

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2019.01.014

欢迎按以下格式引用: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.

# 混凝土结构设计原理 课程教学改革与实践

夏红春

(徐州工程学院,江苏 徐州 221000)

**摘要:**混凝土结构设计原理是土木工程专业必修课程中重要的一门专业课,该课程的教学质量直接影响学生部分后续课程的学习。基于课程特点和实际教学情况,对课程的教学方法进行了改革。主要包括充分利用多媒体技术、深入剖析公式内涵、加强实践教学、注重创新能力培养、完善网络平台建设以及改革考核方式等。实施结果表明,所提出的教学改革措施合理有效。

**关键词:**土木工程;混凝土结构设计原理;教学改革

**中图分类号:**G642

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2019)01-0083-05

土木工程是建筑、岩土、地下建筑、桥梁、道路、铁路、矿山建筑、港口等工程的统称,其内涵为用各种建筑材料修建上述工程时的生产活动和相关的工程技术<sup>[1]</sup>。我国土木工程高等教育已经有一个多世纪的历史。2011年由住房和城乡建设部颁布的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》中明确指出:学生应掌握工程结构的基本原理,能正确设计土木工程基本构件,实践体系中的专业基础实验实践环节也包含了混凝土基本构件实验。由此可见,混凝土结构设计原理课程在土木工程专业的培养方案中占有非常重要的地位,其主要内容包括钢筋与混凝土材料的力学性能,混凝土结构设计的基本原则,拉、压、弯、剪、扭等的计算与分析、变形与裂缝宽度的验算,以及预应力混凝土构件的计算与分析等<sup>[2-4]</sup>。通过该课程的学习,使学生掌握钢筋混凝土结构构件设计的基本理论与设计方法,并为后续课程,如混凝土结构设计、高层建筑结构设计以及工程结构抗震设计等课程的学习奠定基础。

## 一、教学中存在的问题

作为土木工程专业的重要专业核心课,混凝土结构设计原理包含的内容较多,涉及面广,既有理论推导又有实验研究,同时又与相关规范及工程实际联系密切,公式、图表、规范条文多,具有综合性、技术性以及应用性等特点<sup>[5]</sup>。该课程内容丰富理论严谨,与其他专业基础课和专业课联系紧密,是一门信息量及教学难度均较大的课程,而《高等学校土木工程本科指导性专业规范》仅推荐60

修回日期:2017-11-13

作者简介:夏红春(1970—),男,徐州工程学院教授,博士后,主要从事岩土工程教学,(E-mail): hongchun.xia@163.com。

个左右的学时,因此,在实际教学工作中无疑将面临教学内容多,授课学时少的矛盾。如何合理组织教学,使学生在有限的时间内理解并掌握课程的主要内容,值得广大从事该课程教学的教师深入探讨。

## 二、教学方法的改革

### (一) 充分利用多媒体技术

混凝土结构设计原理包含的内容及图表较多,而传统的板书以及语言等教学手段由于信息量较小、效率较低,已无法满足现代课堂教学的需要。因此,在教学中充分利用多媒体技术,制作高质量的课件,将大量现场工程图片及视频引入课堂教学中,做到图文并茂<sup>[6]</sup>。一方面可以代替教材及课堂语言教学中冗长的文字说明,节约时间,达到事半功倍的效果;同时,又可以通过典型的工程案例,将工程中采用的一些新技术、新工艺、新材料、新设备以及施工中的新方法和注意事项等内容介绍给学生,从而大大激发学生对课程的学习兴趣,丰富了教学内容。笔者在进行混凝土结构设计原理课程教学时,曾利用课余时间组织学生集中观看了中央电视台录制的《港珠澳大桥》《上海中心大厦》《北京地铁网络》等系列纪录片。这些极具代表性的超级工程,不仅是时代的标志,同时也展示了我国的强盛国力,彰显了中国现代的建筑技术水平和时代风采。通过观看视频,在激发学生强烈学习欲望与兴趣的同时,培养了学生的爱国热情,增强了学生的民族自尊心与自豪感。

