

面向土木工程创新设计实验班的 钢结构教学改革构想

张磊¹, 李忠学¹, 赵伟²

(1. 浙江大学建筑工程学院, 浙江 杭州 310058; 2. 浙江树人大学 城建学院, 浙江 杭州 310015)

摘要:为了培养土木工程类创新性人才,浙江大学于2008年在建筑工程学院设立土木工程创新设计实验班。实验班采取全新的人才培养模式,注重学生创新能力的培养,同时加强学生的科研、解决实际工程和动手能力的训练。文章结合钢结构课程的自身特点,从实验班的人才培养模式出发,探讨面向土木工程创新设计实验班钢结构教学的初步构想。

关键词:实验班; 钢结构; 教学改革; 土木工程

中图分类号: TU391-4

文献标志码: A

文章编号: 1005-2909(2009)02-0110-04

为了探索土建类创新人才培养模式,经教育部和财政部批准,浙江大学决定从2008年开始在建筑工程学院设立土木工程创新设计实验班(以下简称“实验班”)。第一期实验班于2008年5月正式开班,按照自愿报名、择优录取的原则,从2006级和2007级两个年级各选择了30名学生组成首期的2个实验班。根据学院安排,从2009年2月正式开始钢结构设计原理实验班的教学工作。为了与实验班的人才培养模式相协调,考虑到实验班学生的特殊性,钢结构研究室决定对钢结构课程的教学进行改革。改革的对象主要是课堂教学,同时也对实践环节进行针对性的调整。本文主要从实验班的人才培养模式出发,探讨面向土木工程创新设计实验班的钢结构教学的初步构想。

一、土木工程创新设计实验班简介^①

作为浙江大学本科生教学改革的组成部分,土木工程创新设计实验班是在“设计是工程的核心,创新设计能力的培养是土木工程教育的灵魂”的指导思想下创设的,它以“培养能适应甚至引导工程综合化和国际化发展,基础扎实、知识面广、综合能力强的高素质创新型人才”为根本目标。

实验班计划从每届本科生中招一个班(约20%左右,30人)。为了激发学生学习的主动性,实验班引入了末位淘汰的竞争激励机制,即根据考试成绩和创新成果及相关授课和指导教师评分,每学年结束后,按一定比例的综合成绩排名,原则上末位淘汰(或主动申请)约20%学生(6人左右)到普通班,同时从普通班择优选择相同数量的学生进入实验班。

收稿日期:2008-02-11

作者简介:张磊(1978-)男,浙江大学建筑工程学院讲师,博士,主要从事钢结构稳定和抗震研究。(E-mail) celzhang@zju.edu.cn。

实验班实施校内校外双导师制,原则上每位学生配备校内和校外导师各1名。校内导师由专业教师担任,全面负责学生的学业指导,进行教学、启发性指导和讨论答疑等,帮助学生掌握自主学习、研究、创新的科学方法;校外导师由实习单位行业专家担任,主要负责实习、见习、课题立项和专题设计的指导,并定期开设讲座和研讨等,以培养学生的工程素养和职业道德。

创新班的教学提倡课堂教学与实践环节并重。从低年级开始就要求实验班的学生结合课程进行相关问题的讨论、研究和实践,并原则上要求平均每年在实验室、设计院、施工企业、管理单位等进行实践训练一个月以上。

