

土木工程专业模型试验课程的教学改革与探讨

余洁^{1*} 郑勇²

1.重庆科技学院建筑工程学院 重庆 401331

2.重庆交通大学河海学院 重庆 400074

【摘要】：模型试验在土木工程专业本科和研究生教学中具有重要地位。在试验过程中能够带给学生直观的感受，学生通过亲自动手操作，熟练掌握试验方法，明确构件或结构的受力性能。但目前模型试验较为单一，缺乏系统性，考核指标不完善，学生对模型试验课程不够重视，导致学生进入研究生学习阶段，无法快速进入研究模式。同时学生对模型试验的认识仅停留在模型阶段，无法将实际工程应用与模型试验相结合，分析问题时无法将实体工程中的结构构件简化为试验模型。因此将实际工程中的某一部分提取出来进行模型试验时，无法正确建立模型试验中构件的边界条件以及荷载加载方式。本文提出了模型试验在土木工程专业教学中的应用与改革，在试验教学中激发学生的兴趣，提高学生在实际工程中提炼科学研究方向的能力，加深学生的理论知识并加强学生灵活运用书本知识的能力，并对模型试验课程考核方式进行深入的探讨。

【关键词】：模型试验；土木工程；教学；实际工程；考核

Teaching Reform and Discussion of Model Pilot Courses for Civil Engineering Majors

Jie Yu^{1*} Yong Zheng²

1.School of Civil Engineering and Architecture,Chongqing University of Science & Technology Chongqing 401331

2.Hohai College, Chongqing Jiaotong University Chongqing 400074

Abstract:Model testing plays an important role in undergraduate and graduate teaching in civil engineering. In the process of experiment, students can bring intuitive feelings, students through hands-on operation, proficient in the test method, clear component or structure force performance. However, at present, the model test is relatively single, lacks systematicness, the assessment indicators are not perfect, and students do not pay enough attention to the model test course, resulting in students entering the postgraduate learning stage and unable to quickly enter the research mode. At the same time, students' understanding of model experiments only stays in the model stage, and they cannot combine practical engineering applications with model experiments, and they cannot simplify the structural components in solid engineering into experimental models when analyzing problems. Therefore, when extracting a certain part of the actual project for model testing, it is impossible to correctly establish the boundary conditions of the components in the model experiment and the load loading method. This paper proposes the application and reform of model testing in the teaching of civil engineering majors, stimulates students' interest in experimental teaching, improves students' ability to refine scientific research directions in practical engineering, deepens students' theoretical knowledge and strengthens students' ability to flexibly use book knowledge, and conducts in-depth discussions on the assessment methods of model test courses.

Keywords:Model testing; civil engineering; teaching; practical engineering; assessment

1 模型试验课程

模型试验是土木工程专业教学中不可或缺的一个环节，并且是一门实践性非常强的专业技术课程^[1]。模型试验能够有效提高土木工程专业学生的动手能力和感性认识，激发学生对专业学习的认识，培养学生的综合素质发展。本科阶段，

土木工程专业学生在大一和大二阶段会学习理论力学、结构力学以及材料力学的力学基础知识，大三开始学习混凝土结构、钢结构以及组合结构的专业课程。无论是对于想要继续深造的学生，还是本科毕业选择从事土木工程相关行业的学生，均需要学生能够灵活的将基础的力学知识运用到混凝土结构、钢结构以及组合结构的计算中。但在教学过程中能够

发现,由于理论知识是经过一系列的简化和假定得到的计算和设计方法,学生在学习专业知识的过程中始终停留在课本上,对实际工程缺乏感性的认识,无法顺利完成理论知识与实际工程应用的转变。因此教学过程中加入了模型试验的教学,例如混凝土梁的受弯性能试验,钢桁架的受弯性能试验以及土工力学试验。该课程的教学目的是加强学生对相关课程理论知识的理解和掌握,学习模型试验的基本方法和常规仪器设备的使用。通过不同结构构件的基本力学试验认识混凝土梁、钢桁架等常规结构的受力特性,培养学生分析问题和解决问题的能力,为进行后续的科学研究的工程技术应用打下良好的基础^[2-3]。

