

基于“活动的课堂”钢结构教学改革简介

自从 1996 年钢产量超过 1 亿吨以来，中国已经连续几年成为世界第一产钢大国。世界钢铁协会日前公布，2014 年中国钢产量达到 7.6 亿吨，再次成为全球第一大钢生产国，几乎占全球钢产量的一半。近年来，我国建筑钢结构行业获得巨大发展，涌现出一批优秀的钢结构建筑，如国家体育场（鸟巢）、首都机场等。

钢结构课程包括钢结构设计原理、建筑钢结构设计、钢结构课程设计和毕业设计等理论课程和实践实训环节，是土木工程专业的核心组成部分。钢结构课程有着非常系统和清晰的理论体系，是一门理论性与应用性并重的课程。同时具有非常明显的时代性，其设计理论、计算方法和设计途径都随着社会的进步在不断更新。围绕“培养高素质应用型创新人才”的目标，通过“活动的课堂”改革教学方法，创新教学模式，紧随工程发展脉搏，主动服务地方经济建设。是钢结构教学团队在课程体系建设和教学方法改革方面不断努力的目标。



图 1 跨专业协同设计的讨论会

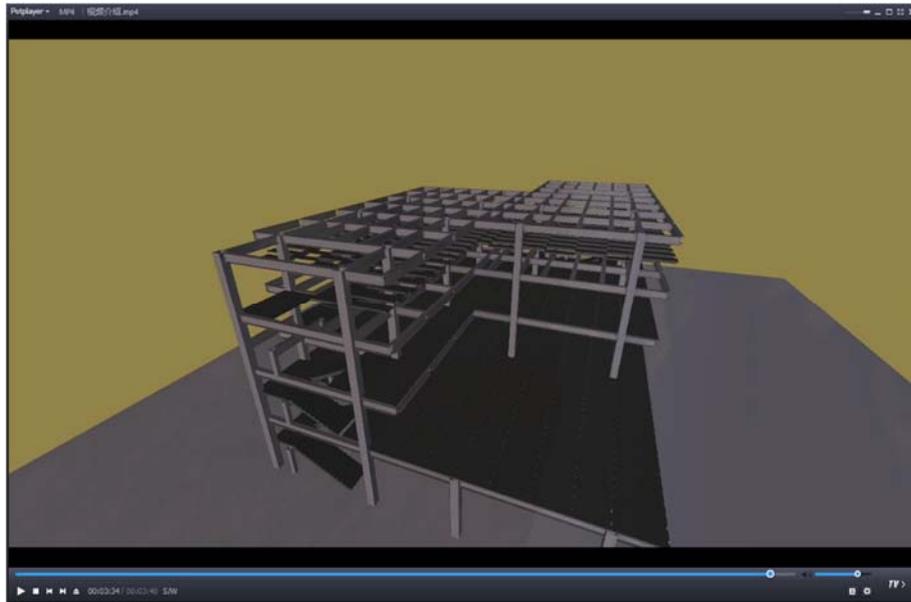


图 2 钢结构工程 BIM 建模

课程团队经过四年的努力，在钢结构相关课程的教学内容、实践教学、基地建设、教材讲义和教学方法等方面进行了改革和探索，取得了优秀的成果。本总结展示了近年钢结构教学团队关于钢结构课程教学方法和课程建设的一些成果和经验，以其相互学习和促进。

2015 年以来，与工程管理专业联合开设的结构工程 BIM 建模和造价方向，进行跨专业协同设计，使学生的素质培养更紧跟专业发展前沿和工程实际需求。钢结构毕业设计开展四年以来，教学效果良好，多人获优秀的成绩，已有 10 人取得本科生毕业设计（论文）创新奖，在学生群体中反响甚佳。

1. 倡导“三维”教学模式，开展“活动的课堂”教学，改进教学方法

为了适应钢结构的发展，课程团队对教学方法进行了研究和探索，改变传统仅在课堂教学的单一方法，充分利用专业实践教学平台和新兴传播媒体平台，提倡“三维”教学模式。所谓“三维”教学模式是指课堂教学、实践教学基地和媒体平台相结合的教学模式（如图 4 所示）。充分利用实践教学基地，开展“活动的课堂”教学模式，现场进行钢结构课程讲授，让学生更直观、贴近地认识钢结构。

