

《机器学习与数据挖掘》课程的模糊综合评价法改革

曹雨蔚, 冯 薇, 苏理云, 全 靖

重庆理工大学数学科学学院, 重庆

收稿日期: 2025年9月22日; 录用日期: 2025年10月23日; 发布日期: 2025年10月30日

摘 要

课程是学校教育的核心, 在高等教育中, 它是根本支柱, 与教育理念和人才培养战略紧密相连, 旨在促进学生全面发展, 且需契合社会需求、影响社会发展。2020年疫情爆发, 传统线下教学受冲击, 线上学习模式兴起, 钉钉等平台使远程学习成为可能, 许多学校因此重新审视和改革课程, 以适应新模式和未来社会需求。本文以重庆理工大学“机器学习与数据挖掘”课程为例, 通过研读文献、咨询专家, 采用专家调查法和问卷调查法建立指标体系, 运用层次分析法(AHP)和熵值法融合主客观权重, 使权重确定更科学, 得出教育领域主观注重自身效果、客观注重实现教育目标、综合倾向解决疑难问题提升学习效果的结论。

关键词

模糊综合评价, 层次分析法, 熵权法, 证据理论

Curriculum Reform of “Machine Learning and Data Mining” with Fuzzy Comprehensive Evaluation

Yuwei Cao, Wei Feng, Liyun Su, Jing Quan

School of Science, Chongqing University of Technology, Chongqing

Received: September 22, 2025; accepted: October 23, 2025; published: October 30, 2025

Abstract

Curriculum is the core of school education. In higher education, it is the fundamental pillar, closely

linked to educational concepts and talent cultivation strategies. It aims to promote the all-round development of students and needs to be in line with social needs and influence social development. In 2020, with the outbreak of the COVID-19 pandemic, the traditional offline teaching model was impacted, and the online learning model emerged. Online learning platforms such as DingTalk made remote learning possible. As a result, many schools began to re-examine and reform their curricula to adapt to the new model and the needs of future society. This article takes the “Machine Learning and Data Mining” course offered by Chongqing University of Technology as an example. Through studying a large number of literatures and consulting industry experts, it uses the expert investigation method and the questionnaire survey method to establish an index system, and uses the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the entropy method to fuse subjective and objective weights, making the determination of weights more scientific. It draws the conclusion that in the field of education, subjectively, more attention is paid to the enhancement of one's own effectiveness; objectively, more attention is paid to the better realization of educational goals, and comprehensively, there is a tendency to solve difficult problems to improve one's own learning effect.

Keywords

Fuzzy Comprehensive Evaluation, Analytic Hierarchy Process (AHP), Entropy Weight Method, Evidence Theory

Copyright © 2025 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

近年来,我国高度重视教育评价改革,从培养时代新人与社会主义建设者、接班人的高度,就深化改革作出重要指示,科学解答了新时代教育评价改革的重大理论与实践问题。

课程是各阶段学校教育的基本范畴,在高等教育中更是核心要素与基本载体,其目标与高教理念、人才培养目标紧密相关,旨在从知识、能力、素质层面促进学生全面发展,课程设置需适应并塑造社会,可能滞后或领先于社会发展。2020年新冠疫情冲击传统线下教学,线上学习模式兴起,钉钉、学习通等平台提供支撑,多校随之推进课程改革。重庆理工大学重点改革应用技术性课程,应用统计学专业的《机器学习与数据挖掘》课程从纯线下改为“线上+线下”模式,其改革效果、学生能力培养成效及教学目标达成度,需通过学生评价判断,故需建立科学课程评价模型。

美国课程论专家拉尔夫·泰勒认为,评价是确定课程与教学计划达成教育目标程度的过程。学生课程评价较抽象、难测量,需量化以直观反映认可程度。模糊综合评价法基于模糊数学,适用于属性模糊、数据不确定的情况,常被用于课程评价,常见方法有层次分析法、熵值法、TOPSIS法等,Xiao、Li [1] [2]等用模糊层次分析法,王舒婷、接民[3] [4]等将熵值法用于课程与教学质量评价,深度学习发展后神经网络也被应用,如Liu [5]等建立BP神经网络课程评价模型。其中,层次分析法有结构化决策框架,但主观性强,熵值法客观却可能忽略指标相对差异性。

廖玲[6]研究指出,传统大学英语课堂教学评价受过程随机性与标准模糊性困扰。故可通过证据理论Y合成规则融合层次分析法与熵值法,规避主观随意性、弥补对指标重要性的忽视,使权重确定更科学,类似李昊[7]用D-S证据理论融合神经网络结果提升电力设备故障诊断精度的思路。

鉴于此,本文综合分析了此课程教学改革的影响因素,通过专家打分、问卷调查等方式进行数据收集,并从主观性、客观性以及综合分析三个方面出发,基于层次分析、熵值法以及证据理论Y合成规则

