doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2016.05.015

大土木专业结构设计原理精品课程教材建设思考

常鸿飞[1,2],夏军武[1,2],贾福萍[1],李富民[1],龙帮云[1],丁北斗[1]
(1.中国矿业大学 力学与建筑工程学院;2. 江苏建筑节能与建造技术协同创新中心,江苏,徐州　221116)

摘要:结构设计原理是土木工程专业的一门专业基础核心课程,在课程体系中有着重要的作用。该课程旨在帮助学生形成基本的结构设计概念,培养其结构基本构件的设计计算能力。教材是课程建设的重要一环,在一定程度上决定了教学效果的好坏。结合教学实践,对大土木专业结构设计原理课程及教材建设现状进行分析,提出了精品教材的编写建议,以期为土木工程专业基础课程教材的建设提供参考。

关键词:大土木专业;结构设计原理;精品教材
中图分类号:G423.3;TU-4　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1005-2909(2016)05-0067-04

土木工程专业的人才培养模式很大程度决定了未来土木工程师的能力与素质。目前世界上大多数国家采取“通才”教育,即强调“土木工程专业宽口径”的培养目标,在培养方案和课程设置上注重大土木平台的构建[1-2]。在这样的背景下,专业平台课程的学习对学生知识体系的形成尤为重要。

结构设计原理课程作为土木工程专业的专业基础课[3],对帮助学生构建基本结构概念非常重要。近 10 年来,笔者所在的教学团队针对该课程进行了一系列的实践探索,先后承担并完成多项课程建设与改革项目,该课程已荣获“江苏省精品课程”,团队编著的《结构设计原理》教材[4]获江苏省精品教材和重点修订教材等立项。

笔者基于教学团队在课堂教学及教材修订过程中的实践,对《结构设计原理》精品教材建设进行探讨,旨在为土木工程专业基础课程教材建设提供参考。

一、现状分析

结构设计原理是土木工程专业的基础核心课程,主要培养学生掌握结构基本构件的设计计算能力,为结构整体设计奠定基础。结构设计原理主要讲授混凝土结构设计原理和钢结构设计原理两部分内容,课程具有基础性强、学时长、知识体系复杂、实践性强等特点。目前国内各高校均将该课程设置在第五学期,但开设方式各有不同,例如:清华大学将课程分为混凝土结构(1)和钢结构(1)两门课程,每门分别为 3 学分,合计 96 学时;同济大学分为混凝土结构基本

收稿日期:2016-05-03
基金项目:江苏省高等教育教学研究改革课题(2015JSJG276);中国矿业大学教学改革与建设项目(2015YB05)
作者简介:常鸿飞(1982-),男,中国矿业大学力学与建筑工程学院副教授,博士,主要从事新型钢结构体系及抗震防灾研究,(E-mail)honfee@126.com;(通讯作者)夏军武(1967-),女,中国矿业大学力学与建筑工程学院教授,博士,主要从事采动区建筑物保护及新型钢结构体系研究,(E-mail)xjunwu@163.com。

原理和钢结构基本原理,分别为 4 学分和 2.5 学分,合计 111 学时;东南大学将两部分合并为工程结构基本原理,合计 5 学分 80 学时;中国矿业大学将钢筋混凝土结构和钢结构合并为结构设计原理课程,共 80 学时。

教材的编写和选用与课程设置密切相关,教材的编写质量对课程教学效果的影响也非常明显[5-6]。目前对于《钢筋混凝土设计原理》和《钢结构设计原理》教材的建设,要么完全分离,要么简单组合,在教材内容编排方面对知识体系的完整性和共通性考虑不足。有些教材过于偏重理论分析,与实际工程联系不紧密;有些教材仅强调实例缺乏足够的理论分析。在“大土木”的背景下,如何将土木工程中基本构件的设计原理融合为一整体,实现真正意义上的平台课的搭建目标,并与后续专业课的学习有效搭接,成为精品教材建设需要思考和解决的问题。

二、教材编写探讨

基于上述现状分析和实践探索,笔者认为大土木专业结构设计原理精品课程教材的编写应重视原理共通与材料差异并存,做到基本原理与工程应用并重,实现课堂学习与课外拓展并举。

