

开来学于今

——复杂性科学纵横论

苗东升◆著

光明日报出版社

开来学于今

——复杂性科学纵横论

苗东升◆著

光明日报出版社

图书在版编目(CIP)数据

开来学于今:复杂性科学纵横论/苗东升著. —北京:
光明日报出版社, 2009. 12
(光明学术探索文丛第6辑)
ISBN 978-7-80206-924-4

I. 开… II. 苗… III. 复杂性理论 IV. N941.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第219659号

开来学于今:复杂性科学纵横论

作 者: 苗东升 著

责任编辑: 刘 彬

封面设计: 张海亮

出版发行: 光明日报出版社

地 址: 北京市崇文区珠市口东大街5号, 100062

电 话: 010-67078241

法律顾问: 北京市华沛德律师事务所张永福律师

印 刷: 北京忠信诚胶印厂

本书如有破损、缺页、装订错误,请与本社发行部联系调换

开本: 880mm×1230mm 1/32

字数: 363千字

印张: 14.5

版次: 2009年12月第1版

印次: 2010年10月第2次印刷

书号: ISBN 978-7-80206-924-4

全套定价: 300.00元(本册:32.00元)

版权所有 翻印必究

写在前面

(一) 1937年农历7月，家父在随军开赴抗日前线之前，托人把怀孕的家母送回老家，那是太行山深处一个叫做岚峪的村庄。父亲行前梦见得胜而归，家里高挂红灯迎接他，由此得了我的名字。他留给母亲一句话：“还是闺女就不管了，是小子叫东升，一定要供他上大学。”我出生不到一个月，父亲在原平保卫战中牺牲的噩耗传回家乡，是年母亲刚27岁。由于家境贫寒，还在坐月子的她就下地干活，心情又极度悲愤，不久便病倒，一年多后才能重新下地。在我不到三岁时，日寇扫荡抗日根据地，专找烈军属房子烧，我家自然是重点，几间房子被烧个精光。无房可住，一家三代七口只得到一个叫放神坡的野山沟挖了一套简易土窑洞住下来，一住就是12年。在那个战乱不断的年代，在那个极其贫穷的山沟里，为哺养三女一儿，照顾两个老人，特别是后来供我上学，母亲挑起维持全家生计的重担。岚峪虽是一个不算小的村子，但生产和文化都极端落后，即使父母齐全、有壮劳动力的家庭都不敢设想供子女读大学。面对如此环境和条件，母亲不仅完整地维持了这个家，而且兑现了她对父亲的承诺，供我从小学一直读上大学，直到1980年代我还是岚峪唯一的大学毕业生。这算得上一个奇迹。在漫长岁月中，母亲是如何熬过来的，我在老人家生前从未认真想过这个问题。老话说，上往下亲。母亲为我做出超常牺牲，但我在她生前从未尽过孝心。从

58岁起，老人家又给我照料孩子，管家做饭；在刚刚把她的两个孙子拉扯大、我的经济条件稍有改善时，母亲便离我们而去。作为独子的我始终未能让母亲享受过生活，我为自己的不孝深感内疚。本书出版时恰逢家母百年诞辰，把它献给母亲，或许能够多少减轻一点不孝儿子的负罪感吧。

（二）1980年代初，本人追随钱学森先生的学术思想而开始学习和研究系统科学，逐步见识了复杂性、复杂系统和复杂性科学等概念，朦胧中似乎觉得别有新意。普利高津的《从混沌到有序》、《探索复杂性》等著作深深地影响了我，并由此而多方面接触国内外复杂性研究的文献。1987年2月起，我参与钱先生指导的系统学讨论班大班的活动，正值他的系统学思想发生重大转变时期，他和他的研究团队的主攻方向确定为建立复杂巨系统理论。讨论班的一系列报告，钱先生在每次报告会上的精彩总结，使我受益匪浅。几年下来，我逐步形成一些自己的想法，并于1990年代中期开始发表有关复杂性研究的文章。

