

肃北县博伦矿业开发有限责任公司
七角井钒及铁矿矿产资源
开发利用方案

项目编号：L1415SQ03



兰州有色冶金设计研究院有限公司

二〇二二年九月



兰州有色冶金设计研究院有限公司

总 经 理：张 宏 昆

主管副总经理：张 国 胜

总 工 程 师：张 国 胜

总 设 计 师：张 雄 天

主要设计人员：张 雄 天

王 明 阳

朱 明

侯 文 强

甄 大 超

刘 文 凯

目 录

1	概 述.....	1
1.1	项目名称.....	1
1.2	矿权沿革及编制目的.....	2
1.3	矿区地理位置与交通.....	8
1.4	自然地理与经济概况.....	8
1.5	周边环境.....	9
1.6	矿山开采现状.....	9
1.7	编制依据和原则.....	15
2	矿产品需求现状和预测.....	17
2.1	铁供需情况及市场价格分析.....	17
2.2	钒供需情况及市场价格分析.....	23
3	矿产资源概况.....	28
3.1	矿区总体概况.....	28
3.2	设计项目资源概况.....	29
4	主要建设方案的确定.....	56
4.1	矿山现状.....	56
4.2	开采方案.....	56
4.3	产品方案.....	59
4.4	开拓运输方案.....	59
4.5	厂址方案.....	59
4.6	防排水方案.....	61
4.7	供水方案.....	62

4.8	供电方案.....	63
5	矿床开采.....	66
5.1	矿床开采顺序及首采地段确定.....	66
5.2	开采影响范围.....	67
5.3	采矿方法.....	67
5.4	生产能力验证.....	77
5.5	矿山服务年限.....	82
5.6	开拓运输系统.....	83
5.7	矿井通风系统.....	92
5.8	井巷工程.....	94
5.9	基建工程量、三级矿量及保有期.....	94
6	选矿及尾矿设施.....	96
6.1	钒矿选矿.....	96
6.2	铁矿选矿.....	101
7	环境保护.....	111
7.1	设计企业主要环保标准.....	119
7.2	矿山主要污染物及治理措施.....	119
7.3	水土保持与复垦.....	121
7.4	绿色矿山建设.....	121
8	安全与工业卫生.....	127
8.1	工程概述.....	127
8.2	设计依据.....	127
8.3	安全技术.....	128
8.4	预防矿山火灾.....	130
8.5	机电和提升运输安全.....	131

8.6	矿山安全避险系统.....	138
8.7	选矿厂生产不安全因素及预防措施.....	138
8.8	尾矿库安全.....	139
8.9	废石场安全.....	140
8.10	工业卫生.....	140
8.11	矿山安全救护及管理.....	142
9	经济效益评价.....	144
9.1	投资估算.....	144
9.2	资金筹措.....	146
9.3	产品价格及销售收入.....	146
9.4	劳动定员.....	146
9.5	成本估算.....	146
9.6	税金及附加.....	148
9.7	项目经济效益预测.....	148
9.8	综合技术经济指标.....	148
10	开发利用方案简要结论.....	152
10.1	设计利用地质资源、开采方式、生产能力及服务年限.....	152
10.2	产品方案.....	152
10.3	开拓方案.....	152
10.4	采选工艺方案.....	152
10.5	厂址方案.....	153
10.6	项目经济效益预测.....	155
10.7	存在的主要问题及建议.....	155

附件：

附件一：《肃北博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿产资源开发利用方案》设计委托书；

附件二：关于《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒铁矿区061-022线钒矿详查报告》矿产资源储量评审备案证明（甘国土资储备字[2009]24号）；

附件三：《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061-022线钒矿详查报告》评审意见书（甘国土资储评字(2009)24号，甘国土资储评总字790号）

附件四：关于《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明（甘国土资储备字[2009]88号）；

附件五：《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》评审意见书（甘国土资储评字（2009）88号，甘国土资储评总字854号）；

附件六：《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告审查意见》，甘肃省自然资源厅，2022.1.19；

附件七：采矿许可证；

附件八：营业执照。

附图：

L1415SQ03-1：图纸目录；

L1415SQ03-2：地形地质图；

L1415SQ03-3：矿区总体布置图；

L1415SQ03-4：七角井钒及铁矿 7 号勘探线地质剖面图；

L1415SQ03-5：七角井钒及铁矿 11 号勘探线地质剖面图；

L1415SQ03-6：七角井钒及铁矿 17 号勘探线地质剖面图；

L1415SQ03-7：开拓系统纵投影图；

L1415SQ03-8：分段空场嗣后充填采矿法图；

L1415SQ03-9：阶段矿房嗣后充填采矿法图；

L1415SQ03-10：分段空场法。

1 概 述

1.1 项目名称

肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿产资源开发利用方案

1.2 承办单位及编制单位基本情况

承办单位：肃北县博伦矿业开发有限责任公司为青海省属国有控股企业西部矿业股份有限公司的全资子公司，于 2003 年 12 月 1 日在酒泉市肃北县注册成立，注册资本 9243 万元，主要从事铁矿、钒矿的采选、冶炼等业务。自 2007 年起公司连续被酒泉市委、市政府授予“纳税 50 强”企业，并名列前茅。

编制单位：兰州有色冶金设计研究院有限公司成立于1958年，曾先后隶属于冶金工业部、中国有色金属工业总公司、国家有色金属工业局、中国铜铅锌集团公司。2001年并入中国地质工程集团有限公司，2010年随中国地质工程集团有限公司加入中国节能环保集团有限公司。

建院六十多年来，公司已发展成一所具备跨行业、跨区域、多层次、全方位为工程建设服务的综合甲级设计研究院。由甘肃省科学技术厅、甘肃省财政厅、甘肃省国家税务局、甘肃省地方税务局联合批准为高新技术企业和“甘肃省技术转移示范机构”，2018年12月甘肃省工信委正式批复成立甘肃省尾矿处置行业技术中心，2020年10月公司通过国家级绿色矿山第三方评估机构服务能力（三星级）认证。

公司具有独立的境内、境外经营权，拥有冶金行业、建筑工程、城市规划、工程咨询、工程造价咨询、工程总承包、施工图审查等多项甲级资质及建材行业、市政公用等乙级资质，甘肃蓝野建设监理有限公司

拥有甘肃省唯一的工程监理综合资质。荣获国家优秀工程设计奖近300项，科技进步奖57项，拥有技术专利八十余项。公司自成立以来做了大量初步设计、矿产资源开发利用及恢复治理方案等设计，具有丰富的设计经验。

1.3 矿权沿革及编制目的

2002年7月，甘肃省地矿局第四勘查院向甘肃省国土资源厅申请办理了《甘肃省酒泉地区肃北县七角井铂族矿普查》勘查许可证，勘查面积10.30km²，2004年7月、2005年7月先后进行了两次延续登记，勘查面积变更为8.92km²，有效期延至2007年7月28日。

2005年4月，甘肃省地矿局决定其对外合作的甘肃秦祁矿业有限责任公司以该矿权出资与设在加拿大的联合资源投资有限公司(以下简称联合资源投资公司)合作开展风险勘探并计划在海外上市，所有资金由联合资源投资有限公司负责投入，随后，地矿局将该探矿权由第四勘查院转让给甘肃秦祁矿业有限责任公司，勘查项目名称变更为：甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒及铁矿普查。

2006年4月13日，经过甘肃省人民政府有关部门批准，秦祁公司与联合资源公司在兰州注册成立甘肃威斯特矿业勘查有限公司(以下简称威斯特公司)。2006年9月29日，秦祁公司将《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒及铁矿普查》勘查许可证转让到威斯特公司名下，有效期至2008年7月29日。

2006年12月，甘肃省国土资源厅以“甘国土资矿转字(2006)第15号文件”正式批复同意七角井钒及铁矿探矿权转让至西宁特殊钢股份有限公司及哈密市长城实业有限责任公司共同持有股份的肃北县博伦矿业开发有限责任公司，并于2009年5月8日办理了新的勘查许可证。

该探矿权内赋存有丰富的铁矿和钒矿资源，为使矿产资源合理配置、有效利用，甘肃省国土资源厅于 2009 年 5 月 8 日为肃北县博伦矿业开发有限责办理了“甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒及铁矿详查勘查许可证”，有限期限自 2009 年 5 月 8 日至 2010 年 7 月 29 日。

肃北博伦公司于 2010 年 8 月 3 日取得肃北县博伦矿业开发有限责任公司肃北县七角井钒及铁矿采矿权证，之后采矿证按时进行年检，2013 年进行第一次采矿权延续，2016 年进行第二次采矿权延续。

2017 年由于井口在采矿权证之外，公司于 2018 年 4 月份停产，同时积极办理第三次延续事宜，于 2018 年 12 月 25 日将采矿权范围进行扩大并延续，将原在外井巷工程扩进采矿权范围，保证公司生产经营合规合法。

2018 年肃北县博伦矿业开发有限责任公司采矿权范围进行了延续变更，此次变更是在原有采矿权范围区块一基础上增加了三个区块（区块二、区块三、区块四）。肃北县博伦矿业开发有限责任公司《采矿许可证》由甘肃省国土资源厅颁发，该采矿证信息如下：

证 号：C6200002010082220071887；

采矿权人：肃北县博伦矿业开发有限责任公司；

地 址：甘肃省酒泉市肃北县七角井矿区；

矿山名称：肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿；

经济类型：有限责任公司；

开采矿种：钒矿、铁矿；

开采方式：地下开采；

生产规模：250 万吨/年（铁矿 200 万吨/年、钒矿 50 万吨/年）；

矿区面积：5.1424 平方公里；

有效期限：自 2018 年 4 月 21 日至 2033 年 8 月 21 日；

矿区开采深度：由 2410m 至 1600m 标高，矿区共由 17 个拐点圈定。

矿区范围拐点坐标详见表 1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标表

区块	拐点号	1980 西安坐标系		2000 大地坐标系	
		X	Y	X	Y
区块一	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
	5	*****	*****	*****	*****
区块一面积：5.0592km ² ；标高：从 2410m 至 1600m					
区块二	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
区块二面积：0.0071km ² ；标高：从 2410m 至 1600m					
区块三	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
区块三面积：0.0523km ² ；标高：从 2410m 至 1600m					
区块四	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
区块四面积：0.0238km ² ；标高：从 2410m 至 1600m					
全矿区	矿区面积：5.1424km ² 开采深度：由 2410m 至 1600m 标高				

本次开发利用方案编制目的：

因矿山变更采矿权范围（缩小）及扩大生产规模，故肃北博伦矿业开发有限责任公司委托我公司编制《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿产资源开发利用方案》。本次开发利用方案拟变更区块一范围，其他区块范围不变，变更后矿权缩小0.1%，变更前矿权范围面积5.1424km²，变更后矿权范围面积5.1373km²。变更后区拐点坐标如下表1-2，变更前后采矿权范围对照图1-1、及局部对照图1-2。

变更后该矿山采矿信息如下：

采矿权人：肃北县博伦矿业开发有限责任公司；

地 址：甘肃省酒泉市肃北县七角井矿区；

矿山名称：肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿；

经济类型：有限责任公司；

开采矿种：钒矿、铁矿；

开采方式：地下开采；

生产规模：380 万吨/年（铁矿 290 万吨/年、钒矿 90 万吨/年）；

矿区面积：5.1373 平方公里；

矿区开采深度：由 2410m 至 1600m 标高，矿区共由 17 个拐点圈定。

矿区范围拐点坐标详见表 1-2。

表 1-2 变更后矿区范围拐点坐标表

区块	拐点号	1980 西安坐标系		2000 大地坐标系	
		X	Y	X	Y
区块一	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
	5	*****	*****	*****	*****
区块一面积：5.0541km ² ；标高：从 2410m 至 1600m					

区块	拐点号	1980 西安坐标系		2000 大地坐标系	
		X	Y	X	Y
区块二	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
	区块二面积：0.0071km ² ；标高：从 2410m 至 1600m				
区块三	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
	区块三面积：0.0523km ² ；标高：从 2410m 至 1600m				
区块四	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
	区块四面积：0.0238km ² ；标高：从 2410m 至 1600m				
全矿区	矿区面积：5.1373km ² 开采深度：由 2410m 至 1600m 标高				

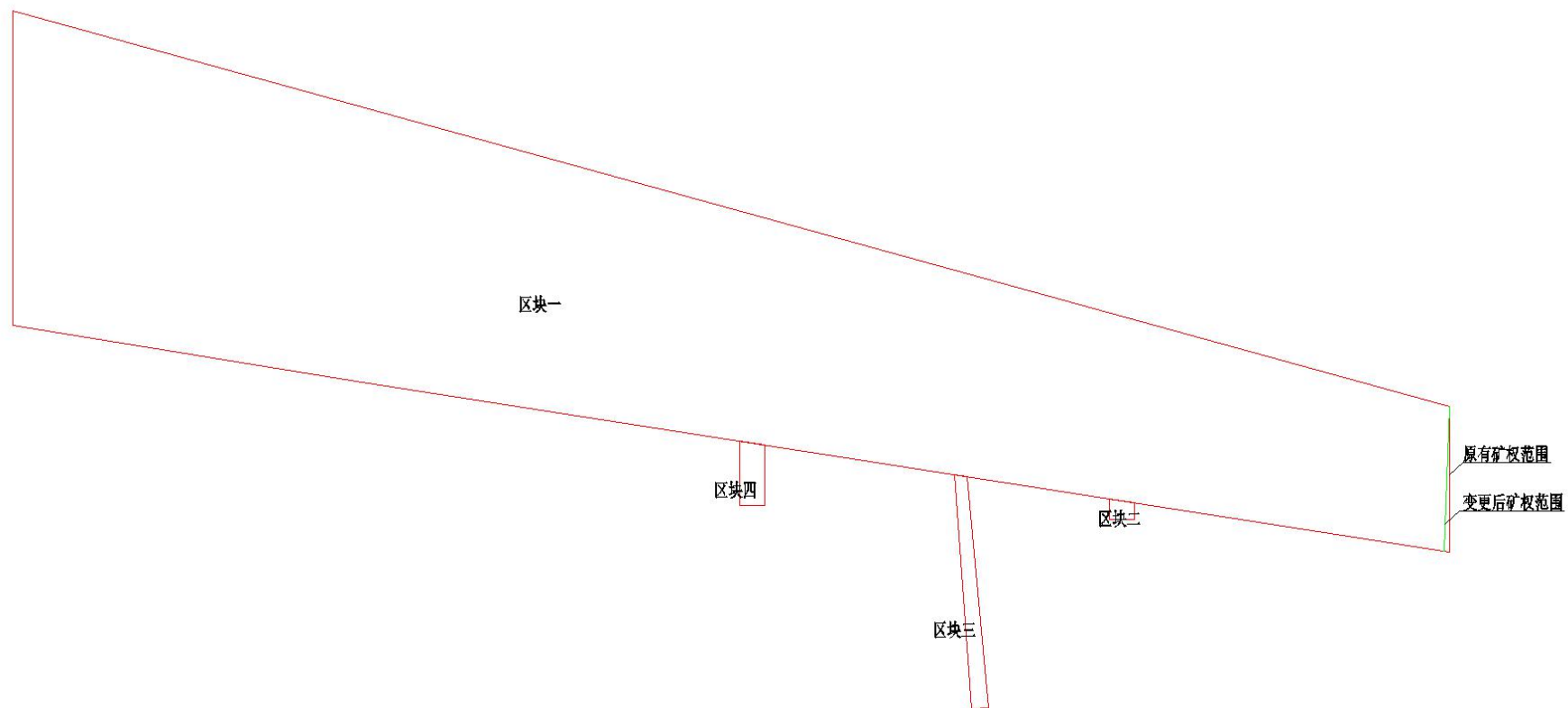


图1-1 变更前后采矿权范围对照图

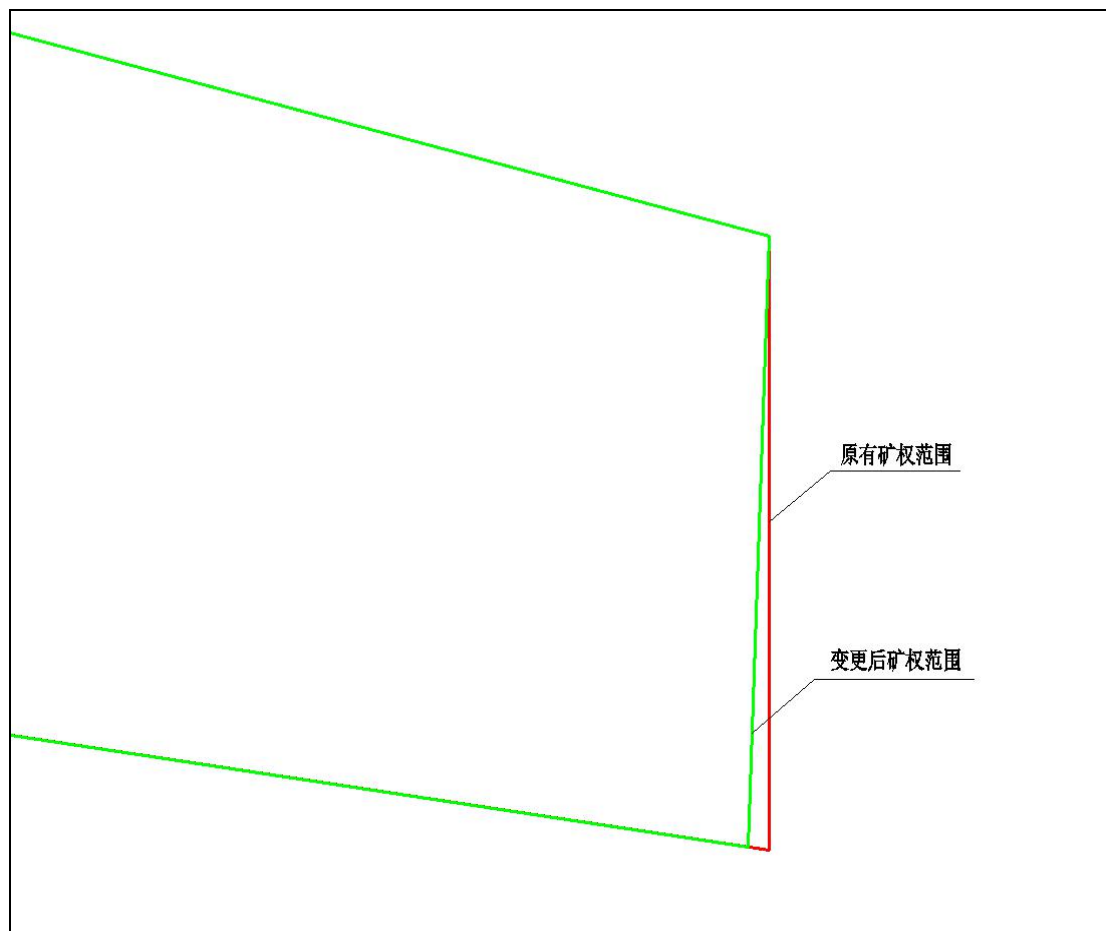


图1-2 变更前后采矿权范围对照局部图

1.4 矿区地理位置与交通

矿区位于甘肃省北山地区，该区山脉走向近东西向分布，海拔高程在2300~2500m之间，一般比高都在200m以下，属中低山区。但绝大部分地区为戈壁滩，常年气候干燥，风沙较大，雨量较少，区内没有地表径流，仅有数处泉井，但水质不佳不宜饮用。矿区与兰新铁路柳园火车站北方向直距50km，从柳园镇有简易公路直通矿区，相距63km，交通方便。

