

21 世纪高校规划教材

TONGJIXUEYUANLI
统计学原理

主编 徐淑华 朱圻贤

江西高校出版社

21 世纪高校规划教材

统计学原理

主 编 徐淑华 朱圻贤
副主编 邹传忠 罗国萍 岳中心

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

统计学原理/徐淑华,朱圻贤主编. —南昌:江西高校出版社,2004.7

ISBN 7-81075-456-4

I. 统… II. ①徐… ②朱… III. 统计学
IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 080167 号

江西高校出版社出版发行

(江西省南昌市洪都北大道 96 号)

邮编:330046 电话:(0791)8592235,8504319

江西太元科技有限公司照排部照排

江西教育印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

787mm×960mm 1/16 12.5 印张 230 千字

印数:1~2000 册

定价:29.50 元

(江西高校版图书如有印刷、装订错误,请随时向承印厂调换)

前 言

揭示事物的发展变化规律是人类全部科学存在的根本理由,探索蕴含在事物内部的规律与奥妙,自然是科学研究的基本任务。统计学要探索的是什么规律?它是通过什么方法进行的?学习统计学对我们的工作又有什么帮助?这些问题是每一个初学者颇为关心的,本书在解决这些问题的同时,还将为你展开一幅统计学的画卷。

统计学原理是高职高专院校经济、管理类专业学生必修的基础核心课程。为了满足该课程的教学需要,我们编写了本书。在编写过程中,遵循“精选内容、强化基础、多举实例、突出应用、加强实际操作能力培养”的原则,力求符合高职高专教育人才培养特色的要求,在系统地介绍统计基本理论和基本方法的同时,注重基本技能的训练,从而为学习专业课程提供数量分析的方法和手段。在教材内容安排上,力求通俗易懂、简明扼要,并把重点放在统计理论与方法的应用上,而且每章后附有练习与思考,可供读者在学习时加深对所学内容的理解和运用。

本书由徐淑华、朱圻贤任主编,邹传忠、罗国萍、岳中心任副主编,参加本书编写的有:徐淑华(第四章、第七章)、朱圻贤(第一章、第五章)、邹传忠(第二章、第三章)、罗国萍(第八章)、岳中心(第十章)、谭安萍(第九章)、叶桂香(第六章)。

本书在撰写过程中,博采众长,参阅和借鉴了各位专家、学者的著作(具体书目附后),在此表示万分感谢!

由于笔者理论水平有限,对实践探索与研究又不够,书中出现缺点和不足在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2004年6月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 统计学与统计数据规律	1
第二节 统计方法及其应用	7
第三节 统计学的基本概念	10
练习与思考	15
第二章 统计数据的搜集	18
第一节 统计数据搜集的意义和种类	18
第二节 统计调查方案	19
第三节 统计调查方式	21
练习与思考	24
第三章 统计数据的整理和显示	27
第一节 统计数据的整理	27
第二节 统计数据分组	28
第三节 频数分布	31
第四节 统计数据的显示	35
练习与思考	39
第四章 规模与比率的测定	43
第一节 总量指标	43
第二节 相对指标	46
练习与思考	52
第五章 集中趋势的测定	57
第一节 集中趋势指标概述	57
第二节 数值平均数	59
第三节 位置平均数	67
练习与思考	74
第六章 离中趋势的测定	78
第一节 离中趋势指标概述	78

第二节 离中趋势分析指标	79
第三节 交替标志的平均数和标准差	85
练习与思考	87
第七章 抽样推断	92
第一节 抽样推断的基本概念	92
第二节 抽样误差	96
第三节 参数估计	102
* 第四节 抽样设计	105
练习与思考	113
第八章 相关与回归分析	117
第一节 相关分析	117
第二节 一元线性回归分析	128
* 第三节 多元线性回归	131
* 第四节 非线性回归	135
练习与思考	136
第九章 时间数列分析	142
第一节 时间数列的含义和编制	142
第二节 时间数列分析指标	146
* 第三节 时间数列分析与预测	159
练习与思考	165
第十章 统计指数分析	170
第一节 统计指数的意义及其种类	170
第二节 综合指数及其应用	172
第三节 平均数指数	175
第四节 指数体系与因素分析	178
练习与思考	188
附表 标准正态分布数值表	193
参考书目	194

