



“十三五”普通高等教育本科规划教材

应用统计学

陈莉静 姜仁贵 高榕 编
马斌 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

应用统计学

陈莉静 姜仁贵 高榕 编
马斌 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材，是在总结多年应用统计学教学实践的基础上编写完成的。

本书在编写过程中将应用统计学的基本理论与方法和工程实践有机结合，内容上力求言简意赅，便于读者理解和掌握。

本书共 11 章，涵盖了应用统计学的基本理论与方法，增加了基于 Excel 和 SPSS 的上机实践教学内容，突出计算机应用。主要内容包括统计调查与整理、统计量与抽样分布、参数估计、统计假设检验、方差分析、回归分析、时间序列分析、统计指数、实用多元统计分析、Excel 和 SPSS 在统计学中的应用。

本书可作为高等院校工程管理、工程造价和管理科学与工程等专业本科生的教材和建设工程管理学科考研参考书，也可作为工程管理和工程咨询等技术人员的技术工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

应用统计学 / 陈莉静, 姜仁贵, 高榕编. —北京: 中国电力出版社, 2018. 4

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5198-1080-1

I. ①应… II. ①陈… ②姜… ③高… 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 (2017) 第 205457 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 孙 静

责任校对: 常燕昆

装帧设计: 左 铭

责任印制: 吴 迪

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

版 次: 2018 年 4 月第一版

印 次: 2018 年 4 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张: 13

字 数: 306 千字

定 价: 30.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

前 言

应用统计学是工程管理专业一门重要的专业基础课和必修学位课。本书的目的旨在为工程建设的科学管理,资料的统计、整理和综合应用以及科研试验,建材试验等资料的分析处理,提供理论方法和工具。通过学习,使学生掌握统计学的基本知识,为工程建设的科学管理、科学研究和实验打下基础。

《应用统计学》采用理论结合实践的方法,在系统介绍应用统计学基本理论和方法基础上,结合工程实践,增加基于 Excel 和 SPSS 的应用统计学上机实践教学内容,强化学生实践能力。本书提供了大量与工程管理密切相关的例题,每章配有思考和练习题,帮助读者进行复习。

全书共分为 11 章,内容包括:应用统计学概述、统计调查与整理、统计量与抽样分布、参数估计、统计假设检验、方差分析、回归分析、时间序列分析、统计指数、实用多元统计分析、Excel 和 SPSS 在统计学中的应用。本书教学预计需要 40 学时,要求学生具备概率论及数理统计的基础。本书可作为高等院校工程管理、工程造价和管理科学与工程等专业本科生的教材和建设工程管理学科考研参考书,也可作为工程管理和工程咨询等技术人员的工具书。

本书由西安理工大学和西京学院教师合作编写。编写分工如下:第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章由陈莉静编写;第 8 章、第 9 章、第 10 章由姜仁贵编写;第 11 章由高榕编写;全书由陈莉静、姜仁贵统稿,马斌教授主审。

本书在编写过程中得到了许多教师和使用本书校内教材的工程管理系学生的宝贵意见。吴小超、王孝敏、高瑄、韩浩、王小杰、杨思雨等做了大量的绘图和文字校对工作。在编写过程中参阅了有关专家和学者正式出版的应用统计学相关教材,中国电力出版社编辑在本书出版过程中给予指导和帮助,在此一并向各位表示衷心感谢。

