

基于 BIM 的桥梁工程专业核心课程的教改研究

苏鹏¹ 贾瑞雪¹ 郝卓佳¹ 田旭²

(1. 柳州铁道职业技术学院, 广西 柳州 545000; 2. 营口理工学院, 辽宁 营口 115000)

【摘要】桥梁上部结构施工与桥梁下部结构施工是道路于桥梁工程技术专业的核心课程, 通过运用 BIM 技术增强了教师信息化的教学能力, 解决了桥梁专业核心课程授课过程中的难点, 提高了教学质量, 优化了课程教学, 推动了专业发展, 在专业教学中融入职业教育, 提高了指导技能比赛和“1+X”考核能力, 达到岗-课-赛-证相互贯通的一体化教学。

【关键词】BIM 技术; REVIT; 桥梁工程; 教学

引言:

桥梁上部结构施工与桥梁下部结构施工是道路于桥梁工程技术专业的核心课程, 以桥梁施工规范以及施工方法为基础, 学习桥梁上部结构以及下部结构具体施工工艺, 以及对于桥梁整体建造过程的理解, 并在其中以施工图识读进行岗位教学, 提高图纸识读能力和专业技能。通过各类项目实训培育学生, 达到岗-课-赛-证相互贯通的一体化教学。

一、研究背景

(一) BIM 技术发展及应用

BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型)^[1] 技术是一种集成的数字化建模技术, 已经在建筑行业得到广泛应用。BIM 技术的发展和应用于建筑设计、施工和运营管理都起到了重要作用。

BIM 技术可以实现全方位、细致的建筑设计和模拟, 提高设计效率和质量。通过 4D 和 5D 的应用, BIM 可以实现施工进度和成本管理, 协调施工过程, 减少冲突和延误。通过 6D 和 7D 的应用, BIM 可以帮助建筑物的运营管理, 包括维护管理、设备管理、能源管理等, 提高建筑物的运营效率和可持续性。

总的来说, BIM 技术的发展和应用于建筑行业带来了革命性的变化, 促进了建筑行业的数字化转型^[2], 提高了建筑设计和施工效率, 降低了成本, 提升了建筑质量和可持续性。

(二) BIM 技术应用于桥梁课程的优势

Revit 是一款 BIM 软件, 具有强大的三维建模功能, 可以更直观地设计观察桥梁结构。通过三维建模, 可以更清晰地观察桥梁各个部分之间的关系, 有助于理解桥梁结构的作用以及施工遇到的问题。Revit 支持参数化设计, 可以轻松地对桥梁的各个元素进行调整和修改。通过调整参数, 可以快速生成不同设计方案的桥梁, 并进行比较和优化还可以实现多人协作设计。Revit 还支持结构分析和模拟功能, 可以进行桥梁的结构性能分析, 如荷载计算、应力分析等。这些

分析结果可以帮助优化桥梁结构, 提高其稳定性和安全性。Revit 可以自动生成施工图、剖面图、立面图等设计图纸, 减少了手动绘图的工作量, 提高了绘图效率和准确性。

通过 Revit 模型可以有效解决学生对于桥梁结构掌握的专业基础不牢、在实训中图纸看不懂、对于桥梁施工的想象能力弱等问题。并且在“1+X”考证、技能竞赛、专业岗位、优化课程建设、BIM 实训资源建设等方面起到推动作用。

二、当前课程中存在的问题

(一) 专业基础不牢

桥梁上部结构施工于桥梁下部结构是均开设于第二学年, 为大二年级内学习的专业核心课程。在学习该课程前, 要先学习工程制图、CAD 绘图与识图等专业基础课。BIM 技术于桥梁等专业课同步开设, 但是新学习的软件课程对于学生来说, 软件界面不熟悉, 操作方式往往还是 CAD 的二维思维, 且同时要学习专业课程, 学习任务重, 与专业课相关度小, 掌握困难, 难以形成联动。

