

基于极限状态设计的钢结构设计原理双语教学模式研究

叶华文, 唐继舜, 何 畏

(西南交通大学 土木工程学院, 四川 成都 610031)

摘要:针对钢结构设计原理课程双语教学特点和难点,结合教学实践,提出适用于国内土木工程专业基础课程双语教学模式。首先明确双语教学定位,以基本原理和设计思想的传授为主体,语言为载体。其次在结构行为的传统教学模式基础上,建立极限状态设计的理念,衔接力学和钢结构课程,剪裁教学内容。针对不同的教学内容和教学过程,综合采用不同的教学方式提高学习效果,实时进行多通道教学质量评价和教学反馈。

关键词:钢结构设计原理;双语教学;极限状态设计

中图分类号:TU391;G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)05-0098-05

随着“高铁走出去”战略的提出,我国土木工程专业国际型人才培养越来越紧迫^[1-3]。土木工程专业主干课程开展双语教学,传授土木工程设计基本概念、原理与设计分析方法的同时,培养学生的专业英语应用能力,使学生熟悉国外规范和设计程序,为学生毕业后的涉外工作奠定基础,培养具有高水平专业知识和良好专业英语交际与应用能力的高素质人才。

一、课程改革必要性

双语教学作为一种新教学模式,如何立足现有教学大纲,采用何种教学模式和评价方法才能更好地开展教学,各方面研究有待进一步完善,还需要更多理论研究和教学案例的支持。目前的主要矛盾是课程定位不明,在教学内容、教学方式和教学质量评价等方面存在的问题如下所述。

(一)教学内容多和学时少的矛盾

课程内容主要包括钢结构材料性能,连接构造、受力构件(轴心受压,受弯和弯压)的基本原理、设计计算,公式繁琐难解,双语教学又增加了语言学习内容,教材还没完全成型,而相应分配的课时为32学时(2学分),于是教师每节课都在赶进度,学生每节课都感觉内容太多吃不下。

(二)学生难学和教师难教的矛盾

通过英语教学对大部分内容的理解并不难,但要想学生熟练运用国外工程师的思维方式学习新专业知识,还有一定难度。学生存在畏难情绪,学习兴趣不高。教师在考虑授课效果的同时还要考虑课程进度和课程内容,而在大班(50—80人)教学条件下,课堂氛围和授课效果很难保证,教师的讲解不能面面俱到。

收稿日期:2015-03-26

基金项目:西南交通大学2013年本科教改项目(72)资助

作者简介:叶华文(1982-),男,西南交通大学土木工程学院副教授,博士,主要从事钢桥疲劳和新型材料应用研究,(E-mail)hbha2000@163.com。

(三)教学质量评价与反馈难

教学相长,及时在教学过程中评价教学质量以改进教学方式。钢结构设计原理课程教学内容难度差异大,学生英语水平参差不齐,学时少,教学质量很难评价。

西南交通大学茅以升学院于2011年开始在土木工程专业课程开展双语教学,并在多方面进行了探索。文章针对专业基础课钢结构设计原理课程特点,结合3年双语教学实践,分析和探索适合国内土木工程专业基础课程双语教学方式,总结并提出了适合大班授课,以极限状态设计为主线的多种教法组合的授课模式。

二、课程定位

钢结构设计原理属于土木工程专业“结构设计原理”系列课程很重要的一部分,是在完成力学课程,已经熟悉基本力学原理的情况下,开设的结构设计入门专业基础课。教学大纲要求培养学生运用钢结构的基本理论知识进行研究与设计的能力,这一点对双语教学和汉语教学都是一样的,只是双语教学是在此基本目标上朝国际化迈进了一步。钢结构设计原理双语教学应根据整个土木工程专业课程体系和钢结构设计的特点,基于学生的语言水平,在专业知识和语言之间找到一个合理可行的切入点和平衡点,明确课程定位,纲举目张,剪裁教学内容,选取教学方式,进行教学质量评价。

