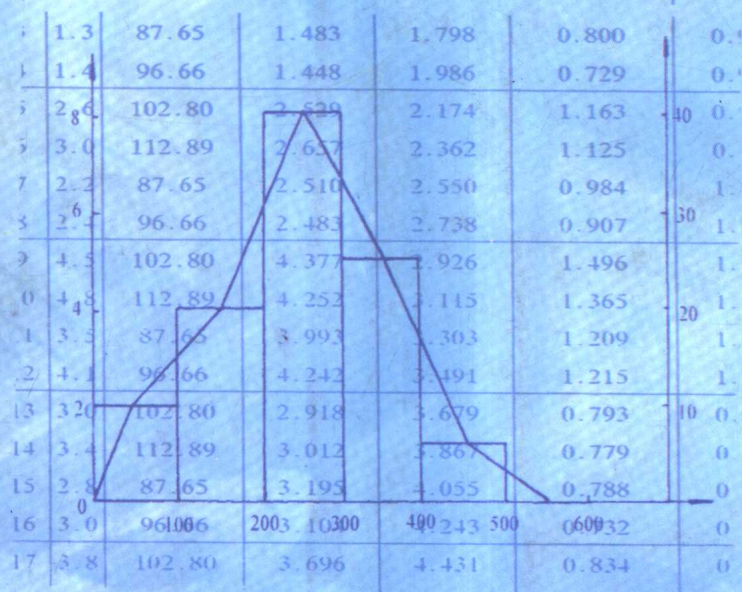


STATISTICS

统 计 学

高嘉英 马立平 主编



首都经济贸易大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

统计学/高嘉英,马立平主编. - 北京:首都经济贸易大学出版社,1999.8

ISBN 7-5638-0764-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 37179 号

首都经济贸易大学出版社出版发行

(北京市朝阳区红庙)

河北三河腾飞印刷厂印刷

全国新华书店经销

850×1168 毫米 32 开本 12.625 印张 323 千字

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

印数:1~7 000

ISBN 7-5638-0764-0/F·416

定价:18.00 元

前 言

统计学是教育部规定的高等院校经济类、管理类专业各分支学科的一门主要课程。本教材就是为了满足上述专业教学的需要而编写的。为适应社会主义市场经济对统计的要求,本教材吸收了国内外统计科学的最新研究成果以及其他统计教材的优点,系统地阐述了统计的基本理论和方法,并简明扼要地介绍了一些统计方法在实践中的运用。

全书共分 10 章,内容包括总论、数据资料的搜集、统计分组与次数分布、集中趋势和离散程度的测定、概率分布、抽样推断、相关与回归、时间数列分析、统计指数、国民经济核算基础。各章后面有思考与练习题,书末附有练习题参考答案。

本书适宜作为大学本科、专科财经类各专业统计课教材,也可作为广大经济管理人员学习统计专业知识用书。

参加本书编写的有:柯世才(第一章)、王静(第二、三章)、高嘉英(第四章)、张衍平(第五、六章)、马立平(第七、九章)、刘娟(第八章)、黄书田(第十章)。高嘉英、马立平为主编。

编 者

1999 年 4 月

008 11/02

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 统计学的性质和研究对象.....	(1)
第二节 统计学的方法及理论基础.....	(5)
第三节 统计学的基本概念.....	(9)
第四节 统计指标的形成及表现形式	(16)
思考题与练习题	(25)
第二章 数据资料的搜集	(30)
第一节 调查方案的设计	(30)
第二节 搜集资料的方式和方法	(34)
第三节 问卷设计	(41)
思考题与练习题	(53)
第三章 统计分组与次数分布	(55)
第一节 统计分组	(55)
第二节 次数分布	(62)
第三节 统计表	(74)
思考题与练习题	(79)
第四章 集中趋势和离散程度的测定	(86)
第一节 平均数的意义和种类	(86)
第二节 算术平均数	(87)
第三节 调和平均数	(93)
第四节 几何平均数	(97)

