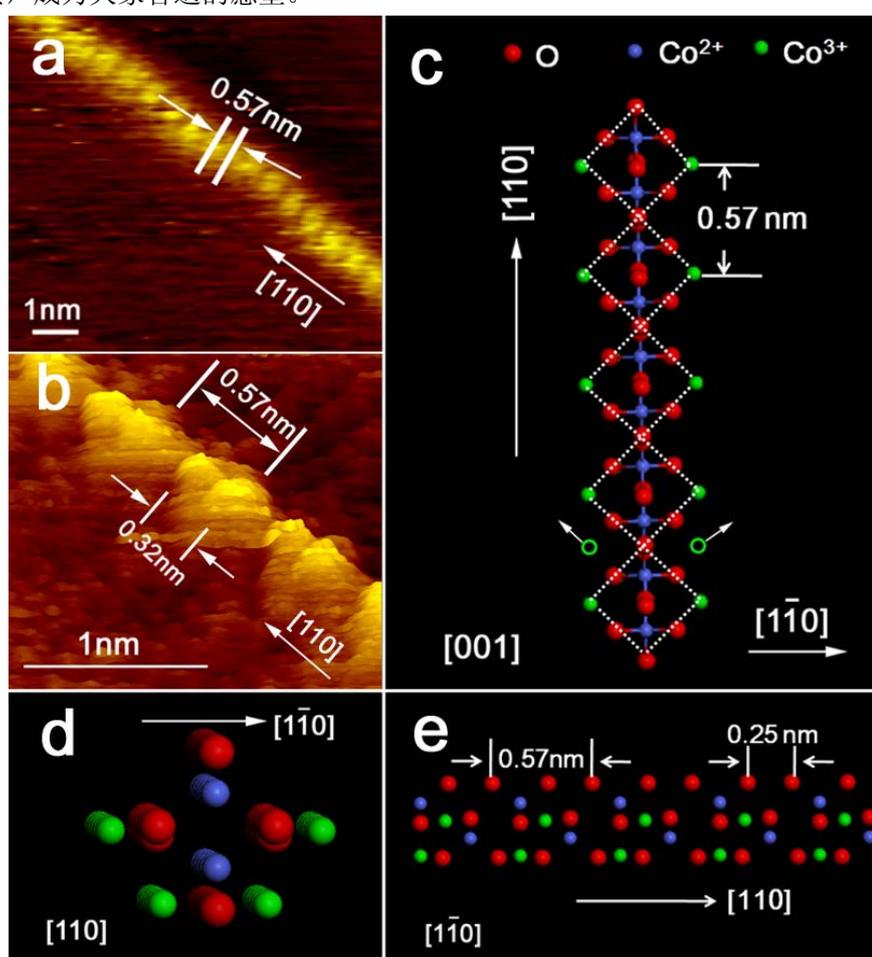


物理系何林，聂家财老师的最新成果被选为 *Nanotechnology* 第 33 期的封面文章

我校物理系功能纳米薄膜材料实验室在四氧化三钴超细纳米线的制备与合成机制研究方面取得一系列进展。该实验室何林老师，聂家财教授指导博士生孙祎，许瑞等人成功合成目前最细的四氧化三钴纳米线(直径仅为 0.5nm)，实现了对四氧化三钴纳米线尺寸的操控，并深入研究了单个原子缺陷对纳米线生长的影响。该成果发表在 *Nanotechnology* (2010, 21, 335605) 上，被选为该杂志第 33 期的封面文章；关于单根直径为 3 纳米的四氧化三钴纳米线的电学性质研究结果发表在 *Applied Physics Letters* (2010, 96, 262106) 上。

四氧化三钴，室温下禁带宽度为 1.5eV，是一种典型的 p 型半导体，块材的  $\text{Co}_3\text{O}_4$  也是一种反铁磁材料。 $\text{Co}_3\text{O}_4$  的  $\text{Co}^{3+}$  离子在八面体位， $\text{Co}^{2+}$  离子在四面体位，具有正常尖晶石结构。它是优良的催化材料，也是重要的磁性材料，在 40K 时发生反铁磁相变。最近在  $\text{Co}_3\text{O}_4$  低维体系里观察到了该材料的反常磁行为，观察到室温体磁性，这一反常的性质可能来源于  $\text{Co}_3\text{O}_4$  纳米颗粒表面对称性破缺，使得表面八面体位的  $\text{Co}^{3+}$  离子向  $\text{Co}^{2+}$  离子转变。另外，近期的研究表明  $\text{Co}_3\text{O}_4$  一维体系在锂电池电极和对 CO 的催化方面将具有重要应用前景，而且这些性质与  $\text{Co}_3\text{O}_4$  一维体系的表面原子密切相关，四氧化三钴的这些奇特性质与其形状以及表面原子有着很大的关系，合成更细的纳米线，加大表面原子比例并且深入研究其各种性质，成为大家普遍的愿望。



图：物理系功能纳米薄膜材料实验室获得的直接为 0.57 nm 的四氧化三钴纳米线的 STM 图片和原子结构示意图 (*Nanotechnology* (2010, 21, 335605))。

在此之前，文献中报道的最细四氧化三钴纳米线直径约为 8nm，何林老师，聂家财教授

指导博士生孙祎，许瑞等人经过深入细致的研究，摸索出一种用 CVD 方法合成一系列直径小于 8nm 的四氧化三钴纳米线的简单可行的方法，并且能够对其直径进行操控。通过扫描隧道显微镜 (STM) 发现了构成该纳米线的最小结构单元是由 4 个  $\text{Co}^{3+}$  离子，2 个  $\text{Co}^{2+}$  离子和 8 个  $\text{O}^{2-}$  组成，同时，还研究了单个原子缺陷对纳米线合成的影响，研究发现，由于该纳米线具有“自纠正”效应，单个原子缺陷并不影响其生长方向，[110]仍为其优先生长方向。随后，对直径为 3nm 的四氧化三钴纳米线进行了电学性质研究，扫描隧道谱 (STS) 表明，由于量子受限效应，该纳米线的带隙为 1.7eV 略大于块材的 1.5eV，并且在带隙间存在两个表面态。

由于合成的纳米线直径小，表面原子比例大，有可能大大提高其对一氧化碳的催化效率。对于其有可能会出现的其他一些奇特的光学、磁学、电学性质，也正在进一步的研究中。

相关工作得到国家自然科学基金，新世纪人才基金的资助。

北京师范大学物理系

2010 年 7 月 29 日