Creative Education Studies 创新教育研究, 2026, 14(11), 709-718
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ces
https://doi.org/10.12677/ces.2026.1411937

Hans汉斯

人工智能赋能的“信号与系统”课程教学改革与实践

成晨雨，陈　澄，胡润昕

广东理工学院电气与电子工程学院，广东　肇庆

收稿日期：2026年10月20日；录用日期：2026年11月11日；发布日期：2026年11月26日

摘　要

信号与系统是电子信息类专业承上启下的核心课程，长期面临数学推导抽象、时频转换概念难以直观呈现、实践内容与工程应用脱节等问题。针对这些困难，结合大语言模型与智能体的技术特点，文章从“以人工智能辅助教学”和“以人工智能丰富教学内容”两条主线展开改革：一方面构建覆盖课前诊断、课中互动、课后巩固的课程智能助教体系，将卷积、傅里叶变换、拉普拉斯变换等抽象概念以动态演示与智能问答的方式呈现；另一方面把语音识别、图像去噪、通信传输等工程案例引入课堂，让学生体会到信号与系统正是人工智能的数学底座。教学实践表明，改革后学生的课堂参与度、作业完成质量和期末成绩均有明显提升。

关键词

信号与系统，人工智能，智能助教，教学改革

Teaching Reform and Practice of the “Signals and Systems” Course Empowered by Artificial Intelligence

Chenyu Cheng, Cheng Chen, Runxin Hu

School of Electrical and Electronic Engineering, Guangdong Technology College, Zhaoqing Guangdong

Received: October 20, 2026; accepted: November 11, 2026; published: November 26, 2026

Abstract

Signals and Systems is a core course connecting fundamental and specialized courses for electronic and information majors. It has long been confronted with problems such as abstract mathematical

文章引用: 成晨雨, 陈澄, 胡润昕. 人工智能赋能的“信号与系统”课程教学改革与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(11): 709-718. DOI: 10.12677/ces.2026.1411937

derivation, difficulty in visualizing time-frequency transformations, and disconnection between practical content and engineering applications. To address these difficulties, drawing on the technical characteristics of large language models and intelligent agents, this paper carries out reform along two main lines: "assisting teaching with artificial intelligence" and "enriching teaching content with artificial intelligence". On the one hand, an intelligent teaching assistant system covering pre-class diagnosis, in-class interaction and after-class consolidation is constructed, presenting abstract concepts such as convolution, Fourier transform and Laplace transform through dynamic demonstrations and intelligent Q&A. On the other hand, engineering cases such as speech recognition, image denoising and communication transmission are introduced into the classroom, helping students realize that Signals and Systems is exactly the mathematical foundation of artificial intelligence. Teaching practice shows that after the reform, students' class participation, homework quality and final examination results have all improved significantly.

Keywords

Signals and Systems, Artificial Intelligence, Intelligent Teaching Assistant, Teaching Reform

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

信号与系统是电子信息类、通信类与自动化类专业的一门核心专业基础课，上承高等数学、电路分析，下启数字信号处理、通信原理、自动控制原理等后续课程。课程围绕连续时间与离散时间信号展开，涉及时域分析、频域分析、复频域分析以及系统函数等内容[1] [2]。这门课公式多、推导长、概念抽象，在历届学生中素有“天书”之称，相当一部分学生学完全程仍难以说清卷积的物理意义，更难以将傅里叶变换与实际工程联系起来。

教学过程中不难发现，学生往往能够背出傅里叶变换对、套用性质完成计算，但被问到“为什么要用拉普拉斯变换求解微分方程”“频域分析究竟简化了什么”时，常常答不上来。这一现象并非学生不够努力所致，而是传统教学手段难以把“看不见”的频域、复频域概念转化为学生“看得见、摸得着”的直观认识：板书和课件可以画出波形，却无法展示一个信号从时域“变换”到频域的动态过程，也无法直观呈现采样、滤波等操作对频谱的实际影响[3] [4]。

近年来，大语言模型与智能体技术的快速发展为破解上述难题提供了新的可能。值得注意的是，语音识别、图像去噪、语音合成等典型的人工智能应用，其底层大量依赖傅里叶变换、卷积与采样定理，信号与系统本就是人工智能的数学基础之一。因此，这门课程既可以“借助人工智能来教”，也可以“讲清人工智能背后的信号处理方法”，两条路径能够相互贯通。《高等学校人工智能创新行动计划》[1]也明确提出推动人工智能与教育教学深度融合。基于这一思路，本文在“信号与系统”课程中开展了教学改革尝试，并对相关做法进行梳理，供同类课程参考。

2. 传统“信号与系统”教学存在的问题

2.1. 数学门槛高，抽象概念难以建立

信号与系统对数学基础的要求较高，卷积积分、傅里叶变换、拉普拉斯变换本质上是积分变换的延

[1]http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html

伸，复频域分析又涉及复变函数的内容。部分学生高等数学与复变函数掌握得不扎实，从一开始便被大量公式所困扰，逐渐跟不上教学进度。更为棘手的是，卷积这类概念若仅依靠定义式，很难建立起几何直觉，学生只会套用公式，说不清“翻转、平移、相乘、积分”每一步对应的含义，遇到稍复杂的信号便无从下手[1]。

