



世纪高职高专精品书系

应用统计方法

YINGYONG TONGJI FANGFA



隗斌贤 主编

浙江科学技术出版社



应用统计方法

应用统计方法



作者姓名

出版年份



世纪高职高专精品书系
浙江省高等教育重点教材

应用统计方法

隗斌贤 主编



浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

应用统计方法/隗斌贤主编. -杭州:浙江科学技术出版社, 2006.12

(世纪高职高专精品书系)

ISBN 7-5341-2911-7

I.应... II.隗... III.应用统计学-高等学校:技术学校-教材 IV.C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 136606 号

丛 书 名	世纪高职高专精品书系
书 名	应用统计方法
主 编	隗斌贤
出版发行	浙江科学技术出版社
联系电话	0571-85152486
开 本	787×1092 1/16
印 刷	浙江印刷集团有限公司
印 张	18.75
字 数	468 000
版 次	2006 年 12 月第 1 版
印 次	2006 年 12 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-5341-2911-7
定 价	35.00 元
策划编辑	张祝娟
责任编辑	陈 岚
封面设计	金 晖

前 言

应用统计学是对客观生物、社会、经济等活动中的现象,运用描述性和推断性统计方法来探索必然性数量特征的统计学科,通常是以大量观察为基础、以平均值为中心、为揭示现象数量特征提供数据收集、描述、推断和分析评价等一系列的数量分析的原理、原则和方法。这些原理和方法在社会、经济和自然、工程技术等领域的运用就产生了属于这些领域或专业的认识或分析这些领域客观现象的有效的工具之一。所以,统计在现代得到了极为广泛的应用,学点统计知识、掌握统计方法应用对人们是非常有益,也是十分有用的。《应用统计方法》正是基于上述目的而编写的。

本书为浙江省高等学校重点建设教材,主要是为大专院校编写的非统计专业教材。根据高等技术应用性人才培养目标的要求,本书以应用为宗旨,以必需、够用为尺度,以能力培养为目标,较为系统地介绍了经济管理与工程技术应用中最常见的一些统计方法,并把重点放在各种统计方法的实际应用上。因此,在介绍有关方法的同时,特别注意到应用这些方法处理实际问题时应该考虑到的问题,包括这些问题的识别及解决办法。

本书的另一显著特点是通俗易懂、简明扼要,在编写方法上采取由浅入深、循序渐进的思路,尽量避免繁杂的公式推导,在讲清关键概念、基本原理与方法的同时,借助于实例、案例的分析来说明每一种统计方法及其操作技能。

本书介绍的统计方法以“通用”为主,便于不同院校、不同专业的师生在教学时根据需要进行取舍,适用于 50~60 课时的教学计划。

本书由隗斌贤编写引言和第 1、第 2、第 4 章部分内容及附录,宁自军编写第 1、第 4 章部分内容及第 5 章,金惠红编写第 3 章,王家庆编写第 2 章部分内容,隗斌贤任主编。由于编写水平有限,对如何突破传统教材形式并在有限时间内将统计方法的基本原理及其应用传授给学生仍需探索,书中不当、疏漏之处难免,敬请读者指教。

本书还可作为职业与技术培训用书,也可作为科技工作者、经济管理人员自学的辅助参考书。

在本书即将出版之际,我们还要衷心感谢对本书选题、评审、编写、出版发行给予亲切指导、大力支持的浙江省教育厅高教处、浙江省高等教育学会、中国统计职业教育学会、浙江科学技术出版社、嘉兴职业技术学院、嘉兴学院统计系及其有关人士,特别感谢本书所引用的相关资料、案例的原作者。

隗斌贤

2005 年 4 月 5 日于嘉兴南湖之畔

目 录

导 言	1
第一节 统计学与应用统计方法	1
第二节 统计应用的本质特征与基本方法	5
第三节 课程学习目标与方法	10
练习题	13
第一章 数据收集整理方法	15
第一节 统计数据的来源与计量尺度	16
第二节 数据的收集与分类	19
第三节 数据的整理与显示	23
第四节 数据的分析与基本特征值	35
练习题	51
第二章 描述统计方法	54
第一节 时间序列描述性分析	55
第二节 长期趋势与季节变动分析	62
第三节 指数及其因素分析	70
第四节 综合统计评价	80
练习题	99
第三章 推断统计方法	102
第一节 机会大小的度量：概率基础	103
第二节 随机变量及其分布	108
第三节 抽样方法	116
第四节 参数估计	120
第五节 相关与回归	125
练习题	139
第四章 统计方法的应用	142
第一节 试验设计	143
第二节 市场调查与预测	153
第三节 经营管理统计决策	171
第四节 质量控制	181
第五节 保险精算	189
练习题	217

