



高职高专“十一五”专业基础类课程规划教材

# 系统工程与运筹

主编 方海



西安交通大学出版社  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



高职高专“十一五”基础类课程规划教材

# 系统工程与运筹

主 编 方 海



西安交通大学出版社  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

## 内容简介

本书根据学科特点和高职高专教学要求,分为绪论、系统分析、系统模型与仿真、系统预测、线性规划、运输问题和指派问题、网络计划技术、动态规划和0-1规划、系统决策与对策、存储论、计算机求解、系统工程应用案例、系统评价和系统战略,共13章。介绍了系统工程的基本思想、基本理论和运筹学的基本方法,还介绍了有重要意义的一些新理论、新方法,如DDS、柔性战略、冲突分析等。每章后均附有思考题与练习题。

本书理论联系实际,简明易懂,实用性、可操作性强。可供高职高专有关专业作为教材使用,亦可供有志于提高业务水平的工程技术人员和爱好者自学、参考之用。

### 图书在版编目(CIP)数据

系统工程与运筹/方海主编. —西安:西安交通大学出版社,2008.2  
(高职高专“十一五”基础类课程规划教材)  
ISBN 978-7-5605-2682-9

I. 系… II. 方… III. ①系统工程 ②运筹学  
IV. N945022

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 206306 号

|      |             |
|------|-------------|
| 书 名  | 系统工程与运筹     |
| 主 编  | 方 海         |
| 责任编辑 | 陈 丽 李慧娜 李 文 |

出版发行 西安交通大学出版社  
(西安市兴庆南路10号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>  
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)  
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280  
印 刷 陕西丰源印务有限公司

|     |                             |      |     |              |     |       |
|-----|-----------------------------|------|-----|--------------|-----|-------|
| 开 本 | 727mm×960mm                 | 1/16 | 印 张 | 15           | 字 数 | 275千字 |
| 版 次 | 2008年2月第1版                  |      |     | 2008年2月第1次印刷 |     |       |
| 定 价 | ISBN 978-7-5605-2682-9/N·10 |      |     |              |     |       |

读者购书、书店添货如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdgy3@126.com

版权所有 侵权必究

# 前 言

系统工程是将人力资源、物质资源和信息资源等系统要素进行优化配置,对系统进行规划、设计、评价与创新的一门工程技术。运筹学则是对系统实施最优化的方法。作为一名工程技术人员、科学工作者,这方面的知识和技能是必不可少的。

本书帮助读者树立系统观点,掌握系统基本理论和系统优化的主要方法,为培养高素质技能型人才,为进一步学习与实践能力的提高打下良好的基础。为此,本书分为绪论、系统分析、系统模型与仿真、系统预测、线性规划、运输问题和指派问题、网络计划技术、动态规划和0-1规划、系统决策与对策、存储论、计算机求解、系统工程应用案例、系统评价和系统战略等13章,各章节后均附有思考题与练习题。书中还介绍了DDS、柔性战略、冲突分析等新理论、新方法。

全书由西安工业大学、西安思源学院首席教授方海主编,书稿经西北工业大学博士生导师许家栋教授、西安交通大学陈绥阳教授审阅,教材委员会审定。参编和校对的有西安思源学院青年教师赵玉秀、朱文秀、秦俊飞、李珺峰,西北工业大学博士生杨珂,西安工业大学石琳、马洪莉,第二炮兵工程学院陈春梅等。感谢西安思源学院院长周延波和有关部门的大力支持。

本书作为讲义已使用三届,根据师生提出的宝贵意见和建议,又作了修改。本教材简明易懂,具有实用性、可操作性强等特点。本书可以作为高职高专工业工程、物流管理、工商管理、项目管理、经济管理、机电工程、电子工程、计算机科学与工程等专业及其他相关专业的教材。也可供有志于提高业务水平的工程技术人员和爱好者自学、参考之用。

