

doi: 10.6046/gtzyyg.2020.01.16

引用格式:王海庆,郝建亭,李丽,等.西藏各行政区矿产开采强度遥感分析[J].国土资源遥感,2020,32(1):115-119.(Wang H Q, Hao J T, Li L, et al. Mining intensity analysis of each administrative region in Tibet based on remote sensing[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2020, 32(1): 115-119.)

## 西藏各行政区矿产开采强度遥感分析

王海庆<sup>1</sup>, 郝建亭<sup>2</sup>, 李丽<sup>1</sup>, 安娜<sup>1</sup>, 许文佳<sup>1</sup>, 殷亚秋<sup>1</sup>

(1. 中国自然资源航空物探遥感中心, 北京 100083; 2. 西藏自治区地质调查院, 拉萨 850000)

**摘要:**矿产开采强度可以反映区域内矿产资源开采的集中分布情况,为制定相应的矿产资源规划、统筹地方经济发展等提供决策依据。为了分析西藏不同行政区域的矿产资源开采强度,利用2016年和2017年获取的遥感数据,使用室内遥感信息提取与野外现场调查验证相结合的技术方法,调查了西藏各行政区2016年和2017年的矿产资源开发占损土地情况。基于上述遥感调查成果,分析了西藏各行政区2016年和2017年的矿产资源开采强度,并分析了开采强度的变化情况。分析结果表明,墨竹工卡县、堆龙德庆区、达孜县、城关区、仲巴县是矿产开采强度最高的5个县;2016—2017年,扎囊县、墨竹工卡县、堆龙德庆区、桑珠孜区、乃东县是矿产开采强度增强最多的5个县,而城关区是开采强度减弱最多的地区。

**关键词:**西藏;矿产资源;开采强度;占损土地;遥感

**中图法分类号:** P 627; TP79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2020)01-0115-05

### 0 引言

矿产资源开采强度是衡量地区矿产资源经济的重要指标,可间接反映区域矿产资源开发程度,不但与矿产资源储量、具体矿种、矿石品位、矿体埋深情况、矿床富集状况等矿产条件有关,而且受当地气候条件、人文环境、地表水及地下水资源情况、矿政管理政策、环境保护政策、民族政策、宗教政策等诸多因素制约,并与当地经济发展程度互相影响。矿产资源开采强度可以反映区域内矿产资源开采的集中分布情况,为制定相应的矿产资源利用规划、统筹地方经济发展等提供决策依据。

然而,目前关于矿产资源开采强度分析评价方面的报道并不多。原中华人民共和国国土资源部每年定期发布的《中国矿产资源报告》仅用很少的篇幅从采矿业固定资产投资、矿产品生产与消费、矿产资源节约与综合利用方面简要介绍了我国矿产资源开发利用概况<sup>[1-6]</sup>;路云阁等<sup>[7]</sup>从矿权数量、开采点(面)数量、开发占地面积3个角度评价了西藏东部地区矿产资源开发强度,认为拉萨市墨竹工卡县的开发强度最大,该评价方法采用操作较为复杂,3

个方面权系数的赋值主观性很强;何芳等<sup>[8]</sup>将我国矿山地质环境背景分为6种类型,并认为平原盆地地质环境区、中低山丘陵地质环境区、中高山地地质环境区矿业开发活动强度高,黄土高原地质环境区矿业开发活动强度中等,戈壁沙漠沙地地质环境区和多年冻土地质环境区矿业开发活动强度低,但未给出矿业开发活动强度的评价方法。

矿产资源开采和分选过程中都会占用或损毁土地,占损土地面积的大小可以在一定程度上反映开采强度的大小;同时,根据矿山的利用状况可将矿山分为正在利用、暂停、废弃等几个类别,其中正在利用的矿山面积更能够体现矿产资源开采强度。本文尝试利用遥感技术调查正在利用的矿山开发占损土地面积,进而分析不同行政区的矿产资源开采强度,希望能够对相关的研究工作有所促进。

