

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2024.04.013

欢迎按以下格式引用:于清亮,陈宇轩,王子潇,等.基于BOPPPRS研究型教学模式的混合式课程改革探索及拔尖人才培养——以土木工程材料课程为例[J].高等建筑教育,2024,33(4):100-110.

# 基于BOPPPRS研究型教学模式的混合式课程改革探索及拔尖人才培养

## ——以土木工程材料课程为例

于清亮<sup>1</sup>,陈宇轩<sup>1</sup>,王子潇<sup>2</sup>,李少华<sup>1</sup>

(1.武汉大学土木建筑工程学院,湖北武汉 430072;2.南京理工大学机械工程学院,江苏南京 210094)

**摘要:**在新工科的背景下,传统教学模式已无法满足大学生对于更高层次知识的需求,本科教学对研究型教学内容的需求愈发强烈。因此,提出一种基于BOPPPRS的新型教学理念,将部分具有深度和广度的研究元素(R-research)融入课堂中,为未来研究型拔尖人才的培养提供有效思路。同时,随着信息技术的飞速发展,传统板书教学无法满足当代学生的需求,线上线下混合式教学模式可以更好地满足学生日益增长的多元化学习需求。从课程设计、教学方法、评价体系等方面探讨基于BOPPPRS新理念和线上线下混合式的土木工程材料课程教学改革及拔尖型人才培养模式,并对BOPPPRS理念进行优化设计。最后,通过研究型教学模式与思政的融合,将土木工程材料科学研究中涉及的环保、“双碳”政策等内容有机地结合到教学中,提高拔尖型人才思政水平。

**关键词:**土木工程材料;混合式教学;BOPPPRS教学模式;研究型教学;拔尖人才培养;思政融合

中图分类号:G642 文献标志码:A 文章编号:1005-2909(2024)04-0100-11

### 一、传统土木工程材料课程教学的局限性

土木工程材料是土木工程专业的重要课程之一,是培养本科生关于工程材料方面知识储备的关键课程。课程旨在使学生了解和熟悉水泥混凝土、钢材、木材和沥青等建筑材料的性质、性能和应用<sup>[1]</sup>。通常情况下,该课程通过课堂授课进行,教师使用幻灯片、电子屏和其他视觉辅助工具授课<sup>[2]</sup>。由于课程本身的特性,其存在理论与实践相结合,以及多学科交叉的特点<sup>[3]</sup>。如课程内容涉及知识的广度宽、深度强,包括材料的物理、化学、力学、材料科学等理论知识,同时也注重实践应

修回日期:2023-12-04

基金项目:2022年武汉大学本科教育质量建设综合改革项目—一流本科专业建设项目—MOOC课程建设项目

作者简介:于清亮(1980—),男,武汉大学土木建筑工程学院教授,博士生导师,主要从事先进混凝土结构材料研究,(E-mail)qingliang.yu@whu.edu.cn;(通信作者)陈宇轩(1990—),男,武汉大学土木建筑工程学院副研究员,主要从事新型建筑材料研究,(E-mail)yuxuan.chen@whu.edu.cn。

用,例如材料的性能测试、配合比设计等<sup>[3-4]</sup>;还涉及与社会政策紧密相关的内容,例如可持续发展、“双碳”目标、工业4.0、绿色建筑<sup>[5]</sup>等。因此,传统的授课模式不能有效地吸引学生,学生学习的积极主动性不高<sup>[6]</sup>,课堂教学效果差,学生接受程度低<sup>[4]</sup>。教师需探索更加灵活、多样化、个性化的土木工程材料授课方法,以满足现代教育的需求<sup>[1,5,7]</sup>。

近年来,混合式教学作为一种将面对面教学与在线活动相结合的新兴学习方式,能够增强学生的学习体验,提高学习效果<sup>[8]</sup>。混合式教学是指整合线上和线下资源,创造灵活互动学习环境的一种教学模式<sup>[9]</sup>。在混合式教学课程中,学生需要参与如在线慕课、小组讨论、实验课实践、在线测试以及课程汇报等活动<sup>[10]</sup>。混合式教学的目的是为学生提供多元化的学习体验,以满足学生个性化需求。但是,单一使用混合式教学方法并不能完全指导教学设计和方案。同时,混合式教学也面临着教师对新的教学模式接受度不高、主动性不足,采用混合式教学的范围不够普及、线上教学资源质量不高等问题<sup>[11]</sup>。要解决上述问题,有必要通过细化混合式教学的实施政策,采用新型的教学模式来提高教师的执行力和学生的参与积极性<sup>[12]</sup>。

现有的新型教学模式有较多种类,包括5E教学模式、ADDIE教学模式、OBE教学模式、BOPPPS教学模式、CDIO教学模式等<sup>[13]</sup>。其中,BOPPPS教学模型由加拿大英属哥伦比亚大学的Douglas Kerr教授提出,其理论依据是认知理论和建构主义,关注重点是如何使学生在课堂上最大限度地掌握知识,因此教学互动和反馈是其突出的特点<sup>[14]</sup>。BOPPPS中的每个字母代表一个步骤:B - Bridge-in(引入),O - Objective(目标),P - Pre-assessment(预估测验),P - Participatory learning(参与式学习),P - Practice(实践),S - Summary(总结)<sup>[15]</sup>。此教学策略旨在帮助教师设计高效率的课程,并确保学生积极参与课程和理解课程内涵。目前,BOPPPS教学理念在国内外得到了广泛的应用和推广,已经应用于一线教师的教学中,比较适合于理工科类型的教学课程<sup>[16]</sup>。但是,BOPPPS教学理念中缺乏研究型自主学习的内容。研究型学习是指学生在教师指导下,选择和确定研究专题,主动获取知识、应用知识、解决问题的活动。目前,高等院校中本科学学生选择读研等继续深造的比例越来越高,学生对于科研方面的兴趣也愈发强烈,特别是对于土木工程材料这门课程,更加需要加深学生对各种材料的理解深度,以满足未来大学生日益增长的求知欲,以及后续科研工作中需要培养的科学素养。

