

稳定锌负极的预沉积策略

能源和环境

- 消费电子
- 电力和功率电子
- 节能/发电/管理/储存 (电池)
- 智能出行与电动汽车

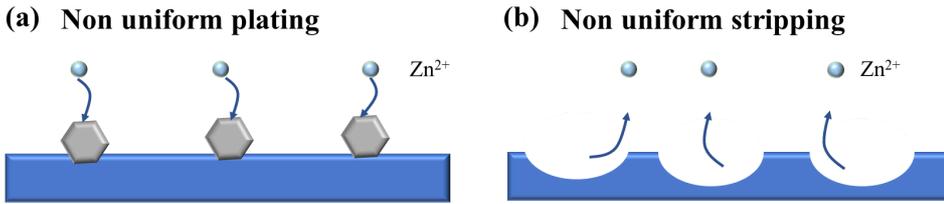


图 1 示意图，说明 (a) P-Zn 和 (b) S-Zn 的剥离和镀层。

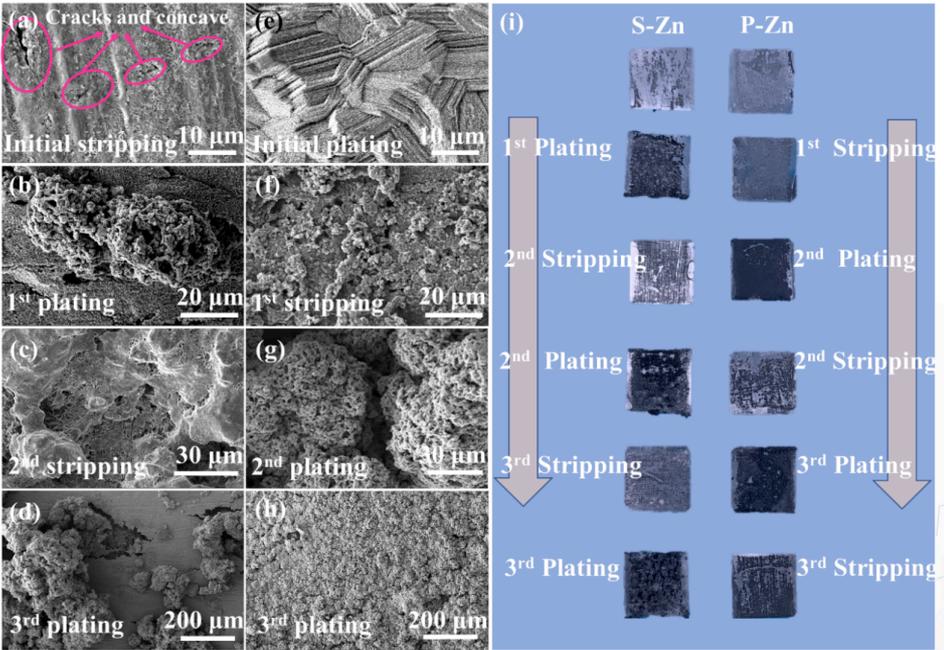


图 2 在对称电池中对具有不同初始操作的两个独立电极的形态演变研究。电极初始剥离 (a)、随后的第 1 次电镀 (b)、第 2 次剥离 (c) 和第 3 次电镀 (d) 的 SEM 图像；电极初始电镀 (e)、随后的第 1 次剥离 (f)、第 2 次电镀 (g) 和第 3 次剥离 (h) 的 SEM 图像。(i) 具有不同电镀和剥离循环的拆卸 Zn 阳极的数字图像。

机会

随着对储能需求的不断增长，研究人员正在寻找替代现有锂离子电池技术的方案。水系可充电锌 (Zn) 电池被认为是一个很有前途的候选者，具有高效率、安全性和可接受的能量密度。然而，锌金属负极 (ZMA) 表面形成的树枝状晶体——微观树状金属结构——通过在电极之间造成不对称性，迅速降低电池性能并引发短路，从而成为其广泛应用的障碍。先前抑制树枝状晶体的

IP 状态
专利已存档

技术成熟度等级 (TRL) ?

5

发明人
支春义教授
李清
询问: kto@cityu.edu.hk



努力主要集中在电镀阶段，即锌离子在充电过程中沉积于负极而形成树枝状晶体。而当前的发明则基于对剥离过程的研究（锌电子在使用过程中被耗尽），利用二氧化锰（ MnO_2 ）或碳（C）作为正极材料，提出了一种“预沉积”策略以抑制树枝状晶体的形成。在锌金属负极表面进行均匀的预沉积处理后，由于初始沉积层的外延生长，在后续的循环过程中预沉积锌负极（PS-Zn）表现出均匀的剥离和电镀，从而大大延长了电池寿命。这一简单的解决方案显示了以低成本确保更稳定的电池性能的巨大潜力。

技术

与最初处于放电状态的锂离子电池正极不同，水系可充电电池的典型正极天然处于充电状态。因此，电池的首次使用会启动剥离过程，其中在锌表面会形成容易长出树枝状晶体的坑孔。相比之下，首次循环初始电镀的锌电极在随后的循环中表现出更加均匀的锌沉积。因此，预沉积策略模拟初始电镀的锌电极，通过电镀方式施加预沉积层。该层的形貌均匀且密集，能够诱导随后的均匀锌剥离和电镀。锌的沉积受到电流密度的强烈影响，较高的电流密度会使分布更加均匀，从而减少树枝状晶体的形成。因此，较高的电流密度被用作预沉积电流以创建种子层，形成无树枝状晶体的锌负极。

优势

- PS-Zn 负极易于制造且经济高效
- 通过调整电解质成分、电流密度和沉积时间，可以高度调节预沉积层
- 预沉积层的致密和紧整形貌可以使后续循环中的剥离/电镀过程更加均匀
- 全电池 $Zn//MnO_2$ 电池在抗短路性能方面表现更加优异
- 全电池 $Zn//C$ 电池在10000个循环中表现出稳定的循环性能

应用

- 锌基电池有潜力在从便携电子设备和电动汽车到大规模能源储存的众多应用中取代锂离子电池
- 锌基电池的内在安全性使其特别适用于可穿戴设备