需要指出的是,虽然多媒体教学具有信息量大、教学效率高、直观、形象以及表现力丰富等优点,但在教学过程中若过分依赖,将容易出现课堂教学内容多,教学进度快,学生对教学内容“夹生”,甚至不理解等弊端。因此,应根据教学内容将多媒体技术与传统教学手段有机结合。例如:在讲解受弯构件正截面承载力的计算时,由于公式中符号较多,且涉及到力和力矩的平衡方程,以及混凝土和钢筋的力学性能等知识,可以采用录像演示不同配筋条件下受弯构件正截面的受力特性和破坏形态,使学生对受弯构件的正截面破坏特征具有感性认识。但在讲授单筋矩形截面、双筋矩形截面以及T型截面梁的力和力矩的平衡方程基本计算公式时,则宜采用板书一步步演示公式的推导过程,从而加深学生对公式的理解。对于公式推导过程中所需要涉及的正截面应力以及应变沿梁高度的分布图,则可直接采用多媒体图片演示,从而大大节省课堂绘图时间。但同时也应切忌陷入为了追求教学进度而过分依赖多媒体,将教师沦为“电脑操作员”的误区。

### (二) 深入剖析公式内涵

混凝土结构设计原理课程涉及大量的公式、图表,限于篇幅,有些教材对部分公式或图表等内容的说明并不详细,教师在讲授这部分内容时,若不讲解透彻,势必会导致学生理解困难,从而导致“夹生”现象。如:对双筋矩形截面梁进行复核时,对于 $x < 2a'_s$ 的情况,绝大部分教材都直接近似地取 $x = 2a'_s$ ,正截面承载力按式(1)确定:

$$M_u = f_y A_s (h_0 - a'_s) \quad (1)$$

而没有说明这样做的原因及优点。实际上,此时由于受压钢筋应力还未达到 $f'_y$ ,即 $\sigma'_s$ 是未知量,故可对受压钢筋的合力作用点取矩:

$$M_u = f_y A_s (h_0 - a'_s) + \alpha_1 f_c b x (a'_s - \frac{x}{2}) \quad (2)$$

此时,取 $x = 2a'_s$ ,将略去式(2)中的最后一项,由此将会低估梁的实际承载力,该种做法不仅避开了求解受压钢筋应力 $\sigma'_s$ 的繁琐,简化了计算,而且使复核结果偏于安全。

而当 $x > \xi_b h_0$ 时,则取 $\xi = \xi_b$ ,代入式(3)确定 $M_u$ :

$$M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) \quad (3)$$

这样做的主要原因是此时受拉钢筋  $A_s$  配得过多,其应力未达到  $f_y$ ,即  $f_y$  是未知量,故对受拉钢筋的合力作用点取矩,即得式(3),由此避开了求解  $\sigma_s$  的繁琐计算。

再如,对于用快速方法(或称表格法<sup>[2]</sup>)计算单筋矩形截面梁正截面受弯承载力,文献[3]给出求解  $\xi = 1 - \sqrt{1 - \alpha_s}$  的方法需要解联立方程,该方法稍复杂,笔者在讲授该部分内容时,建议学生把

$\alpha_s = \xi(1 - \frac{\xi}{2})$  看成是关于  $\xi$  的一元二次方程,即

$$0.5\xi^2 - \xi + \alpha_s = 0 \quad (4)$$

此方程有两个根

$$\xi = 1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s} \quad (5)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} \quad (6)$$

而由  $\xi$  的含义可知  $\xi = \frac{x}{h_0} < 1$ ,故将式(5)舍去。这样,不仅简单而且更利于学生理解。

### (三) 加强实践教学

钢筋混凝土结构不同于其他结构的一个显著特点就是它在我们的日常生活中大量存在。每一座桥梁、每一栋建筑都是设计者与施工者智慧的结晶与骄傲。而徐州的城市基础设施建设最近几年踏上了快速发展的快车道,高铁、高速、高架、地铁……得到了迅速发展。因此,笔者在讲授课程之初即联系校外实习基地,利用课余及周末时间带领学生到工地参观、调研,让学生了解钢筋的种类与直径、钢筋的加工和绑扎、混凝土的浇筑、梁、板、柱的形式等与课程密切相关的内容,使学生对所学内容建立直观感性认识。这样,在授课过程中涉及到结构形式、构造要求、施工工艺等内容时,结合开课之初参观视频、图片进行讲解,使学生对所讲解的知识点有更清晰的认识,避免了教师照本宣科。对于一些相对较简单的问题,教师也可以发挥学生的主观能动性,让参观时观察比较细致的学生进行讲解,然后组织学生讨论。如:在施工过程中如何保证梁的混凝土保护层厚度?单筋矩形截面梁在工程中是否存在……这种方式相对于教师的枯燥讲解更容易被学生所接受,加深了学生对相关知识的理解,提高了学生的观察、分析和语言表达能力,同时也使学生实现了从被动的“要我学”到主动的“我要学”的转变,提高了学生的学习兴趣与热情。

