

META-SYNTHESIS
METHOD SYSTEM AND
SYSTEMATOLOGY
RESEARCH

综合集成方法体系与 系统学研究

顾基发 王浣尘 唐锡晋 等 著



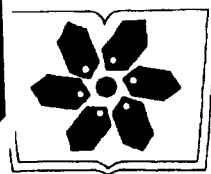
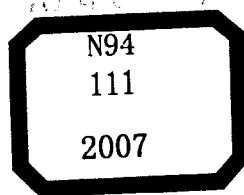
科学出版社
www.sciencep.com

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

综合集成方法体系与 系统学研究

陈永贵 王德明 王德明 等 著

清华大学出版社
Tsinghua University Press



中国科学院科学出版基金资助出版

综合集成方法体系 与系统学研究

顾基发 王浣尘 唐锡晋等 著

国家自然科学基金重大项目(79990583)成果

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书较为系统地介绍了作者“十五”期间从事 NSFC 有关综合集成研究重大项目的主要成果。其中包括：综合集成及其相关研究的系统综述和方法论研究；对“意见综合”与“模型集成”两个主要议题的研究；综合集成系统建模策略；以及针对经济系统不同问题的实践，包括有关复杂系统的一些较新的建模方法和演化模型等。本书提出了以同步研讨→异步分析→同步研讨的流程来简要体现综合集成的工作过程，以此为主线集成了自主研制支持不同群体活动的平台，并通过针对一些不同议题的示例性试验展示不同类型综合集成的结果。一些探索性研究，如知识创造场等在书中有所涉猎。

本书适用于系统科学、系统工程、管理科学与工程、计算机及相关工程技术专业和尝试定量研究的社会科学领域的师生、研究人员与实践工作者参阅。

图书在版编目(CIP)数据

综合集成方法体系与系统学研究/顾基发,王浣尘,唐锡晋等著. —北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-018469-6

I. 综… II. ①顾…②王…③唐… III. 系统科学-研究 IV. N94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 008997 号

责任编辑:陈 亮 马 跃/责任校对:邹慧卿

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 1 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 1 月第一次印刷 印张: 27 1/2

印数: 1—3 000

字数: 510 000

定价: 50.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<路通>)



系统科学是从事物的整体与部分、全局与局部以及层次关系的角度来研究客观世界的，客观世界包括自然、社会和人自身。能反映事物这个特征最基本的重要概念是系统，所谓系统是指由一些相互关联、相互影响和相互作用的组成部分所构成的具有某些功能的整体。这样定义的系统在自然界、人类社会和人自身是普遍存在的。

现代科学技术的发展，不仅大大丰富了我们对外观世界的认识，也极大地提高了我们改造世界的能力。现代科学技术的发展呈现出既高度分化又高度综合的两种明显趋势，一方面是已有学科不断分化、越分越细，新学科、新领域不断产生；另一方面是不同学科不同领域之间相互交叉、结合以至融合，向综合性、整体化方向发展。这两种趋势是相辅相成，相互促进的。系统科学就是这后一发展趋势中涌现出来的新兴科学。系统是系统科学研究的基本对象，这与自然科学、社会科学与人文科学不同，系统科学能把这些科学部门研究对象联系起来作为系统进行综合性整体研究，这就是为什么系统科学具有交叉性、综合性、整体性与横断性的原因。

在系统科学中，直接用于改造客观世界的应用技术是系统工程；为系统工程直接提供理论方法而处在技术科学层次上的有运筹学、控制论、信息论等；揭示系统基本规律而处在基础科学层次上的便是系统学，这就是钱学森提出的系统科学体系结构。按着系统结构的复杂程度，可将系统分为简单系统、简单巨系统、复杂系统、复杂巨系统以及特殊复杂巨系统——社会系统。但不管哪类系统，都有一个共同特点，就是系统在整体上具有其组成部分所没有的性质，这就是系统的整体性。这个性质意味着，对系统组成部分都认识了，并不等于认识了系统整体，系统整体性并不是其组成部分的简单“拼盘”。

