

复杂系统演化

理论与方法研究

龚小庆 著
陈光亚 主审

浙江大学出版社

复杂系统演化理论与方法研究

龚小庆 著
陈光亚 主审

浙江大學出版社

责任编辑 王大根

出版 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 杭州好友排版工作室

印刷 杭州杭新印务有限公司

开本 787mm×960mm 1/16

印张 17

字数 335 千

版印次 2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

书号 ISBN 7-89490-111-3/G · 369

定价 28.00 元

序

对系统科学或复杂性研究的呼吁是上世纪中叶以来科学技术的发展呈现出一方面学科越分越细,同时又在不同学科领域相互交叉渗透综合发展的趋势,以及在以往的发展中取得辉煌成就的还原论被用来处理人类所面临的复杂系统时遭遇的局限的需求中应运而生的,其目的是希望更全面深入地从客观世界事物的整体与部分以及层次关联在时空中演化的全程描述角度来研究支配客观事物运行的基本主旋律,并依据这种更深层次的对世界规律的逼真,建立起新世纪新一轮科学技术发展的理论基础,以指导新的发展实践。

为此,近 20 年来,世界上已有大批的一流学者从不同的学科切入点入手,展开了卓有成效的探索。这包括:以耗散结构理论的提出者 I. Prigogine、协同论的创立者 H. Haken 为代表的集体以演化概念为中心展开的一系列工作;美国新墨西哥州 Santa Fe 研究所以演化仿真和复杂性概念为对象进行的有成效的探讨;我国的钱学森院士及其集体(包括一些以管理科学的以复杂性为题进行研究的学者们)以开放复杂巨系统研究中“从定性到定量综合集成”的新方法论体系为指导,做了大量工作,并积累了许多宝贵的经验;以 M. Suzuki(铃木正雄)为首的日本学者以及我国学者李衍达院士、方福康教授及其集体也包括国际上被称为后基因组的学者群以系统生物学或信息生命学概念为题,旨在实现物理学与生物学或物理学与经济学的整合方面做了大量的理论与实证性研究,取得了一系列结果;最后,也许是最重要的,是由数学与物理学界的一大批学者在非线性研究的旗帜下,在所展开的可概括地称之为非线性效应的理论分析方面取得了一系列成就。与此同时,我们——在学科上隶属于中国系统工程学会的一批老中青的学科工作者也长期面对这一总的时代需求,以建立系统科学与工程(或事理学)或复杂性研究的基

础理论为目标,进行了一些思考与探索,获得了一些有意义的结果。而本书——《复杂系统演化理论与方法研究》——的作者龚小庆先生,则是这一方向研究集体的主要成员之一,并且此书的基本内容是他所完成的博士论文为主体部分的扩展。

下面我想借此机会,首先提及一下,我们在这方面所做工作的一个概要,然后再论述这本书所完成的主要创造性成果的具体内涵。

在这一方向已有的工作计划由总标题为“建立系统科学或复杂性研究基础理论框架的一种可能途径与若干具体工作思路”所辖((之一)到(之十四))共14篇系列文章构成。其总的目标是——试图从现代物理、分子生物学与脑神经解剖学等学科的最新实验事实以及相应的前沿领域,围绕着宇宙物质全程演化概念与背景研究的展开所获得的理念与成就为基础,按照“由大爆炸理论所描述的物理世界之最初情景出现以来的扩张并降温的过程中,世界物质总是在其不同时空之具体结构状态下的几种基本相互作用属性形成的制约机制造成的物质—能量及相伴的信息结构与分布仍非完全平衡态势的推动,不断地一层一层完成的全方位整体性进一步的精细结构化,实现其该层次从无序到有序的演化——这一总的自然法则”的认识为主线,提出了一种建立系统科学或复杂性研究基础理论的定性(即概述为所谓概念化的洋葱模型所表征的由宇宙物质演化而成的“世界图景”)与相应的定量描述的框架思路与若干实现的细节方法。文中相关部分分别对相互作用、进化、演化、适应性与适应度与复杂性等概念,均进行了新的界定与分析;对突变、分歧、吸引子、协同、分形等概念及与统计物理的关系,在我们所揭示的思路与视角下,进行了趣意盎然的诠释;论及了非线性信息的起源与本质及其人本意义下的价值概念与相互关系;系统地考察了熵、能量、李雅普诺夫指数和豪斯道夫维数等概念的直观内涵及其间的定量关联;并在此过程中坚持的同样理念之下,很自然地得到了“量子化在微观与宏观系统中均是基于同样的渊源而普适的”以及“系统即是稳态”,而且“稳态”、“临界态”、“本征态”、“相”和“涌现”等只是同一个“稳态”内涵物在不同学科中的不同叫法等结论。

