

# 基于高分辨率遥感数据的矿山环境监测

张呈彬<sup>1,2</sup>, 杨欢<sup>1,2</sup>, 王艺龙<sup>3</sup>, 王焯<sup>1,2</sup>, 王然<sup>1,2</sup>, 王粉丽<sup>1</sup>,  
李英<sup>1</sup>, 王焱<sup>4</sup>, 王鹏<sup>5</sup>, 胡舫瑞<sup>5</sup>

1. 辽宁省地质勘查院有限责任公司, 辽宁大连 116100;
2. 高分辨率对地观测系统辽宁地质资源环境应用与服务中心, 辽宁大连 116100;
3. 中国地质调查局昆明自然资源综合调查中心, 云南昆明 650000;
4. 辽宁省地质勘探矿业集团有限责任公司, 辽宁沈阳 110032;
5. 辽宁省地质环境监测总站, 辽宁沈阳 110031)

**[摘要]** 本文收集2018—2023年多时多源国产高分系列卫星数据,对大连市矿产资源开发状况及矿山地质环境变化情况进行动态遥感监测。根据高分辨率遥感数据,大连市矿山地质环境问题主要集中在露采矿山,开采矿种以石灰岩、花岗岩、建筑用石料以及石英岩为主,占地类型以中转场地、固体废弃物、界内开采为主,矿山状态以政策性关闭和废弃居多;2018—2023年大连市矿山占用破坏土地资源和地形地貌景观的面积整体呈现下降趋势,矿山地质灾害呈减少趋势,矿山生态修复面积呈增加趋势。高分辨率遥感监测成果比较客观、准确。研究可为制定科学合理的矿山环境保护措施、促进矿山可持续发展提供重要依据。

**[关键词]** 遥感; 矿山地质环境; 高分卫星; 生态修复; 无人机

**[中图分类号]** TD167; TP79

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 2097-2423(2025)04-0055-08

**DOI:** 10.19610/j.cnki.cn10-1873/lf.2025.04.009

## 0 引言

长期以来,矿产资源勘查开发利用在为国家经济社会发展提供基础支撑的同时,也不可避免地造成了严重的土地破坏和环境污染,给当地生态环境带来了巨大压力<sup>[1]</sup>。近年来,随着我国生态文明体制改革不断推进,建立完善的矿产资源生态环境监测评价体系就显得尤其重要<sup>[2]</sup>。快速准确获取矿产资源开发现状及其引发的矿山地质环境问题,已

成为国内外矿山环境监测评价的重要前提条件<sup>[3]</sup>。

过去几十年里,遥感技术因具有数据更新速度快、覆盖面积大、光谱信息丰富及监测范围受地面条件限制少等优势,在矿山环境监测评价中得到了较好的应用效果。但由于我国遥感技术研究起步较晚,矿山环境遥感监测主要使用 SPOT5、IKONOS、QuickBird、Geo Eye 等国外高分辨率遥感数据<sup>[4-7]</sup>,直到近几年随着国家高分专项的实施,高分系列卫星陆续发射,国产高分辨率遥感数据才逐步替代国外数据。2012年1月9日在中国太原发射的资源三号(ZY-3)卫星是中国第一颗自主的民用高分辨率立体测绘卫星,为国土资源、农业、林业等领域提供服务<sup>[8-9]</sup>;2014年8月19日发射的高分二号(GF-2)卫星,是我国首颗自主研发分辨率优于1m的民用光学遥感卫星<sup>[10]</sup>,相较于以往民用国产卫星,其拥有更高的空间分辨率和辐射精度<sup>[11]</sup>,其投入使用是我国亚米级高分辨率数据应用的重要里程碑。2015年开始,吉林省<sup>[12]</sup>、浙江省<sup>[13]</sup>、黑龙江省<sup>[14]</sup>、辽宁省<sup>[15]</sup>、四川省<sup>[16]</sup>、西藏自治区<sup>[17]</sup>、甘肃省<sup>[18]</sup>等省份均通过以国产高分卫星数据为信息源开展全省矿山地质环境和矿山环境恢复治理情况动态

**[收稿日期]** 2025-01-09

**[作者简介]** 张呈彬(1987—),男,高级工程师,主要从事矿产勘查、矿山地质环境监测工作。

**[通信作者]** 王焯(1989—),男,高级工程师,主要从事遥感地质学、三维地质结构建模、计算机软件编程方面的研究。

**[引用格式]** 张呈彬,杨欢,王艺龙,等.基于高分辨率遥感数据的矿山环境监测[J].绿色矿冶,2025,41(4):55-62.

ZHANG Chengbin, YANG Huan, WANG Yilong, et al. Mine environment monitoring based on high-resolution remote sensing data[J]. Sustainable Mining and Metallurgy, 2025, 41(4): 55-62.

