

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2015.03.032

# 土木工程专业高层建筑钢结构毕业设计的实践与探索

丁玉坤

(哈尔滨工业大学 土木工程学院;结构工程灾变与控制教育部重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150090)

**摘要:**为适应社会对高层建筑钢结构专门设计人才的需要,提高土木工程专业学生对高层钢结构专业知识的应用能力,文章对土木工程专业高层建筑钢结构毕业设计存在问题进行了探讨,在毕业设计题目设置、设计指导中的师生互动、增加针对性的实习和考核等方面提出了一些建议,旨在提高学生的专业素养和实践能力。

**关键词:**土木工程;高层建筑钢结构;毕业设计,实践教学

**中图分类号:**G642;TU97      **文献标志码:**A      **文章编号:**1005-2909(2015)03-0131-04

哈尔滨工业大学土木工程学院本科专业课程钢结构基本原理及设计课堂教学共64学时。该课程理论性强、知识点多,在课堂教学后,还安排有一周半的钢结构课程设计。在这个短暂的实践教学中,除了指导教师布置任务和讲解和最后的课设答辩,学生几乎都在进行结构布置、计算、书写计算书和绘图。虽然课设对象是单层工业厂房的钢屋架,在一定程度上巩固了所学的知识,但因时间紧迫,部分学生只能“照搬”参考书完成设计任务,这样做很难将所学知识在设计过程中进行消化,更难说有所创新了。而钢结构是一门实践性很强的课程,没有足够的实践环节(包括课程设计、毕业设计和实习等),是无从谈及运用理论知识来指导工程实践的。因此,应科学合理地安排毕业设计,使其成为全面巩固学生所学知识,并将所学知识正确应用于结构设计的一个重要实践环节。

随着国家经济、建筑技术和城市化的发展,特别是钢材产量和钢结构设计水平的提高,工程中的钢结构已成为鼓励采用的建筑结构形式。在建筑用地日趋紧张的大都市,高层甚至超高层的钢结构建筑越来越多,高层钢结构的设计和建造迫切需求专门设计人才。

基于上述考虑,笔者自2011年开设了高层钢结构本科毕业设计。该设计的建筑规模主要有如下要求:总建筑面积20 000m<sup>2</sup>左右;地面以上建筑物层数20~30层(每层建筑面积800~1 200m<sup>2</sup>);层高为一层3.9~4.8m,其余各层3.3~3.6m。对于刚接触设计的本科生而言,该设计任务较庞大。结合近年该毕业设计的指导工作,笔者对此有如下一些建议和思考。

收稿日期:2015-03-23

作者简介:丁玉坤(1979-),男,哈尔滨工业大学土木工程学院讲师,博士,主要从事钢结构方面的教学和科研工作,(E-mail)dingykun@sohu.com。

## 一、题目的设置、指定和更新是提高毕业设计效果的关键

土木工程专业方向的本科毕业设计,多以民用或工业建筑为背景。在题目设置上,常以某一具体工程为题材,围绕建筑功能、结构计算和设计,以及基础或施工组织设计等内容而进行。在上述设计内容中,又常以结构计算和设计为主,通常时间安排为8周左右:建筑约4周;基础或施工组织设计约2周。在结构设计部分,学生将进行结构布置、荷载汇集、结构建模和计算、构件和节点等设计,并在此基础上书写计算书和绘制图纸等。可见,经此系统训练后,学生可对某一题目下的结构设计过程有完整的了解,有利于学生今后更好地处理与设计题目类似的工程问题。在高层钢结构毕业设计的指导工作中,笔者的体会是学生能否得到感兴趣的设计题目,以及如何设置题目和适时更新内容及要求,是关系到毕业设计能否收到预期效果的首要问题。

