



浙江省高等教育重点建设教材

S 统计学教程

T A T I S T I C S

熊俊顺 王 娟 刘 干 / 主 编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



浙江省高等教育重点建设教材

S 统计学教程

T A T I S T I C S

熊俊顺 王 娟 刘 干 / 主 编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

统计学教程 / 熊俊顺, 王娟, 刘干主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2007. 3

ISBN 978-7-308-05114-9

I. 统... II. ①熊... ②王... ③刘... III. 统计学—高等学校—教材 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 165342 号

统计学教程

熊俊顺 王娟 刘干 主编

责任编辑 周卫群

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 浙江大学出版社电脑排版中心

印刷 杭州浙大同心教育彩印有限公司

开本 787mm×960mm 1/16

印张 18.5

字数 340 千

版印次 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印数 0001—4000

书号 ISBN 978-7-308-05114-9

定价 28.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88072522

目 录

第 1 章 导论	001
1.1 什么是统计	001
1.1.1 统计的含义	001
1.1.2 为什么学习统计	003
1.1.3 统计工作过程	004
1.2 统计学的基本概念	006
1.2.1 总体和样本	006
1.2.2 标志与变量	008
1.2.3 统计指标和指标体系	011
本章小结.....	013
思考与练习.....	013
第 2 章 数据收集	015
2.1 数据来源	015
2.1.1 第一手数据来源	015
2.1.2 第二手数据来源	016
2.2 统计调查方式与方法	017
2.2.1 统计调查方式	017
2.2.2 统计调查方法	020
2.3 统计调查设计	022
2.3.1 统计调查方案设计	022
2.3.2 问卷设计	024
2.4 数据质量	028
2.4.1 数据的误差种类	028
2.4.2 数据的质量标准	029

本章小结·····	029
思考与练习·····	030
第3章 数据的整理与显示·····	031
3.1 数据预处理 ·····	031
3.1.1 数据审核 ·····	031
3.1.2 数据排序 ·····	032
3.2 数据分组 ·····	033
3.2.1 数据分组的意义 ·····	033
3.2.2 数据分组标志 ·····	033
3.2.3 数据分组体系 ·····	034
3.3 频数分布 ·····	035
3.3.1 属性分布数列 ·····	035
3.3.2 变量数列 ·····	037
3.4 数据的显示 ·····	043
3.4.1 统计表 ·····	043
3.4.2 统计图 ·····	044
本章小结·····	050
思考与练习·····	050
第4章 数据的描述性分析·····	053
4.1 数据对比分析 ·····	053
4.1.1 数据对比分析的概念 ·····	053
4.1.2 相对数的计算 ·····	054
4.2 集中趋势测量 ·····	055
4.2.1 非数值型数据集中趋势测量 ·····	055
4.2.2 数值型数据集中趋势测量 ·····	057
4.2.3 平均数、众数和中位数的比较·····	066
4.3 离散趋势测量 ·····	067
4.3.1 非数值型数据离散趋势测量 ·····	068
4.3.2 数值型数据离散趋势测量 ·····	070
本章小结·····	077
思考与练习·····	078

第 5 章 概率基础	081
5.1 概率的基本概念	081
5.1.1 确定性现象与随机现象	081
5.1.2 随机试验与随机事件	082
5.1.3 概率的概念	083
5.1.4 概率的计算	084
5.1.5 概率运算法则	086
5.2 随机变量及其分布	091
5.2.1 随机变量的概念	091
5.2.2 随机变量的概率分布	091
5.2.3 随机变量的数字特征	093
5.3 几种常见的概率分布	095
5.3.1 两点分布	095
5.3.2 二项分布	096
5.3.3 超几何分布	097
5.3.4 正态分布	098
5.3.5 χ^2 -分布	100
5.3.6 F -分布	101
5.3.7 t -分布	102
本章小结	102
思考与练习	103
第 6 章 参数估计	105
6.1 抽样与抽样分布	105
6.1.1 什么是抽样推断	105
6.1.2 抽样推断中的基本概念	105
6.1.3 抽样分布	108
6.2 参数估计的基本方法	114
6.2.1 估计量与估计值	114
6.2.2 点估计与区间估计	115
6.2.3 评价估计量的标准	116
6.3 总体均值的区间估计	117

