

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.04.011

欢迎按以下格式引用: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.

混凝土结构基本原理 创新教学方法与实践

冯 然,刘佳睿

(哈尔滨工业大学(深圳)土木与环境工程学院,广东 深圳 518055)

摘要:混凝土结构基本原理是土木工程专业的核心必修课,也是土木工程专业学生较早接触的专业基础课之一,是后续几乎所有专业课程学习的前期基础,其重要性不言而喻。该课程教学内容多,涉及的理论知识面广,而教学学时极为有限,是一门教学难度较大的专业课程。为适应课程的教学特点,从培养学生的学习兴趣出发,针对目前教学过程中存在的问题,从培养学习兴趣、教学方式、课后指导、双语教学以及课外活动方面提出了一系列创新的教学方法。实践表明,创新的教学方法培养了学生的学习兴趣 and 科研兴趣,提高了学生自主学习的能力,拓宽了学生的眼界,明确了学生的发展方向,为日后的学习、工作和深造奠定了坚实基础。

关键词:混凝土结构基本原理;专业基础课;教学方法

中图分类号:G642.0;TU375 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)04-0072-06

土木工程是指基础设施的设计、建造和维护,是一门专业性和实践性都很强的工程学科,中国开展土木工程学科高等教育已有将近一个世纪的时间。混凝土结构基本原理是土木工程专业的核心必修课程,主要内容包括混凝土结构的发展与设计方法、混凝土结构材料的力学性能、混凝土构件的承载力设计、混凝土结构的变形和耐久性设计、预应力混凝土构件的设计^[1]。目前,世界上大部分工程结构均为混凝土结构,因此,该课程与实际工程联系紧密,主要培养土木工程专业学生对混凝土结构基本构件的设计能力,对混凝土结构基本工程问题的分析和解决能力,为后续专业课程,如混凝土与砌体结构设计、高层建筑结构设计、建筑抗震等的学习奠定坚实的理论基础。

随着全球化进程的加快,用人单位对具有国际竞争力的工程人才需求日益增加,越来越重视对国际化人才的培养。教育部2001年印发的《关于加强高等学校本科教学工作提高教学质量的若干意见》指出:要在高校公共课程和专业课程中积极推动使用英语等外语进行教学^[2]。在该意见提出的十几年来,全国各大高校在双语教学实践中进行了探索,并取得了一定的成绩。土木工程是一门

修回日期:2019-07-11

基金项目:哈尔滨工业大学(深圳)第二批本科课程建设项目;2018年本科创新实验课项目

作者简介:冯然(1978—),男,哈尔滨工业大学(深圳)土木与环境工程学院副教授,博士,主要从事钢结构与组合结构研究,(E-mail) fengran@hit.edu.cn。

全球性学科,混凝土结构基本原理是土木工程专业最重要的专业课程之一,但各国制定的规范在混凝土结构的设计方法和思路上存在一定差别,因此,为培养学生的国际视野,开阔学生眼界,提高土木工程专业学生的国际竞争力,在土木工程学科中的重点课程开展双语教学是非常必要的^[3-5]。

混凝土结构基本原理的教学工作主要分为3个部分,即理论教学、实验教学和课程设计。如何激发学生的学习兴趣,提高学生对专业知识与设计方法的理解和掌握程度,确定英语与母语的使用比例,并将原本“枯燥乏味”的规范条文讲得生动有趣,是主讲教师需要认真思考的问题。如何让学生在教学过程中深刻理解基本的理论知识,掌握基本构件的设计方法,并能熟练解决工程实际问题,是主讲教师在设计教学方法时的基本出发点。学生对教学内容是否感兴趣,以及对相关知识的理解和掌握程度是衡量教学效果的主要标准。

一、教学过程中出现的问题

目前,中国几百所高等院校平均每年向国家输送几万名土木工程专业的毕业生,但据工程建设单位反映,土木工程专业的毕业生力学概念和常识较差,只知道照搬公式、照抄规范,缺乏独立思考能力^[6]。因此,专业课程的主讲教师在教学过程中不能照本宣科,一味让学生背公式、记规范,否则,“人才”将培养成只会运用工具的“工匠”。混凝土结构基本原理教学内容多,涉及的知识面广,既有理论推导和实验研究,又需要实际工程经验,是一门教学难度较大的专业课程。而该课程的教学学时极为有限,住房和城乡建设部2011年颁布的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》^[7]仅建议60个学时,部分高校安排的教学学时更是低于该标准,因此,在教学过程中有很多课程内容无法详细展开,学生难以充分理解课堂上讲授的理论知识,只能依靠死记硬背,从而逐渐失去对这门课程的学习兴趣。

