

基于 3ds Max 的工程制图三维可视化教学改革与实践

王倩倩*, 郭玲

西安翻译学院理工学部, 陕西西安, 中国

*通讯作者

【摘要】“工程制图与识图”是工程造价、工程管理专业的核心基础课程,其教学目标在于培养学生的空间想象能力与工程图纸识读能力。针对传统教学中“理论知识抽象、空间思维难建构、实践教学与理论脱节”等突出问题,本文在已构建的“学习通+PDCA+BOPPPS”混合式教学模式基础上,进一步引入 3ds Max 三维建模软件,构建“理论讲授+三维可视化+实践绘图”三位一体的教学实施路径。以“组合体视图”章节为例,详细阐述了借助 3ds Max 视图布局实现三维模型与二维投影同步映射的教学过程。

【关键词】3ds Max; 工程制图与识图; 数字化教学; 教学改革

1.引言

工程制图与识图是工程造价、工程管理专业的核心基础课程,其突出的实践性和应用性决定了教学中必须紧密结合课堂讲授与制图实践。该课程的核心目标是培养学生的空间想象能力,使学生能够运用投影理论完成工程图纸的识读与绘制任务。然而,传统教学模式存在明显的局限性:课前,教师难以全面掌握学生的知识基础和预习效果,导致教学设计缺乏针对性;课中,教师对学生在教学内容理解上的反应和把握不足,难以及时发现并解决学生的困惑与问题,容易造成学生差异性增大;课后,缺乏对学习成果和问题的深入反思,无法形成持续改进的实证依据,极大影响着教学质量的提升[1,2]。徐超、栾皓翔亦指出,在建筑行业向工业化、装配式和智能建造方向快速转型的背景下,“建筑工程制图与识图”课程亟需推进教学改革,以适应行业对从业人员综合素质与专业技能的新要求[3]。

教育信息化的发展为破解上述困境提供了新的手段。当前,学习通等移动学习平台已广泛应用于混合式教学,PDCA 循环为教学全流程的质量改进提供了管理框架,BOPPPS 模式则为课堂教学的结构化设计提供了有效工具。前期研究将三者整合为“学习通+PDCA+BOPPPS”三位一体的混合式教学模式,其中学习通承担线上线下数据的采集与互通功能,PDCA 循环驱动教学各环节的持续改进,BOPPPS 模式则聚焦于课堂教学目标的达成与课堂互动的强化[4]。然而,该模式的核心着力点在于教学流程的组织与

优化,而对于“工程制图与识图”课程中空间想象能力培养这一核心难点,即学生难以完成从三维空间到二维投影的思维转换,单纯的教学流程优化难以从根本上予以解决。学生在这一认知转换过程中所遭遇的障碍,并非单纯靠增加课时或强化练习即可消除,而是需要在教学中介入更直观、更具动态性的认知辅助工具。

建筑行业的数字化转型为制图教学改革提供了新的方向。白群星指出,BIM 技术的数字化、集成化特性正推动建筑工程制图标准与识图方法发生深刻变革,其核心趋势包括三维可视化识图逐步替代传统的二维空间想象、智能工具辅助信息提取与校验、协同化识图实现全流程信息共享、参数化关联识图保障信息一致性等[5]。这一变革趋势对制图课程教学提出了明确要求:传统的以二维投影理论为核心、过度依赖学生抽象想象的教学模式,必须向借助三维可视化技术培养空间认知能力的路径转型。近年来,三维建模与可视化技术在工程类课程教学中的应用日益受到关注[6]。3ds Max 作为成熟的三维建模与动画制作软件,具备强大的建模渲染和视图切换功能,能够将抽象的投影原理转化为直观的三维演示。其多视图联动、实时旋转和动态剖切等功能为制图教学提供了传统手段无法实现的认知支持。高会鲜、苏青霄将 SolidWorks 三维建模技术应用于工程制图与识图课程改革,验证了三维可视化对空间想象能力培养的促进作用[7]。基于此,本文在前期“学习通+PDCA+BOPPPS”教学模式的基础上,进一步引入 3ds Max 三维建模

