

高等院校财经类核心课程“十三五”系列规划教材

GONGGONG GUANLI DINGLIANG FENXI

公共管理定量分析

主编 / 蒲晓晔 副主编 / 公磊

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

高等院校财经类核心课程“十三五”系列规划教材

公共管理定量分析

蒲晓晔 主 编

公 磊 副主编

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

公共管理定量分析/蒲晓晔主编. —北京: 经济科学出版社, 2018. 6

高等院校财经类核心课程“十三五”系列规划教材
ISBN 978 - 7 - 5141 - 9425 - 8

I. ①公… II. ①蒲… III. ①公共管理 - 定量分析 - 高等学校 - 教材 IV. ①D035 - 0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 126030 号

责任编辑: 侯晓霞

责任校对: 隗立娜

责任印制: 李 鹏

公共管理定量分析

蒲晓晔 主 编

公 磊 副主编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

教材分社电话: 010 - 88191345 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮箱: [houxiaoxia@ esp. com. cn](mailto:houxiaoxia@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京密兴印刷有限公司印装

787 × 1092 16 开 12.5 印张 310000 字

2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9425 - 8 定价: 38.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn)



前言

伴随着公共管理研究问题的复杂化、多元化和综合化,以及现代科学研究方法的日臻进步,近20年来公共管理研究出现了多学科化、综合化、数学化、实验化和跨文化等若干发展新趋势。以现代统计学、运筹学、现代管理学为代表的定量分析方法,已经广泛应用于工程技术和经济管理领域。由于量化管理的思想在实践中为越来越多的管理者所接受,为了使管理学科类的学生了解基本的量化管理的思想和数据分析能力,自2000年以来,以定量分析方法命名的教材和参考书陆续出版。管理定量分析是公共管理专业的一门核心课程,其中涉及的每一门基础课都能够单独成为一门课程。编者在教学过程中发现,公共管理类学生对管理定量分析这门课程的学习积极性不高,学生学习的主动参与性不够,学生将学习重点放在对课本知识的死记硬背上,甚至连计算方法和步骤也采用死记硬背的方法。因此,编写一本针对公共管理类专业学生掌握定量分析技能的教材,将有助于提升教学效果,提高学生对公共管理问题的分析解决能力。

在现代管理中,为了提高决策者和管理者的决策能力,不仅要在专业学习和实践中积累经验,提高定性分析的能力,还必须学习和掌握定量分析的思想和方法,提高定量分析问题的能力和对数量的敏感程度。管理定量分析是公共管理类专业学生的一门必修课,在学生以后的职业发展中起着举足轻重的作用。课程目

标是训练未来开明的管理者运用先进技术的能力。管理定量分析不同于传统的学科课程,是建立在多学科知识和技术基础上的综合性课程,侧重于解决问题,更强调相关知识的综合及应用。由于该课程集中了运筹学和概率论与数理统计这两门课程的核心内容,课程内容涉及的数学知识比较多,所以计算也比较复杂,在教学过程中学生普遍反映课程内容难度较高。从实际教学过程中的学生反映来看,如果事先学习一些高等数学、统计学等基础知识,将有助于顺利掌握所学内容。在长期教学基础上,结合行政管理专业和公共事业管理专业学生知识背景和应用需求,笔者编写了本教材。

本书共分7章,主要包括绪论、系统模型与系统分析方法、定量研究的设计、预测分析方法、线性规划分析、评价方法、层次分析法的内容。每章前有教学目的及重点难点;每章后有本章小结,配有适量的复习思考题,推荐阅读书目。本书的第1、第2和第5章由蒲晓晔编写,第3~第4章由李媛编写,第6~第7章由公磊编写,全书由蒲晓晔统稿。

本书可作为高等学校公共管理、工商管理、社会学等相关专业本科或硕士生的教材,也可作为人文社会科类博士生初学研究方法的参考书,还可供各级公共管理人员、企业管理人员、工程类技术人员参考。

本书试图为文科学生学习定量分析方法提供一本能够引起他们兴趣的读本,希望为公共管理类专业学生提供进入现代公共管理定量分析方法与技术“大世界”的初级入门向导,使学生具备在定量分析方法与技术方面的学习中获得“举一反三”的基本能力,奠定独立自学、探讨其他定量分析方法的基础。

在编写过程中,笔者参阅了诸多国内外专业人士的相关资料,受益匪浅,在此向各位同行和专家表示衷心的感谢!

