

贵州省露天矿区土地覆盖遥感识别数据集 (2015)

刘世梁*, 成方妍, 侯笑云, 尹艺洁, 张月秋

北京师范大学环境学院, 北京 100875

摘要: 贵州省位于中国西南地区, 是中国重要的矿产分布地区, 其中矿产用地及石矿开采用地在该地区土地覆盖分类中占据重要地位。然而, 区域内喀斯特出露面积占全域的 60% 以上, 生态环境非常脆弱。区域露天矿区的监测和统计对于区域生态环境的维持和保护具有重要意义。基于 2015 年 Google Earth 遥感影像, 建立露天矿了解译标志库, 识别提取可能的露天矿产用地; 然后, 利用历史的遥感影像, 再次排除非露天矿区, 最终获得贵州省露天矿区土地覆盖遥感识别数据集 (2015)。结果表明, 2015 年贵州省内一共有 1,084 个露天矿产和采石场开采面, 覆盖总面积约为 90.96 km², 约占贵州省面积的 0.05%。露天矿区主要分布在贵州中西部, 集中在遵义、毕节、贵阳和六盘水, 而东南部露天矿区则相对较少。贵州省的大型露天矿区较少, 多为小型露天矿区且分布较分散。露天矿区面积在 0.5 km² 以上的大型矿区仅占露天矿区总面积的 2.5%, 多分布于贵州东北部, 即遵义、铜仁和贵阳。总体上, 贵州省的露天矿区开采面积较大, 整体分布表现为“多、小、散”, 该布局增加了矿区监控和管理工作的负担。通过目视解译 Google Earth 遥感影像, 获取了较为清晰的贵州省露天矿区开采现状, 一定程度反映了区域矿产开发对生态环境的潜在影响。数据集以 .kmz 和 .shp 格式存储, 数据量为 4.97 MB (压缩为 2.57 MB)。
关键词: 贵州省; 露天矿区; 2015; 土地覆盖; 遥感识别

DOI: 10.3974/geodp.2017.03.16

1 前言

贵州省面积约 17.61×10^4 km², 其中山地约占其总面积的 87%, 丘陵约为 10%, 而盆地河谷区域仅占 3%。区域喀斯特地貌特征明显, 地区生态环境脆弱^[1]。贵州省境内的矿产资源丰富, 目前已发现矿产资源种类多达 120 种以上, 矿产地约 3,000 处^[1]。整体上, 区域矿业经济占全省 GDP 的 50% 左右。然而露天开采活动对该地区的生态环境影响较大, 但目前对于区域矿产开发对生态环境影响的研究较为薄弱。

贵州省整体的矿产资源分布相对集中, 但矿山开发的集中度则低, 总体布局表现为多、小、散。且区域开发利用布局差异明显, 贵州省西部和北部的开发利用范围较大, 甚至涵盖了部分禁采区, 如赤水河流域环境保护区^[2]。此外, 以往研究表明, 区域内仍存在未达准入条件的开采现象^[2]。因此, 全覆盖且及时的矿产开采监控对维持区域开发和生态环境的平衡具有重要意义。

收稿日期: 2016-10-08; 修订日期: 2016-11-20; 出版日期: 2017-09-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部 (2016YFC0502103); 国家自然科学基金项目 (41571173)

*通讯作者: 刘世梁 C-1377-2017, 北京师范大学环境学院, shiliangliu@bnu.edu.cn

论文引用格式: 刘世梁, 成方妍, 侯笑云等. 贵州省露天矿区土地覆盖遥感识别数据集 (2015) [J]. 全球变化数据学报, 2017, 1(3): 358-363. DOI:10.3974/geodp.2017.03.16.

数据集引用格式: 刘世梁, 成方妍, 侯笑云等. 贵州省露天矿区土地覆盖遥感识别数据集 (2015) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2016. DOI: 10.3974/geodb.2016.09.08.V1.

