

人工智能赋能工程制图基础课程教学探索与实践

刘 智^{1,2*}, 吴思远^{2*}

¹天津大学先进内燃动力全国重点实验室, 天津

²天津大学国家储能技术产教融合创新平台, 天津

收稿日期: 2026年8月13日; 录用日期: 2026年9月14日; 发布日期: 2026年9月20日

摘 要

在国家教育数字化战略与“人工智能 + 教育”行动计划的背景下, 传统工程制图课程在教学内容、教学方法、教学资源以及教学改革等面临诸多挑战。本文针对工程制图传统教学中的短板, 深入探讨了人工智能技术(AI)在工程制图“教、学、练、评”全流程的赋能路径与应用场景, 围绕智慧教学平台、虚拟仿真技术、智能绘图软件、大语言模型四个维度, 梳理了AI技术在助力课堂互动、虚实融合实训、智能纠错评价、数字化资源建设等方面的实施成效。人工智能技术赋能工程制图教学可有效弥补当前教学短板, 强化学生空间构型思维与绘图能力, 为构建数智融合、虚实结合、产教衔接的新型课程教学体系提供思路与依据。

关键词

工程制图, 人工智能, 虚拟仿真, 智能绘图软件

Exploration and Practice of Teaching the Engineering Drawing Course Empowered by Artificial Intelligence

Zhi Liu^{1,2*}, Siyuan Wu^{2*}

¹State Key Laboratory of Engines, Tianjin University, Tianjin

²National Industry-Education Platform for Energy Storage, Tianjin University, Tianjin

Received: August 13, 2026; accepted: September 14, 2026; published: September 20, 2026

*共同通讯作者。

文章引用: 刘智, 吴思远. 人工智能赋能工程制图基础课程教学探索与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 1369-1374.

DOI: 10.12677/ae.2026.1692033

Abstract

In the background of the national education digitalization strategy and the “Artificial Intelligence (AI) + Education” action plan, the traditional engineering drawing courses face numerous challenges in teaching content, teaching method, teaching resource and teaching reform. Targeting the shortcomings of conventional engineering drawing teaching, this paper explores the available application scenarios of AI throughout the whole process of “teaching learning practice evaluation” for engineering drawing. Focusing on four dimensions including intelligent teaching platforms, virtual simulation technology, intelligent drawing software and large language model (LLM), this study summarizes the implementation effects of AI technologies in facilitating classroom interaction, integrating virtual and practical training, enabling intelligent error correction and evaluation, and building digital resource development. Empowering engineering drawing teaching with AI can effectively bridge the teaching gaps and strengthen students’ spatial configuration imagination and drawing skills. The results provide novel references for constructing a new curriculum teaching system featuring digital intelligence integration, virtual real combination and industry education connection.

Keywords

Engineering Drawing, Artificial Intelligence, Virtual Simulation, Intelligent Drawing Software

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着人工智能技术的飞速发展,机器学习、大数据、虚拟现实、大语言模型等技术迅速与教育教学各环节深度融合,已成为教育数字化转型的核心趋势,持续推动教学方式创新、教育理念的革新。在新工科课程建设的大背景下,积极探索人工智能技术赋能教育教学各个环节,有助于提升课堂育人质效,提升教师教学质量,提高学生学习效果。

工程制图课程作为机械类工科专业的核心基础课程,涵盖了投影绘图的基本原理、规范作图方法、图样表达标准以及计算机绘图技能等基础理论知识和专业实践操作技巧,是培养学生空间图形想象能力及装备创新设计能力的重要载体。然而,传统的工程制图教学以堂上单向教授为主,教学形式单一、内容与实践脱节、师生互动性差,长期存在课堂教学效果差、学生知识掌握不牢固、实践应用能力薄弱等问题。随着人工智能技术的飞速发展,人工智能相关的智慧课堂、智能体、数字人、大语言模型等技术可以实现线上线下教学模式联动及虚实场景融合,提供师生交流互动平台,分析学生学习教师教学效果。因此,将人工智能技术引入工程制图课程建设及教学中,可精准研判教学与学习中的痛点,有效推动教学内容创新和教学方式的变革。