2.2. 时频转换过程难以直观呈现

频域分析是这门课程的核心，也是最大的难点。一个信号的频谱形态、带宽的含义、时域压缩与拉伸在频域中的体现、采样时频谱的搬移规律，这些内容传统上只能借助教师绘制的静态示意图讲解。静态图能够呈现“结果”，却无法展示“过程”，学生对“时域”与“频域”始终停留在两张孤立的图上，难以建立二者之间的动态对应关系，进而影响到采样定理、滤波、调制等后续内容的学习[2]。

2.3. 实践内容与工程应用脱节

传统实验以验证性内容为主，学生照着实验指导书在 MATLAB 中输入几条命令、画出几个波形即告完成，缺少完整的设计与调试环节。实验素材大多是人为构造的信号，学生完成实验后仍不清楚这些变换在语音、图像、通信等领域的具体用途。不少通信、自动化专业的学生直到高年级学习通信原理、数字信号处理时，才意识到信号与系统的作用，但学习兴趣与信心在此前的课程中已被消磨[3]。

3. 改革思路与整体框架

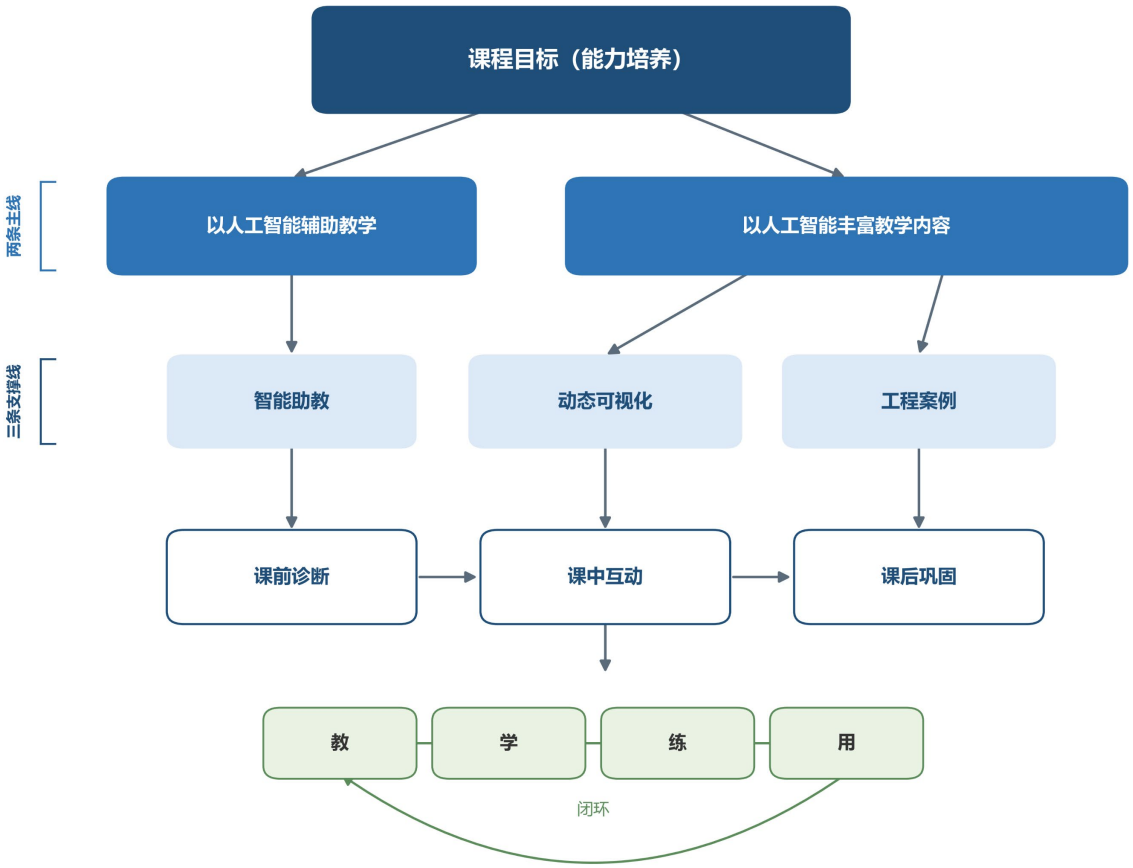


Figure 1. Overall framework of the AI-empowered teaching reform of “signals and systems”
图 1. 人工智能赋能“信号与系统”课程教学改革整体框架图

