

合肥研究院在常温常压下电催化氮气还原方面取得进展

近期，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所环境与能源纳米材料中心在常温常压下电催化氮气还原方面取得新进展。利用催化剂和电解质的相互作用，在抑制催化剂产氢活性的同时，提高了其催化氮气还原的能力。相关工作发表在期刊《先进能源材料》(Advanced Energy Materials)上。

氨是一种重要的化工原料，广泛应用于工业、农业，同时，也是一种重要的储能中间体和无碳能源载体。目前，工业上合成氨主要采用哈伯-博施(Haber-Bosch)法，该方法需要在高温高压(300~500 °C、200~300atm)下进行，耗能大，年均能耗约占世界能源总消耗的1~2%。而且，Haber-

Bosch

法需要高纯

度的氢气作为原料；而

高纯度的氢气一般是通过矿物燃料转化而来，

其过程会排放大量的CO₂

(约占温室气体年排放量的1.5%)。因此开发高效、低能耗、清洁的合成氨技术有重要意义。电催化固氮理论上可在常温常压下进行，且以水和氮气作为原料，因此被认为是一种潜在的替代工业合成氨的技术。目前，电化学固氮面临的一个主要挑战是效率太低(产氨速率和法拉第电流效率)，主要是因为常温常压下，N₂中的氮氮三键非常牢固，氮气加氢还原反应很难进行，且析氢电位和氮还原电位非常接近，析氢作为竞争反应会严重制约氮还原合成氨的效率。因此，兼顾并平衡氮活化和析氢竞争反应对于电化学固氮催化剂的设计和选择非常重要。

二硫化钼(MoS₂)

是一种经典的二维材料，在电催化产氢反应(HER)、O₂还原反应(ORR)、CO₂还原反应(CO₂

RR)等方面都有很好的催化性能。但其在电催化氮气还原方面还是效率太低，因为它的HER催化活性会明显抑制氮气还原反应(NRR)活性。二硫化钼的产氢的活性位点主要归因于边缘的硫(S)，考虑电解质与催化剂的相互作用，选用含锂电解质，与边缘的S形成强的“Li-S”键和作用，结合理论计算，科研人员通过吸附、气相水热、高温退火三步，合成了均匀分布在纤维素上的二硫化钼纳米片(MoS₂/BCCF)。

实验表明：常温常压下，用0.1M

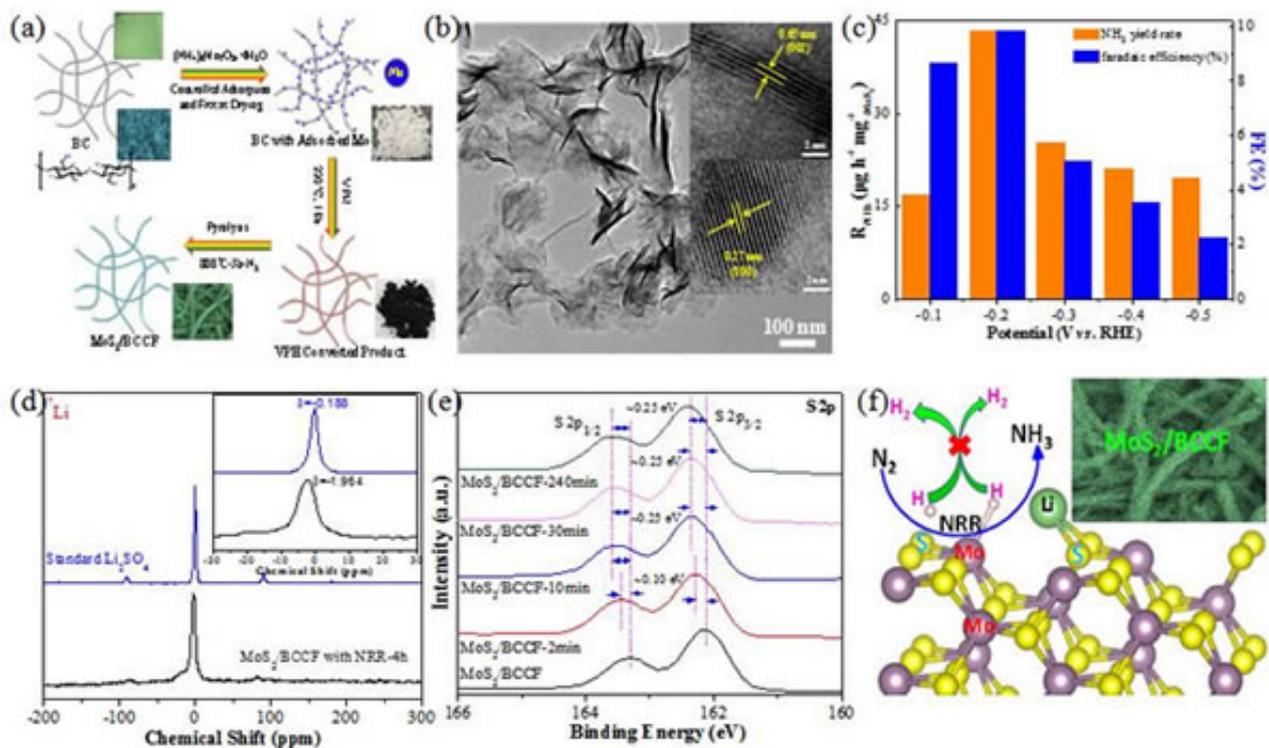
Li₂SO₄溶液作为电解质，在-0.2V电位（相对于标准氢电位）下，MoS₂/BCCF产氨效率达到43.4 μg

h⁻¹mg⁻¹，法拉第效率为9.81%。相较于在0.1M

Na₂SO₄

电解液中（不含锂的电解液），产氨效率和法拉第效率分别提高了8倍和18倍。此外，通过对反应后的催化剂进行了固态核磁锂谱和XPSS₂P高分辨谱图的表征，证明了反应过程中强“Li-S”的形成。此研究工作利用电解质和催化剂的相互作用，提高了电催化产氨效率，为未来常温常压下电催化合成氨技术的发展提供了新的思路 and 想法。

该项工作得到国家自然科学基金和中科院创新研究团队国际合作项目的资助。



(a) MoS₂/BCCF催化剂合成过程示意图；(b) MoS₂/BCCF的TEM表征(插图为HRTEM)；(c) MoS₂/BCCF在不同电位下产氨效率和法拉第效率；(d) MoS₂/BCCF反应后的固态核磁锂谱；(e) MoS₂/BCCF反应不同时间后XPS S₂P 高分辨谱图；(f) MoS₂/BCCF电催化N₂还原反应示意图。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/136822.html>