

工程造价专业工程结构课程教学探讨

余宏亮

(武汉科技大学 管理学院,湖北 武汉 430081)

摘要:针对工程造价专科学生的特点和就业趋向,分析工程结构课程的教学特点,提出在教学中强化结构概念设计、设计公式、工程参数的理解,加强图表能力训练。综合运用多种媒体提升教学效果,加强理论与实践相结合举措,以培养学生的基本职业技能。

关键词:工程结构;课程教学;工程造价

中图分类号:G642.3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2013)02-0061-04

工程结构是工程造价专科专业的一门核心课程,64学时(不含课程设计),也是建筑施工、工程项目管理等课程的先行课程,其内容涵盖建筑结构设计基本原理、钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构、单层工业厂房、道路与桥梁工程结构等方面,知识覆盖面广,学习难度较大。

文章针对工程造价专科学科特点及就业趋向,对工程结构课程的教学特点进行分析,结合笔者工程实践经验,提出在教学中强调结构概念设计及对设计公式、工程参数的深刻理解,综合运用实景照片、动画、视频、3D模型、计算机软件等多种媒体提升教学效果,并给出了培养学生识图能力,问题分析处理能力的具体实践教学方法。

一、工程结构课程的教学特点

(一)针对专业特色,调整教学重点

武汉科技大学工程造价专科毕业生大部分进入土木工程施工、监理、咨询等领域,能胜任施工员、预算员、材料员等岗位,少有学生从事结构设计工作。因此,对工程结构课程的讲授必然有别于土木工程或结构工程本科专业,在教学中应加大建筑结构概念设计及其应用的讲授学时,降低结构构件计算部分的难度,除钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构教学外,还应增加道路桥梁工程结构设计概论,培养学生建立结构体系概念,掌握其基本概念和基本原理。

(二)针对学生学习特点,把握课程难度

工程造价专科学科学生仅修高等数学(少学时),未修线性代数和概率与数理统计,力学也仅修了一门工程力学(少学时),因此,对工程结构设计理论有关概率论的部分无法深刻理解,结构分析困难。在教学中应减少设计公式理论的推导,重点讲解公式的适用条件和参数含义。

收稿日期:2013-02-23

基金项目:武汉科技大学高层次人才引进基金资助项目(060197)

作者简介:余宏亮(1970-),男,武汉科技大学管理学院高级工程师,博士,主要从事工程管理研究,
(E-mail)yuhongliang@wust.edu.cn。

(三) 形象化与案例教学相结合

工程结构课程与生活联系紧密,大到高层建筑、桥梁、体育场,小到自行车棚、广告牌,无不蕴含着结构原理,因此,在教学中应充分利用多媒体手段,采用启发式教学和案例教学,帮助学生打消顾虑,树立自信心。

(四) 做好前后课程的衔接

工程结构课程教学中要经常回顾建筑材料、建筑构造课程中学习的内容,经常绘制弯矩图和剪力图,加强工程力学基本训练。由于建筑施工课程与建筑结构课程在同一学期开设,通过对桩的吊装过程受力分析案例讲解,将两门课程联系起来,让学生理解工程结构在设计、施工中的广泛运用。

二、工程结构课程的教学方法

(一) 注重结构概念设计

在讲解建筑设计基本原理章节时,以承载能力极限状态设计表达式 $\gamma_0 S \leq R$ 为核心,从概念设计角度引导学生思考,增加结构(构件)安全储备的设计方法主要有:一是增加荷载组合效应设计值 S ,从荷载组合公式可知,恒载乘以系数 1.2,意味着恒载增大 20%,活载乘以系数 1.4,意味着活载增大 40%,对于安全等级为一级的建筑物, γ_0 取 1.1 则意味着整体荷载设计值增大 10%;二是减小结构构件抗力设计值 R ,体现在结构构件承载力设计值均为其标准值除以大于 1 的材料系数。通过一增一减,保证结构(构件)有足够的储备。

结构刚度是结构抵抗变形的能力。从结构概念设计的角度看,内力传递途径越直接,结构刚度越大;内力分布越均匀,结构刚度越大;内力越小,结构刚度越大^[1]。例如:对于深基坑工程采用钢管内支撑,若基坑宽度较大(大于 20 m),一般考虑在钢支撑跨中部位增加临时立柱,通过减小跨度的方法,增大钢支撑的刚度,防止失稳破坏。

