

现代信息管理与信息系统系列教材

系统工程

——方法与应用

XITONG GONGCHENG

——FANGFA YU YINGYONG

唐幼纯 范君晖/主 编
李红艳 高圣国/副主编

清华大学出版社

现代信息管理与信息系统系列教材

上海市第四期教育高地（信息管理与信息系统）建设成果

系统工程

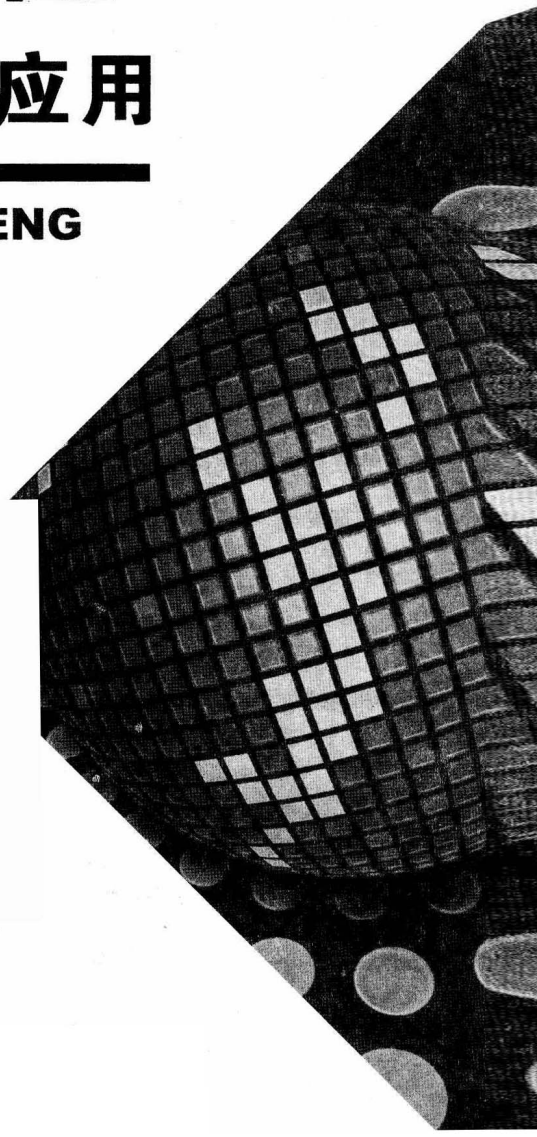
——方法与应用

XITONG GONGCHENG

——FANGFA YU YINGYONG

唐幼纯 范君晖/主 编
李红艳 高圣国/副主编

清华大学出版社
北 京



内 容 简 介

本书力求将系统工程方法论精心设计到系统性问题的解决过程中,从系统问题的提出、解决问题的目的分析、实现目标的系统方案(模型)设计、系统模型构建到系统模型结果分析;深入浅出地介绍了如何用系统的思想认识社会、经济、管理等系统性问题,以系统结构分析方法、系统模型方法、系统评价模型、系统仿真模型、系统预测模型为主要内容,将系统工程的思想和方法论渗透到解决问题的过程中。本书通过积累丰富的例子加以说明方法的运用,使得系统工程内容不再枯燥繁杂,而变得深入浅出、通俗易懂。

本书不但适用于管理、工程类专业的学生和研究生研读,还可以作为相关人员的培训教材和自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

系统工程:方法与应用/唐幼纯等主编.--北京:清华大学出版社,2011.1

现代信息管理与信息系统系列教材

ISBN 978-7-302-23476-0

I. ①系… II. ①唐… III. ①系统工程 IV. ①N945

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 155039 号

责任编辑:刘志彬

责任校对:王荣静

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市季蜂印刷有限公司

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230

印 张:13.25

字 数:271 千字

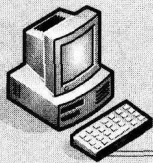
版 次:2011 年 1 月第 1 版

印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:27.00 元

产品编号:038541-01



总序

作为一种资源,信息是人类智慧的结晶和财富,是社会进步、经济与科技发展的源泉。信息同物质、能源一起,成为现代科学技术的三大支柱:物质为人类提供材料,能源向人类提供动力,而信息为人类奉献知识和智慧。

在人类发展史上,还没有哪种技术能够像信息技术这样对人类社会产生如此广泛而深远的影响。而现代信息技术,特别是采用电子技术来开发与利用信息是时代的需要,是世界性潮流、是人类社会发展的必然趋势,并正以空前的速度向前发展。

