

山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权 勘查方案

山西华瑞世纪能源控股有限公司
二〇二五年九月



山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权 勘查方案

勘 查 单 位：山西省第三地质工程勘察院有限公司



法定 代 表 人：王爱武



总 工 程 师：陈国芳



项 目 负 责：张晓志

设 计 主 编：韩 冰

参 加 人 员

地 质：侯得山 张宏伟 武彦彪

张亚琼 刘秉桥 王增朝

水 文：郑舒予 李 楠

制 图：陈志刚 曹屹璇

审 核 人：贾丽春

审 查 人：张 栋

提 交 时 间：二〇二五年九月

勘查方案编写人员名单表

方案负责人				
姓名	职务	专业	技术职称	签名
张晓志	项目负责	水文地质	高级工程师	张晓志
方案主要编写人员				
序号	编写人	专业	技术职称	签名
1	韩冰	地质矿产	工程师	韩冰
2	侯得山	地质矿产	工程师	侯得山
3	张宏伟	地质矿产	助理工程师	张宏伟
4	武彦彪	地质矿产	工程师	武彦彪
5	张亚琼	地质矿产	助理工程师	张亚琼
6	郑舒予	水文地质	工程师	郑舒予
7	刘秉桥	地质矿产	技术员	刘秉桥
8	王靖朝	地质矿产	技术员	王靖朝

矿产资源勘查方案编制信息及承诺书

勘查方案名称		山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权勘查方案			
探 矿 权 人	名 称	山西华瑞世纪能源控股有限公司			
	通信地址	山西省太原市万柏林区迎泽大街 100 号国际能源中心 A 座 25 层		邮政编码	030001
	联系人	肖书钦	联系电话	15859151965	传 真 6199959
	电子邮箱	xiaosq@chinacentury.com			
编制 单位 (探 矿 权 人 自 行 编 制 可 不 填)	名 称	山西省第三地质工程勘察院有限公司			
	通信地址	晋中市山西示范区晋中开发区大 学城产业园区大学街 508 号		邮政编码	030620
	联系人	韩冰	联系电话	15803444030	传 真 0354-2518191
	电子邮箱	861014421@qq.com			
勘查方案 编制情形		☒ 首次申请 ☐ 延续申请 ☐ 变更申请（变更勘查区域，含探矿权合并或分立） ☐ 勘查方案重大调整			
不动产证书 (探矿权) 证号					
探矿权有效期		5 年			
探矿权人承诺		我单位已按要求编制矿产资源勘查方案，现承诺如下： 1. 方案内容真实、符合技术规范要求。 2. 严格遵守矿产资源法律法规、相关矿业权管理政策。 严格按照批准的勘查方案等进行勘查工作。自觉接受相关部门监督管理。  探矿权人（盖章）：			

山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权勘查方案综合信息表

探矿权 基本情况	勘查项目名称	山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权	
	不动产权证书 (探矿权) 证号		
	探矿权人	山西华瑞世纪能源控股有限公司	
	面积	8.7000km ²	
	勘查矿种	铝土矿	
	有效期限	5 年	
勘查方案 内容概况	勘查方案 编制情形	☒ 首次申请 ☐ 延续申请 ☐ 变更申请(变更勘查区域, 含探矿权合并或分立) ☐ 勘查方案重大调整	
	已有勘查程度	详查	
	勘查目的任务	本次勘查以矿区西部首采区(I号矿体西部)为重点。勘查目的是达到勘探程度, 为矿山建设可行性研究、初步设计提供地质依据。 地质任务: 详细查明矿区地层层序、含矿岩系的层位、岩性、厚度、标志层、规模、时代; 详细查明矿体的数量、连接对比条件、分布范围、产状、厚度、规模、形态特征、品位及其变化特征; 详细查明矿体中的夹石、无矿天窗及顶底板围岩的岩性、厚度和分布情况; 查明矿区水文地质条件及矿床充水因素, 预测矿井(坑)涌水量; 查明矿区工程地质条件, 评价矿体顶底板工程地质特征; 调查评价矿区的地质环境质量; 详细查明有工业利用价值的共生矿产和伴生有用组分的种类、分布、矿体规模、物质组分、赋存状态并进行综合评价; 对铝土矿及其共生伴生矿产进行资源量估算, 探明资源量、探明资源量+控制资源量占比满足勘探阶段要求。	
	勘查工作周期	1 年	
	主要工作方法手段 及实物工作量	☒ 地质测量	8.7000km ²
		☐ 物探	
		☐ 化探	
		☐ 浅表工程	
		☒ 钻探	钻探 13080m /255 个
		☒ 坑探	浅井 650m/65 个
探矿权 勘查区域	详情见文中表 1-1		

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、编制依据	1
第 1 章 概况	4
1.1 探矿权基本情况	4
1.2 区块地理位置、交通和自然地理情况	8
1.3 区块地质情况	14
1.4 以往地质工作认识	50
第 2 章 勘查工作部署	61
2.1 勘查工作总体部署	61
2.2 主要工作方法手段	76
2.3 绿色勘查方法手段	104
2.4 预期成果	109
第 3 章保障措施	117
3.1 组织管理及人员组成分工	117
3.2 设备配备	121
3.3 质量保障措施	121
3.4 安全保障措施	124
3.5 设计变更	126

附图目录

顺序号	图号	图 名	比例尺
1	1	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探区域地质及工作程度图	1/50000
2	2	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探地形地质及工程布置图	1/5000
3	3	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探铝土矿资源量预估算平面图	1/5000
4	4	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探铝土矿资源量预估算平面图	1/5000
5	5	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探铝土矿资源量预估算平面图	1/5000
6	6	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探地层综合柱状图	1/100
7	7-1	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 7、7A 勘查线设计剖面图	1/2000
8	7-2	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 8、8A 勘查线设计剖面图	1/2000
9	7-3	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 9、9A 勘查线设计剖面图	1/2000
10	7-4	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 10、10A 勘查线设计剖面图	1/2000
11	7-5	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 11、11A 勘查线设计剖面图	1/2000
12	7-6	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 12、12A 勘查线设计剖面图	1/2000
13	7-7	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 13、13A 勘查线设计剖面图	1/2000
14	7-8	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 14、14A 勘查线设计剖面图	1/2000
15	7-9	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 15、15A 勘查线设计剖面图	1/2000
16	7-10	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 16、16A 勘查线设计剖面图	1/2000
17	7-11	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 17、17A 勘查线设计剖面图	1/2000
18	7-12	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 18、18A 勘查线设计剖面图	1/2000
19	7-13	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 19、19A 勘查线设计剖面图	1/2000
20	7-14	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 20、21 勘查线设计剖面图	1/2000
21	7-15	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 22、23 勘查线设计剖面图	1/2000
22	7-16	山西省交口县李家山区块铝土矿勘探 24 勘查线设计剖面图	1/2000

附表目录

- 表 1 铝土矿块段平均品位、厚度计算表
- 表 2 铝土矿块段面积计算表
- 表 3 铝土矿块段资源量预估算表
- 表 4 铝土矿全区平均品位计算表
- 表 5 硬质黏土矿块段平均品位、厚度计算表
- 表 6 硬质黏土矿块段资源量预估算表
- 表 7 山西式铁矿块段平均品位、厚度计算表
- 表 8 山西式铁矿块段资源量预估算表

附件目录

- 1、山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权出让合同
- 2、《山西省交口县李家山区块铝土矿勘探设计书》技术服务合同
- 3、关于《山西省交口县李家山区块铝土矿资源量专项核实报告》的专家审查意见
- 4、《山西省交口县李家山矿区铝土矿详查地质报告》矿产资源储量备案证明
- 5、初审意见书
- 6、编制单位承诺书
- 7、踏勘报告
- 8、甲方承若书

前 言

一、编制目的

山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权勘探项目为市场项目，2025 年 5 月 8 日，山西省自然资源厅委托山西自然资源事业发展中心公开挂牌出让山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权，山西华瑞世纪能源控股有限公司公开投标竞得该探矿权，山西省自然资源事业发展中心以晋自然资事业出让公示〔2025〕5 号文公示。该矿权平面范围内地质勘查程度现已达到详查阶段。为首次申请办理勘查许可证，山西华瑞世纪能源控股有限公司委托山西省第三地质工程勘察院有限公司编制《山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权勘查方案》。为此，我公司在充分收集以往地质资料及野外踏勘的基础上，编写了《山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权勘查方案》。

二、编制依据

一、法律法规及相关文件

《中华人民共和国矿产资源法》

《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4 号）

《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》（自然资规〔2023〕6 号）

《关于在新一轮找矿突破战略行动中全面实施绿色勘查的通知》（自然

资发[2024]122 号)

二、相关规范及标准

《固体矿产资源储量分类》GB/T17766-2020;

《矿区水文地质工程地质勘查规范》GB/T12719-2021;

《固体矿产地质勘查规范总则》GB/T13908-2020;

《矿产资源综合勘查评价规范》GB/T25283-2023;

《绿色地质勘查工作规范》DZ/T0374-2021;

《固体矿产勘查工作规范》GB/T33444-2016 ;

《固体矿产勘查钻孔质量要求》DZ/T0486-2024;

《矿产资源储量基本术语》GB/T43759-2024;

《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》DZ/T
00790-2015;

《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》
DZ/T0340-2020;

《固体矿产资源量估算规程第1部分:通则》DZ/T0338.1-2020;

《固体矿产资源量估算规程第2部分:几何法》DZ/T0338.2-2020;

《固体矿产资源量估算规程第3部分:地质统计学法》
DZ/T0338.3-2020;

《固体矿产资源量估算规程第4部分:SD法》DZ/T0338.4-2020;

《固体矿产地质勘查报告编写规范》DZ/T0033-2020;

《矿产地质勘查规范 煤》DZ/T0215-2020;

《矿产地质勘查规范 铁、锰、铬》DZ/T0200-2020;

《矿产地质勘查规范 铝土矿》DZ/T0202-2020;

《矿产地质勘查规范 硫铁矿》DZ/T0210-2020；

《矿产地质勘查规范 高岭土、叶蜡石、耐火黏土》DZ/T 0206-2020；

《固体矿产勘查设计规范》DZ/T0428-2023；

《固体矿产勘查采样规范》DZ/T0429-2023。

第 1 章 概况

1.1 探矿权基本情况

1.1.1 本探矿权基本情况

山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权位于山西省交口县李家山铝土矿详查区范围内。位置关系示意图详见图 1-1。区块面积 8.7000km²，区块内包含有 2 个林地禁采区，禁采区面积合计 0.0276km²，拐点坐标详见下表。

区块拐点坐标一览表 表 1-1

坐标系统	2000 国家大地坐标系					
中央经线	三度带:111		六度带:111		大地经纬度坐标	
点名	纵坐标 X(m)	横坐标 Y(m)	纵坐标 X(m)	横坐标 Y(m)	纬度 B (DMS)	经度 L (DMS)
1	***	***	***	***	***	***
2	***	***	***	***	***	***
3	***	***	***	***	***	***
4	***	***	***	***	***	***
5	***	***	***	***	***	***
6	***	***	***	***	***	***
7	***	***	***	***	***	***
8	***	***	***	***	***	***
9	***	***	***	***	***	***
10	***	***	***	***	***	***
11	***	***	***	***	***	***
12	***	***	***	***	***	***
13	***	***	***	***	***	***
14	***	***	***	***	***	***
15	***	***	***	***	***	***
16	***	***	***	***	***	***

坐标系统	2000 国家大地坐标系					
中央经线	三度带:111		六度带:111		大地经纬度坐标	
点名	纵坐标 X(m)	横坐标 Y(m)	纵坐标 X(m)	横坐标 Y(m)	纬度 B (DMS)	经度 L (DMS)
17	***	***	***	***	***	***
18	***	***	***	***	***	***
19	***	***	***	***	***	***
20	***	***	***	***	***	***
21	***	***	***	***	***	***
22	***	***	***	***	***	***
23	***	***	***	***	***	***
24	***	***	***	***	***	***
25	***	***	***	***	***	***
26	***	***	***	***	***	***
27	***	***	***	***	***	***
28	***	***	***	***	***	***
29	***	***	***	***	***	***
30	***	***	***	***	***	***
31	***	***	***	***	***	***
32	***	***	***	***	***	***
33	***	***	***	***	***	***
34	***	***	***	***	***	***
35	***	***	***	***	***	***
36	***	***	***	***	***	***
37	***	***	***	***	***	***
38	***	***	***	***	***	***
39	***	***	***	***	***	***
40	***	***	***	***	***	***
41	***	***	***	***	***	***
42	***	***	***	***	***	***
43	***	***	***	***	***	***
44	***	***	***	***	***	***
45	***	***	***	***	***	***
46	***	***	***	***	***	***
李家山林地禁采区一						
1	***	***	***	***	***	***

坐标系统	2000 国家大地坐标系					
中央经线	三度带:111		六度带:111		大地经纬度坐标	
点名	纵坐标 X(m)	横坐标 Y(m)	纵坐标 X(m)	横坐标 Y(m)	纬度 B (DMS)	经度 L (DMS)
2	***	***	***	***	***	***
3	***	***	***	***	***	***
4	***	***	***	***	***	***
5	***	***	***	***	***	***
6	***	***	***	***	***	***
7	***	***	***	***	***	***
8	***	***	***	***	***	***
9	***	***	***	***	***	***
李家山林地禁采区二						
1	***	***	***	***	***	***
2	***	***	***	***	***	***
3	***	***	***	***	***	***
4	***	***	***	***	***	***
5	***	***	***	***	***	***
6	***	***	***	***	***	***

1.1.2 相邻矿业权基本情况

区块接壤着 4 个以往铝土矿勘查区，4 个以往铝土矿勘查区分别为与区块南部相邻的山西省交口县中村矿区铝土矿详查区、与区块东南部相邻的山西省交口县疙瘩头-中村一带铝土矿普查区、与区块北部相邻的山西省交口县南故乡西矿区铝土矿普查区、本区块包含在山西省交口～汾西(瓦房沟)铝土矿预查区内。区块外围南部有一个交口县康明石料厂。（详见区块范围与矿业权位置关系示意图，图 1-1）

与周边矿业权四邻关系图

图 1-1

1.2 区块地理位置、交通和自然地理情况

1.2.1 矿区地理位置及交通

李家山区块位于位于交口县城 150° 方向 20km 处康城镇-李家山-寺塆一带，北至寺塆村，南至支进村，西至解家坪村，东至康城村，行政区划隶属交口县康城镇管辖，地理坐标 (CGCS2000) 为东经***~***，北纬***~***。地理位置中心点为：东经***，北纬***。区块面积 8.7000km²，所在区块编号：1：1 万解家坪幅 J-49-115-(37) 和康城幅 J-49-115-(38)。

区块位于交口县康城镇西北，距回龙乡 15km，至交口县 25km，至灵石县城 50km，至阳泉曲火车站 38km，省道 S224 在矿区边界东南部穿过，县道 X441（康城镇-石口乡）从区块南部和西部穿过，区块对外均有公路相连，交通条件较为便利（详见交通位置图图 1-2）。

区块交通位置图

图 1-2

1.2.2 自然地理及社会经济状况

(1) 自然地理

本区属华北自然区，位于吕梁山脉中段，属中低山区；区内沟壑纵横，地面切割深度一般为 30m 左右。地势总体为中高东低，最高点位于矿区中部山顶，海拔 1330.20m，最低点位于矿区东部的沟底，海拔为 1013.00m，相对高差 317.20m，一般在 200m-300m 之间，区内地表多为第四系黄土覆盖，基岩主要出露于沟谷两侧。

根据山西植被区划，项目区所在地交口县属于暖温带落叶阔叶林地带，在山西省植物区划中属于 II Aa - 10 晋西黄土丘陵，虎榛子、沙棘、荆条等次生灌丛区，该区雨热同季；地带性植被包括辽东栎、山杨林、侧柏、油松、白皮松等。其他现状植被则以次生灌丛主，主要建群有沙棘、黄刺玫、虎榛子、荆条、酸枣等。草丛植被的优势种有白羊草、蒿类、稳子草等。矿区附近植被主要包括旱柳、山杨、刺槐、旱榆等。其中有林地郁闭度约 0.35 左右，草地覆盖度约在 40%左右。

本区属北温带大陆性气候，春季干旱多风，夏季炎热少雨，秋季阴雨连绵，冬季干燥寒冷。据交口县气象站 2018 年至 2024 年统计资料：矿区所在的交口县东南部地区年均气温 7.8℃，昼夜温差平均日温差 12.3℃，1 月份最冷，平均气温 -5.6℃（极端最低气温出现在 1975 年 1 月 10 日 -27.4℃）；7 月份最热，平均气温 23.7℃（极端最高气温出现在 1981 年 7 月 25 日 39.5℃）。无霜期：多年平均无霜期 146 天，最短 126 天，最长 170 天；年日照时数：多年平均年日照时数 2703h，日照率为 60%。多年平均降水量 601mm（2018-2024 年）。年内降水分配不均，7~9 月降水量占全年降水量的 63.6%，年最大降水量 785mm(1978 年)，月最大降水量 336.3mm

(1988 年 7 月)，最长连续降水日数达 14 天(1978 年 8 月 26 日至 9 月 8 日)，总降水量 139mm；日最大降水量 124.2mm(1981 年 8 月 15 日)，时最大降水量 41.9mm(2002 年 7 月 22 日)，10 分钟最大降水量 21.8mm(2002 年 7 月 22 日)。多年平均蒸发量为 1977.6mm，远大于降水量。历年主导风向是 9—3 月份为西北风，4—8 月份为东南风，平均风速 3.3m/s。最大冻土深达 1m。霜冻期十月下旬至次年四月中旬。冰冻期为十一月中下旬至翌年三月中旬，平均冻土日数 135 天。

矿区地表水属黄河流域汾河水系。区内主要发育一条后河，由西北向东南方向穿过矿区，在康城镇与南部流过的前河汇合后称为康城河，转向东北流出矿区，经段纯河，最终汇入汾河。矿区中部及北部发育有康城河的四条较大支沟，圪墩沟、柳树沟、李家山沟、芦子沟，圪墩沟沟谷汇水面积约 1.53km²，主沟长约 1.81km，纵向坡降 0.2-0.4%，沟谷宽 35~100m，支沟较发育，谷坡高度一般 20~60m，坡度 30~70°；柳树沟沟谷汇水面积约 1.67km²，主沟长约 1.72km，纵向坡降 0.3-0.5%，沟谷宽 40~110m，支沟较发育，谷坡高度一般 20~70m，坡度 20~70°；李家山沟沟谷汇水面积约 1.95km²，主沟长约 1.96km，纵向坡降 0.3-0.4%，沟谷宽 40~210m，支沟较发育，谷坡高度一般 25~60m，坡度 20~60°；芦子沟沟谷汇水面积约 3.64km²，主沟长约 2.87km，纵向坡降 0.2-0.4%，沟谷宽 90~230m，支沟较发育，谷坡高度一般 30~60m，坡度 20~65°；大部分沟谷总体以西北-东南走向，呈树枝状展布，沟谷曲折、剖面上多呈“U”形，其次级沟谷多呈“V”型，大沟谷为季节性水流，平时为干谷，雨季水量聚增，形成洪水激流，雨后不久变干涸。

矿区沟谷水系图

图 1-3

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015, 2016 年 6 月 1 日实施), 矿区地震动峰值加速度为 0.15g, 地震动反应谱特征周期为 0.40s, 地震烈度属Ⅶ级。

(2) 社会经济状况

交口县地处山西省中部, 吕梁山脉中段。面积 1259.92 平方公里, 辖 6 镇 1 乡、88 个行政村、381 个自然村, 总人口 12.4 万, 其中农业人口 7.24 万。

受得天独厚的地理气候影响, 境内森林广袤, 物种丰富, 有集中连片 80 万亩乔木林地, 40 万亩灌木林地, 森林覆盖率 42.4%, 林木绿化率 65.4%。有杨、柳、松、柏、槐、栎、榆、桐等 139 个树种, 200 种草本植物和 200 余种野生中药材, 是全国辽东栎的核心分布区, 也是全国沙棘、汾州核桃和晋西小杂粮的主产区之一。

交口蕴藏丰富资源。地下矿产资源丰富, 主要有煤、铁、铝、白云岩、

耐火黏土等 14 种，含矿面积达 67.1%。其中，煤炭可采储量约 10 亿吨、铝土矿 3 亿吨、铁矿 9200 万吨，白云岩地质储量达 100 亿吨。境内文物古迹和革命遗迹众多，云梦山、元代千佛寺、西庄历史文化名村、红军东征总指挥部旧址、毛主席路居地等达到旅游景区 A 级标准，在发展生态休闲、民俗文化和红色革命旅游方面极具开发价值。

全县初步形成煤焦化、煤电铝、冶铸装备一体化产业链，形成煤炭 480 万吨、焦化 130 万吨、优质铸造生铁 310 万吨、铸造 30 万吨、铝土矿 160 万吨、氧化铝 240 万吨、铝基新材料 90 万吨、优质高温耐材 15 万吨、风电新能源 510 兆瓦、食用菌 3500 万棒、生猪出栏 30 万头、核桃经济林 20 万亩、农副产品加工 7 万吨的生产能力。特别在铝镁方面，山东信发、中铝兴华科技、山西道尔铝业等一批规模大、科技含量高、产业链条完备的铝工业项目建成投运，以铝基新材料为主导的省级经济技术开发区落地建设。

全县 GDP 生产总值 38.4 亿元，同比增速 4.1%；全社会固定资产投资 16.74 亿元，同比增速 9.0%；社会消费品零售总额 6.02 亿元，同比增速 -3.03%；财政总收入 14.53 亿元，同比增速 40.34%；公共财政收入收入 5.72 亿元，同比增速 52.7%；城镇人均可支配收入 19785 元，同比增速 3.1%；农民人均可支配收入 9540 元，同比增速 5.0%。

1.3 区块地质情况

1.3.1 区域地质

本次区域范围南自汾西县勐香镇暖泉头村，北至交口县双池镇石口村，西起交口县石口镇杨家岭-贺家庄一带，东至汾西县对竹镇约 750Km²。

1.3.1.1 区域地层

区域内第四系广泛出露，地层出露较简单，从老到新依次有太古界吕梁山群，古生界寒武系下统、中统、上统，奥陶系下统、中统，石炭系中统、上统，二叠系下统，新生界新近系上新统，第四系中更新统、上更新统、全新统。地层厚度及岩性组合特征见表 1-2。

区域地层表

表 1-2

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	岩性描述
新生界 MZ	第四系	全新统		Q ₄	0-10	砂砾石层、砂层。
		上更新统		Q ₃	0-90.0	粉砂土、亚砂土、中细砂及砾石层、含腹足类。
		中更新统		Q ₂	0-80.0	淡红色亚黏土、亚砂土夹钙质结核层、底部有砾石层。
	新近系	上新统		N ₂	0-20	棕红色黏土夹砾石层。
古生界 PZ	二叠系	下统	下石盒子组	P _{1x}	0-140	上部为灰绿、黄绿色砂岩、砂质泥岩、泥岩，顶部一层紫色铝土质泥岩。下部为灰黄、黄绿色砂岩、砂质泥岩、泥岩及薄煤层。
			山西组	P _{1s}	0-40.51	深灰色、黑灰色砂质泥岩、泥岩及灰色、灰白色砂岩，含 2—3 层煤层及炭质泥岩。
	石炭系	上统	太原组	C _{3t}	0-120	岩性上部为灰黑色、黑色泥岩、砂质泥岩、粉砂岩，灰色中细粒砂岩及薄煤 2—3 层。中部为三层深灰色石灰岩夹灰黑色泥岩、砂质泥岩，含薄煤 3—4 层。下部为灰黑、灰色泥岩、砂质泥岩夹泥质灰岩、砂岩。底部为石英砂岩。

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	岩性描述
		中统	本溪组	C ₂ b ²	0-25.63	灰色、浅黄色、杂色黏土岩与砂质黏土岩互层。底部为灰黑色生物碎屑灰岩或浅灰、浅黄色中细岩。
				C ₂ b ¹	1.91-24.31	为含矿层，下部为褐红、褐黄色铁质黏土岩，以及似层状、透镜状山西式铁矿，中部为浅灰、灰白色铝土矿；上部为浅灰色致密状硬质耐火黏土矿。
	奥陶系	中统	峰峰组	O ₂ f	90-130	岩性上部为灰色厚层致密状石灰岩，下部为角砾状泥灰岩夹石膏层。
			上马家沟组	O ₂ s	141-200	岩性上部为泥灰质白云岩、泥质灰岩、石灰岩、白云质灰岩和灰质白云岩互层。中部为深灰、灰黑色中一厚层豹皮状灰岩、白云质灰岩。下部为薄—中层白云质泥灰岩、泥质白云岩、角砾状白云质泥灰岩。
		中统	下马家沟组	O ₂ x	61-82	岩性上部为灰黑色中一厚层白云质灰岩、石灰岩，白云质泥灰岩和白云质灰岩、石灰岩互层。中部为角砾状白云质灰岩、角砾状白云质泥灰岩、白云质灰岩夹白云质泥灰岩、石灰岩。下部为灰黄色、黄绿色白云质灰岩、泥质白云岩，白云质泥岩。底部为灰色白云质、钙质石英砂岩，黄绿色、灰黄色泥质白云岩。
		下统		O ₁	71-105	岩性上部为巨厚层含燧石条带白云岩、中厚层状白云岩夹泥质白云岩。中部为厚—巨厚层含燧石条带和结核白云岩。下部为厚层泥质白云岩。
	寒武系	上统		Є ₃	98-170	岩性上部为灰白色厚层粗晶白云岩、灰黄色中厚层状细粒泥质白云岩、薄层含泥质条带白云质灰岩夹鲕状白云岩、竹叶状灰岩。中部为薄层浅灰色含泥质条带白云质灰岩、薄层状石灰岩夹竹叶状灰岩及鲕状灰岩。下部为深灰色竹叶状灰岩、黄绿色钙质泥岩、薄层状白云质灰岩互层。
		中统		Є ₂	117-168	岩性上部为白云质鲕状灰岩，泥质条带灰岩、泥岩；下部为白云质鲕状灰岩、泥质条带灰岩，紫红色泥岩夹石英岩状砂岩、长石砂岩。
		下统		Є ₁	0-1	岩性为含钙质白云质砂岩、砂质白云岩。
太古界 Ar	吕梁山群			AL	大于 4700	岩性上部为透闪变粒岩夹蛇纹大理岩，变流纹岩、夹少量角闪片岩。中部为变流纹岩、角闪片岩、斜长角闪岩互层，黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩夹变流纹岩，混合岩化黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩。下部