由于作者水平所限,书中难免有不妥和疏漏之处。敬请读者提出宝贵意见,以便进一步改进和完善。

编 者

2018 年 2 月

目 录

前言

1 应用统计学概述 1

1.1 统计的产生和发展 1

1.2 应用统计学与其他学科的关系 3

1.2.1 应用统计学和数学、其他专门学科的关系 3

1.2.2 应用统计学与工程管理之间的关系 3

1.3 应用统计学研究的特点及其基本职能 4

1.3.1 应用统计学研究的特点 4

1.3.2 统计工作的基本职能 5

1.3.3 统计工作在工程管理中的意义和作用 5

1.4 应用统计学中的基本概念 6

1.4.1 总体及总体单位 6

1.4.2 样本 6

1.4.3 指标 6

1.4.4 变量 7

1.4.5 统计资料 7

思考与练习题 8

2 统计调查与整理 9

2.1 统计调查 9

2.1.1 统计调查的意义和要求 9

2.1.2 统计调查的组织形式 9

2.1.3 统计调查的方案设计 13

2.2 统计整理 14

2.2.1 统计整理的意义 15

2.2.2 统计整理的内容 15

2.2.3 统计表与统计图 15

2.3 综合指标	18
2.3.1 总量指标	18
2.3.2 相对指标	19
2.3.3 平均指标	20
2.3.4 标志变异指标	21
思考与练习题	22
3 统计量与抽样分布	24
3.1 统计量	24
3.1.1 描述分布集中趋势的统计量	24
3.1.2 描述分布离散趋势的统计量	28
3.1.3 描述分布偏斜程度的统计量	31
3.2 样本随机性与总体特征参数	32
3.2.1 样本随机性	32
3.2.2 总体特征参数	33
3.3 抽样分布	33
3.3.1 正态分布	33
3.3.2 标准正态分布	35
3.3.3 χ^2 分布	36
3.3.4 F 分布	37
3.3.5 t 分布	38
3.3.6 样本统计量抽样分布	39
思考与练习题	41
4 参数估计	43
4.1 参数估计概述	43
4.2 点估计	43
4.2.1 矩估计法	43
4.2.2 顺序统计量法	44
4.2.3 最大似然法	45
4.2.4 衡量估计量优劣标准	47
4.3 区间估计	48
4.3.1 区间估计基本问题	48
4.3.2 正态总体均值 μ 区间估计	49
4.3.3 正态总体方差 σ^2 区间估计	50
4.3.4 两正态总体参数的比较	51
4.4 样本容量 n 的确定	51
思考与练习题	52
5 统计假设检验	53
5.1 假设检验的基本问题	53

5.1.1	假设检验的基本思路	53
5.1.2	拒绝域的布置方法	54
5.1.3	假设检验的两类错误	55
5.2	总体均值假设检验	55
5.2.1	单一正态总体均值假设检验	55
5.2.2	两正态总体均值比较的假设检验	56
5.3	总体方差的假设检验	57
5.3.1	单个总体方差的假设检验	57
5.3.2	两个总体方差比较的假设检验	58
5.4	正态分布的假设检验	59
	思考与练习题	63
6	方差分析	64
6.1	基本概念及原理	64
6.1.1	相关概念	64
6.1.2	方差分析原理	65
6.2	单因素方差分析	65
6.2.1	数学模型	66
6.2.2	参数点估计	67
6.2.3	偏差分析	67
6.2.4	显著性检验	68
6.3	双因素方差分析	70
6.3.1	双因素试验表	70
6.3.2	双因素方差分析参数估计	71
6.3.3	双因素偏差分解及显著性检验	72
	思考与练习题	74
7	回归分析	77
7.1	回归分析概述	77
7.2	一元线性回归	78
7.2.1	一元线性回归模型	78
7.2.2	参数 a 、 b 、 σ^2 的估计	78
7.2.3	一元回归方程的显著性检验	80
7.2.4	预测	83
7.3	多元线性回归	84
7.3.1	多元线性回归模型	84
7.3.2	多元线性回归模型的参数估计	84
7.3.3	多元回归方程的显著性检验	85
7.4	使用哑变量的回归	87
7.4.1	哑变量的概念	87

7.4.2	哑变量的应用	87
7.5	非线性回归	89
	思考与练习题	92
8	时间序列分析	94
8.1	时间序列概述	94
8.1.1	时间序列	94
8.1.2	时间序列编制原则	95
8.1.3	时间序列水平指标	95
8.1.4	时间序列速度指标	96
8.2	时间序列趋势分析	97
8.2.1	时间序列构成模型	97
8.2.2	长期趋势分析	98
8.2.3	季节变动分析	101
8.2.4	循环变动分析	103
8.3	时间序列的预测方法	104
8.3.1	移动平均法	104
8.3.2	指数平滑法	104
8.3.3	趋势线外推法	107
8.3.4	自回归预测模型	108
8.4	本章小结	108
	思考与练习题	108
9	统计指数	111
9.1	基本概念和分类	111
9.1.1	基本含义	111
9.1.2	统计指数的性质	111
9.1.3	统计指数的作用	111
9.1.4	统计指数的分类	112
9.2	总指数编制及其形式	112
9.2.1	总指数编制方法	113
9.2.2	拉氏指数与帕氏指数	113
9.2.3	固定权数与基期变换	115
9.3	综合指数	116
9.3.1	综合指数编制原理	116
9.3.2	综合指数编制方法	116
9.4	平均数指数	117
9.4.1	平均数指数编制原理	117
9.4.2	平均数指数编制方法	117
9.5	指数体系及因素分析	118

