

郝青-未来三年研究计划

研究目标

本研究旨在围绕“生物响应智能框架材料与医学电子传感系统”展开研究工作。以生物响应智能框架材料为研究对象，系统研究其设计、合成和调控机制，阐明构效关系。在此基础上，融合生物电子学技术，研究硅碳融合的医学电子传感芯片与医学电子传感系统的设计与构建策略，旨在开发一系列面向疾病无创诊断与长期监测的低成本、小型化、易操作的医学电子传感系统。通过本项目的实施，有望在生物响应智能框架材料的研发和临床应用方面取得突破。

研究背景

近年来，我国人口老龄化和医疗系统面临的突发公共卫生事件对疾病快速诊断与长期监测提出更高要求。为构建健康中国，满足不断增长的长期检测与诊断需求，实现精准快速、易于群众居家监测的目标，医学电子传感技术的发展至关重要。医学电子传感系统需要简便、快速、与信息技术实现硅碳融合，在其中，智能响应材料成为了关键因素之一。生物响应智能材料可将生化刺激信息转换为物理或化学输出信号，通过信号智能读取系统实现智能医学电子传感，而精准设计新型生物响应智能材料及构效关系研究是世界科技前沿。其中，框架材料如 MOFs、COFs、HOFs 展现出结构优势，在医学电子传感系统中具有巨大应用潜力。首先，其长程有序的开放孔道结构允许精准设计刺激响应，提供快速、高效、可逆的响应行为。其次，有序的层间和层内结构带来独特的结构依赖性响应行为，为构建新型生物响应智能框架材料与医学电子传感系统提供可能。因此，开发新型生物响应框架材料，研制高效医学电子传感芯片，耦合构筑智慧医学电子传感系统是服务健康中国，面向人民生命健康的重要研究课题。

研究内容

(1) 生物响应框架材料研发：针对体液及呼吸气体中的慢性病标志物系统性设计、合成、筛选单体分子砌块，调控催化剂与反应条件，构筑生物响应框架材料。调整合成过程中的条件，可控设计生物响应 COFs/MOFs 材料的化学结构、结晶结构和取向结构，结合原位高分辨表征技术，系统性研究其响应行为的调控机制

与构效关系。训练框架材料设计、合成 AI 网络，指导框架材料开发。

(2) 医学电子芯片与研发：发展生物响应框架材料作为传感材料，构筑有机半导体传感芯片等医学电子芯片。采用生物响应框架材料为功能层，通过调控生物响应框架材料的化学组成与微纳结构，探究医学电子芯片的响应机制与调控方法。通过监测体液与气体刺激过程中芯片电子学行为的变化，建立目标物与信号的数学关系，实现对疾病标志物的高效监测。

(3) 医学电子芯片与研发：依托构筑的医学电子传感芯片，规模化制备成组的阵列芯片，构建高通量医学电子芯片集群。依托工业设计，耦合软硬件集成技术，构筑完整的针对慢性病标志物的医学电子传感系统。

预期成果

设计合成系列生物响应框架材料，阐明其构效关系与设计原则；建立生物响应框架材料数据库，并开发 AI 辅助设计网络；开发 6-8 种针对慢性病标志物的新型高效医学电子传感芯片与系统；在国内外权威期刊发表论文 4-6 篇，申请专利 2-4 项；培养研究生 3-5 名。