

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.06.014

欢迎按以下格式引用:张颖,夏风敏,薛慧中.辅修土木工程专业课程教学困难调研与对策——以混凝土结构课程为例[J].高等建筑教育,2023,32(6):112-119.

# 辅修土木工程专业课程教学困难 调研与对策 ——以混凝土结构课程为例

张颖,夏风敏,薛慧中

(山东建筑大学土木工程学院,山东 济南 250101)

**摘要:**土木工程专业(结构工程方向)要求毕业生具备扎实的结构设计理论和一定的工程实践应用能力,对于双学位辅修学生存在时间紧、任务重、学习难度大的问题。混凝土结构是典型的理论和实践并重的专业课程,以其为例对辅修专业课程教学中存在的困难进行学术调研,并提出改进对策与建议。调研发现,目前存在辅修学生已修课程基础偏弱、不同专业学生可利用时间难统一、单次课时易导致师生疲劳,以及学生重修难度大等问题。因此,建议教师在理论知识讲解时应注重生动性和可回顾性,可配合网络课程以及相关试验和动画视频。此外,应更加注重实践能力培养,合理安排理论授课和实践教学时间,加强工程应用实例和工程事故案例讲解,提升学生分析和解决问题的能力,培养职业责任感。

**关键词:**辅修土木工程;专业课程;混凝土结构;教学调研;改进对策

中图分类号:G642.421

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2023)06-0112-08

近年来,为满足新时代国家和社会建设对交叉型高层次人才的需求,通过双学位教育培养合格的具备跨学科专业知识的复合型人才已成为重要的模式之一,并得到广泛实践<sup>[1]</sup>。工程领域内,将土木工程专业作为第二学位辅修的学生多来自建筑学、工程造价和工程管理等交叉度相对较高的专业。有效掌握土木工程专业知识有助于学生理解和应用专业知识,正确处理土建结构与主修学科之间的关系,深刻理解交叉学科之间的内在联系。

土木工程是一门实践性很强的学科,以工程力学类科目为基础,要求学生掌握结构设计和施工等相关知识,具备解决工程问题的能力<sup>[2]</sup>。混凝土结构、钢结构和砌体结构等专业课程不仅注重学生对理论知识的理解和掌握,而且重视实践能力的培养<sup>[3]</sup>。针对这类理论与实践并重课程,为了获得良好的教学效果,近年来已提出了多种改革方案<sup>[4-6]</sup>,例如:将仿真分析动画和工程应用实例引

修回日期:2021-08-12

作者简介:张颖(1987—),女,山东建筑大学土木工程学院讲师,博士,主要从事混凝土结构研究,(E-mail) zhangying18@sdjzu.edu.cn。

入课堂、采用助教制度和双语教学、鼓励学生参与科研项目和竞赛,以及结合国家规范条文要求进行讲授等。然而对于辅修学生,这类专业课程不仅要求高、难度大,学习时间需与主修课程协调是最主要的挑战,因此常规的课堂教学模式不完全适用于辅修专业课程教学。目前针对辅修土木工程专业课程的教学调研非常少,也缺乏相应的改进对策供参考。为了在有限的授课时间内进一步提高辅修专业课程的教学质量,以土木工程专业核心教学内容混凝土结构为例,对辅修课程教学状况进行调研,充分考虑辅修学科特点和学生学习中的困难,有针对性地提出了改进对策和教学建议。这些对策也适用于钢结构、砌体结构和基础工程等理论与实践并重专业课程的辅修课程教学。

## 一、辅修土木工程专业课程教学困难调研

混凝土结构课程包括混凝土结构原理和混凝土结构设计,其任务是使学生掌握钢筋混凝土结构和构件的基本理论和设计方法,培养学生的计算分析、概念设计及解决实际工程问题的能力。课程共9学分,包括118学时理论教学、6学时试验课程和为期两周的课程设计。对2018—2020三年混凝土结构辅修课程教学期间的学生学习情况和遇到的困难进行调研,具体内容包括学生主修专业分布状况、已修科目学习状况、课堂学习状态、学习难点分布及重修情况等。调研发现主要存在以下问题。

