

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2021.03.023

遥感技术在新疆南部地区矿山环境调查 及生态修复中的应用

强建华

(中国煤炭地质总局航测遥感局,陕西西安 710054)

摘要:随着生态文明建设深入推进,关于矿山环境“摸清底数、问题导向、精准施策”的需求日益强烈,遥感技术凭借其客观、及时、宏观的特点,在矿山环境调查及生态修复中的优势日益凸显。采用多类型、多时相遥感数据,在充分分析矿山辅助设施、道路、矿堆、矸石及地裂缝及采空塌陷等的宏观和微观形态特征基础上,对矿山开发占用与损毁土地、矿山地质灾害、矿山环境污染等一系列矿山环境问题进行全面摸底调查,为矿山生态修复及山水林田湖草全域整治提供数据支撑。

关键词:遥感;矿山环境;生态修复

中图分类号:P642.5

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2021)03-0253-06

Application of Remote Sensing Techniques in Mine Environment Investigation and Ecological Restoration in Southern Xinjiang

QIANG Jianhua

(Remote Sensing Application Institute of ARSC, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: Remote sensing techniques have become increasingly prominent in mine environmental investigation and ecological restoration with their objective, timely and macroscopic characteristics. Based on the analysis of the features of mine assistant facilities, roads, ore piles, gangue, ground fissures, goaf collapse, etc, this paper investigates such mine environmental problems as land occupation and damage, geological disasters and environmental pollution with multi-type and multi-temporal remote sensing data, which may provide data support for mine ecological rehabilitation and comprehensive renovation.

Keywords: remote sensing; mine environment; ecological restoration

新疆地处中国西北,生态环境脆弱。多年来,矿产资源开发利用为国民经济发展做出重要贡献,给当地发展带来了显著的经济效益和社会效益;然而,由于地处内陆,特殊的气候环境导致在矿产资源开

发过程中产生了多种多样的矿山地质环境问题亟待解决。遥感技术作为一项高新技术,伴随航天航空技术的发展及遥感数据挖掘处理方法的进步,遥感应用领域不断拓宽,尤其在区域矿山环境底数调查

收稿日期:2020-12-25;修回日期:2021-03-05

基金项目:中国地质调查局“新疆维吾尔自治区矿山环境监测”(1212011220085)和“全国矿产资源开发环境遥感监测”(121201003000150009)项目联合资助。

作者简介:强建华(1982-),男,硕士,高级工程师,主要从事环境遥感应用研究工作。E-mail:373878192@qq.com。

及生态修复中日益发挥出重要作用。

1 区域概况

新疆地貌可以概括为“三山夹两盆”，北面是阿尔泰山，南面是昆仑山，天山横贯中部，将新疆分为南北两部分。研究区位于新疆维吾尔自治区南部，行政上包括阿克苏地区、巴音郭楞蒙古自治州、克孜勒苏柯尔克孜自治州、和田地区和喀什地区，面积约98.07万km²。区内的塔里木盆地是中国最大的内陆盆地，面积52.34万km²；盆地中部的塔克拉玛干沙漠是中国第一、世界第二大流动沙漠，分布面积约33万km²。工作区内大的河流有塔里木河、孔雀河、叶尔羌河、和田河、车尔臣河等，其中塔里木河全长2486km，贯穿塔里木盆地，是中国最长的内陆河；大型湖泊主要有博斯腾湖、阿其克库勒湖、阿牙克库木湖、阿克赛钦湖等。区内矿产资源丰富，以煤矿、铁矿、金矿、铜矿、砖瓦黏土和建筑砂石为主。作为当地国民经济主要支柱，矿产资源开发强度较大，产生了一系列矿山地质环境问题。例如，土地损毁、地面塌陷、土地荒漠化等，加之脆弱的生态环境，恢复治理难度大。

2 工作方法

2.1 遥感数据处理

遥感影像是本研究的主要数据来源，采用了多期次、多类型的遥感影像，主要包括遥感2号、遥感8号、资源1号、资源3号和高分1号等中高空间分辨率遥感影像，其空间分辨率介于2m~5m，对于重点矿集区采用了Quickbird-2、WorldView-2和Pleiades等高空间分辨率遥感影像，其空间分辨率优于1m，遥感影像获取时段为2015~2018年。