90年代初，在冯国瑞教授引荐下，我参加了北京大学现代科学与哲学研究中心的活动。2000年11月，中心主任赵光武教授来电话，要我为寒假期间他们中心搞什么活动出主意。我建议搞复杂性研究，并提出一些具体设想。赵教授欣然接受，举办了第一次关于复杂性研究的学术会议，我的发言题目为《复杂性研究的现状与展望》。与会学人对研讨会的反应使我们深受鼓舞。从此，每年严冬盛夏各举行一次关于复杂性的研讨会，有朋友戏称为“冬炼三九，夏练三伏”，直到现在从未间断。这首先应归功于赵教授，他的学术韧性令人佩服。我本来在写《系统思维》一书，已接近半成品，几次想退出他们的活动，集中精力于此书。由于自己主体性不足，又碰上赵光武这个极具坚持性的人，颇具赵本山式的“忽悠”力，我“忽悠”不过他，只好跟着一路搞下来。何处识归舟？悠悠，体衰智竭有尽头。又道

是：纵唤九原摩诘起，也不画、倦游图。

这些学术研讨既有关于复杂性科学的一般理论问题，也有现实生活中一些重大复杂性问题，涉及面相当广泛，且颇有深度。每次研讨会定一个题目，逼得你认真准备，接受听众质询，再听听其他学者就相关的其它论题的高论，我个人觉得收获良多。在迄今已完成的17次研讨会上，除“中国当代社会经济结构复杂性研讨会”之外，我都有专题发言，且都见诸学术期刊。加上另外写的属于复杂性研究的文章，共30篇左右。在这期间，逐渐萌生了写一本专著的念头，形成本书的大纲腹稿。2007年初，在《系统科学大学讲稿》杀青后，是重新开始写《系统思维》（2003年因机毁而文亡，心境不佳，停顿了几年），还是着手写本书，我面临一个小小分叉点。如何实现对称破缺选择？征求老友车宏安教授的意见，他主张先搞复杂性。他的建议使我发生了一次小小的诱导性对称破缺，以这些文章为基础，加工整理，历时两年多，终于有了这本书稿。

按照作者的观点，复杂性科学并非一门学科，而是一个庞大学科群，代表整个科学作为系统的一种新的历史形态。所以，作为一本论述复杂性科学的书，不能像信息科学或控制理论那样阐释它的基本概念，建立理论框架，只能是总论性质的，即从科学、科学学、科学哲学、科学史等不同角度探讨复杂性科学蕴育和产生的社会背景、历史条件、发展现状、存在问题和可能走向，除了基本概念的解释，更应从它的认识论、方法论、逻辑工具、思维方式等方面对一些争论和热点问题展开论述。故名之曰纵横论，或曰概览，概略观览是也。虽为概览，却也耗尽了我这几年的精力。效果如何，敬候阅者批评。

有朋友曾经直言批评我的著述书名太严肃，或者说太死板，难以吸引读者的眼球，而且与中国传统文化相距太远，散发着一股浓浓的西学味道。构思中的本书仍然是这个样子，我自己也不

满意，寻思着最好改它一改。我倒并不太在乎能否吸引众多眼球，只是觉得作为中国知识分子，不应该“言必称希腊”。但鄙人没有传统文化的功底，形象思维能力又差，思来想去一年多，毫无所获。2008年10月，人大老干部处组织离退休人员到山东旅游，前半程可以说是文化旅游。10日到达邹县孟子故里。一下车便看见孟府大门南侧一处平房式建筑上方“开来学”三个赫然大字，不明白其含义，又觉得或有深义。我立刻跑去察看，原来是一家杂货铺，文不对题，颇为扫兴，但开来学三个字却无法忘怀。随着深入孟府参观，我对这三个字渐渐有所理解。不记得谁人写的《孟子赋》一篇，颂孟子“开来学于无穷”，使我突生豁然开朗的感觉。开者，开拓、开创也；来者，未来或即将到来也；开来学者，谓开拓未来之学问也。我们今天研究复杂性，不就是在开拓新学吗？由此我形成了“开来学于今”这个书名。当然，我的理解未必准确，新书名有可能是对“开来学”三个字的望文生义、牵强附会，我愿意接受行家的批评嘲笑。但无论如何，本书书名得自这次孟府之行，我还是要感谢人大老干部处的，多年来一年两次随团旅游，受到他们多方照顾。退休8年来，于书房咬文嚼字咬累了、嚼腻了，便投入大自然怀抱，青山豁怀，绿水润情，再神清气爽地回到书房继续咬嚼，循环往复，直至生命终点。中华先人创造的这种非仕途文人的生活方式，的确别有一番乐趣、情趣和理趣。窃以为，这也算是向中华文化的一种回归吧。