二、土木工程创新设计实验班课堂教学

钢结构课程作为土木系本科生的主要专业课程,具有其自身的特点:(1)涉及面广,内容多^[1]。目前钢结构的的教学内容主要包括材料性能、连接(包括焊缝和螺栓连接)和构件(包括拉、压、弯、拉弯、压弯)的受力性能(强度、整体稳定性和局部稳定性)和设计方法,涉及包括材料力学、结构力学和结构稳定理论(包括杆件、薄壁构件、薄板的稳定理论)等理论知识。(2)学生缺乏结构稳定理论知识,教学难度大。在钢结构授课时,学生通常已经具备了材料力学和结构力学知识,但是缺乏必备的结构稳定理论知识。这是因为许多高校的土木系并没有向本科生开设系统的稳定理论课程。以浙江大学为例,目前仅在4年级开设一门以介绍杆件稳定为主的结构稳定理论选修课。由于缺乏结构稳定理论的基础知识,学生普遍很难理解结构失稳现象。(3)部分内容依据经验,逻辑性差。目前钢结构规范的部分条文来自经验,这部分内容比较零散,逻辑性和系统性差^[1]。(3)缺乏结构分析的相关内容。钢结构设计应该是遵循结构体系—基本构件—连接这样一个顺序,但目前钢结构的的教学主要围绕连接和基本构件的验算和设计,基本没有结构整体分析的内容。以上造成了学生对教学内容的掌握比较吃力,往往一知半解,不能融会贯通,同时也给钢结构教学带来很大的难度。

实验班对课堂教学提出了新的要求:①精炼传统内容,注重基础理论,加强新理论、新技术的讲授,充实案例分析,丰富教学内容;提高教学内容的启发性和生动性,重视理论与实践的结合,激发学生的创新

思维和提高基础理论与专业知识的应用能力。根据钢结构教学的特点和实验班的教学要求,同时也考虑实验班学生的普遍情况,钢结构研究室决定改变以往“灌输式”的教学方法,采用教师讲授和学生研究报告相结合的方式。钢结构课堂教学的课时总共为17周(每周3个学时),计划安排教师讲授约10周,学生报告约6周,1周机动。

(一)教师讲授(约10周)

教师讲授将充分利用电化教学手段,图文并茂地进行讲解。同时,为了提高学生的专业英语水平,在课件和板书时将主要采用英语。

由于钢结构课程章节内容多,规定细而杂^[2-3],因此课堂讲授要突出重点,注重现象,分析思路 and 介绍原理,而具体内容主要依靠学生自学。通过介绍钢结构常用的结构体系,结合标志性建筑的实例分析,让学生建立钢结构建筑体系的感性认识;在讲授压、弯、拉弯和压弯构件的整体稳定性时,注重杆件稳定理论知识的介绍,特别是压杆的弯曲失稳和受弯构件的弯扭失稳基本理论;在讲授构件的局部稳定性时,简要介绍薄板的稳定理论知识。

在教学中,结合钢结构领域新的研究成果进行授课。比如在讲述钢材性能时,对高强钢、耐候钢、不锈钢等高性能材料进行介绍;在讲述确定框架柱稳定性时,介绍强支撑、弱支撑框架的概念和考虑层稳定的设计方法。

(二)学生报告(约6周)

按照自愿组合的原则,将学生分为若干组(初定6组,每组5人)。要求每组成员结合教材内容,选一个题目进行研究。研究的题目可以自定(需任课教师确认),也可以从给定的题目挑选。初定的部分供选择的题目包括:受压构件的平面内稳定性、受压构件的平面外稳定性、受弯构件的整体稳定性、压弯构件的整体稳定性、薄壁构件的局部稳定性、格构式柱子的计算方法、梁柱连接主要形式及设计方法、组合梁的设计方法、支撑类型及设计方法、钢柱脚设计方法。

每个小组成员通过分工对选定的题目进行研究,撰写研究报告。研究报告要求包括下面几个部分:现有研究和计算方法介绍(要求至少10篇文献,其中至少5篇为英文文献),破坏机理分析及解析解(或近似解),有限元数值模拟,结果分析与讨论,结论与总结。

在最后的6周,每一次课(3学时)由其中1小组报告其研究情况,任课教师将邀请钢结构研究室的其他教师参加。每次课将分3个环节进行:(1)代表报告:由其中1组派代表(或每人报告自己负责部分)对研究的课题成果进行介绍(40分钟以内);(2)解答与讨论:由其他小组的学生和教师提问,该小组的成员进行解答;(3)点评和讲述:由任课教师进行点评和总结。在介绍时要求思路清晰、逻辑性强、图文并茂。每个小组根据报告的情况进行适当的改进和完善,在学期结束之前交正式研究报告一份。

