

面向智能制造的超精密加工课程产教融合方法研究

徐娇娇^{1,2}

1. 上海工程技术大学; 2. 上海市高级技工学校

摘要:文章基于产教融合背景,分析了“超精密加工”课程教学现状以及提升人才培养要求和技能型人才培养标准,探讨了该课程的教育教学方法。同时,围绕改进“超精密加工”课程的教学内容和模式,重构产教融合课程内容,适配该专业的多样化教学,立足企业实际加工需求,通过将真实的企业实践加工项目融入课程体系,旨在培养学生的综合工程实践能力、创新精神与职业素养,为智能制造领域输送高素质复合型人才。

关键词:智能制造;超精密加工;产教融合;课程改革

引言

随着智能制造技术在制造业领域的深度渗透,超精密加工作为高端装备制造、航空航天等领域的核心支撑技术,对专业人才的培养提出了更高要求。当前,高职机械类专业“超精密加工”课程在人才培养过程中,仍存在与行业实际需求脱节、实践教学环节薄弱等问题,难以满足智能制造背景下企业对高素质技术技能人才的需求。产教融合作为连接教育与产业的重要纽带,能够实现教学内容与生产实际的精准对接,将企业真实生产项目、技术标准、管理规范融入课程教学,有效提升学生的实践能力与职业素养。本文基于智能制造行业发展需求,结合“超精密加工”课程教学实践,将安全规范教学、企业导师授课、生产流程学习、项目实践操作等课程内容融入产教融合方法体系,探究符合高职教育特点与行业需求的课程改革路径,以期为培养适应智能制造发展的超精密加工技术人才提供参考。

一、“超精密加工”课程教学现状分析

(一) 智能化教学内容的覆盖度与企业连接度不足

当前“超精密加工”课程教学内容仍以传统加工理论、基础操作方法为主,缺乏与智能制造相关的前沿内容。一方面,课程未系统引入智能加工设备操作、数字化生产流程管理、智能质量检测等内容,导致学生对智能制造场景下的超精密加工技术认知不足;另一方面,教学案例多为教案内的简单零件加工,缺乏企业真实生产项目(如板类零件、带形位公差零件、简单配合件加工),无法体现智能制造背景下产品全生命周期的全过程加工技术要求,学生难以理解理论知识在实际生产中的应用逻辑。此外,课程对安全规范的教学仅停留在基础操作要求层面,未结合企业真实生产场景下的安全管理标准(如智能设备操作安全、数字化车间安全规范),导致教学内容与行业实际脱节。

(二) 学生在实际工况下的实践应用与问题解决能力较为欠缺

课程实践教学环节存在“重理论、轻操作”的问题,学生实践能力培养难以落地。首先,实践内容多为单一的机床基础操作训练(如数控铣床简单编程、刀具安装),未涉及企业真实生产中的全流程实践(如从工艺卡片解读、程序编制,到零件加工、质量检验、文件整理),学生无法形成完整的生产实践认知;其次,实践训练缺乏角色分工与协作环节,未模拟企业生产中的岗位协作模式(如按流程分角色完成简单结构件、车床零件生产),学生难以培养团队协作能力与岗位责任意识;最后,实践教学未将职业素养、精益求精的工匠精神融入训练过程,学生在实践中仅关注操作结果,忽视加工精度控制、安全文明生产、质检文件编制等企业核心要求,导致实践能力与企业岗位需求存在明显差距。

(三) 现有实践训练资源难以匹配超精密加工智能化发展需求

一方面,学校实践教学设备更新缓慢,多为传统的数控铣床、车床,缺乏智能制造背景下的智能加工设备、数字化检测仪器(如智能量具、形位公差检测设备),学生无法接触企业当前广泛应用的技术装备,实践训练与行业技术发展脱节;另一方面,实践训练缺乏企业参与,未建立稳定的校企合作实践基地,学生无法进入企业生产车间参观学习,也无法参与企业真实项目(如企业产品生产中的板类零件、简单配合件加工),实践训练仅局限于学校实训室,难以模拟企业真实生产环境。此外,实践训练后的质量检测、总结与工艺文件整理环节流于形式,未按照企业标准要求学生编制质检报告、整理生产文件,导致学生缺乏规范化的生产管理意识,无法适应企业实际工作流程。

