

清华大学科技哲学文丛



QINGHUADAXUEKEJIZHIXUEWENCONG

复杂性系统的理论 与方法研究探索

魏宏森等 著

内蒙古人民出版社

清华大学科技哲

N94/117

2008



QINGHUADAXUEKEJIZHIXUEWENCONG

复杂性系统的理论 与方法研究探索

魏宏森等 著

内蒙古人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

复杂性系统的理论与方法研究探索/魏宏森等著. —呼和浩特:
内蒙古人民出版社, 2007. 12

(清华大学科技哲学文丛)

ISBN 978-7-204-09359-5

I. 复… II. 魏… III. 系统复杂性—研究 IV. N94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 194249 号

自序

呈现在读者面前的文集,是作者从1978年至今近30年来研究复杂性系统科学哲学与方法成果的汇集。这些论文是作者从300多篇论文中精选出来的。基本上体现出作者探索复杂性与系统科学思想与方法的历史轨迹。

在整理论文的过程中,不由得引起许多回忆,思绪万千。在那特殊的年代里所发生的事情和人们的思想、感情对今天的年轻人来说是难以理解的。仅以一例为证。

1978年3月18日是一个令人难忘的日子。这是我国现代科学技术发展史上一个重大转折点。那天在庄严的人民大会堂召开了中国第一次全国科学大会,会上刚刚恢复工作的邓小平,在开幕式上作了拨乱反正的重要讲话,明确提出了“科学技术作为生产力越来越显示出巨大作用”,“而且正在成为越来越重要的生产力”。他指出:从事科学技术的知识分子是脑力劳动者。可以说,“已经是工人阶级自己的一部分”。^①这就为辩论了近30年,长期困扰广大知识分子的老问题:脑力劳动算不算劳动?知识分子是资产阶级的,还是工人阶级的一部分?作出了明确的回答。他的这

一讲话像春雷一般响彻神州大地,给广大知识分子以巨大的震撼和鼓舞,极大地调动了知识分子攀登科学技术高峰报效祖国的积极性,主动性。年轻的朋友们,你们能体会到这种感受吗?

我就是在这样的背景下参加教育部组织的作为理工科研究生的教学用书,全国第一本《自然辩证法》讲义的编写工作,全书分为三篇:自然观、科学观和科学方法论。前两篇分别由上海和广东高校编写,方法论由北京高校和中国社科院编写。为了编好方法论,除了历史地总结以往已有的科学方法,还要求将20世纪以来的科学发展涌现出来的新的科学研究方法也编进新的教材。我们翻阅了大量资料,走访了当时在天地生、数理化方面有卓越研究成果的科学家。编写组最后把这一任务交给了我。为了深入了解20世纪最新科学成就,我随我校第一届研究生和青年教师旁听了量子力学、分子生物学、工程控制论、信息论、系统工程、电子计算机、人工智能和耗散结构等课程。这些课程使我增添了现代科学知识,了解科学技术的发展趋势,大大开阔了眼界,活跃了思想,仿佛把我带进了现代科学技术的百花园,眼前豁然开朗。但是要从这些五花八门的现代科学技术中抽象并提炼出能适应现代科学技术发展的科学方法,还是一件十分困难的艰巨任务。这时学术界介绍了L. V. 贝塔朗菲的一般系统论,很巧我从外文书店买到了一本英文版原著。

1978年钱学森、许国志、王寿云在《光明日报》上发表了

“组织管理的技术——系统工程”并在全国大力倡导,造成了声势。这时我想到了 N. 维纳的《控制论》,早在 1960 年我刚从清华大学电机系毕业留校工作时,就看到了俄文版的《控制论》,书中的导言一下子就把我吸引了过去,他对当时科学技术发展的趋势,从科学分化转向为科学综合,从研究单个事物转向研究复杂性事物,倡导开展边缘、交叉学科研究,以及那生动、活泼、自由、民主的科学方法论研讨会的形式等,给我留下深刻的印象。他认为:“在科学发展上可以得到最大收获的领域是各种已经建立起来的部门之间的被忽视的无人区。”“正是这些科学的边缘地区,给有修养的研究者提供了最丰富的机会”,他主张“到科学地图上的那些空白地区去作适当的查勘工作”。“我们多年来梦想着集合这样一批自由的科学家,在这样一块科学处女地上工作”。这些观点给我留下了难忘的印象。遗憾的是在那个年代由于种种原因,未能深入学习钻研下去,而被埋在心里。为了编写现代科学方法这一任务,迫使我重新研究《控制论》和《人有人的用处》。经过一段时间的学习研究思考,我发现系统论(包括系统工程)、信息论、控制论,这三门学科虽然是不同学科的科学家,从不同的角度研究而创立的新兴学科,他们都把对象作为一个整体——系统对待,具有共同的科学概念,如系统、信息、控制、反馈、结构、功能等,而且解决问题的科学方法亦有类似之处,现在解决复杂性问题时都离不开电子计算机,这时我想能否设想从“三论”(系统论、信息论、控制论)和一机(计算机)中提炼出对现代

