doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.03.005

欢迎按以下格式引用:丁选明,陈志雄,仉文岗,等.产学研一体化土木工程创新人才培养研究[J].高等建筑教育,2021,30(3):30-36.

产学研一体化土木工程创新人才培养研究

丁选明[1,2],陈志雄[1,2],仉文岗[1,2],肖　杨[1,2],周　航[1,2]

(1.重庆大学 土木工程学院;2.山地城镇建设与新技术教育部重点实验室,重庆　400045)

摘要:土木工程是一门实践性很强的学科,土木工程人才培养需要与工程实践相结合,产学研模式对人才培养质量提升具有重要意义。结合 2009 年至今的土木工程教学工作,探索并形成了产学研一体化的土木工程创新人才培养模式。高校需要培养更多适应社会需要的复合型人才,企业需要根据自身实际提出专业及技术需求。只有校企携手构建一套集协同办学、协同育人、协同创新于一体的产学研合作育人体系,才能有力推动学校产学研一体化土木工程人才培养的内涵式发展。

关键词:产学研;土木工程;创新;培养;协同

中图分类号:G64　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1005-2909(2021)03-0030-07

2013 年习近平总书记在出访中亚和东南亚国家期间,发出了建设“新丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的伟大倡议。“一带一路”将带动沿线国家的城市建筑、交通网络、基础设施建设。“一带一路”构思宏伟,穿越了亚洲、欧洲和非洲三个大陆。除了繁华都市,还途经各种地震频发区域、峻岭深峡、海洋湖泊、高原冻土、沙漠戈壁等复杂地质环境区域,给沿线土木工程基础设施建设提出了极大的挑战。

在工业 4.0、“大众创业、万众创新”的时代背景下,创新型人才成为国家的核心竞争力之一。高等教育肩负着培育高水平创新人才的重任[1-2]。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》中提出新型人才除了要掌握扎实的专业知识之外,还要具备创新思维和解决实际问题的能力[3]。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2010—2020 年)》进一步明确指出,产学研一体化是培养面向实际需求的创新人才的有效途径。产学研中的三方分别指企业、高校和科研机构。产学研一体化是指三方在生产经营、人才培养、科学研究等方面形成的一种优势互补、资源共享、共同发展的协作关系。其目的是为了以产促学、以研促产、产研助学[4]。我国的经济正处于蓬勃发展新

修回日期:2020-08-12

基金项目:重庆市高等教育教学改革研究项目资助(193005)

作者简介:丁选明(1980—),男,重庆大学土木工程学院教授,博士,主要从事土力学与地基基础工程、土动力学与工程振动研究,(E-mail) dxmhhu@163.com。

阶段,产学研结合是高校培养创新型人才、提高社会服务能力、积极参与创新型国家建设的必经之路[5-6]。“一带一路”“西部大开发”赋予了新的机遇和挑战,产学研一体化可以培养一支专业基础知识扎实、工程实践能力突出的人才队伍,土木工程专业产学研合作人才培养模式如图 1 所示。