9.5.1	指数体系	118
9.5.2	总量变动的影响因素分析	118
9.6	几种典型的指数	119
9.6.1	零售价格指数	119
9.6.2	居民消费价格指数	120
9.6.3	股票价格指数	120
9.7	本章小结	121
	思考与练习题	122
10	实用多元统计分析	123
10.1	相关分析	123
10.1.1	相关系数的计算	123
10.1.2	散点图绘制	124
10.1.3	相关系数的检验	124
10.2	聚类分析	124
10.2.1	聚类分析基本思想	124
10.2.2	聚类分析方法	125
10.2.3	K-均值聚类法	127
10.3	主成分分析	127
10.3.1	主成分的概念	128
10.3.2	主成分的导出	128
10.3.3	主成分的定义	128
10.3.4	主成分的性质	129
10.4	因子分析	130
10.4.1	因子分析基本思想	130
10.4.2	正交因子模型	130
10.4.3	正交因子模型与回归模型的比较	131
10.4.4	因子负荷	131
10.5	判别分析	132
10.5.1	判别分析基本思想	132
10.5.2	线性判别函数	133
10.5.3	判别指标与评价	135
10.6	本章小结	136
	思考与练习题	137
11	Excel 和 SPSS 在统计学中的应用	138
11.1	常用的统计软件	138
11.1.1	常用统计软件简介	138
11.1.2	统计软件的选择	139
11.2	Excel 在统计学中的应用	139

11.2.1	数据汇总和图表	139
11.2.2	Excel 的常用统计函数	142
11.2.3	利用 Excel 进行方差分析	142
11.2.4	利用 Excel 进行回归分析	144
11.3	SPSS 在统计学中的应用	145
11.3.1	SPSS 软件介绍	145
11.3.2	基于 SPSS 的参数检验	148
11.3.3	基于 SPSS 的方差分析	152
11.3.4	基于 SPSS 的相关分析	155
11.3.5	基于 SPSS 的回归分析	159
11.3.6	基于 SPSS 的聚类分析	161
11.3.7	基于 SPSS 的因子分析	165
	思考与练习题	169
附录 A	有限总体样本量表	171
附录 B	标准正态分布	174
附录 C	标准正态分布分位数表	176
附录 D	t 分布表	178
附录 E	χ^2 分布表	180
附录 F	F 分布表	182
附录 G	正态总体参数 (μ , σ) 区间估计表	189
附录 H	正态总体参数 (μ) 的假设检验表	190
附录 I	正态总体参数 (σ) 的假设检验表	192
附录 J	相关系数临界表	194
	参考文献	195

1 应用统计学概述

统计是指根据研究目的及要求,运用科学的方法,对客观事物或人类实践活动的数据资料进行调查、整理、分析的过程。统计学则是研究如何对社会整体的数量特征和规律进行描述、推断、认识的一门学科。

人们在日常政治、经济和社会活动中,经常接触到各种数字信息,例如国民生产总值问题、城镇乡村人口问题、资源(石油、土地、矿产)问题、工程项目管理问题及其他社会科学和自然科学问题都需要运用统计资料进行统计工作。

1.1 统计的产生和发展

人类的统计活动历史悠久,在原始社会时期,人类最初利用手指、石子、贝壳、小木棍以及绳索等工具进行的一般计数活动就蕴藏着统计萌芽。进入奴隶社会,统治者为了满足国家管理的需要,开始进行较为系统的人口、土地等统计活动。到了商代,由于国家机构的完善以及甲骨文的应用,开始建立了附属于官僚机构的统计组织,并形成了政府统计的萌芽,统计工作在军事、祭祀、田猎等方面已较广泛地开展。在封建社会,统计已经具有一定规模,并开始建立人口、土地登记调查制度。早期的统计多数涉及人口、财产和军事等方面的国情国力。

到了资本主义社会,社会生产活动日益复杂,生产要素的流动性大幅度增加,以简单汇总计数为主的静态统计已经不能适应资本主义国家管理的需要。统计工作逐步由人口、财产等领域扩展到工业、贸易、运输业、保险业等领域。随着统计领域的迅速扩大,统计的内容和方法也不断发展。20世纪40年代,伴随着资本主义经济大萧条而产生的凯恩斯主义,对宏观统计实践提出了新的重大需求,逐步建立国民经济统计核算体系。此后,宏观统计活动又进一步从经济统计扩展到科学技术统计。统计实践活动不断丰富和迅速发展,为统计学说的创立奠定了深厚的基础。

