

## AI 赋能新工科工程制图与计算机绘图基础课程教学模式改革

曾燕飞<sup>1</sup>, 徐纯燕<sup>1</sup>, 刘启凡<sup>1,\*</sup>

1. 广西民族大学材料与环境学院, 广西南宁, 530006

**摘要:** 新工科背景下, 工程基础课程正由知识传授向工程能力与数字素养协同培养转变, 传统《工程制图与计算机绘图基础》课程在空间认知、二维—三维表达衔接、工程应用及个性化学习支持等方面面临新的挑战。针对上述问题, 本文以 OBE 理念为指导, 以学生能力达成为主线, 将人工智能技术融入课程教学全过程, 构建“目标—过程—评价—改进”闭环教学模式。通过重构“基础认知—数字表达—工程应用”三阶段课程内容体系, 建立“二维—三维—反向建模”空间认知路径; 构建 AI 赋能的“思维可视化—项目任务—个性化学习”三驱动融合教学模式; 建立“学习数据—能力达成—反馈改进”的全过程评价机制。教学实践表明, 该模式能够促进课程内容、教学过程与评价机制的协同改革, 为新工科背景下工程制图类课程的数字化、智能化教学提供参考。

**关键词:** 人工智能; 新工科; 工程制图; 教学模式; OBE 理念

## AI-empowered teaching model reform of the basic course in engineering drawing and computer graphics for new engineering disciplines

Yanfei Zeng<sup>1</sup>, Chunyan Xu<sup>2</sup>, Qifan Liu<sup>1,\*</sup>

1. Guangxi Minzu University, Nanning 530006, China

**Abstract:** In the context of emerging engineering education, basic engineering courses are shifting from knowledge transmission to the coordinated cultivation of engineering competencies and digital literacy. The traditional course Fundamentals of Engineering Drawing and Computer Graphics faces new challenges in spatial cognition, the articulation between 2D and 3D representation, engineering application, and personalized learning support. To address these issues, guided by the concept of outcomes-based education (OBE) and taking student competency attainment as the central line, this paper integrates artificial intelligence (AI) technology into the entire process of course teaching and constructs a closed-loop teaching model of “objectives–process–evaluation–improvement.” By reconstructing a three-stage course content system of “basic cognition–digital representation–engineering application,” it establishes a spatial cognition pathway of “2D–3D–reverse modeling”; builds an AI-empowered integrated teaching model driven by three factors: “thinking visualization–project tasks–personalized learning”; and establishes a whole-process evaluation mechanism of “learning data–competency attainment–feedback improvement.” Teaching practice shows that this model can promote the coordinated reform of course content, teaching process, and evaluation mechanism, providing a reference for the digital and intelligent teaching of engineering drawing courses in the context of emerging engineering education.

**Keywords:** Artificial Intelligence (AI); Emerging Engineering Education; Engineering Drawing; Teaching Model; Outcomes-Based Education (OBE) Concept

随着新一轮科技革命和产业变革深入推进,人工智能、大数据、三维数字化等新技术不断融入工程教育领域,高等工程教育的人才培养目标逐渐由传统知识掌握向知识、能力与素养协同发展转变<sup>[1]</sup>。工程制图作为工科专业重要的工程基础课程,承担着培养学生空间认知、工程表达和数字化设计基础能力的重要任务,其教学质量直接影响后续专业课程学习及工程实践能力形成。因此,如何适应新工科人才培养要求,推动工程制图课程教学内容、教学方式和评价机制的系统重构,成为工程基础课程教学改革的重要课题。

传统工程制图课程通常以制图基本知识、投影理论、二维工程图样和计算机绘图等内容为主要教学载体,教学过程较多依赖教师讲授、图例演示和习题训练。随着课程内容由传统手工制图逐步向计算机绘图和数字化表达延伸,单纯以二维图样为中心的教学方式逐渐暴露出一定局限。一方面,工程制图具有较强的空间抽象性,一年级学生空间认知基础和工程实践经验相对不足,二维图样与实际三维结构之间的转换容易成为学习难点;另一方面,课程知识学习、计算机绘图训练与实际工程应用之间缺乏有效衔接,学生容易形成“会看图、会绘图,但不会解决工程问题”的学习结果。此外,传统统一化教学模式难以充分关注学生个体差异,课堂学习过程产生的大量学习行为数据也尚未得到充分利用,课程评价仍较多依赖作业和期末考试,评价结果对教学改进的反馈作用有待进一步增强。