因此,提高研究型自主学习的比例,提升与学生的互动性和主动参与程度较为重要,从而弥补传统被动式教学的不足,提高学生的学习效果和教师的教学质量<sup>[7]</sup>。教师需要进行研究型拓展教学,增加趣味性强、前沿性强的内容,提升学生对课程的兴趣,拓宽学生的视野,如讲述新型功能化土木工程材料、智能化土木工程材料、绿色土木工程材料等研究案例。另外,提出批判式文献阅读学习模式,通过对相关基础性研究文献进行批判式阅读,让学生能充分了解当前知识体系存在的缺陷,并通过课程汇报的方式,锻炼思维表达能力。

思政融合是当前高校教育改革的重要方向之一<sup>[17]</sup>。传统的思政融合是指将思想政治教育融入各个学科和课程中,通过多种教学手段和方法,使学生在在学习专业知识的同时接受思想政治教育,培养良好的思想道德素质和社会责任感<sup>[18]</sup>。但是传统的思政融合方式出现学生接受度不高,与课程知识或背景结合不紧密的情况<sup>[17,19]</sup>。因此,将思想政治教育融合在专业知识的背景中,提高和课程的融合度,是亟须解决的问题。通过将思政元素融入研究型自主学习中,增强学生的思想道德水平。研究性自主学习包括研究背景和研究动机,而这些背景和动机往往和思政教育联系紧密,如环境保护与“双碳”策略等,这些元素在科研论文的研究动机中会反复挖掘,因此将大幅加深学生对思政元素的认知和思考。

因此,提出一种优化的BOPPPRS教学理念,将R - Research(研究性自主学习)融入此教学模

式,提高学生的研究能力和批判性思维,为培养研究型拔尖人才打下良好的基础。在国内土木工程材料课程领域有关拔尖人才的培养模式还处于空白状态,目前,拔尖型人才培养主要集中在数学、物理等理科领域,将研究型内容融入土木工程材料教学,能够提高拔尖型人才的科研基础,提高本科生在研究素养方面的培养质量。因此,拟从以下几个方面进行改革。

(1)优化课程的考评方式:增加平时成绩的比例,重点提高课前慕课学习和研究型自主学习内容的考核分数比例。

(2)BOPPPRS研究型混合式教学模式的改革:将BOPPPRS教学理念与线上线下混合式教学相结合。教师利用研究型资源,如精选文献阅读和研究进展汇报等,为学生提供丰富多样的学习体验和互动讨论研究进展的机会<sup>[20]</sup>。另外,教师需要及时反馈和评估学生的表现,并根据评估结果对课程进行调整和改进<sup>[21]</sup>。

(3)课程思政融合方法改进:将思政元素融入研究型自主学习,在学习文献的同时潜移默化地提高学生的思想道德和政治水平。

综上,总结武汉大学近4年土木工程材料课程的教学实践经验,提出了一种新颖的基于线上线下混合式教学和BOPPPRS模式的土木工程材料课程教学改革方法,以增强学生的学习深度,培养研究型拔尖人才,并通过思政融合的方式,增强学生的社会责任感和使命感。该模式基于BOPPPRS和研究型自主学习的教学原则,并涉及多种教学策略,如线上线下混合课程、批判性阅读、课程报告、研究案例、实验课实践和在线课后测验等,探讨了在土木工程材料课程背景下进行思政融合的新思路和新方法,并为未来的研究和教学提供建议。

## 二、土木工程材料课程教学的改革措施

### (一) 课程考评方式的改革

教学理念从传统的注重知识点的考核转变为强化学习过程指导,强调自主学习,提供研究型自主学习机会;融合现代信息技术开展教学,模拟工作场景,培养工作角色意识,教学体现土木工程专业本身的特点;融入科学精神和人文素养,挖掘课程思政元素。在课程学时方面,总课时为44学时中包括32学时的理论课时和12学时的实验课时。考评方式改变更为明显,其中平时考核占较大比例,达65%,期末闭卷考试占35%,如表1所示。过程考核包含4个考核项,以鼓励学生参与课程,提高自主研究型学习的比例,课程目标达成度计算如表2所示。

表1 土木工程材料线上线下混合式教学考评方式

考核占比	平时考核				期末考核
	慕课预习	课程报告	课后作业	实验课	
权重/%	15	15	15	20	35

各部分目标达成度计算公式如下:

$$\eta_i = \alpha_i \times A/100 + \beta_i \times B/100 + \delta_i \times C/100 \quad (i=1-2) \quad (1)$$

