

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2023.02.008

# 智能制造专业人才综合能力培养 实践与探索

李娟,杨懿坤,刘武,高启鑫,肖平高,王群

(湖南大学 机械与运载工程学院,湖南 长沙 410082)

**摘要:** 依托湖南大学建设的智能制造实验室教学平台,以行星齿轮减速器典型关键零件的智能加工为例,持续开展智能制造专业人才综合能力培养实践与探索。实践证明,落实智能制造人才培养,需突出思政育人,凸显机械、信息、控制多学科知识交叉融合,大力践行多级联动和项目研究为载体的人才培养机制。

**关键词:** 智能制造实践平台;学科交叉融合;多级联动;人才培养

**中图分类号:** G642

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-5884(2023)02-0045-05

智能制造是引领新的工业技术革命发展的关键核心技术,是国家大力推进实施“两化融合”战略的一个重要体现,未来谁先掌握智能制造核心技术,谁就能占领全球高端制造业发展的制高点。发展智能制造技术及装备产业有助于促进传统制造业的全面转型升级,对于提高生产效能、制造质量和技术水平,减少能耗,实现工业生产过程中智能化和低碳化的发展目标具有十分重大的意义。智能制造在制造业内外受到广泛的关注,德国提出工业4.0战略后,全球迎来了新一轮的工业革命浪潮,我国以“中国制造2025”战略引领制造业转型升级。2010年《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》提出要将智能制造装备作为发展重点。全面实现先进设计、智能生产、物流、管理在制造业的融合创新与集成以及传统制造业的转型升级对新时期高水平人才综合素质提出了更高更新的要求。近年来,社会各领域已反馈现阶段和今后相当长一段时间内智能制造领域存在人力资源大量紧缺现象。教育部“关于加快完善智能制造人才发展战略的建议”明确表示将进一步研究国家人才战略,推进智能制造人才供

给结构性改革,系统推进智能制造人才培育工程,落实《教育信息化2.0行动计划》《高等学校人工智能创新行动计划》和《职业技能提升行动方案(2015—2018年)》等文件精神,完善高校智能制造教育人才培养专业教学体系,推动产教深度融合,为解决智能制造人才紧缺的问题提供政策性保障<sup>[1-2]</sup>。

近年来我国智能制造人才培养步伐日益加快,目前开设智能制造工程专业的院校已超过149所,国内许多高校也陆续开展了智能制造人才培养实践与研究<sup>[3-8]</sup>。为培养经世致用的智能制造专业创新型人才,2015年以来湖南大学依托传统机械类专业人才培养和专业建设特色,通过开办智能制造专业试验班的形式,不断推进智能制造专业培养方案理论课程体系和实践条件建设改革,持续推进智能制造方向人才培养模式的实践与探索。

## 1 机械类智能制造综合实践教学平台建设

为解决传统制造业智能制造转型升级对高层

收稿日期:2022-10-17

基金项目:湖南省长沙市科技计划项目(kq2004028)

作者简介:李娟(1972—),女,湖南宁乡人,高级工程师,本科,主要从事智能制造研究。

次人才的迫切需求,全面推进湖南大学机械设计制造及其自动化专业智能制造方向和智能制造新专业建设,根据机械类智能制造人才培养方案对实践条件的具体要求,湖南大学由机械工程专业责任教授牵头,经相关专业理论及实践教学团队反复论证,开展了智能制造专业校内实验实践转型升级,利用机械工程专业实验室原有数控车床、数控加工中心等构建的局域网络数字化生产线,通过新配置滚齿机床、工业机器人、物流小车及立体存储仓库等设备,搭建了既贴近工业生产又适用于专业人才培养及实践教学的机械类智能制造综合实践教学平台(图1)。

机械类智能制造综合实践教学平台在生产加工过程中依托5G互联网实现各单元模块间相关加工信息的实时通信;上位机通过MES系统对机械类智能制造实践教学平台各制造及传输环节进

