

我国卓越工程师培养问题分析与对策建议

刘 庆¹ 王 宇² 樊陆欢³

[1. 国家卓越工程师创新研究院 (上海), 上海 200120;

2. 东南大学, 江苏 南京 211189;

3. 江苏省产业技术研究院, 江苏 南京 211899]

摘 要: 在新一轮科技革命和产业变革的大背景下, 全球主要国家均大力推进工程教育改革, 以满足新时代卓越工程人才培养的需要。自 2010 年我国教育部启动“卓越工程师教育培养计划”以来, 我国卓越工程师培养取得了诸多成效, 但在评价体系、教育理念、企业参与意愿、工科教师能力、学生学习动力等方面还存在一些问题。美国、德国、新加坡等发达国家在工程教育改革方面积累了丰富的经验, 国内的重庆大学、天津大学、XbotPark 机器人基地等教育机构及新型创新组织也积极探索了新工科教育模式。结合我国工程教育存在的问题和国内外工程教育改革的有益探索, 提出三种产教协同培养卓越工程师的实践教学机制, 并从政府、高校、企业三个层面提出提升卓越工程师培养质量的对策建议。

关键词: 卓越工程师; 工程教育; 新工科教育

中图分类号: G649.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4038 (2024) 05-0044-09

当前, 新一轮科技革命和产业变革加速演进, 全球地缘政治冲突加剧, 科技创新成为大国竞争博弈的主战场, 围绕科技制高点的竞争空前激烈, 走科技自立自强之路是我国的必然选择。2021 年 9 月, 习近平总书记在中央人才工作会议上指出, “战略人才站在国际科技前沿、引领科技自主创新、承担国家战略科技任务, 是支撑我国高水平科技自立自强的重要力量, 要把建设战略人才力量作为重中之重来抓”, 并在会上首次提出卓越工程师是国家四类战略人才力量的重要组成部分; 强调“要探索形成中国特色、世界水平的工程师培养体系, 努

力建设一支爱党报国、敬业奉献、具有突出技术创新能力、善于解决复杂工程问题的工程师队伍”; 强调“培养卓越工程师, 必须调动好高校和企业两个积极性”, 要“探索实行高校和企业联合培养高素质复合型工科人才的有效机制”。^[1] 习近平总书记的重要指示为产教深度融合培养新时代卓越工程师指明了前进方向。

我国卓越工程师培养还存在哪些问题? 国内外是否有值得借鉴的卓越工程师培养的经验做法? 本研究力图在分析我国工程人才培养存在问题、梳理国内外工程教育改革探索经验的基础上, 探讨产教协同联合培养卓越工程师的

收稿日期: 2023-06-05

作者简介: 刘庆, 男, 国家卓越工程师创新研究院 (上海) 院长, 长三角国家技术创新中心主任, 江苏省产业技术研究院院长, 上海长三角技术创新研究院院长, 第十四届全国人大代表, 主要从事新型研发机构治理、工程教育研究; 王宇 (通讯作者), 男, 东南大学经济管理学院博士研究生, 江苏省产业技术研究院助理研究员, 主要从事创新管理研究; 樊陆欢, 女, 江苏省产业技术研究院工程教育与国内合作部副主任, 主要从事工程教育研究。

创新机制,提出提升我国卓越工程师培养质量的对策建议。

一、我国工程人才培养问题分析

自2010年开始,为主动应对新一轮科技革命和产业变革,加快培育新时代所需的工程技术人才,提升传统工科专业的育人水平,教育部启动“卓越工程师教育培养计划”,旨在推动校企深度合作,培养一批创新能力强、适应经济社会发展需要的工程技术人才。2017年,教育部提出开展“新工科”建设,旨在培养大批爱党报国、敬业奉献、具有突出技术创新能力、善于解决复杂工程问题的卓越工程师。2018年,教育部与工信部、中国工程院联合发文,实施卓越工程师教育培养计划2.0,并将新工科建设作为卓越工程师教育培养计划2.0的核心内容和主要抓手。自2010年以来,在教育部引领下,我国卓越工程师培养取得了诸多成效,工程类专业学位硕士、博士研究生的招生比例不断提高,高校与企业以及政府园区等建立的产教融合型联培基地也在不断探索中,大大缓解了工程技术人才培养供给问题,但工程教育与产业需求“两张皮”的现象仍没有得到根本性的转变,学校与产业双向自发奔赴的内在活力并没有真正被激活,“用过去的书本知识教授今天的学生,培养未来的产业人才”现象依然普遍存在,严重影响了卓越工程师的培养质量。

