

应用型高校三维度分层递进的材料专业实践教学体系构建研究

赖富明 胡砚强 周志凌^{通讯作者}

(金华高等研究院 新能源材料研究所 浙江金华 321013)

摘要:在“新工科”背景下,以就业为导向,由教学科研人员、一线教师、行业企业专家等共同参与制定符合地方发展的人才培养目标,将材料科学与工程专业的实践教学课程分为三个模块,构建“基础-提高-创新”三维度分层递进的实践教学体系,并通过多元化的考核方式,建立校企合作的实践教学评价体系,让学生在专业实践过程中对所学知识触类旁通,进而增强学生适应社会对现代化应用型人才需求的能力。

关键词:新工科 应用型高校 材料科学与工程 实践教学

中图分类号:G642 **文献标识码:**A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.43.053

引言

随着“中国制造2025、网络强国、人工智能”等重大战略计划的实施,我国正快步地迈向工业工程强国和制造业现代化,材料、冶金、机械、建筑、汽车等以应用传统技术为主体的产业亟待转型升级,这对新时代应用型人才提出了新的、更高的要求^[1]。我国多次明确提出,将重点支持以新材料为代表的高新技术产业,这对推动新材料产业发展具有重大意义^[2,3]。在国家积极布局新材料、新能源发展的时代背景下,浙江省作为新材料产业大省,其新材料产业在“十三五”期间发展迅猛。金华市作为浙江省新材料产业发展计划重点产业园区之一,拥有行业龙头企业,具备良好的新材料创新基础。着眼于金华市主导产业发展和金华经济社会建设人才要求,聚焦金华市“五大千亿产业”的创新发展和转型升级,教育部“十三五”期间批复金华市筹建高水平应用型本科院校一金华理工学院。目前,学校已初步制定材料科学与工程、集成电路设计与集成系统、机械设计制造及自动化等11个专业首批人才培养方案,对接产业、瞄准前沿、体现特色。根据“新工科”的建设要求,培养新时代复合型、创新型卓越工程科技人才。

2017年,吴爱华等人正式提出“新工科”的概念^[4]。对高校来说,新工科不仅针对新时代经济产业结构下紧缺的智能制造、人工智能、云计算等专业,提出了要求,而且也在时刻地推动着传统工科,如材料类、机械类专业,进行自我革新改造,以适应新时代发展需求。新工科的发展建设理念,已经成为工科及相关专业办学改革的指导思想和方向标^[5]。新技术新科技的层出不穷推动,物联网、智慧+等新兴产业模式变革不断深化,产业创新革命势在必行。要想在这样的趋势下,占得发展先机和产业布局主动权,一方面要锚定

新兴领域加快培养具备创新能力高素质科技人才,另一方面需顺应时代脚步推进传统工科人才培养的改革,积极布局新时代卓越工程科技人才培养。随着教育部牵头实施“新工科”“双万计划”等计划,高校积极地响应,并相继推出“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”,开启了新时代多元化工科人才培养的新篇章,各级高等教育机构在工程教育领域就教育教学模式推动了诸多建设性的改革浪潮^[6,7]。

在工程强国的新时代背景下,对当下的工程科技人才培养提出了复合型、创新型的新要求,因此,大量高校在推进本科工程教育认证的过程中,重点训练学生解决复杂工程问题的综合能力。然而,传统实践教学模式已不能适应新时代多元化的新型工科人才培养需求,导致学生进入工作岗位后,并不能解决企业生产过程中遇到的实际问题。理论教学是学生获取材料学专业理论知识的主要渠道,而专业实践教学作为理论教学的重要补充,是培养学生创新能力和实践能力的主要方式。因此,“新工科”的建设,离不开对实践教学的重视。理论知识体系唯有经过实践的历练,才能紧密结合、相互联系,促进理论与实践创新性良性互动,提升人才培养质量。