环顾当今世界,几乎每个国家都把信息技术视为促进经济增长、维护国家利益和实现社会可持续发展的最重要的手段,信息技术已成为衡量一个国家的综合国力和国家竞争实力的关键因素。

在国内,随着信息化建设的进一步深化,特别是电子商务和电子政务的兴起,社会各界对于信息管理人才的需求越来越多,要求也越来越高。这表明,“信息管理与信息系统”作为管理科学的一个重要分支,已经成为信息时代人才培养不可缺少的一个重要方面。

作为上海市优秀教学团队,上海工程技术大学信息管理与信息系统专业教师队伍在学科建设中,秉承面向国际、面向服务国家和地区经济建设的宗旨,坚持教学与研究相结合、理论与实践相结合,在近 20 年的专业建设中取得了一系列丰硕的教学与研究结果。

为了使读者进一步掌握信息管理理论和技术,也为了让研究成果更好地服务于社会,我们组织了一批长期从事信息管理与信息系统教学和研究的教师撰写了本系列教材。

本着培养“宽口径、厚基础、重应用、高素质”德才兼备、一专多能的信息管理类人才的原则,本系列教材以理论与实践相结合,注重系统性、基础性,突出应用性作为编写理念。因此,体现出以下三个方面的特点:

(1) 构建与人才培养目标相适应的教材体系。

教材建设的关键在于构建与人才培养目标相适应的知识内容体系。作为 21 世纪信息管理与信息系统专业的教材必须适应“以信息化带动工业化”的国家发展战略,以运筹学、系统工程等管理科学为研究方法,以计算机科学与技术为支持工具,构建培养读者掌握企业实施管理信息化所必需的知识体系。

本系列教材密切结合我国社会主义市场经济的发展对人才的需要,紧跟时代的发展,



不断补充和引进新的教学内容,增加信息技术方面的最新进展,紧紧围绕上述培养目标建设面向 21 世纪的信息管理与信息系统专业课程体系,并在此基础上进行教材体系的建设。

(2) 重视理论体系架构的完整性和鲜明性。

本系列教材可以使读者了解信息管理过程中,各个环节所应用的信息技术,了解信息管理系统的规划、开发和管理的内容,从而体会到信息管理的三大支撑学科——经济学、管理学和计算机科学在信息技术和信息系统所实现的信息管理中的内在联系和作用。

本系列教材由三个层次模块的教材组成,三个层次模块既有本身的核心知识内容,又紧密联系,形成了知识结构系统性的特点。其中:

- 信息管理的基础理论模块,如《信息资源管理》、《系统工程——方法应用》、《运筹学》等;
- 信息管理的技术模块,如《Java 语言编程实践教程》、《信息系统分析与设计》、《数据结构与程序设计》、《数据库系统原理及应用》等;
- 信息管理的应用模块,如《电子商务》、《管理信息系统理论与实践》等。

(3) 体现专业知识内容的应用性。

本系列教材强调理论联系实际,充分结合信息技术的实践和我国信息化的实际,注重理论的实际运用,全面提升“知识”与“能力”。在教材编写的过程中,教材案例编排的逻辑关系清晰,应用广泛,针对性强。本系列教材在注重理论与实践相结合的同时,也提高了实际应用的可操作性。

本套教材内容丰富,信息量大,章节结构符合教学需要和计算机用户的学习习惯。每章的开始,列出了“学习目标”和“本章重点”,便于读者提纲挈领地掌握各章知识点,每章的最后还附有“案例分析”和“习题”两部分内容,教师可以参照上机练习,实时指导学生进行上机操作,使学生及时巩固所学知识。

丛书编著做到了专业知识体系框架完整。在内容安排上,各教材内容广泛汲取了同类教材的精华,借鉴了本领域内众多专家和学者的观点和见解。

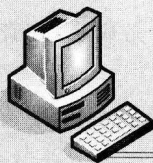
本套丛书在编写过程中参阅了大量的中外文参考书和文献资料,在此向国内外有关作者表示衷心的感谢。

由于编者水平和时间所限,如有错误和遗漏之处,敬请读者提出宝贵意见。

汪 泓

2010 年 4 月

于上海工程技术大学



前言

“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。”(钱学森)因此,对工程、管理各领域人员,树立系统工程的思想,运用系统工程的方法,解决工程、管理等系统性问题,将具有十分重要的意义。