(一) 评价体系偏离培养目标

当前,高校学科排名更多关注人才“帽子”、论文、科研经费等,对教育质量的评价更多关注教育资源投入、科研成果产出、毕业深造等,没有把“是否培养了满足产业需要的人”纳入考评范围。受考核评价指标影响,许多教师忙于应付科研考核指标,把自己指导的学生作为完成自身科研任务的珍贵资源,致使本应在企业完成研究任务的工程类专业学位研究生也多在“纸上谈兵”,投入以发表论文为牵引的“科研”活动,加剧了“工科理化”现象的蔓延。该考核评价体系实际上制约了我国卓越工程师的培养。那么,卓越工程师的教育培养质

量应该如何评价?北京大学原校长林建华认为,教育评价具有内涵性和功利性,如果评价对学校产生过多的限制,就会诱导功利性,使大学失去创造力;评价应注重内涵,避免功利,要给学校留有发挥的空间和余地,要更加关注学生隐性的价值和能力的培养,教育质量好不好要看十年二十年后学生在社会上的表现。^[2]一方面,卓越工程师培养需要扭转目前“工科理化”的狭隘考评体系;另一方面,工程学习是个动态发展的过程,传统的总结性评价不利于学生能力提升和教师教学改进,具备多元价值的过程性评价须纳入考评体系。^[3]

(二) 教育理念与社会需求脱节

以工程类专业学位硕士为例,专业学位硕士本应以专业实践为导向培养应用型人才,但很多高校没有按照专业学位的目标去培养,而是将专业学位培养理解成简化版的学术学位培养。很多导师将科研任务“包装”成工程问题,专业学位学生从事的还是以理论探索为主的研究,企业实习过程也往往是走马观花,学生无法获取产业实践相关的工程经验。在专业设置方面,没有及时了解产业发展趋势,而是按照学校已有的师资力量来进行专业设置,与产业实际需求严重脱节。值得一提的是,作为顶尖综合类大学的斯坦福大学紧贴市场需求进行专业设置,近年来其计算机专业招生规模占总招生规模的比例将近一半。在教学方面,一些高校的教学过于理论化,缺乏实践性和应用性,同时,一些高校缺乏与产业界的交流与合作,不了解行业发展的最新动态和最新需求,导致教学内容严重滞后于行业发展,造成“学用脱节”。

(三) 企业参与培养积极性不够

企业一方面在呼吁培养单位需要根据企业需要培养所需的工程人才,但另一方面出于自身经济效益和核心技术安全考量、接收学生实践的能力有限等多种原因,^[4]存在“只想摘果,不愿种树”的心态,对与高校协同开展人才培养缺乏足够的积极性。究其原因,企业参与人才培养一方面需要承担诸多的培养成本及风险,另一方面对能够从人才培养过程中获得多少收益还处在观望状态中。

(四) 工科教师自身工程能力不足

很多工科教师缺乏工程能力和经验,无法为学生提供必要的工程性指导,影响了学生工程能力的培养。究其原因,一方面,高校教师大多通过攻读学位而留校,其成长经历从学校走向学校,对企业的生产工艺、设备、技术趋势、经营管理等缺乏必要的了解,无法提出工程问题,从而导致工程人才的培养从源头就偏离工程应用。另一方面,以“论文、国家级项目数量”为核心的人才评价体系也难以引导教师参与工程项目、解决工程问题,因此无法从根本上帮助教师走出理论研究,充分融入产业课题。

(五) 大学生缺乏实践和自主学习动力

工程实践对于学生动手能力、创新思维能力和解决复杂工程问题能力的提升具有无可替代的作用,是培养卓越工程师不可或缺的关键环节。当前,高校在教育理念上重理论轻实践、企业参与人才培养的积极性不高、高校和企业支持学生开展工程实践的条件不足、针对工程实践的考核激励机制不到位等造成了学生工程实践环节薄弱。这也导致了学生轻视工程实践的作用而且难以把理论知识与实践联系起来,再加上很多高校的专业课程严重滞后于实践、教学方式照本宣科,导致很多大学生失去了学习的兴趣和自主学习动力。

二、国内外工程教育改革探索

受益于工业革命,欧美等发达国家率先组织成立新型大学,建立科研实验平台及产业化体系,并通过分科形式开始大批量培养产业技术人才。新一轮科技革命对全球产业和生活方式产生了革命性的影响,也对人才培养产生了深远影响,培养适应和引领新时代发展趋势的卓越工程人才成为各国高等工程教育改革的核心。美国、德国、新加坡等发达国家不断重塑教育体系,探索卓越工程人才培养新模式,促进国家科技进步,服务产业转型升级。国内的重庆大学、天津大学、XbotPark 机器人基地等教育机构及新型创新组织也从各自角度出发,积极探索符合我国国情的卓越工程人才培养模式。

