

· 基础理论研究 ·

河南省矿山地质环境质量评价

宋云力*, 甄习春, 赵承勇

(河南省地质环境监测院, 河南 郑州 450016)

摘要:选取地形地貌、工程地质条件、构造条件、崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降、土地占用与破坏、固体废弃物、废水和废液排放、矿坑突水、水资源枯竭、煤(矸石)自燃、企业规模、生态环境恢复治理难易程度等17项评价因子,采用神经网络法,将全省按6'×5'划分成2 025个评价单元,根据每一评价单元的环境质量分级,将全省矿山地质环境质量分为3类:环境质量较差区(含13个亚区)、环境质量中等区(含9个亚区)和环境质量良好区。

关键词:矿山;地质环境;质量;评价;河南省

中图分类号:X820.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-0972(2008)01-0093-04

Evaluation on Mine Geological Environment Quality in Henan Province

SONG Yun-li, ZHEN Xi-chun, ZHAO Cheng-yong

(Henan Monitoring Academy of Geological Environment, Zhengzhou 450016, China)

Abstract: Adopting neural networks, and selecting 17 appraising factors including topography and landform, engineering geological condition, structural condition, avalanche, landslide, mudflow, surface collapse, surface crack, ground subsidence, land occupation and destruction, discharging of solid rejectamenta, waste water and waste liquid, water gushing-out of mine; drying up of water resources; spontaneous combustion of gangue; scale of enterprises; difficult degree of eco-environment restoration and governance, the entire province was divided into 2 025 evaluation units according to 6'×5'. And in the light of environmental quality graduation of each unit, there are three kinds of quality of mine geological environment: worse environmental area (including 13 sub-areas), middle-degree environmental area (including 9 sub-areas) and good environmental area.

Key words: mine; geological environment; quality; evaluation; Henan province

1 矿产资源概况与主要矿山地质环境问题

河南省已发现各类矿产126种(含亚矿种为154种),探明资源储量73种,已开发利用81种。省内已探明资源储量并载入2002年河南省矿产资源储量表的固体矿产地共936处,其中主矿产地719处,伴、共生矿产地217处。

根据2002年统计资料,全省有8 194个各种经济性质的独立核算采矿单位从事矿业生产活动,开发利用矿产81种。国有控股矿山284个,其他经济类型矿山7 910个。较大的矿山有:平顶山煤田、鹤壁煤田、焦作煤田、义马煤田、永城煤田、郑州煤田、灵宝金矿、中原油田、河南油田、栾川钼矿、郑州铝土矿等。绝大多数矿山分布在京广铁路以西和豫南的丘陵、山区。在河南省矿业采选业的产值构成中,

煤炭占47.3%,石油、天然气占40.7%,金属矿产、非金属矿产占12%。根据2002年调查资料,主要的矿山地质环境问题有:矿山灾害(包括:采空地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流、矿坑突水等)、煤矸石堆放及自燃、占用和破坏土地、矿区水土流失、区域地下水位下降、水体污染等。

矿山开采引发的崩塌、滑坡、泥石流灾害主要分布于灵宝小秦岭矿区、栾川钼矿区和嵩县祁雨沟金矿区,其中,崩塌16处,滑坡15处,泥石流沟32条。据初步调查,煤矿采空地面塌陷473处,主要分布在平顶山、焦作、义马、鹤壁、济源、永城、新密等煤田开采区,累计塌陷面积39 500.87 hm²,经济损失43 987.9万元。非煤矿山开采引起的地面塌陷49处,主要分布在安阳铁矿、栾川康山金矿、红庄金矿、

收稿日期:2007-05-16;修订日期:2007-09-26;*. 通讯联系人, E-mail: ylsong1962@sina.com

基金项目:国家地质调查项目“河南省矿山地质环境调查与评估”基金资助(200212300006)

作者简介:宋云力(1962-),男,河南杞县人,高级工程师,现从事水工环地质管理与研究工作。

三道庄铅矿、南泥湖铅矿、灵宝小秦岭金矿等矿区,塌陷面积累计 440.5 hm²,经济损失 623.32 万元. 矿区发生地裂缝共 324 条,经济损失 9 445.3 万元^[1].

