

TONGJIXUEYUANLI

统计学原理

主编 穆久顺 赵一军



黑龙江人民出版社

统计学原理

主 编:穆久顺 赵一军

主 审:胡宝坤 胡瑞轩

副主编:徐伟民 钱 丽 王广普

郎乃瑞 王民富

编写分工

第一章:穆久顺 徐伟民

第二章:穆久顺 钟一民 曹 茹

第三章:钱 丽 穆久顺 宫宝军

第四章:穆久顺 田 宜

第五章:赵一军 张佩茹 杨雅琴

第六章:王广普 王敏志 徐伟民

第七章:郎乃瑞 赵一军

第八章:赵一军 王民富

第九章:赵一军 王民富

前 言

这本统计学原理是适应市场经济条件下大中专学校经济类学生和从事实际经济管理工作的有关人员学习统计理论的需要而编写的。但是由于编者水平有限,加之这门学科有较高的成熟度,所以本书对基本理论体系和基本内容未做出创新和改革,而依据编者多年在教学和实际工作中潜心琢磨得到的体会,对一些章节局部的理论体系和具体内容(如统计分组与变量数列的编制及相对指标的理论等)也做了改革和创新;同时还吸取了近年来统计理论研究的一些有关新成果。相信读后不仅可以收到学习其它版本统计学原理的成果,而且还可以领略到之中的奇异风光。

参加本书编写的作者有(以章节先后为序)穆久顺、徐伟民、钟一民、曹 若、钱丽、宫宝军、赵一军、张佩茹、杨雅琴、王广普、王敏志、郎乃瑞、田 宜、王民富,全书由穆久顺、赵一军统纂并定稿,钟一民负责版面的设计和编排。

在本书的编写、出版过程中得到了黑龙江省农牧渔业厅王维海、胡瑞轩、刘政文等同志和朋友的多方帮助,在此一并致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限,不妥和错误之处一定存在,敬请给予批评指正。

编者

1997年3月

目 录

第一章 导论	(1)
第一节 统计的起源和统计科学的建立.....	(2)
第二节 统计学的几个基本概念	(10)
第三节 统计的研究对象和统计的作用	(17)
第二章 统计调查	(24)
第一节 统计调查的意义、种类和方法.....	(24)
第二节 统计调查方案	(29)
第三节 具体的统计调查	(35)
第四节 统计调查误差	(45)
第三章 统计资料的整理	(48)
第一节 统计资料整理的一般问题	(48)
第二节 进行统计分组编制分配数列	(53)
第三节 制作统计表	(73)
第四节 绘制统计图	(79)
第四章 总量指标和相对指标	(89)
第一节 总量指标	(89)
第二节 相对指标	(94)

第五章 平均指标和变异指标	(113)
第一节 平均指标的一般性问题.....	(113)
第二节 算术平均数.....	(115)
第三节 调和平均数与几何平均数.....	(128)
第四节 中位数和众数.....	(134)
第五节 平均指标的应用原则.....	(140)
第六节 标志变异指标.....	(142)
第六章 动态分析法	(151)
第一节 动态数列.....	(151)
第二节 动态水平指标.....	(157)
第三节 动态速度指标.....	(165)
第四节 动态趋势.....	(176)
第七章 统计指数	(192)
第一节 统计指数的一般性问题.....	(192)
第二节 综合指数.....	(194)
第三节 平均指数.....	(202)
第四节 平均数指数.....	(207)
第五节 指数体系.....	(211)
第八章 抽样调查	(222)
第一节 抽样调查的一般性问题.....	(222)
第二节 抽样误差.....	(226)
第三节 抽样推断的方法.....	(235)
第四节 抽样单位数目的确定.....	(239)

第五节 抽样调查的组织方式.....	(241)
第九章 相关分析.....	(249)
第一节 相关分析的一般性问题.....	(249)
第二节 相关关系的测定方法.....	(253)
第三节 回归分析.....	(261)
附表 1 随机数字表	(267)
附表 2 正态分布表	(268)
附表 3 平均增长速度查对表(摘选)	(270)