式中: $\eta_i$ 为第*i*项目标达成度; $\alpha_i$ 、 $\beta_i$ 、 $\delta_i$ 分别为平时考核和终结性考试成绩在第*i*项课程目标所占的权重系数;*A*、*B*、*C*——分别为平时考核和终结性考试的平均成绩(百分计)。

课程总目标达成度计算公式如下:

$$D = 0.5\eta_1 + 0.5\eta_2 \quad (2)$$

式中:*D*为课程总目标达成度。

表2 课程目标达成度计算

课程目标	考核与评价方式及成绩比例/%					成绩比例/%
	平时考核				期末考试	
	慕课学习	课程报告	课后作业	实验课		
目标1	8	10	8	10	15	51
目标2	7	5	7	10	20	49
合计	15	15	15	20	35	100

课程目标1:掌握土木工程材料的组成、技术性质及特性;了解材料组成及结构对材料性质的影响;了解外界因素对材料性质的影响;了解各主要性质间的相互关系;初步掌握主要建筑材料的实验方法。课程目标2:根据工程要求及土木工程中出现的问题,基于土木工程材料的基本性质和应用特点,能够合理地选用材料,制定对应的材料优选方案;熟悉材料使用方法的要点;掌握材料设计方法,如混凝土配合比设计方法等。

## (二) BOPPPRS研究型混合式教学模式的改革

土木工程材料课程混合式学习模式包括课前活动、课内活动和课后活动。每个模块都为BOPPPRS理念的教学方法而设计的,并以不同的方式增强学生的学习体验。课程的教学模式如图1所示。

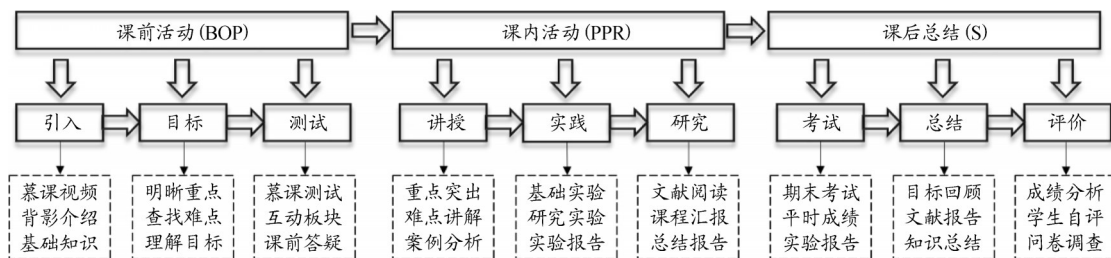


图1 基于线上线下混合式教学的BOPPPRS教学模式图

### 1. 课前线上慕课预习及课前互动(BOP)

#### (1) 课前线上慕课预习。

课前活动旨在让学生为即将到来的课程做准备,主要包括提前学习慕课中的绪论(B-引入课程)、观看慕课学习章节基础知识点(O-目标)、完成课后作业和课前互动评估(P-预估测验)等活动。课前活动的目的是帮助学生在上课前对课程材料有基本了解,以便他们积极地参与课堂活动。

教师录制慕课视频,在学堂在线网站上传所有章节的视频内容,供学生课前预习。土木工程材料慕课内容包括土木工程材料的基本性质、建筑钢材、石材与集料、无机气硬性胶凝材料、水泥与辅助胶凝材料、混凝土、砌筑材料、沥青与沥青混合料、木材、合成高分子材料、功能性建筑材料、建筑装修与装饰材料等。重点介绍各类土木工程材料的基本组成、性能、技术要求和应用范围,以及测试和质量控制方法等。

教师将所有参与课程的学生进行在线管理,可以实时追踪每位学生的学习进度,并据此考核,此部分慕课学习和自我测验的分值占最后总评成绩的15%,是较为重要的平时成绩,可激励学生做好上课前的准备工作,为课内讲述重难点知识争取更多时间。慕课学习成绩分配关系如下。

成绩组成:将满分100按比例分配给各考核模块,再按各单元权重分配到每个学习单元,得到单元实际分值。单元考核设置:设置不同单元的考核参数,系统将按规则计算学生每个单元的得分占比。成绩计算:1)学生单元得分=单元实际分值×单元得分占比;2)学生期末总成绩=学生各个单元

得分总和。其中,观看视频完成度占40%,章节课后作业占30%,慕课期末考试占30%,综合成绩100%。

### (2) 课前互动预习。

课前抽取10分钟对学生的慕课学习情况进行检查,并进行互动问答,巩固学生的章节基础知识。教学实践中发现,对该部分的预习非常有必要,可对学生的整体学习情况进行摸底,进而提高教学效率。教师课前与学生进行预习互动采用以下几种方式。

一是知识点预习及互动问答。例如,第五章水泥与辅助胶凝材料课堂上,教师再次讲解基础知识,相比慕课视频,此次讲解更详细。在互动预习过程中,教师通过与学生讨论交流和互动问答的方式,熟悉水泥和辅助胶凝材料的知识点,从而更好地掌握重要知识内容。二是视频教学。教师提前录制视频,让学生在课前预习阶段观看。可让学生更加深入地了解知识背景和知识点,同时也可以提高学生的学习兴趣和积极性。例如,在第六章混凝土中,教师播放3D打印混凝土的介绍视频,提高学生的学习兴趣和积极性。三是实物教学。例如,在绪论课堂上,教师将特定的土木工程材料供学生观察。可让学生直接对材料本身产生兴趣,并提高课前预习的效果。通过以上方式,教师可以更好地与学生进行课前预习互动,让学生更好地掌握相关知识点,同时也可以提高学生的学习兴趣和积极性。