对于系统研究来说，一个是认识系统，另一个是在认识系统的基础上去运用

和改造系统，这就要有正确的科学方法论和方法。对于简单系统和简单巨系统都已有了相应的方法和方法论。但对复杂系统和复杂巨系统，却是个新问题，不是已有科学方法和方法论所能处理的，需要有新的方法论和方法，这是一个科学新领域。

在自然科学中，还原论方法发挥了重要作用。这种方法是把研究对象分解成部分，以为把每个部分都研究清楚了，整体也就清楚了。按照这一方法论，当今物理学对物质结构的研究已到了夸克层次，生物学对生命的研究也到了基因层次，应该说已经研究得相当“深入”了。但现实情况却告诉我们，认识了基本粒子还不能解释大物质构造，知道了基因也还回答不了生命是什么，这些事实使科学家们认识到“还原论不足之处正日益明显”。这就是说，还原论方法由整体往下分解，研究得越来越细，这是它的优势方面，但由下往上回不来，回答不了高层次和整体问题，这又是它不足的一面，所以仅靠还原论方法还不够，还要解决由下往上的问题。这就是复杂性研究中所说的涌现问题，也是近些年来出现的复杂性科学所要研究的基本问题。

20 世纪 30 年代，奥地利理论生物学家贝塔朗非在生物学研究中就已意识到还原论方法的局限性，当生物学研究发展到分子生物学时，用他的话来说，对生物在分子层次上知道得越多，对生物整体反而认识得越模糊。在这种情况下，他提出了整体论方法，强调还是要从生物整体上来研究问题。限于当时的科学技术水平，整体论方法没有发展起来。但整体论方法的提出，确是对现代科技发展的重大贡献。20 世纪 80 年代中，国外出现了所谓复杂性研究和复杂性科学。实际上，他们所说的复杂性问题就是用还原论方法处理不了而需要有新的方法论和方法来处理的问题。从这个角度来看，系统整体性，特别是复杂系统、复杂巨系统的整体性问题就是复杂性问题。所以对复杂性的研究，他们后来也“采用了一个‘复杂系统’的词，代表那些对组成部分的理解不能解释其全部性质的系统”。他们在研究方法上确实有许多创新之处，如提出的遗传算法，开发的 Swarm 软件平台，以 Agent 为基础的系统建模，用数字技术描述的人工生命等。但在方法论上，虽然也意识到了还原论方法的局限性，但并没有开辟出新的途径，也没有提出新的方法论。方法论和方法是两个不同层次的问题。方法论是关于研究问题所应遵循的途径和路线，在方法论指导下是具体方法问题。如果方法论不对，再好的方法也解决不了根本性问题。

20 世纪 70 年代末，钱学森明确指出“我们所提倡的系统论，既不是整体论，也非还原论，而是整体论与还原论的辩证统一”。钱老的这个系统论思想后来发展成为他的综合集成思想。根据这个思想，钱老又提出把还原论方法与整体论方法辩证统一起来，即系统论方法。应用这个方法研究系统时，也要从系统整体出发将系统分解，在分解后研究的基础上再综合集成到系统整体，实现 $1+1>2$ 的涌现，达到从整体上研究和解决问题的目的，这是钱学森综合集成思想在

方法论层次上的体现。到了 80 年代末 90 年代初,钱老又先后提出“从定性到定量综合集成方法”及其实践方式“从定性到定量综合集成研讨厅体系”(两者简称为综合集成方法)。这就将系统论方法具体化了,形成了一套可操作的、行之有效的体系和实践方式。

