

广东省典型矿区生态复绿遥感调查研究

朱俊凤,王耿明

(广东省地质调查院,广东 广州 510080)

摘要:以多期遥感数据为数据源,采用人机交互解译方法提取了广东省大宝山多金属矿、云浮硫铁矿、石菴铜矿3个典型矿区生态复绿的位置、面积、变化趋势,结合野外实地调查,查明了矿区生态复绿现状,结果表明:大宝山多金属矿共有3个生态复绿区,生态复绿面积总计约10.08万 m^2 ;云浮硫铁矿生态复绿区主要位于东南部采场,面积总计约65.21万 m^2 ;石菴铜矿总计有生态复绿区25.4万 m^2 ,其中已复绿区15.4万 m^2 ,正在复绿区10.0万 m^2 ,还有大片区域急需复绿。最后总结了3个矿区生态复绿措施和效果,并提出值得借鉴的地方和存在的不足。该文采用的技术方法能够为其他矿区特别是大范围矿区生态复绿的快速提取提供有益的参考。

关键词:大宝山多金属矿;云浮硫铁矿;石菴铜矿;生态复绿;广东省

中图分类号:X87;X321

文献标识码:B

引文格式:朱俊凤,王耿明.广东省典型矿区生态复绿遥感调查研究[J].山东国土资源,2016,32(6):66-70.ZHU Junfeng,WANG Gengming.Remote Sensing Survey of Ecological Greening in Typical Mines in Guangdong Province [J].Shandong Land and Resources,2016,32(6):66-70.

0 引言

随着经济的高速发展,矿产资源需求量不断加大,开发利用程度不断提高。然而,矿产资源开发的同时也导致了一系列矿山地质环境问题,如土地占用、植被破坏、水体污染等^[1-3],不断恶化的矿山地质环境已成为制约矿业可持续发展的主要因素之一。因此,整治矿山环境,加强矿山环境复垦绿化和生态恢复治理,走可持续发展之路显得尤为重要和紧迫。

国外早在20世纪初就开始对矿区生态环境进行修复^[4,5],国内在20世纪五、六十年代开始对矿区土地进行农业耕种为目标的土壤修复工作,此后又相继注重矿区土地修复生态学问题以及矿区生态系统健康与环境安全^[6]。已有研究对矿区生态恢复的法规、监管机制、修复技术方面论述较多,而对矿区生态恢复状况的调查较少或仅仅是个别矿区的案例研究^[7,8]。遥感技术具有宏观、动态、客观等优点^[9],随着遥感数据源的不断增多,相比实地野外调查,遥感在大面积矿山地质环境快速调查和监测方

面具有无可比拟的优势,已成为矿山地质环境调查与监测的重要技术方法^[10-12]。矿区退化土壤的修复方法有物理修复、化学修复和以植物修复为主的生物修复^[6],该文的“生态复绿”主要指采用植物修复方法进行矿山地质环境治理。以广东省3个典型矿区为研究区,以多期遥感数据为数据源,采用人机交互解译方法快速提取了研究区内生态复绿的位置、面积、变化趋势,结合野外实地调查验证,查明了研究区生态复绿现状,并总结了研究区生态复绿措施和效果,提出值得借鉴的地方和存在的不足,以其能够为其他矿区特别是大范围如广东省的矿区生态复绿的快速提取提供有益的参考。

1 研究区和遥感数据源

1.1 研究区概况

广东省是我国具有丰富矿产资源的省份之一,有色金属、化工原料等矿产资源优势明显。《广东省矿产资源总体规划(2008—2015)》根据历史遗留、新建和生产矿山分布状况和各个矿山的地质环境问题

收稿日期:2016-01-04;修订日期:2016-02-17;编辑:陶卫卫

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“广东省矿山环境监测”(编码:1212011220081)

