

doi: 10.6046/gtzyyg.2020.03.32

引用格式: 李霄,刘莹,姚维岭,等. 基于 ArcPy 的违法矿山自动出图方法研究[J]. 国土资源遥感,2020,32(3):247-251. (Li X, Liu Y, Yao W L. Automatic plotting of illegal mines based on ArcPy[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2020, 32(3): 247-251.)

# 基于 ArcPy 的违法矿山自动出图方法

李 霄<sup>1</sup>, 刘 莹<sup>2</sup>, 姚维岭<sup>1</sup>, 杨金中<sup>1</sup>, 李勇志<sup>1</sup>, 汪 洁<sup>1</sup>

(1. 中国自然资源航空物探遥感中心, 北京 100083; 2. 武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079)

**摘要:** 矿山开发状况遥感监测中,常利用 ArcGIS 软件制作违法矿山分布图。目前人工制作方法存在制作成本高、专业性强、工作量大、制图格式不一致等问题。为此,基于 ArcPy 开发自动生成违法矿山分布图的方法,自动提取违法矿山开采区域内遥感监测成果数据的空间信息和属性信息,实现违法矿山的自动定位,以及按照出图模板自动编辑图例文本信息,完成违法矿山分布图的自动生成工作。经验证,本方法可以将传统人工制图方法约 3 d 的工作量在 10 min 以内完成,大大地减轻了技术人员的工作量,对提高矿山遥感监测工作的效率具有实用意义。

**关键词:** ArcPy; 矿山监测; 违法矿山分布图; 遥感影像

**中图法分类号:** TP 319 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2020)03-0247-05



## 0 引言

矿产资源是一个国家或地区经济发展的重要储备资源,对保证国家基础设施建设、国防建设以及城市化进程起着至关重要的作用,矿产资源管理部门需要严格地按照有关规定,对矿山开采工作进行监控和管理<sup>[1-4]</sup>。利用遥感技术监测矿山的开采状况是一种高效、科学的手段<sup>[4-9]</sup>,能够准确和动态地反映出矿山及周边区域的情况,且不受环境、人工等因素的影响<sup>[10]</sup>。随着矿产资源的开发和利用活动的不断增加,部分矿山存在越界开采、无证开采、以采代探、擅自改变开采矿种等多种违法行为<sup>[11]</sup>。通常相关科技工作人员利用遥感技术对矿山影像数据进行解译后,需要逐一对违法矿山所在区域制作开发现状分布图(简称违法矿山分布图)<sup>[12]</sup>。

违法矿山分布图的主要内容包括矿山的空间信息和相应的属性信息。属性信息用来描述矿山的开采区域、开采矿种、违法类型以及图斑变化情况等一系列信息,由疑似违法图斑矢量数据的属性信息构成;空间信息主要描述开采区域在遥感影像上的大小、形状以及位置,主要用遥感影像和矢量图层叠加的图像形式展现。

违法矿山分布图中包含有矿山的违法开采信息,

且每个违法开采矿山都应有一张对应的违法矿山分布图。将违法矿山分布图制作汇总后提交管理部门,管理部门即可通过浏览分布图快速了解违法矿山的开发状况,获取科学、直观的数据,及时为决策提供可靠依据。

目前,违法矿山分布图的制作主要由技术人员利用 ArcGIS 软件完成,传统的人工制作违法矿山分布图存在如下问题:

1) 制图工作量大、效率低。全国矿山疑似违法开采区域众多,每个开采区域均需制作相应的违法矿山分布图,制图数据量庞大。技术人员需要手工提取制图数据,不断重复矢量数据定位,调整比例尺,以及属性数据复制、粘贴等工作,操作繁杂,效率低。

2) 制图格式不一致,数据准确性低。矿山遥感监测成果数据整理单位众多,人工制作违法矿山分布图无法保证统一格式和数据的准确,不利于成果数据的规范化管理。

ArcPy 是一个利用 Python 语言编写的 ArcGIS 数据处理站点包,可以高效地执行地理数据分析、数据转换、数据管理和地图制图自动化<sup>[13]</sup>。ArcGIS 用户可以借助 Python 语言在 ArcPy 的帮助下快速创建简单或复杂的工作流,开发出可用于处理地学数据的实用程序<sup>[14]</sup>。因此,利用 ArcPy 研究一种能够自动化制作违法矿山分布图的方法十分必要。