在遥感影像正射校正的基础上，GF-1影像等采用1(R)2(G)3(B)波段组合；Quickbird-2等影像采用3(R)2(G)1(B)波段组合，并利用Brovey变换方法进行影像融合和增强处理，形成遥感专题数据提取分析的本底数据。

2.2 遥感信息提取

新疆地区植被覆盖度低，可解译程度相对较高，矿山开采活动形迹在遥感影像上特征明显，通过分

析遥感影像光谱信息特征和空间形态特征，根据矿山分布位置、区位、地形地貌特征、图斑形状、周围植被覆盖情况等宏观因子和影像色调、纹理、规模等微观因子分别建立不同矿种、不同开采方式的开采面、固体废弃物、中转场地等解译标志(图1)，采用机器自动识别和人机交互识别相结合的方法提取矿山井口空间位置信息，圈定矿山开采图斑范围，计算矿山采场分布面积，最终获取矿山占地、矿山地质灾害、矿山环境污染、矿山环境恢复治理等专题要素的统计数据及空间分布信息。

3 矿山环境调查结果分析

3.1 矿产资源开发状况

新疆矿产资源丰富，集中分布在南天山成矿带和西昆仑-阿尔金成矿带。能源类矿山主要分布在温宿煤矿区、拜城托克逊煤矿区、轮台阳霞煤矿区、库车俄霍布拉克煤矿区和库尔勒煤矿区，开采方式以地下开采为主；金属类矿山以铜、铅锌、砂金为主，铜、铅锌主要分布于阿图什北铅锌矿区，开采方式既有地下开采又有露天开采，砂金主要分布于阿克陶，以露天开采为主；非金属矿山包括灰岩、砂岩、砂石、黏土等，开采方式主要为露天开采，各区均有分布。

遥感监测结果显示，研究区矿山共计2096个。按矿种统计，能源矿山113个，金、铁、锰等金属矿山431个，非金属矿山1552个，以砖瓦黏土和建筑砂石为主。

3.2 矿山开发占损土地

3.2.1 矿山占地类型情况

矿产资源开发产生最直接和最显著的环境问题表现为对土地资源的压占和损毁。区内矿山开发占损土地面积约286.4457km²，其中采场、固体废弃物、中转场地、矿山建筑等直接压占、破坏土地面积284.1629km²，因煤矿地下开采间接引起的土地损毁面积2.2828km²。按照对土地资源占损类型划分，采场直接破坏土地资源数量最大，面积为178.3693km²，占全部的62.27%，中转场地和固体废弃物压占土地资源面积分别为75.7593km²和26.2236km²，占比分别为26.45%和9.15%，矿山建筑等临时占用土地资源数量最小，面积3.8107km²，占全部1.33%(表1、图2)。

