

基于 T 检验的现场展示教学模式影响规律探索 ——以统计学专业实验案例教学为例

车金星, 陈锦文, 曹寒问, 董炜, 张毓华, 万冰蓉, 曾康

江西水利电力大学 理学院, 江西 南昌 330099

DOI:10.61369/ASDS.2025070020

摘 要 : 实践教学作为培养学生创新能力和实践能力的关键环节, 面临着新的要求和挑战。现场展示教学模式不仅可以提升学生的学业成绩, 而且能够调动学生的组织和实践能力。为了认证现场展示教学模式的有效性, 将 T 检验引入到教育教学数据分析之中, 设计了基于配对样本 T 检验的显著差异性实验方案, 利用回归分析定量研究了现场展示答辩对统计模式实验的影响, 验证了学业成绩的提升显著性及其三个因素对学生学业成绩的影响规律。结果显示, 现场展示的实验组表现明显优于其对照组表现, 找出影响学生学业成绩的主要因素, 为进一步的教育教学改革提供了一定的理论依据。

关 键 词 : 现场展示教学模式; 配对样本 T 检验; 回归分析; 显著差异性

Exploration of Influence Patterns of Field Demonstration Teaching Mode Based on T-test — Taking Experimental Case Teaching of Statistics as an Example

Che Jinxing, Chen Jinwen, Cao Hanwen, Dong Wei, Zhang Yuhua, Wan Bingrong, Zeng Kang

Jiangxi University of Water Resources and Electric Power, School of Science, Nanchang, Jiangxi 330099

Abstract : Practical teaching, as a key link in cultivating students' innovative and practical abilities, faces new requirements and challenges. On-site display teaching mode can not only improve students' academic performance (assessment scores), but also mobilize their organizational and practical abilities. In order to verify the effectiveness of the on-site display teaching mode, T-test was introduced into the analysis of educational and teaching data. A significant difference experimental scheme based on paired sample T-test was designed. Regression analysis was used to quantitatively study the impact of on-site display defense on the statistical mode experiment, verifying the significance of academic performance improvement and the impact of three factors on students' academic performance. The results showed that the experimental group in the on-site display group performed significantly better than their control group. The main factors affecting students' academic performance were identified, providing a theoretical basis for further educational and teaching reforms.

Keywords : on-site display teaching mode; paired sample T-test; regression analysis; significant differences

引言

教育统计学领域在分析学生成绩的影响因素方面, 长期以来取得了一系列研究成果。早期研究, 如马文珠等人在2009年的工作, 通过比较传统与模式教学法, 发现后者能显著提高学生的分析能力和理论理解^[1]。随后, 张喜娟和丁钊鹏在2010年利用因子分析法, 从多因素问卷调查中提取出影响学生成绩的主要因素, 为教育改革提供了理论支持^[2]。进入2012年, 肖艳群采用决策树 C4.5 算法, 研究高职学生成绩的影响因素^[3]。同年, 任兆林对不同学期课程设置的影响进行了统计分析, 发现学期期间学生成绩存在显著差异^[4]。2016年, 李桂荣和李向辉基于河南省中职学校数据, 使用多层模型分析了个体和学校因素对学业成绩的影响, 突出了家庭和个体因素的重要

基金项目: 江西省高等学校教学改革研究课题“基于案例教学的《统计套刊》课程思政教学改革与实践”(编号: JXJG-23-18-21); 江西“双干计划”项目“复杂数据的智能集成预测建模及其应用研究”(编号: jxsq2019201064)。

作者简介:

车金星(第一作者), 男, 汉族, 江西九江人, 理学博士, 教授, 博士研究生导师; 研究方向: 不确定性人工智能与综合能源系统、能源与环境统计;

陈锦文, 男, 汉族, 江西宜春人, 应用统计学本科生; 研究方向预测模型与人工智能; 曹寒问, 女, 汉族, 湖南醴陵人, 副教授; 研究方向为数理统计与人工智能;