需要特别指出的是:在整个系列文章中,除了上述的对一些概念内

涵剖示与关联揭示外,都是围绕着说清道白如下的基本事实展开的。此即:自然物质在其演化全程的诸阶段所形成的诸理论,即无机物演化的阶段遵从的‘物理’、蛋白质有机物质与生命演化阶段遵从的‘生理’,直到人类及人类社会出现后演化阶段形成的‘事理(系统工程)’、‘管理’、(制定人类行为规范的)‘伦理’、自人类意识出现起由感性—悟性—理性不断反复循环领悟深化而成的‘哲理’,以及与测量、记事、计算过程逐渐积累、升华发展而来的‘数理’等七个‘理’是一个理,而且正如马克思说过的:“自然科学与社会科学是一门科学”。

我们认为,明确的回答上述问题,是所有可真正称之为系统科学或复杂性研究的基础理论必须展现的目标与境界,对此我们在已发表的9篇和即将陆续发表的另5篇系列文章中,论述了其彼此的“一致性”和用数理方法与理性原则严格地证明其原理间的等价性,以及部分的实证与比较分析给予了明确的回答。虽然只是初步的,但至少是毫不含糊地开了个头。

上述的各个方面,在这本书中均有所反映,但作为专著,这是第一本。因为是第一本,还不能说在涉及的一些内容时,已经做得较为完美,但至少从整体上看是自成体系且能自圆其说的。下面仅指出作者在本书中所完成的具有创造性特色的若干工作亮点。

现代哲学的一个重要趋势就是客观现实的非实体化。为此,作者面对由定性概括所得的前述的洋葱模型表现出的物质全程演化的“世界图景”的动态展现,通过将此客观实在真实与复杂系统网络化而贯彻了这一思想。即,将此真实图景看作是一个关系网络,如是,我们的经验所直接感受到的客观实在就是这个关系网络中的一个个的稳定的节点,(即上文所说稳态!)而每一个节点本身又是一个子关系网,构成这个子关系网的则又是一个更加细小的有内在联系的节点网络。如此继续推演下去,则世界便可被理解为一个由一层一层关系网络所构成的等级体系,而演化的机制就是这种所谓的不断演进的一级一级的多层次的“精细平衡”的实现。这是第一点。

第二,是通过对物理系统(量子力学所考察的微观系统以及以最小作用量原理刻划的一般力学系统等)的复杂性与其相互作用本质的考

察,指出了对于一般的复杂系统,可以引用适应度函数(反映主体生存概率或能力、能量等的一个量)的概念,则主体间相互作用就可理解为适应度或生存概率之间的转化与平衡的过程。这样一来,我们就可以在进一步的研究中运用博弈论的观点研究复杂系统的稳态过渡与转移等问题了。

第三,结合经济系统的特征,考察了涌现、演化、路径依赖等系统科学的重要概念,指出了,复杂系统的演化过程是以稳态或本征态一次又一次新结构的涌现作为自己的阶梯的,从这个意义上可以说,演化是“路径依赖”的。

