

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2016.04.016

结合卓越工程师计划的钢结构课程设计教学探索

袁焕鑫,杜新喜,郭耀杰

(武汉大学土木建筑工程学院,湖北 武汉 430072)

摘要:钢结构课程设计是土木工程本科教学中的重要设计训练环节,着重培养学生运用钢结构基本理论解决工程设计问题的能力。文章结合“卓越工程师教育培养计划”,在考虑当前钢结构发展形势的情况下对钢结构课程设计的教学内容、教学组织和设计题目开展了改革探索,同时对教学指导环节进行了探讨。

关键词:钢结构;课程设计;教学研究

中图分类号:G642.3;TU391

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2016)04-0065-04

在土木工程本科专业的课程设计中,课程设计训练作为重要的教学实践环节,不仅可以巩固和加深学生对基本理论和专业课程的理解,而且可以锻炼学生运用理论知识解决工程设计问题的能力,培养创新实践能力强、适应社会发展需要的优秀工程师。按照教育部对实施“卓越工程师教育培养计划”(以下简称“卓越计划”)的要求^[1],武汉大学土木工程专业于2012年入选第二批“卓越计划”,根据学校自身的办学特点,已经开展了卓越计划培养方案的探索与实践,取得了丰硕的教学经验^[2]。钢结构课程设计是土木工程专业主干课程——钢结构的后续实践课程,是执行“卓越计划”培养方案的重要组成部分,开展钢结构设计方面的基本训练,可使学生具备初步的工程设计能力。

近年来,我国建筑行业发展迅速,钢结构已经在高层和超高层建筑、大跨度结构、塔桅结构、工业厂房和轻型住宅等方面得到了广泛的应用^[3]。为适应当前钢结构的发展形势,已有部分教学和研究人员对钢结构课程设计教学方法^[4]和改革构想^[5]进行了探讨。根据“卓越计划”对本科教学在知识、能力和素质三方面的要求^[6],考虑武汉大学土木建筑工程学院的办学情况,对钢结构课程设计的教学进行新的改革探索。

一、课程设置情况

(一)课程设置目标

钢结构课程设计旨在要求学生深刻理解、巩固和掌握钢结构的基本理论和基础知识,对所学知识融会贯通,结合相关设计规范、规程和图集,查阅设计手册和资料,建立钢结构设计的概念,进行钢结构设计计算和施工图绘制。

收稿日期:2015-11-18

基金项目:教育部第二批卓越工程师教育培养计划:武汉大学土木工程专业卓越工程师教育培养计划(教高厅函[2012]7号)

作者简介:袁焕鑫(1988-),男,武汉大学土木建筑工程学院讲师,博士,主要从事钢结构和金属结构研究,(E-mail)yuanhx@whu.edu.cn。

总体而言,钢结构课程设计是一门实践性很强的课程,重在培养学生综合运用所学钢结构基本理论知识,独立分析和解决钢结构工程实际问题的能力,让学生得到工程设计能力的初步培养和训练,包括基本结构构件、节点的设计与计算。通过绘制钢结构工程设计图纸,提高动手能力,建立钢结构设计的初步概念,有助于毕业后较快地胜任钢结构设计和钢结构施工工作,以满足企业和社会对工程型人才的需求。

(二)课程设置现状和存在的主要问题

20世纪80年代以前,我国的钢铁产量较低,钢结构的应用形式较为单一。传统的钢结构课程设计题目,受实际应用的限制,一般为三角形或梯形钢屋架的设计,该题目在钢结构相关教材中沿用至今。在钢屋架的设计训练中,主要包括桁架结构形式的选型,轴心受力构件和焊接连接节点的设计计算等内容,没有全面覆盖钢结构的主要知识点,如受弯构件、压弯构件和螺栓连接节点等内容。钢屋架一般采用角钢,基本构件截面形式为单角钢或两个角钢组合形成的截面,主要包括T形或十字形截面。在桁架节点设计中,零部件和构造细节较多,往往导致在施工图的绘制中出现表达不清,出图质量不高的问题。同时由于课程的教学和训练时间一般为一周,在较短时间内往往难以达到较好的训练效果。

近年来由于我国钢材产量的大幅提升和钢结构的大规模推广应用,在工业与民用建筑的屋盖结构中,三角形或梯形角钢桁架已经逐渐被其他新型结构型式所取代,例如门式刚架结构。在钢结构课程设计中沿用前期的三角形或梯形钢屋架的设计题目已与当前形势发展和工程应用脱节。按照“卓越计划”培养方案中强化工程实践能力、工程设计能力和工程创新能力的核心要求,需要对钢结构课程设计的教学内容和课程体系进行重构,开展相关的教学改革和探索。

