

《图像处理与通信》课程教学改革研究与探索

廖杨喆¹ 王振杰¹ 夏思雨²

1. 武汉理工大学 信息工程学院, 中国·湖北 武汉 430070

2. 武汉理工大学 图书馆, 中国·湖北 武汉 430070

摘要: 随着电子信息与人工智能技术迭代,《图像处理与通信》课程内容滞后与授课方法固化问题日益凸显,已难以满足“新工科”背景下对学生创新能力的培养要求。本文针对这些问题,设计了线上线下融合的混合式教学改革方案,重构了课程内容、教学组织与考核评价体系。实测数据显示,教革在教学各环节均取得了可量化的质效提升。

关键词: 图像处理与通信; 课程改革; 混合式教学模式; 教学实践

Research and exploration on teaching reform of "image processing and communications"

Liao Yangzhe¹, Wang Zhenjie¹, Xia Siyu²

1. School of Information Engineering, Wuhan University of Technology, China Hubei Wuhan 430070

2. Library, Wuhan University of Technology, China Hubei Wuhan 430070

Abstract: With the rapid advancement of next-generation information and communication technologies and artificial intelligence, "Image Processing and Communication" needs to address teaching bottlenecks, such as outdated content and rigid teaching methods, which are essential to satisfy the demands of engineering education. This paper proposes a novel educational reform paradigm centered on an "intelligent+blended" approach. By implementing a blended teaching pathway that deeply integrates online and offline learning, it constructs a multi-dimensional and collaborative educational ecology. The results demonstrates that the proposed teaching paradigm empowers the entire educational process and effectively enhances teaching quality.

Keywords: Image processing and communications; Course reform; Blended teaching mode; Teaching practice

0 引言

随着新工科建设的持续推进与高等教育数字化转型的不断深入,如何提升学生实践能力和数字素养已成为当前亟待解决的热点问题^[1-2]。《图像处理与通信》课程包含 5G 通信、人工智能等前沿领域,但当前面临着教学内容滞后、授课模式固化、评价体系单一、学情监测缺失、培养目标达成度不足等问题^[3-4]。本研究以“学生中心、AI 辅助、目标导向”为指引,依托理工智课平台,构建了“内容重构—模式创新—评价改革—智能赋能”的教学改革路径,旨在为电子信息类专业核心课程教学改革与实践提供切实可行的创新范式。

1 问题提出

随着全世界算力资源的不断增长,越来越多的国家开始重视人工智能技术、通信技术、计算机技术在高等教育中的应用^[5-6]。以我国为例,教育部办公厅、中国工程教育专业认证协会等主管部门、行业学会等陆续出台了《中国教育现代化 2035》《工程教育认证标准(2024 版)》等文件,指导教师采用人工智能平台用于辅助教学,并逐步构建集成化、智能化、国际化的授课模式^[7]。

《数字图像处理与通信》对本科生创新与实践能力的

培养起着至关重要的作用^[8]。然而,随着技术的快速发展,传统的学科教学内容、方法与手段已无法有效帮助学生及时获取和掌握这一领域的前沿技术。如何使用信息化手段提升教学质效,是当前面临的主要挑战。

1.1 教学内容滞后

受教材内容更新周期长、教师固有知识体系更新不及时、配套工程实践不足等制约,课程知识体系与行业发展存在脱节^[9]。教学环节存在重理论、轻实践,忽略了对理论知识所对应的工程应用场景的讲解^[10]。如果仅围绕教学大纲和教材展开授课,会导致大量陈旧知识的堆砌,难以保障教学效果。

1.2 教学模式固化

课堂教学采用“以教师为中心”的授课模式,学生主动学习的空间被大幅压缩,团队协作、案例研讨及工程实践等环节缺失。学生只能机械记忆知识点,难以完成对专业知识的理解与内化吸收^[11]。以核心知识点傅里叶变换为例,大多数学生仅停留记忆公式推导过程,对如何在 MATLAB 软件中进行仿真验证束手无策^[12]。

