

基于AHP和熵权法对沈阳高校教师绩效的模糊综合评价研究

李艳杰, 杨盛武

沈阳航空航天大学, 理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2021年10月26日; 录用日期: 2021年11月16日; 发布日期: 2021年11月30日

摘要

高校教师是知识传播、教学研究和科技创新的重要组成部分,在国家区域发展、人才培养和技术进步中发挥着重要作用。如何对高校教师工作的各个方面进行科学公正地评价,不仅关系到学校整体发展目标的实现,更关系到高校所在城市的科技进步与智慧型发展。为了提高沈阳高校教师绩效评价的科学合理性,本文主要采用基于AHP和熵权法的模糊综合评价方法,结合“十九大”要求以及“双一流”建设标准,建立了更加全面、公正、科学的沈阳高校教师绩效评价体系。

关键词

高校教师, AHP, 熵权法, 模糊综合评价

Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation of College Teachers' Performance in Shenyang Based on AHP and Entropy Weight Method

Yanjie Li, Shengwu Yang

College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Oct. 26th, 2021; accepted: Nov. 16th, 2021; published: Nov. 30th, 2021

Abstract

College teachers are an important part of knowledge dissemination, teaching research and sci-

tific and technological innovation. They play an important role in national and regional development, talent training and technological progress. How to make a scientific and fair evaluation of all aspects of university teachers' work is not only related to the realization of the overall development goal of the university, but also related to the scientific and technological progress and intelligent development of the city where the university is located. In order to improve the scientific rationality of Shenyang university teachers' performance evaluation, this paper mainly adopts the fuzzy comprehensive evaluation method based on AHP and entropy weight method, combined with the requirements of the 19th National Congress and the construction standard of "double first-class", and establishes a more comprehensive, fair and scientific Shenyang university teachers' performance evaluation system.

Keywords

College Teachers, AHP, Entropy Weight Method, Fuzzy Comprehensive Evaluation

Copyright © 2021 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

党的十九大工作报告中强调,建设教育强国是中华民族伟大复兴的基础工程,必须优先考虑教育,必须加快教育现代化,以实现人民满意的教育。采用科学合理的绩效评价方法不仅优化了高校的人力结构配置,提高了学校各方面的管理效率,激发了教师的工作热情,而且能够带动高校所在城市区域的经济发展与科技进步,为实现教育强国的目标迈出坚实的一步。到目前为止,针对高校教师绩效问题的研究已经出现了各种不同特点的综合评价方法,但评价体系和过程仍存在着一定的问题,需要进一步研究和解决。下面我们将采用基于 AHP 和熵权法的模糊综合评价方法,对沈阳高校教师绩效进行综合评价。

2. 层次分析法

2.1. 建立绩效评价指标体系

设计一级评价指标集 $A = (B_1, B_2, B_3, B_4) = (\text{师德绩效}, \text{教学绩效}, \text{科研绩效}, \text{起伏绩效})$ [1], 其中:

1) 师德绩效: 反映高校教师在教书、育人、科研以及各项社会活动中遵守的师德规范和行为准则的情况, 对其细分, 生成二级指标集 $B_1 = (C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15}) = (\text{按规执教}, \text{爱岗敬业}, \text{关爱学生}, \text{为人师表}, \text{社会服务})$ 。

2) 教学绩效: 反映高校教师对待教学工作的责任心对整个教学过程的把握能力以及实际的教学效果, 包括课前、课中、课后的全面要求。对其细分, 生成二级指标集 $B_2 = (C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{24}, C_{25}, C_{26}, C_{27}, C_{28}) = (\text{教学工作量}, \text{教学态度}, \text{教学内容}, \text{教学方法}, \text{教学管理}, \text{教学效果}, \text{教学辅助}, \text{教学创新})$ 。

3) 科研绩效: 反映高校教师承担各类课题(项目)、带领学生参加科技创新竞赛以及发表论文等情况, 能够比较客观地反映教师的科研能力和科研水平。对其细分, 生成二级指标集 $B_3 = (C_{31}, C_{32}, C_{33}, C_{34}) = (\text{科研项目}, \text{获奖成果}, \text{论文业绩}, \text{教学成果})$ 。

