非线性提供了一种新的思维方式

李润珍, 武 杰

(太原重型机械学院, 山西 太原 030024)

摘要: 非线性科学的诞生和兴起,一改传统线性科学的思维方式,使人们对自身以及周围世界的认识产生了新的思考。非线性思维作为我们时代理论思维的一种基本方式,无论其形式还是内容都不同于历史上的科学传统。它作为一种历史的产物,必然具有产生它的科学基础与条件,揭示并理解这种科学基础与条件,将展示非线性思维的一般特点,并给我们提供一些新的启示。

关键词: 复杂性;非线性;思维方式

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1003-5680(2003)02-0026-04

恩格斯曾经指出:“每一时代的理论思维,从而我们时代的理论思维,都是一种历史的产物,在不同的时代具有非常不同的形式,并因而具有非常不同的内容。因此,关于思维的科学,和其他任何科学一样,是一种历史的科学,关于人的思维的历史发展的科学。”^[1]近年来,不仅在自然科学领域,而且在人文社会科学各个领域关于复杂性问题的研究悄然兴起,几乎遍及所有的学科领域。国际上有专门的复杂性研究机构(SFI)、杂志和网络资源,光是标题与复杂性有关的书籍目前就有500多种,其中涉及到计算复杂性、算法复杂性、生物复杂性、演化复杂性、语法复杂性、乃至经济复杂性和社会复杂性等;翻阅1999年的“Science”杂志几乎成了关注“复杂性”研究的专辑。可以说,20世纪末复杂性开始倍受宠,是到了我们应该认真分析研究它的时候了。然而,非线性和复杂性是密切相关的两个概念,甚至可以说非线性是系统复杂性的根源。笔者曾在深入全面地分析研究了自然界存在的非线性现象的基础上,论证过非线性是物理世界难以逾越的界限,是自然的本质存在;^[2]也曾通过分析非线性相互作用在系统演化中的地位和作用,指出了非线性是系统复杂性之根源,是系统结构有序化之根本,是人类创造性思维之源泉,是事物运动发展之终极原因。^[3]本文想顺着这一思路,进一步讨论非线性给人们思维方式带来的变革。

一 非线性思维方式的产生

思维是人脑反映外部世界本质和规律的能力,是对事物

认识的活动过程和对信息的一种排序。人类思维可以说是在生物信息加工与对象识别机能基础上,演化出来的一种特殊的信息加工与对象识别过程。与一般生物的信息加工相比,它具有明显的自觉性、创造性与多级性等特点。按照时间的先后,人类思维的发生可以历史地描述为一个从动作思维阶段经动作—表象思维并存阶段向动作—表象—概念思维并存阶段进化的过程。^[4]现代人的思维水准早已进入了动作—表象—概念思维并存阶段。然而,到了近代随着自然科学的产生与发展,占统治地位的思维方式是笛卡尔思维,其特征是长于局部分析,缺乏整体综合。

按照恩格斯的看法,传统自然科学的基本目的在于阐明自然界中各种物质运动形式所遵循的普遍规律,如力学研究机械运动规律,化学研究原子运动规律,生物学研究生命运动规律等。事实上,传统自然科学从伽利略、牛顿到20世纪前半叶正是这样做的。虽然它为人们提供了极为丰富和正确的科学知识,但在科学的各部门之间却出现了被忽视的无人区,科学的各个不同领域之间的联系被专门化的科学本身所割断。正如控制论的创始人维纳所说:“从那时起(指17世纪—作者注),科学日益成为专门家在愈来愈狭窄领域内进行着的事业。……科学家满嘴是他那个领域的行话,知道那个领域的全部文献,那个领域的全部分支,但是,他往往会把邻近的科学问题看作与己无关的事情,而且认为如果自己对这种问题发生任何兴趣,那是不允许的侵犯人家地盘的行为。……在这样的领域里,每一个简单的概念从各方面得到

【收稿日期】 2002-08-08

【作者简介】 李润珍(1957-),女,山西太原人,太原重型机械学院人文社科系,副教授;
武 杰(1949-),男,山西太原人,太原重型机械学院人文社科系,教授。