本文基于多年新工科教学实践,剖析了传统工程制图课程教学中存在的问题,深入探讨了人工智能技术在工程制图课程教学中潜在的应用情况,分析智能化教学面临的挑战及对策,旨在为提升学生制图空间思维、绘图能力和工程实践素养提供重要帮助,为 AI 赋能的工程制图课程体系建设提供参考。

2. 工程制图课程教学现状及问题分析

工程制图课程是工科大类专业学生必修基础课程,也是落实“新工科”建设和推进“工程教育认证”重要实践与改革的载体[1]。该课程涵盖的基础知识内容繁杂、实践应用性高,需要学生掌握一定的空间思维能力以及动手绘图能力。传统课程教学在新工科实践中普遍存在诸多亟待解决的共性问题。

2.1. 教学模式固化单一,教学方法与能力培养不统一

传统工程制图课程教学中,“教”与“学”单向灌输,授课模式主要通过教师课堂教学,学生则为被动知识接受者,课堂师生互动性弱,学生学习主动性与探究性不足。课程授课中往往以教材内容及图片资源为主,很难帮助学生建立从二维点、线、面图形到三维形体之间的空间转换思维,导致学生需要花费大量课外时间逐步融会课程知识要点并提高空间想象能力,进而造成学生学习动力与兴趣不足。而且,高效普遍采用大班教学,教师作业批改工作量大、课后答疑周期长,无法兼顾不同层次学生学习进度差异,难以开展个性化答疑与针对性辅导,不能及时有效解答每位学生遇到的知识难点。

2.2. 课程学时大幅压缩,课程内容与教学学时不匹配

工程制图课程内容包括基础理论知识、投影制图表达方法、机械零件图和装配图、CAD 三维软件绘图等,常规教学往往需要 50~80 学时才能保障完整课程学习。但在新工科培养方案改革建设中,该课程课时普遍被大量压缩,部分院校非机类课程缩减至 32 学时,教师普遍在教学中面临“内容多、学时少”的难题,学生则面临“学分少、任务多”的困扰。其双重矛盾导致教师需短时间内高质量教完课程内容,学生需课外大量时间课外做题训练,使得学生理论知识掌握不牢固、绘图技能不熟练、动手实践能力培养薄弱。

2.3. 实践教学环节缺失,教学内容与实际产业不贯通

目前多数高校的工图教学内容偏重于理论知识点的讲授,只分配极少学时教授 SOLIDWORKS、AutoCAD 等工程绘图软件,并且与实际工程应用案例严重脱节,导致学生运用图学知识解决实际工程问题的能力较弱[2]。同时,教学中缺乏工程实践环节,典型图样例题更新滞后,优质的工程教学案例和三维模型资源获取困难,实践实训场景单一,限制了教学内容的丰富性和时效性,学生工程建模能力及规范意识难以得到有效锻炼,进入企业后需重新适应并学习巩固原有基础知识。

3. AI 技术在工程制图教学中的应用

3.1. 智慧教学平台

当前,国内高校普遍依托慕课、智慧树、雨课堂、SPOC 等智慧教学平台,将 AI 等先进技术融入工程制图课程设计及教学中,推动教学模式的创新变革。此类智慧教学平台包括课程在线资源、课堂互动问答、课后作业测试、学情数据分析、教学评审等功能,可以帮助学生从课前预习、课中互动到课后反馈,记录分析教学各环节中的数据信息,使课程教学环节更数据化和系统化。例如,江苏大学基于智慧树平台建立了工程图学课程全流程知识图谱,实现了课前、课中、课后联动,适配机类与非机类不同专业需求,同时借助 AI 助教体系实现教案生成、学情分析、互动问答,极大丰富了课程内容与教学模式。天津大学在慕课和智慧树平台建设了《工程制图基础》线上课程,构建了完备的在线课程教学视频、在线测验、拓展资源体系,已吸引了全国超过 7 万名各类专业学生选课,形成了完整的“基础理论-工程应用-数字素养”线上教学体系。清华大学针对 AI 赋能工程图像课程开展了深入探索,提出了“数字化”与“智能化”两步演进路径,通过整合教学数字资源、训练课程垂域大模型、搭建 AI 教学平台,实

