

土木工程制图与 BIM 技术混合式教学改革

王孝东^{1*} 刘唱¹ 王超¹ 黄德镛¹ 刘杰²

1 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093

2 昆明理工大学公共安全与应急管理学院, 云南 昆明 650093

[摘要] 土木工程制图为土木工程专业学科的必修课程, 现传统课程已无法适应培养需要, 为顺应时代的发展趋势, 积极培育具备实际能力和开拓创新精神的高层次人才, 文中将在剖析传统课程中问题的基石上, 对将 BIM 纳入土木制图中的必要和可行性加以深入分析, 并从教学理念、教学内容和课程实践等三方面展开教学改革, 以发挥 BIM 的专业技能可视化性、协调性、仿真性、优化性和可出图性等的优点, 进一步培养学生学习的兴趣和课程教学方法, 让学生更好地接收和掌握课程内容, 在毕业后能够更快地适应新岗位。

[关键词] 土木工程制图; BIM 技术; 教学改革

DOI: 10.33142/fme.v4i2.9625

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

Hybrid Teaching Reform of Civil Engineering Drawing and BIM Technology

WANG Xiaodong^{1*}, LIU Chang¹, WANG Chao¹, HUANG Deyong¹, LIU Jie²

1 Faculty of Land Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yun'nan, 650093, China

2 School of Public Safety and Emergency Management, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, 650093, China

Abstract: Civil engineering drawing is a compulsory course in the discipline of civil engineering. At present, traditional courses cannot meet the training needs. In order to adapt to the development trend of the times, we actively cultivate high-level talents with practical abilities and innovative spirit. On the basis of analyzing the cornerstone of traditional curriculum problems, the article will conduct a thorough analysis of the necessity and feasibility of incorporating BIM into civil engineering drawing, and carry out teaching reforms from three aspects: teaching philosophy, teaching content, and course practice, in order to leverage the advantages of BIM's professional skills such as visualization, coordination, simulation, optimization, and diagrammability, and further cultivate students' interest in learning and course teaching methods, enable students to better accept and master the course content, and adapt to new positions more quickly after graduation.

Keywords: civil engineering drawing; BIM technology; teaching reform

引言

现阶段, 全国土木工程专业院校均已开办了《土木工程制图》和《BIM 应用技术》的课程, 但这二门课程是学生在校期间不同阶段所开设的, 《土木工程制图》是土木工程专业的必备技术基础课, 同时也是土木工程专业本科生中最先接触的与专业发展相关的必修课。目的就是训练学生的空间想象能力, 同时训练学生识读、绘专业的图样技巧和方法, 为今后专业课学习和课程设置、毕业等打下基础。但由于工程制图教育中的二维转三维法则较为抽象, 对于没有空间想象力的学生来说不能很好地掌握。而 BIM 的可视化信息技术则包括了 3D、4D、5D, 其中 3D 技术主要是运用三维的模式表现建筑实体模型, 可以表现建筑工程的总体效果、建筑结构大小造型等, 利用 3D 技术就能够完成对建筑工程的三维可视化, 并可以直观得到使用者所要求的建筑效果图、立面图以及剖面图等传统 2D 表现的建筑图像, 这恰好能改变传统的教学理念、教学方式。^[1] 将 BIM 技术运用到土木工程制图的教学中, 通过 BIM 的三

维可视化直观地呈现课程内容, 方便学生想象、掌握, 进而使课程教学效果显著化提高, 这充分体现了 BIM 技术在相关课程教学的优势, 使学生对 BIM 技术有一定认识, 为其未来的学习、工作奠定基础。

1 BIM 技术整体概述

所谓 BIM 技术是指通过利用信息集成平台, 将数字信息以图片或立体化的视频的形式模拟出项目的整体预期效果。这一项技术相较于传统技术来说具有动态化、三维可视化的特点, 这也是其优势所在。将该项技术与建筑工程融合在一起, 能够对整个工程项目做出预期效果, 生成工程所需的效果图并能较为直观清晰地观察到其中的缺点, 以便于在之后针对其中存在不足制定解决方案, 及时发现及时解决, 防止之后在施工过程中遇到更多棘手的问题, 从而投入更多成本。利用这一技术的处理数据的功能对项目的所有信息进行分析, 也有利于使学生的制图过程朝着精确化、科学化、速度化的方向发展。