(一) 国外工程教育改革探索

1. 美国工程教育改革探索

美国工程教育历经了从“技术范式”到“科学范式”再到“工程范式”的变革,以适应不断变化的社会和技术需求。当前,美国高等工程教育改革和人才培养模式改革的主要特征为以培养工程领导者为主要人才培养目标、以跨学科教育为主要人才培养方式、以基于项目的学习为主要教学模式。^[5]以美国工程教育“后起之秀”的欧林工学院为例,该学院被公认为全球工程教育的领军者,致力于培养改变未来世界的工程创新人才。其人才培养理念强调从人的角度出发,即首先学会理解人和社会的需求以及工程领域的潜在价值,学会构思能够改变社会的工程创新,并通过商业化手段将解决方案实现落地。其课程体系和教学方式有三个特点。一是强调课程的跨学科融合。将工程与人文、艺术、社科、创业等课程融合,强调理论的综合和应用,培养学生的工程能力、创新思维、领导力等创新者特质。二是注重由“教”向“学”的转变。课程设计上以学生为中心,课程多是以真实世界的问题为主题的项目实践,教学安排上以学生动手和讨论式学习为主、以教师启发引导为辅。三是巧用“项目制”进行完整的工程训练。很多课程通过项目载体把多学科知识巧妙融合起来,利用真实的或模拟的项目对学生进行完整的工程训练,不断提升学生解决综合性的复杂现实问题的能力。^[6]在师资方面,欧林工学院聘请了一大批优秀工程师到学校任教,不设终身教职,将人才培养成效作为续聘和晋升的主要标准。^[7]

2. 德国工程教育改革探索

德国的工程教育体系支撑了德国制造业的繁荣。德国高等工程教育的主要目标是配合德国“工业 4.0”战略的实施,培养高水平的工程技术人才。德国高等工程教育的主要模式是“双元制”,是一种将学校教育和企业实习或实践融合在一起的教育模式。该模式具有以下几个方面的特点。一是校企紧密合作培养学生。学校和企业都是共同的办学主体,高校和企业通过共同建立相关专业工作组或专家咨询委员

会形成校企人才培养共同体。“双元制”专业通过课程设置融合学校理论学习和企业实践,在时间安排和内容上都紧密结合在一起。二是以应用为导向进行课程设置和教学。要求理论课程的学习内容都可以在实践中应用,教学主要采用基于问题的教学方法,通过项目实践促进学生的理论知识整合和转化应用。三是实践环节以企业为主导。以企业为主制定课程中的实践部分,要求学生有一段专门的时间在企业进行实习,深入了解企业生产过程,帮助企业解决实际工程问题,教学中的实践部分90%都在企业完成。四是注重对学生进行全方位评价和反馈。学生评价体系包括课堂表现、创新能力和实践能力等多个方面,注重学生实践能力的评估。评价不仅来自学校教师,还包括企业导师和同事。评价结果及时反馈给学生,让学生认识到自己的薄弱环节并加以改进。^[8]德国“双元制”教育模式形成了多方合作共赢的局面:学校获得了企业的教育资源,节省了大部分实践培训的资源投入;参与教育的企业能够获得政府奖励或税收优惠政策,且更容易找到有胜任力的员工,长期来看降低了用人成本;学生在“双元制”学习期间就能够获得薪酬,毕业后更容易就业;政府受惠于这种模式为国家培养了大批高素质的工程人才,为制造业提供坚实的人才保障。^[9]制度保障方面,德国出台了《企业基本法》《职业教育法》等,规定所有企业都有责任参与职业教育,企业缴纳职业教育培训金,政府根据企业培训成效,通过教育基金补偿及税收优惠政策激发企业参加职业教育的积极性;对学校和学生来讲,法律规定了学生进入企业工作需要职业资格,学校需要跟企业合作来开展相应的职业教育;高校与企业按照法律规定签订合作协议,明确双方的职责、权利、责任追究等,保障“双元制”教育活动的顺利开展。^[10]此外,行业组织也发挥了重要的管理和协调作用,包括制定行业规范和实施细则、审查企业培训资质、监督培训合同执行、组织培训考试和证书发放等。^[11]

3. 新加坡工程教育改革探索

新加坡工程教育的目标是培养一大批具有

创新精神和实践能力的新型工程人才。现代工程是为了满足人类社会需要而进行的复杂综合活动,其系统性、复杂性不断增加,既要求技术的跨学科整合,又要求以人为本的设计思维。始建于2009年的新加坡科技设计大学最大的特点是将科技与创意设计结合,其人才培养理念是通过设计培养根植于技术的领导者和创新者,提供以设计为中心的工程教育。在专业设置上,打破了传统的以单一工程学科为主的院系模式,设置了若干跨学科专业群。课程设置上,构建了包含科学课程、专业课程、人文社科和艺术课程、设计项目等四大知识体系的课程体系,课程内容紧跟国家经济社会发展需求。课程选择上非常灵活,允许学生根据个人兴趣自由选择主修和辅修课程;课程以设计为中心,基本所有课程都有基于设计体验的动手实践项目,培养学生设计思维;课程以人为中心,人文社科和艺术课程贯穿整个学习过程,帮助学生理解社会需要、提升知识素养和多元思维能力。教学上,以工程实践驱动课程实施,让学生通过亲身体验、动手实践、团队合作、讨论互动激发学习兴趣开展自主学习,帮助学生在实践中构建知识体系。另外,加强与行业企业合作,与全球超过800家公司合作为学生提供实习岗位,为人才培养提供支撑。^[12]