注:带*为选学内容。

第一章 绪论

学习目标:本章起着总揽统计学概貌的重要作用。对初学者来说,通过本章的学习,既能对统计学的轮廓形成一个初步的认识,同时也有助于对以后各章内容的理解和掌握。通过本章学习,要求理解统计的含义和特点,把握统计数据规律和计量尺度、统计方法与运用,重点掌握统计学的基本概念。

第一节 统计学与统计数据规律

一、统计的含义

统计作为一种社会实践活动,已有悠久的历史,它是适应社会生产力的发展和国家管理的客观要求而产生和发展起来的。尽管人类早期的计数活动非常简单和有限,但当社会生产力发展到一定程度时,特别是国家出现之后,人类的计数活动就变得越来越频繁、普遍了,计数活动的内容与过程也变得越来越复杂,并逐渐发展成为一种具有特定目的、特定程序和一定组织形式的总体计数活动。时至今日,统计一词已被人们赋予了多种含义,并在不同的场合使用。这些含义包括统计工作、统计资料和统计学。

1. 统计工作。统计工作即统计实践活动,是指人们对客观事物数量方面进行调查研究的认识活动,包括数据的搜集、整理和分析等,它是由统计调查、统计整理和统计分析组成的一个完整的过程。自从有了国家,就有了统计实践活动。迄今为止,这一活动已有几千年的历史,

2. 统计资料。统计资料即统计数据,它是统计工作的直接结果,包括调查获得的经过整理具有信息价值的各种统计数据和分析报告,它是各级组织(包括国家、企事业单位等)进行管理、决策的重要依据之一,进行统计工作的目的之一就是要获取各种统计数据。

3. 统计学。统计学是一门关于描述与推断统计数据的学问,即是一门关于搜集、整理、描述、显示和分析统计数据的科学,其目的是要探索数据内在的数量规律性。正是因为统计学总是在与数据打交道,因而也可以称它为一门关于“数据的科学”。

统计学产生于17世纪的欧洲。1690年,英国经济学家威廉·配弟的代表作《政治算术》的出版,标志着统计学的诞生。但是从严格的意义上来说,《政治算

术》不是一本统计学著作,而是一本经济学著作。其写作的目的不是要探索经济与统计规律性,而是要给英国人打气。当时,面对强大的荷兰和法国,英国人对自己国家的前途感到悲观,没有信心。为了给英国人鼓气,威廉·配弟在《政治算术》中,运用了大量的数据资料对英、法、荷三国的经济实力进行比较,得出的结论是英国人大可不必悲观,从经济实力上完全有能力战胜两强。但是这本书的出名之处却不在其结论,而在于它所使用的独特的方法——以“数字、重量、尺度”为语言来表达思想与观点。这一独特方法的运用,揭开了统计学的序幕。经过 300 多年的发展,统计学已发展成为一门完整的学科体系,并在各个领域得到广泛的应用。在我国,已将统计学与数学、物理学、经济学等并列为一级学科。

统计的三种含义之间有着密切的联系:统计工作是人们的一种实践活动,是主观反映客观的认识过程;统计资料是统计工作的成果,所以统计工作与统计资料是过程与成果的关系。统计学是统计工作的经验总结和理论概括;反过来,统计学所阐述的原理与方法又是指导统计工作的原则与方法,因此,统计学与统计工作之间存在着理论与实践的辩证关系。

二、统计数据的规律和计量尺度

1. 统计数据的规律。

在我们的日常生活中,数据就像空气一样无处不在。不论是在教室、工作场所,还是在家里,总有一些数据充斥在耳边。例如,每年高校招生结束后,各中学的管理人员就会统计出本校学生被高等学校录取的人数,如果统计得细一点,还会分别统计出录取在省内高校与省外高校的人数,录取在重点本科、普通本科与专科院校的人数,甚至更为详细的资料;在企业里,企业管理人员每天要统计出生产的产品数量,销售人员每天要统计出销售的数量,财务人员每天要计算出现金的流入流出数量;甚至开会时,主持人要统计出席会议的人数;上课时,班长与科任老师要统计缺课人数;一场比赛,教练员要统计出进攻次数与成功率等,这些数字就是我们所关心的统计数据。统计学提供了探索数据内在规律的一套方法,为便于理解,我们先来看几个典型的例子。