对哈尔滨工业大学(深圳)土木工程专业硕士研究生新生专业英语词汇掌握程度的调查发现,大多数学生专业英语词汇掌握程度较低,有的学生甚至连一些基本的专业英语词汇都没有掌握。出现这种情况的原因可能是:在仅有的教学学时内,连教材内容都很难全面讲解,更不用说进行双语教学;学生对新知识的吸收能力有限,很难在短时间内掌握外语表述的概念;重视程度不够,专业英语掌握能力未列入考核内容。

鉴于此,为激发学生对混凝土结构基本原理的学习兴趣,提高课程的学习效率和对专业英语的掌握程度,培养学生独立思考的能力,结合多年的教学实践经验,提出一系列创新的教学方法与实施建议,供广大土木工程专业课程主讲教师参考借鉴。

二、教学方法的创新与实践

(一) 注重培养学生的学习兴趣

混凝土结构基本原理是土木工程专业学生较早接触的与实际工程紧密联系的专业课程之一,学生在刚开始接触这门课程时,往往抱有新鲜感和好奇心,如果能适时激发学生的学习兴趣 and 热情,培养学生良好的学习习惯,必将极大提高学生的学习效率,事半功倍,从而进一步增强学生学习该门课程的兴趣,形成良性循环。结合多年的教学实践经验,总结了以下几点方法:

(1) 善用多媒体技术。由于该课程包含较多的基本概念、图和表格,采用传统的板书形式,学生很难做到全过程集中注意力记板书、听讲解,教学效率低^[8]。因此,在教学过程中需要善用多媒体技术,在每一个基本概念讲解后配上相应的图片,在教学课件中引入经典工程的施工图片和现场视频、经典实验的图片和视频,不仅缩短了板书和讲解时间,而且有利于激发学生的学习兴趣 and 科研

热情,使学生在集中注意力听完概念或理论的讲解后,通过视频和图片缓解学习疲劳、增长见识、加强记忆。同时,通过介绍经典工程中的施工方法、施工技术、新材料、新工艺,以及经典实验中采用的实验方法、实验技术和注意事项等,丰富教学内容,让学生对土木工程专业未来的发展有一定程度的了解。值得注意的是,多媒体技术虽然节约时间,但对于公式推导,运用多媒体技术易造成教学进度过快,学生跟不上教学节奏的问题,此时应将传统的教学方法与多媒体技术结合,如,在讲解混凝土构件的破坏现象时,可以运用多媒体技术播放相应的实验动画或视频,让学生对不同的破坏模式有一个感性的认识,在应力分布和公式推导部分,宜采用板书形式,一步步推导和讲解,加深学生对公式演变理解。

(2)巧用数值的表达方法。在教学过程中,学生对平淡的讲述方式往往会感到厌烦,从而对一些基本概念没有较为明确的认识。“混凝土的抗拉强度远小于抗压强度”这一基本概念,如果表述为“混凝土的抗拉强度约为抗压强度的 $1/16\sim 1/10$ ”,则能在学生的脑海中形成清晰的印象,加强学生对混凝土抗拉强度低的认识,自然在后续的受弯构件设计中不会考虑受拉区混凝土的贡献。

(3)勤用工程实例。在讲解混凝土构件的构造措施时,列举与基本概念相对应的工程实例,有利于加深学生对这些构造措施的理解。例如,“钢筋加密区与非加密区”“钢筋的连接与锚固”“架立筋、腰筋、鸭筋和浮筋”等,如果只简单介绍基本概念,学生由于没有实际工程经验,很难知道这些构造措施究竟是什么,起什么作用,就算在课堂上记住了这些基本概念,在实际工程中也很难分辨。