计算权重，对其进行对比分析，最后结合模糊综合评价法对课程进行评价。

2. 研究方法

2.1. 层次分析法

层次分析法由美国运筹学教授萨蒂于 20 世纪 70 年代提出，是定性与定量结合的系统分析方法，广泛应用于社会经济决策、国民教育等领域，可对非定量问题做定量分析的多目标决策。其先将研究对象层次化分解，按对象性质与决策目标拆分为不同影响因素，再依因素间隶属、相关关系及属性分层次聚集组合，建立多层次分析结构模型，如将教学改革项目管理问题拆分为元素后，按元素属性和关系分三个层次。

- ① 最高层，是分析问题的预定目标或理想结果，只有一个元素，又称为目标层；
- ② 中间层，包含了为实现目标所涉及的中间环节，如所需考虑的准则、子准则，又称为准则层；
- ③ 最底层，包括了为实现目标可供选择的各种措施、决策方案等，称为措施层或方案层。对每一层次内各因素的相对重要性进行分析判断，并进行量化处理，通过一定的标度数值表示，构成判断矩阵。

由于各个因素的重要性不同，需要由专家或者相关业务人员根据理论与经验，按照 1~9 标度的比例分别对因素进行赋值。将重要性判断值汇总建立矩阵，其中的数值表示横向因素相对于纵向因素的重要性。判断矩阵的标度取值由以下表 1、表 2 所示。

Table 1. Definition of importance degree
表 1. 重要度定义

标度	含义
1	表示两个因素的重要性相同
3	与其他因素相比，该因素更重要一些
5	与其他因素相比，该因素比较重要
7	与其他因素相比，该因素非常重要
9	与其他因素相比，该因素极其重要
2, 4, 6, 8	介于上述重要度判断值之间的中值

Table 2. Definition of secondary degree
表 2. 次要度定义

标度	含义
1/3	与其他因素相比，该因素的重要程度小一些
1/5	与其他因素相比，该因素的重要程度比较小
1/7	与其他因素相比，该因素的重要程度很小
1/9	与其他因素相比，该因素的重要程度极小
1/2, 1/4, 1/6, 1/8	介于上述次要度判断值之间的中值

根据表 1 以及表 2 确定判断矩阵 $A = [a_{ij}]_{n \times n}$ 。接下来参照一致性矩阵的性质，如对任意 i, j ，当 $k = 1, 2, \dots, n$ ， $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$ 。则 A 为一致性矩阵。然后有求权重向量的方法如下所示。

对 A 每行诸元求和, 有

$$\overline{w_i} = \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

规范化后的权重向量

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

最后进行一致性检验。计算判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$ 、一致性指标 CI 以及一致性比例 CR 。最后计算得出的 $CR < 1$, 则认为判断矩阵符合一致性要求。

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=0}^n \left[\frac{(AW)_i}{nW_i} \right]$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

2.2. 熵值法

据信息论, 信息度量系统有序程度, 熵度量无序程度; 某评价指标熵越小, 提供信息越多、评价决策作用越大、权重越高。熵值法是客观赋权法, 用于确定多指标权重, 基于信息熵衡量指标贡献度与重要性, 主要应用于多指标综合评价和决策分析。其基本思想为: 指标信息熵越小, 离散程度越小, 贡献度与重要性越高, 故通过计算指标信息熵确定权重, 原理可通过以下步骤说明:

$$X = (x_{ij})_{n \times m} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

首先, 假设有 n 个被评价对象, 每个被评价对象的评价指标有 m 个, 则可以建立原始数据矩阵
不同类型的评价指标无法直接进行比较, 需要消除评价指标之间的差异, 即无量纲处理, 处理方法如下:

若指标评价为正向指标, 即数值越大越优的指标, 则有:

$$b_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}$$

若评价指标为逆向指标, 即数值越小越优的指标, 则有:

第三步, 归一化处理 P_{ij} 。

$$P_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^n b_{ij}}$$

第四步, 计算指标的熵值。

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

且当 $P_{ij} = 0$ 时, 令 $P_{ij} \ln P_{ij} = 0$ 。

第五步, 确定指标的熵权 W_j 。

$$W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)}$$

2.3. 模糊综合评价

科学的评估模糊综合评价是借助模糊关系的原理, 在考虑与教学改革密切相关的因子下, 对课程教学改革的效果做评价首先应该确定进行课程考核评价的各个影响因素, 并确定各影响因素在评价过程中的重要性程度, 从而保证评价结果的合理性。接下来介绍一下模型原理。给定了两个有限论域:

$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 。 U 代表所有的评判因素所组成的集合。 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。 V 代表所有的评语等级所组成的集合。

如果第 i ($i=1, 2, \dots, m$) 个评判因素 u_i , 其单因素评判结果为 $R_i = [r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}]$, 则 m 个评判因素的评判决策矩阵表示为:

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ \vdots \\ R_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

即 U 到 V 上的一个模糊关系。

为进一步对教学改革项目进行综合评价, 需建立模糊综合评价模型, 建模步骤通常如下:

- ① 确定参加评价的对象, 获取评价对象集 $X = \{X_K\}$ 。
- ② 构建评价指标体系, 提取能够表征评价对象特性的特征值, 并获取各特征值间的相互关系的特征参数, 因此评价指标体系是一个具有内在结构的特征参数有机整体。根据评价指标体系, 建立指标集 $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5\}$ 。
- ③ 根据评价对象的特性, 确定评价等级, 并量化评价等级的对应标准。上述标准的集合, 称为评语集 $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}$ 。评价等级通常为 5~7 个等级, 评价标准随评价等级的划分而相应地确定。
- ④ 对每个因素进行独立评判, 从而得出变换矩阵 $R = \{r_{ij}\}$ 。 r_{ij} 的值可通过经验查表或同行评议统计确定。
- ⑤ 建立评判指标的权数分配集 $A = [a_i]$, 对单一因素 U_i 在总评判指标体系中的重要程度或者影响能力进行量化处理。权数 a_i 表征了每个因素(指标) U_i 对综合评判的能力和贡献程度。
- ⑥ 根据上述数据集, 进行综合评判, 求得最终综合评判结果。

2.4. 综合权重分析

层次分析法(AHP)作为主观赋权法, 虽能结合定性与定量分析处理复杂决策、提供系统思维框架, 但依赖专家经验和主观判断, 易受专家背景、偏好影响, 导致权重缺乏客观性与稳定性。熵值法作为客观赋权法, 依指标数据变异程度定权重, 可避免主观干扰, 但完全依赖数据, 会忽略指标实际重要性, 如课程评价中部分关键指标可能因数据稳定而被轻视。

将二者结合能克服单一方法局限: AHP 可利用专家经验考量难量化因素, 熵值法能从数据反映指标实际变化。通过证据理论 Y 合成规则融合二者, 既能规避 AHP 主观随意性, 又能弥补熵值法对指标实际重要性的忽视, 让权重确定更科学合理, 本文即采用该方式融合权重。

2.4.1. 证据理论

证据理论又称 Dempster-Shafer 理论(D-S 理论), 由 Dempster 提出、Shafer 完善, 是处理不确定性问题的重要方法。它通过信任函数、似然函数等, 有效处理不确定与不完整信息, 支持决策, 且较传统贝叶斯方法放松了对先验概率的严格要求, 更适用于多源信息融合。

其基本思想是: 先依据证据对不同假设赋值(表信任程度), 再通过特定合成规则融合多证据的信任程度, 得出综合信任程度以辅助决策。在证据理论中, 一个重要的概念是基本概率分配(Basic Probability Assignment, BPA), 也称为 mass 函数。设 Θ 为识别框架, 它是一个由所有可能的假设组成的有限集合。对于 Θ 的每个子集 A , 基本概率分配函数 $m: 2^\Theta \rightarrow [0,1]$ 满足:

$$\begin{cases} m(\emptyset) = 0 \\ \sum_{A \subseteq \Theta} m(A) = 1 \end{cases}$$

其中 $m(A)$ 表示对命题 A 的信任程度, 即证据对 A 的支持程度。信任函数 $Bel(A) = \sum_{B \subseteq A} m(B)$ 表示对 A 的完全信任程度, 似然函数 $Pl(A) = 1 - Bel(\bar{A}) = \sum_{B \cap A \neq \emptyset} m(B)$ 表示对 A 的可能信任程度, $Bel(A)$ 和 $Pl(A)$ 分别构成了对 A 的信任区间的下限和上限。

证据理论 Y 合成规则是在传统证据理论合成规则的基础上发展而来的, 主要用于处理冲突证据的融合问题。在实际应用中, 当多个证据之间存在冲突时, 传统的证据理论合成规则可能会得出不合理的结果。例如, 当两个证据对某个假设的支持程度相差很大时, 传统合成规则可能会过度强调其中一个证据的作用, 导致融合结果与实际情况不符。证据理论 Y 合成规则通过引入权重系数和一致性度量等概念, 对冲突证据进行了更合理的处理。