董炜, 男, 汉族, 浙江东阳人, 应用统计硕士研究生; 主要研究方向为时间序列预测、多模态特征融合与不确定性建模;

张毓华, 男, 汉族, 江西赣县人, 理学博士, 副教授, 硕士研究生导师; 研究方向为能源经济统计;

万冰蓉, 女, 汉族, 江西吉安人, 副教授; 研究方向为应用统计;

曾康, 男, 汉族, 江西抚州人, 经济学博士, 讲师; 研究方向为宏观经济统计分析。

性^[5]。金昆萌在2017年利用贝叶斯网络分析继续教育学生成绩的影响因素，通过后验概率值确定因素间的关系^[6]。王帅和莫惠玲探索案例教学在保证授课效果、提升学生素质的教学改革成效^[7]。这些研究不仅标志着教育统计学在方法论上的演进，从传统的统计分析到现代的数据挖掘技术，而且反映了教育领域对于提高教学质量和学生成绩的持续关注和探索。

近期，随着 AI 赋能教育的快速发展，研究人员通过应用先进的数据挖掘技术和机器学习算法，不断探索和改进教育效果的预测和分析方法。Zhang 等人 (2024) 提出了一个集成先进教育数据挖掘模块的学习管理系统 (LMS)，通过分析学生表现记录，以规划有效的教学策略^[8]。同样，Changoa 等人 (2021) 发现使用集成方法和选择最佳属性的方法在预测学生最终表现时最为有效^[9]。针对大语言模型的兴起，Zhang 等人发现学生更倾向于使用 ChatGPT，激发学生自主提问在教育领域具有较大潜力^[10]。陈超辉等人 (2025) 利用柯氏模型评估方法，通过分析启发式教学模式在大气物理学中的应用效果，预测学生在该课程中的表现^[11]。这些研究表明，采用调动学生自主学习的教学模式，可以显著提高教育预测的准确性和教学策略的有效性。

本研究的目的在于评估现场展示答辩对学生学业成绩的影响，探索现场展示的现场核验、提问、理论回顾对学生学习效果的潜在影响，并进一步理解这些教学方法在统计模式实验课程中的应用效果。本研究的创新之处在于引入现场展示答辩机制，考察其对学业成绩的提升作用；通过提问环节，进一步探索互动式教学对学生学习效果的影响，利用回归和 T 检验验证现场展示答辩教学方法的有效性。通过对比不同教学模式下的学生表现，为教育工作者在做出教学决策提供支持。同时，本研究的发现也将为统计模式实验教学方法的改进提供理论依据和实践指导，从而推动教育改革的深入发展，提高教学质量和学生的学习成效。

一、数据样本与研究方法

（一）数据样本

在多次实践教学中，我们发现现场展示教学模式可有效提高教学质量和学生的学习成效。为了从统计上分析其有效性，本研究选取江西水利电力大学统计学专业二年级2个班级的学生作为研究对象，他们的8次实验成绩构成了样本数据见表1。研究设计中，第1次实验作为对照组，采用传统的授课方式；后7次实验作为对照组，分别考虑统计模式实验现场展示教学模式的三个因素（现场核验、提问、理论回顾）。

表1：应用统计学专业《智能优化算法（实验）》
二年级学生的8次实验成绩

传统授课教学模式	现场展示教学模式1 (因素：现场核验)	现场展示教学模式2 (因素：现场核验+提问)	现场展示教学模式3 (因素：现场核验+提问+理论回顾)				
成绩1	成绩2	成绩3	成绩4	成绩5	成绩6	成绩7	成绩8
96	96	98	99	99	98	95	99
86	90	96	98	92	95	92	97
...	...	...	...	...	...	...	...
85	94	98	97	99	99	95	98
92	93	99	99	99	99	99	99

