

基于模糊物元分析法的理论教学质量评价

何尹璟, 黄榕溶, 梁瑛

南阳理工学院, 河南 南阳 473004

DOI: 10.61369/ETR.2026200023

摘 要 : 教学质量的高低直接影响着学生的学习效果和未来的发展。从影响理论教学质量的教学态度, 教学内容, 教学手段和方法, 教学组织, 教学效果五个维度出发, 构建了 14 个二级评价指标的理论教学质量评价体系。运用层次分析法确定各评价指标的权重, 在划分评价等级和确定各评价标准的基础上, 结合隶属度函数和模糊物元分析法将评价指标的量值转化为最终的模糊评价向量, 最后结合权重整体考虑教师教学质量。该方法对综合评价问题具有一定的参考。

关 键 词 : 理论教学质量评价; 层次分析法; 隶属函数; 模糊物元分析法

Theoretical Teaching Quality Evaluation Based on Fuzzy Matter-Element Analysis

He Yinjing, Huang Rongrong, Liang Ying

Nanyang Institute of Technology, Nanyang, Henan 473004

Abstract : The quality of teaching directly affects students' learning outcomes and future development. Starting from five dimensions including teaching attitude, teaching content, teaching means and methods, teaching organization and teaching effect, this paper constructs a theoretical teaching quality evaluation system with 14 secondary indicators. The analytic hierarchy process (AHP) is adopted to determine the weight of each evaluation index. On the basis of dividing evaluation grades and formulating evaluation criteria, the study combines membership function and fuzzy matter-element analysis to convert index measured values into final fuzzy evaluation vectors, and further evaluates teachers' overall teaching quality with weighted indicators. The proposed method can provide a reference for similar comprehensive evaluation research.

Keywords : theoretical teaching quality evaluation; analytic hierarchy process; membership function; fuzzy matter-element analysis

引言

教育是一个民族的根本, 它关系到一个民族的未来。教师在教育工作中起着举足轻重的作用, 教师高品质的教学质量更是实现高品质教育的关键。全面、客观的教学质量评价有助于找出影响教学效果的关键, 对教师的教学有督促作用, 有利于课堂质量的提升, 有利于教师自身的发展。如何评估教学质量是当今高等教育研究的重要话题。

高等教育如何处理新教学模式下的教学质量评价问题, 各地学者已展开了广泛地研究。刘尧飞^[1]等结合模糊综合评价法构建了教学质量评价体系, 但在建立评价指标时没有从学生角度考虑。任延青^[2]等通过问卷调查收集资料, 得出现阶段高校课堂教学质量评价偏重教师的教學能力。白春艳^[3]等应用 CIPP 评价模型与 360° 反馈评价法, 但对于难以量化的指标没有具体处理方法, 可操作性较弱。孙小丽^[4]以课堂上学生面部表情为研究对象, 建立了一个基于正态分布推理学习的评价模型, 这需要进行大量数据处理, 且面部表情具有一定的伪装性。本文将从教育主体角度构建评价指标体系, 结合模糊物元分析理论进行实证分析, 深入研究教师理论教学质量评价, 保证评价结果的科学性和客观性。

一、理论教学质量评价指标体系构建与权重的确定

本文根据理论教学的特点, 基于教学态度、教学内容、教学方法和手段、教学组织, 教学效果五个方面, 构建了理论教学质量评价指标体系(见表1)。

(一) 层次分析理论^[5]

1. 构建两两比较矩阵。在整体决策过程中, 各个影响因素被划分为不同的准则层次, 高准则层因素对低准则层起到了指导作用。对各个层次的因素, 两两因素关于重要性的作比较, 按 1-9 的比例标度构建出两两比较矩阵 $C = (c_{ij})_{n \times n}$ 。当对于任意 i, j, k ,

基金项目:

河南省本科高校通识教育精品课程立项建设项目《线性代数》; 南阳理工学院教育教学改革研究与实践项目: 数据驱动·智慧赋能《线性代数》“三环三层三径”个性化教学。

有 $c_{ij}c_{jk}=c_{ik}$ 成立时, 该矩阵为一致性矩阵。

2. 判断矩阵的一致性检验

一般情况下, 得到的判断矩阵未必能满足一致性, 通常只要不一致的程度在理论允许范围内, 便可使用。可用随机一致性比率指标 CR 来检验, 当 $CR=\frac{CI}{RI}<0.10$, 则认为判断矩阵在评价过程中可以使用。其中一致性指标 $CI=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1}$, RI 为随机一致指标。

3. 把判断矩阵各列向量进行归一化, 将归一化后矩阵的每一行算术平均值近似为权重。

(二) 权重的确定

利用层次分析法可以得到二级指标以及五个维度的权重, 权重如下。

$$\begin{aligned} R_{\omega_k} &= \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} \\ \omega_{1k} & 0.3333 & 0.6667 \end{pmatrix}, \\ R_{\omega_{2k}} &= \begin{pmatrix} C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ \omega_{2k} & 0.1047 & 0.2583 & 0.6370 \end{pmatrix}, \\ R_{\omega_{3k}} &= \begin{pmatrix} C_{31} & C_{32} & C_{33} \\ \omega_{3k} & 0.2583 & 0.1047 & 0.6370 \end{pmatrix}, \\ R_{\omega_{4k}} &= \begin{pmatrix} C_{41} & C_{42} & C_{43} \\ \omega_{4k} & 0.0881 & 0.7172 & 0.1947 \end{pmatrix}, \\ R_{\omega_{5k}} &= \begin{pmatrix} C_{51} & C_{52} & C_{53} \\ \omega_{5k} & 0.1562 & 0.6586 & 0.1852 \end{pmatrix}, \\ R_{\omega} &= \begin{pmatrix} B_1 & B_2 & B_3 & B_4 & B_5 \\ \omega_i & 0.0973 & 0.1899 & 0.1699 & 0.1063 & 0.4366 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

二、模糊物元分析理论的应用

(一) 模糊物元理论

模糊物元分析^[6]是以模糊数学理论和物元理论为基础的一种处理受多种因素影响难以定量表达问题的数学方法。模糊物元是以事物的基本元“事物、特征、模糊量值”构成的三元组描述事物^[7]

$$\text{模糊物元} R = \begin{pmatrix} \text{事物} M \\ \text{特征} T \quad \text{模糊量值} u(x) \end{pmatrix}.$$

若事物 M 有 n 个特征 $t_1, t_2, \dots, t_n$, 其对应的模糊量值为 $u(x_1), u(x_2), \dots, u(x_n)$, 称之为 n 维模糊物元^[8]。若要描述 m 个事物 $M_1, M_2, \dots, M_m$ 共有的 n 个特征 t_i ($i=1, 2, \dots, n$) 及其相应的模糊量值 $u_1(x_{1i}), u_2(x_{2i}), \dots, u_m(x_{mi})$, 则称其为 m 个事物的 n 维模糊物元矩阵, 记为 R_{mn}

$$R_{mn} = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & u_1(x_{11}) & u_2(x_{21}) & \cdots & u_m(x_{m1}) \\ C_2 & u_1(x_{12}) & u_2(x_{22}) & \cdots & u_m(x_{m2}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_n & u_1(x_{1n}) & u_2(x_{2n}) & \cdots & u_m(x_{mn}) \end{pmatrix}.$$

1. 建立模糊物元

定义模糊物元“评价等级、指标、量值”为基本元, 记为 $R(M, C, X)$

$$R(M, C, X) = \begin{pmatrix} \text{评价等级} \\ \text{指标} \quad \text{模糊量值} \end{pmatrix}.$$

那么 R_{mn} 可称为 m 个评价等级的 n 维模糊物元矩阵, x_{ij} 为第 i 个评价因素的第 j 个评价等级的模糊量值, R_{mn} 记为

$$R_{mn} = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_{11} & x_{111} & x_{211} & \cdots & x_{m11} \\ C_{12} & x_{112} & x_{212} & \cdots & x_{m12} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{np} & x_{1np} & x_{2np} & \cdots & x_{mnp} \end{pmatrix}.$$

