DOI:10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2012.02.031

技术经济管理

煤矿事故应急管理体系后评估

张付涛[1]，李 宇[1]，李新春[2]
（1. 中国煤炭进出口公司，北京 100011；2. 中国矿业大学 管理学院，江苏 徐州 221116）

[摘 要] 根据当前煤矿企业应急管理存在的问题，从应急预案、组织体制、应急运作机制、法制法规体系和保障系统 5 个方面构建了煤矿事故应急管理体系。根据应急管理体系内容，对应急管理体系构建的科学性和可操作性进行事后评估，运用网络层次分析法（ANP）和模糊综合评判法进行评估。

[关键词] 应急管理体系；后评估；网络层次分析法；模糊综合评判法
[中图分类号] TD771 [文献标识码] A [文章编号] 1006-6225（2012）02-0102-04

Post-evaluation of Emergency Management System of Mine Disaster

ZHANG Fu-tao[1]，LI Yu[1]，LI Xin-chun[2]
（1. China Coal Import & Export Company，Beijing 100011，China；2. Management School，China University of Mining & Technology，Xuzhou 221116，China）

Abstract: In order to solve current problem in emergency management of mine enterprises，mine emergency management system was constructed from emergency plan，organization，emergency operation mechanism，law system and support system. Post-evaluation of scientificity and operability of emergency management system was made based on content of emergency management system by network AHP and fuzzy comprehensive valuation.

Key words: emergency management system；post-evaluation；ANP；fuzzy comprehensive evaluation

1 煤矿应急管理体系构建

应急管理体系是由专业技术、管理方法、行为规范、实施机构组成的有机结合体，以实施完成各种应对突发事件的方案和措施。欧美发达国家对应急管理体系的建设较早，其表现为：建立并完善应急管理协调机制；制订并优化应急管理行动流程；制订并完善应急管理法规体系；搭建应急管理信息平台。我国应急管理研究处于发展阶段，在煤矿领域研究甚少。由于煤矿事故应急管理研究方面的缺失，特别是煤矿事故应急管理体系建设没有科学有效的参考和理论指导，煤矿事故发生后，延误了最佳的救援时间，给生命和财产带来巨大威胁。

应急管理体系建立后，需要对其科学性和可操作性进行事后评估，从而找出现阶段不足，提出改进措施，进一步提高应急管理体系综合水平，加强煤矿企业应急管理能力。煤矿应急管理的事后评估对煤矿企业自身和其他企业今后救灾决策具有重要导向作用。

在总结前人研究的基础上，结合煤矿事故特点，构建了如图 1 所示的煤矿事故应急管理体系，体系是一个三层的系统结构，二级系统主要包括 5 个部分：应急预案、组织体制、应急运作机制、法制法规体系和保障系统。

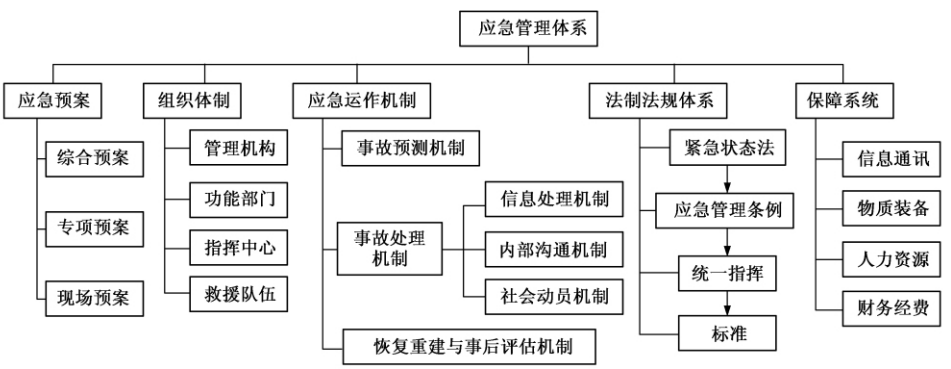

图 1 应急管理体系框架

[收稿日期] 2012-01-12
[基金项目] 教育部新世纪人才支持计划资助项目（NET-10-0766）；教育部高校博士点基金资助项目（20090095110001）；江苏省 333 科研项目（BRA2010143）
[作者简介] 张付涛（1971-），男，河南许昌人，高级工程师，中国煤炭进出口公司副总经理。