### (一) 主修学科分布范围广,学生基础差别大

对三年间共计105名辅修土木工程专业的主修学科进行统计,结果如图1所示。学生分布于20余个主修专业和班级,主要来自工程管理专业,占比接近20%,其次为工程造价专业、机械类专业和材料类专业,均超过10%,文科类专业占比最少。土木工程专业与工程管理、工程造价专业的学科融合度高,对于主修专业学习和未来就业或进一步深造具有促进作用,因此最受学生欢迎。该类专业与土木工程专业有较多相同或接近的基础课程,如工程制图、工程材料、材料力学、结构力学和建筑结构等,选择辅修土木工程专业难度相对较低。而工商类、信息科学类,以及其他理科专业、文科类专业与土木专业交叉内容较少,相近的专业基础课较少,学生学习难度较大。调查发现,这些专业接近一半学生在辅修过程中由于课业繁重、难度大而无法坚持到最后;因此建议大一主修学科成绩位于专业前20%且学有余力的学生选择辅修,且主修专业同为土木类的学生学业相对较轻松。

### (二) 学习时间紧张且难统一,学生课业重

辅修学生须在主修专业完成前修完所有辅修课程,才能同时拿到主修和辅修专业学位证书,因此相当于在相同修学年限内完成普通学生两倍的学习量。而辅修课程教学只能安排在不同专业学生的公共课余时间。对2020—2021第1学期辅修土木工程专业学生的课余时间进行调研,结果如图2所示。可以看出,学生主修专业几乎涵盖所有正常上课时间,公共课余时间仅剩少量正常上课时间、周末和寒暑假。如何充分利用公共的主修课余时间进行辅修课程教学,并在其余非统一课余时间安排好课下学习是辅修课程安排的难点。调查还发现,由于学生主修专业不时会安排集中实习和课程设计等实践活动,辅修课程出勤率在80%左右,远小于常规课程出勤率;因此,如何给缺课

的学生补课,使其赶上教学进度也是需要解决的问题。

### (三) 单次课时长,师生易产生疲劳

为了不全部占用师生的假期时间,周末和寒暑假的辅修课程通常采用半集中模式,即单次课时为4学时。以混凝土结构原理为例,该课程共76学时,为了不与主修课程期末考试时间冲突,通常需要在14周内完成全部教学任务,平均每周安排6学时,一般每周末安排一次4课时教学。若单纯进行理论授课,第3节课时部分学生便出现注意力不集中的现象,第4节课时学生和教师均明显疲劳,学生接受能力下降,高强度的授课也对教学质量产生一定影响;因此,对于混凝土结构这类理论和实践性较强的课程,如何改进授课方式保证连续4节课的高质量教学,是需要解决的另一个问题。

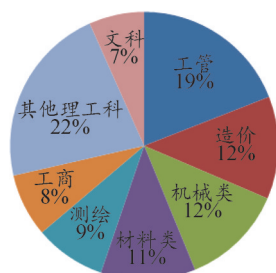


图1 学生主修专业分布状况

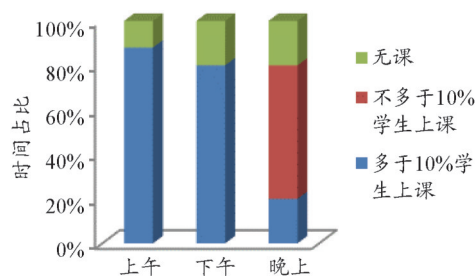


图2 学生上课时间分布状况

### (四) 学生成绩分布偏低,重修难度大

2018—2020年(2017—2019级)辅修学生的混凝土结构期末考试成绩分布如图3所示,可以看到,成绩普遍偏低,平均成绩仅64.5,不及格率高。此外,缺考人数占比较大,表明放弃辅修学生较多。不及格学生在课程重修时,由于学习任务更加繁重,往往仍难以及格。而且由于已修科目成绩偏低,基础不够扎实,导致后续课程的学习难度加大,如此形成恶性循环,更有甚者慢慢丧失学习信心,中途放弃辅修,甚至影响主修课程的学习;因此,如何安排好不及格学生的重修学习,提高其学习自信心,巩固好已修课程,是需要解决的又一个问题。

### (五) 实践应用能力差,职业责任感不足

混凝土结构课程中设有试验项目和课程设计,主要锻炼学生的动手能力和工程应用能力,这两项单独考核。除此之外,期末考试中设置基本概念、理论理解和综合计算三类题目,主要考查学生对于理论知识的理解和应用能力。混凝土结构原理注重基础知识理解,采用闭卷形式考核;混凝土结构设计注重专业知识应用,采用开卷形式。对单独考核项及各类题目的得分率进行统计,如图4所示。可以看到,辅修学生对于试验课程、课程设计、基本概念和理论理解类题目掌握较好,得分率均超过60%,但是对于综合计算掌握较差,得分率仅50%。试验课程和课程设计作为实践环节,相对更加生动,学生参与度高、兴趣大,考查结果表明学生对该类题目掌握较好。在理论课学习中,基本概念题相对简单,采用填空和简答题型进行考核;理论理解和综合应用是主要考查内容,采用简答和计算题的方式进行,分数占比最大。试卷得分分布状况表明,大多数学生能够正确理解相关理论,但工程思维还较欠缺,灵活和综合运用理论知识的能力缺乏,遇到稍微复杂的工程问题时往往无法正确解读并运用相关理论进行综合分析。综合计算类题目得分率较低的另一个原因为学生细

