

类水滑石/碳基复合材料的制备及其中温吸附CO₂性能研究

研究生：王君雅

导师：王强 教授



研究背景

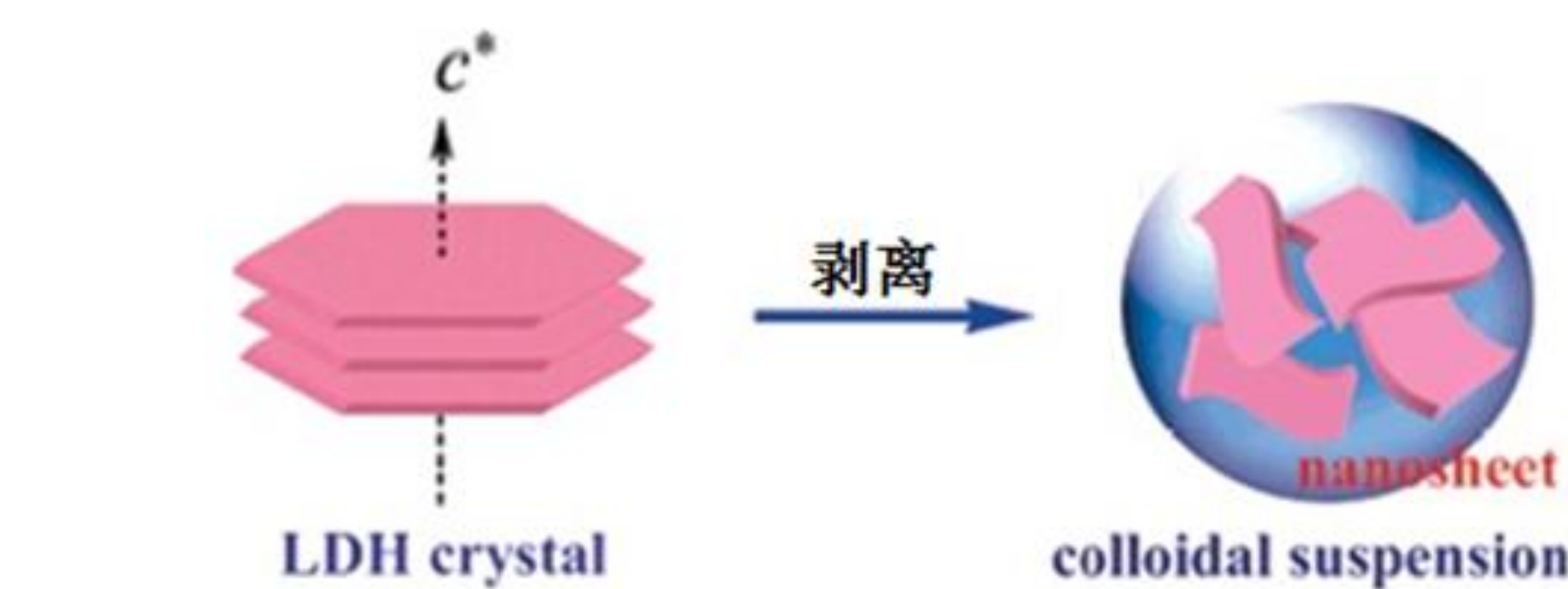
CO₂减排成为国际共同关注的问题，然而无论是转化还是封存，CO₂捕获都是其必要前提。水滑石（LDHs）衍生金属混合氧化物（LDO）因具有高比表面积和丰富的表面碱位被认为是适用于吸附增强型水-气转化反应的中温吸附CO₂材料之一，已成为该领域的研究热点。然而LDO作为吸附CO₂材料仍存在吸附量相对较低，机械性能较差（容易浆化）等问题。

研究内容

1. 纳米单层的制备；
2. 类水滑石/氧化石墨烯复合材料的制备及吸附CO₂性能测试及表征；
3. 类水滑石/氧化碳纳米管复合材料的制备及吸附CO₂性能测试及表征；
4. 材料循环使用性能及吸附机理探究。