（三）本书的写作思路。对于复杂性科学在科学史上的定位，国内外意见纷纭，或说一门新学科，或说一个新的学科群，笔者都不认同。我主张以科学转型论来考察复杂性科学。科学转型论不同于库恩的科学革命论。科学革命论考察的基本是单个学科领域，时间尺度最大几十年；科学转型论考察的是整个科学，时间尺度百年以上。以历史大尺度看，科学整体上是一种演化系

统，有不同的历史形态。400 年来的经典科学是其第二种历史形态，复杂性科学代表它的第三种历史形态，目前正处于从前者向后者转变的初期。本书前 11 章分别从不同视角阐释这一论断。第 1 章取科学史的视角，第 2、5、6 章取科学视角，第 3 章取文化视角，第 4 章取一般哲学视角，第 7、8、9、10、11 章分别取方法论、逻辑学、实践基础、认识论、思维方式的视角。在此基础上，第 12 章提出笔者对中国科学发展的某些战略思考。书中对国内外诸多名家（包括钱先生）的看法提出质疑，展开争论，意图之一是在国内推动健康的学术争鸣。

（四）书稿既定，如何出版？几经努力，无一成功，只得自掏腰包。这使我想起元好问的《沁园春》词，改动几个字，以表达笔者此时此刻的心情。

沁园春·出书难

再撰新著，付印艰辛，逐贫逐穷。算公田二顷，谁如元亮；吴牛十角，未比龟蒙。面目堪憎，语言无味，五鬼行来此病同。齑盐里，似扬雄寂寞，韩愈龙种。

彪儿炮凤烹龙，且莫笑先生饭甑空。便看来朝镜，都无勋业；拈将文笔，犹有神功。文理横陈，哲科通贯，尽入经营惨淡中。闲身在，看薄批明月，细切清风。

孤微子 2009 年 10 月 30 日于泊静斋

目 录

写在前面·····	1
第1章 从科学系统的转型演化说起·····	1
1.1 科学系统演化的基本模式·····	1
1.2 科学系统面临新的转型演化·····	4
1.3 科学系统本次转型演化的社会历史根源·····	8
1.4 作为科学系统自组织运动的转型演化·····	13
1.5 从简单性科学到复杂性科学·····	18
1.6 谁“开错了药方”——科学哲学在中国·····	24
第2章 复杂性科学的历史、现状和困惑·····	28
2.1 复杂性科学的孕育·····	28
2.2 复杂性研究的开创期·····	31
2.3 复杂性科学的诞生·····	37
2.3.1 软系统方法论·····	37
2.3.2 自组织理论·····	39
2.3.3 非线性动力学·····	41
2.3.4 复杂适应系统(CAS)理论·····	44
2.3.5 开放复杂巨系统(OCGS)理论·····	45
2.3.6 小结·····	46
2.4 复杂性科学的现状·····	48
2.5 复杂性科学主要学派的贡献·····	49
2.5.1 软系统方法论的贡献·····	50

