

Research on the Impact of Digital Intelligence Empowerment Blended Teaching of “Probability Theory and Mathematical Statistics” on College Students’ Data Analysis Literacy

Haijin Xiong Juanjuan Pan Yuqiang Li Deguang Liu*

Xiangsihu College Guangxi University for Nationalities, Nanning, Guangxi, 530225, China

Abstract

Based on the partial least squares structural equation model (PLS-SEM), this paper explores the impact of the digital intelligence-empowered blended teaching of “Probability Theory and Mathematical Statistics” on college students’ data analysis literacy from three dimensions: teaching content planning, teaching interaction mechanism, and teaching resource support. The results show that all three teaching elements have positive effects on college students’ collection and organization, insight and analysis, norms and ethics, and intelligence and application. Among them, the planning of teaching content and the interaction mechanism have the most significant influence, while the support of teaching resources is only significant in the first two dimensions. In the future, optimizing teaching design and resource allocation, as well as strengthening interactive feedback, will be the key paths to enhancing college students’ data analysis literacy.

Keywords

college student; Data analysis literacy; Probability theory and mathematical statistics; Empowering with digital intelligence; Blended learning; PLS-SEM

“概率论与数理统计”的数智赋能混合式教学对大学生数据分析素养影响研究

熊海金 潘娟娟 李钰强 刘德光*

广西民族大学相思湖学院, 中国·广西 南宁 530225

摘要

基于偏最小二乘结构方程模型 (PLS-SEM), 从教学内容规划、教学互动机制和教学资源支持三个维度探讨“概率论与数理统计”数智赋能混合式教学对大学生数据分析素养的影响。结果表明, 三种教学要素均对大学生采集与整理、洞察与分析、规范与伦理及智能与应用产生正向作用, 其中教学内容规划与互动机制影响最显著, 教学资源支持仅在前两维度上显著。未来, 优化教学设计与资源配置、强化互动反馈是提升大学生数据分析素养的关键路径。

关键词

大学生; 数据分析素养; 概率论与数理统计; 数智赋能; 混合式教学; PLS-SEM

【基金项目】广西民族大学相思湖学院 2024 年度校级教育教学改革工程立项项目《基于混合式教学的“概率论与数理统计”课程对大学生数据分析素养的提升研究》一般项目(项目编号: 2024JGYB77); 广西民族大学相思湖学院 2024 年度校级科研项目《大数据时代的大学生数据分析素养测评模型构建研究》(项目编号: 2024XJKY47)。

【作者简介】熊海金(1999-), 男, 苗族, 中国云南曲靖人, 硕士, 从事数学教育统计与测评研究。

【通讯作者】刘德光(1962-), 男, 中国广西防城港人, 硕士, 副教授, 从事应用数学研究。

1 引言

在大数据与人工智能时代, 数据分析素养已成为高校人才培养的重要组成部分^[1]。教育的数智化转型推动了教学理念与技术的深度融合, 也为课程改革提供了新契机^[2]。《概率论与数理统计》作为理工科基础课程, 承担着培养学生统计思维与数据意识的任务。然而, 传统教学模式重理论轻实践, 学生在真实数据处理与分析能力上的培养相对不足。混合式教学结合线上智能平台与线下课堂互动, 为改善这一问题提供了可行思路。数智技术的应用可实现资源定制化推送、学习数据化监测及交互式反馈分析。基于此, 本研究以《概率论与数理统计》课程为载体, 构建 PLS-SEM 模型,

实证分析数智赋能混合式教学各要素对大学生数据分析素养的作用机制，为高校教学改革提供依据。

2 指标与方法

2.1 指标

数智技术赋能混合式教学备受当前学界广泛关注，根据沈璐等教育数字化转型背景下高职院校混合式教学质量评价体系的构建思路^[3]，以及木绍良概率论与数理统计课程的混合式教学实践方法^[4]，本研究将混合式教学质量评价指标分为教学内容规划（Teaching Content Planning,TCP）、教学互动机制（eaching Interaction Mechanism,TIM）和教学资源支持（Teaching Resource Support,TRS）3 个二级指标。参考邱艳萍^[5]、Beby^[6]、任艳莉^[7]、胡玉红^[8]、和裴晓旭^[9]等人对大学生数据分析素养内涵以及指标体系构建的研究，本研究将大学生数据分析素养分为采集与整理（Data Collection and Processing,DCP）、洞察与分析（Insight and Analysis Report,IAR）、规范与伦理（Discipline, Standards and Ethics,DSE）、智能与应用（Digital Intelligence and Application,DIA）4 个二级指标。结合相关理论与前期研究，提出以下假设：