系统工程是一门学科交叉的工程技术,它从系统的观点出发,立足整体,将自然科学和社会科学中的思想和方法有机地结合起来,采取定量和定性相结合的方法,为现代科学技术的发展提供新思路,并且从系统性问题的提出到系统性问题的解决这样一个过程本身就是系统工程方法论的实践。

本书以系统工程的应用案例为主线,全面系统地讲述了系统工程方法与应用。第1章主要介绍系统的概念和特点、系统工程在社会实践中的应用;第2章介绍系统的概念,描述系统的方法,系统解释结构模型方法;第3章介绍霍尔(Hall)硬系统方法论、切克兰德软系统方法论、综合集成方法论和物理-事理-人理系统方法论,它们各自的特点及思维方式,并从逻辑维展开介绍 Hall 的硬系统方法论;第4章主要讲述系统模型的概念、层次分析模型方法;第5章介绍系统评价概述、模糊综合方法、主成分方法及其应用;第6章介绍系统仿真的特点和作用、MC 仿真方法和应用;第7章介绍系统动力学的应用对象和表示方法、系统动力学的建模步骤;第8章讲述系统预测方法的分类,神经网络预测模型的特点、工作原理以及应用。

本书的大部分内容是在作者为管理学院、文理学院系统工程专业本科生及研究生开设的系统工程课程的讲义基础上,进一步修改后编著的。本书积累了作者多年的教学经验,收集了大量的社会、经济、管理等系统工程实践应用案例,对系统工程难以解析的概念、方法给予了清晰的演绎。明晰概念、简述方法、指导应用为本书的特点奠定了基础。本书不但适用于管理、工程类专业的学生和研究生研读,还可以作为相关人员的培训教材和自学参考书。

本书由上海工程技术大学唐幼纯、范君晖主编。具体分工是:第1~3章由唐幼纯、范君晖编写,第4、5章由唐幼纯编写,第6、7章由唐幼纯、范君晖编写,第8章由唐幼纯、李红艳、高圣国编写。

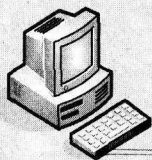


本书在编写过程中,参阅并吸收了大量资料和公开发表的有关人员的研究成果,在此对他们的工作、贡献表示衷心的感谢。

由于系统工程涉及面非常广泛,又是一门不断发展着的交叉学科,限于我们水平有限,编写时间较紧,书中错误或疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 4 月



目 录

第 1 章 系统科学与系统工程	1
1.1 系统科学概述	1
1.1.1 系统科学的概念	1
1.1.2 系统科学研究的问题	2
1.1.3 系统科学研究的内容	4
1.2 系统工程概述	6
1.2.1 系统工程的定义	6
1.2.2 系统工程发展简史	8
1.2.3 系统工程的实践应用	9
1.2.4 系统工程的发展趋势	10
1.2.5 系统工程的特点	10
1.3 结语	11
本章小结	12
思考题	12
第 2 章 系统工程研究的对象——系统	13
2.1 系统的基本概念	13
2.1.1 系统的定义	13
2.1.2 系统的输入、输出和系统的功能	16
2.1.3 系统的环境	17
2.1.4 系统的分类	18
2.1.5 系统的特性	22
2.2 系统的一般描述	24
2.2.1 系统的框图描述	24
2.2.2 系统的集合描述	25



2.3	系统的结构成分	26
2.4	系统的结构分析	29
2.4.1	系统的解释结构分析方法	29
2.4.2	系统结构分析应用	34
	本章小结	38
	思考题	39
第3章	系统工程方法论	40
3.1	霍尔(Hall)硬系统方法论	41
3.1.1	Hall 方法论三维结构体系	41
3.1.2	Hall 方法论的特点	44
3.2	软系统方法论	45
3.3	H-Ch 综合系统方法论概述	46
3.4	几种方法论的比较	46
3.5	系统工程方法论的进一步发展	47
3.6	HALL 方法论的逻辑步骤	48
3.6.1	问题的界定	48
3.6.2	目标确定	50
3.6.3	方案汇总	57
3.6.4	系统评价和决策实施	60
	本章小结	61
	思考题	61
第4章	系统模型方法	62
4.1	系统模型概述	62
4.1.1	系统模型的定义	62
4.1.2	系统模型的基本特征	64
4.1.3	系统模型的分类	64
4.1.4	系统模型的作用	68
4.2	建立系统模型的思考方法	68
4.3	建立数学模型的一般步骤	69
4.4	建立系统模型的一般原则	70
4.5	建立系统模型的 AHP 方法	71
4.5.1	AHP 模型方法的基本思想	71