科学技术普遍适用的现代科学方法呢？沿着这一条思路，我又进行了广泛的调查和深入研究。请教了许多在这一领域有权威的专家，终于写出了《控制论方法与系统方法》初稿。提出了功能模拟方法、反馈方法、信息方法和系统方法。准备编进《自然辩证法讲义》。但是心中无底。这些方法是不是“三论”中的方法？能不能从“三论”中提炼出来作为科学技术研究普遍适用的方法？如果弄错了不仅闹出笑话，而且一旦编入讲义、给新入学的硕士研究生讲授，那不是传播谬论，误人子弟吗？于是想把初稿找些权威人士审阅，征求意见。正好由钱学森担任理事长的控制理论与自动化学会要在太原召开第三届学术会议，我就带上稿子参加会议，此会是研究控制理论，自动化、系统工程、计算机国内最高层次的专家参与的盛会，于是我找到了宋健教授（时任七机部二院院长），请他审阅我的稿子，他很认真地看了我的稿子，并提议在会议上广泛征求专家们的意见。由他亲自主持，当时出席大会的有杨家桦等老一辈的专家，亦有涂序彦、王浣尘、郑应平等中青年专家，会后我又分别拜访了关肇直、陈挺等老专家，听取他们的意见。总的来说他们都非常认同和肯定。提了一些建设性意见。会后我作了补充与修改，最后定稿。

1979年5月1日以前，来自全国各地、参与自然辩证法讲义编写组的成员，集中在中央党校集体审稿统稿。这时，钱学森先生应中央党校邀请为学员们演讲，在休息时，我冒昧地把已打印的审定稿给他，请他对此稿提出意见。这是

我第一次直接见面与他交谈,他非常高兴地接受了我的请求。一个星期以后,他的秘书王寿云就通知我到国防科委去见钱学森。于是我怀着兴奋而又唐突不安的心情,走进他的办公室,他和蔼、热情地招呼我坐下,使我的紧张情绪一下子放松下来,一谈就是两个小时,对稿子基本肯定。并讲了他对自然辩证法的意见,回来后我整理了一份讲话记录,在编写组中传达。1979年此稿被正式编进了《讲义》之中。从此便进入自然辩证法、科学哲学的殿堂。

在太原会议期间,关肇直先生看了我的初稿后说:他1935年进清华大学学习时,控制论的创始人,N.维纳正在清华数学系与电机系当客座教授,给学生讲授数学专题。回校后我访问了我的老系主任章名涛教授和赵访熊副校长,他们在1935年与N.维纳同时在学校工作,还访问了校长高景德等有关知情人,并二次专门访问任之恭先生,当时他是与N.维纳同在电机系工作,也翻阅了校史资料和1935~1936年的报刊,如《世界日报》和《北平晨报》等,并翻阅了英文版N.维纳的自传《我是一个数学家》。终于掌握了N.维纳在校活动的来龙去脉,考证了他在清华这段工作与后来形成控制论的关系,以及与我国计算机研究的关系。N.维纳在《我是一个数学家》自传中有专门一章,“中国与周游世界”,他说道:1935年的中国之行是他作为一个数学家和控制论专家的分界线,是酝酿创立控制论的起点。

从1980年开始我参加了由北大吴允曾教授领导组织的《计算机发展史》的编写,我负责人工智能发展史的编写。

1983年我着手组织翻译L. V. 贝塔朗菲的《一般系统论》。本书历史篇中的论文就反映了这个时期的研究成果。

早在1978年下半年我们编写的《讲义》科学方法论篇形成第一稿时,正值我校招收“文化大革命”后的首届硕士研究生,我就在自然辩证法教学时,为他们讲授了我写的控制论方法与系统方法,由于内容的新颖性、创新性,深受听众的欢迎。1978~1979年又受辽宁社科院和山西大学的邀请,分别给自然辩证法工作者和教师进行专题讲座,并听取了他们的宝贵意见,进一步丰富了课程内容。1980年在全国第一次科学方法论学术讨论会上,我以《系统论、信息论、控制论与现代科学方法论》为题,论述了三论以及从中提炼出来各种科学方法之间的内在联系,进而提出了一种能适应现代科学发展的新的科学方法论形态——系统科学方法论。此文深受与会者的关注。会上大连工学院刘则渊、西安交大黄麟雏、华中理工学院邹珊刚、建议由清华大学参与、四校共同发起组织召开全国性的系统论、信息论、控制论的哲学与方法论研讨会。开会期间我把此文寄给钱学森征求他的意见。会后北京市科协田夫主席很欣赏此文,建议在北京举行学术报告会,广泛传播。1981年共举办了八次讲习班,有近2万名学员参与听讲。我把讲稿整理成文,1982年我写了《系统科学方法论导论》一书,由人民出版社1983年出版,三次印刷发行五万多册。我们四校从清华大学开始首次主持,其后各校轮流负责,在全国组织召开系统科学中的哲学与方法论研讨会12次。

