

宁波材料所高能量密度锂电池研究获进展

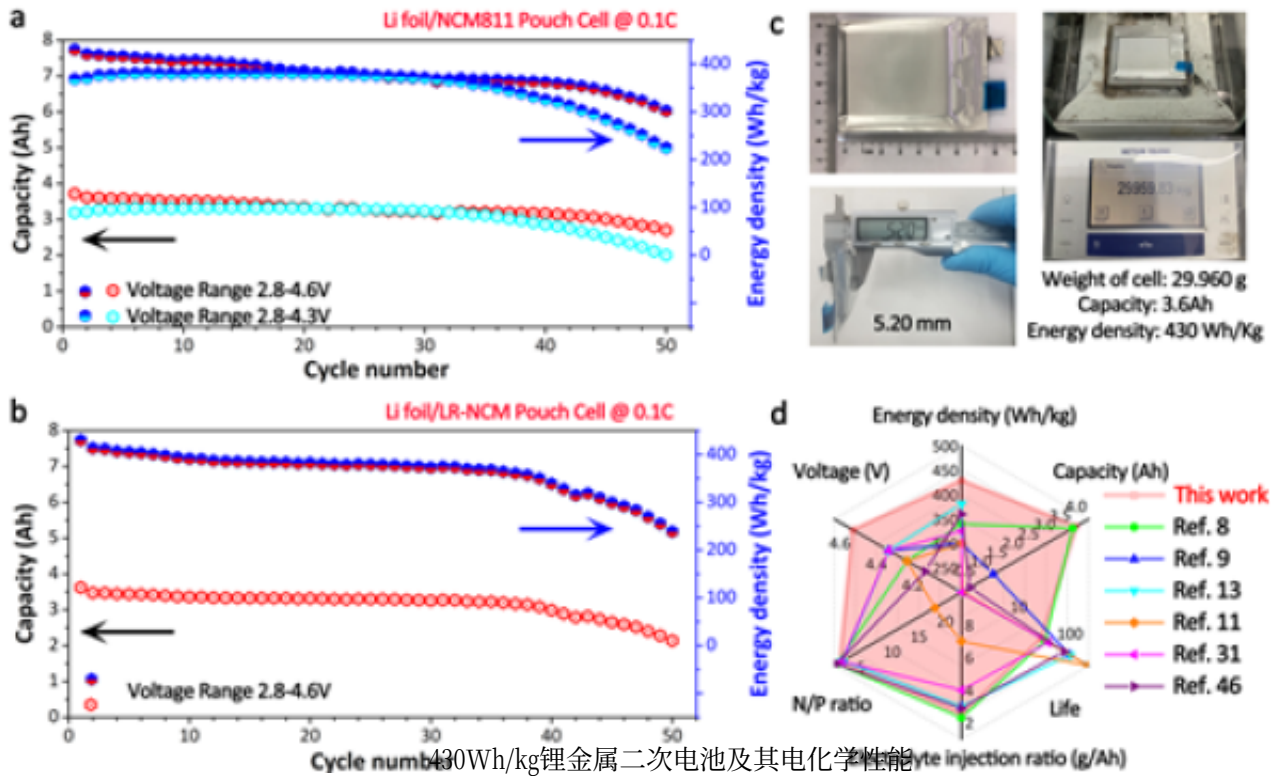
锂金属二次电池是突破500Wh/kg能量密度的下一代电池技术的重要发展方向，面临着较大挑战。相较于传统锂离子电池，该电池体系对正、负极材料和电解液等关键材料及电池设计与构建等提出了新要求。具有高放电比容量（~300 mAh/g）的富锂锰基正极材料被认为是实现这一技术目标的理想之选，但其电压衰减、首次不可逆容量大、循环寿命不佳等问题较为突出。然而，金属锂负极的电化学沉积/溶解行为可逆性差、易于枝晶状生长、充放电过程中体积变化大及“死锂”堆积等问题也亟待解决。对于电解液，则需要同时匹配新型正负极材料的需求，并平衡注液量、粘度和电导率间的关系。此外，锂金属二次电池的电芯设计、组装工艺和测试规程等也无法照搬传统锂离子电池工艺体系，需要大量的工艺创新。近五年来，中国科学院宁波材料技术与工程研究所刘兆平研究团队在高能量密度锂电池关键材料及体系构建等方面开展深入研究，取得了系列进展。

科研人员围绕降低富锂锰基正极材料的首次不可逆容量、循环过程中电压衰减和氧析出等关键问题开展研究，并取得系列成果（Nature Communications, 2016, 7, 12108；ACS Applied Materials & Interfaces, 2017, 9, 3661；Advanced Material Interfaces, 2018, 1701465；ACS Applied Materials & Interfaces, 2019, 14, 14023；Energy Storage Materials, 2019, 16, 220；Cell Reports Physical Sciences, 2020, 1, 100028；Matter, 2021, 4, 1；Energy Storage Materials, 2021, 3, 388）；着力研发攻关富锂锰基正极材料工程化技术；根据实际电池要求（高可逆面积容量、低N/P比以及低注液量），针对金属锂负极体积膨胀严重、电解液/电极界面不稳定、循环寿命短等共性问题，开展了高容量长寿命金属锂负极的创新研究。通过石墨烯与金属锂复合重构，实现了金属锂在石墨烯上的可控负载与高面积容量下锂沉积稳定性的提升，同时降低了循环过程中的体积膨胀，缓解了“死锂”层引起的传质受阻（Advanced Energy Materials, 2018, 1703152；Energy Storage Materials, 2018, 15, 226；ACS Applied Materials & Interface, 2018, 10, 20387；Energy Storage Materials, 2019, 21, 107；Energy Storage Materials, 2019, 23, 693.）；设计构筑了一系列稳定性良好的电解液/电极人造界面层，并深入探究了其作用机制（Nano Energy, 2019, 62: 55-63；Energy Storage Materials, 2019, 23: 418-426；Journal of Materials Chemistry A, 2019, 7, 6267.）。

科研人员在高安全性及耐高电压电解液及其在锂离子/锂金属电池中的应用方面也取得了进展（Electrochimica Acta, 2015, 151, 429；Journal of Power Sources, 2015, 278, 190；Journal of Power Sources, 2018, 391, 113-119；Electrochimica Acta, 2019, 320, 134633；Journal of Energy Chemistry, 2020, 48, 375 – 382.），在锂金属二次电池电芯设计与制作工艺方面开展技术研发，申请了系列发明专利，初步建立了电池全流程工艺，并制定了锂金属二次电池测试与评价规程。

为进一步实现锂金属二次电池的长寿命目标，科研人员通过在常规碳酸酯基电解液（1.0 M LiPF₆ in EC/DMC with 2 wt.% LiPO₂F₂）中加入高度氟代醚类溶剂，改变锂离子溶剂化结构，使LiPO₂F₂以固体形式从电解液中析出并覆盖在正、负极表面，有效增强了电解液/正极界面的高电压耐受性，提升了锂负极沉积行为的可逆性。科研人员结合在锂金属二次电池关键材料及电芯工艺研发基础，采用富锂锰基正极材料为正极、锂金属为负极，应用该新型电解液体系设计构建了一款容量为3.6Ah、能量密度达430Wh/kg的新型锂金属二次电池，并表现出优良的循环稳定性。相关研究成果发表在ACS Energy Letters上。

研究工作得到国家重点研发计划项目、国家自然科学基金项目、中科院战略性先导科技专项、中科院科技服务网络计划（STS）、中科院国际伙伴计划对外合作重点项目、宁波市“科技创新2025”重大专项和中国博士后科学基金项目等的资助。



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/165014.html>