随着卫星遥感技术的发展与成熟，更多的高质量免费卫星数据已投入了常规化的市场使用，这为矿区的监测管理提供了极大的便利^[3]。目前，以遥感影像为基础的矿区开发监测工作已经在我国多个矿区进行了开展工作，且监测效果较好^[3]。采用遥感影像对矿区分布进行提取，通常会采用人工目视解读或机器分类的方法，目前机器分类的方法常因影像的质量等问题难以达到预期的精度，因此，我们仍然采用目视解读的方法作为主要的解译手段。

我们利用贵州省 2015 年的 Google Earth 遥感影像，逐一核查贵州省全境的露天开采点分布点位，包括露天矿区与采石场等，经过判读识别地物的变化，对边界进行了数字化，从而完成此数据集。

2 数据集元数据简介

贵州省露天矿区土地覆盖遥感识别数据集（2015）^[4]的名称、短名名称、数据作者、地理区域、数据年代、数据空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息一并列于表 1。

表 1 贵州省露天矿区土地覆盖遥感识别数据集（2015）元数据简表

条目	描述
数据库（集）名称	贵州省露天矿区土地覆盖遥感识别数据集（2015）
数据库（集）短名	MineralLCDDataGuizhou2015
作者信息	刘世梁 C-1377-2017, 北京师范大学, shiliangliu@bnu.edu.cn 成方妍 S-6509-2016, 北京师范大学, chengfangyan@mail.bnu.edu.cn 侯笑云 S-6962-2016, 北京师范大学, houxiaoyun526@126.com 尹艺洁 S-8009-2016, 北京师范大学, 1505330249@qq.com 张月秋 P-3944-2017, 北京师范大学, 13324103182@163.com
地理区域	24°37'N–29°13'N, 103°36'E–109°35'E 行政范围：贵州省
数据年代	2015 年
空间分辨率	30 m
数据格式	.shp, .kmz
数据量	4.97 MB（压缩为 2.57 MB）
数据集组成	由 2 个文件组成：1). MineralLCDDataGuizhou2015.kmz; 是 Google earth 格式的露天矿区数据；2). MineralLCDDataGuizhou2015shp.rar 是 ArcGIS 的.shp 格式的露天矿区数据压缩文件
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2016YFC0502103）；国家自然科学基金项目（41571173）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、实体数据（中英文）和通过《全球变化数据学报》（中英文）发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[5]

3 数据研发方法

本数据集利用 Google Earth 2015 年的遥感影像，采用人工目视解译、遥感解译与历史资料核查结合的方法，逐一描绘了贵州省全境的露天开采矿区的分布点位与当前的分布情况。调查范围主要包括采矿区、采矿建筑区、中转场、排土场和尾矿区用地。数据的处理流程主要包括，基础资料收集、矿区遥感影像特征解译、目视解译、历史影像核查和露天开采情况统计五个部分（图 1）。

基础资料收集部分，主要是贵州省 2015 年遥感影像的获取，相关基础地理资料以及地质矿产资料的获取。该部分还包括了历史遥感影像的收集，以用于随后的矿区核查工作。

根据目视分析以及先验知识，以及以往的矿区照片资料等，确定矿区的遥感影像特征。特征的选择即从一组特征中选出能代表地物类别的特征，已达到区分类别的目的。特征选择对影像信息的提取具有明显的影响。

随后以 Google Earth 为主要工作平台，通过以往相关的地质矿产资料重点排查可能的露天采矿点。在此基础上，调整比例尺，以较精细的尺度，检查可能遗漏的露天采矿点。

确定可能的露天采矿点后，矿区特征清晰的开采点确定为露天开采点，开采特征不明显的区域调整影像时间，再次判断目标区域在历史上是否有开采特征。

确定所有露天采矿点后，根据矿区遥感影像特征，确定采矿区，描绘采矿区边界，并最终确定研究区的露天开采情况。

3.1 露天矿区解译标志库

露天矿区解译标志库的建立能够辅助识别各类影像地物，保证识别地物的一致性。首先判别地物的形状、大小、色调、纹理等信息，再根据影像与目标地物之间的对应关系，判断实地信息。由于遥感影像中包括多种地物类型，且部分地物特征模糊不明显，通过收集基础研究资料，矿区实地照片以及以往的影像特征解译^[6-13]，得到最终的露天矿区解译标志库（图 2）。