第五章 统计电算化方法	220
第一节 计算机在统计中的应用	220
第二节 统计软件包	222
第三节 SAS/INSIGHT 软件及应用	231
第四节 EXCEL 的统计数据分析功能	242
练习题	255
附 录 国民经济与社会发展统计指标	257
参考文献	293

导 言

【基本概念】

统计工作是指为管理或科研的需要而进行的收集、整理、分析、编制有关数据的一系列活动，即是从数量角度对社会、经济、自然现象的一种测度，包括统计调查、统计整理、统计描述、统计分析与应用等活动。

统计数据是指通过统计工作得到的原始或加工编制过的数据或资料。

统计学是关于如何科学有效地进行统计调查、整理、描述和分析与应用的学问，是研究大量现象数量关系变化规律的方法论。

应用统计学是指统计学被广泛地应用于为了解决管理或科研中的问题而形成的具体领域或以特定现象为范畴的统计应用学科。

统计方法是开展统计工作所运用的方法，如资料数据搜集或调查的方法、数据整理与描述的方法、数据分析的方法等。

【统计术语】

描述统计方法	标志
推断统计方法	标志值（变量）
多元统计方法	统计量（指标）
总体（母体）	大量观察法
样本（子样）	

【教学目的与方法】

通过本章学习，要求正确理解和认识统计的内涵，了解统计学的分类、描述统计与推断统计的区别，明确统计应用的本质特征和基本方法，掌握统计应用中的几个基本范畴，理解本课程学习的目标和方法。

主要教学方法是教师课堂讲授与学生讨论相结合，教师课前要多准备一些与生活贴紧的事例。

第一节 统计学与应用统计方法

一、统计的涵义

无论你是阅读报刊、看电视或听广播，还是上网查资料，都会耳闻目睹到一些有关统计的

报道或说明,如“据统计”、“统计显示”、“统计表明”等,事实上,只要是关于“如何多”、“怎样快”、“什么程度”之类的问题,都可以通过统计去反映或解释。那么,作为初学者,最关心的一个问题就是什么是统计。由于人们认识的角度不同,统计一词有多种涵义。如开会时主持人要统计一下出席会议的人数,推销某种商品需要调查客户对这种商品的了解程度,板球比赛中教练员要计算击球的平均数,医生为判定一种医疗方法和某种药品的疗效,则要记录临床试验过程等,这里的“统计”是一个动词,意为统计工作或统计活动,是从数量角度对社会、经济、自然现象的一种测度,它的一般活动程序包括统计调查、加工整理、统计描述和统计分析与应用等。

统计工作的结果形成一系列的数据资料,称之为统计数据,这是“统计”的另一种涵义。在统计的英文单词 Statistics 以复数名词表现时,即为统计数据,是统计工作产生的原始或加工、编制过的反映统计对象整体的数据。名词复数的特征表明统计数据不是个别的单个数据,而是大量观察结果的综合。因为单个数据具有偶然性,说明不了问题,更无规律可言,而统计恰恰是研究客观自然界或社会存在着的种种集合现象、总体数量特征,即规律性。

当 Statistics 以单数名词出现时,表示作为一门科学的“统计学”,是关于统计调查、数据加工整理、数据描述和统计分析方法论的学科。调查、加工整理、描述分析统计数据所运用的数量方法(技术)称为“统计方法”。

显然,统计数据是统计工作的成果,开展统计工作需要运用统计方法,而对统计方法的研究形成了统计学,它们之间是工作与成果、理论与实践、方法与应用的关系。在一些场合,人们还把从事统计工作的人称作“统计”(Statits),把从事统计学研究的人称为“统计学家”(Statistician),统计调查、数据加工整理、描述显示、统计分析应用的每个工作环节也可以称为统计。可见,“统计”一词在不同的场合有不同的理解。

二、统计学的种类与应用统计方法

作为一门方法论科学,统计学最基本的研究对象是现象的数量特征,它研究如何调查、加工整理、描述显示和分析数据,以期认识数据的规律性。其中对认识数据规律性方法的科学性、有效性的数学论证,我们称之为理论统计学,主要是阐述大量抽象概率,也即偶然性数量变化规律性的统计方法论,是指统计方法的数学原理。而将统计方法应用到社会、经济、科学研究的各个领域以解决各学科的具体问题就形成了各种各样的应用统计学。例如政府宏观管理需要对人口、土地、国民财富等进行调查,对经济运行及其结构的变动进行测量和数量分析,称之为经济统计学;对犯罪现象的数量表现及其关系进行统计调查和分析,产生了犯罪统计学;工商企业的经营管理者运用统计方法进行市场调查与预测、财务分析与决策、工序管理与质量控制、生产要素记录等,形成了商务统计学;此外,在气象观察与预报、生物试验、人类心理与行为分析、民意测验等问题的研究中,都广泛地应用着统计方法,也就有了气象统计学、生物统计学、心理统计学等。

