

## 科学哲学视野中的客观复杂性

吴彤

**【内容提要】**从3个方面讨论了科学哲学视野中的客观复杂性问题, 给出了客观复杂性三个方面的描述性定义: 结构复杂性、边界复杂性和运动复杂性。对客观复杂性的性质等问题作了探讨。

**【英文摘要】**The problems about objective complexity in the view of philosophy of science were analysed from three aspects. Three definitions on to describe objective complexity: complexity of structure, complexity of boundary and complexity of movement were given. And the characters of objective complexity were studied.

**【关键词】**结构复杂性/边界复杂性/运动复杂性 complexity of structure/complexity of boundary/complexity of movement

### 【正文】

中图分类号 N 031 文献标识码 A

### 1 背景

复杂性是什么? 在20世纪60-70年代以前, 简单性被当作世界自身的基本属性, 复杂性是“无法认识”和“难以处理”的代名词, 从未被认为是世界的属性, 至多被认为是简单性的复合产物, 是现象。复杂性甚至被认为是认识主体运用简单性原则处理问题能力不足导致的结果。因此, 无论在认识论或本体论上, “简单性”与“复杂性”的地位都是不对称的。近年来, 人们仍争论“复杂性”是不是世界的属性, 表明“复杂性”本体论地位仍未得到认同。而“复杂性”的认识论意义远未得到澄清。

近年来, 各个领域都在发掘和研究本领域的复杂性问题。复杂性是目前自然科学和技术科学领域中使用频率极高的词汇。(注: 尽管许多社会科学研究没有使用“复杂性”的词汇, 但是象海德格尔、德里达、伽达默尔、艾柯等人关于文本与意义的研究、诠释的研究, 应该都属于社会科学“复杂性”研究。读者可以阅读: 艾柯等. 诠释和过度诠释. 王宇根译. 三联书店、牛津大学出版社, 1997. 波斯特M. 信息方式. 范静哗译. 商务印书馆, 2000) 在"Encyclopaedia Britannica"中, 至少有878个条目962处涉及“复杂性”, 除了一些条目涉及研究复杂性问题的人物外, 它几乎没有不涉及的领域; 有98个条目213处涉及“非线性”; 有6处涉及“分形”。(注: <http://www.eb.com>。) 在INSPEC资讯、物理、电机工程尖端科技数据库中, 从1969年到1999年关于“复杂性与简单性”的条目出现748处, “复杂性和非线性”出现2598处。(注: INSPEC资讯、物理、电机工程尖端科技数据库见: <http://www.lib.tsinghua.edu.cn>) 截止到2000年12月, 通过雅虎搜索引擎, 我们查阅到约有1660665处条目与复杂性相配。(注: 其中比较重要的有 CO-MPLEXITY THEORY AND MANAGEMENT PRACTICE.<http://www.human-nature.com/science-as-culture/rosenhead.html> Complexity and Management.<http://www.escribe.com/busine>

**【关键词】** /complexm/m4535.html <http://bprc.warwick.ac.uk/comprac.html> Cybernetics, Systems Theory, and Complexity.[http://www.cudenver.edu/~mryder/itc\\_data/complexity.html](http://www.cudenver.edu/~mryder/itc_data/complexity.html) Strategics: Complexity Theory.[http://www.indwes.edu/tuesday/s\\_comlp.htm](http://www.indwes.edu/tuesday/s_comlp.htm) Descriptive Complexity Theory.<http://www.ai.mit.edu/people/dam/descriptive.html> C-omplexity.<http://www.cultureby.com/plenit/html> COMPLEXITY THEORY.<http://www.cs.umd.edu/users/gasarch/forweb/node3.html> Complexity-the Science, the

复杂性研究的状况，还可以从如下方面了解。研究机构：国外有Santa Fe Institute；国内自然科学方面有中国科学院系统所等，社会科学方面有北京大学、清华大学、中国人民大学和华南师大等单位；图书馆：

