

矿山地质环境评价中权值确定方法的探讨

花晓鸣, 魏 斌

(喀斯特环境与地质灾害防治教育部重点实验室(贵州大学), 贵阳 550003)

〔摘 要〕以某矿山集中开采区为研究对象, 根据调查和研究成果, 在分析判断矿山地质环境所处背景的基础之上, 针对其地质灾害目标层, 采用客观和主观等方法确定其权值, 并通过一致性的检验, 对比出更为科学、合理的主观权值方法。

〔关键词〕矿山地质环境评价; 权重; 客观权值法; 主观权值法; 综合权重

〔中图分类号〕X171 〔文献标识码〕B 〔文章编号〕1006-7175(2010)04-0418-02

矿山地质环境评价是由若干个单项评价因子及其权值构成的有机整体。在已知评价因子的指标值时, 综合评价结果就取决于权值, 即权值确定的是否合理, 关系到评价结果的可信程度。目前, 国内外尚无公认的评价权值确定方法, 在评价矿区地质环境质量时, 各家采用的评价权值不一致、方法不统一, 因而其评价结果的主观性强, 出现同一矿区地质环境质量评价结果因人而异的结论, 降低了调查成果的可比性和可信度。因此, 制定科学性、客观性的矿山地质环境质量评价权值尤为重要^[1]。

评价指标权值可采用熵值法、特征值法、判断矩阵间接给出法、两两比较法等, 前一种是客观的数学方法, 后几种是实际运用较多的主观方法。对同一问题的评价指标来说, 把主观方法求得的权值与客观方法所确定的权值有机的结合, 得出综合权值, 这个权值能同时体现主观信息和客观信息, 比单独用某种方法所确定的权值更为科学、客观^[2]。

1 指标客观权值的确定

客观权值法的基本思想是: 权值应是各个指标在指标总体中的变异程度和对其它指标影响程度的度量, 赋权的原始信息应当直接来源于客观环境, 可根据各指标所提供的信息量的大小来决定相应指标的权值。客观权值法的特点是: 不具有任何主观色彩; 具有评价过程的透明性、再现性; 确定的权值将不具有继承性、保序性。

我国学者把信息熵理论移植到管理决策中, 提出在 m 个评价指标、 n 个被评价对象的评价问题, 即所谓 (m, n) 评价问题中, 第 i 个评价指标的熵可用以下公式确定:

$$H_i = -k \sum_{j=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \quad j=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, n$$

式中 $f_{ij} = r_{ij} / \sum_{j=1}^m r_{ij}; j=1, 2, \dots, n; k=1/\ln n$, 并假定当 $f_{ij}=0$ 时, $f_{ij} = \ln f_{ij} = 0$

其第 j 个指标的熵权 w_j 可用下式求出:

$$W_j = 1 - h_j / m - \sum_{i=1}^m H_j$$

2 指标主观权值的确定

2.1 特征值法

当评价指标数 m 很大时, 往往难以对所有各指标的重要程度做出有把握的正确判断。但是, 对于两两指标间的重要程度往往容易做出比较判断, 一般是比较容易的。美国匹兹堡大学教授 T.L. Saaty 正是基于上面的基本思想, 在 20 世纪 70 年代初提出了层次分析法 (AHP)。这种定性分析和定量分析相结合的系统分析法。用此法确定若干指标的权值时, 就称为特征值法或判断矩阵法, 实践证明此法颇为有效。先引入数值 1~9 的正整数作为指标相对重要性的标度值。设指标 X_i 相对于指标 X_j 的判断 X_i/X_j 标度值 a_{ij} 所表示意义如下:

$a_{ij} = 1$ —— X_i 与 X_j 同样重要;

$a_{ij} = 3$ —— X_i 与 X_j 稍微重要;

$a_{ij} = 5$ —— X_i 与 X_j 明显重要;

$a_{ij} = 7$ —— X_i 与 X_j 非常重要;

$a_{ij} = 9$ —— X_i 与 X_j 极端重要;

