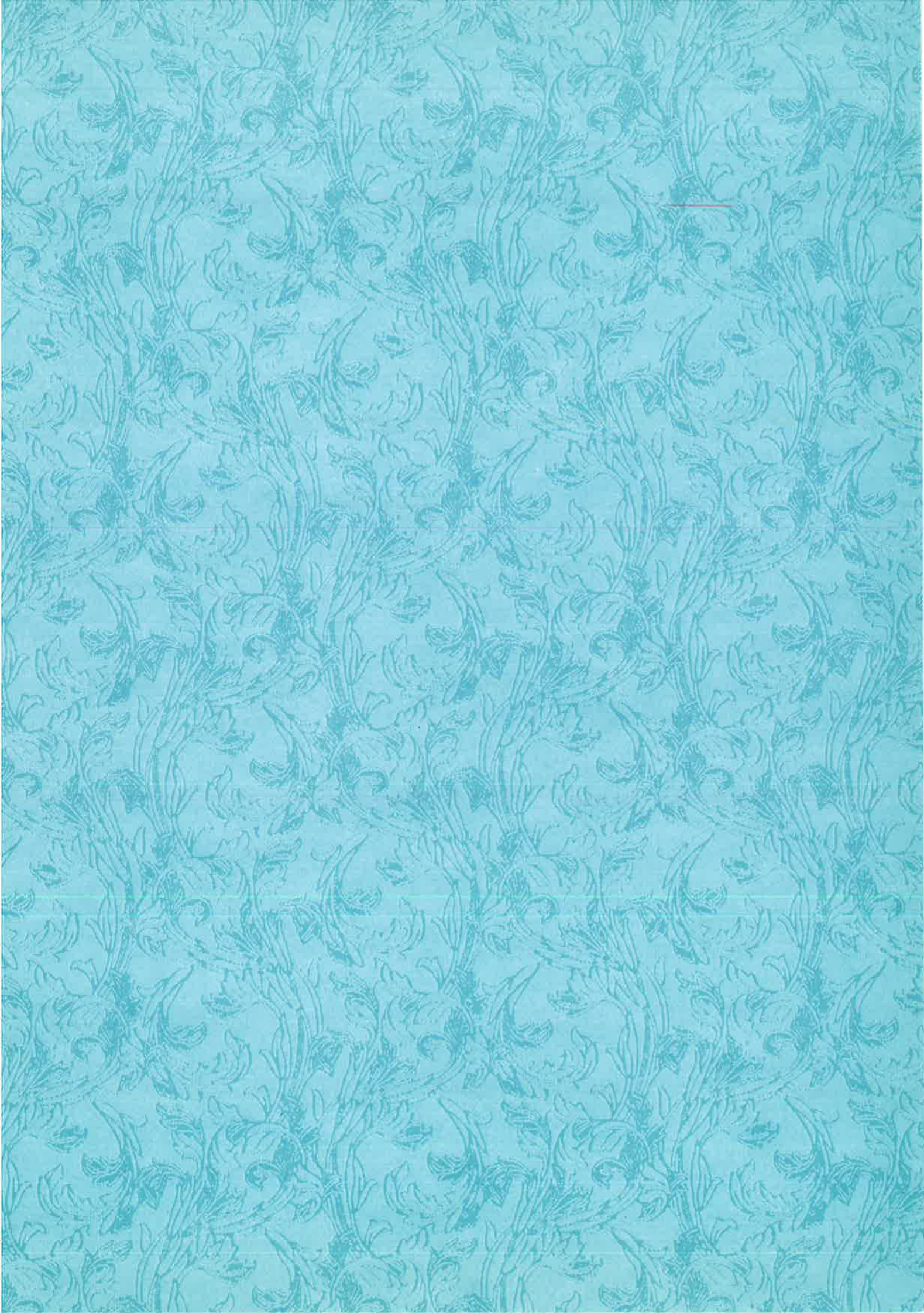


内蒙古汇鑫矿业有限公司
额济纳旗小狐狸山东矿区萤石矿 2025 年度
矿山地质环境保护与土地复垦计划

内蒙古汇鑫矿业有限公司
2025 年 6 月



内蒙古汇鑫矿业有限公司

额济纳旗小狐狸山东矿区萤石矿 2025 年度矿山地质环境 保护与土地复垦计划

第一章 矿山企业概况

第一节 矿区基本情况概述

矿区自然地理

一、气象

矿区属典型的半沙漠大陆性气候，风多雨少，主导风向为北西向。冬季寒冷，夏季炎热，昼夜温差较大，年平均气温 8.3°C ，极端最低气温为 -37.6°C ，极端最高气温为 40°C 。年平均气温 $7.8^{\circ}\text{C}\sim 8.5^{\circ}\text{C}$ 之间。年降水量在 $38.9\text{mm}\sim 49.3\text{mm}$ 之间，年平均降水量 41.7mm ；最大蒸发量为 4123mm ，是降水量的 109 倍。全年以偏西风为主导风向，

一般风速 $4\sim 6\text{m/s}$ ，风速最大可达 16m/s 。年无霜期 $120\sim 140$ 天，最大冻土深度 1.80m 。

二、水文

矿区内无地表水体。仅发育多条洪流沟谷，均为干沟，区内延伸一般在 $80\text{m}\sim 400\text{m}$ 之间，最长达 940m 。洪水位高一般在 $0.014\text{m}\sim 0.022\text{m}$ 之间，最高可达 0.06m 。过水断面宽一般为 $0.3\sim 1.7\text{m}$ 之间，最宽可达 6m 。

三、地形地貌

矿区位于北山山脉东端处，属中低山戈壁荒漠区。地貌为低山丘陵，总体地势北西高南东低，海拔一般 $969\text{m}\sim 997\text{m}$ ，最高海拔 1009m ，为低山丘陵区。山顶呈浑圆状或长圆状，山脊平缓，呈长坦状，岩石裸露。地形切割甚微，相对高差 $3\text{m}\sim 6\text{m}$ 。山坡平缓，坡度角一般 $4^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，坡面残坡积层较薄，一般 $0.2\text{m}\pm$ ，最厚 0.30m 。冲沟发育，多呈“U”字型沟谷，一般宽 $10\text{m}\sim 20\text{m}$ ，推测第四系厚度 $<0.5\text{m}$ 。见照片 2-1。



照片 2-1 矿区中低山地貌

四、土壤

矿区基岩裸露，仅在沟谷及低洼地带分布有较薄的土壤层，土壤组分以灰漠土、风沙土为主。土壤有机质含量低，有机质含量 1.0%~1.8%，仅在沟谷及地势相对低洼区域见少量风积物及砂土，厚度约 0.1m。（详见照片 2-3）。



五、植被

矿区植被类型以荒漠化灌木植被为主。区内降水少、风沙多、相对湿度低、森林资源差、植被覆盖率低，生态系统缺乏骨干因素。植被以合头藜、红砂、白刺等为主，植被覆盖度不足 5%，高度一般为 10~20cm，见照片 2-2。



照片2-2 矿区植被

矿区地质环境背景

一、地层岩性

(一) 区域地层

区域地层区划属塔里木—南疆地层大区、中、南天山—北天山地层区、觉罗塔格—黑鹰山地层分区及中天山—北山地层分区（马鬃山地层小区）。区域上地层发育，古生界除寒武系缺失外奥陶系至石炭系均有出露。其中：早奥陶世主要为一套海相陆源碎屑岩建造；中奥陶世为中—酸性火山碎屑岩建造；晚奥陶世—早志留世为陆源碎屑—碳酸盐建造；中志留世主要以陆源碎屑岩建造为主，局部为火山熔岩碎屑岩建造；泥盆世—石炭世主要为一套酸性火山岩、火山碎屑岩建造；白垩世则为山间盆地含煤建造。各岩石地层单位划分见表2-1。各时代所见地层如下：奥陶系罗雅楚山组（ O_1I ）、咸水湖组（ O_2x ）和锡林柯博组（ O_3xI ），志留系圆包山组（ S_{1Y} ）、公婆泉组（ S_{2-3g} ），泥盆系中下统红尖山组（ $D_{1-2}h$ ），石炭系绿条山组（ $C_{1-2}I$ ）、白山组（ $C_{1-2}b$ ），第四系分全新统冲洪积物（ Qh^{pal} ）。具体的地层及岩性特征详见表2-1。

表2-1 小狐狸山地区区域地层简表

界	系	统	群	组	代号及接触关系	岩性及化石描述	出露位置	厚度 m
新生界	第四系		全新统		Qh^{pal}	冲洪积砂砾石	北西和南东角、基岩区低洼处。	5-13
	石炭系	中下统		白山组	$C_{1-2}b$	为一套海底喷发的火山碎屑岩夹中酸性火山岩，岩性为安山质凝灰岩，安山岩、板岩	高石山南部	>471.5
				绿条山组	$C_{1-2}I$	下部地层为火山碎屑岩夹深灰色粉砂岩、硅泥岩。上部地层为一套沉积碎屑岩。岩性为深灰色安山质凝灰岩、安山质凝灰熔岩、砂岩、粉砂岩。	高石山—小狐狸山—勘查区一带南部	>1264.6

	泥盆系	中下统	红尖山组	$D_{1-2}h$	为一套中基性火山岩夹砂岩、粉砂岩及灰岩	高石山—小狐狸山—勘查区一带北部及高石山南部	>1714.7
			清河沟组	$D_{1-2}q$	为一套沉积碎屑岩，主要岩性为砂岩、粉砂岩、板岩。	高石山—小狐狸山—勘查区北部及高石山南部一带	>673.7
下古生界	志留系	中上统	公婆泉组	$S_{2-3}g$	二岩段为一套海相火山岩建造，岩性为安山岩、安山质火山角砾岩、安山质凝灰岩。	高石山及高石山西大面积出露	891.2
					一岩段为一套沉积碎屑岩，岩性为粉砂岩、砂岩、板岩	高石山东及高石山西大面积出露	948
		下统	圆包山组	S_1y	主要为一套粉砂岩夹泥岩、页岩、硅泥岩的岩石组合，区域上与下伏奥陶系地层不整合接触，区内为断层接触	小狐狸山及周围	>885.6

	奥陶系下古生界	上统	锡林柯博组	O_{3xl}	为一套滨海相及灰黑色厚层状长石石英砂岩、粉砂岩夹灰黑色板岩、黑云母角岩、灰绿、灰黑色安山岩、安山质火山角砾岩，为一套沉积碎屑岩夹中基性火山岩。	小狐狸山东侧	>1984.1
		中统	咸水湖组	O_2x	为一套海相中基性—中酸性火山岩夹碳酸盐岩及少量碎屑岩，岩性为安山岩、流纹岩、英安岩、流纹质凝灰岩、流纹质角砾熔岩、砂岩、泥硅岩、角岩、微晶灰岩、板岩等	小狐狸山南、东一点	>2983.0
		下统	罗雅楚山组	O_1l	为一套碎屑岩，岩性为灰绿色砂岩、粉砂岩夹硅质岩。	小狐狸山南东侧	>227.4

1、奥陶系 (O)

分布于小狐狸山东南一带呈北东向条带状展布，出露面积 26.78km^2 ，与志留系、泥盆系、石炭系均为断层接触。进一步细分为罗雅楚山组 (O_1l)、咸水湖组 (O_2x) 和锡林柯博组 (O_3x)，各组的具体特征如下：

(1) 奥陶系下统罗雅楚山组 (O_1l)

仅于小狐狸山南东侧呈北东向条带状展布，宽 200m — 1000m ，长 5km 左右。咸水湖组 (O_2x) 呈整合接触关系，被三叠纪中细粒正长花岗岩 ($T_1\text{f}\gamma$) 侵入。本组属浅海钙泥质粉砂岩—硅质岩相，岩性组合为灰—灰黑色页片状泥钙质粉砂岩夹硅质岩，上部分布有较厚的硅质岩层和安山岩岩层，岩石普遍具绢云母化、碳酸盐化。属本区最老地层。

(2) 奥陶系中统咸水湖组 (O_2x)

于小狐狸山南、东一带呈北东向条带状小面积出露, 出露面积约 19Km^2 。与下伏奥陶系下统罗雅楚山组 (O_1l)、上覆奥陶系上统锡林柯博组 (O_3x) 整合接触关系, 部分地段为断层接触, 其中部被早三叠世正长花岗岩 ($T_1 \xi \gamma$) 侵入。本组岩石主要呈灰白至灰黑色, 岩性组合为浅海一半深海中性、中酸性火山岩夹碎屑岩及硅质岩。下部主要以碎屑岩、硅质岩及灰岩为主, 中酸性火山熔岩及火山碎屑岩为辅, 向上变为中性火山岩为主, 碎屑岩呈夹层产出且变质为角岩, 岩石普遍具绿帘石化、黑云母化、阳起石化、绿泥石化、黝帘石化。本组属浅海一半深海中性火山岩—硅质岩相。矿区内的萤石及锌矿主要赋存于该组的大理岩中。

(3) 奥陶系上统锡林柯博组 (O_3x) 于小狐狸山东侧小面积出露; 出露面积约 4.72km^2 。在小狐狸山南侧与下伏奥陶系中统咸水湖组 (O_2x) 整合接触关系, 在小狐狸山东侧呈断层接触 (F9), 与志留系下统圆包山组 (S_{1y})、志留系中下统公婆泉组 (S_{2-3g}) 为断层接触, 被早三叠世正长花岗岩 ($T_1 \xi \gamma$) 侵入。本组岩石为灰白至灰黑色, 绿化较强呈灰绿色, 岩性组合为细粉砂岩夹中性火山熔岩, 上部有厚层中性火山岩; 碎屑岩碎屑颗粒总体呈向上变粗趋势, 砂屑主要为长石和岩屑, 石普遍具绢云母化、绿泥石化、黝帘石化、阳起石化。本组属陆源浅海相沉积。

2、志留系 (S)

分布于区域中部及小狐狸山一带, 由于侵入岩的吞蚀, 其形态不完整, 但整体近东西向条带状展布的轮廓基本清晰, 与奥陶系、泥盆系均为断层接触。进一步细分为志留系圆包山组 (S_{1y}) 和公婆泉组 (S_{2-3g})。

(1) 下统圆包山组 (S_{1y})

仅出露于小狐狸山周围, 面积约 5.7km^2 , 北西向展布, 其东侧与上奥陶系锡林柯博组 (O_3x) 断层接触, 与奥陶系中上统公婆泉组 (S_{2-3g}) 呈整合接触关系; 大范围被石炭世闪长玢岩 ($C \delta \mu$) 侵入。本组岩性组合为灰至灰绿色粉砂岩与硅泥质岩互层, 岩石普遍绢云母化。本组属浅海一半深海的粉砂—硅泥质相沉积。

(2) 中上统公婆泉组 (S_{2-3g})

该地层较发育, 主要分布于区域中部, 小狐狸山—高石山及高石山西南一带, 近东西向展布, 出露面积约 83km^2 , 与圆包山组 (S_{1y}) 呈整合接触关系, 与泥盆系洪尖山组 (D_{1-2h})、清河沟组 (D_{1-2q}) 呈断层接触, 被石炭世花岗闪长岩 ($C \gamma \delta$)、石英闪长岩 ($C \delta o$) 及少量辉长岩、早三叠世正长花岗岩 ($T_1 \xi \gamma$) 侵入, 局部见有辉绿岩、花岗岩脉、花岗斑岩脉侵入。本组属浅海砂岩—粉砂岩相, 晚期局部地带有火山喷发活动。本

组岩石普遍具碳酸盐化、青盘岩化等蚀变。根据岩性和含矿特征可分为上、下两个岩段。

一岩段(S2-3 g^1)分布于高石山东及高石山西一带大面积出露,上部岩石为灰色,绿
化强者呈灰绿色,岩性组合为安山岩及安山质火山碎屑岩。

二岩段(S2-3 g^2)分布于高石山及高石山西一带大面积出露,主要呈灰色、灰黑色,个别
岩层呈灰黄色,岩性组合为细粉砂岩夹泥板岩,向上碎屑呈变粗趋势,碎屑主要为长石
及岩屑。该组中部北大范围被石炭世石英闪长岩(C δ o)侵入,在侵入体西侧的地层中
见有褐铁矿化、硅化、绢云母化、孔雀石化、绿帘石化沿北北西向呈带状集中分布。

3、泥盆系(D)

该地层较发育,主要出露于区域北部,于区域南部及西部也有小范围出露,出露面积
约82km²,呈近东西向条带状展布,与奥陶系、志留系、泥盆系均为断层接触。泥盆系
包括:红尖山组(D₁₋₂h)、清河沟组(D₁₋₂q)。

(1) 泥盆系中下统红尖山组(D₁₋₂h)

该地层较发育,分布在小狐狸山—高石山北部及南部,展布方向近东西向,呈条带状、
不规则状产出。出露面积约30km²,与石炭系绿条山组(C₁₋₂l)呈断层接触,被石炭世花岗
闪长岩(C γ δ)、石英闪长岩(C δ o)、早三叠世正长花岗岩(T₁ ξ γ)侵入。本组岩性
组合为中基—中酸性火山熔岩夹火山碎屑岩,岩石普遍硅化、碳酸盐化。本组属浅海相
沉积。

(2) 泥盆系中下统清河沟组(D₁₋₂q)

该地层较发育,分布于小狐狸山—高石山北部及南部,出露面积约52km²,呈北西、北
东向条带状展布,与红尖山组(D₁₋₂h)呈整合接触关系,与石炭系绿条山组(C₁₋₂l)呈
断层接触,被石炭世花岗闪长岩(C γ δ)、石英闪长岩(C δ o)、早三叠世正长花岗岩
(T₁ ξ γ)侵入。该组岩性组合为灰—灰黑色细粉砂岩与硅泥质岩互层,砂屑为长石和石
英,具陆源特征,岩石普遍具黄铁矿化。本组属浅海相沉积。

4、石炭系(C)

石炭系地层不发育,出露较少,面积约23km²,出露于高石山—小狐狸山—勘查区一
带南部,呈北东向条带状展布,包括中下石炭统绿条山组(C₁₋₂l)及中下石炭统白山组
(C₁₋₂b)。

(1) 石炭系中下统绿条山组(C₁₋₂l)

该套地层不发育,出露于小狐狸山东南部,呈北东向条带状展布,出露面积约
21km²,与奥陶系罗雅楚山组(O₁₋₂l)、咸水湖组(O_{2x})、泥盆系红尖山组(D₁₋₂h)、清
河沟组(D₁₋₂q)均呈断层接触,石炭系白山组(C₁₋₂b)整合覆于其上,被石炭世花 岗

闪长岩 (C γ δ)、石英闪长岩 (C δ o)、辉长岩 (Cv)、早三叠世正长花岗岩 (T $_{1-2}$ ξ γ) 侵入。该组岩性为滨海—浅海相沉积的一套碎屑岩夹中基性火山岩建造, 下部以凝灰岩、凝灰熔岩为主夹硅泥岩, 底部见有砂板岩; 上部主要为砂砾岩夹硅泥质岩, 砂砾岩自下而上呈变细趋势, 即由砾岩向细粉砂岩变化的规律, 本组岩石普遍具绢云母化、阳起石化、黑云母化。认为本组属滨海—浅海相沉积。

(2) 炭系中下统白山组 (C $_{1-2b}$)

该地层不发育, 仅在高石山南部呈北东向小面积出露, 出露面积约 3km²。石炭系白山组 (C $_{1-2b}$) 整合于绿条山组 (C $_{1-2l}$) 之上, 被石炭世花岗闪长岩 (C γ δ) 侵入。该组岩性组合为安山岩、英安岩及安山质凝灰岩, 岩石普遍具有绿泥石化。

5、第四系 (Qh)

大面积分布在区域北东和南东边缘, 另于基岩区内沟谷及低洼处小面积分布, 层厚约 5 m-13m, 所处地貌主要为山前洼地及山间沟谷和低洼处, 成因基本相似, 统一为全新统冲洪积物 (Qh^{pa1}), 成分为砂砾石、泥砂、砂土等, 砂砾石成分受源区控制。

(二) 岩浆岩

1、喷出岩

(1) 区域火山活动情况及喷发旋回韵律

区域上火山活动开始于早奥陶世, 最早见于奥陶系下统罗雅楚山组 (O $_1l$) 呈夹层于碎屑岩层内, 仅见中性熔岩, 岩性为安山岩, 表明早奥陶世火山活动微弱。中奥陶世早期, 火山活动规模较小, 但有一定强度, 为中性、酸性熔岩伴少量酸性喷发岩, 岩性有安山岩、流纹岩、流纹质晶屑玻屑凝灰岩, 于奥陶系中统咸水湖组 (O $_2x$) 下部呈夹层于碎屑岩层内; 晚期火山活动规模较大, 奥陶系中统咸水湖组 (O $_2x$) 上部火山岩大量发育, 但仅为中性、中酸性熔岩, 岩性为安山岩和英安岩; 该组火山岩呈中性—中酸性之旋回, 底部呈溢流—喷发之韵律。晚奥陶世火山活动较弱, 均为溢流相中性熔岩, 岩性为安山岩, 于奥陶系上统锡林柯博组 (O $_3x$) 呈夹层产出, 局部地段连续多层产出。中晚志留世火山再次强烈活动, 于志留系中上统公婆泉组二段 (S $_{2-3g}$) 和志留系上统碎石山组 (S $_{2-3s}$) 大量出现, 志留系中上统公婆泉组二段 (S $_{2-3g}$) 中性熔岩和中性喷发岩交互产出, 岩性有安山岩、安山质含角砾岩屑晶屑凝灰岩、安山质火山角砾岩, 呈弱喷发—强喷发—溢流之韵律。早中泥盆世, 古亚洲洋板块向南俯冲于塔里木板块之下, 火山活动再次开始, 形成了陆源火山岛弧岩系 (红尖山组), 同时在新生的火山岛弧边部沉积碎屑岩层 (清河沟组); 红尖山组火山岩主要为熔岩, 下部有少量喷发岩, 岩性为安山岩、英安岩、斜长流纹岩、晶屑玻屑凝灰岩, 呈由中性熔岩—中酸性熔岩之旋回趋势。

早中石炭世，海底火山间歇式活动，以弱喷发为主，岩性为安山质（英安质）晶屑凝灰熔岩、安山质岩屑晶屑凝灰岩，呈夹层或互层于碎屑岩内，呈由中性火山碎屑岩—中酸性火山碎屑岩之旋回。

