

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2025.02.014

欢迎按以下格式引用:康爱红,李波,娄可可,等.产教融合背景下土木工程专业课程改革探索——以沥青与沥青混合料课程为例[J].高等建筑教育,2025,34(2):114-120.

产教融合背景下土木工程专业 课程改革探索 ——以沥青与沥青混合料课程为例

康爱红,李波,娄可可,寇长江

(扬州大学建筑科学与工程学院,江苏扬州 225127)

摘要:土木工程是一门理论与实践相结合的学科。面向产业升级和技术进步的需求,通过校企协同强化培养学生的工程实践能力,是产教融合背景下土木工程人才培养的必然选择。以沥青与沥青混合料课程为例,从课程大纲修订、教学内容优化、教学方法设计、评价方式革新等方面,探索了产教融合型课程的改革措施。在教学内容方面,通过课程内容与行业发展同步更新、实践内容与专业知识紧密融合、产学研项目与工程案例有效转化等方式,构建了产学研创的专业课程内容;在教学方法方面,建立了“学做创”一体化教学创新模式,从知识学习、技能训练、双创能力三方面,提升了学生分析解决复杂问题的能力 and 素养;在课程考核方面,建立了“三级”实践能力的考核体系,强化了对实践过程和能力的的评价。相关成果可为其他课程改革提供参考。

关键词:土木工程;产教融合;实践创新;课程改革;沥青与沥青混合料

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2025)02-0114-07

土木工程是理论与实践紧密结合的学科,每年毕业生人数众多^[1]。新一轮科技革命和产业变革对人才培养提出了新的要求,其目标是培养适应新时代要求、具有自主创新与创造力的人才。然而,目前还存在人才供给来源不足、理论与实践脱钩、实践创新能力弱等现象,人才培养不能精准匹配行业产业需求^[2-3]。打破知识传授主导的传统课程模式,突出对学生工程与社会实践能力的培养,融合高校基础研究、成果转化、行业产业新技术、产品研发经验与成果,最大程度地适应经济社会发展、产业升级和技术进步的需要^[4],是新工科背景下土木工程人才培养的必然选择。

本文以扬州大学土木工程专业沥青与沥青混合料课程为例,从课程大纲、教学内容、教学方

修回日期:2024-10-30

基金项目:中国建设教育协会教育教学科研课题(2023028,2023244);江苏省学位与研究生教育教学改革课题(JGKT23_C088)

作者简介:康爱红(1973—),女,扬州大学建筑科学与工程学院院长,教授,博士,主要从事土木工程教学和研究,(E-mail)kayhyzu@163.com;(通信作者)李波(1982—),男,扬州大学建筑科学与工程学院副教授,博士,主要从事土木工程材料教学和研究,(E-mail)libo@yzu.edu.cn。

法和评价体系四个方面介绍产教融合型课程改革的举措,以期为同类课程改革提供借鉴,为土木工
程行业发展培养专业素养高、科研能力强、实践技能过硬、行业特色明显的人才奠定基础。

一、沥青与沥青混合料课程概况

随着我国高速公路的飞速发展,对沥青道路工程的人才需求不断增加^[5]。结合土木工程专业教
育认证的需要,在2014年培养方案修订过程中,将原本包含在土木工程材料课程中的相关知识进行
了提炼与完善,设置了沥青与沥青混合料课程,并于2016年开始实施。课程内容包括:砂石材
料、沥青材料的基本概念、技术性能和质量要求;沥青混合料的路用性能及其影响因素;沥青混合料
的组成设计方法;沥青路面相关新材料、新技术和新测试方法^[6]。课程主要目标是强化学生对工程
实践的认知,培养其创新能力,使学生熟练掌握并运用所学专业知识和解决沥青与沥青混合料
相关的复杂工程问题。课程内容设置、学时,以及任课教师的安排如表1所示。