二、智能制造背景下超精密加工课程产教深度融合方法改革与探索

(一) 人才培养能力

根据人才培养方案,制定超精密加工课程的标准,培养目标聚焦工程专业能力、合作交流能力、自身成长能力及职业伦理道德。学生掌握超精密加工的基本原理、核心工艺(车削、磨削、抛光)及精度控制方法;理解智能制造技术(如工业机器人协同、智能检测、数字孪生)在超精密加工中的应用逻辑;熟悉数控系统(如FANUC、Siemens高端数控系统)与智能加工设备的联动机制。能独立操作超精密数控机床,完成典型零件(如精密轴类、盘类零件)的加工工艺设计与实施;具备运用智能检测设备(三坐标测量仪)进行精度检测与数据分析的能力;能通过数字孪生平台进行加工过程模拟、工艺优化与故障预判。同时,培养严谨的质量控制意识、创新的工艺改进思维、规范的安全生产习惯,以及适应智能制造产业迭代的持续学习能力。在教学中融入职业素养与工匠精神要求,以企业生产标准为导向,培养学生精益求精的工作态度。例如,在程序编制、机床调整环节,要求学生严格按照企业操作规程使用数控铣床,精准完成刀具选择、安装与调整,零件安装、夹紧与校正,以及工件坐标系设定;在零件加工环节,强调加工精度控制,要求学生通过调整切削参数、使用加工功能键,确保零件尺寸与图纸要求一致;在质量检验环节,引导学生以企业质检标准为依据,规范编制质检文件、制作检测报告,培养严谨的质量意识。同时,通过企业优秀技术人员的案例分享(如精密零件加工中的精度控制经验),让学生理解工匠精神在智能制造中的重要性,树立“追求极致、持续改进”的职业理念。

(二) 重构产教融合课程内容

1. 设计“生产全流程贯穿+项目化实践驱动”课程模块

以企业真实生产流程为逻辑主线,构建“生产流程认知—实践操作实施—质量检验规范—总结复盘提升”的课程模块。在“生产流程认知”模块,重点学习工艺卡片、编程指导书、机床操作指导书的解读方法,让学生掌握智能制造生产中的技术文件阅读能力;在“实践操作实施”模块,分阶段开展项目实践:第一阶段为“程序编制与机床调整”基础训练,学生需掌握数控铣床操作、刀具与零件装夹、程序输入与编辑、切削参数调整等基础技能;第二阶段为“企业产品生产项目”进阶训练,按照“从简单到复杂”的顺序,依次开展板类零件加工(项目演示)、简单结构件分

组生产、车床零件分组生产、带形位公差零件分组生产、简单配合件分组生产,每个项目均要求学生按企业生产流程分角色协作(如工艺设计岗、操作岗、质检岗),完成零件加工;在“质量检验”模块,学生需根据企业标准编制质检文件、制作检测报告,掌握智能质量检测方法;在“总结提升”模块,组织学生对每个项目进行检验、总结,整理生产文件(如工艺记录、质检报告),形成完整的项目实践档案。

2. 融入智能化实践内容

在课程设计中引入智能制造相关的实践内容,提升学生的智能技术应用能力。例如,在程序编制环节,增加智能编程软件(如UG、Mastercam)的操作训练,让学生掌握数字化编程方法;在质量检验环节,引入智能检测设备(如三坐标测量仪、视觉检测系统)的使用训练,让学生了解智能制造背景下的质量检测技术;在生产流程管理环节,通过模拟数字化车间管理系统,让学生学习生产进度跟踪、设备状态监控等智能管理方法,确保课程内容与智能制造技术发展同步。

