

《信号与系统》课程教学改革中的人工智能赋能：创新、实践与展望

沈少萍

厦门大学航空航天学院，福建 厦门

收稿日期：2026年4月16日；录用日期：2026年6月19日；发布日期：2026年6月30日

摘要

文章系统分析了传统《信号与系统》课程的教学痛点及存在的不足，阐述了AI技术与《信号与系统》教学核心知识体系之间的内在逻辑联系，并构建了一个涵盖课前预习、课堂互动教学、课后个性化辅导、智能实验训练和多元化教学评价的全过程AI赋能教学框架。结合教学实际案例，验证了AI赋能教学改革在提升学生对抽象理论的理解、增强工程实践能力以及优化教学效率方面的实际效果。本研究为推动《信号与系统》教学的智能化升级、实现新兴AI技术与基础工程课程教育的深度融合、培养适应智能时代的高素质跨学科工程人才提供了理论参考和可操作实践方案。

关键词

人工智能，信号与系统，教学改革，智慧教育，可视化教学，自适应学习

Artificial Intelligence Empowerment in the Teaching Reform of "Signals and Systems" Course: Innovation, Practice, and Prospects

Shaoping Shen

School of Aerospace Engineering, Xiamen University, Xiamen Fujian

Received: April 16, 2026; accepted: June 19, 2026; published: June 30, 2026

Abstract

This paper systematically analyzes the teaching pain points and deficiencies of the traditional "Signals and Systems" course, expounds on the inherent logical connection between AI technology and the core knowledge system of "Signals and Systems" teaching, and constructs a whole-process AI-empowered teaching framework encompassing pre-class preview, interactive classroom teaching,

personalized post-class tutoring, intelligent experimental training, and diversified teaching evaluation. By combining practical teaching cases, the actual effects of AI-empowered teaching reform in enhancing students' understanding of abstract theories, strengthening engineering practical abilities, and optimizing teaching efficiency are verified. This study provides theoretical references and actionable practical solutions for promoting the intelligent upgrade of "Signals and Systems" teaching, realizing the deep integration of emerging AI technology and basic engineering course education, and cultivating high-quality interdisciplinary engineering talents adaptable to the intelligent era.

Keywords

Artificial Intelligence, Signals and Systems, Teaching Reform, Smart Education, Visual Teaching, Adaptive Learning

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

1.1. 传统《信号与系统》课程的定位及教学困境

《信号与系统》是世界各地高校电气工程、通信工程、自动化、航空航天工程等相关专业的核心基础课程,该课程涉及抽象的数学理论、复杂的时频变换逻辑、众多的推导公式,一直被公认为教师授课和学生学习最难的课程之一[1]。其核心教学内容包括连续时间和离散时间信号分析、傅里叶变换、拉普拉斯变换、Z 变换、线性时不变(LTI)系统的时间域和频率域响应分析、信号滤波、系统建模和特性分析[2]。整个课程建立在严谨的数学推理之上,要求学生具备坚实的高等数学、复变函数微积分和工程物理基础[3]。

在《信号与系统》的教学中,传统教学模式依赖于黑板书写、僵化的 PPT 讲解、线下模拟实验和统一的课堂教学,面临着知识抽象可视化困难、理论推导与工程实践脱节、无法实现个性化教学、评价机制单一以及实验教学手段落后等突出瓶颈[4]。首先,理论知识极为抽象。频谱迁移、系统冲激响应、极点-零点分布和频域混叠等概念无法直观地为学生所感知,而纯粹的公式推导又让大多数学习者感到晦涩难懂。其次,理论与实践严重脱节。传统教学过于注重数学推导和问题解决能力,而忽视了信号系统原理与 6G 通信、雷达探测、生物医学信号监测和航空航天控制等实际工程场景之间的联系,导致学生缺乏工程思维和实际应用能力。第三,统一的教学模式无法满足差异化学习需求。学生在数学基础、逻辑思维能力和专业认知水平上存在明显差异。一刀切的课堂教学无法为成绩不佳的学生提供有针对性的辅导,也无法为成绩优异的学生拓展高级内容。第四,实验教学落后且僵化。大多数线下实验依赖固定的 MATLAB 仿真脚本,实验内容单一,操作步骤固定,缺乏独立探索空间,未能培养学生信号系统设计与优化的创新能力。最后,教学评价机制单一,主要依赖期末笔试成绩,忽视了对学生日常学习参与度、实验操作能力和工程创新思维的全过程评估[5]。

