

专业认证和新工科建设下应用型高校材料成型及控制工程专业人才培养体系构建*

聂小武, 蔡明灯

(湖南工业大学机械工程学院, 湖南株洲 412007)

摘要:以应用型高校材料成型及控制工程专业为例,分析了专业认证和新工科建设对人才培养的导向,提出了人才培养模型。分析了当前材料成型及控制工程专业存在学科方向不明,培养定位不明确,培养模式倾向学术化,师资队伍应用型水平不够,教育链、产业链、创新链没有有效衔接等问题。从培养目标确定、培养方案编制、人才培养环节、教学资源建设、人才培养质量评价等方面构建了工程教育认证和新工科建设双驱动的材料成型及控制工程专业的人才培养体系。

关键词:新工科;专业认证;人才培养体系;应用型高校

中图分类号:G64 文献标识码:A 文章编号:2095-3380(2021)02-0056-06

Construction of Talent Training System of Materials Forming and Control Engineering Major in Applied Universities Driven by Professional Certification and Emerging Engineering Education Construction

Nie Xiaowu, Cai Mingdeng

(School of Mechanical Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou, Hunan 412007)

Abstract: This paper takes the materials forming and control engineering specialty of application-oriented university as an example to analyze the guidance of professional certification and emerging engineering education construction, and puts forward the talent training system model. This paper discusses the problems of materials forming and control engineering specialty in the new era, such as unclear discipline direction, unclear training orientation, academic training mode, insufficient applied level of teaching staff, and ineffective connection of education chain, industry chain and innovation chain. The talent training system of the specialty driven by engineering education certification and the emerging engineering education construction is established from the following aspects: determination of training objectives, preparation of training scheme, personnel training, construction of teaching resources and evaluation of talent training quality.

Keywords: Emerging engineering; Professional certification; Talent training system; Applied universities

*基金项目:2020年度湖南省社会科学成果评审委员会课题“工程教育认证和新工科双驱动下地方高校材料成型专业人才培养体系构建探索”(XSP20YBC328)。

收稿日期:2020-08-19,修回日期:2020-09-03

工程教育认证是第三方机构按照标准对高校工程类专业建设进行评估,从培养理念、毕业达成度、培养条件等方面确保毕业生所掌握的知识、具备的能力与产业需求匹配。而新工科建设是满足新经济下国家重大战略需求及产业转型升级的人才需求而进行的教育革命。因此,工程教育认证和新工科都要求培养复合型、应用型、创新性专业人才。本文以应用型地方高校材料成型及控制工程(以下简称材料成型)专业为例,对标工程教育认证的毕业要求和新工科建设需求,探讨构建具有工程教育认证和新工科双驱动特色的人才培养体系,不仅能促进材料类专业的省级一流专业建设水平,还可为其他工程教育类专业构建新工科新体系提供思路与借鉴,具有一定的实践价值和理论意义。

一、工程教育认证和新工科建设对人才培养的导向

2016年,我国加入《华盛顿协议》,成为正式会员,推动我国工程师培养与国际标准接轨,开启了工程技术领域人才走出国门的重要篇章。世界近代高等工程教育经历了工程教育科学化和回归工程实践两个发展阶段。^[1]工程教育科学化阶段的培养目标是现场工程师,重视学科体系的专业理论知识学习,提倡现场教学和实践。但是,教育的结果却是最新科学理论与实践难以无缝对接。工业技术的迅猛发展,企业需求和工程问题导向倒逼工程教育回归工程实践,突出校企深度产教融合、科教融合,产学研跨界融合是基础,从学科导向转向以产业需求为导向。我国工程教育应推行基于“复杂问题解决”“回归工程”的成果导向教育(Outcome-based Education, OBE)。^[2]2017年8月,麻省理工学院启动了新一轮工程教育改革,其宗旨是培养能够引领未来产业发展的领导型工科人才;^[3]改革的内容涵盖工程教育的出发点、重心、教学方式和发展方向,体现出多重逻辑:整合学科和心理的分离、跨学科合作,回归到工程教育育人本质等。^[4]对工程技术人才国际认证体系及英美德日四个工程强国认证状况进行系统梳理,我国工程技术专业人才国际认证分步实施的思路如下:在执行高等工程教育国际认证华盛顿协议、悉尼协议及都柏林协议的基础上,