实例一:人口性比例的数量规律性。

不可否认,在我国一些落后的封建思想在一些人的头脑中还不时地起作用,在生男生女问题上可以说是表现最为明显,很多人希望自己家添个男孩。然而事物的发展有其内在的数量规律,必须遵循其自身的发展规律。就单独一个家庭来观察,每个家庭新生婴儿的性别可能是男性,也可能是女性,这似乎没什么规律可循,但如果对大量的家庭新生婴儿进行观察,就会发现新生婴儿中男孩略多于女孩。大致为每出生 100 个女孩,就会有 107 个男孩出生,107:100

就是新生婴儿性别比例的数量规律。古今中外这一比例都大致相同,这是由人类社会长期遗传和发展的内在规律所决定的。那么有人会问,新生儿男多于女,不是性别不平衡吗?是的,新生儿中男多于女是不平衡的,但男孩的死亡率高于女孩,到了中年时,男女人数就大致相同了,进入老年后,男性的死亡率仍然高于女性,导致男性的平均预期寿命比女性短,老年男性反而少于老年女性。从一个国家乃至全人类看,婴幼儿时男多于女,中青年时大致相同,老年时女多于男。生育人口在性别上保持大致平衡,总人口上性别也是大致平衡的,保证了人类社会的进化和发展。对人口性别比例的研究是统计学的起源之一,也是统计方法探索的最早的数量规律性。

实例二:投币规律与掷骰子游戏。

向空中随意抛出一枚硬币,落地后硬币正面朝上与反面朝上的可能性是一样的。如果试验的次数较少,可能正面朝上的次数多一些,也可能反面朝上的次数多一些,似乎看不出什么规律。如果我们将试验次数无限增大,规律性就显示出来了:正面朝上与反面朝上出现的次数将趋于相等,稳定于总试验次数的一半,即比值接近于 $1/2$,而且试验的次数越多,就越接近于这一稳定值。这里的 $1/2$ 就是抛掷硬币出现某一特定结果的概率,也就是抛掷硬币所呈现的数量规律性。

与抛硬币相类似的一个试验是掷骰子,对一个质地均匀的骰子来说,随意抛出,每次出现哪一点的机会是相等的,究竟出现哪一点,完全是由偶然因素所决定的。但若进行大量试验,那么各点出现的数值将稳定于 $1/6$,这个数字就是我们探索的数量规律性。对掷骰子游戏的研究是概率论的起源,而概率论则是数理统计的基础。

实例三:农作物产量与施肥量的数量规律性。

在进行农作物试验时,如果其他试验条件相对固定,我们会发现某种粮食作物的产量会随着某种施肥量的增加而增加。当开始增加施肥量时,产量增加很快。以后增加同样的施肥量,粮食产量的增加逐渐减少。当施肥量增加到一定数量时,产量不再增加。这时,如果再增加施肥量,产量反而会减少。这一施肥量与粮食产量的数量关系就是我们要探索的数量规律性。当我们从大量的试验中,用统计方法探索到施肥量与产量之间的数量关系时,就可以考虑肥料的费用并选择最佳的施肥效果了。

现实生活中类似的例子还有很多,以上只列举了有代表性的三个实例。从这些例子中,我们可以看出,通过大量观察或试验得到的统计数据,是可以反映事物内在的数量规律性的,这就是统计的基本思想:通过大量观察尽量滤掉偶然因素的影响所呈现出的偏差,找出统计数据中所隐含的内在规律。这一思