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	岩性描述
						为斜长角闪岩夹黑云变粒岩，黑云斜长片麻岩夹斜长角闪岩，粗粒间粒状混合岩夹黑云斜长片麻岩。底部为混合岩化黑云角闪斜长片麻岩夹黑云变粒岩、黑云片岩。

1.3.1.2 区域构造

本区在大地构造单元位置上位于吕梁—太行断块之吕梁块隆勃香太林南北向褶带的北端。总体上为向东倾斜的单斜构造。地层倾角 $3\sim 32^{\circ}$ 。断层不发育。

1.3.1.3 岩浆岩

区域内无岩浆岩出露。

1.3.1.4 区域矿产

区域矿产主要以铝土矿和煤为主，山西式铁矿、石灰岩、黏土矿、硫铁矿等亦有产出。

铝土矿：铝土矿是区域内主要沉积矿产之一，产于石炭系中统本溪组中下部。已勘探矿区有石公矿区、相王矿区、后务城矿区和南岭上矿区；已详查矿区有赵家圪垛矿区、北故乡矿区、沙鄠矿区、庞子窰矿区、吉王沟矿区、庞家庄矿区、汾西县诸神沟矿区、秋堰矿区等；已普查矿区有南故乡西矿区、李家山矿区、桃花矿区、菽禾矿区、杜村矿区、柳洼里矿区、梧凤矿区、桑沟矿区、毕家掌矿区，各矿区间紧密相连。

煤：煤炭亦是本区域主要矿产之一，主要产于石炭系上统太原组的地层中，区内赋存的煤层主要为太原组一段的 10 号煤层，该组煤层多为风氧化煤，煤质较差，以前有当地村民采掘自用，现在因当地国土资源部门对私挖乱采管理较严，已无人采掘。

硬质黏土：产于铝土矿之上，在本区域评价的铝土矿区均求得了可观储量，但开采利用不多。

山西式铁矿：赋存于石炭系中统本溪组底部，产于奥陶系古侵蚀面之上，呈透镜状、窝子状产出，在各铝土矿勘查区内均求有一定储量，民采众多，是地方小炼铁厂主要原料。虽然采掘竖井、斜硐不少，但仅是民采，采掘规模也不大，矿石采出量也不多，据随机抽样调查部分竖井、斜硐估算，矿石采出量不足 5%。以前有当地村民滥采，现在因当地国土资源部门对私挖乱采管理较严，已无人采掘。

硫铁矿：赋存于本溪组底部，呈不规则窝子状或透镜状产出，区域上局部产出。

奥陶系中统峰峰组的石炭岩分布广泛，峰峰组二段灰岩质量好，是冶金用熔剂、石灰和水泥的上好原料，大麦郊矿区已探明熔剂灰岩 6700 余万吨。

1.3.2 矿区地质

1.3.2.1 矿区地层

矿区内出露地层由老至新有：古生界奥陶系中统峰峰组 (O_2f)、石炭系中统本溪组 (C_2b)、上统太原组 (C_3t)、新生界新近系上新统 (N_2)、新生界第四系中上更新统 (Q_{2+3})、全新统 (Q_4)。现由老至新分述如下：

奥陶系中统峰峰组 (O_2f)

构成矿区的主要含矿岩系基底，该组地层上部为中厚层青灰色灰岩、白云质灰岩，中部为灰色厚层灰岩、豹皮灰岩，下部为浅灰色厚层豹皮灰岩，未见底。主要分布于矿区西南部和东北部出露，出露厚度 15-50m。

石炭系中统本溪组 (C_2b)

本溪组以泥岩为主，局部夹砂岩、石灰岩及煤线，称畔沟段，下部为黏土岩、硬质黏土矿、铝土矿、山西式铁矿、硫铁矿等称含矿段，以黏土

岩上部的石灰岩或砂岩的底为界可将本组分为一、二两段。该组地层主要在矿区西部出露，东部、南北部零星出露，与奥陶系石灰岩为平行不整合接触。

一段(C_2b^1)

为含矿层，本段地层厚度 2.97~23.39m，平均厚度 8.08m，局部底部可见窝子状、透镜状硫铁矿呈灰色、黄绿色、灰绿色，矿物成分主要为黄铁矿、黏土矿物，厚 0.24~1.49，平均厚度 0.90m，上部为褐红色、杏黄色铁质黏土岩，以及窝子状、透镜状山西式铁矿，厚 0.17~4.96m，平均厚度 1.61m；中部为浅灰、灰白色铝土矿层，矿石为碎屑状、致密状、粗糙状-半粗糙状结构，块状构造，层位、厚度稳定，厚 0.32~9.20m，平均厚度 2.07m；上部为灰色致密状硬质黏土矿横向较稳定，厚 0.38~6.60m，平均厚度 2.01m；顶部为灰色黏土岩。

二段(C_2b^2)

底部为生物碎屑灰岩，局部相变为中粗粒石英砂岩，上部为泥岩、砂岩、粉砂质泥岩等。厚 0.56~25.04m，平均 9.04m。

石炭系上统太原组(C_3t)

本组地层为一套海陆交互相含煤沉积建造，大面积分布于矿区山梁及山坡范围，仅各沟谷底部被剥蚀。依据其沉积规律可分为三段。但根据全矿区钻孔资料分析，二、三段地层已大部被剥蚀，仅残存太原组一段及少量二段地层。二段(C_3t^2)地层残存厚度为 0.58~23.41m，平均 11.70m。主要岩性为燧石条带灰岩、泥岩、砂质泥岩组成。一段(C_3t^1)地层残存厚度为 0.49~54.36m，平均 17.52。主要为黑色泥岩与砂质泥岩互层，夹一至二层砂岩和一到二层煤层，太原组的主要煤层是 10 号煤，煤层埋藏深度小于 50 米，属零星可采煤层，且大部分为风氧化煤。底部为灰白色石英砂岩(K_1)，厚 1.08~6.38m，平均 4.35m。与下伏地层整合接触。

新近系上新统(N_2)

主要分布在矿区沟谷中，以角度不整合关系覆盖于较老地层之上，钻孔揭露最大厚度 16.08m，平均 5.80m。深红色、棕红色黏土、亚黏土砂质黏土夹砾岩，含钙质结核。

第四系中上更新统(Q₂₊₃)

广泛分布于矿区内山梁之上，面积较大，钻孔揭露最大厚度 32.40m，平均 6.45m。主要由黏土、亚黏土及亚砂土组成。

第四系全新统(Q₄)

人工堆积物、河流冲积物及开采矿渣等，与下伏地层呈角度不整合接触。主要出露于区内南部河道及沟谷底部，最大厚度 18.17m，平均厚度 4.50m，与下伏地层呈角度不整合接触关系。

1.3.2.2 矿区构造

根据钻探资料，矿区西部总体为走向北西-南东向的背斜构造，地层倾角一般为 2° ~15°，矿区东部总体为北东-南西向褶曲构造，地层倾角一般为 2° ~12° 在此基础上发育有次一级褶曲 4 条。局部发育有小的背斜或向斜构造；矿区内未见断层。矿区构造属于简单，对本次勘查影响小。现将区内主要构造分述如下：

(一)S1 背斜

位于矿区西部，背斜轴部从钻孔 ZK1103 至浅井 QJX13 附近结束，轴向总体为南北向，两翼南部基本对称，倾角平缓一般 2° ~8° 左右，矿区内延伸长度约 500m，最大褶幅约 20m。

(二)S2 背斜

位于矿区中部，背斜轴部从钻孔 ZK1505 至钻孔 ZK2509 附近结束，轴向总体为北西-南东向，两翼基本对称，倾角一般 2° ~6° 左右，矿区内延伸长度约 1100m，最大褶幅约 25m。

(三)S3 向斜

位于矿区东部，向斜轴部从样坎 YK5 至钻孔 ZK2715 附近结束，总体为北东-南西向，西部转向东西向，呈 S 型走向，向斜轴部宽缓，两翼基本对称，倾角一般 $2^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 左右，矿区内延伸长度约 1700m，最大褶幅约 40m。

(四) S4 向斜

位于矿区东南部，向斜轴部从钻孔 ZK3216 至钻孔 ZK3212 附近结束，轴向总体为北东-南西向，两翼基本对称，倾角一般 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，矿区内延伸长度为 500m，最大褶幅约 30m。

(五) S5 背斜

位于矿区东南部，背斜轴部从钻孔 ZK3317 至钻孔 ZK3313 附近结束，轴向总体为北东-南西向，南端北翼较陡，倾角一般 $3^{\circ} \sim 8^{\circ}$ ，矿区内延伸长度为 600m，最大褶幅约 20m。

(六) S6 向斜

位于矿区东南部，向斜轴部从钻孔 ZK3321 至钻孔 ZK3717 附近结束，轴向总体为南北向，两翼基本对称，倾角一般 $3^{\circ} \sim 8^{\circ}$ ，矿区内延伸长度为 700m，最大褶幅约 25m。

1.3.2.3 岩浆岩

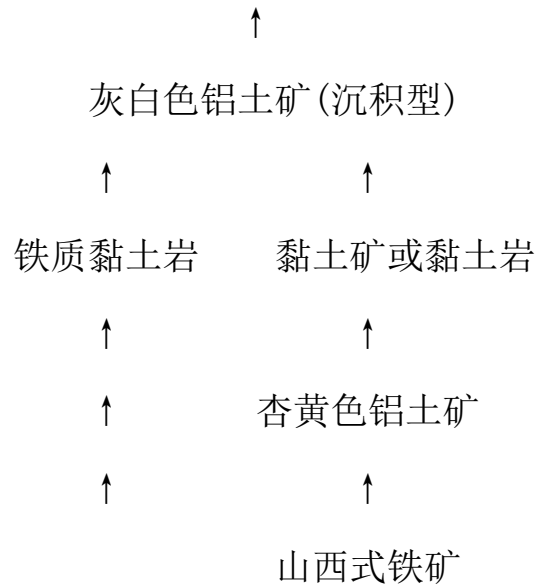
矿区内无岩浆岩出露。

1.3.3 矿床特征

(一) 铝土矿赋存层位

区内铝土矿为沉积型产于石炭系中统本溪组底部，奥陶侵蚀面之上，其含矿序列如下：

上伏：	本溪组二段
	↑
	黏土矿或黏土岩



下伏： 奥陶系峰峰组

铝土矿赋存于奥陶系中统峰峰组石灰岩侵蚀面之上的石炭系中统本溪组下段，铝土矿底板至奥陶系侵蚀面 0.00~7.42m，平均 2.45m。。

（二）矿体规模、形态、产状、厚度、品位及控制程度

根据详查区资料，铝土矿矿体呈层状、似层状产出，一般为一层，个别地段有夹石。受成矿条件影响，矿体边界多呈不规则状，区内共圈定铝土矿矿体 5 个，主矿体为 I 号矿体，其余四个矿体中 II-V 号矿体呈分散状分布于矿区。总体来说，交口县李家山矿区铝土矿规模属大型铝土矿矿床。（铝土矿各矿体特征见表 1-3、铝土矿矿体分布图 1-4）

（1）I 号矿体

I 号矿体东西长约 4000m，南北宽约 2400m，矿体面积约 4.45km²；控制资源量+推断资源量共计***万吨，该矿体由 133 个见矿工程及 26 条勘探线控制；该矿体贯穿整个矿区，矿体形态为层状、似层状，矿体连续或稍有间断，矿体平面形态不规则，矿体边界有弯曲；

（2）II 号矿体

II 号矿体东西长约 280m，南北宽约 49m，矿体面积约 0.016km²；控制

资源量+推断资源量共计***万吨，该矿体由 5 个见矿工程及 4 条勘探线控制；矿体位于矿区西部，矿体形态为层状、似层状，矿体规模较小，矿体平面形态不规则，矿体边界有弯曲；

(3) III号矿体

III号矿体南北长约 340m，东西宽约 210m，矿体面积约 0.056km²；控制资源量资源量共计***万吨，该矿体由 3 个见矿工程及 3 条勘探线控制；矿体位于矿区西南部，矿体形态为层状、似层状，矿体规模较小，矿体平面形态不规则，矿体边界有弯曲；

(4) IV号矿体

IV号矿体南北长约 160m，东西宽约 114m，矿体面积约 0.016km²；控制资源量资源量共计***万吨，该矿体由 2 个见矿工程及 2 条勘探线控制；矿体位于矿区北部，矿体形态为层状、似层状，矿体规模较小，矿体平面形态不规则，矿体边界有弯曲；

(5) V号矿体

V号矿体南北长约 450m，东西宽约 220m，矿体面积约 0.068km²；控制资源量+推断资源量共计***万吨，该矿体由 10 个见矿工程及 4 条勘探线控制；矿体位于矿区北部，矿体形态为层状、似层状，矿体规模较小，矿体平面形态不规则，矿体边界有弯曲；

铝土矿各矿体特征一览表

表 1-3

矿体 编号	矿体 形态	矿体规模		矿体平均厚度(m)	赋存标高(m)	矿体面积(m ²)
		长(m)	宽(m)			
I	不规则状	4000	2400	1.74	***	4447156
II	不规则状	280	49	1.75	***	16487
III	不规则状	340	210	0.67	***	55770
IV	似长方形	160	114	1.33	***	16128
V	不规则状	450	220	2.31	***	68382

铝土矿矿体分布图

图 1-4

（三）矿石矿物成分

矿石矿物成分主要为一水硬铝石，其次为高岭石，并有少量赤铁矿、褐铁矿及锆石、金红石、电气石等矿物。各类矿物特征如下：

（1）一水硬铝石

又称硬水铝石，有原生和次生两种，以原生为主。原生一水硬铝石主要是呈灰色、黄褐色微晶至隐晶集合体，少数呈胶状；微晶者呈它形粒状集合体，粒度在 0.002~0.003mm 之间；隐晶状一水硬铝石在电镜下呈它形粒状，粒度 $\leq$ 0.001mm。次生一水硬铝石形成于裂隙和空洞中，晶体多无色透明，结晶程度好，呈自形和半自形的柱状、板状体，粒度在 0.01~0.03mm

之间，矿石中一水硬铝石含量在 50~74%之间。

(2)高岭石

有原生和次生两种，以前者为主。原生高岭石呈鳞片状、隐晶泥状、胶状，在矿石中分布不均，主要为填穴物；鳞片高岭石粒度在 0.01~0.03mm 之间，隐晶泥状者<0.001mm。次生高岭石粒度在 0.01~0.03mm 之间。

(3)赤铁矿、褐铁矿及针铁矿

赤铁矿、褐铁矿部分呈铁质薄膜覆于其它矿物表面，部分为填穴物，在矿石中分布不均。针铁矿赋存于褐铁矿中，褐铁矿实际是赤铁矿与针铁矿的水化物，以前者为主，针铁矿量少，在矿石中较为分散，均分布于褐铁矿中。矿石中铁矿物含量一般<3%，少数可达 10~20%。

(4)重矿物

重矿物中锐钛矿常见，有原生和次生两种，呈粒状、菱形；金红石、锆石、电气石为陆源碎屑矿物，晶形较好，棱角有磨损。重矿物 0.05~0.06mm 之间，含量甚微。

(四) 矿石化学成分

矿石主要化学成分为 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 四项，平均占矿石化学成分总量的 83.98%。

据基本分析结果（以单样统计）， Al_2O_3 :40.12~78.19%，平均 59.19%， SiO_2 :1.06~22.61%，平均 13.99%； Fe_2O_3 :0.43~34.75%，平均 8.43%， TiO_2 :0.17~4.29%，平均 2.37%。其它化学成分含量很少。

(五) 矿石结构、构造

按自然类型可分为碎屑状铝土矿、致密状铝土矿、半粗糙状铝土矿、粗糙状铝土矿。其中以碎屑状、致密状为主。

(六) 矿石工业类型及工业品位

依据详查时工作情况，全区单工程铝土矿矿石中 Fe_2O_3 含量最小 0.63%，最大 34.75%，全区平均含量 8.53%；据组合分析结果统计，铝土矿矿石中 S 含量最小 0.012%，最大 0.351%，平均 0.065%，据《矿产地质勘查规范 铝土矿》(DZ/T0202-2020)附录 F 铝土矿石品级标准(YB/T 5057-93)，本区铝土矿属中铁低硫型铝土矿。

全区单工程铝土矿矿石中 Al_2O_3 品位最小 40.50%，最大 78.20%，全区平均 59.01%；单工程 A/S 最小 2.6，最大 28.64，全区平均 4.21；据《矿产地质勘查规范 铝土矿》(DZ/T0202-2020)附录 F 铝土矿石品级标准(YB/T 5057-93)，本区铝土矿矿石品级为 V 级($\text{A/S} \geq 4$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 58\%$)。

(七) 共(伴)生矿产

区内铝土矿的共生矿产主要有煤、硬质黏土矿、山西式铁矿，伴生矿产主要有金属镓等。

①、煤

根据已有的钻孔资料显示，矿区东南部山梁、李家山村北东部石炭系上统太原组地层分布，太原组含 9、10、11，其中 10 号煤层为零星可采煤层，其余为不可采煤层。I 矿体位于东南部山梁，10 号煤层赋存标高大约在***-***m 之间；II 矿体位于李家山村北东部至后窰村一带 10 号煤层赋存标高在***-***m。

10 号煤层位于太原组一段，上距 K2 石灰岩 17.71-35.56m，平均 23.37m。煤层厚度 1.40-1.49m，全区加权平均 1.49m，一般夹 0-2 层泥岩或炭质泥岩夹矸，结构较简单，该煤层在矿区东南部山梁、李家山村北东部至后窰村一带分布，为极不稳定零星可采煤层，其他区域大部分被剥蚀或成为风氧化煤。顶板多为泥岩、炭质泥岩，底板多为泥岩、砂质泥岩。

10 号煤分布图

图 1-5

10 号煤层物理性质，黑色，条痕为棕褐色，粉状—块状，油脂光泽，内生裂隙较发育，外生裂隙不发育，以条带状结构为主，亦有线理状、透镜状，断口为贝壳状、参差状。构造有层状构造及块状构造。视密度 $1.36 \sim 1.48 \text{ t/m}^3$ ，平均 1.43 t/m^3 。

10 号煤层宏观煤岩组分以亮煤、镜煤为主，其次为暗煤，丝炭少量。宏观煤岩类型以光亮型—半亮型煤为主，夹有半暗型及暗淡型煤。

1) 煤质特征

原煤：水分 (M_{ad}) 为 $0.48\% \sim 0.74\%$ ，平均 0.60% ；灰分 (A_{d}) 为 $19.14\% \sim 35.50\%$ ，平均 25.42% ；挥发分 (V_{daf}) 为 $28.56\% \sim 31.65\%$ ，平均 30.27% ；全硫 ($S_{\text{t,d}}$) 为 $0.50\% \sim 1.43\%$ ，平均 1.03% ；固定碳 (F_{cd}) 含量 $44.52 \sim 57.77\%$ ，

平均 52.04%；氢(H_{daf})含量 4.00~5.80%，平均 4.71%；碳(C_{daf})含量 79.36~86.90%，平均 84.46%；氮(N_{daf})含量 1.50~1.65%，平均 1.56%；氧(O_{daf})含量 6.24~13.85%，平均 8.43%。

浮煤：水分(M_{ad})为 0.48%~1.18%，平均 0.72%；灰分(A_d)为 11.01%~15.76%，平均 13.64%；挥发分(V_{daf})为 26.78%~29.67%，平均 27.62%；全硫($S_{t,d}$)为 0.58%~1.49%，平均 0.96%；固定碳(F_{cd})含量 59.85~64.99%，平均 62.52%；氢(H_{daf})含量 3.95~5.73%，平均 4.72%；

根据《煤炭质量分级第 1 部分：灰分》(GB/T 15224.1-2018)和《煤炭质量分级第 2 部分：硫分》(GB/T15224.2-2021)，矿区内 10 号煤层属中灰、中硫煤。

10 号煤层原煤高位发热量($Q_{gr,d}$)为 22.11~29.94MJ/kg，平均为 26.48MJ/kg，浮煤高位发热量($Q_{gr,d}$)为 30.33~32.49MJ/kg，为平均 31.40MJ/kg。

根据《煤炭质量分级》GB/T 15224.3-2022 的发热量分级标准，区内 10 号煤层主要为中高发热量煤，部分为中发热量或高发热量煤。

10 号煤层黏结指数(GR.I)12~94，平均 61，胶质层最大厚度(Y)7-10mm，平均 9mm。根据 MT/T 596-2008 中烟煤黏结指数分级，区内 10 号煤层为中黏结煤。

根据煤质分析结果，按《中国煤炭分类》国家标准(GB/T5751-2009)要求确定煤类。10 号煤层挥发分(V_{daf})为 28.56%~31.65%，平均 30.27%；黏结指数(GR.I)12~94，平均 61；胶质层最大厚度(Y)7-10mm，平均 9mm。本区煤类主要为焦煤(JM)、1/3 焦煤(1/3JM)。

②、硬质黏土矿

根据详查资料，硬质黏土矿在区内有 3 个矿体，I 号矿体为主矿体。为铝土矿的直接顶板，呈层状、似层状、透镜状产出，产状与地层一致。

硬质黏土矿全区均有分布，平面上呈不规则状，矿体连续性较好。

矿石多呈灰、浅灰和灰白色，致密状结构，层状构造，节理发育，贝壳状断口，表面有滑感。镜下以隐晶泥状结构为主，次有一水硬铝石、伊利石、铁质等；单工程矿体厚度 0.38~6.60m，全区平均厚度 2.26m。

区内赋存有硬质黏土矿矿层的工程 174 个，据单样矿石统计熟料品位： Al_2O_3 ：30.51%~67.74%，平均 50.96%； Fe_2O_3 ：0.61%~3.23%，平均 1.75%；LOI：11.63%~14.78%，平均 13.83%，耐火度 1718~1875℃，平均 1799℃。

全区加权平均品位（熟料）： Al_2O_3 ：50.44%， Fe_2O_3 ：1.82%，LOI：13.74%，耐火度 1802℃。

各矿体情况详见表 1-4、图 1-6。

硬质黏土矿各矿体特征一览表

表 1-4

矿体 编号	矿体 形态	矿体规模(m)		熟料品位(%)		LOI (%)	平均厚 度(m)
		长	宽	Al_2O_3	Fe_2O_3		
I	不规则	3900	2400	50.49	1.83	13.73	2.28
II	不规则	400	250	48.73	1.49	14.07	1.75
III	不规则	600	160	48.81	1.44	13.53	2.07

硬质黏土矿分布图

图 1-6

③、山西式铁矿

山西式铁矿产于铝土矿之下，奥陶系侵蚀面之上，呈透镜状、窝子状，受古地形影响变化较大，多生成于侵蚀面的凹陷部位。

根据详查资料，山西式铁矿在全区基本均有分布，由于局部厚度低于 1.00m，导致平面上呈不规则的独立矿体，连续性差。区内共探获有 9 个矿体，其中Ⅶ号矿体为主矿体。详见表 1-5，详见图 1-7。

矿石多呈褐色、褐红色、红褐色、灰黄色，致密状、黏土质结构，块状、蜂窝状构造。成分分布不均。矿物成分以赤铁矿为主，少数为褐铁矿、菱铁矿；单工程矿体厚度 0.17~4.96m，全区平均 1.61m。

区内赋存有山西式铁矿矿层的工程 129 个，其中达可采厚度(1.0m)的工程 85 个，全区共有铁矿体 9 个，据单样统计矿石品位：TFe：25.00~

52.58%，平均 34.28%；S：0.01～3.45%，平均 0.42%；P：0.02～0.41%，平均 0.10%。全区平均品位 TFe：35.54%；S：0.70%；P：0.09%。

