



21世纪 高职高专通用教材

统计学原理

● 吴惠荣 主编
● 夏玉荣 主审

上海交通大学出版社

21 世纪高职高专通用教材

统 计 学 原 理

主 编 吴惠荣
副主编 孙显录 翁雪琴
主 审 夏玉荣

上海交通大学出版社

内 容 提 要

《统计学原理》为高职高专通用教材,以“必需、够用”为原则,按照高职教育的特点,强调应用,使学生明确统计工作任务,系统地了解统计学的基本理论和方法,懂得如何开展调查、搜集资料、整理数据,开展分析和预测。全书共分10章(66课时),分别为总论、统计调查、统计整理、综合指标、时间数列、统计指数、抽样推断、相关与回归分析、统计图示法、统计分析与评价等。

图书在版编目(CIP)数据

统计学原理/吴惠荣主编. —上海:上海交通大学出版社,
2000(2001 重印)

21 世纪高职高专通用教材

ISBN 7-313-02397-9

I. 统… I. 吴… III. 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(2000)第 44998 号

统计学原理

吴惠荣 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市文化印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:890mm×1240mm 1/32 印张:8.375 字数:239 千字

2000 年 8 月第 1 版 2001 年 1 月第 2 次印刷

印数:5051—10100

ISBN 7-313-02397-9/F·346 定价:14.00 元

版权所有 侵权必究

MAH30/01

前 言

统计是认识客观世界的重要手段。统计为国家、地区、部门制订政策、计划,为企业经营决策、加强管理,提供信息、咨询、监督等多功能的服务。随着我国经济的进一步发展、市场经济的进一步完善,统计将越来越重要,人们要更多地使用统计手段,获得更多的统计信息。

统计学原理是经济类各专业的一门重要的专业基础课。学习统计学原理,主要是学习统计的基本理论和基本方法,并会把这种方法运用到今后的实践工作中去。本教材主要为高等职业技术教育(专科学校、职业大学、职业技术学院)而编写的,理论以“必需、够用”为原则,强调统计知识的应用。随着计算机网络的普及,教材还介绍了在 Internet 上搜集统计资料的方法。本教材也可作为职工业余大学、成人高教自学、函授大学,以及统计干部培训等教材。

参加本书编写的有:镇江高等专科学校吴惠荣、马兰珍,青岛市职工大学(青岛职业技术学院)孙显录、王涛宇,苏州职业大学翁雪琴、董芸,淮南联合大学周五七。由吴惠荣副教授担任主编,负责全书的审订、修改、总纂和定稿工作;孙显录,翁雪琴担任副主编,夏玉荣副教授担任主审。

同时,在本书编写过程中,我们得到了这些学校的领导和许多同志的支持与帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,希望使用本书的教师和广大读者不吝指教。

编者

2000 年 4 月

目 录

1 总论	(1)
1.1 统计学的研究对象及其性质	(1)
1.2 统计学的研究方法	(5)
1.3 统计学的分类及其与其他学科的关系	(10)
1.4 统计学的基本范畴	(12)
1.5 统计学的组织与管理	(18)
2 统计调查	(24)
2.1 统计调查概述	(24)
2.2 统计调查方案	(27)
2.3 统计报表和专门调查	(32)
2.4 利用 Internet 搜集统计资料	(43)
2.5 统计调查资料的质量控制	(47)
3 统计整理	(49)
3.1 统计整理的定义与步骤	(49)
3.2 统计分组	(51)
3.3 分配数列	(59)
3.4 统计资料的汇总	(70)
3.5 统计表	(75)
4 综合指标	(81)
4.1 总量指标	(81)
4.2 相对指标	(86)
4.3 平均指标	(95)
4.4 标志变异指标	(111)
5 时间数列	(118)