想,我们一般把它叫做平均数思想。与此相对应,统计学所描述的规律主要也就是平均数规律(即事物总体的规律是通过平均数表现出来的)。

统计学之所以能够反映事物的数量规律,是源于客观事物本身所具有的规律性。客观事物是必然性与偶然性的统一,必然性反映了事物的本质特征,偶然性反映了事物表现形式上的差异。如果事物只有必然性的一面,它的表现形式就会比较简单,我们就可以很容易地把握它的规律性。正是由于偶然性的存在,才使事物的表现形式与必然的规律性之间产生偏移,从而形成了表面形式上的千差万别,使得必然性的数量规律性被掩盖在表面的差异中了。统计数据作为客观事物的一种数量表现,是必然性与偶然性共同作用的结果。偶然性使得对同一事物的多次观察得到的统计数据有差异,而必然性则隐含在统计数据本身,这正是我们要利用统计方法去寻找的。我们上面所举的几个例子,本身都存在必然性的数量规律。但就每个新生儿的性别、每次投币的结果、每次施肥增加的产量看,都是不同的、有差别的,表现形式是充满偶然性的。而每个例子本身都是有规律可循的,应用统计方法就可以从表面的偶然性中探索到内在的、本质的数量规律。从统计方法来看,统计学提供了一系列的方法,专门用来搜集数据、整理数据、显示数据的特征,进而分析和探索出事物总体的数量规律性。其方法的选用则取决于事物的复杂程度,如果事物本身的规律比较简单,所用的统计方法也就比较容易;如果事物本身的规律错综复杂,所用的统计方法也就要相对复杂。

2. 计量尺度。

统计是一门关于数据的学问,所要处理的自然也是数据,而数据是对客观现象进行计量的结果,对不同的客观现象和不同的研究任务,需要确定不同的数据计量尺度。按照对事物计量的精确程度,可以将所采用的计量尺度由低级到高级、由粗略到精确分为四个层次,即定类尺度、定序尺度、定距尺度和定比尺度。采用不同的计量尺度可以得到不同类型的统计数据,而不同类型的统计数据又适用于不同的统计分析方法。

(1)定类尺度。

定类尺度也称为类别尺度或列名尺度,它是指按照事物的某种属性以对其进行平行的分类或分组。例如,人口按照性别分为男、女两类;企业按照经济成分分为国有、集体、私营、合营、独资等不同的企业类型。这些分类就是对事物的定类尺度的测度。从计量层次来讲,定类尺度是最粗略、层次最低的一种计量尺度,它只能测度事物之间的类别差,即只能决定事物是同类或是不同类,而无法反映其他方面的差别。从数学特性来讲,它只具有等于或不等于的数学特性。

使用定类尺度对事物所作的分类,各类别之间是平等的并列关系,无法区分优劣或大小,各类别之间的顺序也是可以改变的。对定类尺度计量的结果,通常是通过计算出每一类别各元素或个体出现的频数或频率来进行分析。

在使用定类尺度对事物进行分类时,要注意两个原则:一是无遗性原则。无遗性是指在所作的全部分类中,必须保证每一个元素或个体都能归属于某一类别,不能有所遗漏;二是互斥原则。互斥性是指类与类之间要互相排斥,每一个元素或个体只能归属于某一类别,而不能在其他类别中重复出现。例如,按照自然二分法,一个人要么属于男性,要么属于女性,总有所归属,而且只能归属于其中的一个类别。定类尺度是对事物最基本的测度,是其他计量尺度的基础。

(2)定序尺度。

定序尺度又称为顺序尺度,是指对事物之间等级差或顺序差的一种测度。该尺度不仅可以将事物分成不同的类别,而且可以确定这些类别的优劣或顺序。或者说,它不仅可以测度类别差,还可以测度次序差,即计量的结果可以比较它们的顺序。例如,产品等级就是对产品质量好坏的一种次序测度,它可将产品分为一等品、二等品、三等品及次品等;一个人的受教育水平可以分为小学、初中、高中、大学等;企业规模可以分为大型、中型、小型等。很明显,定序尺度比定类尺度要精确一些,但还不能测量出类别之间的准确差值,还不能进行加、减、乘、除的数学运算。从数学特性来讲,该尺度具有大于和小于的数学特性,当然包括了定类尺度的特性。定序尺度除了用于分类(组)外,在统计分析中,还可以确定中位数、四分位数、众数等指标位置。