1.3 评价体系维度单一

课程考核采用闭卷考试,考核学生对基础理论、公式

的掌握,忽略了对学生知识综合运用、工程实践与团队协作的考核^[13]。此外,评价体系缺乏覆盖学习全周期的过程性监测,教师无法及时获取学习进度与掌握程度等信息,无法动态调整教学策略^[14]。学生无法自我反思学习过程中的不足之处,也无法通过同学互评借鉴他人优势,导致评价结果不具备诊断与反馈改进功能。

1.4 学情监测手段滞后

传统的教学手段大多依赖教师的教学经验,授课教师在优化课程教学内容和教学环节时,难以有效开展学情分析,不仅无法适配不同层次学生的个性化学习要求,也制约了教学质量的提升。在学情监测手段方面的缺失,导致教师不仅无法实时地掌握学生的学习轨迹、资源访问偏好与知识薄弱点^[15],也缺乏对学生个性化干预机制,无法对投入不足、课程任务完成度偏低的学生开展学习风险预警与精准化的学业帮扶^[16]。

1.5 课程培养目标达成度不足

传统课程教学主要围绕专业知识的表层传递,难以有效支撑工程教育认证(Accreditation of Engineering Education)的课程目标,目标达成度与人才培养要求之间存在较大差距^[17]。由于理论教学与实践长期脱节,学生难以将知识转化为分析解决图像处理领域复杂工程问题的实际能力。此外,在综合素养与价值引领方面,课程教学对学生科学素养、职业认同和职业自豪感的培养考虑不足,导致部分学生对可持续发展理念与工程师应承担的社会责任缺乏清晰的认知。

2 数智化课程改革方案构建

在新工科建设与高等教育数字化转型融合发展的背景下,如何以数智化驱动教学方法变革,已成为当前高校专业课程改革亟待破解的研究难点。本研究遵循“以学生为中心、成果导向教育(Outcome Based Education, OBE)”的核心理念,针对电子信息类专业毕业要求与复合型工程人才培养目标,构建了“内容重构、模式创新、评价改革、学情监测”覆盖全过程的教学改革体系。

2.1 教学内容体系重构

本研究以工程人才培养为核心目标,从理论、实践和创新三部分重新构建教学内容和体系。在理论授课环节,精简了陈旧的公式推导等内容,将5G图像传输协议与JPEG编码等行业前沿融入课堂教学。同时借助关键词捕捉、网络爬虫等技术,实时抓取IEEE、Elsevier、Wiley等权威学术平台和科技企业官网发布的相关前沿成果,实现教学内容的动态更新。在实践教学环节,引入水下环境图像增强、无人机航拍图像、医疗影像降噪、遥感图像增强、

安防识别、3D点云等前沿场景,让实践教学更贴合实际需求。在创新能力培养中,充分发挥科研项目与学科竞赛的育人价值,通过指导学生参与“互联网+”“电子设计大赛”等高水平赛事,让学生在解决实际问题的过程中,内化理论知识,强化其创新思维与实践能力。

2.2 混合式教学模式创新

依托理工智课平台,构建了“课前导学-课中研学-课后拓学”的混合式教学模式。在课前导学阶段,教师在线发布微课视频、前沿案例与预习任务;同时依托平台学情分析功能,实时采集学生预习任务的完成度、测练的正确率、资源访问的轨迹等多维度数据。教师通过这些数据精准识别学生的知识盲区与薄弱之处,动态定制课堂的教学策略。在课中研学阶段,本研究打破了传统课堂以教师为核心的单向讲授这种固化模式,通过引入翻转课堂,将时间更多地向以学生为主体的探究式学习方式倾斜。通过小组研讨、MATLAB编程等互动环节,将理论知识化繁为简,引导学生在实操演练与协作中掌握课程的重难点;通过实际案例的学习和讨论,在提升学生课堂参与度、学习主动性与知识内化效率的同时也培养了学生的批判思维。此外,将课程思政元素深度融入课堂教学。例如,在课程教学中引入国家海洋强国战略,教导学生海洋强国的较量本质上是极端环境下通信与数据处理能力的较量,激发学生的爱国热情和学习激情。在课后拓学阶段,依托平台发布分层化课后作业、章节测练与拓展性工程实践项目,借助平台的线上智能批改功能与全周期学情追踪机制,实现对学生实施“一对一”精准指导。