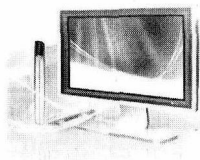
4.5.2	AHP 模型方法的基本步骤	72
4.5.3	应用 AHP 方法建立系统层次结构模型	80
	本章小结	83
	思考题	84
第 5 章	系统评价	85
5.1	系统评价的基本概念	85
5.1.1	系统评价的含义与意义	85
5.1.2	系统评价的思想和原则	85
5.2	系统评价指标体系	86
5.2.1	系统评价指标体系建立的原则	86
5.2.2	系统评价指标体系的构成	87
5.2.3	系统评价指标体系的构建方法	87
5.3	系统评价的一般步骤	88
5.4	系统评价方法	89
5.4.1	经验评价方法	89
5.4.2	价值分析方法	94
5.4.3	模糊综合评价方法	95
5.4.4	因子分析方法	105
5.4.5	主成分分析方法	107
5.4.6	系统评价应用案例	111
	本章小结	116
	思考题	117
第 6 章	MC 系统仿真	119
6.1	系统仿真的概念	119
6.2	系统仿真的特点和作用	120
6.2.1	系统仿真的特点	120
6.2.2	系统仿真的作用	120
6.3	系统仿真的一般步骤	121
6.4	蒙特卡罗(MC)仿真方法	122
6.4.1	随机数概念	122
6.4.2	蒙特卡罗仿真概述	126
6.4.3	蒙特卡罗(MC)仿真	129



6.5 蒙特卡罗系统仿真的应用	139
本章小结	145
思考题	146
第7章 系统动力学仿真	147
7.1 系统动力学的一般概述	147
7.2 系统动力学的应用对象	148
7.3 系统动力学的表示方法	149
7.3.1 系统动力学研究过程	149
7.3.2 系统动力学模型的表示方法	150
7.4 系统动力学的建模步骤	156
7.5 系统动力学应用案例	160
本章小结	165
思考题	166
第8章 神经网络系统预测	167
8.1 系统预测概述	167
8.1.1 系统预测的应用领域	167
8.1.2 系统预测的概念	168
8.1.3 系统预测方法的分类	168
8.2 神经网络预测方法	169
8.2.1 人工神经网络的概念	169
8.2.2 脑神经系统与生物神经元	170
8.2.3 人工神经网络的特点	171
8.2.4 人工神经网络发展的回顾	171
8.2.5 人工神经网络的应用领域	173
8.3 人工神经元	174
8.3.1 人工神经元的基本构成	175
8.3.2 神经元作用函数	175
8.3.3 M-P 模型	175
8.3.4 神经网络的拓扑结构	177
8.3.5 神经网络的学习	177
8.4 感知器模型	178



8.5	BP 神经网络	179
8.5.1	BP 神经网络的多层结构	180
8.5.2	BP 网络计算公式	182
8.5.3	BP 模型算法示意图	184
8.6	神经网络实现过程	187
8.6.1	确定系统框架	187
8.6.2	学习样本	187
8.6.3	学习算法	187
8.6.4	推理机	187
8.6.5	知识库	188
8.6.6	输入模式转换	188
8.6.7	输出模式转换	188
8.7	神经网络的容错性	192
8.7.1	容错性的研究内容	192
8.7.2	前馈网络容错性的分析方法	192
8.7.3	前馈网络容错性的设计方法	193
	本章小结	196
	思考题	196
	参考文献	197



第 1 章

系统科学与系统工程

本章关键词

系统科学(system science) 系统工程(system engineering)

本章要点

系统工程是系统科学的第四个层面,即系统科学的应用领域。在越来越注重学科应用的社会发展环境下,了解系统科学对学生系统工程课程的学习具有重要的指导意义。

系统工程是组织管理系统的规划、研究、制造、试验和使用,并对所有系统都具有普遍意义的科学方法。因此理解系统工程的概念和特点、了解系统工程在社会实践中的应用可以激发学生学习系统工程的兴趣。