在现代社会,统计作为政府管理的重要手段和工具,日益受到各国政府的重视。世界各国和重要国际组织都成立了专门的统计机构,制定、颁布了统计法规,统计工作逐步实现经常化、规范化、专门化。统计活动的规模、范围越来越大,从国家、行业、企业范围内统计,到世界范围内统计;从农业、商业、工业、外贸等各个领域统计,到社会经济综合统计;从一般的数据记录、汇总,到数据的综合分析;从静态的统计到动态的统计;从政府统计到民间统计。统计活动渗透到人类社会生活、生产经营活动、科学研究等各个方面。统计机构和人员定期或不定期地开展各项统计调研活动,召开统计工作会议,出版统计年鉴、统计论著和统计学术刊物。统计已经成为社会分工中的一个独立部门和专业。

虽然统计活动源远流长,但统计学作为一门独立的学科至今却只有300多年的历史。在

统计活动不断发展的过程中，基于对统计实践的总结、提炼，统计学应运而生。虽然我国统计活动历史悠久，并且许多古代思想家很早就提出了统计思想和统计方法，进行了一些统计研究，但是一般认为统计学产生于西方国家。按照统计学的发展历程，可以把统计学划分为古典统计学、近代统计学和现代统计学三个时期，如图 1-1 所示。

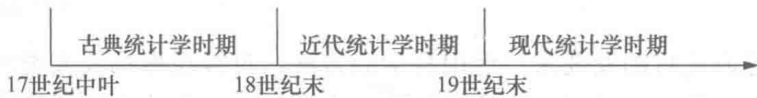


图 1-1 统计学的发展历程示意图

进入 20 世纪后，随着数学、社会学、经济学等各个学科的发展，统计学无论是在理论方法上还是在应用上都得到迅速发展。统计学学科体系日趋完善，进入现代统计学时期。现代统计学已发展成一门多分支的学科，并且仍处于不断发展的过程中。根据研究侧重点的不同，人们通常将统计学划分为理论统计学和应用统计学两大类。

理论统计学是指统计学的数学原理，它根植于纯数学的一个领域——概率论。从广义来说，统计理论可以认为是包括概率论的，此外还包括一些并不属于传统概率论的内容，如随机化原则的理论、各种估计的原理、假设检验的原理以及一般决策的原理，这些原理可以看成是概率论公理的扩增。

与理论统计学相对应的是应用统计学。在统计实践中常常会遇到一些新问题，使原有的统计方法不适应，需要统计学家针对新问题去建立一个与实际情况相适应的统计模型，创造新的统计方法去分析。将统计学的基本原理应用于各个领域就形成各种各样的应用统计学。它包括一整套统计分析方法，有的是适应于各个领域的一般性的统计方法，如数据收集与整理、参数估计、假设检验、方差分析、相关与回归分析等。有的则是某一专业领域中特有的分析方法，例如经济统计学中的指数分析法、统计决策及产品质量统计管理等。近几十年来，由于统计研究的范围越来越广，一些科学实验也日趋复杂，统计方法也相应地复杂化和专门化，在应用统计方法中必须对因模型和实际情况的不一致而引起的各种误差的性质和大小做出判断，或提出改进的措施。由于统计的工具更加专门化了，其意味着统计工具已缺少通用性，因此要求所有的统计学家熟悉所有的专门工具已不可能。为了适应这种发展的需要，既

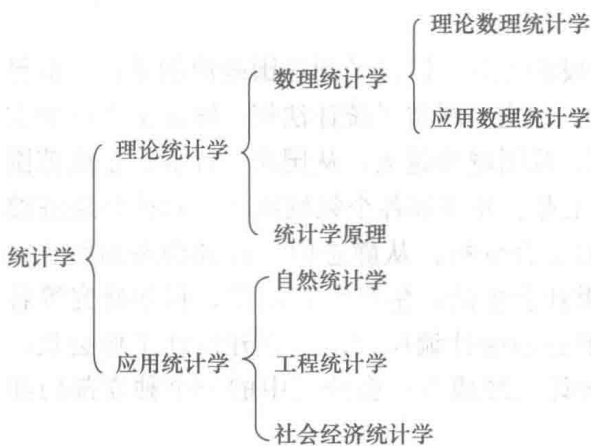


图 1-2 统计学的学科体系简图

熟悉统计知识又熟悉某一领域业务的应用统计学家就应运而生，同时也产生了相应的应用统计学。这类统计学的特点是不着重于统计数学原理的推导，而是侧重于阐明统计的思想，并将理论统计学的结论作为工具应用于各个具体领域。现代统计学的显著特点是计算机技术、网络技术以及信息技术在统计中的广泛应用，使得统计学科的内容更加丰富。通用和专业统计软件的开发和应用成为统计学工作者的一项重要任务。统计学的学科体系简图如图 1-2 所示。