监测,为矿山环境遥感监测提供了新的发展空间。

本文利用 2018—2023 年国产高分辨率卫星数据对辽宁大连开展了矿产资源开发状况及矿山地质环境遥感监测工作,通过遥感影像解译和实地调查,获取大连市矿产资源开发现状及其引发的矿山地质环境问题,旨在为今后合理开发矿产资源、开展矿山环境恢复与重建、实施矿山环境监督管理提供基础资料和决策依据。

## 1 工作区概况及遥感数据收集

### 1.1 矿产资源分布

大连市位于辽东半岛南端,地处黄渤海交界处,是辽宁省内矿产资源比较丰富的辖区。截至 2019 年底,已发现并有探明储量的各类矿产 42 种,现进行开发利用的矿产有 20 种,矿产地 646 处(露天开采矿山 602 处,地下开采矿山 44 处)。优势矿产资源有水泥用石灰岩(保有资源储量 86 567.79 万 t,居全省第二位)、熔剂用石灰岩(保有资源储量 40 995.59 万 t,占全省第一位)、建筑用石灰岩(保有资源储量 29 630.90 万 m<sup>3</sup>)、金(截止 2020 年底,保有资源储量 22 432.79 kg)、金刚石(保有储量 821.71 万 Ct,占全国第一)、玻璃用石英岩(保有储量 20 041.10 万 t)、建筑用花岗岩(保有资源储量 14 536.20 万 m<sup>3</sup>)、地热(单矿床年最大允许开采量在 90~100 万 m<sup>3</sup>,地热水出水温度高达 60℃以

上)。其中,金刚石全部集中在瓦房店炮台地区,熔剂用灰岩分布在甘井子-旅顺口区,水泥用灰岩位于金普新区西北部及长兴岛经济开发区附近,建筑用石灰岩遍布于全市很多区县,玻璃用石英岩主要集中在庄河市北部蓉花山镇,建筑用花岗岩大部分出露在普兰店区的双塔镇-庄河市的太平岭一带。良好的矿床赋存条件、资源储量多、矿体规模大、易于开发利用和便利的交通运输,都为大连城市建设和经济发展作出了重大的贡献。

### 1.2 矿山开发现状

2016 年初,大连已设采矿权 238 个,年开采矿产矿石量 8 836 万 t。至 2019 年末,已设采矿权压减到 147 个,年开采矿产矿石量约 2 553 万 t。至 2020 年末,已设采矿权已压减到 75 个,年开采矿产矿石量约 2 404 万 t。“十三五”至“十四五”期间,大连市积极开展矿山地质环境恢复与综合治理工作,持续加强重点矿区建设,进一步优化矿产资源节约集约化开发利用布局。截至 2022 年末,全市生产矿山企业缩减至 25 家。

### 1.3 矿山生态修复现状及生态环境问题

截至 2020 年 12 月,大连市已自然恢复矿山 149 座,已工程治理矿山 32 座,已恢复治理矿山 152 座,已开发利用矿山 10 座,未开采矿山 8 座,正在或已在恢复治理矿山 18 座,未治理矿山 277 座,详见表 1。

表 1 大连市矿山生态恢复现状

| 行政区    | 破坏  | 未开采 | 已工程治理 | 已恢复治理 | 已开发利用 | 已自然恢复 | 正在恢复治理 | 总计  |
|--------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| 甘井子区   | 12  |     | 5     | 8     |       |       | 3      | 28  |
| 高新园区   |     |     |       | 3     |       |       |        | 3   |
| 金普新区   | 75  | 3   | 9     | 56    | 10    | 13    | 2      | 168 |
| 旅顺口区   | 16  | 1   | 4     | 21    |       | 12    |        | 54  |
| 普兰店区   | 44  | 1   | 2     | 33    |       | 25    | 3      | 108 |
| 沙河口区   |     |     |       | 1     |       |       |        | 1   |
| 瓦房店市   | 68  | 3   | 3     | 18    |       | 29    | 9      | 130 |
| 西岗区    |     |     |       | 2     |       |       |        | 2   |
| 长海县    |     |     | 1     | 4     |       | 9     |        | 14  |
| 长兴岛经济区 | 10  |     |       | 1     |       |       |        | 11  |
| 中山区    |     |     |       | 1     |       |       |        | 1   |
| 庄河市    | 52  |     | 8     | 4     |       | 61    | 1      | 126 |
| 总计     | 277 | 8   | 32    | 152   | 10    | 149   | 18     | 646 |

