

开放复杂系统与系统集成丛书

“十一五”
国家重点图书出版规划项目

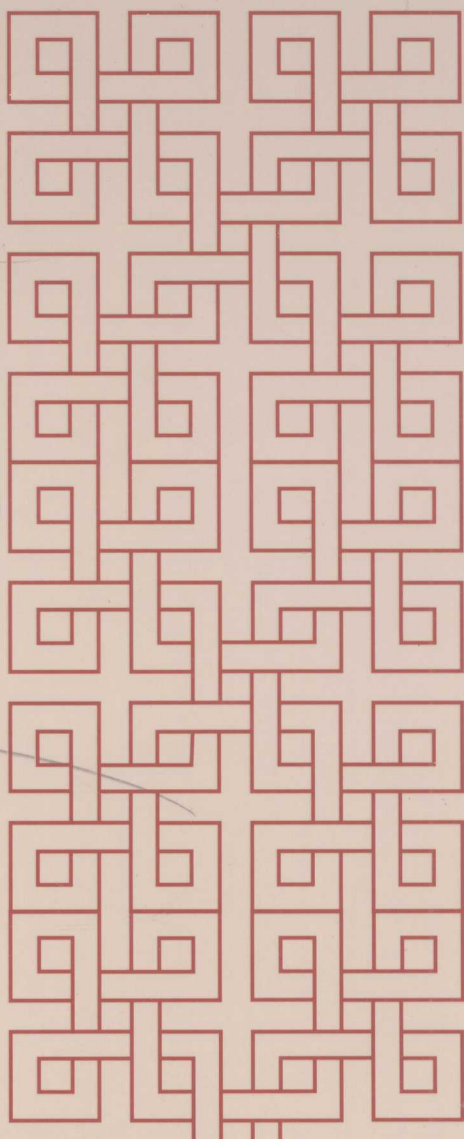
开放复杂 智能系统

OPEN
COMPLEX
INTELLIGENT SYSTEMS

基础、概念、分析、设计与实施

Fundamentals, Concepts, Analysis, Design and Implementation

操龙兵Cao Longbing
戴汝为Dai Ruwei 著



“十一五”
国家重点图书出版规划项目

TP18/170

2008

开放复杂系统与综合集成丛书

操龙兵Cao Longbing 戴汝为Dai Ruwei 著

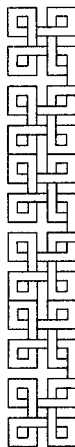
开放复杂智能系统

OPEN COMPLEX
INTELLIGENT SYSTEMS

基础、概念、分析、设计与实施

Fundamentals, Concepts, Analysis, Design and Implementation

人民邮电出版社
北京



图书在版编目 (CIP) 数据

开放复杂智能系统: 基础、概念、分析、设计与实施/
操龙兵, 戴汝为著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.3
(开放复杂系统与综合集成丛书)

ISBN 978-7-115-17248-8

I. 开… II. ①操…②戴… III. 人工智能—研究 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 182128 号

开放复杂系统与综合集成丛书

开放复杂智能系统

基础、概念、分析、设计与实施

Open Complex Intelligent Systems

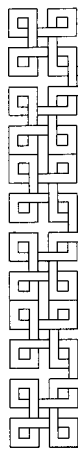
Fundamentals, Concepts, Analysis, Design and Implementation

-
- ◆ 著 操龙兵 戴汝为
责任编辑 顾 翀 刘 涛
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京国彩印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 22.5
字数: 439 千字 2008 年 3 月第 1 版
印数: 1—1 200 册 2008 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17248-8/TP

定价: 89.00 元

读者服务热线: (010) 67132705 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154



《开放复杂系统与综合集成丛书》

编委会

名誉主编 宋 健 (院士)

主 编 戴汝为 (院士)

编 委 (以姓氏笔划为序)

于景元 王 珏 王飞跃 王春恒

边肇祺 石 勇 朱剑英

李国杰 (院士) 李衍达 (院士)

吴启迪 (院士) 吴宏鑫 (院士)

