

加权 TOPSIS 方法综合评价职业卫生管理状况的探讨

汤海滢¹, 胡永华², 康辉³, 康晓平²

(1. 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088; 2. 北京大学公共卫生学院流行病学与卫生统计学系, 北京 100083; 3. 卫生部卫生监督中心, 北京 100007)

摘要: 目的 探索我国不同行政区域用人单位职业卫生管理综合评价指标体系和综合评价方法。方法 在前期综合评价指标及权重系数研究的基础上, 应用加权 TOPSIS 方法对 2003 年我国 10 个调查省、市、自治区职业卫生管理状况进行综合评价。结果 10 个调查地区用人单位职业卫生管理状况由好到差排序依次为: 地区 3、1、5、2、10、4、8、9、6、7。结论 该方法及评价指标体系在对不同地区用人单位职业卫生管理状况的综合评价中具有一定应用价值。

关键词: 职业卫生管理; 综合评价; 加权 TOPSIS

中图分类号: R195.3 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2007)01-0020-03

Study on the weighted TOPSIS method for the comprehensive evaluation of occupational health management

TANG Hai-ying¹, HU Yong-hua², KANG Hui³, KANG Xiao-ping²

(1. National Institute for Radiological Protection, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100088, China; 2. Department of Epidemiology and Statistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100083, China; 3. National Center for Health Inspection and Supervision, Ministry of Health, Beijing 100007, China)

Abstract Objective To explore the indices and method for the comprehensive evaluation on occupational health management in China. **Method** On the basis of previous study on comprehensive evaluation indices and methods, a comprehensive evaluation on occupational health management using weighted TOPSIS was conducted in 10 provinces, cities and autonomous regions. **Result** According to the Weighted TOPSIS method, these 10 investigated areas could be divided into 10 ranks easily. **Conclusion** This method and index system could be well used in the comprehensive evaluation on occupational health management.

Key words: Occupational health management; Comprehensive evaluation; Weighted TOPSIS

为对我国《职业病防治法》实施以来, 不同省级行政区域的用人单位职业卫生管理状况进行较为全面系统、科学准确、客观合理的评定, 探索建立我国不同地区用人单位职业卫生管理综合评价指标体系和综合评价方法, 本文在前期综合评价指标及权重系数研究的基础上, 应用加权 TOPSIS 方法对 2003 年我国 10 个调查省、市、自治区的用人单位职业卫生管理状况进行综合评价。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究资料来源于卫生部 2003 年职业卫生调查资料。该项目在全国范围内, 按不同地区经济发展水平, 分层选取北京、广东、福建、广西、山东、安徽、河南、四川、吉林、湖南 10 个省、自治区、直辖市。在每个省份选择公有制(国有和国有控股、集体经济)、非公有制经济(私营、外商投资)的特大型、大型、中型、小型及以下规模共 8 种类型用人单

位 20 家, 由省级卫生行政部门组织职业病防治机构的专业技术人员对被选用人单位的职业卫生状况进行现场调查。

1.2 方法^[1]

1.2.1 本研究所用评价指标均为高优指标, 无需对原始数据进行同趋势化处理。直接对原始数据进行矩阵进行归一化处理, 并建立相应矩阵。公式为:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{N=1}^n (X_{ij})^2}} \quad (\text{公式 1}), \text{ 其中, } Z_{ij} \text{ 为原始数据同}$$

趋势化后的归一化值, X_{ij} 表示第 i 个评价对象在第 j 个指标上的取值。

$$Z = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{bmatrix}$$

1.2.2 由 Z 矩阵得到最优值向量和最劣值向量, 即有限方案中的最优方案和最劣方案为:

$$\text{最优方案 } Z^+ = (a_{i1\max}, a_{i2\max}, \cdots, a_{im\max})$$

$$\text{最劣方案 } Z^- = (a_{i1\min}, a_{i2\min}, \cdots, a_{im\min})$$

式中, $i = 1, 2, \cdots, n; j = 1, 2, \cdots, m$ 。 $a_{ij\max}$ 与

收稿日期: 2006-04-06; 修回日期: 2006-08-21

作者简介: 汤海滢 (1968-), 女, 主管医师, 硕士, 从事职业卫生与放射卫生工作。

a_{ijmin} 分别表示现有评价对象在第 j 个评价指标上的最大与最小值。

1.2.3 分别计算各评价对象所有各指标值与最优方案和最劣方案的距离 D_i^+ 与 D_i^- 。 $D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j (a_{ijmax} - a_{ij})^2}$ (公式2), $D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j (a_{ijmin} - a_{ij})^2}$ (公式3), 式中, D_i^+ 与 D_i^- 分别表示第 i 个评价对象与最优方案和最劣方案的距离; a_{ij} 表示某个评价对象 i 在第 j 个指标的取值, a_{ijmax} 、 a_{ijmin} 分别表示归一化矩阵中评价对象在第 j 个评价指标上的最大值与最小值, w_j 为各评价指标权重系数。

1.2.4 计算各评价对象与最优方案的接近程度 C_i , $C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$ (公式4), D_i^+ 、 D_i^- 分别为各评价对象所有各指标值与最优方案、最劣方案之间的距离, C_i 为各评价对象与最优方案的相对接近程度。相对接近度取值在 0 与 1 之间, 该值愈接近 1, 表示评价对象越接近最优水平; 反之, 该值愈接近 0, 表示评价对象越接近最劣水平。

1.2.5 按 C_i 大小将各评价对象排序, C_i 值越大越接近最优方案。

1.2.6 采用 SAS8.0 统计软件包进行数据分析处理。

表2 10个调查省市13项筛选综合评价指标值

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
地区1	73.69	88.89	66.67	85.00	60.00	100.00	96.94	79.27	70.35	100.00	85.00	100.00	100.00
地区2	57.89	70.00	50.00	70.00	75.00	60.00	83.87	96.00	88.21	75.40	90.00	91.63	93.54
地区3	78.95	77.78	78.95	76.47	78.95	89.47	92.67	89.99	98.40	100.00	52.63	100.00	92.74
地区4	55.00	60.00	55.00	80.00	73.68	57.89	45.15	63.24	99.47	81.63	65.00	98.83	97.56
地区5	88.00	100.00	50.00	72.00	54.17	96.00	98.87	99.17	91.26	99.38	80.00	100.00	100.00
地区6	45.46	77.27	31.82	86.36	36.36	81.82	81.48	25.82	67.43	100.00	77.27	99.13	100.00
地区7	50.00	81.82	40.91	100.00	55.00	68.18	39.89	72.90	97.73	53.85	0.00	26.67	96.67
地区8	68.43	80.00	31.58	84.21	40.00	80.00	39.50	62.61	93.11	97.85	50.00	100.00	100.00
地区9	83.34	100.00	75.00	81.25	18.75	78.95	91.01	70.21	98.72	100.00	21.05	100.00	54.89
地区10	77.78	87.50	44.44	77.78	37.50	100.00	63.11	97.15	51.79	37.23	88.89	100.00	100.00

2.2.2 按公式1对10个省级行政区域13项指标数据无量纲化处理, 建立归一化矩阵值, 见表3。

表3 TOPSIS法归一化矩阵值

	X'1	X'2	X'3	X'4	X'5	X'6	X'7	X'8	X'9	X'10	X'11	X'12	X'13
地区1	0.3362	0.3380	0.3850	0.3290	0.3379	0.3831	0.3995	0.3191	0.2555	0.3625	0.3983	0.3358	0.3348
地区2	0.2642	0.2662	0.2887	0.2709	0.4224	0.2298	0.3456	0.3865	0.3203	0.2734	0.4218	0.3077	0.3131
地区3	0.3603	0.2957	0.4559	0.2960	0.4446	0.3427	0.3819	0.3623	0.3573	0.3625	0.2466	0.3358	0.3105
地区4	0.2510	0.2281	0.3176	0.3096	0.4150	0.2218	0.1861	0.2546	0.3612	0.2959	0.3046	0.3318	0.3266
地区5	0.4015	0.3802	0.2887	0.2787	0.3051	0.3677	0.4074	0.3992	0.3314	0.3603	0.3749	0.3358	0.3348
地区6	0.2074	0.2938	0.1838	0.3342	0.2048	0.3134	0.3358	0.1039	0.2449	0.3625	0.3621	0.3328	0.3348
地区7	0.2282	0.3111	0.2362	0.3870	0.3098	0.2612	0.1644	0.2935	0.3549	0.1952	0.0000	0.0895	0.3236
地区8	0.3122	0.3042	0.1842	0.3259	0.2253	0.3065	0.1628	0.2521	0.3381	0.3547	0.2343	0.3358	0.3348
地区9	0.3803	0.3802	0.4331	0.3145	0.1056	0.3024	0.3750	0.2827	0.3585	0.3625	0.0986	0.3358	0.1838
地区10	0.3549	0.3227	0.2566	0.3010	0.2112	0.3831	0.2601	0.3911	0.1881	0.1350	0.4166	0.3358	0.3348