根据《金华理工学院学科专业建设规划》,材料科学与工程专业为第一批(第一年)建设专业,如何适应新一轮技术革命和新材料产业转型升级,培养符合时代特色、契合产业需求的工程技术人才,从而为区域经济建设和经济创新协调发展提供科技支撑,是地方院校新建材料科学与工程专业面临的主要挑战。大力发展工科中的材料类专业以适应当前科技发展需要,符合浙江省发展新材料的战略布局。事实上,各级地方高校在工科类专业建设的摸索中,常常会经历众多困难和阻碍。以基础教育和理论教育为主的办学模式,

往往存在办学定位不清晰、培养方案制定不科学、教学仪器设备缺乏、实践教学单一、学生就业率低等问题,严重地影响了工科专业的教学质量,不能被地方政府和企业所认可,制约了新建工科专业的长期可持续发展^[9]。此外,部分高校在教学活动中,长期秉持着“重理论、轻教学”的理念,教学形式多样的实践教学在规范性和教学成果检验上也亟须加强。尤其在新工科建设的指引下,本就工科发展薄弱的地方院校,面临着新建工科专业以及新工科建设的双重问题,发展工科专业时更加困难重重。本研究以金华理工学院创办应用型本科材料科学与工程专业为切入点,结合地方院校实际,在“新工科”背景下,针对性地提出了通过改进人才培养理念,推进实践教学改革创新评价方法等措施,来构建实践教学体系。

一、材料科学与工程专业实践教学体系改革的具体措施

1. 优化课程体系,促进应用型人才培养

目前,大多数高校的人才培养都将工科人才分为学术型、应用型两个层次类别进行培养。学术型人才主要进行专业学术探索、理论创新研究。应用型人才则与学术型人才侧重点不同,是能够跟随国内教育发展、理论革新、经济产业变革而不断整合专业理论、技能能力,使之适应专业相关实际应用的一类特殊人才^[9]。近年来,我国的工业产业结构发生了重大的变化,人工智能、产业互联网与传统制造业深度融合,传统制造业迈向智能化时代,这也对相应的应用型人才培养模式提出了新要求。

材料科学与工程专业的主要课程包括材料科学基础、新材料前沿与应用、计算材料学等。“新工科”最大的特点是多学科交叉融合,从单一专业到多学科融合,将专业教育融入通识教育,培养学生能够运用多学科综合知识解决实际应用问题的能力。“专业素质高、交叉整合能力强、创新思维活跃”,是新工科对卓越工程科技人才提出的最核心要求^[10]。本校开设的材料科学与工程专业立足金华市,面向浙江省,辐射长三角地区,适应区域经济和行业的发展需求,将课程类型分为通识课程、学科平台课程、专业核心课程、专业选修课程、拓展型课程和实践课程六个模块,以培养德、智、体、美、劳全面发展的应用型创新人才目标(图1)。其中,通识课程是学校统一开设的基本知识和技能课程,专业选修课程和拓展型课程是培养学生掌握各种先进材料的基础与应用的重要模块,对促进学生个性发展和学校办学特色形成具有重要作用。此外,实践课程的开展是为了在学生掌握基础理论知识之后,提升应用能力,孵化创新意识,培养创

造性思维惯性。金华理工学院作为地方应用型本科高校,根据新工科的建设要求和区域经济社会发展需求,培养高素质的应用型人才。这就要求要进一步完善材料科学与工程专业的课程知识体系,落实知识结构与培养目标的相对应。

