

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2015.02.014

基于“概念设计”的钢结构课程教学改革探讨

焦燊烽¹, 陈俊岭²

(1. 河南科技大学 土木工程学院, 河南 洛阳 471003; 2. 同济大学 土木工程学院, 上海 200092)

摘要: 结构概念设计是对专业知识的综合运用, 具有定性准确、简单快捷的特点, 其关系到结构的安全与合理。在钢结构课程教学中应强调概念设计的重要性。文章阐述了适当补充教材内容的必要性, 对丰富教学方法和手段也进行了探讨, 并强调应引导学生树立正确的概念设计理念, 为其今后工作实践打下坚实的基础。

关键词: 概念设计; 钢结构; 课程教学; 教学改革

中图分类号: TV391

文献标志码: A

文章编号: 1005-2909(2015)02-0057-03

一、概念设计在钢结构课程中的重要性

近年来, 概念设计的理念被越来越多的结构工程师所接受。但概念设计并非如大多数工程师所言, 是工程设计经验的累积, 而是在结构工程设计中利用概念进行判断、推理、创新和决策的方法和过程; 其基本思路是在特定的建筑空间中用整体概念来正确处理构件与构件、构件与结构、结构与结构的关系, 是结构工程师基本结构理念的集中体现^[1-2]。目前, 计算机辅助设计已经在工程设计中得到广泛应用, 计算机应用能力是当今社会衡量毕业生能力的一个重要指标。但对结构分析软件(或电算程序)的计算结果, 如何进行分析判断和校核? 这就需要学生融合概念设计的理念, 掌握力学概念、材料概念、荷载概念、施工概念、使用概念等等, 并运用到结构方案设计、构件布置、计算结果的分析中。

尽管概念设计已经在工程设计领域发挥越来越大的作用, 但在高校教学中, 尤其是在房屋钢结构设计课程教学中, 概念设计的作用并未充分体现。学生在完成钢结构基本原理的学习之后, 虽然具备了计算构件及连接的能力, 能套用公式解题, 也能轻松设计一个单根构件, 但对一个简单的工程设计却感到无从下手。此外, 由于担心工作后缺乏竞争力, 学生常将更多时间花在结构设计软件的学习上, 对计算机过分依赖。这种状况造成学生综合分析判断能力的下降, 整体结构设计概念模糊不清。设计大师林同炎先生曾说, 现在的教育是先教构件的设计, 再到整个结构, 而在实际工程中是先结构后构件^[3]。如果能够做到让学生先了解整个结构, 再学习构件的具体计算、构造要求等知识, 将会取得更好的教学效果。

收稿日期: 2014-06-13

基金项目: 河南科技大学教改项目(2013Z-022); 河南省高等教育教学研究项目(2014SJGLX202); 河南科技大学2014年度重大教育教学改革项目(2014ZD-015)

作者简介: 焦燊烽(1978-), 女, 河南科技大学土木工程学院讲师, 博士, 主要从事钢结构及高层建筑抗风研究, (E-mail)2010jiaoyf@tongji.edu.cn。

为此,笔者所在的河南科技大学土木工程学院钢结构课题组进行了钢结构课程内容改革,将概念设计贯穿课程教学中,使学生通过学习,能在今后的钢结构设计工作中熟练运用概念估算方法,迅速、有效地选择经济合理、切实可行的结构形式,以及受力明确、传力简捷的结构体系。

二、将概念设计引入教学的具体措施

(一)教学内容的调整

在现有教材《房屋钢结构设计》^[4]中,概念设计一般作为结构体系与布置原则的一部分内容,而实际上概念设计贯穿于结构设计的全过程,教材中关于结构布置的一系列规定和要求也无不体现着概念设计的思想。针对钢结构设计的特点,结合各类结构构件的设计要点、相关规范规定,应补充如下教学内容。