(三) 产教融合教学模式、教学方法

1. 适配超精密加工课程的多样化教学方法与手段

首先,采用线上线下混合教学模式,线上通过学习通平台、虚拟仿真软件(如超精密加工虚拟实训系统),让学生实现即时学习理论知识、进行设备操作仿真;线下聚焦实操训练、案例分析与小组合作。其次,利用项目驱动教学方法,如以“典型零件超精密智能加工”为核心项目,贯穿整个课程学习周期,学生分组完成从理论学习、工艺方案设定到实践操作的全流程,培养团队协作与问题解决能力。最后,通过案例教学法,引入企业真实案例(如某航天零件超精密加工工艺优化案例),由教师引导学生分析案例中的技术难点、工艺方案,衔接理论与实践。校企双师教学:校内教师负责理论教学与基础实操指导,企业技术骨干定期入校开展专题讲座、指导课程设计与实习,确保教学内容与行业实际接轨。

2. 构建覆盖知识、技能、素养的学生综合能力立体化评估框架

构建“过程性考核+终结性考核+实践素养考核”的三维评价体系,以“企业标准+能力导向”,突出数控加工专业的技能核心导向与智能制造适配特性。过程性考核占比30%,包括课堂出勤、线上学习进度、作业完成质量、小组讨论参与度,重点评价学生的日常学习态度与基础理论掌握情况。实践素养考核占比40%,涵盖实验操作(设备操作规范性、数据准确性)、方案设计(工艺合理性、仿真与加工效果)、企业实

习表现（岗位实操能力、职业素养），由校内教师与企业导师共同评分。终结性考核占比30%，采用“理论考试+实操考核”结合的方式，理论考试重点考查超精密加工基础理论与智能制造相关知识；实操考核要求学生独立完成指定零件的智能加工（含工艺设计、设备操作、智能检测），并提交加工报告与质量分析结果。同时，建立评价反馈机制，将评价结果用于改进课程内容与教学方法（如针对学生在带形位公差零件加工中的薄弱环节，调整实践训练重点），形成“评价—反馈—改进”的闭环管理。

3. 适配行业发展趋势与学生个性化成长需求的课程优化路径

持续动态更新教学内容，紧跟数控加工与超精密制造的技术迭代，定期调研企业岗位需求，新增智能加工技术（如AI工艺优化、数字孪生进阶应用）、新型材料加工等内容，及时更新过时的传统工艺知识点。定期优化实践教学资源，联合企业共建校内智能实训基地，更新超精密数控机床、数字孪生平台、智能检测设备等实训资源；开发虚拟仿真实训项目，弥补实体设备不足的问题。进一步完善考核评价体系，根据学生学习反馈与企业对毕业生的评价，调整考核指标权重，增加智能制造相关技能的考核占比，确保评价体系的针对性与有效性。加强师资队伍建设，校内教师到企业培训，学习智能车间运营与超精密加工前沿技术；邀请企业技术专家、行业领军人才参与课程建设与教学。

（四）合作模式

1. 构建“企业参观+企业授课”合作模式

与智能制造领域的超精密加工企业建立长期合作关系，将企业资源转化为教学资源，推进双导师共建模式。首先，组织学生开展企业参观活动，由企业负责人讲解产教融合企业学习阶段的目标、学习内容（如企业生产流程、智能加工技术应用），并带领学生参观生产车间（如板类零件加工车间、车床零件加工车间）与企业内学习场地（如企业培训中心、技术研发实验室），让学生直观感受智能制造环境下的生产场景；其次，邀请企业技术骨干走进课堂，开展专题授课，内容涵盖企业真实生产流程（如工艺卡片、编程指导书、机床调整指导书的解读）、智能加工设备操作技巧（如数控铣床功能键识别、程序输入与编辑）、质量检验标准（如形位公差检测方法）等，将企业技术经验转化为教学内容，以弥补学校教学的行业实践短板。

