

文章编号: 1673-9469(2010)03-0081-07

## 基于因子分析的煤矿安全综合评价研究

李东亮<sup>1</sup>, 郭纪锋<sup>2</sup>, 王月<sup>3</sup>

(1. 华北水利水电学院, 河南 郑州 450011; 2. 河南华北水电工程监理有限公司, 河南 郑州 450011; 3. 河北工程大学 资源学院, 河北 邯郸 056038)

**摘要:** 安全评价是煤矿安全管理系统的重要内容, 文章利用主成分分析和因子分析法的基本理论, 提出了针对我国煤矿安全的评价模型。文章首先建立了我国煤矿安全的评价指标体系, 该指标体系克服了前人所建立指标体系的不足, 然后使用因子分析法对一个煤矿实例进行了安全评价。本文为煤矿安全评价提供了另外一个视角, 具有一定的理论和现实意义。

**关键词:** 主成分分析; 因子分析法; 煤矿安全评价

**中图分类号:** TD7

**文献标识码:** A

## The comprehensive evaluation of coal mine safety based on factor analysis

LI Dong-liang<sup>1</sup>, GUO Ji-feng<sup>2</sup>, WANG Yue<sup>3</sup>

(1. North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Henan Zhengzhou 450011, China;  
2. Henan North China Hydropower Engineering Consultancy Co., Ltd. Henan Zhengzhou 450011, China;  
3. College of Resources, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

**Abstract:** The safety evaluation Assessment is an important content in coal mine safety Management. Another evaluation models on coal mine safety for China have been proposed in this article, which based on the basic theories of principal component analysis and factor analysis. First, the evaluation index system on coal mine safety was established which overcame the lacks on the indicators system established by our predecessors, and then, factor analysis was used to evaluate the safety of a coal mine. From another point of view on the evaluation of coal mine safety, this paper has a certain amount of theoretical and practical significance in our community.

**Key words:** principal component analysis; factor analysis; the evaluation of coal mine safety

煤炭是我国国民经济和社会发展的基础。煤矿安全生产直接关系到我国经济建设的能源保障和能源战略的实施, 对我国全面建设小康社会以及现代化建设都起着基础性的作用。在我国煤矿工业快速发展的同时, 煤矿安全生产的形势却相当严峻, 各类煤矿事故灾害接连发生。例如, 2009年11月21日, 黑龙江省鹤岗市新兴煤矿发生了特大瓦斯爆炸事故, 导致108人遇难, 事故原因是井下许多的探煤巷发生煤与瓦斯突出, 遇火发生瓦斯爆炸波及全矿井<sup>[1]</sup>, 这次事故给国家和人民带来了巨大的伤害。

如何评价煤矿当前状况是否安全是煤矿安全管理的重要内容, 国内学者针对煤矿安全评价进

行了大量的研究。他们针对矿井的某个工作面、煤矿生产的某个环节等进行了研究, 利用的研究方法也很多, 比较常用的是层次分析法、灰色关联分析、DEA等方法对国内煤矿安全进行评价和分析。然而由于煤矿生产系统是一个动态的、复杂的、开放的“人一机一环一管”系统, 传统的研究角度和研究方法不适合当前国内煤矿生产的复杂环境。例如国内学者孙建华利用多层次模糊综合评价对煤矿安全进行了评价, 这种评价方法虽然反映了煤矿系统的模糊性以及不确定性, 然而文章在评价因素的选取上存在着重叠和遗漏, 在评价指标权重的确定上比较主观等缺点<sup>[2]</sup>。基于此, 在前人研究的基础上, 文章提出了利用因子分析

收稿日期: 2010-06-01

作者简介: 李东亮(1984-), 男, 河南省太康县人, 硕士, 从事工程项目管理研究

法对煤矿进行安全综合评价,该评价方法简单实用,为煤矿安全评价提供了另外一个角度。

## 1 评价指标体系的构建

对于评价指标体系的构建,国内学者的相关研究也很多。例如张玉林认为安全评价指标体系必然建立人、机、环境、事故之上,而把事故列入指标体系是否合理缺乏进一步的论证<sup>[3]</sup>。李春睿认为煤矿安全评价的指标体系应该包括地质探测、生产工艺、安全管理、工人操作、设备质量以及隐患监测等6个指标<sup>[4]</sup>,相对来说,该指标体系缺乏全面性。孙建华等认为煤矿安全评价指标体系应该包括对人的评价、对法规的评价、设备物质、工程技术以及灾害防治等5个方面<sup>[2]</sup>,该指标体系缺乏对安全管理的考虑,等等。这些表明国内关于煤矿安全评价的指标体系的建立还不完善。

