

面向“新工科”的智能制造专业课程体系探索与实践

谢芳 张毅 王小博

(西京学院, 陕西 西安 710123)

摘要: “智能制造工程专业”涉及机械、控制科学与工程、计算机科学与技术、人工智能等诸多领域,是一个交叉融合专业,具有鲜明的新工科特点,给课程体系建设提出了挑战。以智能制造技术为主线,建设课程群,探索课程之间内在逻辑顺序。在实践中,围绕培养学生解决复杂工程问题能力,积极深化校企合作关系,促进产教深度融合,构建课程群的持续改进闭环体系,促进课程体系的良好发展。

关键词: 新工科; 智能制造; 课程体系; 产教融合; 复杂工程问题

“智能制造工程专业”是顺应中国制造战略发展需求和国际发展趋势而设立的一个新工科专业,2017年被教育部批准成为本科新专业,列入招生计划该专业的开设,强力支撑国家智能制造产业布局和长期发展战略。2017年教育部高等教育司启动新工科专业建设,展现了国家宏观层面对新工科的建设和人才培养的要求。新工科具有引领性、交融性、创新性、跨界性和发展性等特征。“智能制造工程”专业主要研究智能产品设计、制造、智能装备故障诊断、维护维修,智能工厂系统运行、管理及系统集成等,涉及机械、控制科学与工程、计算机科学与技术、人工智能等诸多领域。作为一个新建设专业,有着“新工科”的鲜明特征,给课程体系建设提出了挑战。

一、以智能制造技术为主线,构建课程体系

《智能制造工程技术人员国家职业技术技能标准(2021)》对智能制造工程技术人员的专业能力及相关知识提出了明确要求,可将其概括为四项核心内容,分别是:智能设计、先进制造、智能管理、智能信息。与其相对应,课程体系分为四大课程群,分别是设计域课程群、制造域课程群、管理域课程群、信息域课程群。依据课程群,搭建课程体系。

根据四大课程群,列出专业核心课程。设计域核心课程为:机械设计基础、机器人结构设计;制造域核心课程为:机械制造技术基础、工业机器人技术与应用、先进制造技术、智能制造工艺;管理域核心课程为:生产计划与控制、人工智能技术及应用、工业大数据,信息域核心课程为:控制工程基础、机器视觉检测技术、智能制造信息系统、传感器与智能检测技术。根据核心课程,即可搭建对应的先修课程。机械设计基础课程为例,其前修课程为:机械制图、工程力学、计算机辅助设计。依此思路,建立其他课程群的专业基础课程。

专业方向为“智能制造生产线集成”,据此安排相关方向课以及专业选修课。其专业方向课有:智能生产系统与CPS建模、智能制造执行系统(MES)、智能工厂建模与仿真、智能制造虚拟现实技术。专业选修课程是对专业课程的补充和强化。据此目标,选修课开设有限元分析、工业互联网、PLM应用系统、制造系统信息安全等课程。

以培养应用技术型人才为目标的课程体系,不仅需要理论课程,还必须安排充分的综合实践类课程,满足智能制造工程专业

的人才培养的需求。智能制造工程专业实践类课程包括有:认知实习、金工实习、电工电子学实习、工业机器人应用综合训练、机械综合能力训练、机械设计基础课程设计、智能制造系统综合训练、智能工厂系统集成项目综合训练日。

二、积极深化校企合作关系,促进产教深度融合

结合教学实际,很容易发现:国家发展智能制造的战略布局和资本的投入,使得中国智能制造技术快速发展,导致学校课程教学体系很容易与产业发展脱节,致使培养的学生与社会需求不相符,出现“学生毕业即被淘汰”的情况。这样的后果与教育部设立智能制造工程的初衷相违背,也会直接影响国家对智能制造的中、长远布局。要解决这一问题,必须建立课程群与产业链相对接,积极深化校企合作关系,采用面上拓展与点上深挖相结合的形式促进产教深度融合,提升课程的深度和广度。