作者简介:朱俊凤(1985—),女,工程师,主要从事地质矿产、资源、环境遥感解译和研究工作;E-mail:308960259@qq.com

严重程度,在全省矿山地质环境恢复治理重点区域布局的基础上,划分出重点治理区 12 个。该文选取其中的 3 个典型矿区作为研究区,分别是曲江大宝山多金属矿、云浮硫铁矿、阳春石茺铜矿。

曲江大宝山多金属矿地处韶关曲江区和翁源县交界处,是一座开采半个多世纪的大型铁多金属伴生矿床,矿床上部为风化淋滤型褐铁矿床,中部为层状菱铁矿床,下部为铜、铅、锌、硫铁矿矿床以及斑岩型钼矿床和矽卡岩型钼矿床,并伴生有金、银等有色金属和多种微量毒害元素^[13]。云浮硫铁矿位于广东省西部的云浮市内,是国家“六五”计划重点建设项目之一,于 1979 年开始大规模兴建,1988 年 1 月建成投产,是我国最大的硫铁矿矿山,硫铁矿储量达 2.08 亿 t,居世界第一,年采矿能力为 300 万 t,开采年限可达 45 年,是国内最大的现代化矿山之一,素有“东方硫都”之美誉^[14]。阳春石茺铜矿位于阳春市城区西侧约 17 km 处,由东段次生矿和西段次生矿组成,东段次生矿因资源枯竭等原因于 1998 年停采,西段次生矿于 2010 年开采。东段次生矿的原有露天采矿场形成矿湖,目前矿湖边坡失稳、周围地面塌陷,大量废石废土排放形成的巨大排土场造成附近水土污染,急需进行生态环境治理^[15-16]。3 个矿区的地理位置如图 1。

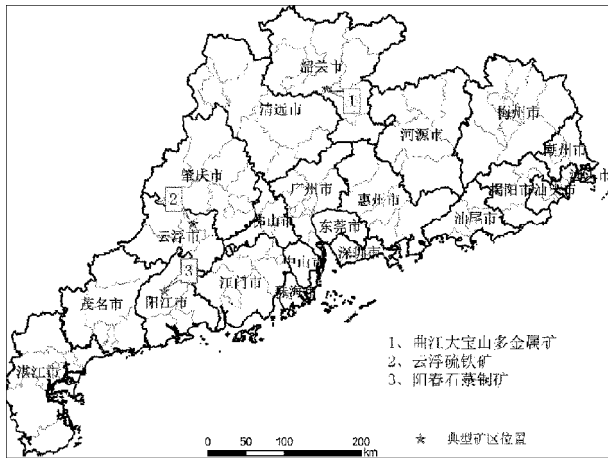


图 1 典型矿区地理位置

1.2 遥感数据源

采用的遥感数据为 2012 年、2013 年、2014 年的广东省矿产卫片遥感数据。广东省矿产卫片遥感数据来源于全国土地变更调查与监测遥感数据,覆盖全省,每年一期,数据获取时间为每年的 10—12 月,为正射校正数据,数据种类多样,包括 Pleiades 1

(P1)、WorldView1 (WV1)、WorldView2 (WV2)、WorldView3 (WV3)、GeoEye1 (GE)、QuickBird (QB)、Ikonos (IK)、SPOT5、SPOT6、高分 1 (GF1)、资源 3 (ZY3)、天绘 (TH1)、资源 1 号 02C (02C)、RapidEye (RE)、遥感 2 (YG2)、遥感 8 (YG8)、遥感 14 (YG14) 等。3 个研究区 3 年的遥感数据类型也多样,具体如表 1,数据整体无云或少云,空间分辨率优于 2.5 m,纹理清晰,地理位置精确。WV1 为全色数据,空间分辨率 0.5 m,TH1 为模拟真彩色影像或全色数据,空间分辨率 2 m,WV2 为模拟真彩色影像,空间分辨率 0.5 m,YG2 为全色数据,空间分辨率 2.5 m,IK 为模拟真彩色影像,空间分辨率 1 m,GF1 为模拟真彩色影像,空间分辨率 2 m。