本文认为,安全评价的研究对象是煤矿“人—机—环—管”系统的安全问题。煤矿安全评价的基础是一个科学、合理而又全面的评价指标体系。煤矿安全评价指标体系是一个涉及矿井安全方面各个相互联系、相互制约的因素构成的有机整体。因此,构建煤矿安全评价指标体系,需要遵循以下几项原则:

(1) 系统性原则。评价指标之间、评价指标与安全评价整体结果是一个有机的综合体,评价指标之间的关系必须服从安全评价系统目标和功能,只有在整个系统功能实现的前提下,参评指标的选择才是正确和完善的。

(2) 科学性原则。由于导致的煤矿安全状态危险性是客观存在的,这就要求对其评价的指标具有科学性和客观性,评价指标就必须通过客观规律、理论分析来获得,形成经验与知识的互补。科学性还必须保证评价指标的概念和外延明确性,对一些模糊性指标,即使无法做到其外延明确,也必须保证其概念明确,不至于混淆。

(3) 评价指标的可量化原则。在采用广义多指标时,必须采用定性指标与定量指标相结合的原则。只采用定性分析而忽略定量分析显然是不全面的,任何事物的发展变化过程都是质变和量变的统一。安全评价实现定性分析是基础,定量分析是目标。

(4) 可比性原则。由于指标很多,本文的研究

也不局限于煤矿的大小,因此有些指标的选取不应该是单纯的取大小,指标体系要具有可比性,要做到不同规模、地域等的煤矿都能够适用该指标体系。例如,就矿井的通风设备数量,这个就不能作为一个指标,不同规模的矿井,需要的通风设备数目自然是不同的,应该具有可比性。

(5) 全面性原则。对煤矿安全的评价是一种全面性的多因素综合评价,选取的因素应具有代表性、全面性,这样才能综合而又准确的对煤矿安全进行评价。

根据这些指导原则,在总结前人研究的基础上,总结煤矿安全评价的指标体系。由于煤矿是一个生产系统,其安全评价指标体系必然与人、机、环、管密不可分,显然可以断定影响煤矿安全生产的因素就是人、机、环境和管理其中一种或几种的组合。潜在危险即源于人的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素以及管理的不到位中的其中一种或任意两种甚至是这三种的组合,也因而将事故作为评价指标和人、机、环境、管理并列,从事故发生的历史发展趋势评价未来系统的安全状态,即评价指标体系由人、机、环境、管理组成,另外,由于在煤矿中信息收集、辨识、处理等也在一定程度上影响了煤矿安全。基于此,本文提出了基于人、机器设备、环境、管理以及信息这5个方面的指标体系。具体如下表1。

## 2 基于因子分析的煤矿安全评价模型

在煤矿安全评价上,国内外学者也作了许多工作,提出了一些评价方法,如运用的比较多的是层次分析法、安全检查表法和模糊评价法等。但是,煤矿安全评价指标体系涉及面广,层次多,量化手段复杂,单一评价指标较多,而且往往相互之间缺少可比性,导致应用层次分析法的不足,这也影响到了评价的准确性;安全检查表法主要是针对定性分析,缺乏定量分析;模糊评价法虽然很好的解决了评价指标的模糊性,但是模糊评价主观性相对较强。

而因子分析法的基本目的就是用少数几个因子去描述许多指标或因素之间的联系,即将相关比较密切的几个变量归在同一类中,每一类变量就成为一个因子(之所以称其为因子,是因为它是不可观测的,即不是具体的变量),以较少的几个

