

# 工程造价专科工程结构课程教学研究

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,以培养学生基本职业技能。

**关键词:**工程结构;课程教学;工程造价

**中图分类号:**G420;TU311

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2013)04-0089-04

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内容,知识覆盖面广,学习难度较大。

针对工程造价专科学生特点及就业趋向,通过分析工程结构课程的教学特点,调整教学内容和教学重点,结合作者工程实践经验,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,综合运用实景照片、动画、视频、3D模型、计算软件等多种媒体提升教学效果,加强理论与实践相结合,培养学生识图能力,问题分析和处理能力的具体方法。

## 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毕业后大部分进入土木工程施工、监理、咨询等领域,从事施工员、预算员、材料员等岗位工作,从事结构设计工作的学生较少。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,在教学中应增加建筑结构概念设计及应用的教学课时,降低结构构件计算部分的难度,重点培养学生建立结构体系概念,掌握基本原理。

### (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,力学也仅修了工程力学(少学时),因此,工程结构设计理论有关概率论的部分学生理解吃力,结构分析困难。在教学中应适当压缩设计公式理论推导部分的学时,着重讲解公式适用的条件及参数含义。

收稿日期:2013-02-02

基金项目:武汉科技大学高层次人才引进基金项目(060197)

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

(三) 形象教学与案例教学相结合

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,在教学中充分利用多媒体手段,采用启发式教学和案例教学,消除学生的畏难情绪。

(四) 做好课程之间的衔接

在工程结构课程教学中经常需要回顾建筑材料、建筑构造等相关内容,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,通过分析桩的吊装受力,将两门课程有机联系,让学生知晓工程结构在设计、施工中的广泛应用。

二、工程结构课程教学方法

(一) 注重结构概念设计

在讲解《建筑结构设计基本原理》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: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,  $\gamma_0$  取 1.1 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<sup>[1]</sup>。例如:对于深基坑工程采用钢管内支撑,若基坑宽度大于 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,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。在教学中,可以简化公式的理论推导过程,着重强调对公式的理解,特别是对公式中重要参数物理含义的理解。例如:在钢筋混凝土单筋矩形梁正截面承载力计算中,首先讲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,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  $\xi_b$ ,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,还可以引申以下规律:(1) 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;(2) 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;(3) 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;(4) 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) 注重总结规律

《工程结构》教材<sup>[2]</sup>中含有大量的表格,教学中要指导学生阅读表格,并进行纵向横向比较,总结规律。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  $\varphi$  值逐渐减小。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<sup>[3]</sup>

$l_0/b$	$l_0/d$	$l_0/i$	$\varphi$
$\leq 8$	$\leq 7$	$\leq 28$	1.00
10	8.5	35	0.98
12	10.5	42	0.95
14	12	48	0.92
16	14	55	0.87
18	15.5	62	0.81
20	17	69	0.75
22	19	76	0.70
24	21	83	0.65
26	22.5	90	0.60
28	24	97	0.56

表 2 砌体抗压强度设计值<sup>[4]</sup>

砖强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度
	Mb20	Mb15	Mb10	Mb7.5	Mb5	0
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

受篇幅限制,《工程结构》教材<sup>[2]</sup>各类设计表格仅列出工程参数取值,但较少解释其取值来源或依据,授课教师要择其重点进行讲解。例如:《砌体结构设计规范》<sup>[4]</sup>第3.2.3条规定“对于无筋砌体构件,其截面面积小于 $0.2\text{ m}^2$ 时, $\gamma_a$ (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),可能导致砌体强度降低,因此,需对砌体强度设计值乘以 $\gamma_a$ 进行折减。

### 四、课程教学手段

#### (一) 工程实景照片的应用

工程结构课程实践性强,尽管教材中给出了结构(构件)的布置图、示意图,但学生理解仍然困难,尤其单层工业厂房,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,起到了较好的教学效果。图1为轻钢厂房中门式钢架与檩条连接的实景图。