2.4.2. 综合权重公式推导

(1) 证据的基本概率分配修正

设 $m_1, m_2, \dots, m_n$ 为 n 个证据源的基本概率分配函数, $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ 为对应的证据权重, 且 $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ 。首先对基本概率分配进行加权修正, 得到修正后的基本概率分配 m'_i :

$$m'_i(A) = \omega_i m_i(A)$$

其中 $A \subseteq \Theta, i = 1, 2, \dots, n$ 。

(2) 计算信度熵权重

为了进一步考虑证据的不确定性, 引入信度熵的概念。信度熵 E_i 可以衡量证据 i 的不确定性程度, 其计算公式为:

$$E_i = - \sum_{A \subseteq \Theta} m_i(A) \ln(m_i(A))$$

当 $m_i(A) = 0$ 时, 规定 $0 \ln(0) = 0$ 。

然后计算信度熵权重 $\omega_{E_i} = \frac{1 - E_i}{\sum_{j=1}^n (1 - E_j)}$ 。

(3) 计算相关系数权重

考虑不同证据之间的相关性, 计算证据之间的相关系数。设证据 i 和证据 j 的相关系数为 r_{ij} , 可以通过计算它们的基本概率分配函数之间的相似度来得到。例如, 可以使用 Jusselme 距离的倒数来表示相关系数, 即 $r_{ij} = \frac{1}{d_{ij} + 1}$, 其中 d_{ij} 为证据 i 和证据 j 的 Jusselme 距离。

然后计算相关系数权重 $\omega_{r_i} = \frac{\sum_{j=1}^n r_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n r_{kj}}$ 。

(4) 计算综合权重

综合考虑证据权重、信度熵权重和相关系数权重，得到最终的综合权重 ω_i^* ：

$$\omega_i^* = \alpha\omega_i + \beta\omega_{E_i} + \gamma\omega_{r_i}$$

其中 α, β, γ 为调节系数，且 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ，根据具体的应用场景和需求来确定它们的值。例如，在课程评价中，如果更注重专家的经验判断，那么可以适当增大 α 的值；如果更注重数据的客观信息，那么可以适当增大 β 的值；如果希望充分考虑证据之间的相关性，那么可以适当增大 γ 的值。

最后，根据综合权重对修正后的基本概率分配进行融合，得到综合的基本概率分配 m^* ：

$$m^*(A) = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i^* m_i'(A)}{1 - K}$$

其中 $K = \sum_{A \cap B = \emptyset} \sum_{i=1}^n \omega_i^* m_i'(A) \sum_{j=1}^n \omega_j^* m_j'(B)$ ，表示证据之间的冲突程度。

3. 实证分析

3.1. 建立指标体系

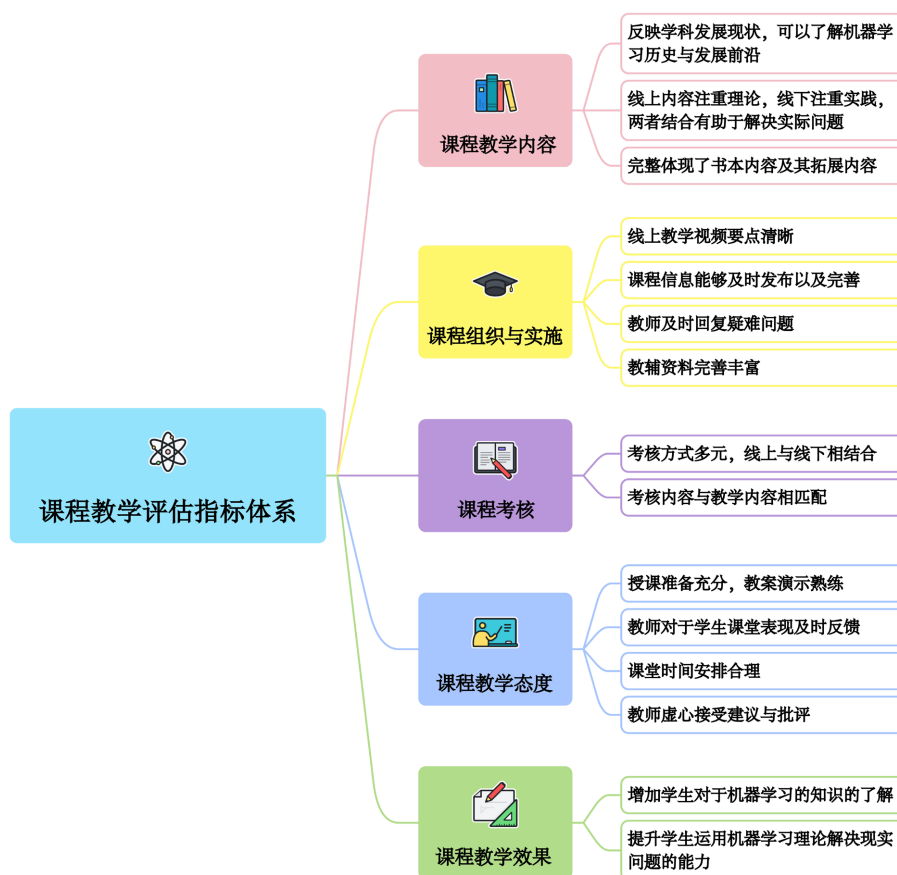


Figure 1. Curriculum teaching evaluation index system

图 1. 课程教学评估指标体系

本文以重庆理工大学《机器学习与数据挖掘》课程为对象构建评价模型。该课程影响因素复杂且有层次,研究通过研读文献、参考行业专家意见,结合专家调查法与问卷调查分析课程实际情况,筛选出关键影响因素,确定课程评价的五个一级指标:课程教学内容、组织与实施、教学态度、考核、教学效果,并依据问卷确定了用于度量一级指标的二级指标。同时,本文建立了课程考核的评价指标,结果如图1所示。

