

定量分析方法

张霁珠 陈力君 编著



MPA (公共管理硕士)

系列



復旦大學出版社

www.fudanpress.com.cn



MPA

(公共管理硕士) 系列

定量分析方法

张霁珠 陈力君 编著



復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

定量分析方法/张霭珠,陈力君编著. —上海:复旦大学出版社,2003.8

(博学·MPA系列)

ISBN 7-309-03686-7

I. 定… II. ①张…②陈… III. 定量决策-分析方法
IV. C934

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第053462号

定量分析方法

张霭珠 陈力君 编著

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路579号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

责任编辑 邬红伟

装帧设计 孙 曙

总 编 辑 高若海

出 品 人 贺圣遂

印 刷 上海江杨印刷厂

开 本 787×960 1/16

印 张 20 插页 2

字 数 327千

版 次 2003年8月第一版 2003年8月第一次印刷

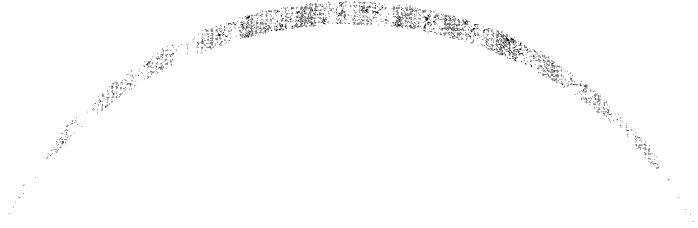
印 数 1—6000

书 号 ISBN 7-309-03686-7/D·232

定 价 29.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究



“博学而笃志，切问而近思。”

(《论语》)

博晓古今，可立一家之说；
学贯中西，或成经国之才。

复旦博学 · 复旦博学 · 复旦博学 · 复旦博学 · 复旦博学 · 复旦博学

作者简介

张嵩珠，复旦大学国际关系与公共事务学院教授。1962年毕业于复旦大学数学系，曾从事计算机总体设计、系统工程总体设计和教学工作。主编或参与撰写《谋略之战》、《离散数学教程》等多部教材和专著。曾担任复旦大学副教务长、复旦附中校长、计算机科学系副主任、法学院副院长等职。

陈力君，数量金融分析师(Quantitative Financial Analyst)。1990年毕业于复旦大学计算机科学系，后获美国宾夕法尼亚州Temple大学理学硕士学位，2003年毕业于美国纽约大学Stern商学院，获得数量金融专业工商管理硕士(MBA)学位。已通过注册金融分析师(CFA)资格考试。目前在纽约华尔街从事金融分析工作。

复旦大学出版社出版

复旦博学·MPA 系列

- ▲ 1. 当代中国公共政策 刘伯龙、竺乾威主编 定价：24.00 元
- ▲ 2. 公共行政学 竺乾威主编 定价：25.00 元
- ▲ 3. 公共行政学经典文选(英文版) 竺乾威、〔美〕马国泉编 定价：48.00 元
- ▲ 4. 行政法学 张世信、周帆主编 定价：33.00 元
- ▲ 5. 公共经济学 樊勇明、杜莉编著 定价：33.00 元
- ▲ 6. 领导学原理——科学与艺术 刘建军编著 定价：32.00 元
- ▲ 7. 西方公共行政案例 竺乾威、〔美〕马国泉编 定价：33.00 元
- ▲ 8. 政治学 孙关宏、胡雨春主编 定价：30.00 元
- ▲ 9. 组织行为学 竺乾威、邱柏生、顾丽梅主编 定价：33.00 元
- ▲ 10. 行政道德文选(英文版) 〔美〕杰拉尔德·凯登著 〔美〕马国泉编 定价：45.00 元
- ▲ 11. 定量分析方法 张霁珠、陈力君编著 定价：29.00 元
- 12. 当代中国行政制度 浦兴祖主编
- 13. 公共经济学导引与案例 樊勇明编著
- 14. 定量分析方法导引、题解与案例 张霁珠、陈力君编著
- 15. e 政府 蒋昌建等著

复旦博学·公共管理基础系列

- ▲ 1. 当代中国政治制度 浦兴祖主编 定价: 19.00 元
- ▲ 2. 行政学原理 孙荣、徐红编著 定价: 28.00 元
- ▲ 3. 政府经济学 孙荣、许洁编著 定价: 24.00 元
- ▲ 4. 办公室管理 孙荣主编 定价: 20.00 元
- ▲ 5. 政治学概论 孙关宏、胡雨春、任军锋主编 定价: 20.00 元
- 6. 公共政策分析 张国庆主编

