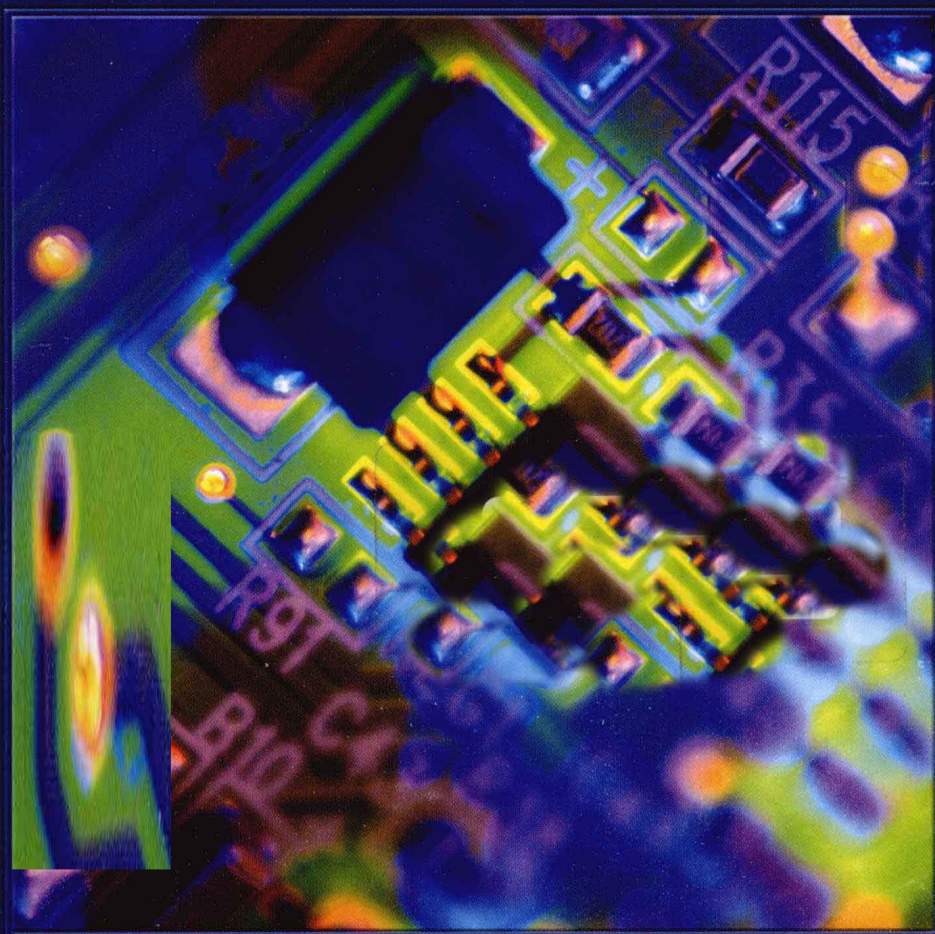


上海市高等学校本科教育高地建设项目资助

统 计 学

● 余思勤 主 编
● 陈丽江 副主编

TONG JI XUE



人民交通出版社
China Communications Press

上海市高等学校本科教育高地建设项目资助

统 计 学

● 余思勤 主 编
● 陈丽江 副主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是作者长期从事统计教学、科研工作的积累。主要内容共分十二章,包括:导论、统计调查、统计整理、综合指标分析、概率与概率分布、参数估计、假设检验、方差分析、相关与回归分析、时间数列分析、统计指数分析和非参数分析。每章内容包括学习目标、学习内容、练习题三部分。

本书可作为运输经济、交通运输、物流等专业本科生学习用书,也可作为统计实务工作者和研究人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

统计学 / 余思勤主编. —北京: 人民交通出版社,
2011. 1

ISBN 978-7-114- 08841- 4

I. ①统… II. ①余… III. ①统计学 IV. ①C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 265069 号

上海市高等学校本科教育高地建设项目资助

书 名: 统计学

著 作 者: 余思勤

责任编辑: 钱悦良

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969、59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 18.5

字 数: 433 千

版 次: 2011 年 1 月第 1 版

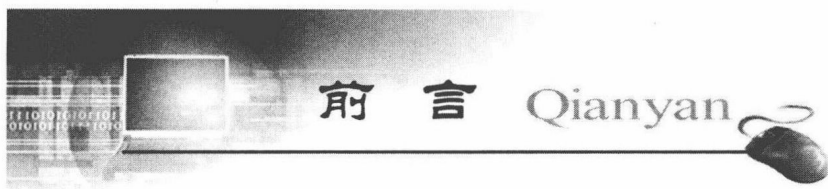
印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114- 08841- 4

