



普通高等教育经济管理类专业精品教材

PPT  
(详见前言)

# 应用 统计学

APPLIED STATISTICS



潘杰义 王娟茹 杨一文 郭福全◎编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

014339182

C8  
256



普通高等教育经济管理类专业精品教材

# 应用 统计学



APPLIED STATISTICS

潘杰义 王娟茹 杨一文 郭福全◎编著



北航

C1726621



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

C8

256

58183318

在现代市场经济条件下,企业所处的环境日趋复杂和多变。企业管理者在决策时所面临的不确定性也日益增大,只凭经验所作的决策可能导致重大的损失。这就要求企业管理者在不确定现象面前,从客观环境中收集有关数据,并在对这些数据进行处理和分析的基础上,提取有用的信息,从而作出具有定量依据的决策。这就提出了如何收集数据、分析数据以及如何对分析结果作出解释的问题。应用统计学正是处理这些问题的有效工具和手段。本书主要包括统计调查与整理、统计数据与统计指数、抽样与估计、假设检验、一元线性回归分析、多元线性回归分析、多元统计分析等内容,并根据各章内容编配了案例,结合例题介绍了 SPSS 软件的操作。

本书可作为管理类本科生、工商管理硕士(MBA)学习应用统计学课程的教材,对广大与应用统计学有关的实际工作者也具有参考价值。

## 图书在版编目(CIP)数据

应用统计学/潘杰义等编著. —北京:机械工业出版社,2014.3  
普通高等教育经济管理类专业精品教材  
ISBN 978-7-111-45805-0

I. ①应… II. ①潘… III. ①应用统计学-高等学校-教材 IV. ①C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 026055 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
策划编辑:易敏 责任编辑:易敏 席建英  
版式设计:常天培 责任校对:樊钟英  
封面设计:路恩中 责任印制:刘岚  
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷  
2014 年 4 月第 1 版第 1 次印刷  
184mm×260mm · 17.5 印张·431 千字  
标准书号:ISBN 978-7-111-45805-0  
定价:34.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>  
销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>  
销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>  
读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版



# 前 言

应用统计学是一门运用数量分析的基本原理和方法,紧密结合社会经济活动实践,分析各种社会经济现象的数量关系和数量变动规律,为各级经济决策提供数量依据的一门方法论科学。管理学是一门实践性很强的科学,在管理研究中,统计学的理论和方法应用广泛。如果说理工科学生的实验是在实验室完成的,那么学管理的学生的实验室则是开放的社会系统,在这个系统中做调查的基本技术和工具就是应用统计学。

通过对本课程的学习,学生应掌握应用统计学的基本理论、分析思想和各种定量分析方法及工具,能够独立设计问卷调查表,对问卷进行整理,同时运用统计分析方法和统计分析软件 SPSS 对数据进行分析,得出正确结论,并最终能够根据定量分析的结论为企业提供定性的决策方法和管理对策。学生就业后,在工作岗位上应能够正确运用统计的方法,采用定性和定量分析相结合的方法解决企业的实际问题。

应用统计学是解决各类管理问题的一种有效工具,是管理中重要的数量方法和决策技术,特别是在生产管理、质量管理、市场研究、销售预测等领域应用广泛。美国管理学家西蒙有句名言——“管理就是决策”,作好决策事关企业的命运,而正确的决策依赖于统计。因此,应用统计学是管理类专业的核心课程,也是管理类学生必须掌握的专业基础课。

参加本书编著的有王娟茹(第1、第2、第3、第4、第12章)、潘杰义(第6、第7、第9、第10、第11章)、杨一文(第8章)、郭福全(第5章)。作者结合各章内容编写了统计学案例和练习题,并在各章中结合相关的计算例题,介绍了 SPSS 软件的操作步骤。全书由潘杰义统稿。