2.3 多元化过程性评价体系改革

针对传统教学中单一评分模式难以反映真实教学效果的问题,本研究建立了一个覆盖课前预习、课中互动到课后巩固全过程的多维度评价体系,重点考察学生对核心知识点的掌握程度,对工程项目的实操能力与团队协作。其中,本研究将小组汇报与MATLAB实操纳入考核范围,将评分标准细化到需求分析、方案设计、算法调优、难点攻克以及现场答辩这五个关键步骤,实现覆盖全流程的过程性评价。此外,增加学生自评与小组互评机制,让学生在过程中发现自己的不足,激发其学习动力。同时,本研究在考核权重方面做出调整,期末测试将着重考察对数学原理的理解,保证学生将基础知识学扎实。

2.4 大模型驱动的智能学情与精准教学体系构建

本研究将大语言模型和理工智课平台相结合,实时追踪学生的学习行为,智能生成相应的教学策略。为了解决通用大模型对专业课程内容理解深度不足的问题,本研究

用本课程的教学语料对大模型进行微调,实现自动分析算法代码、实验设计报告、课堂互动留言这些难以批量处理的任务,将特征提取、压缩编码、传输协议这些晦涩难懂的核心知识点以动画的形式生动表达。同时,大模型可辅助教师识别教学薄弱环节,针对学生平均学习时长显著超标、错误率集中的重难点章节,协助教师优化教学内容结构、完善教学设计,并智能生成补充教学素材与配套实践任务。最终实现因材施教的教学目标,推动教学决策从经验驱动向数据驱动转变。

3 课程改革质量评估

本课程改革实施时间为 2024 春季学期,授课对象为武汉理工大学信息工程学院通信工程专业大四学生,包含通信 (gj) 2001、通信 2001-2004、通信 zy2001、通信 xs2001 等以国内升学、本硕贯通培养与留学深造等不同目标的学生。如图 1 所示,《图像处理与通信》由 2 名教师负责授课,面向 138 名选课学生开展教学,平台累计访问量达 2517 次,应用指数为 2.54。



图1 依托“理工智课”平台的《图像处理与通信》课程运行概况

3.1 课前预习导学

如图 2 所示,本次课程共搭建了 17 项线上学习资源,其中作业与自测类实践资源占比 47%,行业前沿案例的拓展资料占比 29%,教学课件占比 23%。这种资源结构有效改善了传统教学中实践训练不足与行业前沿内容更新不及时的问题。在学习任务设计上,课程围绕章节内容设置了 8 项系统性学习任务,覆盖了学生课前预习、课堂学习到课后巩固的全过程,为开展多样化的课程评价提供了可靠支撑。



图2 改革后课程资源分布与课程任务分布情况

在教学过程中,理工智课平台会基于学情数据分析,利用大模型智能系统为每位学生生成个性化学习特征画像。图 3 所示是学生的学习时长,平均学习时长约 1 小时 7 分钟。从学生学习的时长分布数据可见,部分学生自主学习积极性较高,能够投入充足的时间完成课程学习。但处于分布末端的学生仍存在学习主动性不足、知识接受较慢等问题,需要重点帮扶。针对单次学习时长低于 1 小时的学生,系统会自动识别并发出学习预警,教师端可同步开展针对性辅导,并向该类学生推送基础知识微课和重难点

