

# 集成 DEMATEL/ISM 的煤矿工人违章行为 影响因素研究\*

申霞<sup>1,2</sup> 副教授 夏越<sup>2</sup> 杨校毅<sup>2</sup> 张路<sup>2</sup>

(1 河南理工大学 安全与应急研究中心 河南 焦作 454000

2 河南理工大学 应急管理學院 河南 焦作 454000)

学科分类与代码: 6206010(安全管理工程)

中图分类号: X923

文献标志码: A

基金项目: 河南省产学研合作项目基金资助(132107000029); 河南省教育厅基金资助(2015-GH-101);

河南理工大学博士基金资助(72103/001/109)。

**【摘要】** 为研究煤矿工人违章行为的影响因素,基于对 C 煤矿 351 起事故案例的分析,结合实地调研和访谈,共提取 4 个方面 15 个影响因素。用集成决策实验室分析法(DEMATEL)和解释结构模型法(ISM)研究影响因素之间的关系及其对违章行为的影响程度,找出关键影响因素,分析因素间的综合影响关系,构建多级递阶结构模型。结果表明,矿领导对安全的重视程度和安全氛围具有根因素作用;班组长管理、安监人员监督、制度制定、制度执行和教育培训起着桥梁作用;知识与技能、安全意识、工种和工作时间对违章行为产生直接影响;个人传记特点、现场条件、作业设备和作业工具的影响相对较弱。重视根因素的改善有利于从根源上控制和预防煤矿工人的违章行为。

**【关键词】** 煤矿安全; 违章行为; 多级递阶结构模型; 集成 DEMATEL/ISM 法; 影响因素

## DEMATEL and ISM-based study on factors influencing miners' violation behavior

SHEN Xia<sup>1,2</sup> XIA Yue<sup>2</sup> YANY Xiao-yi<sup>2</sup> ZHANG Lu<sup>2</sup>

(1 Research Center of Safety and Emergency Management, Henan Polytechnic University,

Jiaozuo Henan 454000, China 2 School of Emergency Management, Henan Polytechnic University,  
Jiaozuo Henan 454000, China)

**Abstract:** In order to study the influence factors of miners' violation behavior, the 15 influencing factors in 4 aspects were extracted through the analysis of data on 351 accidents as well as conducting a field survey and interview in coal mine C. By means of DEMATEL and ISM method, compositive influence relationships among causation factors and their influence extents on violation behavior were studied, key causation factors were indentified, and a multi-level step-up structural model was established. The results showed that both the emphasis of coal mine's leader on safety and safety climate were the root factors. The monitoring of security personnel, system development, system execution, education and training played bridge roles in the multi-level step-up structure. Knowledge and skills, safety awareness, tape of work and working hours have direct influences to miners' violation behavior. Biographical characteristics of individual, condition of work place, operation equipment and working tools were the factors which have little effect. More attention should be paid to the improvement of root factors, which could originally prevent and control miners' violation behavior.

**Key words:** safety in coal mines; violation behavior; multi-level step-up structural model; integration of decision making trial and evaluation laboratory and interpretive structural model(DEMATEL/ISM); influencing factor

\* 文章编号: 1003-3033(2015)09-0145-07; DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2015.09.024  
收稿日期: 2015-07-11; 修稿日期: 2015-08-18

# 0 引言

违章行为是指在安全生产过程中,有意识或者无意识地不严格遵守或者违反安全操作规程和有关法律法规的动作或行为<sup>[1]</sup>。煤矿安全不仅与井下环境因素及设备因素有关,更与人的行为明显相关<sup>[2]</sup>。陈红等<sup>[3]</sup>通过对事故案例分析发现,在所有导致煤矿重大事故发生的直接原因中,人因所占比例高达 97.67%,其中由工人违章行为导致事故比例占 45.89%。

梳理国内外相关文献发现,学者们主要依据认知心理学<sup>[4-5]</sup>、心理测量学<sup>[6-7]</sup>、经济学理论<sup>[8-9]</sup>、博弈理论<sup>[8-9]</sup>、计划行为理论<sup>[2,10]</sup>及突变理论等<sup>[11]</sup>学科知识及理论框架,采用结构方程模型法<sup>[12-14]</sup>、系统动力学法<sup>[15]</sup>、多主体建模与仿真方法<sup>[16]</sup>及层次分析法<sup>[17]</sup>对违章行为产生的原因及控制方法等相关问题进行了研究,探讨了外在规定、矿工的认识能力、价值观和价值判断<sup>[5]</sup>、矿工传记特征、煤矿生产任务性质、组织特征和关系特征<sup>[13]</sup>等因素对违章行为的影响,揭示了违章行为演化规律<sup>[15]</sup>。