广泛应用于各领域的统计方法,按研究的现象特性不同又可以分为描述统计方法、推断统计方法和多元统计方法。描述统计方法是阐述确定性现象数量特征的,主要是对现象的某一特

征的变化加以记录、整理和显示，统计数据是原始现象总体的描述或观测结果的表现，而且通常是从数据积累开始的，并用合理的方法加以整理。这种记录、整理和显示最主要的方式是通过表格和图形，然后给出百分比、平均数等特征值，以帮助汇总和给出概括性数据。简要地说，描述统计方法主要是关于图表分析与概括性的计算分析（如百分数、平均数、指数等）。

【例 0.1】 一个随机样本包括 200 名顾客，他们同意对某一新产品提出意见。表 0.1 给出了他们回答的汇总，如图 0.1 所示给出了这一信息的两个简单图示，即条形图和圆形图。

表 0.1 200 名顾客对新产品的意见

意 见	顾客人数	百分比 (%)
十分喜欢并购买该产品	108	54
喜欢该产品但不会购买	64	32
不喜欢该产品	28	14

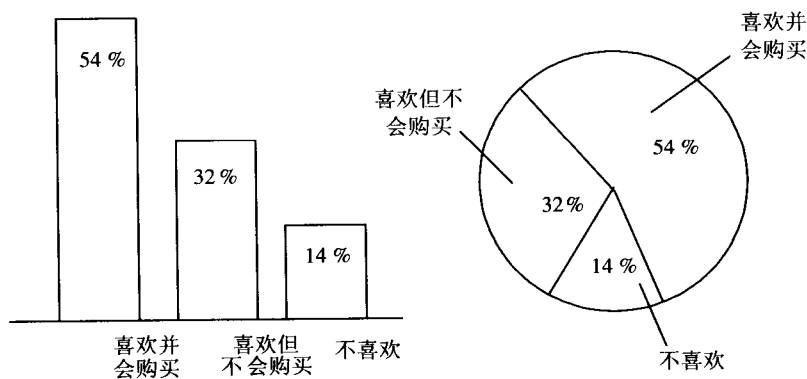


图 0.1 200 名顾客对该产品意见的条形图和圆形图

表 0.1 和图 0.1 虽然是相当粗略的汇总，但清楚地表明顾客对该产品总的欢迎程度，是进一步加工、分析的良好起点。如果要求更为详细的信息，可以更进一步地提供被调查顾客的情况，表 0.1 中十分喜欢并购买该产品的 108 名顾客的详情如表 0.2、图 0.2 所示。

表 0.2 十分喜欢并购买该产品的 108 名顾客在各年龄分组中所占的比例

样本年龄	样本年龄组中的人数	十分喜欢并购买该产品的人数（占年龄组的百分比）
15~19	10（占样本的 5%）	1（10%）
20~29	20（10%）	4（20%）
30~39	72（36%）	38（52.7%）
40~49	76（38%）	62（81.6%）
50 及以上	22（11%）	3（13.6%）
合计	200（100%）	108（54%）

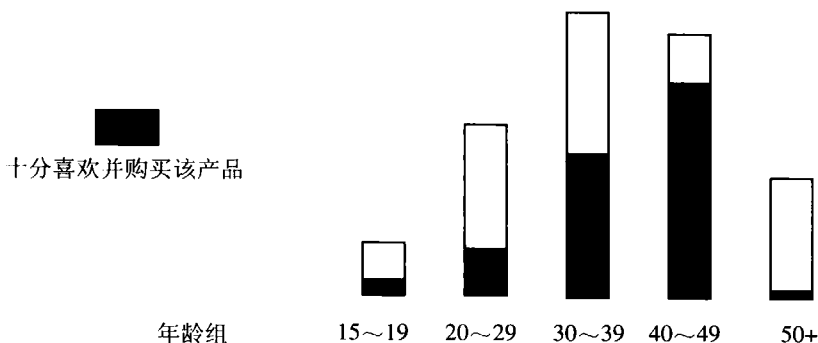


图 0.2 200 名顾客中十分喜欢并购买该产品的顾客在年龄分组中所点比例的条形图

有了表 0.2 和图 0.2 更为详细的信息，我们可以发现，该产品最受 40~49 岁年龄组顾客的欢迎，而最低年龄组和最高年龄组的顾客不特别喜欢该产品。接着，你也许想了解样本中有关顾客的其他信息，也许是他们的性别或收入。根据详细程度的要求，你可以用各自不同的图和表来提供这些细节。如果编制图或表的重点是让其他人了解有关调查的信息（即与自己保存的简要记录相反），那么，较好的做法就是不要在任何一张图或表中包括太多的信息。详尽程度最高的信息就是列出带有对每个顾客情况说明的所有 200 名顾客的意见。事实上，除了负责分析数据的人外，多半没有人需要知道如此详尽的结果。

