

· 卷首语 ·

超前布局 加快变革性储能工程科学研究

张锁江

中国科学院过程工程研究所, 北京 100190

大力发展可再生能源以替代传统化石资源、降低碳排放是实现碳中和的根本途径。由于光电、风电等可再生资源的随机性、波动性、不确定性等, 储能成为构建现代能源体系的不可或缺的基础。近年来, 锂电池、钠电池、液流电池等储能技术发展迅速, 提升显著, 但其性能仍无法完全满足诸多应用场景的需求, 且研究多集中在材料创新, 而鲜有从系统的角度全面地审视储能电池中所涉及的化学工程科学问题。因此, 发展变革性储能技术, 深入探索电化学储能工程科学问题, 对促进能源结构的调整升级与储能产业的可持续发展具有重要意义。需从以下四个关键科学问题展开深入研究。

一是面向储能工程的材料逆向设计与化工制备过程。针对不同储能应用场景的需求, 从系统—器件—材料进行逆向设计, 创制新型储能材料, 研发储能材料绿色低碳制备过程, 是实现大规模储能的源头。目前材料的逆向设计与化工制备过程涉及诸多科学问题, 如考虑电荷/离子/分子及界面结构和电化学反应等多相复杂体系的跨尺度建模, 基于大数据和智能化的逆向设计理论和方法, 储能材料规模制备中的反应—传递耦合机制及纳微结构界面精准构筑等。

二是电化学储能界面传递及其与反应的耦合机制。深入认识储能过程中“三传一反+X”化学工程科学问题, 阐明电化学储能界面传递现象及其与反应的耦合机制, 发展电化学界面反应动力学理论、多尺度多物理场多相体系的电荷/离子传递模型及高效模拟优化方法, 是突破变革性电化学储能技术的关键。

三是储能系统的跨尺度关联与多能互补智能优化。电化学储能是典型的跨尺度问题, 尤其在电—力—热耦合方面, 微观尺度的应力分布、荷电状态等不均衡在宏观上可反映为单体热扩散甚至电池热失



张锁江 中国科学院院士, 中国科学院过程工程研究所所长, 河南大学校长, 中国化工学会副理事长。主要从事绿色能源、材料及化工过程研究。突破了离子液体规模制备、工艺创新和系统集成的重大技术及工程化难题, 实现了多项绿色技术的示范及工业应用。获国家自然科学奖二等奖、何梁何利科学与技术进步奖、中国科学院科技促进发展奖、侯德榜化工科技成就奖、发展中国家科学院(TWAS)化学奖等奖项。

控。目前, 实验和模拟均缺乏从材料到器件再到储能系统的跨尺度关联。发展基于人工智能的跨尺度模拟及多能互补智能优化方法, 是推动储能系统变革的重要途径。

四是服役工况下储能过程的原位表征与智慧管理系统。针对服役工况, 特别是极端条件下储能电池及系统的复杂性, 发展电化学储能器件和系统在服役工况下的原位实时表征方法, 建立源—网—荷—储一体化智慧能源系统, 实现主动均衡和智能管控, 是构建更安全、更高效、更经济的多能互补储能系统及大规模应用的根本保障。

储能是一个庞大的系统工程, 未来仍需要以储能产业的重大需求和应用实践中的关键科学问题为导向, 统筹储能领域的优势科研资源, 加强储能人才培养, 形成具有重要影响力的原创性成果。国家自然科学基金委员会《中国科学基金》编辑部会同化学科学部共同筹划本次专题, 从化学工程的角度, 探究储能过程的关键科学问题, 提出变革性储能技术未来发展方向, 以期加强高校、科研机构与储能龙头企业的产学研合作, 着力解决储能领域的关键共性科技难题, 推动储能产业蓬勃发展, 为“双碳”目标的实现提供战略支撑。

Advance Layout to Accelerate Scientific Research on Transformative Energy Storage Engineering

Suojiang Zhang

Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190