

生物质衍生氮掺杂多孔碳应用于电催化固氮研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3887.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！

生物质衍生氮掺杂多孔碳应用于电催化固氮研究获进展。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生物质衍生氮掺杂多孔碳电催化固氮研究方面取得新进展，该工作展示了生物质衍生氮掺杂多孔碳中吡啶氮在电催化固氮中的重要作用，并对其固氮机理进行了深入探究。相关研究发表在ACS Energy Letters (ACS Energy Lett. 2019, 4, 377-383)上。

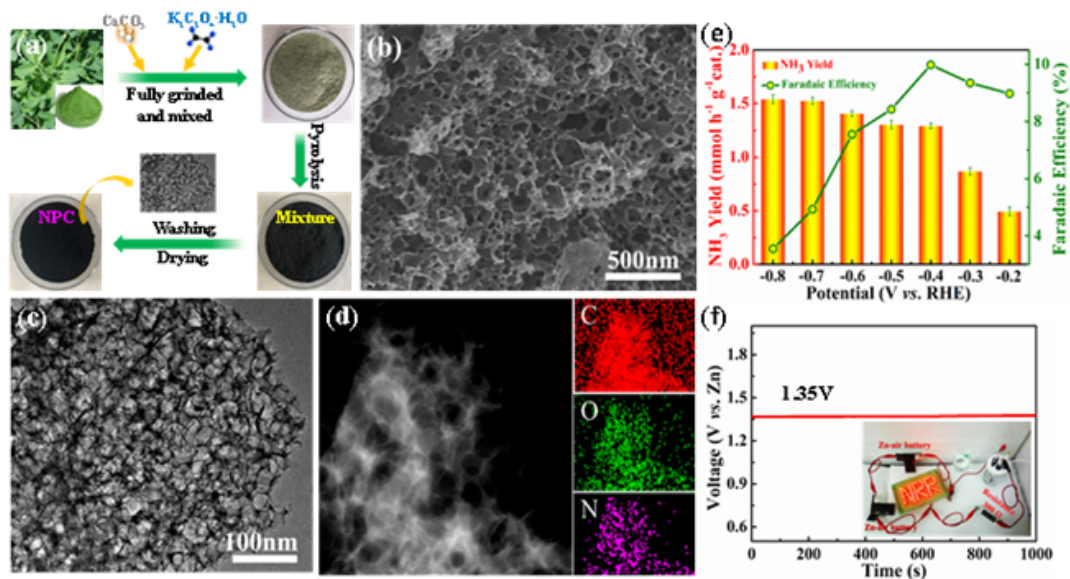
氨(NH₃)是人造肥料的氮源，是维持人类生命最基本的合成化学物质之一，其与人类和社会的发展密切相关。众所周知，大气中的N₂(占~78%)取之不尽、用之不竭，但N≡N键的化学惰性使N₂很难转化为NH₃。在工业上，通常利用铁基催化剂在高温高压条件下来合成NH₃，这一过程占人类每年消耗的全部能源的1.4%左右，同时产生大量的CO₂温室气体。因此，为了寻求较温和条件下人工合成NH₃新技术，科研人员进行了大量的研究，然而，N₂转化为NH₃仍是一个难以实现的科学和技术问题。迄今为止，贵金属、非贵金属和不含金属成分的碳基材料已经被广泛发展和研究，作为电催化剂展示出巨大的电催化固氮潜势。相比较，不含金属成分的碳基固氮电催化剂制备过程简单，成本低，可从丰富的生物质资源中获取，已经成为理想的高效固氮电催化剂材料。然而，生物质转化的电催化剂材料通常包含天然掺杂的氮元素，这些掺杂的氮元素含量、类型在电催化固氮(氮还原，NRR)过程中的影响及其固氮机制都亟需澄清和解决。

为此，该课题选择丰富、廉价、可再生的、含天然氮元素的苜蓿作为原材料，通过碳酸钙和醋酸钾辅助活化热解的方法制备出具有多级孔结构的氮掺杂碳材料(其中氮的主要掺杂形式为吡啶氮)，并通过调节不同的热解温度获得了不同吡啶氮含量的碳材料。研究表明，吡啶氮不仅在N₂还原转化为NH₃过程中起重要作用，而且它本身也贡献了一部分NH₃形成，即掺杂的吡啶氮通过加氢形成NH₃分子，在石墨碳上产生N空位，进而对N₂分子进行吸附和活化。该研究也进一步通过理论计算、同步辐射、同位素标记实验对以上结论进行了深入揭示和证明。研究结果表明，热解温度为500 °C条件下制备的吡啶氮碳材料(吡啶氮的含量：6.35 %;比表面：629.8 m²

g⁻¹)电催化固氮性能最佳，在0.005 M H₂SO₄电解质溶液中，在-0.4

V(相较于标准氢电极)条件下，其合成氨产率为1.31 mmol h⁻¹g⁻¹，法拉第效率为9.98%，拥有高的长期应用稳定性，表明生物质衍生的氮掺杂多孔碳材料在电催化固氮方面具有很好的应用前景。同时，由于所制备的氮掺杂碳材料也具有优异的氧还原反应(ORR)和氧析出(OER)性能，以其作为阴极催化剂构建的金属锌-空电池可输出电压~1.35V，基于此，将金属锌-空电池与固氮体系有机整合，利用锌-空电池供电实现了高效固氮应用(如图所示)。此研究作为将来能源领域固氮技术的实际应用提供了重要的理论和实验依据。

该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。



图：(a-d)苜蓿热解转化的氮掺杂碳材料及其电镜表征和组成成分分析;(e)电催化产 NH_3 性能及其法拉第效率;(f) NPC-500 组装的锌-空气电池的电压-时间曲线(插图 NPC-500 组装的锌-空气电池供电并作为催化剂固氮的示意图)。

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](https://www.iikx.com)转发