确定评价域, 评价域表示各评价指标对应的评价等级的数值范围^[9]。评价域 R_j 可表示为

$$R_j = (M_j, C_i, X_{ji}) = \begin{pmatrix} M_j & c_1 & x_{j1} \\ & c_2 & x_{j2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_i & x_{ji} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_j & c_1 & \langle a_{j1}, b_{j1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{j2}, b_{j2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_i & \langle a_{ji}, b_{ji} \rangle \end{pmatrix},$$

其中 $\langle a_{j2}, b_{j2} \rangle$ 分别表示 x_{ij} 的上限值和下限值。确定各节域, 用 p 表示评价等级的全体集合 x_{pi} , 其中 p 的各节域就是 C_i 的最大取值范围。

2. 确定隶属物元

本文用 5 个等级: 较差、一般、较好、良好、优秀来表示理论教学质量评价等级^[10], 各等级的定量范围分别记为 $G_1(a_1, b_1)$ 、 $G_2(a_2, b_2)$ 、 $G_3(a_3, b_3)$ 、 $G_4(a_4, b_4)$ 、 $G_5(a_5, b_5)$ 。本文采用的隶属函数为 $u_1(x)$ 、 $u_2(x)$ 、 $u_3(x)$ 、 $u_4(x)$ 、 $u_5(x)$ 。

$$\begin{aligned} u_1(x) &= \begin{cases} 1 & x \leq \delta_1 \\ \frac{\delta_2 - x}{\delta_2 - \delta_1} & \delta_1 < x \leq \delta_2 \\ 0 & x > \delta_2 \end{cases} \\ u_2(x) &= \begin{cases} 1 - u_1(x) & \delta_1 < x \leq \delta_2 \\ \frac{\delta_3 - x}{\delta_3 - \delta_2} & \delta_2 < x \leq \delta_3 \\ 0 & x > \delta_3, x < \delta_4 \end{cases} \\ u_3(x) &= \begin{cases} 1 - u_2(x) & \delta_2 < x \leq \delta_3 \\ \frac{\delta_4 - x}{\delta_4 - \delta_2} & \delta_3 < x \leq \delta_4 \\ 0 & x > \delta_4, x < \delta_5 \end{cases} \\ u_4(x) &= \begin{cases} 1 - u_3(x) & \delta_3 < x \leq \delta_4 \\ \frac{\delta_5 - x}{\delta_5 - \delta_4} & \delta_4 < x \leq \delta_5 \\ 0 & x > \delta_5, x < \delta_6 \end{cases} \\ u_5(x) &= \begin{cases} 1 - u_4(x) & \delta_4 < x \leq \delta_5 \\ 1 & \delta_5 < x \leq b_5 \\ 0 & x > b_5, x < \delta_6 \end{cases} \end{aligned}$$

将各评价指标的模糊量值经过隶属度函数的处理, 得到各评价指标对评价等级的隶属物元 R_k

$$R_k = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_5 \\ C_{11} & u_{111} & u_{211} & \cdots & u_{511} \\ C_{12} & u_{112} & u_{212} & \cdots & u_{512} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{np} & u_{1np} & u_{2np} & \cdots & u_{5np} \end{pmatrix}.$$

3. 确定权重复合物元

用 ω_{ik} 代表第 k 个评价指标相对于其评价要素的权重, 根据层次分析法对各评价指标考虑的权重, 可以建立评价指标层、准则层的权重复合物元记为 $R_{\omega_k} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{np} \\ \omega_k & \omega_{k1} & \omega_{k2} & \cdots & \omega_{kp} \end{pmatrix}$ 和 $R_{\omega_i} = \begin{pmatrix} B_1 & B_2 & \cdots & B_5 \\ \omega_i & \omega_{i1} & \omega_{i2} & \cdots & \omega_{i5} \end{pmatrix}$ 。

