数控加工中心机械装配与调整实训项目教学设计研究

于春海
莱芜技师学院 山东 济南 271100

摘 要 数控加工中心是高端智能制造的核心装备，广泛应用于航空航天、精密模具、汽车制造等领域，其装配与调试精度直接影响设备性能、运行稳定性和使用寿命。机械装配与调整实训是数控技术专业培养装备运维与制造技术人才的关键环节，教学质量直接关系到高素质技能人才的培养成效。当前智能制造技术快速迭代，制造业对数控装调人才的能力与素养要求不断提高，传统实训教学的短板日益凸显。本文结合数控技术教育发展与产业岗位需求，梳理该实训教学的研究现状，剖析突出问题，从实训目标、教学内容、教学模式、资源建设及优化路径等方面展开研究，构建科学完善的实训教学体系，为数控专业实训课程教学设计与改革提供参考。

关键词 数控加工中心；机械装配与调整；实训项目；教学设计

Research on Teaching Design of the Mechanical Assembly and Adjustment Practical Training Project for CNC Machining Centers

Yu Chunhai
Laiwu Technician College, Jinan 271100, Shandong Province, China

Abstract CNC machining centers are core equipment in high-end intelligent manufacturing and are widely used in fields such as aerospace, precision molds, and automobile manufacturing. Their assembly and debugging accuracy directly affects equipment performance, operational stability, and service life. Mechanical assembly and adjustment practical training is a key link in cultivating equipment operation and maintenance and manufacturing technical talents for the CNC technology specialty, and the quality of practical training teaching directly relates to the effectiveness of cultivating high-quality skilled talents. At present, intelligent manufacturing technology is iterating rapidly, and the manufacturing industry's requirements for the competence and quality of CNC assembly and adjustment talents are continuously rising, making the shortcomings of traditional practical training teaching increasingly prominent. Combining the development of CNC technology education and the demands of industrial positions, this paper reviews the current research status of this practical training teaching, analyzes the prominent problems, and conducts research from aspects such as practical training objectives, teaching content, teaching models, resource development, and optimization paths, so as to construct a scientific and complete practical training teaching system and provide reference for the teaching design and reform of practical training courses in the CNC specialty.

Key words CNC machining center; Mechanical assembly and adjustment; Practical training project; Teaching design

伴随智能制造技术的高速发展，我国制造业加速向高精度、智能化、集约化方向转型升级，市场对数控加工中心的加工精度、运行效率与智能化水平提出了更高要求，具备专业装配调试能力与综合职业素养的数控技术人才缺口持续扩大。数控加工中心机械装配与调整涵盖床身拼接、导轨安装校准、主轴组件装配、丝杠系统调试、刀库精度校正、整机几何精度检测等多个核心工序，融合了机械结构原理、精密精度控制、工艺规范标准与故障排查技术，实践性与综合性极强，是数控装备生产、安装、运维岗位的核心技能内容。

目前国内多数职业院校的数控装调实训教学仍沿用传统模式，普遍存在技能训练碎片化、教学内容与企业岗位脱节、考核评价体系单一、综合能力培养不足等问题。多数实训仅聚焦单一零部件拆装训练，缺少整机系统调试、精度误差分析、工艺优化等综合性实训内容，导致学生技能掌握零散、岗位适配性较弱，难以满足智能制造企业的人才需求[1]。因此，优化数控加工中心机械装配与调整实训教学设计，构建系统化、实战化、规范化的实训教学体系，对提升数控人才培养质量、适配产业发展需求具有重要的研究意义与实践价值。

1 实训项目教学设计核心要素研究

1.1 实训目标分层设计

实训教学目标是实训项目设计的核心导向。现阶段数控实训教学围绕知识、能力、素质三维目标构建育人体系：知识层面聚焦数控加工中心核心结构原理，重点掌握床身、主轴、导轨、丝杠、刀库等关键部件的装配技术要求、配合精度标准与装配基准规范，明晰传动逻辑与结构关系；能力层面以实操技能与问题解决能力培养为核心，重点训练主轴轴承预紧力调整、导轨平行度校准、丝杠间隙补偿、刀库换刀精度调试等技能，要求学生按标准化流程完成拆卸、清洁、对位、装配、检验全流程操作，能独立排查常见故障、修正精度误差；素质层面侧重培育标准化操作意识、质量追溯意识、工具规范管理能力与安全生产意识，通过规范化训练培养学生严谨细致、精益求精的工匠精神。结合学生认知规律与职业发展路径，现有研究普遍推行分层实训目标设计，将实训体系划分为基础层、核心层、拓展层3个梯度，基础层侧重设备结构认知与规范操作，核心层聚焦精准装配与精度调整，拓展层针对故障诊断与工艺优化，实现从单一技能训练到综合岗位能力培养的循序渐进[2]。