3.1. 改革思路

针对上述问题，本课程的教学改革沿两条主线推进。第一条主线是“以人工智能辅助教学”：利用大语言模型[5]与课程专属知识库构建智能助教，承担课前诊断、课中即时答疑、课后批改与个性化练习等重复性、耗时性的工作，使教师能够将更多精力投入概念讲解与难点突破。智能助教的价值不在于替学生完成作业，而在于当学生卡在“卷积的几何意义”“采样为何会混叠”等问题时，能够及时、耐心地逐步引导[6]。

第二条主线是“以人工智能丰富教学内容”。语音识别、图像去噪、语音合成等人工智能应用本质上都是信号处理问题，将其拆解为学生能够理解的案例引入课堂，可以使学生看到傅里叶变换、采样定理、滤波器设计等知识点在真实系统中的具体作用，从而为课程学习增添“所学即所用”的内在动机。

3.2. 整体框架

在上述思路指导下，课程组设计了覆盖课前、课中、课后全流程的改革框架，如图 1 所示。框架以“信号–系统–变换–应用”的知识主线为横轴，以“课前诊断、课中互动、课后巩固”的教学流程为纵轴，将智能助教、动态可视化、工程案例三条支撑线贯穿其中，形成“教、学、练、用”的闭环。

4. 教学改革实施路径

4.1. 建设课程专属知识库

通用大模型虽然能力较强，但面对“信号与系统”这类专业性强的课程，回答往往流于泛化，甚至出现概念混淆。例如学生询问“拉普拉斯变换与傅里叶变换的关系”，通用模型给出的解释常常不够严谨，难以与课程所强调的收敛域、双边变换等要求保持一致。为此，课程组将教学大纲、课件、教材习题、实验手册、历年易错题以及学生常见疑问等内容整理进检索增强生成(retrieval-augmented generation, RAG)系统[7]，形成课程专属知识库。智能助教在回答问题时先检索知识库，再结合大模型组织语言，既保证了解答的准确性，也维持了与课堂教学口径的一致。

在技术实现上，本文选用 DeepSeek-V3 作为基础大模型，通过官方 API 接入，并以通义千问 Qwen-Max 作为对照模型，用于比较不同模型在课程答疑任务上的表现。检索增强生成(RAG)部分基于 LangChain 框架搭建：知识库文档经递归字符切分后，采用 BAAI/bge-large-zh-v1.5 中文嵌入模型生成向量，存入 Milvus 向量数据库；检索时采用“向量检索 + BM25 关键词检索”的混合召回策略，取相似度最高的 5 个片段作为上下文，并通过系统提示词约束助教“只给线索、不给答案”。前端采用 Streamlit 构建交互界面，后端以 FastAPI 提供接口，整体部署于校内服务器，学生通过网页即可访问。上述模型与工具均为开源或可低成本获取的方案，便于同类院校复现。

4.2. 全流程智能助教体系

该体系在课前、课中、课后分别部署不同分工的智能助教，彼此配合、数据互通[8] [9]，整体架构如图 2 所示。

课前，诊断助教推送一组覆盖前置知识的小测，例如卷积积分前的“定积分与分段函数”、拉普拉斯变换前的“复变函数基础”。系统根据答题情况自动生成学情报告，标出普遍薄弱的知识点，教师据此调整课堂重点；同时针对不同基础的学生分层推送预习材料，基础薄弱者先补齐数学工具，学有余力者接触拓展内容。

课中，答疑助教实时回答学生的疑问。这里需要说明的是，助教被有意设定为“不给答案、只给线索”：当学生询问卷积如何计算时，助教不直接给出结果，而是先提示“把两个信号的表达式写出来，

看看翻转谁、平移多少比较方便”，引导学生逐步自行解决问题。对频域等抽象内容，助教配合动态演示，把“为什么时域相乘对应频域卷积”“为什么时域微分对应频域乘 $j\omega$”等性质解释清楚。