4) 起伏绩效: 反映高校教师在不同教学周期之间的综合表现差异情况, 对其细分, 生成二级指标集 $B_4 = (C_{41}, C_{42}, C_{43}) = (\text{师风师德}, \text{教育教学}, \text{科学研究})$ 。

2.2. 建立权重集

设立目标层至准则层的指标权重集 $w = (w_1, w_2, w_3, w_4)$, 其中 w_i 表示第 i 个准则对目标层的权重值; 设立准则层至指标层权重集 $w_1 = (w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14}, w_{15})$ 、 $w_2 = (w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{24}, w_{25}, w_{26}, w_{27}, w_{28})$ 、 $w_3 = (w_{31}, w_{32}, w_{33}, w_{34})$ 以及 $w_4 = (w_{41}, w_{42}, w_{43})$ 。其中 w_{ij} 表示第 i 个准则的第 j 个指标的权重值。

2.3. 建立判断矩阵

在建立了指标体系的递阶层次结构后, 从最上层开始, 从上往下依次以上一层的元素为依据, 对下一层中与之相关的元素进行两两比较, 建立判断矩阵($A, B_1 \sim B_4$ 的判别矩阵略)。

2.4. 层次单排序及其一致性检验

根据矩阵论, 当判断矩阵具有完全一致性时, 其最大特征根与判断矩阵的阶数相等, 即 $\lambda_m = m$, 此时, 引入最大特征根 λ_{\max} 与判断矩阵的阶数 m 之差与 $m-1$ 的比值作为度量判断矩阵偏离一致性的指标, 即用

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1} \quad (1)$$

检查判断矩阵的一致性, 一般来说, 随着判断矩阵的阶数增加, 判断矩阵保持完全一致性的难度增大, 为了度量不同阶数的判断矩阵是否具有满意的一致性, 引入 CI 和同阶平均随机一致性指标 RI 之比 CR 。

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

当 $CR < 0.1$, 我们认为判断矩阵具有满意的一致性, 否则我们需要重新调整矩阵, 直至满足标准。其中 1~10 阶判断矩阵的 RI 值, 可查相关表格得到。

按照公式(1)、(2), 可得判断矩阵 A 的结果为: $w = \begin{bmatrix} 0.0914 \\ 0.3267 \\ 0.1319 \\ 0.4500 \end{bmatrix}$, $\lambda_{\max} = 4.1432$, $CI = 0.0477$,

$CR = 0.0530 < 0.1$ 满足一致性检验。

同理, 可得 $B_1 \sim B_4$ 的结果也满足一致性检验。

2.5. 层次总排序及其一致性检验

在计算完层次单排序之后, 沿着自上而下的顺序, 可计算出最底层因素相对于目标层的相对权重。

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^4 b_i CI_i}{\sum_{i=1}^4 b_i RI_i} \quad (3)$$

通过以上可知 B_1, B_2, B_3, B_4 关于 A 层的相对重要性排序值分别为 $b_1, b_2, b_3, b_4 = [0.0914, 0.3267, 0.1319, 0.4500]$, 通过对判断矩阵 B_1, B_2, B_3, B_4 的一致性检验, 可得 $CI_1, CI_2, CI_3, CI_4 = [0.0637, 0.1063, 0.0514, 0.0368]$, 相应的可知 $CR_1, CR_2, CR_3, CR_4 = [1.12, 1.41, 0.9, 0.58]$, 根据公式(3)判断得 $CR = 0.0678 < 0.1$, 具有满意的一致性。

层次总排序运用公式(4), 采用列表的方法进行计算, 如表 1 高校教师综合评价层次总排序表所示。

$$c_j = \sum_{i=1}^4 b_i c_j^i, (j=1,2,3,\dots,n) \quad (4)$$

其中 c_j^i 表示 C 层中第 j 个元素关于 B 层中第 i 个元素的相对重要性排序。

Table 1. General ranking table of comprehensive evaluation levels of college teachers