这些长期存在的教学问题不仅影响学生的学习兴趣和对核心知识的掌握,还制约了课程整体教学质量的提升,使得课程难以适应智能时代现代电子信息工程专业的人才培养要求[6]。

1.2. 人工智能赋能智能教学的发展背景

近年来,随着大语言模型、深度计算机视觉可视化算法、教育大数据挖掘、自适应学习推荐系统和

数字孪生仿真技术等关键人工智能技术的成熟，智能教育已成为全球高等教育改革的必然趋势[7]。人工智能(AI)技术在知识整理、动态可视化、个性化分析、智能交互、数据统计和模拟推演方面具有强大能力，能够有效弥补传统工程课程教学的各种不足。人工智能为《信号与系统》的教学改革带来了革命性的机遇[8][9]。

在信号与系统的教学中，人工智能(AI)的优势尤为突出[10]：大型语言模型能够实现实时智能问答、逐步公式推导辅导以及对难点知识点的详细解读；深度学习可视化算法能够动态展示信号时域波形、频域频谱变化以及系统响应过程，将抽象的数学规律转化为直观的动态图像；智能自适应学习系统能够分析学生的学习行为数据，准确把握知识漏洞，并推送个性化的预习材料、习题和拓展案例；AI 仿真平台能够支持信号生成、系统建模和滤波实验的自主设计，打破传统固定实验项目的局限；教育大数据能够实现教学过程的全程监控和教学效果的多维评估。

目前，国内外许多高校已开始探索人工智能(AI)与基础工程课程教学的融合，并在专业原理的可视化解释、在线智能辅导和混合式教学创新方面取得了初步成果[7]。然而，关于《信号与系统》课程基于 AI 的全过程教学改革的研究仍显不足，缺乏系统化的教学框架、详细的应用方案以及实际效果的验证。整体来看，现有研究仍存在显著理论缺口与实践不足：

1) 教育学理论融合缺失：多数智能教学改革仅停留在“技术工具叠加”，未结合建构主义学习理论、认知负荷理论等经典教育理论进行框架顶层设计，教学方案缺乏学术根基与科学设计依据；

2) 体系化架构建设不足：现有成果多集中于单一环节改造，缺少覆盖全教学周期的一体化、模块化 AI 教学体系，技术应用零散、模块联动性差；

3) 实证量化研究薄弱：多数文献仅限于模式构想与理论分析，缺少平行对照实验、成绩量化数据、问卷信效度检验等实证支撑，教学改善效果缺乏客观数据支撑；

4) 前沿工程融合不足：智能教学资源更新滞后，未能结合新一代通信、智能探测、生物医疗信号处理等前沿案例，难以匹配新工科人才培养要求。

综上，人工智能与课程教学的融合研究虽已有一定基础，但针对《信号与系统》课程理论赋能系统化、教学环节全覆盖、效果验证数据化的深度改革研究仍较为匮乏，具备较大研究空间。

1.3. 研究意义、核心贡献与论文总体结构

本文立足新工科建设要求，紧扣传统课程教学痛点与现有研究短板，以认知负荷理论、建构主义学习理论为核心理论支撑，构建五维一体化 AI 全流程智能教学框架。本文研究贡献如下：

1) 理论创新：将人工智能技术应用与经典教育学理论深度耦合，以降低认知负荷、促进主动建构、个性化分层学习为核心设计原则，弥补当前智能教学“重技术、轻理论”的研究缺陷，丰富工科基础课程智能化改革的理论体系。

2) 体系创新：搭建课前预习、课中可视化交互、课后个性化辅导、AI 创新实验、全流程多维评价的五位一体 AI 赋能教学架构，各模块数据互通、联动协同，形成闭环智能教学机制；明确各模块关键技术、算法与实现路径，有效解决原理抽象、实践脱节、实验固化、评价单一等问题。