1.5 自然地理与经济概况

该区山脉走向近东西方向分布，海拔标高在2300~2500m之间，一般比高都在200m以下，属中低山区，四周是大面积戈壁滩，常年气候干旱，风沙较大，雨量极少。每年在3—6月间为风季，风力可达5级以上，

其它季节也有阵风，7—8月间有阵风和阵雨，10月末开始降雪，第二年四月末解冻，年最高气温（6—7月间）温度可达42.8℃，最低气温在12月至来年元月，温度达-29.3℃。

矿区属大陆性干旱气候，夏季炎热，冬季寒冷。年最高气温35℃，最低气温-29.3℃，夏季日温差15℃—25℃，年平均气温4℃，10月下旬至翌年3月为冻结期，最大冻土深度达400cm以上。年平均降水量63.3mm，蒸发量3039.6mm，蒸发量远大于降水量，气候异常干燥。区内常年多风，风向以西北风为主，风力一般4级—7级，最高达8级以上。

区内人烟稀少，仅有少数游牧的蒙古族牧民。一切生产、生活物资需从酒泉市、敦煌市、瓜州县及柳园镇等地供给。近年来，随着矿业经济的发展，初步形成了以柳园为中心的矿业原料集散地。

1.6 周边环境

矿区周边有少数蒙古族牧民。矿区不属于国家级自然保护区、重要风景区、国家重点保护的历史文物和名胜古迹所在地，周边环境相对简单。

目前矿区周围有3个探矿权范围和一个采矿权范围（如图1-3肃北博伦矿区周围矿权设置情况）如图1-3，3个探矿权范围属于红山铁矿，其中两个探矿权范围距离肃北博伦矿业有限公司矿区较远，不会产生影响。红山铁矿二矿区与肃北博伦矿业有限公司矿区最近距离25m，未来在开采过程中若是露天开采肃北博伦矿区位于红山铁矿二矿区爆破警戒线范围内，若是地下开采肃北博伦矿区可能位于红山铁矿二矿区地表移动带范围内，并且有可能产生产权纠纷问题。此外，距离肃北博伦矿区3.2Km范围内有甘肃方舟矿业有限公司矿区，两矿区相距较远，相互之间基本无影响。

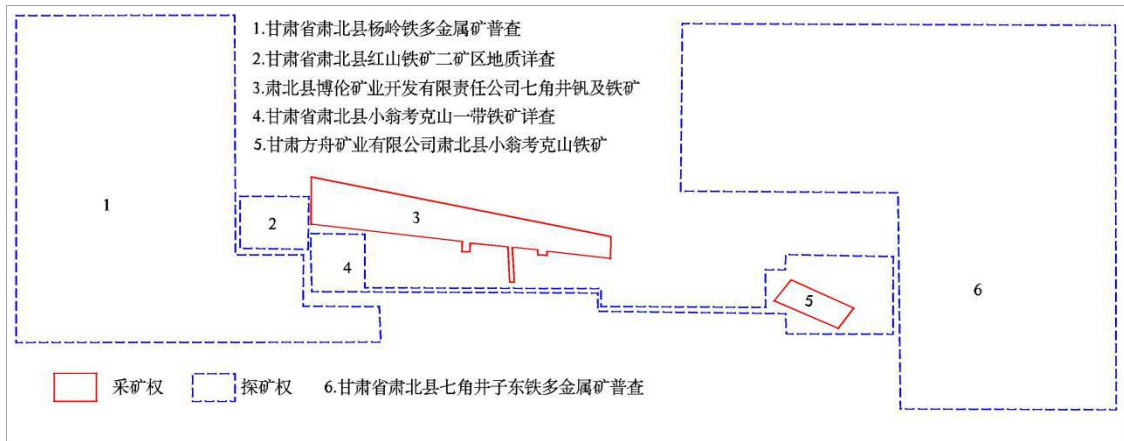


图 1-3 肃北博伦矿区周围矿权设置情况

1.7 矿山开采现状

1.7.1 铁矿开采现状

七角井铁矿自上世纪九十年代起，进行了多次的民采活动，开采对象为矿区2线~21线地表主矿体。该矿山矿区内赋存有铁矿和钒矿体，铁矿体位于下盘，钒矿体位于上盘，矿体相距约85~350m，平均距离约150m。主要是开采铁矿石，仅进行了简单的露天开采，没有进行统一规划。2004年肃北县博伦矿业开发有限责任公司成立，小露天开采至2009年5月终止，主要开采七角井铁矿7~21线西矿段。目前矿山进行井下开采，铁矿区采用胶带斜井作为主要开拓系统，矿山已有东西进风井、回风井、副井及沿矿体走向分布的七条斜坡道及主穿脉、溜矿井、斜井等井巷工程，已形成年产铁矿200万t的生产能力，由于历史遗留问题，井下逐渐形成一系列体积规模大、分布集中、连续性强的采空区群，给矿山生产安全带来极大的隐患。

针对以上问题，博伦矿业公司邀请多所科研院所、矿业高校探讨了七角井铁矿不同地压处理及采空区充填方案的可行性，包括干式充填、削壁爆破充填、全尾砂胶结充填、膏体充填等方案。2014年7月至2015年3月，西宁特钢及博伦矿业公司内部专家组在反复论证的基础上，在

北京召开《七角井钒铁矿开采方案优化研究》项目可行性评审会，确定采用“保钒采铁、分区协同”的开采方案。其中确定铁矿西区采用空场嗣后膏体充填法回采。为此，博伦矿业公司委托金诚信矿山技术研究院开展七角井铁矿充填材料试验及膏体充填系统方案研究，北京科技大学及金诚信矿山技术研究院组织人员于2015年8月至2016年1月在“金属矿山高效开采与安全”教育部重点实验室开展了七角井铁矿充填材料物理化学特性及膏体充填基本条件试验，并在此基础上结合矿山开采方案提出膏体充填系统方案，并于2016年7月编制完成《七角井铁矿充填方案研究及采矿工艺优化设计》。结合“保钒采铁、分区协同”的开采方案，在对比干式充填、削壁爆破充填、全尾砂胶结充填及膏体充填的基础上，确定七角井铁矿东区、西区采用膏体充填来处理采空区。充填材料的选取遵循“就地取材，减少外购”原则，以全尾砂、干抛尾、粉煤灰等矿山固体废弃物为主。充分考虑充填体性能及单位充填成本，综合推荐2种膏体充填方案：方案一微胶结添加粉煤灰，胶结不加粉煤灰充填方案。方案二微胶结及胶结充填均不加粉煤灰充填方案。

铁矿采区目前矿山开采2085m及2020m中段，距地表大概400m。矿山其他附属配套设施齐全。

1.7.2 钒矿开采现状

目前钒矿区未进行开采，正在做钒矿一采区基建及采准切割工程。由于铁矿开采产生大量采空区，为了“保钒采铁”，肃北博伦矿业与多家科研机构及高校合作，做了开采稳定性研究、采用充填采矿法等一系列措施保证钒、铁矿安全有效的开采。结合七角井钒矿的现场条件，并参照类似矿山的经验，推荐钒矿的采场暴露面积值为：100~200m²（100~150 m² 时，暴露时间可以较长；150~200 m² 时，暴露时间应控制在1

个月以内)。

1.7.3 钒矿、铁矿相互影响关系

矿区范围构成与钒矿采区划分见图 1-4,七角井铁矿体与钒矿体空间位置关系示意图见图 1-5。

七角井矿山赋存有铁矿和钒矿体,铁矿体位于下盘,钒矿体位于上盘,矿体相距约 85~350m,平均距离约 150m。。铁矿开采了多年、钒矿尚未开采,下盘铁矿开采对位于铁矿上盘的钒矿开采影响较大,铁矿采空区在钒矿开采过程中容易造成巷道大变形、冒落、坍塌等问题,存在较大安全隐患。铁矿采空区影响钒矿生产,钒矿制约铁矿生产,因此需要选择合理的采矿方法并对铁矿采空区进行治理安全有效的采出钒矿铁矿。

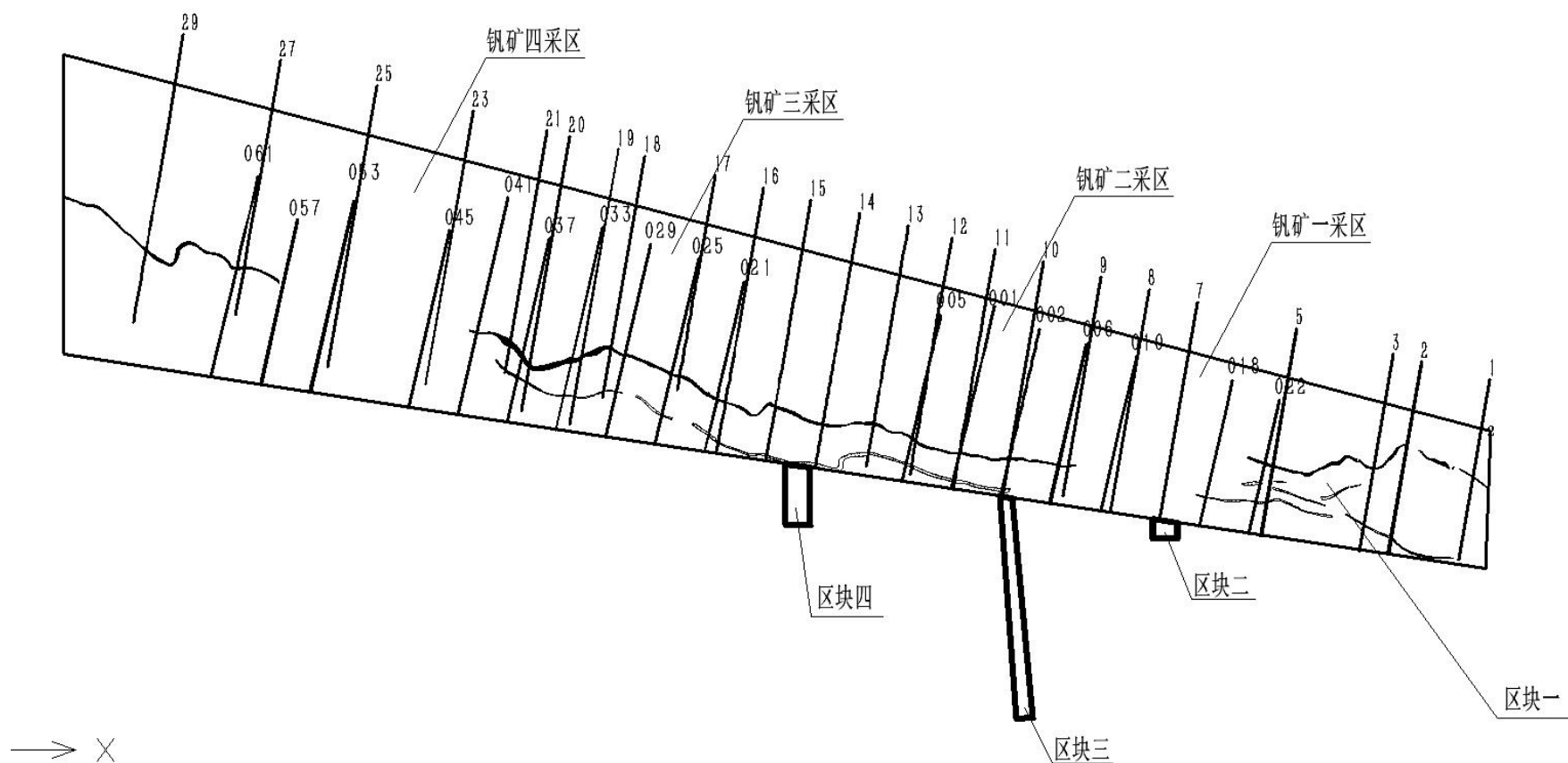


图1-4 矿区范围构成与钒矿采区划分

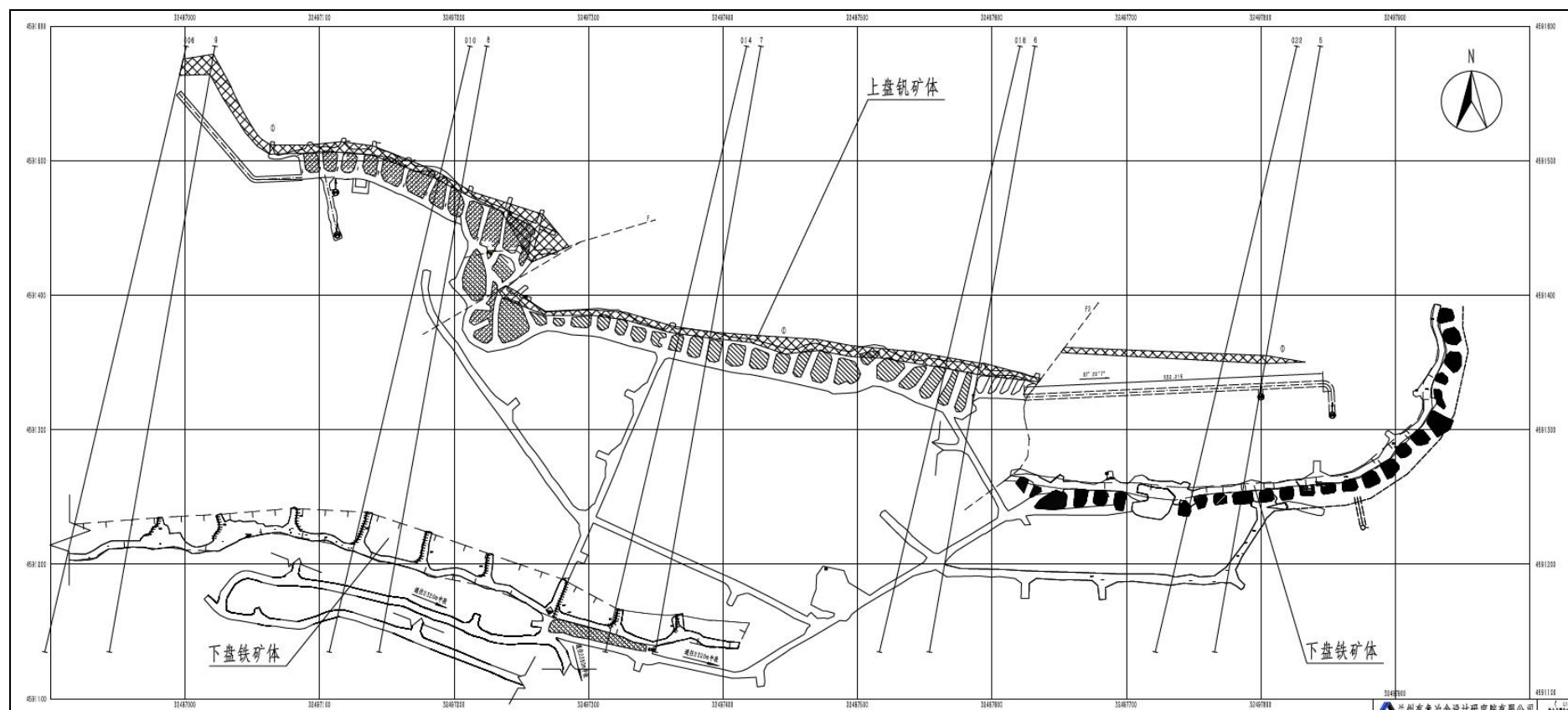


图1-5 七角井铁矿体与钒矿体空间位置关系示意图

1.8 编制依据和原则

1.8.1 编制依据和基础资料

- a.博伦矿业有限责任公司提供的矿区现状资料；
- b.七角井矿区铁矿、钒矿采选技术经济指标；
- c.《肃北博伦矿业有限责任公司矿产资源开发与恢复治理方案》设计委托书；
- d.钒矿详查报告备案证明及评审意见书；
- e.铁矿矿产资源储量核实报告评审备案证明2021.3.3
- f.2021年七角井铁矿储量年报审查意见；
- g.《冶金矿山采矿设计规范》GB 50830-2013，2013年10月1日；
- h.《冶金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0319-2018），2018年10月1日；
- i.《金属非金属矿山安全规程》（GB 6722-2014）
- j.《f.《矿产地质勘查规范铁、锰、铬》（DZ/T0200-2020），2020年4月30日；
- k.《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020），2020年5月1日；
- l.《甘肃省绿色矿山建设规范》（DB62/T4284.1-2021）；
- m.《甘肃省水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》(甘水规计发〔2016〕260号)；
- n.《甘肃省人民政府关于调整全省最低工资标准的通知》（甘政发〔2015〕34号）；
- o.《关于调整增值税税率的通知》（财税[2018]32号）；
- P.《关于甘肃省资源税适用税率等有关事项的决定》（2020年7月31日省十三届人大常委会第十八次会议通过）

q.《关于印刷企业安全生产费用提取和使用管理办法的通知》（财资[2022] 136号）

r.《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿开采稳定性研究报告》（长沙矿山研究院，2009.12）；

s.《七角井铁矿充填方案研究及采矿工艺优化设计》（北京金诚信矿山技术研究院有限公司/北京科技大学，2016.6）；

t.《肃北蒙古族自治县西矿钒科技有限公司二期项目试生产方案》；

u.《七角井钒及铁矿环境影响评价报告》；

v.《七角井钒及铁矿项目辐射检测报告》。

1.8.2 编制原则

a.必须遵循国家、各部委及甘肃省颁布的有关法律法规、政策和技术标准、规范；

b.坚决贯彻执行“统筹规划、合理布局、正规设计、科学开采、规模经营、严格管理、安全生产、依法办矿”的原则，达到少投入、多产出的目的；

c.在保证生产安全和经济效益的前提下，贫富兼采，充分利用和回收矿产资源；

d.采用成熟可靠的生产工艺，装备水平应结合实际情况，符合先进、成熟适用、便于操作管理和维修的原则；

e.充分利用已有的工程设施，在满足生产需要和安全可靠的基础上，最大限度节约建设投资；

f.重视矿山安全生产、环境保护，加强水土保持工作，严格执行相关法规和政策。

2 矿产品需求现状和预测

2.1 铁供需情况及市场价格分析

2.1.1 铁供需情况

铁矿石主要用于钢铁工业，东亚是铁矿石主要消费市场，中国是全球最大的铁矿石消费中心。2020年全球各国、地区的铁矿石进口数量上涨至16.58亿吨。其中，我国进口的铁矿石数量高达11.701亿吨，全球占比70.57%，是最大的消费中心。