(二) 国内新工科教育探索

1. 重庆大学新工科教育探索

一是Co-op教育模式(Co-operative Education)探索。为培养具有国际视野、工程实践能力突出的高层次工程技术人才,重庆大学于2013年正式成立重庆大学-辛辛那提大学联合学院,引入校企联合培养Co-op模式,将课堂理论学习与企业带薪顶岗实习交替进行,实行学校、企业双导师制度,联合培养人才。强化工科类本科生工程实践能力培养,注重校外工程实践环节,让学生深度参与企业一线进行工程实践,保障工程实践和实习时间,使学生在学习和工作的轮换中能够尽快明晰自身定位和发展方向。同时制定个性化培养方案,定期评估和反馈,不断提升学生的专业水平、工程素养和创新能力。^[13]二是培养汽车领域复合型

领军人才的探索。面向我国对汽车自主创新领军人才的紧迫需求,以培养汽车领域复合型领军人才为主线,探索战略管理领军人才和技术创新领军人才培养新模式。在战略管理领军人才培养方面,与车企联合培养工程硕士,通过专业课程和管理课程融合的方式,实施理论教学、实践研学、课题研讨等培养模式改革,着力培养学生洞察力、协调力、领导力,为车企培养战略管理人才。在技术创新领军人才培养方面,跨学科招收推免研究生,组建汽车协同班,构建汽车类、信息类、能源类、材料类等课程模块,学生跨模块选课,教师跨学院选课。采取校企双导师指导,由校企跨学科学位分委会审定评估培养方案及培养质量。该培养模式综合改革了汽车领军人才培养体系,在课程设置、教材选取、学生选课、师资队伍、论文选题、平台实践、见习研习等方面改革探索,促进学生全面发展,显著提升人才培养质量。

2. 天津大学跨学科培养平台的探索

天津大学新工科教育方案的经营理念是以立德树人为统领,通过新文理教育、个性化专业教育、多学科工程教育相结合,培养具有家国情怀、工程创造和创新能力强、综合素质过硬的卓越工程人才。天津大学新工科教育探索是在现有院系结构和培养体系基础上的改革探索,创造性地提出多学科培养平台,不改变现有院系建制,通过多学科培养平台汇聚院系、企业等多方资源进行人才培养。例如,建设了未来智能机器与系统多学科培养平台,通过将精密仪器、机械、计算机、微电子、自动化等学院十几个专业的课程加以整合,作为多学科培养平台的必修课和选修课,支持学生跨学院、跨专业选课,实现个性化培养。以课程项目、课程群项目、多学科大团队科技项目、本科研究项目、毕业项目5种项目为节点,全校的创客空间、科研和教学平台、工程中心等面向学生有序开放,通过5种项目有机结合来支撑学生不断提升工程实践能力,并且支持学生团队在毕业时产出技术或产品,同时建设校内校外科技孵化器和加速器,鼓励和协助毕业生科技创新。^[14]

3. XbotPark 体系化培养创业人才的探索

XbotPark 机器人基地成立于2014年,是由机器人专家李泽湘教授联合芯片与产品专家高秉强教授、经济学家甘洁教授等共同发起打造的硬科技创业孵化平台。该平台以已有的学院派创业探索为基础,聚集各类创新创业资源,体系化培育潜在创业者,重点孵化以C端产品为主的科技企业,至今共孵化了60多个团队,涌现了云鲸、逸动等一批行业领军企业。XbotPark 基地通过与地方政府、属地高校合作,打造新工科教育和本硕创业人才培养平台。地方政府提供经费、场地和政策等支持;合作高校创新办学机制,制定学生选拔和培养方案,配套教师招聘和评估等措施,推动教改项目;XbotPark 基地建设专业化团队举办科创营,孵化项目团队,提供初创基金,配套供应链等,打造属地科创生态体系。三方共同构建了一个以创业实践检验创业人才培养质量的闭环系统。