表 1 研究区遥感数据源

典型矿区	2012 年	2013 年	2014 年
大宝山多金属矿	WV1+TH1	WV2	TH1
云浮硫铁矿	YG2	TH1	IK
石茺铜矿	YG2	TH1	GF1

2 生态复绿遥感调查方法

采用遥感数据与其他多源数据相结合、目视解译与人机交互解译相结合、野外实地调查与室内综合研究相结合的方法开展矿区生态复绿遥感调查。具体包括资料收集、生态复绿区提取、野外调查验证、统计分析和综合研究。

2.1 资料收集

资料收集主要包括收集矿区遥感数据和其他辅助数据,如自然地理、开采工艺、开采状况等数据,以及广东省采矿权、探矿权、地质矿产、矿产规划等资料。

2.2 生态复绿区提取

该文的生态复绿主要指采用植物修复方法进行矿区环境治理,因此生态复绿区的提取主要为矿区植被覆盖区的提取。植被覆盖区的提取主要通过遥感影像色调、纹理等信息进行提取。采用的多光谱遥感数据为模拟真彩色数据,植被覆盖区一般呈现浅绿、绿和深绿等绿色调。生态复绿区在植被种植之前一般要进行土地平整,这时遥感影像上的纹理规整,人工种植植被一般也为规则排列,因此生态复绿区可以通过遥感影像上纹理的规整来进行判别(图 2)。

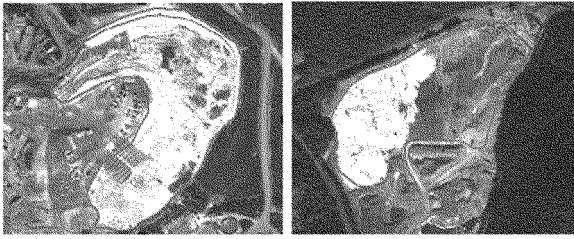


图 2 大宝山生态复绿区遥感影像

2.3 野外调查验证

室内初步解译以后,对矿区生态复绿状况进行野外调查验证,达到检验、修改、补充遥感初步解译结果的目的,并做好文字记录和拍照记录,进一步完善解译标志。

2.4 统计分析和综合研究

野外验证后,对各类生态复绿区面积进行统计分析,对矿区生态复绿状况和存在问题等进行综合分析、研究,提出相应对策、建议。

3 典型矿区生态复绿遥感调查结果与分析

根据 2012 年、2013 年、2014 年 3 年的遥感数据,提取各典型矿区生态复绿位置、面积和状况,并根据 2014 年 11 月野外调查验证结果,得到 3 个矿区的生态复绿位置、面积、复绿状况等。

3.1 大宝山多金属矿

根据遥感调查结果,大宝山多金属矿共有 3 个矿山地质环境生态复绿区,分别为东北部堆土场、中东部堆土场和南部排土场,生态复绿面积分别为 24 091 m², 30 981 m², 45 704 m², 总计约 10.08 万 m²。东北部堆土场是矿山开采过程堆放弃石弃土场所,西—西北有矿山道路、北部为尾矿库上游、东部有临时厂房仓库。从 3 年的影像对比分析,东北部堆土场生态复绿区 2012 年已进行削坡整地、修筑挡土墙和排水沟、覆土复绿等措施,2013 年继续进行土壤改良与种植绿化,影像上部分区域呈现绿色斑点状,表明生态复绿取得一定成效,2014 年进入绿化养护期,影像上呈现大块成片绿色调,表明生态复绿成效显著。中东部堆土场也是矿山开采过程堆放弃石弃土的场所,东部—东南部有矿山道路、东北部为铜选厂、西北部为铁矿露天采场,堆土场现已停止堆放弃石弃土。从 3 年的影像对比分析,中东部堆土场生态复绿点 2012 年从南部开始进行削坡整