由于我们水平有限,书中难免有缺点和错误,敬请读者指正。

编 者  
于西北工业大学



# 目 录

## 前言

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>第1章 导言</b>            | 1  |
| 1.1 统计学的产生和发展            | 1  |
| 1.2 统计和统计学               | 3  |
| 1.3 统计学的基本概念             | 5  |
| 1.4 SPSS 统计软件简介          | 12 |
| 案例：工业企业技术进步经济效益评价指标体系的设计 | 15 |
| 练习题                      | 18 |
| <b>第2章 统计调查</b>          | 20 |
| 2.1 统计调查的意义和种类           | 20 |
| 2.2 统计调查方案与问卷的设计         | 21 |
| 2.3 统计调查的组织形式            | 25 |
| 案例：统计调查问卷设计              | 27 |
| 练习题                      | 30 |
| <b>第3章 统计整理</b>          | 32 |
| 3.1 统计整理的概念和内容           | 32 |
| 3.2 统计分组                 | 32 |
| 3.3 分配数列                 | 35 |
| 3.4 统计表和统计图              | 39 |
| 案例：中国股民股票投资状况问卷调查与分析     | 45 |
| 练习题                      | 50 |
| <b>第4章 统计数据的分布特征</b>     | 53 |
| 4.1 集中趋势测度               | 53 |
| 4.2 离中趋势测度               | 65 |
| 4.3 偏度和峰度的测定             | 69 |
| 4.4 SPSS 软件的应用           | 70 |
| 案例：如何进行投资                | 77 |
| 练习题                      | 78 |
| <b>第5章 动态数列</b>          | 82 |
| 5.1 动态数列的编制              | 82 |
| 5.2 动态数列水平分析指标           | 84 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 5.3 动态数列速度分析指标 .....           | 87  |
| 5.4 长期趋势的测定与预测 .....           | 90  |
| 5.5 季节变动的测定与预测 .....           | 97  |
| 练习题 .....                      | 100 |
| <b>第6章 统计指数</b> .....          | 102 |
| 6.1 统计指数的概念、作用与种类 .....        | 102 |
| 6.2 综合指数 .....                 | 104 |
| 6.3 平均指标指数 .....               | 108 |
| 6.4 几种主要价格指数的编制和应用 .....       | 109 |
| 6.5 平均指标对比指数 .....             | 117 |
| 6.6 指数体系与因素分析 .....            | 119 |
| 练习题 .....                      | 123 |
| <b>第7章 抽样与估计</b> .....         | 127 |
| 7.1 抽样中的几个基本概念 .....           | 127 |
| 7.2 抽样平均误差 .....               | 132 |
| 7.3 抽样极限误差 .....               | 136 |
| 7.4 区间估计 .....                 | 137 |
| 7.5 不同抽样组织方式下样本抽样平均误差的计算 ..... | 144 |
| 7.6 评价估计量的准则 .....             | 147 |
| 7.7 必要样本数的确定 .....             | 150 |
| 案例 7-1 航空食品供应调查 .....          | 152 |
| 案例 7-2 大学生月消费情况调查 .....        | 152 |
| 练习题 .....                      | 152 |
| <b>第8章 假设检验</b> .....          | 155 |
| 8.1 假设检验的基本原理 .....            | 155 |
| 8.2 一个正态总体参数的检验 .....          | 161 |
| 8.3 两个正态总体参数的检验 .....          | 167 |
| 案例: 在校大学生消费差异的假设检验 .....       | 173 |
| 练习题 .....                      | 173 |
| <b>第9章 一元回归分析</b> .....        | 176 |
| 9.1 一元回归分析的概念 .....            | 176 |
| 9.2 一元线性回归分析 .....             | 177 |
| 9.3 回归模型的检验 .....              | 182 |
| 9.4 应用回归方程预测与推断 .....          | 188 |
| 9.5 非线性模型的构建 .....             | 192 |
| 案例 9-1 子辈与父辈的身高 .....          | 196 |
| 案例 9-2 黄石公园的间歇喷泉预测 .....       | 196 |
| 练习题 .....                      | 196 |
| <b>第10章 多元线性回归分析</b> .....     | 200 |



## 应用统计学

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 10.1 二元线性回归方程 .....         | 200 |
| 10.2 多元线性回归模型 .....         | 204 |
| 10.3 回归模型的检验 .....          | 205 |
| 10.4 一个完整的例子 .....          | 210 |
| 10.5 逐步回归分析 .....           | 215 |
| 案例: 我国部分大中城市人均消费支出的预测 ..... | 219 |
| 练习题 .....                   | 220 |
| <b>第 11 章 多元统计分析</b> .....  | 222 |
| 11.1 聚类分析 .....             | 222 |
| 11.2 主成分分析 .....            | 228 |
| 11.3 因子分析法 .....            | 238 |
| 练习题 .....                   | 247 |
| <b>第 12 章 概率与概率分布</b> ..... | 250 |
| 12.1 随机事件及概率 .....          | 250 |
| 12.2 概率的基本运算公式 .....        | 251 |
| 12.3 离散型随机变量的概率分布 .....     | 254 |
| 12.4 连续型随机变量的概率分布 .....     | 256 |
| 案例 12-1 买旧车的问题 .....        | 258 |
| 案例 12-2 预订机票问题 .....        | 259 |
| 练习题 .....                   | 260 |
| <b>附录</b> .....             | 263 |
| <b>参考文献</b> .....           | 272 |



# 第1章 导 言

## 1.1 统计学的产生和发展

人类的统计实践是随着计数活动而产生的。因此,统计的历史可追溯到远古的原始社会。但是,把人类的统计实践上升到理论予以总结和概括,并使之成为一门系统的科学——统计学,却是近代的事情,距今只有 300 多年。一般认为,统计学产生于 17 世纪中叶,并在发展过程中产生了不同的统计学派,主要的学派如下:

### 1.1.1 政治算术学派

政治算术学派起源于 17 世纪的英国,主要代表人物是威廉·配第(W. Petty, 1623—1687 年)和约翰·格朗特(J. Graunt, 1620—1674 年)。配第在他所著的《政治算术》(1676 年)一书中,对当时的英国、荷兰、法国之间的“国富和力量”进行数量上的计算和比较,做了前人没有做过的从数量方面来研究社会经济现象的工作。正是在这个意义上,马克思称配第为“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”。