第一章 导论

学习本章的目的在于从总体上对统计有一个基本的认识。学习后要求理解：

1. 统计为什么会发生、发展和壮大起来？
2. 统计和统计学的研究对象及统计研究问题的特点和作用。
3. 统计学的基本概念。

理解和把握上述问题就是为以后的学习打基础。

统计作为科学的概念有统计工作、统计资料、统计学三种含义，它们各有不同的内容，但又相互联系，密不可分。

统计工作。即统计实践活动，包括制定统计指标体系，搜集整理统计资料和对统计资料进行分析研究，以及建立加强统计组织和管理等方面的工作。参加统计工作的人员叫统计工作者，从事统计工作的机构为统计业务部门。

统计资料。即经过统计工作所取得的各种统计资料。从资料的表现形式看有数字、图表和必要的文字说明；从统计工作过程看，它既包括原始的调查资料，也包括经过整理和计算分析所得到的能够反映总体现象数量方面的各种统计资料。

统计学。即系统阐述统计工作理论与方法的科学。

统计的三个含义是有机联系的。统计工作是统计的实践过程，统计资料是统计工作的成果，统计学则是对统计实践活动的理论概括，是用来指导统计实践活动的原理、原则和方法。可见，统计工作与统计资料是工作过程和工作成果的关系，统计学与统计工作是理论与实践的关系；只有在科学的理论指导下，通过卓有成效的统计工作，才能搜集到，整理出有价值的统计资料。

第一节 统计的起源与统计科学的建立

统计在历史上是怎样产生的,在其发展的过程中都经历了哪些主要阶段?了解这些情况十分有助于我们对统计的认识。

一、统计萌芽于生产力水平极其低下的原始社会

原始社会,人类尚处于蒙昧状态之中。在与自然做斗争时使用的是木石工具,所以必须集体进行渔猎、采集和耕种。极端低下的生产和生存能力,迫使原始人类不得不“聚生群处”,而“聚生群处”自然造就了人类社会最初的,也是最简单的社会生产过程,生产——分吃;随着生产斗争经验的积累,原始人懂得了把多余的食物贮藏起来,以备匮乏之需,于是社会生产过程又复杂了点,变为生产——贮藏——分吃。就是基于这简单的生产过程,为了分吃食物,为了掌握贮藏品的数量,检查有无丢失,人们开始采取堆石子、划道道、打绳结等非常简单的方法开始了计数活动。我们就称这种计数活动为统计的萌芽。尽管这种原始计数活动和现代的统计在内容和形式上都无法比拟,但它已经具有了现代统计多方要素的雏形。如,具有了统计对象,具有了数量特征等。就是在现代汉语中统计一词也保留着计数的遗迹,现代汉语辞典,对统计的解释,其一就是总括地计算。

二、国家的出现催生出了最早的统计——政府统计

随着社会生产力的发展,人类社会出现了阶级和国家。随之管理国家,强化统治自然成了统治阶级最紧要的任务。因此,在原始社会基于社会和经济活动而产生的计数活动,在国家职能的实现中获得了长足发展,造就了最早的统计实践——“政府统计”。何为政府统计?即由政府组织的,目的是满足国家征兵和收税等管理方