### 2. 课内活动(PPR)

课前观看学堂在线慕课视频,学生可在课堂上重点学习各个章节的知识重难点,并和教师交流探讨该章节中较为困难的知识点和问题。在土木工程材料课程中,有一些难点知识需要采用特定的讲授方法来帮助学生更好地理解和掌握。其中,课内小组讨论的方式可让学生在交流中相互启发。课题研究讲述则可以通过具体实例帮助学生更好地理解和应用知识。在小组讨论或文献研究中,学生被要求组成团队进行合作,分析与土木工程材料相关的基础性和前沿性知识。在文献阅读的过程中,学生运用知识理论理解和评价土木工程材料有关的文献质量。此外,课程报告也是重要的一环,通过自主研究和总结,学生可以更深入地了解和应用所学知识,通过课程汇报的形式展示自己对文献的理解。最后,教师通过引入科研知识的分享,提高学生的视野,培养学生的研究能力,为研究型拔尖人才打下良好的知识基础。综上所述,多种讲授方法结合能够更好地帮助学生掌握土木工程材料课程中的难点知识。

## 三、BOPPPRS研究型混合式教学方法

### (一) 批判式阅读

研究性自主学习方式主要为阅读教师精选的基础性文献,主要有近期核心刊物上发表的综述类土木工程材料文章。每5个学生一组,每组分配2篇主题内容相近的中文期刊论文。学生通过小组分工对2篇论文进行解读,对文献优缺点进行系统分析,形成文献报告和汇报展示。为了平衡好教学课时量、教学任务与学生课余时间,教师团队选择对两个重点章节进行文献学习,即土木工程材料的基本性质和水泥及其辅助胶凝材料,此部分内容占总评成绩的15%。

在进行文献互动学习时,教师挑选高质量的文献进行批判式阅读,如表2-1和表2-2所示。通过批判式阅读,得到如下经验。

(1) 选择较高学术价值的权威期刊的文献。每组学生的文章方向应相同,可以在两篇文章中进行对比分析。

(2) 注重文献的质量而非数量。教师应选择量少但是高质量的综述性或基础研究性文献,难度

适中。

(3)注重文献的实用性。教师应选择相关章节对应的文献,将文献与课程中的重难点进行结合,促进学生自学能力的提升。

表2-1 批判式阅读的文献选择-重点章节文献选择

章节	材料的隔热保温	孔结构与强度	孔与水传输	材料的耐久性
第一章 土木工程材料 基本性质	文献1.建筑节能材料综述 <sup>[22]</sup>	文献1.混凝土孔结构与强度关系模型的综述 <sup>[23]</sup>	文献1.多孔建筑材料毛细吸水过程研究进展综述 <sup>[24]</sup>	文献1.除冰盐冻融作用下混凝土界面过渡区细观力学性能的关系 <sup>[25]</sup>
	文献2.屋面保温材料研究现状及应用综述 <sup>[26]</sup>	文献2.路面多孔水泥混凝土制备技术研究综述 <sup>[27]</sup>	文献2.多孔建筑材料热湿物理性质测试方法与现状综述 <sup>[28]</sup>	文献2.冻融对碳纤维管约束玄武岩纤维再生混凝土短柱受力性能影响 <sup>[29]</sup>

表2-2 批判式阅读的文献选择-重点章节文献选择

章节	辅助胶凝材料	硫铝酸盐水泥	硅酸盐水泥	石膏类材料
第三章 水泥及其辅助 胶凝材料	文献1.联合活化多元辅助胶凝材料对蒸养混凝土性能的影响 <sup>[30]</sup>	文献1.高贝利特硫铝酸盐水泥的研究进展 <sup>[31]</sup>	文献1.低热硅酸盐水泥水化及性能研究现状 <sup>[32]</sup>	文献1.不同掺料对磷石膏基胶凝材料影响的研究进展 <sup>[33]</sup>
	文献2.辅助胶凝材料对预应力高强混凝土管桩强度及工艺的影响 <sup>[34]</sup>	文献2.矿粉与粉煤灰对高贝利特硫铝酸盐水泥水化和强度的影响 <sup>[35]</sup>	文献2.硅酸盐水泥的细度对其水化过程和力学性能的影响 <sup>[36]</sup>	文献2.石膏基复合胶凝材料的研究进展 <sup>[37]</sup>

## (二) 课程报告

文献学习后,学生通过PPT汇报的方式展示研究进展或研究内容。在课程汇报中,学生将课内所学知识与文献内容相结合,向教师和学生展示文献学习的结果。PPT汇报的教学设计采用以下步骤。

(1)确定主题:教师根据课程内容和章节确定PPT汇报的主题,例如材料的基本性质、水泥与辅助胶凝材料等。

(2)指导制作PPT:教师指导学生如何制作PPT,例如PPT的结构、内容、排版等。

(3)分组汇报:学生分小组,每个小组负责汇报一个主题。同时,教师为每个小组分配固定的时长,本次课程汇报用时10分钟,每个小组在课堂上限时汇报,锻炼表达能力。

(4)汇报评分:每个小组汇报后,教师根据每个小组的汇报情况进行评分。评分可以从研究内容、表达清晰程度、演示PPT等方面进行。

(5)问答及总结回顾:教师和学生作为听众对PPT汇报进行提问,提问作为重要环节可以提高课堂的活跃程度,锻炼学生的思维能力。同时,在总结阶段,教师也可以为学生提供改进意见和建议,帮助学生更好地提高汇报能力。

