

文章编号: 1008-2786-(2006)3-378-07

矿山土地破坏程度评价 ——以攀枝花市花山煤矿为例

文学菊¹, 周家云^{1,2}, 朱创业¹

(1 成都理工大学, 四川 成都 610051; 2 中国地质科学院成都矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要: 土地破坏程度评价对指导矿山土地复垦和生态重建具有指导意义。应用模糊数学综合评价方法对花山煤矿土地破坏程度进行评价。介绍了模糊数学评价的原理、方法和评价程序, 确定了各种破坏类型土地的破坏程度评价因子、因子权重及评价等级。根据土地破坏类型, 花山煤矿破坏土地可划分为两大类六单元。各单元分别建立起土地破坏程度评价的模糊评价矩阵, 最终评价得出花山煤矿土地破坏程度综合评价结果为: 江边排矸场为重度破坏, C区排矸场为中度破坏, 地表塌陷区、水泥厂排矸场、金塘湾排矸场、沿江沟排矸场为轻度破坏。

关键词: 模糊数学; 破坏程度; 评价; 花山煤矿

中图分类号: TD88

文献标识码: A

我国矿产开发总规模已位居世界第三位, 成为世界上的矿业大国之一。但是矿产资源的开发, 特别是不合理地开发、利用, 已对矿山及其周围环境造成了严重破坏并诱发多种地质灾害, 致使环境恶化、土地破坏、资源浪费。越来越突出的矿山环境问题不仅给生产建设和人民生活带来了很大的危害, 而且严重地制约了国民经济的发展。矿山土地破坏实际上就是矿山土地质量的破坏, 它表现在矿山开发活动引起的矿山土地质量控制因素指标值在矿山原始土地质量背景值基础上不利于土地利用的“恶性”变化。这里包含两个方面内容: 一是矿山土地破坏是相对于矿山开发活动之前原始土地质量背景值的变化; 二是矿山土地质量的变化是由矿山开发活动直接或间接引起的。为此, 国土资源部在《“十五”国土资源生态建设和环境保护规划》中, 将矿山生态环境保护确定为国土资源生态建设和环境保护的主要任务之一, 把矿山生态环境恢复治理和土地复垦列为七大重点实施的工程之首。对矿山土地进行复垦规划、设计及复垦工程首先需要对矿山待复垦土地进行调查和评价。矿山土地破坏程度评价, 是对矿山开采活动对矿山土地影响、破坏程度的一

种综合评价, 显示评价地块的破坏等级, 并为土地大致的复垦方向和适宜性评价提供依据。矿山土地破坏程度评价作为矿山土地综合评价的第一步, 它揭示了矿山土地的可资利用范围以及利用上的潜在能力, 对进一步研究土地的承载能力、区域可持续发展战略有重要意义^[1]。

四川省攀枝花市花山煤矿位于攀枝花市西区, 金沙江南岸, 与攀枝花市西区政府、国家长江漂流基地、国家级攀枝花苏铁自然保护区隔江相望。自1966年开采至今, 花山煤矿采空区面积已达 6.2 km^2 , 堆放矸石总量为 $630 \times 10^4 \text{ t}$ 占地 0.947 hm^2 , 各种类型破坏土地总共约 50 hm^2 。对花山煤矿进行土地破坏程度评价可为花山煤矿土地复垦规划、设计提供基础资料, 对指导花山煤矿土地复垦和生态重建具有指导意义, 对于保护矿区和市区环境, 建设长江上游生态屏障, 减少长江上游水土流失, 增加就业, 搞活矿区经济等各方面都有着非常重要和长远的意义。

1 评价方法选择

矿山土地破坏程度评价方法目前采用较多的主

收稿日期 (Received date): 2005-11-18 改回日期 (Accepted): 2006-02-10

作者简介 (Biography): 文学菊 (1973-), 女, 成都理工大学在职博士研究生, 主要从事区域旅游发展战略、旅游景区开发建设等方面规划和研究。[Wen Xueju (1973-), Female Doctor graduate student of Chengdu University of Technology. Mainly conducting researches on the strategy of regional tourism development, construction and development of scenic spot.]

