

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.06.019

欢迎按以下格式引用:曾刚,李峥,王元元,等.基于科教协同理念的土木工程材料课程教学改革实践[J].高等建筑教育,2022,31(6):146-152.

# 基于科教协同理念的土木工程材料课程教学改革实践

曾刚,李峥,王元元,徐福卫

(湖北文理学院 土木工程与建筑学院,湖北 襄阳 441053)

**摘要:**科教协同育人是高等院校人才培养的重要理念,也是高校管理者和高等教育研究人员关注的热点。将科研成果较好地融入课堂教学,实现科教融合协同育人对高校人才培养意义重大。然而,目前科教融合协同育人还存在科研成果有机融入教学、课堂的路径不畅等问题。为此,以土建类专业的重要专业必修课土木工程材料课程为例,对科教协同理念的实施路径进行了探索与实践。在分析课程教材内容滞后于实际、理论教学和实践应用脱节、学生学习兴趣不浓等问题的基础上,提出“理论知识、创新能力、科研素养”三位一体的教学目标,挖掘科研工作凝练转化为课程理论教学和实验教学育人资源的衔接点、研究成果与专业知识的切入点,结合典型的教学案例阐述科教协同育人理念的实施路径。实践结果表明,学生课堂参与度更高,学习主动性更强,且在专业知识、创新能力及科研素养等方面都得到了较大提升。研究工作可为工科类院校土建类专业材料类课程教学提供一定的参考和借鉴。

**关键词:**科教协同;土木工程材料;教学改革;人才培养

**中图分类号:**G642.0

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2022)06-0146-07

人才培养、科学研究、社会服务、文化传承创新、国际交流与合作是国家和社会赋予高校的主要职能。立德树人是中国特色社会主义教育事业的根本任务,也是高校的时代使命。教学和科研是高等院校的永恒话题,对高校教师而言,教学是立身之本、科研是发展之道。对于人才培养而言,教学和科研关系密切,二者相辅相成<sup>[1]</sup>。从根本上说,科研是探索未知的世界,是教学的“源”;教学是继承已知的知识、技能和经验,是科研的“流”。柏林大学创始人威廉·冯·洪堡指出,大学科研是直接服务于教学和人才培养,并把科研和教学相结合的理念作为柏林大学的教学基本准则。钱伟长先生的“拆围墙”理论指出,大学必须拆除教学与科研之间的高墙,教学没有科研做底蕴就是没有观点的教育、没有

修回日期:2021-01-25

基金项目:湖北文理学院教学研究项目(CX2021008;JY2019040);湖北省自然科学基金(2017CFB203);2018年度湖北省普通本科高校“荆楚卓越人才”协同育人计划项目;2020年湖北省土木工程一流本科专业建设点

作者简介:曾刚(1987—),男,湖北文理学院土木工程与建筑学院副教授,博士,主要从事环境岩土工程研究,(E-mail)zg\_cersm@163.com。

灵魂的教育。

高等教育以能力和素质培养为核心。湖北文理学院土木工程专业人才培养方案中培养目标包括具备较扎实的专业理论知识、较强的工程实践创新能力和一定的科研素养。理论知识、创新能力和科研素养三方面的要求是相互关联的,如图1所示。在课堂教学过程中应充分发挥科研的育人功能,促进科研与教育相结合,着重培养学生的科学精神、创造性思维和科研能力<sup>[2]</sup>。科教融合是先进的教学理念,是高校人才培养的战略选择<sup>[3-4]</sup>。吴爱华等<sup>[5]</sup>认为实施科教结合协同育人行动计划对于推动人才培养水平和创新能力提升有积极成效。因此,开展科教协同理念应用于专业人才培养的探索和实践是一件非常有意义的工作。科教融合协同育人还存在将学科特色、科研成果与育人情怀有机融入教学、教材、课堂的路径不畅通,最新的科研成果并没有完全融入课堂教学中,导致所培养的毕业生工程实践创新能力欠缺<sup>[6-7]</sup>等问题。