(一) 原理共通与材料差异并存

作为一门介绍专业基础的课程,其教材应体现结构构件基本设计原理的共通性,同时也不应忽略这些基本原理因材料的不同而引起的差异。以图 1(a)所示纯弯曲构件为例,如果是钢筋混凝土梁图 1(b),其设计公式来源于试验现象及理论推导的结合,讲解中通常需要强调钢筋与混凝土二者共同受力,给出如图 2 所示的截面应力的变化图,并有一系列基本假定作为前提才能获得这些基本公式,在授课过程中必须强调试验现象并有专门的试验环节针对该内容做深化;而钢梁图 1(c)的设计公式则源于材料力学的理论推导,其截面应力的变化如图 3 所示。对比图 2 与图 3,可见其差异明显。

这种差异在轴压柱、偏压柱以及构件的连接方面也有所体现。如果无视这种差异,强行将两部分内容简单揉合,必然给学习者特别是初学者带来很大的困惑,造成概念混淆、理解混乱。为此,在教材的结构安排上,应将混凝土结构设计原理及钢结构设计原理分篇编写,既显示出两者之间在原理上的相通性,又体现了不同材料构件设计的区别。这样有既利于学生理解学习,又方便教师讲解。

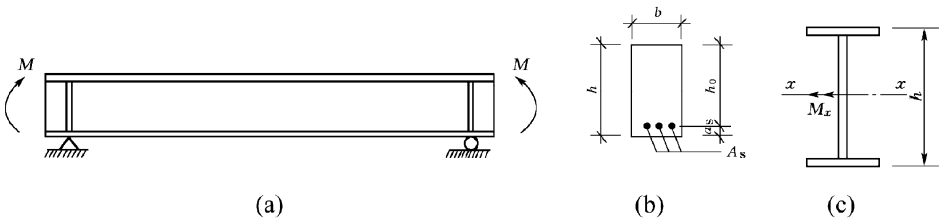

图 1 纯弯曲简支梁

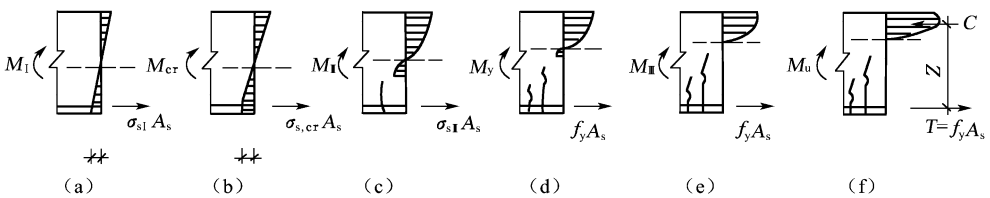

图 2 钢筋混凝土纯弯曲梁正截面应力发展过程

(二)基本原理与工程应用并重

结构设计原理课程的特点应该是“始于理论,终于应用”,即立足于基础理论的同时还要强调基本原理的应用方法,以使学生在掌握基本概念的基础上,通过实例将原理应用于设计实践,加深学生理解。

首先应妥善把握理论推导的尺度。对基本理论的涉及深度不宜过深,因为纠缠于基本理论往往会适得其反,造成学生疲于推导、演算,而忽略理论背后的“原理”。另外,理论推导枯燥乏味,势必增加学生的学习负担,削弱其学习兴趣。教材中的理论应服务于基本原理。例如钢结构轴心受压构件的整体稳定设计中非常重要的整体稳定系数 φ,它综合体现了初弯曲、初偏心和焊接残余应力对构件临界应力的影响,其中讲到初弯曲对轴心压杆承载力的影响时,用图 4 所示的压杆进行理论分析,推导出轴心压力接近临界压力时,其跨中挠度趋于无穷大的结论,表明构件失稳,就很好地体现了“原理”。

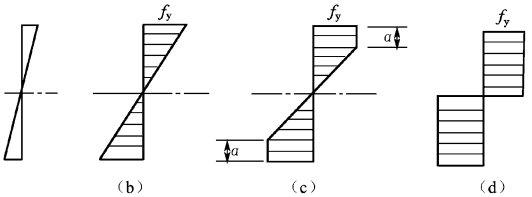

图 3 纯弯曲钢梁正截面应力发展过程

其次,应重点培养学生对基本原理的应用方法。

教材中对每个知识点都应该有相应的例题可以参考,同时还应有综合例题将相关知识点串联,使学习者对知识点有系统整体把握。图 5 为某钢结构的主次梁体系,以此为工程背景,可以将其次梁、主梁、柱、支撑等基本构件的设计,以及主次梁、主梁与柱的连接设计分散于各个章节的例题中,既能各自独立,又能形成整体结构,帮助学生构建由点及面的知识体系,应用效果非常好。当然,作为教材,课后还应配合一些习题帮助学生完成课外拓展训练,使学生能及时将课程学习的内容进行具体应用。无论是例题还是习题,都要做到与实际工程紧密联系,只有多联系实际才能保证"原理"有个坚实的落脚点。

