EMD封面论文赏析丨澳大利亚新南威尔士大学Kim教授团队：钾离子电池用NiCo2Se4纳米管球负极的转化机制

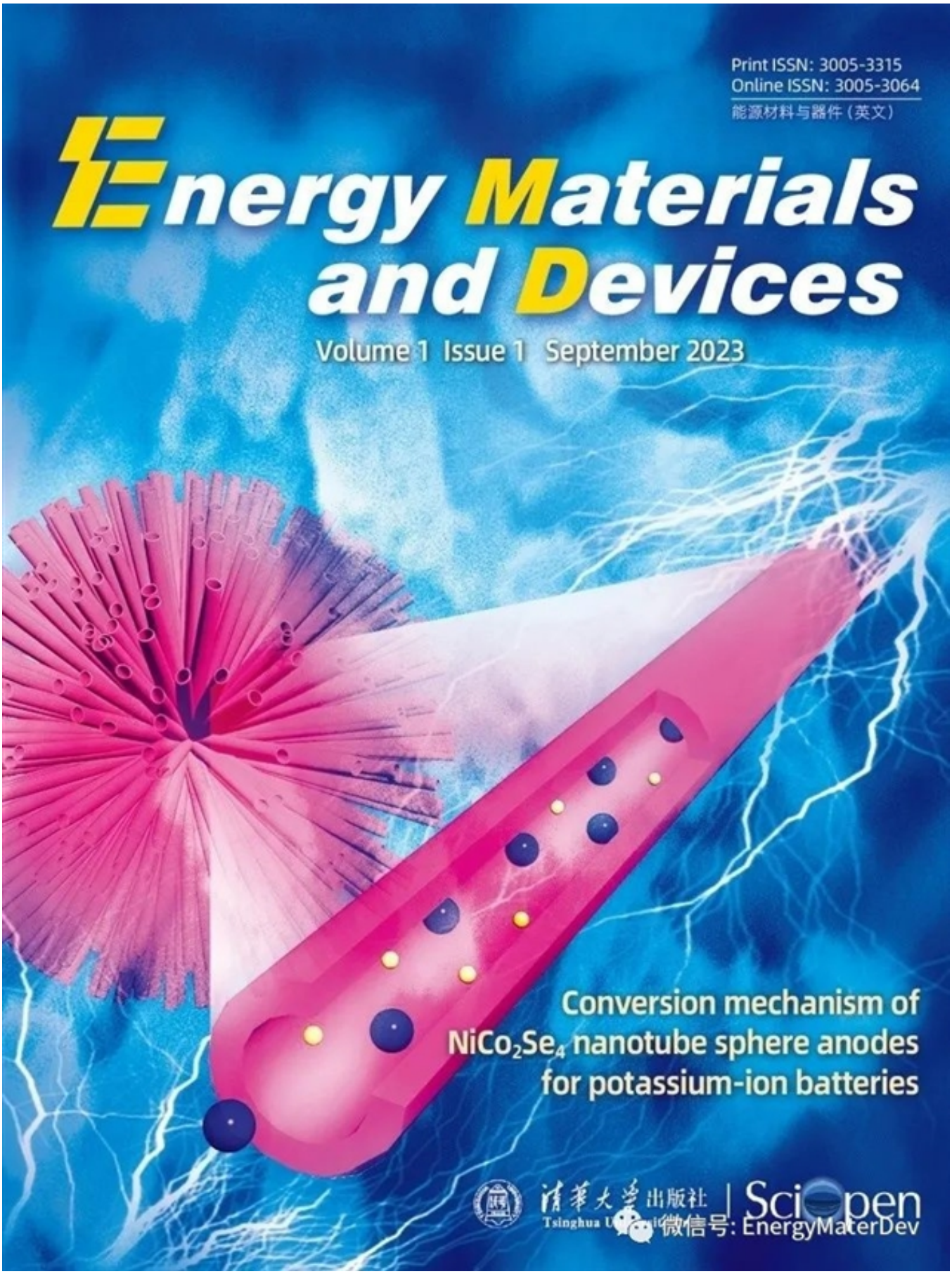
作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/24509.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

EMD封面论文赏析丨澳大利亚新南威尔士大学Kim教授团队：钾离子电池用NiCo2Se4纳米管球负极的转化机制。封面故事/Cover Story

爱科学
iikx.com


Print ISSN: 3005-3315
Online ISSN: 3005-3064
能源材料与器件（英文）
Energy Materials and Devices
Volume 1 Issue 1 September 2023
Conversion mechanism of
NiCo2Se4 nanotube sphere anodes
for potassium-ion batteries
清華大學出版社
Tsinghua University Press
SciOpen
微信号: EnergyMaterDev

Cover Story

Conversion-based anodes consisting of flower-like NiCo2Se4 nanotube spheres are rationally designed and prepared via a facile two-step hydrothermal process as efficient potassium storage hosts. The favorable architecture with inner void channels and abundant vacancies provides excellent electrochemical reactivity for fast transfer and storage of K+ ions through intercalation. Benefiting from the synergy arising from its intrinsic bimetallic characteristics, the NiCo2Se4anode shows an enhanced electrical conductivity, giving rise to a lower barrier energy and more active sites for K+ ion intercalation and conversion than the mono-metallic Co3Se4 and Ni3Se4 counterparts. This work offers new insights into the design of micro/nano-structured binary metal selenides as anodes for potassium-ion batteries with an exceptional K+ ion storage capability (See the article by Wang M. et al. https://doi.org/10.26599/EMD.2023.9370001).



