

基于熵权TOPSIS法的药学专业物理化学教学质量评价

申明金, 陈莲惠, 董 军, 曹洪斌

川北医学院药学院化学教研室, 四川 南充

收稿日期: 2025年5月4日; 录用日期: 2025年6月3日; 发布日期: 2025年6月11日

摘 要

教学评价是教学活动的基本环节, 也是改善教学效果的重要措施。物理化学是药学类专业的重要基础课程, 对其教学质量进行评价是十分必要的。针对药学专业人才培养的要求和高校教师的教学特点和教学要求, 文章基于教师综合能力构建了覆盖面广、科学、合理的教师教学质量评价指标, 以及运用熵权法确定各指标的权重。并计算各评价对象最优值和最劣值的距离, 通过相对接近度计算来确定各位教师教学质量的排序结果, 从而建立以熵权TOPSIS法为理论基础的物理化学课程教学质量评价方法。该方法弥补了评价指标权重受人为因素影响的缺陷, 较好地体现了评价的公正性、客观性和可靠性。

关键词

物理化学, 指标体系, 熵权TOPSIS法, 理想解, 相对接近度, 教学质量评价

Teaching Quality Evaluation of Physical Chemistry in Pharmacy Major Based on the Entropy Weight TOPSIS Method

Mingjin Shen, Lianhui Chen, Jun Dong, Hongbin Cao

Department of Chemistry, School of Pharmacy, North Sichuan Medical College, Nanchong Sichuan

Received: May 4th, 2025; accepted: Jun. 3rd, 2025; published: Jun. 11th, 2025

Abstract

Teaching evaluation is a fundamental part of teaching activities and an important measure to improve teaching effectiveness. Physical chemistry is an important foundational course for pharmaceutical

majors, and it is essential to evaluate its teaching quality. In response to the requirements for cultivating pharmaceutical professionals and the teaching characteristics and requirements of university teachers, a wide coverage, scientific, and reasonable evaluation index for teacher teaching quality has been constructed based on the comprehensive abilities of teachers. The entropy weight method is used to determine the weights of each index. Calculate the distance between the optimal and worst values of each evaluation object, determine the ranking results of the teaching quality of each teacher through relative proximity calculation, and establish a physical chemistry course teaching quality evaluation method based on the entropy weight TOPSIS method. This method fills the gap of the weight of evaluation indicators being affected by human factors and effectively demonstrates the fairness, objectivity, and reliability of the evaluation.

Keywords

Physical Chemistry, Index System, Entropy Weight TOPSIS Method, Ideal Solution, Relative Proximity, Teaching Quality Evaluation

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

教学评价是以教学目标为依据,按照科学的标准,运用一切有效的技术手段,对教学过程及结果进行测量,并给予价值判断的过程。教学评价的结果为研究教师的教和学生的学提供了信息,也为教学改进和教学决策提供了依据。教师是实施教学活动的主要责任人,因而对教师的教学质量进行评价既有利于教学活动质量的提高,也有利于不断提高教师自身的教学能力。

目前,教学评价研究采用的方法主要有:因子分析法、主成分综合评价法、灰色关联综合评价法、人工神经网络法、模糊综合评价法等。这些方法由于本身的数学原理,在评价上存在一些缺点。因子分析法的缺点主要在于难以预先准确设定因子数量,对分析结果的解释要求较高,并且变量之间需要有区间尺度,易受主观影响[1][2]。主成分综合评价法的缺点在于提取的主成分的代表性依赖于样本的数量,尽管主成分分析可以保留原始数据的大部分信息,但在降维过程中仍有可能导致一定程度的信息损失。这对于追求高精度和全面性的教学评价来说,可能是一个不可忽视的缺点[3][4]。灰色关联综合评价法存在的缺点是灰色关联系数的计算缺乏合理确定“分辨率”这个参数的标准,并要求样本数据具有时间序列特性,在确定参考序列和权重时存在一定的主观性[5][6]。人工神经网络评价法的缺点是通常需要大量的训练数据才能达到较好的性能,这对于数据量较小的教学评价问题可能表现不佳。计算时网络参数选择不同可能会导致分类结果不同[7][8]。模糊综合评价法的缺点在于计算时没有系统的确定隶属函数的方法,得到的结果通常是模糊的,在需要明确的决策支持时,模糊评价结果的解释和应用变得较为困难[9][10]。因而,采用合适的数学方法进行教学评价研究十分必要。