表1 煤矿安全评价指标体系

Tab. 1 Evaluation indicators system of mine safety

	人均安全培训时间	员工接受安全培训的平均时间
	受教育程度	员工的受教育程度
	平均年龄	员工的平均年龄
	工人安全意识	员工安全意识的大小
设备因子	机械化程度	包括掘进、回采等机械化水平
	运输设备可靠性	运输设备的无故障时间除以总时间
	机电设备可靠性	机电设备的无故障时间除以总时间
	通风设备可靠性	通风设备的无故障时间除以总时间
	排水设备可靠性	排水设备的无故障时间除以总时间
环境因子	瓦斯等级	依据单位时间内瓦斯涌出量来划分
	水文地质状况	主要考察煤矿水灾发生的情况
	煤尘产生状况	采煤时产生的煤粉情况
	自然发火倾向性	煤从接触空气自燃的可能性
管理因子	顶板可靠率	顶板的可靠性
	安全制度完善率	安全制度的完备程度
	安全措施完善率	安全预防措施完善程度
	管理有效性	决策是否有效
	管理时效性	决策是否及时
信息因子	应急机制完善率	事故应急机制的完善程度
	信息化程度	煤矿企业的信息化程度
	信息的辨识和处理能力	对生产中的信息辨识和处理的能力

因子反映原始资料的大部分信息。运用这种研究技术,我们可以方便地找出影响煤矿安全的主要因素是哪些,以及它们的影响力(权重),运用这种研究技术,我们就可以对煤矿安全度进行评价。

因子分析法是根据变量间相关性大小,把变量分组,组内的变量之间相关性高,但不同组的变量相关性低,每组变量代表一个基本结构,这个基本结构称为公共因子。其出发点是用较少的相互独立的因子变量来代替原来变量的大部分信息,可以通过下面的数学模型来表示:  $X = A \times F + \alpha \times \epsilon$ , 其中  $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$  为  $p$  个原有变量,  $F$  为  $m$  个公共因子变量,  $m \leq p$ ,  $A$  为  $p \times m$  的因子载荷矩阵,  $(a_{ij})$  是因子载荷,其中  $a_{ij}$  为载荷矩阵  $A$  中的元素,表示第  $i$  个原有变量和第  $j$  个公共因子变量  $F_j$  的相关系数,  $a_{ij}$  越大说明公共因子  $F_j$  和原有变量  $x_i$  越强,  $\epsilon$  为特殊因子,表示了原有变量不能被公共因子变量所解释的部分,相当于多元回归分析中的残差部分。

因子分析法中有多种确定公共因子变量的方法,本文用基于主成分模型的主成分分析法来确定公共因子,其具体步骤如下<sup>[5]</sup>:

(1)对指标体系中的逆向指标进行正向化处理。正向指标是指数值越大,评价效果越好的指

标,逆向指标是指数值越大,评价效果越差的指标。将逆向指标转变为正向指标是因子分析法中数据标准化处理的前提。正向化的具体方法包括对指标取倒数等方法。

(2)对样本数据进行标准化(无量纲化)处理。该步骤是为了实现不同量纲的指标具有可比性,处理方法为  $Z_{ij} = (x_{ij} - x_{j*}) / s_j$ , 其中  $x_{ij}$  — 原测评指标;  $x_{ij}$  — 在同一个煤矿企业第  $i$  个时期的实际测量值;  $x_{j*} = \bar{x}_j$  指标的样本均值;  $s_j = \sqrt{\sigma_j^2}$  指标的均方根误差。

(3)计算  $[Z_{ij}]_{n \times p}$  的相关系数矩阵(或协方差矩阵)  $R$ 。通过相关系数矩阵  $R$  可以发现各测评指标间的相关情况,从而能够科学合理得筛选测评指标。

(4)确定  $m$  个公共因子。求  $R$  的前  $m$  个特征值  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m$ , 及对应的特征向量  $u_1, u_2, \dots, u_m$ , 特征向量之间标准正交。确定  $m$  有两种方法,可根据特征值的大小确定,一般取大于 1 的特征值,也可用累计方差贡献率来确定,设累计方差为  $Q$ ,  $Q = \sum_{i=1}^m \lambda_i / \sum_{i=1}^p \lambda_i$ , 一般累计方差贡献率应在 85% 以上。

