

# 建筑钢结构设计动画课件开发研究

罗晓群,张其林,杨 彬,吴明儿,李元齐,刘沈如

(同济大学 土木工程学院,上海 200092)

**摘要:**文章针对同济大学土木工程专业建筑钢结构设计课程研究开发了基于厂房钢结构的动画课件。课件的研发以实际钢结构制作加工和安装为基础,演示单层钢结构厂房布置全过程,重点演示典型单层厂房钢结构节点的拼装和构造。课件的开发和应用,形象生动地展示了建筑钢结构的设计过程,在专业课程中实现了教师为主导,学生为主体的教学理念。

**关键词:**动画课件;建筑钢结构;节点构造;施工过程

**中图分类号:**TU391;G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2012)01-0077-04

同济大学土木工程专业钢结构课程由2个部分组成,即钢结构基本原理和建筑钢结构设计,教学任务分2个学期完成。对于钢结构基本原理课程,近年来在土木工程学院统一领导下,基本形成了“课堂教学+演示实验+自主试验”的教学模式<sup>[1]</sup>,极大调动了学生自主学习的积极性,取得了良好的教学效果。

建筑钢结构设计课程与钢结构基本原理课程有所区别。一方面学生没有接触过实际工程,结构形式、构件和连接节点等内容,仅通过课堂讲解就显得比较抽象,学生难以接受;另一方面,钢结构设计课程更偏向于实际应用,大型结构试验教学或工地现场参观实习经费投入过大,且只能了解工程的局部情况。以往建筑钢结构设计的教学手段主要有工程图片展示、实物缩尺模型展示。工程图片展示效果不直观,只能看到构造的一面,难以反映构造的细节和全貌;实物缩尺模型是非常好的教学手段,可如今老一辈钢结构教育专家精心制作的钢结构屋架缩尺模型已所存无几。综上所述,建筑钢结构设计课程急需改进教学方法,增强学生的学习意识,提高学生自主学习的兴趣。

随着多媒体技术的不断发展和计算机的日益普及以及教学CAI课件质量的日益完善,利用多媒体或计算机软件教学系统可以使学生以视听的交互方式进行反复学习,是现场参观和实验教学的有益补充。配合建筑钢结构设计课程内容,文章开发了建筑钢结构设计动画课件。课件基于三维实体模型,详细记录了从工厂加工到现场安装流程,完成了结构布置、结构单元、构件装配、详细节点动画课件的设计和制作。

收稿日期:2011-09-13

基金项目:同济大学第5期实验教学改革专项基金资助

作者简介:罗晓群(1976-),男,同济大学土木工程学院讲师,博士,主要从事空间结构计算机仿真研究,  
(E-mail)luoxiaoqun@tongji.edu.cn。

## 一、建筑钢结构动画课件开发

### (一) 动画课件总体思路

单层厂房钢结构是建筑钢结构设计的重要部分。单层钢结构厂房一般由横向排架、吊车梁系统、普通钢屋架系统以及支撑系统组成<sup>[2]</sup>。如图1所示,本课件总体思路是虚拟实现单层钢结构厂房结构布置流程,实现重点系统横向排架系统、普通钢屋架系统、轻型屋面系统典型节点的构造。

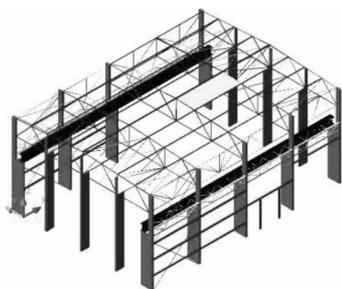
### (二) 重型钢结构厂房结构布置动画实现

根据通用钢结构教材中典型的单层厂房钢结构组成,建立三维实体模型如图2(a)所示。按照一般单层钢结构安装的要点<sup>[3]</sup>,先吊装竖向构件,后吊装平面构件,如图2(b)~2(h)所示,布置流程依次

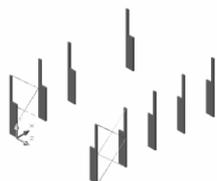
为:柱—柱间支撑—托架—钢屋架—吊车梁及制动桁架—抗风柱—墙面板—屋面上下水平支撑—屋面垂直支撑—檩条—屋面板。图2(i)所示为动画渲染的整体三维厂房,渲染过程中各实体构件依布置顺序逐次飞入视野,并对完成的整体结构进行鸟瞰和三维旋转。