为了进一步了解数据的总体情况，表2对不同教学模式的数据做了描述性分析。从表2的描述性分析结果来看，现场展示教学模式1、教学模式2和教学模式3相较于传统授课教学模式，在学生实验成绩的平均值上表现出了更高的水平，显示出现场展示教学模式在提高学生成绩和促进学生参与方面显示出积极的趋势，但不同模式间的效果存在差异，这可能与教学内容的呈现方式、学生的互动机会以及教学资源的有效利用有关。

表2：学生在4组教学模式实验成绩描述性统计分析表

	N	最小值	最大值	平均值	标准差
传统授课教学模式	85	60	98	87.55	6.06

现场展示教学模式1	85	60	99	93.72	5.45
现场展示教学模式2	85	60	99	95.08	6.13
现场展示教学模式3	85	40	99	94.12	9.22

为了更清晰了解不同模式下的成绩变化，图1绘制了不同模式的成绩平均图。从图1看出，学生的成绩随着实验次数的增加而提高，现场展示教学模式1和现场展示教学模式2的频数随着成绩的增加而增加，呈现出正偏态分布的趋势。传统授课教学模式的频数分布则相对均匀，没有明显的偏态。这些趋势可能反映出现场展示模式可能促进了学生间的多样化表现，而传统授课模式则可能在一定程度上限制了学生表现的多样性。此外，图2还做了不同模式成绩的箱线图。从图2中看出，学生在4组模式的成绩变化呈现一定的上升趋势。现场展示教学模式1和模式2的成绩更为集中，但存在一定数量的异常值。传统授课模式的成绩分布较为分散，异常值数量较少，但成绩波动较大。教学模式3虽然异常值数量较少，但成绩分布适中，且有一些成绩特别低的学生。这些趋势反映了不同教学模式对学生成绩分布和一致性的影响。

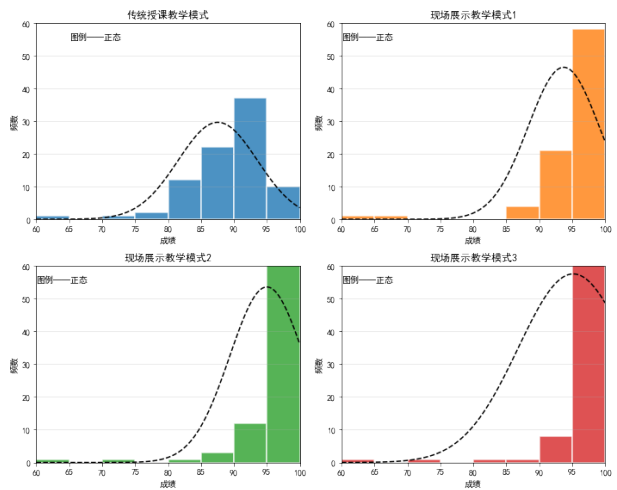


图1：学生在4组教学模式下成绩条形图

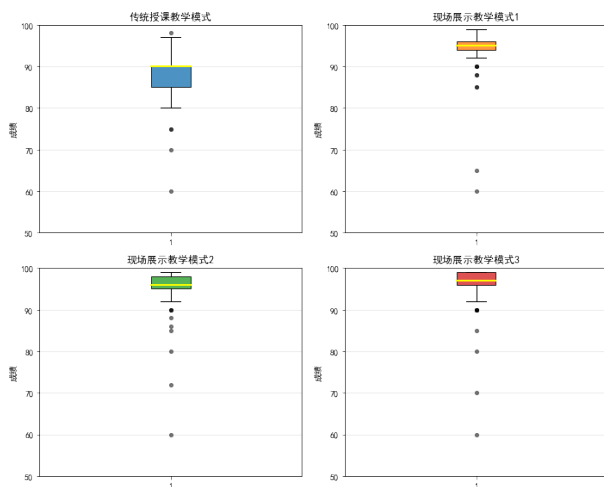


图2: 学生在4组教学模式下成绩箱线图

(二) 斯皮尔曼相关系数

斯皮尔曼相关系数 (Spearman's rank correlation coefficient) 是一种衡量两个变量单调关系的非参数方法, 它通过将数据转换为等级, 然后计算这些等级之间的相关性。斯皮尔曼相关系数利用以下公式来计算两个变量之间的等级相关性:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

