

全固态电池面临新的机遇与挑战

温兆银¹, 李 泓²

(1. 中国科学院上海硅酸盐研究所, 上海 200050; 2. 中国科学院物理研究所, 北京 100190)

关键词: 固态电池; 固体电解质; 电动汽车; 储能

中图分类号: TM911 文献标志码: A 文章编号: 0454-5648(2025)06-1403-02

在“双碳”目标的推动下, 全球能源转型正在加速推进, 电动汽车和储能行业迎来了前所未有的发展机遇。电动汽车市场呈现出爆发式增长态势, 越来越多的消费者选择绿色出行方式, 2024 年, 中国动力电池装机总量达到 894.4 GW·h, 同比增长 27.2%, 国际能源署预测, 到 2030 年, 全球电动汽车的销量将超过 7000 万辆, 保有量将达到 3.8 亿辆。与此同时, 储能技术的重要性也日益凸显, 作为解决可再生能源间歇性和不稳定性问题的关键手段, 储能系统在电网调峰调频、分布式能源管理等领域的重要性不断增强。2024 年, 全球储能电池出货量达到 314.7 GW·h, 同比增长 60%。为了促进电动汽车和储能行业的健康发展, 世界各国政府纷纷出台了一系列引导和支持政策。新能源汽车和储能产业都是中国战略性新兴产业, 从购车补贴、税收优惠到基础设施建设, 得到了全方位的助力发展。政策和市场双管齐下的推动, 技术创新和产业升级日新月异, 电动汽车和储能行业在全球范围内展现出蓬勃的生机与活力。

当前, 动力电池和储能电池均主打锂离子电池, 其中, 主流的磷酸铁锂体系电芯的能量密度不超过 185 W·h/kg, 而三元正极锂离子电池约 260 W·h/kg, 使用过程中寿命不宜预测和较大的安全隐患在很大程度上制约了它们更大规模的应用。随着用户和市场要求的不断提升, 固态电池已成为全球竞相研究和开发热点。固态电池以其优异的安全性能和高能量密度, 被视为下一代电池技术的主流发展方向。与传统液态电池不同, 固态电池采用固体电解质替代液态电解质, 从根本上消除了液态电解质的泄漏、爆燃、热失控等安全隐患, 可最大限度保证电池运行的安全性。同时, 随着研发力度不断加大, 固体

电解质体系离子电导率和化学稳定性等性能不断得到突破, 固态电池的电压和运行电流也不断提高, 从而可以实现更高的能量密度和更快的充放电速度, 这些进展使固态电池在电动汽车和储能领域的应用前景越来越得到人们的期待, 也有望从根本上解决电动汽车的续航里程焦虑和充电时间长等问题, 从而推动电动汽车走向新的高度的进程。如此, 全球范围内的科研机构、高校和企业纷纷加大对固态电池的研发投入, 一场围绕固态电池技术的全球竞赛悄然拉开帷幕, 世界各国都在努力抢占这一战略制高点, 以期在未来的能源市场竞争中占据有利地位。

作为第二十六届中国科协年会北京学术周的重要组成部分, 以“前瞻全固态电池技术, 提升新质生产力”为主题, 中国硅酸盐学会承办, 并由国家自然科学基金委员会工程与材料科学部、北京凝聚态物理国家研究中心和中国科学院物理研究所协办的全固态电池发展闭门会议于 2024 年 7 月 11~12 日在北京召开, 会议围绕“全固态电池的全球发展态势、应用场景及关键技术发展方向”、“全固态电池体系的全球发展态势、应用场景、关键技术发展方向及知识产权体系战略构建”等议题进行了研讨, 会议汇聚了来自高校、科研机构以及知名企业, 涵盖了材料科学、化学工程、物理化学、汽车工程等多个学科领域的国内固态电池领域的顶尖专家。会上, 共有包括 6 名中国科学院、中国工程院院士在内的 30 位本领域的顶尖专家就固态电池的关键技术、材料研发、电池设计以及产业化应用等方面作了精彩报告, 这些报告不仅展示了中国在固态电池领域的最新研究成果, 还深入探讨了当前面临的技术瓶颈和挑战, 为中国固态电池技术的未来发展指明了方向。