高校教师不仅要让学生掌握课程基本理论,更应该培养学生的自主学习和创新能力。文章以土建类专业必修课土木工程材料课程为例,针对科教协同理念用于课程教学改革实践进行了探讨。将科研项目、科研活动引入课堂教学和学生在学习过程中,以提升学生学习兴趣,开阔学生学术视野为目的,提出“理论知识、创新能力、科研素养”三位一体教学目标,以培养有扎实理论基础、良好创新能力及较好科学素养为育人目标。通过在教学中不断融入科学研究的思维、方法和成果,探索实践出一套紧跟时代发展,培养优秀土建类专业人才的教学模式。结合任课教师所承担的工程服务及科研项目,将工程实际融入土木工程材料课程实践中,在讲好教材基本理论的同时,延伸学科发展前沿和工程热点问题,开阔学生的眼界和视野,提升学生的学习兴趣和动力。在课堂教学中强调职业道德、刻苦钻研、科学严谨等意识,培养学生良好的学习习惯;积极引导和指导学生参加教师的各种课题,强化学生发现问题、分析问题和运用所学解决工程实际问题的能力,培养学生的科学素养和实践动手能力。

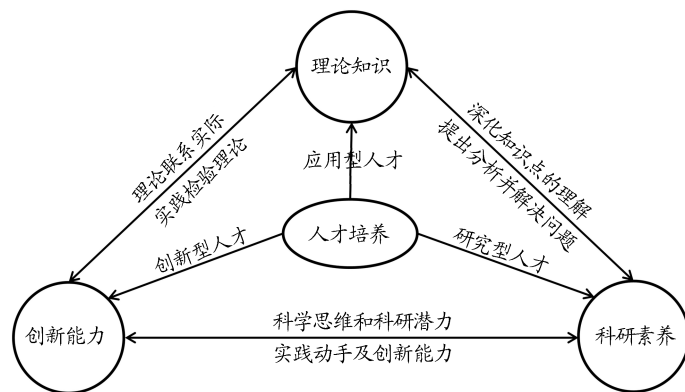


图1 湖北文理学院土木工程专业培养目标

## 一、土木工程材料课程性质及教学困境

### (一) 土木工程材料课程定位

土木工程材料是一门主要研究各种建筑材料的组成、构造、生产与加工方法、技术性能、质量检验及如何选用的学科<sup>[8]</sup>。课程教学内容涉及材料的基本性质、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土与砂浆、墙体材料、建筑钢材、木材、石材、沥青与防水材料、合成高分子材料、绝热材料与吸声材料,以及建筑装饰材料等<sup>[9]</sup>。通过该课程的学习使学生掌握常用土木工程材料的基本性质、技术性能、质量控制要求及

检测方法,了解材料的制备、性质与结构的关系,以及性能改善的途径,能针对不同工程要求正确合理地选用材料,为毕业后在材料的选择、优化设计、施工和管理打下基础<sup>[10]</sup>。课程教学目标是让学生掌握基础理论、专业知识、专业技能和综合能力所需的相关知识,达到知识、能力和素养的全面培养,教学目标具体如图2所示。

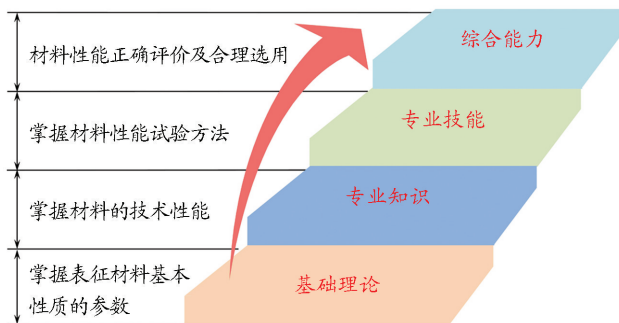


图2 土木工程材料课程教学目标

### (二) 土木工程材料课程特点

土木工程材料种类繁多,课程内容相对庞杂,概念术语多<sup>[11]</sup>。如无机胶凝材料中的气硬性胶凝材料有石膏、石灰、水玻璃和菱苦土四种,而有机胶凝材料包括沥青、树脂、橡胶等。通用硅酸盐水泥按混合材料的品种和掺量分为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥。