表 1. 高校教师综合评价层次总排序表

分层次权重	B_1	B_2	B_3	B_4	总排序 $c_j = \sum_{i=1}^4 b_i c_j^i$
	$b_1 = 0.0914$	$b_2 = 0.3267$	$b_3 = 0.1319$	$b_4 = 0.4500$	
C_1^1	0.0482	0	0	0	0.0044
C_2^1	0.1315	0	0	0	0.0120
C_3^1	0.3601	0	0	0	0.0329
C_4^1	0.3838	0	0	0	0.0351
C_5^1	0.0763	0	0	0	0.0070
C_1^2	0	0.0454	0	0	0.0148
C_2^2	0	0.0371	0	0	0.0121
C_3^2	0	0.0993	0	0	0.0324
C_4^2	0	0.2264	0	0	0.0740
C_5^2	0	0.0447	0	0	0.0146
C_6^2	0	0.3026	0	0	0.0989
C_7^2	0	0.0787	0	0	0.0257
C_8^2	0	0.1659	0	0	0.0542
C_1^3	0	0	0.4008	0	0.0529
C_2^3	0	0	0.338	0	0.0446
C_3^3	0	0	0.1186	0	0.0156
C_4^3	0	0	0.1427	0	0.0188
C_1^4	0	0	0	0.1172	0.0527
C_2^4	0	0	0	0.6144	0.2765
C_3^4	0	0	0	0.2684	0.1208

3. 熵权法

3.1. 建立决策矩阵

根据上述建立的高校教师绩效评价指标体系, 建立评价指标集为 $C = (C_1, C_2, C_3, \dots, C_{20})$, 同时结合具体高校教师的实际情况, 选取 10 名教师作为参评对象, 设参与评价的对象集为 $U = (U_1, U_2, U_3, \dots, U_{10})$, 评价对象 U_i 对指标 C_j 的值记为 v_{ij} ($i \leq 10, j \leq 20$), 则形成决策矩阵 V 为:

$$V = \begin{bmatrix} U_1 & U_2 & \cdots & U_i \\ C_1 & v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1i} \\ C_2 & v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2i} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_j & v_{j1} & v_{j2} & \cdots & v_{ji} \end{bmatrix}$$

通过采用多元绩效考核的方法, 选取学生、同事和领导共 15 名, 分别对参评的 10 名教师进行评价打分, 其中各项指标满分 20 分, 共分为 5 个等级进行评分(10 名教师各项指标评价价值表略)。

3.2. 标准化决策矩阵

为了消除各指标量纲不同对方案决策带来的影响, 对决策矩阵进行标准化处理, 从而形成标准化矩阵 $X = (x_{ji})_{20 \times 10}$ 。根据本次研究的指标体系, 对于越大越优型指标可以通过公式(5)将决策矩阵归一化: 其中 $\max(x_i), \min(x_i)$ 分别表示第 i 个指标的最大值和最小值。

$$x_{ji} = \frac{v_{ji} - \min(v_i)}{\max(v_i) - \min(v_i)} \quad (5)$$

3.3. 计算特征比重

对于某一个指标 i , x_{ji} 的值差异越大, 表明该项指标对于被评价对象的作用越大, 即该项指标提供给被评价对象的有用信息就越多。根据熵的概念, 信息的增加意味着熵的减少, 则可以通过公式(6), 求得第 i 项指标下, 第 j 个评价对象的特征比重为 λ_{ji} :

$$\lambda_{ji} = \frac{x_{ji}}{\sum_{j=1}^{10} x_{ji}} \quad (6)$$

3.4. 计算熵值

应用求得特征比重 λ_{ji} , 通过公式(7)计算第 i 项指标的熵值 e_i :

$$e_i = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{j=1}^{10} \lambda_{ji} \ln(\lambda_{ji}) \quad (7)$$

当 $\lambda_{ji} = 0$ 或者 $\lambda_{ji} = 1$ 时, 认为 $\lambda_{ji} \ln(\lambda_{ji}) = 0$ 。

3.5. 计算差异性系数

根据熵的概念, 各被评价对象第 i 项指标值差异越大, 表明指标反映的信息量越大, 因此, 定义差异性系数, 如公式(8)所示:

$$\zeta_i = 1 - e_i \quad (8)$$

显然 ζ_i 越大, 该指标提供的信息量就越大, 越应该给予较大的指标权重。

3.6. 确定各指标熵权

根据以上的计算, 通过公式(9), 可以确定最后的熵权:

$$w_i^2 = \frac{\zeta_i}{\sum_{k=1}^{20} \zeta_k} \quad (i = 1, 2, \dots, 20) \quad (9)$$