研究方法

类水滑石纳米单层的制备

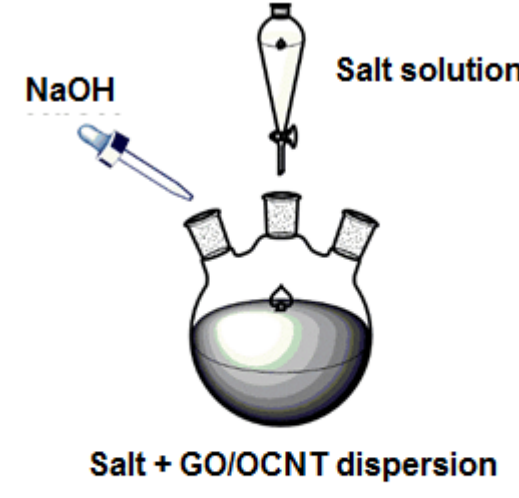


类水滑石纳米单层的制备采用层层剥离的方法。

复合材料的制备



静电自组合法



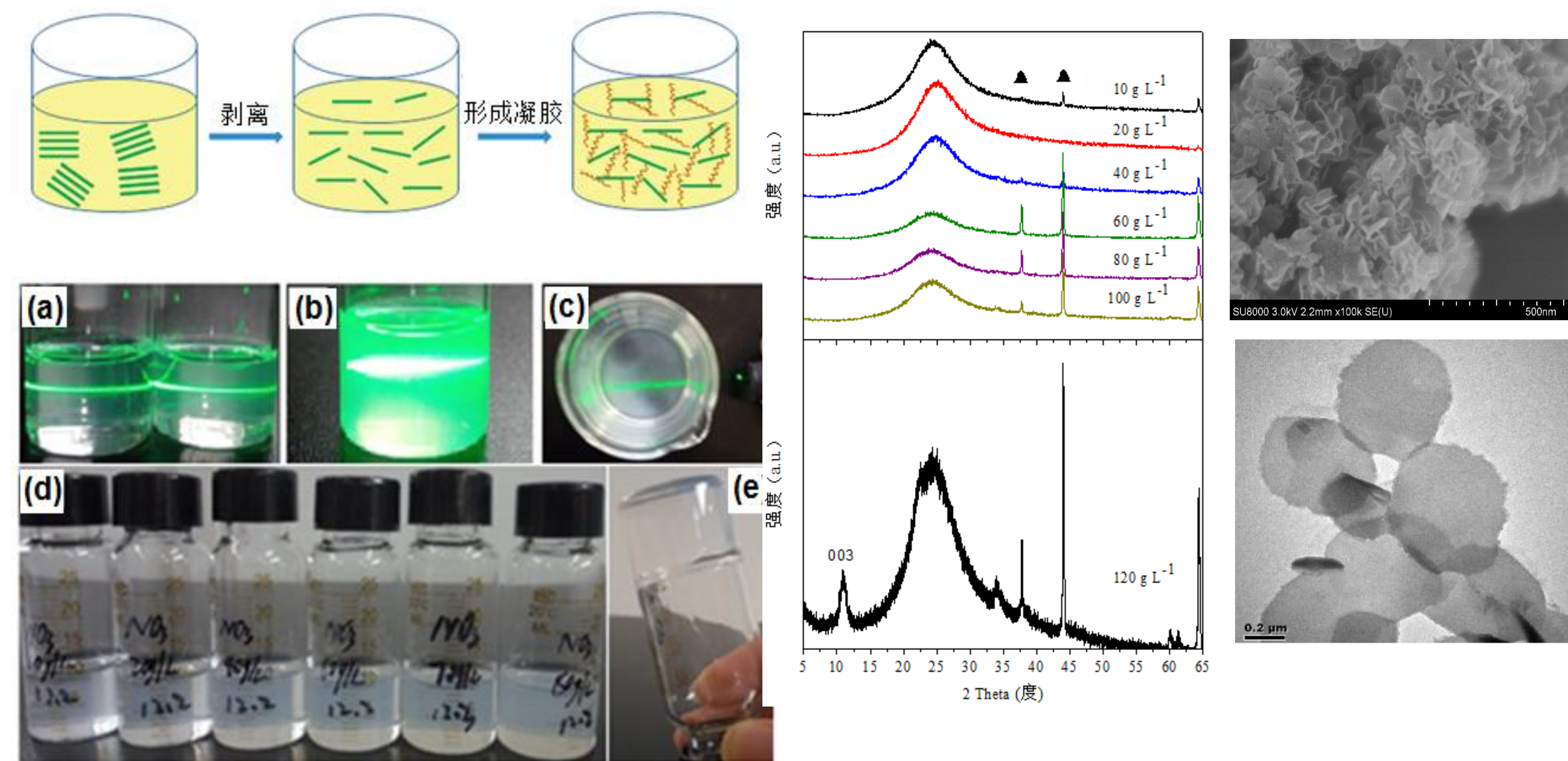
直接合成-共沉淀法

类水滑石/碳基复合材料的制备主要采用静电自组合法和共沉淀法。