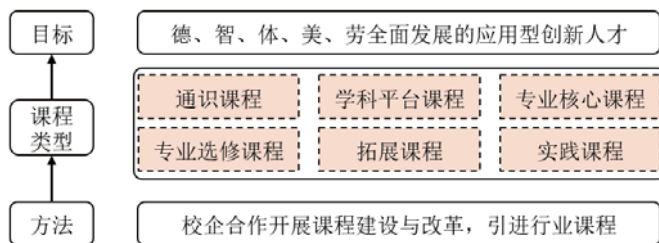


图1 材料科学与工程专业课程体系构建

Fig.1 Curriculum system construction of materials science and engineering

我国在工程教育体系认证的工作上起步较晚,2005年开始,致力于实现国际教育标准互认,直到2016年,才正式签约加入《华盛顿协议》。但这之后几年内,各大高校积极主动推进,在教育质量管理 and 专业认证领域都取得了不俗的进展^[11]。工程教育专业认证,既是国际通行的工程教育质量保障制度,也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础。工程教育专业认证紧紧围绕以产出为导向的教育理念(OBE),将面向产出的OBE教育理念融入人才培养目标,通过校企合作开展材料科学与工程专业课程建设与改革,由材料行业专家、本校教师、学生代表等组成材料科学与工程专业建设委员会,共同参与制定符合地方发展的人才培养方案。根据专业培养目标和产业发展实际需求,遴选相关行业教师共同构成学生的实践教学、评价队伍,同时充分地发挥相关企业专家在实践能力培养过程中的主导作用,推进建设校企一体、专兼结合的双师型课程教学团队。通过科学精细的教学设计和全面精准的课堂教学实施,实现从课堂走向课程,从课程走向全面育人^[12-14]。

2. 构建“基础—应用—开拓”三维度分层递进的实践教学体系

将工程教育专业认证工作作为切入点,深度地契合“新工科”对高校专业建设,特别是实验与实践教学平台构建所提出的新挑战、新要求,针对生产实习与专业课程结合所面对的困难和不足,以毕业生就业领域为导向,实践教学课程根据实践能力层次分为基础型实验课程、应用型实验课程和开拓型实践模块三个依次递进的模块(图2)。材料科学基础实验、工程图学综合训练、电工电子技术实验、大学化学实验、金工实习、社会实践等作为基础型实践课程,该实践

课程是学生掌握材料晶体学、相图的基本构成和应用、晶体缺陷对形变行为的作用、材料实验的主要方法和操作技术等基本知识、基本理论、基本方法的重要环节,帮助学生初步掌握材料研究的宏观分析方法与微观分析方法。材料测试与分析实验、新能源材料生产工艺实践、功能结构材料仿真实践、材料创新设计、专业见习等作为应用型实践课程。这是对学生使用专业基础理论技术、实践解决简单工程能力和基础创新能力的综合训练培养环节,也是培养过程质量监控的重要途径^[15-17]。以“挑战杯”为代表的全国性专业竞赛、职业技能等级认证等作为创新创业实践,为学生在专业创新提供契机,在解决实际复杂工程问题中巩固专业理论知识,扎实专业应用实践能力,还可以促进学生主动地了解和掌握创新创业的理论、逻辑和方法,构建创新创业氛围,充分调动其学习创造热情,并在实践中培养创新创业能力和水平。基础型实验课程、应用型实验课程和开拓型实践体系共同构建层次清晰、立足时代发展的工程实践教学体系,培养学生专业意识、职业意识、工作能力潜力、终身学习创新意识,确保学生工程实践能力与创新创业能力得以提高,最终构建“基础-应用-开拓”三维度分层递进的、面向新工科的应用型本科高校材料科学与工程专业实践教学体系^[18-19]。

材料专业是实验科学,实验课程体系是学生实践应用能力的主要教学环节,实验室则是专业实践教学和科学研究的基础设施依托。学校应围绕实践教学内容、实践教学方案、实践教学目标等,针对校内实践教学基地构建需求,通过实验室的建设,有目标地完善课内和课外实践教学基础设施,为三维度分层递进的实践教学体系提供坚实保障。高校实验室除了为学生的实践教学体系提供保障外,同时也承担着培养教师、服务社会的重大职责。这就需要组建满足三维度分层递进的实践教学体系的高素质实践教学队伍,建设优良的科研服务平台,建立完善的体制机制,充分地调动中青年教师的积极性和创造性。这也是形成以研促教、以教促学、以学促产良好循环的根本^[20-21]。

