

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2024.06.014

欢迎按以下格式引用:陈炜昀,黎学优,林凯荣,等.面向土木、水利与海洋工程专业的基础工程教学改革研究探索[J].高等建筑教育,2024,33(6):107-112.

面向土木、水利与海洋工程专业的 基础工程教学改革研究探索

陈炜昀,黎学优,林凯荣,黄林冲

(中山大学土木工程学院,广东 珠海 519082)

摘要:基础工程作为传统土木工程专业的核心基础课程,已经广泛应用于海洋、水利、交通、能源、环保等领域。为了让基础工程课程内容更好地满足社会和行业的需求,结合中山大学基础工程课程的实际情况,吸纳国内外高校的先进教学理念,进行了基础工程课程的教学改革研究探索。教学内容方面,丰富和拓展教学内容的同时,对核心内容进行必要的精简;教学方式方面,重视工程实践教学和虚拟仿真教学的有机结合;考核方式方面,在改进传统笔试的基础上,通过课程设计全面锻炼和考查学生运用知识解决实际问题的能力。

关键词:土木、水利与海洋工程专业;基础工程;教学改革;复合型人才

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2024)06-0107-06

随着岩土工程及相关学科不断发展,基础工程课程已经成为传统土木工程专业中一门具有较强理论性和实践性的专业核心课程,是建筑、交通、水利、海洋等各类工程设计、研发、施工、管理的重要理论基础。当前我国基础建设正处于快速发展时期,涉及港口、桥梁、隧道、公路、铁路等众多工程领域,与基础工程学科密切相关,因此,为了更好地适应社会和行业的需求,基础工程课程教学的创新和改革尤为重要。

学者从不同角度对基础工程课程的教学改革做出有益尝试。王东元等^[1]比较了中国与美国基础工程课程的基本内容,概括性地总结了美式教学方法和中式教学方法的异同。于林平等^[2]强调坚持土木工程专业应用型人才的培养目标,以工程实践能力培养为主线,进行基础工程课程教学改革。刘涛^[3]总结了基础工程课程教学现状,提出了找准目标定位、突出专业特色、建设高质量教材、调整课程内容、增加课程学时、理论与实践并重、建设高水平教师队伍等改革措施,尝试在我国高等教育改革的大背景下推动基础工程应用型人才教学改革。冯锦艳等^[4]以提高学生的综合能力为目标,结合特色工程案例、工程实践、研讨型课堂、科研型课堂,构建了完善的理论课程体系,依托岩土大赛形成了创新型实践设计体系,积极推进研究创新型课程教学。洪义等^[5]结合浙江大学的基础工

修回日期:2022-05-12

作者简介:陈炜昀(1986—),男,中山大学土木工程学院教授,博士,主要从事岩土工程研究,(E-mail)chenwy97@mail.sysu.edu.cn。

程教学开展情况,探讨了如何构建“课堂-实验室-工程实践”三位一体教学模式。曹志刚等^[6]从教学内容、教学理念、教学方式、考核方式四个方面,对浙江大学基础工程课程改革进行探索研究,阐述了基础理论和工程案例的拓展、情景激发式教学模式的引入。冯锦艳^[7]详细介绍了北京航空航天大学对标国家一流本科课程“两性一度”要求,推进基础工程线下一流课程建设的过程。李彦龙等^[8]基于成果导向教育OBE(Outcome Based Education)理念,围绕着定义预期学习目标、实现预期学习目标、评价学习产出等方面,提出了以工程应用为导向的教学方法改革措施,构建了具备知识考核和能力考核双重功效的课程评价体系,建立了课程的反馈与持续改进机制,包括课程成绩评价、学生满意度调查和第三方评价。

在新时代背景下,基础工程的应用场景不断拓展,涉及建筑、交通、能源、水利、海洋等重要领域,因此,传统的基础工程教学理念、内容和方式已经无法满足当今社会和行业发展的现实需求。文章结合中山大学基础工程课程的实际教学情况,针对传统教学过程中存在的痛点和难点,分别从教学内容、教学方式、考核方式三个方面提出课程改革与建设的建议,尝试探索更加符合人才培养定位和学科发展方向的教學模式。

