

基于FAHP的AI工具应用对大学生学习影响综合评价研究

——以北部湾大学为例

邓丽恩, 覃欣异, 潘绘竹, 杨 郁, 刘祖林*, 宋 翌

北部湾大学数理学院, 广西 钦州

收稿日期: 2026年9月26日; 录用日期: 2026年10月19日; 发布日期: 2026年10月28日

摘 要

随着人工智能技术(AI)的快速发展, 其应用已得到广泛普及。在大学生学习场景中, AI工具既有助于学生加深对疑难知识的理解, 也带来一些负面影响, 例如过度依赖可能导致学习能力弱化等问题。为此, 本文以北部湾大学为例, 系统探讨AI工具应用对学生学习的综合影响。研究首先从学习效率、创新思辨、学习质量、知识视野和学习模式五个维度设计调查问卷, 共发放300份, 回收有效问卷297份; 其次, 采用模糊层次分析法(FAHP)构建量化评价指标体系; 最后, 对问卷数据进行处理, 构建相应评价矩阵, 并计算出AI工具应用对大学生学习综合影响的得分为80.2895分, 等级为“中等”。其中, 学习效率提升维度的得分最高, 而综合学习质量维度的得分相对最低。基于上述研究结论, 提出分层培训、规范使用及建设校园AI学习平台等优化策略, 为正确引导学生科学使用AI工具提供参考依据。

关键词

模糊层次分析法(FAHP), AI工具, 大学生学习影响因素, 综合评价

A FAHP-Based Comprehensive Evaluation of the Impact of AI Tools on College Students' Learning

—A Case Study of Beibu Gulf University

Li'en Deng, Xinyi Qin, Huizhu Pan, Yu Yang, Zulin Liu*, Yi Song

School of Mathematics and Physics, Beibu Gulf University, Qinzhou Guangxi

Received: September 26, 2026; accepted: October 19, 2026; published: October 28, 2026

*通讯作者。

文章引用: 邓丽恩, 覃欣异, 潘绘竹, 杨郁, 刘祖林, 宋翌. 基于 FAHP 的 AI 工具应用对大学生学习影响综合评价研究[J]. 应用数学进展, 2026, 15(10): 345-357. DOI: 10.12677/aam.2026.1510419

Abstract

With the rapid advancement of artificial intelligence (AI) technology, its applications have become widely pervasive. In the learning contexts of college students, AI tools not only help students deepen their understanding of difficult concepts but also give rise to certain negative effects, such as excessive reliance that may weaken learning ability. To this end, this paper takes Beibu Gulf University as a case study to systematically examine the comprehensive impact of AI tool applications on students' learning. The study first designed a questionnaire covering five dimensions—learning efficiency, innovative thinking, learning quality, knowledge perspective, and learning mode—and distributed 300 copies, of which 297 valid responses were recovered. The fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) was then employed to construct a quantitative evaluation index system. Finally, the questionnaire data were processed, a corresponding evaluation matrix was constructed, and the comprehensive impact score of AI tool applications on college students' learning was calculated as 80.2895, corresponding to a “medium” grade. Among the dimensions, learning efficiency improvement scored the highest, whereas comprehensive learning quality scored the lowest. Based on these findings, optimization strategies—including tiered training, standardized use, and the development of campus AI learning platforms—are proposed to provide a reference for appropriately guiding students in the scientific use of AI tools.

Keywords

Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), AI Tools, Factors Influencing College Students' Learning, Comprehensive Evaluation

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

以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能快速发展,已全面渗透高等教育场景,深刻重塑当代大学生的学习模式、知识获取方式与能力发展路径。教育部等五部门于 2026 年印发的《“人工智能 + 教育”行动计划》¹提出,推动人工智能与高校教学深度融合,在提升学生数字素养的同时规范 AI 使用,兼顾技术赋能与思辨能力培养,为高校智慧教育建设与学生管理提供了政策指引。

模糊综合评价法以模糊数学隶属度理论为核心,能够实现定性评价向定量评价的科学转化,在处理多因素、强不确定性的综合评价问题时具备显著优势,现如今其在国内外已有比较广泛的应用。如于宗绪等人[1]率先将 AHP 与模糊综合评价法相结合,构建水环境治理 PPP 项目全生命周期评价体系,有效解决传统评价主观性强、指标片面问题,进而实现多项目横向对比,提升了公共项目绩效评估的客观性与可操作性。王莉等人[2]进一步优化模型耦合方式,采用 IAHP-熵权法与模糊综合评价耦合模型开展市政有限空间气体风险评价,兼顾主观经验与客观数据差异,不仅大幅提高风险识别精度,还使评价结果与现场实际高度吻合。在工业安全与信用评估领域,研究重点转向权重优化与模型改进,进一步拓展模型适用范围:如薛阳等人[3]构建改进 AHP-模糊综合评价模型,利用熵权法修正主观权重,实现低压用电安全状态精准评估,由此有效降低权重偏差,增强复杂用电场景的隐患识别能力。此外,陈晓红等人[4]针对中小企业信

¹http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html

用评估的特殊性，提出 AFF 改进模型，融合群决策 AHP 与因子分析优化模糊评价流程，在兼顾主客观信息的同时，提升了信用评级稳定性与风险识别精度。而在绿色发展与产品设计领域，研究则注重模型与具体场景的深度适配，形成差异化应用方案。如焦瑞[5]运用模糊综合评价法构建绿色供应链环境绩效体系并完成企业实证测评，成功实现环境管理效果量化，为绿色产业评价提供可复制范式。