全球铁矿石供应主要集中在澳大利亚和巴西两国，从2012年起，澳大利亚和巴西两国铁矿石出口量一直占据全球铁矿石出口总量的70%以上，是全球铁矿石供应中心。

从铁矿石全球供需格局来看，供应端主要集中在两个国家（澳大利亚和巴西），供应非常集中，但需求端比较分散分散，无法与供应端的垄断格局相提并论。

我国铁矿石储量虽然比较丰富，但资源禀赋条件较差，因此国内铁矿企业多对铁矿石原矿加工成铁精矿出售给客户。随着高品位资源逐步开采枯竭，新资源品位越来越低，铁精矿产量增长愈发困难，国内铁矿石供应明显不足。

短期来看，铁矿石的供应趋势取决于当前的投资和产能扩张情况。由于近年来铁矿石需求持续扩张，在中国、澳大利亚、南美甚至非洲地区都新增了大量铁矿石投资，产能释放滞后于需求的变化，在海内外经济复苏的大背景下，预计2022年铁矿石需求持续旺盛，产销率将呈上升趋势。全球铁矿石供需关系如下图。

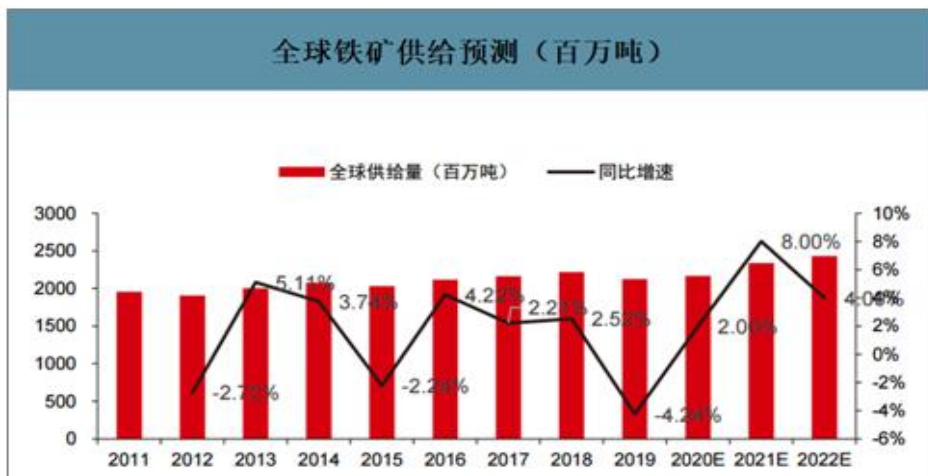


图 2-1 全球铁矿供给预测

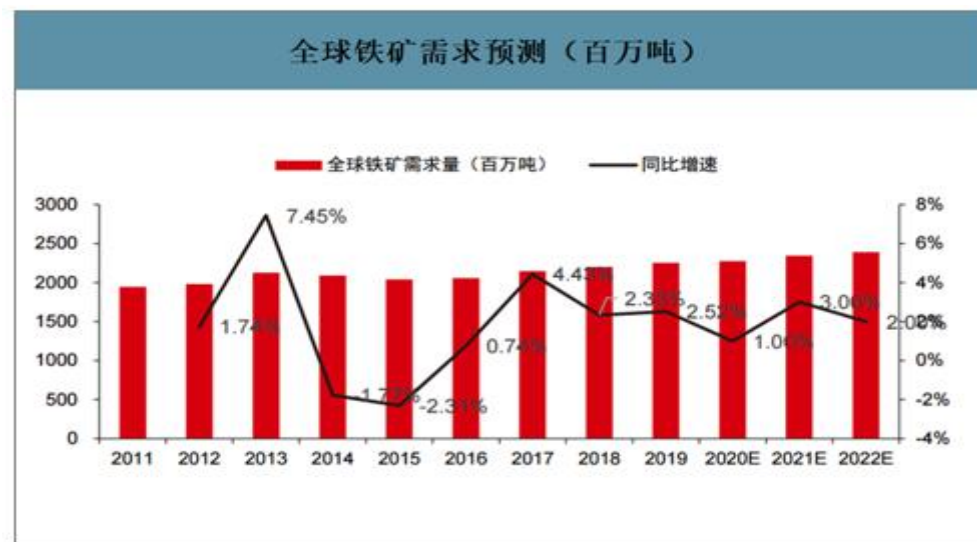


图 2-2 全球铁矿需求预测

2022年铁矿石期货行情在预期和现实之间不断切换。美联储加息、俄乌冲突、印度加征关税、疫情防控政策调整和国内经济逆周期调节力度加大等宏观因素对铁矿石价格走势影响显著，产业供需关系对铁矿石价格的影响有所减弱。当产业与宏观共振时，铁矿石价格波动更加剧烈。当前国产矿产能已经具备高速增长的潜力，叠加“基石计划”的推动及部分新产能投产，笔者预估2023年国产矿原矿产量有望达到9.85亿吨，原矿量同比增加1500万吨，对应铁矿石精矿量达2.84亿吨，同比增加约500万吨。

需求方面，2022年国内粗钢产量在全年粗钢产量平控政策、房地产行业羸弱、行业长期亏损的格局下实现同比减量，叠加废钢性价比相对偏低及电炉钢全年基本处于亏损格局之下，粗钢减量中生铁贡献占比下降至约三成。国家统计局数据显示，2022年1月—11月份生铁产量为79506万吨，预估2022年全年生铁产量约为8.617亿吨，同比下降0.79%。2022年1月—11月份全国粗钢产量为93511万吨，同比下降1.40%。2022年12月份钢厂主动减产且减产幅度较大，预计超额完成全年粗钢产量平控目标任务，2022年全国粗钢产量有望达到10.1亿吨左右，较2021年同比下降2300万吨。考虑到2023年步入后疫情时代，国内或以经济复苏为主基调，粗钢产量压减的幅度将有所收窄。假设2023年粗钢产量较2022年同比下降1%，则2023年全年粗钢产量为10亿吨。据此推算2023年全国生铁产量下降约300万吨，对应铁矿石需求下降约480万吨，对应日均铁水产量为226.6万吨(钢联口径)。

肃北博伦矿业有限公司地处甘肃省肃北县，在甘肃省及其周边省份具有一定的地缘优势，在当前供需关系情况下，甘肃省内及周边省份一些大的钢厂为了降低运费更多可能购买甘肃省内铁精矿，因此本文预测肃北博伦有限公司铁精矿产品更多会销往省内及其周边省份钢厂。

2.1.2 铁产品价格分析

2022年铁矿石的价格上涨与3月份全国疫情吃紧，货运流通不畅有关。据了解，全国钢铁企业在经历了春节假期之后，需要补充大量的矿石来补充库存，而恰恰此时，国家多区域出现了疫情，尤其以铁矿石主产区北方地区而言，多地的封城导致货运流通不畅，钢企无法回笼此前消耗掉的大量库存，有企业出现了“寅吃卯粮”的现象。据Mysteel调研，3月24日唐山地区有7座高炉焖炉，影响日均铁水产量2.95万吨/天。

另外下游产品端，由于春季各地开工率较高，对于钢材的需求骤然加大。据申万宏源研究所发表的数据显示，2022年GDP增速5.5%左右，中性情形下，预计基建投资将增加7.05%，对应全年基建领域用钢量为1.88亿吨，同比增长1123万吨，增幅6.35%。受此影响，自2021年12月底螺纹钢价格4760/吨，涨到目前的5085元/吨，涨幅在6.8%。

国内供应和需求端等多方面原因致使一季度铁矿石价格上涨，国外铁矿石受天气原因减产和港口检修发货量减少，同样给价格提供了上涨的动力。

据了解，第一季度来自海外的矿山公司产量和发运量皆低于2021年。从全球发货量来看，2022年一季度发货量同比显著偏弱，与2021年同期相比下滑超过2000万吨。生产端方面受巴西降雨、澳大利亚的港口检修、俄乌冲突导致当地生产停滞等因素影响致使国际发货量下滑。

2022年第一季度，三大国际矿山公司中，产量均呈现同比下滑。其中，淡水河谷铁矿石粉矿产量为6390万吨，同比减少410万吨；力拓皮尔巴拉铁矿产量为7170万吨，较2021年一季度下降6%；必和必拓产量为6667万吨，同比持平，环比减少10%。

俄乌冲突来看，两国3月份铁矿石发运仅在百万吨左右，而2021年同期则达到1500万吨。

下半年价格或将更加稳定

有市场人士认为，目前铁矿石价格处于高位。但是随着我国针对奥密克戎病毒更加科学、精准的防疫措施，3月以来这波疫情除上海之外已经得到有效控制，多地管控措施正在解除，流造成的原材料短缺得到缓解。

4月20日，国家发改委发布消息称，2022年将继续实施粗钢产量压减

政策，实现产量同比继续下降。由此可见，这使得后期铁水产量的反弹高度受到限制，不利于后期矿石补库需求的继续释放。

数据显示，目前一季度粗钢产量同比降幅已经达到2767万吨，二季度受疫情影响，钢材产量在低需求的影响下，超过一季度的可能性不大，由此需求端减弱，不利于铁矿石价格上涨。另外，铁矿石属于大宗商品，也是钢铁工业的主要原料。根据国家“稳物价、稳增长”的目标，国家会持续出台政策进行调控，稳定铁矿石价格。国外市场目前三大矿企生产不断恢复，二三月份以来受俄乌冲突停产导致的这一部分缺口也正在被其他矿山弥补。

业内人士认为，综合来看下半年铁矿石价格或将更加稳定。

根据中国期货市场铁精粉的统计资料，中联钢合约近五年最高价为2020年5月19日的1300元/t，最低价为2017年7月10日的497元/t，五年均价为710元/t，近三年均价为758元/t，近一年均价为1013元/t。近一年、三年、五年铁矿石价格走势见图2-3~2-5。



图 2-3 近一年铁精粉价格走势



图2-4 近三年铁精粉价格走势图



图 2-5 近五年铁精粉价格走势图

本次设计矿山规模为大型矿山，在统计国内铁矿销售价格基础上，参考国内近一年、三年、五年均价，选取本矿铁精矿（64.5%）平均价格为904元/t（不含税）。

2.2 钒供需情况及市场价格分析

2.2.1 钒供需情况

钒作为一种重要的金属，在特殊钢、低合金、微合金钢中应用，有着明显的技术和经济优势。钒除了在钢铁工业中得到广泛应用外，在其它功能材料中也有着广泛的应用前景。近年来，钒在清洁能源方面的研究取得很大进展，全钒氧化还原液流电池(VRFB)在风力发电、光伏发电、电网调峰、分布电站、通讯基站等领域拥有广阔的市场前景，已经开始用于商业能源存储系统。根据美国地质局数据显示：2020年全球钒矿储量为22000千吨，产量为86000吨。中国在国际钒市场中占有重要地位，2020年中国钒矿产量为53000吨。

目前，我国是全球钒消费增长最快、消费量最大的国家，2020年中国钒消费量的增长主要在钢铁领域，受益于基建投资提速，具体体现为：

（1）传统“铁路公路基础设施”项目。目前中国虽主要向具有战略性意义的、网络型架构的交通基础设施倾斜，但传统项目仍存在一定增长空间，对全球疫情影响下的钒行业起到了带动作用。（2）农村基建补短板项目。在脱贫攻坚战决胜之年，一批农村公路、信息、水利等基础设施建设成为钒消耗量提升的一个重要发力点。预计2026年中国钒需求量达11.44万吨。因此，我国钒产品的发展前景广阔。

（一）产能产量

以五氧化二钒计，据统计，2021年国内五氧化二钒产能为17.14万吨，与2020年持平，未来随着钒电池的快速推广，预计到2025年我国五氧化二钒产能达到21.24万吨，产能利用率逐渐提高。



图 2-6 我国五氧化二钒产能情况

产量方面，据统计，2020年我国五氧化二钒产量为12.6万吨，2021年我国五氧化二钒产量为13.6万吨，同比2020年增长7.9%，预计到2025年我国五氧化二钒产量增长至17.68万吨，2020-2025年CAGR为7%。

2020-2025年我国五氧化二钒产量及增速。



图 2-7 我国五氧化二钒产量及增速

（二）需求现状

从我国钒的消费结构来看，国内95%以上的钒产品应用在钢铁领域，约3%应用在钛合金及化工行业，其余约2%应用在钒储能和其他领域。据统计，2021年我国五氧化二钒表观消费量为13.5万吨，同比增长3.1%，预计未来几年我国五氧化二钒表观消费量逐年增长，到2025年达到17.44万吨，2020-2025年CAGR为5.9%。

2020-2025年我国五氧化二钒表观消费量及增速



图 2-8 我国五氧化二钒表观消费量及增速

从我国钒的消费结构来看，国内95%以上的钒产品应用在钢铁领域，约3%应用在钛合金及化工行业，其余约2%应用在钒储能和其他领域。国家“产业升级”规划、《国家制造2025》，能源(含储能)、城镇化与交通网建设，国家绿色发展，高品质特殊钢升级、大力发展钢结构与装配式建筑推进，特别是新国标GB/T14992—2018《钢筋混凝土用钢第2部分:热轧带肋钢筋》与国家标准《钢结构设计标准》GB50017—2017，GB50068—2018《建筑结构可靠性设计统一标准》的实施，将从源头上系统推进

钒微合金化在高强钢种的市场应用。

值得注意的是，目前国内螺纹钢添加钒合金的比例还在上升之中，产业升级的节奉还将持续，对高品质钢材的需求也在上升，2022年，虽预测下游钢材的产量小幅下滑的趋势，但对于钒合金代表的高品质消费来说，影响并不大。因此钒产品市场前景广阔。

根据我国钒的消费结构，国内95%以上的钒产品应用在钢铁领域，因此本文预测钒精矿会和铁精矿一起销往甘肃省内及其周边省份钢厂。

2.2.2 钒产品价格分析

2019年对于钒合金市场来说其实是充满机遇的一年，螺纹钢新标准在逐步推广，螺纹钢产量同比上涨8.96%，钒合金需求上升20%以上，钒合金的产量增长也在20%左右，但由于去年的过度炒作，今年国际环境不佳，国内钒市场可谓是笼罩在一片阴霾之下，全年累计跌幅接近60%。经过一年的回归行情，钒合金市场已经到达了17年初的价格。

进入2021年，1-6月份受国际需求逐步恢复，国际钒价持续上涨，美元放水有色板块全线大涨和国内粗钢产量突破历史新高等因素综合影响，国内钒价保持持续上涨走势，涨幅明显，截止6月30日，国内V₂O₅报价13.2万元/t左右，较年初上涨42%左右。进入下半年，随着国家粗钢压减和“能耗双控”政策的逐步推进，终端需求减少，供强需弱，钒市场价格在经过上半年持续上涨后出现较快下跌，截止2021年9月30日，国内V₂O₅市场报价9.2万元/t左右，偏钒酸铵报价9万元/t左右，较年内高点下跌幅度达到30%左右，基本已跌至年初上涨前水平；随着市场价格快速下跌，市场抄底囤货需求逐步增加，10月份，钒市场价格迎来反弹，但受终端需求持续不佳等因素影响，市场在经过小幅反弹后价格趋稳；11-12月份，受下半年粗钢压减政策影响，国内攀钢、川威、德胜等钒渣

提钒企业原料供应出现下降，月均减少 V_2O_5 供给量约1800吨左右，市场原料供给持续偏紧，钒市场价格整体保持稳中上行走势。截止2021年12月31日，市场偏钒酸铵报价12万/t左右，片钒12.4万/t。2021年影响原料片钒大厂产量因素，主要看企业生产情况而定，2021年大概率维持进出口平衡。且当前钒原料大厂体量占比越来越大，但却降低了片钒产量，增加了钒氮产量。如下图按照钒均价格走势。2022年市场或继续保持控制运行，钒产量或继续保持盘整运行，从市场环境来看，2022年钒矿市场整体比较稳定，从未来几年钒产品需求情况来看，钒市场前景广阔。

● 偏钒酸铵-折精钒98%-中国



图 2-9 近三年钒精矿（偏钒酸铵）年度价格走势

如上图2-9近三年钒精矿（偏钒酸铵）年度价格走势，经计算国内市场钒精矿（偏钒酸铵）三年均价为10.79万元/t。

本次设计钒矿山规模为中型矿山，在统计国内钒矿销售价格基础上，参考国内近三年均价，为稳妥期间，本次设计选取三年均价进行经济效益评价，即三年钒精矿（偏钒酸铵）平均价格为10.5万元/t（不含税）。

