

某矿山最佳充填站站址方案选择

张钦礼¹, 肖崇春¹, 陈秋松¹, 王新民¹, 徐丹²

1. 中南大学资源与安全工程学院, 长沙 410083

2. 中国黄金集团, 北京 100011

摘要 充填站站址是一个充填矿山的咽喉工程,其合理与否是一个新建充填系统的关键。为解决充填站站址方案优化选择问题,本文通过现场调研、资料分析、专家咨询等方式,综合考虑经济、技术、环境、安全等因素,建立了充填站站址方案综合评判指标体系,进而运用层次分析法(AHP)、熵值法(EM)和逼近理想解的排序法(TOPSIS)的基本理论对充填站站址方案进行综合评判,从而确定最优充填站站址方案。评判过程中,为均衡主观、客观因素对各评判指标权重的影响,运用层次分析法确定各评判指标的主观权重,结合熵值法计算得到的客观权重,得到均衡主观、客观因素影响的均衡权重,进而结合逼近理想解的排序法的基本原理建立 AHP&EM-TOPSIS 综合评判模型,计算得到各充填站站址方案基于评判指标的综合优越度,从而确定各充填站站址方案的优劣。将该方法应用于某矿山实例中,依据该矿山实际条件,拟定 3 种待选充填站站址方案,建立充填站站址综合评价指标体系,进而运用 AHP&EM-TOPSIS 综合评判模型对各充填站站址方案进行评判,得出拟选择 3 种充填站站址方案的综合优越度分别为:71.2%, 46.4%, 56.3%, 从而确定第 1 种方案最优。经该矿山实践表明,本文方法所确定的充填站站址方案在生产过程中取得了良好的经济、社会效益。

关键词 充填站站址;层次分析法;熵值法;逼近理想解的排序法;综合评判模型

中图分类号 TD853

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.19.005

Best Selective Scheme for the Filling Station Location of a Certain Mine

ZHANG Qinli¹, XIAO Chongchun¹, CHEN Qiusong¹, WANG Xinmin¹, XU Dan²

1. School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

2. China National Gold Group Corporation, Beijing 100011, China

Abstract Filling station location is a throat engineering of the filling mine. Furthermore, whether or not the location of filling station is reasonable is the key to a new built filling system. In order to solve the problem about the optimal selection of filling station scheme, an evaluation indicator system of filling station scheme is established. The economy, technology, environment, and safety factors are comprehensively considered in order to establish the evaluation indicator system. In the establishment process of comprehensive evaluation index, the methods of on-site research, data analysis, and consultation with experts are used to ensure the reliability of the evaluation indicator system. Then, the basic theories of Analytic Hierarchy Process (AHP), Entropy Method (EM), and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) are adopted to evaluate the filling station scheme for determining the optimal filling station location. During the evaluation process, the AHP is used to decide the subjective weights of evaluation indexes, combining with the objective weights that calculated by EM, the balanced weights are gotten. By that way, the impacts of subjective and objective factors on the weights of evaluation indexes are evened up. Then, the AHP&EM-TOPSIS comprehensive evaluation model is established with the basic theory of TOPSIS. Finally, by calculating the superior degrees of each filling station site scheme based on the comprehensive evaluation index, the pros and cons of these schemes are determined. The model is used to optimize and select the filling station scheme for a certain mine, the synthetic superior degrees of three optional schemes are obtained, the degrees are 71.2%, 46.4%, 56.3%, respectively. Obviously, the first solution is the best. Based on the mine production practice, it is confirmed that the filling station scheme determined by the method has achieved good economic and social benefits.

Keywords filling station location; AHP; EM; TOPSIS; comprehensive evaluation model

收稿日期: 2013-01-04; 修回日期: 2013-04-22

基金项目: "十一五"国家科技支撑计划项目(2008BAB32B03)