3. 产教融合,建立多元评价体系

在碳达峰、碳中和的时代要求下,新材料产业已成为国家、长三角区域经济一体化发展、长三角G60科创走廊、浙江省、金华市等培育发展的战略性新兴产业。面对新材料及相关产业的飞速发展,金华作为国内重要的新材料生产基地之一,拥有众多和新材料相关的企业。但是,企业、高校、研究机构之间交流合作不足。服务社会是高校的基本功能之一,地方院校应“准确识变,主动求变”,服务地方经济发

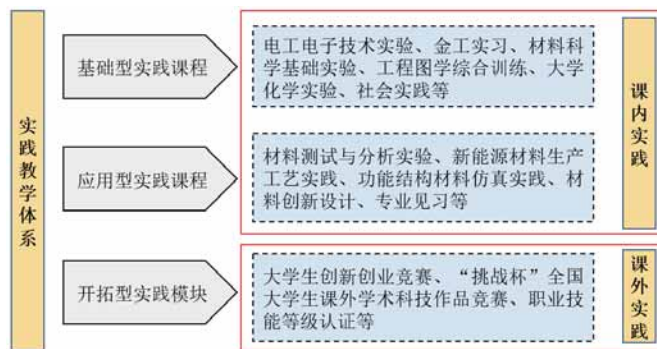


图2 “基础-应用-开拓”三维度分层递进的专业实践教学体系

Fig.2 Practice teaching system based on the hierarchical progression of “foundation-Application-development”

展,打造“产教融合”的人才培养新模式,形成高校与地方融合发展、融合发力的良好格局。结合“新工科”的教育理念,学校应积极地推进与行业知名企业的合作,发展“产教融合、校企共育”人才培养组织模式。同时,为了调动校企结合的主动性和积极性,构建项目共建与利益共享创新机制^[22]。在人才培养上,学校制定符合企业实际需求的人才培养方案,减少企业人才培养成本,为企业发展培养“愿意来、留得住,用得上、干得好”的高水平创新性人才。普通高校教师一般会一直从事教学科研工作,普遍缺乏企业实践工作经历和经验。教师可以定期到行业企业挂职锻炼,把学问做在车间里,参与企业的科研立项和技术改革。这样,教师可以了解企业技术发展,提升专业能力,实现专业建设和自身成长相辅相成^[23]。

此外,从材料行业中,遴选同时具备扎实理论基础、丰富从业经验的专业技术人员作为兼职教师,和企业共建校外实践教育基地,企业相关人员也作为行业导师全程参与人才培养及最终考核评价,以企业所需能力为核心,由学校和企业共同制定评价标准,建立完善的“高校+企业”的实践教学评价体系。该体系可以改善原有的只凭实践课程论文、实验报告、实验操作等来考核的评价模式,培养学生的思维能力、实验操作能力、创新能力和综合应用能力,让学生通过订单培养实现高质量就业,为地方企业、社会培养应用型、多元化、创新型卓越新型工科人才,保障学生冲高校到企业的顺利对接,实现材料科学与工程专业的长久可持续发展。

结语

地方应用型本科高校的材料科学与工程专业,在新工科建设背景下,如何构建实践教学体系,是当亟待解决的主要问题。本研究以金华理工学院新建材料科学与工程专业实践教学体系构建为切入点,将课程类型分为通识课程、学科平

台课程、专业核心课程、专业选修课程、拓展型课程和实践课程六个模块。以培养符合地方产业发展的人才为基本目标,成立由行业企业专家、教科研人员、一线教师和学生代表组成的专业建设委员会,共同做好符合地方发展的人才培养方案制定。将实践教学课程分为基础性实验课程、提高性实验课程和创新创业实践,构建了“基础—应用—开拓”三维度分层递进的面向新工科的地方应用型本科材料科学与工程专业实践教学体系。此外,结合“新工科”的教育理念,聘请企业相关人员也作为行业导师全程参与人才培养及最终考核评价,为地方企业、社会培养应用型人才。通过以上研究,本文以期对材料科学与工程专业应用型人才培养的体系构建提供支持帮助,培养出适用于材料行业发展的高素质人才,进而为地方院校创新发展工科专业提供指引。