现一键出题、全时答疑、知识点导图生成等功能,创新采用学生与 AI 竞赛式学习的教学模式,实现精准化个性化教学,提升教学与学习效率并激发学生学习兴趣。华东理工大学通过 BOPPPS (Bridge-in, Objective, Pre-assessment, Participatory Learning, Post-assessment, Summary)混合教学模式与多种教学改革措施相结合,重构教学内容并创新教学方法,建设数字化教学资源,以数据驱动教学分析与评价,整合增强现实技术,打造体验式教学环境,实现“师、生、机”深度交互[3]。

3.2. 虚拟仿真技术

工程制图课程教学难点是培养学生从二维图形到三维形体之间的空间转换想象力。虚拟仿真技术包括虚拟现实(Virtual Reality, VR)、增强现实(Augmented Reality, AR)和数字孪生(Digital Twin, DT)等数字化虚拟场景展示平台,可通过 VR 头盔显示器、AR 眼镜、3D-LED 交互显示系统等智能体感传感交互设备,构建可视化、沉浸式、可交互的虚拟教学场景,让学生直观地感受不同维度图形转化过程及系统装配方法,明确空间构建、截交相贯结构特征与平面三视图之间的关系,打破传统静态教学的局限性[4]。

目前,天津大学、哈尔滨工业大学、浙江大学等多所高校均开发了虚拟仿真实验教学平台,建立了机械、建筑、能动、化工等专业工程实际案例,让学生在虚拟空间中了解工程案例几何结构在二维、三维图形中的转换及映射关系,通过人机交互极大地提升了教师教学效果以及学生绘图实践能力,形成了“理论-虚拟-实践”一体化的教学与实训体系。虚拟仿真平台不仅能够节省设备模型购置成本及教学实验空间,还能为学生提供一个便捷、高效、可重复的沉浸式实验操作学习平台,为提高学生工程思维与实践能力夯实基础[5]。

此外,数字孪生技术可深度融合虚拟仿真场景与真实物理环境,打造数字孪生课堂教学平台,可应用于机械制造、土木工程、医学设备检测等特定的专业核心教学训练场景。该数字孪生平台可以智能辅助学生全面掌握机械设备装配结构、工程制图绘制及读取、设备系统集成与控制等理论与实践知识,为学生提供零风险、可视化、能试错、低成本的实践训练虚拟场景。

3.3. AI 技术在绘图软件中的应用

AutoCAD、Solidworks 等计算机辅助绘图软件具有强大的工程绘图功能和参数化建模能力,是工程制图课程的主要教学实操内容,也是学生进入工作岗位开展工程设计及产品机构开发的重要工具。现如今,AI 工具正加速与上述绘图软件融合,通过大模型、机器学习、知识图谱查询、多智能体协同等技术可进行产品初稿自动设计、2D 图纸及 3D 模型快速转化、零件模型自动检错等,可大幅提升绘图效率与设计规范性[6]。

通过与 AI 技术结合,AutoCAD 绘图软件已集成了如 AICADtools、Neural CAD 等智能辅助插件,能够根据用户端输入的要求自动设计工程图样,生成标准化的工程图纸,自动标注及检测图样中的尺寸[7]。同时,CAD 软件通过与建模智能体、通用智能体以及意图识别智能体协同工作,可实现自然语言分析用户需求并发布建模指令、执行图纸操作与冲突分析、理解用户意图并推送建议报告等功能。AI 与 AutoCAD 深度耦合将重新定义工程设计思路与流程,可提高工程图样的设计质量,大幅降低试错成本并缩短设计绘图周期。例如,AI+AutoCAD 协同技术在杭州亚运会体育馆设计中得到充分实践,辅助工程人员进行图样自动排版及标准,大幅提高工作效率并缩短工作周期,让设计师更专注于场馆创新设计。