定性的文字性描述或经验规律的结论较多<sup>[12]</sup>。如同一种材料的孔隙率越大,其密实度越低,材料的表观密度越小,强度越小。材料的开口孔隙率越高,其耐水性、抗渗性、抗腐蚀性能越差。

实践性与综合性强<sup>[12]</sup>。土木工程材料是指工程建设中所使用的各种材料及其制品的总称,是决定建筑物结构设计形式和施工方法的重要因素,课程所涉及的各种材料与实际工程联系极为紧密。

### (三) 土木工程材料课程教学困境

目前,土木工程材料课程在教学中存在教学内容跟不上新材料、新工艺、新技术和新规范的更新速度,教材内容滞后于实际;理论教学和实践应用脱节;教学内容枯燥乏味,学生学习兴趣不浓,学习主动性不强等问题<sup>[13]</sup>。对于教材和教学内容滞后于实际的问题通过引入教师的科研项目 and 科研成果可有效缓解;通过介绍教师主持或参加的社会服务及生产实践性项目可以实现理论知识和工程实践应用的有效衔接;在教学过程中通过采用问题为导向、启发性和研究性教学方法可提高学生的学习兴趣和学习主动性。

## 二、科教协同理念下的土木工程材料课程教学改革

根据土木工程材料课程定位、课程特点及教学困境,在深化科研工作促进教学改革的指引下,从科研工作凝练转化为育人素材和资源的衔接点、课程教学中挖掘科研工作与专业知识的切入点、科教协同理念的实施路径、科教协同理念实践效果等方面分别阐述,深入探讨科教协同教学理念在土木工程材料课程教学中的应用和实践。

### (一) 科研工作转化为教学素材的衔接点

土木工程材料课程一般包括理论教学和实验教学两部分。理论教学中关于科研活动或科研成果转化为育人资源的衔接点有:讲解学科领域的基础知识、研究现状和前沿动态发展趋势,用科学的思

维、严谨的态度、严密的逻辑讲解知识点,熏陶感染学生,吸纳学生参与教师的纵向横向等各级各类研究课题,指导学生参加学科竞赛活动,申报大学生创新创业项目,指导学生撰写学术论文,面对面交流学习成果和成效。实验教学过程中的衔接点有:组织学生参观实验室等科研场所,指导学生设计实验方案,在完成验证性实验的基础上开展探索性实验,组织学生到建材市场、混凝土搅拌站、构件制作厂、施工场地等地开展现场调研。这些都可以考虑深入挖掘并凝练转化为教学素材和育人资源。

### (二) 课堂教学理论知识与科研成果切入点

引入教学大纲之外的教学内容需谨慎,要妥善选择好教学切入点,控制好专业发展新成果引入的深度和广度<sup>[14]</sup>。如果科研成果引入得太专业太深奥可能适得其反,不利于提升课堂教学质量。一方面,如果忽视了本科生的基本学情,知识点太深太难会占用较多课时,甚至会使学生有退怯畏惧心理,从而失去学习信心;另一方面学术性太强使授课成了学术报告,使得部分学生对课程的学习兴趣降低。科教协同理念和课堂教学的切入点,不仅要讲土木工程材料学科最新研究成果和发展方向传授给学生,激发专业学习兴趣和自我成才的动力,而且还要让学生对教学内容感兴趣、愿意听并且听得懂。因此,在教学方法选择、教学方案设计时要深入思考,在教学过程实施中要适时根据学生课堂参与度、学生的学习热情等作相应调整。

### (三) 科教协同的教学实施方式

在讲解土木工程材料重要性时,采用问题式教学方式引入 A structural engineer who is ignorant about the “ins and outs” of the civil engineering materials can never be a competent designer 这句话的翻译。中文的意思是不知道土木工程材料的来龙去脉,就只能是一位不称职的土木工程师。进一步让学生思考为什么说不懂土木工程材料的土木工程技术人员是不称职的。材料是土木工程的物质基础,材料费一般占工程造价的 50%~60%,选择物优价廉的材料对降低工程造价、节省建设投资意义重大。材料也是建筑物的质量基础,是决定其结构设计形式和施工方法的重要因素,进一步加深学生对课程的重视。因此,学好土木工程材料课程对于一个合格的土木工程职业人员是非常重要的。