关于矿山开发占损土地遥感调查方面的报道很多,尤其是近10 a来,随着中国地质调查局部署的矿产资源开发多目标遥感调查与监测、矿产资源开发多目标遥感监测、全国矿产卫片遥感解译、矿山遥感调查与监测、全国矿产资源开发环境遥感监测、全国2017年新增的恢复治理状况监测等一系列矿山遥感监测项目在全国的实施<sup>[9-10]</sup>,对矿山开发占损

收稿日期:2019-01-25;修订日期:2019-06-18

基金项目:中国地质调查局项目“全国矿山开发状况遥感地质调查与监测”(编号:DD20190511)、“全国2017年新增的矿山恢复治理状况监测”(编号:DD20189805)、“全国矿产资源开发环境遥感监测”(编号:DD20160075)和“全国矿山环境恢复治理状况遥感地质调查与监测”(编号:DD20190705)共同资助。

第一作者:王海庆(1980-),男,博士,高级工程师,主要从事遥感地质应用方面的研究。Email: whq0705@126.com。

土地面积的遥感调查方法日趋成熟。比如,笔者就利用遥感技术开展了多项矿山开发损毁土地、矿山环境恢复治理方面的调查研究<sup>[11-15]</sup>。此外,前人研究还涉及遥感数据选择<sup>[16-17]</sup>、矿山环境遥感调查方法<sup>[18-20]</sup>、矿山环境遥感调查成果<sup>[21-29]</sup>、矿山环境评价方法<sup>[30-33]</sup>等内容,从不同角度介绍了矿山遥感监测的技术方法或调查成果。

这些报道为本文的研究提供了思路和借鉴,本文综合利用以上报道的技术方法,结合承担项目的实际情况,完成了西藏自治区矿山开发占损土地面积遥感调查;并在此基础上,试图使用一种简单、客观的方法,分析评价西藏自治区矿产资源开采强度。

## 1 研究区概况及数据源

### 1.1 研究区概况

西藏自治区地处我国西南端,为举世闻名青藏高原的核心。据有关资料报道,西藏自治区已发现101种矿产资源,查明矿产资源储量的有41种,勘查矿床100余处,发现矿点2000余处,已开发利用的矿种有30余种。西藏优势矿种有铜、铬、硼、锂、铅、锌、金、锑、铁等。矿产资源储量居全国前5位的有铬、工艺水晶、刚玉、铜、高岭土、菱镁矿、硼、自然硫、云母、砷等。

但由于高原气候恶劣、生态环境脆弱、民族宗教问题敏感等原因,西藏自治区的矿产资源开采强度一直不高,其矿山开发占损土地面积在全国陆域31个省份中一直处于最后几名<sup>[9-10]</sup>。

### 1.2 数据源

为了实现本文的研究目的,获取了西藏自治区2016年和2017年度统一时间结点的卫星遥感数据。遥感数据源以国产高分一号(GF-1)和高分二号(GF-2)等卫星数据为主,并符合《矿产资源开发遥感监测技术规范(DZ/T 0266—2014)》等技术规范的有关要求。

## 2 调查方法

### 2.1 遥感识别方法

前人,尤其是矿山遥感监测技术人员,对矿产资源开发占损土地的遥感识别方法有过大量报道,其技术方法日趋成熟。其技术流程主要是利用高空间分辨率遥感数据,采取遥感数据与多源数据相结合、计算机信息提取与人机交互解译相结合、室内综合研究与实地调查相结合的技术路线,在建立遥感解译标志的基础上,通过遥感信息

提取,辅以必要的野外验证,开展矿产资源开发占损土地等调查研究。

### 2.2 开采强度计算方法

如前文所述,正在利用的矿产资源开发占损土地面积可以反映开采强度的大小,而某行政区内正在利用的矿产资源开发占损土地面积占该行政区国土总面积的比例,可以反映该行政区的矿产资源开采强度。