要有两种,指数评价法和模糊综合法。指数法就是先对每个评价项目打分,再把每个评价单元的各评价分数,采用加法、减法、乘法、除法和最小二乘法加以处理,以求得综合评价分数,最后据以评价土地破坏程度。指数法参评因素打分是一个具体的实数,评价指数的计算是对实数的简单代数计算,达到的也是一个具体的实数值。在矿山破坏土地程度评价过程中,被评价的对象、评价方法甚至评价主体及其掌握的评价标准都具有不确定性。矿山土地破坏程度是一个以上环境要素综合表现结果,每个环境要素又由多个环境因子组成,不能单独根据每一个环境因子给定的环境质量数值得出确定性的评价。同时,这些评价因子对最终的评价结果好坏难以划定明确的界限,是一个模糊概念。通过采用模糊数学评价方法,可以解决这种弊端。模糊数学的兴起为确定和不确定、为精确与模糊的沟通建立了一套数学方法。本文将模糊评价方法引入矿山土地复垦评价是客观事物的需要,也体现了主观认识能力的发展。

模糊数学综合评价法,就是以模糊数学为基础,应用模糊关系合成的原理,对一些边界不清,不易定量的因素定量化、进行综合评价的一种方法,是研究和处理具有模糊性现象的科学。该方法是通过构造等级模糊子集把反映被评事物的模糊指标进行量化(即确定隶属度),然后利用模糊变换原理对各指标进行综合。模糊综合评价法对参评因素的打分是从单因素来看被评事物对各等级模糊子集的隶属度,进而得到的模糊向量。评价指数计算是向量的矩阵计算,评价结果表现为一个模糊向量,这与其他方法中每一个被评事物得到一个综合评价价值是不一样的,它包含了更丰富的信息^[2-3]。

2 评价单元划分

土地破坏程度评价首先要划分评价单元^[1,4]。评价单元是指在一定区域内土地质量以及复垦利用方向和改良途径基本一致的土地^[5]。土地评价单元是土地复垦技术评价对象的最小单位,目前,土地复垦技术评价中划分评价单元的方法主要有以下 3 种:(1)采用土壤发生学分类的某一级(耕地采用土种,牧地采用土属)作为评价单元。(2)采用土地类型作为评价单元。(3)按耕作地块作为评价单元^[6]。前人研究中,山西农业大学白中科等主要采

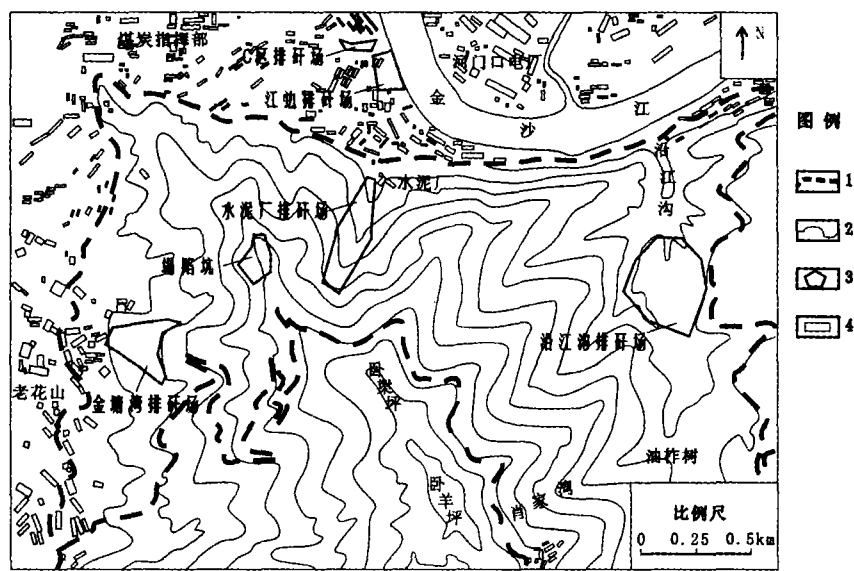
用第一种方法,根据有关岩土特性、岩土比例、排弃方式、堆置形态以及水土保持、环境保护和土地复垦的要求来综合推断;河北矿冶学院杨福海等主要采用第三种方法,根据县志、土壤资料、农业耕作,结合实地调查资料来确定评价单元。综合几种方法,土地类型本身是一个具有相近成因、土地属性和外貌形态的相对均一土地单元,而且对于矿山破坏土地来讲,矿山土地破坏类型是决定复垦对策和复垦方向的主要依据^[7],所以,本文选择矿山土地破坏类型来划分评价单元更具有现实指导意义。根据矿山土地破坏的原因,矿山土地破坏类型主要分为塌陷地、挖损地、压占地、污染地和灾害地五大类。根据花山煤矿土地破坏的调查结果,按矿山土地破坏类型及土地类型的分布情况,最终将矿山破坏土地划分为两大类(塌陷地和压占地)六单元(图 1)。其中塌陷地只有一个单元:矿区南侧塌陷坑,压占地包括五个单元:C 区排矸场、沿江沟排矸场、水泥厂排矸场、金塘湾排矸场和江边排矸场。

