

数智化背景下《土木工程制图》课程教学改革探讨

杨芮^{1,2}

1. 北京交通大学城市地下工程教育部重点实验室, 北京 100044

2. 北京交通大学土木建筑工程学院, 北京 100044

DOI:10.61369/EIR.2025030032

摘要：随着建筑信息模型（BIM）、数字孪生、人工智能等技术在土木工程领域的广泛应用，工程教育正加速迈入数智化发展新阶段。《土木工程制图》作为土木类专业的核心基础课程，亟需在教学方式、课程内容、教学支持和评价机制等方面实现系统性变革，以回应智能建造背景下对高素质工程人才的培养需求。

关键词：土木工程制图数智化教学；课程改革；空间思维；智能化评价

Teaching Reform Discussion of "Civil Engineering Drawing" Course in the Context of Digital Intelligence

Yang Rui^{1,2}

1. Key Laboratory of Urban Underground Engineering, Ministry of Education, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044

2. School of Civil Engineering and Architecture, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044

Abstract：With the widespread application of technologies such as Building Information Modeling (BIM), digital twins, and artificial intelligence in the field of civil engineering, engineering education is accelerating into a new stage of digital intelligence development. As a core basic course for civil engineering majors, "Civil Engineering Drawing" urgently needs systematic changes in teaching methods, course content, teaching support, and evaluation mechanisms to respond to the demand for high-quality engineering talent cultivation in the context of intelligent construction.

Keywords：digitally intelligent teaching of civil engineering drawings; curriculum reform; spatial thinking; intelligent evaluation

引言

《药品生产质量管理规范》（Good Manufacture Practice, 简称 GMP）是药品生产和质量管理的基本准则，是确保药品质量符合预定用途和注册要求的重要规范。生物制药企业的产品质量直接关系到公众的生命健康和安

一、《土木工程制图》课程现状

《土木工程制图》在土木工程人才培养体系中具有不可替代的基础性和支撑性作用。然而，当前高校在工程制图教学中普遍面临一些共性问题，这些问题在一定程度上影响了教学效果和学生能力的提升。

（一）教学方式偏传统，课堂互动性与灵活性不足

《土木工程制图》课程目前普遍采用以 PPT 讲解为主的教学方式，辅以板书补充和课后作业训练。PPT 讲解在信息呈现上较为集中，便于教师控制课堂节奏与知识覆盖面，也有助于学

生梳理基本知识点。然而，静态展示和讲授为核心的教学方式，与课程对图形建构过程、空间关系演绎和动手操作的高要求之间存在明显张力。图纸的构成过程本质上是认知建构过程，要求学生

与技能沉淀。

（二）教学内容滞后于行业发展，难以契合智能化背景下青年人才培养需求

当前《土木工程制图》课程的教学内容依然以传统的二维图形绘制与制图规范讲解为主，内容体系相对固化，缺乏动态更新与跨界融合，难以适应智能建造、数字孪生、建筑信息建模（BIM）等新技术背景下图学能力的复合化发展需求。在课程内容设计方面，仍停留在强调图纸输出准确性与标准性的基本层面，侧重于“规范教学”与“图样训练”，而对图学背后的空间思维建构、工程语义传达以及信息模型驱动表达等高阶能力的培育关注不足。课程内容与土木工程专业后续核心课程之间衔接不足，未能有效体现图学知识在结构设计、施工组织、数字建造等环节中的基础支撑作用，学生难以在真实工程语境中理解图纸的应用价值与逻辑内核，进而制约了图学能力向工程能力的有效转化。

（三）制图教学中空间思维差异的应对策略尚不完善

学生在空间思维能力方面的个体差异，已成为影响《土木工程制图》等基础课程教学成效的重要因素。这类差异不仅体现在学生对三维结构的认知深度和图形转换能力上，还与其中学阶段空间几何训练的充分性、思维方式的差异以及早期工程认知经验密切相关，甚至受到成长环境中空间感知启蒙程度的影响。这些差异直接影响学生对空间构造关系的理解能力、对视图表达规律的掌握程度，以及在面对复杂图形构建任务时的自信心与解决策略。一旦缺乏有效引导与个性化支持，部分学生在学习初期容易出现“看不懂、画不清、理不顺”的认知障碍，进而产生学习焦虑与成就感缺失的负面循环。