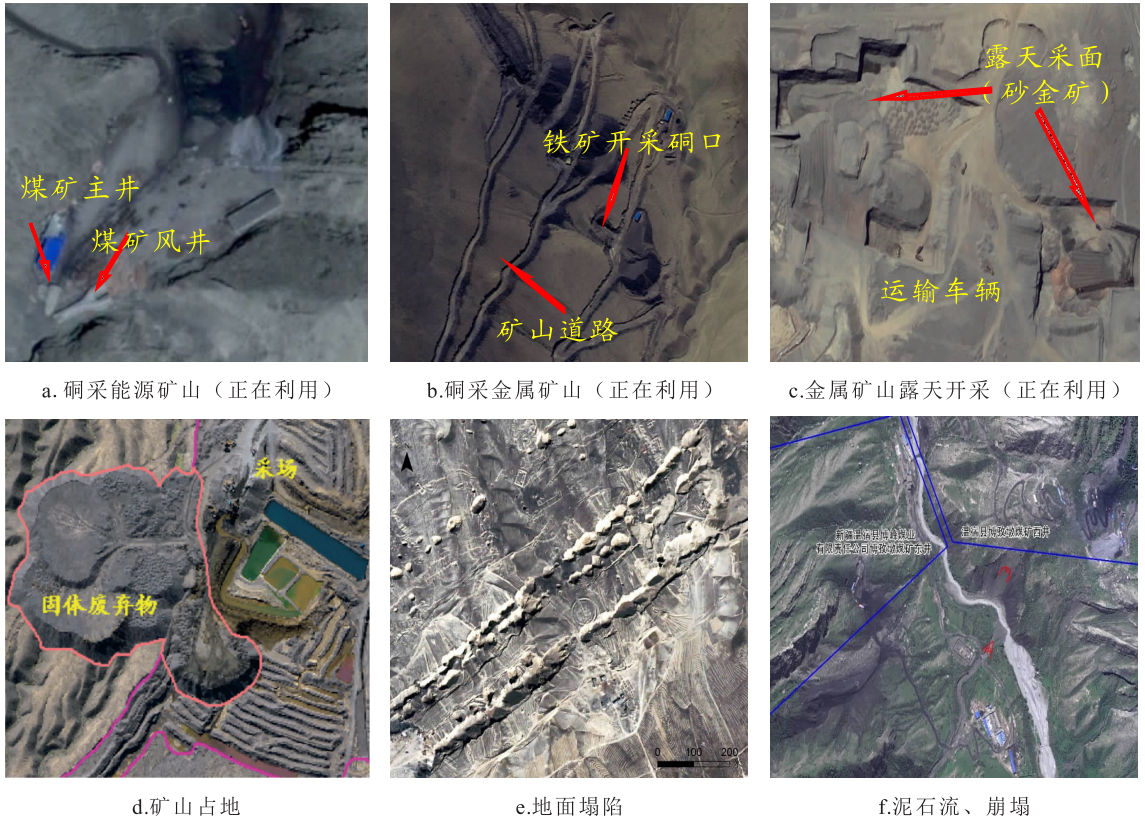


图 1 典型地物类型解译标志图

Fig. 1 Interpretation of typical figure spot

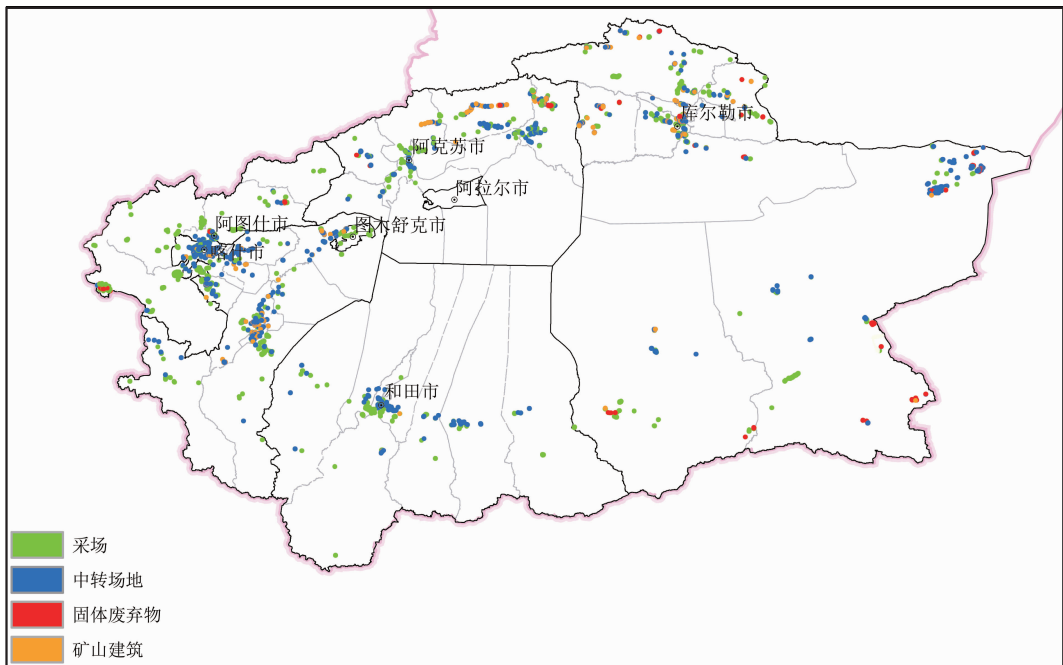


图 2 新疆南部矿山占地分布图

Fig. 2 Land occupation map of mine in south Xinjiang

表1 2018年矿山占地遥感调查结果表
Tab.1 Remote sensing investigation data of land coverage of mine in 2018