1.2 实训内容模块化构建

实训内容的科学化、模块化设计是提升实训质量的关键。为解决传统实训内容零散、系统性不足的问题，现阶段实训教学普遍采用模块化拆分思路，将复杂的整机装配调试流程拆解为相互关联、层层递进的实训模块，结合企业岗位标准优化教学内容，实现教学与岗位的精准对接。

基础认知模块是实训入门的基础环节，通过三维模型展示、实物拆解、工艺图纸解读等方式，帮助学生全面掌握数控加工中心整机结构、各模块功能与装配基准，熟练掌握百分表、水平仪、扭力扳手等精密工具的使用方法，熟悉实训安全规范与基础操作标准。

核心装配模块聚焦关键部件标准化装配，主要包含主轴轴承装配、丝杠与电机联轴器对接、直线导轨安装、刀库支架固定等核心内容。教学中严格执行“标记、拆卸、清洁、装配、检验”的标准化流程，规范零部件对位、间隙控制、力矩紧固等关键操作，规避装配错位、装配间隙超标等常见问题，培养学生规范化装配能力。

精度调整模块以设备几何精度检测与误差修正为核心，重点开展导轨平行度、垂直度、主轴回转精度、工作台平面度、刀库刀位精度等参数的检测与调试[3]。引导学生精准记录实训数据、分析误差来源，掌握精度修正方法，树立精密装配、精准调参的岗位思维。

综合调试模块属于高阶实训内容，整合各模块装配成果，开展整机拼接校准、主轴与刀库协同调试、进给轴联动测试、设备空载试运行与整机故障排查等实训内容。对标企业质量验收标准，训练学生整机调试与质量自查能力，全面提升岗位综合实操水平。

2 实训教学模式创新与实践

2.1 理虚实一体化教学模式

为解决传统实训理论与实践脱节、实操风险高、设备损耗大的痛点，理虚实一体化教学模式成为现阶段数控实训改革的核心方向，构建“理论学习+虚拟仿真+实物实操”三维教学体系，有效提升实训教学的科学性与实效性。

理论教学环节依托多媒体课件、装配动画、结构解析视频等可视化资源，将抽象的装配原理、精度控制理论、工艺规范直观化呈现，简化理论学习难度，帮助学生快速掌握核心知识点，破除理论学习壁垒。

虚拟仿真环节依托3D仿真平台与基于物理的渲染（physically based rendering，PBR）技术，完整还原主轴拆装、导轨调试、丝杠校准等全流程操作。学生可反复开展虚拟实操训练，系统自动识别不规范操作并评分复盘，既降低实物实训的设备损耗与安全风险，又能帮助学生熟练掌握标准化操作流程[4]。

实物实操环节实行“仿真达标后实操”的准入机制，学生在熟练掌握虚拟操作流程后，开展实物装配与精度调试训练。教师针对实操重难点实时示范、纠错，实现理论、仿真、实操的深度融合。实践证明，该模式可使学生装配规范达标率提升30%，设备操作故障率下降40%，实训教学效果显著提升。

2.2 项目驱动与模块化教学融合

项目驱动结合模块化分层教学是现阶段应用广泛的实训教学模式，能有效破解了碎片化教学弊端。教学过程中引入企业真实装调项目，将整机装配调试任务作为核心教学载体，把学生分为6～8人实训小组，模拟企业团队作业模式，分工完成工艺规划、部件装配、精度检测、误差整改、成果验收等全流程任务，锻炼学生自主学习与团队协作能力。

同时结合模块化分层思路，根据学生学习能力差异化布置实训任务。基础薄弱学生重点完成标准化装配与基础精度检测，能力较强学生额外开展误差分析、工艺优化、复杂故障排查等拓展训练，实现因材施教、分层育人。课堂采用“教师示范、学生实操、即时纠错、当堂复盘”的教学方式，强化学生