综合集成方法的实质是把专家体系、信息与知识体系以及计算机体系有机结合起来,构成一个高度智能化的人-机结合体系,这个体系具有综合优势、整体优势和智能优势。它能把人的思维、思维的成果、人的经验、知识、智慧以及各种情报、资料和信息统统集成起来,从多方面的定性认识上升到定量认识。综合集成方法是以思维科学为基础的。从思维科学角度来看,人脑和计算机都能有效处理信息,但两者有极大差别。人脑思维一种是逻辑思维(抽象思维),它是定量、微观处理信息的方法;另一种是形象思维,它是定性、宏观处理信息的方法,而人的创造性主要来自创造思维,创造思维是逻辑思维和形象思维的结合,也就是定性与定量相结合、宏观与微观相结合,这是人脑创造性的源泉。今天的计算机在逻辑思维方面确实能做很多事情,甚至比人脑做得还好、还快,善于信息的精确处理,已有许多科学成就证明了这一点,如著名数学家吴文俊先生的定理机器证明。在形象思维方面,现在的计算机还不能为我们提供有效的帮助;至于创造思维就只能依靠人脑了。但计算机在逻辑思维方面毕竟有其优势,如果把人脑和计算机结合起来以人为主,那就更有优势,人将变得更加聪明,它的智能比人要高,比机器就更高,这也是 $1+1>2$ 的道理。人机结合以人为主的思维体系和研究方式具有更强的创造性和认识客观事物的能力。

信息、知识、智慧这是三个不同层次的问题。有了信息未必有知识,有了信息和知识也未必就有智慧。信息的综合集成可以获得知识,信息、知识的综合集成可以获得智慧。人类有史以来,是通过人脑获得知识和智慧的。现在由于以计算机为主的现代信息技术的发展,我们可以通过人一机结合以人为主要方法来获得知识和智慧,在人类发展史上,这是具有重大意义的进步。综合集成方法就是这种人—机结合获得知识和智慧的方法,它是人一机结合的信息处理系统,也是人一机结合的知识创新系统,还是人一机结合的智慧集成系统。

从实践论和认识论角度来看,与所有科学研究一样,无论是对复杂系统、复杂巨系统(包括社会系统)的理论研究还是应用研究,通常是在已有的科学理论、经验知识基础上并和专家判断力(专家的知识、智慧和创造力)相结合,对所研究的问题提出和形成经验性假设,如猜想、判断、思路、对策、方案等等,这种经验性假设一般是定性的。它所以是经验性假设,是因为其正确与否、能否成立还没有用严谨的科学方式加以证明。在自然科学和数学中,这类经验性假设是用严密的逻辑推理和各种实验手段来证明的,这一过程体现了从定性到定量的特点,所以这些学问被称为“精密科学”。但对复杂系统、复杂巨系统来说,由

于其跨学科、跨领域的特点,对所研究的问题能提出经验性假设,通常不是一个专家,甚至也不是一个领域的专家们所能提出来的,而是由不同领域、不同学科专家构成的专家体系,依靠群体的知识和智慧,对所研究的复杂系统和复杂巨系统问题提出经验性假设与判断。但要证明其正确与否,仅靠自然科学和数学中所用的各种方法就显得力所不及了。如社会系统、地理系统中的问题,既不是单纯的逻辑推理,也不能进行实验。但我们对经验性假设又不能只停留在思辨和从定性到定性的描述上,这是社会科学、人文科学中常用的方法,这些学问被称为“描述科学”。系统科学是要走“精密科学”之路的,那么出路在哪里?这就是人-机结合以人为主的思维体系和研究方式。机器能做的尽量由机器去完成,极大地扩展人脑逻辑思维处理信息的能力(自然也包括了各种能用的数学方法和工具)。通过人—机结合以人为主,实现信息、知识和智慧的综合集成。这里包括了不同领域的科学理论和经验知识、定性知识和定量知识、理性知识和感性知识,通过人机交互、反复比较、逐次逼近,实现从定性到定量认识,从而对经验性假设的正确与否做出明确结论。无论是肯定还是否定了经验性假设,都是认识上的进步,然后再提出新的经验性假设,继续进行定量研究,这是一个永远也不会完结的认识过程。综合集成方法的运用是专家体系的合作以及专家体系与机器体系合作的研究方式与工作方式。具体地说,是通过“定性综合集成”到“定性、定量相结合综合集成”再到“从定性到定量综合集成”这样三个步骤来实现的。这个过程不是截然分开,而是循环往复、逐次逼近的。复杂系统与复杂巨系统问题,通常是非结构化问题。通过上述综合集成过程可以看出,在逐次逼近过程中,综合集成方法实际上是用结构化序列去逼近非结构化问题。