3 评价因子、权重及等级确定

矿山土地破坏程度评价是矿山开发活动引起的矿山土地质量变化程度的评价。所以在选择矿山土地破坏程度评价因素时,就要选择矿山开发引起的与原始背景值相比有显著变化的因素,且能显示土地质量的变化。由于土地破坏的因素很多,应视具体情况选出有关的主导因素(必选因素)和非主导因素(选择因素)参加评分,以提高对被破坏土地评价的准确性。矿山土地破坏程度评价的主导因素必须影响大、覆盖面广、能反应出土地质量的差异以及因素指标值有较大的变化范围。从矿山土地破坏类型可以看出:不同破坏类型的土地质量变化指标大相径庭。如反映塌陷地的土地破坏程度的主要质量因素是塌陷深度、塌陷面积、塌陷边坡度、裂缝情况及积水情况;而压占地则要从堆积物占压面积、坡度、高度、物质组成及对土地的污染情况等来刻画土地破坏程度。因此,根据矿山土地破坏类型来选择的矿山土地破坏程度评价的参评因素更具有科学性和准确性。矿山土地破坏程度评价的参评因素不能太多,也不能太少。因素过多,某些相似因素可能是重合因素,就会增加评价的工作量和难度,因素太少又不能显示评价的准确性。相同破坏程度,不同破坏类型的矿山土地最终有截然不同的复垦对策和方

法,相同破坏类型下的不同破坏程度评价结果对矿山复垦工艺、对策的选择才具有实际意义。本文在矿山土地破坏程度评价中根据矿山破坏土地类型来选择参评因素,并结合前人经验和各学科的具体指

标,总结出各破坏类型土地的主要参评因素(表 1)。这些因素比较全面、客观地反映了矿区矿山破坏土地环境问题。



1 公路; 2 等高线; 3. 破坏土地单元; 4 房屋
图 1 花山煤矿破坏土地单元划分

Fig 1 Division of destructed land units in Huashan CoalM ine

表 1 花山煤矿土地破坏程度评价因子、权重及等级表

Table 1 Assessing factors, importance of factors and assessing degrees for ruined soil in Huashan CoalM ine

破坏类型	评价因子	权重	评价等级		
			一	二	三
塌陷地	塌陷深度	0.18	< 50 cm	50~ 200 cm	> 200 cm
	塌陷面积	0.17	< 100 m ²	100~ 1 000 m ²	> 1 000 m ²
	塌陷边坡度	0.106	< 25°	25~ 35°	> 35°
	裂缝宽度	0.09	110 cm	10~ 30 cm	30 cm
	裂缝间距	0.076	> 50 m	30~ 50 m	< 30 m
	土壤侵蚀度	0.03	< 10%	10~ 30%	> 30%
	土壤盐碱化	0.03	无	盐碱化	盐土
	肥力下降	0.03	< 15%	15~ 40%	> 65%
	积水状况	0.136	无积水	季节性积水	长期积水
	稳定性	0.15	稳定	较稳定	不稳定
压占地	占压面积	0.03	< 100 m ²	100~ 1 000 m ²	> 1 000 m ²
	边坡坡度	0.26	< 25°	25~ 35°	> 35°
	砾石含量增加	0.10	< 10%	10~ 30%	> 30%
	有机质含量下降	0.06	< 15%	15~ 65%	> 65%
	有毒元素污染	0.19	< X + 2s	[X + 2s X + 4s]	> X + 4s
	pH 值	0.13	6.5~ 7.5	4~ 6.5, 7.5~ 8.5	< 4 > 8.5
	稳定性	0.23	稳定	较稳定	不稳定