1. 结构计算的概念和判断

对工程师而言结构计算概念和判断是体现其设计水平的重要方面,因此在授课中应重点给学生讲解正常使用极限状态计算结果的判断准则,和承载能力极限状态计算结果的判断准则,帮助学生走出概念的混沌状态,使其对设计结果有清晰的把握和判断,引导学生基于已有专业基础知识思考正常使用极限状态的变形特征,即变形首先要保证连续,这是结果可信的必要条件。另外,结构各方向刚度的均衡性可以根据结构动力参数(频率分析、振型)加以判断;对承载能力极限状态、轻质薄壁结构按边缘屈服控制强度,并考虑与局部稳定相关的有效截面参数。而非薄壁结构可适当考虑塑性发展深度,可按10%以内控制。通过对此类计算结果的判断讲解,有助于学生建立初步的概念设计理念,避免出现因整体概念不清晰而导致不合理的设计。

2. 建筑结构形式的优化

学生在学习基本构件受力特点及设计计算时,由于只是简单地生搬硬套规范公式,因此在进行有针对性的参数固定的计算时,大多能严格按照要求执行,但对结构形式的合理性却缺乏思考。故在教材内容改革方面,重点增加了结构形式优化的讲解内容。结构形式的优化包括结构整体的优化和单根杆件的优化。让学生明确整体结构优化的目的是提高结构效率。整体结构的优化可分步走,先根据力学原理作判断,定大方向,然后依据具体条件分析确定详细设计方案。为避免讲解此部分内容时太笼统,可引导学生掌握不同跨度的大跨度屋面结构形式选择。就单根杆

件的优化而言,主要包括应力性质的优化和应力水平的优化。

3. 结构荷载的选择与调整

教材对荷载及其组合一般仅从规范规定出发来介绍,但结构荷载的选择与调整对于结构整体设计有着重要意义。可从抗震角度,引导学生思考地震区设计多层建筑,如何用较小的代价达到较好的抗震效果,答案无疑是减轻自重。因为烈度和场地类别是无法选择的,只有建筑材料的自重可以由设计者选择,而地震的惯性力与自重直接相关;从材料选用角度,因为结构效应是以荷载与作用为自变量,代入结构效应函数中产生的,弯矩这一主要结构效应与跨度的平方成正比,所以对大跨度结构减轻自重就显得尤其重要。大跨度建筑一般采用轻质材料,但小跨度结构则不一定采用。学生一旦明确了这些概念,就可以在设计初始避免由于不合理的材料选用及荷载选择而造成设计的先天不足。虽然这些内容在教材中有所提及,但并未形成系统,因此有必要在授课中进行调整,以利于学生灵活掌握。

4. 节点设计分析

在讲解节点设计时,应着重突出节点的概念以及节点设计的目标,强调节点设计要忠实体现其在整体结构中的功能,且要有可靠的承载力,并保持规定所要求的状态。因为节点承载力不足会造成破坏,而节点状态不好,如螺栓松动等也会造成反复荷载作用下的破坏。另外,讲授节点传力时,要强调在设计节点时,应保证其传力通达顺畅,不应造成应力紊乱、集中。焊缝以平滑的对接焊为最好,加引弧板后磨平更好,螺栓连接以摩擦型高强螺栓为最好。在结构计算中,节点与整体之间又是相互对立统一的。结构整体要求节点尽可能精确,但节点不可能完全精确,如提高精确度需要付出更多代价。因此此部分内容的讲解要基于结构整体受力特点,并结合实例分析在什么位置做适当的简化假定较为合理,且有利于降低连接的成本。

