

■ TONGJI XUE YUANLI

普通高等学校重点学科建设规划教材·经济科学

统计学原理

刘竹林 江永红 编著

中国科学技术大学出版社

普通高等学校重点学科建设规划教材·经济科学

C8

128

2006

统计学原理

刘竹林 江永红 编著

中国科学技术大学出版社

合 肥

内 容 简 介

本书是为适应经济管理类专业“统计学”教学的需要而编写的。依据经济管理类专业人才教育培养目标的要求,从统计调查、统计整理、统计分析一般原理和方法出发,着重介绍了统计学的基本概念、基本原理和基本方法。在统计分析方法中,详细介绍了综合指标法、时间数列分析法、指数分析法、抽样推断法、相关与回归分析法、统计预测法以及统计综合分析。本书注重理论联系实际,多举实例,强调统计理论和方法的应用性。为了便于读者复习巩固和加深理解,本书各章均有适量的习题。

本书可作为高等学校“统计学”课程教材,也可供从事经济研究工作人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

统计学原理 / 刘竹林, 江永红编著. —合肥: 中国科学技术大学出版社, 2006.6
ISBN 7-312-01873-4

(普通高等学校重点学科建设规划教材·经济科学)

I. 统… II. ①刘… ②江… III. 统计学—高等学校—教材 IV. F016

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 053955 号

书 名: 统计学原理

著作责任者: 刘竹林 江永红

责任编辑: 张善金

标准书号: ISBN-7-312-01873-4/F·112

出版者: 中国科学技术大学出版社

地 址: 合肥市金寨路 96 号 邮编: 230026

网 址: <http://www.press.ustc.edu.cn>

电 话: 发行部 0551-3602905 邮购部 3602906 编辑部 3602910

电子信箱: press@ustc.edu.cn edit@ustc.edu.cn

印刷者: 合肥学苑印务有限公司印刷

发 行 者: 中国科学技术大学出版社

经 销 者: 全国新华书店

开 本: 710mm×960mm 1/16 印张: 20.75 字数: 442 千

版 次: 2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1—5000 册

定 价: 26.00 元

序

随着我国教育体制改革的不断深入，特别是高等教育的改革和发展，对新世纪人才培养提出了更新、更高的要求。不同层次的高等院校人才培养目标要体现不同的特色。作为普通高等院校更加强调应用型人才和复合型人才的培养。在体现宽专业、厚基础、重应用的基础上，要充分体现新世纪经济社会发展对人才的需求。因此，普通高等院校与高水平研究型大学人才培养目标的差异，需要在教学计划、教材以及教育教学方法等方面得到反映。基于这一指导思想，安徽工业大学经济学院组织编写“21 世纪高校规划教材·经济类”系列教材，并于 2002 年初起陆续在中国科学技术大学出版社出版发行。

安徽工业大学经济学院这套系列教材系教育部 21 世纪教改课题“一般工科院校经济学类本科生人才培养模式研究”的研究成果之一，公开出版后引起了国内同行专家、学者和广大读者的关注，多所高校选择本套丛书作为本科及相关学历教育教材。其中多部数次重印，取得了很好的社会效益和积极成果。学术界对本套丛书的认可，社会需求量的不断增加，就是对本套系列教材学术水平和使用价值的最好说明，也是其成功的标志。

随着知识经济时代的到来，建设创新型国家对创新型人才培养提出了更高的目标要求，为此，安徽工业大学、江苏大学、江苏科技大学、上海应用技术学院等高校经济学院、工商管理学院在此基础上联袂编写了本套“普通高等学校重点学科建设规划教材·经济科学”，该

套教材包括《政治经济学新编》、《现代微观经济学》、《现代宏观经济学》、《管理经济学》、《国际贸易》、《国际贸易实务》、《现代货币银行学》、《金融投资学》、《统计学原理》、《期货与期权交易》、《概率论与数理统计新编》、《SAS系统与经济统计分析》、《证券投资学》、《区域发展战略与规划》、《国际金融学》等十五种教材，并将同步出版相应的教学参考书，以适应新的教育形势发展的需要。