表1 课程教学安排表

章节/单元	主要教学内容	课堂 学时	实践 学时	线上 学时	主要教学方法	任课 教师
绪论	沥青路面的特点和应用					
	沥青路面的材料组成★		4		情景教学	校企 结合
	沥青与沥青混合料的研究对象、研究内容和研究方法					
	从事土木工程专业工程师的能力和素质要求★					
砂石材料	岩石、集料	2			讲授法、任务教 学法	学校
	矿质混合料的组成设计:(1)设计方法;(2)设计案例★	1	2		案例教学法	校企 结合
沥青材料	沥青基础知识	2			讲授法、观摩法	学校
	石油沥青的技术性质		2	1	演示法、慕课	学校
	改性沥青、乳化沥青	2			讲授法	学校
沥青混合料	沥青混合料类型与组成结构	2			讲授法	学校
	沥青混合料的技术性质		2	1	虚拟仿真教学、 演示法、微课	学校
	沥青混合料组成设计★	1	4	1	讲授法、项目驱 动教学、虚拟仿 真教学	校企 结合
	其他类型沥青混合料	2			讲授法、微课	学校
工程案例和创新 创业教育	沥青路面常见病害及解决措施 技术创新和新材料、新工艺等使用案例★		2	1	虚拟仿真教学、 案例教学法、 PBL教学(问题 导向)	校企 结合
合计		12	16	4		

注:★内容为行业内容。

课程基于深化产教融合改革的需求,依托扬州大学建筑科学与工程学院、扬州大学碳中和技术
研究院等,与沥青道路行业的生产、施工企业合作,构建了校企双主体课程教学团队,共计10人,其
中高校教师6人,校外专家4人。在课程设置方面,课程共计32学时,其中课堂教学12学时,实践教

学16学时(占50%),线上学习4学时。沥青道路施工通常集中在9月份之前,因此课程安排在每年的秋季学期,以减少对企业正常生产的影响。在课程内容方面,校内教师与江苏瑞沃集团(生产单位)、润扬路面工程有限公司(施工单位)的总工程师或技术负责人,通过研讨会共同制定了课程大纲和教学内容,将典型工程案例、产学研合作项目、行业标准、培训经验等内容融入课程,同时定期更新讲义、活页教材等,有效实现教学资源的共建、共享、共用。在课程实施方面,75%的理论教学内容在校内完成,其余25%在企业完成。实践教学则以企业真实项目和生产经验为主要内容,且均在企业完成。例如:在江苏瑞沃集团完成石油沥青的技术性质、沥青混合料组成设计等内容的讲解;在润扬路面公司完成沥青路面常见病害及解决措施等内容的讲解。基于企业真实场景的实践,学生可以零距离接触行业场景,有效增强了学生的学习兴趣 and 主动性^[7],促进了学生对级配理论、级配参数、沥青混合料体积参数等知识点的理解和应用。根据教学和实践场景的不同,灵活采用情景教学、研究性教学、项目驱动教学、PBL教学(问题导向)等方法组织教学^[8],有效支撑了教学内容改革,提升了学生的实践创新能力。

二、产教融合型课程改革的主要内容

(一) 全面落实立德树人根本任务,将思政教育和劳动教育融入专业教学

课程结合课程教学目标和育人目标,梳理和分解教学内容,以课程知识点为载体,围绕重难点知识内容和实践环节进行思政元素的挖掘与融入,坚持将理想信念教育融入工程教育,深挖工程发展史中的红色根脉资源,厚植家国情怀,培育有思想、有灵魂的卓越工程师。一是通过企业实践活动,将劳动思想教育、劳动技能培育和劳动实践锻炼三大任务融入专业教学^[9],引导学生在劳动过程中激发创新思维,增强基于劳动的幸福感,进而为我国交通强国建设培养有责任感的实践创新人才^[10]。二是引入我国超级工程案例,培育学生崇尚劳动、热爱劳动、辛勤劳动、诚实劳动的劳动精神;引入江苏省“30+”沥青路面品质工程建设项目,淬炼学生执着专注、精益求精、一丝不苟、追求卓越的工匠精神;在生态道路设计的教学中植入绿色、节能等元素,引导学生树立生态文明意识。

(二) 融合土木工程理论和企业生产实践要求,构建产学研创的专业课程内容

1. 课程内容与行业发展同步更新

邀请沥青道路行业的管理部门、生产企业、施工企业等单位的专家,与学校教学团队共商共议,将职业岗位所需的素质和能力要求、典型工程案例融入课程。以提高学生职业能力为主要目标,构建“专业知识理论+实践能力+创新能力+综合素质”的课程内容体系。除教材内容外,课程内容还包括企业所提供的行业标准、行业培训经验、材料等。此外,围绕沥青道路行业技术发展与应用前沿,将“四新”技术、实践应用新经验、社会需求新变化等内容融入课程教学,每年保持一定比例的内容更新。例如,2019年以来,结合国家“双碳”目标,相继引入了玄武岩纤维沥青混合料、热再生沥青混合料、沥青路面抗滑性能提升关键技术等内容,着重培养学生解决实际问题的实践能力和高阶思维。

