

面向企业需求的智能制造工程专业实践教学体系研究

董旭¹,刘清²,刘雪丽¹

(1. 北华航天工业学院,河北廊坊 065000;2. 廊坊市委党校,河北廊坊 065000)

[摘要]目前就业市场上智能制造技术类人才需求持续增长,对人才的实践能力要求也逐步提高。针对智能制造类企业对人才的需求,同时贯彻成果导向教学理念,研究了智能制造工程专业实践教学体系。围绕企业对智能制造岗位需求与能力要求,依据专业培养目标构建了项目制实践教学体系与内容,提出了实践教学实施策略,并从评价内容、评价主体、评价指标等方面确立了学生实践效果评价体系,以期促进学生实践能力螺旋式提升,为同类专业人才培养提供有益参考。

[关键词]智能制造;企业需求;能力培养;实践教学体系;效果评价

[中图分类号] G642.44;TB4;G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2096-711X(2025)16-0160-04

doi:10.3969/j.issn.2096-711X.2025.16.055

[本刊网址] <http://www.hbxb.net>

智能制造技术融合了信息技术、先进制造技术以及人工智能技术,是制造业发展的主流方向。智能制造技术的发展推动着企业向数字化、网络化、智能化方向转型,而产业升级引入了大量高端技术人才需求,近些年智能制造工程技术人员缺口数量较大。实践教学作为专业建设和人才培养中的重要环节,对人才能力输出有着重要影响。因此,基于社会发展需求准确把握专业内涵,持续设计和调整实践教学体系与行业企业发展相匹配,是当前高校人才培养需要认真面对的问题。

一、智能制造类企业对高校人才培养需求

智能制造技术的发展催生企业需要设置很多新的岗位,传统岗位人才数量发生了很大变化,新型技术人才需求持续增长,人才结构持续调整,“智造型”人才备受企业的欢迎。以需求为导向、注重学生能力培养是提高人才培养质量内在需求。

(一)智能制造行业企业岗位需求

智能制造领域逐步出现“应用型、复合型、创新型”人才需求特征。新型智能生产方式引起生产流程、工作岗位设置、生产管理方式发生变化,智能化生产线、基于人工智能的机器视觉检测系统逐步取代人工相应岗位,传统制造工艺岗位需求下降,而与新型智能工厂紧密联系的供应链管理人才、智能产线工程师等需求快速增长。从与制造工艺紧密联系角度看,智能制造技术相关岗位包括:智能制造工艺师、多轴数控加工工程师、结构数字设计师;与配套设备相关岗位:机电系统设计师、嵌入式系统设计师、机器人运行维护工程师岗位;与智能制造系统有关岗位:系统工程设计师、需求管理工程师、功能及逻辑架构师、柔性制造集成系统工程师、数字化产线虚拟调试工程师、生产管理工程师、车间运行工程师、物联网大数据工程师。以机械零部件加工岗位为例,岗位要求能够应用智能数控机床、应用计算机辅助设计与制造技术、编制数控工艺、安装与调试生产线。

(二)智能制造工程专业学生职业能力

制造行业智能化升级推动着相关工作岗位转型。企业

岗位需求调整要求学生能够从事产品智能设计与制造、智能装备维护、智能工厂系统运行与管理等工作,具有独立解决智能制造领域复杂工程问题的能力。基于岗位需求模型归纳新时代青年大学生应具备的能力,其中涉及机械结构设计能力与CAX软件应用、智能装备的编程与工艺设计能力、智能制造系统构建与数据处理能力、机电系统建模能力、创新创业能力、语言表达能力、文字撰写能力、团结合作能力等。大学生的这些能力都需要在实际的教学工作中注重锻炼与培养,以满足智能制造行业企业岗位需求。

二、智能制造工程专业实践教学体系设计

智能制造工程专业实践教学体系由工程知识、教学模式、教学内容与方法、教学资源、教学评价体系等要素构成,是培养学生实践动手能力、创新创业意识、解决复杂工程问题的平台,而目前很多实践教学体系存在校企全方位合作力度不够,学生主动参与度不够,创新创业培养融入不足,难以对智能制造工程新工科专业建设形成有力支撑。因此,根据智能制造行业发展设计实践教学体系,可有效支撑专业培养目标达成,具有重要的现实意义。