例 0.1 较充分地体现了描述统计方法的应用，即运用统计方法对某项研究中所需要的数据进行收集、整理和显示，其重点在于：数据的详细程度及其特征值的描述应符合研究者的要求。本书第一、第二章将具体介绍描述统计的常用方法。

推断统计方法主要是阐述随机性现象数量特征的，即从现象总体中随机抽取一部分个体（构成样本），并据样本数据对现象总体做出估计。随机性是由偶然性原因所形成的，一种情况的发生或不发生是随机的，对这种随机变量进行统计需要概率论作为方法论基础。在企业质量管理中，为了节约人力、物力和时间，没有必要（有时表现为不可能）对所有产品进行质量检验，而只需随机抽取一部分产品组成样本进行调查，以样本的合格率来估计（推断）全部产品的合格率。不难理解，样本合格率就是随机变量，用它来估计全部产品的合格率肯定存在误差，要做到有效估计，就需要有预先测量和控制。在上述过程中就需要运用以概率论为基础的推断统计方法。显然，推断统计方法是在信息不完整或偶然不确定下为作出决策而进行抽样、推断及有效性检验所运用的统计方法。

多元统计方法是以模糊现象数量特征为研究内容的，以解决多个变量的综合分析问题。模糊现象是一种不确定性现象，通常表现为“非此非彼”“亦此亦彼”的中间过渡，模糊性是逻辑规律中排中律的一种破缺，是“此与非此”之间的任何状态。之所以呈现模糊性，还因为现象的变化是由多个因素构成的，是“多元”综合影响的结果，需要同时观测多个变量值。举一个简单的例子，上衣的型号取决于袖长、肩宽、胸围、领宽、身长等因素，如果只对其中一个变量进行研究，而不是将上述多个因素综合起来归纳，就不可能科学地划分出符合大多数人的不同身材的上衣型号。随着电子计算机的使用普及，多元统计作为一种有效地处理多元变量的综合评价方法，在经济、气象、心理以及人员测评等领域被用来解决一些实际问题并取得较好

的效果。例如企业要招聘推销员,公司在考虑人选时就要了解他(她)的文化程度、业务知识、交际能力、应变能力、精明程度、外貌礼仪等,如果应聘人数较多,就会根据众多应聘者的上述几个方面的素质得分进行多元分析,从而找到最优的挑选方案。人们都很关心天气的变化,天气预报就是气象部门在收集到众多观测点关于温度、风、雨、湿气和日照强度等情报并经过多元统计分析才作出判断的。多元统计方法包括主成分分析、聚类分析、判别分析、回归分析、因素分析等,涉及比较深奥的数学知识,本书将在第二章第四节中简要介绍最简单的综合评价方法。

应该说,描述统计方法是应用统计学的基础和统计方法应用的第一步,推断统计方法是应用统计学的核心和统计方法应用的关键,推断统计方法必须以描述统计方法为基础,但这两者都是某个变量特征及其规律性的研究。而多元统计方法是对多个变量之间数量关系的研究,旨在揭示多维变量的规律,是一种综合的统计评价与分析方法。

第二节 统计应用的本质特征与基本方法

一、统计方法应用的本质是通过现象的外在数量特征来考察其规律性

统计方法是管理、试验中分析大量客观现象中的偶然性、测定必然性数量特征、数量关系及其变化的计量与分析技术。通过现象外在数量特征来考察其规律性是统计方法应用的本质所在。那么为什么统计方法能够通过现象外在数量表现揭示其内在规律性呢?这是由客观现象本身的特点和统计方法的特性共同决定的。从客观现象方面来说,根据辩证法的基本原理,任何客观现象都是必然性与偶然性的对立统一。同样,任何一个数据,也都是必然性与偶然性因素共同作用的结果。必然性反映了现象本质的特征和联系,是比较稳定的,因而它决定了现象的内在本质是有规律可循的。偶然性反映了该现象每个表现形式的差异。如果客观现象只有必然性一个方面的特征,现象的表现形式就会比较简单,就可以比较容易地把握它的规律性。正是由于偶然性的存在,造成了现象的表现形式与必然性和规律性发生偏移,从而形成了表面形式的千姿百态,数据表现形式的千差万别。这样,必然性的数量规律性就被掩盖在表面的差异之中了。下面举两个例子。

