

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	基于 PLC 的机器人-激光器协同控制系统开发与加工实践		
负责人	平学成	联系方式	15620243288; xcping@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	机械工程、电气工程、人工智能
拟指导学生数	2	拟招募选题学生的学院（专业）	机械工程学院 1 名、电气工程或人工智能学院 1 名
项目目的及意义（200 字内）： 项目目的是围绕新工科人才培养需求，结合智能制造发展趋势，开发基于 PLC 的机器人 - 激光器协同控制系统并开展加工实践。通过跨学科团队协作，让学生掌握 PLC 编程、机器人运动控制、激光加工技术的融合应用，提升工程实践与创新能力。意义在于响应工业 4.0 对智能制造技术的需求，填补机器人与激光器协同控制领域的实践教学空白。既为学生搭建跨专业融合的实践平台，培养符合产业需求的复合型人才，也为相关领域技术研发与工程应用提供实践参考，助力智能制造产业技术升级。			
项目已具备的条件（200 字内）： 项目已具备完善软硬件基础与技术支撑。硬件方面，已完成 YAG 调 Q 脉冲激光器（SGR-50 型）申购论证，配套大族协作机器人平台，实验室满足光学隔离、温湿度及 380V 供电等使用要求。师资上，组建机械工程、电气工程、人工智能跨学科指导团队，具备数字孪生、激光加工等技术积累，且有开放共享机制保障项目高效推进。			
项目期限与目标（300 字内）： 项目期限为 6 个月（自项目启动起），分三阶段推进：1-2 月完成系统方案设计与硬件调试，3-4 月开展 PLC 程序开发、机器人 - 激光器协同逻辑编写及联调，5-6 月进行激光加工实践，验证系统可行性，并将加工件应用于机械工程研究生科研工作。 目标：一是完成基于 PLC 的协同控制系统开发，实现机器人运动轨迹与激光加工参数精准匹配，满足金属构件表面强化等加工需求；二是形成可复用的教学实践案例，助力学生掌握跨学科技术融合应用；三是输出 1 套完整系统操作手册及加工工艺报告，为后续科研与产业应用提供支撑。			
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）： 一、研究方向 1：基于 PLC 的机器人 - 激光器协同控制逻辑设计与程序开发 核心任务 1. 需求分析与方案设计：结合 YAG 调 Q 脉冲激光器（SGR-50 型）技术参数（脉冲能量$\geq 4\text{J}$、脉冲宽度$\leq 10\text{ns}$）及大族协作机器人运动特性，明确协同控制需求，完成控制逻辑框架设计，确定 PLC 与机器人、激光器的通信协议（如 Modbus、Profinet）及数据交互接口规范。 2. 程序开发与调试：基于梯形图或结构化文本编写 PLC 控制程序，实现机器人运动轨迹规划（如复杂构件表面路径生成）、激光加工参数（能量、频率、脉冲宽度）实时调节、急停保护等功能；通过仿真测试与硬件联调，解决协同延迟问题，确保机器人定位精度与激光触发时机匹配误差$\leq 0.1\text{s}$。 3. 功能验证：以金属构件表面强化为场景，开展空载与负载测试，验证系统在不同加工工况下的稳定性，确保连续运行 2 小时			

内无程序故障，满足实际加工需求。

二、研究方向 2：基于 PLC 的机器人 - 激光器协同加工工艺优化与实践应用

核心任务

1. 工艺参数建模：基于 YAG 调 Q 脉冲激光器加工特性，结合不同金属材料（如铝合金、碳钢）性能，建立激光能量、脉冲频率与材料表面强化效果（残余压应力、硬度）的关联模型，确定初步工艺参数范围。
2. 加工实践与优化：利用已搭建的协同系统，开展金属构件（如齿轮、连接件）激光冲击强化实验，记录不同参数下的加工效果；通过正交实验法优化工艺，降低构件表面粗糙度（目标 $Ra \leq 1.6 \mu m$ ），提升抗疲劳性能。
3. 成果输出：整理实验数据，形成针对 2-3 种典型构件的标准化加工工艺方案；编制系统操作指南与工艺手册，为后续教学实践（如《机电一体化系统设计》课程实验）及科研应用提供参考，同时支撑学生参与“大创”和“挑战杯”等竞赛的项目开发。