二、课程设置改革探索

(一)教学内容修订

紧密结合土木工程“卓越计划”培养方案要求和人才培养目标,针对当前课程设置中存在的问题,开展钢结构课程设计的教学内容修订工作。从锻炼学生的工程化实践能力和思维能力出发,钢结构课程设计的选题应尽量贴近工程实际。已有高校将课程设计题目修改为完成一个单层门式刚架钢结构项目

的设计^[8],设计内容包括完整的设计计算书和全套的施工详图。该设计题目结合实际工程项目,较为全面地涵盖了钢结构的基本知识点,然而由于门式刚架的荷载工况组合繁多,结构内力计算较为复杂,教学安排为一周的课程设计往往在时间上不允许。此外,如果采用分组模式,各个小组内学生的任务分工不同,难以严格督促每个学生设计工作量的实际完成情况。由于存在设计任务分工,少数学习积极性不足的学生往往缺乏对项目设计整体上的认识,从而对学习效果造成不利影响。

因此,从设计题目、教学组织等方面对钢结构课程设计的教学内容进行修订,同时增加了参照国外现行规范的设计内容。为了更加全面地巩固和应用钢结构的主要核心知识点,在修订后主要包括了以下内容:(1)基本构件设计,包括轴心受压构件、压弯构件和受弯构件的设计;(2)节点设计,从形式上分为螺栓连接节点和焊接节点设计,具体包括梁柱节点、主次梁节点和柱脚节点等;(3)楼板设计,包括单向板、双向板和加劲肋的设计等。

为了充分体现课程设计的针对性,实现对一般钢结构工程设计过程的完整综合性训练,在课程设计中着重强调手算和手绘施工图,培养学生开展结构分析计算和设计的理论功底和实践能力,既能保证总体设计任务的全面合理性,又能充分发挥学生的主观能动性,督促学生独立完成各自的设计任务,确保课程设计的训练效果。

(二)设计题目修改

按照修订的教学内容安排,将钢结构课程设计的题目由传统的三角形或梯形钢屋架修改为钢平台结构设计。每个学生最终提交一个完整的钢平台结构设计,具体的课程设计安排如下:

(1)课程设计任务。设计一个单层的车间内检修钢结构平台,总建筑面积为200~300 m²。

(2)课程设计要求。钢平台平面设计包括结构总体尺寸和标高、柱网布置、主次梁布置、楼板布置等,平台铺板设计,平台梁(次梁、主梁)设计,平台柱设计,连接节点(次梁与主梁、梁与柱、柱脚)设计,支撑、基础设计。

(3)课程设计要求。设计计算书(手算、手写),手绘施工图(A3图纸,2~3张),包括平台结构布置图、连接节点大样图、基础大样图,以及设计说明和构件表。

在钢结构课程设计的具体实施中,通过设定不同的整体尺寸(平台高度、平面尺寸),荷载条件和钢材类别,确保每个学生具有不同的设计条件,督促学生独立完成给定的设计内容。同时在结构布置、连接节点样式上给学生以自由选择的空间,充分发挥设计上的主观能动性。由于教学安排与训练的总体时间较短,在结构设计中不考虑地震作用,即不进行抗震验算。

此外,由于在钢结构基本原理的教学中,主次梁连接节点、梁柱节点以及柱脚节点的设计往往不是教学的重点,在课程设计任务布置时提供实际工程中多种常用的节点形式供参考,图1所示为课程设计任务书中给出的两种主次梁连接节点构造形式。

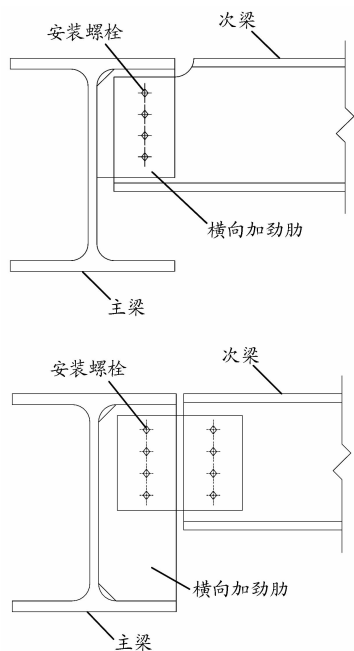


图1 供参考的主次梁节点构造形式

(三) 配合工程实习

钢结构的加工制作大部分是在钢结构加工厂完成,施工现场装配化程度高。将钢结构课程设计与企业实习相配合,有助于学生了解实际的钢结构加工过程,熟悉包括钢板的下料切割、拼接装配、焊接技术、焊接变形矫正、螺栓孔加工、摩擦面处理、喷漆在内的加工环节和过程。同时,由于钢结构生产企业的厂房一般为钢结构厂房,可让学生实地观察钢结构厂房的空间布置和局部连接构造,增强学生对钢结构实际工程的感性认识。这种带有直接目的和针对性的工程实习,有助于引导学生在施工详图的绘制中正确合理表达自己的设计意图,提高钢结构设计的适用性和施工详图的绘制质量。

