

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0008.017

基于熵权和 TOPSIS 法的高校教职工健康评价*

张婷婷¹, 王 蒙¹, 葛 静²

(1.安徽机电职业技术学院 信息工程系,安徽 芜湖 241000; 2.安徽交通职业技术学院 管理工程系,合肥 230051)

摘 要:提出采用熵权和 TOPSIS 法相结合的方法,利用熵权法所求得的客观权重作为 TOPSIS 法中所需要的权重,消除了 TOPSIS 中由主观判定权重的不确定性的影响,用于高校教职工健康评价,评价结果更为客观合理。

关键词:熵权;TOPSIS;健康评价

中图分类号:R19 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-058X(2015)08-0083-05

据《北京青年报》,由于教职工体育锻炼意识的淡薄、工作竞争压力大、医疗政策不到位、长久站立或伏案作业等原因,教职工群体中有近 50% 的人患有不同类型的疾病^[1]。超过 1/3 的教职工处于亚健康状态,可以说,教职工群体的健康状况相当令人担忧^[2]。学校的发展离不开教职工的共同努力,教职工的健康水平是值得全社会关注的问题。近些年,教职工健康体检越来越引起社会和学校的重视,定期体检能为教职工健康评价和干预管理提供基础资料^[3]。

但是体检报告数据繁杂,影响了被测人员及时掌握自己的身体状况,忽视了体检数据的“健康预警”。因此,简单直观地显示出被测人员的健康水平非常重要,尤其处于下游(警戒)等级的被测人员,会大大增加其紧迫感,从而潜意识地促进其参与健康促进活动,提高评价效能^[4];研究了熵权法和 TOPSIS 法,并将两种方法结合,对健康指标做出评价,并将所评价的对象进行优劣排序,通过对某高校 10 名教师的实例进行分析,得到被测人员的健康排序,能够为高校校医院的健康干预措施提供依据,方法的可行性和实用性得到证明。

1 熵权法

熵的概念来源于热力学,后由香农(Shannon)引入信息论,在信息论中,熵是对不确定性的一种度量。信息量越大,不确定性就越小,熵也就越小;信息量越小,不确定性越大,熵也越大。根据熵的特性,可以通过计算熵权来判断一个事件的随机性及无序程度,也可以用熵权来判断某个指标的离散程度,指标的离散程度越大,指标对综合评价的影响越大。对一个评价指标值矩阵 $X = [x_{ij}]_{n \times m}$,用熵权法对此数据矩阵进行处理,计算各个指标值的权重。熵权法的计算步骤如下^[5]:

(1) 对指标值矩阵进行标准化处理。第 j 项指标下第 i 个的值 x_{ij} 所占的比重:

收稿日期:2014-11-10;修回日期:2014-12-10.

* 基金项目:2014 年度安徽高校省级自然科学基金重点项目(KJ2014A038).

作者简介:张婷婷(1983-),女,安徽芜湖人,讲师,硕士,从事计算机软件与应用、无线网络研究.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}, (i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

(2) 计算第 j 项指标的熵值:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}), \text{ 其中 } k > 0, k = 1/\ln(n), e_j \geq 0 \quad (2)$$

(3) 计算第 j 项指标的差异系数。对第 j 项指标, 指标值的差异越大, 对方案评价的左右就越大, 熵值就越小, 定义差异系数:

$$g_j = \frac{1 - e_j}{m - E_e}, \text{ 式中 } E_e = \sum_{j=1}^m e_j, 0 \leq g_j \leq 1, \sum_{j=1}^m g_j = 1 \quad (3)$$

得到权值为

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j} \quad (1 \leq j \leq m) \quad (4)$$

2 TOPSIS 法

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) 法是 C.L.Hwang 和 K.Yoon 于 1981 年首次提出, TOPSIS 法是一种理想目标相似性的顺序选优技术, 在多目标决策分析中是一种非常有效的方法。其基本原理, 是通过检测评价对象与最优解、最劣解的距离来进行排序, 若评价对象最靠近最优解同时又最远离最劣解, 则为最好; 否则为最差。其中最优解的各指标值都达到各评价指标的最优值。最劣解的各指标值都达到各评价指标的最差值。

TOPSIS 法的数学模型如下^[6,7]:

(1) 首先对原始数据矩阵进行规范化处理, 用向量规范化法构造规范化矩阵 $\mathbf{R} = [r_{ij}]_{nm}$ 。其中

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

根据专家意见调查法得到的主观权值和原始指标值矩阵可以得到处理后矩阵:

$$\mathbf{Y} = [y_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_m r_{1m} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_m r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ w_1 r_{n1} & w_2 r_{n1} & \cdots & w_m r_{nm} \end{bmatrix} \quad (6)$$