（2）岩石特征

火山活动自早奥陶世开始至中石炭世结束，火山岩主要为溢流相，喷发相次之，喷发沉积相微少。

溢流相火山岩主要为安山岩、次为英安岩、流纹岩、斜长流纹岩。

喷发相火山岩有安山质火山角砾岩，安山质含角砾岩屑晶屑凝灰岩、安山质（英安质）岩屑晶屑凝灰岩、流纹质凝灰岩、安山质（英安质）晶屑凝灰熔岩等。

喷发沉积相火山岩仅有火山岩屑砂岩和沉凝灰岩。

各组火山岩岩石类型及特征如下。

①咸水湖组火山岩岩石类型及蚀变特征

岩石多呈灰黑色、深灰色，主要为安山岩、英安岩，次为流纹岩及流纹质凝灰岩，绿帘石化、黝帘石化、阳起石化、黑云母化较为普遍。

②锡林柯博组火山岩岩石类型及蚀变特征

岩石多呈灰黑—灰绿色，主要为安山岩，次为安山质火山角砾熔岩、重结晶流纹质玻屑凝灰岩。绢云母化、黝帘石化、阳起石化强烈。

③公婆泉组二段火山岩岩石类型及蚀变特征

公婆泉组二段火山岩集中分布于测区北部高石山及独龙包北一带。岩石多呈灰—灰绿色，岩性为安山岩、安山质火山角砾岩及安山质含角砾岩屑晶屑凝灰岩。青盘岩化、碳酸盐化明显。

④红尖山组火山岩岩石类型及蚀变特征

主要分布在测区北部，小狐狸山—高石山一线之北部及南部，呈不规则状总体近东西向展布。岩石多呈青灰色、灰色；岩石为安山岩、英安岩、斜长流纹岩等。碳酸盐化、硅化较为普遍。

⑤绿条山组和白山组火山岩岩石类型及蚀变特征

出露于小狐狸山东南部，呈北东向条带状展布，多呈灰色、深灰色、灰绿色；岩性为安山质岩屑晶屑凝灰岩及安山岩等。阳起石化、黑云母化较为普遍。

（3）成矿条件分析

区域上未发现火山作用直接形成的矿产，但有与成矿关系密切的火山岩岩性组合。多处铜、金矿化点存在于奥陶系中统咸水湖组火山熔岩及火山碎屑岩相内，气成热

液铁矿点存在于奥陶系中统咸水湖组火山岩—碎屑岩相带上，在公婆泉组火山熔岩—火山碎屑岩相中也发现有铜、金矿化。这些矿化虽然主要为后期岩浆热液作用造成，但与这些火山岩相对富集铁、铜及金等元素是密切相关的。

2、侵入岩

区域上侵入岩发育，分布广泛，成分复杂，基性、中性、酸性侵入岩均见出露，以中酸性侵入岩居多。规模较小，多呈岩株、岩墙、小岩基产出，脉岩发育。

侵入活动主要发生在石炭世，早三叠世还有微弱活动，未见早三叠世以后侵入岩。侵入岩受区域构造体系控制，石炭世侵入岩总体呈近东西—北西西向展布。绝大多数侵入岩属于石炭世，它们都侵入了石炭系中下统以下地层。只有正长花岗岩属于早三叠世。区域内侵入岩可划分为两个侵入时代。各时代侵入岩的岩石类型、规模分布、岩体产状、成矿性等方面的特征，见表 2-2。

表 2-2 大狐狸山地区侵入岩特征一览表

时代	代号	主要岩石类型	矿产	岩体产状	出露位置	与围岩关系	同位素年龄 (Ma)
三叠世	T ₁ ξγ	细粒正长花岗岩、似斑状花岗岩	钼、铌钽、铀、铁、萤石	岩株岩墙	小狐狸山东侧，大狐狸山北部也有零星分布。	侵入 C _{γδ} 、C _{γo} 、C _v 、C _{δμ} 、C _{1-2l} 、S _{2-3g} 、D _{1-2q} 、O _{3x} 、O _{2x} 、O _{1l}	246.8±1.7
石炭世	C _{γδ}	中细粒花岗岩闪长岩	矽卡岩型铁和铜铅锌矿化。	岩株	大狐狸山西南部一带。	侵入 C _{δo} 、C _{γo} 、C _v 、C _{1-2l} 、S _{2-3s} 、S _{2-3g} 、D _{1-2h} 、D _{1-2q} 、O _{2x}	292.7±1.2
	C _{δo}	细粒石英闪长岩	铜金矿化	岩株岩基	大狐狸山一带。	侵入 S _{2-3g} 、D _{1-2h} 、D _{1-2q} 、O _{3x} 、O _{2x}	289.9
	C _{δμ}	闪长玢岩		小岩株	小狐狸山及其北、北西东部。	侵入 S _{1γ} 、D _{1-2h} 、D _{1-2q}	304.0±0.9
	C _δ	细粒闪长岩		岩株	零星分布于高石山以西。	侵入 O _{3x} 、O _{2x}	被 C _{δo} 侵入
	C _v	细中粒辉长岩	铁、钛、钒	小岩株	零星分布于高石山以西、以南一带。	侵入 S _{2-3g} 、C _{1-2l}	

(1) 石炭世侵入岩

该时代侵入岩广泛分布，多呈岩株状产出，个别呈岩基状产出。其岩性分别为辉长岩 (C_v)、闪长岩 (C_δ)、闪长玢岩 (C_{δμ})、石英闪长岩 (C_{δo})、花岗闪长岩 (C_{γδ})。由早到晚总体上有呈基性—中性—中酸性演化规律。

细中粒辉长岩 (C_v)：出露少，零星分布于高石山以西、以南一带。均呈小岩株产出，侵入志留系中上统公婆泉组与石炭系绿条山组地层中。岩体内有围岩捕虏体和顶盖，说明岩体剥蚀不深。岩石为灰绿色，具辉绿、辉长结构，块状构造。矿物成分由较自形的普通辉石、普通角闪石、斜长石组成。矿物粒径 0.5mm—5mm。岩石具有较强的蚀

变作用，主要为暗色矿物的绿泥石化、黑云母化、阳起石化，斜长石的钠黝帘石化。斜长石含量约为60%、普通辉石含量约为20%、普通角闪石含量约为20%。

细粒闪长岩(C δ)：零星分布于高石山以西。岩体的展布方向均与所处部位的构造线方向一致，沿当地的主要断裂带侵入。侵入于泥盆系中下统红尖山组的安山岩、安山质凝灰岩中，岩体边部见有砂岩捕虏体，被花岗闪长岩(C $\gamma\delta$)侵入。由于区内的闪长岩体一般较小，呈小岩株状产出，所引起的围岩蚀变微弱。岩石新鲜面为灰绿色，风化面为黑色，具细粒半自形粒状结构，块状构造；矿物组成以斜长石、角闪石为主，黑云母、石英少量；矿物粒径0.3 mm—1.5 mm。斜长石含量约为45%、角闪石含量约为40%、辉石含量约为5%、黑云母含量<5%、磁铁矿少量。

闪长玢岩(C $\delta\mu$)：仅出露在小狐狸山及其北、北西东部，呈小岩株产出。该地区闪长玢岩在地貌上为一系列圆形高山，山势陡峻。侵入泥盆系中下统红尖山组和志留系下统园包山组，局部被三叠世的正长花岗岩侵入。岩石蚀变较强，斜长石具较强的绢云母化、绿帘石化、碳酸盐化，角闪石全部被绿泥石、阳起石代替。岩石呈灰、灰绿色，蚀变较强，具变余斑状结构，基质变余微粒结构，块状构造。岩石由变斑晶和基质两部分组成；斑晶成分为斜长石，基质成分为斜长石及暗色矿物阳起石，岩石蚀变使原岩的结构、构造变得模糊不清，主要蚀变为阳起石化、碳酸盐化，斜长石斑晶的土化、泥化，次生石英占一定数量，暗色矿物分解形成的榍石呈菱形、不规则粒状等。矿物成分：斑晶：斜长石约含5%；基质：斜长石约含60%，阳起石约含15%，绿泥石约含5%，次生石英含量<5%，绢云母约含5%，榍石含量<5%，磷灰石少量，碳酸盐少量。

细粒石英闪长岩(C δo)：分布于大狐狸山一带，于黑石山以南也有少量分布。呈岩株状产出，出露面积比较大。主要有高石山南等岩体。侵入志留系中上统的公婆泉组二岩段和泥盆系中下统红尖山组。高石山岩体，受北西向扭裂隙控制，呈北西向分布。受构造挤压破坏，岩体中节理裂隙发育，有大量闪长玢岩脉贯入。石英闪长岩侵入志留系中下统公婆泉组，在接触带上见石英闪长岩具冷凝边，围岩具烘烤现象和较强的角岩化。新鲜面为浅灰色，风化面灰色，具中细粒半自形粒状结构，块状构造。岩石主要由石英、斜长石、角闪石、黑云母等矿物组成。石英无色它形粒状，粒径1 mm左右，约含 10×10^{-2} ，斜长石灰白色，半自形板状，粒径1—2 mm，约含 60×10^{-2} ，角闪石黑绿色，它形至半自形粒柱状，约含 15×10^{-2} ，黑云母，黑色，片状，约含 8×10^{-2} ，其余为钾长石等。

中细粒花岗闪长岩 (C γ δ) : 主要分布于大狐狸山、高石山西、南部一带, 岩体呈岩株、岩基状产出。主要有高石山南等岩体。侵入志留系中上统公婆泉组和石炭系中下统红尖山组、青河沟组。岩体一般中部粒度粗, 边缘粒度相对细些。岩石弱碎裂, 裂隙有石英充填, 具弱绿帘石化、绢云母化。岩石球形风化明显, 并可见风蚀孔洞, 岩体中亦含有较多 1cm—4cm 大小的椭球形闪长质小包体。岩石呈浅灰白色, 局部浅肉红色, 具不等粒花岗结构, 块状构造。矿物组成为石英、钾长石、斜长石、角闪石及黑云母; 石英, 无色, 它形粒状, 粒径 1mm—5mm, 约含 25%, 钾长石, 肉红色, 半自形板状, 粒径 1mm—4mm, 约含 25%, 斜长石, 灰白色, 半自形板柱状, 粒径 2mm—5mm, 约含 40%, 角闪石及黑云母, 约含 8%, 绿帘石、黄铁矿少量。

(2) 早三叠世侵入岩

该时代侵入岩主要为细粒正长花岗岩及似斑状花岗岩, 似斑状花岗岩分布在勘查区北东角, 呈岩株产出。

细粒正长花岗岩 (T₁ ξ γ) ; 呈岩株状产出, 主要分布在小狐狸山东侧, 大狐狸山北部也有零星分布。侵入奥陶系及石炭系地层。岩体形成于大规模岩浆侵入以后的残余岩浆活动, 因而规模较小, 多呈小岩株、岩墙及岩脉状产出。成分偏酸性。围岩蚀变多不明显。但位于小狐狸山东 4 公里处的正长花岗岩岩体, 该岩体受北西和北东两组扭裂隙控制, 在交汇部位产出, 呈近南北向展布。岩体内具强烈的云英岩化和钠长石化, 外接触带具角闪岩化。岩体的东西两侧分别侵入奥陶系下统、中统砂岩和粉砂岩, 南端侵入了石炭系中下统砂岩。岩石新鲜面为肉红色, 风化面为浅红色, 岩石多为斑状结构, 基质微细粒花岗结构, 块状构造。岩石由石英、微斜长石、斜长石、黑云母组成, 长石石英粒径小于 3mm, 细粒者为 0.6 mm—1mm, 黑云母粒径为 0.6mm±片状。在长石、石英的颗粒间有萤石化、黄铁矿化, 萤石粒径为 0.3mm 左右。矿物组成为: 微斜长石含量约 55%、斜长石含量约 10%、石英含量约 30%、黑云母含量约 5%、白云母少量、铁矿物 (黄铁矿) 少量、萤石少量。

似斑状花岗岩 (T γ π_c): 岩石呈浅肉红色, 变余似斑状结构, 基质变余细粒花岗结构, 块状构造。岩石主要有斜长石 65%, 石英 25%—30%, 钠长石 10%, 黑云母少量组成。其中斑晶主要由条纹长石、反条纹长石和石英组成, 斑晶粒度变化多在 2—10mm 之间, 部分形成聚片状, 条纹长石均由钾长石交代斜长石后形成; 基质由半自形板柱状斜长石、板状正长石、它形粒状石英及鳞片状黑云母组成, 粒径 0.25—0.8mm 之间, 交代现象较斑晶弱。

3、脉岩

区域上脉岩发育，分布广泛，在各种地层和侵入岩体内均有脉岩穿插。脉岩种类由基性—酸性均见。各种脉岩发育程度相差较大，以闪长玢岩脉（ $\delta \mu$ ）、闪长岩脉（ δ ）和斜长花岗斑岩（ $\gamma o \pi$ ）、花岗斑岩脉（ $\gamma \pi$ ）最为发育；花岗岩脉（ γ ）和石英脉（ q ）次之；辉绿玢岩脉（ $\beta \mu$ ）和辉长岩脉（ v ）最少。时间上，从大多数岩脉贯入在石炭世侵入岩体之中看，脉岩的时代应是石炭世。空间上，岩脉受北西向、近东西向裂隙、节理控制为主，其次受北东向和南北向裂隙、节理控制。

从岩脉之间穿切关系看，岩脉相对顺序是：最早为花岗岩脉、斜长花岗斑岩脉；次为闪长岩脉、辉长岩脉；较晚为闪长玢岩脉等。

区内脉岩中，很少见到有用矿产。仅在石英脉中及其附近见有铜矿化和铅矿化，个别闪长玢岩脉中见有星点状黄铁矿化。

除上述脉岩外，在区域上还见其他规模较小的脉岩出于岩体及周围地层内如细晶岩脉（ γi ）、花岗闪长斑岩脉（ $\gamma \delta \pi$ ）、正长花岗岩脉（ $\xi \gamma$ ）、流纹岩脉（ $\lambda \pi$ ）、石英二长岩脉（ ηo ）、石英二长斑岩脉（ $\eta o \pi$ ）、辉绿玢岩脉（ $\beta \mu$ ）、闪煌斑岩脉（ $\delta \xi x$ ）等。

（三）构造

区域大地构造位置属塔里木板块（I）塔里木北东大陆边缘（II）黑鹰山火山型被动陆缘（III）。该构造单元具有以下特征：中奥陶世被动大陆斜坡地壳强烈拉张下陷，有强烈火山喷发活动，发育中基性火山岩和硅质岩。中晚志留世，本区处于火山岛弧环境，发育钙碱性火山岩。早泥盆世于洋壳俯冲作用，陆陆碰撞而造山成陆。晚古生代处于板内造山阶段，由于地幔上涌，地壳拉张形成裂谷带，并有强烈火山喷发活动及花岗岩浆的侵入。中生代发育北东向或近东西向上叠盆地，同时发育大规模推覆构造。新生代，差异性升降运动导致坳陷盆地继承和上叠于中生代断陷盆地之上，沉积了河湖相碎屑岩。

区域构造形迹主要有断裂、裂隙和褶皱，呈近东西、北东、北西、近南北四个方向展布。褶皱主要见于古生代奥陶—泥盆系地层内，主要为轴向北西西或近东西向延长的复式背斜；近东西向压性断层是测区形成最早、规模最大的一组断裂，规模较小的北西、北东及近南北向三组断裂为扭性和压扭性，形成时间晚于近东西向压性断层；裂隙主要为北东和北西向，近东西及近南北向少量，表现为被各种脉岩填充。区域构造纲要图见图2-1。

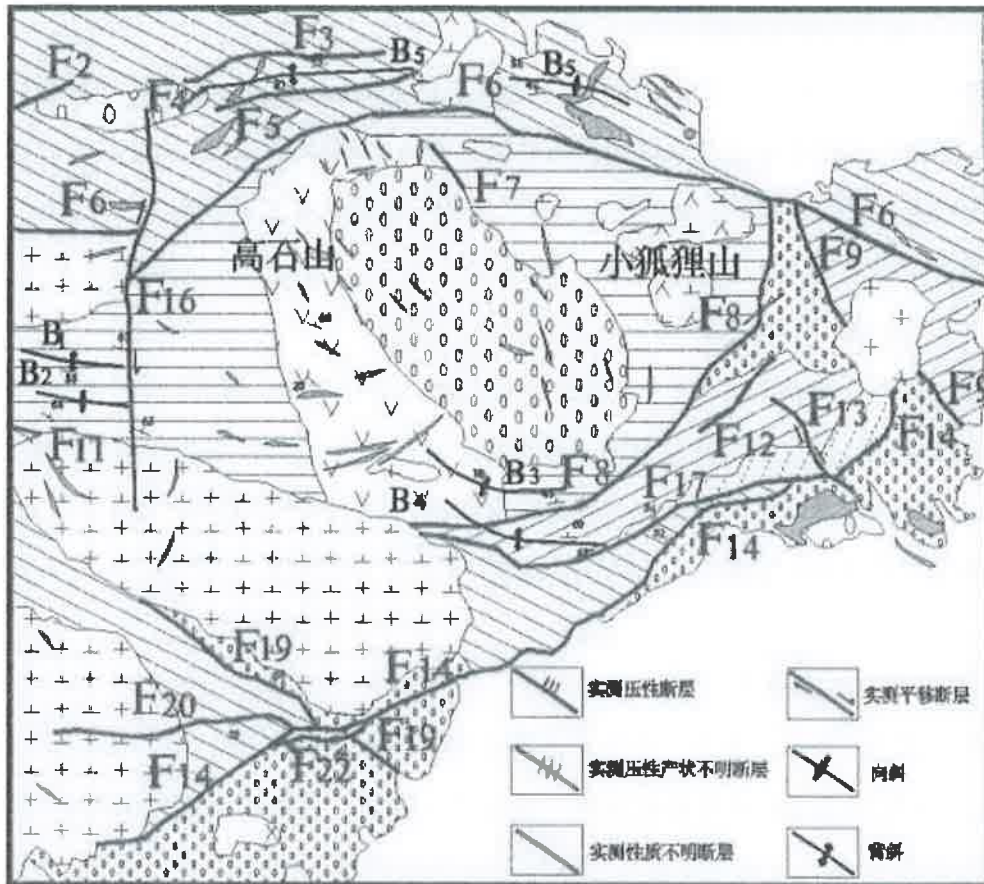


图2-1 小狐狸山一带构造纲要图

1、褶皱

区域上褶皱构造主要发育在早古生代地层内,受后期构造影响明显,有的被断层错断,有的翼部部分缺失,局部还有不对称或倒转现象。小狐狸山一带褶皱轴的延伸方向 基本为近东西向。

(1) 高石山西南背斜(B1)

位于高石山西南约3.5公里,出露宽约1000m,长约3000m,核部由志留系中下统 公婆泉组粉砂岩构成,两翼为志留系中下统公婆泉组砂岩、粉砂岩等,北翼产状为 $15^{\circ} \angle 67^{\circ}$ 左右,南翼产状为 $190^{\circ} \angle 55^{\circ}$ 左右。该背斜发育较完整,枢纽指向西,轴面 近直立,为直立倾伏褶皱。

(2) 高石山西南部向斜 (B2)

位于高石山西南约5公里,出露宽约800m,长约2800m,核部为志留系中下统公婆 泉组粉砂岩构成,两翼为志留系中下统公婆泉组砂岩、粉砂岩等,北翼产状为 $190^{\circ} \angle 55^{\circ}$ 左右,南翼产状为 $25^{\circ} \angle 64^{\circ}$ 左右。该向斜发育较完整,枢纽指向东,轴面近直 立,为直立倾伏褶皱。

(3) 高石山南部向斜 (B3)

位于高石山南约 7 公里, 出露宽约 500m, 长约 4500m, 褶皱轴为一条向南凸出的弧形曲线。核部为志留系中下统公婆泉组粉砂岩、安山岩等构成, 两翼为志留系中下统公婆泉组安山岩、粉砂岩等, 北翼产状为 $200^{\circ} \angle 10^{\circ}$ 左右, 南翼产状为 $345^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 左右。枢纽指向南东至近东, 轴面倾向南, 倾角 68° 左右, 为斜歪倾伏褶皱。

(4) 高石山南部背斜 (B4)

位于高石山南约 7.5 公里, 出露宽约 1000m, 长约 4000m, 褶皱轴为一条明显向南凸出的弧形曲线, 褶皱被 F_8 断层切割。核部为志留系中下统公婆泉组粉砂岩、安山岩等构成, 向斜两翼为志留系中下统公婆泉组安山岩、粉砂岩等, 北翼产状为 $5^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 左右, 南翼产状为 $185^{\circ} \angle 62^{\circ}$ 左右。枢纽指向近西—北西西, 轴面直立, 为直立倾伏褶皱。

(5) 高石山北背斜 (B5)

位于高石山北约 3 公里—小狐狸山西北约 5 公里, 出露宽约 800—1000m, 长约 7500m, 在高石山北东被石炭世花岗闪长岩侵入隔断; 该背斜西侧核部为志留系中下统清河沟组粉砂岩, 两翼为志留系中下统清河沟组砂岩、粉砂岩夹大理岩, 北翼产状为 $350^{\circ} \angle 68^{\circ}$ 左右, 南翼产状为 $170^{\circ} \angle 42^{\circ}$ 左右。枢纽指向东, 轴面倾向南, 倾角 72° 左右, 为斜歪倾伏褶皱。该褶皱被走向近东西的压性断层破坏, 内部小褶曲发育, 褶皱紧密, 褶皱轴皆成东西走向; 该背斜东侧核部为泥盆系中下统清河沟组粉砂岩、泥质粉砂岩, 两翼为泥盆系中下统清河沟组泥质粉砂岩、粉砂质板岩及少量安山岩。北翼产状为 $170^{\circ} \angle 58^{\circ}$ 左右, 南翼产状为 $340^{\circ} \angle 42^{\circ}$ 左右。枢纽指向南东东, 轴面直立, 为直立倾伏褶皱。

2、断裂

小狐狸山一带断裂构造发育, 根据走向可分为近东西向、北西向、北东向和近南北向。近东西向断裂形成时间早、规模大、并具有长期活动的特征; 北西向、北东向及南北向断裂较新, 规模较小, 往往切割东西向断裂, 前者为张性或张扭性断层, 后者为扭性断层。测区中与断裂相伴产出的裂隙 (节理) 极其发育, 主要为北西和北东向, 近南北向次之, 近东西向最少, 大多被各种岩脉填充。(见表 2-3)