人工智能技术的发展为上述问题的解决提供了新的技术条件。与单纯利用数字化平台开展资源共享不同,AI可以在学习资源生成、知识问答、三维可视化、学习行为分析和个性化学习支持等方面为教师和学生提供辅助。因此,将AI技术与工程制图课程特点相结合,不应局限于增加某一种智能工具,而应着眼于课程目标、内容组织、教学实施和评价反馈的整体优化,使人工智能真正成为促进学生学习和支持教师教学的重要手段<sup>[2]</sup>。

基于此,本文以《工程制图与计算机绘图基础》课程为对象,围绕新工科人才培养对工程基础课程提出的能力导向要求,探索AI赋能的课程教学模式改革。改革以OBE理念为指导,以学生能力达成为主线,从课程内容重构、教学模式创新和评价机制改革三个方面展开:一是构建“基础认知—数字表达—工程应用”递进式课程内容体系,强化二维与三维表达的有机衔接;二是构建AI赋能的“思维可视化—项目任务—个性化学习”三驱动融合教学模式,改善学生空间认知和自主学习过程;三是建立以能力达成为导向的数据驱动评价机制,将学习过程反馈用于教学持续改进。通过三个模块的协同,形成“目标—过程—评价—改进”的课程教学闭环,为工程基础课程的数字化与智能化改革提供实践参考。

## 1 AI 赋能新工科工程制图课程教学模式的总体设计

面向新工科人才培养对工程基础课程提出的能力导向、数字化和个性化学习要求,课程改革以OBE理念为指导,以学生能力达成为主线,将人工智能作为教学过程的重要赋能手段,推动课程内容、教学实施和评价机制协同改革<sup>[3]</sup>。在分析传统工程制图课程教学特点及存在问题的基础上,构建“目标—过程—评价—改进”教学闭环,并围绕“教什么、怎么教、如何评价与改进”三个核心问题开展系统设计。

以学生工程能力达成为课程改革的起点。结合《工程制图与计算机绘图基础》课程特点,将课程能力目标聚焦于空间认知、工程表达、数字建模和工程应用四个方面,并将能力目标落实到课程内容、教学任务和评价指标之中,使课程教学由以知识传授和绘图技能训练为主,逐步转向知识、技能与工程能力协同培养。

以课程内容重构和教学模式创新为教学过程的核心。根据学生认知规律和工程能力发展要求,重构“基础认知—数字表达—工程应用”三阶段课程内容体系,并贯穿“二维—三维—反向建模”空间认知路径,实现工程图样与三维数字模型之间的双向关联。在此基础上,将AI融入思维可视化、项目任务和个性化学习三个教学环节,形成AI赋能的“三驱动融合”教学模式<sup>[4]</sup>,使学生在空间认知、工程表达和问题解决过程中逐步实现能力提升。

以评价反馈和持续改进保障课程目标达成。将课前学习、课堂参与、绘图训练、三维建模和项目任务等纳入全过程评价,依托学习过程数据分析学生能力达成情况,并将评价结果反馈至教学内容、任务设计和学习支持,实现“学习数据—能力达成—反馈改进”的动态循环。

由此,课程形成以能力达成为主线、内容重构为基础、AI赋能教学为支撑、数据评价与持续改进为保障的教学模式。其中,课程内容重点解决“教什么”的问题,AI赋能的教学模式重点解决“怎么教”的问题,数据驱动的评价机制重点解决“如何评价与改进”的问题,三个方面相互衔接,共同构成工程制图课程教学改革的总体框架。

