

基于工程认证与产教融合的计算机新工科人才培养体系构建

焦纯 唐明 严亚宁 魏雨

西安培华学院智能科学与工程学院 陕西西安 710125

摘要: 新工科建设是面向第四次工业革命的高等工程教育改革。在新工科建设背景下, 计算机专业如何通过系统性、综合性建设与改革, 建立适应产业经济发展的人才培养模式与体系, 切实提高人才培养质量, 是当前民办高校必须要深入思考并解决的关键问题。本文结合工程教育认证和产教融合, 重点阐述了民办高校计算机专业新工科人才培养体系的构建路径和方法。

关键词: 新工科建设; 计算机专业; 工程教育认证; 产教融合

引言

新工业革命的机遇, 可促进我国经济迈向中高端水平, 关系到中华民族的复兴大业与中国梦的实现。这其中, 工程教育与产业发展紧密联系、相互支撑。进入二十一世纪以来, 面对新经济发展及新一轮的科技和产业革命, 我国围绕创新驱动发展, 制定了建设创新型、新型工业化国家的发展战略, 对我国高校加强高等工程教育、培养高层次工程技术人才提出了更高要求。

2017年2月, 教育部组织的高等工程教育发展战略研讨会在复旦大学召开, 确定了“新工科行动计划”。2017年6月, 教育部发布《关于开展新工科研究与实践的通知》, 提出“深化工程教育改革、建设工程教育强国”, 以新工科建设为主题的高等工程教育改革进入到一个新阶段。2019年12月, “深化新工科建设座谈会暨卓越大学联盟高校新工科教育研讨会”在天津大学召开。此次会议旨在总结前期新工科实践的基础上, 实现新工科建设由1.0向2.0跨越。

新工科建设是面向第四次工业革命的工程教育改革, 代表了当前我国高等工程教育改革的最新发展趋势和要求。新工科建设的核心是适应与引领新经济与新产业发展, 培养工程实践及创新能力强、具有较强竞争力的高素质复合型的新型工程人才。新工科建设已经成为提高我国未来竞争力的重要抓手, 是经济发展和产业升级的必然要求。

1. 当前计算机专业新工科人才培养中存在的问题

近年来物联网、大数据、云计算和人工智能等新技术及互联网、“互联网+”的快速发展, 大众创新、万众创业发展战略的持续推进, 均对计算机专业人才产生了巨大需求。

计算机专业也成为新工科建设的重点发展对象, 加强计算机专业新工科人才的培养能为我国建设创新型、新型工业化国家提供宝贵的智力支持及人才保障, 具有重要的现实意义。

“解决复杂工程问题”是我国高等工程教育改革和新工科建设的重要目标和落脚点。自我国全面推进新工科建设以来, 国内高校结合自身定位对新工科理念和内涵进行了探索与实践, 构建了工科专业新结构, 更新充实了工程技术人才的新知识体系, 创新了高等工程教育的方式与手段, 较大程度地提升了工科专业的建设水平及人才培养质量。但另一方面, 相对于国家对于新工科人才的培养质量要求, 国内一些应用型本科高校, 尤其是部分民办高校在开展计算机专业新工科建设过程中, 还存在一定差距。如人才培养目标定位不够清晰, 没有与经济发展、产业需求紧密结合, 人才培养目标与人才实际需求不符; 教育理念上仍然偏向于以“知识输入”为主的传统教育模式, 未能充分引入先进的高等工程教育理念; 学生的知识和能力不能满足新型工程技术人才的复合型知识结构及能力素质要求; 教学内容尤其是实践教学环节的内容较为陈旧, 未能充分反映计算机技术发展的新方向和新趋势, 与行业企业的实际需求有较大脱节; 对工程实践及创新能力的培养不够, 学生的专业能力与求职岗位要求不匹配; 人才培养过程中, 缺乏科学的产出评价体系, 未形成持续改进人才培养质量的完整教育教学体系; 仍采用较为传统的人才培养模式, 未能充分引入行业企业共同参与人才培养, 校企互动机制不能适应新经济、新产业、新技术背景下的人才培养与协同创新需求。

以上问题暴露出部分地方应用型高校在新工科建设过

程中,在人才培养理念和培养体系上明显滞后,其教育教学体系及人才培养模式还不能较好地支撑计算机专业新工科人才培养目标的达成。由于人才培养是一项系统工程,涉及人才培养理念、培养目标、培养机制、培养保障、质量评价与改进等多元要素与诸多环节。不同要素与环节相互交织、相互作用,共同影响人才培养质量的提高。因此,在新工科建设背景下,计算机专业如何从人才培养的关键要素与重点环节入手,通过系统性、综合性建设与改革,建立适应产业发展的可持续人才培养模式与体系,切实提高人才培养质量,是当前应用型本科高校,尤其是民办高校必须要深入思考并解决的关键问题。