配第的朋友格朗特,通过对伦敦市 50 多年的人口出生和死亡资料的计算,写出了第一本关于人口统计的著作《对死亡表的自然观察和政治观察》(1662 年)。从此,统计的含义从记述转变为专指在“量”的方面来说明国家的重要事项。这就为统计学作为一种从数量方面认识事物的科学方法,开辟了广阔的发展道路。

政治算术学派在统计发展史上有着重要的地位。首先,它并不仅仅满足于社会经济现象的数量登记、列表、汇总、记述等过程,还要求把这些统计经验加以全面系统地总结,并从中提炼出某些理论原则。这个学派在收集资料方面,较明确地提出了大量观察法、典型调查、定期调查等思想;在处理资料方面,较为广泛地运用了分类、制表及各种指标来浓缩与显现数量资料的内涵信息。其次,政治算术学派第一次运用可度量的方法,力求把自己的论证建立在具体的、有说服力的数字上面,依靠数字来解释与说明社会经济生活。然而,政治算术学派毕竟还处于统计发展的初创阶段,它只是用简单的、粗略的算术方法对社会经济现象进行计量和比较。

### 1.1.2 国势学派

国势学派产生于 17 世纪的德国,代表人物是康令(H. Conring)、阿坎瓦尔(G. Achenwall),代表作品是《近代欧洲各国国情学概论》。他们在大学中开设了一门新课程,最初称为“国势学”。他们所做的工作主要是对国家重要事项进行记录,因此又被称为记述学派。这些记录记载着关于国家、人口、军队、领土、居民职业以及资源财产等事项,偏重于事件的叙述,而忽视了量的分析。严格地说,这一学派的研究对象和研究方法都不符

## 应用统计学

合统计学的要求，只是登记了一些记述性材料，借以说明管理国家的方法。

当然，国势学派对统计学的创立和发展还是作了不少贡献的。首先，国势学派为统计学这门新兴的学科起了一个至今仍为世界公认的名词“统计学”(Statistics)，并提出了至今仍为统计学者所采用的一些术语，如“统计数字资料”“数字对比”等。国势学派建立的最重要的概念就是“显著事项”，它事实上是建立统计指标和使统计对象数量化的重要前提；其次，国势学派在研究各国的显著事项时，主要是系统地运用对比的方法来研究各国实力的强弱，统计图表实际上也是“对比”思想的形象化的产物。

### 1.1.3 数理统计学派

最初的统计方法是随着社会政治和经济的需要而逐步得到发展的，直到概率论被引进之后，才逐渐成为一门成熟的科学。在统计发展史上，最先把古典概率论引入统计学领域的是法国天文学家、数学家、统计学家拉普拉斯(P. Laplace)。他发展了对概率论的研究，阐明了统计学的大数法则，并进行了大样本推断的尝试。

随着资本主义经济的发展，统计被应用于社会经济的各个方面，统计学逐步走向昌盛。比利时统计学家、数学家、天文学家凯特勒(A. Quetelet)完成了统计学和概率论的结合。从此，统计学开始进入更为丰富发展的新阶段。国际统计学界之所以有人称凯特勒为“统计学之父”，就在于他发现了大量现象的统计规律，并开创性地应用了许多统计方法。凯特勒把统计学发展中的三个主要源泉，即德国的国势学派、英国的政治算术学派和意大利、法国的古典概率学派加以统一、改造并融合成具有近代意义的统计学，促使统计学向新的境界发展。可以说，凯特勒是古典统计学的完成者，又是近代统计学的先驱者，在统计发展史上具有承上启下、继往开来的地位。

同时，凯特勒也是数理统计学派的奠基人，因为数理统计就是在概率论的基础上发展起来的。随着统计学的发展，对概率论的运用逐步增加；同时，自然科学的迅速发展和技术的不断进步，对数理统计方法又提出了进一步的要求。这样，数理统计学就从统计学中分离出来自成一派。由于这一学派主要在英美等国发展起来，所以又称为英美数理统计学派。

### 1.1.4 社会统计学派

自凯特勒之后，统计学的发展开始变得丰富而复杂起来。由于在社会领域和自然领域统计学被运用的对象不同，统计学的发展呈现出不同的方向和特色。19世纪后半叶，正当致力于自然领域研究的英美数理统计学派刚开始发展的时候，在德国竟异军突起，兴起了与之不同的社会统计学派。这个学派是近代各种统计学派中比较独特的一派。由于它在理论上比政治算术学派更加完善，在时间上比数理统计学派提前成熟，因此它很快占领了“市场”，对国际统计学界影响较大，流传较广。

社会统计学派由德国大学教授尼斯(K. G. A. Knies)首创，主要代表人物为恩格尔(C. L. E. Engel)和梅尔(G. V. Mayr)。他们认为，统计学的研究对象是社会现象，目的在于明确社会现象内部的联系和相互关系；统计应当包括资料的收集、整理以及对资料的分析研究。他们认为，在社会统计中，全面调查，包括人口普查和工农业调查，居于重要地位；以概率论为理论基础的抽样调查，在一定范围内具有实际意义和作用。