5.1	时间数列的概念和种类	(118)
5.2	现象发展的水平指标	(122)
5.3	现象发展的速度指标	(124)
5.4	时间数列的平均指标	(129)
5.5	现象变动的趋势分析	(139)
6	统计指数	(147)
6.1	统计指数的概念和作用	(147)
6.2	综合指数	(151)
6.3	平均数指数	(159)
6.4	指数体系和因素分析	(164)
6.5	指数数列	(174)
7	抽样推断	(178)
7.1	抽样推断的意义及其基本概念	(178)
7.2	抽样组织方式和抽样方法	(181)
7.3	抽样误差	(184)
7.4	抽样估计的方法	(191)
7.5	样本单位数的确定	(195)
8	相关与回归分析	(198)
8.1	相关分析的意义和任务	(198)
8.2	相关分析	(201)
8.3	回归分析	(205)
8.4	估计标准误差	(209)
9	统计图	(212)
9.1	统计图的定义和种类	(212)
9.2	设计绘制统计图的基本原则和步骤	(213)
9.3	条形图	(216)
9.4	面积图	(223)
9.5	曲线图	(227)
9.6	其他统计图形	(231)

10 统计分析与评价	(234)
10.1 统计分析的概念与任务	(234)
10.2 统计分析的种类	(236)
10.3 统计分析的步骤	(240)
10.4 统计综合评价	(246)
附录 1 随机数字表	(254)
附录 2 正态分布概率表	(257)
主要参考文献	(259)

1 总 论

1.1 统计学的研究对象及其性质

1.1.1 统计的涵义

统计一词一般有三种涵义,即统计学、统计工作和统计资料。

统计学是统计实践活动的经验科学总结。比如《统计学原理》中介绍的统计的一般原理和方法。学了这些原理和方法后用处非常大,比如我们可以用统计中的指标计算我国人均国民收入是多少,与西方发达国家还有多大差距;又如我们通过一部分产品的抽查,可以计算产品的合格率,进而可以推断这一批产品的总体合格率水平,并估计这种推断所产生的误差有多大。当然,我们学了统计学还要能用到实际工作中去,也就是说能够用理论去指导实践活动。但人类社会活动总是在不断发展变化,因此,统计学的内容还将不断地丰富发展。

统计工作,就是实际从事统计的实践活动。比如国家各级统计机构以及各单位的统计部门所做的工作,还有民间统计组织,如市场调查公司等。这些统计工作为国家制定政策、计划等提供信息,为各级政府及企业单位提供各类管理信息,为社会提供信息服务。如果没有统计提供信息,我们就不知道我国的国情如何,就不知道今天的世界是什么样子;一个企业如果不了解市场信息(主要是市场信息),它就不知道自己生产的产品还有多大的市场空间,也就不能解决生产什么和生产多少的问题;同样,一个家庭如果不了解统计为社会提供的信息,就无法决定是现在买一套家庭影院,还是以后再买,等等。统计信息如此有用,以至于离开它我们便无法生活和工作,由此可见统计工作意义重大。

当然,要做好统计工作,不仅需要有统计理论的指导,而且更需要

做统计工作的人具有尊重科学、实事求是的精神。因为如果不是这样，而是用主观想象出数字或出于主观意愿，在统计工作中弄虚作假，在统计资料上搞数字游戏，那么，人们从统计那里得到的便是假信息，这样的信息不仅无用，反而会害了国家，害了人民。所以，所有做统计工作的人都必须切记：真实是统计的根本准则，是统计的生命线。

统计资料是统计工作的结果，是统计信息的载体。统计资料中有形象的图形，但大多数是成串成串的数据。真实反映实际经济活动的准确、及时、科学的统计资料本身具有十分重要的价值，有了这些资料可以方便、合理地搞科研活动，可以适时地指导经济活动和人们的生活与工作，其结果意义可能更为重大。但必须设法及时地开发利用这些统计资料，否则它们躺在纸堆里是毫无用处的。

