

龙里县四通铝土矿业有限责任公司

地块土壤污染状况调查报告

项目名称： 龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块
土壤污染状况调查

委托单位： 黔南布依族苗族自治州生态环境局龙里分局

毕节市环境科学研究所有限公司

二〇二一年十一月

目录

前 言	1 -
1 概述	2 -
1.1 项目概况	2 -
1.2 调查范围	2 -
1.3 调查目的	3 -
1.4 调查依据	3 -
1.4.1 法律、法规、规章及规范性文件	3 -
1.4.2 相关标准、导则规范及其他相关资料	4 -
1.5 基本原则	4 -
1.6 工作程序和内容	5 -
1.6.1 调查步骤和工作内容	5 -
1.6.2 技术路线	6 -
1.6.3 第一阶段调查	7 -
1.6.4 第二阶段调查	7 -
2 地块概况	9 -
2.1 区域环境概况	9 -
2.1.1 地理位置	9 -
2.1.2 地形地貌	9 -
2.1.3 地质	10 -
2.1.4 气候气象	10 -
2.1.5 水文	11 -
2.1.6 土壤、植被	13 -
2.1.7 社会环境概况	14 -
2.2 地块使用历史、现状及规划	14 -
2.2.1 地块用地历史	14 -
2.2.2 地块用地现状	19 -
2.2.3 地块用地规划	28 -
2.3 地块周边环境敏感目标	28 -
2.4 相邻地块的使用现状和历史	31 -

2.5 污染识别	36 -
2.5.1 主要排污企业介绍	36 -
2.5.2 污染物产生过程分析	36 -
2.5.3 污染治理情况	37 -
2.6 地块遗留固体废物情况	38 -
2.7 地块重点行业企业用地调查信息分析	39 -
3 现场踏勘和人员访谈	42 -
3.1 人员访谈	42 -
3.2 现场踏勘	45 -
3.2.1 各类水池和槽罐内物质和泄漏	45 -
3.2.2 固体废物和危险废物	45 -
3.2.3 管线、沟渠泄漏	45 -
3.3 污染物特征	46 -
3.4 污染物迁移途径分析	46 -
3.5 地块潜在污染区域	46 -
4 采样分析工作方案	48 -
4.1 采样方案	48 -
4.1.1 土壤采样方案	48 -
4.1.2 地下水采样方案	49 -
4.1.4 监测指标	49 -
4.2 现场采样	50 -
4.2.1 采样前准备	50 -
4.2.2 采样点位布设	50 -
4.2.3 采样方法	56 -
4.2.4 现场采样质量控制	57 -
4.3 样品采集	60 -
4.4 分析测试	61 -
4.4.1 实验室检测	61 -
4.4.2 实验室质量控制	61 -
4.4.3 质量控制样品结果	63 -

4.4.4 数据处理及审核的质量控制	66 -
4.4.5 检测报告的质量控制	66 -
5 调查结果分析	67 -
5.1 风险筛选值	67 -
5.1.1 土壤风险筛选值	67 -
5.1.2 地下水评价标准	67 -
5.2 检测结果	68 -
5.2.1 评价方法	68 -
5.2.2 土壤酸碱度	68 -
5.2.3 土壤重（类）金属	68 -
5.2.4 土壤总氟化物	69 -
5.2.5 土壤有机类污染物及石油烃	70 -
5.2.6 地下水检测结果	72 -
6 结论与建议	73 -
6.1 调查结论	73 -
6.1.1 地块概况	73 -
6.1.2 水文地质条件	73 -
6.1.3 土壤监测分析结论	73 -
6.1.4 地下水监测分析结论	74 -
6.1.5 综合结论	74 -
6.2 建议	74 -
6.3 不确定性分析	74 -

前 言

龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块（以下简称“地块”）位于贵州省龙里县龙山镇金星村，中心坐标 36383633.71；2913274.62（2000 国家大地坐标系），调查面积 293531.97m²。地块调查范围：东至龙里县红星村凉水井土地开发项目，南至跑马地，西至 008 县道，北至 008 县道。地块内历史存在的工矿企业为龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿项目。2003 年，龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿项目开始建设，2017 年，龙里县四通铝土矿业有限责任公司正式停产关闭。2020 年，龙里县自然资源局对龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿项目地块开展复绿工程，对地块内采取截流沟+场地分级+复绿工程措施。2021 年，地块复绿工程基本完工。

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）、《土壤污染防治行动计划》（2016 年 5 月 28 日起实施）、《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（部令 42 号），黔南布依族苗族自治州生态环境局龙里分局委托毕节市环境科学研究所有限公司（以下称调查单位）承担龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块土壤污染状况调查工作。调查单位委派专业技术人员在龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块赴该地块开展了现场踏勘、地块开发利用历史调查、资料收集和人员访谈等工作，并对收集到的资料、踏勘结果和人员访谈结果进行了分析，制定了采样分析工作计划。按照工作计划，调查单位组织技术人员完成了调查工作，样品的采集和分析工作由四川实朴检测技术服务有限公司承担。

根据资料收集与分析、现场踏勘、人员访谈以及样品分析测试结果，调查单位编制完成了《龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块土壤污染状况调查报告（送查稿）》，拟在通过专家审查后，报生态环境主管部门审查备案。

1 概述

1.1 项目概况

- (1) 项目名称：龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块土壤污染状况调查
- (2) 调查单位：毕节市环境科学研究所有限公司
- (3) 调查起止时间：2021 年 07 月-2021 年 10 月
- (4) 地块未来用地规划：未规划

1.2 调查范围

龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿项目位于龙里县龙山镇金星村，依据贵州省国土资源厅文件《准予划定龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿矿区范围的批复》（黔国土资矿管函[2003]250 号），矿区面积 0.924km²，矿区中心坐标 36383633.71；2913274.62。由于露天开采、矿渣、废弃矿石杂乱堆积、矿区道路修建及后期周边群众乱掘乱采对地表地形地貌的破坏严重。本次调查矿区内采矿产生的矿渣、废弃矿石等固体废物堆放区域和铝土矿焙烧区域，并结合龙里县自然资源局龙里县民主乡长冲铝土矿矿山复绿工程治理范围，确定调查范围。

地块调查范围：地块东至龙里县红星村凉水井土地开发项目，南至跑马地，西至 008 县道，北至 008 县道，调查面积为 293531.97m²。地块地势总体北高南低，地块内最高海拔标高为 1627.78m，位于地块北东部，最低海拔标高 1459.56m，位于地块内 008 县道旁，最大相对高差 168.22m。地块最初为村民集体用地，土地类型为林地、旱地、荒草地，2003 年，龙里县四通铝土矿业有限责任公司建设龙里县民主乡长冲铝土矿。地块调查边界范围及拐点坐标如表 1.2-1 和附图 1。

表 1.2-1 地块调查范围大致拐点地理坐标

拐点	经度	纬度	拐点	经度	纬度
001	106.8302749	26.32220471	018	106.8309099	26.32976789
002	106.8306525	26.32207928	019	106.8297861	26.32979415
003	106.8308744	26.32189834	020	106.829323	26.3290391
004	106.8314769	26.32282804	021	106.8291502	26.32802585
005	106.8338255	26.32333807	022	106.8293938	26.32724079
006	106.835381	26.32363287	023	106.8293286	26.32703939
007	106.8349393	26.32415243	024	106.8290833	26.32669522

拐点	经度	纬度	拐点	经度	纬度
008	106.8348792	26.32599637	025	106.8301572	26.32566395
009	106.8338832	26.32590462	026	106.8297795	26.32489889
010	106.8334919	26.32479474	027	106.8305965	26.32454877
011	106.8311084	26.32614192	028	106.8310699	26.32594749
012	106.8347757	26.32722023	029	106.8314869	26.32526065
013	106.8343617	26.32844897	030	106.8314228	26.32441365
014	106.8345611	26.32911382	031	106.8325736	26.32423592
015	106.8328337	26.32914476	032	106.8322316	26.32337328
016	106.8328024	26.3306685	033	106.8314331	26.32306851
017	106.8318507	26.33068528	034	106.8307776	26.32236724

在本次土壤污染状况调查之前，地块开展了贵州省重点行业企业用地调查，调查范围为矿区的一采区，调查面积 90000m²。本次调查范围为矿区开采扰动区域和焙烧区域，包含一采区和二采区，调查面积 293531.97m²，本次土壤污染状况调查范围包含地块贵州省重点行业企业地块调查范围。

1.3 调查目的

（1）通过收集、分析资料，现场踏勘，人员访谈等前期调查，查明地块历史开发利用情况和受污染状况。

（2）根据建设用地的要求，采用监测手段识别土壤、地下水中的污染物，结合地块所在区域的岩土、水文地质条件，全面分析地块的污染物种类，筛选出关注污染物，判明地块受污染程度和范围。

（3）对照相应的筛选值，评价地块内污染物是否超标。明确土壤环境质量，给出地块能否按照规划用途开发利用的结论，为地块的环境管理提供科学依据。

1.4 调查依据

1.4.1 法律、法规、规章及规范性文件

- （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；
- （2）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日施行）；
- （3）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月 7 日修订）；
- （4）《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）；
- （5）《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环办〔2004〕

47 号)；

(6) 《关于保障工业企业地块再开发利用环境安全的通知》(环发〔2012〕140 号)；

(7) 《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》(国办发〔2013〕7 号)；

(8) 《关于印发《建设用地土壤环境调查评估技术指南》的公告》(环发〔2017〕72 号)；

(9) 《污染地块土壤环境管理办法》(环发〔2017〕42 号，2017 年 7 月 1 日施行)。

1.4.2 相关标准、导则规范及其他相关资料

(1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)；

(2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)；

(3) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)；

(4) 《工业企业地块环境调查评估与修复工作指南(试行)》(2014.11)；

(5) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004)；

(6) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)；

(7) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(2017.12.15)；

(8) 《关于进一步加强贵州省建设用地土壤环境管理有关工作的通知(试行)》(黔环通〔2019〕171 号)；

(9) 关于对龙里县民主乡长冲铝土矿开采项目立项的批复；

(10) 《龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿项目环境影响报告表》及批复；

(11) 《准予划定龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿矿区范围的批复》(黔国土资矿管函〔2003〕250 号)；

(12) 龙里县四通铝土矿业有限责任公司企业地块调查记录表；

(13) 龙里县民主乡长冲铝土矿复绿工程施工方案。

1.5 基本原则

(1) 针对性

通过现场踏勘、资料收集及人员访谈等前期工作，根据地块特征、历史沿革和地块用途，有针对性的确定调查方法路线。

（2）规范性

严格按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）等相关导则和规范开展调查工作，确保调查的科学性和客观性。

（3）可操作性

综合考虑调查方法、地块现状、时间和经费等因素，结合专业技术水平及可操作程度，分阶段进行调查，逐步降低调查中的不确定性。

1.6 工作程序和内容

1.6.1 调查步骤和工作内容

本次调查主要按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）和《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）的要求进行，主要工作内容包

（1）资料收集分析、现场踏勘和人员访谈

通过资料收集分析、现场踏勘和人员访谈，了解地块背景、历史使用情况、未来规划、周边环境信息（包括地形地貌、水文地质等），排查疑似污染源。

（2）制定采样分析工作计划

根据前期调查结果与分析，制定有针对性的初步采样分析工作计划，明确调查目的、范围、点位布设、样品采集要求，确定监测项目等。

（3）现场采样与记录

按照制定的采样分析工作计划，组织实施现场样品现场采集、记录、保存、流转等各项工作。

（4）样品实验室测试

由有分析资质的检测机构采集样品进行分析测试并出具检测报告。

（5）数据分析与评估

统计各类样品的实验室检测结果并对比筛选标准，同时结合现场勘察发现，对地块的土壤和地下水环境质量状况进行评估。

（6）编制项目土壤污染状况调查报告

按照规范格式编制调查报告，汇总本阶段所有工作内容，针对调查过程与实验室测试结果进行分析、总结和评价，最后提出结论与建议。

1.6.2 技术路线

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）和《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）等相关技术规范，土壤污染状况调查包含三个不同但又逐级递进的阶段。土壤污染状况调查是否需要从前一个阶段进入到下一个阶段，主要取决于地块污染状况以及相关方的要求。土壤污染状况调查的三个阶段为：

第一阶段——资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段；

第二阶段——土壤污染状况是否污染的确认，采取土壤样品进行分析检测；

第三阶段——为风险评估做准备的土壤污染状况特征参数和受体暴露参数调查，若需要进行风险评估或污染修复时，则需要进行此阶段，以补充采样和测试为主。工作内容与程序见图 1.6-1。

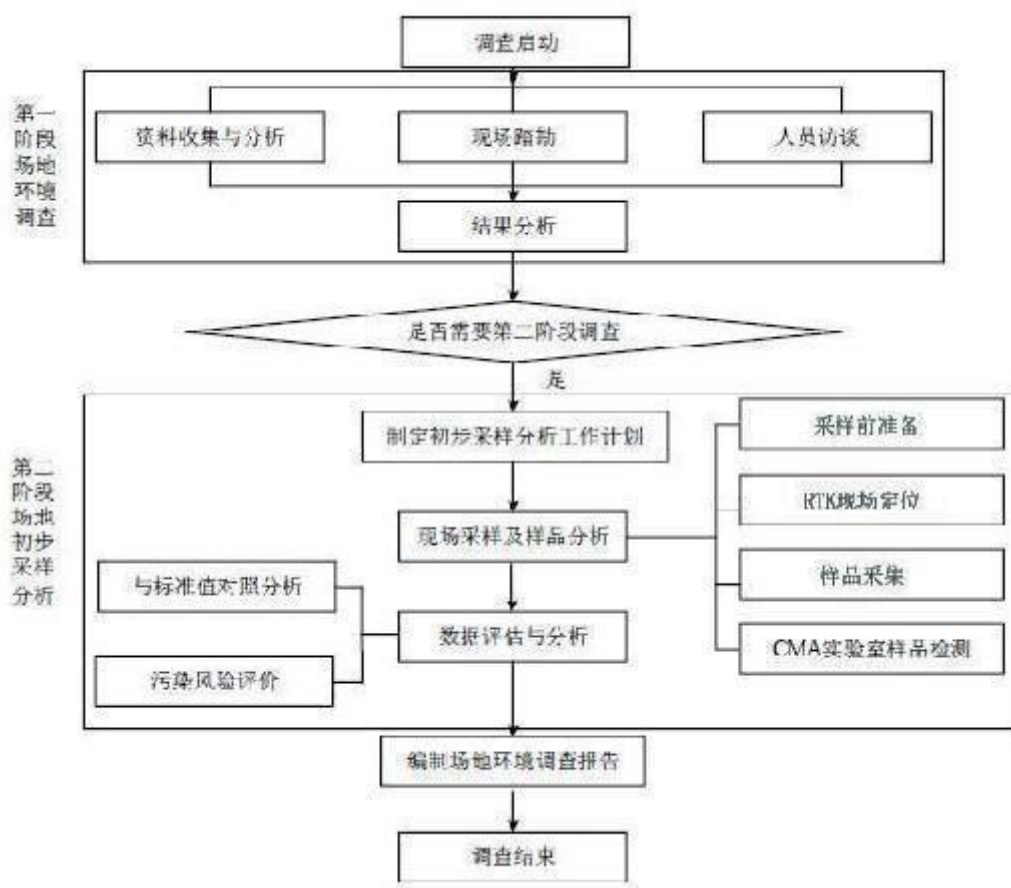


图 1.6-1 土壤污染状况调查工作内容和程序

1.6.3 第一阶段调查

第一阶段调查以资料收集与分析、现场踏勘和人员访谈为主，了解地块当前和历史主要行业生产情况、污染物产生及处理情况。第一阶段主要完成以下内容：

（1）资料的收集主要包括：

通过资料查阅、人员访谈等方式，收集地块所在区域的自然社会信息、地块平面分布图、地块利用变迁资料、相邻地块利用情况、地块规划资料等。

（2）现场踏勘主要包括：

踏勘范围包括地块内部及其周围区域，了解地块及周围区域现状及历史情况。重点调查地块内有无工业企业生产活动以及倾倒或堆存固体废物的行为。

（3）人员访谈主要包括：

访问地块内周边的村民，了解地块开发利用历史和农作物耕作情况。

1.6.4 第二阶段调查

第二阶段调查以制定采样计划、样品采集分析与资料分析为主，分析地块土

壤及地下水的污染物种类、是否会对人体健康和生态环境带来潜在风险，为地块的环境管理提供依据。

（1）制定采样计划：

对已有信息进行核查，确保所有信息的真实性和适用性。综合分析第一阶段所搜集、调查所得的资料，制定初步采样分析工作方案。确定监测介质、监测指标、设计监测点位，并且制定现场工作组织计划。