第五节 中位数和众数	(99)
第六节 标志变动度	(107)
思考题与练习题	(121)
第五章 概率分布	(129)
第一节 随机变量及概率分布	(129)
第二节 二项分布和泊松分布	(138)
第三节 正态分布	(142)
思考题与练习题	(149)
第六章 抽样推断	(153)
第一节 抽样推断的基本理论	(153)
第二节 抽样误差	(155)
第三节 总体指标的推断	(165)
第四节 假设检验	(169)
第五节 抽样组织形式及抽样方案设计	(177)
思考题与练习题	(194)
第七章 相关与回归	(201)
第一节 相关分析	(201)
第二节 一元线性回归	(209)
第三节 多元线性回归	(218)
第四节 一元非线性回归	(227)
思考题与练习题	(232)
第八章 时间数列分析	(241)
第一节 时间数列和动态分析指标	(241)
第二节 长期趋势分析	(257)
第三节 季节变动和循环变动分析	(269)
思考题与练习题	(278)
第九章 统计指数	(284)
第一节 统计指数的概念与分类	(284)
第二节 总指数的综合形式——综合指数	(288)

第三节	总指数的平均形式——平均指数·····	(298)
第四节	指数体系及因素分析·····	(307)
第五节	平均指标指数·····	(316)
	思考题与练习题·····	(320)
第十章	国民经济核算基础 ·····	(328)
第一节	国民经济核算的一般问题·····	(328)
第二节	社会再生产核算(一)·····	(340)
第三节	社会再生产核算(二)·····	(353)
	思考题与练习题·····	(365)
	练习题参考答案 ·····	(371)
	附表 ·····	(387)
附表 1	正态分布概率表·····	(387)
附表 2	随机数字表·····	(389)
附表 3	F 分布临界值表($\alpha = 0.01$)·····	(391)
附表 4	t 分布临界值表·····	(393)
附表 5	检验相关系数 $\rho = 0$ 的临界值(r_α)表·····	(393)

第一章 总 论

第一节 统计学的性质和研究对象

一、统计学的性质

统计学是一门以大量现象的数量方面为其研究对象的认识方法论科学。它阐明通过数据资料的搜集、整理和分析,揭示事物总体数量规律性(即统计规律性),深化对事物认识的原理、原则和方法。

统计学的认识方法论性质是在统计学发展的历史中形成的。

统计学产生于 17 世纪中叶,至今已有 300 多年的历史。在 300 多年的历史发展中,统计学的学科性质经历了一个由实质性社会科学向通用方法论科学的变化过程。

17 世纪 70 年代,英国人威廉·配第(W. Petty)的《政治算术》问世,标志着统计学的诞生。《政治算术》是一部用数量方法(即“算术”)研究社会经济问题(即“政治”)的著作。在书中,威廉·配第以劳动价值论为理论基础,对英、法、荷三国进行了国情、国力(主要是经济实力)的数量对比分析,以此为依据,为当时英国社会经济的发展出谋划策。在古典政治经济学和统计学这两门学科的发展史上,《政治算术》都是一部具有奠基意义的重要著作。马克思评价威廉·配第是“政治经济学之父,在某种程度上也可以说是统计学的创始人”。从统计学科看,《政治算术》的意义主要表现在研究问题的方法方面。配第在《政治算术》的“序言”里写道:“我进

行这种工作所使用的方法在目前还不是常见的,因为我不采用比较级或最高级的词语进行思辨式的议论,相反地采用了这样的方法(作为我很久以来就想建立的政治算术的一个范例),即用数字、重量和尺度来表达自己的问题,只进行诉诸人们的感觉的议论,借以考察在自然中有可见的根据的原因。”配第用“数字、重量和尺度”研究现象的方法为统计学的产生奠定了基础。自配第之后的 200 年间,以用数量方法研究社会经济问题为基本特征的“政治算术”模式,成为统计学发展的主流。毫无疑问,从学科性质上看,这一时期的统计学是实质性的社会科学。

在统计学发展历史上,“政治算术”是统计学的早期形态。作为一门科学,统计学在“政治算术”时期,还不完全成熟,还不是完全独立的一门学科,还没有从相关的社会科学中分离出来。换句话说,统计学还是和相关的社会科学结合在一起的。