表2-3 区域断裂构造一览表

编号	位置	产状		被切割单位	性质	断层证据
		走向	倾向			
F ₂	高石山西北约 6 公里向北 东方向延伸约 2.5 公里	北东	倾向及倾向角不详	D ₁₋₂ h D ₁₋₂ q C ₈ o	不明	见断层角砾岩、断层擦痕
F ₃	由高石山西北 3.5 公里向近 东向延伸约 5 公里	东西	倾向及倾向角不详	D ₁₋₂ q	不明	断层两侧岩石具片理化, 附近小断层、裂隙发育
F ₄	高石山西北约 4 公里向北东向延伸约 0.5 公里	北东	倾向及倾向角不详	C ₈ o	不明	断层两侧岩体发生错断
F ₅	由高石山西北 2 公里向东延伸约 5 公里	东西	倾向及倾向角不详	D ₁₋₂ q	不明	为一处沟谷, 两侧岩性突变
F ₆	东起于小狐狸山东约 7 公里, 经过小狐狸山北约 2.2 公里、延伸至高石山西北约 3 公里, 被南北向的扭性断层向南平移后, 向北西呈直线形延伸约 12 公里	东西	倾向及倾向角不详	D ₁₋₂ q S ₂₋₃ g O ₃ x O ₂ x C ₇ γδ	压性	见断层角砾岩及岩石片理化现象, 断层两侧岩层产状不一致
F ₇	高石山西北约 3 公里	北西	倾向及倾向角不详	S ₂₋₃ g C ₈ o	不明	见断层擦痕
F ₈	由小狐狸山北 50° 东 2 公里向南西方向延伸, 至小狐狸山南 45° 西 7 公里处, 与 17 号断层相汇聚	弧形, 近南北转近东西	倾向及倾向角不详	S ₁ y、 S ₂₋₃ g O ₃ x O ₂ x	压性	断层附近岩石具片理化现象, 挤压破碎带两侧岩层走向有交角
F ₉	由小狐狸山南东 7 公里向北 西方向至小狐狸山北 45° 约 4 公里延伸长度约 3.5 公里中间部位被早三叠世中 细粒正长花岗岩体分隔	北西	倾向及倾向角不详	O ₃ x O ₂ x C ₁₋₂ l	不明	两侧地层为不同单元, 产状有交角, 并断续见构造角砾岩

续表 2-3 区域断裂构造一览表

编号	位置	产状		被切割单位	性质	断层证据
		走向	倾向			
F ₁₁	由高石山西南 8 公里向北西向延伸约 4 公里	北西	倾向及倾向角不详	D ₁₋₂ q S ₂₋₃ g	不明	见断层擦痕、遥感影像见清晰线性构造
F ₁₂	小狐狸山东南约 3 公里向北东向延伸约 2 公里	北东	倾向及倾向角不详	O ₂ x	不明	为一处沟谷, 零星可见断层角砾岩
F ₁₃	由小狐狸山南东 2.8 公里向北西方向延伸 3 公里	北西	倾向及倾向角不详	O ₂ x O ₁ l C ₁₋₂ l	平移	为一处沟谷, 零星可见断层角砾岩
F ₁₄	高石山南 10 公里向北东向延伸约 14 公里	北东	倾向及倾向角不详	C ₁₋₂ l D ₁₋₂ q D ₁₋₂ h	压性	遥感影像见清晰线性构造, 见断层角砾岩
编		产状		被切割		

		走向	倾向	单位		
F ₁₆	高石山西南约 5 公里向近北向延伸约 9 公里	南北	倾向及倾角不详	S _{2-3g} D _{1-2h} D _{1-2q}	不明	为一处沟谷，零星可见断层角砾岩
F ₁₇	由小狐狸山南 50° 西约 8 公里向东及北东方向延伸，最后被 9 号断层所截切	北东	倾向及倾角不详	O ₁ I、 O ₂ x D ₁₋₂ q C ₁₋₂ I	压性	见断层角砾岩及挤压破碎带
F ₁₉	由高石山南 11 公里向北西延伸 5.5 公里	北西	断面向北东向倾斜 倾角 58° 左右	C ₁₋₂ I D ₁₋₂ h	压性	断层两侧岩层产状不一致、零星可见断层角砾岩
F ₂₀	位于大狐狸山幅南部，由高石山南 20° 约 13 公里向东方向延伸约 5 公里	东西	断面向东南南向倾斜 倾角 58° 左右	C γ δ D ₁₋₂ h	压性	断层两侧岩体发生错断、见断层擦痕
F ₂₂	高石山西南约 12 公里向北东向延伸约 3 公里黑	北东	断面向近南方向倾斜 倾角 64° 左右	C ₁₋₂ l	压性	见断层擦痕

(1) 近东西向断层 (F5、F6、F20)

小狐狸山—高石山北近东西向断层(F6)：此断层分布于小狐狸山—高石山之北，东自图外向西呈向北凸出的弧形经小狐狸山北约2.2 公里、高石山北约 1.8 公里，在高石山西约3 公里处被一南北向的F4 扭性断层错断，在高石山北西侧呈略向南凸出的弧形，在高石山北东侧呈向北凸出的弧形，在独龙包北东约 10 公里处延至图外，图幅内 断层长近30 公里。以南北向扭性断层为界，东段断层之北为泥盆系中下统红尖山组

(D_{1-2h}) 和清河沟组 (D_{1-2q})，断层之南为奥陶系中统咸水湖组 (O_{2x})、奥陶系上统锡林柯博组 (O_{3x})，志留系下统圆包山组 (S_{1y}) 和志留系中下统公婆泉组 (S_{2-3g})；西段断层之北为泥盆系中下统红尖山组 (D_{1-2h})、清河沟组 (D_{1-2q}) 及石炭世花岗闪长岩，断层之南为石炭世花岗闪长岩及泥盆系中下统清河沟组 (D_{1-2q})。该断层断面 倾向南，倾角不详，断层两侧岩层产状不一致，岩石明显具片理化现象。

(2) 北西向断裂 (F7、F9、F11、F13、F19)

小狐狸山东北西向断裂 (F9)：南东端起于小狐狸山南东约 7 公里处，被第四系砂砾石覆盖，向北西方向延至小狐狸山北东约 4 公里处，延伸长度约 3.5 公里，中间部位 为与北东向断裂交汇处，早三叠世中细粒正长花岗岩在此部位侵入，将该断层分隔成两段；南东段北东盘为奥陶系中统咸水湖组，南西盘为中下石炭统绿条山组，北西段北东盘为奥陶系中统咸水湖组，南西盘为奥陶系上统锡林柯博组；断面近直立，呈波状弯曲， 为压扭性。

(3) 小狐狸山 F8、F12、F17 帚状构造

分布于小狐狸山南至小狐狸山东，总体呈由南西向北东散开的帚状。所见地层有奥陶系下统罗雅楚山组、奥陶系中统咸水湖组、奥陶系上统锡林柯博组、志留系下统园包山组、志留系中下统公婆泉组等。在小狐狸山之南，上述地层挤压紧密，呈束状汇集于小狐狸山之西南方；在小狐狸山东及东北，逐岩层有规律地撒开，岩层走向线呈很多向南东方向凸出的弧形曲线，构成一个清晰的帚状构造。这种岩层走向线，即压性结构面显示的帚状构造揭示，这里曾发生过外旋层为逆时针方向，内旋层为顺时针方向的旋扭运动。

（4）近南北向断裂（F16）

高石山西近南北向断裂（F16）：位于高石山西约4公里，南端止于石炭世花岗闪长岩体中，北端止于石炭世英云闪长岩体内，可见长约9公里，东盘为志留系中下统公婆泉组、中下及泥盆系清河沟组、红尖山组，西盘为志留系中下统公婆泉组、中下及泥盆系清河沟组、红尖山组及石炭世花岗闪长岩体；中部将一近东西向断层东段向南平移约300米，断面近直立，为扭性断层。

（5）裂隙

区域上与断裂相伴产出的裂隙（节理）极其发育，主要为北西和北东向，近南北向次之，近东西向最少。宽几厘米至几米，长几十米至几百米，多被各种岩脉填充。所有

脉岩均表现反复曲折形态，有的追踪两组扭裂面分布，脉壁粗糙，据此，充填岩脉的裂隙性质为张性或张扭性。

（四）变质作用特征

区域上变质岩主要为分布广泛的区域浅变质岩、其次为接触交代变质岩和动力变质岩。区域浅变质岩亦是组成奥陶纪—石炭世地层之岩石，是由正常碎屑岩浅变质火山岩强蚀变而成，变质程度较低，变质相为低绿片岩相；正常碎屑岩浅变质为：变质长石石英砂岩、变质细砂岩、变质粉砂质泥岩、变泥岩、板岩、碳酸盐岩等。火山岩强蚀变主要有绢云母化、黝帘石化、阳起石化、绿泥石化、绿帘石化、青盘岩化、碳酸岩化等；区域上未发现与区域浅变质作用相关的矿产。接触交代变质岩和动力变质岩虽然少量分布，但区域内的内生金属矿产主要形成于接触交代作用时期，并与动力变质作用存在或多或少的关系，同时接触交代变质岩及断裂破碎带是内生金属矿产的重要找矿标志。

1、接触交代变质岩

本区接触交代变质作用主要发生在晚古生代侵入岩与古生代地层外接触带及附近，个别侵入体顶部及边部发生自变质作用。外接触带及附近接触交代变质岩主要为各种角岩化岩石及角岩、矽卡岩、青盘岩化岩石及青盘岩等，个别侵入体顶部及边部接触交代变质岩主要为各种云英岩。

(1) 角岩化岩石和角岩

主要分布于高石山东石炭世石英闪长岩与志留系中下统公婆泉组接触带。岩性为角岩化长石岩屑砂岩、角岩化泥质细粉砂岩等；弱砂卡岩化矿物长英质角岩、黑云母角岩、二云母角岩、红柱石黑云母角岩等。

(2) 矽卡岩

主要分布于本矿区早三叠世似斑状花岗岩与奥陶系中统咸水湖组和奥陶系上统锡林柯博组接触带附近。形成有石榴子石矽卡岩、透辉石—石榴子石矽卡岩、透辉石矽卡岩等。区域内中铁矿及锌矿与矽卡岩密切伴生。

(3) 云英岩

主要分布在小狐狸山早三叠世正长花岗岩岩体南部，位于岩体顶部及与围岩的内接触带，呈大小不等的团块状及脉状，团块状者色浅近于白色，矿物颗粒粗大，孔洞发育；脉状者灰褐—黄褐色，矿物颗粒细小；岩石具粒状变晶结构及斑状变晶结构，块状构造，主要矿物为石英，约占 $40-70 \times 10^{-2}$ ，其余矿物有铁锂云母、萤石、黄玉、磁铁矿等，这些矿物含量变化大，依据主要矿物的相对含量分为：铁锂云母—石英云英岩，萤石—石英云英岩，黄玉—石英云英岩，萤石—铁锂云母—黄玉—石英云英岩等。云英岩是钼、稀有金属矿化体。

2、动力变质岩

区域内动力变质岩亦可见，主要为构造角砾岩和碎裂岩及局部地区岩石片理化，构造角砾岩和碎裂发育在各种断裂破碎带内，片理化岩石主要发生于古生代地层中。

(1) 构造角砾岩

存在于各种断裂破碎带内，是岩石发生脆性碎裂作用的初级产物，岩石由角砾、碎基及次生充填物组成，角砾呈棱角状、次棱角状、次园状或扁豆状等，角砾发生位移或转动，角砾岩石成分来自两盘，碎基和次生充填物分布于角砾周围组成了角砾结构。区域内生金属矿产多与断层破碎带有关，有的矿化就产于破碎带中。

(2) 碎裂岩

岩石在应力作用下沿扭裂面破碎，方向不一的破碎纹切割岩石而具碎裂结构，碎块之间几乎没有位移或位移不明显，碎块外形相互适应，裂隙中常为磨碎的物质，有时为次生的铁质、硅质及碳酸盐等物质充填，原岩特征基本保留，易于辨认。区内碎裂岩主要见于志留系中下统公婆泉组地层中。

3、变质作用与区内矿产的关系

区域内未发现与区域浅变质作用相关的矿产，内生金属矿产主要形成于接触交代作用时期，并与断裂破碎带存在或多或少的关系。本矿区早三叠世似斑状花岗岩期后热液

沿北西和南东断裂运移并交代两侧岩石，形成了矽卡岩化蚀变体和铁矿体、锌矿体；小狐狸山钼—稀有金属矿是小狐狸山早三叠世正长花岗岩在北东和北西向断裂交汇处侵入，期后热液在岩体顶部及边部交代生成各种云英岩，云英岩本身为钼矿化体。

二、矿区地层

矿区内出露地层主要为奥陶系中统咸水湖组、奥陶系上统锡林柯博组及泥盆系中下统红尖山组。侵入岩不发育，仅于矿区东北角出露少量早三叠世似斑状花岗岩，呈岩株产出；另外矿区内见 2 条辉长岩脉和 3 条闪长岩脉。矿区发育北北西向（F1、F2）断裂和北东向（F3、F4、F5）断裂两组，早期北北西向 F1 逆断层纵贯矿区，倾向北东东，断层西侧的下盘为上奥陶统锡林柯博组，东侧的上盘为中奥陶统咸水湖组，F1 与东侧近平行分布的 F2（倾向南西西）正断层，形成“Y 型”构造带，各矿体主要分布于 F1 和

F2 之间断裂带内的咸水湖组，为勘查区的控矿和容矿构造；晚期北东向 F3、F4、F5 断裂切割或错动北北西向 F1、F2 断裂，但对矿体无破坏作用。

（一）矿区地层

矿区内出露地层较为简单，主要有奥陶系中统咸水湖组（O_{2x}）、奥陶系上统锡林柯博组（O_{3x1}）及泥盆系中下统红尖山组（D_{1-2h}）。

1、奥陶系中统咸水湖组（O_{2x}）

广泛分布于矿区的东部，地层受区域断裂 F6 和 F9 控制（区域断裂 F9 与 1:5000、1:2000 地质图上的 F1 为同一断裂），总体呈北北西—南南东向展布，倾角 60°—80°，地层总厚度 677m—1022m，含矿地层厚度 14m—80m。岩性组合为一套浅海—半深海中性火山岩—硅质岩相，岩性主要为深灰色流纹英安岩、浅灰黑色安山岩、凝灰质粉砂岩、大理岩，其中大理岩及透辉石矽卡岩为赋矿层位，根据 1:5000 和 1:2000 地质图测量，综合矿区 62 个钻孔资料对地层岩性层自下而上叙述如下：

（1）凝灰质粉砂岩：岩石浅灰绿色，凝灰质粉砂状结构，块状构造。岩石主要以凝灰级火山碎屑物为主，其次为钙质（≤5%±），零星分布少量细小鳞片状绢云母、细小碳酸盐集合体等组成。岩石中局部有少量分布黄铁矿，呈半自形—自形立方体状，粒径 0.3mm—0.8mm，或零散或密集状分布。该岩性与萤石矿石关系密切，为萤石矿石顶板围岩。矿体附近的凝灰质粉砂岩受构造挤压，片理化、泥化较强，局部热液蚀变红化铁染成红褐色。

（2）大理岩：为矿区内主要赋矿岩性，普遍萤石化，局部具矽卡岩化。岩石呈白色，显微—细粒粒状变晶结构，块状构造。以方解石为主，含量 96%、细小不透明隐晶质

杂质等 $\leq 2\%$ 、石英（脉） $\leq 2\%$ 。方解石，重结晶较明显，粒度约0.06mm—0.6mm±。岩石变晶过程中经多期较强烈破裂、破碎，原方解石重结晶、破碎、方解石填充的脉，再破碎、重结晶、填充脉等反复复杂作用，形成大小不等、重结晶程度差异的方解石变晶，致使其粒度变化较大。岩石中局部见有凝灰质粉砂岩透镜体夹层分布。

（3）石榴子石砂卡岩：岩石灰褐色，具自形一半自形粒状结构，矿物成分主要为较自形的石榴子石，约占（75%—95%），其次为少量石英、方解石、绿帘石、绿泥石（5%—25%），充填于石榴石的空隙内，矿物粒径0.5mm—3mm。

（4）透辉石砂卡岩：岩石呈灰黑色，粒状变晶结构，主要由透辉石（20%—40%）、方解石（35%—40%）、石英（10%—15%）、铁闪锌矿（0.5%—5%）及磁铁矿少量组成，透辉石的排列略具定向性，呈条带状。其中，透辉石呈柱状、短柱状集合体，集合体以放射状为主，部分呈粒状，透辉石粒径0.4mm—1.6mm，集合体大小2mm—5mm；方解石呈它形粒状，粒径小于0.2mm；石英呈它形粒状充填于透辉石、方解石颗粒间，粒径小于0.05mm；局部地段见有闪锌矿呈粒状集合体状，集合体呈团块状零散分布，矿物粒径0.02mm—0.08mm，集合体大小0.3mm—4mm。

（5）英安岩：分布于安山岩与大理岩之间，与安山岩呈相变接触，与大理岩呈断层接触。岩石呈浅灰黑色，具斑状结构，基质包含霏细结构及微晶结构，块状构造，斑晶为具环带构造的中长石，半自形板状弱绢云母化，粒径0.2mm—0.5mm，基质主要由石英、钾长石、斜长石组成，铁矿物少量，次生微晶状黑云母很少。矿物成分：斑晶，中长石15%基质，包含霏细状长英质混晶60%，斜长石微晶20%，铁矿物5%，次生微晶状黑云母少量。

（6）安山岩：岩石呈灰绿色，斑状结构，基质具隐晶质结构，块状构造，主要由斑晶普通角闪石（10%）、斜长石（30%）和基质（60%）等组成。普通角闪石，短柱状、柱状，个别六边形，浅绿色—淡绿色，弱纤闪石化（阳起石为主，透闪石少），并伴随少量隐晶质帘石、微量碳酸盐集合体、磁铁矿等，蚀变物分布不均匀，粒度大致在

0.1—0.4mm±，有相对聚集状不均匀分布特征。斜长石，斑晶少数宽板状、多数板状，隐约可见聚片双晶，成分以中长石为主，粒度约0.1×0.3mm—1.0×2.2mm±，普遍有较多—大量细小次生物隐晶质帘石、微量绢云母、碳酸盐、粘土等不均匀分布。基质呈均匀致密一致的隐晶质，较强蚀变形成较多的细小纤维状集合体绿泥石、细小碳酸盐集合体、隐晶质—细小粒状绿帘石、针状阳起石、细小铁矿物等混杂分布。基质中有细小针状、板条状斜长石微晶（粒度小于0.01×0.1mm±）分布，含量 $\leq 15\%$ 。岩石中蚀变物的不均匀分布与微裂隙群的发育强弱相关。在60线附近安山岩中含有磁铁矿，呈细粒状，粒径0.05mm—1mm，含量在10%左右，呈稀疏浸染状或粒状集合体状不均匀分布。

2、奥陶系上统锡林柯博组（O₃xI）

分布于矿区中西部，与咸水湖组呈断层接触，地层受区域断裂F6和F9控制，矿区内

受F1（与区域上的F9断裂是同一条）断裂控制，总体走向160°左右，倾向南西西，倾角70—80°，地层总厚度57m—1288m，岩性较为单一，主要为英安质晶屑岩屑凝灰岩。

英安质晶屑岩屑凝灰岩：呈灰绿色，晶屑岩屑凝灰结构，块状构造，岩石由晶屑石、英、斜长石、英安岩岩屑等火山碎屑和火山灰胶结物组成，其中：石英晶屑15%、斜长石晶屑≤5%、英安岩岩屑55%、火山灰胶结物20%、磁铁矿等不透明矿物≤5%。岩石中石英晶屑透明洁净，粒度约0.03mm—0.3mm±，呈尖棱角状，个别可见爆裂纹，一般来源于斑晶；斜长石晶屑呈残缺宽板状，粒度约0.03mm—0.3mm±，棱角状，可见聚片双晶，有少量细小次生物绢云母、碳酸盐、粘土等不均匀分布，成分以更长石为主；岩屑一般具显微隐晶质结构，由显微隐晶质长英质组成，粒度约0.01mm—0.6mm±，多呈次棱角状，大部分接近椭圆状，有少量一较多绢云母、碳酸盐、绿泥石、隐晶质帘石、铁质等细小蚀变物混杂不均匀分布，结晶程度、蚀变物随各个岩屑而略有不同，且因和填充空隙胶结的火山灰成分相似而蚀变物相似，致使岩屑界线变得模糊。火山碎屑空隙间填充显微隐晶质—隐晶质细小火山灰胶结，火山灰有弱绿泥石、碳酸盐、绢云母等蚀变。

3、泥盆系中下统红尖山组（D₁₋₂h）

仅在矿区北东角有少量出露，走向北西—南东向，与奥陶系咸水湖组呈断层接触，受区域断裂F6控制，走向110°左右，倾向北东，倾角8°—32°，地层总厚度244m，岩性主要为灰绿色细砂岩。

灰绿色细砂岩：灰绿色，细粒砂状结构，层状构造。岩石中碎屑成分主要为长石、石英，碎屑成分占85%，分选性较好，磨圆度好，多呈次圆状；为泥质胶结，胶结物占15%，胶结松散。

（二）构造

1、褶皱

矿区地表未见规模较大的褶皱，仅见次生构造作用形成的挠曲和揉皱，规模较小，形态复杂。大理岩层中的层间褶皱不明显，凝灰质粉砂岩中通常见有小型的层间舒缓褶曲、挠曲（照片2-4）。



照片2-4 凝灰质粉砂岩中的层间舒缓褶曲

2、断裂

矿区内断层较为发育，主要发育早期北北西向断层(F1、F2)和晚期北东向断层(F3、F4、F5)两组，以北北西向断裂为主，控制了矿区的构造格架，亦为矿区的控矿、容矿构造。按断层性质可分为逆断层(F1)、正断层(F2)、平移逆断层(F4、F5)和性质不明断层(F3)。

(1) 北北西向断层(F1、F2)

F1、F2 同属 1:5 万图幅中的 F9 区域性压扭性断裂构造，在构造发育过程中形成了具压扭性断裂特征的 F1 主构造界面及具张性断裂特征 F2 断裂界面，二者构成了勘查区的控矿和容矿构造。

