

General
Finance
Series

通用财经类系列

统计学原理 ——理论与方法 (第三版)

王云峰 陈卫东 编著

General Finance Series

通用财经类系列

统计学原理 ——理论与方法 (第三版)

◎ 王云峰 陈卫东 编著

图书在版编目(CIP)数据

统计学原理. 理论与方法/王云峰, 陈卫东编著. —3 版. —上海: 复旦大学出版社, 2017. 8
(通用财经类系列)
ISBN 978-7-309-13032-4

I. 统… II. ①王…②陈… III. 统计学-高等学校-教材 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 155324 号

统计学原理. 理论与方法(第三版)

王云峰 陈卫东 编著
责任编辑/谢同君

复旦大学出版社有限公司出版发行
上海市国权路 579 号 邮编: 200433
网址: fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>
门市零售: 86-21-65642857 团体订购: 86-21-65118853
外埠邮购: 86-21-65109143 出版部电话: 86-21-65642845
杭州日报报业集团盛元印务有限公司

开本 787 × 1092 1/16 印张 19.75 字数 456 千
2017 年 8 月第 3 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-13032-4/C · 344
定价: 40.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社有限公司出版部调换。
版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书按照我国市场经济体制对统计信息的要求,在内容安排和实例分析上紧密结合市场经济的统计工作实践。针对统计学科基本概念多、公式多、计算多的特点,力求理论联系实际,做到重点突出、循序渐进、细致深入、通俗易懂。

本书共分九章,着重阐述了统计学的一般理论和方法,包括:统计学的研究对象和方法、统计调查和统计整理的方法、综合指标、动态数列、指数分析、抽样估计、相关与回归分析、统计综合分析等方面的内容。每章后附有多种类型的习题,便于学生复习思考和巩固理解所学的知识。

本书可作为高等院校统计学课程的教材,也可作为经济部门管理人员、统计工作人员以及职称考试者等的学习参考书。

前 言

统计是认识自然和认识社会经济客观规律的重要方法。社会经济统计信息是社会经济信息的主体,是国家制订政策与规划、企业经营决策的重要依据。所以,统计工作是政府对国民经济和社会发展实施科学管理的一项基础性工作,也是与各部门、各单位的业务活动密切相关的一项重要工作。目前,统计学已成为经济管理类专业的基础课程,教育部已将统计学列为高等院校经济管理类专业的共同必修课程,这说明统计学课程在经济管理学科中具有非常重要的地位。

随着我国社会经济的发展,人们对统计工作提出了更高的要求。同时,我国统计部门的体制改革和新的方法体系的创建以及对外交流的加强,为统计学学科的发展积累了丰富的经验。本书以国家统计局部门最新的国民经济核算体系、统计指标体系及最新公布的统计数据为背景资料,对统计学的基本理论和方法进行了细化和深入的分析,并力求使课程内容通俗易懂,便于教学。

与其他统计学教材相比,本书有以下三个特点:

第一,从学生提高学习效果的角度出发,每个章节的课程内容力求编写得由浅入深,循序渐进,既便于学生自学,又能提高教师授课效果。对课程内容的重点和难点,分析透彻,条理分明,并附有丰富的举例和例题。

第二,为了便于课程内容的教学,本书每一章都附有多种形式的练习题,包括单项选择题、多项选择题、判断题、问答题和计算分析题等。练习题内容包含了课程的基本理论和基本方法,强调对课程重点、难点的练习与思考。通过对这些作业的练习和分析,可以帮助学生加深对课程内容的理解,培养学生分析问题和解决问题的能力,提高学习效果。

第三,本书在对统计学基本理论和基本方法的深化分析方面尤为突出。例如,分析了现象总体的层次性和复杂性、相对指标的分类与判断以及计划完成程度相对数所具有的动态和静态双重特性;强调了费歇尔理想指数的计算和分析对现象总体在空间范围对比的重要性;从现象总体的层次性和复杂性探讨了指数的计算方法;剖析了序时平均数的动态和静态特性等。

统计学的学科性质是方法论科学,它主要提供调查搜集数据、整理数据和分析数据的基本理论和方法。学生学习本课程,应与数理统计相互融合、借鉴和取长补短,特别应该注重数理统计在社会经济领域中的应用,以提高对现象总体量化的科学性、准确性和可操作性。同时,学习本课程,学生必须具备经济学、管理学等相关课程的基本知识,因为统计学不是纯数学,统