不同的名称;在这样的领域里,一些重要的工作被各方面重复地做了三四遍;可是却有另一些重要工作,它们在一个领域里由于得不到结果而拖延下来,但在邻近的领域里却早已成为古典的工作。^[5]的确,由于传统自然科学的各个学科只局限于研究单一的物质运动形态,因而在一定程度上阻碍了科学事业的发展,结果出现了维纳所说的那种局面。在《神圣家族》中,马克思也曾对法国的唯物主义哲学同科学技术的密切关系作过如下论述:笛卡尔的物理学同他的形而上学相对应。拉美特利的法国机械唯物主义哲学与笛卡尔的机械力学分不开,《人是机器》一书是模仿笛卡尔的动物是机器写成的。正是由于18世纪的科学技术具有机械的形而上学性质,所以法国唯物主义也表现出同样的性质。

由此可见,历史上还原论、机械论、简单性思想根深蒂固。甚至到了20世纪上半叶非线性科学诞生之前,大多数科学家都相信现实世界是简单的,并一直把简单性看作是科学追求的最高目标,认为“简单是真的标志”,复杂仅仅是现象,甚至在赞美简单性这个孤岛时,忘记了还有复杂性的海洋。

通过认真的历史考察,我们发现,从古代原子论到当代对夸克的苦苦探寻,人们都试图将物质的性质追溯到这些终极之石,以使用尽可能简单、尽可能少的基本概念和基本假设解释复杂的自然现象,于是大自然原则上被看成了一个巨大的确定论的保守系统。比如,物理学家对简单规律的信奉,完全忽略了初始条件和约束条件的复杂性,因而造成了机械决定论的可以彻底计算的幻想模型。以至决定论的线性思维、宿命论的命定思想,几乎充斥在古代和近代每一个文献中。原因是,在这个世界上,谁都希望事情简单易行,能够提纲挈领,一目了然;谁都希望把复杂的现象分解成一个个组成部分,然后一个一个地把它解决掉。我们的概念系统和描述系统当然也是愈简单愈好。这或许是人类认识史上必不可少的一步,但是却可能使人误入歧途。

今天看来,这是一种过分的简单化。如果说在20世纪前半叶,人们对非线性与物理理论的关系认识得还不很清楚的话,那么在20世纪后半叶,以孤子(Soliton)、混沌(Chaos)、分形(Fractal)等为主要特征的非线性科学的诞生和兴起,则使得物理学家认识到非线性科学的产生可能是继相对论、量子力学之后的“又一次科学革命”;随着现代科学技术的发展,线性化理论的局限性也日益明显,那种用简单性思维看待工业化和绝大多数工程问题的思路,使人类为此付出了惨重的代价;在医学上,我们的医生和心理学家也常常以简单性思维进行诊断和治疗,然而人是一种复杂的精神和肉体的非线性生命体,结果引起了许多负面效应。同样,在思想政治领域,简单性思维导致了好与坏的简单两分法。事实上,用简单性思维是根本处理不好复杂的人际关系和国际关系的。正如埃德加·莫兰所说,如果我们不再深入一步;如果我们把起点看成终点;如果我们把充其量不过是近似的东西视为确定无疑的东西;如果我们把部分混同于整体;那我们就是采取了一种简单化的看待世界的方法,而且迟早会为此付出代价。^[6]因此,要真正认识现实世界,把握世界的本质,就

必须摒弃以往的那种把现实世界简单化的想法和做法,从寻找世界万物终极之石的幻想中解脱出来,把注意力转向研究系统之间及系统构成要素之间的非线性相互作用,因为“世界在本质上是非线性的”。

从前人们对事物的认识和处理,受认识能力和认识手段的制约,往往把复杂事物加以简化,略去其中的一些次要因素,或者把复杂系统还原分解为低级的简单系统,在局部上求得问题的解决,即把非线性问题简化为线性问题来处理。在认识上这是线性思维,在方法是还原论。非线性科学揭示了这种方法的局限性,主张以非线性观点来认识和处理事物,克服线性思维简单、还原、机械的缺陷,从整体上把握事物运动变化的特性和规律,还事物的本来面目。由于世界在本质上是非线性的,因此非线性思维才是分析和处理事物的根本方法,线性思维只不过是线性思维分析和处理问题的高度简化和近似处理。因此,建立更完善的非线性系统理论,并用来解释各种复杂性问题的,是人们对客观世界的认识进一步深入的必然趋势。

