

赵天聪——未来三年工作计划

研究目标

本项目的研究将聚焦仿生介孔材料的合成与应用,探索以介孔材料合成过程中的单胶束组装基元模仿生命组装过程中的多肽、核酸,模仿生命组装过程,合成仿生介孔材料,探索新型介孔材料的仿生化功能,实现高效的材料-生命交互,改善疾病病程,实现优化的疾病治疗。

研究背景

自然界亿万年的进化带来了许多奇妙的产物,人类化学、材料学、医学等学科的发展也离不开从自然界汲取经验。近些年纳米技术取得了蓬勃发展,然而和生物大分子如蛋白质、核酸等相比,人工合成的纳米材料在形貌和功能上依然十分局限。

介孔材料由两亲性表面活性剂与前驱物共组装形成,经历包括协同成核、交联聚合、液晶模板等一系列过程。其中两亲性表面活性剂经由亲疏水作用力形成胶束,前驱物经由共价键/离子键等形成寡聚体,寡聚体与胶束通过氢键/电荷相互作用形成复合胶束,最后复合胶束组装形成介孔材料。由此可见,介孔材料的形成过程与生物分子高度类似,都涉及到不同分子间作用力主导的多种组装方式的协同进行。如果可以将介孔材料形成过程中的每一种作用力进行精确控制,将有希望模拟生物材料的形成过程,构筑仿生介孔材料,实现结构的精准调控和性能的有效提升。然而,介孔材料形成过程过于复杂、迅速,目前缺乏有效观测及控制手段。尽管多种组装过程对介孔材料的结构调控至关重要,其目前仍属于“黑箱”过程。当前介孔材料仍缺乏有效的精确调控手段,严重影响其疾病诊疗功能的精准调节。

研究内容

(1) 深入揭示不同分子间作用力对介孔材料形成过程影响机制

解析氢键、范德华力、静电相互作用等分子间作用力在介孔材料形成过程中的作用。揭示不同分子间作用力所主导的组装过程及其对介孔材料形貌的影响。建立将介孔材料形貌、结构等参数与对其起主导作用的分子间作用力进行对应的理论模型。

(2) 精确控制不同组装过程的次序展开以实现介孔材料精准合成

通过模仿生物合成中多种组装方式的次序开展,对介孔材料合成过程进行精准调控。通过调控反应物(前驱物、表面活性剂)和反应环境(温度、酸碱、溶剂环境、离子等)对反应过程中的多个组装方式进行精准调节,实现介孔材料形貌结构的精确控制。

(3) 系统构筑仿生介孔材料诊疗平台并实现高效疾病诊疗

对仿生介孔纳米材料的生物学效应进行全面评价,通过实验确立纳米颗粒仿生结构如何影响其与蛋白、细胞、组织的交互作用。建立仿生纳米材料形貌结构与其血液循环时间、器官和病灶的富集与穿透、毒性等之间的构效关系。同时建立多种疾病模型,针对性地设计介孔诊疗平台,实现仿生介孔材料的高效疾病诊疗。

预期结果

1. 合成多种仿生介孔材料,揭示仿生组装过程机制,探索仿生材料-生命过程交互作用。
2. 预期申请相关专利 2-3 项,发表高水平学术论文 3-5 篇。
3. 围绕项目组建团队,培养 2-4 名研究生。