Complexity Virtual Library；因特网资源：Yahoo-Science:Complex Systems；刊物：Journal of Complexity；国内北京大学有“复杂性研究”网页的亚洲镜像，专门介绍复杂性方面的研究进展。（注：该网页在北京大学哲学系下，读者可以通过北京大学网页进入。）

事实上，20世纪所认识到的复杂性，已经不是一个定义，而是一个各种定义的家族。[1]

另外，我们想补充两个国外哲学和文化上研究复杂性的情况：

埃德加·莫兰是法国著名社会学家，悉心研究过系统论等理论，对复杂性思想及其方法有独到的见解。（注：埃德加·莫兰的著作甚丰，如《复杂思想：自觉的科学》、《方法：思想观念》等。另外，在联合国《信使》（月刊1996年2月号，中文版为该年5月号曾作为“复杂思想”专号。）对埃德加·莫兰关于复杂性的思想作了专题介绍。中华读书报1999-11-24以及2000-01-06埃德加·莫兰著作的译者陈一壮和马胜利分别介绍了埃德加·莫兰思想和著作。埃德加·莫兰的网页见[http://www.france.diplomatie.fr/Label-](http://www.france.diplomatie.fr/Label-france/ENGLISH/INDEX/i28.html)

france/ENGLISH/INDEX/i28.html）他最重要的观点是对无序的看法。他认为，无序的作用是含混不清的：它一方面是社会秩序的构成因素之一（多样性、变动性、灵活性、复杂性），另一方面又保持为无序，构成组织瓦解的威胁。进一步看，无序所维持的永恒的威胁给予社会复杂的和生动的特点：永恒重组。[2]

迈因策尔K，德国系统科学学会主席，著作颇丰。他企图建立跨学科的复杂性方法论，其著作《Thinking in Complexity》充分表达了这种努力，已被翻译成英文、日文和中文。（注：迈因策尔K的《复杂性的思维》中文版由曾国屏翻译，中央编译出版社1999年版；该书修订版补充了作者关于因特网和交通方面的复杂性研究。）

## 2 哲学上如何研究“客观复杂性”？

### 2.1 三个研究角度

认识论角度：这个角度的复杂性研究涉及人或主体的认识能力，客观基础是假设一个具有一般认识能力的主体来对事物进行认识。主体间的复杂性更为复杂，将涉及意义、交往等复杂性问题，其中有无限丰富的宝藏尚未开垦。

方法论角度：这个角度的复杂性研究涉及客观上是否有复杂性认识方法，如何与简单性方法区别开来等问题。

客观论角度：从客观角度研究复杂性，就是考察抽象的复杂性存在具有哪些基本性质。

### 2.2 三个研究问题

从科学哲学角度研究复杂性，就是要回答如下三个问题：（注：这三个问题我已经在“‘复杂性’研究的若干哲学问题”（《自然辩证法研究》2000(1)）中表述过，但是为了文章完整和清晰，这里再作陈述。）

问题1 “复杂性”是这个世界的客观本质属性，还是“简单性”的复合现象？有人认为，这个世界骨子里是简单的，复杂只是世界的表面。简单是本质，复杂是现象。也有人认为，复杂性也是世界的基本属性。我们称问题1为“复杂性存在论”问题。连带的认识论问题是，复杂性是人们认识能力不足造成的，还是事物本身具有的性质？

问题2 复杂性是从简单性中生成的，还是始终与简单性并存的世界属性？按照演化逻辑，世界是逐渐生成的，是从简单到复杂演化而来的。既然如此，简单性不是更为本质吗？如果认为复杂性与简单性同为基本属性，也可能带来复杂性只能生成复杂性，简单性只能生成简单性的问题。我们称问题2为“复杂性演化论”问题。承认复杂性是从简单性中生成演化而来，并不妨碍承认复杂性是世界的基本属性。有一种陈旧的类比观点认为，凡后出现的属性一定是先前属性的从属属性，一定不是可与在先属性并列的、处于相同地位的属性。既然这个世界是演化发展的，为什么不能承认后演化出来的属性也同样是世界的属性？产生在先的属性已经不能概括整个后演化出的世界，而复杂性又是一种凸显、超越，为什么不能承认这种复杂性不可还原？