何新贵 (院士) 宋国宁 张 侃

张 钹 (院士) 陆汝钤 (院士) 肖柏华

郑南宁 (院士) 钟义信 涂元季

黄 琳 (院士) 操龙兵

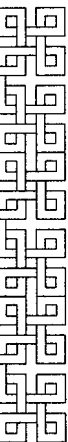


内容提要

开放复杂智能系统是目前国内外重点研究与开发的领域，其中的开放巨型智能系统属于钱学森院士所提出的“开放的复杂巨系统”中的一类。开放复杂智能系统是智能系统与智能科学、信息系统与信息技术、软件工程与知识工程等领域中的复杂问题，涉及诸多大型智能信息系统和处理工程与应用。本书作者总结多年来在国内外所从事的相关研究与开发所得，试图对这类复杂而重要的问题和系统的分析与设计的方法论及技术进行初步的探讨。作者结合多年来对于钱学森院士所提出的综合集成理论和人机结合智能系统的工程技术的研究与开发实践，以及总结在国外所从事的相关工作与最新进展，比较详尽地探讨了开放复杂智能系统的基础、概念、分析、设计与实施。

本书的主要内容包括智能系统的发展历程、开放复杂智能系统的概念、系统设计模式、系统抽象机制、系统分析方法、系统设计技术、系统实施途径与管理等。最后，本书介绍两个实际的开放复杂智能系统，以及系统实施中的相关体会。

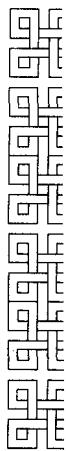
本书面向人工智能、智能系统、信息系统、复杂系统与复杂性科学、软件工程、知识工程及本体工程，可以作为上述相关专业与领域的研究参考书，也可以作为上述专业的研究生教材。本书所提出的关于开放复杂智能系统中的一些前沿问题与最新进展，则可以作为进一步研究的基础与出发点。书中所列举的国内外经典文献、推荐读物、最新进展及工具支持等，为读者快速进入相关领域并了解前沿学术动态，提供了丰富、翔实的资源与路径。



Abstract

Open Complex intelligent systems are large-scale, open and complex intelligent systems. They are one of the most challenging areas in artificial intelligence, intelligence sciences and complex systems. This type of systems can be widely seen in many engineering areas such as intelligent transport systems. In China, the distinguished scientist Dr Xuesen Qian (Hsuch-Sen Clien) proposed a new field of sciences, open complex giant systems and its methodology, from qualitative to quantitative metasyntesis in 1990. The theory combines reductionism and holism to form systematology for dealing with open complex giant systems. Following this research, in this book, we summarize our results of understanding, analyzing and designing open complex intelligent systems based on many years of research and development both in China and overseas. On top of a retrospect of the evolution of artificial intelligence and intelligent systems studies, we present the definition, abstraction, design paradigm, system analysis and design of open complex intelligent systems by combining agent, organizational, service and social computing. Lessons learnt in conducting real-life systems and two case study systems are introduced.

This monograph is suitable for either postgraduate textbook or reference for research students, researchers and developers in areas such as artificial intelligence, intelligent systems, information systems, decision support systems, complex systems and the science of complexity.



序

中国科学家钱学森在主持与完成众所周知的“两弹一星”的工作之后，又致力于开创系统科学基础层次的系统学（Systematology）。他与两位同事于1990年在《自然杂志》发表的《一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论》被称为系统科学发展的里程碑之一的论文。这种方法论概括为“以人为主、人机结合、从定性到定量的综合集成法（Metasynthesis）”；它的实践形式进一步发展为“综合集成研讨厅体系（Hall for Workshop of Metasynthetic Engineering）”；通过戴汝为及其研究集体运用现代信息技术，构建成信息空间中大成智慧研讨厅体系（Cyberspace for Workshop of Metasynthetic Engineering），使之在经济及国防建设中发挥了积极的作用。

