

大模型时代“Python 数据分析”课程 LLM 融合式教学设计*

钟元生^{1,2,*} 李志英² 欧阳贺麒¹

1. 江西财经大学软件与物联网工程学院
江西 南昌 330013

2. 江西科技师范大学教育学部
江西 南昌 330038

摘 要 针对传统 Python 数据分析课程“重代码复现、轻思维建构”的问题,构建了一种“LLM 支持+综合项目融入+翻转课堂”的三机制协同教学改革方案。设置了“理解、掌握、创新”三层次递进的课程学习目标,以完成企业真实项目为主线,将大语言模型作为认知伙伴系统融入课前自学、课中协作、课后实践全流程。教学实践检验时,安排了2学时的“AI 素养与协作策略”专题教学,以规范 LLM 的使用;采用了“渐进撤架”策略,前期允许广泛使用 LLM 进行代码生成,中期引导从“要代码”转向“问逻辑”,后期核心分析模块独立完成。与改革前的对照班相比,实验班的大作业项目完整完成率提升 49%,优秀率提高 30.2%,数据分析深度显著提升,学生的项目实践能力与高阶思维水平显著提升。

关键字 Python 数据分析, 教学改革, 大语言模型, 人机协同, 项目式学习

Design of an LLM-Integrated Teaching Framework for the "Data Analysis with Python" Course in the Era of Large Models*

Yuansheng Zhong^{1,2} Zhiying Li² Heqi Ouyang¹

1. School of Software and Internet of Things Engineering, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang, Jiangxi, 330013, China

2. Faculty of Education, Jiangxi Science & Technology Normal University, Nanchang, Jiangxi, 330038, China

Abstract—To address the issue of traditional Python data analysis courses emphasizing "code reproduction over conceptual thinking," a three-mechanism collaborative teaching reform scheme termed "LLM Support + Integrated Real-World Projects + Flipped Classroom" was developed. The curriculum established three progressive learning objectives: "understanding, mastering, and innovating." Centered around completing real corporate projects, large language models were integrated as a cognitive partner system throughout the entire process—including pre-class self-study, in-class collaboration, and post-class practice. In the implementation of the teaching reform, a two-hour specialized session on "AI Literacy and Collaboration Strategies" was introduced to standardize the use of LLMs. A "gradual scaffolding removal" strategy was adopted: extensive use of LLMs for code generation was permitted in the early stage; students were guided from "asking for code" to "questioning the logic" in the middle stage; and core analytical modules were completed independently in the later stage. Compared with the control class before the reform, the experimental class showed a 49% increase in the full completion rate of major project of final assignment, a 30.2% increase in the excellence rate, and a significant improvement in the depth of data analysis. Students' project implementation skills and higher-order thinking abilities were also notably enhanced.

Keywords—data analysis with Python; Teaching reform; Large language models (LLMs); Human-AI collaboration; Project-based learning

1 引言

随着数字经济的蓬勃发展,数据分析能力已成为当代大学生的核心竞争力之一。Python 语言因其简洁

的语法和强大的数据处理库,已成为数据分析课程的首选教学语言。然而,传统 Python 数据分析课程在教学理念、实施方式与评价机制等方面面临诸多挑战:教学内容与企业实际需求脱节,教学方法以单向讲授为主,考核方式难以全面评估学生的综合能力。尤其是教学中普遍存在“重代码复现、轻思维建构”的倾向,学生常因语法纠错、代码调试等外在认知负荷过重,导致难以聚焦于数据分析思维本身。此外,学生

*基金资助:江西省本科教学改革研究项目重点课题“大模型时代财经院校‘Python 数据分析’课程教学改革”(项目编号: JXJG-23-4-3)。

**通讯作者: 钟元生 zhong_ys@jxufe.edu.cn。

个体差异大, 现实教学中师生比较高, 教师难以提供及时有效的个性化反馈, 学生学习动机易受挫^[1-2]。

2023 年以来, 以 ChatGPT、DeepSeek 为代表的大语言模型 (Large Language Models, LLMs) 快速崛起^[3], 为上述问题的解决提供了新的技术路径。LLM 能够提供个性化的认知支持, 与学习者协同促进高阶认知活动, 有效降低外在认知负荷, 释放认知资源用于深层理解^[4]。AI 赋能计算机通识教育已成为重要教学改革方向^[5], 将 LLM 融入 Python 课程教学, 有助于实现“理解、掌握、创新”的梯度培养目标^[6-7]。

项目式教学 (Project-Based Learning, PBL) 在提升学生实践能力和创新精神方面展现出独特优势^[8]。将 LLM 与项目式教学相结合, 既可以利用 AI 辅助学生完成代码生成、调试优化、知识检索等任务, 又能通过项目实践培养学生的综合应用能力。这一教学范式为 Python 数据分析课程改革提供了新的思路^[9-10]。