1.1.2 统计学的性质

在以往的许多同类教科书中，人们总是把统计学看成是研究社会经济现象及其发展规律的科学。我们认为可以将统计学看成一门研究客观现象总体数量方面的方法论科学。因为统计学提供给人们的原理和方法实际上只是一种工具，至于社会经济发展规律究竟如何，那不是统计学所能揭示的。如果非要讲规律不可，那么统计学也只是从数量方面探索规律。况且，客观现象还包括自然现象和其他社会现象。既然是工具，那么谁掌握了它谁就能合理地使用它。统计学可以为一个国家服务，可以为政府管理服务，也可以为众多的工商企业和社会大众服务，这主要源于它的信息、咨询功能；统计可以为社会科学研究服务，也可以为自然科学研究服务，其根源在于它是一种认识和分析的工具和手段。

作为一门方法论科学，并且又是一门研究数据的方法论科学，其中充满了马克思主义哲学和数学思想，如物质存在为第一性、意识为第二性的原理，质与量相互联系、相互制约的原理，物质世界普遍联系的原理等；概率论与数理统计方法，现代预测与决策的基本原理等。随着统计实践活动的深入开展，统计学的方法也将不断完善和充实。另外，统计学还有自身特有的方法，如统计调查的方法、统计资料整理的方法、

统计的综合指标分析方法等。这些方法正是统计学区别于其他学科的重要标志。甚至有人说,统计学与数学、哲学一样将成为所有学科的基础,这种说法不无道理。

1.1.3 统计学的研究对象

“毕业后,我会不会成为失业者?”这个问题的回答是不确定的。因为随着社会的进步,科学技术的发展,社会劳动生产率水平的提高以及需要就业人数的剧增,你毕业后在幸运的情况下可能很快会找到工作,但也可能暂时成为一个失业者。但这仅是你一个人的问题。那么对于全部在校大学生来说,将来毕业后有多少人可能失业,也许这才是大家真正关心的问题。要回答这个问题,就必须设计一个反映失业情况的社会指标,而指标的计算肯定是针对所有即将毕业的大学生而言的。如果能知道总毕业人数是多少,又知道有多少人已就业,那么这个指标的计算是非常容易的。这里所说的有“多少人”即将毕业,这些人的整体就是统计里所说的总体。统计的最终目的是研究总体,而不是个体。个体是构成总体的单位。统计是在研究了个体的基础上来研究总体,也就是在了解了每个毕业生是否就业的情况以后,再研究总的失业率水平如何,失业率指标反映了就业的数量特征。由此可见,统计学的研究对象是现象总体的数量特征和数量关系。社会现象、自然现象纷繁复杂,大千世界千头万绪,如果想通过其中认识一点规律性东西的话,那就得借助于统计学,除非你只想了解认识其中的个别现象、个别事物。

统计学研究现象总体的数量特征和数量关系,具体地说就是利用科学的方法去搜集、整理、描述、分析实际数据,并通过设定的统计指标和指标体系,表明所研究现象的规模、水平、速度、比例和效益等等,以反映现象发展变化在一定条件下的作用。将上述例子深入一步,在全部毕业生毕业后,男性失业率高,还是女性失业率高呢?男、女就业人数的比例大致如何?或者男、女毕业生就业人数各占总毕业生的比重是多大?如果再将若干年(比如5年)的失业率加以对比分析,那么大学生毕业后的就业趋势如何?这些无不反映大学毕业生的就业或失业情况,也就是数量特征和数量关系。

1.1.4 统计学研究对象的特点

统计学研究对象的特点由统计学的性质所决定。分述如下：

1.1.4.1 总体性

前面在谈到统计学研究对象时,你已经初步了解了总体的概念,并且通过举例也一定知道统计研究对象的总体性要求。再如研究一个地区人们的受教育程度,你的做法可能是对该地区的全部人口进行逐个调查登记,然后进行计算分析。但这样几乎不可能做到。通常是采用抽样调查的办法。假如从该地区抽样调查 500 个人,可能有的小学毕业、初中毕业,有的大学毕业。对于调查来的资料可以采取分组的办法,将这 500 人按学历(或按其他标志)分组进行整理后,研究在各组里的分布情况以及总的分布情况,并计算平均受教育程度。但这仅是抽样调查的结果,整个地区的情况如何?我们得运用抽样推断的方法才能大致确定。这个例子中的平均受教育程度自然反映的是该地区的整体情况,而不是一两个人的个别现象。但是很显然,没有这一个个的具体“个别”的调查研究,就无法得到对整体的规律性认识。然而,上例中当“个别”发生变化后,平均受教育程度将如何?这就需要用动态的方法进行研究了。总之,统计就是要对客观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,最终得出反映现象总体的数量特征,并由此帮助我们达到对客观现象性质的进一步认识。