(3)定距尺度。

定距尺度也称为间隔尺度,它是指对事物类别或次序之间间距的测度,通常使用自然或度量衡单位作为计量尺度,如考试成绩用百分制度量、温度用摄氏度量、智商用分度量等。因此,用定距尺度计量的结果表现为数值。

定距尺度有一个度量单位,如分、度等,用这些度量单位度量的每一间隔都是相等的,只要给出一个度量单位,就可以准确地指出两个计数之间的差值,如考试分数100分与90分之间相差10分等,所以它既可以比较顺序,也可以比较异同。由于定距尺度的计量结果表现为数值,并可以计算差值,因而它不仅具有定类尺度和定序尺度的特性,其结果还可以进行加、减运算。

(4)定比尺度。

定比尺度又称为比率尺度。它与定距尺度属于同一层次,一般不作区分,其计量结果也表现为数值。它除了具有上述三种计量尺度的全部特性外,还有一个特性,那就是可以计算两个测度值之间的比值。这就要求定比尺度中必

须有一个绝对固定的“零点”，这也是它与定距尺度的惟一差别。换言之，定距尺度中没有绝对零点，即定距尺度的计量值可以为“0”，这里的“0”是表示一个数值，即0水平，而不表示“没有”或“不存在”。例如，一个学生的统计学考试成绩为0分，只是表示他的统计学成绩水平为0，并不表示他没有考试成绩或没有任何统计学知识；一个地区的温度为 0°C ，表示一种温度水平，并不是说该地区没有温度。可见，定距尺度中的0是一个有意义的数值。定比尺度则不同，它有一个绝对零点，在定比尺度中，0表示没有或不存在。比如一个人的收入为0，表示这个人没有收入，一种产品的产量为0，表示没有该种产品。在现实生活中，大多数情况下使用的都是定比尺度。

对定距尺度和定比尺度的区别，有些教科书形象地将定距尺度比喻成从桌面上开始测量高度，定比尺度则是从地面上开始测量高度。定比尺度中由于0表示不存在，因而其数值不仅可以比较大小、计算误差，还可以计算数值之间的比值。例如，甲的月工资为1000元，乙的月工资为500元，我们可说甲的工资是乙的工资的2倍。而定距尺度由于不存在绝对零点，我们只能比较数值差，而不能计算比值。例如，我们可说 30°C 与 15°C 之差为 15°C ，而不能说 30°C 比 15°C 热一倍。再如，用来测量人的智力商数也是一个定距数据，某人的智商为0分，并不表示该人没有智力；A君的智商为140分，B君的智商为70分，不能说A君的智力是B君的2倍，只能说两人的智商差为70分。可见定距尺度只能进行加、减运算，而定比尺度则可以进行加、减、乘、除运算。

上述四种计量尺度对事物的测量层次是由低级到高级、由粗略到精确逐步递进的。高层次的计量尺度具有低层次计量尺度的全部特性，但不能反过来。表1-1给出了四种计量尺度的测量层次和数学特性。

表 1-1

测量层次	数学特性			
	分类(=, ≠)	排序(<, >, =)	间距(+, -)	比值(\times , \div)
定类尺度	√			
定序尺度	√	√		
定距尺度	√	√	√	
定比尺度	√	√	√	√

确定计量层次是很重要的。在统计研究中可用的统计方法很多，选择的重要标准之一，就是对变量的计量层次。属于不同测量层次的变量，要用不同的统计方法来分析。测量层次越高，所包含的数学特性就越多，可用的统计方法也越多，分析也就越方便。例如，对定类数据，通常计算出各组的频数或频率，计算其众数或异众比率；对定序数据，可以计算中位数和四分位差，计算等级相

关系数等非参数分析;对定距数据或定比数据则可以计算各种统计量,进行参数估计和检验等。

在这里要特别指出的是,适用于较低测量层次的统计方法,也可以适用于较高的层次,因为后者具有前者的数学特征。

三、统计的特点

1. 数量性。

用数字说话,是最简洁的统计表述。数量性是统计的首要特征,这一特征可以把它和其他的实质性科学区别开来。统计研究一般是从客观现象总体数量的描述(调查、整理、显示统计数据等)开始,然后运用一定的统计方法,找出事物之间数量关系和数量变化的界限,推断事物的数量趋势和规律性。由此可见,由现象到规律的过渡是通过数量分析手段完成的。应当指出,统计研究的数量是与事物的质量紧密联系在一起,所以,我们不能为数量而数量,为统计而统计,而必须在质与量的辩证统一中,进行统计研究。