为了确定 m 个指标元素的权值, 把所有指标 X_i 相对于指标 X_j 判断标度 a_{ij} 作为元素组成 $m \times n$ 阶方阵:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots \\ a_{12} & a_{22} & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix}$$

称为权值的判断矩阵。由上述定义, a_{ij} 显然有如下性质: $a_{ij} > 0$, $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $a_{ii} = 1 (i, j=1, 2, \dots, m)$, 故称 A 为正的互反矩阵。因此, 确定 A 只需给出矩阵中上(下)三角形元素, 共 $m(m-1)/2$ 个即可。

2.2 判断矩阵间接给出法

用层次分析法确定权值是科学而合理的, 但从确定权值的过程看, 往往易忽视一下问题: 由于各指标的多样性, 决策者往往很难用 1~9 的标度来表示出各指标的相对重要程度; 即使决策者可以给出, 也容易凭想当然给出一个两可性的判断, 这两种可行的判断会使判断矩阵带

〔收稿日期〕2009-10-19

〔作者简介〕花晓鸣(1983-), 男, 河南焦作人, 硕士研究生; 魏 斌(1983-), 男, 河南郑州人, 硕士研究生。

有很大程度的主观臆断性,从而使决策结果的可信度下降;当同一层次上的指标很多时,除了是上述两个问题更为突出以外,还容易使决策者做出矛盾和混乱的判断,是判断矩阵出现严重不一致的现象。

浙江大学左军教授 1988年提出一种所谓判断矩阵间接给出法,能较好地解决上述几方面的问题。这一方法的实质是决策者用三标度 (0, 1, 2)数值来判断同一层次上个标度的重要关系,给出一个所谓的比较矩阵;然后选取其中某两个指标给出所谓基点重要程度的标度,再以此为基点为依据,利用数学变换式将三标度比较矩阵转换成间接判断矩阵^[3-4]。

若设同一层次间有 n 个元素,则决策者通过两两比较(针对上一层次某元素)各元素的重要关系后,可得出如下的比较矩阵:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots \\ c_{21} & c_{22} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix}$$

其中 $C_{ij} = \begin{cases} 2 & \text{第 } i \text{ 元素比第 } j \text{ 元素重要} \\ 1 & \text{第 } i \text{ 元素和第 } j \text{ 元素同样重要} \\ 0 & \text{第 } i \text{ 元素没有第 } j \text{ 元素重要} \end{cases}$
($i, j = 1, 2, \dots, n$)

且有 $c_{ij} = 1$ ($i = 1, 2, \dots, n$),亦即元素的自身比较结果为 1。

这种所谓的三标度比较矩阵除了表示各元素之间的重要关系外,还可通过计算各元素的排序指数来排序各元素的重要性程度。各元素的重要性程度排序指数可用下式计算:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

若用 r_{\max} 表示最大的排序指数, r_{\min} 表示最小的排序指数, A_{\max} 表示排序指数最大的元素, A_{\min} 表示排序指数最小的元素,则当选取这两个元素作为基点比较元素,经决策者比较,用某种标度给出这个基点的相对重要性程度 b_m (> 1)后,通过下面的交换式可求得各元素间的相对重要程度:

$$b_{ij} = \begin{cases} \frac{r_i - r_j}{r_{\max} - r_{\min}} (b_m - 1) + 1 & r_i - r_j > 0 \\ 1 & r_i - r_j = 0 \\ \frac{r_j - r_i}{r_{\max} - r_{\min}} (b_m - 1) + 1 & r_i - r_j < 0 \end{cases}$$

($i, j = 1, 2, \dots, n$)

这个变换式的意义在于:根据基点相对重要程度的标度,将各元素的排序指数之差,从 $[0, (r_{\max} - r_{\min})]$ 区间变换到能反映各元素相对重要程度的 $[1 \sim b_m]$ 或 $[1/b_m \sim 1]$ 区间。

3 综合权值的确定

指标熵权值是以客观赋值法求出的,其值是根据各指标所提供的信息量的大小和波动情况确定的,并没有考虑评价指标的重要程度。单纯用熵权值解决综合评价问题显然不妥。同样,只用主观赋值法所得权值解决问

