

湖南常德市矿山地质环境综合评价分区研究

黄栋良¹, 万益宏²

(1. 湖南省国土资源规划院, 湖南 长沙 410007; 2. 湖南省地质博物馆, 湖南 长沙 410007)

摘要:基于常德市单个矿山地质环境调查情况,以选取10个矿山为例,运用综合指数法对单个矿山质量进行评价,然后根据单个矿山评价结果质量中等和差的矿山采用灰局势评价方法进行矿山地质环境综合评价分区,依此得出全市矿山地质环境综合评价分区。

关键词:矿山地质环境;综合指数法;灰局势评价;综合评价分区;湖南常德

中图分类号:X141;P642.2

文献标识码:A

文章编号:1674-3636(2010)01-0104-06

0 引言

目前,国内全省性矿山地质环境综合评价较多,但对市级和县级矿山地质环境综合评价较少,然而,矿山地质环境的直接管理者却为市县级国土资源局。因此有必要针对县(市、区)的矿山地质环境进行综合评价分区,为管理者提供决策依据,便于直接管理者对矿山进行有目的,有针对性的防治,减少地质灾害的发生。如今,国内外用于评价矿山地质环境的方法众多,如层次分析法、模糊综合评判法、模糊赋分法、统计分析法、人工神经网络法等,它们在宏观上给予了有效评价,但对单个矿山地质环境问题发挥的作用不能较好反映,而实际上出现的地质环境问题却往往是个体,因此,笔者将个体评价结果作为区域评价的依据,以更好地以点面结合,重点突出,反映实际情况。

1 主要矿山环境地质问题

常德市位于湘北,洞庭湖西侧,素有“非金属之乡”的美誉,石膏、石英砂、石煤矿、水泥灰岩、磷矿、芒硝、岩盐、陶土、雄黄(砷矿)等非金属矿产在全省乃至全国都占有极其重要的地位。通过对常德地区所有生产、在建和闭坑矿山的调查,基本查明648座矿山的地质环境情况,查清了区内矿山环境地质问

题的产生与矿产的种类、矿山规模、开采方式、生产工艺、经济类型以及地质环境条件密切相关,其表现归类主要为矿山地质灾害、占用及破坏土地资源、破坏及影响地下水系统、矿山废渣与废水污染4大类。

2 综合评价原则

矿山地质环境综合评价原则应以采矿对矿山地质环境造成的影响为主,兼顾矿区地质环境背景,突出矿山环境地质问题,坚持“区内相似、区际相异”的原则。

3 评价方法

3.1 建立矿山地质环境质量评价体系

按照上述原则,单个矿山采用综合指数法进行评价,然后根据单个矿山评价结果质量中等和差的矿山采用灰局势评价方法进行矿山地质环境综合评价分区,最后确定评价分区界限。

3.2 单个矿山质量评价

3.2.1 综合指数法 建立单个矿山的地质环境质量综合指数。综合指数(P)是一项综合考虑矿山的地质灾害危害程度(S_1)、矿山土地资源破坏程度(S_2)、矿山水、土污染程度(S_3)、矿山地下水系统破坏程度(S_4)、矿山地质环境条件脆弱程度(S_5)与矿山地质环境治理难易程度(S_6)6个方面的指数,计算公式是: $P = a_1S_1 + a_2S_2 + a_3S_3 + a_4S_4 + a_5S_5 + a_6S_6$,式中,a

为权重。根据地质环境专家多年的工作经验,6项指数值分别赋有不同的权重,即 $a_1=0.3,a_2=0.25,a_3=0.15,a_4=0.15,a_5=0.1,a_6=0.05$ 。各指数值可按下列标准进行分级评价(表1),并赋予分值。

表1 矿山(区)地质环境质量分级评价标准			
矿山地质灾害危害程度 S_1	严重	较严重	较轻
矿山土地资源破坏程度 S_2	严重	较严重	较轻
矿山水、土污染程度 S_3	严重	较严重	较轻
矿山地下水系统破坏程度 S_4	严重	较严重	较轻
矿山地质环境条件脆弱程度 S_5	脆弱	较脆弱	不脆弱
矿山地质环境治理难易程度 S_6	困难	较困难	容易
赋分	10	7	4

