

# 基于 DNA 分子的纳米功能材料的设计、组装及应用

袁荃

武汉大学化学学院

DNA 传统上被认为是遗传信息的载体分子。其独特的核酸碱基配对法则，使其可以自组装和构建可操控的纳米尺度复杂结构，已经成为纳米技术中一类重要成员。我们结合 DNA 纳米技术和无机纳米材料设计、组装了一系列基于 DNA 分子的纳米功能材料。

我们合成了偶氮苯的亚磷酰胺，嵌入 DNA 序列中获得含有偶氮苯的发卡型光控 DNA 马达分子。通过层状组装的方式获得 DNA-Ag 纳米线复合纳米结构，银的表面等离子体共振引起的局域电场增强以及偶氮苯吸收光谱和银等离子体共振的重叠，实现能量传递，提高了 DNA 分子马达分子开关转化效率，为单分子层面的光控马达的设计提供了新的思路。我们设计了基于偶氮苯修饰的核酸-介孔纳米材料的可控光响应药物释放系统。以偶氮苯修饰的单链 DNA 作为“分子阀门”控制孔道内的药物分子释放，利用偶氮苯在不同波长光照下的构型变化，控制 DNA 的复合与解离，改变“分子阀门”的开关状态，从而实现孔道内药物的可控释放。进一步，我们利用去巯基生物素和生物素与亲和素之间的结合竞争作用，实现对介孔氧化硅孔道开关的控制，结合核酸适配体对癌细胞的靶向性，构建了具有靶向性的药物控制释放系统，为未来多功能、智能化的药物控制释放系统的设计和应用开辟了新道路。卟啉结构光敏剂分子可以通过分子间作用力插入 G 四联体序列的 DNA 分子结构当中。我们设计具有核酸适配体序列和 G 四联体序列的 DNA 分子来作为光敏剂载体，修饰在稀土上转换发光纳米颗粒表面。利用近红外光激发稀土上转换纳米颗粒发射的可见光激发光敏剂产生单线态氧，结合核酸适配体对癌细胞的靶向识别功能，实现对癌细胞的靶向杀伤。