

云南省北部地区矿产资源 违法开采遥感动态监测研究

李永平^{1,2}, 谈树成^{1,2,3}, 赵晓燕^{1,2}

(1. 云南大学资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650500; 2. 云南省地理研究所, 云南 昆明 650223; 3. 云南大学“一带一路”战略研究院, 云南 昆明 650500)

摘要:矿产资源违法开采不仅造成资源的浪费,还破坏矿山地质环境,不利于生态环境的保护。该文基于高分辨率卫星遥感影像,借助GIS空间数据处理平台,对云南省北部地区2011—2015年矿产资源违法开采活动进行了遥感监测,通过野外实地核查,得出了5年内矿产资源违法开采遥感动态监测结果,分析了违法图斑的时空变化趋势和原因,并提出相应的对策和建议。对维护矿业秩序,保护环境,促进矿产资源的可持续开发利用起到重要的作用,同时也为云南省国土部门执法监管提供数据支撑和决策依据。

关键词:矿产资源违法开采;动态监测;遥感;北部地区;云南省

中图分类号:P237

文献标识码:B

引文格式:李永平,谈树成,赵晓燕.云南省北部地区矿产资源违法开采遥感动态监测研究[J].山东国土资源,2018,34(2):49-53.LI Yongping, TAN shucheng, ZHAO Xiaoyan. Study on Remote Sensing Dynamic Monitoring of Illegal Mining of Mineral Resources in Northern Yunnan Province[J]. Shandong Land and Resources, 2018, 34(2): 49-53.

0 引言

矿产资源作为一个国家或地区经济发展的重要储备资源,对推动城市化建设、基础设施建设和国防安全起着重要的作用^[1]。为了准确、及时地掌握全国矿产资源开发秩序、矿山地质环境问题和矿产资源规划执行情况,自2006年起,国土资源部中国地质调查局先后启动了关于矿产资源开发遥感调查与监测项目^[2]。发现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,矿产资源违法开采不仅造成资源的浪费,而且破坏土地资源,引发严重的生态环境问题,诸如矿山地质灾害、环境污染、占损或破坏土地等,给人民的生命财产安全和国家矿产资源的储备造成重大损失和浪费^[3]。矿产资源违法开采已经成为一些地区经济和社会发展的制约因素,不利于矿产资源的可持续

开发利用和人类社会的可持续发展。

传统的矿产资源违法开采主要通过地方国土资源局逐级统计上报和群众举报,数据真实性不高,效率低下。矿产资源丰富的地区,矿山点多面广,违法主体的确定也非常困难,难以对矿产资源的开发利用实施有效监管^[4]。随着遥感技术在矿产资源监测调查领域中的运用,高分卫星遥感影像监测已成为一种先进的工作手段和重要方法^[5]。近年来,国产高分卫星遥感技术的快速发展,为矿产资源调查与监测提供了方便、快捷、高效的数据支撑,在矿产资源监测中的应用越来越广^[6-9]。

采用多期遥感数据和多源遥感数据相结合;计算机信息自动提取与人机交互解译相结合;遥感技术与卫星定位技术、地理信息系统技术相结合^[10],室内综合研究与野外实地调查相结合的方法^[11],开展了2011—2015年云南省北部地区矿产资源违法开采遥感动态监测,得出云南省北部地区5年内的

收稿日期:2017-07-27;修订日期:2017-09-14;编辑:曹丽丽

项目基金:全国矿产资源开发环境遥感监测(编号:121201203000160009);云南大学服务云南行动计划(编号:2016ZD07);“第二批云岭学者培养”项目(编号:C6153001)

作者简介:李永平(1990—),男,云南曲靖人,硕士研究生,研究方向为灾害地质;E-mail:541138718@qq.com

矿山违法开采图斑变化情况,分析其原因,并提出合理的建议与对策,为云南省矿政管理部门制定矿产资源规划^[12]、整顿矿产资源开发秩序^[13-14],治理矿山地质环境^[15-17]提供数据支撑和决策依据。