(5)求  $m$  个公共因子的载荷矩阵  $A$ 。  $A =$

$[a_{ij}]_{p \times m} = [u_{ij} \times \lambda_i]_{p \times m}$ , 在实际分析时, 为了让公共因子变量的含义有比较清楚的认识, 往往对载荷矩阵进行方差极大法旋转, 使得每个公共因子上的最高载荷变量的数目最少。

(6) 计算各公共因子的得分  $F_j$ 。因子变量确定后, 就可以计算每一样本的  $m$  个公共因子得分, 因为误差的存在, 各因子得分计算须用各种不同的方法进行估计, 比如回归法、Bartlett 法等。

(7) 计算综合评价指标值  $Y$ 。按照公式  $Y = F_1 \times \lambda_1 \sum_{i=1}^m \lambda_i + \dots + F_m \times \lambda_m \sum_{i=1}^m \lambda_i$  计算综合评价指标值。对测评因子  $F_j$  后面的权重用其对应的特

征值占总提取特征值的比重来设定。这样, 我们便可以根据值来比较判断不同煤矿在同一时期或同一煤矿在不同历史时期的安全度。

### 3 实证研究

基于前述指标体系和评价方法, 本文将以某大型国有煤矿为例对其在 2001 年至 2008 年的安全度进行实证测度。由于指标体系中既包含定量的数据, 又包含定性的数据, 定量数据的来源是通过企业的年鉴而得, 定性数据通过专家对该企业过去的情况, 依据打分评判而得。

表 2 主成分提取表

Tab. 2 Principal component extracted form

主成分	旋转后的方差贡献率		
	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	7.488	34.036	34.036
2	4.945	22.478	56.515
3	4.623	21.012	77.527
4	3.227	14.670	92.196
5	1.292	5.873	98.069

提取方法: 主成分分析法

表 3 旋转后的因子载荷矩阵

Tab. 3 Factor loading matrix after the rotating

	要素				
	1	2	3	4	5
人员三违率	0.678	0.356	0.471	0.023	0.387
人均安全培训时间	0.612	0.382	0.275	0.304	0.555
受教育程度	0.669	0.348	0.597	0.267	0.009
平均年龄	0.677	0.422	0.558	0.155	0.134
工人安全意识	0.734	0.302	0.508	0.240	0.088
机械化程度	0.560	0.458	0.381	0.549	0.013
运输设备可靠性	0.896	0.211	0.163	0.142	0.296
机电设备可靠性	0.825	0.261	0.147	0.359	0.311
通风设备可靠性	0.957	0.034	0.263	-0.021	-0.048
排水设备可靠性	0.599	0.317	0.231	0.495	0.420
瓦斯等级	-0.102	-0.279	-0.106	-0.933	-0.095
水文地质状况	-0.260	-0.166	-0.924	-0.134	-0.117
煤尘产生状况	0.546	0.175	0.783	0.154	-0.018
自然发火倾向性	-0.049	0.607	0.720	0.304	0.126
顶板可靠率	0.514	0.284	0.659	0.395	-0.007
安全制度完善率	0.514	0.658	0.223	0.484	0.079
安全措施完善率	0.583	0.732	0.156	0.148	0.277
管理有效性	0.065	0.822	0.406	0.356	0.163
管理时效性	0.244	0.631	0.277	0.626	0.167
应急机制完善率	0.500	0.598	0.423	0.352	0.279
信息化程度	0.221	0.564	0.351	0.280	0.681
信息的辨识和处理能力	0.223	0.524	0.407	0.334	0.616

前述指标中, 人员三违率、平均年龄、瓦斯等级、自然发火倾向性为逆向指标, 其余指标均为正向指标, 因此, 首先对这三个指标进行正向化处理, 方法为取其倒数替代原始的指标值, 这样, 利用SPSS统计软件对正向化处理后的各指标进行无量纲化, 得到标准化后的数据(标准化数据略)。

在SPSS软件中, 根据以上数据得出主成分提取表、旋转后的因子载荷矩阵表和主成分得分系数矩阵。分别见表2、表3和表4。

主成分个数提取原则为主成分对应的特征值大于1的前m个主成分。特征值在某种程度上可以被看成是表示主成分影响力度大小的指标, 如果特征值小于1, 说明该主成分的解释力度还不如直接引入一个原变量的平均解释力度大, 因此一