本教材属于通用型应用统计学，并侧重于

统计学在工程管理领域的应用。在数理统计学与统计学原理的基础上,结合工程应用,形成工程统计学。

1.2 应用统计学与其他学科的关系

应用统计学与数学、哲学、社会学、经济学等其他学科也有不同程度的联系,应用统计学中广泛应用了数学方法,进行统计研究要遵循哲学的基本原理。对工程问题的数量特征进行统计分析必须以工程技术和工程管理相关科学为基础,统计研究的结果也丰富了工程技术、工程管理的內容。统计学与上述相关学科相互促进,共同发展。

1.2.1 应用统计学和数学、其他专门学科的关系

应用统计学着重研究客观现象的数量特征。统计学中具有方法论性质的数理统计学是应用数学的一个分支,因此统计学与数学的关系非常密切,且与其他的应用数学有一定的共性。如数学中的有关定理一样,统计学中的一些分布也是客观现象数量特征的一种抽象。统计学中也要使用很多数学方法,学好统计学,尤其是理论统计学需要有坚实的数学基础。但另一方面应用统计学与其他的数学分支相比又有其特殊性:

(1) 处理的数据不同。偶然现象在统计学中常称为随机现象,因此统计学及其理论基础概率论不同于其他数学分支的一个特点在于它是研究随机现象的一门学科。

(2) 处理的方法不同。数学常常是用演绎的方法,即数学中研究的结论,通常从若干假设命题或已知的事实出发,按一定的规则通过逻辑推导得到。而统计学在本质上是用归纳的方法,它是根据观察到的大量个别情况,“归纳”起来去推断总体的情况,这一点与概率论的方法也有区别。因此,目前国际上也有—种趋势,把统计学看成是与数学独立的学科。

统计方法有着广泛的实用性,其一般的数据分析方法适用于其他任何科学中的偶然现象,因此它与很多专门学科都有关系。但是统计方法只是从事物的外在数量表现去推断该事物可能的规律性,它本身不能说明何以会有这个规律性,这是各专门学科的任务。例如,用统计方法分析一些资料,得出工程成本与施工进度有一定的关联,但它不能解释进度何以会影响工程成本,这是工程技术学科的任务。所以统计方法只是一种工具,应用它进行定量分析时必须和定性分析结合起来。

1.2.2 应用统计学与工程管理之间的关系

工程项目管理中搜集、汇总、计算等一系列工作是由统计学工作来完成的,是由统计数据全面反映的。统计信息是工程项目管理中最鲜明的体现和最普及的应用,即通过数字揭示工程项目实施管理过程中特定时间、特定方面的数量特征,帮助对工程项目的管理进行定量乃至定性分析,从而做出正确的工程设计、施工、运营管理方案。另外,统计学在工程项目管理中以统计数据为依据结合其他信息对项目进行定量定性分析;对与工程项目管理有联系的劳动力、资源材料、机械设备等的供应来源、价格、条件以及市场预测等情况进行反映;可以以统计数据、统计指标来核算银行贷款利率、担保收费、保险费率及投标报价等资金有关因素;同时各项法规,如企业法、合同法、劳动法、税收、工程管理条例以及技术规范等也可以与统计学相融合,使其在工程项目管理中得到良好的体现。

在一些工程项目管理中,因为工期长,而且场地铺展比较长,所以必须要有一个完善的工程项目管理机构,而在确定组织管理机构的职能、结构以及各项制度的时候,就需要参考

统计上报的信息,通过这些信息的量化分析和综合性分析,从而制定相应的管理方案。而应用统计学的普遍性原理可以对工程项目组织管理中的一些细节问题进行支撑,从而能对一些异常情况提前做出反应。另外,在工程项目组织管理中以统计信息为依据,将各级工作进行细化,能在全部范围内形成一个有效的沟通网络。