桥梁施工这类专业课程需要掌握基本的结构名称, 在图纸上能够形成脑中的立体画面, 同时掌握各个结构的施工方式与相应的计算。

(二) 桥梁识图存在误区

桥梁实际的施工图纸具有复杂性, 桥梁工程图通常包含复杂的技术细节和符号, 学生可能需要花费一些时间来理解这些内容。例如, 理解不同符号的含义、标注的尺寸和比例、构造细节等。桥梁工程图中往往存在大量剖面图以及半剖图, 学生可能需要具备一定的空间想象力, 将二维图形转化为三维结构, 并理解各个部分之间的相互关系。

(三) 桥梁结构形状多变

桥梁具有不同的类型, 如梁桥、拱桥、斜拉桥等。不同结构形式的桥梁在设计 and 施工过程中所需要的技术和工艺也会有所不同, 因此结构形式的选择会对

桥梁的复杂度产生影响。就算是相同类型的桥梁也会由于场地差异或是设计原因导致桥梁的跨度不同,所需要的材料和结构设计也不一样。同时,长跨桥梁的施工难度也较大,需要考虑更多的施工技术和工艺问题。就算是同一座桥梁,每根桩的长度,基础样式,梁体各个部分也会有差异。在平面的图纸中是很难直接表达各结构之间的关系的。

(四) 计算公式多

桥梁结构计算包括静力学计算:包括桥梁的受力分析、支座反力计算、梁、柱等结构构件的弯矩、剪力、轴力等受力计算;动力学计算:考虑桥梁在车辆通过、风荷载等外力作用下的振动特性,进行动力响应分析,包括自振频率、振型、振幅等参数的计算^[3];稳定性计算:考虑桥梁在受力情况下的稳定性问题,包括结构整体稳定、梁柱稳定、桥墩稳定等计算;疲劳寿命计算:通过考虑桥梁的交通荷载、振动荷载等因素,分析桥梁材料的疲劳寿命,用于确定桥梁的使用年限和维修周期;破坏性计算:对桥梁结构进行强度、刚度等方面的破坏性计算,以确定结构的承载能力和安全系数;施工阶段计算:对桥梁在施工阶段的临时支撑、施工荷载等进行计算和分析,以保证施工过程的安全性^[4];荷载计算:考虑桥梁所受的各种荷载,如静态荷载、动态荷载、温度荷载、风荷载等^[5],进行荷载分析和计算;材料力学计算:对桥梁所使用的材料进行强度、刚度等力学性能的计算,以确保材料的可靠性和安全性;桥梁变形计算:对桥梁在受力情况下的变形进行计算和分析,以满足使用要求和变形限制。具体计算的内容还会根据桥梁的类型、设计要求等因素而有所不同。而上述这些计算内容对于学生都是难理解,记不住,算不准的难点问题。

(五) 资源落后

目前桥梁课程还是理实一体课,理论课的资源一般沿用旧版,无法及时更新现有桥梁建造中的新技术,施工规范、设计规范等也无法及时更新,实训课中以桥梁的桩模板进行实践教学,考虑桥梁工程实际施工规模大,工艺多,一旦建成不能反复拆改所以可进行的实训内容不多,且要考虑危险性问题,只能进行部分偏安全且地面作业的实训内容。虽然有实体模型可以进行教学展示,但是并不能展现真实情况,缺乏参与感,难以理解由下到上的直观感受。不利于课后自主学习与思维拓展。

三、基于 BIM 技术的实践教学

(一) 加强专业建设

Revit 可以使学生更加直观地理解桥梁模型的构造,看到 360° 旋转的全景三维模型,在模型上可以直接查询相关参数,便于理解图纸和相关施工的工艺。另外 Revit 模型能够生成场地,辅助进行桩基定位,提升学生对于桥梁坐标等测量相关的认知能力和水平。