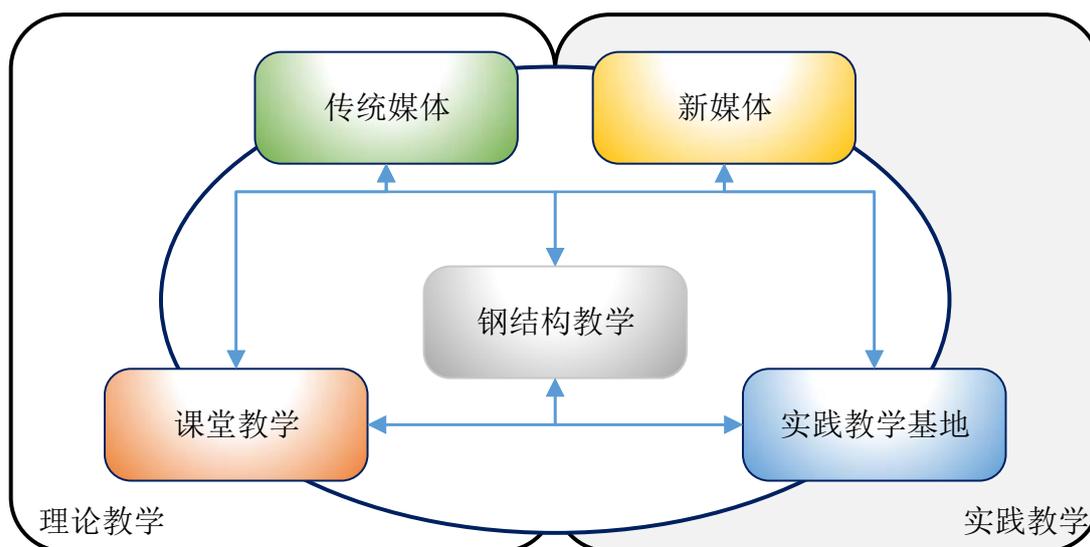


图3 “三维”教学模式示意图

(1) 建设实践教学基地，营造活动课堂氛围

为了配套专业课程教学，加强土木工程实践教学平台建设，课程团队精心设计及建造了钢结构“节点苑”构筑物（如图5所示）和建筑工程教学模型展示区（如图6所示）。

“节点苑”钢构筑物是全钢结构的构筑物，主体为型钢柱和外伸钢梁及钢桁架。构筑物柱顶标高为4.960m，悬挑梁和悬挑桁架外伸长度为1500mm。采用混凝土十字基础梁的基础形式，南北向基础梁长度为2500mm，东西向基础梁长度为3000mm。基础埋深1.050m，承台高出地坪0.250m。构筑物主要采用H型钢、角钢等通过高强度螺栓连接、焊缝连接拼接而成。“节点苑”包含高强度螺栓连接、角焊缝连接、对接焊缝连接、钢柱连接构造、梁-柱强轴连接构造、梁-柱弱轴连接构造、次梁连接构造、变截面梁构造、骨式梁构造、蜂窝梁构造、梯形桁架节点、三角桁架节点等多种连接构造形式，几乎囊括钢结构课程中要求学生熟悉的节点构造形式。同时包括索膜结构和螺栓球网架结构等两种空间结构常用的结构形式。自建成以来，“节点苑”构筑物迅速成为了钢结构课程及土木工程其他相关专业课程有效的教学实践基地，深受师生欢迎和业内同行的好评。



图4 “节点苑”实践教学基地及授课场景

建筑工程教学模型展示区展示了单层厂房钢结构可拆装模型、焊缝的缺模型、焊接残余变形模型、螺栓连接受剪和受拉破坏形式模型、网架节点和支座模型等教学辅助模型,为学生更形象了解钢结构基本构造和基本概念提供非常有利的平台。

