

● 科技哲学

从微观现象个体性概念到系统目的性范畴

——论玻尔科学观念上的“两极相通”

王 贵 友

(武汉大学 人文科学学院, 湖北 武汉 430072)

[作者简介] 王贵友(1946-),男,湖北老河口人,武汉大学人文科学学院哲学系教授,主要从事科学认识论与方法论研究。

[摘 要] 玻尔在科学观念上实现了从微观现象个体性概念到系统目的性概念的过渡,实现了还原论与机体论、因果决定论与目的论的“两性相通”。这主要基于他对微观现象个体性之观测条件及量子力学形式系统之操作定义的互补解释。在这里,因果分析方法具有根本上的局限性,并与目的论整体方法之间保持特定“张力”,个体性的“定态”与“跃迁”概念同作为目的性概念基础的结构稳定与变换思想具有可通约性。

[关键词] 玻尔;个体性;目的论;互补性

[中图分类号] C 03 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5374(2001)01-0029-06

随着现代科学观念的更新,玻尔在关于微观对象的量子论研究中又重新提出了系统目的性问题。这是一个十分耐人寻味的现象。虽然玻尔提出目的性问题确实含有他早期所受生物学思想影响的痕迹,但更主要的原因却是基于他对微观世界中量子个体现象之观测条件的把握和对量子力学形式系统之操作定义与物理意义的深刻理解。似乎在玻尔科学思维中已实现了从还原论到机体论、从因果决定论到目的论的“两极相通”。本文所要探讨的主要问题便是:玻尔为什么会从微观世界的量子个体性概念过渡到宏观世界的系统目的性范畴。

—

在玻尔科学思想发展中,之所以能实现从微观现象个体性概念到系统目的性思想的过渡,其主要根源在于玻尔对普朗克以来量子理论的物理意义(主要指操作意义)的深入理解,特别是对作为量子力学之基本物理诠释的互补原理的深切把握。为了说明这一点,首先需要考虑量子力学中互补原理的涵义及其与生物学中互补思想的相通性。

首先考虑两种语言层面间的“张力”及互补性问题。在玻尔看来,量子力学所面临的基本情势是经典物理语言与量子物理语言之间的“两极张力”。他指出:“量子论的特征就在于承认,当应用于原子现象时,经典物理概念是有一种根本局限性的。这样引起的形势具有一种奇特的性质,因为我们对于实验资料的诠释在本质上是以前经典概念为基础的”^[1](第39—40页)。在玻尔那里,经典物理概念是对日常语言的

补充,是关于宏观体系的自然语言的条理化、精确化;量子力学概念是关于微观对象的非日常化的、非直接感知的数学语言。当体系的作用量可与普朗克常量相比较时,经典物理概念在理论上的使用受到了根本上的限制,这时需要超越经典物理概念而使用不受日常语言限制的量子力学的数学语言;然而,人们又不能不对量子力学的理论术语进行物理诠释,即要对其中的理论名词给出操作定义,而且用于这种定义的对实验安排与观测结果的说明又必须使用人们所熟悉的日常语言与经典物理学概念。由于经典物理概念作为模型与操作语言的超越性使用,这就不仅会造成经典物理语言与量子物理语言之间的“两极张力”,而且会使经典物理语言推广运用于微观世界时受到本质上的限制,而导致“时空标示”与“因果要求”、波动语言与粒子语言之间的互斥互补性。这时一种经典概念的确切使用会排斥另一种经典概念的同时确切使用,但这又不否认在不同情况下它们分别使用的有效性。同样,在对生命现象进行自然描述时人们也会面临类似的情势,这就是关于无机现象的物理学语言与关于生命现象的生物学语言间的“两极张力”。一方面,为了说明生命系统的复杂的有序的结构和机能,物理学语言框架显得过于狭隘了,人们不能把生命现象仅仅归结为非历史性、非机体性的具有单纯物理化学特征的分子与原子所构成的物质体系及其运动变化;因此,必须超出物理学化学范围之外而运用关于生命现象的生物学所特有的结构与机能范畴。所以,玻尔以类比方式指出:“原子稳定性在本质上不能用力学来加以分析,作为生命之特征的那些奇特机能也不能用物理学或化学来加以解释,而在这种不可分析性和不可解释性之间是存在着一种切近的类型性的”^[2](第 12 页)。另一方面,无论生命现象超出物理学与化学描述的范围多远,对这些生物学范畴与规律的解释又必须应用具有因果决定论特征的物理学与化学语言,因为物理学与化学的还原论与因果决定论的描述方式对于科学的解释与预测是异常成功的。正是在这种意义上玻尔指出:“生物学研究的任何结果,都不可能用不同于物理学及化学的方式来清楚地加以描述,这正如即使是说明原子物理学中的经验最后也得依靠那些在意识上记录感觉所不可缺少的概念一样”^[2](第 24 页)。然而,由于物理学化学语言向生命世界的推广与超越性使用,这就使该语言运用于说明生物学范畴与规律时,运用于描述高级、复杂、有序的生命现象时受到了一种本质上的限制,而导致物理学化学中的还原论及因果决定论与传统的机体论及目的论之间的互斥互补关系。