通过分析课程教学质量评估指标体系可知,课程教学质量受诸多因素制约,且指标体系存在大量模糊的,非确定的,非量化的信息。因此,本文结合层次分析法,构建出《机器学习与数据挖掘》课程教学改革成效评价的多层次模糊综合评价模型。本文采用层次分析法来计算各因素之间的权重。

按照前述评估指标体系,可将课程教学质量影响因素(见表3)分为:

$$U = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5\}$$
$$= \{\text{课程教学内容, 课堂组织与实施, 课程教学态度, 课程考核, 课程教学效果}\}$$

其中:

$$U_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}\} = \{\text{教学意义, 教学形式, 内容丰富}\};$$
$$U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{24}\} = \{\text{视频质量, 信息发布, 疑难问题, 教辅资料}\};$$
$$U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}\} = \{\text{授课演示, 课堂反馈, 时间安排, 教师态度}\};$$
$$U_4 = \{U_{41}, U_{42}\} = \{\text{方式方法, 内容匹配}\};$$
$$U_5 = \{U_{51}, U_{52}\} = \{\text{知识增加, 能力提升}\}。$$

Table 3. Curriculum teaching evaluation form

表 3. 课程教学评估表

总目标层	一级指标(准则层)	二级指标(目标层)	评价依据
课程 教学 质量 评价 体系	课程教学内容 U_1	教学意义 U_{11}	☐ 课程内容反映学科发展现状, 可以了解机器学习历史和发展前沿
		教学形式 U_{12}	☐ 课程线上内容注重理论, 线下注重实践, 两者结合有助于解决实际问题
		内容丰富 U_{13}	☐ 课程内容完整体现了书本内容以及拓展内容
	课程组织与实施 U_2	视频质量 U_{21}	☐ 线上教学视频要点清晰, 时长合理
		信息发布 U_{22}	☐ 课程公告等信息能够及时发布以及完善
		疑难问题 U_{23}	☐ 教师及时回复疑难问题
		教辅资料 U_{24}	☐ 教辅资料丰富、形式多样
	课程教学态度 U_3	授课演示 U_{31}	☐ ☐ 教师授课准备充分、教案演示熟练
		课堂反馈 U_{32}	☐ 教师对于学生的课堂表现及时反馈, 多鼓励, 少批评
		时间安排 U_{33}	☐ 课堂时间安排合理、不迟到、不拖堂
		教师态度 U_{34}	☐ 教师能够虚心接受建议与批评
	课程考核 U_4	方式方法 U_{41}	☐ 课程考核方式多元, 线上与线下结合、主观与客观结合、符合学科特点
		内容匹配 U_{42}	☐ 课程考核内容与教学内容相匹配
	课程教学效果 U_5	知识增加 U_{51}	☐ 通过这门课程增加了学生对于机器学习与数据挖掘知识的了解
		能力提升 U_{52}	☐ 通过这门课程提升了学生以机器学习与数据挖掘方法解决问题的能力

3.2. 计算权重

首先根据章节 2.1 中的表 1 以及表 2 对每一层内各因素的相对重要性进行分析判断，通过对重庆理工大学学生进行问卷调查以及参考专家打分意见，本文确定了一定的标度数值构成判断矩阵 A。

$$A=\begin{bmatrix}a_{11}&a_{12}&\cdots&a_{1n}\\a_{21}&a_{22}&\cdots&a_{2n}\\\vdots&\vdots&\ddots&\vdots\\a_{n1}&a_{n2}&\cdots&a_{nn}\end{bmatrix}$$

先确定一级指标的判断矩阵，见表 4。再根据 R 语言计算一级指标的权重。

Table 4. Judgment matrix of first-level indicators
表 4. 一级指标判断矩阵

A	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
U_1	1	1/3	1/2	2	1/7
U_2	3	1	2	4	1/3
U_3	2	1/2	1	2	1/7
U_4	1/2	1/3	1/2	1	1/9
U_5	7	3	5	9	1

得到规范化的指标权重向量为：

$$(0.0839,0.2180,0.1191,0.0515,0.5275)$$

计算得到 A 的最大特征根为 5.0789，得出 CI 为 0.01995。通过查取随机判断矩阵的一致性指标得到 RI = 1.12，最后得到 CR 值为 0.0178，明显小于 0.1，即认为判断矩阵存在满意的一致性。同理，可以得到二级指标的权重系数分别是：

$$(0.47, 0.21, 0.32) (0.23, 0.27, 0.29, 0.21) (0.23, 0.41, 0.11, 0.25) (0.47, 0.53) (0.5, 0.5).$$