2. 共建校企联合实践基地

与企业共同建设“超精密加工产教融合实践基

地”，将企业真实生产项目引入实践教学。基地配备与企业同步的智能加工设备（如数控铣床、车床）、检测仪器（如常用量具、形位公差检测设备），并按照企业生产车间标准布局，模拟真实生产环境。学生在基地内可参与企业产品生产项目，如板类零件加工（项目演示）、简单结构件生产（按流程分角色分组）、车床零件加工（分组协作）、带形位公差零件加工（精度控制训练）、简单配合件生产（装配与加工结合）等，在企业技术人员的指导下，完成从生产流程分析、程序编制、机床调整，到零件加工、质量检验、文件整理的全流程实践，实现“在校学习即上岗实践”的培养目标。学校与合作企业共同成立“超精密加工产教融合育人委员会”，成员包括学校教师、企业技术骨干、行业专家，负责制定人才培养方案、课程标准与实践教学计划。委员会定期召开会议，根据行业技术发展方向与企业需求，调整课程内容（如新增智能加工技术、数字化质检方法）与实践项目（如更新企业产品生产项目），确保人才培养目标与企业岗位需求一致。同时，建立“双导师”制度，为每个实践项目配备学校教师与企业技术人员，学校教师负责理论知识指导，企业技术人员负责实践操作与岗位技能指导，形成“理论+实践”双重保障。

三、结语

本文基于智能制造人才培训发展需求，针对“超精密加工”课程教学中存在的智能化内容匮乏、学生实践能力薄弱、实践训练落后等问题，将安全规范教学、企业参观授课、生产流程学习、项目实践操作等课程内容融入产教融合方法体系。通过教学内容与企业生产实际的精准对接，利用真实的企业加工案例，有效提升学生的实践能力、职业素养与智能制造技术应用能力，为高职机械类专业“超精密加工”课程改革提供了可行路径。未来，随着智能制造技术的不断发展，“超精密加工”课程产教融合需进一步深化，虚实结合。引入数字孪生、工业互联网等前沿技术，开发虚拟仿真实践项目（如虚拟智能车间操作、虚拟零件加工），弥补实体实践基地在设备成本、场景覆盖上的不足；同时拓宽产教融合范围，构建“学校—企业—行业”多方协同的育人模式，针对行业技术发展与企业需求变化，动态调整课程内容与实践项目，确保人才培养模式适应智能制造领域的发展需求，为我国超精密加工产业的高质量发展提供坚实的人才支撑。

参考文献：

- [1] 沈佳坤,陈娟,吴作凤.应用型高校数字化赋能产教融合的模式及作用机制[J/OL].高教发展与评估,1-

- 12[2025-10-24].<https://link.cnki.net/urlid/42.1731.G4.20251027.1259.010>.
- [2] 苏华,金映,刘绪军.产教融合视角下高职院校培养“智造工匠”的困境与策略[J].教育与职业,2025(19):42-49.
- [3] 康存锋,侯惠雯,孙树文,等.智能制造工程教学体系与产教融合基地建设的探索与研究[J].实验室研究与探索,2025,44(9):198-205.
- [4] 王佳杰,黄健.技术技能型人才产教融合培养的困境解析及路径重构——基于境脉学习理论的视角[J].职教论坛,2025,41(8):99-108.
- [5] 任璐,李鑫,赵欢,等.新质生产力背景下“现场工程师”人才培养模式探究[J].高等工程教育研究,2025(S1):163-166.
- [6] 梁钱华,武昭妤,韩勇.校企协同培养机械制造类技术技能人才的探索与实践[J].机械职业教育,2023(8):34-39.
- [7] 闫实,梁钱华.校企协同培养机械制造类技术技能人才的探索与实践——以成都工业职业技术学院为例[J].北京工业职业技术学院学报,2023,22(3):59-64.