（2）现场采样及样品分析：

根据采样计划进行现场环境调查，采用RTK确定点位；所有样品由具有CMA资质的测试机构检测。

（3）数据评估与分析：

将检测数据对照相应的风险筛选值，评价污染风险，给出结论，并为后续地块环境管理提出建议。

2 地块概况

2.1 区域环境概况

2.1.1 地理位置

调查地块位于贵州省龙里县龙山镇金星村，调查地块中心坐标 36383633.71；2913274.62（2000 国家大地坐标系），调查面积 293531.97m²，调查地块范围为东至龙里县红星村凉水井土地开发项目，南至跑马地，西至 008 县道，北至 008 县道。地块地理位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 地块地理位置图

2.1.2 地形地貌

调查地块地形总体北高南低，地块内最高海拔标高为 1627.78m，位于地块北东部，最低海拔标高 1459.56m，位于地块内 008 县道旁，最大相对高差 168.22m。

2.1.3 地质

调查地块为铝土矿开采扰和焙烧场地，地块内为岩溶低山地貌，基岩裸露地表，周边植被较发育，多为灌木。

根据自然资源提供地质资料，调查地块矿区内出露的地层从上至下有：

(1) 第四系 (Q)

主要为黄色、土黄色粘土、亚粘土，含少量植物根系。少量零星分布于矿区的低洼地带。厚度 0~2.9m。

(2) 泥盆系上统高坡场组 (D_{3g})

高坡场组 (D_{3g})：灰白色中厚层至块状白云岩、泥质白云岩，夹薄层泥岩。厚度约 140m。

2.1.4 气候气象

项目所在区域龙里县属亚热带季风性湿润气候区，黔中温和一年两熟区。气候温和，雨量充沛，冬无严寒，夏无酷暑，无霜期长，湿度较大。全县年平均气温一般在 13℃~15.2℃，龙里县城一带年平均气温 14.8℃，最冷为 1 月，平均气温 4.6℃，最低气温 0.5℃；最热为 7 月，平均气温 23.6℃，最高为 24.7℃。极端最高气温 34.2℃，日极端最低气温 -9.2℃，多年平均无霜期 283 天，月平均相对湿度为 79%。由于地形地貌组合复杂，地势高差大，在不同的地形、地势影响下，温度的地域差异显著，日照差别较大。龙里县年盛行风向为正东风向，龙里县风玫瑰图见图 2.1-2。



图 2.1-2 龙里县风玫瑰图

2.1.5 水文

1、地下水类型

根据区域内出露的地层岩性、含水介质特征及地下水动力条件，区内地下水类型分为碳酸盐岩类岩溶水、松散岩类孔隙水两类，地下水埋藏深度大于 100m。项目区域水文地质图见图 2.1-2。

（1）碳酸盐岩类岩溶水

区域内出露的碳酸盐岩地层为泥盆系上统高坡场组（D_{3g}），其岩性为白云岩、白云质灰岩，岩石中晶洞发育，含水介质以溶蚀裂隙、溶孔等为主，区内地下水径流分散，地下水一般呈带状分布。据区域水文地质资料，溶洞较发育，富水性强。

（2）松散岩类孔隙水

区域内出露的松散岩类为第四系(Q)及含矿岩层石炭系下统九架炉组(C_{1j})。第四系主要为松散堆积的土、泥砂等。石炭系下统九架炉组（C_{1j}）为含矿岩层，为岩石松散堆积。矿区岩石结构松散，具有透水性强，储水能力弱和就地补给、就近排泄的特征，其水流量小，动态变化大。

2、地下水补、径、排条件

区内地下水主要为大气降水补给，地下水接受大气降雨补给后，沿构造裂隙、风化裂隙等地下网络系统赋存和运移，由于风化裂隙发育不深，区内地下水一部分入渗补给地下水，一部分沿地形自然斜坡作渗流运动，于就近地势低洼地带排出地表。

3、冷基冲水源保护区

根据水文地质图，地块区域地下水总体流向为由东北向西南。调查地块地势落差大，一部分沿地形自然斜坡作渗流运动，即沿西侧山坡和北侧山坡渗流。地块北侧地下水通过构造裂隙，向北流向地势低洼处，进入冷基冲水源保护区范围内。冷基冲水源保护区（当地人称“凉水井”）位于龙山镇金星村高坡至民主公路旁，水源地范围为取水点周围 50m，服务范围为金星村冷基冲组，服务人口

33 户 156 人。地块区域水文地质图见图 2.1-2。冷基冲水源保护区现状照片见图 2.1-3。

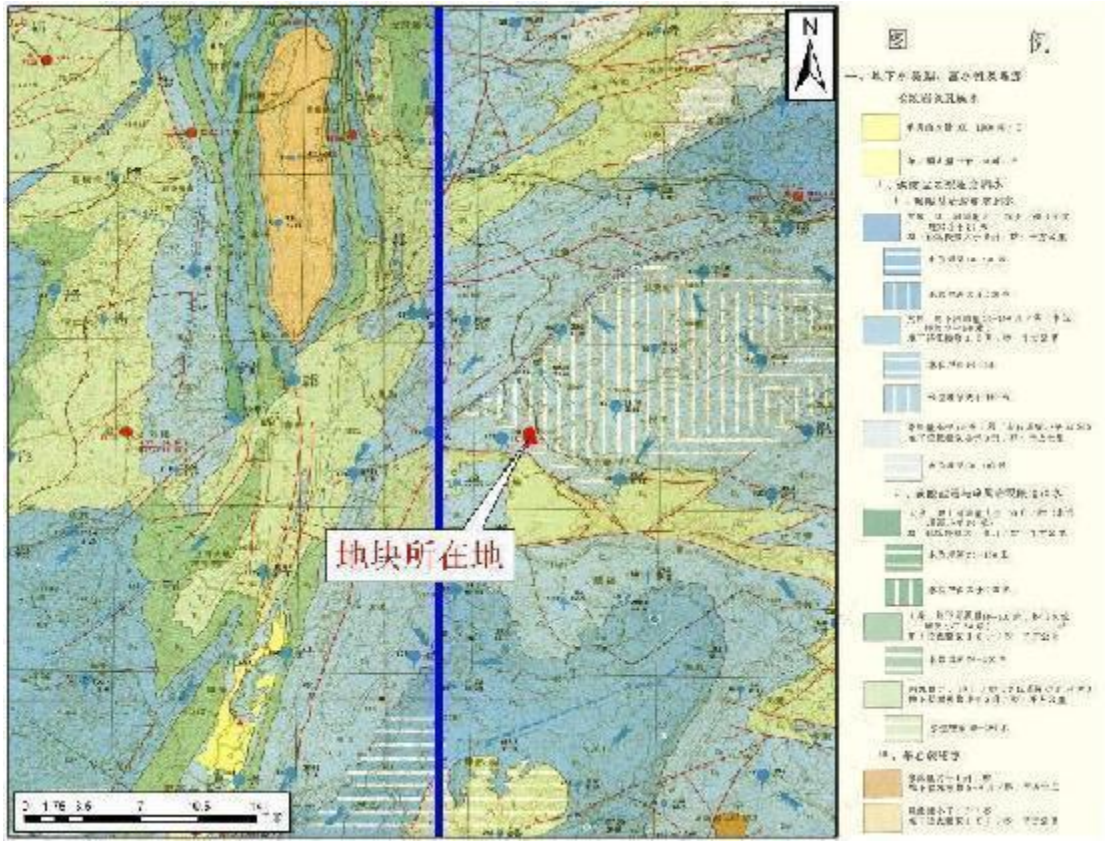


图 2.1-2 项目区域水文地质图



图 2.1-3 冷基冲水源保护区现状

4、地表水

项目位于长江水系与珠江水系分水岭西侧，地块周围 1km 范围内无地表水，地块西侧有季节性溪沟。项目最近河流为西侧约 1.5km 处的赵司河。地块区域水

系图见图 2.1-3。



图 2.1-3 地块区域水系图

2.1.6 土壤、植被

1、土壤

调查地块土壤类型为黄壤和石灰土。

黄壤：属温暖湿润的亚热带季风性气候条件下发育而成的土壤，土壤在风化作用和生物活动过程中，土壤原生矿物受到破坏，发育层次明显，全剖面成酸性。黄壤主要分布在低山区，成土母质比较复杂，由石灰岩、砂泥岩、第四系粘土及砾石的残积、坡积和堆积母质发育而成。土壤多呈酸性反应，其共同特点是粘、酸。

石灰土：石灰土是石灰岩以及白云岩等碳酸盐岩类经溶蚀风化形成的钙饱和岩性土。黄色石灰土主要分布于黔中高原、四川盆周以及鄂西、湘西等地海拔 800 米以上的石灰岩山区，常与黄壤和山地黄棕壤形成组合。土壤中氧化铁的水合程度较高，致使土色变黄，在腐殖质层以下呈黄色或黄棕色。

2、植被

调查地块已经开展了生态恢复措施,地块内主要植被为草本植物和人工种植的银杏树。调查地块周围区域受人类活动的影响,原生植被大部分地区已经消失,现状植被多是次生各类灌木林、灌草丛和原生植被破坏后次生暖性针叶林。森林覆盖率较低,森林资源分布零星、小片。有林地以中、幼林为主体,主要树种有松、杉等。灌木林大部分是人工林。地块周边区域粮食作物和经济作物有水稻、玉米等。

2.1.7 社会环境概况

调查地块位于龙里县龙山镇金星村。龙里县位于贵州省中部,隶属黔南布依族苗族自治州,全县总面积 1521 平方公里,辖 5 镇 1 街道 79 个村(社区),居住有汉族、布依族、苗族等 20 余个民族,2020 年户籍人口约 24 万,少数民族约占 41%。

龙山镇位于龙里县西南部,东接冠山街道办事处,西依贵阳市花溪区高坡、黔陶、孟关乡,南临湾滩河镇,北靠谷脚镇。现镇政府临时驻地龙山社区距县城 2.5 公里,西进省城贵阳 21 公里,厦蓉高速公路、湘黔铁路、贵阳市域铁路穿境而过,历来为省城贵阳南下两广、东出三湘的咽喉要道,具有得天独厚的区位优势、交通条件便捷,自然资源和人文资源十分丰富。

龙山镇总面积 319.5 平方公里,辖 12 个行政村(居),162 个村民小组,181 个自然村寨。居住 7516 户,总人口 34119 人,其中苗族、布依族等少数民族人口 15348 人,占总人口的 44.98%;全镇总耕地面积 30216.8 亩,人均耕地面积 0.98 亩,全年农民人均纯收入达到 10487 元。龙山镇分三个片区共辖 12 个行政村(社区)。水场片区 3 个村(社区):水场社区、比孟村、中坝村;草原片区 5 个村(社区):中排村、团结村、金星村、水苔村、草原社区;龙山片区 4 个村(社区):龙山社区、莲花村、余下村、平山村。打草河绕城而过,生产、生活用水丰富;实施双向供电,电力资源充裕;煤、硅石、硫铁矿、石灰石等储量大、品质优;省级风景名胜区猴子沟旅游景点曲径通幽、景色优美。

2.2 地块使用历史、现状及规划

2.2.1 地块用地历史

调查地块位于龙里县龙山镇金星村。根据收集的项目立项文件、项目环评及

批复和走访调查的结果，结合调查地块的历史影像资料，地块的历史用地情况如下：

（1）2003 年之前：2003 年之前，地块为红星村毛家堡（2015 合并为金星村）村民集体用地，土地类型为林地、荒草地。



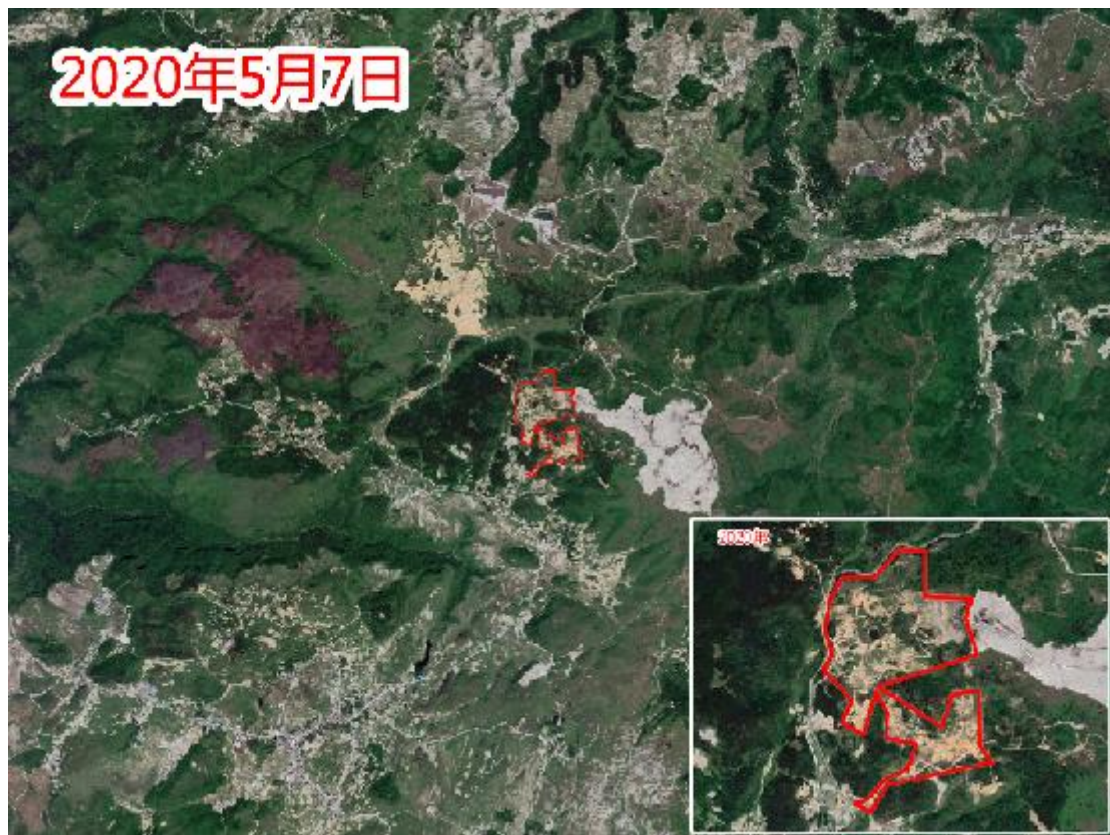
(2) 2003 年至 2015 年：2003 年，龙里县四通铝土矿业有限责任公司在地块建设龙里县民主乡长冲铝土矿项目，并于 2005 年左右投入生产。龙里县民主乡长冲铝土矿项目生产规模为年产 2 万吨铝土矿，开采方式为露天开采。2015 年左右，铝土矿停产。