基于上述背景, 本次教学设计立足于 Python 数据分析课程的教学实际, 系统梳理国内外 LLM 辅助编程教学及项目式教学的研究进展, 在此基础上构建“LLM+项目式教学”融合教学模式, 以期 Python 数据分析课程的教学改革提供理论参考和实践借鉴。

2 国内外研究现状

随着 LLM 的快速发展, LLM 辅助编程教学及项目式教学融合已成为计算机教育领域的研究热点。国内外学者在课程实践、教学模式、理论框架及评价机制等方面开展了大量探索, 形成了多元化的研究路径。

2.1 LLM 辅助编程教学的实践探索

在 LLM 辅助编程教学方面, 鞠小林等 (2024)^[1]探讨了基于 LLM 辅助教学的 Python 编程课程教学改革, 分析了 LLM 在代码生成、错误解释、个性化练习生成等方面的应用方式及效果。董珊珊等 (2025)^[6]将生成式人工智能与项目式教学结合, 应用于生物类专业 Python 课程, 结果表明 LLM 能有效辅助学生完成复杂数据分析项目, 拓宽了跨学科教学视野。

在课程实践方面, Porter 和 Zingaro (2025)^[11]在 CS1 入门编程课程中系统整合了生成式 AI, 设计了数据科学、图像处理和游戏开发三类项目式任务, 并提出了使用 AI 工具的六项核心技能 (提示词设计、代码阅读与选择、测试与调试、问题分解、模块利用、伦理与元认知), 验证了 LLM+PBL 模式的广泛适用性。Vemula (2024)^[10]聚焦于 Python 编程教育, 提出利用 LLM 提供个性化支持和交互式学习环境, 显著提升了学生的代码理解与调试效率。

2.2 项目式教学与 LLM 的融合路径

PBL 的独特性为 LLM 融入教学提供了理想载体。Silvia Lavado Anguera 等 (2024)^[8]对工程教育中的项目式学习进行了系统综述, 指出 PBL 能有效促进学生的批判性思维、协作能力和解决真实问题的能力, 为 LLM 与 PBL 的融合奠定了方法论基础。

在融合实践层面, Zhu 和 Zeng (2025)^[12]提出了“先实践后理论”的 AI 自动化编程教学方法, 设计了从项目主题设置、POE 大模型分析需求、Scrum 任务分解到 Cursor AI 代码生成与优化的完整流程。何学敏等 (2025)^[9]以 Python 数据爬虫课程为例, 探讨了大模型在计算机通识课程中的应用与实践, 验证了 LLM 在编程教学中提升学生实践能力的有效性。

2.3 教学模式创新与理论框架建构

在课程模式创新方面, 王平水等 (2025)^[7]提出“知识图谱+大模型”赋能 Python 数据分析课程教学模式创新, 探索了知识图谱与 LLM 协同支持数据分析教学的新路径。王莉等 (2022)^[2]面向新工科背景, 探索了 Python 数据分析课程思政与翻转课堂的融合教学模式, 强调课程思政元素与专业知识的有机结合。

在理论框架方面, 刘明等 (2025)^[13]构建了生成式人工智能支持自我导向学习的 AI4SDL 框架, 融合大语言模型、检索增强生成技术与学习分析方法, 通过准实验研究验证了该框架在提升大学生自我导向学习能力方面的显著成效。汤倩雯和张浩 (2026)^[4]研究了 GenAI 支持的人机协同高阶思维培养, 提出 LLM 作为认知伙伴可有效促进学生从低阶思维向分析、评价、创造等高阶思维跃迁。Khosravi (2025)^[14]对高等教育中 LLM 的实施进行了系统文献综述, 归纳了技术、教学、伦理等多层面的关键问题与解决方案。

2.4 研究述评与问题提出

纵观国内外研究, 可以发现以下特点与趋势: 第一, 研究视角从早期的 AI 辅助编程工具应用, 逐步拓展至教学模式重构、高阶思维培养与系统性评价机制构建; 第二, LLM 与 PBL 的深度融合已成为共识, 并在多学科、多课程类型中得到验证; 第三, 研究范式从单一的技术应用转向“理论框架—教学实践—效果评估”的系统建构。

但是, 专门针对“Python 数据分析”课程的系统性 LLM+PBL 教学框架尚不完善, 尤其是面向数据分析全流程的 LLM 嵌入策略缺乏系统设计; 如何引导学生从“依赖 AI”走向“协同创新”仍缺少可操作的教学指引; 融合模式的教学效果评估体系尚不完善, 特别是高阶思维维度的测量工具与评价标准有待进一步实证检验。