般可以用特征值大于1作为纳入标准。由主成分提取表可知, 按特征值原则应提取4个主成分。同时, 也可以看到, 这4个主成分的累计方差贡献率达到98.069%, 大于85%的选择标准, 故整体解释力度较强。

在旋转后的因子载荷矩阵表中, 人员三违率、人均安全培训时间、受教育程度、平均年龄、工人安全意识、机械化程度、运输设备可靠性、机电设备可靠性、通风设备可靠性、排水设备可靠性在第一主成分上有较高的荷载, 说明第一主成分基本反映了这些指标的信息; 安全制度完善率、安全措施完善率、管理有效性、管理时效性、应急机制完善率在第二主成分上有较高荷载, 说明第二主成分基本反映了这些指标的信息; 水文地质状况、煤

表4 主成分得分系数矩阵  
Tab. 4 Main ingredients score matrix

	要素				
	1	2	3	4	5
人员三违率	-0.086	-0.030	0.223	-0.212	0.445
人均安全培训时间	-0.065	-0.134	-0.017	0.009	0.773
受教育程度	0.109	-0.043	0.133	0.035	-0.298
平均年龄	0.084	0.070	0.086	-0.129	-0.102
工人安全意识	0.133	-0.077	0.084	0.024	-0.165
机械化程度	0.079	-0.041	0.006	0.260	-0.322
运输设备可靠性	0.212	-0.084	-0.120	-0.057	0.173
机电设备可靠性	0.165	-0.162	-0.120	0.129	0.191
通风设备可靠性	0.346	-0.081	-0.041	-0.088	-0.378
排水设备可靠性	0.012	-0.238	-0.031	0.242	0.431
瓦斯等级	0.089	0.360	-0.009	-0.738	0.005
水文地质状况	0.130	0.260	-0.463	-0.053	-0.106
煤尘产生状况	0.051	-0.190	0.315	0.048	-0.231
自然发火倾向性	-0.257	0.166	0.272	-0.039	0.043
顶板可靠率	0.087	0.344	-0.139	-0.051	-0.419
安全制度完善率	0.064	0.245	-0.144	0.045	-0.266
安全措施完善率	0.060	0.473	-0.228	-0.348	0.052
管理有效性	-0.180	0.433	-0.001	-0.145	-0.021
管理时效性	-0.091	0.094	-0.039	0.227	-0.021
应急机制完善率	0.016	0.025	0.012	0.007	0.134
信息化程度	0.038	0.155	-0.058	-0.108	0.110
信息的辨识和处理能力	0.048	0.087	-0.014	-0.024	0.006

尘产生状况、自然发火倾向性和顶板可靠性在第三主成分上有较高的荷载,说明第三主成分基本反映了这些信息;瓦斯等级在第四主成分上有较高的荷载,说明第四主成分基本反映了该指标信息。信息化程度、信息的辨识和处理能力在第五主成分上有较高的荷载,说明第五主成分基本反映了该指标信息。所以提取五个主成分是可以基本反映全部指标的信息,因此用5个新变量来代替原来的22个变量。我们分别把第一主成分命名为人机因子(F1),第二主成分命名为管理因子(F2),第三主成分命名为环境因子(F3),第四主成分命名为瓦斯因子(F4),第五主成分命名为信息因子(F5)。

利用生成的主成分得分系数矩阵(Component score coefficient matrix)就可以得出主成分表达式

$$F1 = -0.086 \times x_1 - 0.065 \times x_2 + 0.109 \times x_3 + 0.084 \times x_4 + 0.133 \times x_5 + 0.079 \times x_6 + 0.212 \times x_7 + 0.165 \times x_8 + 0.346 \times x_9 + 0.012 \times x_{10} + 0.089 \times x_{11} + 0.130 \times x_{12} + 0.051 \times x_{13} - 0.257 \times x_{14} + 0.087 \times x_{15} + 0.064 \times x_{16} + 0.060 \times x_{17} - 0.180 \times x_{18} - 0.091 \times x_{19} + 0.016 \times x_{20} + 0.038 \times x_{21} + 0.048 \times x_{22}$$

