

苏州纳米所基于二维单晶纳米片的超级电容器电极材料研究获系列进展

自仰韶文化（公元前5000-3000年）起，生活在黄河流域的古代中国人便开始使用天然层状材料来制作陶器，如碗、钵、缶等。陶器的发明，标志着新石器时代的开始，同时，也是人类历史上第一次利用层状材料，按照自己的意志，创造出来的一种崭新的东西。随着对层状材料的研究，越来越多的层状材料被发现和使用，如石墨，蒙脱土，层状硫化物，层状金属氢氧化物等。

其中，层状金属氢氧化物是一种阴离子型层状化合物，金属多为钴、镍、铁等过渡金属。与大多数层状材料一样，层状金属氢氧化物也可剥离为单分子层的二维结构，厚度仅为1纳米左右。这种单分子层金属氢氧化物由于其极大的比表面积，在电化学领域展示了极为优异的应用前景，受到国内外多个课题组的广泛关注。但是，由于二维材料自身具有较大的表面能，在制备成电极的过程中经常会发生“自堆叠”现象，这种“自堆叠”现象极大地限制了此种材料在电化学领域中的应用。

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所研究员靳健课题组提出了一种利用自身表面电荷进行异质材料的插层组装来制备全二维超级电容器电极的思路。在电极的制备过程中成功避免了“自堆叠”现象。首先，课题组利用氧化石墨烯与单层氢氧化钴铝的电荷差异，对两种二维材料进行了静电力诱导的层层自组装（如图1所示），并获得了性能较为优异的超级电容器电极材料，相关工作发表在Chem. Commun. 2011, 47, 3556-3558和Langmuir 2012, 28, 293-298上。

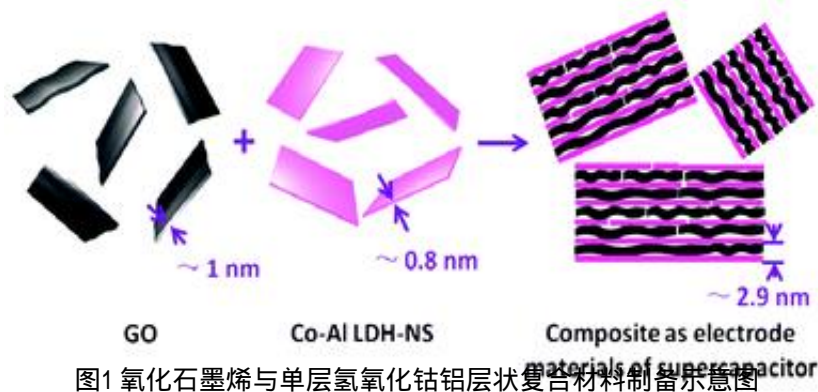


图1 氧化石墨烯与单层氢氧化钴铝层状复合材料制备示意图

由于铝原子在作为超级电容器电极时，缺乏电化学活性，造成材料质量比容量的下降，所以，为了继续提升超级电容器性能，课题组制备了相层状氢氧化钴，并通过小分子配体对相层状氢氧化钴的层间距进行调控，制备了层间距分别为1.6，0.7，以及0.09纳米的相层状氢氧化钴，系统研究了层间距效应对应于赝电容活性的影响（如图2所示）。相关工作发表在Adv. Funct. Mater. 2013, 23, 2758-2764上。