计指标的计算和分析只有与经济和管理方面的相关知识结合起来,才能融会贯通,学以致用。

本书在写作风格上追求通俗易懂、便于教学,但这并不意味着课程内容相对浅显,从总体上看,本书难度适中,适用于非统计专业的经济管理类本科生学习。书中虽然也包含了很多计算公式的分析和推导,但即便自学,在理解上也并不困难。本书作者以学生容易理解和分析问题的角度来编写教材,由此,希望读者喜欢这本书。

本书第三版由王云峰、陈卫东编著,卢景方参与了部分章节的编写和修改。本书在编写和出版过程中,得到了各位同仁的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,教材中有疏漏和不当之处,殷切希望各位专家、教师和学生批评指正,以便不断地改进和完善。

编 者

2017年5月

目 录

第一章 统计总论	1
第一节 统计学的研究对象	1
第二节 统计学的研究方法	4
第三节 统计学的基本范畴	7
第四节 统计法制与政府统计	14
练习与思考	18
第二章 统计调查	21
第一节 统计调查的意义和种类	21
第二节 统计调查方案	22
第三节 统计调查方法	25
第四节 统计资料的审核	30
练习与思考	31
第三章 统计整理	35
第一节 统计整理的意义和方法	35
第二节 统计分组	38
第三节 统计分布	45
第四节 统计表与统计图	51
练习与思考	58
第四章 综合指标	66
第一节 总量指标	66
第二节 相对指标	70
第三节 平均指标	78
第四节 变异指标	93
练习与思考	104
第五章 动态数列	113
第一节 动态数列的意义和种类	113
第二节 发展水平与发展速度	116
第三节 序时平均数	121
第四节 现象变动的趋势分析	131
练习与思考	140
第六章 统计指数	148
第一节 统计指数的意义和种类	148

第二节 个体指数与总指数	149
第三节 因素分析	158
第四节 指数数列	169
练习与思考	172
第七章 抽样估计	180
第一节 抽样推断的一般问题	180
第二节 抽样误差	183
第三节 参数估计的方法	190
第四节 抽样组织设计	199
第五节 假设检验	210
练习与思考	219
第八章 相关与回归分析	227
第一节 相关与回归分析的基本概念	227
第二节 相关分析	230
第三节 一元线性回归分析	235
第四节 多元线性回归分析	246
第五节 非线性回归分析	253
练习与思考	257
第九章 统计综合分析	264
第一节 统计综合分析的意义	264
第二节 统计综合分析的要求和程序	266
第三节 统计综合分析的常用方法	268
第四节 统计比较	272
练习与思考	278
附录	283
附录一 二项分布临界值表	283
附录二 秩和检验表	284
附录三 正态分布概率表	285
附录四 t 分布临界值表	287
附录五 F 分布临界值表	288
附录六 累计法平均增长速度查对表	290
附录七 习题答案	292
参考文献	309

第一章 统计总论

学习目的与要求

本章的目的在于从总体上认识统计学。本章重点介绍统计学研究什么和怎样进行研究。具体要求：

1. 理解统计学的研究对象,即统计所要认识的现象客体及其特点;
2. 理解统计学的研究方法,从而领会统计学是一门认识方法论科学;
3. 掌握统计学的基本范畴,包括统计总体、总体单位、标志、指标、指标体系等;
4. 了解统计法制及政府统计。

第一节 统计学的研究对象

一、统计与统计学的含义

统计学是关于认识客观现象总体数量特征和数量关系的科学。它是通过搜集、整理、分析统计资料,认识客观现象数量规律性的方法论科学。由于统计学的定量研究具有客观、准确和可检验的特点,所以,统计方法就成为实证研究的最重要的方法,广泛适用于自然、社会、经济、科学技术各个领域的分析研究。

我们平时讲的“统计”一词,除了统计学这层含义外,还包括统计活动和统计资料这两层含义。

统计活动,即统计工作或统计实践,它是对自然、社会、经济、科学技术等客观现象在数量方面进行搜集、整理和分析的活动过程。社会经济统计活动则是指搜集、整理、分析和提供关于社会、经济现象统计资料的活动过程。社会经济统计活动的过程一般分为统计设计、统计调查、统计整理、统计分析、统计资料的管理和公布等。其中,统计设计是核心,一般由政府统计机构来完成,并通过法律形式加以规定。