综上所述,非线性科学是研究非线性现象共性问题的一门新兴的交叉学科,它的产生标志着人类认识由线性领域进入了非线性领域,这是人类认识史上的一次巨大飞跃。非线性科学揭示出来的新事实、新特点和新规律,不仅对科学技术具有重要意义,而且对人们的思维方式,特别是理论思维具有重大影响。

二 非线性思维方式所引起的变革

非线性是相对线性而言的,它们原本是一对数学概念。所谓线性是指两个变量之间所存在的正比例关系,在直角坐标系中呈直线;而非线性是指两个变量之间没有正比例那样的直线关系。在物理学中,我们把由线性函数描述的系统叫线性系统,把由非线性函数描述的系统称作非线性系统。对于线性系统,由于其内部相互作用为线性,所以系统的整体性质就是各子系统孤立存在时性质的简单叠加,即整体等于部分之和。而非线性系统往往也是由大量子系统组成的,但由于子系统之间的相互作用为非线性,系统不再满足叠加原理,系统整体表现出来的现象也不再是个体行为的简单叠加,而是一种个体不具有的行为。从子系统层次到系统层次,不仅有量的积累,更主要的是发生了质的飞跃。我们把这种系统在低层次构成高层次时,所表现出来的低层次上没有的性质叫做“涌现性”。笔者通过对经典物理学中的非线性问题(刚体定点运动、单摆的等时性和三体问题等)以及相对论、量子力学的分析考察,认为非线性是物理世界难以逾越的界限,特别是对近年来以孤子、混沌、分形为主体的非线性科学的学习、研究,感到它们正在消除对于统一的自然界的决定论和概率论两大对立体系间的鸿沟,使复杂系统的理论开始建立在“有限性”这一更加符合客观实际的基础之上。另外,笔者通过对创造性思维的非线性分析,也使我们感到微妙而敏感的“纽安斯”存在于人们思想范畴之间的分形空间之中,当人们在从事科学发现、技术发明和艺术创作时,它实则经历着十分剧烈的非线性反应过程。^[7]在以后的研究中

我们还进一步指出,在纳米材料的自组织形成过程中,在计算机网络系统的拥塞现象中,非线性反应过程也是必经阶段。^[8]如此说来,非线性真是奇妙无比,它竟然无处不在。周光召在《迈向科学大发展的新世纪》一文中指出:“非线性科学是关于体系总体本质的一门新学科,它更着重于总体、过程和演化。因此,透过这扇窗户,看到的将与牛顿、爱因斯坦创建的确定性的、简单和谐的模式不同,而是一个演化的、开放的、复杂的世界,这是一幅更接近真实的世界图景。”^[9]这幅图景也使我们的思维发生着一场深刻的变革。

1. 机械论与有机论的抗争

自经典力学诞生发展到今天,这种传统科学的基本特征是机械性。基于这种机械论的世界观,传统科学总是把研究对象划分为一个个部件,采用分析的方法,因而其认识领域是线性的,科学研究总体上都是简单性问题,于是形成了一种形而上学的思维方式——机械决定论。法国数学家拉普拉斯在二百年前曾给这种决定论以生动的描述。他认为,可以“用相同的分析表达式去理解宇宙系统的过去状态和未来状态。把同一方法应用于某些其他的认识对象,它已能将观察到的现象归结为一般规律,并且预见在给定条件下应当产生的结果。”^[10]他还进一步提出了一个神通广大的假想:“如果有一个智慧之神,在某个给定的时刻,能够辨识出赋予大自然以生机的全部的力和组成自然之物的个别位置,如果这个智慧之神具有足够深邃的睿智而能分析所有这些数据,那么他将能把宇宙中最微小的原子和最庞大物体的运动都同样地包括在一个公式之中。对于他来说,没有什么东西将是不确定的,未来就如同过去那样是完全显著无遗的。”^[11]按照这种观点,牛顿的决定论可以概括为宇宙现在的状态是它们以前状态发展的必然结果,同时又是以后状态的形成原因,牛顿系统的过去和未来可以从其当前的状态唯一地推断出来。这种机械论思维的局限性在19世纪已露端倪,并被恩格斯所揭示,但它仍以极强的势头发展,并取得了巨大成就,如20世纪中前期相对论、量子力学和基因学说的产生,并导致了一系列的科学革命。