3) 实践创新：融合动态可视化、LLM 智能答疑、自适应推荐、数字孪生仿真、大数据评价多元技术，落地性强。

4) 实证创新：设置对照组与实验组教学实验，结合成绩均值、标准差、p 值及问卷信效度检验，以量化数据验证教学成效，结论客观可靠。

5) 应用创新：融入 6G、雷达、医疗信号、航天控制等前沿工程案例，引导学生主动完成知识意义建构，强化工程思维与创新实践能力，为同类工科基础课程智能化教学改革提供可借鉴、可复现的实践范式。

本文整体结构安排如下：第二部分，界定人工智能技术与信号与系统课程教学的契合性，阐述核心支撑理论基础；第三部分，基于教育学理论，设计 AI 全流程教学总体框架，分层阐释架构逻辑、模块功能与关键技术；第四部分，开展教学对照实验，结合考试成绩、调查问卷完成教学效果综合评估；第五部分，总结全文研究成果，指出研究局限，并对课程智能化教学未来发展进行展望。

2. 核心理论基础

2.1. 建构主义学习理论

建构主义学习理论[11]核心观点认为：学习并非教师单向灌输知识、学生被动接收记忆的过程，而是学习者依托已有知识基础，在特定学习情境中，通过主动探究、交互协作、问题思考，自主完成知识解构、意义建构与能力内化的过程。

在传统《信号与系统》教学中，以公式推导、理论讲授为主的单向授课模式，割裂了知识生成逻辑与工程应用情境，学生多停留在机械记忆与被动刷题，难以建立时频分析、系统特性等抽象知识的内在关联，知识迁移与应用能力薄弱。

本文 AI 教学框架深度契合建构主义核心思想：

通过可视化情境创设，将频谱变化、零极点迁移、信号混叠等抽象原理转化为动态可视场景，为学生搭建具象化认知情境；依托课堂实时交互、AI 智能问答、开放式仿真实验，引导学生主动提问、自主调试参数、独立设计实验方案，变“被动听讲”为“主动探究”；结合 6G 通信、医疗信号处理、雷达探测等工程案例，帮助学生在真实应用场景中完成知识关联与重构，逐步实现深层次意义建构。

2.2. 认知负荷理论

认知负荷理论[12]指出，学习者的工作记忆容量具有有限性，复杂知识的学习会产生不同类型认知负荷，主要包括内在认知负荷、外在认知负荷与关联认知负荷。合理控制两类负荷、提升关联认知负荷，是提升学习效率、降低理解难度的关键。

《信号与系统》课程天然具备高数理复杂度，大量微分积分、复变运算、多维变换公式集中呈现，内在认知负荷本就偏高；而传统教学高密度板书推导、静态文本堆砌、知识点集中灌输的模式，进一步增加了不必要的外在认知负荷，极易超出学生认知承载上限，引发学习畏难、理解断层与学习低效等问题。

本研究教学框架以优化认知负荷为重要设计原则：

- 1) 降低内在认知负荷：借助 AI 知识图谱拆解课程层级结构，将复杂时频变换、系统分析等重难点内容拆分模块化、阶梯化呈现，分散学习难点；
- 2) 削减外在认知负荷：利用 AI 动态动画、波形仿真、交互式演示替代枯燥文字与公式罗列，简化信息呈现形式，降低无效认知消耗；
- 3) 提升关联认知负荷：通过个性化习题推送、错题溯源解析、工程案例拓展，帮助学生串联新旧知识，强化知识关联与规律总结，促进复杂知识的深度理解与长效记忆。

2.3. 自适应学习理论

学生在学习信号与系统时，其学习基础和认知能力存在很大的个体差异。人工智能教育大数据和自适应推荐系统能够实现学习者的精准画像[13]。该系统收集包括学生预习时长、习题错误类型、难点知识点重复查看次数、实验操作错误以及课堂互动反馈等多维学习数据。通过智能数据挖掘和算法分析，它能准确定位每个学生的薄弱环节，如对傅里叶变换混叠的困惑、对拉普拉斯变换初值定理的不熟悉，或无法掌握离散系统 Z 变换的求解[10] [14]。