H1：教学内容规划、教学互动机制与教学资源支持对

学生的“采集与整理”素养具有正向显著性影响。

H2：教学内容规划、教学互动机制与教学资源支持对学生的“洞察与分析”素养具有正向显著性影响。

H3：教学内容规划、教学互动机制与教学资源支持对学生的“规范与伦理”素养具有正向显著性影响。

H4：教学内容规划、教学互动机制与教学资源支持对学生的“智能与应用”素养具有正向显著性影响。

2.2 方法

研究采用李克特五级量表设计问卷，对广西某高校工科专业三个教学班共 261 名学生进行调查。课程学期为 2025 年春季，为期 12 周。数据分析使用 SPSS AU 与 SmartPLS 4.1 软件，通过 PLS-SEM 方法验证假设。依据 Hair, Ringle & Sarstedt（2011）等学者的建议，相较于传统 CB SEM 方法，PLS-SEM 更适用于样本较小且以预测为导向的探索性研究，能有效处理复杂结构模型^[10]。据此，本文选用 PLS-SEM 方法最为适宜。

3 过程与结果

3.1 测量模型评鉴

通过 SmartPLS4 运行 PLS-SEM 算法得到一阶测量模型参数估计，详见表 1。

表 1 一阶测量模型参数估计表

构念	指标	因素负荷量	Cronbach' s α	CR	AVE	DV
教学内容规划 (TCP)	TCP1	0.748	0.758	0.860	0.674	0.821
	TCP2	0.879				
	TCP3	0.829				
教学互动机制 (TIM)	TIM1	0.802	0.700	0.833	0.625	0.790
	TIM2	0.775				
	TIM3	0.794				
教学资源支持 (TRS)	TRS1	0.829	0.820	0.893	0.735	0.857
	TRS2	0.878				
	TRS3	0.864				
采集与整理 (DCP)	DCP1	0.830	0.877	0.916	0.731	0.855
	DCP2	0.846				
	DCP3	0.863				
	DCP4	0.880				
洞察与分析 (IAR)	IAR1	0.892	0.912	0.938	0.791	0.889
	IAR2	0.882				
	IAR3	0.904				
	IAR4	0.879				
规范与伦理 (DSE)	DSE1	0.859	0.891	0.924	0.754	0.868
	DSE2	0.898				
	DSE3	0.893				
	DSE4	0.820				
智能与应用 (DIA)	DIA1	0.892	0.920	0.943	0.807	0.898
	DIA2	0.882				
	DIA3	0.904				
	DIA4	0.879				

由表 2 可见，各测量指标的因素负荷量均大于 0.7，Cronbach' s α 均在 0.7 以上，CR 介于 0.83 至 0.94，AVE 均超过 0.5，这说明各构念具有良好的内部一致性与聚合效度。

同时，所有构念的平方根 AVE 均大于相关系数，表明

模型具备满意的判别效度，可进入结构模型分析阶段。

3.2 结构模型评鉴

研究通过 SmartPLS4 运行 PLS-SEM 算法、Bootstrapping(拔靴重抽法) 和盲解法 (Blindfolding) 绘制测量模型参数估计表，详见表 2。

表 2 结构模型评鉴表

假设	关系	路径系数 λ	t 值	决策	R^2	Q^2	95% CILL	95% CIUL	p 值
H1	教学内容规划 -> 采集与整理	0.289	4.430	成立	0.403	0.284	0.156	0.411	0.000
	教学互动机制 -> 采集与整理	0.135	1.621	不成立			-0.022	0.308	0.105
	教学资源支持 -> 采集与整理	0.299	3.956	成立			0.15	0.442	0.000
H2	教学内容规划 -> 洞察与分析	0.208	2.908	成立	0.333	0.258	0.065	0.344	0.004
	教学互动机制 -> 洞察与分析	0.275	3.074	成立			0.103	0.459	0.002
	教学资源支持 -> 洞察与分析	0.169	2.177	成立			0.014	0.318	0.030
H3	教学内容规划 -> 规范与伦理	0.254	3.216	成立	0.324	0.24	0.097	0.407	0.001
	教学互动机制 -> 规范与伦理	0.240	2.844	成立			0.075	0.41	0.004
	教学资源支持 -> 规范与伦理	0.152	1.952	不成立			0.002	0.306	0.051
H4	教学内容规划 -> 智能与应用	0.287	3.591	成立	0.297	0.235	0.125	0.439	0.000
	教学互动机制 -> 智能与应用	0.216	2.351	成立			0.038	0.394	0.019
	教学资源支持 -> 智能与应用	0.112	1.371	不成立			-0.044	0.272	0.170

通过 SmartPLS4 运行 Bootstrapping(拔靴重抽法) 输出基于 PLS-SEM 的数智赋能混合式教学对大学生数据分析素养影响关系模型，详见图 1。