这种形式不仅可以让学生充分了解自身研究的内容,也对其他组研究的内容有所了解。同时,通过文献阅读、破坏机理分析、数值模拟等环节可以激发学生的科研兴趣,使其具备初步的科学研究能力。

(三)成绩评定

每位学生的总成绩将由3部分组成:考试成绩(40%),课堂报告和研究报告(40%),平时表现(20%)。为了鼓励学生使用英语表达,采用英语撰写研究报告的,以及在课堂报告中用英语表达的小组和个人加分。平时表现的评定主要参考学生在上课时提问和回答问题的情况,以及在课堂报告中的表现,包括回答问题、提出问题和参与讨论的情况而定。

三、土木工程创新设计实验班实践环节教学

实践环节是学生提高运用知识能力的重要方式。实践环节教学主要目的是训练学生的科研、解决实际工程和动手能力。按照这一思路,钢结构课程相关的实践教学环节将通过以下几个途径实施。

(一)教学实验

学校传统的钢结构教学实验为工字形简支梁的应力和变形试验,这一实验与材料力学实验很相似,并不能体现出钢结构构件容易失稳的特点。针对实验班,计划将钢结构实验内容变为压杆的平面内稳定和受弯构件的弯扭屈曲试验。在每项实验之前,教师讲述实验原理和设想,与学生讨论实验方案包括加载方式和支座约束方法。在实验过程中,注意对实验现象的讲解。实验结束后,要求学生比较实验结果与分析结果,找出两者差异的原因。

(二)课程设计

为了加强学生对基本理论的理解和规范条文的应用,培养学生运用知识和解决问题的能力,在钢结构课堂教学结束后实施课程设计教学(约6周)。课

程设计是知识深化、拓宽的重要过程,也是对学生综合素质与工程实践能力的全面锻炼,是实现本科培养目标的重要阶段。

为了反映现代钢结构的应用发展,计划在传统的钢屋架设计的基础上,增加门式刚架、操作平台等多种结构类型的钢结构课程设计题目。毕业设计的内容包括结构布置、内力计算、构件设计、连接设计和施工图绘制。为了更好地发挥实验班学生的主观能动性,在符合大前提的情况下,去掉条条框框,鼓励学生自主发挥。

(三)毕业设计

在国外大学本科生的毕业设计是非常重要的一个环节,在本科阶段的学习评价体系中占很大的比重。许多本科生通过在毕业设计期间参与指导教师的课题研究,到毕业时成果可以达到发表国际期刊论文的水平。

由于学校毕业设计时间相对较短,从2月中旬到6月中旬共约4个月,不可能完成太多的工作量。钢结构研究室针对实验班学生提供下面几种类型的毕业设计课题:(1)结合学校大学生科研训练计划SRTP项目,进行独立课题的研究。这类题目适合在前期的SRTP项目结束后,指导教师和学生都有意向继续深入课题研究的情况。由于有了SRTP训练计划的基础,因此学生有条件完成较深入的课题研究。(2)直接参与指导教师的现有科研项目。承担指导教师现有科研项目的一部分工作,比如数值模拟或实验研究等具体工作。这类毕业设计题目特别适合有志于继续深造的学生选择。(3)钢结构工程的设计和计算。考虑在完成毕业设计后,让学生对实际工程的设计有一个初步的概念,比较好的方式是结合实际工程进行设计^[4]。按照这一思路,我们从实际工程中提炼出了一些比较适合的毕业设计题目。比如某轻钢厂房设计,该项目来自实际工程,为门式刚架结构,特点是小而全:平面尺寸为120m×60m,横向共2跨,每跨各设2台10T桥式行车,屋面设采光带,屋脊处设天窗架,周边设女儿墙。通过这样一个毕业设计,学生掌握了轻钢厂房设计的内容。