地,然后逐渐向北部扩展,2013 年已完成全部生态复绿区的土地平整工作,修建了挡土墙和排水沟,部分区域在真彩色影像上呈现绿色调,生态复绿取得初步成效,2014 年影像上生态复绿区基本全部呈现绿色调,生态复绿效果明显。南部排土场西边为采场,东边有矿山道路。从 3 年的影像对比分析,南部排土场 2012 年、2013 年进行了土地平整和修建排水沟,但复绿不明显,2014 年影像上呈现明显的绿色调,植被绿化取得明显成效。以 2014 年 TH1 遥感影像为底图,大宝山多金属矿生态复绿遥感调查图如图 3。

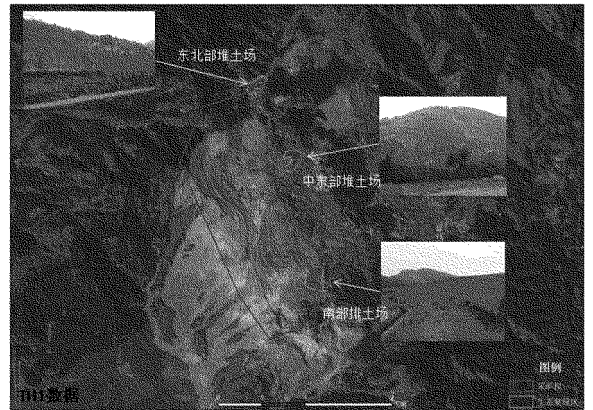


图 3 大宝山多金属矿生态复绿区遥感调查图

3.2 云浮硫铁矿

云浮硫铁矿在大力发展生产的同时,狠抓环境保护工作,以节能减排为主线,积极推行清洁生产、节能减排和资源综合利用,进行土地复垦与绿化,将云硫建成一座花园式矿山,云浮硫铁矿成为第二批国家级绿色矿山试点单位。根据遥感调查结果,云浮硫铁矿主要在东南部采场进行土地复垦与生态复绿工作,生态复绿面积总计有 65.21 万 m²。土地复垦与生态复绿采用台阶式复绿方法,即对废弃采场进行削坡减载、边坡整治,将采场开挖成台阶式,然后在平台上通过覆土等方式种植成行的植被^[17],达到复绿和防治地质灾害的效果,覆土来源于前期采场剥离产生的废土。通过 3 年的影像对比分析,2012 年、2013 年,受影像色彩(全色影像)和空间分辨率影响(2.5 m),从影像上只能解译台阶式采场,植被较难解译,2014 年,从 IK 遥感影像上能清晰地分辨台阶式采场和平台上种植的绿色植被,从植被的有无和稀疏程度能够判别生态复绿的进展程度。以 2014 年 IK 影像为底图,云浮硫铁矿生态复绿区