解析等学习材料,帮助基础薄弱的学生补齐知识短板,跟上课程整体教学进度。

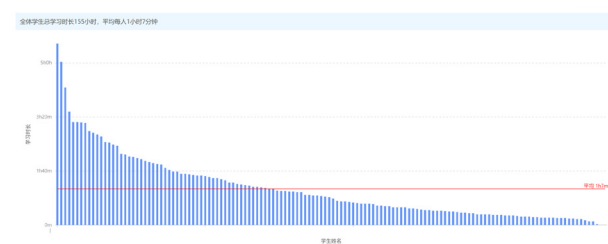


图3 学生总学习时长分布图

3.2 课中互动研学

在课堂研讨环节,由教师组织学生组建 4-6 人的小组,围绕行业实际应用案例,探讨图像处理与通信技术在不同场景下的基本原理、技术流程及应用价值。在实践环节中,课程将 MATLAB 仿真平台融入课堂教学,围绕图像滤波、特征提取、压缩编码等重点内容开展实操练习。同时,课堂中安排设计型、综合型等小型实验,引导学生现场独立完成编程、调试与仿真全过程。例如,在讲授“图像去雾”时,先讲解大气散射模型与暗通道先验理论,随后学生在 MATLAB 平台上现场完成从有雾图像到暗通道计算、透射率估计、去雾复原的完整流程。图 4 展示了某小组随堂完成的作业:左侧为有雾原图,右侧为增加 HSV 亮度增强后的清晰图像。观察可知,图像在完成去雾后在细节、色彩、亮度等方面均实现提升。



(a) 原始图像 (b) 基于暗通道的图像去雾效果图

图4 学生课堂练习成果

3.3 课后巩固拓学

在本课程教学结束后,教师通过理工智课平台给学生布置针对性的和层次化的课后学习任务,学习任务分为基础巩固、能力提升、创新拓展三个层级。图 5 给出了各章节学习时长明细图,可直观反映学生们在不同章节的学习时长。通过分层设计可促进学生的全面发展。首先是基础巩固模块,这部分以章节测练与课后习题为主,帮助学生查漏补缺并提高学生的解题能力和解题技巧;能力提升类以设计 MATLAB 综合性实验为主,以锻炼学生的算法设计能力;创新拓展以项目式任务和学科竞赛真题拆解为主,

让学生在解决复杂问题的过程中，培养举一反三和自主学习的能力。以学生完成的大作业《一种改进的暗通道图像去雾算法实现》为例。学生需自主查阅文献并构建数学模型。从成果看，其不仅深入理解了大气散射模型 $I(x)=J(x)t(x)+A[1-t(x)]$ ，且通过 MATLAB 编程实现了从图像数字化、预处理到暗通道提取等步骤的仿真。如图 6 所示，给出了原始雾天图像、中间变量透射率图以及去雾恢复图像的对比，并通过引入 HSV 空间亮度增强以弥补去雾后图像偏暗的缺陷。

序号	课程名称	教师姓名	学时数
1	作业/课程	王明	50学时
2	作业/课程	王明	40学时
3	作业/课程	王明	40学时
4	作业/课程	王明	40学时
5	作业/课程	王明	40学时
6	作业/课程	王明	40学时
7	作业/课程	王明	40学时
8	作业/课程	王明	40学时
9	作业/课程	王明	40学时
10	作业/课程	王明	40学时
11	作业/课程	王明	40学时
12	作业/课程	王明	40学时
13	作业/课程	王明	40学时
14	作业/课程	王明	40学时
15	作业/课程	王明	40学时
16	作业/课程	王明	40学时
17	作业/课程	王明	40学时
18	作业/课程	王明	40学时
19	作业/课程	王明	40学时
20	作业/课程	王明	40学时

图5 各章学习时长明细图



图6 学生大作业实验结果示例

教师可在理工智课平台批改学生作业和实验报告等，并在下一次课堂中对作业里的共性问题开展集中答疑与专项讲解。系统可自动解析学生的算法作业代码、实验设计报告与课堂互动文本等全维度等全周期学习行为数据，精准定位学生在核心知识点上的认知偏差，再通过理工智课平台定向推送匹配的知识点解析材料与专项学习任务。在作业批改环节，客观题采用提交即批改的模式，同步即时反馈答案与详细解析；主观题则搭建“系统智能初评+教师人工复评”的机制，先由系统给出初步评价与修改建议，再由教师完成针对性补充点评与答疑，大幅提升作业批改

