



文/李华

机械论在当代科学研究中衰落了么

——单分子拉曼成像研究的启发

2013年6月6日, *Nature* 杂志在线发表了由中国科学技术大学侯建国教授领衔的单分子光学拉曼成像研究的新成果。该项成果在国际上首次实现亚纳米分辨的拉曼成像, 将具有化学识别能力的空间成像分辨率提高到前所未有的0.5nm。这一成就奠定了我国单分子拉曼研究的领先地位, 其影响还将远超出光学拉曼成像领域, 甚至将推动整个微观世界的研究产生观念性变革。

1 单分子拉曼研究对微观世界的影响

基于量子力学理论, 目前人们对于基本粒子的直观看法主要表现为3个方面:

① 本体不确定。在微观世界的研究中, 人们通常把基本粒子看作一个没有广延的质点或一个理想的点, 但这通常让人无法想象, 也难以接受, 因为理想的点在自然界中难以找到对应物, 它只能是一种抽象的理论实体。这也导致有些人, 如海森堡, 认为粒子只是一种震荡, 而不考虑它的经典特征。② 轨迹不确定。海森堡提出了“测不准原理”之后, 粒子运行轨道的不确定性就不断遭到质疑。最著名的要数爱因斯坦精心设计的EPR论证, 该实验试图证明“测不准原理”的不完备性。不过, 经过近一个世纪缓慢且艰难的前行, 经过与经典理论科学家们多次交锋, 量子力学理论使得粒子运行轨迹的不确定性得到广泛认同。③ 认知不可能。由于基本粒子难以直接观测, 到目前为止, 人们对粒子的认知主要是间接通过粒子在云室或气泡室中运行而形成的轨迹来实现的。更令人困惑的是, 有部分粒子(如夸克)是无法在自然界中自由存在的, 亦即它只能作为一种理论实体而存在。近年来, 科学家们一直在苦苦追寻的希格斯玻色子也属于此类粒子。似乎对粒子本体的直接认知是不可能的, 因为“物质实验传统中要求的那种必须能用观测或实验证明的方法遭遇了不确定性难题”^[1], 我们只能运用思想实验对此类粒子展开研究。

而与上述对基本粒子的认识相对, 单分子拉曼成像研究的新进展将使人们对微观粒子结构有一个全新的认识, 其最主要的贡献是打破了粒子那种理想的“点”



本文作者 李华, 金陵科技学院思想政治理论课教学部讲师, 研究方向: 技术哲学。图片为本文作者。

栏目主持人 关增建, 上海交通大学科学史与科学文化研究院, 特聘教授, 上海市科学技术史学会副理事长、中国科学技术史学会副理事长。电子邮箱: guanzj@sjtu.edu.cn。

的面目, 使它出现了向经典世界回归的趋势。单分子拉曼成像技术或许还不成熟, 或许目前只能应用在对亚纳米级粒子的观测上, 但这一成果开启了微观粒子研究的新进程, 这是不容否认的方向, 它将使未来对更小尺度粒子的认识成为可能。在单分子拉曼研究之外, 将使长期遭到排斥的机械论思想重回科学领域。

2 机械论衰落了么?

近代以后, 由于牛顿经典力学的影响, 使得人们认为整个宇宙就是一部机器在机械地运转。在自然科学分支学科——物理学、化学、生物学等中也莫不如此。可以说, 近代大多数科学成就都来自机械论的启迪。但机械论在现代科学, 确切地说是在复杂性科学的冲击下走向了衰落。反观当下自然科学领域研究现状, 机械论真是衰落了么?

简单回顾近现代科学史, 我们不难发现, 在微观领域, 科学家们是顺着分子、原子、原子核、电子、质子等, 一直朝着越来越小的方向追寻, 将自然界中的事物分割成微小零件。这是在机械论思想主导下的典型表现, 并且这一表现并不局限于物理学, 自然科学其他分支也是如此。而今天, 标准模型主张世界万物均由夸克、轻子和规范玻色子构成, 并已得到广泛认可, 这是机械论思想自近代以来的延续。

机械论在自然科学领域中依然存在的影响与人们直观感受形成了反差。不过, 机械论仅仅是在部分领域衰落, 确切地说, 是在哲学领域; 而在自然科学领域, 机械论依然大行其道。如果将视角放开些, 会发现除了前文提及的成就外, 当今的绝大多数科学成果都是机械论思想指导下形成的。

单分子拉曼成像技术的新进展, 使得0.5nm以下粒子的分辨变成现实。这一突破虽然还难以形成原子和原子以下级别粒子的观测, 但这表明, 沿着这一方向, 对电子、夸克、玻色子等观测将成为可能。机械论的思想和方法并没有如人们直观感受的那样完全衰落。

3 机械论重申

在单分子拉曼研究的影响下, 机械论或可重新主导对世界的探索, 但当下的机械论与以往已大不相同。因此, 要使得机械论在今天发挥更大作用, 就必须重新审视机械论。一方面, 当代科学前沿背景下的机械论的确不能如拉普拉斯由于强烈的自信而产生的武断, 他曾宣称, 只要有了质量和速度, 就可预测自然界未来的进展, 人类所面对的是一个确定无疑的世界。但现代以后, 人们发现, 测不准、概率、随机、偶然性等复杂性因素在世界中普遍存在。另一方面, 机械论也并非如许多人直观感受的那样一无是处。正如前文所述, 目前世界上大多数科学研究仍然是机械论思想延续的结果。从某种程度上讲, 机械论仍是当今科学研究活动的主导思想。

因此, 机械论在科学领域并非完全回归, 而是合理的回归。我们必须结合当代科学前沿现状, 将明显与科学实际不相符的元素剔除, 对机械论重新审视。如果将机械论与决定论分离开来, 便可实现机械论在科学活动中的有效运用。合理回归的机械论, 可扫除科学研究活动中许多障碍, 将推动科学不断取得新突破。

参考文献

[1] 赵煦. 实验传统的历史重构 [J]. 中南大学学报(社会科学版), 2012(3): 48-53.

(责任编辑 王丽娜)