在人类历史上,自从有了国家,就有了统计活动。在古代,国家出于赋税、徭役、征兵的需要,要对人口、土地、粮食等进行调查和计算。据历史记载,中国在夏禹时代就有了人口统计,秦代时户籍统计和田亩统计已达到了相当高的水平。西方国家的统计活动也有悠久的历史,并在18世纪以后得到了迅速发展。随着社会经济的发展,人类社会从土地时代进入资本时代。为了适应商业竞争和资本扩张的需要,统计活动也从国家管理领域扩展到社会经济活动的各个领域。高新技术的应用和知识经济的出现,改变了社会经济结构、社会生产关系和增长方式。在现代社会中,无论国家、企业或个人,都要准确、及时地掌握大量的信息和进行有效的

决策,这就大大促进了统计工作的发展和统计自身的现代化。

统计资料是指在统计工作中取得的各种数据资料及与之相关的文字资料的总称。统计资料包括原始资料 and 经加工整理过的次级资料。在知识经济社会,统计资料是重要的信息资源,是国家进行宏观经济管理、企业实施经营决策的基础数据。

须指出的是,统计资料一般不是严格、精确的数据,会存在一定的误差。虽然统计数据在一定范围内的误差是不会影响使用的,人们在社会经济活动中并不需要处处追求数据的绝对精确,但控制统计数据的误差范围仍是统计学研究的重要内容。

统计学、统计活动与统计资料这三者有着密切的联系。统计活动与统计资料的关系是统计工作与统计成果的关系。社会经济管理的要 求决定了统计资料的需求内容,也决定了统计工作的任务,统计工作的绩效又影响着统计资料的数量和质量。统计活动与统计学的关系是统计实践与统计理论的关系。统计理论来源于统计活动,统计活动的发展为人类积累了大量的统计资料和丰富的统计经验,促进了统计科学的发展。统计理论是统计工作经验的总结,统计工作的发展又需要统计理论的指导。因此,统计学和统计活动的研究对象是一致的。

二、统计学的研究对象

统计学的研究对象是指统计研究所要认识的客体。一般地说,统计学的研究对象是客观现象总体的数量特征和数量关系,以及通过这些数量方面反映出来的客观现象发展变化的规律性。所谓数量方面,就是客观现象的数量表现、数量关系和数量界限。

认识客观现象规律性的基本方法是量变到质变的辩证原理。事物的质变总是从量变开始的,当量变积累到一定的数量界限,就会引起事物性质的变化,因此,对客观现象数量方面的分析研究,要正确把握从量变到质变的尺度。

认识客观现象规律性的基本过程是“定性分析—定量分析—定性分析”。由于事物的质与量是对立统一的两个方面,在研究客观现象数量方面时,应以定性分析为基础,提出问题或建立数学模型,通过定量分析,再回到对事物本质的分析,从而进一步认识客观现象发展变化的规律性。由此,统计数据的研究过程是从统计设计开始,经过统计调查、统计整理和计算,最后进行统计分析。

三、统计学研究对象的特点

统计学研究对象的特点主要有数量性、总体性和变异性。

(一) 数量性

数量性是统计学研究对象最基本的特点。所谓“数字是统计的语言,数据是统计的原料”指的就是统计是以客观的、具体的、准确的数字来描述和认识客观现象的特征、性质和规律的,没有数量也就没有统计这种认识客观事物的工具。

统计学研究对象的数量性特点,并不是说所有的数量都可以作为统计的对象。统计不同于抽象的数学运算,统计数据总是客观事物量的反映,通过数据来测度事物的类型、量的顺序、量的大小和量的关系,以认识客观规律的量的表现。统计学要运用许多数学方法,在统计学的发展过程中,无论统计指标的计算、概率论的引入,还是现代统计学理论框架的形成,数学都起着至关重要的作用。但是,不能因为统计学研究对象的数量性就认为统计学和数学有相同的

研究对象。数学是用演绎的方法研究抽象的数量关系和空间形式,提炼出适合所有领域的运算规则。统计学则主要用归纳的方法研究客观现实存在的数量关系,表明客观现象数量规律的具体表现。统计数据来源于客观实际,我们要根据客观事物的内在联系去掌握统计学的基本原理和基本方法。因此,统计方法要比数学方法灵活得多。