扫码阅读

Cite this article:

Wang M, Li Y, Yao S, et al. Conversion mechanism of NiCo2Se4 nanotube sphere anodes for potassium-ion batteries. Energy Mater. Devices, 2023, 1, 9370001.

https://doi.org/10.26599/EMD.2023.9370001

封面故事

采用简单的两步水热法设计并制备了花状 NiCo2Se4

纳米管球作为高效钾储的转化型负极材料，其独特的内部中空通道和丰富的空位结构为 K+ 离子的快速传递和储存提供了优异的电化学反应活性。得益于其固有的双金属特性所产生的协同效应，NiCo2Se4负极表现出增强的导电性，且比含单金属的 Co3Se4 和 Ni3Se4 负极具有更低的势能和更多的活性位点。这项工作为设计微/纳米结构二元金属硒化物作为高性能钾离子电池负极材料提供了新的见解。

1、导读：



Energy Materials and Devices

Research Article https://doi.org/10.26599/EMD.2023.9370001

Conversion mechanism of $NiCo_2Se_4$ nanotube sphere anodes for potassium-ion batteries

Mingyue Wang[1,2,†], Yang Li[2,†], Shanshan Yao[2], Jiang Cui[2], Lianbo Ma[2], Nauman Mubarak[2], Hongming Zhang[2], Shujiang Ding[1] ✉, and Jang-Kyo Kim[2,3,4] ✉

[1] *School of Chemistry, Engineering Research Center of Energy Storage Materials and Devices, Ministry of Education, "Four Joint Subjects One Union" School-Enterprise Joint Research Center for Power Battery Recycling & Circulation Utilization Technology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an710049, China*
[2] *Department of Mechanical and Aerospace Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Kowloon, Hong Kong, China*
[3] *School of Mechanical and Manufacturing Engineering, The University of New South Wales, Sydney NSW 2052, Australia*
[4] *Department of Mechanical Engineering, Khalifa University, P. O. Box 127788, Abu Dhabi, United Arab Emirates*
[†] *Mingyue Wang and Yang Li contributed equally to this work.*

微信号: EnergyMaterDev

Received: July 18, 2023 / **Revised:** August 18, 2023 / **Accepted:** August 23, 2023

由于钾比锂具有更丰富的资源，且钾离子比锂离子具有更高的离子迁移速率，近年来钾离子电池的发展备受关注。而在众多负极材料中，过渡金属硒化物在充放电过程中表现出较高的理论储钾容量和适中的体积变化，展现出独特的储钾优势。迄今为止，只有少数过渡金属硒化物被用于钾离子电池负极材料，并且这些硒化物的储钾机制尚未被揭示。其中，NiCo2Se4 由于其丰富的电化学氧化还原反应和良好的电化学活性而表现出很大的储钾潜力。然而，NiCo2Se4 仍然存在体积膨胀、电解质与负极表面副反应严重等问题，导致容量快速衰减和负极材料脱落，这是一个尚未解决的问题。

基于此，我们提出了一种独特的设计，采用简单的两步水热法制备了花状 NiCo2Se4 纳米管球，用作高效储钾负极材料，并系统地揭示了其储钾机制。该材料具有独特的形态和功能化特征，其优势包括:（1）具有空心结构可有效缓解体积膨胀，同时提供优异的电化学反应活性，以加速转化动力学;（2）具有高导电性以增强电子快速转移;（3）具有丰富的空位，为电化学反应提供更多活性位点。因此，该电极材料表现出 458.1 mAh g-1 的初始可逆容量，并在 0.03 A g-1 下经过 300 次循环后，容量仍保持在 346.6 mAh g-1。即使在 5 A g-1 的高电流密度下，该电极也能保持 101.4 mAh g-1
的高容量，并且在循环容量和速率能力方面优于大多数最先进的负极材料，特别是在 1 A g-1 以上的情况下。当将其与 PTCDA 正极组装成全电池时，经过 150 次循环后，其容量可稳定于 127.4 mAh g-1。该研究不仅证明了二元金属硒化物是很有希望的储钾候选材料，而且为高倍率钾离子电池电极材料的合理设计提供了新的见解。