山西式铁矿各矿体规模、品位情况一览表 **表 1-5**

矿体 编号	形状	矿体规模 (m)		品位 (%)	平均厚度 (m)
		长	宽	TFe	
I	似三角形	400	240	35.44	1.77
II	不规则	210	80	45.57	2.32
III	三角形	150	120	32.56	2.91
IV	不规则	120	60	33.41	2.62
V	三角形	300	90	31.29	1.79
VI	不规则	110	50	37.62	1.37
VII	不规则	720	100	35.36	2.27
VIII	三角形	510	120	36.27	2.49
IX	三角形	200	80	31.98	1.34

山西式铁矿矿体分布图

图 1-7

⑤、稀有、稀土元素

据《山西省铝土黏土矿含矿岩系中稀有、分散、稀土金属矿产综合评价》资料，含矿岩系中以铝土矿中的稀有、分散、稀土元素含量最高。其中，稀有、稀土元素多以氧化物形式分散于铝硅矿物中，少量呈类质同象赋存于铝硅矿物晶格中；分散元素由于黏土物质的吸附作用而进入铝土矿、黏土矿中，其存在形式尚未探明。

详查工作对铝土矿中的伴生有益矿产进行了综合评价，共采集稀有、分散、稀土元素样品 18 件，均匀分布于全区，样品送到青岛斯八达分析测试有限公司进行分析，铝土矿中镓(Ga)达工业品位要求（边界品位 0.002%，根据矿产资源工业要求手册 2010 版），可综合利用。

⑥、硫铁矿

硫铁矿赋存于石炭系中统本溪组底部，奥陶系中统峰峰组碳酸盐岩岩石侵蚀面之上，硫铁矿呈灰色、黄绿色、灰绿色，矿物成分主要为黄铁矿、黏土矿物，其次为赤铁矿，少量碳酸盐矿物和石膏等，黄铁矿呈团块状或星散状分布于黏土岩中。根据详查资料统计，本矿区见硫铁矿钻孔共 13 个，呈分散状分布于矿区且未达到工业指标，所以未能圈定硫铁矿矿体。

1.3.4 矿床成因

矿床成因主要是古风化壳上的富含铝质的物质在海侵过程中被古陆上的地表水以胶体的方式，搬运到盆地斜坡地段堆积成铝土矿。

加里东运动使区域内早古生代碳酸盐岩及前震旦纪古老变质岩普遍发生红土化，形成大面积的风化壳，为铝土矿成矿提供了物质来源，本溪期的普遍海侵为铝土矿成矿物质的搬运、沉积提供了可能，矿区在晚石炭世岩相古地理环境为泄湖相区靠近硅酸盐台地的边缘地带，是沉积铝土矿的有利场所。在台地的边缘洼地形成了下部为铁质层(铁矿和铁质黏土岩)，中部为铝土矿层，上部为硅质较多的黏土岩(矿)的成矿沉积序列。

铝土矿形成后水体渐浅，水解作用和地表水的不断加入，使介质向碱性转变，在弱酸—弱碱性阶段，水体中的 SiO_2 和 Al_2O_3 结合，组成大量的高岭石，伊利石等黏土矿物，形成硬质黏土矿直至黏土岩而结束一个成矿旋回。铝土矿层沉积后，矿体面貌并非现在所看到的那

样,可以说现在的铝土矿是原始含矿物质经沉积期后长期地质作用改造富集的结果。

1.3.5 矿床开采技术条件

1.3.5.1 水文地质条件

1、区域水文

(1) 区域水文概况

矿区位于郭庄泉域水文地质单元中北部(见郭庄泉域图 1-)。郭庄泉域及岩溶水盆地的范围主要受汾西大向斜的控制,汾西大向斜位于吕梁大背斜和霍山大背斜之间,是一个被破坏的复向斜,西以吕梁山复背斜核部为界,东以霍山断裂为界,该向斜是一个开阔不对称的向斜,西翼近似向东倾,倾角 10° 左右,东翼向西倾,倾角 $20-30^{\circ}$ 。轴部近南北,南北两端止于临汾盆地北缘和晋中盆地南缘。泉域边界划分如下:

①西部边界

北中段大体平行于紫荆山断裂带,为地表分水岭边界(图 2-4)。边界走向由北向南自八道年山一交口县土湾埝子一棋盘山一石口一隰县五鹿山东一泰山梁,西南段以青山岭背斜、山头东地垒以及其南部短轴背斜与龙子祠泉域为界。边界走向由西北向东南自泰山梁一青山岭一上村山一青龙山一西庄。

②北部边界

为汾河向斜翘起端,亦以地表分水岭为界,西段与柳林泉域相邻,边

界走向由西向东，自土湾埡子-交口县上顶山 (2100.7m) 一井沟梁 (1690.5m)-中阳县上顶山 (1739.8m)-荒草山东 (1779.1m) 一离石顶天埡南 (1980.6m) 一文水拐岭底-汾阳桑枣坡一宋家庄一文水神堂。

③东部边界

北段汾阳市到灵石马河之间为一北北东向大断裂，东盘新生界地层较西盘下落 800~1200m，此断层不仅构成太原盆地与灵石隆起的边界，也成为郭庄泉域的阻水边界。南段马河以南为走向南北的霍山断裂，形成泉域阻水边界。整个东边界走向由北向南，自神堂一汾阳杏花树一见喜一孝义司马一大孝堡一介休义棠东一秦树一灵石西许一霍州冯村一李曹东一口家庄东。

④南部边界

以万安断层为阻水边界。边界走向由西至东自洪洞县西庄一康家坡一堤村南一南沟一闫家庄东。

按上述边界圈定的泉域面积为 5600km^2 。寒武奥陶系裸露面积 1326km^2 。

郭庄泉为全排型泉水，天然状态下，泉水多年平均流量即为泉域岩溶水补给量。岩溶水主要接受西及西北部可溶裸岩区降水入渗补给。向东南方向径流。其次为汾河什林段河道渗漏补给。出露于霍州市南 7km 处东湾村至郭庄村汾河河谷中，南北分布长度约 1.2km，面积约 0.5km^2 。天然状态下，泉水以泉群或散泉形式出露，大小泉眼共 60 多个。出露标高 516m-521m，2001 年-2003 年流量平均为 $2.12\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 区域含水层特征

①松散岩类孔隙水

该含水岩层主要是新近系孔隙和第四系孔隙含水层。广泛分布于区域内各处,厚度不等。在上更新统黄土中有微弱的潜水和上层滞水。含水岩性为砂、卵砾石,顶板埋深大于 10m,单井涌水量一般小于 $10\text{m}^3/\text{d}$ 。水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{SO}_4\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 型为主。

②碎屑岩类裂隙水

主要含水层为二叠系下统下石盒子组,山西组。下石盒子组上部为灰绿、黄绿色砂岩、砂质泥岩、泥岩,顶部一层紫色铝土质泥岩。下部为灰黄、黄绿色砂岩、砂质泥岩、泥岩及薄煤层;山西组深灰色、黑灰色砂质泥岩、泥岩及灰色、灰白色砂岩,含 2—3 层煤层及炭质泥岩。单井涌水量 0.1—1.0L/S。深部赋存裂隙承压水,单井涌水量 $10\text{--}100\text{m}^3/\text{d}$,水量贫乏。水化学类型 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 型,矿化度 0.2—0.8g/L。

③碎屑岩夹碳酸盐岩类裂隙水

主要含水层为中、上石炭系的砂岩和石灰岩。太原组地层有二层比较稳定的石灰岩,单层厚 3—10m,含水量较大,其次是太原组底部的晋祠砂岩富水性也较好,本溪组也有 2—3 层石灰岩,裂隙发育程度较差,富水性较弱,但本溪组的黏土岩,泥岩厚度大,连续性好,隔水性能好,在地表露头处往往使其裂隙水以泉的形式出露于地表,但泉流量很小。风化裂隙潜水泉流量一般 0.1—2.0L/s,层间裂隙岩溶水单井涌水量 $5\text{--}60\text{m}^3/\text{d}$,富水性极不均匀。

④碳酸盐岩类岩溶裂隙水

埋藏于石炭系地层之下,含水岩组主要为奥陶系中下统厚层灰岩、白云质灰岩等。奥陶系峰峰组,上、下马家沟组富水性径流区单井涌水量大于 $1000\text{m}^3/\text{d}$,个别大于 $5000\text{m}^3/\text{d}$,补给区单井涌水量小于

1000m³/d。水化学类型以 HCO₃ • SO₄-Ca • Mg 型为主，矿化度一般 0.3-0.8g/L。

图 1-8 郭庄泉域图

(3) 地下水补径排条件

据区域资料本区属岩溶水补给区，大气降水通过裸露灰岩的直接渗入是其主要补给方式，另外还有基岩裂隙含水层和第四系松散岩类孔隙含水层通过风化带渗漏补给。岩溶地下水接受补给后以潜流形式向南东排向郭庄泉。奥陶系岩溶水的补给主要是基岩裸露区大气降水和地表水的入渗补给。

石炭系和二叠系砂岩裂隙水，在裸露区接受大气降水和季节性河流补给后，顺岩层倾斜方向运移。上部含水层在沟谷中以侵蚀下降泉的形式排泄；下部含水层顺层向南东排出矿区外。

新近系和第四系孔隙水的补给除大气降水的垂直入渗补给外，有地表水的入渗补给和较高基岩裂隙水的侧向补给。地下水的流向大致与地表水一致，排泄方式除蒸发和以泉的形式排泄外主要是人工开采。

2、矿区水文

(1) 含水层特征

矿区内地下水类型主要有碳酸盐岩裂隙岩溶水、碎屑岩夹碳酸盐岩裂隙岩溶水、松散岩类孔隙水。分述如下：

①第四系松散岩类孔隙含水层

松散岩类孔隙含水层由第四系中～上更新统黄土及砂砾石层构成。第四系松散岩类孔隙含水层广泛分布于山顶、山坡及沟谷，由于沟谷坡度大，降水多形成地表径流，对地下水补给有限。区内未发现水井取用该含水层水。根据详查时施工的 ZK2820 水文孔对松散层抽水试验成果，单位涌水量在 $0.00529\text{L/s} \cdot \text{m}$ ，渗透系数 0.0536m/d ，水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 型，矿化度 0.4582g/L ，可知该含水层富水性弱，水质较好，详见表 1-6。

第四系松散岩类钻孔抽水试验基本情况表

表 1-6

钻孔编号	抽水层位	孔径 (mm)	抽水试段深度 (m)	静水位标高 (m)	静水位埋深 (m)	单位涌水量 (l/s·m)	降深 (m)	渗透系数 K (m/d)	抽水设备
ZK2820	Q ₂₊₃ 至 N ₂	133	0.00-50.62	1193.963	36.51	0.00529	11.72	0.0536	水泵

②石炭系碎屑岩夹碳酸盐岩类裂隙含水层

该含水层岩性主要为底部的灰白色 K₁ 砂岩，厚度为 1.08m~6.38m，平均 4.35m，层位较稳定，局部地段残存太原组二段灰岩含水层。由于该含水层所处地势较高，地形切割强烈，形成独立地块，在矿区内不具统一水位，地下水补给条件较差，含水层富水性一般为弱。据详查时调查，民井出水量 0.8-7.0m³/d，水化学类型为 SO₄·HCO₃-Ca 或 HCO₃-Ca，矿化度为 0.2809-0.8329g/L。

详查工作收集了矿区南部相邻的交口县中村矿区铝土矿详查水文孔太原组含水层抽水试验资料，其中中村矿区 ZK0-9 水文孔太原组含水层水位标高 1144.782m，水位降深 3.75-11.85m，单位涌水量 0.0916-0.1173L/s.m，渗透系数 0.6315-0.6885m/d。该钻孔位于康城沟沟谷内，由于埋深浅，区域上北部该地层出露，可直接接受大气降水补给，富水性相对较好；另外中村矿区 ZK6-65 太原组含水层水位标高 1286.581m，单位涌水量 0.0024L/s.m，渗透系数为 0.8615m/d，富水性弱；ZK9-31 太原组含水层水位标高 1233.410m，单位涌水量 0.0162-0.0205L/s.m，渗透系数为 0.0704-0.0755m/d，富水性弱。水化学类型为 HCO₃·SO₄-Ca 或 HCO₃-Ca，PH 值 7.29-7.89，矿化度为 0.2774-0.9285g/L，详见表 1-7。

太原组地层钻孔抽水试验基本情况表

表 1-7

钻孔编号	抽水层位	孔径 (mm)	抽水试段深度 (m)	静水位标高 (m)	静水位埋深 (m)	单位涌水量 (l/s·m)	降深 (m)	渗透系数 K (m/d)	抽水设备
ZK0-9	C ₃ t	113	8.45-40.39	1144.782	11.30	0.0916	11.85	0.6315	水泵
						0.1047	7.75	0.6844	
						0.1173	3.75	0.6885	
ZK6-65	C ₃ t	113	50.40-61.96	1286.581	36.85	0.0024	16.25	0.8615	水泵
ZK9-31	C ₃ t	113	0-101.28	1233.410	54.45	0.0162	41.20	0.0704	水泵
						0.0184	25.72	0.0746	
						0.0205	12.60	0.0755	

总的来说,该含水层由于下伏黏土岩的隔水作用,使得该地层储存有一定的地下水,但因地层相对来说连续性较差,常被剥蚀切割,厚度较小,汇水面积有限,该含水层单位涌水量 0.0024-0.1173L/s·m,总体富水性弱,在局部沟谷地段富水性稍好。

③奥陶系峰峰组碳酸盐岩类岩溶裂隙含水层

该含水层主要由奥陶系灰岩,泥质白云岩等组成,岩溶裂隙较发育,浅部渗水性能强,钻孔钻到该层后,孔内冲洗该层全部或大部漏失,详查时施工最大揭露奥陶系峰峰组为 10.38m。该含水层地下水位埋藏较深,水质较好。

详查工作收集了详查区以南中村矿区内 2 个深水井资料 (J3、J22),取水层位均为奥陶系上马家沟组,其中水井 J3 井口高程 1248m,水位埋深 388m,水位标高 860m,出水量 900m³/d;水井 J22 井口高程 1133m,水位埋深 265m,水位标高 868m,出水量 1000m³/d。水化学类型为 HCO₃-Ca 型,PH 值 7.59,矿化度 0.2890g/L。结合区域水文地质资料,水力坡度按照 2‰推测矿区内奥陶系灰岩岩溶水水位标高为 868m-874m,地下水由西北向东南径流。详情见下图 1-9。

(2) 隔水层

矿区隔水层主要为石炭系中统本溪组一段隔水层,在矿区内大面积分布,为一套以黏土岩、硬质黏土矿、铁质黏土岩、山西式铁矿组

成的一套隔水地层，平均厚度 8.08m，隔水性能较好，为奥陶系灰岩顶面重要的隔水层。但铝土矿开采后，该隔水层将部分遭到破坏。此外本溪组一段以上的本溪组二段及太原组有多层泥岩和黏土岩的存在，使层间水的水力联系减弱。

（3）地下水的补给、径流、排泄条件

松散层孔隙水，它直接接受大气降水的入渗补给和河流的入渗补给，在沟谷地段可形成少量的上层滞水，受地形影响较大。排泄方式为侧向补给地表水。

碎屑岩夹碳酸盐岩类裂隙岩溶水，本层含水岩组接受大气降水的能力随岩性组合的不同而有所差异，泥页岩与砂岩、灰岩互层，不利

大气降水渗入，流动方向与产状一致。主要排泄方式为人工开采。

碳酸盐类岩溶水，矿区所属的岩溶泉域为郭庄泉域水文地质单元的西部的径流区。地下运动方向为西北向东南运动。排泄方式为人工开采、泉水。

（4）充水因素分析

①充水水源

大气降水及地表水

矿区气候为典型大陆性气候，年平均降水量 601mm，主要集中在 7—9 月份，该三个月的降雨量可占到全年的 63.6%，在雨季雨水经地表裂缝、裂隙等通道渗入地下，对矿层露头附近及矿层浅埋区影响较大。

勘查区内无常年性河流，发育几条较大沟谷，呈树枝状展布全区，沟谷曲折、剖面上多呈“U”形，其次级沟谷多呈“V”型，大沟谷为季节性水流，平时为干谷，雨季水量聚增，形成洪水激流，雨后不久变干涸。正常情况下不会对勘查区矿床的开采造成影响，由于矿层埋藏浅，极端降水可能会对铝土矿矿床的开采造成一定的影响，开采时需加强防范。

地下水

松散岩类孔隙含水层

据详查时抽水试验资料，该含水层单位涌水量 0.00529L/s.m，含水层富水性弱，一般对矿床开采影响较小，但对矿层露头附近及矿层浅埋区有一定的影响。

太原组碎屑岩夹碳酸盐岩类裂隙含水层

矿床主要充水水源为 K1 砂岩含水层。据抽水试验资料知，该含水层单位涌水量 0.0024-0.0916L/s.m，富水性总体为弱，据本次调查，民井出水量 0.8-7.0m³/d。勘查区内地表有太原组出露，雨季接受大气降水的补给，在局部沟谷地段富水性会增强，对矿床开采存在一定影响。

奥陶系灰岩岩溶裂隙含水层

推测勘查区奥陶系灰岩岩溶水水位标高为 868-874m，勘查区内铝土矿层底板标高最低为 1076m，岩溶裂隙含水层地下水对矿床开采无影响。

②充水通道

经详查工作及以往勘查工作，勘查区内未发现断层、陷落柱。

勘查区内详查工作时施工钻孔 111 个，普查工作时施工钻孔 21 个，预查时施工钻孔 1 个，共计施工钻孔 133 个。

详查施工的 111 个钻孔全孔用 425#水泥封孔，孔口埋水泥柱，标明孔号，水泥柱所在的孔口中心点位置用钢钉标注。封孔用水泵注入水泥浆，从下往上依次封孔。钻孔封孔后，共进行了 5 个孔透孔质量检查，ZK2808、ZK1501、ZK2915、ZK1117、ZK2004，封孔质量良好。

普查、预查工作时封孔是孔口至地面以下 2m、基岩部分用 425#水泥封孔，其余松散层用黄泥封闭。孔口埋水泥桩并标明孔号。其中对 ZK0901、ZK1701 这 2 孔进行封孔启封检查，全部可见整状水泥柱，符合封孔设计要求。

勘查区内矿层埋藏较浅，铁矿露头处以往存在私挖开采，均为民采破坏，规模不大，钻探施工中 ZK3216、ZK2517、ZK2618、ZK3121 在 10 号煤层位遇到掉钻现象，掉钻深度 2.86-3.87m；钻探施工中 ZK3220、ZK1119、ZK3111、ZK12-02、ZK2808 在山西式铁矿层位遇到掉钻现象，掉钻 1.27-4.01m，这些钻孔大部分分布较分散，未形成大规模采空区。野外调查过程中发现区内民采坑口已全被掩埋，未发现老小窑井口。

（3）水文地质勘查类型

矿区内铝土矿层直接充水含水层为石炭系碎屑岩夹碳酸盐岩类裂隙岩溶含水层，富水性弱。区内未发现断层，构造条件简单。当地侵蚀基准面 1013m，区内奥灰水水位标高 868m-874m，铝土矿最低底板标高 1076m，铝土矿不存在奥灰水带压开采。

综上所述，区内铝土矿位于当地侵蚀基准面以上，区内沟谷纵横，有利于自然排水；区内第四系大面积覆盖，各含水层富水性弱，地下水补给条件差。矿区铝土矿矿床的水文地质勘查类型为二类一型，即以裂隙含水层充水为主、水文地质条件简单矿床。

1.3.5.2 工程地质条件

通过详查时矿区调查，结合钻探资料及岩石物理力学性质试验数据，初步划分了工程地质类型，本区工程地质类型为：松散软弱岩类、层状岩类、可溶岩类等，分述如下：

①奥陶系薄-中厚层状坚硬碳酸盐岩层(O₂)

该组地层矿区出露厚度 15-50m，岩性主要为灰色、青灰色灰岩、白云质灰岩，中厚层状构造，岩石致密状，坚硬，矿物成分以方解石为主，奥灰顶部往往因铁质侵染呈褐红色，属坚硬岩体。

②石炭系薄-中厚层状坚硬碎屑岩、碳酸盐岩夹软弱岩岩层(C₂b、C₃t)

由石炭系上统太原组及中统本溪组砂岩、砂质泥岩、泥岩、灰岩、铝土岩、煤层及煤线、硬质黏土、山西式铁矿组成。中粒砂岩、灰岩岩石强度较高，抗风化能力较强，一般不易破坏，岩石单轴饱和抗压强度一般大于 30MPa，属半坚硬-坚硬岩体，工程地质条件良好；砂质泥岩、泥页岩强度较低，易风化，遇水易软化，岩石单轴抗压强度一般小于 30MPa，抗剪强度小于 10MPa，属软弱岩体，工程地质条件较差，呈层状分布，矿区内分布普遍。

③第四系松散岩层 (Q)

据地质填图资料，可分为黏土、粉土多层土体，其工程地质特征如下：中更新统为主要以棕黄色、浅棕黄色亚黏土、亚砂土为主，具水平层理，底部常见砾石层，一般不具湿陷性，属低压缩性土；上更新统为淡黄色、灰黄色亚砂土、粉砂土，质地均一，结构疏松，垂直节理发育，具大孔隙，普遍具中等湿陷性，遇水强度显著降低，土体发生湿陷变形。

(2) 岩体风化带

区内大面积为第四系松散层覆盖，基岩主要分布在矿区边缘及沟谷中。松散岩类中、上更新统厚度 0-32.40，平均 6.45m，全新统地层平均厚度 4.50m。基岩强风化带为基岩与松散层直接接触的泥岩、黏土岩和直接裸露的铝土矿等，多成碎裂状，碎裂结构，发育深度 1~2m；基岩弱风化带为直接和松散层接触的砂岩、石灰岩和直接裸露的

石灰岩等，岩石表面、裂隙面可见风化现象，岩石表面颜色变浅，不易击碎，发育深度 3~5m，风化程度为中等。

综上所述，区内工程地质岩组以松散岩类为主，矿层围岩以软弱岩类为主，岩体完整性差，岩体分化一般，对矿床开采有一定影响。

(1) 矿体及围岩的稳固性

(1) 矿体顶、底板岩体质量评价

在矿区钻孔采集岩石力学样 10 组，进行抗压、抗拉、抗剪切试验，确定岩石强度和物理力学性质，划分工程地质岩组，评价各类型岩石对矿床开采的影响。区内铝土矿顶板岩体本溪组石灰岩饱和单轴抗压强度一般为 33.3-41.4MPa，属较坚硬岩，顶板岩体本溪组砂质泥岩饱和单轴抗压强度为 4.20-4.45MPa，属极软岩，顶板岩体本溪组泥岩饱和单轴抗压强度为 4.25-4.49MPa，属极软岩；铝土矿底板岩体奥陶系石灰岩饱和单轴抗压强度一般为 28.4-29.4MPa，属较软岩。

根据岩石单轴极限抗压强度测试表可知，区内铝土矿顶板围岩多以稳定性差的极软岩、软岩为主，底板围岩多为较软-较坚硬的石灰岩。

(2) 小结

矿区内山梁地带普遍覆盖第四系中上更新统粉砂土，下伏石炭系太原组、本溪组碎屑岩夹碳酸盐岩，沟谷纵坡降较大，地形有利于地表径流排泄；铝土矿床上部发育层状碎屑岩类夹碳酸盐岩，软硬岩相间，地层岩性较为简单，构造简单，仅发育宽缓褶曲，地质构造不发育；区内地层为沉积岩，岩性单一，纵向上软硬相间，以软弱类岩类为主，稳固性较差。矿区在露采地段，矿层之上碎屑岩裂隙水富水性弱，矿体围岩以软弱类岩体为主，矿体上覆岩层产状与矿层产状基本

一致，露采形成的边坡稳定性较差-差。未来矿区开采时，在人工采矿形成的顺向坡段易失稳发生崩滑。

综上所述，区内工程地质类型为第四类（层状岩类）中等型。

1.3.5.3 环境地质条件

矿区在大地构造单元位置上位于吕梁—太行断块之吕梁块隆起香太林南北向褶带的北端。地层倾角 $2\sim 15^{\circ}$ 。断层不发育。详查时未发现详查区及周围存在活动性断裂，历史上地震对区内建筑物的影响轻微，矿区处于区域稳定性的相对稳定区域。

上次详查工作在地质填图的同时对区内环境地质进行了调查，区内无保护区，无地表水体，区内发现有崩塌 7 处、地面塌陷 1 处、地裂缝 1 条，并进行了调查，崩塌原因都为多为下雨所致，多发生在黄土露头处，规模均不大。

矿区开采方式为露采加坑采，由前述工程地质条件可知，矿体顶、底板围岩存在软弱夹层，地面及边坡开挖影响山体、斜坡稳定性，导致岩体发生变形。

随着将来矿山开采，可能引起局部地表变形，会对地质环境造成一定影响；区内无重大污染源、无热害、无地表水体，但随着铝土矿的开采，会对地下水造成一定影响；铝土矿及矿渣化学成分基本稳定，基本不会带来环境地质隐患。确定矿区地质环境类型为第二类，地质环境质量为中等。