这个发展过程与智能科学及其技术密切相关，实质上是研制人机结合的智能系统；以综合集成为核心，求解与开放的复杂巨系统相关的问题。研究和构建过程中，这个集体吸取了系统学、思维科学（Noetic Science）、信息与网络技术（Information and Network Technology）等有关的精华，进一步再以综合集成为核心，探讨智能系统设计的新范式。戴汝为1995年发表了介绍综合集成的专著《智能系统的综合集成》。2007年作为信息时代的智能研究出版了《论信息空间的大成智慧》，同时进入概念时代反映科技与人文融合发展出版了《社会智能科学》等书。这里所谈到的问题涉及复杂性研究。众所周知，诺贝尔经济学奖获得者美国的司马贺（H. A. Simon）教授及美国的圣菲研究所（Santa Fe Institute）在国际上以复杂性研究著称于世，他们所提出的复杂系统与复杂性（Complexity）与我们所研究的有相类似之处。分析对比之下可以看出他们没有具体提供解决问题的方法！上述的研究工作比他们高一层次在于：区别了复杂系统与复杂巨系统，复杂系统可以用控制论和计算机解决；而复杂巨系统只有用从定性到定量综合集成法才能处理相关问题。

近些年来，在西方智能科学界，“混合智能系统”与“大规模智能系统”等概念相继被提出并引起国际关注。“混合”体现了多种技术、多个学科之间的交叉与融合，“大规模”反映了智能系统研究重点上的转移。与上述中国特色的智能系统发展历程不同的是，西方的相关研究并没有清晰体现出强有力的方法论的

指导与科学体系的驱动,因而更多表现在具体技术和特定领域的问题求解与系统构建上的技术进步。随着中西科学交流的扩展与深入,以及信息网络等先进技术的推动,中国以整体论为主导的科学体系与西方的技术进步之间的交叉与融合正以前所未有的速度进行着。这种交互的一个表现,就是建立以中国的综合集成体系为方法论与学科指导,融汇多种最新计算范式与技术进步的“开放复杂智能系统”的研究与开发。本书是操龙兵博士多年来在国内外辛勤劳动,对智能系统、综合集成以及系统复杂性等方面进行深入研究取得的成果,是以上工作的继续,也可以说是秉承钱学森科学思想在智能系统领域所取得的最新进展。

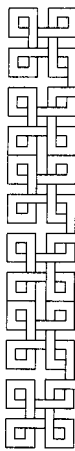
2 本书对开放复杂智能系统的探讨,所寻求的一条途径是以人为主、人机结合在从定性到定量的综合集成方法论的指导下,表达交叉与融合复杂智能系统研究在混合、大规模、智能系统的综合集成,与多智能体系统软件工程等领域的最新成就;并吸纳组织计算与社会计算的最新进展,从而建立开放复杂智能系统的系统抽象、分析、设计与实施的方法论、技术与手段。这些努力,不仅有利于建立面向复杂智能系统的智能科学的学科体系,更朝向与推动构建具体的开放复杂智能系统的实践过程。

可以预期的是,关于构建开放复杂智能系统的方法论与技术的积累与探讨,为处理一个个具体的复杂智能系统,特别是开放的复杂巨系统,提供了理论基础与实践途径。总之,“人认识问题只能从具体事例入手,而从解决一个个开放的复杂巨系统开始”。这种面向实际应用的努力,必将既丰富开放的复杂巨系统及其综合集成体系的研究,充实智能科学的学科演化,也累积具体智能系统的建设与实践经验,从而推动智能科学与应用技术及工程21世纪在迈进概念时代中的进步。

溯本求源,上述关于“开放复杂智能系统”的基于中西智能科学研究成果的交互、多学科的交叉与融合,以及对方法论与工程技术并重的学术思想和研究方法,深深得益于钱学森所创建的系统科学技术层次工程控制论(Engineering Cybernetics)、系统工程以及基础理论层次的“系统学”的启发并不断得到他的指导,为此作者表示衷心的感谢。