2. 实践内容与专业知识紧密融合

课程梳理了抽象、难懂的知识点,将专业知识和实践环节紧密结合,有效促进了学生对知识的理解和应用。例如,沥青混合料的组成设计内容分为目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段,利用高校自身平台,可开展第一阶段的综合实践;联合生产单位,可及时将第二和第三阶段的实践内容融入课程,拓展实践的深度和广度,提升课程的高阶性。课程还会对沥青路面的未来设计趋势进行剖析,结合生态路面、智能路面等内容适当增加挑战度。

3. 产学研项目与工程案例有效转化

依托“校企合作、产教融合”的模式,教师以企业实际需求为创新实践的切入点,强化产学研合作,并在合作过程中寻求具有代表性、前沿性的项目,将其转化为课程教学的典型案例,从而为学生理论分析、专题探索、创新实践提供丰富的素材。课程团队成员2020—2024年开展了20余项产学研项目,形成了以橡胶沥青路面、生态沥青路面、排水沥青路面、再生沥青路面、重载长寿命沥青路面等内容为代表的案例库。课程内容构建如图1所示。

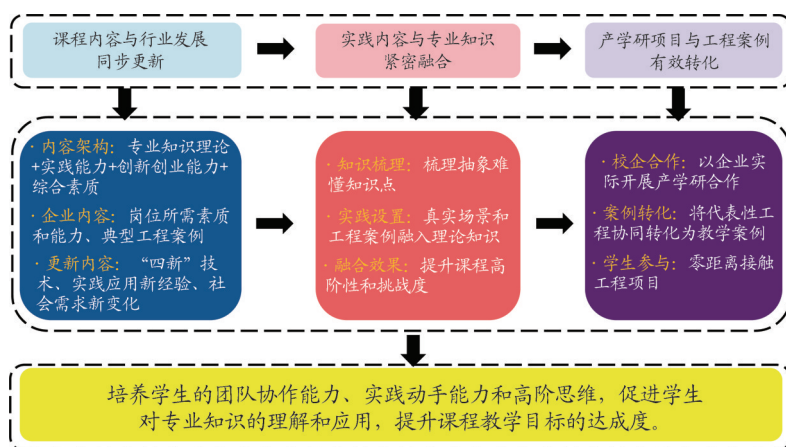


图1 产教融合专业课程内容构建

(三) 面向不同教学场景,革新系列实践教学方法

1. 建立“学做创”一体化教学创新模式

教学团队共同开发了“学做创”一体化教学创新模式,如图2所示。在师资方面,打造了校企一体化双师结构教学团队;在内容方面,以企业实景项目和产学研项目为载体,共建了教学案例库和活页式教材。该模式既能从知识学习、技能训练、双创能力三方面,提升学生分析解决复杂问题的能力和素养,又能为企业提供技术支持、科研服务和人员培训,实现教学与企业的深度融合。

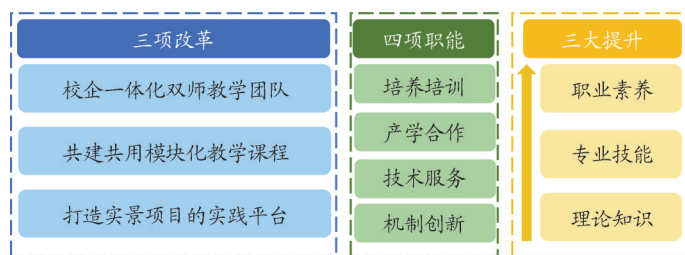


图2 “学做创”一体化教学创新模式

2. 开发一系列实践教学方法

根据不同教学场景,灵活采用教学方法,并充分利用虚拟仿真、微课等数字化资源开展翻转课堂教学,激发学生学习的积极性,提高其工程实践能力。

(1)情景教学:在企业实践基地开展原材料性能检测、沥青混合料拌和工艺等实践教学,让学生直接在沥青拌和厂的生产车间中认知、理解有关知识。

(2)研究性教学:围绕“高品质道路工程建设关键技术”“‘双碳’目标下沥青路面的实施途径”“智能沥青路面及其特点”等主题,组织学生开展专题研究,探究沥青混合料的有关原理、性能评价方法和优缺点等。

