

基于熵权和模糊数学的充填管道堵塞风险评价

张钦礼¹, 曹瑞锋¹, 王石¹, 刘奇¹, 何洪涛²

1. 中南大学资源与安全工程学院, 长沙 410083
2. 马钢姑山矿业公司, 安徽马鞍山 243000

摘要 为预测深井矿山充填管道输送系统堵塞的难易程度, 基于熵权和模糊数学理论, 建立充填管道堵塞风险综合评判模型。选取充填料浆体积浓度、充填骨料形状等 10 项评价因素作为模糊综合评判的评价指标, 将矿山实测数据和充填管道堵塞风险 3 级评价标准转化为相应的隶属矩阵, 并利用熵权理论获得各判别指标的权重, 依照模糊综合评判模型进行计算, 得到充填管道堵塞风险评判值并进行排序。以金川龙首矿、大红山铜矿、河东金矿和新城金矿作为充填管道堵塞风险评价对象, 结果表明, 金川龙首矿充填管道堵塞风险略高于 II 级, 新城金矿充填管道堵塞风险略高于 III 级, 河东金矿和大红山铜矿充填管道堵塞风险均小于 III 级。所以, 金川龙首矿充填管道堵塞风险明显大于其他 3 个矿山, 新城金矿充填管道堵塞风险次之, 河东金矿和大红山铜矿充填管道堵塞风险小且差距不大。基于熵权和模糊数学的综合评判模型能反映出样本与评价标准之间的远近程度, 评价结果客观、合理, 具有良好的实用性。

关键词 充填管道; 管道堵塞; 模糊数学; 熵权; 风险性评价

中图分类号 TD853

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.h2.003

Risk Assessment on Blocking of Filling Pipeline Based on the Entropy and Fuzzy Mathematics

ZHANG Qinli¹, CAO Ruifeng¹, WANG Shi¹, LIU Qi¹, HE Hongtao²

1. School of Resources & Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China
2. Gushan Mining Company of Masteel, Maanshan 243000, Anhui Province, China

Abstract In order to predict the difficulty degree on filling pipeline blocking of filling system in deep mine, the comprehensive evaluation model of filling pipeline blocking was established on the basis of fuzzy mathematics and the entropy theory. Ten evaluation indexes, such as volume concentration of filling slurry and shape of filling aggregate, were selected as the discriminant ones of the fuzzy synthetic judge model. The corresponding membership matrix was established according to in-situ data of mine and three evaluation standard of filling pipeline blocking risk. The entropy theory was used to calculate the weight of each discriminated index, and the predictive value of filling pipeline blocking was finally achieved and sorted using the rules of fuzzy synthetic judge model. Regarding Longshou mine of Jinchuan Company, Dahongshan copper mine, Hedong gold mine and Xincheng gold mine as evaluation objects of filling pipeline blocking risk, the result shows that the risk grade of Longshou mine of Jinchuan company is a little more than level II, the risk grade of Xincheng gold mine is a little more than level III, the risk grades of Hedong gold mine and Dahongshan copper mine are both less than the level III. The comprehensive evaluation model based on fuzzy mathematics and the entropy theory can reflect the distance between the sample and the evaluation standard, and the evaluation result is objective and reasonable, which has good practicability.

Keywords filling pipeline; pipeline blocking; fuzzy mathematics; entropy; risk assessment

0 引言

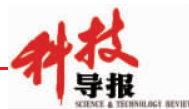
随着矿产资源的长期开采, 地壳浅部资源日渐枯竭, 资

源开发向深部发展已不可避免, 地压、岩爆、岩层冒落等灾害性事故的发生已成为矿山安全高效开采的限制因素, 充填采

收稿日期: 2013-04-08; 修回日期: 2013-07-24

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2008BA32B03)

作者简介: 张钦礼, 教授, 研究方向为采矿工艺与充填技术, 电子信箱: zhangqinlicn@126.com



矿法正日益成为矿山首选的采矿方法。在矿山充填采矿法中,充填作业是至关重要的步骤。充填作业时,料浆通过管道输送系统运送至井下,输送过程中可能会出现堵塞、磨损和爆裂等一系列影响生产安全的问题,因此,充填管道输送系统的可靠性成为充填采矿法安全运行的关键。而在这些失效形式中,堵塞是最容易和最经常发生的,严重影响充填管道输送系统的可靠性。很多矿山的充填系统都发生过堵管事故,因此,建立充填管道堵塞风险评价模型,准确预测充填管道系统堵塞风险,可以为矿山应对充填管道堵塞风险提供决策依据,从而保证矿山生产的安全高效。