然而,到了20世纪中叶,这种机械论的传统科学似乎才面临着真正的扬弃。一方面,人们按照传统思维开展的科学研究,遇到了前所未有的阻力。人们用分析法探寻世界基元未能获得实质性突破,遇到了“夸克幽禁”,超弦理论式的描述被霍甘称为“反讽的”科学,以致叹息“科学的终结”。同时,传统科学在分析过程中割舍的东西却显示出日益重要的作用,它的作用规律同样是线性思维难以把握的。另一方面,近几十年来系统科学的发展,特别是非线性科学的兴起,给科学带来了新的活力。贝塔朗菲、维纳、申农等人的研究,都在很大程度上冲破了机械论的桎梏,相继而来的普利高津、哈肯、艾根等人,以“耗散结构”、“序参量”、“超循环”等崭新理念,开创了一种真正摆脱机械论模式,具有强烈有机论特点的自组织理论,被认为是对传统观念的彻底批判,明确宣告了机械决定论的寿终正寝。普利高津还力图引导“科学去重新考虑过去以机械论世界观的名义被排斥在外了的东西”。^[12]于是,时间之矢、熵、不可逆性、不稳定性、涌现性、复

杂性等概念被赋予特定的科学含义运用到科学中来;众多非线性现象、混沌现象及各种复杂巨系统被纳入科学视野,使人们看到了一个更丰富而真实的世界。所以,许多学者认为,非线性科学是一种生活化的科学,追求对象自由的存在、在场的存在和现实的此在。

2. 物实在向关系实在的转移

传统科学主要研究各个不同层次的客观物质的性质和状态,焦点聚集在实物上。这种探索已达到了某种相对的极限,微观已触到了“夸克”层次,宇观已探到了总星系。这种物的相对极限似乎使科学显得一时难有作为。非线性科学则另辟蹊径,把研究的焦点由实物粒子转向了相互关系,着重研究复杂系统的总体、过程和演化,将科学研究活动引向了一个更广阔的时空范围。

辩证唯物主义认为,世界是普遍联系的,系统是普遍联系的方式。一定层次的实物要素按照一定的方式联系起来就形成较高层次的系统整体,从而确定了一种特定的相互关系。这种客观关系正是产生整体涌现性的根源(涌现性也许还与系统的要素及环境有关)。因此,客观关系比客观实物具有更丰富、更复杂的内容。正是在这个意义上,恩格斯指出:“世界不是一成不变的事物的集合体,而是过程的集合体”^[13]。“辩证法是关于普遍联系的科学”^[14]。但是,形而上学恰恰与此相反,主张用孤立的固定的一成不变的观点去认识世界,只见局部不见整体,只见树木不见森林。

客观关系与信息有着密切联系。信息是标志物质间接存在的哲学范畴,是物质存在方式与状态的自身显示。它表征着特定物质系统的成分、结构、状态、行为、功能、属性、演化趋势等方面的内容,其中大部分内容都是由除要素(成分)之外的关系所体现的。维纳由此断言:信息是负熵,是系统组织程度的度量。通过信息来认识这些关系是非常重要的手段,也是极为复杂的过程。从信息运动的角度来讲,它涉及语法、语义、语用三个领域的内容,这些都是未来科学大有可为的重要方向。非线性科学所关注的系统整体涌现性,实质上就是通过对部分的组织整合而产生的信息增益和信息创生的结果,或者说是通过对差异性、多样性的整合而产生的结构特性或组织特性。结构或组织的生灭转换虽然不可能使物质和能量有所增减,却能够改变物质能量的存在形态,从而改变物质系统的复杂性。这正是整体涌现性的本质所在。因为复杂性不是物质粒子固有的属性,而是组织的属性,是在客观物质由低级向高级的自组织演化中涌现出来的,即简单性经过组织而涌现出复杂性,亦即“复杂来自简单”,多少带有些“投机致富”的味道。^[15]传统科学正是由于进行了不适当的简化,把一些本质上是复杂性的问题转变成了简单性问题,同时失去了有意义的信息,因而不能获得对特定关系的准确把握。非线性科学就是要通过搜索那些失去的重要信息,全面认识和把握事物的特定关系,从而进一步拓展科学研究的领域。^[16]