另一方面，AI 工具的使用既可以帮助提升学生的学习效率和辅助个性化学习，但同时也带来学术不端、过度依赖、能力弱化及教育公平等现实挑战。目前，国内外已有一些相关的研究并取得了一些不错的成果。如 Beimel 等人[6]通过开展对照实验发现，使用 AI 工具可显著提升学生的学习自主性与中等难度知识掌握效率，但难以替代教师提供的情感联结与高阶思维指导。Chugh 等人[7]面向 ICT 教育提出 GROW-AI 实践框架，推动了生成式 AI 规范化的应用，国外高校普遍形成了“AI 工具 + 教师主导”的混合教学模式与伦理约束体系。另外，部分学者从立德树人与以能力培养为目标的角度出发，聚焦生成式 AI 对大学生自我调节学习、批判性思维、自主学习能力的机制。如朱俊华等人[8]基于真实互动数据发现，生成式 AI 可有效支持大学生自我调节学习，但学生在学习规划、监测与反思方面仍明显存在不足。戚佳等人[9]通过大样本调研发现，规范且持续地使用生成式 AI 能够显著提升批判性思维与自主学习能力。张立臣[10]围绕个性化学习提出了多元赋能策略，进而为精准教学提供实践路径。

综上，模糊综合评价法理论基础扎实、应用场景广泛，通过与多种赋权及优化算法融合，已在公共管理、工业安全、绿色经济等领域形成成熟的评价范式，具备处理多因素、模糊性评价问题的独特优势。同时，生成式人工智能在高等教育领域的应用研究已成为国内外学界热点。然后，大部分学者都是采用定性分析方法分析影响学习学习的因素，很少有学者采用定量与定性相结合的方式分析 AI 工具的使用对学生学习影响的综合评价，对这个问题进行深入研究并提出一些针对性策略，对学生使用 AI 工具提高学习效率具有重要意义。

2. 基础知识

2.1. 模糊层次分析法

为了提升复杂决策问题的科学性与分析效率，美国运筹学家 Saaty 教授于 20 世纪 70 年代提出了层次分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP) [11]。该方法融合定性与定量分析，其核心在于将复杂的多因素决策问题系统化，通过构建目标层、准则层和方案层等递阶层次结构，使决策过程更具条理性和可操作性。

随着决策环境的日益复杂，许多实际问题呈现出显著的不确定性与模糊性，传统 AHP 方法在此类情境下存在一定局限。为此，学者们基于模糊集理论，将 AHP 拓展为模糊层次分析法(Fuzzy Alytic Hierarchy Process, FAHP)，以更有效地刻画决策判断中的模糊信息。在 FAHP 中，采用 0~1 标度对任意两个指标之间的相对重要性进行模糊量化，从而更灵活地表达专家判断的不确定性。该标度的具体含义如表 1 所示。

Table 1. Specific meanings of the 0~1 scale
表 1. 0~1 标度的具体含义

0~1 标度	含义
0	指标 s_j 完全重要于 s_i
0.1	指标 s_j 非常重要于 s_i
0.2	指标 s_j 强烈重要于 s_i
0.3	指标 s_j 明显重要于 s_i

续表

0.4	指标 s_j 稍微重要于 s_i
0.5	指标 s_j 与 s_i 同等重要
0.6	指标 s_i 稍微重要于 s_j
0.7	指标 s_i 明显重要于 s_j
0.8	指标 s_i 强烈重要于 s_j
0.9	指标 s_i 非常重要于 s_j
1	指标 s_i 完全重要于 s_j

为了更直观地表示各指标之间相对重要性的量化关系, 现引入模糊判断矩阵的概念, 其具体定义如下:

定义 1 [11] 假设有 n 个指标 $s_1, s_2, \dots, s_n$, 任意两个指标 s_i 与 s_j 的比值记为 $a_{ij} (\forall i, j \in n)$, 由所有的比值构建的矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 则称矩阵 A 为模糊判断矩阵。

其中, 元素 a_{ij} 满足 $a_{ij} \in [0, 1]$ 且 $a_{ij} + a_{ji} = 1$, $a_{ii} = 0.5$ 。

为有效检验专家给出的模糊判断矩阵是否符合逻辑传递性要求, 即判断结果是否具有内在协调性, 现给出模糊判断矩阵的一致性定义如下:

定义 2 [11] 假设模糊判断矩阵 A 中的元素满足下列关系:

$$a_{ij} = a_{ik} + a_{kj} - 0.5 \quad (\forall i, j, k \in n) \quad (1)$$

则称模糊判断矩阵 A 是加型一致的。

事实上, 受制于决策问题的复杂性和专家在知识、经验及认知判断上的有限性, 实际获得的模糊判断矩阵通常难以严格满足逻辑一致性要求。为此, Herrera-Viedma 等[12]基于定义 2 的理论基础, 构建了用于衡量矩阵不一致性程度的量化检验指标。

定义 3 [10] 模糊判断矩阵的 A 不一致性指标定义如下:

$$CI(R) = 1 - \frac{2}{3n(n-1)(n-2)} \sum_{i,j,k=1; i \neq j \neq k}^n |a_{ij} + a_{jk} - a_{ik} - 0.5| \quad (2)$$

从公式(2)中可以看出, $CI(R)$ 的 CI 值越大, 意味着模糊判断矩阵偏离一致性的程度越低, 即一致性水平越高。特别地, 当时 $CI_A = 1.0000$, 即当指标值达到理论最大值时, 判断矩阵具有加型一致性。设判断矩阵一致性可接受的阈值为 $\lambda = 0.9$, 当 $CI > \lambda$ 时, 表明该模糊判断矩阵的一致性水平是可接受的。

随后, 为了更科学地确定各项评价指标在决策过程中的相对重要性, Xu 等人[13]在综合考虑指标间差异性与信息量的基础上, 提出了如下所示的权重计算公式:

$$w_i = \frac{2}{n^2} \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (3)$$