2、图文解析：

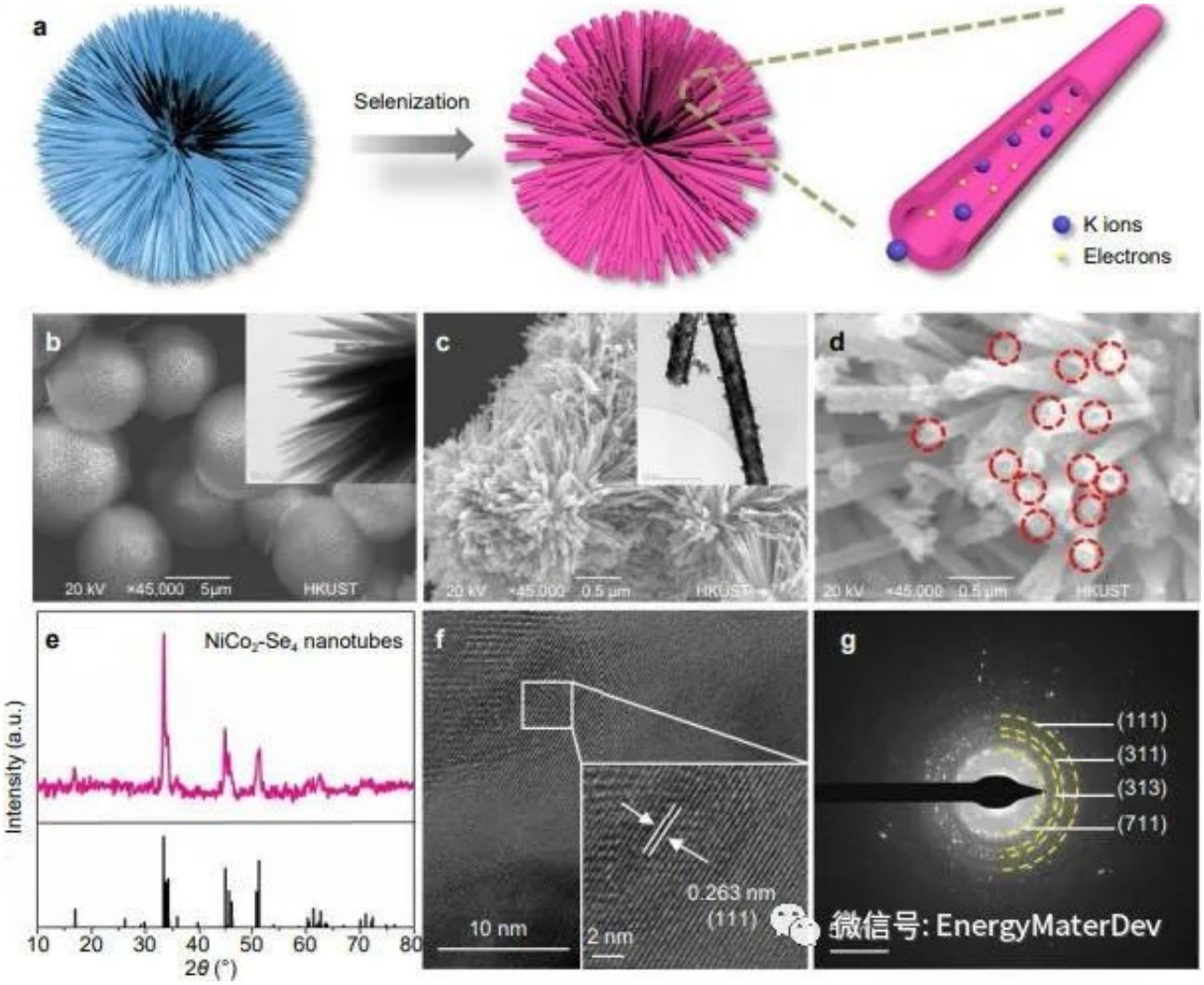
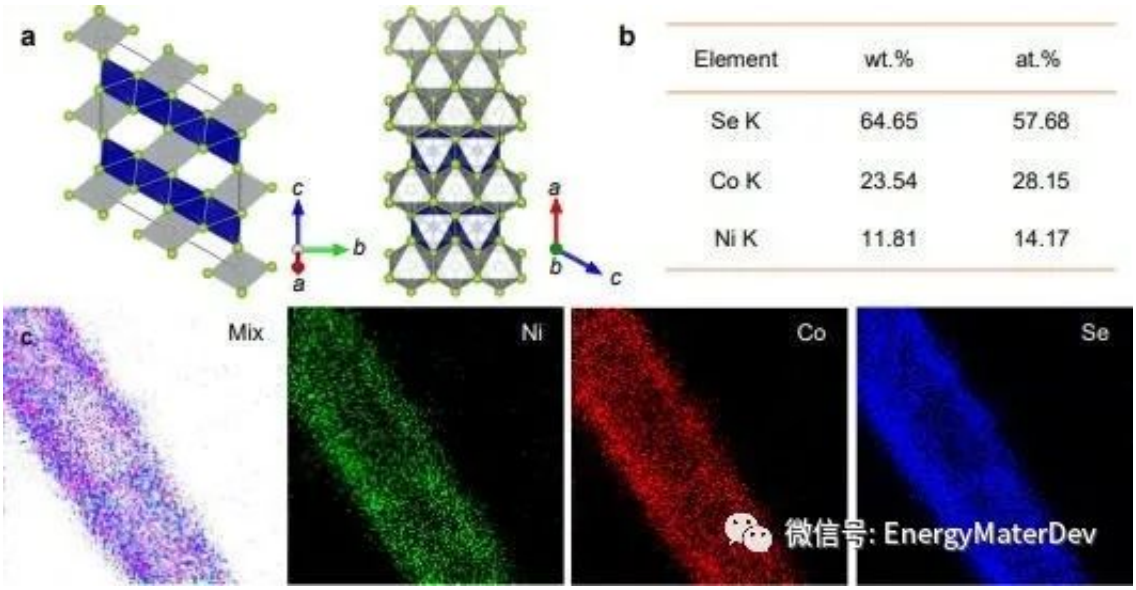


图 1 NiCo2Se4 纳米管簇的制备及结构表征。(a)花状 NiCo2Se4纳米管簇的合成示意图；(b) Ni-Co 前驱体球和(c-d) NiCo2Se4纳米管的 SEM 和 TEM 图像，(e) XRD 图谱，(f) HRTEM 图像，(g) NiCo2Se4纳米管的 SAED 图。



