

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.01.016

欢迎按以下格式引用:池寅,徐礼华,刘素梅.混凝土结构设计原理全英文混合式教学探索与实践[J].高等建筑教育,2021,30(1):117-123.

# 混凝土结构设计原理全英文 混合式教学探索与实践

池寅,徐礼华,刘素梅

(武汉大学土木建筑工程学院,武汉 湖北 430072)

**摘要:**根据《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》,一流课程建设“双万计划”包括具有高阶性、创新性、挑战度的线上、线下、线上线下混合式、虚拟仿真和社会实践各类型课程。依托武汉大学国家精品资源共享课程混凝土结构与砌体结构设计,针对混凝土结构设计原理课程全英文教学中面临的突出问题提出解决方案,制作慕课,探索并实践全英文线上线下混合式教学方法,为提高土木工程专业课程全英文教学质量提供保障。

**关键词:**全英文教学;混凝土结构设计原理;混合式教学方法;课程建设

**中图分类号:**G642.0; TU375 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2021)01-0117-07

随着“双一流”大学建设步伐的不断加速及高校国际合作交流的与日俱增,高等教育对具备国际化视野和全球化创新意识的人才培养提出了更高的要求。课程是人才培养的核心要素,课程质量直接决定人才培养质量。根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020)及教育部2019年颁布的《关于一流本科课程建设的实施意见》(教高[2019]8号)<sup>[1-2]</sup>,本科教育要创造条件使用英语等外语进行公共课和专业课教学,学生线上自主学习与线下面授有机结合,开展翻转课堂、混合式教学,打造在线课程与课堂教学相融合的混合式“金课”。因此,全英文混合式教学是高等教育国际化的必然选择,也是国家培养具有国际化视野的创新型人才、社会主义建设者和接班人的重要手段。土木工程专业国际化人才培养在这种趋势下面临新的机遇和挑战,混凝土结构设计原理课程是土木工程专业的核心课程,在部分高校该课程开展双语教学模式<sup>[3-6]</sup>,取得了宝贵经验,但在“线上”+“线下”混合式教学实践方面,特别是基于国外规范的全英文混合式课程教学尚处于初步探索和起步阶段<sup>[7]</sup>。结合武汉大学混凝土结构设计原理课程教学实践活动,对全英文“线上”+“线下”的教学方法进行了有益的探索,为开展本科专业基础课的全英文教学提供参考,并为提高

修回日期:2020-01-06

基金项目:国家精品资源共享课程

作者简介:池寅(1984—),男,武汉大学土木建筑工程学院副教授,博士,主要从事纤维混凝土本构关系及多尺度数值模拟研究,(E-mail) yin.chi@whu.edu.cn。

土木工程专业课程全英文教学质量提供保障。

## 一、全英文课堂教学面临的突出问题

武汉大学混凝土结构与砌体结构设计课程组,自2008年起对混凝土结构设计原理课程开展双语教学。混凝土结构设计原理课程主要讲授钢筋混凝土构件的受力性能、设计计算方法和构造措施。由于混凝土材料是典型的多相非均质复合材料,在外部激励作用下表现出高度的非线性力学行为,其特殊性决定了构件的受力状态及变形、开裂十分复杂,不能完全按均质材料进行“理论”分析,需借助诸多假定、试验甚至经验,内容比较抽象。课程特点主要有:(1)基本假定多,如钢筋混凝土受弯构件在荷载作用下,截面平均应变符合平截面假定等;(2)简化、近似与经验处理多,例如,在钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算中,钢筋的应力-应变关系曲线多采用简化的理想弹塑性本构模型;(3)纯理论分析少,计算公式多,其中多数为通过大量试验总结的半经验半理论公式,需要在理解公式本质的基础上,注意公式的使用条件及适用范围。由于上述特点,混凝土结构设计原理全英文课堂教学面临诸多问题,其中,有如下3个问题比较突出。

