

粤北地区尾矿库遥感调查与生态环境评价

黄铁兰 张金兰 朱腾

(广东工贸职业技术学院, 广东广州 510510)

摘要:运用遥感技术,对粤北地区尾矿库进行调查发现,粤北地区尾矿库主要包括金属矿山、非金属矿山、选冶场所尾矿库,安全隐患较多,环境污染较为突出,地质灾害风险明显,二次矿山资源浪费较为严重。近年来,广东省及各市县等地方政府部门加强了对粤北地区尾矿库的管理,取得了一定的成效,未来应进一步加强监管和治理力度,提高尾矿资源利用水平。

关键词:尾矿库;遥感调查;生态环境评价;粤北

Abstract: The remote sensing technology was used to investigate the tailings reservoirs in northern Guangdong. Tailings reservoirs in northern Guangdong mainly include metal mines, non-metal mines and tailings reservoirs in dressing and metallurgical sites. There are many potential safety hazards in the tailings reservoirs, the environmental pollution is more prominent, the risk of geological hazards is detailed, and the waste of secondary mine resources is more serious. In recent years, The Guangdong government departments including the provincial, municipal and county local government departments have strengthened the management of tailings reservoirs in northern Guangdong and achieved some results. In the future, it should further strengthen the supervision and management to improve the utilization level of tailings resources.

Key words: tailings reservoir; remote sensing survey; ecological environment evaluation; North Guangdong

中图分类号: X826

文献标识码: A

文章编号: 1674-1021(2020)01-0040-04

1 引言

尾矿库是矿山企业生产中必须的基础设施,对防止尾矿流失、调节径流和净化尾矿废水等具有非常重要的作用^[1]。同时,它又是严重的地质灾害危险源和巨大的环境风险源,一旦发生排洪设施损毁、洪水漫顶和溃坝等安全事故,必将引发次生环境污染事件^[2]。获取尾矿库信息,传统上主要依赖于人工调查,其投入高、效率低且精确度不高,而利用遥感技术可以及时、准确地提取尾矿库的位置、面积、类型等相关信息,并进行空间分析和应用,能够大幅提高尾矿库的调查精度和监测水平。

2 粤北地区尾矿库研究现状

近年来,很多学者对广东省尤其是粤北地区的尾矿库开展研究,主要集中在以下3个方面。

2.1 尾矿库环境污染

学者们对大宝山尾矿库的环境污染研究较多,对大宝山尾矿库重金属元素对地表水、地下水、农田、土壤的污染开展过研究,对环境污染在农作物、动物群落和人类健康方面的效应进行过评价^[3-6]。

2.2 尾矿库地质灾害防治

有学者对大宝山矿区尾矿库环境地质问题评价及成因分析^[3-6]、凡口铅锌矿尾矿风化作用及其环境效应^[7-8]、大顶铁矿老尾矿库的环境保护及

收稿日期: 2019-09-29; 修订日期: 2020-01-10。

作者简介: 黄铁兰,男,1981年生,副教授,高级工程师,博士,主要从事环境遥感、GIS开发与应用、地矿测绘等方面的教学、科研与创新创业指导工作。

基金项目: 广东工贸职业技术学院2018年院级科研项目暨创新强校工程培育项目(2018-Z-03);广东工贸职业技术学院“创新强校工程”一流高职—测绘地理信息技术专业(2-1-3-2)。

治理^[9]等开展过相关研究工作。

2.3 尾矿库资源利用

有学者曾对大宝山多金属硫化物^[10-11]、凡口铅锌矿^[12]、新洲金矿等矿山尾矿库尾矿的综合利用和回收技术进行研究。

3 粤北地区尾矿库遥感调查

3.1 主要数据源

本文使用的数据源主要包括高分辨率的天绘一号，资源一号 02C，WorldView2，IKONOS 等，见表1。

表 1 粤北地区尾矿库调查主要数据源

数据类型	所属国家	主要波段	分辨率
天绘一号	中国	蓝、红、绿、近红外	全色 2 m,多光谱 10 m
资源一号 02C	中国	蓝、红、绿、近红外	全色 2.36 m,多光谱 10 m
WorldView2	美国	蓝、红、绿、近红外、海岸、黄、红边和近红外 2	全色 0.5 m,多光谱 1.8 m
IKONOS	美国	蓝、红、绿、近红外	全色 1 m,多光谱 4 m