印 数: 0001 - 3000 册

定 价: 45.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



《统计学》是作者长期从事统计教学、科研工作的积累。本书阐述了统计学的基本理论与方法,重点介绍了统计分析的常用方法,突出统计理论与实际应用相结合的特点。

本书可作为运输经济、交通运输、物流等专业本科生学习用书,也可作为统计实务工作者和研究人员的参考用书。

本书由余思勤主编、陈丽江副主编。余思勤编写第一章、第三章、第四章;陈丽江编写第二章、第十一章;袁象编写第五章、第八章;柯蓉编写第六章、第七章;黄顺泉编写第九章;蒋迪娜编写第十章、第十二章。

博士研究生毛修银、项一叶等参与了本书的编写工作,在此表示感谢。

本书在编写过程中,参考了大量国内外有关统计学领域的文献资料,在此对这些文献资料的作者表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足与错误之处,恳请各位读者、同行和专家批评指正。

编 者
2010 年 10 月

目录 Mulu

第一章 导论	1
第一节 统计学的性质和研究对象	1
第二节 统计学的产生和发展	8
第三节 统计学中几个基本范畴	12
第四节 统计学与其他相关学科的关系	18
第五节 我国社会经济统计工作的职能	20
习题一	21
第二章 统计调查	23
第一节 统计数据的来源	23
第二节 统计调查的方式及其实施方法	25
第三节 统计调查方案及问卷的设计	32
第四节 统计调查的质量控制	45
习题二	50
第三章 统计整理	52
第一节 统计整理的一般问题	52
第二节 统计分组及统计表	53
第三节 统计数据的图示	62
习题三	67
第四章 综合指标分析	68
第一节 总量指标分析	68
第二节 相对指标分析	69
第三节 平均指标分析	72
第四节 变异指标分析	80
第五节 使用 Excel 进行描述统计分析	84
习题四	88
第五章 概率与概率分布	90
第一节 随机事件与概率	90

第二节 随机变量与概率分布	95
第三节 随机变量的数字特征	103
第四节 大数定律与中心极限定理	105
习题五	107
第六章 参数估计	108
第一节 参数的点估计	108
第二节 估计量优良性的标准	111
第三节 抽样分布	113
第四节 参数的区间估计	119
第五节 样本容量的确定	122
第六节 Excel 在参数估计中的应用	124
习题六	125
第七章 假设检验	127
第一节 假设检验的基本原理	127
第二节 假设检验的过程	130
第三节 常用的假设检验方法	132
第四节 Excel 在假设检验中的应用	136
习题七	138
第八章 方差分析	140
第一节 方差分析概述	141
第二节 单因素方差分析	142
第三节 双因素方差分析	147
习题八	153
第九章 相关与回归分析	155
第一节 相关分析	155
第二节 一元线性回归	163
第三节 多元线性回归	179
第四节 非线性回归	186
习题九	187
第十章 时间数列分析	189
第一节 时间数列概述	189
第二节 时间数列的分析指标	192
第三节 时间数列的构成因素分析	198
习题十	211
第十一章 统计指数分析	213
第一节 指数分析的一般问题	213
第二节 综合指数的编制和应用	215
第三节 平均数指数的编制与应用	221

第四节 指数体系的建立与应用·····	226
习题十一·····	232
第十二章 非参数分析·····	235
第一节 非参数统计方法概述·····	235
第二节 符号检验·····	236
第三节 威尔科克森检验法·····	239
第四节 曼—惠特尼 U 检验 ·····	241
第四节 卡方检验·····	242
第五节 等级相关检验 ·····	248
第六节 游程检验·····	251
习题十二·····	252
附表 1 二项分布表 ·····	255
附表 2 泊松分布表 ·····	262
附表 3 标准正态分布表 ·····	263
附表 4 标准正态分布分位数表 ·····	264
附表 5 t 分布表 ·····	266
附表 6 χ^2 分布表 ·····	268
附表 7 F 分布表 ·····	272
附表 8 相关系数检验表 ·····	279
附表 9 威尔科克森 T 值表 ·····	280
附表 10 曼—惠特尼 U 检验的临界值表 ·····	281
附表 11 游程检验 R 临界值表 ·····	282
附表 12 随机数字表 ·····	283
参考文献·····	284



第一章 导 论

学习目标:

1. 熟悉统计学的性质和研究对象;
2. 了解统计学的产生和发展;
3. 掌握统计学中几个基本范畴;
4. 了解统计学与其他相关学科的关系;
5. 熟悉我国社会经济统计工作的职能。

统计在许多领域都有应用,几乎所有的研究领域都要用到统计方法,比如政府部门、学术研究领域、日常生活、公司或企业的生产经营管理中都要用到统计,因此,熟悉并掌握一些统计学知识十分必要。本章介绍统计学的一些基本问题,包括统计学的性质和研究对象、统计学的产生和发展、统计学的基本范畴、统计学与其他相关学科的关系以及我国社会经济统计工作的职能等。