软件,以“组合体视图”章节为教学案例,探讨三维可视化技术在理论讲授、实践训练与课后巩固各环节的具体应用路径。以期为同类课程的教学改革提供参考。

2.教学现状与问题分析

传统工程制图与识图课程教学主要面临以下瓶颈:

空间想象能力培养效率偏低。投影理论的教学主要以二维图示和语言描述为载体,学生需要在脑海中独立完成从三维物体到二维投影的思维转换。王秀珍[8]等指出,学生在学习立体表面的截交线和相贯线时开始出现困难,到组合体第三视图的求解阶段,部分学生“由已知的二维视图想象不到其三维模型”,感觉课程难度较大。对于空间感知能力本已薄弱的学生而言,这一过程难度较大,容易形成认知障碍。实践中常见的情形是:部分学生即使能够背诵“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律口诀,却无法将其与实际的视图绘制建立有效关联,规律停留在机械记忆层面,未能转化为空间认知能力。这种“口诀化”而非“图像化”的学习方式,使得学生在面对新的组合体类型时往往束手无策,难以实现知识的有效迁移。

理论讲授与实践训练衔接不畅。传统教学通常采用“先集中讲授投影规律,后安排绘图练习”的分离式结构,两者之间存在时间差和认知断层。学生在听讲阶段缺乏对三维形体的直观感知,对投影规律的理解停留在抽象层面;进入练习阶段后,又因缺少及时的理论回顾与可视化对照,绘图过程往往依赖模仿而非理解,导致“听得懂但画不出”的普遍困境。相关研究指出,理论知识与实践环节脱节是制图课程改革的重点难点,部分学生“不能积极主动地完成任务,而是把答案直接抄画在练习册或图纸上,很多知识细节没有真正理解”,还有研究明确指出课程存在“理论知识与实践活动脱节”的问题[9]。更为关键的是,当学生在绘图过程中遇到困难时,缺少一个可以随时“返回去观察”的三维参照物,使得错误无法被及时发现和纠正。

教学过程缺乏动态可视化支撑。传统教学中,教师主要借助静态板书、PPT图示或实物模型来展示三视图的形成过程,无法动态呈现“三维模型至二维投影”的完整演变过程。静态图示难以展示投影方向与视图结果之间的实时对应关系,实物模型又无法呈

现物体内部结构及不可见轮廓的投影逻辑,不利于学生对投影规律本质的深层理解与迁移应用。尤其对于包含内部孔洞、凹槽等结构的组合体,学生仅凭静态图示和实物外观几乎无法理解其投影中虚线所代表的隐蔽轮廓线。研究表明,基于云创平台的三维交互模型可实现“复杂空间结构动态可视化”,有效解决“空间认知抽象”的核心难题[10]。

上述瓶颈的根源在于:制图教学的核心任务是培养学生的空间思维能力,而传统教学模式过度依赖学生的抽象想象,未能提供足够直观、动态、可交互的认知支持。在数字化教学手段日益普及的背景下,引入三维可视化辅助工具,将抽象投影规律转化为可观察、可操作的可视化对象,是突破上述教学困境的可行路径。

3.基于 3ds Max 的三维可视化教学改革方案

3.1 改革思路

针对上述瓶颈,本课程在前期“学习通+PDCA+BOPPPS”教学模式的基础上[4],进一步引入 3ds Max 作为可视化辅助工具,构建“理论讲授+三维可视化+实践绘图”三位一体的教学实施路径。

该改革路径的设计遵循“认知工具支撑教学流程优化”的核心理念。前期的“学习通+PDCA+BOPPPS”模式解决了教学组织与管理层面的问题,使教学过程的计划、实施、检查、改进形成了制度化闭环,但其着力点在于“教”与“学”的流程优化,未能触及空间思维培养这一课程内核。本次改革引入 3ds Max,正是针对这一深层痛点,以三维可视化技术直接介入学生的空间认知过程,使投影规律的讲解从“语言描述+静态图示”升级为“动态演示+实时映射”。三维可视化工具与前期教学模式之间并非简单叠加,而是形成深度耦合:学习通采集的前测数据可指导 3ds Max 演示模型的针对性选择,PDCA 循环中的“检查”环节可驱动可视化资源的迭代更新,BOPPPS 的参与式学习环节则借助四视图联动实现认知支架的功能落地,改革逻辑框架如图 1 所示。