面的需要而开展的调查和简单数量登记汇总活动。据历史记载,我国在距今四千多年以前,埃及在五千多年以前就产生了这种统计。

伴随着国家的产生而产生的“政府统计”其鲜明的特性有三点:全面性、定期性和简单重复性。所谓统计工作的全面性,是说对统计调查对象所包括的所有具体调查单位都毫无例外地进行情况登记汇总。“政府统计”,一诞生就具有这一明显的特征。在统计发展史上,举世公认我国的统计实践最早产生于公元前的夏朝,《禹贡》一书留给我们的,最早的统计生成史料是这样载述的“禹平水土,还为九洲,……是以其时九洲之地,凡二千四百三十八万八千二十四顷,民口,千三百五十五万三千九百二十三人”。统计工作的定期性,是说统计调查登记汇总工作是按照规定的周期固定进行的。与全面性统计相比,定期性的统计出现的晚些,由于缺乏详实的资料还无法断定它产生的准确日期,但是在奴隶社会就已通行的诸侯国王,需向国君“年年纳贡,岁岁来朝”的政治制度和礼节,至少表明国君每年都收到了一次基层的统计报告。更为典型的例证是从春秋战国时代开始历代封建王朝均通行的“上计制度”即每年都由基层政府逐级向中央政府报告并汇总当年财经状况的制度。所说政府统计的简单重复性,是从统计内容的范围历时数千年没有多大变化和统计手段数千年进步相当迟缓这两个方面而言的。夏商的时代统计人口和土地面积。战国时期,秦商鞅说:“强盛的国家必须弄清楚十三种数字:全国的粮食贮存数、人口数、壮年男子数、壮年妇女数、老年人数、儿童人数、官吏人数、士兵人数、靠游说混饭吃的人数、商贩人数、马的匹数、牛的头数和牲口草料数。”直至明清时期政府统计的内容,一直都是人口土地,府库钱粮等。后期统计手段比原始社会的堆石子,划道道是有进步,大禹的时代已经知道用“算”丈量土地,秦始皇统一了度量衡,在全国范围内实现了计量标准化,然而,历时了多少个世纪始终是在利用,筹码和算盘一类的工具进行简单的手工登记汇总。

值得加以说明的是，竟管政府统计在漫长的奴隶社会和封建社会，从始至终都是处于主导和支配地位的统计形式，而没有得到国家青睐的，基于社会和经济活动所产生的统计也获得了发展。仅举一例为证，明朝末年在山西省万泉县一带民间创造流行使用了“九九消寒图”。

九九消寒图

一九○○○○○○○○○○

二九○○○○○○○○○○

三九○○○○○○○○○○

四九○○○○○○○○○○

五九○○○○○○○○○○

六九○○○○○○○○○○

七九○○○○○○○○○○

八九○○○○○○○○○○

九九○○○○○○○○○○

当地人用在图圈内点点划迹的办法记载交九后的气候变化情况，并据以推断未来的气候，安排农业生产和农产品的买卖。顺口溜“上涂天阴，下涂晴，左点雨，右点风，纷纷雪日当中点，图内划圈半阴晴”，“九九不太冷，一年多蝗虫”。前一句说的是记载气候情况的方法，后一句是根据长期积累的气候统计资料总结出的经验，预计到了年内会起蝗灾，从生产的角度要寻求别的收入门路，从流通的角度要么贮粮惜售，要么伺机出售，甚至买入粮食以备不时之需。显然，九九消寒图的创造和使用，不仅有了统计的数量性特征和研究对象，甚至孕育了现代统计预测。

三、近代资本主义经济的迅猛发展，促使统计成为科学

革命导师马克思和恩格斯在共产党宣言中充分肯定过：“资产阶级在历史上曾经起过非常革命的作用，在不到一百年的时间创

造的生产力,比过去一切世代创造的全部生产力还要多,还要大。”这之中,就包括创建统计科学。

人类社会经历了数千年封建制缓慢地发展之后,自一六四〇年跨入了资本主义时代。资产阶级工业革命带来的社会经济的发展,科学技术的进步,使社会经济结构和劳动分工发生了迅速变化,部门之间,地区和国家之间的经济技术联系也更加密切更加复杂了。与生产力和社会的巨大变革相适应,统计工作开始从国家管理领域,迅速扩展到了社会经济活动的多方领域,也成了经营决策和生产管理的重要手段。在资本主义蓬勃兴起的欧洲,各国政府先后相继建立起独立的统计机构,使统计工作成了社会专业性活动,而且,企业、公司和集团也都开展了各种统计调查,为企业、公司和集团的管理和决策服务。与此同时,也积累起了大量的统计资料、丰富的统计经验和科学研究成果,相继产生了一系列的统计政策和统计思想,于是统计科学诞生了。