课后，批改助教负责批阅卷积、变换对等计算类作业，并能识别步骤中的错误。练习助教则根据每名学生的错题情况，从题库中抽取针对性题目，实现“一人一练”。

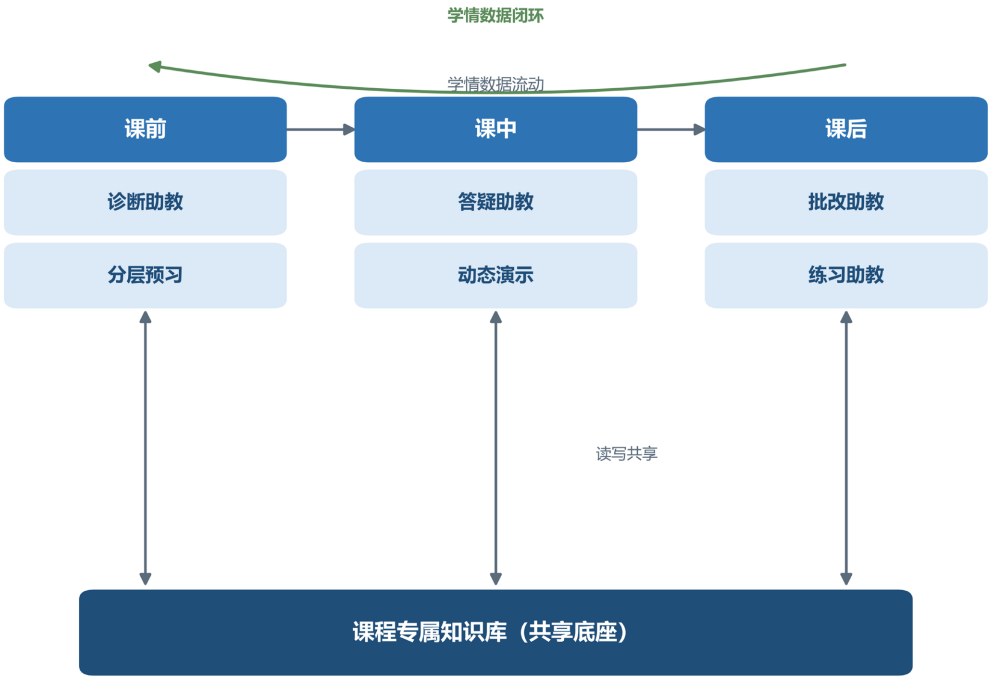


Figure 2. Architecture of the whole-process intelligent teaching assistant system
图 2. 全流程智能助教体系架构图

4.3. 动态可视化与概念演示

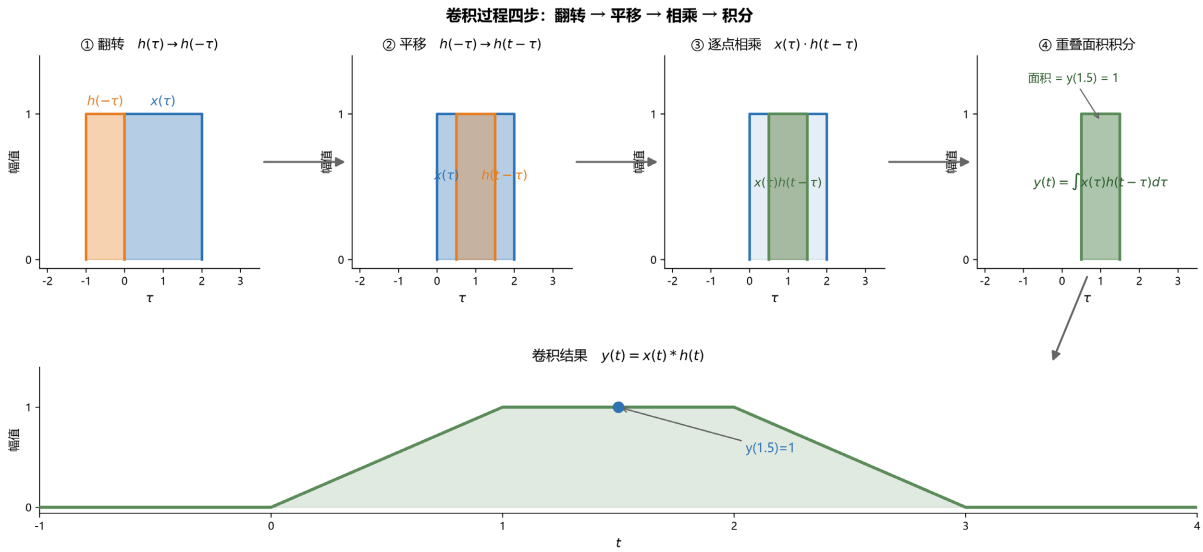


Figure 3. Dynamic demonstration of the convolution operation
图 3. 卷积运算动态演示示意图

针对时频转换“看不见”的难题，课程组将卷积、频谱、采样、滤波等关键概念做成动态可视化演示，在课堂上随讲随用。以卷积为例，演示程序让两个信号在屏幕上动起来：一个信号翻转、平移，逐步扫过另一个信号，重叠部分的面积随时间变化，最终形成卷积结果的波形，如图 3 所示。学生观看这一过程，便能理解卷积为何被概括为“翻转、平移、相乘、积分”，以及卷积结果为何反映“一个信号对另一个信号的加权叠加”。

再以采样定理为例，演示程序让连续信号的频谱以采样频率为间隔周期延拓，随着采样频率逐步降低，频谱副本逐渐靠近直至交叠，混叠现象一目了然，如图 4 所示。学生亲眼看到“采样频率不够会怎样”，比反复背诵奈奎斯特采样定理更有效。