综合集成方法既超越了还原论方法又发展了整体论方法,它的技术基础是以计算机为主的现代信息技术,方法基础是系统科学与数学,理论基础是思维科学,哲学基础是辩证唯物主义的实践论和认识论。运用综合集成方法所形成的理论就是综合集成理论。钱学森创建的系统学,特别是复杂巨系统学就是这方面理论的体现。把综合集成方法应用到技术层次上,就是综合集成技术,系统工程就是用于系统管理的综合集成技术。把综合集成理论与技术用于改造客观世界的实践中,就是综合集成工程。这样一来,从综合集成思想到方法、理论、技术和实践,就形成了一个完整的综合集成体系。钱学森的这个贡献,不仅是对中华民族的贡献,也是对整个人类的贡献,是一笔宝贵的知识财富和精神财富。

社会经济及其管理,历来是社会科学、经济科学和管理科学等研究的重要对象。但从系统观点来看,社会经济是社会系统的组成部分,它本身也是一个开放的复杂巨系统。这就为应用系统科学理论方法来研究这个问题,开辟了新的途径。特别是运用综合集成方法进行跨学科、跨领域、跨层次、跨部门的研究,更符合这个问题的复杂性特点。正是在这个背景下,国家自然科学基金委员会管理

科学部和信息科学部联合资助了“支持宏观经济决策的人—机结合综合集成体系研究”重大项目（1999～2003），历时4年多。这个项目是由戴汝为、于景元、顾基发三人联合主持，下设一个总体组和四个子课题组，就宏观经济的模型体系、方法体系、知识体系、综合集成方法体系和研讨厅平台等进行综合集成研究。这四个子课题是紧密联系的，并由总体组进行综合集成。2005年初，基金委组织专家组验收时，对这个项目给予了很高的评价。

在这个重大项目中，由顾基发、王浣尘负责的“支持宏观经济决策的综合集成方法体系与系统学研究”子课题，着重研究实现综合集成的具体方法体系和系统学理论，他们提出了综合集成研讨系统的逻辑工作流程，对研讨过程中专家意见的综合和集成提出一整套概念、理论、方法和具体实现技术，开发出像电子公共大脑（ECB）、群体研讨环境（GAE）等工作平台。对建模体系和模型集成既提出了理论又有实现技术，开发出以 agent 技术为基础的模型集成环境。对经济这个复杂巨系统的系统学研究也取得了重要进展，其中探索了经济复杂巨系统增长的结构、经济演化、分形和混沌等现象，特别是提出了经济系统的 J 结构。他们研究的本身就是综合集成的过程，涉及到系统科学、思维科学、数学科学、经济科学和计算机科学等多学科的交叉与结合。在研究中，他们也与其他三个课题组，进行了大量学术交流。2003年夏我们联合进行了以“SARS 对我国 GDP 增长影响”为案例的仿真实验，并在国际应用系统分析研究所（IIASA）综合集成特别专题会上做了演示，向国外学者较为全面地展示了综合集成思想与方法，他们的反映是很好的。