基于上述分析,本研究聚焦 Python 数据分析课程,构建“LLM 支持+综合项目融入+翻转课堂”三机制协同的教学模式,系统探索 LLM 在数据分析项目全流程中的嵌入策略与教学效果。

3 LLM 融合式教学改革方案

3.1 课程目标与整体框架

本教学设计以江西财经大学软件工程专业大二选修《Python 数据分析》课程的两学期本科生为研究对象。由于本研究是在真实教学条件下开展的自然对比研究,两学期(2024-2025 学年第 1、2 学期)学生人数存在波动,241 学期($n=65$)采用传统教学模式(讲授+录播视频)为对照班,242 学期($n=48$)在此基础上引入“LLM 支持+项目式学习+翻转课堂”的融合教学模式(如图 1 所示)为实验班。两班在课程内容、学时安排及授课教师等方面保持一致。为保证两班学生基线水平可比,收集了两班学生的先修课程成绩。独立样本 t 检验显示,对照班平均成绩为 78.2 ± 9.1 分,实验班为 79.4 ± 8.6 分($t=0.72$, $p=0.473$),差异无统计学意义,两班在干预前具有可比性。

在课程目标设计上,确立了“理解、掌握、创新”三层递进目标。“理解”强调对数据分析基础理论、

Python 核心语法及常用库功能的准确把握;“掌握”注重学生能够独立完成数据清洗、分析与可视化等典型任务;“创新”则指向学生在真实项目中能够自主定义问题、设计分析路径并形成有深度的结论。三次目标层层递进,既体现了认知发展的阶段性,也为教学活动的分层设计提供了依据。

在教学框架设计上,课程以企业真实项目为主线,系统融入“三基”(基础理论、基础知识、基础技能)教学内容,实现知识、能力与素养的协同培养。在教学组织上,采用翻转课堂形式:课前,学生在 LLM 辅助下完成基础知识学习与练习;课中,教师聚焦重难点精讲与组织基于 LLM 的企业项目实战演练;课后,学生以小组形式在 LLM 支持下完成项目分解、调试、集成与优化,最终形成高质量数据分析报告。

本教学模式以“LLM 支持、综合项目融入、翻转课堂”为三大核心机制,三者协同作用:LLM 作为认知伙伴降低外在认知负荷,项目式学习提供真实问题情境,翻转课堂重构教与学的时间与责任分配。三种机制的深度融合,不仅实现了知识、能力与素养的协同培养,还培养了学生在人机协同环境下的复杂问题解决能力,最终达成高阶思维与创新能力的培养目标。

