

木材衍生碳的孔隙结构基础及二次电池负极性能研究

徐来强¹, 冯兵¹, 黄沁媛¹, 刘贡钢¹, 柏元娟¹, 裴姗姗¹, 纪效波², 胡进波^{1,*}

¹ 中南林业科技大学材料科学与工程学院, 湖南省长沙市韶山南路 498 号, 410004

² 中南大学化学化工学院, 湖南省长沙市麓山南路 932 号, 410083

*Email: hjb1999@hotmail.com

摘要: 电化学储能为可再生能源持续利用提供了稳定性、灵活性, 为推动能源绿色转型并实现可持续发展战略目标奠定了可靠基础。在电化学储能中电极材料是至关重要的组成部分, 而碳负极材料作为其中的一个重要类别, 具有独特的优势和应用价值。传统的石墨负极在二次电池中面临比容量有限 (锂离子电池中容量为 372 m Ah g^{-1})、资源短缺、不易再生等问题; 天然木材作为一种易再生资源, 其物理化学性质可调节、对环境友好、易低碳加工, 是一种非常有潜力的碳材料前驱体; 然而木材衍生碳的孔隙结构与其电化学性能之间的内在关系一直不清晰。基于此, 以易再生的木材为碳前驱体, 探究了一系列多维度、孔隙结构独特碳基新材料的孔隙结构特点及其调控途径, 并分析测试了其电化学储能特性。通过对木材纤维素、半纤维素和木质素成炭过程中特性变化与孔隙演变进行分析, 运用气体吸附法、压汞法、扫描电镜探究生物质材料在干燥阶段、热解阶段和炭化阶段的孔隙结构变化规律, 并采用分形理论定量地描述孔隙结构的复杂性程度; 通过对木质纤维材料进行电催化功能构筑, 获得了高比表面积、丰富孔隙和良好导电性的生物质基负极材料, 并利用其独特孔隙结构复合 MnO 及 rGO 进一步提升了储能装置的整体电化学性能, 在电流密度为 50 mA g^{-1} 时复合材料初始放电比容量可达 1192 mAh g^{-1} ; 基于木材的天然遗态结构制备了高性能自支撑钠离子电池负极材料, 其中椴木衍生碳首次库伦效率为 92.4%, 电流密度 2 A 下容量为 223 mAh g^{-1} , 并重点探究了电化学性能与材料的表面化学结构、孔结构之间的构效关系。通过对植物生物质衍生碳孔隙结构和电化学储能性能的系统研究, 将为开发高性能的生物质基碳负极材料以及相关电化学储能应用提供了重要的理论和实践指导。