### (一) 题目的设置应有利于教学相长

毕业设计内容的设置除了应密切结合指导教师的科研项目外<sup>[1]</sup>,还应结合指导教师的专业特长,这样教师对学生的指导才能高效。例如,笔者从攻读博士学位开始,就从事新型高层钢结构体系及抗震性能等方面的研究。留校后,承担了研究生选修课高层建筑钢结构课程的教学工作,负责讲授高层钢结构的制作和安装,以及新型抗侧力和耗能构件在高层钢结构的应用等内容。以上研究和教学工作均为指导采用新型结构体系的高层钢结构毕业设计奠定了基础。同时,通过给学生答疑,笔者感到,虽然学生的着眼点不同,但多数问题是围绕设计任务提出来的,一些问题也是指导教师尚未涉及而想弄明白的问题。因此,教师愿意投入时间去研究问题,这样既解决了学生的疑惑,也有利于指导教师提高自身的专业技能。

### (二) 设计题目的指定应兼顾学生的兴趣

目前,学生毕业设计的题目,大体上是由学院统一指定的。这样做是为了避免学生“偏科”,即避免一些设计题目出现无学生选择的窘境。但是,高层钢结构设计题目与其他题目一样,也仅是提升学生在一个专业方向上的理论水平和技能。而且相当多的设计院在未来一定时期内仍主要是开展量大面广的混凝土结构设计。因此,由学院指定毕业设计题目的方式无法完全满足学生的专业设计兴趣和爱

好,使真正对钢结构设计有兴趣的学生又得不到应有的锻炼。倘若学生对指定的题目毫无兴趣,毕业设计就可能收效甚微。

其实,每个学生经过3年多的学习,基本已有感兴趣的专业方向,毕业设计题目应结合学生毕业后的就业方向或深造计划,并综合考虑学生自己的兴趣、能力和未来发展等因素来选择建议。题目指定要有适当的灵活性,给学生一定的选题权利,可列出每年开设的所有题目,让学生提前自愿申报2~3个题目,然后综合分组。这种适当考虑学生兴趣的选题做法将使学生对毕业设计更有积极性,收效可能更好。

### (三) 设计内容应结合专业最新发展而适时更新

为避免多年使用同一设计题目可能出现的抄袭现象,指导教师有必要适时更换设计内容和要求。鉴于目前设计院或施工单位“以高层设计为主流”的情况,应结合高层建筑的工程应用,增加新型结构体系的设计内容,以缩短学生就业后的工作适应期<sup>[2]</sup>。对高层钢结构,应要求学生掌握目前比较流行的结构形式、计算方法和构造要求。因此,笔者在设计任务书中鼓励学生应用新型的抗侧力构件和新型的结构体系作为设计任务。除了采用传统的纯钢中心支撑,推荐采用新型的墙板内置无粘结钢支撑或杆状防屈曲支撑(Buckling Restrained Brace)代替传统的纯钢支撑。除了中心支撑,也鼓励采用偏心支撑和钢板剪力墙等抗侧力构件。例如,在2014年的毕业设计中,一名学生自愿尝试采用偏心支撑钢框架结构形式,通过努力,圆满完成了设计任务,最终取得了较好成绩。

## 二、积极有效的师生互动是毕业设计取得实效的基石

### (一) 注重培养学生主动学习的能力

对20多层的高层建筑钢结构设计,要求学生学习结构设计方法和设计软件的使用,进行结构建模、内力分析和设计,这样的工作不仅量大而且有难度。建议教师提前布置和安排任务,给学生自学的机会和时间。以结构建模和分析为例,笔者一开始便尽早安排学生安装和学习使用结构设计软件ETABS,这样学生在做荷载汇集等准备工作之余,就可以有针对性地查阅和学习该软件的使用说明等资料,到建模和分析环节时,学生就可以建立结构模型。图1为学生自学软件后建立的结构模型。