3.2.2 质量分级 I:质量差, $P\geq 8.0$; II:质量中等, $5.5\leq P<8.0$; III:质量较好, $P<5.5$ 。

3.3 矿山地质环境综合分区评价方法——灰局势评价法

- 其评价方法分为5个步骤。
- 步骤一:确定事件、对象、局势、指标。
- ① 事件:评价矿山地质环境质量为事件 x 。
- ② 对象:指评价区内不同矿山。“对象1”(记为 a_1),评价一矿;“对象2”(记为 a_2),评价二矿;以此类推。
- ③ 局势: $S_i=(a,b_i)=($ 评价矿山地质环境质量,评价 i 矿 $)$ 。 $S_1=(x,a_1)=($ 评价矿山地质环境质量,评价一矿 $)$ 。 $S_2=(x,a_2)=($ 评价矿山地质环境质量,评价二矿 $)$ 。以此类推。
- ④ 指标:指标1,矿山地质灾害危害程度;指标2,矿山土地资源破坏程度;指标3,矿山水、土污染程度;指标4,矿山地下水系统破坏程度;指标5,矿山地质环境条件脆弱程度;指标6,矿山生态环境恢复治理难易程度。

- 步骤二:给出矿山地质环境质量的指标样本。
- 上述6项评价指标分别以 $Z_1、Z_2、Z_3、Z_4、Z_5、Z_6$ 表示。
- 步骤三:确定指标极性作效果测度变换。
- 指标1,矿山地质灾害危害程度指标,即数值大者地质环境质量差,为拟优先评价质量差区对象。
- ① 上限效果测度算式:
- $$r_i^1 = \frac{u_i^1}{\max u_i^1}, i=1,2,\dots$$
- ② 各矿指标1质量分值标本。为了使综合分

区评价更加符合实际,并与加权指标法单个矿山质量分级评价标准联系起来,故作矿山地质环境质量综合分区评价指标相应等级标准(表2)。

表2 指标评定分值与加权指数法单个矿山质量分级评价标准值对应等级			
项目	较好	中等	差
指标评定分值	4	7	10
单个矿山分级评价值	<5.5	$5.5\sim 8$	≥ 8
综合分区质量评价值	<0.55	$0.55\leq \bar{P}<0.8$	≥ 0.8

- $u_1^1=t_1$ 分, $u_2^1=t_2$ 分, $u_3^1=t_3$ 分, $u_4^1=t_4$ 分, $u_5^1=t_5$ 分, $u_6^1=t_6$ 分……
- ③ $\max u_i^1$:
- $$\max u_i^1 = \max(u_1^1, u_2^1, u_3^1, \dots)$$
- ④ 各矿指标1质量测度计算:
- $$i=1, r_1^1 = \frac{u_1^1}{\max u_1^1}$$
- $$i=2, r_2^1 = \frac{u_2^1}{\max u_2^1}, \dots$$
- 同理,可得出各矿指标2、指标3、指标4、指标5、指标6的质量测度值。
- 步骤四:建立统一测度空间。
- 计算各矿矿山地质环境质量的统一测度。
- ① 效果测度:
- $$r_1^1=a, r_1^2=b, r_1^3=c, r_1^4=d, r_1^5=e, r_1^6=f$$
- ② 统一测度:
- $$r_1^\Sigma = \frac{1}{6} \sum_{p=1}^6 r_1^p = \frac{1}{6}(a+b+c+d+e+f)$$
- 同理,可得 $i=2,3,\dots,n$ 的统一测度。 $r_2^\Sigma、r_3^\Sigma、r_4^\Sigma、r_5^\Sigma、\dots、r_n^\Sigma$ 。

- 步骤五:区域矿山地质环境质量统一测度值的平均值,即综合分区质量评价值。
- $$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i^\Sigma$$
- $\bar{P}$ 为矿山地质环境质量综合分区评价指标值,其值与单个矿山质量分级相对应。
- 3.4 确定评价分区界限
- 当各个矿山按照上述综合指数法求得综合指数值后(即单个矿山地质环境质量评价结果),再按照灰局势评价方法进行矿山地质环境综合分区,同时考虑不同矿种、分布位置及主要环境地质问题,将矿产相对集中、矿种相对类似成一区的原则,确定评价分区界限,区分质量差区、中等区和较好区。