据调查,目前大连市全域矿山生态环境主要问题有矿山占用破坏土地资源、矿山地形地貌景观破坏、矿山地质灾害(崩塌、滑坡等)。

## 2 遥感数据收集和监测方法

### 2.1 遥感数据收集

本文以2018—2023年3—10月的GF-2卫星数据为主要数据源,影像空间分辨率全色为1 m,图像云盖量小于100%。2018—2023年,这6年共收集1 978景卫星数据。其中,2018年90景(高分1号31景,高分2号59景),2019年386景(高分1号数据243景,高分2号143景),2020年587景(高分1号数据352景,高分2号187景,高分6号48景),2021年447景(高分1号数据228景,高分2号197景,高分6号22景),2022年468景(高分1号数据215景,高分2号210景,高分6号43景),2023年487景(高分1号数据220景,高分2号215景,高分6号52景)。目前,高分1、高分2和高分6数据的配合已完全覆盖大连市全域。

### 2.2 遥感监测方法

本文遥感监测方法是基于PIE软件进行快速批量化卫星遥感数据处理,再运用ArcGis软件的切片等技术,发布到大连市矿山地质环境监测平台Web端进行遥感解译工作。工作流程主要是多时多源高分卫星遥感数据收集→PIE软件批量化处理→Arcgis切片技术→发布web服务平台→进行遥感解译。

采用卫星遥感技术采集大连市矿山地质环境相关信息,并通过解译遥感影像图,实现对大连市矿山地质环境问题的现状和变化情况的宏观监测和巡视监测,重点反映地形地貌景观破坏及其恢复治理和矿区土地资源破坏及其恢复治理变化情况等。通过宏观监测,确定矿山地质环境重要影响区,指导人工开展重点矿区监测。

### 2.3 遥感数据处理

遥感数据处理主要包括数据校正(连接点/控制点/配点自动提取、区域网平差解算、正射校正、影像融合等)→云、阴影裁剪(模型批量裁剪)→镶嵌拼接(按传感器归类拼接、匀色、金字塔创建)→数字高程模型(DEM)生成与数字正射影像产品(DOM)生成。

## 3 矿山地质环境监测结果与特征分析

采用高分辨遥感技术,2018年大连市矿山地质

环境监测矿山179座,2019年监测矿山301座,2020年监测矿山310座,2021—2023年监测310~330座,2024—2025年预计监测330~350座。

### 3.1 监测结果与野外实地验证

使用2018—2023年多时多源高分卫星遥感数据,利用人机交互解译的方法,对变化显著的矿山进行无人机航测,弥补卫星影像在局部区域的不足,同时进行野外实地验证后,再分别提取不同年度矿山相关的地物信息,主要包括矿山占用破坏土地、矿山地形地貌景观破坏、矿山地质灾害(崩塌、滑坡等)、矿山生态修复治理图斑新增变化、废弃矿山转型利用等。

#### 3.1.1 露采石灰石矿山占用破坏土地遥感影像特征

露采石灰石矿山占用破坏土地遥感影像主要呈灰白色,色调比较明亮,与周围地物差异明显,地势整体低于周围地物,占用破坏边界清晰,靠山一侧有明显的阶梯状开采平台,易于识别(图1)。

#### 3.1.2 露采石英岩矿山剥离石料堆积场地占用破坏土地与遥感影像特征

露采石英岩矿山剥离石料堆积场地影像主要为白色,色调非常明亮,明显高于周边地形,边缘多呈现裙状、颗粒状纹理(图2)。

#### 3.1.3 废弃矿山转型利用遥感影像特征变化

废弃矿山转型利用为基础设施建设和办公场区,在影像上特征比较明显,且比较整齐规则,易于识别(图3)。

#### 3.1.4 野外实地验证

根据调查矿山实际情况,验证其信息提取的可靠性,对有疑问的图斑、重要的图斑、遗漏的图斑,运用路线穿越与追踪相结合的方法进行查验,填写野外核查记录卡,在工作手图上圈定变化图斑的范围。