AI 赋能 SolidWorks 三维建模软件正在重塑工业界零部件设计制造流程,为智能制造行业提供新的契机。其中,生成式设计(Generative Design)作为 SolidWorks 内置 AI 模块,包含命令预测、图形自动修复、欠约束实体检测、自动标注尺寸等功能,可通过用户给定约束条件自动生成不同设计方案,设计中平衡工件重量、刚度、体积等多方面要求。同时,智能体还能辅助 SolidWorks 软件进行装配体智能配合及动

画制作。SolidWorks 软件正与 DeepSeek、Claude、Codex、GPT-4 等大模型进行快速迭代融合, 直接通过自然语言对话及多模态输入完成工程图样设计、绘制与标注, 输出参数化建模的理解及设计逻辑, 打通 AutoCAD 二维图形与 SolidWorks 三维实体图形格式转换通道。SolidWorks 软件智能化水平的提高将降低其使用门槛, 创造更多适用的教学场景, 助力学生提高工程设计技能。

3.4. 大语言模型在工程制图教学中的应用

随着 GPT、Codex、DeepSeek、Qwen 等大模型的快速发展, 大语言模型(Large Language Model, LLM)在工程制图课程教学、作业批改、检查纠错、绘图实践等多方面探索应用, 实现教学效果与实践效能的大幅提升。例如, 在智慧教学平台中配套了 AI 助教、数字人等智能工具, 为辅助课堂教学、学生自主学习、作业检测评价、学情统计以及资源推送提供重要支撑, 为学生学习提供全天候的智能学习平台。该智能平台可以为教学中课前预习、课中教学和课后巩固提供全方面的智能协助与难点分析, 通过预习完成度、课堂互动表现、手绘作业完成质量、绘图完整性及准确性对教学效果进行综合评价, 为工程制图教学提供可借鉴的范本。

大模型也可直接应用于虚拟仿真平台, 通过卷积神经网络等计算机视觉方法, 准确识别工图图样的图形、尺寸以及标注符号等信息, 再经过大模型计算可输出 CAD 模型结构化参数数据, 在教学中实现智能绘图、2D/3D 图形转化。大模型与 CAD 绘图软件进行深度结合, 可自行读取不同格式图纸及文本指令信息, 理解工程设计构思及意图, 实现自然语言指令到图形建模与三维设计无缝衔接。上海科技大学基于大语言模型建立了多模态输入数据与参数化生成的 CAD 模型, 建立了包含文本、多视角图像、点云等约 45 万个实例的数据库, 可输入文本与图片组合, 快速生成 CAD 命令序列, 绘制参数化特征模型[8]。OpenAI Codex 等大模型也可直接从自然语言文本命令生成 AutoLISP、ObjectARX 脚本代码, 实现 AutoCAD、Solidworks 等绘图软件的自动化操作, 可与 Ansys 等仿真软件连接适配, 实现设计 - 建模 - 仿真一体化智能教学。

4. 挑战与对策

虽然人工智能技术在工程制图课程“新工科建设”教学改革中提供了新的路径, 但在技术应用、教学建设等方面处在诸多挑战, 尚未形成规模化深度推广与应用。首先在技术层面, 绘图软件集成的 AI 辅助插件能够执行一些标准的简单的绘图操作以及规范性纠错, 但是对于图形设计以及截切线相贯线等图线的理解与绘制仍有待提高。此外, 在工程制图教学中一般采用通用大模型, 对工程制图专有知识仍储备不足, 难以准确理解复杂图形、组合体、装配体以及工艺要求等。而且, 通用大模型仍面临工程幻觉等问题, 容易误解相贯线、混淆公差标注信息, 进而输出不合理不规范的图形设计。因此, 需要针对 CAD 绘图软件智能辅助插件的短板有针对性地改进, 进一步提高其智慧绘图水平与智能辅助功能。对现有通用大模型需要构建本地知识库、深度训练与微调, 建立面向工图设计与教学的垂域大模型, 打造工程制图专属助教并规范 AI 辅助教学流程, 提高大模型理解水平、绘图能力以及评测判断力, 才能对接卓越人才培养需求, 在行业内获得更广泛的应用。