2. 总体性。

统计要反映的是现象总体的数量关系和数量规律性,而不是个别事物的数量表现和数量关系。总体是由同质现象组成的一个数据集合。统计是以总体为观察对象的,客体范围较大,强调的是研究现象的集合特征。通过对现象总体的整理归纳,消除个别的、偶然的因素影响,使现象表现出相对稳定的规律性事实,这是统计研究的重要任务之一。

3. 具体性。

统计研究的数量方面是指现象的具体数量方面,而不是抽象的数量关系。因为统计研究的量是特定现象的量,这种量都有其质的规定性,是在一定的质规定下的量,是在一定条件下具体的量,所以只有当我们对现象质的规定性有了正确认识后,明确了质的规定性,才能搜集统计数据,进行统计分析与推断。

第二节 统计方法及其应用

一、数据信息的统计处理方法

统计是研究现象总体的数量特征和数量关系的方法论科学,从方法论的角度看,统计处理数据信息的方法有两种:描述与推断。这两种方法既反映了统计发展的前后两个阶段,又反映了统计方法研究和探索客观事物内在数量规律性的先后两个过程。统计描述是整个统计研究的基础,它包括对客观事物的度量、调查方案的设计、数据的搜集与整理、统计指标的计算、用图表方法和数值方法综合分析统计资料等,我们常见的报纸、杂志、报告或其他出版物上的数据

表格、图形或数值都属于描述统计的范畴。统计推断是指根据概率论所揭示的随机变量的一般规律,利用样本信息对总体的某些性质或数量特征进行推断和检验的方法。在现实中,一般需要通过抽样推断方法才能认识事物内在的数量规律性,但若没有可靠的数据资料,使用再科学的方法也难以得出准确的结论,可见推断统计离不开描述统计,但只靠描述统计也难以揭示事物发展的规律性。

按照统计方法的这种构成,可以将统计学分为描述统计学与推断统计学。描述统计学研究的是如何取得反映客观现象的数据,并通过图表形式对所搜集的数据进行加工处理和显示,再通过综合、概括与分析,得出反映客观现象的规律性数量特征。其内容包括统计数据的搜集方法、数据的加工处理方法、数据的显示方法、数据分布特征的概括与分析方法等。推断统计学则研究如何根据样本数据去推断总体数量特征的方法,它是在对样本数据进行描述的基础上,对统计总体的未知数量特征作出以概率形式表达的推断。描述统计是整个统计学的基础,推断统计则是现代统计学的主要内容。

二、统计研究的基本方法

统计在研究现象的数量规律性时,无论是用统计描述还是统计推断,都要运用大量观察、综合分析、归纳推断三种基本研究方法。

大量观察法是指对现象的全部或足够多的单位进行调查研究的方法。我们说统计的思想是平均思想,要反映的是总体的数量规律,而组成总体的个体之间因为偶然因素的影响会存在很大的差异,只有通过大量观察与调查,把个体的数量差异相互抵销,才能使总体的数量规律性显现出来。对统计研究而言,没有大量观察就不是统计研究,因此,大量观察法几乎成了统计活动的一条金科玉律。在实际统计工作中,广泛采用了大量观察法,如统计报表、普查、重点调查和抽样调查等。

综合分析法是指利用多项统计指标,对相互联系的客观现象进行综合分析概括的方法。总体的数量规律性是通过综合而获得的,我们对事物的研究必须运用综合指标进行综合分析。例如,要判断一个企业经营状况的好坏,要综合的方面就非常多,如对主营业务收入、主营业务利润、资产报酬率、资金利润率、成本利润率等指标进行分析。如果从动态上考察,还要与前期进行对比分析,如果横向看,还要与国内外最好的企业进行比较。这种分析方法,就是综合分析法。常用的分析指标有三类:总量指标、相对指标和平均指标。在这三类指标的基础上展开的统计分析指标有:对比分析、平均分析、动态分析、指数分析、相关分析等。