Table 5. Evaluation weight ranking by Analytic Hierarchy Process (AHP)
表 5. 层次分析法得出的评价权重排名

一级指标	总权重	二级指标	权重	权重	排名
课程教学内容	0.0839	教学意义	0.47	0.039	8
		教学形式	0.21	0.018	14
		内容丰富	0.32	0.027	12
课程组织与实施	0.2180	视频质量	0.23	0.050	5
		信息发布	0.27	0.059	4
		疑难问题	0.29	0.063	3
		教辅资料	0.21	0.046	7
课程教学态度	0.1191	授课演示	0.23	0.027	10
		课堂反馈	0.41	0.049	6
		时间安排	0.11	0.013	15
		教师态度	0.25	0.030	9

续表

课程考核	0.0515	方式方法	0.47	0.024	13
		内容匹配	0.53	0.027	11
课程教学效果	0.5275	知识增加	0.5	0.264	2
		能力提升	0.5	0.264	1

据表 5 中层次分析法结果及专家意见，教学效果因直接关联学生学习成果、教育质量与综合素质提升，是提升学生学业成就的关键，在教育领域备受重视。教学态度和教学内容排名较后，可能因专家更关注教学方法、效果及学生参与，二者实则是更基础的元素，并非不重要。教学方法与效果直接影响学生对知识的理解掌握，且所有这些元素都是成功教育体系的必备部分。教学中综合考量这些因素、平衡各层面发展，有助于提供更全面有效的教育。

3.3. 客观权重计算

据信息论的基本原理，信息是描述系统有序程度的一个度量；而熵是描述系统无序程度的一个度量。如果某个评价指标的熵越小，则该评价指标提供的信息就越多，在评价决策中的作用就越大，权重就越高。熵值法是一种客观赋权法，利用熵权法进行指标权重计算时，首先使用五级量表邀请了 60 位学习过本课程的同学对以下指标进行了满意程度打分，设置 1~5 分数值分别对应了“非常不重要”，“不太重要”，“基本重要”，“比较重要”，“非常重要”，对各指标的重要程度进行量化，将 60 位同学的打分结果进行数据处理，通过以上式子计算得到各指标的权重，如下表 6 所示。

Table 6. Weight ranking by entropy weight method
表 6. 熵权法得出的权重排名

一级指标	总权重	二级指标	熵值	权重
课程教学内容	0.18	教学意义	0.965	0.0274
		教学形式	0.973	0.0208
		内容丰富	0.832	0.1318
课程组织与实施	0.2452	视频质量	0.908	0.0718
		信息发布	0.973	0.0208
		疑难问题	0.832	0.1318
		教辅资料	0.973	0.0208
课程教学态度	0.3052	授课演示	0.832	0.1318
		课堂反馈	0.973	0.0208
		时间安排	0.832	0.1318
		教师态度	0.973	0.0208
课程考核	0.2036	方式方法	0.832	0.1318
		内容匹配	0.908	0.0718
课程教学效果	0.066	知识增加	0.951	0.0386
		能力提升	0.965	0.0274

$$U_1 = (0.0274, 0.0208, 0.1318)$$

$$U_2 = (0.0718, 0.0208, 0.1318, 0.0208)$$

$$U_3 = (0.1318, 0.0208, 0.1318, 0.0208)$$

$$U_4 = (0.1318, 0.0718)$$

$$U_4 = (0.0386, 0.0274)$$

分析熵值法计算结果可以得出结论：在《机器学习与数据挖掘》这门课程中各指标课程教学态度 > 课程组织与实施 > 课程考核 > 课程教学内容 > 课程教学效果。课程教学态度这一指标是最为重要的，其权重为 0.3052，其中课堂时间安排合理、不迟到、不拖堂与教师授课准备充分、教案演示熟练所占权重比较大。课程教学效果权重最低为 0.066，但其中的两个指标二级知识增加与能力提升所对应权重占比在整个二级指标中却是不低的。

3.4. 综合权重分析

层析分析法依赖于决策者的主观判断和个人偏好，不同决策者可能会给予不同的权重和评价，导致结果的不确定性，而熵值法在计算权重时，只考虑了指标之间的差异度，而忽略了它们之间的相互关系和影响，可能导致权重计算的局限性。我们考虑通过证据理论 Y 合成规则将两者融合，既避免了 AHP 的主观随意性，又弥补了熵值法对指标实际重要性的忽视，使权重的确定更加科学合理。本文通过证据理论 Y 合成规则将两者融合，既避免了 AHP 的主观随意性，又弥补了熵值法对指标实际重要性的忽视，使权重的确定更加科学合理。以下表 7 是综合权重表。