的效率。理工智课平台还部署了大模型智能答疑模块，依托自然语言处理技术，可解答 80% 以上的高频问题。

3.4 产教融合与课程思政协同

本研究以 OBE 为核心理念，通过联动烽火通信、武汉中原电子等行业头部企业实现产教融合，将前沿应用场景与相关课程思政融入实际的课程教学体系。在日常教学实践中，教师结合校企合作资源与本校科研团队的工程实践，不仅向学生系统讲解合作企业的产业实践历程，更结合团队深度参与的港珠澳大桥、C919 大型客机等国家重大工程项目案例开展沉浸式教学，将科技报国的价值引领自然融入专业知识讲授的全过程，把家国情怀与新时代工程师的使命担当厚植于学生的思想深处。这一课程教学改革新范式可有效提升课程的目标达成度，不仅能够提升学生的专业知识素养与实践能力，还能培养学生的人文素养与责任意识。

4 教学效果

4.1 课程考核评价指标构建

从表 1 可知，考核方式均紧密围绕课程的三大核心培养目标展开。针对数学原理与基础通信概念的掌握情况，主要通过期末笔试与实验报告中的原理分析环节进行考查。实验报告与小组成果展示侧重检验学生运用系统设计方法解决实际问题的能力与方案创新水平，真实地反映学生的工程实践水平。此外，考虑到期末测试难以全面衡量学生的人文素养与责任意识，通过引入小组展示、自评互评，并结合课堂表现等课程考核设计方案，指导学生在反思评价中培养批判性思维。

4.2 学生满意度分析

如表 2 所示，教改有效实现了教学资源的高效应用。相较于传统式授课，《图像处理与通信》课程教学资源整体使用率提升约 147%，138 名选课学生 100% 全流程参与课前预习、课中研学、课后拓学的全部教学环节，形成了覆盖全学期、全维度的数字化学习档案。在匿名评教环节中，《图像处理与通信》课程评价满分，学生对课程内容、教学模式与能力提升的整体满意度达 100%。相比于传统模式，学生对本课程在启发创新思维、提升实战技能等方面的满意度提升了 20% 以上。此外，目标达成度由 0.82 提升至

表1 《图像处理与通信》课程考核评价关键指标

考核方式	关键评价标准	对应课程目标	占比
出勤/课堂表现	参与度、学习态度	端正学习态度与责任感	5%
小组展示	团队合作能力和表达能力	工程设计与团队协作	20%
实验报告	实践能力、解决实际问题的能力	数理原理应用与工程实践	30%
自我/同伴评价	批判性思维	创新批判思维与价值塑造	15%
期末测试	专业知识掌握程度	核心数理基础与专业理论	30%

表2 课程改革前后教学效果多维度对比分析表

评估维度	评估指标	传统教学模式	课程改革后
学习参与度	教学资源整体使用率	1.03	2.54
学习参与度	全流程教学环节参与率	75%	100%
学习参与度	个人数字化学习档案覆盖率	核心环节部分覆盖	全学期、全维度
教学评价	期末匿名评教得分（百分制）	91分	100分
学生满意度	课程整体满意度	85%	100%
学生满意度	启发创新思维满意度	76%	98%
学生满意度	提升实战技能满意度	75%	96%
课程目标达成度	课程目标的达成度评价价值	0.82	0.84

0.84，表明不仅提升了学生算法设计能力、工程问题解决能力及创新思维，也能够有效培养批判性思维与反思习惯。

5 结语

本文分析了当前教学中存在的内容更新滞后、教学模式固定、评价方式单一、学情监测手段缺失等问题，并针对性提出了改革思路与实施路径。对课程内容进行梳理与动态更新，借助理工智课平台开展混合式教学，在考核环节采用过程性、多元化的评价方式，反映学生工程实践能力与综合素养，为开展差异化教学提供依据。结果表明，相较于传统教学模式，本次教改不仅提升了课程资源利用率，更在启发学生创新思维与强化工程实践能力方面取得了显著成效。

参考文献：

[1] 石玮, 马树建. 人工智能驱动下数学赋能新工科建设路径研究[J]. 高等工程教育研究, 2026(01):59-63.