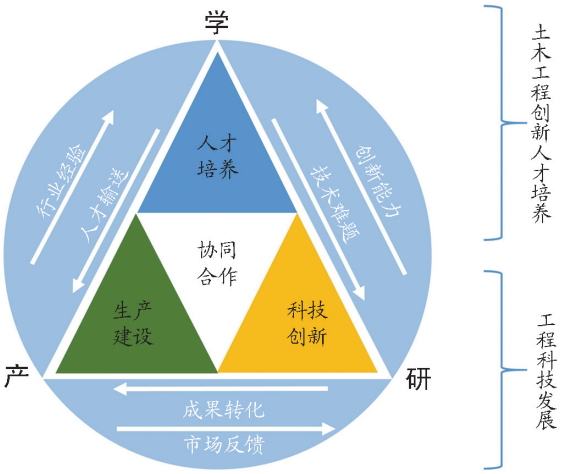

图 1　土木工程专业产学研合作人才培养模式示意图

高校土木工程专业结合“一带一路”和创新型国家建设,开展产学研合作,能够发挥自身优势的主要领域包括:(1)新型土木工程材料,如纳米材料、新型土工合成材料、纤维混凝土材料、高聚物材料、新型保温材料等;(2)智能建造技术,如 3D 打印建造技术、装配式建筑技术、建筑信息化模型、人工智能建造、大数据分析等;(3)现代交通工程,如高速铁路、高速公路、城市道路等的数字化,以及大数据技术在交通决策、通行效率实时优化、交通服务等方面的应用;(4)防灾减灾工程,如大数据地灾防控、土木工程防震减灾、地基液化防治等;(5)环境岩土工程,如城市地下环境污染评估、控制及修复等重大需求的应用;(6)海洋岩土工程,如海上石油平台、近海风电工程、珊瑚岛礁吹填工程等。

一、土木工程人才培养现状

土木工程是面向建设实践的学科,该专业学生毕业后大都在土木工程一线从事工程建设工作。传统土木工程教学方式主要以教师讲授专业知识为主,生产实践教学为辅,且目前本科生教育中的认识实习和生产实习普遍存在人数较多、时间仓促等问题。本科教育中“走马观灯”式的实习难以让学生将课本知识与建设实践相联系。传统教学模式下容易产生高分低能的学生,无法达到土木工程人才培养的预期目标。学生正处于朝气蓬勃的年龄阶段,会有很多创造性思维,如何将这些创造性思维得以实现,并在生产中产生积极的效果是非常值得关注的问题。

产学研相结合是土木工程创新人才培养的重要途径,是科研、教育、生产不同社会分工在功能与资源优势上的协同与集成,是技术创新上、中、下游的对接与耦合。产学研一体化的人才培养模式在美国、德国、日本等国家已经发展较为成熟,但在国内推进相对缓慢。一些高职院校进行了产学研合作培养推广,但培养对象主要为技术工人型人才,理论基础知识的深度不够。在高等院校的本科和研究生教育中尚未得到足够的重视。

二、产学研一体化土木工程创新人才培养存在的问题

科技创新的成果已经成为国力竞争和经济发展的重要因素,因此创新型人才的培养越来越重要。企业的生产面向市场,亟需科研成果解决技术难题,提升竞争力;高校前沿的科学研究往往偏于理论,不太注重经济效益。双方在需求对接上严重失调,是造成科研成果低转化率的最主要原因。而产学研一体化土木工程创新人才培养,可以让知识和能力的发展更加符合生产实践、市场实际需求,在解决新问题、新挑战的过程中可有效培养学生的创新和实践能力。

当下,产学研一体化土木工程创新人才培养主要存在以下问题。

(一)行业发展动态把握不足,科研与教学发展失衡

大学的人才教育应该以解决实际工程问题需求为导向,在土木工程人才培养过程中,应当明确所研究问题的目的和意义,以解决当下凸显的工程实际问题或攻破行业技术重难点为目标,确保人才能够“学以致用”。当前,高校教学主要以教师讲授,学生被动接受书本知识的形式呈现,学生独立思考程度较低,更谈不上主动探究和创新。此外,教学内容更新滞后,学生毕业参加工作能够直接应用的实践知识少。另一方面,随着人口红利的消失、资源型城市发展的衰落,只满足于低附加值产品的“世界工厂”已无法满足我国发展核心竞争力的需求。经济要素已经从资源、人力向高科技、人才转型,因此对创新型人才的需求日渐增长。土木工程的教学内容也无法紧跟当前的智能化、装配化、大数据、新材料等行业发展趋势,本科生尤其缺乏对前沿科学的了解与学习。虽然有 SRTP 项目、国创项目等,但是参与者只是极少数,大部分学生实践操作欠缺,更没有机会锻炼基本的科研能力,距离创新创业的目标遥远。产学研一体化为学生提供了很好的实践和研究机会,有助于培养符合土木行业需求的创新型人才。