在工程项目开始之前统计工作就必须要先进行,在工程前期的地质测量中,对施工场地的地质情况要做出准确的测量,然后利用统计学原理将所得信息进行汇总,做出量化的分析。在施工过程中,施工方案确定可通过统计推断原理选出最优方案。在施工过程的质量控制中,要利用统计学原理将工程实际的施工情况与原先的预计目标进行对比,对存在差距的地方进行调整。在对整个工程总体的施工情况进行综合性的评价时也要用到统计学知识,将各方面的情况进行分析和汇总,做出精细化的工程项目方案,从而为相关的评价提供真实、可靠的依据。

1.3 应用统计学研究的特点及其基本职能

1.3.1 应用统计学研究的特点

应用统计学是一门研究客观现象数量特征和规律性的方法论科学,强调统计知识应用于实际生产生活。

统计研究的特点可以概括为以下几点:

(1) 数量性。“数字是统计的语言”,数量性是统计研究的基本特点。如图 1-3 所示的统计研究系统,输入的是数据,即客观事物个别的或者局部的原始数据;输出的是客观事物综合的数量特征,包括数量大小和数量的规律性。统计研究系统是一个数据

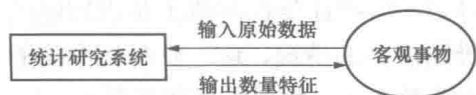


图 1-3 统计研究的数量性示意图

获取和加工处理系统。

客观事物都有质和量两个方面,是质和量的辩证统一体。统计所研究的虽然是客观事物的数量特征,但不是纯粹的数量,而是与质量密切联系的数量,即必须结合客观事物的质量来研究其数量特征,并且通过量反映质。统计研究的过程是定性研究与定量研究相结合的过程。一方面,定量研究必须建立在定性研究的基础上,只有对客观现象的性质、特点和运动过程有一定的认识,才可能进行定量分析。例如,在统计评价工程质量之前,必须首先认识专业学科对其相关指标的规定性,然后才能正确界定其计算范围,规定其计算方法,再收集整理有关资料,得出工程质量的等级结论。另一方面,事物数量的变化会引起质量的变化,认识事物的数量表现,是深入把握事物质量的前提。只有做好定量分析,才能达到定性认识的目的。例如,统计出不同时期、不同地区的房产交易信息,进行纵向和横向的对比,可以判断某个时期某个地区的房产交易水平和变化的方向等。

(2) 总体性。“统”就是总起来、综合起来。统计研究就是总的、综合的数量研究。一般理解的总体是指统计总体,是由同类个体组成的集合体,如人口总体、企业总体、商品总体等,这时统计研究的目的是计量个体的特征表现,而是对个体的特征表现进行统计整理和统计分析,得到总体的综合的数量特征。在这里,总体性也有综合性的含义。对客观事物的同一特征在不同时期的表现进行的分析研究就是综合性统计研究,例如,工程机械效率随其寿命变化的分析,某地某年的房产交易价格变化的分析等。统计研究也不排除对个别事物进行深入具体的分析研究,进行个别事物的综合性统计研究。例如,工程项目质量测评,是把

工程外观尺寸、平整度、混凝土强度、砂浆强度、钢筋型号等加以综合得到工程质量综合评价。对于综合性研究的意义,列宁曾做出精辟论述:“现在我们可以看到了一个可叹的事实:地方自治局的统计汇编花费了无穷无尽的劳动,收集了极丰富的、有价值的、新的,然而没有加以分析、总结分组和复合的资料,这个汇编只有几乎等于零的、一点微不足道的科学价值。”

(3) 具体性。具体性即客观性。统计对象是具体的,是客观存在的事物或现象。统计数据包括原始数据和计算结果,都是客观现象在一定时间、地点、条件下的数量表现,是具体的数据。这是统计学和数学的一个重要区别,数学所研究的对象可以是脱离了具体对象的抽象的数量。工程统计的统计对象是具体的工程问题,包括工程质量、成本、进度等,工程统计研究得到工程问题的数量以及数量的规律性认识。

1.3.2 统计工作的基本职能

统计职能指统计工作或统计活动本身所具有的功能或基本作用。从统计发挥作用的层次性来看,可概括为信息职能、咨询职能和监督职能,三大职能的有机结合,构成了统计的整体功能。

(1) 信息职能。统计的信息职能表现为人们对社会现象或自然现象的总体数量特征的认识作用。统计的信息职能是通过统计工作采集数据、核算数据、处理数据、传递数据、存储数据和提供数据等具体活动反映出来的。