3. 还原论与整体论的有机结合

人们在认识事物的过程中,一般来说,既要认识事物的局部,又要认识事物的整体。长期以来,传统科学一直认为,

认识了部分的性质,总和起来就能还原成整体的性质,基本上采取了单纯分析的方法。系统科学的创始人贝塔朗菲认为,整体分为非系统整体和系统整体两类。前者具有加和性,只要认识了组成部分,把部分特性加起来就能得到整体特性。后者是“整体大于部分之和”,若干部分按照一定方式相互关联起来形成系统,就会产生整体具有而部分及其总和没有的特性;不同的关联方式产生不同的整体特性,一旦把系统整体分解为它的部分,这些特性便不复存在;只有当系统整体与环境发生联系时,整体的特性才能表现出来。比如,股市的运行规律是股市作为系统整体在宏观层次上涌现出来的特性,还原到微观层次的单个股民身上就看不到了。如此这般的高层次具有,低层次没有的特性仿佛像泉水般地涌出,这是低层次组成部分相互作用、相互激发的结果。但是,传统科学基本上把事物看作非系统整体,相信一切问题最终都可以还原到某一物质层次加以说明,因而它不能认识系统整体的涌现性。当人类认识涉及日益复杂的系统整体时,传统科学对其复杂的涌现现象不知所措,陷入绝境。科学似乎再也难以按其固有的逻辑持续发展了。

非线性科学对涌现性认识的步步深入,为面临绝境的还原论科学带来了可持续发展的生机。人们正在力图探寻描述复杂系统整体涌现性的有效方法。随着计算机技术的发展,许多长期被认为是难以求解的非线性问题的定量数值分析取得了很大的成功。人们对非线性系统的研究也逐步从范例转向系统方法的研究,目前主要应用的方法或工具有:

元胞自动机,这是由大量单元组成的、具有简单相互作用的计算模型。在此模型中,空间被一定形式的网络分割为许多单元,即元胞。在每个元胞上赋予一定离散化的数值,以代表格点的状态,各格点状态随时间同步更新。归纳起来,元胞自动机具有以下特点:空间是离散的;时间是离散的;状态取值是离散的;演化的运算规则是局域的。^[17]这种模型目前主要用来模拟一些自然现象和进行一些物理机制方面研究。

几何动力学,是通过相图及相关的图形来描述、解释非线性系统的性质和行为,能直观地展现吸引子、吸引域和系统解稳定性的全局图景,是分析分叉和混沌的有力工具。这种方法是传统相空间理论的进一步发展,包括了 Poincare 映射、符号动力学、分形几何以及 Melnikov 方法等。

分叉理论,是非线性系统稳定性理论的主要部分,对于普通系统和混沌系统均有重要意义。这种理论首先是 R·Thom 以突变论的形式提出,后来 M·Golubitsky 等人的工作系统地发展了这一理论。^[18]

复杂适应系统理论,是美国圣塔菲研究所(SFI)的科学家霍兰德(J·Holland)于20世纪90年代初期提出的一种新理论。这种理论的基本思想是:组成系统的子系统是具有自身目标和行为规则的、主动的“活”的个体(Agent),这些个体具有学习和适应能力,能够通过与环境及其他个体的相互作用改变自身的结构和行为,以适应环境的变化。这种适应行为构成了整个系统出现“涌现”性质的基本动因。^[19]这种建模方法也许是对经济、社会、生态等适应性系统的更贴切的描