单位	采场	中转场地	固体废弃物	矿山建筑	地下开采塌陷区
面积(km ²)	178.369 3	75.759 3	26.223 6	3.810 7	2.282 8
百分比(%)	62.27	26.45	9.15	1.33	0.80

3.2.2 矿山占损土地空间分布特征

在南疆五地(州)中,矿山开发占损土地面积最大的是巴音郭楞蒙古自治州,面积约 98.489 9 km²,其次为和田地区和喀什地区,占损土地面积分别为 56.881 8 km² 和 51.102 4 km²,阿克苏地区矿山开发占损土地面积 42.784 2 km²,占损土地面积最小的是克孜勒苏柯尔克孜自治州,为 36.560 4 km²。从县级行政区划看,主要集中在阿克苏市、拜城县库车县、若羌县、和静县、阿克陶县、莎车县、疏附县和墨玉县。

3.2.3 不同矿种和土地资源损毁情况分析

按矿种大类统计,占地以非金属为主,矿种包括砖瓦黏土、建筑用砂等,其占地面积为 16 445.60 ha,占全部的 57.41%,这类占地分布广泛,集中分布于城区周边及交通干线沿线,严重破坏了自然地貌和部分耕地,由于水资源匮乏,难以进行恢复。其次为金属矿占地,面积为 105.899 4 km²,以贵金属占地为主,主要为砂金和金矿,该矿种主要分布于克孜勒苏柯尔克孜自治州地区,开采方式以露天开采为主,对于土地破坏情况最为严重。如阿克陶县奥依塔克砂金矿区砂金矿沿河道无序开采,规模巨大,对环境的影响最大。能源矿占地面积最少,为 1 609.03 ha,主要分布于阿克苏地区库车县、拜城县,主要是煤矿的堆煤场、洗煤厂、选煤厂占地。

3.3 矿山地质灾害

受地质环境背景、矿种类型、开发利用方式、开采规模及开发强度等影响,区内矿山地质灾害发育程度和空间分布呈现不同特征。区内因矿山开发引起的对矿区或居民产生威胁的地质灾害共计 13 处,破坏和影响土地面积 2.282 8 km²,主要是煤矿开发引起的地面塌陷,其数量较多,分布广泛,危害矿区安全生产及周边居民、牧民生产生活。在空间上分布集中,主要在阿克苏地区的拜城县、温宿县、库车县和巴音郭楞蒙古自治州的库尔勒市。

3.4 矿山环境污染

区内降水稀少,气候干旱,大部分地区为植被稀

疏的荒原、荒漠,露天开采的建筑砂石矿及煤矸石自燃等多形成粉尘污染,距离河流较近的矿山在开采及选矿过程中还会引发水体污染。遥感调查结果表明,矿山开发造成环境污染 27 处(粉尘污染 24 处,水体污染 3 处),规模较小,以小区域污染为主。

4 生态修复治理建议

4.1 生态修复综合评价分区

以矿业开采活动影响区域为评价单元,综合考虑自然地理、基础地质、资源毁损、矿山地质环境等评价因子,建立评价指标体系,进行矿山地质环境定量综合评价,揭示矿山开发对环境的综合影响程度,并依据以下分区原则进行生态修复范围分区。

(1)综合考虑矿山开发所导致的环境问题的类型及破坏程度。根据遥感调查结果,综合分析已发生的矿山地质灾害类型、规模,占用及破坏土地的面积和类型,废水、废渣对环境的影响,评估矿山环境问题造成的危害程度及经济损失。

(2)综合考虑矿山开采对地质环境破坏或影响程度及恢复治理的难易程度。充分考虑不同矿种诱发矿山环境问题的特征及发展趋势,综合分析矿业开发对地质环境条件及社会经济发展的影响程度,同时考虑矿区生态环境恢复治理的难易程度。

