方案的设计	15
17	第三节 统计调查工具	17
21	附录2 用 SPSS 建立数据文件	21
23	本章小结	23
24	思考与练习	24
26	第三章 统计数据的整理与显示	26
26	第一节 统计数据整理的一般问题	26
27	第二节 品质型数据的整理	27
29	第三节 数值型数据的整理	29
34	第四节 统计表与统计图	34
39	附录3 用 SPSS 进行数据的整理和表述	39
44	本章小结	44
44	思考与练习	44
49	第四章 统计数据的概括性描述	49

49	第一节 集中趋势
62	第二节 离散程度
65	第三节 偏态与峰度
70	附录 4 用 SPSS 进行数据分布特征的描述
71	本章小结
72	思考与练习
76	第五章 抽样与抽样分布
76	第一节 概率与概率分布
83	第二节 抽样方法
88	第三节 抽样分布
96	附录 5 用 SPSS 计算概率与简单随机抽样
101	本章小结
102	思考与练习
105	第六章 参数估计
105	第一节 参数估计的基本方法
110	第二节 总体均值的区间估计
117	第三节 总体比例的区间估计
119	第四节 样本容量的确定
121	附录 6 用 SPSS 进行总体参数的区间估计
123	本章小结
124	思考与练习
127	第七章 假设检验
127	第一节 假设检验的一般问题
135	第二节 总体均值的假设检验
144	第三节 总体比例的假设检验
147	附录 7 用 SPSS 进行假设检验
152	本章小结
152	思考与练习
156	第八章 方差分析

156	第一节	方差分析概述
159	第二节	单因素方差分析
164	第三节	双因素方差分析
171	附录 8	用 SPSS 进行方差分析
175		本章小结
176		思考与练习
180	第九章	相关与回归分析
180	第一节	相关分析
187	第二节	简单线性回归分析
198	第三节	多元线性回归分析
208	第四节	对模型有关假设进行检验
218	附录 9	用 SPSS 进行相关和回归分析
223		本章小结
224		思考与练习
232	第十章	时间序列分析
232	第一节	时间序列动态分析法
245	第二节	时间序列构成分析法
265	第三节	时间序列趋势分析及预测
273	附录 10	用 SPSS 进行时间序列分析
279		本章小结
280		思考与练习
284	第十一章	统计指数
284	第一节	统计指数概述
288	第二节	总指数的计算
301	第三节	指数体系与因素分析
309	第四节	几种常见指数的编制
320	附录 11	用 SPSS 进行指数的计算与分析
321		本章小结
322		思考与练习

328	练习题参考答案	321
353	常用统计表	161
353	附表1 二项分布累积概率表	151
356	附表2 随机数字表	151
360	附表3 标准正态分布表	151
362	附表4 t 分布表	
363	附表5 F 分布: 显著水准1% ($\alpha = 0.01$) 的临界值	
364	附表6 F 分布: 显著水准5% ($\alpha = 0.05$) 的临界值	
365	参考文献	168



统计学与统计数据

内容提示 统计学在当今社会的经济管理等诸多领域正发挥着越来越重要的作用，统计学已成为每个经济管理工作、研究者进行决策和科学研究的重要工具。

本章将介绍统计学中的几个基本概念和问题，目的是帮助大家理解统计学、熟悉统计语言，为学习以下各章的内容奠定基础。

第一节 统计学的含义与应用

一、统计学的含义

统计作为一种实践活动，在人类历史上起源很早，可以说自从有了国家就有了统计实践活动。最初的统计作为一种计数活动，为统治者治理国家而收集资料，为国家管理提供人力、物力和财力的依据。在现今社会，统计已广泛应用于国家的宏观管理、企业的微观管理以及百姓的日常生活当中。

统计学是随着人类社会的发展和管理的需要而产生并不断发展起来的，随着社会管理的日趋复杂，仅仅用数字计量客观现象已不能满足社会的需要，人们开始试图对客观现象进行定量分析，与此相适应，研究统计计量和分析方法的统计学开始诞生。17世纪中期“政治算术学派”的创始人威廉·佩第（William Petty）和约翰·格朗特（John Graunt），首先在其著作中使用统计数字和图表等方法来分析研究社会、经济和人口现象，这不仅为人们进一步认识社会提供了一种新的方法和途径，也为统计学的发展奠定了基础。