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

2　应急管理后评估指标体系建立

一般而言，进行项目后评估的主要分析方法是定量分析和定性分析相结合的方法。在项目评价的实际过程中，主要有前后对比法、有无对比法与因果分析法、发展趋势预测法和逻辑框架法等方法。考虑到煤矿事故后评估的具体情况，后评估中很多是定性指标，所以运用网络层次分析法与模糊综合评判法，利用软件 Super Decisions 进行相关计算。根据煤矿事故应急管理体系构建内容，得出应急管理后评估的指标体系内容。应急管理后评估指标体系如表 1 所示。

表 1　应急管理体系建设后评估指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	
应急管理体系建设后评估 Goal	应急预案 A	危险源辨识	A1
		风险评估和控制	A2
		应急培训和演练	A3
		预案内容的全面性	A4
		预案的可操作性	A5
	组织体制 B	应急管理机构	B1
		应急中心运行和组织	B2
		专业救援队伍	B3
		志愿者和社会资源	B4
	应急运作机制 C	预警系统	C1
		现场指挥系统	C2
		信息处理机制	C3
		内部沟通机制	C4
		社会动员	C5
		事故信息发布的及时性和准确性	C6
		恢复重建与事后评估机制	C7
	法律法规体系 D	应急管理条例	D1
		相关法律法规执行情况	D2
		法律法规的全面性	D3
	保障系统 E	信息通讯	E1
		物资装备	E2
		人力资源	E3
		财务经费	E4

（1）应急预案评估　主要是对应急预案的建设、内容、实施等方面进行评估。危险源辨识是指煤矿企业对所有可能存在安全隐患的地方进行辨识，其评估包括辨识内容的准确性和全面性；风险评估和控制指危险源辨识之后，对其风险等级进行确定以及采取一定的措施进行控制，其评估包括风险评估的准确性和控制措施的可实施性等内容；应急培训和演练指培训和演练是否到位，操作人员在事故发生时能否很好地进行自救和控制事故蔓延等；预案的可操作性指预案是否具有很强的操作性，预案的可操作性对事故的救援工作起到直接的影响作用。

（2）组织体制评估　主要是对组织体制的协调能力、沟通水平、人员配备等情况进行评估。应急管理机构包括部门之间的配合性和沟通能力；应急中心运行和组织指在进行救援过程中，应急中心的运作效率和协调各部门的能力；专业救援队伍包括专业救援队伍的整体水平、救援人员的素质、配合能力等；志愿者和社会资源指事故发生后，志愿者和社会资源的利用情况。

（3）应急运作机制评估　主要是对运行机制的指挥能力、信息处理效率、内部的沟通能力等进行评估。预警系统包括预警的准确性和及时性；现场指挥系统指决策的准确性、调动各部门、社会资源的能力；信息处理机制包括信息传递的准确性和及时性；内部沟通机制指所有参与救援的组织和人员之间的沟通效率；社会动员指煤矿企业动员社会资源协作救援。

（4）法律法规体系评估　主要是对法律法规的全面性和执行情况进行评估。应急管理条例包括应急管理条例的全面性和可用性；相关法律法规的执行情况指是否按照相关法律要求进行应急管理。

（5）保障系统评估　主要是对保障系统的资源配备情况进行评估。信息通讯包括信息资源的共享程度，辅助决策支持系统是否有效；物资装备指资源是否足够，是否快速、及时供应到位；人力资源包括专业队伍建设情况、志愿人员以及其他有关人员的培训教育；财务经费指应急财务保障情况。

