

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2013.03.019

钢结构节点三维数字模型教学实践探讨

黄海斌,王仲刚,雷运波,王平

(后勤工程学院 军事建筑工程系,重庆 401311)

摘要:简要分析钢结构节点教学中存在的问题,阐明三维数字模型在现代社会各个领域的应用,指出钢结构节点设计教学中三维数字模型的优势,详细介绍利用 PKPM 建立钢结构三维数字模型的过程。实践表明,利用已建成的钢结构三维数字模型教学比传统教学效果更好。

关键词:钢结构节点;三维数字模型;PKPM 建模;教学实践

中图分类号:G642.0;TU391

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2013)03-0071-03

2009年,后勤工程学院将钢结构原理与设计列为学院重点建设课程,旨在改善教学条件,提升教学质量。钢结构原理与设计课程是土木工程类专业必修课。钢结构原理与设计课程是在已有结构知识基础上,培养学生对钢结构基本概念和基本原理的掌握,为进一步学习轻型门式刚架结构、单层厂房结构、多层及高层房屋钢结构等打下基础。该课程具有教学内容多、教学难度大、对学生空间想象力要求高、学生不易理解等特点,成为制约课程教学质量提高的瓶颈^[1-3]。钢结构节点作为该课程重要的教学内容之一,目前教学进行研讨的较少。钢结构节点是连接钢结构杆件的重要部分,实际钢结构破坏中,节点破坏占比较大。钢结构节点受力复杂、形式多样、构造及计算理解难度大,使得节点设计不易掌握。利用钢结构课程建设之际,对钢结构节点三维数字模型教学进行探讨,目的在于提高相关内容教学的质量。

一、钢结构节点教学存在的问题

钢结构节点种类繁多,构造十分复杂,相当一部分学生依靠平面图难以真实、准确地理解和掌握节点构造的完整信息。例如:结构构件与节点的连接位置关系、节点板的厚度、焊缝的分布及焊缝的形式、螺栓的数量及螺栓的排列等。在现有的钢结构教材中,多采用节点二维 CAD 图纸、二维图片等进行教学,这对学生的空间想象力要求较高;有条件时往往辅以节点教学模型。虽然节点模型有助于学生理解,但节点种类、数量有限,加之因模型笨重、使用不方便等原因在教学中一般较少使用。同济大学对此曾研讨钢结构节点三维实体技术^[4],但均未用于教学活动中。

收稿日期:2012-10-15

作者简介:黄海斌(1981-),男,后勤工程学院军事建筑工程系讲师,博士研究生,主要从事钢结构研究,

(E-mail)94213202@qq.com。

二、三维数字模型

三维数字模型是指在计算机系统中利用图素来描述空间三维实体,通常用计算机或者其它视频设备进行显示。三维数字模型在各个领域都有着广泛应用。目前物体的建模方法大体有三种:第一种利用三维软件建模;第二种通过仪器设备测量建模;第三种利用图像或者视频建模。

钢结构节点常用的数字模型生成软件有:3D MAX、SoftImage、Maya、ANSYS、AutoCAD等,其共同特点是利用一些基本的几何元素,如立方体、球体等,通过一系列几何操作,如平移、旋转、拉伸以及布尔运算等构建复杂的几何场景。根据钢结构的特点,目前已开发了PKPM、3D3S、XSTELL等专业设计软件。利用专业设计软件可以方便快捷地建立钢结构三维数字模型。图1为典型的钢结构三维数字模型图。

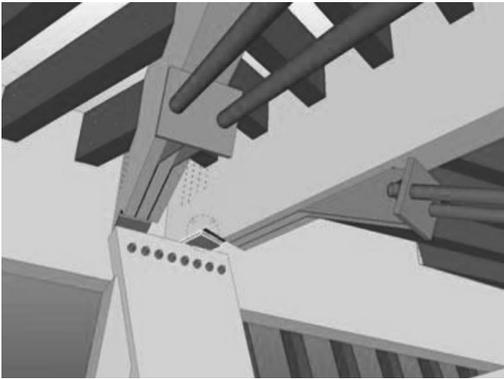


图1 典型钢结构三维数字模型图

三、钢结构节点三维数字模型的建立方法

(一) 钢结构节点的基本类型

钢结构节点主要有梁柱节点连接(柱边刚接单连接板、短梁拼接、柱边刚接双连接板三种梁柱固结节点;双剪连接、单连接板、双连接板三种铰接节点)、主次梁节点连接(采用高强螺栓加翼缘连接板连接、采用角焊缝加翼缘连接板连接、采用焊缝连接三种固结节点;双角钢连接、腹板深入、宽加劲肋、双连接板四种铰接节点)、柱脚(外露式柱脚无锚栓支承托座、外露式柱脚设锚栓支承托座、埋入式柱脚、包脚式柱脚四种固结柱脚;一种铰接柱脚)、支撑与梁柱连接、支撑与柱脚连接五种类型。教学过程中分别介绍各类节点的计算方法,构造时需要对这五类节点分别建立三维数字模型,学生理解和掌握时就有针对性。根据使用方便,便于学习和掌握的原则,建立了上述五类钢结构节点共计27个。