### (一) 中外计算理论及设计方法异同导致学生概念混淆

以美国ACI规范为例,在进行极限状态设计时,虽然基本概念与中国规范相同,均采用了概率极限状态设计方法,但存在两方面的差异:在荷载效应计算时,其荷载效应分项系数及组合不同,如ACI规范中的basic组合为 $1.2D+1.6L$ ,Dead plus fluid组合为 $1.4(D+F)$ ;在构件承载力计算时,中国采用的材料强度为设计值,即标准值除以材料分项系数,最终满足具有不同安全等级结构的可靠度指标和失效概率,且分项系数针对不同材料有不同的取值。而ACI规范中并未区分设计值和标准值,均采用标准值,无材料分项系数之说。根据构件力学行为的延性及脆性表现区分为tension-controlled, compression-controlled和transition controlled section 3种类型,并针对不同的破坏类型选择不同的强度折减系数。比如:

(1) 对于适筋梁(under reinforced section),当受拉区最外边缘纵向钢筋屈服应变 $\varepsilon_t > 0.005$ 时,受压区混凝土再被压碎,属于延性破坏,为tension-controlled section,最终承载力为理论计算值乘以强度折减系数( $\varphi = 0.9$ )。

(2) 界限破坏时(balanced section),受拉区最外边缘纵向钢筋屈服应变 $\varepsilon_t = 0.002$ ,受压区混凝土同时被压碎,为compression-controlled section,此时最终承载力为理论计算值乘以强度折减系数( $\varphi = 0.65$ )。

(3) 而当受拉区最外边缘纵向钢筋屈服应变 $0.002 < \varepsilon_t < 0.005$ 时,受压区混凝土再被压碎,同样为适筋梁,同样属于延性破坏,但该截面被定义为transition-controlled section,最终承载力理论值计算结果要乘以 $0.65 \sim 0.9$ 之间的强度折减系数,折减系数需要根据实际 $\varepsilon_t$ 的大小进行线性插值。

在ACI规范中,上述设计方法贯穿了所有构件承载能力计算及校核过程(包括受拉、受压、受弯、受剪和受扭构件),是非常重要的知识点。若在教学过程中,仅基于ACI规范的极限状态设计法单独讲解,学生则会在中国规范中对应相关材料分项系数,混淆了概念。因此,在传统全英文授课过程中,授课教师应注重国内外相关设计规范的比较,强调概念的差异性,并让学生理解这些差异背后的原因,达到预期的教学效果。

### (二) 学生英语水平参差不齐导致授课进度难以掌控

受制于传统的应试教育模式,绝大多数学校的英语教学围绕升学/毕业要求开展应试教学,既

没有把英语作为获取知识和交流沟通的工具,也极少从应用语言的角度鼓励和要求学生掌握英语,属于被动式学习。在长期的被动式学习过程中,学生虽然掌握了一定量的公共英语词汇,但专业词汇很少,英语应用能力差,尤其在听、说能力方面,给全英文授课的实施带来了极大的困难。土木工程专业学生的总体英语水平相比文科、理科生还存在一定的差距,且参差不齐。虽然通过了四、六级考试,但大多数学生以死记硬背应付考试,缺乏英文思维方式及英语交流能力。与此同时,大多数学生存在一个认识误区,即土木工程专业注重的是逻辑思维运用和工程实践,对英语的要求比理科和文科要低,导致学生对英语的学习、理解和使用并不积极主动,进一步增加了课程全英文教学的难度。在全英文授课中接触了大量的专业英语词汇和英文表达后,部分学生对英语讲授方式产生抵触情绪,甚至放弃听课。在至关重要的课堂英文教学环节中,一方面学生听不懂授课教师全英文讲授的专业知识,要求教师多次重复讲解;另一方面学生阅读英文教材速度慢,影响教师的授课进度,完不成课程的既定教学任务。