题,也会因所定权值可能因主观人为因素太强而使结果失之偏颇,故在进行模糊综合评价中采用所谓综合权值,它是两种赋值法所得权值的有机结合,对二者的不足处能有所弱化。已知评价指标有 m 个,按客观权值法求出第 j 个评价指标的熵权 W_{sj} ,按照主观权值法得到这个指标的权值为 W_{zj} ,二者综合即可按下式求得这个评价指标的综合权值 W_{oj} :

$$W_{oj} = W_{zj} W_{sj} / \sum_{j=1}^m W_{zj} W_{sj}$$

4 工程实例

以某矿山集中开采区地质环境评价为例,针对矿山地质灾害这个目标层,采用客观权值的熵值法和主观权值的特征值法、判断矩阵间接给出法给出矿山主要地质灾害的权重,并采用综合权值法,给出矿山的地质环境的综合权值。

(1)熵值法计算的权重值。由于煤矿数量较多,不具体地列出计算过程,现将其权重计算结果见表 1。

表 1 地质灾害评价指标熵值法计算表

指标	崩塌	滑坡	泥石流	地面塌陷	地裂缝
权值	0.233	0.261	0.107	0.183	0.216

(2)特征值法计算的权重值,见表 2。

表 2 地质灾害评价指标权值特征值法计算表

指标	崩塌	滑坡	泥石流	地面塌陷	地裂缝	权值
崩塌	1	1	1	5	5	1.528
	(0.294)	(0.294)	(0.273)	(0.333)	(0.333)	(0.306)
滑坡	1	1	1	5	5	1.528
	(0.294)	(0.294)	(0.273)	(0.333)	(0.333)	(0.306)
泥石流	1	1	1	3	3	1.261
	(0.294)	(0.294)	(0.273)	(0.200)	(0.200)	(0.252)
地面	1/5	1/5	1/3	1	1	0.342
塌陷	(0.059)	(0.059)	(0.091)	(0.067)	(0.067)	(0.068)
地裂缝	1/5	1/5	1/3	1	1	0.342
	(0.059)	(0.059)	(0.091)	(0.067)	(0.067)	(0.068)
	3.400	3.400	3.666	15.000	15.000	

一致性指标: $CR = 0.0093$

(3)判断矩阵间接给出法计算的权重值见表 3。

表 3 地质灾害评价指标权值间接判断法计算表

指标	崩塌	滑坡	泥石流	地面塌陷	地裂缝	权值
崩塌	1	1	1	6	6	1.495
	(0.294)	(0.294)	(0.294)	(0.313)	(0.300)	(0.299)
滑坡	1	1	1	6	6	1.495
	(0.294)	(0.294)	(0.294)	(0.313)	(0.300)	(0.299)
泥石流	1	1	1	6	6	1.495
	(0.294)	(0.294)	(0.294)	(0.313)	(0.300)	(0.299)
地面	1/5	1/5	1/5	1	1	0.279
塌陷	(0.059)	(0.059)	(0.059)	(0.0521)	(0.050)	(0.056)
地裂缝	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0.237
	(0.059)	(0.059)	(0.059)	(0.010)	(0.050)	(0.047)
	3.400	3.400	3.400	19.200	20.000	

一致性指标: $CR = 0.0133$

(下转第 431页)



现断流脱水段,影响当地的工农业及人畜用水。脱水段与上述水库淹没问题的处理同样重要。

(2)大坝失事将对下游造成极大灾害。这在国内外都有许多惨痛的例子。大坝失事的原因是多方面的,例如调度运用方面的错误、洪水计算成果偏小、结构设计不合理、施工质量差、遭遇特大超标准洪水、泄洪设备失灵或出故障、人为或野兽的破坏等。

2.3 水库污染

水库污染多是由人为的因素引起的,如水库上游的工业废水、耕地施放化肥和有毒农药的灌溉回归水和生活污水等,由河道进入水库造成水质恶化。在水库规划和运用管理阶段,都要估计并设法控制这种由于人类活动对水库水质所产生的不利影响,使水中有害物质的含量不超过国家所规定的标准。