F1 逆断层：其断裂上盘为咸水湖组，下盘为锡林柯博组。断层整体走向 158° ，倾向北东，倾角较陡， 80° 至近于垂直，长度大于 2.1km，南北向贯穿矿区。受后期区域构造影响断面波状弯曲，局部倾向南西西，倾角应较陡。断层附近发育碎粉岩、碎砾岩及少量构造角砾，角砾呈次棱角状，以 2mm—3mm，具有较强的石膏化、褐铁矿化等现象。

F2 正断层：发育在咸水湖组地层内部，倾向南西，倾角变化大，一般在 50° — 75° ，长度大于 2.1km，南北向贯穿矿区断层中构造角砾发育，角砾均呈尖棱角状—棱角状角砾大小悬殊，以 2mm—10mm 者为主，部分可达 20cm，具有较强的高岭土化、石膏化、褐铁矿化等现象。

(2) 北东向断层(F3、F4、F5)

F4：发育在 19 线—39 线，为左行平移断层，断层规模不大，走向 25° 土，长约 550m，断层走向与地层展布方向斜交，夹角 45° 土。该断层错断了 F1、F2 断层，断距 10m 左右，两侧岩石破碎，具有较强的碳酸盐化、褐铁矿化，对矿化带有破坏左右。

F5：分布在 11 线—15 线，F4 断层南东侧，为左行平移断层，断层规模较大，长约 500m，走向 50° 土，错断了 F1 和 F2 断层，矿化带受到该断层的破坏发生断裂、平移，其最大平移距离在平面上可达 180m 左右，断层两侧岩石破碎，具有较强的碳酸盐化、石膏化、褐铁矿化等。

F3：发育在 21 线—27 线附近，为性质不明断层，断层规模较小，走向 25° 土，长约 200m，两侧岩石破碎，具有较强的碳酸盐化，两侧岩性不对应，对矿化带有破坏左右。

3、劈理

矿区内劈理构造较为发育，常见有板劈理、破劈理。板劈理发育的凝灰质粉砂岩被劈成平整的薄片状，劈理面发育绢云母，产状与地层层理基本一致。破劈理在矿区 12 线探槽中凝灰岩呈密集的破裂面分布，裂隙面间隔一般为 0.1cm—1cm，产状一般与层理一致，局部切穿层理。

(三) 岩浆岩（侵入岩）

矿区内侵入岩不发育，仅于矿区东北角出露少量早三叠世似斑状花岗岩（ $T\gamma\pi^\circ$ ），呈岩株产出。另外矿区内见 2 条辉长岩脉和 3 条闪长岩脉。

似斑状花岗岩（ $T\gamma\pi^\circ$ ）：岩石呈浅肉红色，变余似斑状结构，基质变余细粒花岗岩结构，块状构造。岩石主要有斜长石 65%，石英 25%—30%，钠长石 10%，黑云母少量组成。其中斑晶主要由条纹长石、反条纹长石和石英组成，斑晶粒度变化多在 2—10mm 之间，部分形成聚片状，条纹长石均由钾长石交代斜长石后形成；基质由半自形板柱状斜长石、板状正长石、它形粒状石英及鳞片状黑云母组成，粒径 0.25—0.8mm 之间，交代现象较斑晶弱。

闪长岩脉（ δ ）：区内共出露 3 条，分布于矿区西南部及中部。脉岩为灰—深灰色，具细—微粒半自形粒状结构，主要由中长石、普通角闪石和少量石英、黑云母。岩脉宽 6m—25m 米左右，长数 135m—245m，脉体走向 40° — 50° 。

辉长岩脉（ ν ）：区内发育 2 条，岩石为灰绿色，矿物主要由斜长石、辉石组成。斜长石具绢云母化、帘石化、辉石具绿泥石化。脉岩蚀变较强。岩脉宽 2m—45m 米左右，长数 200m—230m，脉体走向 120° — 170° 。

(四) 变质作用和围岩蚀变

1、变质作用

矿区变质作用主要为岩浆气液—充填交代变质作用及动力变质作用，区域变质作用微弱。气液—充填交代变质作用表现为，矿区内奥陶系咸水湖组原岩为安山质、英安质在后期岩浆气液充填交代作用下，形成石榴石矽卡岩、透辉石矽卡岩。动力变质作用表现为，发育在断裂附近及断层中的断层角砾岩、碎裂岩、碎斑岩、碎粉岩石。区域变质作用表现为，奥陶系咸水湖组原岩为灰岩经区域变质作用，岩石变质为大理岩，局部凝灰质粉砂岩中出现数量不等的绢云母，微具千枚状构造。

2、围岩蚀变

萤石矿体的直接围岩为大理岩，磁铁矿体和闪锌矿体的直接围岩为矽卡岩或矽卡岩化大理岩，主要蚀变有石膏化、高岭土化、硅化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化及矽卡岩化，具体体现为：

石膏化：在地表主要表现为在萤石矿体顶底板围岩中形成规模不等的膏岩层，石膏分布于构造角砾岩、碎斑岩、碎粉岩的裂隙中、角砾间，以粉末状为主，部分呈纤维状集合体；深部则表现为分布于萤石矿体中的石膏透镜体夹层，透镜体厚度 5cm—30cm。

硅化：主要分布于萤石矿化大理岩中，主要表现为细小石英团块，粒径 0.5mm—1mm。

高岭土化：主要呈粉末状分布于萤石矿体及矿体附近的围岩中。

绢云母化：沿岩石裂隙面呈细小鳞片状集合体分布，多见于凝灰质粉砂岩中。

绿泥石化：呈细小纤维状、鳞片状集合体分布于岩石的节理、裂隙面上，主要分布于矿区东侧安山岩中。

绿帘石化：多见于矿区东侧安山岩及英安岩中，呈粒状者居多，部分呈粉末状。

矽卡岩化：主要分布于闪锌矿矿体及围岩、磁铁矿矿体围岩中，表现为矿化带中发育大量的矽卡岩、矽卡岩化大理岩。矿区矽卡岩及矽卡岩化岩石，主要是由华力西期岩浆汽水热液（酸性）交代大理岩及英安岩而成。矽卡岩多呈外形不规则的团块状、透镜状产出，部分矽卡岩呈脉状、网脉状等复杂形态。矽卡岩出露范围小者数平方米，大者长约 200m，多成群、成带出现，平面上多呈 340°—160° 方向展布，倾向北西。矽卡岩与围岩，多呈过渡关系，少数呈突变关系或呈穿插关系；局部矽卡岩中有原岩残留体。

三、水文地质条件

（一）区域水文地质条件

本区属于内陆干旱气候区，位于黑河下游弱水段，由于地貌、地质结构，气候及水文条件所致，使区域内具有干旱地区的水文地质特征。据 1:20 万《嘎顺淖尔幅》区域水文地质普查报告资料表明，地下水的富集必须具备两个条件，一是补给来源，二是储水构造。本区地下水是在气候因素和地质构造、地形地貌诸因素的综合作用下形成的。不同类型的地下水其埋藏、分布、运动等方面各有其特点，在一定条件下彼此相互转化。

1、区域含（隔）水层特征

（1）第四系松散岩类孔隙潜水

区内第四系松散岩类孔隙潜水大致以西河为界。河东地区，含水层厚，颗粒粗，并有西河季节性的洪水定期补给，故地下水的富水性富于西河以西的地区。

含水层的岩性由南向北, 潜水含水层由砂砾石相变为含砾的砂和砂层, 厚度由 10—30m, 变为 1—3m, 所以, 富水性由单井涌水量 100—1000m³/d, 逐渐减少到小于 100 m³/d。承压含水层的岩性, 从南向北, 由中粗、中细砂, 相变为细砂和粉细砂, 含水层的厚度由 30—40m, 向北减少到 1—3m, 100 —300 m³/d 逐渐减少到小于 100 吨 m³/d。1—4 m。所以, 富水性由单井涌水量 1000—3000 m³/d, 逐渐减少到小于 100 m³/d。

地下水的水质, 从南部的微咸水, 向北至湖滨一带成为卤水。而承压水的水质在水平方向的变化不明显, 矿化度为 1—2g/L, 局部可达 2—3g/L。

第四系砂层孔隙潜水及承压水的富水性, 主要与含水层的厚度关系密切。大致有如下规律: 在降深为 5 米左右时, 含水层厚度小于 5.0 m 时, 单井涌水量小于 100 m³/d, 厚度增至 5—10m 时, 涌水量增加到 100—500 m³/d, 含水层厚度增加到 10-30 米, 单井涌水量为 500—1000 m³/d。

(2) 碎屑岩类层间承压水

主要分布于嘎顺淖尔湖盐(居延海北东部山前带), 地层由北向南倾斜, 初夏的冰雪融化水和夏秋之间的洪水沿途渗漏补给侏罗系地下水; 另外, 基岩裂隙水以侧向径流的方式补给侏罗系地下水, 因此, 补给来源比较充沛, 所以, 地下水的富水性比较好, 单井涌水量可达 100—1000m³/d。如额旗水利局打井队, 在边防公路旁打的生产井(外 8 孔), 孔深 149.0 m, 含水层为砖红色的砂砾岩, 厚度约 113 m, 水位埋深 1.0 m, 降 10.0 m, 涌水量可达 480m³/d, 水质较好, 人可饮用(访问资料)。因补给来源的地形与区内地势相差较大, 故地下水具有承压性, 含水层顶板埋深 36m。

(3) 基岩裂隙水

基岩裂隙水, 分布在测区北部的山地, 含水层的岩性为古生界的一套火山岩、碎屑岩, 还有华力西期的侵入岩。

据位于小狐狸山东部的 4 号孔的资料, 含水层岩性为板岩, 水位埋深 7.55m, 降深 30.58m, 涌水量仅为 10.49 m³/d。向东的 2 号孔及 5 号孔, 孔深在 80—100 m 均未见地下水, 因基岩裂隙水补给有限, 地下水径流极为滞缓, 水质差, 矿化度达 10.0 g/L 以上, 水化学类型为水化学类型为 SO₄ · Cl-Na 型。

断裂带脉状水是基岩裂隙水的一种特殊表现形式。东西向断裂带为区域性构造线, 多为压性和压扭性。由于经历了不同时期的构造变动, 断裂的力学性质在野外难以辨认, 并具有多次活动的特征。结构面上多呈断层泥、断层角砾岩及糜棱岩, 对地下水的运移,

起阻水作用,所以断裂的结构面上富水性极差,单井涌水量小于 $10 \text{ m}^3/\text{d}$,因径流条件不畅通,水质劣,矿化度高达 $10\text{--}60\text{g/L}$,水化学类型为 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl-Na}$ 型,如位于小狐狸前山的压扭性断裂带上的3号孔,孔深为 102.2m ,为断层泥和角砾岩,水位埋深 7.9m ,降深 16.28m ,涌水量为 $50 \text{ m}^3/\text{d}$,矿化度高达 11.06 g/L 。

2、地下水补给、径流及排泄条件

大气降水和上游地下水的侧向径流补给,为本区地下水的唯一补给来源。其补给量的大小与降水的强度、形式,包气带岩性及植被等因素有关。

当大气降水到达地表时,一部分形成沟谷洪流,沿沟谷向下径流,一部分沿裂隙入渗,直接补给地下水,形成地下径流。本区地下水总的径流方向是自南西向北东,地下水的径流条件受含水层岩性、构造、地形地貌及补给量大小的影响。本区地下水的排泄方式主要为地下径流、局部人工开采、泉及蒸发等。地下水动态基本稳定,地下水位受大气降水补给量的影响,一般夏季较高,春秋冬三季较低。

(二) 矿区水文地质条件

1、地下水赋存分布特征

按含水层岩性和水力性质,矿区地下水类型可划分为碳酸盐岩溶隙裂隙水、基岩裂隙水和构造带脉状水三种类型,第四系覆盖层为透水不含水层。

(1) 碳酸盐岩溶蚀裂隙水

主要分布于矿区大部分地区,碳酸盐岩裂隙溶隙水主要赋存于奥陶系中统咸水湖组(O_2X)大理岩溶蚀裂隙中,岩石溶蚀裂隙及孔洞较发育,裂隙呈半张开—张开状,受地下水补给条件的影响,富水性弱—中等,水量贫乏—中等。据本次对钻孔 ZK1101、ZK1601、ZK5301 以及机井(位于首采区 32 线的 FL7 萤石矿体处)进行的抽水试验资料统计(表 2-4),其中 ZK1101 抽水试验资料:静止水位 35.85m ,动水位 37.81m ,水位降深 1.96m ,涌水量为 0.061 L/s ,单位涌水量 $0.031 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$; ZK1601 抽水试验资料:静止水位 23.96m ,动水位 26.78m ,水位降深 2.82m ,涌水量为 0.061 L/s ,单位涌水量 $0.0216 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$; ZK5301 抽水试验资料:静止水位 79.52m ,动水位 81.52m ,水位降深 2.00m ,涌水量为 0.061 L/s ,单位涌水量 $0.0305 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。机井(见图 2-2)抽水试验资料:静止水位 24.39m ,动水位 25.37m ,水位降深 0.98m ,涌水量为 6.278 L/s ,单位涌水量 $6.41 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。矿化度 $5.540\text{--}7.464 \text{ g/L}$, pH 值 7.74 ,水化学类型为 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl-Na} \cdot \text{Ca}$ 型水,水质较差,属咸水。反映出气候极端干旱,地下水径流微弱,循环交替较为滞缓,

蒸发浓缩作用强烈。从水质分析结果看，地下水属高硬度、弱碱性、高矿化度的咸水，不宜作为生活饮用水。该层为矿床直接充水含水层。富水性弱，局部地段富水性中等。

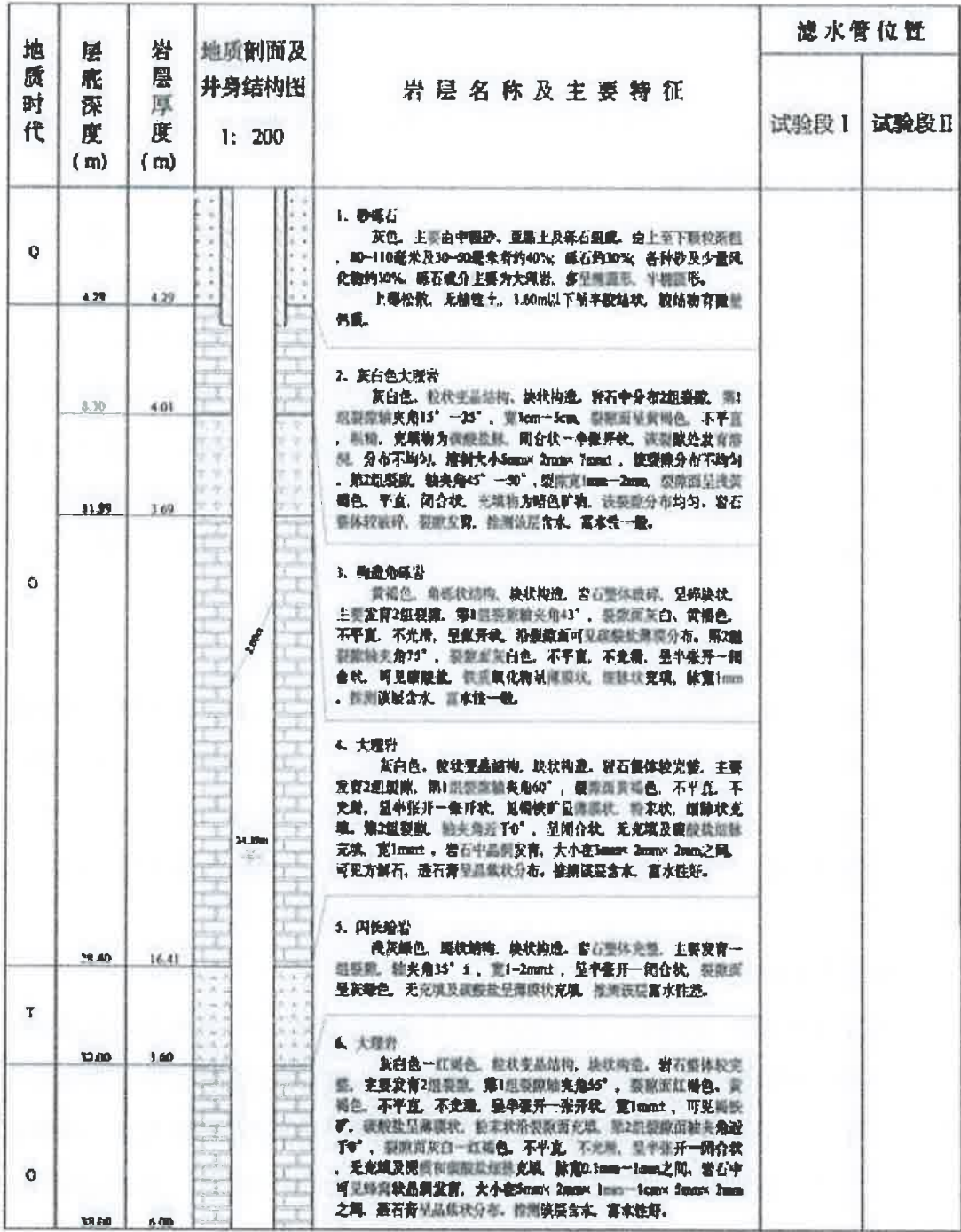


图2-2 矿区机井综合素描图

表 2-4 钻孔终孔静止水位观测一览表

钻孔编号	孔深 (m)	地面标高 (m)	水位埋深 (m)	水位标高 (m)	备注
ZK1101	116.50	986.09	35.85	930.00	首采区 11 线

ZK1601	68.60	992.10	23.96	954.29	首采区 16 线
ZK5301	277.40	984.50	79.52	907.02	勘探区 53 线
机井	38.00	978.00	24.39	953.61	首采区 32 线

(2) 基岩裂隙水

基岩裂隙水可分为碎屑岩类基岩裂隙水、火成岩类基岩裂隙水和构造带脉状水。

a、碎屑岩类基岩裂隙水

主要赋存于泥盆系中下统红尖山组 ($D_{1-2}h$) 砂岩, 奥陶系锡林柯博组 (O_3X) 凝灰岩, 咸水湖组 (O_2X) 凝灰质粉砂岩、安山岩、英安岩等岩石裂隙中。据矿区外围南侧 1km 处小狐狸山铅锌钼矿施工完成的 SK1 号勘探孔成果资料统计分析, 孔径 244mm, 终孔深度 442m, 含水层岩性主要为铁矿化砂岩, 厚度约 195m。孔口标高 959.553m, 静水位埋深为 5.85m (标高 953.703m), 水位降低 51.99m 时, 涌水量为 2.119L/S, 单位涌水量为 0.041L/s.m, 渗透系数 0.00014m/d, 矿化度 6.468g/L。岩石浅部节理及构造裂隙发育, 裂隙多为半张开—张开状, 无充填及泥质和蚀变物充填, 含水性及导水性一般, 富水性弱。

b、火成岩类基岩裂隙水

主要赋存于似斑状花岗岩、辉长岩及闪长岩脉等岩石裂隙中, 据矿区外围山脚下的 外 3 号生产孔成果资料统计分析, 含水层岩性主要为花岗岩, 水位埋深为 29.59m, 降深 21.19m, 涌水量为 0.20L/s, 单位涌水量为 0.00944L/s.m, 矿化度 3.17 g/L。一般岩石浅部节理及构造裂隙发育, 裂隙多为半张开状, 泥质充填, 含水性及导水性一般, 富水性弱。

c、构造带脉状水

主要赋存于断裂带 (构造岩) 孔隙裂隙及其旁侧影响带裂隙中, 呈脉状或带状断续分布。其富水性受裂隙性质及其组合形式、补给条件、两盘岩性等因素控制。断裂带挤压破碎强烈, 岩石大多呈碎块状、粉末状及断层泥, 不利于地下水的渗流富集, 故断裂带少水或无水。但一般断裂上盘低序次的节理裂隙发育, 当处于迎水盘一侧或沟谷横切部位时, 富水性相对较好。此外, 不同期次的断裂交汇部位, 岩石极为破碎, 为构造角砾岩, 岩石节理裂隙极为发育, 若处在地形低洼地段, 补给条件好, 而相对富水。因此, 当探采工程穿越断裂带上盘或断裂交汇部位时, 要注意采取相应的防排水措施。

2、断裂带富水性分析

矿区内断层较为发育，主要发育北北西向和北东向两组，以北北西向断裂为主。按断层性质可分为正断层（F1、F2）和平移逆断层（F3、F4、F5）。

（1）正断层（F1、F2）

F1、F2为1:5万图幅中F9断裂带的两个断层面，断层面波状弯曲，走向 160° 左右，F1断裂上盘为奥陶系锡林柯博组，下盘为奥陶系咸水湖组，倾向北东，倾角 $70^{\circ}—85^{\circ}$ ，F2为奥陶系咸水湖组的层间断裂，倾向南西，倾角 $50^{\circ}—75^{\circ}$ ，二者交汇部位近于垂直。该断裂带在发育于矿区中部，长度大于2.1km，南北向贯穿矿区，F1和F2断层中构造角砾发育，角砾均呈尖棱角状—棱角状，角砾大小悬殊，以2mm—10mm者为主，部分可达20cm，具有较强的高岭土化、石膏化、褐铁矿化等现象。

（2）平移断层（F3、F4、F5）

F3：发育在21线—27线附近，为左行平移断层，断层规模较小，走向 25° ±，长约200m，该断层错断了F1、F2断层，断距较小，约20m，两侧岩石破碎，具有较强的碳酸盐化，两侧岩性不对应。

F4：发育在19线—39线，为左行平移断层，断层规模不大，走向 25° ±，长约550m，断层走向与地层展布方向斜交，夹角 45° ±。该断层错断了F1、F2断层，断距10m±，两侧岩石破碎，具有较强的碳酸盐化、褐铁矿化。

F5：分布在11线—15线，F4断层南东侧，为左行平移断层，断层规模较大，长约500m，走向 50° ±，错断了F1和F2断层，断距180m±。两侧岩石破碎，具有较强的碳酸盐化、石膏化、褐铁矿化等。