定量分析的理论、方法、技术在不断的发展中,近年来很多专家学者致力于新方法、新技术的开拓,也出版了一些优秀的教材。本书在编写过程中借鉴了许多有价值的研究成果,在此向相关作者表示衷心的感谢!限于编者的水平,本教材中难免存在疏漏之处,恳请广大教师和读者批评指正。

本教材是西安财经学院规划教材,编写和出版过程中得到西安财经学院的支持和资助。

编者

2018年3月

目录

第1章 绪论	1
1.1 公共管理研究的内容与方法	1
1.2 公共管理定量分析方法	4
1.3 管理定量分析的主要理论基础	6
1.4 管理定量分析的主要程序	10
1.5 管理定量分析的基本方法	12
【本章小结】	14
【复习思考题】	15
【本章阅读书目】	15
第2章 系统模型与系统分析方法	16
2.1 系统模型	16
2.2 系统分析概述	20
2.3 霍尔和切克兰德的系统方法论	27
2.4 物理—事理—人理（WSR）系统方法论	31
2.5 “5W1H”方法	36
【本章小结】	37
【复习思考题】	37
【本章阅读书目】	38
第3章 定量研究的设计	39
3.1 定量研究设计概述	39
3.2 定量研究的一般过程	50
3.3 公共管理中定量研究设计的基本原则	53

3.4 公共管理中定量研究设计的基本步骤	55
3.5 公共管理定量研究设计案例	58
【本章小结】	62
【复习思考题】	62
【本章阅读书目】	62
第4章 预测分析方法	63
4.1 预测分析方法概述	63
4.2 定性分析方法——德尔菲法	67
4.3 线性回归分析预测方法	71
4.4 时间序列预测方法	82
4.5 预测中数据的鉴别与处理	98
【本章小结】	101
【复习思考题】	101
【本章阅读书目】	102
第5章 线性规划分析	103
5.1 线性规划的基本原理	103
5.2 线性规划问题的一般求解	108
5.3 线性规划的简单应用	116
5.4 运输问题及求解	119
5.5 动态规划	129
【本章小结】	140
【复习思考题】	140
【本章阅读书目】	141
第6章 评价方法	142
6.1 评价方法概述	142
6.2 评价指标数量化方法	144
6.3 评价指标综合的主要方法	148
6.4 模糊综合评价方法	150
6.5 满意度测评方法	156
【本章小结】	162
【复习思考题】	162
【本章阅读书目】	163

第7章 层次分析法	164
7.1 层次分析法的基本原理	164
7.2 层次分析方法的基本步骤	167
7.3 利用 Excel 实现 AHP 分析	178
7.4 层次分析法的进一步讨论	181
7.5 层次分析法案例分析	183
【本章小结】	186
【复习思考题】	186
【本章阅读书目】	186
附录1 正态分布	187
附录2 t分布	189
主要参考文献	191

第1章 绪 论

〔教学目的〕 本章从公共管理的基本内容和要求出发，对定量分析方法与社会研究方法、管理学、运筹学、统计学和系统工程的关系等进行阐述，建立社会研究方法与定量分析方法的有机联系，为学生深入了解和学习定量分析方法的知识内容奠定基础。

〔重点难点〕 公共管理研究的内容与方法；管理定量分析的主要程序；管理定量分析的主要内容。

1.1 公共管理研究的内容与方法

1.1.1 公共管理的研究内容

公共管理（public administration）是政府公共部门管理中的重要组成部分，公共管理学的内涵等同于公共行政学，被视为公共行政学的分支，是一门研究公共组织尤其是政府组织的管理活动及其规律的学科，是一个大规模协调人类共存与合作，具有社会管理工程特性的学问。长期以来，公共管理的含义一直比较宽泛，许多研究者从不同学科的角度赋予了多样化的解释。比较而言，大部分研究者对公共管理客体的认识趋于一致，即认为公共管理的客体是社会公共事务。