其次考虑观测器具与对象间的相互规定及测量操作程序的互补性问题。在玻尔看来,由于作用量子的存在,使得对于微观对象的观察必然会涉及到仪器与对象之间的不可控制的相互作用,以致这种相互作用构成了量子现象的不可分割的一部分。这时,不仅测量仪器会以量子个体性的形式作用于微观对象,使得对该对象的扰动相对于对象本身而言成为某种不可忽略、不可补偿的因素;而且微观对象反过来又会对测量仪器给予根本上的限制和规定,正是这种限制和规定使“时空标示”与“因果要求”等两类描述及其测量操作不能在同一种观测条件下实现。这时一种观测实验装置会排斥另一种观测实验装置,但这并不否认在不同情况下它们分别实现的可能性,从而导致了它们之间的互斥互补性。同样,对生命现象的观测实验也会遇到类似的情形,因为“在一个生命机体中,测量仪器和研究对象之间的这样一种区分几乎是不能充分贯彻的,从而……每一实验装置,如果它的目的在于对机体的机能提出一种在原子物理学意义上明确定义的描述,它就将是和生命的体现不能相容的”^[2](第 101 页)。由于生命活动的自由自决性与有机整体性特征,使得对于生命系统的任何物理学实验都会造成一种外部干扰而影响生命活动的自由体现。于是为了保证生命活动的正常进行,便对各种物理学观察实验装置加上了根本上的限制和要求。正是这种限制和要求导致了生物学观测条件与物理学观测条件的互斥性,使生物学观测中的结构与机能考察同物理学实验中的因果分析方法不可能同时贯彻到底,以致对于生命现象的物理化学观察愈精细,生命的自由体现便愈不可能,从而使生物学观察条件愈不能满足,反之亦然。然而这两种互斥的观察条件对于生命现象的考察又都是必须的,它们对于生命现象的解释和预测是同样不可缺少的。

最后考虑与观测条件相关的研究对象的个体性及定义的互补性问题。在玻尔看来,由于作用量子的不可分性、个体性,这就赋予任何可观察的原子现象以本质上的不连续性、个体性或整体性,使得与观测条件相关的微观体系的态及其不连续变化成为在实验上不可细分的整体性或个体性的量子事件,成为