(四)见习和实习

为了增强学生的感性认识,巩固课堂知识,提高学生知识运用和解决实际问题的能力,每年安排实验班学生到企业实习和见习。浙江省是钢结构大省,这为钢结构专业学生的实习和见习安排提供了

很大的方便。见习主要安排到钢结构企业(比如杭萧钢构股份有限公司)的生产车间和钢结构施工现场进行参观学习,使学生了解钢结构构件的生产过程和工艺,以及钢结构的现场安装过程。同时,安排部分学生到钢结构企业设计部门进行实习,通过参与实际工程,特别是大工程的设计工作,以及与经验丰富的设计人员的日常交流和沟通,了解和初步掌握钢结构建筑设计的技能。

(五) 第二课堂

按照实施方案,实验班的第二课堂由 SRTP 训练计划、专题讲座、结构设计竞赛和自主创设项目组成。就钢结构专业而言,主要是 SRTP 训练计划和专题讲座。

SRTP 训练计划是学校从 1998 年开始开设,主要目的在于给学生提供科研训练的机会,使其接触和了解学科的前沿知识,明晰学科的发展动态。每期的 SRTP 从 7 月立项到第二年的 4 月结束,共约 9 个月。学校设 SRTP 专项经费,用于支持立项的项目。2005 年钢结构研究室曾结合国家自然科学基金项目“蜻蜓翅膀结构仿生及新型有限单元法研究”设立了 6 个 SRTP 项目,取得了良好的效果,也积累了一定的经验。钢结构研究室计划将结合研究课题,以后每年面向实验班设立一定数量的 SRTP 项目供学生选择。在 SRTP 训练计划结束后,对于表现突出的学生,在自愿的前提下,将聘请其作为研究助理,继续参与课题的研究工作。

近年来,随着国际交流的日益密切,时有国外著名专家到学校做报告。实验班学生参加知名专家教授的讲座可以开拓视野,了解国际研究的动态,也可

以有机会面对面地和专家教授进行交流。同时,建议有兴趣的学生,特别是有意向以后从事钢结构研究的学生,参与钢结构研究室课题组的学术活动,让学生了解钢结构专业的研究动态。

四、结语

在这个“知识爆炸”的时代,高等教育应以学习原理性、基础性的知识为重点,更重要的是应该培养学生的学习和分析能力^[5]。从这一点出发,针对浙江大学的本科生教学改革项目“土木工程创新设计实验班”,本文就钢结构的教学工作,包括课堂教学和实践环节教学,提出了一些初步设想。这些设想的可行性和实施效果还有待实践来检验,我们也将根据实际实施的情况随时进行修正。

注释:

① 浙江大学建筑工程学院. 土木工程创新设计试验班(实施方案),2008.

参考文献:

- [1] 孙金坤. 新形式下钢结构课程教学方法的分析与探讨[J]. 攀枝花学院学报,2004(4):70-71.
- [2] 陈绍蕃,顾强. 钢结构(第2版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [3] 夏志斌,姚谏. 钢结构原理与设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [4] 王元清,石永久,施刚. 结合实际工程钢结构毕业设计训练与指导[J]. 钢结构,2008,23(增刊):602-607.
- [5] 陈以一. 国际土木工程界对未来工程师教育的若干关注点[J]. 高等建筑教育,2006,15(2):119-121.

Teaching reform of steel structure course for training innovative civil engineering majors

ZHANG Lei¹, LI Zhong-xue¹, ZHAO Wei²

(1. Department of Civil Engineering, Zhejiang University, Hang Zhou 310058, China;

2. Department of Civil Engineering, Zhejiang Shuren University, Hang Zhou 310015, China)

Abstract: Steel structure is a basic course for civil engineering majors. To training innovative civil engineering majors, Zhejiang University founded an experimental class in the department of civil engineering in 2008. Teachers used a new training model for students of this experimental class, focusing on their abilities of innovation, research, thinking and operation. Based on the characteristics of the steel structure course, we presented the teaching reform of this course according to the new training model.

Keywords: experimental class; steel structure course; teaching reform; civil engineering