2. 工程教育认证与产教融合对新工科人才培养的促进和帮助

工程教育认证是专业认证机构面向高等教育工程类本科教育的第三方评估认证机制。《华盛顿协议》是目前国际上最具影响力的本科工程学位互认协议。2006年,我国开始实施工程教育认证。2016年,我国正式成为华盛顿协议成员国。工程教育认证是要确认工科毕业生达到行业认可的质量标准要求。其在学生、培养目标、毕业要求、持续改进、课程体系、师资队伍和支持条件等多方面均有明确标准与要求,具有完整、规范和与国际接轨等特点。工程教育认证的核心是将“学生中心”、“产出导向”、“持续改进”理念贯穿于人才培养的全过程,这种理念也被称为基于产出的教育(Outcome-Based Education),即OBE教育理念。OBE理念为专业建设与教学改革提供了重要依据,对保障和提高工程技术人才培养质量具有很高的指导价值。因此,依据工程教育认证的相关标准来促进专业建设,是我国高等工程教育改革的本质要求及必然趋势。

新工科建设要求高校能够从内部发挥主动性,优化内部结构并整合外部资源;要求以学生为中心;要求加强与行业企业的合作;要求强化资源配置、完善课程体系,创新教学方式,加强课程建设,持续提升人才培养质量。新工科建设与工程教育认证都是工科专业的建设工程,都是围绕高等工程教育开展全方位改革,都强调以学生发展为中心,通过系统性的教育体系建设,使毕业生具有解决“复杂工程问题”的理论知识、分析方法和实践能力,最终实现工程人才能力和质量的提高。因此新工科建设与工程教育认证的OBE理念在本质上是相通的,在最终目标上是一致的。可以将工程

教育认证作为新工科建设的一种重要手段,以工程教育认证的要求为依据,落实专业教学改革的达成度。

在当前高等工程教育改革新形势下,产教融合是工科专业提高人才培养实力及质量的重要助力和途径。通过产学研深度合作,将企业的实际需求、技术与产品、人力与资金、环境与平台等多元要素融入工科专业的人才培养体系,包括培养目标确定、培养方案编制、培养条件建设、培养过程实施、培养质量评价等主要环节,最终建立行业企业与高校间的信息融通、资源共享的协同育人体系和平台。产教融合有助于实现人才培养与产业发展需求在结构、质量与水平上的高度契合,培养出符合行业企业需要的高素质专业人才。

工程教育认证与产教融合已经成为我国高等工程教育改革的两个重要倡导点。民办高校在构建新工科人才培养体系过程中,应该将工程教育认证与产教融合作为两个重要依托,通过两者的共同驱动、有机协同,为新工科人才培养体系建设提供重要的方法和途径。

3. 基于工程教育认证与产教融合共同驱动的新工科人才培养体系构建与实践

构建计算机专业新工科人才培养体系需要围绕三个关键要素及主线。一是紧密结合新工科建设内涵,突出新工科人才的目标及定位,找准专业发展方向。二是突出工程教育认证的标杆作用,以工程教育认证的要求为依据,基于“学生中心,产出导向,持续改进”的OBE理念引导和推进专业建设与教学改革,落实专业教学改革的达成度。三是充分发挥产教融合的助力和支撑作用。通过开展深度产教融合构建企业与高校间的协同育人体系和平台,促进新工科人才的培养与产业需求紧密结合。

3.1 结合工程教育认证和产业需求,确定计算机专业新工科人才的培养目标及毕业要求。

首先需要评价现有人才培养目标。通过对现行人才培养目标进行合理性与适应性评价,以及通过第三方独立机构对毕业生就业质量进行调查,确定下一步开展需求调研的重点方向与主题。

其次要结合经济社会发展及产业需要,调研人才需求,确定新的人才培养定位。包括研读各级的相关纲领性文件,深入分析计算机技术发展趋势和前沿技术,明确新经济、新产业、新技术对计算机专业人才的新需求。通过外出调研、实地走访、咨询及文献查询等形式对企业、用人单位、政府

相关职能部门、毕业生进行调查。在对人才需求、重点方向与相关主题进行全面、深入调研的基础上,开展学情分析,结合本校生源特点与发展潜质,确定计算机专业的人才培养定位,包括依据人才需求类型与服务面向确定主要的培养方向。

最终要依据新工科人才的复合型知识结构、工程实践能力、创新能力要求,结合素质维度、能力维度、知识维度的三个培养要素,确定计算机专业新工科人才的培养目标。基于工程教育认证的 OBE 理念,由人才培养目标确定计算机专业的具体毕业要求,并进一步细化为具体的观测指标。