6.3.1 区间估计的基本原理	117
6.3.2 正态总体且方差已知,或非正态总体、方差未知、大样本	118
6.3.3 正态总体、方差未知、小样本	120
6.4 总体成数的区间估计	122
6.4.1 大样本重复抽样时的估计方法	122
6.4.2 大样本不重复抽样时的估计方法	123
6.5 样本容量的确定	123
6.5.1 估计总体平均数时样本容量的确定	124
6.5.2 估计总体成数时样本容量的确定	124
6.5.3 确定样本容量时应注意的问题	125
本章小结	126
思考与练习	127
第 7 章 假设检验	130
7.1 假设检验的基本问题	130
7.1.1 假设检验的概念	130
7.1.2 假设检验的步骤	132
7.1.3 双侧检验和单侧检验	132
7.1.4 假设检验中的两类错误	135
7.2 大样本情形下的总体平均数的检验	136
7.2.1 总体方差已知	136
7.2.2 总体方差未知	138
7.3 小样本情形下的总体平均数的检验	140
7.3.1 总体方差已知	140
7.3.2 总体方差未知	141
7.4 总体成数的检验	142
7.5 两个总体参数的检验	143
7.5.1 两个正态总体均值之差的检验	143
7.5.2 两个总体成数之差的检验	145
本章小结	146
思考与练习	146

第 8 章 方差分析	148
8.1 方差分析的概念和意义	148
8.1.1 方差分析的概念	148
8.1.2 方差分析的意义	149
8.2 单因素方差分析	149
8.2.1 单因素方差分析的意义和统计假设	149
8.2.2 单因素方差分析的程序和方法	150
8.3 无交互作用的双因素方差分析	154
8.3.1 无交互作用双因素方差分析的数据结构和模型	154
8.3.2 假设检验	156
8.3.3 双因素方差分析表	157
本章小结	159
思考与练习	159
第 9 章 相关与回归分析	161
9.1 相关分析	161
9.1.1 相关关系的概念和种类	161
9.1.2 相关关系的判断与测度	163
9.2 一元线性回归	172
9.2.1 回归分析的概念和特点	172
9.2.2 一元线性回归模型的确定	174
9.2.3 回归直线的拟合程度	176
9.2.4 回归分析中的统计检验	180
9.2.5 回归预测	183
9.3 多元线性回归	185
9.3.1 多元线性回归模型的确定	185
9.3.2 多元线性回归模型的判定系数和估计标准误差	187
9.3.3 多元线性回归的统计检验	188
9.4 非线性回归	191
本章小结	194
思考与练习	194

第 10 章 时间数列分析	197
10.1 时间数列的概念和编制	197
10.1.1 时间数列的概念	197
10.1.2 时间数列的种类	198
10.1.3 时间数列的编制	199
10.2 时间数列的水平指标	200
10.2.1 发展水平	200
10.2.2 平均发展水平	201
10.2.3 增长量	207
10.2.4 平均增长量	208
10.3 时间数列的速度指标	208
10.3.1 发展速度	209
10.3.2 增长速度	209
10.3.3 平均发展速度	211
10.3.4 平均增长速度	212
10.4 时间数列分解分析	212
10.4.1 时间数列的构成要素与模型	212
10.4.2 长期趋势分析	213
10.4.3 季节变动分析	223
本章小结	226
思考与练习	227
第 11 章 指数	230
11.1 指数的概念和种类	230
11.1.1 指数的概念和作用	230
11.1.2 指数的种类	232
11.1.3 指数的特性	233
11.2 综合指数	234
11.2.1 综合指数的概念和编制方法	234
11.2.2 同度量因素的确定及综合指数的基本公式	236
11.2.3 拉氏指数	237
11.2.4 帕氏指数	239

