

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2019.02.008

欢迎按以下格式引用:刘林,韩冰,张楠,等.基于以学促研理念的工科研究生专业核心课程教学改革与实践[J].高等建筑教育,2019,28(2):48-52.

# 基于以学促研理念的工科研究生专业核心课程教学改革与实践

刘林,韩冰,张楠,向宏军

(北京交通大学 土木建筑工程学院,北京 100044)

**摘要:**以研究生创新能力培养为目标,进行了基于以学促研理念的工科研究生专业核心课程教学改革与实践探索。双语教学、案例教学、雨课堂、经典文献阅读心得分享等多元教学模式有效激发了学生的学习兴趣,并提升了学生的参与度。研究性课程项目设置和实施是教学改革的重要环节,文章分享了课程项目的实施细节和与之相适应的成绩评定方法。调查问卷的反馈表明,课程的教学改革措施获得学生广泛好评。

**关键词:**研究生教育;多元教学模式;课程项目;创新能力

**中图分类号:**G643.2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2019)02-0048-05

自《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》、教育部《关于实施研究生教育创新计划,加强研究生创新能力培养,进一步提高研究生培养质量的若干意见》(教研[2005]1号)及《关于深化研究生教育改革的意见》(教研[2013]1号)等政策相继出台以来,研究生课程建设在全国高校范围内受到了高度重视。

研究生教育是培养高层次人才的主要途径,是国家创新体系的重要组成部分。工科研究生是国家科技创新的重要承担者和生力军,创新能力培养是工科研究生教育的核心内容。研究生课程教学在巩固与加深基础理论和专业知识的基础上,培养学生自主学习、提出问题和解决问题的能力,逐步养成其科学探究精神和自主创新意识。

专业核心课程是研究生开展课题研究的前提和基础。著名高等教育专家 Burton Clark 教授<sup>[1]</sup>指出:“当大学首先被理解为探究的场所时,研究和教学活动不仅是互相渗透的,而且本质上是兼容的。”此次教改尝试从研究生专业核心课程入手,将“以学促研”教学理念引入研究生专业核心课程的教学实践中,即在课程学习环节让学生接受有系统的科研训练,学会科学研究的基本方法,以改变现有课程环节中创新能力培养力度不足的现状。通过课程的实训,逐步增强学生的创新意识,挖

修回日期:2018-06-16

基金项目:北京交通大学研究生教育专项基金资助项目(134516522)

作者简介:刘林(1970—),男,北京交通大学土木建筑工程学院副教授,博士,主要从事结构工程研究,(E-mail) lliu@bjtu.edu.cn.

掘学生的创新潜能。

## 一、试点课程简介

教学改革试点课程选为结构动力学,该课程是学校土木工程专业研究生的一门核心课程,是结构抗震、抗风、抗冲击、结构振动控制和健康监测、环境振动等课程学习和课题研究的基础,解决工程结构振动问题的能力也是现代土木工程专业技术人员必备的专业技能。选课学生的专业方向涉及桥梁工程、结构工程、铁道工程、岩土工程、隧道工程、力学等诸多学科方向,辐射面广。

试点课程通过介绍结构动力分析的基本理论、概念和分析方法,旨在帮助学生掌握结构动力分析的力学概念、数学模型、数值算法和程序实现,培养运用结构动力学知识从事理论研究和工程设计的能力。课程的主要任务是学习结构动力学的基本理论和方法,通过课程作业和课程项目,提升学生用所学理论解决工程结构动力问题的能力。课程采用加州大学伯克利分校 Chopra 教授编写的教材<sup>[2]</sup>。这本教材与土木工程专业结合紧密,是加州大学各分校采用的教材。另外,推荐 Craig 教授编写的经典动力学教材<sup>[3]</sup>作为拓展阅读教材,这本教材目前为美国土木名校伊利诺伊大学香槟分校(UIUC)所选用,其特点是详细深入阐述动力学的经典理论,一些例题取材于航空航天和机械领域,有利于扩展学生的视野。在对国际著名的研究型大学(如 UC Berkeley、UIUC 和清华大学等)结构动力学课程教学大纲广泛调研的基础上制定了现行的教学大纲。教学学时适中(48学时,周学时4,共12周课程),知识点基本涵盖了国内外名校该课程的主要知识点。对重要的知识点安排一定量的习题有针对性地进行训练,作业量适中。采用双语教学,课件是全英文的,学院面向土木工程国际班的硕士留学生还开设了这门课的全英文课程。国内一些高校开展了结构动力学课程的教学探索<sup>[4-7]</sup>。

