

**旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块
土壤污染状况详细调查及风险评估报告**

建设单位：广元市旺苍生态环境局

实施单位：四川省天晟源环保股份有限公司

二〇二〇年十二月

旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块
土壤污染状况详细调查及风险评估报告

提交单位：四川省天晟源环保股份有限公司

项目负责人：杨放

技术负责：庞练

编写人：王承俊 成强 楚强 楚强

孙英成 杜志斌 周玉洁 周玉洁

审核：左蔚

审定：陈倩

总工程师：张恒

总经理：张恒

提交日期：2020年12月

提交单位地址：成都市蜀西路52号 电话：028-62466068
传真：028-87768542 项目负责人电话：18810660939

旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查和风险评估报告专家评审意见

2021年1月7日，生态环境厅会同自然资源厅在广元市主持召开了《旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查和风险评估报告》(下称“报告”)专家评审会。参加会议的有广元市生态环境局、广元市自然资源局、广元市旺苍生态环境局、省生态环境科学研究院。会议成立了专家组(名单附后)。会前专家组进行了现场踏勘,与会专家听取了编制单位四川省天晟源环保股份有限公司的汇报,经过认真质询和讨论,形成如下评审意见:

一、报告按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)等国家相关技术导则进行编制,技术路线基本合理、内容较全面、结论基本可信。本次煤矿区域土壤现状采样结果显示,相关污染物均未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类建设用地筛选值。专家组同意通过评审,按意见修改并经专家组复核后可作为下一步工作的依据。

二、修改意见

1、补充项目背景介绍,结合现场情况,核实地块调查范围、用地性质及评价标准,并提供相关支撑材料;

2、完善地块重点区域及周边敏感受体的信息,补充地下水、地表水用途调查信息及支撑材料,固体废物按一般II类固废进行调查评价;

3、梳理风险评估内容,完善污染源对周边土壤、地下水、地表水的风险分析;

4、核实溶解性总固体的数据。

专家组:  张衡  陈森

2021年1月7日

旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查报告

专家咨询会与参会人员名单签到表

专家组

姓名	单位	职务/职称	联系方式	签到
余江	四川大学	教授	18980939168	余江
杨森滔	四川凯乐检测技术有限公司	高工	18096239126	杨森滔
张衡	四川省冶勘设计集团有限公司	高工	13558695916	张衡

旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况
详细调查和风险评估报告专家复核意见

2021年1月19日，专家组对四川省天晟源环保股份有限公司编制的《旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查和风险评估报告》（以下简称“报告”）进行复核。专家组对修改后的《报告》及附件进行了认证审核，形成如下复核意见：

该《报告》已按照《旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查和风险评估报告专家评审意见》进行了修改完善，项目背景资料、地块周边敏感受体信息等内容补充较为全面，同意通过复核。

专家组组长：余江

2020年1月20日

旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况

详细调查及风险评估报告

专家意见修改说明

序号	专家意见	修改说明
1	补充该项目项目背景	在文中“1.前言”中增加该项目启动调查的背景介绍。
2	核实地块边界范围、 用地性质及评价标准	在文中“2.2 调查范围”、“3.6 地块用地规划”中补充地块边界确定的依据、未来用地规划，并将人员访谈记录表作为附件。
3	根据用地性质，选择 相应的评价标准	在文中“7 调查结果分析余评价”根据访谈结果了解的未來用地性质，采用建设用地二类标准进行地块内土壤评价。
4	补充周边敏感受体类 型等信息	在文中“3.3 地块周边敏感目标”章节中细化，周边 1km 范围内，村民户数及大致人口数，并且将煤矸石堆场周边农田作为敏感受体。
5	补充地下水、地表水 用途调查性息及支撑 材料	在报告“3.7 地块地表水及地下水利用现状”中补充地块周边居民未使用地表水、地下水，地表水下游无饮用水源地等信息，并将访谈资料作为附件
6	固体废弃物应按照一 般二类固体废弃物进 行评价	在报告“7.2.4 固体废弃物、底泥结果分析与评价”中根据该地区煤矸石属于高硫铁这一性质，煤矸石按照一般二类固体废弃物进行评价。
8	报告中 76 页文本错 误	报告中 76 页“随机选择重点生产区域”跟改为“矿区采矿人员居住区域”。
9	梳理风险评估内容， 完善污染源对周边土 壤、地下水、地表水 的风险分析	根据建设用地二类标准评价结果，显示土壤无需进行风险评估，同时在报告“8.2.3 关注污染物筛选”和“9.1 结论”章节中完善了周边土壤、地下水、地表水的风险分析。
10	核实溶解性总固体的 数据	已对实验数据进行核对，并且校正。

目 录

1 前言	1
2 概述	2
2.1 调查的目的和原则.....	2
2.1.1 调查目的.....	2
2.1.2 调查原则.....	2
2.2 调查范围.....	2
2.3 调查依据.....	5
2.3.1 法律法规.....	5
2.3.2 标准规范.....	6
2.3.3 其他文件.....	7
2.4 调查方法.....	7
2.4.1 主要工作内容.....	7
2.4.2 技术路线.....	9
3 地块概况	11
3.1 区域环境概况.....	11
3.1.1 地理位置.....	11
3.1.2 气象条件.....	12
3.1.3 水文.....	13
3.1.4 地形地貌.....	13
3.1.5 地层岩性.....	15
3.1.6 地质构造.....	18
3.1.7 水文地质.....	18
3.1.8 工程地质类型特征.....	21
3.1.9 社会经济简况.....	22
3.2 地块水文地质条件.....	23
3.2.1 地块水文地质钻探.....	23
3.2.2 地块地层结构特征.....	25
3.2.3 地块地下水类型及富水性.....	26
3.2.4 地块地下水补径排特征.....	27
3.3 地块周边敏感目标.....	27

3.4 地块历史沿革	29
3.4.1 地块现状	29
3.4.2 地块历史	30
3.5 相邻地块土地利用状况和历史	32
3.6 地块用地规划	32
3.7 地块地表水及地下水利用现状	33
4 污染识别	34
4.1 资料收集与分析	34
4.1.1 政府和权威机构资料收集和分析	34
4.1.2 地块资料收集和分析	34
4.1.3 其他相关资料收集和分析	34
4.2 现场踏勘及人员访谈	34
4.2.1 有毒有害物质的储存、使用和处置情况分析	35
4.2.2 各类槽罐内的物质和泄漏评价	35
4.2.3 固体废物和危险废物的处理评价	35
4.2.4 管线、沟渠泄漏评价	35
4.2.5 与污染物迁移相关的环境因素分析	35
4.3 污染识别-地块生产情况	36
4.3.1 地块平面布置	36
4.3.2 原辅材料分析	38
4.3.3 生产工艺及产污环节分析	38
4.3.4 生产规模	39
4.3.5 产品分析	39
4.3.6 污染物分析	39
4.4 污染识别小结	41
4.4.1 地块潜在污染途径	41
4.4.2 地块潜在污染区域	41
4.4.3 潜在污染因子	42
5 工作计划	43
5.1 采样方案	43
5.1.1 布点原则	43
5.1.2 点位布设	44

5.1.3 采样深度	48
5.1.4 检测指标	48
5.2 实验室检测分析	49
5.2.1 实验室资质要求	49
5.2.2 样品分析方法	49
6 现场采样与实验室分析	53
6.1 现场采样点位调整	53
6.2 采样方法和程序	53
6.2.1 土壤样品采集	53
6.2.2 地下水样品采集	55
6.2.3 地表水样品采集	56
6.2.4 底泥样品采集	57
6.2.5 固体废弃物样品采集	57
6.2.6 土工样品采集	58
6.2.7 工作量统计	58
6.3 样品保存与运输	59
6.4 质量控制	60
6.4.1 现场采样质量控制	60
6.4.2 样品流转质量控制	61
6.4.3 样品保存质量控制	61
6.4.4 实验室质量控制	62
6.4.5 实验室间质量控制	64
7 调查结果分析与评价	65
7.1 评价标准	65
7.1.1 土壤评价标准	65
7.1.2 地下水评价标准	68
7.1.3 地表水评价标准	69
7.1.4 固体废弃物及底泥评价标准	70
7.2 结果分析与评价	71
7.2.1 土壤检测结果分析与评价	71
7.2.2 地下水检测结果分析与评价	82
7.2.3 地表水检测结果分析与评价	89

7.2.4 固体废弃物、底泥结果分析与评价	90
7.3 超标污染物	95
7.3.1 超标污染物的确定	95
7.3.2 主要超标污染物的毒性分析	95
8 风险评估	99
8.1 工作程序与内容	99
8.1.1 总体思路	99
8.1.2 工作程序	99
8.2 地块污染概念模型	100
8.2.1 地块特征	100
8.2.2 污染源识别	100
8.2.3 关注污染物筛选	101
9 结论与建议	102
9.1 结论	102
9.2 建议	102
10 附图附件	104
10.1 附件	104
附件 1 人员访谈记录表（另附）	104
附件 2 钻孔柱状图（另附）	104
附件 3 现场记录表（另附）	104
附件 4 检测报告（另附）	104
附件 5 采样照片集（另附）	104
10.2 附图	104
附图 1 旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边土壤污染状况详细调查工作布置图（另附）	104
附图 2 旺苍县燕子乡关闭煤矿地块区域水文地质图（另附）	104
附图 3 旺苍县燕子乡关闭煤矿地块区域水文地质剖面图（另附）	104
附图 4 旺苍县燕子乡关闭煤矿周边农田污染分布图（另附）	104
附图 5 旺苍县燕子乡关闭煤矿地块固体废弃物分类图（另附）	104

1 前言

按照《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）和四川省政府《关于印发土壤污染防治行动计划四川省工作方案的通知》（川府发〔2016〕63号），“自2017年起，对拟收回土地使用权的有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业企业用地，以及用途拟变更为居住和商业、学校、医疗、养老机构等公共设施的上述企业用地，由土地使用权人负责开展土壤环境状况调查评估”“土地使用权依法转让的，由土地使用权受让人或双方约定的责任人承担相关责任”。同时为贯彻《环保部关于加强工业企业关停、搬迁及原址地块再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发〔2014〕66号）、《国家环保部、工信部、国土资源部、住建部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）等文件精神，防范重点行业企业关停搬迁过程中产生二次污染和次生突发环境事件，确保重点行业企业原址污染地块再开发利用前环境风险得到有效控制，旺苍县燕子乡关闭煤矿关停后的退役地块需开展地块环境调查及风险评估工作，若地块受到污染，则需采取相应的地块环境风险管控及治理措施，确保后期土地开发利用符合土壤环境质量要求，防范人居环境风险。

2018年8月，广元市旺苍县环境保护局开展了广元市旺苍县燕子乡遗留场地及周边农田用地土壤污染防治项目立项调查，并形成《广元市旺苍县燕子乡遗留场地及周边农用地土壤污染防治项目》项目建议书。项目建议书中指出燕子乡关闭煤矿及周边土壤存在重金属污染情况。但具体污染情况及污染面积，还需进行详细调查。

在上述工作背景下，广元市旺苍生态环境局进行旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查与风险评估项目，招标人为广元市旺苍生态环境局，进行公开招标，我公司四川省天晟源环保股份有限公司中标。

2 概述

2.1 调查的目的和原则

2.1.1 调查目的

根据项目委托单位广元市旺苍生态环境局的招标需求，为明确地块环境中污染因子的空间分布及污染程度等信息，避免未来地块规划再利用时污染物可能对敏感受体身体健康造成影响，判断是否需要针对污染物进行后续的修复或管控工作，展开本次地块详细调查与风险评估工作。主要目的为：

(1) 对燕子乡关闭煤矿（燕子峡煤矿与荣旺煤矿）展水土环境调查，掌握地块内关注污染物的污染程度及空间分布等污染信息；

(2) 开展地块内水文地质调查，获取地块特征参数；

(3) 在详细调查结果的基础上开展土壤超标污染物的评价，结合详细调查的结果进行风险评价，给出修复或风险管控建议。

(4) 编制《旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查及风险评估报告》。

2.1.2 调查原则

根据污染地块调查与风险评估工作内容和地块的实际情况，本次地块调查和风险评估工作至少应遵循以下原则：

(1) 针对性原则。根据企业生产及功能布局，针对性设置监测点位及污染物检测指标，对可能的污染区域加大布点密度；根据地块未来可能的利用规划，针对性选择风险评估模型，确保评估结果的合理性。

(2) 规范性原则。严格遵循国家污染地块环境调查和风险评估相关的技术规范的要求，对地块现场调查采样、样品保存运输以及实验室分析等过程进行严格的质量控制，保证调查和评估结果的科学性、准确性和客观性。

(3) 可行性原则。综合考虑地块复杂性、污染特点和环境条件等因素，制定可操作的调查采样和风险评估计划，确保风险评估项目顺利完成。

2.2 调查范围

根据当地规划部门工作人员叙述和周边居民访谈结果，均与项目招标文件内划定的地块边界范围一致。



图 2.2-1 调查范围图

本项目调查范围为旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块，总调查面积约 57078.31m²。

旺苍县燕子乡关闭煤矿共计 30928.71 m²，其中重点调查区域（煤矸石、煤渣堆放区及煤仓）12378.9m²，原矿区工人居住区 18549.81m²。周边农田约 26149.6 m²。详细调查范围见图 2.2-1、表 2.2-1、表 2.2-2 和表 2.2-3。

表 2.2-1 重点调查区域拐点坐标

名称	经度	纬度	名称	经度	纬度
1-1-1	607527.953	3590072.174	1-2-3	607876.896	3590034.14
1-1-2	607495.745	3590070.766	1-2-4	607956.404	3589974.132
1-1-3	607490.152	3590073.835	1-2-5	607961.184	3589976.201
1-1-4	607490.09	3590079.609	1-2-6	607959.717	3589983.339
1-1-5	607515.876	3590090.604	1-2-7	607927.715	3590020.974
1-1-6	607515.743	3590103.031	1-2-8	607921.491	3590035.584
1-1-7	607487.083	3590112.464	1-2-9	607908.737	3590034.669
1-1-8	607474.673	3590103.144	1-2-10	607853.72	3590073.77
1-1-9	607424.388	3590102.515	1-3-1	607895.604	3590080.578
1-1-10	607394.701	3590113.568	1-3-2	607916.655	3590073.814
1-1-11	607357.223	3590108.831	1-3-3	607929.7	3590106.37
1-1-12	607373.785	3590131.511	1-3-4	607975.076	3590105.817
1-1-13	607374.215	3590150.222	1-3-5	608003.222	3590120.863
1-1-14	607384.609	3590159.015	1-3-6	608011.278	3590170.682
1-1-15	607389.59	3590130.578	1-3-7	607959.136	3590142.399
1-1-16	607445.434	3590131.277	1-3-8	607927.596	3590149.029
1-1-17	607460.638	3590139.251	1-4-1	608013.515	3590197.577
1-1-18	607487.529	3590117.994	1-4-2	608006.954	3590208.29
1-1-19	607520.214	3590110.243	1-4-3	607992.267	3590187.388
1-2-1	607823.202	3590056.058	1-4-4	608003.189	3590182.38
1-2-2	607857.656	3590025.233			

表 2.2-2 矿区采矿人员居住区拐点坐标

名称	经度	纬度	名称	经度	纬度
2-1-1	607338.283	3590307.457	2-3-4	607884.196	3590095.373
2-1-2	607387.574	3590259.361	2-3-5	607923.834	3590146.345
2-1-3	607432.602	3590161.247	2-3-6	607886.417	3590170.603
2-1-4	607458.076	3590142.483	2-3-7	607805.834	3590131.417
2-1-5	607391.052	3590135.618	2-4-1	608021.868	3590208.103
1-1-14	607384.609	3590159.015	2-4-2	608046.388	3590219.588
2-1-6	607397.032	3590167.079	2-4-3	608069.536	3590217.749
2-1-7	607367.345	3590248.689	2-4-4	608071.774	3590232.843
2-1-8	607322.739	3590295.964	2-4-5	608048.478	3590236.689
2-2-1	607437.026	3590255.083	2-4-6	608013.023	3590219.666

名称	经度	纬度	名称	经度	纬度
2-2-2	607466.728	3590183.895	2-5-1	607934.878	3590176.867
2-2-3	607455.535	3590178.984	2-5-2	607908.967	3590200.643
2-2-4	607420.908	3590249.86	2-5-3	607896.389	3590183.409
2-3-1	607754.34	3590090.089	2-5-4	607900.565	3590171.159
2-3-2	607776.982	3590052.963	2-5-5	607919.897	3590159.854
2-3-3	607816.27	3590054.338			

表 2.2-3 农田区域拐点坐标

名称	经度	纬度	名称	经度	纬度
1-2-2	607857.656	3590025.233	3-2-8	607769.135	3590171.253
3-1-1	607824.95	3590046.288	3-2-9	607783.387	3590162.143
2-3-2	607776.982	3590052.963	3-2-10	607816.074	3590177.873
2-3-1	607754.34	3590090.089	3-2-11	607786.823	3590195.079
3-1-2	607795.422	3590124.255	3-2-12	607705.488	3590178.861
3-1-3	607787.598	3590134.953	3-2-13	607696.374	3590168.577
3-1-4	607765.09	3590136.175	3-2-14	607660.509	3590166.367
3-1-5	607739.718	3590110.118	3-2-15	607622.528	3590172.92
3-1-6	607613.975	3590110.542	3-2-16	607539.889	3590149.032
3-1-7	607633.986	3590071.121	3-3-1	607331.208	3590272.091
3-1-8	607627.461	3590055.095	3-3-2	607339.107	3590230.76
3-1-9	607672.962	3590030.935	3-3-3	607323.911	3590210.358
3-1-10	607769.533	3590028.889	3-3-4	607328.228	3590196.602
3-2-1	607507.135	3590163.185	3-3-5	607341.868	3590197.274
3-2-2	607508.756	3590153.412	3-3-6	607357.876	3590189.188
3-2-3	607537.796	3590132.183	3-3-7	607365.126	3590172.958
3-2-4	607561.595	3590128.213	3-3-8	607384.696	3590162.657
3-2-5	607628.452	3590139.097	3-3-9	607392.032	3590173.796
3-2-6	607717.094	3590122.136	3-3-10	607380.543	3590219.853
3-2-7	607733.189	3590129.62	3-3-11	607343.599	3590271.367

2.3 调查依据

2.3.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(中华人民共和国主席令 第八号, 2019 年 1 月 1 日起施行)

(2) 《土壤污染防治行动计划》(国务院 2016 年)

(3) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年)

(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年)

(5) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》(1991 年 1 月 1 日施行, 2014

年7月修正)

(6)《中华人民共和国土地管理法》，2020年1月1日施行

(7)《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（2017年7月1日施行）

(8)《国务院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）

(9)《国务院关于加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发[2009]61号）

(10)《关于推进城区老工业区搬迁改造的指导意见》（国办发〔2014〕9号）

(11)《关于加强工业企业关停、搬迁及原址地块再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发[2014]66号）

(12)《关于发布<工业企业地块环境调查评估与修复工作指南（试行）>的公告》（环保部公告2014年第78号）

(13)《四川省人民政府关于印发土壤污染防治行动计划四川省工作方案的通知》（川府发〔2016〕63号）

(14)《关于印发<四川省污染地块土壤环境管理办法>的通知》（川环发[2018]90号）

2.3.2 标准规范

(1)《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）；

(2)《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）；

(3)《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）；

(4)《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；

(5)《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）；

(6)《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；

(7)《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

(8)《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

(9)《危险废物鉴别技术规范》（H/T 298-2019）；

(10)《工业固体废物采样制样技术规范》（HJ/T 20-1998）；

(11)《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007）；

- (12) 《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007);
- (13) 《固体废物浸出毒性浸出方法翻转法》(GB 5086.1-1997);
- (14) 《污水综合排放标准》(GB 8978-1996);
- (15) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告 2017 年第 72 号);
- (16) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004);
- (17) 《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020);
- (18) 《地表水和污水监测技术规范》(H/T 91-2002);
- (19) 《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019);
- (20) 《工业企业地块环境调查评估与修复工作指南(试行)》(2014 年 11 月);
- (21) 《原状土取样技术标准》(JBJ 89-92);
- (22) 《水文地质钻探规程》(DZ-T 0148-1994);
- (23) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009);
- (24) 《个体防护装备选用规范》(GB-T- 11651-2008);
- (25) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001);
- (26) 《水质 采样技术指导》(HJ 494-2009);
- (27) 《水质 样品的保存和管理技术规定》(HJ 493-2009);
- (28) 《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》(HJ 557-2010)。

2.3.3 其他文件

(1)《旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查及风险评估项目项目招标文件》(招标人:中广元市旺苍生态环境局;招标编号:5108212020000826)

(2)《广元市旺苍县燕子乡遗留场地及周边农用地土壤污染防治项目》项目建议书(2018年8月)

2.4 调查方法

2.4.1 主要工作内容

根据招标文件要求,直接开展贵旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块调查范围内水土环境的详细调查工作,根据详细调查的结果,编制《旺苍县燕子乡关闭煤

矿及周边地块土壤污染状况详细调查及风险评估报告》，本次地块详细调查技术路线图见图 1.6-1 及图 1.6-2，主要工作程序包括污染识别、现场采样、地块环境调查、污染地块风险评估四个阶段：

（1）第一阶段——污染识别

第一阶段地块环境调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段。

本次项目的污染识别阶段以现场踏勘调查结果分析为主，通过调查燕子乡关闭煤矿文件、现场踏勘、人员访谈等形式，了解地块环境概况，核实可能存在的污染区域及可能的污染物质、污染深度；在此基础上编制地块详细调查实施方案。

（2）第二阶段——现场采样

第二阶段地块环境调查是以采样与分析为主的污染证实阶段，进行第二阶段地块环境调查，通过在污染区域及疑似污染区域上进行系统采样和补充采样，确定污染物浓度（程度）和污染物的空间分布状况，确定污染面积及污染方量。

（3）第三阶段——地块环境调查

若确定地块需要进行风险评估或污染修复时，则要进行第三阶段地块环境调查。第三阶段地块环境调查以补充采样和测试为主，获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需的参数。本阶段的调查工作可单独进行，也可在第二阶段调查过程中同时开展。

（4）第四阶段——污染地块风险评估

地块风险评估阶段是在地块环境调查以及获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需的各种参数的前提下，分析污染地块土壤和地下水中污染物对人群的主要暴露途径，评估污染物对人体健康的致癌风险或危害水平，从而确定风险控制值，确定该地块的风险程度、具体需要修复的范围及修复方量。

2.4.2 技术路线

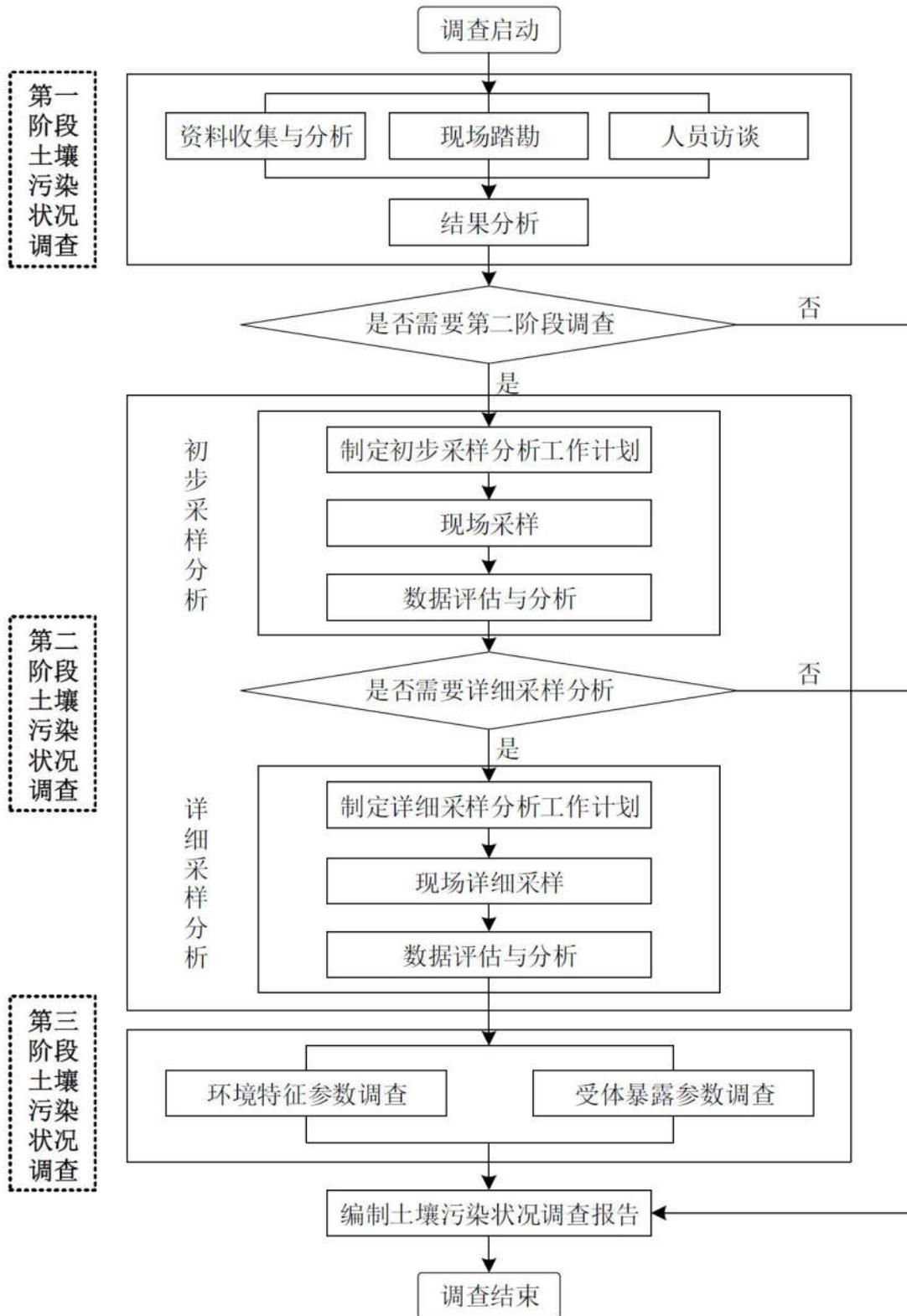


图 2.4-1 地块详细调查技术路线图

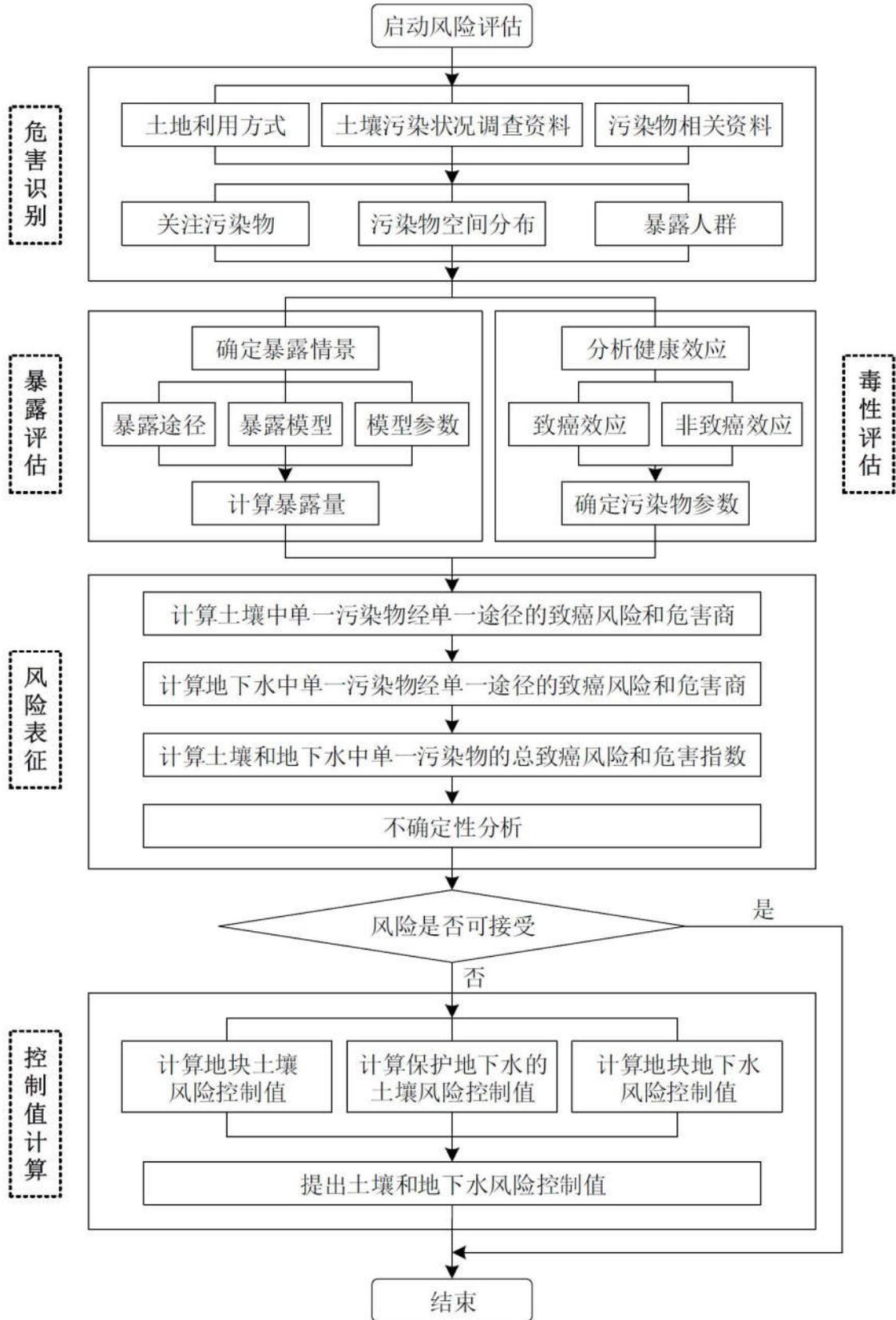


图 2.4-2 污染地块风险评估技术路线图

3 地块概况

3.1 区域环境概况

3.1.1 地理位置

旺苍县位于四川盆地北缘，米仓山南麓，隶属广元市管辖，西通广元市元坝区，南连广元市苍溪县，东接巴中市南江县，北与陕西省汉中地区相邻。全县东西长 74.8 km，南北宽 79.9 km，幅员面积 3004 km²。辖 35 个乡镇、357 个行政村。地理坐标为东经 105°58'-106°48'，北纬 31°59'-32°42'。