复旦博学·国际关系系列

- ▲ 1. 当代西方国际关系理论 倪世雄等著 定价: 48.00 元
- ▲ 2. 近现代国际关系史 唐贤兴主编 定价: 40.00 元
- 3. 当代中国外交 颜声毅著

其他相关教材

- ▲ 1. 新政治学概要 王邦佐等主编 定价: 17.00 元
- ▲ 2. 西方政治学说史 浦兴祖、洪涛主编 定价: 20.00 元
- ▲ 3. 全球化时代的国际关系 俞正梁等著 定价: 28.00 元
- ▲ 4. 秘书写作 杨元华、孟金蓉等编著 定价: 36.00 元
- ▲ 5. 社会心理学 孙时进编著 定价: 29.00 元
- ▲ 6. 商务谈判与沟通技巧 潘肖珏、谢承志著 定价: 14.00 元

以上打▲者为已出版。

前 言

全国 MPA 教育指导委员会将《定量分析方法》列为 MPA 的“核心课程”，可见量化分析方法在现代公共事务管理中的重要地位和作用。本着这一精神，我们将下述四条主线相互交融，贯穿全教材：

首先，“系统工程”是现代管理的基本理念，本教材不仅用相当的篇幅介绍系统工程，而且将其贯串、渗透教材的始终。

其次，运用已有数学模型，或根据实际需要建立数学模型是“量化分析方法”的核心。本教材以论述概念的内涵、适用背景、相应模型和算法为主，而不强调数学推演和证明。

第三，办公自动化软件(OFFICE 2000)提供的统计分析功能，有助于及时、迅速、正确地汇总资料，分析资料。书中所涉及的绝大部分公式都辅以可运用的 EXCEL 函数或相应的计算机操作方法。

第四，学以致用，教学相长。尽可能采用有公共管理背景的实例和案例，我们把为上海市信息办研制的“社区信息化评价体系”作为量化分析的完整案例放在第九章。本书每章的习题既有运用算法、分析方法的练习，也有结合学生工作实践的练习，并且要求以学习小组为单位完成一个完整的案例分析。

“统计分析”和“运筹学”是构成“量化分析方法”的两条主线。本书以统计分析为主，选用某些“运筹学”的模型和算法。如果教学时间有限，“运筹学”的部分可以省略。

考虑到不同读者的需要，我们编写了 4 个附录，既是为读者学习本书时查阅公式等的方便，更是为一些读者在管理实践中进行量化分析提供

有用的工具。“附录一”是常用的数学符号；对数学有兴趣的读者可以查阅“附录二”（常用公式和说明）；“附录三”（统计用 EXCEL 函数说明）是量化分析的有用工具，可在计算时选用适当的 EXCEL 函数，不必查看分布表；为使读者对分布函数有一个直观的、数量上的体会，“附录四”列了两张 Z 表。

水平所限，差错疏漏之处在所难免，请专家、读者指正。

编 者

2003 年 7 月

目 录

第一章 预备知识	1
第一节 定性分析与定量分析.....	1
第二节 系统工程理念.....	5
第三节 数学模型	12
第四节 计算机基本操作	16
第五节 概率分布	21
习题	29
第二章 调查与统计分析	32
第一节 搜集资料	32
第二节 数列的频率分析	39
第三节 频率分布的概率度量法	45
第四节 变量特性分析	56
习题	67
第三章 抽样分析	71
第一节 总体和样本	71
第二节 抽样方法	73
第三节 抽样分布	78
第四节 抽样分布原理	79
习题	84
第四章 估计与假设检验	87
第一节 基本问题	87
第二节 点估计	89

第三节	区间估计	92
第四节	假设检验	97
第五节	方差分析	103
第六节	χ^2 检验	107
习题	.....	110
第五章	相关分析与回归分析	112
第一节	相关关系	112
第二节	线性回归分析	117
第三节	其他回归分析	123
第四节	注意事项	129
习题	.....	135
第六章	预测	138
第一节	预测过程及预测类型	138
第二节	时间数列	141
第三节	时间数列预测法	145
第四节	回归预测	153
习题	.....	161
第七章	决策	163
第一节	决策的一般概念	163
第二节	不肯定条件下的决策	167
第三节	决策过程的图解表示——决策树	172
第四节	最短路问题	178
习题	.....	183
第八章	其他运筹学模型	186
第一节	图解法	186
第二节	单纯形法	192
第三节	目标规划	201
习题	.....	208

第九章 一个量化分析的案例——社区信息化评价体系	210
第一节 前提分析.....	210
第二节 指标体系与权重分配.....	212
第三节 数学公式.....	224
第四节 组织实施.....	226
第五节 应用示例.....	228
习题.....	241
附录一 常用数学符号	242
附录二 主要公式	246
附录三 EXCEL 中的常用函数(部分)	266
索引.....	266
函数说明.....	269
附录四 Z 表	305
主要参考书目	309
后记	310

