

数字化转型背景下《工程制图》课程的工程化改革实践与探索

李 宏

攀枝花学院钒钛学院, 四川 攀枝花

收稿日期: 2025年10月26日; 录用日期: 2025年11月25日; 发布日期: 2025年12月2日

摘 要

随着全球数字化转型的深度推进, 高等工程教育面临课程体系革新与人才培养模式升级的双重需求。《工程制图》作为工科专业核心基础课程, 其传统“理论讲授 + 手绘练习”的教学模式已难以适配新时代工程人才对数字化工具应用、工程实践能力及创新思维的培养要求。文章以攀枝花学院钒钛学院《工程制图》课程改革为实践案例, 围绕“提升师生数字素养”、“强化教育技术应用”、“构建以学生为中心的教学模式”三大核心目标, 系统探索数字化转型背景下课程工程化改革路径。通过整合虚拟仿真资源、创新项目驱动教学模式、优化多元评价体系, 结合工程教育专业认证标准, 实现课程与钒钛行业实际需求的深度衔接。实践表明, 改革后学生课程满意度提升25%, 学科竞赛实现在该领域国家级奖项的突破, 教师数字化教学能力显著增强, 为同类工科课程的数字化改革提供了可复制、可推广的实践经验。

关键词

数字化转型, 《工程制图》, 工程化改革, 数字素养, 以学生为中心, 工程教育专业认证

Practice and Exploration of Engineering-Oriented Reform in the Course of “Engineering Drawing” under the Background of Digital Transformation

Hong Li

School of Vanadium and Titanium, Panzhihua University, Panzhihua Sichuan

Received: October 26, 2025; accepted: November 25, 2025; published: December 2, 2025

文章引用: 李宏. 数字化转型背景下《工程制图》课程的工程化改革实践与探索[J]. 教育进展, 2025, 15(12): 30-37.
DOI: 10.12677/ae.2025.15122242

Abstract

With the deep advancement of global digital transformation, higher engineering education faces dual demands for curriculum system innovation and talent cultivation model upgrading. As a core foundational course for engineering disciplines, the traditional “theoretical lecture + manual drawing practice” teaching model of “Engineering Drawing” has become inadequate to meet the cultivation requirements of modern engineering talents for digital tool application, engineering practice capabilities, and innovative thinking. Taking the “Engineering Drawing” course reform at Panzhihua University’s Vanadium-Titanium College as a practical case, this paper systematically explores the engineering-oriented reform path under the background of digital transformation, focusing on three core objectives: “enhancing digital literacy among teachers and students,” “strengthening the application of educational technology,” and “constructing a student-centered teaching model.” By integrating virtual simulation resources, innovating project-driven teaching methods, and optimizing a diversified evaluation system, the reform aligns the course closely with the practical needs of the vanadium-titanium industry while adhering to engineering education accreditation standards. The results demonstrate that post-reform student satisfaction increased by 25%, the course achieved breakthroughs in national-level discipline competitions, and teachers’ digital teaching capabilities significantly improved. This study provides replicable and scalable practical experience for digital reforms in similar engineering courses.

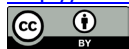
Keywords

Digital Transformation, “Engineering Drawing”, Engineering-Oriented Reform, Digital Literacy, Student-Centered, Engineering Education Accreditation

Copyright © 2025 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

在数字技术与制造业深度融合的浪潮中，《中国制造 2025》对工程技术人才的数字化能力、工程实践能力及创新能力提出更高要求[1]。《工程制图》作为工科专业的核心基础课程，是培养学生空间想象、工程图纸解读与绘制能力的关键载体，其教学质量直接影响后续专业学习与工程实践能力养成。然而，传统教学存在显著短板：教学内容与行业需求脱节，多聚焦通用制图知识，缺乏钒钛冶金、高端装备制造等特定领域的针对性讲解；教学手段单一，依赖黑板板书与静态课件，难以直观呈现复杂零部件的三维结构与装配关系；评价方式固化，以期末考试为主，忽视对学生数字化工具应用与工程问题解决能力的考核[2]-[5]。

与此同时，工程教育专业认证所强调的“以学生为中心、以成果为导向、持续改进”理念，要求课程设置必须对接毕业要求，聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[3]。在此背景下，借助数字化技术重构《工程制图》课程体系，实现“数字化工具赋能 + 工程化实践落地”的双重突破，成为高等工科院校课程改革的重要课题[6]。