3　后评估体系权重确定

3.1　数据处理

通过调查问卷的形式对应急管理后评估指标之间的重要性进行比较，采用专家打分的方法进行问卷调查，专家调查共收集 20 份问卷，对问卷进行处理得出 16 份有效问卷。通过对专家打分的处理，对打分结果进行平均，得出最终结果，并将结果输出到 Super Decisions 软件中。

3.2　指标权重确定

3.2.1　构建评价指标间的比较矩阵

对表 1 所列二级指标和三级指标，同一层次指标两两比较，形成正互反判断矩阵，如以一级指标“应急管理体系后评估”作为评价标准，对其指标下的二级指标重要程度进行两两比较，结果如表 2 所示，并对其进行一致性检验，由表 2 可知一致性检验结果为 0.0607，小于 0.1，说明通过一致性检验，结果是合理的。同理，以 5 个二级指标作为评价标准，对其下的三级指标两两进行比较，构建判

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

断矩阵，并进行一致性检验，且都通过。篇幅有限，这里不再详列。

表 2　二级指标比较判断矩阵

	应急预案 A	组织体制 B	运作机制 C	法律法规体系 D	保障系统 E	一致性检验
应急预案 A	1	2	1	4	2	CR = 0.0607 <0.1
组织体制 B	1/2	1	1/3	2	1/4	
运作机制 C	1	3	1	4	3	
法律法规体系 D	1/4	1/2	1/4	1	1/2	
保障系统 E	1/2	4	1/3	2	1	

3.2.2　计算极限超矩阵

利用 Super Decisions 计算表 1 应急后评估 ANP 结构的未加权超矩阵、加权超级矩阵和极限超级矩阵，在此基础上获得各指标权重如表 3 至表 8 所示。表 3 中局部权重是指本层次指标对于上一层次评价指标的重要性大小，而全局权重是把二级和三级别列于系统中，针对整个后评估体系重要性，实际多级模糊评判应用局部权重即可。

表 3　应急管理后评估指标二级指标权重

	A	B	C	D	E
局部权重	0.21398	0.1718	0.35137	0.13637	0.12653
全局权重	0.03476	0.0279	0.05708	0.02216	0.02056

表 4　应急预案下三级指标权重

	A1	A2	A3	A4	A5
局部权重	0.25763	0.2388	0.05985	0.17948	0.26421
全局权重	0.06712	0.0622	0.01559	0.04676	0.06883

表 5　组织体制下三级指标权重

	B1	B2	B3	B4
局部权重	0.54655	0.1425	0.21169	0.09923
全局权重	0.05036	0.0131	0.0195	0.00914

表 6　应急运作机制下三级指标权重

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
局部权重	0.11515	0.0814	0.18092	0.48822	0.02917	0.033810	0.071320
全局权重	0.02999	0.0212	0.04712	0.12716	0.00760	0.008807	0.018577

表 7　法律法规体系下三级指标权重

	D1	D2	D3
局部权重	0.22336	0.166	0.61069
全局权重	0.03468	0.0258	0.09482

表 8　保障系统下三级指标权重

	E1	E2	E3	E4
局部权重	0.07598	0.57492	0.165290	0.183810
全局权重	0.00526	0.03976	0.011432	0.012713

由各指标的局部权重可以看出，二级指标中，权重从高到低，依次为应急运作机制、应急预案、组织体制、法律法规体系、保障系统。说明煤矿事故应急管理中，应急运作机制最为重要，一个有效科学的应急处置流程能够提高运行机制的运作效率。应急预案其次重要，煤矿企业应重视应急预案的编写、应急演练等工作，进而提高应急救援能力，为事故救援做好准备工作。

4　实证研究

以永煤集团车集煤矿为例进行应急管理后评估，根据以上对应急管理后评估的指标权重计算结果。运用模糊综合评判法得出车集煤矿应急管理后评估的最终得分。计算过程如下:

(1) 评判集 $\boldsymbol{P}$ 的确定

$\boldsymbol{P}$ = {很好 (A)，较好 (B)，一般 (C)，较差 (D)，很差 (E)} = $\{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5\}$

并对评判集不同等级赋予不同分值，本文采用百分制 $\boldsymbol{G}$ = (95，85，75，65，45)。

(2) 评判矩阵 $\boldsymbol{R}_i$ 的确定

由车集煤矿安全管理负责人和员工对调查问卷进行打分，对调查问卷中所列应急管理后评估的各项三级指标进行打分评判，进而得到 5 个二级指标的评判矩阵 $\boldsymbol{R}_i$ (i = 1，2，3，4，5) 中各指标 r_{ig} 的值(r_{ig} 为第 i 项三级指标对第 g 项二级指标评语等级的隶属度)。同理可得其他隶属度。本文对 24 份问卷进行了统计，结果如表 9 所示。

(3) 根据前面表 3 到表 8 所列各级指标权重以及表 9 评判矩阵 $\boldsymbol{R}_i$，并定义向量的模糊运算 $\alpha \cdot \beta = \bigvee_{k=1}^{n} (\alpha_k \wedge \beta_k)$。则车集煤矿应急管理后评估指标体系 5 个二级指标的综合评判集 $\boldsymbol{H}_i$ (i = 1，2，3，4，5) 为:

$$\boldsymbol{H}_1 = \boldsymbol{B}_1 \cdot \boldsymbol{R}_1 = (0.26, 0.24, 0.06, 0.18, 0.26) \cdot \begin{pmatrix} 0.65 & 0.17 & 0.18 & 0.00 & 0.00 \\ 0.68 & 0.18 & 0.14 & 0.00 & 0.00 \\ 0.73 & 0.21 & 0.06 & 0.00 & 0.00 \\ 0.81 & 0.11 & 0.07 & 0.01 & 0.00 \\ 0.64 & 0.14 & 0.15 & 0.05 & 0.02 \end{pmatrix} = (0.26, 0.18, 0.18, 0.05, 0.02)$$

同理可得 $\boldsymbol{H}_2 = \boldsymbol{B}_2 \cdot \boldsymbol{R}_2$ = (0.55，0.21，0.1，0.1，0.06)。

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

表 9　三级指标评判结果

指标集	评语集				
	A	B	C	D	E
危险源辨识	0.65	0.17	0.18	0.00	0.00
风险评估和控制	0.68	0.18	0.14	0.00	0.00
应急培训和演练	0.73	0.21	0.06	0.00	0.00
预案内容的全面性	0.81	0.11	0.07	0.01	0.00
预案的可操作性	0.64	0.14	0.15	0.05	0.02
应急管理机构	0.69	0.21	0.06	0.04	0.00
应急中心运行和组织	0.43	0.46	0.09	0.02	0.00
专业救援队伍	0.77	0.21	0.02	0.00	0.00
志愿者和社会资源	0.15	0.16	0.53	0.10	0.06
预警系统	0.79	0.17	0.03	0.01	0.00
现场指挥系统	0.62	0.19	0.17	0.02	0.00
信息处理机制	0.71	0.21	0.08	0.00	0.00
内部沟通机制	0.59	0.34	0.07	0.00	0.00
社会动员机制	0.19	0.15	0.35	0.26	0.05
事故信息发布的及时性和准确性	0.76	0.18	0.06	0.00	0.00
恢复重建与事后评估机制	0.45	0.37	0.14	0.04	0.00
应急管理条例	0.61	0.26	0.11	0.02	0.00
相关法律法规执行情况	0.82	0.11	0.07	0.00	0.00
法律法规的全面性	0.73	0.17	0.09	0.01	0.00
信息通讯	0.68	0.26	0.06	0.00	0.00
物资装备	0.75	0.22	0.03	0.00	0.00
人力资源	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00
财务经费	0.97	0.03	0.00	0.00	0.00