公共管理由“公共”和“管理”两个词组成。顾名思义，它表示政府及其他公共组织的基本职能范围与公众的利益有关，有较多的社会公众参与和分享。因此，我们可以把政府及其他公共组织的基本职能概括为提供公共产品或服务。公共管理是公共行政理论与实践发展的产物，是以政府公共部门、非营利组织等社会公共组织为核心，以建立与维持公共秩序、实现和保护公共利益为目的，运用政治的、法律的、经济的和管理的理论与方法，依法制定与执行公共政策、管理公共事务、提供公共服务的活动。

公共管理主要研究作为公共事务管理主体的公共组织的结构、功能及其与环境的关系，研究公共管理活动的过程及其环节（如计划、组织、控制、决策、协调、监督、评估等），研究如何应用各种科学知识和方法来解决公共事务的管理问题，从而更有效地提供公共产品或服务。

按照上述定义，其主要内容包括公共组织的结构、功能、环境和运行机制；行政管理体制改革，中央与地方的关系；市场经济下的政府职能与作用、政府再造、政府与市场、政府与企业、政府与社会的关系；公共部门人力资源的开发和利用；公共管理中的规划、计划与决策，监督与控制，公共项目评估，应对突发事件的危机管理；社会管理与服务；公共信息

管理和咨询服务；财政与预算、公共政策、公民参与、教育管理、科技管理和文化管理等。因此，公共管理是社会科学和自然科学交叉的产物，其研究内容就决定了它的学科性质具有公共性（社会性）、管理性、科学性、应用性、实证性和综合性等特点。

1.1.2 公共管理的研究方法

中国有句古话，工欲善其事，必先利其器。研究方法的引进与创新，对于学科进步和发展意义重大。任何一门学科的发展都离不开研究方法的有力支撑，研究方法的成熟度和独特性，是判断学科独立性和发展潜力的重要标准。公共管理研究方法是人们在寻求公共管理领域问题的解答，获取公共管理知识的过程中，思维的逻辑、路径以及各项行动的步骤、程序和技巧，它的成熟与发展，直接影响着公共管理向科学性、合理性、现实性方向发展。自威尔逊提出“政治与行政二分”以来，公共管理学经历了 100 多年的发展，其间有大量的国外专家、学者对公共管理研究所运用的研究方法、技术及变化趋势进行了回顾和评论，强调了定量分析方法对公共管理研究的重要性。

公共管理研究方法侧重公共管理问题的探究，是公共管理学术研究方法、公共管理实践问题解决方法和公共管理咨询方法的统一。早期的公共管理推崇经验科学的研究方法，把观测、实验、对比、抽样、案例、访谈、调查等方法作为主要方法。20 世纪 40 年代以后，管理学开始引入运筹学、控制论、系统工程、统计分析、计算机模拟等新的分析方法。这些方法的共同特点是在抽样调查和统计分析的基础上，强调建模、仿真、分析、优化，强调定性与定量分析相结合。90 年代以前，公共管理领域的学者很少采用多元分析、复杂因果关系模型和非线性模型；90 年代以后，一些学者尝试将回归分析、时间序列分析和事件历史分析等高级定量研究方法引入公共管理研究领域。定量分析方法日渐受到公共管理学界的重视，并成为公共管理学研究走向成熟的标志。近年来，公共管理研究越来越趋向于定量分析方法为主，越来越多地引入地理学、心理学、经济学、政治学、社会学等其他学科的研究方法和技术。但是，定量分析方法不是简单的、机械的和毫无生机可言的工具，它自身的发展也为理论进步和学科建设提供了强有力的支持。

研究范式是界定学科领域、范畴、研究问题的一种指导意义的学术观。它在本领域学者们长期的研究过程中形成，在学科的研究和发展方面起到凝聚焦点、彰显特点、突出贡献点的作用，是方法的方法。学界对什么是公共管理的范式也曾展开过激烈的争论，经典公共管理认为以韦伯的纯官僚理论为模板建立的官僚体系的特点就是公共管理研究的主要目标；沃尔多、奥斯特罗姆等学者认为官僚的理念和结构与美国自由主义的民主传统不匹配，应该以民主治理为主线；后现代的公共管理学者则强调权威表述、协作治理。那么，什么是公共管理的研究范式？在公共管理研究中，存在着一系列不成文的指导公共管理学科研究的范式，可以把公共管理学科研究范式概括为一个三级范式^①（见图 1-1）。第一级将公共性界定为公共管理学科的大范式，所有的公共管理文献都以研究公共性为主题；第二级的范式则是方法导向，有政治分析、管理分析、法律分析、历史分析、伦理分析等；第三级范式则关注研究问题。

① 范柏乃，蓝志勇．公共管理研究与定量分析方法（第二版）[M]．北京：科学出版社，2013：10.