4. 确定模糊集中复合物元和综合复合物元

计算集中复合物元 R_b , 则综合复合评价物元为 $R_D = R_{\omega} \cdot R_b$ 。

$$R_b = R_{\omega_k} \cdot R_k = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_5 \\ b_1 & b_{11} = \sum_{k=1}^p \omega_{1k} \cdot u_{11k} & b_{21} = \sum_{k=1}^p \omega_{2k} \cdot u_{21k} & \cdots & b_{51} = \sum_{k=1}^p \omega_{5k} \cdot u_{51k} \\ b_2 & b_{12} = \sum_{k=1}^p \omega_{1k} \cdot u_{12k} & b_{22} = \sum_{k=1}^p \omega_{2k} \cdot u_{22k} & \cdots & b_{52} = \sum_{k=1}^p \omega_{5k} \cdot u_{52k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_n & b_{1n} = \sum_{k=1}^p \omega_{1k} \cdot u_{1nk} & b_{2n} = \sum_{k=1}^p \omega_{2k} \cdot u_{2nk} & \cdots & b_{5n} = \sum_{k=1}^p \omega_{5k} \cdot u_{5nk} \end{pmatrix} \quad (1)$$

（二）教学质量评价等级和评价指标的量化标准

五个评价等级分别为：较差 M_1 (0, 60)、一般 M_2 (60, 70)、较好 M_3 (70, 80)、良好 M_4 (80, 90)，优秀 M_5 (90, 100)。本文采用百分制打分，评分标准见表1所示。

表1 各评价指标的评价标准

评价 准则	评价指标	质量标准
		不少于10人参与，按0-100酌情打分，计算平均分
教学 态度	立 德 育 人	遵守《教师职业道德规范》，坚持 OBE 理念，坚持育人为本，立德树人
		为人师表，热爱学生，对学生严格要求，勇于管理，教学相长，诲人不倦
	教 学 纪 律	遵守学校作息時間，提前 10 分钟达到上课地点，不迟到，不早退，不随意停调课
		教学文件随堂携带，大纲、教案、讲稿、教学进度表、教材、平时成绩登记册等齐全
教学 内容	观点正确	注重学生综合素质的培养，能结合教学内容，教育学生树立正确的世界观和人生观，有机渗透职业道德教育
		理论阐述简练准确，条理清晰，论证严密，逻辑性强
	联系实际	将新知识、新观点、新技术、新方法、新工艺等介绍给学生，符合行业主流技术
		理论联系实际，既重视知识传播，更注重方法传授、能力培养
	重点突出	重点难点突出，详略得当，信息量适当
教学 方法 与手 段	教学方法 丰富	教学方法灵活，依据教学内容恰当选用启发式、探究式、讨论式、参与式以及案例教学等方法，学生参与度高，有效促进教学目标的实现
	针对性	注重结合教学内容对学生学习方法和研究方法的指导正确、有效
		3. 根据课程特点和不同的学生状况因材施教
	板书与 现代 技术	传统教学手段（板书、挂图、模型等）与现代教学手段有机结合，符合教学内容需要
		板书、教学课件设计合理、图文清晰，层次分明、重点突出，效果良好，忌整版文字、教材翻版
教学 组织	教学节奏	课堂各教学环节安排合理，环环相扣，结构紧凑
		教学循序渐进，课堂节奏把握好
	双边活动	师生双边活动安排恰当，吸引学生的注意力、张弛得当，课堂气氛活跃
		注重课堂教学活动信息反馈，及时调整讲课的进度与授课方式
教学 效果	课堂 管理	对违反课堂纪律的学生及时处理，不姑息，不回避，课堂秩序良好
		及时记载学生的讨论发言、运用知识分析解决问题等方面的情况，作为课程考核形成性评价依据
	教学目标	实现课堂教学目标，完成预期教学任务
	学生评价	学生对讲授的内容全面掌握，满意度高
	教学特色	教学形式新颖、应用自然得体，不落俗套，能使人耳目一新，有个人独特的教学风格