一次完成的突发性的过程。并且,“真正量子现象所特有的整体性特点,是在下述情况中得到逻辑表示的:任何明确规定的再分划的尝试,都会要求对实验装置进行一种和所研究现象的定义不相容的改变”^[3](第6页)。这就是说,关于这种与特定观测条件相关的个体性量子现象的任何进一步分析,或任何可定义的细分,都会导致互斥的观测条件及不相容的个体性量子现象的定义,并且只有它们在不同条件下的总和才能提供微观对象的完备描述。同样,对个体性生命现象的可定义的细分也会导致类似的结果。玻尔认为,“生命本身的存在,不论就它的定义还是就它的观测来说,都应该看成生物学的一个不能进一步加以分析的基本假设,就如同作用量子的存在和物质的终级原子性一起形成原子物理学的基本根据一样”^[2](第24页)。这就意味着,任何与特定观测条件相关的生命现象都具有一种整体性特征,都是在细节上不能进一步分析、不可细分与不可定义的个体性事件,以至于对某一个体现象的任何可定义的细分都会导致与其定义不相容的互斥的观测条件。这就必然会引起物理学中的因果分析方法与传统目的论方法之间的互斥互补性。

量子论中,玻尔提出互补原理决不是什么概念游戏,其目的在于运用互斥互补的经典物理语言对量子力学的数学语言进行物理诠释,特别是对正则共轭变量的不对易性给出操作定义,以达到对微观现象予以科学解释与预测的目的。同样,在生物学中,提出互补思想也是为了运用互斥互补的因果决定论与经过科学限定的目的论概念对生物学特有的范畴和规律进行诠释和定义,以实现复杂生命现象给予科学解释与预测的目标。

二

根据互补原理,说两类描述是互斥的,只是指它们在一种观测条件下不可能同时实现,不可能同时贯彻到底,但这并不排斥它们在不同观测条件下分别运用的有效性与科学意义;并且承认只有采取互补描述方式,依据不同条件,时而用这种时而用那种描述方式,才能通过对科学理论的诠释来达到对研究对象予以完备描述和科学预测的目的。正是在这种意义上,一方面,以因果决定论观念为基本特征的物理学化学概念对于生命现象的描述是必不可少的,应该尽可能地延伸物理化学概念向生命世界推广的范围;另一方面,这种物理学化学概念的使用又是有限度的,一旦超出某观测条件下的限度,其使用便会失去应有的科学意义与有效性,这时必须在因果性概念之外补充以经过科学限定的目的性概念。只有这样,才能运用物理学化学中的因果决定论及互斥的目的论概念来对生命科学中特有的范畴和规律进行诠释,以不断增进人类对生命现象予以科学解释与预测的能力。

玻尔多次强调,物理学化学概念对于生命现象的描述是必须的,这正像由经典物理学所补充的日常语言对原子现象的描述之不可避免一样。例如,对于生物机体的复杂组织结构与生理机能的研究,显示了各组成要素特别是分子—原子运动的高度有序化,这似乎与平衡态热力学所确认的孤立系统的熵增大趋势相矛盾,但如果考虑到维持并发展机体有序化所必需的自由能是由外界环境通过营养和呼吸不断供应的,考虑到伴随着机体的新陈代谢所进行的“能量交换与熵交换”,那么便可发现热力学定律对于生命现象的描述仍然是有效的。又如由于生物化学特别是分子生物学的发展,对认识生命现象的秘密无疑具有重要意义。在这种研究中有有机化学方法起到了重要作用,因为“原子核比电子重得多,这一事实就使我们有可能将分子结构中各原子的相对位置确定到足以赋予化学结构式以具体意义的程度”^[3](第24页)。这样,人们便可在分子结构与分子变化的层次上对种种复杂的生命现象进行描述。

玻尔同时强调,物理学化学概念对于生命现象的描述又受到一系列根本上的限制,这正像作为日常语言之精确化的经典物理概念对于原子内部发生的过程进行描述时所受到的根本限制一样。首先,这种根本上的限制来源于生命现象的个体性、整体性,以及生命系统结构与功能的有机性。通过对微观量子现象的透彻理解,玻尔从作用量子的个体性、整体性,以及微观体系“态”的个体性、整体性,达到了对生命系统的有机性、整体性的确认。在他看来,与观察条件相关的微观体系的态是一个不可进一步加以分