Table 7. Comprehensive weight ranking table
表 7. 综合权重排名表

一级指标	权重	二级指标	二级指标权重	综合权重	排名
课程教学内容	0.1005	教学意义	0.218	0.022	14
		教学形式	0.074	0.007	15
		内容丰富	0.708	0.071	6
课程组织与实施	0.3555	视频质量	0.255	0.091	4
		信息发布	0.087	0.031	12
		疑难问题	0.591	0.210	1
		教辅资料	0.068	0.024	13
课程教学态度	0.2423	授课演示	0.311	0.075	5
		课堂反馈	0.249	0.060	8
		时间安排	0.273	0.066	7
		教师态度	0.166	0.040	9
课程考核	0.07	方式方法	0.539	0.038	10
		内容匹配	0.461	0.032	11
课程教学效果	0.2317	知识增加	0.528	0.122	2
		能力提升	0.472	0.109	3

分析组合权重结果可以得出结论：在《机器学习与数据挖掘》课程中，课程组织与实施 > 课程教学态度 > 课程教学效果 > 课程教学内容 > 课程考核。

3.5. 对比分析

通过层次分析法与熵值法计算出来的二级指标的主观权重与客观权重以及最后的综合权重进行对比分析，结果如图 2 所示。

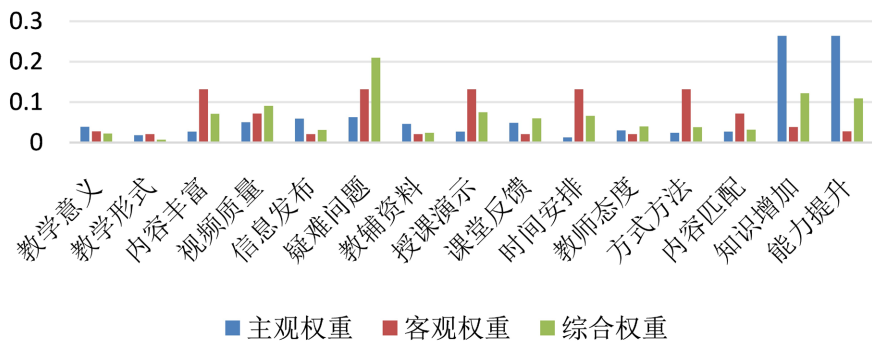


Figure 2. Comparative analysis chart of secondary indicators
图 2. 二级指标对比分析图

从图 2 可以直观地看出，二级指标中主观权重关于知识增加与能力提升尤为突出，占比最大，其他方面相差无几。关于解答疑难问题综合权重占比是最大的，主观权重以及客观权重占比也比较大。而教学形式这一指标的三个权重占比都很低。从主观角度上来看，更加注重对于自身效果的加成，客观上就比较注重更好地实现教育目标，综合来看更倾向于解决问题从而提升自身。

通过层次分析法与熵值法计算出来的二级指标的主观权重与客观权重以及最后的综合权重进行对比分析，结果如图 3 所示。

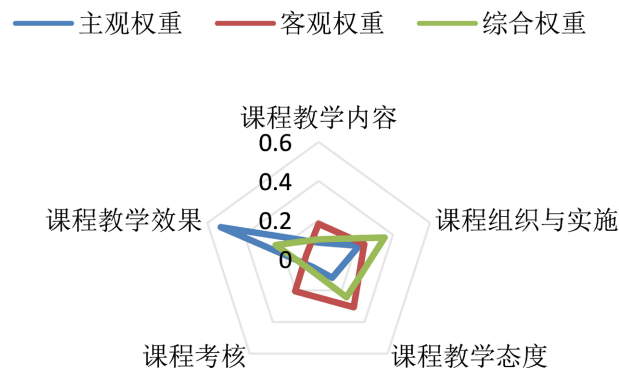


Figure 3. Comparative chart of first-level indicators
图 3. 一级指标对比图

由图 3 可知，综合权重融合主客观权重后，分布更合理、贴合现实。综合来看，课程组织与实施是最重要因素，并非教学考核和教学内容不重要，而是二者常属更基础层面元素。教学态度和效果直接影响学生对知识的学习、理解与掌握程度：教学方法积极灵活的老师能更好引导学生，让学习更生动；聚

焦课程组织与实施,可确保学生循序渐进掌握知识,而非被动杂乱接收。同时,教学态度和内容也很关键,教学态度关乎师生互动、关系及对学生发展的关心,积极的学习氛围能帮助学生更深层消化知识,进而在考试和实际应用中表现更佳。

4. 结论

本文聚焦重庆理工大学“机器学习与数据挖掘”课程展开综合评价,采用专家调查法、问卷调查法、层次分析法(AHP)及熵值法,并借证据理论融合主客观权重,以保障结果科学。

AHP 主观权重排序显示,课程教学效果最重要,其次是课程组织与实施、教学态度、教学内容,课程考核最末,体现主观上对教学效果及保障因素的重视。熵值法客观权重排序不同,教学态度居首,随后是课程组织与实施、考核、教学内容,教学效果最末,反映客观上对教学态度与学习成果关联的关注。