由于矿区断裂沿沟谷展布，接受暂时性洪流和融化水补给，局部地段断裂带充水，并且在地下水补给方向一侧的影响带，推测富集有一定量的裂隙水。

3、地下水补、径、排条件

矿区内地下水主要来自大气降水和上游地下水的侧向径流补给，地表基岩风化裂隙发育，裂隙面不平直，不光滑，呈半张开—闭合状，有泥质以及蚀变物充填。季节性冲沟内以冲积、风积中粗砂为主，松散—稍密，孔隙率大，渗透性好。但受降水量的影响，补给条件较差。基岩裂隙水和碳酸盐溶隙裂隙水主要接受上游地下水的侧向径流补给，受补给通道导水性的控制，补给量大小不一，总体补给条件较差。地下水接受补给后，由南西向北东方向径流，基岩裂隙水和碳酸盐溶隙裂隙水径流通道多为构造破碎带、溶

隙、裂隙，径流流速不均一，一般脆性岩石张性断裂带径流条件最好、流速快，压拗性断裂带径流条件最差。矿区地下水的排泄方式为向下游侧向径流排泄。

（三）地下水对矿床开采的影响

矿区最低侵蚀基准面标高 969m，矿床开采底界标高 556m，矿体位于当地侵蚀基准面以下，矿区周边不存在地表水体。矿体顶底板主要为大理岩及凝灰质砂岩，裂隙发育随深度增加而减弱，碳酸盐溶洞发育中等。矿体围岩整体渗透性一般，补给条件较差，水量一般。因此地下水对矿床开采影响程度一般。但不排除矿区局部富水的可能性。

（四）矿床充水因素分析

矿区地下水对矿床开采的影响主要取决于围岩透水性及矿体富水性，矿体围岩主要为大理岩及凝灰质粉砂岩，其岩石本身富水性弱—中等，岩石溶洞及受岩石冷凝、构造作用形成的裂隙和张性断裂带是主要的富水位置，也是构成矿床充水的主要途径和通道，因此，矿床属溶蚀裂隙充水的矿床。结合本次调查和区域水文地质资料分析，区内地下水的补给来源总体较为贫乏，易于疏干，对矿床的开采影响程度有限，但不排除矿区局部富水的可能性。

矿区海拔 969m—1002m，为低山丘陵区。降雨量相对贫乏。若矿床采用露天开采，在低洼地段地表洪流对开采仍存在一定影响，因此，矿床开采应做好地表水的防洪工程，以免造成暂时性洪水对矿山开采的影响。

据矿区水文地质特征，深部矿体赋存地下水类型为碳酸盐岩类溶隙裂隙水，其补给来源为降水和上游地下水侧向径流补给，矿体赋存地下水与补给来源直接接触，属直接充水的矿床，含水矿体与上游地下水侧向径流补给联系较为密切。深部矿体赋存溶隙裂隙水，其充水空间以溶隙为主、裂隙次之，矿床属以溶隙充水为主的矿床。据本次钻探揭露，矿体中溶洞发育程度中等，主要发育含水裂隙两组，第一组裂隙近水平状，闭合—半张开状，富水性一般；第二组近纵向发育，延展性较好，半张开—张开状，富水性弱—中等。通过钻孔抽水和机井抽水试验资料，涌水量为 0.061—6.278L/s，结合本次调查和区域水文地质资料分析，区内地下水的补给来源总体较为贫乏，地下水以静储量为主，易于疏干。

（五）矿坑涌水量预测计算

（1）水文地质参数

本次按照最低侵蚀基准面 969m 开采至 -896m 深度进行矿坑涌水量预测（以两个开采中段深度 100m 为基准）进行矿坑涌水量预测。

为近似求得矿体含水裂隙的渗透系数,将矿区地下水模型概化为:含水层为等厚均质各向同性无限延伸,视抽水试验井为完整井,流向试验井地下水流视作平面流,地下水类型为潜水。利用完整井裘布依公式(式7-1)、经验公式(式7-2),采用迭代法求渗透系数K值。

$$\text{完整井潜水裘布依公式: } K = 0.732 \frac{Q(\lg R - \lg r)}{(2H - S_w)S_w} \quad (\text{式7-1})$$

$$\text{经验公式: } R = 2S_w \sqrt{HK} \quad (\text{式7-2})$$

式中: Q—出水量 (m³/d);

K—渗透系数 (m/d);

H—含水层厚度 (m);

S_w—试验水位降深 (m);

R—影响半径 (m);

r—试验钻孔半径 (m)。

据矿区内Z1101、ZK1601、ZK5301钻孔和机井抽水试验资料(表2-5、表2-6)利用式7-1、式7-2计算参数K(表2-7)。

表2-5 抽水试验基本情况表

工程点	工程深度 L (m)	工程口径 D (m)	降深 次序	地 下 水 类型	方法	抽 水 延 续 时 间 t (h: min)	水位恢复 时间 t (h: min)
ZK1101	116.50	0.075	S1	溶蚀裂隙水	稳定流	24:00	24:00
ZK1601	68.60	0.075	S1	溶蚀裂隙水	稳定流	24:00	24:00
ZK5301	277.40	0.075	S1	溶蚀裂隙水	稳定流	8:30	24:00
机井	38.00	2.00	S1	岩溶水	稳定流	6:00	96:00

表2-6 抽水试验成果表

工程点	揭露含水层厚度 H (m)	静止水位 (m)	动水位 (m)	降深S ₀ (m)	出水量Q (m ³ /d)	水温 (℃)
ZK1101	80.65	35.85	37.81	1.96	5.27	13
ZK1601	44.64	23.96	26.78	2.82	5.27	13
ZK5301	197.88	79.52	81.52	2.00	5.27	13

机井	13.62	24.39	25.37	0.98	542.4	13
----	-------	-------	-------	------	-------	----

表2-7 水文地质参数计算成果表

计算方法	计 算 公 式	地下水类型	计算K值	建议值
裘布依稳定潜水井迭代法	1. $K = 0.732 \frac{Q(Q_0 R - \lg r)}{(2H - S_0)S_0}$ 2. $R = 2S_0 \sqrt{HK}$	碳酸盐岩溶蚀裂隙水	$K_1 = 0.027 \text{ m/d}$ $K_2 = 0.036 \text{ m/d}$ $K_3 = 0.011 \text{ m/d}$	$K = 0.105 \text{ m/d}$
水位恢复速度法	$K = \frac{3.5r^2}{(H + 2r)t} \ln \frac{S_1}{S_2}$	岩溶水	$K = 0.105 \text{ m/d}$	

(2) 矿坑涌水量预测

① “大井法”预测矿坑地下水正常涌水量

为便于计算矿坑涌水量, 仍将矿区地下水模型概化为: 含水层为等厚均质各向同性无限延伸, 视开拓井巷为完整井, 流向井巷地下水流视作平面流, 地下水类型为潜水。以疏干含水层为最大水位降深, 采用大井法公式(式7-3), 对矿坑涌水量进行预测。

则依据上述各表所得水文地质参数采用大井法计算该矿区的矿坑最大涌水量。计算

$$\text{公式为: } Q_t = \frac{1.366K(2H - S_w)S_w}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{式7-3})$$

$$R_i = R + r_p \quad r_0 = \quad R = 2S_w \sqrt{HK} \quad (\text{式7-4})$$

式中: Q_t —预测矿坑最大涌水量 (m^3/d);

K —渗透系数 (m/d), 取计算值 0.105 m/d ;

H —含水层厚度 (m), 取矿区开采中段深度 100 m ;

S_w —预测水位最大降深 (m), 采用疏干水位, $S_w = H$;

R —影响半径 (m), 采用(式2)计算, 取值 $R = 648.07 \text{ m}$;

L —开采区域矿体分布长度 (m), 由于矿体呈长条形分布, 且长/宽 $\rightarrow 0$, 则大井引用半径 $r_0 = L/4$, 其中 L 取值 600 m , 则 $r_0 = 150 \text{ m}$ 。(煤炭工业出版社《矿山水文地质》, 表7-5, 几种概化的巷道系统及其 r_0 的表达式)

R_0 —引用影响半径 (m), 经计算取值 798.07 m ;

r_0 —大井引用半径 (m), 经计算, 取值 150 m ;

经利用公式(式7-3)计算, 水位降至含水层底板, 矿坑正常涌水量为 $1975.76 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

② “大井法”预测矿坑地下水最大涌水量

为便于计算矿坑涌水量,仍将矿区地下水模型概化为:含水层为等厚均质各向同性 无限延伸,视开拓井巷为完整井,流向井巷地下水流视作平面流,地下水类型为潜水。以疏干含水层为最大水位降深,采用大井法公式(式7-3),对矿坑涌水量进行预测。

则依据上述各表所得水文地质参数采用大井法计算该矿区的矿坑最大涌水量。计算

$$\text{公式为: } Q_t = \frac{1.366K(2H-S_w)S_w}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{式7-5})$$

$$R_0 = R + r_p \quad r_0 = \quad R = 2S_w \sqrt{HK} \quad (\text{式7-6})$$

式中: Q_t —预测矿坑最大涌水量 (m^3/d);

K —渗透系数 (m/d), 取计算值 $0.105\text{m}/\text{d}$;

H —含水层厚度 (m), 取 ZK5301 揭露含水层厚度 197.88m ;

S_w —预测水位最大降深 (m), 取矿区开采中段深度 100m ;

R —影响半径 (m), 采用(式7-4)计算, 取值 $R=911.64\text{m}$;

L —开采区域矿体分布长度 (m), 由于矿体呈长条形分布, 且长/宽 $\rightarrow 0$, 则大井引用半径 $r_0=L/4$, 其中 L 取值 600m , 则 $r_0=150\text{m}$ 。(煤炭工业出版社《矿山水文地质》, 表7-5, 几种概化的巷道系统及其 r_0 的表达式)

R_0 —引用影响半径 (m), 采用(式7-4)计算, 取值 1061.64m ;

r_0 —大井引用半径 (m), 采用(式7-4)计算, 取值 150m ;

经利用公式(式7-6)计算, 水位降至含水层底板, 矿坑最大涌水量为 $4991.36\text{m}^3/\text{d}$ 。

③降水入渗系数法

$$\text{计算公式: } Q_{\text{渗补}} = \alpha \cdot A \cdot x$$

式中: $Q_{\text{渗补}}$ —降水入渗补给量 (m^3/d);

α —降水入渗系数, 无量纲;

A —勘查区域汇水面积 (m^2);

x —多年平均降水量 (m);

降水入渗系数参照该区域 1:200000 区域水文地质普查报告, 碳酸岩区取值 0.15 ; 入渗区域面积以勘查区汇水范围面积计, 根据“内蒙古额济纳旗小狐狸山东萤石(铁、锌)矿地形地质图”量取勘查区汇水面积约 1120000m^2 ; 根据额济纳旗气象资料统计年 平均降水量 37mm 。

计算结果总降水入渗量为 $6216\text{m}^3/\text{a}$ ($17.03\text{m}^3/\text{d}$)。

采用“大井法”预测矿坑地下水正常涌水量为 $1975.76\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $4991.36\text{m}^3/\text{d}$ 。采用降水入渗系数法计算大气降水入渗量为 $17.03\text{m}^3/\text{d}$ 。

矿山设计部门在设计时应充分考虑不确定因素，建议以 $5000\text{m}^3/\text{d}$ 作为矿坑最大涌水量。

(3) 预测矿坑涌水量的可靠性分析

影响矿坑涌水量预测的因素是多方面的，实际水文地质条件往往不易查清，特别是断裂带的富水性一般很不均匀，因此依据通过钻孔抽水试验资料预测的矿井涌水量与实际有所出入或出入很大在所难免。此次勘查由于抽水试验钻孔的数量少、孔径小，揭露到的含水裂隙数量有限，同时缺乏相互的对比，求取的渗透系数 K 值可能偏小，导致计算的涌水量可能偏小。另外，该矿区由于含水层调蓄能力差，矿坑涌水量受降水影响暴涨暴落，难以用一个数值来概括，根据额济纳旗气象观测资料显示，年均降水量 37mm ，年极端最大降水量 103.0mm ，警惕由极端天气暴雨引发的灾害。

(六) 矿山工业、生活用水水源方向

矿区地处内蒙古西北部北山地区，属内陆干燥气候，干旱缺水，矿区周边无可用地表水、且地下水水质差，故生活用水需从额济纳旗县城拉运，生产用水可依赖矿山地下采矿的矿坑水解决。

矿区矿坑水量较大，水质极差，水中溶解性总固体、硫酸盐、氯化物超过地下水Ⅴ类质量标准，为防止对地表水产生影响和污染，建议矿坑排水尽可能回收利用作为矿区生产用水，减少生产用水的排放量。

(七) 水文地质勘查类型

综上所述，区内矿体位于当地侵蚀基准面以下，附近无常年地表水体，矿床主要充水含水层富水性弱—中等(钻孔单位涌水量 $0.0216—0.73\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$)，地下水补给条件较差。前期矿坑疏干排水量较大，可能产生少量塌陷。矿床充水方式为直接充水，属溶蚀裂隙充水矿床。主要充水水源为基岩溶蚀裂隙水及大气降水。依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB12719—1991)，确定矿区为第三类第二型，即以溶蚀裂隙为主的岩溶充水水文地质条件中等型矿床。

四、工程地质条件

(一) 岩土体类型

根据矿区出露的地层及钻孔揭露岩层的岩性特征、岩石物理力学性质、岩土体结构及工程地质特征，将矿区岩土体类型划分为较软岩、较硬岩两种类型。

（二）岩土体工程地质特征

1、较硬岩

包括矿区内侵入岩主要为似斑状花岗岩、辉长岩及闪长岩岩脉。岩石自然状态下抗压强度一般在30~60.0MPa之间，普氏系数1.35~7.31，抗拉强度1.59~4.14MPa，软化系数0.31~0.94，其工程地质条件为中等。

2、较软岩

包括矿体萤石、大理岩、砂卡岩和局部为凝灰质粉砂岩，据《勘探报告》采集ZK0802、ZK3604、ZK0804钻孔代表性岩石物理力学性质检测报告，萤石饱和单向抗压强度（Rc）范围值16.2~30.4MPa，平均值23.3MPa，属较软岩；围岩灰白色大理岩饱和单向抗压强度（Rc）范围值一般22.8MPa，属较软岩；凝灰质粉砂岩饱和单向抗压强度（Rc）范围值17.8~21.7MPa，平均值19.75MPa，属较软岩；青灰色砂卡岩饱和抗压强度（Rc）19.5MPa，属较软岩，其工程地质条件中等。

（三）矿山主要工程地质问题

根据《勘探报告》工程地质调查和钻孔岩性观察，矿山主要工程地质问题为围岩的稳固性问题，由于矿体围岩主要为大理岩、局部为凝灰质粉砂岩。岩石质量整体较好，较软弱—较坚硬，岩石的软化性强，属软岩，遇水易发生垮塌变形及掉块等工程地质问题，同时应注意排水和因地下水渗透压力引起的各种问题，深埋地下工程开拓时，由于岩体中隐微裂隙的存在可能导致岩爆。

根据矿区工程地质条件分析，在矿山开采过程中可能会引发采巷塌方、掉块、地面塌陷等工程地质问题，生产中应采用TSP探测系统、超前水平钻探、监控测量等方法进行准确的定量分类，对前阶段围岩级别进行复核、调整，同时加强采矿管理。

（四）工程地质勘查类型

综上所述，矿区地层岩性较简单，地质构造发育，岩石强度不高，因局部风化带、蚀变带、软弱夹层或构造断裂的存在，岩体整体性和稳定性明显降低，易发生矿山工程地质问题。依据《矿区水文地质工程地质勘探规范（GB12719—1991）》确定矿区工程地质条件为中等。

五、环境地质

1、地震及区域稳定性评价

矿区地处内蒙古西北部北山地区,属低山丘陵区。位于位处河西走廊地震带,该地震带包括祁连山地震带和民勤地震带,走向呈北西西向展布,东端与南北地震带西翼接壤,西邻阿尔金地震带,北越金塔、阿拉善进入内蒙古,南界进入青海境内。本带内发生的地震多受北西西向深大断裂的强烈活动所控制。根据有关资料记载,从公元180年高台西表氏7.5级地震起至今1700多年来,共发生中强以上破坏性地震46次,其中8级特大地震一次,7级以上4次,6级以上6次。强震多沿断块边界具有西迁北移的特点。资料表明,进入20世纪九十年代以来,本带地震活动具有明显增强的趋势。据中国地震台资料显示最近一次地震为2019年2月18日14时37分在内蒙古阿拉善盟额济纳旗发生的3.1级地震,震中位于北纬42.29°,东经98.21°(于矿区方位172°,165km处)震源深度15Km。本次调查未发现新构造运动痕迹,总体区域稳定性好。有关研究表明,本区为6级地震潜在震源区。参考《中国地震动参数区划图(GB18306-2015)》,矿区抗震设防烈度为VI度,设计基本地震加速度值为0.05g。反应谱特征周期0.35s。

六、矿体特征

(一) 矿体特征

矿区共圈出47条工业矿体,萤石工业矿体39条,锌工业矿体4条,铁工业矿体4条。各矿体主要赋存于奥陶系中统咸水湖组F1和F2之间的断裂带内。萤石矿体严格受断裂带控制,F1断层旁侧的矿体倾向北东,倾角70°—85°,F2断层旁侧的矿体倾向南西,倾角50°—75°。磁铁矿及闪锌矿矿体分布于断裂带内的矽卡岩中,矿体的产出和分布特征受成矿前的构造及矽卡岩化作用控制。工业矿体中萤石矿体FL7矿体为主矿体,锌、铁矿体均平行分布于FL7萤石主矿体上、下盘,相距0—50m不等。

萤石工业矿体分布于55线-44线一带的大理岩中,严格受断裂带控制,产状与断裂带一致,沿断裂带有硅化、石膏化、高岭土化及微弱的黄铁矿化,含矿带总长1400m,宽130m—280m,矿体长25m—605m,控制斜深30m—286m,厚度0.71m—7.59m,其变化膨胀狭缩交替出现,矿石中矿物主要为萤石、方解石、石英等,CaF₂含量25.16%—90.52%,一般45.08%—78.90%,鉴于萤石矿体的产出规模和几何形态完全受地层和断裂带控制,沿走向和倾向均呈舒缓波状,有时呈“S”形扭曲,并且以连续性好和品位稳定为特征。

矿区共圈定萤石工业矿体39条,编号为FL1、FL2、FL3、FL4、FL5、FL6、FL7、FL7-1、FL7-2、FL7-3、FL7-4、FL7-5、FL7-6、FL7-7、FL7-8、FL7-9、FL7-10、FL7-11、FL8、FL9、FL9-1、FL10、FL11、FL12、FL13、FL14、FL15、FL16、FL17、FL18、FL19、FL20、FL21、

FL21-1、FL22、FL26、FL27、FL30、FL31。从空间分布位置看，矿体主要分布在3-40线之间，其中FL7矿体为主矿体，赋存于矿区中南部。根据《勘探报告》，以FL7矿体为界，分布在其上盘矿体为FL5、FL9、FL9-1、FL10、FL11、FL12，距离约30—80m。其余矿体分布在FL7矿体下盘，大致呈平行分布，距离约4m—50m。

现将FL7和FL5矿体特征简述如下：

FL7矿体：该矿体分布于3线—40线，有14个探槽控制（12个探槽见矿），33个钻孔控制（29个钻孔见矿），控制长度605m，倾向延深65m—286m，赋矿标高在991—731m之间，埋深0-260m。在走向上呈舒缓波状弯曲，总体走向340°左右，沿倾向矿体产状变化较大，倾向70°左右，倾角在35°—88°之间，个别地段具“反倾”现象。矿体厚度在0.85m—11.33m之间，平均厚度为3.07m，其变化膨胀缩小交替出现，厚度变化系数为78.34%，属较稳定类型；单工程矿体CaF₂平均品位在30.60%—88.32%之间，矿体平均品位为55.91%，品位变化系数28.34%。

FL5矿体：分布于15线—3线，有5个探槽控制（3个探槽见矿），6个钻孔（3个钻孔见矿）控制（表4-3）。矿体呈透镜状，长度大于200m，倾向延深25m—70m，赋矿标高在975.36m—905.17m之间，埋深15—70m，总体走向160°左右，倾向255°左右，倾角在45°—51°之间，单工程矿体厚度在1.56m—11.79m之间，平均厚度为4.60m，厚度变化系数为74.70%；单工程矿体CaF₂平均品位在30.47%—85.77%之间，矿体平均品位为66.10%，品位变化系数28.73%。

各萤石工业矿体特征见表2-8。

表 2-8 萤石工业矿体特征一览表

矿体编号	赋存标高	分布范围及空间特征		矿体规模(m)			矿体产状(°)			萤石类型	变化系数 (%)			全部探矿工程
		分布范围	埋藏深度	长度	厚度 最小-最大 平均	延深	走向	倾向	倾角		CaF ₂ 品位 最小-最大 平均	厚度	品位	
FL1	948—986	39—51线	4-48	166	$\frac{2.95-3.91}{3.46}$	4-52	170	80-85	63—85	方解石—萤石	$\frac{30.59-81.81}{51.66}$	11.38	43.54	3个探槽均见矿；4个钻孔，3个见矿
FL2	976—989	53线	0-21	50	$\frac{1.10}{1.10}$	0-22	150	61	86	方解石—萤石	$\frac{75.92}{75.92}$	/	/	3个探槽，1个探槽见矿，1个钻孔未见矿。
FL3	940—988	11线	0-49	36	$\frac{2.94}{2.94}$	0-50	160	70	80	方解石—萤石	$\frac{25.16}{25.16}$	/	/	1个钻孔，且见矿。
FL4	950—990	7—15线	15-55	150	$\frac{1.16-3.01}{1.90}$	19-74	160	250-255 55	34-50	石英—萤石型	$\frac{44.38-69.43}{54.77}$	154.6	16.93	6个探槽，3个探槽见矿，3个钻孔，1个钻孔见矿。
FL5	910—990	3—15线	15-88	200	$\frac{1.56-11.79}{4.6}$	16-104	165	255-257	45-51	石英—萤石型	$\frac{30.47-85.77}{66.10}$	74.70	28.73	5个探槽，3个探槽见矿，6个钻孔，3个钻孔见矿。
FL6	965—990	15线	0-24.5	43	$\frac{1.05}{1.05}$	0-25	158	68	80	方解石—萤石	$\frac{81.57}{81.57}$	/	/	1个钻孔，且见矿。
FL7	731—991	3—40线	0-260	605	$\frac{0.85-11.33}{3.07}$	0-260	130-177	42-87	35-88	方解石—萤石	$\frac{30.60-88.32}{55.91}$	78.34	28.34	14个探槽，12个见矿；33个钻孔，29个见矿