(3) 2015 年至 2018 年：2015 年停产后，地块处于无人管理状态。



(4) 2018 年，龙里县四通铝土矿业有限责任公司公司注销，地块由政府接管。



(5) 2020 年至今。矿山关闭后，矿渣、废弃矿石杂乱堆积形成大量的高陡斜坡，乱掘乱采导致水土流失。地块内需要对高陡边坡进行放坡，以消除安全隐患，对原场地进行平整，并修筑排水沟，进行绿化工程治理。2020 年，龙里县自然资源局对地块进行绿化工程治理（即龙里县民主乡长冲铝土矿矿山复绿工程），2021 年 5 月，工程治理基本完工，地块内分台阶平整，植树种草，植被得到恢复，水土流失得到有效的控制。



2.2.2 地块用地现状

调查地块已由龙里县自然资源局开展绿化工程治理，治理工程内容为：（1）拆除废弃建筑物；（2）清理掉临空面上的浮石，并分级放坡，清除土方回填地块内部；（3）进行场地平整，修建排水沟；（4）从 10km 范围内开挖剥土对涉

及的平台及工业场地进行回填覆土，覆土厚度 60cm。（5）开展植被恢复措施，场地播撒草种，并按一定间距种植银杏树苗。调查阶段，地块内场地和边坡进行了平整，采取了植被恢复措施，有效的控制了水土流失。

调查地块土壤现状为，地块表层覆土厚度约 60cm，黄色、黄棕色，砂石含量少，适合植物生长。表层覆土来源于治理工程阶段地块内清理的表土和从地块周边 10km 范围内收集的土壤，表层覆土的土壤类型、性状、颜色与地块内土壤基本一致。地块下层土壤为地块内原生土壤，下层土壤来源于露天采矿剥离土和采矿废渣。下层土壤厚度从 1~4.5m 不等。受采矿影响和后期自然资源局治理工程影响，地块内土壤受到扰动，改变原有状态。考虑地块土壤受到扰动，本次调查过程中适当增加采样监测点位。

地块现状图见图 2.2-1 至图 2.2-6。



图 2.2-1 地块现状图（由北向南）



图 2.2-2 地块现状图（由东向西）



图 2.2-3 地块现状图（由南向北）



图 2.2-4 地块现状图（由西向东）

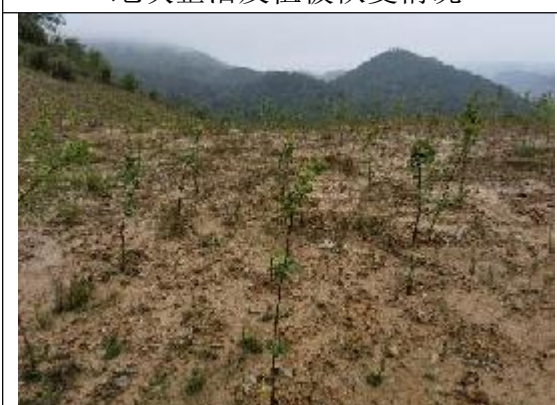
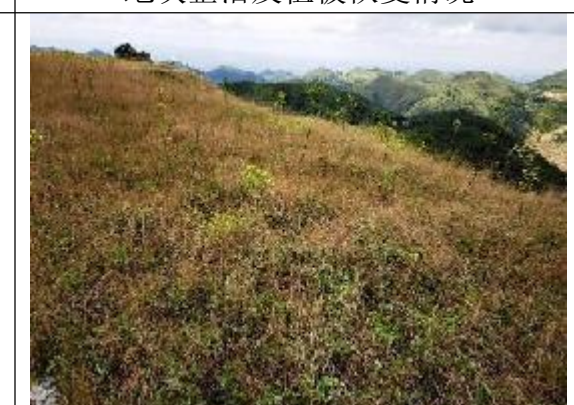


图 2.2-5 地块现状图（由西南向东北）



图 2.2-6 地块现状图（由西南向东北）

地块内部现状图照片见下图：

	
办公用房	焙烧窑及工业场地
	
截排水沟	截排水沟
	
地块整治及植被恢复情况	地块整治及植被恢复情况
	
植被恢复情况	植被恢复情况

2.2.3 地块用地规划

根据龙里县自然资源局复函文件，该地块不在规划区内，未规划建设用地。

2.3 地块周边环境敏感目标

调查地块位于龙里县龙山镇金星村，属于农村地区，周边为林地和少量耕地，地块四周外扩 1km 范围内的环境敏感目标分布情况见图 2.3-1 和表 2.3-1。敏感目标现状照片见图 2.3-2。

表 2.3-1 地块周边环境敏感目标

序号	编号	环境敏感目标名称	方位	距离（m）	备注
1	S1	凉水井饮用水源地	北	50	——
2	H1	冷基冲居民点	南	500-600	6 户
3	H2	毛基堡居民点	南	700-1000	15 户
4	H3	冷基冲居民点	西南	800-1000	8 户
5	H4	丘山洞居民点	北	900	1 户
6	——	小溪沟	西南	200	季节性

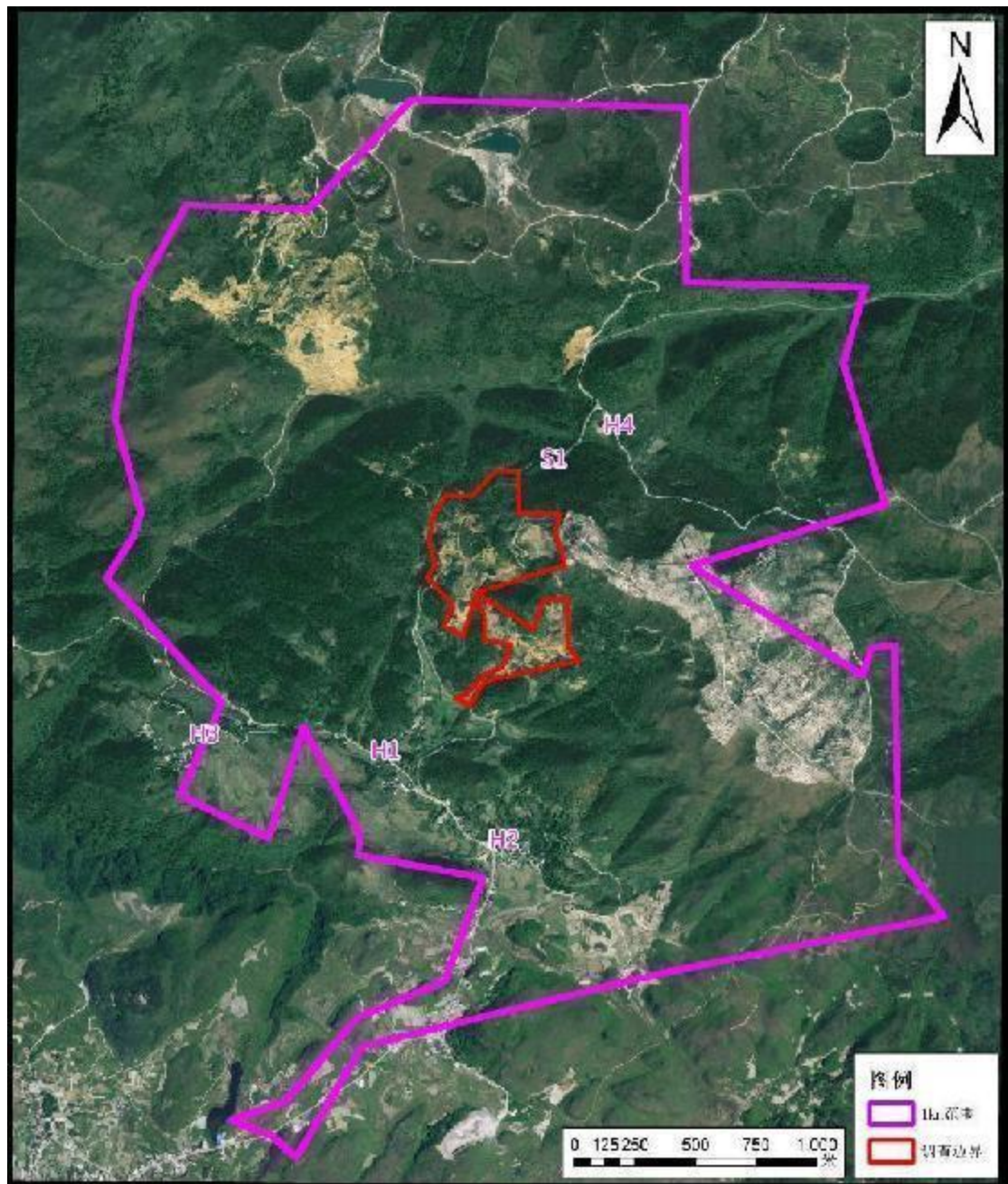
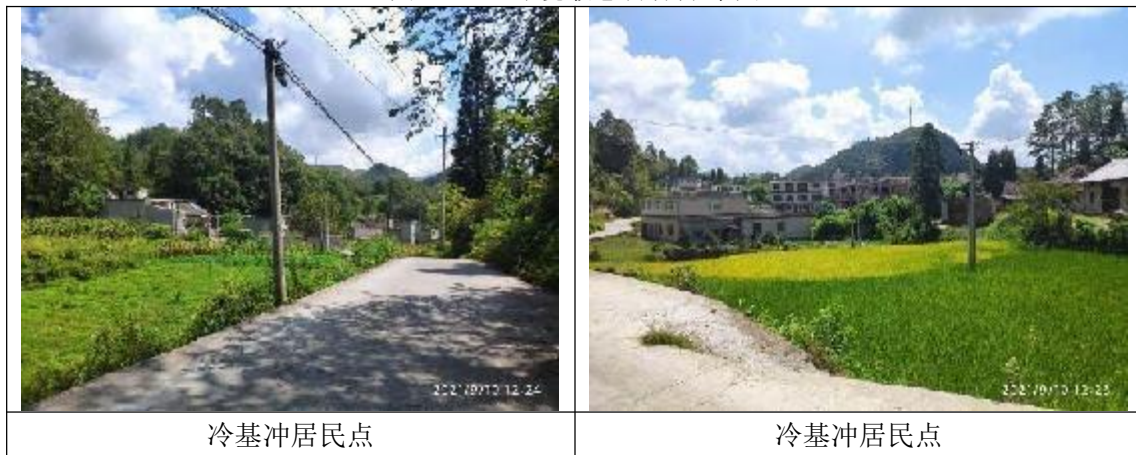


图 2.3-1 环境敏感目标分布图



	
冷基冲居民点	毛基堡居民点
	
丘山洞居民点	凉水井土地开发项目
	
凉水井土地开发项目	008 县道
	
凉水井饮用水源地取水点	地块西南面季节性小溪沟

图 2.3-2 敏感目标现状照片

2.4 相邻地块的使用现状和历史

根据走访调查的结果，结合调查地块的历史影像资料，相邻地块的历史用地情况如下：

（1）2002 年之前。2002 年以前，地块及相邻地块为林地、荒草地，无工矿企业。2002 年影像图见图 2.4-1。

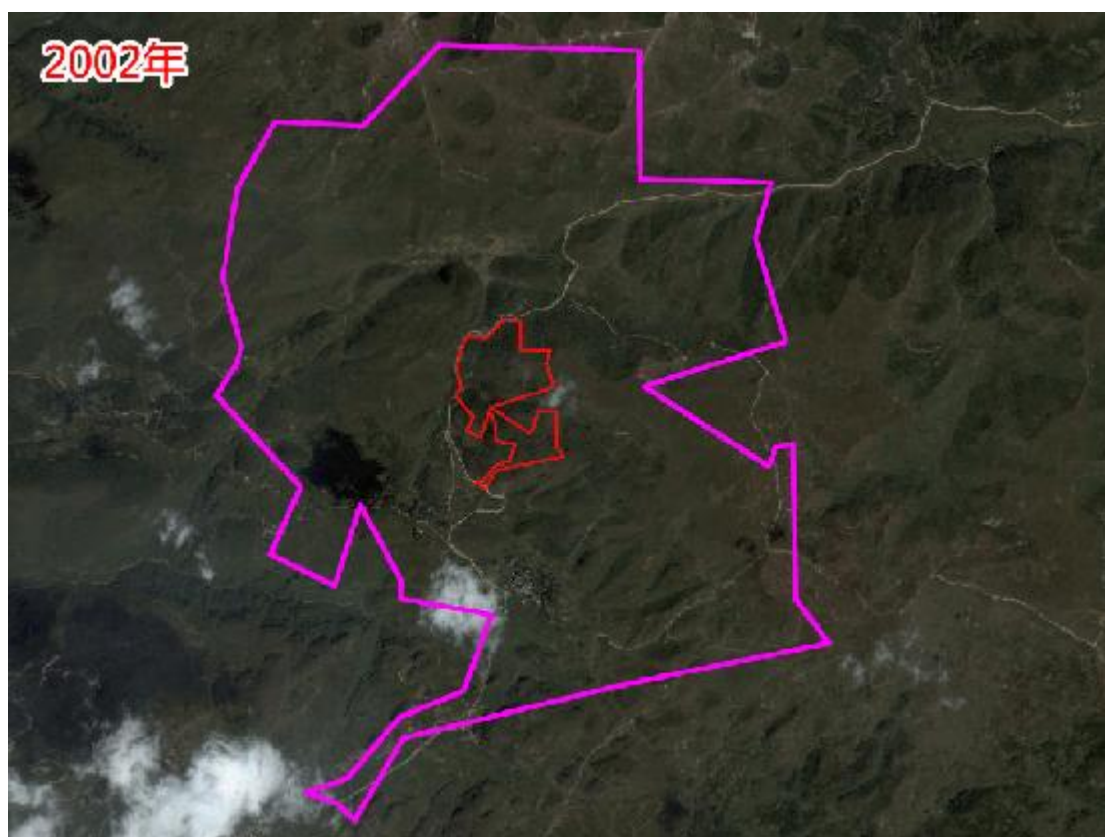


图 2.4-1 2002 年影像图

（2）2003 年至 2010 年。2003 年以后逐步有铝土矿开采活动，2010 年，地块相邻地块为林地，在地块东南面约 300m 处有露天采矿活动。在地块西北面约 200m 处有露天采矿活动，地块西北约 600-1000m 处新增露天铝土矿开采企业，企业为贵州龙里县民主乡兑窝矿场。2010 年影像图见图 2.4-2。

