

2009-2010

*Report on Advances in
Systems Science and Systems Engineering*

中国科学技术协会 主编
中国系统工程学会 编著

系统科学与系统工程
学科发展报告

系统科学与工程学科发展报告

中国科学技术出版社





2009-2010

系统科学与系统工程 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN SYSTEMS SCIENCE AND SYSTEMS ENGINEERING

中国科学技术协会 主编

中国系统工程学会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2009—2010 系统科学与系统工程学科发展报告/中国科学技术协会主编;
中国系统工程学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2010.4

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-5002-3

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①系统科学—技术发展—研究报告—
中国—2009—2010 ②系统工程—技术发展—研究报告—中国—2009—2010
IV. ①N94—12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 043176 号

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62173865 传真:010-62179148

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

科学普及出版社发行部发行

北京凯鑫彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:10.75 字数:342 千字

2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:32.00 元

ISBN 978-7-5046-5002-3/N·129

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2009—2010
系统科学与系统工程学科发展报告
REPORT ON ADVANCES IN SYSTEMS SCIENCE AND SYSTEMS ENGINEERING

首席科学家 陈光亚

专 家 组

成 员 (按姓氏笔画排序)

于景元	王先甲	孙宏才	汪寿阳	张 维
陈 剑	徐玖平	徐晓鸣	高小山	席酉民
谭跃进	薛新伟			

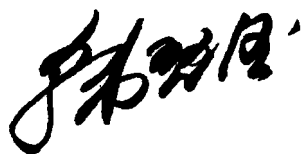
序

当今世界科技正处在一次新的革命性变革的前夜。人类迫切需要创新发展模式和发展途径,创新生产方式和生活方式,开发新的资源。这样的需求和矛盾,强烈呼唤着新的科学技术革命。而全球金融危机所带来的世界经济、产业格局的大变化,很可能会加快新科技革命的到来。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面。深入开展学科研究,总结学科发展规律,明晰学科发展方向,对促进学科的交叉融合并衍生新兴学科,继而提升原始创新能力、加速科技革命具有重要意义。

中国科协自 2006 年开始启动学科发展研究及发布活动,连续完成了每个年度的学科发展研究系列报告编辑出版及发布工作。2009 年,中国科协组织中国气象学会等 27 个全国学会分别对大气科学、古生物学、微生物学、生态学、岩石力学与岩石工程、系统科学与系统工程、青藏高原研究、晶体学、动力与电气工程、工程热物理、标准化科学技术、测绘科学与技术、烟草科学与技术、仿真科学与技术、颗粒学、惯性技术、风景园林、畜牧兽医科学、作物学、茶学、体育科学、公共卫生与预防医学、科学技术史、土地科学、智能科学与技术、密码学等 26 个学科的发展研究,最终完成学科发展研究系列报告和《学科发展报告综合卷(2009—2010)》。

学科发展研究系列报告(2009—2010)共 27 卷,约 800 万字,回顾总结了所涉及学科近年来所取得的科研成果和技术突破,反映了相关学科的产业发
展、学科建设和人才培养等,集中了相关学科领域专家学者的智慧,内容深入浅出,有较高的学术水准和前瞻性,有助于科技工作者、有关决策部门和社会公众了解、把握相关学科发展动态和趋势。

中华民族的伟大复兴需要科学技术的强力支撑。中国科协作为科技工作者的群众组织,是国家推动科学技术事业发展的重要力量,应广泛集成学术资源,促进学科前沿和新学科的融合,推动多学科协调发展,广泛凝聚科技工作者智慧,为建设创新型国家做出新贡献。我由衷地希望中国科协及其所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究、学术史研究以及相应的发布活动,充分发挥中国科协和全国学会在增强自主创新能力中的独特作用,推动学科又好又快发展。

A stylized, cursive handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Mofan, positioned above the date.