在复杂的社会经济现象中,数量分析是人们认识客观现象的重要方法。早在17世纪,英国学者威廉·配第(1623—1687)就在其著作《政治算术》中,首创了社会经济现象的数量分析方法。1993年,联合国等国际组织修订公布的国民账户体系(SNA)就是以一定的经济理论为指导,综合运用统计、会计和数学方法,对国民经济进行数量分析的较完善的核算体系。

(二) 总体性

社会经济现象是由各种系统组成的,由系统论的整体性原则决定了统计学研究对象的总体性。也就是说,客观现象的数量特征和数量关系是针对现象总体而言的,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后得出的结果。例如,进行从业人员收入状况调查,目的不是了解每一个从业人员的收入状况,而是要反映一定范围内从业人员的平均收入水平或收入结构。客观事物的个别现象通常有其特殊性、偶然性,而总体现象则具有相对的普遍性、稳定性和规律性。

总体性是有层次的,这是由系统论的层次性原理决定的。例如,研究人口问题,若将全国人口作为一个大系统,每个省的人口就是一个小系统,后面还能分出很多更小的系统,每一层系统都能体现出总体的数量特征。

当然,统计研究是从个别现象入手的,但对个别现象的具体事实进行观察调查只是为了达到研究现象总体特征的目的。统计研究对象的总体性不排斥对个别典型单位的深入调查,但这也是为了更有效地掌握总体现象的规律性。

(三) 变异性

统计学研究的是同类现象总体的数量特征和数量关系,它的前提是总体各单位的标志值存在着差异,而且这种差异是自然存在的,不是由某种特定的原因事先给定的。例如,要研究一个企业的人力资源状况,就会涉及每一个员工的工龄有长短、文化程度有高低、薪酬有多少等因素。由于这些因素会存在差异,因此需要计算分析员工的平均工龄、平均工资、文化程度的结构等指标。如果总体各单位的标志值不存在这些差异,也就不需要统计了。另外,如果总体各单位标志值之间的差异是按已知条件事先给定的,也就不需要用统计方法计算分析了。例如,一年四季的季节变化与统计无关,而一年内发生的各种交通事故则是统计研究的对象。因此,统计研究的是偶然现象,不是必然现象。统计上把总体各单位由于随机因素引起的某一标志表现的差异称为变异。

四、量的尺度

在统计分析中,数作为量的尺度可分为四个层次。

(一) 定类尺度

定类尺度是将数字作为现象总体中不同类别事物的代码,它表示不同类别事物的品质差别,并不表示其量的顺序和大小,其主要数学特征是等于或不等于,相当于同类或不同类。例如,企业按经济成分分类:代码(1)表示大类公有经济,(11)表示公有经济的小类国有经济,

(12)表示公有经济的小类集体经济;代码(2)表示大类非公有经济,(21)表示非公有经济的小类私有经济,(22)表示非公有经济的小类港澳台经济,(23)表示非公有经济的小类外商经济。

(二) 定序尺度

定序尺度不但可以用数字表示量的不同类别,也可以表示量的顺序和大小,其主要数学特征是大于或小于,相当于优于、先于或劣于、次于。例如,产品按等级分成一等品、二等品、三等品,表示一等品优于二等品、二等品优于三等品等。定序尺度除了用于分类外,还可以用来确定众数、中位数等指标的位置。

(三) 定距尺度

定距尺度不仅可以用数来表示现象类别的不同和顺序大小的差异,而且能以确切的数值反映现象之间在量方面的差距,其主要数学特征是加或减。定距尺度的特点是精确性高,它还是定比尺度的基础。在统计数据中,定距尺度居于重要的地位,凡是反映现象总体的总量指标都要运用定距尺度,如产品产量、职工人数、国内生产总值等。

(四) 定比尺度

定比尺度是在定距尺度的基础上,确定可以作为比较的基数,将两个相关的数加以对比形成的比率。由于它是通过比较基数形成的尺度,所以能够显示更加深刻的意义。定比尺度的主要数学特征是乘或除。例如,全国人口数和国土面积对比计算的人口密度,可以说明人口的相对密集程度;国内生产总值和全国人口数对比计算的人均国内生产总值,可以进行国际比较。

第二节 统计学研究方法

一、统计学的学科性质

统计学是一门认识方法论科学。统计活动的主要内容是数据的搜集、整理和分析,所以,统计学是研究如何搜集、整理和分析数据以及如何对现象总体进行抽样推断、趋势分析的认识方法论科学。