2.5.2 自组织理论的贡献	51
2.5.3 非线性动力学的贡献	54
2.5.4 复杂适应系统理论的贡献	55
2.5.5 开放复杂巨系统理论的贡献	57
2.6 复杂性科学的困惑	58
2.6.1 软系统方法论的局限与困惑	58
2.6.2 欧洲自组织学派的局限与困惑	59
2.6.3 非线性动力学的局限与困惑	60
2.6.4 圣塔菲学派的局限与困惑	62
2.6.5 钱学森学派的局限与困惑	62
2.6.6 如何认识复杂性科学的困惑	65
第3章 复杂性科学产生的社会文化背景	67
3.1 孕育复杂性科学的社会文化环境	68
3.2 后现代主义与复杂性科学	73
3.3 透视“后”字招牌的后面	80
3.4 “终结论”终结了什么	84
3.5 复杂性科学发展壮大所需要的社会文化环境	89
3.6 中国传统文化对复杂性科学的重大现实意义	93
第4章 哲学视野中的复杂性	101
4.1 本体论意义上的复杂性	101
4.2 认识论意义上的复杂性	107
4.3 语言哲学意义上的复杂性	112
4.4 辩证论意义上的复杂性	118
4.5 价值论意义上的复杂性	128
4.6 实践论意义上的复杂性	135
第5章 科学视野中的复杂性	142
5.1 复杂性的定义	142
5.2 国外学者的复杂性定义	147

5.3 复杂性的来源,什么不是复杂性	149
5.4 两种科学世界图景	157
5.5 钱学森的复杂性定义	158
5.5.1 关于巨系统	159
5.5.2 关于复杂巨系统	162
5.5.3 关于开放复杂巨系统	164
5.5.4 复杂性的系统科学定义	166
5.6 以信息观点看复杂性	167
5.6.1 信息研究与复杂性科学	168
5.6.2 信息复杂在哪里?	172
5.6.3 区分元信息和现实信息	175
5.6.4 信息与信宿的关系	180
第6章 从几个独特科学视角看复杂性	184
6.1 自组织与复杂性	184
6.1.1 概念辨识:组织、自组织、他组织	184
6.1.2 自组织的特点	188
6.1.3 自组织的根源	190
6.2 他组织与复杂性	193
6.2.1 自组织演化需要他组织	193
6.2.2 他组织带来的复杂性	199
6.2.3 自组织与他组织互动产生的复杂性	201
6.3 混沌与复杂性	204
6.3.1 混沌学与复杂性科学	204
6.3.2 混沌复杂在哪里?	205
6.3.3 混沌还不够复杂	208
6.4 分形与复杂性	210
6.4.1 分形学与复杂性研究	210
6.4.2 分形复杂在哪里?	213

6.4.3 从分形看系统的空间复杂性	214
6.4.4 从分形看系统的时间复杂性	216
6.4.5 自组织的分形机制	218
6.5 网络与复杂性	220
6.5.1 自然界自组织产生的复杂网络	221
6.5.2 人工他组织的复杂网络	222
6.5.3 人类社会的复杂网络	225
6.5.4 网络系统的对立统一	228
6.5.5 网络研究:从简单到复杂	230
6.6 模糊性与复杂性	232
6.6.1 还原论科学的精确性崇拜	232
6.6.2 模糊性是复杂性的一种表现形式	234
6.6.3 模糊学是复杂性探索大潮中的重要方面军	237
第7章 复杂性科学的方法论	239
7.1 什么是还原论	239
7.2 超越还原论	244
7.3 走向系统论	252
7.4 把复杂性当作复杂性对待	260
7.5 再谈从定性到定量综合集成法	267
7.6 方法论意义上的复杂性定义	274
第8章 复杂性研究的逻辑工具	276
8.1 复杂性研究呼唤逻辑创新	276
8.2 从标准逻辑到非标准逻辑	281
8.2.1 逻辑思想的多维性	281
8.2.2 多值逻辑	282
8.2.3 概率逻辑	283
8.2.4 模态逻辑	284
8.2.5 时态逻辑	285

