

广州市矿山地质环境影响评价

林佳雄, 罗定贵, 邝著华, 张剑

引用本文:

林佳雄, 罗定贵, 邝著华, 等. 广州市矿山地质环境影响评价[J]. 南方能源建设, 2021, 8(S1): 102–109.

LIN Jiexiong, LUO Dinggui, KUANG Zhuhua, et al. Geological Environmental Impact Assessment of Mines in Guangzhou[J]. *Southern Energy Construction*, 2021, 8(S1): 102–109.

相似文章推荐 (请使用火狐或IE浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

[高山峡谷地区的高精度地质灾害遥感解译方法研究](#)

Study on the Method of High-precision Geological Hazard Remote Sensing Interpretation of Reservoir in the Mountain and Ravine Region
南方能源建设. 2016, 3(2): 146–151 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.02.029>

[综合物探技术在电厂采空区探测中的应用](#)

Application of Comprehensive Geophysical Prospecting Techniques in Goaf Detection Under Coal-fired Power Plant
南方能源建设. 2018, 5(z1): 204–208 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.S1.037>

[存量垃圾填埋场对地下水的污染评价——以某地区存量垃圾填埋场为例](#)

Pollution Assessment on Groundwater of an Informal Waste Landfill—Case Study of an Informal Waste Landfill in Certain District
南方能源建设. 2017, 4(3): 115–118 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.03.021>

[光伏组件横向和竖向布置技术经济对比分析](#)

Technical Economics Comparison Between PV Module Under Vertical & Horizontal Arrangement
南方能源建设. 2017, 4(4): 113–117 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.04.021>

[第二届全国青年工程风险分析和控制研讨会简讯](#)

An Overview of the 2nd National Young Researchers Symposium on Engineering Risk Analysis and Management
南方能源建设. 2018, 5(3): 140–148,119 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.03.023>

广州市矿山地质环境影响评价

林佳雄^{1,✉}, 罗定贵², 邝著华¹, 张剑¹

(1. 广州市地质调查院, 广州 510440; 2. 广州大学, 广州 510006)

摘要: [目的] 基于广州市矿山地质环境实地调查资料和遥感解译结果的分析, 考虑矿产资源类型及其开采方式较为单一的特点, 选取地形地貌景观破坏和治理工程难易程度、压占与破坏土地、地质灾害、水土环境影响、地质环境条件五个方面12项指标构建了评价系统。[方法] 通过主客观相结合的专家-层次分析法确定指标权重, 综合评判法建立地质环境影响评价模型, 结合GIS平台及其空间分析技术进行了广州市矿山地质环境影响评价。[结果] 环境影响评价表明: 研究区矿山及其影响范围可划分为106个影响区, 其中, 36个矿山地质环境影响严重区, 涉及矿山91个; 52个矿山地质环境影响较严重区, 涉及矿山105个; 18个矿山地质环境影响较轻区, 涉及矿山121个。建议将36个矿山地质环境影响严重区列为矿山地质环境重点治理区。[结论] 评价结果与实地调查结果相符, 以期为研究区矿山地质环境治理和恢复提供理论依据, 同时也为类似地区矿山地质环境综合评价提供参考。

关键词: 矿山; 地质环境; 地质灾害; 环境评价

中图分类号: X82; TD167

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2021)S1-0102-08

开放科学(资源服务)二维码:



Geological Environmental Impact Assessment of Mines in Guangzhou

LIN Jiexiong¹, LUO Dinggui², KUANG Zhuhua¹, ZHANG Jian¹

(1. Guangzhou Geological Survey Institute, Guangzhou 510440, China; 2. Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: [Introduction] Based on the field survey data of mine geological environment in Guangzhou and the analysis of remote sensing interpretation results, taking into account the characteristics of mineral resources types and their relatively single mining methods, the evaluation system is constructed by selecting 12 indexes from five aspects, i. e. the degree of difficulty of landform and landscape destruction and control engineering, occupation and destruction of land, geological disasters, water and soil environmental impact, and geological environmental conditions. [Method] We used the expert- analytic hierarchy process (AHP) method to determine the weight of the index, and the comprehensive evaluation method to establish the geological environment impact assessment model, combined with the GIS platform and spatial analysis technology to carry out the geological environment impact assessment of mines in Guangzhou. [Result] The results show that the study area and its influence range are divided into 106 affected areas, of which 36 are seriously affected, involving 91 mines; 52 are relatively serious impact areas, involving 105 mines; 18 are comparatively mild impact areas, involving 121 mines. It is suggested that 36 areas with serious impact on mine geological environment shall be listed as key control areas of mine geological environment. [Conclusion] The evaluation results are consistent with the field survey results, in order to provide a theoretical basis for the treatment and restoration of mine geological environment in the study area, and also provide a reference for the comprehensive evaluation of mine geological environment in similar areas.