但上述研究对违章行为影响因素之间的相互作用关注不多,尤其是对各影响因素的重要度缺乏深入研究。因此,笔者将采用集成决策实验室分析法(integration of decision making trial and evaluation laboratory,DEMATEL)和解释结构模型法(interpretive structural model,ISM),研究影响因素之间的相互作用及其对违章行为的影响程度,构建影响因素多级递阶结构模型,揭示各因素的重要度,明确其中

的原因因素和结果因素,以期为管控煤矿工人违章行为提供新思路和新方法。

## 1 违章行为影响因素的提取

为获取以煤矿工人违章行为为直接原因的事故原始数据,以河南省 C 煤矿为样本,收集了该矿近 10 a 来发生的顶板、“一通三防”(通风、防尘、防瓦斯、防火)、机电、运输、爆破、水灾及其他等共 7 类 351 起事故案例,采用查阅文献及当事人深度访谈的方法,重新核实并判断每起事故的真实致因。研究发现,因工人违章行为导致的事故占事故总数的 52.99%,见表 1。进而对其中 186 起因违章行为而导致的事故案例进行分析,从中提取煤矿工人违章行为的影响因素,结合对 C 煤矿 128 名违章工人的问卷调查,最终筛选出 4 个方面、15 个影响因素,如图 1 所示。

表 1 各类事故中违章行为导致事故所占比例

Table 1 Proportion of accidents caused by violation behavior

事故类别	事故起数	违章造成事故数	违章比例/%
顶板	63	46	73.02
“一通三防”	8	3	37.50
机电	81	33	40.74
运输	106	72	67.92
爆破	11	9	81.82
水灾	3	1	33.33
其他	79	22	27.85
总计	351	186	52.99