结合实际数据, 运用以上公式, 通过 MATLAB 计算, 所得的各指标的熵权值如表 2 高校教师综合评价熵权表所示。

Table 2. Entropy weight table for comprehensive evaluation of college teachers
表 2. 高校教师综合评价熵权表

指标	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
熵权	0.0571	0.0786	0.0317	0.0254	0.0197
指标	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
熵权	0.0362	0.0224	0.0406	0.0390	0.0847
指标	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
熵权	0.0271	0.0331	0.0478	0.0477	0.1089
指标	C_{16}	C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{20}
熵权	0.0317	0.0316	0.0737	0.1327	0.0304

4. 权重合成

为了全面反映评价指标的重要性, 综合分析两种方法的优缺点, 通过公式(10)将层次分析法确定的主观权重与熵权法确定的客观权重相结合, 最终确定各指标的复合权重[2], 计算结果如表 3 评价指标复合权重表所示:

$$w_j^3 = \frac{w_j \times w_j^2}{\sum_{j=1}^n (w_j \times w_j^2)}, (j = 1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

其中 w_j 和 w_j^2 分别为层次分析法和熵权法确定的指标权重, w_j^3 表示第 j 个指标的复合权重。

Table 3. Composite weight table of evaluation indicators
表 3. 评价指标复合权重表

指标	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
复合权重	0.0037	0.0138	0.0153	0.0130	0.0020
指标	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
复合权重	0.0078	0.0040	0.0192	0.0422	0.0181
指标	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
复合权重	0.0392	0.0124	0.0379	0.0369	0.0711
指标	C_{16}	C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{20}
复合权重	0.0072	0.0087	0.0568	0.5368	0.0537

5. 模糊综合评价

5.1. 确定评价因素集

本次研究是针对高校教师绩效的评价, 前文中我们综合考虑了高校教师在师德、教学、科研等方面的相关因素, 设立了 20 个评价指标用来反映高校教师的综合教学水平, 因此在通过模糊综合评价法对高

校教师进行评价时, 设立评价因素集为 $C = [C_1, C_2, \dots, C_{20}]$, 其中包括: 按规执教、爱岗敬业、关爱学生、为人师表、社会服务、教学工作量、教学态度、教学内容、教学方法、课堂管理、教学效果、教学辅助、教学创新、科研项目、获奖成果、论文业绩、教学成果、师德师风、教育教学、科学研究。

5.2. 确定评价等级集及单因素评价

对于本次研究, 我们将高校教师综合教学水平的评价共分为: {特优、优秀、良好、及格、不及格}, 相对应{A+、A、B、C、D}这5个等级。同时在全文中应用这五个等级进行评价研究[3]。

在确定了评价因素集和评价等级集之后, 采用比值法, 分析评价因素集中各个因素对于评价等级集的隶属度 t_{ij} , 并对其进行归一化处理, 即:

$$\sum_{j=1}^5 t_{ij} = 1, (i = 1, 2, \dots, 20, t_{ij} > 0)$$

5.3. 建立模糊评价矩阵

根据我们建立的20个评价指标以及设立的5个评价等级, 在完成了评价因素集以及评价等级集的确定和单因素评价工作之后, 分别对不同教师结合实际情况构成与其相对应的模糊评价矩阵。其中对于教师2, 单因素评价完成之后的模糊评价矩阵, 如表4教师2的模糊评价矩阵表所示:

Table 4. Fuzzy evaluation matrix of teacher 2

表4. 教师2的模糊评价矩阵表

单因素评价	评价等级 A+	评价等级 A	评价等级 B	评价等级 C	评价等级 D
指标 C_1	0.3	0.5	0.1	0.1	0
指标 C_2	0.3	0.5	0.1	0.1	0
指标 C_3	0.6	0.1	0.3	0	0
指标 C_4	0.2	0.5	0.1	0.2	0
指标 C_5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
指标 C_6	0	1	0	0	0
指标 C_7	0.3	0.3	0.2	0.2	0
指标 C_8	0.4	0.2	0.2	0.2	0
指标 C_9	0.1	0.3	0.5	0.1	0
指标 C_{10}	0.3	0.4	0.3	0	0
指标 C_{11}	0.3	0.4	0.2	0.1	0
指标 C_{12}	0.3	0.4	0.3	0	0
指标 C_{13}	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2
指标 C_{14}	0	1	0	0	0
指标 C_{15}	0	0	1	0	0
指标 C_{16}	0	0	1	0	0
指标 C_{17}	0	1	0	0	0
指标 C_{18}	0.2	0.5	0.2	0.1	0
指标 C_{19}	0.2	0.4	0.3	0.1	0
指标 C_{20}	0	0	1	0	0