该系列教材的宗旨：面对新世纪经济社会发展和建设创新国家对人才需求，体现一般院校经济管理类专业应用型人才和复合型人才培养目标。力求内容完整、重点突出、深入浅出；重点、难点内容叙述详细；注重应用和案例教学。同时力求能够反映当今世界经济科学发展前沿。

参加编写这套教材的编写人员都是长期工作在经济学教学、科研第一线的中青年学者、专家、教授，他们具有较为深厚的专业基础知识、丰富的教学经验、丰硕的研究成果。更可贵的是他们视野开阔，热爱本专业，具有远大的志向，勇于创新。从而铸就了本书的鲜明特色和强烈的时代精神。当然，由于科学的探求永无止境，教材中这样或那样的疏漏与不足之处也在所难免，亦希望广大读者提出宝贵的意见和建议，以便于该套教材更加炉火纯青。

董元晃

2006年4月

前 言

本书第一版《统计学》自 2002 年出版以来,受到广大读者欢迎,出版社为满足读者需要数次重印,累计发行 2 万余册。但是,随着知识经济时代的到来,我国统计理论与实践研究,近年来取得了突破性发展,为适应现代统计的实际需要,也为了全面提高本书的质量,我们趁此机会对全书进行了全面修订。除了订正原书的疏漏之外,还吸收了一批新的科研成果,充实书的内容,并更名为《统计学原理》。关于本书的出版,特作以下几点说明:

(1) 基本保持了初版《统计学》的体系、结构不变。虽然在内容上增加了“假设检验”一章,致使篇幅有所增加,但是,其简明扼要的编写风格依然没有改变。

(2) 增加了统计分析方法在 Excel 中的应用。其分析步骤都在书中相应部分作了说明。

(3) 大量更新了统计分析的数据。使读者在学会统计分析方法的同时,能对现实的经济问题进行比较系统的把握,在统计理论中,存在着许多不同观点,本书原则上只讲通说,不介绍各种争论。有些问题虽然同时指出了有不同观点,但未对不同观点作出具体说明,读者可以通过查阅有关统计方面的著作,进行研究。

(4) 同本教材配套的教学参考书《统计学原理学习指导》,也同时出版。该书凝练了本课程各章节的主要教学内容,教学目的,教学重点、难点和教学建议,有的还对教材中的有关内容作了一些

补充说明。

本书由安徽工业大学刘竹林、岳朝龙、刘家树、吴小华、董梅生、江海峰与上海应用技术学院江永红等共同编著。我们本着对读者负责和精益求精的精神，对原书通篇进行字斟句酌的思考、研究，力求防止和消除一切瑕疵和错误。但是由于水平所限，书中难免还会出现疏漏和不足，敬请读者批评指正。同时，也借此机会，向使用本教材的广大师生，向给予我们关心、鼓励和帮助的同行人、专家、学者致以由衷的感谢！

编 者

2006年3月

目 次

序	I
前 言	III
第一章 总论	1
第一节 统计的含义	1
第二节 统计学的研究对象和研究内容	3
第三节 统计学的基本概念	6
第四节 统计的产生和发展	10
习题	14
第二章 统计调查	15
第一节 统计调查概念和种类	15
第二节 统计调查方案	19
第三节 统计调查组织形式	22
第四节 统计调查误差	30
习题	34
第三章 统计整理	35
第一节 统计整理概述	35
第二节 统计分组	38
第三节 次数分布	45
第四节 统计表	54
第五节 Excel 在统计整理中的应用	57
习题	59