应当注意的是,虽然大多数学生之前并未有建立

复杂结构模型的经验,也可能因此而心生畏惧,指导教师应强调学习和使用通用软件的必要性,让学生明白学好一个软件对将来应用其他类似设计软件也有很好的借鉴作用。教师要耐心引导和鼓励,培养学生的兴趣和自信心。可要求学生先简后繁,积累经验。学生消除畏惧心理后,建模和设计操作就会逐渐得心应手,在实践中熟能生巧。有的学生在熟练使用软件后甚至主动去钻研软件内的参数和求解设置等功能,提高了对理论知识的归纳消化和应用能力。

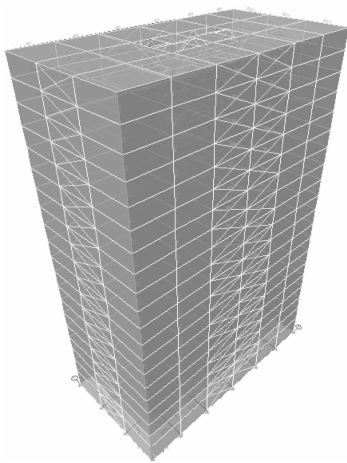


图1 20层建筑的中心支撑钢框架结构

## (二)营造积极的心理互动氛围

结构方案的确定以及结构建模、分析和设计等,这些任务一环紧扣一环,教师应在各阶段工作中严格检查,认真引导和解惑。以建模和分析为例,因大部分学生是初次接触大型设计软件和设计规范等,面对陌生的软件以及系数重重的设计公式,要在短时间内掌握并熟练应用软件进行结构设计,有较大难度。特别是对这些软件在内部分析环节可能存在的一些缺陷,指导教师必须强调指出,以免学生误入歧途而影响进度。因此,指导教师应对软件的一些关键环节有使用经验,并能做出正确的判断,才能引导学生去认真求证,加深理解。这样也才可能帮助学生较快熟悉设计过程,培养学生的自信心和学习兴趣。

毕业设计为师生提供了长达一学期的交流互动机会,教师应在指导工作中倾注热情,与学生积极互动,这样不仅能使任务完成得更加高效,而且也有利于学生的全面发展。教师不仅要关注学生的专业训练,也要不失时机地对学生进行职业道德的言传身教,引导学生带着问题去思考和讨论,启迪学生的智慧,充分调动学生的积极性和主动性。

## 三、毕业设计应适当增加针对性实习

与单纯课堂教学相比,毕业设计属于实践环节。

但若不加以恰当引导,相当多的学生的毕业设计仅仅是对参考书等资料的简单模仿。因此,在毕业设计过程中,应通过小组或个人(以整个年级为单位的统一毕业实习,针对性不强)的实习活动,例如参观钢结构工程或钢构件制作等,夯实书本所学知识,拓宽知识面,使学生获得真实感受。此外,通过实习,还可消除学生不切实际的想法和由此导致的误差或错误,有助于学生深入思考,以开展更加符合实际应用需求的理性创作。

### (一)参观钢结构工程和钢结构安装

应组织学生参观正在建设的高层钢结构工程。因为从施工中暴露的钢骨架,学生可以清楚地观看构件和节点的加工和连接做法。实地考察如不可行时,也应提供必要的实录视频、图形资料和讲解,以加深学生的理解。还可以推荐一些好的参考书和期刊,例如《钢结构进展与市场》和《建筑结构》等,帮助学生了解新型钢结构工程和建造技术。此类资料图文并茂,是本科生很好的课外读物。另外,因高层建筑钢结构一些基本的构造和连接做法等,在低层和多层钢结构中也有体现。因此,也可组织学生考察当地一些在建的多层甚至单层钢结构工程,例如施工现场的焊缝和螺栓连接等。通过接触实际工程,增强学生的认知能力。