露天矿区通常包括采矿区、采矿建筑区、中转场、排土场（废石场）、尾矿库几个重要部分，矿区内多有矿山道路，以及少量矿区建筑物。

采矿区通常无植被覆盖，常呈阶梯状。色调表现不一，多呈深色。开采工作面多与矿区道路相连，有时伴随有采矿设施。

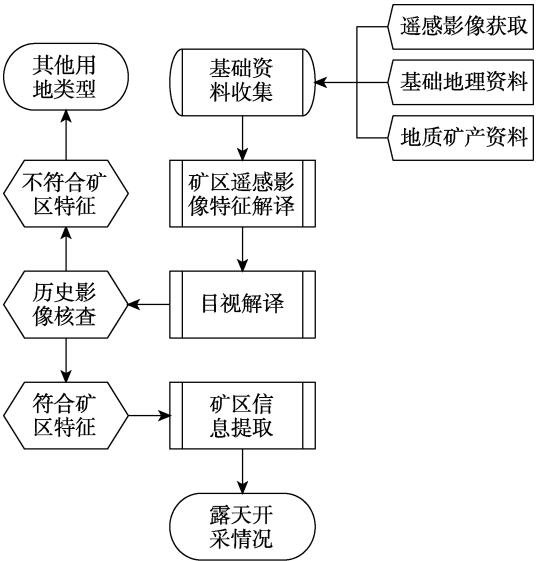


图 1 数据处理流程

采矿建筑区具有清晰的轮廓，形状较为规则，多为矩形或条带型排布。大型矿区的建筑物排列整齐，小型矿区建筑物规模小且松散，多为简陋工棚或独立的小型房屋。采矿建筑区的建筑物多为红、绿、蓝、白、灰色，与周围地物色彩差异明显，容易分别。

中转场常伴随有长条形的运输轨道（传送带），轨道能够达到中转场矿石堆的堆顶。平坦中转场通常有开阔的道路，可见大型货车痕迹。中转场多为深灰色，形状呈圆锥形或扇形，立体感较强，矿石堆边缘呈一定的弧形，纹理为从中心向外发散的辐射状。山区的中转场多沿着山坡分布。

排土场（废石场）常包括库体、矿坝、矿区道路等设施，形状规则，面积较大，表现为圆形或条带状。多分布于山谷凹地或平坦区域。周围伴随有选矿厂等建筑设施。少数大型尾矿库会采用运输方式输送尾矿。色调多呈灰色或黑色，与周围地物色调差异明显。露天矿区的排土场多位于采矿区附近，且规模也较大，其位置随着开采时间而发生变化。此外，当尾矿库筑成梯级斜面时，常覆盖低矮植被稳固坝体。

尾矿库为露天矿区的标志性地物之一，通常具有较大的规模，与环境植被颜色迥异，多为灰白色。部分尾矿库伴随建有库坝，即在尾矿库的一边存在一条线段形状的建筑，该建筑筑成堤防，且高于地面^[14]。

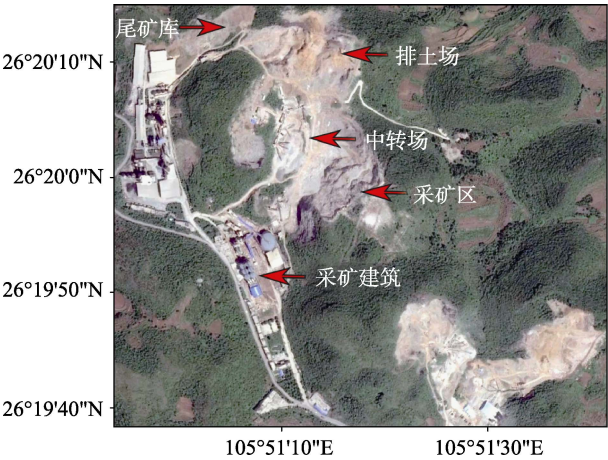


图2 露天矿区影像特征

4 数据结果与验证

4.1 数据结果

基于2015年的Google Earth遥感影像，最终确定了贵州省的1,084个露天矿区（图3），区域内露天矿区覆盖总面积约为90.96 km²，平均每个矿区用地0.08 km²。数据结果表明，贵州省露天矿区土地覆盖类型主要分布在中西部，集中在遵义市、毕节市、贵阳市和六盘水市，而东南部的铜仁市、凯里市、都匀市、安顺市和兴义市的露天矿区则相对较少。全域内，露天矿区面积在0.5 km²以上的仅有