11.2.5 拉氏指数和帕氏指数的比较	240
11.3 平均指数	241
11.3.1 平均指数的概念和编制方法	241
11.3.2 算术平均指数	242
11.3.3 调和平均指数	243
11.3.4 固定权数的平均指数	244
11.4 指数体系与因素分析	245
11.4.1 指数体系的概念与作用	245
11.4.2 指数因素分析法的意义和种类	246
11.4.3 指数因素分析法的应用	247
11.5 几种常见的经济指数简介	251
11.5.1 物价指数	251
11.5.2 工业生产指数	253
11.5.3 股票价格指数	255
11.5.4 进出口贸易指数	257
本章小结	257
思考与练习	258
第 12 章 SPSS 软件基础	260
12.1 统计分析软件简介	260
12.1.1 SAS 统计分析系统	260
12.1.2 EViews 软件	262
12.1.3 MiniTab for Windows	262
12.1.4 Excel	262
12.2 SPSS 简介	263
12.2.1 SPSS 概述	263
12.2.2 SPSS 的基本特点	264
12.2.3 SPSS 的安装	264
12.2.4 SPSS 的运行方式	265
12.2.5 SPSS 的启动、主界面和退出	265
12.3 SPSS 基本操作	266
12.3.1 数据管理(Data Management)	267
12.3.2 统计分析(Statistical Analysis)	273

12.3.3 图形分析(Graphical Analysis)	275
12.3.4 输出管理(Output Management)	276
本章小结	277
附录 常用统计表	278
附表1 标准正态分布表	278
附表2 t 分布表	279
附表3 F 分布表	280
参考文献	286
后 记	287

第1章

导 论

学习统计首先要知道什么是统计,理解统计的基本概念,了解统计的工作原理和工作过程。

1.1 什么是统计

1.1.1 统计的含义

什么是统计?它是数字的加法吗?它是图表、是姚明在 NBA 每场比赛的平均得分或者是 2006 年中国的 GDP 增长率、通货膨胀率或毕业大学生就业率?总之,统计是不是对于社会或自然的数字描述?的确,人们对于统计的理解往往总是与数字联系在一起。实际上在我们的日常生活和工作中,“统计”这一术语常常有不同的用法。例如,政府统计部门每年要“统计”生产总值,这是将其作为一种工作来看待;了解证券市场的交易状况要看有关成交额和股价指数的“统计”,这时又是将其作为数据来运用;而大学生们所说的“我们正在学习‘统计’”,则是指一门科学即统计学。

统计是人类社会历史发展的产物。在现实生活中,人们为了满足生产实践、科学研究和各种管理活动的需要,经常要对所关注的事物进行观测,收集各种有关的数据资料进行分析、比较和推断,以便说明所关注事物的性质、数量、运动变化规律以及与其他事物的相互联系。例如,为了国家管理的需要,政府要定期或不定期地对全国的人口、财产、生产、分配以及人民生活等各方面开展统计调查,并对调查得到的各项数据进行分析研究,说明全国人口的性别、年龄构成状况,

财产的分布状况,生产结构及增长状况,收入的分配以及人民生活水平等等,以便国家管理和制定各种方针、政策,并对政策执行情况进行检查和监督。又如,在工业生产中,为了提高产品的质量,企业就要对影响产品质量的各种因素进行试验,在不同的条件下观测产品质量的变化状况,然后进行数据分析和推断,从而找出最佳的原材料配比或最佳的生产工艺过程。因此,我们说统计是人们认识客观世界总体数量及数量变动关系和变动规律的活动的总称,是人们认识客观世界的一种有力工具。与其他认识工具相比,统计有其自己的特点,主要表现在:

1. 数量性

统计的认识对象是客观事物或客观现象的数量方面,这是统计的基本特点。具体包括:(1)数量多少;(2)现象之间的数量关系;(3)质与量互变的数量界限。

统计分析属于定量分析的范畴。定量分析是认识客观事物的不可缺少的方面,它可以使得我们更精确、更具体、更深刻地把握事物的性质、特征及其变化规律。例如要了解一个企业的基本状况,就要从该企业的职工人数、资产总量、投资规模、生产产品数量、品种、质量以及劳动生产率、产品成本、利润等数量方面来具体说明。

由于客观事物的质与量是密切联系的,虽然我们可以把事物的数量方面从认识对象中分离出来,但是并不意味着统计研究的是纯粹的量。统计是在明确了事物的质的规定性的基础上来对其量的规定性进行分析研究的,就是说统计定量认识是建立在对客观事物定性认识的基础上,是定量分析与定性分析的结合。例如要开展工业增加值统计,研究工业增加值的数量、构成及其变化情况,首先必须阐明工业增加值这一概念的内涵,然后才能确定工业增加值的统计范围、口径和计算方法。而且,统计对客观事物数量方面调查研究的最终目的,是为了更深入地阐明事物的性质及其内在规律性。

2. 总体性

统计的数量研究是对现象总体中各单位普遍存在的事实进行大量观察和综合分析以后,得出反映现象总体的数量特征。例如工业产品统计,不是为了了解和研究单个产品,而是要反映企业生产的产品总量,合格品有多少,不合格品有多少,占的比例有多大,发展变化情况等,企业生产的所有工业产品便构成一个总体。又比如统计部门开展的城镇居民家计调查,需要对具体的居民家庭进行调查,但是其目的并不在于了解个别居民家庭的生活状况,而是要反映一个国家、一个城市的居民收入水平、消费水平、收入结构、消费结构等数量特征。

3. 差异性

统计研究同类现象总体的数量特征,它的前提是总体各单位数量特征或属性特征表现存在着差异,而且这些差异并不是事先可以预知的。例如,不同的人有不同的年龄、不同的身高、不同的体重、不同的学历、不同的性别、不同的民族等;不同的家庭有不同的收入水平、不同的消费水平、不同的消费模式和习惯,这才需要进行统计。如果说,总体各单位的差异表现出个别现象的特殊性和偶然性,那么对现象总体的数量研究,则是通过大量观察,从各单位的变异中归纳概括出它们的共同特征,显示出现象的普遍性和必然性。

统计学是一门收集、整理、描述、显示和分析统计数据的科学,是一套关于由数据到结论的科学理论、方法和技术,也可以说统计学是关于从数据中学习的科学,目的在于探索数据内在的数量规律性或从中得到关于总体的和过程的结论。统计学与统计实践活动的关系是理论与实践的关系,理论源于实践,理论又高于实践,反过来又指导实践。

1.1.2 为什么学习统计

我们至少可以为学习统计学课程提出两条理由。第一条理由是你需要知道如何正确评价大量公开发表的用数字说明的事实。在我们的周围充斥着生产厂商对其产品的各种数字说明;充斥着各种有关社会问题的、消费的公众调查测验结果;充斥着各种公开发表的科研成果。其中许多结果是基于部分样本数据做出的推断,有些推断是正确的,有些是不正确的;有些是基于足够大的样本量,有些不是。然而,所有这些结论都带有真理的光环。有些人甚至说统计可用于支持几乎任何东西,也有一些人说用统计很容易造假。两种说法都对。但是把从部分数据中得到的结论应用于没有获得足够多信息的范围时,很容易有意或无意地利用统计歪曲事实。

学习统计学课程的第二条理由,是你的职业或工作可能要求你解释统计调查或统计试验的结果,或者应用统计分析方法做出推断。例如,一个注册会计师从一个有25000多笔财务账目的总体中随机地选取了2000笔,发现84笔有错。对这25000多笔财务账目的总体我们能够说什么?基于2000笔账目样本得到的信息,我们对25000笔财务账目的差错率能做出怎样的推断?一个执业医师得到许多广告,描述新药的优点,这些广告经常给出新药和旧药比较试验的数据结果。这样的数据是否真的意味着新药更有效,结果中观察到的差别是不是仅仅是试验中测量值的随机变动引起的呢?