（四）教学评价机制滞后：评价范式与课程特性的结构性错位

相较于常规理论课程，《土木工程制图》的作业评价面临显著的技术性挑战与范式差异。课程既是空间逻辑训练的载体，需严格遵循国家制图标准，又是工程语言表达的基本形式，承担着传递设计信息与工程意图的任务。这一特质使得评价过程复杂多维。不同于数学、力学等标准答案导向课程，制图作业以图形表达为核心，学生错误具高关联性、隐蔽性，评价既需遵守规范，又要判断逻辑合理性与表达准确性。教师批改过程类似“全息解码”：既要反推构图路径，验证空间逻辑，又要逐项对照国家标准，检查图线、标注、符号规范性，难以简单判断对错。更严峻的是，当前制图作业反馈效率存在结构性缺陷。传统手工批改导致反馈滞后，错失最佳认知矫正时机。空间构造类错误难以用文字批注传达，学生常“知错但不知错因”。因此，亟需引入智能辅助批改工具，优化过程评价体系，构建科学、及时、具指导价值的教学反馈机制。

二、数智化驱动下《土木工程制图》课程路径探索与改进策略

（一）改革教学方式，提升课堂互动性与灵活性

在教学模式上，应积极推动以学生为中心的转变，借助翻转

课堂、项目驱动和探究式学习等多样化教学手段，促进学生的主动学习和深度思考。通过数字化资源，学生可在课前完成基础理论学习，将课堂时间用于分析典型工程案例、进行小组讨论和实操训练，强化知识的应用与空间构造的理解。此外，现代信息技术的广泛应用为教学互动提供了技术支撑。交互式电子白板、在线答题与反馈系统、虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术的引入，不仅丰富了教学手段，还提升了教学的直观性和趣味性，帮助学生更好地感知复杂的三维空间结构。虚拟仿真软件为学生提供了一个虚拟的制图环境，学生可以在其中进行反复练习。例如，使用三维建模软件绘制物体的三维模型，并通过软件的自动投影功能生成二维视图。这种互动式的学习方式能够提高学生的学习积极性和参与度。同时，虚拟仿真软件还可以设置交互式任务，进一步增强学生的实践能力。

教师教学能力的提升是保证教学方式改革有效实施的关键。借鉴北京交通大学构建的基于BOPPPS教学模型的多维度教师培训体系，通过高强度微格演练和同侪互评，提升教师设计互动课堂和应用智能教学工具的能力，使教师能够灵活组织课堂，激发学生参与热情，实现教学过程的科学化和高效化。

通过教学方式的多元创新和智能化工具的深度融合，课堂互动性与灵活性显著增强，有效促进学生空间思维的培养和工程实践能力的提升。

（二）更新教学内容，契合智能化背景下人才培养需求

《土木工程制图》作为土木类专业的重要基础课程，教学内容亟需与时俱进，系统更新，以契合智能化背景下对工程人才的新要求。课程更新应围绕空间思维能力与数字素养的双重提升展开。应在保持对投影原理和制图规范讲授的基础上，强化空间结构表达与三维建构逻辑的训练，帮助学生建立立体认知体系，为后续BIM课程与数字设计奠定基础。课程可适度引入数字孪生、无人机测绘、信息集成等工程数字化技术的基本概念，提升学生对智能建造全流程的认知广度。配套更新国家与行业最新制图标准，强化对图纸规范性与工程语义传达的训练，确保学生所学技能贴近实际工程需求。为增强课程的工程关联性与实战导向，可引入结构、岩土、交通等相关专业的典型工程案例，开展跨学科的制图训练，提升学生的系统表达与协同能力。同时，融入绿色建筑与可持续发展理念，引导学生在制图过程中关注资源节约、生态环境与工程伦理，助力塑造具有时代责任感的土木工程人才。

《土木工程制图》课程的内容更新应以数字工具应用、空间认知拓展与工程实践导向为核心，构建基础稳固、前沿适应、多维融合的教学体系。通过动态、精准的内容设计，全面提升学生的制图能力、数字思维与工程适应力，为智能建造背景下的高素质人才培养提供坚实支撑。