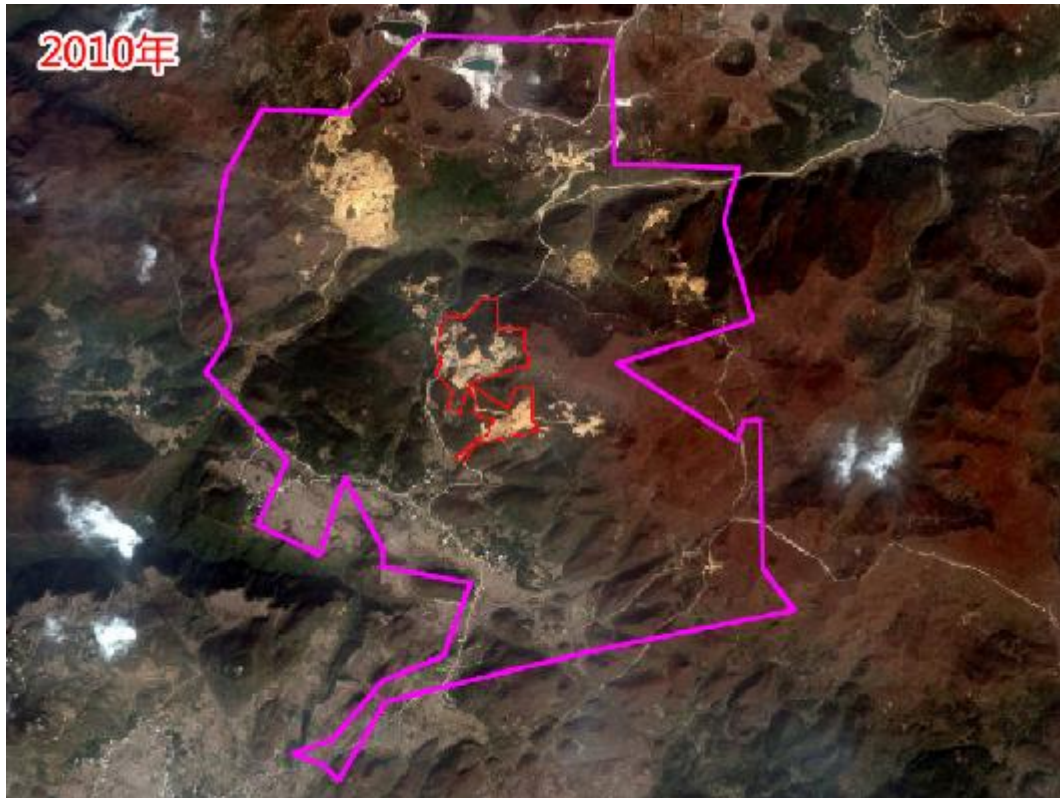


图 2.4-2 2010 年影像图

(3) 2010 年至 2019 年。2010 年至 2013 年，地块东面新建中广核新能源龙里风电场，距离地块最近风机约 80m。2013 年影像图见图 2.4-3。

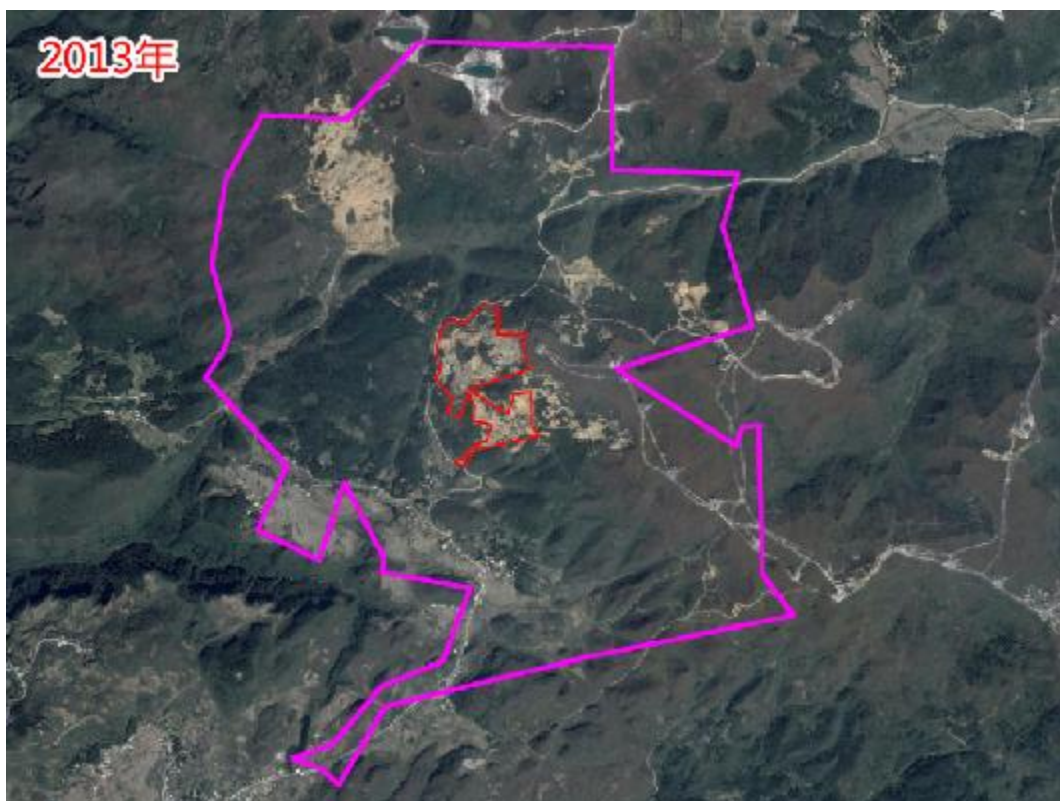


图 2.4-3 2013 年影像图

龙里县红星村凉水井土地开发项目

项目位置：龙里县山塘仁里河

建设内容：土地平整 124 公顷，新建水池 11 座，新建田间道路 10 条，新建桥 1 座，新建涵管 1 座，新建渡槽 1 座，新建水渠 1 条，新建水窖 1 座

建设单位：龙里县自然资源局

设计单位：贵州百利丰科技发展有限公司

施工单位：贵州百利丰科技发展有限公司

监理单位：贵州百利丰科技发展有限公司

二〇一九年八月二十日

- 33 -

通过现场踏勘和资料分析，相邻地块无其他工矿企业，调查地块边界 1km 范围的工矿企业为贵州龙里县民主乡兑窝矿场。地块西面和北面为 008 县道和林地，地块南面为林地，地块东面为龙里县红星村凉水井土地开发项目的耕地。调查地块 1km 范围内的工矿企业见图 2.4-6。相邻地块用地类型见图 2.4-7，相邻地块现场照片见图 2.4-8。

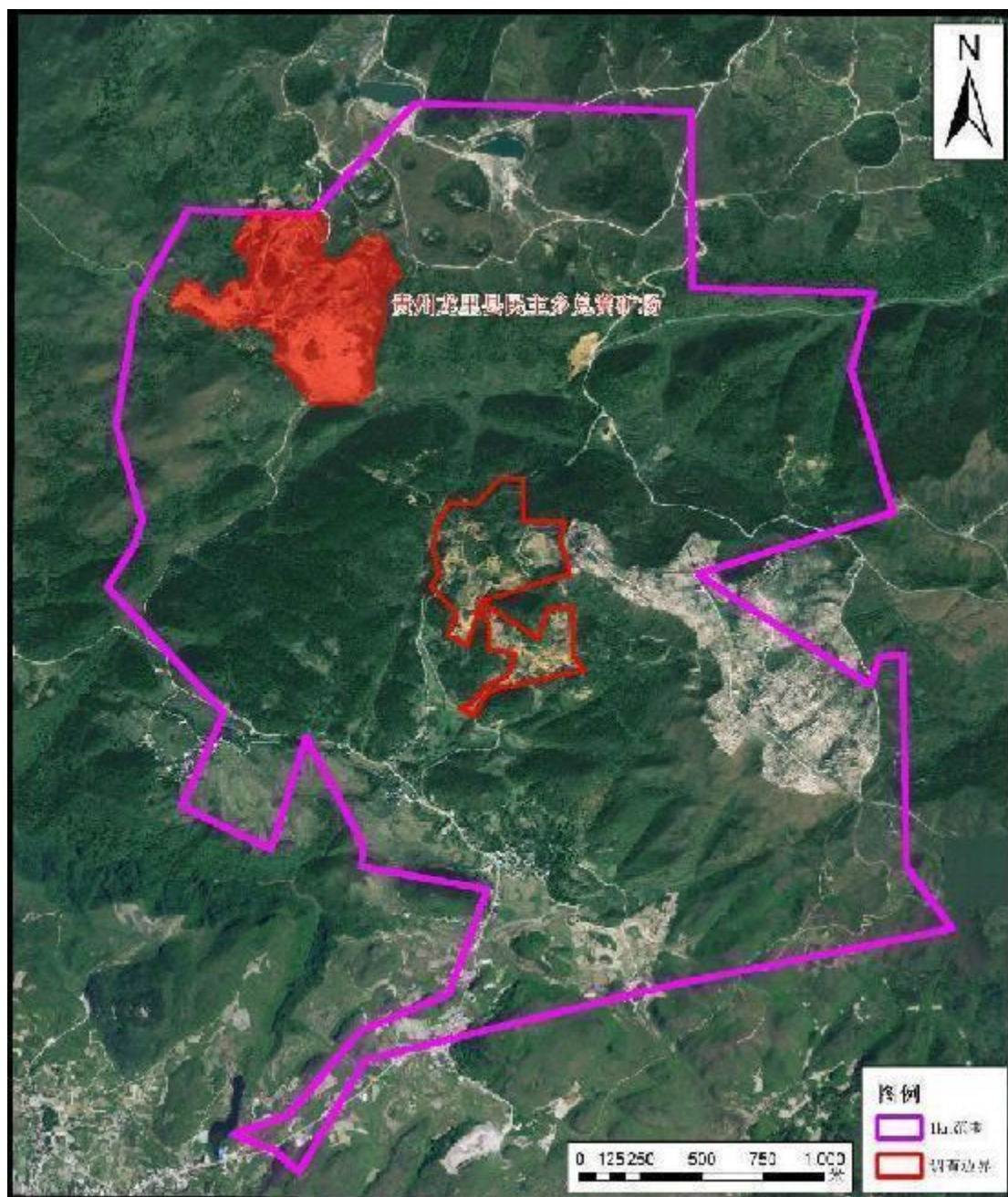


图 2.4-6 调查地块 1km 范围内的工矿企业

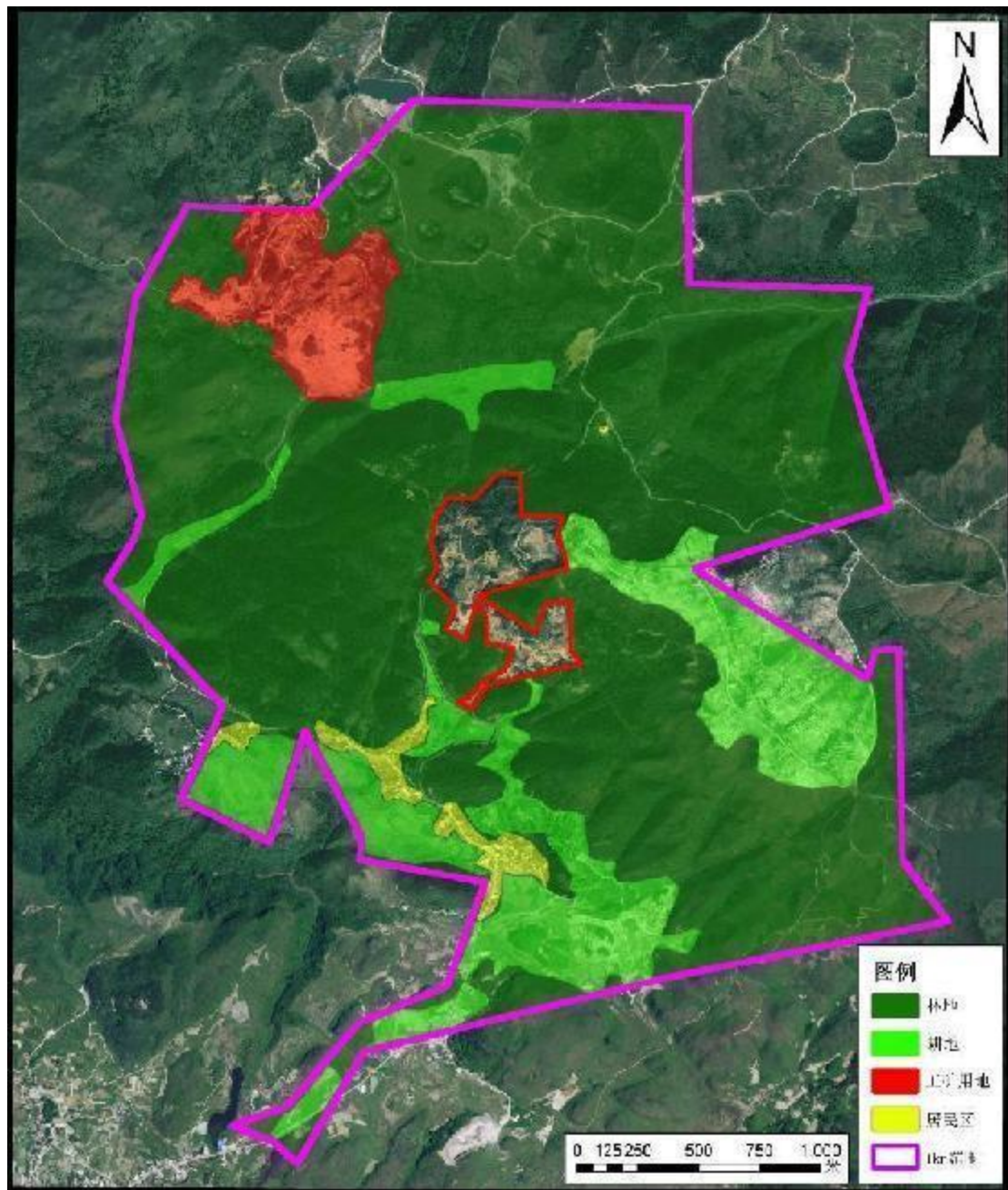


图 2.4-7 相邻地块用地类型

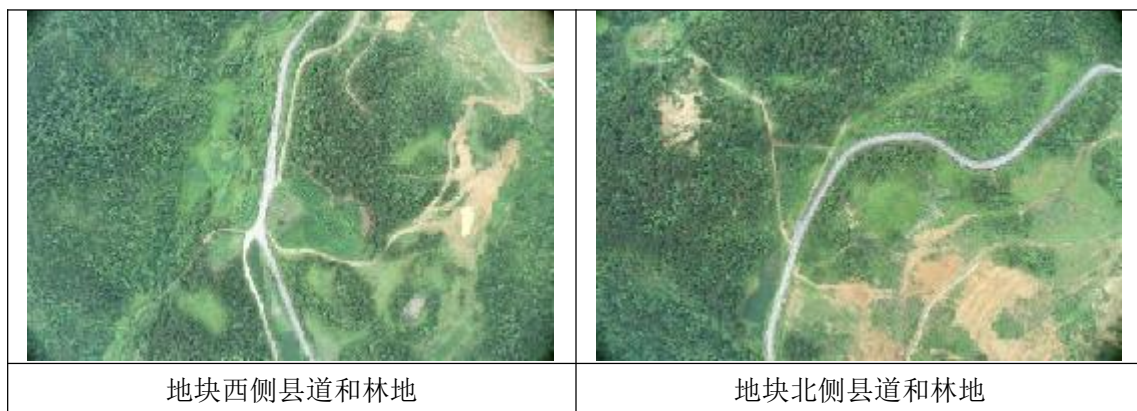




图 2.4-8 相邻地块现场照片

2.5 污染识别

2.5.1 主要排污企业介绍

根据调查，调查地块内历史上存在的排污企业为龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿项目。龙里县民主乡长冲铝土矿项目开采铝土矿 2 万吨/年，开采方式为露天开采。铝土矿开采过程中又新建了一个焙烧窑炉，对开采出来的铝土矿进行焙烧。