通过以上步骤,PPT汇报能够大幅提升学生的研究能力和表达能力,同时也可以增加课堂互动性和趣味性。

## (三) 科研进展分享

科研进展分享可以为土木工程类教学提供最新的理论和实践成果,帮助教师更新课程内容和教学方法,提高教学质量。同时,科研进展分享也可激发学生的学习兴趣和创新意识,促进学生的科研能力,为培养研究型拔尖人才打好基础。

科研进展的分享形式多种多样,针对本次课程改革,主要采用特定研究案例讲述的方式。由于土木工程材料课程的特殊性,教师通过分享新型建筑材料,如碱激发胶凝材料、高性能混凝土、智能化建筑材料、3D打印混凝土等前沿课题,提高教学效果。教师通过分享科研成果,鼓励学生主动参与科研,提高其科研能力和学术素养。科研进展分享包括如下内容。

#### (1)碱激发胶凝材料。

主讲教师主要讲授碱激发胶凝材料,安排在第三章水泥与辅助胶凝材料之后,目的是对第三章进行拓展,碱激发胶凝材料是一种新型的建筑材料,具有许多传统材料所没有的优点。主讲教师主要从以下方面创新性地进行了授课。

首先,强调其环保性:碱激发胶凝材料是一种绿色环保材料,它采用碱性活性剂代替传统胶凝材料中的水泥,从而大大降低了对环境的污染。其次,强调其高强度:碱激发胶凝材料具有很高的强度和耐久性,可以在极端环境下使用,例如高温、高湿和酸碱环境等。再次,强调其应用领域:由于碱激发胶凝材料的优异性能,可以广泛应用于建筑、道路、桥梁、隧道等领域。最后,强调其经济效益:虽然碱激发胶凝材料的成本相对较高,但由于其长期使用寿命长、维护成本低等优点,可以带来较好的经济效益。

#### (2)抗冲击超高性能混凝土。

主讲教师讲授超高性能混凝土(UHPC)的抗冲击性能,安排在第四章——混凝土之后,目的是对混凝土章节进行拔高,主要从以下几个方面展开讲授。一是,基本概念,介绍超高性能混凝土的基本概念和特点,如其高强度、良好韧性和优异耐久性等。二是,抗冲击性能测试方法,介绍超高性能混凝土抗冲击性能测试方法,如冲击压缩试验、霍普金森杆法和动态侵彻试验等。三是,影响因素,介绍影响超高性能混凝土抗冲击性能的因素,如应变率、材料组分和冲击次数等。四是,应用案例,介绍超高性能混凝土在实际工程中的应用案例,如海上结构、地下空间、核废料容器和核反应堆防护罩等特殊工程和国防军事工程。在讲授过程中,教师通过动画演示、视频展示等方式生动形象地展示超高性能混凝土的抗冲击性能,从而帮助学生更好地理解和掌握相关知识。同时,也可以引导学生思考如何在实际工程中应用超高性能混凝土以提高工程结构的安全性和耐久性。

#### (四)课程实践

课程实践的主要内容是学生对土木工程材料进行现场实际制备和测试,属于实验课的范畴。共有12个课时,占总课时比例的27.2%。对实验课的改革主要通过增加更多实践性和创新性的内容,以及虚拟仿真类的实验教学活动,增加实验的趣味性和安全性。例如,在实验课之前,学生进入学院新建的智能建造实验室,通过虚拟仿真软件对实验进行预习,模拟实验室的场景并进行抗压抗折强度测试实训。针对智能建造专业,教师对实验课进行了改进和提升,主要是通过3D打印混凝土实验向学生展示智能建造方面的内容。另外,学生通过提前预习实验课的内容、了解现场试验,有利于学生在实验课进程中,快速掌握实验方法,提升实验能力。具体包括以下几个方面。

(1)实验设计的独特性。在实验设计时,实验课教师采用新材料或新型施工方式,以提升实验课的创新性和研究性。例如,近两年实验课,主讲教师采用3D打印混凝土向学生详细展示,从最初模型建立、利用切片软件进行路径设置,以及将调制代码G-code导入3D打印机,最终利用实验室的桌面式3D打印机进行混凝土打印。学生分为4个小组,最终打印出3D混凝土笔筒,如图2所示。将打印作品作为实验奖励送给学生,提升其对3D打印混凝土的兴趣,激发学生对土木工程专业的热情。

(2)文献阅读与实验结合。根据学生在理论课上、课后进行的精选文献阅读,指导学生在第二节实验课水泥和砂浆制备的教学中,制备不同类型的水泥砂浆。相比于传统实验课仅仅使用硅酸

盐水泥材料不同,近两年土木工程材料实验课,教师采用了辅助胶凝材料(粉煤灰、粒化高炉矿渣)替代水泥,引导学生对比不同组别的实验结果,探讨实验结果与理论知识间的联系,并尝试解决实际工程中的问题。例如,分析使用辅助胶凝材料后水泥砂浆在不同环境下的性能差异,并探讨如何优化硅酸盐水泥的使用,从而提高水泥利用效率,并减少碳排放。在实验报告中,要求学生探讨实验结果的应用价值,并提出可能的工程应用方案。