从方法论科学的角度来看,统计学主要研究客观现象总体所表现出来的统计绝对数、统计相对数和统计平均数以及它们在时间、空间变动及相互关系的计算分析方法。统计意义上的时间变动是个动态概念,空间变动是个静态概念。也就是说,统计学既要研究现象数值静态变动的计算分析方法,又要研究现象数值动态变动的计算分析方法。

客观现象总体所反映的数量特征和数量关系,与统计学的研究方法存在着相互依存和相互促进的关系。一方面,统计方法的提炼和检验来自统计实践;另一方面,只有经过漫长的历史时期,统计实践有了很大的发展,统计学才能形成和完善。

早期的统计学总是和实际问题的数量分析结合在一起进行研究,往往就事论事,因此被称为以客观现象为主体的实质性统计学。直到19世纪,比利时统计学家凯特勒将概率论引入了统计学,论证了社会经济生活中的随机现象也有一定的规律性,统计学才步入了学科自身发展的轨道。

19世纪中叶以后,随着社会经济的发展和科学技术的进步,统计学获得了迅速的发展。一方面,各行各业创立了许多有效的统计方法,如生物遗传学中的相关和回归分析方法、农艺

学中的区间设计方法、人口学中的抽样方法、教育心理学中的假设检验方法、经济学中的物价指数方法等;另一方面,概率论为统计学研究不确定的随机现象和认识统计规律性提供了理论与方法的数学框架,而计算机科学和信息处理技术的发展则为统计方法论的可操作性提供了支持。在这些因素的共同作用下,以统计方法为中心的方法论统计学才逐步形成和成熟。当然,方法论统计学并不排斥从实质性科学独立出来的各专业的应用统计学的并存,如投入产出统计学、质量控制统计学等。

二、统计学的学科分类

统计方法作为认识客观世界的工具,已渗透到自然、社会、经济等各个领域。由于研究方向不同,统计学衍生出了理论统计学和应用统计学,理论统计学按不同的研究方法又可分为描述统计学和推断统计学。本书涉及的内容主要是理论统计学。

(一) 理论统计学与应用统计学

理论统计学把研究对象一般化、抽象化,以概率论为基础,从纯理论的角度,对统计方法加以推导论证。其中心内容是统计推断问题,实质是以归纳方法研究随机变量的一般规律。理论统计学以方法为中心建立统计方法论体系,并针对各种问题阐述所能解决的方法。

应用统计学是从所研究的领域或专门问题出发,根据研究对象的性质采用适当的指标体系和统计方法,以解决所需研究的实际问题。应用统计学以实际问题为中心,建立专业的统计指标体系,其方法论的意义只具有专业的性质,不一定具有普遍意义。社会经济统计学是以社会再生产理论为依据,研究国民经济的生产、分配、流通、使用各环节的经济运行和社会发展情况的科学。它有强有力的国家统计信息网络支撑,可为国家准确、及时、全面、系统地掌握国民经济和社会发展情况,对国民经济和社会运行实施有效的管理提供咨询报务,是最重要的应用统计学。

(二) 描述统计学与推断统计学

描述统计学主要研究数据的搜集、整理和分析的方法,重点是研究客观现象总体各项指标在时间、空间变动的计算分析方法,以描述社会经济现象总体的数量特征和数量关系。描述统计学的方法是一切统计活动所运用的基本方法。但是,仅仅依靠描述的方法来达到认识总体性质的目的往往是不现实的,因为有的总体很大,难以进行全面调查,这就需要推断统计学来解决问题。

推断统计学是以概率论为基础,用随机样本的数量特征信息来推断总体的数量特征,作出具有一定可靠性保证的估计或检验。推断统计学的理论认为,虽然我们不知道总体的数量特征,但并不需要搜集总体所有单位的数据,也不需要弄清楚样本每一单位与总体之间的具体联系,只要根据样本统计量的概率分布与总体参数之间存在的客观联系,就能用实际的样本数据按一定的概率模式对总体的数量特征作出符合一定精度的估计或检验。推断统计学不能替代描述统计学,描述统计学的方法始终是最基本的统计方法,也是推断统计学的基础。

三、统计学的研究方法

在统计活动的各个阶段,可应用统计学中各种专门的研究方法,主要有大量观察法、统计分组法、综合指标法、统计模型法、归纳推断法等。这些方法也是统计学所要研究的中心课题。

