

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.01.020

欢迎按以下格式引用: 闫文赏, 徐国强, 刘琳琳, 等. 普通本科院校多高层结构设计课程改革与实践[J]. 高等建筑教育, 2023, 32(1):165-171.

# 普通本科院校多高层结构设计课程改革与实践

闫文赏, 徐国强, 刘琳琳, 刘子健, 刘英利

(华北理工大学 建筑工程学院, 河北 唐山 063210)

**摘要:** 结合问卷调查和课题组多年授课经验, 针对土木工程专业多高层结构设计课程存在的问题和教学改革现状进行了阐述和分析, 并结合普通本科院校特点提出了“模块化反例教学法”的改革思路, 教学内容按照结构类型重新进行模块化分割, 教学方法以自主提出的反面案例法和问题法为主, 考核方式借鉴注册结构工程师专业资格考试的模式, 以产出为导向, 形成性评价与综合性评价相结合。通过近两年的教学实践, 尽管学业成绩有待进一步提高, 但课堂效果和学习氛围得到了实质性的改善, 表明了其可行性和良好的应用前景。

**关键词:** 普通本科院校; 土木工程; 结构设计; 教学改革; 模块化反例教学法

**中图分类号:** G642.3; TU973 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-2909(2023)01-0165-07

近些年, 我国城镇化水平逐渐提高, 城市人口明显增长, 人们对于生活质量的要求也越来越高, 为满足社会发展及人们生活工作的要求, 新建民用建筑主要以多层住宅、高层住宅为主。土木工程专业的本科毕业生就业范围主要为民用建筑领域, 涉及框架、剪力墙、框架-剪力墙以及筒体等结构形式的设计、施工和监理等工作。多高层结构设计(或称为“高层建筑结构设计”)作为一门系统讲授不同结构形式建筑设计方法的课程, 无疑是土木工程专业的核心课程, 为学生今后的设计、施工、监理等工作奠定基础。因此, 如何切实提高课程教学质量, 值得深入研究和思考。

## 一、课程教学现状

### (一) 课程背景简介

多高层结构设计课程是土木工程专业一门综合性较强的核心课程, 一般在第7学期开设, 前续课程包括材料力学、结构力学、混凝土结构、土力学与基础工程等, 后续课程涉及建筑结构抗震、毕

修回日期: 2021-03-09

基金项目: 河北省高等教育教学改革研究与实践项目(2019GJJG217)

作者简介: 闫文赏(1988—), 男, 华北理工大学建筑工程学院讲师, 主要从事工程结构抗震及 BIM 技术应用研究, (E-mail) ywsh8810@163.com。

业设计等。大部分本科院校在培养方案中规定此门课程为32~48学时,课程内容涉及建筑结构体系基础知识、结构布置、结构内力与位移计算、构件设计、构造要求及基础设计等,涵盖了框架、剪力墙、框架-剪力墙和筒体等不同结构类型建筑的结构设计理论。

## (二) 课程问题分析

2020年1月,课题组针对华北理工大学2016级土木工程专业121名学生进行了问卷调查,对最后回收的82份问卷进行了统计分析,部分统计结果如图1所示。此外,结合文献调研情况和多高层结构设计课程的特点,将课程目前所面临的困难总结如下。

(1) 课程内容繁杂,但课时少,理论较多,难度较大,学生学习兴趣低。多高层结构设计课程具有结构体系多、内容多、概念多、公式多、系数多、构造要求多等特点,需要的基础知识涉及多门专业课程,系统性较强,学生难学,教师难教。另外,学时少的限制使本身很枯燥的知识点无法全部讲解透彻,学生的学习兴趣也难以被激发。

(2) 学生专注度被分散,主观学习性不足。多高层结构设计课程的开设时间一般为本科第7学期,大部分学生的注意力主要放在了应聘工作或研究生招生考试、公务员考试的备考上,由于研究生考试科目中一般不涉及多高层结构设计课程的内容,本门课程得不到学生的重视。此外,由于近几年建筑行业较低迷,普通本科院校土木工程专业本科生考研人数增长明显,在学生中甚至出现了“一切课程为考研让路”的情况。