3ds Max 的可视化成果以四条路径嵌入教学全过程:①课前,生成组合体的 360° 旋转模型并嵌入预习视频,同时基于模型观察设计前测题目,使前测从知识记忆检测升级为空间观察与判断能力的诊断工具(对应 P 与前测 P1);②课中,利用 3ds Max 四视图布局实现三维模型与主视图、俯视图、左

视图的同屏联动,通过视图联动与直观对照支撑参与式学习(对应D与参与式学习P2);③课后,针对后测中错误率较高的组合体类型,制作“错误—正确”对比演示模型并推送学生,使补救教学可视化、精准化(对应C);④将学生学习效果的数据分析结果作为修正下一轮教学计划的依据(对应A),由此形成“可视化资源生成-教学应用-数据反馈-计划修正”的闭环(对应A→P)。

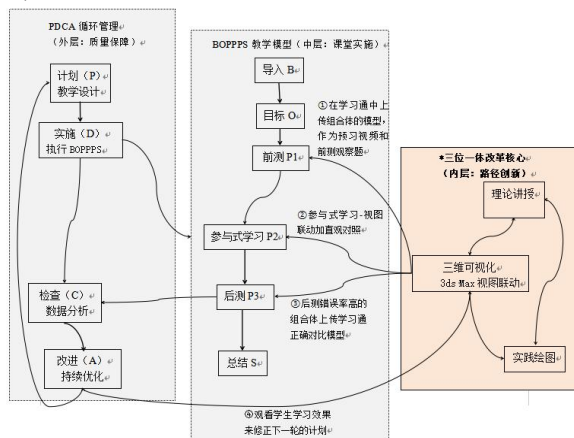


图1.基于3ds Max的三维可视化教学改革框架

注：橙色实线框内为本轮改革在前期“学习通+PDCA+BOPPPS”模式基础上新增的三维可视化教学模块。

在理论讲授环节,利用3ds Max建立典型组合体的三维模型,通过四视图布局同步展示三维模型与主视图、俯视图、左视图的对应关系,使投影规律“看得见、对得上”;在实践训练环节,学生在三维模型辅助下完成手绘制图练习,实现“先观察、再理解、后绘制”的认知路径;在课后巩固环节,通过学习通推送“错误—正确”对比模型及微课视频,供学生课后自主对照学习,实现课内教学向课外延伸。这一路径的设计充分考虑了从直观感知到抽象内化的认知递

进规律,使可视化工具不仅服务于课堂演示,更贯穿于学生自主学习的全过程。

三者之间的协同关系为:学习通负责教学全流程的数据采集与资源推送,为PDCA循环提供实证依据;PDCA循环负责教学质量的持续改进,驱动BOPPPS各环节的迭代优化;3ds Max负责提供直观的三维可视化支撑,并在PDCA各阶段输出差异化的可视化成果,破解空间想象能力培养的核心难点。三者形成“数据采集—流程管理—可视化支撑”的协同机制,共同服务于教学目标的达成。

3.2 实施过程

以“组合体视图”章节为例,依据PDCA循环的教学管理逻辑,结合BOPPPS教学模式六个环节的具体要求[11-14],具体实施分为课前准备、课中活动和课后检测三个环节。

3.2.1 课前准备

课前准备对应PDCA中的“计划”(P)环节与BOPPPS中的“前测”(P1)环节,其核心任务是通过前置学习任务和前测诊断,为课堂教学的精准施策提供数据支撑。在教育信息化2.0背景下,依托学习通平台实现课前资源的精准推送与学情数据的自动采集。