一、培养目标与课程特色

中山大学的土木和水利学科有着深厚的历史积淀和学科基础,目前设有土木工程和水利工程两个一级学科硕士点和博士点,2020年获批设立土木、水利与海洋工程本科专业,并成为省级一流专业建设点。中山大学土木、水利与海洋工程专业着眼学科发展前沿,立足国家战略与行业实际需求和区域发展优势,打破学科与行业界限,以“逢山开路,遇水搭桥,入地下海搞建设;治水防涝,固坝修道,建港筑岛为人民”为使命,培养德才兼备、文理兼修的卓越工程人才。

专业的培养方案涵盖了基础设施运维、地下空间工程、海洋土木工程、城市水务、水资源水生态、河海动力过程六个方向的基本知识、理论和技能。如图1所示,基础工程课程作为本专业人才培养的核心课程,以土木工程学院定位的“水-土(岩)-结构”耦合体系的灾变防控共性关键问题为主线,设置了丰富的课程群,体现了“水土交融”的培养理念。

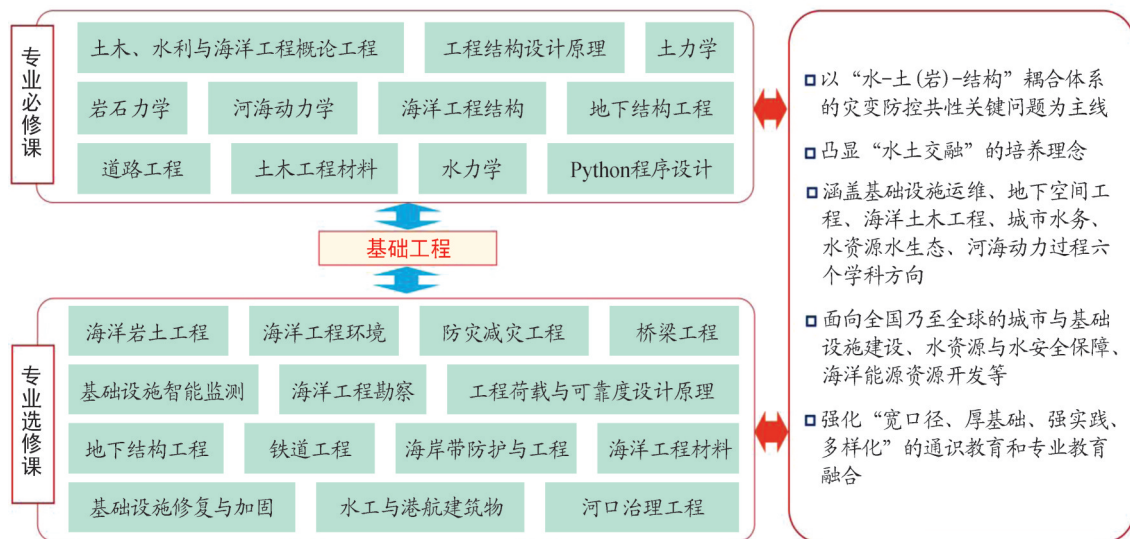


图1 培养方案中与基础工程相关的课程体系与课程特色

二、基础工程课程现状分析

(一) 基础工程课程的新特点

基础工程作为土木、水利与海洋工程专业学生的必修主干课,十分注重理论和实践的紧密结合,课程内容主要包括建构筑物浅基础和深基础、边坡工程、地基处理、地下空间工程等,应用场景从过去的以陆地为主,不断拓展到河口、海岸及深海领域,不仅涉及工程力学、材料力学、弹性力学、岩石力学、土力学、工程地质学等范畴,还涵盖水力学、工程材料、河海动力学等内容,具有明显的学科交叉属性和特点。

(二) 基础工程教学存在的问题

不同高校在基础工程的教学实践中形成了自身的独特风格,部分高校强调基本理论的教学,部分高校偏重工程应用和实践教学。通过对国内外基础工程课程进行调研,发现目前该课程存在如下共性问题。

(1)教学(材)部分内容陈旧。国内外工程技术发展日新月异,新的建筑形式、设计理念、施工方法不断涌现,促使基础工程学科快速发展。传统的基础工程课程往往只针对简单的基础内容,如浅基础、桩基础等,教材中关于新理论和新方法的介绍和推广相对滞后,不能满足现代工程建设快速发展的要求,更无法适应大土木背景下的人才培养需求。

(2)教学方式有限。一方面,传统的教学不能较好地建立“启发与互动式”教学模式,学生缺少学习的参与感和主动性;另一方面,部分高校的基础工程课程教学过于重视课本知识,拘泥于第一课堂,缺乏工程实践,忽视了对学生实际应用能力的培养,这与基础工程课程注重理论结合实践的基本理念不符,更无法实现“宽口径、厚基础、强实践、多样化”的通识教育和专业教育融合。