第四章 统计指标	60
第一节 总量指标	60
第二节 相对指标	64
第三节 平均指标	71
第四节 标志变异指标	85
第五节 用 Excel 计算描述统计量	95
习题	95
第五章 时间数列	98
第一节 时间数列的概念和种类	98
第二节 时间数列的水平分析指标	100
第三节 时间数列的速度分析指标	109
第四节 时间数列的影响因素分析	114
习题	123
第六章 统计指数	125
第一节 指数的意义和种类	125
第二节 综合指数	128
第三节 平均数指数	134
第四节 指数体系与因素分析	141
习题	152
第七章 抽样推断	156
第一节 抽样的概念和方法	156
第二节 抽样误差	162
第三节 总体参数估计	172
第四节 抽样组织设计	180
第五节 用 Excel 进行参数的区间估计	189
习题	191
第八章 假设检验	194
第一节 假设检验的基本问题	194
第二节 单个正态总体均值与方差的检验	197

第三节 双正态总体下的假设检验	203
第四节 非参数检验	210
习题	215
第九章 相关和回归分析	217
第一节 相关关系的概念与测定	217
第二节 线性回归分析	233
第三节 非线性回归问题的线性化	248
第四节 自相关与自回归分析	256
习题	261
第十章 统计预测	264
第一节 统计预测概述	264
第二节 统计预测模型与基本预测方法	267
第三节 长期趋势模型预测	284
习题	293
第十一章 统计综合分析与统计分析报告	295
第一节 统计综合分析概述	295
第二节 统计比较	297
第三节 统计综合评价	301
第四节 统计分析报告	313
习题	316
附录	319
参考文献	322

第一章 总 论

第一节 统计的含义

一、统计的含义

统计一词可以有三种含义，即统计工作、统计资料和统计学。统计工作即统计实践，是指为了取得和提供统计资料而进行的工作，包括对调查研究目标进行数据搜集、整理、分析和提供的全部工作；统计资料是统计实践活动所取得的各项数字资料及与之相关联的其他资料的总称；统计学是统计工作实践经验的理论概括，是关于认识客观现象总体数量特征和数量关系的科学。

统计的三种含义是密切联系的。第一，统计工作和统计资料是实践和成果的关系，一方面统计工作的实施受统计资料需求的支配，另一方面统计工作的质量又直接决定着统计资料的数量和质量。第二，统计工作与统计学是实践和理论的关系，一方面，统计理论是统计实践活动的经验总结和理论概括，另一方面，统计工作的发展又需要统计理论的指导，统计工作现代化是和统计科学的发展相关联的。

二、统计工作的认识对象及其特点

统计工作是一种调查研究活动，是对现象总体的一种认识活动，它的认识对象是现象总体的数量特征和数量关系，即现象总体的数量方面。统计认识对象具有以下特点：

1. 数量性

一切客观事物都有它的质和量两个方面，统计就是要用大量的数字资料，并通过统计指标和指标体系等特有的统计方法，来综合反映现象的规模、水平、

速度、结构、比例和效益等，从而揭示事物的本质和规律性。如统计研究某地区自然资源、劳动力资源、国民财产、金融资产、科技资源等基本数量和数量关系，就可以形成对该地区经济活动基本条件的初步认识。

为了正确认识数量性的特点，必须强调以下三个问题：第一，统计研究的量是大量的，而不是个别的或少量的。统计是通过对大量实际数字资料进行综合研究，反映现象在一定时间、地点条件下的状况和规律。第二，统计对现象总体数量方面的认识，必须以定性认识为基础，即统计要密切联系现象的质来研究它的量。第三，统计研究的数量与会计反映的数量是有区别的。首先，会计是以资金运动为对象，而统计则要根据统计研究目的确定相应的调查对象总体范围。其次，两者对计算结果精确度的要求也不同，会计要以凭证为记账依据，数量上不能有任何偏差，而统计中有些数量是与实际有一定误差的，如由抽样推断得到的统计数量。