(一)实践教学体系设计总体思路与目标

为加快新工科专业建设和向应用型高校转型发展,地方本科高校需要建立智能制造工程专业校企深度合作的全方位人才培养模式。为促进大学生高质量就业,促进高校与企业紧密合作,确立对接企业岗位需求的应用型本科教学模式是培养高素质人才的一种有效途径。基于此,应用型本科高校实践教学体系应以企业岗位人才需求为导向,以行业、职业能力要求与成果导向教育理念为参照,以学生实践能力目标输出为核心,实现人才培养与企业需求对接,建立科学合理的学生实践能力多元评价机制,培养学生成为能在智能制造工程领域从事产品设计与制造、智能装备与智能工厂系统运行及系统集成等工作的高级应用型人才。

(二)智能制造工程专业实践课程体系与内容搭建

在实践教学体系设计总体思路指导下,为实现实践教学体系目标,应用型本科高校可以围绕大学生“智能制造技术”

收稿日期:2024-10-25

基金项目:本文系2023—2024年度河北省高等教育教学改革研究与实践项目“新工科背景下智能制造工程专业人才高阶能力培养模式研究与实践”阶段性成果(项目编号:2023GJJG378);教育部供需对接就业育人项目“面向大学生创新创业能力提升的校企联合培养模式与实践”阶段性成果(项目编号:2024090268227);北华航天工业学院教学研究与改革项目“新工科背景下智能制造工程专业人才培养模式研究”阶段性成果(项目编号:JY-2023-54)。

作者简介:董旭(1981—),男,河北保定人,北华航天工业学院副教授,主要从事智能制造技术研究。

提升,设计“知识、能力、素质”协同发展的阶梯式实践教学体系,确定大学生在不同发展阶段的的教学目标,从而更好地构建实践课程体系,丰富并完善教学内容。通过开展“基础知识实践、专业基础实践、专业综合实践、创新创业实践、社会生活实践”训练项目,引入企业先进工程案例,拓展学生对智能制造技术认知的广度和深度,对学生从基础知识到专业知识、从综合能力到创新意识、从创新创业到社会实践的全方位贯通培养。

对于低年级学生而言,大学一年级学生的实践教学主要是以“学科基本认知”为主,在此阶段主要讲授通识课、机电控制基础类以及设计基础类课程。学生可以通过合作企业讲座,了解智能制造类企业的基本概况、智能工厂系统、智能生产线搭建等内容,对智能制造建立概括认识。大学二年级,实施产品智能设计实践环节。学生此阶段开始接触力学、机械原理、机械设计、电气控制技术等专业基础课,已经初步掌握了机械设计与机电控制基础知识。教师可以通过布置设计智能工厂生产线的机械部件、智能单元、机电装置等设计任务,结合创新竞赛项目,培养学生的工程意识、创新能力、沟通能力、团结合作能力。

对于高年级中的大三学生,可以设置产品智能化制造实践环节。基于企业需求设计数控机床与编程、数字化设计与制造实训、数字化精密制造实训、工业机器人技术综合实训等实践课程,使学生充分了解产品智能化生产制造的步骤。可联系合作企业向学生提供典型硬件与软件平台,通过实际产品加工训练学生的数字化设计与制造能力、装备应用能力、产品工艺编制与智能编程能力。在此基础上,以学生小组为单位,设计开发针对企业产品制造或装配的智能工厂模型,提高学生的理论联系实际和综合实践能力。到了大学四年级,以毕业设计和专业综合课设为牵引,设计创新综合实践环节。专业综合课设以设备自动化、生产精益化、信息智能化为理念,通过结合企业和生产实际中涵盖多项先进制造技术的项目实例,帮助学生认识和熟悉智能制造的理念、生产工艺流程、执行方式,有效促进智能制造领域高素质复合型技术人才的培养。毕业设计环节针对智能制造领域复杂技术与工程问题,训练学生专业知识应用能力:能够进行智能装备产品设计、制造工艺、智能装备运行等复杂工程问题研究,完成零部件设计、生产流程制订和制定装备运行方案;能够熟练应用绘图软件表达智能制造工程产品、装备及智能工厂设计问题;对智能制造工程技术问题解决方案进行分析、论证,确定方案的合理性;能够撰写技术报告,准确表达智能制造工程领域方案实施的步骤与结果;理解并掌握工程管理原理并应用在多学科环境中。

