[Recommendation]

doi: 10.3866/PKU.WHXB201807077

www.whxb.pku.edu.cn

电荷驱动水中氧化物纳米颗粒自组装的原位透射电子显微镜研究

吴凯

北京大学化学与分子工程学院, 北京 100871

In Situ Observation of the Self-Assembling of Oxides Nanoparticles in Water by Electron Microscopy

WU Kai

College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, P. R. China.

Email: kaiwu@pku.edu.cn

由于氧化物纳米材料具有较大的比表面积和表面活性, 因此被广泛地应用于催化、能源储存、纳米器件等各种领域。人们通过各种不同的合成技术手段, 实现对氧化物纳米材料表面形貌进行调控, 进而获得具有优异性能的纳米材料。在各种纳米材料合成手段中, 可控性自组装技术是一种有效调控纳米材料尺寸及形貌特征的方法, 在纳米材料的合成以及制备方面具有较大的应用潜力¹。纳米颗粒的自组装过程及其自组装的结构形态特征, 常常受到纳米颗粒之间的范德华力、氢键、静电力、疏水性、偶极矩等相互作用的影响²⁻⁵。

原位研究纳米颗粒的自组装过程, 有助于人们更好地了解纳米材料自组装的驱动力及其原理, 从而为改进实验工艺提供理论技术指导。然而, 由于纳米颗粒的自组装过程往往发生在液体之中, 用常规的透射电镜无法进行观察研究。因而, 需要通过在透射电镜内搭建液体腔室的技术, 实现在微观尺度下观察研究液体环境中纳米材料的结构演变及自组装过程等⁶⁻⁸。鉴于此研究领域的重要性, 北京工业大学固体微结构与性能研究所隋曼龄研究组的赵喆、卢岳、张振华等人利用液体环境透射电子显微镜, 原位观察了四氧化三钴纳米棒在水中的自组装过程。

该工作已在物理化学学报上在线发表(doi: 10.3866/PKU.WHXB201806012)⁸。该工作通过电子束辐照改变水溶液的介电常数, 从而导致水的导电性增强, 进而利用液体环境透射电子显微镜

观察四氧化三钴纳米棒之间产生相对运动, 以及自组装成纳米棒的生长动力学进程。同时, 他们发现四氧化三钴纳米棒的晶面存在互补式自组装现象: 随着纳米棒之间的距离逐渐接近, 纳米棒之间的相对运动速率逐渐增加, 纳米棒之间的相互作用力也逐渐增强。通过对四氧化三钴纳米棒进行形貌特征表征以及所暴露的晶面分析, 他们认为四氧化三钴纳米棒表面的极性晶面电荷补偿不完全⁹, 表面剩余电荷的极性对纳米棒之间的自组装起到了决定性的影响。希望本文能够为了解氧化物纳米材料的自组装现象提供认识和帮助。

References

- (1) Chen, Q.; Cho, H.; Manthiram, K.; Yoshida, M.; Ye, X.; Alivisatos, A. P. *ACS Cent. Sci.* **2015**, *1*, 33. doi: 10.1021/acscentsci.5b00001
- (2) He, T.; Chen, D.; Jiao, X.; Wang, Y. *Adv. Mater.* **2006**, *18*, 1078. doi: 10.1002/adma.200501864
- (3) Zhang, Y. C.; Pan, L.; Liu, J.; Song, J.; Li, Z.; Zhang, X.; Wang, L.; Zhou, J. *Appl. Surf. Sci.* **2017**, *401*, 241. doi: 10.1016/j.apsusc.2017.01.031
- (4) Takada, S.; Fujii, M.; Kohiki, S. *Nano Lett.* **2001**, *7*, 379. doi: 10.1021/nl015538x
- (5) Elbert, K. C.; Jishkariani, D.; Wu, Y.; Lee, J.; Donnio, B.; Murray, C. B. *Chem. Mater.* **2017**, *29*, 8737. doi: 10.1021/acs.chemmater.7b02928
- (6) Lu, Y.; Yin, W. J.; Peng, K. L.; Wang, K.; Hu, Q.; Selloni, A.; Chen, F. R.; Liu, L. M.; Sui, M. L. *Nat. Commun.* **2018**, *9*, 2752. doi: 10.1038/s41467-018-05144-1

-
- (7) Lu, Y.; Geng, J. G.; Wang, K.; Zhang, W.; Ding, W. Q.; Zhang, Z. H.; Xie, S. H.; Dai, H. X.; Cheng, F. R.; Sui, M. L. *ACS Nano* **2017**, *11*, 8018. doi: 10.1021/acsnano.7b02656
- (8) Zhao, Z.; Lu, Y.; Zhang, Z. H.; Sui, M. L. *Acta Phys. -Chim. Sin.* **2019**, *35* (5), 539. [赵喆, 卢岳, 张振华, 隋曼龄. 物理化学学报, **2019**, *35* (5), 539.] doi: 10.3866/PKU.WHXB201806012
- (9) Yu, R.; Hu, L. H.; Cheng, Z. Y.; Li, Y. D.; Ye, H. Q.; Zhu, J. *Phys. Rev. Lett.* **2010**, *105*, 226101. doi: 10.1103/PhysRevLett.105.226101