2010年3月

前 言

30 年来,系统科学与系统工程在中国得到较快的发展,形成了自身的学科体系和特色。近年来系统工程和系统科学的研究主要从系统工程的工程技术、系统工程的理论方法以及系统的基础理论三个层面展开。系统科学所具有的综合性、整体性、交叉性特点使系统科学处在现代科学技术发展的前沿方向上。系统科学为研究现实世界、研究自然、社会以及自然与社会的关系等,提供了一种新的思维方式和一套普遍适用的研究方法、技术和程序。

钱学森先生提出的系统学和开放的复杂巨系统方法论,从定性到定量综合集成方法以及将系统工程的方法应用到国民经济建设总体设计部的概念和思想,已经在我国的社会主义经济建设和国防建设中发挥了巨大作用,取得了丰硕的成果。我国科学家许国志、顾基发提出的“物理、事理、人理”的系统工程方法是具有中国特色的管理技术。

《系统科学与系统工程学科发展报告》包括综合报告以及草业、管理、交通运输、金融、社会经济、决策、信息、军事、农业九个系统工程专题报告。这些报告总结了近三年来,我国系统科学和系统工程的主要理论研究成果和在各个领域中的应用研究成果。还包括中国系统工程学会对系统科学和系统工程学科发展的展望。我们相信,此报告的出版必将推动系统科学和系统工程在我国的进一步发展。并为其他学科的专家了解系统科学和系统工程提供一个有益的参考资料。

中国系统工程学会

2010 年 1 月

目 录

序	韩启德
前言	中国系统工程学会

综合报告

系统科学与系统工程学科发展研究	(3)
一、引言	(3)
二、系统科学与系统工程学科近年最新研究进展	(4)
三、系统科学与系统工程学科国内外研究比较	(22)
四、系统科学与系统工程学科的发展趋势与对策	(23)
参考文献	(31)

专题报告

草业系统工程发展研究	(37)
管理系统工程发展研究	(52)
交通运输系统工程发展研究	(62)
金融系统工程发展研究	(72)
社会经济系统工程发展研究	(92)
决策系统工程发展研究	(104)
信息系统工程发展研究	(112)
军事系统工程发展研究	(122)
农业系统工程发展研究	(138)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Advances in Systems Science and Systems Engineering	(149)
---	-------

Reports on Special Topics

Advances in Pratacultural Systems Engineering	(152)
Advances in Systems Engineering in Management	(153)
Advances in Transport Systems Engineering	(155)

Advances in Financial Systems Engineering (156)

Advances in Social Economic Systems Engineering (157)

Advances in Decision Making Systems Engineering (159)

Advances in Information Systems Engineering (160)

Advances in Military Systems Engineering (161)

Advances in Agricultural Systems Engineering (162)

综合报告

系统科学与系统工程学科发展研究

一、引言

(一) 近年系统科学与系统工程学科基本情况介绍

钱学森、许国志、王寿云于 1978 年 9 月 27 日在《文汇报》上发表《组织管理的技术——系统工程》，标志着系统工程学科在中国的兴起。随后，钱学森先生提出了系统科学的理论体系框架。30 多年来，系统工程与系统科学在中国得到较快发展，形成自身学科体系与特色，建立了相应的学术机构和学科建制。近几年系统工程与系统科学学科的研究主要从三个层次上展开，即系统工程的工程技术、系统工程理论方法（技术科学）和系统的基础理论。其中，最接近社会实践、可直接用来解决实际问题的知识体系是工程技术，给工程技术提供理论指导的知识体系是技术科学，给技术科学提供理论指导的知识体系是基础科学，这三个层次构成系统科学学科体系结构。这三个层次结构的系统科学经过系统论（systematics）通向辩证唯物主义。系统论属于哲学层次，是连接系统科学与辩证唯物主义的桥梁。一方面，辩证唯物主义通过系统论指导系统科学的研究应用与发展，另一方面，系统科学的发展经系统论的提炼又可丰富和发展辩证唯物主义，这是一种双向互动关系。

(二) 系统科学学科的定位

系统科学是现代科学技术体系中的一个科学技术部门。系统科学是从事物的整体与部分、局部与全局以及层次关系的角度研究客观世界。客观世界包括自然、社会和人自身。能反映事物特征最基本和最重要的概念是系统。系统是指由一些相互关联、相互作用、相互影响的组成部分所构成的具有某些功能的整体。系统是系统科学研究和应用的主要对象。系统科学与自然科学、社会科学等不同，它能把这些科学领域研究的问题联系起来作为系统进行综合性整体研究。系统科学具有交叉性、综合性、整体性和横断性，正是这些特点使系统科学处在现代科学技术发展的综合性整体化方向上。