Element	wt.%	at.%
Se K	64.65	57.68
Co K	23.54	28.15
Ni K	11.81	14.17

图2 NiCo2Se4纳米管元素分析。(a)晶体结构，(b)元素含量，(c)元素分布图。

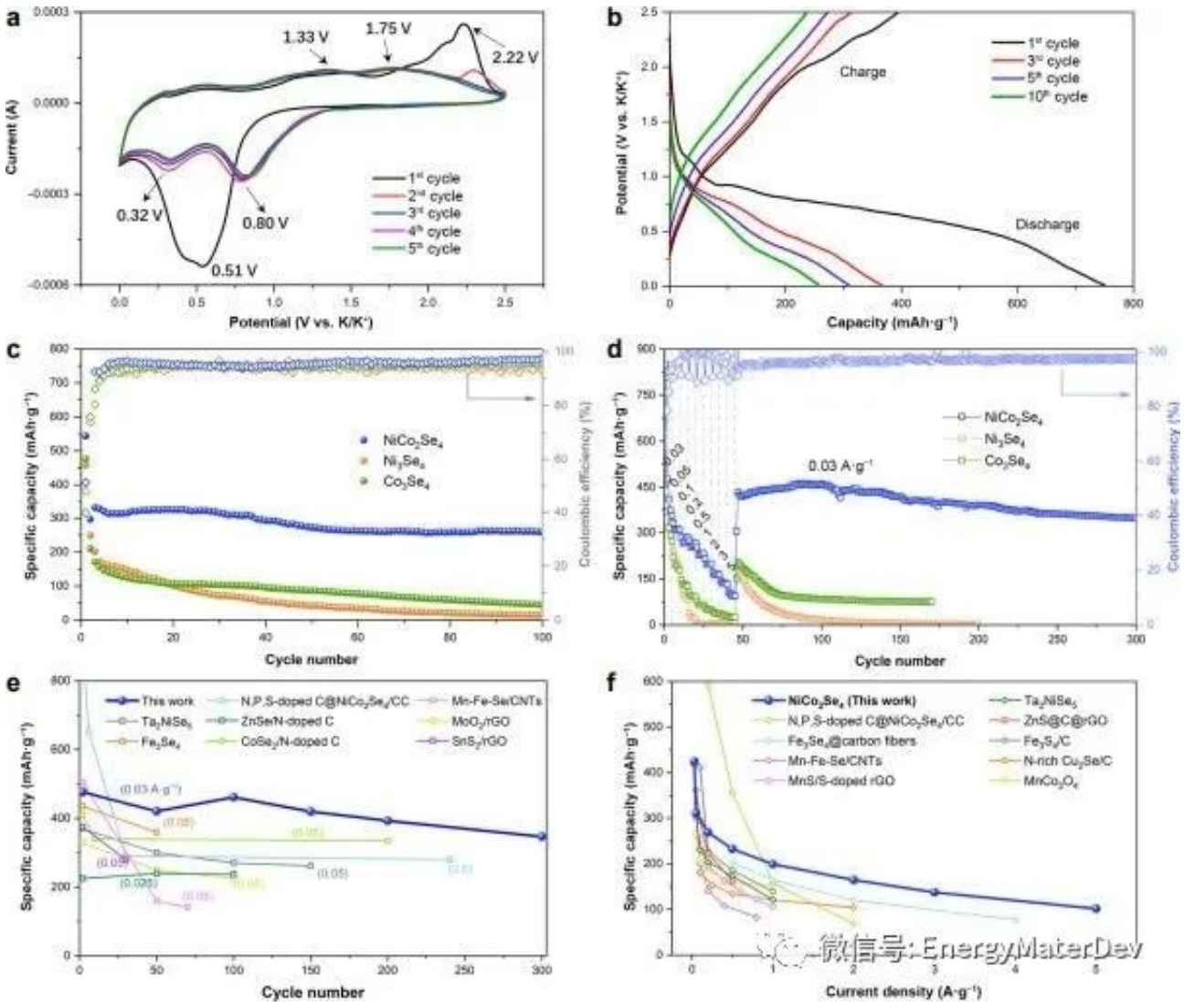


图 3 电极的钾离子储存性能。(a) NiCo2Se4 电极在 0.01~2.5 V 范围内前 5 次循环的 CV 曲线；(b) NiCo2Se4电极在第 1、3、5、10 次循环时的 GCD 曲线；(c) NiCo2Se4、Ni3Se4 和 Co3Se4 电极的循环性能和；(d)倍率性能；(e, f)当前
NiCo2Se4负极与文献中报道的过渡金属化合物负极之间的性能比较。