第一节 统计学的性质和研究对象

一、统计的涵义及相互关系

(一)统计的涵义

一切客观事物都有它的质量和数量两个方面,统计是着重对事物的数量方面进行调查研究,通过数字资料的搜集、整理和分析研究,从数量上来认识客观现象总体的现状和发展过程,研究事物的数量变化规律。

统计的这种认识活动,说明了统计的基本涵义是:统计是一种对客观现象总体数量方面进行数据的搜集、整理、分析的研究活动。“统计”一词用在不同的场合,其涵义分别有三个:统计工作、统计资料和统计学。

统计工作:是收集数据的实践活动,是对社会自然现象客观存在的现实数量方面进行搜集、整理和分析的活动过程。一般指专门从事统计业务工作的单位利用科学的方法,搜集、整理、分析和提供关于社会经济现象数量资料的工作。例如:各级统计部门对所属地区的工业、交通及贸易业等方面的数据资料进行搜集、整理、分析等工作就是统计工作。

统计资料:是统计实践活动过程中所取得的各项数字资料以及与之相关的其他实际资料的总称,是统计工作的成果。通过统计工作取得的、用来反映社会经济现象的资料,包括数据资料和统计分析资料,统称统计资料。例如,《中国统计年鉴》等。

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。统计学是一门收集、整理和分析数据的方法科学,其目的是探索数据的内在数量规律性,以达到对客观事物的科学认识。

“统计”的三种涵义的关系是:英文单词“statistics”有两个涵义,用作单数时,表示“统计学”;用作复数时,表示“统计数据”或“统计资料”。统计工作与统计资料是统计实践活动与统计成果的关系,即统计工作是统计的实践过程,统计资料是统计工作的成果。统计工作与统计学是统计实践活动与统计理论的关系,即统计工作是统计学的实践过程,统计学是统计工作的经验总结和理论概括,它指导统计工作。统计学向一切自然科学和社会经济科学提供了普遍适用的研究方法和理论。

(二)统计学的涵义

统计学是在统计工作的经验积累到一定程度时自然产生的,它是收集、整理、描述分析统计数据的方法和技术,为决策提供“量”方面的依据。《不列颠百科全书》对统计学的定义为:“统计学是关于收集和分析数据的科学和艺术”。这里提到的“艺术”并不是说统计学如音乐、美术一样同属艺术范畴,而是指统计方法的应用具有技巧性、技术性,它展现数据时往往能让人们享受到美感和实用性。

统计学的定义突出了统计学研究对象的两个方面:第一,收集数据;第二,分析数据。收集数据的目的是为了解决某一应用或理论上的问题。单有一堆杂乱无章的数据,什么问题也回答不了,用处不大。因此,需要经过整理,从中发掘有用的信息并用适当的形式表达出来,然后用科学的方法进行分析,以针对所研究的问题做出一定的结论。

统计学的门类很多,有社会经济统计学、数理统计学和自然领域方面统计学。统计学研究和论述的是如何认识客观现象总体数量方面的理论和方法,属于方法论科学。统计在认识社会经济现象方面的一些原理、原则和方法,属于社会经济统计学的内容。

(三)经济统计学的涵义

经济统计学是以经济数量为对象的方法论科学。在经济领域应用统计方法,解决了如何科学地测定经济现象即如何科学地设置指标的问题。对经济问题进行统计分析是以有关经济理论为指导。经济统计学的特点是在质与量的紧密联系中,研究事物的数量特征和数量表现。不仅如此,由于社会经济现象所具有的复杂性和特殊性,经济统计学不仅要应用一般的统计方法,而且还需要研究自己独特的方法,如估算的方法、核算的方法、综合评价的方法等。所以,从总体上看,经济统计学属于社会科学。它既是统计学的一个分支,又是经济学下的二级学科。经济统计学与其他统计学的区别在于:研究的具体对象不同,其所结合的实质性学科也有较大差别。经济统计学与其他经济学的二级学科的区别在于:它并不直接研究经济规律,而是为其他经济学科提供专门的方法和工具。

经济学的进步离不开经济统计学,已经有多位学者由于他们在国民经济核算、投入产出核算、经济计量分析和将统计方法应用于投资分析等方面的突出贡献而获得诺贝尔经济学奖。经济统计学的发展,不仅有赖于通用的统计方法的发明和完善,而且更有赖于经济学提供研究



的背景和新的研究课题。

(四)统计、统计学和经济统计学的关系

统计与统计学之间既有区别,又有联系。统计的涵义包含了统计学,而经济统计学是统计学在经济领域的应用。统计学是关于统计活动规律和方法的理论概括。长期的统计实践为统计理论的出现提供了丰富的事实依据,再由统计思想进一步升华为统计科学理论。统计学和统计的关系属于理论和实践的关系。统计学理论的完善、充实为统计实践活动提供科学的指导,而统计实践活动的不断重复又不断地推动着统计理论的完善、充实和发展。如此,推动着统计实践水平的不断提高和统计理论的更加完善。统计学的发展可更好地提升统计工作的质量,也会促使经济统计学的发展。经济统计学的发展,丰富了统计学的研究。