1.3.5.4 开采技术条件勘查类型划分

综上所述，矿区水文地质条件复杂程度为“简单”，工程地质条

件复杂程度为“中等”，地质环境质量为“中等”。

1.3.6 矿石加工技术性能

李家山铝土矿区与交口县毕家掌、北故乡、沙塄、桃花等矿区成矿地质环境相同，矿石类型、矿物成分、化学成分、结构、构造也基本相同（对比见表 2-8、2-9、2-10）。由于历年来各矿区在勘查阶段所做加工技术性能试验结果大同小异，故此次勘探未设计矿石加工技术性能试验的工作量。

详查工作时经反复类比决定用矿石特征相近的毕家掌矿区试验结果和北故乡、沙塄、桃花矿区的试验结果论述本区矿石加工技术性能。

根据矿床特征和矿石特征可知，本矿区的矿床成因与毕家掌矿区成因相同，矿石类型相同都是一水型硬铝石，本矿区全区铝土矿品位更接近毕家掌矿区 II 号样的品位，所以采用毕家掌矿区 II 号样的试验成果评述本矿区矿石加工技术性能合理可靠。

矿床形成特征对照表 表 1-8

矿区名称	矿石类型	形成环境	形成时代	赋存部位
李家山	一水型硬铝石	浅海－泻湖相	中石炭世 本溪期	奥陶系中统侵蚀面之上， 石炭系中统本溪组下部。
毕家掌	一水型硬铝石	浅海－泻湖相	中石炭世 本溪期	奥陶系中统侵蚀面之上， 石炭系中统本溪组下部。
北故乡、沙塄、 桃花矿区	一水型硬铝石	浅海－泻湖相	中石炭世 本溪期	奥陶系中统侵蚀面之上， 石炭系中统本溪组下部。

矿石特征对照表 表 1-9

矿区名称	矿石自然类型	颜色	结 构 构 造	主要矿物成分
李家山	碎屑状 致密状	灰白、浅灰、 灰色、杏黄色	隐晶-显微晶质 -显微鳞片状 结构、块状构造	一水硬铝石、 高岭石

毕家掌	粗糙状 半粗糙状 碎屑状	灰白、浅灰、 灰、深灰色	隐晶-显微晶质 -显微鳞片状 结构、块状构造	一水硬铝石、 高岭石
北故乡、沙塢、桃花矿区	碎屑状 粗糙状 致密状	灰白、浅灰、 灰色、杏黄色	隐晶-显微晶质 -显微鳞片状 结构、块状构造	一水硬铝石、 高岭石

矿 石 品 位 对 照 表

表 1-10

矿区名称	试样编号	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	A/S	备注
李家山	全区	59.01	14.03	8.53	4.21	
毕家掌	I 号样	67.30	11.47	3.06	5.87	
	II 号样	61.80	12.71	7.45	4.86	
北故乡、沙塢、桃花 矿区	碎屑状铝土矿	63.77	13.03	4.13	4.89	
	粗糙状铝土矿	68.14	8.68	3.83	7.85	
	致密状铝土矿	59.36	13.62	7.81	4.36	

由上表看出，毕家掌矿区 II 号样与本矿区平均品位 A/S 相差 0.65，二者品位相近，与毕家掌矿区 II 号样（低品位矿）矿石加工技术性能具有可类比性，类比评述本区内铝土矿加工技术性能适于采用烧结法生产氧化铝。

实验结果表明，矿石中品位较高的矿石用拜耳法生产氧化铝，氧化铝溶出率为 98.57%，赤泥沉淀性能良好。品位较低的矿石用烧结法生产氧化铝，烧结温度范围宽（80℃），氧化铝和氧化钠溶出率均在 98%以上，添加一定絮凝剂赤泥沉降性良好。

综上所述，区内铝土矿矿石适于采用烧结法生产氧化铝，且其加工技术性能良好，有鉴于此并结合矿区矿石品位特征，建议工业生产中应采用烧结法制取氧化铝，以充分利用矿石资源。

1.4 以往地质工作认识

1.4.1 历次勘查工作

1.4.1.1 以往区域地质工作

1、1987 年, 山西省地质矿产局区域地质调查队为交口县编制《交口县区域地质矿产报告》的过程中, 编制了本区的 1/5 万区域地质图。

2、1988 年山西省地质矿产局区域地质调查队为交口县编写了《山西省交口县铝土矿、高铝黏土、铁矿资源调查报告》。

3、1995 年山西省地质矿产局区域地质调查队编制了回龙、勃香镇幅 1/5 万区域地质图。

1.4.1.1 以往矿产地质工作

1、2007 年 9 月~2008 年 10 月山西省第三地质工程勘察院在山西省交口~汾西(瓦房沟)铝土矿远景区进行了预查工作, 投入的主要实物工作量有 1/10000 地质图草测面积为 377.58km^2 、1/10000 水文地质草测面积为 377.58km^2 、钻探 $3687.41\text{m}/43$ 个、老硐清理 $3963.96\text{m}/86$ 个、样坎 $6650\text{m}^3/111$ 个, 基本分析样 1973 个, 水质分析样 80 个、力学试验样 8 组; 2009 年提交了《山西省交口~汾西(瓦房沟)铝土矿远景区预查地质报告》, 共探获铝土矿(334)?资源量*** 万 t; 铝土矿全区平均品位为 Al_2O_3 64.37%, SiO_2 13.58%, Fe_2O_3 3.37%, A/S 4.74; 全区平均厚度 1.93m, 铝土矿矿床规模为特大型, 2010 年 8 月 26 日山西省国土资源厅以晋国土资技审〔2010〕79 号文通过该项目验收, 已完成资料汇交, 李家山区块在预查区内部。

2、2013 年 3 月~2018 年 5 月山西省第三地质工程勘察院在山西省交口县李家山矿区进行了普查工作，投入的主要实物工作量有 1/10000 地质图草测面积为 13.94km²、1/10000 水工环地质测量草测 13.94km²、钻探 1091.43m/21 个、浅井 208.47m/28 个、样坎 11.30m³/2 个，基本分析样 629 个，岩石力学样 10 组，水质全分析样 6 个；2018 年提交了《山西省交口县李家山矿区铝土矿普查地质报告》，共探获铝土矿 333+(334)?资源量***万 t；铝土矿全区平均品位为 Al₂O₃ 57.56%，SiO₂ 13.80%，Fe₂O₃ 10.19%，A/S4.17；全区平均厚度 1.78m，铝土矿矿床规模为大型；求得硬质黏土矿 334?资源量***万吨，山西式铁矿 334?资源量***万吨；求得镓(Ga) 333 资源量***吨，334?资源量***吨，333+334? 资源量***吨。2018 年 6 月 29 日山西省国土资源厅以晋国土资技审〔2018〕68 号文通过该项目验收,已完成资料汇交。

3、2020 年 5 月-2023 年 10 月山西省第三地质工程勘察院有限公司在山西省交口县李家山矿区进行了铝土矿详查工作，完成的主要实物工作量有：E 级 GPS 点 6 点；1/5000 地形测量 13.94km²、1/5000 地质测量 13.94km²；1/5000 水工环地质测量 13.94km²；固体矿产钻探 5687.27m/110 孔、水文地质钻探 134.66m /1 孔、浅井 300.70m/32 个、基本分析样 1599 件。于 2023 年 10 月提交了《山西省交口县李家山矿区铝土矿详查地质报告》，2024 年 4 月 1 日山西省自然资源厅出具“晋自然资技审[2024]22 号”项目验收意见书。该《详查报告》于 2024 年 6 月由山西地质博物馆重新进行了评审，专家组以《山西省交口县李家山矿区铝土矿详查报告》通过评审（晋地博评函〔2024〕033 号）。全区共探获铝土矿控制+推断资源量***万吨，其中控制资源量***万吨，推断资源量***万吨，控制资源量占控制+推

断资源量的 32.47%，铝土矿全区平均品位 Al_2O_3 :59.01%、 SiO_2 :14.03%、 Fe_2O_3 :8.53%、 TiO_2 :2.37%、A/S:4.21，全区平均厚度 1.73m；估算 10 号煤推断资源量**万吨，平均厚度 1.49m；估算硬质黏土矿推断资源量***万吨，平均品位 Al_2O_3 50.44%， Fe_2O_3 1.82%，LOI 13.74%，矿体平均厚度 2.26m；估算山西式铁矿推断资源量***万吨，平均品位 TFe35.54%，矿体平均厚度 2.14m；估算伴生镓推断资源量***吨。

4、2025 年 4 月山西省第三地质工程勘察院有限公司编制了《山西省交口县李家山区块铝土矿资源量专项核实报告》经本次核查，截至 2023 年 12 月 31 日，拟出让区（不含林地禁采区）累计查明铝土矿（控制+推断）资源量***万吨，其中控制资源量***万吨，推断资源量***万吨；伴生镓推断资源量***吨；硬质黏土矿推断资源量***万吨；山西式铁矿推断资源量***万吨；10 号煤推断资源量***万吨。拟出让区内林地禁采区累计查明铝土矿推断资源量***万吨；伴生镓推断资源量***吨；硬质黏土矿推断资源量***万吨。该报告由山西自然博物馆以“晋自博评函〔2025〕19 号”评审通过。

以上地质工作为本设计的编制工作提供了主要依据。

1.4.2 以往勘查工作质量及可利用性评价

本次设计共利用了上述《山西省交口～汾西(瓦房沟)铝土矿远景区预查地质报告》《山西省交口县李家山矿区铝土矿普查地质报告》《山西省交口县李家山矿区铝土矿详查地质报告》《山西省交口县李家山区块铝土矿资源量专项核实报告》有关资料，质量评述如下：

2007 年 9 月-2008 年 10 月，山西省第三地质工程勘察院在山西省交口～汾西(瓦房沟)铝土矿远景区进行了预查工作，投入的主要实

物工作量有 1/10000 地质图草测面积为 377.58km²、1/10000 水文地质草测面积为 377.58km²、钻探 3687.41m、老硐清理 3963.96m、样坎 6650m³，基本分析样 1973 个，水质分析样 80 个、力学试验样 8 组，已经省国土资源厅组织专家进行验收，其质量符合规范标准要求。本次设计利用了预查阶段施工的钻孔 1 个、老硐清理 7 个、样坎 6 个。

2013 年 3 月-2018 年 5 月山西省第三地质工程勘察院在山西省交口县李家山矿区进行了普查工作，投入的主要实物工作量有 1/10000 地质图草测面积为 13.94km²、1/10000 水工环地质测量草测 13.94km²、钻探 1091.43m、浅井 208.47m、样坎 11.30m³，基本分析样 629 个，岩石力学样 10 组，水质全分析样 6 个；已经省国土资源厅组织专家进行验收，其质量符合规范标准要求。本次设计利用了普查阶段施工的钻孔 21 个，浅井 28 个、样坎 2 个。

2020 年 5 月-2023 年 10 月山西省第三地质工程勘察院有限公司在山西省交口县李家山矿区进行了铝土矿详查工作，投入的主要实物工作量有：E 级 GPS 点 6 点；1/5000 地形测量 13.94km²、1/5000 地质测量 13.94km²；1/5000 水工环地质测量 13.94km²；固体矿产钻探 5687.27m/110 孔、水文地质钻探 134.66m /1 孔、抽水试验层数 2 层（对松散层进行了抽水试验、矿层及以上基岩含水层进行了注水试验），浅井 300.70m/32 个、基本分析样 1599 件。已经省自然资源厅组织专家进行验收，其质量符合规范标准要求。本次设计利用了详查阶段完成的全部工作量。

本次区块内利用的工程位置全部实测，化学样品由山西省第三地

质工程勘察院化验室化验，外检全部由中国冶金地质总局第三地质中心实验室化验，符合规范要求，在本次勘探工作中可以利用。

山西省交口县李家山矿区铝土矿勘探利用钻孔工程坐标一览表 表 1-10

序号	工程号	CGCS2000 坐标系 (3° 带)		深度/终孔 层位	见矿情况	质量 评级	备注
		X	Y				
1	QJX1	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
2	QJX2	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
3	QJX3	***	***	***	沉积无矿		详查 (浅井)
4	QJX4	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
5	QJX5	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
6	QJX6	***	***	***	沉积无矿		详查 (浅井)
7	QJX7	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
8	QJX8	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
9	QJX9	***	***	***	沉积无矿		详查 (浅井)
10	QJX10	***	***	***	沉积无矿		详查 (浅井)
11	QJX11	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
12	QJX12	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
13	QJX13	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
14	QJX14	***	***	***	沉积无矿		详查 (浅井)
15	QJX15	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
16	QJX16	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
17	QJX17	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
18	QJX18	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
19	QJX19	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
20	QJX20	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
21	QJX21	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
22	QJX22	***	***	***	沉积无矿		详查 (浅井)
23	QJX23	***	***	***	沉积无矿		详查 (浅井)
24	QJX24	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
25	QJX25	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
26	QJX26	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
27	QJX27	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
28	QJX28	***	***	***	沉积无矿		详查 (浅井)
29	QJX29	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
30	QJX30	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
31	QJX31	***	***	***	见矿		详查 (浅井)
32	QJX35	***	***	***	剥蚀无矿		详查 (浅井)
33	ZK1	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
34	ZK2	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
35	ZK3	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)

序号	工程号	CGCS2000 坐标系 (3° 带)		深度/终孔 层位	见矿情况	质量 评级	备注
		X	Y				
36	ZK0812	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
37	ZK0905	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
38	ZK1000	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
39	ZK1002	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
40	ZK1018	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
41	ZK1101	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
42	ZK11-01	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
43	ZK1103	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
44	ZK11-03	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
45	ZK1117	***	***	***	剥蚀无矿	合格	详查 (钻孔)
46	ZK1119	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
47	ZK1200	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
48	ZK1202	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
49	ZK12-02	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
50	ZK1204	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
51	ZK1220	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
52	ZK1222	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
53	ZK13-01	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
54	ZK1303	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
55	ZK13-03	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
56	ZK1309	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
57	ZK1313	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
58	ZK1321	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
59	ZK14-00	***	***	***	沉积无矿	合格	详查 (钻孔)
60	ZK1402	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
61	ZK14-02	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
62	ZK1404	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
63	ZK1422	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
64	ZK1424	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
65	ZK1501	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
66	ZK1503	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
67	ZK1505	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
68	ZK1523	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
69	ZK1602	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
70	ZK1604	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
71	ZK1703	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
72	ZK1704	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
73	ZK1802	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
74	ZK1804	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
75	ZK1806	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
76	ZK1903	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)

序号	工程号	CGCS2000 坐标系 (3° 带)		深度/终孔 层位	见矿情况	质量 评级	备注
		X	Y				
77	ZK1905	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
78	ZK1907	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
79	ZK2004	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
80	ZK2006	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
81	ZK2109	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
82	ZK2300	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
83	ZK2505	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
84	ZK2507	***	***	***	见矿	合格	详查 (钻孔)
85	ZK2509	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
86	ZK2511	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
87	ZK2513	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
88	ZK2515	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
89	ZK2517	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
90	ZK2521	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
91	ZK2525	***	***	***	沉积无矿	合格	详查 (钻孔)
92	ZK2529	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
93	ZK2606	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
94	ZK2608	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
95	ZK2610	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
96	ZK2612	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
97	ZK2614	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
98	ZK2616	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
99	ZK2618	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
100	ZK2707	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
101	ZK2709	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
102	ZK2711	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
103	ZK2713	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
104	ZK2715	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
105	ZK2717	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
106	ZK2719	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
107	ZK2808	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
108	ZK2810	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
109	ZK2812	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
110	ZK2814	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
111	ZK2816	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
112	ZK2818	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
113	ZK2820	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
114	ZK2909	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
115	ZK2911	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
116	ZK2915	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
117	ZK2917	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)

序号	工程号	CGCS2000 坐标系 (3° 带)		深度/终孔 层位	见矿情况	质量 评级	备注
		X	Y				
118	ZK2919	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
119	ZK2925	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
120	ZK3010	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
121	ZK3012	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
122	ZK3014	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
123	ZK3016	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
124	ZK3018	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
125	ZK3020	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
126	ZK3111	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
127	ZK3113	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
128	ZK3115	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
129	ZK3117	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
130	ZK3119	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
131	ZK3121	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
132	ZK3212	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
133	ZK3214	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
134	ZK3216	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
135	ZK3218	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
136	ZK3220	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
137	ZK3313	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
138	ZK3315	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
139	ZK3317	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
140	ZK3319	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
141	ZK3321	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
142	ZK3717	***	***	***	见矿	优	详查 (钻孔)
143	ZK3721	***	***	***	沉积无矿	优	详查 (钻孔)
144	ZK0501	***	***	***	沉积无矿	合格	普查 (钻孔)
145	ZK0505	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
146	ZK0901	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
147	ZK0917	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
148	ZK1301	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
149	ZK1305	***	***	***	见矿	合格	普查 (钻孔)
150	ZK1323	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
151	ZK1701	***	***	***	见矿	合格	普查 (钻孔)
152	ZK1705	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
153	ZK1709	***	***	***	沉积无矿	优	普查 (钻孔)
154	ZK1713	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
155	ZK1717	***	***	***	沉积无矿	合格	普查 (钻孔)
156	ZK2101	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
157	ZK2105	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
158	ZK2113	***	***	***	沉积无矿	优	普查 (钻孔)

序号	工程号	CGCS2000 坐标系 (3° 带)		深度/终孔 层位	见矿情况	质量 评级	备注
		X	Y				
159	ZK2117	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
160	ZK2121	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
161	ZK2125	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
162	ZK2905	***	***	***	见矿	合格	普查 (钻孔)
163	ZK2913	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
164	ZK2921	***	***	***	见矿	优	普查 (钻孔)
165	QJ003	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
166	QJ004	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
167	QJ005	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
168	QJ006	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
169	QJ007	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
170	QJ008	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
171	QJ009	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
172	QJ011	***	***	***	见矿		普查 (样坎)
173	QJ012	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
174	QJ013	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
175	QJ014	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
176	QJ015	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
177	QJ016	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
178	QJ017	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
179	QJ018	***	***	***	沉积无矿		普查 (样坎)
180	QJ019	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
181	QJ024	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
182	QJ025	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
183	QJ026	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
184	QJ027	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
185	QJ028	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
186	QJ030	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
187	QJ031	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
188	QJ033	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
189	QJ034	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
190	QJ039	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
191	QJ040	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
192	QJ041	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
193	QJ042	***	***	***	沉积无矿		普查 (浅井)
194	QJLSG	***	***	***	见矿		普查 (浅井)
195	ZK36	***	***	***	沉积无矿		预查 (钻孔)
196	QY1	***	***	***	见矿		预查 (样坎)
197	QY32	***	***	***	见矿		预查 (样坎)
198	QY53	***	***	***	见矿		预查 (样坎)
199	QY63	***	***	***	见矿		预查 (样坎)

序号	工程号	CGCS2000 坐标系 (3° 带)		深度/终孔 层位	见矿情况	质量 评级	备注
		X	Y				
200	SJ29	***	***	***	见矿		预查（老硐）
201	XD12	***	***	***	见矿		预查（老硐）
202	XD13	***	***	***	见矿		预查（老硐）
203	XD2	***	***	***	见矿		预查（老硐）
204	XD3	***	***	***	见矿		预查（老硐）
205	XD4	***	***	***	见矿		预查（老硐）
206	XD42	***	***	***	见矿		预查（老硐）
207	YK5	***	***	***	见矿		预查（样坎）
208	YK6	***	***	***	见矿		预查（样坎）

1.4.3 以往地质工作程度及存在的问题

一、以往地质工作程度

2020年5月-2023年10月山西省第三地质工程勘察院有限公司在山西省交口县李家山矿区进行了铝土矿详查工作，完成的主要实物工作量有：E级GPS点6点；1/5000地形测量13.94km²、1/5000地质测量13.94km²；1/5000水工环地质测量13.94km²；固体矿产钻探5687.27m/110孔、水文地质钻探134.66m/1孔、浅井300.70m/32个、基本分析样1599件。于2023年10月提交了《山西省交口县李家山矿区铝土矿详查地质报告》，2024年4月1日山西省自然资源厅出具“晋自然资技审[2024]22号”项目验收意见书。该《详查报告》于2024年6月由山西地质博物馆重新进行了评审，专家组以《山西省交口县李家山矿区铝土矿详查报告》通过评审（晋地博评函〔2024〕033号）。全区共探获铝土矿控制+推断资源量***万吨，其中控制资源量***万吨，推断资源量***万吨，控制资源量占控制+推断资源量的32.47%，铝土矿全区平均品位Al₂O₃:59.01%、SiO₂:14.03%、Fe₂O₃:8.53%、TiO₂:2.37%、A/S:4.21，全区平均厚度1.73m；估算10号煤推断资源量**万吨，平均厚度1.49m；估算硬质黏土矿推断资源量***万吨，平均品位Al₂O₃50.44%，Fe₂O₃1.82%，LOI13.74%，矿体

平均厚度 2.26m；估算山西式铁矿推断资源量***万吨，平均品位 TFe35.54%，矿体平均厚度 2.14m；估算伴生镓推断资源量***吨。区块以往工作程度达到详查。

二、存在的问题

共生矿产硬质黏土矿的耐火度未能做测试试验。伴生元素评价，由于其大部分无成熟的冶炼工艺，未能参加经济技术评价。

第 2 章 勘查工作部署

2.1 勘查工作总体部署

2.1.1 勘查工作目的任务

本次勘探工作的目的是达到勘探程度，为矿山建设可行性研究、初步设计提供地质依据。

本次勘探工作的地质任务为：详细查明矿区地层层序、含矿岩系的层位、岩性、厚度、标志层、规模、时代；详细查明矿体的数量、连接对比条件、分布范围、产状、厚度、规模、形态特征、品位及其变化特征；详细查明矿体中的夹石、无矿天窗及顶底板围岩的岩性、厚度和分布情况；查明矿区水文地质条件及矿床充水因素，预测矿井（坑）涌水量；查明矿区工程地质条件，评价矿体顶底板工程地质特征；调查评价矿区的地质环境质量；详细查明有工业利用价值的共生矿产和伴生有用组分的种类、分布、矿体规模、物质组分、赋存状态并进行综合评价；对铝土矿及其共伴生矿产进行资源量估算，探明资源量、探明资源量+控制资源量占比满足勘探阶段要求。

2.1.2 工作部署的指导思想、基本原则

工作部署基本原则：勘查工作部署遵循因地制宜原则、循序渐进

原则、全面研究原则、综合评价原则、经济合理原则。

本次勘探工作勘查主矿种为铝土矿，工作中严格按照自然资源部 2020 年 4 月 30 日实施的 DZ/T0202-2020《矿产地质勘查规范 铝土矿》、2017 年 7 月 1 日实施的 GB/T33444-2016《固体矿产勘查工作规范》、2023 年 9 月 1 日实施的《矿产资源综合勘查评价规范》、2016 年 1 月 1 日实施的 DZ/T0079-2015《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》、2023 年 8 月 1 日实施的 DZ/T0429-2023《固体矿产勘查采样规范》、2023 年 8 月 1 日实施的 DZ/T0425-2023《地质勘查活动质量管理规范》、2021 年 7 月 1 日实施的 DZ/T0374-2021《绿色地质勘查工作规范》标准执行；对于共生矿产硬质黏土矿，工作中严格按照国土资源部 2020 年实施的 DZ/T0206-2020《矿产地质勘查规范 高岭土、叶蜡石、耐火黏土》标准执行；对于共生矿产山西式铁矿，工作中严格按照国土资源部 2020 年实施的 DZ/T0200-2020《矿产地质勘查规范 铁、锰、铬》标准执行；对于煤，工作中严格按照国土资源部 2020 年实施的 DZ/T0215-2020《矿产地质勘查规范 煤》标准执行；对于伴生稀有、稀散、稀土元素，工作中严格按照国土资源部 2020 年实施的 DZ/T0203-2020《矿产地质勘查规范 稀有金属类》标准执行。

2.1.3 勘查线布置的原则

勘查线方向采用垂直矿体延展方向，与原李家山详查阶段的方向一致，为 $61^{\circ} 00' 00'' \sim 241^{\circ} 00' 00''$ 方向。

2.1.3 勘查工作技术路线

本次勘探工作的技术路线，就是要在全面收集原详查地质资料基础上，采用 1/2000 地形测量、1/2000 地质测量、1/2000 水工环地质测量、钻探、浅井、抽水试验、岩矿测试等有效技术方法组合，查明矿层的分布范围、面积大小、矿体厚度、产状、矿石成分、品位、结构构造和自然类型，对能圈出矿产资源范围、有估算资源量的必要参数(长、宽、厚)的地段，估算铝土矿(探明)+(控制)+(推断)资源量；对区内共伴生矿产进行综合评价。

2.1.4 探明资源量分布区选择

矿床探明的资源量应保证首期，兼顾中期，储备后期，首采区内原则上应为探明资源量和控制资源量，保证矿山建设还贷期的还本付息的需要。本次勘探工作首采区（探明资源量）的选定已与初设部门初步沟通，选择为矿区西北部原详查时的主矿体 I 号矿体和相邻的 II 号矿体及两者之间的勘查空白区。

首采区范围选择的依据为：首采区主要范围为主矿体 I 号矿体，其成矿条件好、矿体层位较为稳定、勘查程度较高；根据矿方要求，对主矿体 I 号矿体和 II 号矿体之间的勘查空白区进行探明，且该区外部施工条件较好，可为后期开采提供便利；首采区范围已与设计部门进行沟通，取得了设计部门同意。