2.2. 评估矩阵

假设某一评价系统的因素集由 m 个一级评价因素构成 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$, 且每个一级因素均进一步细分为 k 个子因素(即二级指标), 与此同时, 为对每个子因素进行优劣判定, 设定评语集包含 5 个等级[14]:

$$V=\left\{v_1,v_2,v_3,v_4,v_5\right\},$$

其中，各评语等级依次表示为：优秀、良好、中等、合格、不合格。为实现定性评价结果的量化转化，进一步为评语集中的各个等级赋予对应的分值区间及具有代表性的量化值(如区间中值)，以建立定性语义与定量数值之间的映射关系。具体赋值规则见表 2。

Table 2. Comment categories and score ranges
表 2. 评语与分值等级

等级	优秀	良好	中等	合格	不合格
分数	90~100	80~90	70~80	60~70	60 分以下

由每一个影响因素 U_i 的子因素对评语集构成的隶属度矩阵如下：

$$R_i=\begin{bmatrix}U_i|u_1\\U_i|u_2\\\vdots\\U_i|u_n\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}r_{i11}&r_{i12}&\cdots&r_{i15}\\r_{i21}&r_{i22}&\cdots&r_{i25}\\\vdots&\vdots&\ddots&\vdots\\r_{in1}&r_{in2}&\cdots&r_{in5}\end{bmatrix}.$$

为全面考量各层级因素对评价对象的综合影响，采用加权平均算子对专家评价信息进行集成处理，其计算方式如下：

$$C_i=w\circ R_i=(a_{i11},a_{i12},a_{i13},a_{i14},a_{i15})\tag{4}$$

其中， $b_{ij}=\sum_{k=1}^nw_k\cdot r_{ikj}\ (i=1,2,\cdots,m;j=1,2,3,4,5)$ 。

3. AI 工具对大学生学习影响的综合评价

3.1. 影响因素的层次分析模型

为全面、系统地评估 AI 工具应用对大学生学习的综合影响，本研究在广泛文献调研和专家咨询的基础上，从学习效率优化提升、创新与思辨发展能力、综合学习质量提升、知识获取能力与视野拓展、学习习惯及学习模式转变五个核心维度出发，构建一个包含 5 个一级指标和 25 个二级指标层次分析模型如图 1，各个指标含义如表 3 所示。

