

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.05.009

欢迎按以下格式引用:张营营,叶继红,李庆涛,等.基于“讲授、研讨、上机、制作”四位一体的模型制作课程教学模式改革与实践[J].高等建筑教育,2023,32(5):74-80.

# 基于“讲授、研讨、上机、制作”四位一体的模型制作课程教学模式改革与实践

张营营,叶继红,李庆涛,贾福萍,范力,杜健民,李贤

(中国矿业大学力学与土木工程学院,江苏徐州 221116)

**摘要:**模型制作是土木工程专业人才实践能力培养的重要方式,也是土木工程专业实践教学的基本途径,有效促进了学生将“平面设计”思维转化为“三维立体”设计思维。模型制作课程教学模式,秉承“四位一体”的教学原则,将课堂教学、团队研讨、上机操作和模型制作四方面有机结合。通过分析建筑模型制作课程教学模式存在的问题,探索应对策略,旨在为土木类专业实践教学和复合型土木人才培养提供有益尝试。

**关键词:**土木工程;模型制作;教学改革;教学实践

**中图分类号:**G642.0

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2023)05-0074-07

在“深化本科教育教学改革,全面提高人才培养质量”视域下,提升学生综合素质,培养多方面协调发展的社会主义建设者和接班人,已成为中国高等教育改革的重要议题<sup>[1-2]</sup>。然而,高校中仍普遍存在重科研轻教学、重理论轻实践的思维,本科实践教学体系构建尚不完善、实践教学资源匮乏等问题束缚了其进一步发展<sup>[3-4]</sup>。随着土木工程从劳动密集型行业转向技术化、信息化、工业化、绿色化发展,培养具有专业素养、解决复杂工程问题能力、注重实践应用的专业人才迫在眉睫,探索和搭建多方位实践教学体系刻不容缓。高校教学分为3种模式:教师主动教学模式、学生主动模式和师生互动模式<sup>[5]</sup>。现阶段,高校的教学活动大多采用传统的教师主动模式,教学效果一般。在学生主动教学模式下,教师合理运用各种教学手段,给予学生自主学习的自由,根据学生自身的需要和能力开展兴趣研究、实践学习和个性化学习,这种教学模式是教师所期待的。但是,在学生主动教学过程中,学生的基础、兴趣和能力大不相同,很难保证教学目标的顺利达成,故很难大规模采

修回日期:2021-08-16

**基金项目:**江苏省高等教育教改立项研究课题(2019JSJG224);中国矿业大学课程思政示范专业建设项目(2021KCSZ02);中国矿业大学课程思政示范教学团队建设项目(2020KCSZ02)

**作者简介:**张营营(1985—),男,中国矿业大学力学与土木工程学院副院长,教授,博士,博士生导师,主要从事土木工程教学与科研,(E-mail)zhangyingying85@163.com。

用。在模型课的教学过程中,笔者积极探索基于师生互动的学生主动式教学模式,以期更好地发挥专业特色,更深入地结合教学要求培养学生专业学习兴趣。

## 一、传统课程教学模式存在的问题

传统理论课程教学模式中,教师作为教学主体进行知识输出,学生作为被动接受者学习效果难以评测,同时填鸭式的教学也有埋没学生学习积极性之嫌。类似地,传统实践课程以演示性实验或者验证性实验为主,一定程度上能培养学生的实践能力和专业视野,但本质上学生依旧是知识的被动接受者,未能成为实践主体和创新主体。

