

# 钢结构系列课程教学内容改革思考

陈新,李德建,冯吉利

(中国矿业大学力建学院,北京 100083)

**摘要:**文章从钢结构的发展要求出发,分析了钢结构系列课程的特点和目前教学中存在的问题,根据提高学生综合能力、实践能力和创新能力三方面的培养目标,就钢结构系列课程体系在教学内容方面的改革进行了思考。

**关键词:**钢结构系列课程; 教学内容; 改革

**中图分类号:**G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2010)04-0063-05

## 一、钢结构产业发展及对人才的迫切需求

在中国,建筑包含工业和民用建筑两部分。按承重结构的材料又分成钢筋混凝土结构、钢结构、木结构、砖石结构、钢—砼组合结构等。钢结构体系具有自重轻、强度高、便于工业化生产、造型优美、抗震性能好等特点,与钢筋混凝土结构相比,具有在高、大、轻三方面发展的独特优势。更为突出的是钢结构具有极其优良的环保性能,是一种节能环保型、能循环使用的建筑结构,符合经济持续健康发展的要求。由于钢结构具有上述优点,故在能源、交通、冶金、机械、石化等重要部门的建设中被大量采用,如公路和铁路桥梁、火电厂厂房和锅炉钢架、输变电铁塔、广播电视通讯塔、石油海洋平台、核电站、发射架、机库、风力发电、水利建设等。城市建设中更需大量钢结构,如高层建筑、体育馆、展览馆、影剧院、会议中心、地铁、城市轻便铁路、立交桥、环保建筑、公共设施、临时建筑等。

中国钢铁产业的高速发展为钢结构产业奠定了良好的发展基础。自1978年实行改革开放以来,经济建设获得了飞速的发展,钢产量逐年增加。自1996年超过1亿吨以来,一直位列世界钢产量的首位,2003年更达到创纪录的2.2亿吨,逐步改变着钢材供不应求的局面。钢结构产业政策,也从“限制使用”改为积极合理地推广应用<sup>[1]</sup>。近年来,中国建筑钢结构行业获得了巨大的发展,涌现出一批优秀的钢结构建筑,如:奥运鸟巢、北京植物园温室馆、首都机场等。建筑钢结构行业的跨越发展,为现代化城市建设作出了重要贡献。

目前,中国钢结构产业在科研、设计、制造、维护及相关领域的发展与国际先进水平相比还有一定差距。要提升钢结构行业的综合实力,形成既满足国民经济建设发展需要,又具有国际竞争力的新型钢结构工业产业,还需要在钢结构的设计、计算、分析软件、数控和自动化加工制造、吊装技术装备等方面加快发展步伐。伴随着钢结构产业的快速发展,钢结构企业大量出现,急需高校培养出大批

收稿日期:2010-05-23

作者简介:陈新(1973-),女,中国矿业大学力建学院副教授,主要从事结构工程、岩土工程研究,(E-

具有良好钢结构专业素质的人才。高等学校应该抓住钢结构行业蓬勃发展这一契机,对钢结构教学进行改革,以适应市场需求,改变钢结构人才培养严重滞后于社会需要这一现状。

## 二、钢结构系列课程教学存在的主要问题

由于钢结构系列课程自身所具备的特点,在目前的课程教学体系中存在诸多问题需要进行分析并加以解决。

### (一) 钢结构系列课程设置及教学目标

钢结构系列课程教学是培养钢结构人才的主要途径,是高等院校土木工程专业的重要专业基础课,是一门综合性和实践性都很强的应用学科,直接服务于钢结构工程设计。钢结构系列课程包括钢结构设计基本原理与房屋钢结构两门子课程,以及钢结构课程教学设计教学实践环节。

钢结构基本原理<sup>[2]</sup>是研究钢结构工作性能及基本设计原理的一门工程技术型课程,课程的教学目的是使学生系统掌握钢结构的基本理论、基本知识和基本方法,使学生具有进行钢结构构件设计的能力。房屋钢结构是研究厂房钢结构及民用钢结构(框架结构)设计理论的一门工程技术型课程,课程的教学目的是使学生系统地掌握厂房钢结构及民用钢结构(框架结构)设计理论和施工制造基本技术,使学生具有进行厂房钢结构及民用钢结构(框架结构)设计的能力。钢结构课程设计是在两门课程学习基础上综合运用所学知识进行钢结构的设计与计算。通过钢结构系列课程教学,可以使学生具有进行钢结构设计的能力,同时也为学生从事钢结构研究或钢结构制造、安装工作打下基础。“钢结构”系列课程的学习效果如何,直接影响学生毕业后在从事钢结构专业工作中的表现,进而影响到社会对于学校教学质量的评价和学校的声誉。