1 违法矿山分布图构成要素及制作流程

1.1 违法矿山分布图的构成要素

违法矿山分布图的数据来源于矿山开采区域的矿山遥感监测数据,包括矿山开采区域的遥感影像以及相关矢量图层。其中,遥感影像主要是国产高空间分辨率卫星影像(IMG, TIFF 或 GEOTIFF 格式)。矢量图层主要分为界内合法图斑或废弃图斑、疑似违法图斑、采矿权、探矿权以及行政界线、地名要素等。图层的属性表必须包含矿山违法分布图所需的属性字段,而且字段的命名规则、数据精度需一致,从而保证矢量图层的规范以及数据的准确性,

为计算机自动出图提供保障。

违法矿山分布图的构成要素分为属性信息和空间信息。属性信息包括文本和数字 2 种形式,空间信息由矢量图层和遥感影像的形式呈现。属性信息主要来源于疑似违法图斑图层的属性表,依据实际需求,属性表需要包括图斑编号、开采矿种、中心点坐标、违法类型、图斑变化情况字段。空间信息描述矿山开采区域矢量要素的大小和形状等空间分布特征,由解译图像叠加矿权信息对矿山违法开采区域的空间分布进行描述。采用以一个违法矿山矢量要素为中心、叠加遥感影像及矿权信息的方式进行制作,并包含地图实际比例尺。违法矿山分布图的样式如图 1 所示。



图 1 违法矿山分布图示例  
Fig.1 Sample of illegal mines distribution map

1.2 违法矿山分布图制作流程

违法矿山分布图的人工制作过程如图 2 所示。

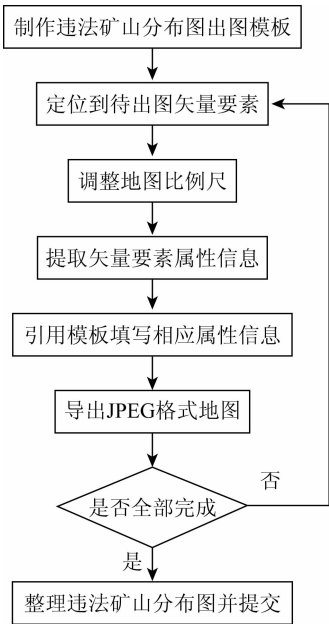


图 2 违法矿山分布图人工制作流程  
Fig.2 Manual process of illegal mines distribution map

首先,在 ArcGIS 中编辑好出图模板,定位到待出图要素,调整地图比例尺,确定空间范围;然后,人工提取出违法矿山矢量图层中所需的属性信息并填入出图模板中;最后利用 ArcGIS 的导出地图功能将地图导出。依次对违法矿山图层的每一条记录重复上述步骤,汇总后即可将违法矿山分布图提交到管理部门。

违法矿山分布图的自动生成流程是基于人工出图过程的抽象而形成的,利用 ArcPy 编写程序自动实现人工出图的所有步骤,只需准备矢量数据并制作违法矿山分布图模板,然后执行 ArcPy 脚本程序,即可自动生成所有违法矿山分布图。

2 违法矿山分布图自动生成的设计方法

违法矿山分布图的自动生成的方法设计有 2 个关键点:一是违法矿山矢量要素的定位及地图显示范围的确定;二是实现属性信息的填写以及格式的准确性。自动生成违法矿山分布图的整体技术实现流程如图 3 所示。

