

Research on innovation of engineering drawing and CAD teaching mode in digital environment

Zaifu Cui

School of Mechanical and Electrical Engineering, Lingnan Normal University, Zhanjiang, Guangdong, 524048, China.

Abstract

This paper explores innovative approaches to engineering drawing and CAD teaching models in the digital age. It examines the limitations of traditional teaching methods, evolving student skill requirements, and the impacts of educational technology advancements. The study highlights the necessity for pedagogical innovation while analyzing current teaching practices and challenges, including both the constraints of conventional approaches and the opportunities presented by digital technologies. Proposing innovative strategies for curriculum design, instructional methods, resource development, and assessment systems, this work addresses the disconnect between traditional teaching practices and industry demands. It provides actionable insights for educational reform to cultivate high-quality engineering professionals adaptable to the digital era, thereby aligning engineering education with modern industry standards and market needs.

Keywords

digitalization; engineering drawing; CAD teaching

数字化背景下工程制图及 CAD 教学模式创新研究

崔在甫

岭南师范学院机电工程学院, 中国·广东 湛江 524048

摘要

本文围绕数字化背景下工程制图以及CAD教学模式创新展开, 剖析传统教学模式存在的不足之处、学生技能需求发生的变化以及教育技术进步所产生的影响, 明确教学创新的必要性, 剖析当前教学的实际状况与面临的挑战, 其中囊括传统模式的局限性以及数字化技术带来的机遇和挑战。给出教学内容、方法、资源以及评价体系的创新策略, 以解决传统教学与行业需求相脱节的问题, 为培育适应数字化时代的高素质工程人才提供教学改革方面的思路, 推动工程教育符合现代工程教育以及市场需求。

关键词

数字化; 工程制图; CAD教学

1 引言

随着制造业数字化转型进程不断加快以及教育技术取得快速发展, 工程制图及 CAD 教学正面临着全新的变革。传统教学模式存在实践环节不够充分、与实际情况相脱节等状况, 以至于难以契合企业对于人才综合设计等复合技能的要求, VR、AR 等技术为教学革新创造了可能性。在这样的形势之下, 对工程制图及 CAD 教学模式进行创新探索, 对于提高教学质量、培养符合行业需求的人才有着重要意义, 成为当前工程教育领域迫切需要解决的关键。

【作者简介】崔在甫(1987-), 男, 中国河南许昌人, 博士, 讲师, 从事微纳米耐高温传感器的设计、制造和测试研究。

2 工程制图及 CAD 教学模式创新的必要性

2.1 传统教学模式的不足

传统的工程制图以及 CAD 教学大多运用“教师讲、学生听”这种单向灌输的模式, 其中实践环节存在着严重不足的情况, 教师大多时候依靠教材以及板书来讲解理论知识, 而学生缺少对真实工程场景的认知, 这使得图纸解读和实际应用出现脱节现象, CAD 软件教学大多停留在基础操作演示这一层面, 学生只是机械地模仿却不明白其中原理, 当遇到复杂工程问题时就很难灵活运用。传统教学评价侧重于作业和考试成绩, 却忽视了对学生空间思维、创新设计等核心能力的培养, 难以契合现代工程教育的需求^[1]。

2.2 学生技能需求的变化

在制造业数字化转型不断加快的当下, 企业对于工程技术人才的技能需求从单纯的绘图能力, 转变为了综合设计能力, 现今的工程岗位, 要求学生要熟练操作 CAD 软件,

而且还得拥有三维建模、参数化设计以及协同设计等复合技能,可把制图知识跟 BIM 技术、智能制造等新兴领域相互结合起来。行业更加重视学生的问题解决能力与创新思维,要求他们可借助制图来表达设计理念,优化工程方案,传统教学所培养出来的技能结构,已经无法适应市场对于高素质工程人才的需求了^[2]。