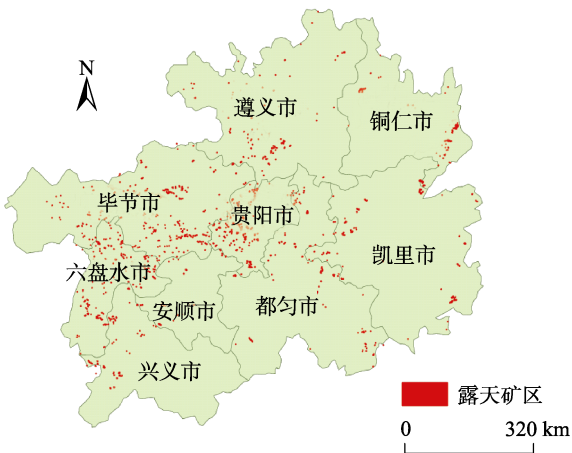


图3 露天矿区土地覆盖数据图

2.5%，且多分布在东北部，即遵义市、铜仁市和贵阳市内。区域内，矿区面积不足0.01

km²的露天矿区约占 13%，主要分布在贵州西北部的遵义市、毕节市和六盘水市。

总体上，露天矿区占贵州省总面积的 0.05%。其中，贵阳市、六盘水市和铜仁市的露天矿区比例高于全区，分别为 0.08%、0.10%和 0.20%。而其他地级市的露天矿区面积则相对较小，兴义市、都匀市、遵义市、凯里市、安顺市和毕节市的露天矿区比例分别为 0.03%、0.03%、0.03%、0.03%、0.04%和 0.05%。

4.2 数据验证

经过数据处理后，我们最终得到了贵州省于 2015 年的露天矿区分布，为了保证目标图斑无遗漏，在图斑挑选过程中可能会扩大了图斑的提取范围，有可能会造成矿区个数偏多。为了保证数据质量，我们在筛选得到目标矿区后，再次对目标区域进行了目视解译筛选。不同的地物在遥感影像上表现为不同的光谱特征，而且露天矿区本身也存在着一些特定的组成结构，不同组成之间也存在着特定的联系。如采矿区内多有矿区道路，排土场多紧靠着矿区建筑等等。人工目视解译比计算机解译具有更强的推断能力，该过程不仅是对地物纹理的判别，还结合了周边地物的特征，从而能够更加准确有效的判断地物类别。该过程中，对提取的所有可能的露天矿区一一目视判别。

此外，对于部分占地较小，影像质量受到影响的区域，我们再次调整了影像的时间，根据周围及目标区域的地物特征，判别目标区可能潜在的土地利用类型。如图 4 即为采矿前(左图)后(右图)影像的示意图，可以明显的发现，由于采矿活动的发展（图中红线所圈画的部分），区域内新增了采矿区、中转场、矿区建筑等特征地物，且研究区内可以明显看到裸露的地面，植被遭到了明显的破坏。从而进一步判断，该区域为新增露天矿区。

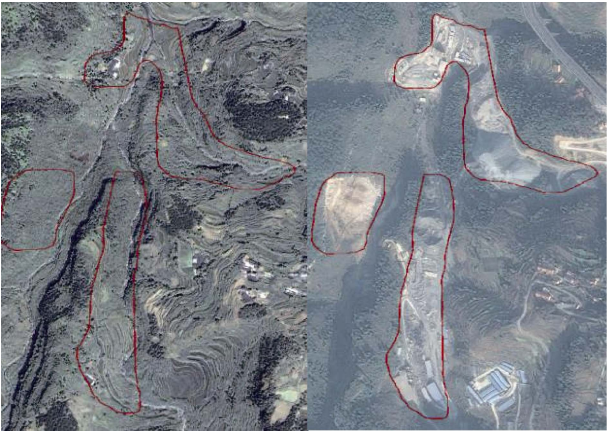


图 4 露天矿区开发前后影像对比图

5 讨论

当前 Google Earth 遥感影像提供了质量较高的信息影像，可以辅助矿区环境的监测和定量化。该数据源更新相对较快，且能够提供历史影像，为区域环境质量研究提供了可靠的数据保障。