龙里县四通铝土矿业有限责任公司于 2003 年 6 月 25 日注册，经营范围为：开采、加工、销售生熟铝矾土矿；销售耐火材料、五金矿产品、铁矿（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。2015 年停产，2018 年龙里县四通铝土矿业有限责任公司注销。

2.5.2 污染物产生过程分析

铝土矿生产工艺包括铝土矿开采和焙烧两个过程。

采矿方法为露天开采，整个矿区分为 2 个采区进行开采，在采区剥离表土，使用挖掘机破碎矿岩并装载，载重汽车直接进入矿坑装运输矿石，运至矿山堆场堆放。铝土矿焙烧工艺为将开采的铝土矿放入工业场地内的窑炉内，通过高温焙烧，形成铝土矿熟料，可用于金属铝生产或耐火材料生产原料。

铝土矿开采工艺中主要污染物采矿过程中粉尘，采矿产生的剥离表土和尾矿。铝土矿开采工艺中的污染物为尾矿、粉尘，污染因子为重金属、石油烃等。铝土矿焙烧工艺中主要污染物为焙烧过程中的烟尘、废气、炉渣等。铝土焙烧工艺中的污染因子为：重金属、氟化物等。生产工艺流程图见图 2.5-1。

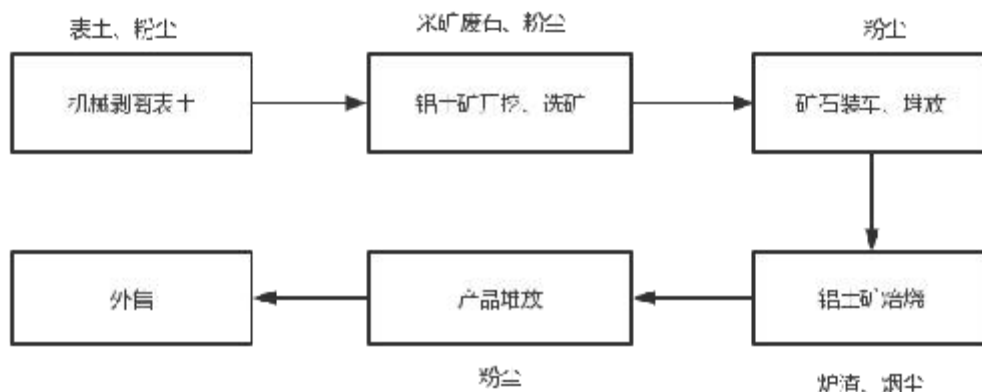


图 2.5-1 生产工艺流程图

铝土矿开采工艺中，产污环节、污染类型和具体污染物见表 2.5-1。

表 2.5-1 产污环节、污染类型和具体污染物一览表

产污环节	污染物类型	污染物
剥离表土	采区表土剥离、堆放过程产生大气污染物	粉尘
铝土矿开采	铝土矿采矿、运输过程产生大气污染物、固体污染物	粉尘、重金属、石油烃等
铝土矿焙烧	铝土矿在窑炉焙烧产生的大气污染物、固体污染物	粉尘、SO ₂ 、炉渣、重金属、氟化物等
产品堆场	铝土矿熟料堆放在储矿场地产生的大气污染物、固体污染物	粉尘、重金属等

2.5.3 污染治理情况

铝土矿停产后，采区内开采矿渣、废弃矿石杂乱堆积形成大量的高陡斜坡，乱掘乱采导致水土流失。2020 年龙里县自然资源局开展治理工程，治理工程内容为：（1）拆除废弃建筑物；（2）清理掉临空面上的浮石，并分级放坡，清除土方回填地块内部；（3）进行场地平整，修建排水沟；（4）从 10km 范围内开挖剥土对涉及的平台及工业场地进行回填覆土，覆土厚度 60cm。（5）开展植被恢复措施，植树种草。地块内生态恢复情况见图 2.5-1。



图 2.5-1 地块内生态恢复情况

2.6 地块遗留固体废物情况

通过现场踏勘与调查，龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块内遗留固废为采区内开采矿渣、废弃矿石，采区内开采矿渣、废弃矿石杂乱堆放，形成高陡斜坡，固体废物堆放厚度为 0.5m~4.0m。地块治理工程前遗留固废照片见图 2.6-1。



图 2.6-1 治理工程前遗留固废照片（照片来自铝土矿复绿工程施工图设计）

2.7 地块重点行业企业用地调查信息

2018 年 9 月，受贵州省生态环境厅委托，河南广电计量检测有限公司承担了本地块的用地调查信息采集工作。根据调查资料：龙里县四通铝土矿业有限公司，始建于 2003 年，2018 年关闭。该地块位于龙里县草原乡红星村，正门地理坐标为 E: 106.832010°，N: 26.323164°，总占地面积 90000.00m²，主要产品为铝土矿。该地块的风险筛查结果为中关注度地块。

2019 年 10 月 21~22 日，由贵州省生态环境厅土壤处组织地方生态环境管理部门、相关领域专家、省级技术支撑单位（省级质控单位）及调查单位就全省地块的风险筛查结果进行了统一纠偏。该地块的风险筛查结果为中关注度地块，纠偏后确定该地块为中关注度地块，需开展布点工作。

2020 年初，河南广电计量检测有限公司编制了该地块重点行业企业用地调查布点方案，并进行采样分析。共布设 4 个土壤取样点。采样监测信息见表 2.7-1。地块重点行业企业用地调查范围及采样点位照片见 2.7-1、图 2.7-2。

贵州省重点行业企业用地调查及采用监测，最终确认该地块为高风险地块。

表 2.7-1 采样监测信息表

类型	数量 (个)	编号	坐标	分布位置
土壤采样点	4	1A01	106.834805° 26.325365°	生产区东北角
		1A02	106.832082° 26.324804°	生产区西北角
		1A03	106.834787° 26.323884°	生产区中部
		1A04	106.834081° 26.324112°	生产区东南角



图 2.7-1 土壤和地下水采样点分布图

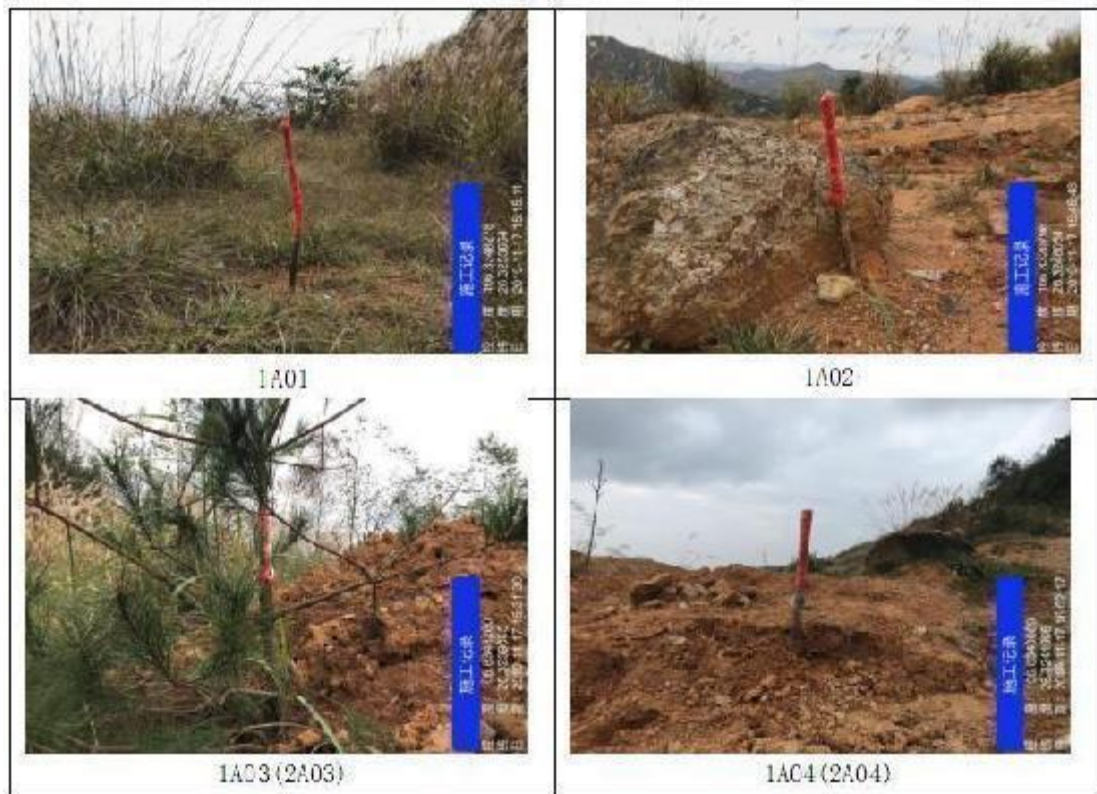


图 2.7-2 采样点位照片

3 现场踏勘和人员访谈

3.1 人员访谈

2021 年 5 月，调查单位前往龙里县龙山镇金星村，对当地村民、村委干部、生态环境部门、自然资源局等相关知情人士、单位进行了访谈，访谈的主要内容包括以下几点：

- （1）前期资料收集和现场踏勘所涉及疑问的核实，信息的补充。
- （2）已有资料的考证，地块调查范围的确定。
- （3）周边污染源的生产运营情况以及此过程中污染事件等造成人体健康和生态环境损害的情况。
- （4）地块历史开发利用情况。
- （5）地块现状情况。
- （6）地块未来规划使用情况

访谈人员基本信息见表 3.1-1，人员访谈现场照片见图 3.1-1。访谈内容及结果见表 3.1-2。现场访谈记录见附件 5。

表 3.1-1 访谈人员基本信息

姓名	访谈对象	年龄	访谈方式
/	自然资源局	/	复函文件
杨磊	县生态环境分局	39	面谈
杨友福	金星村村委	57	面谈
朱文武	当地村民	47	面谈
徐忠国	当地村民	34	面谈
沈江	当地村民	22	面谈

表 3.1-2 人员访谈内容及结果

序号	访谈内容	访谈结果
1	本地块历史是上是否存在过工业企业？	存在过龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿，工业活动为铝土矿露天开采和焙烧。
2	本地块内是否存在过工业固体废物堆放场？	是，采矿废渣和废弃矿石。
3	本地块内是否有工业废水的地下输送管道或储存池？	否。
4	本地块及周边是否曾发生过化学品泄漏事故？或是否曾发生过其他环境污染事故？	是，雨季，雨水冲刷采区泥沙进入下游小溪和农田，并影响凉水井取水点水质。
5	本地块 1km 范围内是否有地下水出露点？	是，凉水井饮用水源取水点，为当地居民生活用水水源。
6	关于该地块的其他情况说明。	2005 年左右开始采矿，2015 年左右停止生产。采取存在严重水土流失，影响凉水井饮用水源水质和当地村民耕种。地块原属于红星村，2015 年红星村与金谷村合并为金星村。
7	自然资源局的访谈结果	铝土矿采矿矿山，关闭。现场遗留大量采矿废石。2020 年开始治理工程，2021 年处于验收阶段。治理过程引入客土用于植被恢复，客土来源地块周边 10km 范围内，覆土厚度约 60cm。



金星村



村委会工作人员访谈



周边居民



周边居民

	
周边居民	周边居民
	/
县生态环境分局工作人员	/

图 3.1-1 人员访谈现场照片

根据现场访谈结果，结合现场踏勘情况进行分析：

（1）根据人员访谈及走访龙里县自然资源局查阅资料，项目地块原为原红星村村民集体用地，包含林地、荒草地。

（2）根据人员访谈结果，项目地块内从事过铝土矿露天开采和焙烧。龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿生产期为 2003 年至 2015 年，2018 年龙里县四通铝土矿业有限责任公司注销。

（3）根据人员访谈结果，地块内发生过环境污染事故，污染事故为雨水冲刷采区内的裸露泥沙，沿着山体北坡进入冷基冲水源保护区（凉水井），造成居民饮用水源浑浊，沿着山体西坡进入溪沟，影响下游农田和耕地。

（4）根据人员访谈结果，地块外北面有一处地下水出露点，即冷基冲水源保护区（当地人称“凉水井”），是当地村民饮用水源。受采矿影响，下雨天凉水井水源点水质变浑浊，含有大量泥沙。

（5）根据龙里县自然资源局的复函文件，确定地块历史工矿企业为铝土矿开采企业，地块内未来无用地规划。根据龙里县自然资源局工作人员介绍和提供

的资料，2020 年龙里县自然资源局对龙里县民主乡长冲铝土矿开展治理工程，工程内容为平整场地，恢复植被。地块内将逐步恢复植被和生态环境，未进行下一步用地规划。

3.2 现场踏勘

调查单位按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）要求对现场进行了多次踏勘，重点关注地块的疑似污染源，地块污染痕迹，如腐蚀痕迹，地块内气味，地面的污渍等。

借助无人机等航摄手段，调查单位通过踏勘认为：（1）地块历史用地类型为工业用地，生产活动为铝土矿露天开采和焙烧；（2）整个地块已经开展生态恢复措施，大部分区域植被恢复情况良好；（3）地块内生产设施全部拆除，仅剩下焙烧窑和办公用房未拆除；（4）地块内遗留固废为开采矿渣、废弃矿石；（5）地块北高南低，南北地势落差大；（6）地块四周用地类型为林地、旱地、荒草地，相邻地块无工矿企业。（7）地块北面有一处地下水出露点，为当地居民饮用水源。

3.2.1 各类水池和槽罐内物质和泄漏

项目地块历史仅存在铝土矿露天开采和焙烧，地块内无各类水池和槽罐。

3.2.2 固体废弃物和危险废物

项目地块内遗留固废为采区内固体废弃物和矿山治理工程的表层覆土。

采区内固体废弃物来源于铝土矿露天采矿过程中剥离、开挖，主要为原采区的土壤，夹杂着矿石和采矿废渣。固体废弃物杂乱堆放，堆放厚度 0.5m~4.0m，部分区域形成高陡斜坡。龙里县自然资源局开展治理工程，削高填低，清除陡坡，形成分级台阶面。

为了满足矿区治理的植被恢复需要，治理工程从地块周边 10km 范围内收集表土，表土为项目地周边修路、边坡整治清理的原生土壤，土壤类型与地块内的土壤一致，土壤中无工业固体废弃物。收集的表土覆盖在采取内固体废弃物表面，表土覆盖厚度约 0.6m。