析的个体性量子现象,这就如同与外界环境(包括观察条件)相关的生命系统构成一个不可分割的有机整体是一样的。因此,正像原子的稳定性与个体性在本质上不能用经典物理学来加以描述一样,生命现象的整体性、生命系统的有机性也不能完全用普通的物理学化学定律来加以说明。由于作用量子与微观对象的个体性、非连续性,经典物理学语言对于原子现象的描述具有根本上的局限性,因而必须使用可容纳量子假设的量子力学的数学语言。类似地,由于生命现象的整体性、生命系统的有机性,物理学化学中的因果决定论概念对于生命现象的描述也是有局限性的,因而必须补充以考虑到生命整体特征的经过科学限定的目的性概念框架。

其次,这种根本上的限制来自于生命系统中微观要素之基本的偶然性与多自由度非线性耦合的随机效应。对于生物机体,当观察深入到微观层次时,常会涉及到量子力学几率概念所描述的偶然性问题,如生命过程中便存在着基因的自发突变与诱发突变;并且,这种微观过程通过放大机制可产生出明显的宏观效应,如引起生物遗传性状的变化。由于量子事件所涉及的是微观对象之基本的第一性的偶然性,这就使我们在原子尺度上对生命现象进行严格决定论的因果描述受到了一种根本上的限制。虽然如此,但“以对应论证为基础的统计量子力学的领域,在因果时空描述方式这一理想的适用领域和以目的论论证为其特征的生物学领域之间占据着一种中间性的地位”^[1](第 18 页)。这就意味着,量子力学的对应原理可使我们在一定程度上能对生命现象进行因果时空描述,其基本的偶然性观念也可使我们在一定范围内能对生命问题运用目的论论证。此外,玻尔还多次谈到生命系统结构与机能的高度复杂性;当用物理学的因果分析方法考察其宏观运动状态时,便会遇到多自由度非线性耦合的随机效应问题,并且在非平衡非线性条件下会出现随机涨落与混沌现象,从而对系统的整体性、其宏观状态及其演化产生重要影响。由于这里涉及到的是不确定的系统内在的随机性,它出自于系统内部非线性因素的作用而不仅是外界扰动引起的。于是我们在宏观状态上对生命现象进行因果决定论的描述也受到了一种根本上的限制,从而赋予目的论描述以存在的权利。

再次,这种根本上的限制来源于关于生命现象之实验安排的互斥性、局限性与非完备性。在玻尔看来,生物学的观测条件应该能够保证生命的自由体现,而物理学化学的实验安排却不能满足这一条件,特别是当把生命机体的分析推进到原子水平时更是如此。因为,如果想用一种实验装置来分析构成生命体的所有原子的行为,就像物理学实验对单个原子行为所作的观测那样,并能说出它们在生命过程中起什么作用,那么这种实验装置便排除了维持机体活命的可能性。任何实验装置,只要它把生命体控制到能用物理学化学方式来明确定义和分析的程度,就一定会阻止生命活动的自由展现。因此,正像在原子物理学的实验安排中,对坐标与动量等共轭量的观测不能同时被满足一样,在有关生命现象的实验安排中,尽可能完备的物理学观察与保证生命自由的生物学观察条件也不能同时被满足,二者是不可相容、不能同时实现的。“在有关生命机体的每一实验中,必然要在各机体所处的物理条件方面留下某种不确定性;而这种想法也就提示说,我们所必须留给机体的最小自由,将刚好大到足以使该机体对我们‘保守其最后秘密’的地步”^[2](第 11 页)。这就为生物学中的目的性概念留下了特定地盘。

还有,这种根本上的限制来源于运用于生命现象的物理学方法及其严格决定论的时间概念与因果结构观念本身的局限性。由于严格决定论的因果规律对于时间反演具有不变性,这就使自然界被描绘成了一个简单的静态的存在的力学体系,一个没有组织结构与发展演化的世界,一个没有创造、活力、生机与有序的宇宙。这显然与生物学所描绘的复杂的、演化的、有序的、丰富多彩与生机盎然的自然相背离。该悖谬不仅是由于必然性规律的时间观念的缺陷问题,它显然来自于严格决定论概念框架中因果结构本身的局限性。在平衡态热力学与非平衡态热力学的发展中,为了不违背生物学的基本事实并摆脱这一困境,物理学在观念与方法上作出了种种改进,但仍表明在因果决定论的概念框架中该悖谬不可能得到真正解决;因此,必须因果决定论概念之外补充以目的性概念,才能不断推进科学对该悖谬的解决。