该数据集主要依靠目视解译识别地物，通过影像特征，即形状、大小、色调、纹理、位置、布局等建立影像与地物之间的对应关系，从而识别地物。该过程直观简便，且准确性较高，但目视判读工作量较大，且对于地物边缘的描绘程度存在一定的人为

误差；目前，人机交互的方式在一定程度上降低了地物描绘的误差，但是在操作工作量等方面也很费时；而机器非监督分类，在目标识别上也难以达到理想的精度^[15]。

贵州省矿产资源丰富，但其岩溶地貌发育也非常典型，区域内喀斯特出露面积在60%以上^[16]。大面积的露天开采对于生态环境脆弱的喀斯特地貌影响严重。且从全域露天矿区分布情况来看，整体表现为“多、小、散”的态势，这与以往的研究一致^[1,2,16]。一般情况下，小型矿区的勘探程度较低，导致开采不合理，不仅造成矿产资源的浪费，也给区域的生态环境造成了沉重的负担。

本数据集对整个贵州省的矿区进行了数字化，可以清晰的反映该省矿产资源开发的现状，一定程度上反映了矿产资源开发对当地生态系统的影响，为该领域学者的研究提供一定数据上的支持。

作者分工：刘世梁负责数据研发的思路设计和论文撰写；成方妍负责论文的撰写；侯笑云、尹艺洁和张月秋负责数据的提取和校验等。

参考文献

- [1] 张凡, 滕建珍, 赵卫权等. 贵州喀斯特地区矿产资源开采对生态环境的影响与对策研究[J]. 贵州科学, 2011, 6: 65-71.
- [2] 曾芳, 孙亚莉, 江金进. 贵州矿产资源开发布局与优化探讨[J]. 贵州地质, 2016, 2: 148-154.
- [3] 杨晓飞. 矿山环境遥感动态监测方法与应用研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2014.
- [4] 刘世梁, 成方妍, 侯笑云等. 贵州省露天矿区土地覆盖遥感识别数据集(2015) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2016. DOI: 10.3974/geodb.2016.09.08.V1.
- [5] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy. 2014.05 (2017 年更新).
- [6] 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.
- [7] 丁丽, 朱谷昌, 王娟等. IKONOS 影像在矿山环境遥感监测中的应用——以白银煤矿区为例[J]. 测绘与空间地理信息, 2010, 1: 37-41.
- [8] 李昊阳. 面向对象的山地高原矿山环境遥感信息提取方法研究[D]. 昆明: 云南大学, 2016.
- [9] 刘鹏飞, 帅爽, 陈安. 矿山遥感监测 ZY-3 影像与 SPOT-5 影像对比分析[J]. 现代矿业, 2015, 8: 127-129.
- [10] 王俊芳, 曾新超. 高分辨率影像在矿山环境遥感监测中的应用研究[J]. 测绘, 2015, 5: 220-223, 234.
- [11] 王燕波, 罗伟, 李名勇等. 基于高分辨率遥感影像的矿山开发监测研究[J]. 热带地理, 2011, 4: 377-382.
- [12] 魏江龙, 周颖智, 邵怀勇等. 基于高分一号数据的矿山遥感监测——以会理多金属矿区为例[J]. 有色金属(矿山部分), 2016, 4: 86-91.
- [13] 朱元峰. 基于资源一号卫星高分影像的稀土矿山地物信息提取研究[D]. 赣州: 江西理工大学, 2014.
- [14] 张端阳. 高分辨率遥感技术在矿山动态监测中的应用[D]. 焦作: 河南理工大学, 2015.
- [15] 刘亚岚, 阎守邕, 王涛. 几种实用遥感图像人机交互判读方法的探讨[C]. 环境遥感学术年会, 2002.
- [16] 李仁发. 贵州矿产资源开发生态补偿机制研究[D]. 贵阳: 贵州财经学院, 2011.