### (三)全英文课堂教学过于单一,缺乏灵活性

目前多数学校只开设几门全英文教学课程,未形成全英文教学课程的系统化,学生不能沉浸在英语教学环境中,并没有真正意义上达到全英文教学的目的。在学习过程中会遇到大量涉及材料、力学、结构、设计等方面的专业词汇,而学生对这些词汇过于陌生,从而阻碍了对课堂内容的理解。同时,全英语教学的总学时在整个人才培养方案中所占的比重很小,学生对授课教师的课堂讲授依赖性较大,学生在短暂的课堂学习时间内通过一次性学习即完成对课程知识的理解与消化,显然是难以实现的。这种单方面的课堂传授使学生在整个学习过程中潜移默化地转变为依赖型学习者,缺乏自导性、兴趣性和参与性。此外,根据 Hermann Ebbinghaus 的“遗忘曲线”和“间隔效应”,学生往往在几天或几周内对新学到的知识记忆减半,除非有意识地复习所学的材料。因此,单一的课堂教学达不到理想的教学和学习效果。

## 二、全英文混合式教学方法

针对上述问题,武汉大学混凝土结构与砌体结构设计课程组,在双语教学的基础上,对混凝土结构设计原理课程采用了“线上”+“线下”全英文混合式教学模式(图1)。为学生提供一个全英文语言环境,“线下”课堂授课采用全英文多媒体课件与板书相结合的方式,运用全英文互动模式进行学生的课堂问答及讨论;“线上”通过全英文慕课,专题讲解知识点,布置全英文作业,以巩固课堂教学效果,采用英文试题进行课程考试,改变以往“课前放任、课上放松、课后放羊、课考放水”的局面。

此外,教材的选择也是课程教学的一个重要环节。为使学生更好地融入全英文课程的学习,课程选用了 Prentice Hall 出版社出版的,由美国密歇根大学 James K. Wight 教授与加拿大阿尔伯塔大学 James G. Macgregor 教授编写的教材《Reinforced Concrete: Mechanics & Design》(6th edition)<sup>[8]</sup>。该教材内容丰富,语言表达简洁易懂,强调对混凝土结构设计基本概念与设计原理的理解和掌握,能达到开阔学生视野、促进学生专业知识与英语水平同时提高的目的。根据教学大纲和课时设定,该课程讲授的内容主要包括5部分:1)基本设计原则(The Design Process);2)材料物理力学性能(Materials Properties);3)受弯构件正截面受弯承载力(Flexure: Behavior and Nominal Strength of Beam Section);4)受弯构件斜截面承载力(Shear in Beams);5)受压构件的截面承载力(Columns: Combined Axial Load and Bending)。上述内容与国内教材中所涵盖的内容及整体概念基本一致,但

与中国混凝土结构设计规范(GB 50010—2016)<sup>[9]</sup>中的相应细节条文规定有一定的差异,因此,对比中国与美国的混凝土结构设计规范是授课重点。在当前的混凝土结构设计原理全英文教学实践中,运用美国ACI规范对混凝土基本构件进行分析和计算,提高学生从事理论研究和实际工作的能力,培养其严谨的科学思维。通过全英文课程的学习,学生能掌握混凝土结构相关专业术语及词汇,提高运用外语学习最新土木工程专业知识的能力,提升阅读英文专业文献的能力,为后续学习和深造打下坚实的专业及语言基础。