2.4 助长传染疾病的可能性

水库蓄水水面增大,库周加长,如管理不善,形成大面积浅水区,水草茂盛,便增加了疾病的传染危险。

2.5 水库对鱼类资源的影响

水库蓄水后,与原水面相比,库面增大,流速缓慢,改变了鱼类的生态环境。喜流动鱼类因为条件改变,将逐渐减少或移到库区上游,故水库适应人工放养鱼苗,使适宜在静水或缓流中生活的鱼类能够迅速繁殖。当原有河流有珍贵鱼类回游上溯产卵时,兴建大坝后就阶段了此种鱼类的溯游通路,因此需要研究修建过鱼设备的必要性。

3 水库对坝下水文环境的影响

3.1 下游流量的变化

水库改善了原河川径流年内年际分配,使洪水历时

缩短,洪峰总量消减,同时成倍地增加了下游枯期水量,改善了下游广大地区尤其是干旱半干旱区域的生态环境。但是,水库建成后,由于下泄水量相对减少,在河口段就有可能发生海水倒灌和海水侵蚀,一定程度上也使河口段的生态环境发生变化。

3.2 下游河床的变化

水库拦蓄河流所携带的泥沙,使水库下游水流的含沙量锐减,特别是位于多沙地区的水库,建库前后多年平均输沙率与输沙量可能相差很大,这就使得坝下游很长一段河道内受到相对较清的水流冲刷,水位相对会有下降。

3.3 下游水温的变化

水库形成巨大的水面,在夏季水库相对是一冷源,冬季水库则相对是一热源,故水库在夏季泄出的水温较低,在冬季泄出的水温则较高,这就会使北方水库下游相当一段河段内冬季不能结成冰盖。

[参考文献]

[1] 具杏祥,宋春山,王永明. 水利工程水环境效益的影响因子与量化模型[J]. 黑龙江水专学报, 2006, (1): 85 - 88.

[2] 曹永强,倪广恒,胡和平. 水利水电工程建设对生态环境的影响分析[J]. 人民黄河, 2005, (1): 56 - 58.

[3] 徐 晶,宋东辉. 城市环境水利工程的水环境定量评价[J]. 四川水利, 2005, (1): 42 - 43.

[4] 陈 刚,戴凤霞,王永跃. 浅议水利工程建设期的环境保护措施[J]. 水利科技与经济, 2006, (3): 192.

(编辑:杨 文)

(上接第 419 页)

(4)综合权重值见表 4。

表 4 地质灾害评价指标综合权重

指 标	客观权值 (熵值法)	主观权值 (特征值法)	综合权重
崩 塌	0.233	0.306	0.347
滑 坡	0.261	0.306	0.389
泥石流	0.107	0.252	0.131
地面塌陷	0.183	0.068	0.061
地裂缝	0.216	0.068	0.072

5 结 语

在充分调查和研究某矿山地质环境背景和主要地质环境问题及矿山开采活动特点的基础上,采用客观权值的熵值法和主观权值的特征值法、判断矩阵间接给出法给出矿山主要地质灾害的权重。本文较系统地总结了矿山地质环境评价中权重的计算方法,还通过比对发现:在

使用主观赋值法时,通过对其一致性指标的检验,可以选择更为可信的权值求法^[5]。

[参考文献]

[1] 郑国明,梁和诚,龙 祥,等. 浅析矿山地质环境综合评价[J]. 安全与环境工程, 2009, 16(5): 42 - 44.

[2] 徐友宁,袁汉春,何 芳,等. 矿山环境地质问题综合评价指标体系[J]. 地质通报, 2003, 22(10): 831 - 832.

[3] 左 军. 层次分析法中判断矩阵的间接给出法[J]. 系统工程, 1988, 6(6): 56 - 62.

[4] 左 军. “两两对比价值法”的质疑与改进[J]. 系统工程, 1988, 6(3): 66 - 72.

[5] 卢宗华. 层次分析法中判断矩阵构造方法的改进[J]. 系统工程, 1990, 8(1): 43 - 44.

(编辑:赵琳琳)