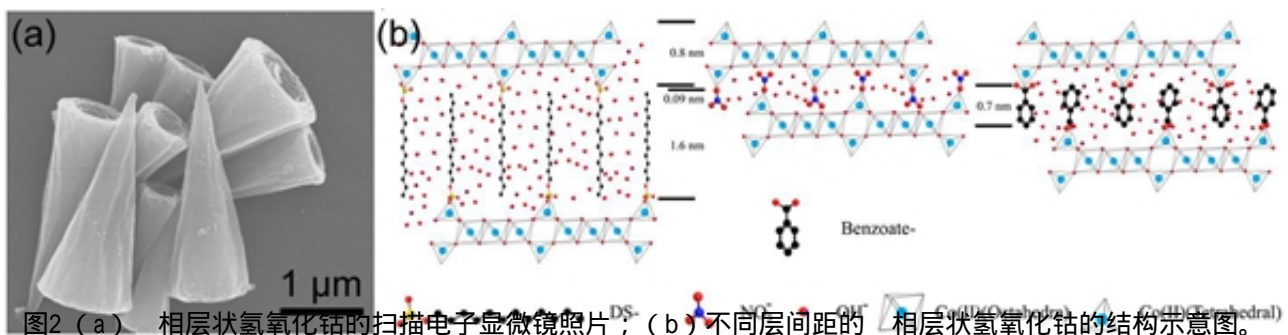


图2 (a) 相层状氢氧化钴的扫描电子显微镜照片；(b) 不同层间距的相层状氢氧化钴的结构示意图。

随后，课题组在对相层状氢氧化钴进行剥离时，首次观测到了氢氧化钴在剥离过程中的相转换，并首次成功制备了厚度仅为1纳米左右的单层相氢氧化钴纳米片，产率接近100%（如图3所示）。将其与氧化石墨烯通过静电力进行层层自组装，制备了还原氧化石墨烯与单层相氢氧化钴纳米片的全二维复合电极，该复合电极材料展示了优异的赝电容活性，相关工作发表在ACS Nano DOI:10.1021/nn500386u上。

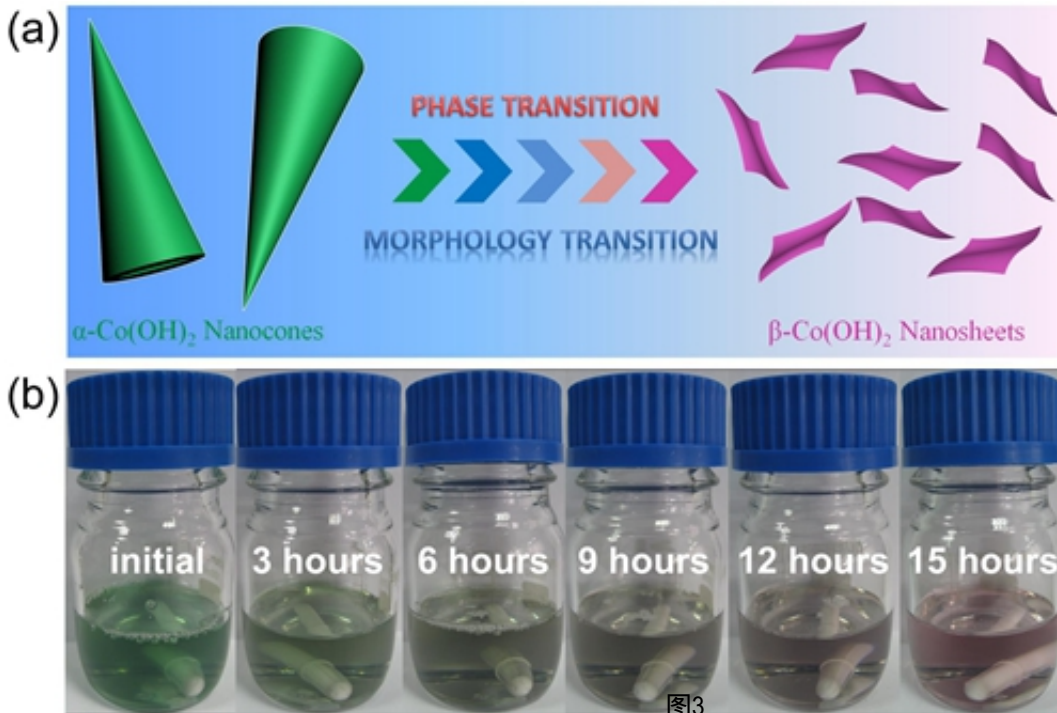


图3 (a) 相层状氢氧化钴到 相氢氧化钴纳米片的相转换过程示意图；(b) 剥离过程中相转化所引起的颜色变化。

该系列工作得到国家自然科学基金 (21004076)、 “973” 重大研究计划 (2013CB933000) 以及中科院重点部署项目 (KJZD-EW-M01-3) 的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/59434.html>