旺苍县内交通以公路为主，主干线广元—巴中省级公路横穿旺苍县中部，乡镇公路和矿上公路与之相连，分别位于南北两侧，形成不对称的羽状交通网络。广旺铁路与宝成铁路干线相接，是进出川的重要通道。随着广巴公路改造工程和县区公路扩建工程的完成以及广巴高速公路建设，旺苍县的交通条件将会得到极大的改善。

本次项目所在地位于旺苍县西部边缘地区燕子乡燕舞村，与广元市元坝区相邻，紧邻 141 乡道。主要工业生产区经纬度为东经 106°8'48.02"，北纬 32°25'40.71"，紧邻谭家河（李家河）；煤仓、生活区、渣堆位于生产区东侧的陶家沟。

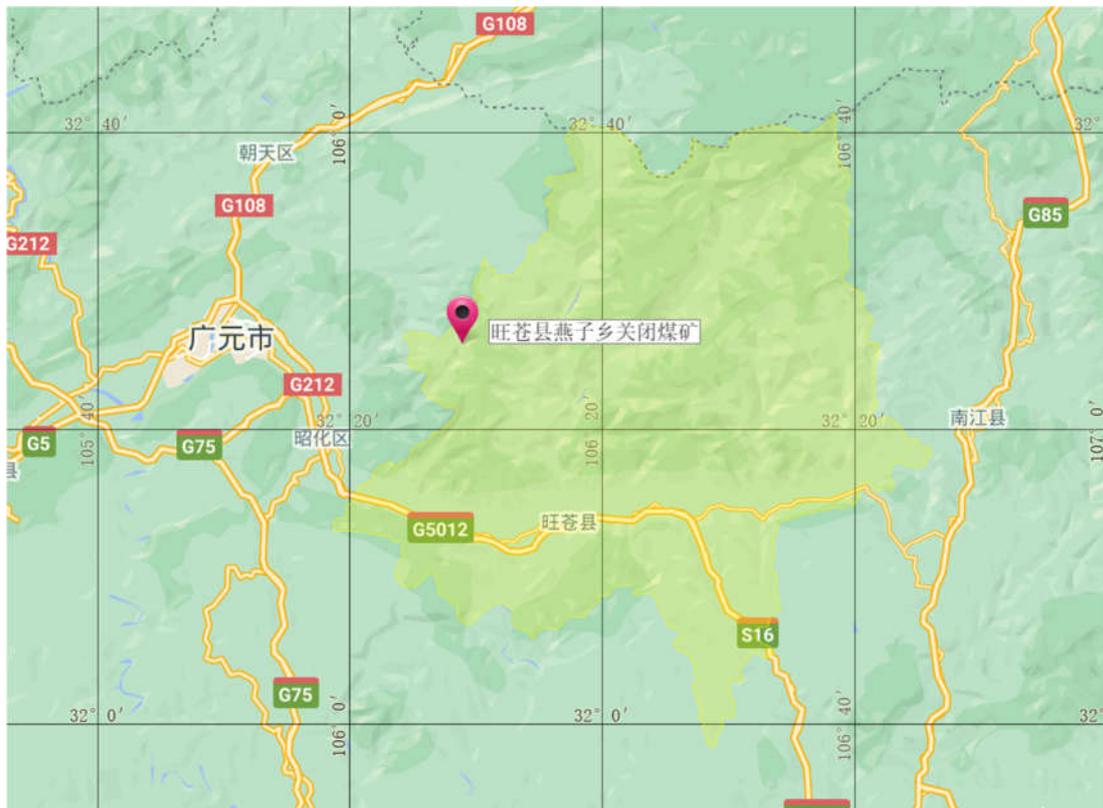


图 3.1-1 项目地块地理位置

3.1.2 气象条件

旺苍县属于亚热带湿润季风气候。气候总体特点是：温暖潮湿、雨量充足、四季分明、冬季干燥少雨、夏季潮热多雨，并伴有干旱、洪涝、冰雹和大风等灾害性天气。根据旺苍县多年气象资料统计，旺苍县年均气温 16.2℃；年平均降水量 1209 mm，不同年间降雨量变化较大，最大降水量在 1981 年的 2092.4 mm，最少为 1979 年的 728.8 mm，极差为 1363.6 mm；旺苍县年降雨量在地域上分布不均，东南部降雨量较大，西北部较小。此外，每年降雨主要集中在 5 月—9 月，这期间降雨总量达 919.0 mm，占全年总降水量的 80.8%，其中月均降雨量最高为 7 月，降雨量达 279.3 mm；最低为 1 月，降雨量仅 8.9 mm。

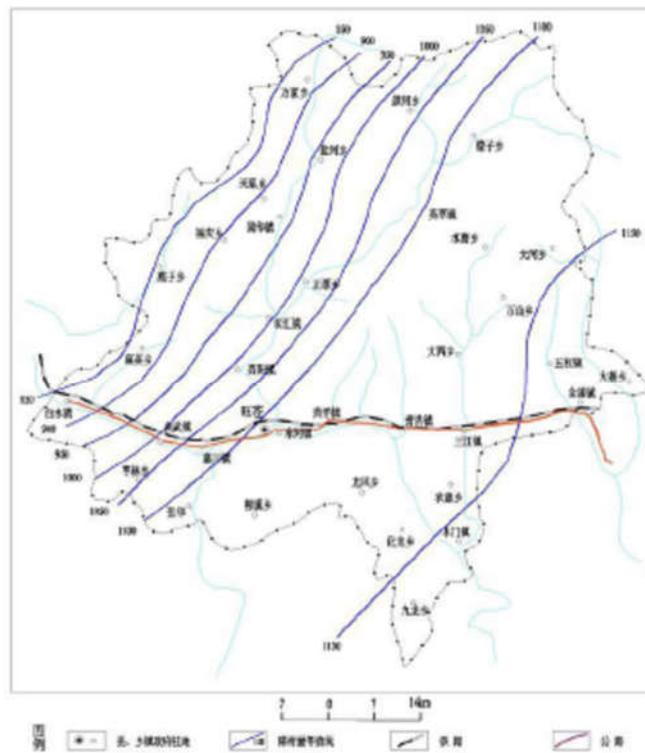


图 3.1-2 旺苍县降雨等值线图

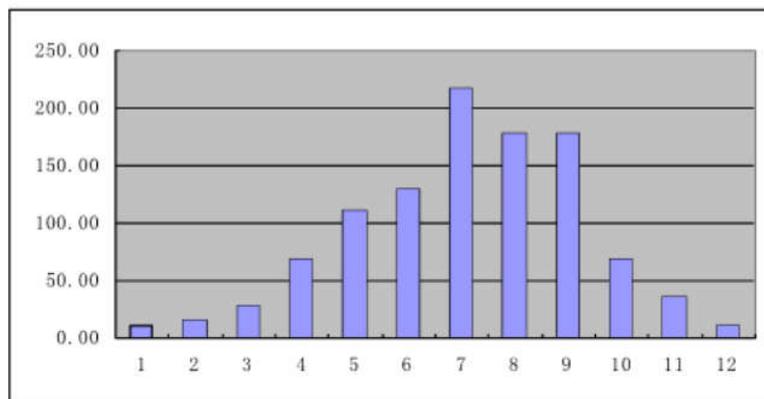


图 3.1-3 旺苍县多年月平均降雨量

由于旺苍县具有年降雨丰沛、降雨时间和降雨量集中、短时强降雨量和连续强多日降雨量大等降雨特点，导致滑坡、崩塌和泥石流等地质灾害发生较为频繁。根据气象资料统计，旺苍县内 50 年一遇的最大年降雨量 1981 年，达到 2092.4 mm，20 年一遇的最大年降雨量在 1987 年，达到 1738.8 mm，10 年一遇的最大年降雨量在 2003 年，为 1341.9 mm。

3.1.3 水文

境内有大小河、溪计 1584 条，河网密度 0.15 公里/平方公里，年径流总量 16.55 亿立方米，最大洪峰流量 10300 立方米每秒（1981 年 8 月 15 日），呈树枝羽网状分布，有嘉陵江和渠江两大水系，东河、黄洋河、白水河（西河）、李家河、柳溪河等及其支流，为嘉陵江水系；清江、后坝河、寨坎河、罗平河、湾滩河、全通河、齐家河及其支流，为渠江水系。

（1）东河

纵贯县境中、西部。源分两支，东支名东河，发源于四川省南江县境，西支名西河，发源于陕西省南郑县，经宁强县东南隅后入境，在双汇镇与东支汇合后称东河，至张华镇张家湾出境入苍溪县境。全长 266.2 km，流域面积 4752.8 km²，多年平均流量 97.72 m³/s，年径流深 648 mm，在县境内干流长 151 km，流域面积 2107 km²，占幅员面积的 70.1%，平均比降为 6.83‰。

（2）木门河

纵穿县境东部。发源于县境东北九指山，经大两、三江后在木门镇汇入白河，至张家河入南江县境，县境内干流长 46 km，流域面积 791 km²，占幅员面积的 26.3%，多年平均流量 17.47 m³/s。

（3）寨巴河

纵穿县境东北隅。发源于县境东北云家梁上，经五权、金溪后在乐坝入南江县境。县境内干流长 22 km，流域面积 78 km²，占幅员面积的 2.6%，多年平均流量 0.39 m³/s。

项目区位于李家河中上游。

3.1.4 地形地貌

旺苍县位于大巴山西脉米仓山山地与四川盆地的相接处。以中部白水——嘉川——三江槽型谷地为界，北部地区中山地形为主，南部地区是低山地形。地势北高南低，河谷切割较深，相对高差大，最高点是北部的光头山，海拔高程达到 2276m，最低点为西南部的东河谷地张家湾，海拔高程约 460m，最大相对高差为 1816m。区域地形以山

地为主，占幅员面积的 97.3%，谷地及平坝占 2.7%，山脉走向总体呈东西向，与地质构造线基本一致。

依据研究区地貌形态特征和成因，将旺苍县地貌分为四种类型，分别是构造侵蚀中山、构造侵蚀溶蚀中山、构造剥蚀低山和侵蚀堆积河谷平坝，具体描述如下：

（1）构造侵蚀中山

主要分布在西河以东及正源、水磨至大河以北地区，总面积 820 km²，占总面积的 27.3%。山脊高程 1300-2200 m，相对高差 600-1000 m，走向近东西向，地势北高南低，山坡高陡，河谷切割较深，峡谷地貌，地形坡度 30° 以上，主要由岩浆岩和变质岩组成，植被覆盖率一般为 30-50%，地貌形态受构造控制，可分为块状山、断块山、褶皱山、单斜山。

（2）构造侵蚀溶蚀中山

主要分布在白水、旺苍以北，西河以西地区，以及高阳，大两至五权一带，总面积 1218 km²，占总面积的 40.5%。山脊高程 1300-2000 m，相对高差 700-1200 m，走向近东西向，地势北高南低，山坡高陡，河谷狭窄，地形坡度 30° 以上，由碳酸盐岩与碎屑岩互层组成，受岩溶作用，发育溶洞、漏斗岩溶洼地、落水洞、暗河等岩溶地貌，植被覆盖率 30%左右。

（3）构造剥蚀低山

主要分布在白水、嘉川、旺苍、三江、金溪一带以南地区，总面积 884 km²，占总面积的 29.5%。山顶高程 800-1200 m，相对高差 300-700 m，地势北东高南西低，河谷纵横，山体零碎，形态不一，以桌状山和单面山为主，由侏罗系、白垩系碎屑岩组成，地形坡度通常在 20° 以上，植被覆盖率一般为 20-30%。

（4）侵蚀堆积河谷平坝

主要分布在旺苍、嘉川、尚武及三江等河谷宽谷地段，总面积 82 km²，占总面积的 2.7%。在河流宽谷地段发育，由漫滩和一级阶地组成，地势平缓，地形坡度小于 10°，地面高程 500 m 左右。漫滩平面形态为月牙形，宽 50-200 m 不等，高出河水位 0-3 m，由砂砾卵石层组成，阶地前缘高出河水位 5 m 左右，表层岩性为粘性土，下部为砂砾卵石层。

根据地理位置，燕子乡区属中山区，地势北高南低，且由东、西向中部的要家河倾斜，李家河从福庆乡进入北部，由北向南纵贯乡境，至俞家河进入市中区。地块区域内在构造作用和河水下切作用下，形成“V”型谷。

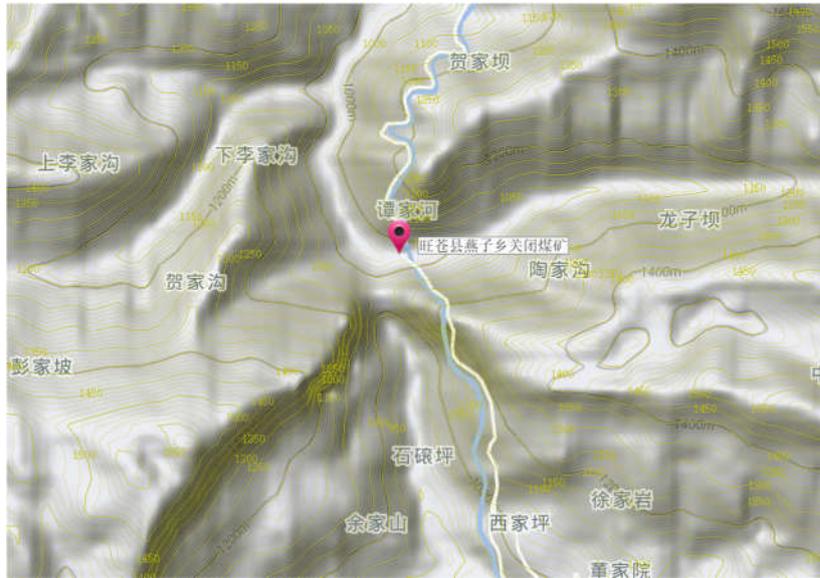


图 3.1-4 项目地地形地貌

3.1.5 地层岩性

旺苍县地层属于扬子地层区，其中又分为大巴山分区和四川盆地分区。地层出露比较齐全，自元古界至新生界除泥盆系、石炭系和第三系外，其他各系地层均有出露，见表 2.5.1-1。岩性区域分布特征明显，米仓山区主要分布古生界至中生界三叠系的碳酸盐岩夹碎屑岩。东北部集中分布元古界的变质岩并有较大面积晋宁期岩浆岩侵入，岩性主要为花岗岩、石英闪长岩和辉长岩。四川盆地区分布中生界侏罗系和白垩系的碎屑岩，即“红层”。新生界第四系集中分布在中部槽谷地带，主要为冲积、冲洪积等河流堆积地层，残坡积、崩坡积等重力堆积地层主要分布在山体斜坡表层及沟谷两侧坡脚地段。

地层岩性影响了地质灾害的发育分布及类型。旺苍县内发育的滑坡主要分布在残坡积、崩坡积碎块石土较为发育的斜坡地带，崩塌（危岩）主要分布在碳酸盐岩或砂岩组成的斜坡地带。项目所在区域地层岩性特征及分布情况见表 3.1-4。

表 3.1-1 项目所在区域地层岩性表

界	系	统	组	代号	岩性描述	厚度 (m)
新生界	第四系	全新统		Qel+dl	分布于以202线为界的南山地区, 一般位于低山区坡脚及沟谷地带; 以块石粉土为主。	<10
				Qcol+dl	分布于以202线为界的北山地区, 一般位于中山区坡脚地带, 以碎石土, 快试图为主。	<10
				Qh	为漫滩及 I 级阶地冲积物, 下部为砂砾卵石层, 厚小于15米, 上复亚砂土层厚2-3米, 具二元结构	<15
		更新统		Qp	北部为冰碛泥砾; 南部为 II-IV 级基座阶地冲积物, 下部砾石层厚1-3米, 上部复亚粘土层厚0-8米。	<24
中生界	白垩系	上统	剑阁组	Kjn	浅灰色厚层-块状细粒含钙质长石石英砂岩及棕红色粉砂质泥岩。	>87
			汉阳铺组	Kh	青灰色厚层-块状中细粒含钙质长石石英砂岩, 棕红色泥质粉砂岩, 粉砂质泥岩呈不等厚韵律式互层。	362-477
			剑门关组	Kj	棕红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及青灰色厚层-块状中细粒含钙质长石石英砂岩呈不等厚互层。	426-583
	侏罗系	上统	蓬莱镇组	J _{3p}	棕红色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹紫灰色钙质细粉砂岩。	951-1289
			遂宁组	J _{3sn}	棕红色泥岩为主, 顶部夹中至薄层粉砂岩, 底部有一层泥质粉砂岩。	284-366
		中统	沙溪庙组	J _{2s}	紫色夹灰绿色泥岩为主, 夹6-8层块状长石石英中细粒砂岩。	1871-2079
			千佛岩组	J _{2q}	杂色粉砂质泥页岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、细砂岩。由东向西变薄。	274-375
		下统	白田坝组	J _{1b}	页岩、粉砂岩、石英砂岩夹煤层, 底部为石英质砾岩, 东厚西薄。	151-345
	三叠系	上统	须家河组	T _{3x}	下段以厚层长石石英砂岩为主, 少夹砾岩、页岩及薄煤层; 上段为砂岩、泥质粉砂岩、页岩、炭质页岩及煤层。	225-585
			雷口坡组	T _{2L}	中厚层灰质白云岩、白云质灰岩及致密灰岩。	124-176
		中统	嘉陵江组	T _{2j}	上部: 灰岩、白云岩; 中部: 巨厚层灰质角砾岩; 下部: 泥质灰岩夹页岩, 底部为巨厚层灰质角砾岩。	532-587
			铜街子组	T _{1t}	红灰色泥质灰岩与浅灰色灰岩互层, 夹紫色页岩, 底部为灰质角砾岩。	280-303
下统		飞仙关组	T _{1f}	一段: 中层泥质灰岩夹薄层灰岩及灰质页岩; 二段: 紫色灰质页岩与泥质灰岩互层, 夹薄板状灰岩; 三段: 厚层缢状灰岩, 顶、底部夹薄层泥质灰岩; 四段: 紫红色灰质页岩与泥质灰岩互层, 夹中厚层灰岩。	622-797	
古生界	二叠系	上统		P ₂	下部吴家坪组为燧石灰岩, 底部有页岩及煤; 上部长兴组、大隆组为灰岩, 硅质岩及页岩, 炭质页岩, 厚度及岩相变化较大。	65-280
		下统		P ₁	底部梁山组为砂岩、页岩及煤线; 下部栖霞组以厚层灰岩为主, 部分含沥青质; 上部茅口组为厚层灰岩含少量燧石结核。	274-303

旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查及风险评估报告

界	系	统	组	代号	岩性描述	厚度 (m)
	志留系			S	黄灰绿色页岩、粉砂质页岩及薄层粉砂岩。	793-998
	奥陶系			O	厚层龟裂纹灰岩及页岩、砂岩、泥灰岩、白云质灰岩。	26-61
	寒武系	中统	陡坡寺组	∈ _{2d}	上部白云质灰岩夹砂质灰岩、砂岩、页岩；下部紫红色粉砂质泥岩夹白云质灰岩。	88-228
			孔明侗组	∈ _{1k}	上部浅灰色中层白云质灰岩偶夹砂页岩；下部石英砂岩夹细砾岩及黄灰色页岩。	128-203
		下统	郭家坝组	∈ _{1g}	上部：细砂岩、页岩互层，顶部为石英质细砾岩；中部为灰色厚层瘤状灰岩、砂质灰岩夹泥质灰岩、页岩；下部为粉砂岩夹页岩、炭质页岩、偶夹砂岩及透镜状灰岩；	748-952
	震旦系	上统	灯影组	Zbd	底部砂岩、砾岩；下部厚层白云岩；中部为砂岩、页岩；上部以硅质白云岩为主。	420-980
元古界	火地垭群	上两组	Pts	下段以绢云母板岩为主，夹结晶灰岩、白云岩、片岩；上段以石英板岩为主夹片岩。	1672	
		麻窝子组	Ptm	灰白色块状致密白云岩为主，夹结晶灰岩、白云质灰岩；上部夹板岩、片岩，大理岩化普遍，岩相变化复杂。	678	

3.1.6 地质构造

旺苍县境内地质构造主体为米仓山东西向构造带，其次是四川盆地边缘弧形构造带，二者特征如下：

(1) 米仓山东西向构造带

米仓山东西向构造带在旺苍县北部地区，属秦岭东西向构造体系南缘的组成部分，主要是一系列东西向不对称的短轴褶皱，部分为复式褶皱，同时在东北部基底古老地段边缘伴生了东西向压性冲断层。

主要褶皱构造有：福庆场复背斜、吴家堙背斜、中子山复背斜和大两会背斜等，褶皱轴线走向为东西向，轴面倾向北。主要断裂为干河坝断裂和大河坝断裂，走向北 60-70° 东或近东西向，以压性或扭性为主，断裂面一般倾向北。

(2) 四川盆地边缘弧形构造带

四川盆地边缘弧形构造带在旺苍县南部地区，为四川盆地弧形构造体系北缘组成部分。主要是走向北 70° 东左右的宽缓褶皱，构造简单。岩层产状平缓，断裂不发育，主要发育两组构造裂隙，北东-北东东向裂隙为压（扭）性，北西-北北西向裂隙为张性，两组裂隙相互切割。

3.1.7 水文地质

3.1.7.1 地下水类型及富水性

区域内地下水类型主要是碳酸盐岩裂隙岩溶水、基岩裂隙水和碎屑岩裂隙水，少量松散堆积层孔隙水。碳酸盐岩裂隙岩溶水基本分布在整个区域内，碎屑岩裂隙水主要分布在南部地区。

1) 碳酸盐岩裂隙水

区域碳酸盐岩出露面积较大，包括寒武系、奥陶系、志留系、二叠系及三叠系飞仙关组。岩性各不相同，有灰岩、白云岩、白云质灰岩、泥灰岩、砂质灰岩和燧石灰岩等，单层厚薄不一。其中二叠系下统栖霞组、茅口组灰岩岩溶最为发育，其余岩溶不发育。岩溶发育程度与碳酸盐岩杂质含量有一定的关系，杂质含量少有利于岩溶发育。如：二叠系下统灰岩含燧石团块，但数量少、相互孤立，有利于岩溶的发育；而二叠系上统灰岩含燧石团块很多，已连成条带隔断了石灰岩之间的联系，无溶洞，成蜂窝状溶孔和溶隙。在岩性组合上，通常于岩组之间和岩组之内，皆具有碳酸盐岩和泥页岩、砂岩、硅质岩等相间的结构特征，从而

使岩溶发育受到一定限制。水平溶洞成层性以可溶性强的二叠系下统灰岩最好，常成互有联系的通道系统。溶洞一般发育在可溶岩、非可溶岩（或相对隔水层）接触面上。碳酸盐岩在区内随构造呈狭长的“蛇”型连续展布，地貌上主要为溶蚀侵蚀中山地貌。

区域内岩溶水基本上都是裸露型的，埋深一般都在 100m 左右，按溶洞发育程度可将区域内岩溶水分为三类：

1) 溶洞强烈发育的岩溶水：流量常在 200-1000 升/秒，一般泉流量 1-50 升/秒。

2) 溶洞中等发育的岩溶水：发育于震旦系灯影组白云岩及三叠系嘉陵江组、雷口坡组灰岩中。管流较发育，暗河或大泉流量 50-200 升/秒，一般泉流量 1-30 升/秒。

3) 溶洞不发育的岩溶裂隙水：包括寒武系、奥陶系、二叠系上统及三叠系下统各含水层。泉流量 0.1-5 升/秒。

(2) 基岩裂隙水

区域内侏罗系红色地层为一套砂岩、泥岩互层的陆相碎屑岩建造。其中砂岩是主要含水层，砂岩孔隙极少（一般无，个别层位也仅 1-5%），地下水赋存于裂隙之中。地下水在补给区和排泄区以浅部裂隙水形式出现。在径流区或储水构造地段成为层间裂隙承压水。以浅部裂隙水为主的红层裂隙水，地下水径流模数 0.1-0.4 升/秒.平方公里，泉水流量一般亦在 0.01-0.1 升/秒。

(3) 碎屑岩裂隙水

大面积分布在区域南侧，含水层为侏罗系和白垩系砂、泥岩，主要受大气降水补给，地下水贮存在风化带裂隙、构造裂隙中，富水性差，水量贫乏，单井涌水量一般在 5~50 m³/d。