统计作为一种认识社会的工具已有悠久的历史。据历史记载,我国远在夏

朝就已经有人口和土地的记录,在西周朝代就已建立了统计报告制度。在英文中,统计一词用“statistics”表示,它与英文“国家(state)”一词有着同一词根。最初,统计只是帮助统治者了解国家的情况,为管理国家提供数量依据。随着社会经济和科技的发展以及统计学自身的进步,统计的应用领域不断扩大。现在,统计不仅被用于经济管理领域,而且在农业、医学、生物、工程技术等领域也得到广泛的应用。统计方法在商业中的应用体现在市场调研和用抽样数据来预测销售额、利润等指标;在工程和制造业,统计方法被用于产品质量控制和监督;在会计、审计活动中,对账目的抽样还可以支持主管会计进行账目的稽查。由此可见,统计学在科学、工商业、社会活动等几乎所有领域中扮演着重要的角色,在这些领域中工作的人需要了解统计的基本概念、原则、方法以及局限性。

1.1.3 统计工作过程

统计工作过程是对客观世界的数量及数量关系进行调查研究、综合分析,以认识事物的本质和规律性的过程,包括统计设计;数据收集;数据准备和数据整理;数据概括和数据分析;数据分析结果的报告和解释等五个基本环节。

(一)统计设计

统计设计是统计工作或统计研究的前期工程,它是根据统计的任务和目的以及统计对象的特点,对统计工作或研究的内容、程序作出通盘的考虑和安排。如提出总的目标和要求,确定关心的指标或变量,给出指标或变量的统一定义、标准;制定调查方案、汇总整理方案、数据分析方案以及工作进度等。统计设计完成质量直接关系到整个统计工作和研究的质量,搞好统计设计不仅要有统计学的一般理论和方法作为指导,而且还要求设计者对所要研究的问题本身具有深刻的认识和相关的学科知识。

(二)数据收集

统计数据是对客观现象进行观测和计量的结果。数据收集过程包括:调查、试验和对已有的来自商业记录、人口普查、经济普查、政府记录及过去的调查记录等数据的再收集和检查。经过统计设计,明确了调查目标和所关心的指标或变量,就可以开始选择适当的方法收集数据。观察法和试验法是收集数据的两种基本方法,抽样调查和试验设计的理论为数据收集提供了依据。对于大多数自然科学和工程技术研究来说,有可能通过有控制的科学试验去取得数据,这时可以采用试验法,在统计学中有专门的一个分支学科——试验设计,就是研究如何科学地设计试验方案,从而使通过试验采集的数据能够符合分析的目的和要求,这种在人工干预或控制情况下收集的数据称为试验数据。对于大多数社会

经济现象来说,一般无法进行重复试验,要取得有关数据就必须到社会总体中去进行调查观察,这种在自然的未被控制的条件下观测得到的数据就称为观测数据。

(三)数据准备和数据整理

数据收集上来之后,必须经过归纳、整理和加工,然后才可能做出有意义的解释,真正发挥其作用。从数据的获取开始到进行统计分析之前,这个过程就是数据准备和数据整理,即为概括和分析而处理数据。例如为了把大型调查数据变成计算机可读的形式,数据准备和整理的内容就有:(1)获得原始数据资源;(2)从原始数据资源创建数据库;(3)编辑数据库;(4)修正和调整原始数据资源;(5)数据库的最终确定;(6)从数据库创建数据文件。