材料的表征及吸附CO₂性能测试：采用XRD, FT-IR, SEM, TEM, BET等对材料进行表征，采用热重分析仪对材料的吸附CO₂性能进行测试。

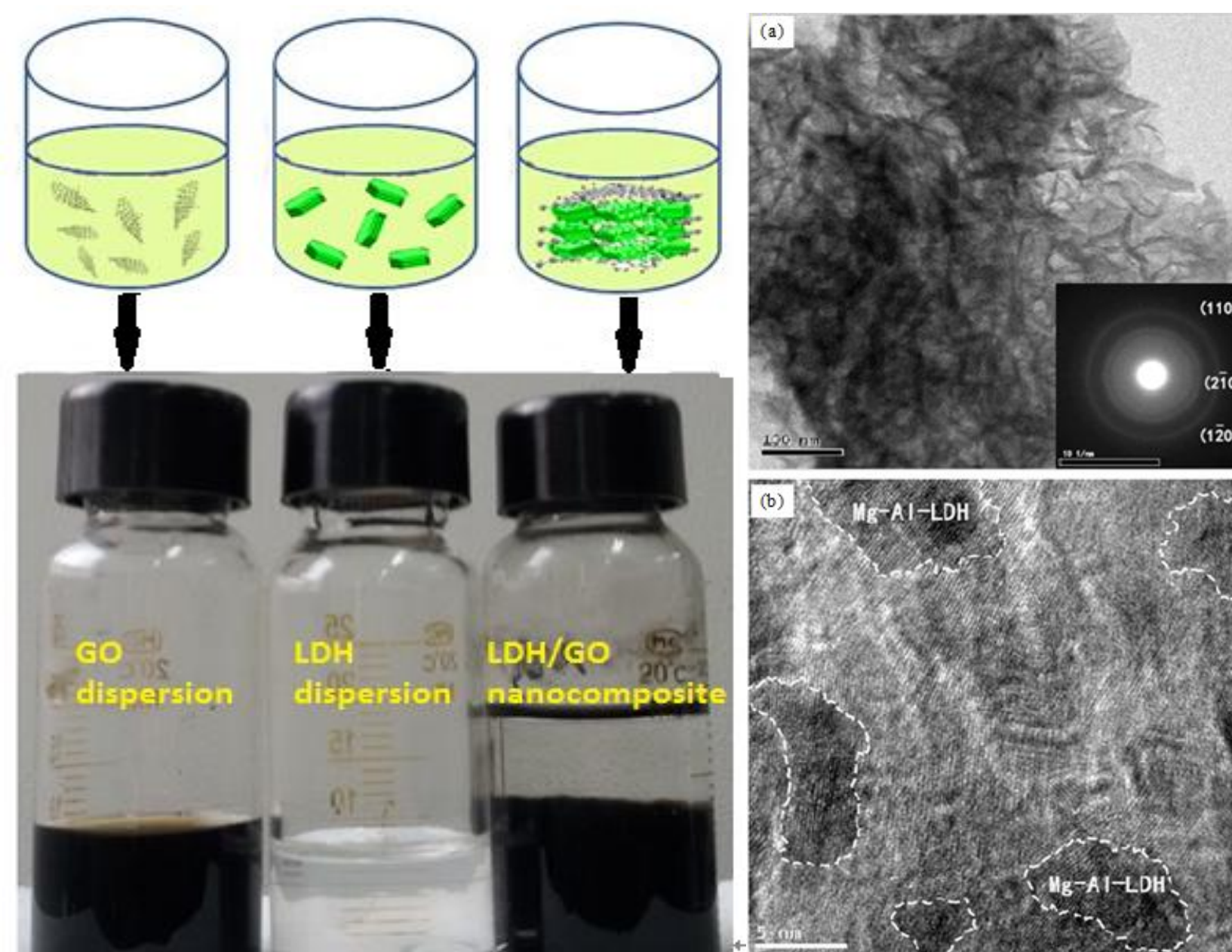
结果与讨论

类水滑石纳米单层的制备



成功制备了四种类水滑石纳米单层，开发了一种简单、方便、可靠的证明类水滑石是否在甲酰胺中被剥离的方法——凝胶XRD法。

类水滑石/氧化石墨烯复合材料的制备及其吸附CO₂性能研究