Key words: mine; geological environment; geological hazards; environmental assessment

2095-8676 © 2021 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

矿产资源的开发利用促进了我国经济的快速发

展, 但另一方面长期无序不合理的矿产资源开发, 诱发了严重的矿山地质环境问题, 不仅影响到矿山的正常运营, 也对矿山影响范围内的人员造成了严重威胁, 甚至改变了周围居民的生存环境^[1-5]。矿

收稿日期: 2021-02-01 修回日期: 2021-07-01

基金项目: 广州市国土资源和规划委员会地质调查工作项目资助 ([2017]01)

山地质环境影响评价是在全面分析、评价矿山地质环境背景条件、矿业活动引发的地质环境问题危害程度的基础上,按照区内相似、区间相异的原则,对矿山地质环境影响程度进行分级区划,对制定合理的防治及环境保护措施,促进资源的合理开发利用、减少地质环境灾害的发生与促进经济与社会的健康持续发展具有十分重要的意义^[6-7]。

矿山地质环境影响评价是对矿山地质环境质量的量化评价,关键在于合理选取影响因子构建评价系统与建立适宜的评价数学模型等。自20世纪70年代起,国外学者开始进行矿山地质环境评价研究,常用的评价因子有地质灾害、地貌景观、地下水变化等。我国自2000年以来,先后在全国范围内开展了省、区、矿产集中开采区的矿山地质环境调查与评价工作。马伟等(2015)选取矿山开发活动、坡度、坡向、高程、构造、植被覆盖度6类评价指标进行了赣南稀土矿山地质环境评价^[8]。贾晗等(2020)选取地质环境背景、矿业开发、矿山地质环境问题和地质灾害4种要素下20种评价指标构建评价系统。对于矿山地质环境评价数学模型,常用的有灰色关联分析法、综合指数法、层次分析法(AHP)、模糊数学、物元分析法、BP神经网络法、支持向量机法(SVM)及多学科综合评价法等^[1, 9-12]。

迄今,由于矿山地质环境评价的影响因素众多,不同的地质环境背景、矿产资源类型、开采方式引发的矿山地质环境问题及程度不尽相同,因此很难形成一个统一的评价指标体系和数学模型。但结合矿山及其开发实际环境背景与问题等因素构建多层次多因子评价体系、选用简单明了的多因子综合评价方法已成为研究者的共识^[13-14]。

广州市地处珠江三角洲地区,属于全省主体功能区的优化开发区域。以“宜居城乡的‘首善之区’和现代化国际大都市”的城市发展目标和定位。区内矿产以非金属矿产为主,主要有建筑用花岗岩、水泥用灰岩、矿泉水和地热等。开采产生的崩塌、地面沉降、含水层破坏、土地资源与地形地貌景观破坏、固体废弃物土地压占等问题对周围生态产生了显著的影响与破坏。基于矿山地质环境影响评价的矿山地质环境恢复治理与生态环境保护是当前及今后的重要任务。

广州市地质调查院承担了广州市矿山地质环境详细调查项目,本文拟在广州市矿山基本情况、地质环境背景和问题调查的基础上,尝试构建适宜的矿山地质环境影响评价系统,结合矿山地质详细调查数据和卫星遥感等数据,应用层次分析法和加权综合评判法对该区开展矿山地质环境影响评价,以期研究区矿山地质环境治理和恢复提供理论依据,为有效开展矿山地质环境综合管理提供数据支持。

1 研究区地质环境概况与问题

广州市地处广东省的中南部,珠江三角洲的北缘,珠江流域下游入海口。地理位置:东经112°57'~114°03',北纬22°26'~23°56',总面积7 434.4 km²。下辖11个行政区,分别是从化区、花都区、白云区、天河区、黄埔区、增城区、荔湾区、越秀区、海珠区、番禺区、南沙区。广州市东连惠州市博罗、龙门两县,西邻佛山市的三水、南海和顺德区,北靠清远市的市区和佛冈县及韶关市的新丰县,南接东莞市和中山市。