3.2 解译标志

粤北地区的尾矿库按照矿产类型和加工流程，分为金属矿山尾矿库、非金属矿山尾矿库和选冶场所尾矿库。

3.2.1 金属矿石尾矿库

自 2010 年开展矿山开发遥感调查项目以来，每年在粤北地区都发现超过 50 处的新增疑似矿产开采图斑，其中金属矿山占到约 1/3，这些矿山大部分都存在尾矿库(图 1)。

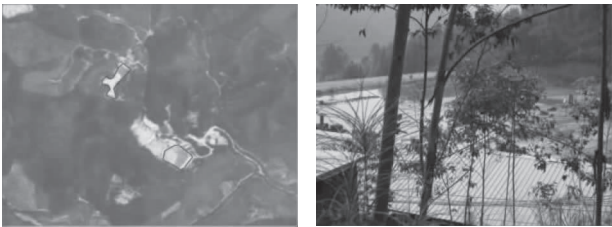


a 遥感影像 b 野外照片

图 1 某铁矿尾矿库

3.2.2 非金属矿山尾矿库

除了金属矿产外，粤北地区的非金属矿产也非常多，其中萤石矿、石灰岩、石英岩等矿产在开采和选矿过程中都可能存在尾矿库(图 2)。萤石矿、石灰岩、石英岩等在韶关、清远等地普遍存在并被大规模开发，很多地方都存在一个或多个尾矿库，另外，每年都发现数处无证开采萤石矿，部分也有尾矿库存在。



a 遥感影像 b 野外照片

图2 某萤石尾矿库

3.2.3 选冶场所尾矿库

粤北地区矿产资源种类较为齐全，但总体来说其品位不高，出于生产成本的考虑，大部分矿石都在矿山附近分选和加工，都有选矿场和一个或数个尾矿库(图 3)。



a 遥感影像 b 野外照片

图 3 某铅锌矿选矿厂尾矿库

4 粤北地区尾矿库生态环境评价

经过遥感调查发现，粤北地区的尾矿库存在如下几个问题。

4.1 安全隐患较多

调查发现，粤北地区的尾矿库中，大多数为库

容低于 100 万 m^3 的五等库,占总数的 60.3%。这些小型尾矿库绝大部分都存在安全问题,如选址不合理、设计不规范、设施简陋、管理粗放、安全措施落实不到位等。近几年虽然经过多轮专项整治,但仍然存在 20 多座危、险、病库。主要原因为:一是多年来形成的小规模矿山、选矿厂的尾矿库数量较多,生产管理水平低,安全环保投入不足,存在生产安全事故和环境事件的重大隐忧;二是部分企业由于破产、改制或经济效益等多重原因,对一些服役到期的尾矿库没有及时履行闭库程序,给安全生产和环境保护工作带来严峻挑战。

4.2 环境污染较为突出

粤北地区尾矿库长期积存,受各种自然和人为因素的影响,对周边环境存在不同程度的污染,主要包括水污染、土壤污染、植被污染等。

4.2.1 水污染

尾矿库的水污染主要表现在地表水污染和地下水污染 2 个方面。如大宝山尾矿库对相邻的横石水河造成严重污染,水体常年呈血红色,散发出刺鼻的气味。研究发现,河水中的 Cu, Pb, Zn, Cd, As, Cr 等元素含量大大超标;附近的地下水也受到污染,井水中的 Zn, Cd, Mn 含量超标 1.24~10 倍,存在致癌风险,不适合饮用^[3-6]。

4.2.2 土壤污染

尾矿库中的重金属元素一方面通过下渗进入底垫土壤,另一方面通过地表径流进入周围环境土壤,还会进一步进入下游水文系统或下渗到地下水中,造成附近大区域的土壤污染。如大宝山尾矿库周边的梅子坑区、矿部区、沙溪镇区和鸡笼铺区进行土壤采样和分析发现,其所含的重金属元素普遍超过背景值, Cu 的富集程度最大,最高值是国家标准的近 300 倍,其次是 Cd, Pb, Zn, As 和 Hg 等,为国家标准的 2~12 倍^[3-6]。