参考文献

- [1]万明攀,向嵩,张晓燕等.新工科背景下材料科学与工程专业建设路径思考[J].教育教学论坛,2019(33):197-198.
- [2]江洪,陈亚杨.我国新材料产业园区机制体制创新研究[J].新材料产业,2018(7):22-26.
- [3]刘道斌,蒋威,吴希等.稀土新材料测试评价标准化现状与发展路径研究[J].中国标准化,2020(S01):140-144.
- [4]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.
- [5]陈婷,郭春显,谷雨等.新工科背景下材料工程基础课程改革研究[J].科教文汇,2021(26):3.
- [6]宋强,胡亚茹,杨源等.面向新工科的卓越材料工程师实践教学体系改革与探索[J].高教学刊,2019(04):144-149.
- [7]林健.深入扎实推进新工科建设—新工科研究与实践项目的组织和实施[J].高等工程教育研究,2017(05):18-31.
- [8]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.
- [9]孙莹.地方本科高校人才培养特色范式研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2012.
- [10]徐卫林,彭晓春,岳宏卫,等.工程教育专业认证背景下的微电子专业教改实践研究[J].科技资讯,2016,14(22):81-84.
- [11]邵梅玲.“1+X”证书制度下材料科学与工程专业校企协同实践教学体系的构建[J].西部素质教育,2022,8(19):155-157.
- [12]任俊鹏,王毓,甄承,张培卫.地方院校新建工科专业实践教学体系构建——以贵州师范学院材料科学与工程专业为例[J].中国现代教育装备,2021(17):99-101.
- [13]刘伟东,屈华,张广安,周岐,李青春,赵作福.材料成型及控制工程专业应用创新型实践教学体系构建[J].中国冶金教育,2019(01):100-103.
- [14]耿树东,江丽丽,于晓波,张钰.新工科背景下材料化学专业实践教学体系的构建探索[J].吉林化工学院学报,2018,35(10):36-38+90.
- [15]吕迎,李俊刚,庄明辉,湛兰,吴明忠,荣守范.基于能力培养的材料类专业实践教学体系构建[J].经济师,2018(08):194-195.
- [16]李伟.材料科学与工程专业创新型实践教学体系的构建与实施[J].教育现代化,2018,5(26):65-66+96.
- [17]刘志雄,田桂英,汤志豪,孙琳,胡洁,向延鸿,伍建华.民族地区高校材料科学与工程专业综合实践教学体系的创新与构建[J].科技视界,2017(04):100-101.
- [18]严明,陈艳林,熊焰.“新工科”背景下地方高校专业改革思考——以湖北工业大学材料科学与工程专业为例[J].高教学刊,2019(24):131-133.
- [19]王明伟,赵秀君,李姝.材料成型及控制工程专业卓越工程师培养实践教学体系构建与实施[J].大学教育,2016(02):85-87.
- [20]熊煦,刘日鑫,陈晓松.高职院校复合材料专业四层次实践教学体系的构建[J].职教通讯,2015(33):73-77.
- [21]赵晓华,王双,周明.新工科背景下《材料科学与工程综合实验》的教学改革[J].广州化工,2022,50(18):227-228+231.
- [22]王德志,李周,蔡圳阳,彭需发.新工科背景下材料类专业新生课教学体系构建与实践——以中南大学材料科学与工程学院为例[J].高教学刊,2021,7(31):109-112.
- [23]杨文红,朱申敏,杭弢.新工科建设背景下实验实践教学体系的构建——以上海交通大学材料科学与工程学院为例[J].高等工程教育研究,2021(S1):7-9.