1.1 矿产资源及地质环境概况

广州市能源矿产和有色金属矿产短缺,呈零星分布于花都区、从化和增城区,规模较小,品位不稳定。非金属矿产主要分布于花都、从化、增城、番禺、白云等区。其中建筑用花岗岩为本市优势矿种,其分布面积约占全市国土面积的40%。开采矿种主要有5种,即建筑用花岗岩、水泥用灰岩、水泥配料用页岩、矿泉水、地热。开采量较大的主要有水泥用灰岩、建筑用花岗岩以及矿泉水。

地层出露较齐全,由老到新有元古界、南华系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系和第四系。此外,广州地区岩浆活动强烈,岩浆岩分布广泛。变质岩主要为区域变质岩、混合岩,局部发育有热接触变质岩。

调查区处于华南褶皱系、粤中拗陷(三级构造单元)的中部,即广花凹陷、增城凸起和三水断陷盆地的交接部位,规模宏大的北东向、东西向构造带及北西向断裂带构成了广州的主体构造格局。

地下水划分为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类裂隙溶洞水和基岩裂隙水三大类型。松散岩类孔隙水含水层顶板埋深一般2~17 m,厚度6~37 m不等,

以弱承压水为主,局部为潜水。碳酸盐岩类裂隙溶洞水含水岩组广泛分布于广花盆地复式背、向斜核部,常组成背(向)斜储水构造,富水程度差异很大。基岩裂隙水依其含水介质岩性及结构构造特征,分为红层裂隙水,富水性中等偏差;层状岩类裂隙水,富水性中等~贫乏;块状岩类裂隙水,大多富水性好或较好。

根据广州地区岩土体的结构特征和物理力学性质,岩土体划分为块状岩类、层状岩类和松散土体类三大类,进一步划分为12种岩性组,其中岩体包括7个岩性组(侵入岩岩性组、喷出岩岩性组、混合岩片麻岩岩性组、碎屑岩岩性组、红色碎屑岩岩性组、碳酸盐岩岩性组、特殊性层状岩体),土体包括5类(碎石类土、砂土、粘性土、特殊土体、风化残积土)。

1.2 数据采集

本次调查评价时间为2017.7—2018.12,通过资料收集、遥感解译与调查、矿山地质环境综合调查(野外调查)、样品采集与测试等方法开展调查。

野外调查完成了1:1万专项水文地质、工程地质与矿山地质测量99.26 km²,查明地质灾害或隐患点215处。调查矿山数量702个,含在建矿山、生产矿山、废弃矿山和已关闭矿山,矿产类型有水泥用灰岩、建筑用花岗岩、建筑用砂、砖瓦用粘土、矿泉水、煤矿、硝酸盐矿和地热等。无人机航拍

矿山数量27个,拍摄照片4 016张。以2017年底国产高分二号(0.8 m)遥感影像数据为主要解译数据,并通过2005年SPOT-5(2.5 m)遥感影像数据作为参考对比数据,对地形地貌、地质构造、矿山地质灾害体或隐患点、矿山各类用地属性内容进行不同程度和精度的解译,其中1:5万与1:1万遥感解译面积分别为3 131.5 km²、99.26 km²。

采集部分矿山及影响范围内的水样125件,包括抽水孔(井)、民井及泉、监测井、地表水体、矿坑排水、淋滤水(矿渣、研石)等,土壤样品129件,重点进行常规指标(pH、Eh、DO、TDS、水温)与重金属(Hg、Pb、Cd、Cr、As、Cu、Zn、Ni、Mn)等指标分析。

1.3 矿山地质环境问题

该区矿山地质环境问题是矿业开发活动中引起,调查结果见表1,主要有:崩塌地质灾害,已发63处,隐患149处,规模以微型-小型为主;地面沉降3处,规模以小型为主,危害程度及危险性主要为小,但硝酸盐矿规模为特大型,危害程度及危险性均为大;含水层破坏(矿山数量)15个,以历史地下开采的煤矿、闭坑的硝酸盐矿为主;土地资源与地形地貌景观破坏(矿山数量/面积, hm²)为314个/1 110.72 hm²,其中以林地为主,其他破坏地类星散且数量较小;开采形成的固体废弃物累计堆存量850.24万 m³,土地压占总计约60.681 1 hm²。