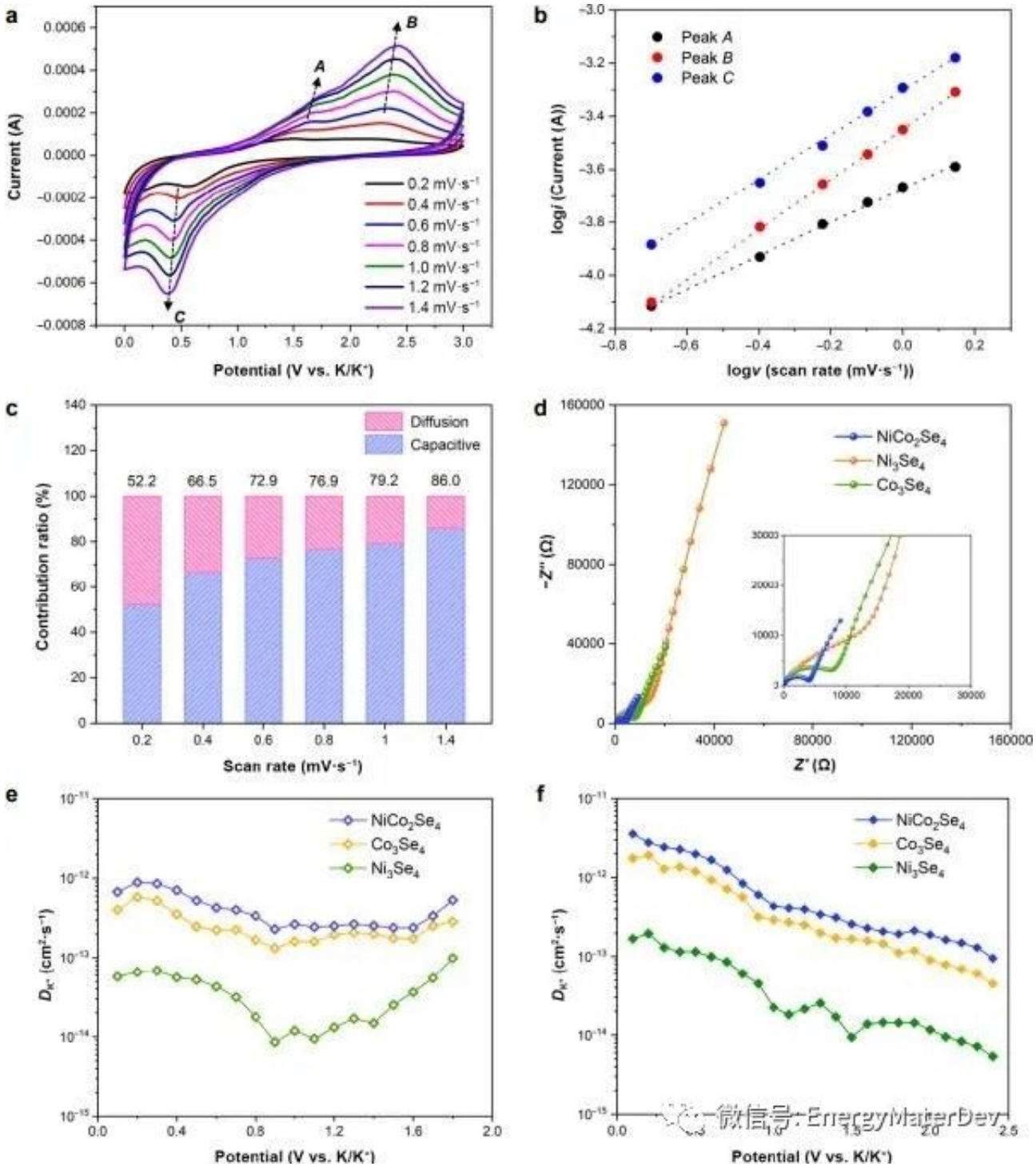


图 4 电极的电化学动力学。(a) NiCo2Se4 电极在 0.2~1.4 mV s-1 范围内不同扫描速率下的 CV 曲线；(b)阴极峰和阳极峰的 log (i) vs. log (v)图；(c)不同扫描速率下电容和扩散主导容量的贡献；(d) NiCo2Se4、Ni3Se4 和 Co3Se4电极的 EIS 谱图;(e, f) NiCo2Se4、Ni3Se4和 Co3Se4的 K+ 扩散系数。