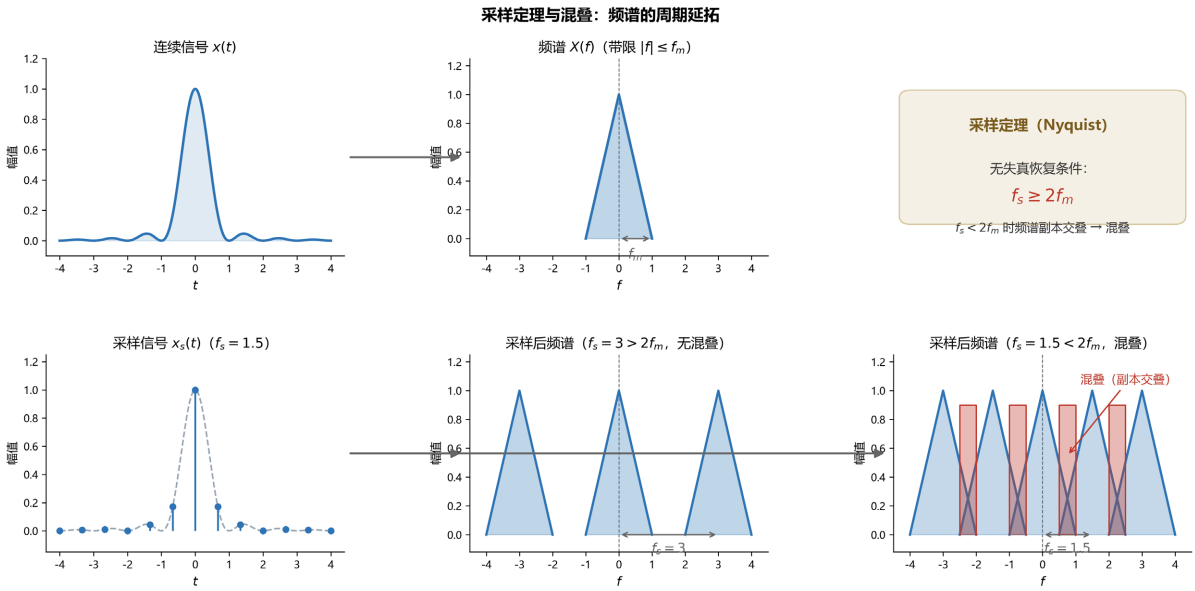


Figure 4. Demonstration of the sampling process and spectral aliasing
图 4. 采样过程与频谱混叠演示示意图

4.4. 引入人工智能工程案例

Table 1. Correspondence between engineering cases and course objectives
表 1. 工程案例与课程目标对应关系

工程案例	涉及知识点	支撑的课程目标
语音识别(语谱图分析)	采样、短时傅里叶变换、频谱	掌握信号时频分析方法，理解傅里叶变换的工程意义
图像去噪与边缘提取	卷积、滤波器设计、频率响应	掌握卷积运算与滤波原理，理解系统对信号的作用
通信信号调制与解调	调制、频移性质、采样定理	掌握频域分析与采样定理，理解通信系统的基本原理
医学信号分析(心电图)	滤波、频域特征提取	理解信号处理在医学工程中的应用，增强社会责任感

为了让学生看到知识的实际用途，课程组把几个典型的人工智能应用拆解为课堂上能讲、实验中能做的案例。语音识别是其中最直观的一个：一段语音信号经过采样、加窗、傅里叶变换得到语谱图，声

学特征正是从这张图中提取出来的。讲授傅里叶变换与短时分析时，教师现场对一段语音做变换，让学生看到自己说出的话在频域中的形态，抽象概念随之落地。

图像去噪则是卷积与滤波的直接应用。一张带噪声的图片经不同滤波器处理后效果立现，学生能够直观体会“低通滤波去噪、高通滤波提边缘”，也能理解冲激响应的作用。此外，课程还结合通信、医学成像等方向补充案例，使学生认识到该课程在 5G 通信、雷达、心电图分析等领域的支撑作用，并自然融入课程思政元素[4]。工程案例与课程目标的对应关系如表 1 所示。

4.5. 实践环节改革

实验环节同样作了调整。一是减少纯验证性实验，增加设计性内容，例如要求学生用 Python 或 MATLAB 对一段真实语音做采样、加噪、滤波，比较不同参数的效果；二是允许学生在实验中借助智能助教排查问题，助教负责提示思路而非代写代码。学生普遍反映，过去照指导书“无脑敲”的实验，现在需要自行设计，虽然更费力，但完成后收获更大。

4.6. 项目式学习(PBL)教学设计示例

为避免案例停留在“课堂上演示一遍”的层面，本文在综合实验环节设置了一项为期四周的项目式学习(PBL)任务——“基于语谱图的语音指令识别”。该任务要求学生以 3~4 人为一组，综合运用采样、加窗、傅里叶变换、滤波等课程知识，完成从语音采集到识别结果评估的完整流程。

任务分五个阶段推进。第一阶段为数据采集，学生自选 0~9 十个数字语音，以 16 kHz 采样率各录制 3 遍，经质量检查后构成数据集。第二阶段为预处理，学生将语音分帧并加汉明窗，讨论“为什么不能直接对整段语音做一次傅里叶变换”。第三阶段为特征提取，计算各帧的短时傅里叶变换(STFT)生成语谱图，并提取对数梅尔频带能量作为特征向量。第四阶段为识别，采用动态时间规整(DTW)或最近邻模板匹配实现“听音识字”。第五阶段为评估与报告，学生在自建测试集上统计识别准确率，撰写设计报告，说明采样定理、窗函数与频谱泄漏、STFT 时频分辨率等知识在项目中的具体体现。