3.2 基于 OBE 理念,建立企业与高校间的信息融通、资源共享的协同育人体系和平台。

通过产教深度融合,将人才培养供给侧和产业需求侧的结构要素进行全方位融合。汇聚行业部门、科研院所、知名企业等的优势资源,将行业企业的实际需求、技术与产品、人力与资金、环境与平台等多元要素融入计算机专业新工科人才培养体系,使行业企业等参与到新工科人才培养的各个环节中,为新工科人才培养奠定坚实的工程教育基础。

具体来说,通过产学对接,结合企业的人才培养理念、职业发展理念及实际需求确定人才培养目标;通过产学共商,将行业企业的主流技术、工程规范、企业运营经验融入人才培养方案;通过产学互动,将企业的方法与规范、技术与产品融入人才培养过程,共建专业课程,共建教学团队;通过产学互补,将企业的环境与平台融入人才培养条件与教学资源,共建校外实践基地;通过产学互通,收集用人单位与毕业生评价信息,促进人才培养质量的持续改进。最终建立企业与高校间的信息融通、资源共享的协同育人体系和平台。促进计算机专业新工科人才的培养与经济社会发展、产业需求紧密结合。

3.3 面向计算机专业新工科人才的多维复合型的知识、素质及能力结构要求,更新知识体系及教学内容,开展教学内容及教学方法改革与实践。

在教学内容改革中,需要重点突出四方面要求。一是改革传统教学过程中沿用的内容设置,改革后的教学内容要反映计算机技术领域最新的发展趋势和前沿技术;二是要体现计算机专业新工科人才的多维复合型的知识、素质及能力结构要求;三是要结合计算机专业的“问题求解”、“系统平台”及“数据科学”三方面要求,基于产学共商、产学互

通来凝练及确定计算机专业解决“复杂工程问题”的多个主要方向;四是要基于真实案例或真实项目,强化实践环节的教学内容设置。对能突出计算机专业核心应用点,以及有利于培养工程实践能力、创新思维和创新能力的实践环节,进行重点加强。要保证实践教学能够适应当前及未来的技术发展需要。

教学方法改革上,一方面需要重点加强教学设计。教学实施过程中,基于 CDIO“工学结合,知行合一”的工程教育理念和产出导向的 OBE 教育理念加强教学设计。教学内容的引入、展开均应围绕真实项目、真实任务、真实应用需求来实施,以加强教学过程的目标性和针对性。重点开展适合应用能力(包括独立设计能力)、工程实践能力及创新思维培养的教学设计。另一方面,加强教学方法改革,根据教学内容及目标的要求选择适合的教学方法和形式。课程实施过程中,灵活采用多种教学方法调动学生的学习兴趣 and 积极性。可采用 BOPPPS 教学法、翻转课堂、项目式教学法、PBL 教学法、理实一体化教学法等教学方法。根据 CDIO 工程教育理念、OBE 教育理念、工作过程系统化范式的项目设计让学生在“做中学、学中做”。引导学生重点思考及关注实际工程应用问题,突出解决实际工程应用问题过程中的逻辑思维和创新思维的训练。

3.4 围绕复杂工程问题的解决,以工程实践能力、创新能力培养为核心,构建基于 OBE 理念及产教融合的应用型课程体系。

面向计算机专业新工科人才培养,构建多学科教育平台。一方面利用多学科交叉融合加强新工科人才综合素质培养。另一方面,建立未来技术学院、产业化研究院等跨院系、跨学科、跨专业的新型机构,构建交叉培养新工科人才的机制与平台。

依据工程教育认证的要求,基于 OBE 理念,围绕培养目标、毕业要求、教学目标、任务目标之间的逐层支撑关系,确定课程的三级矩阵,即课程支撑毕业要求达成关系矩阵、课程内容支撑课程目标达成关系矩阵、教学内容支撑教学目标达成关系矩阵。

面向新经济、新产业及新技术,结合计算机专业新工科人才的典型工作任务、行动领域及学科领域,围绕复杂工程问题的解决,开展应用型课程建设,构建应用型课程群。通过前后衔接的系列应用型课程,全面培养学生分析及解决

复杂工程问题的能力。

遵循 CDIO 工程教育理念和 OBE 理念, 基于工作过程的应用型课程体系的设计理念, 结合课程内容及课程体系与应用能力、工程实践能力培养体系间的对应关系, 按照工程教育的规律及工程逻辑, 开展学习成果导向的课程体系重构。依托校企合作协同育人机制及平台, 建立面向计算机专业新工科人才培养的应用型课程体系。

3.5 基于工程教育认证和产教融合共同驱动、有机协同的模式, 构建计算机专业新工科人才培养体系。

3.5.1 依托产教深度融合, 建设“四位一体”的实践教学平台。

依托产教融合机制, 引入行业企业的技术与标准、项目与案例、产品与解决方案、生产与服务环境等产业资源, 通过专业实验室、校企共建的校内实践教学基地、校外企业实践基地和虚拟仿真实验教学平台, 构建计算机专业“四位一体”的实践教学平台。