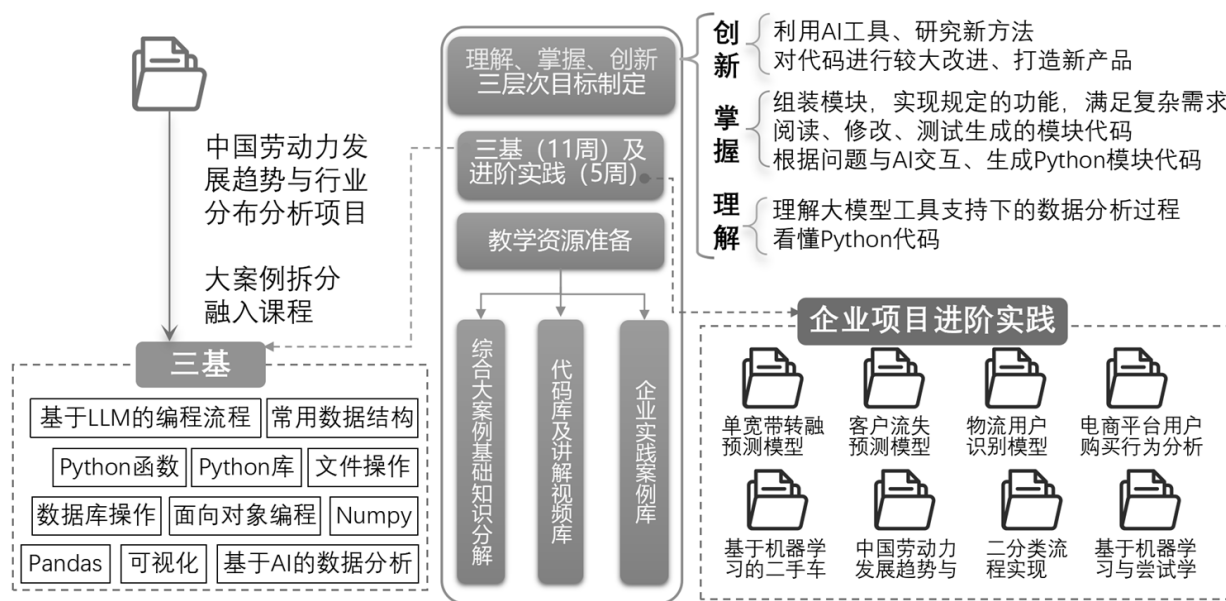


图 1 课程设计框架图

3.2 LLM 支持的教学

为应对大模型时代对数据分析人才提出的新要求,本课程将 LLM 相关知识系统融入教学体系,增设“基于 AI 的数据分析”教学单元,确保教学内容的先进性与实用性。在教学模式上,课程构建了以 LLM 为“隐

形助教”的翻转课堂新范式,将 LLM 融入学生学习的全过程,形成“课前自学—课中协作—课后实践”的闭环学习流程,如图 2 所示。

课前自学阶段,按先修课程成绩进行分组,保证各小组整体水平一致。学生项目小组通过超星平台观

看微课视频、阅读教学资料，完成基础知识的学习。在此过程中，LLM 作为个性化学习助手，帮助学生解答疑难问题、生成代码示例、辅助完成初步练习。这一设计旨在让学生在进入课堂前建立基本的知识框架，为课堂深度学习奠定基础。

课中协作阶段，教师聚焦课程重难点进行精讲，组织基于 LLM 的企业项目现场实战演练。教学重心从“知识传授”转向“人机协同策略训练”，教师引导学生学习如何与 LLM 高效协作，包括：如何设计精准的提示词、如何批判性评估 LLM 生成的代码、如何识

别 LLM 输出中的潜在错误与偏见。通过这一阶段的训练，学生逐步掌握将 LLM 作为认知伙伴而非答案生成器的使用范式，有效锤炼计算思维与批判性思维能力。

课后实践阶段，学生以小组形式开展项目实践，在 LLM 支持下完成真实项目的分解、调试、集成与优化。LLM 在此阶段扮演“技术顾问”角色，协助学生解决编程难题、拓展技术边界、优化代码质量。各小组最终交付包含完整分析流程与结论的数据分析报告，实现从知识习得能力生成的学习转化。

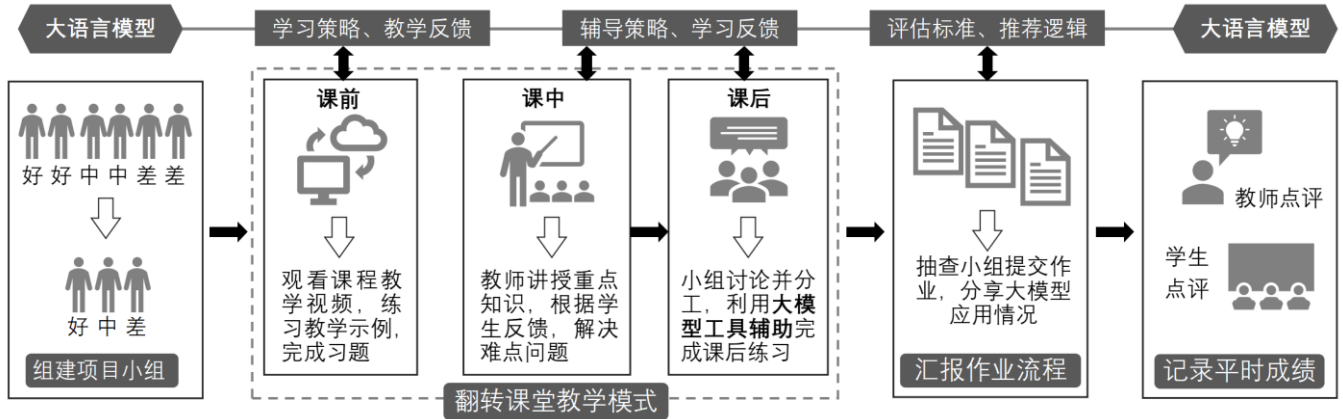


图 2 LLM 支持的学习流程

为保障 LLM 协作的有效性与规范性，课程在第 2 周专门安排 2 学时的“AI 素养与协作策略”专题教学，主要内容包括：①LLM 工作原理与局限性(如幻觉问题)；②有效提问的 CRISPE 框架；③LLM 生成代码的正确性验证方法(单元测试、边界测试、逻辑审查)；④学术诚信声明与引用规范，明确禁止在基础练习中

直接复制 LLM 输出的结果，如图 3 所示。通过系统规范引导，帮助学生建立对 LLM 的正确认知，降低过度依赖风险。这一设计呼应了杨展鹏等（2021）^[15]关于提示工程教学促进学习者计算思维发展的研究结论。