### 3.2 矿山占用破坏土地变化分析

通过高分系列卫星遥感监测方法,发现2018—2023年大连市矿山占用破坏土地资源和矿山地形地貌景观的面积整体呈现下降趋势。

#### 3.2.1 不同地物类型变化

矿山固体废弃物压占面积、中转场地面积、占用破坏面积、植被破坏、基岩裸露、新增破坏面积均在不断减少,但矿山建筑面积变化不大,详见表2和图4。

#### 3.2.2 不同矿种变化情况

玻璃用石英岩(硅石)、石英岩、花岗岩、建筑用

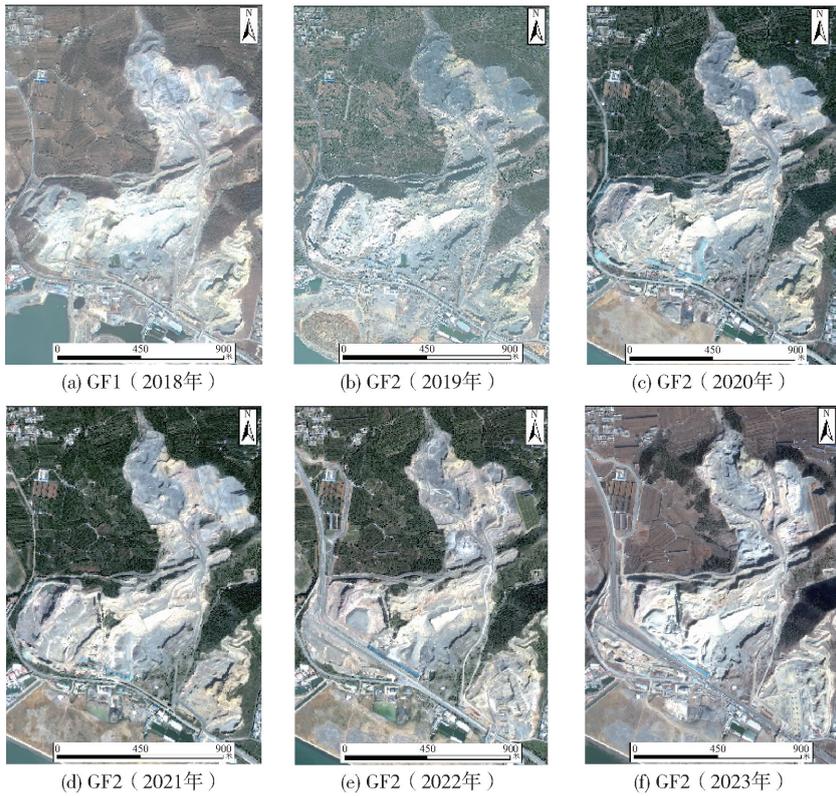


图1 露采石灰石占用破坏土地遥感影像特征变化(2018—2023年)

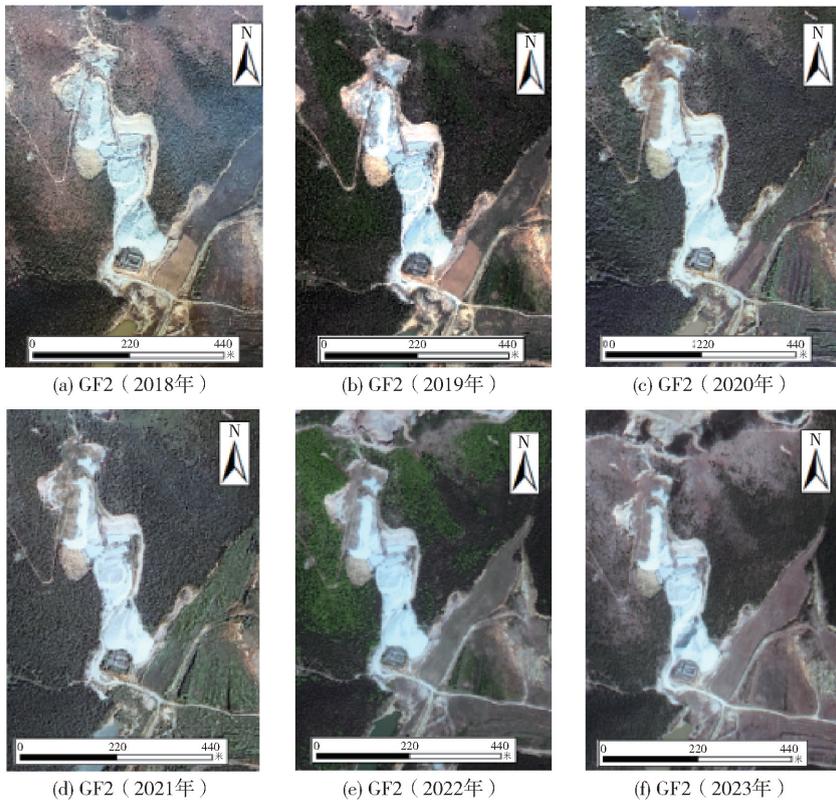


图2 露采石英岩矿山剥离石料堆积场地占用破坏土地与遥感影像特征(2018—2023年)