1 研究区概况

云南省北部地区包括昆明市、昭通市、曲靖市、丽江市、大理白族自治州、怒江傈僳族自治州、迪庆藏族自治州、楚雄彝族自治州4个地级市和4个自治州,共68个县(市、区),总面积约192 900 km²,总人口达2 597万人,社会经济呈现滇中、滇东发展较好、滇西相对较差的不平衡局面。研究区地处“西南三江成矿带”和“扬子西南缘成矿带”^[18],矿产资源极为丰富,共有能源矿产2种,金属矿产12种,非金属矿产35种,已成为云南省北部地区五大支柱产业之一^[19]。截至2015年底,云南省共提供采矿权6 398个,北部地区有4 139个,占采矿权总数的64.7%;共提供探矿权2 236个,北部地区有1 013个,占探矿权总数的45.3%。从区内矿权的整体分布可以看出,矿权主要集中在曲靖市、昭通市和昆明市,采矿活动较为活跃,不合理开采现象频发,监管难度较大。

2 数据来源及遥感影像处理

2.1 遥感数据来源

全国土地变更调查与监测的遥感卫星数据主要包括遥感26号、遥感24号、高分一号、高分二号、天绘一号、实践九号、资源一号以及P1卫星影像,覆盖了整个云南省北部地区。影像数据的空间分辨率从1~16 m不等,其中空间分辨率为16 m的遥感影像主要覆盖滇东北和滇东地区,空间分辨率优于2 m的遥感数据覆盖了云南省北部地区中型城市及周边地区,空间分辨率优于1 m的遥感数据主要覆盖昆明市主城区和一部分周边地区,其遥感卫星影像的具体参数如表1所示。

表1 遥感卫星影像参数信息

遥感数据来源	P1卫星	高分一号	高分二号	资源一号	天绘一号	实践九号
全色分辨率(m)	0.5	2	0.81	2.36	2	2.5
多光谱分辨率(m)	2	8	3.24	10	10	10

2.2 遥感影像处理

(1)影像纠正。影像纠正以1:5万(或1:1万)

地形图、DEM和以往高精度正射影像地图为基准,进行影像正射纠正。纠正时采用高斯-克吕格6度带投影,西安80坐标系。图形正射纠正所选控制点应均匀分布,校正后影像误差不大于图上距离0.5 mm。后期制作影像的无缝镶嵌处理时,镶嵌图满足在相邻图像重叠区内选择的同名点严格对准,拟合中误差控制在2个像元左右(山区)。

(2)影像增强处理。影像增强处理方法包括反差增强、边缘增强、数据融合、彩色增强等^[20]。该项目采用数据融合和彩色增强处理方法,将多光谱波段与全色波段进行融合处理,在保持图像的光谱信息不损失的情况下,增强图像的空间分辨率,进而利用融合后的波段进行彩色合成,形成模拟真彩色图像,达到突出目标物信息的效果。

(3)图像镶嵌。由于重点矿区内多景影像获取时相可能不统一,需要进行无缝镶嵌处理。对拼接影像控制点进行统一布置,均匀分布,采用一次多项式校正的方法达到相邻影像在拼接线处的细节几何上一一对接,同时满足相邻影像的色调保持一致的要求,进行直方图的调整及色相的调整,使影像达到清晰、层次丰富、色调均匀、反差适中,最终实现影像在整个重点矿区内的无缝拼接。

3 矿产资源违法开采行为遥感信息提取

通过矿产资源开采违法行为的界定及解译标志的建立,以ArcGIS 10.1为平台,利用卫星遥感数据结合区域矿权数据,准确地判断和界定疑似违法图斑。矿产资源违法开采行为的界定及解译标志的建立主要有9种。

(1)无证勘查:未取得勘查许可证却进行矿产资源勘查的行为。在遥感影像上,色调呈白色、灰白色,形状呈不规则多边形,且面积不大,与四周地物界线明显,叠加探矿权后,发现有该影像特征的图斑所在位置没有矿产资源勘查所需的探矿权范围。

(2)越界勘查:超过勘查许可证规定的范围进行矿产资源勘查的行为。遥感影像特征同上,图斑位于探矿权范围之外。

(3)擅自改变勘查对象:勘查矿产资源的种类与勘查许可证规定的矿种不符的行为。该类违法图斑一般从遥感影像上建立解译标志难以判断,需实地核查或其他方式。

(4)一证多井:实际矿山开采的硐口或井口数

量超出了许可证载明的数量。该类违法图斑通过建立直接解译标志难以判断,需根据其他目标物的布局 and 位置等影像特征推断,煤矿是云南省北部地区矿山开采方式为硐采的矿种,硐口一般位于半山坡处呈亮蓝色的矿山建筑、深黑色煤堆、浅灰色的煤矸石堆附近,多为矿山道路的尽头,往往有运输轨道延伸出来;叠加采矿权后,一个采矿权范围内对应有多个硐口的影像特征。

