

还原论与整体论的协奏曲

王志芳 贺占哲

在人类探索自然、追求真理的漫长岁月中，一直存在着还原论与整体论两种主要的思维方式，二者分别从不同的视角引导人类在洪荒中认识客观世界。然而，两种思维方式间的差异牵扯了科学标准、科学范式等问题，从而引发了学科间方法论的激烈争论。科技的深入发展与新兴学科的日益繁荣，使二者在学科中的有效合作具备了丰富的土壤。

挑战：不和谐的音符

从德谟克利特到笛卡尔，古来的先贤们一直试图找到大千世界最真实的本原，再从这个本原条理清晰地构建这个大千世界。1687年，牛顿的《自然哲学的数学原理》阐述了力学三大定律和万有引力定律，由此将天体力学与地球上物体的力学统一于经典力学的理论体系之下。牛顿力学体系的建立，标志着经典物理学的诞生。经典物理学基本假定所有物质现象都可以用一套预先确定的物理学定律加以解释。人类认识世界的终极目标眼看就要完成，科学家们迫不及待地认为真理就是将所有的现象分解为原子的运动。

牛顿经典物理学获得如此巨大的成功后，物理学的思想和方法迅速向其他学科和领域扩展，在整个18世纪乃至19世纪，几乎所有的自然科学家都按这种模式去研究自然。物理学在整个科学领域的地位决定了物理学的思想和方法成为判断一切科学的标准，由此建立了还原论的科学范式。还原论是一种哲学观点，主

张某一层次的现象都可以通过分析较低一级的各个组分的性质和相互作用而得到解释。即使是面对复杂而神秘的生命现象，也有还原论者认为同样可以用生物体内的原子运动、力的相互作用和能量变化来进行解释。

就在还原论的方法论一片繁荣之际，1859年达尔文的《物种起源》问世。以进化论为基础的生物学的发展打破了人们的完美幻象，一系列生物学概念和理论独立于当时以物理学为楷模的科学体系的形式而产生。达尔文作为一名博物学家，根据自身多年的实地观察形成了进化论。在研究方法方面，更多地使用观察描述法，对生物的形态和结构作宏观的描述。在此基础上，使用整体论对自然选择的过程进行历史性叙述。由于当时生物学的理论结构及其研究方法与传统科学（物理学、化学）完全不一样，以至于有的科学史学家评价说“博物学家确实是一位受过训练的观察人员，但是他的观察和一个猎场看守人的观察只是程度上的不同，而不是性质上的差别。他的唯一诀窍就是熟悉系统命名”。

在此种情况下，生物学在物种进化、遗传变异等领域所取得的重大进展，为以描述性、非决定性为特性的整体论的建构提供了孕育的摇篮。整体论也是一种哲学观点，强调研究高层次本身和整体的重要性，主张一个系统（宇宙、人体等）中各部分为一有机之整体而不能割裂或分开来理解。以社会性昆虫蜂群为例，蜂王、雄蜂、工蜂分别承担不同的工种，蜂王

收稿日期：2013-07-25

作者简介：王志芳，中国科普研究所博士后，研究方向为科学传播、科技哲学等，Email: wangzhifang33@126.com；

贺占哲，供职于中国文物信息咨询中心，研究方向为科学技术史、科技考古等，Email: hezhazhe@126.com。

负责生育，雄蜂负责同蜂王交配，工蜂负责收集食物、抚养幼蜂以及清洁蜂窝。如果不将三者从整体的角度进行解读，就不能深刻理解各种蜂类的行为以及蜂群作为大个体的实际存在。

随着整体论的逐渐清晰，生物学家和一部分哲学家们开始用全新的视角审视生物学，并认为生物学将异于以往的科学体系而发展。他们强调基于生物自身的独特性，生物学应该采用整体论的研究方法。首先，即使是在研究对象上，生物学的对象是活着的客体，或者说是具有目的性和创造性的客体，而这正是物质所不具备的。其次，生物体作为复杂系统往往只是指出可能性，具有不确定性、概率性、偶然性和多解性等。此外，物理学和生物学用于分析客体的词汇是完全不同的，而且利用现有的物理学知识解释全部生物学现象有很大的局限性。例如，“性别”一词在物理学中没有任何意义，在生物学中又是极其重要的。许多最基本的生物学问题涉及“模式”、“位置”、“形状”与“功能”的问题，运用还原论将无法做出很好的解释。