(二) 注重理解公式参数的物理含义

钢筋混凝土结构设计是一门理论结合试验研究的学科,涉及公式多。在教学活动中,可以简化公式的理论推导过程,强调对公式的理解,特别是对公式中重要参数的物理含义的理解。例如:在钢筋混凝土单筋矩形梁正截面承载力计算教学中,首先讲解清楚梁正截面受弯的三个阶段,然后引导学生理解适筋梁承载力计算公式 $M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - x/2)$ 时,要特别讲解清楚参数 x 的物理含义是梁受压破坏时受压区混凝土的高度,其值最大为 ξ_b ,进一步启发学生计算出适筋梁最大配筋率为 $\alpha_1 \xi_b f_c / f_y$ 。由此还可以引申出以下规律:其一,混凝土强度等级,钢筋强度等级一定,加大截面的有效高度 h_0 可增大梁的正截面抗弯能力;其二,钢筋强度等级一定,梁截面一定,其最大抗弯能力为 $M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - x/2)$,适当采用高等级混凝土对梁正截面抗弯有利;其三,钢筋尽量布置为单排,在梁截面一定的情况下,不但有利于施工,对增大 h_0 也有利;其四,梁钢筋、混凝土强度等级一定,截面高度一定,若设计弯矩大于 $\alpha_1 f_c b \xi_b (h_0 - \xi_b/2)$,则只能采用双筋截面梁。

(三) 注重总结系数表格中的规律

《工程结构》教材^[2]中含有大量的表格,指导学生阅读表格,进行纵向横向比较,从而得到一定的规律,是教学的一个重要内容。例如:通过阅读钢筋混凝土轴心受压构件稳定系数值表(表 1),可以得到以下结论:圆形截面短柱(长细比 $l_0/d \leq 7$)的稳定系数值 $\varphi = 1.0$,圆形截面长柱(长细比 $l_0/d > 7$)随着长细比的增大,稳定系数 φ 值逐步减小。通过阅读砌体抗压强度设计值表格(表 2),可以得到以下规律:对于同类砌体材料,若材料强度等级一定,砂浆强度等级越高,砌体的抗压强度设计值越大;若砂浆强度等级一定,砌体材料的强度等级越高,砌体的抗压强度设计值越大。

表 1 钢筋混凝土轴心受压构件的稳定系数^[3]

l_0/b	l_0/d	l_0/i	φ	l_0/b	l_0/d	l_0/i	φ
≤ 8	≤ 7	≤ 28	1.00	20	17.0	69	0.75
10	8.5	35	0.98	22	19.0	76	0.70
12	10.5	42	0.95	24	21.0	83	0.65
14	12.0	48	0.92	26	22.5	90	0.60
16	14.0	55	0.87	28	24.0	97	0.56
18	15.5	62	0.81				

表 2 混凝土普通砖和混凝土多孔砌体的抗压强度设计值^[4]

砖强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度 0
	Mb20	Mb15	Mb10	Mb7.5	Mb5	
MU30	4.61	3.94	3.27	2.93	2.59	1.15
MU25	4.21	3.60	2.98	2.68	2.37	1.05
MU20	3.77	3.22	2.67	2.39	2.12	0.94
MU15	—	2.79	2.31	2.07	1.83	0.82

(四) 注重讲解工程参数取值的依据

《工程结构》教材^[2]由于篇幅有限,各类设计表格仅列出工程参数取值,但少有解释其取值的来源或依据,授课教师要择其重点进行讲解。例如:GB5003-2011《砌体结构设计规范》^[4] 3.2.3 条规定“对于无筋砌体构件,其截面面积小于 0.2 m^2 时, γ_a (砌体强度设计值调整系数)为其截面面积加0.8”,其原因是砌体构件面积过小,受各种偶然因素影响(截面缺口,构件碰撞),可能导致砌体强度有较大降低,因此,需对砌体强度设计值乘以 γ_a 进行折减。这些隐藏在参数背后的道理更值得学习。