3 矿产资源概况

3.1 矿区总体概况

3.1.1 矿区总体规划情况

矿区位于甘肃省肃北蒙古族自治县七角井—七一铁矿山一带。大地构造位置处于塔里木板块、北山古生代褶皱带，星星峡—天仓加里东隆起板内早古生代方山口—双鹰山裂谷系。属《甘肃省矿产资源总体规划（2021-2025年）》中矿产资源勘查开发总体布局中的河西区块，按《规划》要求，将在生产力布局、基础设施建设、资源配置、项目安排及相关产业政策方面给予重点支持和保障。

3.1.2 矿区矿产资源概况

矿权范围内，钒矿保有控制+推断工业矿石量 2327.26 万吨，V₂O₅ 品位 0.80%，V₂O₅ 矿物量 186368t。其中，控制矿石量 1612.24 万吨，V₂O₅ 品位 0.81%，V₂O₅ 矿物量 129828t；推断矿石量 715.02 万吨，V₂O₅ 品位 0.79%，V₂O₅ 矿物量 56541t。另有潜在资源矿石量 2066.39 万 t，V₂O₅ 矿物量为 133960t，V₂O₅ 平均品位为 0.65%。

矿权范围内，铁矿保有推断工业矿石量 2854.66 万吨，TFe 品位 30.40%。另有潜在资源矿石量 3537.23 万 t。

3.1.3 本设计与矿区总体开发的关系

该矿采矿权人为肃北县博伦矿业开发有限责任公司，属已有矿山，不存在任何边界争议和资源纠纷。本次设计采用地下开采，开采矿种主要为铁、钒矿石，充分考虑矿床的产出特征及矿床开采技术条件，根据实际情况，在技术可行的前提下，尽可能提高矿区范围内矿产资源的利用率和回收率，确保矿山资源得到充分利用。

3.2 设计项目资源概况

3.2.1 矿床地质及构造特征

3.2.1.1 矿区地质概况

矿区大地构造位置位于塔里木板块、北山古生代褶皱带，星星峡—天仓加里东隆起板内早古生代方山口—双鹰山裂谷系。地层区划隶属塔里木—南疆地层大区，中天山—北山地层分区，马鬃山地层小区。

(1) 地层

矿区内出露地层由老到新依次为青白口系大豁落山组第四岩段（Qnd⁴）、寒武系西双鹰山组（ ϵ_x ）、奥陶系罗雅楚山组下岩段（Ol'）及第四系全新统（Qh）。

青白口系大豁落山组第四岩段（Qnd⁴）：矿区大面积出露，分布在矿区中东部及南西部，呈近东西向展布。该岩层厚度 410m~1040m，厚度变化大，其在矿区中西端靠近背斜转折端部位厚度为 410m，在矿区中部达 750m，在矿区东部厚度为 1040m，空间分布上由西向东呈现出逐渐增厚的变化特征。在矿区中部有少部分被第四系覆盖，南西部被加里东晚期花岗闪长岩（ $\gamma\delta_3$ ）侵位吞蚀，留有少量的残余地层。

该套地层大致可划分为三层。底部为一套深色大理岩，主要由薄层状深灰色大理岩、含碳大理岩、硅化大理岩及透闪石化大理岩组成，厚度约 72m~450m。中部为一套青灰色大理岩，主要由青灰色条带状大理岩、薄层状大理岩及透闪石大理岩组成，局部夹泥硅质板岩、粉砂质板岩，厚度约 350m~610m。顶部主要为一套碎屑岩，由石英千枚岩、粉砂质板岩、含铁石英岩夹石英透闪岩及透闪石岩组成，厚度约 61m~69m；七角井子铁矿赋存在该层顶部的含铁石英岩中，矿体厚度约 12m~35m，分布在矿区 185 线~034 线之间，矿化较均匀，延伸基本稳定，

金属矿物主要为磁铁矿，TFe 品位一般在 10%~40%，TFe 平均品位约 30%。

寒武系西双鹰山组（ ϵ_x ）：主要分布于矿区北部、北西部及南西部，岩层呈“ε”形不规则带状展布，其与下伏大豁落山组呈角度不整合接触关系。磷、钒矿体主要赋存于该组地层的黑色碳质板岩中，其与下伏大豁落山组的铁矿层在空间分布上呈大致平行展布关系，地表出露相距约 50m~100m。

该套地层由下往上可划分为四层。底部为砾状灰岩、粒屑灰岩夹碳泥质板岩及粉砂质板岩，厚度约 18m~69m，矿区 0 线中部岩层厚度较大，含碳泥质板岩与粉砂质板岩夹层，向其两侧岩层厚度逐渐变小，岩性主要为粒屑灰岩，在粒屑灰岩顶部的局部地段含厚度 0.2m~0.4m 的结核状碳酸质磷块岩。

中间自下而上依次为碳质板岩、硅质板岩，其中碳质板岩为主要的含钒矿层位，其底部也是主要的含磷矿层位，构成在空间上具上钒下磷的分布特征，岩层厚度约 0.59m~23.60m，其在褶皱北翼（0 线）厚度较大，一般在 3.59m~13.26m 之间，少部分地段在 17.02m~23.60m 之间，而自 034 线向东岩层厚度变小，约 0.94m~1.57m，呈尖灭趋势；褶皱核部（1 线）厚度相对稳定，约 2.80m~6.74m；褶皱南翼（3 线、5 线）厚度约 2.69m~6.74m，并随次级向斜的展布向南西端逐渐变小，且被后期花岗闪长岩吞蚀。硅质板岩为钒矿的找矿标志层，其底部见碳质条带、碳质结核、磷块岩结核不均匀分布，厚度稳定，约 9.87m~12.92m，形成正地形。

顶部为一套碎屑岩系，主要由粉砂质板岩夹变细粒石英砂岩、变粉砂岩组成，厚度大于 690m，其内局部地段发育次一级小型的背、向形褶皱。

奥陶系罗雅楚山组下岩段 (O_1^l)：主要分布在矿区北部，为灰黑色变质含碳硅质细粒石英砂岩夹数层厚层含砾粗粒石英岩。

第四系全新统 (Qh)：主要分布于矿区中部，为疏松的砂、砾石、砂土及碎石层，厚度一般不大于 5m。

(2) 构造

矿区构造比较简单，以褶皱为主。发育有七角井复式背斜及七角井南向斜，断层较少，仅发育有四条平移断层和两条逆断层。

七角井复式背斜：分布于矿区北西部，走向 $280^\circ \sim 301^\circ$ ，向北西倾伏，东南方向开阔。核部地层为青白口系大豁落山组 (Qnd)，两翼地层为寒武系西双鹰山组 (ϵ_x)。北翼倾角较缓，约 $26^\circ \sim 47^\circ$ ；南翼倾角较陡，约 $56^\circ \sim 80^\circ$ 。在褶皱轴部及两翼发育有次一级的背斜和向斜构造。

七角井南向斜：发育在矿区南西部 3 基线和 5 基线，走向 $287^\circ \sim 293^\circ$ ，核部地层为寒武系西双鹰山组 (ϵ_x)，两翼地层为青白口系大豁落山组 (Qnd)。向斜向北西倾伏，北翼与七角井复背斜南翼相连，南翼在矿区南西部被花岗闪长岩侵入 ($\gamma\delta_4^2$)。

断层：矿区断层不发育，由西向东发育四条平移断层 ($F1—F4$)，由南向北发育两条逆断层 ($F5—F6$)。

F1 断层：位于矿区北矿带中部，走向 15° ，长约 230m，为左行平移断层，使①号钒矿体在南北方向错动了 5m—10m，对矿体的连续性破坏不大。

F2 断层：位于矿区北矿带中东部，北端走向 40° ，南端走向 45° ，长约 600m，为左行平移断层。

F3 断层：位于矿区北矿带中东部，走向 30° ，长约 110m，断距约 10m，为右行平移断层。

F4 断层: 位于矿区北矿带东部, 走向 55° , 长约 180m, 断距约 10m, 为右行平移断层。

F5 断层: 位于矿区中北部, 走向 270° , 长约 400m, 局部发育 1m—2m 的破碎蚀变带, 为推测逆断层。

F6 断层: 位于矿区南西部, 走向 292° — 310° , 长约 5700m, 局部发育 0.5m—1m 的破碎蚀变带, 倾角较陡, 为逆冲断层。

(3) 岩浆岩

区内岩浆活动较强烈, 以侵入岩为主。区内侵入岩主要为加里东晚期侵入岩及华力西中期侵入岩; 脉岩分布于矿区南西部、北东部及中东部。

加里东晚期侵入岩: 分布于矿区南西及南东部, 侵入于青白口系大豁落山组第四岩段 (Qnd^4) 和寒武系西双鹰山组 ($\in x$) 中, 岩性主要为花岗岩 (γ^3_3)、花岗闪长岩 ($\gamma\delta^3_3$) 和闪长岩 (δ^3_3)。

华力西中期侵入岩: 分布于矿区北东部, 侵入于寒武系双鹰山组 ($\in x$) 中, 岩性主要为花岗闪长岩 ($\gamma\delta^2_4$)。

脉岩: 区内不同期次岩脉较发育, 走向近南西—北东向, 少部分近东西向, 脉宽 2m~40m, 长 50m~970m, 主要包括辉绿岩脉、闪长岩脉、石英脉、花岗闪长岩脉等。

(4) 围岩蚀变

1) 铁矿体

区内铁矿体顶底板围岩均为含磁铁矿透闪石岩。铁矿围岩蚀变主要表现为透辉石化、透闪石化、碳酸盐化、黑云母化、绿泥石化及角岩化。

透辉石化: 是矿区含矿围岩普遍发育的一种蚀变, 有的形成了透辉石岩或透辉石脉, 这种蚀变在含矿层顶部蚀变程度比较弱, 而在含矿层中则很强烈, 呈半自形柱状及细粒集合体组成不规则团块, 透辉石粒度

变化较大，粗细相间，且伴有绿泥石，碳酸岩等矿物产出，个别还见有石榴石。

透闪石化：属矿区矿围岩普遍发育的一种蚀变，成纤状及纤状集合体有的已部分向阳起石过渡。

碳酸盐化：是钙镁交代作用晚期的一种蚀变，分布广泛，多以脉状，网脉状出现。

黑云母化：半自形片状及细小片状，浅棕色。呈定向分布，构成片状构造，在含矿层中比较发育，但分布不均，

绿泥石化：是半随黄铁矿化的一种蚀变，凡是硫化物矿化较强的地段绿泥石亦较显著。

2) 钒矿体

区内钒矿体顶板围岩主要为硅质板岩，底板围岩主要为粒屑灰岩，局部地段矿体与灰岩间夹薄层含碳泥质板岩。矿床围岩蚀变类型主要为硅化、绢云母化、绿泥石化、泥化、弱碳酸盐化。

硅化：钒矿体上部为硅质板岩，硅质板岩与矿体接触部位主要表现为岩石坚硬、致密，硅质含量较高，硅质板岩中出现细小石英脉。

绢云母化：表现为碳质板岩、硅质板岩、粉砂质板岩、灰岩中出现绢云母。

绿泥石化：表现为碳质板岩、硅质板岩中出现绿泥石。

泥化：主要表现为钒矿体与上硅质板岩，与下灰岩接触部位出现泥质物。

弱碳酸盐化：主要为碳质板岩、硅质板岩中出现碳酸盐矿物及方解石细脉。

(5) 矿床成因及找矿标志

1) 铁矿床

a.矿床成因

矿区铁矿体具有一定的层位，层控特点明显。矿石矿物单一，细粒结构，矿石品位稳定。矿石中含高硅，高磷，而磷以磷结核形式存在。矿石中磁铁矿条带平行于围岩层理，矿体产状与围岩一致。

矿层处于一个机械化学沉积环境，是 Si、Al、Ca、Mg 共存的混杂区域，当受区域变质作用后，产生自身置换重新排列组成新生硅酸盐矿物是可能的。

从矿区铁矿石组份看，磁铁矿是矿石的主要组份（76.67%），赤铁矿及其它矿物少量（7.85%）；五矿区赤铁矿含量较高（20%~85%），磁铁矿 25%~30%，褐铁矿少量，偶见浸染状、细脉状镜铁矿，黄铁矿和孔雀石。二者有所差异，结合矿体延深情况，造成组份差异的原因，可能是由于当时沉积环境由东到西海水逐渐变深的缘故。

七角井铁矿床是富硅的铁质沉积岩系，由区域变质程度增高形成的，表现为 SiO₂ 和铁的氧化物发生重结晶，石英颗粒明显增大，形成石英—磁铁矿组合。

在矿区矿石中出现硅质条带、硅质团块，可能是热卤水作用的结果。在 10 线、11 线、15 线铁矿体底部出现块状磁黄铁矿，这有能与矿床形成的早期海底喷流作用有关。

矿区内发现透闪石脉穿过所有矿物和磁铁矿，也发现有磁铁矿细脉穿过透闪石。铁矿体附近发育有角闪岩、辉绿玢岩脉及闪长岩脉，说明铁矿成矿后有热液活动。

综上所述认为，七角井铁矿床的形成可能与海底喷流沉积有关，但现阶段仍缺乏大量证据，本次工作仍然确定为沉积—变质型磁铁矿矿床，后又受热液的交代和改造。

b.找矿标志

七角井铁矿初步认为属沉积—变质矿床（后经热液迭加改造），受一定层位控制。矿层稳定、规模大、矿体产于大豁落山组顶部石英岩中。含矿层顶板围岩是西双鹰山组砾状灰岩。底板围岩为大豁落山组石英岩、变砂岩。因此在区域上应注意这两个不同时代地层的接触部位寻找该类型铁矿。

矿床产于一定的构造部位，在七角井铁矿及外围共五个矿区的铁矿层均产于双鹰山复向斜两翼的次级背斜中，所以应注意在次级背斜中找矿，尤其应注意在背斜的倾没部位寻找隐伏矿体（如二矿区）。

背斜构造南北两侧的向斜构造也应引起足够的重视，一般认为向斜部位铁矿层厚度大，品位富。二矿区南侧的向斜构造也应是矿层赋存的有利部位。

矿层从地表向深部继续有所延伸（ZK1302、ZK2101）同时厚度稳定，因此向深部有可能扩大矿体规模。

2) 钒矿床

a. 矿床成因

矿区钒矿体赋存在寒武系西双鹰山组的下部，岩性自下而上为粒屑灰岩（局部地段底部为砾状灰岩）、碳质板岩、硅质板岩，由下往上岩石粒度由粗变细，为一套浅海相碎屑—化学沉积建造。

青白口系大豁落山组与寒武系西双鹰山组之间有一个较明显的沉积间断面—角度不整合面，其下部为一套以碳酸盐岩为主的沉积岩层。

钒矿主要赋存于黑色碳质板岩中，表明钒是在较稳定的还原环境下形成的。钒的物质来源较丰富，含碳泥质质点吸附海水中的钒元素，形成分布较均匀的含钒碳质页岩。后经变质作用，钒元素相对富集，生成含钒矿物钾钒铀矿、磷钙钒矿等均匀散布于浅变质的碳质板岩中。

初步认为该矿床是处于海侵初期，陆缘海湾（海盆）—浅海环境中

形成的沉积变质型钒矿床。

b.找矿标志

钒矿产于寒武系西双鹰山组下部碳质板岩中,寻找与其层位相同的黑色碳质板岩为直接找矿标志。

在陆缘碎屑沉积与化学沉积的过渡带或其附近—古隆起与陆缘古海湾（海盆）的过渡斜坡上寻找钒矿床。

由于碳质板岩与顶板围岩抗风化程度的不同,硅质板岩形成一定规模的黑色山脊,为寻找钒矿的独特地貌标志特征。

3.2.1.2 矿体地质特征

矿区共圈定铁矿体和钒矿体各两条,铁矿体编号分别为 Fe1 和 Fe2,钒矿体编号分别为①和②,铁矿体位于钒矿体下盘,两者相距 85~350m,平均距离约 150m。

（1）铁矿

矿区共圈定铁矿体 2 条,编号分别为 Fe1 和 Fe2,矿体特征简述如下。

Fe1 矿体:分布于 24—2 勘探线间,核实范围内矿体走向长度约 4131m,赋存标高地表—1700m,总体走向约 300°~350°,倾向北,倾角 40°~60°,呈层状产出,沿走向延伸稳定,矿体沿走向呈波状弯曲,矿体厚度 10~30m,平均厚度 14.04m,矿体最大延深约 850m (13 勘探线处), TFe 平均品位 30.40%。

Fe2 矿体:与 Fe1 矿体平行产出,主要出露于东部 5 勘探线附近,地表由 T30-1、T32、T34、T36、及 T38-1 等槽探工程控制,呈透镜状产出,走向长度约 240m,矿体平均厚度 4.92, TFe 平均品位 29.89%。

（2）钒矿

矿区共圈定钒矿体 2 条,编号分别为①和②,②号矿体位于采矿权

范围以外，矿体特征简述如下。

①号矿体：分布于矿区复式背斜的北翼及褶皱的转折端，矿体走向长度约 6300m，赋存标高地表—2080m，总体走向约 110° ，倾向北，倾角 $30^{\circ}\sim 68^{\circ}$ ，呈层状产出，沿走向延伸稳定，产状变化较大，矿体沿走向呈波状弯曲，单工程矿体厚度 1.64~31.91m，平均厚度 10.83m； V_2O_5 品位 0.39~1.15%，平均品位 0.92%。

②号矿体：分布在 074 线，矿体长 256m，厚度为 1.23m，平均品位 V_2O_5 为 0.386%，为与①号钒矿体处于同一个赋矿岩层的矿权范围以外的低品位钒矿体。该矿体向东西两侧含钒赋矿层位（碳质板岩）仍然稳定，但其厚度变小，地表含 V_2O_5 较低，一般 V_2O_5 含量在 0.008%—0.203%间，矿层与围岩界线依据样品分析结果而定。

3.2.1.3 矿石质量特征

（1）铁矿石

铁矿石品位较低，从地表至深部多为原生磁铁矿贫矿矿石，按脉石矿物分为石英岩型磁铁矿矿石、透闪石岩型磁铁矿矿石，金属矿物主要为磁铁矿，脉石矿物主要有石英、透闪石、阳起石、斜长石等。