因此,教育部印发的“新高教40条”中提出,进一步提高实践教学比重,切实加强实习过程管理,健全合作共赢、开放共享的实践育人机制<sup>[6]</sup>,由此可见实践教学在高等教育人才培养过程中的重要作用。土木工程是一门应用性和实践性较强的学科,实践是日常专业课教学的重要组成部分,合理且顺利地开展实践活动能丰富教学并有效提高学生的专业素养。但是,在土木工程专业教学过程中,受到学生人数较多、经费不足、时间紧张、教师配置不足等客观因素限制,教学效果往往不尽如人意。此外,模型课实践教学仍存在诸多问题,导致实践教学体系和人才培养目标难以充分实现<sup>[7-8]</sup>,主要包括:(1)学校特色实践教学体系尚未完善,理论和实践教学环节未能有机统一;(2)实践教学从属性突出,重理论轻实践的思维尚未完全转变,导致实践不深入、不集中,学生不积极、专业技能训练匮乏;(3)具有工程实践能力的教师资源匮乏,实践教学资源不足;(4)实践教学模式单一,教学效果评价标准不明确,学生实践积极性和目的性不足。

总之,传统的理论和实践教学模式虽然广泛应用于各大高校教学活动中,但无法将各教学环节紧密联系,也无法顺应专业复合型人才培养的需求。因此,有必要根据土木工程专业的特点和学校学科特色,探索基于传统教学的新型专业实践教学模式,旨在通过实践教学建立学生的专业知识体系和素养。

## 二、模型设计课程教学体系搭建

根据专业课程特点和学校学科特色,在实践课程教学中对提高教学质量进行探索,以学科竞赛为载体,以课程建设和大创项目为抓手,以制度保障为后盾,以课程建设促进学科竞赛,以大创项目提升人才培养质量,以学科竞赛推动课程建设,以制度保障作为坚实后盾,形成一套“学科竞赛+课程建设+大创项目+制度保障”四驱动模式的课程竞赛组织管理体系,力图实现“人人搞科创、班班有成果、个个能成才”,为培养一流土木类创新人才奠定基础,创新性实施“教学、研讨、上机、制作”四位一体的教学模式,环环相扣、相互融合,着手培养创新应用型专业人才。

### (一) 课堂教学

传统理论教学方式难以满足实践教学的需要,而现有模型课程大多延续了传统教学方式,教师讲解工程示例和操作方法,学生被动接收并进行机械性模仿,倘若学生空间几何想象能力缺乏,则难以对模型结构深入理解,甚至会对模型课产生厌倦心理,教学效果甚微。此外,在该种教学模式下,割裂了理论知识体系和案例实践的联系,倒向重实践轻理论的一端,且通常受限于教学场地而无法深入开展实践教学,只能浅尝辄止。为此,模型课程从多维度进行课堂教学内容改革,如图1所示。