在充填系统相关问题的研究中,对于充填系统整体可靠性的分析较多,如运用故障类型和影响分析(Failure Mode Effects Analysis, FMEA)^[1]、故障树分析(Fault Tree Analysis, FTA)^[2]和模糊分析^[3]等研究深井充填系统的综合可靠性,而对于充填系统单一环节的可靠性研究较少。在充填管道堵塞风险评价方面,王新民等^[4]运用未确知测度理论进行分析,而未确知测度理论只能得出样本的风险等级,不能对样本之间的风险差距量化。本研究引入基于熵权和模糊数学的综合评判模型,以矿山实测数据为原始资料,将充填料浆体积浓度、充填骨料形状等参数作为充填管道堵塞风险评价的研究指标,对充填管道系统堵塞风险进行评价。

1 模糊综合评判

模糊数学的综合评判主要涉及4个要素:因素集 X ,方案集 A ,隶属矩阵 R 和权重分配向量 W 。根据评价指标的不同,模糊综合评判可分为一级模糊评价和多级模糊评价,这里为二级模糊评价,评判流程见图1。

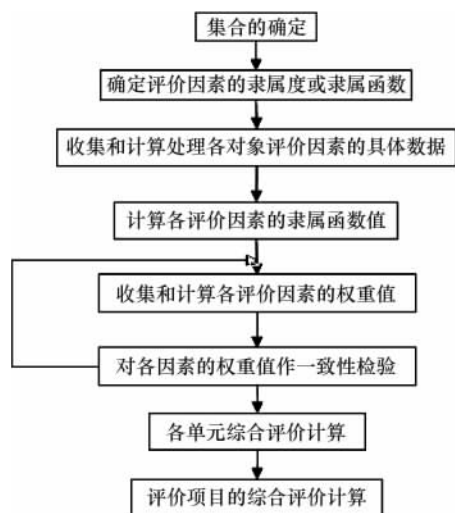


图1 模糊综合评判流程

Fig. 1 Process of fuzzy comprehensive evaluation

1.1 建立因素集 X 和方案集 A

设评选因素集 $X=\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$, 备选方案集 $A=\{A_1, A_2,$

$\dots, A_n\}$ 。给定的备选方案 $A_j(j=1, 2, \dots, n)$ 可以表示成一个 m 维“向量”形式: $A_j=\{X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jm}\}$, 其中 $X_{jk}(k=1, 2, \dots, m)$ 是方案 A_j 在因素 X_k 上的反映。 X_{jk} 可以是数量(当 X_k 是数量化指标时),也可以是一种自然语言的定性描述; A_j 为集合中的方案且为 X 上的模糊子集^[5]。

1.2 熵权法确定权重系数

(1) 信息熵值的确定。

根据斯梯林公式^[6,7]计算,可得 j 项指标的信息熵值 e_j :

$$e_j = \frac{\sum_{i=1}^{m+3} R_{ij} \ln R_{ij}}{\ln(m+4)} \quad (1)$$

式中, R_{ij} 为指标综合隶属矩阵。

(2) 权重函数。

某项指标的信息效用价值^[8]取决于该指标的信息熵 e_j 与1的差值 h_j :

$$h_j = 1 - e_j \quad (2)$$

于是, j 项指标的权重为

$$Q_j = h_j / \sum_{j=1}^n h_j \quad (3)$$

1.3 隶属矩阵的确定

定量指标的隶属度由隶属函数法确定,非定量指标采用相对二元比较法确定^[9]。在充填管道堵塞风险评价指标中,充填料浆体积浓度、充填料浆密度、管道内径、偏斜率、充填管道的绝对粗糙度、充填倍线、料浆流速与临界流速之比、加权平均粒径为定量指标,充填骨料形状和充填料浆的腐蚀性为非定量指标。定量指标的隶属函数是指 n 个方案的 m 个指标组成的目标特征值矩阵

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{bmatrix} = (y_{ij}) \quad (4)$$

