

支撑碳中和目标的新能源材料与器件循环利用

任耀宇¹, 周光敏², 成会明³, 南策文¹

(1. 清华大学材料学院, 新型陶瓷材料全国重点实验室, 北京 100084; 2. 清华大学深圳国际研究生院, 广东 深圳 518055; 3. 中国科学院深圳先进技术研究院, 广东 深圳 518055)

关键词: 碳中和; 新能源材料; 循环; 可持续发展

中图分类号: TQ152 **文献标志码:** A **文章编号:** 0454-5648(2025)08-2086-02

中国新能源发展非常迅速, 风电、光伏发电、光热发电、新能源汽车与锂离子电池等产业规模均居世界首位, 是中国实现“碳达峰、碳中和”目标的重要支撑。预计 2025 年中国将迎来第一批大规模的风电、光伏退役, 其中风电退役规模将超过 100 万 kW, 光伏退役规模超过 80 万 kW。整个新能源汽车产业进入高速发展期, 汽车动力电池的退役量也不断创新高。这些退役新能源材料与器件的与日俱增给环境带来了新挑战。新能源材料与器件的大规模生产消耗大量稀缺金属资源, 若随意处置退役的这些大宗新能源材料与器件将造成能源和资源浪费、也会危害环境和人类身体健康。因此, 基于“天-地-人”的和谐发展观, 瞄准行业的低碳发展方向, 深刻思考新能源材料与器件全生命周期科技问题, 遵循材料循环利用的发展理念, 建立材料“设计-制备-加工-评价-服役-退役-再利用”的闭环链环, 是发展循环经济、实现可持续发展、保护环境的必然要求, 是实现“碳达峰、碳中和”目标的必经之路。

2024 年 8 月 15~18 日在内蒙古自治区乌海市成功举办了中国科学院学部咨询项目“支撑碳中和目标的新能源材料循环利用”项目中期交流会, 旨在为中国开展新能源材料循环利用建言献策, 以咨询项目为契机、以《硅酸盐学报》为平台在相关领域一线研究和工程技术人员与国家决策机构之间建立沟通渠道。本次交流会邀请了多位专家围绕光伏、

风电、锂离子电池等领域退役材料与器件的回收利用作了学术报告, 与会专家进行了热烈讨论与交流。

为了支持中国光伏、风电、锂电池等退役新能源材料及器件循环利用技术研究, 探讨中国内外相关技术的最新研究进展, 进一步拓宽对相关咨询建议的征集渠道, 受《硅酸盐学报》编委会委托, 我们组织了“支撑碳中和目标的新能源材料循环利用技术研究进展”专题, 邀请本领域的专家和学者建言献策, 组织了 9 篇论文。山东科技大学储能技术学院的王建伟等探讨了退役光伏层压件关键有机组元共热解过程中比例差异对热解特性的影响机制; 中材科技风电叶片公司的李成良等介绍了大型风电叶片低碳循环利用技术的挑战与机遇; 清华大学深圳国际研究生院的周光敏等和东北师范大学的吴兴隆等分别介绍了废旧锂电池正极材料和石墨负极材料的回收技术进展; 福建师范大学的曾令兴等和上海交通大学的万佳雨等则分别就废旧锂电池正极材料的湿法回收技术和超快精准修复技术进行了详述; 中南大学的杨越等综述了废旧锂离子电池正极材料与集流体分离技术的研究进展; 江西省科学院的翁雅青等介绍了一种直接以废旧正负极混合材料为原料的原位还原焙烧水浸提锂技术; 中国石油大学(北京)的黄国勇等则阐述介绍了废弃 LiFePO_4 正极材料含锂浸出液低碳深度除杂技术及机理。

期望本专题相关论文能为中国相关领域的科技人员提供参考, 为国家相关政策的制订提供咨询。

Recycling of New Energy Materials and Devices for Carbon Neutrality

REN Yaoyu¹, ZHOU Guangmin², CHENG Huiming³, NAN Cewen¹

(1. School of Materials Science and Engineering, State Key Laboratory of New Ceramic Materials, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. Tsinghua Shenzhen International Graduate School, Tsinghua University, Shenzhen 518055, Guangdong, China; 3. Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055, Guangdong, China)

Keywords: carbon neutrality; new energy material; recycling; sustainable development

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※



任耀宇，男，清华大学材料学院副研究员，硕士生导师。长期从事导电(离子、电子)功能陶瓷材料的制备和固态电化学能量转化及存储器件的设计开发和产业化应用研究，在固态离子导体电解质材料、固态电池的电解质-电极界面等方面深入研究。主持或参与多个由中国自然科学基金、科技部或美国能源部资助的重大项目。在《硅酸盐学报》、*Advanced Materials*、*Advanced Energy Materials* 等国内外重要学术期刊或会议发表论文/摘要 30 余篇，撰写书籍章节 1 章，获授权中国发明专利 3 项，德国发明专利 1 项。兼任中国复合材料学会新型电池复合材料分会秘书长、*Journal of Materiomics* 期刊青年编委。



周光敏，男，清华大学深圳国际研究生院长聘副教授，博士生导师。入选国家海外高层次人才项目，主要研究方向为电化学储能材料及器件与电池回收。在 *Nature Energy*、*Nature Nanotechnology* 等发表论文 300 余篇，70 余篇入选 ESI 高被引论文，2018~2024 连续 7 年入选科睿唯安全球高被引科学家。担任期刊 *Energy Storage Materials* 副主编/科学执行编辑及多个期刊编委。获得包括辽宁省自然科学一等奖、中国颗粒学会自然科学一、二等奖、侯德榜化工科学技术奖青年奖、广东省材料研究学会青年科技奖、能源存储材料青年科学家奖、中国科学院院长特别奖、*Materials Today Rising Star Awards* 等奖励。