基于学习者画像，自适应系统可以推送有针对性的学习资源[13]：对于数学基础薄弱的学生，系统会自动补充高等数学复变函数微积分知识和基本公式预览；对于不理解时频变换的学生，系统会推送动态可视化教学视频和基础入门练习；对于基础扎实的优秀学生，系统会拓展高级工程案例，如人工智能智能过滤、6G 信道信号分析和雷达回波信号处理，从而实现针对不同层次学生的分层教学和个性化训练[14]。

2.4. 教育大数据理论

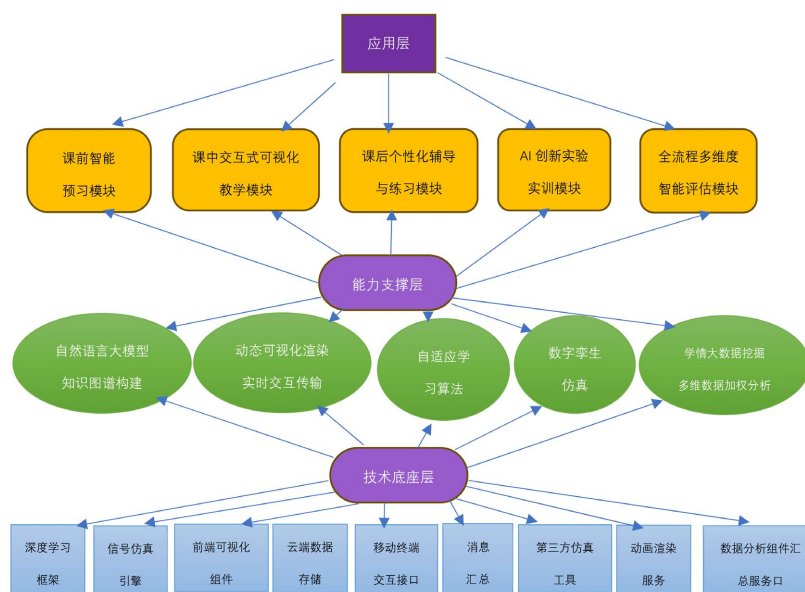
教育大数据理论依托全过程学习行为数据采集、融合分析与可视化呈现，实现教学过程可监测、学习状态可诊断、教学效果可量化。本研究多维度智能评价模块基于该理论，打破单一期末考核局限，整合课前、课中、课后、实验全环节数据，构建过程性 + 结果性综合评价体系，为教学优化、学习预警、改革成效验证提供客观数据支撑。

3. 构建基于人工智能的信号与系统全流程教学框架

3.1. 总体框架设计

基于课前、课中、课后、实验和评价的完整学习周期，本文构建了一个五维一体化的 AI 赋能智能教学框架，包括：课前智能预习系统、课中交互式可视化教学系统、课后个性化辅导与练习系统、AI 创新实验训练系统，以及全过程多维度智能评价系统。这五个模块相互连接，数据互通，实现了 AI 赋能在所有教学环节的全覆盖，形成了“预习 - 课堂学习 - 巩固 - 实践 - 评价 - 优化”的闭环智能教学模式。

该框架的核心操作逻辑是：通过课前预习系统收集学生的学习基础数据，为教师的课堂针对性教学提供数据支持；通过课堂可视化教学，实现难点知识的直观讲解和实时课堂互动；通过课后自适应推送习题和智能问答，巩固知识并弥补不足；通过开放式人工智能模拟实验，培养实践能力和创新能力；通过大数据分析，实现公平全面的教学效果评估，并将评估结果实时反馈，以优化教学内容和个性化学习计划。图 1 是基于人工智能的《信号与系统》全流程教学框架图。



注：箭头向下表示上层包含下层的关系。

Figure 1. A full-process teaching framework diagram for “Signals and Systems” based on AI
图 1. 基于人工智能的《信号与系统》全流程教学框架图

从图 1 可看出该架构的优势是采用分层设计、模块解耦、数据互通的设计思想，各功能模块依托成熟人工智能算法与可视化仿真技术协同运行，技术路线清晰、可移植性强。一方面，明确了各项功能对应的底层技术原理；另一方面，标准化的技术组合与模块设计，可为同类工科课程智能化教学改革提供参考范式，便于后续研究者复现与二次优化。