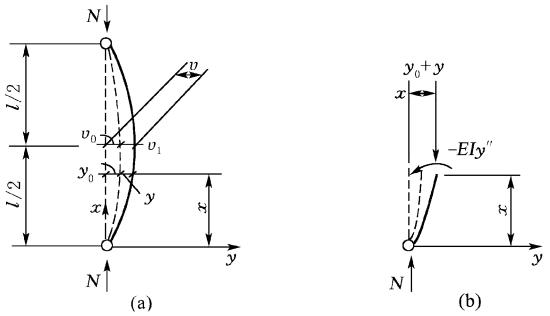

图 4　初弯曲影响的钢结构轴心压杆

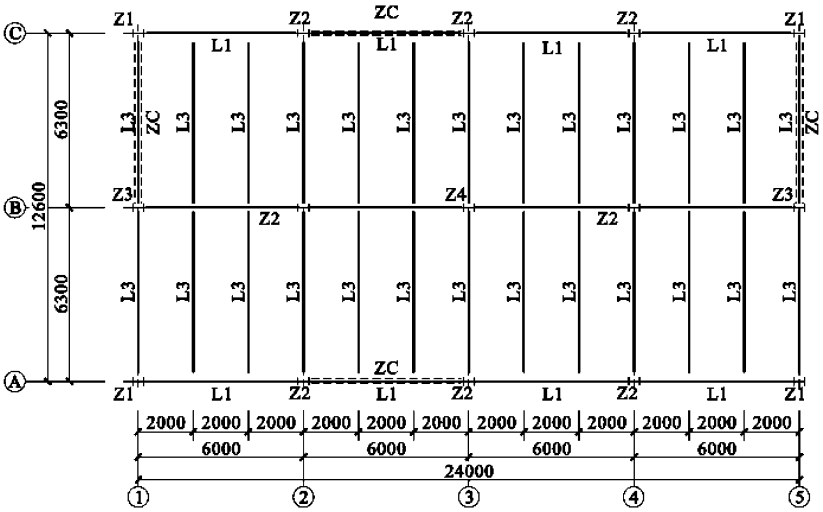

图 5　钢结构主次梁体系综合例题

（三）课堂学习与课外拓展并举

土木工程学科的一个重要特点就是实践性很强,任何一个理论都要经得住实践的检验,而很多设计理论也都是源于实践。因此,一方面应强调设计方法的实践来源,在教材内容编排上可按照试验研究—理论分析—设计方法—实例分析的顺序进行,并适当配合现场试验、动画演示以及试验录像以加深学习者的印象。另一方面应注意激发学生自主动手的能力,比如在教材中加入自主设计试验、模型制作等习题。这对培养学生的结构感觉非常重要,也可以丰富教学内容。图 6a 为钢结构连接部分的一道课后综合作业题,包含了角焊缝受拉受弯、螺栓拉剪、螺栓拉弯等连接的验算。学生对该图的理解有困难,为了解决此问题,首先指导学生绘制了该连接的三维模型(图 6b),通过旋转角度动态观察辅助识图,然后组织学生动手制作缩比模型(图 6c),通过亲手操作组装,学生对钢结构的传力路径、连接方式及构造细节等有了更为深入的理解。这种实践教学方法操作简单,很好地实现了课堂学习与课外拓展的有效对接,实施效果良好。

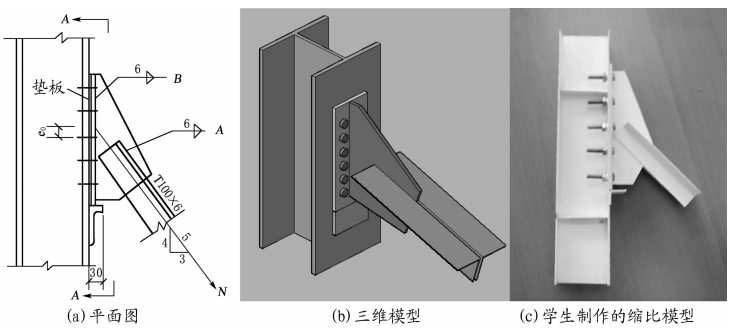

图 6　钢结构的连接构造

结构设计的流程相对比较程序化,每种构件的设计都遵循一定的流程和规律,即材料参数确定、截面初选、基本设计公式选用、适用条件校核、复核等。为此,可以在每一章节设计方法阐述之后,附上对应内容的程序化流程图(图 7),以有利于学生对设计过程的总体把握。同时,该部分内容也为学有余力