作者简介: 张钦礼, 教授, 研究方向为采矿工程和安全工程、充填理论和技术等, 电子信箱: zhangqinli@126.com

0 引言

充填采矿法能够有效保护矿区地表及周边生态环境、降低矿石损失贫化、减少尾矿排放以及控制采场地压,因而近些年来被越来越多的地下矿山所采用^[1,2]。充填站作为矿山永久设施,站址确定的合理与否是一个新建充填系统的关键,充填站站址涉及到料浆输送顺利、地表相应设施配套、充填管线布设、充填范围、充填材料供应等,且系统建成对生产的平稳安全运转产生重大的影响。特别是随着越来越多的大型矿山转入地下开采^[3],这些矿山充填能力要求高,充填系统复杂,充填站站址的合理组合直接关系到充填能力的实现、充填调度、系统投资,长期效益等重要指标。因此选择和确定充填站站址方案是一项极为重要又十分复杂的问题,需要根据具体条件,从技术、经济、安全等方面的多项指标进行综合分析和对比,从各种可行的方案中选出最优方案。然而目前尚缺乏对充填站站址方案选择的系统方法,传统选择方法是根据经验或几组统计数据进行直观地评价选择,且一般仅对经济指标进行考虑,容易由于经验的局限及单方面追求经济的目的,造成决策的失误。

鉴于以上分析,笔者建立充填站站址方案综合评判体系,将熵值法^[4,5]、层次分析法^[6]和逼近理想解的排序法^[7-9]相结合应用到充填站站址方案选择中,运用层次分析法确定各评判指标的权重,结合熵权法计算得到的客观权重,得到均衡主观、客观因素影响的均衡权重,再根据逼近理想解的排序法的基本原理建立 AHP&EM-TOPSIS 综合评判模型,从而确定最优充填站站址方案。

1 充填站站址方案综合评判指标体系

充填站站址方案评价体系是一个复杂的、极其重要的系统工程,所建立评价指标体系的科学性和合理性直接影响着评价结果的准确性和可靠性。正如诸多工业系统评价工程一般,充填站站址方案评价指标中各因素之间相互影响、相互制约。评价指标选取的原则是以尽量少的指标,反映最主要和最全面的信息^[10]。

笔者参考所在实验室多年从事充填设计、研究工作的资料,分析多个相关充填矿山的走访资料,结合矿山工作者、有关专家学者的建议,建立充填站站址方案综合评判指标体系 O (如图 1 所示);综合考虑充填站站址方案的经济因素 P_1 (从基建总投资 X_1 、运营成本 X_2 等进行分析)、技术因素 P_2 (从充填站个数 X_3 、输送困难区域 X_4 、尾砂输送距离 X_5 、与原工业场地匹配情况 X_6 等进行分析)、环境因素 P_3 (可以从征地难易程度 X_7 、对环境破坏程度 X_8 等进行分析)、安全因素 P_4 (从受地下采矿因素影响程度 X_9 进行分析)。

需要指出的是,针对充填系统复杂程度不同,上述指标应依据矿山实际情况进行适当的增减或者改变。例如充填站站址所在地段地形条件差距较大的矿山,则必须对地形条件复杂程度予以考虑;而对于单充填站的矿山,充填站个数则

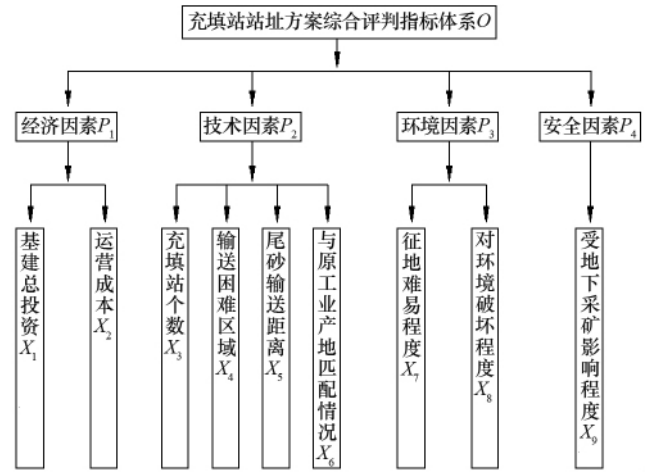


图 1 指标层次框架分析

Fig. 1 Framework analysis of index levels

不予以考虑。

2 AHP&EM 确定均衡权重向量步骤

2.1 层次分析法 (AHP)

建立充填站站址方案综合评判指标体系后,运用层次分析法解决决策中的各因素的主观权重分配问题。依据文献^[6]计算方法,求得权重 W 。

2.2 熵值法 (EM)

(1) 构造判断矩阵。设有 i 个待选方案, j 个评价指标。依据各指标数据,构造判断矩阵 $A=(a_{ij})$ 。

(2) 归一化判断矩阵。影响采矿方案选择的指标包括效益型(越大越优型)和成本型(越小越优型),针对不同的指标类型,采用如下处理方法对判断矩阵 A 归一化处理,得到矩阵 $G=(g_{ij})$ 。

