

附件 1:

新工科毕业设计研究与实践项目与选题征集表

项目名称	放射性药物高速制备系统的核心模块开发		
负责人	杨硕	联系方式	13821030660; yangshuo@tust.edu.cn
所在学院	机械工程学院		
学院联系人	安然	联系电话	13802006079
拟设置指导教师数	2	指导教师学科背景	机械、自动化
拟指导学生数	2	拟招募选题学生的学院(专业)	机械(机制、机电)
项目目的及意义(200字内): 当前,放射性药物的制备和分装过程依靠手工完成。过量的剂量接触,常导致医生的肢端出现放射性黑甲、局部放射性皮炎等职业疾病。本项目旨在开发核医学药物生产线中的核心高速制药模块,解决当前 Tc-99m 等放射性药物依赖人工制备存在的辐射伤害、效率低、精度差等问题。通过协同驱动系统、微产线模式与高精度分装算法,实现自动化、低成本、高效率的药物制备,推动核医学药物制备的智能化与标准化,提升我国核医学装备的自主创新能力。			
项目已具备的条件(200字内): 项目组在校医学自动化领域已开展深入研究,在初期已搭建自动分装原理机,开展了初步的实验测试,并同步开发了放射性药物注射仪,具备放射性药物制备及应用装置的开发经验。目前已发表 SCI 与 EI 论文 3 篇,授权专利多项。其次,项目组依托天津市天津医院核医学平台,具备放射性药物测试场地及多名核医学医师与技师支持,形成涵盖机械设计、智能感知、放射化学与临床医学的多学科交叉团队,可为项目提供完整的实验验证与临床转化条件。			
项目期限与目标(300字内): 项目周期为半年(2025.12-2026.6)。 项目目标包括:完成协同驱动系统核心制药模块设计、加工与装配;完成微产线系统附加部分设计;完成高精度误差补偿算法开发;实现高效人机交互与操作控制。 预期成果包括:授权专利 1 项;形成可应用于核药房与核医学科的高速自动化制药模块原型机。			
项目主要研究方向(选题)及任务(1000字内,应至少设计 2 个研究方向): 1. 构建协同驱动系统核心制药模块与高精度误差补偿算法开发 围绕放射性药物制备过程中人工操作带来的辐射暴露与效率低下问题,本研究拟开发一套基于多执行机构协同驱动的核心制药模块。借鉴人工制药的动作逻辑,实现自动标记、稀释、分装等工序的无缝衔接。严格控制设备体积、构建紧凑型协作工作空间,以适应核医学科热室内的狭小作业环境。在此基础上,开展触觉感知末端执行器的一体化设计,提升对微小力学特征的识别能力,实现液路构建过程中的实时力反馈与误差感知。同时开发过程检验模式,在结构层面实现检测与制备同步执行,全面提高制备效率,			

实现高速制药。

当前人工制备精度约为 $\pm 10\%$ ，大量的药物在制备过程中被浪费，而执行自动制药时注射器等耗材固有体积误差（ $\pm 5\%$ ）及系统运动误差对制药精度产生较大影响。本研究将开发基于触觉感知的动态误差补偿机制。通过构建多传感器数据差异与理论参数的深度关联模型，对误差源进行识别与定位。通过融合抽取与灌装过程中的力反馈信息，动态调整液量设定、气体压力控制参数及系统运动参数，实现系统误差与随机误差的协同抑制。

2. 完成微产线系统上下料机构与高效人机交互与操作面板设计

为提升制药系统的整体性与临床适用性，开展微产线模式的系统集成设计。在现有热室结构基础上，配合核心制药模块优化物料上载、分装制备与成品下料的全流程布局，开发自动上下料机构与封闭式传输通道，实现操作人员与放射源的物理隔离。主要内容应包括设计高载重小型机械臂设计与路径规划、末端抓取执行器结构设计。

为实现放射性药物制备系统在临床环境中的高效、可靠运行，将重点研发高效人机交互的主操控面板。该系统旨在简化操作流程，降低医护人员的学习成本与操作负担，确保在紧张的临床工作中能够快速、准确地完成制备任务。以高效操作为第一目标，将复杂的制备参数（如目标活度、体积、时间）与流程状态（如步骤、进度、报警）清晰、有逻辑地呈现给用户。规划从开机、设置、启动到结束的完整操作流程，确保其步骤清晰、符合逻辑，并尽可能减少不必要的操作。解决“如何布局最顺手”与“如何提示最直观”的问题。