(二)紧抓教学内容中出现的共性问题

在教学过程中,应注重每个章节的共性问题。抓住共性的问题展开深入讲解,学生会更容易理解,也有助于提高学习效率。针对较难理解的设计公式,要以学生能接受的方式逐步推导,并引导学生理解公式推导思路,而不是单纯让学生记忆公式。如,混凝土受弯构件和偏心受压构件的设计公式都是基于平截面假定、力和力矩平衡条件推导出来的,且计算简图类似,只需要理解和掌握其中一种构件的计算简图和设计公式,其他相似受力构件的设计和计算自然迎刃而解。对于混凝土受弯构件承载力计算公式的推导,首先可解释公式中各部分表示的含义,公式中的各项材料性能参数可根据《混凝土结构设计规范》^[9]查表求得,然后讲解各种类型题目的解题思路,求解受压区和受拉区钢筋的截面面积,并对截面配筋和混凝土受压区高度进行验算,分别判断是否满足承载力和适筋梁的要求。对于其他类型构件的公式推导和计算,解题思路是一致的,均按照画出计算简图→给出力的平衡方程和力矩的平衡方程→求配筋或验算截面的流程进行计算。引导学生理解公式推导的思路,不仅能帮助学生记忆公式,更有利于激发学生的学习兴趣,达到事半功倍的学习效果。

(三)注重理论与实际相结合的实验教学模式

实践是检验真理的唯一标准。在教学过程中,不能只重视理论教学,而忽视实验教学和课程设计。学生在实验教学和课程设计中可以学到平时在理论教学中没有注意到的知识点,进一步加深对书本上重要知识点的理解和掌握。学校十分重视本科生的实验教学,每年投入大量经费用于实验设备的采购和更新,以及实验试件的设计和加工,为实验教学的顺利开展投入了大量的人力和物力。如,混凝土适筋梁、超筋梁和少筋梁的实验教学,学生自主设计实验方案和实验试件,由主讲教师审核确认,再联系相关加工厂家制作试件,预约实验场地。实验过程中安排实验员与课程助教共同指导学生安装实验设备,布置测量仪器,开展实验并记录实验现象和实验数据。实验教学不仅加深了学生对不同配筋率的混凝土梁破坏模式的理解,认识了理论推导公式与实验结果的差别,而且使学生有机会提前接触科学实验,提高学生的动手能力,培养学生的学习兴趣和科研热情。

在课程设计的教学中,主讲教师会预约专门的设计教室供学生进行课程设计,并通过布置设计

任务,引导学生自行查找相关规范和参考书籍,独立完成设计任务。在课程设计的整个过程中,主讲教师和课程助教轮流在设计教室为学生答疑,确保学生在课程设计过程中遇到问题能及时解决,提高学生课程设计的质量,增强学生对结构设计的兴趣。

(四) 注重课后指导

学生在课堂教学中所学的知识,很难在短时间内消化、吸收,而且在此过程中,又会发现新的问题,如果不及及时解决这些问题,累积的问题会越来越多,不仅影响学生对所学知识的消化和吸收,而且有可能打击学习的积极性。此外,对于一些较难理解的内容,一个知识点没能及时理解可能导致学生整节课都没听懂,而由于教学学时有限,主讲教师不可能重复讲解课程内容,因此,为不影响学生的学习进度,课后指导尤为重要。学校非常重视本科课程的理论教学,建立了课程助教制度,选拔优秀的研究生担任课程助教,帮助本科生及时解决课程学习中遇到的难题,如果课程助教发现大多数学生都存在的共性问题,或对某一章节的知识点掌握程度较低,则会及时将问题反馈给主讲教师,主讲教师在课堂上有针对性地展开讲解。此外,课程助教还利用课余时间对课后习题逐一详细讲解,帮助学生查找自身知识的缺漏和不足并及时更正。由此可见,课后指导是非常重要的教学环节,可以及时解决学生在课程学习中遇到的问题,帮助学生消化、吸收课堂教学中所学的知识,并让主讲教师及时了解学生对不同知识点的掌握程度,进而有针对性地调整教学内容,提高教学效率。