统计学的现代期是自20世纪初至现在的数理统计时期。20世纪20年代以来，数理统



计学发展的主流从描述统计学转向推断统计学。19 世纪末和 20 世纪初的统计学主要是关于描述统计学中的一些基本概念、资料的收集、整理、图示和分析等,后来逐步增加概率论和推断统计的内容。直到 20 世纪 30 年代,费希尔(R. Fisher)的推断统计学才促使数理统计进入现代范畴。

现在,数理统计学的丰富程度完全可以独立成为一门学科,但它也不可能完全代替一般统计方法论。传统的统计方法虽然比较简单,但在实际统计工作中应用广泛,正如四则运算与高等数学的关系一样。不仅如此,数理统计学主要涉及资料的分析和推断方面,而统计学还包括各种统计调查、统计工作制度和核算体系的方法理论、统计学与各专业相结合的一般方法理论等。由于统计学比数理统计在内容上更为广泛,因此,数理统计学相对于统计学来说不是一门并列的学科,而是统计学的重要组成部分。

从世界范围看,自 20 世纪 60 年代以后,统计学的发展有几个明显的趋势:①随着数学的发展,统计学依赖和吸收的数学方法越来越多;②向其他学科领域渗透,或者说,以统计学为基础的边缘学科不断形成;③随着统计学应用的日益广泛和深入,特别是借助统计分析软件,统计学发挥着越来越重要的作用;④统计学的作用与功能已经从描述事物现状、反映事物规律向抽样推断、预测未来变化的方向发展,已经从一门实质性的社会性学科,发展成为方法论的综合性学科。

## 1.2 统计和统计学

### 1.2.1 统计的含义

统计作为一种社会实践活动已有悠久的历史。在英语中,“统计”一词与“国家”一词来自同一词源。因此可以说,自从有了国家就有了统计实践活动。最初,统计是统治者出于管理国家的需要而收集资料、了解国家的人力、物力和财力,作为国家管理的依据。

现在,“统计”一词已被人们赋予了多种含义,因此我们很难对它给出一个简单的定义。在不同场合,统计一词具有不同的含义。它可以指统计数据的收集活动,即统计工作;也可以指统计活动的结果,即统计数据资料;还可以指分析统计数据的方法和技术,即统计学。

#### 1. 统计工作

统计工作是收集、整理、分析和研究统计数据资料的工作过程。统计工作在人类历史上出现得比较早。随着历史的发展,统计工作逐渐发展和完善起来,成为国家、部门、企业、个人及科研单位认识与改造客观世界和主观世界的一种有力工具。统计工作,可以简称为统计。例如,某统计人员在回答做什么工作时,会说“我是做统计的”,这里所说的统计指的就是统计工作。

#### 2. 统计资料

统计资料是统计工作收集、整理、分析和研究的主体及最终成果。不管是个人、集体和社会,还是国家、部门、企业及科研机构,都离不开统计数据资料。个人要进行学习、工作和家政管理,需要对有关的统计数据资料进行收集和分析,以指导自己的学习、工作和生

活；企业要做好生产和销售管理，必须进行市场调研、生产控制、质量管理、人员培训、成本评估等，就需要对有关的生产资料、市场资料、成本资料、人员资料、质量数据等进行收集、整理、分析和研究；国家要进行经济建设和促进社会发展，更离不开有关国民经济和社会发展的统计资料，如我国的十年规划——2010年的国民生产总值（GNP）比2000年翻一番，就需要我国有关GNP的历史数据资料和相关数据资料，需要有关各国的相关统计数据资料，以此为基础进行分析和决策。由国家统计局编辑、中国统计出版社出版的每年一册的《中国统计年鉴》以及国家统计局每年初公布的《国民经济与社会发展统计公报》等就是统计数据资料，也可称为统计。

### 3. 统计学

一般来说，统计学是对研究对象的数据资料进行收集、整理、分析和研究，以显示其总体的特征和规律性的科学。统计学的研究对象是客观事物的数量特征和数据资料。统计学以收集、整理、分析和研究等统计技术为手段，对所研究对象的总体数量关系和数据资料去伪存真、去粗取精，从而达到显示、描述和推断被研究对象的特征、趋势和规律性的目的。

统计学是一门有关统计数据的科学，统计学与统计数据有着密不可分的关系。在英文中，“Statistics”一词有两层含义：当它以单数名词出现时，表示作为一门科学的统计学；当它以复数名词出现时，表示统计数据或统计资料。从中可以看出，统计学与统计数据之间有着密不可分的关系。首先，统计学是由一套收集和处理统计数据的方法所组成的，这些方法来源于对统计数据的研究，目的也在于对统计数据的研究。统计数据不用统计方法去分析也仅仅是一堆数据而已，无法得出任何有益的结论。其次，统计数据不是指单个的数据，而是由多个数据构成的数据集。单个的数据显然没有必要使用统计的方法进行分析，仅凭一个数据点，也不可能得出事物的规律，只有经过对同一事物进行多次观察或计量得到大量数据，才能利用统计方法探索出内在的规律。