① 成本型指标为

$$g_{ij} = \frac{\max(a_j) - a_{ij}}{\max(a_j) - \min(a_j)} \quad (1)$$

② 效益型指标为

$$g_{ij} = \frac{a_{ij} - \min(a_j)}{\max(a_j) - \min(a_j)} \quad (2)$$

(3) 计算指标的熵和熵权为^[11]

$$H_j = - \left(\sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \right) / \ln m \quad (3)$$

其中 $f_{ij} = g_{ij} / \sum_{i=1}^m g_{ij}$ 。

显然,当 $f_{ij}=0$ 时, $f_{ij} \ln f_{ij}=0$ 。然而在 $f_{ij}=1$ 时,同样存在 $f_{ij} \ln f_{ij}=0$,显然不符合实际情况。因此,本文采用修正后的 f_{ij} ,其定义为

$$f_{ij} = (1 + g_{ij}) / \sum_{i=1}^m (1 + g_{ij}) \quad (4)$$

进而,第 j 个指标的熵权 s_j 定义为

$$s_j = (1 - H_j) / \left(n - \sum_{j=1}^n H_j \right) \quad (5)$$

则熵权矩阵 $S = (s_j)_{1 \times n}$ 。

2.3 AHP&EM 均衡权重

为均衡主观、客观因素对权重确定的影响,以熵权 s_j 为权重系数,计算层次分析法主观权重 w_j 的加权权重(或以 w_j 为系数,计算 s_j 的加权权重):

$$\bar{w}_j = \frac{s_j w_j}{\sum_{j=1}^n s_j w_j} \quad (6)$$

3 AHP&EM-TOPSIS 综合评判模型的建立

逼近理想解排序法基本原理是借助多目标决策问题中的正理想解和负理想解的距离来对评判对象进行排序^[2],计算过程如下。

3.1 建立标准化决策矩阵

在建立初始评判矩阵 $A = (a_{ij})$ 后,考虑到评判对象中不同的评判指标具有不同的量纲和量纲单位,为了根除因此产生的指标的不可公度性,对评判指标值进行无量纲化处理^[3]。标准化决策矩阵 $B = (b_{ij})_{m \times n}$ 的元素计算如下:

$$b_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (7)$$

3.2 建立加权标准化决策矩阵

加权标准化决策矩阵 C 由矩阵 B 的每列与 AHP&EM 确定的均衡权重 \bar{w}_n 相乘得到,表示为

$$C = (c_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} \bar{w}_1 b_{11} & \bar{w}_2 b_{12} & \cdots & \bar{w}_n b_{1n} \\ \bar{w}_1 b_{21} & \bar{w}_2 b_{22} & \cdots & \bar{w}_n b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{w}_1 b_{m1} & \bar{w}_2 b_{m2} & \cdots & \bar{w}_n b_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

3.3 评判对象贴近度计算

(1) 确定理想解

$$\begin{cases} C^+ = \{(\max_i c_{ij} | j \in J_1), (\min_i c_{ij} | j \in J_2)\} \\ C^- = \{(\min_i c_{ij} | j \in J_1), (\max_i c_{ij} | j \in J_2)\} \end{cases} \quad (9)$$

式中, C^+ 和 C^- 分别为正理想解和负理想解; J_1 和 J_2 分别为效益型指标集和成本型指标集。

(2) 计算评判对象与理想解的距离

$$\begin{cases} d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (c_{ij} - c_j^+)^2} \\ d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (c_{ij} - c_j^-)^2} \end{cases} \quad (10)$$

式中, d_i^+ 和 d_i^- 分别为评判对象与正理想解和负理想解的距离; c_j^+ 和 c_j^- 分别为 C^+ 和 C^- 中相对应的元素。

(3) 计算评判对象与正理想解的贴近度

$$E_i^+ = d_i^- / (d_i^+ + d_i^-) \quad 0 \leq E_i^+ \leq 1 \quad (11)$$

式中,贴近度 E_i^+ 反映了评判对象靠近正理想解远离负理想解的程度,当评判对象为正理想解时, $E_i^+ = 1$,当评判对象为负理想解时, $E_i^+ = 0$ 。显然, E_i^+ 值越大,越贴近理想解,通过贴近度值降序排列,可以对评判对象进行选择、评判。

