

地方高校机器人工程专业新工科人才培养研究^①

赵华君, 漆新贵, 罗天洪, 王东强, 陈庆

重庆文理学院 智能制造工程学院, 重庆 402160

摘要: 当前世界新一轮产业变革和科技革命正加速进行, 我国战略新兴产业迅猛发展, 传统制造业也在加快转型升级步伐, 人才竞争更趋激烈. 我国高等工程教育正迈入智能化时代, 地方高校新工科建设应重点围绕本地区战略新兴产业, 创新工程教育观, 培养具有卓越工程能力的新工科工程技术人才, 重塑人才培养理念, 确立人才培养新目标与新标准, 构建符合新工科特质的科学合理的课程新体系与人才培养体系. 研究以重庆文理学院为例探讨了地方高校机器人工程专业新工科人才的培养模式、实施路径及新工科专业建设需注意的几个相关问题, 以期为新工科背景下我国地方高校新工科专业建设与人才培养提供借鉴与参考.

关键词: 新工科; 机器人工程; 工程教育; 智能制造

中图分类号: G420

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2020)06-0127-06

当前我国经济发展正处于结构调整与转型升级的攻坚期, 以智能制造为代表的新一轮科技和产业革命蓄势待发, 新经济、新产业、新业态已初露端倪. 机器人作为智能制造的核心已成为全球高度关注的热点, 其研发、制造、应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志. 我国在《中国制造 2025》规划中明确将机器人列为国家的战略任务和重点之一, 并制定了《中国机器人产业五年发展规划(2016—2020 年)》. 机器人产业发展面临前所未有的发展时机, 按照工信部的发展规划, 到 2020 年, 我国工业机器人装机量将达到 100 万台, 需要 20 万工业机器人应用相关工程技术人才, 这就意味着, 未来平均每年需要培养 3 万名以上的工业机器人工程技术人才, 与急剧增长的工业机器人相关人才的需求相比, 工业机器人专业人才培养处于相对滞后状态. 目前我国本科院校培养的机器人相关人才, 多为相近专业兼顾培养, 其培养目标、课程设置等均未形成专业化和系统化, 不能很好地满足机器人产业的需求. 为更好地服务国家发展战略, 特别是以智能化为引领的传统产业转型升级及战略新兴产业发展需求, 教育部在 2016 年首次批准东南大学设置机器人工程本科专业, 并于 2017 年批准了重庆文理学院等 25 所高校首批开设该专业, 在此基础上 2018 年、2019 年又先后新批准了 80 所和 101 所高校开设机器人工程专业, 使开设机器人工程专业的高校达到 207 所, 期望加快培养一批智能制造产业急需的机器人工程专业技术人才.

为应对新一轮科技革命与产业变革, 教育部先后多次组织综合性高校和工科优势高校的新工科建设研讨会, 形成新工科建设的“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”, 提出了新工科建设整体发展思路^[1], 标志着我国工程教育改革进入到新阶段. 根据“教育部办公厅关于公布首批‘新工科’研究与实践项目的通知”要求, 新工科建设相关高校应把握好新工科建设的内涵, 统筹考虑“新的工科专业、工科的新要求”, 创新教

^① 收稿日期: 2018-09-11

基金项目: 重庆市高等教育学会高等教育科学研究重点课题(CQGJ19A22); 教育部“新工科”研究与实践项目(0712); 重庆市 2017 年高等学校教学改革研究重大项目(171023).

作者简介: 赵华君(1974—), 男, 教授, 硕士, 主要从事传感检测与机器人系统集成应用教学与研究工作.