(5)以采代探:取得探矿权后并非进行矿产资源勘查,实际上进行矿产资源开采的行为。遥感影像上叠加探矿权后,探矿权范围内影像特征为开采矿种为煤或黑色金属,其色调呈黑色、深黑色,其他一般为白色和灰白色,条带状纹理,形状呈不规则多边形,具有开采面或硐口的影像特征。

(6)无证开采:未取得采矿许可证却进行矿产资源开采的行为。遥感影像特征同上,叠加采矿权后,图斑没有在采矿权范围之内,一般距离现有采矿权比较远的位置。

(7)越界开采:矿产资源实际开采范围超越采矿许可证规定范围的行为。遥感影像特征同上,叠加采矿权后,图斑没有在采矿权范围之内,一般位于采矿权附近,或者部分开采面位于采矿权之内,部分开采面位于采矿权之外。

(8)擅自改变开采矿种:开采矿产资源的种类与采矿许可证规定的矿种不符的行为。实际开采图斑的影像特征不同于采矿许可证规定矿种的影像特征。

(9)擅自改变开采方式:开采矿产资源的方式(露天开采、地下开采、联合开采)与采矿许可证规定的方式不符的行为。

通过以上违法行为的界定及解译标志的建立,在卫星遥感影像上叠加矿权数据,并准确地提取违法图斑信息,完成室内违法信息提取后,便对提取结果进行实地调查。

4 矿产资源违法开采遥感监测结果

收集云南省北部地区2012年—2016年的采矿权、探矿权及多时相和多源的高分卫星遥感数据,对遥感影像进行处理,根据矿山违法情况,建立了遥感解译标志,开展了近5年的矿山违法开采图斑遥感解译,并通过野外实地核查,得出矿山违法开采活动近5年内的时空变化情况。对矿产资源违法开采图

斑进行遥感动态变化监测,得出近5年内矿山违法开采总图斑、违法方式、违法矿种的变化趋势和违法图斑的空间分布规律。

4.1 矿山违法开采对比监测

2011年,云南省北部地区共发现矿山违法开采图斑139处,2012年,矿山违法开采图斑数量增加至359处,2013年增加至476处,2014年增加至582处,2015年减少至389处(图1)。整体来说,2011年—2014年矿山违法开采图斑数量呈递增趋势,2015年底,矿山违法开采图斑数量有所降低,表明通过矿山违法开采的整顿和改造,矿业秩序有所好转。

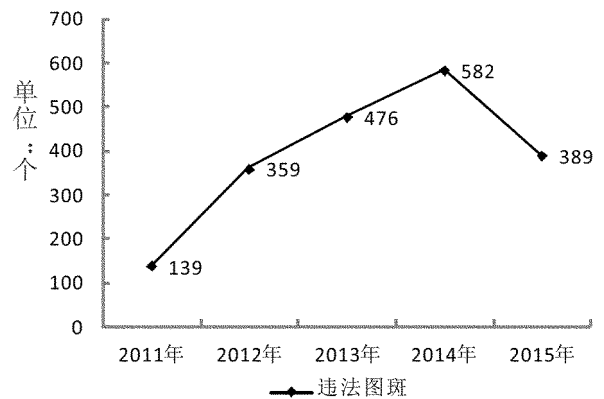


图1 2011年—2015年矿山违法开采图斑动态变化

4.2 不同矿种违法图斑动态变化监测

通过对2011年—2015年不同矿种违法图斑的动态变化监测,发现2011年—2014年,违法矿山中开采非金属矿类的矿山违法数量呈递增趋势,2014年—2015年,呈递减趋势;开采金属矿类矿山违法图斑呈现先减少后增加再减少的波动趋势;开采能源矿类的矿山违法图斑呈先增加后减少的变化趋势。开采不同矿种的矿山违法图斑数量整体上呈现减少的趋势,以开采非金属矿类的违法矿山数量最多(图2)。

4.3 矿山不同违法类型图斑动态变化分析

通过对矿山违法开采不同违法类型图斑个数的统计分析,发现研究区矿山的违法开采主要为越界开采和无证开采,而一证多井、擅自改变开采方式、擅自改变开采矿种、以采代探、越界勘查和无证勘查违法类型的矿山较少。2011年—2014年,越界开采和无证开采违法类型的矿山数量呈递增趋势,2014年—2015年,呈递减趋势;而其他违法类型的图斑

