

白小洁 :黄铁矿基固态电池 :进展、挑战与展望【AFM , 2024】

在全球能源转型和可持续发展的大背景下，高效、稳定的电池技术变得尤为重要。黄铁矿（ FeS_2 ），作为一种在地质环境中广泛存在的硫化铁矿物，不仅在地质学研究和工业应用中具有重要价值，而且因其储量丰富、价格低廉、优异的电化学性能以及安全无毒等优点，在储能领域备受关注。基于黄铁矿的一次电池已成功商业化，在二次电池中也显示出广阔的应用前景。然而，黄铁矿在液态二次电池中面临严重的体积膨胀和穿梭效应等问题，导致电池容量衰减和效率降低，限制了其进一步发展。使用固态电解质替换有机电解液的固态电池可以有效改善这些问题，有望满足未来对电化学储能器件的需求。黄铁矿材料的形貌、尺寸、晶体结构及其与固态电解质的界面接触性以及电池整体设计，是影响固态电池性能的关键因素。近年来，黄铁矿基固态电池研究飞速发展，亟需对该领域的发展现状和面临的问题进行系统分析和总结，促进该类材料在能源领域的发展，推动黄铁矿基二次电池走向实际应用。

据此，我校数理学院博士研究生白小洁在刘昊教授和廖立兵教授的指导下，综述了该领域的最新研究进展。主要包括：

- 1、概述了黄铁矿的资源优势、物理化学特性及其作为电极材料的局限性，并介绍了固态电解质的分类和结构特征，以及黄铁矿基固态电池的电化学特性。
- 2、深入探讨了黄铁矿材料在固态锂电池和固态钠电池中的最新进展。包括黄铁矿的各种合成方法及其特点，并讨论了黄铁矿材料和固态电解质及界面的各种改性方法（如黄铁矿材料的尺寸纳米化、原子掺杂、复合材料制备和一体化电极设计），以及固态电解质和界面的改性方法（包括离子取代、改良制备方法以及在界面间添加缓冲层等）。
- 3、分析并总结了黄铁矿基固态电池在应用中存在的挑战，包括机理、界面问题和实际应用中的成本、制造工艺、管理和环境影响等方面。
- 4、针对黄铁矿基固态电池的现存问题，提出了发展建议和展望。指出未来研究应明晰黄铁矿的反应机理，进一步优化电极/电解质界面，探索多场耦合效应

以提高黄铁矿基固态电池的性能。通过测试标准化及降低制造成本，推进其实际应用。

将黄铁矿与固态电解质结合的固态电池是提高黄铁矿基二次电池稳定性和能量密度的核心方向之一。关键在于系统地考虑和优化黄铁矿、固态电解质及整个电池系统的性能。总之，未来有望通过固态电池使黄铁矿基二次电池走向实际应用，为储能领域提供更多机遇和发展空间。

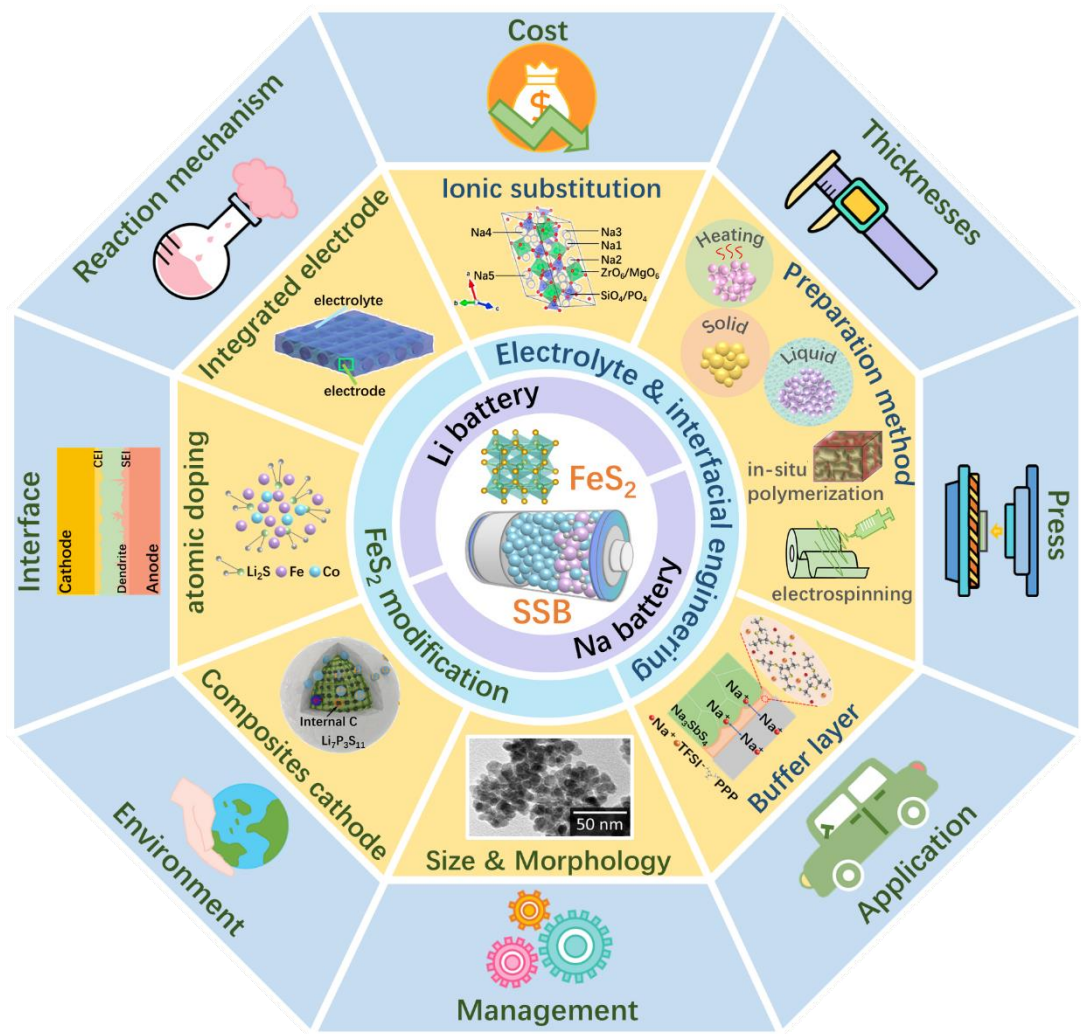


图 1 黄铁矿基固态电池的改性和应用示意图

上述研究成果发表于材料领域国际权威期刊《Advanced Functional Materials》上：Xiaojie Bai, Di Jiang, Song Yin, Yao Hao, Jiahan Zheng, Huiying Hao, Jie Xing, Jingjing Dong, Hao Liu*, Libing Liao*. Pyrite-Based Solid-State Batteries: Progresses, Challenges, and Perspectives. Advanced Functional Materials, 2024, 2416808. DOI:

10.1002/adfm.202416808. [IF2023= 18.5]

全文链接: <https://doi.org/10.1002/adfm.202416808>