3.2. 课前智能预览模块

课前模块以大型语言模型和知识图谱排序技术为核心。首先，人工智能系统根据课程大纲梳理出《信号与系统》的层次知识图谱，明确基本概念、变换定理与工程应用之间的逻辑关系。每节课前，系统会向学生推送有针对性的预习任务，包括基本概念解释文本、简短的动态波形动画视频以及简单的判断题和选择题预习问题。

该系统会自动记录学生的预习完成情况、问题错误率以及难点内容的查看时长，为教师生成预习数据报告。教师在课前能准确把握班级整体学习基础，在课堂教学中重点讲解预习中错误率较高的知识点，并有针对性地调整课堂教学节奏和重点难点，避免对简单内容的盲目重复讲解，从而提高课堂教学效率。

3.3. 课堂互动式可视化教学模块

该课堂模块侧重于人工智能动态可视化和实时交互技术，以优化课堂教学效果[15][16]。教师在课堂上结合 PPT 和人工智能实时可视化工具，实时展示信号时频变换、系统极点 - 零点迁移和响应输出的动态变化过程[17]。对于关键的难点推导环节，同步播放人工智能动画推导过程以辅助讲解。

同时，该系统支持实时课堂互动：学生可随时通过移动终端匿名发送问题，人工智能模型会自动整理和总结常见问题，并实时反馈给教师；教师可随时发起即时投票和小测验，系统会自动统计结果并以可视化方式呈现，实时掌握学生的课堂学习反馈，并及时调整教学进度。这种互动模式活跃了课堂氛围，解决了学生难以跟上抽象理论讲解的问题，并提高了课堂参与度。

3.4. 课后个性化辅导与练习模块

该课后模块依托自适应学习算法，实现个性化知识巩固[18]。根据学生的预习数据、课堂互动表现和日常学习记录，人工智能系统能准确识别知识漏洞，推送从基础巩固型到综合提升型和工程拓展型的分层课后练习。对于做错的练习题，系统会自动生成错误分析报告，详细讲解涉及的理论知识点，并推荐类似的有针对性的强化练习。

全天候智能问答机器人随时解答学生课后的疑问，通过逐步推理引导独立思考，而非简单给出答案。对于学习效果持续不佳的学生，系统会自动提醒教师进行人工针对性辅导，实现人工智能智能辅导与教师人文关怀相结合。

3.5. 人工智能创新实验实训模块

该实验模块基于深度学习和数字孪生技术构建了一个开放的智能仿真平台，打破了传统固定实验的限制[19]。该平台设置了三个层次的实验内容：基础验证实验(信号生成、傅里叶变换频谱分析)、综合设计实验(滤波器设计、系统稳定性优化)和创新拓展实验(AI 智能信号去噪、通信信道信号仿真)。

学生可以在平台上独立构建模型、调整参数并验证想法。人工智能系统在实验过程中提供实时智能指导，实验结束后自动分析实验数据，生成逻辑清晰、数据完整的实验报告，并帮助学生规范实验思维。同时，该平台支持学生独立探索人工智能与信号处理的结合，激发创新实践能力。

3.6. 全流程多维度智能评估模块

该评价模块改变了传统教学中单一的期末考试评价模式，基于 AI 教育大数据实现了全过程多维度综

合评价[5]。评价指标涵盖课前预习表现、课堂互动参与、课后习题完成与错误改进、实验操作能力与创新设计水平、期末理论考试成绩以及工程案例能力。

人工智能系统对所有学习数据进行综合加权和分析，为每个学生生成客观、公正的综合评价结果，并形成个性化的学习成长报告。评价结果不仅评估学生的学业成绩，还反映他们在逻辑思维、实践操作和创新应用方面的能力提升，为人才培养提供了更为科学的评价标准。