在学习通平台发布课前任务及可视化预习资源。利用3ds Max渲染出典型组合体的多角度旋转动图及360度全景模型,嵌入预习视频中。与传统的静态图片不同,学生可以在预习阶段从任意角度观察组合体的立体形态,直观感知各基本形体之间的相对位置与组合关系。预习视频的设计遵循“先整体后局部”的观察逻辑,先呈现组合体的全貌,再逐步拆解为若干基本体,帮助学生建立“形体分析法”的初步认知框架。如下图2所示。

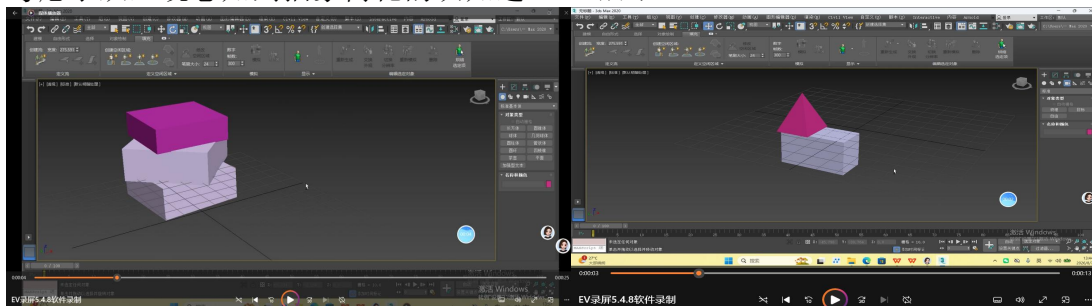


图2.学习通预习视频

基于3ds Max旋转模型的观察题,提前设置问题,学生在观看预习视频中的动态模

型后,回答相应问题,引导学生带着观察任务观看可视化资源,使前测不仅是对既有知

识的检验，更是对新知探究的引导。例如，要求学生从某一特定视角观察后，判断组合体中某一基本体被遮挡的部分，从而激活学生的空间想象预备能力。

前测完成后，学习通平台自动统计各题目的正确率与错误分布，据此诊断学生的先修知识掌握情况和空间认知薄弱点，在后续教学设计中有的放矢地调整重难点分配，实现 PDCA 循环中“计划”环节的数据驱动决策[13,14]，同时可根据前测数据将学生划分为不同层次，在课堂提问和巡回指导时采取差异化的教学策略。

3.2.2 课中活动



图 3.实际组合体建筑图

理论讲解过程中告知学生本节课的学习目标：能够运用形体分析法拆解组合体结构，掌握三视图“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律，并能独立完成组合体三视图的规范绘制。

(2) 三维可视化参与式学习（对应 P2）

此环节为本教学改革的核心创新点，对应 BOPPPS 模式中的“参与式学习”（P2）环节，也是 3ds Max 可视化工具深度嵌入课

课中活动对应 PDCA 中的“实施”（D）环节，贯穿 BOPPPS 的“导入-目标-前测-参与式学习-后测-总结”六个环节。

(1) 复习导入与目标呈现（对应 B→O）

对上节课程内容进行复习提问，随后以生活中的组合体建筑为案例导入新课。通过展示典型组合体建筑的图片，如图 3 所示，引导学生观察其形体构成，讲解组合体的三种组合形式：叠加、挖切、综合。在导入过程中，鼓励学生主动识别建筑形体中的基本几何要素，将生活经验与学科知识建立联系，激发学习兴趣。

堂教学的关键节点。在数智时代背景下，三维可视化技术的引入有效弥补了传统制图教学中二维与三维脱节的问题。

以图 4 所示的典型组合体为例，首先在大屏幕上展示该组合体的 3ds Max 三维实体模型，引导学生从不同视角观察其立体形态。随后切换至 3ds Max 的四视图布局（俯视图、主视图、左视图、透视图），实现三维实体与二维投影视图的同屏联动显示。