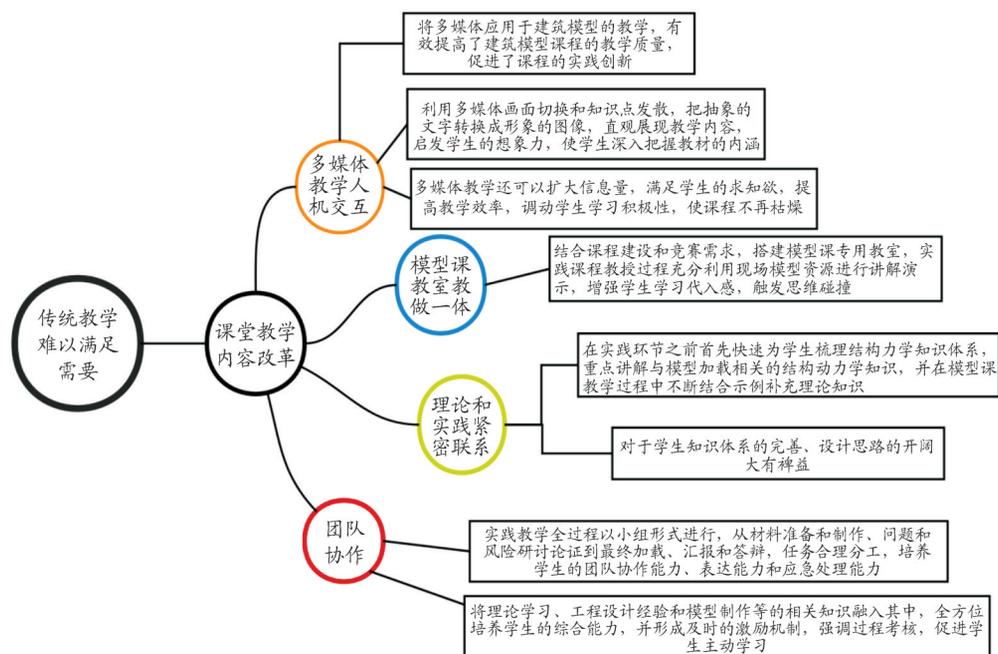


图1 多维课堂改革示意图

## (二) 团队研讨

实践教学中,选取实际工程或者结构竞赛题目作为教学情境贯穿整个教学过程,使学生在学习过程中清晰明确地知道:这个知识我为什么学,学了如何用。采用“教师引在前,讲在后;学生想在前,听在后”的方法,引导学生去读去想,在充分研读的基础上交流,让学生讲解自己的想法和思路。如图2所示,设置课程研讨环节,引导学生对可能出现的问题和风险进行充分研讨和论证,营造良好的课堂氛围,最大程度激发学生学习积极性。

## (三) 上机操作

随着计算机辅助计算技术在建筑结构领域不断发展,逐渐涌现出各类计算机辅助设计(computer aided design, CAD)系统,结构设计从手算阶段进入到计算机电算时代<sup>[9]</sup>。上机实践是本课程的教学特色之一,鼓励学生拓展电算本领,引导学生正确操作 Midas、PKPM、3D3S、ETABS、SAP2000 等结构分析和设计软件,以提高他们对工程问题的分析能力和实际工作的适应能力。通过学习各种软件的操作方法,掌握结构建模与设计的基本内容,包括结构布置原则、结构形式选择、截面形式选择、结构优化方法以及相关案例分析等,使学生具备快速分析复杂结构体系合理性的能力,以及对于结构施工图的读图识图能力。授课过程中秉承“少讲多练”的教学理念,花小部分时间边讲边操作,学生可以边听边看边练习,再让学生用大块时间独立练习,辅以相关教材或学习手册,提高学生的积极性,达到高效学习的目的。通过上机学习,学生掌握结构设计软件的基本流程,理论结合实践,培养学生熟练运用相关软件的能力,增进对相关规范的了解,锻炼识图画图能力,为毕业设计和工作实践打下基础。

## (四) 模型制作及加载

建筑结构模型制作是“四位一体”教学模式的最后一个阶段,也是整个教学环节的重中之重,要求学生将前三步紧密联系起来,制作出实体模型以真实模拟工程受荷状态。在这个阶段,学生不仅要做出与实际工程外观相似的模型,还需要从材料选取、构件形状、构件安装与连接方式等方面反映设计内容,尽可能真实地模拟实际工程。