本文使用某行政区内正在利用的矿山开发占损土地面积与全行政区域国土面积的比值来计算该行政区的矿产资源开采强度。具体的计算公式为

$$I = A_m / A_1, \quad (1)$$

式中: $I$ 为某区域开采强度; $A_m$ 该区域正在利用矿山开发占损土地面积; $A_1$ 为该区域国土总面积。

与前人提出的评价方法相比,本文方法操作简单,避免了人为赋权系数的主观性,突出了客观性。

### 2.3 分级方法

如前文所述,西藏自治区的矿产资源开采强度一直不高,故在划分开采强度等级时,需将大部分地区归为开采强度低或较低的等级。西藏自治区共74个县级行政区,本文按照计算所得数值排序,将前5个县级行政区归为开采强度高的等级,将第6~15个县级行政区归为开采强度较高的等级,将第16~34个县级行政区归为开采强度中等的等级,将第35~54个县级行政区归为开采强度较低的等级,将第55~74个县级行政区归为开采强度低的等级。

开采强度变化方面,按照2个年度的开采强度数值差排序,将数值差为正值的前5个县级行政区归为开采强度增强的等级,将其余数值差为正值县级行政区归为开采强度有所增强的等级,将数值差约为0的县级行政区归为开采强度无变化的等级,将数值差为最小负值的县级行政区归为开采强度减弱的等级,将其余数值差为负值的县级行政区归为开采强度有所减弱的等级。

## 3 结果与分析

### 3.1 调查结果

根据获取的遥感数据,开展矿产资源开发占损土地遥感调查。结果表明:2016年西藏自治区正在利用的矿产资源开发占损土地面积为81.52 km<sup>2</sup>;2017年西藏自治区正在利用的矿产资源开发占损土地面积为86.54 km<sup>2</sup>;2016—2017年间西藏自治区正在利用的矿产资源开发占损土地面积增加了5.02 km<sup>2</sup>(表1)。

表1 开采强度一览表<sup>①</sup>

Tab.1 Mining intensity list

序号	行政区	2016年正在利用的矿产资源开发占损土地面积/km <sup>2</sup>	2017年正在利用的矿产资源开发占损土地面积/km <sup>2</sup>	行政区域国土面积/km <sup>2</sup>	2016年开采强度/10 <sup>-4</sup>	2017年开采强度/10 <sup>-4</sup>	2016—2017年开采强度变化/10 <sup>-4</sup>
1	拉萨市	22.106 5	23.297 1	约3万	7.068 6	7.449 3	0.380 7
1.1	城关区	0.334 7	0.271 8	525.00	6.375 2	5.177 1	-1.198 1
1.2	堆龙德庆区	2.825 3	3.253 5	4 099.94	6.891 1	7.935 5	1.044 4
1.3	林周县	1.591 2	1.597 1	12 234.45	1.300 6	1.305 4	0.004 8
1.4	当雄县	0.603 6	0.623 2	3 265.99	1.848 1	1.908 2	0.060 1
1.5	尼木县	0.721 1	0.727 5	1 623.94	4.440 4	4.479 8	0.039 4
1.6	曲水县	1.087 1	1.173 3	2 671.64	4.069 0	4.391 7	0.322 7
1.7	达孜县	1.014 4	1.078 8	1 361.38	7.451 3	7.924 3	0.473 0
1.8	墨竹工卡县	13.929 1	14.571 9	5 492.00	25.362 5	26.533 0	1.170 5
2	日喀则市	27.550 1	28.518 4	约18万	1.586 7	1.642 4	0.055 8
3	昌都市	6.593 2	7.477 5	约11万	0.600 1	0.680 6	0.080 5
4	林芝市	2.571 1	2.543 2	约12万	0.224 4	0.221 9	-0.002 4
5	山南市	5.021 3	5.753 8	约8万	0.636 4	0.729 3	0.092 8
6	那曲地区	3.897 5	4.993 4	约36万	0.110 6	0.141 7	0.031 1
7	阿里地区	13.779 6	13.953 7	约34万	0.408 8	0.414 0	0.005 2
合计		81.519 3	86.537 1	约123万	—	—	—

