

专题: 软物质研究进展

编者按 在物理学研究的早期历史上, 很多享誉世界的大科学家, 如爱因斯坦、朗缪尔、弗洛里等, 都对软物质物理的发展做出过开创性贡献. 自 de Gennes 1991 年正式提出“软物质”概念以来, 软物质物理学发展更为迅猛, 不仅极大地丰富了物理学的研究对象, 还对物理学基础研究, 尤其是与复杂体系、非平衡现象(如生命现象)密切相关的物理学提出了重大挑战. 作为物理学与数学、化学、生物学、工程等学科的重要交叉点, 软物质物理的研究无疑对推动多学科的交集协同发展有着极其重要的作用.

2005 年, 著名学术期刊《Science》在创刊 125 周年之际提出了 125 个世界性科学前沿问题, 其中 13 个直接与软物质交叉学科有关. 其中“自组织的发展程度”更是被列入前 25 个最重要的世界性课题中的第 18 位, “玻璃化转变和玻璃的本质”也被认为是最具有挑战性的基础物理问题以及当今凝聚态物理的一个重大研究前沿. 2007 年, 美国物理学会凝聚态物理委员会(CMMP 2010 Committee)发布报告《凝聚态与材料物理: 我们身边的科学》, 列出未来十年物理学面临的六个重大课题, 其中四个直接与软物质和生命系统相关. 2013 年, 以 John Hemminger 教授为首的委员会在给能源部的一份报告中写到: “对物质宏观行为至关重要的功能的结构叠加, 往往不是起源于原子或纳米量级, 而是发生在介观尺度……我们已准备好揭开并控制介观尺度功能的复杂性.” 在这个尺度上, 经典的微观科学(连续)与现代的纳观科学(量子)产生了碰撞, 这将对未来几十年的研究产生深远影响, 而软物质的结构特征正好体现在该尺度上.

由于迷人的物理性质, 以及巨大的实用价值、社会需求, 软物质研究已经成为当代物理学乃至整个物质科学的重要组成部分, 其基础性、复杂性、新奇性将为物质科学的发展注入源源不断的活力. 软物质研究对材料、能源、环境、医药健康等人类面对的重大问题也有着深远的影响, 对我国的国计民生具有重大的战略价值.

本刊组织的“软物质研究进展”专题, 在第 17 期和 18 期分两部分就软物质研究中的发展现状和最新的研究成果进行总结与回顾. 从软物质中的理性连续介质、生物膜泡的理论研究, 到胶体及颗粒多相材料; 从高分子物理相关研究, 到超分子凝胶与介观结构的结构与性能的关系; 从“纳米原子”到“巨型分子”、干活性物质的动力学理论, 到受限液晶系统的理论新进展, 都做了深入浅出的总结与分析. 在低维材料与相关性能方面, 本专题包括了准一维、二维受限空间到生物以及材料表面、蛋白纤维的组装动力学、管腔结构软组织的三维形貌失稳、水的奇异性质与液-液相变、微观尺度下的水、仿生多尺度超浸润界面材料等体系. 在相关实验技术方面, 本专题着重介绍了仿生微流控的发展与应用、场诱导智能软物质材料研究进展、高分子薄膜表征技术、弹性蛋白力学特性的单分子力谱研究、单分子操控技术以及摄像显微技术在实验软物质物理中的应用. 生物物理与生物医学是软物质物理研究的重要分支, 为此, 本专题涵盖了 DNA 及 DNA 分子计算、细菌运动中的物理生物学、癌细胞信号网络动力学研究、蛋白质结构预测、癌细胞体外实验模型及成型技术现状和展望等.

鉴于软物质研究的交叉学科的特点与体系的多样性与复杂性, 本专题只能对该领域一些重点方向的最新进展进行介绍, 帮助读者了解该领域的特点与概貌, 以期抛砖引玉, 为推动对软物质研究的进一步深入尽微薄之力.

(客座编辑: 中国科学院理论物理所研究所 欧阳钟灿;

新加坡国立大学物理系, 厦门大学物理科学与技术学院 刘向阳)