开展IEA旗下IPEA、IETA和AIET三个工程技术人才的国际化认证,先从世界一流目标高校及国有大中型企业开始进行国际认证,然后再扩展到地方特色院校。^[5]华中科技大学电气工程及其自动化专业据此制定了解决复杂工程问题的学年递进式的培养要求,并通过对工程实践课程和学科知识课程进行改革与重组,构建出一个递进式培养复杂工程问题解决能力的一体化课程体系,形成对培养要求的完全支撑。^[6]

表1 我国新工科建设内涵的纲领性框架

复旦共识:高等工程教育发展战略研讨会(2017年2月18日)	天大行动:新工科建设研讨会(2017年4月8日)	北京指南:新工科研究与实践专家组成员第一次工作会议(2017年6月9日)
1、我国高等工程教育改革已经站在新的历史起点; 2、世界高等工程教育面临新机遇、新挑战; 3、我国高校要加快建设和发展新工科; 4、工科优势高校要对工程科技创新和产业创新发挥主体作用; 5、综合性高校要对催生新技术和孕育新产业发挥引领作用; 6、地方高校要对区域经济发展和产业转型升级发挥支撑作用; 7、新工科建设需要政府部门大力支持; 8、新工科建设需要社会力量积极参与; 9、新工科建设需要借鉴国际经验、加强国际合作; 10、新工科建设需要加强研究和实践。	1、探索建立工科发展新范式; 2、问产业需求建专业,构建工科专业新结构; 3、问技术发展改内容,更新工程人才知识体系; 4、问学生志趣变方法,创新工程教育方式与手段; 5、问学校主体推改革,探索新工科自主发展、自我激励机制; 6、问内外资源创条件,打造工程教育开放融合新生态; 7、问国际前沿立标准,增强工程教育国际竞争力。	审议通过《新工科研究与实践项目指南》。 1、明确目标要求; 2、更加注重理念引领; 3、更加注重结构优化; 4、更加注重模式创新; 5、更加注重质量保障; 6、更加注重分类发展; 7、形成一批示范成果。

伴随着人工智能、移动互联网、大数据、机器人等新技术的挑战,工程教育进入了快速和根本性变革时期。新工科建设的框架由“复旦共识”“天大行动”“北京指南”分别搭建,如表1所示,新工科建设的内容越来越具象、清晰,国内的学者对此进行了大量的研究。对于新工科人才应具备的能力有多种观点。林健^[7]提出“培养造就一批具有创新创业能力、跨界整合能力、高素质的各类交叉复合型卓越工程科技人才”;钟登华^[8]认为这类人才应该具备“家国情怀、创新创业、跨学科交叉融合、批判性

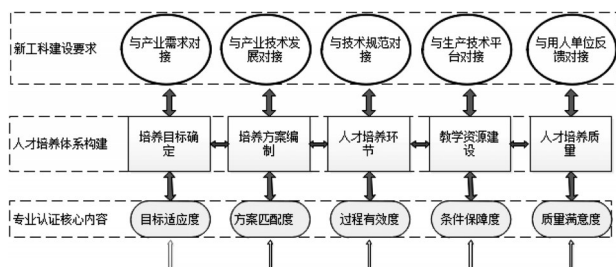


图1 专业认证和新工科双驱动的人才培养体系模型
思维、全球视野、自主终身学习、沟通与协商、工程领导力、环境和可持续发展、数字素养”。

在学科建设评估、社会评价及生源招生等压力下,专业人才培养体系的构建与执行成为专业认证评估考察的重要环节。事实上,专业认证和新工科导向对专业人才培养体系的要求具有相似性和通融性,如图1所示,对毕业生的要求达成度具有一致性。专业认证具有国际通用性,侧重对接国际工程师标准,具有普适性、综合性;而新工科是结合中国国情提出的高校人才培养导向,具有本土性,侧重对接我国产业界的转型需求,具有针对性、持续性。工程教育认证的毕业要求与新工科的人才培养目标具有很大的相似度;工程教育认证标准全面、系统的人才培养理念、措施及持续改进手段为新工科建设的实施过程提供了质量保障体系。将专业认证对材料成型专业人才培养的要求不断融合和吸纳到新工科建设的框架与运行中,从两个向度构建人才培养体系,可以有效推动人才培养质量国际化的本土化,促进人才培养质量提升。