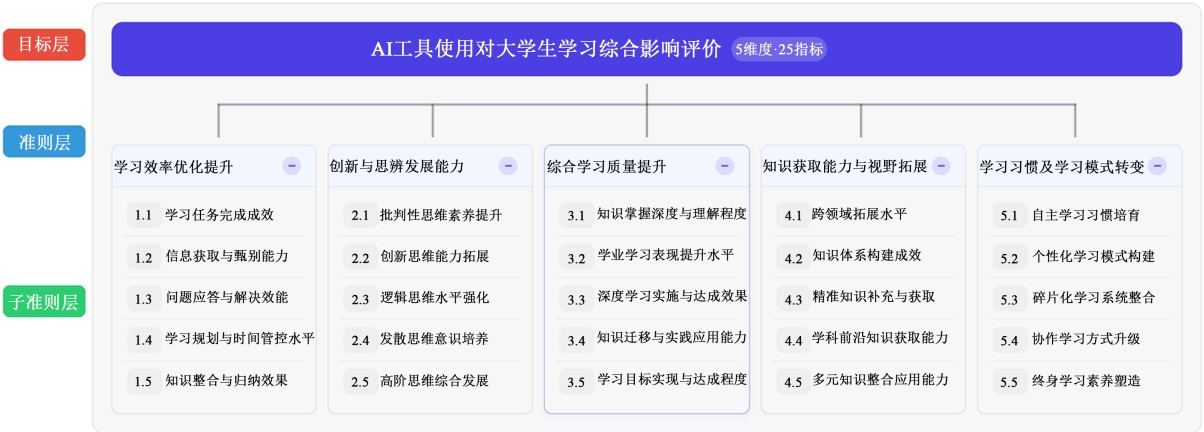


Figure 1. Hierarchical model of influencing factors
图 1. 影响因素的层次分析模型

Table 3. Indicators and their definitions
表 3. 指标及其含义

一级指标	二级指标	对应评价的内容
学习效率优化提升(A_1)	学习任务完成成效(B_{11})	借助 AI 工具加快作业、课程任务推进速度, 按时高质量完成学习任务
	信息获取与甄别能力(B_{12})	能够利用 AI 检索资料, 同时辨别 AI 输出信息正误、可信度
	问题应答与解决效能(B_{13})	遇到学习难题借助 AI 辅助分析, 高效找到解题思路
	学习规划与时间管控水平(B_{14})	依靠 AI 制定学习计划, 合理分配学习时间, 减少无效耗时
	知识整合与归纳效果(B_{15})	利用 AI 对零散知识点总结梳理, 快速形成知识摘要
创新与思辨能力(A_2)	批判性思维素养提升(B_{21})	不盲从 AI 给出答案, 主动质疑、检验 AI 结论, 独立理性思考
	创新思维能力拓展(B_{22})	依托 AI 多角度启发, 产生新观点、新思路, 突破固有想法
	逻辑思维水平强化(B_{23})	借助 AI 推演论证过程, 完善推理链条, 减少逻辑漏洞
	发散思维意识培养(B_{24})	通过 AI 多角度提问引导, 拓宽思考角度, 避免思维局限
	高阶思维综合发展(B_{25})	综合运用分析、评价、创造等高阶思维开展学习探究
综合学习质量提升(A_3)	知识掌握深度与理解程度(B_{31})	借助 AI 深入钻研重难点, 透彻理解概念原理, 不止浅层记忆
	学业学习表现提升水平(B_{32})	课堂、测验、课程作业等整体学业表现得到改善
	深度学习实施与达成效果(B_{33})	不再浅层被动学习, 能够开展探究式、深层次学习
	知识迁移与实践应用能力(B_{34})	将学到的理论结合 AI 落地, 运用知识解决现实问题
	学习目标实现与达成程度(B_{35})	阶段性学习目标依靠 AI 辅助稳步完成, 达成预期学习效果
知识获取能力与视野拓展(A_4)	跨领域拓展水平(B_{41})	依靠 AI 接触本专业以外学科内容, 打破学科壁垒
	知识体系构建成效(B_{42})	在 AI 辅助下搭建完整、条理清晰的个人知识框架
	精准知识补充与获取(B_{43})	精准定位知识盲区, 利用 AI 补齐薄弱知识点
	学科前沿知识获取能力(B_{44})	借助 AI 了解行业、学科最新研究动态与前沿内容
	多元知识整合应用能力(B_{45})	融合不同渠道、不同类型知识, 综合运用开展学习研究
学习习惯及学习模式转变(A_5)	自主学习习惯培育(B_{51})	依托 AI 资源减少被动听课, 主动发起自主探究学习
	个性化学习模式构建(B_{52})	结合 AI 定制适合自身基础、节奏的个性化学习方式
	碎片化学习系统整合(B_{53})	利用 AI 把碎片化学到的内容系统化收纳梳理
	协作学习方式升级(B_{54})	借助 AI 工具辅助小组讨论、分工合作, 优化协作学习效率
	终身学习素养塑造(B_{55})	形成持续借助数字化工具自主学习、长期学习的意识

3.2. 判断矩阵构造

传统 AHP 方法要求专家以 1~9 的精确数值标度来表达其偏好程度,然而人类判断在本质上具有模糊性——例如,“稍微重要”与“明显重要”之间的界限往往并不清晰,难以用单一确定值加以刻画。因此,采用模糊数来表征专家对事物的模糊偏好程度,更贴合人类认知与决策的实际特征。基于项目团队面向北部湾大学学生群体开展的“AI 工具使用对学习影响”专题问卷调查所获取的原始数据,本研究首先借助 Excel 对数据进行汇总整理,并剔除部分异常样本;随后,依据各一级指标及其二级指标的选项分布数量,运用模糊数方法对各项一级指标及其所对应二级指标之间的相对重要程度进行系统化表征。具体而言,通过构造模糊判断矩阵,将受访者主观感知与评价结果转化为可量化的模糊数形式,从而更准确地刻画指标间权重关系的模糊性与不确定性,为后续的综合评价与影响机制分析提供可靠的数据基础。

首先,根据问卷调查数据对所有的一级指标进行两两比较,得到相应的模糊判断矩阵如下:

$$A = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0.6 \\ 0.7 & 0.5 & 0.4 & 0.6 & 0.8 \\ 0.7 & 0.6 & 0.5 & 0.7 & 0.8 \\ 0.6 & 0.4 & 0.3 & 0.5 & 0.7 \\ 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.5 \end{bmatrix}.$$

利用公式(2)计算矩阵 A 的一致性指标, $CI_A = 0.9733 > 0.9$, 表明模糊互补判断矩阵 A 通过了一致性检验。

接着,利用权重公式(3)计算出各个一级指标权重为:

$$w(A) = (0.1680, 0.2400, 0.2640, 0.2000, 0.1280).$$

考虑在学习效率优化提升一级指标下,对其二级指标进行两两比较,得到的模糊互补判断矩阵 A_1 如下:

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.8 & 0.8 \\ 0.3 & 0.5 & 0.4 & 0.7 & 0.6 \\ 0.4 & 0.6 & 0.5 & 0.7 & 0.6 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.5 & 0.4 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.6 & 0.5 \end{bmatrix}.$$

在“创新与思辨发展能力”这一一级指标框架下,对其各二级指标进行了系统性的两两比较,据此构建出的模糊互补判断矩阵 A_2 如下所示:

$$A_2 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.8 \\ 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.8 & 0.7 \\ 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.7 & 0.6 \\ 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.5 & 0.4 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.6 & 0.5 \end{bmatrix}.$$

类似的,在综合学习质量提升一级指标下构造其二级指标的模糊互补判断矩阵如下:

$$A_3 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 & 0.8 & 0.7 & 0.8 \\ 0.4 & 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.7 \\ 0.2 & 0.3 & 0.5 & 0.3 & 0.4 \\ 0.3 & 0.4 & 0.7 & 0.5 & 0.6 \\ 0.2 & 0.3 & 0.6 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}.$$

在知识获取能力与视野拓展指标下得到其对应二级指标的模糊互补判断矩阵:

$$A_4 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.3 & 0.6 & 0.4 & 0.7 \\ 0.7 & 0.5 & 0.8 & 0.6 & 0.8 \\ 0.4 & 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0.6 \\ 0.6 & 0.4 & 0.7 & 0.5 & 0.7 \\ 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.5 \end{bmatrix}.$$

在学习习惯及学习模式转变指标下得到其对应二级指标的模糊互补判断矩阵:

$$A_5 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 & 0.8 & 0.7 & 0.7 \\ 0.4 & 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.8 \\ 0.2 & 0.3 & 0.5 & 0.4 & 0.6 \\ 0.3 & 0.4 & 0.6 & 0.5 & 0.7 \\ 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.5 \end{bmatrix}.$$