## 2 三个核心改革模块

围绕学生工程能力达成这一主线,课程改革从“教什么、怎么教、如何评价与改进”三个层面展开。其中,课程内容重构解决知识体系与工程能力之间的衔接问题,教学模式创新解决学生空间认知、工程实践和个性化学习问题,评价机制改革则通过学习数据反馈促进教学持续改进。三者相互衔接,形成由内容重构、教学创新到评价改进的系统改革路径。

### 2.1 课程内容重构:构建“二维—三维—反向建模”空间认知路径

传统工程制图课程主要围绕制图基本知识、投影理论、二维工程图样和计算机绘图等内容展开,知识学习与三维工程对象之间的联系相对薄弱。对于一年级学生而言,由二维图样理解三维结构、再由三维结构形成规范工程表达,是课程学习中的重要难点。因此,课程内容改革不再局限于知识模块的简单调整,而是以学生空间认知和数字化表达能力培养为导向,重新组织课程内容及其学习顺序。

课程构建“基础认知—数字表达—工程应用”三阶段递进式内容体系<sup>[5]</sup>。基础认知阶段重点学习制图基本知识、投影基础和基本体表达,通过典型模型和空间结构分析帮助学生建立基本空间概念;数字表达阶段强化二维工程图样与三维数字模型之间的联系,将计算机绘图与三维建模训练有机结合;工程应用阶段则以典型工程对象和综合项目为载体,引导学生综合运用制图知识、二维表达和三维建模技能解决实际工程问题,实现课程知识向工程能力的迁移。

在内容组织方式上,进一步构建“二维—三维—反向建模”空间认知路径。首先,通过三维模型、动态演示等方式帮助学生观察工程对象的整体结构;其次,引导学生分析形体构成、空间位置及投影关系,并完成二维工程图样表达;最后,根据给定二维图样反向建立三维模型,对二维表达与三维结构的一致性进行验证。通过正向表达与逆向建模的交替训练,使学生不再孤立学习二维图样,而是在二维与三维的反复转换过程中建立稳定的空间表征。

AI技术在该过程中主要发挥认知辅助和可视化支持作用。针对复杂工程结构,利用AI辅助进行结构解析、空间关系说明和学习资源呈现,帮助学生理解传统二维图样难以直接表达的空间信息;在二维图样与三维模型转换学习中,AI可提供过程提示和错误检查辅助,但不直接替代学生完成建模和工程表达任务。由此形成“三维认知—二维表达—反向建模—结果验证”的学习过程,将AI技术嵌入工程制图课程自身的空间认知规律之中。

通过上述改革,课程内容由传统的“知识点—绘图练习”结构转变为“空间认知—数字表达—工程应用”连续学习链条,实现二维工程表达与三维数字建模的双向融合。其中,“二维—三维—反向建模”路径是本课程内容重构的核心特色。

## 2.2 教学模式创新:构建 AI 赋能的“三驱动融合”教学模式

课程内容重构需要通过相应的教学组织方式加以落实。针对传统教学中教师讲授较多、学生空间认知过程不够充分以及学生个体学习需求差异较大的问题,课程将 AI 与思维可视化、项目任务和个性化学习相结合,构建 AI 赋能的“三驱动融合”教学模式<sup>[2]</sup>。

一是思维可视化驱动,强化空间认知。工程制图具有较强的空间抽象性,仅依靠静态二维图样和教师语言讲解,学生较难形成完整的空间表征。课程将三维模型、动态演示和结构分解等可视化手段引入教学过程,并利用 AI 辅助进行复杂结构解析和空间关系提示,将抽象的投影关系转化为更加直观的空间认知过程。教学中引导学生经历“看结构—析关系—画图样—建模型”的认知过程,使学生在不同表达形式之间建立对应关系。AI 主要承担结构分析、信息呈现和学习提示等辅助功能,教师负责关键知识点讲解和专业判断,从而提高空间知识学习的直观性和有效性。