(五) 注重双语教学

在课堂上适当引进原版英文教材,采用英语教学有利于拓宽学生知识面,并为学生日后的科研、学习、工作和交流奠定语言基础。但是,混凝土结构基本原理这门课程内容多,公式复杂,概念较难掌握,即便采用中文进行授课,也是难度较大的一门专业课。因此,需要制定一套比较合理的双语教学方案,使学生能在学习的过程中掌握相关专业英语词汇。哈尔滨工业大学(深圳)所使用的教材是“十二五”国家级规划中文教材^[1],因为学生英语水平参差不齐,盲目选用英文教材对英语水平不够扎实的学生会造成很大的学习负担,导致“上课讲不深,学生学不进”的现象。在教学方法上,考虑到班内的学生英语水平不一致的情况,采用国内大学较为通用的嵌入式教学模式^[10],根据学科特点,确定在课堂上第二语言与母语所占的比重。在教学过程中,确定英语和母语在每章节所占的比重尤为重要,倘若英语教学占用比重较大,得到的效果往往适得其反。在《混凝土结构设计原理》^[1]中,前两章的内容主要为基本概念,介绍混凝土结构的发展历史与设计方法的演化、混凝土结构材料的力学性能和结构设计方法等,与前期学习的专业基础课教学内容,如建筑材料、建筑结构荷载等有较多重叠,且内容相对于后续的理论推导课程较为简单,因此,在这两章中可侧重于英语教学,通过逐步渗透的方式让学生慢慢掌握相关概念。

首先,引出每节课需要掌握的重点词汇。课前,提出这节课所需要掌握的重点词汇,并在讲述到相应内容时,对重点词汇进行讲解,加强学生记忆。例如:钢筋混凝土的英文为“reinforced concrete”,因为以前的混凝土构件是没有钢筋的,容易开裂,承载力低,延性也很差,研究发现,在混凝土受拉区预埋钢筋可显著提高混凝土构件的承载力和延性,将这种钢筋混凝土称为增强的混凝土,因此,钢筋混凝土的英文为“reinforced concrete”,“reinforcement”也衍生出钢筋的意思。此外,混凝土徐变的英文为“creep”,混凝土的徐变是一个长期而又缓慢的形变过程,而“creep”有缓慢移动的意思,因此,将徐变这一现象用“creep”表述。在课程开始前就给出这些重点词汇的英文单词,让学生思考为什么要这么表述,在讲到相关内容时再详细解释,加深学生对专业英语词汇的掌握程度和对相关概念的理解程度。

然后,反复强调。课后,带领学生重复练习这节课所学的专业英文单词,加强记忆。在后续的

学习过程中,如果碰到所学词汇,也应注意中英文的相互转换。由于概念性的词汇在混凝土结构基本原理课程中重复的概率大,学生在学的过程中,不知不觉积累起专业英语词汇量。

最后,不定期考核。利用5~10 min的课堂时间,对学生专业英语词汇的掌握程度进行抽查,可采用课堂小测的形式,测试完毕后由助教进行批改,小测的完成情况将作为平时成绩的一部分记录在案。这种做法有利于督促学生利用课余时间复习巩固所学的专业英语词汇。

在后续理论推导的章节,由于推导过程复杂繁琐,经验公式偏多,为学生明白公式推导的全过程,课程讲解应以中文讲授为主,英文讲解的重心放在解题的步骤和表述方式上。由于学生将来可能进入外企工作或出国深造,了解英文的解题步骤和表述方式将为他们未来的发展奠定基础。

(六) 重视课外活动指导

在课余时间,鼓励和支持学生参加各类相关的专业竞赛,例如:混凝土设计竞赛、结构设计竞赛、PKPM设计竞赛等,让学生学会将所学知识运用到实际中,从竞赛中学习,培养学生的创新和实践能力。学校大力支持学生参加各类竞赛活动,并为每组学生指派研究生和教师进行相关指导和培训,帮助学生解决各种问题,激发学生的竞赛兴趣。学生在参与竞赛的过程中,不仅开拓了眼界,积累了大量的学术知识,也增加了自身的职业素养和学科素养^[11]。

除此之外,学校的教师团队承担了多项国家级、省部级、市区级科研项目,其中不少是关于混凝土结构的研究项目,包括结构加固、结构修复以及结构耐久性方面的研究等,应充分利用此科研优势,鼓励学生积极参与科研项目的工作,通过参与科研活动,培养学生的科研兴趣,锻炼学生的动手实践能力,强化对课本知识的理解,认识混凝土领域最新的研究成果和研究现状。积极组织学生申请大学生创新实践项目,通过项目立项到结题验收的整个流程,熟悉科研项目研究过程,把教材“学厚”“学精”,为今后从事科研工作打下坚实基础。