目前，随着统计方法在自然科学、社会科学和工程技术等各个领域的广泛应用，统计学已发展成为具有众多分支学科的大家族。统计学家们从不同角度

给统计学下的定义繁多，被普遍接受的定义是：统计学是关于现象数据的收集、整理和分析的方法论科学，其目的是探索数据内在的数量规律性，以达到对现象的科学认识。这一定义揭示了统计学的实质，即统计学研究的对象是客观现象的数量方面，具体来说，是研究总体现象的数量特征与规律性，以帮助人们科学地认识客观事物。由于各个领域都要研究事物的数量方面，因此统计学已经渗透到各个学科领域，成为一门基础性的方法论学科，是人们进行科学研究的重要工具。

二、统计学的应用

无论人们从事生产活动、科研活动还是社会活动，大多都离不开对数据资料的收集、整理、分析和解释。例如，人们在诸如购买住房、股市交易、假日旅游、求职求学等许多决策的制定时都要依据有关的统计信息；企业若对人力、物力、财力实施有效的管理也离不开准确的统计信息；政府部门对国民经济的发展实施计划、指导和调控更是建立在宏观经济统计信息的基础上。

目前，统计方法已被应用到自然科学和社会科学的众多领域，统计学与各领域实质性学科交叉发展成为若干具体领域的应用统计学，例如，气象统计学、生物统计学、人口统计学、环境统计学、工程统计学、管理统计学、商务与经济统计学等。

我们编写的这本《应用统计学》，主要是论述统计学在工商管理中的应用。目前，统计学在工商管理中的应用越来越广泛，概括地讲，统计学在工商管理中人、财、物三个方面管理都有着极为广泛的应用。在人的管理方面，统计可以为人力资源管理及客户关系管理服务。通过员工满意度和顾客满意度的统计分析，企业决策层可以直接了解到企业员工和顾客的需求，从而更多地挖掘员工的潜力并更好地服务顾客。在财的管理方面，统计可以用于企业的财务分析，使企业决策层更清楚地了解企业的财务状况，并据此建立起企业的财务预警监测系统。对于重大的投资项目，统计可以用于投资风险分析。这些统计分析在保障企业财务安全方面能够起到至关重要的作用。在物的管理方面，统计可以用于对企业的产品质量进行监测与控制，从而保持产品质量的稳定性。以上三个方面是统计学在工商管理中的主要应用。此外，在工商管理中的其他许多方面也有统计应用的身影，而且这种应用还会被越来越多地发掘出来。

需要指出的是，尽管统计学非常有用，其应用领域极其广泛，但是单纯靠统计学并不能解决实际工作中的一切问题。在应用统计学研究实际问题时，需要人们具备两方面的知识，一方面要掌握统计学的基本理论与方法，另一方面要具有

实际问题的知识背景。这样才能够把定量分析与定性分析结合起来, 在应用统计方法进行定量分析的基础上, 再应用各学科的专业知识对统计分析的结果做出合理的解释, 从而得出令人满意的结论。例如, 通过市场调研, 利用统计方法可以得出某地区某种品牌家电的市场占有率是 23%, 但为什么会是这样的比例? 要解释形成这一比例的原因则不能仅靠统计方法, 而应运用市场学或商品学的知识做进一步的研究和解释。

第二节 统计学中的基本概念

一、总体与样本

(一) 总体 (Population)

总体就是某一特定研究中所有单元的集合, 通常由具有相同性质的许多单元构成, 而构成总体的每个单元被称为个体。个体是我们借以收集数据的对象, 可以由人、单位或物充当。例如, 要对中国上市公司的竞争力进行统计研究, 则中国所有的上市公司是总体, 其中每一个上市公司就是一个个体; 若对某城市职工的收入进行统计分析, 则该城市所有职工是总体, 其中每一个职工就是一个个体。

总体分为有限总体和无限总体。有限总体是指构成总体的个体数量是有限的、可数的, 如公司个数、职工人数等; 无限总体是指构成总体的个体数量是无限的、不可数的, 如工厂流水线生产的产品、织物纤维等。在社会经济现象中, 统计总体大多是有限的。总体是否有限, 对统计调查方式的确定十分重要, 显然对无限总体不能采用全面调查方式, 而对有限总体既可以用全面调查方式, 也可以用非全面调查方式, 这取决于统计研究的具体情况和目的。

(二) 样本 (Sample)

