

上海硅酸盐所在压电催化研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13340.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！

压电材料具有非中心对称性的结构，在外加机械力的作用下可诱导表面电荷的不对称分布。表面富集的非平衡电荷能够引发电化学反应，在温和条件下可实现水和氧气分子的活化以及活性氧物种的产生，从而可实现能源小分子（ O_2 、 H_2O 、 CH_4 等）转化，被认为是实现绿色化学合成的重要潜在反应途径。

近期，中国科学院上海硅酸盐研究所能源和环境催化材料课题组通过合理的催化反应体系设计，制备出一系列具有压电催化效应的半导体材料，开展了压电催化析氢、压电催化生成双氧水、压电催化转化甲烷等方面的研究工作，揭示了能源小分子在催化剂表面的活化机制和转化反应机理。该研究对推动利用自然界和人造震动能将含能小分子转化为绿色能源具有重要意义。

在外加超声作用下，超薄的 MoS_2 内部能产生压电场。随着超声能量的增强，材料内部产生的内建电场作用增强，载流子分离效率提高，因此，当超声能量增加时， MoS_2 产氢效率大幅提升。对 MoS_2 进行电极性及表面极化修饰，不仅增加了材料表面的活性位点，使内建电场分离的电子与 H^+ 在同一位点累积，进一步促进了产氢效率的提升，还能构建空穴捕获位点，促进了载流子的分离，实现了约 $1250 \mu mol \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$ 的高产氢效率。这种压电效应与催化作用耦合的思想，为半导体催化以及纳米能量转换器件提供了新的解决思路，有望拓宽压电材料在催化领域的应用。相关研究成果发表于Journal of Materials Chemistry A 6 (2018) 11909–11915。

利用压电力显微技术表征了 $BiOCl$ 、 C_3N_4 等材料的压电响应，并通过相关金属离子氧化还原反应证实了这些材料的压电催化活性位点。在空气气氛下，超声 $BiOCl$ 或 C_3N_4 的纯水悬浮液可以分别得到 $28 \mu mol/h$ 和 $34 \mu mol/h$ 的 H_2O_2 产率，高于相应的光催化过程所得 H_2O_2 产率，表明这些材料在压电场下对氧气分子具有更强的催化效应，压电催化反应的效率具有进一步应用发展的潜力。相关研究成果分别发表于ChemSusChem 11 (2018) 527–531和Journal of Materials Chemistry A 6 (2018) 8366–8373。

利用羟基磷酸钙HAp的压电催化效应，通过甲烷氧化与甲醇偶联的串联过程实现了甲烷向低碳醇

的转化。通过探针分子的吸附以及Au³⁺还原反应，验证了超声振荡下HAp的作用机制为压电催化而非超声催化。在超声振荡下，HAp的表面感应电荷能够分别作为表面阴极/阳极引发电化学反应，实现甲烷、氧气和水分子的活化，其中，氧气和水分子活化后产生的羟基自由基可进攻甲烷的C-H键使其转化为低碳醇。HAp上甲烷的压电催化转化能够获得甲醇、乙醇、异丙醇产物，产率分别为84.4、43.2、9.6 μmol g⁻¹ h⁻¹，且没有一氧化碳或二氧化碳的生成。该研究通过碳碳偶联延长了甲烷转化的反应路径，缓解了甲醇发生过度氧化的情况，同时提出了一个基于压电催化的C1化合物升级思路。相关研究成果发表于Nano Energy, 79(2021) 105449-105459。

研究工作得到国家自然科学基金等的支持。

(a) 甲烷在HAp上的压电催化转化示意图；(b) 超声振荡功率对转化效率的影响；(c) HAp电滞回线与场致位移曲线

研究团队单位：上海硅酸盐研究所

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