（三）针对空间思维差异，构建分层教学与支持体系

针对学生空间思维能力差异显著的现状，应构建适应性更强、反馈机制更完善的分层次教学与支持体系，已成为提升课程公平性与有效性的关键举措。

在教学设计上，应依据学生空间认知能力的基础水平与学习

反馈表现，将教学内容分为基础引导、能力强化与拓展提升三个层级，实现“从理解到表达”的螺旋式进阶。基础引导阶段以正投影原理、基本几何体表达与制图规范为重点，结合图形拆解演示、实体模型辅助教学等手段，帮助认知起点较低的学生建立直观理解。能力强化阶段通过复杂组合体的多视图表达训练，引导学生进行空间结构构建与投影逻辑推理，提升其综合绘图能力。同时，应强化智能化教学工具的引入与精准化教学支持的构建。通过三维可视化模型、动态交互投影系统、虚拟仿真平台等手段，将抽象图形的构造过程动态化、可视化，降低学生的理解门槛，提升认知效率。结合智能作业批改系统与学习数据分析平台，实现学习过程的实时追踪与个性化干预，为空间认知存在困难的学生提供差异化的辅助资源与答疑支持。此外，应鼓励生生互助机制建设。通过小组合作、绘图演示汇报、错图诊断讲评等教学活动，构建良性的协作与反馈氛围，使学生在交流与碰撞中不断澄清认知误区、提升表达能力。教师层面也应加强空间可视化教学能力的培训，掌握针对空间思维差异的教学方法与工具使用策略，增强教学的适应性与包容性。

通过构建以“能力分层—任务递进—支持多元”为核心的教学体系，《土木工程制图》课程能够更有效地应对学生在空间认知方面的个体差异，实现教学过程的精准支持与学生能力的全面提升，为后续结构设计、建模分析等专业课程的学习打下坚实基础。

（四）创新教学评价机制，构建多维动态评价体系

针对当前教学评价机制滞后、反馈效度不足等问题，需推动《土木工程制图》课程评价模式的系统创新，构建更具发展性和适

应性的多维动态评价体系。

应基于人工智能与图像识别技术，引入智能评改工具，实现制图作业的自动识别与精准反馈，提高批改效率，缩短反馈周期。与此同时，评价体系需由终结性考核向全过程评价延伸，将学生在操作规范、空间推理和工程表达等方面的持续表现纳入考查范围，更全面反映学习过程中的能力发展。评价维度应涵盖图纸质量、技能运用、创新意识与团队协作等多个方面，构建综合性指标体系，体现技术性与综合素养的统一。在此基础上，强化评价结果的应用价值，将反馈结果与个性化教学支持、学习路径调整紧密结合，真正发挥评价在教学改进和学生成长中的引导作用。

通过构建以智能工具为支撑、过程发展为导向、综合素质为目标的的评价机制，进一步提升教学反馈的有效性和课程建设的科学性，为《土木工程制图》课程实现高质量教学提供有力支撑。

三、结论

《土木工程制图》作为土木类专业的重要基础课程，长期面临教学方式单一、内容更新滞后、评价反馈机制薄弱等问题，制约了学生空间思维能力与工程表达能力的系统培养。面向未来，需持续推进教学资源数字化转型，深化智能技术在教学过程中的应用，强化课程内容与工程实际、行业需求的动态对接。同时，应加强课程团队建设与教师能力提升，完善教学质量评估体系，推动《土木工程制图》课程实现内涵式发展，为土木工程专业拔尖创新人才的培养提供有力支撑。

参考文献

- [1] 李明升, 蔡凯武. 专业教育与创新创业教育融合路径研究——以《工程制图》课程为例 [J]. 江西科技师范大学学报, 2025, (01): 107-111.
- [2] 孙崇芳, 赵志强, 王光达, 等. 新工科背景下“工程制图与识图”课程思政教育实践探讨 [J]. 教育教学论坛, 2025, (06): 125-128.
- [3] 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.
- [4] 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, (09): 87-89. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202509029.
- [5] 唐咸远, 陈爱军. 融入 BIM 技术的交通运输工程专业工程制图课程教学改革研究 [J]. 大众科技, 2025, 27(01): 108-111+115.