2.2.3 应用加权TOPSIS法, 按公式2、3、4进行综合评价。10个调查地区综合评价指标值及排序结果

2 结果

2.1 评价指标及权重系数

依据我国《职业病防治法》对用人单位在职业病防治方面应当承担的法律义务的具体规定^[2,3], 设置了职业卫生管理综合评价基础指标26项, 应用统计学方法筛选确定了13项综合评价指标^[4], 并计算了这13项指标的权重系数, 见表1。

表1 13项筛选综合评价指标名称代码及权重

序号	指标名称	代码	归一化权重系数
1	职业病防治计划和实施方案健全率	X1	0.0308
2	职工健康监护档案建档率	X2	0.0308
3	职业病危害事故应急救援预案健全率	X3	0.0308
4	职业病危害项目申报率	X4	0.0772
5	职业病危害劳动合同告知率	X5	0.0772
6	工作场所职业病危害因素检测率	X6	0.1742
7	上岗前职业健康体检受检率	X7	0.0772
8	在岗期间职业健康体检受检率	X8	0.0772
9	用人单位负责人职业卫生培训率	X9	0.0308
10	劳动者上岗前职业卫生培训率	X10	0.0308
11	健康监护费用在生产成本中列支率	X11	0.0147
12	疑似职业病病人及时安排诊断率	X12	0.1742
13	现有职业病人享受国家规定的职业病待遇率	X13	0.1742

2.2 综合评价

2.2.1 10个调查省、市综合评价指标值, 见表2。

见表4。

表4 TOPSIS法综合评价结果

	D+add	D-minus	C (得分)	排序
地区1	0.0483	0.1939	0.8006	2
地区2	0.0885	0.1787	0.6688	4
地区3	0.0437	0.2006	0.8211	1
地区4	0.1132	0.1637	0.5912	6
地区5	0.0581	0.1979	0.7730	3
地区6	0.1295	0.1513	0.5388	9
地区7	0.1614	0.1095	0.4042	10
地区8	0.1207	0.1494	0.5531	7
地区9	0.1307	0.1549	0.5424	8
地区10	0.1017	0.1756	0.6332	5

3 讨论

3.1 综合评价结果分析

在我国职业病防治工作中,不少作者应用不同的评价方法对不同方面的职业卫生问题进行了评价,如分别应用综合指数法和模糊数学方法对企业多种职业危害因素进行综合评价,以反映一个企业职业危害的程度^[5-8];运用模糊数学法对毒物分级、体检异常率等评判因素来综合评价健康监护的工作质量^[9];通过TOPSIS法对粉尘监测合格率、化学因素监测合格率、噪声监测合格率、企业监督率、有毒有害作业工人体检率等项指标进行综合评价^[10];运用秩和比法综合评价劳动卫生环境质量^[11]。此外,还有用于职业卫生防护方面的综合评价报道^[12]。但是这些综合评价研究都仅见于我国《职业病防治法》实施前,而且只是对单方面如职业病危害因素检测、职业健康监护的综合评价研究,用于综合评价指标的角度较为单一。本文所应用的综合评价指标是以卫生部在我国《职业病防治法》实施一年以后的全国10省市职业卫生调查资料为基础,依据《职业病防治法》对用人单位在职业病防治方面应当承担的法律义务的具体规定设置并筛选确定的。经检验可以反映不同地区用人单位的职业卫生管理状况:(1)职业病防治管理措施;(2)职业病危害项目申报;(3)职业病危害知情权的保障措施;(4)工作场所职业病危害因素日常监测;(5)职业健康监护;(6)职业卫生培训;(7)职业病防治工作费用列支;(8)职业病诊断与职业病病人保障。本文在前期研究评价指标及其权重系数已确立的基础上,应用加权TOPSIS方法对2003年我国10个省份的用人单位职业卫生管理状况进行了综合评价,结果对10个省份所得到的由好到差排序符合客观实际情况,证明该方法可以在进一步研究后推广应用。