在本指标体系中,定量指标的隶属函数为4个样本的8个定量指标组成的特征矩阵。对其进行规范化^[10],得到目标相对隶属度矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} = (r_{ij}) \quad (5)$$

对于非定量指标,则采用相对二元比较法。设系统有待进行重要性比较的目标因素集 $X=\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$, 研究目标集 X 中的目标,按“重要性”进行二元对比的定性排序^[11]。本指标体系是4个样本的2个非定量指标的影响程度之间的二元对比,由此得二元比较矩阵

$$E = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{m1} & e_{m2} & \dots & e_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$



根据排序查语气算子与定量标度表^[2],可以得到非定量指标的隶属度(表1)。

表1 语气算子与定量标度相对隶属度关系

Table 1 Membership degrees between particle operator and ration mark

语气算子	定量标度	相对隶属度
同样	0.500~0.525	1.000~0.905
稍稍	0.550~0.575	0.818~0.739
略为	0.600~0.625	0.667~0.600
较为	0.650~0.675	0.538~0.481
明显	0.700~0.725	0.429~0.379
显著	0.750~0.775	0.333~0.290
十分	0.800~0.825	0.250~0.212
非常	0.850~0.875	0.176~0.143
极其	0.900~0.925	0.111~0.081
极端	0.950~0.975	0.053~0.026
无可比拟	1.000	0

1.4 综合评判

由评价矩阵 R (隶属度矩阵)及因素权重 Q ,可得方案集 A 的综合评价为

$$B=Q \cdot R=(Q_1, Q_2, \dots, Q_m) \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_n) \quad (7)$$

这里, $b_j = \sum_{k=1}^m Q_k r_{kj}$ 为方案 A_j 的综合满意度或综合优越度。

2 充填管道堵塞风险性评价综合指数模型

科学、合理的评价指标能够全面客观地反映评价模型的实际情况,其中每个评价指标都相互影响,共同影响着充填管道的可靠性。因此,选取客观的评价指标是建立充填管道堵塞风险评价模型的基础,同时影响模型构建和评价结果的准确性。通过查阅文献、咨询相关专家,并结合矿山现场调研和实际项目经验,发现:充填料浆体积浓度(I_1)、充填料浆密度(I_2)、偏斜率(I_4)、充填管道的绝对粗糙度(I_5)、充填倍线(I_6)和加权平均粒径(I_8)在一定的范围内,值越大越容易造成管道堵塞;管道内径(I_3)和料浆流速与临界流速之比(I_7)的值越小越容易引起堵塞;充填骨料形状(I_9)越不规则、充填料浆腐蚀性(I_{10})越高越容易引起管道堵塞。由此,确定充填管道堵塞风险评价的定量评价指标和定性评价指标,并且通过赋值的方法将定性的指标转变为半定量的指标,使评价指标更为客观,以得出更为准确的评价结果。运用分级标准化法将每个指标分为3级,评价等级集为 $\{C_1, C_2, C_3\}$,表示为I级、II级、III级,分别代表影响程度为风险大、风险一般、风险小,评价指标影响程度分级标准见表2和表3。

表2 充填管道堵塞风险评价的定量指标分级标准

Table 2 Grading standard of quantitative indicators in risk evaluation on blocking of filling pipeline

影响程度分级	充填料浆体积浓度 / (t·%)	充填料浆密度 / (t·m ⁻³)	管道内径 /mm	偏斜率 /%	充填管道的绝对粗糙度 / μm	充填倍线	料浆流速与临界流速之比	加权平均粒径 /mm
I级	50	1.9	50	5	500	7	1	2.5
II级	40	1.7	100	3	300	5	1.2	0.7
III级	30	1.5	200	1	100	3	1.5	0.3

表3 充填管道堵塞风险评价的定性指标分级标准

Table 3 Grading standard of qualitative indicators in risk evaluation on blocking of filling pipeline

影响程度分级	赋值	充填骨料形状	充填料浆腐蚀性
I级	1	极不规则	强酸、强碱或含有易与充填管道发生反应的化学物质
II级	2	方形或多角形	弱酸、弱碱或含有能与充填管道发生轻微反应的化合物
III级	3	圆形或椭圆形	中性且不含能与充填管道发生反应的化学物质