3 数字化背景下工程制图及 CAD 教学现状与挑战

3.1 传统教学模式的局限性

在数字化浪潮的冲击之下,传统工程制图以及 CAD 教学模式所存在的局限逐渐显现出来,其教学内容的更新较为滞后,依旧是以二维制图以及传统 CAD 软件操作作为核心内容,对于三维建模、数字孪生等新兴技术的涉及不够全面,教学手段方面缺少创新,大多数课堂仍然依赖静态课件以及单机演示,很难构建起数字化工程情境,使学生的空间想象能力以及数字化设计思维培养不够充分^[3]。师生互动方面存在障碍,教师很难实时了解学生在软件操作上的难点,缺乏个性化的指导,而且传统实践环节大多采用虚拟案例,与企业真实的数字化设计流程相脱节,学生毕业后需要重新去适应企业的数字化工作环境,导致教学的实际效果大打折扣。

3.2 数字化技术带来的机遇与挑战

数字化技术给工程制图以及 CAD 教学提供了前所未有的发展机会,其中 VR/AR 技术可搭建沉浸式虚拟实验室,使学生直接体验三维模型的构建流程,云 CAD 平台实现了跨设备协作设计,有利于进行团队项目教学,由 AI 驱动的智能教学系统可自动批改图纸、识别设计缺陷,提高教学效率。然而技术应用也遭遇诸多挑战:软硬件设施投入成本比较高,一些院校没办法承担全套数字化教学设备,教师数字化教学能力欠缺,缺少将技术与教学深度融合的经验,学生过度依赖技术工具,可能致使基础绘图能力和空间思维能力变弱,怎样平衡技术应用与基础能力培养成为教学改革的难题。

表 1 数字化技术带来的机遇与挑战

类别	具体内容
发展机遇	VR/AR 建虚拟实验室,云 CAD 助协作, AI 系统提高效率
面临挑战	设备成本高,教师能力不足,学生基础能力或下降,平衡成难题

4 数字化背景下工程制图及 CAD 教学模式创新策略

4.1 教学内容创新

教学内容的创新需要搭建一个三维动态体系,体系包含传统基础、数字技术以及工程应用三个方面。在稳固二维制图、投影原理、几何公差等核心基础之上系统融入数字化技术模块,着重增添三维建模、参数化设计、逆向工程等

前沿内容,把 CAD 软件操作和产品生命周期管理理念相结合,培育学生全流程设计思维^[4]。依据不同专业方向设置特色内容,机械专业强化三维装配与运动仿真,建筑专业着重 BIM 模型构建与碰撞检测,化工专业突出设备管路三维布局设计,引入真实工程案例库,按照难度梯度划分成基础型、综合型和创新型三类,基础型案例专注于单一知识点应用,像标准件建模,综合型案例整合多个模块内容,例如机械产品从草图到虚拟样机的设计过程,创新型案例设置开放性任务,基于环保理念的产品结构优化设计。定期联合企业更新教学内容,将最新行业标准、数字化设计规范以及主流 CAD 软件新版本功能纳入课程,每学期修订超过 20% 的教学模块,保证内容和企业技术需求同步,同时增设工程伦理与数字化安全课程,培养学生规范绘图和数据安全意识。

4.2 教学方法创新

教学方法创新应当推行一种立体化模式,这种模式包含虚实融合、协同互动以及知行合一等方面,要深度运用 VR/AR 技术来打造沉浸式教学场景,开发机械零件拆装 VR 系统,学生可借助手柄操作完成虚拟零件的测量、绘图以及装配,直观地理解零件的空间结构关系,借助 AR 技术把二维图纸与三维模型进行实时叠加,以此帮助学生建立平面图形与空间实体的对应思维。实施项目式教学并实现全流程覆盖,以“产品开发周期”作为主线,将课程内容分解成“需求分析—方案设计—图纸绘制—虚拟测试—优化改进”这五个阶段的任务。

采用“双师协同”教学模式,校内教师负责理论教学以及软件基础指导,企业工程师凭借线上平台参与项目点评以及技术答疑,每周开展一次联合直播答疑。创新开展“设计挑战赛”教学活动,围绕实际工程问题,让学生在在规定时间内完成从图纸设计到虚拟验证的整个过程,培养学生的快速设计能力,建立“问题导向”的翻转课堂流程,课前依靠在线平台推送 CAD 操作难点解析视频,课堂时间集中用来解决学生提出的个性化问题、开展设计方案研讨以及创意优化指导,实现从“教知识”到“育能力”的转变。