归纳推断法是指以大量观察的数据资料为基础,由多个个体的具体特征归

归纳推断出总体一般特征的方法。归纳是由个别到一般,推断则是由部分推断总体,或由已知推测未知。整个统计研究的过程就是一个归纳推断的过程,在前面所举的投币试验中,在重复多次试验后,归纳出正面朝上与反面朝上的可能性接近于 $1/2$,进而推断出整个投币试验中正面朝上与反面朝上的可能性将会以 $1/2$ 为稳定值,这一数量规律性的得出就是一个典型的归纳推断过程。

三、统计方法的应用

任何科学研究,都要运用客观的、符合逻辑的和系统的方法来搜集事实与分析事实。统计学作为一门方法论科学,对于客观存在的现象,只要能按照特定性质加以归类,并能用总体的数字加以表现,都可以用统计方法进行研究。今天,建立在概率论基础上的现代统计学,已被广泛地应用到自然科学和社会科学的众多领域。在物理与生物科学中、在经济学和社会学中、在生理学和教育学中、在药剂学和农业学中、在政府和实业界中,都证明统计是不可或缺的重要工具。例如,天文学家根据统计方法预言天体未来的位置;遗传分离律是由统计方法确定下来的;人寿保险费与年金赔偿额是以统计记录为基础的死亡表来核定的;电力公司若没有负荷需要的记录,就不能有效地供应电力;生产人员发现抽样调查理论在控制质量方面的价值是不可估计的;企业领导人和政府首脑们使用统计方法作出决策,等等。

统计应用的范围尽管如此不同,但都是建立在一系列相同的统计方法之上的,只是各方面的侧重点有所不同。概括起来说,统计方法的应用主要表现在以下几个方面:

1. 搜集数据,对所研究对象的总体事实作出数量上的叙述说明。

任何事物都是质和量的辩证统一体,数量只是质量的另一种表现与映射。统计方法的基本应用就是能够对现象的总体事实作出数量化的描述,能够将杂乱无章的资料整理成一种简单而有序的数据。这种对事物所作的量化处理,朴实而又胜于雄辩,是我们对客观事物形成认识、进行判断的重要依据。例如,某灯泡公司生产的灯泡平均使用寿命达 1400 小时,而市场上销售的其他灯泡平均使用寿命只有 1200 小时,产品质量的好坏一目了然,无须任何多余的文字。在这里需要说明的是,统计方法的选用则要根据研究对象的性质以及统计目的来决定,如上例中只能采用抽样的方法搜集数据(不可能将所有的灯泡全部点燃以获得平均使用寿命的数据),通过计算平均数的方法来反映总体事实(不能用某一盏灯泡)。

2. 对获得的总体事实进行时间、空间、构成和属性的比较。

有了反映总体事实的数据,就可以利用统计方法进行时间、空间、构成、属性等方面的比较。数据不只是代表数字而已,更重要的是包括分析后的资讯意

义,利用统计方法可以将数据信息转为可信赖且有价值的资料,通过对资料进行分析,可以让一串串的数字变得鲜活,数字背后所代表的意义变得清晰,从而帮助我们获得对事物的看法与结论。例如,我国的耕地面积约占世界耕地总面积的7%,而人口却占到世界总人口的20%以上,我们就是用这7%的耕地养活了全球20%以上的人口。这一数据所包含的资讯意义就很多:它说明了我国农业生产所取得的伟大成就,告诉我们合理利用与保护耕地的重要意义以及把计划生育政策作为我国的一项基本国策的必要性等。

3. 探索总体事实的内在数量规律性。

统计不是仅仅利用一大堆方法、数字、概念来表现和罗列总体事实,更重要的是从中探索总体事实的内在规律性。它能够对表面上看来杂乱无序的数据加以搜集、整理和分析,以探索隐藏在数据之中的数量规律性。如前面我们所举的新生儿的性别比例、投币规律等就是典型的数量规律性的表现。