通过现场调查和人员访谈，项目地块内无危险废物堆存的情况。

3.2.3 管线、沟渠泄漏

项目地块内无管线，沟渠为铝土矿采区雨水导排水沟，导排水沟未硬化。龙

里县自然资源局开展治理工程后，对地块进行整治，清除陡坡，形成分级台阶面，并修建雨水导排水沟，减少雨水进入地块内，避免雨水冲刷泥土进入下游，导排水沟为混凝土结构。项目地块内无有毒有害物质通过管线、沟渠泄露进入土壤的情况。

3.3 污染物特征

结合现场踏勘情况及收集的相关资料，调查地块历史涉及到的工业生产活动为铝土矿的开采和焙烧。铝土矿开采方式为露天开采，生产规模为2万吨/年，主要生产设备为挖掘机、运输汽车。根据生产工艺流程、污染物产生环节可知，地块内应关注的污染物有：重金属、氟化物、石油烃。

3.4 污染物迁移途径分析

通过现场踏勘了解到，龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块涉及污染物的主要迁移途径可能有：

（1）生产过程中产生的固体废物未进行合理处置，导致对土壤和地下水造成污染。

（2）生产过程中，机械使用的油类物质，使用管理不当，油类物质跑、滴、冒，对采区内土壤造成局部污染。

（3）停产后，遗留固体废物中的污染物随雨水扩散进入土壤，导致对土壤和地下水造成污染。

3.5 地块潜在污染区域

龙里县四通铝土矿业有限责任公司矿区面积0.924km²。根据项目历史资料，矿区内分为生产区域和未开发利用区域，生产区域即一采区和二采区，未开发利用区域为林地、荒草地、旱地。地块潜在的污染区域为矿区内采矿扰动区域和矿渣、废弃矿石堆放区域，具体为铝土矿采区、铝土矿焙烧区域及产品堆放区域。

2020年至2021年，龙里县自然资源局对矿山进行了治理，对矿区开采扰动区域进行了整体的整治和复绿。整治过程中，对矿区的土壤带来扰动，土壤中的污染物业会随之迁移。因此，本次调查认为地块潜在污染区域为采矿扰动区域及龙里县自然资源局龙里县民主乡长冲铝土矿矿山复绿工程治理区域。地块潜在污

染区域范围见图 3.4-1。



图 3.4-1 地块潜在污染区域范围

4 采样分析工作方案

龙里县自然资源局对矿山进行了治理,对矿区开采扰动区域进行了整体的整治和复绿。整治过程中,对矿区的土壤带来扰动,土壤中的污染物业会随之迁移,造成交叉污染。因此,本次布点在考虑地形因素情况下,尽可能均匀的分布在整个调查范围内,以便进一步了解地块内土壤污染特征情况。

4.1 采样方案

4.1.1 土壤采样方案

本次调查布点原则采用系统布点法和专业判断布点法结合的方式进行土壤监测点位布设,部分点位受现场地形限制,进行了局部调整。

龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块调查面积 293531.97m²,考虑到整个场地已经开展了复绿工程,土壤被扰动,对整个调查地块全面布点。根据现状综合分析,同时考虑地形限制条件,本次调查地块内共布设 18 个土壤监测点位。同时在地块四周布置 8 个对照点,土壤对照点:在调查地块外四个方向各布置两个对照点,对照点受人类生活活动扰动较少,相对未受污染,而母质、土壤类型与调查地块接近。

监测布点见表 4.1-1。监测布点图见附图 3。

表 4.1-1 监测布点

编号	监测点名称	监测点位置	土地性质
1	T1	铝土矿办公区域	建设用地
2	T2	铝土矿开采区域	建设用地
3	T3	铝土矿开采区域	建设用地
4	T4	铝土矿开采区域	建设用地
5	T5	铝土矿开采区域	建设用地
6	T6	铝土矿开采区域	建设用地
7	T7	铝土矿开采区域	建设用地
8	T8	铝土矿开采区域	建设用地
9	T9	铝土矿焙烧区域	建设用地
10	T10	铝土矿开采区域	建设用地
11	T11	铝土矿开采区域	建设用地
12	T12	铝土矿开采区域	建设用地
13	T13	铝土矿开采区域	建设用地
14	T14	铝土矿开采区域	建设用地

编号	监测点名称	监测点位置	土地性质
15	T15	铝土矿开采区域	建设用地
16	T16	铝土矿开采区域	建设用地
17	T17	铝土矿开采区域	建设用地
18	T18	铝土矿开采区域	建设用地
19	D1	采区外区域	林地
20	D2	采区外区域	林地
21	D3	采区外区域	林地
22	D4	采区外区域	林地
23	D5	采区外区域	林地
24	D6	采区外区域	林地
25	D7	采区外区域	林地
26	D8	采区外区域	林地

4.1.2 地下水采样方案

根据水文地质图及现场调查，地块内地下水类型为碳酸盐岩类岩溶水、松散岩类孔隙水两类，地下水埋藏深度大于 100m，地下水整流向为自东北向西南。地块内地下水主要为大气降水补给，地下水接受大气降雨补给后，沿构造裂隙、风化裂隙等地下网络系统赋存和运移，由于风化裂隙发育不深，区内地下水一部分入渗补给地下水，一部分沿地形自然斜坡作渗流运动，于就近地势低洼地带排出地表。

调查地块地势较高，坡度较大，地块内无自然出露地下水。地块内钻孔取样过程中也未发现地下水。

在地块外东北面 200m 处为冷基冲水源保护区取水点，该处高程低于地块，地块内大气降水渗入地下，进入构造裂隙，沿地块北侧山体斜坡渗流运动，进入冷基冲水源保护区区域。雨水天气，常出现冷基冲水源浑浊现象。

地块内的地下水通过构造裂隙进入冷基冲水源保护区，故在冷基冲水源保护区设置一个地下水监测点。

4.1.4 监测指标

根据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019），结合地块实际情况，确定本次调查的监测因子，土壤和地下水检测指标见表 4.1-2。

表 4.1-2 土壤和地下水检测指标

类别		监测项目	监测点位
土壤	挥发性有机物	四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯	T1、T2、T3、T4、T5、T6、T7、T8、T9、T10、T11、T12、T13、T14、T15、T16、T17、T18、D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8
	半挥发性有机物	硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、屈、苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、蔡、总石油烃	
	重金属	砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬、锌、锰	
	非金属	pH、氟化物、石油烃（C ₁₀ ~C ₄₀ ）	
地下水		pH、高锰酸盐指数、硫酸盐、亚硝酸盐氮、氟化物、硝酸盐氮、氨氮、六价铬、铅、镉、砷、汞、铝	S1

4.2 现场采样

4.2.1 采样前准备

现场采样应准备的材料和设备包括：

（1）定位仪器：采用卷尺、RTK 等设备在现场确定采样点具体位置、地面标高和采样深度。

（2）调查信息记录装备。

（3）土壤和地下水取样设备：如针筒用于土壤挥发性有机物取样，木铲用于表层土壤采集。

（4）样品的保存装置：保温箱、各类试剂瓶和样品的保护试剂等。

4.2.2 采样点位布设

（1）采样点位和数量

根据卫星历史影像资料结合项目历史生产状况，将调查地块共分为 3 个重点区域，分别为地块南部一采区、地块北部二采区和地块东部的铝土矿焙烧区域。本次调查采样布点分布整个调查范围内，且各个区域均有不少于一个点位。每个区域均采集多个土壤样品。

本次调查在地块一采区布设 5 个土壤监测点（T2、T3、T4、T5、T6），二采区布设 10 个土壤监测点（T7、T10、T11、T12、T13、T14、T15、T16、T17、T18），铝土矿焙烧和堆放区域设置 2 个土壤采样点（T8、T9），T1 点位

于铝土矿办公区域，无土壤，故 T1 点未采集土壤样品。

本次调查在地块内有 17 个土壤采样点位，地块外有 8 个对照点位，共采集土壤样品 62 个（包括对照点样品 10 个）。在地块外北面 200m 凉水井取水点采集一个地下水样品。

（2）采样深度

根据第一阶段调查结果，地块表层土壤为客土覆土，覆土厚度为 60cm，地块深层土壤为地块内原生土壤。

采样检测在表层采集一个土壤样品，采集的土壤为客土，采样深度为 0~0.5m。采样在深层土壤中按照不超过 2m 的间隔深层土壤样品，采集的土壤样品为地块内原生土壤，采样数量根据实际钻孔柱状样进行调整。

通过前期对地块的了解进行粗略的布点，然后进行钻勘取样后对采样点位定位复核。监测点位位置信息见表 4.2-1。

表 4.2-1 监测点位信息

编号	监测点名称	监测点位置	坐标		备注
1	T2	铝土矿开采区域	东经	106° 50' 06.14"	取 3 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.6m 处取样、埋深 2.5m 处取样
			北纬	26° 19' 28.88"	
2	T3	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 53.40"	取 3 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 2.5m 处取样
			北纬	26° 19' 32.56"	
3	T4	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 41.08"	取 4 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 4.0m 处取样
			北纬	26° 19' 28.65"	
4	T5	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 44.07"	取 3 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 3.0m 处取样
			北纬	26° 19' 47.12"	
5	T6	铝土矿开采区域	东经	106° 50' 01.40"	取 2 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 2.0m 处取样
			北纬	26° 19' 25.65"	
6	T7	铝土矿开采区域	东经	106° 50' 00.08"	取 3 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.2m 处取样、埋深 3.5m 处取样
			北纬	26° 19' 26.89"	
7	T8	铝土矿开采区域	东经	106° 50' 03.41"	取 2 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 2.0m 处取样
			北纬	26° 19' 27.30"	
8	T9	铝土矿开采区域	东经	106° 50' 04.77"	取 1 个土样：埋深 0.2m 处取样
			北纬	26° 19' 29.00"	
9	T10	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 53.93"	取 4 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 3.0m 处取样、埋深 4.0m 处取样
			北纬	26° 19' 29.45"	
10	T11	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 49.29"	取 4 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 3.0m 处取样、埋深 4.0m 处取样
			北纬	26° 19' 31.44"	
11	T12	铝土矿开采	东经	106° 49' 46.68"	取 4 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋

编号	监测点名称	监测点位置	坐标		备注
		区域	北纬	26° 19' 36.17"	深 1.5m 处取样、埋深 3.0m 处取样、埋深 4.5m 处取样
12	T13	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 47.75"	取 4 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 3.0m 处取样、埋深 4.5m 处取样
			北纬	26° 19' 38.04"	
13	T14	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 48.69"	取 4 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 3.0m 处取样、埋深 4.0m 处取样
			北纬	26° 19' 40.03"	
14	T15	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 50.16"	取 3 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 3.0m 处取样
			北纬	26° 19' 34.045"	
15	T16	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 50.37"	取 2 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样
			北纬	26° 19' 35.32"	
16	T17	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 52.72"	取 2 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样
			北纬	26° 19' 36.54"	
17	T18	铝土矿开采区域	东经	106° 49' 56.56"	取 4 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 1.5m 处取样、埋深 3.0m 处取样、埋深 3.7m 处取样
			北纬	26° 19' 36.84"	
18	D1	采区外	东经	106° 49' 58.09"	取 1 个土样：埋深 0.2m 处取样
			北纬	26° 19' 50.41"	
19	D2	采区外	东经	106° 49' 54.66"	取 1 个土样：埋深 0.2m 处取样
			北纬	26° 19' 50.47"	
20	D3	采区外	东经	106° 49' 49.03"	取 1 个土样：埋深 0.2m 处取样
			北纬	26° 19' 44.94"	
21	D4	采区外	东经	106° 49' 50.65"	取 1 个土样：埋深 0.2m 处取样
			北纬	26° 19' 44.08"	
22	D5	采区外	东经	106° 49' 59.51"	取 1 个土样：埋深 0.2m 处取样
			北纬	26° 19' 19.91"	
23	D6	采区外	东经	106° 50' 16.72"	取 2 个土样：埋深 0.5m 处取样、埋深 0.5m 处取样
			北纬	26° 19' 29.75"	
24	D7	采区外	东经	106° 49' 40.11"	取 2 个土样：埋深 0.2m 处取样、埋深 0.5m 处取样
			北纬	26° 19' 48.99"	
25	D8	采区外	东经	106° 50' 05.61"	取 1 个土样：埋深 0.2m 处取样
			北纬	26° 19' 45.39"	

监测点位土壤样品照片见图 4.2-1。土壤样品采样原始记录见附件。



D1



D2



D3



D4



D5



D6



D7



D8



S1



T2



T3



T4



T5



T6



T7



T8



T9



T10



T11



T12



T13



T14



T15



T16



图 4.2-1 监测点位土壤样品照片

4.2.3 采样方法

1、土壤样品采集

(1) 挥发性物质采样

由于 VOCs 样品的敏感性，取样时要严格按照取样规范进行操作，否则采集的样品可能丢失代表性。VOCs 样品的采集步骤如下：

①采样前，刮去表层约 2cm 厚的土壤，排除因取样管接触或空气暴露造成的 VOCs 损失。

②迅速使用针管取样器进行取样，并转移至加有甲醇保护液的 VOCs 棕色玻璃瓶中，密封保存。

③VOCs 样品需要在 4℃ 以下保存，保存期限为 7 天。

(2) 非挥发性物质采样

非挥发性物质包括半挥发性有机物和重金属等。为确保样品具有代表性，本次调查过程中的取样应采用 VOCs 样品的取样方法，非挥发性有机物土壤样品取出后，采用专用的广口样品瓶（500mL）装满（零顶空），密封。

根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004），采样时各个样品的储存容器、可储存时间和储存温度见表 4.2-1。



2、样品流转

样品运输过程中均采用保温箱保存，以保证样品对低温的要求，且严防样品的损失、混淆和污染，直至最后到达检测单位分析实验室，完成样品的实验室安置。

4.2.4 现场采样质量控制

(1) 仪器校准和清洗

在现场检测设备使用前将预先对设备进行校正。

为防止样品之间的交叉污染，所有取样设备，事先都进行清洗，在采样点位变动时，要求再一次进行清洗或更换采样器具。

(2) 规范采样

在采集土样、进行重金属等土壤样品装瓶时，始终使用干净的一次性丁腈手套。每个土样的采集，从土样自机械上剥离，到土样灌装入样品瓶的全过程，需在使用新的一次性手套的状态下完成。

在样品瓶的标签和瓶盖上同时书写样品名称，避免样品混淆。

土壤采集时应对采集过程进行书面记录，主要包括：样品名称和编号；气象条件；采样时间；采样位置；采样深度；样品的颜色、气味、质地等；现场检测结果；采样人员等。采样结束前核对当日采样的计划、记录，采样标签等信息，如有遗漏，应立即补采或重采。所有现场采集的样品均放置于实验室提供的干净样品瓶中。

(3) 质量控制样品

质量控制样品（如现场平行样）是在采样的同时额外采集一个样品，以此来检测样品采集和分析过程中是否出现错误，如交叉污染的可能性、采样方法正确与否后分析方法的可靠性。同时，从质量控制样可以分析样品从不同的地点和深

度采集时可能出现的随机变化，以及分析样品是否具有代表性。

为确保样品检测质量，在现场采样过程中设定现场平行样，进行质量控制，平行样的数量主要遵循以下原则：样品总数不足 10 个时设置 1 个平行样；超过 10 个时，每 10 个样品设置 1 个平行样。