### (二) 钢结构系列课程的特点

钢结构系列课程作为土木工程专业的重要基础课,内容多,涉及面广,既有理论推导又有实验研究,同时又与相关规范及工程实际联系密切,公式、图表、规范条文多,具有综合性、技术性以及应用性等特点。

(1) 综合性。在钢结构构件及连接计算的规范公式中,其研究方法是在理论指导下结合实验研究作出基本假定,得出半理论半经验的计算公式。其计算分析与理论力学、材料力学、结构力学、弹塑性

理论等课程的相关知识紧密相连,具有很强的综合性。

(2) 技术性。钢结构系列课程与现行的钢结构设计技术规范联系紧密。在钢结构设计规范中,常对某些不需计算、无法计算的部分和施工、构造要求,有具体的条例进行规定和说明。同时,还有一些数据是通过大量的试验归纳、总结出来的图表。这部分内容技术性强,而内容上比较零散,系统性和逻辑性差。

(3) 应用性。钢结构系列课程与工程实际联系密切,教学的主要目的是为了让学生在毕业后能够从事结构设计及施工管理等工作,让学生能够明白各种结构形式的原理和功能,以便他们在实际的工作中灵活运用。

### (三) 目前存在的主要问题分析

(1) 教学内容多,学时严重不足。钢结构系列课程教学内容及学时安排见表1。钢结构基本原理课程是中国矿业大学土木工程专业的一门专业基础必修课,32学时。房屋钢结构为专业必修课,16学时。这两门课程全部为课堂教学,学生在掌握基本理论的基础上还必须熟悉有关的规范公式、构造要求、设计参数和计算图表,相对教学大纲规定的教学内容而言,课程学时数偏少,加之课程综合性强、实践性强的特点,学生要掌握的内容相对较多,因此,很多知识点只能做到初步了解而难以深入。在课程的教学实践环节钢结构课程设计中,1周的时间内,学生要进行钢屋架的设计计算并绘制施工图,时间非常紧张。

(2) 教学方法和教学手段不丰富。现阶段钢结构课程全部为课堂教学,授课方法是多媒体课件结合传统的板书。虽然利用了多媒体教学手段,但仍然是灌输式教学,要提高学生学习的主动性、积极性,仍需要结合实例教学、问题教学等方式和方法以及采取先进的教学手段来充实自己的教学活动,否则教学效果不理想。

(3) 学生的畏难心理。由于目前学生所见到的建筑物大部分还是用钢筋混凝土建造的,导致学生对钢结构建筑很陌生,从而觉得钢结构这门课程很难,产生了畏惧心理。加之先修的工程力学课程中有些基本问题没有理解透彻,甚至有的学生连最基本的力学概念都不清楚,加剧了畏难的心理。在学习的过程中遇到困难,首先想到的是放弃,而不是想

办法去克服,导致很多学生难以学好这门课程。

表1 钢结构系列课程教学内容及学时安排

课程(学时数)	章	主要内容
钢结构 基本原理 (32学时)	第1章 概述	金属结构发展史;钢结构的特点及合理应用范围;钢结构的发展方向;钢结构的设计方法
	第2章 钢结构的材料	建筑钢结构对材料的要求;建筑钢材的两种破坏形式;钢材的主要性能指标;各种因素对钢材性能的影响;钢材在复杂应力状态下的屈服条件;钢材的疲劳;建筑钢材的种类与规格
	第3章 钢结构的连接	钢结构的连接方法;焊接方法和焊缝连接形式;角焊缝的构造要求和计算;对接焊缝的构造要求和计算;焊接应力与变形;螺栓连接的排列和构造要求;普通螺栓连接的工作性能和计算;高强度螺栓连接的工作性能和计算
	第4章 轴心受力构件	轴心受力构件的形式和应用;轴心受力构件的强度和刚度;轴心受压构件的整体稳定性;轴心受压构件的局部稳定性;实腹式轴心受压构件设计;格构式轴心受压构件设计;轴心受压构件的柱头和柱脚
	第5章 受弯构件	梁的类型和应用;梁的强度和刚度;梁的整体稳定性;梁的局部稳定和腹板加劲肋设计;钢梁的设计;梁的拼接和连接
	第6章 拉弯和压弯构件	拉弯和压弯构件的类型和应用;拉弯和压弯构件的强度与刚度;实腹式压弯构件的整体稳定;实腹式压弯构件的局部稳定;压弯构件的计算长度;实腹式压弯构件设计;格构式压弯构件设计;框架的梁柱连接;偏心受压柱的柱脚设计
房屋 钢结构 (16学时)	第1章 概述	钢结构设计的基本原则;设计特点与注意事项;设计的一般步骤
	第2章 轻型门式刚架结构	组成、特点和适用范围;结构形式和结构布置;刚架设计;压型钢板设计;檩条设计;墙梁、支撑设计
	第3章 重型厂房结构设计	重型厂房结构的特点和组成;结构形式;结构布置;计算原理;钢屋架设计;吊车梁设计
	第4章 多层及高层房屋结构	多层及高层房屋结构组成与特点;结构的分析和设计;组合楼盖的设计;柱和支撑的设计
课程设计 (1周)	钢屋架设计	设计内容:选用屋架钢材和焊条;确定屋架的形式和几何尺寸;屋架支撑布置;荷载和内力计算;杆件截面选择;节点设计;编制计算书,包括设计内容的有关说明、绘施工图所需要的全部计算及屋盖结构布置图;绘制钢屋架施工图,包括屋架简图(杆件几何长度和杆件内力)、屋架一半的结构图、部分节点图、材料表及必要的说明