Revit 模型具有自己的族库,拥有一定的自有组文件,对于桩基、承台这类结构可以直接选择既有模块,对于桥墩箱梁等异形结构也可以自己建立组文件,并通过不断的授课与练习不断扩展组成桥梁专业的资源库数字资源。同时在利用 revit 平台教学,可以由局部到整体,由地下到地上,提升学生对于桥梁施工建造的认知,将图纸与模型进行对比学习,还可以将剖面图、立面图、构件详图等与模型对比,提升识图能力,加深对于专业图纸的理解。

(二) 可视效果好

Revit 可以在结构上添加材质,给予对应的属性。比如箱梁可以添加材质为“C40 现浇混凝土”。同时可以调整外观,选择较为真实的外观图案,显示效果多样化,既能清晰展现不同构件位置又能一键生成明细表展现不同结构的信息,可以通过三维旋转多角度观察,教学效果直接明了,简单易懂。

工程项目中钢筋信息变化多样,Revit 软件可以根据需要自定义构件属性,使模型适应不同类型的教学案例。理论结合实践贴合度高且充分发挥实训案例的作用,通过三维模拟降低了钢筋识图的难度且提升了学生的学习效率,同时有效节约了课程的教学时间。

(三) 进度模拟以及施工模拟

Revit 模型可以对接 Navisworks 进行进度模拟以及施工模拟,能够精确地再现设计图,查看施工进度表,实现施工项目的可视化。除此之外,还可以进行检测审核,检查净空冲突与时间冲突的管理组合。

基于 BIM 技术的 4D 季度管理模型是将 3D 模型赋予时间的维度,形成 4D 模型,按时间进程演化施工过程^[6-8]。学生可以清晰地看到特定时间有哪些施工工作在进行,从施工角度理解桥梁结构,提升学生的专业技术和岗位能力。

Navisworks Manage 具有漫游和动画制作功能,在电脑上实现对模型的漫游,实现人机互动、动画模拟,也可以输出实时漫游的效果和视频,教师可以根据内容进行编辑,有效改善资源不足的情况。实现实时的可视化教学。

四、基于 BIM 进行桥梁专业的教学探究

(一) 对接岗位

运用 BIM 进行教学过程,可以直接查看项目各阶段信息化管理(成本、质量、安全、技术交底),锻炼学生分析问题解决问题的能力,联系团队协作与自我学习。对接工程施工岗位中的施工员、安全员、资料员等。

在软件建模方面,在国务院公布的首批新型职业中,有建筑信息模型员这一岗位,如果可以熟练地掌握 BIM 软件建模、BIM 模型深化设计、算量和进行施工模拟操作,那么可以对接 BIM 工程师岗位为施工设计单位进行建模。

（二）BIM 资源建设

运用BIM进行教学,需要教师提前完成部分模型。该部分模型可以作为通用资源或者资源模板。在专业带头人带领教学团队加强BIM资源建设,以某个案例工程为依托,提供各种BIM模型、家具、设备、材料、参数等数据,搭配建筑行业的设计、施工和运营过程。首先收集各种建筑元素的BIM模型、参数、材料等数据,并进行整理分类。确保数据的准确性和完整性。统一数据格式和标准,以确保不同资源之间的互操作性。采用行业标准(如IFC、COBie等)进行数据交换和共享。设置不同用户角色和权限,确保只有授权人员能够查看、下载或编辑特定数据。保护知识产权和数据安全。定期更新和维护BIM资源库,添加新的BIM模型和数据,修复错误或过时的信息。保持资源库的实用性和时效性。向校企合作行业宣传BIM资源库的价值和作用,提供培训和支持,帮助用户更好地利用资源库进行设计和施工。通过建设BIM资源库,可以促进建筑行业的数字化转型和信息共享,提高设计效率和质量,减少施工过程中的错误和成本,推动建筑行业的可持续发展。