在 19 世纪中叶,统计学的发展进入了一个新的阶段,统计学的性质发生了由实质性学科向认识方法论学科的变化。统计学也因此而逐渐成熟,逐渐发展成为一门独立的学科。

统计学性质的这一变化是与比利时统计学家凯特勒(L. A. T. Qutelet)的卓越贡献分不开的。凯特勒继承了“政治算术”数量研究的思想,并将其升华,在统计学发展史上,第一个明确地提出了统计学的目的在于揭示大量现象的数量规律性。他说:“统计学不仅仅是国势的记述,还应当把它作为学术问题来研究。因为统计学是对性质相同的事物进行大量观察,从而探索出社会现象相继不绝的道理的一门学问。”他又说:“我现在用来研究问题的统计学,在其语言的真正含义中,可以称为社会生活的力学,它将揭示与无机物体的力学同样可惊的各种规律。”在这里(也在其他场合),凯特勒虽然使用的是“规律”一词,但从他的全部研究活动和成果看,他所说的“规律”,实际是指事物总体的数量规律性。事物总体的数量规律性又称统计规律性,是事物总体相对稳定的数量特征、数量关系及数量界限。明确统计学的目的在于揭示事物数

量规律性(统计规律性)对统计学的发展有着至关重要的意义。揭示总体数量规律性(统计规律性)的基本需要成为推动统计方法发展的巨大的内在动力。此后,统计学的全部发展始终沿着这条主线,并将继续沿着这条主线发展。而在凯特勒之前,以初等数学为基础的“算术”方法是难以实现统计学的目的的。正是鉴于统计学发展的这种客观要求,精通数学的凯特勒把当时臻于成熟的概率论的原理和方法(如大数定律、极限定理、误差法则、正态分布等)引入统计学,从而使统计学对数量规律性的揭示和描述有了科学的基础。这是凯特勒对统计学的又一巨大贡献。

凯特勒还极大地扩展了统计学的研究领域,使统计学实现了从实质性学科向方法论学科的变化。“政治算术”时期的统计学研究领域局限在政治经济领域和人口领域的社会现象。凯特勒坚信一切事物都肯定有其自身的“规律和秩序”(数量规律性)存在,因此,他以极大的热情,极其勤奋地探索各种事物现象的数量规律性——从社会现象的各个领域到社会现象以外的其他领域,如天文、气象、动物、植物等。总之,一切可以计量的现象他都应用统计学的方法加以研究,探求其数量规律性。正是在这种孜孜不倦的研究中,他深刻地认识到不同事物现象在量的表现形式上的统一性,因而处理不同事物的量在方法上具有同一性。对量的认识转化为处理量的方法,统计学在这一过程中历史地发展成为认识方法论的科学。统计学的方法可应用于一切领域,可应用于一切可量化的现象——不论是自然现象还是社会现象。

19世纪中叶以后至今,统计学又有了巨大的发展,其间产生过多种学派,虽然在一些基本问题上的争论从未间断,但作为统计学的主流和发展方向的,始终是认识方法论的统计学。

由统计学从实质性科学向方法论科学的变化过程可以看出,现代统计学是认识方法论统计学,但经历了实质性统计学阶段的发展。这一统计学发展变化的历史深刻地告诉我们:一方面,方法论统计学是由实质性统计学发展而来,没有实质性统计学就不可

能有方法论统计学；另一方面，实质性统计学只是统计学发展中的一个阶段、一种形态，由于它内在的矛盾性，必然地要发展为方法论统计学。这就是我们的结论。

二、统计学的研究对象

统计学的研究对象是指统计认识活动的研究对象。统计学的研究对象是大量现象(或总体现象)的数量方面。数量性和总体性是统计学研究对象的两个基本特征，是区别统计认识研究活动与其他认识研究活动，区别统计学和其他科学的根本标志。

统计学以事物现象的数量方面为对象，描述、推断、分析事物现象的数量多少、结构比例、水平高低、发展速度等数量特征、数量关系和数量界限，揭示事物现象的数量规律。统计学研究的数量是具有具体内容的数量，不同于数学中抽象的数字。

统计学以大量现象(或总体现象)为研究对象，就是说，统计学研究的数量方面是指由大量单个事物现象所构成的总体性事物现象的数量方面。例如，要研究某地职工消费水平及结构，作为统计学的研究，是指以该地全部职工为对象的研究，即研究该地全部职工这一总体的消费水平及结构，而不针对个别职工。统计学只有从总体上进行研究，才能使个别事物现象受偶然因素影响所形成的差异相互抵消，显现出共同特性及规律性。

要在总体上把握统计学的精神，必须理解统计学的方法和对象的辩证关系，这也是理解实质统计学与方法统计学辩证关系的基础。

如前所述，现代统计学是方法论科学，但统计学的方法有着特定的对象，即总体事物现象的数量方面。统计学的方法决定于总体事物现象数量方面的性质特征，来源于对总体事物现象数量方面的研究，又应用于对总体事物现象数量方面的认识和研究。因此，研究认识对象要用统计的方法，而统计的方法又不能离开研究对象。事实上统计学、统计方法论正是在人们对事物现象的量的认识和研究中产生和发展的。人们在长期的实践活动中与数量的