【例 0.2】 我们都做过掷硬币和掷骰子的游戏,都知道随机地掷一次硬币或骰子是不能事先确定硬币出现的是正面还是反面或骰子的某个点数,也就是说个别的游戏或试验中充满了不确定性或偶然性。赌徒们正是利用了这种偶然性进行赌博。但当我们进行大量观察,即不断做重复试验后,就会发现掷一枚均匀硬币出现正面或反面的次数几乎接近相同,即比值接近 $1/2$ 。试验的次数越多,就越接近 $1/2$ 这一稳定的数值。同样,在掷骰子时,出现 $1\sim 6$ 点的比率也逐渐接近 $1/6$ 。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,也就是我们探索的数量规律性。

【例 0.3】 在进行农作物试验时,如果其他试验条件相对固定,我们会发现某种粮食作物的产量会随某种施肥量的增加而增加。当开始增加施肥量时,产量增加较快。以后增加同样的施肥量,粮食产量的增加量逐渐减少。当施肥量增加到一定数值时,产量不再增加,甚至反而

减少。这一施肥量与粮食产量的数量关系就是我们要探索的数量规律性。当我们从大量试验数据中用统计方法探索到施肥量与产量之间的数量关系后，就可以考虑肥料的费用并选择最佳的施肥效果了。

显然，每次掷硬币的结果以及每次施肥带来的增产都是不同的、有差异的，表现形式是充满偶然性的。但每个例子本身都是有规律可循的，应用统计方法就可以从表面的偶然性中探索到内在的、本质的数量规律；从统计方法来看，统计学提供了一系列的方法，专门用来收集数据、整理数据、显示数据的特征进而分析和探索（或推断）出事物总体的数量规律性。当然，如果现象本身的规律比较简单，所用的统计方法也就相对容易；如果现象本身的规律错综复杂，所用的统计方法也就相对复杂。显然，应用什么统计方法，取决于我们有什么样的数据和要解决什么问题。

值得提醒的是，统计方法只是从现象外在的数量表现上去研究问题，不涉及现象的质的规定性。通俗些说，统计方法可能告诉你，从试验或观察结果来看如何如何，而不能回答为什么会如何如何。先举两个例子。

【例 0.4】 一个生产灯泡的企业，过去一直采用某种工艺，现在技术人员对此提出一些改进措施，以期能改善产品质量。为了验证这个想法，取在新、老工艺下生产的灯泡各若干个去使用，记下每个参加试验的灯泡的寿命（即从开始使用到损坏所经历的时间）。所得数据可以这样处理：算出老工艺下生产的灯泡的平均寿命，例如为 420 小时；对新工艺下生产的灯泡也这样做，结果为 440 小时。于是作出结论：新工艺的确有助于改善灯泡质量，使用时间约可增加 20 小时。

【例 0.5】 为探索吸烟与患肺癌两者之间有无关联，调查一大批人，按是否吸烟和是否患肺癌分成 4 类：不吸烟也不患肺癌的、吸烟患肺癌的、不吸烟患肺癌的、吸烟不患肺癌的。根据这些数据，用一定的统计方法，作出像“吸烟与患肺癌两者有显著关联”之类的结论。一个易于理解的处理方法如下：算出在抽选出的这批人中，不吸烟者患肺癌和吸烟者患肺癌的比率，比方说分别为十万分之三与十万分之十二，于是作出结论说，吸烟者患肺癌的危险性是不吸烟者患肺癌的 4 倍。这类报道，及其他性质类似的医学报道，常见于各种报章杂志。

在例 0.4 中，试验结果有可能显示新工艺有助于改善灯泡质量，但其原因何在？也可能一目了然，也可能涉及专门学科领域中深奥的道理。在例 0.5 中，虽然许多统计资料都表明吸烟与患肺癌之间有关联，就是说吸烟的人看来更倾向于易得肺癌，但这种结论目前看来仍只能算是一种统计规律性——由表面上的数量关系而归纳出来的规律性。因为，不仅吸烟何以引发肺癌的机制在目前尚未确切研究清楚，甚至这两者之间表面上的联系是否真正反映了一种因果关系，在学者中也有分歧。有的学者认为，这两者表面上的关联，可能不过是由于它们受同一遗传基因的控制，其作用使那些易于染上吸烟嗜好的人同时也倾向于易患肺癌。若这种看法被证明为确实，则戒烟既不会减少也不会增加肺癌的危险性。更多的学者则认为，两者的联系是因果性的，尽管其机制目前没有充分弄明白。