矿石中 useful 组分主要为 TFe，TFe 含量在 30~35%之间，平均 32.58%。

矿石中伴生有益组分主要有 Cu、Pb、Zn、Co、Ni 等，Cu 平均含量为 0.01%，Pb 平均含量为 0.0014%，Zn 平均含量为 0.005%，Co 平均含量为 0.01%、Ni 平均含量为 0.003%，均低于综合评价参考回收指标。

矿石中伴生有害组分主要有 SiO_2 、S、P， SiO_2 含量平均值为 37.15%，普遍较高，S 含量均值 0.17%，P 含量均值 0.36%，对矿石选冶有一定影响。

矿石结构：主要结构包括半自形、它形晶粒状结构等。

矿石构造：主要有块状构造、条带状构造、浸染状构造、团块状构造及角砾状构造。

矿石自然类型：矿石自然类型依据各类分析及脉石矿物主要分为石英岩型磁铁矿矿石和透闪石岩型磁铁矿矿石，根据含铁量的高低划分为贫铁矿。矿石的自然类型以石英岩型磁铁矿为主，上下出现透闪石岩型磁铁矿，其余小矿体均为透闪石岩型。

矿石工业类型：矿石工业类型均为需选的弱磁性铁矿石。

（2）钒矿石

钒矿石基本为碳质板岩型钒矿石，金属矿物主要为黄铁矿，磁铁矿次之。

矿石主要有用组分为 V_2O_5 ，平均含量为 0.76%；矿石中伴生有益组分主要为 WO_3 、Mo、Ni， WO_3 含量为 0.038%~0.181%，Mo 含量为 0.003%~0.027%，Ni 含量为 0.01%~0.08%。

矿石伴生有害组分主要为 CaO、 V_2O_5 、C、 Al_2O_3 、MgO、U，CaO 含量为 1.60%~7.67%， P_2O_5 含量为 0.539%~4.114%（局部地段 0.50%~11.76%），C 含量为 2.29%~20.24%， Al_2O_3 含量为 5.84%~8.74%，MgO 含量为 0.13%~2.27%，矿石伴生有害组分含量较高，对矿石的选冶性能影响较大。

矿石结构：主要结构包括变余泥质结构、显微粒状变晶结构、显微鳞片粒状变晶结构。

矿石构造：主要有板状构造和微层理构造。

矿石自然类型：矿石自然类型为炭质板岩型钒矿石和灰岩型钒矿石，前者为矿区内主要的矿石类型，灰岩型钒矿石所占比例极少，仅在 093 线及 339 线分布。

3.2.1.4 矿体围岩和夹石

(1) 铁矿体

矿区铁矿体顶底板围岩均为含磁铁矿透闪石岩。矿体与其顶、底板透闪石岩呈渐变过渡关系，矿体上部透闪石岩与寒武系西双鹰山组砾状灰岩呈角度不整合。

在矿体中 11 线 ZK3、16 线 ZK1601、19 线 ZK1905、21 线 ZK11、T35 各圈出一处夹石，厚度分别为 1.52m、1.18m、1.38m、1.22m，夹石中 TFe 含量分别为 8.78%、19.83%、15.37%、15.79%。夹石岩性为石英岩，形态和产状与矿体一致，规模小，不影响矿体的完整性。

(2) 钒矿体

矿区钒矿体顶板围岩主要为硅质板岩，底板围岩主要为粒屑灰岩，局部地段矿体与灰岩间夹薄层含碳泥质板岩。

矿体中圈出的夹石为碳质板岩，形态和产状与矿体一致，规模小，数量少，不影响矿体的综合评价。

钒矿体顶底板围岩中普遍含磷， P_2O_5 含量在 0.50%~11.76%之间，一般在 0.28%~0.96%之间，多呈结核状的磷块岩不均匀分布；其在空间分布上多数分布于碳质板岩的底板及粒屑灰岩的顶板，少部分分布于碳质板岩的中上部，与钒矿体呈现出下磷上钒的分布特征；极少部分分布于硅质板岩的底板。

3.2.2 矿床水文地质条件及开采技术条件

3.2.2.1 矿床水文地质条件

矿区地处甘肃北山，海拔2300m—2500m，属低中山区，山势走向近东西向，总体显示出北高南低的地形地貌特征，沟谷较发育，但地表无常年水体，仅在雨季有暂时性地表洪流，对矿床的开采可能造成威胁。矿区大部分矿体位于侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水。

(1) 地下水类型及特征

矿区地下水主要有第四系砂砾、碎石孔隙潜水、基岩裂隙水、碳酸盐岩裂隙水三种类型。

第四系砂砾、碎石孔隙潜水：分布于矿区内现代冲沟及矿区南侧的第四系沙滩中，含水层为砂砾、碎石。地下水主要来源于大气降水及周围山区暂时性雨洪的补给，局部地段储存暂时性地下水。

基岩裂隙潜水：主要赋存于青白口系大豁落山群和寒武系西双鹰山组中。据矿区钻探、坑探工程揭露，矿区岩石次级节理、裂隙发育，利于地下水的渗流富集，但由于本区地下水来源主要是大气降水，降雨量稀少、蒸发量大、岩石泥质成分含量高而使张性裂隙、节理大为减少或堵塞，地下水补给条件较差。

碳酸盐岩裂隙水：分布在青白口系大豁落山群底部为一套深色大理岩和寒武系西双鹰山组中的底部为砾状灰岩、粒屑灰岩中。

(2) 地下水补给、径流、排泄

区内无常年地表水系，大气降水是该区地下水的唯一来源，而第四系松散堆积物为降水的渗入创造了有利的条件。但因矿区较大的坡降，降水量稀少且以暴雨形式降落，大部分降雨形成沟谷洪流短时间内排出区外，只有少部分渗入地下，但由于蒸发量大，补给地下水的水源少之又少。

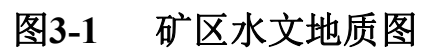
地下水的流向依据区域水文资料推测与地面水的流向一致，自北东向南西径流。矿区内无地下水天然露头，地下水径流至矿区外围渗入第四系松散堆积层内。

(3) 矿床充水因素及充水方式

矿床主要充水因素为围岩中赋存的裂隙水，特别是与构造有关的脉状裂隙水，主要以消耗地下水静储量为主，矿坑充水主要以渗入的形式

出现。

矿区内沟谷发育，以暴雨形式的降水短时间内汇集于沟谷内泄下，形成很大的瞬时洪流量，沟谷与矿床一旦有导水的通道，井巷工程通过时洪水将会溃入井下，应加以必要的防范。



(4) 矿坑涌水量预测

由于矿区已生产开拓多年,采用集中排水方式,涌水通过(渗水井、水沟)等渠道收集至2020m中央水仓,一部分直接输送至各生产作业面,剩余部分通过3台MD280—65*7型卧泵送至地表副井中转水池,涌水量约2000m³/d ()。

本次按照深部开采1600m深度进行矿坑涌水量预测。

矿体赋存于碳质板岩中,矿床属以裂隙充水为主的矿床,地下水类型为基岩裂隙水。本次仅依据基岩裂隙水参数对矿坑涌水量进行预测。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,采用水平廊道法公式(式3-1、式3-2、式3-3),对矿坑涌水量进行理论计算,并利用实际排水量对理论计算值进行数学校正。

计算公式为: (式3-1)

(式3-2)

(式3-3)

式中:—计算的矿坑涌水量(m³/d);

K—渗透系数(m/d),根据矿区SHK1801钻孔抽水试验资料取计算值0.004m/d;

H—含水层厚度(m),取目前开采标高(2020m)与深部开采标高(1700m)之差,H=320m;

S_{max}—最大疏干水位降深(m),取目前开采地段内平均静止水位高程与深部开采水平高程之差,S_{max}=320m;

R—影响半径(m),采用(式3—2)计算,取值R=1088.76m;

B—廊道水平长度，初步设计7线—19线，全长2420m。

矿坑地下水涌水量具体计算结果详见表3-1：

表3-1 矿坑地下涌水量计算表

K(m/d)	H(m)	Smax(m)	R(m)	Q理论(m ³ /d)	Q实际(m ³ /d)	Q排(m ³ /d)
0.004	320.00	320.00	1088.76	1568.35	2000	4068.35

利用式 3-2 计算，水位降至深部开采水平含水层底板(1600m 标高)，矿坑正常涌水量为 2000m³/d，最大涌水量为 4068.35m³/d。

(5) 水文地质勘探类型划分

根据矿床主要充水含水层及其空间分布特征，本矿床为基岩裂隙水充水为主的矿床。

按矿体与主要充水含水层的空间关系，矿区大部分地段为顶板间接充水的矿床，矿床主要充水含水层位于矿层之上，矿层与主要充水含水层之间局部有弱透水层，基岩裂隙水通过顶板薄弱地段、构造破碎带、弱透水层进入矿坑。

矿区侵蚀基准面以下的矿体，为直接充水的矿床，该矿床段主要含水层为基岩裂隙水和断裂带裂隙水，以基岩裂隙水充水为主的矿床，地下水富水性较弱，降水或疏干矿层区段地下水有可能产生局部破碎带塌陷。

矿区属以裂隙含水层充水为主，水文地质条件简单的矿床，水文地质条件划分为第二类第一型。

3.2.2.2 工程地质条件

矿区构造较为简单，以褶皱为主，断层次之。

区内褶皱以七角井复式背斜为主，在褶皱轴部及两翼发育有次一级的背斜和向斜构造，因而区内褶皱形态复杂；矿区断层不发育，由西向东发育四条平移断层(F1—F4)，由南向北发育两条逆断层(F5—F6)，

断层对矿体的完整性影响较小。

根据岩体强度、岩体结构、岩体性质等特征，将区内岩体工程地质类型划分为六个工程地质岩组，分别为中密—稍密碎石土工程地质岩组、坚硬—较坚硬花岗岩、闪长岩工程地质岩组、较坚硬碳酸盐岩类工程地质岩组、坚硬—较坚硬板岩工程地质岩组、软弱板岩工程地质岩组、坚硬—较坚硬大理岩工程地质岩组。

中密—稍密碎石土工程地质岩组：岩性单一，主要为 Q_h^{apl} 冲洪积砂碎石，中密—稍密，分布不稳定，厚度变化大，山间沟谷厚度一般为 1~3m，山前冲洪积平原厚度达 5m 以上，碎石颗粒级配良好、分选性差、力学性质中等。干燥，无潜水分布，植被发育一般，属透水不含水地段。

坚硬—较坚硬花岗岩、闪长岩工程地质岩组：岩性主要为花岗闪长岩、闪长岩、花岗岩及侵入脉岩，岩石坚硬—半坚硬，质量好。岩体完整，整体呈块状结构，构造变形轻微、稳定，以 IV、V 级结构面为主，III 级结构面少见，面多闭合或附薄膜。岩体强度中等，单轴抗压强度一般 30—60MPa，力学性质好，软化性较弱。

较坚硬碳酸盐岩类工程地质岩组：岩性主要为粒状灰岩、结晶灰岩、细晶灰岩，岩石较坚硬，质量较好，岩体较完整，块状结构，构造变形轻微，基本稳定，以 IV、V 级结构面为主，II、III 级结构面少见，面多闭合或附薄膜。岩体强度中等，单轴抗压强度一般 30—60MPa，力学性质好，软化性较强。

坚硬—较坚硬板岩工程地质岩组：岩性主要为砂质板岩、硅质板岩、变砂岩、变石英砂岩及铁矿体。板理、劈理发育，岩石坚硬—较坚硬。岩体较完整，构造变形轻微，薄层状结构，块状结构。以 III、IV 级结构面为主，结构面多闭合。岩体力学性质较好，强度中等，单轴抗压强度一般 30—60MPa，软化性较强。

软弱板岩工程地质岩组：岩性主要为含碳泥质板岩、钒矿体及钒矿化体，岩石软弱，质量中等—劣。岩体完整性差，构造变形强烈，薄层状结构。以Ⅲ、Ⅳ级结构面为主，结构面多闭合。岩体力学性质差，强度低，单轴抗压强度 20—40MPa，软化性强。

坚硬—较坚硬大理岩工程地质岩组：岩性主要为一套大理岩，包括白云石大理岩、条带状大理岩、角砾状大理岩、含碳大理岩、透闪石大理岩等，层理、节理发育，岩石坚硬—较坚硬。岩体完整—较完整，构造变形轻微，块状及层状结构。以Ⅳ、Ⅴ级结构面为主，存在层间小错动，结构面多为碳酸盐薄膜及硅质物充填。岩体力学性质较较好，强度高，单轴抗压强度一般 30—90MPa，软化性较强。

根据钻孔工程地质编录和岩矿石物理力学试验资料综合分析，矿区铁矿及钒矿围岩岩石总体致密，性脆，坚硬—较坚硬，整体力学强度较高。岩石质量中等—优良，中等完整—完整。但受浅部风化裂隙、蚀变和构造断裂的影响，岩石强度有所降低。岩体具整体块状结构或层状结构，构造变形轻—中等，岩体质量中等—优良。但钒矿体及围岩碳质板岩，岩石较软弱，属较软岩，岩石力学性质较差，完整性较差。局部存在软弱夹层及小断裂等，一般发育规模小，对岩石整体性破坏小。

综上所述，矿区地层岩性较简单，地质构造发育，岩石整体强度高，稳定性好。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。因此，确定矿区工程地质条件为第二类中等型。

表3-2 岩石力学性质实验成果统计表

岩矿石名称	块体密度 (g/cm ³)	弹性模量 (GPa)	泊松比	单轴抗压 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	内聚力 (MPa)	内摩擦角 (°)	纵波速度 (m/s)
透闪石岩 (铁矿顶板)	2.914	28.857	0.244	93.74	10.47	27.1	45.06	5126
磁铁矿	3.475	33.919	0.212	185.39	19.48	46.24	44.54	5035
透闪石岩 (铁矿底板)	2.815	20.791	0.258	111.02	9.17	25.28	47.27	4862
硅质板岩 (钒矿顶板)	2.686	30.273	0.233	141.72	18.01	37.09	43.93	4173
钒矿石	2.573	12.584	0.28	40.02	6.02	10.28	41.86	3028
粒屑灰岩 (钒矿底板)	2.838	23.716	0.252	102.64	8.28	20.1	43.11	4961

3.2.2.3 环境地质条件

矿区地处甘肃北山，海拔 2300m—2500m，属低中山区，山势走向近东西向，总体显示出北高南低的地形地貌特征，地块稳定性好，矿区及附近地区地震活动不频繁且震级较小。矿区地质灾害不发育，无崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害分布。区内干旱缺水、人烟稀少，仅春、秋季节有少数牧民游牧。矿山开采井巷排水、废石、废渣及尾矿的堆放，可能会对周围地质环境造成一定的影响。

区内主要环境影响因素简述如下：

a. 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2019）查得矿区抗震设防烈度为 7 度第一组，设计基本地震加速度值为 0.10g，地震动加速度反应谱特征周期 0.4s。

七角井钒铁矿地处北山地区，地块稳定性好，矿区及附近地区地震活动不频繁，且震级较小。区内尚未发现新构造运动痕迹，无滑坡、泥石流、崩塌等不良地质灾害发生。

b. 山洪及矿坑水

近年来，由于矿山建设和生产，产生的废渣、废石日益增多，分布有十余处，多堆积在沟谷中，若堵塞冲沟将造成洪流排泄不畅，增大了洪水对矿山的破坏隐患。矿区雨季暴雨可形成山洪，矿山开拓工程及其他建筑物选址时必须考虑防洪。随着矿山开拓工程深部开采，地下采空区面积将进一步扩大，可能出现山体开裂、地裂缝、地表塌陷等地质灾害。

矿区内无地表水，地下水也较为贫乏，因此矿坑内积水不多。从近几年来开采铁矿矿坑排水情况分析，矿坑水对矿区周围环境影响不大。但由于矿区内因采矿等人为因素的破坏，还要注意人为因素造成的采空区引发滑坡情况发生。

c. 放射性

区内无放射性异常，岩石自然伽玛在 0.025—0.036mSv/Y 间，不超过 GB8703-88《辐射防护规定》（1998）中人体接受自然伽马射线年有效剂量当量 1mSv（0.1rem），对人体的安全不会造成危害。

d. 其他

矿区地处北山，海拔 2300m—2500m，属中山区。区内气候异常干燥，多风少雨，不利于植被的生长。植被大多属于低矮的针状蒿草类植物。近年来，随着矿区日益严重的无序开采，以及废石堆的大量堆积，使矿区脆弱的自然生态进一步遭到破坏。

综合评价，确定矿区环境地质质量为简单型，即第一类。

3.2.2.4 开采技术条件小结

矿床的水文地质、环境地质条件均属简单，工程地质条件为中等，根据《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T 13908-2020），确定矿床开采技术条件勘查类型为Ⅱ类 2 型，即以工程地质为主的开采技术条件中等的矿床。

3.2.3 设计利用资源量

3.2.3.1 地质资源量

一、工业指标

(1) 铁矿

根据《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》，截止2009年9月30日，矿区保有控制+推断矿石量5493.21万t，TFe平均品位30.38%，其中控制资源量238.22万t，TFe平均品位30.21%，推断资源量5254.99万t，TFe平均品位30.40%。铁矿潜在资源量较丰富，其矿石量3537.23万t，TFe平均品位为30.51%。

根据《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》，自2009年资源储量核实报告评审备案以来至2021年12月31日，通过历年勘查重算，区内推断资源量减少了60.06万t，矿区累计动用控制+推断资源量2578.49万t，TFe平均品位30.21%，其中控制资源量238.22万t，TFe平均品位30.21%，推断资源量2340.27万t，TFe平均品位30.21%。

截止2021年12月31日，区内保有铁矿石量2854.66万t，TFe平均品位30.40%，均为推断资源量。

(2) 钒矿

根据《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061—022线钒矿详查报告》，截止2008年6月30日，矿权范围内共求得控制+推断资源量2328.00万t， V_2O_5 矿物量186427t， V_2O_5 平均品位为0.80%。其中控制资源量为1612.98万t， V_2O_5 矿物量为129887t， V_2O_5 平均品位为0.81%；推断资源量为715.02万t， V_2O_5 矿物量为56541t， V_2O_5 平均品位为0.79%。钒矿潜在资源量较丰富，其矿石量2066.39万t， V_2O_5 矿物量为13.40t， V_2O_5 平均品位为0.648%。