其中, $\sum d^2$ 是每对观测值等级差平方的总和, n 是样本量。 ρ 表示斯皮尔曼相关系数衡量等级之间的差异程度: 等级差越大, $\sum d^2$ 就越大, 相关系数 ρ 就越接近于 0, 表明两个变量之间的相关性越弱; 相反, 如果等级差很小, $\sum$ 就很小, 相关系数 ρ 就越接近于 1 或 -1, 表明两个变量之间存在较强的正向或负向相关关系。

(三) 配对样本 T 检验

配对样本 T 检验 (Paired two-sample T-test) 是一种统计方法, 用于评估两组相关样本的均值差异是否显著。检验的核心在于计算差值的均值 ($\bar{D}$) 和标准差 (s_D), 然后使用以下公式来构建 T 统计量:

$$T = \frac{\bar{D}}{s_D / \sqrt{n}} \quad (2)$$

其中, $\bar{D}$ 是差值的样本均值, s_D 是差值的标准差, n 是配对样本的数量。该统计量遵循自由度为 $n-1$ 的 T 分布。如果计算出的 T 统计量对应的 p 值小于预定的显著性水平, 则拒绝原假设, 认为两组相关样本的均值存在统计学上的显著差异。

(四) 回归分析

回归分析是一种统计方法, 它基于一个或多个自变量来预测因变量。这种方法的核心是建立一个数学模型, 描述变量之间的线性关系。在多元线性回归中, 模型形式为 $Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + \dots$ 。这里, 每个 $a_i, i=1,2,\dots,n$ 表示相应自变量对因变量的影响程度。

二、探究不同展现方式对统计实验的影响

(一) 不同成绩差异性分析

为了探究不同展示教学模式与传统教学模式的差异, 本文建立以下假设。

H_0 : 现场展示教学模式 1, 2, 3 与传统教学模式没有显著性差异

H_1 : 现场展示教学模式 1, 2, 3 与传统教学模式有显著性差异

在本研究中, 配对样本 T 检验被用来评估不同教学方法对统计模式实验中学业成绩的影响。分别做了两次配对样本 T 检验具体操作如下:

第一次配对样本 T 检验比较了传统教学模式与现场展示教学模式 1、2、3 之间的差异, 检验结果见表 3。结果显示, 实验成绩 1 与其他三次实验成绩之间存在显著性差异, 说明现场展示答辩和提问环节对提升学生的实验成绩有显著影响。

表3: 第一次 T 检验结果表

模式比较	p 值	T 值	显著性
传统授课教学模式 vs 现场展示教学模式 1	8.15e-17	-10.427	是
传统授课教学模式 vs 现场展示教学模式 2	2.03e-22	-13.322	是
传统授课教学模式 vs 现场展示教学模式 3	1.505123e-12	-8.302	是

通过表 3 得出, 传统授课教学模式与三种现场展示教学模式之间存在显著性差异。具体来说, 现场展示教学模式在统计上显著优于传统授课教学模式。我们发现所有 p 值都非常小, 远小于设定的 0.05。这意味着在所有三种比较中, 传统授课教学模式与现场展示教学模式之间存在显著性差异。T 值分别为 -10.427、-13.322 和 -8.302。这些值的绝对值都较大, 表明传统授课教学模式与现场展示教学模式之间的差异非常显著。

