

基于可再生生物分子的锂离子全电池

作为当前应用最为广泛的储能器件之一，锂离子电池受到广泛关注。但是，能源产业的发展与资源、环境息息相关，随着电子社会的蓬勃发展，人们对锂离子电池的需求量与日俱增，这势必会导致以下两个问题的产生：1) 由于矿物资源的日益枯竭，其制造成本会不断攀升；2) 大量废旧电子产品会对环境造成破坏。

大自然是人类最好的导师，其经历了几十亿年的进化，万物大都具有了最合理、最优化的宏观、微观结构和最佳的综合性能，这些对科研问题的解决具有极强的启发性。生物体内的能量代谢活动，往往伴随着具有氧化还原活性的生物分子的化学转变过程，并且具有良好的可逆性和生物相容性。将这种可从生物体内提取的生物分子应用于储能活性材料，优点在于：1) 可再生生物分子资源丰富，有望降低材料成本；2) 生物相容性好，可以通过多种途径降解；3) 结构多样性，可通过分子修饰调控相应性能。

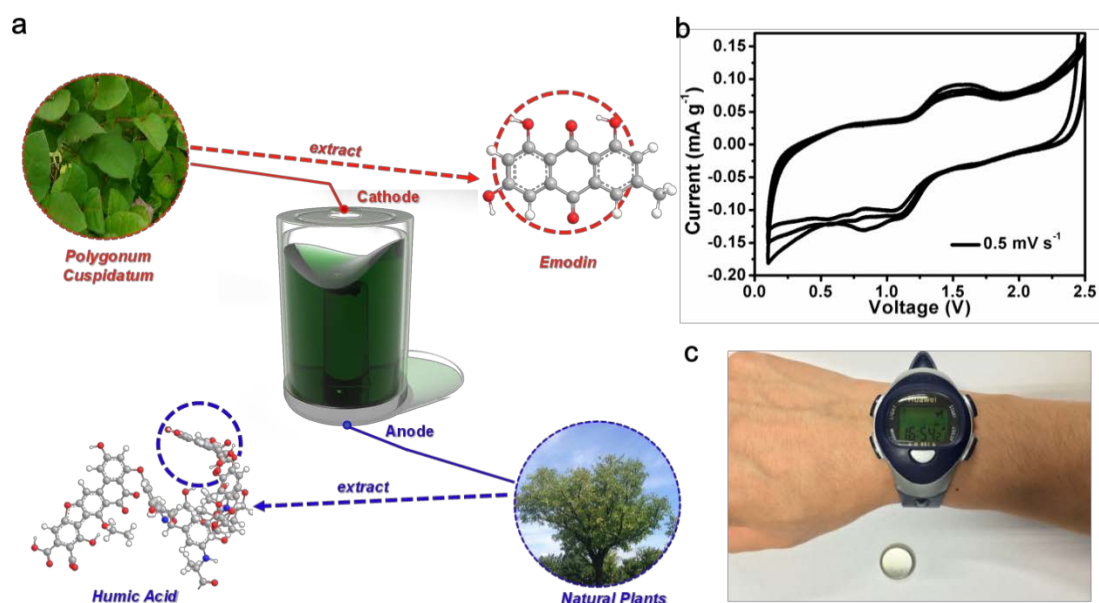


图 1 a. 基于可再生生物分子的锂离子全电池示意图；b. 锂离子全电池循环伏安曲线；c. 该锂离子全电池可以驱动电子手表。

北京航空航天大学化学与环境学院王华副教授和郭林教授课题组以绿色环保的可再生生物分子为出发点，在基于先前核桃醌分子的新型钠离子半电池研究的基础上 (*Adv. Mater.*, 2015, 27, 2348–2354. 本刊曾经做过报道)，首次成