表1 广州市矿山地质环境问题类型

Tab. 1 Types of mine geological environment problems in Guangzhou

区域地质环境问题类型	从化	花都	白云	天河	黄埔	增城	番禺	南沙	合计
已发崩塌地质灾害/处	6	20	9	0	2	10	3	13	63
崩塌隐患地质灾害/处	0	4	34	8	14	56	4	29	149
地面沉降地质灾害/处	0	0	1	0	2	0	0	0	3
含水层破坏(矿山或矿区数量/个)	3	3	7	0	0	2	0	0	15
土地资源破坏地形地貌景观破坏(矿山或矿区数量(个)/面积(hm ²))	65/229.56	118/503.12	29/45.71	4/0.74	24/14.48	38/258.58	6/22.97	30/35.57	314/1 110.72
固体废弃物堆存量/(万 m ³)	1.65	16.30	11.80	1.20	15.30	636	70	98	850.24

2 矿山地质环境影响评价方法

2.1 评价系统与评价模型

1) 评价系统

基于层次分析的框架理论与前人研究经验^[15-17],结合广州市地质环境背景和矿山环境问题

等基础数据整理分析,确定研究区矿山地质环境影响评价系统的层次结构,见表2。评价系统的目标层(A)为建立矿山地质环境质量的综合评价指数。考虑广州市主要矿产资源类型与开采方式较为单一的特点,准则层(B)设计为地质环境条件、

开采产生的地质环境影响与灾害以及治理难度等几个方面,具体为“地形地貌景观破坏和治理工程难易程度、压占与破坏土地、地质灾害、水土环境影响、地质环境条件等五个方面,进一步参照主成分分析法原理初步确定措施层(C)的属性因子,再结合专家经验对遗漏的关键因子进行补充和调整,最终确定了12个属性因子。

表2 矿山地质环境评价系统层次结构及各指标层组合权重计算表

Tab.2 The hierarchical structure of mine geological environment assessment system and the calculation of combined weight of each index layer

准则层(B)		措施层(C)		组合权重
指数	权重系数	属性因子	权重系数	
地形地貌景观破坏和治理工程难易程度(B1)	0.0847	坡高(C1)/m	0.5821	0.0493
		坡度(C2)/(°)	0.2517	0.0213
		边坡立面面积(C3)/hm ²	0.1057	0.0090
		裸露面积(C4)/hm ²	0.0605	0.0051
压占与破坏土地(B2)	0.3101	总面积(C5)/hm ²	0.2857	0.0886
		等级C6	0.7143	0.2215
地质灾害(B3)	0.4532	人员伤亡(C7)/人	0.5060	0.2293
		经济损失(C8)/万元	0.2530	0.1147
		灾害规模(C9)/等级	0.1687	0.0765
		灾害类型(C10)/种数	0.0723	0.0328
水土环境影响(B4)	0.1104	水环境影响程度(C11)/超标程度	0.7500	0.0828
		土环境影响程度(C12)/超标程度	0.2500	0.0276
地质环境条件(B5)	0.0416	—	1	0.0416

采用专家-层次分析法确定各指标的权重^[18-19]。由经验丰富的专家组成专家组,对地质环境影响要素及因子的相对重要性进行评估,通常按1~9比例标度对重要性程度赋值。再综合分析各位专家提供的判断矩阵,构造最终的判断矩阵,通过层次分析,计算各评价因子的权重,并进行一致性检验^[20]。

2) 评价模型:采用综合加权数学模型进行评价,计算公式如下:

$$A = \sum_{i=1}^n \bar{w}_i c_i \quad (1)$$

式中:A为矿山地质环境评价指数; \bar{w}_i 为下层对上层的组合权向量; c_i 为标准化处理后的属性因子。

2.2 定性指标的赋值

由于指标体系中各属性因子的量纲和衡量尺度差异较大,相互间定量可比性较差。因此,对于缺乏定量数据的因子,采用定性描述赋予分值后进行相对比较。分值体现的是指标的相对程度。具体赋值情况如下:

1) 压占与破坏土地类型等级赋分,区分为三种情况:

占用与破坏基本农田,占用破坏耕地大于2 hm²,或占用破坏林地或草地大于4 hm²,或占用与破坏荒地或未开发利用地大于20 hm²,赋值9分。

占用破坏耕地小于或等于2 hm²,或占用破坏林地或草地2~4 hm²,或占用与破坏荒地或未开发利用地10~20 hm²,赋值6分。

占用破坏林地或草地小于或等于2 hm²,或占用与破坏荒地或未开发利用土地小于或等于10 hm²,赋值3分。

2) 地质灾害类型等级赋分,分为两种情况:

有地质灾害(研究区矿山灾害类型单一),赋值1分;没有,赋值0分。

3) 地质环境条件复杂程度等级赋分,分为三种情况:

地质环境条件复杂程度等级为复杂、中等、简单,分别赋值9、6、3分。地质条件复杂程度等级划分方法见表3。

4) 地质灾害规模等级赋分,分为四种情况:

地质灾害规模等级为大型、中等、小型、无灾害,分别赋值9、6、3、0分。地质灾害规模等级划分方法见表4。

3 评价结果与讨论

3.1 评价结果及其分级

各指标层组合权重计算结果见表2。按照综合评价数学模型对688个矿山进行了有效的评价,并按照综合指数的大小进行了环境影响程度分级(综合指数为>37.50、37.50~22.50、<22.50,分别为影响严重、较严重、较轻矿山),其中,影响严重矿山106个,影响较严重矿山115个,影响较轻矿山467个。各区矿山影响评价程度统计结果

表 3 地质环境条件复杂程度分级表

Tab. 3 Classification of the complexity of geological environmental conditions

判定因素	复杂程度		
	复杂	中等	简单
地质灾害发育程度	地质灾害发育强烈	地质灾害发育中等	地质灾害一般不发育
地形地貌	矿山跨越两种或两种以上地貌单元;或地形坡度大于 30°	矿山跨越两种或两种以上地貌单元;或地形坡度 10°~30°	单一地貌单元,且地形坡度小于 10°
断裂构造	有 2 组或以上张性断裂,稳定性较差	偶见断裂,对矿山稳定性无重大影响	无断裂,稳定性较好
地震环境	破坏性地震多发区	低震级地震多发区	一般小震或无震
人类工程活动破坏地质环境程度	矿山开采活动破坏地质环境强烈	矿山开采活动破坏地质环境中等	矿山开采活动破坏地质环境弱
岩土体工程地质特征	岩土体分层多;力学性质离散性大;水力性能差	岩土体分层较多;力学性质离散性较大;水力性能较差	岩土体分层少;力学性质离散性小;水力性能良好
水文地质条件	水文地质条件复杂;地下水对矿山有重大影响	水文地质条件中等;地下水对矿山有较大影响	水文地质条件简单;地下水对矿山无明显影响

表 4 地质灾害规模等级划分表

Tab. 4 Classification of geological hazard scale

灾种与划分指标	地质灾害规模		
	大型	中型	小型
崩塌 体积/(10 ⁴ m ³)	>10	10~1	<1
滑坡 体积/(10 ⁴ m ³)	>100	100~10	<10
泥石流 堆积物体积/(10 ⁴ m ³)	>20	20~2	<2
地面塌陷 影响范围/(km ²)	>1	1~0.1	<0.1
地裂缝 规模	长>500 m 或条带宽 >50 m	长 500~100 m 或条带宽 5~2 m	长<100 m 或条带宽<2 m
地面沉降 沉降面积/(km ²)	500~100	100~10	<10
沉降 最大累积沉降量/m	1.0~0.5	0.5~0.1	<0.1

见表 5。

3.2 矿山地质环境影响综合分区

进一步结合矿山地质环境问题现状,以及矿山

表 5 各区矿山地质环境影响程度统计

Tab. 5 Statistics on the impact of mine geological environment of each district

矿山影响评价程度	从化	花都	白云	天河	黄埔	增城	番禺	南沙	共计
影响严重矿山/个	37	15	6	1	3	13	4	27	106
影响较严重矿山/个	24	42	8	5	10	14	2	10	115
影响较轻矿山/个	80	167	33	3	33	94	5	52	467

种类、分布位置、地质环境条件等,以区内相似、区间相异为原则,将调查矿山及其影响范围划分为 106 个影响区,涉及矿山 317 个,其余矿山分布较为零散,且多为复绿情况较好或者依靠后期自然复绿能达到较好效果的矿山,故在此不进行讨论。进一步统计得到:36 个矿山地质环境影响严重区、52 个矿山地质环境影响较严重区、18 个矿山地质环境影响较轻区,见图 1。



图 1 广州市矿山地质环境影响评价图

Fig. 1 Geological environmental impact assessment in Guangzhou

1) 矿山地质环境影响严重区 (I)

36 个矿山地质环境影响严重区 (I-1~I-36), 主要分布于广州市北部、东部、南部,涉及矿山 91

个, 矿山总面积10.804 km²。

其中, 从化区14个(I-1~I-14), 分布于吕田、鳌头镇、太平镇, 涉及矿山37个; 花都区13个(I-15~I-27), 分布于梯面镇、狮岭镇、花东镇、炭步镇、赤坭镇等地区, 涉及矿山15个; 白云区1个(I-28), 分布于龙归镇, 涉及矿山5个; 黄埔区1个(I-29), 分布于荔联镇, 涉及矿山1个; 增城区4个(I-30~I-33), 分布于荔城镇、新塘镇、仙村镇, 涉及矿山19个; 南沙区3个(I-34~I-36), 分布于黄阁镇大井一大山密集采石区、黄阁镇莲溪村一亭角村坦尾密集采石区、南沙街道天后宫一大角山密集采石区, 涉及矿山14个。