中国科学院院士 戴汝为

2007年11月



关于作者

操龙兵博士

操龙兵博士现为澳大利亚悉尼科技大学高级讲师。他师从我国人工智能与模式识别的先驱戴汝为院士,在中科院获得“复杂系统与智能科学”方向的博士。他的研究论文获得中科院院长优秀奖。操龙兵博士的主要研究方向是人工智能与智能系统、数据挖掘与知识发现、软件工程、知识与本体工程等。他是国际上关于智能体与数据挖掘集成研究以及领域数据挖掘的发起人与主要组织者之一。

在中科院研究期间,操龙兵博士参与了国家重大基金项目“支持宏观经济决策的人机结合综合集成体系研究”,重点就开放巨型智能系统进行了初步研究。随后,他作为商业智能公司的首席技术官,负责研制集成型商业智能系统,并获得中国“中小企业创新基金”的资助。他被上海证券交易所聘请为第三代监察系统的技术顾问与高级金融专家。操龙兵博士具有在电信、金融、证券、社保等多个领域从事多智能体系统、智能决策支持系统、商业智能、客户关系管理与数据挖掘等智能信息系统和智能信息处理的具体实践经验。

在悉尼,操龙兵博士领导了多智能体系统、数据挖掘等研究组。近3年来,他获得来自澳洲自然科学基金(Australia Research Council)、悉尼科大研究基金、资本联合研究中心(CMCRC)和亚太证券业研究中心(SIRCA)等10多个项目的联合资助。

结合金融、民政服务、电信等具体行业,操龙兵博士在中澳开展了开放复杂智能系统与数据挖掘的研究与实践。他领导并成功完成了澳洲联邦政府社会保障部Centrelink的第一数据挖掘项目,现正领导从事一个3年的大型数据挖掘项目。

操龙兵博士是IEEE的高级会员。他多年来担任自主智能体与多智能体系统国际联合会(AAMAS)的程序委员会委员,兼任20多个相关会议的程序委员会主席、组织委员会主席或委员。他发表中英文论文近70篇,在Springer出版或者即将出版关于领域数据挖掘和智能体与挖掘集成等多部著作。

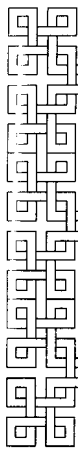
戴汝为院士

戴汝为院士现任中国科学院自动化研究所研究员,1991年当选为中国科学院院士。他长期从事自动控制、模式识别、人工智能、智能控制、思维科学、复杂性科学、社会智能科学、系统科学、中医方法论等多个领域的交叉性前沿研究。

戴汝为院士曾任国家 863 计划智能计算机主题专家组副组长、国际句法模式识别委员会委员、欧洲 *Signal Processing* 杂志海外编委。现任中国科学院学部主席团成员、道德委员会委员、中国自动化学会理事长、国务院学位委员会系统科学学科评审组评委、中国科学院自动化研究所学术委员会主任、清华大学智能系统与智能技术国家开放实验室学术委员会主任、《模式识别与人工智能》、《复杂系统与复杂性科学》杂志主编等职。

戴汝为院士于 20 世纪 50 年代从事工程控制论与最优控制研究;20 世纪 70 年代最早在国内开展模式识别的工作,1980—1982 在美国普渡大学电机系作访问学者,把统计模式识别与句法模式识别有机地结合起来,提出了新的语义、句法模式识别;之后,他开展了人工神经网络在知识工程中应用和手写汉字识别的研究,从而把汉字识别发展起来成为中国的高新技术产业之一;20 世纪 90 年代初,进行智能控制及思维科学的工作。进入 21 世纪以来,戴院士主持了国家重大基金项目“支持宏观经济决策的人机结合综合集成研讨厅体系”,项目结题获得特优的高度评价。戴院士通过知识系统及人工智能的途径,整合人工智能、智能系统、控制理论、思维科学、认知科学、系统科学、复杂性科学等多个领域与学科,跨入对开放的复杂巨系统及其方法论、社会智能科学、复杂性科学、中医复杂巨系统等前沿领域的前瞻性研究。