接触,以及在国家管理、军事活动、经济活动及其他各种活动中,利用着各种各样的数量,逐步获得了对总体事物现象的数量的认识,懂得了研究总体事物现象数量对认识事物、对成功地进行各种活动的重要性,积累了研究量的经验。这一切为系统的研究方法的产生创造了最重要的条件。正是随着事物现象总体数量研究的普遍开展,以及对总体事物现象认识程度的提高和研究总体事物现象数量经验的积累日益增多,统计学应运而生,并不断发展着。

第二节 统计学的方法及理论基础

一、统计学的方法

统计学的方法是指统计学研究和认识客观事物总体数量方面的各种方法。从研究主体的活动角度来说,与其他诸多科学研究需要经历资料的搜集、整理和分析的过程一样,统计学的研究也要经历资料的搜集、整理和分析的过程,这在统计学中称为统计调查、统计整理和统计分析。在这一过程的各个阶段,统计学运用了多种专门方法。从总体上说,统计学的基本方法有:大量观察法、综合指标法和归纳推断法。

(一)大量观察法

大量观察法是指在客观事物的研究中,从总体出发对其全部单位或足够多数的单位进行观察和分析研究的方法。

大量观察法之所以是统计学研究的基本方法,这是由统计学的研究对象及研究目的所决定的。统计学研究的事物总体是由大量单位构成的。总体中的单位受到诸多因素的影响,这些因素可分为性质上不同的两大类:一类是根源于总体的基本性质以及一般条件的共同性因素,这类因素对所有单位都发生作用,是总体数量规律性存在的根据。另一类是根源于总体的次要性质以及局部条件的个别性因素,这类因素只对部分单位或个别单位发生作用。正是由于这类因素的作用,使得各个单位在数量表现上存在差异,各不相同,掩盖了数量的规律性。大量观察法的意义就在于通过

把总体的全部单位或足够多数的单位联系在一起,使得个别性因素的作用在这种联系中相互抵消,突出了共同性因素的作用,从而显示出总体相对稳定的数量特征和数量关系,即数量规律性。

(二)综合指标法

综合指标是表明事物总体数量特征的数据。它是统计学研究事物总体数量方面的基本手段或工具。综合指标按其一般表现形式可分为绝对指标(也称为总量指标)、相对指标和平均指标三大类。绝对指标的基本来源是对原始数据的整理汇总。以绝对指标为基础,可利用多种方法计算出各种派生的相对指标和平均指标。

在统计学的研究中,综合指标有着重要的分析意义。它概括地表明了研究对象的规模、总量、联系程度和一般水平,在结构、比例分析和相互关系分析、发展变化分析、因素分析以及其他许多方面分析中都起着重要的作用。可以说,统计分析就是对统计指标及指标关系的分析,也就是对数量特征、数量关系、数量界限及数量规律性的分析。

(三)统计推断法

统计推断法是指以一定的置信标准,根据样本数据来判断总体数量特征的归纳推理方法。它是现代统计的基本方法。统计推断法的意义在于:由于种种主、客观方面的原因,当统计学所研究的对象的范围大于实际可能掌握资料的范围的时候,必须应用统计推断法。这种情况十分普遍,尤其是当统计学对具有普遍意义的研究问题感兴趣的时候,常常如此。研究的问题愈具普遍性,统计学研究对象的范围也就愈大。

统计推断法的一个重要特点是它不能对问题作出绝对肯定的结论,只能在一定的可靠程度保证下,作出能满足研究精度的弹性结论。

上面介绍的只是统计学的基本方法,在统计学的方法体系中,还有许多其他专门方法。无论是基本方法还是其他专门方法,在

实际研究中都应根据研究任务的需要而结合运用。

二、统计学的理论基础

统计学的理论基础包括马克思主义哲学、相关领域的理论科学和数学三个部分。

马克思主义哲学是关于自然、社会和人类思维发展的最一般规律的科学,是惟一科学的世界观和方法论,是人们认识世界和改造世界的思想武器。因此,统计学作为一种科学的认识方法,就必须以马克思主义哲学所提供的理论原理和方法为指导。马克思主义哲学关于世界的物质性、物质的运动形式,关于认识的本质及其过程、认识和实践的关系,马克思主义哲学的基本范畴(本质与现象、形式与内容、原因和结果、必然性和偶然性、可能性与现实性等)以及它所阐述的一些主要规律(对立统一规律、质量互变规律、否定之否定规律)等等,对统计学的理论和方法都具有根本性的指导意义。