区域内的低山丘陵地貌区分布的侏罗系粉砂岩、泥岩，地下水赋存条件差，地下水量贫乏。由于岩层风化作用强，风化裂隙发育，浅层风化裂隙水与大气降雨密不可分，地下水在浅层风化裂隙带相对活跃，因此，风化带裂隙水对斜坡表层的岩土体有较大的影响，对地质灾害特别是滑坡的发育起到重要作用。

(4) 松散堆积层孔隙水

分布于汶水、旺苍县附近，含水层为第四系冲洪积成因的砂卵石层，这些地层岩性松散，易于大气降雨的渗透，地下水的补给主要来自大气降水和河水补给，

沿斜坡向地势低洼的地方排泄，地下水水位变化大。因为岩性松散，渗透性佳，雨季降雨下渗，在下伏地层界面堆积，形成地下水活跃带，导致该界面岩土软化，抗剪强度削弱从而形成滑动面，使斜坡向不稳定方向发展而导致滑坡。最大单孔涌水量 100-1000 吨/日，民井出水量 0.01-1 升/秒。

3.1.7.2 地下水补、径、排特征及动态变化

区域内地下水循环交替积极，无咸水。补给、径流、排泄条件较良好，主要受构造条件控制。地下水露头绝大多数是潜水下降泉。区内地下水主要顺倾向运动，在地形切割含水层的地方溢出成泉，泉流量一般小于 1 L/s，且流量的大小与所处地形部位（分水岭、半坡、沟底）关系不大，反映了各层砂岩水力联系差、地下水就地补给、就地排泄的特点。地下水位动态变化较大，与大气降水变化一致。地下水位变化幅度一般为 5~30 m，局部地段可达 68m。

3.1.7.3 地下水化学特征

区域内地下水动态变化较大，与大气降水变化一致。地下水位变化幅度一般为 5-30 米，局部地段可达 68 米。北部岩溶山区泉水流量变化一般可达 10-50 倍以上。南部红层山区泉水流量变化相对较小，一般 5、6 倍。

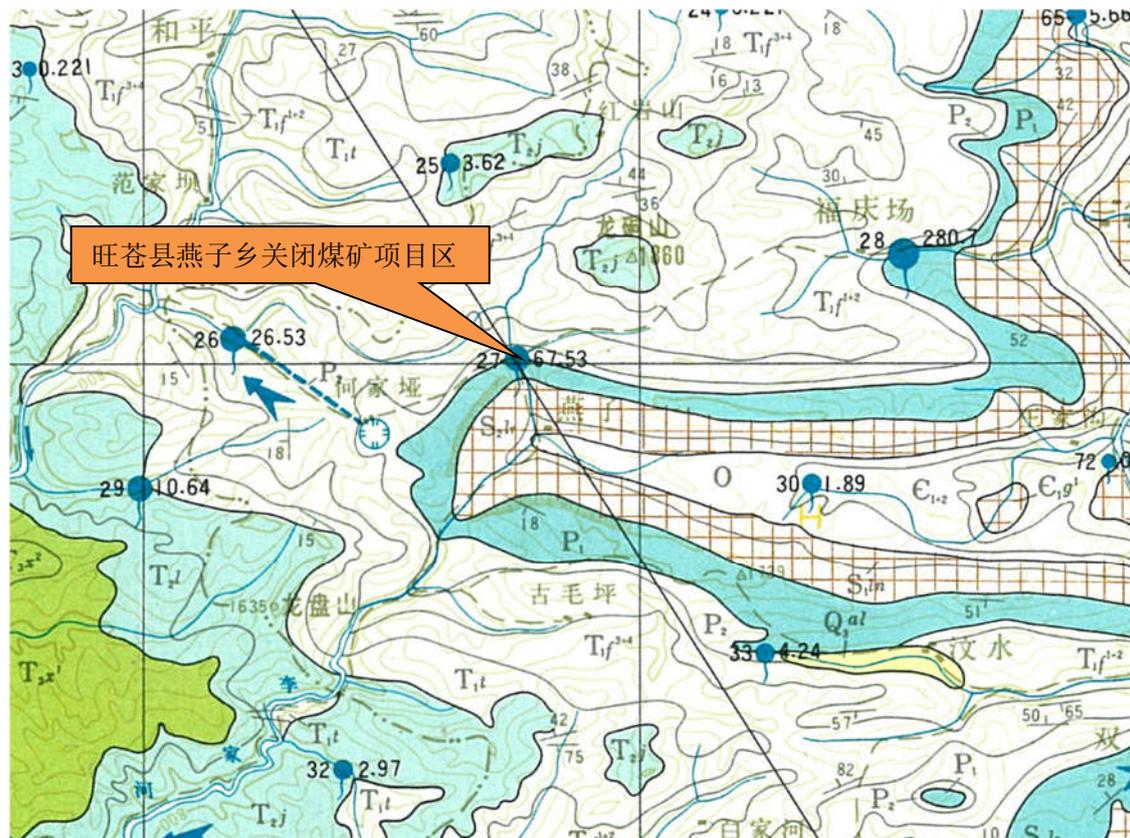


图 3.1-5 水文地质钻孔一览表

区域内地下水水化学规律较明显，不同岩性、不同地貌部位和水循环条件有不同的水化学特征。

(1) 矿化度

区域内，矿化度由北向南逐渐增高，且有分水岭地段地、河谷地带较高的规律。南部红层，则是向斜翼部低，0.1~0.3 g/L，向斜轴部高，0.3~0.5 g/L。且有自北东东向南西西增高的趋势，反映出区域性地下水的迳流方向是由北东东向南西西。由于地形切割强烈，地下水迳流、排泄条件较好，矿化度均较低，一般部超过 0.5 g/L。在垂直方向上，同一含水层（组）埋藏越大，矿化度越高。

(2) 水化学类型

不同岩性份部区水质类型不同，区域内主要为石灰岩、红层区的重碳酸钙型水。水化学成因分析为径流途径较长的岩溶水，pH: 6-7.5。

3.1.8 工程地质类型特征

区域工程地质特征见表 3.1-2。

表 3.1-2 岩土体工程地质特征表

岩土体类型		分布范围	工程地质特征
岩类	岩组		
松散岩类	粘性土、砾质土	主要分布于中部槽谷、河流宽谷及山坡坡麓地带	冲积、冲洪积和重力堆积的粘性土、砾质土组成，岩性变化大，结构组合复杂，颗粒级配差，工程地质性质不均一。粘性土呈可塑—软塑状态，中低压缩性，力学强度低。砾质土内摩擦角大，压缩性较小，力学强度较高。
碎屑岩类	软弱—半坚硬的层状泥页岩夹砂岩岩组	米仓山区东河以西及山前地带	以泥页岩为主，夹少量砂岩，泥质砂岩，差异风化作用强烈，泥页岩易风化，力学强度低，抗压强度一般小于 30Mpa，软化系数小于 0.4，构成的斜坡易发生剥落、滑坡。
	半坚硬的层状砂泥岩互层岩组	主要分布于南部的四川盆地区	砂岩、泥质砂岩、泥岩不等厚互层，岩石软硬相间，差异风化强烈，工程地质性质不均一，力学强度差异大，构成的斜坡易发生崩塌（落石）、滑坡。
	坚硬的层块状砂砾岩岩组	分布于米仓山山前地带	以厚层块状的砂岩、砾岩为主，夹粉砂岩、泥页岩及煤层，砂砾岩占总厚度的 50-80%，钙泥质胶结，力学强度高，干抗压强度 60-120Mpa，软化系数 0.8-0.9，构成的斜坡陡峭，由于存在软弱夹层，岩体易形成危岩。
碳酸盐岩类	坚硬的层块状碳酸盐岩岩组	分布于米仓山中部地带	中厚层块状灰岩、白云质灰岩为主，岩石致密坚硬，力学强度高，干抗压强度大于 100Mpa，软化系数大于 0.9，受构造及岩溶作用，岩体完整性差，构成的斜坡易发生崩塌。
	坚硬的层状碳酸盐岩夹碎屑岩岩组	分布于米仓山西北部地区	岩性岩相复杂，岩层各向异性，工程地质性质不均一，岩石力学强度，干抗压强度一般 60Mpa，软化系数 0.8 以上，岩溶化程度弱且不连续，构成的斜坡易发生滑坡、崩塌。
变质	半坚硬的层	分布于米仓	以层状的板岩、千枚岩为主，工程地质性质总体上差，抗

岩土体类型		分布范围	工程地质特征
岩类	岩组		
岩岩类	状千枚岩、板岩岩组	山的东北部地区	水作用能力低，抗风化能力差，岩石易风化破碎，构成的斜坡稳定性低，易发生滑坡、崩塌。
	坚硬的层状变质砂岩、大理岩岩组	分布于米仓山的东北部地区	以中厚层变质砂岩、大理岩为主，岩石坚硬，干抗压强度80-100Mpa，软化学系数0.6-0.85，构成的斜坡高陡，易发生崩塌、危岩。
岩浆岩类	坚硬的块状岩浆岩岩组	分布于米仓山东北部地区	以块状花岗岩，石英闪长岩及混合岩为主，岩石致密坚硬，力学强度高，干抗压强度一般大于100Mpa，软化系数0.8，构成的斜坡高陡，易发生崩塌。

3.1.9 社会经济简况

旺苍县是革命老区，国民经济基础薄弱，产业结构不尽合理，社会经济发展相对落后。但是，通过多年尤其是改革开放以来的建设和发展，形成了农业以种植业、畜牧业和土特产品加工业；工业以能源、建材、化工和食品等企业为主，拥有广旺集团等国有大中型企业，是四川省重要的产煤基地之一。

2019年，面对严峻复杂的宏观经济形势，我们坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入学习贯彻党的十九大、十九届四中全会和习近平总书记对四川工作系列重要指示精神，在市委、市政府和县委的坚强领导下，在县人大、县政协的监督支持下，积极谋划、主动作为，较好地完成了各项目标任务。

3.1.9.1 经济

在第四次全国经济普查核定新的基数后，全县地区生产总值达到129.5亿元、增长6.1%；地方一般公共预算收入实现4.12亿元；城乡居民人均可支配收入分别达到33983元、13179元，分别增长9.9%、10.7%。三次产业结构比由15.9:53:31.1调整为17.9:47:35.1。

深入开展项目投资“大比武”，全社会固定资产投资增长14%。举行集中开工活动6批次，开工项目117个，总投资190.86亿元。52个省市县重点项目完成投资73.18亿元，县人民医院住院综合楼等189个项目竣工并投入使用，滨江亲水栈道等69个项目加快推进。累计滚动储备项目330个、总投资1964亿元，京昆高速广元至陕西界段扩容等项目前期工作取得实质性进展，南江经旺苍至盐亭高速项目纳入全省高速路网规划。

3.1.9.2 农业

加快构建现代大农业“1+3”产业体系，新发展黄茶1.02万亩，茶叶产值实现15.3亿元，发布了广元黄茶“两规一标”；核桃、中药材、畜禽产值分别实现

10.2 亿元、4.2 亿元、18.9 亿元。建成高标准农田 3.56 万亩。东凡现代农业园区创建为省四星级现代农业园区。新培育各类新型经营主体 273 家，创建省、市级示范社 9 家。米仓山茶名列全国区域品牌百强榜单第 63 位。

3.1.9.3 社会民生

制定出台了持续保障和改善民生 26 条措施，深入推进民生旺苍“九大行动”，全面畅通“1+10”民生绿色通道，评选出 30 件“最满意的民生实事”和 10 件“年度最具影响力的民生实事”，妥善解决了领秀江南、栖岛家园等 906 户居民房屋产权办证问题。以“争做文明旺苍人、共建幸福红军城”活动为主线，深入推进“七大最美”评选，表彰先进典型 75 个。

改造“四类”重点对象农村危旧房 1580 户、土坯房（石板房）5331 户。改造农村户用卫生厕所 8000 余户，农村生活污水治理、生活垃圾处理行政村覆盖率分别达到 30%、90%。新增省级卫生乡镇 3 个、卫生村 32 个，新增市级文明乡镇 4 个、文明村 15 个，东河镇南峰村被评为全国文明村。东河镇创建为省级乡村振兴先进乡镇，木门镇青龙村等 3 个村创建为省级乡村振兴示范村，黄洋镇水营村等 3 个村再次入选国家级传统村落名录。

3.1.9.4 环境保护

全面完成 9 个重点点位矿企环境整治和各级环保督察反馈问题年度整改任务，加快建设长江上游生态屏障。持续打好污染防治“八大战役”。强化县城区大气污染防治，县城区空气质量优良天数首次突破 300 天。严格落实河（湖）长制。新建污水处理站 7 座、管网 71.2 公里，主要河流断面水质保持 II 类标准，城乡集中式饮用水水源地水质全面达标。治理水土流失 21.32 平方公里，土壤环境质量保持稳定。深入开展违建别墅、“大棚房”等清查整治专项行动。完成“三线一单”编制和第二次全国污染源普查。经过森林资源二类调查，森林覆盖率达 66.91%。

3.2 地块水文地质条件

3.2.1 地块水文地质钻探

水文地质钻探的目的在于获取岩土性质及含水层结构。此次共实施水文地质钻孔 11 口（表 3.2-1），钻孔采用 HT150 型钻机钻进，开孔 146mm，钻进基岩 2m 后变径 127mm，终孔孔径 108 mm。采取清水钻进，下入 PVC-U 井管，利用清

水回注、水泵抽水洗井。洗井结束后采用粘土止水，加井盖成井。在对新建水文地质钻井进行抽水洗井过程中，使用潜水泵额定流量为 2.0 m³/d，11 口水井均出现掉泵情况。使用清水反复灌注后抽水洗井至水清砂净。成井后，对新建监测井开展了持续水位观测。

表 3.2-1 水文地质钻孔一览表

钻孔编号	位置	经度	纬度	井口高程 (m)	井深 (m)	水位埋深 (m)	备注
TSZK01	陶家沟右岸煤仓旁	106°08'54.27"	32°25'50.47"	1005.47	5	2.42	掉泵
TSZK02	陶家沟右岸煤仓上游居住区	106°08'56.62"	32°25'51.67"	1006.51	10	6.38	掉泵
TSZK03	陶家沟左岸山坡 1 号渣堆下游处	106°08'47.38"	32°25'46.19"	1009.83	8	3.71	掉泵
TSZK04	主平硐煤仓处	106°08'33.29"	32°25'48.75"	966.37	9	3.39	掉泵
TSZK05	陶家沟左岸山坡 1 号渣堆下游右侧	106°08'48.56"	32°25'47.32"	1002.16	8	3.44	掉泵
TSZK06	陶家沟左岸煤矿生产运输区	106°08'53.26"	32°25'49.09"	1005.62	12.5	8.63	掉泵
TSZK07	李家河右岸居住区上游	106°08'28.67"	32°25'54.02"	953.63	7	4.22	掉泵
TSZK08	陶家沟左岸居住区下游	106°08'45.63"	32°25'47.33"	1001.35	10.5	8.41	掉泵
TSZK09	2#主平硐右侧渣场处	106°08'35.55"	32°25'46.9"	969.52	16	13.21	掉泵
TSZK10	陶家沟左岸煤矿生产运输区下游	106°08'52.46"	32°25'48.76"	1004.95	12	8.52	掉泵
TSZK11	陶家沟居住区 1 号渣场中部右侧	106°08'50.26"	32°25'45.76"	1030.97	14	10.14	掉泵



水文地质钻探



岩芯摆放



图 3.2-1 水文地质钻探过程

由于本次水文地质钻探工作形成的监测井水量均较小,无法完成现场抽水试验;同时地层风化严重,钻探过程中易垮孔,本项目成井过程中为护壁钻井,对开展钻井注水试验影响较大。本次工作通过收集《1:20万南江幅区域水文地质普查报告》等资料,了解到三叠系飞仙关组(T_1f^{1-2})、二叠系吴家坪组(P_2w)地层富水性不丰,岩土渗透性弱。

3.2.2 地块地层结构特征

旺苍县燕子乡关闭煤矿(燕子峡煤矿与荣旺煤矿)项目地块分布于李家河右岸路旁和陶家沟左右两侧,均有基岩出露。根据现场调查及本次地块详查,地块地层主要包含第四系人工填土层(Q_4^{ml})、第四系残坡积层(Q_2^{edl})、三叠系下统飞仙关组(T_1f^{1-2})、二叠系上统吴家坪组(P_2w)及志留系中统罗惹坪群(S_2lr)。项目地块地层结构描述如下:

(1) 第四系人工填土层(Q_4^{ml})

岩性为杂填土,大部分为煤矿开采时期填方,主要成分为碎石、棕色粘土及黑色煤渣等。碎石和棕色粘土在堆填过程中,经分层压实,结构相对密实,固结

一般，均匀性一般。该层在场区内均有分布，分布厚度 0.15~3.0 m。

煤矸石渣场第四系人工回填主要为碎石及渣土，总体松散，未经压实，结构松散。

(2) 第四系中更新统残坡积层 (Q_2^{edl})

上覆于灰岩之上，岩性为黄棕色粘土，无味，土质均匀，质地细腻，粘性较好，底部含原岩风化碎石，呈可塑状，勘查过程中的岩芯普遍呈短柱状。该层在场区内大部分地段见有分布。

渣场部分地段有分布，岩性特征一致。

(3) 三叠系下统飞仙关组 (T_1f^{1-2})

为一套紫红色钙质泥岩夹灰岩，一段以灰色、青灰色泥质灰岩为主，夹有薄层泥灰岩和少量页岩；二段为紫红色、猪肝色钙质泥岩、泥灰岩，水平层理发育，局部可见塑性变形层理。生产区内直接出露该层位岩层，埋深浅。

(4) 二叠系吴家坪组 (P_2w)

分布于整个地块，岩性为厚层灰岩、燧石灰岩、碳质页岩等，薄至中厚层状部分岩体较完整，部分较破碎。岩芯呈柱状、碎块状。

渣场部分地段直接出露吴家坪组 (P_2w) 灰岩，普遍埋深不大。

(5) 志留系中统罗惹坪群 (S_2lr)

该层位为绿灰色页岩、粉砂质页岩及薄层粉砂岩，主要起隔水作用。平行不整合于奥陶系之上。

3.2.3 地块地下水类型及富水性

根据本次详查工作中开展的水文地质勘察工作、结合项目收集资料及已有区域水文地质资料，受控地形地貌、地层岩性及地质构造等特征，项目区域内主要为碳酸盐岩类裂隙溶洞水。

碳酸盐岩类裂隙溶洞水，根据溶洞暗河的发育强度，区内岩溶水为溶洞暗河不发育的岩溶裂隙水。含水层主要包括三叠系下统飞仙关组 (T_1f^{1-2})、二叠系上统吴家坪组 (P_2w)，以隙流为主，少数厚层灰岩夹层中有溶洞暗河。三叠系下统飞仙关组以钙质页岩、泥质灰岩为主，夹少量中层状灰岩；二叠系上统吴家坪组为岩溶裂隙含水层，岩性为燧石条带灰岩、薄层硅质岩、炭质页岩。三叠系下统飞仙关组 (T_1f^{1-2}) 和二叠系上统吴家坪组 (P_2w) 均水量弱，泉流量为 0.1-5L/s。

本次详查新建水文地质钻孔 11 口，井深 5~16 m，水位埋深 2.4~13.2 m，

抽水吊泵（潜水泵额定流量 2.0 m³/h），因此项目厂区该层富水性较差。

3.2.4 地块地下水补径排特征

地为吴家垭鼻状构造（背斜）北翼，为一单斜构造，地下水的主要补给来源为大气降水。区内岩溶不发育，地下水为碳酸盐岩类裂隙水，岩溶水的补给、运动与岩溶发育规律密切相关。地块较为分散，主要包含李家河右岸 2#主平硐地块和陶家沟左岸 1#平硐及其配套功能区。陶家沟流向为由东向西，李家河流向由北向南。地块内小水文地质单元分为，陶家沟和李家河两个单元，都属于槽沟纵流型，地形高程大，水力坡度较大，槽沟两侧岩溶水向槽沟汇集。

地块内斜坡地带第四系松散层透水不含水，雨水渗入第四系松散层后，迅速下渗补给下伏基岩含水层。基岩含水层顺着斜坡，以沟槽最低基准面排泄，汇聚至陶家沟和李家河。

3.3 地块周边敏感目标

2020年12月3日-2020年12月4日，我单位项目组对地块周边情况进行了调查，结合卫星图像可知，地块周围无其它工业企业，主要为散户居民点和燕子乡场镇。场地周围1公里范围内26户居民（约50人），以中老年人为主。西北侧约534m为李家河上游散户居民点；东北侧约491m为陶家沟上游散户居民点。地块周围农田最近距离为15米，地块周边敏感点分布情况见表3.3-1及图3.3-1所示。

表 3.3-1 周边现状概况表

序号	名称	方位	距离 (m)	备注
1	西北	李家河上游散户居民	534	
2	东北	陶家沟上游散户居民	491	
3	西	2#矿井渣场西侧	15	农田区-1
4	西	1#矿井渣场西侧	49	农田区-3

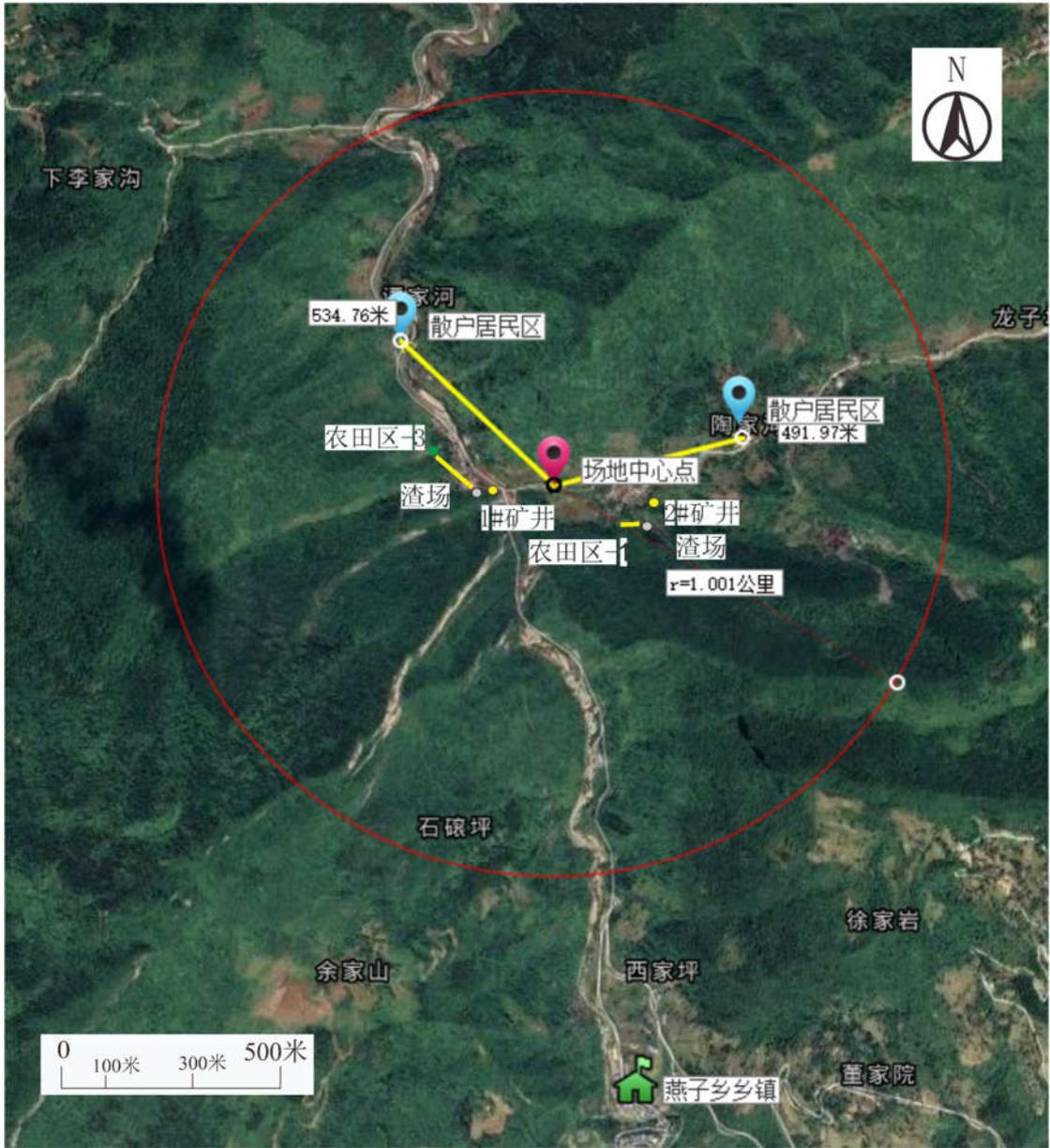


图 3.3-1 项目地块周边关系示意图

3.4 地块历史沿革

3.4.1 地块现状

我单位技术人员于2020年12月2日至2020年12月4日进行了现场踏勘，并对广元市旺苍生态环境局和广元市旺苍县自然资源局相关工作人员、燕子乡燕舞村村委会工作人员及地块附近居民进行了初步的访谈。

地块目前已停止生产活动并无人员办公，煤矿办公地点、宿舍、矿井井口和煤仓等均保留下来了，见表3.4-1。

表 3.4-1 旺苍县燕子乡关闭煤矿（燕子峡煤矿与荣旺煤矿）生产区域建筑现状照片

序号	名称	场所现状图	所在位置描述	备注
1	李家河旁矿井		位于李家河与陶家沟交汇处，李家河一侧岸旁	
2	陶家沟左岸山坡处矿井		位于2#生产区后部	
3	办公房		位于2#矿井左侧	
4	办公房		位于陶家沟2#矿井生产区（重点调查区对面）	

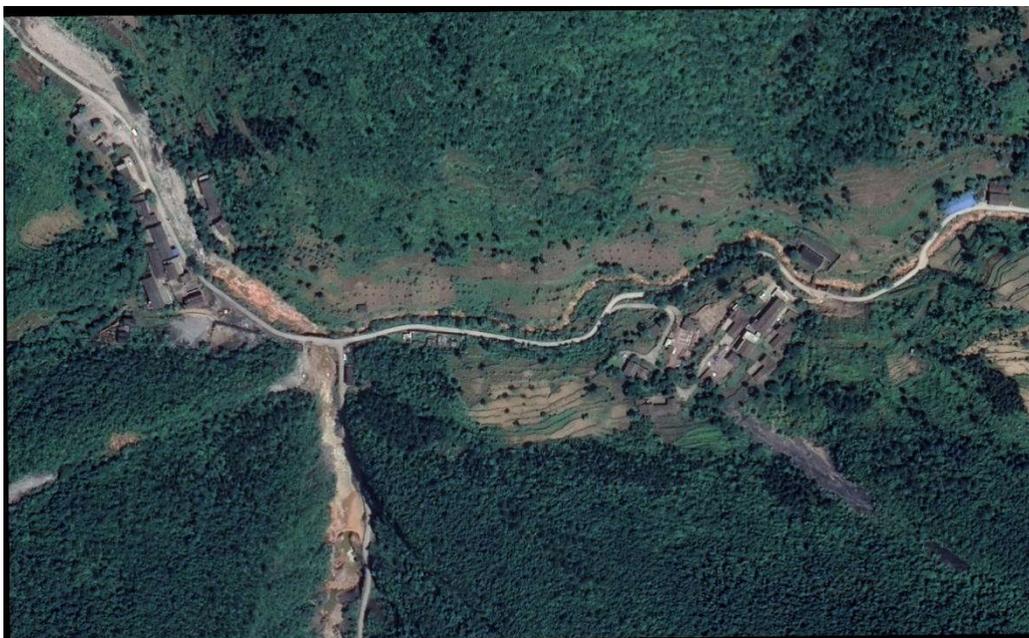
序号	名称	场所现状图	所在位置描述	备注
5	煤仓		位于陶家沟 2#矿井生产区右方、上游地方，靠近居住区	