一级范式
最重要层次
(公共性)

假定	研究内容	问题
公共管理区别于一般性管理	公共性质的地位	如何改进公共部门工作

二级范式
次要层次
(认知理论)

次要层次	经营理论	政治理论	司法理论	伦理理论	历史/感知理论	综合理论	其他
假定	公共管理就是效率、有效性和经济	公共管理就是谁想得到什么	公共管理就是合法权益	有关道德伦理	历史与现实紧密相关	公共管理复杂的管理过程	未确认模式
研究内容	个人群体、组织结构 and 程序	个人群体、社区、政治组织结构和程序	法律制度 and 程序	伦理标准和程序	历史文献、人物与事件	与管理有关的相关问题	未确认模式
问题	如何更高效和经济地运作	如何取得权力与资源	如何解决冲突、贯彻法律和制度	伦理对管理和社会的影响	如何避免历史错误	如何全面地理解公共管理	未确认模式

三级范式
更次要层次
(研究领域)

更次要层次	假定	研究内容	问题
组织管理和执行决策	公共管理中组织管理的重要性	结构与程序	如何进行组织工作
人事管理	公共管理中人事管理的重要性	结构与程序	人事制度的程序与效果
政治/立法机构与程序	公共管理中政治/立法机构与程序的重要性	结构与程序	政治与立法机构的描述与评价
金融与预算	公共管理中金融与预算的重要性	结构与程序	预算/金融程序与效果
公共管理理论	公共管理中公共管理理论的重要性	结构与程序	公共管理的正确性
政策制定与分析	公共管理中政策制定与分析的重要性	结构与程序	政策程序与效果
社会经济问题	公共管理中社会经济问题的重要性	结构与程序	变化的社会与经济问题
研究方法改进	公共管理中研究方法改进的重要性	结构与程序	更好的有效性与可靠性
技术使用与管理	公共管理中技术使用与管理的重要性	结构与程序	管理目的
其他			

图 1-1 公共管理研究范式：三级层次模型

公共管理的研究方法大致可以分为两类。一类是我们常说的规范研究，另一类是实证研究。公共管理学科往往被视为经世致用之学，推崇规范研究，期望解答“应该怎样”的应然问题。规范研究可以用假设和数学模型，也可以不用数字和模型，而是用伦理推导和价值论证。它从过去的经验或理论出发，用逻辑思维的路径推出结论，制定出真理或行为准则。过去的经验或理论可以是个案事实，也可通过缜密思考构建的理论模型，还可以是完全基于假设前提的基础上展开研究。就研究结果而言，缜密思考后的理论模型更具有理论效度和信度。

实证研究方法重视知识或科学，期望回答“是什么”的实然问题。实证研究限于可以观察到或可以根据经验得出的事实，在观察、实验以及数学模型的基础上，逐渐形成了以“数据说话”为主要特征的定量研究范式。实证研究可以分为定性或定量研究，定性研究注重案例、思辨，而定量研究注重调研和众数。但它们都摆事实、讲道理和重证据。在习惯上，人们将文献研究、田野调查、历史研究、访谈、案例研究等方法归纳为定性研究；将问卷调查、数学或统计分析等归纳为定量研究。两种研究的核心都是事实是否对、效度信度如何、问题能否被解决。定量分析方法不仅不排斥经验科学的研究方法，还把其中的观测、实验、对比、抽样、调查等方法当作基本研究方法，在抽样调查分析的基础上，运用运筹学、控制论、系统工程、统计分析、计算机模拟进行定量分析和计算实验。定量分析方法不仅可以用来分析问题，更重要的是可以用来解决问题，良好的定量分析甚至可以带来可观的经济效益。定量分析的主要特点是从系统（整体的概念）出发，研究系统与环境，整体与局部，结构、功能与运行的相互关系和相互作用。