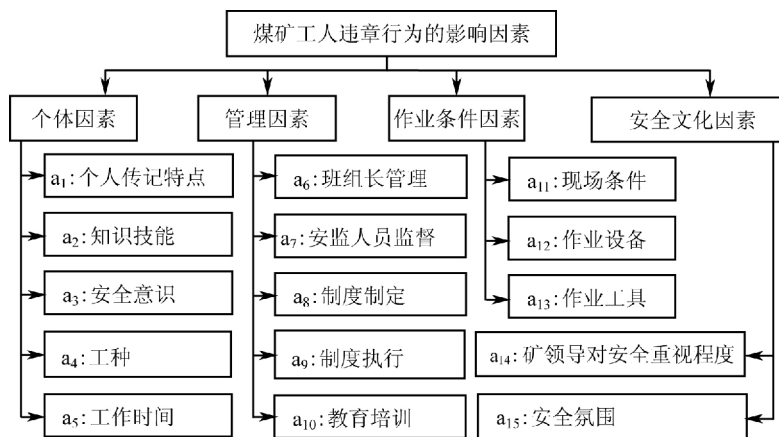


图 1 煤矿工人违章行为影响因素

Fig. 1 Factors influencing coal mine staff's violation behavior

### 1.1 个体因素

对煤矿工人违章行为产生影响的个体因素方面

包括个人传记特点、知识技能和安全意识 5 个因素。

a<sub>1</sub>: 个人传记特点。指工人的工龄、抚养孩子个数、吸烟情况、受教育程度及性格特征。

$a_2$ : 知识技能。指工人对安全知识、标准操作程序的掌握情况,对工具、设备操作的熟练程度。

$a_3$ : 安全意识。指工人在生产活动中各种各样有可能对自己或他人造成伤害的外在环境条件的一种戒备和警觉心理状态。

$a_4$ : 工种。指工人所在具体工作系统,如安装、开拓等各个系统不同而对工人的影响。

$a_5$ : 工作时间。指工人在工作系统中的工作时间对其违章行为选择的影响。

### 1.2 管理因素

对煤矿工人违章行为产生影响的管理因素方面包括班组长管理、安监人员监督、制度制定、制度执行和教育培训 5 个因素。

$a_6$ : 班组长管理。指组长、班长对其所管辖的成员违章行为指出、改正、惩罚亦或是容忍。

$a_7$ : 安监人员监督。指煤矿安监人员对工人违章行为指出、改正、惩罚亦或是容忍。

$a_8$ : 制度制定。指煤矿企业安全管理制度制定是否征求工人建议、是否切合实际等。

$a_9$ : 制度执行。指制度执行者对安全制度的执行情况。

$a_{10}$ : 教育培训。指煤矿企业对工人的思想教育及技能培训。

### 1.3 作业条件因素

对煤矿工人违章行为产生影响的作业条件因素方面包括现场条件、作业设备和作业工具 3 个因素。

$a_{11}$ : 现场条件。指工人所在工作面现场条件是否达到按操作规程进行工作的要求。

$a_{12}$ : 作业设备。指工人进行作业操作的设备,设备操作难度,设备完好与否。

$a_{13}$ : 作业工具。指工人在进行作业时所使用的工具安全与否、完好与否,以及是否能够发挥应有的功能。

### 1.4 安全文化因素

对煤矿工人违章行为产生影响的安全文化因素方面包括矿领导对安全重视程度和安全氛围 2 个因素。

$a_{14}$ : 矿领导对安全重视程度。指煤矿企业领导对安全和生产这 2 个企业主体的强调程度、资源投入。

$a_{15}$ : 安全氛围。指工人所处环境整体对安全的态度、工人对环境内工人违章的态度。

## 2 违章行为影响因素的分析

### 2.1 方法和模型介绍

DEMATEL 法通过确定系统中各因素之间直接影响关系的大小,来计算各因素对其他因素的影响及被影响程度,得出各因素的中心度与原因度,进而确定原因因素和结果因素。ISM 法的作用是将复杂的系统分解为若干子系统,最终构成一个多层递阶解释结构模型。集成 DEMATEL/ISM 构建多层递阶解释结构模型<sup>[18]</sup>的步骤如图 2 所示。

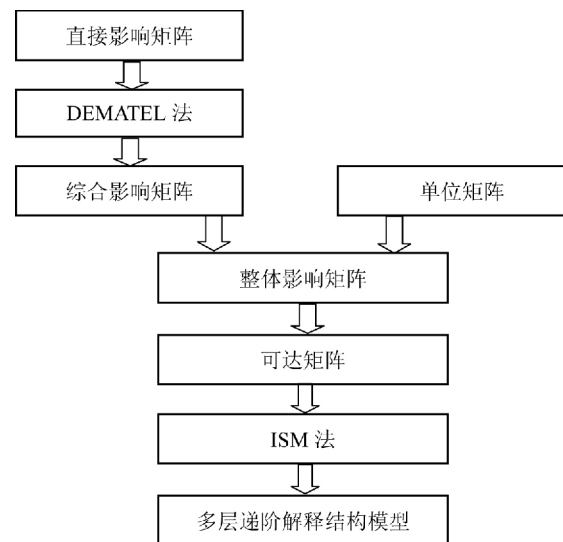


图 2 集成 DEMATEL/ISM 的计算步骤

Fig. 2 Steps of DEMATEL/ISM method

### 2.2 影响因素分析

将 DEMATEL 和 ISM 方法集成,能有效降低可达矩阵的计算量和计算复杂度,便于对影响因素系统进行科学分析。

#### 2.2.1 建立直接影响矩阵

选取 0 ~ 3 共 4 个整数表示因素之间的直接影响关系:0 表示无影响关系,1 表示弱影响关系,2 表示中度影响关系,3 表示强影响关系。邀请 10 位行业专家对 15 个影响因素之间的有无直接影响关系及其影响程度进行判断,各项得到直接影响矩阵  $X$  (表 2)。

表 2 煤矿工人违章行为影响因素直接影响矩阵  $X$

Table 2 Direct relation matrix of factors influencing coal mine staff's violation behavior( $X$ )

因素	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$
$a_1$	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_2$	0	0	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0

表2(续)