4.3 教学资源创新

教学资源创新需构建一种生态体系,其特点为数字驱动、开放共享且能动态更新,首先要建设多维度数字资源库,其中包含三维模型库,有 1000 多个标准件、200 多个典型产品模型以及动态图纸库,囊括从草图到成品的整个过程中图纸的演变情况,工程案例库收录了 50 多个不同行业的真实项目,软件教程库则覆盖 AutoCAD、SolidWorks 等主流软件的进阶操作内容。开发交互式智能学习资源,把 CAD 操作分解成可视化的步骤进行演示,在每个步骤中嵌入知识点讲解、操作提示以及常见错误预警,学生可借助拖拽、缩放等交互操作来加深对知识的理解,然后搭建云端协同教学平台,实现资源存储、在线学习、实时互动以及成果展示全流程的数字化。该平台设置虚拟实验室模块,可提供云端

CAD 软件服务, 这样学生不用在本地安装软件就能完成复杂建模任务。还开设在线设计工坊, 支持多人同时协作完成同一份图纸设计, 系统会自动记录每个人的操作轨迹和贡献度, 与行业协会、企业共同建立资源联盟, 引入企业级设计软件授权、最新的行业标准数据库以及真实项目素材, 比如和机械制造企业合作开发的智能装备数字化设计资源。

4.4 教学评价体系创新

教学评价体系创新要构建一种综合评价机制, 这种机制以过程为导向、具有多维立体特点且借助技术赋能, 需建立一个“三维度五等级”的评价指标体系, 其中知识维度包含制图规范、软件操作等基础内容, 技能维度有三维建模、方案优化等应用能力, 创新维度着重于设计创意、问题解决等高阶素养, 并且每个维度都划分成入门、掌握、熟练、精通、创新五个等级。采用“三段式”形成性评价, 课前借助在线测试来评估学生对基础知识的掌握程度, 课中依据操作记录分析软件应用的熟练程度, 课后依靠项目成果评价综合设计能力, 这三者的占比分别为 30%、40%、30%, 引入智能评价技术来提升评价的精准度, 运用图像识别算法自动检测图纸的尺寸标注规范性、公差合理性等指标, 借助大数据分析识别学生在空间想象、结构设计等薄弱环节, 生成个性化能力诊断报告。建立“多元主体参与”的评价机制, 除了教师评价之外, 增加学生自评、小组互评以及企业评价, 设置动态评价反馈系统, 学生完成每次评价后可即时获取详细的改进建议, 比如“三维建模中需加强对称结构的参数化设计”“装配图中应补充零件配合关系说明”等, 定期举办数字化设计成果展评会, 邀请企业 HR 和技术专家参与评审, 将优秀作品纳入学生作品集, 作为就业推荐的关键依据, 以此实现评价与职业发展的有效衔接。

表 2 教学评价体系

项目	内容
评价指标体系	三维度(知识、技能、创新), 各分五等级(入门至创新)
形成性评价(三段式)	课前在线测基础(30%), 课中分析操作熟练度(40%), 课后评项目成果(30%)
智能评价技术	图像识别查图纸规范, 大数据找薄弱点, 生成个性化报告
多元评价机制	教师、学生自评、小组互评、企业参与; 动态反馈改进建议
成果应用	举办展评会, 优秀作品入作品集, 助力就业推荐

5 结语

在数字化背景之下, 工程制图以及 CAD 教学模式的创新成为一种必然趋势, 对传统教学所存在的局限与挑战展开剖析之后, 从内容、方法、资源以及评价体系等多个方面提出的创新策略, 可有效地缩小教学和行业需求之间的差距, 这些策略对于培养学生的综合设计与创新能力有所帮助, 使其可适应数字化时代对于工程人才提出的要求。

参考文献

- [1] 王娟,陈庆顺,杨小利. 工程制图课程数字化教学改革研究[J]. 造纸装备及材料, 2025, 54(04): 201-203.
- [2] 周文婷,潘萍萍,王石,等. 结合“数字化设计与制造”的工程制图实践课程教学改革研究[J]. 沈阳工程学院学报(社会科学版), 2025, 21(01): 140-144.
- [3] 黄坤. 互联网时代工程制图数字化教学模式探究[J]. 中国管理信息化, 2023, 26(20): 212-214.
- [4] 李献丽,侯舟波. “互联网+”背景下工程制图数字化教学模式的研究[J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(15): 109-111.