1.1.4.2 数量性

统计离不开数据,离开了数据,统计方法乃至统计学就失去了它存在的意义,因此可以说统计学就是数据的科学。统计不仅要搜集、计算个别现象的数据,更重要的是计算分析关于现象总体的数据。具体包括:数量的多少;现象之间的数量关系;质量互变的数量界限。统计在研究现象总体的数量性时,一般要在科学假设和定性认识的基础上,应用科学方法,对搜集整理的实际数据利用各种各样的统计指标,进行数量方面的描述和分析,以达到对客观现象的定量认识。例如我国小康问题

的研究:到1990年,我国的国民生产总值已达到人均1558元人民币,第三产业的比重为27.2%,等等。这些资料表明,我国在20世纪末可能实现小康目标。另外,为了研究质量互变的界限,我国选定世界中等收入国家的平均水平作为对照参考标准,确定我国的小康标准的各项指标和综合指标。分析表明,我国东南沿海省份和大中城市已较大幅度地实现了小康目标,全国约有1/4的居民目前已达到小康阶段的初始水平,其余大部分居民正处在由温饱向小康过渡的进程中。

统计数据的来源很多。如果来源于直接的调查和科学试验,我们称之为第一手统计数据;如果来源于他人调查和科学试验的数据(如从互联网中获得的),我们称之为间接的或第二手统计数据。另外,可能还会使用一些尚未公开的数据。对于这些数据资料,我们应确定其真实性和有效性,不可轻易使用。

1.1.4.3 客观性

统计的客观性在于它显示客观事物独立存在的实际情况,不是主观意志所能转移的。例如在统计调查阶段,要调查什么样的对象,调查多少单位以及如何调查等,都要求调查者以客观的认识对象为依据,绝不可以随心所欲;在统计整理阶段,要求以特定的统计方法将资料汇总分类,使数据资料系统化和条理化;在统计分析阶段,必须以反映客观事物的实际数据为依据,利用建立的指标和指标体系、科学的分析方法,描述和揭示客观实际和现象总体的规律性,以达到对总体现象质的认识。统计数据资料的客观性是统计质量的基础,离开了客观性的要求统计就变成了毫无意义的数字游戏。

1.2 统计学的研究方法

1.2.1 统计工作的过程

假日里,你可能会选择外出旅游。动身前你必定会对旅行全程作一个大致的安排,尽管实际上可能会发生变化。你要选择游玩哪些景点名

胜,利用什么样的交通工具,如何安排时间,随身所带多少钱,如何花费等,然后你才会动身。旅行回来后,你可能会回味本次旅行的历程,有哪些收获,积累些什么经验……统计工作亦如此。统计工作的过程就相当于一次旅行的过程,只不过它是一个搜集、整理、描述、分析数据的过程。具体包括以下几个阶段。

1.2.1.1 统计设计

上面关于外出旅行的例子,可以拿来为统计工作的过程作一个类比。其中旅行前对有关问题的筹划,就相当于统计设计,而筹划结果的书面形式就是设计方案。所谓统计设计是根据统计研究对象的性质,统计的任务、目的,对统计工作的各个方面与各个环节作总体规划、通盘考虑和全面安排。没有统计设计阶段,整个统计工作就会杂乱无序,也就难以达到统计工作的最终目的。

1.2.1.2 统计调查

统计调查是统计工作的实践活动,它的最终目的是为了搜集统计资料,这就相当于你的实际旅行。统计调查是为了取得关于所认识的客观现象的第一手资料。调查工作(无论报表调查,还是专门调查或者其他调查)搞不好,收集不到客观、准确的统计资料,会直接影响到以后阶段统计工作的质量。