4 实例应用

4.1 采矿方法综合评判指标体系

某矿山矿石地质储量(B+C+D级)为 145017.0 万 t,矿体走向 3200m、埋藏浅、设计生产规模 1500 万 t/a,属于特大型地下金属矿山。因此单一充填站方案无法满足矿山充填任务,必须设置多个充填制备站,每个充填站设置若干套独立的充填系统,才能满足这一超大型地下矿山建设需要。根据该矿山实际可利用工业场地情况及专家意见,拟定 3 套充填站站址布置方案,建立的评判指标体系及相应指标值见表 1。

表 1 各方案的综合评判指标体系

Table 1 Synthetic assessment indexes system of different schemes

项目		方案 1	方案 2	方案 3
目标层	准则层			
经济因素 P_1	X_1 (万元)	8597	12153	8486
	X_2 (万元/年)	712	893	669
充填站	X_3	3	4	3
	站址方案综合评价 O	X_4	22	14
技术因素 P_2		X_5 (m)	9000	10200
	环境因素 P_3	X_6	6	8
安全因素 P_4		X_7	6	4
		X_8	6	8
	X_9	8	8	6

因初选方案地形条件相似,仅位置不同,故不对地形条件进行考虑。表中部分指标取值方法如下:

① 基建总投资 X_1 : 参考初步设计中的投资概算。

② 输送困难区域 X_4 : 一般认为充填倍线 > 6 ,料浆输送较为困难,需要加压或降低浆体浓度。

③ 与原工业产地匹配情况 X_6 : 充填站址尽量靠近地表主要设施附近。由于该评价指标为定性指标,故通过约定,评价该指标划分 4 个等级:好,8 分;较好,6 分;较差,4 分;差,2 分。

④ 征地难易程度 X_7 : 依据实际情况进行分析。该评价指标为定性指标,故通过约定,评价该指标共划分 4 个等级:易,8 分;较易,6 分;较难,4 分;难,2 分。

⑤ 对环境破坏程度 X_8 : 根据对自然环境破坏情况、对周边其他自然及生产产生的影响程度而定;由于该评价指标为定性指标,故通过约定,评价该指标共划分 4 个等级:小,8 分;较小,6 分;较大,4 分;大,2 分。

⑥ 受地下采矿影响程度 X_9 : 充填站布置在崩落线内受地下采矿活动影响大;由于评价指标 X_9 为定性指标,故通过约

定,评价该指标共划分 4 个等级:小,8 分;较小,6 分;较大,4 分;大,2 分。

4.2 指标权重确定

(1) 层次分析法

根据 AHP 的基本原理,在查阅大量文献的基础上,综合考虑该矿山工作者、有关专家学者的意见,构造目标层对应于准则层的 O-P 判断矩阵,见表 2。

表 2 O-P 判断矩阵

Table 2 Judgment matrix of O-P membership

P_1	P_2	P_3	P_4	权重
1	2	5	2	0.455
1/2	1	5/2	1	0.227
1/5	2/5	1	2/5	0.091
1/2	1	5/2	1	0.227

根据各评判指标的权重,可得特征值 $\lambda_{max}=4$,显然判断矩阵的随机一致性比率 $CR=0$,进而可知该判断矩阵满足一致性检验的要求,则权重矩阵 $W'=(0.455 \quad 0.227 \quad 0.091 \quad 0.227)$ 可接受。

同理,计算二级指标层权重,则可得各评判指标层次总排序,见表 3。

表 3 层次总排序权值表

Table 3 List of hierarchy total ranking weights

w_j	W'	W'_1	W'_2	W'_3	W'_4	总排序 权重 W
w_1	0.455	0.5			0.227	0.227
w_2	0.227	0.5			0.227	0.227
w_3	0.091		0.105		0.024	0.024
w_4	0.227		0.526		0.12	0.12
w_5	0.091		0.316		0.072	0.072
w_6	0.227		0.053		0.012	0.012
w_7	0.091			0.75	0.068	0.068
w_8	0.227			0.25	0.023	0.023
w_9	0.227				1	0.227

(2) 熵值法

据表 1 所列数据,构造初始判断矩阵 $A=(a_{ij})$ 如下:

$$A = \begin{bmatrix} 8597 & 712 & 3 & 22 & 9000 & 6 & 6 & 6 & 8 \\ 12153 & 893 & 4 & 14 & 10200 & 8 & 4 & 8 & 8 \\ 8486 & 669 & 3 & 18 & 9614 & 6 & 8 & 4 & 6 \end{bmatrix}$$