其一,明确专业知识的学习是双语课程学习的最终目的。语言和专业知识的关系往往困扰着双语教学,其关系应区分表里,互相呼应。专业知识学习应为“里”,语言作为工具应为“表”。让学生在深刻理解基本原理的基础上,掌握其专业化、国际化的英文表述,理解国外工程师的思维方式,具备与中外专业人士沟通的基础。

其二,衔接好钢结构基本原理与力学理论和力学概念脉络关系。钢结构基本原理课程的理论性强,难点和重点多,与力学理论和力学概念联系紧

密,如疲劳与断裂力学,压杆稳定与欧拉稳定理论,局部稳定与弹性波板稳定理论,梁的稳定与开口薄壁杆件约束扭转等。在前置力学课程的基础上,为解决钢结构基本原理的难点和重点,就要理清其与力学理论和力学概念脉络关系,使学生有清晰的力学概念,顺利完成从力学到工程结构的过渡。

其三,明确基本原理的教授包括结构行为的学习和极限状态设计理念的灌输。钢结构原理课程内容复杂,设计与构造并举,中外相关规范规定差异较大,会使学生顾此失彼,抓不住关键,教师教学过程中也感觉教时不够,关键概念讲不透。所以教学应立足于极限状态设计理念,对钢结构的强度、稳定和疲劳等基本原理和关键公式,多举例,多练习,多提问,而对其他内容和具体构造规定等可让学生自学。

三、极限状态设计为主线的教学内容

(一)以极限状态衔接力学和钢结构设计课程

为解决钢结构基本原理的重难点,就要理清其与力学理论和力学概念脉络关系,使学生有清晰的力学概念,顺利完成从力学到工程结构的过渡^[4]。

在前置材料力学、结构力学课程的基础上,可以简明扼要地介绍断裂力学和薄板理论等,然后从极限状态的角度,将力学基本理论应用于钢结构设计中,建立理论与实践的有机联系,让学生从基本力学原理和工程结构实际两个角度进行结构设计学习,如表1所示。

(二)以结构行为为“经”,以极限状态为“纬”,归纳整合,抓住主线

钢结构设计原理教学内容多而繁,理论推导与构造要求的内容比较枯燥,学习有一定难度。教学大纲一般按结构行为归纳为三大层次或部分,即材料—连接—构件,让学生将知识点归入这三大块知识中便于理解和记忆。但是这样就割裂了各部分之间的有机联系,毕竟最后学生将面对的是整个结构设计,而不仅仅是材料或构件。

表1 钢结构与力学的过渡

序号	力学	钢结构设计	与极限状态的联系
1	经典梁理论	强度设计	应力变形—强度
2	组合变形理论	焊接残余应力	焊接结构变形—刚度
3	断裂力学	疲劳	拉应力—疲劳
4	欧拉稳定理论	轴心压杆整体稳定	压应力—稳定
5	弹性板稳定理论	局部稳定	加劲肋设置—局部稳定
6	开口薄壁杆件扭转理论	受弯杆件整体稳定	约束—稳定
7	有限元计算理论	压弯杆件	数值计算—稳定

钢结构设计原理课程教学目标是能熟练运用基本原理进行钢结构设计,基本原理包括结构行为和结构设计方法,两者不可分割,缺乏前者,后者没有载体,只有前者,即为照猫画虎。以极限状态设计为主流的设计方法可以将上述三大块知识有机结合,如表2所示,根据不同结

构行为层次的不同破坏模式,以关键性关系联结,逻辑性强,形象生动。表2中的重要关系是极限状态变化的基础和载体,极限状态则是推导各个公式的前提条件,而关键概念是设计的重要参数,也是学生必须掌握的基本概念和相应的英语单词。