8.3 从精确逻辑到模糊逻辑	286
8.3.1 定义与分类	286
8.3.2 模糊概念论	287
8.3.3 模糊命题论	289
8.3.4 模糊推理论	290
8.3.5 模糊词语计算	291
8.4 从协调逻辑到亚协调逻辑	293
8.4.1 简单性科学把逻辑协调性要求推向极致	294
8.4.2 复杂性科学的需要孕育和产生了亚协调逻辑	295
8.4.3 亚协调逻辑的要点	298
8.4.4 应用:协商逻辑	299
8.5 从集合论逻辑到系统论逻辑	302
8.5.1 整体逻辑	302
8.5.2 开放逻辑	303
8.5.3 非线性逻辑	305
8.5.4 有无系统论逻辑?	307
8.6 发展辩证逻辑	308
8.6.1 有没有辩证逻辑	308
8.6.2 关于辩证概念	310
8.6.3 关于辩证命题	313
8.6.3 关于辩证推理	316
第9章 复杂性科学的实践基础	320
9.1 古代科学与现场实践	320
9.2 还原论科学确立了实验室实验在科学实践中的主导地位	323
9.3 复杂性科学向现场实践的回归	326
9.4 计算机数值试验——社会实践的第四种重要形式	330
9.5 复杂性科学催生虚拟实践	335
9.6 复杂性科学实践基础的复杂化	340

第 10 章 复杂性科学的认识论	345
10.1 简单性科学无须明确涉及认识论	345
10.2 复杂性研究催生科学的认识论转向	348
10.3 在复杂性科学视野中审视《实践论》	355
10.4 完善复杂性科学的认识论	364
10.5 映构论——认识是主观对客观能动的映构	371
10.6 复杂性科学的学习观	376
第 11 章 复杂性科学的思维方式	384
11.1 从形而上学思维到辩证思维	384
11.1.1 复杂性科学兴起加速推动向辩证思维的复归 ...	384
11.1.2 学界对向辩证思维复归的体认	387
11.1.3 实践层面的复归	389
11.2 从分析思维到系统思维	393
11.3 从线性思维到非线性思维	398
11.4 把矛盾的思维方式结合起来	402
11.5 把逻辑思维与非逻辑思维结合起来	404
11.6 把抽象思维与形象思维结合起来	409
第 12 章 关于中国科学发展战略的思考	413
12.1 中国科学现代化的艰难历程	413
12.2 抓住科学转型的历史机遇	415
12.3 解读钱学森关于中国科学技术发展的战略思考	417
12.4 解读钱学森的现代科学技术体系	419
12.5 占领复杂性研究的制高点	424
12.6 科技发展要走中国自己的路	429
参考文献	432

第1章 从科学系统的转型演化说起

复杂性科学的兴起已是不争的事实。作为开篇，我们先以系统演化理论为指导，从科学学和科学哲学的视角考察复杂性科学的孕育和产生，以判明它在科学发展史上的地位。

1.1 科学系统演化的基本模式

科学作为一种社会存在，是由知识体系、社会活动和社会建制三大要素或分系统构成的巨系统。若把社会巨系统划分为经济、政治、文化三大分系统，则作为知识体系的科学无疑是文化系统的分系统，属于社会巨系统的二级分系统。通常把社会划分为基础和上层建筑两大层次，乃是一种模糊分类，社会的经济基础和上层建筑都是札德意义上的模糊概念，即概念的外延都是模糊集合，在边缘处相互重叠。人文文化无疑属于上层建筑，但科学作为分系统恰好处于基础与上层之间的模糊界面上，科学活动属于社会实践，科学思想属于社会意识，科学的社会建制比较复杂，有的是基础建筑，有的是上层建筑。科学知识（科学理论和科学方法）是观念形态的存在，生产力首先是物质形态的存在，科学知识产生于生产活动之外的科学观察、科学实验、学术争论等社会实践之中，主要记录和保存于波普尔所说的世界3，因而仅仅是一种元生产力，而非现实生产力。但它内在地蕴涵着