目前,关于评价因子权系数的确定方法有数十种之多,本文主要采用实际工作中应用较广的专家经验法来确定矿山土地各破坏类型破坏程度评价指标权重。请多位专家运用自己的知识和经验,直观地对各个评价因子在评价中所起到的作用进行分析综合,提出自己的意见并充分陈述理由,然后将专家们的意见加以综合、整理和归纳。再将整理的结果反馈给各位专家,供他们进一步分析判断,提出新的评分。如此反复几次,使意见逐步趋于一致,最终得出各个因子的权重,结果见表 1。

通常,参评因子等级标准 M 为 [3 7] 中的整数^[6],根据《中华人民共和国土地管理法》和国务院颁布的《土地复垦规定》,借鉴《山西省工矿企业土地破坏状况调查技术规范》(试行),确定花山煤矿土地破坏程度评价等级数为 3 级标准,分别定为:一级(轻度破坏)、二级(中度破坏)、三级(重度破坏)。各评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确的划分值,根据四川省各矿山破坏因素的调查统计情况,参考各相关学科的实际经验数据,各因素的等级标准划分如表 1。其中,有毒元素的划分标准是与矿区外围未受污染的同类型土壤中的有毒元素背景值作比较,从而判断其污染程度。表中 X 为外围土壤中某元素或化合物的所有统计样品的实测的算术平均值(背景值), $X = 1/n \sum X_i$; X_i 为外围土壤中该元素或化合物在 i 样品的实测值; s 为标准差, n 为统计样品数。而且按最大破坏原则,选相对于背景值超标最大的有毒元素作为评价因子。而矸石堆稳定性、塌陷地稳定性和塌陷地的积水情况无法做定量的描述,采用定性描述的方法。

4 土地破坏程度评价

4.1 建立模糊关系矩阵

构建模糊数学评价模型的程序如下^[2-3]:

4.1.1 确定因素论域

选取恰当的因子作为某个评价单元中的评价指标集合,如水泥厂排矸石场的评价因素集合为: $U = \{\text{矸石占压面积、矸石堆边坡坡度、矸石中砾石含量、矸石堆中有机质含量与附近耕地土地比较、有毒元素含量、pH 值、矸石堆边坡稳定性}\}$,各评价因子实测值见表 2。由于本区缺少矿区外土壤的重金属元素的背景资料,精确的评判难以确定,但是煤矸石中有毒元素(结果为:镉 0.2 mg/kg、铅 34 mg/kg、锌

48 mg/kg、铬 56 mg/kg、砷 6.2 mg/kg、汞 0.038 mg/kg)没有超过国家工业废弃物排放标准、农田土壤重金属控制标准和土壤环境质量标准等规定,推测煤矸石中重金属含量和该地区土地有毒元素含量背景值相当,煤矸石没有造成有毒元素污染。

表 2 花山煤矿主要排矸场土地破坏影响因子实测值
Table 2 The assessing factors' data of wasted rock in Huashan Coal Mine

评价单元		水泥厂	金塘湾	江边
评价因子		排矸场	排矸场	排矸场
地表变形	占压面积	12 000 m ²	24 000 m ²	32 200 m ²
	边坡坡度	25° ~ 35°	20° ~ 35°	35° ~ 40°
	砾石增加	60%	60%	60%
占压物性状	有机质减少	> 63%	> 65%	> 65%
	有毒元素	未污染	未污染	未污染
	pH 值	7	7	7
稳定性		稳定	较稳定	较稳定

4.1.2 确定等级论域

根据参加评价的评价因子的性状数据,确定每个评价因子的破坏程度的评语集合为:

$V = \{\text{一级(轻度破坏)、二级(中度破坏)、三级(重度破坏)}\}$

各评价因子的等级标准见表 1。

4.1.3 建立模糊关系矩阵

在构造了模糊子集后,就要逐个对被评事物从每个因素 $U_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 上进行量化,也就是确定从单因素来看被评事物对各等级模糊子集的隶属度 ($R(U_i)$),进而得到模糊关系矩阵。隶属度是评价因子的性状数据对于评价等级标准的函数,根据各评价因子的等级标准可以确定各评价因子的隶属度函数。

一些采用定性描述因素,如堆积物的稳定性,当其稳定时,对于一级的隶属度为 1,其余等级隶属度都为 0 当其较稳定时,对二级的隶属度为 0.8 三级隶属度为 0.2 当其不稳定时,对三级隶属度为 1,其余等级为 0。推测煤矸石中重金属含量和该地区土地有毒元素含量背景值相当,煤矸石没有造成有毒元素污染,所以,有毒元素对于一级标准的隶属度为 1,其余等级的隶属度为 0。其他因素评价等级标准的划分是一个区间值。当实际性状数据介于两个等级标准之间时,给确定相邻两个评价等级标准的隶属度带来了困难,为此我们引入了分级代表值的概念来确定实测数据对各相邻等级之间的隶属度。分级代表值指对于某一等级来说最具代表性的数值。

具有 m 等级的因子,第 i 级和最后一级评价标准一般只有一个界限值,第 i 级只有后界限值,最后一级只有前界限值,第 i 级和最后一级的分级代表值一般就取后界限值和前界限值,分别记为 $e(i)$ 、 $e(m)$;中间等级区间具有前后界限值,其分级代表值取评价标准区间前后界限值的平均值作为代表值。如果评价等级标准分为 m 级,则有 m 个代表值: $e(i)$ 、 $e(ii)$ 、 \dots 、 $e(m)$ 。有了分级代表值后,可以根据实际评价因子的性状数据来计算其隶属度。假定某个评价因子的实测性状数据为 x ,那么,这个因子对各个评价等级的隶属度可以这样计算:

$$U_i(x) = \begin{cases} 1 & x \leq e(i) \\ [e(i+1) - x] / [e(i+1) - e(i)] & e(i) < x \leq e(i+1) \\ 0 & x > e(i+1) \end{cases}$$

$$U_{i+1}(x) = \begin{cases} 1 - U_i(x) & e(i) < x \leq e(i+1) \\ [e(i+2) - x] / [e(i+2) - e(i+1)] & e(i+1) < x \leq e(i+2) \\ 0 & x \leq e(i), x \geq e(i+2) \end{cases}$$

$$\vdots$$

$$U_m(x) = \begin{cases} 1 - U_{m-1}(x) & e(m-1) < x \leq e(m) \\ [e(m+1) - x] / [e(m+1) - e(m)] & e(m) < x \leq e(m+1) \\ 0 & x \leq e(m-1), x \geq e(m+1) \end{cases}$$

$$U_{m+1}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq e(m) \\ 1 - U_m(x) & e(m) < x < e(m+1) \\ 1 & x \geq e(m+1) \end{cases}$$

式中, $u_1(x)$ 、 $u_2(x)$ 、 \dots 、 $u_{m+1}(x)$ 分别为评价质量 x 对一级、二级、 \dots 、 $m+1$ 级评价等级标准的隶属度,这里假定隶属度是线性函数。

如占压面积这个评价因子对轻度破坏、中度破坏和重度破坏 3 个评价等级的隶属函数分别为:

$$U_1(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 100 \\ (550 - x) / 450 & 100 < x \leq 550 \\ 0 & x > 550 \end{cases}$$

$$U_2(x) = \begin{cases} 1 - U_1(x) & 100 < x \leq 550 \\ (1000 - x) / 450 & 550 < x < 1000 \\ 0 & x \leq 100, x \geq 1000 \end{cases}$$

$$U_3(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 550 \\ 1 - U_2(x) & 550 < x < 1000 \\ 1 & x \geq 1000 \end{cases}$$

其他评价因子对各评价等级的隶属度函数依此类推。根据各个评价因子的实测值及隶属函数,得出矿山土地某评价单元土地破坏程度对每个评价因子以隶属度进行单项评价的结果。再将每个单项评价的隶属度以此排列,便可得出一个模糊关系矩阵 R 。

$$R = \begin{bmatrix} R | u_1 \\ R | u_2 \\ \dots \\ R | u_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