三、结语

新教学方法的实施得到了绝大多数学生的认可,学校教务处组织的教学满意度评价显示,95%以上的学生对新实施的教学方法表示非常满意。由于在教学过程中引入了大量的图片和视频,95%以上的学生认为教学内容丰富,课程讲授生动形象,能激发学习兴趣;95%以上的学生对实验课和课程设计的教学内容和教学方法表示认可,认为能学到课堂教学中学不到的知识。根据问卷调查,课程助教制度及其课后指导对学生理解课堂所学知识起着至关重要的作用。由于主讲教师平时工作较忙,难以对所有学生的问题及时指导,有些学生还存在有问题不敢问的情况,课程助教制度有效化解了这些“矛盾”。课程助教年龄与学生相近,沟通过程中不容易出现“代沟”,更利于学生自主学习。同时,课程助教还能及时向主讲教师反馈教学效果,帮助主讲教师及时调整教学方案。

通过课堂小测对学生专业英语词汇掌握程度进行调查,发现大部分学生能将课上学的专业英语词汇记牢,少部分学生可能由于课时过短,学习量过大,有些力不从心,小测结果不理想。与学生的交流发现,仍有少部分学生认为将来不会去外企工作,也不打算出国深造,觉得学习专业英语没用,因此,从学生为什么要学习专业英语入手,让学生认清学习专业英语的重要性。

学生通过参加竞赛、科研项目及大学生创新项目,学到很多课上没有掌握的技能,巩固了专业课所学的知识,也开阔了眼界。学生普遍认为,学校大力支持科研和竞赛,给他们配备了专业的指导教师和研究生助教,让他们能更好地了解新知识、新事物。今后,应更加积极地鼓励学生参与其中,并向学生灌输一种观念:“只要努力参与,结果不是最重要的,过程才是最重要的。”

混凝土结构基本原理是土木工程专业极为重要的专业基础课,但由于课程内容涉及面广、学时

有限,在实际教学过程中难免存在各种问题,为提高教学质量,需提出更多创新的教学方法。所有创新的教学方法都必须坚持以学生为本的教学理念,以激发学生的学习兴趣为基本出发点,着重培养学生自主创新的学习能力和科研热情,为学生今后的学习、科研和工作奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1]东南大学,天津大学,同济大学. 混凝土结构设计原理[M]. 6版. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [2]楚留声,朱俊涛,王新玲,等. 混凝土结构原理课程双语教学改革与实践[J]. 高等建筑教育,2017,26(6):72-76.
- [3]高等学校土木工程专业指导委员会. 高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及教学大纲[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [4]徐蕾. 渗透式双语教学在土木工程专业的实施[J]. 高等建筑教育,2010,19(1):108-110.
- [5]张璐. 《混凝土结构设计原理》双语教学实践与探讨[J]. 湖南科技学院学报,2008,29(12):25-26.
- [6]徐有邻. 授人以鱼,不如授人以渔——对混凝土结构教学的建议[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版),2012,14(S2):7-10.
- [7]高等学校土木工程学科专业指导委员会. 高等学校土木工程本科指导性专业规范[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [8]夏红春. 混凝土结构设计原理课程教学改革与实践[J]. 高等建筑教育,2019,28(1):83-87.
- [9]中华人民共和国住房和城乡建设部. 混凝土结构设计规范:GB 50010—2010[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [10]李同艳. 浅论我国高校双语教学的三大瓶颈及其解决对策[J]. 北京大学学报(哲学社会科学版),2007,44(S2):50-51.
- [11]杨艳敏. 构建地方高校土木工程专业结构实验教学模式[J]. 实验室研究与探索,2008,27(10):122-124.

Innovative teaching method and practice of basic principle of concrete structures

FENG Ran, LIU Jiarui

(School of Civil and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Shenzhen 518055, Guangdong, P. R. China)

Abstract: Basic principle of concrete structures is the core compulsory course of civil engineering specialty which is also the basic major course taught at the early stage of major study for the students of civil engineering specialty. It is the foundation of almost all succeeding major courses which is of great importance. A lot of teaching content is involved in this course which related to a wide range of knowledge. However, the class hour of this course is quite limited which make it difficult to teach. In order to accommodate the characteristics of this course a series of innovative teaching methods are proposed to develop the study interests of students and solve the problems in the current teaching including development of study interests teaching modes after-class guidance bilingual teaching method and guidance on extra-curriculum activities. The practical results of the innovative teaching method showed that the study and research interests of students were developed, the self-learning capability and professional English vocabulary of students were enhanced, the scope and developing trends of students were also broaden which laid solid foundation for study work and advanced training in the future.

Key words: basic principle of concrete structures; basic major course; teaching method

(责任编辑 周 沫)