2 BIM 技术的优点

2.1 可视性

传统的施工图纸往往以二维线条表达建筑实体构件的相关信息，需要图纸使用者依靠自身经验想象实际构件的构造形式。随着建筑造型逐渐变得复杂，传统二维线条的表达形式已经难以表达构件的所有信息，这在一定程度上对就业者的工作产生了限制。BIM 则以三维数字技术为基础，通过三维建筑模型完成建筑实体信息的可视化表达，相对于传统二维线条施工图，应用 BIM 技术能够以更加直观的表达方式展示建筑信息。依托 BIM 平台，设计、施工、运营阶段中的所有参与者都能以可视化形式完成项目全过程的沟通、协调和决策。

2.2 协调性

项目的参与主体众多，各相关方之间的沟通和协调会对完成建筑项目的质量和效率造成很大影响。传统的沟通方式是以“出现问题—解决问题”的形式对项目进程过程中的冲突进行调整，这种方式具有明显的滞后性，而且已经发生的问题往往会造成项目在成本、进度和质量方面的影响。应用 BIM 技术可以避免传统沟通协调方式中存在的缺陷，在项目动工前完成各专业之间的碰撞检查，提前发现未来可能出现的问题，并将各专业人员协调在 BIM 平台上集思广益地解决项目难题，减少项目过程中的资源浪费。

2.3 仿真性

建筑工程项目具有大体量和复杂性特点，在实际施工中需要将人工、材料、设备和管理有效整合，投入资源并经过转换产出建筑物。BIM 软件能够将建筑物的平立面图纸整合在一起形成三维模型，以 3D 形式完成动画模拟和场景漫游。在 3D 模拟的基础上，加入施工进度因素即形成 4D 施工模拟；在 4D 模拟的基础上，加入成本因素即形成 5D 造价控制。此外，BIM 软件还可以帮助完成传统过程中无法完成的建筑日照模拟和能源监测模拟，以更具前瞻性的视角规划建筑运营过程。

2.4 优化性

越来越复杂的建筑造型意味着更多、更详细的建筑信息，这要求信息使用者拓宽信息存储的广度。项目并不是一成不变按照计划完成的，要实现建筑项目的优化，并不能只关注某一环节的优化，而是需要项目的众多参与者完成由设计到施工再到运营的全过程优化，这就要求参与者加大信息使用的深度。优化过程是动态变化的优化牵扯到建筑相关的各个部门和专业的利益，这需要优化决策者提高全局统筹的高度。BIM 软件配套了许多优化工具，能够精准、快速地调取优化所需的相关信息，依托于 BIM 平台可以即时地反映优化行为对于整个项目产生的变化，提升优化行为的便捷性。

2.5 可出图性

BIM 的可出图性与传统的施工图纸有所区别。传统的

施工图纸是指建筑设计图纸、建筑构件加工图纸。BIM 的可出图性是指 BIM 不仅可以通过可视化的形式展示和模拟实体建筑，并且可以输出图纸与报告。

3 课程教学所存在的问题

3.1 教学概念模糊

我们对课堂的评价成绩进行研究时发现，对于制图教学中一些很难的理念知识仅仅采用生硬的记忆方法配合考试，并不能真实掌握知识的内涵，很难实现课堂教学的真实目的。在制图课的教学过程中，针对教学中要介绍的制图有关知识都要根据实例模型加以说明，让学生能够明白有关知识的理解与作用，但是因为课堂的教学存在一定的局限性，很难用相应模块来补充教材讲解内容，教师只是利用图表或照片对有关知识点加以说明，这种利用二维图形对三维知识加以说明的方式本身都具有着相当大的局限性，使得学生很难把工程实体和有关知识加以对应，无法切实了解土木工程制图的有关知识。