河南省因矿业开发引起的土地破坏点多面广,采矿场占地 9 079.67 hm²、固体废料场 1 703.93 hm²、尾矿库 721.99 hm²、各矿山企业占用、改变破坏土地总量为 46 187.7 hm². 大型企业占用、改变破坏土地为 21 834.54 hm²、中型企业占用、改变破坏土地为 11 772.64 hm²、小型企业占用、改变破坏土地为 12 580.51 hm².

全省矿山废水年产出量 46 823.87 × 10⁴ m³,年排放量 37 627.31 × 10⁴ m³,废石、废渣年产出量 3 155.92 × 10⁴ t,年排放量 2 043.62 × 10⁴ t,累计积存量 27 526.37 × 10⁴ t^[1].

2 评价方法

2.1 评价因子的选取与赋值

在充分调查和研究河南省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,依据“区内相似、区际相异”的原则进行评价分区,选取 17 个评价因子,其中部分因子由多个要素组成,见表 1.

在所选取的 17 个评价因子中,部分评价因子的组成要素是定性的,为了对评价因子赋值时能够尽可能量化,需根据相关标准对这些定性要素进行量化转变. 具体赋值标准见表 2、表 3、表 4、表 5. 其中,崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地裂缝、地面沉降等 5 个评价因子中,“规模”是其定性组成要素,在对其进行量化转变时按照《全国矿山地质环境调查实施细则》(中国地质环境监测院,2002 年 8 月)对规模的划分标准执行.

表 1 矿山地质环境评价因子一览表

Tab. 1 List of appraising factors of mine geological environment

序号	类型	评价因子	组成要素
1	区域地质背景	地形地貌	①地貌类型 ②冲沟切割
2		工程地质条件	①工程地质岩组 ②孕育地质灾害程度
3		构造条件	①发育程度 ②活动性
4	矿山地质环境	崩塌	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
5		滑坡	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
6		泥石流	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
7		地面沉降	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
8		地裂缝	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
9		地面沉降	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
10		土地占用与破坏	①总面积 ②治理面积
11		固体废弃物	①年排放量 ②累计积存量
12		废水、废液排放	①年排放量 ②年治理量 ③年循环利用量
13		矿坑突水	①最大突水量 ②经济损失 ③人员死亡
14	人类活动	水位下降	①影响面积 ②区域地下水位最大下降幅度
15		煤(矸石)自然	①易燃程度 ②危害程度
16	人类活动	企业规模	
17	恢复治理	矿山生态环境恢复治理的难易程度	

表 2 地形地貌各组成要素的量化转变

Tab. 2 Quantification transformation of essential factors composing topography and landform

地貌类型	赋值	地形切割强度	赋值
高山、中山	3	冲沟密度大,重度切割	3
低山、丘陵	2	冲沟密度较大,中度切割	2
平原、盆地	1	轻度切割、无冲沟	1

表 3 工程地质条件各组成要素的量化转变

Tab. 3 Quantification transformation of essential factors composing engineering geological condition

工程地质岩组	赋值	孕育地质灾害程度	赋值
松散土体	3	严重	3
较弱、较软弱岩组	2	中等	2
坚硬、较坚硬岩组	1	轻微	1

表 4 构造条件各组成要素的量化转变

Tab. 4 Quantification transformation of essential factors composing structural condition

构造发育程度	赋值	构造活动性	赋值
强	3	强	3
中	2	中	2
弱	1	弱	1

表 5 煤自燃因子各组成要素的量化转变

Tab. 5 The quantity transision of each consistuentia element factor in coal self-burning efficients

煤易燃程度	赋值	煤自燃的危害程度	赋值
极易	3	极严重	3
易	2	严重	2
较易	1	轻微	1
不自燃	0	无	

2.2 评价因子的赋值分类

针对企业规模和矿山生态环境恢复治理的难易程度 2 个评价因子,定性确定赋值分类.其他 15 个评价因子进行定量确定赋值分类.分类方法采用神经网络法.

人工神经网络(Artificial Neural Network)基本原理是通过已知样本的学习,掌握输入与输出之间的非线性关系,并能对这种关系进行存储记忆,然后通过“联想”对未知样本进行预测.本次计算主要采用误差反向传播(BP)算法,其网络结构为 3 层:输入层、中间隐含层和输出层(图 1).