(3)课程考核过于依赖考试评价。考试评价不能考查学生运用所学知识解决实际工程问题的能力,不能客观全面地评判学生对课程的理解与掌握程度。同时,也不利于培养学生的核心能力。

三、基础工程课程教学改革思路

(一) 课程内容建设的“加与减”

根据土木、水利与海洋工程的专业特色和人才培养定位,课程内容不能局限于传统的基础工程领域,需要在教学(材)内容和教学大纲方面做“加法”,即丰富和拓展教学内容,在保留浅基础、桩基础和地基处理等传统教学核心内容的同时,拓展引入当前建筑、交通、水利、海洋等工程领域的重要理论和技术的最新进展,并给学生补充介绍相关科技成果在海洋强国建设中的应用。

一方面,在基础形式和设计方法上,海洋和陆地的差别较大。以海上风电为例,我国海上风电的开发主要分布在潮间带及近海海域,多采用重力式基础、高桩承台基础、大直径单桩、三脚架式基础、导管架基础等海上固定式基础,如图2所示。在选择风电机组基础型式时,通常要综合考虑风电机组基础使用的海水深度、地质条件、环境条件、加工制造能力、施工装备能力,以及经济等因素。单立柱单桩基础(以下简称单桩基础)是桩(承)式基础机构中应用最为广泛的一种基础型式^[9],一般适用于水深在0~50m内、海床较为坚硬的水域。海上风电机组结构属于典型的高耸结构,单桩基础的竖向抗压、竖向变形较容易满足,而水平变形相对不容易满足,过大变形将严重影响风电机组设备的正常工作,极端情况下甚至会发生单桩基础倾斜、倒塌等严重事故。桩基承载能力计算一般采用《港口工程桩基规范》(JTS167—4—2012)推荐的方法,主要分为轴向荷载能力、水平荷载能力两方面。目前的课程教学主要介绍竖向荷载的影响,需要在教学内容中增加关于水平荷载分析的相

应内容。同时,桥梁工程中的沉井基础和海洋工程中的吸力锚基础的应用越来越广泛,两者有着相似的工作原理,即真空负压下沉,因此,在介绍深基础这一部分内容时,可以拓展相应内容,从传统建筑的桩基础延伸至海洋和交通工程等领域。各个高校在设置拓展内容时,可以有所侧重,以介绍和研讨为主,突出不同高校的地域特色、学科优势、办学特色,并将思政元素融入基础工程课程,发挥“智育”和“德育”双重育人功能。

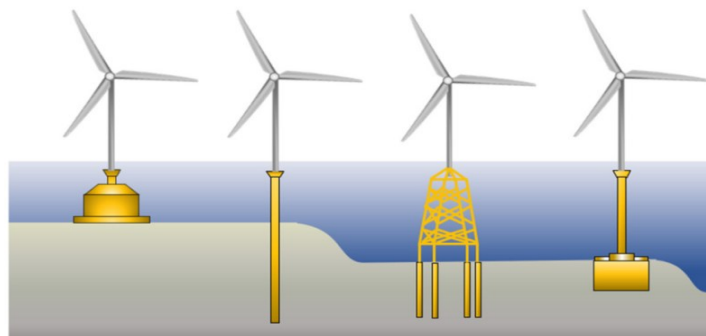


图2 海上风电常用的基础形式:重力式基础、大直径单桩基础、导管架基础、吸力筒基础

另一方面,传统的基础工程课程教材涵盖内容比较广泛,例如,清华大学出版社的《基础工程(第3版)》的内容包括地勘勘察、天然地基上浅基础的设计、柱下条形基础、筏形基础和箱形基础、桩基础与深基础、地基处理、基坑开挖与地下水控制、特殊土地基、地基抗震分析和设计。大部分高校基础工程课程的授课课时有限,仅为32课时(不含课程设计部分),因此,在拓展课程内容范围的同时,必须做“减法”。在充分调研的基础上,结合课程发展特点、社会及行业需求,对课程教材和教学大纲进行改革,删除冗余部分,力求涵盖建筑、交通、水利、海洋等新兴行业的核心专业知识,整体把握课程内容的宽度和深度。针对计算过程过于复杂或与其他课程有内容重复的部分,如土力学、结构力学、混凝土结构,建议学生课后自学。在精简内容时,建议对传统教学中的核心重点内容进行精品化和模块化调整^[10],例如,在地基处理设计知识模块中,结合《建筑地基处理技术规范》,重点介绍换垫层、预压、强夯、复合地基四种常见的地基处理办法,通过引入代表性工程地基处理方案,讲述各类方法的加固机理、适用范围、计算方法。同时,实际工程的设计人员进行计算时,通常是直接使用设计软件,查阅相关设计手册或行业规范,未能深入理解概念。概念是科学原理的内核,土木工程的一些重大失误往往是概念不清所致,因此,教学中不要求学生将过多的精力用于记忆复杂的计算公式和参数取值,教学的重点应是促进学生学习 and 理解公式背后的机理和概念。