### 三、学生能力培养与教学内容改革的思考

随着素质教育的全面推进,本科生专业课的教学由着重知识的传授向着重学生能力的发展转变。因此,如何培养学生的理论与工程实际结合的能力、空间想象能力和思维能力、观察、分析和归纳的能力及进行科学探索的能力;培养学生实事求是、严谨治学的科学态度和良好的工作作风;培养学生互相团结、分工协作的团队精神,已成为专业课教师重点探讨的问题。

如前所述,钢结构系列课程教学内容具有涉及规范条文多、综合性强、实践性强的特点,时间少、任务重,学生普遍感觉掌握起来难度较大。教师在相对较少的课时内,要努力达到教学目标、确保教学质量,需要加强课程教学内容的优化和组织<sup>[3]</sup>。在钢结构系列课程教学实践中,结合学校研究型本科教育

新能力三方面能力的培养,提出钢结构系列课程教学内容改革的设想。

#### (一) 综合能力的培养

通过加强各课程间的联系、改革课程设计和毕业设计,实现对学生综合能力的培养。

(1) 加强各课程间的联系。使学生了解本课程与相关课程的内在联系,培养学生应用材料力学、结构力学等先修课程来分析和解决本课程相关问题的能力,了解钢结构基本原理与房屋钢结构、钢结构课程设计、毕业设计等课程和教学环节之间的关联。学生对于已修课程的掌握程度,直接影响后续课程的学习效果。对于钢结构而言,先修课程主要有工程力学、结构力学、房屋建筑学等。在教学中,应增加先修课程相关知识点的复习,引导学生综合运用先修课程中所学的力学知识。

#### (2) 课程设计的改革。课程设计是结合专业

学习而配置的大型综合性课题,随着专业课学习和专业知识的积累,通过课程设计训练,使学生能够把所学专业进行综合运用,提高实践运用能力。课程设计是毕业设计的预演,是加强实践性的重要教学环节,强化课程设计指导对培养实用型人才尤为重要。因此,应明确课程设计的地位,单独设置课程设计,同时扩充课程设计内容,单独考核,提高实际应用的效果。目前,钢结构课程设计还局限于屋架设计,这与现实情况已不相适应,题目形式和类型亟须改革。

(3) 毕业设计的改革。在毕业设计方面,不少高校的毕业设计题目为多钢筋混凝土框架结构,题目单调、无新意,使得学生失去了最后一次获得钢结构综合练习的机会。走上工作岗位以后,对钢结构一筹莫展,不得不重新培训。因此,笔者认为在毕业设计方面也应重视钢结构的课题,有必要选钢结构的题目作为设计题目,选题时可选部分钢结构(结合实际选轻钢结构、梯形钢屋架、门式刚架厂房等),以此强化钢结构的计算及构造等方面的应用。

## (二) 实践能力的培养

通过树立规范意识、增加工程实例分析、加强课程实习和将钢结构设计软件引入教学,加深学生对所学知识的理解和运用,培养学生从事钢结构设计和施工的实践能力。

(1) 树立规范意识。在进行理论教学的过程中,要加强对于国家规范等强制性标准的讲授,将规范意识贯穿教学的全过程。技术规范作为国家的强制标准,是在大量工程实践经验的基础上做出的理论总结,对实际工作具有很强的指导和约束作用。因此,在钢结构课程的教学过程中,必须重视和加强引导学生树立技术规范意识。

(2) 增加工程实例分析。实例分析有利于培养学生的工程意识、工程思维、工程方法<sup>[4]</sup>。土木工程具有综合性和实践性,工程设计计算理论所反映的是人们千百年来来的实践经验,是从失败中获得的经验教训以及通过现代试验手段所证实的客观实际。要使学生领会工程计算理论的科学性、严肃性,学习工程中复杂的可定和不可定因素的处理方法,获得良好的工程意识、工程思维。实例分析还有利于学生对结构计算理论的深刻理解,将实例引入教学,内容深刻、生动,便于组织不同深度的课堂讨论。各种各样的实例分析,对大学生来说是宝贵的、生动的。