第一章 预备知识

与工商管理一样,公共管理也需要进行定量分析。顾名思义,“定量分析”是指分析一个对象内部几个因素之间或者几个对象之间的数量关系,又称“量化分析”(quantitative analysis)。量化分析的要点在于:用系统工程的科学方法,在错综复杂的问题中理清脉络,提炼要素,并廓清有关要素间的逻辑和数量关系;确定量化的原则;建立相应的数学模型;运用有效算法,做出合理的、符合需要的结论。对管理者而言,掌握量化分析的方法,将使管理工作更加科学、准确、有效。

量化分析方法与统计学和运筹学关系密切。参照 MPA 入学考试“综合考卷”对数学和逻辑的考纲要求,本教材在展开正文之前,先概括必备的基础知识。

第一节 定性分析与定量分析

“定性分析”与“定量分析”原为分析化学的专业名词,简略地说,“定性分析化学”是对样品中存在的化学元素或原子团进行鉴定的化学分支;而“定量分析化学”是对样品中的一个或几个组成量或质量分数进行测定的化学分支。后来这种分别从性质特征和从数量关系两个不同方面分析研究问题的方法被广泛地应用于其他领域,20 世纪 40 年代前后,逐步形成了一般意义上的定性分析和定量分析的理论体系,而且在管理领域得到广泛应用。

定性分析和定量分析两者无论在涵义上,还是分析方法上都有差别;但是它们之间又存在密切的联系,在管理工作中更是“你中有我,我中有你”,需要时还可以相互转换。

一、两种分析相辅相成

仅仅分析被考察对象所包含的成分或具备的特性,属于定性分析(qualitative analysis),通常用描述性语句表达有关的分析结果。譬如,对××市 2001 年的治安情况,可以作“较好”的评价;还可以作“比 2000 年更好”的比较性评价。显然,这样两种评价都是对××市 2001 年治安情况的定性描述,而这种描述本身是建立在定性分析的基础上的。再譬如,我们可以对某个人做这样的介绍:“中等个子,较胖,工作认真负责,性格比较内向……”其中包含的对外貌特征——身材的介绍,以及对个性、工作态度的介绍都是建立在定性分析基础上的。

随着数学的发展,特别是应用数学在科学技术和社会科学领域的广泛应用,越来越多的问题需要用“数量”界定并描述事物内部诸多因素之间的关系,或多个事物之间的关系。量化分析作为一门学科迅速发展、成熟。

就一般意义而言,定量分析(quantitative analysis)分析一个被研究对象所包含成分的数量关系或所具备性质间的数量关系;也可以对几个对象的某些性质、特征、相互联系从数量上进行分析比较,研究的结果也用“数量”加以描述。譬如,可以用“2001 年××市的犯罪率比 2000 年下降了 5%”反映“2001 年的治安情况比 2000 年更好”。这里的 5%不是任意的猜测,而是对 2000 年和 2001 年××市记录在案的犯罪案件作统计分析和比较的结果。由“犯罪率”的例子可见两种分析对同一问题有各自的分析标准,但是内在联系密切。

例 1.1 国际卫生组织(WHO)制定的衡量人体健康的十项指标和相应的标准全面概括了人体器官功能、生理和心理的各个方面。

(1) 有足够充沛的精力,能从容不迫地应付日常生活和工作的压力,而不感到过分的紧张;

(2) 处事乐观,态度积极,乐于承担责任,不挑剔;

(3) 善于休息,睡眠良好;

(4) 应变能力强,能适应环境的各种变化;

(5) 能够抵抗一般性的感冒和传染病;

(6) 体重适宜,身材均匀,站立时,头臂位置协调;

- (7) 眼睛明亮,反映敏锐;
- (8) 牙齿清洁,无空洞,无痛感,牙龈颜色正常,无出血现象;
- (9) 头发有光泽,无头屑;
- (10) 肌肉、皮肤富有弹性,走路感觉轻松。

这个标准本身简明扼要、直观、科学、全面,普通人就能对照检查自身的健康状况,是一套定性分析的指标体系。上述任何一项指标和标准,对医生或专业人员都有进一步细化的指标和标准,这些标准也可以量化,如血色素、血压等等。

定性分析和定量分析有各自的优缺点,应该根据不同需要、不同对象选用合适的分析方法:

(1) 定量分析比较准确、清晰。定性分析比较直观,容易被大众理解,但是比较模糊。

(2) 定量分析工作量大,花费人力、物力和时间比定性分析多。

(3) 定性分析依赖个人(或群体)的经验、能力和水平,其标准常常因人而异,往往带有主观任意性;定量分析则比较客观,较少随意性。

(4) 借助图表、曲线可以把定量分析的结果直观描述,既清晰又容易理解。

(5) 利用模糊数学、统计数学的理论或其他数学方法,定量分析和定性分析的过程和结果可以相互转换。

定性分析多用在日常生活、人际交往、需要形象描述和比较的情况。因为分析结果直观、形象、生动,不需要专门的知识就可以理解,即使在知识水平差异比较大的人群中,也不会产生交流障碍。在需要精确地反映某些对象的数量关系时,应该用定量分析。事实上,具体工作中常常把定性分析和定量分析结合着使用。

二、量化

“量化”一词最早出现于逻辑学,意思是“量”的符号加给命题的谓词或主词, \forall 是全称量词,表示讨论的性质涉及“所有”、“全部”被研究的对象; \exists 是存在量词,表示讨论的性质只涉及“部分”被研究的对象。当今被广泛运用的“量化”(quantification)一词的内涵与逻辑学的

界定已有本质的区别,是指一种把描述性的分析内容,转化为数量关系的方法和过程。

“量化分析”本身就是一个系统工程,必须按照科学的步骤和方法进行。大致步骤(见图 1-1)是:首先确定需要分析评价的问题,在此基础上确定评价所涉及的主要指标,譬如空气质量分析的指标是 GB 3095-1996 标准、API 值、二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒的含量等等。不同标准有不同的量纲、不同的计量单位。搜集资料的方法和手段直接影响资料质量。相关问题在以后各章结合案例或实例作具体阐述。

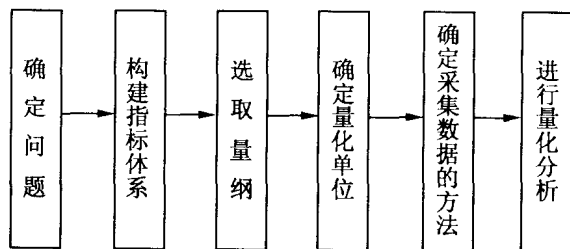


图 1-1 量化分析的步骤

例 1.2 “城市化水平”是将一个地区或国家的诸多相关因素进行量化分析后,给出一个社会发展状况的评价。大体需要经历如下几步分析研究。

第一步,确定问题——明确何谓“城市化”。所谓“城市化”,又称城镇化、都市化,是指人类生产和生活方式由乡村型向城市型转化的历史过程,表现为:

- 乡村人口向城市人口的转移以及城市不断发展和完善的过程;
- 人类进入工业社会后,随着社会经济发展,农业活动的比重逐渐下降,非农业活动的比重逐步上升的过程;
- 不仅包括城镇人口数量的增加,更重要的是包括社会经济的进一步集约化、现代化。

第二步,通常用一个完整的指标体系衡量城市化水平,其中包括:

- 一定地域内城市人口占总人口的比例。
- “土地指标”,城市化过程也是城市用地不断扩展的过程。内含:
 - (1) 城市用地占可建设用地的比重,比重越大,说明城市化水平

越高;

(2) 农业用地转化为城市用地的速度,每年转化越多,说明城市化发展越快。

——城镇密度和城镇规模:用城镇的疏密和城镇规模的大小,表示城市化水平的高低。

——产业指标:二、三产业的产值在国民生产总值中所占比重。

.....

第三步,对每一项指标给出相应的衡量标准;确定计量单位(数据、百分比或等级评价);需要时对相关物理量确定量纲。

第四步,根据有关区域(国家)的统计调查数据,进行计算分析,判断该地区(国家)城市化水平。

第二节 系统工程理念

系统科学(系统工程)是一种科学的方法,也可以说是一种分析问题、解决问题的理念。在现代管理中有广泛的应用。系统科学要求我们把被研究对象作为一个整体,放在它所依附的环境中,全面、综合、长远地进行分析考察,提出目标,寻找最佳解决方案,这也是定量分析方法的基础,如例 1.2 所示,只有正确把握问题的本质,才谈得上提炼、抽象、量化和分析处理。

一、系统

作为一种观念,系统(system)是指人类用于认识、观察各类事物、各种现象运动变化的一种思考方法。20 世纪 40 年代后,逐步形成了现代系统科学,它是运用系统的概念,使自然与社会、技术与经济、科学与管理、定性与定量互相渗透的一门综合应用性的边缘学科。

这里的系统是指:“由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合的、具有特定功能的有机整体;而且这个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。”^①通常情况下,这个系统本身还要受一个更大系统的影响、调控,习惯上称这个更大的系统为该系统的环境(environment);也称该系统

^① 钱学森:《论系统工程》,湖南科学技术出版社 1982 年。