①:表中各行政区面积来自文献[34]。拉萨市的开采强度最大,列出了其下属各区县的数据;为节约篇幅,其余地市不再列出区县数据。

### 3.2 各地市开采强度

计算结果表明,2016年和2017年西藏各地市的开采强度从大到小次序相同,均为:拉萨市、日喀则市、山南市、昌都市、阿里地区、林芝市、那曲地区。

从排序上看,2016—2017年间,各地市的矿产资源开采强度顺序未发生变化。但从开采强度变化来看,林芝市的开采强度有所减弱,其余地市的开采强度都有所增强,其中拉萨市增加得最多。

### 3.3 各县开采强度

计算结果表明,2016年开采强度较大的5个县(区)分别为:拉萨市的墨竹工卡县、达孜县、堆龙德庆区、城关区和日喀则市的仲巴县。2017年开采强度较大的5个县(区)分别为:墨竹工卡县、堆龙德庆区、达孜县、城关区和仲巴县。说明这5个县(区)的开采强度一直较高。其次是山南市的桑日县、曲松县,拉萨市的尼木县、曲水县,山南市的乃东区、扎囊县、及日喀则市的桑珠孜区等。

从2a的变化数值来看,2016—2017年,开采强度增强最多的5个县(区)依次是:扎囊县、墨竹工卡县、堆龙德庆区、桑珠孜区和乃东县。开采强度减弱最多的县是城关区,其次是阿里地区的普兰县和林芝市的巴宜区。

## 4 结论与讨论

1)本文使用正在利用的矿山开发占损土地面积与全行政区域国土面积对比的方法计算各行政区的矿产资源开采强度,计算方法简单,易于操作。

2)分析结果表明,墨竹工卡县、堆龙德庆区、达孜县、城关区、仲巴县是西藏自治区目前开采强度最

高的5个县(区);2016—2017年间,扎囊县、墨竹工卡县、堆龙德庆区、桑珠孜区、乃东县是开采强度增强最多的5个县(区),而城关区是开采强度减弱最多的县(区)。

3)开采强度的增加是正在利用的矿山开发占损土地面积增加的表现,其背后原因可能是当地经济社会发展对矿产品需求量的增加。

4)本文使用评价方法也有一定的不足之处,比如未能将露天矿山与地下开采矿山区别对待等。希望有志学者提出更好的分析评价方法。

**致谢:** 本文研究和野外调查过程中得到了安翠娟、刘琼、刘小杨、曾福年、李光昭、茹意、陈俊伸、宋立东、陈剑南、陈晓涵等同仁的帮助,在此表示衷心的感谢!

### 参考文献(References):

- [1] 中华人民共和国国土资源部. 2017中国矿产资源报告[M]. 北京:地质出版社,2017:14-20.  
Ministry of Land and Resources People's Republic of China. 2017 China Mineral Resources [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2017: 16-24.
- [2] 中华人民共和国国土资源部. 2016中国矿产资源报告[M]. 北京:地质出版社,2016:15-22.  
Ministry of Land and Resources People's Republic of China. 2016 China Mineral Resources [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2016: 17-26.
- [3] 中华人民共和国国土资源部. 2015中国矿产资源报告[M]. 北京:地质出版社,2015:13-18.  
Ministry of Land and Resources People's Republic of China. 2015 China Mineral Resources [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2015: 14-21.