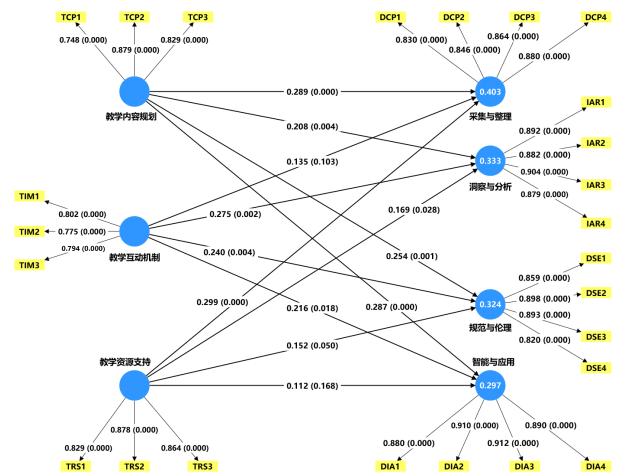


图 1 基于 PLS-SEM 的数智赋能混合式教学对大学生数据分析素养影响关系模型

表 2 和图 1，依据 Fornell & Larcker (1981) 及 Hair 等 (2011) 标准，当 $\lambda > 0.2$ 、 $t > 1.96$ 、置信区间不含 0 且 $p < 0.05$ 时路径显著^[10-11]。表 2 结果表明，大部分路径均显著，教学内容规划、互动机制与资源支持整体对学生数据分析素养呈正向作用。教学内容规划在采集与整理 ($\lambda = 0.289$, $t = 4.430$, $p < 0.001$)、洞察与分析 ($\lambda = 0.208$, $t = 2.908$, $p = 0.004$)、规范与伦理 ($\lambda = 0.254$, $t = 3.216$, $p = 0.001$) 及智能与应用 ($\lambda = 0.287$, $t = 3.591$, $p < 0.001$) 四维度均显著，为效应最强变量。互动机制在洞察与分析 ($\lambda = 0.275$, $t = 3.074$,

$p = 0.002$)、规范与伦理 ($\lambda = 0.240$, $t = 2.844$, $p = 0.004$) 与智能与应用 ($\lambda = 0.216$, $t = 2.351$, $p = 0.019$) 显著，但对采集与整理未显著 ($\lambda = 0.135$, $t = 1.621$, $p = 0.105$)。资源支持在采集与整理 ($\lambda = 0.299$, $t = 3.956$, $p < 0.001$) 及洞察与分析 ($\lambda = 0.169$, $t = 2.177$, $p = 0.030$) 显著，而在规范与伦理 ($\lambda = 0.152$, $t = 1.952$, $p = 0.051$) 与智能与应用 ($\lambda = 0.112$, $t = 1.371$, $p = 0.170$) 未显著。Bootstrapping 得到 $R^2 = 0.297 \sim 0.403$ (采集与整理 0.403、洞察与分析 0.333)，具中等解释力。盲解法 $Q^2 > 0$ (采集与整理 0.284、洞察与分析 0.258、规范与伦理 0.240、智能与应用 0.235)，模型预测效度良好。

4 结语

基于 PLS-SEM 模型，教学内容规划在各路径中作用最显著，科学系统的课程设计与任务组织是提升学生数据分析素养的关键。教学互动机制显著促进学生的洞察力与伦理意识，通过线上线下结合的反馈机制，学生形成了更强的反思与责任意识，但其对基础技能的促进有限。教学资源支持虽能改善学习体验，但独立效应较弱，需依托教师引导与智能化整合方能发挥潜力。未来应进一步深化数智技术与课程融合，构建系统化、可推广的复合型人才培养模式。

参考文献

[1] 汤家军,姚俊萍,马晓丹,等.基于实证调查的军校研究生数据分析能力与数据素养关系研究[J].电脑知识与技术,2025,21(08):67-70.

[2] 张姣.数智赋能混合式教学质量评价体系优化及提升策略研究[J].大学,2025,(17):36-39.

[3] 沈璐,胡新岗,桂文龙,等.教育数字化转型背景下高职院校

- 混合式教学质量评价体系的构建与实践[J].职业教育研究,2025,(04):12-17.
- [4] 木绍良,杨子兰.概率论与数理统计课程的混合式教学探索与实践[J].科教导刊,2025,(09):110-113.
- [5] 邱艳萍.大学生数据素养测评与影响因素分析——以贵州省为例[J].西部素质教育,2023,9(16):91-94.
- [6] Beby D B ,Peñalvo G J F ,Filva A D , et al.Filling the gap in K-12 data literacy competence assessment: Design and initial validation of a questionnaire[J].Computers in Human Behavior Reports,2025,17100583-100583.
- [7] 任艳莉,张有.应用型高校大学生数据素养教育调查研究——以北京联合大学为例[J].北京联合大学学报,2024,38(05):41-47.
- [8] 胡玉红.数字时代Q市公务员数据素养能力提升研究[D].燕山大学,2024.8
- [9] 裴晓旭.大学生数据素养的影响因素研究[D].华中师范大学,2022.
- [10] Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–152.
- [11] Fornell Claes, David F Larcker. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error [J]. *Journal of Marketing Research*,1981,(18):39-50.