科学通报 2026 年 第 71 卷 第 10 期: 2090 ~ 2091
固态电解质专题 编者按
《中国科学》杂志社
SCIENCE CHINA PRESS

固态电解质: 全固态电池的核心突破与发展展望

黄富强

上海交通大学材料科学与工程学院, 极端能源材料智能创制教育部重点实验室, 上海 200240
E-mail: huangfq@sjtu.edu.cn

Solid electrolytes: research and development prospects of all-solid-state batteries

Fuqiang Huang

Key Laboratory of Intelligence Creation for Extreme Energy Materials, Ministry of Education, College of Materials Science and Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China
E-mail: huangfq@sjtu.edu.cn

doi: 10.1360/CSB-2026-0303



黄富强

上海交通大学讲席教授. 长期从事无机固体化学结构设计理论、能量转换材料制备方法与“双高”电源研究, 破解能量密度与功率密度强制约的世界难题, 实现特种装备效能跃升.

固态电解质是全固态电池的核心组成部分, 基于电解质与正负极材料间的离子迁移与电荷转移, 实现电化学二次电池对电能的安全高效存储与稳定释放, 被认为是商用锂离子电池的最终发展方向, 可广泛应用于新能源汽车、规模储能、消费电子、航空航天等关键领域. 随着全球能源结构转型加速和新能源产业快速发展, 具有高离子电导率、强界面兼容性、高安全稳定性的固态电解质, 已成为下一代电化学储能技术发展的核心方向, 在推动能源革命、支撑新能源业态升级方面发挥着日益重要的作用.

固态电解质技术的持续进步依赖于材料体系的创新设计、离子传输机制的深度解析及工程化适配技术的迭代升级. 近年来, 科技工作者致力于新型固态电解质材料开发、界面调控策略、失效机制解析等方面的研究, 发展了硫化物、氧化物、聚合物及复合体系等多元电解质类型, 在离子电导率提升、界面阻抗降低、长循环稳定性优化等领域取得了一系列突破性进展. 为集中展示我国在固态电解质领域的研究成果, 推动技术的进一步发展, 促进同行之间学术思想的碰撞, 《科学通报》组织出版“固态电解质”专题. 本专题特邀领域内多位学者撰文, 涵盖了从材料设计、机制分析到技术应用的最新成果.

围绕固态电解质材料创新与机制探索, 裴非、黄云辉等人[1]聚焦动态键驱动的自修复聚合物电解质, 解析共价与非共价动态键的修复机理, 阐明其对电解质机械性能与界面稳定性的协同调控作用, 为聚合物基电解质的长循环应用提供新策略; 庞越鹏、郑时有等人[2]综述机器学习在固体电解质离子输运机制研究中的应用, 构建材料结构与离子传导性能的映射模型, 实现高性能电解质的快速筛选与优化, 推动领域研究向智能化方向发展; 朱虹等人[3]从晶格动力学视角揭

引用格式: 黄富强. 固态电解质: 全固态电池的核心突破与发展展望. 科学通报, 2026, 71: 2090–2091
Huang F. Solid electrolytes: research and development prospects of all-solid-state batteries (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2090–2091, doi: 10.1360/CSB-2026-0303

© 2026《中国科学》杂志社

示无机固态电解质的离子传导规律，总结晶格软化、原子旋转等关键调控路径，为高性能无机电解质的理性设计提供理论依据；徐吉健等人[4]突破传统Debye-Hückel理论局限，提出“液态马德隆势”新框架，建立高浓度电解液的设计准则，拓展电解液体系的创新边界.