$$F2 = -0.030 \times x_1 - 0.134 \times x_2 + 0.043 \times x_3 + 0.070 \times x_4 - 0.077 \times x_5 - 0.041 \times x_6 - 0.084 \times x_7 - 0.162 \times x_8 - 0.081 \times x_9 - 0.238 \times x_{10} + 0.360 \times x_{11} + 0.260 \times x_{12} - 0.190 \times x_{13} + 0.166 \times x_{14} + 0.344 \times x_{15} + 0.245 \times x_{16} + 0.473 \times x_{17} + 0.433 \times x_{18} + 0.094 \times x_{19} + 0.025 \times x_{20} + 0.155 \times x_{21} + 0.087 \times x_{22}$$

$$F3 = 0.223 \times x_1 - 0.017 \times x_2 + 0.133 \times x_3 + 0.086 \times x_4 + 0.084 \times x_5 + 0.006 \times x_6 - 0.120 \times x_7 - 0.120 \times x_8 - 0.041 \times x_9 - 0.031 \times x_{10} - 0.009 \times x_{11} -$$

$$0.463 \times x_{12} + 0.315 \times x_{13} + 0.272 \times x_{14} - 0.139 \times x_{15} - 0.144 \times x_{16} - 0.228 \times x_{17} - 0.001 \times x_{18} - 0.039 \times x_{19} + 0.012 \times x_{20} - 0.058 \times x_{21} - 0.014 \times x_{22}$$

$$F4 = -0.212 \times x_1 + 0.009 \times x_2 + 0.035 \times x_3 - 0.129 \times x_4 + 0.024 \times x_5 + 0.260 \times x_6 - 0.057 \times x_7 + 0.129 \times x_8 - 0.088 \times x_9 + 0.242 \times x_{10} - 0.738 \times x_{11} - 0.053 \times x_{12} + 0.048 \times x_{13} - 0.039 \times x_{14} - 0.051 \times x_{15} + 0.045 \times x_{16} - 0.348 \times x_{17} - 0.145 \times x_{18} + 0.227 \times x_{19} + 0.007 \times x_{20} - 0.108 \times x_{21} - 0.024 \times x_{22}$$

$$F5 = 0.445 \times x_1 + 0.773 \times x_2 - 0.298 \times x_3 - 0.102 \times x_4 - 0.165 \times x_5 - 0.322 \times x_6 + 0.173 \times x_7 + 0.191 \times x_8 - 0.378 \times x_9 + 0.431 \times x_{10} + 0.005 \times x_{11} - 0.106 \times x_{12} - 0.231 \times x_{13} + 0.043 \times x_{14} - 0.419 \times x_{15} - 0.266 \times x_{16} + 0.052 \times x_{17} - 0.021 \times x_{18} - 0.021 \times x_{19} + 0.134 \times x_{20} + 0.110 \times x_{21} + 0.006 \times x_{22}$$

以旋转后的累计方差贡献表中的各主成分对应的方差贡献率作为各主成分的权重构造主成分综合模型

$$F = 0.3471 \times F_1 + 0.2292 \times F_2 + 0.2143 \times F_3 + 0.1496 \times F_4 + 0.0599 \times F_5$$

根据主成分综合模型即可计算综合主成分值,并对其按综合主成分值进行排序,即可对该国有煤矿2001年到2008年的安全度进行综合评价比较,结果见表5。

从综合得分来看,该国有煤矿从2001年以来,其安全水平一直处于上升趋势,但各个年度安全水平提升的速度不均匀。具体来说,2004年到2005年安全度提升较慢,而2006到2007年甚至安全度还有一点下降。其他年份一般都是以高于20%的

表5 因子得分与综合得分

Tab. 5 Factor score and its comprehensive score

年度	F1	F2	F3	F4	F5	综合得分	综合排名
2001	-0.710 8	-0.168 8	-0.777 6	-1.488 3	0.076 3	-0.670 0	8
2002	-0.504 8	-1.102 8	0.393 1	-1.032 4	0.368 1	-0.476 1	7
2003	-0.917 7	-0.227 8	-0.549 4	0.907 9	0.039 7	-0.350 2	6
2004	0.654 5	-0.861 7	-0.421 6	0.410 5	-0.386 4	-0.022 4	5
2005	-0.130 7	0.830 7	0.383 9	0.073 9	-2.393 5	0.095 0	4
2006	0.517 8	-0.602 0	0.618 4	1.089 3	0.105 0	0.343 4	2
2007	0.548 7	0.793 9	-1.287 4	0.882 0	1.641 1	0.326 8	3
2008	0.542 9	1.338 6	1.640 6	-0.842 9	0.549 7	0.753 6	1