专家们一致认为, 尽管中国在固态电池研究方面已经取得了显著进展, 但仍需在基础材料研发、界面工程优化、电池系统集成及场景应用等关键环节加大创新力度, 加强产学研用的深度合作, 加速技术成果的转化和产业化应用。此次闭门会议的成功召开, 为中国固态电池领域的科研人员提供了一个极佳交流平台, 促进了不同研究团队之间的思想碰撞和经验分享, 进一步凝聚了中国固态电池领域的科研力量, 为推动中国固态电池技术的快速发展产生了积极作用。

为了更好地传播中国固态电池领域的最新研究成果, 促进学术交流与合作, 《硅酸盐学报》精心策划并出版了“全固态电池发展专刊”, 专刊收录了闭门会议上 22 篇高质量的研究和综述报告, 涵盖了固态电池的材料创新、电池设计、性能优化以及应用

场景等多个方面。文章不仅详细介绍了中国科研人员在固态电池领域的前沿探索和实践成果, 还深入分析了固态电池技术在全球范围内的发展趋势和竞争态势, 为读者提供了一个全面了解中国固态电池研究现状和未来发展方向的窗口。作者衷心希望通过本期专刊的出版, 能够激发更多科研人员投身于固态电池技术的研究与创新, 推动中国固态电池产业的高质量发展。同时, 也期待与全球同行加强交流与合作, 共同攻克固态电池技术难题, 为全球能源转型和可持续发展做出更大贡献。

最后, 对作者、审稿专家以及编辑们对本专刊的辛勤付出表示衷心的感谢, 希望本专刊的内容可以促进固态电池及材料的创新与产业化应用, 为助力国家“双碳”目标实现提供一定的指导与参考。

All-Solid State Batteries Face New Opportunities and Challenges

WEN Zhaoyin, LI Hong

(1. Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200050; 2. Beijing Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Keywords: solid-state battery, solid electrolyte, electric vehicle, energy storage

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※



温兆银, 教授, 博士生导师。中国科学院上海硅酸盐研究所研究员, 上海科技大学特聘教授, 开展各种离子导体及固态电池的研究。承担固态电池相关的国家“十三五”、“十四五”重点研发计划项目、基金委重大、重点、上海市重点项目。开发的固态锂电池实现应用和技术转移, 研制的固体电解质大容量钠硫电池和高安全性钠镍电池技术填补了 2 项我国的技术空白并实现成果转化和示范产业, 研究成果入选“中国十大科技进展”, 获科技部国家计划执行突出贡献奖。至今发表论文 480 余篇, 被引用 20000 余次, 授权国内外发明专利 100 余项, 2015~2024 年爱思唯尔中国高被引学者。2016 年, 入选亚太材料科学院院士, 现任亚洲固态离子学会主席, 中国硅酸盐学会常务理事, 固态离子学会理事长, 任《硅酸盐学报》、《陶瓷学报》、*Electrochemical Energy Review*、*SusMat*、*Ionics*、*Energy Materials*、*J. Matereionics* 等期刊编委, 《储能科学与技术》副主编。



李泓, 中国科学院物理研究所研究员, 博士生导师。首次提出和发展了高容量纳米硅碳负极材料, 基于原位固态化技术的混合固液电解质高能量密度锂离子电池及全固态电池等。发表了 600 余篇学术论文, 引用 65000 余次, 授权 120 余项发明专利, H 因子 135, 2018 年至今 Web of Science 全球高被引学者。国家重大人才工程 B 类专家, 荣获国家杰出青年科学基金资助, 承担固态电池相关的国家重点研发计划、基金委重大项目、中科院先导专项、工信部固态电池等项目。目前, 担任国家“十四五储能和智能电网”重点专项总体组组长, 国家自然科学基金委化学学部专家咨询组委员, 国家新能源汽车创新中心学术委员会委员。中国化工学会储能工程专业委员会、中国能源研究会储能专业委员会、中国颗粒学会能源颗粒专业委员会的副主任委员。国际固态离子学会、国际锂电池会议、国际储能联盟科学执委会成员。任 *Solid State Ionics*、*Appl. Phys. Lett.*、*Chin Phys Lett*、*Ionics*、*J. Matereionics*、*Next Energy* 等期刊编委, 《储能科学与技术》副主编。