三、面向企业需求的实践教学体系实施策略

基于企业对智能制造工程专业人才需求,高校应以产业发展需要为导向,以提高智能制造专业人才培养质量为核心,基于学生成果导向建立融合多学科知识设置的实践课程体系,应用启发式、探究式、讨论式教学方法,将理论知识的适时性、专业能力的针对性、智能制造技术的先进性、育人理念的创新性综合运用到实践能力培养环节。智能制造工程专业实践教学体系实施策略涉及以下几个方面内容。

(一)实践教学模式实施策略

对接企业需求,高校可引入“问题牵引,项目驱动”的教学方法,以学生适应职场和终身发展为目标,设计层层递进的教学项目,实现理论教学与实践教学有机融合。作为高校可根据行业企业发展对人才的需求,创新教学组织模式,应用“1名主讲教师+1名企业导师合作+学生教学助手”的教学

组织模式。通过给定具体的工程技术问题充分激发学生的学习兴趣,由知识点的衔接提高学生学习能力。学生也可以通过积极参加各类项目提升自身综合素质。初级项目以核心课程课内实验项目为基础,以具体项目实施、学生主动实践为手段,旨在提高学生应对一般工程问题能力;中级项目则设置智能制造系统装备与应用、数字化设计与制造模块内容,将理论教学与工程实践紧密结合与相互支撑,引导学生通过已学知识和技能解决工程实践具体问题,训练学生的专业能力、沟通能力、团队合作能力、应对比较复杂工程问题的能力;高级项目包含产品智能设计、产品智能制造、智能装备集成几个方面,通过产品、过程、设计、实施、运行等阶段培养学生具备应对智能制造领域复杂工程问题的能力。

(二)实践教学内容创新

为持续提升大学生专业技能与就业能力,高校可依据专业人才培养目标,以学生为主体,教师为主导,确立学生知识、能力、素质同步发展的教学模式。具体包括优化实践环节教学设计,包括内容体系、学生学习方式、教学内容与企业融合机制、学习效果评价标准等方面,核心宗旨是将企业需求融入实践教学环节,提高学生的岗位胜任能力。基于此,将智能制造工程专业教学模块设置为产品智能化设计、产品智能化制造、智能工厂系统。产品智能设计以机械原理、机械设计、数字化设计与制造、电气控制技术为支撑课程;产品智能制造以智能机床与编程、工业机器人应用技术、信息物理系统为主要支撑课程;智能工厂系统模块以智能制造系统集成技术、智能装备及其故障、人工智能技术、机器视觉技术及应用为支撑课程。此外,也可以通过确立“五实五虚”的专业知识点网络,形成专业知识虚实融合的架构,提高大学生的实践技能。“五实”以典型智能装备为代表,突出数控机床、工业机器人、附属配套硬件测试系统、可编程逻辑控制装置、机器视觉系统使用作为重点内容;“五虚”则为专业能力培养紧密贴合的软件应用,主要培养学生熟练应用数字化设计与制造软件、数字孪生软件、智能工厂生产管控系统的能力。在专业课程教学过程中,通过虚实融合的实践教学方式提高人才培养质量。

(三)实践教师队伍建设策略

为了培养企业需要的高素质人才,高校可建立稳定的实践环节人才队伍,聘请一定数量的行业企业技术专家进行合作授课,促进“双师型”教师成长。企业专家紧跟制造业发展趋势,熟悉智能制造行业人才需求,能够为实践教学环节持续调整提供有力支撑。高校要与企业在信息、资源、课程、教材、实训场所等方面进行合作与共享,利用企业提供的实际项目和设备进行实践教学。高校可以通过建立产教融合制度框架,以及企业在人才培养、技术创新、就业创业等方面制定详细计划,实现双方的设备、技术、资源优势互补,促使学生将在校所学专业知识与企业实践内容有机结合,最终使得校企双方合作价值得到有效提升。