育模式,促进“理工”、“工工”结合、“工文”交叉等。清华大学林健从教育教学理念、学科专业结构、学科专业建设等方面对新工科进行了讨论和分析^[2-3]。李培根^[4]、钟登华^[5]、顾佩华^[6]、赵继^[7]、王武东^[8]等专家学者也从不同角度分析讨论了新工科建设的理念、思路、内涵、实施路径等,进一步为新工科建设指明了方向。

面对新时期我国经济社会的快速发展和科技革命、产业革命的严峻挑战以及日益激烈的人才竞争,高等院校急需更新教育教学理念,加强改革,提升人才培养质量、科技创新水平和社会服务能力。地方高校的新工科建设要对区域经济发展和产业转型升级发挥支撑引领作用。重庆文理学院作为全国首批开办机器人工程专业的地方高校,立足于服务地方经济建设与社会发展,积极响应新工科建设,通过改革传统工科人才培养模式,确立了立足地方经济建设,支撑引领新兴产业,培养专业基础扎实且具备文理交融、学科交叉、跨界整合和卓越工程能力的能够适应未来发展需要的新工科工程技术人才培养目标。通过新工科专业建设重塑人才培养理念,确立人才培养新目标与新标准,重构课程体系,提升人才培养质量,以适应当前及未来本区域新技术、新产业、新业态及新模式发展需求。本文以重庆文理学院为例探讨了地方高校机器人工程专业新工科人才培养模式、路径,同时指出了新工科专业建设中需注意的几个相关问题,以期为新工科背景下我国地方高校相关专业建设和新工科人才培养提供一定的参考。

1 新工科背景下机器人工程人才培养的新要求

新工科是以立德树人为引领,以应对变化、塑造未来为建设理念,以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径。新工科建设必须全面贯彻落实立德树人的总要求,进一步延伸“学生中心、产出导向、持续改进”的工程教育理念,确立“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念,全面创新工程教育观,培养具有多学科交叉和卓越工程能力的能够适应未来变革的现代工程技术人才。机器人工程等新工科专业人才培养一方面要求将工程教育与人文教育及科学教育融合,使培养的工程师具备道德情操、家国情怀、人文素养与科学精神,具备良好的工程伦理、学术道德及职业操守。另一方面还需要在继承原工程教育的基础上,按产业需求导向进行多学科交叉,使所培养的学生能够具备解决跨学科复杂工程问题的能力,这是现代工程技术人才所必须具备的素质。机器人工程等新工科专业建设应准确把握新工科建设的特征与内涵,准确把握人才培养的新要求,探索并确立专业建设的新理念、人才培养的新模式与新标准。

2 机器人工程专业培养参考目标与标准

机器人工程专业属新的工科专业,该专业的设置是为进一步优化学科专业结构,满足当前及未来我国机器人与智能装备战略新兴产业的快速发展,传统产业转型升级等对机器人相关工程技术人才的迫切需求。机器人工程专业隶属于自动化类,主要涵盖自动化技术、控制技术、机械工程和人工智能等多方面的知识和技能,可简单概括为“机、电、控”,三者构成了机器人工程师学科专业知识、能力、素质结构的三角框架,其中电机、传动、机械和液压可概括为“机”,电气、电子、传感和驱动可概括为“电”,自动化和控制技术可概括为“控”,由此可见机器人工程专业具有显著的多学科交叉特性。

重庆文理学院机器人工程专业立足成渝地区双城经济圈建设,以本地区行业企业未来人才需求为导向,通过广泛调研确立了本专业“岗位—任务—能力”结构,据此协同行业企业专家制定符合本校机器人工程专业实际的人才培养目标、培养标准(毕业要求)与课程体系,并落实到人才培养过程中。表1为重庆文理学院机器人工程专业所确立的岗位—任务—能力结构,供相关院校参考。

目前机器人所涉及的技术岗位主要有机器人研发设计工程师、机器人系统集成工程师及机器人应用工程师,对应的专业核心能力主要为①传感、电机、信号检测、识图制图、工程软件、控制工程等基础知识与基本技能;②机器人安装调试、维修维护、程序编制、工艺编程等工程能力;③机器人应用系统方案规划设计、本体结构、控制系统研发及系统集成工程应用能力。重庆文理学院机器人工程专业确立的培养目标为:

立足当前及未来工业机器人工程技术人才需求, 培养满足工业机器人及相关产业中的机器人系统集成工程师、机器人现场应用(安装、调试、维护与维修)工程师及机器人技术支持工程师等工程技术人才, 专业培养目标具体确定为: 面向智能制造产业的机器人系统及工程应用领域, 培养德智体美劳全面发展, 适应社会与经济发展需要, 具备良好的政治思想素质和职业道德素养, 具有机械、电子、计算机、自动化控制的基本理论知识, 具备良好的学习能力、专业能力、实践能力、创新能力, 具有团队协作精神, 能在工业机器人、特种机器人、智能网联汽车等机器人系统及工程应用领域从事设计制造、技术开发、组织生产、运行管理和技术服务等工作, 能解决机器人工程领域工程技术问题的高素质应用型工程技术人才. 在明确人才培养目标的基础上, 重庆文理学院确立了机器人工程专业的 12 条毕业要求(培养标准).

表 1 机器人工程专业岗位—任务—能力结构简表

主要岗位(群)	典型工作任务	专业核心能力	专业核心知识
机器人应用工程师	机器人售前售后技术服务、机器人本体与外围设备的安装调试、维护维修、编程操作;	传感、电机、识图制图、工程软件、信号检测、机器人控制等基础知识与基本技能;	机器人系统相关的机械结构设计、制造工艺、电气系统, 及机电装调等知识;
机器人系统集成工程师	机器人及系统、智能装备及自动化生产线的技术升级改造、集成调试及应用;	机器人安装调试、维修维护、工艺编程等工程能力;	典型机器人应用系统的传感及信号检测、电机及电气控制、运动控制及工业机器人系统集成应用;
机器人研发设计工程师	机器人系统及核心零部件的研发设计、软件开发.	机器人应用系统方案规划设计、本体结构、控制系统研发及系统集成应用能力.	机器人研发设计所需的数学、工程学知识, 机器人相关的机械运动控制、电气控制、相关系统及软件知识.

3 机器人工程专业课程体系

根据所确立的专业人才培养理念及人才培养目标与培养标准, 结合行业企业需求构建机器人工程专业的课程体系, 所设置的课程应该涵盖当前工业机器人全产业链(如图 1 所示)所需的主要知识体系及相关技术、标准等.

专业课程体系通常包括理论课程体系与实践课程体系, 在理论课程体系构建方面, 重庆文理学院机器人工程专业在自动化类课程的基础上融入了电气控制、机电传动、传感与检测、机器人综合应用等相关课程类模块, 并嵌入了文理艺术及通识教育平台课程供学生选修, 如图 2 所示. 课程体系注重学科交叉, 注重融入行业产业的新知识、新技术及新工艺, 以确保本专业人才培养目标及标准符合机器人行业企业需求.