转化为现实生产力的可能性（使用转化一词暗含着科学本身并非生产力，否则，就是生产力向生产力自己转化，有违逻辑原理），一旦有条件“并入生产过程”（马克思语），科学知识就转化为现实生产力了。而科学知识一旦转化为现实生产力，它就不再是科学系统的要素，而是该系统的环境要素。科学的这种元生产力属性，使它对社会总系统的演化发展具有特别重要的作用，以至被误认为科学本身就是生产力，而且是第一生产力。

科学是随着人类社会的发展从无到有产生出来的，它一经问世就表现为一种不断演化的系统。科学的生命在于创新，不断积累新知识，淘汰旧知识；这种新陈代谢一停止，科学作为系统就会寿终正寝。故演化性是科学作为系统的基本特性之一，且演化速度越来越快。受到广泛赞誉的库恩科学革命论就是一种关于科学演化的理论，以科学范式为标志把科学的发展划分为两种形式，已有范式不断完善的演化是科学的常规发展，性质不同的新范式取代旧范式的演化是科学革命。无论是常规科学的渐进积累，还是科学革命这种质的飞跃，都表明科学作为系统在演化着。这一理论显然本于辩证哲学中的量变质变规律，科学上则与同时出现的系统演化理论（特别是自组织理论）相呼应，因而十分诱人。但库恩理论是以单个学科领域的演化史为背景概括出来的，如物理学革命、生物学革命等，用于单个学科是恰当的，用于整个科学系统则不够准确，必须加以扩展和改造。

形态是刻画系统整体特征的重要概念，凡系统都有形态。粗略地说，形态指的是系统整体上呈现出来的、人们可以从整体上感知的形象和态势，以及可以从这种形象和态势中体悟出来的内秉神态。对运行于物理空间的物质系统，人们可以通过它的几何形状和时空行为把握其形态；对于没有几何形状可感知的系统，特别是科学、文化、军事、经济、社会、文明等复杂巨系统，需要通过考察其组成要素、结构模式、行为模式、功能模式、历史

沿革以及人们从事这类活动的思维模式等把握其形态。要素、结构之类的东西一般都表现为大量可以感知的事实、事件、材料和数据，但需凭借思维的概括力才能借助它们把握系统的整体形态。一些平庸简单的系统和所谓静态系统无须考虑形态变化。但只要以足够大的时间尺度看，任何历史地产生出来的巨大系统都不是静态的，而会呈现出性质不同的历史形态，每一种形态都不是永恒的，都有其发生、发展、衰亡的演化过程，历史上前后相继的两种不同形态之间则存在新旧交替的演变。一种历史形态从孕育、诞生、成长直到攀上顶峰是它的成型演化期，越过顶峰之后便进入它的保型演化期，同时也就忽慢忽快、或隐或显地开始孕育将来取代它的新形态，出现新旧两种不同形态的矛盾斗争。新形态取代原有形态的演化，称为系统的转型演化。转型演化是系统现有形态的保型演化和新生形态的成型演化的矛盾统一体。一系列成型演化和保型演化的矛盾统一，一系列转型演化的相继发生和完成，构成了该系统的整体演化史。系统演化的这种一般图景可以粗略图示如下：

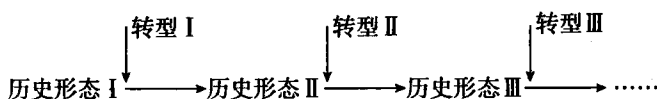


图 1.1 系统转型演化序列

通常说的更新、变革、改革、革命、转型，讲的都是系统演化问题。更新、变革和改革属于同一层次的概念，一般指系统发生了较为显著的变化，尚属于量变或部分质变范畴。革命和转型是同一层次的概念，都指系统发生了根本性、方向性和整体性的质变，足以凸现系统演化的深刻性和根本性。革命与转型也有区别。革命一词强调的是质变的爆烈性、变革完成的迅速性，有较为明确的起点（革命爆发）和终点（革命完成）。每一次物理学革命都可以把某一篇关键性论文的发表作为发生革命的标志。例