

西藏矿山环境恢复治理现状遥感研究

陈玲

中国自然资源航空物探遥感中心, 北京 100083

中图分类号: X53 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2020)01-0132-06
DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2019.10.001

摘要 西藏地处青藏高原, 是典型的生态环境脆弱区。为了分析西藏自治区的矿山环境恢复治理现状, 利用 2016 年和 2017 年获取的卫星遥感数据, 采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, 开展调查研究。调查结果表明, 回填平整是西藏最主要的矿山环境恢复治理措施; 西藏自治区的矿山环境恢复治理工作取得了一定的效果。总体建议是, 在西藏自治区采用自然恢复为主、回填平整为辅、多种恢复治理措施相结合的策略, 因地制宜地开展矿山环境恢复治理工作。研究成果可为西藏及同类地区的矿山环境恢复治理规划等工作提供参考。

关键词 西藏; 矿山环境; 恢复治理措施; 推广建议; 遥感

党的“十八大”以来, 生态环境工作被提到了前所未有的高度。在习总书记“十九大”报告中, 更明确地要求“着力解决突出环境问题”, 构建政府为主导、企业为主体、社会组织和公众共同参与的环境治理体系。矿山环境恢复治理逐渐成为衡量地方矿政管理部门工作业绩的重要指标之一。而遥感具有宏观、客观、快速等技术优势, 近些年逐渐被应用于矿山环境恢复治理情况的调查与监测^[1-2]。

虽然很早就有学者探讨过矿山环境的问题^[3-5], 但迄今关于使用遥感技术开展矿山环境恢复治理情况调查与监测的报道尚不多。杨金中等^[1-2]在《中国矿山地质环境遥感监测》专著中报道了全国矿山环境恢复治理情况遥感调查成果概况; 杨显华等^[6]报道了利用高分辨率遥感数据研究冕宁牦牛坪稀土矿的矿山环境综合治理情况; 陈琪等^[7]报道了利用遥感和 GIS 技术开展云南省元阳某金矿集区的矿山环境恢复与治理规划情况; 王海庆等曾报道过山东济宁^[8]和西藏日喀则^[9]矿山环境恢复治理情况遥感监测的工作成果。

但利用遥感技术开展矿山开发占损土地的报道

却已屡见不鲜, 尤其是近些年来, 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、全国矿山开发状况遥感地质调查与监测、全国矿山环境恢复治理状况遥感地质调查与监测等一系列矿山遥感监测项目在全国的实施, 对矿山开发占损土地面积的遥感调查方法日趋成熟。比如, 鱼磊等^[10]、王昊等^[11]、杨涵水等^[12]、汪洁等^[13]、杨显华等^[14]、马国胤等^[15]、于博文等^[16]、王晓红等^[17]、邓莹^[18]、蒋劲等^[19]、杨金中等^[20]、强建华和于浩^[21]、路云阁等^[22]、周英杰等^[23]、高永志等^[24]、强建华^[25]、方雪娟等^[26]、郝利娜等^[27]从不同角度介绍了矿山遥感监测的技术方法或调查成果; 王海庆等利用遥感技术开展了多项矿山开发损毁土地方面的调查研究^[28-32]。

上述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, 对西藏自治区矿山环境恢复治理现状进行遥感调查研究, 分析不同恢复治理措施的治理效果, 进

收稿日期: 2019-06-22

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 (DD20190511)”、“全国 2017 年新增的矿山恢复治理状况监测” (DD20189805)”和“全国矿山环境恢复治理状况遥感地质调查与监测 (DD20190705)”共同资助

作者简介: 陈玲 (1982-), 女, 湖北襄阳人, 博士, 高级工程师, 主要从事遥感地质、矿产等理论和应用研究。E-mail: chenling010@126.com。

而提出相应的推广建议及适用地区。

1 研究区概况

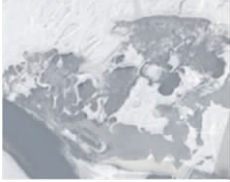
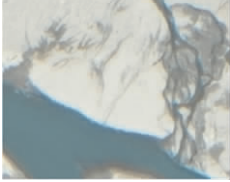
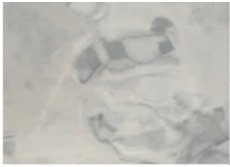
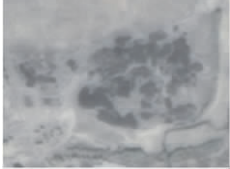
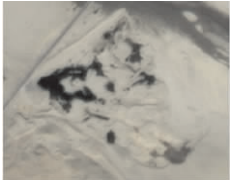
西藏地处青藏高原,是典型的生态环境脆弱区。据百度网络资料,西藏的地貌大致可分为喜马拉雅高山区、藏南谷地、藏北高原和藏东高山峡谷区。藏南和藏北气候差异很大。藏南谷地受印度洋暖湿气流的影响,温和多雨,年平均气温8℃,最低月均气温

