

综合集成方法体系与系统学研究

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

科学出版社



(O1C-0226.0101)

综合集成方法体系与
系统学研究 META-SYNTHESIS
METHOD SYSTEM AND
SYSTEMATOLOGY
RESEARCH

ISBN 978-7-03-018469-6



9 787030 184696 >

定价: 50.00 元



中国科学院科学出版基金资助出版

系统集成方法体系 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 有关系统集成研究重大项目的主要成果。其中包括：系统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；系统集成系统建模策略；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

系统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:100017

<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>)

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,便于我国系统科学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 组织的杨家骥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宽了原来的视野,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 (ILASA) 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、谭俊峰、薛耀文、黄丽宁;

第 4 章 4.1 唐锡晋、聂锐; 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综合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) 上报了 MCS2004。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会的大力支持, 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

系统集成方法论及国内外发展动向	1
1.1 系统集成方法论	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系统集成问题	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 系统集成支持群体活动	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 经济系统中的丁结构	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

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

第7章

系统集成研讨工具	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

系统集成试验	384
8.1 系统集成 JAIST 研讨试验	384
8.2 IIASA 系统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