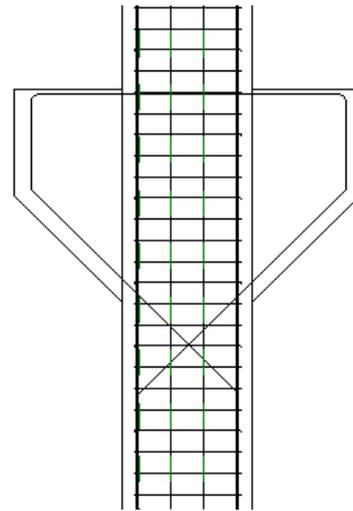


图 1 牛腿柱的钢筋布置的二维图

3.2 学生专业知识储备不足

土木工程制图的专业制图及电脑绘图方面包含丰富的知识与绘图内容，学校开设这门课程通常并不会涵盖所有专业课程，所以没有专门的预备知识，学生掌握起来相当困难，对课堂教学造成很大难度。课堂教学过程中有时候还会发生课程与课堂目标背离的情况，这一类情况在电脑绘图方面容易发生。以 CAD 为例，由于其使用范围很广，若学生单纯以掌握软件和更复杂的命令系统为目标，则其许多教学内容都和土木工程并不相关，在教学中则易出现学习的误差，且不能达到教育目标。

3.3 学生缺乏空间想象力

土木工程制图教学的主要任务，是通过训练学生运用二维平面图像去描绘三维形体的技能，空间分析与空间几何学方面的图解技能，对空间形体方面的形象与思维意识

以及创造性进行空间形态设计的技能等。本课的课程目的都要求学生具备一定的空间想象力,但由于目前学生的空间想象水平不足,对建筑结构设计、空间构造方法和节点详图等还没有清晰地了解。^[2-3]加之一般课程都只是展示二维平面图像,而极少关注建筑三维的展示,因此,对空间想象力较欠缺的学生而言,对土木工程制图科目的掌握要困难很多。通过课后对学生的调查反响可以看出,他们表示通过二维平面图很难想象三维的形体,他们更希望见到直接的、生动的表现三维形态的画面,而不是二维的、平面的、抽象的反映有限建筑信息的图纸。在土木工程制图课的教材中,这也是该课的教学重难点。

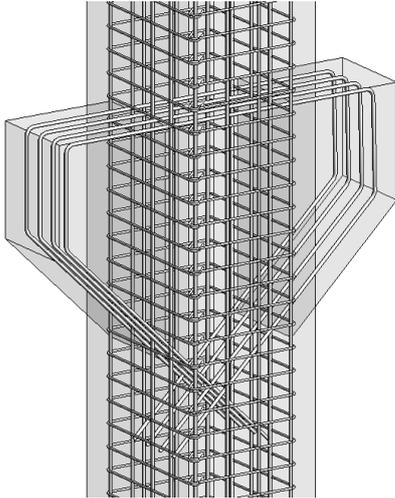


图 2 牛腿柱的钢筋布置的三维图

4 BIM 技术应于工程制图的必要性和可行性

4.1 必要性

从 20 世纪 90 年代开始,随着土木工程制图的学习逐渐步入了 CAD 阶段,直接使用 CAD 学习也变成了主流的方式。土木制图课程的开课日期通常为大学一年级学年授课时间,而针对于刚刚步入高等教育的大一学生,当从高中时期的数学几何方面的知识,转变到以投影法为基础的绘图知识的设计课程之后,部分学生因为对平面的惯性思维而不能立刻在脑海里构建出立体思维,空间想象能力薄弱,同时对点线面的空间位置关系认识也相当模糊,特别缺少三维立体与二维平面图之间的转换以及相关的图像思维技能与空间分析技能,严重影响了他们的学习,乃至减弱了他们的学习积极性。^[4]

4.2 可行性

由于 BIM 技术的出现,实现了建筑三维可视化这个最基本的功能,这也就为将它广泛应用到建筑制图方面创造了先决条件。而目前,BIM 模型主要采用 REVIT 软件,能够在电脑上完整呈现一个建筑的多维内容,包含了尺度、方向、材料等,相比于只有平面绘制技术的传统 CAD 优越性显而易见。在工程制图教学中,引入利用 BIM 技术创建的三维空间模型如图 5 所示,就可以比较直观地表示各类

建筑物的实际造型、形状以及与图纸的相对位置。而利用二维图纸与三维建模技术的比较,则可以使学生更易于树立出对建筑结构的直接了解,从而大大提高其学习效果。因此在教授工程制图的时候以 BIM 技术为辅可以使学生更好地接受和理解教学内容。



