

面向智能制造的自动化专业人才培养思考

李慧芳 彭熙伟 夏元清

(北京理工大学自动化学院,北京 100081)

摘要: 智能制造战略对人才培养提出了更高的要求,自动化专业需要及时调整人才培养策略,与时俱进地改革课程体系,以适应新技术之间的交叉与融合。本文介绍了智能制造对自动化专业人才培养的需求,分析了自动化专业人才培养的现状与问题,提出了面向智能制造的自动化专业人才培养建议。

关键词: 智能制造; 自动化专业; 人才培养

Thinking about Intelligent Manufacturing Oriented Automation Personnel Training

Huifang Li, Xiwei Peng, Yuanqing Xia

(Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, Beijing, China)

Abstract: Intelligent manufacturing strategy puts forward higher requirements for personnel training. Automation needs to adjust the personnel training strategy, reforms the curricula architecture with the times, so as to adapt to the cross, overlap and integration of new technologies. This paper introduces the intelligent manufacturing demand for personnel training, and analyzes the current situation and problems of personnel training process on automation specialty, and finally proposes some significant suggestions to automation talent training for intelligent manufacturing.

Key Words: Intelligent Manufacturing; Automation Specialty; Personnel Training

引言

随着“工业 4.0”的出现,以智能化为核心的制造业变革时代正在到来。2012 年 3 月,美国提出“美国国家制造业创新网络”议案;2013 年 4 月,德国提出“工业 4.0”战略;2013 年 12 月,欧盟批准实施“地平线 2020”科研计划;2015 年 5 月,我国发布《中国制造 2025》规划。由此可见,制造业的转型升级将迎来大提速、大突破,在此形势下的智能制造发展,对高等教育提出了新的、更高的要

求,而作为“宽口径、万金油”的自动化专业发展,也将面临极大的机遇与挑战^[1]。

自动化专业是一个集电子科学、控制理论和信息技术的宽口径专业,其专业涉及的技术领域知识与智能制造涵盖的智能工厂、智能车间、智能生产等核心内容紧密相关,是支撑智能制造的关键专业之一。目前,自动化专业的培养目标还未能体现智能制造的人才发展需求,课程体系设置与实践教学也未能体现智能制造对人才的多元化、综合性与系统性要求。为应对科技变革带来的制造业转型升级挑战,我国的自动化专业亟需

联系人: 李慧芳第一作者: 李慧芳(1965—),女,博士,副教授.

增强自身的特色,呼唤多样化的人才培养目标、与时俱进的知识及课程体系,以搭建教育教学实践与工业发展间的桥梁。因此,从培养目标、课程体系与培养方案的各个方面进行自动化专业教育教学改革与探索,以培养面向智能制造的多元化、高素质专业人才,对于促进我国实现“制造大国”到“制造强国”的跨越具有非常重要的意义。

1 自动化人才培养现状与不足

智能制造对自动化专业人才提出了多元化的能力/技能需求,但目前的自动化专业人才培养方案主要按照传统的学科体系构建专业课程体系,一方面缺乏专业课之间的融合与交叉,另一方面,由于忽视了综合性实践操作技能相关的教学培训,也就缺乏对复合型、综合性人才的支持,特别是缺乏新一代信息技术,例如人工智能、云计算、大数据等方面的技术开发与应用能力的培养。为此,需要对自动化专业人才培养目标、课程设置、理论与实践教学内容、学时分配不断进行调整与优化,保持与时俱进。目前的自动化专业人才培养存在以下问题:

1.1 缺乏多元化培养目标

“工业4.0”和“中国智能制造2025”战略的提出,为各行各业带来了机遇与挑战。作为智能化的前提与基础,自动化在智能制造中起着非常重要的作用,几乎涉及工业制造的各个环节,这就对自动化专业的技能提出了多元化需求,例如要求从业人员具备大型软件开发、复杂系统设计或者人工智能的开发、应用与实施能力。可是,当前的专业培养目标设置缺乏对多元化人才需求的考虑或者对多元化人才需求的覆盖非常有限,导致课程体系、专业知识结构以及实践教学内容与手段对人才多元化能力培养的支持不够。