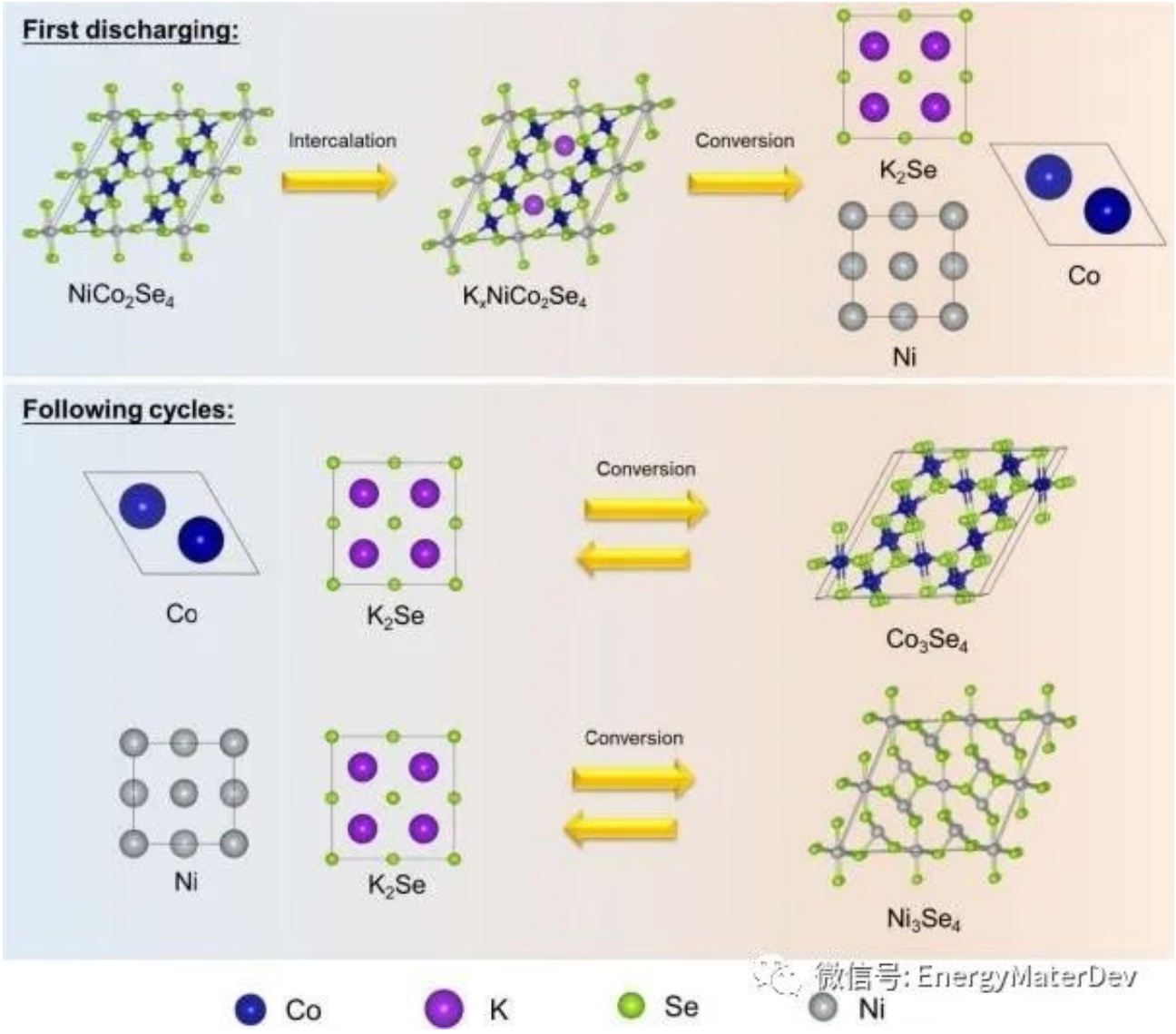


图5 NiCo2Se4负极的储钾机理示意图

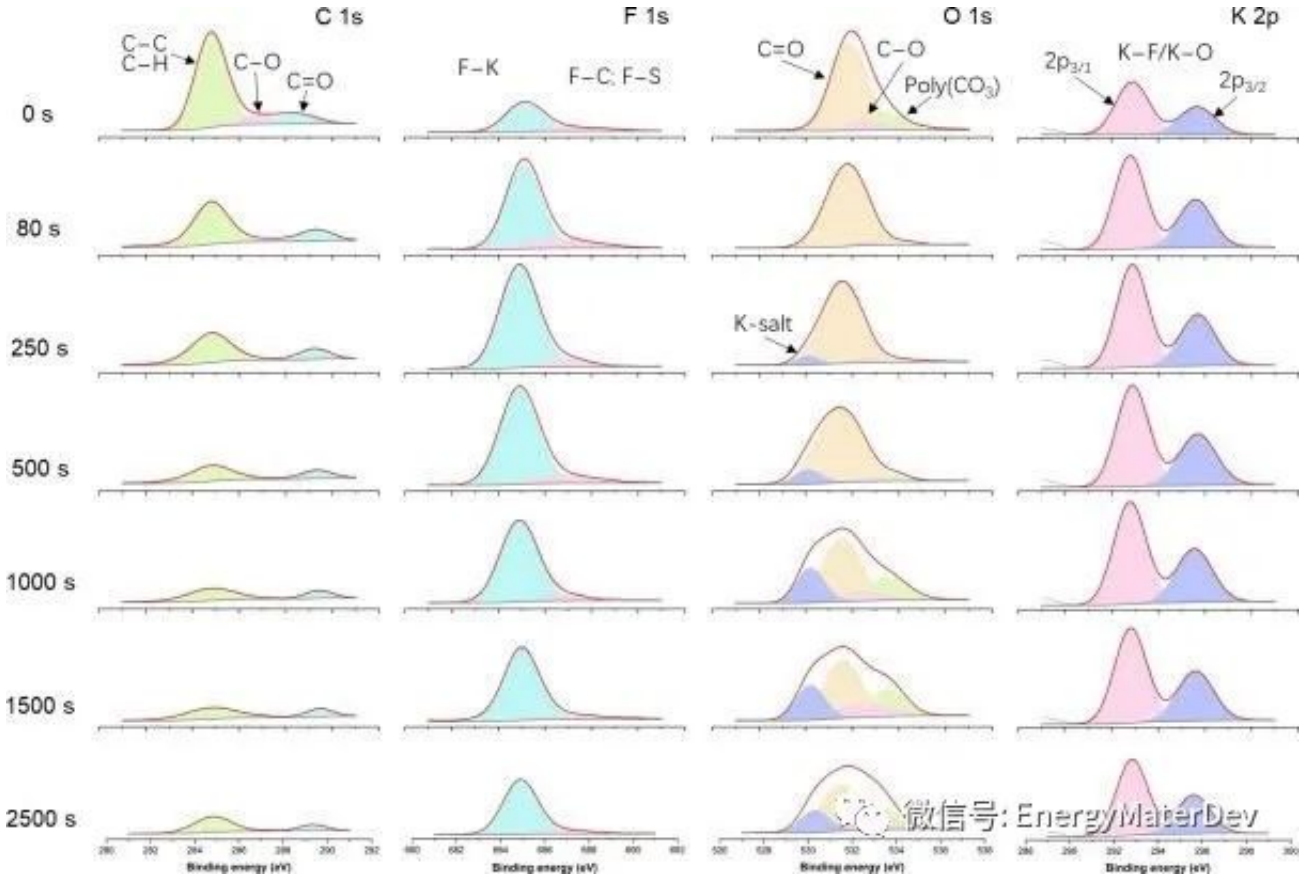


图6 NiCo2Se4电极在KFSI基电解液中经30次循环后的深度分析

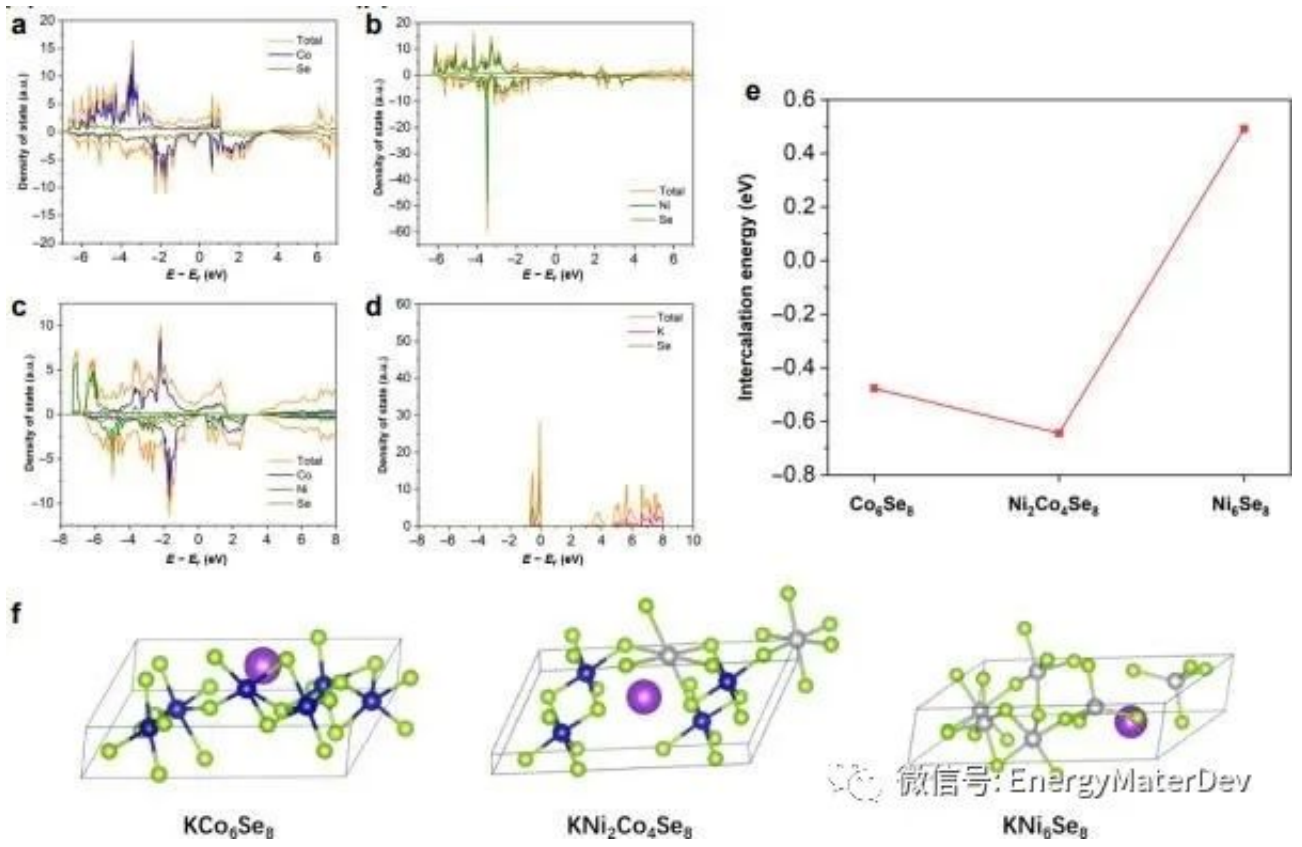


图 7 DFT 计算结果。(a) Co3Se4，(b) Ni3Se4，(c) NiCo2Se4，(d) K2Se 的 DOS；(e)一个 K 原子在 Co6Se8、Ni6Se8和 Ni2Co4Se8 晶胞中的插层能垒；(f) K+ 离子嵌入到 Co6Se8、Ni6Se8和 Ni2Co4Se8 晶体结构。