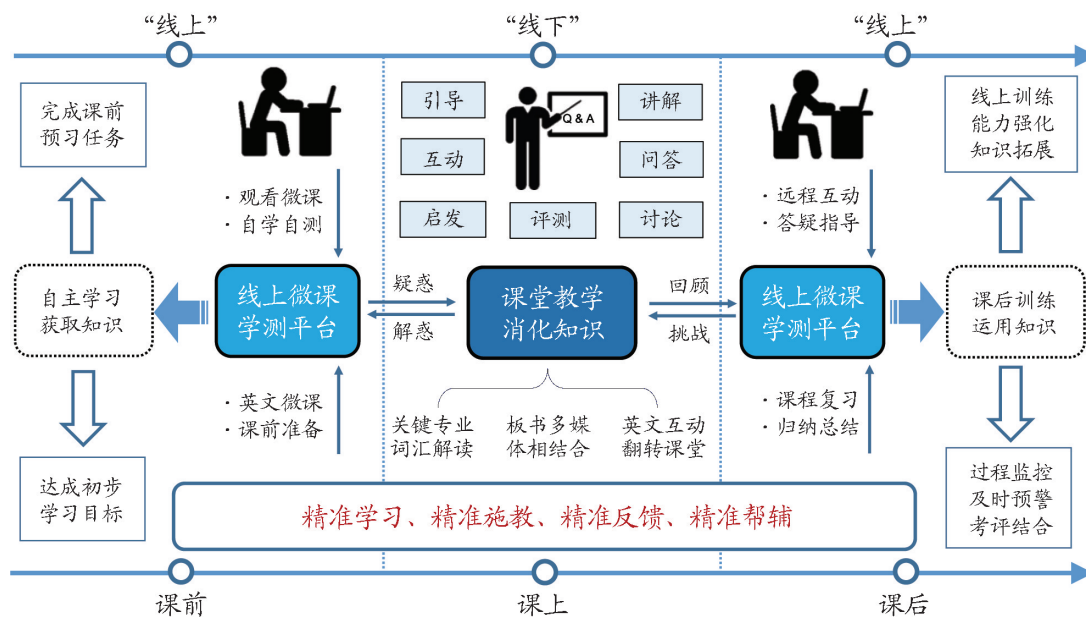


图1 全英文混合式教学模式

### 1. 课堂讲解关键专业词汇

由于课程涉及的内容繁杂、学科领域较多、材料类型复杂,其中涉及的专业词汇较多,且规律性不强,学生在上课时对所听、所见的新词汇都要经过二次处理,导致信息沟通的有效性大幅降低。特别是英语水平稍差的学生,信息量一旦过大,思维转换难度也加大,从而使其轻易放弃。因此,授课教师在每堂课结束前都会对下节课涉及的专业词汇作简要汇总,让学生预习下节课的学习内容和关键词汇。此外,在课堂上,教师可花少量时间让学生轮流参与这些关键词汇的解读,促进师生交流,提升学生的课堂参与度和学生的英语表达自信度,防止在全英文课程的讲解过程中产生理解障碍。从教学效果来看,这一方式取得了较好的成效,不仅保证了教学过程的流畅性,也增加了学生的专业词汇量,学生比较容易接受这种教学过程。

### 2. 多媒体课件与板书相结合

多媒体教学因内容丰富,形式多样,在教学活动中已被广泛应用。然而,在全英文教学过程中,英文板书对多媒体教学仍具有非常重要的辅助作用。通过板书讲解内容主线、关键词汇、重点公式等,开展重难点解析及深广度扩展,细化学习过程,引导学生思考,有助于学生跟上教师的授课节奏,实现逻辑上的递进和对知识的掌握。

当采用非母语的教学方式时,学生的注意力必须要高度集中,否则会对教师讲的内容产生疑惑和不解。学生要连续45 min保持注意力的高度集中是非常困难的,这就要求在展示PPT时,充分借助动画、视频及一些音响效果来维持学生的注意力。比如,在讲解受弯构件正截面承载力计算时,

可通过 PPT 动画将应变分布、应力分布、等效应力图、合力及力臂等逐一展示并设置音响效果,同时配合受弯全过程的应力云图演化及裂缝发展动图,如图 2 所示。在放映时,对重点公式及平衡方程使用板书讲解,并配合全英文讲解,对学生理解结构设计和计算过程有很好的辅助作用。同时,吸引学生的注意力,提高学生对教学知识点的感官认识和学习兴趣,加深对教学内容的理解。