施工过程中，根据探矿工程的见矿情况，及时变更设计，灵活掌握、调整钻孔施工顺序或工程部署。争取以最小的投入，获得最大的

找矿效益。

2.1.5 矿床勘查类型

本次勘查以铝土矿为总体探求对象，本矿区的主矿体为 I 号矿体，通过我公司在该区进行的铝土矿详查工作，确定勘查类型属第 II 类。依据如下：

1. 本区铝土矿为沉积型铝土矿，矿体东西长约 4000m，南北宽约 2400m，矿体规模为大型。类型系数 0.6。

2. 矿体厚度最大 9.20m，最小 0.50m，平均 1.74m，厚度变化系数 73.11%；矿体内存在 3 个大厚度工程；铝土矿单工程厚度频率直方图呈单峰状，厚度频率变动域较宽，矿体厚度属较稳定型。类型系数 0.6。

3. 矿体形态为层状、似层状，矿体连续或稍有间断，矿体平面形态不规则，矿体边界有弯曲，无矿体呈港湾状深入矿体内部，但深度不超过矿体长度的三分之一，其形态复杂程度为中等类型，类型系数为 0.4。

4. 矿体内局部有夹层，平面上矿体有天窗出现，面含矿系数 97.82%，矿体内部结构复杂程度属中等类型。类型系数 0.4。

5. 矿体产状略呈波状起伏，倾角平缓，一般 $3^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，矿区内未见断层，褶皱，构造对矿体影响程度小。类型系数 0.3。

综上所述求得矿床勘查类型系数之和为 2.3，据《矿产地质勘查规范 铝土矿》(DZ/T0202-2020)，矿床勘查类型属第 II 类。与备案的

《详查报告》类型一致。

2.1.6 工程布置间距

根据上述Ⅱ类型，复杂程度属中等要求，本次勘探工作铝土矿是在原工程间距 $400\times 400\text{m}$ 圈定推断资源量基础上，采用 $200\times 200\text{m}$ 方形网中加梅花孔的布设原则估算控制资源量，采用 $100\times 100\text{m}$ 方形网中加梅花孔的布设原则估算探明资源量，浅部工程加密一倍。

2.1.7 勘查工程布置

2.1.7.1 布置浅井

布置浅井的工作应该在地质填图工作完成后进行，首先根据地质填图工作推测出矿体的边界，然后根据地层的出露情况按照相应的工程间距进行布置，按沉积型铝土矿Ⅱ类勘查类型，本次勘探工作浅部工程以 $35\times 35\text{m}$ 的工程间距估算探明资源量， $70\times 70\text{m}$ 的工程间距估算控制资源量，要求布置的浅井能控制矿层的顶底板；浅井布置后由地质人员先用手持 GPS 测量其坐标，工程施工完毕验收合格后由测量人员用 RTK 测量其坐标。根据详查报告资料本区矿体出露界线复杂，地表覆盖面积大，植被发育，矿体露头不连续，本次设计的部分浅井未出露含矿地层，若松散层或上部基岩层较厚，结合绿色勘查要求，适当情况下可以钻代井。

本次勘探工作设计浅井 65 个，设计工作量 650m。具体见浅井工作量一览表（表 2-1）。施工原则是先施工浅部工程，然后由近到远，

由浅到深，由疏到密的原则施工。

浅井工作量一览表

表 2-1

顺序号	浅井编号	设计深度（m）	X	Y	备注
1	QJA001	10	***	***	
2	QJA002	10	***	***	
3	QJA003	10	***	***	
4	QJA004	10	***	***	
5	QJA005	10	***	***	
6	QJA006	10	***	***	
7	QJA007	10	***	***	
8	QJA008	10	***	***	
9	QJA009	10	***	***	
10	QJA010	10	***	***	
11	QJA011	10	***	***	
12	QJA012	10	***	***	
13	QJA013	10	***	***	
14	QJA014	10	***	***	
15	QJA015	10	***	***	
16	QJA016	10	***	***	
17	QJA017	10	***	***	
18	QJA018	10	***	***	
19	QJA019	10	***	***	
20	QJA020	10	***	***	
21	QJA021	10	***	***	
22	QJA022	10	***	***	
23	QJA023	10	***	***	
24	QJA024	10	***	***	
25	QJA025	10	***	***	
26	QJA026	10	***	***	
27	QJA028	10	***	***	
28	QJA029	10	***	***	
29	QJA030	10	***	***	
30	QJA031	10	***	***	
31	QJA032	10	***	***	
32	QJA033	10	***	***	
33	QJA034	10	***	***	
34	QJA035	10	***	***	
35	QJA036	10	***	***	
36	QJA037	10	***	***	
37	QJA038	10	***	***	
38	QJA027	10	***	***	

顺序号	浅井编号	设计深度 (m)	X	Y	备注
39	QJA057	10	***	***	
40	QJA039	10	***	***	
41	QJA040	10	***	***	
42	QJA042	10	***	***	
43	QJA041	10	***	***	
44	QJA043	10	***	***	
45	QJA044	10	***	***	
46	QJA045	10	***	***	
47	QJA046	10	***	***	
48	QJA047	10	***	***	
49	QJA048	10	***	***	
50	QJA049	10	***	***	
51	QJA050	10	***	***	
52	QJA051	10	***	***	
53	QJA052	10	***	***	
54	QJA054	10	***	***	
55	QJA056	10	***	***	
56	QJA055	10	***	***	
57	QJA053	10	***	***	
58	QJA058	10	***	***	
59	QJA059	10	***	***	
60	QJA060	10	***	***	
61	QJA061	10	***	***	
62	QJA062	10	***	***	
63	QJA063	10	***	***	
64	QJA064	10	***	***	
65	QJA065	10	***	***	

2.1.7.2 布置钻孔

根据上述Ⅱ类型，复杂程度属中等要求，探明资源量以 100m×100m 的工程间距插梅花孔加以控制，控制资源量以 200m×200m 的工程间距插梅花孔以控制；推断资源量以 400×400m 的工程间距加以控制。地表浅部工程间距相应加密一倍。

本次勘探是在原详查钻孔的基础上进行钻孔加密，共设计 255 个钻孔，总计 13080m，其中矿产地质钻探 12936m/253 孔（包括机动孔 1800m/30 个），水文地质钻探 144m/2 孔。

在野外工作中，根据工作进展，通过研究地质的变化规律，对施工方案进行合理的调整。本次布置钻孔情况详见表 2-2。

在野外工作中，根据工作进展，通过研究地质的变化规律，对施工方案进行合理的调整。

钻孔施工顺序一览表（CGCS2000 坐标系） 表 2-2

施工时间	顺序号	钻孔编号	设计孔深	CGCS2000		开孔倾角	终孔层位	施工目的	备注
				X	Y				
第一批	1	ZK0701	45	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	2	ZK0703	66	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	3	ZK0705	70	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	4	ZK0709	29	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	5	ZK0800	27	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	6	ZK0802	54	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	7	ZK0804	62	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	8	ZK09-01	37	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	9	ZK0903	69	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	10	ZK0907	52	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	11	ZK0911	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	12	ZK1001	70	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	13	ZK1004	83	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	14	ZK11-02	28	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	15	ZK1100	48	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	16	ZK1102	56	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	17	ZK1104	85	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	18	ZK1109	30	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	19	ZK12-03	42	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	20	ZK12-01	58	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	21	ZK1201	69	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	22	ZK1203	69	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	23	ZK1205	56	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	24	ZK13-02	42	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	25	ZK1300	47	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	26	ZK1302	60	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	27	ZK1304	48	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	28	ZK1307	65	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	29	ZK1311	69	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	30	ZK14-03	24	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	31	ZK1401	23	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	32	ZK1403	34	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	

施工 时间	顺序号	钻孔编号	设计 孔深	CGCS2000		开孔倾 角	终孔层位	施工目的	备注
				X	Y				
	33	ZK1405	56	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	34	ZK1502	44	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	35	ZK1504	30	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	36	ZK1507	74	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	37	ZK1509	78	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	38	ZK1513	36	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	39	ZK1601	63	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	40	ZK1603	40	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	41	ZK1605	39	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	42	ZK1700	33	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	43	ZK1702	66	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	44	ZK1703'	34	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	45	ZK1704'	37	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	46	ZK1707	53	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	47	ZK1711	58	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	48	ZK1801	56	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	49	ZK1803	36	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	50	ZK1805	25	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	51	ZK1900	29	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	52	ZK1902	43	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	53	ZK1904	28	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	54	ZK1906	32	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	55	ZK1909	119	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	56	ZK1913	52	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	57	ZK20-01	22	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	58	ZK2001	59	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	59	ZK2003	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	60	ZK2005	39	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	61	ZK2100	51	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	水文孔
	62	ZK2102	22	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	63	ZK2104	24	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	64	ZK2107	73	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	65	ZK2111	77	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	66	ZK22-01	47	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	67	ZK2201	25	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	68	ZK2305	59	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	69	ZK2309	89	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	70	ZK2313	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
第二 批	71	ZK0702	56	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	72	ZK0704	47	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	73	ZK0801	43	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	

施工 时间	顺序号	钻孔编号	设计 孔深	CGCS2000		开孔倾 角	终孔层位	施工目的	备注
				X	Y				
	74	ZK0803	60	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	75	ZK0805	83	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	76	ZK0900	39	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	77	ZK0902	62	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	78	ZK0904	71	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	79	ZK1003	63	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	80	ZK1005	92	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	81	ZK1105	62	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	82	ZK1107	41	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	83	ZK1111	37	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	84	ZK12-02	46	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	85	ZK1511	43	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	86	ZK1600	42	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	87	ZK1800	43	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	88	ZK1901	51	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	89	ZK1911	121	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	90	ZK2000	32	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	91	ZK2002	38	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	92	ZK21-01	37	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	93	ZK22-02	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	94	ZK2200	47	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	95	ZK2307	85	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	96	ZK2311	64	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	97	ZK0806	43	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	98	ZK0810	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	99	ZK1006	62	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	100	ZK1008	38	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	101	ZK1010	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	102	ZK1206	46	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	103	ZK1208	45	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	104	ZK1210	47	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	105	ZK1212	45	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	106	ZK1406	85	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	107	ZK1408	80	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	108	ZK1410	65	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	109	ZK1412	64	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	110	ZK1606	55	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	111	ZK1608	73	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	112	ZK1610	65	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	113	ZK1612	48	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	114	ZK1806	23	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	

施工 时间	顺序号	钻孔编号	设计 孔深	CGCS2000		开孔倾 角	终孔层位	施工目的	备注
				X	Y				
	115	ZK1808	70	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	116	ZK1810	84	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	117	ZK1812	67	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	118	ZK2008	96	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	119	ZK2010	82	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	120	ZK2012	97	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	121	ZK2204	34	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	122	ZK2206	72	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	123	ZK2208	100	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	124	ZK2210	85	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	125	ZK2212	49	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	126	ZK2404	53	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	127	ZK2406	51	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	128	ZK2408	65	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	129	ZK2410	75	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	130	ZK2412	51	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	131	ZKA0700'	33	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	132	ZKA0701'	55	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	133	ZKA0702'	69	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	134	ZKA0703'	53	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	135	ZKA0704'	66	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	136	ZKA0800'	39	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	137	ZKA0801'	59	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	138	ZKA0802'	62	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	139	ZKA0803'	57	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	140	ZKA0804'	88	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	141	ZKA09-01'	46	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	142	ZKA0900'	64	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	143	ZKA0901'	60	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	144	ZKA0902'	62	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	145	ZKA0903'	62	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	146	ZKA0904'	93	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	水文孔
	147	ZKA10-03'	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	148	ZKA10-02'	25	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	149	ZKA10-01'	43	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	150	ZKA1000'	51	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	151	ZKA1001'	64	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	152	ZKA1002'	68	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	153	ZKA1003'	68	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	154	ZKA1004'	86	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	155	ZKA11-04'	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	

施工 时间	顺序号	钻孔编号	设计 孔深	CGCS2000		开孔倾 角	终孔层位	施工目的	备注
				X	Y				
	156	ZKA11-03'	40	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	157	ZKA11-02'	53	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	158	ZKA1100'	58	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	159	ZKA11-01'	50	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	160	ZKA1101'	65	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	161	ZKA1102'	71	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	162	ZKA1103'	78	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	163	ZKA1104'	64	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	164	ZKA12-04'	29	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	165	ZKA12-03'	53	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	166	ZKA12-02'	47	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	167	ZKA12-01'	45	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	168	ZKA1200'	52	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	169	ZKA1201'	53	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	170	ZKA1202'	62	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	171	ZKA1203'	52	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	172	ZKA1204'	61	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	173	ZKA13-04'	45	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	174	ZKA13-03'	22	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	175	ZKA13-01'	31	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	176	ZKA1301'	37	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	177	ZKA1302'	40	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	178	ZKA1303'	36	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	179	ZKA1304'	53	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	180	ZKA1401'	45	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	181	ZKA1402'	41	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	182	ZKA1403'	34	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	183	ZKA1404'	39	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	184	ZKA1500'	49	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	185	ZKA1501'	52	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	186	ZKA1502'	42	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	187	ZKA1503'	25	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	188	ZKA1504'	31	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	189	ZKA1505'	44	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	190	ZKA16-01'	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	191	ZKA1600'	52	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	192	ZKA1601'	56	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	193	ZKA1602'	37	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	194	ZKA1603'	31	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	195	ZKA1604'	40	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	196	ZKA1605'	32	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	

施工时间	顺序号	钻孔编号	设计孔深	CGCS2000		开孔倾角	终孔层位	施工目的	备注
				X	Y				
	197	ZKA1700'	61	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	198	ZKA1701'	65	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	199	ZKA1702'	58	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	200	ZKA1703'	27	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	201	ZKA1704'	37	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	202	ZKA1705'	34	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	203	ZKA18-01'	26	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	204	ZKA1800'	42	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	205	ZKA1801'	55	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	206	ZKA1802'	45	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	207	ZKA1803'	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	208	ZKA1804'	29	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	209	ZKA1805'	33	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	210	ZKA19-01'	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	211	ZKA1901'	55	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	212	ZKA1902'	32	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	213	ZKA1903'	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	214	ZKA1904'	35	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	215	ZKA1905'	30	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	216	ZKA20-01'	45	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	217	ZKA2000'	60	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	218	ZKA2001'	37	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	219	ZKA2003'	20	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	220	ZKA2004'	32	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	221	ZKA2005'	35	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	222	ZKA21-02'	30	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	223	ZKA21-01'	47	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	224	ZKA2100'	40	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	225	ZKA2101'	25	***	***	90	O ₂ f 5m 处	探矿	
机动孔	226	ZKA1	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	227	ZKA2	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	228	ZKA3	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	229	ZKA4	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	230	ZKA5	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	231	ZKA6	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	232	ZKA7	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	233	ZKA8	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	234	ZKA9	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	235	ZKA10	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	236	ZKA11	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	237	ZKA12	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	

施工时间	顺序号	钻孔编号	设计孔深	CGCS2000		开孔倾角	终孔层位	施工目的	备注
				X	Y				
	238	ZKA13	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	239	ZKA14	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	240	ZKA15	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	241	ZKA16	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	242	ZKA17	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	243	ZKA18	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	244	ZKA19	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	245	ZKA20	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	246	ZKA21	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	247	ZKA22	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	248	ZKA23	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	249	ZKA24	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	250	ZKA25	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	251	ZKA26	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	252	ZKA27	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	253	ZKA28	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	254	ZKA29	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
	255	ZKA30	60			90	O ₂ f 5m 处	探矿	
合计		13080							

2.1.8 时间安排及施工顺序

山西省交口县李家山区块铝土矿探矿权勘查工作勘查周期为 1 年，即取得探矿许可证后 12 个月，具体工作安排如下。

(1) 取得探矿许可证前 6 个月预计完成主要实物工作量为：

E 级 GNSS 点 6 点、1/2000 地形测量 8.70km²、1/2000 地质测量 8.70km²、1/2000 水工环地质测量 8.70km²、钻探 13080m /255 个，其中矿产地质钻探 12936m/253 孔（包括机动孔 1800m/30 个），水文地质钻探 144m/2 孔，浅井 650m/65 个、基本分析样 3000 件；工程点测量 255 点。

(2) 取得探矿许可证后 6 个月预计完成主要实物工作量为：

7-9 月进行室内资料整理和报告编制工作， 9 月底提交《山西省交口县李家山区块铝土矿勘探地质报告》包括图、文、表， 10 月-12 月进行报告修改工作及备案工作。

2.2 主要工作方法手段

2.2.1 勘查方法手段的选择

根据矿区内铝土矿的矿床特征，拟采用控制测量、地形测量、地质测量、水工环地质测量、钻探工程、浅井工程、抽水试验、岩矿测试等常规方法进行本次铝土矿勘探工作。预计完成的主要实物工作量为：E 级 GNSS 点 6 点、1/2000 地形测量 8.70km^2 、1/2000 地质测量 8.70km^2 、1/2000 水工环地质测量 8.70km^2 、钻探 13080m /255 个，其中矿产地质钻探 12936m/253 孔（包括机动孔 1800m/30 个），水文地质钻探 144m/2 孔，浅井 650m/65 个、基本分析样 3000 件；工程点测量 255 点。详见设计主要实物工作量一览表(表 2-3)。

设计主要实物工作量一览表

表 2-3

序号	工作项目	单位	总工作量	备 注
1	E 级 GNSS 点	点	6	
2	1/2000 地形测量	km ²	8.7	正测
3	1/2000 地质测量	km ²	8.7	正测
4	1/2000 水文地质测量	km ²	8.7	正测
5	1/2000 工程地质测量	km ²	8.7	正测
6	1/2000 环境地质测量	km ²	8.7	正测
7	钻孔	m	13080	255 孔，其中矿产地质钻探 12936m/253 个（包机动孔 1800m/30 个）、水文地质钻探 144m/2 孔
8	抽（注）水试验	层次/孔	4/2	抽水层位：松散含水层、矿层及以上基岩含水层
9	浅井	m	650	65 个浅井
10	铝土矿基本分析样	个	2100	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、S
11	铁矿基本分析样	个	900	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、TFe、S、P
12	铝土矿内检分析	个	210	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、S
13	铝土矿外检分析	个	105	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、S
14	铁矿内检分析	个	90	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、TFe、S、P
15	铁矿外检分析	个	45	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、TFe、S、P
16	组合分析	个	15	CaO、MgO、Na ₂ O、K ₂ O、S、P、V、CO ₂ 、Ga
17	组合分析内检样	个	5	CaO、MgO、Na ₂ O、K ₂ O、S、P、V、CO ₂ 、Ga
18	组合分析外检样	个	2	CaO、MgO、Na ₂ O、K ₂ O、S、P、V、CO ₂ 、Ga
19	化学全分析	个	10	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、CaO、MgO、S、P ₂ O ₅ 、K ₂ O、Na ₂ O、H ₂ O ⁺ 、Cr ₂ O ₃
20	稀土稀有分散元素	个	10	RE15、Cd、Li、Nb、Ta、Sr、V、Rb、Ga
21	水样	个	20	20 个全水分析
22	岩矿鉴定	个	10	薄片制片、薄片鉴定（一般）
23	岩石力学样	组	10	抗压强度、抗拉强度、抗剪切强度、弹模+变模，共计 360 件
24	小 体 重	个	150	小体重+基本分析
25	工程点测量	点	255	
26	岩心样	m	1800	铝土矿：每个钻孔按 8m 共计 1800m，不含机动孔
27	刻槽样	m	520	每个浅井按 8m，共 520m
28	矿产地质钻探编录	m	12936	
29	水文地质钻探编录	m	144	
30	浅井地质编录	m	650	
31	地质报告	份	1	
32	报告印刷	份	1	

2.2.2 工作方法和技术要求

2.2.2.1 地形测绘

(一) 测量作业依据及采用系统

作业依据

《地质矿产勘查测量规范》GB/T18341~2021

《全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范》CH/T2009-2010

《数字测绘成果质量要求》(GB / T17941-2008)

《测绘成果质量检查与验收》(GB / T24356-2009)

采用系统

坐标系统：采用 CGCS2000 坐标系

高程：采用 1985 国家高程基准

中央子午线：111° 00′ 00″，国家 3° 带坐标

(二) 测量仪器及测量方法

测量工作的主要任务是确定控制点及测点的三维坐标，采用全球定位系统，以静态载波相位定位原理，用双频 GNSS 接收机进行控制点和测点的测量。使用仪器为南方公司生产的 NTS9600GNSS 双频接收机，其标称精度静态平面精度为 5mm+1ppm，高程精度为：10mm+2ppm，采用时间统一为协调世界时(UTC)，坐标系统为 WGS~84 坐标系及椭球面高程系，换算为 CGCS2000 坐标系 3° 带坐标和 1985 国家高程基准。

(1) 控制测量

E 级 GNSS 控制网点布设一般采用边角网形式布设，利用已知国家三等或四等大地控制网点不得少于 2 个，选用已知点及布设未知控制点时，均应将点位选布在视野开阔的地方。周围障碍物高度角不得

大于 15 度，距大功率电视台或微波站不小于 200m，距高压线不小于 50m，附近不应有强烈干扰卫星信号接收的物体。地面基础稳定，易于标石的长期保存。

外业观测基本技术规定要求：卫星截止高度角 10° ，采用历元间隔 15 秒，同时观测有效卫星数大于 4 颗，有效观测卫星总数大于 4 颗，观测时段数大于 1.6，时段长度大于 45 分钟，采样间隔 5-15 秒，定位模式为 3D，PDOP 小于 4，仪器严格对中整平，仪器高丈量至毫米位，基线同步采集不小于 45 分钟。

内业使用南方公司的静态 GNSS 解算软件解算。解算按 E 级点精度设置软件，卫星高度截止角 10 度，历元间隔 30 秒，双差固定解方差比大于 3，中误差小于 0.04，其余均按默认模式处理。

E 级 GNSS 控制测量精度要求：相邻点基线分量中误差水平分量 $\leq 20\text{mm}$ ，垂直分量 $\leq 40\text{mm}$ ，相邻点间平均距离 $\leq 3\text{Km}$ 。

本次勘探工作设计 E 级 GNSS 点 6 点。

(2) 地形测绘

本次勘探采用比例尺 1/2000 的地形图，实测面积 8.70m^2 ，地形测量技术要求按照 GB/T18341 - 2001《地质矿产勘查测量规范》、GB/T18314 - 2009《全球定位系统 GPS 测量规范》执行。地形图采用航空摄影测量野外收集数据，各类地物均作详细测绘，具体施工如下：

①航空参数

本次航空摄影采用垂直起降固定翼无人机，飞机最大速度 30m/s，巡航速度 20m/s，最长航时 90 分钟，垂直起降。相机参数：

SONY A7R 相机

相机主距	35.00mm
像元大小	4.882 μm

像幅（像素） 7360*4912

相机有效相幅 $l_x = 35.9\text{mm}$, $l_y = 24.0\text{mm}$

②航摄组织实施

➤ 检查飞机及航摄设备：飞行之前对无人机、相机等主要设备进行检查，使其始终处于良好工作状态，按期保证了项目完成。

➤ 采用 CWCommander 地面站软件，导入“*.kmz”格式的测区范围线进行航摄任务规划；范围线已考虑西安 80 经纬度与 WGS4 经纬度的差异并作了修正；

➤ 利用测区范围线规划航摄区域；

➤ 设置相机参数、重叠率、分辨率、基准面高程、最小盘旋半径，即可生成飞行计划；

➤ 飞行质量控制措施：采用 GPS 导航，飞行中经常查看 GPS 导航仪的工作状况，防止因卫星失锁造成 GPS 导航失效。

➤ 摄影质量控制措施：利用飞行管理系统软件控制飞行，保证飞行数据准确。

➤ 航摄结束后，摄影员检查航飞数据质量，若有不合格航线立即组织补飞。

➤ 补摄与重摄：漏洞补摄按原设计航迹进行，补摄航线的长度满足用户区域网加密布点要求。

③航摄质量保证

严格把握天气标准是保证摄影质量的关键

航摄前对摄区近期的天气形势及发展趋势进行了解，对可能适合航摄天气进行重点跟踪，及时了解掌握摄区的垂直能见度、水平能见度、风力等级等气象资料，严格掌握摄影时间，按规定的太阳高度角选择摄影时间，控制阴影符合规范要求。确保影像清晰、层次丰富、

反差适中、彩色色调柔和鲜艳、色调均匀，相同地物的色调基本一致。

数字摄影数据处理质量保证

数据下载之后，对机载 GPS 数据连同地面基准站观测数据进行处理，通过相应的质量控制标准进行控制处理。

对影像进行检查，确保影像清晰、层次丰富、反差适中、彩色色调柔和鲜艳、色调均匀，相同地物的色调基本一致；保证航向和旁向覆盖超出测区边界不少于航带宽度的 50%。如果有其中一项不符合要求，即对该航线进行重摄或补摄。