花岗岩、石灰岩、建筑用大理岩、建筑用石料等废弃、关闭、生产矿山中占用破坏土地和地形地貌景观的

面积均逐年减少,详见表2。砖瓦用页岩、黏土矿、地热、矿泉水等矿山基本变化不大。

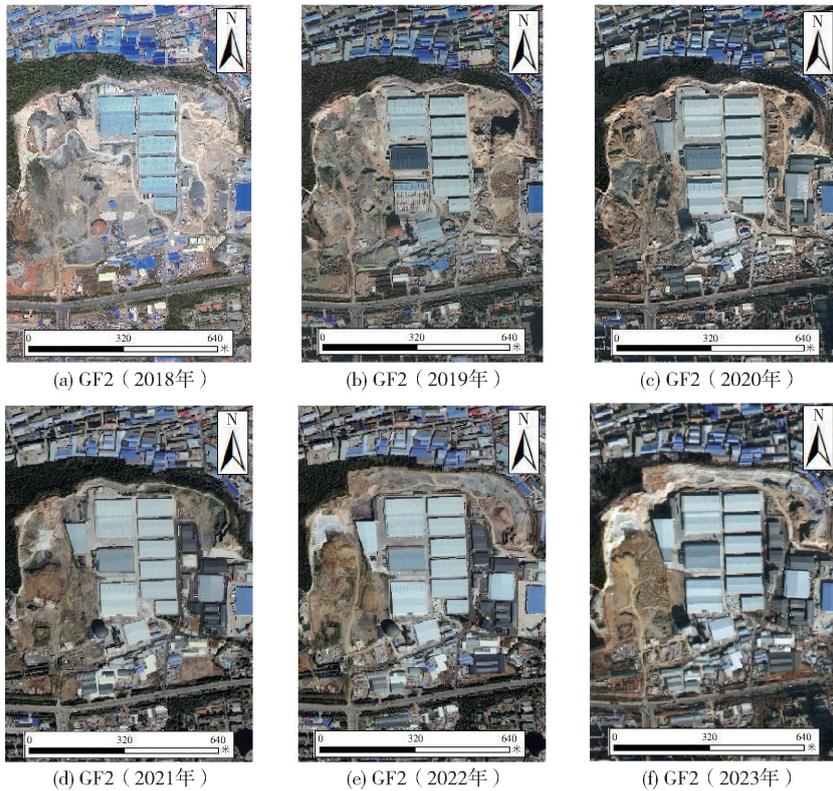


图3 废弃矿山转型利用遥感影像特征变化(2018—2023年)

表2 大连市2018—2023年矿山环境遥感监测新增破坏变化统计

| 年度变化      | 面积/hm <sup>2</sup> | 主要新增破坏/治理类型              | 主要矿种              |
|-----------|--------------------|--------------------------|-------------------|
| 2018年新增破坏 | 112.95             | 固体废弃物压占面积、中转场地面积、占用破坏面积等 | 石英岩、花岗岩、石灰岩、建筑用石料 |
| 2019年新增破坏 | 65.89              | 固体废弃物压占面积、中转场地面积、占用破坏面积等 | 石英岩、花岗岩、石灰岩、建筑用石料 |
| 2020年新增破坏 | 42.01              | 固体废弃物压占面积、中转场地面积、占用破坏面积等 | 石英岩、花岗岩、石灰岩、建筑用石料 |
| 2021年新增破坏 | 48.82              | 固体废弃物压占面积、中转场地面积、占用破坏面积等 | 花岗岩、石灰岩、建筑用石料     |
| 2022年新增破坏 | 13.904             | 固体废弃物压占面积、中转场地面积、占用破坏面积等 | 石灰岩、建筑用石料         |
| 2023年新增破坏 | 8.25               | 固体废弃物压占面积、中转场地面积、占用破坏面积等 | 石灰岩、建筑用石料         |

### 3.2.3 不同地理区位变化

据统计,2018—2023年,旅顺口区、甘井子区、金普新区、瓦房店市、普兰店区、庄河市、长兴岛经济区压占面积都在不断减少,详见表3。

### 3.3 矿山地质灾害变化

2018—2023年,通过开展大连市矿山地质环境调查工作,全市矿业活动引起的矿山地质灾害主要以崩塌地质灾害隐患居多,滑坡地质灾害隐患次之,地质灾害险情等级均为小型。近些年,大部分矿山企业因政策等因素影响逐渐关闭,各年度调查数据显示矿山地质灾害变化呈波动减少趋势(2018年全市原有706处地质灾害隐患点,到2023年底全市有413处地质灾害隐患点)。鞍钢石灰石矿地质灾害遥感影像特征变化如图4所示。

### 3.4 矿山生态修复变化

矿山生态环境修复是以保障治理区稳定与安全、消除地质灾害隐患为首要任务,在遵循社会效益、生态效益、经济效益相统一的原则下,主要策略以自然恢复为主、人工修复为辅,因地制宜采取切实可行的生态修复措施,恢复各类空间中矿山整体生态功能。2018—2023年,大连市矿山生态修复总面积呈现逐年增加的趋势,详见表4。2016—2020年大连市已完成矿山生态环境修复治理面积3994000m<sup>2</sup>,矿区生态环境得到修复与改善。2021—2025国土空间生态修复规划期间,全市开展矿山生态环境保护与修复。旅顺长城石矿生态修复遥感影像特征变化如图5所示。