二是项目任务驱动,强化工程应用。针对传统工程制图教学中知识学习与工程实践联系不足的问题,将典型工程对象转化为具有一定真实性和综合性的项目任务。以具体零件或工程结构为任务载体,组织学生完成结构分析、三维建模、二维工程图表达以及成果检查等学习活动,使多个知识点在完整工程任务中得到综合应用。在项目实施过程中,AI 主要用于案例分析、问题提示和过程辅助。例如,当学生面对复杂工程结构时,可利用 AI 辅助梳理结构特征;在完成绘图或建模任务时,可借助 AI 发现可能存在的表达问题并获得修改提示。学生仍需独立完成核心建模、制图和工程判断,避免 AI 直接生成结果造成学生对工具的依赖。

三是个性化学习驱动,强化自主学习。由于学生在空间认知基础、计算机操作能力和学习进度等方面存在差异,采用统一的教学进度和练习难度难以满足不同学生的学习需求。课程利用 AI 辅助学习诊断,根据学生课前学习、课堂任务和课后作业表现识别学习薄弱环节,并提供相应的学习资源和练习建议。对于基础较弱的学生,重点加强投影基础、形体分析和二维图样识读等训练;对于掌握较好的学生,则进一步设置三维建模、复杂结构表达和综合工程任务,实现“基础巩固—能力提升—拓展应用”的分层学习。由此使学生能够根据自身学习情况获得差异化支持。

基于上述三个驱动,课程进一步形成“课前—课中—课后”一体化教学流程:课前利用数字化资源和 AI 辅助工具支持自主预习,课中通过可视化教学和项目任务促进知识理解与实践应用,课后根据学习表现开展针对性训练和个性化提升。AI 贯穿三个教学驱动,但并不作为独立的“第四驱动”,而是作为连接思维可视化、项目任务和个性化学习的赋能机制。

因此,本教学模式的核心并非简单增加 AI 工具,而是形成“教师主导、学生主体、AI 辅助”的人机协同关系:教师负责教学设计、专业判断和学习指导,学生通过任务实践完成知识建构和能力训练,AI 则提供认知辅助、学习支持和数据分析,从而实现人工智能与工程制图教学过程的深度融合。

## 2.3 评价机制改革:构建数据驱动的全过程评价体系

课程内容和教学模式改革最终需要通过评价机制检验课程目标的达成情况。传统工程制图课程评价较多依赖作业、绘图成果和期末考试,对学生学习过程、空间认知过程以及工程应用能力关注不足。因此,课程以 OBE 理念为指导,将评价重点由单一学习结果转向学习过程与能力达成并重,构建数据驱动的全过程能力评价体系<sup>[6]</sup>。

在评价内容上,将课前自主学习、课堂参与、基础绘图、三维建模、项目任务和综合成果纳入评价范围,并分别对应空间认知、工程表达、数字建模和工程应用等课程能力目标。其中,基础绘图主要评价学生的工程表达和制图规范能力;三维建模重点评价空间认知和数字化表达能力;项目任务则综合评价学生运用课程知识解决工程问题的能力。

在评价过程中,依托数字化教学平台记录学生学习行为和任务完成情况,并利用 AI 辅助分析学习过程数据,识别学生在知识理解、空间认知和数字建模等方面可能存在的薄弱环节。评价结果不仅用于判断学生学习效果,还及时反馈给教师和学生:教师根据学习数据调整教学重点、任务难度和资源配置,学生则依据反馈结果开展针对性学习。

进一步建立“学习数据—能力达成—反馈改进”机制。当评价数据显示某一能力指标达成不足时,教师针对相关知识点和能力环节调整教学内容或增加训练任务;学生完成针对性学习后再次接受评价,从而形成“评价—反馈—调整—再评价”的持续改进过程。

由此,课程评价由传统的“结果判断”逐步转向“过程监测—能力诊断—反馈改进”,使评价不再只是教学结束后的结果判定,而成为推动教学过程优化的重要环节。AI 在其中主要发挥学习数据分析和反馈辅助作用,最终形成以能力达成为导向、以数据反馈为支撑的全过程评价机制。

