

# 青岛能源所开发金属离子诱导MXene凝胶化-硫化策略制备高效电还原氮气合成氨催化剂

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16434.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！**

作为一种新型二维过渡金属碳化物或氮化物材料，二维过渡金属碳（氮）化物（MXene），具有优异的导电性、丰富表面官能团化学性质、可调的层状结构等特点，近年来在能源、光电催化、气体分离等领域引起广泛关注。MXene二维材料层状结构间存在范德华作用力和氢键相互作用力，使其易堆叠和团聚，降低了表面活性位点的暴露、电子传递和传质过程，从而限制了其在电化学催化等多个领域的应用。解决MXene易堆叠、活性位点暴露不足等问题，改善MXene基纳米结构催化剂的电化学氮还原活性，仍存在较大挑战。

近日，中国科学院青岛生物能源与过程研究所低碳催化转化研究组开发出一种金属离子诱导MXene凝胶化-硫化通用策略，成功制备硫掺杂MXene负载金属硫化物纳米颗粒三维（3D）气凝胶结构催化剂，实现电催化氮还原合成氨活性的极大提升。

MXene表面具有大量的-OH和-F官能团，科研人员通过引入带正电荷的金属阳离子（ $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ ），破坏了MXene层与层之间的静电斥力，使得MXene快速凝胶化，通过冷冻干燥，获得3D多孔MXene气凝胶（ $\text{M}^{2+}/\text{MAs}$ ）；对 $\text{M}^{2+}/\text{MAs}$ 进一步硫化热解处理，获得了硫掺杂MXene负载金属硫化物纳米颗粒3D气凝胶纳米材料（ $\text{MS@S-MAs}$ ）。其中，金属阳离子不仅作为交联剂促使MXene凝胶化，还可通过硫化形成金属硫化物纳米颗粒作为氮气分子的吸附活化位点。

相比于非气凝胶纳米材料 $\text{CoS/S-MSs}$ ，金属离子诱导MXene凝胶化-硫化策略制备得到的3D多孔气凝胶纳米催化剂 $\text{CoS@S-MAs}$ ，具有大的比表面积，丰富的3D多级孔结构。该结构不仅有助于暴露更多的活性位点，增加氮气分子的吸附活化过程，还有利于电解液的流动，加快物质传递过程。此外，硫化钴纳米颗粒与硫掺杂MXene之间形成大量的具有强相互作用的界面结构，不仅有助于抑制MXene的自堆叠现象，还利于界面处的电子转移和物质传递，从而加速了电化学氮还原反应动力学过程。

在室温常压温和条件下，该材料表现出优异的电化学氮还原反应催化活性，在电位为-0.15 V (vs. RHE)，实现了 $12.4 \mu\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{cat}$ 产氨速率和27.05%法拉第效率。该活性数值超过了大多数已报道的钴基纳米催化剂。此外，该催化剂具有优异的稳定性，经过50小时测试后电化学活性未

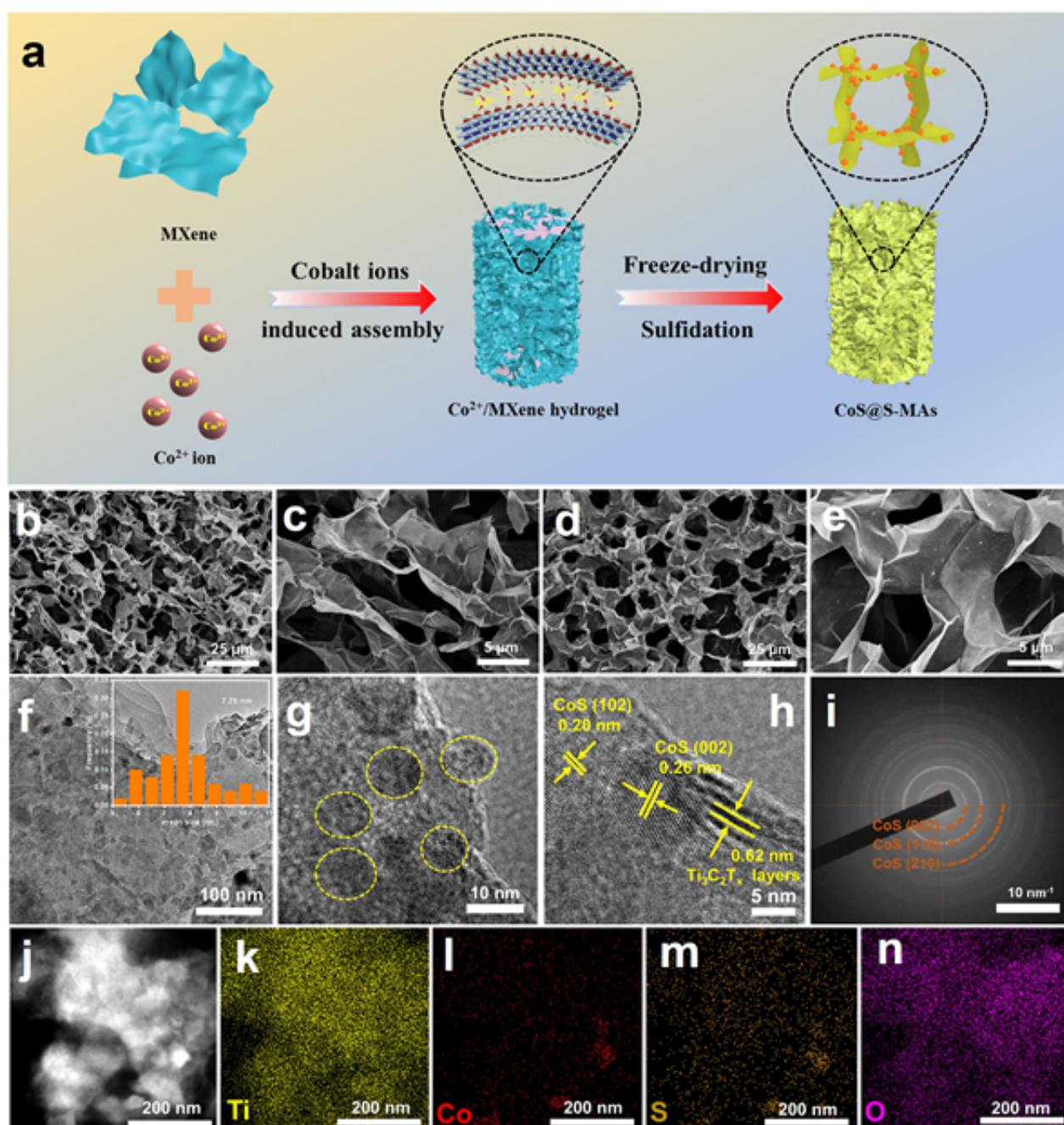
见明显衰退。该策略具有较强的普适性，可适用于制备三维气凝胶结构催化剂，如FeS@S-MAs、CuS@S-MAs、NiS@S-MAs，且均具有较大的比表面积、3D多孔结构和丰富的界面结构。相比于非气凝胶结构催化剂，也均表现出更加优异的电化学氮还原活性。

该研究为合成MXene基3D多孔气凝胶结构纳米材料提供了新策略，为探索在能源催化转化、气体分离和光电催化转化等领域的研究提供了新思路。

相关成果发表在Small

上。研究得到国家自然科学基金、山东省自然科学基金重点项目、英国皇家学会“牛顿高级学者”基金等项目的支持。

### 论文链接



---

CoS@S-MAs纳米催化剂制备流程图以及电镜表征图

研究团队单位：青岛生物能源与过程研究所

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](http://www.iikx.com)转发