3.4.2 地块历史

旺苍县燕子乡关闭煤矿（燕子峡煤矿与荣旺煤矿），位于旺苍县燕子乡燕舞村一社、二社，最早开采历史可追溯至 20 世纪 90 年代，于 2013 年响应国家政策，进行关闭。煤矿开采期间未中断。

煤矿开采之前地块为附近居民林地和农田，煤矿关闭后地块一直未利用。

根据 2013 年~2019 年卫星图（如图 3.4-2 所示），项目地块内建（构）筑物情况基本保持不变。



(a) 2019 年 6 月 3 日



(b) 2019年3月11日



(c) 2016年6月7日



(d) 2013年3月5日

图 3.4-2 地块历史卫星影像图

3.5 相邻地块土地利用状况和历史

项目调查地块燕子乡关闭煤矿周边土地，目前的主要利用类型为居住用地、农业耕种用地、林地 3 类。由于项目调查区较为分散与周边用地交错分布，农业耕地及居住区均为沿河沿道路分布，林地主要分布于重点调查区域坡地处。

相邻地块主要为住户及耕地，历史及现状均无企业生产活动，相邻地块的使用历史及现状均不会引起地块土壤污染。

3.6 地块用地规划

城市建设用地根据保护对象暴露情况的不同，可划分为第一类用地和第二类用地。

第一类用地：包括GB 50137规定的城市建设用地中的居住用地（R），公共管理与公共服务用地中的中小学用地（A33）、医疗卫生用地（A5）和社会福利设施用地（A6），以及公园绿地（G1）中的社区公园或儿童公园用地等。

第二类用地：包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的工业用地（M），物流仓储用地（W），商业服务业设施用地（B），道路与交通设施用地（S），公用设施用地（U），公共管理与公共服务用地（A）（A33、A5、A6 除外），以

及绿地与广场用地（G）（G1 中的社区公园或儿童公园用地除外）等。

旺苍县燕子乡关闭煤矿地块现关闭闲置，根据访谈规划部门工作人员了解到，地块未来的规划方向不作为第一类建设用地使用，作为工矿地块或对地块进行复绿。

3.7 地块地表水及地下水利用现状

《广元市江河湖泊水功能区划报告》（2018 年），未进行李家河水功能区划。项目区地表水水质标准参考《水功能区划划分标准》（GB/T 50594-2010），按照现状水质控制。

根据现场踏勘及走访，项目区地块周边居民使用距离项目区约 2km 处的山泉水，无地表水及地下水的取水活动，且地块所在区域范围及下游均无饮用水水源地。河流下游 27 km 汇入南河，最终汇入嘉陵江上游。

4 污染识别

4.1 资料收集与分析

4.1.1 政府和权威机构资料收集和分析

本次调查通过信息检索、部门走访、电话咨询等方式，从广安市前锋区等有关政府信息公开网站、论坛及工作人员处收集到区域自然环境状况、生态环境敏感区等相关信息。

该阶段工作主要通过政府对政府及环保等机构收集项目地块相关的历史及现状资料，并进行资料的整理及分析，初步判断场地潜在污染物、污染源、污染扩散方式等信息，为后续详细调查与风险评价工作提供依据和基础。

本次项目开展收集资料工作，主要收集到资料为《四川省旺苍县土地利用总体规划》（2006-2020年）、《旺苍县燕子乡燕午村一煤矿矿山保有储量核实报告》（2002年）、《旺苍县燕子乡燕午村一煤矿矿山保有煤炭资源储量核实报告》（2002）和《广元市旺苍县燕子乡遗留场地及周边农用地土壤污染防治项目》项目建议书（2018年8月）等资料。了解到燕子乡关闭煤矿为燕子峡煤矿和荣旺煤矿，该煤矿以洞采的方式采煤，共有2个洞口，其中1号洞在李家河与陶家沟交汇处，2号洞口在燕舞村二社陶家沟左岸山坡处，煤矿地块设置有煤矸石堆场、原煤待转运堆场、办公区等设施场所，煤矿开采时间自20世纪90年代年至2013年。

4.1.2 地块资料收集和分析

燕子峡煤矿与荣旺煤矿均于2013年政策性关闭，相关资料无法收集

4.1.3 其他相关资料收集和分析

由于地块生产时间不长，再加上关闭时间较久远，能收集到的资料有限。

4.2 现场踏勘及人员访谈

本次项目现场踏勘以地块范围为主，并适当包括项目区周边的农田。



图 4.2-1 现场人员访谈

4.2.1 有毒有害物质的储存、使用和处置情况分析

根据同行业生产工艺流程分析，本项目有毒有害物质主要为煤矸石。根据现场踏勘和资料查阅，暂不明确煤矸石在地块内堆放量。

4.2.2 各类槽罐内的物质和泄漏评价

燕子峡煤矿与荣旺煤矿地块内均无槽罐。

4.2.3 固体废物和危险废物的处理评价

本项目应按照《建设项目危险废物环境影响评价指南》对建设项目产生的物质(除目标产物，即：产品、副产品外)，依据产生来源、利用和处置过程鉴别属于固体废物并且作为固体废物管理的物质，应按照《国家危险废物名录》《危险废物鉴别标准通则》(GB5085.7)等进行属性判定。

根据该要求，本项目属于一般固废的物质主要为煤矸石，处置方式为地块内就地堆放。

4.2.4 管线、沟渠泄漏评价

根据资料收集和现场调查，地块内现阶段分别在 1#矿井井口和 2#矿井井口有小水渠，为矿井涌水导流渠，调查期水量较小。

4.2.5 与污染物迁移相关的环境因素分析

周边村民未使用矿井涌水和受矿井涌水影响的水体进行灌溉。地块污染主要是由于煤矿工业活动造成，地块污染物主要为重金属，具有污染范围广、持续时间长、污染隐蔽性高、难以被降解等特点。

该地块的污染物的迁移途径主要为：①煤炭在生产运输过程中，由于撒落进入周边环境；②煤炭及废渣的露天堆放导致降雨的淋溶，形成具有高浓度污染物的废水进入周边环境；③煤矿开采废水及煤矿关闭后酸性矿井涌水排放时进入土壤和地下水；④地面撒漏的粉状原辅材料等，因降雨而扩散。

4.3 污染识别-地块生产情况

4.3.1 地块平面布置

根据收集得资料、相关人员的访谈信息及现场踏勘情况，燕子乡关闭煤矿生产办公区域的建筑物概况资料详见表 4.3-1，地块平面布置图见图 4.3-1 所示。

表 4.3-1 燕子乡关闭煤矿建筑物概况

序号	建筑物名称	占地面积 (m ²)	层数	备注
1	1#矿井	/	/	
2	2#矿井	/	/	
3	矿区办公区	992.72	3	
4	1#矿井煤仓及渣场	4003.1	/	
5	2#矿井渣场	3383.1	/	
6	2#矿井生产区及渣场	4472.1	/	
7	煤仓	302.8	/	
8	矿区零散采矿工人居住区	17557.09		



图 4.3-1 旺苍县燕子乡关闭煤矿地块平面图

4.3.2 原辅材料分析

支护用品：指煤矿井下各种支护材料和用品，包括木材、单体液压支柱、T型顶梁、金属支架、金属支柱、绞接顶梁、水泥支架、锚杆、金属网和荆片等。

火工产品：指用于原煤生产的火药、雷管和导火线等。

大型材料：指原煤生产使用的钢铁管、钢轨、钢丝绳、电缆、输送胶带等五项。

专用工具：指原选煤生产专用工具，包括风镐、电风钻、矿灯、7.5KW 及以下的电动机和水泵，低压防爆开关、变压器、局扇、容量在 4 吨以下矿车(包括平板车、坑木台车)、自救器、综合保护器、瓦斯检定器等。

配件：指煤矿开采过程中机械设备维修配件。

4.3.3 生产工艺及产污环节分析

煤矿开采生产工艺主要有凿岩、爆破、装载、运输等工序。

凿岩：岩石中钻凿出特定要求眼孔的工程技术。在采矿工程中，眼孔常用以装填炸药，进行爆破。有时借助凿岩形成大口径的眼孔，不用爆破，直接用作井巷，眼孔还用于地质勘探、输送物料、安装锚杆、管道、电缆等设施或作为采油工程中的油、气井，所以凿岩在地质、石油、水电、交通等有关岩石破碎工程中亦有着广泛的应用。

爆破：爆破采煤工艺，又称炮采工艺，是指在长壁工作面用爆破方法破煤和装煤、人工装煤、输送机运煤和单体支柱支护的采煤工艺。爆破采煤工艺应用于采矿学科，其材料是炸药。

爆破采煤主要包括落煤、装煤、运煤、支护、采空区处理等工序。其特点是爆破落煤，爆破及人工装煤，机械化运煤，用单体支柱支护工作空间顶板。

装载：煤层经爆破后形成原煤及煤矸石，将原煤及煤矸石装载入运煤车，由矿车运输至洞外，煤矸石外排，原煤堆存至待转运区由专门车辆运输外卖。

运输：矿洞运出原煤堆放至原煤堆放处，由专门运输车转运外卖。

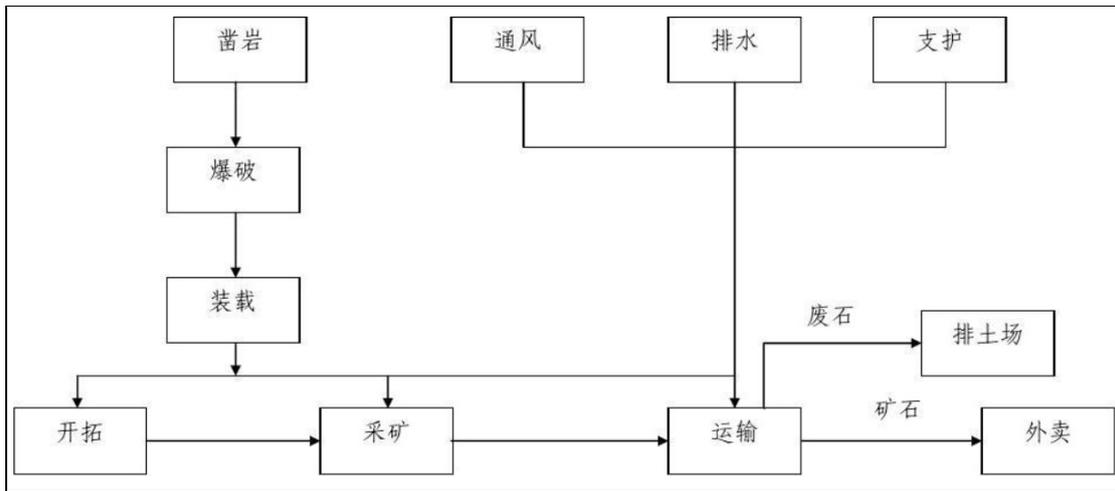


图4.3-2 煤矿开采流程图

4.3.4 生产规模

旺苍县燕子乡关闭煤矿（燕子峡煤矿与荣旺煤矿）位于燕子乡燕舞村一社、二社，李家河右岸和陶家沟左岸。在旺苍县 323°方向，直距约 27 公里的燕子乡境内，交通方便。矿山位于吴家垭鼻状背斜西端倾伏部位，为一单斜层，地层倾向 315-335°，倾角 20-30°，构造简单。燕子峡煤矿与荣旺煤矿，设计规模均为年产 9 万/吨以下。

4.3.5 产品分析

旺苍县燕子乡关闭煤矿（燕子峡煤矿与荣旺煤矿）主要产品是煤炭，该煤矿开采的煤层赋存于二叠系吴家坪组底部，煤层厚 0.7-1.0 米，平均 0.46 米，单一结构。原煤灰分 35-42%，全硫 2.5%左右、发热量 18810-21736 千焦/公斤，属富--高灰、中--富硫煤。

4.3.6 污染物分析

废气：废气主要有原煤开采过程中煤矿粉尘，车辆运输过程中扬尘。

废水：矿井涌水，职工生活废水。

固体废物：煤矸石废石。

企业主要污染产生处置情况见表 4.3-2。

表 4.3-2 主要污染产生处置情况表

污染类别	产生环节	主要污染因子	潜在污染区域	处理方式	排放去向
废水	矿井涌水	重金属	平硐口矿井涌水口	外排	周边河流
废气	煤矿开采过程中的煤尘、运输过程中的扬尘、炸药爆炸产生的气体	重金属	矿洞内、转运区	自然排放	无序排放
固体废物	煤矸石、凿岩废石，炸药爆炸后固体废物	重金属	煤矸石堆场	场地内堆放	地块内堆放

4.3.6.1 废水

废水来源主要是煤矿开采过程中的，矿井内部裂隙水和煤矿开采得工业废水等；在煤矿关闭后形成酸性矿井涌水。根据该地区煤层普查报告及相应的文献可知，废水得有毒有害物质主要有镉、铅、砷等重金属元素

通过踏勘了解到，以前旺苍县燕子乡关闭煤矿（燕子峡煤矿与荣旺煤矿）地块废水排放未实行清污分流，生产废水和矿井内部的裂隙水混合全部排入陶家沟和李家河，在 2019 年进行矿井涌水治理后，通过治理后排放至河流中。

4.3.6.2 废气

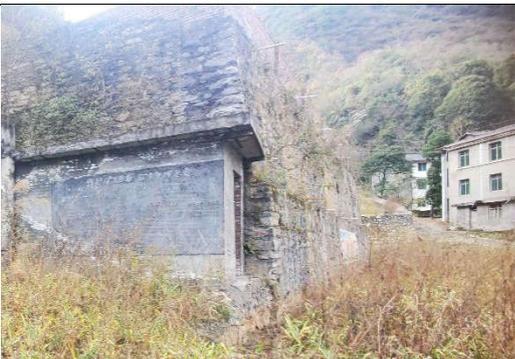
废气主要是煤矿开采过程中，产生的含有重金属的灰尘。开采过程中通过喷淋进行降尘后，通风排放。

4.3.6.3 废渣

根据现场踏勘可知，矿井周围渣场堆积大量的煤矸石和煤渣，均为煤矿开采时期堆积的。煤矸石和煤渣含有大量的有毒有害重金属元素。

旺苍县燕子乡关闭煤矿（燕子峡煤矿与荣旺煤矿）因停产时间较长，且规模小。大量资料已遗失，结合前期收集的资料，同时结合技术人员现场踏勘及人员访谈整理资料，调查范围内废渣堆存积存现状，详见表 4.3-3。

表 4.3-3 地块煤仓废弃物及煤矸石废渣堆存现状

序号	地点	现场照片	备注
1	李家河右岸矿井煤仓		煤仓地面及周围散落大量废渣，以黑色煤渣为主，夹少量石块等
2	李家河右岸矿井煤矸石渣场		1#矿井右侧及右后侧废渣堆放处，为黑色、灰色煤矸石及围岩

序号	地点	现场照片	备注
3	陶家沟左岸居住区后部煤矸石渣场		主要为黑色、灰色煤矸石，夹杂灰色围岩
4	陶家沟左岸生产区煤矸石渣场		主要为黑色、灰色煤矸石，夹杂灰色围岩及石块
5	陶家沟右岸煤仓		煤仓内部地面上有残余黑色煤渣

4.4 污染识别小结

4.4.1 地块潜在污染途径

通过第一阶段的现场勘查、人员访谈和资料收集分析，本次调查地块在长期的生产过程中，产品原煤及附属产物煤矸石中的污染物可通过雨水淋滤、排放粉尘干湿沉降等方式造成场地土壤和地下水污染，经过长时间的累积、地下水径流的迁移等，污染影响范围和程度会进一步扩大和加深，因此，本次调查需要通过布点采样检测分析，确认地块土壤和地下水受污染影响情况。

4.4.2 地块潜在污染区域

根据初步调查报告及现场进一步的踏勘访谈，并结合厂区及其周边区域 1:2000 地形图的测绘结果，获知了旺苍县燕子乡关闭煤矿（燕子峡煤矿与荣旺煤矿）的生产布局

及办公、生活等功能分区，识别出主要的主要关注的污染因子及重点污染区域。

根据前述调查与分析结果，地块生产涉及的污染物可通过雨水淋滤、泄露和事故等多种途径污染地块及周边的土壤和地下水。

通过对厂区各区域详细分析，识别出燕子峡煤矿与荣旺煤矿潜在污染区域，地块污染识别统计表见表 4.4-1。

本次调查将旺苍县燕子乡燕子峡煤矿与荣旺煤矿生产区、煤矸石堆放场作为潜在污染区域，地块潜在污染区域分布图见图 4.4-1。



图 4.4-1 污染识别重点污染区域

4.4.3 潜在污染因子

通过上述现场踏勘、人员访谈及资料收集分析可知，项目地块产品主要为开采出矿的煤等，固废主要为煤矸石，根据其生产工艺及产排污环节综合分析，项目地块的潜在的土壤和地下水污染物包括：pH、铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷等，潜在污染因子识别统计表见表 4.4-1。

表 4.4-1 地块污染识别统计表

潜在污染区域	工艺环节	产污环节	污染途径	特征污染物	备注
煤矸石堆放场	煤矸石堆放	雨水淋溶导致污染物进入土壤	雨水淋溶导致污染物进入土壤	铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷等	
生产区	原煤堆存	雨水淋溶导致污染物进入土壤	雨水淋溶导致污染物进入土壤	铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷等	
矿井涌水口	矿井水外排	涌水泄漏	矿井涌水进入土壤及地下水	铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷、硫化物等	

5 工作计划

5.1 采样方案

点位布设依据《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)、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告 2017 年第 72 号)。

根据污染识别结果,本次地块环境详细调查的监测介质主要包括以下 5 类:

(1) 土壤:包括厂区生产办公区域土壤、渣场范围土壤、矿区采矿人员居住区土壤

周边农田土壤及土壤背景点;

(2) 地下水;

(3) 地表水:为调查区域内的李家河、陶家沟及其他地表径流;

(4) 底泥:主要为地表水采样点位,同一位置的底泥;

(5) 固体废弃物:主要为重点调查区域的范围内堆存的煤矸石及煤渣。

5.1.1 布点原则

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

1) 可根据原地块使用功能和污染特征,选择可能污染较重的若干工作单元,作为土壤污染物识别的工作单元。原则上监测点位应选择工作单元的中央或有明显污染的部位,如生产车间、污水管线、废弃物堆放处等。

2) 对于污染较均匀的地块(包括污染物种类和污染程度)和地貌严重破坏的地块(包括拆迁性破坏、历史变更性破坏),可根据地块的形状采用系统随机布点法,在每个工作单元的中心采样。

3) 监测点位的数量与采样深度应根据地块面积、污染类型及不同使用功能区域等调查阶段性结论确定。

4) 对于每个工作单元,表层土壤和下层土壤垂直方向层次的划分应综合考虑污染物迁移情况、构筑物及管线破损情况、土壤特征等因素确定。采样深度应扣除地表非土壤硬化层厚度,原则上应采集 0~0.5 m 表层土壤样品,0.5 m 以下下层土壤样品根据判断布点法采集,建议 0.5~6 m 土壤采样间隔不超过 2 m;不同性质土层至少采集一个土壤样品。同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时,根据实际情况在该层位增加采样点。

5) 一般情况下,应根据地块土壤污染状况调查阶段性结论及现场情况确定下层土

壤的采样深度，最大深度应直至未受污染的深度为止。”

根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告 2017 年第 72 号）要求“根据污染识别和初步调查筛选的涉嫌污染的区域，土壤采样点位数每 400 m² 不少于 1 个，其他区域每 1600 m² 不少于 1 个；地下水监测按每 6400m²/个监测点位的布点密度布点，布设需涵盖要求的调查范围，能够准确反映调查范围内地块地下水流向及污染情况。”

5.1.2 点位布设

本次详细调查阶段总面积为 57078.31m²。共布设土壤监测点位 102 个；布设在重点区域的下游方向，共布设 11 个地下水监测点，其中重点生产区 7 个，矿区采矿人员居住区 2 个，背景点 2 个；地表水监测点位共布设 8 个，包括李家河河水监测点 4 个，陶家沟河水监测点 3 个，煤矿矿井涌水监测点 1 个；布设底泥监测点位 8 个，均与地表水采集点位重合；布设 39 个固体废弃物监测点位。

5.1.2.1 土壤监测点位

现场调查要求按照国家相关标准及技术规范进行采样点的布设，同时响应招标文件的工作量要求，保证工作量满足招标文件的工作目的要求。根据按照《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017 年第 72 号环境保护部公告）对详细调查的布点精度要求，本次针对燕子乡关闭煤矿及周边土壤监测点位的布设，按照“根据污染识别和初步调查筛选的涉嫌污染的区域，土壤采样点位数每 400 m² 不少于 1 个，其他区域每 1600 m² 不少于 1 个”的原则。本次详细调查阶段共布设土壤监测点位 102 个，其中重点生产区 40 个、矿区采矿人员居住区 17 个、周边农田区域 42 个和土壤背景点 3 个，具体土壤监测点位见图 5.1-1 所示。

（1）重点生产区内土壤监测点位布设

结合实际地块布局分布情况、污染识别所划定土壤重点污染区域分布情况，本次详细调查阶段该区域面积为 12378.9m²，共布设土壤采样点 40 个，布点密度约 309 m²/个。

（2）矿区采矿人员居住区土壤监测点位布设

根据矿区采矿人员居住区的分布，结合居住区建筑密度，本次详细调查阶段该区域面积为 18549.81m²，共布设土壤采样点 17 个，布点密度约 1091 m²/个。

（3）周边农田区域土壤监测点位布设

根据重点调查区域的分布情况，结合地区地形地貌、常年的风向及区域主干道

分布情况，本次详细调查阶段选在重点区域周边、煤炭运输道路两侧和山谷下风向的农田，面积为 26149.6 m²，共布设土壤采样点 42 个，布点密度约 623 m²/个。



图 5.1-1 燕子乡关闭煤矿及周边土壤环境详细调查土壤采样布点图

5.1.2.2 地下水监测点位

地块地势较高，区内河流切割较深，地下水不易贮存。判断该区域地下水水位略高于侵蚀基准面，除河流旁边钻孔以外，均埋深较大。根据相关要求，地下水监测按每 6400m²/个监测点位的布点密度布点，布设需涵盖要求的调查范围，能够准确反映调查范围内地块地下水流向及污染情况

故本次地下水调查，根据实际情况进行地下水位的布点调整，整个区域的地下水监测点，主要布设在重点区域的下游方向，共布设 11 个地下水监测点，其中重点生产区 7 个，矿区采矿人员居住区 2 个，背景点 2 个，布点密度为 5372 m²/个。具体点位布设情况见图 4.1-2。

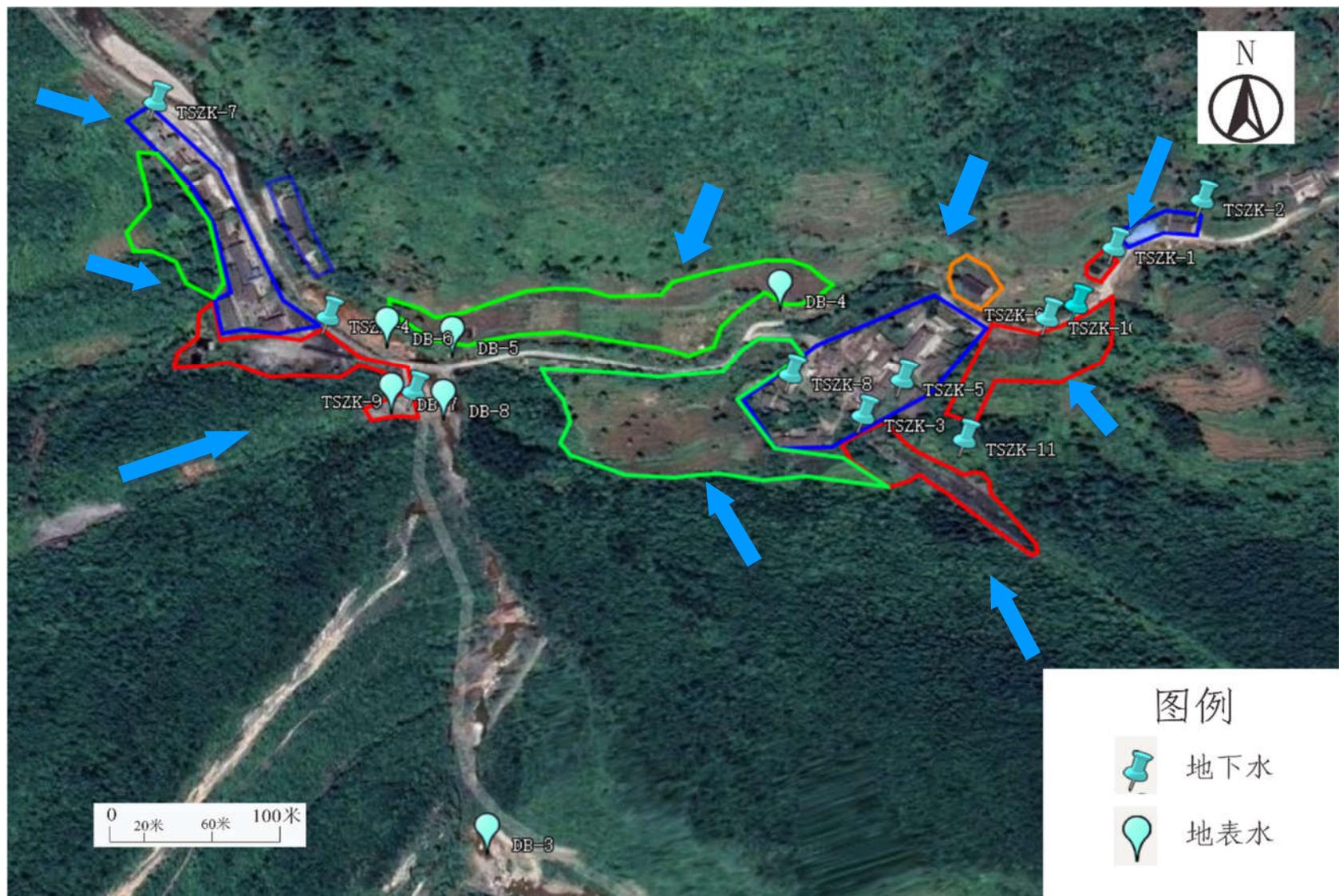


图 5.1-2 燕子乡关闭煤矿及周边土壤环境详细调查水样采样布点图

5.1.2.3 地表水监测点位

本次地表水监测点位共布设 8 个，包括李家河河水监测点 4 个，陶家沟河水监测点 3 个，煤矿矿井涌水监测点 1 个，具体点位布设情况见图 5.1-2。

(1) 根据污染识别结果，采集矿井涌水 1 组。

(2) 在李家河上游（1#矿井生产区及渣场位置上游约 500 米）、李家河和陶家沟交汇处上游 50 米、李家河和陶家沟交汇处下游 50 米下、李家河和陶家沟交汇点下游 500 米布设地表水采样点，共采集 4 组李家河地表水样品；