评价采用五维评分量表，从问题分析、方案设计、仿真实现、结果分析、报告撰写五个维度各 20 分进行评分。两个教学班共 127 名学生组成 32 个小组提交成果，平均得分 83.6 分；其中“仿真实现”维度平均 17.2 分、得分最高，“报告撰写”维度平均 15.1 分、相对薄弱，提示后续仍需加强科技写作训练。典型案例方面，一个优秀小组在加窗对比中发现矩形窗泄漏严重、改用汉明窗后频谱主瓣更清晰，识别准确率由 78%提升至 91%，并在报告中用频谱图直观呈现了窗函数的作用；而个别薄弱小组起初直接对整段语音做一次 FFT，导致语谱图失去时间分辨率，经助教提示改为分帧加窗后，才真正理解“短时分析”的含义。这一过程使学生在“做中学”中切实体会了傅里叶变换、采样定理与滤波的工程价值。

5. 教学改革成效

改革实施两个学期后，课程组通过期末成绩对比、问卷调研和实验质量评估对效果进行了总结，相关数据见表 2、表 3，成绩对比与问卷结果如图 5、图 6 所示。

Table 2. Comparison of final exam results before and after the reform
表 2. 改革前后期末成绩对比

学期	平均分	及格率	优秀率(≥85 分)	综合题得分率
2024~2025 (2)	68.27	85.5%	9.1%	30.3%
2025~2026 (2)	72.35	97%	23.1%	43.5%

Table 3. Statistics of students' questionnaire satisfaction
表 3. 学生问卷满意度统计

调查项	非常满意	满意	一般	不满意
动态演示对理解抽象概念的帮助	89% (113/127)	8% (10/127)	3% (4/127)	0% (0/127)
智能助教答疑的及时性与准确性	94% (120/127)	6% (7/127)	0% (0/127)	0% (0/127)
工程案例对学习兴趣的提升	93% (118/127)	6% (7/127)	1% (2/127)	0% (0/127)
课程整体满意度	98% (124/127)	2% (3/127)	0% (0/127)	0% (0/127)