这本书所展现的就是这个课题组所取得的研究成果，既是课题组内研究成果的综合集成，也是整个项目组共同协作的结果。这本书的出版，对综合集成的研究具有重要的理论意义和应用价值。参加这个课题的研究人员，大多是青年学者。通过研究工作也培养和锻炼了一批具有跨学科、跨领域研究能力和创新能力的复合型人才，这是一类新型的人才。

我们要感谢国家自然科学基金委员会的宝贵支持，没有他们的支持，这项探索性和创新性很强的重大基础和应用研究是很难进行的。由于这种支持，使得综合集成研究有了良好的开端，也为今后研究奠定了基础。

这项研究是在钱学森综合集成思想指导下进行的，也是把钱老提出的综合集成方法结合经济系统具体化和实用化的研究。钱老是大家公认的我国系统科学与系统工程事业的开拓者和奠基者，是综合集成思想、方法、理论、技术与应用的开创者。今年12月11日是钱老九十五华诞，此书的出版也是献给钱老九十五岁生日的礼物。

于景元、周晓纪

2006年10月31日

前言

20 世纪 70 年代末钱学森、许国志等老一辈系统科学家开始大力推广系统工程，这之前已有了一些经验积累，如“两弹一星”工程的总体设计部的设立有效地推动了我国导弹事业的发展，在方法论层次上我国学者较多采用了霍尔的系统工程方法论。20 世纪 80 年代我国学者在钱学森的带领和推动下，在系统工程的实践和系统科学理论方面取得丰硕的成果，并开始研究系统科学的理论基础，探索建立系统学。1990 年，钱学森等对系统做出了新的分类，在归纳社会系统、地理系统、军事系统和人体系统的基础上提出开放复杂巨系统的概念，并进一步提出解决开放复杂巨系统问题的从定性到定量的综合集成方法论。两年后钱学森又提出从定性到定量综合集成研讨厅的思想，主张通过研讨厅实践综合集成方法论，在处理开放复杂巨系统问题的过程中集智慧之大成；他本人则倾全力推动综合集成方法论与研讨厅的研究与实践。随后几年是综合集成方法论的宣传介绍阶段，为了体现该方法论在处理开放复杂巨系统问题的优势，便于我国系统工程研究与实践人员接受其思想，20 世纪 90 年代后半期在军事部门针对军事问题作了不少探索，还有一些在科技部 863 计划支持下的研究，对于综合集成方法论的研究开始转入了具体的研究和实践阶段，这期间信息与互联网技术的突飞猛进使得一些过去难以具体实现的思想有了实现和实践的可能。然而综合集成方法论及研讨厅的思想如何能够更为具体化、可操作化以便于推广和应用始终是我国系统科学与工程界近年来的重要奋斗目标之一。为推动综合集成方法论更好的深入研究和实践，国家自然科学基金委员会（NSFC）于 1999 年 7 月 9 日正式批准“支持宏观经济决策的人机结合综合集成体系研究”（项目号：79990580）重大项目，由戴汝为、于景元和顾基发联合主持。该重大项目分成四个子课题：子课题一，人机结合综合集成体系雏形及其支撑环境的研制；子课题二，宏观经济信息、模型及其功能研究；子课题三，支持宏观经济决策的综合集成方法体系与系统学研

究；子课题四，与宏观经济决策有关的认知与知识发现技术（KDD）研究。

该重大项目共计有 12 个科研机构 and 高校参加，故项目又设总体组协调组织整体研究，唐锡晋为总体组成员。经过 1999 年 7 月至 2003 年 12 月四年多的时间（因 2003 年春天的非典而延长了半年），2003 年 12 月结题，2005 年 1 月该项目通过了由 NSFC 组织的杨家堦院士为组长的专家组验收，综合评价为“特优”。