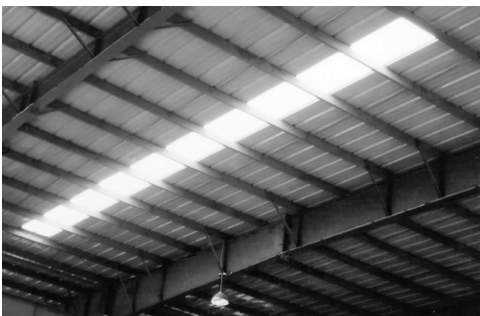


图1 轻钢厂房中门式钢架与檩条连接

#### (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,能使学生对预应力混凝土结构的设计目的、受力特点形成完整认识。

#### (三) 结构模型的应用

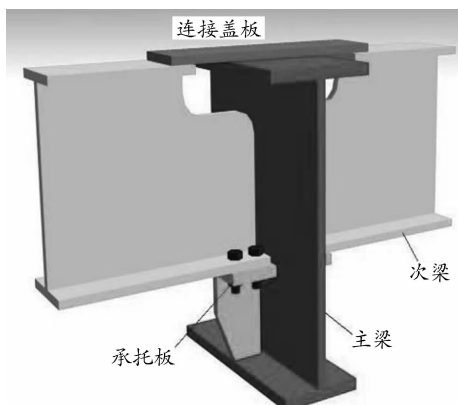


图2 主梁与次梁连接3D模型

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困难。在教学中借助3DMax计算机软件良好的建模功能,展示钢结构细部构造及其连接。图2为钢结构主梁与次梁连接的3D模型。

#### (四) 结构计算软件的应用

为弥补学生在结构计算能力方面存在的不足,在课堂教学中引入“理正结构工具箱”软件,帮助学生培养相关技能,结构计算软件典型界面如图3。通过软件验算教材中的柱、梁、板、墙、楼梯、基础构件及砌体结构计算例题,让学生知晓计算过程,读懂计算书,学会根据所学的结构知识对其计算结果进行判断。

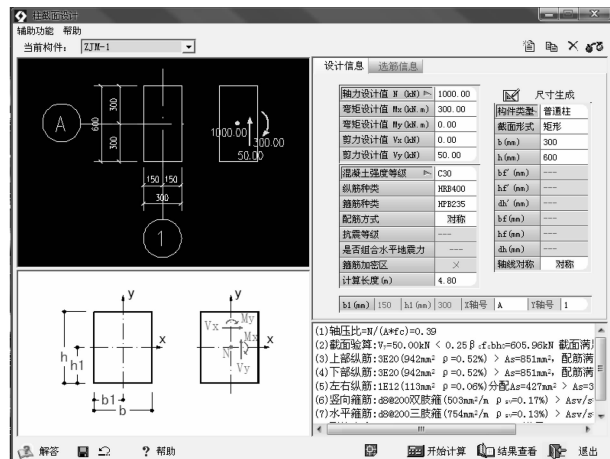


图3 结构计算软件典型界面

### 五、实践教学

工程结构是一门实践性很强的课程,在教学中要特别重视实践,培养学生的基本职业技能,创造机会让学生多接触实体工程,将理论知识与工程实践相结合。

#### (一) 培养学生的施工图识图能力

识图是工程造价专业毕业生必备的一项基本职业技能。在先导课程建筑制图中,学生已掌握了一些建筑施工图、结构施工图的基础知识,但还未达到实践应用水平。在教学中重点讲解完整的钢筋混凝土结构、钢结构施工图,并专门讲解平法制图规则和识图方法,通过课堂讲授和课下作业,让学生熟练掌握结构施工图的识读方法。

#### (二) 培养学生对问题的分析能力

在学习了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(如图4)为例,考察学生对问题的分析能力,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。



图4 武汉天河机场 T2 航站楼玻璃幕墙支承结构  
(三)利用地域优势开展工程实践

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,教师特别注意发挥地域优势,引导学生进行工程实践。例如:布置课后作业考察武汉火车站的屋盖结构,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。在学习了桥梁基本组成和分类知识后,要求学生实地考察武汉天兴洲长江大桥,直观了解斜拉桥的结构体系和受力特点。

#### 六、结语

笔者论述了工程结构课程的理论和实践教学方法,提出了以培养工程造价专业学生基本职业技能和分析处理问题能力为目标,建立结构体系,强化结构分析的基本概念和方法的理解,综合运用多媒体提升教学效果的教学方法,以加强学生运用理论指导工程实践的能力。

#### 参考文献:

- [1] 季天健, Adrian Bell. 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] 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 teaching methods of engineering structure course for junior college students of engineering cost management

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; curriculum teaching; engineering cost management

(编辑 梁远华)