#### 1.2.2 统计学的特点

##### 1. 数量性

统计的研究对象是社会现象与自然现象的数量方面，包括这些总体现象的规模、水平、速度、现象间的数量关系，以及决定现象质与量辩证关系的数量界限。社会经济统计的数量反映人们社会生产生活的条件、过程和结果，是人类有意识的社会活动的产物。数量性是统计学对象的基本特点，数字是统计学的“语言”。统计研究对象的数量性，是统计区别于其他调查研究活动的根本特点。

##### 2. 总体性

统计的研究对象不是个体事物，而是由许多个体所构成的总体。统计要对总体中各单位普遍存在的事实进行大量观察和综合分析，得出反映现象总体的数量特征。例如，劳动生产率统计，不是研究某个人具体的劳动效率；城镇居民家庭情况调查，目的不在于了解个别居民家庭的生活状况，而是反映一个城市、一个地区的居民收入水平、消费水平、消费结构等。

##### 3. 具体性

统计的客体是在一定时间、地点、条件下具体事物的量，而不是抽象的量，如工资、销

售量,这是它不同于数学的重要特点。由于统计是从量的方面研究总体的现象,因此,在许多方面要使用数学方法进行统计分析。统计的这一特点,要求统计工作者必须按照具体事物的本来面目进行调查,才能保证调查资料对具体事物的准确反映。

#### 4. 社会性

统计学研究社会经济现象,这一点与自然技术统计学有所区别。自然技术统计学研究自然技术现象,自然现象的变化发展有其固有的规律,在其变化进程中,通常表现为随机性,即可能出现也可能不出现。而统计学的研究对象是人类社会活动的过程和结果,人类的社会活动都是人们有意识、有目的的活动,各种活动贯穿着人与人之间的关系,除了随机现象外,还存在着确定性的现象,即必然要出现的现象。所以,统计学在研究社会经济现象时,还必须注意正确处理好这些涉及人与人之间关系的社会矛盾。

### 1.2.3 统计工作过程

统计工作是对社会进行调查研究以认识其本质和规律性的一种工作,这种调查研究的过程是我们对客观事物的一种认识过程。一个完整的统计活动一般可以分为统计调查、统计整理和统计分析三个阶段。

#### 1. 统计调查

统计调查就是根据一定的目的,通过科学的调查方法,收集社会经济现象实际资料的活动,主要工作有统计调查方案的设计等。统计调查是统计工作过程的第一个阶段,是认识客观经济现象的起点,也是统计整理和统计分析的基础。

#### 2. 统计整理

统计整理是对调查得来的大量统计资料进行加工整理、汇总列表的过程。它是统计工作过程的第二个阶段,处于统计工作的中间环节,起着承前启后的作用。

#### 3. 统计分析

统计分析是将加工整理好的统计资料加以分析研究,采用各种分析方法,计算各种分析指标,来揭示社会经济过程的本质及其发展变化的规律性。这是统计工作的第三个阶段,也是统计研究的决定性环节。

## 1.3 统计学的基本概念

### 1.3.1 总体与总体单位

总体也称为统计总体,由某种性质相同的一定范围内的全体事物所组成。构成总体的每个事物个别单位称为总体单位。例如,所有的工业企业就是一个总体,这是因为在性质上每个工业企业的经济职能是相同的,即都是从事工业生产活动的基本单位,这就是说,它们是同性质的。这些工业企业的集合就构成了统计总体。对于该总体来说,每一个工业企业就是一个总体单位。

总体可以分为有限总体和无限总体。总体所包含的单位数是有限的,称为有限总体,如人口数、企业数、商店数等。总体所包含的单位数是无限的,称为无限总体,如大海里鱼的数量等。对有限总体可以进行全面调查,也可以进行非全面调查。但对无限总体只能抽取一



部分单位进行非全面调查,据以推断总体。

确定总体与总体单位,必须注意两个方面的问题:

(1) 构成总体的单位必须是同质的,不能把不同质的单位混在总体之中。例如,研究职工的工资水平,就只能将靠工资收入生活的职工列入统计总体的范围。同时,也只能对职工的工资收入进行考察,对职工由其他方面取得的收入要加以扣除,这样才能正确反映职工的工资水平。

(2) 总体与总体单位必须具有相对性,并且随着研究任务的改变而改变。同一单位可以是总体也可以是总体单位。例如,如果要了解全国工业企业职工的工资收入情况,那么全部企业是总体,各个企业是总体单位。如果要了解某个企业职工的工资收入情况,则该企业就成了总体,企业中每位职工的工资就是总体单位。

### 1.3.2 标志与指标

#### 1. 标志

标志用来说明总体单位的特征。标志可以分为品质标志和数量标志。品质标志表示事物的质的特性,是不能用数值表示的,例如企业员工的性别、民族、籍贯等。数量标志表示事物的量的特性,可以用数值表示,如企业员工的年龄、工资、工龄等。品质标志主要用于分组,将性质不相同的总体单位划分开来,便于计算各组的总体单位数,计算结构和比例指标。数量标志既可以用于分组,也可以用于计算标志总量以及其他各种质量指标。从不同角度考察,每个总体单位可以有許多特征。例如,每个企业的员工可以有性别、年龄、民族、工龄等特征,这些都是员工的标志。