3 应用实例分析

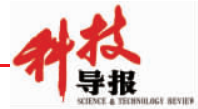
3.1 矿山资料

以金川龙首矿(Z_1)、大红山铜矿(Z_2)、河东金矿(Z_3)和新城金矿(Z_4)做为充填管道堵塞风险评价对象,4个矿山都具备丰富的充填作业经验,可以作为代表性样本参与评判。以每个样本各个评价指标的实测数据为基础,与充填管道堵塞风险3级评价标准一并建立模糊综合评判模型,得出样本充填管道堵塞风险值。通过对矿山实际考察和在矿山的实际科研经验,结合矿山原有数据和实际测量取得各个矿山充填管道堵塞风险评价所需的各项指标值。4个矿山的充填管道堵塞风险评价指标统计值见表4。

表4 矿山充填管道堵塞风险评价指标统计值

Table 4 Statistics of all indexes of filling pipeline in each mine

矿山名称	充填管道堵塞风险评价指标统计值									
	$I_1/\%$	$I_2/(t \cdot m^{-3})$	I_3/mm	$I_4/\%$	$I_5/\mu m$	I_6	I_7	I_8/mm	I_9	I_{10}
Z_1	56	1.98	219	2.72	300	3.8	0.8	0.58	1	2
Z_2	33	1.69	150	0.98	500	9.6	3.0	0.05	3	3
Z_3	24	1.68	90	0.56	100	5.2	1.6	0.21	3	4
Z_4	52	1.94	107	1.27	200	5.8	3.5	0.11	4	3



3.2 评价步骤

根据收益性与消耗性定量指标的隶属函数法,结合表4和充填管道堵塞风险性评价3级标准,对指标体系中的8个定量指标进行计算。定量指标的特征向量矩阵

$$R_{1-8} = \begin{bmatrix} 56 & 33 & 24 & 52 & 50 & 40 & 30 \\ 1.98 & 1.69 & 1.68 & 1.94 & 1.9 & 1.7 & 1.5 \\ 219 & 150 & 90 & 107 & 50 & 100 & 200 \\ 2.72 & 0.98 & 0.56 & 1.27 & 5 & 3 & 1 \\ 300 & 500 & 100 & 200 & 500 & 300 & 100 \\ 3.8 & 9.6 & 5.2 & 5.8 & 7 & 5 & 3 \\ 0.8 & 3 & 1.6 & 3.5 & 1 & 1.2 & 1.5 \\ 0.58 & 0.05 & 0.21 & 0.11 & 2.5 & 0.7 & 0.3 \end{bmatrix}$$

对特征向量矩阵进行规格化得

$$R_{1-8} = \begin{bmatrix} 0.429 & 0.727 & 1 & 0.462 & 0.480 & 0.600 & 0.800 \\ 0.758 & 0.888 & 0.893 & 0.773 & 0.789 & 0.882 & 1 \\ 1 & 0.685 & 0.411 & 0.489 & 0.228 & 0.457 & 0.913 \\ 0.206 & 0.571 & 1 & 0.441 & 0.112 & 0.187 & 0.560 \\ 0.333 & 0.200 & 1 & 0.500 & 0.200 & 0.333 & 1 \\ 0.789 & 0.313 & 0.577 & 0.517 & 0.429 & 0.600 & 1 \\ 0.229 & 0.857 & 0.457 & 1 & 0.286 & 0.343 & 0.429 \\ 0.086 & 1 & 0.238 & 0.455 & 0.200 & 0.071 & 0.167 \end{bmatrix}$$

根据二元比较法及语气算子与定量标度表,可得非定量指标隶属矩阵分别为

$$R_9 = [0.333 \quad 0.667 \quad 0.667 \quad 1 \quad 0.333 \quad 0.667 \quad 1]$$

$$R_{10} = [0.333 \quad 0.667 \quad 1 \quad 0.667 \quad 0.333 \quad 0.667 \quad 1]$$