4. 教学案例实践与效果评估

4.1. 实际案例概述

本次教学改革选取了一所综合性大学自动化专业的两个本科班级作为研究对象：实验班采用本文构建的全流程人工智能赋能的智能教学框架，而对照班则继续采用传统教学模式。两个班级的授课教师、教学大纲、课时和评估标准均相同，确保了对比实验的公平性和有效性。教学实践持续一个学期，涵盖《信号与系统》的所有核心知识点和实验项目。

4.1.1. 实验整体设计

(一) 研究对象与样本量

本次实验选取 2 个平行教学班为研究对象，整体学情、入学成绩、专业基础无显著差异，排除特殊学情干扰。总样本量：96 人。

(二) 学生分组方式

- 实验组：48 人，采用人工智能可视化 + 线上线下混合教学模式；
 - 对照组：48 人，采用传统板书 + PPT 讲授 + 常规实验传统教学模式；
- 两组均为自然班级，男女比例、课程基础、课时安排完全一致，保证实验公平性。

(三) 干预措施与实施时长

1) 干预周期：完整学期教学，共计 17 周，每周 3 课时理论 + 1 课时实验，总授课时长 68 课时。

2) 对照组干预措施

以教材理论讲授为主，依靠公式推导、静态课件、传统仿真实验开展教学；无 AI 可视化动画、无智能答疑系统、无前沿工程案例拓展。

3) 实验组干预措施

① 理论课堂：引入 AI 动态可视化工具，完成傅里叶变换、采样混叠、零极点分析等知识点动态演示；

② 课后辅助：依托大模型开展公式分步推导、定理答疑、错题解析；

③ 案例拓展：AI 实时更新 6G 通信、雷达信号、医疗信号去噪等前沿工程案例；

④ 混合学习：线上智能平台预习、仿真训练、个性化习题推送，线下重难点精讲互动。

4.1.2. 课程考核成绩量化对比

以课程期末卷面成绩、单元测试平均分为量化指标，采用 SPSS 开展独立样本 t 检验，两组教学成绩对比数据如下表 1。

Table 1. Comparative analysis of test scores between the control group and the experimental group

表 1. 对照组与实验组教学成绩对比分析

组别	人数	单元测试平均分	期末成绩平均分	标准差	t 值	p 值
对照组	48	72.36 ± 4.25	70.18 ± 5.12	5.12	-4.862	P < 0.05
实验组	48	79.52 ± 3.68	78.94 ± 4.36	4.36	-4.153	P < 0.05

结果分析：实验组单元测试、期末考核平均分显著高于对照组；两组数据 $P < 0.05$ ，存在统计学显著差异。说明人工智能教学干预能够有效提升学生知识掌握程度与课程考核成绩。

4.2. 调查问卷设计与信效度检验

(一) 问卷内容设计

自制《〈信号与系统〉课程学习效果与教学满意度调查问卷》，共 20 题，分为 4 个维度：

- 1) 理论理解维度(6 题)：抽象知识接受度、公式理解难度、系统原理掌握度；
- 2) 课堂体验维度(5 题)：课堂趣味性、知识直观性、互动体验感；
- 3) 实践应用维度(5 题)：工程案例认知、信号处理应用能力、创新思维；
- 4) 教学满意度维度(4 题)：教学模式认可度、自主学习效率、课程整体评价。

问卷采用李克特 5 级评分法：1 分(完全不同意)~5 分(完全同意)。

(二) 信效度检验

1) 信度检验：经计算，问卷整体 Cronbach's 系数为 0.876，各维度 α 系数均 > 0.8 ，说明问卷内部一致性良好，信度可靠；

2) 效度检验：采用因子分析检验结构效度，KMO 值 = 0.832，Bartlett 球形度检验 $P < 0.01$ ，适合因子分析；4 个公因子累计方差贡献率达 76.35%，问卷结构合理，效度达标。

(三) 问卷调研结果

实验结束后两组统一发放问卷，共发放 96 份，回收有效问卷 96 份，有效回收率 100%。

- 1) 理论理解层面：实验组学生对傅里叶变换、零极点分析等难点知识理解认可度(4.28 分)远高于对照组(3.15 分)；
- 2) 实践能力层面：91.67%实验组学生可结合工程案例分析信号问题，对照组占比仅 62.50%；
- 3) 教学满意度层面：实验组整体满意度评分 4.36 分，显著优于对照组 3.22 分；
- 4) 问题反馈：对照组普遍反馈理论抽象、公式晦涩、案例老旧；实验组学生普遍认可 AI 可视化、智能答疑、前沿案例的教学价值。