## 二、多元课堂教学模式

采用多元课堂教学模式,变知识的单向传授为师生之间在理论和实践中的探究,拓展教育教学的时空范畴<sup>[8]</sup>。为此,结合课程特点,在教学中尝试了以下一些教学模式。

(1) 双语教学。研究生专业基础课开展双语教学旨在让学生接触国际先进的教学资源 and 教学理念,有助于培养学生的国际视野。考虑到学生英文阅读能力通常强于听说能力,为确保教学质量和教学效果,课程的全部课件、经典阅读文献及部分习题是全英文的,但仍采用中文授课。在广泛参考英文原版教材及国外名校教学资源基础上,完成全英文课件的制作。课程推荐的教材由 Chopra 教授编著,该教材具有信息量大、问题讲解透彻、逻辑性强、例题和习题丰富等特点,有中译版<sup>[9]</sup>,方便学生进行对照阅读。

(2) 案例教学。针对工程中的实际问题,开展案例教学,以提升学生对工程实际问题的分析能力与解决能力。在讲授隔震原理后,介绍铁路钢弹簧浮置板轨道隔震系统的设计和工程案例。在讲授完多自由度系统的动力参数识别后,结合某多层框架结构的实验室振动台测试数据,让学生绘制系统的传递函数并估计各模态的频率和阻尼比。另外,结合一些实际工程项目,如石材加工厂机器振动对附近高层住宅楼的振动测试与评价、吸振器的工作原理与工程应用实例、钢板阻尼器用于某框架结构抗震加固的工程实例等,拓宽学生的视野。

(3) 雨课堂教学。每章课程内容讲授完成后,利用雨课堂让学生用微信在线回答一些预先准备

好的测试题(以辨析题和选择题为主),考察学生对本章内容基本知识点的掌握程度。对学生而言,这种在线形式的课内限时答题可有效激发其主动参与意识,提升学习效果。对教师而言,学生所有的学习行为数据均被自动完整地记录下来,有助于量化学生的学习效果,把握学生的学习轨迹。

(4)经典文献阅读心得分享。统计表明,研究生的课程学习参与度是影响其创新能力的关键<sup>[10]</sup>。为此,精选了分析动力学、模态分析、振动测试、振动控制方面的一些经典篇章和优秀论文供学生课后学习,并安排讨论课交流学习心得。

### 三、研究性的课程项目

课程项目环节是将“以学促研”理念付诸实践的重要措施。设置课程项目的目的是通过该项目的训练,使学生掌握从事科学研究的基本程序和方法。学生通过课程项目训练可获得全方位的能力提升,如查阅文献能力、自主学习能力、发现问题能力、解决问题能力、逻辑思维能力、创新思维意识、提炼总结能力、写作能力、表达能力和审美能力等。这些能力对其未来的职业发展非常重要。

Burton Clark 教授在其著作中指出:“学生的研究活动不仅是一个确定问题和寻找答案的学术过程,而且也是一种激发批判思维和培养探究意识的方法。其是一种主动学习模式,在该模式中,教师提供研究构架和对待科研的态度,但并不提供要学生写下来、记住、再归还给教师的答案。”<sup>[1]</sup>

鉴于此,结合学院土木工程专业研究生的特点,制定了结构动力学课程项目的实施方案。首先,教师在课上结合一些优秀的学位论文,给学生讲授如何进行文献检索、论文选题和制定研究计划。然后,学生自己拟定课程项目的选题和研究内容。考虑到课程辐射面广,鼓励学生选题跟学位论文相关。为确保所有学生都参与这项活动,课程项目分组实施,学生人数多的课堂每组以不多于3人为宜,组内成员需有明确分工,人数少的课堂一人一组。