具体实施流程如图1所示,每一个成员负责一个模块,搭建各模块的理论课、实验课程、对应的实训课以及相关校企合作。由课程群负责的老师针对每一门课在课程中承担的作用,对应具体的能力目标,方便建立各课程群内在逻辑联系。利用每周例会、集体备课等方式加强团队建设和交流。

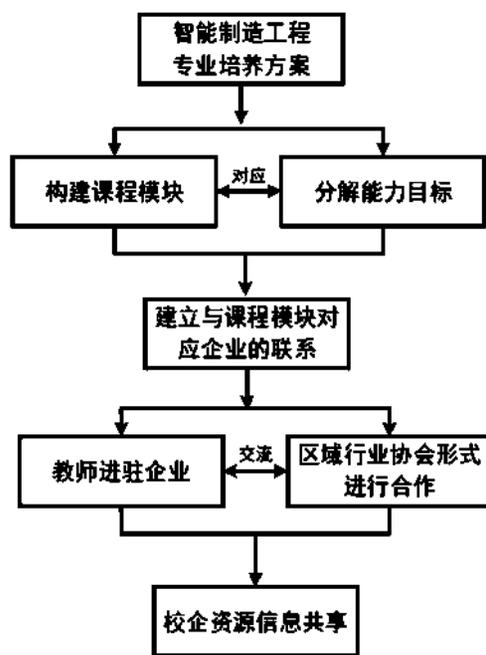


图1 实施产教融合模式

建立资源共享机制,构建模块之间的外部联系,整合优化课程内容,实现各模块的交叉融合。同时将课程同比赛相结合,以赛促学,打通理论课堂同实践相结合的通道。经过行业典型项目的训练,不仅能使学生对知识的掌握更为结构化、层次化和体系化,而且能够很好地培养和提高学生的工程实践能力和团队合作能力,避免培养的学生掌握的知识广而不深。

结合课程群特点、教师特点,使教师进入企业,实现与企业技术资源共享。以智能设计课程群为例,教师的学历较高,有较深的理论功底。由于科研需求,已经有企业合作经历。先进制造课程群教师最易于脱离企业实际。派驻教师结合学校的“双师”型教师要求,利用寒暑假以及其他合适时间,进入企业进行顶岗工作,了解企业工作实际。另一方面,结合区域行业协会形式进行合作。立足于行业的人才需求,将企业专家的反馈意见及时地反馈并体现在相关课程的教学大纲、培养目标与教学内容中,合理改进教学方法与模式,并在新一轮的教学工作中予以实施。智能控制教师的学历较高,有较深的理论功底,但更需多种项目合作经历。因此一方面依托科研平台,与企业合作;另一方面积极参加政府机关组织的各项帮扶“中小微”企业活动,帮助“中小微”企业解决现实问题,更把项目经验反馈于教学中。依托校企深度合作,共建课程体系,培养企业需要的应用型人才,避免学生与企业的相互脱离。

三、围绕培养学生解决复杂工程问题能力,构建持续改进闭环体系

为满足新经济新产业的快速发展,围绕培养学生解决复杂工程问题能力,根据工程教育认证的理念,展开课程质量评价体系与持续改进闭环体系研究,具有重要意义。以根据工程教育认证的理念,课程体系对毕业要求的支撑关系是制定教学大纲的依据,是教师设计教学内容、教学方法、考核方式、内容和评分标准的依据,也是判定课程目标达成情况的依据。因此,以人才培养目标和对毕业生的基本能力素质要求为基础,通过教学研讨等活动组织全体教师共同学习和理解工程教育认证有关理念,研究毕业要求及细分的观测点与课程的支撑关系,针对每一个毕业要求观测点,进行课程配置,并根据各课程的课程目标确定其与毕业要求的关联度,分别用“H(高)、M(中)、L(弱)”表示其支撑强度,由此构成课程矩阵。在课程矩阵中,每项毕业要求指标点都有合适的课程支撑,并且对支撑关系能够进行合理的解释;每门课程能够实现其在课程体系中的作用。避免出现课程体系缺乏系统设计,只是在支撑矩阵表中,简单勾画出课程与毕业要求的对应关系,经不起推敲。实现课程群内各课程教学目标和教学内容的相互穿插和逻辑链接,并在教学中明确各门课程的教学逻辑与衔接关系,使学生更加明晰地把握智能制造工程系列课程的知识逻辑与学习效果,有效实现课程目标对毕业要求指标点的有效支撑。