因素	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>15</sub>
a <sub>3</sub>	0	3	0	0	2	2	2	2	2	3	0	0	0	0	3
a <sub>4</sub>	0	3	2	0	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0
a <sub>5</sub>	0	0	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	3
a <sub>6</sub>	2	3	3	3	0	0	3	0	3	2	3	3	3	0	3
a <sub>7</sub>	2	3	3	3	0	3	0	0	3	2	3	3	3	0	3
a <sub>8</sub>	2	3	3	1	3	3	3	0	0	2	2	2	2	3	2
a <sub>9</sub>	2	3	3	3	3	3	3	1	0	3	3	3	3	3	3
a <sub>10</sub>	2	3	3	3	3	3	3	0	3	0	3	3	3	3	3
a <sub>11</sub>	0	2	3	2	3	2	2	0	0	1	0	3	3	3	1
a <sub>12</sub>	0	3	0	1	3	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0
a <sub>13</sub>	0	3	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
a <sub>14</sub>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
a <sub>15</sub>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0

2.2.2 建立综合影响矩阵

对直接影响矩阵  $X$  进行规范化处理, 可得规范化影响矩阵  $C$ 。由式(1)可得综合影响矩阵。

$$T = C(I - C)^{-1} \quad (1)$$

式中:  $T$  为综合影响矩阵;  $I$  为单位阵。

2.2.3 确定中心度和原因度

对综合影响矩阵  $T$  中元素按行相加得到相应因素的影响度  $f_i$ , 对  $T$  中的元素按列相加得到相应因素的被影响度  $e_i$ 。影响因素的影响度和被影响度相加得到中心度  $M_i$ , 影响因素的影响度和被影响度相减得到原因度  $N_i$ 。  $T$  和计算所得的  $f_i, e_i, M_i, N_i$  结果见表3。

表3 煤矿工人违章行为影响因素综合影响矩阵( $T$ )

Table 3 Total relation matrix of factors influencing coal mine staff's violation behavior( $T$ )

a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>15</sub>	f <sub>i</sub>	e <sub>i</sub>	M <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	
a <sub>1</sub>	0.00	0.03	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.19	0.82	1.01	-0.62
a <sub>2</sub>	0.01	0.03	0.10	0.07	0.06	0.08	0.07	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.57	1.91	2.48	-1.34
a <sub>3</sub>	0.03	0.13	0.07	0.05	0.10	0.11	0.11	0.07	0.09	0.11	0.04	0.05	0.05	0.03	0.12	1.15	1.85	3.01	-0.70
a <sub>4</sub>	0.02	0.12	0.09	0.04	0.03	0.11	0.11	0.01	0.03	0.10	0.03	0.03	0.03	0.01	0.04	0.80	1.35	2.15	-0.55
a <sub>5</sub>	0.02	0.04	0.11	0.03	0.03	0.10	0.08	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.10	0.69	1.44	2.13	-0.75
a <sub>6</sub>	0.08	0.16	0.15	0.13	0.07	0.08	0.14	0.03	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.04	0.13	1.60	1.66	3.26	-0.06
a <sub>7</sub>	0.08	0.16	0.15	0.13	0.07	0.14	0.08	0.03	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.04	0.13	1.60	1.60	3.21	<0*
a <sub>8</sub>	0.09	0.16	0.16	0.09	0.14	0.15	0.15	0.03	0.05	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	1.63	0.58	2.21	1.06
a <sub>9</sub>	0.09	0.19	0.18	0.15	0.16	0.17	0.17	0.06	0.06	0.15	0.14	0.14	0.14	0.11	0.15	2.05	0.96	3.02	1.09
a <sub>10</sub>	0.09	0.18	0.18	0.15	0.15	0.17	0.16	0.04	0.13	0.08	0.13	0.14	0.14	0.11	0.15	2.00	1.28	3.27	0.72
a <sub>11</sub>	0.03	0.12	0.13	0.10	0.12	0.11	0.11	0.02	0.04	0.07	0.04	0.11	0.11	0.09	0.07	1.27	1.09	2.37	0.18
a <sub>12</sub>	0.02	0.10	0.04	0.05	0.10	0.06	0.06	0.05	0.02	0.07	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.67	1.19	1.86	-0.52
a <sub>13</sub>	0.00	0.08	0.02	0.03	0.08	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.33	1.19	1.52	-0.86
a <sub>14</sub>	0.12	0.19	0.19	0.16	0.16	0.18	0.17	0.11	0.13	0.15	0.14	0.15	0.15	0.05	0.15	2.20	0.73	2.93	1.47
a <sub>15</sub>	0.12	0.19	0.19	0.16	0.16	0.18	0.17	0.11	0.13	0.15	0.14	0.15	0.15	0.12	0.09	2.20	1.31	3.50	0.89