该区的主要特征为: 地质环境复杂程度为复杂, 矿种为水泥用灰岩、建筑用花岗岩, 属露天开采矿山。主要地质环境问题为压占与破坏土地、地下水均衡破坏、形成治理难度较大的高陡岩、土质边坡严重破坏原有地形地貌景观、部分矿山水土环境受到污染, 崩塌(及隐患)地质灾害发育, 矿山开采活动对该区地质环境影响严重。

2) 矿山地质环境影响较严重区(II)

52个矿山地质环境影响较严重区(II-1~II-52), 主要分布于广州市北部、东部、中南部, 涉及矿山105个, 矿山总面积5.589 km²。

其中, 从化区14个(II-1~II-14), 分布于吕田、鳌头镇, 涉及矿山24个; 花都区24个(II-15~II-38), 分布于花东、梯面、狮岭镇等地区, 涉及矿山42个; 白云区3个(II-39~II-41), 分布于龙归镇、太和镇、良田镇和九佛镇, 涉及矿山10个; 天河区1个(II-42), 分布于龙洞镇, 涉及矿山5个; 黄埔区2个(II-43~II-44), 分布于黄登社区, 涉及矿山5个; 增城区3个(II-45~II-47), 分布于朱村镇、联和镇、永和镇, 涉及矿山6个; 番禺区2个(II-48~II-49), 分布于六大连池密集采石区、番禺区石楼镇浮莲岗采石区, 涉及矿山3个; 南沙区3个(II-50~II-52), 分布于大岗镇南村密集采石区、南沙区红岭一大山密集采石区和九王庙一石场采石区, 涉及矿山10个。

该区的主要特征为: 地质环境复杂程度为复杂, 矿种为水泥用灰岩、建筑用粘土、建筑用砂、建筑用花岗岩、矿泉水及硝酸盐, 水泥用灰岩、建筑用粘土、建筑用砂、建筑用花岗岩属露天开采矿

山, 矿泉水属地下抽取开采, 硝酸盐属地下开采。多为历史遗留矿山, 经矿山综合整治后, 矿山地质环境问题得到一定程度的治理, 主要地质环境问题为压占与破坏土地、地下水均衡破坏、较严重破坏原有地形地貌景观、个别矿山水土环境受到污染, 崩塌(及隐患)发育, 矿山开采活动对该区地质环境影响较严重。

3) 矿山地质环境影响较轻区(III)

18个矿山地质环境影响较轻区(III-1~III-18), 除三个老城区外整个广州市均有分布, 涉及矿山121个, 矿山总面积1.838 km²。

其中, 白云区2个(III-1~III-2), 分布于太和镇、同和街道、联合镇, 涉及矿山21个; 天河区1个(III-3), 分布于龙洞镇、荔联镇, 涉及矿山5个; 黄埔区1个(III-4), 分布于荔联镇、萝岗街道, 涉及矿山8个; 增城区8个(III-5~III-12), 分布于三江镇、新塘镇、石滩镇、朱村镇和荔城镇等, 涉及矿山73个; 番禺-南沙片区共有6个(III-13~III-18), 涉及矿山14个。

该区的主要特征为: 在广州市分布较广, 地质环境复杂程度为简单-复杂, 矿种为建筑用花岗岩、矿泉水, 矿山类型主要包括经人工整治和自然复绿效果较好的历史遗留矿山及对地质环境影响较小的矿泉水矿山, 矿山地质环境问题不发育或较轻。主要地质环境问题为压占与破坏土地、较轻破坏原有地形地貌景观, 崩塌(及隐患)地质灾害较发育, 矿山开采活动对该区地质环境影响较轻。

上述评价分区结果与广州市矿山地质环境现状相符, 反映了评价过程的合理性与科学性, 同时评价结果也有助于后期的治理分区决策, 建议将36个矿山地质环境影响严重区列为矿山地质环境重点治理区。