建立虚拟仿真实验教学平台来开展虚拟仿真实验教学, 突破传统实验教学对客观条件的依赖性。将合作企业的数字化工厂、数字化实验室引入实践教学, 推出专门的数字化课程。通过数字化平台, 将基本原理、设计、实验操作及工程管理等知识结合起来, 使数字化课程能够以一个立体化的工厂、实验室或者公司的形式呈现给学生, 提升工程教育效果。

3.5.2 遵循 CDIO 工程教育和 OBE 教育理念, 改革计算机专业人才培养及教学管理模式。

依据 OBE 教育理念, 围绕人才培养的重点要素与环节, 基于工程教育认证与产教融合共同驱动、有机协同的模式, 从培养目标制定→培养方案编制→培养条件建设→培养过程实施→培养质量评价的各个环节重新配置教学资源、教学条件及教学各要素, 重构教学管理、教学实施流程, 改革实践模式。重点围绕目标适应度、方案匹配度、过程有效度、条件保障度、质量满意度构建持续优化、改进和提升的教育教学运行机制。

在基于 OBE 理念的人才培养体系构建过程中, 需要围绕目标达成导向、闭环运行和贯穿课程教学全过程的三个基本要素, 重点构建课程教学质量的持续改进机制。

3.5.3 将课程思政作为提升计算机专业新工科人才综合素质的重要抓手。

在人才培养体系构建中, 将专业课程作为强化课程思

政的重要途径和有效载体。结合专业课教学内容, 从历史典故、现实案例及生活实例等不同角度挖掘课程思政元素, 进行课程思政案例探索, 将思政元素及案例融入专业教学过程中, 实现培养爱国情怀、传统文化、团队精神、职业操守和科学精神等思政目标, 促进学生综合素质的有效提升。

3.5.4 加强顶层设计, 将创新创业教育融入新工科人才培养的全过程。

将创新创业教育理念及内容纳入到专业教育、工程实践教学及第二课堂教育中。建立学生参与创新训练项目、创业训练项目及创业实践项目的创新创业教学体系。

3.5.5 将第二课堂教育作为对新工科人才进行专业教育、职业教育的重要补充和延伸。

将学生课外科研活动、创客实践活动、各类科技竞赛、创新创业训练作为计算机专业第二课堂教育的重要形式。使课内课外紧密结合, 互为补充, 相互促进。使学生的学习和应用之间形成良性互动, 强化其工程基础知识、应用能力、工程实践能力和创新能力的培养, 全面提升个人能力、人际团队能力和工程系统能力。形成具有计算机专业自身特色的第二课堂教育模式。

4. 结束语

当前, 我国正面临百年未有之大变局, 新经济、新产业、新技术的快速发展及快速迭代特性, 对专业建设与人才培养提出了更高要求。需要我国高校遵循新工科建设的理念及内涵, 遵循专业建设与人才培养的基本规律, 以新工科建设的改革要求为指引, 围绕人才培养的各关键要素与环节, 开展系统性、综合性建设与改革实践。真正建立以学生为中心、面向产业发展、开放、可持续的新工科人才培养体系与模式。使新工科人才培养真正成为新经济、新产业、新技术发展的重要组成部分, 为我国建设成为创新型、新型工业化国家提供重要的智力支持和人才保障。

参考文献:

[1] 赵佳, 张力元, 丁言. “新工科”工程教育专业认证背景下计算机专业创新型人才培养研究[J]. 长春工程学院学报(社会科学版), 2023, 24(2): 89-93.

[2] 吴仁华, 张积林. 地方应用型大学新工科教育体系建设与实践[J]. 中国大学教学, 2020(12): 11-16.

[3] 董跃宇, 强振平, 胡坤融, 王晓锐. 新工科理念下的计算机系统能力培养教学体系建设探讨[J]. 大学教

育,2021(6):115-117.

[4] 施晓秋,徐赢颖.工程教育认证与产教融合共同驱动的人才培养体系建设[J].高等工程教育研究,2019(2):33-39,56.

[5] 施晓秋.遵循专业认证OBE理念的课程教学设计与实施[J].高等工程教育研究,2018(5):154-160.

[6] 黎永壹,杨忠强,胡俐蕊,邱桂华.计算机专业人才培养体系探究——基于工程教育专业认证与新工科建设相结合[J].钦州学院学报,2019,34(3):72-79.

基金项目:

陕西省高等教育教学改革研究重点项目“工程认证与产教融合共同驱动的民办高校计算机类新工科人才培养体系构建与实践”(课题编号:23BZ074)。

作者简介:

焦纯(1973.11-),男,汉族,湖北省武汉市,工学博士,教授,主要从事计算机专业建设、教学改革及微机应用控制、信号处理等方面的研究工作。