

# 重庆市矿山地质环境评价方法探讨

曹树刚,武晓敏,刘 敏

(重庆大学 西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室,重庆 400044)

**摘 要:**通过对重庆市不同类型矿山地质环境调查研究,构建了包括矿山地质背景、开采状况、地质环境、自然经济环境等因素的评价指标体系。合理地划分了评价单元并确定了评价指标量化标准,通过不同隶属度函数得到相应的隶属度矩阵,利用专家评判法和频数统计法确定评价指标的权重。在兼顾矿区边界完整性的基础上,通过对各评价单元的评判、综合,得出了重庆市矿山地质环境评价分区图。为重庆市的矿山地质环境保护与恢复治理规划提供了有益的参考和借鉴,并为矿山地质环境评价和研究奠定了理论基础。

**关键词:**重庆市;矿山地质环境;评价方法

中图分类号:X820.2

文献标识码:A

文章编号:1672-3767(2007)02-0001-04

## Study on the Assessment Methods for Mine Geological Environment in Chongqing City

CAO Shu-gang, WU Xiao-min, LIU Min

(The Key Lab of the Ministry of Education for the Southwest Resources Development & the Environmental Disaster Control Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** Through the analyses of the different types of mine geological environments in Chongqing City, we set up an assessment index system including the mine geological background, mining status, geological environment problems and natural economic environment, etc., and rationally classified the assessment units and determined the quantitative standards for assessment indices. The corresponding matrixes of membership degrees are gotten through different membership functions and weight scales of assessment indices are determined by expert judgment method and statistical method of frequency. The graph of mine geological environment assessment for different districts in Chongqing City is obtained based on minefield border through the assessment and overlapping of each assessment unit. The research provides beneficial use and references for the mine geological environment protection and treatment planning in governments of Chongqing City at all levels and also provided a theoretical foundation for further study and mine geological environment assessment.

**Key words:** Chongqing City; mine geological environment; assessment method

重庆市地处四川盆地东南缘,地貌组合差异大,矿产资源较丰富。截止 2005 年底,全市共发现矿产 68 种,其中查明有资源储量的矿产 54 种,占全国 156 种的 34%。矿山总数为 3529 个,其中,煤矿 1359 个,金属矿山 78 个,非金属矿山 2055 个,水气资源矿山 9 个,其他矿山 28 个。矿业及以矿产资源为原料的加工业产值超过 300 亿元,占全市工业总产值的 25%。矿业的发展大大促进了地区经济的发展,为全市提供 85% 的能源和 90% 的原材料,促

进了部分山区人民脱贫致富。

矿业开发为重庆市经济建设作出重要贡献的同时,不可避免地给矿区生态环境带来较严重的负面影响。2005 年,重庆市发生较大规模的矿山地质灾害 254 起,地裂缝、地面塌陷及地面沉降影响面积约 85.22 km<sup>2</sup>,造成直接经济损失达 7.83 亿元<sup>[1]</sup>。

## 1 评价指标体系的建立

矿山地质环境是地质矿产、人类工程活动、经济

收稿日期:2007-03-26

作者简介:曹树刚(1955-),男,重庆璧山人,教授,博士生导师,主要从事采矿工程、安全工程等方面的教学与研究。

和环境等四方面因素相互依存、相互作用所构成的复杂系统。在全面深入调查研究基础上,对比分析了不同类型矿山地质背景、不同开发方式和矿山地质环境,构建包括矿山地质背景、矿山开采状况、矿山地质环境、自然经济环境等 4 项准则层、16 项指标构成指标层的指标体系。重庆市矿山地质环境影响综合评价指标体系见图 1。

## 2 评价流程与方法

### 2.1 评价流程

逐层分解建立矿山地质环境影响评价子系统。第一步将其分解为矿山地质背景、矿山开采状况、矿

山地质环境、自然经济环境等 4 项准则层。第二步,将准则层分解为若干指标,构成要素层。对各要素的评价可由隶属于它的各项指标的综合评价得出。如此自下而上进行 2 个层次的综合评价(图 1),得出重庆市矿山地质环境影响综合评估分区。

### 2.2 评价方法<sup>[3]</sup>

影响矿山地质环境的因素很多,各种因素之间存在着错综复杂的交互关系,很难用经典的数学模型进行描述,故选用模糊数学综合评判法对重庆市矿山地质环境进行综合评价。应用模糊变换原理和最大隶属度原则,考虑与被评价事物相关的各个因素。