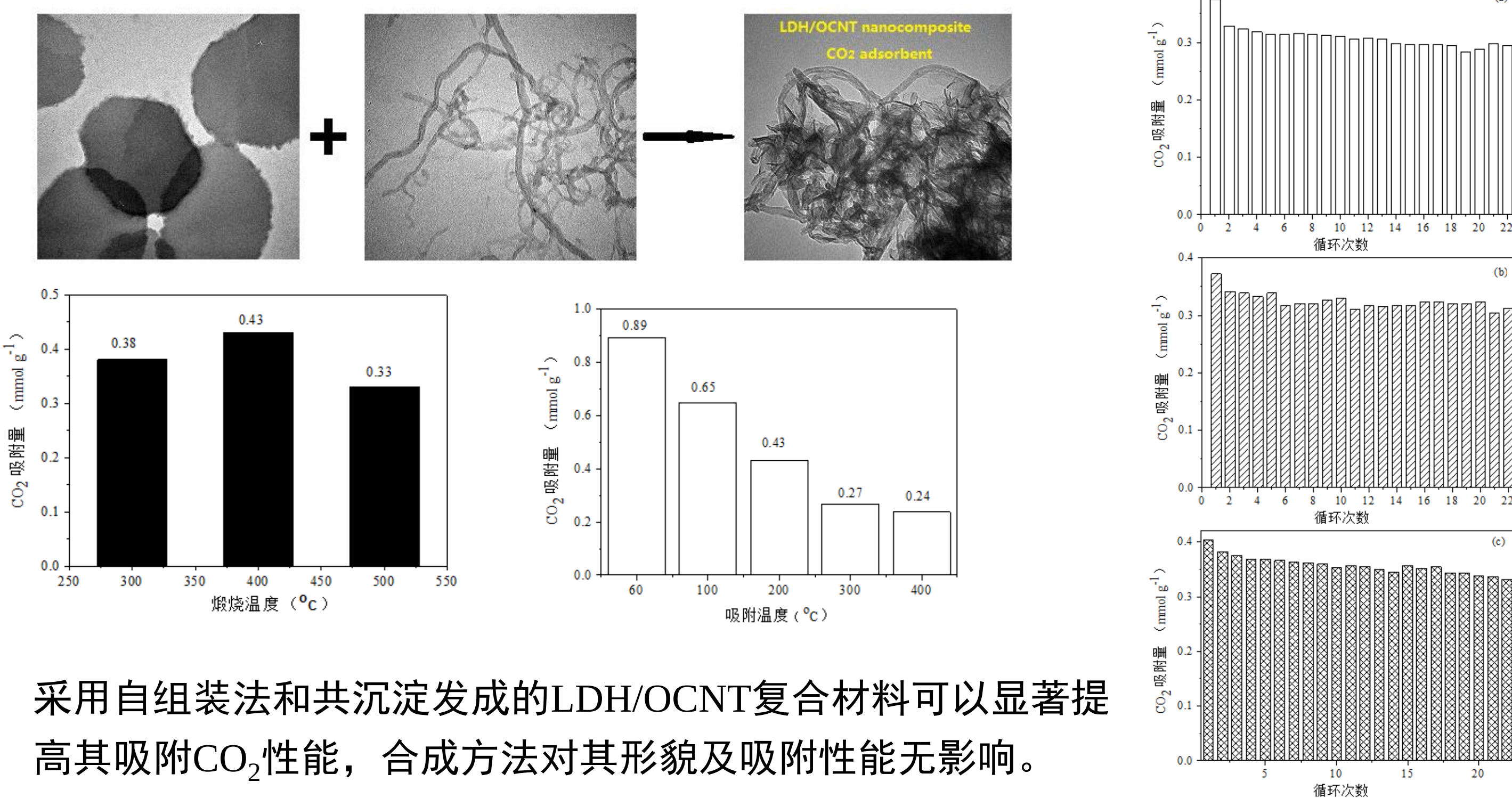


表Mg₃Al-NO₃ LDH和Mg₃Al-NO₃ LDH-NS/GO不同比例混合的复合材料吸附CO₂性能

LDH-NO ₃ /GO [V/V]	氧化石墨烯 (wt%)	吸附CO ₂ 量 (mmol g ⁻¹)	单位质量LDH吸附CO ₂ 量 (mmol g ⁻¹)
LDH	0	0.24	0.24