(三) 可借鉴经验

上述国内外工程教育改革探索经验各具特色,从共性来看,有以下四个方面的经验值得借鉴。一是课程设置与人才培养目标相适应,并紧贴社会发展需求。例如,欧林工学院和新加坡科技设计大学围绕培养工程领导者的目标,在课程设置上注重跨学科交叉,将专业课与人文社科、艺术、创业等课程相融合,帮助学生理解社会需要,并注重培养学生的专业能力、创新思维、领导力等创新者特质。重庆大学汽车协同班和天津大学多学科人才培养平台面向各自领域对复合型领军人才的需要组建跨学科融合的课程体系。二是教学以学生能力提升为导向,注重激发学生的自主学习动力。国外的几个案例均注重以学生为中心,有灵活多样的课程供学生根据兴趣自主选择,课程以项目实践课程为主,强调体验式学习、互动式学习等,激发学生学习热情,实现其理论知识和动手能力双提升。三是基于产业真实场景进行专业实践,提升学生的工程实践能力。欧林工学院利用真实的或模拟的项目对学生进行完整的工程训练,德国“双元制”教育模式充分利用全社会的企业教育资源对学生进行工程实践培训,

重庆大学 Co-op 模式通过顶岗实习的方式让学生进入企业一线, XbotPark 以真实场景的创业实践对学生进行工程训练。四是为产教协同育人提供制度保障。例如, 德国为保障“二元制”教育模式的顺利开展, 制定一系列针对高校、企业和行业协会的法律条款, 激发各方参与协同育人的积极性。

三、提升卓越工程师培养质量的路径思考和对策建议

习近平总书记指出: “培养卓越工程师, 必须调动好高校和企业两个积极性。高校要深化工程教育改革, 加大理工科人才培养分量, 探索实行高校和企业联合培养高素质复合型工科人才的有效机制。这要作为高校特别是‘双一流’大学建设的重要任务。企业要把培养环节前移, 同高校一起设计培养目标、制定培养方案、实施培养过程, 实行校企‘双导师制’, 实现产学研深度融合, 解决工程技术人才培养与生产实践脱节的突出问题。”^[15] 在教育、科技、人才“三位一体”协同发展的新时代背景下, 产学研融合和人才培养关系更加密切, 产学研融合是创新人才培养的有效路径和必由之路, 工程创新人才的培养和转移能加快推动产学研深度融合。结合国内外工程教育的有益探索, 本研究提出三种产教协同培养卓越工程师的实践教学机制, 并从政府、高校、企业三个层面提出提升卓越工程师培养质量的对策建议。

(一) 构建产教协同实践教学机制

1. Co-op 机制: 校企合作培养卓越工程师, 激发学生自主学习动力

Co-op 机制下, 高校负责理论知识的传授, 企业负责提供实习岗位, 校企合作培养人才。培养过程如下。一是高校开设部分本科 Co-op 实验班, 更改教学计划, 大一和常规班级一样上基础课, 大二至大四, 取消寒暑假, 一年分三个学期, 每学期 4 个月, 共 9 个学期, 分成 5 次实习学期和 4 次授课学期交替进行; 一个专业分 2 个班, 一个班先上课, 另一个班先实习, 一学期后轮换, 上课、实习交替进行, 保障企业

提供的岗位始终有学生在岗。二是学生以企业员工的身份全职、带薪进入企业实习, 每个企业可以开发不同类型的岗位, 学生和企业以双向选择的方式人、岗匹配。三是通过实习、上课交替进行的方式将在课堂学习到的知识应用于企业实践, 将在企业遇到的问题带到课堂上找理论知识支撑解决, 使学生的专业能力和知识水平螺旋式上升。四是每次重新实习换企业或者换岗位, 通过不同类型企业、不同类别岗位的体验, 使学生有更多的机会了解适合自己的企业岗位, 通过岗位锻炼提高学生的三个认识, 即对自己的认识、对专业的认识、对社会的认识。使学生在前 2 次实习后能够很快找到自己的定位, 学习态度和积极性发生明显转变, 内驱力受到激发, 由“要我学”转变为“我要学”。五是通过学制调整打开办学边界, 引入社会资源, 通过岗位挑选、学业辅导、职业辅导、同辈竞争等方式, 最大程度激励学生, 实现“学科交叉融合”“专业能力与时俱进”, 办学成本低, 可复制性好。

该机制培养工程人才的核心在于通过多次实习学期和授课学期的往复、理论实践交替融合, 帮助学生实现内驱力、工程能力与创新能力的提升。一是激发学生自主探索热情, 不断明确学习方向。多次实习, 使学生不断探索感兴趣和擅长的方向与领域, 主动出击, 探索符合自身特点的职业和学业方向。二是理论与实践交替融合, 持续提升工程能力。通过深入参与企业工程项目, 直面一线实际和开放的技术问题, 将设计的产品直接应用于企业生产以提高生产效率。实习结束后, 学生将所遇到的问题带回课堂, 在学习学期利用课堂机会得到学校导师指导寻找解决方案, 真正实现学用结合, 学生知识和能力相互促进螺旋式上升。三是发掘创新能力, 综合素质明显提高。多样化实习、多元化评价、全要素管理, 学生通过实习充分了解社会、认识自我, 创新创业意识得到提升, 工作能力、职场适应能力得到用人单位肯定。