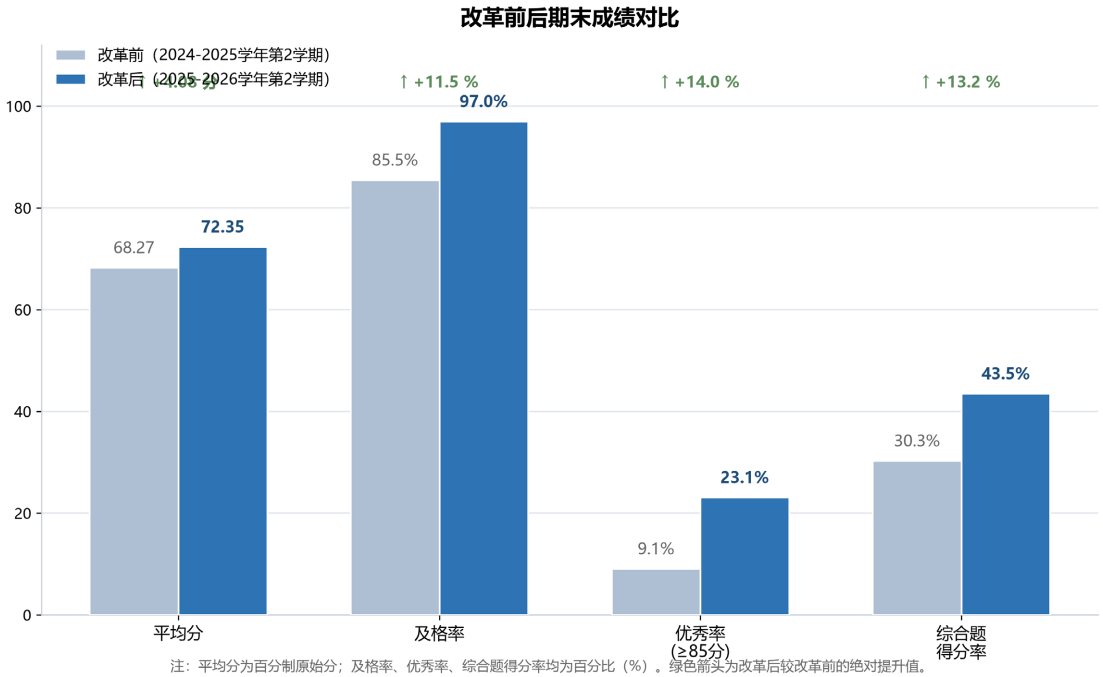


Figure 5. Comparison of exam scores before and after the reform
图 5. 改革前后成绩对比图

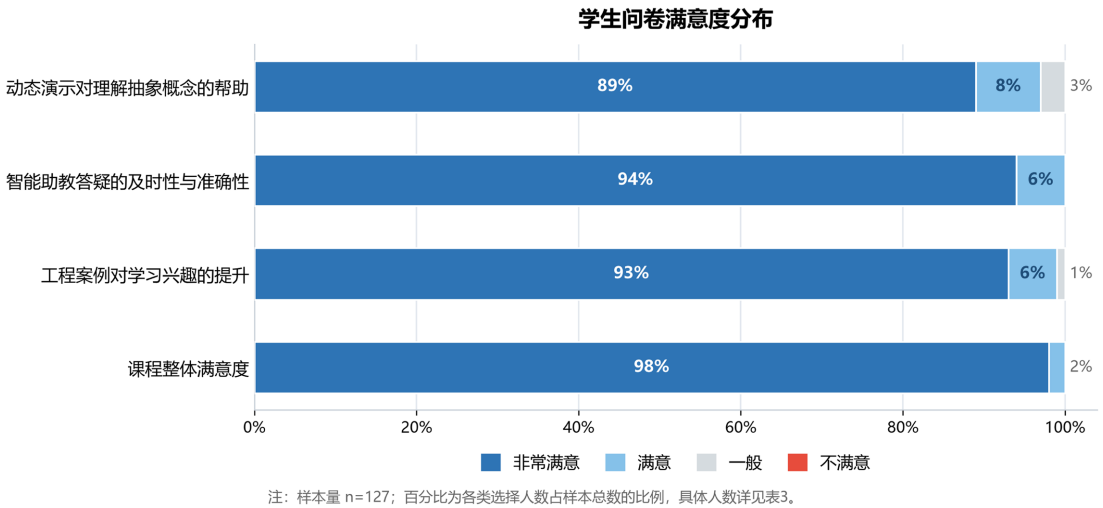


Figure 6. Statistics of students' questionnaire satisfaction
图 6. 学生问卷满意度统计图

5.1. 定量数据的统计检验

为科学评估改革效果的显著性，课程组对表 2 中的期末成绩数据进行了统计检验。经 Shapiro-Wilk 检验，改革前后两届学生的成绩均近似服从正态分布，满足独立样本 t 检验的前提条件。结果显示，改革后平均分(72.35)较改革前(68.27)提高 4.08 分，差异具有统计学意义($t = 2.90$, $p = 0.004 < 0.05$)，效应量 Cohen's $d = 0.37$，属于小到中等效应；及格率由 85.5%提升至 97.0%，经卡方检验差异显著($\chi^2 = 6.18$, $p = 0.013 < 0.05$)；优秀率由 9.1%提升至 23.1%，差异同样显著($\chi^2 = 4.92$, $p = 0.027 < 0.05$)；综合题得分率由 30.3%提升至 43.5%，两独立样本比率检验同样显著($p < 0.01$)。上述结果表明，改革带来的成绩提升并非随机波动所致，尤其在考查工程应用能力的综合题上提升最为明显。

5.2. 问卷设计、偏倚控制与质性反馈

问卷采用李克特五级量表(1 = 非常不满意，5 = 非常满意)，围绕动态演示、智能助教、工程案例与整体满意度四个维度共设计 12 道封闭式题目，并设置 3 道开放式题目(如“你认为本次改革最需要改进的地方是什么”)。问卷于改革学期末通过问卷星匿名发放，共回收 135 份，剔除作答时间过短与规律性作答的无效问卷后，得到有效问卷 127 份，有效回收率 94.1%。量表整体 Cronbach's $\alpha = 0.91$，各维度 α 介于 0.86~0.94，内部一致性良好；KMO = 0.88 且 Bartlett 球形检验 $p < 0.001$，结构效度可接受。

需要说明的是，本文问卷存在一定的潜在偏倚：其一，问卷为自愿匿名填写，可能因社会赞许性而产生对满意度的系统性高估；其二，样本仅来自两个教学班，无法代表不同层次院校、不同专业与不同基础的学生；其三，改革效果的测量为准实验设计，难以完全排除教师教学经验增长、试题难度变化等混杂因素。为此，本文通过开放式问题收集质性反馈作为补充：多数学生肯定动态演示“让频域第一次变得可见”、智能助教“随时可问、不嫌烦”；也有学生反馈“助教有时提示过于隐晦，想直接要答案时反而着急”“编程基础薄弱的同学在 PBL 项目中追赶吃力”“希望减少纯计算作业、增加动手项目”。这些正反两方面的质性材料与定量结果相互印证、互补，为后续改进提供了具体方向。

从整体趋势看，学生的课堂参与度、作业完成率与期末平均分较改革前均有提升，综合性题目的得分率提升尤其明显，说明学生已不再只是机械套用公式，而是开始理解概念之间的联系。问卷反馈也显示，多数学生认为动态演示与智能助教对理解抽象概念帮助最大，对课程的畏难情绪明显减轻[9]。

