

分子之上有广阔无垠的空间

在哲学研究初期,先哲们孜孜不倦地探询一个关于起源的终极问题:“什么是物质的基本单元?”根据《韦氏词典》,这个问题的答案是“分子”,即一种“保留物质所有特性的最小粒子”。这种分子论在哲学上属于还原论。还原论认为:“一个实体是另外一些更简单或更基础的实体的集合或组合。”简而言之,整体等于部分之和。

分子论(molecularism)奠定了分子科学的认识论基础。然而,分子论并非永远正确。20世纪70年代,美国科学家菲利普·安德森提出了反还原论观点,他认为,“不能通过对少数粒子性质的简单外推来理解由这些基本粒子组成的大而复杂的聚集体的行为”。实际上,反分子论体系举目皆是,例如,在聚集诱导发光(AIE)体系,物质在聚集态高效发光(1),但在单分子自由态却完全不发光(0)。显然,这里整体并不等于部分之和。

理解聚集体行为呼唤从分子论向聚集体论(aggreatism)的研究范式转移,前者属于还原论,而后者属于整体论。整体论认为,一个给定体系的所有属性不是单纯由其组成部分所决定的;相反,体系作为整体以重要的方式决定其部分的行为。聚集体应被视为一个融合的整体,而不是其组分的简单拼凑与叠加。聚集体学(aggregology)应该



唐本忠,高分子化学家,中国科学院院士、发展中国家科学院院士、亚太材料科学院院士。现任香港中文大学(深圳)理工学院院长,主要研究方向为高分子化学和先进功能材料。

是研究聚集体的一门独立学问,而不是分子科学的依附或延伸。

从上述聚集诱导发光(AIE)例子可看到,AIE聚集体的行为不由AIE基元在分子层面所决定,而由体系内AIE基元之间的相互作用所规范。体系中各种各样的过程和作用(如拮抗、协同、突现、发散、收敛等)的互动,赋予聚集体其分子组分所不具有的新特性,从而显现出亚里士多德宣称的“整体大于部分之和”的整体论效应。

自20世纪初AIE概念问世以来,众多新型聚集体系统被开发出来。一些在分子层次存在的“不可能”,在聚集体层次成为“可能”,例如,有机高效室温磷光、非共轭簇发光、力致发光、圆偏振发光、太阳光浓聚、光合作用增强等。目前,AIE

研究已扩展至聚集体科学,在探索聚集体独特的新性质和新功能方面取得了巨大进展,譬如聚集诱导活性氧产生、固态分子运动可视化与调控、防伪与加密、光热治疗、手术导航、光声成像、海水淡化、植物碳汇等。

聚集体学研究正进一步深入到金属、陶瓷、玻璃等无机聚集体领域。这些聚集体没有对应的分子单元:金属由原子而非分子构成;陶瓷和玻璃是非金属三维网络结构,其化学式提供的信息是原子组成而非分子结构。例如, SiO_2 不是表示玻璃的分子结构,而是表示其原子组成的化学式。除无机材料外,其他如金属-有机骨架、碳同素异形体(金刚石、石墨等)、交联聚合物(橡胶、水凝胶、酚醛树脂等)等,都是无法溶解或解离成分子的聚集体。它们没有分子结构或组分,只能作为整体进行研究。

显然,分子之上有广阔无垠的研究空间。聚集体学框架的建立将为研究多级结构和复杂系统构筑一个新的平台。可以预料,对聚集体的研究将产生有别于现有分子科学体系的新知识、新理论、新思想,加深我们对自然的认知,指导我们开发具有崭新结构和功能的新聚集体系统。

唐本忠

(香港中文大学,深圳 518100)