(二)校企协同作用有待强化,合作共赢机制不健全

虽然高校是培养专业人才的主体,但是人才培养的过程如果与社会脱节,就会造成学生视野狭窄,综合分析和解决实际问题的能力低下。产业技术升级的创新型人才缺乏,已经成为阻碍我国经济发展向高质量转型的桎梏。目前大部分高校与企业合作共赢的机制尚不健全,高校与企业在产学研合作过程中,高校主要追求科研成果的署名和人才培养的规模,企业主要追求技术到产品的转化及市场需求,因追求目标不同,必然在多个环节上存在冲突。调查显示,有 62%的企业认为“企业在校企合作中的付出得不到经济补偿”。科学上的突破和创新一般需要较长时间和持续投入,如果企业一味追求 KPI,就容易产生合作收益较少、“浪费时间”的感觉。此外,如果没有长远的发展战略眼光,不合理的合作考核指标将会挫伤合作积极性。因此,必须研究如何将合作项目具体化、将合作方案落地,建立联系走访制度,完善合作资料,注重合作的连续性。进一步健全企业、高校和科研机构的协同管理体制机制,促进各方人员深入交流,解决信息不畅等问题。通过建立由双方高层组成的“合作委员会”推进重大决策,通过组建“合作办公室”开展日常工作,建立有利于土木工程创新人才培养的合作模式。

(三)相关政策法规较为欠缺

目前,关于规范高校参与产学研合作人才培养的政策法规多为倡议性质,操作性不足。例如:《中华人民共和国职业教育法》《中华人民共和国高等教育法》提出,学校的办学应服务于国家建设,应与企业密切联系,培养实用人才和熟练劳动者,鼓励高校、企业和研究机构之间开展协作,实行优

势互补,提高教育资源的使用效益。可以看出,我国对高校产学研人才培养只作了倡议,并未明确高校的权利与义务,其条文比较零散,缺少实际操作条款。

对于企业和科研机构参与产学研合作方面,主要有《财政部国家税务总局关于教育税收政策的通知》《企业支付实习生报酬税前扣除管理办法》《财政部国家税务总局关于企业技术创新有关企业所得税优惠政策的通知》等相关规定。对产学研合作所涉及的技术成果转让收入免征营业税和企业所得税。对学生实习报酬、意外伤害保险费、开发等费用实施一定程度的优惠或减税政策[7]。但结合当前实际看,这些政策力度较小,企业获得的经济效益很少,无法激励其参与产学研合作的积极性。

对于政府在产学研的职责,目前并没有明确的法律法规阐明政府对产学研的统筹责任和支持措施。由于企业和高校的社会角色不同,在培养创新型人才过程中承担的责任也不一样,对相关规定的理解和执行可能存在一定的分歧。相比西方国家,我国是社会主义国家,政府具有更权威的地位、更大的社会管理责任和义务。政府应发挥主导和宏观协调作用,合理整合双方资源开展合作,充分利用各种优惠政策,进一步加强企业、大学和科研机构之间的合作关系。

三、产学研一体化土木工程创新人才培养体系完善对策

土木工程是一门理论性和实践性都很强的学科,理论与实践相结合是课程建设的重要组成部分,因此,应坚持理论联系实际这一根本宗旨,以创新能力提升为核心教学理念,深入开展产学研一体化课程教学体系、方法的改革与实践探索,将学科前沿问题和重大工程案例引进理论课堂和实践课堂,适时更新教学内容和教学方法,从深度和广度上完善产学研一体化土木工程人才培养体系[8-9]。如图 2 所示,产学研一体化土木工程创新人才培养的实施手段包括:(1)采用两段式或多段式交替完成理论学习和实践学习、建立土木专业本科生学业导师制度、校企共育土木工程专业新型人才;(2)通过共建校企联合体、产学研公司,提供到企业生产和管理环节实习的机会,并适时反馈企业需求;(3)企业投入资金,高校和科研机构投入技术力量和设备对“卡脖子”问题开展科研攻关;(4)充分共享高校丰富的仪器设备、计算软件、科技文献,以及企业较为丰富的大型加工设备、厂房等设施,开展创新研究和人才培养;(5)将研究的新技术、新工艺等通过专利权、专利申请权、专利实施许可权等转让给企业;(6)建立面向行业的公共服务平台,通过研究开发、技术咨询、技术服务的整合促进成果产业化。具体内容可以归纳为以下四点。