在本节中, 仅详细展示了具有典型意义的参评教师的单因素评价结果, 对于其余 9 名参评教师, 虽然不同教师的单因素评价结果以及形成的模糊评价矩阵也不尽相同, 但殊途同归, 在这里不对其进行重复说明。

5.4. 确定权重向量

根据表 3 评价指标复合权重表, 我们可以得到在模糊综合评价过程中所需的权重向量为: $w^3 = [w_1^3, w_2^3, \dots, w_{20}^3]$, 即:

$$w^3 = \begin{bmatrix} 0.0037 & 0.0138 & 0.0153 & 0.0130 & 0.0020 \\ 0.0078 & 0.0040 & 0.0192 & 0.0422 & 0.0181 \\ 0.0392 & 0.0124 & 0.0379 & 0.0369 & 0.0711 \\ 0.0072 & 0.0087 & 0.0568 & 0.5368 & 0.0537 \end{bmatrix}_{1 \times 20}$$

其中对于权重 w_j^3 , 要求 $w_j^3 \geq 0$ 且 $\sum w_j^3 = 1$ 。

5.5. 模糊合成及评价结果

本次研究采用加权平均算子进行模糊合成, 其中 $T = [t_{ij}]_{20 \times 5}$, t_{ij} 为评价矩阵中的元素, 通过运用 MATLAB, 利用模糊算子 $F = W \circ T$, 计算所得的教师 2 的模糊合成结果为:

$$F_2 = [0.17794 \quad 0.37058 \quad 0.36275 \quad 0.08048 \quad 0.00778]$$

通过教师 2 的模糊合成结果, 可以很明显地看出, 教师 2 被评为特优 A+ 的测度为 0.17794, 优秀 A 的测度为 0.37058, 良好 B 的测度为 0.36275, 及格 C 的测度为 0.08048, 不及格 D 的测度为 0.00778。综上所述, 根据最大隶属度原则, 对于教师 2 的最终评价结果为优秀 A。

同理, 结合其他教师的单因素评价结果, 通过模糊合成的方法, 对其余教师的模糊合成结果以及最终的评定如表 5 模糊评价结果表所示:

Table 5. Fuzzy evaluation result table
表 5. 模糊评价结果表

参评教师	评价等级及结果					评价结果
	特优 A+	优秀 A	良好 B	及格 C	不及格 D	
教师 1	0.06857	0.31386	0.52442	0.08471	0.00824	良好 B
教师 3	0.16814	0.17371	0.38049	0.27214	0.00532	良好 B
教师 4	0.21292	0.26487	0.36083	0.13310	0.02808	良好 B
教师 5	0.19679	0.30386	0.32611	0.15457	0.01847	良好 B
教师 6	0.16877	0.22780	0.38627	0.20267	0.01429	良好 B
教师 7	0.16312	0.23716	0.37795	0.13626	0.08531	良好 B
教师 8	0.09064	0.28462	0.34553	0.24921	0.02980	良好 B
教师 9	0.16170	0.22389	0.35489	0.18862	0.07070	良好 B
教师 10	0.09360	0.28602	0.37998	0.16791	0.07229	良好 B

通过以上的办法, 我们建立了比较全面、公正、科学的沈阳高校教师绩效评价体系, 从而可以推进城市区域的经济与科技发展, 但我们也深知这项工作还可以继续完善, 我们将会一直努力下去。

参考文献

- [1] 王光彦, 李元元, 邱雪青, 李敏. 高校教师绩效评价指标的实证研究与思考[J]. 中国高教研究, 2008(2): 46-49.
- [2] 安然, 刘照博. 基于组合权重的灰色关联法在机场选址中应用[J]. 山西建筑, 2014, 40(32): 3-5.
- [3] 魏洁, 汤建奎. 基于模糊综合评价的高校教师绩效考核研究[J]. 江苏高教, 2014(6): 100-103.