课程项目评价的七项构成为:选题依据(5%)、文献综述(20%)、研究计划(15%)、可行性论证(5%)、特色与创新(10%)、表达能力(15%)和阶段成果(30%)。在课程的最后一周,需提交课程项目的开题报告,并组织学生进行开题汇报和研讨交流,教师对每个项目进行点评并给出建设性意见。课程结束后给学生约一个月的时间,结合研究计划开展一部分研究工作,作为“阶段成果”考量的依据,最终提交小论文或研究报告,并进行课程项目的结题答辩。课程项目按百分制计分并换算为五级评价,即A(90分及以上)、B(80~89分)、C(70~79分)、D(60~69分)和F(60分以下)。

从执行情况来看,大部分学生的选题跟其所在课题组研究方向相关。对选题有困难的学生,可推荐一些文献供其参考和选择。秋季课堂因人数较多,采用分组方式,春季课堂因人数少采用一人一题的方式。从执行效果来看,总体上一人一题的效果更佳。

通过两个学期课程项目的实践,发现大部分学生已经掌握了从事科研的基本方法,个别优秀学生的项目汇报PPT是全英文的,当然也有个别学生才刚刚入门。落后的学生,通过聆听其他学生的报告,看到自己的不足和差距,从中找到努力的目标和方向。总之,课程项目对各层次的学生都起到了很好的激励作用。

### 四、成绩评定

为体现公平性并鼓励学生参与到非常有价值的课程项目训练中,特制定相关的课程成绩评定办法如下:

课程项目。如前所述,按五级评价,但计入总评成绩时仍按百分制计算。每级与百分制的对应关系是 A(95分)、B(85分)、C(75分)、D(65分)、F(0分)。

作业。不计入总评成绩,但未交作业者每次从总评成绩中扣5分,未做完或完成质量较差者每次从总评成绩扣3分,累计最多从总评成绩扣15分。

总评成绩采用两种计分方法,即成绩  $S_1 = \text{期末考试成绩} \times 0.7 + \text{课程项目成绩} \times 0.3$ , 成绩  $S_2 = \text{期末考试成绩}$ 。

总评成绩  $S$ 。若课程项目被评为 A、B 和 C 档,  $S = \text{MAX}(S_1, S_2)$ ; 若课程项目被评为 D 和 F 档,  $S = S_1$ 。

例如,一学生的课程项目评价为 A, 期末考试成绩为 80 分, 课程总评成绩为  $80 \times 0.7 + 95 \times 0.3 = 84.5$  分; 再如, 另一学生的课程项目评价为 D, 期末考试成绩同为 80 分, 课程总评成绩为  $80 \times 0.7 + 65 \times 0.3 = 75.5$  分。这种成绩评定方式在一定程度上可反映学生的科研能力。学生需提交课程项目研究报告, 并进行两次答辩, 比以作业成绩为平时成绩的考量更为合理。

## 五、学生反馈

采用无记名调查问卷收集学生对课程的反馈意见, 调查问卷涉及教学设计与教学内容、教学方法与教学效果、师德师风与学术特色、总体评价与感受 4 个模块, 详见表 1。其中, 前 3 个模块中的每个评价项有非常符合、符合、基本符合、不符合 4 个选项供选择。

表 1 课程匿名调查问卷内容

教学设计与教学内容	教学方法与教学效果	师德师风与学术特色	总体评价与感受
1) 有明确的课程教学目标和教学大纲等学习要求 2) 有高质量的教材或讲义, 有比较丰富的参考文献及资料推荐目录 3) 授课信息适量, 注重理论联系实际 4) 对于学科国内外的研究现状把握准确, 注重教学内容更新	1) 授课思路清晰, 讲授生动, 有感染力和吸引力, 能激发学生兴趣 2) 对学术思想和研究方法阐述准确精辟, 讲课重点突出, 难点剖析清楚 3) 教学有启发性, 鼓励学生独立思考, 培养学生创新思维 4) 采用学生欢迎的授课方式(如多媒体、讨论、参观等), 教学形式多样, 提升教学效果 5) 课程学习的知识与方法对学生完善知识结构及开展科研工作有帮助	1) 教师严格要求自己, 备课充分, 教学热情投入, 为人师表 2) 对学生思想品德和学习研究能力要求严格, 关心学生成长 3) 解答疑难耐心, 课内外能与学生交流沟通, 师生关系融洽 4) 教学过程中教师能很好运用专业外语词汇 5) 教师有较深厚的学术造诣, 有自己的教学风格与治学特色	1) 对课程总体评价 2) 对课程的主讲教师总体评价 3) 经过课程的学习, 感到在什么方面收获最大, 在什么方面得到提高 4) 对课程还有什么要求与建议(如教学方式、内容、作业、课程项目和考核方式等)