先开端的因素也许先退化，后发展的因素也许后来居上。我们太把属性看成从来就有的，如果把属性看成演化的过程因素，承认整个世界是一个过程，问题2就比较好理解。问题1和2均属于本体论问题，但问题1问复杂性是否为存在的本质，而问题2则问复杂性是否也演化。

问题3 承认复杂性的客观地位，有人会问：科学模型难道以后不再追求简单吗？要复杂性就会丢掉简化的模型方法吗？连带的问题是，科学就是追求简单吗？刻画世界的复杂性方法与简单性方法仅仅是简化上的区别吗？我们称问题3为“复杂性方法论”问题。

那么如何研究客观复杂性呢？我认为要回答问题1和2，就是要给出复杂性客观存在的各种描述。可以从以下几方面认识客观复杂性，即结构复杂性、边界复杂性和运动复杂性。

### 3 客观复杂性

#### 3.1 结构复杂性

3.1.1 分形结构复杂性。指系统内部结构具有多层次、多部分，且各个部分相互联结、嵌套、递归。整形则是简单的。

3.1.2 非稳定结构复杂性。局部非稳定的结构具有多个分岔点、鞍点，它同时也是复杂性的结构；相反，结构整体和局部稳定的就是简单结构。

也有完全不稳定结构，但它存在时间极短，有时处处不稳定，或时时不稳定，这种结构目前还不可分析。此外，稳定与非稳定结构还牵扯结构演化以及演化方向问题，这里暂不分析。

#### 3.2 边界复杂性

结构复杂性指系统内部要素之间通过相互作用构成的排列组合的复杂性；边界复杂性指系统与环境的交界处通过相互作用产生的复杂性。边界不是没有质量、没有宽度、没有面积、不占空间的数学意义的线，而是由系统与环境的界限与跨界限部分组成。系统存在两种界限：物理的和非物理的。界限起过滤、标准化作用，如细胞膜；跨界限起沟通和缓冲作用。边界复杂性即界限与跨界限的统一和交互作用，表现为动态性、连通性等。在边界复杂性研究方面，SFI观点非常明显：复杂性来自浑沌与秩序的边缘；上海交通大学严广乐、王浣生对边界在复杂性中的作用也进行了研究，在SFI观点基础上有了新的进展。[3]我们认为，边界是复杂性程度进化的营养提供地和交互作用发展的试验地。

几个边界复杂性案例：(1)物理学，表面物理学发现表面现象更复杂；(2)科学革命，发生在超越边界时；(3)社会学与历史学，族群的归属与排他——一套有限的文化规则保持了族群社会边界；[4](4)社会心理学，如何区分自我与他人，自我概念中包括他人吗？(5)文化内部的“内群体”(ingroup)与多元化问题。

很明显，我们进行跨学科交叉研究，就是希望从其他学科获得养分，也希望通过跨越边界在边界处获得交互性，通过交互性获得更大的进化。

#### 3.3 运动复杂性

3.3.1 分岔运动意义的复杂性。如果运动过程中存在分岔，存在选择性的不同道路，这种运动是复杂性运动；反之，则是简单性运动。如两种技术竞争造成的运动，然后锁定在一个道路上，就是分岔运动。[5]分岔运动的复杂性也包括进化过程的生长（分支）复杂性。树木生长、科学研究的分岔发展都是分岔复杂性。科研分岔演化的一个典型是拉比树案例——1944年诺贝尔物理学奖金获得者拉比在20世纪30年代关于分子束共振的研究，引发和导致诸如顺磁共振、铁磁共振、核磁共振、铯原子钟、21厘米射电天文学等方面的研究，在拉比树上“筑巢”的有20位诺贝尔奖获得者。（注：笔者在《自然辩证法通讯》(1994(4):67-78)上以“拉比：平民、科学家和政治活动家”为题介绍了拉比的情况。）