自动化专业的课程设置取决于专业培养目标的要求。可是,由于对智能制造含义及其对自动化人才培养需求的理解不够深入,甚或对面向智能制造的自动化人才技能要求不明确,即使制定/修订了培养方案,也无法在课程设置中覆盖智能制造所需的多元化综合性、新知识,特别是新一代信息技术例如人工智能知识,更无法满足智能制造对人才的多元化能力需求,最终使专业课教学

目标或专业毕业要求对智能制造人才培养的支持不力,甚至偏离专业的培养目标,导致专业课教学缺乏目标导向,直接影响专业培养目标的实现。

1.2 课程设置与内容有待优化

虽然自动化专业涉猎面极广,涉及电工电子、计算机网络、控制理论等较宽领域内的专业知识。但是,智能制造是自动化制造的高级阶段,智能制造的柔性化、个性化、大规模定制特征,使得智能制造所依赖专业分工更细化,例如智能制造的含义表现为制造过程管理与控制系统,对过程设备、环境系统、在制品/产品、人类需求与行为的全方位感知、精准化理解、预测性/智慧化判断,通过将正确的信息、在正确的时间、以正确的方式传递给正确的人/系统,实现资源的最优化配置、生产的最优化安全运行、管理的精准化决策...,所有这些目标的实现对所依赖的工程技术提出了更深的综合性、交叉性和应用性需求。可是,现有的专业课程设置存在内容相对陈旧、缺乏交叉/融合性、综合/应用性不足,与智能制造技术型人才的多元化需求还有一定差距。因此,自动化专业的课程体系与知识结构需要针对智能制造智能化特征需求进行改革与创新。

针对自动化专业的课程体系设计问题,刘燕等提出面向智能制造的自动化专业课程体系的重构,将智能制造装备的共性技术、测试装置与部件技术融合到传统自动化专业课程中,给出了课程体系重构方案^[2]。面对智能制造的挑战,尽管有些学者对自动化专业的教学改革提出了一些思路与建议,但是总体来说,大多数高校自动化专业的课程设置与知识体系存在缺少整体规划、教学内容相对陈旧、缺乏课程内容的交叉与融合等问题。

为了应对智能制造对人才培养的挑战,满足其对人才的多元化技能需求,需要对专业课程设置进行重新思考、总体规划,即便引入了一些相关的基础与专业课程,但是课程之间的关系或者课程对培养目标的支撑作用也不清晰,导致课程内容相互重叠,甚至出现重复设课、课程繁杂现象。另外,在智能制造背景下,市场对于高新技术,特别是新一代信息技术,例如大数据、人工智能、机器学习与工业软件等方面的技术需求越来越迫切,掌握数模电、计算机网络、通信原理、控制理论、微机原理与接口等技术已经远远不能满足企

业对自动化专业人才的智能制造新技能需求,所以课程陈旧是一个亟需解决的问题。

由此可见,传统的课程体系设置,导致自动化专业培养出的人才很难适应智能制造的大趋势,出现“企业招聘不到人、毕业生找不到工作”的矛盾。

1.3 实践教学内容综合性不足

智能制造的发展对生产实际提出了高水平、智能化、综合化的新要求,但传统自动化专业中的实践教学活动中仍停留在单一、简易、技术含量低、注重原理验证的单纯软件或硬件层面上,软、硬件结合的综合性实践教学内容相对较少,缺乏智能制造所需要的系统性分析、综合、探究、创新能力实训内容支持,如何提升实践教学环节与教学活动的技术性、贯通性、系统性、综合性、集成性以及软硬件结合的工程应用性,并融入新一代信息技术例如大数据、人工智能技术的开发与应用实践,使自动化专业培养的人才一旦走出校门,便能够满足智能制造对人才的多元化、综合性、创新性能力要求,是推动《中国制造 2025》战略实现的重要举措。