1.2 公共管理定量分析方法

1.2.1 公共管理定量分析的内涵

定量分析起源于分析化学的一个分支，是对一个对象内部几个因素或者几个对象之间的数量特征、数量关系与数量变化的分析。它的要点在于运用管理学、统计学、运筹学、系统工程等科学方法，在错综复杂的问题中理清脉络，提炼要素，并厘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；运用有效算法得出合理的、符合需要的结论。定量分析理论的基石是实证主义，它沿承了实证主义重视观察实验、收集信息资料的特点，又吸取了逻辑实证主义中重视逻辑思维和演绎推理的特点。

公共管理定量分析是将公共管理客体中某种公共问题或命题作为假设，运用数学方法，根据实际观测、记录资料等对其进行定量分析，揭示其数量特征、数量关系与数量变化趋势，再将定量分析结果反过来对假设的公共管理论断进行检验和修正，为公共管理事务确定数量规律。

如何更好地开展公共管理定量分析，需要厘清两个关系。一是对研究问题的发现、分析和解决的厘清，三者的关系可以简化为对研究问题因果关系的分析。面对纷繁复杂的公共管理事务，从事公共管理的人员的任务主要是找到公共事务内部的因果关系。二是定性分析和定量分析关系的厘清。定性分析主要使用访谈或文献资料，采用叙述性手

法;与此相对,定量分析则使用社会调查所得到的数据,采用统计分析的手段。定量分析的规范性可以使得研究结果更容易达到具有普遍性的目标;而定性分析的深入性可以使得研究中所尝试建立的因果机制更加清晰和准确。在社会科学中,传统的研究手段主要是定性分析,它往往只能形成非常原则的结论,随着社会关系越来越复杂,单纯的定性分析很难将研究深入下去。

公共管理定量分析方法具有三个基本特征:

第一,实证性。定量分析的过程和结果是可以验证的。定量分析是应用适当的数学方法对有关特定问题的数据进行分析,分析过程的每一个阶段和结果都可以明确表示出来,接受逻辑和事实的检验。第二,明确性。定量分析所采用的概念一般都具有明确定义,并且一般不会用模棱两可的语言表达,不会引起歧义,而使分析过程和分析结果易于理解。第三,客观性。定量分析的结果是独立于分析者的,不论是什么人,只要对相同的数据运用相同的方法都会得出相同的结果,出于不同的研究目的,对于相同的数据,分析者可以采用不同的方法处理,从而得出不同的结果;还有一种可能,即分析者对同样的数据采用不同的分析方法,得出相同或相近的结果。

1.2.2 公共管理定量分析的意义及其局限性

定量分析方法不仅可以用来分析问题,更重要的是可以用来解决问题。从机构改革、公务员改革、政府预算、政府绩效等公共部门各个方面,绝非简单描述能说明清楚的。事实上,公共管理领域尤为需要定量分析方法。

首先,懂得公共管理定量分析方法可以正确地去理解公共事务。政府和媒体在发布一则公共事务消息时,经常会找一些“专家”发表简短的评论。若你真正关心某项议题,可以尝试搜索和判断专家的背景,他们所引用的数据来源是否可靠,该数据究竟透露出哪些信息等。如果专家具有利益背景,或者与事件方有利益关系,其言论就会令人质疑。例如,2009年“两会”期间,数位医药卫生界委员提出“中国看病不算难,也不算贵,而是患者求医标准过高,导致医疗资源‘拥挤’应该对‘看病难看病贵’给出定义,确立标准”的议案,被网络评为2009年全国“两会”“十大雷人提案”。任何定量分析中,最重要的就是数据的来源。数据不会说谎,但说谎的人却可以想尽办法让数据说谎。好数据是人们智慧及努力的产物。坏数据的来源,则是懒惰、不了解甚至存心误导。因此,当无效或无意义的的数据或结论呈现在面前时,熟悉定量分析方法可以帮助你识别出来。了解数据信息背后的深层特征及其规律性,以帮助我们明辨是非,指导我们生活和决策。

其次,公共管理定量分析能够提高研究的精细化程度。定量分析能够廓清理论思想,帮助探求理论现象之间的逻辑关系,使有关知识条理化、专门化。能比较一些变量随时间的变化,以及将这些变量和其他特殊的变量加以比较,使我们能够使用现代的计算机技术手段,进行积累、存储和处理信息;定量分析使复杂而又不确定的公共管理问题的表述更容易把握,为规定系统的输出提供判断标准;定量分析方法比其他方法更客观、准确和严密。它能够直观、具体明确地反映或展示研究对象的运动变化及所处的状态,因而有助于更好地界定问题、确定目标,设计、比较和选择方案,既有助于公共政策的制定,又有利于公共政策执行、评估和监控。