系统科学主要研究系统的一般属性和运动规律，研究系统演化、转化、协同与控制的一般规律，系统间复杂关系的形成法则，结构和功能的关系，有序和无序状态的形成规律等。对于任何系统来说，系统结构和外部环境决定了系统功能。系统结构及外部环境的改变必然引起系统功能的变化，揭示这些规律便是系统科学的基本任务。系统科学不仅要揭示的系统规律认识系统，而且还要在认识系统的基础上控制系统。系统科学属于一种方法论学科，它与其他学科提供了一套普遍适用的研究方法、技术、程序。系统科学也提供了一种思维方式，即能够超越传统分析思维的系统思维。

(三) 系统工程学科的定位

根据钱学森先生等人的观点,系统工程是组织管理的技术,它把传统的组织管理工作总结成科学技术,并使之定量数值化,以便运用数学方法处理和计算,得到具有操作性的定量结果。系统工程从系统的整体出发,按既定的目标合理规划、设计、试验、建造实施、管理和控制系统,使其达到最优的工程技术。系统工程根据总体协调的需要,综合应用自然科学和社会科学中的有关思想、理论和方法,利用电子计算机为工具,对系统的结构、元素、信息和反馈进行分析,以达到最优规划、最优设计、最优管理和最优控制的目的。

系统工程是一门工程技术,但它与机械工程、电子工程、水利工程等工程学不尽相同。各门工程学都有其特定的工程物质对象,以硬件为主,而工程学的对象以软件为主,侧重于制造无形的产品,即为一般工程生产提供计划、方案、决策、程序等。

系统工程是一类综合性的整体技术、一种综合集成的系统技术、一门整体优化的定量技术。它体现了从整体上研究和解决问题的技术方法。系统工程从系统整体出发,根据总体目标的需要,以系统方法为核心并综合运用有关科学理论方法,以计算机为工具,进行系统结构、环境与功能分析与综合,包括系统建模,仿真、分析、优化、运行与评估,以求得最好或最满意的系统方案并付诸实施。

系统工程为自然科学研究提供了定性分析方法和辩证思维方法以及深入剖析人与环境的相互关系的方法,也在自然科学与社会科学之间架设了一座沟通的桥梁。现代数学方法与计算机技术通过系统工程为社会科学研究增加了极为有用的定量分析方法、模拟试验方法、建立数学模型的方法和优化方法。

经过 30 年的发展,对系统工程的认识不断完善。系统工程是组织管理系统的技术,它根据系统总体目标的要求,从系统整体出发,运用综合集成方法把与系统有关的学科理论方法与技术综合集成起来,对系统结构、环境与功能进行总体分析、总体论证、总体设计和总体协调,其中包括系统建模、仿真、分析、优化、评估与设计,以求得可行的、满意的或最好的系统方案并付诸实施。系统工程研究的对象是人工系统,有人参与的自然系统或社会系统。系统工程是对人工系统进行组织和管理的规划、设计、制造、试验和使用的科学方法与技术。

(四) 系统科学与系统工程的关系

在系统科学体系中,系统工程处在应用技术层次上,系统工程是直接用来改造客观世界的工程技术。系统工程是系统科学的工程应用层次。处在系统科学技术科学层次上直接为系统工程提供理论方法的有运筹学、控制论、信息论等学科领域。系统学包括复杂巨系统理论是系统科学研究客观世界系统普遍规律的基础科学。

二、系统科学与系统工程学科近年最新研究进展

(一) 系统科学基础理论最近研究进展

系统科学的基础理论主要探讨系统的结构与功能、系统的演化协同与控制的一般

规律。

系统学属于系统科学基础理论层次。1979年钱学森先生提出建立系统学。他指出,系统学是关于一切系统的一般性理论,属于基础科学。对于所有系统来说,它的一个重要特点就是系统在整体上可以具有其组成部分(或子系统)所没有的性质,这就是系统的整体性。系统整体性的外在表现就是系统功能。系统内部结构和系统外部环境以及它们之间关联关系,决定了系统整体性和功能。从理论上来看,系统结构与系统环境如何决定系统整体性与功能,揭示系统存在、演化、协同、控制与发展的一般规律,成为系统学要研究的基本问题。国外关于复杂性研究是开放复杂巨系统的动力学问题,实际上属于系统理论范畴,也包含在系统学的研究之中。