4 结 论

通过对广州市矿山基本情况、地质环境背景与环境问题的调查与矿山地质环境影响评价, 进一步结合矿山地质环境问题现状, 以及矿山种类、分布位置、地质环境条件等, 可以将研究区矿山及其影响范围划分为106个影响区, 涉及矿山317个。其中, 36个矿山地质环境影响严重区, 涉及矿山91个, 矿山面积约10.804 km²; 52个矿山地质环

境影响较严重区,涉及矿山105个,矿山面积约5.589 km²;18个矿山地质环境影响较轻区,涉及矿山121个,矿山面积约1.838 km²。

建议将36个矿山地质环境影响严重区列为矿山地质环境重点治理区。

参考文献:

- [1] 郁文,丁国轩,樊小鹏,等. 基于层次分析-模糊综合模型的矿山地质生态环境评价研究[J/OL]. 三峡生态环境监测,2021,6(2):26-35. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1214.X.20200917.1744.013.html>.
YU W, DING G X, FAN X P, et al. Evaluation of mine geological ecological environment based on AHP-fuzzy comprehensive model [J/OL]. Ecology and Environmental Monitoring of Three Gorges, 2021, 6(2): 26-35. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1214.X.20200917.1744.013.html>.
- [2] PACETTI T, LOMPI M, PETRI C, et al. Mining activity impacts on soil erodibility and reservoirs silting: evaluation of mining decommissioning strategies [J]. Journal of Hydrology, 2020(1), 589. DOI:10.1016/j.jhydrol.2020.125107.
- [3] 彭建,蒋一军,吴健生,等. 我国矿山开采的生态环境效应及土地复垦典型技术[J]. 地理科学进展,2005(2):38-48.
PENG J, JIANG Y J, WU J S, et al. Eco-environmental effects and typical techniques of land reclamation of mining in China [J]. Progress in Geography, 2005(2): 38-48.
- [4] 武强,薛东,连会青. 矿山环境评价方法综述[J]. 水文地质工程地质,2005(3):84-88.
WU Q, XUE D, LIAN H Q. Summary of mine environmental assessment methods [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2005(3): 84-88.
- [5] 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(10):829-832.
XU Y N, YUAN H C, HE F, et al. Comprehensive evaluation index system of mine environmental geological problems [J]. Geological Bulletin of China, 2003(10): 829-832.
- [6] 周建伟,毛郁,崔英山,等. 加权信息量模型在矿山地质环境影响评价中的应用——以四川省为例[J]. 中国地质灾害与防治学报,2016,27(1):117-122.
ZHOU J W, MAO Y, CUI Y S, et al. The application of weighted information model in the evaluation of mine geological environment impact——taking Sichuan Province as an example [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2016, 27(1): 117-122.
- [7] 胡博文,张发旺,陈立,等. 我国矿山地质环境评价方法研究现状及展望[J]. 地球与环境,2015,43(3):375-378.
HU B W, ZHANG F W, CHEN L, et al. Research status and prospect of mine geological environment evaluation methods in China [J]. Earth and Environment, 2015, 43(3): 375-378.
- [8] 马伟,徐素宁,王润生,等. 基于证据权法的赣南稀土矿山地质环境评价[J]. 地球学报,2015,36(1):103-110.
MA W, XU S N, WANG R S, et al. Evaluation of geological environment of rare earth mines in southern Jiangxi based on evidence method [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2015, 36(1): 103-110.
- [9] 贾晗,刘军省,殷显阳,等. 安徽铜陵硫铁矿集中开采区矿山地质环境评价研究[J/OL]. 地学前缘:1-13. [2021-04-12]. <https://doi.org/10.13745/j.esf.sf.2020.10.16>.
JIA H, LIU J S, YIN X Y, et al. Evaluation of mine geological environment in Tongling pyrite concentrated mining area, Anhui [J/OL]. Earth Science frontiers: 1-13. [2021-04-12]. <https://doi.org/10.13745/j.esf.sf.2020.10.16>.
- [10] 谢超,李超,田得龙,等. 基于AHP与MapGIS的焦家金成矿带地质环境评价[J]. 山东国土资源,2020,36(12):46-52.
XIE C, LI C, TIAN D L, et al. Geological environment evaluation of Jiaojia gold metallogenic belt based on AHP and MapGIS [J]. Shandong Land and Resources, 2020, 36(12): 46-52.
- [11] 王云涛,曹颖,王宏斌,等. 基于遥感与层次分析法的金属矿区矿山地质环境评价[J]. 城市地质,2015,10(增刊1):106-110.
WANG Y T, CAO Y, WANG H B, et al. Geological environment evaluation of metal mines based on remote sensing and analytic hierarchy process [J]. Urban Geology, 2015, 10 (Supp. 1): 106-110.
- [12] 刘洪,张宏斌. 基于MatLab的神经网络在江苏矿山地质环境评估中的应用[J]. 江苏地质,2007(4):348-353.
LIU H, ZHANG H B. Application of neural network based on MatLab in geological environment assessment of Jiangsu mine [J]. Journal of Geology, 2007(4): 348-353.
- [13] 郑丽媛,曹金亮,张建萍. 矿山地质环境评价方法综述[J]. 华北自然资源,2019(5):74-75.
ZHENG L Y, CAO J L, ZHANG J P. Review on the evaluation methods of mine geological environment [J]. Huabei Natural Resources, 2019(5): 74-75.
- [14] 江松林,孙世群,王辉. 安徽省矿山环境质量综合评价研究[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2008(1):112-115.
JIANG S L, SUN S Q, WANG H. Comprehensive evaluation of mine environmental quality in Anhui province [J]. Journal of Hefei University of Technology (Natural Science Edition), 2008(1): 112-115.
- [15] 赵晓燕,李永平,杨林,等. 昆明市矿山地质环境影响评价[J]. 西华师范大学学报(自然科学版),2017,38(4):437-443.
ZHAO X Y, LI Y P, YANG L, et al. Environmental impact evaluation of mine geology in Kunming [J]. Journal of China West Normal University (Natural Sciences Edition), 2017, 38 (4): 437-443.
- [16] 王娟,张普斌,张建国,等. 基于RS和GIS的矿山环境综合评价——以甘肃省白银煤矿区为例[J]. 矿产勘查,2012,3(6):873-882.