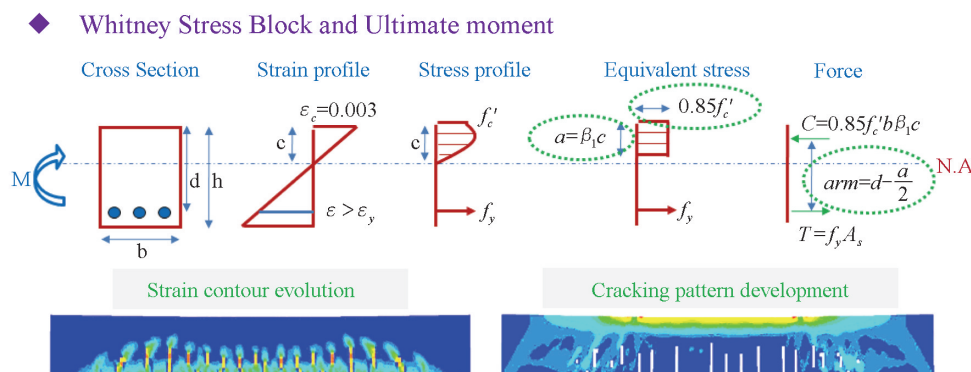


图2 讲解受弯构件正截面承载力计算 PPT 示意图

### 3. “线下”课堂互动与启发

为使学生更好地融入全英文课堂学习,一定要加强课堂上的师生互动,使学生紧跟教师的思路和节奏,达到理想的学习效果。适当采取翻转课堂的授课方式,鼓励学生用英语解释一些简单的概念。

丰富互动形式,使互动更加灵活,没有压力感,鼓励学生积极、愉快地参与,激发内驱力,甚至主动发起课堂互动,从而真正融入课堂教学。课堂上不宜对 PPT 中大段英文逐字逐句宣读,会使学生产生视觉、听觉疲倦,也不应采取以译代讲的方式授课,这样会让学生产生依赖心理,只等中文翻译部分,达不到全英文教学的效果。可采用师生相互提问的方式,较难理解的地方将问题转化为判断题,或提炼出问题的核心内容,让学生参与问题的思考,并在学生回答后给予补充和鼓励。

在不同的教学阶段启发学生思考问题,在一些关键点上保持和学生之间有对话和交流,同时要求学生教师提出的问题有响应。为鼓励所有学生积极参与这种交流模式,可把学生在交流中的表现作为考核内容,考评结合。

### 4. 讲解、问答与讨论相结合

学生在双语教学中可能会遇到很多不理解的问题,教师应随时掌握学生的理解程度。教师提问、学生解答是了解学生对知识掌握程度的最有效方法,教师通过学生对问题的回答情况及时了解学生对知识的掌握程度,形成过程监控,并根据反馈信息调整授课节奏。当讲解告一段落后,教师应留给学生讨论时间,在讨论中发现新的问题,也可向学生提出新的问题,然后师生共同讨论。最好是教师提前准备一些比较深奥但又不超出学习内容的问题,这样能增强讨论的针对性,避免因讨论目标不明确而出现盲目讨论现象。学生讨论完之后用英语进行总结,不但能增强学习的信心,还能激发参与讨论的热情和学习主观能动性,提高课堂专注度和兴奋度,既有利于活跃课堂气氛,也有利于形成融洽的师生关系,帮助学生提高英语水平。

### 5. 加强“线上”课外自主学习

全英文教学的一个重要目的是培养学生正确使用、阅读英文原版专业技术书籍和论文资料的能力,提高英文的应用水平和利用英文获取知识的实际能力。在“线下”课堂教学中,教师主要起引