这两个例子表明统计方法应用的一个重要特点，是因为它划清了统计学和其他专门学科的界线，如在遗传学、医学……等中都用了不少统计方法，但统计学绝不能代替这些专门学科，而只是有助于这些学科，可以说只是一个辅助性的工具而已。了解这一点，就不致于对统计方法和统计学者提出过高的期望，以为他们掌握的方法是万能的，可以在许多专门领域中单枪匹

马地解决种种实际问题。一个从事于实际应用问题的统计工作者，其知识面越广，就越易与种种专门学科领域的人员取得共同语言，因而也就越能对他们的工作提供一些帮助。

我们说统计方法只是一个辅助性的工具，仅是就以下一点而言：单纯的表面上的数量关系并不能反映现象的本质，本质究竟如何，必须依靠专门学科的研究才能下定论。这个提法不能理解为，统计方法的作用完全是被动性的，相反，现象的本质、根本规律性的东西，一般都是隐藏得很深，它不时地在一些场合下有所表现。学者们注意和收集了这些“表现”的信息，初看起来杂乱无章，而他如果具有一些统计的眼光，就有可能透过这些纷繁的信息资料而发现某种规律性的东西。这诚然还是表面上的，但可以作为专门研究的出发点，好比在一个刑事案件中，罪犯往往隐藏很深，但他总会多少留下一些痕迹，受过训练而有经验的侦察人员能据此对案犯作案的动机和过程提出一些设想，作为破案工作的起点。所以我们说，统计方法在研究自然界和人类社会的规律性方面，是起着积极的、主动的作用。科学史上有大量这样的例子，现实生活中的事例也不胜枚举。

二、统计方法应用的重要特征是由样本推断总体

【例 0.6】 要调查某县的个体农户在某年每户使用化肥的平均数量。全面的普查将涉及到数以十万计的农户，这是人力、物力和时间所不允许的。于是从这个县的农户中抽选出若干户，比如 400 户，调查出这些农户共用化肥 32 000 公斤，户均 80 公斤，以这个数字作为全县户均化肥用量的估计值。

统计方法的应用都具有部分推断整体的特点。如在例 0.6 中，整体就是全县的所有个体农户——由于我们只关心其化肥使用量，也可以说整体是由该县所有个体农户每户化肥使用量组成。若此县有 10 万个个体农户，则整体包含 10 万数字，所要考察的问题（化肥用量户均值）是关系这个整体的。部分就是被抽选出的那些农户（也可以说，是抽选出的这些农户化肥用量的全部数据）。我们的方法是算出这“部分”的平均值。但如果停留在此，则所得结果还只与这个“部分”有关。若再往前跨一步，以这部分的平均去估计整体的平均，则我们工作的意义就超出了这部分之外而达到整体。这一步工作称为统计推断，它是关键的一步，构成统计方法的一个重要特点。

为什么要把统计推断强调为统计方法应用的一大特点呢？原因有二：一是它把统计方法与其他数学方法区别开来：一是它把大量日常工作以至生活中与数字打交道的工作，与统计方法区别开来。先说第一点，统计方法要用到许多数学工具，尽管在学术界中对统计学是否可算作数学的一个分支存在分歧，但对于统计方法中使用大量数学工具、统计方法的原理依据数学的论证这些事实却不容抹煞。那么，相对其他数学方法而言，统计方法的特征何在？关键就在“部分推断整体”这一点。举一个极简单的例子：有两块矩形木板 A 和 B ，要比较其面积谁大，大多少。量得 A 的长、宽分别为 1.52 米和 1.425 米， B 为 1.79 米和 1.21 米，如果测量绝对准确，则根据“矩形面积=长 $\times$ 宽”这个公认的数学公式，即算出 A 的面积比 B 大，大 0.0001 平方米。这个问题用数学方法解决了，而不是用统计方法，因为你已掌握了与问题有关的全部资料，不存在“部分推断整体”的因素。然而，你可能觉得测量有一定误差，而两者面积测量值之差(0.0001)又很小，只测一次就下结论未必可靠，为了增加可靠性，你把 A 、 B 的长、宽各测量 100 次，算

出 A 、 B 面积百次测量结果的平均值之差，以此为准来确定何者面积大，大多少，这就是一个典型的统计方法。那么，你既然可以测量 100 次，又何尝不可测量到 200 次，300 次……直观上告诉我们，测量次数越多，平均数越可靠。理论上说，要做到“绝对”可靠，只有测量无穷多次求平均。设想你真这么做了（当然事实上不可能），你就掌握了问题的全部信息。因此在本问题中，“无穷次测量结果的全部记录”构成一个整体，你实际作了的那 100 次测量只是这个整体中的一部分，这仍是一个由部分推断整体的问题。