矩阵 R 中第 i 行第 j 列元素 r_{ij} 表示某个被评事物从因素 u_i 来看对 V_j 等级模糊子集的隶属度。因此,模糊关系矩阵 R 中的第 i 行 $u_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})$, $i = 1, 2, \dots, m$,实际上代表了第 i 个评价因子对各级环境质量的隶属性;而模糊关系矩阵中的第 j 列 $u_j = (r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{mj})$, $j = 1, 2, \dots, n$,则代表了各个评价因子对 j 级环境质量的隶属性。一个被评事物在某个因素 u_i 方面的表现是通过模糊向量来刻画的,而在其他评价方法中多是由一个实际值来刻画的,因此,从这个角度来讲模糊综合评价要求更多的信息。

如水泥厂排矸场的七个评价因子(矸石占压面积、矸石堆边坡坡度、矸石中砾石含量、矸石堆中有机质含量与附近耕地土地比较、有毒元素含量、pH 值、矸石堆边坡稳定性)对三个评价等级隶属度排列构成的模糊关系矩阵 R 为:

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

4.2 综合评价

每个评价单元各个因素的权系数组合在一起构成了模糊权系数向量。占压地破坏土地评价因子权重向量 W 为

$$W = (0.03, 0.26, 0.10, 0.06, 0.19, 0.13, 0.23)$$

R 中不同的行反映从不同的单因素来看某个被评事物对各等级模糊子集的隶属程度。用模糊权系数向量 W 和 R 中不同的行进行综合,就可得知该被评事物从总体上来看对各等级模糊子集的隶属程度,即模糊综合评价结果向量 B ($B = W \times R$)。根据最大隶属度原则,取评价结果中隶属度最大的评价等级为该评价单元的最终评价结果。如水泥厂排矸场破坏程度综合评价结果向量 B 为:

$$B = W \times R = (w_1, w_2, \dots, w_p) \\ = (0.68, 0.13, 0.19)$$

分析该评价结果向量可以看出,水泥厂排矸场

对一级破坏程度 (轻度破坏)的隶属度为 0.68 对二级破坏程度 (中度破坏)隶属度为 0.13 对三级破坏程度 (重度破坏)的隶属度为 0.19 其中一级破坏程度隶属度最大 (0.68)。根据最大隶属度原则,水泥厂排矸场的破坏程度最终评价结果为一级轻度破坏,可复垦利用的可能性极大。同理,其他几个土地评价单元的破坏程度综合评价结果见下表 3。

表 3 花山煤矿各地块破坏程度评价结果表
Table 3 The units assessing result of damaging degrees in Huashan Coal Mine

评价单元	破坏程度 土地破坏等级	隶属度
地表塌陷坑	一级 (轻度破坏)	0.55
水泥厂排矸场	一级 (轻度破坏)	0.68
金塘湾排矸场	一级 (轻度破坏)	0.476
江边排矸场	三级 (重度破坏)	0.68
区排矸场	二级 (中度破坏)	0.444
沿江沟排矸场	一级 (轻度破坏)	0.7065

5 结束语

通过模糊数学综合评价,花山煤矿各评价单元土地破坏程度可分为三种,分别为重度破坏 (江边排矸场)、中度破坏 (C 区排矸场)和轻度破坏 (地表塌陷区、水泥厂排矸场、金塘湾排矸场、沿江沟排矸场)。整个矿山土地的破坏程度相对较低,以轻度破坏为主,破坏类型主要是煤矸石占压土地。这主要与花山煤矿采取了地下开采方式,产生的废弃物相对较少,废弃物中未含有对环境构成危害的化学物质,塌陷地远离居民区等因素有关。鉴此,该矿山破坏土地可复垦利用的可能性较大。经分析,该评价结果基本符合花山煤矿的实际情况,说明模糊数学综合评价方法在矿山土地破坏程度评价中是一种

行之有效的方法。运用模糊数学综合评价方法对矿山土地破坏程度进行评价,使一些原本模糊、不易量化的概念实现定量化,评价结果也包含更丰富的信息,评价结果具有更具有科学性和准确性。

