

中国科学家碱性膜燃料电池新进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20650.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！

中国科学家碱性膜燃料电池新进展。

2022年10月27日，中国科学技术大学高敏锐教授、南京理工大学兰司教授团队合作在Nature Catalysis期刊上发表了一篇题为Nickel-molybdenum-niobium metallic glass for efficient hydrogen oxidation in hydroxide exchange membrane fuel cells的新研究。

研究团队通过将非晶金属玻璃结构催化剂应用到碱性膜燃料电池阳极氢气氧化反应，实现了Ni基催化剂在催化活性与耐氧化性的突破，到达了与商业铂金比肩的性能表现。

论文共同通讯作者是高敏锐、兰司;共同第一作者是高飞跃、刘思楠、葛嘉城、张晓隆、朱力。

氢氧燃料电池由于比能量高和绿色无污染等优点，未来将在世界能源结构中扮演重要角色。质子交换膜燃料电池对铂族催化剂的依赖导致系统成本过高，碱性膜燃料电池的出现使得使用无铂族金属电催化剂成为可能，并可以降低燃料电池系统中膜、双极板和其他组件的成本，有望在今后获得市场优势。然而，在碱性膜燃料电池阳极氢气氧化反应(HOR)端，催化剂的反应动力学速率比酸性条件降低约两个数量级，并且目前的Ni基催化剂稳定性窗口都小于0.3 V，面临氧化失活的风险。因此，设计并创制高活性、高耐氧化性的新型阳极催化剂是碱性膜燃料电池实用化需要解决的难题。

近日，中国科学技术大学高敏锐教授团队与南京理工大学兰司教授团队合作设计开发了一种用于碱性膜燃料电池阳极氢氧化反应的三元镍-钼-

铌金属玻璃结构催化剂，将镍基催化剂的耐氧化电位大幅提升，推进至与铂类似的0.8 V水平，并且达到了比肩铂金的催化活性。研究人员设计了一系列不同组分的镍-钼-铌催化剂，由于熔融纺丝法的快速冷却过程阻止了金属结晶化过程，最终成功制备了一系列非晶金属玻璃结构催化剂(图1)。在对不同样品进行电化学分析发现，具有金属玻璃结构的催化剂能够表现出0.8 V的超高耐氧化电位，是目前非贵金属催化剂的最优值。Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金属玻璃具有与Pt比肩的催化活性，是目前非贵金属催化剂中的最佳性能。燃料电池阳极上的Pt族催化剂普遍容易发生CO中毒现象，因为CO优先吸附在Pt表面，从而占据了氢的吸附和解离位点。实验结果表明即使在氢气燃料中添加2%的CO气体，Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金属玻璃催化剂仍能表现出很高的HOR催化活性，而Pt催化剂则完全失活(图2)。