4.2.3 植被污染

尾矿库中的某些重金属元素对土壤产生污染,进而通过生态系统进入植被,对植被产生毒副作用,从而造成植物的形态变异、死亡或者减产,进一步威胁动物、人类这些食用者的健康。如大宝山附近的上坝村农田中的甜玉米、黄瓜、水稻、豌豆等作物的重金属含量进行采样分析发现, Pb, Zn, Cd 的含量为国家标准的 1.1~5.6 倍。

近年来粤北地区一些矿山尾矿库的环境污染问题,造成了较为严重的影响。如广东大宝山多金

属尾矿库^[3-6],造成上坝村的水不能喝、米和菜不能吃,村民染上多种疾病。仁化凡口铅锌矿尾矿库的重金属污染^[7-8],造成附近农田、河流大面积污染(图 4)。



a 遥感影像

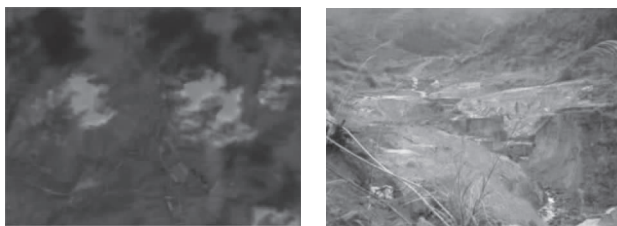
b 野外照片

图 4 凡口铅锌矿尾矿库土壤污染

4.3 矿山地质灾害风险明显

由于历史原因和现实条件限制,粤北地区尾矿库尤其是中小型尾矿库大部分都未进行严格的规划设计,施工管理和运行过程中也存在不少问题,因此大都存在不同程度的地质灾害风险,包括溃坝、滑坡、陷落、渗漏、裂缝、管涌等。特别是尾矿库溃坝事故,一旦发生将严重危害人们的生命财产安全。

近年来粤北地区的尾矿库发生过大大小小的地质灾害数十起,造成较为严重的人员伤亡和财产损失(图 5)。如 2003 年 6 月韶关大宝山尾矿库就曾经发生过坝边的山坡塌陷,经全力组织抢救,才化险为夷。



a 遥感影像

b 野外照片

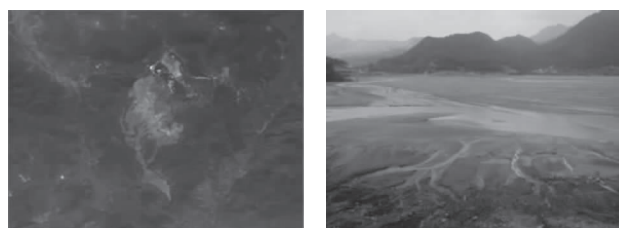
图 5 某锡尾矿库溃坝

4.4 二次矿产资源浪费较为严重

粤北地区的矿产种类齐全,但贫矿多、共伴生矿多、难选冶矿多。过去由于工艺落后、设备陈旧,导致大量的有色、黑色、稀贵、稀土和非金属矿物资源被废弃而进入尾矿库中。

以大宝山多金属矿为例,该矿山开发已超过 40 年,目前矿区有 2 个大型的尾矿库:铁龙尾矿库和槽对坑尾矿库(图 6)。铁笼尾矿库中,金的含量为 0.1 g/t,银的含量为 1.2 g/t,绢云母的矿物含量已达 70%,超过了矿产一般工业要求的最低标准,具有

回收价值。大宝山尾矿的主要成分含有 49.06% SiO_2 , 13.51% Al_2O_3 , 6.7% Fe, 满足建筑高温发泡材料的配方要求。尾矿中还含有 0.15% As, 可以在制作高温发泡材料的过程中处理回收 As^[10-11]。从上述分析可以看出, 大宝山尾矿库资源丰富, 金、银、砷、绢云母都可以进行回收, 另外, 还可制造高温发泡材料, 用于建筑行业。其他合法开采矿山尾矿库中也含有大量的有用元素, 如凡口铅锌矿尾矿库中富含 Pb, Zn, S 等, 石人嶂钨矿中富含 W, Sn 等。



a 遥感影像 b 野外照片(铁龙尾矿库)

图6 大宝山多金属尾矿库

因此, 在目前大部分大型矿山的资源即将陷入枯竭的情况下, 对粤北地区尾矿库中的资源类型和资源量进行分析评价, 开展尾矿库矿产资源的利用技术研究, 提高广东省的矿山尾矿库资源的综合利用水平, 具有重要意义。