多目标决策方法是对多个目标进行科学、合理的选优,然后作出决策的理论和方法。TOPSIS 综合评价法(Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution)是 C. L. Hwang 和 K. Yoon 于 1981 年首次提出的一种多目标决策分析的有效方法。它是根据有限个评价对象与理想化目标的接近程度进行排序的方法,并在现有的对象中进行相对优劣的评价。该方法计算简便,能够充分利用原始数据的信息,结果能精确地反映各评价对象之间的差距;且对数据分布及样本量没有严格限制、既适用于小样本资料、也适合多评价单元、多指标系统的评价[11]。

物理化学是药学类专业学生必修的药学专业基础课，是药剂学、药物动力学等的先导课程，对提高药学教学质量和药学人才培养质量有着重要的促进作用。对物理化学进行教学评价有助于加强教师指导作用、促进教师教学反思、优化教学方法、改进课堂教学，对于提升教学质量和学生学习效果具有重要意义。

2. 物理化学教师教学评价指标体系的构建

教师教学评价指标体系的构建和选择对教学评价结果的科学性和合理性产生直接影响，因而建立公正合理的评价指标体系是教学评价的首要任务。随着新时代对人才培养要求的改变，传统的教师教学活动不仅限于教学，还必须以教学研究促进教学素质水平的提高、以科研促进教学知识的创新、以指导社会实践及其他实践活动拓展开发学生适应社会的能力。综合以上考虑，确定教师教学评价指标体系必须同时满足科学性、覆盖面广、可行性的原则[12]。本研究参照川北医学院教师评价指标体系，选择四个方面共 12 个指标对教师的教学质量进行评价。第一方面指标是课堂教学评价指标，包含教学方法、教学素养、教学效果、课程思政教学、实验教学。科研和教学是紧密联系、相互促进的，作为高等学校教师既要传授知识又要发展创造新的知识。将科研成果及时融入课堂教学可以促进知识体系的更新，使学生及时了解新知识新技术从而开阔学生的知识视野。因而，第二方面的评价指标是科研促进教学指标，具体包含科研项目、科研论文和科研与教学相结合的情况。教学研究是提高教师教学能力和教学水平的重要手段，因而第三方面的评价指标是教研促进教学指标，具体包含教改项目、教学成果、教研论文。除了教学、科研、教研外，任课教师还承担指导本科生毕业论文、创新创业指导、开放性实验和实验技能比赛指导以及社会实践指导，统归为实践指导评价指标。物理化学教师教学质量评价的一级指标和二级评价指标体系如表 1 所示。

Table 1. Index system for evaluating the quality of physical chemistry teaching
表 1. 物理化学教学质量评价指标体系

一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
课堂教学 A	教学方法 A1	教研促进教学 C	教改项目 C1
	教学素养 A2		教学成果 C2
	教学效果 A3		教研论文 C3
	课程思政教学 A4		本科毕业论文指导 D1
	实验教学 A5		开放性实验指导 D2
科研促进教学 B	科研项目 B1	实践指导 D	实验技能比赛指导 D3
	科研论文 B2		创新创业指导 D4
	科研与教学相结合 B3		社会实践活动指导 D5

对表 1 中的指标抽取 20 位教师、80 位学生进行问卷调查。参照文献[13]，采用 5 点计分标准进行问卷设计，其中数字 1 代表非常不重要，数字 5 代表非常重要。利用 SPSS 26.0 软件对回收的 100 份有效问卷进行信度和效度检验。采用克隆巴赫 Alpha 检验问卷的信度，总问卷的克隆巴赫 Alpha 值为 0.932，各指标的内部一致性系数在 0.86~0.95 之间，表明指标信度较好。KMO 值为 0.815，>0.7，说明问卷设计合理，各指标的选择符合评价的实际需要。