20世纪80年代末,钱学森明确界定系统学是研究系统结构与功能(系统演化、协同与控制)一般规律的科学。把控制的思想与概念引入到系统学,是钱老的一个重要学术思想。系统学不仅要揭示系统规律去认识系统,而且还要在认识系统的基础上去控制系统,以使系统具有我们期望的功能。如果说80年代初对系统学的认识重点还是在简单系统和简单巨系统上,那么现在则发展到开放的复杂巨系统(包括社会系统)。后来钱学森先生又把这部分内容称作复杂巨系统学。以这些概念和思想为核心,形成了简单系统、简单巨系统、复杂巨系统和特殊复杂巨系统(社会系统)为主线的系统学提纲和内容,构成系统学的基本框架,奠定了系统学的科学基础,指明了系统学的研究方向。

复杂系统理论属于系统科学的基础理论层次,近些年得到了广泛研究。复杂性科学的专门机构——美国圣菲研究所,它的基本研究对象就是复杂系统,目的是寻求关于复杂系统的统一理论。从目前来说构成复杂性科学的核心理论主要有六个:涌现生成理论、复杂适应系统理论、进化计算理论、自组织临界性理论、人工生命理论、复杂网络理论。

涌现生成理论是美国圣菲研究所的霍兰提出来的一个复杂性理论分支,也是圣菲研究所的研究主题和基本理念。涌现理论其实就是要从科学机理上揭示出涌现是如何产生的,也就是组织的生成问题,它关注复杂性组织产生的机制,关注描述分析组织生成的工具。霍兰通过“受限生成过程的”分析,揭示出低层次的系统行为主体之间通过局域作用向全局作用的转换、行为主体之间的相互适应、进化产生出一种整体的模式,即一个新的层次,变现为一种涌现性质。这些新层次又可以作为“积木”通过相互会聚、受约束生成新的模式,即更高一层的新的系统和性质,由此层层涌现,不仅产生了具有层级的系统,而且表现出进化涌现的新颖性:新事物、新组织层出不穷。

复杂适应系统理论(CAS)是霍兰提出来的一个复杂性理论分支。它的最基本思想是“适应性造就复杂性”。我们把系统中的成员称为具有适应性的主体(adaptive agent),简称为主体。所谓具有适应性,就是指它能够与环境以及其他主体进行交互作用。主体在这种持续不断的交互作用的过程中,不断地“学习”或“积累经验”,并且根据学到的经验改变自身的结构和行为方式,整个宏观系统的演变或进化,包括新层次的产生,分化和多样性的出现,新的、聚合而成的、更大的主体的出现等,都是在这个基础上逐步派生出来的。

进化计算是一系列搜索技术,它以进化原理为仿真依据,侧重于算法的研究,主要有四大流派:遗传算法、进化规划、进化策略和遗传编程。这些方法都是基于生物进化的基本思想来设计、控制和优化人工系统,一般将这类计算方法统称为进化计算。进化计算模

仿自然遗传进化的过程,通常包括选择、重组或交叉、变异、迁移、并行实现等基本算子。各流派的区别在于实现进化过程中使用基本算子的应用比例或侧重点上有所不同,但它们都是基于自然进化过程的基本计算模型。

自组织临界性和混沌边缘理论都在研究处于临界状态时系统演化的路径和特征。自组织临界性是指一类开放的、动力学的、远离平衡的、由多个单元组成的系统能够通过一个漫长的自组织过程演化到一个临界态,处于临界态的一个微小的局域扰动可能会通过类似“多米诺效应”的机制被放大,其效应可能会延伸到整个系统,形成一个大的“雪崩”。临界性的特征为,处于临界态的系统中会出现各种大小的“雪崩”事件,并且“雪崩”的大小(时间尺度和空间尺度)均服从“幂次”分布。自组织临界性理论认为,多种要素相互作用的大系统能够自发地朝临界状态演化;在这种自组织临界状态,一个小的事件会导致一个大事件乃至突变;自组织临界性理论是一种新的观察自然界的方式。其基本立场是,认为自然界总是处于持续的非平衡状态,由于系统内部要素之间的相互作用,它们可以组织成为一种临界稳定的状态,即临界态。从功能机制角度看,相互作用正是系统演化行为的根源。