萤石工业矿体特征一览表

续表 2-8

矿体编号	赋存标高	分布范围及空间特征		矿体规模(m)			矿体产状(°)			矿体形态	CaF ₂ 品位 最小—最大 平均	矿石类型	变化系数(%)		全部探矿工程
													厚度	品位	
FL7-1	870—922	3线	埋藏深度	长度	厚度 最小—最大 平均	延深	走向	倾向	倾角	透镜状	37.48—78.89 45.43	方解石—萤石	73.35	38.09	2个探槽均未见矿， 3个钻孔均见矿。
FL7-2	817—989	4-8线	0-179	100	0.79—6.58 2.74	0-181	150	63	72-83	透镜状	36.23—71.38 43.66	方解石—萤石	78.31	25.08	3个探槽，1个探槽 见矿，6个钻孔，4 个钻孔见矿。
FL7-3	891—946	4-8线	44-97	100	0.67—1.78 1.47	46-104	155	66	55-65	透镜状	60.28—74.62 68.61	方解石—萤石	73.90	21.10	5个钻孔，3个钻孔 见矿。
FL7-4	893—955	24线	15-103	50	0.72—3.03 1.88	16-112	160	71	67	透镜状	67.18—89.34 71.43	方解石—萤石	87.11	20.02	2个钻孔见矿。
FL7-5	924—941	24线	34-69	50	1.56 1.56	38-79	160	70	58	透镜状	87.17 87.17	方解石—萤石	/	/	1个钻孔，且见矿。
FL7-6	934—948	24线	29-56	50	1.70 1.70	31-67	160	70	50	透镜状	73.00 73.00	方解石—萤石	/	/	1个钻孔，且见矿。
FL7-7	884—899	32线	78-107	50	4.88 4.88	100-137	165	74	53	透镜状	35.42 35.42	方解石—萤石	/	/	1个钻孔，且见矿。
FL7-8	891—905	32线	74-100	50	2.10 2.10	96-131	165	74	47	透镜状	78.26 78.26	方解石—萤石	/	/	1个钻孔，且见矿。

萤石工业矿体特征一览表

续表

矿体编号	赋存标高	分布范围及空间特征		矿体规模(m)			矿体产状(°)			CaF ₂ 品位 最小-最大 平均	矿石类型	变化系数(%)		全部探矿工程
		分布范围	埋藏深度	长度	厚度 最小-最大 平均	延深	走向	倾向	倾角			厚度	品位	
FL7-9	971—987	36线	0-11	25	1.94 1.94	0-25	160	70	85	83.47 83.47	方解石—萤石	/	/	3个探槽, 1个探槽见矿,
FL7-10	871—880	3线	108-127	50	1.88 1.88	116-197	155	65	41	54.52 54.52	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL7-11	840—901	36线	86-176	50	1.46-2.93 2.20	86-181	160	70	62	30.18-41.22 37.55	方解石—萤石	100.1	21.67	2个探槽均未见矿, 3个钻孔, 2个见矿
FL8	834—872	3线	120-165	50	1.13 1.13	125-178	155	65	62	66.89 66.89	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL9	938—954	8-12线	2-56	100	2.74-3.73 3.10	2-57	160	70	60-85	33.84-51.81 44.65	方解石—萤石	28.74	29.67	2个探槽均未见矿, 4个钻孔, 2个见矿
FL9-1	910—941	8线	31-76	50	4.74 4.74	32-77	160	70	81	44.75 44.75	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL10	955—972	8-16线	2-38	150	1.01-6.36 2.91	2.1-39	160	65-70	65-77	34.33-52.12 42.30	方解石—萤石	75.06	69.91	3个探槽均未见矿, 5个钻孔, 4个见矿
FL11	940—986	24-28线	0-46	150	2.11-7.84 4.98	0-47.5	160	72-76	35-72	32.26-34.38 35.94	方解石—萤石	66.50	14.30	2个钻孔, 且见矿。

萤石工业矿体特征一览表

续表

矿体编号	赋存标高	分布范围及空间特征		矿体规模(m)			矿体产状(°)			矿体形态	CaF ₂ 品位 最小-最大 平均	矿石类型	变化系数(%)		全部探矿工程
		分布范围	埋藏深度	长度	厚度 最小-最大 平均	延深	走向	倾向	倾角				厚度	品位	
FL12	923—961	28线	10-67	50	<u>1.51-2.75</u> 2.13	11-74	165	76	64	透镜状	<u>50.09-60.91</u> 53.92	方解石—萤石	41.16	13.79	2个钻孔 且见矿。
FL13	889—925	32线	32-105	50	<u>1.59</u> 1.59	36-111	160	70	78	透镜状	<u>55.48</u> 55.48	方解石—萤石	/	/	1个钻孔 且见矿。
FL14	944—987	36线	2-50	50	<u>0.70-0.85</u> 0.78	2.1-56	155	65	63	透镜状	<u>69.73-78.14</u> 73.53	方解石—萤石	13.69	8.04	2个钻孔 且见矿。
FL15	959—984	36线	2-34	50	<u>2.57</u> 2.57	2.7-39	155	65	60	透镜状	<u>58.96</u> 58.96	方解石—萤石	/	/	1个钻孔 且见矿。
FL16	977—983	36线	2-16	50	<u>1.51</u> 1.51	2-16.1	155	65	55	透镜状	<u>80.27</u> 80.27	方解石—萤石	/	/	1个钻孔 且见矿。
FL17	851—954	36线	19-131	50	<u>1.00-1.03</u> 1.02	19-132	145	56	83	透镜状	<u>30.51-74.62</u> 52.24	方解石—萤石	2.09	59.34	2个钻孔 且见矿。
FL18	788—823	36线	144-198	50	<u>0.84</u> 0.84	161-221	145	56	52	透镜状	<u>90.52</u> 90.52	方解石—萤石	/	/	1个钻孔 且见矿。
FL19	910—936	39线	36-87	50	<u>1.34</u> 1.34	37.6-91	165	76	74	透镜状	<u>40.62</u> 40.62	方解石—萤石	/	/	1个钻孔 且见矿。

萤石工业矿体特征一览表

续表

矿体编号	赋存标高	分布范围及空间特征		矿体规模(m)			矿体产状(°)			CaF ₂ 品位 最小—最大 平均	矿石类型	变化系数(%)		全部探矿工程
		分布范围	埋藏深度	长度	厚度 最小—最大 平均	延深	走向	倾向	倾角			厚度	品位	
FL20	869—918	39线	48-120	50	3.31—3.31	51-125	165	76	74	30.29—30.29	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL21	929—962	35线	18-59	50	7.59—7.59	19-60	155	245	74	32.17—32.17	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL21-1	944—972	35线	11-45	50	1.10—1.10	12-49	155	245	65	46.15—46.15	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL22	883—924	39线	63-103	50	0.71—0.71	60-102	165	76	80	26.87—26.87	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL26	831—903	4线	84-156	50	0.79—0.79	88-163	160	70	74	28.63—28.63	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL27	904—951	8线	39-86	50	0.82—0.82	39-92	155	66	64	30.46—30.46	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL30	800—886	40线	97-159	50	0.84—0.84	101-166	165	77	74	53.00—53.00	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。
FL31	940—988	11线	0-49	50	0.95—0.95	0-49	160	70	82	45.17—45.17	方解石—萤石	/	/	1个钻孔, 且见矿。

锌工业矿体分布于 11 线—24 线一带的矽卡岩中，倾向延深 50m—171m，赋矿标高在 959m—567m 之间，埋深 19—390m。按分布特征和产出部位，大致分为东西两条矿带，共圈定 4 条锌矿体。其中东矿带分布于 3 线—0 线，共圈定锌矿体 1 条 Zn6g，地表未出露，仅在 ZK0304 和 ZK0701 见到，控制长 75m，厚度 2.55m，Zn 平均品位 1.59%，经探矿工程验证该矿体没有延深，规模较小，但由于矽卡岩边界未得到完全控制，不排除矿体尖灭再现或有其他盲矿体存在。西矿带锌矿体分布于 4 线—20 线 FL7 萤石矿体的上盘，共圈定 3 条锌矿体，均为隐伏矿体，形态不规则，走向与断裂带一致，总体倾向北东，各矿体长 25m—125m，厚度 1.16m—2.85m，Zn 品位 1.11%—6.92%，主要金属矿物为闪锌矿，个别样品中零星见有辉铜矿，呈浸染状、星点状分布。其中 Zn3g 矿体规模相对较大。

Zn3g 矿体：由 ZK0804、ZK1202、ZK1203、ZK1603 工程控制，控制长度 125m，倾向延深 65m—171m，赋矿标高 809—959m，矿体埋深 19—190m。矿体呈透镜状产出，厚度在 1.00m—5.92m 之间，平均厚度 2.85m，厚度变化系数 64.84%，矿体厚度变化大，形态属复杂型。Zn 品位 1.36%—1.79%，平均品位 1.62%，品位变化系数为 10.94%，品位变化不大，属均匀型。矿体产于矽卡岩中，与 FL7 萤石矿体异体共生，都受断层 F1 严格控制，平面上呈 160° 方向延伸，向东倾斜，倾角在 70°—77° 之间，各锌工业矿体特征见表 2-14。

铁工业矿体的形态及产状受矽卡岩相控制，呈透镜状展布，分布零散，产状基本与萤石矿体一致，规模较小，规律性较差。除 Fe3g 矿体外，其他均为单工程控制，矿体长度 23m—133m，厚度 1.37m—1.67m，TFe 品位 33.49%—53.55%。其中 Fe3g 矿体规模相对较大。

Fe3g 矿体：由 CX3601、ZK3201、ZK4001 工程控制，控制长度 133m，倾向延深 8m—45m，赋矿标高 971—982m，埋深 0—45m。透镜状产出，矿体厚度在 1.37m—2.10m 之间，平均厚度 1.67m，厚度变化系数 34.52%，矿体厚度变化小，形态属稳定型。TFe 品位 33.49%—52.36%，平均品位 40.45%，品位变化系数为 10.94%，品位变化不大，属均匀型。矿体产于矽卡岩中，与 FL7 萤石矿体异体共生，都受断层 F1 严格控制，平面上呈 165° 方向延伸，向东倾斜，倾角在 80° 左右，各铁工业矿体特征见表 2-15。

锌工业矿体特征一览表

表 2-9

矿体编号	赋存标高	分布范围及空间特征		矿体规模 (m)			矿体产状 (°)			矿体形态	品位变化区间平均值	矿石类型	变化系数 (%)		全部探矿工程
		分布范围	埋藏深度	长度	厚度区间平均值	最大斜深	走向	倾向	倾角				厚度	品位	
Zn3g	809—959	8—16线	19—190	125	1.00-5.92 2.85	171	160	70	75	透镜像状	1.36-1.79 1.62	矽卡岩型	64.84	10.94	11个钻孔, 6个见矿
Zn5g	899—925	16-20线	46—100	75	1.00-2.76 1.88	54	170	80	69	透镜像状	1.11-2.56 2.18	矽卡岩型	66.20	55.87	6个钻孔, 2个见矿。
Zn6g	906—932	7-3线	38—92	75	1.28-3.82 2.55	74	160	251	42	透镜像状	1.41-2.12 1.59	矽卡岩型	70.43	28.44	1个钻孔, 且见矿。
Zn7g	567—592	4线	390—437	25	1.16 1.16	50	165	74	70	透镜像状	6.92 6.92	矽卡岩型	/	/	1个钻孔见矿, 且见矿。

铁工业矿体特征一览表

表 2-10

矿体编号	赋存标高	分布范围及空间特征		矿体规模 (m)			矿体产状 (°)			矿体形态	品位变化区间平均值	矿石类型	变化系数 (%)		全部探矿工程
		分布范围	埋藏深度	长度	厚度区间平均值	最大斜深	走向	倾向	倾角				厚度	品位	
Fe2g	979—988m	20线	0-8	46	1.37 1.37	8	160	72	70	透镜像状	53.55 53.55	矽卡岩型	/	/	1个钻孔, 且见矿。
Fe3g	971—982m	32-40线	0-45	133	1.37-2.10 1.67	47	165	75	80	透镜像状	33.49-52.36 40.45	矽卡岩型	34.52	10.94	3个探槽, 1个见矿; 6个钻孔, 2个见矿。
Fe4g	967—983m	36线	2-18	23	1.43 1.43	20	155	66	53	透镜像状	40.70 40.70	矽卡岩型	/	/	1个钻孔, 且见矿。

锌工业矿体特征一览表

表 2-9

									状						
Fe5g	783— 820m	56 线	138 -209	50	$\frac{1.56}{1.56}$	75	170	78	76	透 镜 状	$\frac{41.07}{41.07}$	矽卡岩 型	/	/	1 个钻孔，且见矿。

（二）矿石特征

1、矿石的矿物组分

（1）萤石矿石

矿石中 useful 矿物主要为萤石（50%—94%），脉石矿物主要为方解石（4%—20%），另有少量玉髓及石英集合体（一般2%±，局部可达20%），微量粘土及泥质、铁质矿物等。

（2）锌矿石

矿石的矿物组成种类简单，金属矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿等；脉岩矿物主要由角闪石、钙铁榴石、方解石、石英、重晶石等组成。

（3）铁矿石

磁铁矿石的矿石矿物为磁铁矿、少量赤褐铁矿，脉石矿物为方解石、石榴子石、纤闪石等。

2、矿石结构构造

（1）萤石矿石

矿石结构主要为自形一半自形粒状结构、显微—粒状镶嵌变晶结构；矿石构造主要有糖粒状（细晶状）构造、混合伟晶状构造、伟晶状构造、葡萄状构造，其次有纹层状、角砾状、孔洞状、同心圆状构造。

（2）锌矿石

矿石结构主要为半自形粒状结构、它形粒状结构、交代残余结构、粒状变晶结构；矿石构造主要有浸染状构造、团块状构造。

（3）铁矿石

矿石结构主要为半自形粒状变晶结构、半自形粒状镶嵌变晶结构、胶状结构、粒柱状变晶结构等；矿石构造主要有浸染状构造、细脉状构造和块状构造等。

3、矿石化学成分

（1）萤石矿石化学组份：矿石中主要有用组分为 CaF_2 ，含量25.16—94.72%，平均品位52.94%。伴生有益组分Cu、Zn、Ga、Ge、Mo、Cd、In、W、Pb、Co、As、Sb、Se、Sn、Ag、Au等含量均未达到综合评价指标要求。伴生有害组分 SiO_2 、 CaCO_3 、S、P、 Fe_2O_3 ，其中 SiO_2 含量5.82—21.31%，平均14.58%； CaCO_3 含量6.20—39.84%，平均18.61%； Fe_2O_3 含量0.63—6.41%，平均2.78%；S含量0.098—2.76%，平均0.999%；P含量0.021—0.072%，平均0.041%。矿石不符合冶金用萤石、化学工业用块矿的质量标准。但经选矿试验后，

该萤石矿有害元素 SiO_2 、 CaCO_3 、 Fe_2O_3 、S 等平均含量均在规范要求以下，达到了冶金、陶瓷、玻璃、水泥、化工及机械等行业标准，品质符合达到 FC-97C 牌号品质要求。

(2) 锌矿石化学组份：主要有用元素为 Zn，含量 1.11—7.63%，平均品位 1.72%。伴生有益组分铅平均 0.02%，银平均 1.14g/t， WO_3 、Co、Ga、Cd 等元素微量，均未达到综合评价指标要求。伴生有害组分主要为 Si、Fe 等造渣矿物，其他有害元素 As 等含量较小，未达到回收指标要求，

(3) 铁矿石化学组份：主要有用组分 TFe 含量 29.40—53.55%，mFe 含量 20.58—43.67%。伴生有益组分 MnO(0.555%—0.331%)、 TiO_2 (0.101%—0.166%) 等元素均未达到综合利用评价的要求。有害组分 SiO_2 、S、P、Cu、Pb、Zn 等含量较低，未达到回收指标要求。

4、矿石类型及品级

(1) 萤石矿石

自然类型：按矿石中主要有用矿物组合特征划分为方解石—萤石型矿石、石英—萤石型矿石、方解石—石英—萤石型矿石、萤石—方解石型矿石；按矿石的结构、构造特征划分为晶质矿石、角砾状矿石、混合伟晶状矿石、糖粒状矿石、纹层状矿石。

工业类型：依据《重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查规范》(DZ/T0211—2020) 要求，矿区内萤石块矿有害元素 SiO_2 、 CaCO_3 、 Fe_2O_3 、S 等均有超标，矿石不符合冶金用(熔剂)萤石、化学工业用(酸级)萤石、建材用萤石块矿质量标准。经选矿后，萤石精矿中有害元素 SiO_2 、 CaCO_3 、 Fe_2O_3 、S 等含量均在规范要求以下，故小狐狸山东矿区萤石矿石工业类型为冶金用(熔剂)萤石粉矿、化学工业用(酸级)萤石粉矿及建材用萤石粉矿。

(2) 锌矿石

自然类型：按照组成矿石的主要矿物特征，划分为闪锌矿矿石；按照矿石中主要脉石矿物的种类，划分为矽卡岩型锌矿石；按矿石的结构构造，划分为浸染状闪锌矿石和团块状闪锌矿石。

工业类型：根据规范要求，在锌矿石自然类型基础上根据不同要求划分锌矿石的工业类型，矿区锌矿石工业类型为矽卡岩型锌矿石。

(3) 铁矿石

自然类型：按矿石的主要有用矿物组合划分为磁铁矿矿石；按照矿石中主要脉石矿物的种类，划分为矽卡岩型磁铁矿矿石；按矿石的构造特征划分为块状磁铁矿矿石。

工业类型：依据《铁、锰、铬矿地质勘查规范》（DZ/T 0200—2020）要求，矿区铁矿石工业类型为需选矿的弱磁性铁矿石。

5、氧化特征

（1）萤石矿石氧化特征：矿区氧化程度低，氧化带仅在地表及断裂破碎带浅部有所发育，氧化带深度自地表向下一一般为1m—2m，氧化矿很少可忽略不计，因此矿区内萤石矿石主要为原生矿石。

（2）锌矿石氧化特征：矿区内锌矿体均为盲矿体，埋藏于地表20m 以下的矽卡岩中，物相分析锌矿石中硫化锌占有率为79.03—93.98%，锌矿石主要为原生矿石。

（3）铁矿石氧化特征：铁矿石物相分析，磁性铁占有率52.30—83.15%；根据要求， TFe / OFe 比值小于2.7 划分为原生矿，大于3.5 划分为氧化矿，矿区铁矿石 TFe / OFe 比值一般在0.46—2.17 之间，因此矿区内的铁矿石全部为原生矿石。

6、矿体围岩及夹石

（1）萤石矿体围岩及夹石：萤石矿体围岩为奥陶系咸水湖组中的大理岩，并受断裂控制，矿体与围岩为渐变过渡关系，受热液作用近矿围岩或矿体中夹石具不同程度的 高岭土化、石膏化和硅化等蚀变。FL5、FL7 号萤石矿体中见有0.4—1.2m 的萤石矿化大理岩夹石，不够夹石剔除厚度，故FL5、FL7 号萤石矿体中未圈出夹石，其它小矿体无夹石。

（2）锌矿体围岩及夹石：锌矿体的围岩为矽卡岩，矿体与围岩为渐变过渡和截然 接触关系。矿体中偶见有小规模夹石，厚度0.2—0.8m，数量少，其厚度小于夹石剔除 厚度未圈出夹石。

（3）铁矿体围岩及夹石：矿区铁矿体的围岩为矽卡岩，矿体与围岩为截然接触关 系。铁矿体厚度较小，未见有夹石。

7、矿床共（伴）生矿产综合评价

矿区内与铁矿共生的矿产有萤石和锌矿，均呈“异体共生”产出，形成独立的矿体。

（1）萤石矿：经化学样、组合样、矿石全分析样及地表和岩心中采集的100 件定 量光谱样分析结果所示，萤石矿石中伴生有益组分Cu、Zn、Ga、Ge、Mo、Cd、In、W、Pb、Co、As、Sb、Se、Sn、Ag、Au 等含量微量，均未达到萤石矿石中有用伴生组分综 合评价指标要求。伴生有害元素 SiO_2 、 $CaCO_3$ 、 Fe_2O_3 、S 等均有超标，经选矿后有害元 素的平均含量均在规范要求以下，达到了冶金、陶瓷、玻璃、水泥、化工及机械行业的 标准。

(2) 锌矿：伴生有益组 Pb、Ag、WO₃、Co、Ga、Cd 等元素含量较低，均未达到锌矿石中有用伴生组分综合评价指标要求。伴生有害元素 As 含量微量，未达到回收指标要求，对矿石加工技术性能影响不大。

(3) 铁矿：伴生有益组分主要为氧化锰、二氧化钛等元素含量较低，未达到铁矿石中有用伴生组分综合评价指标要求。伴生有害组分有硫、磷、硅、铜、铅、锌等元素微量，未达到回收指标要求，对矿石加工技术性能影响不大。

8、放射性评价

通过对地表探槽及地下深部钻孔中岩（矿）石放射性核素测量，其数据均<5.2μC/kg.h。依据《天然石材产品放射防护分类控制标准》（JC518-93）当核素照射量率低于5.2 μC/kg.h 时，不属于放射性异常，故无需再测定其放射性核素的比活度，评价矿床的放射性水平。本矿区岩矿石的放射性水平较低，未来不会对环境造成影响。

9、矿床成因

矿床成因类型为热液充填—交代型矿床。

第二节 矿山基本情况概述

内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿（以下简称“小狐狸山萤石（铁、锌）矿”），项目性质属新建矿山。

2023年3月17日，内蒙古自治区自然资源厅签发《划定矿区范围批复》（内自然资采划字（2023）04号），批复的矿山名称：内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿。