(四)数据概括和数据分析

在统计工作和研究的这一阶段,所运用的方法包括两大类:描述统计和推断统计。

描述统计是指对采集的数据进行登记、审核、整理、归类,在此基础上进一步计算出各种能反映总体数量特征的综合指标,并用图表的形式表示经过归纳分析而得到的各种有用的统计信息。描述统计是数据概括的有效方法,精心设计的图、表是了解数据的第一步。描述统计也是统计分析的开始和基础,它为统计推断、统计咨询、统计决策提供必要的事实依据。描述统计还可以通过对分散无序的原始数据的整理归纳,运用分组法和综合指标法得到现象总体的数量特征,揭示客观事物内在的数量规律性,以达到认识的目的。

推断统计是在对样本数据进行描述的基础上,利用一定的方法根据样本数据去估计或检验总体的数量特征。在进行统计研究时,常常存在这种情况,由于各种原因,我们所掌握的数据只是部分单位的数据或有限单位的数据,而我们所关心的却是整个总体的数量特征。这时就必须利用统计推断的方法来解决。推断统计是现代统计学的主要内容。

就数据分析而言,通常可以分为三种类型:(1)初步分析;(2)基本分析;(3)备用分析。初步分析一般用描述统计方法或图示法。通过初步分析,统计工作者熟悉所面对的数据,并为以后的分析打下基础。基本分析则瞄准研究和分析的目标,从中得到结论;备用分析包括用其他的方法证实从基本分析得到的结论,包括与标准的方法比较不容易被接受的新的统计方法的应用。

(五)数据分析结果的报告和解释

在完成统计分析以后,用简明易懂的语言向有关人员报告统计结果也非常重要,这就是结果的传达和沟通,即通常所说的统计报告和解释。统计分析结果

报告的形式包括各种口头的和书面的方法,书面的传达方式从非正式的简短的备忘录到正式的项目报告、学术论文,多种多样。在一个比较正式的用可视化工具来做的研究报告中,可以利用图形、表格、数据图表以及对数据所做的分析来帮助传达在数据中所发现的内容。报告或交流应该注意向感兴趣的人们传达从样本数据所能获取的总体的信息,并且应尽可能地用非技术性和非专业性的术语来表达以避免造成误解,因为并不是所有的人都接受了统计学专业训练。当然,要用简练和毫不含糊的语言来传达一项统计分析的结果的确不容易,所以,我们在阅读统计报告或传达统计报告时,必须小心谨慎,以免由于我们列出数据或给出这些结果的方式不当而产生误解。例如,我们可能会在不经意间没有解释清楚某个数值表达的意义,或者可能漏掉了理解分析结果所必需的某些背景信息。即便是一个正确的陈述,也可能由于读者缺乏基本的统计学知识而被误解。比如,95%的置信区间这样一个清楚的统计推断表述,对于一个从来没有接触过统计概念的人来说就毫无意义。

要用正式书面报告的方式来传达统计分析结果的情形,报告的内容一般包括:(1)引言;(2)调查或试验设计,研究方法;(3)描述统计量;(4)统计方法;(5)结果和结论;(6)对结果和结论的讨论;(7)数据清单。

统计工作过程的最后一个环节还应该包括建立文档和保存结果。建立文档和保存结果的主要动机在于,为了我们自己或其他人的使用提供一个清楚的数据和分析报告。因为有时候使用时需要重新访问这些数据。对于由别人来仔细审查的正式的统计分析,能够提供对所有的数据处理和统计分析的详细文档,从而使得数据轨迹清晰明了,数据库或工作文件完整易读,这是非常重要的。

1.2 统计学的基本概念

1.2.1 总体和样本

(一)总体与总体单位

在统计中,总体是最基本的概念,统计的目的主要在于基于从感兴趣的总体抽得的样本的观测信息对该总体做出推断。那么,什么是总体?简言之,总体就是统计所研究对象的全体,即由具有某一共同属性的许多个别事物所组成的集合,也可以说是样本收集人员感兴趣的所有观测值的集合。构成总体的每一个