再说第二点，若在例 0.6 中的问题不是一个县而是一个村，因为农户很少，可以逐户搞清楚，算出其平均就可以了。从严格的统计学观点说，这里谈不上用到了什么高深的统计方法，只是作一些加法、乘除法的运算，就得到准确的结果（统计方法由于只用到部分资料，结果不见得准确，即有误差，这误差可能有多大，是统计方法应用的另一任务，将在第三章中论述）。这类工作很多，虽然在习惯上也不妨承认它们使用了统计方法，但与严格意义上的统计方法是有差别的。你把上大学时每个月所花的伙食费都记下来，到年终一平均，就得到你每月的平均伙食费。这还谈不上使用了统计方法。可是如果你在过去的 2 年大学生活中都作了这个计算，分析所得结果，总结出这 2 年伙食费以年均 15% 的幅度增加，并进而推断出你大三期间每月的伙食支出，则这整个过程就可以看作是统计方法的使用。因为，所作出的结论越出了你掌握的数据资料的范围，已构成了统计推断。

三、统计方法应用中的几个基本范畴

最后我们介绍在统计方法应用上常用的几个基本范畴，并作些补充说明。

统计方法应用具有“部分推断整体”的特点，这个整体在统计学上常称为总体，也叫母体。总体依所研究的问题而定。前面已指出，如在例 0.6 中总体由该县的全部个体农户组成。总体里的每一分子称为一个个体或单元。在例 0.6 中，每一农户构成一个个体或单元。如果要对小学生中的近视眼比率作调查，则随着研究规模的不同，总体可以是全国所有的小学生，或是人口在 20 万以上的城市中所有的小学生，或者是指定城市中的全部小学生，总体取得不同，研究结果适用的范围当然也不同。

从总体中抽选出的那部分个体或单元，统计学上称之为样本，也叫子样。如在例 0.6 中，抽选出的那 400 个农户就构成样本。有时也把样本中单个或一部分个体称为样本。样本中所含的个体或单元个数，在统计学上称为样本大小，或样本容量，例 0.6 中的样本大小为 400。从总体中抽选出样本的过程叫抽样，也叫取样。

把某一个体算作是所研究问题的总体之内，有一个前提就是该个体的特征（或属性）值是可行的，反映个体特征（或属性）的范畴在统计学中称为标志，其中反映个体数量特征的标志又称变量，而反映个体类、序特征的标志称为品质标志，标志的具体取值则称为标志值（或变量值）。在例 0.5 中，每一个体（一个人）的标志值，就是他属于按是否吸烟和是否患肺癌所划分的 4 类中的哪一类，如果你没有必需的医学设备，就无法检定一个人是否患肺癌，则每一个人所属的类别就无法确定，研究工作也就无从着手了。有时，某一个体的标志值如何，需要根据一定的规则才能定下来。比如说，某甲在今日确诊患有肺癌，但他是一星期前才开始吸烟的，难以设想，这一段吸烟史与某甲患此病有关，故某甲的标志值似乎可定为“不吸烟，患肺癌”

为合理。这里就存在一个“怎样的人算作吸烟者”的问题，这不见得是很容易解决的问题。在例 0.6 中，要求该县每户化肥用量——标志值都可知，如果该户户主所报数目很不准（即使有些误差也不计较），或对其误差性质有些了解，可以在问题中把这种误差考虑进来。

在有些问题中，总体是由一些看得见、摸得着的个体构成的，例 0.6 是一个典型例子。而在另一些问题中，个体只存在于我们的想像中。

【例 0.7】 一物件的重量 a 未知，放到天平上去称，由于天平有些误差，而对结果又要求有很高的精度，于是觉得称一次不够，就把它重复称 3 次，分别得出结果为 2.45、2.46 和 2.41 克，以其平均值 2.44 克作为 a 的估计值。

例 0.7 是这类情况的一个代表，你可能会认为，在本例中，总体就是由这个（其重量 a 未知）物体构成，其实不然，因为在本问题中，我们关心的指标是物体的重量，而它是未知的，不符合上述“总体中的个体标志值可知”的要求。那么例 0.7 中总体应如何定？我们已把该物体称了 3 次，若还嫌精度不够，则可以再称若干次，原则上你可以无限制地称下去，每称一次就有一个数值。在想像中，我们可以有无限个数值（或者说，在想像中有无限次称量的动作，每个动作有一标志值，即该次称量结果），它构成问题的总体，已做的那 3 次称量是这个总体的一部分，它构成问题中的样本。在此，抽样的过程就是把总体中的个体由想像中的存在转化为具体存在的过程。