图2 第四次实验课学生通过3D打印机制作的笔筒

(3)课后总结(S-summary)。首先,通过线上线下混合式活动,包括课后作业在线发布、学堂在线讨论模块等方式,学生可以将课堂上学到的知识,通过网络进行巩固和复习。这种方式可以使学生更加深入地理解所学内容,从而提高学习效果。其次,课后线上线下混合式活动能够增强学生的自主学习能力。通过线上线下混合式活动,学生需要自己进行学习计划的制定和执行。这种方式可以让学生更加独立,更加自信地面对学习。再次,课后线上线下混合式活动能够增强学生的交流能力。最后,课后线上线下混合式活动能够提高教师的教学质量,教师可以通过课后作业的完成情况更加全面地了解学生的学习情况,从而更好地制定教学计划和教学方法,提高教学质量。以下通过课程目标达成度分析,对本次课程的教学质量和学生学习情况进行总结。

#### (五) 课程目标达成度分析

通过考试成绩及自我问卷评价得到课程目标达成度的分析报告及自评报告,从而更加全面地掌握学生的目标达成情况,为今后的教学提供改进的空间。图3为2021级学生的课程目标达成情况和自评目标达成度。结果显示,对于课程目标1,从平时成绩和期末考试成绩看,大部分学生能较好地掌握土木工程材料的组成、技术性质及特性;了解材料组成及结构对材料性质的影响;了解外界因素对材料性质的影响;了解各主要性质间的相互关系;初步学会主要建筑材料的实验方法。对于课程目标2,绝大部分学生能较好地根据工程要求及土木工程中出现的问题,基于土木工程材料的基本性质和应用特点,合理地选用材料,制定对应的材料优选方案;熟悉材料使用方法的要点;掌握材料设计方法,如混凝土配合比设计方法等。从整个课程目标达成度来看,14.29%的学生成绩优异,66.67%的学生成绩良好,19.05%的学生成绩中等,呈正态分布,整体课程评价体系合理。

从自评达成度分析看,学生自评达成度与课程目标达成度存在差距。根据课程目标1和2,学生自评达成度略低于实际课程达成度,仍需对课程进行相应改进,注重对学生平时动手能力的提高和基础材料性质理解能力的提升。持续改进方法包括:一是针对学生的共性问题开展专题讲解;二是增强课程实践性,对关键建筑材料的实验方法进行针对性讲解;三是结合当今相关材料研究前



沿,讲解不同土木工程材料的优势与劣势,拓宽学生视野;四是结合工程实际案例,对不同工程项目采用的不同材料优选方案进行对比教学,增加课程的应用性。

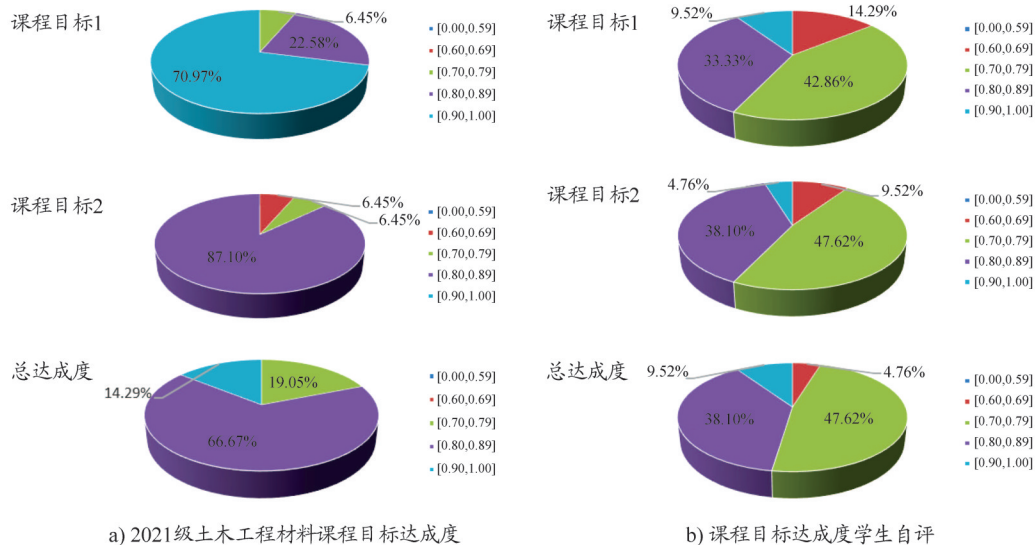


图3 a) 2021级土木工程材料课程目标达成度;b)课程目标达成度学生自评

#### (六) 课程思政融合方法探索

传统的课程思政融合方法较为简单,主要依赖于理论讲解,缺乏实践操作,难以让学生将理论知识运用到实际生活中,学生的学习兴趣 and 参与度不高。将课程思政与研究性自主学习联系起来可提高学生的参与度,激发学习兴趣。通过本次课程发现可以从以下方面进行改进。