最后,懂得公共管理定量分析方法,对在公共管理实践中正确和科学地理解、分析和决策公共事务至关重要。通过定量分析,可以为政府制定经济政策和管理措施提供“实验室式”的论证和检验,这对于增强政策措施实际执行效果的预见性,排除主观认识误区是很有帮助的。

定量分析方法是公共管理中科学认识、科学研究的源泉,但不能过高估价定量分析的意义,必须认识到它的局限性和适用范围,同时,它不能替代定性分析在公共管理研究中的应用及其重要地位。公共管理定量分析注重数学分析方法与公共管理的有机结合,它仅适用于分析较为宏观的公共管理问题,无法分析大量的具体微观问题本身;它仅适用于分析抽象的公共管理一般形式,而无法分析丰富多彩的公共管理活动本质。总之,不管数学理论多么智巧,也不管电子计算机达到所谓“超智能”的程度,只借助于它们来创造作为被形式化和未被形式化元素统一体的社会系统模型都是不可思议的。任何一种机器都不可能完全替代人的创造性思维、人的直觉和经验。但是,在社会认识和社会管理中把它们结合起来、整合起来并加以利用,则是可能的,也是必要的。

1.3 管理定量分析的主要理论基础

管理定量分析吸收和借鉴了许多学科的研究成果,尤其在近现代科学技术的发展成果中,数理统计学、系统工程、运筹学和管理学的数量化方法为管理定量分析提供了重要的工具和方法。事实上,这些学科的发展既得益于其他学科的发展,如预测学、经济学、心理学和计算机等学科,又表现为相互渗透、相互促进、相互交融的特点,所以管理定量分析与这些学科之间是一种既交叉渗透,又各有侧重、各有分工的关系,管理定量分析的发展会推动其他学科的发展,相关学科的发展也会为管理定量分析提供更多思路和方法。因此,管理定量分析的主要理论基础为数理统计学、系统工程、运筹学和管理学。

1.3.1 数理统计学

数理统计的创始人是19世纪比利时的凯特勒(A. Quetelet, 1796—1874),他把概率论引入了社会科学研究中。最先提出,用数学中的大数定律——平均数定律作为分析社会经济现象的一种工具,并提出社会现象的发展并非偶然,而是具有内在规律性的。凯特勒写过不少诸如《社会物理学》等运用概率论的著作。到19世纪60年代,他又进一步将国势学、政治算数、概率论的科学方法结合起来,形成了近代应用数理统计学。

其后,经过多方面的研究,特别是数理统计学吸收生物学研究中的有益成果,由高尔顿(F. Galton, 1822—1911)、皮尔逊(K. Pearson, 1857—1936)、戈赛特(W. S. Gosset, 1876—1937)和费希尔(R. A. Fisher, 1890—1962)等统计学家,提出并发展了回归分析和相关分析、假设检验、 χ^2 分布和t分布等理论,数理统计学逐步发展成为一门完整的学科。

由于数理统计方法在社会实践中的广泛应用,对社会统计学发生了深刻的影响,而且很快地应用于自然技术领域,促进了自然技术统计学的形成与发展。数理统计是适应社会政治经济的发展和国家管理的需要而建立起来的,作为统计实践经验的理论概括——数理统计

学,其发展是和社会生产力的发展紧密联系在一起。可以说,统计工作手段的方法反映着一个企业乃至一个国家的科学管理水平。

1.3.2 系统工程

1.3.2.1 系统的基本概念

什么是“系统”?“系统”一词早已为人们所熟悉,并在自然科学和社会科学的各个领域有各种各样的表述。事实上,我们对系统这个词并不陌生。例如:人体有呼吸系统,通信联络要通过邮政系统、电话系统、移动通信系统等。系统是普遍的社会存在,在自然界有,在社会中也有,如太阳系、银河系、原子核结构系统、生命系统等都是自然系统。它们是天然形成的,而在现代社会中,人类为了实现某种目的,有组织、有计划地建立了很多系统。如:政府就是这类系统的典型例子。它由不同的人、财、物、信息等组成科室、部门,它们之间相互独立,而又在政府管理中形成一个有序的整体,各自发挥不同的职能,最终完成一个共同的目标——为社会提供公共产品和公共服务。实际上,大多数系统都是由人造系统和自然系统两者结合而成的复合系统。在这些复合系统内,既有人为组织和控制的一面,又有不以人的意志为转移的客观规律性。正如一般系统论创始人冯·贝塔朗菲(Von Bertalanffy)所指出的:“无论如何,我们将是对科学思维的一个根本改造。”应当指出的是,系统工程所研究的系统是指人造系统和复合系统,一般的自然系统不在系统工程的研究范围之内。