2013 年,夏春智提出了以认识实习与课堂教学相结合、加强实习基地建设、创新毕业设计等三种开展形式/方法,丰富了实践教学内容,强化了学生的实践操作能力^[3]。自动化专业领域的教育学家,虽然对实践教学进行了很多思考和改革,但是智能制造时代背景下的自动化专业实践教学,需要以智能制造战略的人才技能需求为导向,设计自动化专业培养目标与毕业要求,使专业人才培养适应并逐步满足智能制造对自动化专业发展的新要求,为《中国制造 2025》战略目标的实现提供人才储备。智能化是自动化的高级阶段,智能制造的人才需求包括扎实的人工智能理论基础、大型综合软硬件系统的开发与集成能力、系统分析与解决问题的能力。当前的自动化专业实践教学内容相对简单、注重原理验证,一方面,实践教学内容本身缺乏系统性、综合性、集成性以及工程应用性,另一方面,理论教学内容对新一代信息技术例如大数据、人工智能、机器学习、大型工业软件技术的缺乏,导致实践教学内容无法满足智能制造所需要的全方位感知、智能化分析、预测性维护、精准化决策等人才技能要求。因此,自动化专

业人才培养,需要综合教学内容,选取具有代表性的复杂系统/产品工程案例,针对某一项智能化目标实现,创设不同专业知识的交叉与融合、软硬件与新一代信息技术集成应用等场景,利用多学科、多场景、多方式的实践教学资源,通过系统性验证与综合集成创新,提升实践教学的综合性和系统性、集成性、创新性,进一步提高自动化专业实践教学水平。

2 人才培养思考与建议

智能制造是制造业由自动化发展到数字化、服务化,再进一步发展到智能化的必然产物。自动化专业与智能制造之间的关系是息息相关、紧密相连,除了数学、计算机、通信、控制等理论和技术,要实现智能制造还需要物联网、工业互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术的支撑。在此背景下,传统的专业培养方案与课程体系设置,已经不能满足智能制造时代的人才技能需求,自动化专业人才培养方式的改革与创新势在必行。

2.1 坚持目标导向,明确培养目标

目标导向是指在培养方案设计时,以市场需求为牵引,充分考虑智能制造的人才需求,设置多元化人才培养目标及其相应的课程体系,使课程内容相互融合、交叉与贯通,为制造智能化提供针对性技能支撑,符合智能制造对人才的多元化要求。

需要说明,多元化要求产生的原因在于,智能制造的特征是满足用户对产品的大规模、个性化、定制需求,这就要求制造过程系统具有极高的灵活性与智能适应性,而这一目标的实现,需要市场分析、硬件设计、软件工程、机电一体化、系统工程、决策科学、大数据、人工智能等多个领域的专业人才,通过有机协作、取长补短、相辅相成、紧密配合,推动中国制造智能化战略目标的实现。

2.2 坚持整体规划,优化课程内容

智能制造对于复合型人才的需求量很大,它要求从业者既要有扎实的专业基础,又要广泛地了解 and 掌握各学科专业的相关知识,还要具备新一代信息技术例如物联网、云计算、大数据、人工

智能、机器学习的研究、开发、工程应用与实施能力。在此背景下,无论是企业还是科研单位,对于人才培养的质量也提出了越来越高的要求,而自动化专业的毕业生要适应时代发展的需求,必须优化专业课程体系设计以及课程内容设置,以整体规划、整合优化、与时俱进、创新提升为思路,进行培养方案与课程体系改革。