的学生提供了很好的编程锻炼机会,如图 8 即为指导学生参照教材流程编制的 VB 小程序,界面简单、功能齐全、效果良好。

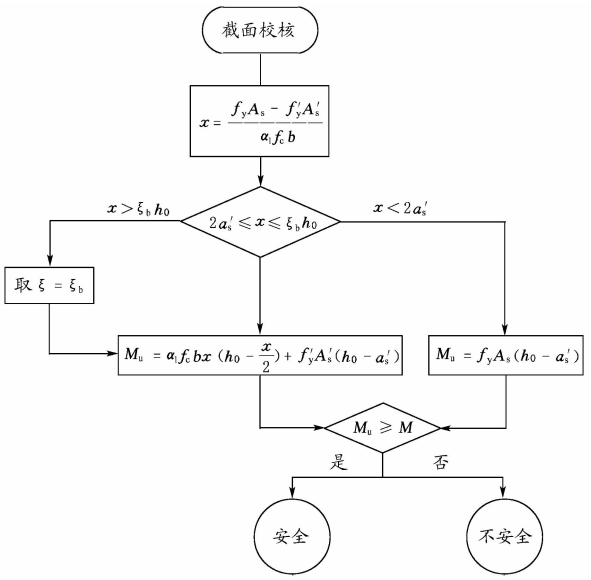

图 7 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力校核流程图

由于篇幅有限,这些课外拓展内容无法在教材中充分展开,可以将其制作为电子资源库,采用多媒体教材的形式对纸质教材进行适当补充。此外,还可将电子资源整合于精品课程网站,供学生浏览学习。

三、结语

结构设计原理是大土木专业一门非常重要的专业核心课程,其内容多、公式多、公式适用条件多,具有一定的难度。教材建设作为该课程的重要环节,对教学效果的影响较大。基于多年的课堂教学和教材建设实践,笔者对大土木专业结构设计原理课程精品教材的编写进行一些探讨,以期为土木工程专业基础课程教材的建设提供参考。

图 8 单筋矩形截面受弯构件正截面设计及校核程序

参考文献:

[1] 陈以一. 国际土木工程界对未来工程师教育的若干关注点[J]. 高等建筑教育,2006,15(2):119 - 121.

[2] 徐礼华,傅旭东,彭华,等. 土木工程专业复合型创新人才培养体系的构建与实践[J]. 高等建筑教育,2016,25(1):55 - 60.

[3] 徐明,宗周红,张蓓,等. 工程结构设计原理实验课程教学改革[J]. 高等建筑教育,2015,24(5):111 - 114.

[4] 夏军武,贾福萍,李富民,等. 结构设计原理[M]. 江苏,徐州:中国矿业大学出版社,2009.

[5] 邵永健,劳裕华,刘凡,等. 混凝土结构设计原理课程建设探讨[J]. 高等建筑教育 ,2011,20(3):69 - 71.

[6] 白正仙,刘学春. 面向卓越工程师培养计划的本科钢结构课程教学改革探讨[J]. 教育教学论坛,2013(29):36 - 38.

Teaching material construction of fundamentals of structure design for civil engineering specialty

CHANG Hongfei[1,2], XIA Junwu[1,2], JIA Fuping[1], LI Fumin[1], LONG Bangyun[1], DING Beidou[1]

(*1. School of Mechanics and Civil Engineering, China University of Mining & Technology, Xuzhou 221116, P. R. China; 2. Jiangsu Collaborative Innovation Center for Building Energy Saving and Construction Technology, Xuzhou 221116, P. R. China*)

Abstract: As a core course of the civil engineering specialty, the fundamentals of structure design course plays an important role in the curriculum system. The course helps the students to build the basic concepts of structure design, and to master the design method of fundamental structure components. The textbook is important to the teaching and learning, and even critical to the teaching effectiveness. On the basis of teaching practice, the current situations of the course are discussed and some advice are proposed for the edition of high quality textbook. The discussion is also helpful to provide reference for the textbook construction of civil engineering specialty.

Keywords: civil engineering; fundamentals of structure design; high quality textbook

(编辑 梁远华)