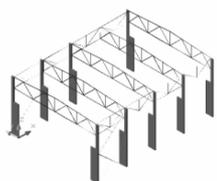
图1 建筑钢结构动画课件总体思路



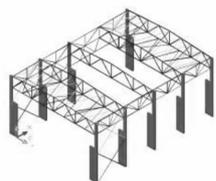
(a) 钢结构厂房三维实体



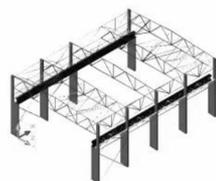
(b) 安装柱子



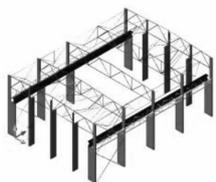
(c) 安装屋架



(d) 安装支撑



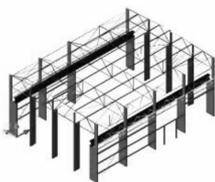
(e) 安装吊车梁



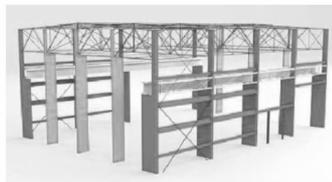
(f) 安装抗风柱



(g) 安装墙梁



(h) 安装檩条和屋面板



(i) 动画渲染成果

图2 重型钢结构厂房结构布置动画设计

### (三) 普通钢屋架节点构造

图3(a)是普通钢屋架三维实体显示。为了满足显示要求,我们把节点域进行了放大。实际工程中,普通钢屋架是工厂加工,现场安装的。在实际动画制作过程中,为了使学生更加了解屋架节点基本构造及节点加工过程,我们在制作动画演示时从仅有构件布置无节点构造的“空”屋架出发,对屋架重要节点的构造及加工过程进行了逐一演示。该动画演示的制作流程如下。

(1) 实体爆炸和编号。如图3(b)所示,所有的焊缝实体、节点板和连接板实体、构件实体均爆炸并记录编号。

(2) 在仅显示屋架的实体图上逐个演示节点拼装过程,如图3(c)所示。

(3) 节点拼装过程。以支座节点为例,图3(d)~3(h)为动画设计的节点组装顺序。视图细节部推进到支座节点位置。在“空”屋架位置演示的支座节点制作过程为一插入支座底板及节点板组合

件,加入支座节点板加劲肋,施行加劲肋和节点板焊缝连接,进行支座节点和端部竖杆、下弦和端部斜杆的焊

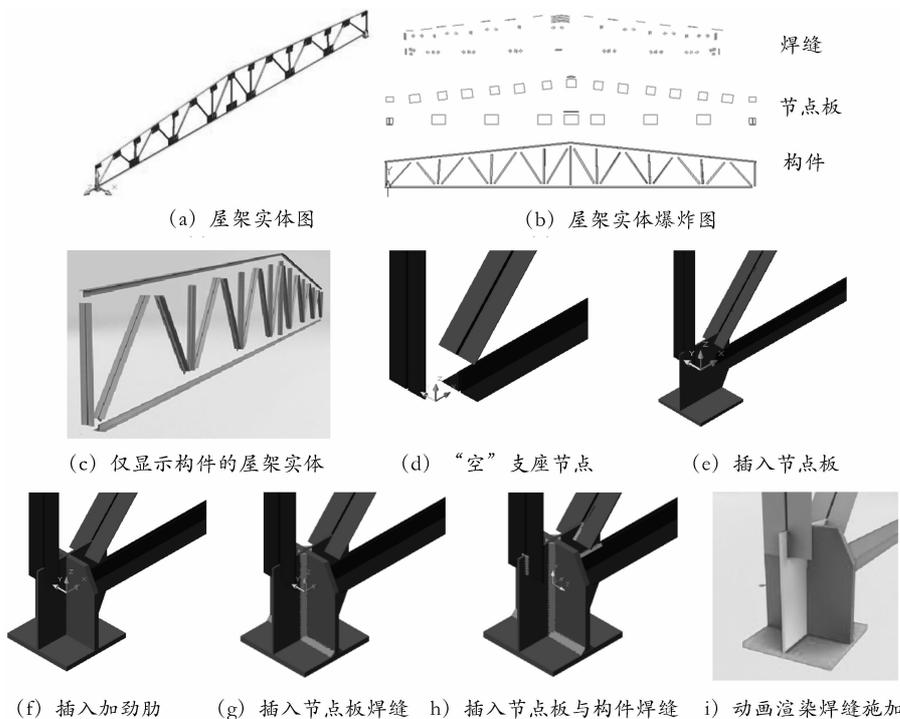


图3 普通钢屋架动画课件

(4)完成端部节点、屋脊节点、下弦连接节点等典型节点的连接。

(5)全景显示上、下弦节点板连接。

(6)“已安装节点”屋架系统鸟瞰及三维旋转显示。

(四)排架系统节点构造

图4(a)是“空”单层钢结构厂房(轻钢屋面)排架系统,图4(b)是完善的三维实体厂房模型。该模型主要演示单层钢结构厂房的重点构造,设计的单层钢结构厂房包括的重要元素有:实腹式边柱,缀板式格构中柱,轻钢屋面。在此基础上,完成实腹式典型柱脚、格构式柱柱脚、肩梁牛腿、人孔、格构柱缀板连接以及轻钢屋面的边柱梁柱节点、中柱梁柱节点、屋脊梁梁节点等重要节点展示。