### (四) 注重创新能力培养

笔者所在学院拥有的总面积达 7 200 m<sup>2</sup> 建筑结构实验室,设施齐全、设备先进,是学校“十二五”期间重点建设的、既能满足土木工程及相关专业教学实验要求,同时又兼顾科学研究及生产性试验的综合性实验室,承担了包括国家科技支撑计划项目和国家自然科学基金项目等在内的多项科研课题,其中多项课题又与钢筋混凝土密切相关。在课程进行到受弯构件的正截面承载力计算这部分内容时,笔者组织学生到学院建筑结构实验室参观,向学生介绍实验室目前所承担的与钢筋混凝土有关的科研课题,鼓励学有余力的学生参与教师的科研,使学生在加深对教材知识理解与掌握的同时,开阔了视野,激发了学生的学习兴趣 and 探索新知识的欲望与动力,锻炼了学生的动手操作能力,达到了培养学生的科研能力、实践能力和创新能力的教学目标,同时也为提升学生的科研能力提供了机会与平台。但需要注意的是,在鼓励学生积极参与教师科研的同时,应充分考虑学生的现有知识水平,以免出现科研内容超出了学生的知识范畴,使学生感到力不从心,从而挫伤了积极性。此外,教师安排给学生的科研任务应适量,过多会使学生感到有压力,过少则会使学生感受不到科研的严肃性,从而使学生失去激情与动力。

### (五) 完善网络平台建设

现代网络的普及为课程教学提供了师生互动、知识交流的平台,使传统的课堂教学时间得以延

长,教学内容得以扩展,从而使学生的学习更加方便快捷。

笔者所在学院非常重视专业与课程建设,每年投入大量的资金用于相关课程的网络平台建设。混凝土结构设计原理作为大土木方向的专业课程,是学院现有的土木工程专业(含房屋建设方向、道路桥梁与隧道方向)、安全工程专业以及城市地下空间专业的必修课程,每年约有三百余名学生修读该课程,在专业课程体系中占有重要的地位。因此,学院非常重视该课程的网络平台建设,也被学院第一批纳入重点课程网络平台建设体系。学院组织该课程的所有任课教师进行了广泛调研,在充分吸收借鉴清华大学、同济大学、东南大学……等省内外名校相关课程网站建设经验的基础上,进行了课程网站的设计与制作。课程网页主要包括课程简介、教学大纲、授课教案、教学课件、复习资料、自我检测、工程案例以及师生互动等内容。通过网络平台,可以使学生明确课程学习的目的和意义,了解课程的教学体系和教学目标,从而实现课堂内外相结合的启发式、互动式教学。此外,网站中的大量与课程相关的现场施工视频和图片资料,将教材中抽象的理论知识转换成直观的感性认识,加深了学生对理论知识的理解,激发了学生的学习兴趣,也使学生在上课时能够带着感性知识走进课堂,大大提高了课堂教学效果,真正做到了将理论与实践教学有机结合。与此同时,教师把与课程相关的最新信息及时上传到网络平台,使学生可以在第一时间了解学科的前沿动态,拓宽了学生的视野,进一步激发了学生的学习兴趣,大大提高了教学效果。

#### (六) 改革考核方式

混凝土结构设计原理是一门理论性及实践性均较强的课程,该课程的突出特点是以实验研究为基础,依靠大量的经验数据提出假定,通过一系列数学方法建立半理论半经验的实用计算公式。该课程涉及的概念、公式、参数及符号较多,并且与实际工程紧密结合,加上规范规定的构造要求,对于没有工作经历的本科生而言,要在短时间内熟练掌握相关知识非常困难。因此,考虑到课程的特点,改革以往传统的闭卷考试为半开半闭式考核,即将试卷分为基本概念题和计算题两大部分,分值分别为60分和40分。考试也相应地分两个阶段,前60分钟为闭卷考试,主要考查学生对基本概念的理解与掌握,主要题型包括填空题、(单、多项)选择题、名词解释题以及简答题等。后40分钟为开卷考试,题型主要为计算题,学生在6道题中选4道作答。这样一方面避免了学生死记硬背大量的公式,一定程度上避免了作弊现象发生;另一方面也促使学生平时必须用功学习,深刻理解基本概念并熟练掌握,自觉养成努力学习的好习惯,这样在考试时才能做到融会贯通、游刃有余。实践证明,这种考核方式颇受学生的欢迎,考试成绩区分度较高,能够充分反映学生对知识的把握程度。