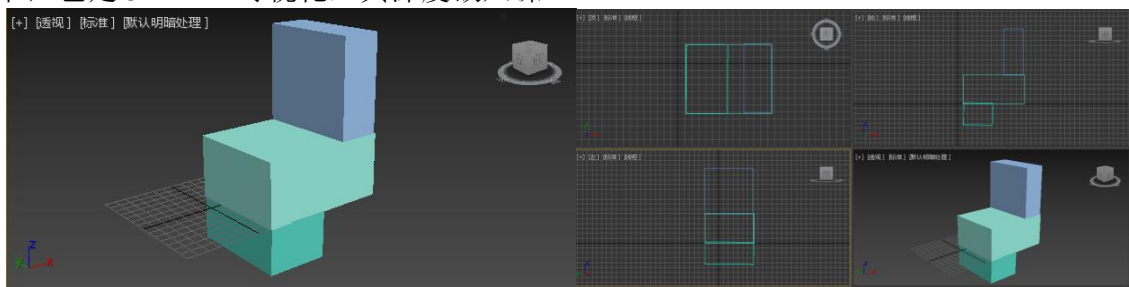


图 4.四视图布局

通过四视图联动，学生可以直观地观察到三个视图各自反映的方位信息：俯视图反映组合体的长度和宽度，主视图反映长度和高度，左视图反映宽度和高度。引导学生对比三个视图之间的投影对应关系，归纳出“长对正、高平齐、宽相等”的核心投影规

律。在讲解过程中，可实时旋转三维模型，学生能够在同一画面上看到三维实体旋转时，三个二维投影视图随之同步变化，从而建立“三维形体→二维投影”的动态映射认知。这一动态演示过程可以反复进行，也可随时暂停某一特定视角，引导学生观察投影

形状的变化与视角选择之间的关系。

随后,将三维视图切换为规范的二维三视图,进行线型标注和尺寸标注说明如图5所示。三维模型可随时调出作为对照参考,学生如有疑问可即时观察模型进行验证,形成“理论讲授→三维可视化验证→绘图实

践”的即时反馈回路。在这一过程中,也可通过追问“为什么这个轮廓线在俯视图中不可见”“如果改变组合体的摆放方向,三视图会发生什么变化”等问题,引导学生进行更高层次的比较与推理。

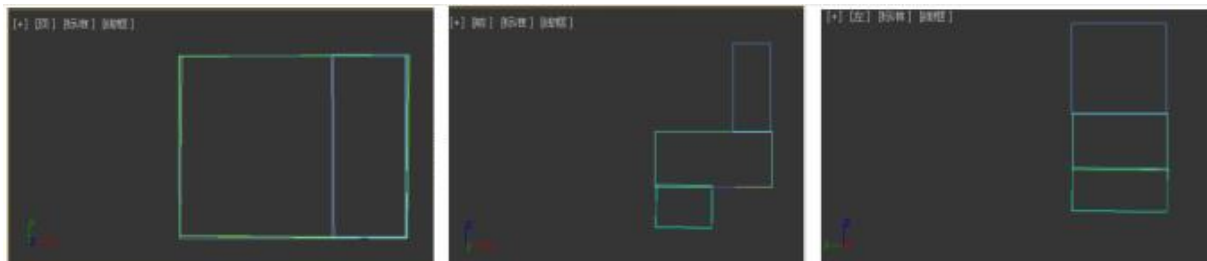


图5.二维三视图

(3) 实践训练与后测(对应P3)

学生在指导下独立完成习题集中指定组合体三视图的绘制任务,通过实际操作检验对投影规律的理解和运用能力,对应BOPPPS中的“后测”(P3)环节。并进行巡回指导,对典型错误进行即时点评,并挑选优秀作业在课堂上进行展示。

(4) 课堂小结(对应S)

总结本节课的核心要点,对应BOPPPS中的“总结”(S)环节。强调组合体视图识读与绘制的逻辑与方法:先“拆”,用形体分析法拆解组合体,明确各基本体的形状与位置;再“画”,遵循“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律,分步绘制三视图;后“查”,检查线型、尺寸与投影关系,确保图纸规范准确。同时预告课后检测任务与下节课内容。