(一) 大量观察法

大量观察法是指在统计研究的过程中,要从客观现象总体上加以考察,对总体的全部或足够多的单位进行调查观察和综合研究的方法。

统计研究要运用大量观察法是由研究对象的大量性和复杂性决定的。个别现象的特征和数量表现是受多种因素影响随机产生的,各个单位有很大的差别。我们必须在对研究对象作出定性分析的基础上,确定调查对象的空间范围的时间限制,观察全部或足够多的调查单位,这样才能认识客观现象的规律性。大量观察法的依据是大数定律。大数定律的逻辑意义是:由偶然因素的作用而产生的随机现象也是具有规律性的,但它不表现在个体上,而表现在总体上。例如,扔一枚硬币,扔的次数少时有可能都是出现正面,但若扔无数次,则出现正面的概率一定等于 0.5。统计报表、普查、抽样调查和重点调查都是大量观察法的具体运用。

(二) 统计分组法

统计分组法是指根据事物内在的性质和统计研究任务的要求,将总体各单位按某一标志区分为若干组的一种统计方法。统计分组是与社会经济现象的分类相对应的,社会经济现象的分类是实施有效管理的需要,从人类劳动分工出现时就开始了。人类社会及国民经济能有序的运转,就是因为有了这种普遍的现象分类。

从统计学研究方法的角度看,统计分组法是研究总体内部差异的重要方法。通过分组,可以研究总体中不同类型单位的状态。例如,企业按登记注册类型划分,可分为内资企业、港澳台商投资企业和外商投资企业。通过这种分类,可以了解各类企业的投资规模和经营状况。通过分组还可以研究总体中各单位的构成和比例关系。例如,把国民经济划分为第一产业、第二产业和第三产业,可以分析三次产业的结构。通过分组还可以研究总体中现象之间的依存关系。例如,按企业规模把企业划分为大型企业、中型企业、小型企业和微型企业,可以研究企业各种财务指标与企业规模之间的关系。

(三) 综合指标法

综合指标法是指运用各种统计综合指标来反映社会经济现象总体的一般数量特征和数量关系的研究方法。对大量的原始资料进行整理汇总,计算各种综合指标,可以显示出现象在具体时间、地点条件下的总量规模、相对水平、平均水平和变异程度等。现象总体的综合指标概括地描述了总体各单位在数量方面的综合特征和变动趋势。综合指标还可以用来探讨总体内部的各种数量关系,有利于揭露矛盾,发现问题和寻找解决问题的方法。例如,相关与回归分析、指数因素分析、发展趋势分析、统计综合分析等方法都是以综合指标为基础来研究现象之间的数量关系和变动趋势的。

综合指标和统计分组是密切联系、相互依存的。统计分组如果没有相应的统计指标来反映现象的数量表现,就不能揭示现象总体的数量特征。综合指标如果没有统计分组,就无法划分事物变化的数量界限,从而会掩盖现象的矛盾,使统计指标成为笼统的指标。因此,必须对复杂的现象总体进行科学的分组和合理地设置各项指标,综合指标法和统计分组法总是结合起来应用的。

(四) 统计模型法

统计模型法是指根据一定的经济理论和假设条件,用数学方程式去模拟社会经济现象相互关系的一种研究方法。利用这种方法可以对复杂的现象总体在空间、时间上客观存在的数

量关系进行近似的描述,对社会经济现象的发展变化进行数量上的评价和预测。

统计模型包括变量、基本关系式和参数三个基本要素。将总体中一组相互联系的统计指标作为变量,以一个或多个因素指标为自变量,一个结果指标为因变量,可以拟合一个数学方程式。这种数学方程式可以是线性的,也可以是非线性的;可以是二维的,也可以是多维的。模型参数则是表明方程式中自变量对因变量影响的强度指标。这种统计模型可用来分析变量之间的相互关系,进行社会经济数据的预测。

还有一种没有参数的统计模型称为经济等式,也是表现为因素指标是结果指标的函数,这种经济等式可分为加法模型和乘法模型。加法模型如会计等式“资产=负债+所有者权益”,可用来进行结构分析。乘法模型如“销售额=价格×销售量”,可用来进行因素分析。