3. 熵权 TOPSIS 方法教学质量评价方法与步骤

熵权法主要依据评价指标体系中各指标的相对变化程度对评价整体的影响大小来计算各指标的权重大小, TOPSIS 方法则根据评价问题的负理想解和正理想解对评价对象进行排序。作为一种逼近于理想解的排序法, 该方法只要求各效用函数具有单调递增(或递减)性就行, 它是多目标决策分析中一种常用的有效方法, 又称为优劣解距离法。如果待评价对象和最劣解距离最远和最优解距离最近, 即为最优对象[14]。将熵权法和 TOPSIS 法相结合的教学评价具体步骤如下, 其详细的计算原理可参见文献[15]和文献[16]。

3.1. 对待评价原始数据进行规范化处理

根据选定的 m 个评价指标对待考核的 n 个教师建立 $n \times m$ 的评价数据集, 将其记录为如下原始矩阵:

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

归一化法对原始数据集进行无量纲化处理以消除指标间数据悬殊和量纲对计算结果的影响, 得到指标规范化后矩阵 Z 。

$$Z = (z_{ij})_{n \times m}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$$

其中, $z_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ 。

3.2. 用熵值法计算信息熵权重

熵值法是一种成熟且应用广泛的权值赋值方法, 该方法通过信息熵来表征各指标间的离散度, 从而计算出各指标的权重。其计算步骤如下:

1) 计算第 j 项指标的熵值:

$$s_j = -\frac{1}{\log n} \sum_{i=1}^n (z_{ij} \log z_{ij}), i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$$

2) 计算第 j 项指标的权值:

$$w_j = (1 - s_j) / \sum_{t=1}^m (1 - s_t) \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

3.3. 计算参评对象的加权评价矩阵

$$Y = w_j z_{ij} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \cdots & y_{nm} \end{bmatrix}$$

3.4. 确定最优值和最劣值

“正理想解”和“负理想解”是 TOPSIS 评价法的两个基本概念。正理想解是指设想的最优的解(方案), 它的各个属性值都达到各评价指标中最优的值; 而负理想解是指设想的最劣的解(方案), 它的各个属性值都达到各评价指标中最差的值。方案排序的规则是把各评价对象与正理想解和负理想解进行距离计算比较, 若其中有一个待评价对象与正理想解距离最接近, 而同时又远离负理想解, 则该评价对象是待评对象中最优的对象。根据设定的教学评价指标来看, 最优值应为各项指标的最大者, 最劣值应为各

项指标的最小者。故有：

最优值 $y_j^+ = \max \{y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{nj}\}, j = 1, 2, \dots, m$ 。

最劣值 $y_j^- = \min \{y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{nj}\}, j = 1, 2, \dots, m$ 。

为使最终计算的各评价对象与最劣值之间的距离细分化，引进虚拟最劣值[17]。虚拟最劣值向量 y_j^{*-} 为 $= 2y_j^- - y_j^+, j = 1, 2, \dots, m$ 。

3.5. 计算各评价对象与正负理想值的欧氏距离

按以下公式计算各评价对象与最优值和最劣值的欧氏距离，即

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, n$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, n$$

3.6. 计算相对接近度进行教学综合评价

各评价对象与最优值之间的相对接近度按以下公式进行计算，即

$$U_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}, i = 1, 2, \dots, n$$

评价结果排序的依据是相对接近度值趋近 1，则表明教师教学质量综合评价情况与最优水平越靠近。反之，相对接近度值越小，则说明此教师的综合评价结果越靠近最劣水平。

4. 熵权 TOPSIS 方法对物理化学教学质量评价的案例分析

参照川北医学院制定的教师评价量化方法，对 8 名物理化学任课教师的 12 项评价指标进行量化赋值，其结果见表 2。其中，科研指标、教研指标和实践指导是对教师五年任职期间的统计。科研项目按照项目级别赋值、科研论文按照期刊级别和影响因子赋值。教研项目、教学论文和教研成果按照类似方法赋值量化处理。社会实践按照学校制定的量化规则统计分值。