(2) 咨询职能。统计的咨询职能是指统计部门和统计工作者根据掌握的有关统计信息资源,通过调查研究、统计分析、统计预测、可行性研究、实证分析、对策研究、方案提供、企业诊断、综合评估等形式为有关部门和管理者提供导向性和建设性的咨询服务。

(3) 监督职能。统计的监督职能是指统计部门和统计工作者,根据掌握的统计信息,能够及时、准确地反映经济、社会、科技的运行状态,并通过定量检查、监测实施、预报预警、信息反馈、评判方案、纠正偏差等形式发挥监测、督促和调控的作用。

上述三大职能是相互作用、相辅相成的。其中,统计的信息职能是最基本的职能,是统计咨询和统计监督职能得以有效发挥的前提条件。统计的咨询职能是统计信息职能的延续和深化,统计监督职能是在信息和咨询职能基础上的进一步拓展。

1.3.3 统计工作在工程管理中的意义和作用

统计工作贯穿于工程项目管理的方方面面,是监督整个项目实施的重要手段,是项目管理者制定决策和计划的主要依据。对于工程项目管理,其精髓在于控制,即重点对施工项目的进度、质量、成本、安全、现场的管理控制。而控制的基础就在于对于工程项目所做的科学的、切实可靠的统计工作。利用科学的统计方法,对相关信息进行收集、整理、筛选、分析。根据其动态变化,分析其产生偏差的原因,由此得到对工程项目具有实际指导意义的决策和结论,并及时地采取有效的综合管理手段。影响项目的因素是多种多样的,如果不去做大量的统计工作,就会导致事到临头还毫无警觉,连风险隐患在哪里都不清楚。因此,统计工作在项目管理中具有重要意义。如果建立并完善了统计工作制度,形成一套合理有效的统计管理模式,提高统计人员的素质,强化统计管理,对工程项目管理而言,将具有重要作用。如:可以反映工程项目在某一時点(例如月末、季度末或年底)上的现状,也可以反映工程项目在一个特定时期内的动态(本月的生产、质量、安全等方面的情况),还可根据现状或动态指标制定工程计划及保证措施;可以反映工程项目的效益与效率;也可以通过结合对各部分项工程投入的人、材、机等诸方面的统计、汇总与合同清单进行盈亏分析,还可通过计

算人均产值来反映项目的生产效率等。

1.4 应用统计学中的基本概念

1.4.1 总体及总体单位

所谓总体,是指客观存在的、在某种同质性的基础上结合而成的、由许多个别事物构成的整体。总体既可以由人、物、组织单位等实物构成,也可由现象、活动过程等非实体构成。例如,对市场价格变动的研究中除了商品价格,还包括各种劳务价格,“劳务”是活动的过程。

构成总体的个别事物,称为总体单位。要了解总体的数量特征,就必须要从总体单位一个个的登记开始。例如,三峡混凝土大坝浇筑的研究对象为各坝段实体时,总体是混凝土大坝,总体单位可以为坝段;研究对象为浇筑时间时,总体为总工期,总体单位可以为计划分期。

总体有无限总体与有限总体之分。无限总体就是总体含有无限多的总体单位,多得不可计数。水质化验、土质分析、建材试验等都要用到无限总体。有限总体就是总体所包含的总体单位是有限的,可以计数的。例如,施工企业、设备台数、材料数量等都是有限总体。

总体和总体单位不是固定的,总体的范围、包含的总体单位也不是固定不变的,它们都会随着统计研究目的的变化而改变。例如,大坝混凝土浇筑研究,总体是每一坝段时,总体单位可以为浇筑层,总体为月浇筑量时,总体单位可以为日浇筑量。

尽管总体和总体单位是相对而言的,但是作为总体,必须具备客观性、同质性、大量性、变异性四个特征。

1.4.2 样本

样本是受审查客体的反映形象或其自身的一部分。样本是从总体中抽出的一部分个体。样本中所包含的个体数目称样本容量,用符号 n 表示。样本有大小之分,大样本的容量一般在 30 以上或 50、100 以上,小样本的容量在 30 以下。因为样本越大从总体中提取的信息就越多,对总体的代表性就越好,因此一般情况都抽取大样本进行研究。

1.4.3 指标

统计指标(简称指标)是综合反映统计总体数量特征的概念和数值,表明某一客观事物在具体时间、地点条件下的规模、水平。例如某企业在某一特定时间的职工人数、某一机械台数,混凝土浇筑时水泥水化热指标,路基填筑时的压实度。统计指标具有三个特点:

- (1) 数量性,即指标都是用数值来表现的。
- (2) 综合性,统计指标是对总体单位某一特征进行调查、登记并加以汇总整理,而得到的数据构成总体单位的综合结果,不是说明个别总体的数量特征。
- (3) 具体性,统计指标是说明总体某一特征或属性的质与量的统一,是在一定时间、地点、条件下的具体数量的表现。

统计指标有指标名称和指标数值组成,两者既有联系又有区别,指标名称是统计所研究现象某一特征的科学概念,是对现象的质的规定,反映其内容所属的范畴;指标数值是统计所研究对象某一特征具体数值的综合结果,对现象特征从数量上加以说明,是对统计指标的量的规定。统计指标名称和指标数值有机结合,辩证统一地反映客观现象的质与量。

统计指标按其反应的数量特征不同,可以分为数量指标和质量指标。数量指标是反应现

象总体规模大小、数量多少的总量指标,一般用绝对数表示,如职工人数、项目投资额、机械台数等。质量指标是表明现象总体质量的指标,反映现象的相对水平或工作质量,一般用相对数或平均数表示,如劳动生产率、资金利润率等。

统计指标按其数值形式不同,可分为总量指标、相对指标、平均指标。总量指标(或称绝对指标)是说明现象规模、水平或工作总量的指标,如工资总额、产品产量等。相对指标是两个有联系的总量指标相比的结果,是说明现象总体的结构、发展程度的指标,如产品的合格率、发展速度等。平均指标是按总体某些数量标志值计算的说明总体一般水平的统计指标,如平均工资、劳动生产率等。

统计指标按其计量单位不同,可分为实物指标和价值指标。实物指标用实物计量单位直接反映产品使用价值的数量。价值指标是用货币计量的计算指标。

统计指标按其作用不同,可以分为描述指标、评价指标和预警指标。描述指标是用来反映现象基本情况的指标,如社会劳动力资源总数、外汇储备数、在校学生人数等。评价指标是用来对客观现象活动的结果进行评估和考核的指标,比如工业企业经营活动效益评价的产品销售率、流动资金周转速度、劳动生产率等指标。预警指标是对现象宏观运行进行监测,并据此对可能出现的总体失衡、结构性矛盾、突发异常情况做出预报的指标,如通货膨胀率、固定资产投资增长率、失业率、人口增长率等,这类指标涉及面广,敏感性强,对国民经济的发展和社会稳定具有重要作用。

客观现象是错综复杂的,各种现象之间存在着相互联系、相互制约的关系。单个统计指标只能反映总体某一方面的特征。为了全面地说明现象的发展过程和它的各个方面,就需要一整套统计指标。这种具有内在联系、相互制约的一系列统计指标的整体,称为统计指标体系。

1.4.4 变量

可变的数量标志,称为变量。其在总体各单位所表现的标志值,就是变量值。

变量按其数值形式的不同,可以分为离散型变量和连续型变量,离散型变量一般取整数值,如职工人数、企业个数、设备台数等。连续性变量可以对变量值作无限分割,取任意小数,如项目投资额、混凝土浇筑量、回填土方等。

变量按其影响因素的不同,可分为确定性变量和随机性变量。受确定性因素影响的变量称为确定性变量。这种影响变量值变化的因素是明显的,是可以解释的,是人为的或者受人控制的,其影响变量的大小、方向都可以确定。如产品总成本的变化,无非是受产品产量和单位成本两个因素的影响,而这两者都是人为可以控制的变量,并且对生产总成本的影响的大小和方向也是确定的。受随机性因素影响的变量称为随机变量,所谓随机因素,是指各种不确定的、偶然性的因素,这种因素对变量影响的大小和方向都是不确定的,通常是微小的。如混凝土浇筑强度,即使在完全相同的情况下进行浇筑,也总会存在差异,究其原因,可能与原材料的质量,温度、湿度的变化,工人的情绪,甚至太阳黑子的爆炸等多种不确定的、偶然因素变化的影响有关。在客观现象中,既有确定性变量,也有随机性变量;影响其变量变化的因素有确定性因素,也有随机性因素。统计研究要按其目的和要求,作不同处理。

1.4.5 统计资料

统计资料也称统计信息,是统计部门或单位进行工作所搜集、整理、编制的各种统计数据资料的总称。工程统计资料通常来源于实验室或工程场地观测、记录资料。