统计模型法是统计学研究方法的进一步发展。它把现象总体客观存在的内部结构和各种因素的相互关系用数学方程式有机地结合起来,大大提高了统计分析的认识能力。

(五) 归纳推断法

逻辑学中有两种推理方法,即归纳推理和演绎推理。所谓归纳推理,就是从个别性知识推出一般性结论的推理。所谓演绎推理,就是从概括性的一般原理作出对个别事物判断的推理。统计研究过程中的归纳推断,就是通过观察部分总体单位的特征,由此得出关于总体的某种信息。这种归纳法可以使我们从具体的事实中得出一般的知识。

在统计活动中我们发现,有些现象总体范围很大,甚至是无限的;有些现象总体搜集数据的成本很高,甚至为了得到数据,必须进行破坏性试验。这就产生了根据局部的样本资料对现象总体的数量特征作出判断的归纳推断方法。一般的归纳推断,其结论不一定完全正确,但统计归纳推断的结论可以根据正态分布理论计算出可靠性程度,因此具有一定的科学性。

归纳推断法可以应用于对现象总体数量特征的估计,也可以应用于对现象总体某种假设的检验。从某种意义上说,统计活动所观察到的数据大多是样本资料,因而归纳推断法被广泛应用于统计研究的许多领域。可以说,归纳推断法是现代统计学的基本理论和方法。

第三节 统计学的基本范畴

统计学的基本范畴主要包括统计总体、总体单位、统计指标、单位标志等。简而言之,统计总体是某一客观事物的全体;总体单位是总体的各个组成部分;统计指标是描述总体数量特征的概念及数值;单位标志是描述总体单位属性或特征的名称。

一、统计总体和总体单位

统计总体就是根据一定的目的和要求所确定的客观事物的全体。构成统计总体的个别事物,称为总体单位,简称单位。

(一) 统计总体的特征

统计总体除了统计学研究对象所具有的数量性、总体性和变异性等一般特点外,还有同质性和层次性两个重要特征。

1. 同质性

统计总体的同质性是指构成总体的每一个单位必须具有某种共同的性质,即总体各单位

都具有某一标志相同的表现。例如,所有工业品构成的总体,其每个单位都具有工业品这个属性。

总体的同质性是相对的,具体表现在以下两个方面。第一,总体的同质性是围绕着划分总体的某一标志表现出来的,选择的标志不同,总体同质性的内涵也不同。例如,学生按班级划分总体,则同班的学生都是同质的;但若按性别划分总体,则男生和女生即使在同一班级也是不同质的。第二,划分总体的标志有的比较抽象,有的比较具体。例如,若按工业品的大类划分总体,则同一大类的工业品是同质的,不同大类的工业品是异质的;若按工业品的小类划分总体,则同一小类的工业品是同质的,而同一大类不同小类的工业品就不同质了。严格地说,世界上不存在完全同质的事物,即使同一个人,现在和过去的状况也不一定完全相同。

选择什么样的标志来划分总体,应根据统计研究的任务和要求来确定。一般来说,如果对总体的数量特征只需有个概括的了解,就可以选择较抽象的分类标志;但如果对数据的准确性有较高的要求,应选择更具体的标志来划分总体。一旦选定了某一标志,就应围绕着这一标志来区分哪些单位是同质的以及哪些单位是不同质的。

总体单位的同质性与数值的相加性是联系在一起的。所谓数值的相加性,是指将一些数值相加的结果具有与某种标志内涵一致的实际意义。例如,以四足动物为标志,老虎的数量与狮子的数量是可以相加的,因为它们都是四足动物;以老虎为标志,则大老虎的数量与小老虎的数量是可以相加的,而老虎的数量与狮子的数量就不具备相加性;以大老虎为标志,则只有大老虎的数量可以相加,而大老虎与小老虎则不具备相加性。

2. 层次性

统计总体的层次性是指一个总体内部可以按不同的类型分成几个部分,每一部分本身也可以看作是一个总体,而每一部分又能分出更小的部分,即分出更小的总体来。例如,研究人口问题时,如果将全国人口看成是一个大总体,则一个省的人口就是一个较小的总体,一个市的人口则是一个更小的总体,如此一直分下去,可以分到每一个家庭。总体中每一层次的各个部分都具有总体的一般特征。处于中间层次的部分则具有双重性质:对于下一层次来说,它们是总体,而对于上一层次的总体来说,它们则是总体单位。