拟设采矿权人：内蒙古汇鑫矿业有限公司

拟设矿山名称：内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿

经济类型：有限公司

地址：内蒙古阿拉善盟额济纳旗赛汉陶来工业小区

开采矿种：萤石、铁、锌

拟设生产规模：10万吨/年

拟设开采方式：地下开采

拟设矿区面积：1.14平方公里

拟设开采深度：由992米至566米标高

第二节 矿区范围及拐点坐标

一、地理位置

拟设的矿区位于额济纳旗政府所在地305°方位，直距87km，行政区划属内蒙古阿拉善盟额济纳旗赛汉陶来苏木管辖，地理坐标极值（2000国家大地坐标系）：

东经 100° 12′ 06″ —100° 12′ 56″

北纬 42° 26′ 43″ —42° 27′ 32″

矿区中心点地理坐标（2000国家大地坐标系3°带）：X=4702731.483，Y=33599347.762。矿区位于额济纳旗政府所在地305°方位，直距87km，自额济纳旗至赛汉陶来苏木有S213省道相通，行程约50km，赛汉陶来苏木至矿区有边防公路（砂石路面）相通，行程约70km，交通便利。详见交通位置图1-1。

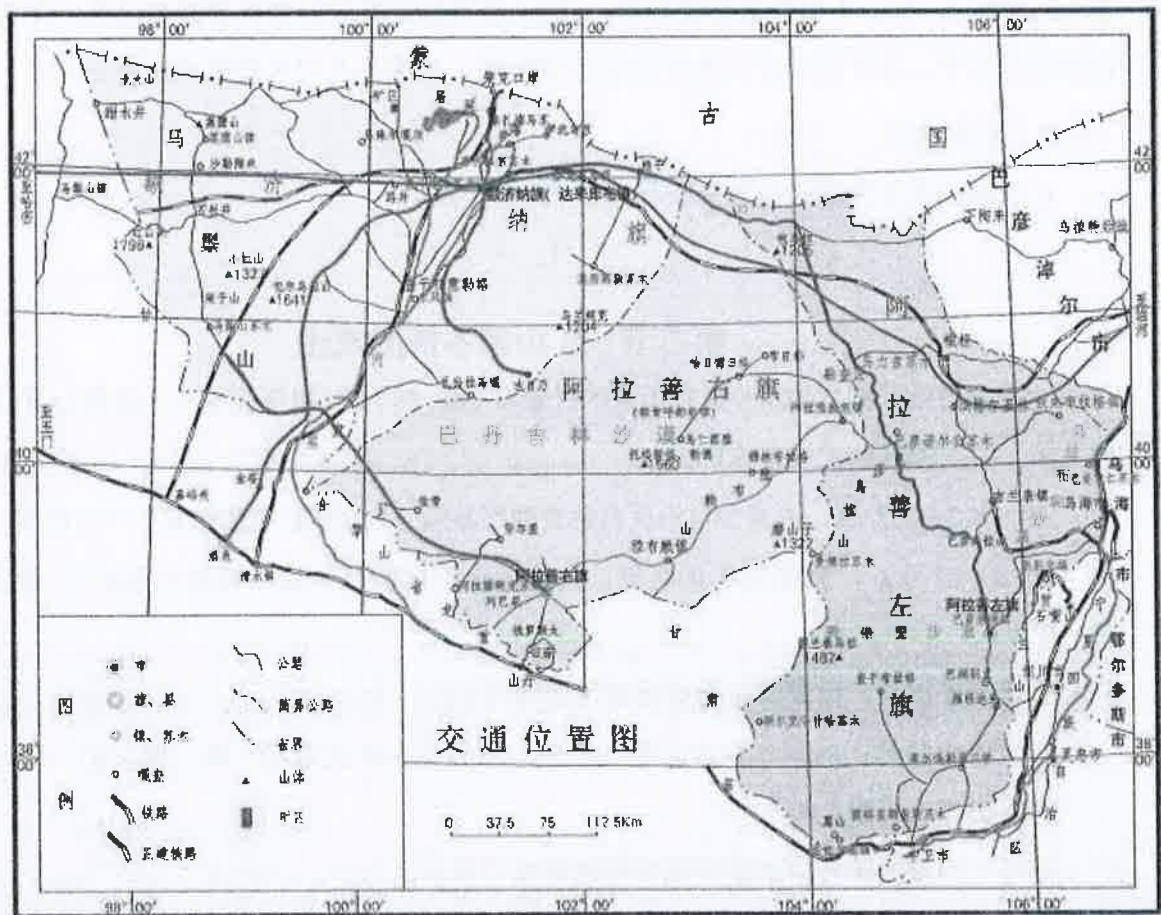


图 1-1 交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

2023年3月17日，内蒙古自治区自然资源厅签发《划定矿区范围批复》（内自然资采划字〔2023〕04号）。批复的矿山名称：内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿；拟设矿区面积1.14km²，拟设开采深度由992m至566m标高。平面范围由10个拐点圈定，（见表1-1）。

表 1-1 矿区范围拐点坐标一览表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系 （3度带）	
	X	Y
1	4703298.9750	33598851.1500
2	4703304.1620	33599196.7250
3	4703088.1640	33599199.7950
4	4703065.4490	33599771.4660
5	4702324.8870	33599782.0510
6	4702327.8290	33599987.7160
7	4701822.9370	33599972.3750
8	4701810.5580	33599123.9450
9	4702581.9760	33599112.9960
10	4702578.4130	33598861.6360
面积：1.14km ² ，开采标高：992~566m。		

矿山开发利用方案概述

2023年5月，内蒙古汇鑫矿业有限公司提交了《内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿矿产资源开发利用方案》（以下简称《开发利用方案》）并通过评审（内矿审字〔2023〕055号），其开发利用主要情况概述如下：

一、开采范围及资源储量

1、开采范围

根据划定矿区范围批复（内自然资采划字〔2023〕04号）及《开发利用方案》，小狐狸山东萤石（铁、锌）矿开采范围面积1.14km²，开采标高：为992~566m。

2、矿产资源储量

根据2021年9月编制的《内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿勘探报告》，该报告已由内蒙古自治区矿产资源储量评审中心评审通过（内自然资储评字〔2021〕61号），并在内蒙古自治区自然资源厅备案（内自然资储备字〔2021〕56号）。小狐狸山东区共圈定47条工业矿体（其中39条萤石矿体、4条锌矿体、4条铁矿体）。各矿体主要赋存于奥陶系中统咸水湖组F1和F2之间的断裂带内。

截止2021年8月31日，小狐狸山东区累计查明矿石资源量为116.77万吨，按矿

种分:

萤石矿矿石资源量（探明+控制+推断）102.80万吨， CaF_2 矿物量54.42万吨，矿床平均品位 CaF_2 52.94%。其中探明的萤石矿矿石资源量33.14万吨， CaF_2 矿物量18.56万吨，平均品位 CaF_2 56.00%；控制的萤石矿矿石资源量22.56万吨， CaF_2 矿物量12.22万吨，平均品位 CaF_2 54.17%；推断的萤石矿矿石资源量47.10万吨， CaF_2 矿物量23.64万吨，平均品位 CaF_2 50.19%。

锌矿矿石资源量（控制+推断）11.83万吨，锌金属量0.21万吨，矿床平均品位Zn1.72%。其中控制的锌矿矿石资源量4.79万吨，锌金属量0.08万吨，平均品位Zn1.63%；推断的锌矿矿石资源量7.04万吨，锌金属量0.13万吨，平均品位Zn1.78%。

铁矿矿石资源量（推断）2.14万吨，矿床平均品位TFe40.89%。

根据《矿业权评估指南》（2006年修订）规定，结合矿床地质特征、地质勘查程度和空间分布情况，《开发方案》对于探明的和控制的经基础储量采用系数为1，对于推断的内蕴经济资源量采系数为0.8。经计算，开发利用方案采用矿石资源储量（探明+控制+推断）105.51万吨，其中，萤石矿采用矿石资源储量为93.38万吨，矿物量49.69万吨，平均品位： CaF_2 53.21%；锌矿采用矿石资源储量为10.42万吨，Zn金属量0.18万吨，平均品位Zn 1.73%；铁矿采用矿石资源储量为1.71万吨，TFe金属量0.70万吨，平均品位TFe40.89%。

首采区采用矿石资源储量（探明+控制+推断）100.90万吨，其中，萤石矿采用矿石资源储量为89.39万吨，矿物量47.89万吨，平均品位： CaF_2 53.57%；锌矿采用矿石资源储量为10.42万吨，Zn金属量0.18万吨，平均品位Zn 1.73%；铁矿采用矿石资源储量为1.09万吨，TFe金属量0.45万吨，平均品位TFe 40.89%。见采用资源储量表1-2、1-3。

开发利用方案采用矿石资源储量表

表 1-2

矿种	资源类型	矿产资源储量矿石量(10 ⁴ t)	利用系数	采用资源储量矿石量(10 ⁴ t)	矿物量/金属量(10 ⁴ t)	平均品位(%)
萤石	探明(TM)	33.14	1	33.14	18.56	56.00
	控制(KZ)	22.56	1	22.56	12.22	54.17
	推断(TD)	47.10	0.8	37.68	18.91	50.19
	合计	102.8		93.38	49.69	53.21
锌	控制(KZ)	4.79	1	4.79	0.08	1.63
	推断(TD)	7.04	0.8	5.63	0.10	1.78
	合计	11.83		10.42	0.18	1.73
铁	推断(TD)	2.14	0.8	1.71	0.70	40.89

	合计	2.14		1.71	0.70	40.89
总计	探明 (TM) + 控制 (KZ) + 推断 (TD)	116.77	/	105.51	50.57	/

首采区采用矿石资源储量表 表 1-3

矿种	资源类型	矿产资源储量矿石量(10 ⁴ t)	利用系数	采用资源储量矿石量(10 ⁴ t)	矿物量/金属量(10 ⁴ t)	平均品位(%)
萤石	探明 (TM)	33.14	1	33.14	18.56	56.00
	控制 (KZ)	22.56	1	22.56	12.22	54.17
	推断 (TD)	42.11	0.8	33.69	17.11	50.79
	合计	97.81		89.39	47.89	53.57
锌	控制 (KZ)	4.79	1	4.79	0.08	1.63
	推断 (TD)	7.04	0.8	5.63	0.10	1.78
	合计	11.83		10.42	0.18	1.73
铁	推断 (TD)	1.36	0.8	1.09	0.45	40.89
	合计	1.36		1.09	0.45	40.89
总计	探明 (TM) + 控制 (KZ) + 推断 (TD)	111.00		100.90	48.51	

二、矿山生产规模和服务年限和产品方案

根据《开发利用方案》设计生产规模为 10 万吨/年, 矿山总服务年限 11 年, 其中 首采区服务年限 10.1 年, 产品方案为萤石精矿、锌矿石和铁矿石。

三、开发利用指标

根据矿体赋存状态、开采技术条件及推荐采用的采矿方法, 开发利用方案所确定的 采矿指标为: 采矿回采率为 90%, 采矿贫化率 10%。

四、矿山服务年限

根据《开发利用方案》:

$$T=Q(1-\rho)/[A(1-\gamma)]=105.51 \times 0.9 / (10(1-0.1)) \approx 11 \text{ 年}$$

$$T_{\text{首}}=Q_{\text{首}}(1-\rho)/[A(1-\gamma)]=100.90 \times 0.9 / (10(1-0.1)) \approx 10.1 \text{ 年}$$

式中: A—年生产能力(10 万吨/年);

Q—采用资源储量(105.51 万吨);

Q_首—采用资源储量(100.90 万吨);

ρ—采矿回采率(90%);

γ—采矿贫化率(10%);

T—矿山服务年限(年)；

T 首—矿山服务年限(年)。

经计算，矿山服务年限约为 11 年，首采矿段服务年限为 10.1 年。

五、矿区总体开发规划

矿区共圈出 47 条工业矿体，萤石工业矿体 39 条，锌工业矿体 4 条，铁工业矿体 4 条。工业矿体中萤石矿体 FL7 矿体为主矿体，空间分布位置看，矿体主要分布在 3-40 线之间，其中 FL7 矿体为主矿体，赋存于矿区中南部。根据《勘探报告》，以 FL7 矿体为界，分布在其上盘矿体为 FL5、FL9、FL9-1、FL10、FL11、FL12，距离约 30—80m，其余矿体分布在 FL7 矿体下盘，大致呈平行分布，距离约 4m—50m。锌、铁矿体均平行分布于 FL7 萤石主矿体上、下盘，相距 0—50m 不等。《勘探报告》划定了首采区，首采区内的萤石矿体达到勘探程度，其他地段矿体达到了详查要求；铁矿和锌矿均分布于 FL7 萤石矿体的旁侧，平行分布于 FL7 萤石主矿体上、下盘，相距 0—50m 不等，与萤石矿体共生，各矿体多为单工程控制。

根据矿区控矿情况、矿体空间分布特征、开采技术条件、资源储量分布特征、勘探程度，方案推荐采用分区开发，先行对《勘探报告》划定的首采区内的矿体进行开采，剩余矿体由于资源储量占比小，资源控制程度较低，将其作为后备资源，待补勘后再行论证研究规划开发。

六、矿床开采方案

(一) 开采方式

根据《开发利用方案》，根据矿区地形地质、矿体赋存情况及开采技术条件，矿体埋藏较深，覆盖层较厚，适合地下开采，因此推荐采用地下开采。

(二) 采矿方法

根据《开发利用方案》推荐主体采矿方法为上向水平分层充填采矿法。

(三) 开拓运输方案

根据《开发利用方案》，设计如下。

1、开拓运输方式

方案采用侧翼竖井开拓，由提升竖井、风井及各中段运输巷道组成，均为新建工程。

提升竖井布置在 36 号与 40 号勘探线之间，井口坐标：X=4702054.004，

Y=33599256.111，H=994.00m，井筒净直径 $\Phi 3.5\text{m}$ ，井深 274.00m（含 10m 井底水窝），

井底标高792m。采用罐笼提升，与中段运输巷联通，负责矿岩、设备和材料的运输、人员出入井任务，同时作为进风通道，设梯子间并作为主要安全出口。

风井布置在15号勘探线附近，采用倒段式，井口坐标：X=4702730.029，Y=33599155.501，H=991.00m，井筒净直径 $\Phi 2.5$ m，与中段运输巷联通，用于矿井回风，井筒内安装梯子间，兼做第二安全出口。

中段高度40m/30m，分为960m、920m、880m、840m、800m、760m、730m共7个中段。

2、井下运输

矿山井下坑内矿岩运输总量为366.8t/d，其中，矿石运输量333.4t/d，废石运输量按其10%估算为33.4t/d。井下采用CTY2.5/6型号电机车牵引YFC0.7-6翻斗式矿车运输，将矿岩运输至井底车场后，由提升机提出地表。

3、矿井通风

根据拟定的开拓方案，采用侧翼对角式通风系统，机械抽出式通风。由提升竖井进风，回风井出风。风流经提升竖井→石门→运输巷道→采场→回风巷道→风井排出地面。

（四）开采工艺

1、开采顺序

根据矿体规模、赋存状态和地质勘查工作控矿程度，方案确定矿床开采总顺序为自上而下的下行式开采，矿段（矿房）开采顺序为后退式，自下而上开采。

2、开采崩落范围确定

根据矿床赋存特征及围岩稳定性，并参照同类矿山实际资料，推荐岩体移动角为：上盘 60° 、下盘矿体倾角，侧翼 70° ，第四纪表土 45° 。

3、回采工艺

（1）矿块构成要素

阶段高度：40m；

矿块长度：40~50m；

矿块宽度：矿体水平厚度；

间柱：5~6m；顶柱2m、底柱5m。

（2）采准切割

阶段运输平巷布置在矿体下盘约为15~20m岩石较稳固处；自脉外运输巷道向矿体内每隔50m开掘穿脉巷道；脉外运输巷道每隔100m向矿体内开掘穿脉，作为废石运输

巷道；采准工程有人行天井、联络道、充填天井及溜井。切割工程主要为切割巷道。切割拉底作业结束后，随即进行人工假底浇筑，人工假底厚 0.5m，假底充填体内钢筋使用 C25 钢筋混凝土、 $\Phi 12\text{mm}$ 钢筋，钢筋网度为 $250\text{mm} \times 250\text{mm}$ 。

（3）矿房回采

为减少厚矿体留设矿柱矿量损失，矿体厚大处使用进路回采，厚至薄处使用水平分层回采。回采顺序由拉底空间开始上向打孔，每分层回采高度 2m，依次分层爆破回采。为有效降低采场矿石贫化率，在每一分层回采结束后，采场内铺设旧胶布，防止废石混入。

① 凿岩、爆破

采用 YT-28 及 YSP45 凿岩机钻孔，采用硬质合金“一”字型钎头，直径 $\Phi 38\text{mm}$ ，刃脚 90° ，钎杆为正六边形空心钢钎，长度 2m，风压 0.68MPa，水压 0.2~0.3MPa。炮孔采用上向扇形炮孔布置，孔深 2m，排距 0.8m，孔底距 0.8m，延时微差逐孔爆破技术。人工装药，爆破采用非电导爆管微差起爆。

② 采场通风

每个矿房有 1 条充填井和上中段连通，充填井下端与矿房、溜井、穿脉平巷和本中段连通，练成通风线路，通风线路为阶段运输巷道新鲜风流→人行通风管路井→采场工作面→清洗回采工作面→充填井→污风排至上阶段回风巷道→回风平巷。

③ 撬毛、支护

当采场每一分层矿石爆落后，需通风 15min 后人员才能进入矿房对采场顶板及帮壁进行安全检查，处理危石与浮石。如遇局部矿岩不稳固时须使用锚杆对顶板进行支护处理，锚杆长度约 2m，锚杆支护网度为 $1.5 \times 1.0\text{m}$ ，视矿岩稳固情况进行适当调整，局部较破碎地段可加挂金属网。充填废石时应及时检查充填作业情况，确保充填质量，并定期对阶段沿脉运输平巷、出矿进路及采场作业面顶板矿体进行全面检查维护，发现浮石及时撬下。

④ 出矿

采用矿用 2JB-30 电耙出矿，每一分层崩落矿石经采场顺路溜井下放至底柱出矿水平，再经矿车转运至对应中段马头门后提升至地表。

⑤ 充填

回采结束后，架设顺路人行天井和矿石溜井及混凝土挡墙。顺路天井完成后再进行充填作业，从充填井下放的废石用电耙推平，再铺一层 0.2m 后的砂浆垫层，待强度达

到2-3MPa后再展开下一回采循环作业。充填挡墙采用混凝土浇筑，墙体浇筑采用掘进废石，粒径不大于50mm，混凝土墙体厚度400mm，强度C25，采用一次浇筑完成。按照充填工序对空区进行充填，充填材料利用地表废石场废石，充填时由上中段电瓶车运输废石到充填井，经翻斗矿车充入采空区。

（4）工作面防尘

除尘工作的首要任务是对产尘点实行净化。防治措施为：坑内采用湿式凿岩捕尘；独头工作面掘进时，用局扇通风排尘；装岩矿时往爆堆上洒水降尘；装矿、卸矿点安装喷雾器降尘；对巷道进行清壁处理；井下工人须加强个体防护，佩戴防尘口罩。

七、矿山总平面布置

根据《开发利用方案》场地布置主要包括：采矿工业场地、风井工业场地、选厂工业区、废石场、尾矿库及矿区道路，总平面布置图见图1-2。

1、采矿工业场地

采矿工业场地布置在36号与40号勘探线之间，拟设占地面积约0.24hm²，设有井口房、提升机房、配电室、值班室、仓库及维修间，建筑物拟设为砖混结构，彩钢房顶。

2、风井工业场地

风井布置在15号勘探线附近，拟设占地面积约0.02hm²，风井井口设有主扇机房，建筑物拟设为砖混结构，彩钢房顶。

3、选厂工业区

布置在采矿工业场地南侧约80m处，拟设占地面积约0.87hm²，设有办公室、值班室、职工宿舍、食堂、活动中心及动力车间、机修车间、仓库等，建筑物拟设为砖混结构，彩钢房顶。

4、废石场

废石场布置在提升竖井的南东侧，长度为66m，堆高约14m，堆宽平均24m，容量约12000m³，边坡角度25°，拟设占地面积约0.59hm²。

5、尾矿库

布置在选矿东侧约50m，拟设占地面积约2.70hm²，年排尾矿约3.44万m³，设计库容量约47.3万m³，五等库。尾矿库采用一次性筑坝，初期坝为碾压土石坝，三面筑坝，坝高为20m，坝轴线长约300m，坝顶宽4m，为傍山型尾矿库，尾矿库采用干式排放，即尾矿浆经浓缩压滤后尾砂中的水分含量约12%-15%，回水返回选矿工艺循环使用，尾砂直接用汽车运输至尾矿库由干式堆存，为了防止尾矿砂中的有害物质对环境造成污