本书主要介绍由顾基发与王浣尘共同主持的第三子课题“支持宏观经济决策的综合集成方法体系与系统学研究”的研究成果，该子课题由中国科学院系统科学研究所、上海交通大学、西安交通大学和北京师范大学等 4 家机构承担，其主要研究内容为：“研究支持宏观经济决策人机结合不同层次的定性、定量信息、知识综合集成与决策支持方法，并与知识开发环境、知识发现技术构成综合集成方法体系。研究宏观经济的开放复杂巨系统方法论、综合集成与决策理论。研究复杂非均衡、非线性经济系统演化、宏观经济时空格局分形分维，为宏观经济决策人机结合综合集成提供系统学理论与方法基础”。整个研究围绕综合集成方法论和研讨厅前期探索阶段集中关注的难点，立足于国际背景进行了深入地探索，特别是通过国际合作拓广了原来的视野，产生了创新性的成果，同时也认识到钱学森提出的综合集成理论和思想是超前 5~10 年的原创性研究成果，使国际系统界认可了中国的综合集成方法论。本书介绍了项目组近 5 年研究的主要成果，大多是自主创新的成果。全书共分八章，各章内容既有其独立性，又与其他章节相关联，围绕综合集成的方法论与方法体系、支持研讨厅建设的研讨工具及其相关试验、有关宏观经济这一开放复杂巨系统问题的综合集成系统建模以及支持宏观经济决策的相关方法等，内容分配如下：

- 综合集成方法体系与系统建模：第 1、2、4、6 章
- 多目标决策方法与综合集成决策过程：第 3 章
- 经济系统复杂性：第 5 章
- 综合集成研讨工具：第 7 章
- 综合集成试验：第 8 章

本书重点回答了“专家意见综合”、“模型集成”、“经济增长”、“专家研讨”等项目立项时特别关注的问题，提出或者实现了“综合集成系统建模”、“基于 agent 的模型集成”、“J 增长模式”、“综合集成研讨厅是一种知识创造场”等概念，并给出了一个以同步研讨→异步分析→同步研讨的流程来简要体现定性综合集成→定性定量相结合的综合集成→从定性到定量的综合集成的工作过程。以该工作过程为主线有效地串联了第三课题组各单位的研究成果，如各种决策方法、模型以及两个自主研发的综合集成研讨工具“电子公共大脑”和“群体研讨环境”，同时也与重大项目其他课题组开展了很好的协作，并通过 2003 年 9 月初在

维也纳国际应用系统分析研究所 (IIASA) 举行的综合集成专题研讨会上作了示范。本书对研究进程中所引发的新问题的探索, 如“知识创造”等也作了一定的介绍。各章节均提供了最新的参考资料。另外, 这些研究成果大多是在“物理-事理-人理系统方法论”以及“螺旋式推进系统方法论”结合研究综合集成方法论提炼出的指导方针的贯彻下进行的。突出方法论的指导, 注重综合集成工作过程模式的探索, 注重本课题研究成果的综合集成是第三子课题组在近 5 年研究中始终所追求的, 而多次联合讨论班、国际会议、联合试验等都是具体实施的步骤, 目的就是在融洽的沟通中各门学科知识得到交叉融合, 软、硬技术的集成, 知和行的统一。

本书的成稿体现了课题组研究进程, 前两年主要是发散型的研究, 分而论道, 各课题组各自工作。2001 年重大项目中期检查则是继续研究深度的同时, 从发散走向综合的开始。2002 年以来开始以通过前期研究而涌现的综合集成逻辑工作过程为主线考虑对全部可能的研究成果的综合, 2002 年底重大项目工作会议期间顾基发与王浣尘主持并确定了一年项目结题需要撰写的研究报告大纲, 此后各项目组按照大纲分别提供了相应的内容; 根据各组的文字材料, 顾基发与唐锡晋调整了大纲, 并由唐锡晋于 2004 年 7 月根据调整大纲将所有的文字材料简单综合为第三课题组的研究报告, 刘怡君协助了校稿工作。2005 年 11 月基于该研究报告的出书计划获得了中国科学院出版基金的支持。此后, 在课题主持人和成员的协助下, 唐锡晋根据一年多来的研究发展现状在各章节作者的原有基本内容基础上对原研究报告按照书的篇章进行了具体编辑加工和整理, 其中特别考虑要突出综合集成与课题组的最新研究成果, 对原有文字作了调整, 充实了薄弱部分, 使得各章的篇幅相对平衡, 并尽力去除原研究报告文字上浓重的课题总结的色彩, 重新整合了各章的原来分散在各节内容的参考文献, 刘怡君协助了部分章节的整理, 王正、张楠、王靖、张正文协助了参考文献的整合。以下为各章的具体执笔情况:

第 1 章 1.1 顾基发、王浣尘、唐锡晋; 1.2 顾基发、唐锡晋; 1.3 顾基发、唐锡晋; 1.4 张朋柱、孙景乐;

第 2 章 2.1 谭俊峰、张朋柱、刁石京; 2.2 顾基发; 2.3 唐锡晋、刘怡君;

第 3 章 3.1 王浣尘; 3.2 王浣尘; 3.3 张朋柱、刁石京、黄丽宁; 3.4 张朋柱、孙景乐、谭耀峰、薛耀文、黄丽宁;

第 4 章 4.1 唐锡晋、聂锟; 4.2 唐锡晋; 4.3 胡代平;

第 5 章 5.1 方福康、王大辉; 5.2 方福康、王大辉; 5.3 方福康、王大辉、袁强; 5.4 魏一鸣、狄增如; 5.5 魏一鸣、狄增如、王大辉;

第 6 章 6.1 舒光复; 6.2 田军、张朋柱;

第 7 章 7.1 张朋柱、黄丽宁、程少川、谭俊峰、张兴学; 7.2 唐锡晋; 7.3

张朋柱、谭俊峰、孙景乐、张兴学、薛耀文、张志强; 7.4 刘怡君、唐锡晋;

第8章 8.1 顾基发、解三明、刘姝; 8.2 唐锡晋; 8.3 唐锡晋; 8.4 刘怡君。

在整合过程中唐锡晋对全书的文字做了必要的串联,对一些术语作了统一,加强了各章节之间文字的过渡,并为每章撰写了小结。最后笔者对全书各章节的内容作了统稿,更正了原研究报告中存在的一些错误。经历了艰苦的工作后,一本我国学者立足于国际背景下的有关综合集成的研究成果终于呈现出来,它较为系统地介绍了1999~2004年重大项目第三子课题的参与成员对综合集成的探索。事实上,该项目的整个研究和工作过程体现了科学知识增长过程中的社会互动方面所起到的重要作用,在项目结题时研究人员引用了社会网络分析方法考察了项目成果所蕴含的科学合作网络和知识网络,发现重大项目的进程本身展示了综合集成丰富的内涵,它打开了一扇了解综合集成的门,综合集成的系统深入的研究才刚刚开始。

自项目结题以来,仅从子课题组成员后续承担的NSFC项目内容也能反映出在系统集成方法论与系统学研究上的深入和拓展,如学习过程的自组织机制(60374010,方福康,2004.1~2006.12),企业规模幂律分布的形成机制(70071072,狄增如,2004.1~2006.12),金融市场价格波动和易变性的机制研究(70071073,李红刚,2004.1~2006.12),网格化管理理论及其应用前景研究(7045001,马德秀、王浣尘,2004.6~2006.6),宏观经济决策群体研讨权重应用机制研究(70271024,程少川,2005.1~2007.12),非连续技术创新状态下研发群体合作模式机理及动态演变研究(70471085,张朋柱,2005.1~2007.12),大脑皮层功能分区的自组织机制研究(70471080,王大辉,2005.1~2007.12),创造力、知识创造与支持系统研究(70571078,唐锡晋,2006.1~2008.12)以及电子政务管理理论与方法的基础研究(70533030,张朋柱,2006.1~2009.12)等9个NSFC重点、面上或者青年项目。因课题研究与国际合作而创立的综合集成与复杂系统国际研讨会(International Workshop on Meta-synthesis and Complex Systems)的论题不断丰富并深入,与会人员所来自的国际和地区亦不断扩大,著名的复杂性文摘(Complexity Digest)还在其虚拟会议网络(Virtual Conference Network)上报道的MCS'2004。国内不少单位也纷纷前来参观咨询,一些成果已用于实际问题的解决。