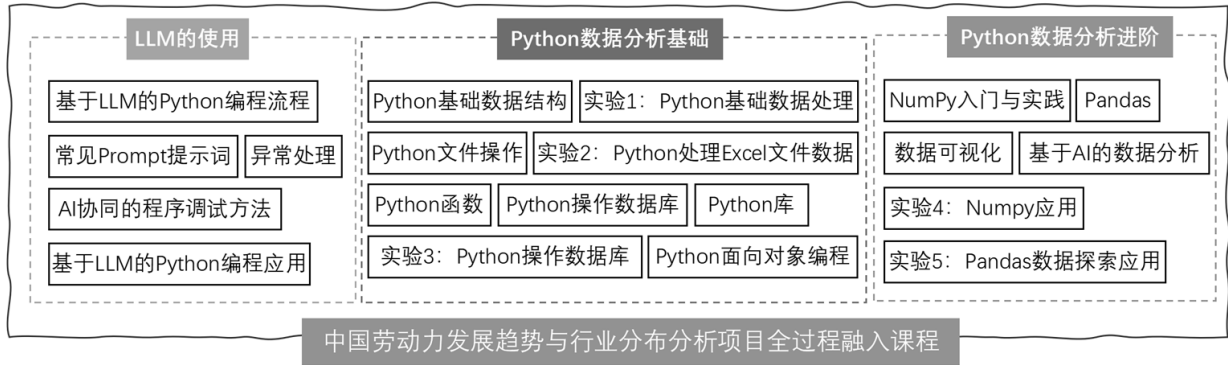


图 3 大项目融入的课程框架图

3.3 企业真实项目拆解融入

课程以中国电信集团江西分公司提供的“中国劳动力发展趋势与行业分布分析”项目为核心，将企业真实数据分析任务脱敏处理后用于教学。企业提供数据说明文档和业务背景资料，指派一名技术专家参与

项目开题与终期答辩。课程结束后，优秀小组的分析报告提交企业参考，实现“教学—实践—应用”闭环。

在项目融入策略上，课程依据“三基”教学逻辑，将企业项目系统拆解为一系列循序渐进的子任务，并有机融入各教学单元，如表 1 所示。例如，在数据类型学习环节，课程直接引入项目中的“行业”“地区”

等字段讲解字符串类型，用“年份”“就业人数”阐释整型，用“就业率”说明浮点数。这种基于真实情境的实例教学，使学生能直观、迅速地掌握抽象的数据类型概念。

表 1 部分子任务融入课程知识点举例

任务名称	知识点说明
数据过滤	使用 filter 函数筛选特定条件的行业数据
数据库表结构	设计劳动力数据表结构，建立主外键关系
数据 CRUD 操作	实现劳动力数据的增删改查基本数据库操作
数据查询优化	使用索引和排序优化劳动力数据查询效率
数据库管理系统	构建完整的数据库应用系统，支持复杂查询和数据分析
多维数据分析	综合运用 NumPy 进行劳动力数据的多维分析和趋势预测

在进阶模块的数据可视化与分析方法环节，学生基于项目数据完成就业趋势图绘制、行业分布分析、

区域对比研究等任务，逐步掌握 Pandas 数据处理、Matplotlib 可视化、统计分析等核心技能。此外，重构后的课程还增设了 5 个来自不同行业的真实业务场景案例作为进阶实验，涵盖金融、零售、互联网等领域，有效拓宽了学生的行业视野。

3.4 大作业实践组织

课程以开放性大作业作为重要的综合性考核方式，学生项目小组根据兴趣自主选题，具体来源：①从企业项目库中选择案例；②复现学术论文中的分析过程；③基于竞赛网站(如 Kaggle、天池)的公开数据集自主命题。各小组需提交一份结构完整的数据分析报告，并制作汇报 PPT 进行公开答辩，实现“成果产出一交流展示—能力评价”的完整闭环，如图 4 所示。

大作业的实践过程中，鼓励并引导学生在 LLM 的辅助下动态扩展技术能力边界。在掌握 NumPy、Pandas、Matplotlib 等经典数据分析库的基础上，根据所选项目的复杂程度，在 LLM 的协作下主动探索机器学习、模型微调及高性能推理引擎等企业级新兴技术。