（三）模糊分析法的应用

1. 确定评价域、节域以及各指标的模糊量值

下面以一位教师为例进行应用。各指标的评价域、节域以及该教师的指标量值如表2所示。

表2 各评价指标的评价域、节域、量值

指 标	评价域					节域	评分 量值
	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	(a_{Pi}, b_{Pi}) (a_{Pi}, b_{Pi})	P_i
C_{11}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	88
C_{12}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	100
C_{21}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	90
C_{22}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	80
C_{23}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	55
C_{31}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	45
C_{32}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	55
C_{33}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	85
C_{41}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	73
C_{42}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	35
C_{43}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	50
C_{51}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	60
C_{52}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	75
C_{53}	(0, 60)	(60, 70)	(70, 80)	(80, 90)	(90, 100)	(0, 100)	100

2. 确定隶属函数及隶属度物元

将各评价指标的模糊量值通过隶属度函数转化为五个评价等级的隶属度，隶属度函数为

$$u_1(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 30 \\ \frac{65-x}{65-30} & 30 < x \leq 65 \\ 0 & x > 65 \end{cases}, \quad u_2(x) = \begin{cases} 1-u_1(x) & 30 < x \leq 65 \\ \frac{75-x}{75-65} & 65 < x \leq 75 \\ 0 & x > 75, x < 30 \end{cases},$$
$$u_3(x) = \begin{cases} 1-u_2(x) & 65 < x \leq 75 \\ \frac{85-x}{85-75} & 75 < x \leq 85 \\ 0 & x > 85, x < 65 \end{cases}, \quad u_4(x) = \begin{cases} 1-u_3(x) & 75 < x \leq 85 \\ \frac{95-x}{95-85} & 85 < x \leq 95 \\ 0 & x > 95, x < 75 \end{cases},$$
$$u_5(x) = \begin{cases} 1-u_4(x) & 85 < x \leq 95 \\ 1 & 95 < x \leq 100 \\ 0 & x > 100, x < 85 \end{cases}.$$

据此可以确定隶属度物元为

$$R_1^{(1)} = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 \\ C_{11} & 0 & 0 & 0 & 0.70 & 0.30 \\ C_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.00 \end{pmatrix}, \quad R_1^{(2)} = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 \\ C_{21} & 0 & 0 & 0 & 0.50 & 0.50 \\ C_{22} & 0 & 0 & 0.50 & 0.50 & 0 \\ C_{23} & 0.29 & 0.71 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$
$$R_1^{(3)} = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 \\ C_{31} & 0.57 & 0.43 & 0 & 0 & 0 \\ C_{32} & 0.29 & 0.71 & 0 & 0 & 0 \\ C_{33} & 0 & 0 & 0 & 1.00 & 0 \end{pmatrix}, \quad R_1^{(4)} = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 \\ C_{41} & 0 & 0.20 & 0.80 & 0 & 0 \\ C_{42} & 0.86 & 0.14 & 0 & 0 & 0 \\ C_{43} & 0.43 & 0.57 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$
$$R_1^{(5)} = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 \\ C_{51} & 0.14 & 0.86 & 0 & 0 & 0 \\ C_{52} & 0 & 0 & 1.00 & 0 & 0 \\ C_{53} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.00 \end{pmatrix} \circ$$

3. 建立权重复合物元

由层次分析法得到评价指标层的权重复合物元和评价维度层的权重复合物元如下

$$R_{a_k} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} \\ \omega_k & 0.3333 & 0.6667 \end{pmatrix}, \quad R_{a_{2k}} = \begin{pmatrix} C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ \omega_{2k} & 0.1047 & 0.2583 & 0.6370 \end{pmatrix},$$

$$R_{\omega_{3k}} = \begin{pmatrix} C_{31} & C_{32} & C_{33} \\ \omega_{3k} & 0.2583 & 0.1047 & 0.6370 \end{pmatrix}, R_{\omega_{4k}} = \begin{pmatrix} C_{41} & C_{42} & C_{43} \\ \omega_{4k} & 0.0881 & 0.7172 & 0.1947 \end{pmatrix},$$

$$R_{\omega_{5k}} = \begin{pmatrix} C_{51} & C_{52} & C_{53} \\ \omega_{5k} & 0.1562 & 0.6586 & 0.1852 \end{pmatrix}, R_{\omega} = \begin{pmatrix} B_1 & B_2 & B_3 & B_4 & B_5 \\ \omega & 0.0973 & 0.1899 & 0.1699 & 0.1063 & 0.4366 \end{pmatrix} \circ$$