3.2.3 课后检测与改进

课后检测与改进对应PDCA中的“检查”(C)与“改进”(A)环节,其核心任务是通过多维度的数据采集与问题诊断,为教学质量的持续提升提供闭环反馈。

(1) 课后检测与数据采集(对应C)

学生在学习通完成相应测试后,系统自动批改客观题,教师批改主观绘图题。同时结合课堂表现(参与互评质量、随堂练习完成度、提问回答情况等)形成总结性评价文档上传学习通,供学生查阅。

学习通平台自动汇总前测与后测各题目的正确率对比、各知识点的错误分布、学生个体进步幅度等数据,形成可视化分析报表。依托学习通采集的学生数据,为后续教学改进提供依据。

(2) 教学改进决策(对应A)

依据学习通采集的前后测数据、预习完成率、讨论参与度、后测错误分布等量化指标,结合课堂观察记录和课后学生反馈,对本次教学进行综合效果评估。若后测整体达标率超过80%,说明教学环节设计基本合理,可在下一轮教学中继续沿用并微调优化;若部分知识点错误率持续偏高,则需在后续教学中进行针对性调整,如增加相关组合体类型的可视化演示案例、补充专项绘图训练、调整课堂时间分配等,这与PDCA循环持续改进的质量管理理念相契合。

对于后测中暴露的共性薄弱点,将其作为下一轮PDCA循环“计划”(P)阶段的重要输入信息,即在下一节课的教学设计中提前嵌入针对性的可视化前测题目、调整三维模型案例的选择、优化参与式学习的互动方式。由此形成“数据采集→问题可视化→补救推送→教学调整”的完整质量闭环,以可视化证据链驱动教学质量的螺旋式上升。

通过“检查—改进”环节的扎实落实,3ds Max不仅作为课堂演示工具发挥作用,更作为贯穿PDCA全流程的数据生成与问题可视化载体,持续赋能组合体视图课程的教学优化。

4.教学反思与持续改进

4.1 问题反思

其一,学生独立绘图能力有待巩固。3ds Max四视图演示虽能有效辅助学生理解投影规律,但部分学生在脱离三维模型辅助后,仍难以独立完成组合体三视图的绘制,说明从“理解”到“应用”之间仍需充分的过渡训练。这一现象表明,可视化工具的认知支架作用需要在课后通过梯度化训练加以内化。具体表现为学生在有模型参照时能够

准确绘制，一旦移除参照则出现方位混淆或轮廓遗漏，说明认知依赖尚未转化为稳定的图式结构。

其二，课堂时间分配存在结构性矛盾。理论讲授与三维可视化演示占据了一定课时，学生动手练习的时间被压缩，绘图细节（如线型规范、尺寸标注等）未得到充分训练。BOPPPS模式强调的“参与式学习”环节在时间资源有限的情况下，难以兼顾演示深度与训练广度。

其三，三维可视化工具的教学功能开发尚不充分。目前3ds Max的应用以教师演示为主，学生参与以观察和模仿为主，缺乏自主操作的环节，工具的认知训练功能尚未充分发挥。这与数智时代背景下强调的学生主动建构能力的培养目标尚有差距。由于3ds Max软件操作门槛较高，学生难以在短期内掌握，目前仅限于教师端操作，学生缺乏亲手调整视角、切换显示模式、拆解组合体的交互体验。

4.2 持续改进机制

依托学习通平台的数据采集功能与PDCA循环的管理框架，将上述问题进行改进，改进策略纳入下一轮教学的实施计划。具体循环流程如下：

在下一轮“计划”（P）阶段，依据本轮后测数据分析结果，将高频错误点对应的知识点列为重点突破目标，提前设计针对性的可视化前测题目与三维模型案例；在“实施”（D）阶段，按照优化后的时间配置方案执行教学，确保实践训练时长；具体措施包括：精简三维演示中的重复性讲解，将部分演示内容录制为微视频供学生课后回看，将省出的课时用于延长实践训练和个别化辅导。在“检查”（C）阶段，继续采集前后测数据、预习完成率、绘图作业得分等指标，重点关注改进策略实施后学生独立绘图能力的变化；在“改进”（A）阶段，根据数据反馈进一步调整教学策略，形成“实施→评价→改进→再实施”的闭环迭代，持续优化教学设计，推动教学质量的不断提升。