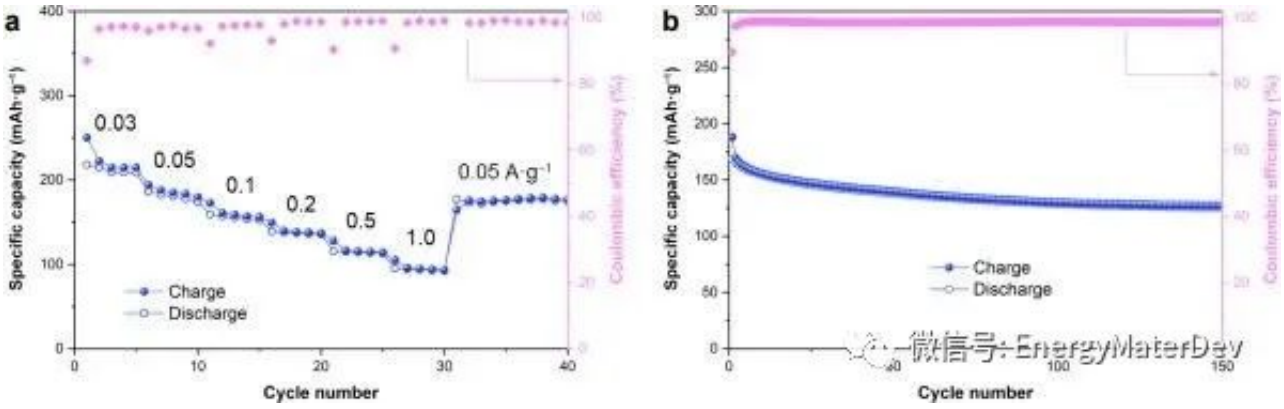


图8 PTCDA//NiCo2Se4全电池的电化学性能。(a)倍率性能；(b)循环性能

3、通讯作者：



丁书江教授

（本文通讯作者）

西安交通大学化学学院教授，博士生导师，化学学院院长。陕西省杰出青年基金获得者，教育部新世纪优秀人才，陕西省青年科技新星。西安交通大学腾飞特聘教授、西安交通大学青年拔尖 A 类入选者。研究工作涉及高分子/无机物纳米结构复合材料的设计，制备及其在电化学储能（锂/钠离子电池、锂硫电池、固态电池、燃料电池、锂离子电池回收）、传感器等方面的应用基础研究。以第一作者或者通讯作者身份在Nat. Commun., J. Am. Chem. Soc., Angew. Chem. int. Ed., Energy Environ. Sci., Adv. Energy Mater., Adv. Funct. Mater., Nano Energy, Chem. Mater., Small, J. Mater. Chem A 等期刊上发表论文 160 余篇。科研项目包括国家自然科学基金面上和青年项目，博士点基金、陕西省基金等。获奖包括：2016 年陕西青年科技奖，2017 年陕西省高等学校科学技术奖一等奖（第一完成人）。曾入选科睿唯安（Clarivate）交叉学科领域的全球高被引科学家，爱思唯尔（Elsevier）中国高被引学者。



Jang-Kyo Kim教授

（本文通讯作者）

澳大利亚新南威尔士大学（UNSW）机械与制造学院教授、香港科技大学荣休教授。曾任香港科技大学讲座教授、香港科技大学工程学院副院长、Finetex-
香港科技大学研发中心和先进工程材料研究所（AEMF）主任。Kim 教授主要从事石墨烯、碳纳米管、纳米粘土和二维材料在多功能复合材料以及储能方面的应用。已发表 420
多篇期刊论文，3 部研究专著，参编 10 本书籍/章节，申请/拥有 14 项专利。目前，他担任 Composites Part A 的编辑（Editor）和 Aerospace Science and Technology
的副主编（AssociateEditor），还担任 12 个期刊的编委，包括 NanoscaleHorizons（RSC）和 EnergyStorageMaterials（Elsevier）。Kim 教授是香港工程师学会（HKIE）、香港工程科学院（HKAES）、皇家航空学会（RAeS）和皇家化学学会（RSC）的会/院士（Fellow），并曾担任亚澳复合材料协会（AACM）主席（2008-2010）。他被Clarivate Analytics（Web of Science）评为
2018、2020 和 2021 年的高被引学者（HighlyCitedResearcher）。

期刊简介

Energy Materials and Devices（ISSN 3005-3315）作为一本瞄准能源材料前沿领域、国际化的多学科交叉期刊，聚焦能源材料与器件领域的基础研究、技术创新、成果转化和产业化全链条创新研究成果，发表原创性、引领性、前瞻性研究进展，推动能源科学和产业发展，助力碳达峰、碳中和
。

关注领域

具有引领性、创新性和实用性的先进能源材料与器件，包括但不限于：

◆ 二次电池

◆ 太阳能电池

◆ 燃料电池

◆ 液流电池

♦ 电容器

♦ 安全评估

♦ 电池回收

♦ 材料表征和结构解析

♦ 碳足迹和碳税负等主题

EMD 诚邀投稿



本刊已开放投稿，我们期待您的来稿。欢迎讲出您的科研故事，分享您的科研成果。

欢迎扫码订阅



欢迎扫码订阅期刊，您可留下邮箱地址，我们将在第一时间与您分享EMD的期刊精彩内容。

如果您对这本期刊感兴趣，希望与编辑团队探讨您的科研成果，交流您的期刊经验，了解期刊最新动态，欢迎您与我们联系，期刊路上，期待与您一路同行！

邮箱：

energymaterdev@tup.tsinghua.edu.cn

期刊主页：

https://www.sciopen.com/journal/3005-3315

投稿系统：

https://mc03.manuscriptcentral.com/emd



扫码关注

小编微信二维码 欢迎您添加 谢谢



来源：Energy Materials and Devices

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发