(二) 教学方式改进的“实与虚”

基础工程课程强调理论与实践相结合,不能过于关注课本的理论知识而脱离工程实践的背景,应尤其重视实践,此乃教学方式的“实”。首先,坚持开展案例教学,将工程实例作为教学材料的重要部分,以问题为导向,通过讨论、问答等师生互动过程,让学生深入了解与教学主题相关的基本原理和计算方法,培养学生解决实际工程问题的能力;其次,积极争取条件开展情景式教学,带领学生进入施工现场参观实际工程,通过近距离观察和交流,有效地帮助学生理解课本中晦涩的知识点;最后,坚持第二课堂和第一课堂的融合,邀请具有丰富实践经验的企业设计管理人员参与教学,工程一线人员带来的工程实例往往比课本教学更生动,更容易激发学生的学习热情。例如,中山大学土木工程学院定期开展“海琴一号”卓越工程师讲座,邀请港珠澳大桥管理局总工程师、深中通道管理中心总工程师等行业知名专家分享工程建设的理念和经验,培养学生责任感和工匠精神。

但是,基础工程课程实验教学中的部分内容,如桩基静载试验等,试验成本高昂,且现场参观具有一定的危险性,因此,可采用虚拟仿真实验教学,有效缓解该部分课程教学所面临的困境。虚拟

仿真实验教学作为高等教育信息化建设和实验教学建设的重要内容,是学科专业与信息技术深度融合的产物^[1]。虚拟仿真实验能够真实地展示试验或施工的全过程,并能够重复演示学生没有观察清楚或不理解的环节。除了基础静载试验,虚拟仿真实验教学也有助于学生理解与掌握工程现场施工的全流程。以桩基础施工为例,虚拟仿真软件可展示十四个步骤,依次是施工准备、场地整理、测量放线、开挖泥浆池、钻机就位、埋设护筒、钻孔、清孔、吊放钢筋笼、下导管、二次清孔、浇筑水下混凝土及拔导管、拆除护筒、剩余桩施工,学生可以按照施工流程逐步进行操作,或点击查看任意一个流程。在交互式的实验系统中,学生可自主选择和设计实验项目,为学生提供了更多的试错机会,具有获知、激趣、求真等功能。

(三) 考核方式创新的“刚与柔”

课程考核有助于检验学生对知识点的掌握情况,也有助于教师总结经验、改进教学方法。土木、水利与海洋工程作为一个新兴专业,其考核应该服务于人才培养目标,建议采用“柔性”与“刚性”并举的考核方式。“刚性”考核为传统笔试,约占总成绩的60%。由于基础工程课程是一门偏重设计的应用类课程,包含大量的设计图表、计算公式和设计参数,考核不必要求学生强行记住这些复杂的公式和参数取值。例如,浙江大学等高校已采用新型半开卷模式,学生可携带一张A4纸进入考场^[5-6],学生可提前在纸上抄写教材中比较复杂的公式。一方面,新型半开卷模式可以避免学生考前死记硬背大量公式,使学生有更多的精力对难点重点进行备考;另一方面,使用该模式后,可适当提高考试的深度和难度,侧重考查学生对公式的适用范围和物理含义的理解程度。