此外, 为了探究不同展示教学模式之间的差异, 本文建立以下假设。

H_0 : 现场展示教学模式 1, 2, 3 之间没有显著性差异

H_2 : 现场展示教学模式 1, 2, 3 之间有显著性差异

第二次配对样本 T 检验比较了现场展示教学模式 1、2、3 之间的差异, 检验结果见表 4。在现场展示教学模式 1 与现场展示教学模式 2 的比较中, p 值为 1.07e-05 这个值远小于 0.05 的常用显著性水平, 表明可以拒绝原假设, 即认为两种教学模式之间存在统计学上的显著差异。T 值为 -4.684, 因此, 得出结论, 现场展示教学模式 1 在效果上与现场展示教学模式 2 有显著的不同。另一方面, 在现场展示教学模式 2 与现场展示教学模式 3 的比较中, p 值为 8.38e-01, 这个值高于 0.05 的显著性水平, 这意味着我们没有足够的证据拒绝原假设, 即认为两种教学模式之间没有统计学上的显著差异。因此, 我们可以得出结论, 现场展示教学模式 2 与现场展示教学模式 3 在效果上没有显著的不同。

表 4：第二次 T 检验结果表

模式比较	p 值	T 值	显著性
现场展示教学模式 1vs 现场展示教学模式 2	1.07e-05	-4.684	是
现场展示教学模式 2vs 现场展示教学模式 3	8.38e-01	-0.205	否

综合两次配对样本 T 检验分析的结果，得出结论：现场展示答辩和提问环节显著提升了学生的实验成绩，这表明实践教学方法的创新对于提高学生的实际操作能力和理解深度具有重要作用。这种教学方法可能通过增强学生的参与度、促进知识的内化以及提供即时反馈来提高学习效果。然而，理论考试复习对于现场展示答辩成绩的影响不显著，这可能意味着理论与实践之间存在一定的脱节。这种现象可能源于学生在理论知识学习过程中缺乏足够的实践应用机会，或者理论与实践教学之间缺乏有效的衔接机制。

（二）探讨不同展示方法的相关性分析和回归分析

在本次教学中，我们首先设计了 4 个教学模式，每个模式都针对不同的教学目标。这些模式指导了考试安排和成绩评估。模式 1 是为了评估学生的写作技能，安排了第 1 次实验来测试并得出成绩。模式 2 旨在评估学生的理解能力，安排了第二次实验来得出相应的成绩。模式 3 关注学生的临场发挥能力，通过第 3 次和第 4 次实验的成绩来评估这一能力，并计算平均值。最后，模式 4 探讨理论学习如何转化为实验技能，通过第 5 次至第 8 次实验的成绩来评估，并计算这 4 次成绩的平均值。这样，每个模式都通过特定的实验成绩来实现其教学和评估目标。8 次实验成绩分布偏左且比正态分布更尖锐，因此不适合使用要求数据正态分布的皮尔逊相关系数。相反，斯皮尔曼相关系数是一种非参数方法，它基于数据的等级而非实际值，适合非正态分布数据。在本研究中，使用斯皮尔曼相关系数能更准确地评估变量间的相关性，因为它不受数据分布形态的影响。图 3 绘制了其斯皮尔曼相关系数热力图。