《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021

年储量年度报告》，截止2021年12月31日，矿区累计动用钒矿石量7419t，金属量59.41t， V_2O_5 平均品位为0.80%，均为控制资源量。

矿区钒矿目前还未开采，截止2021年12月31日，矿权范围内保有控制+推断资源量2327.26万t， V_2O_5 矿物量186368t， V_2O_5 平均品位为0.80%。其中控制资源量为1612.24万t， V_2O_5 矿物量为129828t， V_2O_5 平均品位为0.81%；推断资源量为715.02万t， V_2O_5 矿物量为56541t， V_2O_5 平均品位为0.79%。

二、查明资源量

（1）铁矿

根据《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》，截止2009年9月30日，矿区保有控制+推断矿石量5493.21万t，TFe平均品位30.38%，其中控制矿石量238.22万t，TFe平均品位30.21%，推断矿石量5254.99万t，TFe平均品位30.40%。

根据《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》，自2009年资源储量核实报告评审备案以来至2021年12月31日，通过历年勘查重算，区内推断资源量减少了60.06万t，矿区累计动用控制+推断矿石量2578.49万t，TFe平均品位30.21%，其中控制矿石量238.22万t，TFe平均品位30.21%，推断矿石量2340.27万t，TFe平均品位30.21%。

截止2021年12月31日，区内保有铁矿石量2854.66万t，TFe平均品位30.40%，均为推断资源量。另有潜在资源矿石量3537.23万t。

（2）钒矿

根据《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061—022线钒矿详查报告》及《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》，矿权范围内共求得控制+推断矿石量2328.00

万t, V_2O_5 矿物量186427t, V_2O_5 平均品位为0.80%。其中控制矿石量为1612.98万t, V_2O_5 矿物量为129887t, V_2O_5 平均品位为0.81%; 推断矿石量为715.02万t, V_2O_5 矿物量为56541t, V_2O_5 平均品位为0.79%。

累计动用钒矿石量7419t, 金属量59.41t, V_2O_5 平均品位为0.80%, 均为控制资源量。

矿区钒矿目前还未开采, 矿权范围内保有控制+推断矿石量2327.26万t, V_2O_5 矿物量186368t, V_2O_5 平均品位为0.80%。其中控制矿石量为1612.24万t, V_2O_5 矿物量为129828t, V_2O_5 平均品位为0.81%; 推断矿石量为715.02万t, V_2O_5 矿物量为56541t, V_2O_5 平均品位为0.79%。

3.2.3.2 设计可利用资源量

本次设计采用地下开采方式, 为保护地表不塌陷, 地表以下预留20~30m保安矿柱, 本次预留地表保安矿柱资源量暂不利用。本次设计可利用的资源量见表3-3、3-4。

(1) 铁矿

表3-3 铁矿设计可利用资源量表

资源量划分	资源量类型	矿石量 (t)	TFe 品位 (%)
保有资源量	推断资源量	28546600	30.40
预留矿柱	推断资源量	220642	30.40
设计可利用资源量	推断资源量	28325958	30.40

(2) 钒矿

表3-4 钒矿设计可利用资源量表

资源量划分	资源量类型	矿石量 (t)	V_2O_5 品位 (%)	V_2O_5 矿物量(t)
保有资源量	控制资源量	16122400	0.81	129828
	推断资源量	7150210	0.79	56541
	分计	23272610	0.80	186368
预留矿柱	控制资源量	2783075	0.78	21829

	推断资源量	476091	0.68	3252
	分计	3259166	0.77	25081
设计可利用资源量	控制资源量	13339325	0.81	107999
	推断资源量	6674119	0.80	53288
	合计	20013444	0.81	161287

3.2.3.3 设计利用资源量

资源量设计利用原则：设计利用资源量以矿权范围内设计可利用资源量为基础，控制资源量全部利用，推断资源量按70%的可信度系数进行利用。

依据上述原则，本次设计利用资源量见表3-5、3-6。

表3-5 铁矿中段设计利用资源量表

中段标高（m）	矿石品级	资源量类型	矿石量（t）	TFe 品位（%）
2345	工业	推断资源量	518166	30.27
2280	工业	推断资源量	1235599	29.78
2215	工业	推断资源量	1228506	29.49
2150	工业	推断资源量	3300816	30.20
2085	工业	推断资源量	6278842	30.50
2020	工业	推断资源量	3349562	30.45
1955	工业	推断资源量	2164182	30.92
1890	工业	推断资源量	1234678	30.95
1825	工业	推断资源量	464477	30.64
1760	工业	推断资源量	53343	29.46
合计	工业	推断资源量	19828171	30.40

表3-6 钒矿中段设计利用资源量表

中段标高(m)	矿石品级	资源量类型	矿石量（t）	V ₂ O ₅ 品位（%）	V ₂ O ₅ 矿物量(t)
2410	工业	控制资源量	1341770	0.73	9862
		推断资源量	463256	0.83	3823
		控制+推断资源量	1805026	0.76	13684
	低品位	推断资源量	16832	0.35	59
	小计		1821858	0.75	13743
2345	工业	控制资源量	4025877	0.74	29792

中段标高(m)	矿石品级	资源量类型	矿石量 (t)	V ₂ O ₅ 品位 (%)	V ₂ O ₅ 矿物量(t)
		推断资源量	895334	0.83	7430
		控制+推断资源量	4921211	0.76	37222
	低品位	推断资源量	90584	0.37	333
	小计		5011795	0.75	37555
2280	工业	控制资源量	4105548	0.78	32228
		推断资源量	1179298	0.79	9327
		控制+推断资源量	5284846	0.79	41555
	低品位	推断资源量	82513	0.39	325
	小计		5367359	0.78	41880
2215	工业	控制资源量	2308340	0.94	21701
		推断资源量	1040450	0.77	7975
		控制+推断资源量	3348790	0.89	29676
	低品位	推断资源量	111616	0.34	382
	小计		3460406	0.87	30058
2150	工业	控制资源量	910529	0.93	8494
		推断资源量	142508	1.01	1437
		小计	1053037	0.94	9931
2085	工业	控制资源量	620842	0.92	5699
		推断资源量	531939	0.98	5187
		小计	1152780	0.94	10886
2020	工业	控制资源量	26419	0.85	223
		推断资源量	117554	0.87	1024
		小计	143973	0.87	1248
总计	工业	控制资源量	13339325	0.81	107999
		推断资源量	4370339	0.83	36204
		控制+推断资源量	17709664	0.81	144202
	低品位	推断资源量	301545	0.36	1098
	合计		18011208	0.81	145300

3.2.4矿床地质核实工作及评述

2009年12月17日，甘肃省矿产资源储量评审中心以甘国土资储评字[2009]88号意见通过《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》评审，并以甘国土资储备字[2009]88号文备案。

2009年4月16日，甘肃省矿产资源储量评审中心以甘国土资储评字[2009]24号意见通过《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061—022线钒矿详查报告》评审，并以甘国土资储备字[2009]24号文备案。

2022年1月19日，甘肃省自然资源厅组织专家在兰州召开甘肃省省属矿山2021年储量年度报告审查会。评审组对《甘肃省肃北县博伦矿业

开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》审查后予以通过。

《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》和《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061—022线钒矿详查报告》收集了以往矿区勘查相关资料，通过各种探矿方法和手段，详细查明了区内铁矿体和钒矿体数量、分布范围、赋存状态及顶底板岩性；详细查明了铁矿体和钒矿体规模、形态、产状、内部结构、厚度与品位的变化特征。详细查明了区内矿石矿物组合、矿石组构、有益有害组份的含量及分布、赋存状态，划分了矿石自然类型、工业类型及品级。对矿区各矿石类型的控矿因素、物质来源、矿床成因进行了研究。矿床勘探类型确定合理，勘探方法、手段的选择及工程勘查间距布置合理，工作质量达到了有关规范的要求。《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》收集了矿区历年动用的资源量及采空区分布范围，区内保有资源量可靠性高。本次方案编制依据的地质资料满足编制开发利用方案的要求。

3.3 探采对比

2021年矿山开采范围主要为8~10勘探线、11~16勘探线之间，2225m~2020m标高间赋存的Fe1矿体。根据《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》，总体上矿体形态、产状变化较小，说明开采过程中矿体形态、产状与2009年核实报告基本一致。仅有局部地段厚度存在变大或变小，与构造影响有关。

沿走向矿体总体形态、产状变化较小；9线以东由于断层破坏，造成矿体形态变化较大；厚度总体变化值较小。

沿倾向矿体总体形态、产状变化较小；实际开采厚度与2009年核实报告中的块段平均厚度进行对比分析，其结果显示块段平均厚度误差率

在-16.93%~30.48%之间；平均误差值为0.51m，误差率为3.07%，说明矿体厚度局部地段存在变大或变小现象。

块段平均品位误差率在-1.95%~2.10%之间，平均误差率为-1.02%，矿石平均品位变化不大。

3.4 存在问题及建议

a. 本矿床伴生组分较多，但矿石中伴生组分的研究程度不足，伴生组分是否达到综合回收利用的要求有待查证；建议在下一阶段补充矿床伴生组分的评价工作，加强伴生组分的综合回收利用研究工作，提升矿山的经济效益。

b. 七角井钒矿与其下盘铁矿距离约85~350m，平均距离约150m，前期开采铁矿形成一些采空区，钒矿开采过程中应充分考虑铁矿采空区对上盘钒矿开采的影响。

4 主要建设方案的确定

4.1 矿山现状

（一）铁矿

该矿山矿区内赋存有铁矿和钒矿体，铁矿体位于下盘，钒矿体位于上盘，两矿体相距约85~350m，平均距离约150m。七角井铁矿之前采用分段矿房法和阶段空场法，生产规模200万t/a。由于矿山铁矿体和钒矿体相距较近，为保证钒矿正常开采，目前采矿方法改为分段空场嗣后充填法和阶段矿房嗣后充填法。

铁矿区采用副井、胶带斜井+斜坡道作为主要开拓系统，胶带斜井主要运输矿石，副井和斜坡道主要用于运输设备、人员、材料、通风等。铁矿山2020m中段以上已形成了完整的开拓运输、通风、排水等系统。

目前该矿山铁矿正在开采2085m及2020m中段。

（二）钒矿

钒矿尚未开采。

4.2 开采方案

4.2.1 开采对象

开采范围为矿山拟变更后的矿区范围，开采对象为采矿权范围内的所有可采矿体。

4.2.2 开采方式

根据矿床所处的内、外部环境，矿体的赋存特点，矿体数量多且埋藏较深等因素，结合目前矿山生产现状综合考虑，该矿山铁矿、钒矿采用地下开采。钒矿、铁矿总体开采顺序为分别同时开采。

4.2.3 矿山工作制度

根据矿山生产实际情况，确定矿山工作制度为330d/a，3班/d，8h/每班。

4.2.4 建设规模

4.2.4.1 铁矿建设规模

根据本次方案确定的利用地质资源量，考虑矿体的赋存状况，技术上可行的建设规模方案有三个，即：

I方案：230×10⁴t/a；

II方案：290×10⁴t/a；

III方案：350×10⁴t/a。

表4-1 规模方案比较表

序号	项 目		单位	规 模 方 案		
				I方案: 230×10 ⁴ t/a	II方案: 290×10 ⁴ t/a	III方案: 350×10 ⁴ t/a
1	地质资源/储量		10 ⁴ t	1982.82	1982.82	1982.82
	地质品位		%	30.40	30.40	30.40
2	设计利用资源/储量		10 ⁴ t	1982.82	1982.82	1982.82
	设计利用资源品位		%	30.40	30.40	30.40
3	贫化率		%	10	10	10
4	损失率		%	10	10	10
5	采出矿石量		10 ⁴ t	1784.54	1784.54	1784.54
	采出品位		%	27.90	27.90	27.90
6	年生产规模		10 ⁴ t/a	230.00	290.00	350.00
			t/a	7667	9667	11667
7	服务年限		a	9.6	7.6	6.3
8	选矿回收率		%	75.00	75.00	75.00
9	精矿品位		%	64.50	64.50	64.50
10	精矿产率		%	33.10	33.10	33.10
11	达产年产精矿量		t	761300	959900	1158500
12	销售价格		元/t	904.00	904.00	904.00
13	经济核算	单位矿石总成本	元/t	225.00	213.00	201.00
14		年销售收入	万元	68821.52	86774.96	104728.40
15		年综合成本	万元	48990.00	61770.00	74550.00
16		年税金及附加	万元	3840.95	4467.71	5844.93
17		年利润	万元	15990.57	20537.25	24333.47
18		年所得税	万元	3997.64	5134.31	6083.37
19		税后利润	万元	11992.93	15402.94	18250.10
20		建设投资	万元	127335.44	141483.82	169780.58
21		流动资金	万元	437.77	625.39	813.01
22	财务	静态投资回收期	a	6.57	6.35	6.50

23		投资收益率	%	11.97%	14.45%	13.47%
24		内部收益率	%	14.95%	16.20%	13.83%

三个方案技术经济比较见表4-1, I方案规模方案投资内部收益率低于其他两个方案, II方案和III方案投资投资收益率和投资回收期相近, 但III方案投资大。

4.2.4.2 钒矿建设规模

根据本次方案确定的利用地质资源量, 考虑矿体的赋存状况, 铁矿开采的影响、技术上可行的建设规模方案有三个, 即

I方案: $60 \times 10^4 \text{t/a}$;

II方案: $90 \times 10^4 \text{t/a}$;

III方案: $120 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

经综合分析比较(见表4-2), I方案规模方案投资内部收益率及投资收益率低于其他两个方案, II方案和III方案投资内部收益率和投资收益率投资回收期相近, 但III方案投资比II方案大的多, 本次开发利用方案推荐II方案规模方案。

表4-2 规模方案比较表

序号	项 目	单位	规 模 方 案		
			I方案: $60 \times 10^4 \text{t/a}$	II 方案: $90 \times 10^4 \text{t/a}$	III 方案 $120 \times 10^4 \text{t/a}$
1	地质资源/储量	10^4t	1801.12	1801.12	1801.12
	金属量	10^4t	14.53	14.53	14.53
	地质品位	%	0.81	0.81	0.81
2	设计利用资源/储量	10^4t	1801.12	1801.12	1801.12
	设计利用资源品位	%	0.81	0.81	0.81
3	贫化率	%	10.00	10.00	10.00
4	损失率	%	10.00	10.00	10.00
5	采出矿石量	10^4t	1621.01	1621.01	1621.01
	采出品位	%	0.73	0.73	0.73
6	年生产规模	10^4t/a	60.00	90.00	120.00
		t/a	2000	3000	4000
7	服务年限	a	30.0	20.0	15.0
8	选矿回收率	%	70.00	70.00	70.00

9	精矿品位	%	98.50	98.50	98.50
10	精矿产率	%	0.58	0.58	0.58
11	达产年产精矿量	t	3480	5220	6960
12	销售价格	元/t	105000.00	105000.00	105000.00
13	单位矿石总成本	元/t	510.50	500.50	490.50
14	年销售收入	万元	36540.00	54810.00	73080.00
15	年综合成本	万元	30630.00	45045.00	58860.00
16	年税金及附加	万元	1517.10	1232.74	1643.65
17	年利润	万元	5688.17	8532.26	11376.35
18	年所得税	万元	1422.04	2133.07	2844.09
19	税后利润	万元	4266.13	6399.20	8532.26
20	建设投资	万元	35679.10	44679.10	56679.10
21	流动资金	万元	158.56	198.20	237.84
22	静态投资回收期(含 2 年基建期)	a	9.79	8.50	8.18
23	投资收益率	%	15.88%	19.02%	20.00%
24	内部收益率	%	12.14%	14.21%	14.37%

4.2.4.2 总建设规模

该项目总建设规模为380万t/年（铁矿290万t/年、钒矿90万t/年）。

4.2.5 设计利用资源量

本次设计利用资源储量铁矿1982.8万吨，平均品位30.4%；

钒矿1801万吨，金属量14.53万吨，平均品位0.81%。

4.3 产品方案

产品方案为64.5%品位的铁精矿、98.5%钒精矿（偏钒酸铵）。

4.4 开拓运输方案

矿山2020m以上已完成完整的开拓、运输系统，本次开发利用方案以2020m为界，2020m水平以上为一期工程，2020m水平以下为二期工程。目前该矿山一期工程已形成了完整的开拓运输系统，二期工程结合矿山已有开拓系统、矿体赋存特点和采矿方法，本次方案选择斜坡道开拓方案，中段巷道采用沿脉布置的形式。开拓运输方案详细叙述见5.6节。

4.5 厂址方案

4.5.1 主要生产设施

七角井铁钒矿是已生产多年的老矿山，地面现有斜坡道7处，选矿厂两处、生活区、尾矿库、废石场、供电、供水、厂内外道路等完整的相互配套的生产、辅助生产及生活福利设施等组成。

4.5.2 厂址方案

根据采矿工艺，便于矿石运输、水、电以及施工、管理等因素综合考虑，皮带斜井场地紧靠原有选矿厂北邻山坡布置。

该区布置有：消防水池、矿石堆场、皮带机房、变电所及中控室、采暖锅炉房、煤堆场地等。

矿石堆场：落地矿石利用可逆皮带东西两侧分排，然后有装载机倒堆。矿石平均堆高5米、容量14.32万吨，按290万吨/年落地矿石计算，可存20天。矿山在钒矿选矿厂南部新建一处钒矿矿石堆场，矿石平均堆高5米、容量4万吨，按90万吨/年落地矿石计算，可存22.5天。