\*说明:  $N_7 = f_7 - e_7 = 1.6026 - 1.6037 = -0.0011 < 0$ , 由于计算过程中选择保留2位小数, 所以表中无法显示。

依据表3画出影响煤矿工人违章的因果图(图3)。

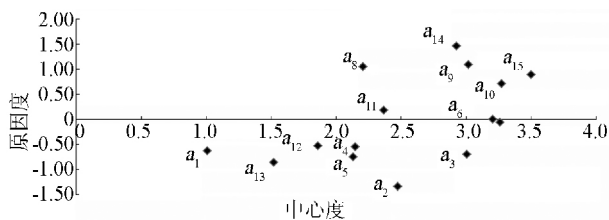


图3 煤矿工人违章影响因素因果图

Fig. 3 Result-cause graph of factors influencing coal mine staff's violation behavior

2.2.4 集成 DEMATEL/ISM 方法计算

在综合影响矩阵  $T$  的基础上, 由式(2)得到整

体影响矩阵  $H$ 。

$$H = I + T \quad (2)$$

给定阈值  $\lambda$ , 由式(3)、式(4)计算可达矩阵  $K$  (表4)。

$$K_{ij} = 1 \text{ if } h_{ij} \geq \lambda (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$$K_{ij} = 0 \text{ if } h_{ij} < \lambda (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

式中:  $K_{ij}$  为可达矩阵  $K$  的元素。  $\lambda$  的值直接影响可达矩阵构成及后续的层次结构划分, 具体取值可根据经验进行多次取值分析, 以获得满意结果。经多次取值后, 最终选取  $\lambda = 0.15$ 。

2.2.5 建立多层递阶解释结构模型

在可达矩阵  $K$  的基础上, 依据条件(式(5))是

否成立划分各级要素。

$$R_i \cap S_i = R_i, (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

式中:  $R_i$  为可达集合;  $S_i$  为前项集合。经计算得到工人违章行为影响因素分级表(表 5), 依据结果得到煤矿工人违章行为影响因素多级递阶结构模型(图 4)。

表 4 煤矿工人违章行为影响因素的可达矩阵  $K$

Table 4 Reachable matrix of factors influencing coal mine staff's violation behavior( $K$ )

	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$
$a_1$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_2$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_3$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_4$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_6$	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_7$	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_8$	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
$a_9$	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
$a_{10}$	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
$a_{11}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
$a_{12}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
$a_{13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
$a_{14}$	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
$a_{15}$	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$

表 5 煤矿工人违章行为影响因素分级表

Table 5 Levels of factors influencing coal mine staff's violation behavior

阶梯级别	元素集	层级说明
$L_1$	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_{11}, a_{12}, a_{13}$	表层影响因素
$L_2$	$a_6, a_7, a_8$	中层影响因素
$L_3$	$a_9, a_{10}$	中层影响因素
$L_4$	$a_{15}$	深层影响因素
$L_5$	$a_{14}$	根源影响因素

### 3 对违章行为影响因素分析结果的阐释

#### 3.1 对因素重要度的分析

由表 3 可知,  $a_{15}$ (安全氛围),  $a_{10}$ (教育培训),  $a_6$ (班组长管理),  $a_7$ (安监人员监督),  $a_9$ (制度执行),  $a_3$ (安全意识),  $a_{14}$ (矿领导对安全重视程度)重要度最高, 说明其对工人的违章行为决策影响最大。从图 4 也可以看出, 这几个因素处在比较重要的节点, 与其他的因素连接紧密。 $a_1$ (个人传记特点),