对于这些未来的工程技术人员的综合素质培养有很大益处。通过对钢结构课程的学习,学生应能较好地掌握钢结构中基本的计算方法和思路,具备一定的钢结构设计能力。

(3) 加强课程实习。一般而言,不少高校对钢结构的实习课程并不重视,仅仅局限于认知实习阶段,实际上现在钢结构的形式极其繁多,发展最迅速的冷弯薄壁型钢结构、H型钢轻型框架结构、金属拱形波纹屋盖结构、轻型门式刚架体系结构、索膜结构、网架、网壳、内容丰富的各种预应力钢结构等。如此丰富的内容,仅仅走马观花式地看一看,听教师讲一讲,根本不可能领会到其中本质、精髓的内容,所以,应给学生比较充裕的时间,并提供或联系比较适宜的钢结构项目,使之能深入到工程中去,学习和了解工程中的实质性内容。

(4) 钢结构设计软件引入教学。钢结构设计计算机化程度比较高,而企业对大学生的需求是上手要快,但大多数高校本科阶段并不教授最常用的钢结构设计软件的使用方法和一般技巧,学生一旦进入钢结构设计领域难免会觉得无所适从。将国内最常用的钢结构设计软件引入教学,使学生在校期间就能掌握必要的设计技能,就可以有效地增强学生在就业市场上的竞争能力,同时这种做法也会受到钢结构企业的欢迎。

## (三) 创新能力的培养

钢结构作为一门课程,其发展和钢结构学科的发展相比,具有有限性、相对稳定性和滞后性的特点。因此,在教学过程中,适当增加学科前沿和热点问题的相关内容,将钢结构材料性能研究、稳定性理论研究、新型钢结构型式研究等方面的最新成果及进展充实到现有教学内容中,对培养学生的创新能力是大有益处的。

例如,在钢结构基本原理有关钢材力学性能的课堂教学中,可以增加一些微观材料力学最新研究成果,使学生了解在不同化学成分、不同受力状态、不同温度下,钢材的宏观塑性和脆性行为,与其内部微裂纹和微孔洞缺陷的不同扩展机制、以及缺陷前缘的过程区与塑性区互相竞争抑制的机制间的联系。

此外,如今钢结构的形式极其繁多,仅发展最迅速的就有冷弯薄壁型钢结构、型钢轻型框架结构、金属拱形波纹屋盖结构、轻型门式刚架体系结构、索膜

结构、网架、网壳以及各种预应力钢结构等。因此,在房屋钢结构课程教学过程中,不断更新教学内容,补充一些本学科的新规范、新标准、新技术、新方法和新理论,使学生了解钢结构的最新发展情况,开拓视野,激发学习兴趣。

#### 四、结语

人才的培养目标应满足社会需求,培养的学生应注重实践、强调应用、重视思路,善于处理问题和解决问题,将专业知识运用到工程实践中。作为培养钢结构专业人才的重要环节,高等学校的钢结构系列课程教学一定要创新思路,重视社会需要并与社会发展相适应,不断总结经验,加大教学改革力度。通过对钢结构课程特点的分析 and 对学生综合能力、实践能力和创新能力培养目标的理 解,研究如何

改革钢结构系列课程的教学内容,以使教学能够适应钢结构行业发展的需要,培养更多优秀的钢结构专业技术人员。

#### 参考文献:

- [1] 齐永胜. 市场人才需求与钢结构教学改革[J]. 常州工学院学报, 2004, 17(2):84-86.
- [2] 丁阳. 钢结构设计原理[M]. 天津:天津大学出版社, 2004.
- [3] 孙犁.《钢结构》课程教学内容改革刍议[J]. 洛阳理工学院学报(社会科学版),1999,17(3):85-87.
- [4] 贾绍平, 吴淦卿. 工程破坏事故实例分析引入钢结构教学中的思考[J]. 天津城市建设学院学报,1999, 5(3): 85-88.

## Some thinking in renovation on the content of the series of courses of steel structure

CHEN Xin, LI De-jian, FENG Ji-li

(*School of Mechanics & Civil Engineering, China University of  
Mining & Technology, Beijing 100083, P. R. China*)

**Abstract:** According to the requirement in development of the steel structure industry, the features of the series of courses of steel structure and the problems in present teaching is analyzed, some thinking in renovation on the content of the series of courses are proposed to promote the ability of students in three aspects, comprehension, practice and innovation.

**Keywords:** series of courses of steel structure: the content of course; renovation

(编辑 梁远华)