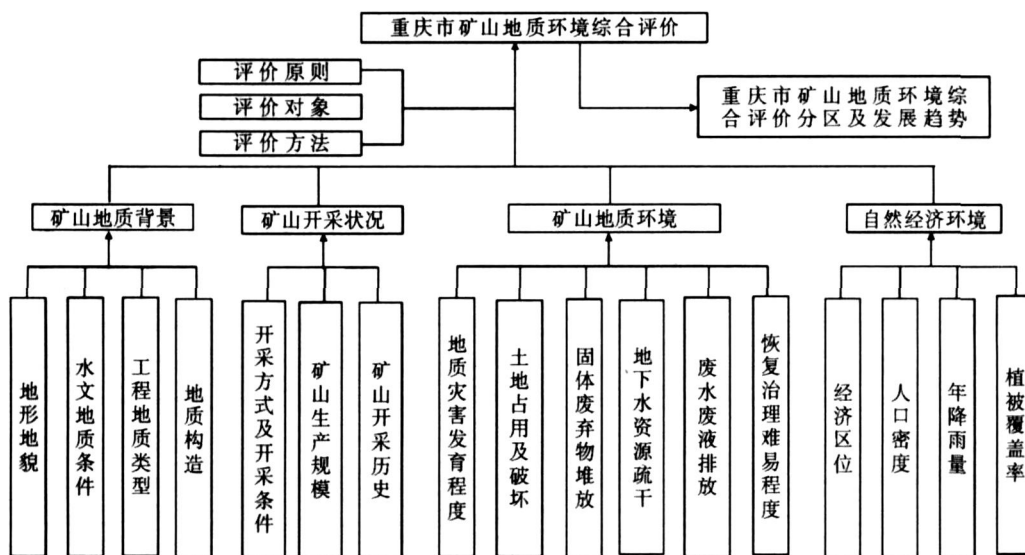


图 1 矿山地质环境综合评价指标体系图

Fig. 1 The synthetic assessment index system of mine geological environment

## 3 确定评价单元和评价指标量化依据

### 3.1 评价单元的确定

本次矿山地质环境影响分区评价采用  $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$  正方形单元的网格划分方法。每一单元格对应实际的  $100\text{ km}^2$ 。全市共划分为 950 个评价单元。

### 3.2 评价指标量化依据<sup>[4]</sup>

评价指标量化是矿山地质环境影响综合评价的关键。对不同指标,依据以下三类标准对不同的指标进行量化。

类标准:依据《中华人民共和国国家标准目录及信息总汇》(2005 年)等国家规定标准值为基准值,作为制定如废水、废液排放和地下水疏干等指标量化的基础。

类标准:依据矿山行业政府管理部门推荐分

级指标的标准,结合矿山实际情况,调整后应用到矿山地质环境影响评价中,作为制定如矿山开采方式及条件等指标等级的基础。

类标准:利用调研和监测资料,经数理统计分析得出评价指数经验方程,如  $P = a_1x + a_2y + a_3z + \dots + b$  (式中:  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  为经验方程待定系数,  $x$ 、 $y$ 、 $z$  是影响指数  $P$  的影响因子,  $b$  为待定常数),作为确定这类指标等级的基础。

## 4 隶属度的确定

隶属度用于区分事物的模糊界线,以隶属函数表达。评价指标根据其数据特征可分为定量指标和定性指标。在评价中,可认为定量指标数据特征为实数,定性指标用特征状态来描述。对于实数型定量因素,采用梯度型隶属函数  $U(x)$  来确定评价指

标的隶属度,其公式为:

$$U(x)=\begin{cases}1 & x < a \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0 & x > b\end{cases} \quad (1)$$

$$U(x)=\begin{cases}0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b < x < c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 0 & x > d\end{cases} \quad (2)$$

$$U(x)=\begin{cases}0 & x < c \\ \frac{x-c}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 1 & x > d\end{cases} \quad (3)$$

其中  $U_1(x)$ 、 $U_2(x)$ 、 $U_3(x)$  分别为矿山地质环境的标准,  $x$  为评价因素预计值。

利用隶属函数及每一评价单元各项因素的预计值,可算出各项指标对Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级的隶属度,建立起相应的隶属度矩阵  $R$ ,矩阵中第  $i$  行可用  $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, r_{i3})$  表示。

5 评价指标权值的确定

利用专家评判和频数统计相结合的方法,初步得出评价因子的权重  $A$ ,对每个因素赋予的权重,可用模糊子集  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  表示。再根据实际情况,选择本区域典型矿区进行试算修正,最后获得比较合理的各评价指标权值分配,矿山地质环境评价指标权值分配见表 1。

6 评价结果

通过上述对隶属度和权重的确定,利用综合评价公式  $B = A \cdot R$ ,则可计算出每个单元的评判结果。再通过对各评价单元的评判、叠加,在兼顾矿区边界完整性基础上,将各评价单元评判结果相同级别的单元连在一起,得出重庆市矿山地质环境评价分区图(图 2)。

本次矿山地质环境综合评估分为三级,即矿山

地质环境影响严重区(Ⅰ)、矿山地质环境影响较严重区(Ⅱ)和矿山地质环境影响一般区(Ⅲ)。各区根据其所处地域特征及主要环境地质问题的不同又可进一步划分为亚区域段,本次评价把全市共划分为三区三十亚区。

表 1 矿山地质环境评价指标权值分配表  
Tab.1 The distribution of assessment index weights of mine geological environment