行说明(表 3)。

4 实例评价

4.2 上限效果测度值

按照上限效果测度算式,10 座矿山的指标 1—指标 6 值见表 4。

4.1 单个矿山质量评价

根据评价方法从调查矿山中选取 10 座矿山进

表 3 单个矿山地质环境质量评价综合指数

野外编号	a ₁ = 0. 30	a ₂ = 0. 25	a ₃ = 0. 15	a ₄ = 0. 15	a ₅ = 0. 1	a ₆ = 0. 05	综合指数 (P)	地质环境 质量评价
	地质灾害 危害程度 S ₁	土地资源 破坏程度 S ₂	水、土污 染程度 S ₃	地下水系 统破坏程度 S ₄	环境脆弱 程度 S ₅	环境恢复 治理难易度 S ₆		
LxB38	5	8	7	5	5	6	6. 10	中等
LxB39	8	10	8	5	8	9	8. 10	差
LxB41	5	8	7	5	5	6	6. 10	中等
LxB42	6	8	4	4	6	6	5. 90	中等
LxB57	6	8	5	4	7	6	6. 15	中等
LxB58	10	10	5	7	6	9	8. 35	差
LxB59	5	8	6	5	6	6	6. 05	中等
LxB62	10	9	6	6	5	9	8. 00	差
LxB66	5	8	5	5	5	5	5. 75	中等
LxB67	7	9	8	10	5	9	8. 00	差

表 4 矿山地质环境质量综合分区灰局势评价指标分值

对象	LxB41	LxB42	LxB39	LxB38	LxB57	LxB58	LxB59	LxB62	LxB66	LxB67	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	
质量	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	
评价指标	Z ₁	4	7	10	4	7	10	4	10	4	7
	Z ₂	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Z ₃	7	4	10	7	4	4	7	4	10	10
	Z ₄	4	4	4	4	4	7	4	7	4	10
	Z ₅	4	7	10	4	7	10	7	4	4	4
	Z ₆	7	7	10	7	7	10	7	10	4	10

4.3 建立统一测度空间

根据表 4,可得各矿山第一指标(Z₁)值最大为 10。 $\max u_1^1 = \max(u_1^1, u_2^1, u_3^1, \cdots) = (4, 7, 10, 4, 7, 10, 4, 10, 4, 7) = 10$ 。同理可得出其他 5 项指标最大

值均为 10。将各矿山指标除以该指标的最大值(即对整个区内环境质量的贡献大小),得出测度值(表 5)。单个矿山测度值相加后的均值为统一测度值(表 5)。

表 5 矿山地质环境质量灰局势综合评价指标质量测度计算表

对象		LxB41	LxB42	LxB66	LxB38	LxB57	LxB59	LxB58	LxB62	LxB39	LxB67
		A1	A2	A9	A4	A5	A7	A6	A8	A3	A10
质量		S ₁	S ₂	S ₉	S ₄	S ₅	S ₇	S ₆	S ₈	S ₃	S ₁₀
评价指标	Z ₁	0. 4	0. 7	0. 4	0. 4	0. 7	0. 4	1. 0	1. 0	1. 0	0. 7
	Z ₂	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0
	Z ₃	0. 7	0. 4	0. 4	0. 7	0. 4	0. 7	0. 4	0. 7	1. 0	1. 0
	Z ₄	0. 4	0. 4	0. 4	0. 4	0. 4	0. 4	0. 7	0. 7	0. 4	1. 0
	Z ₅	0. 4	0. 7	0. 4	0. 4	0. 7	0. 7	1. 0	0. 4	1. 0	0. 4
	Z ₆	0. 7	0. 7	0. 4	0. 7	0. 7	0. 7	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0
统一测度	r_1^{Σ}	0. 6	0. 65	0. 5	0. 6	0. 65	0. 65	0. 85	0. 8	0. 9	0. 85
综合分区质量评价值(P̄)		0. 608						0. 825		0. 875	