在摄区完成之后，对该摄区进行空三预处理，同时进行精度验证。如果精度达不到成图要求，则对处理过程进行复查，从而剔除人为影响，直到满足测图精度。

本次勘探工作设计 1：2000 地形测量 8.70Km²。

（3）工程点测量

钻孔的布设：使用 GNSSRTK 布设。

钻孔的定测：在上述控制点的基础上，使用 GNSSRTK 施测。按一级 GNSS 点精度要求，采用历元间隔 15 秒，卫星高度截止角 15 度，锁定卫星数大于 4 颗，定位模式为 3D，PDOP 小于 4，仪器严格对中整平，仪器高丈量至毫米位，基线同步采集不小于 45 分钟，卫星高度截止角 15 度，历元间隔 30 秒，双差固定解方差比大于 3，中误差小于 0.04，其余均按默认模式处理。

本次勘探共设计钻孔 255 孔，浅井 65 个。

（4）勘查线剖面测量

按 1/2000 比例尺对勘查线剖面全部进行实测。对剖面线上的探矿工程位置（钻孔）和各种主要地质界线（如矿体顶底板界线、重要断层线等）用 GNSSRTK 进行定位；在勘查线的端点埋设水泥桩，对水

泥桩进行编号并用 GNSSRTK 进行定位。

本次勘探区共 35 条剖面，其中详查工作 30 条勘查线已进行剖面线测量，不在计入工作量，故本次只对新设计的 15 条勘查线进行剖面线测量，共计 56193m。详情见表 2-4

勘查线剖面测量长度表 表 2-4

序号	勘探线	长度 (m)	备注
1	7A	2110	
2	8A	2342	
3	9A	2581	
4	10A	2816	
5	11A	3051	
6	12A	3291	
7	13A	3525	
8	14A	3757	
9	15A	3992	
10	16A	4224	
11	17A	4464	
12	18A	4693	
13	19A	4927	
14	20A	5164	
15	21A	5256	
合计		56193	

2.2.2.2 地质测量

(1) 执行标准

《固体矿产勘查原始地质编录规程》 DZ/T0078~2015

《固体矿产勘查工作规范》 GB/T33444-2016

《固体矿产勘查地质填图规范》 DZ/T 0382~2021

(2) 工作方法

地质填图底图采用本次实测的地形图，填图比例尺 1/2000，填图工作前，首先进行野外踏勘，在踏勘和已有资料的综合分析研究的基础上，对矿区基岩地层从老到新进行研究，对矿区地层、矿产进行了研究划分,统一认识，统一填图单元，统一填图标准。填图方法以追索法为主、穿越法为辅；地质点要定在地质界线、构造线、矿层、

标志层上，突出重点；地质描述记录及时准确反映岩石的组合特征、岩石名称、岩石特征、产状、出露厚度等；路线性质为相邻两个地质点之间的观察路线，如 D1-D2，及时准确的反映出两点之间先后观察到的地质现象；地质填图点距矿体露头、矿体顶底板 20m，其他基岩 20-50m，大面积覆盖区可适当放稀，地质点密度控制在 160 点/km²。

地质填图时全部地质点用 RTK 进行实测，然后投影到地形图上成图，成图比例尺 1/2000。

本次勘探工作 1/2000 专项地质测量 8.70km²。

一、矿区填图单元如下：

矿区填图单元一览表 表 2-5

系	统	组	段	代号	备注
第四系	全新统			(Q ₄)	
	中上更新统			(Q ₂₊₃)	
新近系	上新统			(N ₂)	
石炭系	上统	太原组	二段	(C _{3t} ²)	
			一段	(C _{3t} ¹)	9#、10#、11#煤层单独填制
	中统	本溪组	二段	(C _{2b} ²)	
			一段	(C _{2b} ¹)	铝土矿层(Al)单独填制
奥陶系	中统	峰峰组		(O _{2f})	

2.2.2.3 探矿工程的布置

布置浅井的工作应该在地质填图工作完成后进行，首先根据地质填图工作推测出矿体的边界，然后根据地层的出露情况按照相应的工程间距进行布置，按沉积型铝土矿 II 类勘查类型，本次勘探工作铝土矿以 35×35m 的工程间距估算探明资源量，70×70m 的工程间距估算控制资源量，要求布置的浅井能控制矿层的顶底板；浅井布置后由地质人员先用手持 GPS 测量其坐标，工程施工完毕验收合格后由测

量人员测量其坐标，然后进行填埋，恢复平整场地。根据详查报告资料本区矿体出露界线复杂，地表覆盖面积大，植被发育，矿体露头不连续，本次设计的部分浅井未出露含矿地层，若松散层或上部基岩层较厚，结合绿色勘查要求，适当情况下可以钻代井。

本次勘探工作设计浅井 65 个，设计工作量 650m。

钻孔布置按设计钻孔位置用仪器定测放于实地，一般不得随意挪动钻孔位置，如因地形障碍或施工条件限制，经技术负责批准后，可做适当移动（10m 范围以内）。

钻探施工按照由浅入深、由疏到密、从已知到未知的原则施工。在矿区内按沉积型铝土矿 II 类勘查类型，本次勘探工作铝土矿探明资源量以 100m×100m 的工程间距插梅花孔加以控制，控制资源量以 200m×200m 的工程间距插梅花孔以控制；推断资源量以 400×400m 的工程间距加以控制。地表浅部工程间距相应加密一倍。本次勘探共设计 255 个钻孔，总计 13080m，其中矿产地质钻探 12936m/253 孔（包括机动孔 1800m/30 个），水文地质钻探 144m/2 孔。

2.2.2.4 探矿工程施工、验收及地质编录

（一） 矿产地质钻孔施工、验收及地质编录

钻探施工要严格按照《固体矿产勘查钻孔质量要求》DZ/T0486-2024 执行。

1 施工技术要求

1) 钻孔要求全孔取芯，钻孔施工探到奥陶系灰岩 5m 左右。

2) 钻孔全部采用直孔(90°)钻进，开孔 25m 测量倾角和方位角一次，每钻进 100m 测一次倾角和方位角；矿层顶底板加测一次倾角和方位角。每 100m 倾角偏斜不应超过 2°；

3) 矿芯采取率、矿体顶底板 3-5m 内的围岩采取率及标志层的岩（矿）芯采取率大于 80%。厚大矿体内部矿芯采取率连续 5m 低于 80%

时,应及时采取补救措施。一般岩芯采取率不应低于 80%,软岩和破碎岩石的岩心采取率不应低于 65%。矿层钻进回次进尺在 0.8~1.00m 之间,不要太小或太大,确保矿芯取准取全。

4) 钻孔终孔直径一般要求 91mm,矿层中钻进时采用 91×75mm 双套钻具,保证矿芯采取率;

5) 每钻进 100m、进出矿层时(矿层厚度小于 5m 时,只测量一次)、下套管前和终孔时要丈量钻具,其孔深误差小于 1‰,超差时要合理平差;

6) 岩矿芯采上后,必须洗净,按上下次序装箱,凡岩芯块度、矿芯块度大于 5cm 者,都要按回次、块数用红油漆进行编号,要求字迹工整清晰;

7) 每个钻孔都要进行简易水文观测;

8) 认真填写班报表,资料要准确,字迹要清晰,表格要整洁,不得在表上随意涂画;

9) 钻机在接到终孔通知书和封孔设计书后能封孔。钻孔全孔水泥封闭。封孔采用 325#以上水泥,采用泵入法,孔口要设有水泥标桩,用红笔标记孔号。封孔后由钻探人员如实提交封孔报告,地质员可根据情况进行封孔检查。

2 验收及评级标准

1、以探铝土矿为主钻孔质量验收标准

以探铝土矿为主钻孔验收按照国土资源部 2010 年 12 月 31 日实施的《地质岩心钻探规程》(DZ/T0227-2010)中的具体要求,分①孔深校正、②弯曲度测量、③封孔、④原始记录、⑤简易水文观测、⑥岩矿芯采取率和⑦环境保护等七项标准进行。具体如下:

(1)孔深校正

每钻进 100m、进出矿层时(矿层厚度小于 5m 时，只测量一次)、下套管前和终孔后进行孔深校正，孔深误差率小于 1‰时不修正报表，孔深误差率大于 1‰时要修正报表，孔深经修正后即为达到指标要求。孔深误差率公式计算如下：

孔深误差率= $[(\text{校正前的孔深}-\text{校正后的孔深})/\text{校正后的孔深}]\times 1000\%$

(2) 弯曲度测量

钻孔全部为直孔(90°)，开孔 25m 测量倾角和方位角一次，每钻进 100m 测一次倾角和方位角；矿层顶底板加测一次倾角和方位角。每 100m 倾角偏斜不应超过 2° ；不达标者采取下楔子或报废该钻孔等措施。

(3) 封孔

钻机在接到终孔通知书和封孔设计书后能封孔，封孔应按封孔设计书和钻探操作规程规定进行。本次施工钻孔全部全孔水泥封闭，孔口埋设水泥标桩。对封孔质量应按总孔数的 5-10%进行抽查，抽查应按一定的手续和方法进行，封孔检查完毕后地质员应将抽查结果进行详细的描述记录；封孔不合格的钻孔视具体情况进行重新封孔或报废该钻孔。

在钻探施工过程中，要按照固体矿产勘查工作规范要求，对区内钻孔的封孔情况进行检查，检查率为 5-10%，本次勘探工作根据实际情况对其中 10 个钻孔进行封孔检查。

(4) 原始报表

原始报表包括钻探班报表、简易水文观测记录表、交接班记录表；应指定专人在现场及时填写，做到真实、齐全、准确、整洁。

(5) 简易水文观测

使用清水或无固相冲洗液的钻孔中，每班至少观测水位 1~2 回次，每观测回次中，提钻后、下钻前各测量一次水位，间隔时间应大于 5 分钟；每个钻进回次应根据水源箱水位、泥浆池液位变化和补充冲洗液量计算冲洗液消耗量；钻进中遇到涌水、漏水、涌砂、掉块、坍塌、缩径、逸气、裂隙、溶洞及钻柱坠落等异常现象时，应及时记录其深度。不达标者视具体情况补做简易水文观测或报废该钻孔。

(6) 岩矿芯采取率

矿芯采取率、矿体顶底板 3-5m 内的围岩采取率及标志层的岩(矿) 芯采取率大于 80%。厚大矿体内部矿芯采取率连续 5m 低于 80% 时，应及时采取补救措施。一般岩芯采取率不得低于 80%，软岩和破碎岩石的岩心采取率不应低于 65%。

(7) 绿色勘查

孔位确定后，对机场周围的水文地质、植被、地貌、气候特征、人文环境、文化古迹进行调查，了解当地有关部门环境管理办法、环境功能区划分标准、污染物排放标准，相应采取必要的措施，并填制场地施工登记表、环保措施登记表、场地修复情况登记表。

注意保护和有效利用土地资源，尽量利用已有道路，修路不得堵塞和充填排水通道；工地要避开或减少占用耕地、农田、林带，终孔后恢复占用的农田、耕地和植被。

注意现场三废处理，在工地低矮处修建废液池，将工地机械废液、循环系统废液、生活废水、淘汰泥浆经引水沟渠(坡度不小于 3%)流入废液池，然后用石膏、石灰或水泥固化处理，终孔后不能排放的废液也进行固化处理。

在河湖或居民区附近禁止使用铁铬素磺酸盐、红矾等污染环境化学处理剂，被岩屑、泥浆、油料污染的土地，要妥善置换或复原。

设备安装牢靠，减少噪音，噪音等效声级超过 70dBA 时，要采区减噪措施。

保护好工作及生活的生态环境，不破坏绿化植被，不猎杀野生动物。

2、以探铝土矿为主钻孔质量评级标准

钻孔质量评级按照国土资源部 2015 年 7 月 1 日实施的《固体矿产勘查原始地质编录规程》(DZ/T0078-2015)中的规定执行，参考以上七项标准分优质、合格、不合格 3 个档次，不合格即为作废孔，作废孔不计工作量。具体如下：

优质孔：孔深、弯曲度、封孔、班报表、水文观测、采取率及环保等七项指标均符合要求；

合格孔：孔深、弯曲度、采取率等主要指标符合要求，其他指标基本符合要求；

不合格(报废)孔：孔深、弯曲度、采取率等主要指标未达到要求。

3 钻探地质编录

钻探原始地质编录执行 DZ/T0078~2015《固体矿产勘查原始地质编录规程》，首先记录回次内容（回次编号、起止深度、进尺、回次岩芯长、回次采取率），而后记录分层内容（岩芯分长、相当厚度、岩芯总长、分层厚度、分层采取率、换层深度），最后进行岩石定名、岩性描述、地层时代划分、照相和采样等；岩芯描述的内容包括岩石的颜色、风化特征、矿物成分、结构、构造、分选、磨圆、蚀变、矿化、古生物和遗迹化石、接触关系、垂向变化等，回次及岩芯从采取岩芯开始系统编号，并保持岩芯箱内回次牌、分层牌、采样牌齐全完整，填写内容正确。

1) 岩(矿)芯采取率计算采用以下公式

回次采取率 = (本回次岩芯长度 / 本回次进尺) × 100%

分层采取率 = (分层岩芯长度 / 分层长度) × 100%

当有残留岩芯，即出现回次岩(矿)芯长度大于该回次进尺时，视岩(矿)芯完整程度计算回次采取率、分层采取率。当岩(矿)芯破碎时，不做上推处理，按回次采取率 100% 计算；当岩(矿)芯较完整时，将本回次采取率按 100% 计，超出部分上推参加上回次计算，但连续上推不得超过 3 次，如仍有出入，需查明原因后再处理。

2) 换层深度的计算

第四系与基岩换层孔深 = 本回次终止深度 - 本回次基岩岩芯长度。

回次采取率小于 100% 时，回次内换层孔深为：

换层深度 = 上回次终止深度 + (本回次上层岩芯长 / 本回次采取率) × 100%

基岩内地层换层本回次采取率大于 100% 时：

回次内换层孔深 = 上回次终孔孔深 + 本回次上层岩芯长 - 上推部分岩芯长

钻进过程中一般不允许出现空回次，特殊情况下出现空回次，则其换层孔深为：

空回次内换层孔深 = 上回次终孔孔深 + 0.50 × 空回次进尺。

3) 提交初步成果

终孔后三天内地质员提交钻孔柱状图、钻孔地质记录本、各种采样登记表、钻孔质量验收报告；质量评定依据“钻孔验收评级标准”分为不合格孔、合格孔、优质孔(其中不合格孔不计工作量)。钻孔柱状图最终采用微机成图，成图比例尺 1:100。

(二) 浅井施工、验收及地质编录

1 浅井施工技术要求及注意事项

浅井全部按要求采用 $1.20 \times 1.00\text{m}$ 规格施工，一般要求第一壁（长壁）平行于矿体倾向，要求四壁平整，方便布样和采样，掘进至奥陶系灰岩 0.10m 左右；浅井施工过程中，挖出的黄土、基岩等应远离浅井周围，防止出现塌陷等地质灾害，造成意外安全事故；浅井在施工完成并验收后，及时取样，并及时填埋，恢复场地。

2 浅井验收

浅井施工完成后由包括地质人员在内的验收组检查验收，并填写山地工程验收表，验收合格后进行布样、刻槽取样、地质编录。具体如下：

- (1) 浅井是否按照规定、规格在布井位置施工；
- (2) 浅井是否揭露至奥陶系灰岩，四壁是否平整；
- (3) 选择出露地层相对齐全的一壁布样，要求取样壁平整、干净、整洁、无污染，然后按照 $10 \times 3\text{cm}$ 的规格进行刻槽取样，包括小体重、力学样等其他样品。

3 浅井地质编录

浅井编录，采用四壁展开法，以长壁（平行于矿体倾向）为第一壁，标明方位角，按逆时针方向展开，编录要详细、具体、真实，受施工因素影响，随施工进度及时进行编录，一般当日施工部分次日必须进行编录，井内样品要干净无污染，具代表性。成图比例尺 $1/50$ 。

2.2.2.5 矿区水文地质、工程地质、环境地质工作

（一）水文地质工作

（1）水文地质测量

矿区水文地质测量比例尺为 $1:2000$ 面积 8.70km^2 。

全面收集历年的水文、气象资料，对矿区内所有的地下水天然露

头和人工露头(井)进行全面调查并测于图上，水文地质观测点数在 5-15 个/ km²，同时描述该水点的水文地质特征，填于相应卡片上；对老小窑、生产矿井要对水文地质条件、顶底板稳定性等进行调查。选择有代表性的地下水或地表水取全分析水样 16 个；对矿区的河流、主要有水沟谷调查其最高洪水位点，系统地标出最高洪水位线，然后整理绘制编成图。

2、简易水文观测

每个钻孔均要进行简易水文观测，观测内容包括：孔内静止水位、冲洗液消耗量、涌水位置、涌水量及水头高度、涌水位置及漏失量等。钻进时遇有涌水、漏水、掉块、坍塌、缩径、裂隙、溶洞及钻具掉落等异常现象时，应及时记录其孔深。

在以清水为冲洗液的钻孔中，每班至少观测水位 1-2 回次。每观测回次中，提钻后、下钻前各测量一次水位，间隔时间应大于 5 分钟。以泥浆为冲洗液的钻孔中，一般可不进行水位测量。

3、水文地质钻探

选择矿区 ZK2100、ZKA0904' 作为水文地质孔，设计孔深分别为 51m、93m，分别对松散层、矿层及以上基岩含水层进行抽水试验，取全分析水样 4 个，分析水质，如孔深达到设计米数后未达到目的层，应加深孔深。技术要求如下：

(1)、孔深：终孔深度为进入奥灰岩 5m。

(2)、孔径：终孔孔径不小于 91mm，各试段孔径根据施工难度，在一个试段内孔径要一致，不允许变径。

(3)、孔斜：孔深 50m、100m 及终孔各测孔斜一次，百米孔斜不大于 1°，终孔孔斜不大于 2°。

(4)、钻进方法：清水钻进，确有困难时可适当使用稀泥浆，

但抽水前必须认真洗井。

(5)、全孔进行简易水文地质观测和工程地质编录。

(6)、岩芯采取：见基岩后全孔取芯，全孔基岩采取率不得低于 80%。

(7)、止水检验：检验方法是止水后先抽掉孔内水后，观测水位，水位不升不降，稳定 4 个小时，且井管牢固后可视为止水成功。

(8)、注意事项：峰峰组泥灰岩有缩径的可能性，施工中应引起注意，提前做好准备，采取有效的施工措施，以防缩径影响施工。

(9)、抽水试验：该水文孔进行稳定流抽水试验，用水泵抽水，水量很小时可用提筒方法进行；抽水前应进行洗井，观测静止水位，获得自然流场水位后，才能进行正式抽水；降深次数一般不少于 3 次，第一次水位降深的延续时间不少于 24 小时，其余各点降深的延续时间不作具体规定，各点稳定时间必须达 8 小时。单位涌水量小于 $0.01 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ ，可尽机械能力作一次最大降深，但抽水延续时间应不低于 36 小时。稳定时段内水位波动相对误差不大于 1%， $q > 0.1 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ 时，水量波动误差不大于其平均值的 3%； $q \leq 0.1 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ 时，水量波动误差不大于其平均值的 5%；抽水试验过程中，取全取准水位下降、流量、水温和水位恢复的连续观测资料；水位流量观测时间，开始每隔 5-15 分钟观测一次，一小时后，每隔 30 分钟观测一次，直至结束；在抽水过程中，必须绘制 $Q=f(t)$ 、 $S=f(t)$ 、 $Q=f(s)$ 及 $q=f(s)$ 曲线以便及时发现和纠正抽水发生的错误；静止水位与恢复水位观测，观测时间开时可按 1、2、2、3、3、4、5、7、8、10、15 分钟间隔观测，以后隔 30 分钟观测一次，直至稳定，连续三小时水位不变可视为稳定；抽水前和恢复水位观测结束后，分别测孔深一次，要求孔内沉淀物不得埋没主要含水层的 $1/5$ ，否则视为不合格，应洗井后重新做抽

水试验；本次工作布设水文孔 2 个，施工至峰峰组地层，采用分段施工的方法进行分层抽水。

第一试段以 153mm 孔径施工至基岩后，对松散含水层进行抽水试验，抽水结束前取全分析水样 1 个，然后下 146mm 套管至基岩层进行止水，检查止水成功后，再继续钻进。

第二试段：以 110mm 孔径继续钻进至铝土矿层底部，然后对矿层及以上含水层进行抽水试验，做静止水位和恢复水位观测，抽水结束前取全分析水样一个。

水文钻孔结构图

图 2-1

本次水文孔抽水试验，拟采用三相异步潜水泵来进行抽水试验，并附以柴油发电机组配合工作，水位观测采用测线和万用表进行测量，出水量采用秒表和量筒进行测量。若孔内水柱高度无法满足抽水需求或为干孔时，可不进行抽水试验，但须进行注水试验。在正式抽水前须经水文组长验收合格后方可开始抽水。

（二）工程地质工作

1、工程地质测量

工程地质测量比例尺 1：2000，面积 8.70m^2 。

划分工程地质岩组，详细调查软弱岩组的性质产状、分布及其工程地质特征。按岩组和不同的构造部位进行节理裂隙统计，测量其产状、宽度及延伸长度，编制玫瑰花图确定优势节理裂隙发育方向，划分岩体结构类型。对矿体主要围岩风化特征进行研究，划分岩体的强弱风化带。对矿区工程地质条件有影响的地下水露头点、含水岩层与隔水层接触界面特征、构造破碎带的水理性质进行重点调查研究。详细调查生产矿井及相邻矿山的各类工程地质问题。

按有关规范要求，勘探地质工作中工程地质编录孔数量为全区钻孔总数的 20%-30%，本次选取 9 剖面线为工程地质剖面线，对 9 条工程地质剖面线上的所有钻孔进行工程地质编录，共计 60 个钻孔。编录内容主要统计与描述岩心块度；统计节理裂隙率，确定钻孔中流砂层破碎带、裂隙密集带、风化带与软弱夹层的位置与深度。同时按回次测定岩石质量指标 RQD 值，确定不同岩组 RQD 值的范围和平均值，划分岩石质量等级。

岩石力学样的采取，取样层位为铝土矿的顶板 30m 内取不同岩性的岩样、底板 20m 内取不同岩性岩样，共 10 组（奥陶系灰岩 1 组、山西式铁矿 1 组、铁质黏土岩 1 组、铝土矿 1 组、硬质黏土 1 组、黏土岩 1 组、本溪组砂岩 1 组、太原组砂岩 1 组、太原组灰岩 1 组、太原组泥岩 1 组），每组 36 块，做抗拉（6 块风干及饱和干燥）、抗压（6 块风干及饱和干燥）、抗剪切（18 块风干及饱和干燥）、弹模+变模（6 块风干及饱和干燥）试验。每块规格为抗压 $5 \times 5 \times 10$ cm，抗拉 $5 \times 5 \times 5$ cm，抗剪切 $5 \times 5 \times 5$ cm。

（三）环境地质工作

环境地质测量比例尺为 1: 2000，面积 8.70km^2 。与工程地质测量同时进行，主要工作内容如下：

1、调查矿区建筑物类型、密度等社会环境，旅游区、文物保护区、自然保护区等自然地理环境。

2、调查区域稳定性，收集矿区附近历次地震资料，调查是否有活动性断裂的存在。

3、调查、收集区内地表水、地下水的环境背景值(污染起始值)或对照值，调查区内水土流失、破坏性开采、环境污染等不良地质现象，调查区内煤层古空区及私采乱挖区，调查其积水情况；提出合理的预防、治理措施；

4、通过野外调查本区地震、滑坡、崩塌、泥石流等各种地质灾害现象，调查是否有尾矿或废石堆放场，说明采矿是否诱发崩塌、滑坡及废石堆放诱发泥石流等，研究其发展趋势，提出合理的预防措施。

具体工作按 GB12719-2015《矿区水文地质、工程地质勘探规范》执行。

2.2.2.6 样品采集及化验工作

(一) 样品采集

(1) 基本分析样

钻探岩(矿)心采用 1/2 切(锯)心法取样，具体做法是用切割机把岩(矿)芯从中间劈开，取其 1/2 送样化验，剩余 1/2 拉到指定地点进行保管，样长一般不超过 1m，要求样品重量与理论重量差不大于 5%。

浅井采用刻槽法取样，具体做法是：首先由地质员选取浅井出露地层齐全、干净、整洁、新鲜的一壁进行布样，然后由取样工按照 10×3cm 的规格进行刻槽取样，要做到样品有代表性，不漏样、不重样，样长一般不超过 1m，要求样品重量与理论重量差不大于 10%。

本次勘探工作按照每个钻孔采集 8m 样品，10-12 个样品，设计

225 个钻孔（不包含 30 个机动孔）；每个浅井采集 8m 样品，10-12 个样品，设计 65 个浅井，共计基本分析样 3000 个。黏土岩、铝土矿、硬质黏土矿分析项目： Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、烧失量、S；铁质黏土岩、山西式铁矿分析项目： Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、烧失量、TFe、S、P；所以基本分析样中分析 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、烧失量、S 共计 3000 个样品。每个工程按照有 3-4 个铁质黏土岩或山西式铁矿计算，共计 900 个样品分析 TFe、S、P。

硬质黏土矿需要加做耐火度，但由于省内目前不能测试耐火度，本次工作按照详查区硬质黏土矿的矿体分布情况，在各矿体选取有代表性的钻孔硬质黏土矿进行采样，样品送到有测试资质的单位进行耐火度测试；其余硬质黏土矿样品采用经验公式推算耐火度，公式如下：

