基于金属有机框架和碳纳米管的可折叠锂-硫电池

庄 林

(武汉大学化学与分子科学学院, 武汉 430072)

Metal-Organic Framework/Carbon Nanotube-Based
Foldable Lithium-Sulfur Battery

ZHUANG Lin

(College of Chemistry and Molecular Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, P. R. China)

随着能源危机和环境污染的不断加剧, 以及电子电动设备的飞速发展, 对低成本高能量的储能体系的研究和开发一直受到广泛关注。锂-硫电池具有能量密度高, 价格低廉, 环境友好等优点, 是极具潜力的新一代储能体系^{1,2}。然而, 锂-硫电池中活性物质导电性差, 中间产物多硫化物的溶解和穿梭效应, 以及充放电过程中较大的体积变化等问题, 导致其活性物质利用率低, 循环寿命较差, 制约着其进一步发展^{3,4}。因此, 如何提高活性物质导电性, 抑制聚硫化锂的穿梭效应, 并获得较高能量密度的硫正极是提高锂-硫电池性能的核心问题, 而合理有效的硫正极结构设计是改善锂-硫电池性能的关键技术^{5,6}。

最近浙江大学彭新生教授和林展教授等合作开发了一种基于金属有机框架材料(MOFs)和碳纳米管的多级孔结构柔性复合薄膜, 用于高性能可折叠柔性锂-硫电池, 相关结果发表在 *Nature Communications* 杂志上⁷。该设计利用自限制固态转换法获得了碳纳米管对MOFs进行穿插并编织成自支撑的多级孔结构的柔性电极, 利用MOFs材料的高孔隙率和孔尺寸效应, 以及金属活性中心对聚硫离子的吸附作用, 有效束缚活性物质于MOFs孔内, 抑制其溶解损失和穿梭效应; 同时由于碳

纳米管的穿插作用, 使得电极具有良好的导电性, 以及优异的结构稳定性, 有利于硫高效和持久的电化学反应。所得电池表现出优异的循环性能, 较高的硫载量($11.33 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$), 以及高达 $1195 \text{ mAh} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的能量密度, 并且可在不同折叠程度上获得稳定的能量输出, 为获得高能量密度和柔性的锂-硫, 乃至锂离子、钠离子和锂空气电池等提供了新的思路。

References

- (1) Manthiram, A.; Fu, Y.; Chung, S. H.; Zu, C.; Su, Y. S. *Chem. Rev.* **2014**, 114, 11751. doi: 10.1021/cr500062v
- (2) Bruce, P. G.; Freunberger, S. A.; Hardwick, L. J.; Tarascon, J. M. *Nat. Mater.* **2012**, 11, 19. doi: 10.1038/nmat3191
- (3) Wild, M.; O'Neill, L.; Zhang, T.; Purkayastha, R.; Minton, G.; Marinescu, M.; Offer, G. J. *Energy Environ. Sci.* **2015**, 8, 3477. doi: 10.1039/c5ee01388g
- (4) Hagen, M.; Hanselmann, D.; Ahlbrecht, K.; Maça, R.; Gerber, D.; Tübke, J. *Adv. Energy Mater.* **2015**, 5, 1401986. doi: 10.1002/aenm.201401986
- (5) Seh, Z. W.; Sun, Y.; Zhang, Q.; Cui, Y. *Chem. Soc. Rev.* **2016**, 45, 5605. doi: 10.1039/c5cs00410a
- (6) Ogoke, O.; Wu, G.; Wang, X.; Casimir, A.; Ma, L.; Wu, T.; Lu, J. *J. Mater. Chem. A* **2017**, 5, 448. doi: 10.1039/c6ta07864h
- (7) Mao, Y.; Li, G.; Guo, Y.; Li, Z.; Liang, C.; Peng, X.; Lin, Z. *Nat. Commun.* **2017**, 8, 14628. doi: 10.1038/ncomms14628