与此相反，以物理学家为基础的科学哲学家们对生物学范式存有偏见。在他们看来，既然生物也是由物质组成，生物学在不同的表象背后一定有着与传统科学体系相同的研究内容与方法，20世纪中叶分子生物学的建立更使他们认为生物学的研究终会获得物理解释。他们指出，传统生物学与物理学研究方法的不同也只是由于二者缺乏广泛的学术沟通与深入的理解，随着科学的进步，生物学研究作为物理学的一个特殊分支必然会回到以物理学为规范建立起来的科学体系的正道上。把生物学纳入物理学为主导的体系中，就是所谓的“学说性还原论”。

融合：真理的交响曲

19世纪末期，英国著名物理学家W·汤姆生在回顾物理学所取得的伟大成就时说，物理学大厦业已建立，所剩只是一些修饰工作。同时，他在展望20世纪物理学前景时，却若有

所思地讲道：“动力理论肯定了热和光是运动的两种方式，现在美丽而晴朗的天空却被两朵乌云笼罩了，第一朵乌云出现在光的波动理论上，第二朵出现在关于能量均分的麦克斯韦-玻尔兹曼理论上”。W·汤姆生是19世纪英国杰出的理论物理和实验物理学家，他的说法道出了物理学发展到19世纪末期的基本状况，经典物理学的权威与危机并存。

正如W·汤姆生所言，20世纪早期物理学发生了革命性的变化。这“两朵乌云”成为20世纪伟大物理学革命的导火线。不久，便从第一朵乌云中降生了相对论，紧接着从第二朵乌云中降生了量子力学。物理学革命表现为，物理学本身出现了整体论思维方式。事实上，19世纪后期麦克斯韦电磁场理论的提出已经在传统科学中具备了整体论的雏形。在场的概念下，不必还原每个电子的移动方向，仅需对场的性质和功能有所了解。20世纪早期，对麦克斯韦有高度评价的爱因斯坦所创立的相对论和随之而来的量子力学彻底粉碎了以物理学为主导的旧科学体系的完美统一理想，其中海森堡于1927年提出的测不准原理对还原论的颠覆最为关键。

相对论是关于时空和引力的基本理论，彻底改变了人类对时空的认识，把以前认为是分裂的互不相关的时间、空间看作一个整体，从而使时间与空间相互联系。量子力学是研究微观粒子的高速运动，基本上是对随机事件的描述，基本规律为几率陈述，并不能由给定的初始条件预见一个粒子的确定轨迹，而只能给出取值的几率。在微观系统中，所有物理量在原则上不可能同时被精确测定。由于仪器的介入，当粒子速度可准确测量时，其空间位置却不能准确确定；而当粒子空间位置可准确测量时，其速度又不能准确确定，因此只能确定大量基本粒子的平均行为。相对论与量子力学使得科学认识方法由还原论转向整体论，为自然科学在20世纪的发展开辟了广阔的前景。

物理学本身对整体论的接受推翻了传统科

学范式，但生物学的一些分支却逐渐向还原论过渡。在 20 世纪 60 年代，分子生物学进入了全盛时期。分子生物学家认为生物学的所有现象最终必须被还原到分子的水平才能得到解释。1967 年，因为对视觉分子机制的研究而获得诺贝尔生理学奖的瓦尔德曾雄心勃勃地宣布：“只有一个生物学，那就是分子生物学”。不可否认，科研工作者在生命科学的微观领域沿着还原论的思路揭示了生命的众多信息，使更多的生物学现象获得了物理解释。然而，在分子生物学理论中存在着来源不同的术语及其构成的语言体系，一套是描述和表达生命机体的现象和功能，另一套是物理化学的概念和陈述。前者来源于对生命作为不需要进行进一步解释的基本要素和概念的认定，后者来源于物理和化学对无机世界的观察和实验。可见，在分子生物学中整体论与还原论两种方法并存。当前，分子生物学已与进化生物学紧密结合在一起，解决了系统发生树的客观标准、发育与进化的关系等重大难题，为进化生物学的发展提供了强大的工具。

此时的生物学与物理学在方法上相互借鉴，在理论上相互利用。还原论已经不是物理学的专利，整体论也不再是生物学的特权，各门学科的发展都在共同影响着科学方法论的走向。二十世纪七八十年代兴起的复杂性科学是科学史上继相对论和量子力学之后的又一次革命，主要表现在研究方法上的突破和创新。复杂性科学以复杂性系统为研究对象，以揭示和解释复杂系统的运行规律为主要任务，以超越还原论与整体论为主要方法。

在方法论层面，复杂性科学对还原论进行批判和超越。由于复杂系统本身的多样性、相关性、一体性与其自身的整体性紧密联系在一起的，复杂性科学势必举起反还原论的大旗。需要强调的是，批判、超越并不是绝对否定和抛弃，而是经过它又超越它，即为“扬弃”。另一方面，复杂性科学对整体论进行追求和超越。在复杂系统中，组分的新性质是通过与其他组分的关系而表现出来。当具体分析某个组