人工生命是关于显示自然生命系统行为特征的人造系统的学科,它试图以综合方法在计算机和其他人工媒体内的类似生命行为来补充有关活有机体分析的传统生物科学。通过把经验性的生物学基础拓展到地球上已进化的碳链生命之外,把“我们所知道的生命”定位于更广阔的形象,即“生命的本来面目”,人工生命将能对理论生物学作出贡献。人工生命是研究怎样通过抽取生物现象中的基本动态规律来理解生命,并且在物理媒体(如计算机)上重建这些现象,使它们成为一种新的实验方式和受控操纵。人工生命把组织视为简单机器的大群体,采用自底向上的综合方法工作。它是由在类似生命、全局动态行为中的简单、有可控规则的大量有交互作用的对象组成。人工生命正是用自底向上分布的,局部的行为决定方法论来获得类似生命行为的涌现行为。人工生命运用综合方法以人工的方式合成生命,探索生命存在的可能形式。

复杂网络理论是复杂性科学的最新理论分支,是刚刚提出和正在探索的新理论,但已经成了复杂性科学的重要组成部分。复杂网络是对复杂系统非常一般的抽象和描述方式,它突出强调了系统结构的拓扑特征。原则上说,任何包含大量组成单元(或子系统)的复杂系统,当我们把构成单元抽象成节点,单元之间的相互作用抽象为边时,都可以当做复杂网络来研究。复杂网络可以用来描述物种之间的捕食关系,人与人之间的社会关系,词与词之间的语义联系,计算机之间的网络链接,神经元之间的通信反馈作用,蛋白质之间的相互关系等。复杂网络研究的内容主要包括:网络的几何性质、网络的形成机制、网络演化的统计规律、网络上的模型性质以及网络的结构稳定性、网络的演化动力学机制等问题。

(二) 系统方法论最近研究进展

方法论是关于研究问题所应遵循的途径和路线。还原论作为一种方法论在自然科学领域取得了很大的成功,最近我国学者指出还原论不能解决和解释系统整体性问题和系统功能的涌现问题。提出了还原论方法和整体论方法结合的系统论和系统学论方法。系

系统论方法既从整体到部分由上而下,又自下而上由部分到整体的研究与思维方法论。系统论方法就是从系统整体出发将系统进行分解,在分解后研究的基础上,再综合集成到系统整体,实现 $1+1>2$ 的整体涌现,最终是从整体上研究和解决问题。由此可见,系统论方法吸收了还原论方法和整体论方法各自的长处,同时也弥补了各自的局限性,既超越了还原论方法,又发展了整体论方法。

系统方法论的方法体系包括:①科学理论、经验知识和专家判断力的结合的半经验半理论的定量方法;②定性综合集成,定性和定量相结合综合集成以及从定性到定量综合集成方法和从定性到定量综合集成研讨厅体系;③人一机结合、人一网结合以人为为主的思维方法与信息处理方法。这些方法的其实质是把专家体系、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,使其具有综合优势、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,把多方面的定性认识上升到定量认识,通过人机结合以人为为主,实现信息、知识和智慧的综合集成。

从方法论角度来看,对简单系统、简单巨系统,都有了相应的方法论和方法,也有了相应的理论并在继续发展之中。对于简单系统可用直接方法从子系统间的相互作用综合成全系统的整体功能,如运筹学、控制理论中的方法;对简单巨系统可用统计方法处理,如普利高津和哈肯的自组织理论。但对于开放的复杂巨系统,包括社会系统,却是个新问题。它不是还原论方法或其他已有方法所能处理的,需要有新的方法论和方法。从这个意义上说,这确实是一个科学新领域。

钱学森不仅提出了开放的复杂巨系统概念,同时还提出了处理这类系统的方法论和方法,从而开创了复杂巨系统的科学与技术这一新领域,这是钱学森综合集成思想与方法的具体体现。

20 世纪 70 年代末钱学森就明确地提出了系统论和系统论方法,这是方法论上的重大发展。在应用系统论方法时,也要从系统整体出发将系统进行分解,在分解后研究的基础上,再综合集成到系统整体,实现 $1+1>2$ 的整体涌现,最终是从整体上研究和解决问题。由此可见,系统论方法吸收了还原论方法和整体论方法各自的长处,同时也弥补了各自的局限性,既超越了还原论方法,又发展了整体论方法。这是钱学森在科学方法论上具有里程碑意义的贡献,它不仅大大促进了系统科学的发展,同时也必将对自然科学、社会科学等其他科学技术部门产生深刻的影响。

