

论混沌学对爱因斯坦与玻尔论战的消解

张 雁

(河海大学 公共管理学院 江苏 南京 210098)

关键词 爱因斯坦 玻尔 混沌学

中图分类号 :N03

文献标识码 :A

文章编号 :1671-4970(2005)03-0010-02

爱因斯坦与玻尔关于量子力学解释的论战可以说是 20 世纪最伟大的科学论战之一,在他们的论战中,物理世界被决定论和概率论两套体系所分裂。混沌研究的进展,正在消除对于统一的自然界的决定论和概率论两大对立描述体系之间的鸿沟。

一

一直以来,人们认为自然界是有规律的,而且,自然规律是不依人们的主观意志而转移的,可是物理学中长期以来却被两套不同的体系所支配着,由此在哲学界和物理学界引发了长期的论战:世界究竟是决定性的还是概率性的?两种观点形成了由各自科学大师为首的两大“学派”,一派以爱因斯坦为首,另一派则以玻尔为首,前者说:上帝不会掷骰子。而后者却回答:我们不能断言上帝该干什么。这两个学派的论战堪称科学史上持续最久、斗争最激烈、最富有哲学意义的论战之一。

双方论战的焦点是关于量子力学的解释。玻尔的“哥本哈根诠释”的基本出发点,是认为人类对于微观世界的物理过程,只能进行概率描述,如果说对于一块小石头,我们可以说它在某时某刻处于某个位置,但是对于电子这样的微观物体,我们就只能说它在某时某刻处于某个位置上的概率是多少。在这个意义上,我们永远无法对一个量子对象,给出具有确切时间空间描述的轨迹。对于这样的物理理论,爱因斯坦至死都不同意,或者说,都不满意。在爱因斯坦的世界观里,因果律是一条不可动摇的律令,犹如康德的星空,犹如斯宾诺莎的上帝。

爱因斯坦认为,一个电子的精确的运动轨迹并不是不存在,它之所以不能被精确地描述出来,是因为量子力学还不完善。1926年12月4日他在给玻尔的信中写到:“量子力学固然是堂皇的,可是有一种内在的声音告诉我,它还不是那真实的东西,这理论说的很多,但是一点也没有真正使我更加接近‘上帝’的秘密。我无论如何深信上帝不是在投骰子。这里所说的上帝的秘密,就是自然界不包括偶然性,

只有必然性和严格的决定论。”^[1]

直到1944年11月7日在给玻尔的信中爱因斯坦依然认为:我们对科学的展望极端相反。你相信掷骰子的上帝,而我相信客观存在的世界完全是受规律所支配,那也就是我力图用一种原始的揣测去把握的东西。事实上,爱因斯坦直到去世一直坚信量子力学不是完备的,量子论不是关于物质的最终描述。海森堡曾在《量子论历史中概念的发展》中提到:1954年,爱因斯坦去世前几个月,他同我讨论了一下这个问题(作者指量子力学的电子态问题)。那是我同爱因斯坦度过的一个愉快的下午,但一谈到量子力学的诠释时,仍然是他不能说服我,我不能说服他。他总是说:是的,我承认,凡是能用量子力学算出结果的实验,是如你所说的那样的,然而这样的方案不可能是自然的最终描述。无独有偶,直到爱因斯坦逝世以后,玻尔还在内心继续同爱因斯坦论战,玻尔去世的前一天晚上,他在工作室黑板上所画的最后一个图,就是爱因斯坦的“光子箱”草图。当时的物理学家们很难做出谁是谁非的结论,因为物理学中不同哲学观点的争论不可能单靠争论本身来解决,它最终要靠物理学的理论和实践的进一步发展来裁决。

二

当时这两位科学伟人都不知道混沌。混沌与量子力学、相对论三者常被科学界并称为20世纪科学的三大发现。“20世纪科学将永远铭记的只有三件事,那就是相对论,量子力学和混沌。”^[2]混沌的出现打破了确定论和随机论之间的界限,改变了人们的习惯思维。它告诉人们,一些完全确定性的系统,不外加任何随机因素,初始条件也是确定的,但系统自身会内在地产生产生随机行为,而且,即使是非常简单的确定性系统,同样具有内在随机性。可见,混沌在确定论和随机论之间架起了桥梁,若爱因斯坦和玻尔九泉之下有知,应该会握手言和吧!