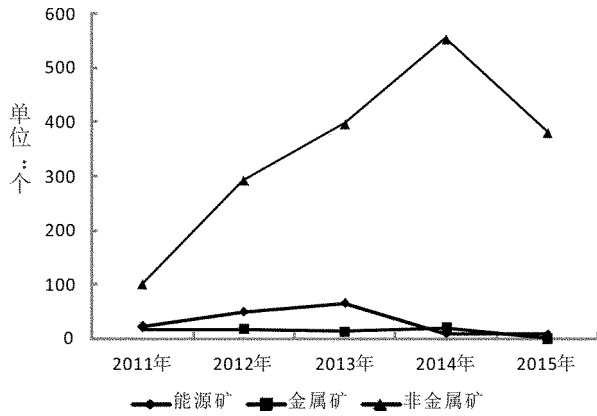


图2 2011年—2015年不同矿种违法图斑动态变化

数量在2011年—2015年间呈现不规则的波动变化,数量较少,占违法开采图斑的比例较小,研究区矿山违法开采类型中越界开采占有主导地位,影响矿山违法开采图斑的总数量和矿业秩序(表2)。

表2 2011年—2015年矿山不同违法类型图斑动态变化统计

违法类型	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	合计
无证开采	23	90	111	163	88	475
越界开采	110	251	338	414	297	1410
以采代探	0	1	1	1	0	3
无证勘查	0	1	0	0	0	1
越界勘查	0	1	0	1	0	2
一证多井	0	11	20	0	0	31
擅自改变开采方式	6	4	4	1	1	16
擅自改变开采矿种	0	0	2	2	3	7
合计	139	359	476	582	389	1945

4.4 矿山违法图斑在不同州(市)的时空动态变化

通过对云南省北部地区不同地级市2011年—2015年矿山违法图斑的变化趋势分析,可以看出,2011年—2015年,各地区的矿山违法开采图斑数量整体上呈现先增加后减少的趋势,尤其是2014年前后的动态变化趋势较为明显;从空间分布上来看,各地区在5年内违法图斑数量从高到低依次是楚雄彝族自治州、大理白族自治州、昆明市、昭通市、丽江市、曲靖市、怒江傈僳族自治州、迪庆藏族自治州。整体来说,楚雄彝族自治州、大理白族自治州和昆明市是矿山开发违法情况最严重的地区,也是矿业开发秩序最混乱的地区,因此对这3个地区开展矿山开发秩序整治显得极为重要(表3)。

5 矿山违法图斑动态变化原因

对云南省北部地区矿山开发违法图斑的动态监

测变化趋势分析,可以看出,2011年—2014年,矿山违法开采图斑数量整体上呈现递增的趋势,2014年—2015年,呈现递减的趋势。针对矿山违法开采总图斑数量、开采矿种、违法类型以及各地区的变化,分析了产生这种趋势变化的原因。

表3 2011年—2015年矿山违法图斑在各地区的时空分布变化

州(市)	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	合计
昆明市	18	45	82	139	81	365
曲靖市	27	19	15	15	23	99
昭通市	20	113	45	42	63	283
丽江市	16	44	62	37	27	186
楚雄彝族自治州	47	79	104	167	82	479
大理白族自治州	8	54	145	158	95	460
怒江傈僳族自治州	3	3	12	15	4	37
迪庆藏族自治州	0	2	11	9	14	36
合计	139	359	476	582	389	1945

(1)随着遥感数据的质量和分辨精度的逐年提高,遥感卫星影像可解译程度越来越好,2011年—2015年,云南省北部地区矿产资源开发违法图斑数量呈现先增加后减少的趋势。主要原因是2015年矿产品价格持续走低,矿山开采成本较高,矿业权人的投资积极性降低。有的矿权人后期勘查实际投资能力不足,两方面的原因导致了全省矿产勘查投入资金大幅下滑,矿业再次进入低谷期。

(2)云南省北部地区的矿山违法开采方式以越界开采为主,最高达414处,无证开采次之。因矿山开采监管难度大,在经济利益的驱使下,存在采矿活动超越了采矿权批准的范围进行采矿,或者开采者在无采矿权的情况下进行擅自开采活动的现象。

(3)2011年—2015年,矿山违法矿种主要以非金属矿类为主,是由于各地区城市民生工程、基础设施建设的推动,使得部分地区对砂石料、砖瓦用粘土等非金属矿类的需求量保持强劲势头,同时国土部门监管措施不够得力,全面监管存在问题,导致非金属矿类违法行为难以得到有效遏制,甚至持续增加。