综合以上,可得到综合隶属度矩阵

$$R = \begin{bmatrix} 0.429 & 0.727 & 1 & 0.462 & 0.480 & 0.600 & 0.800 \\ 0.758 & 0.888 & 0.893 & 0.773 & 0.789 & 0.882 & 1 \\ 1 & 0.685 & 0.411 & 0.489 & 0.228 & 0.457 & 0.913 \\ 0.206 & 0.571 & 1 & 0.441 & 0.112 & 0.187 & 0.560 \\ 0.333 & 0.200 & 1 & 0.500 & 0.200 & 0.333 & 1 \\ 0.789 & 0.313 & 0.577 & 0.517 & 0.429 & 0.600 & 1 \\ 0.229 & 0.857 & 0.457 & 1 & 0.286 & 0.343 & 0.429 \\ 0.086 & 1 & 0.238 & 0.455 & 0.200 & 0.071 & 0.167 \\ 0.333 & 0.667 & 0.667 & 1 & 0.333 & 0.667 & 1 \\ 0.333 & 0.667 & 1 & 0.667 & 0.333 & 0.667 & 1 \end{bmatrix}$$

根据式(1)~(3),分别求出各评价指标的信息熵(e_j)、信息效用价值(h_j)和权重值(Q_j),见表5。

根据式(7)求得各样本和管道堵塞风险评价标准的模糊综合评判值并排序,见表6。由表6可见,按照模糊综合评判模型评价结果显示,金川龙首矿、大红山铜矿、河东金矿和新城金矿的管道堵塞风险排序为I级>金川龙首矿>II级>新城金矿>III级>河东金矿>大红山铜矿。但由综合评判值来看,金川龙首矿管道堵塞风险最高,接近II级风险标准,虽然新城金矿堵塞风险为介于II级与III级之间,但新城金矿堵塞风险评判值与III级标准数值很接近,而河东金矿和新城金矿评判值结果明显高于III级,两者风险性相差不大,但是均与金川龙首矿评判值相差很大。金川龙首矿管道堵塞风险明显大于其他3个矿山,新城金矿管道堵塞风险次之,河东金矿和大红山铜矿管道堵塞风险小且差距不大。

表5 充填管道堵塞风险各评价指标的信息熵、信息效用价值和权重值

Table 5 Information entropy, information utility value and weight value of risk evaluation on blocking of filling pipeline

充填管道堵塞风险评价指标	$I_1/\%$	$I_2/(t \cdot m^{-3})$	I_3/mm	$I_4/\%$	$I_5/\mu m$	I_6	I_7	I_8/mm	I_9	I_{10}
e_j	-0.9771	-0.9978	-0.9507	-0.8932	-0.9017	-0.9690	-0.9317	-0.7382	-0.9616	-0.9616
h_j	0.0229	0.0022	0.0493	0.1068	0.0983	0.0310	0.0683	0.2618	0.0384	0.0384
Q_j	0.0320	0.0031	0.0687	0.1489	0.1370	0.0433	0.0952	0.3649	0.0535	0.0535

表6 基于模糊综合评判法的计算结果

Table 6 Results of comprehensive index method based on the entropy

样本	充填管道风险评价标准	评判值	综合排序
Z_1		0.2841	2
Z_2		0.6838	7
Z_3		0.6441	6
Z_4		0.5014	4
	I	0.1961	1
	II	0.3044	3
	III	0.5199	5

金川公司在2007年6月的金川资源综合利用科技大会上提出,供料环节中尾砂输送管路堵塞事故频繁,而其他3个矿山的情节相比较轻微。这与计算结果相符。

4 结论

(1) 将模糊综合评判模型引入管道堵塞风险评价中,确定10个评价指标,利用熵权法计算指标权重,并将风险评价标准与实际监测值结合在一起进行定量分析,最后得出明确的判别值,既可以对矿山堵塞风险进行排序,又可以得出它与风险标准的远近程度。

(2) 建立基于熵权和模糊数学的综合评判模型对具体工程实例进行分析,得出金川龙首矿、大红山铜矿、河东金矿和新城金矿的管道堵塞风险综合指数值分别为0.2841、0.6838、0.6441、0.5014。由此可见,金川龙首矿管道堵塞风险明显大于其他3个矿山,新城金矿管道堵塞风险次之,河东金矿和大红山铜矿管道堵塞风险小且差距不大。

(3) 利用信息熵反映数据自身的效用值确定权重系数,

实现权重随指标影响程度的动态变化,减少了评价的主观性,使评价结果客观、合理,具有良好的实用性。

参考文献 (References)