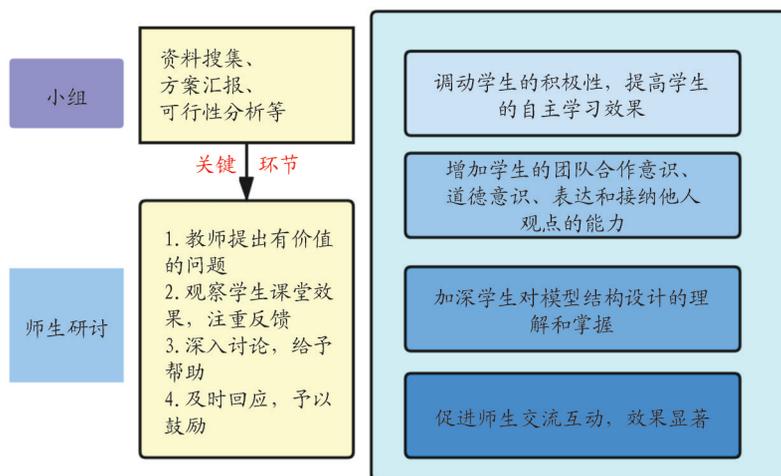


图2 师生研讨示意图

在模型材料选取方面,应从材料的力学性能(强度、刚度)、外观、类型等方面保持与真实工程材料的相似性。例如,木块、板材便于切割挖孔,具有轻质高强的性能,可用于模拟混凝土构件,铁丝用来模拟钢筋、钢杆件等。构件形状选择计算,需要尽可能按照真实工况下的荷载经过手算或软件计算后的结果确定试件的长宽、截面大小等尺寸,构件的安装连接也要贴近工程实际,注重细节把控。模型制作和加载过程中,有相当一部分学生忽视细部构造导致模型受荷后很快失效。可见,模型制作对于工艺细节把控要求极高,借此也能打磨学生心性,培养其注重细节的习惯。

建筑模型设计是一门实践课题,设计过程的实际操作是本课程有别于传统教学的重要环节之一。通过真实结构试验验证其合理性,具有直接性和真实性,是上机操作无法替代的。学生可以体验建筑模型设计实践的全过程,从过程中获得设计创新的情感、概念和价值取向。此外,学生通过收集资料、现场调研后进行类比、计算、选材、加工、安装,从中了解实际工程的施工方法,加深对相关知识的理解与应用,锻炼学生的动手能力,培养和提高了团队合作意识。通过无标准答案的考核方式,鼓励学生个性化发展,全面锻炼学生的综合创新能力。

### 三、模型设计课程教学实践与探索

#### (一) 模型课教学实践分析

本模型课程为专业选修课,3学分,共有4次集中授课,每次课12学时。讲授、研讨、实验和上机等多种教学方法相结合,主要讲授和研讨结构选型优化与设计方法、常规设计软件的基本运用、结构试验方法和设计以及结构模型的制作方法。通过该课程的理论学习与实践活动,锻炼学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,全面提高学生的创新设计能力、动手实践能力和综合素质,培养富有创新精神、实践能力和合作精神的创新应用型一流拔尖人才。

##### 1. 工程背景

课程教学主题围绕梁式构件设计分析与制作、柱式构件设计分析与制作、屋盖结构设计分析与制作、综合结构设计分析与制作展开,先易后难,由浅入深。以屋盖结构设计分析与制作为例,首先由工程背景引入教学主体,点明随着社会的发展需求和工程应用的增大,大跨度结构的需求量逐年增加,这种大跨度结构被广泛应用于剧场、大型体育馆、候机楼、展览中心、客运站以及各类工业厂房中。这对于我国大跨度结构的发展既是机遇又是挑战,要充分做好准备,把握发展契机,应对大跨度结构技术的更高要求。

授课过程中,重点教授学生该类结构的荷载传力过程,学习在大跨空间结构中荷载的传递方式及结构简化计算方式,学生可利用材料力学和结构力学的理论知识对大跨空间结构的内力进行计算,并有针对性地进行模型结构设计。引导启发学生分析屋盖结构简化模型在荷载作用下的内力情况,并根据屋盖结构各部分内力的大小进行结构的细节设计。