据式(1)、式(2)计算归一化判断矩阵:

$$G = \begin{bmatrix} 0.970 & 0.808 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0.5 & 0.488 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

据式(3)~式(5),计算得到熵权向量:

$$S=(0.113 \quad 0.104 \quad 0.115 \quad 0.100 \quad 0.100 \quad 1.115 \quad 0.110 \quad 0.110 \quad 0.155)$$

(3) AHP&EM 均衡权重

据式(6),计算基于层次分析法(AHP)和熵值法(EM)的 AHP&EM 均衡权重向量:

$$\bar{W}=(0.220 \quad 0.202 \quad 0.024 \quad 0.102 \quad 0.061 \quad 0.012 \quad 0.058 \quad 0.019 \quad 0.302)$$

4.3 充填站站址方案综合评判

(1) 据式(7)、式(8)计算初始评判矩阵 A 的加权标准化决策矩阵:

$$C = \begin{bmatrix} 0.220 & 0.063 & 0.007 & 0.042 & 0.019 & 0.004 & 0.019 & 0.006 & 0.110 \\ 0.091 & 0.079 & 0.009 & 0.026 & 0.022 & 0.005 & 0.013 & 0.009 & 0.110 \\ 0.064 & 0.059 & 0.007 & 0.034 & 0.020 & 0.004 & 0.026 & 0.004 & 0.082 \end{bmatrix}$$

(2) 据式(9)、式(10)计算各方案基于各评判指标的贴近度,其中, $X_1 \sim X_5$ 属于成本型指标, $X_6 \sim X_9$ 属于效益型指标,则正理想解和负理想解分别为

$$\begin{cases} c^+=(0.064 \quad 0.059 \quad 0.007 \quad 0.026 \quad 0.019 \quad 0.005 \quad 0.026 \quad 0.009 \quad 0.110) \\ c^-=(0.091 \quad 0.079 \quad 0.009 \quad 0.042 \quad 0.022 \quad 0.004 \quad 0.013 \quad 0.004 \quad 0.082) \end{cases}$$

(3) 各方案与正理想解和负理想解的距离为

$$\begin{cases} d_1^+=0.017 & d_2^+=0.036 & d_3^+=0.028 \\ d_1^-=0.042 & d_2^-=0.031 & d_3^-=0.037 \end{cases}$$

(4) 各方案与正理想解的贴近度为

$$\begin{cases} E_{11}^+=0.712 \\ E_{12}^+=0.464 \\ E_{13}^+=0.563 \end{cases}$$

可见,3 个待选方案的综合优越度分别为:71.2%,46.4%,56.3%,由判断准则可知,方案 1 最优。

5 结论

本文通过现场调研、资料分析、专家咨询、理论计算等手段,分析了充填矿山充填站站址方案选择的影响因素,采用了数值计算的方式对充填站站址方案进行优化选择,得出结论如下:

(1) 根据层次分析法的基本原理,针对矿山充填站站址选择实际影响因素,建立充填站站址方案综合评判指标体系,从经济、技术、环境和安全 4 个方面确定了影响采矿方法的 9 个评判指标,计算出各层次评判指标的权重,并结合熵权法的基本原理对权重进行修正,克服了人为因素对评判指标权重以及评判结果的影响。

(2) 结合多目标决策理论中的逼近理想解的排序法,建立 AHP&EM-TOPSIS 综合评判模型,计算出 3 种充填站站址方案的综合优越度,依次为 71.2%,46.4%,56.3%,确定方案 1 最优。

(3) 本研究旨在为矿山充填站站址方案的选择(包括单充填站及多充填站方案)提供一种计算灵活、结果直观、准确度高的方法,避免传统简单判断所造成的决策失误,能够做出经济最优、技术可行、作业安全的工程决策。

参考文献 (References)