行调度;控制信息通过MES系统在各设备之间传递,实施设备管理和零件生产质量监控,实现生产流程的智能控制。该系统信息流如图2所示: MES下发指令至立体仓库,立体仓库响应并实时与AGV小车通信,物料通过AGV将毛坯依次输送至各加工环节进行自动加工、检测、打标,零件完成后再由小车输送回立体仓库。



图1 机械类智能制造综合实践教学平台

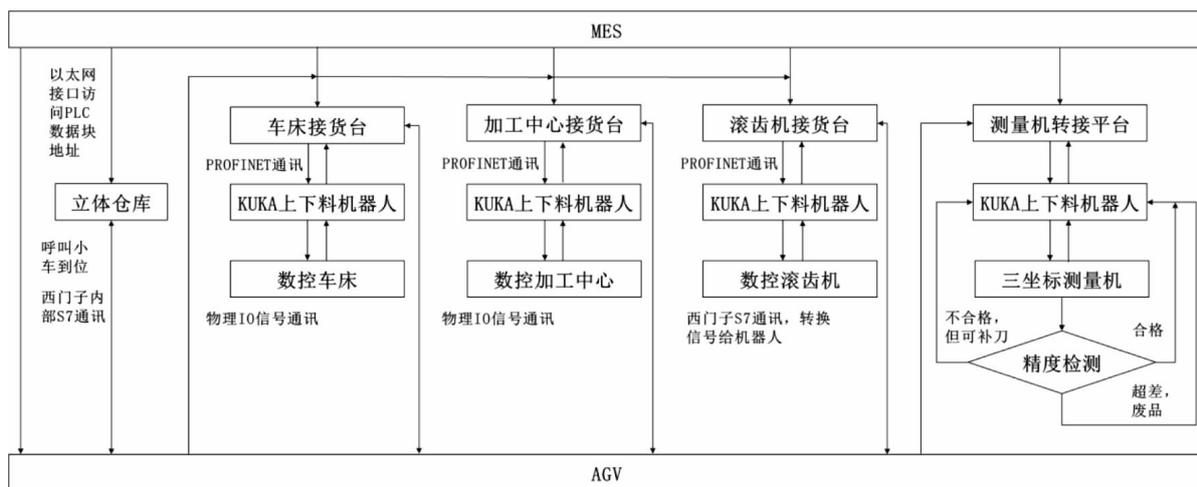


图2 机械类智能制造综合实践教学平台信息流

## 2 典型产品智能制造实践

根据传统机械类专业人才知识结构体系及实践能力向智能制造专业转型和拓展的需求,依托搭建的机械类智能制造综合实践教学平台,教学实践团队针对行星齿轮减速器关键零件的加工,开展了包括自动化立体仓库及其堆垛机控制、FRID、AGV、数字孪生等十个模块的教学综合实践(图3),并将机械设计及制造、信息传输与控制、物流、检测等相关基础课程和专业核心课程理论与实践教学内容融入综合实践的教学环节。

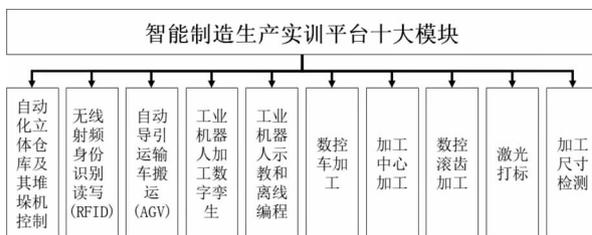


图3 机械类智能制造综合实践十大模块

以行星齿轮减速器中平面、内孔及外圆等典型表面的3个零件的设计及制造为例,在该系统中涉及的流程及知识模块主要有:任务下发、MES系统离散工作岛分布式管理与控制、PLC、CNC及物料信息管理、网络、工作站和仓库管理、生产追溯、系

统状态监控等。以下是其中的一些典型环节:

(1)生产任务订单下达。通过MES系统进行生产任务订单下达,选择毛坯类型和加工数量(图4)。



图4 MES物料下单界面

(2)立体仓储及自动入库。通过新增仓储触控终端、仓储管控软件、出入库平台、仓储电子看板等,将现有的立体仓储货架及堆垛机改造升级成立体仓储系统,该系统能够在计算机及上位机软件系统的管理下完成毛坯及产品的自动出入库作业,全面实现存储的自动化。

(3)AGV小车运输及工业机器人上料、下料。采用AGV小车实现零件在仓库与各加工、检测单元间安全准确的物料输送,六自由度工业机器人则主要完成零件在AGV小车与数控车床、加工中心等设备间实时上料、下料的搬运作业。

(4)零件加工及产品装配。系统根据零件技术要求,对零件进行相应加工。针对减速器齿轮轴的加工,采用SSCK220数控车床对毛坯外圆进行车削得到半成品,经数控加工中心铣、钻等加工操作得到成品(图5)。针对减速器齿轮安装座的加工,采用VMC800数控加工中心在毛坯上钻孔得到半成品,然后更换刀具,完成铣平面加工得到成品(图6)。VMC800数控加工中心及数控车床等设备通过加装自动开关门、自动夹具、DNC联网、数控MDC数据采集等系统完成了智能化改造,具备了自动化生产、与机器人等联网通讯的数字化智能加工功能。通过系统中数控滚齿机,采用展成法完成减速器轮加工,然后在装配工位完成装配,最后得到行星齿轮减速器成品(图7)。

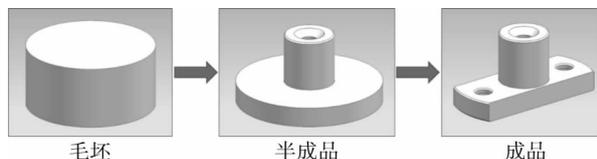


图5 齿轮轴加工过程

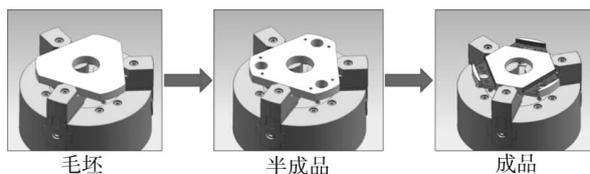


图6 齿轮安装座加工工艺



图7 行星齿轮减速器实物

(5)个性化定制。现场MES制造执行系统根据工件RFID信息进行个性化定制生产加工、组装及入库(图8)。



图8 个性化定制生产过程

### 3 基于机械类智能制造综合实践的本科生培养新模式

近年来,湖南大学紧跟全球智能制造发展形势,结合传统机械类专业人才培养和专业建设特色,通过在传统机械类专业拓展智能专业系统知识及开办智能制造专业试验班等形式,持续开展智能制造专业培养方案理论课程体系和实践条件建设与改革,构建了从专业认知、基础知识搭建、专业课程体系拓展到综合能力提升的专业人才培养链,逐步形成经世致用型智能制造专业人才培养模式。依托建设的机械类智能制造综合实践教学平台持续开展机械类专业智能制造综合实验实践能力培养实践,总结出以下人才培养经验和特色。

#### 3.1 注重专业实践课程思政素材挖掘,培养学生家国情怀

不断变化的全球局势充分证明,在高等教育人才培养过程中,强化大学生思想政治教育,为我国培养一大批各战线上政治思想过硬、业务精湛

的智能制造人才队伍,对于中华民族伟大复兴具有十分重要的战略意义。湖南大学在依托机械类智能制造综合实践教学平台开展学生专业实践能力培养的同时,还注重智能制造实验实践思政教育和社会、健康、安全、法律、文化以及环境等教育素材的挖掘,突出思政育人和非技术性综合素质培养。无论是大学生入校时的专业认知教育,还是后期的专业课程实验以及智能制造综合实践,实践教学团队依托专业实验室,通过组织学生参与校内外各级实践基地参观和机械工业发展史、大国工匠等相关技术讲座和课内外小组交流,引导学生了解我国机械制造业从一穷二白到如今步入制造业大国行列的艰苦而又卓越的发展历程。在潜移默化中将丰富的课程思政素材融入专业实验实践教学,增强学生的民族自豪感和使命感,培养大学生的家国情怀及坚定地为中国制造2025战略努力学习的信念和决心。