成果导向教育(OBE)以“预期学习成果”为核心，通过反向设计课程体系、教学内容与评价方式，确保各教学环节均服务于能力目标达成，并依托持续改进机制动态优化教学；CDIO 工程教育理念则以“构思 - 设计 - 实现 - 运行”的工程全生命周期为载体，强调通过真实工程任务驱动，实现工程知识、实践

技能与创新思维的整合培养[7]-[9]。本研究以攀枝花学院钒钛学院 2024 级《工程制图》课程改革为实践载体,将两大理论深度融入教学模式:一方面,对接 OBE 理论,以钒钛行业对工程制图的核心能力需求(如钒钛零件图纸解读、数字化工具应用)为预期成果,反向设计“钒钛行业制图专题”教学内容与“钒钛零件数字化资源库”,并通过多维度评价与反馈实现持续改进;另一方面,融入 CDIO 理念,以“钒钛零件数字化制图”真实项目为驱动,引导学生完成从零件需求构思、三维建模设计,到 3D 打印实现、虚拟生产运行的全流程实践,在闭环教学中培养综合工程能力。本文从资源建设、教学模式、评价体系三方面展开改革探索,为工程教育数字化转型提供实践参考。

2. 研究目的与意义

2.1. 研究目的

本研究聚焦数字化转型与工程教育专业认证双重背景,以《工程制图》课程为研究对象,旨在实现三大目标:

提升师生数字素养:通过数字化工具培训(如 CAD/AutoCAD 高级应用、SolidWorks 三维建模、虚拟仿真软件操作)与资源应用,弥补教师数字化教学技能短板,培养学生利用数字技术获取知识、解决工程问题的能力;

强化教育技术工程化应用:整合虚拟仿真、在线学习平台等数字化资源,构建“理论 + 仿真 + 实践”的工程化教学体系,使教学内容对接钒钛行业实际需求,满足工程教育专业认证对“现代工具应用能力”、“工程实践能力”的要求;

构建以学生为中心的教学模式:依托学习通、在线绘图平台等工具,实现“课前自主学习 + 课中互动实践 + 课后拓展提升”的闭环教学,激发学生学习主动性,培养其创新思维与团队协作能力[5]-[9]。

2.2. 研究意义

2.2.1. 理论意义

本研究丰富了“数字化技术与工程教育融合”的理论体系:一方面,突破传统《工程制图》课程“重理论、轻实践”的研究范式,建立“数字化资源 - 工程化实践 - 能力化评价”的课程改革框架;另一方面,探索“行业特色 + 课程改革”的融合路径,为特定领域(如钒钛冶金)工科课程的数字化改革提供理论支撑,填补现有研究中“通用课程改革多、行业特色课程改革少”的空白。

2.2.2. 实践意义

从实践层面看,本研究的价值体现在三方面:

对学生:通过工程化项目实践(如钒钛冶炼相关设备零件绘图、虚拟装配仿真)与学科竞赛参与,提升学生数字化绘图能力与工程问题解决能力,增强其就业竞争力;

对教师:通过数字化教学能力培训与行业企业调研,打造“数字化 + 工程化”双能型教学团队,推动教师从“知识传授者”向“工程实践引导者”转型;

对院校:形成可推广的《工程制图》课程数字化改革方案,为工程教育专业认证提供课程层面的实践案例,助力院校实现“以认证促改革、以改革提质量”的发展目标。

3. 研究内容与方法

本研究采用“理论分析 - 资源建设 - 实践验证 - 总结优化”的研究路径,结合文献研究法、行动研究法、案例分析法,从数字化资源建设、教学模式创新、教师能力提升三方面展开改革实践。

3.1. 数字化教学资源的工程化建设

数字化资源是课程改革的基础支撑。本研究围绕“钒钛行业特色 + 工程化实践需求”，构建“三类资源库”，实现教学资源与行业需求的深度对接：

3.1.1. 虚拟仿真资源库

联合攀枝花本地钒钛企业，开发“钒钛设备制图虚拟仿真模块”，包含三大子模块：

零件绘图仿真：基于 SolidWorks 构建钛合金板材加工件、钒电池极板等典型钒钛零件的三维模型，学生可通过虚拟操作完成“二维草图绘制 - 三维建模 - 工程图转化”的全流程练习，直观理解复杂零件的结构特征；