(二)灵活教学方法和手段

将概念设计引入工程结构教学中,内容整体性高,概括性强,具有相当的难度,因此在教学方法上必须多样化。

1. 工程案例分

由于概念设计内容较为零散,为了加深学生对概念设计理念的理解,必须将课堂教学及工程案例分

结合起来。教师平时应注重教学素材的积累。例如在讲解风荷载的选取与调整时,按图1的思路分析不同结构体系的风荷载体型系数取值差别。

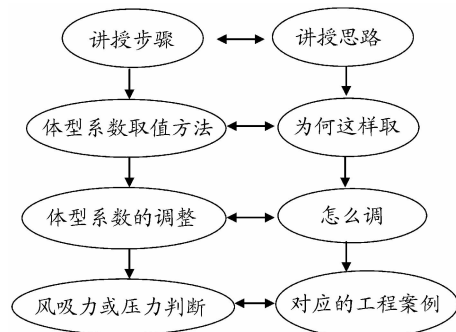


图1 工程案例授课思路和步骤

2. 互动问答环节

在钢结构课程教学中,尤其是在讲解概念设计时,教师的课堂讲授是主要方式,但与学生进行互动交流也非常重要。因此,要培养学生的结构概念,有必要组织不同程度的课堂讨论。在活跃的、有趣味的学习讨论中,点燃学生的创新火花,使学生的专业能力得到大幅度的提高,同时也能锻炼学生处理问题的能力,进而提高学生的综合素质。对每个概念的知识点,教师都应准备一个或者几个最为典型的问题,通过提问的方式帮助学生更好地掌握所学知识。

例如:结合疲劳动力荷载,可向学生提出问题:如何避免疲劳破坏?通常情况下,许多学生知道疲劳应力幅大于相应的允许疲劳应力幅,则结构会发生疲劳破坏。但对于如何减小疲劳应力幅并无具体的概念,因此应指导学生查阅相关文献,从疲劳动力荷载最为基本的概念入手,即减少疲劳应力幅其实就是减少结构应力的变化幅度。可为学生介绍两类方法:用简支结构代替连续结构和用预应力结构代替非预应力结构。引导学生追本溯源,组织学生讨论简支梁和连续

梁的受力特点,以及预应力结构与非预应力结构的区别。之后再给学生具体讲解这两类方法能减小疲劳荷载的原因。通过这样的互动,加深学生对疲劳荷载的理解,使学生学会从概念分析入手解决问题,培养学生独立思考的能力。

3. 多样化教学手段

在授课过程中,尽量运用多元化教学手段。如在讲解钢结构构件稳定时,学生对构件的失稳机理理解得不是很透彻,因此应尽量将构件的各类失稳过程制作成三维动画,或运用有限元分析软件展示构件失稳时的变形和应力状态,绘制荷载位移曲线。如在讲解简支梁平面外弯扭时,可利用有限元软件 ANSYS 模拟均布荷载作用下的失稳过程。这些过程以动画形式呈现在课堂教学中,学生接收快,效果良好。

三、结语

掌握概念设计是一个优秀工程师必备的能力。而这种能力的获取不仅有赖于工程设计经验的长期积累,更需要在学阶段有意识地加以培养。因此这就要求教师把概念设计的思想渗透到课程教学过程中,帮助学生更好地掌握其基本内容,同时也可以提升学生的专业素养,为其今后工作实践打下坚实的基础。

参考文献:

- [1] 朱慈勉,尹小明. 概念设计的意义和应用分析[J]. 建筑技术,2005,36(8):626-628.
- [2] 高立人. 结构工程师与概念设计[J]. 建筑结构,1993(4):46-50.
- [3] 林同炎,S.D 思多台斯伯利. 结构概念和体系[M]北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [4] 沈祖炎,陈以一,陈扬骥. 房屋钢结构设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

Teaching reform of steel structure course based on concept design

JIAO Yufeng¹, CHEN Junling²

(1. College of Civil Engineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, P. R. China;
2. College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: With accurate and concise quantification, concept design is the comprehensive application for professional knowledge. The idea of concept design in steel structure course teaching should be emphasized in view of its importance to structure safety and reasonability. In the paper, diversified methods on how to establish exact conception of design are discussed by increasing contents related to concept design, which is helpful to students for further practice.

Keywords: concept design; steel structure; course teaching; teaching reform

(编辑 王 宣)