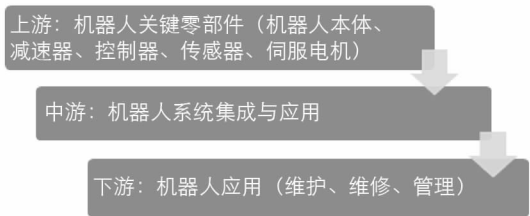


图 1 工业机器人产业链结构

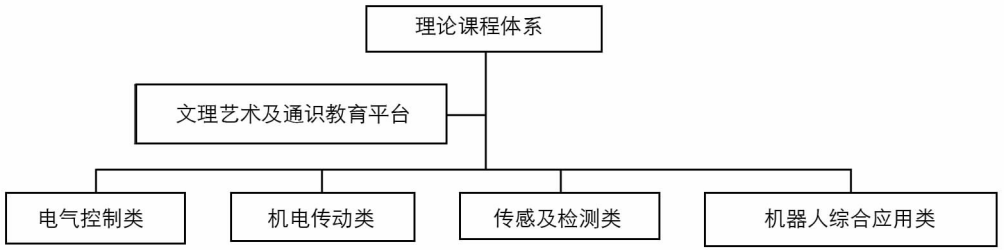


图 2 机器人工程专业理论教学体系结构

实践课程体系方面, 根据机器人工程专业特点及要求, 需着力加强实践教学环节, 强化工程实践能力的培养, 解决学生工程实践与创新创业能力不足的问题. 本专业在调研分析机器人行业企业对机器人工程技术人才知识、技术与技能的需求基础上, 设计了由课程实验、机器人工程专项技能训练、专业综合实训、工程训练、实习和毕业设计等环节构成的专业实践课程体系, 如图 3 所示. 并确立了以培养本区域机器人

与智能装备新兴产业及传统产业转型升级急需的机器人工程师为目标,以项目制的形式开展全流程、全周期不间断的工程化训练,注重虚实结合,虚实互补^[9],提升学生的工程实践能力。

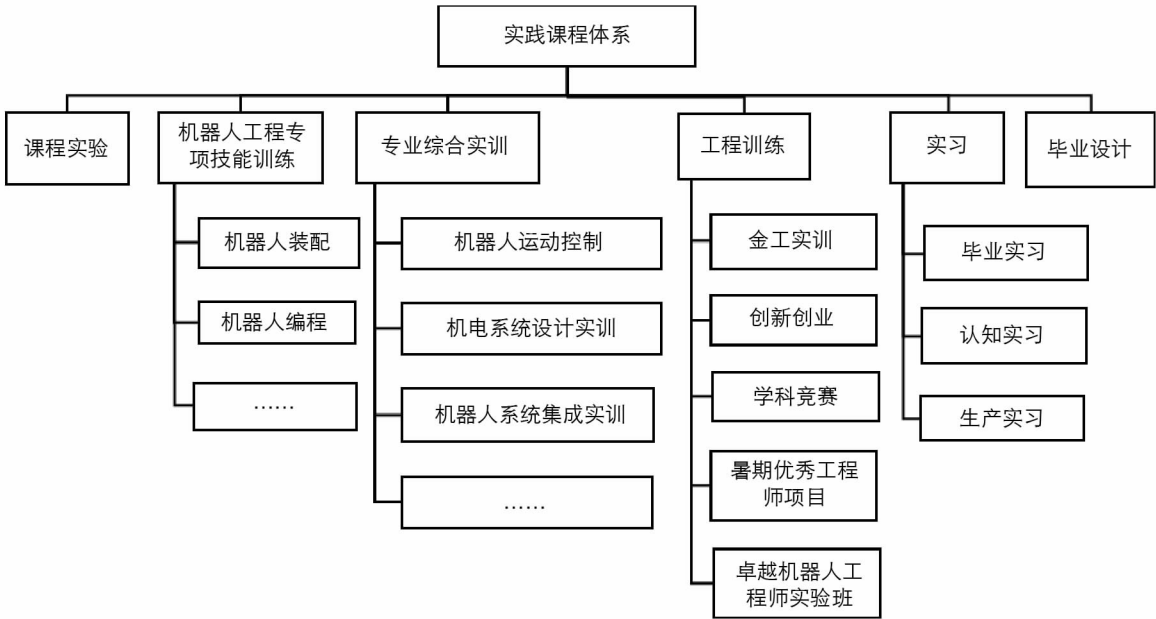


图 3 机器人工程专业实践教学体系结构

4 支撑保障措施

为支撑机器人工程专业的建设与发展,重庆文理学院在原机电综合实验实训中心的基础上进一步搭建了多层次、体系化的机器人与智能装备工程中心平台。该平台主要由专业基础平台、综合实践平台及科研创新平台三部分构成,包含智能机器人实验室、机器人仿真实训室、工业机器人运动控制实验室、模块化机器人实验室、3D 打印实训室、机器视觉与信息系统实验室等专业实验实训室,并配备了模块化柔性自动生产线实验系统、三维数控实验系统、6R 串联机器人、Delta 机器人(含视觉跟踪)、机器人部件装配检测分析系统等教学仪器设备 1 000 余台(套),其中大型仪器设备 50 余台(套),满足工业机器人全系统、全流程、贴近生产实际的工程化实践教学及科研需要。同时本专业还建设了近 1 000 m² 的市级“机电创客空间”供学生自主使用,并提供专项资金支持,为学生创新创业提供保障。