心程度不够,考虑问题不够全面或计算过程中出现差错。此外,个别学生抱有及格便好的心态,对于难度较大的综合计算题产生懈怠心理,放弃解答或者随便做做了事;因此,如何提高学生综合运用理论知识解决实际工程问题的能力,并培养学生的职业责任感,也是亟待解决的问题。

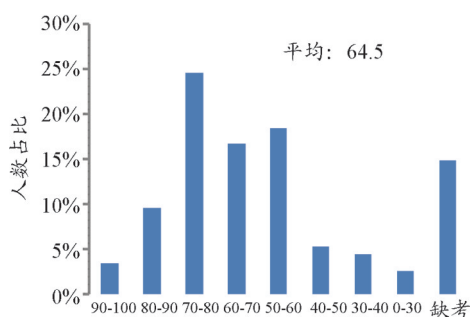


图3 期末考试成绩分布状况

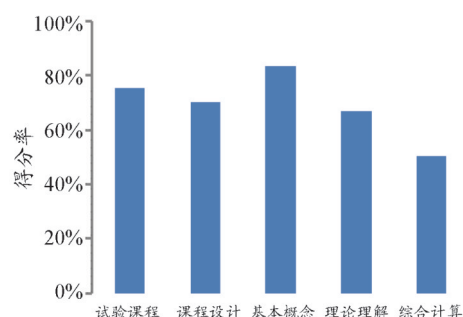


图4 不同类型知识得分率分布状况

## 二、辅修土木工程专业课程教学改进对策和建议

与常规土木工程专业课程教学相比,辅修学生来源于不同主修学科,学习基础不一致、课程学习时间异常紧张、学习困难更大,为此,对理论与实践并重型辅修专业课程的授课方式提出改进对策和教学建议。

### (一) 教学过程中加强工程实践应用能力培养

调研发现,学生对于综合应用类计算题掌握较差,而混凝土结构课程对于实践能力要求非常高,学生在理解理论知识的同时,还需要掌握材料、施工、构造等工程实践知识<sup>[7]</sup>;因此,教学过程应更加注重如何将理论知识运用于解决实际问题,合理安排理论讲解和实践练习时间,适当加强例题讲解和课后习题训练。此外,在讲解过程中还应合理引入工程应用实例,根据工程背景提出问题并提升至理论层面,最后解决工程问题,使理论知识学有所需,学有所用。例如,在连续4节课堂授课中,前3节用于理论知识讲解,最后1节可通过例题讲解回顾刚学到的知识以及进行习题训练,抑或进行工程应用实例和工程事故讲解,加深学习效果。

此外,针对学生在考试时逃避综合应用类题目的问题,可以对该类题目设置独立的及格线,单独考核,从而提高学生对实践应用能力培养的重视程度,督促学生运用理论解决工程实际问题。

### (二) 结合工程案例和动画视频讲解增加趣味性

由于辅修课程单次课时长,学生和教师难以保持注意力长时间高度集中。针对该问题,在讲解前可引入计算机仿真动画、试验视频和工程案例,让学生围绕如何解决问题去听课,从而激发学习兴趣,保持注意力高度集中。例如:利用有限元软件模拟结构加载过程,并将计算结果做成动画展示;播放弯、剪、压、扭等基本受力构件的试验加载视频,以及汶川地震中大批量建筑倒塌<sup>[8]</sup>、福建泉州欣佳酒店施工坍塌事故<sup>[9]</sup>、佛罗里达公寓整体倒塌事故<sup>[10]</sup>、纽约世贸中心双子塔连续倒塌事件<sup>[11]</sup>等一系列结构破坏案例。