土木工程材料的发展历史是人类文明进步和生产力水平不断提高的见证,是人类在生产活动中不断探索实践中的选择。采用启发式教学介绍土木工程材料的发展史,历经古代、近代和现代三个阶段,表明了事物发展是前进性与曲折性的统一,要用发展的眼光来看待问题,鼓励学生要敢于创新,勇攀高峰。正确看待挫折和失败,对学生正确认识事物发展的曲折性和前进性有重要意义。可扩展延伸到中国共产党是历史和人民的选择,引导学生树立远大理想和爱国主义情怀,激发学生勇敢地肩负起时代赋予的光荣使命。

讲解土木工程材料发展方向时,给学生布置开放性作业,即以小组为单位查阅文献和相关资料论述土木工程材料未来发展前景和趋势。每个小组根据完成的调查报告展开互动交流,教师作点评总结。通过资料搜集、文献总结、小组合作、互动交流的方式提高学生课堂参与度和学习热情。

讲解钢筋混凝土的起源时,通过故事引入其发明者既不是工程师,也不是建筑材料专家,而是一位园艺师。他从打碎的花盆里花木根系纵横交错将松软的泥土牢牢连在一起的发现中得到启发,将铁丝仿照花木根系编成网状,然后与水泥、砂石搅拌砌花坛,有效避免了花坛被游客踏碎。通过这个案例引导学生要主动思考探索,养成观察自然现象的习惯,培养观察事物的兴趣和能力,锻炼创新能力,主动去调查、去体验、去探索分析,这样才能全面、细致、深入地了解事物,才能透过事物的表面抓住事物的本质。



讲解土木工程材料标准时,采用案例教学法引入偷工减料豆腐渣工程致使发生工程事故,强化学生对标准重要性的理解。进一步介绍标准的知识点,土木工程材料标准规范是对材料产品统一制定的技术要求和执行标准,其内容主要包括:产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、标志、运输和储存注意事项等。它一方面可促进企业加强管理,提高生产率,保证产品质量;另一方面,使用部门应当按标准选用材料,使设计和施工标准化,从而加快施工进度,降低工程造价。同时,技术标准也是生产和使用单位对产品质量进行验收、确认产品质量是否合格的依据。工程从业人员在设计、研发或施工时必须养成严格遵守国家、行业或地方各种标准规范的习惯,强化学生遵纪守法意识,牢记土木工程师的社会责任感和使命担当。

结合课程教学内容和教师所承担的各类课题项目,寻找让学生参与各课题的切入点,将科研工作渗透到课堂教学和学生学习过程中,通过理论与实践结合,一方面让学生将理论知识运用到实际工程问题中;另一方面锻炼学生发现问题、思考问题和解决问题的能力,培养学生的综合素质和创新能力。在教师主持的磷石膏改性及其资源化利用项目中,带领学生去磷化工厂磷石膏堆场实地调研,在了解到作为大宗固体废弃物的磷石膏的快速减量消纳是工厂复工复产的前提时,学生兴趣得到激发,对磷化工厂的生产设备、技术工艺和生产流程产生了一定的兴趣。讲解了磷石膏的性能与技术要求,介绍了项目的研究目标、研究内容及研究方案,学生在参加磷石膏改性固化剂研发时,掌握了固化剂的组成材料及配方、作用原理。在道路建筑材料和墙体材料中实现资源的合理化利用是磷石膏快速减量消纳的主要方式。磷石膏在道路工程中作为垫层能有效解决磷石膏遇水软化导致耐久性、耐候性差的问题,而磷石膏改性制免烧砖应用于墙体材料中,学生需要掌握原料配比、搅拌成型、养护、力学性能测试等全部流程和注意事项。通过参与科研项目,学生对课堂所学的磷石膏生产工艺与品种、水化与硬化、基本性能、技术要求及应用有了更深刻的理解,科研素养和创新能力得到同步提升。