三

在玻尔科学思想中,从微观对象量子个体性概念向系统目的性概念的过渡,不仅基于他对量子力学的互补原理的深刻理解和把握,而且同他运用量子概念对原子与分子结构的研究密切相关。在这项研究中,玻尔一方面肯定了微观世界中偶然性之基本的第一性的意义,另一方面也确认了包括原子与分子在内的微观体系的个体性与整体性特征,确认了微观体系之形式结构的稳定性与变换的普遍意义。正是这些概念构成了系统目的性观念的核心内容。

在玻尔看来,由于普朗克作用量子是一个不可分的非无限小的量,这就不可避免地赋予任何微观体系以本质上的不连续性、个体性与整体性,并且任何与观察条件相关的可与普朗克作用量子相比较的微观体系都会显示出这种量子特征。由此,玻尔通过对原子结构的研究,创造性地提出了“定态”与“跃迁”的概念;在他看来,前者代表一种无法进行经典分析的个体性与整体性的稳定状态;后者代表一种不可细分的突发性的结构变动。正是运用这些概念,玻尔才成功地解决了原子结构的稳定性与变换的难题,并由此提出了关于自然界存在广泛的形式结构及其稳定性与创造问题。他指出:“自然界显然有产生某些在广泛意义上的形式的倾向;在这些形式受到干扰或破坏的时期,自然界仍然有重新创造这些形式的倾向”^[4](第41页)。从原子结构的稳定性问题出发,玻尔进而考察了生物大分子结构的稳定性与有序的维持问题,认为“量子规律性”在这里仍起作用,它“对于那些高度复杂的分子结构的显著稳定性来说是根本重要的。”^[2](第84页)。此外,他还考察了生物机体结构的复杂性、其调节控制机制的精致性,以及生物有序的保持与增长,并认识到生命结构与无机结构的不同在于它是一种自动变换与不断增长的形式结构,机体的各种层次的形式结构都是某种特殊的组织与自组织,都有自己的演化过程与合目的性的适应能力。玻尔从微观现象的量子理论出发所得出的结论,同贝塔朗菲、维纳、普利高津、哈肯等从宏观复杂对象的系统理论出发所得出的结论是遥相呼应的;后者所研究的系统整体性、状态稳定性、自组织、结构演变及其目的性问题与玻尔所提出的问题是一脉相承的。

此外,皮亚杰从结构主义观点出发也达到了对系统整体性与结构变换思想的确认。他在承认“一个整体并不是一个诸先决成分的简单总和”的前提下,既不同意“把整体看作先于成分”,也不同意把整体“看作是在这些成分发生接触的同时所得到的产物”,而认为“从结构这个术语的现代含义来讲,‘结构’就是要成为一个若干‘转换’的体系,而不是某个静态的‘形式’”^[5](第5页)。这里显然是拒斥了“突现”论的主张,而把整体性看成是结构转换的结果。他指出:“如果像我们已经认为的那样,一个结构真的是一个能自身调节的有若干转换作用的整体性体系的话,那末有机体就是各种结构的原型了”^[5](第31页)。在他看来,由于魏斯曼、孟德尔遗传学的创立和现代生物学的发展,生物学中的结构主义与发生主义已融为一体,它“使结构或组织、发生或发展这双重概念发生彻底的普遍化,以至人们认识到:一切发展都是组织,一切组织都是发展”^[6](第130页)。因为在基因学说中,所谓发展就是一系列结构转换的阶梯,所谓结构就是组织、发展和变换中的某种共时性结果。