从牛顿到爱因斯坦,他们都认为世界在本质上是有序的、确定的。经典科学不论在宏观世界还是

微观世界,都追求精确地、清晰地描述物质运动的确定性规律。随机性使我们不能准确确定事物的未来结果,如掷骰子一般,只能肯定其每面朝上的概率都是 $1/6$ 。在科学研究中,经典科学一遇到非线性的不确定现象,就把它们当作“例外”、“误差”、“噪声”,而加以舍弃。所以,在经典科学的视野中,确定性和随机性是世界上完全对立的两种现象,似乎没有任何交叉的可能。混沌学的最大成就之一就是确定性和随机性统一了起来。

作为“确定论的随机”(福特),混沌系统中则同时出现了上述两种现象,即:既不是纯粹的确定性,也不是纯粹的随机性,而是兼而有之。最典型的例子要数气象变化系统中的洛伦兹“吸引子”,它是一种“决定性的非周期流”。气象变化是一种非常不确定的现象,正所谓“五月天,孩儿脸”,说变就变。尽管如此,世界上许多国家还是斥巨资进行气象预报,并能在一两天之内作出较好的预报结果,但是长期预报不可能。“洛伦兹将气象变化的数据绘制到相空间图上,结果,非常混沌的无规则变化的数据点形成一个不完全自我重复、轨迹永不相交,但却是永不停止转动的猫头鹰或蝴蝶形象的双螺旋线,从而说明了不确定的数据流中所具有的确定性特征,这个结论是非常深刻的。[3]

正如中国著名混沌学专家郝柏林在《混沌:开创新科学》中文本的序言中所说:“混沌研究的进展,无疑是非线性科学最重要的成就之一,它正在消除对于统一的自然界的决定论和概率论两大对立描述体系之间的鸿沟……”[4]

爱因斯坦与玻尔争论:上帝是否掷骰子?而现在“混沌学已不再问‘上帝是否掷骰子?’而问‘上帝怎样掷骰子?’”[5]混沌学的目的就是要找出上帝按什么规则掷骰子,混沌学让人们清醒地看到世界并不是完全杂乱无章的随机偶然过程。混沌学的产生尽管排除了拉普拉斯决定论的可预见性的狂想,却并未将确定性完全淹没在随机性的不知所措的黑暗中而不见一点把握世界的星光。“真正的随机数据总是散开成不明确的一团糟。而混沌则是由简单过程创生的‘有序的无序’,源于决定论的有一定模式的混沌,总能把数据拉成一定的形状,让奇怪吸引子亮相。[5]

正如爱因斯坦等人提出了著名的微观粒子波粒二象性观点,认为波动性和粒子性是微观粒子统一的基本属性,从而极大地推动了科学的发展一样,混沌学的创立,正在缩小确定论和随机论这两大体系之间的鸿沟,世界既不能分成两半,也不是非此即彼。混沌学研究揭示,世界是确定的、必然的、有序的,但同时又是随机的、偶然的、无序的。有序的运动会产生无序,无序的运动又包含着更高层次的有序。

混沌学可以消解爱因斯坦与玻尔的争论的根本原因在于:它是一场真正意义上的科学革命。按照库恩科学革命的范式理论,这时已经发生了范式的根本转化。它已由经典科学对物质的构成及某一尺度上的物质运动规律的研究,进入到对不同物质系统的生成与演化规律的研究。混沌学是真正的科学革命,完成了20世纪最重要的范式转化:即从构成论到生成论的转化。从这个意义上讲,“系统科学——从系统论到混沌学的发展,无疑是20世纪最大的一次科学革命。[6]

就爱因斯坦与玻尔的关于量子力学的统计解释的确定性随机性的论战,混沌学关注的焦点不是某一运动层次上物质运动规律到底是确定性还是随机性,而是进入到更高的层次,或许可以说就像是三维进入四维(加上了时间),即开始考虑生成、演化,考虑确定性、随机性的来源、转化。恰恰在这个过程中,混沌学“揭示了确定性中的不确定,因为系统的无规则运动恰恰来源于确定性方程。事实是:只要确定性的系统稍微复杂一些,就会表现出随机行为,所以,确定性描述和概率性描述之间,并没有不可逾越的鸿沟。[5]可见,混沌学蕴藏着跨越层次的、普适自然界一切系统的规律。

混沌学对爱因斯坦与玻尔的争论的消解,或许正说明:“从静态的既成物质构成和运动的角度,世界不同层次和领域遵循着不同的规律,但从生成演化的世界图景,从整个宇宙大话流行的角度,宇宙万物却遵循着共同的起源、共同的背景、遵循共同的生成演化规律。”“在新的科学图景中经典科学的一系列对立范畴,如必然性与偶然性,确定性与统计性,简单性与复杂性,有序与无序,继承与创新都获得了新的统一理解,它们不仅是互相补充的,而且是互相生成的。[5]

参考文献:

- [1] 爱因斯坦文集(第1卷)[M]. 许良英译. 北京:商务印书馆,1976.221.
- [2] 卢佩. 混沌学传奇[M]. 上海:上海翻译出版公司,1991.12.
- [3] 杨小明. 混沌学对辩证法的丰富和发展[J]. 世界弘明哲学季刊,2001(6).
- [4] 詹姆斯·格莱克. 混沌——开创新科学[M]. 张淑誉译. 上海:上海译文出版社,1990.1.
- [5] 李曙华. 从系统论到混沌学[M]. 桂林:广西师范大学出版社,2002.269-268-271—272.
- [6] 李曙华. 系统科学——有构成论走向生成论[J]. 系统辩证学学报,2004(4)5—9.