

项目驱动的激光加工实训课程探索

白雪玲 许晓玲 陈艳丽 胡延东

兰州信息科技学院 甘肃兰州 730300

摘要: 激光加工技术作为现代制造业的核心工艺,对高技能人才的需求日益迫切。本文以项目驱动教学法为核心,探索激光加工实训课程的创新模式,通过构建分层递进的项目任务体系,融合跨学科知识与虚实结合的教学资源,建立多元动态化评价机制,并深度对接产学研需求。研究表明,该模式有效提升了学生的工程实践能力与创新思维,解决了传统实训中理论与应用脱节的问题,为高端装备制造领域人才培养提供了可复制的课程范式,具有显著的实践价值与推广意义。

关键词: 项目驱动;激光加工;实训课程

随着激光加工技术在航空航天、新能源等领域的广泛应用,传统实训课程已难以满足产业对复合型人才的需求。当前教学存在内容碎片化、设备利用率低、评价方式单一等问题,制约了学生创新能力的培养。本文基于建构主义理论,提出以真实项目为载体重构激光加工实训课程,通过多学科交叉任务设计,激发学生自主探究与协作解决问题的能力。研究旨在探索项目驱动教学在激光加工实训中的实施路径,为工程教育改革提供新思路。

一、项目驱动教学法

项目驱动教学法是一种以实际工程项目为核心组织教学内容的教学模式,强调学生在真实或接近真实的任务情境中主动构建知识体系,通过团队协作、问题分析和实践操作完成特定目标,从而培养综合应用能力。该方法基于建构主义学习理论,将传统以教师为中心的课堂转变为以学生为主体的探索过程,教师角色从知识传授者转变为项目引导者和资源协调者,学生在完成项目的过程中不仅掌握专业技能,还能锻炼工程思维、创新能力和团队合作意识。在激光加工实训课程中,项目驱动教学法通过设计递进式任务链,引导学生自主查阅技术标准、制定加工方案并操作设备解决问题,使学生的学习过程与行业需求紧密衔接,有效弥合了理论教学与实践应用的断层,同时激发学生的内在学习动机,其核心优势在于通过“做中学”实现知识迁移和能力内化,尤其适合注重实践性的工程技术类课程。

二、激光加工技术在现代制造业中的重要性

激光加工技术作为先进制造领域的核心工艺之一,在现代制造业中具有不可替代的战略地位,其高精度、非接触

式、柔性化、速度快等加工特性显著提升了工业生产的效率和质量水平。该技术通过高能激光束实现对金属、非金属材料的切割、焊接、打标、表面处理等多样化的加工,不仅能够满足航空航天、汽车制造、电子元器件等高端领域对加工精度的严苛要求,还推动了新能源电池、医疗器械等新兴产业的工艺革新。相较于传统机械加工,激光技术具有热影响区小、材料适应性广、自动化集成度高等优势,能够高效完成复杂几何形状加工,同时减少模具依赖和材料的损耗,完全契合工业4.0时代对智能化、绿色化生产的需求。随着超快激光、复合加工等技术的快速发展,激光加工进一步向精密微纳制造和跨学科融合方向拓展,成为支撑智能制造体系的关键使能技术,其广泛应用不仅重构了传统生产流程,更通过工艺创新持续释放制造业转型升级的潜能,对提升国家高端装备自主可控能力具有深远的意义。

三、激光加工实训课程现状

当前激光加工实训课程在高等院校与职业院校的工程基础训练中普遍存在教学内容与产业需求脱节、教学模式单一化的问题,多数课程仍停留在设备操作演示和基础工艺重复训练的初级阶段,未能有效对接现代制造业对复合型技术人才的能力要求。传统实训模式往往以教师单向传授标准化操作流程为主,学生被动模仿加工简单样板件,缺乏对激光工艺参数优化、材料特性分析、故障诊断等工程实践能力的系统性培养,课程设计也较少融入产品全生命周期管理、智能制造系统集成等前沿理念。由于设备数量限制和安全规范的约束,学生实际操作机会不足,团队协作与创新设计环节比较薄弱,考核评价偏重单一加工结果而忽视解决问题的过

程,导致学生面对真实生产场景时适应能力不足。部分院校虽引入企业案例教学,但项目任务多为简化后的虚拟课题,未能构建从设计到成品的完整项目链,这种碎片化的技能训练难以激发学生的工程思维和创新力,亟需通过课程重构打破理论与实践课程之间的壁垒,建立更贴近产业实际需求的动态化实训体系。