鉴于多门课程的重组与整合是一种尝试,加上编者水平有限,书中不妥甚至错误之处在所难免,恳请专家、读者批评指正。

衷心感谢为本书的出版给予大力帮助的各位师长和同仁。

编 者

# 目 录

## 第一章 绪论 /1

1.1 运筹与运筹学 /1

1.2 系统与系统工程 /1

1.3 运筹学与系统工程 /6

思考题与练习题 /7

## 第二章 系统分析 /8

2.1 霍尔三维分析 /8

2.2 切克兰德方法 /9

2.3 系统分析要素、程序及原则 /10

2.4 系统工程方法论新探索 /17

2.5 系统可行性分析 /19

思考题与练习题 /21

## 第三章 系统模型与仿真 /22

3.1 系统模型 /22

3.2 如何建立系统模型 /24

3.3 系统结构模型化技术 /25

3.4 系统仿真 /27

思考题与练习题 /29

## 第四章 系统预测 /30

4.1 概述 /30

4.2 定性预测 /33

4.3 时间序列预测法 /35

4.4 回归分析法 /42

4.5 预测方法的选择 /50

思考题与练习题 /51

## 第五章 线性规划 /53

5.1 线性规划基础 /54

5.2 单纯形法 /61

5.3 单纯形法的进一步讨论 /67

5.4 线性规划问题举例 /72

思考题与练习题 /78

## 第六章 运输问题和指派问题 /81

6.1 运输问题 /81

6.2 指派问题 /87

思考题与练习题 /90

## 第七章 网络计划技术 /94

7.1 简介 /94

7.2 网络图 /96

7.3 网络时间参数的确定 /102

7.4 项目完工概率 /108

7.5 最低费用工期 /110

7.6 有限资源合理利用 /113

思考题与练习题 /116

## 第八章 动态规划和0-1规划 /118

8.1 动态规划 /118

8.2 0-1规划 /125

思考题与练习题 /128

## 第九章 系统决策与对策 /129

9.1 决策分析概述 /129

9.2 确定型决策 /133

9.3 不确定型决策 /134

9.4 风险型决策 /137

9.5 多目标决策 /148

9.6 对策论及其应用 /152

9.7 冲突分析 /154

思考题与练习题 /156

## 第十章 存储论 /157

10.1 概述 /157

10.2 存储的基本概念 /158

10.3 确定性存储模型 /160

10.4 随机性存储模型 /168

思考题与练习题 /170

## 第十一章 计算机求解 /171

思考题与练习题 /177

## 第十二章 系统工程应用案例 /179

---

- 12.1 制造资源管理系统(MRPⅡ)  
和企业资源计划(ERP)  
/179
- 12.2 计算机集成制造系统(CIMS)  
/186
- 12.3 智能交通系统研究 /192

- 12.4 城市交通系统建设的优化  
/199

- 12.5 区域规划的系统工程方法  
/204

思考题与练习题 /210

## 第十三章 系统评价和系统战略 /211

---

- 13.1 系统评价 /211
- 13.2 系统战略 /218
- 13.3 柔性战略要素 /221

- 13.4 柔性战略要素的关系 /222

思考题与练习题 /223

附录 I 标准正态分布数值表 /224

附录 II /225

模拟试卷 I /225

模拟试卷 II /228

参考文献 /231

# 第一章

## 绪论

### (Introduction)

#### 本章学习目标:

了解系统工程、运筹学的基本概念及其发展简史;了解系统工程与运筹学的关系。

为了实现现代化,建立和谐社会,我们不仅要学习和掌握先进的科学技术,还要学习和掌握现代化的科学管理方法。《史记》中就有“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外”的说法。三国时期的运筹大师诸葛亮,更是众所周知的风云人物。在国外,人们常推崇阿基米德为运筹先驱,因为他运筹有方,在保卫叙拉古抵抗罗马帝国的侵略中做出了杰出贡献。运筹学作为一门近代新兴学科,形成于第二次世界大战期间。自从人类有了生产活动以来,客观世界的系统性便逐渐反映到人们的认识中来,从而自发地产生了朴素的系统思想。随着社会的进步和科学技术的发展,人们进一步认识到自然界是统一的整体,任何现象或事物之间都是相互依赖、相互联系、相互制约的。人们从长期的社会生产实践活动和科学活动中逐步抽象、归纳出系统概念,进而逐渐形成了系统工程。系统工程和运筹学的应用领域已十分广阔。系统工程既具有广泛而厚实的理论和方法论基础,又具有明显的实用性特点。系统工程是在运筹学基础上,以系统问题为研究对象逐步发展和成熟起来的一门交叉学科。