在 80 年代我从方法论层面逐渐向哲学理论层面发展,先后发表了《系统理论中若干科学哲学问题初探》(1982)、《略论系统理论与辩证唯物主义的关系》(1982 年)、《辩证唯物主义系统观初探》(1983 年)、《系统理论与马克思主义哲学》(1985 年)、《略论系统思维方法与改革开放》(1989 年)等论文。从系统理论中总结出新的概念、范畴,新的自然观和世界观以及新的思维方式和系统科学方法论,比较完整地论述了系统理论对哲学和方法论的影响。完成了认识上的一次飞跃。这些观点在当时既有一定的创新性亦具有挑战性和风险性。

与此同时我认识到自己提出的系统科学方法论中的科学方法,只是从前人的科学理论中总结出来的,在现实的科学研究和科学管理中是否适用,自己没有亲自实践过,为此我努力寻求机会,参加社会实践,在实际工作中检验这些方法的科学性、实用性。其难点在于能不能找到一种工具把四种方法综合起来运用解决实际问题。

1984 年我引进了美国麻省理工学院史隆学院 J. 福瑞斯特的系统动力学,并邀请他来校讲学进行交流。我发现我与他的思想有相通之处,他是从三论出发由上而下把以上我总结出的几种方法形象化、具体化,针对企业和社会问题运用专门计算机语言和工具解决实际问题。而我是从“三论”出发由下而上,把其中的概念和方法上升到方法论和哲学高度。那么能不能把两者结合起来,借用它的一套形式化概念,方法、程序和电子计算机面对实际问题运用系

统方法论中四种方法解决复杂系统问题呢？我与肖广岭正好承担了北京市科委“首都科技、经济和社会协调发展”的课题，经过两年的研究与市科委共同完成了课题，对这种结合进行了有效尝试。结果证明两者可以互补，从定性到定量有机地结合，完成了“首都科技、经济、社会协调发展的系统动力学(S.D)模型”，并获北京市科技进步三等奖。

1987年又承担了国家自然科学基金的《发展战略与区域规划的理论与方法比较研究》项目。先后完成了哈尔滨、鞍山、包头、石河子、海安、延边等省市的科技、经济、环境、社会协调发展的S.D模型，并总结出系统动力学与其他系统工程方法在区域规划中运用的各自的优势与缺陷，为了吸取各种方法的优点，根据不同地区、不同对象、不同时期、不同阶段解决问题的需要，综合运用不同的方法，从定性到定量，解决复杂性系统的问题？正好1990年下半年，我听了钱学森在系统学讨论班上发表的综合集成方法解决复杂性系统、复杂性系统问题的报告，根据他的理论，结合自己在解决各省市这些复杂性系统中的实践，在进行新疆石河子课题时，我们就有意识地运用了综合集成方法。我与我的研究生赵秀生发表了综合集成方法及其在区域规划中的应用论文，系统论述了综合集成方法的内容、特点和具体应用，构建了综合模型。这些内容反映在本书实践篇。

在以上实际解决复杂系统问题的基础上，回过头来，我又深入研究了复杂性系统的理论与方法问题。并与我校博士后宋永华组织编写了《开创复杂性研究的新学科》

(1990),同年姜炜及我和研究生陶大才又分别写出了“探索组织性,复杂性问题的理论与方法”和“关于复杂性研究的若干问题认识与思考”。参加了由中科院院长周光召主持的第一次全国复杂性问题研讨会。并从理论上提出了作为系统科学与马克思主义哲学联系的桥梁——广义系统论构想(1987年)以及广义系统论的基本原理(1991年)。根据1982年作者提出的《广义系统论》一书的提纲编写并完成了初稿。1994年由曾国屏参与重新构建体系,编写了《系统论——系统—科学哲学》一书。书中重申1988年作者在广义系统论中提出的系统论定义:“广义系统论(即系统论)是把对象作为组织和自组织复杂系统进行专门的科学技术哲学研究的一般系统理论,是综合现有的一般系统论、信息论、控制论、耗散结构、协同和超循环论等现代复杂性系统理论中的科学技术哲学问题的横断科学,是系统科学与辩证唯物主义联系的桥梁,它研究系统科学中的哲学问题。是属于科学技术哲学的范畴”。书中融入了曾国屏在自组织系统研究中的新成果。在本文集理论篇中基本上反映了作者探索复杂性系统的思想发展进程和活动的历史踪迹。

在作者参与十个省市区域规划中,在解决科技、经济、环境、社会这些复杂系统问题的进程中,逐渐认识到人与自然关系的恶化,技术、工程、产业发展以及社会生产和人类生活对环境造成的危害,引起了人类文明的灾难。当时人们正沉浸在高技术对人类产生的正面效应中。新的技术革命,高技术的发展是否亦会对自然环境形成负面影响呢?