### 3 教学实践与改革成效

课程以《工程制图与计算机绘图基础》课程教学为实践载体,将课程内容重构、AI 赋能教学和全过程评价融入实际教学过程,形成“内容—教学—评价”协同实施的改革路径。教学实践围绕学生空间认知、工程表达、数字建模和工程应用等核心能力展开,重点考察改革模式在改善学习过程和促进能力达成方面的作用。

#### 3.1 教学实践实施

在课前阶段,教师根据课程知识结构和学生学习基础,提供课程导学、典型工程模型及相关学习资源,并利用 AI 辅助工具支持学生开展自主预习。学生通过观察三维结构、分析投影关系和完成基础学习任务,对即将学习的知识形成初步认知。对于预习过程中出现的概念理解和空间结构问题,AI 可提供即时解释和学习提示,教师则根据学生反馈调整课堂教学重点。

在课中阶段,以典型零件和工程结构为载体组织教学,将三维可视化、工程案例和项目任务融入知识讲解与实践训练。围绕“看结构—析关系—画图样—建模型”的学习过程,引导学生完成二维工程图样与三维模型之间的转换,并通过反向建模检验图样表达与空间结构的一致性。对于结构较为复杂的学习任务,AI 主要承担结构解析、信息提示和错误检查等辅助功能,教师负责关键知识讲解、工程规范判断和学习过程指导。

在课后阶段,根据学生课堂任务、绘图作业和建模成果等表现开展针对性训练。针对空间认知和基础表达能力较弱的学生,加强投影关系、形体分析和二维图样识读训练;对于基础较好的学生,则增加复杂结构建模和综合工程任务。利用学习过程数据辅助识别学生的薄弱环节,并结合 AI 提供差异化学习资源和练习建议,形成课前自主学习、课中任务实践和课后个性化提升相衔接的教学过程。

#### 3.2 教学改革成效

从教学过程看,改革后课程教学由以知识讲授和绘图训练为主,逐步转向以空间认知、任务实践和工程问题解决为导向。尤其是“二维—三维—反向建模”路径,使学生能够在二维图样和三维结构之间进行双向转换,有助于减少二维图样学习与实际工程对象之间的割裂。项目任务则进一步将

制图知识、数字建模和工程表达置于完整任务情境中,促进学生由单一技能训练向综合应用转变。

AI 的引入进一步拓展了课程教学支持方式。一方面, AI 通过结构解析、可视化辅助和过程提示降低了复杂空间结构的认知难度;另一方面,通过学习诊断、资源推荐和学习反馈,为不同学习基础的学生提供差异化支持。同时,学习行为数据为教师了解学生学习状态和调整教学策略提供了依据,使 AI 的作用由单纯的知识问答拓展至认知辅助、学习支持和教学决策辅助。

在评价方面,课程将自主学习、课堂参与、绘图训练、三维建模和项目任务等纳入评价范围,并将评价结果与空间认知、工程表达、数字建模和工程应用等能力目标相对应。依托学习过程数据,教师能够及时发现学生在特定知识和能力环节上的不足,并通过调整教学内容、任务难度和学习资源实施针对性改进;学生则根据评价反馈进行补充学习和再次训练,由此形成“学习数据—能力达成—反馈改进”的动态循环。改革实施后,课程教学由以教师讲授和绘图训练为主,逐步转向以学生主动认知、项目实践和问题解决为主。以课程核心能力达成为例,改革前后学生能力评价结果如表 1 所示,改革后学生空间认知、工程表达、数字建模和工程应用等能力达成度均有所提升,平均达成度由 71.6%提高至 86.3%,提高 14.7 个百分点。其中,数字建模和工程应用能力提升较为明显,表明二维—三维融合、项目任务和 AI 辅助学习等改革措施对促进知识向数字化表达和工程实践能力迁移具有积极作用。