装配仿真：模拟钒钛冶金设备(如高炉热风炉、钛白粉生产反应釜)的装配过程，学生通过虚拟拆解与装配，掌握工程图纸中“装配关系标注”、“公差配合要求”的实际应用；

故障诊断仿真：设置钒钛设备图纸常见错误(如尺寸标注缺失、形位公差值不合理)的虚拟场景，学生通过“图纸找茬”、“错误修正”，提升工程图纸解读与质量把控能力。

3.1.2. 在线学习资源库

依托中国大学 MOOC、学习通平台，整合“基础 + 进阶 + 特色”三类在线资源：

基础资源：筛选优质《工程制图》微课视频(CAD 基础操作、投影原理讲解)、电子教材与习题集，满足学生课前自主学习需求；

进阶资源：开发“数字化绘图技巧”专题课程(CAD 快捷键应用、三维建模高效方法)，帮助学生提升数字化工具应用效率；

特色资源：上传攀枝花钒钛企业真实工程图纸(钛阳极零件图、钒渣处理设备装配图)、企业工程师专题讲座视频，使学生了解行业最新制图标准与实践需求。

3.1.3. 在线练习与评价资源库

搭建“《工程制图》数字化练习平台”，嵌入三类练习任务：

基础练习：自动生成二维草图、三视图补画等基础题目，支持学生实时作答与系统自动批改；

工程化练习：设置“钒钛零件绘图任务”(给定钛合金零件参数，完成二维工程图绘制)，学生提交作品后，教师可在线批注、评分，并生成班级错题分析报告；

竞赛备赛练习：整理“中国大学生机械工程创新创意大赛”历年真题，提供仿真竞赛环境，助力学生备赛。

3.2. 工程化教学模式创新

基于以学生为中心的理念，本研究构建“四段式”工程化教学模式，实现“理论学习 - 数字仿真 - 工程实践 - 创新拓展”的循序渐进。

3.2.1. 课前：自主学习与任务驱动

教师通过学习通发布“预习任务包”，包含：

知识预习：在线微课视频(如“三视图投影原理”)、电子教材章节，学生完成预习后需提交“知识点疑问清单”；

数字工具预习：简单的 CAD 操作任务(如“绘制矩形并标注尺寸”)，学生上传操作截图，教师提前掌握学生工具应用基础；

工程任务预告：发布下次课的工程化任务(如“钛合金板材零件绘图”)，明确任务要求与评价标准，

引导学生提前查阅钒钛行业相关资料。

3.2.2. 课中：互动实践与工程化探究

课堂教学采用“15 分钟理论精讲 + 30 分钟仿真实践 + 20 分钟小组研讨”的时间分配，聚焦工程化能力培养：

理论精讲：针对学生预习中的疑问，结合钒钛企业案例讲解核心知识点(如“钒钛零件的公差标注要求”);

仿真实践：学生通过虚拟仿真平台完成工程化任务(如“钛电池极板三维建模”)，教师实时巡视，针对学生操作问题进行一对一指导；

小组研讨：以 4~5 人为一组，围绕“钒钛设备图纸优化方案”展开讨论(如“如何改进反应釜零件图纸，提升装配效率”)，每组推选代表分享成果，教师与企业工程师(线上参与)共同点评。

3.2.3. 课后：拓展实践与反馈优化

拓展任务：布置“工程化拓展作业”，如“基于钒钛冶炼设备图纸，完成三维装配仿真并生成优化建议报告”，学生通过在线平台提交作品；

反馈优化：教师结合平台数据(如作业完成率、正确率)与学生反馈，调整下次课的教学内容与节奏；同时，建立“学生反馈 - 教师改进”的闭环机制，每两周开展一次线上问卷调研，收集学生对教学资源、教学方法的意见。

3.2.4. 竞赛：成果转化与能力提升

建立“课程学习 - 竞赛备赛 - 成果输出”的衔接机制：

选拔机制：从在校学生中筛选数字化绘图能力强、创新意识足的学生，组建学科竞赛备赛小组；

专项指导：安排教师每周开展 1 次竞赛辅导，结合钒钛行业特色设计备赛题目(如“钒钛冶金设备创新设计与绘图”)，训练学生“工程问题分析 - 图纸设计 - 方案陈述”的综合能力；

成果转化：将竞赛中的优秀作品(如创新型钒钛零件图纸)纳入课程案例库，实现“以赛促学、以赛促教”。

3.3. 教师数字能力与工程化教学能力提升

教师是课程改革的实施主体，其数字素养与工程化教学能力直接影响改革成效。本研究通过“培训 + 调研 + 实践”三维模式，提升教师综合能力。

3.3.1. 数字化教学能力培训

内部培训：每学期开展 2 次数字化工具实操培训，邀请校内相关专家主讲“CAD 高级功能应用”、“虚拟仿真软件开发”、“在线平台数据统计与分析”等内容，培训后通过“实操考核 + 教学案例设计”检验效果；

