

非晶态镍钴配合物与1T相二硫化钼复合材料的合成及其电化学全解
= Amorphous nickel-cobalt complexes hybridized
with 1T phase molybdenum disulfide for
enhanced overall water splitting electrocatalysis

张志成 Zhang Zhicheng; 张华 Zhang Hua

2017

Zhang, Z., & Zhang, H. (2017). Amorphous nickel-cobalt complexes hybridized with 1T phase molybdenum disulfide for enhanced overall water splitting electrocatalysis. *Acta Physico-Chimica Sinica*, 33(10), 1923-1924.

<https://hdl.handle.net/10356/88897>

© 2017 《物理化学学报》 / Acta Physico - Chimica Sinica. This paper was published in 《物理化学学报》 / Acta Physico - Chimica Sinica and is made available as an electronic reprint (preprint) with permission of 《物理化学学报》 / Acta Physico - Chimica Sinica. The published version is available at: [<http://www.whxb.pku.edu.cn/article/2017/1000-6818/WHXB20171021.shtml>]. One print or electronic copy may be made for personal use only. Systematic or multiple reproduction, distribution to multiple locations via electronic or other means, duplication of any material in this paper for a fee or for commercial purposes, or modification of the content of the paper is prohibited and is subject to penalties under law.

[Highlight]

doi: 10.3866/PKU.WHXB201706023

www.whxb.pku.edu.cn

非晶态镍钴配合物与 1T 相二硫化钼复合材料的合成及其电化学全解水性能研究

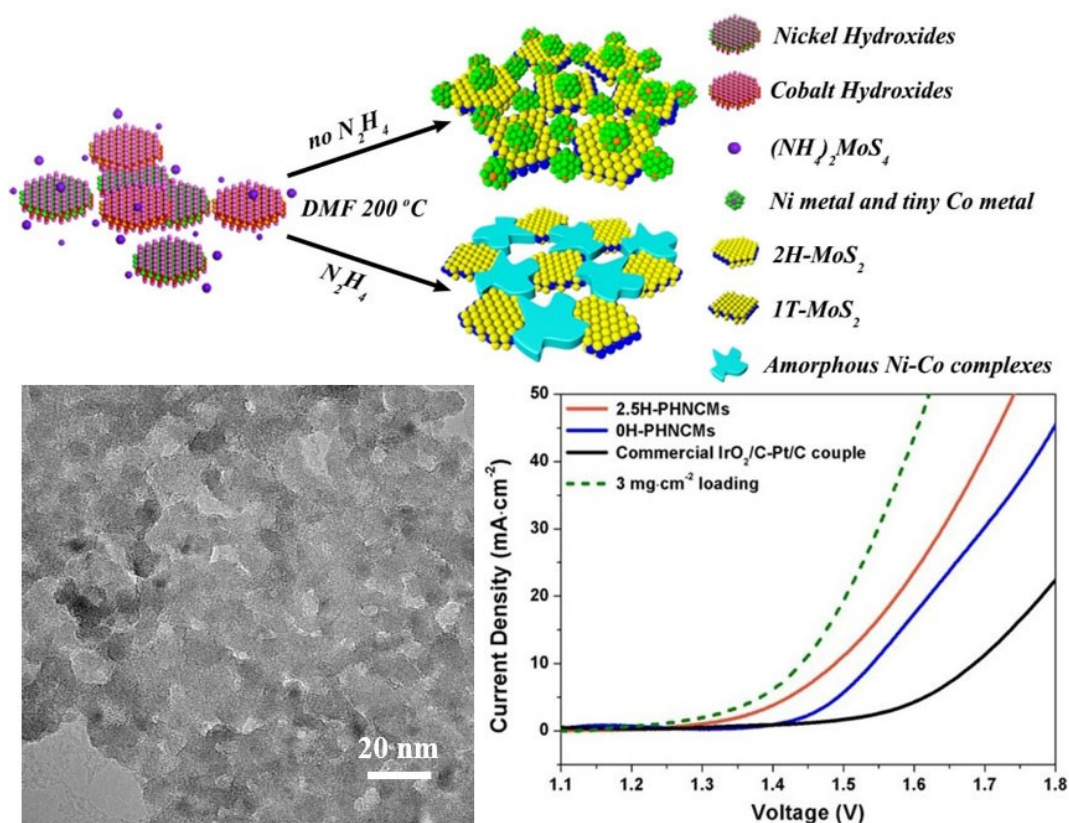
张志成* 张 华*

(南洋理工大学材料科学与工程学院, 新加坡 639798)

Amorphous Nickel-Cobalt Complexes Hybridized with 1T Phase Molybdenum Disulfide for Enhanced Overall Water Splitting Electrocatalysis

ZHANG Zhicheng* ZHANG Hua*

(School of Materials Science and Engineering, Nanyang Technological University, Singapore 639798)