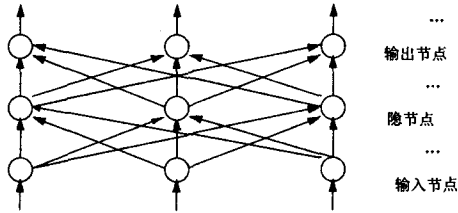


图 1 网络结构
Fig. 1 The net structure

BP 算法的一般步骤为:

①用任意小 $[-1, +1]$ 的随机数设置各层节点之间

的初始连接权和各节点的初始阈值.

②给定输入及期望输出.

③通过网络之间前向传播计算各层节点的激活值(输出值)

$$Q_{pi}=f(\sum_j O_{pi}O_{(p-1)i}),$$

其中: p 为输入模式对序列; i,j 为对应层节点序列; f 为 sigmoid 函数,即 $f(x)=(1+e^{-x})^{-1}$.

④比较输出层各节点激活值与期望输出值之间的差别,将误差反向传播给输出层以下各层节点,即按下式用迭代法进行权值修正:

$$\Delta w(k+1)=\Delta w(k)+\eta\delta_{pi}O_{pi},$$

⑤重复迭代计算,直至实际输出与期望输出的均方差小于某一给定值 ξ 为止,网络训练完毕.

⑥用学习好的网络,输入预测样本参数,便可直接得到相应的预测输出.

2.3 评价因子的赋值

依据上述方法,对所选取的 17 个评价因子进行分类并加以评分赋值,具体赋值分级标准见表 6.

表 6 河南省矿山地质环境评价分级表

Tab. 6 The evaluating classification for mining geological environment of Henan Province

序号	类型	评价因子	评价方法	赋值		
				3	2	1
1	区域地质背景	地形地貌	神经网络法	I 类	II 类	III 类
2		工程地质条件		I 类	II 类	III 类
3		构造条件		I 类	II 类	III 类
4	矿山地质环境	崩塌		I 类	II 类	III 类
5		滑坡		I 类	II 类	III 类
6		泥石流		I 类	II 类	III 类
7		开采沉陷		I 类	II 类	III 类
8		地裂缝		I 类	II 类	III 类
9		地面沉降		I 类	II 类	III 类
10		土地占用与破坏		I 类	II 类	III 类
11		固体废弃物		I 类	II 类	III 类
12		废水、废液排放		I 类	II 类	III 类
13		矿坑突水		I 类	II 类	III 类
14		水位下降		I 类	II 类	III 类
15		煤(矸石)自燃		I 类	II 类	III 类
16	人类活动	企业规模	定性分析	大	中	小
17	恢复治理	矿山生态环境恢复治理的难易程度		难	较难	易

2.4 单元格的剖分

将全省按经纬度剖分网格,网格大小为 $6' \times 5'$,共剖分 2 025 个评价单元,每个评价单元面积约 100 km^2 .

2.5 评价单元的积分计算和分级

分别计算各单元格的矿山地质环境及恢复治理、人类活动及矿山地质背景的得分,并计算其总得分.计算方法主要采用积分值法,即:

$$M=\sum_{i=1}^i\alpha_i,$$

式中: M 为某评价单元的总评分值; α_i 为第 i 个评价因子的

评分值; n 为 i 个评价因子数.

根据表 6 中评价因子赋值分级标准,给每一个评价因子赋值,并对每个单元内的评价因子赋值累计求和,得出其积分值.

在对单元进行具体分级时,主要遵照以下原则:

(1)贯彻以矿山地质环境的多少、发育程度、危害程度为主体,兼顾地质环境背景和人类工程、经济活动强度的主旨.

(2)以矿山地质环境及恢复治理得分、人类活动得分、矿山地质背景得分及总得分为分级因素,利用神经网络法

进行定量分级.

(3)在定量分级的基础上,根据各单元格内矿山地质环境问题的发育程度及强度和矿山企业的数量、采矿类型进行综合评定.依据上述分区原则,将评价单元积分值划分为三个等级:Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级,对应矿山环境质量划分为环境质量较差区、环境质量中等区和环境质量良好区.

3 评价结果

在评价单元分级的基础上,将全省矿山地质环境质量分为 3 个大区:环境质量较差区(Ⅰ)、环境质量中等区(Ⅱ)和环境质量良好区(Ⅲ)(见表 7).