(四) 增加国外规范设计

与“卓越计划”中的推进国际化培养进程相结合,在钢结构课程设计中增加参照国外规范进行设计计算的内容。具体实施方案为参考欧洲现行钢结构设计规范(Eurocode 3)^[9],学习其中的设计条文并将其运用于钢结构平台中的基本构件和节点的设计验算中,有助于学生熟悉欧洲规范的设计框架和理念,具体包括截面分类法、轴心受压构件、受弯构件和连接节点等计算内容,并根据课程设计实例对比中国和欧洲钢结构设计规范的异同。考虑到每个学生的实际情况和学习基础各不相同,本部分为选做内容,鼓励有兴趣和学有余力的学生完成该部分的设计计算工作。通过对现行欧洲钢结构规范的学习和实际运用,可有效提高学生对国外设计规范和标准的熟悉程度,在专业设计领域内拓展国际视野,提升学生的国际化能力,实现国际化工程师的培养目标。

三、教学指导改革探讨

(一) 设计任务布置

为使学生在有限的训练时间里对钢结构课程设计定位和教学组织安排形成较为全面系统的认识,需要任课教师开展有效的教学引导和讲解。教师在布置课程设计任务时对设计要点进行详细说明,结合工程实例照片和设计规范阐述课程设计中的关键点。在钢结构原理的课程教学中,由于教学时间的限制,对主次梁节点、梁柱节点等节点设计的讲解往往不够透彻,结合实际工程案例中的节点详图对节点的承载性能和受力特点进行讲解,有助于学生建立对工程设计的感性认识。

结合“卓越计划”的国际化培养目标,对欧洲钢结构设计规范的基本理念和设计框架进行介绍,具体包括欧洲规范中的分项系数取值、截面分类法、构件与节点设计计算公式等内容。引导学生主动查阅规范条文,并根据条文进行构件与节点的设计计算。

(二) 教学指导与考核

根据学校的实际情况,为开展钢结构课程设计的集中统一安排教室,任课教师每天随堂检查课程设计的进度,同时合理安排针对性的统一讨论和答疑,及时进行反馈与交流,督促学生按既定的进度计划完成课程设计任务。加强课程设计的教学过程管理和指导,不仅有助于任课教师及时掌握学生的学习态度和综合表现,而且可确保课程设计完成

质量。在布置设计任务时提出标准考核条件,通过对手写的设计计算书、手绘的施工详图和平时成绩综合考核,将集中讨论环节计入平时成绩,同时对创新性设计理念进行鼓励加分,综合给出较为公正公平的成绩。

四、结语

钢结构课程设计是土木工程专业学生重要的教学实践课程,在培养学生工程设计和思维能力方面具有不可替代的作用。随着现代钢结构的发展,钢结构课程设计面临着新的机遇和挑战。结合“卓越工程师教育培养计划”,对课程教学内容、教学组织和设计题目等方面进行了改革探索,可以有效提高钢结构课程设计的教学效果,在知识、能力和素质三个方面达到卓越工程师培养的基本要求。

参考文献:

[1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见[Z]. 2011.

- [2] 傅旭东, 徐礼华, 杜新喜, 等. 土木工程卓越工程师培养方案探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(3): 17-21.
- [3] 沈祖炎, 李元齐. 促进我国建筑钢结构产业发展的几点思考[J]. 建筑钢结构进展, 2009, 11(4): 15-21.
- [4] 陈俊岭, 焦炳烽. 钢结构课程设计教学方法探讨[J]. 高等建筑教育, 2012, 21(5): 108-110.
- [5] 高涌涛, 傅鹏斌. 钢结构课程设计改革探讨[C]//土木建筑教育改革理论与实践研讨会论文集, 2009: 370-372.
- [6] 高等学校土木工程学科专业指导委员会. 土木工程卓越工程师教育培养计划专业标准(试行): 本科阶段[M]. 2012.
- [7] 王若林, 郭耀杰, 杜新喜. 土木工程专业钢结构课程本科教学探讨[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(4): 51-54.
- [8] 施刚, 石永久, 王元清. 《钢结构课程设计》教学探讨[J]. 钢结构, 2008(增刊): 608-612.
- [9] EN 1993-1-1. Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1.1: General rules and rules for buildings [S]. Brussels: CEN, 2005.

An exploration of teaching design course of steel structures combined with the plan for educating and training outstanding engineers

YUAN Huanxin, DU Xinxi, GUO Yaojie

(School of Civil Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, P. R. China)

Abstract: The design course of steel structures for undergraduates majoring in civil engineering specialty plays an important part in design practice, which can contribute to the utilization of the fundamental design principles of steel structures, enabling the ability of solving engineering design problems. According to the plan for educating and training outstanding civil engineers, the reform of teaching content, schedule and design subject was carried out by taking account of the recent development of steel structures, and the exploration of the teaching method was also conducted.

Keywords: steel structures; design course; teaching research

(编辑 周沫)