Table 2. Teaching quality evaluation data for teachers of physical chemistry courses
表 2.物理化学教师教学质量的评价数据

序号	教学方法	教学素养	教学效果	课程思政	实验教学	科研项目	科研论文	科研与教学结合	教改项目	教学成果	教学论文	实践指导
1	96	83	85	91	92	85	90	90	65	75	85	92
2	86	95	88	85	85	70	85	65	70	60	65	90
3	92	87	92	90	90	90	85	80	80	75	80	70
4	85	92	91	83	95	60	75	80	75	80	85	65
5	90	85	90	86	87	65	70	90	90	65	70	85
6	88	91	86	92	92	80	65	75	80	85	85	80
7	94	90	91	88	93	90	80	80	85	90	90	83
8	80	94	93	85	96	85	75	85	90	70	75	90

按照前述方法将表 1 中的数据进行矩阵规范化后, 得到矩阵 Z 为:

$$Z = \begin{bmatrix} 0.1350 & 0.1158 & 0.1187 & 0.1300 & 0.1260 & 0.1360 & 0.1440 & 0.1395 & 0.1024 & 0.1250 & 0.1339 & 0.1405 \\ 0.1210 & 0.1325 & 0.1229 & 0.1214 & 0.1164 & 0.1120 & 0.1360 & 0.1008 & 0.1102 & 0.1000 & 0.1024 & 0.1374 \\ 0.1294 & 0.1213 & 0.1285 & 0.1286 & 0.1233 & 0.1440 & 0.1360 & 0.1240 & 0.1260 & 0.1250 & 0.1260 & 0.1069 \\ 0.1195 & 0.1283 & 0.1271 & 0.1186 & 0.1301 & 0.0960 & 0.1200 & 0.1240 & 0.1187 & 0.1333 & 0.1339 & 0.0992 \\ 0.1266 & 0.1185 & 0.1257 & 0.1229 & 0.1192 & 0.1040 & 0.1120 & 0.1395 & 0.1417 & 0.1083 & 0.1102 & 0.1298 \\ 0.1238 & 0.1269 & 0.1201 & 0.1314 & 0.1260 & 0.1280 & 0.1040 & 0.1163 & 0.1260 & 0.1417 & 0.1339 & 0.1221 \\ 0.1322 & 0.1255 & 0.1271 & 0.1257 & 0.1274 & 0.1440 & 0.1280 & 0.1240 & 0.1339 & 0.1500 & 0.1417 & 0.1267 \\ 0.1125 & 0.1311 & 0.1299 & 0.1214 & 0.1315 & 0.1360 & 0.1200 & 0.1318 & 0.1417 & 0.1167 & 0.1181 & 0.1374 \end{bmatrix}$$

计算所得各项指标的权值 W 为:

$$W = [0.0308, 0.0202, 0.0092, 0.0122, 0.0152, 0.2016, 0.1038, 0.0941, 0.1164, 0.1583, 0.1070, 0.1313]$$

根据各指标的权重系数计算的各位参评教师教学质量数据的加权矩阵 Y 为:

$$Y = \begin{bmatrix} 0.0042 & 0.0023 & 0.0011 & 0.0016 & 0.0019 & 0.0274 & 0.0149 & 0.0131 & 0.0119 & 0.0198 & 0.0143 & 0.0184 \\ 0.0037 & 0.0027 & 0.0011 & 0.0015 & 0.0018 & 0.0226 & 0.0141 & 0.0095 & 0.0128 & 0.0158 & 0.0110 & 0.0180 \\ 0.0040 & 0.0025 & 0.0012 & 0.0016 & 0.0019 & 0.0290 & 0.0141 & 0.0117 & 0.0147 & 0.0198 & 0.0135 & 0.0140 \\ 0.0037 & 0.0026 & 0.0012 & 0.0014 & 0.0020 & 0.0194 & 0.0125 & 0.0117 & 0.0137 & 0.0211 & 0.0143 & 0.0130 \\ 0.0039 & 0.0024 & 0.0012 & 0.0015 & 0.0018 & 0.0210 & 0.0116 & 0.0131 & 0.0165 & 0.0171 & 0.0118 & 0.0170 \\ 0.0038 & 0.0026 & 0.0011 & 0.0016 & 0.0019 & 0.0258 & 0.0108 & 0.0109 & 0.0147 & 0.0244 & 0.0143 & 0.0160 \\ 0.0041 & 0.0025 & 0.0012 & 0.0015 & 0.0019 & 0.0290 & 0.0133 & 0.0117 & 0.0156 & 0.0237 & 0.0152 & 0.0166 \\ 0.0035 & 0.0027 & 0.0012 & 0.0016 & 0.0020 & 0.0274 & 0.0125 & 0.0124 & 0.0165 & 0.0185 & 0.0126 & 0.0180 \end{bmatrix}$$

确定最优值向量 y_i^+ 、最劣值向量 y_i^- 和虚拟最劣值向量 y_i^{*-} 如下:

$$y_i^+ = [0.0042, 0.0027, 0.0012, 0.0016, 0.0020, 0.0290, 0.0149, 0.0131, 0.0165, 0.0237, 0.0152, 0.0184]$$

$$y_i^- = [0.0035, 0.0023, 0.0011, 0.0014, 0.0018, 0.0194, 0.0108, 0.0095, 0.0119, 0.0158, 0.0110, 0.0130]$$

$$y_i^{*-} = [0.0028, 0.0020, 0.0010, 0.0013, 0.0015, 0.0097, 0.0066, 0.0058, 0.0073, 0.0079, 0.0067, 0.0076]$$

按照前述方法计算各位参评教师的评价指标数据与最优值和最劣值的欧氏距离以及相对接近度, 所得结果见表 3。

Table 3. Distance value, relative proximity and sorting results

表 3. 距离值、相对贴进度及排序结果

序号	D_i^+	D_i^-	U_i	排名	序号	D_i^+	D_i^-	U_i	排名
1	0.0063	0.0279	0.8148	2	5	0.0115	0.0221	0.6575	6
2	0.0122	0.0214	0.6358	8	6	0.0066	0.0264	0.7990	5
3	0.0066	0.0273	0.8044	3	7	0.0030	0.0304	0.9102	1
4	0.0121	0.0216	0.6402	7	8	0.0066	0.0270	0.8027	4

5. 结语

教学评价可以调动教师教学工作的积极性, 激起学生学习的内部动因, 维持教学过程中师生适度的

紧张状态,可以使教师和学生把注意力集中在教学任务的某些重要部分。实验证明,适时地、客观地对教师教学质量作出评价,可使教师明确教学中取得的成就和需要努力的方向,可促使教师进一步地研究教学内容、教学方法,以提高自己的教学水平。

本研究采用 TOPSIS 综合评价方法进行药学专业的物理化学教学评价,各项指标使用齐全,充分考虑了各个评价指标的重要性。指标的来源充分参考了较为成熟、施行多年的教学评价指标体系,具体指标的选择是经过多年从事一线教学和管理的教师筛选和评审的,具有较高的可信度和效度。TOPSIS 模型不需要预先设定权重,而是基于数据本身隐含的信息熵值进行指标权值确定,避免了人为偏好等主观因素的影响,通过相对接近度的计算可以对评价对象进行精确排序,所得评价结果具有较高的分辨率和较强的客观公正性[18]-[20]。鉴于此,引入 TOPSIS 分析方法,对物理化学教学进行多指标的综合评价得到了被评价教师和评价者的高度认可,为更好地促进教师改进教学、提高教学水平,以及推动信息化、综合化教学评价提供了可靠的方法。