实验教学环节主要训练学生材料性能检测常用试验仪器设备的操作,培养学生的实践动手能力、团队合作意识及爱护公共财物的良好习惯。对于成绩优异的学生在完成验证性项目后可进一步开展综合探索性项目,理论联系实际,更好地巩固课堂所学,强化学生利用试验手段解决工程技术问题的能力,提高其综合素质。

讲解通用硅酸盐水泥时以生态文明为切入点,引导学生树立正确的生态环境观。硅酸盐水泥掺加不同比例的粉煤灰、炉渣等大宗固体废弃物材料,不仅可以增加固废材料的消纳方式和出路,还可以改善水泥的性能,既变废为宝,又可为创建“资源节约,环境友好”社会作出应有贡献。日愈严重的全球十大环境问题对社会提出了巨大挑战,作为环境保护的主力军,青年学生要坚信绿水青山就是金山银山,努力学习,积极探索,勇于担起重任,找寻合理可行的解决方法,为建设美丽中国而奋斗。

### 三、科教协同理念下土木工程材料课程教学实践与改革成效

围绕“理论知识、创新能力、科研素养”三位一体的教学目标,在课堂教学中突出了科研工作人才培养中的重要作用,实现了科研与教学协同育人的融通。通过科教协同理念的探究与实践使学生在理论知识、创新能力、科研素养等方面得到了较大进步,学习兴趣提高,课堂参与度提升,互动氛围更浓,学习主动性和自主学习能力更强,学习的目的性更加明确,从被动接受知识的状态转变成自主学习,对于课堂教学内容的理解显著增强,巩固并夯实了专业理论知识,理论联系实际、理论应用于实际做得更好。学生参加科技创新活动积极性更高,创新意识增强,且更加热爱创新,实践动手能力及创新

能力有明显提高。基于科教协同理念,在教师的带动和引领下,学生从事科学研究的兴趣有所提高,学术视野有所开阔,激发了做科研的兴趣和潜力。学生在教师的鼓励、支持和指导下更早接触科研活动,在文献资料检索、项目背景调研、实验方案设计、项目申报、学术论文撰写等方面有了全方位针对性训练和培养,学生发现问题、解决问题的能力得以提升,不断养成了良好的科学思维习惯,以及求真务实、踏实严谨的研究,学生身心得到全面发展。学生的科研实践水平和能力逐步提高,科研素养等综合素质更强,参加专业相关学科竞赛,公开发表论文、申请专利、申请软件著作权、申请大学生创新创业项目的人明显增多。

根据对教学试点班级科教协同理念实施效果的信息收集和跟踪调查。试点班级学生共47人,土木工程材料课程及格率为100%,与上一届教学班级考试结果对比,最高分及平均成绩均有所提高,学生参加各类学科竞赛人数占全班总人数的70%,学生申请大学生创新创业项目7项,获批立项大学生创新创业项目5项,其中国家级大学生创新创业项目2项,公开发表论文10篇次,申请国家实用新型专利3件,试点班荣获校级“优良学风班”荣誉称号。统计结果表明,科教协同理念在试点班级土木工程材料课程教学中取得了良好的教学效果,可启迪学生的科研思维,强化知识应用和创新能力培养。

#### 四、结语

湖北文理学院土木工程与建筑学院土木工程材料课程教学团队,把握科教协同理念的深刻内涵,对于科研工作凝练转化为育人资源的衔接点、研究成果与专业知识的切入点以及科教协同理念的实施路径等进行了探究,提出的“理论知识、创新能力、科研素养”三位一体的教学模式收效显著。

教育者先受教育,让教师更好承担起学生健康成长指导者和引路人的责任。高校教师要不断提升育人水平,让学生掌握课程的基本理论知识,更应该通过教学培养学生的自主学习和创新能力。在教学中不断融入科研思维、方法和成果,培养学生运用课堂所学知识解决工程实际问题,强化学生发现问题、分析问题、解决问题的能力,培养学生的科学素养和实践动手能力。