1.1 系统科学概述

现今科学迅猛发展,使得学科的界限分割越来越不明显,学科融合、学科渗透、学科交叉,呈现出大科学、大学科态势,因此当今的科学又称为系统科学。系统工程与系统科学有什么关系?系统工程在现今系统科学态势下有什么作用?在此有必要对系统科学的概念有所认识。

1.1.1 系统科学的概念

系统科学是多维的、交叉的(横跨自然科学、社会科学和工程技术)、综合的,作为现代科学技术体系中的一个大部门的新兴学科。

为了更好地理解系统科学,先来看看传统科学的概念。所谓传统科学,是指研究特定物质运动形式中的特殊矛盾的科学。例如,传统机械学研究机械物质在运动形式中产生的作用力和反作用力;传统军事学则以军事活动为对象,研究攻击和防御的战略战术;黑格尔认为哲学是一种特殊的思维运动,是对绝对的追求,他在《小逻辑》一书中指出,“哲学以绝对为对象,是一种特殊的思维方式”;唯物论和唯心论是传统哲学研究的一对矛盾体。从这些传统科学的定义中可以看到,传统科学是以“事物”为主题进行研究的。



系统科学既不专门研究自然界中某一特定物质运动形式中的特殊矛盾,也不专门研究社会现象的某一侧面,而是研究横贯于宇宙间一切物质运动形式中的某些共性现象。所谓共性现象,我们用数学中的同构问题来说明。微积分学中的积分方法可以解决不同系统的同构问题,包括曲边梯形的面积问题、变速直线运动的路程问题等。在对所有可以研究的问题进行分析之后,发现它们之间存在的数学结构一致性,于是抽去几何、物理等实体意义,寻找共性,得到所有这一类问题可以归结为求一个和式的极限 $\int_a^b f(x)dx$ 问题。如果 $f(x)$ 是曲线,则 $\int_a^b f(x)dx$ 表示几何系统中的面积;如果 $f(x)$ 表示速度函数,则 $\int_a^b f(x)dx$ 表示物理系统中的路程。信息论是研究在信息系统中普遍存在着的信息传递的共同规律,以及如何提高各信息传输系统的有效性和可靠性的一门理论;控制论则是研究系统的状态、功能、行为方式及变动趋势,控制系统的稳定,揭示不同系统的共同控制规律,使系统按预定目标运行的技术科学。因此,系统科学是以“关系”为主题,研究不同领域各系统之间的同构性和一致性问题,即研究系统的结构关系。

将传统科学与系统科学放在一个二维坐标系中,则传统科学是以知识的“事物”主题为横坐标和纵坐标,系统科学则在坐标平面中以知识的“关系”为研究主题,即以“事物”为问题,用系统科学方法解决“事物”的结构关系。

1.1.2 系统科学研究的问题

“问题”是任何理论和方法研究的起点和归宿。随着人类对美好的不断追求,而满足美好的社会资源有限,从而必定产生问题,且人们对美好的需求越强烈问题就越复杂。例如“运输”问题,如果运输的对象确定,运输的工具满足,即运输的条件全部具备,则这只是一件事情而非问题;如果运输的路线需要选择,比如按照成本最低选择运输路程,或按照路程最短选择运输路程,或按照时间最快选择运输路程,则这时的“运输”就是问题了,且问题随着选择的条件(就是限制条件)越多变得越复杂,承担的风险也越大。当然,人类社会也正是因为不断产生的问题得到解决而发展的。

科学技术发展迅猛,促使系统发展面临着科学技术的快速进步,社会生产的物质、能量、信息按指数曲线急剧增长;网络时代的来临使得“地球变得越来越小”,空间、距离不再能够束缚人们,宇宙中各种事物之间的联系空前增强;系统元素数量增多、规模扩大与管理水平之间的矛盾日益尖锐,形成了管理差距;环境对系统的影响及交互作用越来越明显。由此产生的“问题”呈现出时间性、空间性和层次性等特点,形成了“系统性问题”。下面的例子可以帮助我们进一步理解什么是“系统性问题”。例如,“人才培养”问题包括人才的素质培养、人才的道德培养、人才的智育培养等。这些问题之间存在着相互制约、相互影响的关系。



“提高高等教育质量”问题包括高等教育的定位、高等教育培养目标、专业培养方案设置、师资队伍建设、教学质量等问题,这些问题呈现明显的时间性、空间性和层次性特点,这些问题相互联系、相互制约。