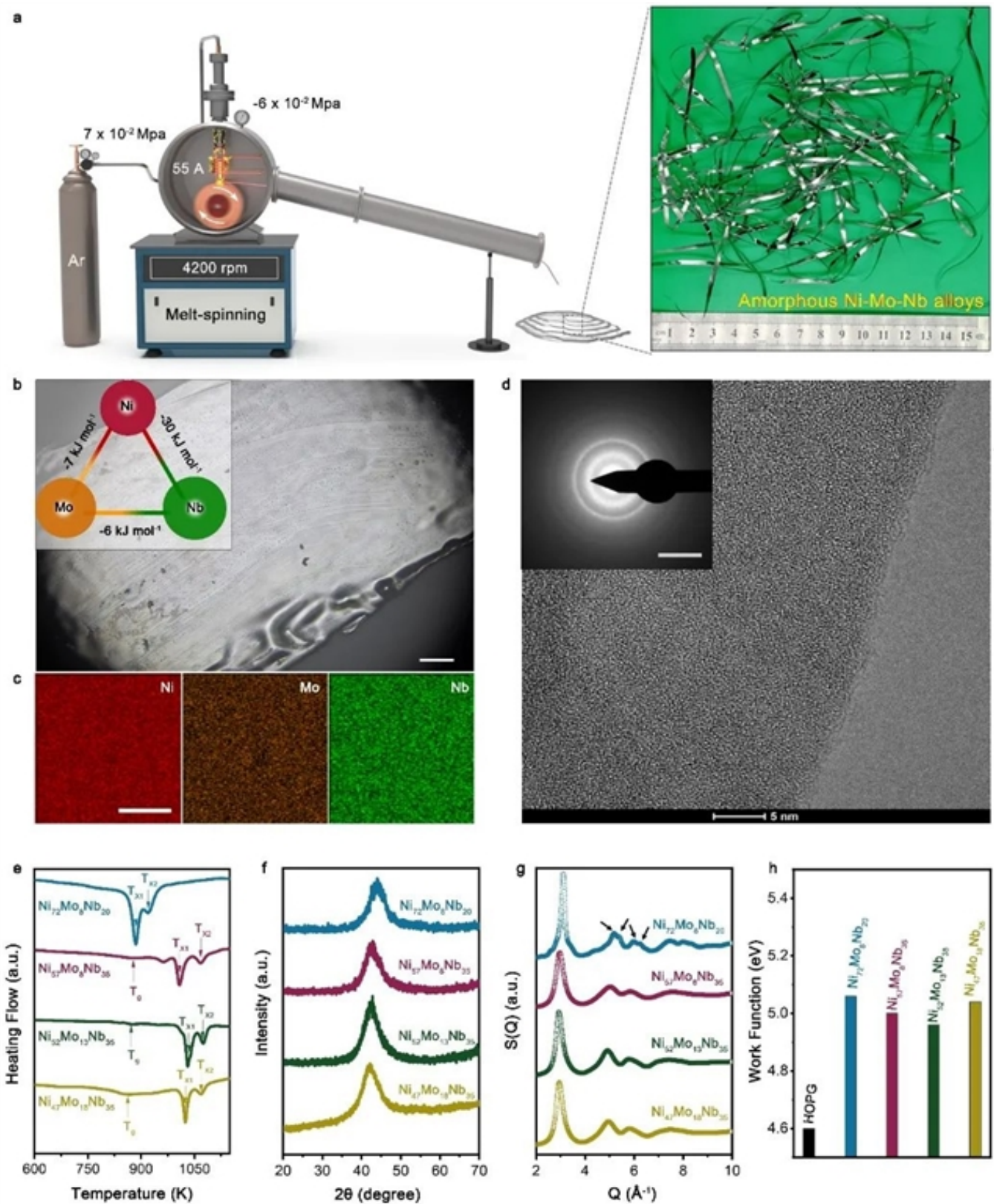


图1：NiMoNb金属玻璃条带的制备及表征。

图2：不同组分的NiMoNb金属玻璃条带的电化学活性分析与对比。

同步辐射高能X射线对分布函数测试结果表明，原子尺度的团簇连通模式对非晶态结构的稳定性和高活性提供了重要保障。短程序团簇间占比更大的点连接及线连接模式使得Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金

属玻璃在原子尺度具有更高的反应位点，分子动力学模拟与第一性原理计算结果也表明Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金属玻璃具有更优异的中间体吸附能(图3)。