述。

另外,在对还原论的超越中,托姆的思想具有方法论的意义。他采用开放的、动态的、历史的观点来看待系统,把整体形态的发生归结为系统的持续演化。同时,托姆也肯定还原论应有的意义,强调对系统的整体把握要建立在对他事物的局部有真切的了解之上。这对促进还原论与整体论的有机结合具有重要意义,也为我们把宏观层次与微观层次有机地联系起来架起了一座桥梁。

三 非线性思维方式给我们的启示

通过以上论述,我们认为非线性科学既然已经破土而出,就孕育着生机和活力,非线性科学的研究成果已给我们做出了这种昭示。艾根在他的超循环理论中指出,在有机分子向活细胞进化的过程(即生命的分子进化阶段)中出现“拟种”是必然的;有了这种拟种,一旦发展了组分之间的相互作用,不论多么微弱,超循环必然产生;超循环一旦产生,必然通过突变方式向更高的复杂性生长。这种机制艾根称之为“一旦建立则永存下去的选择”。^[20]这是非线性开放系统自身持续演化的内在根据。由此可以设想,在现代科学系统中,通过非线性科学在完善过程中产生的“拟种”和提供的思维方式,必然赢得一种超循环机制来驱动科学系统和社会系统的可持续发展,这是非线性科学带给我们的启示。

第一、非线性科学作为20世纪科学史上的“又一次大革命”,几乎涉及到自然、社会和人类思维的各个领域。整个世界,从宇观、宏观到微观本质上都是非线性的,甚至在当代科学研究中不考虑非线性因素,不建立非线性模型就无法真实而准确地反映客观规律。

第二、非线性科学的发展在哲学和方法论方面也引起了深刻的变革。对它探索的贡献不仅在于开创了一个新的学科领域,意义更为深远之处在于它带来了自然观、科学观、方法论乃至思维方式的伟大变革。因为非线性科学已经为我们打开了观察现实世界的新窗口,通过这一窗口人们发现自然界在灵魂深处是非线性的,并且非线性相互作用比线性相互作用有更内在、更本质的东西。线性相互作用只不过是线性相互作用的高度简化和近似处理;复杂性不可还原的思想更深刻地批判了线性思维的还原论基础。

第三、非线性科学的发展也使我们感到秩序与混沌这一古老张力在现代水平上的复活。至此,确定性与随机性、有序与无序、简单性与复杂性、偶然性与必然性、局部与整体、有限与无限等重要哲学概念、范畴和基本内容均受到非线性科学和复杂性现象的冲击,需要我们重新认识和深刻理解。

第四、通过对非线性科学的研究使我们更清楚地认识到,非线性和复杂性是物质、生命和人类社会进化的显著特征,存在与演化在复杂性与简单性的相互关系中达到了新的统一。恩格斯早就指出,“自然界不是存在着,而是生成着并消逝着”,^[21]也就是说现实世界并不稳定,它充了解构与结构、发散与内聚以及复杂系统自我组织的内聚性进化、动荡和令人震惊的事情;复杂性世界既可预测又不可预测,复杂性演化没有固定的限度, (下转第34页)

适当照顾了人文社会科学解释与科学解释的间断性和实际状况,同时还彰显了哲学解释学与科学哲学的“综合”与“沟通”这个世界哲学的发展趋势。

【参 考 文 献】

- [1]辞海(下)[S].上海:上海辞书出版社,1999.5602.
- [2]中国社会科学院语言研究所词典编辑室.现代汉语词典[S].北京:商务印书馆,1980.573.
- [3]陆谷孙.英汉大词典[S].上海:上海译文出版社,1993.
- [4]W. C. Salmon. Scientific Explanation and the Causal Structure of the Word[M]. Princeton: Princeton University Press, 1984. 121.
- [5]大卫·哈维.地理学中的解释[M].北京:商务印书馆,1996.16.
- [6]海森伯说:在微观领域“对一个实验进行理论解释需要有三个明显的步骤:(1)将初始实验状况转述成一个几率函数;(2)在时间过程中追踪这个几率函数;(3)关于对系统所作新测量的陈述,测量结果可以从几率函数推算出来。”海森伯.物理学和哲学[M].北京:商务印书馆,1999.16-17)因此,在微观领域,量子力学对现象的解释,