根据评价分区原则和分区界限,从表 5 可以得出,野外编号为 LxB58、LxB62 两座矿山和 LxB39、LxB67 两座矿山分别构成综合分区评价质量差区。由野外编号为 LxB41、LxB42、LxB59、LxB57、LxB66、LxB38 的 6 座矿山构成综合分区评价质量中等区。

5 矿山地质环境综合评价分区

根据矿山地质环境质量的评价体系,得出常德市矿山地质环境影响质量差区 31 个,质量中等区 54 个和质量较好区 1 个(表 6、表 7)。

表 6 常德市矿山地质环境综合评价分区质量差区

序号	县(市、区)	代号	矿山环境地质综合评价分区	面积/km ²
1	澧县	I -01	能源矿区地面塌陷、水土污染、占用土地资源、地下水系统破坏质量差区	2. 464
2		I -02	能源矿区地面塌陷、水土污染、占用土地资源、地下水系统破坏质量差区	2. 067
3		I -03	岩盐矿区地面塌陷、冒卤导致水土污染质量差区	1. 024
4		I -04	能源矿区地面塌陷、水土污染、占用土地资源、质量差区	5. 224
5		I -05	能源矿区水土污染、占用土地资源、地面变形质量差区	1. 295
6		I -06	能源矿区地面塌陷、占用土地资源、水土污染、地下水系统破坏质量差区	1. 617
7		I -07	芒硝矿区地面塌陷、地面沉降质量差区	1. 591
8		I -08	石膏矿区占用土地资源、影响居民房屋质量差区	8. 208
9	石门县	I -9	江坪、京竹煤矿区矿坑水污染质量差区	0. 266
10		I -10	鼓锣坪磷矿区滑坡质量差区	0. 519
11		I -11	磨市镇南面的石煤矿区废渣占用破坏土地质量差区	0. 107
12		I -12	王堰煤矿区矿坑水污染质量差区	0. 460
13		I -13	雄磺矿地面塌陷、水土污染、地下水系统破坏质量差区	0. 089
14		I -14	新街口马耳岭矽砂矿选矿废水污染质量差区	0. 239
15		I -15	二都乡矽砂矿占用破坏农田、旱地质量差区	0. 442
16		I -16	夹山镇东南石膏矿区地面塌陷质量差区	0. 767
17		I -17	广福桥煤矿区地面塌陷、水土污染、地下水系统破坏质量差区	1. 235
18		I -18	青峰煤矿区地面塌陷、水土污染、地下水系统破坏质量差区	5. 622
19		I -19	大堰湾煤矿区水土污染质量差区	0. 160
20		I -20	蒙泉镇石膏矿区地面塌陷质量差区	0. 953
21	临澧县	I -21	河口镇一九里乡石膏矿区地面塌陷、矿坑突水质量差区	35. 200
22		I -22	歇驾山—尖峰村石膏矿区地面塌陷、矿坑突水质量差区	5. 253
23	鼎城区	I -23	石煤矿区水土污染、占用土地资源质量差区	11. 331
24		I -24	金矿区地面塌陷、水土污染质量差区	0. 313
25	桃源县	I -25	建筑用石料、方解石矿及石灰岩矿占用土地资源质量差区	2. 425
26		I -26	建筑用石料占用土地资源质量差区	2. 817
27		I -27	石灰岩矿崩塌质量差区	0. 415
28		I -28	粘土矿占用土地资源质量差区	3. 379
29		I -29	粘土矿占用土地资源质量差区	4. 833
30		I -30	金矿地面塌陷、滑坡、水土污染、占用土地资源质量差区	2. 366
31	汉寿县	I -31	周文庙乡—岩汪湖镇—龙阳镇砖瓦用粘土矿区占用破坏土地资源、积水质量差区	3. 523