(3) 在陶家沟上游（交汇处位置上游约 800 米）、2#矿井涌水汇入陶家沟处、李家河和陶家沟交汇处上游 10 米布设地表水采样点，共采集 3 组李家河地表水样品；

5.1.2.4 底泥监测点位

根据污染识别结果及现场实际情况，李家河和陶家沟河流底泥较为丰富，本次共布设底泥监测点位 8 个，均与地表水采集点位重合，具体点位布设情况见图 5.1-3。



图 5.1-3 燕子乡关闭煤矿及周边土壤环境详细调查底泥及固废采样布点图

5.1.2.5 固体废弃物监测点位

根据访谈及踏勘，渣场范围堆存废渣时间较长，生产期间及煤矿关闭后渣场均未转运，故渣场范围有大量煤矸石及煤炭废渣堆存。

根据污染识别结果，对地块内渣场堆存固体废弃物，按照现性状进行采样分析。共布设 39 个固体废弃物监测点位，见图 5.1-3。

5.1.3 采样深度

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）要求“采样点垂直方向的土壤采样深度可根据污染源的位置、迁移和地层结构以及水文地质等进行判断设置。若对地块信息了解不足，难以合理判断采样深度，可按 0.5-2 m 等间距设置采样位置。具体见 HJ 25.2。

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）要求“对于每个工作单元，表层土壤和下层土壤垂直方向层次的划分应综合考虑污染物迁移情况、构筑物及管线破损情况、土壤特征等因素确定。采样深度应扣除地表非土壤硬化层厚度，原则上应采集 0~0.5 m 表层土壤样品，0.5 m 以下下层土壤样品根据判断布点法采集，建议 0.5~6 m 土壤采样间隔不超过 2 m；不同性质土层至少采集一个土壤样品。同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时，根据实际情况在该层位增加采样点。

现场采样过程中，根据 XRF 快速检测仪进行样品快速筛查，并保证采集 0~0.5 m 表层土壤样品，0.5 m 以下根据下层土层性质的不同进行判断，同时采样间隔不超过 2m。

燕子峡煤矿与荣旺煤矿地块渣场区域或被煤矸石覆盖，或已覆土场平，故采集土壤样品时根据钻探情况或探槽情况确定。

5.1.4 检测指标

5.1.4.1 土壤关注污染物

本次地块环境详细调查中，针对地块生产办公区及渣堆和周围农田土壤样品主要关注指标有 pH、六价铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷。

其中，选择 30 个表层土壤样品增加测试《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）必测 45 项中有机指标 38 项。

表 5.1-1 土壤介质中关注污染物

序号	监测介质	监测指标
1	生产办公区、渣场	pH、六价铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷、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、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、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
2	周围农田土壤	pH、六价铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷

5.1.4.2 地表水及地下水关注污染物

地下水及地表水中监测指标见表 5.1-2。

表 5.1-2 地表水及地下水中关注污染物

序号	监测介质	监测指标
1	地下水	pH、色度、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、硫化物、钠、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯
2	地表水	pH、悬浮物、硫化物、氟化物、铁、锰、六价铬、铅、铜、锌、镍、砷、汞、镉

5.1.4.3 固体废弃物及底泥关注污染物

结合污染识别结果，针对地块周围地表水、矿井涌水及地块内堆存的固体废弃物，分别检测其浸出液中各污染物浓度，以明确固体废弃物的分类（属于危险废物或一类固体废弃物或二类固体废弃物）的分类。具体检测指标见表 5.1-3。

表 5.1-3 固体废弃物及底泥关注污染物

分析类别	检测指标
酸浸出试验	铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷
水浸出试验	pH、铬、汞、镉、铅、铜、锌、镍、砷

5.2 实验室检测分析

5.2.1 实验室资质要求

样品的检测分析要求按照国家相关标准及技术规范开展，样品的检测分析机构必须具有 CMA 资质；提交加盖 CMA 印章的正式检测报告。

5.2.2 样品分析方法

5.2.2.1 土壤检测分析方法

本项目土壤样品的检测分析方法参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）表 3 中执行，缺乏相关标准规范的则参照国际标准，无国际标准的则参考目前能够实现相关检测的技术方法，若无定量检测方法，则采用半定量方法进行检测。

表 5.2-1 土壤检测分析方法

分析指标	监测方法	方法来源
pH 值	电位法	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018
铜、铅、镉、镍、锌	电感耦合等离子体质谱法	《全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定》环办土壤函[2017]1625 号附件 1
汞	原子荧光法	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 1 部分：土壤中总汞的测定 GB/T 22105.1-2008
砷	原子荧光法	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法第 2 部分：土壤中总砷的测定 GB/T22105.2-2008
铬（六价）	碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法	土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法 HJ 1082-2019
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	气相色谱-质谱法	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集-气相色谱质谱法 HJ 605-2011
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、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	气相色谱-质谱法	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 HJ 834-2017

5.2.2.2 地下水及地表水检测分析方法

优先选择国家或行业标准分析方法，尚无国家或标准分析方法的监测项目，可选用行业统一分析方法或行业规范。采用经过验证的 ISO、美国 EPA 和日本 JIS 方法体系等其他等效分析方法，采用经过验证的新方法，其检出限、准确度和精密度不得低于常规分析方法。

表 5.2-2 地下水水质检测分析方法

分析项目	分析方法	方法来源
pH	玻璃电极法	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006
总硬度	EDTA 滴定法	
溶解性总固体	105°C干燥-重量法	
硫酸盐	离子色谱法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006
氯化物		
铝	电感耦合等离子体发射光谱法	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T 5750.6-2006
铁		
锰		
铜		
锌		
挥发性酚类（以苯酚计）	4-氨基安替吡啉三氯甲烷萃取分光光度法	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4 -2006
阴离子表面活性剂	亚甲蓝分光光度法	
耗氧量（COD _{Mn} 法，以 O ₂ 计）	酸性高锰酸钾滴定法	生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标 GB/T 5750.7-2006
氨氮（以 N 计）	纳氏试剂分光光度法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006
硫化物	N,N-二乙基对苯二胺分光光度法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006
钠	火焰原子发射光谱法	地下水水质检验方法 火焰发射光谱法测定钾和钠 DZ/T0064.27-1993
亚硝酸盐(以 N 计)	重氮耦合分光光度法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006
硝酸盐（以 N 计）	紫外分光光度法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006
氰化物	异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006
氟化物	离子色谱法	生活饮用水标准检验方法无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006
碘化物	离子色谱法	水质 碘化物的测定 离子色谱法 HJ 778-2015
汞	原子荧光法	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014
砷	原子荧光法	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014
硒		
镉	电感耦合等离子体质谱法	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T 5750.6-2006
铅		
铬（六价）	二苯碳酰二肼分光光度法	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T 5750.6-2006
三氯甲烷	吹扫捕集/气相色谱-质谱法	水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 HJ 639-2012
四氯化碳		
苯		
甲苯		

表 5.2-3 地表水水质检测分析方法

分析项目	分析方法	方法来源
pH	玻璃电极法	水质 pH 值的测定 玻璃电极法 GB 6920-1986
悬浮物	重量法	水质 悬浮物的测定 重量法 GB11901-1989
铜	电感耦合等离子体发射光谱法	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体 发射光谱法 HJ 776-2015
锌		
氟化物	离子选择电极法	水质 氟化物的测定 离子选择电极法 GB 7484-1987
砷	原子荧光法	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧 光法 HJ694-2014
汞		
镉	电感耦合等离子体发射光谱法	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体 发射光谱法 HJ 776-2015
镍		
铬（六价）	二苯碳酰二肼分光光度法	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光 度法 GB 7467-1987
铅	电感耦合等离子体发射光谱法	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体 发射光谱法 HJ 776-2015
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法 GB/T16489-1996
铁	电感耦合等离子体发射光谱法	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体 发射光谱法 HJ 776-2015
锰		

5.2.2.3 固体废弃物及底泥检测分析方法

针对地块中堆存的固体废弃物和周边河流的底泥，按照国家标准规范判断其是否属于第 I 类一般工业固体废物或第 II 类一般工业固体废物。浸出及浸出液检测分析方法见下表。

表 5.2-4 固体废弃物及底泥浸出及浸出液检测分析方法

检测项目	检测方法
固体废弃物-硫酸硝酸浸出	HJ/T 299-2007 固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法
固体废弃物-水浸	HJ 557-2010 固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法
pH 值	GB/T 15555.12-1995 固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法
汞、砷	固体废物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ702-2014
铬、铜、锌、铅、 镉、镍	危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别 附录 A 固体废物 元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 GB5085.3-2007

6 现场采样与实验室分析

6.1 现场采样点位调整

实际采样过程中，针对以下情况（包括但不限于），对采样点位置及采样深度进行适当调整：

- （1）遇到底部基岩，导致无法继续钻进；
- （2）遇到回填大块石块，导致无法继续钻进；
- （3）地块内村民农田不同意施工，可进行采样位置的适当调整；
- （4）设计最大采样深度处有疑似污染的迹象，可根据实际情况适当加深取样深度及增加取样数量；
- （5）现场快速检测仪器判断污染因子浓度已未超标，可停止该点位的样品采集；
- （6）未到设计土壤取样深度已经遇到基岩，可停止该点位的样品采集；
- （7）设计采样点下方存在污水管线（电缆、光缆、水管等）或地下设施，若有必要加深采样，则应适当调整采样点位，若实际已无污染，可终止该点位的样品采集；
- （8）设计采样点由于客观原因无法到达，可进行采样位置的适当调整或者取消；
- （9）设计采样点位存在地层岩性的变化，可适当调整采样段深度；
- （10）若污染未穿透包气带，地下水采样点可适当调整为土壤点。

6.2 采样方法和程序

本次地块调查工作的钻孔和样品采集方法，依据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2020）、《水质 采样技术指导》（HJ 494-2009）、《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）。

6.2.1 土壤样品采集

现场采样时根据实际第四系覆盖层厚度以及地层岩性分布特征，每个采样点采集1-6组土壤样品。

（1）采样前准备

根据采样计划，制定采样计划表，准备各种记录表单、必需的监控器材、足够的取样器材并进行消毒或预先清洗。现场采样准备的材料和设备包括：定位仪器、现场探测设备、调查信息记录装备、监测井的建井材料、土壤和地下水取样设备、样品的保存装置和安全防护装备等。

（2）现场定位和探测

根据采样计划，采用卷尺、GPS 卫星定位仪、经纬仪和水准仪等定位仪器对监测点进行现场定位测量（高程和坐标），定位测量完成后，用喷漆树桩、旗帜等器材标志监测点。采用金属探测器或探地雷达等设备探测地下障碍物，确保采样位置避开地下电缆、管线、沟、槽等地下障碍物。采用水位仪测量地下水水位，采用油水界面仪探测地下水非水相液体。

（3）采样计划调整

当现场条件受限无法实施采样时，监测点位置根据现场情况进行了适当调整；现场状况和预期之间差异较大时，如现场水文地质条件与布点时的预期相差较大时，根据现场水文地质勘测结果，调整了布点及开展了必要的补充采样。

（4）现场检测

采用重金属快速测定仪（X 射线衍射光谱仪 XRF）等现场快速筛选技术手段进行了定性或半定量分析，指导监测点位调整及样品采集深度。

（5）土壤样品的采集

土壤样品分表层土和深层土。深层土的采样深度考虑了污染物可能释放和迁移的深度（如地下管线和储槽埋深）、污染物性质、土壤的质地和孔隙度、地下水位和回填土等因素。利用现场探测设备辅助判断采样深度。

①采样器的选择

一般对采样器的选择有如下要求：对需要检测挥发性有机物的土壤样品，应选择非扰动采样器采样；土工试验样品采集，取土器的选择执行 GB 50021 中的规定。

②表层土采样

A、表层土采样使用了手工采样和螺旋钻采样；

B、手工采样是先用铁锹、铲子、泥铲等工具将地表物质去除，在表层为较厚的混凝土时采用破土器或挖掘机等较大型机械将其破除，并挖掘到指定深度，然后用不锈钢或塑料铲子等进行样本采集。

C、螺旋钻采样是先钻孔达到所需深度后，获得一定高度的土柱，然后用不锈钢或塑料铲子去除土柱外围的土壤，获取土芯作为土壤样品；

D、收集土壤样时，把表层硬化地面和一些大的砾石、树枝剔除。

③深层土挖掘与采样

为了响应项目的工期，以及结合实际复杂地层情况，本项目采用多种深层土挖掘或钻取方式相结合进行深层土采样。深层土挖掘或钻取机械为挖掘机、冲击钻机、回旋钻机等。深层土样采集是使用了相应的采样器。

土壤样品采集后，根据污染物理化性质等，装入合适的容器中，并在 4℃ 以下的温度条件下保存和运输。

土壤采样时进行了现场记录，主要内容包括：样品名称和编号、气象条件、采样时间、采样位置、采样深度、样品质地、样品的颜色和气味、现场检测结果以及采样人员等。

6.2.2 地下水样品采集

监测井所采用的构筑材料不应改变地下水的化学成分，一般不采用裸井作为地下水水质监测井。

水文地质钻探的目的在于获取岩土性质及含水层结构。此次共实施水文地质钻孔 4 口，钻孔采用 HT150 型钻机钻进，开孔 150 mm，钻进 3~5 m 后变径 130 mm，终孔孔径 130 mm。采取清水钻进，下入 PVC-U 井管，利用清水回注、水泵抽水洗井。

(1) 井管

井管由井壁管、过滤管和沉淀管三部分组成。井壁管位于过滤管上，过滤管下为沉淀管。过滤管位于监测的含水层中，长度范围为从含水层底板或沉淀管顶到地下水位以上的部分，水位以上的部分在地下水位动态变化范围内；沉淀管的长度一般为 50~60 cm，视弱透水层的厚度而定，沉淀管底部放置在弱透水层内。

本次采用的井管材质为 PVC-U 管，外径 100mm，壁厚 3mm，采用预制直接头连接，胶带稳固。

(2) 地下水监测井钻孔

钻孔采用 HT150 型钻机钻进，开孔 150 mm，钻进 3~5 m 后变径 130 mm，终孔孔径 130 mm。钻孔的深度依监测井所在场区地下水埋深、水文地质特征及含水层类型和分布而定，一般达到含水层底板以下 50 cm 或至少地下水含水层水位线下 5 m，但不穿透弱透水层。监测井钻孔达到要求深度后，进行钻孔掏洗，清除钻孔中的泥浆、泥沙等，然后才开始下管。

(3) 地下水监测井下管

下管前校正了孔深，确定下管深度、滤水管长度和安装位置，按下管先后次序将井管逐根丈量、排列、编号、试扣，确保下管深度和滤水管安装位置准确无误。井管下完后，要用升降机将管柱吊直，并在孔口将其扶正、固定，与钻孔同心。

(4) 填砾及止水

填砾：本次地下水监测层位主要为基岩裂隙含水层，可不进行填砾，但滤水管均采

用尼龙网进行了包缠，一般包缠 3 层。

止水：止水材料必须具备隔水性好、无毒、无嗅、无污染水质等条件。本次采用海带止水，水泥砂浆固井。

（5）井台构筑

在井口修筑了井台，安装了井口保护装置。

（6）井位高程及坐标测量

建井完成后，进行了井位坐标测量及井管顶的高程测量。

（7）建井后洗井

建井后的洗井首先要求直观判断水质基本上达到水清砂净，同时 pH 值、电导率、浊度、水温等监测参数值达到稳定，即浊度等参数测试结果连续三次浮动在 $\pm 10\%$ 以内，或浊度小于 50 个浊度单位。

洗井一般分二次，即建井后的洗井和采样前的洗井。洗出的水量一般至少要达到井中贮水体积的三倍。

（8）地下水样品采集

取样前的洗井在第一次洗井 24 小时后开始，其洗出的水量达到了井中储水体积的三倍之上，同时要求 pH 值、电导率、氧化还原电位、溶解氧、水温等水质参数值基本稳定。洗井采用贝勒管。地下水采样在采样前的洗井完成后两小时内完成。取水使用一次性贝勒管，一井一管，一井一根提水用的尼龙绳，不重复使用，避免交叉污染。取水位置为井中储水的中部。根据本次监测项目，采样容器选择 600 ml 白色塑料瓶，加 2% 硝酸 2 ml 作保护剂；600 ml 白色塑料瓶，加 NaOH 固体 5~10 g 作保护剂；600 ml 白色塑料瓶，加硫酸铵 5~10 g 作保护剂；1L 透明玻璃瓶，加 10 ml 醋酸锌及 2 ml 氢氧化钠作保护剂；2.5 L 白色塑料桶，不加保护剂。

6.2.3 地表水样品采集

本次地表水的采样参照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）。

（1）做好采样前准备，确定采样负责人，制定相关的采样计划。主要包括确定采样点位、采样数量、监测指标等，做好采样质量保证措施，明确采样人员分工。

（2）实际的采样位置应尽可能靠近采样断面的中心。当水深大于 1 m 时，应在表层下 1/4 深度处采样；水深小于或等于 1 m 时，在水深的 1/2 处采样。

（3）用样品容器直接采样时，必须用水样冲洗三次后再行采样，后加入相应的保护剂。但当水面有浮油时，采油的容器不能冲洗。

(4) 采样时应注意除去水面的杂物、垃圾等漂浮物。

6.2.4 底泥样品采集

本次针对地表水底泥样品的采集，根据实际底泥淤积情况，使用采样勺进行样品的采集。针对同一个地表水底泥，应变更不同的位置采集混合样品。每次采样前应清洗采样勺，采样后应防止盛样容器的破损、浸湿及交叉污染。

6.2.5 固体废弃物样品采集

参照《工业固废采样制样技术规范》(HJ/T20-1998)开展本次固体废弃物样品的采集工作。

(1) 采样方案的设计

在工业固体废弃物采样前，首先明确采样目的和要求、进行背景调查和现场踏勘、明确采样程序、做好安全措施等。

(2) 采样方法的选择

采样方法可分为以下五种：

a.简单随机采样法

一批废物，当对其了解很少，且采取的份样比较分散也不影响分析结果时，对这一批废物不做任何处理，不进行分类也不进行排队，而按照其原来的状况，从批废物中随机采取份样。具体包括了抽签法和随机数字表法。

b.系统采样法

一批按一定顺序排列的废物，按照规定的采样间隔，每隔一个间隔采取一个份样，组成小样或大样。在一批废物以运送管、管道等形式连续排出的移动过程中，按一定的质量或时间间隔采样。

c.分层采样法

根据对一批废物已有的认识，将其按照有关标志分若干层，然后在每层随机采取份样。一批废物分次排列或某生产工艺过程的废物间歇排出的过程中，可分 n 层采样，根据每层的质量，按比例采取份样。

d.两段采样法

当一批废物由许多车、桶、箱、袋等容器盛装时，由于各容器比较分散，所以要分阶段采样。首先从批废物总容器数 N_0 中随机抽取 n_1 件容器，然后再从 n_1 件的每一件容器中采 n_2 个份样。

e.权威采样法

由对被采批工业固体废物非常熟悉的个人来采取样品而置随机性于不顾。

本次采样选择简单随机采样法进行固体废弃物样品的采集。

(3) 采样工具

采样工具使用取样铲。

(4) 安全措施

参照《工业用化学产品采样安全通则》(GB 3723-83), 严格做好相应防护措施, 确保采样人员的安全。

6.2.6 土工样品采集

土工样品采集

采用钻机采集原状土样时, 采集原状土样放于阴凉处保存。具体采样规程参考《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87-2012)及《土工试验方法标准》(GB/T50123-1999)。

(1) 土工样品检测项目

土工样品分析指标包括: 土壤有机质含量、土壤容重、土壤含水率、土壤颗粒密度、渗透系数、颗粒分析。

(2) 土工样品检测方法

土工样品检测方法参考《土工试验方法标准》(GBT50123-1999)。

6.2.7 工作量统计

本次旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边土壤水土环境详细调查阶段, 共完成 102 个调查范围内土壤点位的样品采集工作, 共采集土壤样品 222 组; 其中, 重点生产区土壤采样点位 40 个, 采集土壤样品 127 组; 矿区采矿人员居住区土壤采样点位 17 个, 采集土壤样品 49 组; 周边农田土壤采样点位 42 个, 采集土壤样品 56 组; 土壤背景点 3 个, 采集土壤样品 12 组。

完成水文地质钻孔的钻探 11 个, 总钻进约 112 米; 取地下水样品 11 组, 其中包含背景点样品 2 组, 河流上游旁地下水。

取李家河、陶家沟地表水样品 7 组; 矿井涌水样品 1 组。在地表水点位, 取底部底泥样品 8 组。取固体废弃物样品共 39 组。

取区域内钻孔土工样品 9 组。

表 6.2-1 样品采集统计

监测介质		实际工作量		备注
		采样点数 (个)	采集样品数 (组)	
土壤	重点生产区	40	127	调查范围内基岩出露深度不均一，部分采样点位见基岩深度较浅，各点位取样组数不均一。
	矿区采矿人员居住区	17	49	
	周边农田区	42	56	
	土壤背景点	3	12	
地下水	重点生产区	7	7	/
	矿区采矿人员居住区	2	2	/
	背景点	2	2	背景点分别位于李家河和陶家沟上游河旁
地表水	李家河	4	4	/
	陶家沟	3	3	/
	矿井涌水	1	1	/
底泥	李家河	4	4	每组取两袋，分别进行水浸和酸浸
	陶家沟	3	3	每组取两袋，分别进行水浸和酸浸
	矿井涌水	1	1	每组取两袋，分别进行水浸和酸浸
固体废弃物		39	39	
土工样品		9	9	
合计		177	297	

6.3 样品保存与运输

(1) 样品保存、运输

根据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)、《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)等技术规范，采集的土壤和地下水样品均保存于装有冷冻蓝冰的保温箱中，未送往实验室前保存于冰箱内（4℃冷藏条件）。

样品装运前首先逐件与样品登记表、样品标签和采样记录表的信息一一核实，确认无误后分类装入样品保温箱保存。所有样品采集后及时放入装有冷冻蓝冰的低温保温箱中，并及时送至实验室进行分析。在样品运送过程中，要确保保温箱能满足样品对低温的要求。装车运送至收样室，运送过程中尽量保证样品箱的平稳，防止样品在样品保温箱中洒落，且严防样品的损失、混淆和沾污，直至最后到达检测分析实验室，完成样品交接。

(2) 样品清点、流转样品装运完成后，由实验室派遣专人或者指定专人将样品从现场送往实验室，到达实验室后，送样者和接样者双方同时清点样品，即将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录表进行核对，核对无误后，送样者和接样者双方在样品交接单上签字确认，样品交接单由双方各存一份备查。样品清点完成后，将样品分

类、整理和包装后放于冷藏柜中，等待样品制备和检测分析。

6.4 质量控制

6.4.1 现场采样质量控制

1、采样现场质量保证措施

采样现场质量保证工作主要是保证现场挖掘、采样、样品保存过程满足相应的要求：

(1) 土壤采样人员均佩戴一次性 PE 手套进行土壤样品采样，每个土样取样前均更换新的手套，防止样品之间交叉污染。

(2) 采样中认真观察了土壤的组成类型、密实程度、湿度和颜色，并特别注意了是否有异样的污渍或异味存在。

(3) 在两个钻孔之间钻探设备进行清洁，同一钻孔不同深度采样时对钻探设备、取样装置进行了清洗，与土壤接触的其他采样工具重复使用时也进行了清洗。

2、现场采样质量问题处置

质量保证措施小组成员对发现的质量问题，及时向有关责任人指出，做好相应记录并及时上报质量负责人，采取了必要的纠正预防措施。

3、采样点精确定位的质量保证措施

根据前期的《实施方案》布点要求，现场采样前采用 GPS-RTK 进行放孔，现场采样结束后对采样点位置调整过的点位采用 GPS-RTK 进行收孔。

4、土壤样品量的质量保证措施

按照相关的采样规范以及检测分析实验室的要求，不低于样品采样的最低质量。

5、样品信息准确标识的质量保证措施

样品采集完成之后，在采样瓶身及瓶盖上准确标识样品的相关信息，如：样品名称、样品内部编号等，再由其他记录人员进行再一次的核对确认，并每天对采集的样品与采样记录表进行核对，清点样品数目及样品标识是否填写清晰、无误，同时确保样品标识在样品运输途中不会损坏。

6、现场采样规范记录的质量保证措施

采样记录人员严格按照采样记录规范进行样品现场采样记录，并且与样品标识完全一致，现场采样记录表上的内容更加细化，除了上述样品标识的内容之外，还记录了天气情况、时间、温度、气压等其它信息，具体记录信息见附件采样记录表。

7、现场采样照片的质量保证措施

现场照片信息采集包含采样点远景、近景、采样深度、采样过程、采样人员、采样工具、采样后的样品、样品袋上的标识等详细的图片信息。

8、现场采样后样品保存温度的质量保证措施

样品在采样完成后，立即采取相应的保存方法，需要冷藏的立即转入冷藏箱内，加入足够的冰袋进行冷藏。

9、采样过程中的自检、互检、他检

①采样过程中的自检：采样过程中，采样人员自己核对自己所采样品数量，标签是否一致等；记录人员校对自己的各项记录是否清晰。

②采样过程中的互检：采样过程中，采样人员、记录人员各自检查自己所负责的任务是否正确，保证样品的正确性。

③采样过程中的他检：采样过程中，每天技术负责人对每天的采样记录表格及样品采样照片进行检查、核实，检查工作是否做到位，保证现场采样的工作质量，并做好相应记录。

6.4.2 样品流转质量控制

严格按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004)、《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2020)等技术规范进行样品流转。为防止样品流转过程中产生的样品丢失等问题，主要采取以下措施：

采集完样品后，采样小组质控人员在现场对样品进行逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单核对清点样品编号、样品采集量、样品瓶的密封情况及样品瓶数量，确认无误后将样品装到保温箱进行保存，于当天发往检测单位。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，完成样品交接，并通过电子样品交接单上电子签章确认，电子样品交接单由双方各自备存，以便清查与核对样品信息及样品数量。

当发现电子样品交接单上的样品数量及样品编号不一致的，立即查询缺失样品的编号及点位坐标信息，并询问相关采样小组及质控人员，若确认样品丢失，应立即补充样品采集工作并做好质控措施。

6.4.3 样品保存质量控制

新鲜样品保存时间按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)、《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2020)、《水质 样品的保存和管理技术规定》(HJ 493—2009)等技术规范。

预留样品在样品库造册保存。分析取用后的剩余样品，待测定全部完成数据报出后，移交样品库保存。分析取用后的剩余样品一般保留半年，预留样品一般保留 2 年。

表 6.4-1 土壤与水样保存方法

介质	检测项目	容器	容器 (mL)	注意事项	保存条件	最长保存时间
土壤	重金属	自封袋	/	装样时土壤尽量保持原状，装入后排出空气密封	有蓝冰的保温箱(约 4℃)	28 天
	SVOCs	直口透明玻璃瓶	250	装样时土壤尽量与瓶口形状匹配，填满瓶子，少留空气	有蓝冰的保温箱(约 4℃)	28 天
	VOCs	装有磁力转子的棕色玻璃瓶（配聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖）	40*2	装入约 5g 土样并立即密封，严禁保护液溢出	有蓝冰的保温箱(约 4℃)	7 天
水样	重金属	装有 2 ml 2% 硝酸保护剂的白色塑料瓶	600	装满容器后立即密封，防止气泡，严禁保护液溢出	有蓝冰的保温箱(约 4℃)	30 天
	挥发性酚氰化物	装有 5~10 g 氢氧化钠固体保护剂的白色塑料瓶	600	装满容器后立即密封，防止气泡	有蓝冰的保温箱(约 4℃)	1 天
	二价铁 三价铁	装有 5~10 g 硫酸铵保护剂的白色塑料瓶	600	装满容器后立即密封，防止气泡，严禁保护液溢出	有蓝冰的保温箱(约 4℃)	14 天
	硫化物	装有 10 ml 醋酸锌及 2 ml 氢氧化钠保护剂的透明玻璃瓶	1000	装满容器后立即密封，防止气泡，严禁保护液溢出	有蓝冰的保温箱(约 4℃)	7 天
	阴阳离子 总硬度	白色塑料桶	2500	装满容器后立即密封，防止气泡，严禁保护液溢出	有蓝冰的保温箱(约 4℃)	10 天