样本是指从总体中抽取的部分个体构成的集合。统计研究的目的是认识总体的数量特征, 但有时构成总体的个体数量很大, 实际工作中不可能或不必要对每个个体的数量特征逐一调查, 通常是以某种方式从总体中抽取一部分个体代表总体加以研究。例如, 某外贸公司从供货方提供的一批纺织品货物中随机抽取 50 箱, 检验并推断该批纺织品货物的质量, 这 50 箱纺织商品就构成一个样本。由此可见, 样本是总体的代表, 从统计中抽取样本的目的就是通过对样本特征的分析去推断总体的特征。

二、变量与数据

(一) 变量 (Variable)

变量是指用于说明个体特征或属性的名称。总体中每个个体可以有多种特征或属性,因此在一个总体中存在至少一个变量。例如在对某城市职工的收入进行统计研究时,将每个职工作为个体考察,用于反映每个职工的特征或属性的有:职业、性别、民族、工种、年龄、文化程度、工资等,这些特征或属性的名称都是变量。通过对个体上述变量的研究便可以得到对某城市职工的收入状况的总体认识。

按照变量的具体表现不同,变量分为品质型变量与数值型变量两种类型。

1. 品质型变量 (Qualitative Variable)

品质型变量又称定性变量,是指用于反映事物品质特征的变量,其表现为类别,通常是用文字来表述的。如人口的性别、企业的经济类型等。

品质型变量按照其表现类别的情况不同,又可以分为分类变量 (Categorical Variable) 和顺序变量 (Ordinal Variable) 两种形式。分类变量的表现只体现事物类别之间的不同,如性别的表现为男、女,企业经济类型的表现为国有企业、集体企业、私营企业、合资企业、独资企业等;顺序变量的表现不仅能体现事物类别的不同,还可以体现这些类别之间的优劣或顺序的不同,如考试成绩的表现可以是优、良、中、及格、不及格,人们对某种商品售后服务的态度可以表现为满意、一般、不满意等。

2. 数值型变量 (Quantitative Variable)

数值型变量又称定量变量,是指用于反映事物数量特征的变量,通常使用自然或度量衡单位进行计量,其结果表现为具体的数值。如商品销售额、产品产量等。

数值型变量根据其取值是否连续,又可以分为离散变量和连续变量两种形式。离散变量的取值可以一一列举出来,各变量值之间都是用整数位断开的,如企业的人数、机器台数等,都能按整数算,不可能有小数,离散变量的数值只能用计数的方法取得。连续变量的取值是连续不断的,相邻两数值之间无限可分,如人的身高、体重、年龄等,都属于连续变量,连续变量的数值要用测量或计算的方法取得。

(二) 数据 (Data)

数据即为变量的具体表现,也称为变量值。例如商品销售额可以表现为 20 万元、30 万元、50 万元;客户的性别可以表现为男、女,等等,这些变量的具体表现既是变量值又是统计数据。

由于变量有品质型变量与数值型变量两种类型,因此相应的数据也可以分为

品质型数据与数值型数据两种情况。

1. 品质型数据 (Qualitative Data)

品质型数据又称定性数据,是用文字来表述的。如上面所列举的人口性别表现中的“男”、“女”;企业经济类型表现中的“国有”、“集体”、“私营”;考试成绩表现中的“优”、“良”等均为统计数据。虽然这些数据只是表现为某种类别,但在实际工作中为了便于统计处理,特别是为了便于计算机识别,我们可以对不同类别用不同的数字或编码来表示,比如用“1”表示男性人口,“0”表示女性人口;用“1”表示国有企业,“2”表示集体企业,“3”表示私营企业等。

如同变量的划分一样,品质型数据按照其表现类别的情况不同,又分为分类数据 (Nominal Data) 和顺序数据 (Ordinal Data) 两种形式,如上述表现人口性别、企业经济类型的数据属于分类数据,表现考试成绩的数据则属于顺序数据。

2. 数值型数据 (Quantitative Data)

数值型数据又称定量数据 (Scale Data),其结果表现为带有一定单位的测量值。如人们的收入表现为 700 元、800 元、1 200 元;学生的成绩表现为 75 分、82 分、90 分、100 分;公司的销售额为 90 万元、110 万元、120 万元等。这样的数据都是数值型数据。

由此可见,由品质型变量的表现可得到品质型数据,由数值型变量的表现可得到数值型数据。数值型数据总是表现为具有数值意义的数字,而品质型数据既可以表现为文字,也可以表现为数字代码,但这种数字代码实际上是某特定个体的标记,切不可与数值型数据混淆使用。