调查问卷反馈的情况主要表现在以下几方面:

(1) 教学方式。大部分学生认同课程的教学方式, 少数学生认为授课速度较快, 一些内容难度较大, 不容易理解。

(2) 教学内容。大部分学生认同课程的教学内容, 少数学生反映英文课件课后看起来比较吃力, 部分学生反映课时偏少。

(3) 作业。部分学生反映作业难度偏高, 作业比较费时, 有时会感到自信心受到打击。

(4) 课程项目。几乎所有学生认同课程项目开展形式和锻炼价值。

(5) 考核方式。少数学生质疑课程项目分组, 认为分组可能产生“搭车”现象, 但均认同最终的成绩评定方式。

## 六、结语

以学促研理念鼓励学生在课程学习阶段利用所学的知识从事科学探究活动,旨在激发学生的学习兴趣,培养学生自主学习能力,让学生掌握提出问题而不仅仅是解决问题的能力。文章以研究生结构动力学课程为例,介绍了将以学促研理念应用于土木工程专业研究生核心课程实践中的一些具体实施办法,关键环节是研究性课程项目的实施,为此制定了与之相适应的成绩评定方式。通过学生的反馈,对课程改革措施给予了充分肯定,也明确了课程建设持续改进的必要性。

### 参考文献:

- [1] Clark B R. Places of Inquiry: Research and Advanced Education in Modern Universities [M]. University of California Press, 1995.
- [2] Chopra A. Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering [M]. 5th Edition. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2016.
- [3] Craig R, Kurdila A. Fundamentals of Structural Dynamics [M]. 2nd Edition. Hoboken: John Wiley and Sons, 2006.
- [4] 盛宏玉. “结构动力学”课程教学实践中的几点认识[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2007, 21(6):102-104.
- [5] 孙智,葛耀君. 国际研究型大学《结构动力学》课程研究生教学比较研究[J]. 教育教学论坛, 2013(27):58-60.
- [6] 陈清军,李文婷. 结构动力学课程多元化教学方法探讨[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(2):47-52.
- [7] 荣学亮,郭进,王慧东,等. 研究生结构动力学核心课程建设探讨[J]. 教育教学论坛, 2016(23):203-204.
- [8] 王芳,王昭俊,刘京,等. 创新驱动下研究生多元互补课堂教学模式实践[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(5):35-38.
- [9] 乔普拉. 结构动力学——理论及其在工程中的应用[M]. 4版. 谢礼力,吕大刚,等译. 北京:高等教育出版社, 2016.
- [10] 朱红,李文利,左祖晶. 我国研究生创新能力的现状及其影响机制[J]. 高等教育研究, 2011, 32(2):74-82.

## Teaching reform and practice of core courses for engineering graduates based on the idea of promoting research with learning

LIU Lin, HAN Bing, ZHANG Nan, XIANG Hongjun

(School of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, P. R. China)

**Abstract:** Targeted at cultivating the innovation ability of graduate students, core courses reform and practice for engineering graduates were conducted based on the idea of promoting research with learning. Multiple teaching mode, such as bilingual teaching, case-study teaching, rain class, classic literature reading experience sharing, has effectively stimulated students' interest in learning and increased their participation. The establishment and implementation of flexible course projects is an important part of the curriculum reform, and implementation details of the course projects and related grading policy are presented. Feedback from students based on anonymous questionnaire indicates that the teaching reform measures of this course have been well received by students.

**Key words:** graduate education; multiple teaching mode; course project; innovation ability

(责任编辑 周沫)