截至2022年底,大连市通过辽宁省历史遗留矿

表3 大连市2018—2023年矿山环境遥感监测不同地理区位新增破坏/新增治理变化统计

| 年度变化      | 甘井子区  | 金普新区  | 普兰店市  | 瓦房店市  | 长兴岛区  | 庄河市   | 旅顺口区 | 总计     |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| 2018年新增破坏 | 26.71 | 28.07 | 16.92 | 12.55 | 3.60  | 25.10 | 0.00 | 112.95 |
| 2018年新增治理 | 0.00  | 0.00  | 6.66  | 0.60  | 0.00  | 5.26  | 0.00 | 12.52  |
| 2019年新增破坏 | 6.81  | 18.95 | 15.60 | 5.26  | 0.00  | 19.27 | 0.00 | 65.89  |
| 2019年新增治理 | 0.66  | 3.97  | 2.18  | 5.67  | 7.89  | 0.85  | 2.48 | 23.70  |
| 2020年新增破坏 | 0.00  | 9.76  | 12.59 | 10.19 | 0.00  | 9.47  | 0.00 | 42.01  |
| 2020年新增治理 | 0.00  | 40.99 | 6.46  | 1.98  | 0.00  | 35.33 | 0.55 | 85.31  |
| 2021年新增破坏 | 2.30  | 13.51 | 11.80 | 11.65 | 0.00  | 9.56  | 0.00 | 48.82  |
| 2021年新增治理 | 0.71  | 9.76  | 0.00  | 1.36  | 1.98  | 0.00  | 0.00 | 13.81  |
| 2022年新增破坏 | 0.00  | 4.90  | 0.50  | 7.53  | 0.18  | 0.80  | 0.00 | 13.90  |
| 2022年新增治理 | 55.01 | 6.36  | 0.53  | 0.00  | 15.43 | 12.92 | 1.20 | 91.45  |
| 2023年新增破坏 | 0.00  | 4.39  | 0.00  | 3.24  | 0.00  | 0.62  | 0.00 | 8.25   |
| 2023年新增治理 | 1.58  | 0.39  | 16.93 | 12.40 | 8.10  | 12.30 | 2.51 | 54.21  |

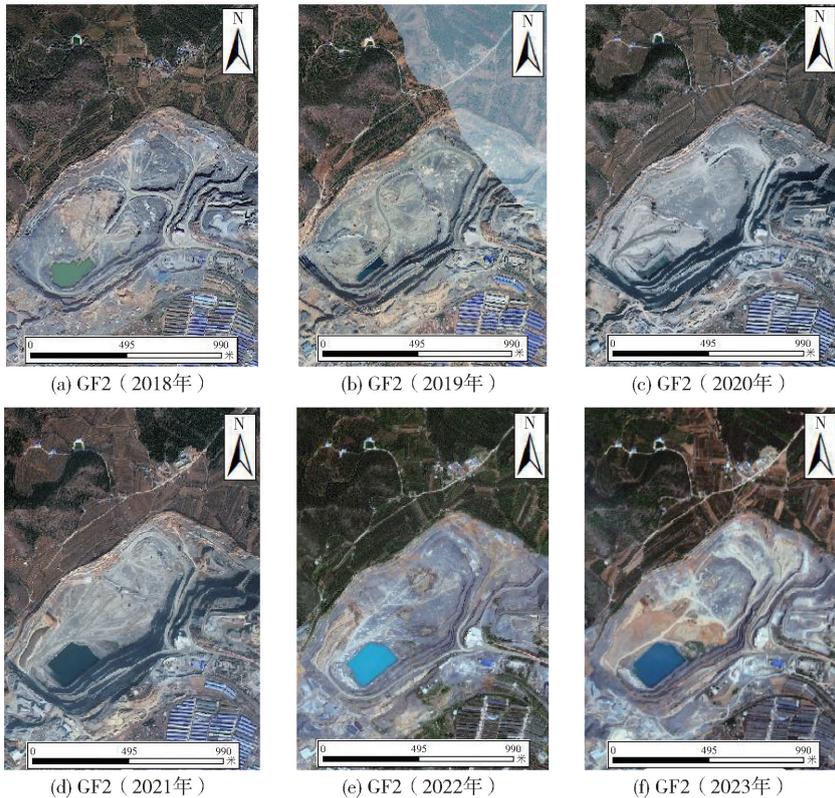


图4 鞍钢石灰石矿地质灾害遥感影像特征变化(2018—2023年)