表2 结构行为与结构设计方法的有机联系

结构层次	承载单元	典型极限状态	关键概念	重要关系
材料	塑性好的钢材	延性断裂	屈服强度,伸长率,	应力-应变曲线
	脆性钢材	脆性断裂	冲击韧性,冷弯性能	
连接构造	承压型螺栓	剪切或受拉	承载能力设计值	荷载-位移曲线
	摩擦型高强螺栓	滑移或受拉	预紧力,摩擦系数	
	焊缝	剪切或受拉	承载能力设计值	正应力和剪应力组合作用关系
受力构件	轴心受力杆件	强度	强度设计值	应力或变形限值
		疲劳	应力集中系数,疲劳强度	S-N曲线
		整体和局部稳定	稳定系数,宽厚比	稳定系数-长细比曲线
	受弯杆件	强度	强度设计值	应力或变形限值
		疲劳	应力集中系数,疲劳强度	S-N曲线
		整体和局部稳定	稳定系数,宽厚比	稳定系数-长细比曲线
压弯杆件	强度	强度设计值	应力或变形限值	
	疲劳	应力集中系数,疲劳强度	S-N曲线	
		整体和局部稳定	稳定系数,宽厚比	稳定系数-长细比曲线

(三) 处理好教材和规范的关系

结构设计原理主要任务是让学生掌握土木工程中钢结构设计方法。一方面,实际结构设计需要结合相应规范规定开展教学,包括材料性能要求,构造规定、计算分析方法和流程等,基本原理的教学必须与实际设计的需要紧密结合。另一方面,钢材性能的提高和技术水平的进步,使规范的修订和完善成为一种常态,因此,双语教学中需要重视不基于特定规范的基本原理、知识与方法的传授,以增强学生的知识应用适应能力^[5]。

西南交通大学茅以升学院土木工程专业钢结构设计原理课程曾计划采用国外高等院校土木工程专业原版教材,考虑到虽然结构设计原理不分国内外,但不同国家在工程设计中所依据的规范不同,其教材针对的教学大纲也有差别,也就是说原版教材必然是建立在所属国家相应规范基础之上,学生学习过程中不仅会感受到专业知识的难度,还会产生语言困扰,因此,直接采用原版教材不完全适合国内需要。基于上述原因,宜先采用英文版讲义与中文

教材相结合的教材体系,并指定相关英文参考资料,英文讲义经教学检验后可以形成适合本校的英文教材。

四、多种方法组合的教学模式

(一) 案例分析辅助教学引入和总结教学内容

案例教学^[6]是具体的实例,印象深刻,易于学习和理解。开始教学内容前,可引入相关的国内外有代表性的工程实例,激发学生学习兴趣,提高知识运用的真实性,教学内容完成后对案例进行分析,提高解决具体工程问题的能力。通过工程事故案例教学,还可以警醒学生,在专业学习过程中严格要求自己,培养一丝不苟的工作态度和严谨的职业素养。

组织的案例最好能具备学科前沿性,并与教学内容相关,能突出重难点。学生一般对钢结构实践中成功的案例司空见惯,但对垮塌的案例记忆深刻。表3为根据教学内容中的结构层次,分别给出了对应破坏极限状态的工程垮塌事故案例,让学生学习专业知识的同时,体验工程实际中责任使命感的重要性。

表3 工程案例与极限状态的对应

结构层次	工程案例	破坏对应的极限状态
材料	1969年美国银桥垮塌事故	疲劳脆性断裂
连接构造	2011年北京地铁4号线动物园站扶梯逆行事故	高强螺栓剪切破坏
	1963年澳大利亚国王桥垮塌事故	焊缝应力集中疲劳断裂
受力杆件	1916年魁北克桥垮塌事故	压杆失稳
	1969—1971年四大箱梁垮塌事故	梁局部失稳引起的整体失稳

(二) 问答式授课模式关注重难点内容

当学生对双语教学熟悉后,问答式授课模式才能有效地展开^[7]。受双语授课课程学时的限制,问答式授课模式主要有两种形式:课上教师问学生答和课下学生问教师答。

课上教师问学生答。根据每讲课的教学安排,教师将授课主要内容和关键概念以英文问题的形式在课上给出,以随机点名,让学生回答,并记录评分,然后根据学生回答的情况,以问题为主线,逐一讲解。这样学生课上不仅仅是被动听课,还是被迫积极思考,教师根据学生的回答反馈教学效果。