## 2. 设计思路讨论

选用张弦结构作为本次课程的主要讲解结构,其受力机理如图3所示。

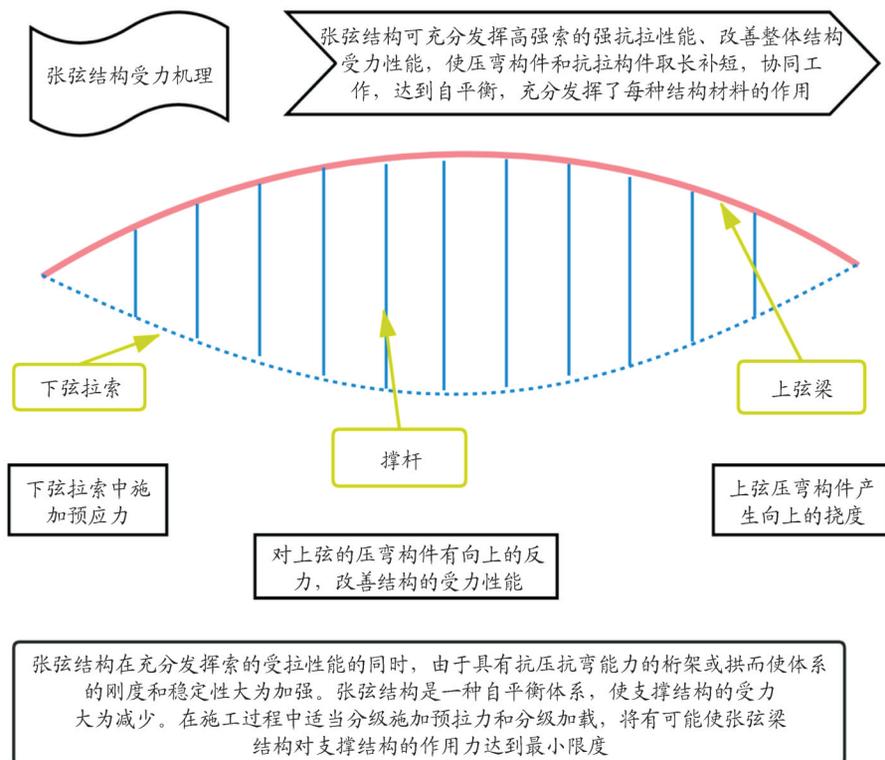


图3 张弦结构受力机理示意图

## 3. 师生互动

教师引导学生独立思考,并让学生讲解自己的想法和思路,从而得到第一则归纳素材,整体感知蕴含的规律,让学生再举例分析屋盖结构设计要点,丰富素材。而后,在小组内讨论,并进行简要总结,汇报小组观点,其他学生进行纠正,教师揭示准确的结论。

## 4. 实战模型制作加载及汇报

学生以小组为单位针对设计的屋盖结构进行实战模型制作,具体流程如图4所示。

抽签随机分组,3人一组,合作完成模型制作与加载,要求以小组为单位对提交的模型进行加载测试,对制作的模型设计方案、力学性能和制作要点等进行汇报。模型加载采用静加载的形式完成,所加荷载为屋面全跨均布荷载,荷重用软质塑胶运动地板模拟。评定标准参考数值模拟结果,模型制作的完成时间、工艺水平、结构的效率比(根据模型的承载力、加载点位移和模型重量综合评定)等。