氢能源是一种重要的清洁能源。目前, 电解水制氢因其工艺简单、产品纯度高、无污染和原料来源经济等特点获得了众多研究者的青睐¹。对于电解水而言, 如何设计和制备更加高效的催化材料, 进一步减小过电位、降低能耗, 是该领域

面临的一大挑战。目前, Pt 合金和 Ir/Ru 氧化物催化剂分别被认为是电解水析氢和析氧的高活性催化剂, 但是昂贵的价格和较低的自然丰度限制了其大规模工业化应用²。因此, 开发制备新型高效、廉价的非贵金属电解水催化剂引起了研究者

的广泛关注。近年来,非贵金属全解水催化剂成为研究热点^{3,4}。这种催化剂既可以作为阴极材料催化产氢,又可以作为阳极材料催化产氧,能够有效避免使用不同设备、运用不同过程制备催化材料所产生的成本,有利于大规模工业化应用。

最近,清华大学王训教授课题组利用超薄镍钴氢氧化物纳米片和四硫代钼酸铵作为前驱体在 N,N -二甲基甲酰胺体系中,通过引入水合肼,实现了二硫化钼(MoS_2)从2H和1T的混合相到纯1T相的完全转变,并且调节了镍钴部分的结晶状态,最终形成了非晶态镍钴配合物和1T相 MoS_2 的复合材料。在电化学析氢和析氧催化反应中,加入2.5 mL水合肼的样品在 $10 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ 处的过电位分别为70和235 mV,在连续测试24 h中仍能保持很好的稳定性。在全解水反应中,该复合材料也展现出了优异的性能,在 $10 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ 处的电位可低至1.44 V,在连续测试48 h中同样能保持很好的稳定性。此工作的相关结果发表在国际著名期刊*Nature Communications*上⁵。

MoS_2 存在多种相态,其中2H相为热力学稳定态。从能带结构来看,2H相 MoS_2 费米能级位于间隙之间,表现为半导体性。但是在给电子体作用下,能带结构发生变化,此时费米能级穿过能带,表现为金属性,即为1T相 MoS_2 。相比于2H相,1T相 MoS_2 导电性更好,极大地改善了催化过程中的电子传输,能够促进电解水的动力学过程,更有利于催化析氢⁶。为了搞清楚 MoS_2 的相变机理,研究人员做了一系列的对照实验和表征。他们发现在此合成体系中,水合肼是作为给电子体诱导 MoS_2 发生完全相变,而镍钴配合物则

起到了稳定1T相 MoS_2 的作用。另外,水合肼在高温下分解产生大量的 N_2 、 NH_3 等气体可以作为气体模板促进多孔结构的生成,提高材料的孔隙率,进而提供更多的催化活性位点,有利于催化传质和气体渗透⁷。

此项研究成果为发展制备新型1T相 MoS_2 复合材料提供了新的思路,同时对非贵金属复合材料在全解水催化当中的应用有着积极的推动作用。相比于传统的丁基锂辅助的插层剥离法,文中提出的水合肼诱导的 MoS_2 完全相变的方法也必将对高产量1T相 MoS_2 材料的合成带来新的契机。

References

- (1) Mallouk, T. E. *Nat. Chem.* **2013**, *5*, 362. doi: 10.1038/nchem.1634
- (2) Jiao, Y.; Zheng, Y.; Jaroniec, M.; Qiao, S. Z. *Chem. Soc. Rev.* **2015**, *44*, 2060. doi: 10.1039/c4cs00470a
- (3) Yan, Y.; Xia, B. Y.; Zhao, B.; Wang, X. *J. Mater. Chem. A* **2016**, *4*, 17587. doi: 10.1039/c6ta08075h
- (4) Zhang, J.; Wang, T.; Pohl, D.; Rellinghaus, B.; Dong, R. H.; Liu, S. H.; Zhuang, X. D.; Feng, X. L. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, *128*, 6814. doi: 10.1002/anie.201602237
- (5) Li, H. Y.; Chen, S. C.; Jia, X. F.; Xu, B.; Lin, H. F.; Yang, H. Z.; Li, S.; Wang, X. *Nat. Commun.* **2017**, *8*, 15377. doi: 10.1038/ncomms15377
- (6) Tan, C. L.; Cao, X. H.; Wu, X. J.; He, Q. Y.; Yang, J.; Zhang, X.; Chen, J. Z.; Zhao, W.; Han, S. K.; Nam, G. H.; Sindoro, M.; Zhang, H. *Chem. Rev.* **2017**, *117*, 6225. doi: 10.1021/acs.chemrev.6b00558
- (7) Zhang, X.; Liu, S. W.; Zang, Y. P.; Liu, R. R.; Liu, G. Q.; Wang, G. Z.; Zhang, Y. X.; Zhang, H. M.; Zhao, H. J. *Nano Energy* **2016**, *30*, 93. doi: 10.1016/j.nanoen.2016.09.040