二、材料成型专业的时代变迁及发展瓶颈

1984年教育部公布的《高等教育学科专业目录》中,在机械类专业中没有材料成型及控制工程这一专业,而是铸造、锻压和焊接三个专业。这三个专业直接对应三大类机械零件毛坯制造企业,是机械制造尤其是武器制造的支柱专业,具有航空或军工背景的高校在建国初期就开设了这类专业。工科历史悠久的高校,经过几十年的专业积淀,在师资队伍、研究方向和教学设施这三个方面形成了自己的特色。教育部颁发《普通高等学校本科专业目录(1998年)》中,铸造、锻压和焊接三个专业合并为材料成型及控制工程专业,成为材料科学、机械工程及自动化控制技术的融合专业。然而,新时代

新经济下应用型高校的材料成型专业建设上存在不少发展瓶颈。

1. 学科方向不明,培养定位不明确

学科研究是专业纵深发展的根基,是专业内涵式发展的着力点。作者在调研地方高校材料成型专业的人才培养方案时发现,很多高校的学科方向、特色不明。新工科建设要求“地方高校要对区域经济发展和产业转型升级发挥支撑作用”,有的地方政府已经确立了区域产业发展的重点方向,但地方高校的学科研究却丝毫没有启动。学科研究往往需要几代人孜孜不倦的积累,而很多地方高校是通过合并高专、高职而建成的,底子薄、同一方向研究的积淀浅,导致学科方向难以凝练、特色平平。学科方向不明会导致难以建立教学与研究团队、难以形成主打方向,长此以往,会形成恶性循环。同时,没有清晰的学科研究方向导致人才培养定位缺乏特色,不能与时俱进面向工程实际,难以支撑区域产业转型发展的人才需求。

2. 办学思路落后,培养模式倾向学术化

新工科建设要求“问产业需求建专业,构建工科专业新结构”,工程教育认证的毕业要求之一是“设计解决方案”,两者是殊途同归,突出强调的是产教融合、科教融合,人才培养方向从学术导向向学术技术技能融合转变。而长期以来,本科教育的侧重点都是重理论轻实操,并且由于实验设备的引进和更新需要大量的建设经费,这些原因都迫使地方高校的培养模式照搬学术型、研究型高校的培养模式,偏重理论化、学术化。另外,人才培养方案的制定及修订,缺乏区域产业及龙头企业、科研院所及对口用人单位等利益相关方的参与,一般是闭门造车,缺乏对产业转型升级的预见性、前瞻性及精准性。教学方法与手段过于单一,新工科课程体系、信息化课程、数字化课程建设缓慢;不少传统课程内容陈旧,跟不上企业行业的转型发展,有的教师多少年来一直抱着一本教材、一门课不主动更新教学内容,缺少对材料成型专业发展的思考;企业实践教学流于表面形式,时间短且一般为走马观花式的参观,加上企业对项目内容及技术保密,校企合作的效果缺乏长效机制保障。

3. 重理论轻应用,师资队伍应用型水平不够

师资队伍是人才培养的核心力量。1999–2010年期间,地方高校往往存在不引进或少引进人才的空档期,使得中青年骨干师资队伍存在断层。近几年来,在国家大力建设高校高层次人才政策以及本科专业、硕士点、博士点建设及评估指标的引导下,地方高校开始不断引进博士人才充实师资队伍。这些引进的博士一般都是应届博士,属于“学院派”,有学历但缺乏企业技术应用及研发的经历,所掌握的知识储备与实践不能融通。^[9]这样的师资队伍进行本科教育往往不能将知识点结合产业实际讲透彻,理论知识不能在产业应用落地,教学内容容易与行业企业实际工艺规范脱节,更不能达到新工科建设要求的“问技术发展改内容,更新工程人才知识体系”。工程教育认证及新工科建设都对教师的工程应用背景提出了新要求。尤其是现代新材料产业、机械制造业不断发展,智能化、信息化、网络化逐渐成为主旋律,多学科的跨界融合,都需要任课教师不断调整教学内容。因此,需要加强“双师双能型”师资队伍及团队建设为教育教学改革奠定基础。