(3) 理论与实践难以融合。课程内容与高层建筑混凝土结构设计课程紧密相连,但是传统的依照相关规范、规定讲解教材内容的形式使设计理论与规范内容相割裂,导致学生对规范理解不透彻,在实践中不会正确查找规范,更不会灵活运用。另外,目前的结构设计工作主要依靠PKPM、YJK等软件来完成,软件操作合格但设计理念欠缺是刚毕业的设计人员普遍存在的问题,学生很难将学校学到的理论和软件知识应用于实际工作岗位。

(4) 课程考核方式重理论、轻实践,学生主要靠“死记硬背”。随着OBE教育理念的引入,大部分院校对本门课程的考核已经由传统的“3+7”(30%平时成绩+70%考试成绩)转变为“4+6”或“5+5”,但以闭卷考试为主,考核的重点仍是理论知识,学生突击背诵,以死记知识点的方式来应对考试。

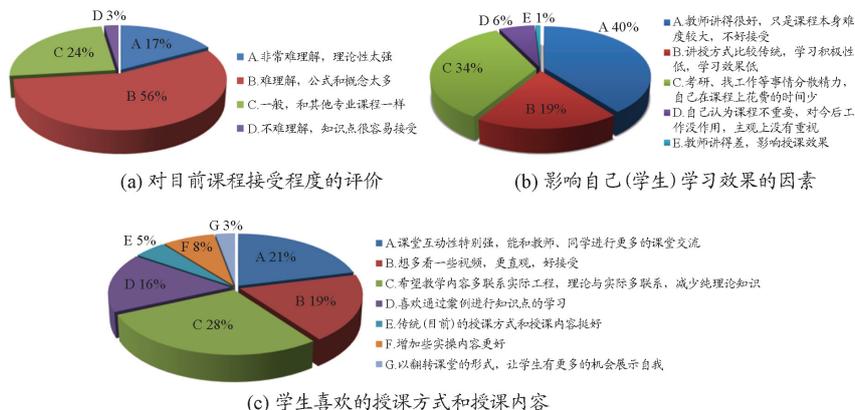


图1 调查问卷统计结果(部分)

## (三) 课程教学改革

针对课程存在的上述问题,部分本科院校已经在寻求解决方法。为加强理论知识与实践的融

合,部分院校将毕业实习与设计的内容穿插于多高层结构设计的理论教学中,使理论教学、实习、设计3个教学环节相互结合与补充<sup>[1-2]</sup>。另外,将工程实例引入课堂教学<sup>[3-4]</sup>或增加常用软件实践教学<sup>[5-6]</sup>的措施也起到了一定的效果。为解决课时少、内容多的问题,一些院校将多高层结构设计与其他专业课程整合优化<sup>[7-9]</sup>。在教学方法方面,同济大学<sup>[10]</sup>实行“提出问题→分析、解决问题→讨论”的教学互动思路,并通过建立“一位主要授课教师+三位专题授课教师+一位实验教学教师”的多层次教学队伍,提高了教学质量。在考试改革方面,多所院校增大了工程能力考核的比重,重视学生主观能动性的培养<sup>[3,11-13]</sup>。

通过一系列的改革尝试,虽然为多高层结构设计课程教学改革提供了可借鉴的思路,但均较单一,缺乏系统性,还需要进一步优化整合。不同院校、不同地域学生的特点不同,改革方案也需要因地制宜。

## 二、课程改革措施

与一流本科院校相比,普通本科院校学生的主动学习能力相对较弱,还面临着更加严峻的就业和升学压力,多高层结构设计课程与研究生、公务员考试以及应聘等事项的时间存在重叠,学生的负担相对较大。鉴于以上情况,在满足授课要求的前提下,在减轻学习压力的同时有效调动学生的主观能动性是课程改革要解决的首要问题,也是教学质量能否有效提高的关键。为此,课题组根据华北理工大学自身情况,结合 OBE 教育理念和“金课”建设,以学生为中心,以就业需求为导向,针对多高层结构设计课程,提出“模块化反例教学法”的改革思路,对教学内容进行模块化分割,教学方法以自主提出的反面案例法为主,考核方式为形成性评价与综合性评价相结合,具体的实施路线如图 2 所示。