导作用,要使学生的相关能力得到切实有效的提高,还需加强学生的课外自主学习性。每次课程开始之前和结束之后,教师可根据课堂的教学内容,安排学生进行“线上”微课视频学习,同时给学生布置课前预习任务和课后复习作业以指导学生自主学习,获取知识。学生根据任务要求,收集、查阅相关文献和资料,再提交学习报告达成初步学习目标,并把报告的完成情况纳入课程考核体系。这种“线上”课程让学生随时对全英文课堂教学内容进行回顾,可反复多次浏览关键知识点,强化训练,加深学生对教学内容的印象和记忆,满足差异化训练和自主学习的需求。同时,学生可在线上留言互动,实现远程答疑和个性化辅导,并及时给予学习预警。针对不同学习基础的学生精准施教、精准反馈和精准辅导。

#### 6. 督促学生完成课后总结

为避免学生因为前面内容没有掌握好而放弃后面课程内容的学习,可督促学生对每节课的授课重点进行归纳总结,并将总结的内容用英语表达,以音频的方式提交给教师检查、点评。通过这种检查方式,部分英语基础较差的学生主动在课堂上录制教师的授课音频,课后再结合书本知识反复回放“线上”专题视频,直至彻底掌握课程内容。部分学习主动性较差的学生,迫于这种检查的压力,也会端正学习态度。

### 三、结语

混凝土结构设计原理课程是土木工程专业的核心课程,课程内容较多,知识点复杂,学时较短,全英文教学存在较大困难。对全英文教学实践中存在的突出问题进行深入剖析,根据《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》,通过全英文混合式教学的探索取得了一定的效果。实践表明,全英文线上线下混合式教学方法是帮助学生掌握土木工程专业知识,培养学生解决复杂工程问题能力的有效途径,为学生继续深造、直接了解土木工程学科前沿成果提供保障,对国际化高水平人才培养具有促进作用。

#### 参考文献:

- [1] 张云莲,文献民. 土木工程专业课程全英文教学探讨[J]. 高等建筑教育, 2013,22(4): 59-62.
- [2] 陈坚,张亚梅. 本科材料学专业基础课全英文教学的探索与思考——以材料热力学为例[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2013(S1): 155-157.
- [3] 刘素梅,徐礼华. 混凝土结构基本原理课程双语教学实践与总结[J]. 高等建筑教育, 2015,24(3): 112-116.
- [4] 方梅,刘幸. 混凝土结构设计原理双语教学法探讨[J]. 高等建筑教育,2013,22(2): 83-86.
- [5] 刘林,吕晓寅,张鸿儒. 混凝土结构设计原理课程多模式英语教学实践与体会[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2012(S2): 256-258.
- [6] 邓寿昌. 土木工程专业混凝土结构设计原理课程双语教学实践与体会——回顾与反思[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2011(4): 166-169.
- [7] 向南. 基于“结构设计原理”课程的全英文教学方式探索[J]. 重庆交通大学学报(社会科学版),2014(4): 123-125.
- [8] Wight James K, Macgregor James G. Reinforced Concrete: Mechanics & Design[M]. 6th edition, Upper Saddle River: Prentice Hall, 2011.
- [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—2016[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2016.

## Exploration and practice of full-English blended teaching in fundamental principles of reinforced concrete

CHI Yin, XU Lihua, LIU Sumei

(*School of Civil Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, P. R. China*)

**Abstract:** According to the Implementation Plan of the Ministry of Education on the Construction of First Class Undergraduate Courses, the “Double 10000 Plan” for the construction of first-class courses includes online, offline, online and offline hybrid, virtual simulation, and social practice courses with characteristics of high level, innovation and challenge. Based on the national excellent resource sharing course “concrete structure and masonry structure design” of Wuhan University, this paper discusses the solutions to the outstanding problems in the course of principle of concrete structure design that is fully delivered by English. MOOC courses are established and full-English online and offline blended teaching methods are explored and practice, which provide guarantee for improving the full-English teaching quality of civil engineering courses.

**Key words:** full-English teaching; fundamental principles of reinforced concrete; blended teaching method; course construction

(责任编辑 周 沫)