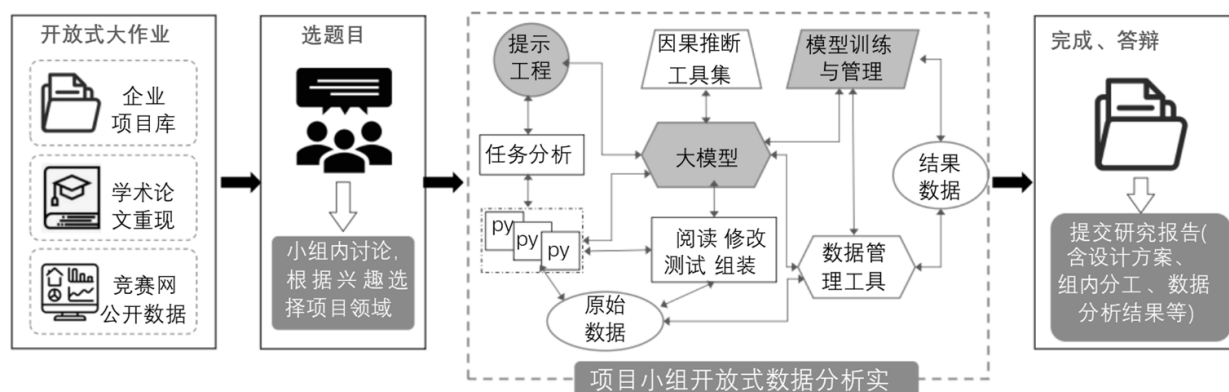


图 4 大作业流程图

在评价机制上，课程引入“AI 量化评估—同伴逻辑审查—教师创新评审”三维评价体系：①AI 量化评估：利用 LLM 对学生报告初稿进行语法、结构、逻辑流畅性的自动评分，占大作业总分的 10%；②同伴逻辑审查：每组随机分配另一小组的报告进行匿名评审，重点审查数据分析逻辑是否自洽、结论是否合理，占 15%；③教师创新评审：教师从问题原创性、方法新颖性、结论启发性三个维度进行综合评价，占 75%。三维评价机制体现了“过程性评价与终结性评价相结合”“定量评价与定性评价相结合”的评价理念。

4 LLM 融合式教学改革成效

为评估教学改革效果，研究对比了课改前后两班学生的大作业完成情况，选取项目完成度、报告质量与答辩表现等作为核心评价指标。

4.1 典型作品对比及质性分析

对比了两班学生典型大作业情况，如表 2 所示。课改前大作业多为数据类型单一、数据量小的“玩具项目”；课改后，学生选题复杂度显著提升，普遍涉及多源、海量数据的处理与分析。

课改前学生 A 选择“泰坦尼克号生存预测”经典数据集，完整复现课堂示例代码，按部就班完成数据清洗、特征工程与模型训练。尽管代码规范、运行正确，但结论停留在“女性、头等舱乘客生存率更高”等常识层面，未结合具体历史背景深入分析。答辩环节能够清晰讲解代码逻辑，但难以回答“为什么选择这个模型”“结论对现实有何启示”等追问。

课改后学生 B 选择“中国劳动力年龄结构变迁与就业趋势分析”这一更具现实意义的选题，基于国家

统计局公开数据, 自主定义分析问题。在 LLM 辅助下完成数据清洗与特征工程, 自主构建“年龄—工龄”交互特征, 采用随机森林模型分析特征重要性, 并使用 SHAP 工具解释模型决策。答辩环节能够清晰阐释分析逻辑, 主动回应评委关于“因果推断”“样本偏差”的追问, 表现出较强的元认知能力。

表 2 两班学生典型大作业对比

对比维度	课改前学生代表 A	课改后学生代表 B
选题	泰坦尼克号生存预测(经典数据集)	中国劳动力年龄结构变迁与就业趋势分析(基于国家统计局公开数据)
分析思路	完整复现课堂示例代码, 按部就班完成数据清洗、特征工程与模型训练	自主定义分析问题, 使用 LLM 辅助数据清洗和特征工程, 自主构建交互特征
技术亮点	代码规范, 运行正确, 报告结构完整	采用随机森林模型分析特征重要性, 使用 SHAP 工具解释模型决策, 制作交互式可视化图表
分析深度	结论停留在常识层面, 未结合具体历史背景深入分析	发现“35 岁后薪资增速显著放缓”, 结合劳动力市场政策进行深入解读
答辩表现	能够清晰讲解代码逻辑, 但难以回答深入追问	能够清晰阐释分析逻辑, 主动回应评委追问, 表现出较强的元认知能力

4.2 量化效果分析

(1) 教学改革取得显著成效。对两班学生大作业总分(满分 100 分)进行检验, 从总评成绩、各维度得分等多方面进行系统对比分析(见图 5)。总评成绩对比, 排除 2 名缺考学生后, 实验班总评成绩均值(94.2 分)高于对照班(92.1 分), 且标准差更小(3.24 vs 5.82), 说明实验班成绩更为集中、整体水平更高。实验班最低分(87.85 分)也明显高于对照班最低分(78.0 分), 表明 LLM 融合式教学有效提升了后进学生的学习效果。