第四,在研究战略的选择机制时提出了可认为是主客观性质的适应度函数与战略分布两个评价体系,前者是一个衡量战略“绩效”的客观量,而后者则反映了主观偏好。在博弈论中,一个主体所采取的战略的适应度是在主体之间的相互作用中加以确定的。为了讨论均衡态的特征,作者首先从数学的角度证明了在基于进化论的自然选择机制的作用下战略分布将朝着适应度函数最大化的方向演进,从而表明了理性是自然选择的结果;是演化的目标而不是前提。在此基础上,就可以顺理成章地运用博弈论的思想来研究复杂系统演化的机制。

第五,在应用方面的几个值得一提的内容。

首先,运用系统科学的基本概念,讨论了制度演化经济学的一些基本概念,指出了制度的演化过程是外部性的转化和平衡过程,并对新制度经济学提出了基于系统科学观点的若干研究思路;

其次,对自组织临界性理论及在雪崩动力学中占重要地位的一类生物演化模型进行了研究。对弱相互作用的情形,从数学上严格证明了系统代际寿命的数学期望是有限的,以及最小适应度序列是几乎必然收敛的重要结果;对强相互作用的情形进行了数值模拟计算,并得出了相互作用是复杂系统多样性根源的结论;

此外,还针对深水截流的复杂性进行了分析,从此系统的演化特征论证了相关理论的合理性,并根据微结构浸水湿化机理设立两个临界值,把传统的沙堆模型作了合理的扩展和改进,从而把深水截流问题纳入了复杂系统演化的理论框架之中。

最后,为了给此书的思想增加一些实证的背景,作者还尝试着将本世纪以来被广泛探讨的复杂网络研究成果整合进了此书的基本框架,并且在对复杂网络拓扑结构和统计指标理论综述的基础上,进一步考察了网络的复杂性测度问题。作者特意引用的研究成果——幂律是以伪装形式出现的玻尔兹曼律——表明幂律作为复杂系统的“指纹”并不神秘而是具有坚实的统计物理学背景的。

当然,此书所涉及的面还比较宽,限于篇幅,就此点到为止。

以上的内容是就与此书有关的工作而言的。事实上,在近二十年内,我国学者还在与上述工作可互补交融的方面完成了许多有重大意义的开创性工作。其中,特别是方福康教授等关于系统稳态迁移、过渡的J—结构理论,陈光亚教授等所完成的关于具有紧性与非紧性近似条件下的一系列优化原理的等价性证明,陈珽、王先甲教授等所进行的关于具有激励机制的多利益主体、多目标并以谈判、协商、仲裁方式实现双赢或多赢的决一对策理论,罗辽复教授等在系统生物学方面所做的极有启迪意义的工作,以及众多来自物理学与数学界的学者,在物理经济或经济物理领域已获得的诸多成就等,都可以认为是与上述的工作思路殊途同归的。倘若将之按所拟框架与思路进一步从定性到定量综合集成与整合,则剩下的事将已经几乎是“临门一脚”了。而这也正是我们下一步该要做的。当然,即使是她已被完成了,也还是起步性的,并且,也只是通达理想境界多条路径中的可能达到的一条路而已。

最后,谨以我们的恩师,已故的许国志院士生前所写的题为《诸侯分治,统一江山》一文中的一节来为本文作结:“科学的发展似乎是由‘诸侯分治’到‘统一江山’,再‘开疆拓土’,形成伟大的王朝。当欧几里德创造几何理论,阿拉伯人因通商发明了阿拉伯数字时,仅有诸侯,若干年后才出现了数学来统一江山,进而开疆拓土确立了伟大的数学王朝。运筹学的发展亦复如此。科学发展过程中,许多重要的现象常常首先以不同的形式出现于不同的学科。数学中的‘施米尔马蹄’和力学中的‘湍流’是混沌在不同学科中的表现,建立统一的混沌理论则是项艰巨的任务,而这正是科学的重要进程”。同样,“20世纪目睹了‘系统科学’由诸侯分治逐渐进展到(起步)统一江山,21世纪将看到它开疆拓土,建立伟大的王

朝。”

许先生离开我们已三年多了,先生生前是非常支持和关注这方面工作的进展,并一直殷切地期待着的。

是为序,亦以此为许先生祭。

A handwritten signature in black ink, appearing to be '于珞珈' (Yu Luojia), written in a cursive style.