利用一致性公式(2)计算上述判断矩阵的一致性指标值如下:

$$CI_{A_1} = 0.9667, CI_{A_2} = 0.9800, CI_{A_3} = 0.9733, CI_{A_4} = 0.9733, CI_{A_5} = 0.9600.$$

显然,所有模糊互补判断矩阵均通过逻辑一致性的检验。进一步地,根据权重公式(3)计算出各个一级指标下对应的二级指标权重:

$$w(A_1) = (0.2720, 0.2000, 0.2240, 0.1360, 0.1680),$$

$$w(A_2) = (0.2720, 0.2400, 0.2000, 0.1280, 0.1600),$$

$$w(A_3) = (0.2720, 0.2320, 0.1360, 0.2000, 0.1600),$$

$$w(A_4) = (0.2000, 0.2720, 0.1600, 0.2320, 0.1360),$$

$$w(A_5) = (0.2640, 0.2400, 0.1600, 0.2000, 0.1360).$$

根据对北部湾大学 300 名学生的问卷调查结果,问卷采用 Likert 五级量表(非常不同意、不太同意、一般、比较同意、非常同意),对应评语集五个等级(不合格、合格、中等、良好、优秀)。构建基于各个一级指标下的二级指标隶属度评价矩阵 $R_1 \sim R_5$ (详见附录)。

学习效率优化提升指标:

$$R_1 = \begin{bmatrix} A_1 & B_{11} \\ A_1 & B_{12} \\ A_1 & B_{13} \\ A_1 & B_{14} \\ A_1 & B_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.24 & 0.29 & 0.40 & 0.03 & 0.04 \\ 0.19 & 0.30 & 0.48 & 0.01 & 0.02 \\ 0.27 & 0.35 & 0.32 & 0.04 & 0.02 \\ 0.16 & 0.25 & 0.46 & 0.07 & 0.06 \\ 0.22 & 0.38 & 0.33 & 0.05 & 0.02 \end{bmatrix}.$$

创新与思辨发展能力指标:

$$R_2 = \begin{bmatrix} A_2 & B_{21} \\ A_2 & B_{22} \\ A_2 & B_{23} \\ A_2 & B_{24} \\ A_2 & B_{25} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.20 & 0.30 & 0.45 & 0.03 & 0.02 \\ 0.21 & 0.31 & 0.45 & 0.01 & 0.02 \\ 0.28 & 0.26 & 0.34 & 0.08 & 0.04 \\ 0.15 & 0.36 & 0.40 & 0.06 & 0.03 \\ 0.24 & 0.25 & 0.39 & 0.07 & 0.05 \end{bmatrix}.$$

综合学习质量提升指标:

$$R_3 = \begin{bmatrix} A_3 & B_{31} \\ A_3 & B_{32} \\ A_3 & B_{33} \\ A_3 & B_{34} \\ A_3 & B_{35} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.17 & 0.36 & 0.43 & 0.02 & 0.02 \\ 0.21 & 0.28 & 0.43 & 0.06 & 0.02 \\ 0.26 & 0.33 & 0.31 & 0.07 & 0.03 \\ 0.14 & 0.30 & 0.45 & 0.06 & 0.05 \\ 0.23 & 0.24 & 0.38 & 0.09 & 0.06 \end{bmatrix}.$$

知识获取能力与视野拓展指标:

$$R_4 = \begin{bmatrix} A_4 & B_{41} \\ A_4 & B_{42} \\ A_4 & B_{43} \\ A_4 & B_{44} \\ A_4 & B_{45} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.21 & 0.36 & 0.38 & 0.03 & 0.02 \\ 0.18 & 0.36 & 0.41 & 0.04 & 0.01 \\ 0.29 & 0.28 & 0.30 & 0.08 & 0.05 \\ 0.13 & 0.32 & 0.44 & 0.07 & 0.04 \\ 0.25 & 0.24 & 0.37 & 0.08 & 0.06 \end{bmatrix}.$$

学习习惯及学习模式转变指标:

$$R_5 = \begin{bmatrix} A_5 & B_{51} \\ A_5 & B_{52} \\ A_5 & B_{53} \\ A_5 & B_{54} \\ A_5 & B_{55} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.19 & 0.34 & 0.41 & 0.04 & 0.02 \\ 0.20 & 0.33 & 0.41 & 0.04 & 0.02 \\ 0.27 & 0.25 & 0.36 & 0.07 & 0.05 \\ 0.15 & 0.38 & 0.39 & 0.05 & 0.03 \\ 0.22 & 0.26 & 0.35 & 0.09 & 0.08 \end{bmatrix}.$$

3.3. 模糊综合评价

首先,为保障评估结果的客观性与精确度,确立以模糊综合评价作为核心量化方法;其次,基于该方法依次计算各一级指标及其所属二级指标的综合评分;最终,依据各层级得分实现对学习影响程度的整体测度,详细的计算步骤如下所示。

步骤 1: 计算各二级指标的模糊评价向量。根据公式(4)得到的模糊评价向量如下:

$$C_1 = w(A_1) \circ R_1 = (0.2720, 0.2000, 0.2240, 0.1360, 0.1680) \circ \begin{bmatrix} 0.24 & 0.29 & 0.40 & 0.03 & 0.04 \\ 0.19 & 0.30 & 0.48 & 0.01 & 0.02 \\ 0.27 & 0.35 & 0.32 & 0.04 & 0.02 \\ 0.16 & 0.25 & 0.46 & 0.07 & 0.06 \\ 0.22 & 0.38 & 0.33 & 0.05 & 0.02 \end{bmatrix} \\ = (0.2207, 0.3186, 0.3947, 0.0367, 0.0293),$$