5. 结论

本文针对“工程制图与识图”课程中空间想象能力培养难、理论教学与实践脱节的核心问题，在前期“学习通+PDCA+BOPPPS”混合式教学模式的基础上，进一步引入3ds Max三维建模技术，构建了“理论讲授+三维可视化+实践绘图”三

位一体的教学实施路径。以“组合体视图”章节为例，详细阐述了借助3ds Max四视图布局实现三维模型与二维投影同步映射的教学过程。主要结论如下：

第一，3ds Max三维可视化教学能够有效降低空间思维的建构难度。通过三维模型与二维投影的实时对照，抽象的投影规律以直观的视觉形式呈现，学生可以在同一画面上反复观察、对比、验证，从而建立起从三维空间到二维平面的认知通道。

第二，“三维模型演示-投影规律归纳-手绘制图实践”的教学路径，符合从直观感知到抽象表达的认知规律，有助于实现理论知识与实践技能的有效衔接。该路径的设计与BOPPPS教学模式中“参与式学习”环节的理念高度契合，为制图类课程的教学设计提供了可操作的范式。

第三，三维可视化技术与“学习通+PDCA+BOPPPS”教学模式的融合，形成了“数据采集-流程管理-可视化支撑”的协同机制，既实现了教学全流程的动态优化，又突破了空间想象能力培养的难点，为工程造价专业核心课程的数字化教学改革提供了可行路径。

参考文献

- [1] 郑晓, 安琪. 基于BOPPPS模型的“工程制图”课程混合式教学改革与实践[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2023(8): 41-43.
- [2] 林紫云. BOPPPS模式下多种教学法在“建筑制图与识图”教学中的应用——以“投影面垂直线”教学设计为例[J]. 亚太教育, 2023(15): 100-103.
- [3] 徐超, 栾皓翔. 数智时代背景下“建筑工程制图与识图”课程教学改革研究[J]. 房地产世界, 2025, (17): 59-61.
- [4] 王倩倩. “学习通+PDCA+BOPPPS”教学模式在“工程制图与识图”课程中的应用[J]. 教育教学与管理, 2025, 1(10).
- [5] 白群星. BIM环境下建筑工程制图标准更新与识图方法创新[J]. 新城建科技, 2026, 35(7): 1-3.
- [6] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知[EB/OL]. (2018-04-13)
- [7] 高会鲜, 苏青霄. 数字化背景下基于Solid Works三维的“工程制图与识图”课程

- 改革与探索-以模具设计与制造专业为例[J].信息系统工程, 2025 (12): 150-153.
- [8]王秀珍, 卢旭珍, 裴善报.工程图学课程教学中“三位一体”创新能力培养探究[J].安徽工业大学学报(社会科学版), 2025, 42 (6): 84-86.
- [9] 蒋婷, 王妍, 丁宇奇, 等.新工科视角下基于 OBE 理念的“工程制图”课程教学改革与实践[J].南方农机, 2025, 56 (12): 168-171.
- [10] 赵少宁, 王鑫峰, 秦忠宝, 等.基于云创平台的工程制图数字教材开发与实践研究[C]//中国图学学会.第十届中国图学会部分论文汇编(1).2025: 13-17.
- [11] 李志刚.基于 BOPPPS 有效教学结构的双平台在线教学设计[J].计算机教育, 2021 (3): 31-35.
- [12] 矫媛媛, 潘晓刚, 马满好.本科线上教学中改进的 BOPPPS 模型教学设计[J].高等教育研究学报, 2020, 43 (4): 52-55.
- [13] 刘子渊, 罗福星.基于 PDCA 模式的 MySQL 数据库课程项目化教学改革[J].计算机教育, 2025 (7): 165-170.
- [14] 徐伟.基于 PDCA 循环的现代质量管理教学改革探索[J].大学教育, 2017 (1): 178-179.