二、统计活动过程及其特点

所谓统计活动是指运用统计理论与方法搜集与处理数据的工作,统计活动过程一般包括以下几个方面:

(一)统计任务的确定

对于一项统计活动,统计任务的确定及明确对整个统计活动有重要意义。

(二)统计设计

统计设计是统计活动的准备阶段,其任务是根据统计研究对象的性质和研究任务、目标,对统计工作活动的各个方面和各个环节做出全面的规划与安排,拟订统计设计方案。统计设计的主要内容有:①统计指标和统计指标体系的设计;②统计分类和分组的设计;③统计调查方式和方法的设计;④统计分析方法的设计;⑤统计工作组织与协调的设计;⑥统计力量的组织和安排。统计设计决定整个统计工作的全面布置,关系到统计工作的各个环节,是一项重要且复杂的工作。不过,统计设计往往没有独立的工作阶段,常常与后面几个工作阶段结合在一起。例如:统计调查正式开始之前要进行统计调查方案的设计,统计整理开始之前也要进行统计整理方案的设计。

(三)统计调查

统计调查是指统计工作中搜集原始资料的阶段,其任务是根据统计设计的要求,有计划、有组织地搜集完整的原始资料。这一阶段的工作是认识事物的起点,同时也是进一步进行资料整理和分析的基础环节。这一阶段的工作如果做不好,搜集不到准确、及时、全面、系统的统计原始资料,以后的统计资料整理工作和统计分析工作将会受到极大的影响,甚至失败。

(四)统计整理

统计整理就是对统计调查所得到的资料加以科学地汇总,使之条理化、系统化的工作过程。这一阶段的任务就是根据研究目的,按一定的标志将调查所得的资料进行科学地分组与汇总,并对已汇总的资料进行再加工整理,计算各种分组及再分组的统计指标,为统计分析准备系统的、条理化的综合资料。统计整理在统计工作中起着承前启后的作用,它是统计调查工作的继续,又是统计分析活动的前提和条件,也是人们对客观事物的认识由感性认识上升到理性认识的过程。

(五)统计分析

统计分析就是对经过加工汇总的资料加以分析研究。这一阶段的任务是对各分组资料计

算各项分析指标,揭示所研究的社会经济现象的比例关系及发展趋势,阐明社会经济现象发展的特征和规律性,并根据分析研究做出科学的结论。这一阶段是理性认识阶段,是统计研究的决定性阶段。

(六)统计资料的管理和提供

统计资料的管理和提供是指对统计过程形成的结果进行管理并向有关单位及个人提供。统计数字资料管理和提供具有严谨性与责任性。在对外提供有关统计资料时,须弄清指标涵义,严格按照有关法律及说明。统计人员对所提供的资料承担真实可靠的责任。某些统计资料的保密性管理也极其重要。

统计活动过程的特点主要包含以下几点:①目的明确性;②整体联系性;③明确具体性;④集中统一性。

三、统计学的性质、研究对象和研究方法

(一)统计学的学科性质

在统计学的发展过程中,各流派对统计学本质的认识,在不同的国家和不同时期是有明显区别的。300多年来,各流派在不断争论并不断融合的进程中,共同促进了统计学的发展和完善。

在统计学发展的早期,统计方法的应用主要在社会、经济、人口、生物等领域,同时也形成了不同领域的应用统计学派。各学派的争议及融合不断地推动统计方法及学说的发展,并不断产生新的统计学派。在这历史的进程中,“政治算术学派”与“国势学派”之间的争论最为激烈,即统计学究竟是社会政治经济的计量工具,还是反映社会经济政治状况的学说。这种争论持续了一个多世纪,“国势学派”才逐渐独立出去,形成国家学或称之为国势学。从国势学派的性质看,它不研究社会经济现象的规律性,也不研究记述或列表的原理和方法,只是把统计学作为社会科学来对待。在“政治算术学派”的影响下,从“国势学派”中分离出了表式学派,并进一步统一到政治算术的思想下,因此,政治算术的发展才成为社会统计学派的真正源头。即在古典统计思想中,“政治算术学派”与“国势学派”的长期争论及融合,为近代社会统计学的产生奠定了基础。

统计学发展近期(特别是1882年以后),在社会统计学派内部对统计学性质和职能展开了“实质性科学”与“方法论科学”的争论,即统计学是研究事物本质规律的科学,还是研究数量处理方法的科学。这种争论使社会统计学派分裂为旧派和新派两种社会统计学派,20世纪30年代以前认为统计学是实质性科学的旧派在国际上占优势。20世纪30年代以后受数理统计学派的影响,方法论的思想逐渐占主导地位。所以,这种争论最终演变为社会统计学派与数理统计学派之间的争论。