为此,专业需要深入分析智能制造的核心内容及其目标实现所依赖的人才技能,参照行业标杆专业的培养目标与课程体系设置,评估本专业现有课程体系对智能制造人才技能的支持力度,进行差距分析。在此基础上,结合智能制造的多元化人才需求,对专业培养目标、课程体系与教学内容进行整体规划,通过分析教学内容与培养目标之间的对应支撑关系,识别亟需课程、剔除冗余课程、整合重叠的教学内容,实现面向培养目标的课程内容优化组合与课程资源优化配置,支持多元化人才培养。根据专业知识结构与课程内容之间的依赖关系,设计专业课程、特色课程与重点课程的教学顺序。一般来说,按照数学类基础课—>专业基础课—>专业课的顺序,循序渐进、由浅入深,而特色课程、重点课程的安排则要兼顾专业培养目标需求与学校特色,做到有根(满足需求)有叶(凸显特色)、多点开花。自动化专业的课程涉猎面广、课程内容较为多样化,甚至存在课程内容重叠现象。为了提高人才培养效率、满足多元化技能需求,需要去粗取精、删除已经过时或者不再实用的知识点,整合内容相近的课程,达到节省课时并优化专业知识结构的目的。同时,适当压缩必修课比重,扩大选修课比重,实现多元化人才培养目标。最后,随着市场的全球化以及产品的大规模、个性化定制需求越来越强烈,制造业的数字化、柔性化与智能化转型升级已经成为必然,自动化专业不应该局限于传统自动化技术或自动控制的相关研究与开发,而应该注重宽泛的自动化技术,例如管理、决策、运维自动化,并引入大数据、人工智能、机器学习等新鲜血液,促进整个专业人才培养模式创新与人才培养质量的提升。

2.3 强化综合性实验,突出系统性

自动化专业有很强的综合性、系统性、实践性,其课程内容涉及的所有理论、技术、案例都是为生产实际服务的,所以自动化专业的实践教学

是必不可少的重要环节。但智能制造要解决大规模、个性化、功能复杂的产品定制需求,实际生产过程会变得更加复杂化、综合化、系统化、柔性化、智能化。因此,为了满足实际生产制造过程的智能化需求,进一步提升自动化专业对智能制造的开发、应用与实践的能力,可以考虑以下几个方面:

发挥高校中产、学、研、用相结合的优势,建立多校联盟、校企合作的智能制造综合实验云平台,以覆盖课程知识体系,体现多学科间的逻辑关系,创设课程知识的实际应用环境。具体内容为构建海量多源异构生产仿真数据,综合控制理论、信号处理、网络通信等基础理论,提供机器视觉、自然语言处理、机器学习/深度学习等分析方法,模拟实践智能制造中的生产环节,锻炼学生认识、分析、设计、开发、软硬件应用调试、最终解决智能制造实际问题的综合能力。

在真实教学环境下,充分发挥学校的科研优势,深化校企合作,引进优秀企业高水准的智能生产资源作为学校实验室教学内容;以培养企业需要的专项人才为目标,增加学生在智能制造企业中自主选择合适岗位的实习机会,消除/缓解仅仅以企业参观为目标的实践教学活动的弊病,帮助学生更准确地认识智能制造的本质与目标。

自动化专业的毕业设计是检验学习成果、锻炼学生从理论学习走向实际应用的重要环节,为学生提供与智能制造相匹配的实际生产案例相关的毕业设计题目,鼓励学生走出课堂,走进生产实际,实地采集数据,发现生产实际相关的自动化问题,并利用所学知识解决问题,将理论知识更好地应用于生产实际,进一步提升学生的专业知识应用与实践操作能力。

3 结论

为了应对智能制造的多元化、复合型人才需求,自动化专业需要适时调整培养方案与措施,为《中国制造2025》战略的实现培养多样化、专业型人才。本文在分析智能制造的内涵以及自动化专业人才培养现状的基础上,提出了面向智能制造的自动化专业人才培养建议,旨在为自动化相关专业的人才培养与教学改革提供有益的参考。

References

- [1] 王军,高巍,张雪等. 面向智能制造的特色网络工程专业人才培养的研究[J]. 教育教学论坛,2017,(3): 8-9.
- [2] 刘燕,徐惠钢等. 面向智能制造的自动化专业课程体系的重构[J]. 电气电子教学学报,2016,38(4): 51-53.
- [3] 夏春智,许祥平,邹家生. 工科高校特色专业人才培养的实践与思考——以江苏科技大学焊接技术与工程专业为例[J]. 新校园旬刊,2013,(11): 46.