三、工程结构课程的教学手段

(一) 工程实景照片的应用

工程结构课程实践性强,尽管教材中给出结构(构件)的布置图、示意图,但学生难以深刻地理解,尤其对于单层工业厂房,构件种类多,连接形式复杂,是学习的难点之一。授课教师借助工程实景图片展示构件及其连接形式,起到了很好的教学效果,如图1。

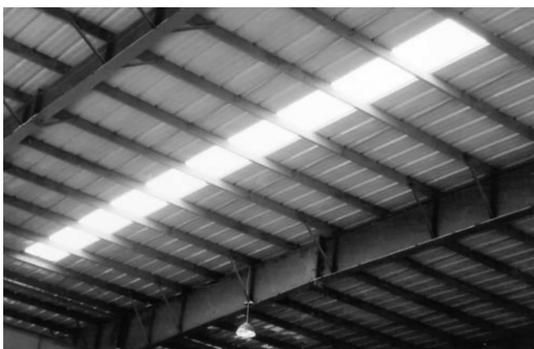


图1 轻钢厂房中门式钢架与檩条连接

(二) 动画及视频的应用

动画及视频能较好地体现结构构件在荷载作用下的破坏过程。通过观看混凝土偏心受压长柱破坏试验,能较好地理解整个破坏过程和破坏特征。采用动画演示先张法、后张法施工工艺过程,能使对学生预应力混凝土结构的设计目的、受力特点等形成完整认识。

(三) 结构模型的应用

由于工程造价专业二年级学生尚未接触实际工程,尤其对钢结构工业厂房建筑结构的细部节点构造理解比较困难。在教学中借助3DMax计算机软件的良好建模功能,通过3D模型能形象地展示钢结构细部构造及其连接,如图2。

(四) 结构计算软件的应用

为弥补工程造价专业专科生在结构计算方面的

不足,在课堂教学中引入理正结构工具箱软件,结构计算软件典型界面如图3。通过计算软件验算教材中的柱、梁、板、墙、楼梯、基础构件及砌体结构的计算例题,让学生明白软件计算的过程,读懂计算书,同时还能够根据所学结构知识对结果进行估计和判断。

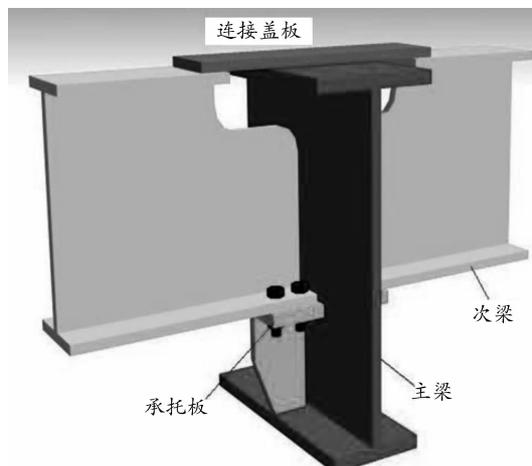


图2 主梁与次梁连接3D模型

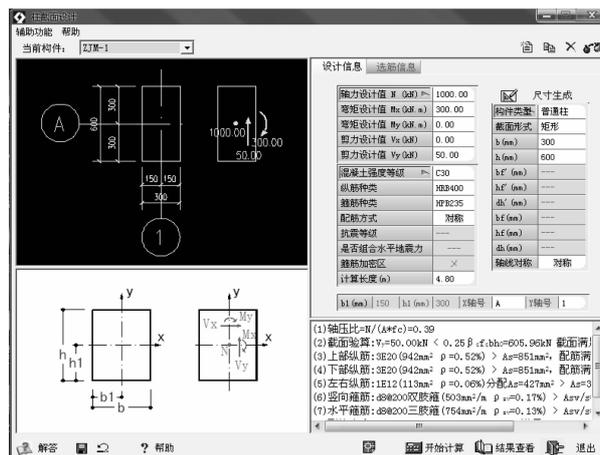


图3 结构计算软件典型界面

四、工程结构课程的实践教学

工程结构是一门实践性较强的课程。因此,在大学教学中要特别重视实践环节,培养学生的基本职业技能,创造机会多接触实体工程,将理论知识与工程实践相结合。

(一) 培养学生的施工图识读能力

工程造价专业毕业生无论从事什么岗位的工作,施工图的识读能力是一项必备的基本职业技能。在先导课程建筑制图中,学生已掌握了建筑施工图、结构施工图的一些基础知识,但还未达到实践应用水平。在教学中重点讲解两套完整的钢筋混凝土结构、钢结构的施工图,并专门讲解平法制图规则和识图方法,通过课堂讲授和课后作业,让学生熟练掌握结构施工图的识读方法。