- [1] 王新民, 古德生, 张钦礼. 深井矿山充填理论与管道输送技术 [M]. 长沙: 中南大学出版社, 2010: 1-6.
Wang Xinmin, Gu Desheng, Zhang Qinli. Theory of backfilling activity and pipeline transportation technology of backfill in deep mines [M]. Changsha: Central South University Press, 2010: 1-6.
- [2] 王新民, 肖卫国, 张钦礼. 深井矿山充填理论与技术[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2005: 1-2.
Wang Xinmin, Xiao Weigu, Zhang Qinli. Theory and technology of backfilling activity[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2005: 1-2.
- [3] 郭红丹. 驻留矿体开采的边坡稳定性研究[D]. 长沙: 中南大学, 2011.
Guo Hongdan. Study of the slope stability on residual orebody mining[D]. Changsha, Central South University, 2011.
- [4] 余健, 房莉, 仓定帮, 等. 熵权模糊物元模型在土地生态安全评价中的应用[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 260-266.
Yu Jian, Fang Li, Cang Dingbang, et al. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(5): 260-266.
- [5] 杜坤, 李夕兵, 周健, 等. 采矿方案优选的熵模糊物元决策模型 [J]. 矿冶工程, 2010, 30(5): 12-17.
Du Kun, Li Xibing, Zhou Jian, et al. Mining and Metallurgical Engineering, 2010, 30(5): 12-17.
- [6] 王新民, 赵彬, 张钦礼. 基于层次分析和模糊数学的采矿方法选择[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2008, 39(5): 875-880.
Wang Xinmin, Zhao Bin, Zhang Qinli. Journal of Central South University: Science and Technology Edition, 2008, 39(5): 875-880.
- [7] Lin M, Wang C, Chen M. Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process [J]. Computers in Industry, 2008, 59(1): 17-31.
- [8] Dağdeviren M, Yavuz S, Kiliç N . Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy vironment [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(4): 8143-8151.
- [9] 杨皓翔, 梁川, 侯小波. 改进的 TOPSIS 模型在地下水水质评价中的应用[J]. 南水北调与水利科技, 2012, 10(5): 51-55.
Yang Haoxiang, Liang Chuan, Hou Xiaobo. South-to-North Water Diversion and Water Science & Technology, 2012, 10(5): 51-55.
- [10] 李俊芳, 吴小萍. 基于 AHP-FUZZY 多层次评判的城市轨道交通线网规划方案综合评价[J]. 武汉理工大学学报, 2007, 4(2): 205-208.
Li Junfang, Wu Xiaoping. Journal of Wuhan Engineering University, 2007, 4(2): 205-208.
- [11] 阎文周, 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: 自然科学版, 2004, 36(1): 98-100.
Yan Wenzhou, Gu Liansheng. Xi'an University of Architecture Technology University: Science and Technology Edition, 2004, 36(1): 98-100.
- [12] 徐玖平, 吴巍. 多属性决策的理论与方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
Xu Jiuping, Wu Wei. Multiple attribute decision making theory and methods[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2006.
- [13] 谢本贤, 陈沅江, 史秀志. 深部岩体工程围岩质量评价的 IRMR 法研究[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2007, 38(5): 987-992.
Xie Benxian, Chen Yanjiang, Shi Xiuzhi. Journal of Central South University: Science and Technology Edition, 2007, 38(5): 987-992.

(责任编辑 侯澄芝)

· 学术动态 ·



中国科协代表中国顺利加入《华盛顿协议》

2013年6月19日,国际工程联盟大会经过正式表决,全票通过接纳中国为《华盛顿协议》预备会员。

国际工程联盟大会于2013年6月16日在韩国首尔召开,以中国科协书记处书记张勤为团长,由教育部、人力资源和社会保障部、中国科协相关部门负责人和专家组成的代表团出席会议。张勤代表中国科协做最后陈述和答辩,经《华盛顿协议》现成员组织的认真审议,中国科协被正式接纳为《华盛顿协议》预备成员,根据《华盛顿协议》的规定,预备成员通过规定的审查和评估可转为正式成员。

国际工程联盟大会是由《华盛顿协议》、《悉尼协议》、《都柏林协议》、《工程师流动论坛协议》、《亚太工程师计划》、《工程技术员流动论坛协议》6个工程师资格国际互认体系有关协议联合召开的会议,每2年举办1次。

《华盛顿协议》是工程教育本科专业认证的国际互认协议,1989年由美国、英国、加拿大、爱尔兰、澳大利亚、新西兰6个国家的工程专业团体发起成立,旨在通过校准、系统的工程教育本科专业认证保证工程教育质量,为工程师资格国际互认奠定基础。《华盛顿协议》所有签约成员均为本国(地区)政府授权的、独立的非政府和专业性团体,目前共有15个正式成员、5个预备成员。

详见中国科协网 <http://www.cast.org.cn/n35081/n35096/n10225918/14796911.html>。