注：样品运输至实验室后放入冷库冷藏保存（4℃±2℃）。

6.4.4 实验室质量控制

(1) 精密度控制

测定率：每批样品每个项目分析时均须做 20% 平行样品；当 5 个样品以下时，平行样不少于 1 个。

测定方式：由分析者自行编入的明码平行样，或由质控员在采样现场或实验室编入的密码平行样。

合格要求：平行双样测定结果的误差在允许误差范围之内者为合格。允许误差范围参《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004) 中的表 13-1 规定值。对未列出允许误

差的方法，当样品的均匀性和稳定性较好时，参考《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)中的表 13-2 的规定，当平行双样测定合格率低于 95%时，除对当批样品重新测定外再增加样品数 10%~20%的平行样，直至平行双样测定合格率大于 95%。

(2) 准确度控制

使用标准物质或质控样品，在例行分析中，每批均带测质控平行双样，在测定的精密度合格的前提下，质控样测定值必须落在质控样保证值（在 95%的置信水平）范围之内，否则本批结果无效，需重新分析测定。

加标回收率的测定，当选测的项目无标准物质或质控样品时，可用加标回收实验来检查测定准确度。加标率，在一批试样中，随机抽取 10%~20%试样进行加标回收测定；加标量视被测组分含量而定，含量高的加入被测组分含量的 0.5~1.0 倍，含量低的加 2~3 倍，但加标后被测组分的总量不得超出方法的测定上限。加标浓度宜高，体积应小，不应超过原试样体积的 1%，否则需进行体积校正。合格要求，当加标回收率在加标回收率允许范围之内，加标回收率允许范围参《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)中的表 13-2。当加标回收合格率小于 70%时，对不合格者重新进行回收率的测定，并另增加 10%~20%的试样作加标回收率测定，直至总合格率大于或等于 70%以上。

表 6.4-2 土壤平行双样分析的精密度和准确度允许差

检测项目	含量范围 (mg/kg)	精密度		准确度		
		室内相对偏差 (%)	室间相对偏差 (%)	加标回收率 (%)	室内相对误差 (%)	室间相对误差 (%)
镉	<0.1	30	35	75~110	±30	±35
	0.1~0.4	20	25	85~110	±20	±25
	>0.4	15	20	90~105	±15	±20
汞	<0.1	30	35	75~110	±30	±35
	0.1~0.4	25	30	85~110	±25	±30
	>0.4	20	25	90~105	±20	±25
砷	<10	20	30	85~105	±20	±30
	10~20	15	20	90~105	±15	±20
	>20	10	15	90~105	±10	±15
铜	<20	20	25	85~105	±20	±25
	20~30	15	20	90~105	±15	±20
	>30	10	15	90~105	±10	±15
铅	<20	20	25	80~110	±20	±25
	20~40	15	20	85~110	±15	±20
	>40	10	15	90~105	±10	±15
镍	<20	20	25	80~110	±20	±25
	20~40	15	20	85~110	±15	±20
	>40	10	15	90~105	±10	±15

表 6.4-3 土壤样品平行双样分析最大允许相对偏差与加标回收率范围

监测项目	含量范围	最大允许相对偏差 (%)	加标回收率 (%)	适用的分析方法
无机元素	≤10MDL	30	80~120	AAS、ICP-AES、 ICP-MS
	>10MDL	20	90~110	
挥发性有机物	≤10MDL	50	70~130	GC、GC-MSD
	>10MDL	25		
半挥发性有机物	≤10MDL	50	60~140	GC、GC-MSD
	>10MDL	30		
难挥发性有机物	≤10MDL	50	60~140	GC、GC-MSD
	>10MDL	30		

注：MDL—方法检测限；AAS—原子吸收法；ICP-AES—电感耦合等离子体发射光谱法；ICP-MS—电感耦合等离子体质谱法；GC—气相色谱法；GC-MSD—气相色谱质谱法。

(3) 质量控制图

必测项目应作准确度质控图，用质控样的保证值 X 与标准偏差 S ，在 95% 的置信水平，以 X 作为中心线、 $X \pm 2S$ 作为上下警告线、 $X \pm 3S$ 作为上下控制线的基本数据，绘制准确度质控图，用于分析质量的自控。

每批所带质控样的测定值落在中心附近、上下警告线之内，则表示分析正常，此批样品测定结果可靠；如果测定值落在上下控制线之外，表示分析失控，测定结果不可信，检查原因，纠正后重新测定；如果测定值落在上下警告线和上下控制线之间，虽分析结果可接受，但有失控倾向，应予以注意。

(4) 标准样品

选择合适的标样，使标样的背景结构、组分、含量水平应尽可能与待测样品一致或近似。如果与标样在化学性质和基本组成差异很大，由于基体干扰，用土壤标样作为标定或校正仪器的标准，有可能产生一定的系统误差。

(5) 监测过程中受到干扰时的处理

检测过程中受到干扰时，按有关处理制度执行。一般要求如下：停水、停电、停气等，凡影响到检测质量时，全部样品重新测定；仪器发生故障时，可用相同等级并能满足检测要求的备用仪器重新测定。无备用仪器时，将仪器修复，重新检定合格后重测。

6.4.5 实验室间质量控制

参加实验室间比对和能力验证活动，确保实验室检测能力和水平，保证出具数据的可靠性和有效性。

7 调查结果分析与评价

7.1 评价标准

7.1.1 土壤评价标准

(1) 建设用地土壤

城市建设用地根据保护对象暴露情况的不同，可划分为第一类用地和第二类用地。

第一类用地：包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的居住用地（R），公共管理与公共服务用地中的中小学用地（A33）、医疗卫生用地（A5）和社会福利设施用地（A6），以及公园绿地（G1）中的社区公园或儿童公园用地等。

第二类用地：包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的工业用地（M），物流仓储用地（W），商业服务业设施用地（B），道路与交通设施用地（S），公用设施用地（U），公共管理与公共服务用地（A）（A33、A5、A6 除外），以及绿地与广场用地（G）（G1 中的社区公园或儿童公园用地除外）等。

本项目地块现主要为工业用地（停产闲置状态），根据相关部门的人员访谈了解到，该地块未来不会作为第一类用地规划，故本次按照土壤环境质量评价，按照第二类用地规划类型进行数据分析评价。确定本地块筛选值标准参照《土壤环境质量 建设用地土壤风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）。

表 7.1-1 建设用地土壤风险筛选值和管控值（GB 36600-2018）

单位：mg/kg

序号	污染物项目	筛选值		管制值	
		第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
1	砷	40①	60①	120	140
2	镉	20	65	47	172
3	六价铬	3	5.7	30	78
4	铜	2000	18000	8000	36000
5	铅	400	800	800	2500
6	汞	8	38	33	82
7	镍	150	900	600	2000
8	四氯化碳	0.9	2.8	9	36
9	氯仿	0.3	0.9	5	10
10	氯甲烷	12	37	21	120

单位: mg/kg

序号	污染物项目	筛选值		管制值	
		第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
11	1,1-二氯乙烷	3	9	20	100
12	1,2-二氯乙烷	0.52	5	6	21
13	1,1-二氯乙烯	12	66	40	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	66	596	200	2000
15	反式-1,2-二氯乙烯	10	54	31	163
16	二氯甲烷	94	616	300	2000
17	1,2-二氯丙烷	1	5	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	10	26	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	6.8	14	50
20	四氯乙烯	11	53	34	183
21	1,1,1-三氯乙烷	701	840	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	0.6	2.8	5	15
23	三氯乙烯	0.7	2.8	7	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5	0.5	5
25	氯乙烯	0.12	0.43	1.2	4.3
26	苯	1	4	10	40
27	氯苯	68	270	200	1000
28	1,2-二氯苯	560	560	560	560
29	1,4-二氯苯	5.6	20	56	200
30	乙苯	7.2	28	72	280
31	苯乙烯	1290	1290	1290	1290
32	甲苯	1200	1200	1200	1200
33	间对二甲苯	163	570	500	570
34	邻二甲苯	222	640	640	640
35	硝基苯	34	76	190	760
36	苯胺	92	260	211	663
37	2-氯酚	250	2256	500	4500
38	苯并(a)蒽	5.5	15	55	151
39	苯并(a)芘	0.55	1.5	5.5	15
40	苯并(b)荧蒽	5.5	15	55	151
41	苯并(k)荧蒽	55	151	550	1500
42	蒽	490	1293	4900	12900
43	二苯并(a,h)蒽	0.55	1.5	5.5	15
44	茚并(1,2,3-cd)芘	5.5	15	55	151
45	萘	25	70	255	700

注: ①具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值, 但等于或者低于土壤环境背景值水平的, 不纳入污染地块管理。本次地块土壤为黄壤, 参照 GB 36600-2018 附 A, 砷背景值为 60 mg/kg。

根据国家土壤信息服务平台 (<http://www.soilinfo.cn/map/index.aspx>) 对项目地块所在区域的土壤类型进行查询, 地块所在区域的土壤类型为黄壤、黄棕壤和棕壤, 故此土壤中砷的第一类用地筛选值为 40 mg/kg、土壤中砷的第二类用地筛选值为 60 mg/kg。

(2) 农用地土壤

本次农用地土壤环境质量评价优先参照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018); 针对 GB 15618-2018 里没有的指标, 从保守角度考虑人体健康风险, 参考《土壤环境质量 建设用地土壤风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018) 中一类用地筛选值。

表 7.1-2 农用地土壤污染风险筛选值 (mg/kg)

序号	污染物项目 ^{①②}		土壤 pH 值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注: ①重金属和类金属砷均按元素总量计。

②由于本次项目区内没有水田, 故本次评价按照筛选值中“其他”类别作为限值

表 7.1-3 农用地土壤污染风险管制值 (mg/kg)

序号	污染物项目	土壤 pH 值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	1.5	2.0	3.0	4.0

序号	污染物项目	土壤 pH 值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
2	汞	2.0	2.5	4.0	6.0
3	砷	200	150	120	100
4	铅	400	500	700	1000
5	铬	800	850	1000	1300

7.1.2 地下水评价标准

因该地区地下水不存在饮用功能，与人体直接接触的概率较小，故本项目地下水筛选标准优先按照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV类水标准进行评价，对于 GB/T 14848-2017 中缺少的污染物，借鉴《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中限值标准。

表 7.1-4 地下水质量评价标准

序号	指标	单位	IV类
1	色	度	≤25
2	嗅和味	/	无
3	浑浊度	NTU	≤10
4	肉眼可见物	/	无
5	pH	无量纲	5.5≤pH<6.5 8.5<pH≤9.0
6	总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	≤650
7	溶解性总固体	mg/L	≤2000
8	硫酸盐	mg/L	≤350
9	氯化物	mg/L	≤350
10	铝	mg/L	≤0.50
11	铁	mg/L	≤2
12	锰	mg/L	≤1.5
13	铜	mg/L	≤1.5
14	锌	mg/L	≤5
15	挥发性酚类（以苯酚计）	mg/L	≤0.01
16	阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.3
17	耗氧量（COD _{Mn} 法，以 O ₂ 计）	mg/L	≤10
18	氨氮（以 N 计）	mg/L	≤1.5
19	硫化物	mg/L	≤0.1
20	钠	mg/L	≤400
21	亚硝酸盐（以 N 计）	mg/L	≤4.8
22	硝酸盐（以 N 计）	mg/L	≤30
23	氰化物	mg/L	≤0.1

序号	指标	单位	IV类
24	氟化物	mg/L	≤2
25	碘化物	mg/L	≤0.50
26	汞	mg/L	≤0.002
27	砷	mg/L	≤0.05
28	硒	mg/L	≤0.1
29	镉	mg/L	≤0.01
30	铅	mg/L	≤0.1
31	铬（六价）	mg/L	≤0.1
32	三氯甲烷	μg/L	≤300
33	四氯化碳	μg/L	≤50.0
34	苯	μg/L	≤120
35	甲苯	μg/L	≤1400

7.1.3 地表水评价标准

按照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）进行评价，判断陶家沟、李家河属于第几类水质（I类水质、II类水质、III类水质、IV类水质、V类水质、劣V类水质）。针对GB 3838-2002中仍缺少的污染指标，参考《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）、《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）。

表 7.1-5 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）

序号	指标	单位	I类	II类	III类	IV类	V类
1	pH	无量纲	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
2	悬浮物	mg/L	100 ^④	100 ^④	100 ^④	300 ^⑤	300 ^⑤
3	铜	mg/L	0.01	1	1	1	1
4	锌	mg/L	0.05	1	1	2	2
5	氟化物	mg/L	1	1	1	1.5	1.5
6	砷	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
7	汞	mg/L	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
8	镉	mg/L	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
9	铬（六价）	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
10	铅	mg/L	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
11	硫化物	mg/L	0.05	0.1	0.2	0.5	1
12	铁	mg/L	0.3 ^②	0.3 ^②	0.3 ^②	2.0 ^①	>2.0 ^①
13	锰	mg/L	0.1 ^②	0.1 ^②	0.1 ^②	1.50 ^①	>1.50 ^①
14	镍	mg/L	0.02 ^③	0.02 ^③	0.02 ^③	0.10 ^①	>0.10 ^①

注：①参照《地下水质量标准》（GB 14848-2017）。

②参照《地表水环境质量标准》中“集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值”

- ③参照《地表水环境质量标准》中“集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值”。
- ④参照《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中“排入 GB3838 中Ⅲ类水域（划定的保护区和游泳区除外）和排入 GB3097 中二类海域的污水，执行一级标准”。
- ⑤参照《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中“排入 GB 3838 中Ⅳ、Ⅴ类水域和排入 GB3097 中三类海域的污水，执行二级标准”。

7.1.4 固体废弃物及底泥评价标准

首要的关注对象为固体废弃物及底泥是否属于危险废物，由于无法明确地块内堆存固体废弃物类别及具体来源，暂不能根据《国家危险废物名录》进行判别，因此需要根据危险废物鉴别技术规范，通过采集类似废渣样品进行浸出毒性测试，按照 HJ/T 299 测定固体废物中浸出液浓度，任何一种危害成分含量超过《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）中所列的浓度限值，则判定该固体废物为具有浸出毒性特征的危险废物。具体涉及到的浸出液标准可参考《浸出毒性鉴别标准值》附件中的对应标准值。

若浸出毒性鉴别判定不属于危险废物，应进一步根据《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007），采用《固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法》（GB/T 15555.12-1995），检测浸出液 pH，若浸出液 pH 小于 2 或者 pH 大于 12.5，则属于危险废物。

对于不属于危险废物，进一步判断其属于第 I 类一般工业固体废物或第 II 类一般工业固体废物，按照《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》（HJ 557-2010）进行浸出试验而获得的浸出液。浸出液中有一种或一种以上的污染物浓度超过 GB 8978 最高允许排放浓度，或者 pH 值在 6-9 范围之外，属于 II 类一般工业固体废物。

表 7.1-6 固废浸出毒性 鉴别标准值（GB 5085.3-2007）

序号	危害成分项目	浸出液中危害成分浓度限值（mg/L）
1	砷	5
2	镉	1
3	总铬	15
4	铬（六价）	5
5	铜	100
6	锌	100
7	铅	5
8	汞	0.1

序号	危害成分项目	浸出液中危害成分浓度限值 (mg/L)
9	镍	5
10	砷	5

表 7.1-7 《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)

序号	污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)
1	砷	0.5
2	镉	0.1
3	总铬	1.5
4	铬(六价)	0.5
5	铜	0.5 ^①
6	锌	2 ^①
7	铅	1
8	汞	0.05
9	镍	1
10	砷	0.5

注：①参照《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中“第二类污染物最高允许排放浓度”一级标准

7.2 结果分析与评价

7.2.1 土壤检测结果分析与评价

7.2.1.1 背景点位

根据 pH 值的不同, 可将土壤酸碱性划分为极强酸性 ($\text{pH}<4.5$)、强酸性 ($4.5\leq\text{pH}<5.5$)、酸性、($5.5\leq\text{pH}<6.5$)、中性 ($6.5\leq\text{pH}\leq 7.5$)、碱性 ($7.5<\text{pH}\leq 8.5$)、强碱性 ($8.5<\text{pH}\leq 9.5$)、极强碱性土壤 ($\text{pH}>9.5$) 等 7 个等级。根据背景点检测结果, 本次详细调查所采集的 3 个背景点位土壤 12 组土壤样品的 pH 主要介于 5.72~6.89 之间, 6 组土壤样品呈酸性, 6 组土壤样品呈中性, 整体 pH 值相差不大。六价铬均未检出, 镉、砷、铜、汞、铅、镍检出浓度的变异系数均小于 1, 为低差别分布。

区域土壤背景值是具有统计学意义的区域土壤本底值, 因此本次项目的背景点点位检测结果仅作为参考。

表 7.2-1 背景点检出指标检测结果分析

	pH	砷	镉	铬(六价)	铜	铅	汞	镍
最小	5.72	10.70	0.47	/	25.40	17.30	0.05	39.20

	pH	砷	镉	铬(六价)	铜	铅	汞	镍
最大	6.89	31.20	8.54	/	75.40	30.40	0.50	139.00
均值	6.48	18.03	3.17	/	44.21	24.22	0.20	79.14
标准差	0.35	6.55	2.91	/	17.72	3.07	0.15	38.73
变异系数	5.45%	36.30%	91.88%	/	40.07%	12.66%	74.13%	48.94%

注：pH 值无量纲



TZK-11

TZK-10

TZK-9

图 7.2-1 背景点

7.2.1.2 重点生产区域

本次重点生产区域范围内共完成 40 个土壤点位的样品采集工作，共采集土壤样品 127 组。

根据煤矿行业特征指标，127 组样品均检测了 7 项重金属及 pH 值。土壤 pH 值介于 2.17~9.66，平均值为 5.81，其中 50 组样品呈极强酸性，6 组呈强酸性，7 组呈酸性，25 组呈中性，38 组呈碱性，0 组呈强碱性，1 组呈极强碱性。

7 项重金属（砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍）中，所有样品均未检出六价铬，而其余 6 项指标检出率 100%。

本次调查随机选择重点生产区域内 12 个点位的表层样品检测《土壤环境质量 建设用地土壤风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中必测 45 项，21 项有机指标基本未检出，其余 17 项有机指标虽然有检出，但检出值均较低。

表 7.2-2 重点生产区域土壤样品检出指标结果统计表

	最小值 mg/kg	最大值 mg/kg	平均值 mg/kg	标准 差	变异系 数	检出 数	检出率
pH	2.17	9.66	5.74	2.07	36.05%	127	100.00%
砷	3.93	32.60	12.58	4.77	37.88%	127	100.00%
镉	0.25	17.60	3.22	3.18	98.62%	127	100.00%
铜	11.80	243.00	58.61	41.18	70.26%	127	100.00%

	最小值 mg/kg	最大值 mg/kg	平均值 mg/kg	标准 差	变异系 数	检出 数	检出率
铅	14.90	71.60	27.84	9.69	34.79%	127	100.00%
汞	0.03	0.68	0.26	0.17	68.57%	127	100.00%
镍	27.30	205.00	72.74	32.33	44.45%	127	100.00%
1,1-二氯乙烯	2.30×10 ⁻³	2.30×10 ⁻³	2.30×10 ⁻³	/	/	1	8.33%
二氯甲烷	2.30×10 ⁻³	9.90×10 ⁻³	4.58×10 ⁻³	2.13	46.51%	10	83.33%
氯仿	1.40×10 ⁻³	16.90×10 ⁻³	4.15×10 ⁻³	4.80	115.45%	11	91.67%
四氯化碳	3.30×10 ⁻³	3.30×10 ⁻³	3.30×10 ⁻³	/	/	1	8.33%
苯	2.70×10 ⁻³	11.60×10 ⁻³	6.63×10 ⁻³	4.54	68.43%	3	25.00%
甲苯	1.60×10 ⁻³	91.40×10 ⁻³	15.30×10 ⁻³	29.20	190.85%	10	8.33%
四氯乙烯	2.80×10 ⁻³	4.90×10 ⁻³	3.77×10 ⁻³	1.06	28.14%	3	25.00%
氯苯	1.00×10 ⁻³	1.00×10 ⁻³	1.00×10 ⁻³	/	/	1	8.33%
乙苯	3.90×10 ⁻³	3.90×10 ⁻³	3.90×10 ⁻³	/	/	1	8.33%
间二甲苯+对二甲苯	1.10×10 ⁻³	17.80×10 ⁻³	6.62×10 ⁻³	7.42	112.06%	5	41.67%
邻二甲苯	1.10×10 ⁻³	6.90×10 ⁻³	3.57×10 ⁻³	3.00	83.99%	3	25.00%
1,1,2,2-四氯乙烷	5.10×10 ⁻³	5.10×10 ⁻³	5.10×10 ⁻³	/	/	1	8.33%
1,4-二氯苯	4.10×10 ⁻³	7.10×10 ⁻³	5.60×10 ⁻³	2.12	37.88%	2	16.67%
1,2-二氯苯	5.30×10 ⁻³	6.00×10 ⁻³	5.65×10 ⁻³	0.49	8.76%	2	16.67%
萘	0.08×10 ⁻³	1.34×10 ⁻³	0.39×10 ⁻³	0.47	120.89%	6	50.00%
蒽	0.10×10 ⁻³	0.40×10 ⁻³	0.18×10 ⁻³	0.15	85.71%	4	33.33%
二苯并[a,h]蒽	0.06	0.06	0.06	/	/	1	8.33%

注：pH 值无量纲

按照二类用地进行土壤环境质量评价。

(1) 评价方法

此次土壤环境质量评价方法采用单因子指数法：

$$P_i = C_i / C_{si} \quad (\text{式 7.2-1})$$

式中：P_i——第 i 个污染因子的单因子指数，无量纲；

C_i——第 i 个污染因子的检测值，mg/kg；

C_{si}——第 i 个污染因子的标准浓度限值，mg/kg。

当单因子指数大于 1 时，表明已超过规定的质量标准；单因子指数值越大，超标越严重，污染程度越重。根据单因子指数的大小，可将污染程度分为五级：P_i≤1，未污染；1<P_i≤2，轻微污染；2<P_i≤3，轻度污染；3<P_i≤5，中度污染；P_i>5，

重度污染。

(2) 评价结果

38 项有机指标及 7 种重金属指标中，均未超标。

表 7.2-3 重点生产区域土壤样品评价结果统计情况

	最小	最大	均值	标准差	变异系数	超标数	超标率
砷	0.07	0.54	0.21	0.08	37.88%	0	0
镉	0.00	0.27	0.05	0.05	98.62%	0	0
铜	0.00	0.01	0.00	0.00	70.26%	0	0
铅	0.02	0.09	0.03	0.01	34.79%	0	0
汞	0.00	0.02	0.01	0.00	68.57%	0	0
镍	0.03	0.23	0.08	0.04	44.45%	0	0
1,1-二氯乙烯	/	0.00	0.00	/	/	0	0
二氯甲烷	/	0.00	0.00	0.00	377.95%	0	0
氯仿	/	0.02	0.00	0.00	497.28%	0	0
四氯化碳	/	0.00	0.00	/	/	0	0
苯	/	0.00	0.00	0.00	741.49%	0	0
甲苯	/	0.00	0.00	0.00	733.19%	0	0
四氯乙烯	/	0.00	0.00	0.00	662.67%	0	0
氯苯	/	0.00	0.00	/	/	0	0
乙苯	/	0.00	0.00	/	/	0	0
间二甲苯+对二甲苯	/	0.00	0.00	0.00	709.33%	0	0
邻二甲苯	/	0.00	0.00	0.00	785.67%	0	0
1,1,2,2-四氯乙烷	/	0.00	0.00	/	/	0	0
1,4-二氯苯	/	0.00	0.00	0.00	822.12%	0	0
1,2-二氯苯	/	0.00	0.00	0.00	795.25%	0	0
萘	/	0.02	0.00	0.00	680.50%	0	0
蒽	/	0.00	0.00	0.00	697.34%	0	0
二苯并[a,h]蒽	/	0.04	0.00	/	/	0	0

注：最大值、均值中的“0.00”均表示单因子指数小于 0.005。

7.2.1.3 矿区采矿人员居住区

本次矿区采矿人员居住区域范围内共完成 17 个土壤点位的样品采集工作，共采集土壤样品 49 组。

根据煤矿行业特征指标，49 组样品均检测了 7 项重金属及 pH 值。土壤 pH 值介于 3.88~8.33，平均值为 7.18，其中 5 组样品呈极强酸性，2 组呈强酸性，1 组呈酸性，8 组呈中性，33 组呈碱性，0 组呈强碱性，0 组呈极强碱性。

7项重金属（砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍）中，所有样品均未检出六价铬，而其余6项指标检出率均未100%。

本次调查随机选择矿区采矿人员居住区域内9个点位的表层样品检测《土壤环境质量 建设用地土壤风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中必测45项，27项有机指标基本均未检出，其余11项有机指标虽然有检出，但检出值均较低。

表 7.2-6 矿区采矿人员居住区域土壤样品检出指标结果统计表

	最小值 mg/kg	最大值 mg/kg	平均值 mg/kg	标准 差	变异系 数	检出 数	检出率
pH	3.88	8.33	7.25	1.26	17.36%	49	100.00%
砷	6.26	19.30	11.69	3.03	25.87%	49	100.00%
镉	0.17	10.90	3.65	3.27	89.64%	49	100.00%
铜	22.40	112.00	66.66	23.67	35.50%	49	100.00%
铅	16.20	41.30	23.13	4.85	20.97%	49	100.00%
汞	0.05	0.51	0.20	0.13	62.86%	49	100.00%
镍	22.70	152.00	80.18	23.69	29.55%	49	100.00%
二氯甲烷	1.80×10^{-3}	8.70×10^{-3}	4.45×10^{-3}	3.00	67.38%	4	44.44%
氯仿	1.40×10^{-3}	11.90×10^{-3}	4.84×10^{-3}	4.45	91.87%	5	55.56%
1,2-二氯乙烷	2.20×10^{-3}	2.20×10^{-3}	2.20×10^{-3}	/	/	1	11.11%
甲苯	1.20×10^{-3}	4.60×10^{-3}	3.10×10^{-3}	1.59	51.21%	4	44.44%
四氯乙烯	2.70×10^{-3}	21.90×10^{-3}	9.65×10^{-3}	8.41	87.20%	4	44.44%
乙苯	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-3}	/	/	1	11.11%
间二甲苯+对二甲苯	3.10×10^{-3}	3.10×10^{-3}	3.10×10^{-3}	/	/	1	11.11%
邻二甲苯	3.05×10^{-3}	3.05×10^{-3}	3.05×10^{-3}	/	/	1	11.11%
苯乙烯	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-3}	/	/	1	11.11%
1,4-二氯苯	3.95×10^{-3}	3.95×10^{-3}	3.95×10^{-3}	/	/	1	11.11%
1,2-二氯苯	5.60×10^{-3}	5.60×10^{-3}	5.60×10^{-3}	/	/	1	11.11%