### 3.2 坚持智能制造人才培养核心地位,凸显多学科知识融合

智能制造是数字技术、信息技术和先进制造

技术深度融合形成的制造业新形态,涉及材料、机械、计算机、能源以及生产管理等多个学科领域知识。需按照多学科交叉、通识与专业结合、普遍与个性化相融合的专业人才培养理念,将相关学科主干知识模块化并植入智能制造专业课程体系,凸显学科交叉和知识融合的优势(图9),通过对传统机械类专业课程的整合、优化、重组和改革构建智能专业课程体系。强化学生通识教育,确保专业培养方案中的知识体系引领理论研究前沿和工程实际,让学生理解智能制造技术在现实中的应用及其引领行业未来发展方向的战略地位,增强学生对学科专业的总体认识。通过深入实践,明晰智能制造专业知识与信息、控制、材料等诸多学科的紧密联系。以模块化或项目制等形式,设计专业修读课程,实现人才培养由单一到复合型的螺旋式提升。突出“认知+专业强化+交叉融合”的教学模式,促使学生在系统掌握传统机械类专业理论及工程技术的基础上,深入了解材料、信息、控制等相关交叉学科专业知识,同时能熟练将其内化为具有交叉和集成性质的智能制造专业本领。

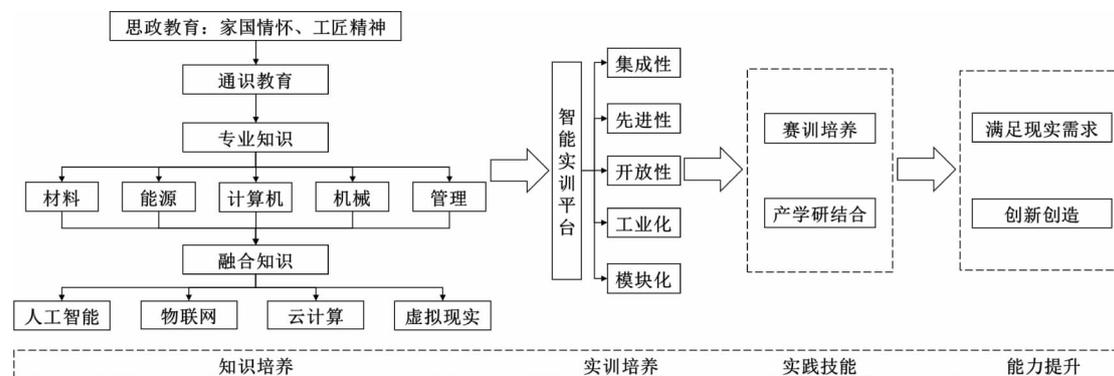


图9 智能制造综合实践人才培养模式

为了保证多学科知识交叉融合实验实践教学效果,灵活采用线上线下相结合的形式开展智能制造综合理论与实践教学,学生、教师及实验室间可通过5G网络随时开展智能制造生产线模块系统实验实践综合训练。为了增强学生学习过程中对专业知识的体验感,开发涵盖新一代信息技术的在线课程资源,设计离散型“智能制造工程实践与创新教学系统”,围绕智能制造核心技术,以功能分类汇集成岛,以灵活物流连接成生产线和制造系统,保证智能制造专业人才培养及工程应用方面的效果,体现离散制造的分散式制造岛教学理念。