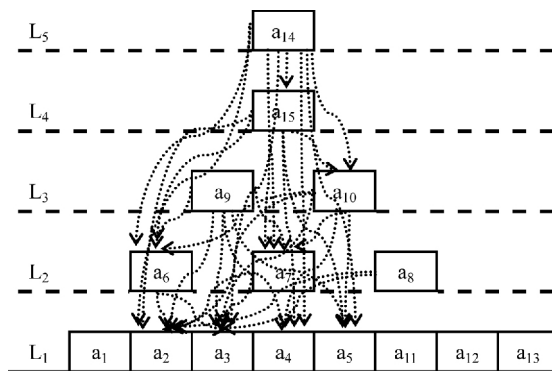


图 4 煤矿工人违章行为影响因素多级递阶结构模型  
Fig. 4 Multi-level step-up structural model of factors influencing coal mine staff's violation behavior

$a_{13}$ (作业工具),  $a_{12}$ (作业设备)重要度最低, 说明其对工人违章行为的影响程度较小。在图 4 所示的多级阶梯结构模型中也可以看出, 这几个因素相对独立, 与其他因素无连接。

#### 3.2 对原因因素的分析

对原因因素按其重要性进行排序, 依次是:  $a_{14}$ (矿领导对安全重视程度),  $a_9$ (制度执行),  $a_8$ (制度制定),  $a_{15}$ (安全氛围),  $a_{10}$ (教育、培训),  $a_{11}$ (现场条件)。在图 4 所示的多级结构模型中,  $a_{14}$ (矿领导对安全重视程度)处于  $L_5$  层, 是工人违章行为为根源性影响因素。该因素影响  $a_2$ (知识技能)、 $a_3$ (安全意识)、 $a_4$ (工种)、 $a_5$ (工作时间)、 $a_6$ (班组长管理)、 $a_7$ (安监人员监督)、 $a_{10}$ (教育培训)、 $a_{14}$ (矿领导对安全重视程度)。可见, 高层的安全决策显著影响工人的行为选择。 $a_{15}$ (安全氛围)处于  $L_4$  层, 是工人违章行为的深层影响因素, 该因素同时影响  $a_2$ (知识、技能)、 $a_3$ (安全意识)、 $a_4$ (工种)、 $a_5$ (工作时间)、 $a_6$ (班组长管理)、 $a_7$ (安监人员监督)、 $a_{10}$ (教育、培训)。可见, 安全氛围对煤矿企业员工违章行为的影响亦较大。 $a_9$ (制度执行)、 $a_{10}$ (教育培训)处于  $L_3$  层, 是工人违章行为的中层影响因素, 此 2 因素各自对  $a_2$ (知识、技能)、 $a_3$ (安全意识)、 $a_4$ (工种)、 $a_5$ (工作时间)、 $a_6$ (班组长管理)、 $a_7$ (安监人员监督)产生不同程度的影响。 $a_8$ (制度制定)处于  $L_2$  层, 也属于工人违章行为的中层影响因素, 该因素同时影响  $a_2$ (知识技能)、 $a_3$ (安全意识)。 $a_{11}$ (现场条件)在图 4 的多级结构模型中处于最底层, 说明相比于其他原因因素, 该因素对其他因素的影响程度较小。

#### 3.3 对结果因素的分析

对结果因素按其绝对值大小进行排序, 依次是:

$a_2$  ( 知识技能 )、 $a_{13}$  ( 作业工具 )、 $a_5$  ( 工作时间 )、 $a_3$  ( 安全意识 )、 $a_1$  ( 个人传记特点 )、 $a_4$  ( 工种 )、 $a_{12}$  ( 作业设备 )、 $a_6$  ( 班组长管理 )、 $a_7$  ( 安监人员监督 )。在图 4 中, $a_2$  ( 知识、技能 )、 $a_3$  ( 安全意识 ) 是表层影响因素,同时受  $a_6$  ( 班组长管理 )、 $a_7$  ( 安监人员监督 )、 $a_8$  ( 制度制定 )、 $a_9$  ( 制度执行 )、 $a_{10}$  ( 教育培训 )、 $a_{14}$  ( 矿领导对安全重视程度 )、 $a_{15}$  ( 安全氛围 ) 所影响。 $a_4$  ( 工种 )、 $a_5$  ( 工作时间 ) 处于最底层,是表层影响因素,受  $a_9$  ( 制度执行 )、 $a_{10}$  ( 教育、培训 )、 $a_{14}$  ( 矿领导对安全重视程度 )、 $a_{15}$  ( 安全氛围 ) 所影响。 $a_6$  ( 班组长管理 )、 $a_7$  ( 安监人员监督 ) 处于  $L_2$  层,是次表层影响因素,受  $a_9$  ( 制度执行 )、 $a_{10}$  ( 教育培训 )、 $a_{14}$  ( 矿领导对安全重视程度 )、 $a_{15}$  ( 安全氛围 ) 所影响。 $a_1$  ( 个人传记特点 )、 $a_{12}$  ( 作业设备 )、 $a_{13}$  ( 作业工具 ) 处最底层,但在图 4 的多级结构模型中处于独立的位置,与其他因素并无联系,说明该类因素被影响的程度较小。