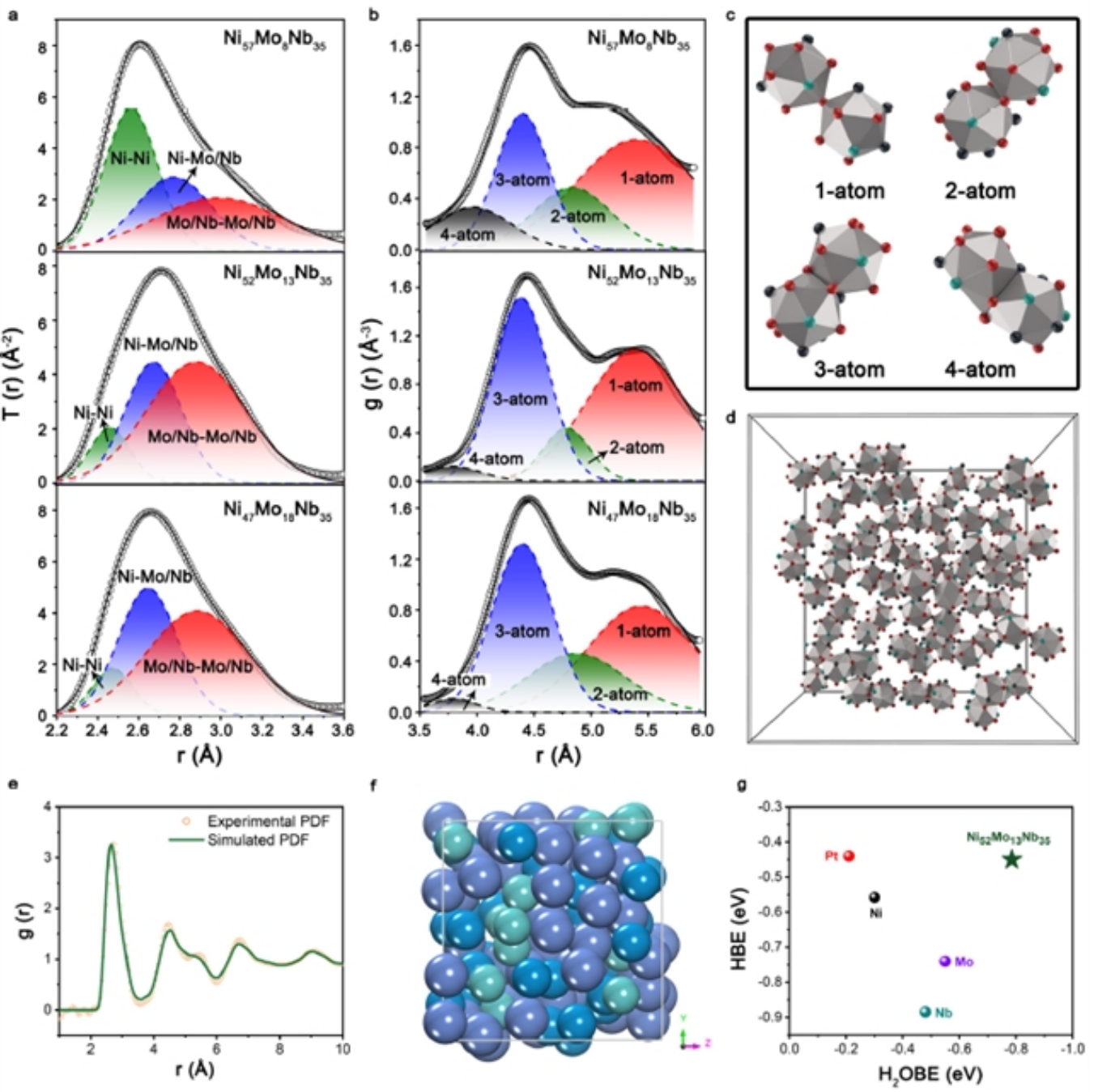


图3：不同组分的NiMoNb金属玻璃条带的团簇连通性对比及其对电化学活性的影响。

电化学稳定性测试结果表明，在室温条件下，Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金属玻璃催化剂在0.8 V相对于RHE的电位下连续运行18小时后电流衰减几乎可以忽略不计。在较高的工作温度(45 °C)下，催化剂也表现出优异的稳定性。ICP分析结果表明，超过17小时的HOR过程中Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金属玻璃没有表现出明显的Ni、Nb元素电化学析出迹象，Mo元素仅有少量析出(< 5%)。相比之下，结晶Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅合金仅在稳定性测试5小时后就表现出Mo元素的急剧损失(约11%)。原位拉曼光谱分析结果也表明，相比于结晶态催化剂，金属玻璃结构表面不容易生成氧化物种(图4)

。研究人员推测，在金属玻璃的合成过程中，快速冷却使得金属玻璃具有很好的化学均一性，并且内部缺少容易引起局部腐蚀的晶体缺陷，这两个原因都对Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金属玻璃的HOR稳定性有很大贡献。