为此,1994年我发表了辩证地认识高技术的双重性,并申请获准了国家自然科学基金资助项目:“高技术对生态环境影响的负面效应”课题的研究。从高技术的六大领域,逐个考察它们各自对生态环境造成的正面影响和负面效应。实践篇中的高技术对生态环境影响的现状研究及其对策思考;高技术产业对生态环境影响的两个案例分析与政策建议;以及核能技术和海洋高技术对生态环境影响的案例分析与政策研究等文章,就是这一阶段的研究成果。

纵观全书,从历史篇、理论篇到实践篇,不难发现,通篇都围绕着探索组织性、复杂性系统这根红线而进行的研究。范围涉及科技、经济、社会以及生态环境(包括地理系统)。今天来看,自认为由于自己的学识有限,当时思想还不够解放,社会环境和学术氛围有很多约束,受国外的资料收集的限制,吸收亦不够,对许多问题的认识和论述不够充分,深度和广度都不够,可能存在这样那样的问题。有些文章发表时隔近30年,由于论述对象不同读者群体不同,自己的认识深度亦不同,为了阐明观点可能有重复之处,这些都是难免的,希望读者能理解,如果发现错误观点或不妥之处,欢迎批评指正。

魏宏森

2007年春 于清华大学荷清苑寓所

注释

① 邓小平文选第二卷.87,89,人民出版社,1983。

目 录

历史篇 复杂性系统研究的历史考察

系统论、信息论、控制论的产生、发展和趋势·····	3
系统论的产生及其意义 ·····	41
人工智能概念浅释 ·····	53
人工智能的历史和现状 ·····	63
机器人与新技术革命 ·····	81
控制论的创始人 N. 维纳在清华·····	94
昔日神童 N. 维纳与控制论 ·····	101
N. 维纳在清华大学与中国最早计算机研究 ·····	111
自然辩证法工作者研究控制论信息论、系统论的历史与现状 ···	129
我国复杂性与系统科学哲学研究的历史回顾与展望·····	134

理论篇——复杂性系统的科学哲学与方法研究

系统论、信息论、控制论给马克思主义哲学提出了新课题·····	151
系统理论中的若干科学与哲学问题初探·····	157
略论系统理论与辩证唯物主义的关系·····	165

辩证唯物主义系统观初探·····	181
再探系统理论中的科学与哲等问题·····	199
略论系统思维方式与改革开放·····	216
控制论与科学方法论·····	234
系统科学方法论的基本设想与基本内容·····	261
科技、经济、社会与环境持续协调发展的反馈机制研究·····	265
申农信息论的科学贡献与方法论意义·····	278
经济系统中信息的特征及其战略作用·····	290
信息高速公路的社会影响·····	296
关于复杂性与系统科学哲学研究的几点认识与思考·····	312
探索组织性复杂性问题的理论与方法·····	322
关于复杂性研究的若干问题认识与思考·····	325
探索组织性复杂性非线性系统的科学技术哲学——系统论·····	337
广义系统论初探·····	359
广义系统论的基本原理·····	361
系统论的基本规律·····	369
复杂性研究与地理系统·····	383
社会系统复杂性研究与现代思维方式·····	399

实践篇——解决复杂性系统的案例分析

区域发展战略与规划的理论与方法研究·····	420
系统动力学与其他理论、方法的比较研究·····	431
北京科技与经济协调发展的系统动力学模型·····	448
系统动力学在农业发展规划研究中的应用·····	455
综合集成方法及其在区域规划中的应用·····	473

迎接新世纪知识经济的挑战,实现中国社会生产力的飞跃	484
运用系统思维把首都建成全国知识经济基地的若干建议.....	495
知识与首都经济.....	501
延边城市化道路的战略构想.....	514
西部原材料工业开发中的科学技术问题.....	520
辩证地认识高技术对人与自然系统影响的两重性.....	535
高技术产业对生态环境影响的两个案例分析与政策建议.....	550
核能技术事故对生态环境影响的案例分析与对策研究.....	553
海洋高技术发展及其对海洋生态环境影响的案例分析与政策研究	574
高技术对生态环境影响的现状研究及其对策思考.....	589
绿色技术创新及其意义.....	606
中华人民共和国.....	615

历史篇

复杂性系统研究的历史考察