教师的“师德修养”问题包括教师的道德认识、道德情感、道德意志、道德信念、道德行为和习惯等问题。教师只有在教育教学实践中,在处理师生之间、教师之间、教师与家长及教师与社会其他成员之间的关系中,才能认识自己的行为是与非,才能辨别善与恶,才能培养自己良好的教师道德品质。

现代化的工业产业结构调整涉及重工业与轻工业的关系,高新技术与传统技术的关系,工业内部如加工业与纺织业、制造业等关系,因此工业产业结构调整问题呈现出复杂性、风险性和模糊性等特征。

食品安全管理问题涉及原材料的采购、加工等生产安全质量管理,涉及运输、销售等环节安全质量管理,涉及法律、法规的约束和规范等,因此食品安全管理问题也是一个非常复杂的问题,任何一个环节的管理出现问题都会导致食品安全问题。

上述这些问题需要思考的环节越来越多,条件约束越来越多,相互关系越来越复杂,而且可供选择的条件越多其风险也随之加大。因此这些问题明显呈现如下三个特点。

(1) 复杂性。涉及的问题多、范围广、尺度宽,关系错综复杂。例如现代化城市系统的和谐发展问题。城市系统由许多子系统构成,这些子系统包括人口系统、人文系统、经济系统、资源系统、市政系统、工业系统、商业系统、文化教育、医疗卫生、交通运输、邮电通信、城市建设系统等。这样规模庞大、范围广泛、变量繁杂的复杂大系统,要达到和谐发展,需要做好市政建设、环境建设、经济建设、文化建设等各方面的工作。在分析时,任何一个环节出错都会影响全局。

(2) 风险性。自然系统、社会系统和经济系统之间存在着千丝万缕的联系,具有许多不确定关系,如果处理不当将会产生不利影响,造成难以挽回的损失,甚至产生滞后多年的影响。例如上面提到的现代化城市系统的和谐发展具有明显的风险性特点。现代化城市系统与自然系统、社会系统、经济系统等之间存在着密切的联系,科学合理地处理好它们之间的关系,才能保障现代城市系统的和谐发展。

(3) 模糊性。系统性问题与系统的环境之间呈现“你中有我,我中有你”的局面,系统的边界呈现模糊性。例如现代化城市系统的和谐发展问题与社会系统、农业发展系统具有密切相连的关系,没有农业的大力支持很难有城市系统的和谐发展。例如教育系统发展问题,国家制定的许多教育政策关系到教育系统的生存发展,两者难以完全区分。这些问题的边界呈现模糊性特点。

随着社会的不断进步,产生的问题已经转化为日益复杂的问题(在这里暂且称之为系统性问题)。正是由于系统性问题的出现,使得问题的解决已经不再能够用某一学科的方法来解决,而是需要综合、交叉、多学科也即系统科学方法来解决。因此,系统性问题需要



运用系统科学的理论和方法寻找解决问题的最佳方案。

注意：本章中所说的都是一些综合性问题，且这些问题满足复杂性、风险性、模糊性的特点。这里暂且称之为“系统性问题”。等我们学习了系统的概念之后，将“问题”与“系统”结合起来，对“系统性问题”的概念才会有更深刻的理解。关于“系统”的概念将在第2章中予以介绍。

1.1.3 系统科学研究的内容

系统科学涵盖了系统哲学、系统基础科学、系统方法科学以及系统应用科学等内容。系统哲学创造性地运用哲学提供的世界观、方法论和认识论研究事物之间的普遍联系，揭示系统内部各元素之间、系统各层次之间、系统与环境之间及系统发展过程各个阶段之间关系的本质。系统基础科学研究系统的功能、结构、系统与环境的关系，尤其是如何从无序状态形成系统的有序结构，即系统的自组织理论等，主要涉及系统论、系统的自组织理论。系统方法科学是以系统科学基本理论为依据，针对各专业系统工程中存在的共性技术问题统一处理而形成的系统方法论。例如系统科学领域中资深的“老三论”——系统论(system)、控制论(cybernetics)和信息论(information)，又称为SCI论，及20世纪70年代以来陆续确立并迅速发展的三门系统理论的分支学科——耗散结构论(dissipative)、协同论(synergetic)、突变论(catastrophe)，合称“新三论”，也称为DSC论。系统应用科学是将系统科学的理论和方法应用于人们的实践活动中，也被称做系统工程。包括系统分析、系统设计与系统管理。