四、项目驱动的激光加工实训课程设计

(一) 综合创新训练项目的开发与探索

为充分发挥学生的自主能力,促进多学科知识综合运用,实现理论与实践深度融合,本课程以综合创新训练项目为载体,积极推动激光加工与车、铣、数控机床、电火花线切割、钳工等多项目工艺的融合设计。以大学生工程训练综合能力大赛中无碳小车制作为例,项目要求学生运用多学科知识,全面考量项目全流程。在制造环节,学生需借助激光切割技术精准加工轻量化车身部件,利用车床精细加工轮轴,通过3D打印技术制作传动齿轮,同时结合铣削、数控机床加工、电火花线切割等工艺,实现多项目协同制造。在装配调试阶段,学生可以利用在钳工项目中,对各部件进行精细打磨、装配与调试,学生要自主攻克诸多工程难题,如激光切割公差匹配、机构运动干涉等,并通过动态测试持续优化小车运动性能。这种跨学科项目不仅让学生深刻理解激光加工参数与材料特性的内在关联,更着重培养其系统思维与创新能力。学生可通过激光微加工优化轮毂减重结构,或利用激光打标实现零件溯源管理。项目成果严格对接竞赛评价标准,使学生在真实工程场景中深度体验“设计-制造-优化-改进”的完整创新链。此外,课程还设置阶段性成果展示与交流环节,促进学生之间的思想碰撞与经验分享,进一步激发学生的创新潜能,为培养适应未来工程领域需求的高素质人才奠定坚实基础。

(二) 项目任务的分层递进设计

激光加工实训课程精心构建了“基础-综合-创新”三级项目任务体系,如图1所示,依据难度梯度科学设计,以实现学生能力的逐步递进培养。基础层项目着重于单一工艺训练,像激光切割几何图案、完成简单焊接接头等。此阶段要求学生熟练掌握设备操作规范与安全规程,为后续学习筑牢根基,确保学生具备扎实的基本功。综合层项目引入多工艺协同任务,以制作可活动的机械结构件为例,学生需综合运用激光切割与折弯工艺,同时精准考虑装配间隙和运动自由度。这一层次着重培养学生的系统思维与工艺整合能

力,使其能够灵活运用多种工艺解决实际问题。创新层项目则完全开放命题,如设计具备特定功能的智能装置,学生需自主规划激光加工与其他制造工艺的衔接节点,充分激发学生的创新思维与实践力,鼓励他们勇于探索未知领域。每个层级项目均设有明确的技术指标和开放性评价维度,教师会根据学生的学习情况,动态调整项目参数,以匹配不同学生群体的学习进度,确保每位学生都能在自己的“最近发展区”获得提升。这种分层模式既保证了技能训练的扎实性,又为创新能力发展预留了充足的弹性空间,助力学生全面发展。

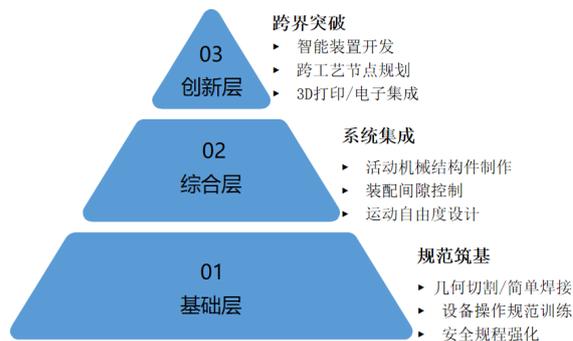


图1 三级项目任务体系

(三) 跨学科知识融合实施路径

激光加工项目驱动教学通过构建“工艺+”知识网络打破学科壁垒。以智能灯具制作为例,项目要求学生整合光学(光路设计)、机械(散热结构)、电子(控制电路)和美学(外观造型)四类知识,激光切割亚克力导光板时需计算切割角度与出光效率的关系;焊接金属支架时需考虑热变形对电子元件安装的影响;后期组装阶段还需测试电路板与激光钻孔位置的匹配精度。课程专门设置“交叉研讨课”,由机械、电子、材料等专业教师组成导师组,指导学生用TRIZ理论解决如“如何用激光加工实现薄壁件减重强化”等复合问题。学生在项目日志中需记录每次跨学科决策的依据,例如选择不锈钢而非铝合金进行激光焊接的力学与成本权衡分析。这种实施路径显著提升了学生技术集成的能力,调查显示85%参与者表示“首次意识到激光加工需要同步考虑制造、功能和成本三重约束”。

(四) 虚实结合的教学资源建设

为突破设备台套数限制,课程利用“激光加工虚拟仿真系统”作为实训内容的补充。该系统包含三大模块,工艺模拟器可调整激光功率、频率等12项参数观察切割断面形貌变化;装配验证模块能导入CAD模型检测零件配合干涉;