(2) 加强“第二课堂”建设,拓展教学活动内涵

课题组充分发挥广工学子积极参与科技创新实践活动、动手能力强的有点,基于学院的创想工作室平台,依托大学生创新创业项目,成立了**学生钢结构教学模型 3D 打印创新工作组**。基于 3D 打印技术与装配式建筑的构筑概念,以钢结构重工业厂房为例,根据结构特点和传力路径,将厂房分为屋盖系统、厂房柱、吊车梁系统、支撑系统等结构组成部分,利用自主研发的 3D 打印设备打印出各组织部分的缩尺模型,通过螺栓连接等连接方式进行建筑结构整体装配。学生通过研究和制造钢结构关键节点、整体结构的 3D 模型,能更好地理解钢结构课程的重点和难点,有效地实现理论联系实际,真正做到了寓教于乐、寓学于乐。作为活动课堂有机延伸,此教学形式生动形象、学生参与度高,学生反响非常好。

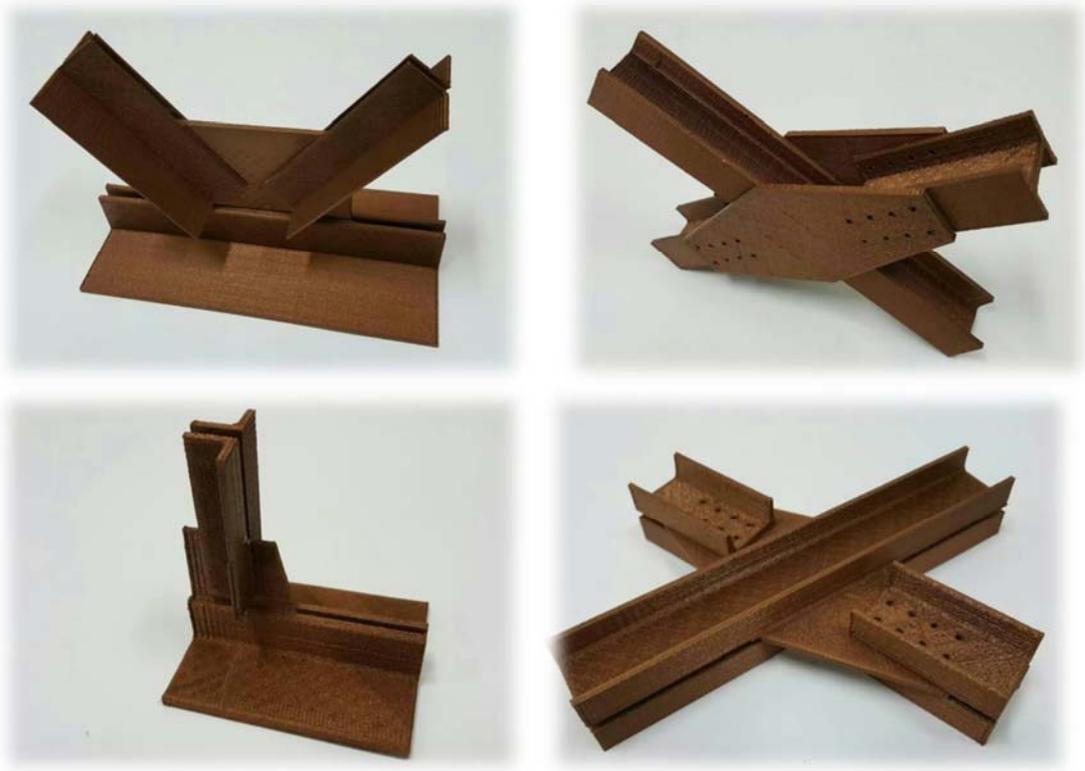


图 5 厂房节点 3D 打印模型

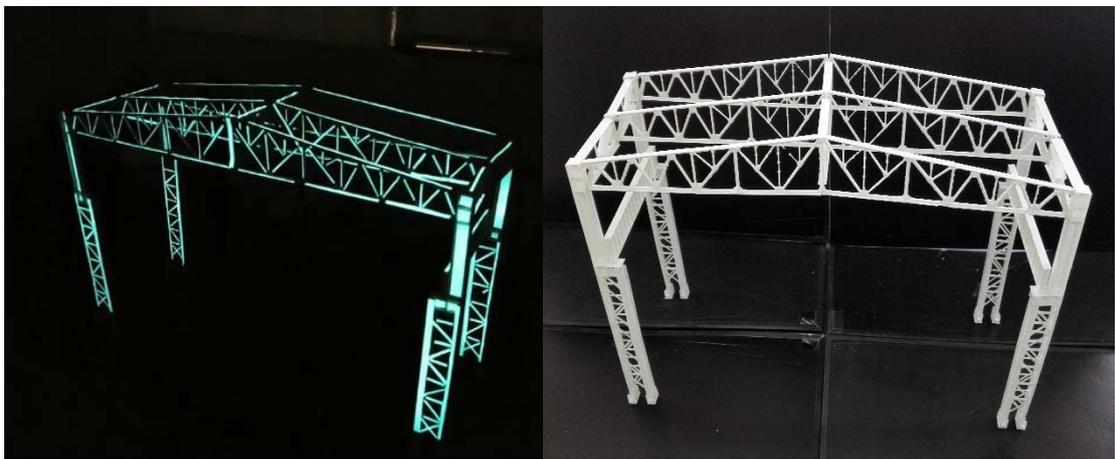


图 6 重型厂房 3D 打印模型

(3) 创建学与教的互动平台，提高教学效率