(4)由于矿业形势、经济发展的变化以及矿产资源监管力度存在差异,各州(市)的矿产资源开发违法的变化趋势也存在差异。昆明市、楚雄彝族自治州、大理白族自治州的矿产资源违法现象较为严重。

6 建议

(1) 国土部门应提高对矿产资源违法开采行为的监管力度。采用高分辨率遥感影像实时监测矿山开采的动态变化情况,掌握矿山开采活动的动态变化,加强对矿山开采行为的监管力度,规范矿山开采行为。

(2) 矿山采矿者应遵守矿产资源开采的技术规范和在规定的矿权范围内进行开采。在矿权的边界打桩或者布线来确定边界,防止矿山采矿者在无意识的状态下越界开采。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 杨金中,秦绪文,张志,等.矿山遥感监测理论方法与实践[M].北京:测绘出版社,2011:1-20.
- [3] 杨金中,秦绪文,聂洪峰,等.中国矿山遥感监测[M].北京:测绘出版社,2011:1-20.
- [4] 王耿明,朱俊凤,王忠忠,等.广东省矿山越界开采遥感调查与监测研究[J].物探化探计算技术,2014,36(4):508-512.
- [5] 于博文,田淑芳,赵超超,等.高分一号卫星在京津矿山遥感监测中的应用[J].现代地质,2017,31(4):843-850.
- [6] 张端阳,潘振祥.遥感技术在矿业活动动态监测中的应用[J].测绘通报,2015(6):72-74.
- [7] 刘金林.遥感技术在矿山地质环境监测中的应用分析[J].世界

- 有色金属,2016(12):113-114.
- [8] 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,2016,68(4):86-91.
- [9] 杨金中,王晓红,聂洪峰,等.矿山遥感监测技术体系研究[J].中国科技成果,2015,(22):13-15.
- [10] 孙硕,李宁.平邑县矿产资源开发远程监控系统的设计与实现[J].山东国土资源,2014,30(5):75-78.
- [11] 王振坤,马施民,程艳娜,等.RS和GIS在矿山监测中的应用[J].遥感技术与应用,2010(2):263-267.
- [12] 原振雷.河南省矿产资源规划研究[D].北京:中国地质大学(北京),2007:1-20.
- [13] 刘美玲.招远市整顿和规范矿产资源开发秩序[J].山东国土资源,2009,25(2):44-45.
- [14] 赛永忠,李仁丽,张卫国.文登市国土资源局整顿规范矿产资源开发秩序[J].山东国土资源,2009,25(5):52-53.
- [15] 陈建平,范立民,杜江丽,等.陕西省矿山地质环境治理现状及变化趋势分析[J].中国煤炭地质,2014,26(9):54-56+64.
- [16] 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.
- [17] 蒙永辉,许燕,王集宁,等.山东省矿山地质环境治理工作形势分析[J].山东国土资源,2016,32(9):26-29+35.
- [18] 黎林根.云南省矿产资源现状与立法及对策初探[D].昆明:昆明理工大学,2004:1-20.
- [19] 庞玲玲.安宁市矿山地质环境评价信息系统研究[D].昆明:云南大学,2016:1-20.
- [20] 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.

Study on Remote Sensing Dynamic Monitoring of Illegal Mining of Mineral Resources in Northern Yunnan Province

LI Yongping^{1,2}, TAN Shucheng^{1,2,3}, ZHAO Xiaoyan^{1,2}

(1. Resource Environment and Earth Science College of Yunnan University, Yunnan Kunming 650500, China; 2. Yunnan Geography Institute, Yunnan Kunming 650223, China; 3. Yunnan "Belt and Road" Strategy Institute of Yunnan University, Yunnan Kunming 650500, China)

Abstract: The illegal exploitation of mineral resources will not only cause the waste of mineral resources, but also cause serious damages to geological environment of the mine. It is not conducive to the protection of ecological environment. Based on high resolution satellite remote sensing images, by using GIS spatial data processing, remote sensing monitoring of illegal mining activities to mineral resources in the northern Yunnan province has been carried out. Through field verification, remote sensing dynamic monitoring datas of mineral resources exploitation in five years have been gained, illegal plots of the temporal and spatial trends and causes have been analyzed, and the corresponding countermeasures and suggestions have been put forward. It will play an important role in maintaining mining order, protecting environment and promoting sustainable development and utilization of mineral resources. It also provides data support and decision-making basis for law enforcement supervision in Yunnan province.

Key words: Illegal mining of mineral resources; dynamic monitoring; remote sensing; northern area; Yunnan province