表4 大连市2018—2023年矿山环境遥感监测新增治理变化统计

| 2018—2023年度变化 | 面积/hm <sup>2</sup> | 主要新增破坏/治理类型 | 主要矿种          |
|---------------|--------------------|-------------|---------------|
| 2018年新增治理     | 12.52              | 覆土绿化、工程治理等  | 石灰岩、砖瓦用页岩     |
| 2019年新增治理     | 23.7               | 覆土绿化、工程治理等  | 石灰岩、砖瓦用页岩、黏土矿 |
| 2020年新增治理     | 85.31              | 覆土绿化、工程治理等  | 花岗岩、石灰岩、建筑用石料 |
| 2021年新增治理     | 13.81              | 覆土绿化、工程治理等  | 石英岩、石灰岩       |
| 2022年新增治理     | 91.452             | 覆土绿化、工程治理等  | 花岗岩、石灰岩、建筑用石料 |
| 2023年新增治理     | 54.21              | 覆土绿化、工程治理等  | 花岗岩、石灰岩、建筑用石料 |

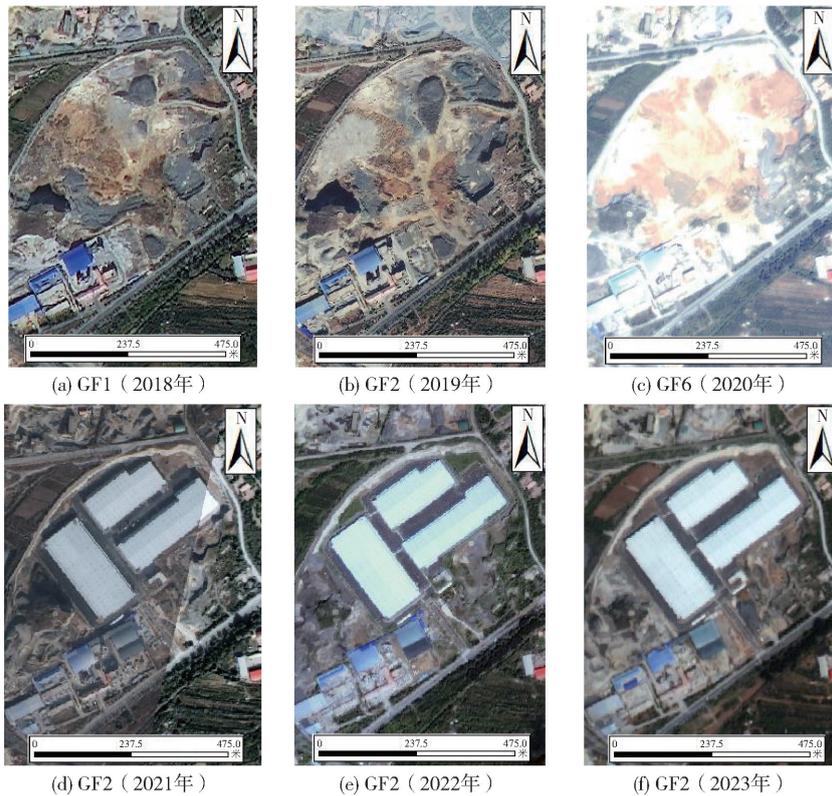


图5 旅顺长城石矿生态修复遥感影像特征变化(2018—2023年)

山核查和生态恢复治理项目,甘井子区石灰岩矿山、旅顺口区艾子口废弃矿山、庄河市朱隈子水库东北部矿山等多个生态环境修复重点治理区正在进行恢复治理工作。

## 4 结论

利用2018—2023年国产高分辨率卫星数据对大连市矿山地质环境及生态修复状况开展了遥感动态监测。遥感监测数据显示,大连市矿山地质环境问题主要集中在露采矿山,开采矿种以石灰岩、花岗岩、建筑用石料以及石英岩为主,砖瓦用页岩和大理岩矿次之,占地类型以中转场地、固体废弃物、界内开采为主,矿山状态以政策性关闭和废弃居多,压占面积最大地区为金普新区、瓦房店市和庄河市。矿山占用和破坏土地资源和地形地貌景观的面积不断减少,矿山地质灾害呈减少趋势,矿山生态修复面积则不断增加。基本掌握了该市矿山占用破坏土地资源、矿山地形地貌景观破坏、矿山地质灾害(崩塌、滑坡等)和矿山生态修复的现状及其变化,成果比较客观、准确,为决策者提供了有关环境保护政策和可持续发展规划的重要信息。未来的研究应该进一步探索矿山环境管理和监测方法,以实现环境保护