耐火度（℃）= $\frac{360 + \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{R}_2\text{O}}{0.228}$ ，其中： R_2O 为 SiO_2 和 Al_2O_3 的分析结果之和为 100 时其他氧化物所占重量百分比， Al_2O_3 为 SiO_2 和 Al_2O_3 的分析结果之和为 100 时，其中 Al_2O_3 所占重量百分比。

（2）内检、外检分析样

内检分析是检验样品分析的偶然误差。内检分析样品由地质员分批、分期从粗副样中（在各种矿石类型、品级及含量在边界品位附近的矿石样品中）编码提取，并由原分析单位验证。内检样品数量占基本分析样品数的 10%。

外检分析是检验样品分析的系统误差。外检分析样品由地质员分批、分期从分析正样中提取，编密码附原分析方法说明，送水平较高的实验室进行检验。外检分析样品为基本分析样品的 5%。

本次勘探工作设计对基本分析样和组合分析样进行内外检。

基本分析样按照按照规范一次性提取进行内外检分析，取铝土矿内检分析样 210 件、外检分析样 105 件，山西式铁矿内检分析样 90

件、外检分析样 45 件。

组合分析样按照规范一次性提取进行内外检分析，共取内检分析样 5 件、外检分析样 2 件。

化学分析质量及误差处理办法按 DZ/T0130~2006《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。化学分析样化学成分重复分析相对偏差允许限的数学模型为：

$$Y_c = C \times (14.37X^{0.1263} \sim 7.659)$$

式中：

Y_c - 重复分析试样中某组分的相对偏差允许限(%)；

X - 重复分析试样中某组分平均质量分数(%)；

C - 某矿种某组分重复分析相对偏差允许限系数。

铝土矿基本分析样内检、外检分析项目： Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、LOI、S

山西式铁矿基本分析样内检、外检分析项目： Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、LOI、TFe、S、P

组合分析样内检、外检分析项目： CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 、S、P、V、 CO_2 、Ga

(3) 组合分析样

目的是确定在已圈出的矿体中，某一地段内的伴生有用组分或有害组分的含量及其分布。组合样品的采集应考虑矿石类型及伴生有用组分、有害组分的变化大小，以单工程、一个勘查线剖面或一个地质块段中的矿石类型相同的几个工程组合成一个样品，样品组合方法应根据基本分析样的采样长度按比例用其分析副样进行组合。根据组合样分析结果，计算具有工业价值的伴生有用组分的资源量。

组合分析项目： CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 、S、P、V、 CO_2 、Ga。

本次勘探工作设计组合分析样 15 件。

(4) 全分析样

全分析样是为了解各种矿石类型或品级的铝土矿中的各种元素或组分的含量，化学全分析样品从组合分析的副样中提取。

全分析项目： Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、LOI、 CaO 、 MgO 、S、 P_2O_5 、 K_2O 、 Na_2O 、 H_2O^+ 、 Cr_2O_3 等 13 项。

本次勘探工作设计全分析样 10 件。

(5) 小体重样

收集并使用以往勘查工作中已经测定的 180 个小体重样品的结果，同时为保证体重这一参数的准确性、可靠性，本区在勘探阶段，将按不同矿石类型采取铝土矿小体重样 90 个。硬质黏土矿和山西式铁矿也分别采取小体重样 30 个。小体重规格为 $60\text{--}120\text{cm}^3$ ，在钻孔矿芯和浅井中采取，本次勘探工作共设计小体重样 150 件。在测试小体重的同时需测定其品位，进行基本分析样的化验。

(6) 岩矿鉴定样

为了研究矿石的结构、构造、矿物成分及其共生组合，确定矿石名称，为研究矿床提供资料，在勘探工程按矿石自然类型、工业类型和品级采取岩矿鉴定样，做薄片制片和一般鉴定，取样规格 $3\text{cm}\times 6\text{cm}\times 9\text{cm}$ 。

本次勘探工作设计岩矿鉴定样 10 件。

(7) 水样

水样在井泉中采取，本次采集一般水样（全分析），分析项目：包括二价铁离子、三价铁离子、铝离子、钾离子、钠离子、钙离子、镁离子、铬（六价）、氯离子、氟离子、溴离子、碘离子、硫酸根离子、碳酸根离子、硝酸根离子、亚硝酸根离子、氨根离子、游离二氧

化碳、总硬度、总碱度、总酸度、溶解性总固体、pH 值、锂、锶、锌、硒、铜、汞、镉、钡、铅、钴、钒、钼、锰、镍、砷、银、磷酸根、偏硼酸、可溶性二氧化硅、耗氧量等指标（根据地质勘查规范选做）。计划采集有代表性的地下水或地表水取全分析水样 16 个，抽水试验取全分析水样 4 个，共取全分析水样 20 个。

（8）岩石力学样

在铝土矿的顶板 30m 内，底板 20m 内采取不同岩性岩样，共 10 组（奥陶系灰岩 1 组、山西式铁矿 1 组、铁质黏土岩 1 组、铝土矿 1 组、硬质黏土 1 组、黏土岩 1 组、本溪组砂岩 1 组、太原组砂岩 1 组、太原组灰岩 1 组、太原组泥岩 1 组），每组 36 块，做抗拉（6 块风干及饱和干燥）、抗压（6 块风干及饱和干燥）、抗剪切（18 块风干及饱和干燥）、弹模+变模（6 块风干及饱和干燥）试验。每块规格为抗压 $5 \times 5 \times 10$ cm，抗拉 $5 \times 5 \times 5$ cm，抗剪切 $5 \times 5 \times 5$ cm。

（9）稀有稀土元素样

以单工程中铝土矿基本分析副样组合成一个样品，样品组合方法根据基本分析样的采样长度按比例进行组合，根据钻孔见矿情况均匀分布于全区，数量 10 件。

分析项目：稀土分量（15 元素）（RE15），稀有金属元素：镉（Cd）、锂（Li）、铌（Nb）、钽（Ta）、锶（Sr）、钒（V）、铷（Rb），稀散元素：镓（Ga）。

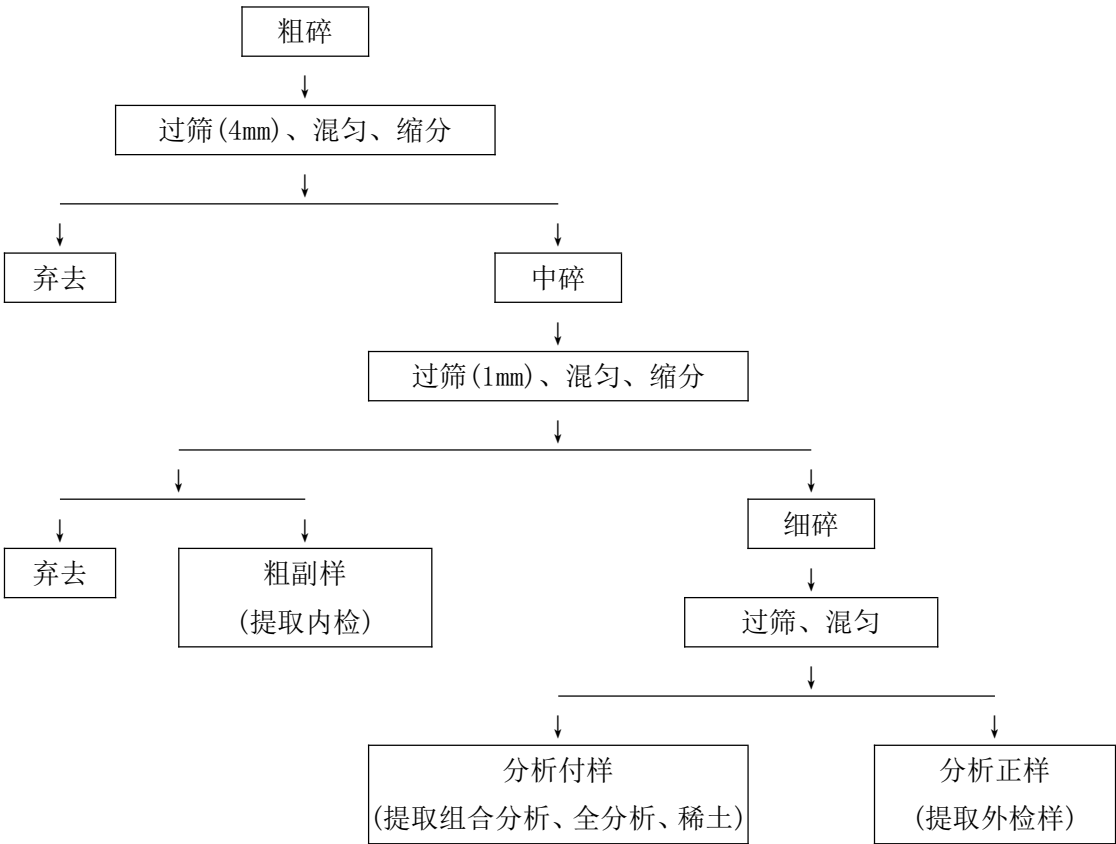
（二）样品加工

样品加工及内检均由具有认证资格的山西省三水实验测试中心有限公司承担；外检由中国冶金地质总局第三地质中心实验室承担。矿石化学全分析样品和基本分析样品的加工要按样品加工流程图及 $Q=kd^2$ 公式进行，缩分系数 K 值取 0.2，样品加工损失率小于 5%。

缩分误差小于 3%(见样品加工流程示意图)。

样品加工流程示意图

图 2-2



(三) 分析测试方法

样品送有相关资质的化验室，基本分析方法为：SiO₂采用动物胶凝重量法；Al₂O₃、CaO、MgO 均用 EDA 容量法；TiO₂采用双氧水比色法；Fe₂O₃<3% 的样品采用磺基水杨酸比色法、>3% 的样品采用重铬酸钾容量法；烧失量采用重量法。

2.2.2.7 室内资料整理及报告编制

(一) 室内资料整理

室内资料整理主要是根据化验结果对野外的各类原始资料进行整理、二次编录，包括控制测量、地质测量、水工环地质测量、钻探编录等地质资料。室内资料整理工作要求做到及时、全面、准确、详细、标准化、规范化，各种图件、表格清晰、条例、美观，真实、全面的反应工作内容及地质情况，各项技术要求严格按《固体矿产勘查

工作规范》(DZ/T33444—2016)等相关规范、规定执行。

(二) 报告编制

报告编制主要包括对原始资料的综合整理、综合研究、各类图件的绘制、各类表格的编制、文字报告的编制等几项工作；各项工作严格按照《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究技术要求》(DZ/T0079—2015)、《固体矿产地质勘查报告编写规范》(DZ/T0033～2020)等相关规范、规定进行，要求做到全面、准确、标准化、规范化，真实的反应工作内容。

2.3 绿色勘查方法手段

2.3.1 绿色勘查方法

一、勘查工作对勘查区生态环境的影响

地质勘查对周围生态环境造成较大的破坏主要为采用浅井工程、钻探等工程对矿(化)体进行揭露控制,容易发生垮塌等现象,扩大破坏范围,造成局部砂土化,从而对环境造成持续性的伤害。同时,在施工时如没有对开挖出的土(石)方进行合理堆放,不仅会对附近的植被造成压覆,而且易形成流石土及滚石对下游的植被及野生动物造成伤害。

二、采用的绿色勘查方法手段

绿色勘查的核心是通过“事前优化、事中管控、事后恢复”全流程技术与管理措施,在满足勘查精度的前提下,最大限度减少环境扰动、降低资源消耗、实现废弃物资源化,最终达成“勘查目的与生态保护协同”的目标。

故本次绿色勘查在整个项目施工之前首先成立了环境保护组,针对施工中可能对生态环境造成影响的行为和工作提出预防措施和保护方案。并针对勘查本次工作采用的主要方法手段,特制定以下几点保障措施:

(1)针对钻探工程的施工进行钻探工程的管理。为了减少传统钻探施工对环境的破坏,可利用较为先进的无需修路的可拆卸便携式钻机代替传统钻机。修筑机台时根据钻孔设计位置规划大小适宜的场地,原则上禁止破坏植被。若地形坡度在 $0\sim 30^{\circ}$,尽量用少量的机台木和木板,地面稍加平整,简单的埋深和钻杆地锚;若地形坡度在

30~60°，用吊脚楼式的结构稳定支撑钻机，且要科学规划机台场地，合理布置，妥善摆放生产生活用品，并要求禁止挖掘蓄水池和泥浆池，采用铝制便携式池子储放水和泥浆。对于修筑机台时无法避免开挖的地段，应先将草皮铲下置于固定地点，派专人看管养护，施工结束后恢复原貌，并将草皮放回原地，同时派专人看管养护。设备安装时在设备底部及有排放废液的部位应铺设防渗布，以减少废液渗入土层中造成污染；施工时选用新型聚合物环保泥浆，该种泥浆中的有机化学材料对环境污染性较小，而且其性能较佳，同时有效控制“三废”排放，禁止泥浆、废液等随意排放和泄露，钻进时减少钻机设备运转、机具清洗及循环泥浆调制过程所产生的废水，做好废水回收利用，避免造成水资源浪费。施工结束后撤出所有设备，回收各类宣传及警戒标识，收集生产生活垃圾、废弃物等，送至指定地方处理，不得随意排放。随后对施工现场进行地形地貌的重新恢复，使其与周边自然环境相协调。

(2) 针对浅井工程的施工进行浅井工程的管理。

事前规划是绿色勘察的基础，核心是通过“精准勘查”减少不必要的工程量，从源头规避环境破坏风险。施工前对勘查区内的生态保护等级（如自然保护区、基本农田、水源保护区、生态红线区等）进行了调查，明确禁止施工区、允许施工区：直接避开自然保护区核心区、饮用水源一级保护区、珍稀动植物栖息地等，在基本农田、林地等区域，单井占地面积控制在5 m²以内，且避开作物生长关键期，避开地表植被密集区、小型水体等，优先利用已有道路或空地布设井位，减少新增场地占用。井位优化：利用GIS技术叠加“地形-植被-土地利用”图层，优先选择裸地、废弃宅基地、道路边坡等已扰动区域布设井位，避免新增植被破坏；若能够以钻代井，则优先采用小

型化、可拆卸的螺旋钻（替代传统 1-2m 直径的开挖式浅井），减少岩土开挖量和场地占用。

施工过程是绿色勘察的核心管控阶段，需聚焦 “场地、工艺、废弃物” 三大关键环节，实现 “低扰动、低污染、高效率” 施工。

场地占用管控：单井施工场地仅保留 “井位核心区+临时堆土区”，临时堆土区用防渗土工布铺垫（避免岩土渣与地表土壤混合），且堆高 $\leq 1.5\text{m}$ 、堆体周边设小型排水沟（防止雨水冲刷造成水土流失）；

生态隔离措施：在林地、草地等区域，施工前用彩条布或临时围栏圈定施工范围（范围比实际施工区大 0.5m），避免施工机械碾压外围植被；若需临时便道，优先利用现有小径拓宽（宽度 $\leq 1.2\text{m}$ ），且铺设钢板或碎石（便于后期拆除恢复）。浅井施工产生的主要废弃物为岩土渣和少量施工废水，需严格管控处置流程：岩土渣暂存于临时堆土区，作为后期浅井回填或场地平整材料，避免外运产生运输污染。

施工过程中对关键环境指标进行常态化监测，及时纠正违规行为：对扬尘处理，每 2 小时洒水 1 次（单次洒水量 $\leq 0.5\text{m}^3$ ）；噪音：在居民区周边施工时，采用低噪设备，施工时间限定在 8:00-18:00，噪音监测 $\leq 55\text{dB}$ （昼间）。

事后恢复是绿色勘察的闭环，核心是将施工扰动的场地恢复至原有生态功能，甚至提升局部生态质量。浅井规范回填，消除环境隐患：浅井勘察完成后必须及时、规范回填，避免形成地下水渗流通道或地面沉降，回填材料需符合 “环保+地层匹配” 原则：采用原土夯实回填；基本农田区域回填后需覆盖 30cm 厚耕作土（施工前剥离的耕作土单独暂存），确保后续作物正常生长。场地生态修复与植被重建，根据原场地类型制定差异化恢复方案，核心是 “以本地物种为主、恢复原生生态”：林地/草地需清除所有临时设施（工棚、围栏、便道），

将暂存的原土覆盖地表，播种本地草本植物（如狗牙根、羊草）或扦插本地灌木枝条（如沙棘、荆条），成活率需 $\geq 85\%$ ；基本农田需拆除临时便道，平整场地，将剥离的耕作土回填并耙平，若土壤肥力下降可撒施有机肥（如腐熟秸秆），确保不影响下一季耕种；裸地/荒地需清理施工垃圾后，用碎石或废弃岩土渣平整场地，撒播耐贫瘠的本地先锋植物（如碱蓬、猪毛菜），防止水土流失。废弃物资源化与场地清理：可回收材料：施工用的钢板、铁锹等工具统一回收复用；建筑垃圾：临时工棚拆除后的废钢材、废塑料等分类回收，不可回收部分清运至合规垃圾场；场地清理：做到“三无”，无剩余岩土渣、无施工垃圾、无临时设施遗迹，周边植被无明显碾压痕迹。

（3）营地的选址及保护措施。营地尽量选择在当地的居住地，一是减少扎营对植被的破坏；二是可以妥善处理与当地人民的关系，同时还可保证工作人员的安全。若区内无牧民居住地时，在保证项目施工顺利、有利于安全的前提下，选择植被相对容易恢复的地点作为营地，并尽量做到少占草地，对于无法避免占用的草地，须将其草皮铲下后平整铺放于固定地点，且平时浇水对其进行养护；为了防止营区草场的碾压，帐篷内采用木板支撑，对草皮起到保护作用，营地一旦撤离草地即可恢复。另外，在选择营址时，应该尽量选择在与天然水源较近的区域，这样既可以减少塑料水管的使用，同时还可减少运水带来的成本，从而达到降本增效的目的。

（4）保护环境资源，坚持可持续发展，在地质勘探工作过程中，应首先保护当地的生态环境。在矿产资源勘查中，坚持“预防为主、防治结合，谁勘查谁负责、谁开发谁保护、谁破坏谁恢复、谁污染谁治理”的原则。在项目实施过程中，应严格执行《中华人民共和国环境保护法》及当地环保、林业及草原部门制定的相关法律法规。同时，

项目开始前应对全员进行地质勘查与环境保护的相关培训，树立先进的勘查、施工、环保理念，增强个人环保意识，同时根据相关法律法规及当地环境管理部门发布的环境保护细则等对预查工作进行详细规划，针对工作区的特点制定相应的环境保护策略，争取做到绿色勘查。另外，国家相关管理部门应尽快出台地质勘查方面的环保法律法规，同时要将绿色勘查延伸到工程勘查及矿产开发等相关领域。

2.3.2 勘查区与各类自然保护地的关系

区块西南部与吕梁山中南部水土保持生态保护红线接壤，区块内部无自然保护地，详见图 2-3。

交口李家山区块与生态保护红线、城镇开发边界关系图 图 2-3

2.4 预期成果

2.4.1 主要实物工作量

根据矿区内铝土矿的矿床特征，拟采用控制测量、地形测量、地质测量、水工环地质测量、钻探工程、浅井工程、抽水试验、岩矿测试等常规方法进行本次铝土矿勘探工作。预计完成的主要实物工作量为：E 级 GNSS 点 6 点、1/2000 地形测量 8.70km²、1/2000 地质测量 8.70km²、1/2000 水工环地质测量 8.70km²、钻探 13080m /255 个，其中矿产地质钻探 12936m/253 个（包机动孔 1800m/30 个，根据具体情况施工）、水文地质钻探 144m/2 孔，浅井 650m/65 个、基本分析样 3000 件；工程点测量 255 点。详见设计主要实物工作量一览表(表 2-7)。

设计主要实物工作量一览表

表 2-7

序号	工作项目	单位	总工作量	备 注
1	E 级 GNSS 点	点	6	
2	1/2000 地形测量	km ²	8.7	正测
3	1/2000 地质测量	km ²	8.7	正测
4	1/2000 水文地质测量	km ²	8.7	正测
5	1/2000 工程地质测量	km ²	8.7	正测
6	1/2000 环境地质测量	km ²	8.7	正测
7	钻孔	m	13080	255 孔, 其中矿产地质钻探 12936m/253 个 (包机动孔 1800m/30 个)、水文地质钻探 144m/2 孔
8	抽(注)水试验	层次/孔	4/2	抽水层位: 松散含水层、矿层及以上基岩含水层
9	浅井	m	650	65 个浅井
10	铝土矿基本分析样	个	2100	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、S
11	铁矿基本分析样	个	900	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、TFe、S、P
12	铝土矿内检分析	个	210	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、S
13	铝土矿外检分析	个	105	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、S
14	铁矿内检分析	个	90	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、TFe、S、P
15	铁矿外检分析	个	45	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、TFe、S、P
16	组合分析	个	15	CaO、MgO、Na ₂ O、K ₂ O、S、P、V、CO ₂ 、Ga
17	组合分析内检样	个	5	CaO、MgO、Na ₂ O、K ₂ O、S、P、V、CO ₂ 、Ga
18	组合分析外检样	个	2	CaO、MgO、Na ₂ O、K ₂ O、S、P、V、CO ₂ 、Ga
19	化学全分析	个	10	Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、Fe ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、LOI、CaO、MgO、S、P ₂ O ₅ 、K ₂ O、Na ₂ O、H ₂ O ⁺ 、Cr ₂ O ₃
20	稀土稀有分散元素	个	10	RE15、Cd、Li、Nb、Ta、Sr、V、Rb、Ga
21	水样	个	20	20 个全水分析
22	岩矿鉴定	个	10	薄片制片、薄片鉴定(一般)
23	岩石力学样	组	10	抗压强度、抗拉强度、抗剪切强度、弹模+变模, 共计 360 件
24	小 体 重	个	150	小体重+基本分析
25	工程点测量	点	255	
26	岩心样	m	1800	铝土矿: 每个钻孔按 8m 共计 1800m, 不含机动孔
27	刻槽样	m	520	每个浅井按 8m, 共 520m
28	矿产地质钻探编录	m	12936	
29	水文地质钻探编录	m	144	
30	浅井地质编录	m	650	
31	地质报告	份	1	
32	报告印刷	份	1	

2.4.2 预计勘查成果

2.4.2.1 工业指标的确定

(一) 铝土矿

铝土矿资源量预估算的工业指标采用国土资源部 2020 年 4 月 30 日实施的《矿产地质勘查规范 铝土矿》DZ/T0202-2020 中制定的

一般工业指标，指标如下：

边界品位： $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 40\%$ 、 $\text{A/S} \geq 2.6$

块段最低工业品位： $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 55\%$ 、 $\text{A/S} \geq 3.5$ (坑采 3.8)

最小可采厚度：露采 0.50m，坑采 0.80m

夹石剔除厚度：露采 0.50m，坑采 0.80m

剥采比：露采 $\leq 15\text{m}^3/\text{m}^3$

(二) 共(伴)生矿产

(1) 硬质黏土矿

采用国土资源部 2020 年 4 月 30 日实施的 2020 年实施的 DZ/T0206-2020《矿产地质勘查规范 高岭土、叶蜡石、耐火黏土》中制定的工业标准执行；

$\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 30\%$ (熟料)

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 3.5\%$ (熟料)

烧失量 $\leq 15\%$

耐火度 $\geq 1630^\circ\text{C}$

最小可采厚度：露采 0.50m 坑采 0.80m

夹石剔除厚度：露采 0.50m 坑采 0.80m

(2) 山西式铁矿

采用自然资源部 2020 年 4 月 30 日实施的《矿产地质勘查规范 铁、锰、铬》DZ/T0200-2020 中制定的工业指标（铁矿石中的赤、褐矿石的工业指标）：

边界品位： $\text{TFe} \geq 25\%$

块段平均品位： $\text{TFe} \geq 30\%$

最小可采厚度：1.00m

夹石剔除最度：1.00m

(4) 金属镓

综合利用品位 $Ga \geq 0.002\%$

2.4.2.2 工资源量预估算方法选择及依据

区内铝土矿产出层位稳定、产状较平缓，呈层状、似层状，相对连续性较好，属简单型铝土矿矿床；据以上矿体特征，铝土矿采用水平投影地质块段法进行资源量估算。其计算公式为：

$$Q=S \times M \times D \div 10000$$

式中：

Q - 块段矿石资源量(万吨)

S - 块段面积(m^2)

M - 块段厚度(m)

D - 矿石平均体重(t/m^3)

2.4.2.3 资源量预估算参数的确定

铝土矿及共生矿产资源硬质黏土矿、山西式铁矿资源量预估算面积的确定：资源量估算面积采用其水平投影面积，该面积由 MapGis 软件通过机读求得。

厚度的确定：采用李家山铝土矿详查工作资料，铝土矿各块段厚度为 0.67-2.65m，硬质黏土矿各块段厚度为 1.51-3.07m，山西式铁矿各块段厚度为 1.34-2.91m。