课下学生问教师答。根据学生的作业和上课情况,在课后可以留一些时间给教师或助教解答学生的问题。课下单独交流可以节约课堂时间,学生可以书面形式提出问题,针对共性问题下次课强调和复习。

(三) 流程图法梳理设计和计算的程序

流程图法^[8]作为一种从计算机程序语言衍生出的教学方法,可将课程中的复杂结构设计编制成具有逻辑关系、体系化、规范化的流程,让学生理解并掌握复杂难懂的结构设计程序和要求,开展教学的具体实施步骤如图1所示。

流程图法采用箭头和图形,根据公式和简洁的语言展示复杂的结构构件设计流程和规范规定,教学内容清晰明确,优点为符号规范,表述简洁,结构清晰,逻辑明确,容易理解。

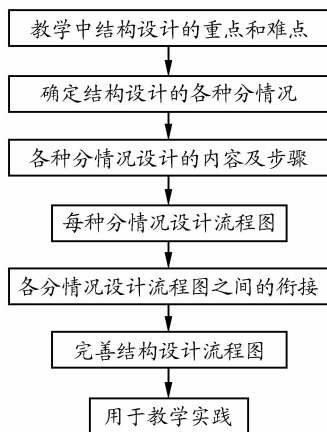


图1 结构设计课程教学流程图

钢结构设计原理是一门理论性强、计算公式较多的课程。纷繁复杂的公式使学生容易产生混淆。在课程教学中,针对不同的教学内容,如不同构件设计、同一构件设计、构件与连接设计、焊缝连接中弯与扭的区分,可分别采用比较教学方法^[9-10],帮助学生辨别同类教学内容的异同,抓住教学内容的实质,从而熟练掌握,不致混淆。

五、多通道教学质量评价

教学质量评价对教师及时调整和优化教学内容非常关键^[11],可以通过以下几个通道得到教学效果的反馈意见。

(一) 课堂即时提问

按照教学计划,每堂课的内容既不同又有逻辑联系,尽快课堂时间有限,仍然需要回顾已讲内容,引入新内容。在复习上一讲内容的时候,可以对重难点内容点名提问,根据学生的回答情况得到教学质量的反馈,并进行补充和强化。在新内容进行到关键点时,提出疑问,敦促学生思考,让学生不只是照本宣科,而是对内容进行思考。根据回答情况记录成绩,整个学期每人都会被提问到,课堂提问从这两个方面入手,可以即时评价教学质量,控制上课节奏,优化教学内容,提高学习效率。

(二) 课后作业批改

钢结构设计原理是实践性强、计算公式和原理较多的课程,需要进行大量练习才能很好地掌握教学内容,因此课后作业必不可少。课堂教学工作完成后,布置教材上的3道左右计算题,因时间充裕,计算量比考试题目要大。学生作业的完成情况反映了该部分内容的教学效果,可针对作业批改中存在的问题在下讲课进行补充。这样可以评价每讲课的教学质量,适时调整教学内容。

(三) 期中阶段考试

当总教学内容进行到一半时,可以就已讲内容进行一个阶段性的考察,期中考试题目形式宜与期末考试一致,只是考察内容侧重点不同。题目应该包括考察基本概念的客观题(选择题)和设计计算的计算题,一方面让学生对学过的内容进行总结和

复习,另一方面可以考察半期教学效果,促进后半期教学质量提高。期中考试是阶段性总结和反馈,评价半期教学质量。考试试卷应为英文,学生可用中文解答,让学生熟悉英文表述,提高对题目的因素理解能力。