钱学森在1988年出版的《论系统工程(增订本)》一书中给出了对系统的描述性定义:“系统是由相互作用,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从属的一个更大系统的组成部分。”这个定义指出了系统具有以下特点:系统是由若干元素组成的;这些元素相互作用、相互依赖;由于元素间的相互作用,使系统作为一个整体具有特定的功能;系统具有层次性,它是更大系统的一部分,这个更大的系统就是系统要考虑的环境。因此,一个系统S可以通过系统的组成元素C、关系结构R、功能F和环境E这四组参数来进行描述,即 $S = \{C, R, F, E\}$ 。

尽管国内外学术界对系统的定义各种各样,但都包含了这几个基本特征。例如,在美国《韦氏大辞典》中,“系统”一词被解释为“有组织的和被组织化的整体,结合着的整体所形成的各种概念和原理的综合,由有规则的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素集合”。在日本的JIS标准中,系统被定义为“许多组成要素保持有机的秩序向统一目的行动的集合体”。在苏联大百科全书中,系统被定义为“一些在相互关联与联系之下的要素组成的集合,形成了一定的整体性、统一性”。综上所述,把系统定义为,由相互作用和相互依赖的若干组成部分按照一定规律结合而成的,具有特定功能的有机整体。

1.3.2.2 系统的特征

(1) 系统的集合性。任何系统都是由两个或两个以上的元素组成的集合体,各元素之间相互区别、各自独立。

(2) 系统的层次性。一般来说,系统由若干子系统构成,这些子系统又由更小一点的

分系统组成,而这个系统又从属于更大的母系统。这样,系统之间就形成了一种多级递阶层次结构。

(3) 系统的相关性。系统元素之间或子系统、分系统之间有相互依赖的特定关系,依靠这种关系,系统元素之间构成一个有机的整体。

(4) 系统的目的性。凡是人造系统和复合系统都有特定的目的,这也是区分和评价系统的主要依据。

(5) 系统的随机性。系统工程所研究的系统都是多输入多变量的系统,这些参数在时间、空间和数量上的变化是随机的,因此系统的变化带有随机性。

(6) 系统的适应性。任何系统都是生存、活动在一定的环境之中,系统与环境之间相互作用,相互影响。为了保持系统原有的功能,系统要有适应环境变化的特殊功能,如自适应系统、自学习系统等。

1.3.2.3 系统工程的基本概念

系统工程是以系统为研究对象的一门新兴学科,受到越来越广泛的重视。我们经常听到或看到某某领导或某报纸杂志谈到某项工作(工程)是一项系统工程。意思是说,这个问题错综复杂,要从多方面综合考虑、充分论证、科学管理、协调解决。因此,系统工程应是一门系统科学、工程技术学、经济学和管理学等学科相结合的交叉学科,是一种改造客观世界的工程技术,同时也是一种运筹与决策的艺术。

随着人类的各种活动日益变得多样化、复杂化和高级化,为了实现人类的某一目标,不是一个人或少数几个人能够完成的,往往需要大量的人、设备、资源等的高度组织和配合,这种组织的集合就是实现某一特定目标的人造系统或复合系统。在这样的系统中,包含着人和物的多层次复杂关系,它们之间相互作用、相互影响、相互制约。如果把它们机械地凑在一起,系统只能是个别事物的集合,丧失应有的功能而成为一堆废物;如果把它们有机地组合起来,协调它们之间的关系,能使系统中各元素各部分不仅完成本身应负担的任务,还与其他元素和部分最有效地配合,以最优的方式达到整个系统的目标。系统工程学就是为了研究多个子系统构成的整体系统所具有的多种不同目标的相互协调,以期系统功能的最优化、最大限度地发挥系统组成部分的能力而发展起来的一门科学。所以系统工程是一种设计、规划、建立一个最优化系统的科学方法,是一种为了有效地运用系统而采取的各种组织管理技术的总称。