此外,为了提高学生的学习兴趣,也可将教学楼和周边建筑中的梁、板、柱等结构构件作为工程实例进行讲解,使书本知识更加立体、形象。



### (三) 利用网络资源和课程录播提供复习资料

辅修学生的主修专业实习或课程设计等集中实践环节有时与辅修课程教学时间冲突,落下的课程难以通过自学完成。部分辅修学生第二专业基础偏薄弱,甚至前期力学类基础课程出现不及格现象,导致混凝土结构课程学习难度加大。此外,学生预习和复习时间不充足,单纯利用课上时间难以完全吸收和消化;因此,推荐慕课、智慧树、b站等网络平台相关学习资源供学生自习,查漏补缺,通过不同教师的授课加深对新知识的理解和记忆。例如:同济大学顾祥林教授在慕课平台上主讲的混凝土结构原理国家级精品课程和山东建筑大学混凝土结构教学研究室在智慧树平台创建的混凝土结构原理线上课程均是学生课后学习的宝贵资源。此外,还可在课堂上通过腾讯课堂同步录制,让请假的学生利用课余时间自学,赶上教学进度。

### (四) 通过工程案例讲解加强职业责任教育

土木工程建设活动中蕴含着引发社会矛盾的潜在风险,由工程质量不佳引发的群体事件屡见不鲜,因此在教案设计中应融入适当的情感价值等思政教学目标<sup>[12]</sup>。将思政元素有机融入专业课堂教学,是土木工程专业教师的新挑战<sup>[13]</sup>。调研发现,辅修学生对于实际工程问题考虑往往不够全面或者计算过程中出现低级错误,一方面反映了基础知识不够扎实,另一方面也反映出学生的态度不够认真;因此,应更加注重思政教学,并设法将其融入专业课程教学过程中。例如:在理论教学中引入工程事故案例,向学生展示建筑结构的设计和施工质量关乎人们的生命财产安全,任何一个微小失误都可能导致严重的后果,以此培养学生严谨端正的治学态度,加强学生的职业责任感教育。此外,在授课过程中还要引入《混凝土结构设计规范》中的相关规定和要求,使学生熟悉结构工程师在实际工程设计时应遵循的标准,明确其职业责任。

### (五) 选拔优秀研究生作为助教随时答疑解惑

一方面辅修课程课堂学习时间紧张,几乎每节课均有学生请假,且学生基础偏薄弱;另一方面主讲教师一般工作较忙,难以保证随时为学生答疑解惑或为请假学生补课。针对这一问题,除了借助网络平台和课程录播外,还可选拔部分优秀且有兴趣的在读研究生担任课程助教,及时解答学生在学习过程中遇到的问题,协助主讲教师进行习题训练和作业批改。通过担任助教可以有效锻炼学生的表达和沟通能力,加深对专业知识的理解。

此外,在调研过程中还发现,辅修学生公共课余时间少,但多数学生的晚自习时间仍有空闲,因此可以充分利用这部分时间由助教进行课后习题训练和讲解。考虑学生之间的学习差异,可不考核出勤率,仅对在学习中遇到困难的学生进行辅导。

### (六) 改进后辅修专业课程教学方式总结

针对辅修学科特点和学生学习中遇到的困难,对混凝土结构等理论与实践并重专业课程的教学提出了一系列改进对策和建议,改进后的教学步骤如图5所示。围绕某一知识点,首先引入工程应用实例和工程事故案例,据此提出相关工程问题,并进行思政教育;然后通过试验课程(条件不允许时可采用试验视频或虚拟仿真动画)使工程问题理论化;再通过幻灯片结合板书进行理论知识讲解和计算公式推导,并针对理论运用进行计算例题讲解,推荐相关网络学习资源;最后通过习题训练和问题讨论完成理论知识到工程实践的转化。

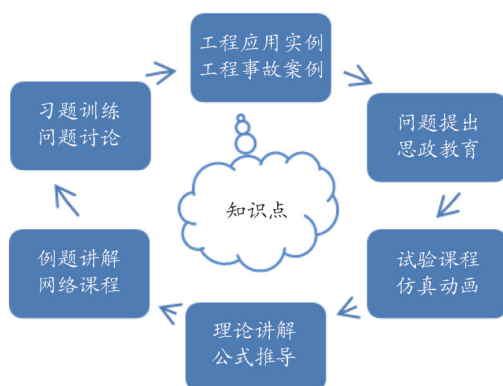


图5 改进后课堂教学方式

### 三、辅修专业课程改进后的教学案例

以混凝土结构原理第四章受弯构件正截面承载力计算的第一部分内容单筋矩形截面受力性能和承载力计算为例,介绍辅修专业课程教学改进的实施方案。本节涉及混凝土结构中第一种主要受力构件的分析和计算,是后面其余类型受力构件学习的基础,共8个学时,包括5个学时理论讲解、2学时试验课程、1学时习题课,总学时数与常规土木工程专业课程学习时长一致。教学内容和方式如图6所示,主要教学步骤如下。