经证据理论融合后,综合权重排序为课程组织与实施最重要,其次是教学态度、教学效果、教学内容,课程考核最末,平衡了主客观评价,凸显二者对教学质量的关键作用。

由此可见,教育评价中主观重教学效果提升,客观重教育目标实现,综合考量倾向解决学习难题。因此,课程评价与实践需平衡主客观,凭科学权重全面评估教学质量,进而提出改进措施,推动教学质量提升。

5. 相关措施与建议

通过对权重的计算与分析可以得出在主观、客观以及综合上都有着细微的不同之处,但不管怎么样,这五个方面仍然是构建一个成功的教育体系的不可或缺的组成部分。本研究从以下三个方面提出建议。

5.1. 社会方面

政府需要支持教育投入,可通过增加对教育的投入,提供更好的教育资源和条件,以促进更好的教学效果。鼓励教育创新,提供支持和鼓励教育创新,促使学校采用更有效的教学方法和技术。建立教育政策,制定和执行有利于提高教学质量的教育政策,例如鼓励教育者进行专业发展和培训。提供定期的教师培训和专业发展机会,以确保他们掌握最新的教学方法和技能。

5.2. 教师方面

鼓励互动式教学,促进互动和参与,例如小组讨论、实践活动,以提高学生的学习兴趣和参与度。优化课程设计,着重优化课程组织,确保课程内容有机结合,有层次感,符合学生学科发展规律。激发学生学习兴趣,制定激发学生学科兴趣的方法,例如引入案例分析、实际应用等,使学生更主动参与学习。提供个性化支持,提供个性化的学术支持,关注学生的学科特长和需求,以便更好地满足不同学生的学习需求。建立评估机制,设计科学合理的考核方式,注重考核的全面性和公正性,以激励学生更好地参与学科学习。

5.3. 学生方面

学生可通过多种主动学习行为提升学习效果:主动参与课堂讨论、小组活动与实践项目,以提高学习兴趣和深度;设定明确的学习目标,增强学习目的性并促进知识实际应用;遇到困难主动向老师请教或利用学校学术支持资源;培养阅读、写作、研究等自主学习技能,适配未来需求;借助图书馆、在线资源等丰富学科知识,深入兴趣领域;与同学建立积极关系,共同学习、分享经验以拓宽视野;定期反思学习过程,调整方法提升效率。这些行为能帮助学生更好应对课程组织、教学态度、教学内容及考核方式,最大程度受益于教育环境。

基金项目

重庆市教委高等教育教学研究重点项目“OBE 理念下应用统计学专业产教融合四位一体协同育人模式改革与实践”(232103); 重庆理工大学研究生教育高质量发展行动计划资助成果“以创新应用能力为导向的专业学位研究生‘1+5’高质量培养模式研究”(gzljg2023204); 重庆理工大学研究生教育高质量发展行动计划资助成果“研究生‘课程思政’示范课程”(gzlkc202406); 重庆理工大学研究生教育高质量发展项目“机器学习与数据挖掘研究生优质课程”(gzlkc202204)。

参考文献

- [1] Xiao, W. (2012) Research on Evaluation Method of the Higher Vocational Training Course Based on FAHP. 2012 4th International Conference on Computational and Information Sciences, Chongqing, 17-19 August 2012, 773-776. <https://doi.org/10.1109/iccis.2012.244>
- [2] Li, Q. (2009) Evaluation Research of Excellent Courses Based on Rough Set and Fuzzy AHP Method in Colleges. 2009 1st International Workshop on Database Technology and Applications, Wuhan, 25-26 April 2009, 394-397. <https://doi.org/10.1109/dbta.2009.52>
- [3] 王舒婷. 基于熵权法的高职院校教师教学质量评价模型的构建与应用——以学生评教为视角[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2019, 32(6): 89-92.
- [4] 接民, 王营章, 王旻. 基于熵权法的教学团队业绩评价[J]. 教育教学论坛, 2016(11): 9-11.
- [5] Liu, L. (2023) Intelligent English Course Evaluation System Based on BP Neural Algorithm. 2023 IEEE 4th Annual Flagship India Council International Subsections Conference (INDISCON), Mysore, 5-7 August 2023, 1-6. <https://doi.org/10.1109/indiscon58499.2023.10270627>
- [6] Liao, L. (2021) Research on the Evaluation Algorithm of College English Teaching Ability Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation. 2021 International Symposium on Advances in Informatics, Electronics and Education (ISAIEE), Frankfurt, 17-19 December 2021, 308-312. <https://doi.org/10.1109/isaiee55071.2021.00081>
- [7] 李昊. 基于 D-S 证据理论信息融合的电力设备故障诊断研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(12): 280-282.