技能记忆，全面提升实训教学效率。

3 实训平台与资源建设研究

3.1 实训平台层级化构建

现阶段职业院校普遍构建递进式四级实训平台体系，形成全覆盖、分层化的实训教学场景。基础层为虚拟仿真区，配置仿真软件与虚拟操作终端，满足学生结构认知、流程演练的基础实训需求，弥补实物设备不足的短板。核心层为实物操作区，配备数控加工中心实训台、精密测量工具与装配套件，保障基础装配、常规精度检测实训开展。

高端层为精密调试区，配备高精度水平仪、激光干涉仪、可控扭力扳手等专业设备，用于开展微米级精度校准、主轴预紧调试等高端实训项目，培养学生高精度装调能力。系统层为智能制造综合实训区，整合可编程逻辑控制器（programmable logic controller，PLC）系统、智能检测设备等，重点培养学生系统集成与联动调试能力，适配智能制造岗位发展需求，大幅提升实训资源利用率。

3.2 教学资源多元化开发

实训教学资源建设以数字化、实战化、标准化为核心方向。数字化资源涵盖三维结构模型、装配动画、实训课件等，打破实训时空限制，支撑学生自主预习与复盘。实战化资源依托产教融合，引入企业真实装配图纸、生产项目、故障案例，让学生对接企业真实岗位场景，提升实操适配性。

标准化资源包含实训指导手册、分层任务书、考核评分标准、质量追溯台账等，统一实训教学与考核标准，规范实训流程。院校通过与数控企业共建实训基地、联合开发课程资源、引入企业技术指导，实现教学资源持续更新，保障实训内容贴合行业最新技术标准[5]。

4 现存问题与优化路径研究

4.1 主要问题

当前实训教学体系虽逐步完善，但仍存在诸多短板。一是实训教学与产业岗位衔接不足，实训内容多聚焦单一部件训练，整机系统调试、智能化工艺优化内容缺失，未深度对接企业岗位标准与岗课赛证要求，人才培养适配度不足。二是实训资源配置不均，高端精密实训设备数量短缺，无法满足全员实操需求，部分虚拟仿真资源精度不足、与实物设备不兼容，虚实融合教学效果受限。三是双师型师资队伍建设滞后，部分实训教师缺乏企业一线实操经验，对行业新工艺、新设备、新调试技术掌握不足，难以支撑高端实训教学。四是职业素养培育薄弱，实训过程质量追溯、精益管控环节缺失，学生操作规范性不足、质量意识薄弱，难以适配企业严苛的生产质量体系。

4.2 优化路径探索

针对上述问题，结合产业发展需求，可从四方面优化实训教学体系。第一，深化产教融合，构建岗课赛证一体化教学体系，联合企业制订实训标准，引入真实生产项目，将职业证书考核、技能竞赛标准融入实训教学，补齐整机调试、工艺优化等实训短板。第二，优化实训资源配置，升级高精度虚拟仿真系统，共建校企共享实训基地，解决高端设备不足问题，提升资源利用率。第三，强化师资队伍建设，建立教师企业轮岗实训机制，聘请企业技术专家入校授课指导，提升教师前沿实操与教学能力。第四，健全质量管控与素养培育体系，推行标准化实训记录与质量追溯制度，将操作规范、质量达标、安全生产等纳入考核，全方位培养学生的职业素养与工匠精神。

5 结束语

综上所述，数控加工中心机械装配与调整实训教学设计已形成目标分层、内容模块化、模式创新化的基础教学框架，有效改善了传统实训教学的诸多弊端。在智能制造产业快速发展的背景下，数控装调实训教学仍需持续改革优化。未来需持续深化产教融合、紧跟行业技术迭代、完善实训育人体系，聚焦复合型技能人才培养，持续提升实训教学的实战性与专业性，为制造业高质量发展输送高素质数控技术技能人才。

参考文献

[1]朱金仙.基于产教融合的模块化课程建设——以机械装调基础与应用课程为例[J].现代制造技术与装备,2025,61(5):217-220.

[2]刘德训.中职机械装配教学中实践技能培养的策略研究[J].模具制造,2024,24(10):40-42.

[3]孙建华,王亮,吴长伟,等.数控车床实训工程分析与研究[J].内燃机与配件,2023(15):121-123.

[4]季娟,王全景,陈清奎,等.基于混合现实的数控铣及加工中心虚拟仿真实训系统研究[J].模具工业,2023,49(4):72-75.

[5]章建胜,金姣,黄易辰,等.数控加工中心“活页式”手册在实训教学中应用[J].时代汽车,2022(9):111-113.

（本文编辑 王 冬）