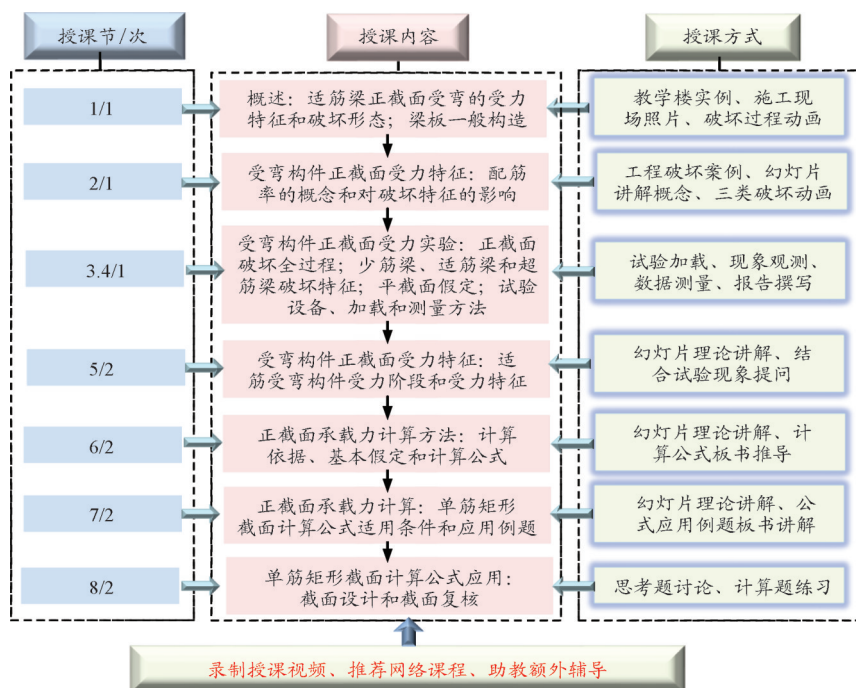


图6 教学方案示意图

第一节课:以教学楼为例,与学生讨论建筑物中哪些基本构件是受弯构件,并将施工现场梁、板的钢筋布置和做法通过幻灯片进行展示,使学生了解其一般构造。将钢筋混凝土梁受弯加载的破坏和应力发展过程(伴有力-位移关系曲线发展)做成动画,作为引入该章节理论学习的基础,然后对每一破坏阶段进行解读,使学生初步掌握适筋梁正截面受弯的受力特点、受力过程及破坏形态。

第二节课:将借助网络搜集的受弯构件破坏案例整理并展示,讨论破坏产生的原因,并由事故案例后果引出职业责任教育。通过幻灯片讲解混凝土保护层、截面有效高度和配筋率等概念和作用。将少筋梁、适筋梁和超筋梁的破坏过程做成动画进行展示,使学生掌握三种破坏形式的破坏特征和形成条件。

第三、四节课:学生在老师的指导下分组进行试验加载,观察试验现象,并进行试验数据记录和处理,撰写试验报告,直观掌握受弯构件破坏类型和破坏过程。

第五节课:详细讲解适筋梁各受力阶段和受力特征,随时对实验课中观察到的试验现象进行提问,加深理解和记忆。

第六节课:通过幻灯片以单筋矩形截面为例,进行正截面承载力计算依据和基本假定讲解,并结合板书推导承载力基本计算公式。

第七节课:通过幻灯片推导承载力计算公式的适用条件。采用板书进行例题讲解,使学生掌握如何将计算公式运用到工程问题的解决中,巩固所学理论知识。

第八节课:复习该章节的重要概念、理论和计算公式,并讨论教材<sup>[14]</sup>中相关思考题和练习计算题,强化所学知识。

授课过程中录制视频,并推荐慕课同济大学和智慧树上本校教师讲授本节课程的网址和视频,方便学生复习及请假学生自学,同时每周一节晚自习由助教对缺课和学习有困难的学生进行辅导。

## 四、结语

本文对辅修土木工程专业课程教学状况进行调研发现,辅修学生来源于多个主修专业,学习时间异常紧张且难以统一,使得辅修课程教学比常规教学更加困难。针对调研中发现的单次课时长师生易疲劳、学生已修课程基础偏弱、实践应用能力和思政教育欠缺、学生重修难度大等问题,提出了以下改进对策和教学建议。