- [1] 门峰. 模糊集理论与灰色关联理论的 FMEA 方法[J]. 工业工程, 2008, 11(4): 109-117.
Men Feng. Industrial Engineering Journal, 2008, 11(4): 109-117.
- [2] 陶建峰, 王少萍, 姚一平. 计算机辅助 FMECA 与 FTA 正向综合分析方法研究[J]. 北京航空航天大学学报, 2000, 26(6): 663-665.
Tao Jianfeng, Wang Shaoping, Yao Yiping. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2000, 26(6): 663-665.
- [3] 刘小春, 黄嵩. 基于模糊数学的民爆器材库房安全综合评价模型及应用[J]. 中国安全科学学报, 2007, 17(7): 102-106.
Liu Xiaochun, Huang Song. China Safety Science Journal, 2007, 17(7): 102-106.
- [4] 王新民, 王石, 鄢德波, 等. 基于未确知测度理论的充填管道堵塞风险评价[J]. 中国安全科学学报, 2012, 22(4): 151-156.
Wang Xinmin, Wang Shi, Yan Debo, et al. China Safety Science Journal, 2012, 22(4): 151-156.
- [5] 许传华, 任青文. 地下工程围岩稳定性的模糊综合评判法[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(11): 1852-1855.
Xu Chuanhua, Ren Qingwen. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2004, 23(11): 1852-1855.
- [6] 孟宪萌, 束龙仓, 卢耀如. 基于熵权的改进 DRASTIC 模型在地下水脆弱性评价中的应用[J]. 水利学报, 2007, 38(1): 95-96.
Meng Xianmeng, Shu Longcang, Lu Yaoru. Journal of Hydraulic Engineering, 2007, 38(1): 95-96.
- [7] 张小飞, 苏国韶, 吴彰敦. 基于层次模糊综合评价的水库大坝安全评价法[J]. 广西大学学报: 自然科学版, 2009, 34(3): 321-325.
Zhang Xiaofei, Su Guoshao, Wu Zhangdun. Journal of Guangxi University: Natural Science Edition, 2009, 34(3): 321-325.
- [8] 闫文周, 顾连胜. 熵权决策法在工程评标中的应用[J]. 西安建筑科技大学学报, 2004, 36(1): 98-100.
Yan Wenzhou, Gu Liansheng. Journal of Xi'an University of Architecture & Technology, 2004, 36(1): 98-100.
- [9] Li L, Li Y M. The design and stability analysis of adaptive system based on linear T-S fuzzy system [J]. Acta Automatica Sinica, 2003, 29 (6): 1024-1026.
- [10] Lee H, Tom M R. Adaptive control using a universal approximation for SISO nonlinear systems[J]. IEEE Trans Fuzzy Systems, 2001, 122(1): 88-93.
- [11] Chan P T, Rad A B, Wang J. Indirect adaptive fuzzy sliding mode control. Part II: Parameter project and supervisory control[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2001, 119(1): 156-161.
- [12] Xin L, Geng H, Wang Y, et al. General limited information diffusion method of small-sample information analysis in insurance[J]. Journal of Shanghai University: English Edition, 2007, 11(3): 259-262.

(责任编辑 侯澄芝, 马宇虹)

·学术动态·



2013 年全国科普日北京主场活动接待观众 18 万人次

2013 年 9 月 14—20 日, 全国科普日北京主场活动在北京园博园持续 7 天向公众开放, 共接待中外观众约 18 万人次。

2002 年 6 月 29 日, 中国第一部也是世界上第一部关于科普的法律——《中华人民共和国科学技术普及法》正式颁布实施。为了推动和助力《科普法》的实施, 2003 年 6 月 29 日, 在《科普法》颁布周年之际, 中国科协举办了大规模科普活动。从 2004 年起, 中国科协决定每年开展全国科普日活动, 并于 2005 年将活动开始时间调到每年 9 月的第 3 个公休日, 并持续 1 周。2006 年, 国务院颁布实施了《全民科学素质行动计划纲要》。中国科协作为《纲要》的牵头单位, 进一步加大了对全国科普日活动的组织协调力度, 从 2013 年起, 中国科协决定联合教育部及与主题相关的部委共同主办全国科普日活动。

详见中国科协网 <http://www.cast.org.cn/n35081/n35096/n10225918/15051066.html>。