- [4] 中华人民共和国国土资源部. 2014 中国矿产资源报告[M]. 北京:地质出版社,2014:13-17.  
Ministry of Land and Resources People's Republic of China. 2014 China Mineral Resources [M]. Beijing: Geological Publishing House,2014:15-20.
- [5] 中华人民共和国国土资源部. 2013 中国矿产资源报告[M]. 北京:地质出版社,2013:11-14,32.  
Ministry of Land and Resources People's Republic of China. 2013 China Mineral Resources [M]. Beijing: Geological Publishing House,2013:13-17,39.
- [6] 中华人民共和国国土资源部. 2012 中国矿产资源报告[M]. 北京:地质出版社,2012:20-29.  
Ministry of Land and Resources People's Republic of China. 2012 China Mineral Resources [M]. Beijing: Geological Publishing House,2012:22-32.
- [7] 路云阁,李春霖,刘采,等. 西藏东部地区矿产资源开发状况及其评价[J]. 生态与农村环境学报,2016,32(3):379-382.  
Lu Y G, Li C L, Liu C, et al. Status of exploitation of mineral resources in east Tibet and its evaluation[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2016, 32(3): 379-382.
- [8] 何芳,徐友宁,乔冈,等. 中国矿山环境地质问题区域分布特征[J]. 中国地质,2010,37(5):1520-1529.  
He F, Xu Y N, Qiao G, et al. Regional distribution characteristics of mine environmental geological problems in China[J]. Geology in China, 2010, 37(5): 1520-1529.
- [9] 杨金中,聂洪峰,王海庆,等. 中国矿山地质环境遥感监测(2015年)[M]. 北京:地质出版社,2017:1-22.  
Yang J Z, Nie H F, Wang H Q, et al. Remote sensing monitoring of mine geological environmental in China (2015) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2017: 1-22.
- [10] 杨金中,王昊,董双发,等. 中国矿山地质环境遥感监测(2016年)[M]. 北京:地质出版社,2018:1-15.  
Yang J Z, Wang H, Dong S F, et al. Remote sensing monitoring of mine geological environmental in China (2016) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2018: 1-15.
- [11] 王海庆,陈玲. 山东省济宁市煤矿矿集区地面沉降现状遥感调查[J]. 中国地质灾害与防治学报,2011,22(1):87-93.  
Wang H Q, Chen L. Investigation of current surface subsidence situation using remote sensing images, in Jining coal mine concentration area, Shandong Province[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2011, 22(1): 87-93.
- [12] 王海庆,聂洪峰,陈玲,等. 采矿沉陷遥感调查与危害性研究[J]. 国土资源遥感,2016,28(1):114-121. doi:10.6046/gtzyyg. 2016.01.17.  
Wang H Q, Nie H F, Chen L, et al. Remote sensing investigation of mining subsidence and harmfulness research [J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2016, 28(1): 114-121. doi: 10.6046/gtzyyg. 2016.01.17.
- [13] 王海庆,杨金中,陈玲,等. 采煤沉陷区恢复治理状况遥感调查[J]. 国土资源遥感,2017,29(3):156-162. doi:10.6046/gtzyyg. 2017.03.13.  
Wang H Q, Yang J Z, Chen L, et al. Remote sensing investigation of restoration and management situation in coal mine subsidence areas[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2017, 29(3): 156-162. doi: 10.6046/gtzyyg. 2017.03.13.
- [14] 王海庆,武明德,刘琼,等. 山西某地矿业开发占用土地状况遥感监测[J]. 国土资源遥感,2018,30(1):1-5. doi:10.6046/gtzyyg. 2018.01.16.  
Wang H Q, Wu M D, Liu Q, et al. Remote sensing monitoring of mining land in a certain area of Shanxi Province[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2018, 30(1): 1-5. doi: 10.6046/gtzyyg. 2018.01.16.
- [15] 王海庆,陈玲. 西藏日喀则矿山环境恢复治理效果分析[J]. 矿业研究与开发,2018,38(10):111-114.  
Wang H Q, Chen L. Effectiveness analysis on mine environment rehabilitation in Shigatse of Tibet[J]. Mining Research and Development, 2018, 38(10): 111-114.
- [16] 汪洁,李迁,李丽,等. 资源一号02C卫星在江西重点矿区开发监测中的应用[J]. 国土资源信息化,2018,(1):24-28.  
Wang J, Li Q, Li L, et al. Application of the resource No. 1 02C satellite in development and monitoring of key mining areas in Jiangxi Province[J]. Land and Resources Information, 2018, (1): 24-28.
- [17] 于博文,田淑芳,赵永超,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.  
Yu B W, Tian S F, Zhao Y C, et al. Application of GF-1 satellite in remote sensing monitoring on mine exploitation in Beijing and Tianjin[J]. Geoscience, 2017, 31(4): 843-850.
- [18] 邓莹. 基于国产卫星在矿山集中区矿山地质环境中的应用研究[J]. 安徽地质,2017,7(2):121-123,126.  
Deng Y. Domestic satellite-based remote sensing technology applied in study of geological environment of a concentrated area of mines[J]. Geology of Anhui, 2017, 7(2): 121-123, 126.
- [19] 马国胤,谈树成,赵志芳. 基于高分辨率遥感影像的矿山遥感监测解译标志研究[J]. 云南地理环境研究,2017,29(5):59-68.  
Ma G Y, Tan S C, Zhao Z F. The interpretation mark of mine monitoring based on high-resolution remote sensing images[J]. Yunnan Geographic Environment Research, 2017, 29(5): 59-68.
- [20] 郝利娜,张志,何文熹,等. 鄂东南尾矿库高分辨率遥感图像识别因子研究[J]. 国土资源遥感,2012,24(3):154-158. doi:10.6046/gtzyyg. 2012.03.27.  
Hao L N, Zhang Z, He W X, et al. Tailings reservoir recognition factors of the high resolution remote sensing image in southeastern Hubei[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2012, 24(3): 154-158. doi: 10.6046/gtzyyg. 2012.03.27.
- [21] 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.
- [22] 王晓红,荆青青,周英杰,等. 山东省采煤沉陷遥感动态监测[J]. 国土资源遥感,2017,29(3):203-210. doi:10.6046/gtzyyg. 2017.03.30.  
Wang X H, Jing Q Q, Zhou Y J, et al. Remote sensing dynamic monitoring of coal mine subsidence disaster in Shandong Province [J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2017, 29(3): 203-210. doi: 10.6046/gtzyyg. 2017.03.30.
- [23] 鱼磊,李应真,高俊华,等. 基于高分卫星遥感数据的冀东地区矿山开发现状及环境问题研究[J]. 中国地质调查,2018,5