表 7 河南省矿山地质环境质量综合评价结果
Tab. 7 The comprehensive evaluating results for the quantity of mining geological environment of Henan Province

分区及编号		矿山地质环境质量亚区
矿山地质环境 质量较差区(Ⅰ)	Ⅰ-01	鹤壁和安阳煤、铁矿地面沉降、崩塌、滑坡、泥石流亚区
	Ⅰ-02	济源煤矿地面沉降亚区
	Ⅰ-03	焦作煤矿矿坑涌水、地面沉降亚区
	Ⅰ-04	灵宝金矿崩塌、滑坡、泥石流亚区
	Ⅰ-05	义马煤矿滑坡、地面沉降、煤矸石自燃亚区
	Ⅰ-06	宜阳煤矿地面沉降亚区
	Ⅰ-07	郑州和禹县煤矿地面沉降、矿坑突水亚区
	Ⅰ-08	栾川、洛宁和嵩县钼矿、金矿崩塌、滑坡、泥石流亚区
	Ⅰ-09	平顶山煤矿地面沉降、矿坑突水亚区
	Ⅰ-10	永城煤矿地面沉降亚区
	Ⅰ-11	南阳市和南召非金属矿崩塌、滑坡、泥石流亚区
	Ⅰ-12	舞钢铁矿滑坡、固体废弃物亚区
	Ⅰ-13	桐柏金属矿地面塌陷、泥石流、水土污染亚区
矿山地质环境 质量中等区(Ⅱ)	Ⅱ-01	鹤壁和安阳煤矿崩塌、滑坡、地面沉降亚区
	Ⅱ-02	焦作、济源煤矿崩塌、地面沉降亚区
	Ⅱ-03	灵宝金矿土地占用、水土污染亚区
	Ⅱ-04	陕县—伊川铝土矿地面沉降、水土流失亚区
	Ⅱ-05	郑州和平顶山煤矿水土流失、矿坑突水亚区
	Ⅱ-06	卢氏—内乡铁矿崩塌、滑坡、地面塌陷亚区
	Ⅱ-07	嵩县和栾川钼矿、金矿滑坡、泥石流、水土污染亚区
	Ⅱ-08	方城—桐柏金属矿崩塌、滑坡、泥石流亚区
	Ⅱ-09	信阳非金属矿水土流失、崩塌、滑坡亚区
矿山地质环境 质量良好区(Ⅲ)	Ⅲ	除Ⅰ、Ⅱ的其他矿区

4 结语

在充分调查和研究河南省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,采用神经网络法对全省矿山地质环境质量进行了评价,将全省矿山地质环境

质量分为 13 个环境质量较差区、9 个环境质量中等区和环境质量良好区(未细分).通过评价,不仅可以了解全省不同矿区的地质环境质量状况和主要地质环境问题,同时为指定我省矿山地质环境保护与防治规划提供了科学依据.

参考文献:

[1] 河南省地质环境监测总站.河南省矿山地质环境调查与评估报告[R].2003.
[2] 河南省地质环境监测总站.河南省地下水资源评价报告[R].2002.
[3] 河南省地质测绘院.河南省 1:50 万地质图说明书[Z].2000.
[4] 河南省地质科学研究所.河南省矿山地质环境调查[R].2002.
[5] 河南省地勘局一工院,河南省地质环境监测总站.河南省区域环境地质调查报告[R].2001.
[6] 胥泽银,郭 科.多元统计方法及其程序设计[M].成都:四川科学技术出版社,1999.
[7] 黄润秋,许 强.工程地质广义系统科学分析原理及应用[M].北京:地质出版社,1997.
[8] 太原理工岩土工程公司,煤炭工业部郑州设计研究院.河南省平顶山矿区采煤沉陷情况报告[R].2002.
[9] 河南省地矿建设工程(集团)有限公司,平顶山煤业(集团)有限责任公司.河南省平顶山矿区地质环境调查评价与防治报告[R].2002.
[10] 郑州煤炭工业(集团)有限责任公司,煤炭工业部郑州设计研究院.河南省郑州矿区采煤沉陷受灾情况报告[R].2002.

责任编辑:张建合