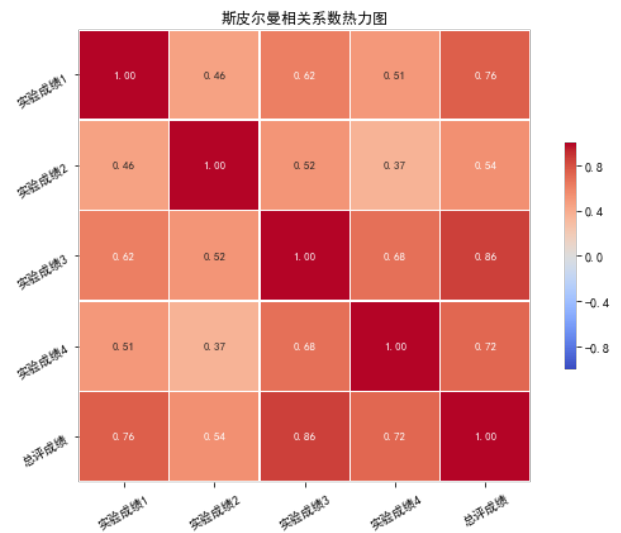


图 3: 斯皮尔曼相关系数热力图

从图 3 中得出，所有教学模式与总评成绩之间的相关系数均接近或超过 0.70，表明这些教学模式与总评成绩之间存在高度的正

相关性。这一结果强调了各教学模式在综合评价中的重要性，也说明了总评成绩能够较好地反映各教学模式的整体表现。特别是现场展示教学模式 2 与总评成绩的相关系数高达 0.87，这表明在实验考试中的表现与总评成绩密切相关。传统授课教学模式与总评成绩的相关系数为 0.76，显示出传统授课模式与总评成绩的相关性较低，可能在提高学生总评成绩方面效果有限。现场展示教学模式在提升学生总评成绩方面表现更为有效，尤其是现场展示教学模式 2 和模式 3。

为了探究不同教学方法对学生实验成绩的具体影响，本实验使用总评成绩 (y) 作为因变量，而将 4 次模式 (x_1, x_2, x_3, x_4) 作为自变量进行回归分析。

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4$$

考试 1 记录模式 1，它代表学生的表达情况。考试 2 记录模式 2，它代表学生的理解情况。考试 3 或 4 记录模式 3，它代表学生的临场发挥情况。考试 5 或 6 或 7 或 8 记录模式 4，它代表理论考试对实验考试的影响。本文选取变量进行回归分析得出表 5。

表 5: 回归分析结果表						
模型 B		未标准化系数		标准化系数	t	显著性
		标准错误	Beta			
	(常量)	-1.75	2.58		-0.68	0.50
	实验成绩 1	0.14	0.03	0.12	4.99	0.00
	实验成绩 2	0.27	0.04	0.22	7.60	0.00
	实验成绩 4	0.19	0.03	0.23	6.08	0.00
	实验成绩 5	0.43	0.03	0.59	13.98	0.00

通过表 5 发现实验成绩对学生的总评成绩有显著的正向影响。尽管模型中的常量项不显著，表明在没有任何实验成绩信息的情况下，无法准确预测总评成绩，但实验成绩 1、实验成绩 2、实验成绩 4 和实验成绩 5 的系数都显著且为正，说明这些实验成绩都对总评成绩有积极的贡献。其中，实验成绩 5 的影响最为显著，Beta 系数高达 0.59，表明它在所有实验成绩中对总评成绩的提升贡献最大。实验成绩 1、实验成绩 2、实验成绩 4 虽然影响相对较小，但它们的 Beta 系数分别为 0.12、0.22 和 0.23，也都显示出显著的正向效应。为此，将四种模式下不同实验成绩进行组合，表 6 展示了 8 组分组结果。

表 6: 分组结果表

灵敏度 分析组 别	实验 1	实验 2	实验 3	实验 4	实验 5	实验 6	实验 7	实验 8
组 1	✓	✓	✓		✓			
组 2	✓	✓	✓			✓		
组 3	✓	✓	✓				✓	
组 4	✓	✓	✓					✓
组 5	✓	✓		✓	✓			
组 6	✓	✓		✓		✓		
组 7	✓	✓		✓			✓	
组 8	✓	✓		✓				✓

针对以上 8 组分组情况，本文进行灵敏度分析。图 4 绘制了不同组合的平均方差和确定系数图。从图 4 中可以看出不同考试组合的 MSE 变化不大，说明模型对不同自变量组合的敏感度较低，模