- WANG J, ZHANG P B, ZHANG J G, et al. Comprehensive evaluation of mine environment based on RS and GIS——a case study of Baiyin coal mine in Gansu Province [J]. Mineral Exploration, 2012, 3(6): 873-882.
- [17] 刘发祥, 唐升贵, 伍锡举. 贵州晴隆-安龙露采金矿矿山地质环境质量评价体系探讨与应用 [J]. 矿产与地质, 2014, 28(4): 511-517.
- LIU F X, TANG S G, WU X J. Discussion and application of geological environment quality evaluation system for Qinglong - Anlong opencast gold mine in Guizhou [J]. Mineral Resources and Geology, 2014, 28(4): 511-517.
- [18] 陈建平, 李成, 宁建民. 蒲白矿产资源集中开采矿山地质环境影响评价 [C]//陕西省地质环境监测总站. 陕西省地质环境监测总站2013年度学术研讨会, 西安, 2014-03. 西安: 陕西省地质环境监测总站, 2013: 44-48.
- CHEN J P, LI C, NING J M. Geological Environment Impact Assessment of Concentrated Mining of Pubai Mineral Resources [C]//Geological Environment Monitoring Station of Shaanxi Province. Excellent Paper of 2013 Academic Seminar of Geological Environment Monitoring Station of Shaanxi Province, Xi'an, Mar., 2014. Xi'an: Geological Environment Monitoring Station of Shaanxi Province, 2013: 44-48.
- [19] 邓雪, 李家铭, 曾浩健, 等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究 [J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(7): 93-100.
- DENG X, LI J M, ZENG H J, et al. Analysis and application of analytic hierarchy process weight calculation method [J]. Practice and Understanding of Mathematics, 2012, 42(7): 93-100.
- [20] 盖福林. 矿山地质环境影响分析中若干问题的定量分析方法 [J]. 中国煤炭地质, 2013, 25(3): 47-51.
- GAI F L. Quantitative analysis methods for some problems in environmental impact analysis of mine geology [J]. Coal Geology in China, 2013, 25(3): 47-51.

作者简介:



林佳雄

林佳雄 (通信作者)

1963-, 男, 广东揭阳人, 高级工程师, 学士, 主要从事地质环境调查研究 (e-mail) 13926280219ljx@163.com。

罗定贵

1965-, 男, 重庆市人, 教授, 博士, 主要从事水文地质研究 (e-mail) 281306217@qq.com。

邝著华

1989-, 男, 江西赣州人, 工程师, 硕士, 主要从事地质矿产勘查方面的工作 (e-mail) kzuhua@163.com。

张剑

1983-, 男, 湖北荆州人, 工程师, 学士, 主要从事地质制图方面的工作 (e-mail) 182020013@qq.com。

(责任编辑 李辉)



贵州威宁县新义村铅锌废渣污染综合整治工程 (中国能建广东院 刘伟)