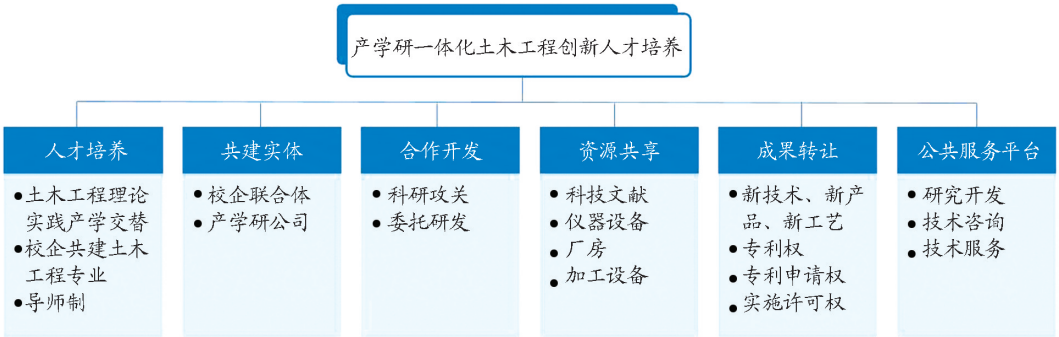

图 2　土木工程专业产学研合作人才培养实施方案

(一)协同办学——开展产学合作活动,加强校企联合培养

通过协同创新,借助产学合作,实现创新要素的整合和创新资源的流动,使大学的知识活动成

果实现转化,满足企业的技术需求,同时在合作教育的过程中实现科研反哺教育教学的功能。教师可以通过承担企业横向课题,帮助解决企业面临的技术问题。依托重庆大学产业技术研究院建立了“产业、教学、科研”三位一体的教学形式和科技创新模式,促进科技、教育和产业相结合,成立了 7 个研究中心,与 50 余家企业联合培养专业人才,充分利用双方资金、人才、技术等方面的优势,协力解决行业发展的技术难题。

依托产学研战略联盟,推动学科、专业对接产业链、技术链,依照行业企业的岗位要求与职业标准确定人才培养目标,优化校企联合办学体系。学校应创新学生就业工作模式,实施“预就业”工程,将产学合作实习贯穿人才培养全过程。如尝试“一学年三学期”的“工学交融”新学期制度,推进产学合作转型升级,为学生在企业的实习提供足够的时间保障。通过深化产学合作实习制度,推行“定岗实习”工作制,帮助学生提前适应企业岗位工作要求,提升学生就业适应能力和岗位胜任能力,实现学生就业与教学实习的有机结合;实施就业质量工程计划,构建贯穿各年级的学生职业生涯发展教育体系,帮助学生树立正确的择业观和职业观,提高终身职业竞争能力。