2005 年 5 月 15 日
于珞珈山麓

* 中国系统工程学会副理事长、学术工作委员会主任,中科院武汉物理与数学研究所研究员、博士生导师。

本书的写作和出版得到了以下基金的资助：

国家自然科学基金(60174048,70271076)

浙江省高校青年教师资助计划

浙江省重点学科(浙江工商大学数量经济学)建设基金

浙江工商大学人才启动基金

目 录

导 论	1
0.1 现代系统科学研究的现状与对象	1
0.2 系统科学研究的哲学方法论基础	4
0.3 系统科学研究的一种可行的数学方法	12
0.4 本书的基本思路与内容安排	14
第 1 章 西方物质概念演化史	19
1.1 古希腊的物质概念演化史	19
1.2 近代物质实体概念的确立	26
1.3 辩证唯物主义物质观的建立	28
第 2 章 物质结构演化过程的统一图景与系统科学基础理论框架思路	31
第 3 章 微观系统中的客观实在与复杂性	41
3.1 双缝实验与薛定谔猫	41
3.2 混沌之死	45
3.3 客观实在等于本征态	46
3.4 “场”与“有”	50
3.5 结 语	52
第 4 章 涌现、演化、相互作用和路径依赖	54
4.1 涌现与演化：现代系统科学的两个基本概念	54
4.2 相互作用的本质	58
4.3 涌现和演化的博弈模型初探	66
4.4 关于路径依赖的进一步讨论与例证	71
4.5 结 语	74

第 5 章 复杂适应系统的定性理论	76
5.1 结构主义的三个要素	77
5.2 复杂适应系统的要素分析	80
5.3 主体的演化模型的定性描述	88
5.4 系统(整体)演化模型的定性分析	93
5.5 结 语	96
第 6 章 自然选择、理性和博弈均衡	98
6.1 适应度与战略分布	98
6.2 自然选择与理性的涌现	103
6.3 纳什均衡	110
6.4 均衡的涌现	117
第 7 章 随机环境中的自然选择及博弈	121
7.1 基本数学模型	121
7.2 随机环境中的平均选择算子	125
7.3 多主体博弈的平均选择算子及其不动点	126
7.4 博弈的演化均衡	129
7.5 进一步的讨论	138
第 8 章 古诺博弈均衡理论以及合作问题的演化分析	141
8.1 古诺(Cournot)的双头垄断模型	141
8.2 关于合作问题研究的简单回顾	149
8.3 一个模仿者动态演化模型	156
8.4 模拟动态演化模型的算法设计	158
8.5 进一步的问题	162
第 9 章 新制度经济学演化理论初探——系统科学的观点	164
9.1 组织和制度	164
9.2 产权是有价值的规则系统	166
9.3 生态位和外部性制度的涌现和演化	170
9.4 基于数学模型的进一步讨论	178
9.5 进一步探讨的问题	183

第 10 章 自组织临界性理论与雪崩动力学	185
10.1 幂律与自组织临界态	185
10.2 Bak-Sneppen 演化模型的描述	192
10.3 弱相互作用的情形	194
10.4 强相互作用的情形	199
10.5 深水截流戗堤边坡坍塌机制的双临界沙堆模型	204
10.6 结 语	210
第 11 章 复杂网络拓扑结构及统计指标	212
11.1 复杂系统的网络描述	212
11.2 度、B-A 模型和无标度网络	214
11.3 系统复杂性的定性分析及统计测度	219
11.4 集群系数、平均路径长度、介数和小世界网络	225
11.5 幂律是伪装的波尔兹曼律	232
11.6 基于经济学模型的复杂网络	234
11.7 复杂网络理论为统计学研究开拓了新的领域	240
参考文献	244
后 记	256