特别应当指出的是唯物辩证法关于质和量的辩证关系原理为统计学提供了直接的理论基础。统计学从事物的数量方面去认识事物的方法之所以能成为科学的认识方法,就是以质和量的辩证关系为依据的。

历史唯物主义是马克思主义哲学的重要组成部分,它阐明了人类社会发展的—般规律,它关于生产力和生产关系、经济基础和上层建筑的辩证关系等原理,对于以社会经济现象为对象的社会经济统计学有着重要的指导意义。

马克思主义哲学为统计学提供了普遍的指导原则,而相关领域的实质性理论科学,为以同领域事物为对象的统计学提供了直接的理论和方法论基础。所谓实质性理论科学是指旨在阐明一定领域的客观事物的本质、揭示其内部联系及发展变化规律的科学,如政治经济学、市场经济学、人口学、财政学、金融学等社会科学,以及以自然、技术现象为对象的相关的自然科学和技术科学。统计学是从数量方面研究事物的方法论科学,统计学的方法来源于

对客观存在的事物的认识,因此,实质性的理论科学为统计学的研究提供了理论根据和方法上的启示。离开了实质性理论科学的指引,统计学的研究将无所遵循,甚至迷失方向,特别是在指标方法上占有十分重要地位的社会经济统计学更是如此。例如,离开了政治经济学关于社会再生产的基本原理,社会经济统计就无从建立包括生产、流通、分配、消费等各环节在内的一整套系统的统计指标和方法。

数学为统计学的方法论提供了数学依据。统计学研究事物的数量方面,离开了数量就不成其为统计。统计学在建立自己数量研究方法、进行数量核算和数量分析中,运用了数学原理和方法。最初的统计学方法只限于事物的数量特征和数量关系的简单描述,涉及的数学知识限于初等数学。随着统计学的发展,统计学所运用的数学方法已不仅限于加、减、乘、除的运算,而属于高等数学的微积分、线性代数、数学规划、概率论和数理统计等被引入统计学,某些部分甚至成为统计学的一些重要方法及方法论不可缺少的基础。例如,概率论中的大数定律对统计学就具有重要的方法论意义。大数定律证明:如果被研究的总体是由大量的、相互独立的随机因素构成,每个变量对总体的影响都相对地小,那么大量随机变量加以综合平均的结果,变量的个别影响将相互抵消,而呈现出它们共同作用的影响,使总体数量特征具有稳定的性质。任何事物总是一方面受必然因素的作用,另一方面受偶然因素的作用,因此,具有随机性,这种随机性特别表现在数量上。统计学应用大量观察法研究事物总体数量特征,揭示总体的数量规律性,正是以偶然性和必然性的辩证关系为基础的。如前所述,马克思主义哲学为统计学提供了哲学基础,而大数定律则在数量上表现了偶然性与必然性的辩证关系,论证了总体数量的稳定性质,从而为统计学从总体数量上研究事物的方法提供了坚实的基础。

第三节 统计学的基本概念

一、统计总体和总体单位

(一)统计总体

统计总体简称总体,它是根据研究目的,将大量具有某一共同性质的个别事物现象结合起来而形成的集合体。例如,要了解某地区工业生产经营活动情况,该地区工业企业的集合就构成一个可研究该地区工业生产经营活动情况的统计总体;再如,要掌握某种产品在一定时期内的产量、质量等情况,则该时期所生产的所有这种产品的集合就构成一个可供研究的统计总体。

统计总体具有如下三个基本特征:

1. 同质性。总体的同质性是指构成总体的每个个别事物现象在某种特征上都具有相同的表现。如前面所举企业总体的例子中,每个企业在活动性质上都必须是从事工业生产经营活动的,否则不属于该总体。

同质性是构成统计总体的前提和基础。

2. 大量性。总体的大量性是指总体中应包括足够多的个别事物现象。所谓“足够多”,是相对于研究对象的性质及研究目的而言,原则是“多”到能反映同类事物现象的共同性质和满足研究的需要。比如,个体差异大的现象可适当多一些,个体差异小的现象则可相对少一些。有时,总体包括的个别事物无限多,称为无限总体;否则称为有限总体。