(3)定性与定量评估相结合的原则。矿山环境问题受多种因素的影响,就目前的工作手段和研究程度来看,尚难定量地评价区域内矿山环境问题的影响程度。因此,评价采用所选取的矿山环境影响因素量化指标评判和定性分析相结合,对矿山环境影响进行综合分区评价。

(4)以采矿区为基本单元,考虑其所处的地质环境条件、采矿引发的矿山环境问题及主要环境问题类型等。通过网格剖分法将地质环境条件及矿山环境问题相似的单元划分为一个区,而将差异性明显的单元划分为不同的区。

依据矿山环境问题的强度、对生态环境和人居环境的影响程度,以及恢复治理难易程度,将区内矿山环境问题区分为重点治理区、次重点治理区和一般治理区(图 3),治理区数量分别是 10 个、26 个和 35 个,并针对不同类型生态治理区提出分区施策的生态修复治理建议。

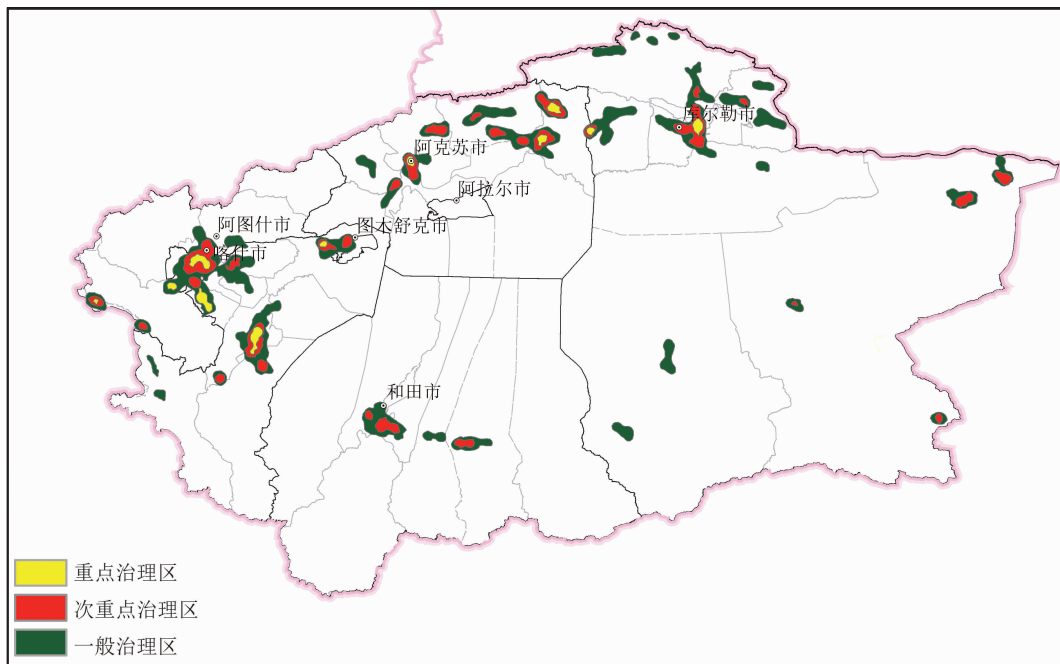


图3 生态修复规划分区图

Fig. 3 Map of ecological restoration planning in Xinjiang

4.2 生态修复治理建议

(1)重点治理区。面积约 3 406.31 km²,主要集中在喀什、库尔勒、莎车和库车等地,区内以露天开采矿山为主,主要为砖瓦黏土、建筑砂石矿,距离城镇较近,对城区居民生存、生活环境影响巨大,建议优先进行治理,采用土地平整、复垦等工程措施加大废弃矿山的治理,尤其加强废弃砖瓦黏土矿土地复垦工作,恢复为耕地或草地,改善生态环境。