就统计分析来说,区分数据的类型是很重要的。因为根据不同类型的数据,我们将采用不同的整理技术和分析方法。例如,对于品质型数据中的分类数据我们主要是进行分类整理、汇总计算出各类数据的频数或频率,分析方法主要是观察各类数据占总体的比重,以研究社会经济现象总体内部的构成,或用于比较不同组别的水平差异等;对于品质型数据中的顺序数据我们不仅可以进行分类整理、汇总计算出各类数据的频数或频率、观察各类数据占总体的比重,还可以进一步观察顺序排列的累计观察值、中位数、分位数等;而对于数值型数据我们通常是按数值顺序进行分组整理,计算出各组数据的频数或频率,分析方法主要是对观察到的数据做各种统计运算处理,进行各种统计描述或统计推断等。

三、参数与统计量

(一) 参数 (Parameter)

参数是用来描述总体特征的概括性值。通常用大写字母表示,如总体均值

(μ)、标准差 (σ)、总体比例 (π) 等。

(二) 统计量 (Statistic)

统计量是用来描述样本特征的概括性值。通常用小写字母表示,如样本均值 (\bar{x})、样本标准差 (s)、样本比例 (p) 等。

参数与统计量是统计推断中的重要概念。在进行统计推断时,总体数据通常是不完全的,所以参数是一个未知的常数,但样本是经过抽样所确定下来的,所以统计量总是可以计算出来的。统计推断的目的就是要根据已知样本统计量去估计未知总体参数。例如,根据样本职工的平均收入去推断总体职工的平均收入;根据样本产品的合格率去推断总体产品的合格率等。

第三节 统计学的研究过程与研究方法

一、统计学的研究过程

统计研究的过程就是从收集个体现象的数据入手,在得到大量原始数据资料后,还要按照研究问题的需要对数据进行必要的整理,据此再对总体现象的数据特征进行分析和解释。因此将统计学对现象进行定量分析研究的过程可以概括为以下三个阶段:

(一) 统计数据的收集

统计数据的收集是指对现象总体中全部或足够多的单位进行调查,收集大量的以数字为主的信息资料,借以反映总体的数量特征。统计数据的收集是统计工作的开始阶段,是进行统计整理和统计分析的基础,只有离开了统计数据,统计方法就失去了用武之地。因此,统计数据收集的质量如何,直接影响统计工作成果的质量,所以统计数据的收集是统计工作的起点和基础环节,它在统计工作中占有特别重要的地位。社会经济统计数据的收集方式主要是统计调查,如普查、抽样调查等。

(二) 统计数据的整理

统计数据的整理是对零星、分散的统计数据进行系统化、条理化的加工处理过程,使数据更加符合统计分析的需要。数据整理是继数据收集之后与数据分析之前的一个中间环节,在统计研究的过程中承担着承前启后的作用。数据整理的主要内容包括:数据的审核,即查找数据中的错误,保证应用的数据准确可靠;数据的分组,就是将数据按一定标准划分为若干组别,以利于研究总体事物的构成;数据的表述,就是将数据用图表等形式展示出来,使数据的分布特征表现得

更加直观、生动、立体和形象。

(三) 统计数据的分析和解释

统计数据的分析和解释是统计学的核心内容,它是通过各种统计方法描述现有数量的状况、推断未知总体的数量特征,以达到探索数据内在规律的目的。这些有关问题将在以后章节予以详细介绍。

二、统计学的研究方法

由上述统计研究过程各阶段的内容可以看出,统计研究的基础工作是收集数据,目的是探索大量数据内在的数量特征与规律性,而贯穿于这一过程的统计研究方法主要有大量观察法、描述统计法和推断统计法。

(一) 大量观察法

大量观察法的数学依据是大数定律。大数定律是随机现象的基本规律。大数定律的一般概念是:在观察过程中,每次取得的结果不同,这是由偶然性所致的,但大量、重复观察结果的平均值却几乎接近确定的数值。大量观察的本质意义,在于通过大量观察,把个别的、偶然的差异性相互抵消,而必然的、集体的规律性便显示出来。例如,随机地投掷一次硬币或骰子出现正面、反面或某个点数是不确定的,完全是偶然的。但我们进行多次的重复投掷,就会发现投一枚均匀硬币出现正面和反面的次数大体相同,即比值接近于 $1/2$ 。投掷的次数越多,就越接近于 $1/2$ 这一稳定的数值。同样,在掷骰子时,出现 $1\sim 6$ 点任一点数的比例随着投掷次数的增加也逐渐接近于 $1/6$ 。这里的 $1/2$ 和 $1/6$ 就是掷硬币和掷骰子出现某一特定结果的概率,也就是投掷硬币或骰子时所呈现的数量规律性。这个例子说明,通过多次观察或试验得到大量的统计数据,利用统计方法是可以探索出其内在的数量规律性的。