在一般情况下,较高层次的总体是由比较抽象的标志维系的,较低层次的总体是由比较具体的标志维系的。例如,以上讲到的工业品的大类是较为抽象的标志,小类则是较为具体的标志。

社会经济现象总体大多可分出若干层次,我们应依据统计研究任务的要求和分析问题的细致程度来划分总体的层次。

(二) 统计总体的分类

统计总体主要有以下三种分类。

1. 按总体层次的多少,可分为单层次总体和多层次总体

单层次总体简称单层总体,是指直接由不能继续再分的基本单位构成的总体。例如,若全国人口是由每一个居民构成的,则全国人口是一个单层次总体。

多层次总体简称多层总体,是指可以按若干个标志划分为多个层次的总体。例如,全国人口按照行政区域可分成各省人口、各市人口等多个层次,而每个层次的人口都具有统计总体的一般性质。大多数社会经济现象属于多层次总体,统计分析和理论主要是围绕着多层

次总体展开的。例如,计算零售商品物价指数时,必须把零售商品分成大类、中类和小类,再逐级计算相应的物价指数。又如,企业生产不同品种和规格的产品,则第一个层次是企业所有产品构成的大总体,第二个层次是每个品种的产品构成的小总体,第三个层次是每个品种中不同规格的产品构成的更小的总体。

2. 按总体同质性标志的差异,可分为简单现象总体和复杂现象总体

简单现象总体是指总体各基本单位都具有同质性的总体。它包括单层次总体和总体各部分基本单位具有同质性的多层次总体。单层次总体都是简单现象总体,其总体各单位都是同质的,总体单位数也是可以直接加总的。简单现象总体也可以是多层总体,只要总体各基本单位是同质的,不管将总体划分成多少层次和多少部分,这个总体还是简单现象总体。例如,有两个车间都生产甲产品,则所有甲产品构成一个大总体,两个车间生产的甲产品分别构成两个小总体,由于总体的基本单位都表现为甲产品,因此它属于简单现象总体。

复杂现象总体是指总体各部分的基本单位是不完全同质的多层次总体。由于总体的基本单位不同质,必须将总体划分为多个层次和多个类别,从而构成了一个多层次总体。复杂现象总体是以若干个从抽象到具体的标志划分不同层次的总体单位而构成的多层次总体,其中,划分大总体的是较为抽象的标志,划分各小总体的是较为具体的标志。对最低层次各部分的基本单位来说,它们对于抽象标志是同质的,而对于具体标志是不同质的。例如,某企业生产甲、乙两种产品,则所有产品构成一个大总体,维系大总体的是企业产品这个抽象的标志;而甲、乙两种产品可分别构成两个小总体,划分小总体的是甲产品和乙产品这两个具体的标志;两个小总体的产品对于企业产品这个抽象标志来说是同质的,但对于甲产品、乙产品这两个具体标志来说是不同质的。因此,简单地说,复杂现象总体就是其最低层次各部分的基本单位不能直接相加的多层次总体。社会经济现象更多地表现为复杂现象总体,它是统计研究和分析的重点内容。

3. 统计总体的其他分类

按总体的规模,可以把总体分成有限总体和无限总体。有限总体就是总体单位数是可数的、有限的,如人数、产品数等,我们研究的总体主要是有限总体。无限总体则是总体单位数是不可数的、无限的,如海洋生物、天体星系等,流水线连续生产的产品可视为无限总体。

按总体所处的时空关系,可以把总体分成空间概念总体和时间概念总体。现象总体一般是空间概念总体,即总体与构成总体的各单位是同时存在的一个实体。时间概念总体就是某一空间实体在不同时间的单位所组成的总体,典型的就流水线连续生产的产品所构成的总体。

这里要注意两点:一是时间概念总体是一维的,不能区分单层总体和多层总体;二是反映总体单位数量特征的变量本身是不能构成总体的。

(三) 总体与总体单位的转化和判别

总体具有层次性。在多层次总体中,当统计研究的目的和任务发生变化时,总体与总体单位有时可以互相转化。例如,苏州大学有二十几个学院,若全校学生这个大总体是以各学院学生为单位组成,则各学院学生就是小总体。当调查全校各学院学生的学习情况时,苏州大学东吴商学院学生只是一个总体单位;而当调查东吴商学院学生的学习情况时,则东吴商学院学生是一个总体,每个学生则是总体单位。因此,东吴商学院学生同时承担着总体和总体单位的双