图 3 公寓三维立体图

5 教学方法改革的具体举措

5.1 确立基于 OBE 成果导向的课程教学理念

OBE 成果导向教学理念强调聚焦于成果、达成性评价和持续改进的教学特点,对于引导土木工程制图课程教育改革具有现实意义。^[5]OBE 理念突破了传统单一的“以教师为中心”课堂思想管理模式的桎梏,构建和确立“以学生为中心”的教学方法体系,把学生视为整个课堂教育的中枢与主导,在课堂中动态关心学生的需要、学术兴趣和学业状况,并提供切实可行、满足学生毕业需要的课程目标,以培养学生的专业知识水平、创造力与综合创新能力,以实现全方位、多角度培训学生的教育目的。^[6]

经过土木专业的改革后,每门课程的学时都有了大幅度的压缩,教师更多成为一个学科的引导者,素质平台构建者。土木工程制图教学中,不少知识点适宜于学生自修,如土木工程制图部分设计中涉及的标准规范内容,知识点虽然浅显而重要,但由于内容繁琐,教学效率不佳,应改为自主学习,为防止学生懈怠,应使其确定好自习目标,有压力和积极性的学习才能取得一定成效。同时老师也可采用作业抽讲方式去检验学生自学成效,并根据实际测试成绩,对孩子们所掌握的薄弱知识加以针对性评教,这些方法较之常规方式学习时所取得的成效是事半功倍的。

制图和读图实践是本课题所要求课程的最关键的内容,同时也是教学目的的主要任务。^[7]应当扩大本阶段的时长,并利用学生自修以及使用多媒体教学设备与课程资源等节余下的学时,运用于实际。在实践阶段应该设置建模实践(包括实体建模与计算机建模)和学生按照实体模型绘图的两个环节,这既能调动学生学习积极性,也可将绘图与设计相结合,对提高学生的动手能力和创造性也有益无害。

5.2 利用 BIM 技术丰富教学内容

灵活处理 BIM 建模工具与辅助教学教具，以加强对学生的直接认识。老师要超前准备好该节教学中所要求的 BIM 建模工具，并合理运用 REVIT 软件将建模工具进行三维表现，才能更为直接明了地表现出建筑中的三视图。让学生更加直观地去理解。^[8]而教学中有关的建筑结构识图由于已经基本都显露在外，学生在课下生活中已经能够接触到，且印象较多，其对三维图形的想象也会比较容易。结构构件特别是钢筋工程，因为完全在混凝土内部，学生不能直观地去观察到。也就无法从二维图纸想象其在现实中的图形，以梁钢筋工程为例如图 4-5 所示，我们就可以告知学生在集中标记与原位标示中所有符号的意义，可是学生在没有见过实物的情形下，对钢筋的弯起部分没有概念。不理解在什么地方弯起和为什么要弯起。若在此时用三维模型进行展示，其视觉效果显然会好上许多。

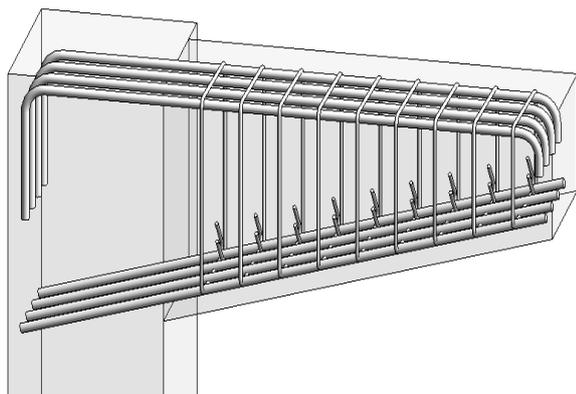


图 4 梁钢筋分布三维示意图

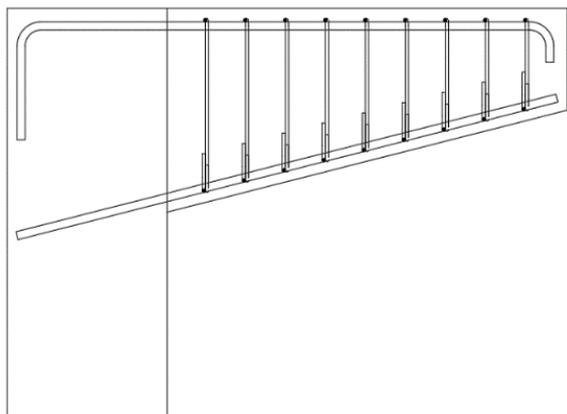


图 5 梁钢筋分布二维示意图

5.3 利用 BIM 技术增强学生实践能力

在土木工程制图的教学中，发现有些学生空间想象力差，没有办法把二维和三维模型联系起来。目前在电脑的帮助下局部绘图，一般以 CAD 技术描绘建筑的三视图居多，但由于学生对这些二维平面图的理解还比较浅显，很难直