基础类课程

gaozhiguan

高职高专

“十一·五”

基础类课程规划教材

## 1.1 运筹与运筹学

自从人类社会诞生以来,人们都一直经历着运筹、筹划的决策过程。而运筹学的一些朴素思想可以追溯到很早以前。例如,广为人知的齐王和田忌赛马的故事。在谋士孙臆的运筹策划下,田忌竟以逊色于齐王的马匹取得了比赛的最后胜利而赢得千金。

然而运筹学作为科学名词出现,并成为一门学科则是 20 世纪 30 年代以后的事。由于第二次世界大战期间军事上的需要以及战后经济恢复、发展的需要,它才逐步形成和发展起来。当年英国的运筹学小组的功业,战后美国兰德公司(Rand)的业绩等,都说明了运筹学不仅在军事上很有成效,而且对产业部门,可以提高其生产效率和增加利润。甚至在政府部门制定计划、进行决策时也可采用运筹学方法。随着科学技术的发展,计算机科学与计算技术的成就对运筹学的发展起着很大推动作用,其各分支也日趋成熟。运筹学已被人们普遍公认为是一门学术性很强、应用十分广泛的学科。世界上许多国家,都把运筹学列为大学生和研究生的必修课程。

运筹学的发展趋势显示:由于所研究问题的系统化、复杂化,使它与系统工程相结合;因为面临问题大多涉及社会、经济、心理、技术等综合因素的研究,这种问题往往是非结构性的复杂问题,应用通常的、精巧的数学方法往往很难解决,需要寻求新的方法,比如后面要介绍的层次分析法、冲突分析法就属于这种情况。解决问题的过程将变为决策者和分析者共同参与,发挥其创造性的过程。运筹学今后的发展,以运筹应用为主,其次是运筹科学和运筹数学。

## 1.2 系统与系统工程

人们在早期,往往把现象或事物看成是彼此孤立的、割裂的、互不联系的。但是,随着科学技术的发展和社会生产实践的深入,逐步改变了这种观点,认为自然界是有着内部联系的统一体,客观世界是以整体形态存在而运动的,现象或事物之间都是相互依赖、相互联系、相互制约的。人们长期的实践活动逐步抽象概括出系统这个概念。

### 1.2.1 系统

系统是系统工程最基本的概念,但是关于它的定义至今尚没有统一的定论。

一般系统论创始人贝塔朗菲认为:“系统可以定义为相互关联的元素的集合。”我国学者钱学森等对系统的定义是:“系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的,具有特定功能的有机整体。”此外尚有多种定义。

尽管定义的表述有异,但都共同地指明了系统的基本特征。系统特征有:

(1) 集合性 系统总是由若干要素组成的。例如企业是一个系统,它是由人、物、财、技能和信息等要素所构成的。

(2) 相关性 构成系统的诸要素是相互依赖、相互制约、相互联系、相互作用的。企业中人的要素更有其特殊性,人的主观能动性具有特别重要的意义。企业中人与物、人与财、人与技术和方法、人与信息,彼此之间相互影响、相互制约,正所谓牵一发而动全身。

(3) 层次性 系统的诸要素之间关系呈现出一定的层次结构。不同的层次结构显示了彼此的从属或相互作用关系。系统的层次间存在着动态的物流和信息流,形成了系统的动态特征,为实施调节与控制提供了条件。

(4) 整体性 系统并非是诸多要素简单的组合,而是一个有机的整体。系统的整体性表现为系统的整体功能。系统的整体功能并非是各组成要素的简单叠加,而是具有各组成要素所没有的新功能。在这里,2加2未必就等于4。系统中,即使各个构成部分都很完美,但作为系统却可能并不怎样完美;相反,即使各个构成要素本身并非十分完美,但他们所构成的系统则可能有极其良好的功能。