在概率论等科学理论的影响下,统计学作为数学的独立分支是以数理统计为主线发展的,即所谓的数理统计学派。该学派在20世纪得到了迅速发展,从大样本向小样本,从描述向推断逐步得以完善,并广泛地应用于自然科学和社会科学的各个方面。同时,在现代统计学派间的争论和融合中,亦表现出从数学、经济学等学科中逐渐分离出来的趋势。

统计学与实质性科学之间的区别在于:①实质性科学以客观现象及其运动规律为研究对象,统计学以客观现象中产生的各种变异性数据为研究对象;②统计方法是构成统计学的主要



内容,不是统计学的研究对象,没有统计方法的统计学只是一个空名称,对客观规律的揭示才是实质性科学的内容;③统计指标或数学模型是统计分析的结果,对客观规律的深刻认识是实质性科学的研究结果;④统计学的发展和完善体现为统计方法的多样化和科学化,对客观规律揭示的深入和广泛程度反映了实质性科学的发展和进步;⑤统计学中的统计方法是通用的,只要有随机变量存在的地方都可以用统计方法进行分析,实质性科学的研究对象是具体的且不一定是数量性的。

从统计学的发展史中我们可以看出,每一历史阶段的争论结果,都是对统计学性质的进一步确定和完善,因此现代统计学的性质可归纳为如下几个方面:

(1)统计学是方法论科学,而不是实质性科学。即它研究的是事物普遍存在的数量关系的计量和数量分析的方法,并通过数量分析来认识特定事物的内在规律性,但不是研究规律本身。

(2)统计学的应用范围不仅限于社会科学,也不只限于自然科学。由于其方法既来自于社会科学也来自于自然科学,所以它可以用于社会现象也可以用于自然现象,即统计学是一种通用的方法论科学。同时统计学也不是依附于实质性科学而存在的方法论,它是独立的方法论科学。

(3)统计学的研究对象既包括确定性现象的总体数量关系,也包括随机现象的总体数量关系,即统计学是研究各类事物总体数据的方法论科学。

(二)研究对象

统计学的研究对象是社会经济现象总体的数量方面,即数量特征和数量关系。具有:社会性、数量性、总体性、具体性等研究特点。

任何一种社会经济现象,例如运输船舶,都有它们的自然属性:船舶的构造、制造材料、各种部件的物理性能、船舶的驾驶方法等。与此同时,它们在参与人类社会经济活动中,还有各种反映社会经济属性的数值:某一时期完成的运输量、产值,消耗的燃料数量,航行的里程数等。社会经济统计学研究船舶,不是它的自然属性,而是它的这些生产经营活动的数量表现。只有对社会经济现象的数量特征进行研究,才能对社会经济现象本身产生基本的认识。

统计学研究现象的数量特征,是指现象总体的数量特征。例如,某运输公司有100艘运输船,统计研究该公司某年运输船完成的运输量。统计工作研究全公司100艘船完成的运输量,而不对某个别运输船完成的运输量进行研究。因为个别运输船的运输量并不能表明全公司运输量大小,即:个体特征不能代表总体的特征。统计研究是通过对现象总体进行全面或充分多个体进行调查、登记、综合,使之过渡到表现为总体的数量特征,反映现象的本质和规律。

一般来说,现象总体数量的大小,受多种因素的影响。其中,有些因素是固定的,影响的结果可以用某种函数关系式表达;另外还有一些因素对现象的影响是随机的,影响结果的数量表现是不确定的。

社会经济现象的数量特征,是该现象在一定的时间、空间条件下的具体表现。因此,统计研究的数量都是具体现象的具体数量,即是由一定质所规定的量,是一定经济范畴的数值。统计研究方法就是从质和量的密切联系中,分析现象总体的本质。只有这样,才能对一定的量所表现出来的规律性做出正确的结论。

(三) 统计学的研究内容

根据统计学的发展和统计工作的过程,统计学研究内容主要包括两部分:统计调查和统计分析。统计学研究社会经济现象总体的数量特征,首先从资料收集开始。统计资料主要通过统计调查取得。由于社会经济运行模式、规模、调查目的、对精度的要求、社会经济现象自身的特点以及其他诸多条件的差异,使统计调查方法不可能存在简单划一的模式,这就要求统计学研究具有不同特点、不同的组织实施方法、适用于不同条件的多种不同的统计调查方法以指导统计实践活动。统计调查资料通过整理以后,统计工作进入了统计分析阶段。对统计资料进行分析,揭示社会经济现象的本质与变化规律的工作过程称为统计分析。根据分析方法特点,统计分析研究内容分为以下两点:

1. 统计描述

统计描述主要研究现象质的规定与其数量表现的联系方法。具体说来,统计描述主要着重于研究统计分析的工具指标,即指标的涵义和指标的计算方法。指标的涵义由所研究现象的社会经济范畴规定,它表明了研究现象的内在本质。指标的计算一般依据对所描述现象的部分或全面的调查资料,采用简单的加、减、乘、除四则运算的方法所得到的指标值,反映了所研究现象总体在具体时间、具体地点和具体条件下的数量特征;这些数量特征主要有现象的总规模、平均水平、比例、速度等,统计描述对现象给出确定性的解释和结论。

2. 统计推断

统计推断是关于如何根据部分数据推断出一般情况的一套方法,用统计的语言来说,就是研究如何根据随机样本提供的信息,推断出样本所来自的总体的相应情况的一套统计分析方法。

根据统计推断研究的内容,统计推断基本上可以分为两个类型:①根据随机样本资料对总体进行估计、检验、相关与回归分析。大多数此类实际问题是根据空间中某一时间截面上部分资料对同一时间截面总体情况进行推断。②根据所研究现象的历史资料推断它未来发展变化的趋势,即预测问题。统计预测的基本方法是相关与回归分析及其他时间序列模型等。如果说,①是研究某一时间截面上的、静态总体的统计推断问题的话,那么,②即是研究随着时间流动的、动态总体的统计推断。

随着社会经济的高度发展、市场经济的不断完善和政府职能向宏观管理的转变,统计学自身的不断发展和完善,统计推断越来越重要,在统计学内容上越来越占有较大的比重,成为统计学的核心部分。

统计学各部分研究内容相互之间联系紧密,相互补充。例如,统计资料是统计分析的基础,没有科学的统计调查方法,就不可能得到优质的统计资料,在劣质的统计资料基础上进行的统计分析结果,不可能做出对现象的正确结论。统计分析的目的和要求,限制和规定了统计调查方法和调查的内容。

统计描述为统计推断提供了研究的工具和手段,因此,它是统计推断的基础,例如统计描述样本的各种数字特征,成为推断的依据。在统计描述力所不能及的领域,统计推断方法不仅起到了对统计描述方法的补充作用,而且突破了“统计是已发生了的事实的记录”的传统观念,从而大大扩展了统计学的研究领域。



(四)研究方法

统计学是一门方法论科学。然而,统计学之所以是一门科学,在于统计学研究各种方法的同时,研究这些方法的理论依据和应用条件。

统计学是研究具体现象的数量特征。而现实社会经济生活中,每种现象的发生、发展及其实际意义都受当时、当地社会制度和经济运行体制所制约。因此,统计研究首先要以政治经济学为理论基础,确认研究对象的政治经济学范畴、概念、性质和覆盖的时间、空间范围。即要在对所研究对象给予严谨的政治经济学定义的同时,还要对其统计范围和计算口径作统一规定,只有这样,统计研究结果才有准确、实际的涵义。

统计学研究现象总体的数量特征借助于大量观察法。现象总体一般包含着大量个体,现象总体特性是其全部个体特性综合的结果。每个个体处在不同的环境中,各有很多共同的和不同的因素影响。结果表现在数量上个体之间存在着大小不同的随机性差异,只有对总体中大量个体进行观察、综合、分析,才能消除个体间由于偶然的、不同的因素影响所造成的差异,从而得出总体的一般性质。

统计描述方法系用确定的数值描述所研究现象“是什么”。即采用对统计资料进行简单加总、对比等算术运算方法,计算和描述接受调查的群体的数量特征。显然,这种确定性的研究方法是一种对现实已经发生了的社会经济现象的“映象”的简单加工。

统计推断方法是把所研究现象在个体上的具体表现看作为随机变化的量,以概率论和数理统计学作为理论依据,利用对现象总体部分统计调查资料,推断和回答现象总体“可能是什么”。由于现象总体中,个体间在数量上存在着差异,因此,用个别或部分单位的观察结果不能确定地描述现象总体。当客观上仅具备现象总体部分观察资料,而又必须对现象全体进行推断时,统计学研究要利用描述和处理随机变量性质和变动规律的概率论与数理统计基本理论。根据概率论与数理统计基本理论,统计学研究中假设所研究现象总体,可以在相同条件下重复无数次观察,观察结果是确定的;个体(或观察结果)之间存在数量上的差异的原因,主要是偶然因素作用的结果,其值可正可负,大量观察、综合加总后正负抵消。因此,可以推理,统计推断方法给出有关现象总体性质的结论,总是带有大量观察下的平均意义,因此,结论是不确定的。

四、统计学的分科

任何事物的分类,都可以从不同的角度进行,以便深入全面地认识客观事物。对统计学的认识也是如此,其常用的分科具体介绍如下。

(一)按统计研究的性质分

1. 理论统计学

理论统计学是以统计学的基本原理(即一般理论和方法)为主要研究内容的统计学。如统计学原理、数理统计学、多元统计学等。

2. 应用统计学

应用统计学是以统计方法在各专业领域中的应用和在各专业的数量规律性研究中所呈现的特有统计方法为对象的统计学科。如生物统计学、经济统计学、人口统计学等。

（二）按统计方法的特点分

现代统计学已把各学派的统计理论有机地结合起来,但是,从方法上还按数理统计学派的观点,将统计学分为描述统计和推断统计。这里的描述将更完善,推断将更科学,并可将两者有机结合形成新的应用统计技术。