### 三、实施效果

一年多的教学改革与实践证明,上述措施已取得显著成效。

(1) 由于将大量现场工程图片及视频引入课堂教学,改变了过去枯燥的公式推导,使教学内容更加丰富、形象、直观。在加大教学信息量的同时,激发了学生的学习热情及兴趣。

(2) 改革后的教学方法得到了绝大多数学生的认可,学院组织的教学满意度问卷调查显示,95%以上的学生认为该课程的教学方法与教学效果较好。

(3) 学生的考试成绩有较大幅度提高。图1为2013级、2014级土木工程和城市地下空间两个专业学生成绩分布对比情况。从图中可以看出,经过上述教学改革,2014级学生的成绩较2013级有明显提高。不及格率由14%下降为8%,而成绩在“良好”和“优秀”区间的学生数则分别提高了8个和6个百分点。

(4) 课程教学网络平台架起了教师与学生实时沟通的桥梁,拓宽了学生的专业视野,提高了学生的自主学习能力,同时也为其他课程的网络课程建设提供了参考。

## 四、结语

混凝土结构设计原理虽然是大土木工程专业非常重要的专业课,但是在其教学过程中仍然存在较多问题,大部分高校的相关实验室和实习实训基地建设也有待进一步完善和提高。为此,为了提高课程教学质量,其教学方法的改革更应值得关注与探讨。在教学中应鼓励教师创新教学方法,始终坚持以学生为本的教育理念,充分调动学生的积极性与主动性,激发学生的学习热情,努力提高教学质量,为我国的社会主义基本建设事业的发展培养优秀的土木工程专业人才。

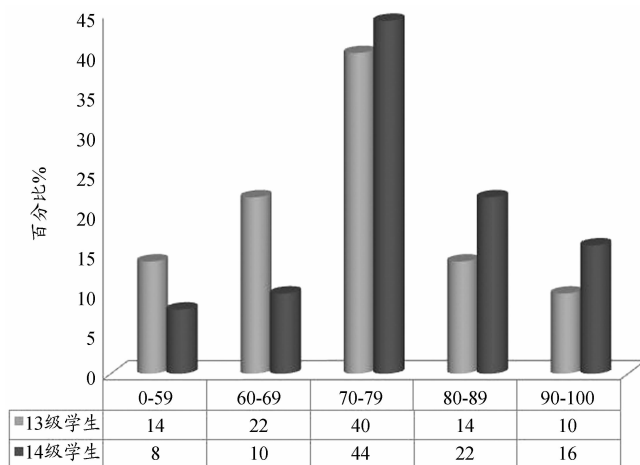


图1 学生成绩分布对比

### 参考文献:

- [1]高等学校土木工程学科专业指导委员会.高等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.
- [2]沈蒲生.混凝土结构设计原理[M].3版.北京:高等教育出版社,2007.
- [3]东南大学,天津大学,同济大学.混凝土结构设计原理[M].5版.北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [4]顾祥林.混凝土结构基本原理[M].3版.上海:同济大学出版社,2015.
- [5]许英,汪宏,张益多,等.混凝土结构设计原理教学方法与教学手段探讨[J].高等建筑教育,2008,17(3):88-91.
- [6]赵玉新,周清,包华.混凝土结构设计原理课程教学建设的几点体会[J].东南大学学报:哲学社会科学版,2012,14(S2):89-91.

## Teaching reform and practice of concrete structure design principle course

XIA Hongchun

(Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221000, P. R. China)

**Abstract:** Concrete structure design principle is a very important major required course of civil engineering. Its teaching quality directly affects the students' study of follow-up courses. Based on the characteristics of the course and the actual teaching situation, the teaching method of the course is reformed, mainly including making full use of multimedia technology, analyzing of formula connotation deeply, strengthening practice teaching, paying attention to the cultivation of innovative ability, perfecting network platform construction and reforming examination methods, etc. The implementation results show that the measures of teaching reform suggested in this paper are reasonable and effective.

**Key words:** civil engineering; concrete structure design principle; teaching reform

(责任编辑 梁远华)