玻尔与系统科学的创始人们所谈到的整体性的形式结构的稳定与演变,在皮亚杰看来,实际上体现着结构的“守恒与转变两种要求之间的协调”,即“整体上的结构守恒,它可以发生转换而不丧失其统一性,因为这些转换是再平衡过程,而且,因为正在转变的结构可以……整合到来自它们并附加给它们的已转换的结构中”^[6](第131页)。这里,一方面是结构在转换中的保持与守恒,另一方面是结构在守恒中的转化变换,因为结构既是被构成的,也是起构造作用的东西,并且结构的守恒过程是在其转化变换中实现的,组织结构借助于变换而加以维持并保持其统一性。于是在现代生物学问题中,结构的守恒与转换概念便居于基本的核心地位,似乎结构的守恒变换成了一切生命现象的“终极原因”或自然目的性。因为这里所说的结构的守恒变换具有一种贯彻始终的连续性与不变性,过去、现在与未来都体现在统一的结构守恒变换之中;并且这种既发生建构又保持守恒的结构具有一种自主性或自由自决性。如莫诺在谈

到生物形态发生时指出：“生物结构就证明了一种自主的决定论：它精确、严密，意味着对外界因素或外界条件有一种实际上的完全的‘自由’”^[7](第 7 页)。正因为如此，这就使一切取决于这种结构守恒变换的机体的组织形式、功能行为、协调适应性、动态平衡等，在某种意义上都被赋予了一种目的性，似乎这一切都是由某种计划图式作指导的，都是在追求和实现某一种目的，似乎结构的自主建构与守恒变换就是生命世界中各种目的性的根源。也许正是由于这种原因，在现代生物学文献中便经常出现各式各样的具有目的论色彩的术语，它们所表达的都是生命过程中不同层次的结构守恒变换所决定的有机生命现象，都是以由基因之基本的结构守恒变换所主导的生物个体与种族的自我保持与演进为目的的。

由此可见，玻尔对微观量子个体现象的理解同上述结构稳定与变换思想是可通约的。后者作为经过科学限定的诸目的性概念的基础与核心的观念，它在探究复杂现象时同因果决定性概念是互斥互补的，并在这种两极“张力”中得以发挥其启导与建构客观知识的功能，使这样建立起来的实证科学知识同样具有解释已知事实和预测未知事实的作用。

[参 考 文 献]

- [1] [丹麦]N·玻尔. 原子论和自然的描述[M]. 北京:商务印书馆,1964.
 [2] [丹麦]N·玻尔. 原子物理学和人类知识[M]. 北京:商务印书馆,1964.
 [3] [丹麦]N·玻尔. 原子物理学和人类知识论文续编[M]. 北京:商务印书馆,1978.
 [4] 卢鹤绂. 哥本哈根学派量子论考释[M]. 上海:复旦大学出版社,1984.
 [5] [瑞士]皮亚杰. 结构主义[M]. 北京:商务印书馆,1984.
 [6] [瑞士]皮亚杰. 生物学与认识[M]. 北京:三联书店,1989.
 [7] [法]雅克·莫诺. 偶然性与必然性[M]. 上海:上海人民出版社,1977.

(责任编辑 严 真)

From Concept of Micro-phenomenal Individuality to Category of Systematic Teleology

—On “Two-polarities-open-out-to-each-other” in Bohr’s Scientific Idea

WANG Gui-you

(School of Humanities, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei, China)\=

Biography: WANG Gui-you (1946-), male, Professor, School of Humanities, Wuhan University, majoring in scientific epistemology and methodology.

Abstract: Bohr’s scientific idea have a transition from the Concept of Micro-phenomenal Individuality to the one of Systematic Teleology, realized “two-polarities-open-out-to-each-other/” between reductionism and organism and between determinism and teleology. This based mainly on his complementary interpretation given to the measurement conditions of the Micro-phenomenal Individuality and on the operational definition of quantum mechanics’ form system. The cause-end analysis here has fundamentally a limitation, and keeps a special “tension” with teleological unity. The concepts of individual “fixity” and “transitivity” are reducible to the idea of structural stability and mobility that is the foundation of the teleology.

Key word: Bohr; individuality; teleology; complementarity