2 模型试验教学现状分析

目前普通高等学校土木工程专业的模型试验教学内容通常包含静载试验、动载试验以及检测试验等等。由于经费的限制,有很多高校缺乏充足的经费购买精密的仪器设备甚至没有建立相应条件的结构试验室。同时由于模型试验成本较高,需要消耗大量建筑工程材料,例如钢筋、混凝土以及钢材等。同时试件制作时间较长,尤其对于混凝土结构需要进行长达1个月的养护周期,钢结构等构件需要工厂的精确加工,因此模型试验的教学安排大多是采用老师演示的模式,钢筋混凝土梁、钢桁架以及其他各类构件的制作,甚至包括测量仪器的连接和安装均是由老师提前操作完成。同时教学的过程过于形式化和机械化,学生仅仅需要站在试验室内进行观看,老师进行全程加载,加载过程对试验现象进行一定的解释和说明,这样的教学过程与看视频几乎无任何差别。整个试验的加工制作、仪器的连接、后期的加载以及数据监测,学生都不能参与其中,导致学生无法在试验过程中真正明白试验的意义,同时试验操作能力也没有得到有效的提高。有些高校为了加强学生的参与度,也会让学生亲手对构件进行加载,记录数据并观察试验现象,由于经费与场地限制以及课时上的安排,通常是多个学生对一个构件进行加载,通常出现个别学生并没有参与到试验的过程中,最终抄写一下同一小组同学的数据,完成试验报告就草草了事。主要原因归结于两个方面,一是学科的快速发展和学生浮躁的心理,学生在整个试验过程的参与度不够,不能够产生足够的学习兴趣,同时力学基础知识不牢靠,在学习阶段产生无法学以致用思想意识;二是由于土木工程试验课程的考核方式过于单一,导致对土木工程试验课程的重视程度不够。

学生在模型试验的过程中,仅仅是为了完成试验的相关测量,而忽略了整个试验从设计、制作、安装到最终试验的过程,在高等本科教育中,对于专业学科的教学脱离实际生产,造成学生只是机械的完成一些老师讲解的步骤,在学习

阶段产生无法学以致用思想意识。随着时间的积累,学生们在试验课程中没有将自己所学理论知识灵活运用能力得到提高,同时无法在试验过程中体会到做科研和创新的乐趣。土木工程试验的最终目的是让学生真切体会到如何将建筑结构中的一部分构件取出来进行试验和分析,并最终运用到计算和设计中去,否则学生所学的专业都将是纸上谈兵。对于未来即将进入土木工程领域工作的学生,在工作遇到梁、柱或楼板开裂的问题,由于无法完成抽象知识到具体工程的转化,导致无法正确判断出现这些问题的原因,也不能够更好的将本科所学的专业知识运用于实际工程的分析。而对于想要继续深造的学生来说,在研究阶段必然会面临设计试验、加工试件、操作监测和加载仪器的过程,这时需要学生能够将本科阶段学习的知识全面整合运用。而模型试验则是研究的关键,能够设计一个完美的试验模型,并通过试验能够得到清晰明了的试验规律和结果,对研究生的研究起着至关重要的作用,此时就体现了本科阶段学习的重要性。

3 模型试验教学改革

课程是培养方案的基本组成单元,课程改革是教学改革的永恒主题,教育思想的转变、培养模式的改革最终都需要落实到具体的教学环节上^[4]。高校中的每一门课都应当有一定的价值,需要老师和学生们在教学过程中不断的交流,提升课程的质量和课程的价值。对于经费有效的高校应当在有限的试验中充分发挥模型试验的作用,对于经费充足的高校应当紧跟时代的步伐,增加一些新兴研究方向的模型试验,其中包括新材料、新结构、新工艺等等,在模型试验过程中激发学生的兴趣和创新能力。对于基本的教学模型试验,老师应当在教学中强调模型试验的重要性,并把试验的全过程讲解清楚。下面以钢筋混凝土梁受弯性能试验为例进行详细说明。

第一阶段是试验的准备阶段,将学生分小组对试验试件进行计算设计与加工制作,尤其对于钢筋混凝土试件,可以在学习混凝土材料的阶段,由老师带领学生根据配合比制备混凝土,从而使学生能够对建筑材料有一定感性的认识。模板的搭建和钢筋的绑扎由工人完成,最终由学生进行浇筑和养护。在混凝土养护28天的阶段中,老师可以带领学生进行下一阶段的学习,其中包含了模型试验方法以及相关仪器的使用等课程。28天养护完成后,首先应当进行的是带领学生对混凝土立方体和棱柱体试件进行混凝土强度和弹性模量的测量。如果材料的强度有波动,老师也可对此进行相应的分析和讨论,通过这个阶段让学生对构件制作和结构材料性能进行充分的学习,能够较为清晰的学习建筑结构构件如何简化为试验室中的构件模型,感性地认识到每一类构件是如何加工制作的。