-16℃,最高月均气温 16℃ 以上。藏北高原为典型的大陆性气候,年平均气温 0℃ 以下,冰冻期长达半年,最高的 7 月不超过 10℃,6~8 月较温暖,雨季多夜雨,冬春多大风。总体来说,西藏海拔高,空气稀薄,植被生长极其缓慢,矿山环境恢复治理难度大。

西藏自治区已开发利用的矿产有 30 余种。矿产资源开采主要集中在冈底斯成矿带^[32],尤其是拉萨市墨竹工卡县—日喀则市谢通门县一带,拉萨市的矿山

表 1 常见恢复治理前后情况对比

Table 1 Comparison between common situations before and after rehabilitation

NO.	Rehabilitation methods	Before rehabilitation	After rehabilitation	Explain
1	Natural rehabilitation (flood rehabilitation)			Before rehabilitation was slope of building sand, after rehabilitation is inland beach
2	Natural rehabilitation (natural green)			Before rehabilitation was dumping site and waste rock pile of granite deposit, after rehabilitation is natural grassland
3	Backfilling and leveling			Before rehabilitation was slope and ore dressing yard of placer gold, after rehabilitation are waters and unused land
4	Green (plant trees)			Before rehabilitation was slope and ore dressing yard of granite deposit, after rehabilitation is artificial forest land
5	Green (plant grass)			Before rehabilitation was slope of building sand, after rehabilitation is artificial grass land
6	Transform into construction land			Before rehabilitation was ore dressing yard and ore heap of building sand, after rehabilitation is construction land
7	Transform into agricultural land			Before rehabilitation was slope of building sand, after rehabilitation is agricultural land

相对密集,其余地区矿山比较分散。遥感调查发现,西藏自治区总体矿山开采强度不高,正在利用的涉矿用地面积为 86.54 km²^[31],废弃的涉矿用地面积小于正在利用的涉矿用地面积^[1-2]。矿业活动对环境的影响主要是地表景观破坏、固体废弃物裸露、地表扬尘以及矿山地质灾害等。

2 调查方法

2.1 遥感数据源与预处理

为了实现本文的研究目的,获取了西藏自治区 2016 和 2017 年度同一时间节点、并经过专业队伍预处理的卫星遥感数据。2016 年度的遥感影像的类型涉及 GF1、GF2、ZY3、YG8、CB04、PLB、RE、SPOT6、SPOT7、BJ2 等,包括单波段的灰度图像和真彩色合成图像;空间分辨率以 5 m 为主,其次是 2 m,人口密集区域为 1 m 或 0.5 m。2017 年度的遥感影像的类型涉及 GF1、GF2、ZY3、YG8、02C、PLB、RE、SPOT6、BJ2、WV2 等,也包括单波段的灰度图像和真彩色合成图像;空间分辨率以 5 m 为主,人口密集区域、主要矿区为 2 m 或 1 m。两个年度的卫星图像中,云雪覆盖较少,且主要集中在喜马拉雅等高山区;大部分地区都

有植被覆盖,但受采矿作业影响,矿区内植被稀少;成像质量较佳;结合 GoogleEarth 等网络遥感影像资源,可以较好地用于识别矿山地物和调查矿山环境恢复治理面积等。获取的遥感数据较好地覆盖了西藏自治区全境,为本文研究奠定了良好的遥感数据基础。

鉴于两个年度的卫星图像涉及多种卫星传感器和不同的空间分辨率,在使用之前,首先进行数据预处理,包括高精度几何纠正和空间配准、地图投影校正等,以确保矿山地物在地理位置、空间形态与面积、不同来源图像匹配等方面的准确。

2.2 遥感识别方法

恢复治理前的矿山开发占损土地遥感识别方法成熟,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,其技术方法比较成熟,本文不再赘述。

遥感解译和调查结果表明,西藏自治区主要的恢复治理措施有:自然恢复、回填平整、绿化、改造再利用等。恢复治理后土地类型主要是农业用地、林地、草地、建设用地、水域、以及平整后的空闲地、裸露地、内陆滩涂等,通过多期遥感数据对比,易于识别。常见的恢复治理前后情况对比影像见表 1。

表 2 不同恢复治理措施涉及图斑数量和面积一览表

Table 2 List of the number and area of patches involved in different rehabilitation methods