(二) 描述统计法

描述统计法,就是运用各种表格、图形和数字来概括总体数量特征的方法。在对观察到的大量原始数据进行整理汇总后,可以绘制统计表和统计图来显示总体数量的分布特征,也可以计算得出平均数、变异指标等一系列统计测度值,这些测度值均可以揭示现象在一定条件下的集中趋势和离散趋势等。

近年来,随着计算机技术的普及和发展,描述统计法的各种方法都可以借助计算机来实现,有关内容将在本书以后的章节中予以介绍。

(三) 推断统计法

推断统计法,就是在人们可以控制的范围内,根据样本资料的特征,对总体的特征做出估计和预测的方法。当面对的总体范围很大,甚至是无限总体,或者

由于经费、时间或破坏性检验等各种情况时,会使得我们只能在客观上根据局部观察的结果来推断总体的特征。例如,要考察一批灯泡的平均使用寿命,只能从该批灯泡中抽取一小部分进行检验,推断这一批灯泡的平均使用寿命。在研究现象的总体数量关系中,推断统计法是现代统计学的基本方法,它既可以用于对总体参数的估计,也可以用于对总体某些假设的检验,因而它被广泛地应用于统计研究的许多领域。

上述统计研究方法在统计研究过程中的关系可以通过图 1.1 得到反映。

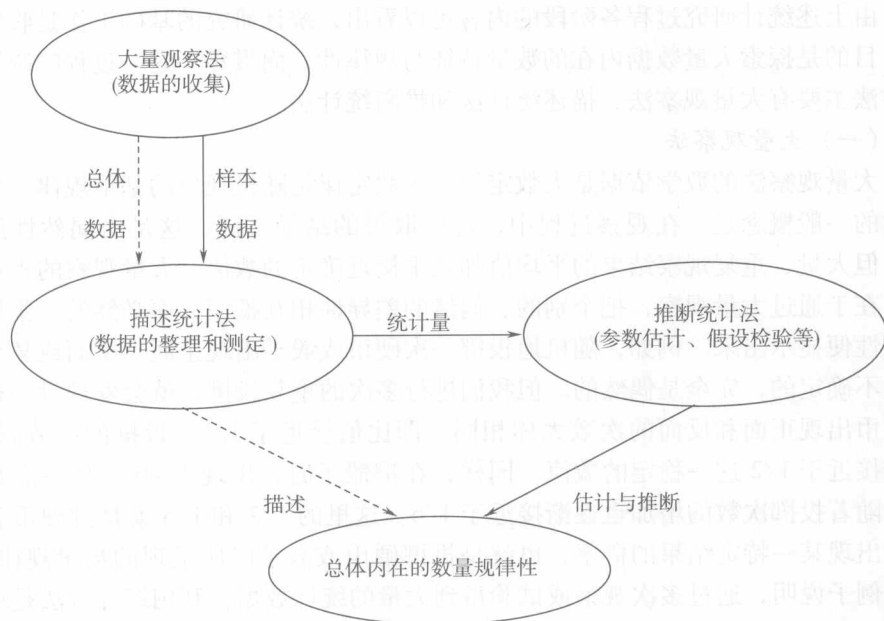


图 1.1 统计方法在统计研究过程中的关系

由图 1.1 可以看出:统计研究过程的起点是个体数据,终点是客观现象总体的数量规律性。如果我们收集到的是总体数据(如普查),则经过描述统计之后就可以达到统计研究的目的了;如果我们获得的是样本数据,经过大量观察以及对样本数据特征进行描述后,还要用概率论的理论并结合样本统计量的信息对总体做出科学的推断,显然推断统计法是在描述统计法的基础上得以进行的。

尽管描述统计法可以在获得总体数据时直接探索出总体的数量规律性来,但这种情况在实际工作中很少见到。大量的管理和研究工作不可能组织普查,例如城市居民家庭每月的收入支出调查、某种商品的市场调查、某个事件的民意测验等都只能是先进行抽样调查,然后再对总体的数量规律性进行科学的推断。另