副井场地布置在斜井场地西南约1.3公里处，第15-13勘探线之间山坡上。

根据地形从北至南分为三个台阶布置。

靠近副井口布置的有：卷扬机房、变电所及柴油发电站、采暖锅炉房及煤堆场地，场地正平标高为2435.00米。

根据当地气候的特殊性，为给人员、材料、废石运输创造良好的生产条件、设有专用平硐。

靠近平硐口布置的有调度中心办公室、锻钎、铆焊车间、矿车修理间、露天堆场等。设计标高为2408.00米；

35KV变电站、机修车间、仓库布置在副井与平硐口之间2418米平台上。变电站靠近用电负荷中心，管线短，进出线方便，场地坦平，少加整平即可施工，土方工程量较少。

木工房、木材堆场布置在副井口东南角约120米厂区边缘处。

为汽车修理方便，将汽修区布置在选厂区西邻，与选厂机修同一区域内。该区布置有汽修车间、仓库、停车场，并预留了发展用地。

4.6 防排水方案

矿山地处内陆戈壁沙漠，海拔2400m，气候干燥少雨，无地表径流，年水气蒸发量远大于年降水量，且矿山井下正常最大涌水量很少。但是北山地区偶尔会有瞬时大雨。

4.6.1 铁矿防排水方案

目前矿山 2020m 水平以上已形成了完善的排水系统，矿山目前排水方案为：

副井 2020m 中段已有的中央水泵房内设 3 台 MD280-65×7 型多级离心泵，正常涌水和最大涌水均为 1 用 1 备 1 检修。每台水泵流量 280 m³/h，扬程 455m，电机功率 630kW，电压 10kV。井下涌水及作业废水经过排水系统集中到 2020m 水平中央水泵房经副井内排水管排出地表。

因此本次设计1825m中段斜坡道井底车场附近设一水泵房及蓄水池主要服务1955m、1890m、1825m中段，斜坡道内安装一根排水管通往2020m中段中央水泵房。1955m、1890m、1825m中段涌水经各中段排水沟、泄水钻孔集中到1825m中段水仓，再将水通过斜坡道水管排到2020m水平中央水泵房，之后集中排出地表。

4.6.2 钒矿防排水方案

本次设计 2280m 以上坑内的涌水及生产废水通过泄水钻孔集中于钒矿 2280m 中段后经铁、钒矿 2280m 中段联络巷道排至铁矿 2280m 中段巷道内的排水设施，经铁矿已有排水系统下放到铁矿 2020m 中央水泵房后经设置在副井内的排水管排出地表。

后期 2280m 以下钒矿各生产中段涌水及生产废水直接通过铁、钒矿各中段联络巷道排至各中段的铁矿巷道排水设施后下放到铁矿 2020m 中段后经设在铁矿 2020m 中段的中央水泵房排出地表。

4.6.3 地表防洪措施

由于井下开采过程中将在地表形成数公里长的地表塌陷区。为防止暴雨天大气降水通过塌陷区流入井下，设计确定在地表塌陷区外部设置截洪沟。根据气象资料，根据矿区气象条件和矿山所处地形，防御标准按矿山服务年限20年一遇最大降雨量汇水面积0.53km²、洪峰流量2.5m³/s考虑。矿体下盘为塌陷区的来水方向，矿体上盘塌陷区边界外的大气降水可自流流入山谷，因此只在矿体下盘的来水区段设置截洪沟，设计截洪沟两段总长度2875m，断面底0.5m、高1m、边坡比1: 0.5~1,设计流速 $\geq 0.75\text{m/s}$ 、纵坡 $\geq 2\text{‰}$ 。

4.6.4 井口防洪措施

对各条明斜坡道、竖井口采取防洪设施，根据历年来最高洪水水位资料,建立疏水、防水和排水系统,在井口及工业场地建筑堤坝、开挖沟渠防水和排水。并对前期生产中与露天坑相通的天井进行及时地封堵，主动拦截洪水进入井下。雨天要严密监视洪水流向，如发现洪水流入井下时，必须立即汇报矿领导，采取防洪措施，进行处理。

4.7 供水方案

井下供水作为凿岩、消防、防尘及井下破碎系统除尘与降温之用。

4.7.1 铁矿供水

井下用水量为 330m³/d，采矿最高用水点标高 2355m，水压 0.2-0.6MPa。铁矿已有供水主管（ $\phi 108 \times 7\text{mm}$ ）由地表高位水池（池底标高 2435m）接管，沿铁矿副井敷设至铁矿井下各中段。1955m、1890m、

1825m水平用水由2020m水平接管经2020m中段运输巷道、斜坡道铺设至1955m、1890m、1825m中段。各中段供水干管（ $\phi 108 \times 7\text{mm}$ ）在各中段马头门处接管，沿各中段主运输巷道敷设至各穿脉口，再接供水支管（ $\phi 57 \times 4\text{mm}$ ）至采场天井。

井下供水管网系统中分段设置消防栓，作井下消防之用，并在各用水点处设减压阀、闸阀，以满足用水点水压、水量要求。

4.7.2 钒矿供水

钒矿坑内用水由铁矿 2280 中段已有管路接管，沿 2280m 中段巷道敷设至倒段西回风井（2320m-2215m），沿倒段西回风井（2320m-2215m）向上敷设至 2320m 中段，沿 2320 中段主运输巷道敷设至各穿脉口，再接供水支管（ $\phi 57 \times 4\text{mm}$ ）至采场天井；向下敷设至 2215m 中段，沿 2215m 中段巷道敷设至倒段西回风井（2215-2085m），沿倒段西回风井（2215-2085m）敷设至 2150m 中段和 2085m 中段。各中段供水干管（ $\phi 108 \times 7\text{mm}$ ）在各中段管缆井、倒段西回风井马头门处接管，沿各中段主运输巷道敷设至各穿脉口，再接供水支管（ $\phi 57 \times 4\text{mm}$ ）至采场天井。斜坡道消防供水管由 2280m 中段供水干管接管，沿斜坡道敷设，各中段巷道中消防供水由各中段供水干管接消防栓，消防栓设置间距不大于 100 m；每个消防栓配有水枪和水带，水带的长度满足消防栓设置间距内的消防要求。

4.8 供电方案

4.8.1 供电电源

依据矿方提供的供电资料，供电电源已由柳园引来，直线距离 65Km。在矿区建有 110kV 总变电站一座，110kV 变电站 35kV 侧距离矿区最远供电点约 3 公里，本电源作为主电源。矿区潜水泵、副井载人提升机

为一级负荷，备用电源引自矿区柴油发电站，以满足一级负荷的供电要求。电源进线采用LGJ-240、3X240钢芯铝绞线以架空敷设方式引入该矿区总降压站

4.8.2 铁矿供电

七角井铁矿现有110/35/10kV总降压站一座，为单回路电源进线，110/35/10kV总降压站设有两台主变压器，容量均为16000kVA，富余容量约4000kVA，该站电压、容量及回路数均满足本设计要求。

本次设计在已有的供电系统上在1955m水平建一座移动变电站，主要负责1955m、1890m、1825m中段采场通风、排水、矿石二次破碎以及照明等。电源引自2020m水平变电所。

井下低压动力设备采用380V中性点绝缘系统；主要运输巷道及硐室照明采用220V中性点绝缘系统，人行天井及采掘工作面照明采用36V。

4.8.3 钒矿供电

（1）矿山外部供电电源

本工程拟在地表回风井附近新建一座采矿 10kV 配电站，电源采用 10kV 架空线路引自甲方拟建的 35/10kV 变电站，导线规格及型号为 LGJ-3*95mm²，架线距离约为 3km。

矿山已建成自备电厂一座，本工程一级负荷为矿井主通风机，一级负荷备电源由矿山自备电厂采用 10kV 架空线路引来，导线规格及型号为 LGJ-3*35mm²，架线距离约为 3km，再以 WDZ-YJY42-3*35mm² 线缆引至井下通风机变电硐室。

（2）供配电系统

根据矿区外部供电和内部用电负荷分布情况，在地表回风井附近新建一座采矿 10kV 配电站，电源采用 10kV 架空线路引自甲方拟建的

35/10kV 变电站,导线规格及型号为 LGJ-3*95,架线距离约为 3km。10kV 侧单母线不分段运行,10kV 馈线以放射式电缆线路向 2280m (2345m) 中段采区变电所、矿井主通风机变电硐室等供电,空压机站供配电设施利用现有;为满足一级负荷矿井主通风机的供电要求,从矿山自备电厂引来一回 10kV 专用线路,作为一级负荷的备用电源。

矿区内部高压供电电压均为 10kV,低压供电电压均为 220/380V,安全供电电压为 36V。除井下低压供电系统采用中性点绝缘的 IT 系统外,其余低压供电系统均为中性点直接接地的 TN-C-S 或 TN-S 系统。

本设计矿山自备电厂作为一级负荷的备用电源;二级用电负荷矿井通信设备及安全监控装置均采用蓄;电池作为备用电源。

(3) 变配电所

在地表回风井附近新建一座采矿 10kV 配电站,所内设置 10kV 高压配电室、控制室,建筑面积 97.2m²,电源进线采用 10kV 架空线路引自甲方拟建的 35/10kV 变电站,导线型号及规格 LGJ-3×95mm²,架线距离约 3km,以电缆形式进入所内,10kV 侧采用单母线运行,高压侧采用直流电做为操作电源。所内设置 KYN28A-12 系列高压开关柜、微机综合保护装置、所用变压器、所用配电屏等,主要承担 2280m (2320m) 中段采区变电所、矿井主通风机变电所等供电。

5 矿床开采

5.1 矿床开采顺序及首采地段确定

5.1.1 矿床开采顺序

设计确定矿井开采顺序为下行式，即先采上部中段，后采下部中段，采用自上而下的开采顺序。

阶段内矿块采用前进式开采顺序，即由溜矿井车场两侧向矿体两端部推进。

矿块内的开采顺序采用下行式，即先采上部分段，后采下部分段。

5.1.2 中段高度的确定

该矿山目前已完成 2020m 水平以上中段的划分，本次开发利用方案 2020m 以上为一期工程，2020m 以下为二期工程，一期工程各个中段已形成独立的回采单元、完整的开拓运输、通风、排水、供电等系统，对于二期工程中段高度确定根据矿体赋存深度，矿量分布和采矿方法构成要素，确定阶段高度为 65m。从上到下划分为 2020~1955、1955~1890、1890~1825 三个中段。

该矿山在钒矿生产前铁矿在开采时已形成了 2320m、2280m、2215m、2150m、2085m、2020m 六个中段，为充分利用已有工程，同时为了便于管理，故钒矿设计中段高度与铁矿保持一致，除 2320m、2280m 中段外，其他中段高度确定为 65m。

5.1.3 首采地段的选择

为了减少基建工程量，避免开采工程在涉及到的每个中段全面拉开，矿体赋存特征和采用的采矿方法以及矿体的控制程度，总体上采用中段间自上而下，中段内由一翼向另一翼后退式回采的开采顺序。

根据矿山矿体赋存条件、开采技术条件及矿山开采现状铁矿首采地段为 2020m、1955m 两个中段。钒矿首采地段为 2320m、2280m 两个中段。

铁二期及时做好基建准备工作，在铁一期减产年之前完成铁二期首采地段采准切割工作，在铁一期减产年之前完成铁二期首采地段 2020m、1955m 水平采准切割工作，在铁一期减产年，铁二期开始生产，保证铁一期、二期同时生产时，年产量满足设计要求。

5.2 开采影响范围

根据矿床地质条件及矿岩性质和已选择的采矿方法，并参考同类型矿山的实际经验，拟定岩体的陷落角和移动角分别为：

上盘陷落角 70° ，移动角 65° ；

下盘陷落角 75° ，移动角 70° ；

两翼陷落角 80° ，移动角 75° ；

5.3 采矿方法

5.3.1 开采技术条件

5.3.1.1 矿体产状要素

七角井铁矿资源为一层状矿体，设计范围内的矿体沿走向分布在 7~21 线及其以西部分，长度 3200m，矿体走向近似东西向，倾向北，倾角 $28^{\circ} \sim 66^{\circ}$ 。矿体厚度 4.6~29.4m，局部达到 37.9m，平均真厚度 11.98m。TFe 品位一般在 30~35% 之间。

该矿床规模较大，矿体整体连续性良好，分枝复合现象较少，东部浅而薄，西部深而厚，倾角较陡，采矿方法的适用条件较好；矿体中央中下部区段倾角较缓，采矿方法适用条件较差。

5.3.1.2 铁矿上盘钒矿体

在七角井铁矿上盘赋存有一钒矿床,博伦矿业公司已获得其开采权。钒矿资源分布在钒矿勘探线22~61线之间、矿体沿走向长4200m、垂向在海拔+2497~+2000m标高、最大垂高399m。与铁矿平行产出,两者之间直线距离在85~350m,平均距离约150m。

5.3.1.3 顶底板围岩及矿岩稳固性

铁矿矿体上盘围岩主要为下寒武统底砾岩,下盘为中震旦统含绢云母石英片岩,矿岩稳固性好。该矿体属缓倾斜~倾斜和急倾斜中厚矿体,矿体和围岩坚硬致密,节理裂隙不发育,矿岩整体稳固性良好,属稳固性岩体。

钒矿围岩岩石总体致密,属较坚硬—坚硬岩,性脆,围岩岩体完整性中等,岩体质量中等,整体力学强度较高,岩体较稳固,但局部存在风化带、蚀变带、软弱夹层及断层等,力学强度有明显的降低,岩体完整性和稳定性较差,未来坑道遇该层易发生垮塌、掉块、冒顶等不良工程地质问题,需采取支护措施。

5.3.1.4 主要构造

矿区内从南至北有F1、F2走向断层,两断层走向均为NWW~SEE,倾向S,倾角45°,离矿体数十米至数百米不等;另外还有F3~F7横向断层等,一组走向NE,较发育;另一组走向NW,不发育,规模一般较小,均为平推断层,对矿体有破坏,但对矿床开采一般影响较小。

5.3.1.5 矿岩物理力学性质

矿岩物理力学性质如下表5-1:

表5-1 矿岩物理力学性质

岩石名称	块体密度(g/cm ³)	弹性模量(GPa)	泊松比	单轴抗压(MPa)	抗拉强度(MPa)	内聚力(MPa)	内摩擦角(°)	纵波速度(m/s)
透辉阳起岩(铁矿上盘)	2.914	28.857	0.244	93.74	10.47	27.10	45.06	5126

磁铁矿	3.475	33.919	0.212	185.39	19.48	46.24	44.54	5035
透闪阳起岩 (铁矿下盘)	2.815	20.791	0.258	111.02	9.17	25.28	47.27	4862
硅质板岩(钒矿上盘)	2.686	30.273	0.233	141.72	18.01	37.09	43.93	4173
钒矿石	2.573	12.584	0.280	40.02	6.02	10.28	41.86	3028

6种岩石中，以铁矿石的单轴抗压强度平均值最大，达到185.39MPa，属于高强度岩石；硅质板岩平均为141.72MPa，属于较高强度岩石；透辉阳起岩（93.74MPa）、透闪阳起岩（111.02MPa）和粒屑灰岩（102.64MPa）这3种岩石的强度一般，属于中等强度岩石；钒矿石的强度低，平均为40.02MPa，属于低强度岩石。其中影响铁矿开采的为前三种岩石，根据数据，铁矿石 $f=16\sim20$ ，上盘围岩 $f=8\sim12$ ，下盘围岩 $f=9\sim14$ 。这三种岩石的声音纵波速度均较大，达到或接近5000m/s，表明岩石结构致密、均质，完整性好。

5.3.1.6 地表地形

该矿体埋藏于罗雅楚山脉之内。赋矿山脉呈山峰与山谷交替展布状态。地势较为平坦、设有选矿厂的区域内的地表标高约2350m。矿体下盘地表与赋矿山脉直线距离700~2000m不等。地表与赋矿山脉高差0~146m不等。

5.3.1.7 水文地质条件

本矿区的水文地质条件较为简单，矿岩内含水量极少。经估算的矿坑正常涌水量为300m³/d，最大涌水量为2000m³/d。

5.3.2 采矿方法选择

5.3.2.1 采矿方法选择原则

（1）生产能力大。选择的采矿方案生产能力大，能充分发挥矿山配套工程的能力，提高企业的经济效益。

（2）采场布置和回采工艺简单。采场布置简单可以大大减少采准切

割工程量，节省工程费用，缩短采场准备周期，降低采矿综合成本；简化回采工艺，可以提高采场生产过程中的劳动生产率，降低生产或非生产性材料的消耗，实现低成本生产。

（3）安全可靠。

（4）较低的贫化损失率。矿山保有地质储量有限，矿石品位和价值较高，采矿过程中较低的贫化损失率，对公司来说具有重大的现实意义。

（5）充分利用矿山现有条件。矿山基建已完成，进行了小部分露天开采，地下也采用空场法采矿，有一定的生产条件，选择采矿方案时，必须同时考虑到矿山现有设备、设施和工程的充分利用，以减少工程费用的投入。

5.3.2.2 采矿方法的选择

为更好的适应矿山生产实际，矿山先后委托国内多家科研单位进行了采矿方法专题研究。《七角井铁矿膏体充填系统工程可行性研究报告》（云南金诚信力合矿山工程设计院有限公司 2017）、《七角井铁矿充填采矿法综合技术研究资源综合利用可行性研究》（长沙矿山研究院有限责任公司 2012）等报告中提出了分段空场嗣后充填法和阶段矿房嗣后充填法。从实际应用情况来看，矿山采用空场嗣后充填法、阶段矿房嗣后充填法及空场采矿法多方法结合的方式在七角井铁矿取得了较好的效果。因此本次设计铁矿、钒矿开采仍选择分段空场嗣后充填法、阶段矿房嗣后充填法及分段空场法。

分段空场嗣后充填采矿法适用于矿体厚度大于6m、小于20m，倾角30~50°的矿体，阶段矿房嗣后充填采矿法适用于厚度大于6m、倾角大于50°的矿体。分段空场采矿法适用于矿体厚度大于6m，倾角大于45°围岩和矿体中等稳固。

5.3.3 采矿工艺

5.3.3.1 分段空场嗣后充填采矿法

分段空场嗣后充填采矿法适用于七角井矿体厚度6~20m，倾角30~50°的矿体。矿块划分为一步骤回采和二步骤回采采场，先采一步骤采场，回采后用高强度充填料充填，待二步骤采场相邻的一步骤采场均采完充填，并在充填体达到强度要求后，再进行二步骤采场的回采和充填。一、二步骤采场的充填料配比由试验确定。