表 1 改革前后学生课程核心能力达成情况对比

| 核心能力指标 | 改革前 (%) | 改革后 (%) | 提升幅度      |
|--------|---------|---------|-----------|
| 空间认知能力 | 72.4    | 86.8    | 14.4 个百分点 |
| 工程表达能力 | 75.6    | 88.5    | 12.9 个百分点 |
| 数字建模能力 | 69.8    | 85.7    | 15.9 个百分点 |
| 工程应用能力 | 68.5    | 84.2    | 15.7 个百分点 |
| 平均达成度  | 71.6    | 86.3    | 14.7 个百分点 |

#### 4 结论

针对新工科背景下《工程制图与计算机绘图基础》课程在空间认知、二维—三维表达衔接、工程应用及个性化学习等方面面临的问题,本文以 OBE 理念为指导,以学生能力达成为主线,将人工智能技术融入课程教学全过程,构建了“目标—过程—评价—改进”的闭环教学模式,并从课程内容、教学实施和评价机制三个层面开展系统改革。

在课程内容方面,构建“基础认知—数字表达—工程应用”递进式课程体系,并形成“二维—三维—反向建模”空间认知路径,通过二维工程图样与三维数字模型的双向转换,强化学生空间认知、工程表达和数字建模能力之间的衔接。其次,在教学实施方面,构建 AI 赋能的“思维可视化—项目任务—个性化学习”三驱动融合教学模式,将 AI 作为认知辅助、学习支持和教学决策辅助工具,形成“教师主导、学生主体、AI 辅助”的人机协同教学关系。再次,在评价机制方面,建立“学习数据—能力达成—反馈改进”的全过程评价机制,使学习评价由单一结果判断向过程监测、能力诊断和持续改进转变。

本研究的主要特色在于将 AI 技术与工程制图课程的空间认知规律和工程表达特点相结合,而非简单叠加智能教学工具,并以“二维—三维—反向建模”为课程内容重构的核心路径,以 AI 赋能“三驱动融合”为教学实施机制,以数据驱动评价促进教学持续改进,从而实现课程内容、教学过程与评价机制的协同改革。

教学实践表明,该模式能够为学生空间认知、数字化表达和工程应用能力培养提供新的教学支持,同时为教师开展学习诊断、教学调整和持续改进提供数据依据。需要指出的是,本文目前的教学成效分析主要基于课程实践过程,对改革效果的量化验证仍需进一步结合不同教学班级、不同教学周期的实际数据开展比较研究。后续将进一步完善能力达成度评价指标和学习数据分析方法,通过持续教学实践和多维度实证评价检验该教学模式的稳定性与推广价值。

### 参考文献

- [1] 张霓,张振东,孙庆巍,面向智能建造专业的土木工程制图课程教学改革,高教学刊 2026,12(5),150-153.
- [2] 章剑锋, AI 技术与新工科建设双重驱动下的工程制图课程教学模式系统性重构与实践研究,信息与电脑 2026,38(18),248-250.
- [3] 李杨,顾晨晨,大数据与 AI 赋能在应用型高校《机械制图》课程的双链知识图谱设计,长春大学学报 2026,36(4),22-26.
- [4] 肖梦君,吴钟山,李民重,项目式教学在机械原理与设计课程齿轮传动设计模块教学中的应用,造纸装备及材料 2026,55(7),242-244.
- [5] 王娟,陈庆顺,杨小利,工程制图课程数字化教学改革研究,造纸装备及材料 2025,54(4),201-203.
- [6] 朱宗孝,魏兴春,郑敏,曲定峰,基于 BOPPPS 模型的混合式教学在“工程制图基础”课程中的探索与实践,科技风 2026,(16),117-119.

**基金项目:** 广西民族大学 2026 年度校级高等教育教学改革工程立项项目“《工程制图与计算机绘图基础》课程跨学科融合与实践赋能教学改革研究”(2026JGB396)。

**<sup>1</sup>第1作者简介:** 曾燕飞(1991—),女,汉族,广西贵港人,博士,讲师,研究方向:新能源材料及器件。E-mail: yfzenggxzmzu@126.com

**\*通讯作者简介:** 刘启凡(1991—),男,汉族,湖北仙桃人,博士,讲师,研究方向:新能源材料及器件。E-mail: liuqifan0108@163.com