(1)文献阅读融合思政教育:在文献阅读中,将课程思政融入文献阅读。例如选取与社会发展、国家政策等相关的研究课题,让学生在理解文献的研究动机过程中,了解社会问题,体现出课程思政的教育目标。例如,在水泥与辅助胶凝材料这一章中,教师将思政元素设置为“双碳”目标,以此来引导学生关注环境保护和可持续发展。在课程中,教师介绍辅助胶凝材料和新型碳酸钙胶凝材料等。这些材料具有低碳排放、高强度、使用便捷等优点。教师通过精选的低碳胶凝材料方面的文献,让学生课后自主学习低碳胶凝材料的研究背景和动机,详细了解低碳胶凝材料的制备方法、性能特点、应用范围等知识。通过学习低碳胶凝材料的理念和技术,更加关注环境保护和可持续发展。

(2)研究报告融合思政教育:研究报告环节要求学生在撰写研究报告时加入一定的研究背景和研究动机,同时,增加部分思政元素。例如,在研究型自主学习环节,教师精选了关于混凝土耐久性相关的文章,比如混凝土的冻融循环,氯离子侵蚀等方面的基础文献,让学生阅读文献并撰写报告,了解在混凝土的设计和使用过程中需要注意优化配合比和使用优质的原材料,并且进行混凝土的细致保养和维护,以确保它的质量和耐久性,增强土木工程师的使命感。

(3)课堂讨论融合思政教育:在课堂上,组织学生进行课堂讨论,让学生交流自己的观点和看法。通过讨论,树立坚定的环保意识。教师重点分享混凝土制备中的固废利用,并给学生提供相关文献进行学习和讨论。具体而言,文献包括再生混凝土、城市垃圾焚烧底灰利用等内容。通过这些案例,学生在课内讨论中可以发掘工程建设中实现可持续发展的路径,减少工程建设对环境的影响,以及如何更好地利用资源。学生在课堂讨论的过程中了解固废在土木工程材料研究中的重要性,进而更加坚定了环保意识。通过课程讨论,学生更加深入地了解了环保的重要性。

通过以上方法,可以将课程思政与研究型自主学习联系起来,提高学生的综合素质和思想道德水平,同时也能够提高教学效果和教育质量。

## 四、结语

在土木工程材料课程改革中提出基于BOPPPRS新型教学理念的研究型拔尖人才培养模式和土木工程材料课程的教学方法,整合线上慕课平台和线下资源,创造一个灵活互动的深度参与型研究式自主学习环境。该模式基于研究性主动学习的原则,并涉及多种教学策略,如慕课课堂、批判性阅读、研究案例讲述、课程报告、在线测验等。同时,讨论了在土木工程材料背景下实施思政教育的新方法和新技巧。基于混合式教学的BOPPPRS新模式可以为该课程的教师提供宝贵的经验,以提高教学效率。

### 参考文献:

- [1] 吴萌,施鑫,薛维培,等. 基于思维导图与翻转课堂的土木工程材料课程教学改革研究[J]. 福建建材,2023(2):105-107,89.
- [2] 杨宇,张筱逸. 新工科背景下土木工程材料实验教学改革探索[J]. 福建建材,2023(1):110-111,118.
- [3] 夏宇,郭范波,梅华. 基于CDIO-OBE模式的土木工程材料实践教学改革探讨[J]. 科教导刊,2022(14):101-103.
- [4] 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.
- [5] 于森,于学生,谷丹丹. 基于OBE教育理念下的线上线下混合教学模式改革研究——以“土木工程材料”课程为例[J]. 广西城镇建设,2021(11):139-141.
- [6] 李安海,周咏辉. 面向智能制造的新工科课程教学改革与探索——以“增材制造工艺与材料”课程为例[J]. 教育教学论坛,2022(44):62-65.
- [7] 张敏,黄奕森,何春保,等. 基于情境创设的3+2探究式教学改革研究及实践——以土木工程材料课程为例[J]. 高等建筑教育,2022,31(4):136-143.
- [8] 陶红菲,张无敌,王国鸿. 基于BOPPPS的安全工程CAD课程混合式教学改革探析[J]. 科技风,2023(17):131-133.
- [9] 张磊,陈秋,毛东东,等. 基于OBE理念的药剂学混合式教学模式探索[J]. 教育现代化,2019,6(A4):110-112.
- [10] 徐礼华,池寅,刘素梅,等. 基于MOOC的混凝土结构课程混合式教学设计与实践[J]. 高等建筑教育,2022,31(5):118-125.
- [11] 丁研. 新工科背景下智能建筑课程创新思考与实践[J]. 高等建筑教育,2023,32(3):56-62.
- [12] 田仕,李旭巍,魏明华,等. 高等院校工科专业拔尖创新人才培养体系探究——以武汉理工大学材料学院创新能力“金字塔”培养体系为例[J]. 科技创业月刊,2016,29(4):73-75.
- [13] 张小宁,陈珍玉,梁健威,等. 基础生物化学双语课程翻转课堂教学模式的探索与实践[J]. 蚕学通讯,2019,39(3):49-54.
- [14] 周亚齐,蔺琳. 智媒时代新闻传播专业“BOPPPS+工作坊”产教融合协同培养机制研究[J]. 传播与版权,2023(11):102-105.
- [15] 徐峰悦,陈霖,周廷. 基于BOPPPS模式的专业课程翻转课堂与育人探究[J]. 科技风,2023(16):130-132.
- [16] 卢莉,陈璇. 计算机实操类课程基于BOPPPS模型的混合式教学研究[J]. 办公自动化,2023,28(12):28-30.
- [17] 贾方方,孔德成. 土木工程材料课程思政教学改革初探[J]. 科学咨询(科技·管理),2022(9):179-181.
- [18] 郝丽娜,李盼盼. 新工科背景下“土木工程材料”课程思政教学路径研究[J]. 教师,2023(9):12-14.
- [19] 张微,平婧. 混合式教学与思政融合在教改中的探索——基于“固体废物处理与处置”课程[J]. 教育教学论坛,2022(43):145-148.
- [20] 张雄,张喻,侯向锋,等. 基于超星学习通的BOPPPS混合式教学模式探索与实践——以湖北师范大学半导体物理课程为例[J]. 湖北师范大学学报(自然科学版),2023,43(2):108-113.
- [21] 辛华,曲金桥,汲泓. 基于BOPPPS教学法的诊断学课程线上线下混合教学模式的研究[J]. 中国中医药现代远程教育,2023,21(11):25-28.
- [22] 谭海军,张家祯,潘春跃. 建筑节能材料综述[J]. 建筑节能,2009,37(5):49-53.