戴院士曾获国家科技进步一等奖一项、中国科学院自然科学一等奖一项、中国科学院科技进步二等奖二项、中国航天工业总公司科技进步一等奖一项及何梁何利科技进步奖。他的专著获第四届“国家图书奖”和 1999 年“全国优秀科技图书奖”暨“科技进步奖(科技著作)”一等奖等。他已培养硕士、博士 90 余名。近年来与著名科学家钱学森院士等合作,在某些前沿领域进行交叉学科的整合。到目前为止,戴汝为院士已发表《智能系统的综合集成》、《社会智能科学》、《论信息空间的大成智慧》等学术专著 10 部、学术论文 200 余篇。

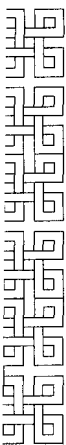


致谢

我们真诚地感谢所有对本书直接或者间接做出过贡献的国内外同事、同学、朋友和学生。他们主要分布在中国科学院自动化研究所的复杂系统与智能科学实验室、澳大利亚悉尼科技大学的信息技术学院 (Faculty of Information Technology, University of Technology Sydney Australia)。我们也感谢同行们在本书的成书过程中所提供的真知灼见或者资料共享, 特别是中国科学院的王飞跃教授、悉尼科技大学的张成奇教授等。最后, 我们真诚地感谢家人的无限支持与理解。

本书的学术思想和研究方法的形式得益于钱学森院士博大精深且具有前瞻性的科学创新思想的启迪和长期指导, 在此特别表示衷心的感谢。

我们还要感谢编委会专家们的支持与指导, 感谢人民邮电出版社出版发展基金对本书出版提供的资助。



反馈与建议

我们非常乐意接受读者的反馈和建议,并表示由衷的感激。
如果您在阅读中发现书中有任何不妥之处,对本书有任何建议,
或者建设性的批评意见,请反馈到以下地址:

Longbing CAO

PO Box 123 Broadway

Faculty of Information Technology

University of Technology, Sydney

Australia 2007

Fax: 61-2-9514 4492

E-mail: longbing.cao@gmail.com

Homepage: www-staff.it.uts.edu.au/~lbcao

或:

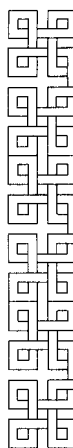
操龙兵 (转收)

北京市海淀区中关村东路 95 号

复杂系统与智能科学重点实验室

中国科学院自动化研究所

100080



前言

近些年来,复杂系统、人工智能、认知科学与系统科学等的交叉研究使得智能系统理论与实践进入了新的阶段。智能系统与信息系统的研究与开发正向着越来越开放、越来越复杂、越来越集成、越来越与人相结合的系统的方向发展。我们当前所面临的主要研究对象是开放复杂智能系统,比如国际上正处于研究热点的混合智能系统与大规模多智能体系统,以及国内重点研究的属于开放巨型智能系统范畴的人机结合智能系统。

在实践中,很多智能系统都可以归属于开放复杂智能系统,比如企业级商业智能决策支持系统、大型跨国组织的经营管理与决策系统、国家宏观经济决策支持系统等。

上述开放复杂智能系统属于钱学森院士在1990年所提出的“开放复杂巨系统”范畴中的一种。与普通的智能系统相比,这种开放复杂智能系统为其系统抽象、分析与设计带来了诸多前所未有的系统复杂性。这类系统具有开放性、层次性、社会性、演化性、人机结合、大规模、综合集成等系统特征。

研究与建立能够处理开放复杂智能系统的上述系统复杂性的合适的方法论、计算范式、系统抽象机制、系统分析模型、系统设计技术、系统开发工具等,是当前国内外复杂系统、智能系统与信息系统研发中的一些重点与难点问题。这方面的探索,不仅有利于推动智能科学、社会思维与认知科学、社会计算与智能的深入研究,也有益于开发能够有效地处理开放复杂智能系统的软件工程与计算技术,还有益于建立有效构建处理开放复杂巨系统的问题求解系统的工程开发技术。

为此,本书着重探讨以下方面的内容:

(1)处理开放复杂智能系统的方法论,我们借鉴“人机结合”的“从定性到定量的综合集成”的研究方法,试图综合基于西方还原论的智能系统成就与基于综合集成理论的研究成果;

(2)突出组织与社会的机制与智能在系统理解、抽象与分析中的重要性;

(3)体现综合集成策略,将智能体计算、服务计算、组织计算和社会计算融合起来,研究开放复杂智能系统的设计与开发;

(4)综合国内外相关领域最新成果,力求实践性与可操作性。

本书总结了作者近些年来就上述系统与问题领域所开展的研究成果，特别是结合作者多年来在国内外开展的复杂智能系统的理论与实际研究，以及国家重大基金项目“支持宏观经济决策的人机结合综合集成体系研究”和澳大利亚多项国家自然科学基金项目的研究成果，初步建立一个关于开放复杂智能系统的系统抽象、分析与设计的理论体系与开发途径。

本书力图比较系统、全面、实用地介绍开放复杂智能系统的系统复杂性，重点阐述方法论、可用的计算模式、面向组织的系统建模与分析、面向智能体服务的系统设计等内容。此外，本书还结合所设计的两个系统原型进行系统实施的案例分析。

作为一类特别复杂的智能系统，开放复杂智能系统的研究在理论与工程技术上还有待深入与完善。钱学森院士所提出的“开放复杂巨系统”理论，处理开放复杂巨系统的方法论“从定性到定量的综合集成”，以及构建问题求解系统的“综合集成研讨厅”等，为深入研究开放复杂智能系统提供了前瞻性的与博大精深的科学思想与路线指引。

本书特点

本书的主要特点如下。

中西结合、多学科交叉 本书采纳系统论与人机结合的综合集成的研究方法，融合西方还原论与中国传统的整体观，综合智能科学、复杂系统、软件工程、信息系统与社会智能等多个学科的知识，对开放复杂智能系统的分析与设计有关的问题展开研究。

内容丰富、覆盖面广 本书内容覆盖复杂系统与智能科学、复杂系统软件工程、计算机科学、信息系统等多个领域的诸多方向，内容丰富、充实，并提供关于开放复杂智能系统的方法论、早期分析、晚期分析、建模、设计、实施与评价的初步完整理论体系。

国际前沿、最新进展 本书是作者在国内外多年从事相关问题研究的成果结晶，并及时反映国内外相关问题的最新研究进展与方法，书中直接、大量地引用国际研究的最新成果，有关研究的术语尽量与国际上的术语保持一致，并给出中英文对照。

面向实际、实践性强 本书所研究的开放复杂智能系统是目前相关研究领域的重点，也是从事大型智能系统工程项目经

常面临的问题,所讨论的方法具有非常强的针对性、实用性与操作性,可以直接应用于处理类似系统的分析、设计与开发。

引文丰富、资料翔实 本书广泛引用了多个领域的国内外相关的经典文献、最新进展、研究成果等,并专门提供了分类整理的推荐读物与网络资源,可以引导读者快速、准确了解相关领域的发展动向。

本书覆盖的内容相当丰富,总体上包括以下方面。

复杂系统与智能科学领域的多个研究方向 如复杂系统、人工智能、智能信息系统、智能信息处理、综合集成理论、社会智能、本体工程、多智能体系统、知识工程、思维科学、认知科学、复杂性科学等。

复杂系统软件工程的多个研究方向 如概念建模、可视建模、形式建模、需求工程、系统分析、系统设计、系统开发,以及方案评价与项目管理等。

计算机科学的多个研究方向 如对象计算、智能体计算、移动计算、服务计算、分布式计算、组织计算、社会计算等。

读者对象

本书的读者对象主要包括从事上述方向研究与开发的专业研究人员、硕士与博士研究生、研究生课程教师与研究生指导教师等。

专业研究人员 专业研究人员可以从书中了解相关方向的研究问题、研究挑战、国际与国内的最新进展、问题求解方法、技术途径、前沿与展望等,并就自己感兴趣的问题进行深入研究,丰富自己的研究方法。