安全训练模块通过VR场景模拟镜片污染、气体泄漏等事故应急处置。学生在实体设备操作前必须完成虚拟项目考核,在仿真环境中用最短时间加工出误差小于0.1mm的齿轮组。实体车间则配备物联网终端,实时采集加工数据与虚拟结果对比分析。某次实际项目中,学生通过仿真发现304不锈钢激光切割速度设为8mm/s时毛刺最少,经实体验证后将该参数应用于竞赛作品加工,使成品质量提升30%。这种虚实融合模式不仅使设备利用率提高2倍,更培养了学生数字化工艺规划能力。

(五) 多元动态化考核评价机制

激光加工实训课程构建了“过程-成果-增值”三维动态评价体系,实现从单一结果到全过程、多维度的评价转变。依托物联网与人工智能技术,通过智能终端采集分析学习行为数据,形成教学反馈闭环。过程评价追踪激光加工日志完整性,要求详细记录参数调整依据;借助GitHub平台分析团队成员代码提交频次与问题解决贡献度,反映参与深度。成果评价采用“基础达标+创新突破”双轨制。以激光焊接项目为例,基础指标要求焊缝抗拉强度达300MPa,学生若优化保护气体配比或改进扫描路径使强度提升至350MPa,可获最高20%创新加分。增值评价对比学生训练前后能力跃升幅度,评价标准引入行业专家参与制定,如汽车零部件企业将“倒角一致性”指标权重提升至30%。考核结果以交互式雷达图呈现,学生可直观看到在“工艺创新”等6个维度的相对水平,系统还会生成个性化改进建议。

(六) 产学研协同的项目生态构建

课程对接区域产业需求,形成“企业出题-学校解题-成果转化”闭环。与激光设备制造商共建“工艺数据库”,将5万组加工参数转化为教学案例;与医疗器材公司合作开发“手术钳激光标记”项目。每年举办“激光智造挑战赛”,由企业发布真实课题,优胜方案可应用于产线。近两年有3项学生创新成果获实用新型专利。这种模式使课程内容与行业前沿同步,参与企业项目的毕业生平均薪资较传统教学培养者高出22%,用人单位认可其能快速理解激光加工在产业链中的实际价值。

(七) 创新导向的安全管理与风险控制体系

为保障激光加工实训课程的安全开展,课程构建了“预防-监控-应急”三位一体的创新型安全管理体系,将创新思维深度融入安全保障的各个环节。在预防环节,借助机器学习技术,开发了激光安全预警系统,该系统能够实时监

测设备运行参数,一旦发现异常,立即自动触发预警机制,有效预防潜在的安全事故。监控环节则引入智能眼镜技术,通过实时识别学生的操作行为,对未佩戴防护镜等违规操作进行即时纠正,设备自动锁定,确保操作安全。应急训练环节,创新性地引入“压力情境模拟”,系统根据学生的响应速度和处理方案进行评分,提升学生在紧急情况下的应对能力。此外,课程还特别设置了“安全创新挑战赛”,鼓励学生积极思考,提出改进防护措施的创新方案,有效培养了学生的安全创新意识。

结束语:项目驱动的激光加工实训课程通过真实情境任务、跨学科融合及产学研协同,显著提升了学生的工程素养与创新能力。实践证明,该模式不仅解决了传统教学与产业需求脱节的痛点,更培养了学生的系统思维与技术集成能力。未来可进一步拓展虚拟仿真与智能评价技术的应用,推动课程向个性化、智能化方向发展。本研究为工程实践类课程改革提供了重要参考,其经验可推广至其他先进制造技术领域。

参考文献:

- [1] 阴杰. 模块化激光加工在工程实训中的应用[C]//湖北省机电工程学会. 2023机电创新与产教融合新思考论文集. 太原理工大学工程训练中心, 2023:419-422.
- [2] 宋春雨,高明. 多层次激光加工实训教学改革探索[J]. 科技风, 2023,(7):83-85.
- [3] 宋佳秋,黄兆猛,侯培国,等. 动态融合项目式工程训练改革实践探索[J]. 创新创业理论与实践, 2023,6(3):191-195.
- [4] 孙薇,魏同学. 双创教育背景下工业设计类工程训练课程设计[J]. 模具技术, 2022,(05):64-68.
- [5] 杨林丰,曹雪璐,宋珂. 基于“五结合”法的激光加工工程训练项目的教学设计[J]. 机械制造与自动化, 2022,51(4):72-74.
- [6] 焦辉,吕汝金,王喜社. 基于理论与实践相结合的激光加工实训课程探索与实践[J]. 现代制造技术与装备, 2022,58(7):221-224.
- [7] 程峰,于小健,卞达,等. OBE理念下先进制造实训课程分类教学的研究[J]. 中国现代教育装备, 2022,(11):121-123.

课题项目:

甘肃省教育科学“十四五”规划2024年度课题:《新质生产力驱动下开设激光加工实训的改革与探索研究》GS[2024]GHB1527。