Geomorphic areas	Plateau in northern Tibet		Alpine canyon in eastern Tibet		Valley in southern Tibet		High mountains area of Himalayan		Total	
	Number	area /10 ⁴ m ²	Number	area /10 ⁴ m ²	Number	area /10 ⁴ m ²	Number	area /10 ⁴ m ²	Number	area /10 ⁴ m ²
Natural rehabilitation (flood rehabilitation)	1	6.32			48	317.47			49	323.79
Natural rehabilitation (natural green)					5	2.60			5	2.60
Backfilling and leveling	68	6 721.53	3	4.85	26	1 202.73	4	17.96	101	7 947.07
Green (plant trees)					4	42.25			4	42.25
Green (plant grass)			2	9.18	17	79.89			19	89.07
Transform into construction land			2	9.06	18	48.65			20	57.71
Transform into agricultural land			1	1.10	14	44.78			15	45.88
Total	69	6 727.85	8	24.19	132	1 738.37	4	17.96	213	8 508.37

2.3 野外验证情况

野外验证是开展矿山遥感监测必不可少的工作环节,也是提高遥感调查成果质量的必要措施。野外验证的主要工作内容是验证室内遥感解译成果的正确性,比如遥感判别的恢复治理措施是否正确、遥感

判定的恢复治理效果是否合适、遥感圈定的图斑边界是否恰当等,并根据验证结果修改完善室内遥感解译成果。

在野外验证时侧重于遥感解译有疑问图斑的验证,侧重于遥感判别不确定图斑的验证,侧重于遥感判定有争议图斑的验证,侧重于边界不明确图斑的验

证。共验证恢复治理图斑 78 个。其中,野外观察结果与室内遥感判定结果一致的图斑有 67 个,占 86%;野外观察结果与室内遥感判定结果不一致的图斑有 11 个,占 14%。不一致的主要原因是部分地区遥感数据分辨率不高、数据质量不是很好,造成了一定的误判。

3 调查结果

根据获取的遥感数据,开展遥感调查,在西藏自治区共圈定矿山环境恢复治理图斑 213 个(不含连带治理),涉及面积 85.08 km²。涉及的开采矿种主要有:砂金、建筑用砂、铁矿、金矿、石灰岩、花岗岩等。主要分布于藏北高原和藏南谷地,藏东高山峡谷区和喜马拉雅高山区相对较少。回填平整是最主要的恢复治理措施,无论图斑数量还是图斑面积都排在首位;其次是自然恢复,然后是改造再利用,以及绿化(表 2)。

表 3 不同措施恢复治理效果

Table 3 Governance effect of different rehabilitation methods

Effect about rehabilitation	Better effect		Good effect		Total		Remarks
	Number	area /10 ⁴ m ²	Number	area /10 ⁴ m ²	Number	area /10 ⁴ m ²	
Natural rehabilitation (flood rehabilitation)	49	323.79			49	323.79	
Natural rehabilitation (natural green)			5	2.60	5	2.60	need long time
Backfilling and leveling			101	7 947.07	101	7 947.07	maybe destroy more land
Green (plant trees)	1	18.16	3	24.09	4	42.25	higher costs of later maintenance
Green (plant grass)	19	89.07			19	89.07	high costs of later maintenance
Transform into construction land	20	57.71			20	57.71	higher costs of transform
Transform into agricultural land	15	45.88			15	45.88	high costs of transform
Total	104	534.61	109	7 973.76	213	8 508.37	

4 恢复治理措施推广建议

4.1 恢复治理效果简析

经遥感室内解译与野外调查验证,发现西藏自治区的矿山环境恢复治理已取得了一定的效果,改变了原先矿山开采遗留的不良地貌景观,不同程度地改善了当地生态环境。但如前文所述,西藏自治区植被生长极其缓慢,不同恢复治理措施需要的维护成本不一,恢复治理效果也有差异(表 3)。

总体上,改造再利用需要的投入较多,效果也较好;洪水恢复能够将矿业用地变成自然地貌形态,效果也不错;而绿化后需要较多的后期维护(图 1),其效果因当地气候条件和后期维护程度而异;自然复绿并不能改变矿业用地的地貌形态,在西藏特殊的气候制约下,自然复绿需要较长的时间;涉及图斑数量和



图 1 缺少后期维护而枯死的树苗
Fig. 1 Dead seedlings due to lack of late maintenance



图 2 某矿坑回填平整三年后现场照片
Fig. 2 On-site photographs of a mine after backfilling and leveling for three years

面积最多的回填平整,能够改变矿业用地的地貌形态,但在回填平整过程中可能破坏更多土地^[9],且在西藏特殊的气候制约下,短时间内难以恢复成自然地貌形态(图2)。

4.2 恢复治理措施推广建议

根据西藏自治区恢复治理现状遥感调查成果,结合其独特的地理气候条件,建议在城区及人口相对集

中的乡村附近,可采用改造再利用的方式开展矿山环境恢复治理;在水量丰富的喜马拉雅山地区、三江并流地区、河流谷地等地区,可采用绿化的方式开展矿山环境恢复治理,但需要加强后期维护;在河流谷地,可等待洪水恢复;其余地区可使用回填平整与自然恢复相结合的方式开展矿山环境恢复治理,但回填平整过程中应尽量减少破坏附近的土地(表4)。