在使用统计方法时,要特别注意,原始资料必须正确,方法应用要得当,结果要由不仅懂得方法本身,还需懂得方法应用领域的人来解释,否则错误使用统计方法,将造成事实的扭曲、读者的误解甚至决策的失败。在我们的现实生活中,有些误用是无意的,但有些人却是为达到某种目的故意地隐藏不利资料而突出有利资料,所以统计可以变为制谎者的“工具”和政治家的“手段”。“统计谎言”的一种常见现象较多出现在小样本的观察结果上。例如,仅调查了10位牙医对某种牙膏的看法就作出如下定论:每10位牙医中就有7位特别推荐该品牌牙膏;将某种药品给10位病人服下,有9位见效,就宣称该药品有效率达到90%以上等。

第三节 统计学的基本概念

统计学研究的是总体数据的处理方法,在这一过程中,会用到许多概念,其中有一些概念是最基本的,它们是总体、总体单位、标志、变量、数据及统计指标。这些概念是统计学中的几个核心概念。为了后面各章叙述的方便,我们将它们放在本章一并加以介绍。

一、总体与总体单位

所谓总体,就是指我们所要研究的某种现象的数据的集合。所以统计中所讲的总体是不同于整体的,“整体”可以指人、事、物,这些人、事、物所表现的数据的集合是“总体”,它是一组数据,而不是人、事、物本身。构成整体的每一单位在统计中称做总体单位,又称为个体。总体的规模一般指的就是整体中所包含的个体数目的多少,或者说数据集中变量值个数的多少,一般用 N 表示。

总体的范围是由我们的研究目的决定的,不同的研究目的可以形成不同的总体。例如,要研究全国大学新生的有关情况,当年新入学的大学生数就构成了一个总体,整体是全部的大学新生,个体是每一个大学生。

任何一个统计总体都具有如下特征:

1. 同质性。即构成总体的每一项数据来自同一个整体,而构成整体的每一个单位必须具有某一方面的共性,这个共性是我们确定的研究范围。研究范围则是根据一定的研究目的而确定的,目的不同,同质性的意义也不同,所以说同质性的概念是相对而言的。例如,当要研究全国工业企业的生产状况时,则所有来自全国工业企业的有关数据就可组成一个总体,它们是同质的;但如果是研究乡镇工业企业的生产状况,那来自于国有工业企业的的数据则不在其范围之内。

2. 大量性。即组成总体的数据要有一个相对规模的量,少数几项数据不能构成总体。这是因为个别单位的数量表现可能是各种各样的,只对少数单位进行观察,其结果难以反映现象的一般特征。只有通过观察足够多的量,才能在综合汇总过程中,消除偶然因素的影响,显现现象相对稳定的规律和特征。

3. 差异性。即事物在各个个体上的数量表现不尽相同,有差异。这是统计研究的基础,也正是因为有差异,才需要用统计方法进行研究。如果组成总体的每一项数据都相同,根本用不着统计方法,只需拿出一个样品来进行解剖即可。正是因为个体之间受偶然因素的影响,在数量上表现出一定的差异,才需用统计方法,通过大量观察,滤掉偶然偏差,使现象之间的必然联系显现出来。

总体按其包括范围的不同,分为有限总体和无限总体。能够穷尽所研究对象的每一个单位的数据,这样的一组数据所组成的集合是有限总体。但在现实生活中,有些总体的数据是无法穷尽的,即不可将研究对象的所有数据全部搜集,只能搜集其中的一部分,这样的总体就是无限总体。例如,天文学家要研究小行星的运行轨道,就是一个无限总体,因为不可能搜集到所有已知的小行星的运行轨道数据,更不用说还有很多未知的小行星。

在推断统计中,总体又分为全及总体和抽样总体。

二、标志、变量与数据

1. 标志。

标志是总体单位所具有的属性或特征。每一个总体单位都有许多属性或特征。例如,把学校中的每一个学生作为总体单位考察时,有性别、民族、籍贯、年龄、身高、体重等属性和特征,这些是每个学生的标志。

标志按其性质不同,可以分为品质标志和数量标志。凡只能用文字表示、说明事物品质属性的标志,如每一个学生的性别、民族等称为品质标志;凡是可