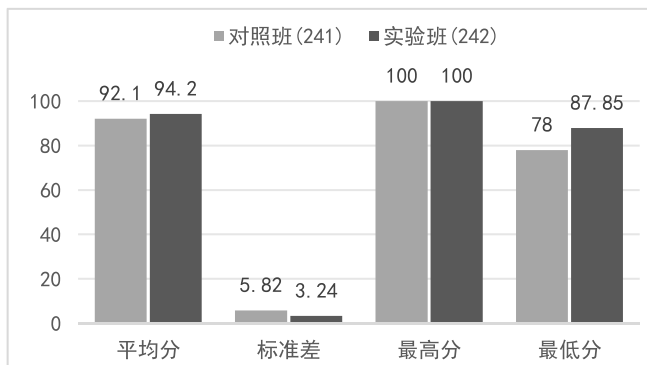


图 5 对照班与实验班总评成绩对比(排除缺考)

(2) 实验班在选题难度、分析流程和分析深度三个维度上均显著优于对照班。其中“分析深度”维度提升最为突出(均值差 3.08 分, 效应量 $d=1.31$), 表明 LLM 融合式教学在培养学生高阶思维能力方面效果显著。“结构规范”维度两班差异最小(均值差 0.17 分, $p=0.376$), 说明该维度更多依赖于学生自身的编程习惯, 教学模式改革对其影响有限, 如图 6 所示。

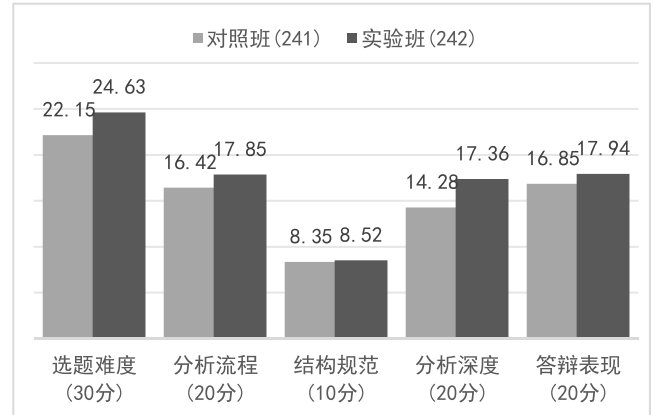


图 6 对照班与实验班大作业各维度得分对比

(3) 实验班的优秀率达到 97.9%(47/48), 远高于对照班的 67.7%(44/65), 提高了 30.2%。实验班仅有 1 名学生处于良好等级, 无中等及以下等级学生; 而对照班有 19 名学生(29.2%)处于良好等级。这一数据有力地证明了 LLM 融合式教学在提升整体学业表现方面的显著效果, 如图 7 所示。

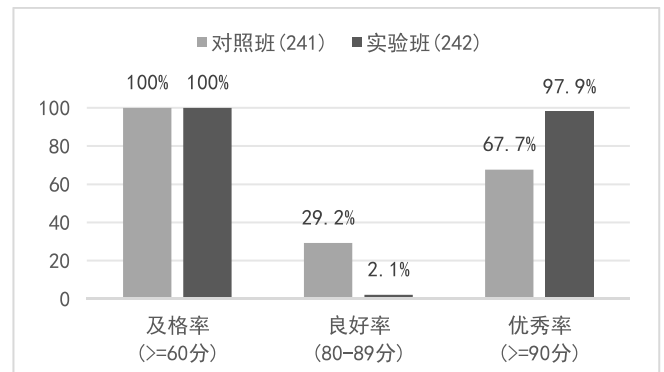


图 7 对照班与实验班成绩等级分布对比

(4) 实验班大作业完整项目的完成率(81.3%)是对照班(32.3%)的 2.5 倍, 提升 49%。在传统教学模式下, 超过三分之二的学生无法独立完成完整的数据分析项目; 而引入 LLM 辅助后, 近五分之四的学生能够顺利完成项目要求, 反映了 LLM 在降低编程门槛、增强学生项目执行力方面的关键作用。