第二阶段是结构构件性能试验阶段,试件的吊装可由安装师傅完成,应变片、传感器、倾角仪和位移计等测量仪器的安装以及数据的采集均由学生完成,试件的加载制度分别由每个小组的组员自行制定并严格执行,并安排学生对试验现象和试验数据进行详细记录。例如钢筋混凝土试件的加载过程中会出现裂缝和变形的情况,钢结构试件在加载过程中会出现局部屈曲以及整体屈曲等现象,学生根据课堂学习情况进行试验过程记录,完成试验的加载和观测。

第三阶段则是数据的分析处理和试验报告的撰写,学生对采集的数据进行整理得到模型试验的开裂荷载、破坏荷载、荷载-挠度曲线、应力应变分布以及裂缝的发展和分布情况,学生需要对记录的试验现象进行详细的描述,绘制相关数据曲线,并采用现有的理论公式进行计算,将试验结果与计算结果进行对比分析。学生根据数据曲线并结合课堂的学习对构件的抗弯性能进行分析,对试验过程中出现的现象与问题进行充分的讨论,有助于学生对课堂知识的运用。除了上述对试验数据的分析工作之外,学生需要采用有限元软件对试验构件进行建模的深入分析,在有限元计算结果中可以得到试验无法观察到的结果,清晰的看到应力传递路径等。将有限元模型计算得到的应力云图和荷载-位移曲线与试验结果对比,充分调动学生有限元建模分析的能力,并完成了具象到抽象的转化,提高了学生对理论知识的灵活运用能力。

上述的三个阶段需要在课程教学中深化试验构件简化模型和试验课程理论的教学工作,其中试验构件的简化模型主要包含了力学基本理论和结构构件分析理论,其中力学基本理论通过微视频、拓展资料和检测环节三个部分进行加强学习,结构构件分析理论需要从实体工程中提取柱构件、梁构件和墙构件进行分析,对比不同构件的受荷方式和应力传递路径;试验课程理论学习部分则可以通过在线慕课讲解、

课程公众号的交流以及云平台的实训进行深入学习,强化学生对试验过程中需要注意的事项。除了教学内容的改革外,需要对模型试验课程的考核系统进行加强,试验报告中不再是对试验数据进行分析,而是需要有完整的试验设计方案、试验结果分析以及试验模拟分析三个部分,分别从试验的准备、试验的操作以及结果的分析形成一个完整的闭环工作,能够让学生在脑海中形成深刻的认识。通过试验过程培养学生科学试验能力和严谨求实的科学态度,在分析试验结果及影响因素的过程中巩固和丰富理论知识,提高分析实际工程问题和解决的能力,最终达到培养学生试验操作能力、综合分析和解决问题能力的目的。

4 结语

模型试验是土木专业本科和研究生教学中一门非常重要的课程,应当结合教学条件、教学内容、教学方法以及考核方式进行不断的完善。针对目前模型试验教学中存在的问题,提出应当对现有的教学内容进行扩充,让教学内容更加系统、全面,并采用多种教学手段,丰富教学的过程,灵活的教学时间使学生对模型试验过程的学习产生浓厚的学习兴趣。通过试验准备、结构构件性能试验以及后期数据处理和试验报告撰写三个阶段的教学,让学生能够从材料层面和构件层面系统学习模型试验的过程,加深学生对理论知识的理解。同时对土木工程试验考核系统进行系统的完善,将试验设计方案、试验结果分析以及试验模拟分析包含于其中,将模型试验与模拟分析融合,从而形成一个完整的学习过程。学生在学习过程中能够形成感性系统的认识,也能够深刻体会到学以致用成就感。除此之外,教师应当根据目前国内外的研究现状,对教学内容能够深入的扩展,加入新材料、新构件和新工艺方面的模型试验,大力激发学生的学习兴趣,增强学生的创新能力,从而取得良好的教学效果。

参考文献:

- [1] 王天鹏.数值仿真技术在土木工程专业结构试验教学中的应用[J].科教文汇,2018,000(006):55-58.
- [2] 易伟建,张望喜.建筑结构实验[M].中国建筑工业出版社,2005.
- [3] 陈爱军,吴鸣,陈惠满.结构试验与检测[M].中国建材工业出版社,2013.
- [4] 邱洪兴,吴京,王恒华,等.土木工程实验教学示范中心建设与实践[J].实验室研究与探索,2009,28(9):5.

作者简介:余洁(1993-),女,博士,讲师,主要从事钢结构和组合结构的教育研究工作。

基金项目:国家自然科学基金(52108117)