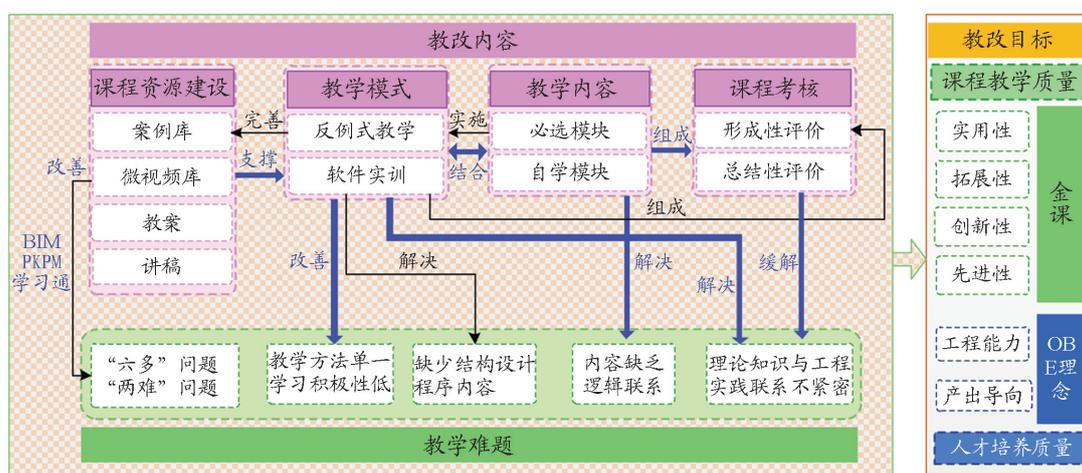


图 2 项目实施路线图

### (一) 模块化分割教学内容

为加强学生工程应用能力的培养,对传统教学内容进行了梳理,删除了重复内容。围绕工程设计要解决的问题,按照结构类型将原有内容重新划分为框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构3个必选理论模块和筒体结构自学理论模块,并增加了结构设计软件的实训模块,如图 3 所示。同时,每个理论模块均从结构选型与布置、概念设计、结构分析和简化计算、节点构造等方面进行讲解,既增强了讲授内容的清晰性和条理性,又将抽象的知识点具化为能力要素,有利于紧密联系实

际工程,做到学以致用。

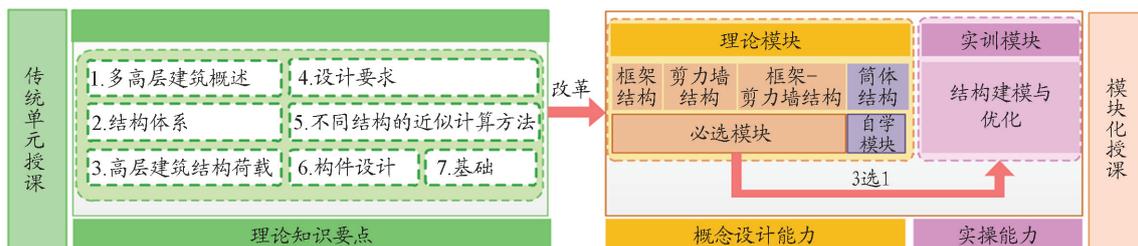


图3 教学内容模块化分割示意图

## (二) 反面案例教学法引入课堂

借鉴案例式教学法,以学生产出为导向,提出“反面案例教学法”。与常规案例法相比,反面案例教学法以工程事故、不合理结构设计方案作为案例,应用效果更加突出、有效,不仅能提升学生的工程能力,引起学生的兴趣和重视,而且有助于培养学生的工程安全意识。

### 1. 反面案例库的建立

反面案例库的建立是“模块化反例教学法”得以实施的基础保障,也是教学改革成效显著与否的关键影响因素。案例库的素材搜集是面临的首要难题。由于地域、机构或者版权等诸多因素的限制,直接获取有设计缺陷建筑的施工图纸,如 Intempo 大楼、花旗集团中心等,或从设计院获取问题图纸,都面临着巨大的风险与挑战。为解决这一难题,课题组在案例库素材的类型和获取方式上进行创新和优化。

#### (1) 案例库素材类型。

案例库建立的目的是将抽象的理论知识具象化,并将理论知识与实际工程相联系,让学生更容易理解和接受,同时激发学生的学习兴趣。因此,案例库的素材类型主要为图片、视频和三维实体模型,再配以简单的文字描述,最终形成 PPT、微视频等多媒体课件。每个知识点的案例力求简洁明了,可进行多角度、多方位、多形式的展示,在保证完整知识性的前提下,增加课程的趣味性和观赏性。