表 7 常德市矿山地质环境综合评价分区质量中等区

序号	县(市、区)	代号	矿山环境地质综合评价分区	面积/(km ²)
1	澧县	Ⅱ-01	石灰岩矿区占用土地资源、崩塌滑坡质量中等区	2.618
2		Ⅱ-02	石灰岩矿区占用土地资源、水土污染质量中等区	0.520
3		Ⅱ-03	能源矿区占用土地资源、水土污染质量中等区	6.028
4		Ⅱ-04	能源矿区占用土地资源、水土污染质量中等区	7.388
5		Ⅱ-05	石膏矿区占用土地资源、影响居民房屋质量中等区	4.550
6		Ⅱ-06	石膏矿区占用土地资源质量中等区	0.949
7		Ⅱ-07	石膏矿区占用土地资源质量中等区	1.352
8		Ⅱ-08	能源矿区占用土地资源、水土污染质量中等区	1.705
9		Ⅱ-09	石灰岩矿区占用土地资源、崩塌滑坡质量中等区	2.151
10		Ⅱ-10	膨润土矿区占用土地资源、水土流失质量中等区	2.118
11	石门县	Ⅱ-11	壶瓶山煤矿区崩塌、滑坡质量中等区	13.178
12		Ⅱ-12	子良乡石料场、重晶石矿区崩塌质量中等区	1.981
13		Ⅱ-13	子良乡金城—太平镇苦竹坪采石厂区崩塌质量中等区	3.052
14		Ⅱ-14	三圣乡泰清煤矿区崩塌质量中等区	0.759
15		Ⅱ-15	南北镇北部磷矿区占用破坏土地资源质量中等区	0.841
6		Ⅱ-16	南北镇—壶瓶山磷矿区滑坡质量中等区	7.409
17		Ⅱ-17	大峪湾—杨柳园建材用石料矿区崩塌质量中等区	1.303
18		Ⅱ-18	新铺乡周家湾煤矿区占用破坏旱地、林地质量中等区	0.706
19		Ⅱ-19	新铺河曲—蔡子趟煤矿区煤矸石污染质量中等区	0.709
20		Ⅱ-20	新铺永兴、新河、艾家山煤矿区占用破坏土地资源质量中等区	1.684
21		Ⅱ-21	磨市长峪湾—岩门石煤矿区占用破坏土地资源质量中等区	0.292
22		Ⅱ-22	新铺日晒坡—湘国煤矿区煤矸石污染质量中等区	0.494
23		Ⅱ-23	楚江奇峰铁矿区占用破坏土地资源质量中等区	1.497
24		Ⅱ-24	新铺佳林—芦垭煤矿区煤矸石污染质量中等区	1.620
25		Ⅱ-25	磨市镇建筑用石料矿区占用破坏土地资源质量中等区	0.182
26		Ⅱ-26	磨市镇金竹坑—木瓜峪石煤矿区采矿废石污染质量中等区	0.464
27		Ⅱ-27	白云乡五峰煤矿区地面塌陷、水土污染质量中等区	0.611
28		Ⅱ-28	皂市白沙渡铁矿区采矿废石污染质量中等区	0.051
29		Ⅱ-29	新关松林峪铁矿区占用破坏土地资源质量中等区	0.778
30		Ⅱ-30	易家渡咸池、轮窑砖瓦用粘土矿区占用破坏土地资源质量中等区	1.497
31		Ⅱ-31	二都乡轮窑砖瓦用粘土矿区占用破坏土地资源质量中等区	0.231
32		Ⅱ-32	夹山石煤矿区煤矸石污染地表水质量中等区	0.236
33		Ⅱ-33	夹山东红、栗山坡石煤、建筑用石料矿区焙烧废渣污染质量中等区	1.802
34		Ⅱ-34	夹山镇三板、雨淋、华天石膏矿区占用破坏土地资源质量中等区	0.312
35		Ⅱ-35	夹山竹儿笼石煤矿区焙烧废渣污染质量中等区	0.106
36		Ⅱ-36	夹山青玄山石煤矿区焙烧废渣污染质量中等区	0.100
37		Ⅱ-37	陈家湾海泡石、粘土矿区 占用破坏土地资源质量中等区	1.625
38		Ⅱ-38	蒙泉镇八方—李尔石膏矿区 占用破坏土地资源质量中等区	0.281
39	临澧县	Ⅱ-39	官亭乡水泥用灰岩矿区占用土地资源质量中等区	1.935
40		Ⅱ-40	安福镇水道段采河砂矿区占用土地资源质量中等区	0.348
41	鼎城区	Ⅱ-41	石灰岩矿区占用土地资源质量中等区	1.142
42		Ⅱ-42	非金属矿区占用土地资源、崩塌滑坡质量中等区	2.105
43		Ⅱ-43	非金属矿区占用土地资源、崩塌滑坡质量中等区	11.159