(二) PKPM 生成钢结构节点基本步骤

利用常用建筑结构计算软件PKPM钢结构设计计算STS功能模块中节点设计及计算单元,建立课程中常见节点的三维数字模型。节点三维数字模型建立基本步骤^[5]:首先确定节点中梁柱的截面大小;输入节点所受弯矩 M 和轴力 N ;确定连接方式为铰接或则固结;确定采用螺栓还是焊缝连接等基本参数;确定其他相关参数;采用软件自带的视图功能从不同角度观察节点。

PKPM 三维数字模型建立主要窗口如图2。

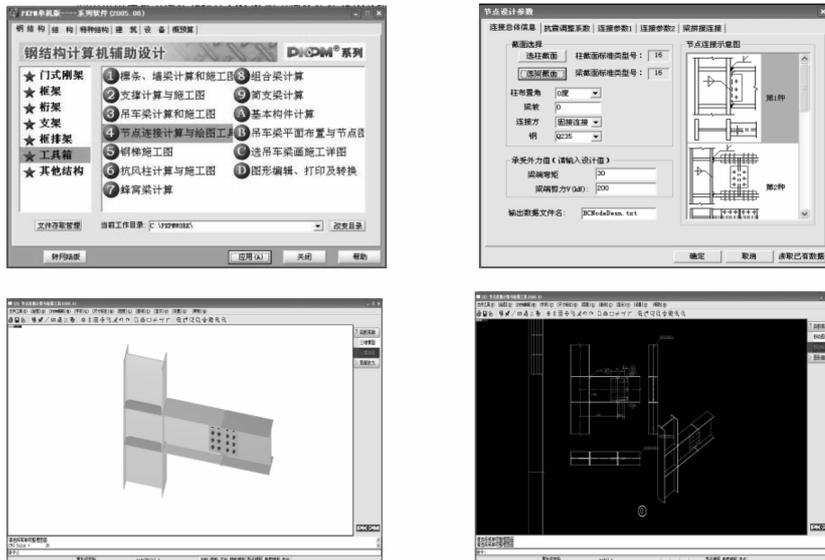


图2 PKPM 三维数字模型建立主要窗口

(三) 钢结构节点平面设计图与三维数字模型效果对比

以梁柱柱边刚接节点连接为例,建立的节点三维数字模型及基本设计参数如下:柱截面参数,钢截面焊接工字形截面 $600 \times 300 \times 10 \times 12$;梁截面参数,钢截面焊接工字形截面 $500 \times 250 \times 8 \times 10$;梁端节点

设计弯矩, $M = 180.0 \text{ kNm}$;梁端节点设计剪力, $V = 200 \text{ kN}$;工字形梁与工字形柱刚接连接,连接类型为柱边刚接,单连接板高强螺栓连接(翼缘用对接焊缝,对接焊缝质量级别为 2 级;腹板用高强螺栓,翼缘承担全部弯矩,腹板只承担剪力)。建立三维数字模型如图 3。

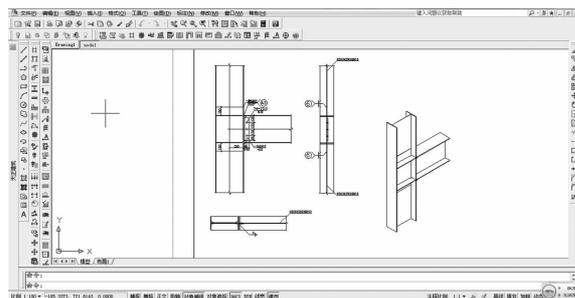


图 3 节点平面设计图与三维数字模型对比

从图 3 可以看出,节点三维数字模型图较原平面设计图更直接、形象,学生对节点构造一目了然。

四、结语

钢结构节点构造复杂,节点计算和构造理解难度大;利用三维数字模型,可以克服传统教学手段的不足,使学生直观地认识和理解常用节点的构造和传力路线,并掌握节点设计。利用常用 PKPM 结构设计软件中的 STS 功能模块建模方便,基本涵盖了常用钢结构节点类型,使用方便。从教学情况看,利用三维数字模型教学效果良好,深受学生欢迎。

参考文献:

- [1] 刘坚,黄襄云. 钢结构教学体会[J]. 高等建筑教育. 2005(3):49-51.
- [2] 尹志明,李筱华. 钢结构教学改革探讨[J]. 高等建筑教育. 2002(2):64-65.
- [3] 张哲,张猛,李天. 钢结构教学改革与创新[J]. 高等建筑教育. 2010(5):66-69.
- [4] 许倩华,杨晖柱,张其林. 钢结构节点三维实体技术[J]. 计算机辅助工程. 2007(3):30-33.
- [5] 王建,董卫平. PKPM 结构设计软件入门与应用实例——钢结构[M]. 北京:中国电力出版社. 2008.

Teaching steel structure node course by using three-dimensional digital model

HUANG Haibin, WANG Zonggang, LEI Yunbo, WANG Ping

(Logistical Engineering University of PLA, Chongqing 401311, P. R. China)

Abstract: We presented brief analysis of steel structure teaching, illustrated the application of three-dimensional digital model in various fields in the modern society, pointed out the advantage of the node design of steel structure teaching by using three-dimensional digital model, and proposed the use of PKPM to build steel structure three-dimensional digital model in detail. The practice shows that using three-dimensional digital model in teaching can achieve better teaching effect than that of traditional teaching.

Keywords: steel structure node; three-dimensional digital model; PKPM model; teaching practice

(编辑 梁远华)