表 4 恢复治理措施推广建议
Table 4 Suggestion on promotion of rehabilitation measures

Rehabilitation method	Potential	Application areas	Remarks
Natural rehabilitation (flood rehabilitation)	Popularize	River valleys	
Natural rehabilitation (natural green)	Popularize		If it can be combined with backfill leveling, the effect will be better.
Backfilling and leveling	Properly popularize	All Tibet	The destruction of adjacent land should be minimized during backfilling and leveling.
Green (plant trees)	Properly popularize	Water – rich areas, such as Himalayas, river valleys, et al	Late maintenance should be pay more attention.
Green (plant grass)	Properly popularize	Water – rich areas, such as Himalayas, river valleys, et al	Late maintenance should be pay more attention.
Transform into construction land	Popularize in specific areas	Mainly in urban areas	
Transform into agricultural land	Properly popularize	Near the densely populated Countryside, river valleys, et al	

5 结 论

(1)本文分析了西藏自治区矿山环境恢复治理现状,发现回填平整是最主要的恢复治理措施,无论图斑数量还是图斑面积都排在首位;其次是自然恢复;然后是改造再利用,以及绿化。

(2)西藏自治区的矿山环境恢复治理已取得了一定的效果,改变了原先矿山开采遗留的不良地貌景观,不同程度地改善了当地生态环境。

(3)综合恢复治理所需投入和效果,建议在西藏自治区采用自然恢复为主、回填平整为辅、多种恢复治理措施相结合的策略,因地制宜地开展矿山环境恢复治理工作。

(4)本文探讨的恢复治理效果相对简单,未能深入探讨生态环境质量等内容,望有志学者继续深入研究。

参考文献:

[1] 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,2017,23 – 24.
[2] 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,2018,20 – 23.
[3] 田积莹,薛建民,雍绍萍,等. 矿区复田与农业生产和环境治理[J].

水土保持学报,1993,7(4):44 – 48.
[4] 丁志平. 以乌海地区为例透视矿业环境问题[J]. 矿产保护与利用, 2003(4):40 – 42.
[5] 马利民. 永城市矿山环境现状及保护治理对策[J]. 矿产保护与利用,2010(4):43 – 47.
[6] 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.
[7] 陈琪,赵志芳,何彬仙,等. 基于 RS 和 GIS 技术的矿山环境恢复与治理规划——以云南省元阳某金矿集区为例[J]. 国土资源遥感, 2015,27(3):167 – 171.
[8] 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.
[9] 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.
[10] 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.
[11] 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.
[12] 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.
[13] 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.
[14] 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.
[15] 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.

- [16] 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.
- [17] 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.
- [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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 方雪娟,丁镭,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.
- [27] 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.
- [28] 王海庆,陈玲. 山东省济宁市煤矿矿集区地面沉陷现状遥感调查[J]. 中国地质灾害与防治学报,2011,22(1):87-93.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 王海庆,李丽,许文佳,等. 西藏生产矿山在用地面积遥感调查与分析[J]. 矿产保护与利用,2019,39(5):146-150.
- [32] 王海庆,李丽,陈玲,等. 基于尾矿库调查的西藏金属矿开采强度分析[J]. 国土资源遥感,2019,31(2):218-223.

Remote Sensing Study on the Present Situation of Mining Environment Rehabilitation in Tibet

CHEN Ling

China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Natural Resources, Beijing100083, China

Abstract: Tibet, located on the Qinghai-Tibet Plateau, is a typical fragile area of ecological environment. In order to analyze the present situation of mine environment rehabilitation in Tibet, the satellite remote sensing data acquired in 2016 and 2017 and the technical method combining remote sensing information extraction and field investigation were used to investigate and study. Survey results showed that backfill leveling was the most important mine environment rehabilitation method in Tibet. It was believed that the rehabilitation of mining environment in Tibet had achieved certain progress. The general suggestion is that the Tibet Autonomous Region should adopt a strategy of combining natural recovery as the mainstay, backfilling and leveling as the supplement, and multiple restoration and control measures, carrying out mining environment restoration and treatment according to local conditions. The research results can provide reference for the planning of mine environment rehabilitation in Tibet and similar areas.

Key words: Tibet; mine environment; rehabilitation measures; promotion suggestions; remote sensing

引用格式:陈玲. 西藏矿山环境恢复治理现状遥感研究[J]. 矿产保护与利用,2020,40(1):132-137.

Chen L. Remote sensing study on the present situation of mining environment rehabilitation in Tibet[J]. Conservation and utilization of mineral resources, 2020, 40(1): 132-137.

投稿网址: <http://kebh.cbpt.cnki.net>

E-mail: kebh@chinajournal.net.cn