为了配合教学课堂进一步的延伸，课程团队充分利用网络共享资源和新兴的传播媒体平台，结合传统的媒体平台，构建了钢结构课程网站（如图 9 所示，<http://gjjg.hjntmjx.com/>）和与学生相互沟通的教学讨论平台，开发了“广工大钢结构课程群”微信公众平台（图 10 所示），利用现今最常用的传播媒体，和

学生共享钢结构课程相关资讯,分析专业相关信息,介绍钢结构行业的发展情况。



图 7 钢结构课程网站首页



图 8 “广工大钢结构课程群”微信公众平台

2. 紧跟市场步伐,以工程需求促进教学内容改革

随着科学的发展和专业技术的进步,专业课对专业基础课更新周期的要求愈来愈短,更新内容的要求也愈来愈多,钢结构教学方面表现得尤其突出。现代钢结构技术不仅涉及到传统的课程,而且涉及到断裂力学、损伤力学、结构优化等。课程团队紧跟市场经济步伐,以工程需求为导向不断地更新教学内容和授课形式。

为了配合钢结构课程的讲授,充分发挥多媒体在现代课堂的作用,课程团队制作和开发了一系列钢结构 3D 动画和 FLASH 动画演示(共 97 个),合计时间约 85 分钟,内容涵盖钢材性能试验、焊缝连接种类、焊缝受力、螺栓受力、轴心受力构件、受弯构件、偏心受力构件、节点设计、厂房结构和典型钢结构建筑等。动画内容覆盖范围广,紧贴课程重点,联系工程实际。