#### (2) 案例库构成。

本课程反面案例库主要由 3 部分组成。

第一部分为概述案例,主要用于课程引入和结构体系形态、工程要求介绍。通过网络、新闻和文献资料搜集近代以来最典型的建筑结构事故案例和建筑结构不合理设计案例,并制作多媒体专题课件。

第二部分为反面案例,主要用于理论模块的教学。通过设计院或一些后勤部门获取多层框架、剪力墙、框架-剪力墙和筒体结构等实际建筑工程项目的结构图纸,利用 BIM 建模软件 Revit 进行三维建模,通过修改结构布置方案,形成不合理的结构设计案例。课程讲授时,由问题导入,按照“提出问题—分析问题—解决问题”的过程,结合实际工程案例循序渐进地讲解理论模块知识。

第三部分为节点构造案例,以上述相对应的反面案例为背景,利用 Revit 软件,按照教材内容及规范要求对不同结构节点构造的建模,重点展示钢筋布置、锚固、连接等设计要求,将枯燥的文字描述转换成精细、逼真、直观的动态三维模型进行展示。

### 2. “反面案例教学法”的实施示例

“反面案例教学法”的实际应用贯穿于理论模块教学的始终。针对相应的结构类型,课程以概

述案例作为开始,一方面可以引起学生重视,培养学生的职业素养,另一方面,还可以引出本模块的课程教学内容;然后以反面案例预设问题,基于反面案例进行课程内容的讲解,并引导学生分析预设问题,从而在课程结束时解决前述预设问题。以框架结构模块为例,具体的教学实施过程如图4所示。

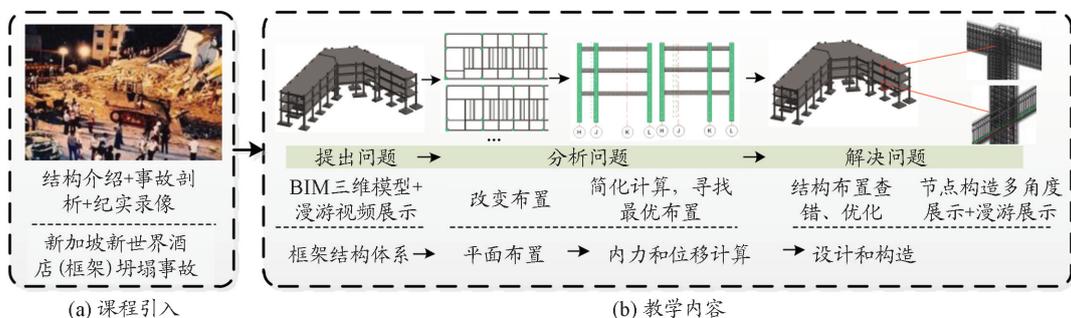


图4 框架结构模块的教学实施过程示例

### (三) 思政教育融入课堂

结构设计工作不仅关系着建筑的结构安全,也关系着广大人民群众的生命财产安全,因此,作为一名结构设计从业人员,不仅要具备扎实的专业知识,更要具有强烈的责任感,这也表明思政教育的重要性。新时代的本科教育,仅仅依靠“思政课程”进行思政教育已无法满足各专业的要求,需要在专业课程中实时融入思政教育内容。课题组利用此次教学改革的契机,通过建筑结构事故案例和建筑结构不合理设计案例,引发学生的思考和自省,将思政教育融入课堂,强调职业道德与专业素养的重要性,让学生深刻意识到结构设计工作的严谨性,激发学生的学习积极性和社会责任感,使学生意识到做好结构设计既是土木工程师的职责所在,也是法律规范的必然要求。

### (四) 以产出为导向的考核方式

基于 OBE 教育理念,着眼行业当前需求和未来工作实际,在课程考核中,将形成性评价与总结性评价相结合,注重学生工程能力的考核。平时成绩的构成,除传统的平时作业和出勤情况外,还增加了课堂测验成绩和实践考核成绩。在每次课程开始时,以客观题的形式测试前次课程讲授的内容。课堂测验后,利用学习平台的数据统计功能,可以快捷、直观地了解学生对已学知识的掌握情况,以便根据实际情况及时调整授课计划和内容。实践考核则以小设计的形式进行,根据课程讲授内容,自主完成结构建模,帮助学生将教学内容中的理论模块与实训模块串联,建立学生对设计工作的初体验,为后续的毕业设计奠定基础。