（4）样品保存和流转中的质量控制

土壤样品与水样采集后严格按照技术规范规定的方法保存样品。检测挥发性有机化合物样品在分析前，不应作任何处理以免扰动样品造成分析误差。另外对于光线敏感度高的物质，需盛装在不透明的容器中或将容器以铝箔包覆。

在样品保存、运输等各个环节都必须严格遵守各监测标准规范，考虑到采样地点与分析地点有一定距离，采样车内配备便携式冰箱，采样人员应根据不同项目的要求，进行有效处理和保管，指定专人运送样品并与实验室人员交接登记。

样品交接员与送样者双方应在送样单上签名，送样单及采样记录表由双方各存一份备查。交接过程中如发现编号错乱、盛样容器种类不符合要求或采样不符合要求，应立即查明原因补采或重采，避免造成人为缺测。

样品运输跟踪单提供了一个准确的文字跟踪记录，来表明每个样品从采样到实验室分析全过程的信息。样品跟踪单被用来说明样品的采集和分析要求。现场专业技术人员在样品跟踪单上记录的信息主要包括：样品采集的日期和时间；样品编号；采样容器的数量和大小，以及样品分析参数等内容。

表 4.2-2 土壤样品检测指标及保存方法

序号	污染物项目	储存容器	储存温度（℃）	保存时间（d）	备注
重金属和无机物					
1	pH	聚乙烯密封袋	<4	180	密封
2	氟化物	聚乙烯密封袋	<4	180	
3	砷	聚乙烯密封袋	<4	180	
4	镉	聚乙烯密封袋	<4	180	
5	铬（六价）	聚乙烯瓶	<4	30	
6	铜	聚乙烯密封袋	<4	180	
7	铅	聚乙烯密封袋	<4	180	
8	汞	玻璃	<4	28	
9	镍	聚乙烯密封袋	<4	180	
10	锌	聚乙烯密封袋	<4	180	

序号	污染物项目	储存容器	储存温度（℃）	保存时间（d）	备注
11	锰	聚乙烯密封袋	<4	180	
挥发性有机物					
12	四氯化碳	棕色玻璃瓶	<4	7	密封
13	氯仿	棕色玻璃瓶	<4	7	
14	氯甲烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
15	1,1-二氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
16	1,2-二氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
17	1,1-二氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
18	顺-1,2-二氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
19	反-1,2-二氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
20	二氯甲烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
21	1,2-二氯丙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
22	1,1,1,2-四氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
23	1,1,2,2-四氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
24	四氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
25	1,1,1-三氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
26	1,1,2-三氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
27	三氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
28	1,2,3-三氯丙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
29	氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
30	苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
31	氯苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
32	1,2-二氯苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
33	1,4-二氯苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
34	乙苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
35	苯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
36	甲苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
37	间二甲苯+对二甲苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
38	邻二甲苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
半挥发性有机物					
39	硝基苯	棕色玻璃瓶	<4	10	密封
40	苯胺	棕色玻璃瓶	<4	10	
41	2-氯酚	棕色玻璃瓶	<4	10	
42	苯并[a]蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
43	苯并[a]芘	棕色玻璃瓶	<4	10	

序号	污染物项目	储存容器	储存温度（℃）	保存时间（d）	备注
44	苯并[b]荧蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
45	苯并[k]荧蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
46	蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
47	蒎	棕色玻璃瓶	<4	10	
48	二苯并[a, h]蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
49	茚并[1,2,3-cd]芘	棕色玻璃瓶	<4	10	
50	苯	棕色玻璃瓶	<4	10	
51	石油烃（C ₁₀ ~C ₄₀ ）	棕色玻璃瓶	<4	10	

4.3 样品采集

（1）土壤样品采集

①挥发性物质

由于 VOCs 样品的敏感性，取样时要严格按照取样规范进行操作，否则采集的样品可能丢失代表性。VOCs 样品的采集步骤如下：

a、采样前，刮去表层约 2cm 厚的土壤，排除因取样管接触或空气暴露造成的 VOCs 损失。

b、迅速使用针管取样器进行取样，并转移至加有甲醇保护液的 VOCs 棕色玻璃瓶中，密封保存。

c、VOCs 样品需要在 4℃ 以下保存，保存期限为 7 天。

②非挥发性物质

非挥发性物质包括半挥发性有机物和重金属等。为确保样品具有代表性，本次调查过程中的取样应采用 VOCs 样品的取样方法，非挥发性物质土壤样品取出后，采用专用的广口样品瓶（500mL）装满（零顶空），密封。

根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004），采样时各个样品的储存容器、可储存时间和储存温度应符合规范。

（2）地下水样品采集

采样应符合《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）。

（3）样品流转

样品运输过程中均采用保温箱保存，以保证样品对低温的要求，且严防样品的损失、混淆和污染，直至最后到达检测单位分析实验室，完成样品的实验室安

置。

（4）质量控制

制作若干数量的运输空白样、全程序空白样品和总数 10% 的平行样。

4.4 分析测试

4.4.1 实验室检测

（1）样品前处理

样品采集后进行前处理。

现场采集的样品于风干室内风干，风干室应避免阳光直射土样，通风良好，整洁，无尘，无易挥发性化学物质。样品于白色搪瓷盘风干，摊成 2~3 cm 的薄层，用木锤进行压碎，并经常翻动，拣出碎石、砂砾、植物残体。

在磨样室将风干的样品倒在有机玻璃板上，用木锤敲打，用木滚再次压碎，拣出杂质，混匀，并用四分法取压碎样，过孔径 0.85mm(20 目)尼龙筛。过筛后的样品全部置无色聚乙烯薄膜上，并充分搅拌混匀，再采用四分法取其两份，一份交样品库存放，另一份作样品的细磨用。粗磨样可直接用于土壤 pH 等项目的分析。

用于细磨的样品再用四分法分成两份，一份研磨到全部过孔径 0.25mm（60 目）筛，用于土壤有机质等项目分析；另一份研磨到全部过孔径 0.15mm（100 目）筛，用于土壤元素分析。

研磨混匀后的样品，分别装于样品袋或样品瓶内，土壤标签填写一式两份，瓶内或袋内一份，瓶外或袋外贴一份。

（2）检测分析方法

检测分析方法应符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）的要求。

4.4.2 实验室质量控制

实验室质量控制包括实验室内的质量控制（内部质量控制）和实验室间的质量控制（外部质量控制）。前者是实验室内部对分析质量进行控制的过程，后者是指由第三方或技术组织通过发放考核样品等方式对各实验室报出合格分析结果的综合能力、数据的可比性和系统误差做出评价的过程。

每批样品测定时，同步分析样品总数 10% 的室内平行样。并测定 5% 已知浓

度的质控样品（或加标样）。加标量以相当于待测组分浓度的 0.5~3 倍为宜，加标总浓度不应大于方法上限的 0.9 倍。如待测组分浓度小于最低检出浓度时，按最低检出浓度的 3~5 倍加标。每批样品测定与样品浓度相近的有证标准物质进行质量自控，其测定结果在其规定范围为合格。

分析人员接到样品后应在样品的保存期内尽快进行分析，同时认真做好原始记录，进行正确的数据处理和有效校核。对于未检出的样品必须给出本实验室使用分析方法的检出限浓度。认真核实和填写监测结果，对监测数据实行严格的三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人审定后报出。

4.4.3.1 空白实验

实验过程中，需要以空白样品来反映实验室的基本状况和分析人员的技术水平，如纯水质量、试剂纯度、试剂配制质量、玻璃器皿洁净度、仪器的灵敏度及精密度、仪器的使用和操作、实验室内的洁净状况以及分析人员的操作水平和经验等。在正常情况下，实验室内的空白值通常在很小的范围内波动符合质控标准，且空白中的目标物定量检出不能超过方法检出限，如出现异常，则需停止整个分析流程，并查找实验流程中可能带来污染的原因。本项目中，空白实验以实验纯水、空白土壤代替实际样品，其他分析步骤及使用试剂与样品测定完全相同的操作过程所测得的数值。具体方法如下：

（1）土壤样品空白实验方法：

①有机检测项目，用 500℃马弗炉烘过夜的无水硫酸钠代替实际样品进行空白试验，所有前处理步骤和仪器检测过程与实际样品相同。

②金属及其他无机检测项目，空白样品实验方法为，除容器中不加入任何样品外其他所有步骤均和实际样品做法一致。

（2）水样空白实验方法：

①用实验室用纯水代替实际样品进行空白实验，所有检测步骤和实际样品一致。

②每批水样采集一个全程序空白样，并同时测定一个实验室空白，检验空白值是否满足分析方法的技术要求，平行空白值是否低于方法检出限。

4.4.3.2 密码平行样

质量管理人员根据实际情况，按一定比例随机抽取样品作为密码平行样，交付检测人员进行测定。若平行样测定偏差超出规定允许偏差范围，应在样品有效

保存期内补测；若补测结果仍超出规定的允许偏差，说明该批次样品测定结果失控，应查找原因，纠正后重新测定，必要时重新采样。

4.4.3.3 校准曲线

用校准曲线法进行定量分析时，仅限在其线性范围内使用。必要时，对校准曲线的相关性、精密度和置信区间进行统计分析，检验斜率、截距和相关系数是否满足标准方法的要求。若不满足，需从分析方法、仪器设备、量器、试剂和操作等方面查找原因，改进后重新绘制校准曲线。

4.4.3 质量控制样品结果

地块内共采集了 5 个平行样，分别为 T4-0.5mDup、T7-3.5mDup、T11-1.5mDup、T12-3.0mDup、T12-3.0mDup、T14-1.5mDup。土壤平行样有机类污染物均未检出，重（类）金属、氟化物及石油烃数据统计见表 4.4-1。

土壤采用样中设置 2 个运输空白样和 2 个全程序空白样，检测挥发性有机物，所有检测指标均低于方法检出限。每批样品需测质控样，质控样结果在标准值范围之内。详细数据见附件 6 检测报告。

表 4.4-1 土壤平行样重（类）金属、氟化物及石油烃数据统计（mg/kg） pH 无量纲

编号	检测指标											
	pH	总氟化物	铜	镍	锌	铅	镉	砷	汞	锰	六价铬	石油烃
T4-0.5m	5.51	1670	32	39	106	26.4	0.11	38.4	0.342	309	ND	129
T4-0.5mDup	5.53	1570	34	43	117	30.8	0.09	39.6	0.398	309	ND	132
相对偏差控制（%）	0.3*	20	20	20	20	20	25	7	12	20	20	25
相对偏差（%）	0.02	3.09	3.03	4.88	4.93	7.69	10.00	1.5	7.57	0.00	--	1.15
是否合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	--	合格
T7-3.5m	4.86	581	12	22	68	19.4	0.07	15.6	0.174	343	0.7	88
T7-3.5mDup	5.08	570	12	22	70	19.9	0.07	14.1	0.166	346	ND	81
相对偏差控制（%）	0.3*	20	20	20	20	20	25	7	12	20	20	25
相对偏差（%）	0.22	0.96	0.00	0.00	1.45	1.27	0.00	5.05	2.35	0.44	--	4.14
是否合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	--	合格
T11-1.5m	6.12	1000	25	27	78	25.2	0.12	28.1	0.368	557	0.9	61
T11-1.5mDup	5.82	1120	22	31	81	26.0	0.10	30.2	0.369	528	1.0	71
相对偏差控制（%）	0.3*	20	20	20	20	20	25	7	12	20	20	25
相对偏差（%）	0.3	5.66	6.38	6.90	1.89	1.56	9.09	3.60	0.14	2.67	5.26	7.58
是否合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
T12-3.0m	6.77	1030	16	15	22	69.9	0.14	17.6	0.447	134	1.8	34
T12-3.0mDup	6.76	918	15	14	23	51.9	0.14	18.4	0.464	129	1.7	42

编号	检测指标											
	pH	总氟化物	铜	镍	锌	铅	镉	砷	汞	锰	六价铬	石油烃
相对偏差控制（%）	0.3*	20	20	20	20	20	25	7	12	20	20	25
相对偏差（%）	0.01	5.75	3.23	3.45	2.22	14.78	0.00	2.22	1.87	1.90	2.86	10.53
是否合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
T14-1.5m	7.36	1010	16	38	60	22.2	0.30	22.3	0.259	331	0.8	106
T14-1.5mDup	7.38	937	14	36	60	21.8	0.28	21.2	0.266	298	0.7	89
相对偏差控制（%）	0.3*	20	20	20	20	20	25	7	12	20	20	25
相对偏差（%）	0.02	3.75	6.67	2.70	0.00	0.91	3.45	2.53	1.33	5.25	6.67	8.72
是否合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

注：（1）pH 质控为允许差值，两次平行测定结果是允许差值为 0.3 个 pH 单位。（2）低于检出限结果用 ND，低于检出限结果不计算相对偏差

4.4.4 数据处理及审核的质量控制

A. 保证监测数据的完整性，确保全面、客观地反映监测结果。

B. 质量监督员对原始数据进行校核。原始记录应有检测人员和校核人员的签名。检测人员负责填写原始记录；校核人员应检查数据记录是否完整、数据是否异常等，并考虑以下因素：检测方法、检测条件、数据的有效位数、数据计算和处理过程、法定计量单位和质量控制数据等。

C. 审核人员应对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核，重点考虑以下因素：采样点位；总量与分量的逻辑关系；同一监测点位的同一监测因子，连续多次监测结果之间的变化趋势；同一监测点位、同一时间（段）的样品，有关联的监测因子分析结果的相关性和合理性等。

4.4.5 检测报告的质量控制

检测单位按照规定的检测方法进行检测，依据检测数据，及时客观、准确、清晰地出具报告，并提供与检测有关的足够完整的信息。报告应使用法定计量单位。技术负责人对检测报告涉及的技术能力负责；授权签字人签发检测报告，对所发检测报告的真实准确负责；报告组相关人员对检测报告编制、数据的一致性、报告的发出及更正负责。

A. 报告人员负责报告的编制、编号、登记、发放及报告副本（或拷贝）的存档与管理。

B. 报告审核人员负责报告的审核。

C. 授权签字人负责检验报告的批准。

D. 质量负责人负责报告质量的监督。

5 调查结果分析

5.1 风险筛选值

5.1.1 土壤风险筛选值

调查地块位于乡村地区，地块高程北高南低，地势落差大，大部分区域坡度大于 30° 。地块无用地规划，地块坡度较大，且位于偏远地区，未来用作居住用地或者公共用地的可能性很小。龙里县自然资源局对调查地块开展治理工程，植树种草，恢复地块的生态环境。

调查地块不在规划区内，未规划建设用地。根据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），选用表一、表二中的第一类用地的筛选值。

根据全国土壤环境背景值调查和相关研究结果，贵州省土壤环境中砷含量为 12.4-82.6mg/kg，平均值为 49.3mg/kg，且区域砷背景值远大于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第一类用地筛选值(20mg/kg)。根据现场调查和采样记录以及水文地质调查结果获悉，调查地块土壤主要为黄色、黄棕色粘土，成土母质为白云岩及白云质灰岩，其特性符合石灰(岩)土的基本性质，依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018)中附录 A.1 所示，石灰(岩)土的土壤中砷背景值为 60mg/kg，见表 5.1-1。因此，本次评价砷筛选值使用土壤砷背景值作为评价依据，即 60mg/kg。