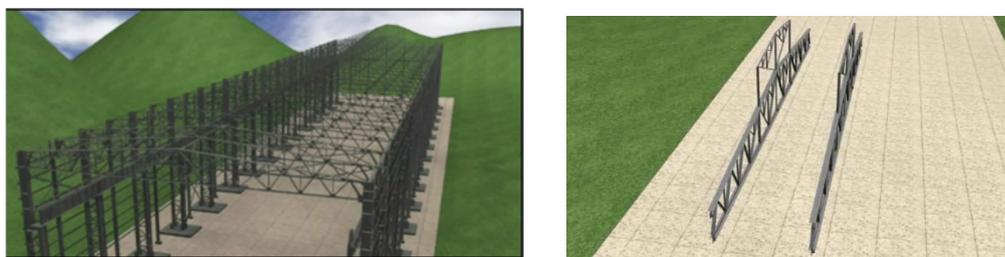


图 9 钢结构重工业厂房 3D 演示

课程团队深入惠州丰源钢构有限公司和中建钢构有限公司,直接与工程单位交流和讨论,了解业内发展情况,聆听校外专家对教学的反馈意见和建议。

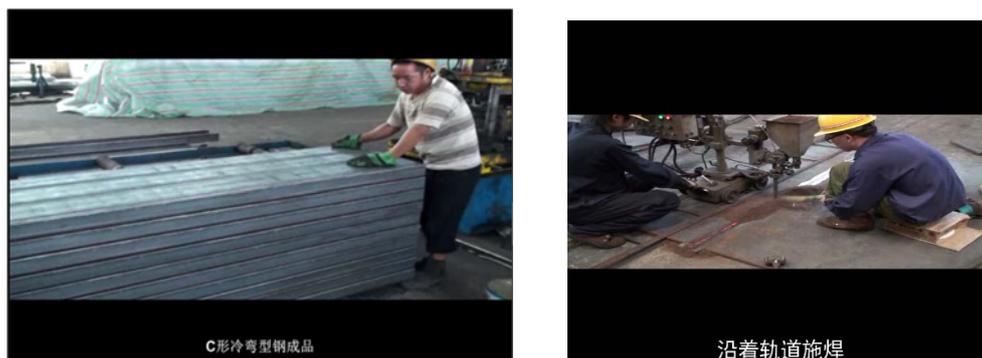


图 10 钢结构生产流程视频

为了使学生更加了解钢结构的工程制作过程,拍摄了钢结构生产流程的视频资料,内容涉及钢结构制作的六个阶段:原材料准备、放样和号料、构件加工、构件焊接、组装和油漆包装。原始视频拍摄长度达 1000 分钟。最后将按与课程章节配套的内容完成影像资料的剪辑,具体分别为:焊接工字形柱制作、格

构柱制作、H型钢制作、变截面刚架梁制作、薄壁C形钢冷弯制作、压型钢板冷弯制作等。

同时，课程团队还邀请校外导师来校进行讲座和毕业设计辅导，工程企业导师和校内导师全程联合指导学生的专业课学习和实践教学，指导毕业实习和毕业设计。这种“双导师全程式”联合培养，收到非常好的效果。



图 11 校外指导教师进行毕业设计辅导

3. 教研相互协作，提高学生实践创新能力

通过创新训练项目，开展创新教育，实现“理论是基础，实践是保障，创新是重点，项目活动是载体”的创新人才培养思路，有效提高了学生的知识水平，锻炼了学生的实践创新能力，培养了学生从事科学研究的兴趣和初步能力。

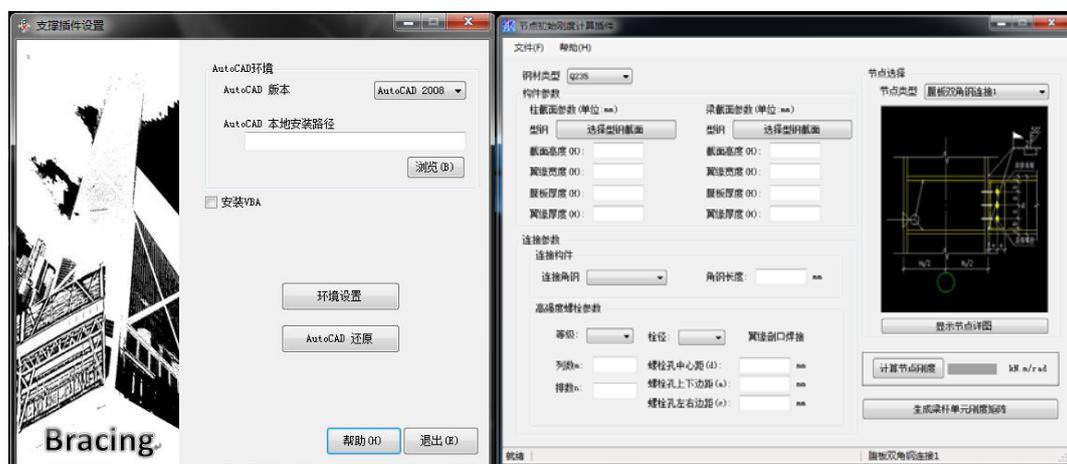


图 12 钢结构支撑插件

课题团队指导学生积极参加钢结构相关学科竞赛全国高校学生钢结构创新竞赛，仅3年时间学生就获国家级奖3项。2016年-2018年，课题团队指导土木工程专业和建筑与城市规划学院建筑学专业的学生组成跨专业团队，连续两年获高校学生钢结构创新竞赛获得二等奖，一年获三等奖。



图 13 参加第二届高校学生钢结构创新竞赛