为确保本专业的可持续发展,学校在市级工业机器人集成应用工程研究中心的基础上组建了机械工程重点学科并给予优先发展。重点学科紧密围绕机器人与智能制造确立了机电控制技术与智能系统、智能制造系统集成技术、智能装备制造及信息化技术、工业机器人集成技术与装备 4 个学科研究方向,并引进了多名学科领军人才。同时,还聘请行业企业专家 20 余人为专业兼职教师,共同参与人才培养方案制定、学生综合能力评价等,并在课程教学、专题讲座、实践教学等环节参与人才培养。大批兼职教师参与教学,进一步优化提升了专业师资队伍,他们将行业最新动态、最新技术、最新工艺等带入课堂,缩短了学校人才培养与企业实际需求之间的距离,有利于学生掌握产业实际及学科前沿,有利于毕业后适应工作岗位。

5 新工科专业建设中应注意的几个问题

5.1 注重问题导向避免经验主义

目前我国地方高校工科专业在人才培养方面一定程度上存在与行业产业需求脱节的现象,不能很好地支撑引领新经济、新产业、新业态发展,主要表现在以下几个方面:①专业建设及人才培养与产业脱节,尤

其在战略新兴产业方面特别突出;②教学过程面向工程不够,对于现代工程师所需的知识基础与能力训练所包含的内涵尚不清晰,过于重视基础科学与技术课程学习,忽视了工程实践训练,重理论轻实践的问题依然存在;③学生工程实践能力训练不足,学生工程实践能力的培养是地方高校工程教育面临的重大课题,工程师实践能力的培养和完善最终是在企业完成的,但我国缺少工程继续教育的约束机制,大量的企业并不重视工程人才的培养,没有专门的培训机构和培训人员,而地方高校目前也缺少实际工程项目的训练环节,从而导致学生的工程能力偏弱;④富有工程实践经验的师资队伍缺乏,随着地方高校规模的快速发展,教师队伍迅速扩大,年轻教师逐渐增多,大多数教师比较注重自身学历和学术水平的提高,重科研而轻教学,理论化倾向越来越严重,缺少实际工程能力与素养。以上问题的存在一定程度上制约了工程技术人才的培养,新工科专业建设要坚持问题导向,根据行业企业需求制定人才培养方案,避免经验主义,防止按传统的教学理念与教学方法开展教学。

5.2 注意处理好通才教育与个性发展的关系

当前高等学校提倡“通才教育”,拓宽专业口径,而用人单位则要求“专才教育”,对口培养。宽口径可以增强学生的适应性,但同时也带来特色不足的问题。对此可以通过“宽平台,窄方向”解决“窄与宽”的矛盾,建立一种即宽又窄、两全其美的灵活适应机制。宽平台可以拓宽与加厚专业基础,利于学生长远发展;窄方向则可以根据不同行业企业特殊需求设置多个专业方向,供学生自主选择,利于学生个性发展。

5.3 注意处理好传统与创新的关系

广义的现代教育起源于十九世纪末至二十世纪初西欧的新教育运动和美国的进步教育运动,代表人物是美国著名的实用主义教育家和思想家杜威。而当前所指的现代教育是伴随着现代社会的形成,特别是新经济、新产业、新业态发展而出现的人类历史上一一种崭新的教育形式,现代教育是时代进步、社会生产力与教育发展的必然产物。当前,新工科建设是现代教育的新发展,要注意处理好传统与创新的关系,既要坚持传统优秀的工程教育理念,又要结合行业产业实际及未来人才需求大胆创新,打破原有的学科专业壁垒,探索新的人才培养理念、培养模式及培养路径,创新教学内容与教学方法。