(2) 确定正理想解和负理想解。在 \mathbf{Y} 矩阵中选取正理想解 \mathbf{Y}^+ 和负理想解 \mathbf{Y}^- , 其中

$$\begin{aligned} \mathbf{Y}^+ &= \{(\max y_{ij}), (\min y_{ij})\} = \{y_{i1}^+, y_{i2}^+, \dots, y_{im}^+\} \\ \mathbf{Y}^- &= \{(\min y_{ij}), (\max y_{ij})\} = \{y_{i1}^-, y_{i2}^-, \dots, y_{im}^-\} \end{aligned} \quad (7)$$

式(7)中, y_{ij}^+, y_{ij}^- 分别代表各个评价对象在第 j 个指标下的最大值和最小值。

(3) 计算距离。计算各方案到正理想解和负理想解的距离:

$$\begin{aligned} D_i^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_i^+)^2} \\ D_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_i^-)^2} \end{aligned} \quad (8)$$

(4) 计算接近程度。

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \tag{9}$$

C_i 在 0~1 之间取值,越接近 1 表示该评价对象越接近最优水平,反之,越接近 0 表示该评价对象越接近最劣水平。

3 评价模型

建立熵权法和 TOPSIS 法组合的评价模型,评价模型结构图如图 1 所示。

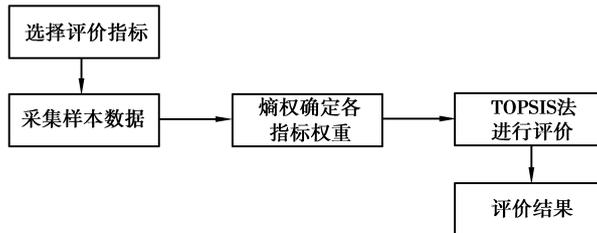


图 1 评价模型

评价步骤:

(1) 选择评价指标。PF 为躯体活动功能、RP 为躯体功能对角色功能的限制、BP 为躯体疼痛、GH 为健康总体自评、VT 为活力、SF 为社会功能、RE 为情绪对角色功能的限制、MH 为心理健康。

(2) 采集样本数据。选取某高校 10 名教师的指标(RF, RP, BP, GH, VT, SF, RE, MH)进行分析。

(3) 建立样本数据矩阵, $X = [x_{ij}]_{n \times m}$,采用熵权法确定各指标权重。根据式(1),对指标矩阵进行标准化处理;然后利用式(2)计算第 j 项指标的熵值;根据式(3)计算出第 j 项指标的差异系数,从而根据式(4)得到各评价指标的权值。

(4) 采用 TOPSIS 法对样本数据进行评价,首先利用式(5)对样本数据矩阵进行规范化处理;然后根据步骤(3)求得的各指标的权重对规范化后的数据矩阵做进一步的处理,也就是将式(6)中的权值替换为用熵权法所求得的权值;根据式(7)取定正理想解和负理想解,从而计算出个方案到正理想解和负理想解的距离;最后根据式(9)计算得出接近程度 C_i ,在 0~1 之间取值,越接近 1 表示该评价对象越接近最优水平,反之,越接近 0 表示该评价对象越接近最劣水平。

4 实例分析过程

根据上述评价模型及评价步骤,对采集到的某高校教职工健康数据进行评价。采集到的样本数据如表 1 所示。

表 1 教职工健康指标评分

教职工	PF(sd)	RP(sd)	BP(sd)	GH(sd)	VT(sd)	SF(sd)	RE(sd)	MH(sd)
1	80	85	70	80	82	79	68	87
2	90	86	78	70	84	85	87	68
3	80	78	61	85	79	69	84	75
4	70	81	84	80	75	83	78	81

续表1

教职工	PF(sd)	RP(sd)	BP(sd)	GH(sd)	VT(sd)	SF(sd)	RE(sd)	MH(sd)
5	80	73	79	80	70	85	81	70
6	80	91	80	90	85	72	86	83
7	70	75	66	85	90	78	83	82
8	70	84	82	80	71	64	85	85
9	70	89	76	80	83	76	67	78
10	80	71	78	81	65	81	85	63

根据步骤(3)建立样本数据矩阵:

$$\mathbf{X} = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} 80 & 85 & 70 & 80 & 82 & 79 & 68 & 87 \\ 90 & 86 & 78 & 70 & 84 & 85 & 87 & 68 \\ 80 & 78 & 61 & 85 & 79 & 69 & 84 & 75 \\ 70 & 81 & 84 & 80 & 75 & 83 & 78 & 81 \\ 80 & 73 & 79 & 80 & 70 & 85 & 81 & 70 \\ 80 & 91 & 80 & 90 & 85 & 72 & 86 & 83 \\ 70 & 75 & 66 & 85 & 90 & 78 & 83 & 82 \\ 70 & 84 & 82 & 80 & 71 & 64 & 85 & 85 \\ 70 & 89 & 76 & 80 & 83 & 76 & 67 & 78 \\ 80 & 71 & 78 & 81 & 65 & 81 & 85 & 63 \end{bmatrix}$$