(四)期末考试

由于期末考试占总成绩的比例在60%以上,学生在期末考试前都会花大量时间复习。对学生来讲,期末考试是课程的指挥棒。对教师来讲,期末考试可以全面评价整学期教学质量情况,为下次教学提供参考。考试试卷也应为英文,学生可以用中文解答,这样学生才能重视双语学习。教师通过对期末试卷进行分析,找到学生错误较多的地方,查找原因,寻求解决之道。另外可以在最后一次课上让学生匿名提出意见,如教学进度、重难点和教学方法是否得当等。

总之,应做到教学反馈及时,多通道评价教学质量,合理调整教学内容,提高教学质量。

六、结语

面对钢结构设计原理双语教学中内容多,课时少,学生英语水平参差不齐,教学质量难于评估的现状,可以极限状态设计为主线,在教学内容、教学方式和教学质量评价三方面进行优化和调整,取得较好的教学效果。

(1)明确双语教学的定位很关键,应以专业知识和设计思想的传授为主体,语言为载体。

(2)在传统以结构层次(材料—连接—构件)为模块的教学内容基础上,让学生掌握极限状态设计的理念,衔接好力学和钢结构课程,剪裁教学内容,提升学生结构设计学习的深度和广度。

(3)针对不同的教学内容和教学过程,应综合采

用不同的教学方式,以各种手段促进教学效果的提高,降低学生学习的难度。

(4)教学质量评价应贯穿整个教学过程,并进行多通道实时评价,因地制宜,从学生的接受角度来提高教学质量,不断提升教学水平。

参考文献:

- [1] 刘林,吕晓寅,张鸿儒. 混凝土结构设计原理课程多模式英语教学实践与体会[J]. 东南大学学报:哲学社会科学版, 2012 (S2): 256-258.
- [2] 周海涛. 双语教学在钢结构原理课程中的应用研究[J]. 教育教学论坛, 2012 (26): 206-207.
- [3] 张建仁,李传习,杨美良,等. 结构设计原理课程教学团队建设的改革与实践[C]//高等学校土木工程专业建设的研究与实践——第十届全国高校土木工程学院(系)院长(主任)工作研讨会论文集, 2010.
- [4] 颜庆智. 钢结构基本原理教学中的力学过渡[J]. 中国冶金教育, 2012 (1): 24-26.
- [5] 向南. 基于“结构设计原理”课程的全英文教学方式探索[J]. 重庆交通大学学报:社会科学版, 2014, 14(4): 123-125.
- [6] 商怀帅,杨琳,祝英杰. 工程案例在混凝土结构设计原理教学中的应用[J]. 中国冶金教育, 2014 (5): 34-35.
- [7] 管巧艳,闫祥梅,谢晓鹏. 问答式授课模式在土木工程双语教学中的应用[J]. 高等建筑教育, 2012, 21(4): 56-58.
- [8] 王亚军,马亚维,杨文伟. 流程图法在混凝土结构设计原理教学中的应用[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(6): 100-103.
- [9] 李素娟. 比较教学法在钢结构设计原理课程中的应用[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(4): 85-88.
- [10] 潘春风. 新形势下《钢结构设计原理》课程的教学探讨[J]. 时代教育, 2014 (11): 43-43.
- [11] 孟宪强,王凯英. 结构设计原理双语教学实践探索[J]. 高教论坛, 2010 (2): 75-77.

Bilingual teaching mode research of steel structure design principle course based on limit state design

YE Huawen, TANG Jishun, HE Wei

(School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, P. R. China)

Abstract: A new bilingual teaching mode are explained based on the characteristics, difficulties and practice in large-class teaching of steel structure design principle course. Firstly expertise and design philosophy should be main body and language skill be carrier in the bilingual teaching orientation. Limit design approach is applied to bridge the classic mechanisms and steel design course as well as selection of teaching content based on the traditional teaching mode divided by the structural behavior levels. The combined teaching methods are also used in the different teaching contents and stages to improve the student's learning quality. Multi-channel teaching quality evaluations are provided in the whole teaching process to get teaching and learning feedback timely.

Keywords: steel structure design principle course; bilingual teaching; limit state design

(编辑 周沫)