在教学层面, 教师对 AI 工具的理解程度与掌握水平参差不齐, 对 AI 工具应用场景及介入边界把握不清, 在课堂教学中对智能化教学改革及应用不充分, 难以将 AI 技术有效转化为教学成效。而且, 学生易依赖 AI 绘图功能, 忽略对基础理论方法的学习, 跳过自主思考及绘图训练过程, 导致课程知识点掌握不重逢; 其过度依赖大模型答疑解惑, 可能会因大模型不完善而学习到许多错误的知识, 从而降低其自主学习思考能力。因此, 需要大力开展教师 AI 教学能力培训, 规范不同学习阶段 AI 介入及使用方式, 打造标准化的 AI 课堂教学范本。规范学生使用 AI 绘图工具完成作业, 杜绝 AI 绘图及代学的情况, 着重

说明 AI 辅助学习基础理论知识的有效方法, 提高整体学习效果。

5. 结语

本文立足新工科建设与教育数字化转型的背景, 梳理了工程制图课程教学中教学模式固化、学时供需矛盾、实践环节薄弱、产教融合不足等核心问题, 系统探讨了人工智能技术在工程制图教学改革中的机遇。依托智慧教学平台可实现教学过程数据化、学情分析精准化与教学资源系统化; 通过 VR、AR、数字孪生等虚拟仿真技术可构建沉浸式、可试错的虚实融合实训环境, 可有效突破二维三维空间想象难题; CAD 绘图软件与 AI 深度融合可实现智能建模、自动检错、参数优化以及快速出图等功能, 提供更多教学案例及使用场景; 大语言模型在工程制图教学中可提供全天候答疑、图纸纠错、习题生成、辅助评价等个性化教学服务。未来工程制图教学改革应坚持“教师主导、AI 赋能、虚实融合、能力为本”的核心思路, 通过深化人工智能与课程全链条深度融合, 持续优化教学内容、创新教学方法、完善评价体系, 助力学生空间构型能力、规范绘图能力与数字化工程素养全面提升, 为新工科背景下高素质创新型工程技术人才培养提供坚实支撑。

致 谢

感谢天津大学国家卓越工程师学院发展共建经费项目(GZYP-120254401)资助。

参考文献

- [1] 谢卢鑫, 马永昌, 石军锋, 徐元浩, 陈翀, 唐超. 新工科背景下机械类专业工程制图与计算机绘图课程融合式教学改革[J]. 农业工程, 2025, 15(9): 138-143.
- [2] 叶甘露, 高乔. 浅谈人工智能时代高职工程制图课程教学改革研究[J]. 时代汽车, 2025(12): 79-81.
- [3] 郑晓, 谭晶, 李双喜, 王瑞雪, 张杨, 安琪. 数智技术赋能的工程制图课程混合式教学改革与实践[J]. 化工高等教育, 2025, 42(1): 61-66+77.
- [4] 王晓沁. 人工智能赋能大规模因材施教的路径探索与实践——以工程图学课程为例[J]. 中国现代教育装备, 2026(7): 54-58+70.
- [5] 邓朗妮, 马晋超, 赵军. 虚拟仿真在工程制图课程中的教学改革研究[J]. 价值工程, 2017, 36(3): 170-171.
- [6] 裴晨浩, 杨开放. 人工智能赋能下土木工程制图课程改革与教学研究[J]. 华章, 2026(8): 126-128.
- [7] 李猛, 陈誉, 伍儒康. 人工智能在“工程制图”课程教学中的应用思考[J]. 科技风, 2025(9): 87-89.
- [8] Xu, J.W., Wang, C.Y., Zhao, Z.B., et al. (2025) CAD-MLLM: Unifying Multimodality-Conditioned CAD Generation with MLLM. *Journal of Latex Class Files*, **14**, 1-16.