标志按变异情况可以分为不变标志和可变标志。当一个标志在各个单位的具体表现都同时,这个标志称为不变标志;当一个标志在各个单位上的具体表现不同时,这个标志称为可变标志。例如我国第五次人口普查规定:“人口普查的对象是具有中华人民共和国国籍并在中华人民共和国境内常住的人。”按照这一规定,在作为调查对象的人口总体中,国籍和在境内居住是不变标志,而性别、年龄、民族、职业等则是可变标志。不变标志是构成统计总体的基础,因为至少必须有一个不变标志将各总体单位联系在一起,才能使它们具有“同质性”,从而构成一个总体。可变标志是统计研究的主要内容,因为如果标志在各总体单位之间的表现都相同,那就没有进行统计分析研究的必要了。

#### 2. 指标

指标也称为统计指标,是反映总体现象的数量特征。例如人口数、商品销售额、劳动生产率等。它包括三个构成要素:指标名称,计量单位,计算方法。这是统计理论与统计设计上所使用的统计指标含义。

统计指标是反映总体现象数量特征的概念和具体数值。例如,2010年中国国内生产总值(GDP)为397983亿元。这个概念含义中包括了指标数值。按照这种理解,统计指标除了包括上述三个构成要素外,还包括时间限制、空间限制、指标数值三个要素。这是统计实际工作中经常使用的统计指标的含义。因此,统计指标包括六个具体的构成因素。

一般认为,对统计指标的这两种理解都是成立的。在作一般性统计设计时,只能设计统计指标的名称、内容、口径、计量单位和方法,这是不包括数值的统计指标;然后经过收集

资料、汇总整理、加工计算可以得到统计指标的具体数值,用来说明总体现象的实际数量状况及其发展变化的情况。从不包括数值的统计指标到包括数值的统计指标,在一定意义上反映了统计工作的过程。

### (1) 统计指标的特点

1) 数量性。即所有的统计指标都是可以用数值来表现的。这是统计指标最基本的特点。统计指标所反映的就是客观现象的数量特征,这种数量特征是统计指标存在的形式,没有数量特征的统计指标是不存在的。正因为统计指标具有数量性的特点,它才能对客观总体进行量的描述,才使统计研究运用数学方法和现代计算技术成为可能。

2) 综合性。综合性是指统计指标既是同质总体大量个别单位的总和,又是大量个别单位标志差异的综合,是许多个体现象数量综合的结果。例如,某人的年龄、某人的存款额不能称为统计指标,一些人的平均年龄、一些人的储蓄总额、人均储蓄才称为统计指标。统计指标的形成都必须经过从个体到总体的过程,它是通过个别单位数量差异的抽象化来体现总体综合数量的特点的。

3) 具体性。统计指标的具体性有两个方面的含义:一是统计指标不是抽象的概念和数字,而是一定的、具体的社会经济现象的量的反映,是在质的基础上的量的集合。这一点使社会经济统计和数理统计、数学相区别。二是统计指标说明的是客观存在的、已经发生的事实,它反映了社会经济现象在具体地点、时间和条件下的数量变化。这一点又和计划指标相区别,因为计划指标说明的是未来所要达到的具体目标。

### (2) 指标与标志的区别和联系

指标与标志的主要区别是:①标志是说明总体单位特征的,指标是说明总体特征的。例如,一个工人的工资是数量标志,全体工人的工资总额是统计指标。②标志是用文字表示的品质标志和用数值表示的数量标志,指标则都是用数值表示的,没有不能用数值表示的指标。

指标与标志的主要联系是:①统计指标的数值大多是由总体单位的数量标志值综合汇总而来的。例如,工资总额是各个员工的工资之和,工业总产值是各个工业企业的工业总产值之和。由于指标与标志的这种综合汇总关系,有些统计指标的名称与标志是一样的,如上例中的工业总产值。②标志与指标之间存在着变换关系。如果由于统计研究目的的变化,原来的统计总体变成了总体单位,则相对应的统计指标也就变成了数量标志。反过来,如果原来的总体单位变成了总体,则相对应的数量标志也就变成了统计指标。

### (3) 统计指标的种类

1) 统计指标按其说明总体内容的不同,可分为数量指标和质量指标。

数量指标是说明总体外延规模的统计指标,如人口数、企业数、工资总额、商品销售额等。数量指标所反映的是总体的绝对数量,具有实物的或货币的计量单位,其数值的大小随着总体范围的变化而变化。它是认识总体现象的基础指标。

质量指标是说明总体内部数量关系和总体单位水平的统计指标,如人口的年龄构成、性别比例、农业—轻工业—重工业的比例、平均产量、平均工资等。它通常是以相对数和平均数的形式表现的,其数值的大小与范围的变化没有直接关系。

2) 统计指标按其作用和表现形式的不同,可分为总量指标、相对指标和平均指标。

总量指标反映一定时间、地点条件下,某种现象总体的规模 and 水平,如工业总产值、净

产值。相对指标是指两个有联系的指标对比所求的一种指标,如人口密度、性别比。平均指标反映总体在具体条件下的一般水平,如个人平均工资、商品平均价格。

### 1.3.3 变异和变量

统计中的标志和指标都是可变的,例如人的性别有男女之分,各时期、各地区、各部门的工业总产值各有不同等,这种差别称为变异。变异就是有差别的意思,包括质的差别和量的差别。变异是统计的前提条件。