3.2 综合评价方法的选择

综合评价是对一个复杂系统的多个指标信息,应用数学方法对数据进行统计、分析和比较,以求得不同

地区、不同单位或同一单位不同时期的某一方面工作水平的优劣等级的一种评价方法。有关综合评价的方法目前已有几十种,这些方法各有不同的数学机理,其数据要求、作用效果也有很大差异^[13]。因此,正确地选择恰当的评价方法非常重要。TOPSIS是系统工程中有限方案多目标决策分析中常用的一种决策方法。它的基本思想是基于归一化后的原始数据矩阵,找出有限方案中的最优方案和最劣方案(分别用最优向量与最劣向量表示),然后计算评价对象与最优方案和最劣方案之间的距离,获得各评价对象与最优方案的相对接近程序C值。C值取值在0与1之间,该值越接近1,表示评价对象越接近最优水平;反之,该值越接近0,表示评价对象越接近最劣水平。

TOPSIS法对资料无特殊要求,并且能够充分利用原始数据的信息量,其结果精确反映各评价对象与最优水平的差距。本研究权重系数的应用,可以突出各指标的不同作用,使评价更为全面、合理。该方法不仅适用于不同地区间的横向比较,也适用于各地区动态资料的纵向比较,在职业卫生监督管理工作中具有一定的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 倪宗瓚. 卫生统计学 [M]. 第四版. 北京: 人民卫生出版社, 2001: 227.
- [2] 卫生部卫生法制与监督司. 中华人民共和国职业卫生法规汇编 [M]. 北京: 中国人口出版社, 2002: 1-259.
- [3] 全国人大常委会法制工作委员会, 全国人大教科文卫委员会, 中华人民共和国卫生部. 《中华人民共和国职业病防治法》条文释义 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 9.
- [4] 汤海澐, 康晓平, 康辉, 等. 职业卫生管理综合评价指标的筛选 [J]. 中国公共卫生, 2005, 21 (2): 96-98.
- [5] 曹坚忠, 卫海泉, 徐欢. 综合指数法在职业卫生现状综合评价的应用 [J]. 浙江预防医学, 2002, 14 (7): 46-48.
- [6] 史子春. 综合指数法评价工业卫生工作的探讨 [J]. 中国卫生统计, 2002, 19 (3): 187-188.
- [7] 叶炳杰, 陈国龙, 商群, 等. 综合指数法在多因素有害作业点综合评价上的应用 [J]. 中国公共卫生, 1997, 13 (8): 476-478.
- [8] 李新海, 冀占领. 应用模糊数学的方法综合评价职业危害因素 [J]. 中国公共卫生, 2002, 18 (7): 889-890.
- [9] 徐贻萍, 朱宝立. 模糊数学法进行健康监护综合评价的探讨 [J]. 中国工业医学杂志, 2001, 14 (3): 183-185.
- [10] 叶丽芳, 朱玮, 姚蔚, 等. TOPSIS法用于劳动卫生监督工作质量的多指标综合评价 [J]. 工业卫生与职业病, 1999, 25 (1): 47-49.
- [11] 祝维飞. 秩和比法在劳动卫生环境质量综合评价中的应用 [J]. 中国卫生统计, 2001, 18 (2): 107-108.
- [12] 叶康平, 赵宗群. 电焊作业防护措施综合评价方法的探讨 [J]. 中华预防医学杂志, 1995, 29 (2): 86-88.
- [13] 李贤相, 洪倩. 卫生综合评价方法研究进展 [J]. 实用预防医学, 2003, 10 (6): 1035-1038.