1.2.1.3 统计整理

统计整理虽不能完全贴切地与旅行作类比,但也有一定的相似之处。旅行归来,你大概也会清理一下自己的思绪,总结积累的经验。统计整理是对调查收集的统计资料进行科学的分组、汇总的加工整理阶段,而整理的结果是编制的分布数列和统计表。没有统计资料的整理工作,统计调查也就失去意义,更不用说进行统计分析了。

1.2.1.4 统计分析

旅行归来,你也许还会分析本次旅行的得与失,分析能给你带来身

心愉快的因素,或遭遇不快的原因。统计分析与此不同的是,它要借助统计指标及其计算结果来进行分析、对比研究,以揭示所研究的客观现象的基本特征、发展趋势和比例关系,并根据分析结果对现象的数量表现进行综合评价,必要时进行估计与预测。统计分析是统计工作的理性认识阶段,也是形成统计信息的重要阶段。可以说,统计分析是统计研究的决定性环节。

上述统计工作的四个阶段,实质上是统计对客观现象总体由质一量一质的认识过程,可以认为是统计认识的完整过程。但是,统计要体现信息、咨询的职能,还必须进行下面一个阶段的工作。

1.2.1.5 统计资料开发利用

统计资料的开发利用是指充分利用统计信息资源,并对其进行深层次加工,在计算机、网络被广泛使用的条件下使统计信息为社会共享,使统计信息得以广泛发挥作用。目前国家统计局已对统计信息建立了数据库、信息库,并用多种多样的形式提供资料与咨询,对外发布有关统计信息,为政府管理和决策服务。但目前统计资料的开发利用程度还不高,渠道也并不通畅,还不能完全及时地满足社会的需要。所以要建立以政府统计部门为主体,社会统计组织和企业内部统计机构为辅助的统计信息网络,全方位、多层次、多渠道、高效及时地为社会服务。

上述统计工作的五个阶段是一个有机的整体,它们互相联系密不可分。

1.2.2 统计学的研究方法

作为认识客观现象总体数量方面的方法论科学,统计在其各个阶段运用着各种专门的方法,如大量观察法、综合指标法、归纳推断法、统计模型法等。

1.2.2.1 大量观察法

为什么统计要采用大量观察法呢?因为统计研究的对象是现象总

体的数量特征,并且总体中的个体之间还存在着差异,甚至有时差异还很大。如果观察的单位只是少数,就很可能得出片面甚至错误的认识结论。

例如你要调查一个城市的居民收入状况,不能以三五户居民的收入说明问题,你必须调查足够多的居民户数。假如采用抽样调查从该城市中抽取 1000 户居民进行调查,但其中有 60% 的人是个体工商户、民营企业老板、银行职员、外资企业的雇员等相对高收入者,而只有 40% 的人是一般公务员、国企职工、教师、医生、小摊贩、小业主等中低收入者,虽然你抽取了足够多的单位进行调查,符合了统计抽样原理的要求,但你得出的结论必然不准确。这就是说,你不仅应该对现象进行大量的调查观察,而且在抽样调查时还要使所选的样本具有代表性,才能使调查结论具有科学性。

大量观察法使那些单位由于次要的、偶然的因素引起的数量差异互相抵消,从而能确切地反映出客观现象真实的发展变化的规律性。因此,采用大量观察法几乎已经成了统计工作的金科玉律。

简单地追溯一下统计发展史,实际上早在 16 世纪,意大利科学家伽利略就讨论过掷三颗骰子出现 10 点的次数多于 9 点的原因。在同一世纪中,英国统计学家约翰·格朗特也通过大量观察法,研究并发现新生儿的性别比例稳定在 14 : 13(男 : 女)的规律。