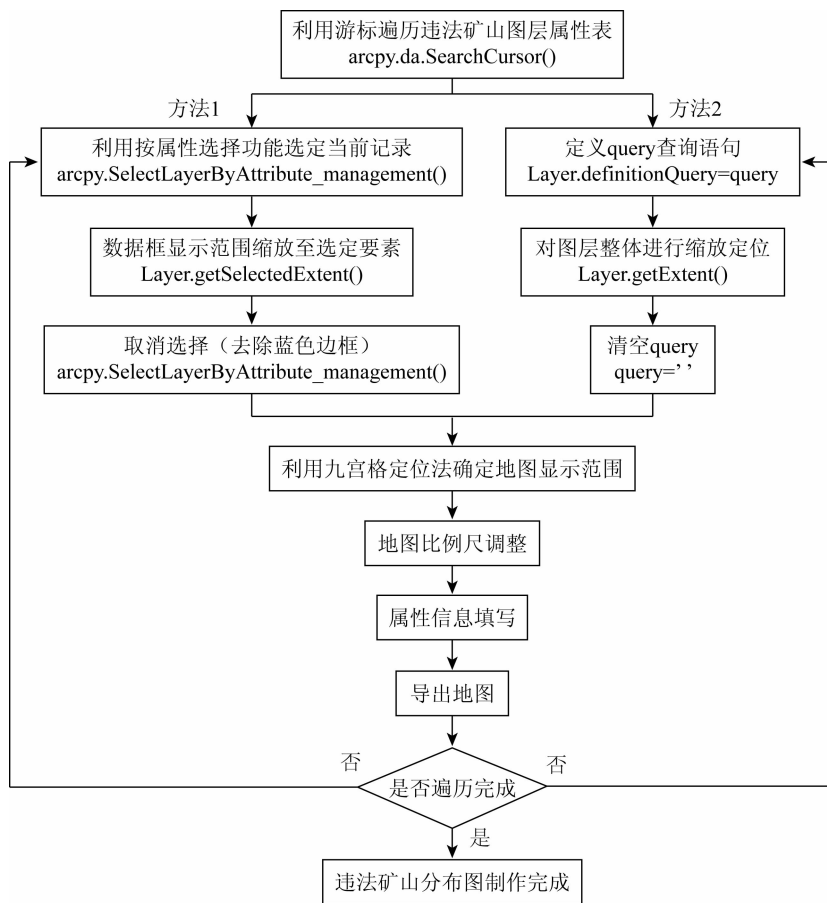


图3 违法矿山分布图自动生成技术实现流程

Fig.3 Automatic generation technology of illegal mine distribution map

2.1 矢量要素的定位

违法矿山图层矢量要素的自动定位,首先需要对矢量图层的属性表进行遍历,利用 ArcPy 的 SearchCursor 游标可以实现,依次读取矢量图层的每条记录。然后对读取出的每条记录进行定位。最后是对地图显示范围及比例尺的整体调整,根据实际需求,利用九宫格定位法(图4)确定地图显示范围,即以矢量要素的外接矩形为中心采取 3×3 的比例范围自动定位遥感影像显示范围<sup>[15]</sup>,再对地图比例尺的数值进行向上取整,保留到千位,使地图整体显示更加美观。其中读取记录采



图4 九宫格定位法示意图

Fig.4 Square pattern location

用2种方法实现:第一种方法利用 ArcPy 的按属性选择功能,将数据框显示范围缩放至该图层选定记录范围,再利用同样方法取消对该记录的选择(去除蓝色边框),即可将矢量要素在数据框中央显示;第二种方法是定义图层属性中的 query 语句,将图层的可见范围限定在选定要素,对图层整体进行缩放定位,再清空 query,使其它记录同时显示在地图中。

2.2 属性信息的填写

违法矿山分布图中需要填写的属性信息可以分为2部分。第一部分包括县级行政区名称、数据源以及数据获取时间,可以在遍历违法矿山图层属性表时直接填写到文本框中;另一部分为违法矿山详细信息的具体说明,包括图斑编号、开采矿种、中心点坐标、违法类型等一系列文本信息,在地图布局中为引用的外部 word 对象。因 ArcPy 暂时无法对外部引用对象进行操作,这里使用文本框作为替代,定义换行函数 nextline(),保证文本框中每一行最多只有 13 个字,在属性填写过程中对每一个属性内容都先调用该换行函数,实现文本框文字自动换行,从而实现违法矿山详细信息的自动填写。