本次资源量估算体重值采用详查报告体重值。全区硬质黏土矿小体重平均值为 $2.64t/m^3$ ，铝土矿小体重平均值为 $2.66t/m^3$ ，山西式铁矿小体重平均值为 $3.01t/m^3$ 。煤视密度值 $1.43t/m^3$ 。

2.4.2.4 资源量类型的划分

(一) 铝土矿

根据第 II 勘查类型，本次勘探工作铝土矿以 $70 \times 70m$ 的工程间

距估算探明资源量，140×140m 的工程间距估算控制资源量，400×400m 的工程间距估算推断资源量。

（二）硬质黏土矿

根据第Ⅱ勘查类型，本次勘探工作在铝土矿探明资源量范围内即70×70m 工程间距圈定硬质黏土矿控制资源量，在铝土矿控制资源量范围内即140×140m 工程间距及400×400m 的工程间距圈定硬质黏土矿推断资源量，不做内插和外推。

（三）山西式铁矿

根据第Ⅱ勘查类型，本次勘探工作在铝土矿探明资源量范围内即70×70m 工程间距圈定山西式铁矿控制资源量，在铝土矿控制资源量范围内即140×140m 工程间距及400×400m 的工程间距圈定山西式铁矿推断资源量，不做内插和外推。

2.4.2.5 预计勘查成果

通过本次勘探工作，预计可求得铝土矿累计查明资源量***万吨（按照82%见矿率计算），其中：探明资源量***万吨、控制资源量***万吨，推断资源量***万吨，探明资源量占（探明+控制+推断）资源量比例为17.10%，探明+控制资源量占（探明+控制+推断）资源量比例为65.65%；并估算铝土矿共生矿产硬质黏土矿（控制+推断）资源量***万吨（按照86%见矿率计算），其中：控制资源量***万吨，推断资源量***万吨；山西式铁矿推断资源量***万吨。

需要说明的问题：

1、矿区内赋存太原组9、10、11号煤层，其中10号煤层为局部可采煤层，9、11号煤层为不可采煤层；另根据《山西省交口县李家山矿区铝土矿详查地质报告》成果资料，10号煤层资源量为***万吨，且可采范围小，故本次不估算煤炭资源量。

2、根据《山西省交口县李家山矿区铝土矿详查地质报告》成果资料,矿区内赋存的山西式铁矿矿体规模及连续性以及厚度和品位的稳定性均较差,根据详查钻孔资料和本次设计钻孔,无法圈定其控制资源量,故本次对山西式铁矿资源量采用详查时成果资料。

2.4.2.6 预期提交成果

经过本次勘探工作,提交《山西省交口县李家山区块铝土矿勘探报告》一套(包括文、图、表)。主要包括:勘探报告正文、附表、附件。

勘探报告主要附表:

表1 控制点成果表

表2 工程测量成果表

表3 钻孔质量情况一览表

表4 采样结果登记及矿体圈定表

表5 化学分析质量内部检查误差计算表

表6 化学分析质量外部检查误差计算表

表7 铝土矿组合样分析结果表

表8 铝土矿全分析结果表

表9 小体重平均计算表

表10 铝土矿单工程矿体厚度、平均品位计算表

表11 铝土矿块段平均品位、厚度计算表

表12 铝土矿块段面积计算表

表13 铝土矿块段资源量计算表

表14 铝土矿各矿体平均品位、厚度计算表

表15 铝土矿全区平均品位、厚度计算表

表16 硬质黏土矿单工程矿体厚度、平均品位计算表

表 17 硬质黏土矿块段平均品位、厚度计算表	
表 18 硬质黏土矿块段面积计算表	
表 19 硬质黏土矿块段资源量计算表	
表 20 硬质黏土矿全区平均品位、厚度计算表	
表 21 山西式铁矿单工程矿体厚度、平均品位计算表	
表 22 山西式铁矿块段平均品位、厚度计算表	
表 23 山西式铁矿块段面积计算表	
表 24 山西式铁矿资源量计算表	
表 25 山西式铁矿全区平均品位、厚度计算表	
表 26 稀土单工程品位计算表	
表 27 稀土平均品位计算表	
表 28 稀土资源量计算表	
表 29 资源量汇总表	
表 30 铝土矿矿层顶、底板高程、矿层厚度、覆盖层厚度、剥离系数统计表	
表 31 岩石力学性质试验成果表	
表 32 水质分析成果表	
表 33 铝土矿顶板平均品位计算表	
表 34 铝土矿夹石平均品位计算表	
表 35 铝土矿底板平均品位计算表	
表 36 铝土矿顶板、夹石及底板平均品位计算表	

勘探报告主要附图：

山西省交口县李家山区块铝土矿勘探区域地质及工作程度图 1/50000	
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探实际材料图·····1/2000	
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探地形地质图·····1/2000	

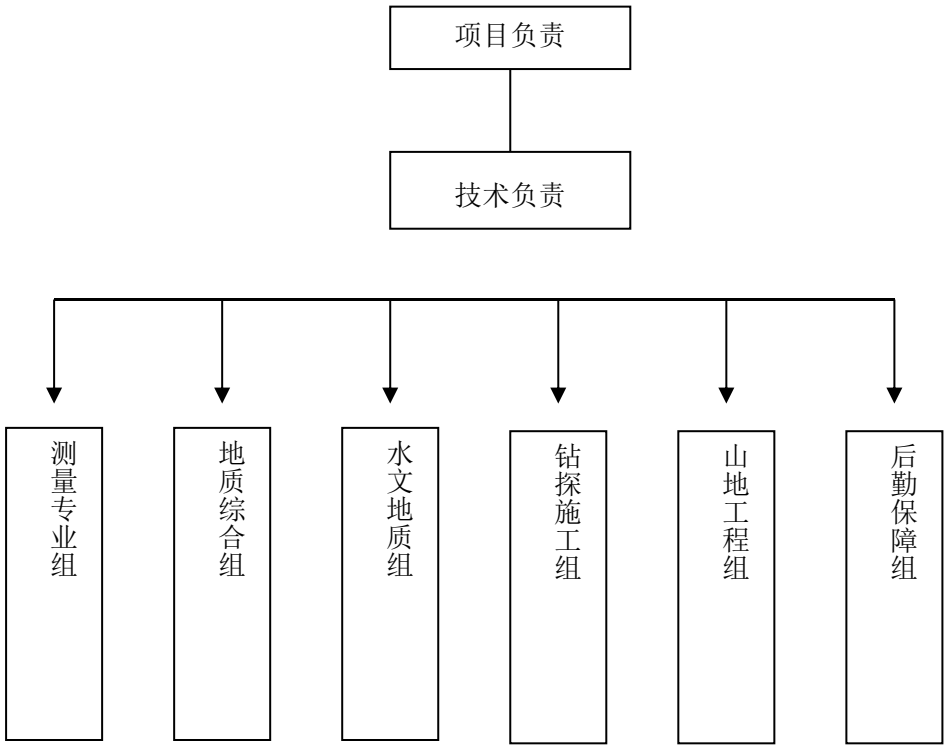
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探水文地质图·····	1/2000
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探工程、环境地质图·····	1/2000
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探基岩地质图·····	1/2000
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探铝土矿资源量估算平面图···	1/2000
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探铝土矿厚度等值线·····	1/2000
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探硬质黏土矿资源量估算平面	1/2000
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探山西式铁矿资源量估算平面	1/2000
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探勘查线剖面图·····	1/2000
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探钻孔柱状图·····	1/100

第 3 章保障措施

3.1 组织管理及人员组成分工

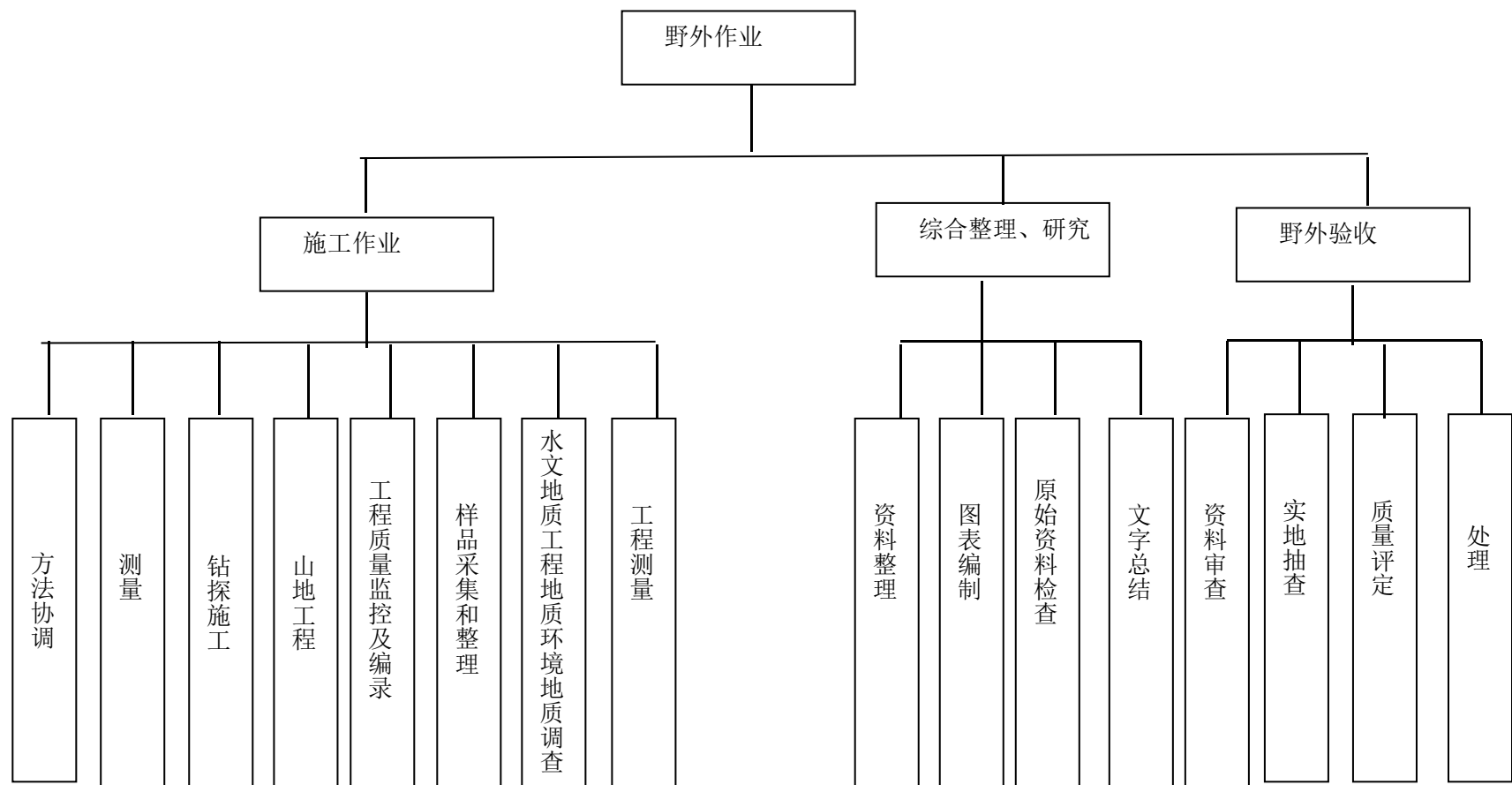
3.1.1 组织管理

由公司总工程师亲自领导，地勘三分院组织和管理、统一部署、统一安排，项目部建立以项目负责为主的施工管理系统和以项目技术负责为主的技术管理系统，下设测量专业组、地质综合组、水文地质组、钻探施工组、山地工程组、后勤保障组等六个作业组见图 3-1；组成一支约 45 人的专业化施工队伍，固体矿产调查工作程序图见图 3-2。



人员组织机构图

图 3-1



固体矿产调查工作程序图

图 3—2

3.1.2 人员组成及分工

项目负责	1 人	负责全面工作
项目技术负责	1 人	主要负责技术工作
作业组长	6 人	负责项目的具体实施
测量技术员	2 人	负责地形测绘、地质测量等工作
钻探技术员	4 人	负责钻探技术工作
水文技术员	2 人	负责水文、工程、环境地质工作
采样工	2 人	负责样品采集工作
炊事员	2 人	负责生活工作
管理员	1 人	负责后勤管理工作
司 机	1 人	负责接送人员及送样工作
合 计	22 人	(钻工、浅井工程施工雇临时工)

项目负责职责

对项目进行全面负责，负责处理对内、对外一切事务。①掌握施工原则，调配施工人员，合理安排人、财、物，掌握工作进展情况；②检查各专业组工作质量情况，及时处理工作中出现的问题；③组织职工进行业务学习，政治学习，做好职工的思想政治工作，确保项目顺利实施。

项目技术负责职责

主要负责项目实施过程中的技术工作。①执行项目负责人的工作安排，合理调配本组人员；②协助项目负责制定施工技术方案、选择

施工技术方法及手段、制定作业计划；③及时向项目负责人汇报作业进展情况，遇到问题及时向项目负责汇报，提出解决办法并与项目负责协商解决项目实施过程中的技术问题；④严把质量关，严格按规范设计要求操作，做到 100%自检、互检，确保资料真实、准确、客观、可靠，一次合格率 100%，优良率 80%以上；⑤提出新设想，采用新技术、新方法，扩大找矿成果。

测量专业组

组长具有地质测绘中级以上技术职称、组员具有 5 年以上专业地质测绘经历。该组主要负责矿区的控制测量、测网、剖面的布设和工程测量，完成项目部临时追加的各项任务，并参与报告编制工作。

地质综合组

组长具有地质中级以上技术职称，组员具有 5 年以上专业地质中级或初级技术职称。①负责地质填图，钻探工程布置、验收、编录，浅井工程布置、验收、编录，样品采集等工作；②协助项目负责、项目技术负责和其它专业组一起根据开展地质工作后所掌握的地质资料优化设计，为下一步工作提供合理化建议；③及时整理原始资料，对原始资料进行 100%自检、互检，参与报告编制工作。

水文地质组

组长、组员具有水文地质中、初级职称。负责项目的水文地质、工程地质、环境地质调查及钻孔简易水文观察工作，及时整理野外原始资料，并参与报告编制工作。

钻探施工组

组长由经验丰富的机长担任，承担矿区的全部钻探施工任务；班长由技术过硬、经验丰富、有责任心的钻工担任，负责每班的钻探、简易水文观测、钻具丈量等工作，协助机长进行封孔、埋桩等工作。

后勤保障组

组长由项目技术负责兼任，主要负责项目部各技术人员的日常生活、劳保用品的发放等。

3.2 设备配备

本次工作拟投入的地面设备主要有：钻机 10 台，岩心锯样机 2 台、全站仪 2 台、笔记本电脑 5 台。施工主要设备见表 7-1。

施工主要设备明细表				表 3-1
施工位置	编号	名称	数量	备注
地面	1	地面钻机	10 台	液压绳索取芯
	2	泥浆泵	10 台	
其他	1	岩心锯样机	2 台	
	2	RTK测量仪	2 台	
	3	笔记本电脑	5 台	

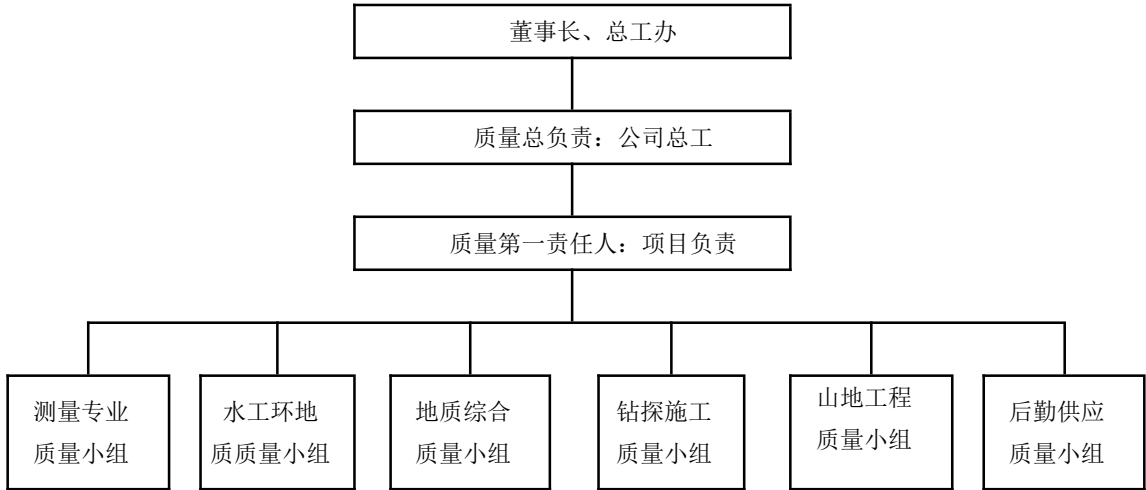
3.3 质量保障措施

3.3.1 质量目标和要求

满足合同要求，争创优质工程。严格按照招标文件中的质量标准及行业规范、规程中的各项要求进行施工，项目实施过程中的各项指标按招标文件技术要求执行。

3.3.2 质量保证体系

项目部成立后,为了保证项目能够保质保量按时完成,由董事长、公司总工办牵头成立项目部质量管理体系,各质量管理小组组长由相关专业中级以上职称、且 5 年以上工作经验的员工担任。

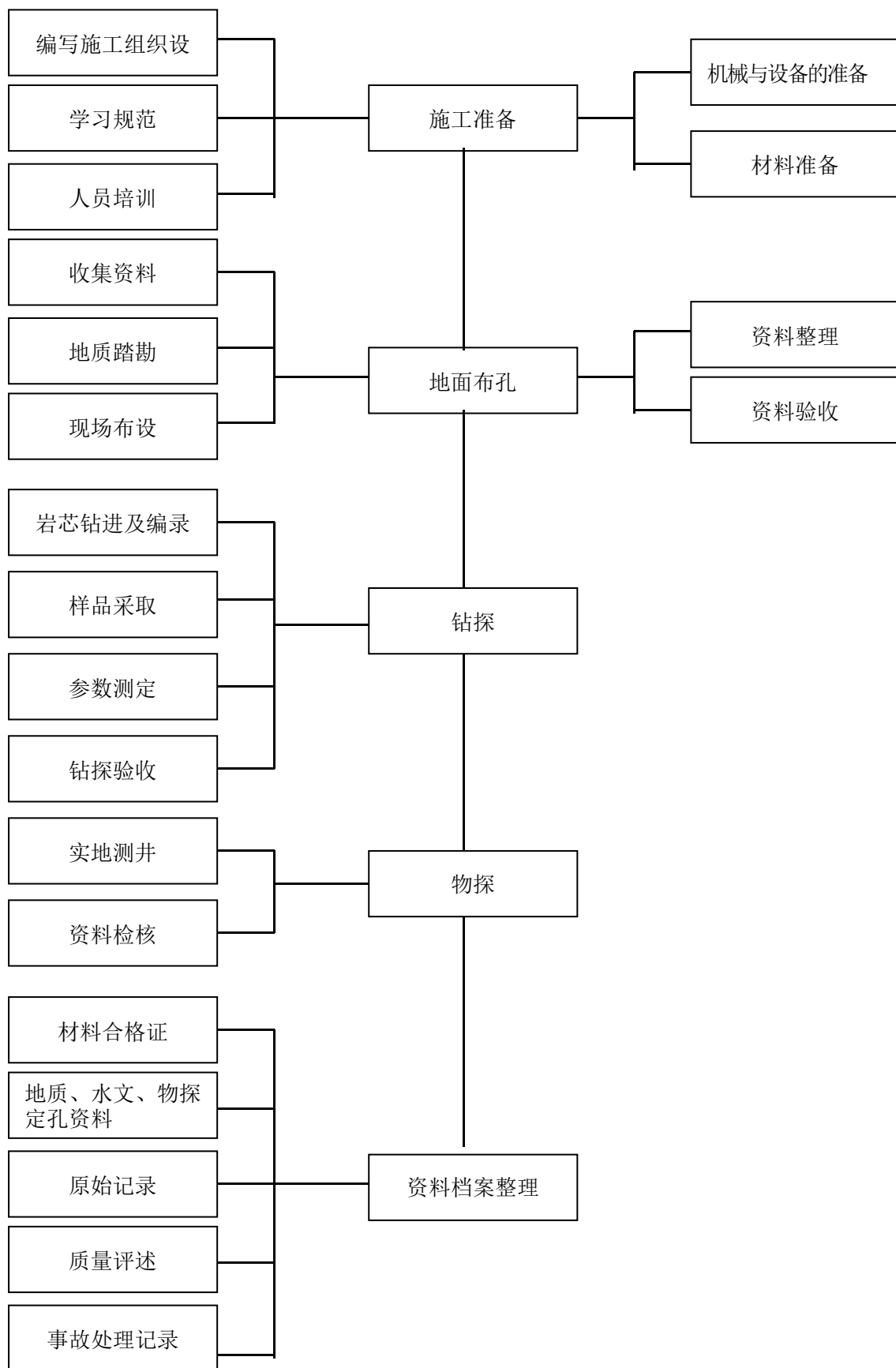


山西省第三地质工程勘察院有限公司
山西省交口县李家山区块铝土矿勘探项目部质量管理体系 图 3-3

3.3.3 质量保证措施

1) 建立完善的质量管理体系,制定明确的质量目标,达标创优,以确保项目高标准、高质量完成,详见图 3-4。

2) 严格按照公司 ISO9001:2015 质量管理体系及《地质勘查单位质量管理规范（DZ/T0251-2012）》要求进行工作。公司总工组织质量管理组,进行定期、不定期质量检查和阶段性质量验收;制定质量检查考核制度,把易出现的质量问题解决在萌芽状态;按要求对项目实施过程中的各个环节、各个过程进行控制。



项目质量控制程序图

图 3-4

3) 明确项目负责是质量第一责任人制度。项目运作每一细小环节项目负责都要进行检查，每次检查均要留有检查记录、整改补救措施、整改情况等，并作为档案备查。

4) 各作业组实行岗位责任制，对所有参与项目人员进行质量考核，并与经济挂钩，争做“质量先进个人”。具体工作中，要做到“三检”、“一卡”。做到自检、互检 100%、项目抽检 30%、公司抽检 10%，每次检查留有质量检查卡等记录。

3.4 安全保障措施

职业健康安全管理严格执行《职业健康安全管理体系要求》GB/T28001-2011 标准及三勘院安全管理制度。为使项目能够安全顺利的运行，在项目实施的全过程中实行严格的安全管理，特制定如下措施：

1、严格执行单位安全生产管理办法、交通安全管理规定等各项安全生产管理制度，严格配备野外使用的劳动防护用品，急救用品，做好交通、通信设备的配备、检修、保养等，做好各项应急预案。为项目组全体成员购买野外作业人身意外伤害保险。

2、建立单位一二级实体一项目安全生产三级管理制度和定时检查制度，落实各岗位安全生产责任制，实行安全责任追究制。切实做到“纵向到底（顶）、横向到边、人人有责”。成立由项目负责人担任组长的安全小组，其成员为各组组长、槽探施工作业组组长、项目组兼职安全员、资料管理员、驾驶员代表和管理员等基层班组长是本

项目部、分室、班组的安全生产第一责任人。

3、做到岗前、岗上的安全培训工作，每年的野外生产开始前，组织各类技术人员、采样工、驾驶员、炊事员等人员进行岗前安全生产培训，组织全体人员认真学习《野外工作安全生产手册》、安全方面的文件精神，做好应急预案的模拟演习。在工程施工前，必须经兼（专）职安全员或院安全管理人员对设备安装调试及安全组织管理保证措施检查验收合格后，方可组织开工。

4、项目部设备管理由专人负责，做到定期督促保养、检查、维修，使设备完好率达 100%，各种仪器要精心爱护、特别是物探仪器必需经常保养、及时维修，以保证野外工作顺利实施。并选择野外工作经验丰富的人员负责管理后勤运输工作。

5、野外施工期间，各作业小组必须由两人以上组成，严禁单人外出作业，工作完毕在规定地点等车，不得私自离开，如有接不上人的情况，应及时向项目负责人汇报，以便派专人寻找，防止发生意外事故。

6、严格用车与行车制度，严禁无照、无上岗证及酒后、疲劳驾车。

对融雪期、暴雨多发季节要特别注意山洪、泥石流、滑坡和高坡坠石的防范，在遇有暴雨等情况时，应避免滞留在峡谷和陡崖之下等不利地段。对雷电要注意防范，有雷电发生时应避免滞留在大树下等不利地带。

7、要加强对大风的防范，营地要驻扎在背风处，帐篷要扎牢。

注意天气变化及其预报，大风期间避免野外作业。注意食品卫生，防止食物中毒。

8、地质资料有专人负责，防止资料丢失。资料做到定时备份。

3.5 设计变更

3.5.1 设计变更的条件

依据边施工、边综合研究、边变更（优化）设计的“三边”原则，因地形、地质条件变化，或地质认识的深化，致使勘查工程布置或施工顺序需要调整时，或因勘查投资、勘查目的任务变更，或地质、社会等因素影响，需调整整个勘查工作部署时，应及时变更设计。

3.5.2 设计变更的程序

施工过程中，达到设计变更的条件时，要及时与监理部门和山西省自然资源厅相关部门单位沟通，经申请批准后，通过阐述变更原因，并通过专家论证后方可继续施工或结束施工。