1:10	50.0	0.16	0.31
1:5	33.3	0.30	0.45
1:1	9.1	0.38	0.42
1:0.7	6.5	0.47	0.51
1:0.5	4.8	0.42	0.44
1:0.3	2.9	0.32	0.32

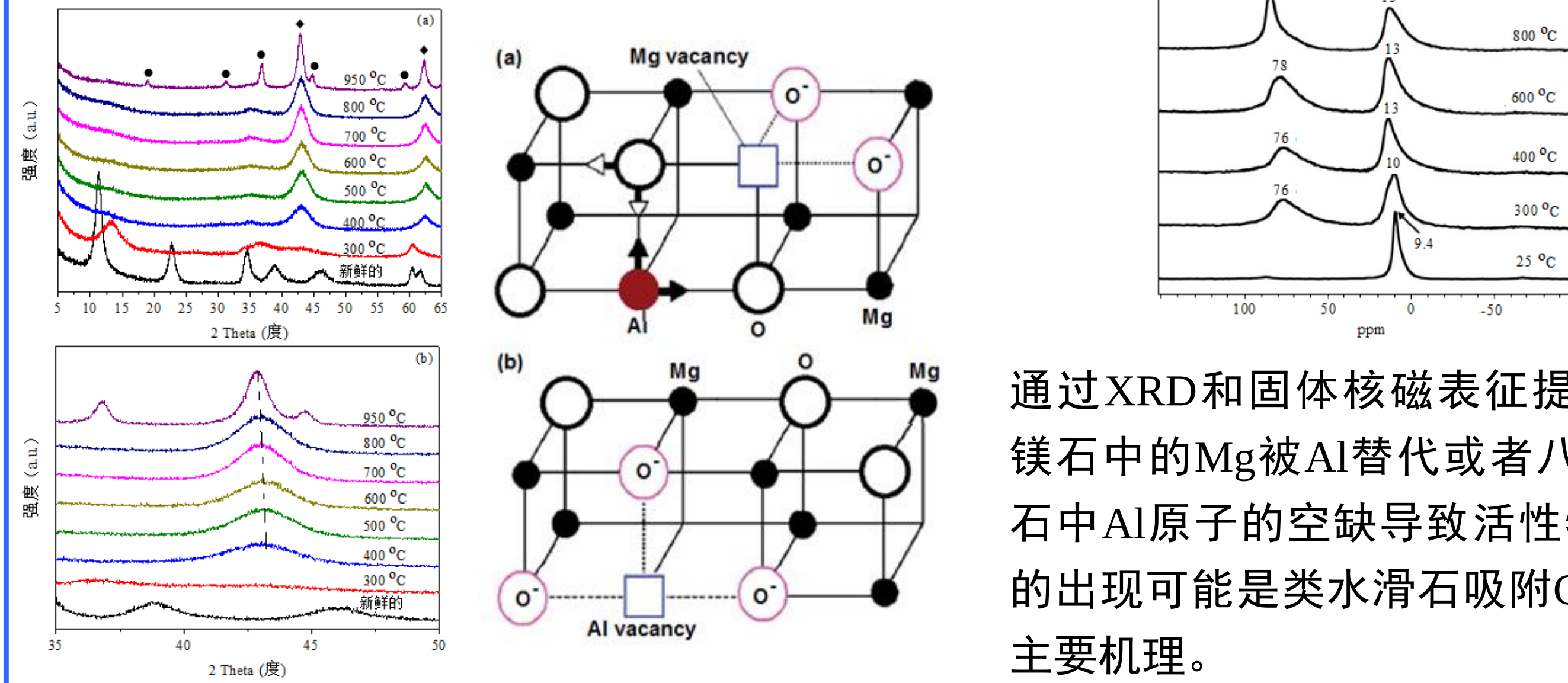
采用自组合法发成的LDH/GO复合材料可以显著提高其吸附CO₂性能，及循环使用性能。