科教协同理念不仅增强了教学团队教师教学水平和科研能力,而且提升了学生专业技能和综合能力。基于科教协同育人理念,通过科研工程实践和教学的相互结合,互相促进,达到了教学与科学研究的和谐统一,增强了学生学习的主动性和课堂参与度,强化了对学生知识应用、创新能力和科研素养的培养,为学生毕业后较快成为适应新时代新形势下土建类专业人才打下了基础。

#### 参考文献:

- [1] 陈朝晖,李正良.“科研-工程-教学”深度融合的建筑力学教学模式创新与实践[J]. 高等建筑教育,2020,29(1):16-23.
- [2] 孔纲强,刘汉龙,沈扬,等. 基于科研资源的路基工程课程设计实践教学探索[J]. 高等建筑教育,2020,29(3):145-151.
- [3] 蒋文娟,张淑林,刘天卓. 科教结合协同育人运行机制与模式[J]. 中国高校科技,2017(3):7-11.
- [4] 张世明,陈永正,熊军.“科教融合,协同育人”理念在制药工程专业化工原理教学中的探索[J]. 广东化工,2019,20(46):209-211.
- [5] 吴爱华,刘晓宇. 深入推进科教结合协同育人[J]. 高等工程教育研究,2015(2):6-9.
- [6] 李建春,刘辛夷. 科教融合:缘起、问题与路径—创新人才培养模式的变革与实践[J]. 宁波教育学院学报,2020,22(3):1-4.
- [7] 刘玉荣,张进,韩涛,等. 基于协同创新、科教融合理念培养创新型人才[J]. 高教学刊,2018(6):35-37.
- [8] 曾刚,李峥,徐福卫. 线上教学在“土木工程材料”课程中的应用与实践—以湖北文理学院为例[J]. 湖北文理学院学报,2020,41(8):85-88.
- [9] 陈昌礼.“以研促教”在土木工程材料课程教学中的应用[J]. 高等建筑教育,2015,24(2):64-67.
- [10] 赵磊. 地方本科院校转型背景下的土木工程材料课程改革[J]. 新乡学院学报,2015,32(11):74-76.

- [11] 李果,姬永生,袁广林,等.《土木工程材料》创新性教学应用研究[J].高教学刊,2018(17):27-29.
- [12] 程云虹.“土木工程材料”课程教学研究[J].高教学刊,2015(4):27-28.
- [13] 李跃辉,高笑娟.在教学中提高学生实践能力—以土木工程材料课程为例[J].高等建筑教育,2016,25(55):71-74.
- [14] 罗洪光.科教融合的教学探究—以钢结构设计原理课程为例[J].高等建筑教育,2019,28(5):86-90.

## Teaching reform practice of civil engineering materials course based on the concept of science and education collaboration

ZENG Gang, LI Zheng, WANG Yuanyuan, XU Fuwei

(School of Civil Engineering and Architecture, Hubei University of  
Arts and Science, Xiangyang 441053, Hubei, P. R. China)

**Abstract:** The collaborative education of science and education is an important concept of talent training in universities, and it is also a hot issue for university administrators and higher education researchers. It is of great significance to integrate scientific research results into classroom and realize the integration of science and education to cultivate talents. However, there are still some problems such as the way of scientific research achievements and organic integration into teaching. Therefore, this paper takes the civil engineering materials course as an example, which is an important compulsory course for civil engineering majors, to explore and practice the implementation path of the concept of science and education collaboration. On the basis of analyzing the teaching difficulties of this course, such as the content of the textbook lagging behind the practice, the disconnection between theoretical teaching and practical application, and the lack of students' interest in learning, the trinity of teaching objectives of theoretical knowledge, innovation ability and scientific research accomplishment is put forward. This paper explores the connection point between theoretical teaching and experimental teaching resources, the breakthrough point between research results and professional knowledge, and expounds the implementation path of the concept of collaborative education through science and education combined with typical teaching cases. The practice results show that the students' participation in the classroom is higher, their learning initiative is stronger, and their professional knowledge, innovation ability and scientific research literacy have been greatly improved. The research work can provide some reference for the teaching of materials courses of civil engineering specialty.

**Key words:** science and education collaboration; civil engineering materials; teaching reform; talent training

(责任编辑 梁远华)