最终,教师根据小组模型加载和汇报情况,对每组的结构模型进行点评梳理,进一步提高学生对屋盖结构的认识,实现对相关结构力学性能的融会贯通。

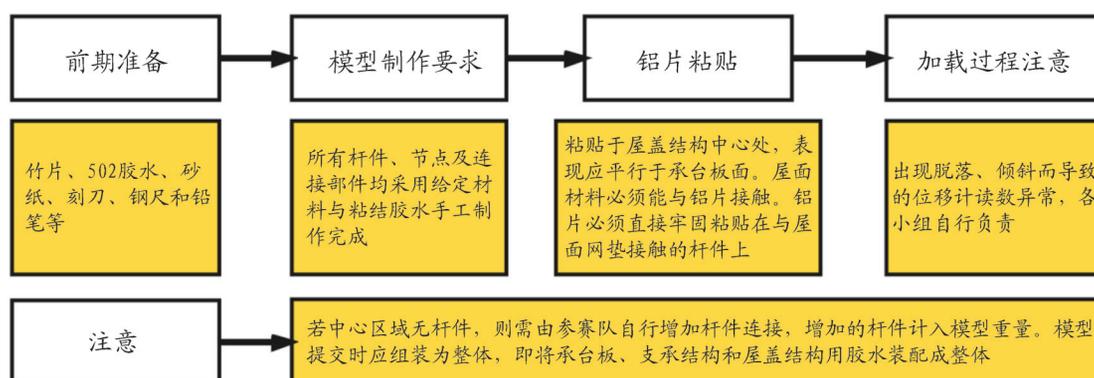


图4 模型制作过程要求及注意点

## (二) 模型课教学反思

通过模型课教学,旨在让学生掌握、理解各类结构模型的力学特点,掌握结构的基本设计思路和模型制作技巧,通过训练,巩固和加强对所学结构知识的理解,提高学生对各类结构的设计、计算、绘图能力。此外,以实际赛题为教学背景,促进学生理解相关赛题的要求和评价标准,正确解决相应的实际问题。然而,模型设计课程也存在些许难点,从知识架构而言,需要学生结合结构力学和材料力学知识,并能熟练应用到模型设计中,涉及知识点较多,如何在知识的生成过程中达到培养学生观察分析问题的能力及逻辑思维训练亦是本节课的难点。在求解问题的过程中,培养学生面对困难坚韧不拔的意志品质,锻炼学生实事求是、敢于批判的大国工匠精神。

## 四、结语

作为土木工程专业人才实践能力培养的重要方式和实践教学的基本途径,模型制作课程将学生的“平面设计”思维转化为“三维立体”设计思维。学生通过课程学习掌握了理论知识,加强了实际操作技能,增强了动手能力、创新能力,培养了团队合作意识和专业综合素养。“四位一体”教学模式,即课堂教学、团队研讨、上机操作和模型制作有机结合的模型制作课程教学模式深受学生欢迎,通过课程学习增进了师生之间的互动交流,培养了学生的团队协作能力与个人创新能力,在教学质量、学习效率上都取得了良好的效果,因此,开展“四位一体”综合教学模式对培养学生的创新和实践能力具有深远影响。这也进一步使模型课程成为学生专业学习的重要辅助工具,为学生未来的工作实践打下坚实基础。

### 参考文献:

- [1] 石华. 高校转型背景下个性化人才培养模式研究[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(3): 5-7.
- [2] 吕静, 公寒. 基于创新性能力培养的建筑学专业教学体系改革与实践研究——以吉林建筑大学为例[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(3): 55-62.
- [3] 李志生, 李斌, 刘丽孺, 等. 建筑环境与能源应用工程专业“1+2+N”开放式实践创新教育平台的研究[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(2): 110-113.
- [4] 陈春鸣, 朱伟超, 孙成访. 应用型本科院校房屋建筑学课程教学改革实践[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(3): 61-64.
- [5] 王天龙, 伊松林, 胡传坤, 等. “木工模型制作”课教学模式的改革与实践[J]. 中国林业教育, 2012, 30(3): 68-70.
- [6] 陈小敏, 吴涓, 徐春宏. 校企合作工程教育人才培养的实践与思考——基于东南大学的案例[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(7): 168-171, 268.
- [7] 谢伟, 郑玉莹, 苗生龙, 等. 建筑结构模型解析的土木工程专业实践教学模式探索[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(5): 108-110.

- [8] 许波,张子荣,黄盛兴. 地方应用技术型本科院校土木工程专业实践教学体系构建[J]. 高等建筑教育,2017,26(5): 100-103.
- [9] 安丽媛. 基于工程实践的结构设计软件课程教学探索[J]. 山西建筑,2015,41(25):254-255.

## Teaching mode reform and practice of model making course based on combination of teaching, seminars, computer operation and model making

ZHANG Yingying, YE Jihong, LI Qingtao, JIA Fuping, FAN Li, DU Jianmin, LI Xian

(School of Mechanics and Civil Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, Jiangsu, P. R. China)

**Abstract:** Model making is an important way to cultivate practical ability of civil engineering professionals, and it is also a basic way of civil engineering practice teaching. It effectively promotes students to transform planar design thinking into three-dimensional design thinking. The teaching mode of the model making course adheres to the four-in-one teaching principle, which organically combines the four aspects of classroom teaching, team seminars, computer operation and model making. This paper analyzes the problems existing in the teaching mode of architectural model making courses and explores the countermeasures, aiming to make a beneficial attempt for the practical teaching of civil engineering and the cultivation of compound civil engineering talents.

**Key words:** civil engineering; model making; teaching reform; teaching practice

(责任编辑 周沫)