分时，往往不可避免地会改变其性质，从而影响了预测的准确性。因此，复杂性科学需要在超越还原论和整体论的基础上，将二者有机地结合起来，形成复杂性科学所独有的方法论。这样，既吸收了整体论从整体看问题的长处，又涵括了还原论深入分析问题的优点，使人类对客观事物的认识由简单还原论上升到复杂整体论。

溯源：历史的旋律

从科学史角度来看，还原论是人类认识的一个必经阶段，是对前现代神学思维的纠正，同时也是现代整体论思维方式发展的一个必要准备。近代科学的产生、发展与所取得的成就都离不开还原论的作用，同时以还原论为特点的传统科学体系下各学科快速发展极大地拓展了人类的视野，日益丰富的研究对象使有限的科学知识逐渐难以应付。恰好，由于生物学本身的独特性为整体论的发展提供了成长的土壤，同时整体论的缓慢发展逐渐改变着传统科学体系的思维模式，直接结果是进化论的发展、物理学领域的变革及复杂性科学的诞生。

可以理解的是，传统科学产生的精确感与简单性让一些人难以接受以整体论为基础的现代科学。整体论的确大大削弱了建立于还原论基础上的科学的客观性和真理性，但整体论可以深化对系统功能的认识，并为现代科学的深入发展提供了新的思路与理念。随着整个科学的进一步发展，还原论与整体论已经各自表现出极大的包容性。现代整体论在承认生命现象与非生命现象没有不同，生命现象完全是物理、化学作用的结果的同时，否认用还原分析的方法足以解释生命现象。现代还原论者也承认当各个组分被有机地组合在一起成为整体的时候，出现了新的性质。

直到二十世纪七八十年代，复杂性科学的兴起成就了整体论，使得与复杂系统相适应的整体论逐渐被接纳。复杂性科学研究演化，研究系统从无序到有序或从一种有序结构到另外一种有序结构的演变过程。对复杂系统的研

究依靠物理实验或模型、数学模型、计算机模拟等,因此其方法论在大方向上是整体论的,在局部采用还原论。另一方面,科学的高度综合造就了大量的新兴学科,包括交叉学科、横断学科及综合学科。这些学科对客观事物进行整体的动态研究,从而为科学主体提供了多层次、多角度观察世界的一系列新的思维方式。概括地讲,复杂性科学与新兴学科的研究方法,是在超越还原论和整体论的基础上,将两者结合起来形成的一种新的方法论。

总之,还原论与整体论的产生与发展有其特殊的历史背景与科学环境,它们之间的争论也是整个科学技术发展的不平衡造成的。随着科学的日益复杂化,单一的研究方法与理念已经不能支持科学与学科的建立与发展。可以理

解的是,每一历史阶段的科学理论都是当时科学体系对自然界尽可能完满的解释,但随着科学的进一步发展,它必然会面对新理论的挑战。旧的科学体系由于先前研究模式及自身的背景知识、背景信念的影响,对新理论及新的科学范式会有一个拒绝接受到逐渐接受的过程,并最终产生更合理的科学范式。不可否认,在当前的科学领域中,科学研究还是更多地采用还原论范式,但整体论确实为人类深入认识客观世界提供了新途径。总之,科学实践使人们逐渐认识到科学方法多元性的合理价值。

致谢 真诚地感谢孟凡刚助理研究员对本文的悉心指导,在此谨致谢忱!

(责任编辑 谢小军)

2014 年度《科普研究》欢迎订阅

《科普研究》(双月刊)是由中国科普研究所主办、中国科学技术协会主管的专业学术期刊。它的刊文范围包括科技传播、科学教育、科普展教、科学与文化等领域。本刊以“促进科学技术普及理论的研究,推动科普事业的发展”为办刊宗旨,以“百家争鸣、求是创新”为办刊方针,坚持聚焦中外科技传播前沿动态,促进科技的传播与发展,为广大科技传播和科普工作者搭建一个活跃学术思想、发表学术论文的平台,努力为提高公民科学素质、促进科技创新、经济发展及人文进步作贡献。欢

迎广大科普理论研究和科普实践工作者订阅、投稿。本刊 2014 年度每期定价 12 元,全年 72 元。

订阅方式:

方式 1: 到当地邮局订阅(邮发代号 80-564)

方式 2: 汇款至本刊编辑部邮购

联系电话: 010-62103301, 62103285

网址: <http://kpyj.crsp.org.cn>

E-mail: kepuyanjiu2005@sina.com

通信地址: 北京市海淀区学院南路 86 号

邮政编码: 100081