1. 描述统计学

描述统计学是指通过对统计资料的收集、整理、综合计算及分析等形式,来反映客观现象的数量特征和数量关系的统计方法论。

2. 推断统计学

推断统计学是指根据部分统计资料的特征,对全部或大部分同类现象的特征进行估计、检验及分析研究的统计方法论。

3. 应用统计技术

应用统计技术指在现代统计方法中,将描述统计方法与推断统计方法有机结合,专门应用于某一领域的专有统计方法,既不专属于描述统计,也不专属于推断统计,如现代相关分析、统计预测、统计决策等。

（三）其他分类

统计学按统计工作领域不同可分为统计指标学、统计调查学、统计决策论、统计报告学、统计法学及统计信息管理学等;按应用统计领域可分为思维科学统计学、社会科学统计学和自然科学统计学等;按国际统计学会对统计理论和方法的分类,可多达 16 大类,343 个中类,预计今后将发展至 680 多个研究中类。

第二节 统计学的产生和发展

一、统计活动的产生与发展

统计作为一种社会实践活动,是为了适应社会政治经济的发展和管理的需要而产生和发展起来的,距今已有 4000 ~ 5000 年的历史,而统计学或统计理论则是在长期统计实践活动基础上形成和发展起来的,距今只有 300 多年的历史。回顾一下统计的渊源及其发展过程,对于我们了解统计学的研究对象和性质,学习统计学的理论和方法,提高统计实践和理论水平,都是十分必要的。

人类的统计实践是随着计数活动而产生的。因此,对统计实践发展的历史可追溯到人类社会初期的打绳结、画道道计数,这可算是最初的统计。而统计实践的真正萌芽是在古代奴隶社会。当时的统治阶级为了治理国家的需要,常常进行征税、征兵、服劳役等统治活动,因此有了了解社会基本情况的需要。我国早在公元前 21 世纪的夏朝,就有了人口与土地数字的记载,当时全国分为九州,人口 1355 万人。世界上,古代埃及、希腊罗马的历史中,也有类似的记载。古代埃及在公元前 3000 年已经有人口、居民财产统计;古代希腊据说公元前 600 年就进行过人口普查。古代罗马在公元前 400 年建立了人口普查和经常性人口出生、死亡登记制度。这些就是原始形态的统计。

进入封建社会后,随着人类社会生产的发展,统计的范围逐渐由人口、土地发展到社会经



济生活的各个方面。但由于自给自足的自然经济占主导地位,生产力低下,经济落后,长期的封建生产关系阻碍了社会生产力的发展,相应地也阻碍了统计实践的发展。统计实践的广泛发展始于资本主义社会。17 世纪以来,资本主义国家由于工、商、农、贸、交通的发展,统计实践从国家管理领域扩展到社会经济活动的许多领域。从 18 世纪起,各资本主义国家都先后设立专业的统计机关,收集各方面统计资料,定期或不定期举行人口、工业、农业、贸易、交通等项调查,出版统计刊物,建立国际统计组织,召开国际统计会议。

二、统计学的产生与发展

任何科学都有其萌芽、发展和成熟的过程,统计学也是如此。在人类文明的开始就有了统计活动,即统计工作有着数千年的历史,在这数千年的统计活动中,人们对统计规律的认识逐渐加深,并不断总结规范为统计学。而统计学成为系统和独立的科学只有 300 多年的历史。按统计方法及特征的历史演变顺序,一般可将统计学的发展史分为以下三个阶段。

(一)古典统计学的萌芽时期(17 世纪 70 年代至 19 世纪初期)

17 世纪中叶欧洲各国相继进入资本主义工场手工业的经济迅速发展阶段,但是某些国家的封建制度尚未解体,这时的欧洲处于思想活跃的社会变革时期。为了适应各国经济发展的不同需要,在欧洲各国不约而同地从不同领域开始了统计学的奠基工作,并相继形成了统计学的三大来源,即政治算术学派、国势学派和应用概率理论。这三大来源到 19 世纪初都基本上形成了各自的理论体系,并为近代统计学奠定了理论基础,所以称 17 世纪中叶至 19 世纪初为古典统计学的萌芽时期。