速度提升。这说明该国有企业在煤矿安全的整体水平上一直都在提升,这与国家对煤矿安全整顿是分不开的,近年来,国家逐年加大对煤矿的安全监管,国内煤矿企业的安全形势也逐年提高。这8年中,2008年综合得分最高,2001年综合得分最低,两者得分之差较大,说明该煤矿企业在8年内其安全水平出现了较大幅度的提高。综合得分为正值的年份分别为2005年、2006年、2007年和2008年,说明这些年份该企业的煤矿安全度相对较高。综合得分为负值的年份分别为2001年、2002年、2003年和2004年,说明这些年份该企业的煤矿安全度相对较低。这与现实相符,2005年,全国有26个产煤省份设置垂直管理的煤矿安全监察机构。通过政府监管力量的重拳出击,煤矿安全生产形势得到很大程度的改观。

从各项影响该企业的安全水平的因子得分来看:

(1) 人机因子得分排名依次为:2004年、2007年、2008年、2006年、2005年、2002年、2001年、2003年。2004年得分最高,2001年得分最低,而且在最近3年内的得分也很高,说明该企业在提高员工安全和设备水平方面做的很好。得分为正值的年份分别为2004年、2006年、2007年和2008年,说明这些年份该企业的人员安全教育、意识以及设备安全水平相对较强。总体的趋势是该企业的人员、设备安全可靠等方面在快速提高。

(2) 管理因子得分排名依次为:2008年、2005年、2007年、2001年、2003年、2006年、2004年、2002年。2008年得分最高,2002年得分最低,两者之间跨度很大,说明该企业在安全管理水平的提高方面改善的很快。得分为正值的年份分别为2008年、2005年、2007年,说明这些年份该企业的安全管理做得比较好。而且该企业的安全管理水平的总体趋势是安全水平的快速提高。

(3) 从环境因子和瓦斯因子的得分状况我们可以看出,这8年以来,煤矿开采的环境情况波动

非常大。而且瓦斯的产生状况也很不稳定,这主要是由于企业开采所在地的复杂的开采环境所导致的。而且该企业开采煤矿的90%以上都是井工矿,井深超过400m,在这种环境下进行多工种、多方位、多系统、立体交叉连续生产作业,导致事故的环境致灾因素非常多,这也是我国多数煤矿企业所面临的难题所在。

(4) 信息因子得分排名依次为:2007年、2008年、2002年、2006年、2001年、2003年、2004年、2005年。2007年得分最高,2005年得分最低,两者之间跨度很大,说明该企业在信息化水平的提高方面改善的也很快。得分为正值的年份分别为2007年、2008年、2002年、2006年、2001年、2003年,说明这些年份该企业的信息传递和辨识、信息处理等方面做得比较好。

## 4 结束语

利用安全评价,对煤矿中存在的职业危险、有害因素进行识别、分析和评价,提出预防、控制、治理措施,为煤矿的安全生产提供科学依据。以此建立的煤矿安全评价指标体系,克服了前人所建立指标体系的不足,为煤矿安全评价提供了另外一个视角,具有一定的理论和现实意义。

## 参考文献:

- [1] 新闻来源[EB/OL]. <http://www.sina.com>.
- [2] 孙建华,郭英霞.基于煤矿的多层次模糊综合评价方法[J].煤矿安全,2009(5):125-128.
- [3] 张玉林.煤矿安全综合评价研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2008.
- [4] 李春睿,齐庆新.煤矿工作面安全事故的模糊综合评价方法[J].煤矿开采,2009,14(3):13-15.
- [5] 余建英,何旭宏.数据统计分析与SPSS应用[M].北京:人民邮电出版社,2004.

(责任编辑 刘存英)