### 3 违法矿山分布图生成效率分析

为评价 2 种不同方法对于违法矿山分布图的生成效率,以西藏自治区 2018 年的部分矿山数据进行出图实验,记录出图完成时间。矿山开采面和开采点各 35 个,分辨率设定为 300 dpi,实验结果见表 1。

表 1 少量矿山数据出图时间对比

Tab.1 Mapping efficiency comparison (s)

| 出图方法 | 开采面出图  | 开采点出图  |
|------|--------|--------|
| 方法 1 | 441.55 | 446.38 |
| 方法 2 | 81.53  | 96.17  |

为进一步验证对于大量矿山数据的出图效率,对 2018 年西藏 145 个开采面进行出图,记录完成时间,并与技术人员使用 ArcGIS 软件纯手动出图速度进行对比,结果如表 2 所示。

表 2 大量矿山数据出图时间对比

Tab.2 Mapping efficiency comparison

| 出图方法 | 出图时间       |
|------|------------|
| 方法 1 | 1 954.03 s |
| 方法 2 | 403.38 s   |
| 人工出图 | 3 d        |

结果表明:①2 种出图方法均可实现矿山区域实现自动化批量出图,对于开采面和开采点的出图速度大致相同;②在出图参数和数量相同的情况下,方法 2 的出图速度约是方法 1 的 5 倍,有较高的运行效率;③在出图数量较多时,自动化出图的速度远大于人工出图。

### 4 结论

本文按照违法矿山分布图的制作流程,基于 ArcPy 提出了违法矿山分布图的自动生成方法,简化了制作流程,解决了传统的人工制作违法矿山分布图中的问题。

1)违法矿山分布图的自动生成,包括矢量要素的自动定位和属性信息的批量填写,减少了人工的重复工作,极大地提高了制图效率。

2)自动化出图减少了人工的繁琐操作,可以避免人为误操作,保证了违法矿山分布图的统一性及数据的准确性。

违法矿山分布图自动生成功能的实现,验证了违法矿山分布图自动生成方法的可行性,提供了一种操作简便的出图方法,对从事矿山开采状况调查工作的技术人员进行大数据量的制图工作具有很好的实用意义。

### 参考文献 (References):

[1] 杨金中,聂洪峰,荆青青. 初论全国矿山地质环境现状与存在问题[J]. 国土资源遥感,2017,29(2):1-7. doi:10.6046/gtzyyg.2017.02.01.  
Yang J Z,Nie H F,Jing Q Q. Preliminary analysis of mine geo-environment status and existing problems in China[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2017,29(2):1-7. doi:10.6046/gtzyyg.2017.02.01.

[2] 刁明光,刘芳,谭专条,等. 矿山遥感监测解译记录表自动生成方法研究与实现[J]. 国土资源遥感,2018,30(4):212-217. doi:10.6046/gtzyyg.2018.04.32.  
Diao M G,Liu F,Tan Z T,et al. Research and implement on automatic production method of mine remote sensing monitoring interpretation record table[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2018,30(4):212-217. doi:10.6046/gtzyyg.2018.04.32.

[3] 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,2015,27(4):115-121. doi:10.6046/gtzyyg.2015.04.18.  
Yang X H,Huang J,Tian L,et al. A discussion on comprehensive governance of mine environment based on high resolution remote sensing data: A case of Maoniuping REE deposit, Mianning County[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2015,27(4):115-121. doi:10.6046/gtzyyg.2015.04.18.

[4] Werner T T,Bebbington A, Gregory G. Assessing impacts of mining: Recent contributions from GIS and remote sensing[J]. The Extractive Industries and Society,2019,6(3):993-1012.

[5] 杨金中,赵玉灵. 遥感技术的特点及其在地质矿产调查中的作用[J]. 矿产勘查,2015,6(5):529-534.  
Yang J Z,Zhao Y L. Technical features of remote sensing and its application in the geological survey and mineral resources survey[J]. Mineral Exploration,2015,6(5):529-534.