类水滑石/碳纳米管复合材料的制备及其吸附CO₂性能研究



采用自组合法和共沉淀发成的LDH/OCNT复合材料可以显著提高其吸附CO₂性能，合成方法对其形貌及吸附性能无影响。

类水滑石衍生物吸附CO₂机理探究



通过XRD和固体核磁表征提出由于方镁石中的Mg被Al替代或者八面体水镁石中Al原子的空缺导致活性物质Mg-O的出现可能是类水滑石吸附CO₂过程的主要机理。

结论

- 1.成功制备了四种类水滑石纳米单层，开发了一种简单、方便、可靠的证明类水滑石是否在甲酰胺中被剥离的方法——凝胶XRD法。
- 2.采用静电自组合法合成了四种类水滑石/氧化石墨烯复合材料显著提高其CO₂吸附性能。并确定了最佳煅烧温度及吸附温度，且复合材料具有良好的循环使用性能，通过负载碳酸钾大大提高了其吸附性能。
- 3.采用静电自组合法和共沉淀法合成了类水滑石/碳纳米管复合材料显著提高其CO₂吸附性能。并确定了最佳煅烧温度及吸附温度，且复合材料具有良好的循环使用性能，通过负载碳酸钾大大提高了其吸附性能。另外还证明了合成方法对其形貌和吸附性能无影响。
- 4.通过XRD和固体核磁表征提出由于方镁石中的Mg被Al替代或者八面体水镁石中Al原子的空缺导致活性物质Mg-O的出现可能是类水滑石吸附CO₂过程的主要机理。

课题来源

1. 北京市科技新星计划（2013013）
2. 北京林业大学研究生创新计划（BLYJ201409）

主要研究成果：

- 2. J. Wang, L. Huang, Y. Gao, R. Yang, Z. Zhang, Z. Guo, Q. Wang. A simple and reliable method for determining the delamination degree of nitrate and glycine intercalated LDHs in formamide, *Chemical Communications*, 50(2014)10130-10132.
- 3. J. Wang, X. Mei, L. Huang, Q. Zheng, Y. Qiao, K. Zang, S. Mao, R. Yang, Z. Zhang, Y. Gao, Z. Guo, Z. Huang, Q. Wang Synthesis of layered double hydroxides/graphene oxide nanocomposite as novel high-temperature CO₂ adsorbent, *Journal of Energy Chemistry*, 24(2015)127-137.
- 4. J. Wang, L. Huang, Q. Zhenng, Y. Qiao, Q. Wang. Layered double hydroxides/oxidized carbon nanotube nanocomposites for CO₂ capture, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 12(2016)922-933.