还有一个很常用的专门统计术语，叫统计量，也称之为指标，它是指从样本算出的量，是总体（或样本）中各个个体某一标志值综合而得到的反映总体（或样本）数量特征的范畴。如果说总体是由个体组成的，那么统计量就是由标志值汇总、归纳、综合而成的。如在例 0.6 的样本中包含 400 个农户，有 400 个标志值（即各户化肥用量），其平均值 80 公斤是从这 400 个数据算出的量，它是一个统计量，反映的是全县数十万农户这个总体的化肥用量的平均水平，在第一、第二章中我们还将介绍其他重要的统计量。

四、统计应用的基本方法是大量观察法

应用统计方法的目的在于阐明现象的数量特征及其规律性，而规律存在于大量之中，只有对所研究现象总体足够多的个体进行观察分析才能从差异性、偶然性中显示出具有必然性、规律性的数量特征。举一个例子，不同人的身高是不尽相同的，有先天性遗传因素，有后天的营养因素，还有体育锻炼、卫生保健、生活工作条件等因素，但若观察的人数足够的多，比如 10 000 名，由于其中某些造成特殊高或特殊低的非本质性的偶然因素在大量观察中相互抵消掉，从而可以呈现出一一般的身高水平。第一次世界大战后期，由于美国宣布参战的时间急促，要在极短的时间里提供数量庞大的军需品，碰到的焦点问题是军衣、军鞋的规格。其实这是一个很简单的统计问题，大量观察的结果表明：军衣、军鞋尺寸分布符合正态分布，按此分布规律赶制出来的规格适合于绝大多数军人的体型要求。

大量观察法消除了个体的差异而显示出现象总体的规律性是由大数法则所决定的。大数法则是随机现象出现的基本规律，也是随机现象大量重复的必然规律，其一般意义是：在观察过程中，每次取得的结果不同（具有偶然性），但大量重复观察结果的平均值（趋势值）却接近确定的值（具有必然性）。大数法则的实质是：观察的数目越多，则抵消偶然因素、显示必然

性作用的可能性越多。有人在一壶中放进相同数量的黑球和白球，每次仅随机从中取出一球，其试验结果见表 0.3。

表 0.3 随机取球试验

取出球的次数			球数的百分比 (%)		
白 球	黑 球	合 计	白 球	黑 球	合 计
1	3	4	25	75	100
8	12	20	40	60	100
28	36	64	44	56	100
125	131	256	49	51	100
528	496	1024	52	48	100
2066	2030	4096	50	50	100

显然，随机取球次数越多，黑白球的比例越接近于壶中黑、白球数两者相等的真实比例。从应用统计方法来看，这种数量关系的规律性就称为大数法则。随着统计学家对赌博游戏中胜负的种种可能结果的研究，人们逐渐形成了从二项分布、常态分布、中心极限定理 3 个方面对大数法则的数理论证，这已属于理论统计学的课题了。

第三节 课程学习目标与方法

一、学一点应用统计方法

作为一门学科，统计始于 17 世纪关于赌博游戏的随机试验，而现代统计学可以说起源于 19 世纪末，但带有统计性质的实践活动可以追溯到远古时期。早在原始社会，人们为满足劳动成果就开始了一些简单粗略的计（记）数活动，“结绳记事”大概就是当时所谓的“统计”，在浩繁的《二十四史》中就有大量关于人口、钱粮、水灾、地震、天文、土地……等数据记载。在西方国家，“统计”（statistics）一词就是从“国家”（state）一词中演化而来，意指一种收集和整理国情数据的活动。随着近代科学技术和工农业生产的飞跃发展，统计方法得到越来越深入和广泛的应用，对人类认识和改变世界发生了深刻的影响。有人把统计学列为 20 世纪几十项最重大的成果之一。在美国，军事工业产品质量保证问题引致统计推断方法的成功应用，并由此首创了质量管理统计理论；日本在第二次世界大战后经济恢复和高速发展中统计方法所起的作用，是人们津津乐道的话题；许多发展中国家效仿西方发达国家开始放弃普查而改用抽样的方法，取得了良好的效果。用统计方法分析各种社会、经济、科技调查所得数据而引出结论，已成为政府当局决定政策的重要依据。随着市场经济的发展和信息化社会的到来，客观上要求工商企业的经营活动合理化、科学化，以保证达到要素配置上最优、技术上最先进、成本费用最低、收益和利润最大、生产经营周期最短的优化运行。为了适应这些要求，统计方法在工商企业投资理财、生产经营中的应用不仅要及时、正确、有效地反映内、外部技术经济和社会环境的变化，还要进行预测、决策和控制。因此，在汲取了现代科技成果、运用计算机手段的同