外部交流：选派 1~2 名骨干教师参加全国性“工程制图数字化教学研讨会”(如 2024 中国机械工程学会年会)与“工程教育专业认证与专业课程建设”专题研讨会，学习西南科技大学、昆明理工大学等同类院校的改革经验，形成学习报告并在教研组内分享。

3.3.2. 行业调研与实践

组织教师赴攀枝花钒钛企业开展调研，具体内容包括：

需求调研：与企业工程师座谈，了解钒钛行业对《工程制图》课程的能力需求(如“数字化绘图标准”、“设备图纸解读重点”)；

资源收集：收集企业真实工程图纸、生产工艺文件，为课程资源建设提供素材；

实践体验：安排教师参与企业短期实践(如“钒钛设备图纸审核”)，提升工程实践能力，确保教学内容与行业实际接轨。

3.3.3. 教学实践与反思

教师每学期至少使用 1 项新数字化资源(如虚拟仿真模块、在线练习平台)开展教学，并完成“教学反思报告”，内容包括：

数字化资源的应用效果(如学生参与度、学习成绩变化)；工程化教学任务的实施难点及改进措施；后续教学优化方向等。

4. 实践案例与改革成效

本研究以攀枝花学院钒钛学院 2024 级《工程制图》课程为实践对象，共覆盖冶金工程、材料成型及控制工程、新能源材料与器件、新能源科学与工程等专业，共计 300 名学生、4 名授课教师，改革周期为 2024 年 9 月至 2025 年 7 月。通过“资源建设 - 模式创新 - 能力提升”的系统改革，取得显著成效。

4.1. 学生课程满意度与学习主动性提高

问卷星平台问卷调查(回收有效问卷 288 份)显示：改革后学生对《工程制图》课程的满意度从改革前的 65%提升至 90%，其中“对数字化资源实用性的满意度”达 92%，“对工程化任务趣味性的满意度”达 88%。同时，学生课前自主学习率(如微课视频观看率、预习任务完成率)从改革前的 45%提升至 82%，课堂互动参与度(如小组研讨发言、仿真实践操作)提升 50%，表明以学生为中心的教学模式有效激发了学生的学习主动性。

4.2. 学生数字化能力与工程实践能力增强

从考核数据来看：改革后学生数字化工具操作考核(如 CAD 绘图速度、SolidWorks 建模质量)的平均分从 65 分提升至 78 分，合格率达 100%。在“2025 年铸造工艺设计赛全国总决赛”中，学生获国家级二等奖 1 项，国家级三等奖 3 项，实现学校在该领域国家级竞赛的突破。

5. 结论与展望

5.1. 研究结论

本研究以攀枝花学院钒钛学院《工程制图》课程为实践载体，探索数字化转型背景下课程的工程化改革路径，得出以下结论：

数字化资源是改革的基础：整合“虚拟仿真 + 在线学习 + 练习评价”三类数字化资源，能够有效解决传统教学中“抽象知识难理解、工程实践难落地”的问题，实现教学内容与钒钛行业需求的深度对接；

工程化教学模式是核心：构建“课前自主学习 + 课中互动实践 + 课后拓展提升 + 竞赛成果转化”的四段式教学模式，能够激发学生学习主动性，培养其数字化能力与工程实践能力，符合以学生为中心的工程教育理念；

教师能力提升是关键：通过“培训 + 调研 + 实践”的三维模式提升教师数字素养与工程化教学能力，能够为课程改革提供持续动力，实现“教师转型 - 课程升级 - 学生受益”的闭环。

5.2. 未来展望

尽管本研究取得阶段性成效，但仍存在可优化空间。未来将从三方面深化改革，进一步推动《工程

制图》课程与数字化转型、工程教育认证的深度融合。

5.2.1. 引入人工智能(AI)辅助教学, 实现个性化学习精准赋能

当前课程数字化资源已具备“基础练习自动批改”、“学习数据统计”等功能,但在“个性化学习路径规划”、“精准问题诊断”方面仍有不足。未来将联合教育技术企业,开发 AI 辅助教学模块:

AI 学情分析: 基于学生在线练习数据(如答题时长、错误类型、工具操作轨迹),构建“学生能力画像”,自动识别学生在“空间想象”、“数字化绘图”、“工程案例分析”等维度的薄弱环节,生成个性化学习建议(如“推荐学习‘三维建模复杂结构拆解’微课”、“加强‘形位公差标注’练习”);