注：pH值无量纲

按照二类用地进行土壤环境质量评价。

(1) 评价方法

采用单因子指数法，见式 7.2-1。

(2) 评价结果

38 项有机指标和 7 种重金属指标均未超标。

表 7.2-7 矿区采矿人员居住区域土壤样品评价结果统计情况

	最小	最大	均值	标准差	变异系数	超标数	超标率
砷	0.10	0.32	0.20	0.05	25.16%	0	0
镉	0.00	0.17	0.06	0.05	86.31%	0	0
铜	0.00	0.01	0.00	0.00	34.95%	0	0
铅	0.02	0.05	0.03	0.01	20.96%	0	0
汞	0.00	0.01	0.01	0.00	59.32%	0	0
镍	0.03	0.17	0.09	0.03	30.78%	0	0
二氯甲烷	/	0.00	0.00	0.00	379.48%	0	0
氯仿	/	0.01	0.00	0.00	379.44%	0	0
1,2-二氯乙烷	/	0.00	0.00	/	/	0	0
甲苯	/	0.00	0.00	0.00	357.01%	0	0
四氯乙烯	/	0.00	0.00	0.00	412.85%	0	0
乙苯	/	0.00	0.00	/	/	0	0
间二甲苯+对二甲苯	/	0.00	0.00	/	/	0	0
邻二甲苯	/	0.00	0.00	/	/	0	0
苯乙烯	/	0.00	0.00	/	/	0	0
1,4-二氯苯	/	0.00	0.00	/	/	0	0
1,2-二氯苯	/	0.00	0.00	/	/	0	0

注：最大值、均值中的“0.00”均表示单因子指数小于 0.005。

7.2.1.4 农田土

本次共完成 42 个农田土壤点位的样品采集工作，共采集土壤样品 56 组，各采样点位主要采集 0-0.2 m 耕作层土壤样品，部分点位增加采集深部 0.2-0.5 m 土壤样品。

检测 7 项重金属（砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍），所有样品中六价铬均未检出，其余 6 项指标检出率为 100%。

表 7.2-7 农田土壤样品检出指标结果统计表

	最小值 mg/kg	最大值 mg/kg	平均值 mg/kg	标准差	变异系数	检出数	检出率
pH	3.89	8.31	7.26	0.97	13.31%	56	100.00%
砷	6.87	25.00	12.62	4.12	32.67%	56	100.00%
镉	0.32	33.60	2.59	6.25	241.07%	56	100.00%
铜	18.40	222.00	72.89	41.87	57.45%	56	100.00%

	最小值 mg/kg	最大值 mg/kg	平均值 mg/kg	标准差	变异系数	检出数	检出率
铅	14.40	31.10	23.32	3.99	17.11%	56	100.00%
汞	0.05	0.46	0.13	0.09	70.37%	56	100.00%
镍	30.80	223.00	75.19	35.27	46.91%	56	100.00%

注：pH 值无量纲

根据 pH 值选择相应的农用地土壤污染风险筛选值进行评价(项目区无水田，选择“其他”类别)。

(1) 评价方法

采用单因子指数法，见式 7.2-1。

(2) 评价结果

6 种检出重金属指标中，镉、铜、镍存在着不同程度的超标现象。其中有 34 个点位共 44 组样品中镉超筛选值，最大超标倍数 112 倍，最小 0.03 倍；

有 14 个点位共 17 组样品中铜超筛选值，最大超标倍数 1.22 倍，最小 0.03 倍；

有 5 个点位共 7 组样品中镍超筛选值，最大超标倍数 1.23 倍，最小 0.26 倍。

表 7.2-7 农田土壤样品评价结果统计情况

	最小	最大	均值	标准差	变异系数	超标数	超标率
砷	0.26	1.00	0.44	0.15	34.68%	0	0
镉	0.57	112.00	7.83	20.97	267.74%	44	78.57%
铜	0.18	2.22	0.80	0.41	51.50%	17	30.36%
铅	0.08	0.44	0.18	0.08	44.35%	0	0
汞	0.02	0.29	0.05	0.05	95.36%	0	0
镍	0.28	2.23	0.62	0.46	73.64%	7	12.50%

对于农田土中镉的含量，采用管制值进一步评价分析，结果见下表。

表 7.2-8 农田土壤镉超标情况（管制值）

最小单因子指数	0.09	最大单因子指数	11.20	均值	0.95
标准差	2.26	变异系数	238.78%	最小超标倍数	0.17
最大超标倍数	10.20	超标数	9	超标率	16.07%

(3) 污染成因简析

镉超标点位分布较广，推断为该区域化肥的不当施用造成；而对于镉污染严重的区域，推断为煤矸石、煤渣粉尘的飘洒进入农田，或曾在农田中暂存过煤渣，进而导致土壤中镉含量的超标。

造成农田中铜超标的原因同样可能是施用含铜量高的磷肥导致铜在土壤中的富集；养殖中使用含铜饲料，畜禽粪便中有机铜的含量相应提高，当畜禽粪便进入农田后也就会造成土壤中铜的富集。此外，煤矸石的粉尘，随风飘洒进农田，也是造成农田土壤中铜富集的原因之一。

镍超标点位 NT1-1、NT1-2、NT1-3、NT1-4、NT1-5 中，NT1-1、NT1-3、NT1-4、NT1-5 土壤 pH 基本偏酸性，点位靠近原煤矿厂的煤渣堆放点的排水沟，可能由于曾使用酸性废水灌溉导致镍在土壤中的累积；NT1-2 土壤呈中性，且镍超标倍数较高，推断其污染原因还包括了化肥的不当施用造成镍的富集。此外，由于靠近渣堆，渣堆粉尘因风飘洒至农田内，在降雨的淋溶作用下，也可能导致土壤中镍含量的增高。



图 7.2-2 原 2#弃渣堆排水沟（右下方即为农田）

（4）污染分布

根据土壤样品中污染因子镍的检出浓度，采用 Kriging 插值法，通过垂向网格剖分，分层对重点生产区域内土壤各污染因子浓度进行插值计算。污染分布图附图 4。

(5) 土壤环境质量类别划分

1、划分方法与步骤

根据《农用地土壤环境质量类别划分技术指南（试行）》（环办土壤[2017]第 97 号）中要求，农用地土壤环境质量类别划分方法与步骤如下所述：

A、按土壤污染状况初步划分评价单元类别

参与土壤环境质量类别划分的土壤点位数，原则上不少于 3 个。

从保护农产品质量安全角度，依据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）以及《食品安全国家标准 食品中污染物限量》（GB2762-2017）关于农产品重金属污染物指标的规定，选择镉、汞、砷、铅、铬 5 种重金属划分评价单元类别。

(1) 对评价单元内各点位土壤的各项污染物逐一分类。根据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018），分为三类：1、低于（或等于）筛选值（A 类）；2、介于筛选值和管制值之间（B 类）；3、高于（或等于）管制值（C 类）。示例见下表。

表 7.2-9 各土壤点位的各项污染物分类示例

污染物 点位	镉	汞	砷	铅	铬
点位 1	A	B	C	B	A
点位 2	A	B	B	B	A
点位 3	B	B	C	A	A
...					

(2) 根据各单项污染物分别判定该污染物代表的评价单元类别。当各点位土壤某单项污染物的分类结果一致时，用以下方法判定该单项污染物所代表的评价单元类别：全部低于（或等于）筛选值的，划分为优先保护类；全部介于筛选值和管制值之间的，划分为安全利用类，全部高于（或等于）管制值的，划分为严格管控类。示例见下表，镉代表的评价单元类别为优先保护类，汞代表的评价

单元类别为安全利用类。

**表 7.2-10 各污染物代表评价单元类别划分示例
(单项污染物分类结果一致时)**

污染物 点位	镉	汞	砷	铅	铬
点位 1	A	B	B	C	A
点位 2	A	B	B	C	A
点位 3	A	B	B	C	A
点位 4	A	B	B	C	A
点位 5	A	B	B	C	A
点位 6	A	B	B	C	A
	优先保护类	安全利用类	安全利用类	严格管控类	优先保护类

当各点位土壤某单项污染物的分类结果不一致，存在 2 种及以上情况时（示例见下表），可按以下 3 种方法之一判定该单项污染物所代表的评价单元类别。原则上对点位数大于（或等于）10 个的评价单元，选择方法一进行判定；对点位数小于 10 个的评价单元，视情况选择方法二或方法三进行判定。

**表 7.2-11 各单项污染物的分类结果不一致
(存在 2 种及以上情况) 示例**

污染物 点位	镉	汞
点位 1	A	B
点位 2	A	A
点位 3	B	A
点位 4	B	B
点位 5	C	B
点位 6	A	C

方法一：计算评价单元内各土壤点位单项污染物浓度均值的 95%置信区间（计算方法另行发布）。对周边无污染源（在产或关闭搬迁重点行业企业、固体废物堆存和处理处置场所等）且历史上未发生土壤污染事件的，取置信区间下限；对周边存在污染源或历史上曾发生土壤污染事件的，取置信区间上限。用置信区间值与筛选值和管制值进行比较，判定该项污染物所代表的评价单元类别。即：低于（或等于）筛选值的，划分为优先保护类；介于筛选值和管制值之间的，划分为安全利用类；高于（或等于）管制值的，划分为严格管控类。

方法二：按照主导性原则，若每项污染物 80%以上的土壤点位分类结果一致时，则采用该结果判定该项污染物所代表的评价单元类别。

方法三：地方根据实际情况确定的其他经科学论证后的判断方法。

B、判断评价单元土壤环境质量类别

按照上述方法判定每项污染物代表的评价单元类别后，取最严格的作为该评价单元的类别，如某评价单元存在镉、铬两种污染物，根据污染物镉，该评价单元划分为安全利用类；根据污染物铬，该评价单元划分为优先保护类；综合评价，该评价单元应当划分为安全利用类。

2、划分结果

本次调查范围内的农田土壤中，重金属镉的含量较其他重金属含量高，根据《农用地土壤环境质量类别划分技术指南（试行）》中所述“判定每项污染物代表的评价单元类别后，取最严格的作为该评价单元的类别”，因此仅对镉进行数理统计分析结果后即可代表项目区土壤环境质量类别。

分别对 3 个农田区域进行划分。

1 区域：27 组样品，周边有污染源（煤矿厂及其堆场），取污染物浓度均值的 95%置信区间上限为 8.033 mg/kg；不同 pH 值对应重金属限值不一样，本次农用地土壤环境质量类别划分取区块内土壤样点 pH 的平均值作为选取重金属限值的依据，pH=6.55，筛选值=0.3 mg/kg，管制值=3.0 mg/kg。

2 区域：17 组样品，周边有污染源（煤矿厂及其堆场），取污染物浓度均值的 95%置信区间上限，为 0.737 mg/kg；不同 pH 值对应重金属限值不一样，本次农用地土壤环境质量类别划分取区块内土壤样点 pH 的平均值作为选取重金属限值的依据，pH=7.89，筛选值=0.3 mg/kg，管制值=3.0 mg/kg。

3 区域：12 组样品，采用方法一；周边有污染源（煤矿厂及其堆场），取污染物浓度均值的 95%置信区间上限，为 1.046 mg/kg；不同 pH 值对应重金属限值不一样，本次农用地土壤环境质量类别划分取区块内土壤样点 pH 的平均值作为选取重金属限值的依据，pH=7.96，筛选值=0.6 mg/kg，管制值=4.0 mg/kg。

表 7.2-12 各农田区域镉浓度均值的 95%置信区间上限值

农田编号	容量	均值	标准差	抽样平均误差	置信度	自由度	t分布的双侧分位数	允许误差	置信下限	置信上限
3 区域	12	0.811	0.369	0.107	0.95	11	2.201	0.235	0.576	1.046
2 区域	17	0.626	0.216	0.053	0.95	16	2.120	0.111	0.515	0.737
1 区域	27	4.624	8.619	1.659	0.95	26	2.056	3.410	1.214	8.033

表 7.2-13 各农田区域依据土壤污染程度划分结果

农田编号	pH 均值	筛选值 (mg/kg)	管制值 (mg/kg)	95%置信上限 (mg/kg)	划分结果
3 区域	7.96	0.3	3.0	1.046	安全利用类
2 区域	7.89	0.3	3.0	0.737	安全利用类
1 区域	6.55	0.6	4.0	8.033	严格管控类

7.2.2 地下水检测结果分析与评价

(1) 地下水样品检测分析结果

本地块地下水样品检测分析结果见表 7.2-14。

表 7.2-14 地下水样品检测分析结果

监测项目	单位	SZK-1	SZK-2	SZK-3	SZK-4	SZK-5	SZK-6	SZK-7	SZK-8	SZK-9	SZK-10	SZK-11
色	度	<5	5	10	5	15	5	5	10	10	5	30
嗅和味	/	弱	无	无	无	弱	无	弱	弱	弱	弱	弱
浑浊度	NTU	3.2	21.7	572	304	138	24	117	318	142	24.8	29.4
肉眼可见物	/	少许	少许	浑浊	较多	较多	少许	较多	较多	少许	少许	有黄色沉淀
pH	无量纲	7.77	7.95	8.06	6.89	6.92	7.54	7.88	7.48	5.05	7.28	3.41
总硬度	mg/L	276	186	713	2.30×10^3	1.96×10^3	402	161	346	2.28×10^3	402	2.32×10^3
溶解性总固体	mg/L	320	325	810	2.86×10^3	2.29×10^3	433	188	400	4.20×10^3	460	9.18×10^3
硫酸盐	mg/L	79.7	18.2	397	1.26×10^3	1.42×10^3	122	18.3	156	2.50×10^3	124	5.41×10^3
氯化物	mg/L	4.29	3.61	5.02	6.1	1.49	4.25	1.53	49.2	2.59	4.37	0.85
铝	mg/L	0.09	0.13	2.38	未检出	未检出	0.25	0.74	1.24	58	0.28	130
铁	mg/L	0.0912	0.121	4.08	未检出	未检出	0.578	1.32	2.27	612	0.498	1.85×10^3
锰	mg/L	0.0132	3.10×10^{-3}	0.293	未检出	未检出	0.26	0.102	0.505	11.3	0.274	8.32
铜	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
锌	mg/L	6.00×10^{-3}	未检出	0.042	0.056	0.076	0.014	0.016	0.021	12	0.011	13.3
挥发性酚类（以苯酚计）	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
阴离子表面活性剂	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
耗氧量（COD _{Mn} 法，以 O ₂ 计）	mg/L	0.71	0.79	4.32	3.13	4	1.62	1.27	9.46	57.9	1.72	234
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.05	0.02	0.35	未检出	未检出	0.1	0.08	0.3	1.2	0.2	2.48

旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边地块土壤污染状况详细调查及风险评估报告

监测项目	单位	SZK-1	SZK-2	SZK-3	SZK-4	SZK-5	SZK-6	SZK-7	SZK-8	SZK-9	SZK-10	SZK-11
硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
钠	mg/L	4.89	3.12	6.08	30.5	6.83	5.6	2.17	19.7	15	5.09	49.6
亚硝酸盐(以 N 计)	mg/L	0.01	0.01	0.014	0.018	0.011	0.014	0.015	0.028	0.021	0.014	0.011
硝酸盐(以 N 计)	mg/L	1.21	1.25	0.95	0.56	0.09	0.1	0.7	未检出	0.14	0.13	0.09
氟化物	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氟化物	mg/L	0.15	0.34	0.26	0.35	0.21	0.015	0.15	0.25	4.17	0.18	1.99
碘化物	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
汞	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	mg/L	未检出	未检出	6.0×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	8.8×10^{-3}	未检出	0.0193
硒	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
镉	mg/L	未检出	未检出	1.21×10^{-3}	5.40×10^{-4}	0.045	2.20×10^{-4}	7.00×10^{-5}	9.30×10^{-4}	0.429	2.20×10^{-3}	0.22
铅	mg/L	4.18×10^{-3}	1.40×10^{-4}	8.13×10^{-3}	0.0239	0.0414	0.0131	0.0101	0.0189	0.608	5.17×10^{-3}	0.0456
铬(六价)	mg/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
三氯甲烷	$\mu\text{g/L}$	未检出	未检出	未检出	6.0×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出	2.6×10^{-3}	未检出	未检出
四氯化碳	$\mu\text{g/L}$	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	8.0×10^{-4}	未检出	未检出
苯	$\mu\text{g/L}$	未检出	未检出	1.1×10^{-3}	1.2×10^{-3}	未检出	未检出	未检出	未检出	1.5×10^{-3}	未检出	未检出
甲苯	$\mu\text{g/L}$	未检出	未检出	1.3×10^{-3}	1.2×10^{-3}	未检出	5.0×10^{-4}	未检出	未检出	8.0×10^{-4}	4.0×10^{-4}	未检出

(2) 评价方法

地下水样品检测结果采用单因子标准指数法进行评价，评价标准主要按照《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV类水标准进行。标准指数计算公式分为以下两种情况：

1) 对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：

P_i ——第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i ——第 i 个水质因子的监测浓度，mg/L；

C_{si} ——第 i 个水质因子的标准浓度，mg/L。

2) 对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH 值），其标准指数计算公式：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH \leq 7 \text{ 时}$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH > 7 \text{ 时}$$

式中：

P_{pH} ——pH 的标准指数，无量纲；

pH ——pH 监测值；

pH_{sd} ——标准中 pH 的下限值；

pH_{su} ——标准中 pH 的上限值。

3) 对于评价标准为性状描述的（如嗅和味、肉眼可见物等），根据其描述进行判别是否满足水质要求（满足/不满足）。

(3) 评价结果

根据上述评价方法，本地块地下水水质评价结果见表 5.2-14，评价结果显示：

①背景值点位 TSZK-2 超标指标包括浑浊度、肉眼可见物，均属感官指标；背景值点位 TSZK-7 地下水中感官指标（嗅和味、浑浊度、肉眼可见物）均超过了 IV 类水要求，且其铝的浓度超过 IV 类水限值，分析可能为该水文地质单元因

山体内煤矿伴生铝土矿，导致地下水中铝的含量较高

②TZSK-1、TZSK-6、TZSK-10 点位与 TZSK-2 属同一水文地质单元，且位置位于原煤矿 1#渣堆、2#渣堆上游，地下水水质超标情况与 TZSK-2 相近，仅感官指标超标。

③TZSK-3、TZSK-5、TZSK-8、TZSK-11 地下水受原煤矿 1#渣堆、2#渣堆影响，原堆场基岩上原生覆土层较薄，堆渣与基岩裂缝有直接接触，通过降雨淋溶，污染物可通过基岩裂隙进入地下水；该 4 点位除感官指标外，总硬度（以 CaCO_3 计）、溶解性总固体、硫酸盐、铝、铁、锌、镉、 COD_{Mn} 、氨氮（以 N 计）均有不同程度的超标，以 TZSK-11 的超标情况最严重。根据现场踏勘及钻探工作，TZSK-11 附近存在煤矿废弃矿井，推测该点位附近原富含煤矿资源及伴生矿如铝土矿、黄铁矿、磷铁矿等，在煤矿开采过程中受酸性矿井涌水影响，导致该处地下水水质中污染因子浓度较高。

④TZSK-4 点位超标指标包括总硬度（以 CaCO_3 计）、溶解性总固体、硫酸盐，推测为上游（TZK-15/TZK-16）处渣堆的淋溶下渗及污染因子在含水层中的迁移，导致该点位的超标。

⑤TZSK-9 位于煤渣堆上，渣堆下与基岩直接接触，且点位处现仍存在矿井涌水；煤渣堆受降雨淋溶后产生溶液及漫流出的矿井涌水均可通过基岩裂隙下渗导致地下水污染；受涌水影响。

⑥各因子超标来源分析：酸性矿山涌水中二价铁含量较高，可能会导致 COD_{Mn} 的偏大；煤矿伴生铝土矿、黄铁矿、磷铁矿，含较多重金属元素，会导致地下水的铁、锰、铝、硫酸盐、锌、铅、镉、氟化物的含量偏高。

表 7.2-15 地下水水质评价结果

监测项目	SZK-1	SZK-2	SZK-3	SZK-4	SZK-5	SZK-6	SZK-7	SZK-8	SZK-9	SZK-10	SZK-11
色	/	0.200	0.400	0.200	0.600	0.200	0.200	0.400	0.400	0.200	1.200
嗅和味	不满足	满足	满足	满足	不满足	满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足
浑浊度	0.320	2.170	57.200	30.400	13.800	2.400	11.700	31.800	14.200	2.480	2.940
肉眼可见物	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足	不满足
pH	0.385	0.475	0.530	0.073	0.053	0.270	0.440	0.240	1.300	0.140	2.393
总硬度	0.425	0.286	1.097	3.538	3.015	0.618	0.248	0.532	3.508	0.618	3.569
溶解性总固体	0.160	0.163	0.405	1.430	1.145	0.217	0.094	0.200	2.100	0.230	4.590
硫酸盐	0.228	0.052	1.134	3.600	4.057	0.349	0.052	0.446	7.143	0.354	15.457
氯化物	0.012	0.010	0.014	0.017	0.004	0.012	0.004	0.141	0.007	0.012	0.002
铝	0.180	0.260	4.760	/	/	0.500	1.480	2.480	116.000	0.560	260.000
铁	0.046	0.061	2.040	/	/	0.289	0.660	1.135	306.000	0.249	925.000
锰	0.009	0.002	0.195	/	/	0.173	0.068	0.337	7.533	0.183	5.547
铜	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
锌	0.001	0.000	0.008	0.011	0.015	0.003	0.003	0.004	2.400	0.002	2.660
挥发性酚类（以苯酚计）	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
阴离子表面活性剂	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
耗氧量（COD _{Mn} 法，以 O ₂ 计）	0.071	0.079	0.432	0.313	0.400	0.162	0.127	0.946	5.790	0.172	23.400
氨氮（以 N 计）	0.033	0.013	0.233	/	/	0.067	0.053	0.200	0.800	0.133	1.653
硫化物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
钠	0.012	0.008	0.015	0.076	0.017	0.014	0.005	0.049	0.038	0.013	0.124
亚硝酸盐（以 N 计）	0.002	0.002	0.003	0.004	0.002	0.003	0.003	0.006	0.004	0.003	0.002
硝酸盐（以 N 计）	0.040	0.042	0.032	0.019	0.003	0.003	0.023	/	0.005	0.004	0.003
氰化物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

监测项目	SZK-1	SZK-2	SZK-3	SZK-4	SZK-5	SZK-6	SZK-7	SZK-8	SZK-9	SZK-10	SZK-11
氟化物	0.075	0.170	0.130	0.175	0.105	0.008	0.075	0.125	2.085	0.090	0.995
碘化物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
汞	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
砷	/	/	0.012	/	/	/	/	/	0.176	/	0.386
硒	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
镉	/	/	0.121	0.054	4.500	0.022	0.007	0.093	42.900	0.220	22.000
铅	0.042	0.001	0.081	0.239	0.414	0.131	0.101	0.189	6.080	0.052	0.456
铬（六价）	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
三氯甲烷	/	/	/	0.000	/	/	/	/	0.000	/	/
四氯化碳	/	/	/	/	/	/	/	/	0.000	/	/
苯	/	/	0.000	0.000	/	/	/	/	0.000	/	/
甲苯	/	/	0.000	0.000	/	0.000	/	/	0.000	0.000	/

注：“/”表示未检出；“0.000”表示单因子值小于0.0005。

7.2.3 地表水检测结果分析与评价

评价遵从以下原则：（1）不同类别标准值相同时，从优不从劣；（2）水质综合评价，从劣不从优，以最差单项组分评分类别为该点位水质类别。

7.2.3.1 陶家沟水质

铜、砷、汞、铬（六价）、铅、硫化物等 6 种指标在三个水样点中均未检出。

悬浮物含量介于 150-182 mg/L 之间，均属于第 IV 类水；DB-2 中镉浓度为 0.011 mg/L，属于劣 V 类水，汇入李家河处 DB-5 镉含量为 0.01 mg/L，属于 V 类水。陶家沟整体水环境中镍、锰含量较高。

表 7.2-16 陶家沟水质评价结果

序号	监测项目	DB-2	DB-4	DB-5
	点位描述	陶家沟上游点	排水沟入河处	汇入李家河处
1	pH	I 类	I 类	I 类
2	悬浮物	IV 类	IV 类	IV 类
3	铜	I 类	I 类	I 类
4	锌	II 类	II 类	II 类
5	氟化物	I 类	I 类	I 类
6	砷	I 类	I 类	I 类
7	汞	I 类	I 类	I 类
8	镉	劣 V 类	II 类	V 类
9	铬（六价）	I 类	I 类	I 类
10	铅	I 类	I 类	I 类
11	硫化物	I 类	I 类	I 类
12	铁	V 类	V 类	V 类
13	锰	IV 类	IV 类	IV 类
14	镍	V 类	V 类	V 类
综合评价		劣 V 类	V 类	V 类

7.2.3.2 李家河水质

李家河整体水质较好，DB-1 至 DB-6 河段水样中各污染因子变化不大（铁含量由 0.0121 mg/L 增大至 0.0874 mg/L；锰含量由 0.0006 mg/L 增大至 0.0015 mg/L，但整体水质类别无变化，均为 I 类）；DB-6 至 DB-8 河段，李家河水受到了陶家沟汇水及燕子峡矿洞涌水的补给，水质类别降低，其中主要由于陶家沟汇水带来的镉、铁、镍、锰使水质恶化。DB-8 至 DB-3 河段，李家河水质进一步恶化，根据现场踏勘发现，为 DB-3 点位附近的酸性矿山涌水，导致李家河水的 pH

降低至酸性，水环境中的镉、铁、镍、锰浓度进一步增大。

表 7.2-17 李家河水质评价结果

序号	监测项目	DB-1	DB-3	DB-6	DB-7	DB-8
	点位描述	李家河上游	李家河下游	工业地块稍下游	漫流的矿井涌水	涌水稍下游
1	pH	I类	劣V类	I类	I类	I类
2	悬浮物	I类	IV类	I类	I类	I类
3	铜	I类	II类	I类	I类	I类
4	锌	I类	劣V类	I类	I类	I类
5	氟化物	I类	劣V类	I类	I类	I类
6	砷	I类	I类	I类	I类	I类
7	汞	I类	I类	I类	I类	I类
8	镉	I类	劣V类	I类	I类	II类
9	铬(六价)	I类	I类	I类	I类	I类
10	铅	I类	劣V类	I类	I类	I类
11	硫化物	I类	I类	I类	I类	I类
12	铁	I类	V类	I类	I类	IV类
13	锰	I类	V类	I类	I类	IV类
14	镍	I类	V类	I类	I类	V类
综合评价		I类	劣V类	I类	I类	V类

7.2.4 固体废弃物、底泥结果分析与评价

针对本次详细调查过程中采集的固体废弃物及底泥样品，共取样品 47 组，其中调查范围内固体废弃物样品 39 组，底泥样品 8 组。

按照《固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法》(GB/T 15555.12-1995)测试固体废物及底泥的浸出液 pH 值，pH 介于 2.67~8.48 之间，均大于 2 且小于 12.5。

按照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)中推荐方法进行毒性浸出试验，评价固废及底泥的毒性，具体评价结果见表 7.2-18，均不属于危险废物。