由于系统工程与其他学科相互渗透、相互影响,不同专业领域的人对其理解不尽相同。因此,要给出一个统一的定义比较困难。钱学森在《论系统工程(增订本)》中指出:“系统工程是组织管理‘系统’的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法,是一种对所有‘系统’都具有普遍意义的科学方法”,“系统工程是一门组织管理的技术”。《中国大百科全书·自动控制与系统工程卷》指出:“系统工程是从整体出发合理开发、设计、实施和运用系统的工程技术。它是系统科学中直接改造世界的工程技术。”

综上所述,系统工程具有以下特点:其研究对象是大型复杂的人工系统或者人与自然复合的系统;其研究内容是组织协调系统内部各要素的活动,使各要素为实现整体目标发挥适当作用;其研究目的是实现系统整体目标最优化。

1.3.2.4 系统工程学与运筹学的关系

系统工程与运筹学的关系极为密切,运筹学是系统工程主要理论基础。直到目前,还有少数数学工作者并不认为有必要把运筹学与系统工程严格分开,他们认为运筹学与系统工程无论从思维过程,还是采用的方法都极为相似,只不过现代系统的发展已使系统工程的适用范围更广泛了。无论怎样评价这两门学科的关系及其今后的发展,目前谁都不否认运筹学是系统工程的主要理论基础。运筹学的各个分支,如数学规划、网络分析、排队论、存储论、决策论、对策论等仍然是处理系统优化的主要技术手段。

1.3.3 运筹学

运筹学(operation research)是一门应用学科,它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法,解决实践中提出的专门问题,为决策者选择最优决策提供定量化依据。运筹学作为一门科学出现在20世纪30年代末,当时英、美为了对付德国的空袭,解决英伦三岛的防空协同作战问题,成立了第一批运筹学小组。为了进行运筹学研究,在英、美的军队中成立了一些专门小组,开展了护航舰队保护商船队的编队问题和当船队遭受德国潜艇攻击时,如何使船队损失最少的问题研究。第二次世界大战后,在英、美军队中相继成立了更为正式的运筹研究组织。并以兰德公司为首的一些部门开始着重研究战略性问题、未来的武器系统的设计和其可能合理运用的方法。20世纪60年代,除军事方面应用研究以外,运筹学相继在工业、农业、经济和社会问题等领域都有应用。与此同时,运筹数学有了飞快的发展,并形成了运筹学的许多分支:如数学规划、图论与网络、排队论、存储论、对策论和质量管理等。在20世纪50年代中期,钱学森、许国强等教授将运筹学由西方引入我国,并结合我国的特点在国内推广应用。

学界至今对运筹学没有一个统一的定义。莫尔斯(P. M. Morse)和金博尔(G. E. Kimball)1976年在《系统分析与运筹学》一文中对运筹学下的定义是:“为决策机构在对其控制下业务活动进行决策时,提供以数量化为基础的科学方法。”这一定义强调以量化为基础的科学方法,为决策者提供可以量化的分析。另一定义是,运筹学是一门应用学科,它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法,解决实际中提出的专门问题,为决策者选择最优决策提供定量化依据。这一定义表明运筹学具有多学科交叉的特点,强调最优决策。实际上,任何决策都包含定量和定性两方面,而定性因素是难以简单地用数学表示的。最优决策过分理想化,往往用次优、满意等概念代替最优比较可行。因此,运筹学的又一定义是一种给出问题坏的答案的艺术,否则的话,问题的结果会更坏。由此可见,运筹学的性质与特点可概括为:应用数学方法解决实际问题,具有定性定量方法结合的特点;从全局考察问题,重视系统与整体性的特点;主要涉及经济、管理、数学、工程和系统等多学科,而形成交叉学科的特色;随着社会经济的发展运筹学不断解决新产生的问题和出现新的学科分支,具有开放性;研究的问题具有复杂性和多样性特征,使得运筹学具有众多分支;运筹学源于实践,服务于实践,因而应用性广。

为了有效地应用运筹学,前英国运筹学会会长托姆林森提出六条原则:(1)合伙原则。运筹学工作者要与各方面人尤其是同实际部门工作者合作。(2)催化原则。在多学科共同解