导 论

“北冥有鱼，其名为鲲。鲲之大，不知其几千里也。化而为鸟，其名为鹏。鹏之背，不知其几千里也；怒而飞，其翼若垂天之云。是鸟也，海运则将徙于南冥，南冥者，天池也。”（《庄子—逍遥游》）

文本的意义效应取决于解释模式。因此，庄子的这段被千古传诵的话语便可以有“仁者见仁，智者见智”的不同解释，关键在于你选择什么样的解释模式。如果我们选择“原型性隐喻”的神话模式，那么这一段话不过是在叙述层面上通过鱼化鸟的过程向我们展现了神话宇宙模式中的又一个创世母题。“北冥在象征意义上等同于地底的冥界之水，而南冥在庄子的本文中说明是‘天池’，显系上界即天界的象征，所以从北冥到南冥的水平运动也就是自下界到上界的垂直运动。鲲……当属水族动物无疑；鹏乃飞行动物，与鹰同类。水族动物化为飞行动物，从黑暗的北极向光明的南极运行，这正是‘道’的运动，太极的运动。当然也是太一即太阳的运动模式，因为太阳是能以其循环运动而贯通上中下、海陆空三界的死而复生的象征。”^[1]

如果进一步地从语义学的角度将“鲲”与“混沌”联系在一起^[2]，那么，“鲲”冲出“混沌”之水，化为“秩序”的象征——“鹏”，然后飞向代表光明的“天池”，这一过程我们可以理解为是“秩序”在“混沌”中的涌现，“光明”在“黑暗”中的涌现，“有”在“无”中的涌现，而所有这一切涌现的过程实际上都只不过是同一种涌现，那就是——“阳”在“阴”中的涌现。

“阴”代表着“无”，代表着“潜存”，代表着无限的“可能性”。与它相对应的“阳”则代表着“有”，代表着“实存”，代表着客观存在的“现实性”。从以上过程中我们似乎可感悟到如下几组相关联的状态之间的演化：鲲→鹏，阴→阳，混沌→有序，可能→现实。现在的问题是：这几组相关联的状态之间的演化是如何完成的呢？或者说是通过什么样的机制来完成的呢？

这正是以复杂性科学为代表的现代系统科学所试图从科学实证的角度加以回答的问题。

0.1 现代系统科学研究的现状与对象

近 30 年来现代科学技术的发展过程，进一步呈现出既高度专业化又高度综合

的两种趋势。一方面是学科越分越细,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、渗透与综合。这两种趋势互相促进,使人类对客观世界的认识逐渐深刻,改造客观世界的能力逐渐增强。同时,这一过程也暴露了曾在过去的学科发展中取得辉煌成就的还原论方法用于处理人类所面临的复杂系统的局限,因此需要在科学技术的理论与应用中,尽快找到一种兼有整体论与还原论之长且统一互补的新科学理论框架与方法论。