染，整个库区底部、侧面及坝体内坡全部铺设高密度聚乙烯防渗膜(HDPE)，防渗膜厚度2mm。

6、连接各个工程单元的道路为简易道路，路宽平均8米，长770米，为沙石路面，矿区道路面积为0.62hm²。

矿山总平面布置图

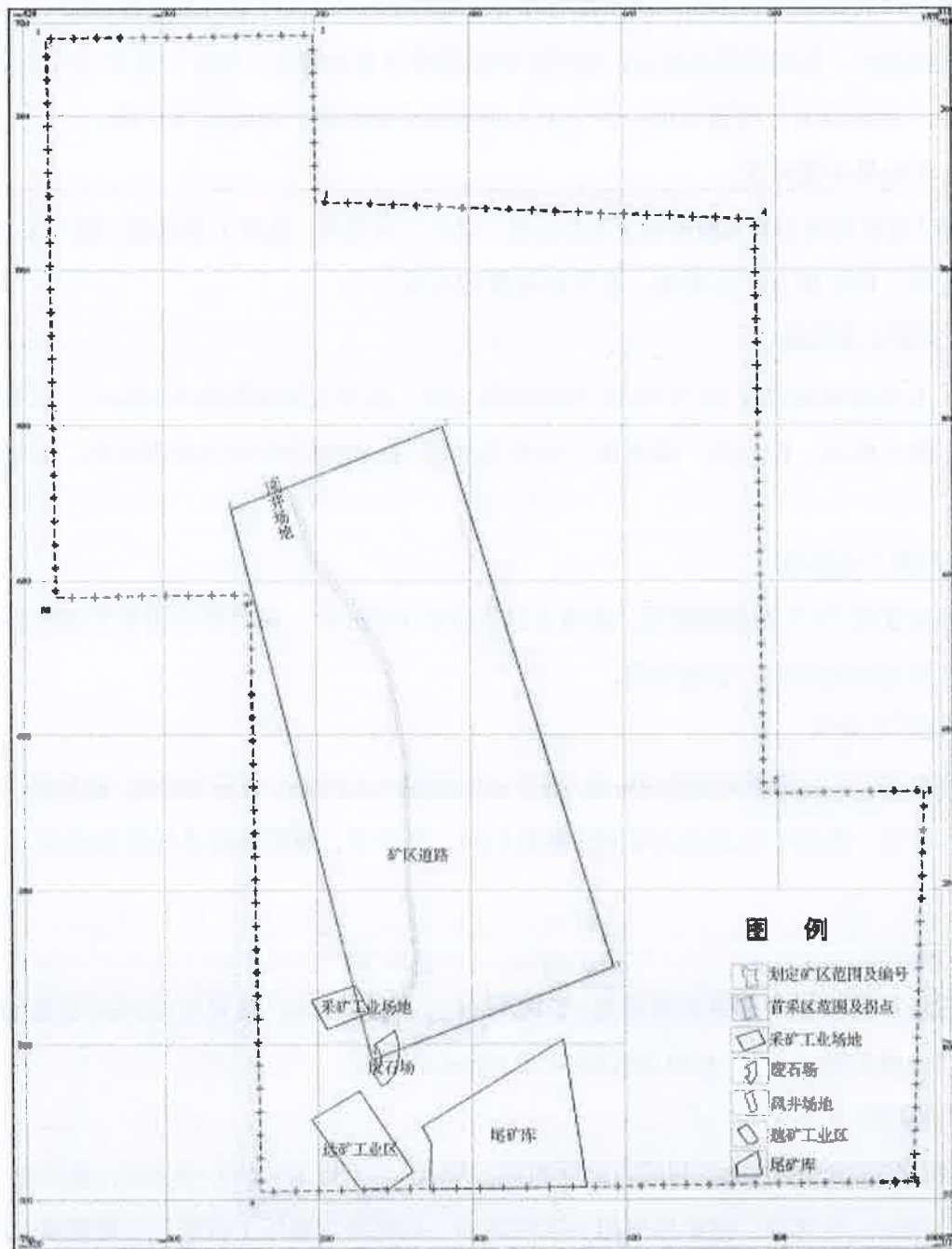


图 1-2 矿山总平面布置示意图

八、矿山固体废弃物、废水的排放及处置情况

（一）固体废弃物

根据《开发利用方案》和现场调查，小狐狸山萤石（铁、锌）矿产生的固体废弃物 包括基建期、生产期产生的废石和生活垃圾。

1、采矿废石

根据《开发利用方案》，矿山建井期间产生废石量约 8.1 万t/a(合2.29 万m³/a)，其中约 10%的废石规划用于平整场地，其余（约2.06 万m³）用于回填遗留采坑，生产期间废石量是按矿山年产量的 50%考虑，矿山生产规模为 10 万t/a，则年产废石量5 万t，萤石体重值为2.90t/m³，锌矿石为体重值3.35t/m³，磁铁矿石体重值为4.33t/m³，取其体重平均值计算得出，年产废石量约为 1.42 万m³，故首采服务年限内共产生废石量约 14.34 万m³，部分用于回填塌陷坑，其余先期暂存于废石场后用于采空区充填。

2、生活垃圾

矿山职工生活垃圾预计排放量为 13.03t/a，在办公生活区内主要建筑物及其他作业场所相应位置安置垃圾桶，生活垃圾集中堆放并间隔一段时间由垃圾车统一外运处理，防止污染，危害人类健康。

总之，矿山生产及治理产生的废石等固体废弃物，进行综合利用，全部得到有效处置。

（二）废水

废水主要包括矿坑疏干水选、选厂废水和生产、生活污水。

1、疏干水

根据《开发利用方案》，井下正常涌水量 1975.76m³/d，坑内集水利用中段巷道3 %的坡度和泄水孔汇入 730m 中段附近的水仓，由水泵站集中排出地表，坑内集水经沉淀后供井下凿岩防尘循环使用，多余部分可用于绿化。

2、选厂废水

根据《开发利用方案》，按选矿专业要求，当生产规模为 10 万 t/a 时，选厂总用水量为 1000m³/d，其中新水为500m³/d(约占总用水量的50%)，浓密池的溢流水回水 230m³/d，尾矿库回水470m³/d，回水经泵送至选厂高位水池，供给选厂各用户，循环率为 70%。非采暖期其他生产用水主要为爆破粉尘抑尘用水量 223.46m³/d、井下抑尘用水量 652.52m³/d、矿区抑尘洒水用水量384.31m³/d、矿区绿化用水量7.17m³/d。采暖期其他生产用水主要为爆破粉尘抑尘用水量 223.46m³/d、井下抑尘用水量 652.52m³/d、矿区抑尘洒水用水量 374.31m³/d。

3、生产、生活用水

根据《开发利用方案》，矿山生产用水量为 $1975.76\text{m}^3/\text{d}$ ，矿山生活用水量 $9\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水产生量按用水量的80%计算，则生活污水产生量为 $7.2\text{m}^3/\text{d}$ ($2160\text{m}^3/\text{a}$)，产生的生活污水经化粪池处理后拉运至城镇污水处理厂进行处理。

矿山开采历史及现状

一、开采历史

小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿属新建矿山，矿山于2004年12月21日首次取得探矿权，从取得勘查许可证至今，进行过缩减面积、变更过探矿权人、先后进行多次延续，现勘查许可证有效期为2012年12月7日至2026年12月6日，现探矿权人：内蒙古汇鑫矿业有限公司，2004年至今，矿山一直处于探矿阶段，矿山未进行其它工程建设。2019年4月委托甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院在矿区内系统地开展地质勘查工作，并提交、通过评审和备案了勘探报告，目前，该矿正在办理探转采手续。

2021年9月甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院编制完成《内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿勘探报告》。该报告已由内蒙古自治区矿产资源储量评审中心评审通过（内自然资储评字〔2021〕61号），并在内蒙古自治区自然资源厅备案（内自然资储备字〔2021〕56号）。

2023年3月，内蒙古地矿科技有限责任公司编制完成《内蒙古额济纳旗小狐狸山东矿区萤石（铁、锌）矿矿产资源开发利用方案》，已由内蒙古自治区矿产资源开发利用方案审查专家组评审通过（内矿审字〔2023〕055号）。

2023年3月17日，内蒙古自治区自然资源厅以“内自然资采划字〔2023〕4号”出具了《划定矿区范围批复》，批复的矿区范围由10个拐点圈定，开采深度由992m至566m标高，拟设矿区面积 1.14km^2 。

三、矿山开采现状

根据现场调查，矿山尚未进行开拓开采工程建设，亦未进行其它工程建设。只遗留有探矿时形成的38处探槽和1处历史遗留采坑。分述如下：

1、探槽：矿区内探槽形成时间为2019年5月受矿权人委托甘肃省地矿局第四地质矿产勘查院对矿权区内的萤石矿开展详查及勘探工作时形成，探槽施工揭露出矿层底板界线，多数探槽施工深度下切基岩 0.3m 以下，槽底宽 $\geq 1.2\text{m}$ ，探槽底壁较为平直，各个探槽的长度不等约 17m — 119.91m ，平均深度不等约 1m — 3.5m ，宽约 1m ，据调查开挖探槽时的废石土均堆就近堆放于各个探槽周边。（详见照片1-8）。

2、遗留采坑：据调查遗留采坑为勘探工作前已形成，占地面积为0.30hm²，开采最低标高为973m，采坑深度约10—20m，东西宽约20—50m，南北长约97m，边坡角在60-80°间，采坑周边有凌乱堆放的废石，堆放的高度约0.3~1m，边坡角约35°，堆放量约5000m³，见照片9-10。



照片1 探槽



照片2 探槽



照片3 探槽



照片4 探槽



照片5 探槽



照片6 探槽



照片 7 历史遗留采坑



照片 8 历史遗留采坑



照片 9 遗留采坑周边废石



照片 10 遗留采坑周边废石

第二章《矿山地质环境保护与土地复垦方案》

主要治理内容及部署

第一节 总体工作部署

依据“防治为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“谁破坏，谁治理，谁损毁，谁复垦”、“合理布局、因地制宜、宜农则农、宜林则林”的原则，按照“统一部署、分步实施、划片治理”的部署思路，对小狐狸山萤石（铁、锌）矿矿山地质环境保护与土地复垦工作进行总体部署。

一、矿山地质环境治理总体工作部署

小狐狸山萤石（铁、锌）矿为新建矿山，首采区服务年限为 10.1 年，考虑到基建期、闭坑恢复治理期，本方案规划矿山治理年限为 15.1 年，即 2023 年 6 月至 2038 年 6 月。本方案编制基准年为 2023 年 6 月，根据矿山地质环境保护与土地复垦工作目标、任务，将矿山地质环境治理规划分为近期 6 年（2023 年 6 月～2029 年 6 月）、中远期治理规划时限为 9.1 年（2029 年 6 月～2038 年 6 月）。

本方案适用年限 5 年。根据矿山地质环境问题的类型和矿山地质环境保护与恢复治理分区结果按照“在保护中开发，在开发中保护”的原则，利用矿体开采作业时间差，将矿山地质环境治理工作分配到每年实施。

二、土地复垦总体工作部署

在遵循“保证地形稳定性”的原则下，合理安排各项损毁单元的土地复垦工作。通过分析损毁形式、损毁程度，合理布置复垦工程，主要有植被重建工程、监测工程等，尽可能恢复到原有的土地利用状态；复垦工作完成后，还要加强后期管护工作，以确保植被正常生长。

矿山企业成立矿山地质环境治理与土地复垦专职机构，将矿山地质环境治理工程与土地复垦工程相结合、同步进行，把相应工作落到实处，确保治理与复垦效果，使经济效益、社会效益与生态环境保护同步发展，建设绿色矿山。

第二节 阶段实施计划

一、矿山地质环境治理阶段工作计划

依据“边开采，边治理”的原则，将小狐狸山萤石（铁、锌）矿矿山地质环境治理工作分述如下：

（一）近期

近期6年（2023年6月～2029年6月）

（1）在遗留采坑外围设置网围栏和警示牌；（2）在近期预测塌陷区外围设置永久界桩、网围栏、警示牌；（3）对遗留采坑边帮及废石场边坡的稳定性进行地质灾害进行监测。

（二）中远期

中远期9.1年（2029年6月-2038年6月）

（1）在中远期预测塌陷区外围设置永久界桩、网围栏、警示牌；（2）对遗留采坑边帮及废石场边坡的稳定性进行地质灾害进行监测；（3）对矿山地质灾害、含水层进行监测。

各阶段地质环境治理计划安排详见表 6-1。

二、矿山土地复垦阶段实施计划

（一）近期（2023 年6月～2029年6月）

为期6 年，主要任务：1）对遗留采坑进行回填、平整，对探槽进行回填、平整、部分地段覆土及撒播草籽，尤其遗留采坑周边存在的凌乱堆放的废石要集中回填至坑内要求2024 年底完成清理工作。2）对近期预测塌陷区产生的塌陷坑进行回填、平整、撒播草籽；

（二）中远期（2029年6月-2038年6月）

为期9.1 年，主要任务：（1）对中远期预测塌陷区产生的塌陷坑进行回填、平整、撒播草籽；（2）对采矿工业场地井筒进行回填，井口封堵，对不再利用的建筑进行拆除、清基、清理，然后对场地进行平整、自然恢复植被；（3）对风井工业场地井筒进行回填，井口封堵，对不再利用的建筑进行拆除、清基、清理，然后对场地进行平整、自然恢复植被；（4）对选厂工业区内需拆除建筑物进行拆除、清基、清理、平整、自然恢复植被；（5）对废石场进行平整工作；（6）对矿山闭坑后，对尾矿库进行废石覆盖。（7）矿山闭坑后，对矿区道路进行平整。

各阶段土地复垦计划安排详见表 6-1。

第三节 近期年度工作安排

为体现“边生产、边治理”的总体思路，矿区近期5 年主要矿山地质环境治理及土地复垦措施如下：

一、矿山环境治理

根据矿山地质环境恢复治理总体工作部署，结合矿山地质环境的工程量、难易程度等实际情况，确定近期（2023年6月～2029年6月）年度实施计划。

2023年6月～2024年6月：1）现状遗留采坑外围设置网围栏警示牌，对在近期预测塌陷区外围设置永久界桩、网围栏、警示牌；2）地质灾害监测；3）对地下水水位和水质进行监测。

2024年6月～2026年6月：1）地质灾害监测；2）对地下水水位和水质进行监测。

2026年6月～2027年6月：1）地质灾害监测；2）对地下水水位和水质进行监测。

2027年6月～2028年6月：1）地质灾害监测；2）对地下水水位和水质进行监测。

2028年6月～2029年6月：1）地质灾害监测；2）对地下水水位和水质进行监测。

二、土地复垦

根据矿山土地复垦总体工作部署，结合矿山复垦的工程量、难易程度等实际情况，确定近期土地复垦年度实施计划。

2023年6月～2024年6月：1）对遗留采坑进行回填、平整，对探槽进行回填平整、部分地段覆土、播撒草籽，尤其遗留采坑周边存在的凌乱堆放的废石要集中回填至坑内要求2023年完成清理工作。

2024年6月～2026年6月：1）对近期预测塌陷区产生的塌陷坑进行回填。

2026年6月～2027年6月：1）对近期预测塌陷区产生的塌陷坑进行回填。

2027年6月～2028年6月：1）对近期预测塌陷区产生的塌陷坑进行回填。

2028年6月～2029年6月：1）对近期预测塌陷区产生的塌陷坑进行回填、覆土、撒播草籽。

各年度的土地复垦工作量详见表6-2。

表 6-1 地质环境治理及矿山土地复垦计划安排表

阶段		复垦面积 (hm ²)	治理年限	主要工程措施
近期		35.51	2023年6月 ~ 2029年6月	(1) 在遗留采坑外围设置网围栏和警示牌；(2) 在近期预测塌陷区外围设置永久界桩、网围栏、警示牌；(3) 对遗留采坑边坡及废石场边坡的稳定性进行地质灾害监测。(4) 对遗留采坑进行回填、平整，对探槽进行回填，尤其遗留采坑周边存在的凌乱堆放的废石要集中回填至坑内要求2023年底完成清理工作。(5) 对近期预测塌陷区产生的裂缝进行平整。
	中 远期		2029年6月 ~ 2035年6月	1) 对远期预测塌陷区产生的裂缝进行平整。(2) 对采矿工业场地井筒进行回填，井口封堵，对不再利用的建筑进行拆除、清基、清理，然后对场地进行平整、自然恢复植被；(3) 对风井工业场地井筒进行回填，井口封堵，对不再利用的建筑进行拆除、清基、清理，然后对场地进行平整、自然恢复植被；(4) 对选矿工业区内需拆除建筑物进行拆除、清基、清理、平整、自然恢复植被；(5) 对废石场进行平整工作；(6) 对矿山闭坑后，对尾矿库进行废石覆盖，(7) 对矿山闭坑后，对矿区道路进行平整。

表 6-2 地质环境治理及矿山土地复垦计划安排表

阶段 名称	年度	地质环境治理工程				土地复垦工程									
		警示牌 (个)	地质环 境监测	网围栏 (m)	永久 界桩 (根)	覆盖 废石 (m³)	回填 (m³)	覆土 (m³)	拆除 (m³)	清基 (m³)	清理 (m³)	平整 (m³)	封堵 (m³)	砂浆抹面 (m³)	播撒草籽 (hm²)
第一 阶段 近 期	第1年	12	3584	1764	32	-	42296	180	-	-	-	510	-	-	0.06
	第2年	-	3584	-	-	-	4096	-	-	-	-	-	-	-	-
	第3年	-	3584	-	-	-	4096	-	-	-	-	-	-	-	-
	第4年	-	3584	-	-	-	4096	-	-	-	-	-	-	-	-
	第5年	-	3584	-	-	-	4096	1680	-	-	-	-	-	-	0.56
合计	共5年	12	17920	1764	32	-	58680	1860	-	-	-	510	-	-	0.62
	第6年	10	3584	2469	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
第二 阶段 中 远 期	第7年	-	3584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	第8年	-	3584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	第9年	-	3584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	第10年	-	3584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	第11年	-	3584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	第12年	-	3584	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

第三章 上年度矿山地质环境治理总结

第一节 2024 度已完成矿山地质环境治理与土地复垦区域（到界可治理的区域）及面积。

2024 未开展相关工作。

第二节 上年度基金提取情况及基金使用情况

2024 年未动用基金账户，账户基金剩余 135228.84 元。

第五节 存在的问题

2024 年度未开展相关工作，《年度环境治理计划》未上报、公示。

第四章 本年度矿山地质环境治理计划

第一节 本年度生产计划

2025 年矿山建设期，无生产计划。

第二节 本年度应开展矿山地质环境治理与土地复垦区域（到界可治理的区域）及面积

1、历史遗留采坑回填、平整，治理，回填量约 18350 立方米。治理区域拐点坐标见表 4-1

表 4-1 区域拐点坐标及面积

区域拐点坐标及面积		
点号	X	Y
1	4702775.4738	33599297.8319
2	4702776.9839	33599324.1082
3	4702760.8968	33599342.0445
4	4702730.7289	33499342.0445
5	4702697.3983	33599348.3661
6	4702694.5480	33599333.1913
7	4702729.9968	33599312.0114
8	4702750.3294	33599298.2686
9	4702762.6186	33599291.3829

$S = 2725.23$ 平方米

2、对矿区内前期探矿挖损形成的探槽进行回填、平整，完成回填量 16224 立方米，治理面积约 0.56hm^2 ；

治理区域拐点坐标见表 4-2

区域拐点坐标及面积		
点号	X	Y
1	4703191.1573	33593157.9289
2	4703154.8595	33593142.8913
3	4703136.5549	33593158.2409
4	4703138.8169	33593028.0503
5	4703091.7794	33593038.3791
6	4703044.3197	33593031.4589
7	4702956.4027	33593044.1236
8	4702991.2865	33593166.0378
9	4702945.6987	33593198.0807
10	4702887.3203	33593202.9188
11	4702805.034	33593114.7452
12	4702768.2644	33593163.1552
13	4702754.7559	33593267.3663
14	4702856.1615	33593618.053
15	4702809.3915	33593639.6891
16	4702775.4582	33593662.2011
17	4702707.3334	33593710.7125
18	4702704.879	33593293.22
19	4702780.736	33593508.7366
20	4702661.8742	33593313.7883
21	4702625.2784	33593350.1161
22	4702627.5175	33593459.541
23	4702578.2409	33593358.2863
24	4702501.7374	33593305.6167
25	4702583.0519	33593499.8003
26	4702461.6593	33593366.751
27	4702429.6128	33593386.5138
28	4702379.6568	33593415.5236
29	4702312.9479	33593445.6143
30	4702279.0458	33593441.0831
31	4702223.3973	33593452.0593
32	4702188.2854	33593475.4327
33	4702061.8762	33593475.421
34	4702031.6064	33593473.6811

35	4701988.4174	33593500.2286
区域面积 0.56hm ²		

3、定期对对矿山地质环境、预测塌陷区稳定性进行监测，在矿区内预测塌陷区范围设置监测点21处，开展定期检测（年开展多少次），保存相关检测数据，建立基本矿山地质环境、预测塌陷区检测台账；

区域拐点坐标及面积		
点号	X	Y
1	4702045.83	33599331.68
2	4702041.62	33599417.87
3	4702085.85	33599507.10
4	4702180.19	33599530.00
5	4702266.94	33599482.91
6	4702354.84	33599443.45
7	4702453.09	33599426.29
8	4702549.71	33599400.50
9	4702648.63	33599386.41
10	4702744.92	33599409.70
11	4702820.26	33599378.40
12	4702802.72	33599281.61
13	4702753.18	33599195.98
14	4702647.59	33599169.40
15	4702567.38	33599114.28
16	4702506.72	33599181.83
17	4702417.43	33599225.23
18	4702320.65	33599250.37
19	4702224.49	33599277.79
20	4702125.52	33599284.67
21	4702045.83	33599331.68

4、预测塌陷区外围设置网围栏150米、警示牌10块，以免人畜、车误入发生危险。区域坐标、工程量见下表；

区域拐点坐标及面积		
点号	X	Y
1	4702045.83	33599331.68
2	4702041.62	33599417.87
3	4702085.85	33599507.10
4	4702180.19	33599530.00
5	4702266.94	33599482.91

6	4702354.84	33599443.45
7	4702453.09	33599426.29
8	4702549.71	33599400.50
9	4702648.63	33599386.41

项目	工程量	单价（元）	治理经费（万元）
网围栏（m）	150	10	0.15
人工			0
角铁（根）	40	12	0.048
警示牌（块）	10	40	0.04
合计：0.238（万元）			

第三节 工作部署

1、历史遗留采坑回填、平整，治理，回填量约 18350 立方米，治理面积 2725.23 平方米，2025 年 9 月 10 日前完成。

2、探槽进行回填、平整，完成回填量 16224 立方米，治理面积约 0.56hm² 2025 年 8 月 15 日前完成。

3、预测塌陷区范围设置监测点 21 处，2025 年 9 月 10 日前完成。

4、预测塌陷区外围设置网围栏 150 米、警示牌 10 块，年底完成。

第四节 本年度矿山地质环境治理与土地复垦恢复的面积、地类

2025 年度计划矿山地质环境治理面积 8325.23，地类为裸地。

第五节 本年度矿山地质环境治理与土地复垦计划完成工程量

1、2025 年度计划回填治理量 34574 立方米（其中采坑回填 18350 立方米，探槽回填 16224 立方米）。

2、设置预测塌陷区监测点 21 处。

3、预测塌陷区架设网围栏 150 米。

第六节 本年度基金拟提取情况及基金拟使用计划

实际发生费用按规定在基金账户申请提取，基金账户结余 135228.84 元。

第七节 经费预算

本年度矿山地质环境治理与土地复垦总经费预算为 24.488 万元，详见下表

项目	工程量	单价（元）	治理经费（万元）
机械台班	34574m³	4	13.83
人工	34574m³	3	10.37
网围栏	200m	10	0.2
角铁	40 根	12	0.048
警示牌	10 块	40	0.04
合计：24.488（万元）			