基础工程课程设计和展示作为课程建设创新的重要内容,可以发挥“柔性”考核的功能,主要考查学生运用理论知识解决实际问题的能力。根据土木、水利与海洋工程专业特点,提供个性化的课程设计课题,以满足不同方向学生的学习需求。课程设计可采用学生小组学习模式,每组3人,包括设计1(浅基础)、设计2(深基础)、设计3三部分设计任务,其中,设计3根据学生兴趣方向选定,可以是海洋工程中的风电基础设计,也可以是水利工程中的地基处理设计。在课程设计任务书中,给定工程现场的地质、环境条件、承载力要求等。同时,对每组学生分配的设计题目和设计参数数值作一些调整,有效避免学生抄袭的现象。最终考核采取汇报的形式,小组3位学生依次抽签确定汇报内容,汇报不要求每位小组成员都了解三个设计涉及的所有内容(工作量太大,一周难以完成),只要求成员在设计任务中三选一,熟悉其设计方法和内容。这种考核方式可以有效地扩充课程设计的深度和广度,调动学生的积极性。课程设计的成绩分为两部分,第一部分是小组设计方案的成绩,小组成员分数一样;第二部分成绩根据学生汇报形式、演讲水平和回答问题的具体表现确定。这种课程设计的实施和考核形式,不仅充分发挥了学生的主观创造性,而且能锻炼团队合作能力和提高演讲汇报水平,是素质教育和工程实践结合的有益尝试。

四、结语

新时期的基础工程技术理论和应用场景正在快速拓展,针对这些变化带来的新挑战,文章分析了目前不同高校存在的共性问题,并结合中山大学土木、水利与海洋工程专业人才培养目标和培养方案,从课程内容、教学方式、考核方式三个方面探讨了基础工程教学改革的实施思路和方案。基础工程教学改革是一个长期的系统工程,往往还涉及与课程建设相关的其他保障条件,广大专业教师应将培养创新型和复合型优秀人才作为长期不懈努力的方向。

参考文献:

- [1] 王东元,毛磊,赵建军,等.中美基础工程课程和教学方法比较[J].高等建筑教育,2011,20(5):95-99.

- [2] 于林平,王志云,牟琪娜. 基于工程实践能力培养的基础工程课程改革与实践[J]. 高等建筑教育,2016,25(2):89-91.
- [3] 刘涛. 基于工程应用型人才培养的基础工程教学改革与实践[J]. 教育现代化,2018,5(33):29-31.
- [4] 冯锦艳,于志全. 突出实践和创新的地基与基础工程教学改革[J]. 高等建筑教育,2018,27(4):58-61.
- [5] 洪义,曹志刚,李玲玲. 土木工程类《基础工程》教学改革——如何构建“三位一体”的课堂[J]. 教育现代化,2019,6(69):49-51.
- [6] 曹志刚,马力,洪义,等. 土木工程专业核心课程基础工程建设探索[J]. 高等建筑教育,2019,28(6):64-69.
- [7] 冯锦艳. 基础工程线下一流课程建设探讨[J]. 高等建筑教育,2021,30(6):75-80.
- [8] 李彦龙,杜书廷. 基于OBE理念的地方高校应用型课程建设——以基础工程课程为例[J]. 高等建筑教育,2020,29(3):128-135.
- [9] 毕明君. 海上风机单桩基础选型设计方法[J]. 南方能源建设,2017,4(S1):56-61,72.
- [10] 张艳美,杨文东,奕雅琳,等. 基于工程问题的土力学与基础工程课程建设探索[J]. 高等建筑教育,2016,25(4):74-77.
- [11] 李彬彬,苏明周. 土木工程虚拟仿真实验教学体系探索与构建[J]. 西安建筑科技大学学报(社会科学版),2015,34(2):96-100.

Research and exploration on the course reform of foundation engineering for civil engineering, water conservancy and marine engineering

CHEN Weiyun, LI Xueyou, LIN Kairong, HUANG Linchong

(School of Civil Engineering, Sun Yat-sen University, Zhuhai 519082, P. R. China)

Abstract: As a core foundational course in traditional civil engineering, foundation engineering has been widely applied in fields such as oceanography, water conservancy, transportation, energy, and environmental protection. To better meet the needs of the society and the industry in the course content of foundation engineering, combined with the actual situation of the foundation engineering course at Sun Yat-sen University, advanced teaching concepts from domestic and foreign universities have been absorbed, and research and exploration have been conducted on the teaching reform of the foundation engineering course. In terms of teaching content, while enriching and expanding the teaching content, the core content is simplified necessarily. In terms of teaching methods, great importance is attached to the organic combination of engineering practice teaching and virtual simulation teaching. In terms of assessment methods, based on improving traditional written exams, students' ability to solve practical problems is comprehensively improved and examined through course design.

Key words: civil engineering, water conservancy and marine engineering; foundation engineering; education reform; inter-disciplinary talent

(责任编辑 代小进)