系统科学是不同学科综合发展趋势中涌现出来的一个新学科。它从事物的整体与部分、全局与局部以及层次结构关系的角度来研究客观世界。系统的思想早已反映在古代中国与希腊的哲学思想之中。对自然的整体性理解,是中国哲学的一个核心部分,也是我国传统文化及科学技术的学术思想精华。现代意义下的系统概念是20世纪40年代由哲学家 S. Langer、C. Morris,数学家 S. Shannon、N. Wiener,生物学家 von Bertalanffy 等提出的。到了50年代以后,尽管 I. Prigogine 和 H. Haken 等做出过重要的贡献,但系统科学本身的发展仍比较缓慢,以至于至今尚未能提出一个较有共识的理论框架。众多学者在各自的领域所得到的结果基本上分散于各个学科之中。80年代初,我国的钱学森院士强调系统科学作为一个新的学科领域的重要性。90年代以后,情况有所改观。1998年,中国系统工程学会在北京师范大学举行了第一届系统科学研讨班;2004年,中国系统工程学会在浙江大学举行了复杂网络理论研讨班;等等。在这几次研讨班中,邀请了系统科学界一些做出了突出成就的学者分若干专题进行了讲座。在这几次研讨班中,与会学者对以美国 Santa Fe 研究所为代表的欧美学者在复杂系统演化理论方面的工作表现出了极大的兴趣。2000年,中国系统工程学会组织编写了《系统科学》与《系统科学与工程研究》两书,从中可以看出当前我国学者对系统科学的基本认识。目前世界上已有一大批的一流学者,至少在以下几个方面展开了对系统科学的卓有成效的深入探索。这包括:耗散结构论的提出者 I. Prigogine 以演化概念为中心展开的一系列工作^{[3][4]};美国新墨西哥洲 Santa Fe 研究所以演化仿真和复杂性科学为对象所进行的探讨^[5],其中以霍兰为代表的一批学者在复杂适应系统理论及自组织临界性理论方面的工作卓有成效^{[6][7][8]};自上个世纪末以来,以 A. L. Barabasi, R. Albert, H. Jeong 等为代表的学者在复杂无标度网络的研究中取得了丰硕的成果^{[9][10]};我国的钱学森院士及其集体以开放复杂巨系统研究中的“从定性到定量的综合集成”这一新的方法论体系为题,做了深入的工作,并积累了许多宝贵经验^{[11][12]};以铃木正雄为代表的众多日本科学家在理论和应用方面(生物,经济等)也作了一系列有特色的工作;另一批学者以管理科学的复杂性与复杂性科学为题,取得了一些创新成果^[13]。

中国自古就有“盘古开天地”以及庄子的所描述的创世之初世界原始物质混沌运动情境的浪漫叙述(鲲鹏之变及混沌之死),并进而对于运动物质的演化使用

“有”生于“无”，“光明”生于“黑暗”之类的特殊理念描述了我们今天可翻译为“秩序”在“混沌”中涌现，甚至不断起伏交替的概念。中国古代先哲们的这些思想虽然还带有某些原始神话思维的色彩，但是通过对宇宙演化整个历程的科学考察表明，他们的思想与现代系统科学所反复试图阐述的理念却是惊人的一致，这就是——演化是事物存在的基本特征。

现代系统科学强调，演化是系统整体存在的基本特征。但是演化并不是空穴来风，它是以涌现作为自己的阶梯的。所谓涌现，是指组成系统整体各部分之间在相互作用的过程中所形成的结构稳态。涌现是所有复杂系统的共同特征：在不存在任何核子或其他相互作用粒子的情况下，虚粒子可以自发地从真空中产生；生物体在协同进化之舞中既合作又竞争，从而形成了协调精密的生态系统；原子通过形成相互间的化学键而寻找最小的能量形式，从而形成分子这个众所周知的涌现结构；人类通过相互间的买卖和贸易来满足自己的物质需要，并导致了市场结构的涌现；人类还通过互动关系来满足其不断增长的欲望，从而形成宗教和文化。一群群的主体通过不断寻求相互适应和自我利益而超越了自我，形成了更为宏大的东西。所谓演化，是系统稳态在随机因素的干扰下跃迁或分岔的过程：生物体在遗传的过程中由于环境中随机因素的影响而产生变异从而导致新物种的诞生；新物种的进入彻底改变原有的生态平衡从而导致一连串的连锁反应并最终产生一个新的生态系统；由于新技术的引入导致原有市场中占优势的旧产品遭到淘汰并导致新产品的诞生；新产品的涌现改变了消费者的消费心理和消费习惯，从而导致新的消费需求和预期；自鸦片战争以来由于外部侵略的巨大冲击导致中国超稳定的传统文化结构的适应性变化；等等。因此任何复杂系统作为关系网络可以看成是一个由“关系者”相连的“节点”网络所代表的互动主体群，它只能存在于结构不断涌现、嬗替和分岔的动态演化过程中，在这过程中复杂系统始终保持着稳定与变化的有机平衡。这种动态的平衡状态，美国圣菲研究所(SFI)的学者们将其称之为“混沌的边缘”。“在这两极的正中间，在某种被抽象地称为‘混沌的边缘’的相变阶段，你会发现复杂现象：在这个层次的行为中，该系统的元素从未完全锁定在一处，但也未解体到骚乱的地步。这样的系统既稳定到足以储存信息，又能快速传递信息。这样的系统是具有自发性和适应性的有生命的系统，它能够组织复杂的计算，从而对世界做出反应”^[5]。这正是恩格斯所说的“世界不是一成不变的事物的集合体，而是过程的集合体”以及皮亚杰所说的“一切发展都是组织，一切组织都是发展”这一命题的深刻内涵所在。