(5) 目的性 通常系统都具有某种或某些要实现的目的,正由于这样才能将不同系统加以区分。资本主义企业以资本家赚取最大利润为目的,而社会主义企业,则为满足社会需求、人们生活的需要,为国家增加积累和职工谋福利为目的。

(6) 环境适应性 系统总是存在于一定的环境之中,要与环境发生物质、能量和信息的交换。一个系统如果不能适应环境,势必解体,不可能存在下去。例如,企业是一个系统,存在于一定的市场、社会、政治和经济环境之中。企业要生存求发展,必须适应市场、社会的需求,必须遵守国家的政策、法规,否则企业就难以持续,系统势必解体。

### 1.2.2 系统工程

系统工程在学科体系中属于工程技术层次。美国科学技术辞典解释为:“系统工程是研究复杂系统的科学,该系统由许多密切联系的元素所组成。设计该复杂系统时,应有明确的预定功能及目标,并协调各元素之间及元素与总体之间的有机联系,以使系统从总体上达到最优目标。在设计系统时,尤其要考虑到参与活动的人的因素及其作用。”

我国学者钱学森等认为:“系统工程是组织管理系统的研究、规划、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方法”;日本控制学家三浦武雄认为:“系统工程是一种横向技术。”

尽管定义有所不同,但其实质是基本一致的。通俗的说法就是从“系统”高度去考虑、分析与研究,“最优”地去处理所研究的问题。系统工程可定义为:以有人因素参与的复杂大系统为研究对象,按照一定目的对系统进行研究、分析和处理,以期达到总体效果最优的理论、技术和方法。系统工程属于工程技术范畴,其研究、应用对象是系统,使系统具有所希望的功能,以期达到利用、改造世界的目的。系统工程致力于组织、管理系统,它又是软技术而区别于其他工程技术,如电子技术、机械工程、建筑工程、水利工程等。

### 1.2.3 系统工程的产生、形成和发展

系统工程是在第二次世界大战期间为适应战争需要而发展起来的一门新兴学科。它不仅是一门综合性很强的技术学科,也是现代化的组织管理方法,已被广泛应用在工业、农业、经济管理、军事工程、城市规划、交通运输等各个领域,在国民经济和国防建设中发挥着十分重要的作用。1957年美国人哥德和麦荷尔合著出版了第一本系统工程的专著。此后,系统工程得到了迅速的发展。系统工程真正为人们所重视是从美国阿波罗登月计划成功开始的。阿波罗登月计划分别由地面、空间和登月三大部分所组成,涉及到火箭技术、电子技术、航天、冶金、化工及材料等多种技术和学科,是一项特别复杂、庞大的工程计划。要把人安全地运送到月球,又要返回地球,需要了解地球、宇宙空间的物理环境及月球的构造等,研制的零部件有数百万件,耗资 300 亿美元,参与管理人员、技术人员和工人达 40 余万人,历时 11 年之久,最后终于获得了成功。为了完成这个计划,除了考虑各部分之间的配合协调,还要估计到各种未知因素可能带来的种种影响。这样千头万绪的工作,情况的千变万化,涉及多种技术和学科的工程计划,要靠一个“总设计师”或“总工程师”的个人智慧、能力和经验是根本无法解决的。这就需求有一个部门、一个团队运用一种科学的组织管理方法,综合考虑、统筹安排来解决这些问题。这就是系统工程。当然,系统工程的一些观念是远在古代就已有了的。公元前 256 年由李冰父子主持的著名的都江堰水利工程就是典型的一例。该工程由鱼嘴分流、飞砂堰排沙和宝瓶口引水三大主体工程 and 二百多个渠堰工程组成统一整体工程。整个工程融会贯通,具有总体目标最优,实现了防洪、排沙、抗旱目的。工程能利用地形调节河流量,自动分级排沙,水系网络宜于农田灌溉,就地取材、经济实惠,可谓是一部巧夺天工的杰作。历代以来甚至当今岷江流域人民无不受益于此。