### 4 结 论

煤矿工人违章行为控制历来是安全管理的一大难题,科学辨识违章行为的影响因素,并深入分析其影响程度,并采用集成 DEMATEL/ISM 方法对影响因素之间的关系及其对违章行为的影响程度进行研究,得出如下结论:

1) 根据煤矿工人违章行为影响因素系统中各因素是否影响其他因素,可将其分为原因因素和结果因素。重视原因因素的改善,能够更加有效地控制违章行为。

2) 通过对煤矿工人违章行为影响因素系统中各因素对其他因素的影响程度进行分析,发现影响因素呈多级递阶状分布,其中,“矿领导对安全重视程度”、“安全氛围”位于多级递阶结构模型的是影响工人违章行为的根源性和深层因素,说明企业安全文化对工人违章行为影响深远,若要有效控制违章行为应加强安全文化建设,营造浓郁的安全氛围。“班组长管理”、“安监人员监督”、“制度制定”、“制度执行”、“教育与培训”既影响其他因素,同时也被其他因素影响,说明安全监管、安全制度和安全教育对防控违章行为发挥重要作用。“知识、技能”、“安全意识”、“工种”、“工作时间”对工人违章行为有直接影响。“个人传记特点”、“现场条件”、“作业设备”、“作业工具”对违章行为影响甚微。

3) 因数据来源于某个煤矿企业,影响因素的筛选也只是通过对该矿人员的访谈调研,研究结果也未在其他煤矿应用,因此,今后需继续采用定性和定量相结合的方法,选择国有煤矿及地方煤矿典型样本,对方法的适用性进行验证。

### 参 考 文 献

[1] 宋守信,武淑平.基于期望理论的违章管理思维模式探讨[J].中国安全科学学报,2007,17(9):5-8.  
SONG Shou-xin, WU Shu-ping. A new thinking mode of violation management based on expectancy theory [J]. China Safety Science Journal, 2007, 17(9): 5-8.

[2] 李乃文,马跃,牛莉霞.基于计划行为理论的矿工故意违章行为意向研究[J].中国安全科学学报,2011,21(10):3-9.  
LI Nai-wen, MA Yue, NIU Li-xia. Research on miners' deliberate violation behavior intentions based on theory of planned behavior [J]. China Safety Science Journal, 2011, 21(10): 3-9.

[3] 陈红,祁慧,谭慧.基于特征源与环境特征的中国煤矿重大事故研究[J].中国安全科学学报,2005,15(9):33-38.  
CHEN Hong, QI Hui, TAN Hui. Study on fatal accidents in China's coal mines based on feature sources and environment characteristics [J]. China Safety Science Journal, 2005, 15(9): 33-38.

[4] J Reason, Manstead A, Stradling S, et al. Errors and violations on the road: A real distinction [J]. Ergonomics, 2000, 33(10): 1315-1320.

[5] 曹庆仁,李爽,宋学锋.煤矿员工的“知-能-行”不安全行为模式研究[J].中国安全科学学报,2007,17(12):19-25.  
CAO Qing-ren, LI Shuang, SONG Xue-feng. Study on the KAA unsafe behavior mode of coal mine employees [J]. China Safety Science Journal, 2007, 17(12): 19-25.

[6] 程卫民,周刚,王刚,等.人不安全行为的心理测量与分析[J].中国安全科学学报,2009,19(6):29-34.  
CHENG Wei-min, ZHOU Gang, WANG Gang, et al. Psychological measurement and analysis on human unsafe behavior [J]. China Safety Science Journal, 2009, 19(6): 29-34.