综上所述，现代系统科学的主要对象应该是复杂系统演化的定性理论与定量方法。

0.2 系统科学研究的哲学方法论基础

自古希腊以来,自然哲学的一个基本问题是:“结构是如何从复杂的、无规的和混沌的物质状态中出现的?”或者说,“有序是如何从混沌中涌现的?”亘古至今的一个惊奇——“存在着某种东西而不是一无所有”——直到今天也没有得到满意的解决。可以这样说,“存在是什么”这个哲学根本问题的真正解决即“存在”的可理解性问题的最终解决完全依赖于对这个基本问题的解答。也就是说,只有在正确回答了“存在是如何从可理解的起点生成的”以后才能回答“存在是什么”。存在作为生成物只有在“从无到有”的演化过程中才能被理解。这也就正如卡西尔所说的:“存在的僵死概念似乎被抛入流动之中,被抛入一般的运动之中,存在的统一性只有作为这一运动的目标,而不是作为起点才可能想象。”^[14]如此,则问题可被归结为以下两个方面:

(1)“可能性”与“现实性”、“潜存”与“实存”、“无”与“有”哪一个更基本更实在?

(2)“可能性”向“现实性”的涌现、“潜存”向“实存”的涌现或者说“无中生有”为什么会是不可避免的?

在这里我们所说的“无中生有”,不是从宇宙发生论的角度来理解的,因为依据时下流行的“大爆炸理论”,宇宙的起源有一个无法用因果律解释的奇点。我们所说的“无中生有”,是基于如下的理解:“不管‘开端’一词的确切含义是什么,‘开端’一定是一种分子的无序,就是说,在极为多样的化学分子中间没有任何功能的组织。因此,同‘生命起源’联在一起的自组织必定是从随机事件开始的。可是,这种说法并不意味着我们现在知道的任何一种有机体,哪怕是最低级的有机体可以以随机的方式装配起来。‘随机’只是指不存在有功能的组织,而不是指没有物理的(如原子的、分子的或超分子的)结构。”^[15]也就是说,所谓的“无”并不是指“一无所有”的真空状态,而是指一种没有特定功能的无序状态,这种状态正是所谓的“可理解的起点”。与此相对的,所谓的“有”是指一种具有特定功能的“存在”或有序状态。因此,“无中生有”可理解为就是系统科学的基本术语——涌现(emergence),或者——从混沌到有序(order out of chaos)。

恩格斯指出:“在希腊哲学的多种多样形式中,差不多可以找到以后各种观点的胚胎、萌芽。”耗散结构理论的创立者普里高津在为其与斯唐热合著的著作《从混沌到有序》中译本所写的序中特别指出:“中国的思想对于那些想扩大西方科学的范围和意义的哲学家和科学家来说,始终是个启迪的源泉。”^[3]

海森堡、玻尔、薛定谔、汤川秀树、普里高津和玻姆等一批居于科学前沿的著名科学家,以及从怀特海到李约瑟和卡普拉等既懂科学和科学史,又有哲学和哲学史造诣的哲学家,他们不仅追溯古希腊自然哲学,当他们了解到中国和东方智慧与当