高校应该注重与智能制造行业校企深度合作,合作制定培养方案,实现校企双方依据人才培养方案共同完成实践课程教学工作。高校与企业通过建立联合培养机制,共同制定人才培养计划,共同建设实践课程体系和标准,及时将新技术、新工艺、新规范纳入教学内容,共同实施培养过程,共同评价培养质量。根据专业人才培养方案,高校要制定实践课程教学内容标准,对课程的定位、目标与任务、内容、实施提出具体要求,同时制定课程考核标准,即学生在知识、能力、素质等方面应该达到的标准,实现校企双方合作引进并研发“智能制造实践课程体系”,为智能制造专业学生提供相关的

课件、专家讲座、实战演练、在线教学等培训资源,向学生开放各类实验、实践资源,并建立专业培养标准。对接企业岗位及职业资格标准,校企合作开发教材及其课件,建立经典案例库。

在智能制造背景下,工程人才岗位需求朝着数字化、网络化、生产系统集成化、智能化、人机协同等方向发展,工程实践教学由传统的知识逻辑导向正在慢慢转为基于具体问题的导向。专业实验室的搭建与使用是提升学生实践动手能力的重要途径。合理设计智能制造工程专业实验室,保障教学基础设施和实验室的建设,选择多方共建、共同育人的建设方式。通过校企合作推进,逐步搭建综合性实践教学平台。建立智能型工程人才培养实践平台,一方面依靠学校实训场景,另外,联合合作企业协同开辟工程实践的新场景。例如:引入数字孪生技术,构建数控机床、工业机器人及周边辅助设备孪生体,模拟出真实的工业生产环境,学生可以通过虚拟空间与物理空间的数据互动,及时了解生产装备运行情况,提前预知生产与技术问题。通过整合资源,逐步形成具有特色人才培养环路。区域企业与高校形成稳定的合作形态与人才培养环路。学生在整个生态圈中学习企业先进的技术,并且通过项目锻炼与比赛,逐步成为智能制造领域的高级应用型人才。

四、实践教学评价体系

为了更好地衡量智能制造过程专业学生实践能力,必须建立科学合理的专业实践教学评价体系,设定详细的评价标准,对学生获得能力做出准确的评估,有效提高人才培养质量。

(一)确定评价内容

通过调研走访智能制造相关企业,综合考虑国家智能制造职业技能标准,确定用人单位所需的岗位需求、学生实践动手能力。基于成果导向教育理念,从学生获得能力出发,对标专业人才培养方案制定评价内容,对接智能制造类学生职业岗位要求,多角度设置评价内容对学生专业实践效果进行准确评价。评价内容需要涵盖学生基础实践技能、专业综合实践技能、创新创业能力、社会实践能力等方面。制定针对大多数学生的综合评价标准,同时也要鼓励学生个性发展。

(二)确定评价主体

鉴于目前评价方式传统,评价主体以校内任课教师为主,企业导师评价很少,因此很难评价出学生是否具备了智能制造相关岗位的能力要求。因此,高校建立多元主体评价方式是现阶段教学发展的要求。评价主体多元化参与,即学生实践能力输出的评价主体由专业教师、企业导师、学生、辅导员组成。教师主要评价学生对智能制造专业知识与基本技能的评价;企业导师通过细化调整学生考核标准,主要对学生参与企业实际项目或者实训环节实施中的过程性评价;学生自评、项目小组内学生互评可以促进学生相互促进发展,并且充分认识到自己今后胜任工作岗位所需能力;辅导员主要参与学生的成长过程评价,关注到每个学生从大一到大四这几年的能力变化,包括学生的语言表达能力、交际能力、团结合作能力、创新能力等方面。