2. 总体性

统计的认识对象是现象总体的数量方面，即统计是对现象总体中各单位普遍存在的客观事实进行大量观察和综合分析，形成反映现象总体的数量特征。如对职工进行文化程度统计的目的不在于了解个别职工的文化程度状况，而是要反映一个地区、一个部门、一个企事业单位职工在文化程度上呈现出的总体数量特征。由于个别现象通常具有偶然性和特殊性，而总体现象都常常具有相对稳定性和普遍性，因此认识现象总体的数量特征，有利于反映现象的本质和规律性。

关于总体性特点要注意以下两点：第一，统计研究现象总体的数量特征，并不意味着可以撇开个别的具体事实去研究总体，相反，对现象总体的认识总是要以调查个别单位的事实开始，离开了对个体的调查，就无法综合总体的特征。因此，统计对总体数量方面的认识，是从对个体的认识过渡到对总体数量表现的认识，即“从个体到总体”。第二，统计认识对象的总体性，并不排斥对个别典型单位的深入研究。因为“从个体到总体”的研究不可避免地要使总体的数量特征趋于抽象化、一般化，因而有选择地抽取个别代表性典型的单位，进行具体深入的调查研究，更有利于掌握现象总体的规律性。

3. 具体性

统计的认识对象是具体事物的数量方面，不是抽象的量。统计研究的数量是客观事物在具体时间、空间等条件作用下的表现。强调统计认识对象的具体性，并不排斥统计认识活动中会用到许多既反映客观事实又具有抽象性的统计指标和数字，如平均数、相对数等。在比较两个单位同种产品生产的成本水平

时，不能直接用两个单位生产该种产品的成本费用总额这一具体数字来比较，而必须通过计算各单位生产该种产品的平均成本来比较分析，这里的平均成本指标就是反映生产单位产品的成本费用一般水平，是一个抽象的数字。

4. 变异性

统计研究现象总体的数量特征，其前提就是总体各单位的特征表现存在着差异，并且这种差异不能由某种确定性原因事先给定。例如，某大学在校学生的年龄大小有差异，身高水平有差异、月生活费支出额有差异，等等。正是由于这些差异的存在，我们才需要考察学生总体的平均年龄、年龄结构、平均身高、平均月生活费支出等。如果总体各单位的特征表现不存在差异，也就不需要统计，如果这些差异可由某种确定性原因事先给定，那么也就不需要用统计方法了。统计上把总体各单位由于随机因素引起的标志表现的差异称为变异。

第二节 统计学的研究对象和研究内容

一、统计学的研究对象

统计学的研究对象是由统计工作的实践要求来决定的。既然统计是一种调查研究活动，那么，统计学就应该是研究如何进行这种调查研究活动的科学，所以我们认为：统计学是认识现象总体数量特征和数量关系的方法论科学，它的研究对象是关于搜集、整理、分析和提供现象总体数量方面的原理、原则、方式和方法。

二、统计学的研究内容

由于统计学是认识客观现象总体数量特征和数量关系的方法论科学，而客观事物量的大小和量的关系，是在一系列复杂因素影响下形成的，这些因素有的是主要的，起决定性、普遍性作用；有的是次要的，起偶然的、局部的作用，正是由于这些因素的作用，使客观事物的量具有随机性，统计研究的目的就在于通过对同类现象的大量观察和综合分析，排除偶然性因素的影响，显示决定性因素作用的规律性，因此，统计学的研究内容应围绕着如何搜集、整理和分析统计数据的各种方法展开。其主要内容应包括描述统计、推断统计和其他常用的统计方法。

(一) 描述统计

描述统计是对由实验或调查而得到的数据进行登记、审核、整理、归类,计算出各种能反映总体特征的综合指标,并加以分析从中得出有用的信息,用表格或图像把它表示出来,所以它是研究如何搜集、整理和显示客观现象的数量方面,并通过综合分析得出反映现象规律性的数量特征。其主要内容有统计调查、统计整理和统计指标。

1. 统计调查

统计调查是根据统计设计方案的要求,有计划地搜集原始资料的工作阶段。对资料搜集得是否准确、及时、系统和完整,直接影响整个统计工作的质量,所以统计调查是统计整理和分析的基础。