4.3. 教学效果数据的对比分析小结

学期结束后，通过期末考试成绩、实验操作成绩、学习兴趣问卷和知识理解访谈的对比，得出以下明显效果：

首先，在学业成绩方面：实验班的平均分显著高于对照班，不及格率大幅降低，涉及时频变换和系统分析的综合应用题高分率显著提高，反映出学生对核心难点理论有更深入的了解。

其次，在实验能力方面：实验班的学生在模拟实验中展现出更强的独立设计和创新探索能力，能够独立完成创新性信号处理实验设计，且他们对实验现象与理论原理之间联系的理解更为深入。

第三，在学习态度方面：问卷调查显示，实验班学生的学习兴趣 and 课堂参与度显著提高，学习抽象理论的困难感明显降低，大多数学生能够认识到课程知识的工程应用价值。

第四，在个性化提升方面：自适应辅导系统有效帮助成绩不佳的学生弥补知识不足，而优秀学生则通过前沿工程案例拓展了专业视野，实现了分层个性化人才培养。

总之，在相同教学时长与师资条件下，融入人工智能可视化、智能辅助推导、前沿案例拓展的混合教学模式，可显著降低《信号与系统》抽象知识学习难度，提升学生理论理解能力、工程应用思维与课程学习满意度，实证数据有效支撑 AI 技术在该课程教学中应用的可行性与优越性。

5. 结论与展望

《信号与系统》作为电子信息工程专业的基础核心课程，长期以来一直面临理论抽象、理论与实践脱节以及无法实现个性化教学等突出教学难题。可视化算法、自适应学习系统、大型语言模型和智能仿真平台等人工智能技术的融入，为该课程的教学改革提供了全面的解决方案。本文依托建构主义学习理论与认知负荷理论，构建了一个涵盖课前、课中、课后、实验和评估的全流程人工智能(AI)赋能的智能教学框架，阐述了人工智能在难点原理可视化、公式推导智能辅导、工程案例拓展和实验教学创新等方面的具体应用路径，并通过实际教学案例验证，人工智能赋能的教学能够有效提升学生对抽象理论知识的理解，增强实践创新能力，优化教学效率，并实现分层个性化教学。

本研究虽完成了框架构建与教学实证，但仍存在以下局限：实验样本与覆盖范围有限；实验周期较短，长期效果有待验证；智能技术应用深度不足；未充分考量差异化化学情因素。

后续可从多维度深化拓展：其一，扩大调研与实验范围，开展多院校、多专业、多层次的横向对比实验，扩充样本容量，增强研究结论的普适性与说服力。其二，拉长研究观测周期，开展跨学期、跨课程的长期追踪，分析智能化教学对学生知识迁移、专业素养与创新能力的长效影响。其三，深化人工智能技术融合，引入多模态大模型、智能仿真优化算法、行业级信号处理案例，强化复杂工程问题导向的探究式教学。其四，完善差异化适配机制，结合学习风格、认知特征、能力层级细化智能推送策略，构建更加精细化、个性化的智慧教学体系。

展望未来，随着人工智能技术的不断创新和专业教学资源不断丰富，信号与系统的智能化教学将进一步深化，这不仅有助于提高课程整体教学质量，还能培养出大量掌握基础理论知识、具备工程实践思维、适应智能信息技术发展需求的高素质工程人才。