重庆大学引进美国辛辛那提大学 Co-op 教学模式, 取得了较好的办学成效。Co-op 教学

在某种程度上能够弥补应试教育的不足。在高中生进入大学之后,通过 Co-op 激发自主学习动力,实现了从“要我学”到“我要学”的转变。

2. “华科”机制:高校与研究所合作进行人才共培共享和转移

“华科”机制下,高校与研究所联合培养工程人才。研究所主要从事产业共性关键技术研发与成果转化,部分研究所兼具人才培养职能。参与人才培养的研究所与大学关系紧密或者本身就由大学参与建设。参与人才培养的导师既是高校的教师,又是研究所的研究员,具有双重身份。研究所的人员构成中来自高校的学生占比一般达到 3—4 成。培养过程如下。高校的研究生或高年级的本科生在学校完成专业课学习之后,进入研究所从事面向行业需求的项目研发。项目研发过程一般需要进入企业客户生产一线解决实际工程问题。学生在导师的指导下,依托研究所科研平台及企业产业化平台完成科研攻关项目和工程实践,在项目实践中提升工程能力和创新能力。

该机制培养工程人才的核心在于高校与研究所两个关系紧密的培养主体实现人才的共培共享,学生在学校导师兼研究所研究员的指导下,将理论知识融入工程实践。研究所与高校院系长期合作,双方科研方向匹配度高。学生的学校导师和研究所导师往往是同一人或者同一课题组的老师,能够帮学生制定较为连贯、系统的培养方案。研究所从事的面向市场的技术研发需要紧跟市场动态,从市场上得到的反馈信息也能及时帮助院系更新该领域的知识。学生参与技术研发与转化工作,因为研究所大部分项目是市场导向的合同科研项目,故而产业一线的实践能够实实在在锻炼学生的工程实践能力和工程创新能力。

例如,数字制造装备与技术研究所(华中科技大学无锡研究院)由华中科技大学、无锡市政府和江苏省产业技术研究院共建,该研究所的研究员很多都是华中科技大学的老师。华中科技大学每年选派 100—150 名在高校完成一年理论学习后的硕博研究生到研究院参加系统培训以及“传帮带”模式的工程化实践,累计

培养研究生 800 余人,为培养卓越工程师作出了很好的示范。

3. “集萃”机制:专业机构牵线搭桥,促进产教深度融合培养卓越工程师

“集萃”机制是在专业机构的促进和支持下,由高校和企业联合培养工程人才。培养过程如下。在专业机构的促进下,企业将实际工程问题凝练成学生的培养课题。学生在学校完成基础课之后,深入企业一线进行产业技术攻关和工程实践,在高校导师和企业导师的双重指导下,依托高校科研平台和企业产业化平台完成具体的项目任务,在项目实践中提升工程能力和创新能力。

该机制培养工程人才的核心在于以企业实际工程问题作为培养课题,一般采用项目制的培养方式,学生根据项目需要针对性地调整学习方向,在解决实际工程问题的过程中将所学知识融会贯通,提升工程素养和实践能力。该机制下,学生在高校、企业双导师指导下解决企业工程问题,不仅学生能力得到提升,也有利于企业以学生为载体吸收高校技术成果,从而提升研发能力。校企双方以人才联合培养为纽带,促进了产学研的深度融合。

该机制能够促科技型企业吸纳大量学生进入产业一线进行工程实践,应当成为产教深度融合培养卓越工程师的主流模式。但校企深度合作培养工程人才建立在校企双方相互信任的基础上,一般需要高校团队与企业间有紧密的产学研合作。出于高校与企业之间“语言”不通、目标不一致、企业担心技术泄密等原因,较难达成深度合作,给这种培养人才机制的实施带来了难度。国内部分专业机构在促进产教深度融合培养工程人才方面发挥了积极作用。例如,2019 年以来,江苏省产业技术研究院基于自身科学与产业间的桥梁定位,积极促进产教深度融合培养理工科研究生 5000 多人。江苏省产业技术研究院构建了一个集创新资源(与国内 100 多所高校合作)、产业需求(与 400 多家细分领域龙头企业合作)和研发机构(建有专业研究所 77 家)于一体,以市场为导向、以企业为主体、产学研用深度融合的产业技术创