以课程矩阵为指引,深度研究课程内容、教学方式、课程考核的方式、内容和评分标准。通过各门课程教学内容的横向对比和分析,合理制定各门课程的教学大纲。加强各门课程教师之间的交流,协调和明确课程体系的教学目标,梳理各门课程的教学内容,并以竞赛为依托,结合教学评价、行业专家、社会评价等合理意见反馈与教学中,不断进行自我更新,体现工程教育专业认证的持续改进与教学质量保证环节,从而提高智能制造系统课程群的整体教学效果。具体而言,就是要结合工程教育专业认证的产出导向和持续改进理念,围绕本科生解决复杂工程问题能力的培养,着力构建持续改进的课程群闭环体系。以智能设计课程群为例(如图2所示),课程群教师需要搭建涉及设计过程、数据传输过程、自动化产线搭建过程、生产辅助过程的课程,所有的设计思想需要通过设计软件加以体现,而这个课程以何种方式

去开设,都需要课程群的教师深入思考。此外结合竞赛,例如陕西省大学生制图与3D打印竞赛、全国先进成图及产品信息建模大赛等,检查教学质量,并将相关信息与行业专家或者结合教学评价、社会评价给出合理化建议,反馈教学。

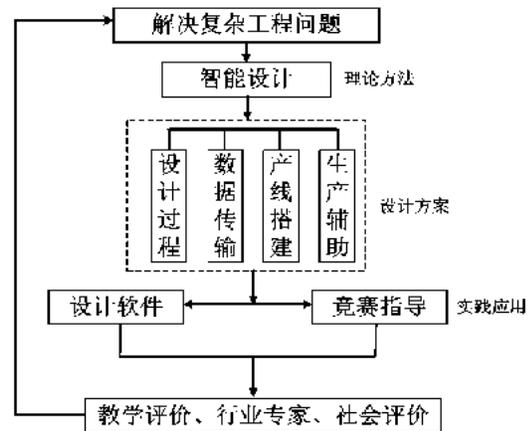


图2 课程群持续改进闭环体系

四、结语

智能制造工程专业是一个新兴专业,课程体系建设还处于建设、完善时期。以智能制造技术为主线,构建课程体系;通过深化校企合作关系,促进产教研深度融合,确保课程体系与产业发展不脱节;依据工程教育认证的理念,建立课程体系对毕业要求的支撑关系,有效实现课程目标对毕业要求指标点的有效支撑。围绕培养学生解决复杂工程问题能力,构建课程群的持续改进闭环体系,促进课程体系的良性发展。

参考文献:

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动 [J]. 高等工程教育研究, 2017(03): 1-6.
- [2] 陈良, 高瑜. 基于新工科和工程教育认证理念的智能制造工程新专业建设研究 [J]. 教育现代化, 2020, 7(21): 59-61.
- [3] 仝月荣, 陈江平, 姜艳霞. “新工科”背景下以智能技术为牵引重构工程实践课程体系 [J]. 实验技术与管理, 2020, 37(12): 33-38.
- [4] 朱丹红, 张栋, 于元隆, 吴运兵. 复杂工程问题驱动的“新工科”人才培养改革探索——以计算机科学与技术专业为例 [J]. 中国轻工教育, 2020(06): 5-10+49.
- [5] 封志明, 郑亮, 费凌, 蔡长韬, 马飞达. 新工科背景下地方高校智能制造人才培养改革探索 [J]. 实验技术与管理, 2021, 38(07): 23-29+35.

基金项目:

陕西高等教育教学改革研究项目“多学科交叉的智能制造工程专业建设探索与实践”, 主持人: 张毅;

西京学院教学改革研究项目“面向‘新工科’的智能制造专业课程体系探索与实践”(课题编号: JGYB2101)

作者简介:

谢芳(1973-), 女, 汉, 广东东莞, 博士, 副教授, 研究方向: 智能制造与数字化协同设计。

张毅(1969-), 男, 西京学院教授。