4.3 教学成效总结

经过教学实践与迭代优化, 本项教学改革取得了显著成效。课程评价方面, 近两学期评教分均在优秀

以上,分数分别为 93.44 与 93.60(学校最高分 95 分)。

《Python 数据分析》入选第二批江西省校企合作一流本科课程,获学校推荐为省级新工科课程思政典型案例。

学生发展方面,学生学习兴趣与投入度得到显著提升,课程评价从“枯燥”转变为“有趣、实用”。部分学生在课堂项目基础上深化研究,已成功立项省级乃至国家级大学生创新创业训练计划项目课题,例如:241 班(对照班)吴乐星同学获 2024 年江西省编程大赛二等奖及全国编程总决赛三等奖;241 班艾泽阳同学主持的省级大学生创新创业训练计划项目以“良好”等级结题。242 班(实验班)黄宇茹同学主持的国家级大学生创新创业训练计划项目已通过结题验收;242 班晏晨旭同学获得软件著作权专利。此外,242 班 19 名学生凭借课程所学的数据分析与 AI 应用能力,成功获得保研资格及数字领域优质就业机会。这些成果充分说明,LLM 融合式教学不仅提升了学生的课程学业表现,更有效提升了学生的创新能力和职业竞争力。

5 结束语

本研究围绕 Python 数据分析课程的教学改革,构建并实践了“LLM 支持+综合项目融入+翻转课堂”三机制协同的融合教学模式。实践表明,该模式在提升学生项目实践能力与高阶认知水平方面具有显著成效。

教学效果的显著提升主要源于以下机制:第一,LLM 在代码生成与错误诊断中的即时反馈,有效降低了学生在编程过程中的外在认知负荷,使其能够将更多认知资源投入到数据分析思维的建构之中;第二,项目式学习通过真实问题驱动,促进了知识的情境化应用,增强了学习的深度加工过程;第三,翻转课堂模式强化了学生的主动学习责任,使课堂时间能够聚焦于高阶问题解决与人机协同策略训练。三者协同作用,共同促进了学生从“代码执行”向“数据理解与决策”的高阶思维能力跃迁。

本研究的主要贡献体现在:一是构建了面向 Python 数据分析课程的“LLM+PBL+翻转课堂”三机制协同教学框架,为同类课程改革提供了可借鉴的理论模型;二是细化了 LLM 在数据分析项目全流程中的嵌入策略,包括课前自学辅助、课中人机协作训练、课后项目实践支持等环节的具体设计;三是探索了“AI 量化评估—同伴逻辑审查—教师创新评审”三维评价机制,为高阶思维能力的多元评价提供了实践路径。

参考文献

- [1] 鞠小林, 张艳梅, 王皓晨, 等. 基于大语言模型辅助教学的 Python 编程课程教学探索[J]. 计算机教育, 2024(9): 33-37.
- [2] 王莉, 陈明辉, 张鹏. 面向新工科的 Python 数据分析课程思政与翻转课堂教学模式研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(2): 12-20.
- [3] ZHAO W X, ZHOU K, LI J, et al. A survey of large language models[EB/OL]. <https://arxiv.org/pdf/2303.18223>, 2023.
- [4] 汤倩雯, 张浩. GenAI 支持的人机协同高阶思维培养研究[J]. 现代教育技术, 2026, 36(02): 31-39.
- [5] 桂小林, 何钦铭. AI 赋能的大学计算机通识教育的体系化改革探索[J]. 中国大学教学, 2024(4): 4-11.
- [6] 董珊珊, 郭燕, 杨铁林. 生成式人工智能辅助生物类专业 Python 课程的项目式教学[J]. 生物学杂志, 2025, 42(4): 27-30.
- [7] 王平水, 陈涛, 王泽成. “知识图谱+大模型”赋能《Python 数据分析及应用》课程教学模式创新[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(3): 36-40.
- [8] SILVIA L A, PALOMA J V Q, MARIA J T L, et al. Project-based learning in engineering education: A systematic review[J]. Education Sciences, 2024.
- [9] 何学敏, 赵寅杰, 王刚. 大模型在计算机通识课程中的应用与实践——以 Python 数据爬虫为例[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(6): 20-29.
- [10] VEMULA S. Enhancing Python programming education through large language model-based personalized support[J]. Computers & Education: Artificial Intelligence, 2024.
- [11] PORTER L, ZINGARO D. The promise and peril of generative AI in CS1[C]//Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 2024.
- [12] ZHU F, ZENG Z. A novel teaching method based on AI automated programming: A case study of Python programming[C]//Proceedings of the 5th International Conference on Internet, Education and Information Technology, 2025.
- [13] 刘明, 吴忠明, 等. Enhancing self-directed learning and Python mastery through generative AI: The AI4SDL framework[J]. Computers & Education, 2025.
- [14] KHOSRAVI H. Large language models in higher education: A systematic literature review[J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2025.
- [15] 杨展鹏, 王明辉, 李明达. 编程学习中提示工程教学对学习者的计算思维与自我效能的影响研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2021, 9(1): 18-26.