(三)确定评价指标

建立以能力为导向的综合学业评价体系,突出过程评价与结果评价相互结合,既注重学生的成果,又注重学生培养的具体环节实施情况。设计实践环节学生能力发展评价指标体系,最终引导学生进行专业与创新训练,实现学生自身的实践能力与创新能力螺旋式提升。设定具体评价一级指标点与二级指标点。其中,一级指标点包括:一般实践能力、

专业实践能力、专业综合实践能力、创新实践能力、社会实践能力。每个一级指标对应设置相应的二级指标,给定详细的学生实践能力培养点。

依据专业培养应用型人才的主体方向,基于各个实践环节之间的逻辑关系,设定指标点的权重。一级指标点权重之和为1,其中“一般实践能力”设定为0.1,“专业实践能力”设定为0.2,“专业综合实践能力”设定为0.3,“创新实践能力”为0.3,“社会实践能力”为0.1。一般实践能力包括实验室基本仪器设备的使用、工具软件应用、普通制造装备应用;专业实践能力包括智能制造技术基本实验能力、典型机械产品数控工艺设计能力、数控编程能力、工业机器人应用能力;专业综合实践能力包括智能制造产线设计能力、复杂产品工艺设计能力、智能装备运行调试能力;创新实践能力包括创新学习能力、创新基础知识应用能力、创新意识与探索能力、创新技能、创新活动成果;社会实践能力包括项目沟通能力、项目管理能力、社会交际能力、团队合作能力、大学生竞赛成果。

五、结语

智能制造技术发展迅速,引发了一系列人才需求变化。智能制造工程专业作为新工科专业,承担着重要的培养使命和担当。实践教学作为重要一环,对于人才培养质量的影响深远。基于成果导向教育教学理念,从学生就业所需能力出发,基于智能制造类企业岗位与能力需求设置实践教学目标,确定了“问题牵引,项目驱动”实践教学模式、“突出重点,虚实结合”的实践教学内容、“凝练队伍,共同讲授”的实践教师队伍建设等策略,并建立了实践教学评价体系。针对智能制造工程专业实践教学体系展开研究具有重要的现实意义,研究成果对其他专业实践教学有一定的参考价值。

参考文献:

- [1]王书亭,谢远龙,尹周平,等.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.
- [2]周峡,徐善顶,李燕.面向企业需求的大数据管理与应用专业实践课程体系设计[J].湖北开放职业学院学报,2024,37(1):149-151.
- [3]桂德怀.适应智能化生产方式变革的新型技能人才培养:挑战与应对[J].中国职业技术教育,2024(24):88-95.
- [4]周斌,卢红,郑银环,等.面向新工科人才培养的智能制造工程专业实践教学体系建设与研究[J].科技视界,2021(34):49-52.
- [5]李磊.应用型本科院校产教融合发展的路径选择——基于OBE理念[J].中国高校科技,2021(8):70-74.
- [6]秦咏红,郑建萍,王晓勇.产教融合实训基地的技术教学论基础与建构方案[J].高等工程教育研究,2020(5):95-100,109.
- [7]马廷奇,刘思远.工业生产智能化背景下工程实践教学模式创新[J].国家教育行政学院学报,2021(8):64-71.
- [8]刘瑞霞,郝静.基于产品制造的高职学生实践能力项目化评价模式探析[J].南通职业大学学报,2012,26(4):50-53.
- [9]谢晓媛,黄磊.机电类专业学生实践能力评价体系的构建研究[J].装备制造技术,2024(8):83-86.
- [10]杨勇,李红斌,文劲宇,等.新工科电气工程实践教学体系重构与实践[J].电工技术学报,2022,37(19):5074-5080.
- [11]李玲纯.应用型本科自动化专业学生实践能力评价体系初探[J].滁州学院学报,2013,15(5):121-123.