(二)协同育人——开展创新实践活动,注重科研成果转化

注重培养学生的结果导向意识,通过开展创新实践活动,有效输出理论和实践成果,让学生体会到成就感和获得感。将教学与科研、生产、工程、社会应用实践紧密结合,以工程实践的实际要求为目标,结合合作单位的工程实例开展教学,培养学生的实践能力和综合素质。鼓励学生参与企业课题研发,通过申报大学生创新活动项目,获得学校经费支持和导师指导,在科研实践中巩固和提升实践创新能力。将学生在实习过程中遇到的企业需要解决的问题作为毕业设计选题,在企业导师与校内导师的共同指导下开展课题研究,在实践中完成科研活动。从 2017 年至 2020 年,重庆大学土木工程学院与企业签订合同金额在 50 万元以上的研究项目达到 114 项,项目到账总金额达到 15 711 万元。重庆大学产业研究院以项目制形式推动校企联合建立实验室,共同参与研发活动,实现科技成果转化,推进技术产业化;大力推动创新创业教育,扶持学生创新创业项目,促进创新创业项目孵化,在创新创业实践中提升师生的科研创新能力。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》提出,高校要致力于将先进的科学研究成果推广到实际应用中。高等教育应注重科研成果转化教学,始终坚持教学与科研并重,坚持科研与教学相结合,相互促进,相得益彰。将科研活动延伸至本科教学、大学生创新实践活动等教学环节,使本科生尽早融入大学创新体系;将科研的新思维、新方法和新技术等运用于教学环节,使本科生了解该领域的前沿研究。在重庆大学的本科教学过程中,优秀的本科生可以直接参加教师的科研与工程实践工作。通过招聘助研、分配创新成果学分和设立大学生创新科研项目基金等创新激励措施,充分调动了学生创新教育学习的主动性、创新科研的积极性和项目开发的创造性。

(三)协同创新——紧跟行业发展步伐,探索创新培养模式

紧跟“长江经济带”“西部大开发”等国家战略规划,基于科技前沿和社会重大需求,在培养过程中将国内外最先进的理论、方法、技术、交叉学科的最新知识,以及工程应用实例通过多媒体影像、图片在课堂展现,或依托合作单位提供现场教学的机会,使学生尽快掌握本学科的前沿动态,培养学生的国际化视野。2017 年重庆大学土木工程学院联合中国地质环境监测院、重庆市地质矿产勘查开发局、重庆市地质矿产研究院、重庆永固建筑科技发展有限公司、重庆重大建设工程质量检测有限公司联合成立了“库区环境地质灾害防治国家地方联合工程研究中心(重庆)”,并获得发改委

批准,依托该国家级平台,开展库区地灾防治理论与技术方面的协同创新研究,在合作研究过程中培养相关研究生30余名。

积极探索创新教育教学模式,鼓励构建交叉学科发展的管理体制机制,设置跨学科教学内容,拓宽学生的学术视野。通过参与科研项目培养创新能力,通过参与校企联合活动强化专业综合素养,依靠共建的土木工程专业提升创新型人才的理论深度。汇聚学校内部优势学科建设资源,积极实现交叉学科间的学术成果和教学资源的双重共享。此外,通过建立本科生学业导师制度,多专业联合开展课程设计和毕业设计等途径,指导学生开展跨学科研究,促进多学科之间的优势互补。积极探索国际产学合作育人新途径,不断深化与国际知名高校、企业的产学合作,拓展海外实习实训基地资源,为培养高端国际化复合型创新人才提供强有力的支撑。

(四)建立产学研人才培养效果评价机制

根据国内外现有的实践,产学研人才培养合作一般首次签订的合作协议有效期在4~5年,具体协议内容一般包括:共建研究院、共同合作培养人才、设立奖学(教)金、科研成果转化、重大项目及课题联合申报、科研平台共享共建等。为了推进合作的顺利开展,需要建立日常工作机制,一般包括以下内容:(1)领导交流沟通机制,双方高层不定期举行会晤,研究合作的重要方向或人才培养的重大事项;(2)日常工作联系机制,双方明确各自的交流合作日常管理牵头部门,企业一般由科技管理部牵头,大学通常由产业技术研究院牵头,协调各自内部相关业务部门合作有关事项;(3)协调与保障机制,企业、高校、科研机构提供必要的政策、资金、设备设施和人员等支持,以保障各项合作事宜的顺利开展和实施;(4)本着"成果共享、风险共担"的原则,按照项目技术合同规定的方式确定成果的归属和权限。

产学研合作期限临近前,需要合理评估合作效果,决定是否续签协议,这就需要制定明确的评估标准。具体而言,对于产学研一体化的土木工程人才培养,其评估标准可参考表1中的目标和指标。