变量就是可以取不同值的量,这是数学上的一个名词。在社会经济统计中,变量包括各种数量标志和全部统计指标,它们都是以数值表示的,不包括品质标志。变量就是数量标志的名称或指标的名称,变量的具体数值表现则称为变量值。例如,职工人数是一个变量,因为各个企业的职工人数不同。甲企业有450人,乙企业有1450人,丙企业有865人等,都是职工人数这个变量的具体数值,也就是变量值。要注意区分变量和变量值。如上例,450人、1450人、864人三个变量值的平均数,不能说是三个“变量”的平均数,因为这里只有“职工人数”这一个变量,并没有三个变量。变量值按是否连续可分为连续变量与离散变量两种。在一定区间内可任意取值的变量称为连续变量,其数值是连续不断的,相邻两个数值可作无限分割,即可取无限个数值。例如,零件的规格尺寸,人的身高、体重、胸围等为连续变量,其数值只能用测量或计量的方法取得。可按一定顺序——列举其数值的变量称为离散变量,其数值表现为断开的。例如,企业数、职工数、设备台数、学校数、医院数等,都只能按计量单位数计数,这种变量的数值一般用计数方法取得。

### 1.3.4 统计指标体系

#### 1. 统计指标体系的概念

由于现象的复杂多样性,只用个别统计指标来反映各种现象之间的相互联系是不够的,需要采用指标体系来进行描述。统计指标体系就是各种相互联系的统计指标所构成的一个有机整体,用来说明所研究现象各个方面相互依存和相互制约的关系。统计指标体系因各种现象本身联系的多样性和统计研究的目的不同而分为不同的类别。

根据所研究问题的范围大小,可以建立宏观统计指标体系和微观统计指标体系。宏观统计指标体系就是反映整个现象大范围的统计指标体系。例如,反映整个国民经济和社会发展的统计指标体系。微观统计指标体系就是反映现象较小范围的统计指标体系,如反映企业或事业单位的统计指标体系。介于这两者之间的可以称为中观统计指标体系,如反映各地区或各部门的统计指标体系。

根据所反映现象的范围内容不同,统计指标体系可以分为综合性统计指标体系和专题性统计指标体系。综合性统计指标体系是较全面地反映总系统及其各个子系统的综合情况的统计指标体系。例如,国民经济和社会发展统计指标体系。专题性统计指标体系则是反映某一个方面或问题的统计指标体系。例如,经济效益指标体系就是专题性统计指标体系。

统计指标体系也可以指若干个统计指标之间的联系。例如,工资总额 = 平均工资 × 职工人数,商品销售额 = 商品销售量 × 商品销售价格,等等。统计指标体系对于统计分析和研究具有重要的意义。通过一个设计科学的统计指标体系,可以描述现象的全貌和发展的全过程,分析和研究现象总体存在的矛盾以及各种因素对现象总体变动结果的方向和程度,也可



以对未来的指标进行计算和预测,对未来现象发展变化的趋势进行预测。

## 2. 统计指标体系设计的原则

如果将指标体系设计成层次结构,则指标体系可分为多层,如果分为三层,则最高层是总目标,总目标下是子目标,子目标下可分为指标。总目标是什么?分为几个层次?每个层次设置几个子目标或指标项目?不同的决策会各不相同,必须具体问题具体分析,不能照搬一个模式。但是,无论具体决策多么千差万别,层次结构设计仍然存在着共性的东西,仍然必须遵循共同的规则,在设计统计指标体系时应遵循下列原则:

### (1) 目的性或针对性

决策目标必须针对决策系统中的主要问题,切中问题的要害,准确地体现决策问题解决后的理想结果。其次子目标要与总目标紧密相关,紧紧围绕总目标,而不能与之无关,可有可无,更不能与之相悖,每个子目标价值的提高都应从目标组合上带来总目标价值的提高;指标也要紧紧围绕总目标,设置每一个指标都要从总目标出发。总之,总目标要针对决策问题,子目标和指标要紧扣总目标,形成紧凑的、逻辑严密的指标体系。

一个决策系统特别是较大的复杂系统,必然存在多种问题、多种矛盾,有多方面的属性、多方面的功能和价值。一次决策不可能解决一切问题,一个指标体系也不可能包罗系统的一切属性、一切功能和价值。所以,我们只有抓住主要问题,针对主要问题来设计,才不至于造成设计思路的混乱以及层次结构的庞杂而失去其科学性和逻辑严密性,从而影响整个决策结果。

为保证指标体系的目的性或针对性,必须明确决策目标。决策目标具有抽象性和概括性,但这不等于可以含糊不清。其含义必须清楚、单一,不致使人产生误解,也不致使人作出多种解释。决策目标要有明确的价值,决策目标不同一般的动员口号,例如“满足人民需要”“增强企业活力”等作为决策目标就不确切。如果决策目标似是而非,可以这样理解,也可以那样理解,那么设计思想就会似风吹杨柳,摇摆不定,设计出的指标体系不可能有目的性或针对性,其结果必然导致整个决策分析的混乱,甚至使决策结果与决策者的初衷背道而驰。