### (二)参观钢结构加工厂和钢构件制作

在实习中,还可组织学生参观钢构件加工厂等。随着新材料和新工艺的快速发展,目前钢结构中的大型构件的加工制作方法和质量控制技术等都有革新,书本上的知识也非常有限。必要的学习参观有利于学生拓展知识面,帮助他们更好地理解 and 绘制施工图。指导教师可组织学生参观了解钢构件的生产过程。例如,参观工厂的焊接、刨边和钻孔等相关工艺流程等,并做好有针对性的实地讲解,有利于学生对重要概念的理解和对书本知识的消化。

## 四、考核应以学生实质性的进步为依据

### (一)注重形式,更追求质量

学院毕业设计要求学生完成不少于9张的1号图纸,有些学生甚至能提供多达14张或者更多的图纸。诚然,为确保培养质量,数量上的要求是必要的,但任务完成的质量更为重要。笔者曾在一次钢结构毕业设计的答辩中发现,能够提供十多张图纸的学生,计算书虽然写的很饱满,但是连一个常用角焊缝的符号代表什么意思也回答不上来。可见,依

葫芦画瓢的做法,在本科毕业设计中依然存在。

再以结构施工图的绘制为例,在坚持部分图纸必须手绘完成这一传统做法的基础上,为了提高学生应用计算机作图的能力,目前鼓励采用计算机绘图。但应强调的是,计算机作图应让学生利用 AutoCAD 软件亲手绘制,不能依靠设计软件和绘图软件等自动出图。虽然从表现形式上看,自动出图比学生亲手绘图的图面更美观和全面,但这样会使学生过分依赖软件而使其基本技能得不到应有的训练,导致学生对设计理论不熟悉,不能提高识图和绘图能力,并且也难以准确把握和判断其设计结果。因此,教师在毕业设计过程中应时刻提醒学生,在写计算书或绘图时,每写一句,每画一笔,都要弄清楚为什么,真正弄懂了才算得上学有所获。

#### (二)综合平时表现全面评价

通过毕业设计检查学生对理论和技能真实掌握的情况,应综合学生平时表现并结合中期检查等来作全面评价。例如在计算机房和报告厅,可根据学生的特定任务,抽取部分简图要求学生现场用计算机或手工绘制。对个别问题,可要求其现场用板书

展示。目的是让学生更加注重自身实际能力的提升,更好地培养其独立思考和解决问题的能力以及表述能力等。将平时成绩和表现做好记录,以占一定分值比例等方式,汇入最终毕业设计成绩,依据学生完成任务质量与实质性进步情况作出更加全面公正合理的评判。

#### 五、结语

目前,随着建筑钢结构工程的大量应用,对高层钢结构专门技术人才的要求也越来越高。本文结合学校毕业设计题目的设置,提出适当增设高层建筑钢结构毕业设计的建议。同时强调,在毕业设计的题目选定、指导和考核等环节,应积极探索和改革新的模式和新的方法,以不断提高钢结构毕业设计质量,为经济建设和社会发展培养高素质的专业人才。

#### 参考文献:

- [1] 赵风华. “钢结构”实践性教学改革中的若干问题[J]. 钢结构, 2010(增刊): 917-922.
- [2] 褚云朋, 姚勇, 雷劲松, 周俐俐, 郭仕群. 钢结构建筑市场应用型人才需求与钢结构教学改革[J]. 高教研究, 2011(4): 55-57.

## Practice and experience on graduation design of high-rise steel structure in civil engineering specialty

DING Yukun

( School of Civil Engineering; Key Lab of Structures Dynamic Behavior and Control, Ministry of Education, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, P. R. China )

**Abstract:** The graduation design of high-rise steel structure in civil engineering specialty has been proposed to satisfy the requirements to the special designers of high-rise steel structures and to improve the ability of undergraduates on applying knowledge of high-rise steel structures. According to some problems in the graduation design, some suggestions on proposing, dispatching and updating graduation design projects, teacher-student interactions, adding related practices, performance appraisals, etc. have been proposed to improve the students' professional qualities and practice ability.

**Keywords:** civil engineering; high-rise steel structure; graduation design; practice teaching

(编辑 王 宣)