早期的统计理论可说是仁者见仁,智者见智,也正是不同的观点及其所形成的学派之争推动了统计科学的建立和发展。

(一)政治算术学派与记述学派

政治算术学派一般认为是统计学的起源。它产生于十七世纪中叶的英国,其创始人是威廉配第(William Petty, 1623—1687年)他的代表作《政治算术》一书问世是统计学诞生的标志。配第写《政治算术》是为了向当时的统治者出谋献策,以求对外扩张,同荷兰、法国等竞争对手争夺殖民地和国外市场。这本书的出名之处,不在其分析的结论,而在其所使用的独创的分析方法。用他自己的话说:“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辩式的议论,相反的采用了这样的方法(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。”基于这样的认识,他在书中运用了大量的实际统计数据资料,对英、法、荷兰三

国的经济实力作了系统,充分地数量对比分析,论证了“英国的事业和各种问题,并非处于可悲的状态”。鼓励英国向外扩张,取代荷、法两国的势力。由于配第在这本书中开创了用数据资料及其对比进行国家的政治经济分析的先例,成了以后统计方法的最初来源,所以他被马克思誉为“政治经济学之父,在某种程度上也可以说是统计学的创史人”。政治算术学派的另一位有影响的人物是英国的约翰·格朗特(John Graunt, 1620—1674),他的代表作是《对死亡率公报的自然观察和政治观察》,书中他根据伦敦和英国其他地方死亡报告及出生登记的材料,对人口死亡原因,死亡率的地区分布、出生婴儿的性比例等进行分组计算和数量对比分析,揭示出带有规律性的人口规律。格朗特创立的这种运用大量数据材料发掘社会现象中蕴藏的统计规律性的方法,也对统计学的建立做出了重要贡献。

总括起来,这个学派把“政治算术”视为统计学。它的特点是:(1)研究目的在于探讨社会经济现象的规律性,为制定方针政策提供依据;(2)研究对象是社会经济现象,包括人口、土地、资本等;(3)研究的方法是对社会经济现象进行比较推算,以数字为主。但是,政治算术学派只是创立了统计学的方法,并未使用“统计学”这一科学的命名,因而通常被称为是有实无名的统计学派。

差不多与政治算术学派产生的同时,在德国形成了与政治算术学派并称的记述学派(或叫国势和国情学派)。记述学派的创始人是康令(Herman Conring, 1606—1681年)、阿亨华尔(Gottfried Achenwall, 1719—1772年)等,他们在大学里开设了一门新课程,最初叫“国势学”,其内容是关于国家重大事项的文字记述问题,如记述人口、经济、军事、科学、艺术、宗教等有关国情国力的系统知识。因为外文“国势”与“统计”词意相通,后来又将“国势学”命名为统计学(Statistics)。这样“统计学”一词就诞生了,并沿用至今。

这个学派所谓的统计学是用文字记述国家的重要事项,其主要的特点有三个:(1)研究的目的在于为从政者提供管理国家的必要知识,探索国家盛衰的因果关系;(2)研究对象是有关国家富强的重大事项,包括地理、政治、经济、法律等;(3)研究的方法是对有关各国的国情进行比较,以文字记述为主。由于记述学派的统计学缺乏统计学最明显的数量性特征,所以它的辉煌之处只是给我们留下了“统计学”这一名字,是一个有名无实的统计学派。

(二)数理统计学派与社会统计学派

数理统计学派形成于十九世纪中叶,创始人是比利时人阿道夫·凯特勒(Lamher Adolph Jacque Quetelet, 1796—1874年)。凯特勒是国际统计学界一位很有影响的人物,他对统计学的发展、运用和国际统计学术活动的开展,做出了重大贡献,被称为近代统计学之父。他的主要功绩是把概率论引入统计学和统计研究之中,从而使统计的方法有了重大的突破和发展,使统计学由经验的科学上升为精密的科学。同时,他运用统计方法,既研究自然,又研究社会,大大地扩展了统计研究的领域,丰富了统计的研究内容,使统计学成了对大量数据资料进行搜集、整理与分析运用的通用性的方法论科学。凯特勒的代表作主要有《论人类与其能力的发展,或关于社会物理学的论述》(1835年)、《统计学的研究》(1844年)、《关于概率论的书信》(1846年)和《社会物理学》(1869年)等,其中最有影响的是《社会物理学》。凯特勒的统计思想和方法后经高尔登(Francis Galton, 1822—1911)、皮尔逊(Karl Pearson, 1857—1936)、戈塞特(William Sealy Gosset, 1876—1937)、费雪(Ronald Aylmer Fisher, 1890—1926)等统计学家的不断丰富和发展,逐渐形成为一门独立的应用数学,并命名为“数理统计学”。早期数理统计侧重于对现象总体数量特征的描述和比较,因此被称为“描述统计学”;后期的数理统计侧重于以随机抽样为基础推论总体数量特征的方法,因此也称为“推断统计学”。数理统计的鲜明特点是:

(1)既研究社会现象,也研究自然现象,扩展了统计研究的领域;
(2)运用了概率论,并把统计方法从具体的研究对象中抽象出来,赋予丁数学上的严密性和通用性;(3)用样本推断总体。

社会统计学派是19世纪后期在德国兴起的一个统计学派,它的代表人物主要有德国的学者克尼斯(K. G. Knies, 1821—1897)、恩格尔(Ernest Engel, 1821—1896)等。社会统计学派认为统计学的研究对象就是社会现象,并以政府统计为中心,目的在于明确社会经济现象的内部联系和相互关系,其统计的方法包括对社会经济现象的资料搜集、整理和分析研究等各阶段的具体方法,在调查方法上主张以全面调查为主,抽样调查只在一定的范围内起作用,坚持统计是一门社会科学,而数理统计则是一门应用数学的观点。在一定程度上这个学派就是政治算术学派的继续。

四、社会主义中国的统计

我国的统计实践活动历史十分悠久,在其发展过程中也曾产生过比较先进和比较成熟的统计思想和方法,但是,由于我国进入封建社会以后,社会生产力发展缓慢,统计实践基本上是简单重复,早期出现的许多十分有益的统计思想没能形成系统的理论。我国的近代统计自1859年清政府建立“海关册”开始,一直到解放前基本上都是沿用国外的统计理论和方法,20世纪初主要为日本的社会统计学,20世纪20年代开始逐步转变为以英美的数理统计为主。

新中国成立后的前三十年,又基本是照搬苏联的社会经济统计学。只承认社会经济统计学是唯一的、独立的统计科学,其研究对象是在大量社会经济现象的数量方面,目的是找到社会经济现象发展规律在具体地点及时间条件下的数量表现,方法上强调质与量的辩证统一和唯物辩证法的指导,理论上强调以马克思主义政治经济学为基础。认为数理统计学是数学的分支,不属于统计学

的范畴,甚至还开展了对数理统计学派观点的批判。实事求是地看,在当时的政治环境和经济体制下,学习苏联的统计理论和方法,对我国统计工作的建立和起步是有积极意义的。问题是全套照搬,把一些错误的东西也接收了,排斥社会经济统计以外的统计理论,放弃了对西方国家一些科学的、先进的统计理论与方法的学习和借鉴,影响了统计科学的完善和发展,制约了统计工作的开展和作用的发挥。十一届三中全会以后,统计界打破了“禁固”和“封锁”的局面,各种各样的学术思想和观点开始逐步活跃起来。同时,与国家的全面改革和发展相适应,逐步确立了建立有中国特色的社会主义的社会经济统计学的基本方向和指导思想。目前我国统计学界形成的基本共识是:有中国特色的社会主义的社会经济统计学,应该以建设有中国特色的社会主义理论和马列主义的统计思想为指导,系统地总结工人运动和社会主义革命与建设中统计实践活动的经验,继承历史上统计科学的遗产,大力吸收西方国家先进、科学的统计理论和方法,以适应当今的国情和改革开放的客观需要。