4. 各自为政,教育链、产业链、创新链没有有效衔接

2019年,国家发展改革委、教育部等6部门出台的《国家产教融合建设试点实施方案》强调,通过深化产教融合促进教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接。长期以来,高校的评估“指挥棒”缺乏引导教育与产业融合的政策,形成我国高等教育教育链与产业链脱节的痼疾,两者联系不紧密、甚至互不相关,存在“两张皮”的现象。高校的目标是完成既定的教学、科研工作,产业界则是自己单干完成经济目标,两者没有联动形成1加1大于2的局面。经济新常态下,高等教育要主动从适应到引领产业链的转型升级,人才培养以市场需求为导向,调整优化人才培养体系,推动教育链、产业链和创新链的有机融合。

三、新时代下材料成型专业人才培养体系构建

1. 对照认证与建设要求,确定培养目标

在工程教育认证和新工科建设双驱动下,材料

成型专业要面向材料行业、机械制造产业转型升级需求,利用信息化、“互联网+”等技术多学科交叉融合优化专业基础知识,突出工程应用素养和创新能力培养并贯彻国际工程教育理念,培养对接区域经济发展和产业转型升级的高级专门应用人才,不断增强与行业企业人才需求的契合度。将工程教育认证的12条毕业要求及新工科建设要求作为一级指标,并分解为若干二级指标,每个二级指标通过模块化课程及教学活动来落实。

2. 重构教育模块,编制培养方案

《工程教育认证标准》(2014年)对材料成型专业有12条毕业要求,要求达到的能力包括基本技能(使用现代工具、个人和团队、沟通、终身学习、职业规范)及应用能力(项目管理、问题分析、工程与社会、环境和可持续发展)、工程设计分析能力(工程知识、设计/开发解决方案、问题研究)等。对比工程教育认证和新工科建设要求,将材料成型专业培养方案分为通识类教育、专业基础教育、专业教育、企业实践教育、社会实践教育、创新创业教育六大模块,如图2所示。创新创业教育主要包括组织学生参与科学研究、开发或设计工作。将通识性教育、专业教育、创新性教育等相结合,在专业教育中贯彻“专业思政”理念,吸纳龙头企业先进的企业文化、管理理念,培养既有行业情怀、家国情怀,又有法治意识、生态意识和工程伦理意识的应用型人才;重构课程体系和教学内容,将应用型案例贯通实践,把产业工程实践、问题作为培养的主轴,将企业新技术、新工艺、新设备、新标准等纳入教学内容;通过选修模块将前沿性与区域产业相对接,融通行业需求;采用CDIO模式推动企业项目的研究性教学,启发学生发现问题、思考问题、解决问题的能力。^[10]

探索个性化人才培养模式,强化顶层设计,打通“学科链—专业链—产业链”通道,建立跨专业、跨学科、甚至跨学院的交叉融合人才培养新模式,打破人才成长的壁垒;利用专业创客空间、创业孵化基地、创新创业大赛等有利条件,提升大学生的创新能力;吸收本科生参与老师的科研项目、科研活动等,提高解决专业问题的能力。