(2)次重点治理区。面积约 12 661.9 km²,主要集中在拜城县、阿图什市、尉犁县、和田市、泽普县、博湖县、叶城县等地。这类区域矿山点多面广,开采方式既有露天开采、又有地下开采。开采矿种以煤矿、铁矿、金矿、铜矿、砖瓦黏土和建筑砂石为主,恢复难度较大,建议针对性地开展矿山生态环境修复工作,对具有自然恢复条件的矿山,增强封育力度,促进植被有效恢复;对较难自然恢复的矿山开展工程治理。

(3)一般治理区。面积约 38 097.14 km²,主要集中在乌什县、且末县、温宿县、库车县、轮台县、阿克陶县、英吉沙县、阿克苏市等地。开采矿种以煤

矿、铁矿、金矿、铜矿、砖瓦黏土和建筑砂石为主。这类区域矿山分布零散,开采规模相对较小,矿山地质环境影响程度较轻,建议以自然恢复为主。

5 结论与建议

(1)利用遥感技术能快速获取矿山地质环境现状及变化数据,其成果客观、真实,能有力支撑矿山环境调查和矿山地质环境整治工作,提升政府管理水平和治理能力。

(2)调查结果显示,新疆南部地区矿山地质环境问题较为严重,与脆弱的生态环境矛盾突出。总体上看,区内矿山环境恢复治理的量小、效果不佳,大部分矿山未进行生态环境治理工作,且关停矿山在失去人工维护的状态下,地质环境问题将更加显化和突出,扩大影响的范围,产生新的环境问题,加重已有环境问题的危害程度。建议利用遥感技术持续开展矿山开发环境监测工作,为新疆地区综合整治矿山地质环境提供重要的基础数据与决策依据。

(3)建议在现有工作基础上,各地(州)自然资源主管部门按照“问题导向”的要求,组织开展全面摸

底调查工作,并按照统一要求建立档案,明确矿山位置、范围、存在的主要环境问题,明确责任主体,提出应采取的措施,确定治理时限,实现动态监管。在矿山生态修复及山水林田湖草全域整治方面进行积极探索,更好服务生态文明建设。

参考文献(References):

聂洪峰,杨金中,王晓红,等. 矿产资源开发遥感监测技术问题与对策研究[J]. 国土资源遥感, 2007, (4):11-13.

NIE Hongfeng, YANG Jinzhong, WANG Xiaohong, et al. The Problems In The Remote Sensing Monitoring Technology For The Exploration Of Mineral Resources And The Countermeasures[J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2007, (4):11-13.

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 Jinzhong, QIN Xuwen, NIE Hongfeng, 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.

强建华. 陕西省重点成矿带与矿集区矿山地质环境遥感监测研究[J]. 西北地质, 2013, 46(3):203-211.

QIANG Jianhua. Study of Remote Sensing Monitoring Concerning Geological Environment of Major Metallogenic Belt and Mining Concentrations in Shaanxi Province[J]. Northwestern Geology, 2013, 46(3):203-211.

马世斌,李生辉,安萍,等. 青海省聚乎更煤矿区矿山地质环

境遥感监测及质量评价[J]. 国土资源遥感, 2015, 27(2):139-145.

MA Shibin, LI Shenghui, AN Ping, et al. Remote sensing monitoring and quality evaluation for the mine geological environment of the Juhugeng coal mining area in Qinghai Province [J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2015, 27(2):139-145.

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.

YANG Xianhua, HUANG Jie, TIAN Li, 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 & Resources, 2015, 27(4):115-121.

陈伟涛,张志,王焰新,等. 矿山地质环境遥感监测方法初探[J]. 地质通报, 2010, 29(2/3):457-462.

CHEN Weitao, ZHANG Zhi, WANG Yanxin, et al. Preliminary study on methods of geo-environment monitoring in minesites using remote sensing technique [J]. Geological Bulletin of China, 2010, 29(2/3):457-462.

强建华,卢中正,邓锬. 榆林国家级能源化工基地矿山地质环境遥感监测研究[J]. 中国煤炭地质, 2014, 26(4):29-32.

QIANG Jianhua LU Zhongzheng DENG Kun. Mine Geological Environment Remote Sensing Monitoring in Yulin State Energy and Chemical Industry Base [J]. Coal Geology of China, 2014, 26(4):29-32.