AI 虚拟助教: 开发智能问答机器人,集成《工程制图》核心知识点(如投影规律、制图标准)、数字化工具操作指南(如 CAD 常见问题解决方案),支持学生 24 小时在线咨询,实时解答学习疑问;

AI 创新辅助: 在工程化项目实践中,引入 AI 设计辅助工具,如基于钎钎零件特征的“参数化建模推荐系统”,为学生提供零件结构优化建议,引导学生从“图纸绘制者”向“工程创新者”转型。

5.2.2. 深化跨学科融合, 构建“工程制图+”课程体系

《工程制图》作为工科基础课程,其应用场景覆盖机械、材料、冶金、自动化等多个领域。未来将打破学科壁垒,构建“工程制图+”跨学科课程模块:

“工程制图 + 钎钎材料”模块: 联合材料专业教师,开发“钎钎合金零件热处理工艺与制图标注”专题内容,使学生理解“材料性能对图纸公差要求的影响”(如钎钎合金高温变形特性对装配间隙标注的要求);

“工程制图 + 智能制造”模块: 结合自动化专业“工业机器人”、“CAD/CAM 集成技术”课程,增加“机器人抓取零件图纸设计”、“3D 打印模型工程图转化”等实践任务,对接智能制造领域对“数字化图纸与生产流程衔接”的需求;

跨学科项目实践: 组织机械、材料、自动化专业学生组建跨学科团队,开展“钎钎智能装备数字化设计”项目,从“需求分析 - 图纸设计 - 仿真验证 - 生产对接”全流程完成项目,培养学生跨学科协作与系统工程思维。

5.2.3. 推动产教深度融合, 建立“企业 - 院校”协同育人长效机制

现有改革虽已引入企业资源(如真实图纸、工程师点评),但在“企业参与课程设计、实践评价”方面仍需加强。未来将从两方面完善产教融合机制:

企业参与课程标准制定: 邀请企业的工程技术专家加入课程建设委员会,共同修订《工程制图》课程标准,将行业最新制图标准(如钎钎设备数字化孪生建模要求)、企业岗位能力需求(如工程图纸审核能力)纳入课程目标;

企业参与教学评价: 在课程考核中引入“企业评价环节”,如学生完成的“钎钎零件绘图项目”需经企业工程师审核打分,评价结果纳入课程总成绩,确保学生能力培养与企业岗位需求无缝对接。

5.2.4. 应对挑战与策略

在深化改革过程中,需重点关注并解决以下挑战:

技术迭代挑战: 数字化工具(如虚拟仿真软件、AI 教学系统)更新速度快,需建立“教师技术跟踪与培训机制”,每学期开展 1 次数字化技术前沿讲座,选派教师参与企业技术培训,确保教学技术与行业同步;

资源维护挑战: 跨学科资源、AI 辅助模块的开发与维护需持续投入,计划申请“四川省本科高校课程思政示范项目”、“校级数字化教学改革专项基金”,保障资源迭代资金;

学生适应挑战: AI 辅助教学、跨学科项目对学生自主学习能力要求较高,将通过“分层教学”(为基

基础薄弱学生提供基础技能强化辅导)、“项目导师制”(为跨学科项目配备企业 + 院校双导师),帮助学生逐步适应改革要求。

基金项目

攀枝花学院 2024 年度校级人才培养和教学改革项目:数字化转型和专业认证视域下“以学生为中心”教育教学方法研究——以《工程制图》课程为例(项目编号: JJ24052)。

参考文献

- [1] 国务院. 中国制造 2025[Z]. 2015.
- [2] 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.
- [3] 光明日报. 加快数字化转型推动教育高质量发展[N]. 2024-03-15(05).
- [4] 教育部. 教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[Z]. 2018.
- [5] 周美蕾, 邢译. 数字化转型背景下开放教育高质量发展路径研究[J]. 中国多媒体与网络教学学报(中旬刊), 2024(1): 149-152.
- [6] 中国工程教育专业认证协会. 工程教育专业认证标准(2024 版) [S]. 北京: 高等教育出版社, 2024.
- [7] 陶书竹. 信息化背景下以“学生为中心”的教学模式探究——以“工程制图”课程为例[J]. 中国新通信, 2023, 25(22): 143-145.
- [8] 张平生, 鲁宇明, 徐卫平. 虚拟现实技术在工程制图课程教学中的应用[J]. 机械工程师, 2025(6): 6-9.
- [9] Chen, X. and Li, Y. (2024) Application of Digital Technology in Engineering Graphics Teaching under the Background of Digital Transformation. *Journal of Engineering Education*, **113**, 89-102.