$$C_2 = w(A_2) \circ R_2 = (0.2720, 0.2400, 0.2000, 0.1280, 0.1600) \circ \begin{bmatrix} 0.20 & 0.30 & 0.45 & 0.03 & 0.02 \\ 0.21 & 0.31 & 0.45 & 0.01 & 0.02 \\ 0.28 & 0.26 & 0.34 & 0.08 & 0.04 \\ 0.15 & 0.36 & 0.40 & 0.06 & 0.03 \\ 0.24 & 0.25 & 0.39 & 0.07 & 0.05 \end{bmatrix} \\ = (0.2174, 0.2962, 0.4112, 0.0464, 0.0288),$$

$$C_3 = w(A_3) \circ R_3 = (0.2720, 0.2320, 0.1360, 0.2000, 0.1600) \circ \begin{bmatrix} 0.17 & 0.36 & 0.43 & 0.02 & 0.02 \\ 0.21 & 0.28 & 0.43 & 0.06 & 0.02 \\ 0.26 & 0.33 & 0.31 & 0.07 & 0.03 \\ 0.14 & 0.30 & 0.45 & 0.06 & 0.05 \\ 0.23 & 0.24 & 0.38 & 0.09 & 0.06 \end{bmatrix}$$

$$= (0.1948, 0.3071, 0.4062, 0.0558, 0.0361),$$

$$C_4 = w(A_4) \circ R_4 = (0.2000, 0.2720, 0.1600, 0.2320, 0.1360) \circ \begin{bmatrix} 0.21 & 0.36 & 0.38 & 0.03 & 0.02 \\ 0.18 & 0.36 & 0.41 & 0.04 & 0.01 \\ 0.29 & 0.28 & 0.30 & 0.08 & 0.05 \\ 0.13 & 0.32 & 0.44 & 0.07 & 0.04 \\ 0.25 & 0.24 & 0.37 & 0.08 & 0.06 \end{bmatrix}$$

$$= (0.2003, 0.3214, 0.3886, 0.0571, 0.0326),$$

$$C_5 = w(A_5) \circ R_5 = (0.2640, 0.2400, 0.1600, 0.2000, 0.1360) \circ \begin{bmatrix} 0.19 & 0.34 & 0.41 & 0.04 & 0.02 \\ 0.20 & 0.33 & 0.41 & 0.04 & 0.02 \\ 0.27 & 0.25 & 0.36 & 0.07 & 0.05 \\ 0.15 & 0.38 & 0.39 & 0.05 & 0.03 \\ 0.22 & 0.26 & 0.35 & 0.09 & 0.08 \end{bmatrix}$$

$$= (0.2047, 0.3132, 0.3944, 0.0550, 0.0327).$$

步骤 2: 确定模糊综合评价向量。利用加权平均算子计算模糊综合评价向量:

$$C = w(A) \circ R = (0.168, 0.240, 0.264, 0.200, 0.128) \circ \begin{bmatrix} 0.2207 & 0.3186 & 0.3947 & 0.0367 & 0.0293 \\ 0.2174 & 0.2962 & 0.4112 & 0.0464 & 0.0288 \\ 0.1948 & 0.3071 & 0.4062 & 0.0558 & 0.0361 \\ 0.2003 & 0.3214 & 0.3886 & 0.0571 & 0.0326 \\ 0.2047 & 0.3132 & 0.3944 & 0.0550 & 0.0327 \end{bmatrix}$$

$$= (0.2069, 0.3101, 0.4004, 0.0505, 0.0321).$$

步骤 3: 获得模糊综合评价得分。根据评语等级分值的划分, 取各等级分值的中位数(不合格 = 30, 合格 = 65, 中等 = 75, 良好 = 85, 优秀 = 95), 分别计算每个二级指标及综合指标的模糊评价得分:

学习效率优化提升指标模糊综合得分:

$$S_1 = 0.2207 \times 95 + 0.3186 \times 85 + 0.3947 \times 75 + 0.0367 \times 65 + 0.0293 \times 30 = 79.4745.$$

创新与思辨发展能力指标模糊综合得分:

$$S_2 = 0.2174 \times 95 + 0.2962 \times 85 + 0.4112 \times 75 + 0.0464 \times 65 + 0.0288 \times 30 = 80.5500.$$

综合学习质量提升指标模糊综合得分:

$$S_3 = 0.1948 \times 95 + 0.3071 \times 85 + 0.4062 \times 75 + 0.0558 \times 65 + 0.0361 \times 30 = 79.7845.$$

知识获取能力与视野拓展指标模糊综合得分:

$$S_4 = 0.2003 \times 95 + 0.3214 \times 85 + 0.3886 \times 75 + 0.0571 \times 65 + 0.0326 \times 30 = 80.1820.$$

学习习惯及学习模式转变指标模糊综合得分:

$$S_5 = 0.2047 \times 95 + 0.3132 \times 85 + 0.3944 \times 75 + 0.0550 \times 65 + 0.0327 \times 30 = 80.2045.$$

总体模糊综合得分：

$$S = 0.2069 \times 95 + 0.3101 \times 85 + 0.4004 \times 75 + 0.0505 \times 65 + 0.0321 \times 30 = 80.2895.$$

3.4. 评估结果分析

基于模糊层次分析法，对AI工具应用对大学生学习影响的综合评价中各一级指标及其对应的二级指标进行综合分析后，得到总体模糊综合得分为 80.2895 分。根据评语集对应的分值区间划分，该结果属于“中等”等级，但距离“优秀”等级(90 分及以上)仍存在一定差距。研究将各个二级指标的模糊综合得分结果整理可视化，如饼状图 2。