20 世纪 80 年代末到 90 年代初,钱学森又先后提出“从定性到定量综合集成方法”以及它的实践形式“从定性到定量综合集成研讨厅体系”(以下将两者合称为“综合集成方法”),并将运用这套方法的集体称为总体设计部。这就将系统论方法具体化了,形成了一套可以操作的行之有效的体系和实践方式。从方法和技术层次上看,它是人-机结合、人-网结合以人为为主的信息、知识和智慧的综合集成技术。从应用和运用层次上看,是以总体设计部为实体进行的综合集成工程。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与融合体系,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。综合集成方法就是人机结合获得信息、知识和智慧的方法,它是人机结合的信息处理系统,也是人机结合的知识创新系统,还是人机结合的智慧集成系统。

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。具体来说,是通过从定性综合集成到定性与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实现的。这个过程不是截然分开,而是循环往复、逐次逼近的。

应该指出的是,这个过程就是综合集成研讨厅的研讨流程,也是研讨厅中机器体系设计的设计思想和技术路线。复杂系统与复杂巨系统以及社会系统问题,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。这套方法是目前处理复杂系统和复杂巨系统以及社会系统的有效方法,已有成功的案例说明了它的有效性。综合集成方法的理论基础是思维科学,方法基础是系统科学与数学科学,技术基础是以计算机为主的现代信息技术和网络技术,哲学基础是辩证唯物主义的实践论和认识论。

从方法论和方法特点来看,综合集成方法本质上就是用来处理跨学科、跨领域和跨层次问题研究的方法论和方法。运用综合集成方法所形成的理论就是综合集成的系统理论,钱学森提出的系统学,特别是复杂巨系统学,就是要建立这套理论。国外关于复杂性的研究,实际上也是属于这个范畴。钱学森指出,对于开放的复杂巨系统的研究,目前还没有形成从微观到宏观的理论,也没有从子系统的相互作用构建出来的统计力学,但有了研究这类系统的方法论,就可以逐步建立起理论。他还明确指出,要建立开放的复杂巨系统的一般性理论,必须从研究每一个具体的开放的复杂巨系统入手,只有这些研究成果多了,才能从中提炼出开放复杂巨系统的一般理论。

除了钱学森的综合集成方法,也有其他的一些系统方法论。20世纪70年代末到80年代中期,以霍尔(Hall)所代表的系统工程方法论在我国以及西方国家是主要系统工程方法论。但利用这些方法在处理经济和社会问题时却不能得到满意的结果,实践说明过分的量化、过分的数学模型化难以解决一些社会实际问题。1980年8月国际应用系统分析所(IIASA)专门组织了一次讨论会,主题是“系统分析过程的反思”,一些著名的运筹与系统分析学者参加了该会,如阿可夫(Ackoff)、丘奇曼(Churchman)、马佐尼(Majone)和米罗夫(Mitroff)。与会者认为这些学科之所以在社会经济与环境等问题不能很好应用,主要是方法论不对,处理问题过于依赖建立数学模型,定性考虑不够,特别是忽略了人的因素。研究成果《运筹学和系统分析过程的反思》一书出版了,其中值得引起注意的是英国运筹学家切克兰德的观点。他将运筹学、系统工程、系统分析和系统动力学的方法论都划为硬系统方法论,自己则提出一种叫软系统方法论(soft system methodology, SSM),将硬系统工程解决的问题叫“问题”(problem),而将软系统工程所面对的问题叫做“议题”(issue),即有争议的问题;同时认为前者可用“数学模型”表示并能寻找“最优解”,整个过程是一个“优化过程”,而后者通过建立“概念模型”构造对议题的认识,在建模过程中寻求“可行满意的变化”,整个过程是一个“学习过程”。利用这种思路思考解决社会性的问题时具有优越性。在英国运筹和系统界也曾将这种趋势叫做软运筹或软系统方法论。日本著名系统和控制论专家榎木义一和他的学生提出的西那雅卡(Shinayakana)