回首悠远的统计产生和发展史,告诉了我们什么?这就是管理国家不能没有统计;协调社会、协调经济、协调生产不能没有统计;生产力越发达,分工越深化,社会越进步就越需要统计。目前,我们人类的历史已经由土地时代、资本时代,进入了信息时代。信息革命对统计提出了更高的要求,这也将促进统计自身不断现代化。特别是计算机技术和通讯科学的进步,大大改进了统计搜集、整理、分析、存贮传输以及出版各个环节的手段。自动化信息处理技术的采用和发展,大大提高了统计数据处理的速度和准确性,提高了统计分析和统计预测的能力。而信息传递的网络技术则为实现信息社会化创造了重要条件,统计信息在现代社会已经成了生产经营和社会生活的引导信号。正如一位美国的经济学家所说:“经济学是天体,统计则是天体中的星星,它不仅被企业界,政策制定者,以

及研究人员用于指导航向,而且它还对经济潮流具有强大的吸引力”。我们要建立完善的社会主义市场经济体制,国家就必须设置强有力的集中统一的统计系统,社会的各个部门都必须切实有效地做好统计工作,以实现国家对社会、经济、科技方方面面的宏观管理,以实现企业在经营和生产中的组织、管理、核算、评估等作用。

第二节 统计学的几个基本概念

任何一门科学理论都是运用概念进行判断推理的过程。而在判断和推理过程中所使用的概念又毫无例外的区分为本门科学所特有的和多门科学所共有的两大类,在本门科学所特有的概念中还区分为具有普遍意义和只具有特殊意义的概念。在这里,我们所说的基本概念就是指统计理论所特有的,而且在整个统计理论体系中又具有普遍意义的概念。掌握这些基本概念是掌握统计科学理论的前提和基础。

一、总体与总体单位

总体,全称叫统计总体,是根据一定的目的和要求所确定的被研究事物的全体,是由客观存在的、具有共同性质的许多个别事物构成的整体。例如,我们要研究黑龙江省乡镇工业企业发展情况,统计总体就是全黑龙江省的乡镇工业企业。每个乡镇工业企业都是客观存在的,而且各个企业都具有共同的性质,即它们都是乡镇企业,都是工业生产经营单位,向社会提供工业产品或劳务服务。确定一个统计总体需要做深入细致的研究工作,绝不可马虎从事。一是要明确现象同质性的标准。上例中的这个标准就是企业必须是由乡(镇)、村和村以下的农民兴办的工业企业。二是对照具体单位是否符合标准。国家办在乡村的工厂不是,乡村办在城里的是。

三是确定总体的范围。总体的范围要依照研究对象的性质和特点确定,研究黑龙江省的乡镇工业企业发展情况,总体是从地域范围、产业性质和从业人员的身份上划分的。在做明确统计总体的工作时,如何判别事物和现象的同质性,还必须特别注意研究的目的和要求,切不可简单的依照现象和事物的基本属性和主要用途作决断。例如,肥猪两口和红砖一车,在研究货运的题目下,均属被运输的货物,有同质性,此外,一个是肉食品,另一个则是建筑材料,没有同质性。

总体单位是构成统计总体的基本的个体单位,前面的例子中黑龙江省的一个一个的乡镇工业企业就是总体单位。随着研究目的的不同,总体单位可以是任何自然的、度量衡的和标准的计量单位。如,可以是人、物,也可以是企业、机构、地域,甚至可以是状况、长度、时间等等。需要特别注意的问题是,对什么是基本的个体单位需要有十分明确的界定。这里的基本单位是指在研究目的的规定之下,那些最小的,而且是不可继续分解的单位。研究班级学员的学习情况,每位学员(以人为单位)就是统计总体单位;有些单位抽象从理论上说,可以细分到无穷小,但在确定的目的下,最小的基本单位也是确定的,研究一种农作物的收获率,总体单位可以是每公顷、每亩、每平方公尺,但要求说明亩产水平时,总体单位就绝不能是公顷和平方尺,而只能是亩。

统计总体有三个鲜明的特征:

1. 大量性 即统计总体是由许多单位组成的,仅仅由个别或少数单位不能形成总体。因为研究总体数量特征的目的主要是揭露现象的本质探求其规律性。而事物的规律性,特别是社会经济现象的规律性只有在大量综合汇总中才能显示出来,因为个别社会现象的具体表现有偶然性,而大量现象构成的统计总体的表现是比较稳定的,能体现出规律性。所以,统计总体应该包含足够多的单位。