3. 注重产教融合,强化人才培养环节

工程教育认证和新工科建设都要求产教融合、

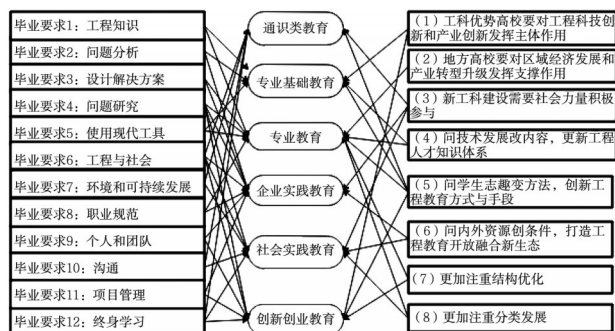


图2 专业认证及新工科双驱动的教学体系设置

科教融合,因此人才培养环节改革的核心是要深化校企合作,优化育人新模式。高校要主动走出校门向产业界伸出橄榄枝,借助政府部门开展的教育界与产业界对话对接活动,通过制度化、系统化及时调整学科方向,打造校企合作创新平台,增强与企业的深入合作,突破产教融合瓶颈,实现互利共赢。通过学科交叉融合的项目化、模块化、任务驱动式等方式调整教学内容,融合企业技术要求,推行启发式、研讨式、案例式教学,教学过程融合生产设计过程。高层次人才要借助校企合作平台,主动与企业联系,解决产界研发和生产过程中存在的“卡脖子”关键技术问题,同时为人才培养的企业实践教育、与产界零对接提供契机。

长期以来,我国高等工程教育存在重理论、轻实践等现象。各工程高校将毕业生的培养目标确定为培养准工程师,侧重技术层面的培养,忽视技能、学术的培养,认为技能是属于技术工人的,学术则属于研究生。而在工程实践中,技能和技术、技术和学术是密不可分、相互融合的,技能、技术、学术融合培养复合型人才是导向。

此外,还应以专业认证和新工科建设为抓手,加强新时代校园文化建设,将专业认证的三大核心理念、新工科的内涵培植为高校的价值追求和质量文化,通过校园文化的重塑提升全体师生员工的价值认同。将“学生中心”的核心理念、“产出导向”的评价导向、“持续改进”的质量保证、“新工科”的建设方向融合为新时代的校园文化,持之以恒贯彻、与时俱进发展。

4. 打造“金课”“金专”,校企共建教学资源

教学资源包括硬件和软件方面。首先需要构建共生耦合的师资队伍,保证每个教师至少有半年

的工程实践经历,能“真枪实弹”带领学生设计开发工程项目,打造高水平矩阵结构团队;^[11]课程标准的编写应新增课程所支撑的毕业要求及目标达成改进机制,教学方法体现OBE理念;围绕专业发展,打造“金课”“金专”(金牌专业)体系,创建项目化教学、混合式教学、MOOC、SPOC等教学课程资源库,拓宽学生课程的自主学习选择途径。实验设备需要根据产业转型升级不断更新,需要持续投入建设经费,应该积极申报中央财政专项资金、学校学科建设经费等,拓宽建设经费来源,提高经费利用率。做好实验设备建设“增量优化、存量调整”,尤其是高端仪器设备需要建立五年发展规划,逐步完善;实验设备的维护及管理要有专门的制度,提高设备利用率,推动设备的社会化使用,增强共享功能。积极引入社会资源,主动联姻企业开展多元合作,共建共享校企合作实验室、创新创业教育基地、产业学院等,推动“引企入校”与“引校入企”相结合;与区域行业企业形成发展共同体,全方位、多层次、多元化培养学生的创新能力,通过虚拟仿真、虚拟现实等信息化技术促进教学内容与企业技术相融合,打造区域共享实验室。

5. 国际实质等效,评价人才培养质量

考核评价方式是学生学习的指挥棒,关系到学生的学习方式和学习积极性。按照工程教育认证标准,利用国际实质等效标准建立培养目标与所匹配学习模块之间的多向度评价方式,持续改进材料成型专业人才培养体系,建立常态化的质量保障体系;按照新工科建设要求,提升传统材料成型专业的新内涵,让“老”专业焕发新生命,提高人才培养质量。评价方式采取过程性评价(如作业成绩、单元测试成绩等)与终结性评价(如期末考试、模块考评等)相结合,并根据课程性质分别有所侧重,突出理论与专业实际应用结合。人才培养质量持续改进效果要从毕业达成度评价标准、教学质量监控体系、教学过程评价等方面建立闭环长效保障机制,通过第三方毕业生跟踪调查、用人单位反馈、毕业生座谈等方式进行诊改。