排架系统梁柱构件比较分明,因此,构件的动画设计思路分工厂加工制作和现场螺栓拼装两个步骤来完成。以轻钢边梁柱节点为例,前期工作也是将所有节点元素按图5(a)爆炸处理,排架系统动画设计两个步骤完成。

(1)工厂制作。细部推进,如图5(b)、5(c)所示,“空”梁构件和“空”柱构件分别在工厂加工,生成端部盖板、端部加劲肋、端部节点板,并完成节点板开孔。

(2)现场安装。如图5(d)所示,工厂制作的梁

柱构件在现场螺栓连接。

(3)节点模型三维旋转,实现三维浏览。

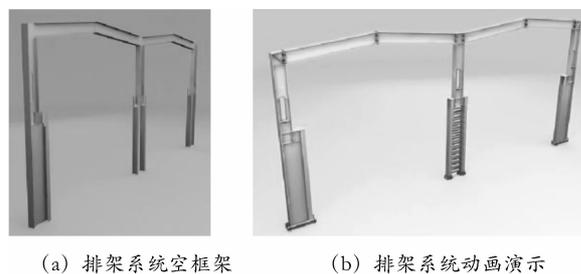
同理完成排架系统实腹式柱脚、格构柱柱脚、牛腿、人孔,以及轻钢梁梁连接、轻钢中柱节点等的动画演示。

二、建筑钢结构动画课件应用

图6展示了该动画课件在同济大学2008级土木工程专业的情景。任课教师反映,诸如厂房结构布置、支撑体系、节点构造等知识点以往很难解释清楚,通过动画手段,可以比较清楚地呈现,也易于被学生接受。同时,教师们也建议集中讨论,增加典型节点,更加突出重点部位的演示,并逐步完善实现各类钢结构体系的动画演示。

三、结语

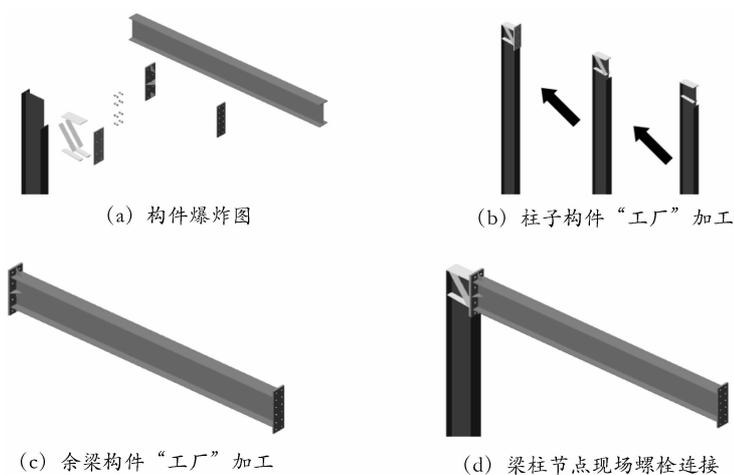
文章基于计算机三维实体,以重型工业厂房为主要对象,研究开发了建筑钢结构设计动画课件,涵盖了单层钢结构厂房的结构布置、普通钢屋架系统构造、实腹式和格构式厂房排架系统,以及轻钢屋面梁柱节点等细部节点演示,动画课件具有远景鸟瞰、细部推进、三维旋转功能,可以全方位了解整体结构的全貌和重要节点的细部。课件已在教学过程中使用,获得了很好的教学效果,使“教师为主导,学生为主体”的教学理念在高年级专业课程中得以实现。



(a) 排架系统空框架

(b) 排架系统动画演示

图4 排架系统动画课件



(a) 构件爆炸图

(b) 柱子构件“工厂”加工

(c) 余梁构件“工厂”加工

(d) 梁柱节点现场螺栓连接

图5 排架系统动画课件设计思路举例



图6 教学场景

## 参考文献:

[1] 赵宪忠, 顾祥林, 何敏娟. 高等学校土木工程建设的理论与实践——第九届全国高校土木工程学院(系)院长(主任)工作研讨会论文集[C]. 2008.

[2] 欧阳可庆. 钢结构[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1991.

[3] 中国钢结构协会. 建筑钢结构施工手册[K]. 北京: 中国计划出版社, 2002.

## Development of animation courseware for building steel structure design course

LUO Xiao-qun, ZHAGN Qi-lin, YANG Bin, WU Ming-er, LI Yuan-qi, LIU Shen-ru

(School of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

**Abstract:** According to requirements of building steel structure design course for civil engineering majors, animation courseware for factorial steel structures was developed. The research and study of the courseware was based on the actual manufacturing and installation of steel structures. The full arrangement of single layer factorial steel structure was animated in detail and the animation was emphasized on the assembly and formation for typical joints in steel structures. With the development and application of the courseware, the design process of steel structures was lively showed and the teaching concept of “taking teachers as leaders and students as the main body” has been realized in specialized courses.

**Keywords:** animation courseware; building steel structure; joint construction; installation process

(编辑 梁远华)