（三）强化技能竞赛

2023年12月,人社部《建筑信息模型技术员的国家职业技能标准》,选用revit软件建模,和以往BIM(建筑信息模型)竞赛以房建项目为主不同,本次BIM竞赛聚焦桥梁类,通过借助桥梁桥型的多样性来增加参赛选手对识图能力的考核,个人总成绩前三名选手将被授予“全国技能能手”称号。BIM技能竞赛桥梁是一项旨在测试参赛者在BIM(建筑信息模型)技术方面的能力和知识的竞赛活动。该竞赛的主题是桥梁设计和建模,参赛者需要利用BIM软件来设计和建模一座桥梁。

参赛者需要通过BIM软件来创建桥梁的模型,包括桥梁的结构、材料、尺寸等信息。他们还需要使用BIM软件来进行桥梁的分析和仿真,以确保桥梁的安全性和可行性。

BIM技能竞赛桥梁不仅可以提高参赛者的BIM技术能力,还可以促进参赛者之间的交流和学习。这种竞赛形式可以激发参赛者的创造力和想象力,并鼓励他们在BIM技术的应用中寻求创新和优化。

（四）“1+X”课证融合

将1+XBIM职业技能等级(初级)考证内容引入桥梁课程。1+XBIM职业技能等级(初级)最后综合题目涵盖了桥梁项目建模。桥梁上部结构与桥梁下部结构均为道路与桥梁工程技术专业核心课程,在推动核心课程的发展下,同时进阶提升职业院校学生技能水平,积极参加职业技能考核获得职业技能等级证书。课证融合,不断互补,依照技能考核要求逐步将BIM技术引入教学课程优化教学内容。

五、结论

结合BIM技术进行桥梁类专业核心课程授课,以桥梁施工规范以及施工方法为基础,学习桥梁上部结构以及下部结构具体施工工艺,加深对于桥梁整体建造过程的理解,并在其中以施工图识读进行岗位教学,提高图纸识读能力和专业技能。通过各类项目实训培育学生,达到岗-课-赛-证相互贯通的一体化教学。

BIM技术的应用发展十分广阔。未来,如果不能紧跟行业步伐就可能与实际脱节,就无法完全达到学有所用的目的。所以,必须运用信息手段实施教学,不能仅仅依靠理论+实训的教学模式。

通过运用BIM技术增强了教师信息化的教学能力,信息化教学方法是课程教学多元化发展及解决桥梁专业核心课程痛点、难点的有效方式,符合课程改革要求,提高了教学质量,优化了课程教学,推动了专业发展,在专业教学中融入职业教育,提高了指导技能比赛和“1+X”考核能力,为社会培养复合型人才。

参考文献:

- [1] 崔蓉.BIM技术在地下车库管线综合中的应用及效果分析[J].华东科技,2022(01):83-85.
- [2] 邵凯平.施工现场预制拼装式轻钢结构加工棚研究[Z].浙江省,浙江省一建建设集团有限公司,2013-11-16.
- [3] 栾旭光.城市桥梁动静载试验分析[J].中国建设信息化,2020(04):65-67.
- [4] 高庚元.大跨度连续刚构拱桥拱肋安装方案研究[J].建材与装饰,2018,(52):235-237.
- [5] 殷苏宁,孟祥鹤.喷涂聚脲在宁杭客专南河特大桥桥面防水层施工的几点体会[J].新型建筑材料,2012,39(10):64-65+68.
- [6] 武斌.桥梁BIM4D模拟研究[J].智能城市,2016,2(09):203.
- [7] 龙腾.基于BIM的变截面桥体可视化施工技术应用研究[D].武汉科技大学,2015.
- [8] 何成阳.基于BIM的铁路中间站通信机房运维管理系统的设计与实现[D].兰州交通大学,2020.

基金项目: 广西高校中青年教师科研能力提升项目:岩溶区盾构隧道施工引起地层沉降预测的研究(2021KY1402);隧道盾构施工与下伏溶洞顶板安全厚度研究(2022-KJB15);BIM+VR技术在道桥专业课程的应用研究——以《道路勘测设计》为例(2023-JGB07)

作者简介:

苏鹏(1994-),男,辽宁阜新人,研究生,讲师,主要从事岩土工程、桥隧工程等领域的科研工作。