型较为稳定。且不同考试组合的 R-squared 值普遍较高，说明模型整体具有良好的解释能力。

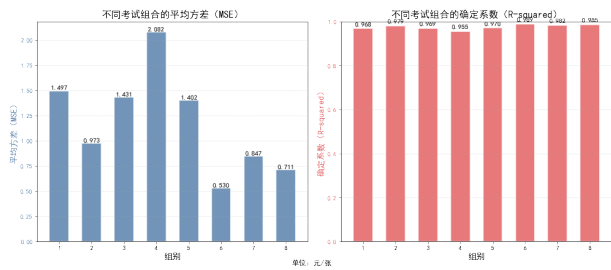


图 4：不同考试组合的均方根误差和确定系数

三、结语

本研究旨在探讨现场展示答辩教学方法对学生在统计案例实验中学业成绩的影响，并通过实证数据分析了该教学方法的有效性。以下是根据研究结果得出的详细结论：

1. 本研究结果显示，与传统教学方法相比，现场展示答辩教

学方法显著提高了学生的实验成绩。且这一差异在统计上是显著的。这表明现场展示答辩通过增加学生的参与度和即时反馈，促进了学生对实验内容的深入理解。

2. 提问环节被认为可以增强学生的批判性思维，本研究发现该环节对提升实验成绩的影响显著。这说明提问代表学生能够迅速适应、灵活应对和创造性解决问题，这些能力对于取得更好的实验结果具有重要作用。

3. 针对理论与实践成绩的关系，本研究进一步分析了理论考试复习对实践成绩的影响，结果显示，实验成绩3和4的平均值与实验成绩5、6、7、8之间的比较并未发现显著差异，P 值均高于0.05。这表明理论知识的掌握和实践技能的提升可能是由不同的学习机制所驱动，且理论考试复习并不直接转化为实践环节分数的提高。

综上所述，本研究不仅验证了现场展示答辩教学方法在提高学生实践成绩方面的有效性，同时也指出了理论与实践教学之间可能存在的独立性。这些发现对于教育工作者在教学实践中做出更有效的教学决策具有重要的指导意义。

参考文献

- [1] 马文珠, 雕明河, 张莉, 等. “模式教学法”对学生针灸治疗学成绩影响的比较分析 [J]. 中医教育, 2009, 28(03):16.
- [2] 张喜娟, 丁钊鹏. 因子分析在学生成绩影响因素调查结果中的应用 [J]. 北京联合大学学报 (自然科学版), 2010, 24(01):78.
- [3] 肖艳群. 决策树在高职学生成绩影响因素分析中的应用 [J]. 宁波职业技术学院学报, 2012, 16(05):57.
- [4] 任兆林. 不同学期课程设置对学生成绩影响的统计分析 [J]. 劳动保障世界 (理论版), 2013, (12):32.
- [5] 李桂荣, 李向辉. 中职学生学业成绩影响因素分析——基于河南省的经验研究 [J]. 教育经济评论, 2016, 1(02):71.
- [6] 金昆萌. 基于贝叶斯网络的继续教育学生成绩影响分析 [J]. 内江科技, 2017, 38(05):143.
- [7] 王帅, 莫惠玲. 新工科背景下软件工程课程案例教学改革实践 [J]. 高教学刊, 2025, 11(04):129-133.
- [8] Zhang X, Obaidat M S, Lee V C S, et al. An Effective Learning Management System for Revealing Student Performance Attributes[C]//2024 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS). IEEE, 2024:3.
- [9] Chango, Wilson et al. “Multi-source and multimodal data fusion for predicting academic performance in blended learning university courses.” Comput. Electr. Eng. 89 (2021): 5.
- [10] Zhang, Mengmeng and Xiantong Yang. “Google or ChatGPT: Who is the Better Helper for University Students.” ArXiv abs/2405.00341 (2024): 8.
- [11] 陈超辉, 田罗庚, 陈雄, 等. 基于柯氏模型评估启发式教学模式在大气物理学中的应用效果 [J]. 高教学刊, 2025, 11(16):120-123.