在固态电解质界面工程与技术适配方面，陈楠、陈人杰等人[5]围绕硫化物基固态锂金属电池负极界面工程，系统梳理界面改性方法与界面演化机制，为提升电池循环稳定性与安全性提供技术支撑；崔光磊等人[6]评述硫化物固态电解质膜的制备技术与挑战，对比不同工艺的产业化适配性，明确硫化物体系实用化的关键技术瓶颈；汤卫平等人[7]分类总结全固态电池中固态电解质的复合使用策略，解析填充型、层状型复合体系的性能优势，为突破单组分材料性能局限提供新思路；赵宁、郭向欣等人[8]聚焦超薄固态电解质在高能量密度电池中的应用，综述氧化物、硫化物及复合体系的制备工艺与性能调控方法，为高比能固态电池的器件集成奠定基础；郭新等人[9]梳理聚合物基固态锂离子电池的产业化进展，剖析界面接触、循环寿命等工程化难题，重点探讨原位聚合技术的工艺适配性与规模化应用前景.

由于本专题篇幅有限，未能涵盖固态电解质领域的所有最新研究成果. 希望本专题能为相关领域研究者提供有益的借鉴与启发，促进固态电解质及全固态电池技术的持续进步，推动我国在该领域的创新突破与国际引领. 最后，感谢所有作者、审稿人和编辑人员的辛勤工作与贡献.

参考文献

1 Lin W J, Gao Q, Chen D D, et al. Self-healing polymer electrolytes driven by dynamic bonds: molecular structure design and characterization analysis (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2135–2151 [林文杰, 高强, 陈岱岱, 等. 动态键驱动的自修复聚合物电解质: 分子结构设计与表征分析. 科学通报, 2026, 71: 2135–2151]

2 Xu J Z, Chen X Z, Pang Y P, et al. Ion transport mechanisms in solid electrolytes assisted by machine learning (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2092–2103 [徐靖卓, 陈熙卓, 庞越鹏, 等. 机器学习辅助的固体电解质离子输运机制研究进展. 科学通报, 2026, 71: 2092–2103]

3 Guan C H, Cai R Y, Yu Z, et al. Lattice dynamics in inorganic solid state electrolytes (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2152–2170 [官朝红, 蔡任宇, 余湛, 等. 无机固态电解质中的晶格动力学行为. 科学通报, 2026, 71: 2152–2170]

4 Li Q Y, Zhang H, Xu J J. Electrolyte design: new advances beyond the Debye-Hückel Theory (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2104–2112 [李清源, 张昊, 徐吉健. 电解液设计: 超越Debye-Hückel理论的新进展. 科学通报, 2026, 71: 2104–2112]

5 Wei J, Chen N, Chen R J. Research progress in interfacial engineering of anodes for sulfide-based solid-state lithium metal batteries (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2113–2123 [魏君, 陈楠, 陈人杰. 硫化物基固态锂金属电池负极界面工程的研究进展. 科学通报, 2026, 71: 2113–2123]

6 Sun D Y, Hu L, Zhang Z Q, et al. Preparation technology and challenges of sulfide electrolyte films (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2171–2186 [孙德业, 胡磊, 张增奇, 等. 硫化物固态电解质膜的制备技术与挑战. 科学通报, 2026, 71: 2171–2186]

7 Duan Y Y, Liang Y L, Chen J C, et al. Composite utilization of solid-state electrolytes in all-solid-state batteries (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2124–2134 [段莹莹, 梁一林, 陈俊超, 等. 全固态电池中固态电解质复合使用研究进展. 科学通报, 2026, 71: 2124–2134]

8 Wang N, Zhao N, Guo X X. Research progress on the application of ultra-thin solid electrolytes in high-energy-density solid-state lithium batteries (in Chinese). Chin Sci Bul, 2026, 71: 2187–2203 [王楠, 赵宁, 郭向欣. 超薄固态电解质应用于高能量密度固态锂电池研究进展. 科学通报, 2026, 71: 2187–2203]

9 Ren Y, Li Z Y, Fu J, et al. Industrialization progress of polymer-based. solid-state lithium-ion batteries (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 2204–2224 [任义, 李志勇, 付佳龙, 等. 聚合物基固态锂离子电池的产业化进展. 科学通报, 2026, 71: 2204–2224]