根据熵权法的计算步骤确定各指标的权重,如表 2 所示。

表 2 各项指标权重值

PF(sd)	RP(sd)	BP(sd)	GH(sd)	VT(sd)	SF(sd)	RE(sd)	MH(sd)
0.112 83	0.160 26	0.174 72	0.053 197	0.080 095	0.084 812	0.161 39	0.172 7

根据步骤(4),建立加权处理后的数据矩阵。

$$\mathbf{Y} = [y_{ij}] = \begin{bmatrix} 0.040 3 & 0.060 9 & 0.054 7 & 0.019 0 & 0.029 3 & 0.029 9 & 0.049 0 & 0.067 1 \\ 0.044 1 & 0.059 9 & 0.059 2 & 0.016 2 & 0.029 2 & 0.031 3 & 0.061 0 & 0.051 0 \\ 0.041 6 & 0.057 6 & 0.049 1 & 0.020 8 & 0.029 2 & 0.027 0 & 0.062 5 & 0.059 7 \\ 0.035 3 & 0.058 0 & 0.065 6 & 0.019 0 & 0.026 8 & 0.031 5 & 0.056 3 & 0.062 5 \\ 0.041 2 & 0.053 4 & 0.063 0 & 0.019 4 & 0.025 6 & 0.032 9 & 0.059 7 & 0.055 2 \\ 0.038 2 & 0.061 7 & 0.059 1 & 0.020 3 & 0.028 8 & 0.025 8 & 0.058 7 & 0.060 6 \\ 0.035 4 & 0.053 8 & 0.051 6 & 0.020 2 & 0.032 3 & 0.029 6 & 0.060 0 & 0.063 4 \\ 0.035 8 & 0.061 0 & 0.064 9 & 0.019 3 & 0.025 8 & 0.024 6 & 0.062 2 & 0.066 5 \\ 0.036 0 & 0.064 9 & 0.060 5 & 0.019 4 & 0.030 3 & 0.029 3 & 0.049 2 & 0.061 3 \\ 0.042 1 & 0.053 0 & 0.063 5 & 0.020 1 & 0.024 3 & 0.032 0 & 0.063 9 & 0.050 7 \end{bmatrix}$$

继续计算,得到 C_i 的值并排序,结果如表 3 所示。

表 3 C_i 值及排序结果

6	2	5	3	7	10	9	4	8	1
0.613 2	0.546 0	0.532 2	0.508 9	0.496 0	0.484 7	0.479 4	0.452 1	0.444 3	0.432 7

根据表 3 的结果可以得知,6,2,5 号被测者身体素质较好,4,8,1 号被测者身体素质较差,这样的话,校医院就可以根据教职工具体的体检数据制定健康干预措施,帮助教职工提高健康水平。

5 结 论

权重的选择会影响传统 TOPSIS 法的多目标综合决策评价结果的可靠性和合理性,采用熵权法确定各个指标的权重,熵权法得到的权重更为客观,这样就消除了健康指标价值评估计算中主观权重的影响,通过实例分析可以看到用熵权法和 TOPSIS 法相结合的方法具有一定的合理性和适用性,是一种教职工健康评价的有效方法。

参考文献:

- [1] 黄莺.教师的健康问题[EB/OL]. <http://www.jxteacher.com/yingzi/column52791/b0eb3607-e346-4ed0-9cd2-2ef5c0b1fdf1.html>,2013
- [2] 王燕华.某高校教职工健康体检数据分析[J].华南国防医学杂志,2012,26(6):585-586
- [3] 曹蔚.对高校教师健康体检的实证分析[J].现代预防医学,2012,39(5):1193-1195
- [4] 王国军.健康管理理念下公务员体质健康评价系统的研究与应用[D].上海:上海体育学院,2013
- [5] 戴伟军,刘瑞芹,仓定帮.教师综合素质评价的熵权系数模型[J].华北科技学院学报,2008(10):81-83
- [6] 吴丽丽,基于熵权和 TOPSIS 法的医院工作质量综合评价体系[J].电脑知识与应用,2009(11):9435-9437
- [7] 关蕾,牛东晓.基于改进熵权 TOPSIS 法的电力公司业绩表现竞争力评价[J].华东电力,2008(5):10-13

Assessment of the College Staff Health Based on Entropy Weight and the TOPSIS Method

ZHANG Ting-ting¹, WANG Meng¹, GE Jing²

(1.Department of Computer Science, Anhui Technological College of Machinery and Electricity, Wuhu 241000, China;2.Department of management engineering, Anhui Communication Vocational & Technical College, Hefei 230051, China)

Abstract: The assessment of college staff health plays a very important role in college staff health management. In the combination of the methods of entropy weight and TOPSIS, this paper uses the objective weight obtained by the method of entropy weight as the weight of TOPSIS required so as to eliminate the uncertainty effect caused by subjective judgment weight of TOPSIS. This method is used for evaluating college staff health, of which results are more objective and reasonable.

Key words: Entropy weight; TOPSIS; health assessment