和资源可持续利用的目标。

## [参考文献]

- [1] 杨博,陈建平,刁明光. 北京矿山环境遥感监测与综合评价系统的设计[J]. 地质通报,2011, 30(5): 750 - 755.
- [2] 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.
- [3] 李万伦,甘甫平. 矿山环境高光谱遥感监测研究进展[J]. 国土资源遥感,2016, 28(2): 1 - 7.
- [4] 张焜,马世斌,刘丽萍. 基于SPOT5数据的盐湖矿产开发及矿山环境遥感监测[J]. 国土资源遥感, 2012(3): 146 - 153.
- [5] 丁丽,朱谷昌,王娟,等. IKONOS影像在矿山环境遥感监测中的应用——以白银煤矿区为例[J]. 测绘与空间地理信息,2010, 33(1): 37 - 41.
- [6] 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.
- [7] 占惠珠. 基于多源遥感的惠农采煤沉陷区地表环境时空演化监测研究[D]. 西安科技大学,2022.
- [8] 熊前进,柴小婷. 资源3号卫星影像在矿山监测应用中的数据处理方法[J]. 武钢技术,2016,54(5): 54 - 58,62.

- [9] 唐新明,王鸿燕,祝小勇. 资源三号卫星测绘技术与应用[J]. 测绘学报,2017,46(10):1482-1491.
- [10] 童旭东. 中国高分辨率对地观测系统重大专项建设进展[J]. 遥感学报,2016,20(5):775-780.
- [11] 刘肖姬,梁树能,吴小娟,等. “高分二号”卫星数据遥感滑坡灾害识别研究——以云南东川为例[J]. 航天返回与遥感,2015(4):93-100.
- [12] 汪洁,殷亚秋,于航,等. 基于RS和GIS的浙江省矿山地质环境遥感监测[J]. 国土资源遥感,2020,32(1):232-236.
- [13] 高俊华,邹联学,龙欢,等. 基于遥感动态监测的吉林省矿山地质环境及生态修复变化特征分析[J]. 自然资源遥感,2022,34(3):240-248.
- [14] 邓莎莎,孙瑞祺. 基于国产高分卫星数据矿山环境评价[J]. 测绘与空间地理信息,2020,43(05):24-26,29.
- [15] 张正鹏,武文波. 基于GIS技术的沈阳矿区土地资源利用变化监测[J]. 煤炭科学技术,2007(10):38-41.
- [16] 李永平,赵晓燕,谈树成. 基于高分卫星影像的矿山开发环境遥感监测[J]. 内江师范学院学报,2021,36(2):68-72.
- [17] 路云阁,樊双亮,李春霖. “高分二号”卫星在西藏矿山遥感监测中的应用研究[J]. 航天返回与遥感,2015,36(4):73-83.
- [18] 赵家乐,陈浩. 高分遥感影像煤矿非法开采动态监测应用[J]. 卫星应用,2019(7):18-23.

## Mine Environment Monitoring Based on High-Resolution Remote Sensing Data

ZHANG Chengbin<sup>1,2</sup>, YANG Huan<sup>1,2</sup>, WANG Yilong<sup>3</sup>, WANG Xuan<sup>1,2</sup>, WANG Ran<sup>1,2</sup>,  
WANG Fenli<sup>1</sup>, LI Ying<sup>1</sup>, WANG Yao<sup>4</sup>, WANG Peng<sup>5</sup>, HU Fangrui<sup>5</sup>

(1. Liaoning Provincial Institute of Geological Exploration, Dalian 116100, China;

2. Liaoning High-resolution Observation System Application and Service Center of Geological Resources and Environmental, Dalian 116100, China;

3. Kunming Natural Resources Comprehensive Survey Center of China Geological Survey, Kunming 650000, China;

4. Liaoning Geological Exploration and Mining Group, Shenyang 110032, China;

5. Liaoning Geo-environmental Monitoring Station, Shenyang 110031, China)

**Abstract:** Multi-time and multi-source domestic high-resolution series satellite data from 2018 to 2023 were collected to dynamically monitor the development of mineral resources and the changes of mine geological environment in Dalian. According to high-resolution remote sensing data, the geological environment problems of mines in Dalian are mainly concentrated in open-pit mines. The mining minerals are mainly limestone, granite, building stone and quartzite. The types of land occupation are mainly transit sites, solid waste and boundary mining. The state of the mine is mostly closed and abandoned by policy. From 2018 to 2023, the area of mine occupation and destruction of land resources and topographic landscape in Dalian showed a downward trend as a whole. Mine geological disasters are decreasing, and the area of mine ecological restoration is increasing year by year. The results of high-resolution remote sensing monitoring are more objective and accurate. The research can provide an important basis for formulating scientific and reasonable mine environmental protection measures and promoting the sustainable development of mines.

**Key words:** remote sensing; mine geological environment; high-resolution satellite; ecological restoration; unmanned aerial vehicle