宋真宗年间皇宫失火夷为平地,丁渭受命主持的皇宫修复工程——丁渭工程。开渠引水就地制砖造瓦,科学合理地妥善解决了取材、运输和废物处理问题,在短期内让皇宫重现辉煌,此举堪称建筑史上的一大奇迹。此外,如我国万里长城的修建等。这一切都说明了我们中华民族是一个优秀的民族,一个聪明、勤劳的民族。相比之下同时代的西方,可是落后多了。同时,也说明了系统工程这种工程技术源于人们长期的社会生产实践,朴素的系统观念、经典的系统工程的行为是早就有了的,只不过作为一门科学、一种科学方法的集成还是起始于第二次世界大战期间,军事上的需要促成了工程系统的形成与发展。

工程系统的形成和发展是有一定的历史背景和条件的。近年来经济、社会、政治、管理等各个方面,出现了综合性很高的大系统、复杂系统,它突破了区域、行业、学科的界限,每个部门为了实现自己的目的,就必须从总体立场出发,从整体最优出发,要综合考虑系统与环境、系统内部各个部门之间的关系。要求有一种能适应新情况的新方法,就是要从系统角度去观察、去分析、去探求解决问题,取得总体最优的方法,这就是系统工程发展的客观基础。随着科学技术、计算机技术和计算方法的发展,已经形成了现代最优化技术体系,这就使得复杂的大系统问题的最优化决策成为可能,从而促进了工程系统的发展。

20世纪70年代以来,应用系统工程理论和方法来研究和解决我国的重大现实问题,在许多领域和方面均取得了很好的效果。如人口问题的定量研究及应用、农业系统工程、洲际导弹研制、区域发展战略、水资源开发利用等。国外学者对中国系统工程在工业、农业、军事、人口、能源、资源、社会经济等领域的应用给予了极高的评价。

2003年10月15日9时,一枚长征二号F型运载火箭在酒泉卫星发射中心腾空升起,把载有中国第一位航天员杨利伟的“神舟五号”飞船送上太空,飞船绕地球飞行14圈后返回,于10月16日6时23分在内蒙古主着陆场安全着陆,实现了中华民族的千年飞天梦想。这是我国自1970年4月24日成功发射“东方红一号”卫星以来,我国航天史上又一座新的里程碑,成为继美俄之后,世界上第三个掌握载人航天技术、成功发射载人飞船的国家。2005年“神舟六号”发射又取得了圆满的成功。2007年10月24日,我国第一个月球探测卫星“嫦娥一号”发射成功。我国航天工程是航天史上规模宏大的系统工程。

当代系统工程的应用领域日益广泛,进而推动系统工程理论和方法不断深化发展。近年来,系统工程的应用从工程系统日渐向社会经济系统扩展,其中社会经济发展战略、企业发展战略和区域社会经济发展规划是全社会关注的应用领域,并取得显著的社会经济效益。广泛的应用,要求更多创新的方法来解决复杂的实际

问题。近年来,模糊决策理论、多目标决策和风险决策的理论和方法、柔性战略的理论和方法、智能化决策支持系统、神经网络在系统分析中的应用、冲突分析、对策论在经济管理系统的应用等方法层出不穷,展示了系统工程广阔的发展远景。20世纪90年代以来,系统工程在国内外的的发展及应用出现了许多新的特点,主要有以下几个方面。

①研究与应用的范围或对象系统的规模越来越大,并将继续朝着“巨系统”发展。

②各类专门系统工程日益形成自己的特色,如特有的方法论、模型体系及专用计算机软件等。

③系统工程在企业改革与发展中得到了有效运用。IE和IM的发展就是系统工程在企业生产系统和产业经济系统中运用的结果。

④系统工程与计算机系统的结合变得异常紧密,如常用的系统工程软件包、决策支持系统及政策模拟实验室、系统仿真试验室的开发、建立与运行。

⑤系统工程方法论有了新的发展,通过集成化等途径不断形成新的技术应用综合体。

⑥系统工程应用领域、范围日益扩大。进入新世纪,系统工程与经济全球化、企业发展结合,与新一代信息技术及网络技术结合,与实施可持续发展战略结合,与思维科学、人文科学结合等方面将会有新的发展和良好的前景。系统工程会更加关注追踪国内外的“热点”问题,并取得满意的应用结果。