另外,借鉴注册结构工程师专业资格考试的模式,将结课考试由传统的闭卷模式转变为开卷模式,增强考核内容的开放性和工程实践性,不仅可以增加学生对注册结构工程师资格考试的了解,还有助于学生工程能力的提高。

## 三、改革成效

本课程的教学改革方案是在不断探索和尝试中逐渐完善的。从土木工程专业 2016 级(2019 年 9 月)开始,多高层结构设计课程教学改革逐步实施,针对 2016 级学生,增设实训模块,改革实践考核方式,针对 2017 级学生,又进行考试改革。在教学实践中不断探索,并根据反映的问题实时调整和完善教学内容和方法。

课题组对多高层结构设计和毕业设计两门课程近五年的学生成绩进行了统计分析,结果如图5所示,图5(d)横坐标 $x$ 表示 $(x-2)-x$ 分档。由图5(a)可知,五个年级学生的平时成绩平均值明显高于考试成绩平均值,一方面表明平时考核具有高得分率,而结课考试难度较大,考试成绩偏低;另一方面也表明两者可能存在不协调性。2016—2017级学生成绩虽然没有出现明显的提升,但是综合图5(b)和5(c)可以发现,2016、2017级学生的平时成绩与考试成绩的分布均具有较好的协调性和统一性。其中,2016、2017级学生平时成绩的分布主要集中在70~90分档,在90~100分档并未出现明显的人数骤增,符合正态分布的特点,表明改革后的考核方式更加科学、合理;2017级学生的考试成绩主要集中在50~70分档,低分档人数明显减少,证明了课程改革的成效,但是,高分档人数较少也表明了当前考试改革模式下的结课考试难度较大。

另外,多高层结构设计课程的教学质量对于其后续课程——毕业设计,具有较大的影响。通过图5(d)中2012—2016级学生毕业成绩的分布可以发现,虽然2016级学生的成绩没有明显提高,但是与2012—2015级学生成绩相比,2016级学生的成绩主要集中在74~82分档,且整体分布较平稳,表明教学改革的实施提高了学生对设计理论的掌握程度。

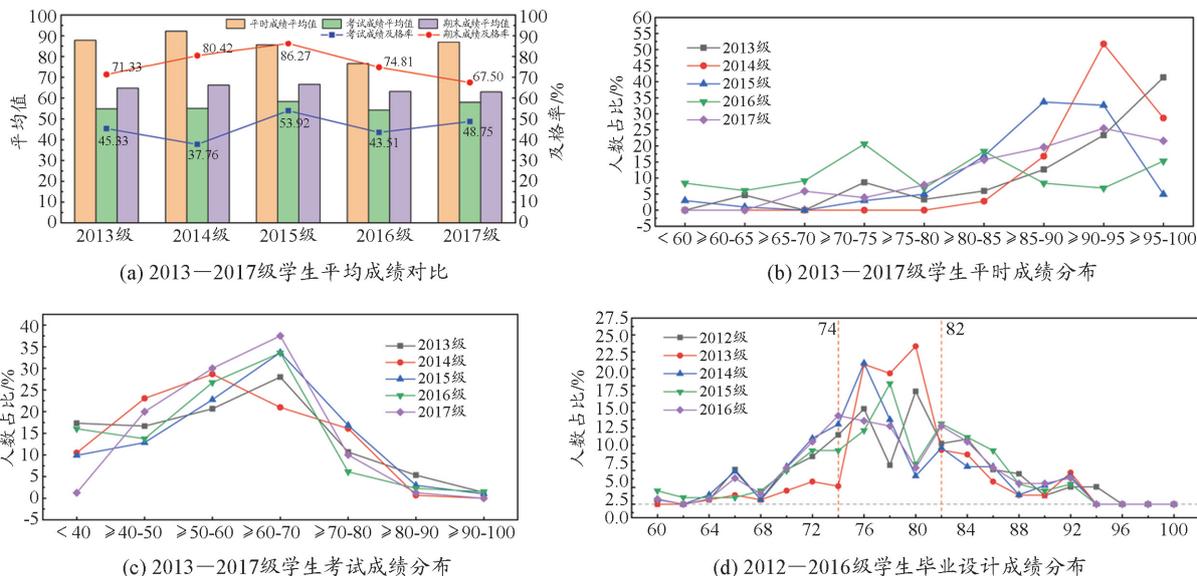


图5 学生成绩对比分析

经过近两年的改革尝试,虽然学生成绩没有显著提高,但课堂效果有了明显改善,学生对于课程的兴趣也逐渐增强。学生逐渐适应新的教学模式和考核办法,对于平时考核的兴趣和重视程度也在提高,以产出为导向的考核方式也通过实践证明了其科学性和合理性。

