

# 水系锌离子电池

## 项目背景:

开发下一代电池技术对于环境和资源的可持续性发展尤为重要。目前，具有高能量密度和长循环寿命的锂离子电池在电化学储能领域依然占据市场主导地位。然而，随着储能需求的不断增加，锂、钴资源的稀缺性、有机电解质成本高和易燃性质等问题日益突出，亟需开发安全、经济的储能解决方案。

水系锌离子电池由于采用中性盐的水溶液作为电解质，以锰基、钒基氧化物为正极材料，既避免了有机系电池易燃问题，又克服了传统储能电池的高污染、短寿命、重量重和价格昂贵等缺点。在国家“双碳”目标以及对环境要求日趋严格的背景下，水系锌离子电池是最具有潜力的高安全大规模储能手段，尤其是确保应急供电安全，特殊场景备电方面，有重大的经济价值和社会效益。

胡林华研究员课题组通过对电解液进行优化设计、调控锌离子溶剂化结构及成核、生长界面，在抑制副产物、控制锌枝晶及锌(002)、(100)晶面生长方面取得了系列突破性研究成果，大大提高了锌负极稳定性，获得了高性能水系锌离子电池器件。

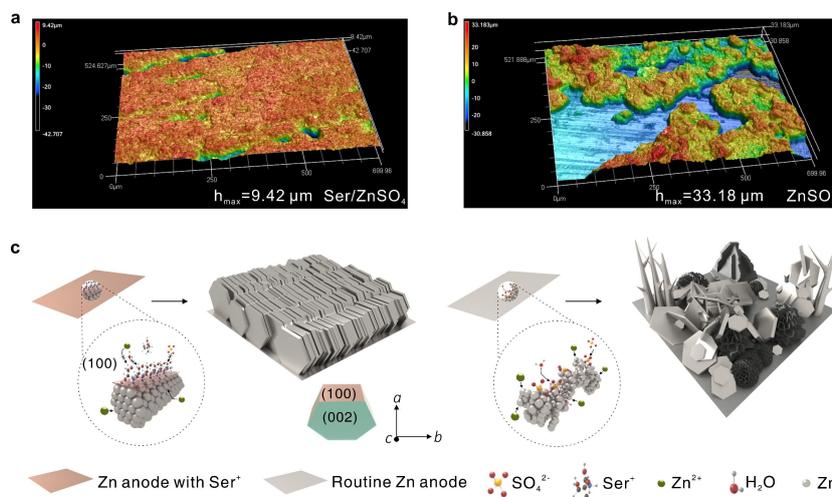


图1 丝氨酸作为界面结构调节剂的(100)面终止策略抑制锌枝晶生长。

(王忆凡等, *Adv. Energy Mater.* 2023, 2301517)。

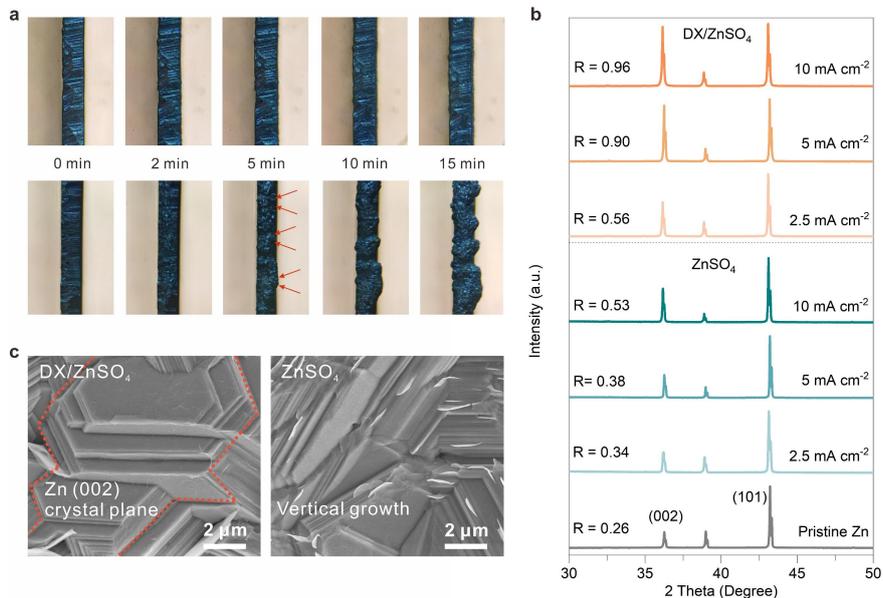


图 2 二氧六环调节锌沉积行为。(a) 原位显微镜观察；(b) XRD；(c) SEM。

(韦婷婷等, ACS Nano 2023, 17, 3765)。

## 主要技术指标:

(1) 采用金属离子预嵌入方式获得水系锌离子电池比容量达到 630 mAh/g；全电池在 10 A/g 电流密度下稳定运行 10000 圈比容量保持 380 mAh/g 以上。

(2) 在 10 mA cm<sup>-2</sup> 下, 添加二氧六环的锌离子电池具有 1000 h 的循环稳定性, 平均库仑效率达到 99.7%。Zn/NH<sub>4</sub>V<sub>4</sub>O<sub>10</sub> 全电池实现了高放电比容量(5 A g<sup>-1</sup> 时为 202 mAh g<sup>-1</sup>)和容量保持率(5000 次循环后为 90.6%)。

(3) 开发出了宽温区(-50~60℃)的水系凝胶电解质；在-20℃下, 凝胶电解质电池循环 500 圈后比容量为 135 mAh·g<sup>-1</sup>, 保持率为 90%。

(4) 突破了水系离子储能材料长期充放电不稳定性的技术瓶颈, 掌握了电极材料和软包电池的设计和核心制备技术, 7 cm×5 cm 软包电池容量达到 410 mAh·g<sup>-1</sup>。

## 应用领域:

水系锌离子电池不仅可以用于规模化储能, 存储太阳能和风能等可再生能源产生的电能, 为城市电网提供稳定的电力供应；还可以替代传统的锂离子电池和铅酸电池, 用于新能源汽车及智能家居等设备供电, 为日常生活带来便利。

## 市场前景:

由于水系锌离子电池具有成本低廉、制造简单、稳定安全和环境友好等优势, 消费电池、动力电池、储能电池等领域中均可应用。得益于新能源汽车的快速发展, 锂/钠电池未来会占到 60% 的市场。但在安全性要求较高的场所, 凭借其较高的能量密度和较低的价格, 水系锌离子电池极具市场竞争力和商业化前景。