(1)针对辅修专业学生综合应用能力偏弱的缺点,教学过程中需加强实践应用和计算能力培养,合理安排理论授课和习题训练时间;可以在试卷中单独设置应用类题目及格线,督促学生加强该部分学习。

(2)为充分利用辅修课程课上学习时间,激发学生的学习兴趣,提高学生的注意力,教师在理论知识讲解时应更注重生动性,可以结合相关试验和仿真动画视频进行讲解,加深学生理解和记忆。

(3)针对辅修学生专业基础偏弱和无法保证出勤率的问题,可结合慕课和智慧树等学习平台的网络课程讲解,或录制授课视频供学生课后复习。采用助教制度为学生答疑解惑和学业辅导。

(4)除正常试验课程和课程设计外,还可借助网络文献资料进行工程应用实例和工程事故案例讲解,提高学生将理论知识转化为分析问题和解决问题的能力,并培养其职业责任感。

### 参考文献:

- [1] 张立山,董艳英,刘明远. 土木工程本科专业开设工程管理辅修专业的探讨[J]. 职业时空, 2012, 8(10):85-87.
- [2] 高等学校土木工程专业指导委员会编制. 高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2002.
- [3] 丁选明,陈志雄,仇文岗,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.
- [4] 刘素梅,徐礼华,池寅,等. 混凝土结构基本原理教学方法创新与实践[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(6):68-71.

- [5] 冯然,刘佳睿. 混凝土结构基本原理创新教学方法与实践[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(4):72-77.
- [6] 刘学春,白正仙,朱涛,等. 钢结构原理教学内容和教学方法的探讨与实践[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(4): 101-108.
- [7] 董伟,徐博瀚,王立成. 工程事故案例分析在钢筋混凝土结构课程中的引入与运用[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(3): 47-50.
- [8] 清华大学,西南交通大学,北京交通大学土木工程结构专家组. 汶川地震建筑震害分析[J]. 建筑结构学报, 2008, 29(4): 1-9.
- [9] 唐泽明. 基于泉州欣佳酒店坍塌事故的钢结构设计安全性分析[J]. 建筑工程与管理, 2020, 2(4):7-9.
- [10] Lu X Z, Guan H, Sun H L, et al. A preliminary analysis and discussion of the condominium building collapse in surfside, Florida, US, June 24, 2021[J]. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, 2021, 15(5): 1097-1110.
- [11] Patrick X. W. Zou, 唐嘉敏, 季静. 关于纽约世界贸易中心双子塔倒塌的分析和教训[J]. 地震工程与工程振动, 2006, 26(3): 31-33.
- [12] 卢黎,谢强,朱正伟,等. 工科专业课课程思政教学方案设计探索与实践——以土力学课程为例[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(3): 108-113.
- [13] 徐腾飞,杨成,赵人达,等. 土木工程专业课程思政的融入路径——以混凝土结构设计原理为例[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(1):182-189.
- [14] 沈蒲生,梁兴文. 混凝土结构设计原理[M]. 5版. 北京:高等教育出版社, 2019.

## Teaching difficulties and solutions for major courses study of students minoring in civil engineering: taking concrete structure course as an example

ZHANG Ying, XIA Fengmin, XUE Huizhong

(School of Civil Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, P. R. China)

**Abstract:** The major of civil engineering (structural engineering) requires graduates to have adequate knowledge concerning structural design and a certain level of engineering practical application ability. For students minoring in civil engineering, there are issues such as tight schedules, heavy tasks, and high learning difficulty. An academic investigation on the difficulties encountered in minor course teaching has been conducted and solutions are proposed. During the investigation, the concrete structure course, which values both theory and practice, is taken as an example. It is shown that the theoretical foundation of students taking minor courses are weak, the teaching time for students from different majors is difficult to arrange, prolonged class may lead to fatigue of teachers and students, and it is difficult for students to catch up if they fail in the exam. Therefore, lecturers should pay attention to the vividness and retrospectivity of theoretical knowledge teaching, which can be realized through experiments, animation videos and online courses. Moreover, the cultivation of practice ability should be highlighted. The teaching time for theoretical knowledge and engineering practice should be reasonably planned. Case study of engineering application examples and accident cases can be carried out to develop the problem-solving ability and professional responsibility of students.

**Key words:** minoring in civil engineering; major course; concrete structure; teaching investigation; solution

(责任编辑 梁远华)