### 1.3 运筹学与系统工程

运筹学研究的对象是经济、军事及科学技术等活动中能用数量关系来描述的有关运用、筹划与管理等方面的问题。运筹学在解决问题过程中形成了自己的工作程序,它包括:

①经调查研究,提出和形成问题。

②建立模型并求解。

③检验模型并评价模型的解。

④在实际问题中应用得到的模型解,并在实施中发现问题的,进行修改。

运筹学应用领域非常广泛。运筹学在以下三个方向发展,即运筹学应用、运筹科学和运筹数学,并强调应用。

基础上,逐步发展和成熟起来的一门工程技术学科。系统工程作为开发、改造和管理大规模复杂系统的一般方法,而区别于其他专业的工程技术学科,如电气工程、机械工程等。系统工程属软科学,一般从整体框架入手,然后进入系统内部详细设计;系统工程试图通过构成系统要素加以适当配置来提高系统整体功能;系统工程具有科学性,同时又具有艺术性,它是科学性与艺术性的有机结合。

系统工程基本原理有:反馈原理、稳定性原理、协调原理和系统最优性原理等;基本方法有系统分析方法和综合优化方法等。

系统工程应用领域已十分广泛,主要有以社会为研究对象的社会系统工程,研究宏观经济系统的经济系统工程,以及区域规划系统工程、能源系统工程、水资源系统工程、交通运输系统工程、农业系统工程、工程项目管理系统工程、信息系统工程、物流系统工程等。

系统工程有机地联系了自然科学和社会科学,把生产、科研、社会和经济活动有效地组织起来,应用定量和定性相结合的方法和计算机等技术对系统的构成要素、组织结构、信息进行分析、设计、制造,从而达到最优设计、最优控制和最优管理。通过科学的组织管理技术,最充分地发挥人力、物力和信息潜力,协调局部与整体关系,以实现系统的综合最优化。

### 思考题与练习题

1. 选择一个你所熟悉的系统问题并加以说明:
  - (1) 系统的功能及其要素;
  - (2) 系统的输入、转换和输出;
  - (3) 系统的结构(用框图表达);
  - (4) 系统的功能与结构及其与环境的关系。
2. 说明系统一般属性,并据此归纳出系统思想和观点。
3. 管理系统有何特点?为什么说现代管理系统是典型的(大规模)复杂系统?
4. 阐述系统工程的特点。
5. 结合系统工程应用领域,说明系统工程在你所学专业领域的应用。
6. 试述系统工程与运筹学的关系。

## 第二章

# 系统分析

## (Systems Analysis)

### 本章学习目标：

掌握系统分析的基本方法：霍尔三维分析和切克兰德方法；掌握系统分析的要素和原则；了解系统分析的程序和发展。

在市场经济大潮中，有的企业兴旺发达，而有的则倒闭或被兼并。生物系统中，有的生物曾辉煌过，可后来败落了，甚至灭绝。从认识到开拓一个新系统或改造一个旧系统，必须进行认真系统分析。

### 2.1 霍尔三维分析

我国著名学者钱学森把现代科学技术划分为 11 种大门类。系统科学与其他学科相互交叉、贯通，只要是系统问题，都可以撇开具体内容，而从系统高度进行研究，这就表明了系统科学的横断性。系统科学的形成是科学技术发展的必然。系统工程是系统科学在工程技术层次上的一门学科，有其独特的分析方法——系统分析。霍尔通过对系统工程一般阶段、步骤和常用知识范围的考查，以时间、逻辑和知识作为坐标，提出了三维结构，被称为霍尔三维结构，用来寻求组织与管理大型工程建设项目的最优化。

(1) 时间维 表示从开始到结束所需经历的时间段，段段相衔接，分为规划、拟

定方案、研制、生产、安装、运行和更新。

(2) 逻辑维 指完成全部工作从逻辑上可划分为摆明问题、确定目标、系统综合、分析、选择、决策和实施。

(3) 知识维 指完成上述步骤所需要的相关知识和各种专业技术。

把时间维和逻辑维加以综合,就形成了系统工程活动矩阵。系统工程活动矩阵中的  $a_{ij}$  表示系统工程的一个具体时间段从事的具体活动,例如  $a_{11}$  表示在规划阶段中从事明确问题这一具体活动。在活动矩阵中所列的各项活动是相互影响、紧密联系的,为使系统在整体上取得最优效果,应把各个阶段、各项活动反复进行,这样就形成了工程学的五个主要工作,即研究、计划、设计、制造和运用。