硕士与博士研究生 硕士与博士研究生不仅可以从本书了解相关方向的国内外前沿性研究成果,还可以就其中的一些问题展开研究,作为自己的研究方向。也可以结合或者发展本书中介绍的方法,开辟新的分析与设计方法,构建自己的开放复杂智能系统。

研究生教师 研究生课程教师可以将本书作为研究生教材或者参考教材。研究生指导教师可以从中寻找研究方向,作为被指导研究生的研究课题。

阅读本书的读者需要具有如下课程或者研究方向上的一定的知识:人工智能、智能信息系统、软件工程等。

本书内容结构

第1章 介绍开放复杂智能系统的基本概念。首先总结人工智能与智能系统的演进历史与发展趋势,指出开放复杂智能系统是智能科学与信息系统研究的主要类型与重点领域。然后总结介绍国内外关于混合智能系统、大规模智能体系统和开放巨型智能系统等概念与研究进展。作为最为复杂的智能系统,还介绍了开放巨型智能系统的系统特征,构建开放巨型智能系统的主要问题、任务与途径。这类系统是本书的研究重点。本章是本书后续各章展开的基础与总线索。

第2章 介绍开放复杂智能系统的方法论。分别介绍混合智能系统、大规模智能体系统和开放巨型智能系统研究任务、主要方法等内容。这一章重点阐述作为处理开放复杂巨系统问题的方法论——人机结合、从定性到定量的综合集成体系的原理、策略。人机结合的综合集成理论是本书开展开放复杂智能系统研究的方法论指导。

第3章 介绍开放复杂智能系统的计算模式。在回顾计算模式演进的基础上,分别介绍如下主流计算模式:面向对象计算、构件/构架计算、分布式计算、智能体计算、移动计算、服务计算,以及集成智能体、服务、组织与社会计算的计算模式。这种集成计算是本书处理开放复杂智能系统分析与设计的计算模式。

第4章 介绍开放复杂智能系统的系统抽象。首先介绍开放复杂智能系统的层次模型。在接纳基于智能体计算构建开放复杂智能系统的假设下,分析多智能体组织与社会中的社会性交互与社会性工作机制、组织与环境交互的社会关系,讨论了智能体方法处理开放复杂智能系统抽象的有效性与不足。在此基础上提出面向组织的抽象框架,对开放复杂智能系统进行成员划分与理解。

第5章 介绍开放复杂智能系统的系统分析。讨论面向组织的系统分析的任务、过程、集成建模、成员建模、环境建模、组织规则建模、组织结构建模、组织动态特性建模、交互建模、协议工程、组织与环境交互建模、目标建模、规范建模等。这些分析模型可以对开放复杂智能系统的主要系统元素进行定义与描述。

第6章 介绍开放复杂智能系统的系统设计。在讨论了采

用面向智能体方法进行开放复杂智能系统的系统设计的复杂性、有效性、局限性等的基础上,阐述基于智能体服务的系统设计的概念、基本任务、基本过程等。进一步,介绍智能体服务模型、智能体服务模式、面向智能体服务的集成架构、智能体服务本体、智能体服务通信等系统设计问题与设计技术。

第7章 介绍社会计算与社会智能。介绍社会计算的基本概念与基础,分析社会计算与人机结合的开放巨型智能系统之间的关联性,提出综合集成计算的概念,作为进行社会计算与构建社会计算系统、创造与利用社会智能的一种方法。

第8章 介绍开放复杂智能系统的系统开发。总结进行开放复杂智能系统的系统实施方法论、基本过程、系统分析与系统设计之间的映射。讨论处理开放复杂智能系统的软件工程的过程能力与组织抽象能力,以及项目性能评估的成本效益与风险分析。为便于读者理解,这一章将举例说明两个开放复杂智能系统(人机结合的综合集成研讨厅系统和金融交易与监察决策支持系统)的实施基本情况。最后,总结介绍了多智能体系统的开发方法。

第9章 就有关开放复杂智能系统的问题理解、系统分析、设计与开发等的挑战与技术途径进行展望。