(3)项目驱动教学:要求学生按合同完成企业委托的配合比设计,并提交相关报告,以培养学生

的职业素养和运用专业知识解决实际工程问题的能力。

(4)PBL教学(问题导向):以严重病害路段为案例,引导学生运用专业知识分析复杂环境下沥青路面的病害成因,并结合新材料、新工艺、新技术提出解决方案,提高其工程实践能力^[11]。

(5)翻转课堂教学:依托虚拟仿真教学、微课、慕课等在线资源,实现知识传授由线下向线上、课内向课外的转移。课堂上教师开展有针对性的答疑解惑、深化拓展、应用创新和反思评价,引导学生在解决实际问题中巩固学习内容,着重培养学生的思维能力^[12]。

3. 提升数字化教学进程

首先,教学团队借助多项教育部产学研合作协同育人项目,与企业联合研发了“虚实结合”课程资源。其中,沥青路面抗高温性能虚拟仿真实验入选江苏省一流本科课程,并通过校级和省级虚拟仿真平台对外开放,截至2024年10月,已服务本校师生2 356人次,外校人员1 236人次。其次,建立了微课、视频、互动平台等数字化教学资源,形成了适用于产教融合的“立体”式数字化资源库。其中,沥青路面的高温性能、排水沥青路面等微课分别荣获扬州大学微课大赛二、三等奖。最后,依托扬州大学教学平台EOL、课程QQ群等信息化网络平台,实现了教学过程的实时交流与互动,促进了教学目标的有效达成。学生可线上提交作业和报告,与教师在线交流等;校内教师可在平台布置作业、发布数字资源,以及对学生的成果进行评价等;企业教师可通过平台,异地参与互动研讨,形成异地同课和异课同构的教学模式。

(四) 建立“三级”实践能力的考核体系,强化实践过程和能力的考核

“三级”实践能力的考核体系,强化了实践过程和成果的考核占比,由浅入深地评价了学生实践能力的形成过程。最终考核形式由实践过程考核(70%)和期末考核(30%)两部分组成,其中实践过程考核包括基础认知实践(10%)、综合应用实践(35%)、研究创新实践(25%);期末考核题型为论述题(100%),如图3所示。

(1)基础认知实践能力考核:要求学生在企业真实场景下学习集料、沥青等原材料的性能,完成性能检测并提交报告,重点考核学生基础知识的掌握程度和性能检测实践操作的准确性。

(2)综合应用实践能力考核:要求学生以企业委托的课题为实践项目,结合虚拟仿真实验,对道路某一病害进行成因分析,提出解决方案,并完成配合比设计报告,重点考核学生运用知识解决复杂工程问题的能力。

(3)研究创新实践能力考核:鼓励学生以团队形式参与教师和企业合作的产学研课题、各类创新创业竞赛等,要求学生提交科创项目申请书或创新创业大赛商业计划书,着重考核学生的团队协作和实践创新能力。



图3 沥青与沥青混合料课程考核评价

三、沥青与沥青混合料课程改革的实践成效

通过产教融合改革沥青与沥青混合料课程,将企业真实案例和科研成果转化为实践教学资源,引导学生关注沥青行业前沿知识,突出培养学生思考、掌握、运用知识的实践能力,具体成效如下。

(1)课程评教优。学生对课程的评分约为95分,课程各培养目标的达成度约为80%。

(2)学生参与广。每学年学生完成配合比设计报告30余份,报告广泛应用于扬州市普通国省干线公路养护工程。学生参与中国“互联网+”大学生创新大赛、“挑战杯+”中国大学生创业计划竞赛、全国大学生交通大赛、大学生节能减排大赛等比赛,获得与沥青道路相关的学科竞赛奖项15项,获批大学生科创项目12项,其中国省级重点项目3项,申请专利10余项。

(3)创新氛围浓。与江苏瑞沃集团、江苏润扬路面工程有限公司、江苏交通控股集团等单位合作,开展横向课题10余项,获批国家自然科学基金、江苏省产学研合作项目等相关科研课题20余项,为学生参与项目研究提供了良好的平台。多名学生在实践单位就业,并从事相关工作。此外,在相关行业企业工作的学生反馈,沥青与沥青混合料实践课程对他们的工作帮助较大,充分表明课程改革促进了人才培养目标的达成,满足了地方经济社会发展对高质量创新型人才的需求。