表 7.2-18 固体废弃物及底泥样品酸浸单因子评价结果

类别	点号	砷	镉	总铬	铬(六价)	铜	锌	铅	汞	镍
固废	GF-1	/	0.03	0.00	/	0.00	0.00	0.02	/	0.02
	GF-2	/	0.05	0.00	/	/	0.00	0.01	/	0.01
	GF-3	/	0.01	0.00	/	/	0.00	0.02	/	0.01
	GF-4	/	0.02	0.00	/	0.00	0.00	/	/	0.00

类别	点号	砷	镉	总铬	铬(六价)	铜	锌	铅	汞	镍
	GF-5	/	0.04	0.00	/	0.00	0.00	0.01	/	0.04
	GF-6	/	0.04	0.00	/	0.00	0.00	0.02	/	0.03
	GF-7	/	0.04	0.00	/	0.00	0.00	0.01	/	0.02
	GF-8	/	0.02	/	/	/	0.00	/	/	0.01
	GF-9	/	0.01	0.00	/	/	0.00	/	/	0.00
	GF-10	/	0.01	0.00	/	/	0.00	0.02	/	0.01
	GF-11	/	0.01	0.00	/	/	0.00	0.01	/	0.01
	GF-12	/	0.01	/	/	/	0.00	0.01	/	0.01
	GF-13	/	0.00	0.00	/	/	0.00	/	/	0.01
	GF-14	/	0.01	0.00	/	/	0.00	0.02	/	0.01
	GF-15	/	0.01	0.00	/	/	0.00	0.02	/	0.01
	GF-16	/	/	0.00	/	/	0.00	/	/	/
	GF-17	/	0.01	0.00	/	/	/	0.03	/	0.00
	GF-18	/	0.01	0.00	/	/	0.00	0.01	/	0.00
	GF-19	/	0.01	0.00	/	/	0.00	/	/	0.01
	GF-20	/	0.00	0.00	/	/	/	0.01	/	/
	GF-21	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	GF-22	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	GF-23	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	GF-24	/	/	/	/	0.00	0.00	/	/	0.00
	GF-25	/	/	/	/	0.00	0.00	/	/	0.00
	GF-26	/	/	/	/	0.00	0.00	/	/	0.00
	GF-27	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	GF-28	/	0.00	/	/	0.00	0.00	/	/	0.01
	GF-29	/	0.01	/	/	0.00	0.00	/	/	0.01
	GF-30	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	GF-31	/	0.01	0.03	/	0.01	0.00	/	/	0.11
	GF-32	/	/	/	/	0.00	0.00	/	/	/
	GF-33	/	/	/	/	0.00	0.00	/	/	/
	GF-34	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	GF-35	/	0.00	/	/	0.00	0.00	/	/	0.00
	GF-36	/	/	/	/	0.00	0.00	/	/	/
	GF-37	/	0.00	0.00	/	0.00	0.00	/	/	0.00
	GF-38	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	GF-39	/	/	/	/	/	/	/	/	/
底泥	DN-1	/	/	/	/	/	0.00	/	/	/
	DN-2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	DN-3	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	DN-4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	DN-5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	DN-6	/	/	/	/	/	/	/	/	/

类别	点号	砷	镉	总铬	铬(六价)	铜	锌	铅	汞	镍
	DN-7	/	/	/	/	/	/	/	/	0.01
	DN-8	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：“/”表示未检出；“0.00”表示单因子值小于0.005。

47组固体废弃物及底泥样品的水浸出液pH值，有26组样品（均为固体废弃物）呈酸性，在6~9的范围外。

按照《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》（HJ 557-2010）进行浸出试验。底泥的水浸出液中，各检出因子的浓度均低于《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中规定的最高允许排放浓度，表明底泥中各污染因子水浸释放进入环境的量，对地表水环境的影响小，且底泥均不属于第II类固废。

39组固体废弃物样品水浸出液中，有8组样品中汞的检出浓度均高于《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中规定的最高允许排放浓度，最大超标倍数为0.40倍；GF-31的浸出液中铜、镍分别高于限值0.20、0.41倍；GF-14的浸出液中镉超过限值1.09倍，具体评价结果见表7.2-19。

表 7.2-19 固体废弃物及底泥样品水浸单因子评价结果

类别	点号	砷	镉	总铬	铬(六价)	铜	锌	铅	汞	镍	pH
固废	GF-1	/	0.14	0.09	/	0.24	0.06	/	/	0.18	不达标
	GF-2	/	0.43	/	/	/	0.02	/	/	0.08	不达标
	GF-3	/	0.37	0.01	/	0.02	0.05	/	/	0.07	不达标
	GF-4	/	0.24	0.04	/	0.10	0.05	/	/	0.12	不达标
	GF-5	/	0.15	0.01	/	0.02	0.05	/	/	0.14	不达标
	GF-6	/	0.49	0.01	/	0.04	0.07	/	/	0.25	不达标
	GF-7	/	0.22	0.01	/	0.04	0.03	/	/	0.06	不达标
	GF-8	/	/	/	/	/	0.01	/	0.40	/	不达标
	GF-9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
	GF-10	/	0.16	/	/	/	0.12	/	/	0.04	不达标
	GF-11	/	/	/	/	/	0.01	/	/	/	达标
	GF-12	/	0.06	/	/	/	0.01	/	1.20	0.01	达标
	GF-13	/	0.88	/	/	/	0.02	/	0.80	0.47	不达标
	GF-14	/	2.09	/	/	/	0.10	0.07	0.80	0.53	不达标
	GF-15	/	0.50	0.01	/	0.02	0.12	0.09	0.80	0.36	不达标
	GF-16	/	0.07	/	/	/	0.01	/	0.80	0.01	不达标
	GF-17	/	0.05	/	/	/	/	/	1.00	/	达标

类别	点号	砷	镉	总铬	铬 (六价)	铜	锌	铅	汞	镍	pH
	GF-18	/	0.82	/	/	/	0.07	/	1.00	0.28	不达标
	GF-19	/	/	/	/	/	0.00	/	0.80	/	不达标
	GF-20	/	/	/	/	/	0.00	/	1.00	/	达标
	GF-21	/	0.04	/	/	/	0.01	/	1.00	/	达标
	GF-22	/	0.04	/	/	/	/	/	0.80	0.01	达标
	GF-23	/	0.03	/	/	/	/	/	1.00	/	达标
	GF-24	/	0.08	/	/	/	0.02	/	1.00	0.06	不达标
	GF-25	/	0.04	/	/	/	0.02	0.05	1.00	0.02	不达标
	GF-26	/	0.07	/	/	/	0.04	/	1.00	0.02	不达标
	GF-27	/	0.06	0.01	/	/	0.01	/	1.00	0.03	达标
	GF-28	/	0.14	/	/	/	0.03	/	1.00	0.06	不达标
	GF-29	/	0.04	/	/	/	0.01	/	1.00	0.01	不达标
	GF-30	/	0.05	/	/	/	/	/	1.00	0.02	达标
	GF-31	/	0.36	0.51	/	1.20	0.36	/	1.00	1.41	不达标
	GF-32	/	/	/	/	/	0.05	/	1.00	0.01	不达标
	GF-33	/	/	/	/	/	0.03	/	1.20	/	不达标
	GF-34	/	/	/	/	/	/	/	1.20	0.01	达标
	GF-35	/	0.12	/	/	0.10	0.04	/	1.20	0.08	不达标
	GF-36	/	/	/	/	/	0.04	/	1.20	0.05	不达标
	GF-37	/	0.03	/	/	/	0.02	0.06	1.20	0.02	不达标
	GF-38	/	/	/	/	/	/	/	1.20	/	达标
	GF-39	/	/	/	/	/	/	/	1.40	/	达标
底泥	DN-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
	DN-2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
	DN-3	/	/	/	/	/	/	/	/	0.03	达标
	DN-4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
	DN-5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
	DN-6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
	DN-7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
	DN-8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标

注：“/”表示未检出；“0.00”表示单因子值小于 0.005。

综上所述，通过硫酸-硝酸浸出试验及水浸试验对调查范围内固体废弃物、底泥进行鉴别得知，调查范围内固体废弃物、底泥均不属于危险废物。

根据评价结果，固体废弃物中，属于第 I 类一般工业固体废弃物的有 9 处；属于第 II 类一般工业固体废弃物的有 30 处；但该地区煤层由于其地质成因，具有高硫铁的特点，高硫铁类型煤矿的煤矸石受降雨淋溶作用，可形成酸性、高铁锰

及重金属的浸出液，故其堆放的煤矸石及煤渣应属于第II类一般工业固体废弃物。

根据现场踏勘估测，第II类固废总方量约为 7693.78m³。

表 7.2-20 固体废弃物分类及方量

固体废弃物编号	类别			方量 (m ³)
	危险废物	第II类固废	第I类固废	
GF-1		√		177.04
GF-2		√		179.56
GF-3		√		186.94
GF-4		√		286.56
GF-5		√		319.66
GF-6		√		304.36
GF-7		√		231.28
GF-8		√		180.10
GF-9		√		164.74
GF-10		√		150.34
GF-11		√		212.12
GF-12		√		167.35
GF-13		√		250.93
GF-14		√		230.13
GF-15		√		157.58
GF-16		√		23.40
GF-17		√		52.41
GF-18		√		68.22
GF-19		√		665.35
GF-20		√		528.40
GF-21		√		529.60
GF-22		√		608.95
GF-23		√		316.55
GF-24		√		70.97
GF-25		√		72.84
GF-26		√		276.66
GF-27				60.31
GF-28		√		89.89
GF-29		√		272.22
GF-30		√		61.44
GF-31		√		130.98
GF-32		√		49.11
GF-33		√		37.57
GF-34		√		32.55
GF-35		√		36.49
GF-36		√		39.00

固体废物编号	类别			方量 (m ³)
	危险废物	第Ⅱ类固废	第Ⅰ类固废	
GF-37		√		42.72
GF-38		√		112.76
GF-39		√		316.70

7.3 超标污染物

7.3.1 超标污染物的确定

根据上述检测结果评价分析,调查范围内各环境介质(土壤、地下水、地表水、固废)的超标污染物汇总如下:

表 7.3-1 调查范围内各介质中主要超标污染物

监测介质		超标污染物
土壤	建设用地	无
	农用地	镉、铜、镍
地下水		色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH、总硬度(以CaCO ₃ 计)、溶解性总固体、硫酸盐、铝、铁、锰、锌、耗氧量(COD _{Mn} 法,以O ₂ 计)、氨氮(以N计)、氟化物、镉、铅
地表水		镉、铁、锰、镍、锌、氟化物、pH、铅
第Ⅱ类一般工业固体废物		镉、pH、镍、汞、铜

注:地表水中超标污染物指超Ⅳ水质限值的指标

7.3.2 主要超标污染物的毒性分析

(1) 镍

镍是人体必需的生命元素,但过量的镍会对人体造成危害。过量接触镍,会导致遗传物质的合成、影响多种酶和内分泌腺的作用、引起基因点突变、基因丢失、基因扩增等,进而引起炎症、癌症、神经衰弱症、系统紊乱、降低生育能力、致畸和致突变等人体健康危害效应。

(2) 镉

大量含镉物质的吸入会引起呼吸道刺激症状,如出现肺炎、肺水肿、呼吸困难等。镉从消化道进入人体,则会出现呕吐、胃肠痉挛、腹痛、腹泻等症状,甚至可因肝肾综合症死亡。长期接触镉,镉与含羟基、氨基、巯基的蛋白质分子结

合，能使许多酶系统受到抑制，从而影响肝、肾器官中酶系统的正常功能。

(3) 铜

铜对维持正常生命活动发挥重要作用。铜的摄入量不足会引起贫血、毛发异常、骨和动脉异常、脑障碍等，但摄入过量也会造成中毒反应。长期大量摄入含铜的食物会导致铜的慢性中毒，表现为记忆力减退、注意力不集中、多发性神经炎、神经衰弱综合症、食欲不振、恶心呕吐、腹痛腹泻黄疸、心前区疼痛、心悸、高血压或低血压等。急性铜中毒的临床表现为急性胃肠炎，中毒者口中有金属味，流涎、恶心、呕吐、上腹痛、腹泻，有时可有呕血和黑便。

(4) 硫酸盐

硫酸盐经常存在于饮用水中，其主要来源是地层矿物质的硫酸盐，多以硫酸钙、硫酸镁的形态存在；石膏、其它硫酸盐底泥的溶解；海水入侵，亚硫酸盐和硫代硫酸盐等在充分曝气的地面水中氧化，以及生活污水、化肥、含硫地热水、矿山废水、制革、纸张制造中使用硫酸盐或硫酸的工业废水等都可以使饮用水中硫酸盐含量增高。人体在大量摄入硫酸盐后出现的最主要生理反映是腹泻、脱水和胃肠道紊乱。

(5) 铝

人体中铝元素含量太高时，会影响肠道对磷、锶、铁、钙等元素的吸收。在肠道内形成不溶性磷酸铝随粪便排出体外，而缺磷又影响钙的吸收，可导致骨质疏松，容易发生骨折。体内过铝多对中枢神经系统、消化系统、脑、肝、骨、肾、细胞、造血系统、免疫功能等均有不良影响；同时也会干扰孕妇体内的酸碱平衡，使卵巢萎缩，影响胎儿生长并影响机体磷、钙的代谢等。铝在大脑和皮肤中积沉，还会加快人体的整体衰老过程，特别明显地使皮肤弹性降低、皱纹增多。老年痴呆症的出现也与平时过多摄入铝元素有关。

(6) 铁

铁是人体内含量最丰富的微量矿物质元素，铁的缺乏会影响机体的能量代谢，补充铁能改善甲状腺激素水平，增强机体代谢率。但铁的过量摄入会给人体带来潜在危害。误服大量的铁会发生急性中毒，铁盐直接腐蚀胃黏膜，出现呕吐、腹痛、腹泻、消化道出血、急性肠坏死等；过量铁进入血液循环会导致各器官组织损伤，造成肝、脾等组织细胞肿胀、坏死，严重时发生低血压、休克、昏迷，乃

至死亡。此外，还有慢性铁中毒主要对肝脏造成损害，干扰肝细胞功能，严重时可导致肝细胞坏死、纤维化，最后形成肝硬化。

(7) 锰

锰是人体必需的微量元素之一，是人体内多种酶的成分，与人体健康关系密切。但长期摄入过量的锰会引起的以神经系统改变为主的疾病。早期表现为神经衰弱综合征和植物神经功能紊乱。中毒较明显时，出现锥体外系损害，并可伴有精神症状。严重时表现为帕金森氏综合征和中毒性精神病。

(8) 锌

锌是构成人体多种酶、辅酶的必需元素，并通过参与这些酶的组成和激活，对人体的新陈代谢、生长发育、组织修复等起着极为重要的作用。但人体摄入过量的锌，在胃液中易转化成氯化锌，对胃黏膜有较强的腐蚀性，可致胃黏膜充血、水肿、甚至出血。过量的血锌会抑制白细胞的吞噬功能，是人体抵抗力下降，易受病菌感染。过量的锌还会影响人体其他无机盐的吸收与代谢，影响胆固醇代谢，形成高胆固醇血症等。大鼠实验发现，锌过量会影响记忆能力，还可致肝、肾功能及免疫力受损。

(9) 氨氮（以 N 计）

水中的氨氮可以在一定条件下转化成亚硝酸盐，亚硝酸盐可和蛋白质结合形成亚硝胺，这是一种强致癌物质。

此外，氨氮对水生态环境存在着较大的危害。水中的游离氨，其毒性比铵盐大几十倍，并随碱性的增强而增大。氨氮毒性与水的 pH 值及水温有密切关系，一般情况，pH 值及水温愈高，毒性愈强，对鱼的危害类似于亚硝酸盐。氨氮对水生物的危害有急性和慢性之分。慢性氨氮中毒危害为：摄食降低，生长减慢，组织损伤，降低氧在组织间的输送。鱼类对水中氨氮比较敏感，当氨氮含量高时会导致鱼类死亡。急性氨氮中毒危害为：水生物表现亢奋、在水中丧失平衡、抽搐，严重者甚至死亡。

(10) 氟化物

氟广泛存在于人体各组织中，但主要积聚在牙齿和骨筋中。适当的氟是人体所必需的，但过量的氟可造成氟中毒。氟化物对人体危害，主要使骨骼受害，表现肢体活动障碍，重者骨质疏松或变形，易于自发性骨折。其次是牙齿脆弱，出

现斑点、损害皮肤，出现疼痛、湿疹及各种皮炎。

(11) 铅

铅是一种严重危害人类健康的重金属元素，不具有生物学上的有益功能，它的危害主要是对人体的神经系统、血液系统、心血管系统、骨骼系统等造成终生性的伤害。成年人铅中毒后经常会出现疲劳、情绪消沉、心脏衰竭、腹部疼痛、肾虚、高血压、关节疼痛、生殖障碍、贫血等症状；孕妇铅中毒后会出现流产、新生儿体重过轻、死婴、婴儿发育不良等严重后果；而儿童铅中毒后经常会出现：食欲不振、胃疼、失眠、学习障碍、便秘、恶心、腹泻、疲劳、智商低下、贫血等症状。

(12) 汞

金属汞中毒常以汞蒸气的形式引起。由于汞蒸气具有高度的扩散性和较大的脂溶性，通过呼吸道进入肺泡，经血液循环运至全身。血液中的金属汞进入脑组织后，被氧化成汞离子，逐渐在脑组织中积累，达到一定的量，就会对脑组织造成损害。另外一部分汞离子转移到肾脏。因此，慢性汞中毒临床表现主要是神经系统症状，如头痛、头晕、肢体麻木和疼痛、肌肉震颤、运动失调等。易兴奋是慢性汞中毒的一种特殊的精神状态，表现为易激动、口吃、胆怯、焦虑、不安、思想不集中、记忆力减退、精神压抑等。此外胃肠道、泌尿系统、皮肤、眼睛均可出现一系列症状。急性汞中毒其症候为肝炎、肾炎、蛋白尿、血尿和尿毒症。金属汞被消化道吸收甚微，一般不会引起中毒。

8 风险评估

旺苍县燕子乡关闭煤矿地块现关闭闲置,根据访谈规划部门工作人员了解到,地块未来的规划方向不作为第一类建设用地使用,考虑作为工矿地块或对地块进行复绿。

因此,本次将对项目地块按照第二类用地类型分别进行风险评估。

8.1 工作程序与内容

8.1.1 总体思路

(1) 土壤风险评估:本次土壤风险评估,表层土壤主要通过经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径对人体健康产生危害,下层土壤主要通过吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径对人体健康产生危害。但考虑到地块未来开发建设基坑开挖的扰动,下层土壤中污染物可能存在直接暴露于人体的风险,但由于具体的开挖范围、深度等无法确定,保守起见,本次风险评估土壤考虑污染物的全暴露途径,以实现对外层污染土壤的风险控制。

(2) 开展基于保护人体健康的风险评估:根据《污染地块风险评估技术导则》(HJ25.3-2019),由于该地块及周边地下水不作为饮用水源,因此无需计算保护地下水的土壤风险控制值,因此本次风险评估仅考虑对人体健康的保护。

8.1.2 工作程序

地块环境污染的风险主要取决于地块的环境污染状况和地块的未来用途。根据《污染地块风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)中相关规定,污染地块风险评估工作内容包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征,以及土壤和地下水风险控制值的计算。污染地块健康风险评估程序如图 4.1.1-1 所示。

(1) 危害识别:收集地块环境调查阶段获得的相关资料和数据,掌握地块土壤和地下水中关注污染物的浓度分布,明确规划土地利用方式,分析可能的敏感受体,如儿童、成人、地下水体等。

(2) 暴露评估:在危害识别的基础上,分析地块内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性,确定地块土壤和地下水污染物的主要暴露途径和暴露评估模型,确定评估模型参数取值,计算敏感人群对土壤和地下水中污染物的暴露量。

(3) 毒性评估：在危害识别的基础上，分析关注污染物对人体健康的危害效应，包括致癌效应和非致癌效应，确定与关注污染物相关的参数，包括参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和呼吸吸入单位致癌因子等。

(4) 风险表征：在暴露评估和毒性评估的基础上，采用风险评估模型计算土壤和地下水中单一污染物经过单一途径的致癌风险和危害商，计算单一污染物的总致癌风险和危害指数，进行不确定性分析。

(5) 土壤和地下水风险控制值的计算：判断计算得到的风险值是否超过可接受风险水平。如污染地块风险评估结果未超过可接受水平，则结束风险评估工作；如污染地块风险评估结果超过可接受水平，则计算土壤、地下水中关注污染物的风险控制值；如调查结果表明，土壤中关注污染物可迁移进入地下水，则计算保护地下水的土壤风险控制值；根据最终根据计算结果，提出关注污染物的土壤和地下水风险控制值。

8.2 地块污染概念模型

建立合理的地块污染概念模型对后期污染地块的修复设计和施工至关重要。模型的建立主要基于在地块调查过程中收集的信息，综合考虑地块的水文地质情况、地块背景、污染源、污染物的迁移转化、可能存在的敏感受体等，以合理解释污染物在地块内的分布、迁移途径以及可能存在的环境风险。

8.2.1 地块特征

项目地块生产区、办公区、煤研石堆场位于李家河右岸 141 乡道旁、陶家沟左岸坡地上。地块南侧后缘为基岩山地，陶家沟右岸为地块办公室，区域内槽谷地貌，呈“V”型山谷，高程落差较大，两侧斜坡基岩出露。

根据现场调查及本次地块详查，地块地层主要包含第四系人工填土层 (Q_4^{ml})、三叠系下统飞仙关组 (T_1f^{1-2})、二叠系上统吴家坪组 (P_2w) 及志留系中统罗惹坪群 (S_2lr)，其中上层第四系覆盖层及第四系残坡积层厚度不一、变化较大，基岩出露深度差异性大。总体而言，第四系覆盖层厚度较小，调查范围内主要地层为第四系残坡积层黄棕色粉质粘土与三叠系下统飞仙关组 (T_1f^{1-2})、二叠系上统吴家坪组 (P_2w) 灰岩。

8.2.2 污染源识别

污染源主要来自于以下几个方面：

- (1) 煤炭在生产运输过程中，由于撒落进入周边环境；
- (2) 煤炭及废渣的露天堆放导致降雨的淋溶，形成具有高浓度污染物的废水进入周边环境；
- (3) 煤矿开采废水及煤矿关闭后酸性矿井涌水排放时进入土壤和地下水；
- (4) 地面撒漏的粉状原辅材料等，因降雨而扩散。

8.2.3 关注污染物筛选

根据污染源分析和地块调查结果，本次风险评估范围主要针对地块内部重点生产区及矿区采矿人员居住区内的污染土壤及地下水。

因现阶段地块用地规划并不明确，但根据访谈规划部门工作人员了解到，地块未来考虑作为工矿地块或对地块进行复绿。因此，按《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第二类用地对应的筛选值对项目地块土壤样品中检出指标进行筛查。结果显示，土壤样品均未出现污染。

针对地下水样品中检出污染物，则按照《地下水质量标准》（GB 14848-2017）IV类水标准进行筛查，得出地下水中关注污染物，关注污染物为硫酸盐、铝、铁、锰、锌、氨氮、氟化物、镉、铅。

由于硫酸盐、铝、铁、锰、锌、氨氮、氟化物、镉、铅不具备挥发性，缺少亨利常数等物性参数，不存在导则模型中气态污染物挥发至室内/室外暴露途径的风险，且项目地块地下水不作为饮用水源，不存在饮用地下水的暴露途径；故在不考虑饮用地下水的条件下，地下水关注污染物根据导则风险评估模型，不存在暴露途径对受体产生健康风险。

地下水中的污染主要与区域内煤矿开采及矿井涌水有关。由于项目区内已开展矿井涌水治理，拟计划于2020年12月底完成治理施工。在后期矿井涌水施工完成后，地下水污染源的移除将使得地下水中污染因子浓度逐步衰减，故本次暂不考虑地下水中污染因子的风险，采用对水环境长期监测的管控方式，避免地下水中污染浓度的增加。

综上所述，本地块暂不存在人体健康风险，无需进行风险评估。

9 结论与建议

9.1 结论

(1) 地块调查范围内,按照建设用地二类标准评价,均未出现污染;地块周边农田调查区土壤,镉、铜、镍存在着不同程度的超标现象,污染程度最严重的污染因子是镉,最大超标倍数 112 倍,其次为铜、镍,超标倍数分别为 1.22、1.23 倍。

地块范围内未出现污染现象,无需进行风险评估。

(2) 调查范围内地下水埋深差别较大,地下水为岩溶裂隙水,地下水不发育。由于煤矿开采的缘故,导致地下水存在一定的污染,酸性矿山涌水中二价铁含量较高,可能会导致 COD_{Mn} 的偏大;煤矿伴生铝土矿、黄铁矿、磷铁矿,含较多重金属元素,会导致地下水的铁、锰、铝、硫酸盐、锌、铅、镉、氟化物的含量偏高。

地下水中污染因子无挥发性,且该区域地下水无饮用功能,地下水无暴露途径,故本次暂不考虑地下水的健康风险。

(3) 项目区地表水主要涉及李家河和陶家沟,受煤矿矿井涌水的影响较大。主要超标因子包括:镉、铁、锰、镍、锌、氟化物、pH、铅。

地表水受矿井涌水的影响,水质的变差,污染因子无挥发性,且该区域地表水无饮用和灌溉功能。由于项目区内已开展矿井涌水治理,拟计划于近期内底完成治理施工,故本次暂不考虑地表水的健康风险。

(4) 该地区煤层由于其地质成因,具有高硫铁的特点,高硫铁类型煤矿的煤矸石受降雨淋溶作用,可形成酸性、高铁锰及重金属的浸出液,故其堆放的煤矸石及煤渣应属于第 II 类一般工业固体废弃物。主要超标因子为镉、pH、镍、汞、铜。

(5) 农田土壤中 3 种检出重金属指标(镉、铜、镍)存在着不同程度的超标现象。通过土壤污染程度划分 1 号区域为严格管控类、2 号区域为安全利用类、3 号区域为安全利用类。

9.2 建议

(1) 旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边土壤通过详细的污染物浓度、分布及地

块条件的调查，了解该地块的污染情况。在旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边土壤环境详细调查的基础上，进一步开展健康风险评估工作。

(2) 地块内常年的矿井涌水下渗及雨水常年对煤矸石的淋溶作用，造成了区域地下水的污染，由于该区域内无地下水取水活动，建议相关部门加强监测。

(3) 区域流经的李家河和陶家沟，受酸性矿井涌水的影响，造成区域的地表水水质恶化。目前，燕子乡关闭煤矿的矿井涌水正在治理阶段，相关部门加强地表水水质检测。

(4) 项目区范围内针对 II 类一般固体废弃物，建议有相关部门进行有效处置。

(5) 农田土壤污染程度划分为 1 号区域为严格管控类、2 号区域为安全利用类、3 号区域为安全利用类，建议相关部门根据农田土壤污染程度划分结果，对地块周边农田进行有效的管控。

10 附图图件

10.1 附件

附件 1 人员访谈记录表（另附）

附件 2 钻孔柱状图（另附）

附件 3 现场记录表（另附）

附件 4 检测报告（另附）

附件 5 采样照片集（另附）

10.2 附图

附图 1 旺苍县燕子乡关闭煤矿及周边土壤污染状况详细调查工作布置图（另附）

附图 2 旺苍县燕子乡关闭煤矿地块区域水文地质图（另附）

附图 3 旺苍县燕子乡关闭煤矿地块区域水文地质剖面图（另附）

附图 4 旺苍县燕子乡关闭煤矿周边农田污染分布图（另附）

附图 5 旺苍县燕子乡关闭煤矿地块固体废弃物分类图（另附）