四、结束语

在结构调整、转型升级的新经济常态下,应用

型地方高校应主动深化人才培养供给侧改革,以工程教育认证和新工科建设为契机,以材料成型传统专业为基石,在互联网+云计算、智能制造、机器人等技术融合下推动专业转型升级,将“中国文化”“中国标准”注入以“学生中心、成果导向、持续改进”为理念的国际工程教育认证建设中,持续改进人才培养体系,不断提高人才培养质量,又快又好地实施卓越工程师教育培养计划2.0版。

参考文献

- [1] 郑洁红.新时代高等工程教育改革探究[J].中国高校科技,2020(4):67-70.
Zheng Jiehong. On the Reform of Higher Engineering Education in the New Era [J]. Chinese University Science & Technology, 2020(4):67-70.
- [2] 周红坊,朱正伟,李茂国.工程教育认证的发展与创新及其对我国工程教育的启示——2016年工程教育认证国际研讨会综述[J].中国大学教育,2017(1):88-95.
Zhou Hongfang, Zhu Zhengwei, Li Maoguo. Development and Innovation of Engineering Education Accreditation and Its Enlightenment to China's Engineering Education — A Review of International Seminar of Engineering Education Accreditation in 2016[J]. China University Teaching, 2017(1):88-95.
- [3] 孙晶,张伟,任宗金,等.工程教育专业认证毕业要求达成度的成果导向评价[J].清华大学教育研究,2017,38(4):117-124.
Sun Jing, Zhang Wei, Ren Zongjin, et al. Practice on OBE Evaluation Architecture for the Achievement of Graduation Requirements Based on the Engineering Education Accreditation System [J]. Tsinghua Journal of Education, 2017, 38(4):117-124.
- [4] 肖凤翔,覃丽君.麻省理工学院新工程教育改革的形成、内容及内在逻辑[J].高等工程教育研究,2018(2):45-51.
Xiao Fengxiang, Qin Lijun. Research on the Formation, Content and Internal Logic of New Engineering Education Reform at MIT[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2018(2):45-51.
- [5] 王秋惠,冯志友,王家庭.国际工程技术专业人才认证及启示[J].高等工程教育研究,2018(1):111-130.
Wang Qiuhui, Feng Zhiyou, Wang Jiating. International Certification of Professional Engineering Talents and Its Enlightenment [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2018(1):111-130.
- [6] 韩婷,李红斌,文劲宇,等.培养复杂工程问题解决能力的一体化课程体系——华中科技大学电气工程及其自动化专业改革[J].高等工程教育研究,2018(2):52-59.
Han Ting, Li Hongbin, Wen Jinyu, et al. An Integrated Curriculum System for Cultivating the Competence of Solving Complex Engineering Problems [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2018(2):52-59.
- [7] 林健.面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究,2017,38(2):26-35.
Lin Jian. The Construction of China's New Engineering Disciplines for the Future [J]. Tsinghua Journal of Education, 2017, 38(2):26-35.
- [8] 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.
Zhong Denghua. Connotations and Actions for Establishing the Emerging Engineering Education [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(3):1-6.
- [9] 聂小武,蔡明灯.“双一流”战略下高职教师绩效评价体系构建[J].上海教育评估研究,2018,7(5):19-23.
Nie Xiaowu, Cai Mingdeng. Construction of Performance Evaluation System for Teachers in Higher Vocational Colleges under the “Double First” Strategy [J]. Shanghai Journal of Educational Evaluation, 2018, 7(5):19-23.
- [10] 聂小武,蔡明灯.对照《悉尼协议》建设高职轨道交通类一流专业(群)[J].机械职业教育,2019(2):20-23,35.
Nie Xiaowu, Cai Mingdeng. Constructing First-class Specialty (Group) of Rail Transit in Higher Vocational Education According to the Sydney Agreement [J]. Mechanical Vocational Education, 2019 (2):20-23,35.
- [11] 聂小武.高职院校高层次人才引进与发展剖析:问题、现状与路径[J].上海教育评估研究,2020,9(3):6-11.
Nie Xiaowu. Introduction and Development Analysis of High-level Talents in Higher Vocational Colleges: Problems, Current Situation and Path [J]. Shanghai Journal of Educational Evaluation, 2020, 9(3):6-11.