在不断完善培养体系的背景下,重庆大学产学研一体化土木工程创新人才培养成果显著。在国家知识产权局、教育部联合公布的2020年度国家知识产权试点示范高校名单中,重庆大学成功入选示范高校,同时也成为少数拥有"国家知识产权试点示范高校""高校科技成果转化和技术转移基地""高校国家知识产权信息服务中心"三个国家级技术转移与知识产权平台的高校之一。

表1　产学研一体化土木工程创新人培养评估指标

合作目标	评估指标
增强基础设施建设、交通运输、资源保护等方面的创新型建造技术和新型材料的应用研究,以及相关人才培养	相关研究覆盖领域的数量
充分行使产学研协议的权利,利用共享资源,推进人工智能、大数据等新技术在土木工程建设中的应用	创新型技术工程项目的数量,创新型研究项目数量
通过申请知识产权和建立完善的知识产权管理服务体系,有效地将科技创新用于实践	知识产权授权数和成果转化的数量、金额
识别未来的行业发展趋势与需求	研究项目期间完成的最新技术研究报告或科技前瞻报告数量
充分利用高校资源开展教学活动	参加高校举办的课程、讲座人数
促进土木类高新科技公司建立,将研究成果应用于"一带一路"和城乡建设	成立的创业公司数量,以及发表的研究论文数量
与其他具有相似目标的团体建立合作关系	签订的合作协议数量,创造的品牌数量

四、结语

通过完善产学研一体化土木工程创新人才培养模式,强化校企合作育人的纽带作用,密切科研理论成果和教学实践活动的促进关系,探索改革传统人才培养教学模式,以提高教学效果,提升学生的综合素养,充分激发学生的学习积极性和创新性,为社会培养和输送更多的创新实用型土木工程专业人才。

参考文献:

[1]施卫省, 毛文波, 黄四祺. 基于创新理念的工程教学改革[J]. 中国建设教育, 2019(1):54-56.

[2] 林杭. 岩土工程专业教育科研中创新习惯培养[J]. 河北联合大学学报(社会科学版), 2012,12(4):44-48.

[3]教育部.《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020 年)》[J]. 中国高等教育, 2010(15):4-17.

[4] 胡朝英. "产学研"合作的土木工程专业特色教材建设探究[J]. 教育教学论坛, 2017(19):213-214.

[5] 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.

[6] 薛允洲. 发挥学科优势推进产学研结合,全面提高学校办学综合实力[J]. 中国建设教育, 2010(Z6):7-9,17.

[7]黄海梅. 中小企业技术创新的税收政策研究[D]. 济南:山东大学, 2009.

[8] 王勇. 基于需求导向的研究生"产学研"联合培养基地建设研究[J]. 高等建筑教育, 2019(5):55-60.

[9]赵志方,章斌,王立成,等. 基于"大工程观"的专业型硕士研究生产学研培养模式探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(2):23-27.

Study on the cultivation of innovative civil engineering talents in the integration of production, teaching and research

DING Xuanming, CHEN Zhixiong, ZHANG Wengang, XIAO Yang, ZHOU Hang

(*a. College of Civil Engineering*; *b. Key Laboratory of New Technology for Construction of Cities in Mountain Area*, *Chongqing University*, *Chongqing 400045*, *P. R. China*)

Abstract: Civil engineering is a practical subject, and therefore, the cultivation of civil engineering talents needs to combine with practice. There is a significant meaning for improving cultivation quality in the integration of production, teaching and research. Combining with more than ten years teaching experiences, the civil engineering talents training model with integration of production-university-research has been created. Colleges need to cultivate more inter-disciplinary talents who can meet the needs of society, and corporations have to put forward professional and technical requirements according to their needs. Only through the way to building a system of production-university-research cooperative education that integrates "collaborative education", "collaborative teaching", and "collaborative innovation" by colleges and corporations together, can it promote the cultivation of civil engineering talents in the integration of production-teaching-research effectively.

Key words: production-university-research; civil engineering; innovation; cultivation; cooperation

(责任编辑　梁远华)