准则层	权值分配	指标层	权值分配
矿区地质背景	0.111	地形地貌	0.447
		水文地质条件	0.201
		工程地质岩类	0.23
		地质构造	0.122
矿区开采状况	0.212	矿区开采方式及条件	0.5
		矿区生产规模	0.4
		矿区开采历史	0.1
		地质灾害发育程度	0.258
矿山地质环境问题	0.341	土地占用及破坏	0.108
		固体废弃物堆放	0.142
		地下水资源疏干	0.136
		废水、废液排放	0.16
		恢复治理难易程度	0.196
		经济区位	0.326
自然经济环境	0.336	人口密度	0.364
		植被覆盖率	0.134
		年降雨量	0.176

由评价结果得出,国有老煤矿区矿山环境问题仍然是重庆市工作重点之一。由于矿山地质灾害、土地占用及破坏、地下水系统破坏、矿山“三废”污染等矿山地质环境问题,相当长时间内仍然存在;集体、私营个体小型矿山环境问题仍将十分突出,如合川、铜梁、武隆、梁平、万州、开县、巫山、忠县、石柱等地采煤形成的矿山环境较严重区,引发的地面塌陷、地下水疏干、滑坡、危岩崩塌、植被破坏等诸多矿山地质问题仍将继续存在;金属矿山环境保护与治理形势仍不容乐观,如秀山-酉阳锰、汞矿区,渝西锑矿区等矿山环境影响严重区,南川市铝土矿区,石柱、黔江铅锌矿区等矿山环境影响较严重区的矿山地质灾害问题十分突出。

该研究结果为重庆市矿山地质环境保护与恢复治理规划提供了有益的参考和借鉴,并为矿山地质环境评价和进一步研究奠定了一定的理论基础。

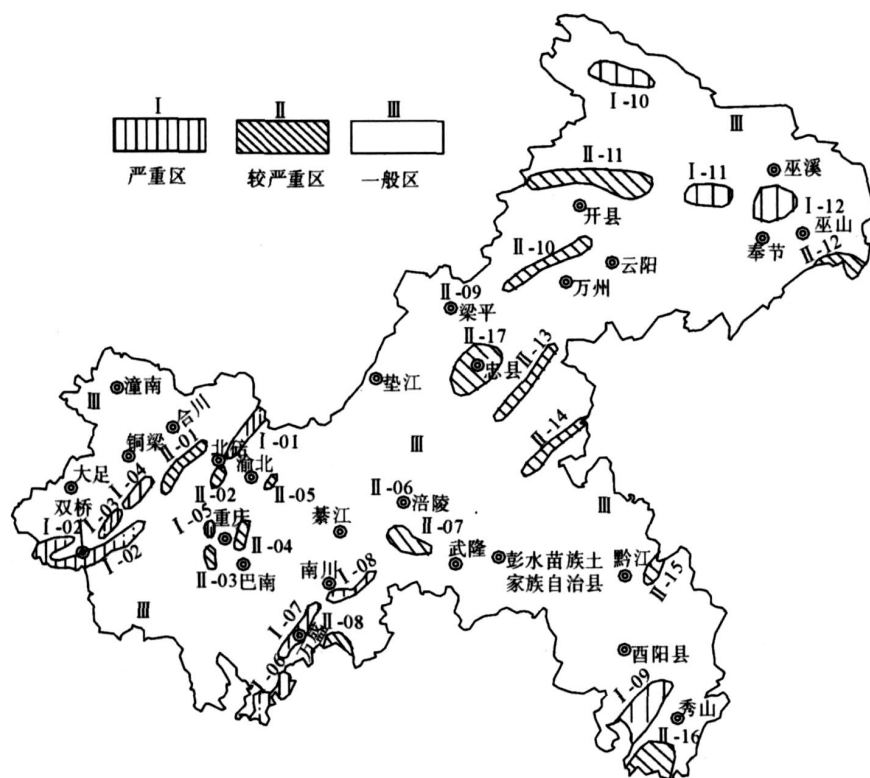


图 2 重庆市矿山地质环境评价分区图

Fig. 2 The graph of mine geological environment assessment for different districts in Chongqing City

### 参考文献:

- [1] 重庆市统计局. 统计年鉴(重庆, 2006) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2006: 207-237.
- [2] 重庆市地质环境监测总站. 重庆市矿山地质环境调查与评估报告 [EB/OL]. [2005-11-02] 重庆市国土资源与房屋管理局公众信息网.
- [3] 李鸿吉. 模糊数学基础及实用算法 [M]. 北京: 科学出版社, 2005: 309-351.
- [4] 魏迎春, 许友宁. 矿山地质环境量化评价模型研究 [J]. 华南地质与矿产, 2004 (4): 47-50.
- [5] 雷万荣, 唐春梅, 余文广, 等. 江西省矿山地质环境综合评价方法初探 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2006, 6 (1): 63-66.

### 刊期变更启事

为适应期刊发展的需要, 经山东省新闻出版局鲁新出批字 [2007] 38 号文件批准, 《山东科技大学学报(自然科学版)》从 2007 年 6 月起将季刊改为双月刊。

刊期变更后, 一年总价为 60 元。2007 年已订阅者, 定价不变。新订阅价格从 2008 年起开始执行。

特此通告。

山东科技大学学报(自然科学版)编辑部  
2007 年 6 月 20 日