[2] 李希雯, 尹升华, 刘洋. 面向新工科人才需求的高校双创教育改革路径探究[J]. 北京科技大学学报 (社会科学版), 2025,41(03):44-50.

[3] 高昕, 吴婷, 谭静怡等. 图像处理类专业课创新教学与实践拓展[J]. 电气电子教学学报, 2025,47(05):121-125.

[4] 童莹, 陈瑞, 芮雄丽等. 新工科背景下数字图像处理课程改革与探索[J]. 中国现代教育装备, 2024(01):118-121.

[5] 张文旭, 郭立民, 蒋伊琳. “新工科”背景下产学研协同育人的学业导师制培养研究[J]. 工业和信息化教育, 2025(02):15-18.

[6] 孙杰远. 指向中国教育现代化的课程价值转向与实践路径[J]. 课程.教材.教法, 2025,45(09):4-12.

[7] 吴超华, 史晓亮, 彭兆等. 基于理工智课的工程材料课程混合式教学[J]. 中国冶金教育, 2025(03):45-48+53.

[8] 王宇, 杨光. 通信工程专硕数字图像处理案例教学设计与实践[J]. 中国现代教育装备, 2025(09):97-99.

[9] 王勇, 李鸿志, 王照法等.《数字图像处理》教学改革探索[J]. 课程教育研究, 2020(17):131.

[10] 程起敏, 喻莉, 彭勤牧. 教育数字化转型下 AI 赋能数字图像处理教学改革探索与实践[J]. 教师教育论坛, 2025,38(01):32-37.

[11] 蔡俊, 严欣宜, 乐子涵等. 线上线下融合的数字图像处理教学模式探索与实践[J]. 工业控制计算机, 2025, 38(07):171-172.

[12] 阎石, 陆福相. “数字图像处理”课程实验案例教学探索[J]. 电气电子教学学报, 2025,47(03):224-228.

[13] 赵若晴, 杨文博. 基于“四位一体”数字图像处理课程教学改革探究[J]. 电脑知识与技术, 2025,21(15):170-172.

[14] 黄朝兵, 杨杰, 郭志强等. “数字图像处理”一流课程建设探索与实践[J]. 工业和信息化教育, 2025(02):28-31.

[15] 史晨阳, 刘玉飞, 江本赤等. 人工智能类专业数字图像处理课程教学改革探索[J]. 中国教育技术装备, 2025 (12):102-105.

[16] 应家驹, 周冰, 王文伯等. 电子信息类光学工程方向专业学位研究生数字图像处理课程教学改革探索[J]. 中国教育技术装备, 2025(24):51-54.

[17] 王新, 王铭勋, 杨宝璐等. 面向创新能力提升的数字图像处理课程教学方法研究[J]. 物理与工程, 2026, 36(01):59-64.

基金项目：2023 年武汉理工大学教学改革研究校级重点项目“（青年）基于翻转课堂的《数字图像处理与通信》课程混合式教学研究与实践”（项目编号：W2023021）；2025 年武汉理工大学教学改革研究校级项目“数智赋能教师课程教学方法改革与实践研究——以《数字图像处理与通信》为例”（项目编号：W2025111）；武汉理工大学 2024 年度校级本科教学改革研究项目“通信创新创业工程设计实验教学案例库建设”（项目编号：W2024121）。

作者简介：廖杨喆（1989.11-），男，湖北荆门人，博士，武汉理工大学，副教授，博士研究生，研究方向：无线通信教学和科研工作。