- (4):90-98.
- Yu L, Li Y Z, Gao J H, et al. Research on the current situation of mine exploitation and environmental problems based on the satellite remote sensing data in eastern Hebei[J]. Geological Survey of China, 2018, 5(4):90-98.
- [24] 王昊, 李丽, 刘雪, 等. 新疆东北地区矿产资源开发环境遥感监测成果[J]. 中国地质调查, 2018, 5(3):81-88.
- Wang H, Li L, Liu X, et al. Remote sensing investigation of mineral resources development environment in northeastern Xinjiang[J]. Geological Survey of China, 2018, 5(3):81-88.
- [25] 蒋劲, 李洁, 郭栋, 等. 山西省矿山占地遥感监测[J]. 华北国土资源, 2017, (3):86-89, 115.
- Jiang J, Li J, Guo D, et al. Remote sensing dynamic monitoring of mine occupation and destruction land in Shanxi Province[J]. Hua-bei land and Resources, 2017, (3):86-89, 115.
- [26] 杨显华, 黄洁, 田立, 等. 四川省矿产资源动态监测新进展及成果应用[J]. 中国科技成果, 2018, (8):78-79.
- Yang X H, Huang J, Tian L, et al. New investigation and application of remote sensing dynamic monitoring of mineral resources in Sichuan Province[J]. China Science and technology achievements, 2018, (8):78-79.
- [27] 强建华, 于浩. 新疆矿山环境遥感监测成果综述[J]. 中国地质调查, 2016, 3(5):28-34.
- Qiang J H, Yu H. Review on remote sensing monitoring results of mine geological environment in Xinjiang[J]. Geological Survey of China, 2016, 3(5):28-34.
- [28] 路云阁, 王昊, 刘采. 西藏东部地区矿产资源开发环境遥感监测成果[J]. 中国地质调查, 2016, 3(5):35-40.
- Lu Y G, Wang H, Liu C. Review of remote sensing investigation of mineral resources development status in eastern Tibet[J]. Geological Survey of China, 2016, 3(5):35-40.
- [29] 高永志, 初禹, 梁伟. 黑龙江省矿集区尾矿库遥感监测与分析[J]. 国土资源遥感, 2015, 27(1):160-163. doi:10.6046/gtzyyg.2015.01.25.
- Gao Y Z, Chu Y, Liang W. Remote sensing monitoring and analysis of tailings ponds in the ore concentration area of Heilongjiang Province[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2015, 27(1):160-163. doi:10.6046/gtzyyg.2015.01.25.
- [30] 杨汉水, 袁鑫宇, 薛广垠, 等. 七台河市矿山地质环境遥感调查及评价分析[J]. 黑龙江工程学院学报, 2018, 32(1):27-30.
- Yang H S, Yuan X Y, Xue G Y, et al. Remote sensing investigation and evaluation analysis of mine geological environment in Qitaihe[J]. Journal of Heilongjiang Institute of Technology, 2018, 32(1):27-30.
- [31] 周英杰, 王晓红, 姚维岭, 等. 山东省尾矿库遥感调查与环境影响分析[J]. 中国地质调查, 2017, 4(4):88-92.
- Zhou Y J, Wang X H, Yao W L, et al. Remote sensing investigation and environmental impact analysis of tailing ponds in Shandong Province[J]. Geology Survey of China, 2017, 4(4):88-92.
- [32] 强建华. 陕西省尾矿库遥感调查与环境影响分析[J]. 金属矿山, 2013, 42(10):112-115.
- Qiang J H. Remote sensing investigation and environmental impact analysis of tailing dams in Shaanxi Province[J]. Metal Mine, 2013, 42(10):112-115.
- [33] 方雪娟, 丁镛, 张志. 大冶陈贵镇小型尾矿库分布特征及环境影响分析[J]. 国土资源遥感, 2013, 25(1):155-159. doi:10.6046/gtzyyg.2013.01.27.
- Fang X J, Ding L, Zhang Z. An analysis of distribution characteristics and environmental effect of small tailing ponds in Chengui town, Daye[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2013, 25(1):155-159. doi:10.6046/gtzyyg.2013.01.27.
- [34] 星球地图出版社. 西藏自治区地图集[M]. 北京:星球地图出版社, 2017:2, 10, 26, 48, 72, 88, 108, 142.
- Star Map Publishing House. Atlas of Tibet Autonomous Region[M]. Beijing:Star Map Publishing House, 2017:2, 10, 26, 48, 72, 88, 108, 142.