遥感调查图如图 4。

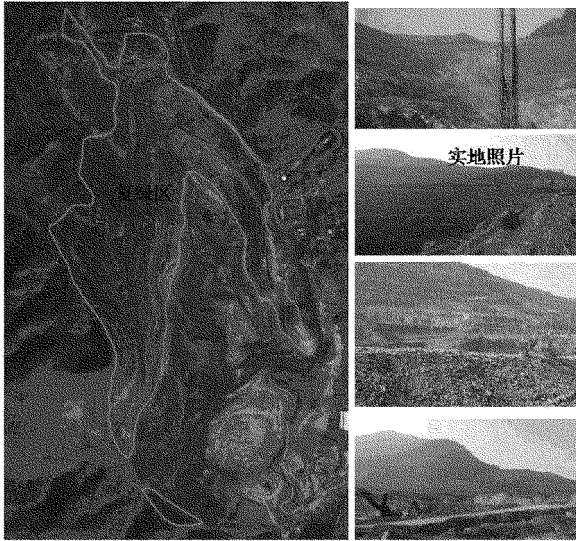


图 4 云浮硫铁矿生态复绿遥感调查图

3.3 石茛铜矿

石茛铜矿矿山地质环境生态复绿任务主要为位于原有东段次生矿采场东面的巨大排土场,排土场占地面积约 78.4 万 m^2 。根据遥感调查结果,石茛铜矿排土场总计有生态复绿区 25.4 万 m^2 ,其中已复绿区 15.4 万 m^2 ,正在复绿区 10.0 万 m^2 ,还有大片区域急需复绿。正在复绿区主要采取削坡减载、土地平整、覆土方法,然后对排土场坡顶和坡面进行植被复垦、植树造林,防治水土流失。通过 3 年的影像对比分析,2012 年影像上能明显识别已复绿区,正在复绿区和未复绿区边界不明显,2013 年影像上同样只能识别已复绿区,正在复绿区和未复绿区边界不明显,2014 年影像上能识别已复绿区、正在复绿区、未复绿区,已复绿区植被浓密,绿色色调较深,正在复绿区绿色色调较浅,未复绿区呈现灰白色调(图 5)。

4 结论与讨论

该文以多期遥感数据为数据源,采用人机交互解译方法提取了广东省 3 个典型矿区生态复绿的位置、面积,并分析了变化趋势,结合野外实地调查,查明了矿区生态复绿现状,结果表明遥感是调查矿山生态复绿行之有效的方法,采用的技术方法能够为其他矿区特别是大范围矿区生态复绿的快速提取提供参考。总结 3 个典型矿区的生态复绿措施和效

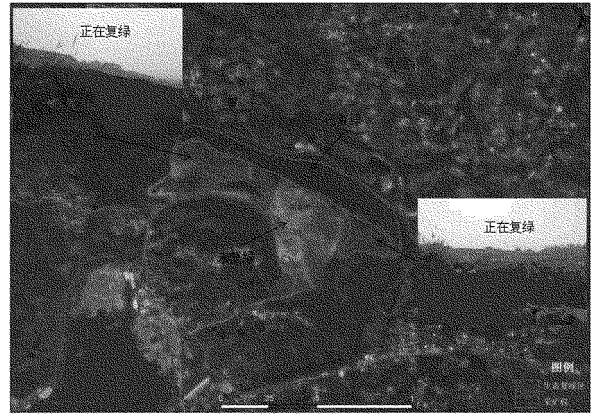


图 5 石茛铜矿生态复绿区遥感调查图

果,有值得借鉴的地方,也还存在一些不足,具体如下:

(1)根据实地调查,大宝山多金属矿矿山地质环境治理工程绿化养护期为 3 年,保证植被成活率为 90%。而根据遥感调查结果,大宝山矿区从 2012 年就已经开始治理,到 2014 年已满 3 年,但从 2014 年实地调查的结果看,生态复绿区植被还较为稀疏,树木较小,植被长势不够好,生态复绿效果有待加强。

(2)云浮硫铁矿将开采前期的剥土集中堆放,然后作为生态复绿所需的覆土使用,做到边开边治理,减少了废石废土的产生,节约了资源,保护了生态环境,其生态复绿措施值得借鉴。

(3)石茛铜矿东段已停采多年,采场东面的排土场也已停止使用多年,但从遥感调查结果看,排土场的生态复绿面积还大约只有整个排土场面积的 32%,还有大片面积急需植树造林、生态绿化,生态复绿的进度缓慢,要加强生态复绿资金匹配^[18]和整个矿区生态环境治理工程进度,努力将整个矿区打造为市民休闲娱乐的矿湖公园。

参考文献:

- [1] 马腾,李军.邹城市土山铁矿矿山地质环境影响评估及恢复治理措施[J].山东国土资源,2015,31(11):42-46.
- [2] 刘文峰,肖卫国.山东梁山石灰岩矿区矿山地质环境保护与恢复治理[J].山东国土资源,2015,31(5):44-48.
- [3] 任敬存.包头市矿山地质环境保护与治理研究[D].内蒙古科技大学,2012.
- [4] 胡振琪,龙精华,王新静.论煤矿区生态环境的自修复、自然修复和人工修复[J].煤炭学报,2014,(8):1751-1757.
- [5] Barnhisel R I, Darmody R G, Daniels W L, et al. Reclamation of drastically disturbed lands[M].USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science So-

- ciety of America, 2000.
- [6] 黄铭洪, 骆永明. 矿区土地修复与生态恢复[J]. 土壤学报, 2003, (2): 161 - 169.
- [7] 李艺, 李明顺, 杨胜香, 等. 广西凤凰锰矿区废弃地生态环境问题及恢复治理对策[J]. 地球与环境, 2007, (3): 267 - 272.
- [8] 谢真越, 李俊杰, 卓慕宁, 等. 郴州市玛瑙山矿山地质环境治理方案[J]. 现代矿业, 2015, (1): 137 - 140.
- [9] 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, (6): 873 - 882.
- [10] 杨显华, 黄洁, 田立, 等. 基于高分辨率遥感数据的矿山环境综合治理研究—以冕宁牦牛坪稀土矿为例[J]. 国土资源遥感, 2015, (4): 115 - 121.
- [11] 徐善成. 基于遥感与 GIS 技术的矿区地质环境监测与评价[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2012.
- [12] 丁丽. 陇南金矿区矿山环境遥感监测与 GIS 评价研究[D]. 长沙: 中南大学, 2010.
- [13] 付善明, 周永章, 张澄博, 等. 粤北大宝山矿尾矿铅污染迁移及生态系统环境响应[J]. 现代地质, 2007, (3): 570 - 577.
- [14] 张楚灵, 刘彤. 云浮硫铁矿环境可持续发展的实践与探索[J]. 采矿技术, 2002, (1): 1 - 2 + 7.
- [15] 梁汉奇. 广东石菴铜矿矿山地质环境治理[J]. 岩土工程界, 2008, (7): 84 - 85.
- [16] 孙宝德, 谌厚成, 成功. 广东阳春石菴铜矿地质特征与成矿规律[J]. 西部探矿工程, 2008, (5): 106 - 109.
- [17] 何辉, 薛月园, 张传玺. 矿山露天采场治理恢复的方法及重点[J]. 中国水土保持, 2015, (2): 17 - 19.
- [18] 王莉, 张和生. 国内外矿区土地复垦研究进展[J]. 水土保持研究, 2013, (1): 294 - 300.

Remote Sensing Survey of Ecological Greening in Typical Mines in Guangdong Province

ZHU Junfeng, WANG Gengming

(Guangdong Geological Surveying Institute, Guangdong Guangzhou 510080, China)

Abstract: Setting multi temporal remote sensing data as the data sources, by using man-machine interactive interpretation method, the location, size, changing trend of ecological greening in Dabaoshan polymetallic deposit, Yunfu pyrite deposit and Shilu copper deposit in Guangdong Province have been extracted. Combining with field investigation, present condition of ecological greening in mines have been identified. It is showed that there are three ecological greening areas in Dabaoshan polymetallic deposit with the total area about 100,800 square meters. The ecological greening areas of Yunfu pyrite mine mainly located in southeastern stope with a total area of about 652,100 square meters. The ecological greening areas of Shilu copper mine is 254,000 square meters, which including 154,000 square meters already greening areas and 100,000 square meters being greening areas, as well as large areas in urgent need of greening. In this paper, ecological greening measures and effect in three areas have been summarized, and the existing problems have been put forward. The technical route and method used in this paper could provide useful references for rapid extraction of ecological greening in the mining area, especially in large mining area.

Key words: Dabaoshan polymetallic deposit; Yunfu pyrite mine; Shilu copper mine; ecological greening; Guangdong province