(二) 培养学生的问题分析能力

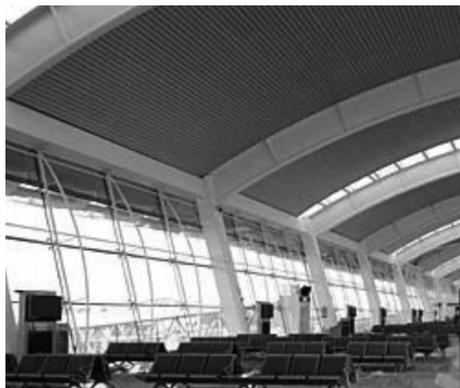


图4 武汉天河机场 T2 航站楼玻璃幕墙支承结构

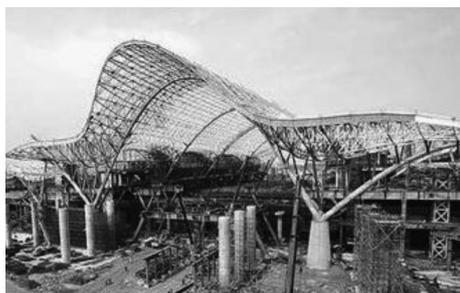


图5 武汉火车站屋盖结构(施工中)



图6 武汉天兴洲长江大桥(施工中)

在学习完梁构件的受力特点后,以武汉天河机

场 T2 航站楼玻璃幕墙支承结构(图 4)为例,考察学生的问题分析能力,讨论玻璃幕墙上的力的传递路径,支承结构的受力特点,支承结构的截面设计,最后授课教师给出点评:大面积的点式玻璃幕墙采用一系列平面桁架梁支承,这些平面桁架梁的工作性能类似于竖向简支梁,风荷载引起的弯矩在跨中最大,端部最小,桁架梁的截面呈抛物线,与弯矩图匹配,因此,平面桁架梁设计合理,轻巧美观。

(三) 利用地域优势进行工程实践

武汉科技大学位于武汉市青山区,距武汉火车站、武汉天兴洲长江大桥、武汉钢铁集团公司较近。在工程结构实践教学中,特别注意发挥地域优势,引导学生进行工程实践。例如:布置课后作业考察施工中的武汉火车站屋盖结构(图 5),绘制简图并分析其设计特点。通过实践,学生能较好地掌握拱结构、网壳结构的受力特点及应用特性。在学习完桥梁的基本组成和分类知识后,要求学生实地考察施工中的武汉天兴洲长江大桥(图 6),从而更直观地了解斜拉桥的结构体系和受力特点。

参考文献:

- [1] 季天健, Adrian B. 感知结构概念[M]. 北京:高等教育出版社, 2010.
- [2] 刘玲. 工程结构[M]. 北京:中国计划出版社, 2008.
- [3] 中国建筑科学研究院. GB 50010-2010 混凝土结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2010.
- [4] 中国建筑东北设计研究院有限公司. GB 50003-2011 砌体结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2011.

Research on engineering structure course teaching of engineering cost Specialty

YU Hongliang

(School of Management, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, P. R. China)

Abstract: According to characteristics and career prospects of junior college students majored in engineering cost management, the characteristics of the engineering structure curriculum are analyzed. It emphasizes the structure conceptual design, the profound understanding of the design formula and engineering parameters and learns to analyze disciplines in the graphs and tables. Multimedia such as live-action photos, animation, video, 3D models and calculation software is applied to promote the teaching effect, and the concrete practical teaching methods that can help the students to achieve abilities of recognizing engineering drawings and capacity of problem analysis processing are given.

Keywords: engineering structure; course teaching; engineering cost

(编辑 詹燕平)