2. 统计整理

统计整理是统计研究的中间阶段,它是对调查资料进行科学的分组、归纳、综合,使统计资料系统化、条理化,以便进一步开展统计分析。

统计分组是统计整理的重要内容之一,它是根据统计研究的任务和事物的内在特点,将被研究的现象总体按一定的标志划分为性质不同的几个部分,统计分组法是研究总体内部差异性的方法,通过分组法可以研究现象总体的不同类型,反映各类型的数量特征,可以分析现象总体的内部结构和比例关系,亦可以研究总体中现象之间的依存关系。

3. 统计指标

统计指标法是运用各种统计指标来反映和研究客观现象总体的一般数量特征和数量关系的方法。通过计算各种综合指标,从而显示现象在具体时空下的总量规模、相对水平、集中趋势、离中趋势等等,更进一步从动态上研究现象的发展趋势和变化规律。

统计分组法和综合指标法是相互依存的,统计分组如果没有合理的统计指标来反映现象的规模水平,就不能揭示现象的数量特征,而统计指标如果没有科学的统计分组,就无法划分事物变化的数量界限,成为笼统的指标。所以必须科学地进行分组、合理地设置指标,建立相应的指标体系和分组体系。

(二) 推断统计

对现象总体各单位的观察只是对部分或有限的单位进行调查,而需要判断的总体范围往往是大量的,甚至是无限的,这就需要根据局部的样本资料对全

部总体数量特征进行判断,这种判断是存在一定置信度的,在统计上,以一定的置信度标准,根据样本数据来判断总体数量特征的归纳推理方法,称为推断统计。它是研究如何根据样本信息推断总体数量特征的方法。主要包括抽样与参数估计和假设检验。

(1) 抽样与参数估计:在抽样调查的基础上,根据样本资料计算样本统计量,进而估计总体参数的取值或取值区间。

(2) 假设检验:先对总体的某种状况做出假设,然后根据样本实际观察资料对所作假设进行检验,来判断假设的真伪。

(三) 其他常用的统计方法

在统计学的方法体系中,时间数列分析、统计指数、相关和回归分析、统计预测等分析方法也是实用性很强的统计分析手段。

(1) 时间数列分析:时间数列是将同类指标在不同时间上的数值按先后顺序排列所形成的统计数列。时间数列有绝对数时间数列、相对数时间数列和平均数时间数列。利用时间数列分析法可以研究现象发展变化的方向、水平、速度和趋势。

(2) 统计指数:广义上看指数是用来反映同类现象在不同空间、不同时间、实际与计划等对比变动的相对数。狭义的指数是指用来反映由不能直接加总的多要素所构成的复杂社会经济现象综合变动程度的特殊相对数。统计指数分析法主要用于反映复杂现象总体数量上的综合变动状况,并对这种变动进行因素分析;还可以通过连续编制的指数数列,分析复杂现象总体的发展变化趋势。

(3) 相关和回归分析:相关分析主要是测定变量之间相关关系的密切程度,回归分析则是根据变量之间相关关系的种类,选择一个合适的方程来近似描述变量之间的平均变化关系。在实际应用中,相关和回归分析通常是相互结合使用。

(4) 统计预测:它是依据研究对象发展的历史与现状的统计资料,运用统计方法,对其未来发展趋势和发展水平作出预计和推测。通过预测可以提供未来的信息,帮助人们做出合理的决策。

第三节 统计学的基本概念

一、统计总体和总体单位

客观存在的某些性质上相同的许多个别事物组成的整体,就是统计总体(简称总体)。构成统计总体的每一个个别事物称作总体单位(简称个体)。例如,要研究我国全民所有制工业企业生产经营状况时,把全国的工业企业作为一个整体,构成这一整体的每一个工业企业则是个体,这些工业企业是客观存在的,它们在经济类型、经济职能上具有相同的性质。