## 2.2 切克兰德方法

20 世纪 70 年代以来,系统工程广泛应用到社会经济系统,涉及到人、信息和社会等复杂因素,许多因素又是难以量化,属于非结构性问题。许多学者在霍尔方法的基础上,进一步提出了各种修正意见。具有代表性的是英国学者切克兰德提出的一种系统工程方法论,受到学术界的重视。他提出的工作程序如下。

(1) 认识问题 收集与问题有关的信息,表达问题现状,寻找影响因素及其间的关系,以确定系统问题结构,确定有关行为主体和利益主体。

(2) 根底定义 弄清系统问题的关键要素,研究各种基本观点,并从其中选择出最恰当的基本观点。所确定观点要经得起实践的检验。

(3) 建立相应的概念模型 概念模型来自于根底定义,通过系统化语言对问题进行描述。

(4) 比较与修正 将第一步所明确的系统问题和第三步所建立起来的模型进行对比。对根底定义的结果进行适当的修正。

(5) 选择可行方案 针对比较结果,考虑有关人员的态度及其他相关因素,选择可行的较好方案。逐步得出满意的可行解。

(6) 设计与实施 通过有针对性的设计,形成了具有可操作性的方案,以使相关人员更乐于接受和愿意竭尽全力去实施方案。

(7) 评价与反馈 根据在实施的过程中获得的信息,重新认识问题,修正描述,完善根底定义及概念模型,进一步比较、修正、选择方案、设计与实施,不断地进行多次反馈。因此它是一个“学习”的过程。切克兰德方法的核心是比较与选择。它强调从概念模型与现实状况对比中探寻改善的途径,使决策者满意,通过认识与概念化、比较与学习、实施与反馈等过

程,对社会、经济等问题进行分析研究,这正是软系统工程论的特点。

霍尔三维结构与切克兰德方法均为系统分析方法,均以问题为起点,具有相应的逻辑过程。但他们之间主要存在以下两点不同。

①霍尔方法主要以工程系统为对象,而切克兰德方法更多用于社会经济系统。

②霍尔方法的核心是优化分析,求取最优解;而切克兰德方法则是比较学习,强调找出可行的满意结果。

## 2.3 系统分析要素、程序及原则

### 2.3.1 系统分析的概念及其要素

第二次世界大战后,美国兰德公司开发、研究大型工程项目时,为解决大规模复杂系统问题而提出的方法论中首次提出了“系统分析”一词。

1972年欧、美等12国有关部门联合组成国际应用系统分析研究所(IASA),从而使得系统分析的应用扩大到社会、经济、生态等领域,并有了新的涵义。从狭义上理解,系统分析的重要基础是霍尔三维结构中逻辑维的基本内容,并与切克兰德方法论等有相通之处;从广义上理解,有时把系统分析就作为工程系统的同义语使用。

#### 1. 系统分析的定义及内容

系统分析是运用建模及预测、优化、仿真、评价等技术对系统的各有关方面进行定性及定量相结合的分析,为选择最优或满意的系统方案提供决策依据的分析研究过程。

在进行系统分析时,系统分析人员对与问题有关的要素进行探索和展开,对系统的目的、功能、环境、费用与效果等进行充分的调查研究,并分析处理有关的资料和数据,据此对若干备选的系统方案建立必要的模型,进行优化计算或仿真实验,把计算、实验、分析的结果同预定的任务或目标进行比较和评价,最后把少数较好的可行方案整理成完整的综合资料,作为决策者选择最优或满意系统方案的主要依据。

#### 2. 系统分析的要素

系统分析有如下六个基本要素。

(1)问题 在系统分析中,问题一方面代表研究的对象,或称对象系统,需要系统分析人员和决策者共同探讨与问题有关的要素及其关联状况,恰当地定义问题;另一方面,问题表示现实状况(现实系统)与希望状况(目标系统)的偏差,这为系统改善指明了方向。