由于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600—2018)中无氟化物筛选值，本次评价选用美国 EPA 通用土壤筛选值中“居住”用地筛选值即 3100mg/kg。

表 5.1-1 各主要类型土壤中砷的背景值

土壤类型	砷背景值/(mg/kg)
绵土、姜土、黑垆土、黑土、白浆土、黑钙土、潮土、绿洲土、砖红壤、褐土、灰褐土、暗棕壤、棕色针叶林土、灰色森林土、棕钙土、灰钙土、灰漠土、灰棕漠土、棕漠土、草甸土、腐质石灰土、紫色土、风沙土、碱土	20
水稻土、红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、栗钙土、沼泽土、盐土、黑毡土、草毡土、巴嘎土、莎嘎土、高山漠土、寒漠土	40
赤红壤、燥红土、石灰(岩)土	60

5.1.2 地下水评价标准

调查地块地下水主要为大气降水渗入补给，地块北侧地下水通过裂隙，向北

流向地势低洼处，进入冷基冲水源保护区范围内，调查地块涉及冷基冲水源保护区的水源的补给径流区。因此本次调查地下水标准执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准。

5.2 检测结果

龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块土壤污染状况调查项目土壤检测结果详见附件 6。

5.2.1 评价方法

如果样品中污染物的含量超过筛选值中的相应限值，则可以判断该地块受到该污染物的污染，其污染程度可以采用污染物实测浓度与限值相比较的倍数来说明，即单因子污染指数（ p_{ij} ，无量纲）。 p_{ij} 计算公式如下：

$$P_{ij}=c_{ij}/c_{sj}$$

式中： p_{ij} —地块中 j 号监测点 i 污染物的污染指数，无量纲；

c_{ij} —地块中 j 号监测点 i 污染物的实测含量，mg/kg；

c_{sj} —i 污染物的评价标准，mg/kg。

当 $p_{ij} \leq 1$ 时，表示地块未受 i 污染； $p_{ij} > 1$ 时，表示地块受到 i 污染， p_{ij} 值越大，则表示 i 污染越严重。

5.2.2 土壤酸碱度

调查地块外设置 8 个对照点，采集 10 个土壤样品。对照点的土壤样品 pH 范围为 4.53~7.69，中位值为 4.91，平均值为 5.32。

调查地块采样分析了 17 点位的 52 个土壤样品。检测结果表明地块内土壤样品 pH 范围为 3.64~7.95，中位值为 5.65，平均值为 5.85。调查地块土壤整体偏酸性。

5.2.3 土壤重（类）金属

调查地块采样分析了 17 点位的 52 个土壤样品，检测土壤重（类）金属指标为镍、镉、汞、砷、铅、铜、六价铬。对土壤重（类）金属进行统计分析，调查地块内土壤重（类）金属指标均有检出。统计结果见表 5.2-1。

表 5.2-1 土壤重（类）金属检测结果统计 mg/kg

项目	样品数	范围	检出数	筛选值	中位值	平均值	最大 p_{ij}	超标率 (%)
镍	52	13-127	52	150	31	34.8	0.85	0

项目	样品数	范围	检出数	筛选值	中位值	平均值	最大 P_{ij}	超标率 (%)
镉	52	0.05-6.31	52	20	0.135	0.2275	0.32	0
汞	52	0.018-0.592	52	8	0.251	0.262	0.07	0
砷	52	0.47-43.1	52	60	25.2	24.6	0.72	0
铅	52	8.9-71.4	52	400	22.95	25.83	0.18	0
铜	52	6-54	52	2000	21.5	22.3	0.03	0
六价铬	52	0.5-2.9	26	3	1	1.19	0.97	0

对照点 D1~D8 的砷含量范围在 9.01~49.8mg/kg，中位值 24.0mg/kg，算术平均值 36.7mg/kg。地块内土壤样品砷含量范围在 0.47~43.1mg/kg，中位值 25.2mg/kg，算术平均值为 24.6mg/kg。调查地块土壤砷检测结果均低于本次评价标准值 60mg/kg。

根据检测结果，调查地块土壤样品单因子污染指数 P_{ij} 均小于 1，土壤重金属检出结果均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。

5.2.4 土壤总氟化物

调查地块外设置 8 个对照点，采集 10 个土壤样品。调查地块采样分析了 17 点位的 52 个土壤样品。

根据检测结果，对照点总氟化物含量范围在 161~2600mg/kg，中位值 451.5mg/kg，算术平均值 1752.8mg/kg。调查地块总氟化物含量范围在 569~3080mg/kg，中位值 1130.0mg/kg，算术平均值 1186.0mg/kg。项目土壤氟化物的检出结果低于美国 EPA 通用土壤筛选值中“居住”用地筛选值。

调查地块内土壤总氟化物浓度和调查地块外对照的总氟化物浓度水平接近，铝土矿开采未造成调查地块内土壤总氟化物浓度明显变化。

5.2.5 土壤有机类污染物及石油烃

本次调查共采集地块内 52 个土壤样品检测有机物。土壤有机物检测结果详见表 5.2-2。

表 5.2-2 土壤有机物检测结果

序号	污染物名称	检测样品 (个)	检出数 (个)	检出限 (mg/kg)	超标点位 (个)	点位超标率 (%)	超标样品 (个)	样品超标率 (%)	最大 P_{ij}	筛选值 (mg/kg)
1	2-氯苯酚	52	0	0.06	0	0	0	0	——	2256
2	萘	52	4	0.09	0	0	0	0	0.01	70
3	苯并(a)蒽	52	4	0.1	0	0	0	0	0.03	15
4	蒎	52	4	0.1	0	0	0	0	0.0003	1293
5	苯并(b)荧蒽	52	3	0.2	0	0	0	0	0.03	15
6	苯并(k)荧蒽	52	2	0.1	0	0	0	0	0.001	151
7	苯并(a)芘	52	4	0.1	0	0	0	0	0.27	1.5
8	茚并(1,2,3-cd)芘	52	4	0.1	0	0	0	0	0.03	15
9	二苯并(a,h)蒽	52	0	0.1	0	0	0	0	——	1.5
10	硝基苯	52	0	0.09	0	0	0	0	——	76
11	苯胺	52	0	0.1	0	0	0	0	——	260
12	苯	52	0	1.9×10^{-3}	0	0	0	0	——	4
13	甲苯	52	0	1.3×10^{-3}	0	0	0	0	——	1200
14	乙苯	52	0	1.2×10^{-3}	0	0	0	0	——	28
15	间&对-二甲苯	52	1	1.2×10^{-3}	0	0	0	0	3.12×10^{-5}	570
16	苯乙烯	52	0	1.1×10^{-3}	0	0	0	0	——	1290
17	邻-二甲苯	52	0	1.2×10^{-3}	0	0	0	0	——	640
18	1,2-二氯丙烷	52	0	1.1×10^{-3}	0	0	0	0	——	5
19	氯甲烷	52	0	1.0×10^{-3}	0	0	0	0	——	37
20	氯乙烯	52	0	1.0×10^{-3}	0	0	0	0	——	0.43
21	1,1-二氯乙烯	52	0	1.0×10^{-3}	0	0	0	0	——	66

序号	污染物名称	检测样品 (个)	检出数 (个)	检出限 (mg/kg)	超标点位 (个)	点位超标率 (%)	超标样品 (个)	样品超标率 (%)	最大 P _{ij}	筛选值 (mg/kg)
22	二氯甲烷	52	0	1.5×10 ⁻³	0	0	0	0	——	616
23	反-1,2-二氯乙烯	52	0	1.4×10 ⁻³	0	0	0	0	——	54
24	1,1-二氯乙烷	52	0	1.2×10 ⁻³	0	0	0	0	——	9
25	顺-1,2-二氯乙烯	52	0	1.3×10 ⁻³	0	0	0	0	——	596
26	1,1,1-三氯乙烷	52	0	1.3×10 ⁻³	0	0	0	0	——	840
27	四氯化碳	52	0	1.3×10 ⁻³	0	0	0	0	——	2.8
28	1,2-二氯乙烷	52	0	1.3×10 ⁻³	0	0	0	0	——	5
29	三氯乙烯	52	0	1.2×10 ⁻³	0	0	0	0	——	2.8
30	1,1,2-三氯乙烷	52	0	1.2×10 ⁻³	0	0	0	0	——	2.8
31	四氯乙烯	52	0	1.4×10 ⁻³	0	0	0	0	——	53
32	1,1,1,2-四氯乙烷	52	0	1.2×10 ⁻³	0	0	0	0	——	10
33	1,1,2,2-四氯乙烷	52	0	1.2×10 ⁻³	0	0	0	0	——	6.8
34	1,2,3-三氯丙烷	52	0	1.2×10 ⁻³	0	0	0	0	——	0.5
35	氯苯	52	0	1.2×10 ⁻³	0	0	0	0	——	270
36	1,4-二氯苯	52	0	1.5×10 ⁻³	0	0	0	0	——	20
37	1,2-二氯苯	52	0	1.5×10 ⁻³	0	0	0	0	——	560
38	氯仿	52	0	1.1×10 ⁻³	0	0	0	0	——	0.9
39	石油烃 (C ₁₀ ~C ₄₀)	52	52	6	0	0	0	0	0.696	826

根据检测结果，地块内土壤样品有机类污染物及石油烃检测结果均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。

5.2.6 地下水检测结果

本次调查地在冷基冲水源保护区取水点设置 1 个地下水监测点。检测指标：pH、高锰酸盐指数、硫酸盐、亚硝酸盐氮、氟化物、硝酸盐氮、氨氮、六价铬、铅、镉、砷、汞、铝。检测结果详见表 5.2-3。

表 5.2-3 地下水检测结果

监测指标	检测结果	《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准限值	评价结果
pH	8.29	6.5~8.5	达标
高锰酸盐指数	0.6	——	——
硫酸盐	63	250	达标
亚硝酸盐氮	ND	1.0	达标
氟化物	ND	1.0	达标
硝酸盐氮	0.38	20.0	达标
氨氮	0.027	0.5	达标
六价铬	ND	0.05	达标
铅	ND	0.01	达标
镉	ND	0.005	达标
砷	ND	0.01	达标
汞	ND	0.001	达标
铝	ND	——	——

注：① “ND” 表示样品中该组分未检出。

根据地下水检测结果，地下水监测点 S1 监测指标达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。

6 结论与建议

6.1 调查结论

6.1.1 地块概况

龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块位于贵州省龙里县龙山镇金星村，调查面积 293531.97m²。地块调查范围：东至龙里县红星村凉水井土地开发项目，南至跑马地，西至 008 县道，北至 008 县道。2003 年，龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿项目开始建设，2017 年，龙里县四通铝土矿业有限责任公司正式停产关闭。2020 年，龙里县自然资源局对龙里县四通铝土矿业有限责任公司龙里县民主乡长冲铝土矿项目地块开展复绿工程，对地块内采取截流沟+场地分级+复绿工程措施。2021 年，地块复绿工程基本完工。

6.1.2 水文地质条件

调查地块地形总体北高南低，地块内最高海拔标高为 1627.78m，位于地块北东部，最低海拔标高 1459.56m，位于地块内 008 县道旁，最大相对高差 168.22m。调查地块矿区内出露的地层从上至下有：（1）第四系（Q）主要为黄色、土黄色粘土、亚粘土。（2）高坡场组（D₃g）：灰白色中厚层至块状白云岩、泥质白云岩，夹薄层泥岩。

根据区域内出露的地层岩性、含水介质特征及地下水动力条件，区内地下水类型分为碳酸盐岩类岩溶水、松散岩类孔隙水两类，地下水埋藏深度大于 100m。区内地下水主要为大气降水补给，地下水接受大气降雨补给后，沿构造裂隙、风化裂隙等地下网络系统赋存和运移，由于风化裂隙发育不深，区内地下水一部分入渗补给地下水，一部分沿地形自然斜坡作渗流运动，于就近地势低洼地带排出地表。根据水文地质图，地块区域地下水总体流向为由东北向西南。调查地块地势落差大，一部分沿地形自然斜坡作渗流运动，即沿西侧山坡和北侧山坡渗流。

地块北侧地下水通过构造裂隙，向北流向地势低洼处，进入冷基冲水源保护区范围内。冷基冲水源保护区（当地人称“凉水井”）位于龙山镇金星村高坡至民主公路旁，水源地范围为取水点周围 50m，服务范围为金星村冷基冲组，服务人口 33 户 156 人。

6.1.3 土壤监测分析结论

根据检测结果，调查地块内土壤重金属、挥发性和半挥发性有机物、石油烃

的检测结果均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。调查地块土壤砷检测结果均低于本次评价标准值 60mg/kg。

根据检测结果，调查地块总氟化物含量范围在 569~3080mg/kg，中位值 1130.0mg/kg，算术平均值 1186.0mg/kg。项目土壤氟化物的检出结果低于美国 EPA 通用土壤筛选值中“居住”用地筛选值。

6.1.4 地下水监测分析结论

根据水文地质资料，地块内地下水埋藏深度大于 100m。在调查地块外北面约 200m 为冷基冲水源保护区，为当地居民生活用水水源。调查地块涉及冷基冲水源保护区的水源的补给径流区。

根据地下水检测结果，地下水监测点 S1 监测指标达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。

6.1.5 综合结论

通过资料收集分析、现场踏勘、人员访谈和对检测数据进行统计分析，调查地块内土壤重金属、挥发性和半挥发性有机物、石油烃的检测结果低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值，地块土壤砷检测结果均低于本次评价标准值 60mg/kg，土壤氟化物的检出结果低于美国 EPA 通用土壤筛选值中“居住”用地筛选值。综上所述，地块无需进一步调查和风险评估工作，调查工作结束。

6.2 建议

在地块后续开发利用过程中，责任单位应按照国家有关规定进行作业。对于建筑拆除、地块平整过程中的发现的可疑污染源应及时进行鉴别和无害化处置，不得擅自填覆造成污染源隐匿。必要时可开展地块环境补充调查，以确保地块带来的人群健康风险和生态环境风险可以接受。

6.3 不确定性分析

本报告调查结论是基于实际调查和监测，以科学理论为依据，结合专业判断来进行分析得出的，同时充分考虑了地块历史、地块地理条件等多重限制因素。调查结论存在以下不确定性：

（1）企业停产时间较长，长期无人看守。生产设施均已拆除过程可能造成地块土壤污染物随雨水冲刷等迁移。

（2）龙里县自然资源已对地块开展了土地复绿治理工程，对地块原始土壤带来扰动，改变地块原始样貌。复绿治理工程从地块周边 10km 范围内引入客土，作为地面表层覆土。地块的复绿治理工程可能改变原土壤污染物的分布。

（3）地块土壤中污染物分布不具备连续性、均质性，地块内土壤现场样品采集过程中因地质结构条件（如陡坡）或机械因素（如钻机、挖掘机无法进入）或现场安全等限制条件导致部分点位无法钻探取样可能会导致污染区域的遗漏。

综上，地块土壤污染调查采样分析结果具有一定的不确定性。但本次龙里县四通铝土矿业有限责任公司地块土壤污染调查严格按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）进行，在充分调查地块背景资料的基础上，结合历史影像资料、人员访谈等资料进行污染识别，土壤采样调查布点较为广泛，土壤采样布点具有一定的可行性和可靠性，基本满足地块土壤调查要求，采样分析结果基本可信。