需要指出的是,统计中采用大量观察法与重点调查、典型调查并不矛盾。因为重点单位虽选择的调查单位数量较少,但这些单位标志值之和在总量中占有绝大比重,通过重点单位调查能从数量上掌握全部总体在这个标志总量上的基本情况。而典型调查选定的调查单位已经被人们确认为具有代表性,它符合由点到面、由个别到一般的认识方法。

1.2.2.2 综合分析法

综合分析法就是利用多项综合指标,对相互联系的客观现象进行综合概括的方法。例如一个企业一年下来其经营业绩如何,就可用综合分析法进行概括分析。一年的销售收入是多少,实现利税多少,各月、各季度的情况又如何;取得这样的销售收入和实现利税使用了多少资本

金,付出多少成本;资产负债比如何,资本金利税率多大;人均产值多少,人均利税多少;本年度与以前年度相比有无较大的发展变化等等情况,都需要对原始数据进行整理、汇总、计算,并利用一系列指标体系进行计算、分析。在评价该企业的经营业绩的过程中,统计指标的使用是非常重要的。但光有指标而无分组,则分析是笼统的、表面的,所以综合分析法要求统计必须具备两个要素,即统计指标与统计分组。

1.2.2.3 归纳推断法

归纳是指由个别到一般,推断是指抽样推断。统计中计算各种综合指标的过程实际上是归纳,而以局部去推测全部则是推断。统计中这两种方法都不可缺。有关推断的例子已将在第7章中予以介绍,而归纳的例子则比比皆是,在此均不赘述。但当总体范围很大甚至是无限时,人们用归纳法便不方便,甚至不可能。

1.2.2.4 统计模型法

统计根据一定的经济理论和假定条件,利用数学模型和逻辑模型去模拟客观现象及现象间的相互关系,这就形成了统计模型法。尽管模拟只是相对完整和近似的,但它却能对客观现象的存在和变化进行数量上的评估和预测。本书第5章的“时间数列”和第7章“回归分析”都介绍了统计模型法。

统计模型法包括三个基本要素:变量、基本关系式、模型参数。将总体中一组相互联系的统计指标作为变量,其中有些变量被描述为其他变量的函数,这些变量称为因变量;而它们所依存的其他变量称为自变量。

通常用一组数学方程来表示现象的基本关系式,数学方程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程度的强度指标。它是由一组实际观察数据来确定的。

1.3 统计学的分类及其与其他学科的关系

1.3.1 统计学的分类

统计学的内容十分丰富,研究和应用的领域非常广泛。从统计教育的角度,统计学有以下两种分类:

1.3.1.1 描述统计学和推断统计学

统计学分为描述统计学和推断统计学,一方面反映了统计发展的前后两个阶段,另一方面也反映了研究和探索客观事物内在数量规律性的先后两个过程。

统计研究过程的起点是数据,终点是探索到客观事物总体内在的数量规律性。要达到统计研究的目的,如果我们收集到的是总体数据(如采用普查方式取得),则经过描述统计之后就可以达到探索内在数量规律性的目的了;但如果我们所获得的数据只是总体的一部分数据,要探索到总体的数量规律性,就必须应用概率论的理论并根据样本整理出的信息对总体做出科学的推断。描述统计学包括对客观现象的调查度量、调查方案的设计,及时、快速、经济地收集数据,整理数据,用图表显示数据,分析和提取数据中有用的信息以最终推断总体。推断统计学是现代统计学的核心和统计研究工作的关键环节,因为统计最终能否科学准确地探索到总体内在的数量规律性与选用何种统计量,选用什么推断方法,如何进行推断有关直接的联系。由此可见,描述统计学是基础。

但是,当现象总体包含的单位数有无限多个或近似无限多时,试图以描述统计学探索总体的数量规律性就显得困难重重,例如统计物理研究中要弄清楚分子运动的规律,而分子又是无穷多的,不可能被全部观察和试验。即便总体中单位数是有限的,为了保证或提高统计工作的效率和节约成本,也不会采用描述统计学的办法,例如城市居民家庭每月的收支调查、某种商品的市场调查等,都只能通过抽样调查对总体数