今天已经有越来越多的人认识到“老三论”和“新三论”影响并改变着21世纪的科学图景和人类对世界的认识，它们也都是系统工程重要的理论基础，在此对其理论作简要的概述。

1. 系统论、控制论和信息论——“老三论”理论概述

系统论的创始人是美籍奥地利理论生物学家L. V. 贝塔朗菲(L. Von Bertalanffy)。系统论要求把事物当做一个整体或系统来研究，并用数学模型去描述和确定系统的结构和行为。所谓系统，是由相互作用、相互依赖和相互制约的若干组成部分结合而成的、具有特定功能的有机整体；而系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。贝塔朗菲旗帜鲜明地提出了系统观点、动态观点和层次观点，指出复杂事物功能远大于某组成因果链中各环节的简单总和，认为一切生命都处于积极运动状态，有机体作为一个系统能够保持动态稳定是系统向环境充分开放，获得物质、信息、能量交换的结果。系统论强调整体与局部、局部与局部、系统本身与外部环境之间相互依存、相互影响和制约的关系，具有目的性、动态性、有序性三大基本特征。

控制论是著名的美国数学家维纳(N. Wiener)同他的合作者自觉地适应近代科学技



术中不同门类相互渗透与相互融合的发展趋势而创始的。它摆脱了牛顿经典力学和拉普拉斯机械决定论的束缚,使用新的统计理论研究系统运动状态、行为方式和变化趋势的各种可能性。控制论是研究系统的状态、功能、行为方式及变动趋势,控制系统的稳定,揭示不同系统的共同控制规律,使系统按预定目标运行的技术科学。

信息论是由美国数学家香农(C. E. Shannon)创立的。信息论分为狭义信息论与广义信息论。狭义信息论是关于通信技术的理论,它是以数学方法研究通信技术中关于信息的传输和变换规律的一门科学。广义信息论,则超出了通信技术的范围来研究信息问题,它以各种系统、各门科学中的信息为对象,广泛地研究信息的本质和特点,以及信息的获取、加工、处理、传输、储存、控制和利用的一般规律。显然,广义信息论包括了狭义信息论的内容,其研究范围却比通信领域广泛得多,是狭义信息论在各个领域的应用和推广,因此,它的规律也更一般化,适用于各个领域,所以它是一门横断学科。狭义信息论是研究在通信系统中普遍存在着的信息传递的共同规律,以及如何提高各信息传输系统的有效性和可靠性的一门通信理论。广义信息论被理解为运用狭义信息论的观点来研究一切问题的理论。信息论认为,系统正是通过获取、传递、加工与处理信息而实现其有目的运动的。信息论能够揭示人类认识活动产生飞跃的实质,有助于探索与研究人们的思维规律和推动与进化人们的思维活动。

2. 耗散结构论、协同论和突变论——“新三论”理论概述

耗散结构理论是比利时物理学家普利高津(I. Prigogine)于1969年提出来的。一般说来,开放系统有三种可能的存在方式:热力学平衡态、近平衡态、远离平衡态。耗散结构论者认为,系统只有在远离平衡的条件下,才有可能向着有秩序、有组织、多功能的方向进化,这就是普利高津提出的“非平衡是有序之源”的著名论断。在长期的研究工作中,普利高津发现,当一个远离平衡态的开放系统,由于许多复杂因素的影响而出现非对称的涨落现象,当达到非线性区时,在不断与外界进行物质和能量交换的条件下,系统将可能发生突变,由原来的无序混沌状态自发地转变为一种在时空或功能上的有序结构。事物的这种在非平衡状态下新的稳定有序结构就称为耗散结构。而耗散结构论则是探索耗散结构微观机制的关于非平衡系统行为的理论。系统论所要寻求的也就是这种具有有序性的稳定结构,从这个意义上说,耗散结构论与系统有异曲同工之妙。

协同论又称为协同学理论,是20世纪70年代联邦德国著名理论物理学家哈肯(H. Haken)在1973年创立的。他认为自然界是由许多系统组织起来的统一体,这许多系统就称为小系统,这个统一体就是大系统。在某个大系统中的许多小系统既相互作用,又相互制约,它们的平衡结构,而且由旧的结构转变为新的结构,则有一定的规律,研究本规律的科学就是协同论。协同学理论也是处理复杂系统的一种策略。其目的是建立一种用统一的观点去处理复杂系统的概念和方法。协同论的重要贡献在于通过大量的类比和严谨的分析,论证了各种自然系统和社会系统从无序到有序的演化,都是组成系统的各元素之