3.3.2 突变运动复杂性。突变论意义的复杂性——指运动曲线或轨道非光滑有突跳的运动。运动曲线光滑、连续的运动则是简单的运动。

3.3.3 混沌运动意义的复杂性。混沌意义的复杂性——指运动的相邻轨道永不相交、同时又相互分离的非周期运动。运动相邻轨道相交的、有周期行为的运动则是简单运动。

以上几种运动都是传统数学不可分析的。现代分析工具主要是混沌 / 分岔理论和非线性动力学等。此外，运

动复杂性涉及运动发生条件以及对条件的敏感依赖性程度，同时也涉及不同层次和尺度的运动。

## 4 客观复杂性的各种性质

### 4.1 不稳定性

不稳定性指系统对小扰动产生大的涨落，从而偏离原来的运行。复杂系统对小扰动在有些条件下可能变得极为不稳定。一个小扰动可能使系统走向崩溃或走向新的阶段。不稳定性通常是复杂系统的必要条件或特性之一。

### 4.2 多连通性

多连通性指系统的交互作用呈现多种样态，多种通道，多种模式。简单系统其变量一般主要以自交互作用联接，除了具有很少变量之外，通常包含非常少的反馈环节。复杂系统则相反。这类反馈环节能够使系统重建或至少改造结构，改变变量的交互作用模式。因此，反馈开发了行为的可能性空间。复杂系统的反馈环节通常较多，具有多连通性。

### 4.3 非集中控制性

简单系统的控制常常集中在一个或很少几个局域内。复杂系统的控制通常是扩散开来的，似乎存在控制中枢，实际控制力量展开在分散的结构中，以一定单元的联合来产生系统的实际行为。复杂系统倾向于适应那些快速的意想不到的事件，因为每一个单元都有更大的行动自由。复杂系统也倾向于更有弹性，因为系统的每一个功能和组分都不是严格划界的。全球信息系统网络就是这种分散系统的典型。[6]

### 4.4 不可分解性

典型简单系统的各种组分之间有很少或较弱的相互作用。复杂过程的相互作用不能约简，复杂系统不能被分解为孤立子系统，那样会不可挽回地失掉产生系统的主要信息。忽视过程的任何部分或联接它的各个部分的任何连线通常也就破坏了系统行为或结构的本质方面。这种不可分解性带来了分析的困难。

### 4.5 涌现性

涌现涉及到意想不到的整体系统，而不仅仅涉及个体的子系统。例如水的自然形态是液态，具有可溶解性等，而组成水的元素氢和氧则没有这种性质。涌现的复杂性和来自相互联接模式的差异起源于和依赖于系统各个组分之间的相互作用。对于涌现，注意点不仅是相互作用点安置在哪里，还有那些相互作用的特殊本质。涌现的困难也是难以分析。

### 4.6 进化过程的多样性以及进化能力

进化过程的多样化是自然和人工智能生命系统中又一种复杂性的表达。进化能力是在生命系统中和多样化相关的一个概念，但基本上还没有一个定义能够为大多数科学家接受。自组织是复杂性进化能力的性质之一，也是其能力衡量标准之一。

## 5 未解问题

简单性与复杂性的客观差别：如果我们以线性和非线性为各自基础，两者之间存在绝对的客观意义上的差别；如果我们把简单性和复杂性都建立在线性基础上，什么是它们之间的客观差别呢？正是因为存在没有解决的问题，所以复杂性是诱人的：它等待实证科学研究的进展，同样等待哲学思维的探索。

收稿日期：2001-01-20

### 【参考文献】

- 1 Horgan John.From Complexity to Perplexity.Scientific A-merican,1995,272(6):104~109
- 2 埃德加·莫兰. 迷失的范式：人性研究. 陈一壮译. 北京：北京大学出版社，1999.29
- 3 严广乐，王浣尘. 边界沉思. 管理科学，2000,3(1):19~86
- 4 弗里德里克·巴斯. 族群与边界. 高崇等译. 广西民族学院学报，1999,21(1):16~27
- 5 Arthur W B.Positive feedback in the economy.Scientific American,1990,262:92~99
- 6 Mainzer K.Thinking in complexity.Berlin and New York:S-pringer-Verlag,1996.292