



我国学者在电催化一氧化氮合成氨研究领域取得进展

日期 2023-11-21 来源: 化学科学部 作者: 戴卫理 高飞雪 【大中小】 【打印】 【关闭】

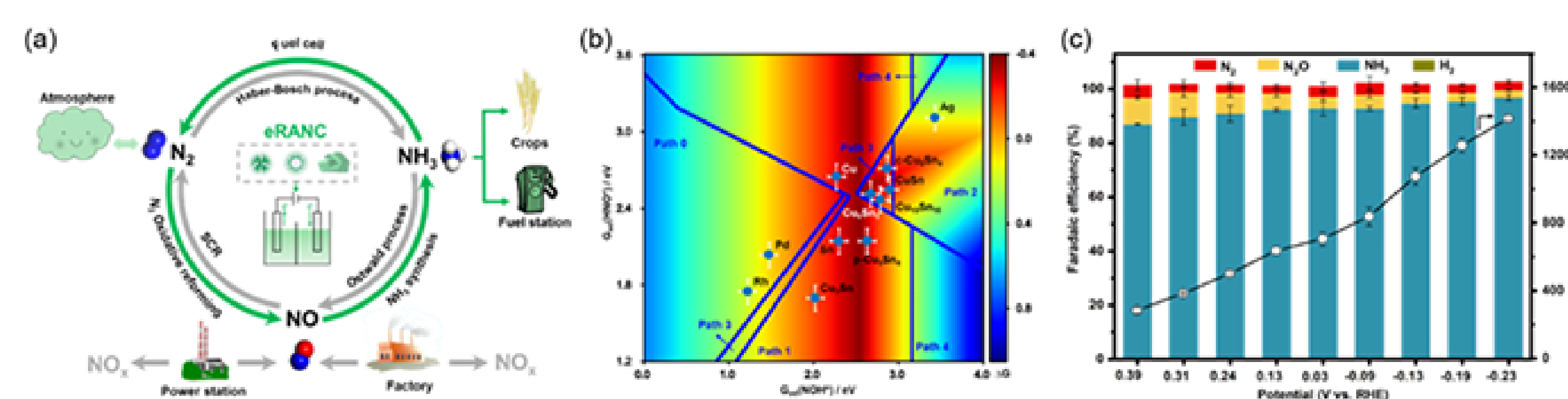


图 (a)传统氮循环 (灰色) 和电催化反向人工氮循环 (绿色); (b)合成氨的反应相图; (c)利用 Cu_6Sn_5 电催化剂实现了高法拉第效率和总电流密度

在国家自然科学基金项目 (批准号: 22172156、22321002、22125205和92045302) 等资助下, 中国科学院大连化学物理研究所肖建平研究员团队和汪国雄研究员团队合作利用反向人工氮循环路线, 在电催化合成氨领域取得进展。相关研究成果以“铜锡合金催化剂用于一氧化氮电化学合成氨 (Electrochemical synthesis of ammonia from nitric oxide using a copper-tin alloy catalyst)”为题, 于2023年11月6日发表在《自然·能源》(Nature Energy) 杂志上。论文链接: <https://doi.org/10.1038/s41560-023-01386-6>。

氨作为一种重要的化学品, 不仅可用作燃料, 还可用于生产生活肥料、炸药和硝酸等。因此, 合成氨被认为是二十世纪最重要的化工过程之一。目前合成氨是通过高温高压的Haber-Bosch过程来实现, 但该过程不仅耗能较高, 还会排放大量的二氧化碳。因此, 发展更加高效绿色的合成氨过程, 一直是该领域的科学和技术难题。

通过 N_2 氧化重整制备 NO , 再通过 NO 电催化还原制备氨气 (图a), 是一条间接合成氨路线, 由于其与可再生能源和电能的耦合, 得到研究者的广泛关注, 但目前的催化效率还远不能满足工业应用要求。研究团队基于自主开发的图论和反应相图分析理论, 通过计算和数据驱动的方法筛选出具有高合成氨活性的铜锡合金 (图b), 并在实验中成功合成 Cu_6Sn_5 合金, 该合金在流动池中实现了具有安培级的合成氨电流密度。电催化实验还表明, Cu_6Sn_5 催化剂比 Cu 和 Sn 具有更高的催化活性和产物选择性 (图c)。在电压为 $-0.23\ V$ vs. RHE时, 流动池中的氨产率达到 $10\ mmol\ cm^{-2}\ h^{-1}$, 法拉第效率96.9%, 并且在 $> 600\ mA\ cm^{-2}$ 时, 保持稳定运行135小时。此外, 基于自主研发的碱性膜电解器件技术, 在总电流为400 A时, Cu_6Sn_5 合金上电催化产氨速率可达 $2.5\ mol\ h^{-1}$, 极具应用前景。该研究表明催化剂的理论设计在电催化合成氨从实验室走向实际应用过程中起到了至关重要的理论指导。

机构概况: 概况 职能 领导介绍 机构设置 规章制度 专家咨询 评审程序 资助格局 监督工作

政策法规: 国家科学技术相关法律 国家自然科学基金条例 国家自然科学基金规章制度 国家自然科学基金发展规划

项目指南: 项目指南

申请资助: 申请受理 项目检索与查询 下载中心 代码查询 常见问题解答 科学基金资助体系

共享传播: 年度报告 中国科学基金 大数据知识管理服务平台 优秀成果选编

国际合作: 通知公告 管理办法 协议介绍 进程简表

信息公开: 信息公开制度 信息公开管理办法 信息公开指南 信息公开工作年度报告 信息公开目录 依申请公开