[6] 姚维岭,荆青青,周英杰,等. 基于遥感动态监测的山东省矿山地质环境恢复治理典型模式分析[J]. 矿产勘查,2015,6(5):627-634.  
Yao W L,Jing Q Q,Zhou Y J,et al. Analysis on typical pattern of mine geological environment restoration and governance based on remote sensing dynamic monitoring in Shandong[J]. Mineral Exploration,2015,6(5):627-634.

[7] He D,Le B T,Xiao D,et al. Coal mine area monitoring method by machine learning and multispectral remote sensing images[J]. Infrared Physics & Technology,2019,103:103070.

[8] Zhang B,Wu D,Zhang L,et al. Application of hyperspectral remote sensing for environment monitoring in mining areas[J]. Environmental Earth Sciences,2012,65(3):649-658.

[9] Demirel N,Emil M K,Duzgun H S. Surface coal mine area monitoring using multi-temporal high-resolution satellite imagery[J]. International Journal of Coal Geology,2011,86(1):3-11.

[10] 王立娟,靳晓,贾虎军,等. 基于国产高分卫星数据的矿山环境变化检测[J]. 国土资源遥感,2018,30(3):151-158. doi:10.6046/gtzyyg.2018.03.21.  
Wang L J,Jin X,Jia H J,et al. Change detection for mine environment based on domestic high resolution satellite images[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2018,30(3):151-158.

doi:10.6046/gtzyyg.2018.03.21.

[11] 杨金中,荆青青,聂洪峰. 全国矿产资源开发状况遥感监测工作简析[J]. 矿产勘查,2016,7(2):359-363.

Yang J Z,Jing Q Q,Nie H F. Analysis of the mineral resources development status of remote sensing monitoring in national land[J]. Mineral Exploration,2016,7(2):359-363.

[12] 杨金中,秦绪文,聂洪峰,等. 全国重点矿区矿山遥感监测综合研究[J]. 中国地质调查,2015,2(4):24-30.

Yang J Z,Qin X W,Nie H F,et al. Comprehensive research on remote sensing monitoring of the national concentration zones of the important mine[J]. Geological Survey of China,2015,2(4):24-30.

[13] 方 靖. 基于 ArcGIS 平台的三调初始库快速编制技术研究[J]. 国土资源导刊,2019,16(2):29-34.

Fang J. The study into rapid compiling of the initial database for the third national land survey based on ArcGIS platform[J]. Land & Resources Herald,2019,16(2):29-34.

[14] 孙咸磊,许捍卫,李文博. ArcPy 在长江河道水下空间数据批量处理中的应用[J]. 测绘与空间地理信息,2015,38(2):97-99.

Sun X L,Xu H W,Li W B. Application of ArcPy in batch processing spatial data of Yangtze River[J]. Geomatics & Spatial Information Technology,2015,38(2):97-99.

[15] 张康聪. 地理信息系统导论[M]. 北京:科学出版社,2019.

Zhang K C. Introduction to geographic information systems[M]. Beijing:Science Press,2019.

## Automatic plotting of illegal mines based on ArcPy

LI Xiao<sup>1</sup>, LIU Ying<sup>2</sup>, YAO Weiling<sup>1</sup>, YANG Jinzhong<sup>1</sup>, LI Yongzhi<sup>1</sup>, WANG Jie<sup>1</sup>

(1. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Natural Resources, Beijing 100083, China; 2. School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** For the purpose of monitoring mine development status by using remote sensing technology, ArcGIS software is usually used to extract relevant information to produce illegal mine distribution maps, thus providing data support for relevant departments. At present, artificially produced illegal mine distribution maps have many problems, such as high production cost, high professionalism, large workload, inconsistent drawing format and low accuracy. Therefore, a method for automatically generating illegal mine distribution maps based on ArcPy is developed. The method automatically extracts the attribute information and spatial information of the remote sensing monitoring data of illegal mine mining areas, and automatically locates the image range and edits the text information according to the drawing template. The automatic generation of mine distribution maps greatly reduces the workload of technicians. It is of practical significance in improving the efficiency of mine remote sensing monitoring.

**Keywords:** ArcPy; mine monitoring; distribution map of illegal mines; remote sensing image

(责任编辑: 张 仙)