1. 有限总体和无限总体

总体可以根据所包含的总体单位数区分为有限总体和无限总体。若一个总体中所含总体单位数是有限的,称为有限总体,若是无限的,则为无限总体。统计总体大多数都是有限总体。例如,工业企业总体、职工总体、设备总体,等等,但无限总体也是存在的,若研究某型号炮弹的全部可能射程。因为从理论上讲,射程的取值可以多到无限种,所以我们面临的是一个无限总体。

2. 实体总体和行为总体

以某种客观存在的实体为单位组成的总体称为实体总体,例如,企业总体、职工总体、学校总体、产品总体、设备总体,等等;而以某种行为、事件为单位组成的总体称为行为总体,例如,以许多次买卖行为构成的总体,以若干次交通事故组成的总体,等等。

3. 总体与总体单位的区分是相对的

随着研究目的的改变,总体和总体单位可以相互转化。同一个研究对象,在这种情况下是总体,在另一种情况下则变成了总体单位,即总体与总体单位的区分是相对的。例如,要研究某地区工业企业职工的工资水平情况,该地区的所有工业企业构成总体,而每一个工业企业则是总体单位。现在研究目的改为调查该地区某特定工业企业的职工工资水平情况,这时特定的工业企业变成了总体,而总体单位是该工业企业的每一个车间或每一个班组。

4. 统计总体形成的三个客观条件

统计总体的形成必须具备三个客观条件,即客观性、同质性和差异性。第一,总体和总体单位必须是具体的,客观存在的,即统计总体的客观性;第二,构成总体的所有单位必须在某些性质上是相同的,即同质性;第三,构成总体

的各单位除在某些性质上相同外，还必须在其他一些方面具有差异性，正是由于差异的存在，才需要有统计。

5. 统计总体形成的主观条件

统计总体形成的主观条件有两个：第一是统计研究目的，研究目的不同，所确定的总体和总体单位便有所不同。例如，研究某地区初中教学情况时，该地区所有的初级中学构成一个统计总体，而每一个初级中学为总体单位；当调查某初级中学教学情况时，该初级中学是总体，这个初级中学的各教研组是总体单位。第二是统计机构状况，统计机构的观点、工作条件以及对问题研究的深入程度等也决定着总体的形成。例如，要研究某省高等院校职工基本情况，若条件允许，可将该省高等院校的每一职工都列为总体单位形成统计总体，如果人力和经费有限，则可选取部分职工形成总体。

二、标志、变异和变量

标志是说明总体单位特征和属性的名称。如以职工为总体单位时，则职工的性别、文化程度、民族、年龄、工资、工龄等都是每个职工所具有的标志，标志是依附于总体单位的，总体单位是标志的直接承担者。

1. 数量标志和品质标志

一个特定总体中的各单位可以有许许多多的标志，按其表现形式有数量标志和品质标志之分。数量标志表示事物量的特征，能用数量表示，如上例中职工的年龄、工资、工龄等。品质标志表示事物质的特征，通常不用数量表示，如上例中职工的性别、文化程度和民族等。

2. 不变标志和变异标志

对于一个统计总体，各总体单位表现相同的标志为不变标志，这是由统计总体的同质性决定的。如某地区全民所有制工业企业构成的总体，其总体单位在经济类型、经济职能的标志表现上是相同的，即均为全民所有制工业企业，这里的经济类型、经济职能就是两个不变标志。各总体单位表现可能不同的标志为变异标志，这是由统计总体的差异性决定的。如上例中的全民所有制工业企业总体，各总体单位在职工人数、利税总额、资产总额、销售收入、产品种类等方面可能存在差异，这些标志便是变异标志。

变异标志有品质变异标志和数量变异标志。例如，以每个职工为总体单位，职工的性别、民族、文化程度等是品质变异标志，而职工的年龄、工资、工龄则是数量变异标志。统计研究常常碰到的是数量变异标志，为简便起见，称数量变异标志为变量，变量的具体数值为变量值，如工龄这个变量可具体表现为