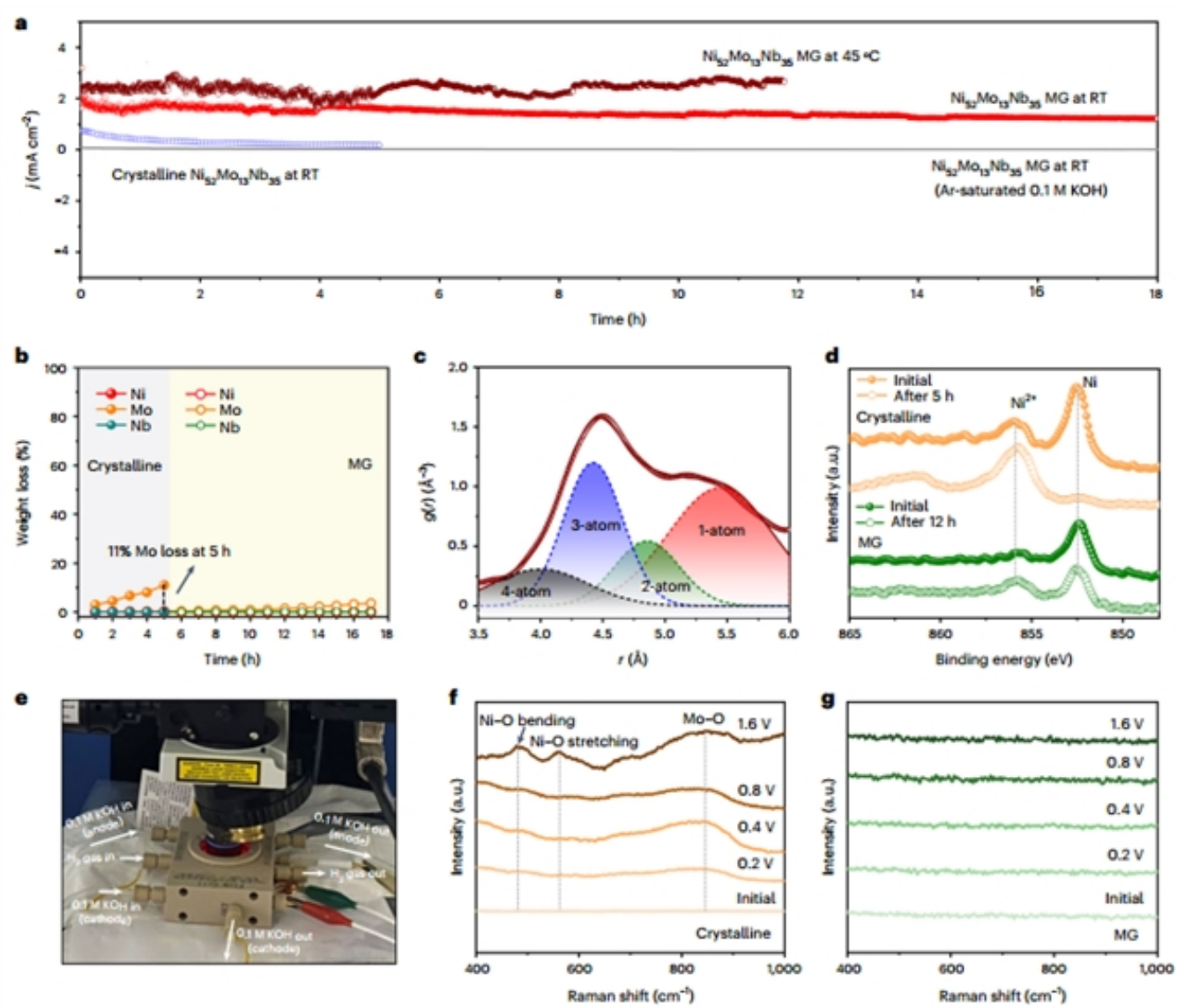


图4：Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金属玻璃的稳定性评估与谱学机理研究。

研究人员通过机械球磨法将Ni₅₂Mo₁₃Nb₃₅金属玻璃条带制作成粉末在燃料电池阳极中测试性能，优化后的氢氧燃料电池在0.65 V电压下得到了338 mA cm⁻²的电流密度和390 mW cm⁻²的峰值功率密度。在氢空燃料电池也表现出优异的性能，在0.65 V时能够提供201 mA cm⁻²的电流密度和253 mW cm⁻²的最大功率密度。

相关研究受到国家自然科学基金委、国家重点研发计划、安徽省重点研究与开发计划等项目的资助。(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41929-022-00862-8>

作者：高敏锐等 来源：《自然—催化》

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