## 四、结语

针对多高层结构设计课程,通过近两年的实践探索,课题组完成了教学内容的模块化分割,提出“模块化反例教学法”,建设以实际工程为背景的反面案例库,进行了注册结构工程师执业资格考试模式改革。课堂教学效果的提升证明了改革方案的可行性和实效性,但也暴露出了一些问题,例如,当前的开放性、工程性较强的开卷试题难度较大,学生对于课程的兴趣虽有所提升,但需要付出较多的时间才能体现出教学改革的明显优势。怎样解决好出现的新问题将是今后努力的方向。随

着教学改革不断深入与完善,多高层结构设计课程教学改革方案将会取得更大的成效,具有良好的应用前景。

**参考文献:**

- [1] 宋链,胡浩,贺建.《高层建筑设计》课程教学改革探讨[J].科技风,2019(5):112.
- [2] 李奉阁.高层建筑设计课程教学改革[J].科技信息,2012(23):160,176.
- [3] 郭金龙.应用型高校土木工程专业高层建筑设计课程教学改革[J].西部素质教育,2019,5(2):192,194.
- [4] 孟丽岩,王涛,陈勇,等.高层建筑设计课程教学方法的改革与实践[J].黑龙江教育(理论与实践),2015(3):77-78.
- [5] 何渐渐.高层建筑设计课程改革的实践与思考[J].高等建筑教育,2007,16(1):69-72.
- [6] 赵必大,刘成清,袁伟斌.提升工程实践能力的高层建筑设计课程教改探讨[J].高等建筑教育,2017,26(3):51-54.
- [7] 韦爱凤,付贛清,管民生.“高层建筑结构抗震与设计”课程教学改革与实践[J].广东工业大学学报(社会科学版),2010,10(S1):130-131,134.
- [8] 安静波,胡晓军.“高层建筑结构及辅助设计”教学体系改革与实践[J].合肥学院学报(综合版),2018,35(2):141-144.
- [9] 程玉梅,高福聚.整合混凝土设计类课程体系,构建“工作室”教学平台[J].当代教育实践与教学研究,2019(20):98-99.
- [10] 熊海贝.基于本研课程一体化设计的教学方法和质量控制——以“高层建筑结构”为例[J].科教导刊(下旬),2019(10):134-135.
- [11] 邵莲芬.高层建筑设计课程教学改革探索[J].天中学刊,2016,31(4):154-156.
- [12] 熊礼全,何运祥,强跃,等.应用型院校土木工程类课程高层建筑设计考试改革的必要性[J].科学咨询(科技·管理),2018(5):129.
- [13] 赵必大,刘成清,袁伟斌.提升工程实践能力的高层建筑设计课程教改探讨[J].高等建筑教育,2017,26(3):51-54.

## Reform and practice of multi-high-story structure design course in general undergraduate college

YAN Wenshang, XU Guoqiang, LIU Linlin, LIU Zijian, LIU Yingli  
(College of Civil and Architectural Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, Hebei, P. R. China)

**Abstract:** High-story structure design is a professional course of civil engineering majors. Combining the results of the student questionnaire survey and teaching experience of the subject group, this paper expounds and analyzes the current problems and the current situation of teaching reform of the multi-high-story structure design course. According to the characteristics of ordinary undergraduate colleges, our subject group puts forward a reform plan, named modular counterexample teaching method. Teaching content is re-modularized according to the structure type. Teaching methods are based on self-proposed counterexample teaching method and question method, and the assessment method draws on the examination mode of National Registered Structural Engineer Professional Qualification, which is output-oriented and combines the formative evaluation and comprehensive evaluation. Through the teaching reform practice in the past two years, although the academic performance needs to be further improved, the classroom effect and learning atmosphere have been substantially improved, which has verified its feasibility and good application prospects.

**Key words:** general undergraduate college; civil engineering; structural design; teaching reform; modular counterexample teaching method

(责任编辑 周沫)