[7] 陆宝军,傅贵,王劲松,等.苏丹项目中资企业员工不安全行为心理测量[J].安全与环境学报,2013,13(2):222-226.  
LU Bao-jun, FU Gui, WANG Jin-song, et al. Psychological test for unsafe behavior generated by Chinese employees in Sudan projects [J]. Journal of Safety and Environment, 2013, 13(2): 222-226.

- [8] 刘永亮,张建国,王华东.煤矿安全管理与矿工违章行为进化博弈分析[J].煤炭工程,2013,45(1):131-133.  
LIU Yong-liang,ZHANG Jian-guo,WANG Hua-dong. Analysis on evolutionary game between mine safety management and miner's violation behaviors [J]. Coal Engineering, 2013, 45(1): 131-133.
- [9] 刘福潮,解建仓.习惯“违章”及其治理的博弈分析[J].西安理工大学学报,2009,25(2):238-241.  
LIU Fu-chao,XIE Jian-cang. The game analysis of “violating regulation” chronically and its control [J]. Journal of Xi'an University of Technology, 2009, 25(2): 238-241.
- [10] 刘海滨,梁振东.员工不安全行为意向的影响因子研究[J].中国安全科学学报,2011,21(8):15-21.  
LIU Hai-bin,LIANG Zhen-dong. Study on influencing factors of unsafe behavioral intention [J]. China Safety Science Journal, 2011, 21(8): 15-21.
- [11] 李乃文,黄俊婷,黄川.基于突变理论的矿工违章行为形成机理研究[J].煤矿安全,2014,45(6):233-236.  
LI Nai-wen,HUANG Jun-ting,HUANG Chuan. Study on formation mechanism of miners violation behaviors based on catastrophe theory [J]. Safety in Coal Mines, 2014, 45(6): 233-236.
- [12] Dong-Chul Seo. An explicative model of unsafe work behavior [J]. Safety Science, 2005, 43(3): 187-211.
- [13] 陈红,祁慧,汪鸥,等.中国煤矿重大事故中故意违章行为影响因素结构方程模型研究[J].系统工程理论与实践,2007,27(8):127-136.  
CHEN Hong,QI Hui,WANG Ou, et al. The research on the structural equation model of affecting factors of deliberate violation in coal mine fatal accidents in china [J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2007, 27(8): 127-136.
- [14] 刘海滨,梁振东.基于SEM的不安全行为与其意向关系的研究[J].中国安全科学学报,2012,22(2):23-29.  
LIU Hai-bin,LIANG Zhen-dong. Study on relationship between unsafe behavior and unsafe behavioral intention based on SEM [J]. China Safety Science Journal, 2012, 22(2): 23-29.
- [15] 李乃文,孙梦娇,梁凯.矿工故意违章行为影响因素系统动力学仿真研究[J].中国安全科学学报,2012,22(5):24-30.  
LI Nai-wen,SUN Meng-jiao,LIANG Kai. Simulation of factors affecting miners' deliberate violation behavior based on system dynamics [J]. China Safety Science Journal, 2012, 22(5): 24-30.
- [16] 李乃文,黄俊婷,牛莉霞.基于 Multi-agent 的矿工违章行为演化模型[J].中国安全科学学报,2013,23(11):10-15.  
LI Nai-wen,HUANG Jun-ting,NIU Li-xia. Evolutionary model of miners' violation behavior based on Multi-agent simulation [J]. China Safety Science Journal, 2012, 23(11): 10-15.
- [17] 李乃文,徐梦虹,牛莉霞.基于ISM和AHP法的矿工习惯性违章行为影响因素研究[J].中国安全科学学报,2012,22(8):22-28.  
LI Nai-wen,XU Meng-hong,NIU Li-xia. Study on factors influencing miners' habitual violation behavior based on ISM and AHP [J]. China Safety Science Journal, 2012, 22(8): 22-28.
- [18] 周德群,章玲.集成 DEMATEL/ISM 的复杂系统层次划分研究[J].管理科学学报,2008,11(2):20-26.  
ZHOU De-qun,ZHANG Ling. Establishing hierarchy structure in complex systems based on the integration of DEMATEL and ISM [J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(2): 20-26.



作者简介:申霞(1972-),女,河南濮阳人,博士,副教授,主要从事安全管理、安全文化及应急管理方面的研究。E-mail: shenxia0627@126.com.