5 粤北地区尾矿库管理情况分析

为了更好地对粤北地区尾矿库进行管理, 广东省环保厅、广东省安全生产厅等部门出台了一系列的文件, 并开展了多次尾矿库集中检查、闭库等行动, 韶关市、清远市及相关县市的国土资源、环境保护、安全生产等管理部门也组织了多次集中检查和整治行动, 并建立完善了日常的巡查、报告、公示制度, 取得了一定的效果。

5.1 省级管理部门的主要工作

2013 年 10 月, 出台《广东省尾矿库综合治理行动方案(2013—2015 年)》。2015 年 12 月, 出台《广东省尾矿库闭库环境保护验收管理规程》(征求意见稿)。2016 年 8 月, 出台《广东省遏制尾矿库“头顶库”重特大事故工作方案》。2016 年 10 月, 出台《关于金属非金属矿山和尾矿库建设项目安全设施“三同时”监督管理实施办法》。2018 年 9 月, 出台《广东省安全生产监督管理局尾矿库注销办法》。另外, 还经常组织尾矿库专项检查工作。

5.2 市县政府部门的相关工作

公开了国家重点监控企业重金属、非重金属污

染源监督性监测年报, 在环境状况公报中也对重点矿山尾矿库进行了专门说明; 建立了年度重点排污单位名录, 对大宝山等矿山进行重点监控; 对大宝山、凡口铅锌矿等主要矿山的尾矿库排放口的各类指标进行了在线监测并公示; 引进国内外知名企业, 对主要矿山的尾矿库进行升级改造; 对主要矿山尾矿库扩容、改建、二次资源利用等工程, 从立项、环境影响评价、专家评审等环节都进行了监督指导和网站公示; 配合省级管理部门开展了尾矿库集中治理工作。

6 结语

本文利用资源一号 02C 等遥感卫星数据, 建立了各类尾矿库的解译标志, 对粤北地区的尾矿库进行遥感调查, 基本查清了尾矿库的数量、位置、类型、规模和使用状态。调查发现, 粤北地区尾矿库安全隐患较多、环境污染较为突出、矿山地质灾害风险明显、二次矿产资源浪费较为严重。因此, 应该进一步加强监管和治理力度, 提高尾矿资源的综合利用水平。

参考文献

- [1] 邹新, 陈谊, 陆长清, 等. 尾矿库突发环境事件特点分析及应急监测要点[J]. 江西科学, 2015, 33(6): 898-901.
- [2] 李青石, 李庶林, 陈际经. 试论尾矿库安全监测的现状与前景[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2011, 22(1): 99-106.
- [3] 黄飞, 王泽煌, 蔡昆争, 等. 大宝山尾矿库区水体重金属污染特征及生态风险评价[J]. 环境科学研究, 2016, 29(11): 1701-1708.
- [4] 凌志敏. 大宝山矿环境地质问题评价及成因分析[J]. 西部探矿工程, 2009, 21(9): 134-136.
- [5] 张越男, 李忠武, 陈志良, 等. 大宝山尾矿库区及其周边地区地下水重金属健康风险评价研究[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(3): 587-594.
- [6] 秦建桥, 夏北成, 胡萌, 等. 广东大宝山矿区尾矿库植被演替分析[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(10): 2085-2091.
- [7] 朱继保. 粤北凡口铅锌矿尾矿风化作用及其环境效应[D]. 广州: 中国科学院研究生院(广州地球化学研究所), 2004.
- [8] 王俊, 张金桃, 杨涛涛, 等. 凡口铅锌矿尾矿库废弃地生态恢复实践[J]. 韶关学院学报, 2016, 37(8): 44-49.
- [9] 陈江虹. 大顶铁矿老尾矿库的环境保护及治理[J]. 现代矿业, 2013, 29(6): 117-118.
- [10] 刘茜. 大宝山铜尾矿资源化处置与综合利用途径研究[J]. 广州化工, 2013, 41(23): 112-114.
- [11] 黄兰椿, 周永章, 付善明. 粤北大宝山多金属硫化物矿山尾矿的物质组成及资源化途径探讨[C]//中国可持续发展论坛, 2009.
- [12] 龙显日, 胡振华. 凡口铅锌矿资源的综合回收与利用[J]. 采矿技术, 2003, 3(3): 6-8.