新体系,利用高校资源、企业资源丰富的优势以及自身专业优势为高校和企业牵线搭桥,促进达成产学研合作和人才培养合作,同时引导并帮助企业把产业真需求、技术真难题凝练成学生培养课题,此外还帮助企业分担一部分人才培养经费,降低企业人才培养成本,极大调动了企业和高校联合培养人才的积极性,提升了工程人才培养质量。2021年,以该机制为基础凝练而成的“新型研发机构科教融合培养产业创新人才”入选国家发改委、科技部“十四五”全面创新改革任务清单。

(二) 对策建议

1. 政府层面

第一,探索多维度的卓越工程师培养考核评价体系。发挥好考核评价的“指挥棒”作用,扭转传统的过于重视知识积累、科研绩效、论文写作的狭隘考评导向,采用课堂表现、项目实践表现、产业实践成效、实习单位认可度等进行全方位的综合评价,培养工程人才批判性思维能力、团队协作能力、沟通表达能力、实践动手能力、战略思维等。此外,要强化过程性评价和及时反馈,弥补结果性评价的不足,将评价结果有效地应用到教学改进上,引导学生自我认知、自我评价和自我激励,实现能力的逐步提升。

第二,构建激励企业参与产教融合育人的制度体系。出台财政补助或企业培训经费减抵税收制度,激励企业主导设计工程教育项目的实践环节,推动企业成为工程应用人才培养的重要主体。将企业培养的工程人才考核结果作为产业效益,从税收等各方面予以减免,让企业从人才培养中直接受益。鼓励行业协会、专业机构参与工程人才培养,在产教协同育人实践教学标准制定、参与人才培养企业准入标准制定及企业考核认证等方面发挥积极作用,政府给予工作经费支持并根据工作成效给予奖励。

2. 高校层面

第一,建立科学合理的工程人才培养实施方案。以社会需求为导向,根据产业发展趋势和市场对各类人才的需求情况进行学科专业优化、课程优化和教学变革。课程体系设置上

要扩展专业课的广度,同时增加领导力、创造力、思辨力、沟通力等训练课程,并提升实践类课程比例,灵活设置课程模块并让学生能够基于自身兴趣选择课程,在教学方式上以体验式、互动性教学为主,注重激发学生自主学习动力。鼓励学院与企业合作设计工程教育教学计划、教学课程,并将部分专业课以及工程管理、职业能力等课程的教学任务交由经考核认证的企业共同完成。

第二,建立教师分类评价方案,加强工程师资队伍的建设。对有志于从事工程教育的教师,建立不同于“唯论文、国家级项目”的分类考核机制,以解决的工程问题、形成的产业效益以及专业学位研究生培养的质量与数量为评价核心,鼓励高校教师走出校门,参与企业生产和研发,把企业的工程需求作为自身的科研方向,把企业工作经历作为工科类高校教师任职资格基本条件。同时,引进具有丰富产业实践经验和行业背景的专家作为兼职教师或客座教授,为学生工程实践提供指导和建议。

第三,建立持续稳定的校企实习实践机制。目前的工程人才培养方案仅仅对到企业实践时间作了要求,对实习实践机制没有进行明确规定,导致学生参与的部分实践蜻蜓点水、走马观花。应该积极借鉴国内外成熟的工程人才培养实践教学机制,如以基于项目的学习为主要教学模式的欧林工学院机制;重庆大学借鉴吸收的课堂教学-企业实习交叉进行的校企协同培养 Co-op 机制;江苏省产业技术研究院创建的以企业实际工程问题为学生培养课题,以真解决问题为目标的“集萃”机制。

3. 企业层面

第一,积极参与工程人才培养工作。通过提供实习和实践机会、赞助教育项目等方式,促进工程技术人才的培养和发展。同时,与高校合作共同制定人才培养方案、开展科研项目,提高工程技术人才的培养质量。第二,选聘具有丰富实践经验和行业知识的企业导师。在企业选择若干政治可靠、业务能力强的工程技术人员,作为学生在企业实习研究期间的企业导师,企业提供相应的条件保障。第三,为学生

提供良好的学习和工作环境, 提供实习和生活补贴。根据需要为实习学生提供研讨室、工程训练实验室、自习室等学习和工作场所, 并根据学生工作时长、贡献度等提供一定的实习和生活补贴。

参考文献:

- [1] [15] 习近平: 深入实施新时代人才强国战略 加快建设世界重要人才中心和创新高地 [EB/OL]. (2021-12-15) [2024-04-14]. https://www.gov.cn/xinwen/2021-12/15/content_5660938.htm.
- [2] 林建华. 高等教育评价的逻辑与功能 [J]. 中国考试, 2024 (1): 1-2.
- [3] 汤瑞丽, 梁丙卓, 周利民. 面向复杂系统的高等工程教育再设计——南方科技大学SDIM“深度整合”新工科教育实践 [J]. 高等教育研究, 2023 (5): 41-47.
- [4] 王超, 李冰冰, 晋媛媛. 卓越工程师培养机制中“实践不实”现象的诱发因素研究——基于参与者视角的扎根理论分析 [J]. 中国高教研究, 2022 (9): 46-52.
- [5] 李明忠, 任林芳, 焦运红. 美国高等工程教育改革的主要特征——以戈登奖获奖项目为例 [J]. 高等教育研究, 2018 (1): 90-99.
- [6] 袁广林. 欧林工学院: 工程教育的一种新范式 [J]. 高教探索, 2022 (1): 80-86.
- [7] 马廷奇, 毛立伟. 美国工程教育产教深度融合的经验与启示——以欧林工学院为例 [J]. 现代教育管理, 2023 (7): 55-65.
- [8] 蔡敬民, 洪艺敏, 李德才. 德国“双元制”教育在中国的本土化——合肥学院国际“双元制”教育实践探索 [J]. 中国大学教学, 2022 (Z1): 96-101.
- [9] 董晓梅, 吴文英. 德国高等工程教育对我国实施“卓越计划”的启示 [J]. 教育教学论坛, 2018 (31): 3-6.
- [10] 张端鸿, 殷婧冉. 德国高等工程教育为什么没有理科化 [J]. 中国科技人才, 2023 (5): 1-8.
- [11] 陈晓霞, 何少庆. 德国企业参与现代学徒制的激励机制构建及启示 [J]. 教育与职业, 2023 (10): 86-93.
- [12] 彭乾刚. 新加坡高等工程教育人才培养模式研究 [D]. 天津: 天津大学, 2019.
- [13] 林建华, 梅亮, 李咏梅. 共生实践: 重庆大学Co-op教育模式创新 [J]. 高等工程教育研究, 2022 (6): 5-13.
- [14] 顾佩华. 新工科与新范式: 实践探索和思考 [J]. 高等工程教育研究, 2020 (4): 1-19.

(责任编辑 杨红霞)

Analysis of the Problems in Cultivating Excellent Engineers in China and Suggestions

Liu Qing Wang Yu Fan Luhuan

Abstract: In the context of a new round of scientific and technological revolution and industrial transformation, major countries in the world have vigorously promoted the reform of engineering education to meet the needs of training outstanding engineering talents in the new era. Since the Ministry of Education launched the Outstanding Engineer Education and Training Program in 2010, many achievements have been made in the cultivation of outstanding engineers. However, there are still some problems in the evaluation system, educational philosophy, willingness of enterprises to participate, ability of engineering teachers, and

(下转第 95 页)

Current Situation and Influencing Factors of Social-emotional Competence of Pre-service Teachers —Based on a Survey of 8483 Pre-service Teachers from 45 Universities in China

Guo Rong Zhu Xudong

Abstract: The social-emotional ability of pre-service teachers is a key ability related to the comprehensive development of pre-service teachers, coping with complex challenges in future work, maintaining professional happiness, and cultivating students' social emotional ability. It is crucial for responding to the new global focus of teacher education and implementing the policy requirements of the Party and the state on "building a high-quality teacher team" and "promoting comprehensive human development". A survey of 8483 pre-service teachers from 45 universities in China found that the overall level of social and emotional abilities of pre-service teachers in China is above average, but their ability structure is imbalanced, their professional relationship building ability is weak, and their awareness of others is particularly weak; There are significant group differences, with pre-service teachers having lower willingness to teach, introverted personality, lack of social practice experience, cold family atmosphere, low comprehensive scores in preschool and primary education majors (20% below the class level), and shorter educational practice days (30 days or less) having relatively lower social and emotional abilities. The willingness to teach, personality traits, family emotional atmosphere, and educational practice days all have a positive impact on the social emotional ability of pre-service teachers, but the first three have a greater impact. To promote the development of pre-service teachers' social and emotional abilities, it is recommended to improve teacher education policies, regulations, and institutional standards, establish teacher social and emotional ability training courses, and provide "emotional practice professional" triple support for pre-service teachers.

Key words: Pre-service teachers; Social-emotional competence; Investigation; Teacher education quality; Teacher quality

(上接第 52 页)

student learning motivation. Developed countries such as the United States, Germany, and Singapore have accumulated rich experience in engineering education reform. In China, Chongqing University, Tianjin University education institutions such as XbotPark Robot Base and new innovative organizations have also actively explored new engineering education models. Based on the problems existing in engineering education in China and beneficial explorations of engineering education reform at home and abroad, three practical teaching mechanisms for collaborative training of outstanding engineers through industry and education are proposed, and countermeasures and suggestions for improving the quality of excellent engineer training are proposed from the three levels of government, universities, and enterprises.

Key words: Outstanding engineer; Engineering education; New engineering education