四、结语

深化产教融合体制机制改革与创新,提高土木工程专业大学生的实践创新能力,是土木行业转型升级和高质量发展的必然需求。以沥青与沥青混合料课程为例,通过重构课程大纲、革新实践教学方法、建设课程考核多元评价体系等,探索了产教融合型专业课程的改革方案。首先,提出了“夯实专业基础,做实产教融合”实践教学理念,教学团队共同制定了课程目标、培养标准、教学计划,促进了产业链和教育链的深度融合,实现了校企双主体共同建设、共同使用课程,满足了企业对应用创新型人才的需求;其次,建立了“学做创”一体化教学模式,创立了“多方协同,多导师主导”的课堂形式,强化了课程的高阶性与挑战度,有效推动了“产业+专业+创业”的高素质实践创新人才培养体系;最后,构建了“三级”实践能力的考核体系,从基础认知实践、综合应用实践、研究创新实践三个方面,由浅入深地对学生实践能力的形成过程进行了定量评价。然而,目前如何调动企业的积极性、提升企业导师教学能力、增强校内年轻老师工程实践能力,还需要进一步探索。同时,也需积极借鉴世界各国工程人才培养的成功经验,加强校际交流与合作,共同推动土木工程行业人才的培养。

参考文献:

- [1] 门进杰,史庆轩,钟炜辉,等. 土木工程专业改革与建设实践[J]. 高等建筑教育,2018,27(5):31-35.
- [2] 郑华,应子怡,陈辉. 新工科背景下应用型绿色建筑智造人才培养探索与实践[J]. 高教学刊,2024,10(21):180-183,188.
- [3] 曾永庆,刘晓红,童小龙,等. 新工科产教融合背景下土木类专业人才培养模式研究[J]. 创新创业理论与实践,2022,5(20):196-198.
- [4] 颜怡. 产教融合政策背景下本科职业教育人才培养机制优化研究——以J学院为例[D]. 南昌:南昌大学,2022.
- [5] 单丽岩,谭忆秋,田霜. 研究生沥青与沥青混合料课程建设探讨[J]. 高教学刊,2023,9(19):44-47.
- [6] 黄维蓉,熊出华. 沥青与沥青混合料[M]. 北京:人民交通出版社,2020.
- [7] 刘凯华,朱江,郭永昌,等. 产教融合视域下土木工程专业实践教学改革创新探索——以混凝土结构课程设计课为例[J]. 高教学刊,2022,8(31):131-134.

- [8] 华臻,王昕,魏广芬. 电子信息类一流专业产教融合协同育人机制探索[J]. 教育教学论坛,2021(47):108-111.
- [9] 张铁坚,张立勇,乔孟涛,等. 给排水科学与工程专业大学生劳动教育路径探索[J]. 高等建筑教育,2024,33(4):147-152.
- [10] 李波,康爱红,吴正光,等. 土木工程专业虚实结合实验教学虚拟教研室建设探索[J]. 砖瓦,2023(12):157-159,162.
- [11] 占玉林,卢思吉,邓开来,等. 基于OBE理念的桥梁工程专业教学设计PBL方法创新与尝试[J]. 高等建筑教育,2021,30(3):150-157.
- [12] 韩筠. 在线课程平台推动在线教育十年发展的研究与展望[J]. 中国高等教育,2023(2):21-26.

Exploration of curriculum reform for civil engineering under the background of industry-education integration: taking the course of asphalt and asphalt mixtures as an example

KANG Aihong, LI Bo, LOU Keke, KOU Changjiang

(School of Architectural Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, P. R. China)

Abstract: Civil engineering is a discipline that combines theory with practice. Facing the needs of industrial upgrading and technological developing, collaborating with enterprises to strengthen the cultivation of students' engineering practical abilities is an inevitable choice for the cultivation of civil engineering talents under the background of industry-education integration. Taking the course of asphalt and asphalt mixtures as an example, the reform measures of industry-education integrated courses from the aspects of curriculum syllabus revision, teaching content optimization, teaching method design, and evaluation method innovation are explored. In terms of teaching content, the professional course contents that integrate industry-university-research institution-innovation have been constructed through synchronous updates of course contents with industry development, close integration of practical contents with professional knowledge, and effective transformation of industry-university research projects and engineering cases. As for teaching methods, an integrated teaching innovation model of learning, doing, and creating has been established, which enhances students' ability and literacy to analyze and solve complex problems from three aspects: knowledge learning, skill training, and entrepreneurial ability. In terms of course assessment, a three-level practical ability assessment system has been developed, strengthening the evaluation of practical processes and abilities. The achievements can provide reference for the reform of other courses.

Key words: civil engineering; integration of industry & education; practical innovation; curriculum reform; asphalt and asphalt mixtures

(责任编辑 代小进)