功制备了一款基于生物质材料的锂离子全电池。

该课题组采用可从传统中药虎杖中提取的大黄素为正极材料，首次研究了其锂离子存储性能。大黄素（1, 3, 8-三羟基-6-甲基蒽醌）是一种具有良好氧化还原活性的有机小分子，具备潜在的电荷存储性能，但其导电性差，易溶解在有机电解质等缺陷限制了其应用。我们采用简单的方法将单壁碳纳米管（SCNT）与大黄素分子进行复合，一方面利用其碳骨架间的 π - π 共轭作用，有效地减缓了其在电解质溶液中的溶解，提高了循环性能；另一方面 SCNT 良好的电子输运能力减小了复合电极的内阻，提高了倍率性能。此外，我们还通过红外光谱、X 射线光电子能谱等测试研究证实，大黄素这类蒽醌类分子，通过对羰基的氧化还原反应可逆的进行锂离子脱嵌，为相关材料嵌锂机制研究提供了理论基础。

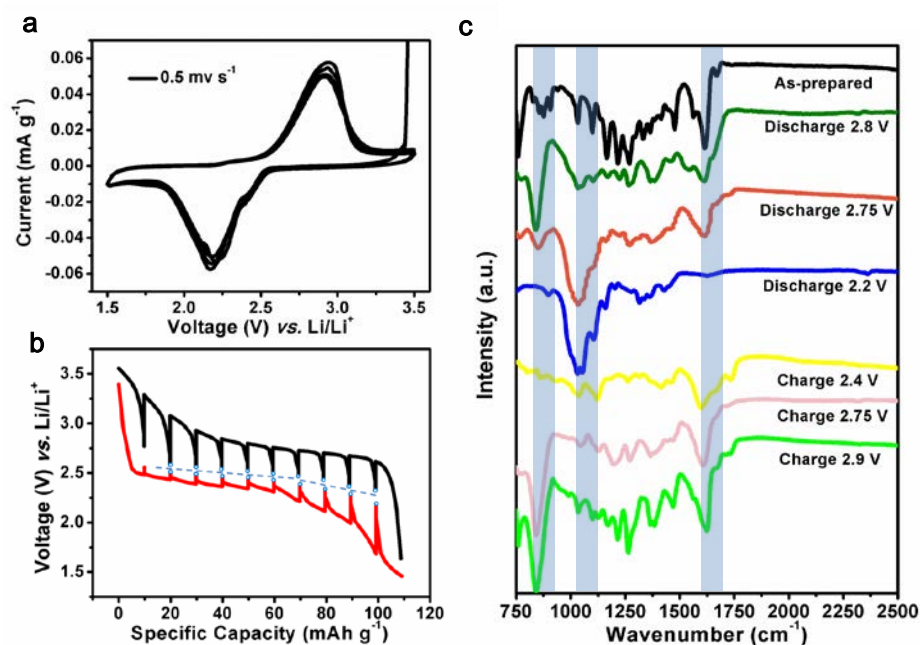


图 2 大黄素/碳纳米管电极 a. 循环伏安曲线； b. 恒电流间歇滴定测试曲线； c. 充放电过程中红外光谱

此外，课题组还以自然界中广泛存在的大分子腐殖酸为出发点，制备了锂离子电池负极材料。腐殖酸是动植物遗骸经过微生物分解转化以及一系列地球化学作用产生的有机物，我们用氢氧化锂进行锂化，显著地提高了其比容量，可以达到 537.2 mAh/g。

基于以上正负极材料，课题组设计制备了首款基于可再生生物质材料的锂离子

子全电池。该电池开路电压接近 1.5 V, 实验证明它能驱动一款商业的电子手表, 展示了潜在的应用前景。由于该电池具有绿色环保、生物相容性好等优点, 对可穿戴电子器件及可植入体内的医疗电子器械等的发展与应用具有重要意义。

该绿色电池为下一代能源储存器件发展提供了新思路, 为解决传统矿物能源材料的日益枯竭以及电子产品对环境的影响问题提供了新方案, 具有一定的理论与现实意义。相关工作发表在材料领域权威期刊 *Advanced Materials (Adv. Mater.* 2016, **28**, 3486 - 3492) 上。

王华, 化学与环境学院, 副教授, 卓越百人, E-mail: wanghua8651@buaa.edu.cn

参考文献

Pengfei Hu, Hua Wang*, Yun Yang, Jie Yang, Jie Lin and Lin Guo*, Renewable-Biomolecule-Based Full Lithium-Ion Batteries, *Adv. Mater.*, 2016, 28, 3486 - 3492.

文 章 链 接 :

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201505917/abstract>