接和三维空间建模技术相联系。因此根据目前的教育实际状况，任课教师可运用 BIM 技术，在课程教学中运用 Revit 软件，并向他们展示如何使用该软件，引导他们使用 Revit 软件的建筑模型。^[9]充分发挥其可视化特性和二维平面图与三维空间模型的自然转换特性，使学生可以更加简单、快捷、精确的掌握建筑设计图纸和结构设计图的有关知识点，训练其建模技能，加强 BIM 技术在土木工程制图教学中的实际运用。BIM 工程可视化课程中对虚拟建筑的三维建模，就相当于把实际工地代入课堂教学，可以起到非常好的教学效果。^[10]使用 BIM 三维建模，使用扩大、旋转的命令，能够多角度、全方位地学习三维模型，方便学生进行工程图形的认识与描绘。使用 BIM 技术还可以表现出不同节点的结构，在实际课程中使用 BIM 三维建模的展示，学生如同亲临工地的节点结构，BIM 建模的直观性使学生可以更进一步提高对节点结构的认知掌握水平。为提高学生实训，学校还可组织教师成立 BIM 工作室，与企业协作，引导学生积极投入到工程实践中，为学生创造提早接触工作岗位的机会，同时训练学生的实际操作能力，并培养学生在未来的职业能力。

6 结语

随着时代的发展，教育也在不断更新迭代。创新型教育已经成为当代新型教育的核心理念。BIM 技术取代 CAD 成为建筑施工的主流软件是大时代的选择。现制图教学课程中，传统的教学理念已经不适应大时代背景下对教育的要求，也满足不了大时代背景下对学生未来发展的需要。将 BIM 技术引用到制图课程中，可以帮助学生更简单明了地理解课堂教学内容。同时对 BIM 技术有一定的了解和运用，运用 BIM 技术的可视性，让学生能够从二维平面向三维立体的转换更简单快捷，为未来课程的学习提供知识储备。同时，这种改革提高了学生对专业技能的掌握能力，也为社会培养了新的技能型人才。

基金项目：云南省重点研发计划项目（202003AC100002）；昆明理工大学引进人才科研启动基金项目（KKSJ201721032）。

[参考文献]

- [1]许莉,张挺,郑德炯.基于 BIM 技术的 CAD 课程教学改革.高教学刊,2021(2):132-134.工程制图教学中的应用研究[U].科学技术创新.2021(19):98-99.
- [2]刘欣欣,李涛.BIM 在土木工程制图教学中的应用研究[J].科学技术创新,2019(19):98-99.
- [3]王一鸣,王浩璇.应用型本科画法几何与土木工程制图课程教学改革[J].武汉船舶职业技术学院学报,2019,18(02):43-46.
- [4]郑文亨.关于土木工程制图课程教学的几点思考[J].教育教学论坛,2014.
- [5]李娜,商庆清.土木工程制图课程体系多元化综合教学

改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2019 (10) : 90-92.

[6]王程程,高环,付明琴. 民办高校基于 BIM 的土木工程制图课程改革与实践[J]. 建材与装饰, 2019(01): 181-152.

[7]周媛,王娟,张建华,方珍. 基于 BIM 技术的土木工程制图课程改革实践[J]. 当代教育实践与教学研究, 2019, (11): 162-164.

[8]蒋杰. 新工科理念下工程制图课程教学改革实践与研

究[J]. 黑龙江教育, 2022, 1326(8): 78-80.

[9]周锦. 基于 BIM 技术土木工程制图课程改革的实践研究[J]. 天津职业院校联合学报, 2019 (11) : 49-52.

[10]叶建华. 土木工程制图课程教学改革与实践[J]. 智库时代, 2019, (17): 164-165.

作者简介: 王孝东 (1977—), 男, 毕业于北京科技大学矿业工程专业, 就职于昆明理工大学, 系副主任, 副教授, 硕士生导师。