### (2) 本质性

指标应是决策系统中与决策总目标相关的本质反映。本质性有两个方面的要求,一是完整性,凡是与总目标相关度很大的主要方面都应设置子目标,凡是与子目标相关度很大的主要方面都应设置指标。特别是那些相互矛盾的方面,例如购买商品的价格与质量,交通工具的速度与安全性,产品质量与加工成本等,必须同时列出,不可欠缺。二是简明性,不论是纵向的层次还是同一层次中横向的项目都不宜过多,层次过多会造成系统的庞杂,会给权重分配、量化处理、信息采集、数据运算都带来麻烦。完整性与简明性统一于本质性,抓住了本质性既可以避免片面性又可避免繁琐性。面面俱到的现象罗列不见得就完整,倒是淹没了本质。

一般地说,纵向层次与横向项目越少,则指标综合性越强,可能其中的定性指标越多,精确度越低;层次和项目越多,分得越细,则越具体,越便于直接计量,即定量指标越多,精确度越高。到底分几个层次,设几个项目,要看决策的复杂程度,不能一概而论。但一般应分解到可以直接判定或具体计量为止。最低层各指标,即使是定性指标,如果人们凭判断就能达到决策所需的精确度,就不必再往下细分。

为了保证指标体系的完整性和简明性,人们在进行指标体系设计时常用如下方法:

1) 筛选法。从分析入手,使下一层次尽可能全面完整地反映上一层次的一切主要方面,切勿遗漏,这时项目设置宁可多些、细些,也要避免遗缺。在此基础上进行筛选,或是研究项目之间的关系、调整与合并相关项目,或者比较各项目的重要性(例如用ABC法),保留重要项目,舍弃次要项目,或是把那些只需达到最低要求而无需优化的项目降为约束条件,或通过求和、求均值、求比率等方法把多个项目转换成一个综合项目。总之,应在完整的基础上力求简明。

2) 抽象法。在对决策系统本质深刻认识的基础上,抽象出最能反映被评价对象的共同本质特征的东西来立项。例如,国外有人提出评价各国社会经济发展水平的三项指标为人口平均寿命、婴儿死亡率、基本识字率。这种指标不带有民族特征,既可以反映社会经济发展水平,又可以反映社会物质精神文明的分配状况。姑且不论其本身的科学性如何,这种创造性的设计思想在指标体系中是值得借鉴的。

3) 比较法。由决策分析者首先分别各自设计一套指标体系,再集体进行讨论、比较,集各家之长,形成统一的设计方案。必要时可先选择若干样本,用不同的评价层次结构分别进行试评,再根据试评结果比较各指标体系的优缺点,再集各家之长,形成统一的指标体系。这种方法可以充分地将个人智慧与群体智慧结合起来。采用这种方法,设计者最好是理论上、实践上和思维方式上各具特色的人物。

### (3) 层次有序性

指标体系是一种有序的结构,上一层次的项目要全面覆盖下一层次的项目,下一层次的项目要完整体现上一层次项目的本质内容。自上而下是分析,自下而上是综合。一般有总目标、子目标、指标三个层次,简单决策也可能只有两个层次,复杂决策的子目标可能还要再分解一次甚至多次,形成四个以至更多的层次,具体形式如图1-1、图1-2和图1-3所示。

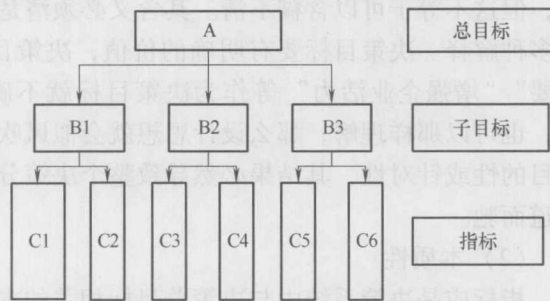


图 1-1 垂直覆盖（三个层次）

上一层对下一层的覆盖有两种情况：一种是垂直覆盖，上一层次各个项目分别覆盖各自的下一层次项目，如图1-1和图1-2所示；另一种是交叉覆盖，上一层次每个项目可以全部或部分覆盖下一层次项目，如图1-3所示。

### (4) 独立性

如果把上下层次之间的关系比作“隶属关系”，那么同一层次各指标之间则是“专业分工”的关系，它们必须“分工明确”，各自从不同侧面表现目标的价值。要注意不能设重复指标或交叉重叠指标，以免重复设计权重，如图1-4所示。

图1-4中的“全员劳动生产率”和“万元产值工资含量”是重复指标，都是从劳动投入产出比较的角度反映企业经济效益，这等于对“全员劳动生产率”计算两次权重。

应将纵向的层次有序性和同一指标层横向各指标间的独立性相结合，使指标体系的层次结构具有严密的逻辑性，舍其一将造成逻辑混乱。