Research on Practice Teaching of Intelligent Manufacturing Engineering for Enterprise Demand

DONG Xu¹, LIU Qing², LIU Xue-li¹

(1. North China Institute of Aerospace Engineering, Langfang Hebei 065000;
2. Langfang Municipal Party School of the CPC, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: At present, the demand for intelligent manufacturing technology talents in the job market continues to grow, and the requirements for the practical ability of talents have been gradually improved. Aiming at the demand of intelligent manufacturing enterprises for talents, and implementing the OBE teaching concept, the practice teaching system of the intelligent manufacturing engineering specialty is studied. Focusing on the demand and ability requirements of enterprises for intelligent manufacturing positions, the teaching system and content of project-based practical courses are constructed according to the professional training objectives, the practice teaching implementation strategy is proposed, and the evaluation system of students' practice effect is established by the evaluation content, evaluation subject, evaluation index, all of which are designed to promote the spiral improvement of students' practical ability. The study provides a useful reference for the training of talents in similar specialties.

Key words: intelligent manufacturing; enterprise demand; ability cultivation; practice teaching system; effectiveness evaluation

(责任编辑:范新菊)

(上接第159页)

课程体系是在 SE、LG、SC 理论指导下设计的,也是三项理论的发展和延伸:(1)课程体系在原本设定通用英语教学目标的基础上,增设以应用能力为导向的英语分类教学目标及以就业为导向的英语后续培养目标。把外语工具性的功能与专业和应用相结合,使之成为学生进入社会后在工作和生活中必然会用到的技能,良好地体现了 SE 理论。(2)课程体系在学生英语语言水平稳步提高的同时,重视并响应学生个性化的学习需求,旨在满足他们在各自专业领域及个人成长道路上的不同发展需要。这就是 LG 理论的核心思想,以更好地帮助学生自然发展。(3)课程体系包含的通用英语教学目标,是提升学生综合素质,培养正确人生观、价值观的有效途径;分类教学目标则用于提升学生学术和职业素养,使教育更好地为职业服务;后续培养目标以就业为导向,并以建设新文科的要求为依据,跨专业和领域培养学生,这正是 SC 理论社会重构的体现。

参考文献:

- [1]蔡基刚,廖雷朝. ELE 还是 ESP,再论我国大学英语的发展方向[J]. 外语电化教学,2010(5):20-26.
- [2]范焯,孙庆祥,季佩英.“四新”建设背景下专门用途

英语课程跨学科合作教学模式探究——以复旦大学学术英语(医学)课程为例[J]. 外语界,2023(5):8-15.

[3]史秋衡,王爱萍.应用型本科教育的基本特征[J]. 教育发展研究,2008(21):34-38.

[4]斯琴,田忠山. ESP 教学与大学英语实践教学有效结合的路径研究[J]. 内蒙古财经学院学报(综合版),2018,16(5):104-106.

[5]教育部高等学校大学外语教学指导委员会. 大学英语教学指南(2020版)[M]. 北京:高等教育出版社,2020.

[6]宋丽萍. 当前我国大学英语实践教学存在的问题与对策[J]. 中国成人教育,2014(6):3.

[7]孙静. 美国教育理论对大学英语课程设置优化的启示[J]. 西北工业大学学报:社会科学版,2015,35(2):4.

[8]王守仁. 全面、准确贯彻《大学英语课程教学要求》深化大学英语教学改革[J]. 中国外语,2010,7(2).

[9]王宗华,肖飞. 面向新工科的校本特色大学英语课程体系建设:框架设计与内容拓展[J]. 外语界,2023(5):16-22.

[10]徐璟. 依托“校企联动,四级递进”实践教学体系开展创新创业教育研究与实践[J]. 湖北农机化,2019(19):40-41.

A Study on the Application Ability-oriented Practical Teaching Curriculum System of College English

TANG Yun

(School of International Education and Exchange, Guilin Tourism University, Guilin Guangxi 541006, China)

Abstract: The nature of application-oriented universities, the requirements of *College English Teaching Guide* and the needs of social development in the new era all point to the need for reform of college English curriculum system. Guided by social efficiency theory (SE), learner centered theory (LG) and social reconstruction theory (SC), this paper describes in detail the construction of college English practical teaching curriculum system guided by application ability from three aspects of teaching objectives, teaching mode and evaluation methods, and expounds the relationship between the various elements.

Key words: application ability; college English; practical teaching; curriculum system

(责任编辑:陈思婷)