大量性是实现统计研究目的的必要条件。每个个别事物现象都受到偶然因素的影响,表现出各种各样的差异。只有在足够多的个别事物现象结合在一起时,才能使偶然因素的作用相互抵消,从而显示出某类事物现象的共同性质。例如,要研究某地居民消费水平,如果只调查研究少数居民户,他们有可能是生活困难户,人均消费额非常低;也有可能是极端富裕户,人均消费额又相当高。这都不能说明该地区居民消费水平的真实情况。如果对所有

居民或相当多(足够多)的居民进行调查分析,就可以使高低水平相抵,显示出全体居民的一般消费水平,以达到研究的目的。

3. 差异性。总体的差异性是指构成总体的个别事物现象间除在某种特征上有相同表现(同质性)外,在其他诸多特征上则有着各不相同的表现。如前面所举的企业总体例子,除每个企业在活动性质上相同(工业生产经营活动)外,其他诸多方面(如职工人数、固定资金、工业产值、销售收入、利润总额等)都各不相同,即有差异。

差异性是统计研究的前提和内容。统计研究就是要在个别事物现象的差异中寻找共性,揭示规律。

(二)总体单位

总体单位是指构成总体的每个个别的事物现象。例如,前面所述企业总体例中的各个从事工业生产经营活动的企业,产品总体例中那一类产品中的每个单个的产品。总体单位的含义十分宽泛,既可以是企事业单位等各种社会组织性单位,也可以是各种活动及其成果、条件;既可以是各种空间单位,也可以是各种时间单位。总之,一切可确定出计算单位,可据以构成具有前述三个特点(同质性、大量性、差异性)的总体的、人、物、事或其他现象均可成为相关总体的总体单位。

总体和总体单位是辩证的统一,它们紧密联系,可在一定条件下转化。总体总是由总体单位构成,没有总体单位就无所谓总体。同样,总体单位总是指相关总体的单位,没有总体也无所谓总体单位。但总体和总体单位的联系又是有条件的,一定条件下的总体,在另一条件下可能成为另一总体的总体单位;反之亦然。例如,要了解北京市工业企业的情况,总体是“北京市工业企业”,北京市的每一个工业企业是总体单位。如果要了解某一企业的情况,则该企业就成为有关的总体,相应的总体单位可能是该企业的每个职工、每台设备等等。

二、标志和标志表现

(一)标志

标志是指表明总体各单位共同具有的属性或特征的名称。例如,工人的性别、年龄、文化程度、工种、工龄、工资等是每个工人都具有的属性或特征,这些项目的名称都是工人这种单位的标志。又如,每个工业企业都具有的经济类型、所在地区、所属行业、职工人数、资产总值、利润(或亏损)总额等都是工业企业这种单位的标志。总体单位是标志的承担者,标志依附于总体单位。

标志按其性质不同可以划分为品质标志和数量标志两种。品质标志是表明总体单位品质属性或特征的名称,它不能用数值表示,只能用文字或符号、代码说明。例如,工人的性别、文化程度、工种,工业企业的经济类型、所在地区、所属行业都是品质标志。数量标志是表明总体单位数量特征的名称,它用各种不同的数值表示。例如,工人的年龄、工龄、工资,工业企业的职工人数、资产总值、利润(或亏损)总额都是数量标志。

(二)标志表现

标志表现是各个总体单位在某一标志上的具体表现。品质标志表现用文字、符号或代码描述。例如,工人性别用“男”、“女”说明其表现;文化程度用“大学”、“中学”、“小学”等说明其表现;企业经济类型表现为“国有经济”、“集体经济”、“私营经济”等。数量标志表现用具体数值说明,亦称标志值。例如,某工人年龄为40岁,月工资为600元;某企业职工人数为3000人,年利润为5000万元。则40岁、600元分别是某工人数量标志“年龄”、“月工资”的标志表现,也称某工人的标志值;3000人、5000万元分别是某企业数量标志“职工人数”、“年利润”的标志表现,也称某企业的标志值。

在同一总体中,总体单位所具有的各种标志,就其在各单位的标志表现看,有的标志相同,有的标志不同。在各单位标志表现相同的标志,称为不变标志;在各单位标志表现不同的标志,称为可变标志。例如,在男性人口总体中,性别是不变标志;而年龄、民