本书是一本集体劳动和智慧的结晶,前后将近30人参加了第三子课题的研究,在此笔者对所有参与成员、参与书稿撰写的同志的大力支持和辛勤劳动表示衷心的感谢。感谢重大项目第一主持人戴汝为院士和第二主持人于景元研究员的指导和支 持以及其他子课题的参与成员对第三子课题所给予的支持和帮助。感谢国家自然科学基金委员的大力支持,管理学部和信息学部的领导和工作人员的具体组织和指导,特别是为重大项目立项有突出作用的原管理学部主任成思危教

授。此外，多层面与多方位的国际合作促进了第三子课题的研究成果为国际同行关注，其中笔者特别感谢日本北陆先端科学技术大学院大学的中森义辉教授和国际应用系统分析研究所高级研究员 Marek Makowski 博士的支持与帮助。本书出版得到了中国科学院科学出版基金的资助，感谢科学出版社编辑在本书撰写过程的帮助。

12月11日是钱学森教授的九十五华诞，他是我国公认的系统科学与系统工程的开创者和奠基者，本书的出版表达了笔者及参与撰稿的所有人员对这位系统集成思想体系、方法和技术实现的创导者和促进者的敬意，期望本书为系统集成思想研究、发扬光大中尽微薄之力。

顾基发 王浣尘 唐锡晋

2006年12月6日

目录

序 前言

第1章	
	综合集成方法论及国内外发展动向 1
1.1	综合集成方法论 2
1.2	国际动态 20
1.3	国内动态 33
1.4	网络环境下群体决策研讨综合集成问题 40
1.5	小结 42
	参考文献 43
第2章	
	意见综合 51
2.1	意见发散与收敛 51
2.2	达成共识 66
2.3	综合集成支持群体活动 85
2.4	小结 99
	参考文献 99
第3章	
	群体决策与多目标决策 104

3.1	克星循环	104
3.2	可能满意度方法	136
3.3	群体决策过程	146
3.4	群体决策研讨过程的六个阶段	161
3.5	小结	173
	参考文献	173

第4章

	建模方法与模型集成	176
4.1	系统建模方法	176
4.2	面向系统建模的模型集成	186
4.3	基于 agent 技术的模型集成	193
4.4	小结	218
	参考文献	219

第5章

	经济系统的复杂性研究	223
5.1	经济系统复杂性研究	223
5.2	宏观经济演化的模型分析	235
5.3	经济系统中的 J 结构	253
5.4	经济系统中的混沌和分维现象	262
5.5	多 agent 系统和经济系统的涌现性现象	265
5.6	小结	273
	参考文献	274

第6章

	综合集成方法	276
6.1	综合集成系统重构方法	276
6.2	基于德尔菲法的专家意见综合集成	291
6.3	小结	298
	参考文献	298

第7章

	综合集成研讨工具	301
--	----------------	-----

7.1 群体决策研讨信息组织模型——电子公共大脑	301
7.2 基于 HWMSE 的研讨框架	323
7.3 开放式群体决策研讨平台	328
7.4 群体研讨环境	364
7.5 小结	380
参考文献	381

第 8 章

综合集成试验	384
8.1 综合集成 JAIST 研讨试验	384
8.2 IIASA 综合集成专题讨论会试验	393
8.3 有关项目管理办法制定的群体研讨	403
8.4 群体研讨环境关于香山科学会议的试验	406
8.5 小结	415
参考文献	416