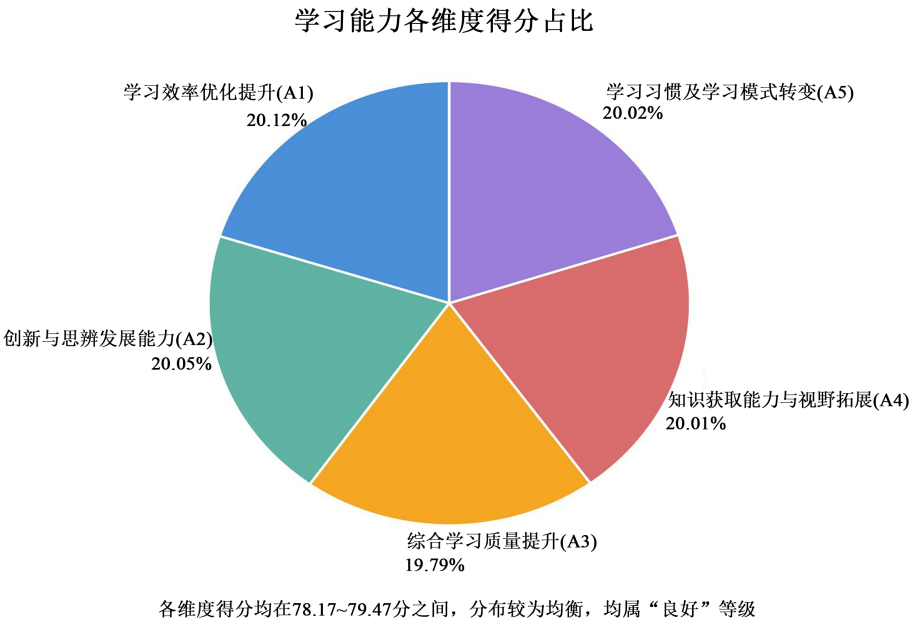


Figure 2. Pie chart of fuzzy comprehensive scores for secondary indicators
图 2. 二级指标模糊综合评分饼状图

从图 2 可以看出：所有一级指标的评级均为“良好”，各维度得分差距较小，表明AI工具对大学生的学习影响在各维度上表现较为均衡。其中，学习效率优化提升指标的得分最高(80.5500 分)，反映出AI工具能够简化资料查找、作业处理等重复性学习工作，有效压缩任务耗时、加快学习进度，在精简学习流程、提升课业完成速度上体现出突出优势，这和该维度聚焦课业耗时缩减、学习流程简化、学习任务高效落地的评价内涵高度契合。创新与思辨发展能力指标的得分第二(80.2045 分)，说明当前 AI 辅助学习模式在一定程度上有助于培养学生的批判性与创新性思维。

通过进一步分析权重分布可知，在一级指标层面，综合学习质量提升指标的权重最高(0.2640)，其次为创新与思辨发展能力指标(0.2400)，表明专家与学生评价主体一致认为这两个维度是衡量 AI 工具对学习影响的核心要素；而学习习惯及学习模式转变影响因素的权重最低(0.1280)，反映出相较于习惯养成，当前对 AI 工具的评价更侧重于可观测的学习产出与效率指标。

在二级指标层面，各一级指标下的权重分布呈现出以下特征：在“学习效率优化提升”中，学习任务完成成效 B_{11} 权重最高(0.2720)；在“创新与思辨发展能力”中，逻辑思维水平强化 B_{21} 权重最高(0.2720)；在“综合学习质量提升”中，知识掌握深度与理解程度 B_{31} 权重最高(0.2720)；在“知识获取能

力与视野拓展”中，知识体系构建成效 B_{41} 权重最高(0.2640)；在“学习习惯及学习模式转变”中，自主学习习惯培育 B_{51} 权重最高(0.2640)。

基于上述权重分布与评价结果，后续推进 AI 工具赋能大学生学习的优化工作，可围绕权重凸显的核心维度、薄弱短板精准施策：第一，锚定综合学习质量提升、创新与思辨发展能力两大高权重核心维度，紧扣知识掌握深度、逻辑思维强化等关键指标，引导学生借助 AI 完成深度学习、知识内化，拔高可观测学习产出质量；第二，补齐学习习惯及学习模式转变低权重短板，重点落实自主学习习惯培育工作，弱化学生对 AI 工具的被动依赖性；第三，参照各维度内部最高权重指标导向，围绕学习任务成效、知识体系构建等侧重点，面向不同学生群体推行分层指导，全方位放大 AI 助学的实际效用。

特别地，针对学生在综合学习质量方面存在权重高但得分低情况，表明评价主体(专家与学生)一致认为“知识掌握深度”与“学业表现”是衡量 AI 工具学习影响的核心标尺。然而，该维度的模糊综合得分仅为 79.7845 分，在五个维度中排名末位，与最高分(学习效率优化提升，79.4745 分)形成反差——注意，此处论文原文存在一处数据表述矛盾，但综合 3.4 节分析及饼状图描述，综合学习质量的相对弱势是确定的。这一“高权重 - 低得分”组合传递的信号是：学生和专家都认为深度学习最重要，但恰恰在这一最重要的问题上，AI 工具的实际表现最不尽如人意。论文自身也承认，“知识掌握深度和学业表现仍是需要重点关注的改进方向”。从教育心理学视角下的机制对上述现象进行解释，首先，学生存在“认知卸载”与“虚假掌握”的陷阱。当学生借助 AI 快速获得结构清晰、表达流畅的答案时，大脑很容易将“看懂答案”等同于“掌握知识”。然而，认知心理学的基本原理是：深度理解依赖于生成性加工——即学习者必须自己经历提取、组织、整合信息的过程，才能形成稳固且可迁移的知识表征。AI 的“代劳”恰恰跳过了这一关键环节。然后，学生存在过程性训练的缺失，从上述的二级指标中，“知识掌握深度与理解程度(B31)”和“深度学习实施与达成效果(B33)”直接指向深度学习。这些指标的低表现，可以从“过程性训练被跳过”的角度理解。最后，学生的评估体系出现适配错位，文中的数据揭示了一个更深层的制度性问题。当学生用 AI 生成“结构完整、语言流畅”的作业时，教师仅凭成品越来越难以判断学生的真实学习效果。这导致两个后果：其一，学生可能形成“AI 产出 = 学业表现”的错觉，而实际上这种表现缺乏真实的能力支撑；其二，教师对学业表现的评估可能系统性偏高，使得“综合学习质量”的模糊评价中，“学业学习表现提升水平(B32)”得分尚可，但“深度学习实施与达成效果(B33)”却拖累了整体。