5.4 注意工程教育与人文艺术的结合

工程不是独立的系统,工程与科学、人文及艺术密不可分,卓越工程师应具备良好的人文艺术修养,工程教育和人文教育的分离,必然导致学生发展的片面化与空心化。工程技术人才培养,特别是新工科人才培养应当融入社会科学、人文艺术、语言及写作等方面的内容,使培养出的工程技术人才能够从人文艺术中获得智慧和灵感,进一步提高修养、开拓思路,成为有灵魂的工程师。以麻省理工学院为例,为使所有学生都了解传统文化、懂得人生价值,该校规定理工科的学生必须从人文、社科、艺术课程中选修8门,共计72学分,并作为学位课程,以使工程技术领域学生更好地具备文学与艺术修养。

6 结 语

机器人工程专业属国家战略新兴产业发展急需的新工科专业,重庆文理学院立足产业,按照新工科的特征、内涵和要求,确立了新的教育教学理念,重点围绕本地区战略新兴产业与传统产业转型升级需求,坚持问题导向,构建了以学科交叉、跨界融合为重点的地方高校现代工程技术人才培养新模式。本专业在人才培养及教育教学注重融入新知识、新技术及新工艺,注重强化专业基础、突出工程实践与创新创业能力培养;注意处理好通才教育与个性发展,传统与创新的关系,以及工程教育与人文艺术的结合。

参考文献:

- [1] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2017(1):1-9.
- [2] 林 健.新工科建设,强势打造“卓越计划”升级版[J].高等工程教育研究,2017(3):31-33.
- [3] 林 健.多学科交叉融合的新生工科专业建设[J].高等工程教育研究,2018(1):32-35.

- [4] 李培根. 工科何以而新 [J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 1-4, 15.
- [5] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动 [J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [6] 顾佩华. 新工科与新范式: 概念、框架和实施路径 [J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 1-13.
- [7] 赵继, 谢寅波. 新工科建设与工程教育创新 [J]. 高等工程教育研究, 2017(5): 13-17, 41.
- [8] 王武东, 李小文, 夏建国. 工程教育改革发展和新工科建设的若干问题思考 [J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 52-55.
- [9] 李春梅, 何洪, 李元, 等. “新工科”背景下材料类专业“虚实互补”实验教学体系深化研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(4): 143-148.

On Cultivation of Emerging Engineering Education for Robotics Engineering in Local Universities

ZHAO Hua-jun, QI Xin-gui,

LUO Tian-hong, WANG Dong-qiang, CHEN Qing

Institute of Intelligent Manufacturing Engineering, Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing 402160, China

Abstract: At present, a new round of industrial transformation and scientific and technological revolution is accelerating in the world. China's strategic emerging industries are developing rapidly. Traditional manufacturing industries are also accelerating the pace of transformation and upgrading. Competition for talents is becoming more intense. The construction of new engineering must fully implement the general requirements of cultivate morality and nurturing people. The concept of engineering education is to cultivate modern engineering technicians with excellent engineering ability. With the construction of new subject specialty, the concept of talent cultivation is reshaped, new objectives and standards for talent cultivation are established, and a new scientific and rational curriculum system is constructed. Taking Chongqing University of Arts and Sciences as an example, the new subject workers of robotics Engineering Specialty in local universities has been discussed in this paper in order to provide reference for the construction of new subject specialty and personnel training in local colleges and universities under the background of emerging engineering education, we should pay attention to the training mode, implementation path and several related issues.

Key words: emerging engineering education; robotics engineering; engineering education; intelligent manufacturing

责任编辑 汤振金