参考文献

- [1] Higuera-Barrantes, J., Márquez-Jorge, R., González de Sande, J.C. and Díaz-López, J.M. (2024) Signals and Systems Explained by Artificial Intelligence. *16th International Conference on Education and New Learning Technologies*, Palma, 1-3 July 2024, 8587-8593. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2024.2070>
- [2] 郑君里, 应启珩, 杨为理. 信号与系统[M]. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [3] 陈后金, 胡健, 薛健. 信号与系统[M]. 北京: 北京交通大学出版社, 清华大学出版社, 2018.
- [4] 王晓宇, 高闯. 基于 OBE 的《信号与系统》教学研究[J]. 科技创新导报, 2019, 16(16): 212-213.
- [5] 卢雪琴, 徐莹, 刘仰光, 唐燕. 混合式教学模式下课程多元评价体系的构建——以“大数据思维与决策”课程为例[J]. 中国信息技术教育, 2022(16): 106-109.
- [6] 张正伟, 李芬芬, 金圣华. “人工智能 + 新工科”背景下软件工程专业实践课程教学改革探索[J]. 计算机教育, 2026(6): 114-120.
- [7] 孙玉容. AI 背景下新工科教学的创新路径探索[J]. 无线互联科技, 2026, 23(8): 120-124.
- [8] Haupt, J., Lu, Q., Shen, Y., Chen, J., Dong, Y., McCreary, D., et al. (2026) Deploying AI for Signal Processing Education: Selected Challenges and Intriguing Opportunities [Special Issue on Artificial Intelligence for Education: A Signal Processing Perspective]. *IEEE Signal Processing Magazine*, **43**, 32-46. <https://doi.org/10.1109/msp.2025.3600846>
- [9] Kwasinski, A., Pattichis, M.S., Bovik, A., Delp, E.J., Katsaggelos, A.K., Scaglione, A., et al. (2025) Lessons from Two Roundtables on Artificial Intelligence and Signal Processing Education: Addressing the Emergence of a New Era and a New Discipline [Special Issue on Artificial Intelligence for Education: A Signal Processing Perspective]. *IEEE Signal Processing Magazine*, **42**, 39-50. <https://doi.org/10.1109/msp.2025.3581871>
- [10] Bordallo López, M. (2025) Evolving Pedagogy in Digital Signal Processing Education: AI-Assisted Review and Analysis. *IEEE Access*, **13**, 45559-45567. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3549477>
- [11] 陈琦, 张建伟. 建构主义学习观要义评析[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 1998, 16(1): 61-68.
- [12] 庞维国. 认知负荷理论及其教学涵义[J]. 当代教育科学, 2011(12): 23-28.
- [13] Lu, W. (2025) AI Smart Teaching Practices for “Signals and Systems” Based on Graphs. *Proceedings of the 2nd*

International Conference on Intelligent Education and Computer Technology, Nantong, 27-29 June 2025, 228-233.
<https://doi.org/10.1145/3764206.3764240>

- [14] Wang, Y., Yu, P. and Wei Tan, C. (2026) Future-Proofing Programmers: Optimal Knowledge Tracing for Artificial Intelligence-Assisted Personalized Education [Special Issue on Artificial Intelligence for Education: A Signal Processing Perspective]. *IEEE Signal Processing Magazine*, **43**, 69-82. <https://doi.org/10.1109/msp.2025.3609896>
- [15] 马海霞, 顾晓蓉, 杨玉娥, 李晋斌. 生成式人工智能在大学物理可视化教学中的探索与应用[J]. *物理与工程*, 2025, 35(3): 161-165.
- [16] Tuyboyov, O., Sharipova, N., Ergasheva, L. and Nasirdinova, S. (2025) The Role and Impact of AI-Enhanced Virtual Laboratories in Mechanical Engineering Education. *AIP Conference Proceedings*, **3268**, Article ID: 070019. <https://doi.org/10.1063/5.0257378>
- [17] Rodrigues, B., Pinto, R. and Gonçalves, G. (2025) A Systematic Literature Review of Ai-Driven Intelligent Tutoring Systems in Engineering Education: Emphasizing Personalization, Feedback, and Student Monitoring. *IEEE Access*, **13**, 190152-190177. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3626473>
- [18] Liang, Y. and He, P. (2026) Design and Implementation of an AI-Powered Adaptive Learning System for University Students. *International Journal of Data Science and Analytics*, **22**, Article No. 118. <https://doi.org/10.1007/s41060-026-01045-5>
- [19] 马付斌, 范倩. 虚拟仿真技术与 AI 融合的实训教学改革研究——以单片机原理及应用课程为例[J]. *电子元器件与信息技术*, 2025, 9(12): 298-300.