4. 确定集中模糊复合物元

根据前面公式(1), 可计算出集中模糊物元 R_b , 由此可算出综合模糊复合物元 R_D

$$R_D = R_{\omega} * R_b = \begin{pmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 \\ A & 0.1492 & 0.2004 & 0.3196 & 0.1654 & 0.1654 \end{pmatrix}$$

容易看出最大值为 0.3196, 遵循最大关联度原则, 该教师的理论课堂教学质量处于较好等级。

(四) 模糊物元分析法数据结果分析

下面根据各维度的隶属等级, 对教师的教学质量处于较差等级的指标分析。

1. 教学方法和手段维度层。该教师在教学方法丰富这一指标中, 对各评价等级最大的隶属度为 0.57, 其对应的评价等级为 M_1 , 这表明该教师在教学过程中使用的教学方法单一, 使学生容

易感到疲惫、乏味, 从而产生抵触心理。

2. 教学组织维度层。该教师在双边活动这一指标对各评价等级的最大隶属度为 0.86, 其对应的评价等级为 M_1 , 这说明该教师在教学过程中习惯传统式“唱独角戏”的教学方法, 需要在师生互动方面改进。

3. 若设级分为 $T = [50, 65, 75, 85, 95]$, 则该教师的最终得分为 $F = R_D * T = 74.233$ 。

三、结束语

本文用模糊物元分析方法对教师的教学质量进行了评价分析, 若采用常用的加权法对该教师进行评价, 则该教师教学质量的加权得分为 70.0189。可以看出两种评价方法的结果比较接近, 因此用模糊物元分析法来研究教师教学质量是可行的。所用的教学质量评价方法为高校教师考核提供了参考, 对其它综合评价问题也有一定的借鉴。

参考文献

- [1] 刘尧飞, 蔡华健, 张相学. 基于层次分析法的课堂教学质量评价指标体系研究 [J]. 江苏师范大学学报 (教育科学版), 2014, 5(S1): 45-47.
- [2] 任延青, 鱼先锋. 中小学课堂教学质量的模糊多级评价模型 [J]. 微型电脑应用, 2022, 38(03): 65-69.
- [3] 白春艳, 王飞. 基于 "CIPP+360°" 的高校课堂教学质量评价体系研究 [J]. 江苏科技信息, 2021, 38(36): 56-59.
- [4] 孙小丽. 基于表情识别和贝叶斯概率模型统计分析的课堂教学质量评价研究 [D]. 重庆: 重庆师范大学, 2020.
- [5] 董国玉, 祁迎春. 层次分析法在高校课堂教学质量评估中的应用研究 [J]. 中国成人教育, 2017, (09): 53-56.
- [6] 张静. 基于模糊物元聚类法的课堂教学能力的研究 [J]. 甘肃联合大学学报 (自然科学版), 2012, 26(06): 103-106.
- [7] 胡龙伟, 孙雨, 章俊, 王金荣, 夏思雨. 基于模糊物元模型下的装配式建筑质量管理评价研究 [J]. 佳木斯大学学报 (自然科学版), 2021, 39(05): 128-132.
- [8] 康文妮, 袁浩瀚, 丁振宇. 基于熵权的模糊物元模型在空气质量评价中的应用 [J]. 项目管理技术, 2020, 18(03): 126-130.
- [9] 张鸣之. 基于改进可拓评价方法的企业信息化绩效评价研究 [D]. 南京: 南京大学, 2019.
- [10] 耿云子. SD 交通学院轮机工程专业教学质量评价方案设计研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2019.