基金项目

南充市社会科学研究“十四五”规划 2025 年度项目(NC25B202)。

参考文献

- [1] 贺冬梅. 基于探索性因子分析和结构方程模型的学生成绩综合评价模型构建[J]. 产业与科技论坛, 2024, 23(18): 41-43.
- [2] 龚萍, 肖萍, 郑华. 数字化语境下云南省高校课堂教学评价体系建构探索——基于学生满意度因子分析[J]. 玉溪师范学院学报, 2025, 41(1): 106-113.
- [3] 周冬娥. 基于主成分分析法的供应链管理实务课程思政建设评价[J]. 黑龙江科学, 2023, 14(21): 128-130.
- [4] 任伟, 宋冠澎. 基于 PCA 法的成人教育混合式教学效果评价及路径优化[J]. 成人教育, 2024, 43(10): 57-63.
- [5] 李凤英, 吴松伟, 张瑞. 基于灰色关联模型的大学生健康素质综合评估研究[J]. 体育科技, 2024, 45(2): 42-45.
- [6] 王晓霞, 祖培福. 基于灰色关联分析的高校青年教师教学能力评价模型[J]. 商业经济, 2024(11): 192-194.
- [7] 魏培文, 朱珂, 叶海智, 等. 基于 BP 神经网络的高校教师精准教学能力评价模型构建[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2024, 52(5): 108-116.
- [8] 李可心, 张斌, 蒙彦宇, 等. 基于 SOM 神经网络的工程经济学教学质量评价模型研究[J]. 现代电子技术, 2023, 46(18): 162-166.
- [9] 张芳, 官展聿. 基于模糊综合评价模型的职业院校课程数字化教学质量评价体系研究[J]. 齐鲁师范学院学报, 2024, 39(3): 32-39.
- [10] 闫莎莎, 刘伟韬. 基于模糊综合评价分析高校虚拟仿真实验教学质量[J]. 实验室科学, 2023, 26(6): 75-78+82.
- [11] 王蒙蒙, 熊晓轶. 基于改进 TOPSIS 法的课程思政实施效果评价分析——以河北金融学院为例[J]. 对外经贸, 2023(5): 109-114+119.
- [12] 李文莉, 路兴花. 高校差异性课堂教学质量评价体系探讨[J]. 教育与现代化, 2010(4): 53-57.
- [13] 吕浩. 高职院校计算机编程课程改革教学评价指标体系的构建[J]. 黑龙江科学, 2023, 14(17): 83-85.
- [14] 刘磊. 面向市政工程质量缺陷的综合评价方法施工应用——基于熵权-TOPSIS 法[J]. 中国住宅设施, 2024(8): 101-103.
- [15] 刘芳, 宫华, 许可, 等. 基于熵权改进的 TOPSIS 法的教师教学质量评价[J]. 沈阳工业大学学报, 2017, 39(5): 540-544.
- [16] 陈东, 魏坤. 基于 TOPSIS 的研究型大学实践教学质量评价方法探究[J]. 电子测试, 2013(8): 185-187.
- [17] 尤游, 张国政, 史娟荣. 基于熵权 TOPSIS 法的高校教师教学质量评价分析[J]. 廊坊师范学院学报(自然科学版), 2017, 17(3): 20-22+31.
- [18] 毕鹤霞, 刘子涵. 乡村教育振兴背景下各学段综合发展水平评价——基于熵权 TOPSIS [J]. 宜春学院学报, 2024,

46(4): 100-106.

- [19] 李鸿宜, 王岩, 臧建成. 高校足球教学质量的 TOPSIS 法评价研究[J]. 青少年体育, 2017(4): 66-67+77.
- [20] 万星火, 于珊, 于增平, 等. 基于熵权 TOPSIS 模型的研究生课程教学质量评价研究——以《数理统计》课程为例[J]. 教育现代化, 2019, 6(96): 149-150+176.