既需要薛定鄂方程和玻恩的几率解释,也需要海森伯的不确定关系式。在《物理学和哲学》的第14-17页,海森伯还专门比较了“经典物理学与量子论中对于一个实验进行理论解释的程序”,举例分析了量子力学解释实验现象的上述三个步骤。

- [7]阿佩尔.哲学的改造[M].上海:上海译文出版社,1997.108.
- [8]K. -O. 阿佩尔.解释—理解争论的历史回顾[J].哲学译丛.1987(6).
- [9]辞海(中)[S].上海:上海辞书出版社,1999(普及本).3447.
- [10]M. W. 瓦托夫斯基.科学思想的概念基础[M].北京:求实出版社,1989.552.
- [11]曹志平.试论解释学的解释观[J].湖南工程学院学报(社会科学版).2001(2).
- [12]D. C. 霍埃.批评的循环[M].沈阳:辽宁人民出版社,1987.10.

(责任编辑 殷杰)

(上接第29页)只存在不同复杂程度的吸引子;复杂性世界是一个令研究者不断产生新发现和激励新思维的世界。

第五、尽管非线性思维方式对现实世界的解释并非万能的,但它却是一种更好的思考问题的方式。非线性思维比线性思维的高明之处:其一,非线性现象远多于线性现象(KAM理论证明不可积系统的测度远大于可积系统的测度),非线性思维有其不可比拟的现实的客观基础;其二,非线性思维对事物的认识不会削去事物的本质特性,不像线性思维常常在简化过程中,把事物与其认识搞得面目全非。

总之,跨入21世纪的人类将在20世纪人类思想巨人的肩上,努力探索客观世界的各种复杂性和非线性,建构符合复杂性世界的认识论和方法论,推动自然科学、人文社会科学以及人类社会自身的可持续发展。

【参 考 文 献】

- [1]恩格斯.自然辩证法[M].北京:人民出版社,1971.27.
- [2][7]武杰,李宏芳.非线性是自然界的本质吗?[J].科学技术与辩证法.2000(2):1-5.
- [3]武杰,李润珍.非线性相互作用是事物的终极原因吗?[J].科学技术与辩证法.2001(6):15-19.
- [4]郭贵春.走向21世纪的科学哲学[M].太原:山西科学技术出版社,2000.529.
- [5]维纳.控制论[M].北京:科学出版社,1985.2.
- [6][18]吴彤.复杂性范式的兴起[J].科学技术与辩证法.

- 2001(6):21.
- [8]孙刚,武杰.纳米结构的自组织特征[J].系统辩证学学报(定稿待发).
- [9]转引自田宝国,谷可,姜璐.从线性到非线性[J].系统辩证学学报.2001(3):66.
- [10][11]Laplace P S M. A Philosophical Essay on Probabilities [M]. Dover: Dover Publications INC, 1951. 80-90.
- [12]普利高津,斯唐热.从混沌到有序[M].上海:上海译文出版社,1987.145.
- [13]马克思恩格斯选集(第4卷)[C].北京:人民出版社,1972.240.
- [14]马克思恩格斯全集(第20卷)[C].北京:人民出版社,1971.357.
- [15]苗东升.系统科学的难题与突破点[J].北京:科技导报.2000(7):24.
- [16]徐治立.试论复杂性科学对于可持续发展的意义[J].襄樊学院学报.2001(3):16-19.
- [17]赵凯华,朱照宣,黄灼.非线性物理讲义[M].北京:北京大学出版社,1992.164-165.
- [19]田宝国,谷可,姜璐.从线性到非线性[J].系统辩证学学报.2001(3):66.
- [20]艾根·舒斯特尔.超循环论[M].上海:上海译文出版社,1990.
- [21]恩格斯.自然辩证法[M].北京:人民出版社,1971.13.

(责任编辑 成素梅)