4. 研究总结

本研究基于模糊综合评价法，构建了面向 AI 工具应用对大学生学习影响的综合评价层次分析模型。该模型从学习效率优化提升、创新与思辨发展能力、综合学习质量提升、知识获取能力与视野拓展、学习习惯及学习模式转变五个维度出发，下设 25 个二级指标，通过对各层级指标进行系统分析与权重赋值，能够清晰识别不同指标对整体评价结果的影响程度。研究以北部湾大学 300 名在校本科生为样本量，结合问卷调查数据进行了实证分析，研究结果表明：

(1) AI 工具对大学生学习的综合影响评价得分为 80.2895 分，属于“良好”等级，表明当前 AI 工具在北部湾大学学生学习中发挥了中等的正向作用。

(2) 五个评价维度的得分均在 79~81 分之间，整体情况较为均衡，但综合学习质量提升维度得分相对最低，提示知识掌握深度和学业表现仍是需要重点关注的改进方向。

(3) 在权重分布上，综合学习质量提升和创新与思辨发展能力两个维度的权重最高，体现了评价主体既重视学生最终的知识掌握成效、学业成果等显性学习产出，也看重逻辑思考、自主创新等支撑长期学习发展的高阶核心能力；而学习习惯及学习模式转变维度权重最低，表明 AI 工具在深层次学习习惯培育

方面价值尚需进一步挖掘。

本研究构建的评价模型不仅有助于准确定位当前 AI 工具应用于大学生学习过程中的关键问题与薄弱环节,也为后续制定针对性改进措施提供了量化的数据支持与有效的实证依据。未来研究可进一步扩大样本覆盖范围、丰富纵向对比数据,以及引入机器学习等方法对模糊评价模型进行优化,提升评价的精准性与普适性。

基金项目

广西自治区级大学生创新训练项目:基于模糊层次分析法的 AI 工具应用对大学生学习影响的综合评价研究——以北部湾大学为例(S202611607138)。

参考文献

- [1] 于宗绪, 马东春, 范秀娟, 等. 基于 AHP-法和模糊综合评价法的城市水环境治理 PPP 项目绩效评价研究[J]. 生态经济, 2020, 36(10): 190-194.
- [2] 王莉, 马衍青, 王涛, 等. 基于 IAHP-熵权法和模糊综合评价法的市政有限空间气体安全风险评价[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(3): 1319-1325.
- [3] 薛阳, 宋如楠, 张蓬鹤, 等. 基于改进 AHP-模糊综合评价法的低压用电状态评估研究[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2025, 30(5): 78-86.
- [4] 陈晓红, 杨志慧. 基于改进模糊综合评价法的信用评估体系研究——以我国中小上市公司为样本的实证研究[J]. 中国管理科学, 2015, 23(1): 146-153.
- [5] 焦瑞. 基于模糊综合评价法的绿色供应链中环境管理绩效研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(9): 71-77.
- [6] Beimel, D., Amzalag, M., Zvi-Girshin, R. and Voloch, N. (2025) Blending Generative AI and Instructor-Led Learning: Empirical Insights on Student Motivation, Learning Experience, and Academic Performance in Higher Education. *Education Sciences*, **15**, Article 1480. <https://doi.org/10.3390/educsci15111480>
- [7] Chugh, R., Turnbull, D., Kuty, S., Sabrina, F., Rashid, M.M., Morshed, A., et al. (2025) Generative AI as a Learning Assistant in ICT Education: Student Perspectives and Educational Implications. *Education and Information Technologies*, **30**, 23693-23728. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13686-3>
- [8] 朱俊华, 许璐瑶, 马近远. 生成式人工智能如何赋能学生学习——基于大学生自我调节学习行为的实证研究[J]. 高等工程教育研究, 2025(2): 66-72.
- [9] 戚佳, 徐艳茹, 刘继安, 薛凯. 生成式人工智能工具使用对高校学生批判性思维与自主学习能力的影晌[J]. 电化教育研究, 2024, 45(12): 67-74.
- [10] 张立臣, 马艳丽, 金刚. 生成式 AI 赋能个性化学习的多元策略及教育价值挖掘[C]//第十四届工程技术管理与数字化转型学术交流会议论文集. 哈尔滨信息工程学院, 2025: 251-252.
- [11] Saaty, T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- [12] Herrera-Viedma, E., Alonso, S., Chiclana, F. and Herrera, F. (2007) A Consensus Model for Group Decision Making with Incomplete Fuzzy Preference Relations. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, **15**, 863-877. <https://doi.org/10.1109/tfuzz.2006.889952>
- [13] Xu, Y.J., Da, Q.L. and Liu, L.H. (2009) Normalizing Rank Aggregation Method for Priority of a Fuzzy Preference Relation and Its Effectiveness. *International Journal of Approximate Reasoning*, **50**, 1287-1297. <https://doi.org/10.1016/j.ijar.2009.06.008>
- [14] 马茂冬, 韩尧, 张倩. 基于模糊层次分析法的应急能力评估方法探讨[J]. 中国安全生产科学技术, 2009, 5(2): 98-102.