参考文献 (References)

[1] Yang Fuhai, Li Fuping, Gan Deqing. Mines Ecological Rehabilitation and Joint Opencut and Underground Mining[M]. Beijing: Metallurgy Industry Press, 2002. 19~ 21 [杨福海,李富平,甘德清. 矿山生态复垦与露天地下联合开采[M]. 北京:冶金工业出版社, 2002. 19~ 21]

[2] Chen Qinglai. Fuzzy synthetically assess the crisis of geological disasters[J]. Preservation and Transportation of Oil and Gas, 2000, 19(5): 38~ 43 [陈情来. 模糊综合评判地质灾害的危险性[J]. 油气储运, 2000, 19(5): 38~ 43]

[3] Huang Xinfeng. Application of Fuzzy Mathematics on assessment of possibility district of geological disasters[J]. Southern Land Resource, 2004, 11: 95~ 98 [黄秀凤. 模糊数学在地质灾害易发程度分区评价中的应用[J]. 南方国土资源, 2004, 11: 95~ 98]

[4] Bai Zhongke. Land Reclamation and Ecological Rehabilitation for Area of Mining and Project Construction[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2000. 62~ 64 [白中科. 矿区土地复垦与生态重建[M]. 北京:中国农业科技出版社, 2000. 62~ 64]

[5] Zhou Jiayun. An estimation of land reclamation and countermeasures of ecological reconstruction on mines in Sichuan[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2005. [周家云. 四川省矿山土地复垦及生态重建对策研究[D]. 成都:成都理工大学, 2005. 31~ 32]

[6] Ni Shaoxiang. General Discussion about Land Type and Land Assessment[M]. Beijing: Higher Education Press, 1999. 149~ 150 [倪绍祥. 土地类型与土地评价概论[M]. 北京:高等教育出版社, 1999. 149~ 150]

[7] Zhou Jiayun, Li Fabin, Zhu Chuangye. Classification of mines to Be reclaimed in Sichuan and research on countermeasures for their reclamation[J]. Metallurgy, 2005(8): 63~ 66 [周家云,李发斌,朱创业. 四川省待复垦矿山分类系统及复垦对策研究[J]. 金属矿山, 2005(8): 63~ 66]

Evaluation on the Degree of Destructed Land in Area of Mining ——A Case Study of Huashan Coal Mine

WEN Xueju¹, ZHOU Jiayun^{1,2}, ZHU Chuangye¹

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610015, China;

2. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Chengdu 610041, China)

Abstract The evaluation on the degree of destructed land in area of mining is of important sense to guide land reclamation and ecological reconstruction. Applying for method of fuzzy mathematics comprehensive evaluation, this paper has evaluated the degree of destructed land in area of Huashan Coal Mine. It introduces the principle of evaluation, method of evaluation and procedure of evaluation about fuzzy mathematics; it also determines the evaluation factors, factors weight coefficients and evaluation standards which suit to evaluate the destructing degree of different kinds of mined soil. Based on types of ruined soil, two types and six units have been divided in Huashan Coal Mine. The fuzzy matrix is established on every evaluation unit. In the end, the comprehensive evaluation on the degree of destructed land shows that the coal-gangue mountain named Jiangbian was destructed very serious, the coal-gangue mountain named C-qu was destructed relatively serious, the subsiding land and the coal-gangue mountain named Shuinichang, Jingtangwan and Yanjianggou, were destructed lightly serious.

Key words fuzzy mathematics; destructing degree; evaluation; Huashan Coal Mine

封面照片说明

位于四川省西部的贡嘎山是青藏高原东南缘的极高山地,主峰海拔 7 556 m,发育现代冰川 74 条,冰川面积达 255.1 km²,是世界上少有的低海拔海洋性冰川,其成冰独特,运动快速。图为贡嘎山东坡海螺沟 3 600 m 处形成的非常壮观的冰瀑布。似巧夺天工的一座冰雕,巍然屹立。在白皑皑的冰川河两岸,还环绕着绿葱葱的冷杉林。美景奇观,令人叹为观止,留连忘返!

(何毓蓉)