### 3.3 实施多级联动和项目载体人才培养驱动,提升学生工程素养和创新实践能力

作为行业高层次人才培养的重要基地,高校不仅要在教学上对学生进行知识融合的培养,还需要注重学生综合研究及实践应用能力的提升,满足社会各行业对工程应用和创新型人才的需求。

构建“政府+企业+高校+科研院所+用人单位”五位一体融合创新创业教育体系,形成多维、多位的联合育人模式,强化学生的创新创业意识,提升学生的动手实践能力和综合素质<sup>[9-10]</sup>。学校积极响应“中国智能制造2025”及湖南省智能制

造强省战略:根据教育部人才培养及专业建设改革相关精神,结合企业工程实际需求设置专业课程,改革和完善人才培养方案;在各级政府部门指导下组建校企协同创新团队;建立校外导师制,聘请企业、科研院所和用人单位的高水平工程师和管理者为学校的兼职导师,为学生传授行业工程实践以及智能制造技术研究和发展的方向;同时,组织师生深入政府、企业和相关科研院所实习,促进政府、学校、企业、科研院所及用人单位产学研全面合作,加强学校教师与工程实践一线员工之间的交流,解决理论教学课堂存在的工程实践抽象性问题,培养学校教师成为理论知识与实践经验并重的双师型教师;以纵向和横向科研项目为载体,通过全面合作吸引并组织学生参与科学研究,拓展智能制造人才培养广度和深度,全方位多渠道提升学生的智能制造专业学习、科学研究及工程应用综合能力。

#### 参考文献:

- [1] 张展鹏.中国制造加速向智能化转型[J].中国职工教育,2015(10):24-26.
- [2] 吴晓蓓.《中国制造2025》与自动化专业人才培养[J].中国大学教学,2015(8):9-11.
- [3] 千雪梅,赵津.《中国制造2025》视角下的制造技术人才培养模式初探——以贵州大学机械类学生为例[J].教育现代化,2017(4):240-241.
- [4] 耿林,谢峰,何舒平.“中国制造2025”下机械工程与自动化学科人才培养模式的研究[J].滁州学院学报,2019(21):102-105.
- [5] 向艳芳,刘苗.“中国制造2025”背景下智能制造人才培养服务平台构建研究[J].中国现代教育装备,2020(9):44-46.
- [6] 王保建,段玉岗,王永泉,等.面向“中国制造2025”双能力融合的智能制造人才培养探索与实践[J].实验室研究与探索,2021(40):140-144.
- [7] 王书亭,谢远龙,尹周平.面向新工科的智能制造创新人才培养体系构建与实践[J].高等工程教育研究,2022(5):12-18.
- [8] 张自强,陈树君.基于智能学习工厂的实践教学体系探究——以智能制造工程专业为例[J].高等工程教育研究,2022(2):87-92.
- [9] 赵琳,刘高鹏.智能制造工程专业“六协同”教学模式研究与实践[J].教育观察,2022(11):87-90.
- [10] 刘永生,惠记庄,陈一馨.新工科背景下智能制造专业政产学研用融合创新创业教育体系探索[J].高教论坛,2022(9):26-29.

## Practice and Exploration of Comprehensive Ability Training of Intelligent Manufacturing Professionals

LI Juan, YANG Yikun, LIU Wu, GAO Qixin, XIAO Pinggao, WANG Qun

(College of Mechanical & Vehicle Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

**Abstract:** Relying on the practising platform of intelligent manufacturing laboratory built in Hunan University, and taking the intelligent processing of typical key parts of planetary gear reducer as an example, the continuous practice and exploration of the comprehensive ability training of intelligent manufacturing professionals are introduced in this paper. The practice results indicate that to implement the intelligent manufacturing talent training, it is necessary to highlight the ideological and political education, focus on the cross-integration of mechanical, information and control multidisciplinary knowledge, and vigorously carry on the multi-level linkage and project research as the carrier of talent training mechanism.

**Key words:** intelligent manufacturing practice platform; interdisciplinary integration; multi-level linkage; talent training

(责任校对 葛丽萍)