- [23] 丁宁. 混凝土孔结构与强度关系模型的综述[J]. 低温建筑技术, 2014, 36(4): 19-21.
- [24] 李淑红, 王立成. 多孔建筑材料毛细吸水过程研究进展综述[J]. 水利与建筑工程学报, 2010, 8(6): 16-20.
- [25] 朱本清, 余红发, 巩旭, 等. 除冰盐冻融作用下混凝土界面粘结强度与界面过渡区细观力学性能的关系[J]. 材料导报: 1-18.
- [26] 丁杨, 周双喜, 王中平, 等. 屋面保温材料研究现状及应用综述[J]. 化工新型材料, 2017, 45(10): 17-19.
- [27] 陈瑜, 吴学毅. 路面多孔水泥混凝土制备技术研究综述[J]. 混凝土, 2009(7): 123-126.
- [28] 雷玥, 杨寒羽, 张宇, 等. 多孔建筑材料热湿物理性质测试方法与现状综述[J]. 建筑科学, 2021, 37(2): 165-173, 184.
- [29] 徐一, 董江峰, 清远, 等. 冻融对碳纤维管约束玄武岩纤维再生混凝土短柱受力性能影响[J]. 建筑结构学报, 2022, 43(S1): 98-105.
- [30] 余亮, 傅平丰, 邓威, 等. 联合活化多元辅助胶凝材料对蒸养混凝土性能的影响[J]. 硅酸盐通报, 2022, 41(9): 3059-3067.
- [31] 夏瑞杰, 刘猛, 王海龙. 高贝利特硫铝酸盐水泥的研究进展[J]. 建筑技术, 2021, 52(11): 1381-1385.
- [32] 沈鑫, 郭随华, 李文伟, 等. 低热硅酸盐水泥水化及性能研究现状[J]. 硅酸盐通报, 2023(2): 383-392.
- [33] 周登峰, 杨瑞东, 罗朝坤, 等. 不同掺料对磷石膏基胶凝材料影响的研究进展[J]. 矿产与地质, 2021, 35(3): 586-595.
- [34] 樊祺, 杜红秀, 赵壮. 辅助胶凝材料对预应力高强混凝土管桩强度及工艺的影响[J]. 硅酸盐通报, 2021, 40(8): 2591-2599.
- [35] 范昭昂, 李秋义, 郭远新, 等. 矿粉与粉煤灰对高贝利特硫铝酸盐水泥水化和强度的影响[J]. 混凝土, 2023(2): 105-108, 113.
- [36] 阎培渝, 陈炜一, 杨剑. 硅酸盐水泥的细度对其水化过程和力学性能的影响[J]. 水泥, 2023(1): 1-5.
- [37] 田艳超. 石膏基复合胶凝材料的研究进展[J]. 建材发展导向, 2020, 18(4): 7-10.

## The exploration of curriculum reform and top talents training based on mixed teaching and new concept of BOPPPRS: taking civil engineering materials course as an example

YU Qingliang<sup>1</sup>, CHEN Yuxuan<sup>1</sup>, WANG Zixiao<sup>2</sup>, LI Shaohua<sup>1</sup>

(1. School of Civil Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, P. R. China; 2. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, P. R. China)

**Abstract:** Under the background of emerging engineering education, traditional teaching methods can no longer meet the needs of college students for higher-level knowledge, and the demand for research-oriented teaching content in undergraduate teaching is becoming increasingly strong. Therefore, a new teaching concept based on BOPPPRS is proposed, which integrates some deep and broad research elements (R-research) into class teaching, providing effective ideas for the cultivation of future research-oriented top talents. With the rapid development of information technology, traditional blackboard teaching can no longer meet the needs of contemporary students. Online and offline mixed teaching mode can better meet the growing diversified learning needs of students. This paper discusses how to carry out teaching reform and top-notch talent training of the civil engineering materials course based on the combination of online and offline teaching and the new concept of BOPPPRS, and optimize the design of the BOPPPRS concept from the aspects of course design, teaching method, and evaluation system. Finally, by strengthening ideological and political integration, the content of environmental protection and dual-carbon policy in civil engineering materials is organically integrated into teaching to improve the ideological and political level of top talents.

**Key words:** civil engineering materials; mixed teaching; BOPPPRS teaching mode; research-oriented teaching; top talents training; integration of ideological and political education

(责任编辑 邓云)