$H_3 = B_3 \cdot R_3 = (0.49, 0.34, 0.08, 0.04, 0.03)$。

$H_4 = B_4 \cdot R_4 = (0.61, 0.22, 0.11, 0.02, 0.00)$。

$H_5 = B_5 \cdot R_5 = (0.57, 0.22, 0.06, 0.00, 0.00)$。

其中 B_i（$i=1, 2, 3, 4, 5$）为 5 个二级指标下三级指标重组成的权向量。

车集煤矿应急管理后评估综合评判集 E 为：

$$E = A \cdot \begin{bmatrix} H_1 \\ H_2 \\ H_3 \\ H_4 \\ H_5 \end{bmatrix} = (0.21, 0.17, 0.35, 0.14, 0.13) \cdot \begin{pmatrix} 0.26 & 0.18 & 0.18 & 0.05 & 0.02 \\ 0.55 & 0.21 & 0.10 & 0.10 & 0.06 \\ 0.49 & 0.34 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.61 & 0.22 & 0.11 & 0.02 & 0.00 \\ 0.57 & 0.22 & 0.06 & 0.00 & 0.00 \end{pmatrix} = (0.35, 0.34, 0.18, 0.10, 0.06)$$

。其中 A 为 5 个二级指标权重组成的权向量。

归一化处理 E 为：$E = (0.34, 0.33, 0.17, 0.10, 0.06)$，车集煤矿应急管理后评估最终得分 $G = 0.34 \cdot 95 + 0.33 \cdot 85 + 0.17 \cdot 75 + 0.10 \cdot 65 + 0.06 \cdot 45 = 82.3$

5　结论

通过车集煤矿应急管理后评估的最终得分可以看出：车集煤矿应急管理后评估的最终得分是比较好的，应急管理体系建设整体水平良好，各项管理水平达到了预期的目标。

但通过对车集煤矿应急管理后评估各个指标的评价结果来看，其中志愿者和社会资源、社会动员这两个指标得分比较低，说明这些方面做的还不到位，这也是很多煤矿企业在应急管理体系方面的不足，还没有形成由企业和社会共同参与的应急管理体系，煤矿事故应急救援的社会动员能力弱，没有将志愿者和社会资源很好地纳入到煤矿资源保障系统中。

由于煤矿安全事故应急管理的特点，从而使煤矿企业对社会资源考虑较少，没有形成完善的社会动员机制。煤矿企业在制定应急管理体系过程中，根据实际情况，应将全社会广泛参与应对突发事件的机制纳入进来，建立具备煤矿救援知识和能力的社会人员库，提高社会动员能力，从而提高煤矿事故整体救援水平。

[参考文献]

[1] 王莲芬．网络分析法（ANP）的理论与算法［J］．系统工程理论与实践，2001（3）：44-50.

[2] 钟开斌．“一案三制”：中国应急管理体系建设的基本框架［J］．南京社会科学，2009（11）：77-83.

[3] 焦　宇，周心权，谭国庆．煤矿特别重大瓦斯爆炸事故应急救援及决策实施效果评价原则［J］．煤矿安全，2009，40（8）：116-119.

[责任编辑：施红霞]

（上接 101 页）

管理到位”。

[参考文献]

[1] 焦作矿业学院瓦斯地质研究室．瓦斯地质概论［M］．北京：煤炭工业出版社，1990.

[2] 张子敏，刘　勇，张玉贵，等．瓦斯地质基础［M］．北京：煤炭工业出版社，2008.

[3] 王明慈，沈恒范．概率论与数理统计（第二版）［M］．北京：高等教育出版社，2007.

[4] 林柏泉，崔恒信．矿井瓦斯防治理论及技术［M］．徐州：中国矿业大学出版社，1998.

[责任编辑：邹正立]

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net