1. 政治算术学派

该学派产生于 17 世纪中叶的英国,主要代表人物是威廉·配第(William Petty, 1623-1687)和约翰·格朗特(Johan Graunt, 1620-1674)。英国古典政治经济学的创始人威廉·配第博士在 1690 年出版了《政治算术》一书,该书是经济学和统计学史上的重要著作。在书中为了给英国资产阶级鼓气,他采用“数字、重量、尺度”等定量的分析工具,对英国和当时的主要发达国家的经济实力进行了比较分析。其所采用的方法是前所未有的,为此,他也被推举为统计学的创始人,并将其所代表的学派命名为“政治算术学派”。

约翰·格朗特在 1662 年发表了《关于死亡表的自然观察与政治观察》一书。他在书中记录了通过大量观察发现的人口各年龄组的死亡率、性别比例等重要的数量规律,并对人口总数进行了较为科学的估计。因此,他被认为是人口统计学的创始人。

德国的约翰·彼德·劳斯密尔希(Johan Peter Sussmilch, 1707-1767)深受“政治算术学派”的影响,并成为该学派的主要代表人物和继承者。其代表作《由人类之出生、死亡及繁殖证明在人类变动中所存在的神的秩序》(1741)一书,对大量不确定现象的比例规律进行研究。这本书虽把事物的规律性看作是神的安排,但它在某种程度上为概率论应用于人类生活奠定了基础。

“政治算术学派”在当时的欧洲大陆广泛传播,并逐渐形成了两大支流。即以信奉配第为主的经济统计派,和以信奉格朗特为主的人口统计派。18 世纪人口统计派占主导地位,并以人口推算为其中心课题。

2. 国势学派

该学派产生于18世纪的德国,其创始人是Helmstadt大学教授海尔曼·康令(Hermann Conring,1606-1681)博士。他于1660年把国势学从法学、史学、地理学等学科中独立出来,在大学中讲授“实际政治家所必须的知识”。后由马丁·休姆采尔(Martin Schneitzel,1679-1747)将其更名为《政治学·统计学讲义》。其中统计学一词(Statisticum)的语意来源于拉丁语系的“状态”而后转化为“国家”,可见统计学在“国势学派”看来是指对国家政治状况的研究。

“国势学派”的最重要的继承人是休姆采尔的学生高特弗瑞德·阿痕瓦尔(Gottfried Achenwall,1719-1772),他被当时德国誉为“统计学之父”,而他自己则推崇康令为统计学之父,并在1749年确定了统计学(Statistik)这一学科的名称及有关统计学的一些术语。

“国势学派”只是对国情的记述,未能进一步揭示社会经济现象的规律,也不研究事物的计量分析方法,只是用比较级和最高级的词汇对事物的状态进行描述。所以,人们也把它叫做记述学派(旧学派或德国学派),并认为“国势学派”有统计学之名,而无统计学之实。

3. 古典概率论的应用

古典概率论的研究虽始于16世纪的意大利,但17世纪中叶才得到一般化的解法。并在18世纪的法国、瑞士等国得到广泛发展,最终于19世纪初叶由法国数学家、统计学家拉普拉斯(P. S. Laplace,1749-1827)在总结前人成果的基础上,出版了名著《概率论分析理论》一书,从而形成完整应用理论体系。他对统计学的贡献可归纳为:①总结了古典概率论研究成果,初步奠定了数理统计学的理论基础;②把大数定律作为概率论与政治算术的桥梁;③提出应以自然科学的方法研究社会现象,为数理统计产生提供了必要的理论依据。

(二)近代统计学的形成时期(19世纪初至20世纪初)

近代统计学的主要贡献是建设和完善统计学的理论体系,并逐渐形成了以随机现象的推断统计为主要内容的数理统计学和以传统的政治经济现象描述为主要内容的社会统计学两大学派。

1. 数理统计学派

19世纪前半叶,资本主义制度在欧洲许多国家中已经成熟,机械唯物论的世界观和自然科学的成果,已否定了所谓的神的秩序,证实了世界存在着自然规律,这为数理统计的建立创造了充分条件。

比利时的凯特勒博士(Lambert Adolphe Jacques Quetelet,1796-1874)深受拉普拉斯影响,在其《社会物理学》中将概率论引入统计学。认为概率论是适于政治及道德科学中以观察与计数为基础的方法。他以此方法对自然现象和社会现象的规律性进行观察,并认为要促进科学的发展,就必须更多地应用数学。他的统计学著作有56种之多,按其贡献可以认为他是古典统计学的完成者,近代统计学的先驱,也是数理统计学派的奠基人;同时,他还是第一届国际统计会议(1853年)的招集人,因此,被称之为“近代统计学之父”。

2. 社会统计学派

社会统计学派产生于19世纪后半叶的德国。因德国的资本主义产生较晚,所以为之服务的社会统计学派,较英国的政治算术学派晚了近半个世纪。但由于当时数理统计学尚未充分发展,社会统计学派便在欧洲大陆占有优势地位,并向世界各国广泛传播。该学派的创始人是克尼斯(K. G. A. Knies,1821-1898),他认为统计学是一门独立的具有政治算术内容的社会