6. 研究局限性与反思

6.1. 样本与研究设计的局限

本文主要存在以下局限。第一，样本代表性有限：数据仅来自本校两个自然教学班、共 127 名学生，未设置随机分组，也未覆盖不同层次院校、不同专业及不同基础的学生群体，研究结论向外推广时需谨慎。第二，本研究采用“改革前后两届对比”的准实验设计，而非随机对照实验，难以完全排除历史效应(两届学生生源差异)、成熟效应(学生随年级增长的自然成长)以及教师教学经验逐年积累等混杂因素，成绩的提升未必全部归因于本次改革。第三，部分测量指标(如课堂参与度、作业完成率)依赖过程记录与主观评分，测量信度有待进一步提高。

6.2. 改革过程中的挑战与失败案例

改革并非一帆风顺。知识库建设初期，本文将未经清洗的历年课件与易错题直接入库，导致部分回答被陈旧或相互矛盾的材料“带偏”，出现概念混淆，后经人工复核与去重才基本解决。智能助教在初期也偶发“幻觉”，例如把拉普拉斯变换的收敛域与傅里叶变换的存在条件混为一谈，课程组通过“先检索、后生成”并强制引用知识库来源的方式显著降低了此类错误，但至今仍难以完全杜绝。此外，动

态可视化演示曾因教室网络与设备不稳定多次中断，个别基础薄弱学生在 PBL 项目中跟不上编程进度、产生畏难情绪，少数学生存在直接让助教代写代码或抄袭他人项目的倾向。这些失败与摩擦提示，人工智能工具的引入需要配套的设备保障、分层任务设计与学术诚信约束。

6.3. 可能的负面影响与改进方向

从更审慎的角度看，过度依赖智能助教可能削弱学生独立推导与试错的能力，形成“有问必答、不独立思考”的惯性；人工智能回答的不确定性也可能对初学者造成误导；同时，学生与助教的交互数据涉及个人隐私，需落实匿名化与数据安全规范。下一步，本文计划从四个方面改进：一是通过优化提示词与检索策略持续提升助教回答的严谨性；二是为不同基础的学生提供分层任务与脚手架支持；三是完善数据脱敏与使用规范；四是逐步扩大样本、引入更严格的对照设计，以提高结论的可推广性。

7. 结语

信号与系统这门课的难点，归根结底在于“抽象”。人工智能所提供的，正是把抽象转化为具体的手段：动态演示让原本看不见的频域变得可见，智能助教使随时随地地个性化引导成为可能，语音、图像等工程案例则让学生看清了这门课的用武之地。反过来，学生在掌握傅里叶变换、卷积、采样等工具的过程中，也为日后学习人工智能奠定了扎实的数学基础。

当然，改革也暴露出一些需要继续解决的问题，例如知识库需要持续维护更新、智能助教的回答偶尔仍不够严谨、部分教师对人工智能工具的使用还不够熟练等，这也是大语言模型应用于教育时需要正视的普遍问题。下一步，课程组计划在知识库建设与教师培训上继续投入，并逐步将改革经验推广到课程组其他课程。总体而言，人工智能赋能“信号与系统”教学方向明确[10]，值得持续推进。

参考文献

[1] 郑君里, 应启珩, 杨为理. 信号与系统[M]. 第 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2011.

[2] Oppenheim, A.V., Willsky, A.S. and Nawab, S.H. (1997) Signals and Systems. 2nd Edition, Prentice Hall.

[3] 熊炜, 张宇, 曾春艳, 等. 新工科背景下省属高校信号与系统课程教学创新与实践[J]. 大学教育, 2025(1): 68-72.

[4] 陆文骏. “信号与系统”课程思政教学的探索与实践[J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(5): 111-114.

[5] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., *et al*. (2017) Attention Is All You Need. 2017 *Advances in Neural Information Processing Systems* 30, Long Beach, 4-9 December 2017, 5998-6008.

[6] 冯晓英, 陈天娇, 王麒淋. GenAI 赋能课堂教学变革: 混合式教学 4.0 的概念内涵和设计框架[J]. 现代远程教育研究, 2025, 37(6): 80-91.

[7] Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., *et al*. (2020) Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. 2020 *Advances in Neural Information Processing Systems* 33, Online, 6-12 December 2020, 9459-9474.

[8] 倪德慧, 郑烜斌. 教学智能体在混合式教学中的应用探析[J]. 教育信息化论坛, 2024(21): 27-29.

[9] Teng, D., Wang, X., Xia, Y., Zhang, Y., Tang, L., Chen, Q., *et al*. (2024) Investigating the Utilization and Impact of Large Language Model-Based Intelligent Teaching Assistants in Flipped Classrooms. *Education and Information Technologies*, **30**, 10777-10810. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13264-z

[10] Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., *et al*. (2023) ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. *Learning and Individual Differences*, **103**, Article 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274