## Mining intensity analysis of each administrative region in Tibet based on remote sensing

WANG Haiqing<sup>1</sup>, HAO Jianting<sup>2</sup>, LI Li<sup>1</sup>, AN Na<sup>1</sup>, XU Wenjia<sup>1</sup>, YIN Yaqui<sup>1</sup>

(1. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Natural Resources, Beijing 100083, China; 2. Tibet Institute of Geological Survey, Lhasa 850000, China)

**Abstract:** Mining intensity can reflect the centralized distribution of mineral resources exploitation and provide a basis for decision-making about mineral resources planning, overall planning of local economic development, etc. The mining occupation and destruction land of each administrative region in Tibet were surveyed by field investigation and information extraction from remote sensing data acquired in 2016 and 2017. The mining intensity and changes of each administrative region in 2016 and 2017 were analyzed on the basis of the results of remote sensing investigation. The results show that, for mining intensity, five counties with the highest intensity include Maizhokunggar County, Doilungdeqen District, Dagze County, Chengguan District and Zhongba County. From 2016 to 2017, for mining intensity changes, five counties with the highest increasing mining intensity were Zhanang County, Maizhokunggar County, Doilungdeqen District Sangzhuzi District and Nedong County, whereas the county with most weakening mining was Chengguan District.

**Keywords:** Tibet; mineral resources; mining intensity; occupation and destruction land; remote sensing

(责任编辑:张仙)