续表 7

序号	县(市、区)	代号	矿山环境地质综合评价分区	面积/(km ²)
44	桃源县	Ⅱ-44	石灰岩矿水土污染、占用土地资源质量中等区	2.783
45		Ⅱ-45	建筑用石材矿水土污染、占用土地资源质量中等区	0.215
46		Ⅱ-46	建筑用石材矿水土污染、占用土地资源质量中等区	1.173
47		Ⅱ-47	建筑用石材矿占用土地资源质量中等区	1.149
48		Ⅱ-48	粘土矿占用土地资源质量中等区	5.232
49		Ⅱ-49	粘土矿占用土地资源质量中等区	7.964
50		Ⅱ-50	水土污染、占用土地资源质量中等区	4.670
51		Ⅱ-51	建筑用石材矿、石煤矿水土污染、占用土地资源质量中等区	3.863
52		Ⅱ-52	粘土矿水土污染、占用土地资源质量中等区	1.802
53		Ⅱ-53	金矿水土污染、占用土地资源质量中等区	0.841
54	汉寿县	Ⅱ-54	崔家桥镇建筑用石料矿区占用破坏土地资源、崩塌隐患质量中等区	1.145

6 结 语

- ① 此评价体系建立在矿山情况实地调查的基础上,能客观反映单个矿山地质环境质量情况。
- ② 此评价体系采用定性与定量的方法,得出的评价结果与现状较符合,能满足要求。
- ③ 能反映单个矿山质量在区内所发挥的贡献。
- ④ 根据综合评价分区结果,特别是矿山地质环境质量差区,应作为矿山地质环境恢复治理的重点区域。

参考文献:

[1] 魏玉虎,齐光辉. 河南省矿山环境地质问题综合评价分区研究[J]. 水文地质工程地质,2007,34 (2): 106

- 108.

[2] 徐友宁,袁汉春. 矿山环境地质问题综合评价指标体系[J]. 地质通报,2003,22(10):829-832.

[3] 何芳,徐友宁. 矿山环境地质问题综合评价客观权值确定方法探讨[J]. 中国地质,2008,35(2):337-343.

[4] 罗娟,陈守余. 矿山环境质量评价指标体系及层次分析法评价[J]. 安全与环境工程,2005,12(1):9-12.

[5] 方先知. 湖南省矿山地质环境问题成因分析[J]. 国土资源导刊,2005,2(4):5-8.

[6] 黄栋良,姚鹏,刘文锋,等. 湖南省常德市矿山地质环境调查与评价报告[R]. 长沙:湖南省地质研究所,2008.

[7] 曾玉清,李贵仁. 湖南省矿山地质环境问题的成因及变化趋势[J]. 国土资源导刊,2009,6(4):51-55.

[8] 潘懋,李铁锋. 环境地质学[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

Study on evaluation partition of mine geological environment in Changde of Hunan

HUANG Dong-liang¹, WAN Yi-hong²

(1. Hunan Planning Institute of Land and Resources, Changsha 410007, China; 2. Geological Museum of Hunan Province, Changsha 410007, China)

Abstract:Based on the investigation of the geological environment in Changde City, the authors selected ten mines as examples, adopted the synthetic index method to evaluate the quality of a single mine. Then, according to the results of a single mine evaluation, the grey situation evaluation partition method was applied to carry out a comprehensive zoning of geological environment for medium and poor quality mines. So it came to the comprehensive evaluation division of the mine geological environment.

Keywords:Mine geological environment; Integrated index method; Grey situation evaluation; Comprehensive evaluation partition; Changde, Hunan