1) 矿块构成要素

矿块沿矿脉走向连续布置，矿块长度50~70m，宽度为矿体水平厚度，高度等于中段高度，为65m。一步骤回采采场长15~20m，二步骤回采采场长35~50m，采场（或矿块）长度主要根据矿岩稳定性、矿体厚度等因素确定，如果矿岩较稳固，矿体厚度较小，采场长度可取大值，否则取小值。采场留倾斜底柱，底柱倾角45~50°（根据矿体倾角调整）。底柱厚度根据底柱位置的矿体厚度预留，一般情况下，矿体厚度10m以下时，底柱厚度5m，矿体厚度10~15m时，底柱厚度6m，矿体厚度15~20m时，底柱厚度7m，并可根据矿体的稳固性不同作适当调整。由于上盘钒矿开采滞后，并且必须利用下盘铁矿的开拓系统，因此需要在回采并充填后的采场底柱中布置中段穿脉联通钒矿。穿脉两翼各5m以上不能留倾斜底柱，只能留平底的“Δ”形底柱。矿块不留顶柱。

2) 采准与切割

分段采矿法的采切工程主要包括：分（阶）段平巷、溜井、溜井联络巷、分（阶）段凿岩巷、铲运机装矿进路、切割平巷、切割天井、斜坡道联络道等。采准切割一般不支护，局部不稳固位置根据情况加以支护。

按矿体厚度12m，一步骤回采采场长度为20m，二步骤回采采场长度为50m，分段高度为15~16m估算。

采准工程主要有通风天井、溜井、出矿巷道、出矿巷道联络道、凿岩巷道及联络道等。

凿岩及出矿巷道联络道沿脉巷道沿矿体走向布置，与采区斜坡道相通，从采区斜坡道施工；装矿进路、分段凿岩巷道和联络道等从出矿沿脉巷道施工。

凿岩及出矿巷道联络道沿脉巷道沿矿体走向布置，与采区斜坡道相通，从采区斜坡道联络道处开始施工；在矿体下盘无轨运输平巷垂直矿体走向掘出矿巷道和装矿进路联通堅沟平巷；垂直矿体走向掘堅沟平巷，从堅沟平巷打垂直扇形孔形成集矿堅沟。在矿房靠近上盘围岩掘切割天井，分段凿岩巷道联通切割天井，将切割天井扩展成切割槽，各种巷道原则上不支护。

3) 回采工艺

回采过程中，铁矿沿垂高将矿块划分成为3个分段，分段高度21~22m，钒矿沿垂高将矿块划分成为4个分段，分段高度16~17m，以分段为单元进行回采工作。在分段内回采工作沿矿块长度方向，从一端向分段溜矿井一侧后退式回采；分段之间采用从上到下递退式回采顺序。回采凿岩采用YGZ-90钻机或液压凿岩台车，爆破采用铵油乳化炸药，采用BQF-100装药器，或装药车装药，电子数码雷管。

4) 出矿

出矿用铲运机将崩落矿石从采场分段或阶段出矿巷道铲出，卸载到分段或阶段溜矿井。一个生产矿块布置1台铲运机出矿。

5) 采场通风

新鲜风流从斜坡道进入中段运输平巷、分段平巷以及分段联络道，污风通过回风井排出至上中段运输平巷。

6) 充填

采场回采结束并经验收后，即可进行该采场的充填工作。首选进行充填准备工作。充填准备工作包括每个分段和阶段出矿进路（联络道）砌筑充填挡墙，并留好泄水检查孔。充填准备完成以后便可进行采场充填，充填管道由上中段主运输巷道、出矿进路架设至采空区上部，向采空区内充填。

5.3.3.2 阶段空场嗣后充填采矿法

阶段空场嗣后充填采矿法适用于七角井矿体厚度大于6m、倾角大于50°的矿体，以及厚度大于20m的矿体开采，矿块划分为一步骤回采和二步骤回采采场，先采一步骤采场，回采后用高强度充填料充填，待二步骤采场相邻的一步骤采场均采完充填，并在充填体达到强度要求后，再进行二步骤采场的回采和充填。一、二步骤采场的充填料配比由试验确定。

1) 矿块构成要素

根据Q系统分级结果，采用巴顿等建议的经验计算公式确定的临时性矿山工程无支护跨度为：透辉阳起岩，17.29m~25.93m；铁矿体17.46m~26.20m；透闪阳起岩，17.43m~26.15m。因此矿块主要构成要素如下：

当矿体厚度小于20m时，矿块沿矿体走向连续布置，矿块长度50~70m，宽度为矿体水平厚度，高度等于中段高度，为65m。一步骤回采采场长15~20m，二步骤回采采场长35~50m，采场（或矿块）长度主要根据矿岩稳定性、矿体厚度等因素确定，如果矿岩较稳固，矿体厚度较小，采场长度可取大值，否则取小值。

当矿体厚度大于25m时，矿块垂直矿体走向布置，矿块长度为矿体水平厚度，宽度为32~40m，高度等于中段高度，为65m。一步骤回采采场宽12~15m，二步骤回采采场宽20~25m。

当矿体厚度为20~25m，如果矿岩稳固性好，可沿走向布置矿块；如果矿岩破碎，稳固性相对较差，可垂直走向布置矿块。一、二步骤采场划分原则同上。

采场采用堑沟底部结构，堑沟坡面角约45°。底柱高度随矿体厚度不同而不同，一般为6~12m，矿体越厚，底柱越高。

由于上盘钒矿开采滞后，并且必须利用下盘铁矿的开拓系统，因此需要在回采并充填后的采场底柱中布置中段穿脉联通钒矿。矿块（采场）不留顶柱。

2) 采准与切割

阶段采矿法的采切工程主要包括：分（阶）段平巷、溜井、溜井联络巷、分（阶）段凿岩巷、铲运机装矿进路、切割平巷、切割天井、斜坡道联络道等。采准切割一般不支护，局部不稳固位置根据情况加以支护。沿走向布置矿块时，按矿体厚度12m，一步骤回采采场长度为20m，二步骤回采采场长度为50m，分段高度为15~16m估算；垂直走向布置的矿块按矿体厚度27m，一步骤回采采场宽度为15m，二步骤回采采场宽度为25m，分段高度为15~16m估算。

采准工程主要有通风天井、溜井、出矿巷道、出矿巷道联络道、凿岩巷道及联络道组成。

3) 回采

根据凿岩、装药设备的不同，沿垂高将矿块划分成3~4个分段，3个分段时分段高度21~22m，4个分段时分段高度15~16m。回采作业先

拉开切割槽，为大量崩矿形成补偿空间。然后再在上下分段凿岩巷内完成全部中深孔凿岩作业，进行全阶段崩矿。回采凿岩采用YGZ-90钻机，或Simba1354液压凿岩台车，爆破采用铵油炸药，采用BQF-100装药器，或装药车装药，电子数码雷管。

4) 出矿

出矿采用型铲运机，将崩落矿石从采场底部的出矿巷道铲出，卸载阶段溜矿井。一个生产矿块布置1台铲运机出矿。

5) 采场通风

新鲜风流从斜坡道进入中段运输平巷、分段平巷以及分段联络道，污风由通风排出至上中段运输平巷。

6) 充填

采场回采结束并经验收后，即可进行该采场的充填工作。首先进行充填准备工作。充填准备工作包括每个分段联络道和阶段出矿进路砌筑充填挡墙，并留好泄水检查孔。充填准备完成以后便可进行采场充填，充填管道由上中段主运输巷道、出矿进路架设至采空区上部，向采空区内充填。

5.3.3.3 分段空场法

段空场采矿法适用于矿体厚度大于6m，倾角大于45°围岩和矿体中等稳固，但是由于七角井铁矿及钒矿赋存条件，为避免开采相互影响，在七角井钒及铁矿5m~20m范围内并且矿体及围岩极其稳定的情况下采用分段空场法，其他区域采用嗣后充填法（具体视现场情况而定）。

1) 矿块构成要素

矿块沿矿脉走向连续布置，矿块长度50，宽度为矿体水平厚度，高度等于中段高度为65m。采场（或矿块）长度主要根据矿岩稳定性、矿

体厚度等因素确定，如果矿岩较稳固，矿体厚度较小，采场长度可取大值，否则取小值。采场留倾斜底柱，底柱倾角 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ （根据矿体倾角调整）。底柱厚度根据底柱位置的矿体厚度预留，一般情况下，矿体厚度10m以下时，底柱厚度5m，矿体厚度10~15m时，底柱厚度6m，矿体厚度15~20m时，底柱厚度7m，并可根据矿体的稳固性不同作适当调整。

2) 采准与切割

分段采矿法的采切工程主要包括：分（阶）段平巷、溜井、溜井联络巷、分（阶）段凿岩巷、铲运机装矿进路、切割平巷、切割天井、斜坡道联络道等。采准切割一般不支护，局部不稳固位置根据情况加以支护。

采准工程主要有通风天井、溜井、出矿巷道、出矿巷道联络道、凿岩巷道及联络道等。

凿岩及出矿巷道联络道沿脉巷道沿矿体走向布置，与采区斜坡道相通，从采区斜坡道施工；装矿进路、分段凿岩巷道和联络道等从出矿沿脉巷道施工。

凿岩及出矿巷道联络道沿脉巷道沿矿体走向布置，与采区斜坡道相通，从采区斜坡道联络道处开始施工；在矿体下盘无轨运输平巷垂直矿体走向掘出矿巷道和装矿进路联通堑沟平巷；垂直矿体走向掘堑沟平巷，从堑沟平巷打垂直扇形孔形成集矿堑沟。在矿房靠近上盘围岩掘切割天井，分段凿岩巷道联通切割天井，将切割天井扩展成切割槽，各种巷道原则上不支护。

3) 回采工艺

回采过程中，铁矿沿垂高将矿块划分成为3个分段，分段高度21~22m，钒矿沿垂高将矿块划分成为4个分段，分段高度16~17m，以

分段为单元进行回采工作。在分段内回采工作沿矿块长度方向，从一端向分段溜矿井一侧后退式回采；分段之间采用从上到下递退式回采顺序。回采凿岩采用YGZ-90钻机或液压凿岩台车，爆破采用铵油乳化炸药，采用BQF-100装药器，或装药车装药，电子数码雷管。

4) 出矿

出矿用铲运机将崩落矿石从采场分段或阶段出矿巷道铲出，卸载到分段或阶段溜矿井。一个生产矿块布置1台铲运机出矿。

5) 采场通风

新鲜风流从斜坡道进入中段运输平巷、分段平巷以及分段联络道，污风通过回风井排出至上中段运输平巷。

5.3.3.4 矿柱回收

为了提高矿石回采率，减少矿石损失，采用高强度充填体作为人工假底替换底柱。当上下两个矿房采完后，采用膏体充填采空区，待充填体完全凝固并达到设计强度时再回收底柱。底柱回收采用空场法，在底柱回收完再一次充填底柱遗留的采空区。为保证采场稳定性，间柱不回收作为永久损失遗留在采场。

5.4 生产能力验证

5.4.1 铁矿生产能力验证

5.4.1.1 按中段可布置的矿块数验证

参照同类矿山企业的实际统计数值，根据开采技术条件和采矿设备的生产能力分析计算、参照生产矿山的实际生产能力，选用的矿块生产能力中等偏上，即：分段空场法嗣后充填法550t/d，矿块利用系数0.45；阶段矿房嗣后充填法750t/d，矿块利用系数0.45；分段空场法550t/d，矿块利用系数0.45。

表5-2 按各中段可布矿块数验证铁矿中段生产能力表

中段	采矿方法	可布矿块 个数 (个)	矿块利 用系数	同时工作 矿块 (个)	矿块生产 能力 (t/d)	中段生产能力	
						(t/d)	(10 ⁴ t/a)
2320	分段空场嗣后充填法	9	0.45	4	550	2227.50	73.51
	阶段空场嗣后充填法	16	0.45	7	750	5400.00	178.20
	分段空场法	4	0.45	2	550	990.00	32.67
	合计					8617.50	251.71
2280	分段空场嗣后充填法	12	0.45	5	550	2970.00	98.01
	阶段空场嗣后充填法	20	0.45	9	750	6750.00	222.75
	分段空场法	7	0.45	3	550	1732.50	57.17
	合计					11452.50	377.93
2215	分段空场嗣后充填法	8	0.45	4	550	1980.00	65.34
	阶段空场嗣后充填法	16	0.45	7	750	5400.00	178.20
	分段空场法	4	0.45	2	550	990.00	32.67
	合计					8370.00	276.21
2150	分段空场嗣后充填法	13	0.45	6	550	3217.50	106.18
	阶段空场嗣后充填法	32	0.45	14	750	10800.00	356.40
	分段空场法	8	0.45	4	550	1980.00	65.34
	合计					15997.50	527.92
2085	分段空场嗣后充填法	15	0.45	7	550	3712.50	122.51
	阶段空场嗣后充填法	39	0.45	18	750	13162.50	434.36
	分段空场法	8	0.45	4	550	1980.00	65.34
	合计					18855.00	622.22
2020	分段空场嗣后充填法	7	0.45	3	550	1732.50	57.17
	阶段空场嗣后充填法	21	0.45	9	750	7087.50	233.89
	分段空场法	3	0.45	1	550	742.50	24.50
	合计					9562.50	315.56
1955	分段空场嗣后充填法	4	0.45	2	550	990.00	32.67
	阶段空场嗣后充填法	12	0.45	5	750	4050.00	133.65
	分段空场法	2	0.45	1	550	495.00	16.34
	合计					5535.00	182.66
1890	分段空场嗣后充填法	3	0.45	1	550	742.50	24.50
	阶段空场嗣后充填法	6	0.45	3	750	2025.00	66.83
	分段空场法	2	0.45	1	550	495.00	16.34
	合计					3262.50	107.66
1825 及 以下	分段空场嗣后充填法	2	0.45	1	550	550.00	18.15
	阶段空场嗣后充填法	6	0.45	3	750	2025.00	66.83
	合计					2575.00	84.98

该矿山属于改扩建矿山，目前该矿山开采现状是正在开采 2020m 中段，2085m 以上中段 8#勘探线以西正在通过充填采空区回收矿柱，8#勘

探线以东还未开采。本次设计首采区为 2020m 中段和 1955m 中段，通过按中段可布置矿块数可以看出：

首采区两中段生产能力加起来远大于本次设计的矿山年生产能力，1955m 中段 1890m 中段生产能力之和虽然达不到设计的矿山年生产能力，但 2020m 以上中段生产能力都大于设计的矿山年生产能力，因此 1955m 中段 1890m 中段配合 2020m 水平以上中段开采，生产能力也远大于所设计的矿山年生产能力。因此按各中段可布矿块数计算铁矿年产量 290 万 t 是合理并且可行的。

5.4.1.2 按年下降速度验证

参照类似矿山下降速度，年下降速度按 30m 计算，各中段的生产能力见表 5-3。

表 5-3 按年下降速度验算铁矿单中段生产能力表

中段名称 (m)	中段设计利用储量 ($\times 10^4$ t/a)	年下降速度 (m/a)	服务年限	中段生产能力	
				t/a	$\times 10^4$ t/a
2320	51.82	30.00	2.17	724.71	23.92
2280	123.56	30.00	2.17	1728.11	57.03
2215	122.85	30.00	2.17	1718.19	56.70
2150	330.08	30.00	2.17	4616.53	152.35
2085	627.88	30.00	2.17	8781.60	289.79
2020	334.96	30.00	2.17	4684.70	154.60
1955	216.42	30.00	2.17	3026.83	99.89
1890	123.47	30.00	2.17	1726.82	56.99
1825 及以下	51.78	30.00	2.17	724.20	23.90

根据表 5-3 可以看出，矿山铁矿资源量主要集中于 2150m、2085m、2020m、1955m 四个中段，矿山在实际生产中采取 2~3 个主要中段同时生产，同时辅以回采上部资源量较小的中段，铁矿完全可以达到 290×10^4 t/a 的生产规模。矿山采用充填法在实际生产中采用多个中段同时生产，中段之间相互影响较小，安全也有保证。

5.4.1.3 按经济合理服务年限验证

$$T = \frac{Q}{A(1-\rho)}$$

式中：A——矿山年产量，290 万 t/a；

Q——设计利用储量，1982.82 万 t；

ρ ——矿石贫化率，10%；

t——经济合理服务年限，a。

经计算， $T=10.6$ 年（含3年基建期）。该矿山属于改扩建大型矿山，按金属非金属矿山规范要求大型矿山地下开采服务年限大于20a，改扩建矿山服务年限大于合理服务年限的一半（ $10.6>10$ ），因此按经济合理服务年限计算铁矿山年产量290万t/a是可行的。

综上所述，按照中段可布置矿块数、年下降速度、经济合理服务年限验证矿山铁矿山生产规模，可以达到本次设计的290万t/a的生产能力。此外，根据《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》，另有潜在资源矿石量3537.23万t，后期矿山进行资源升级后，矿山生产能力还可进一步扩大。

5.4.2 钒矿生产能力验证

5.4.2.1 按中段可布置的矿块数验证

参照同类矿山企业的实际统计数值，根据开采技术条件和采矿设备的生产能力分析计算、参照生产矿山的实际生产能力，选用的矿块生产能力中等偏上，即：分段空场法嗣后充填法550t/d，矿块利用系数0.45；阶段矿房嗣后充填法750t/d，矿块利用系数0.45。分段段空场法550t/d，矿块利用系数0.45。

表5-4 按各中段可布矿块数验证钒矿中段生产能力表

中段	采矿方法	可布矿块 个数（个）	矿块利 用系数	同时工作 矿块（个）	矿块生产 能力（t/d）	中段生产能力	
						（t/d）	（10 ⁴ t/a）

中段	采矿方法	可布矿块 个数 (个)	矿块利 用系数	同时工作 矿块 (个)	矿块生产 能力 (t/d)	中段生产能力	
						(t/d)	(10 ⁴ t/a)
2320	分段空场嗣后充填法	15	0.45	7	550	3712.5	122.51
	阶段空场嗣后充填法	34	0.45	15	750	11475	378.68
	分段空场法	7	0.45	3	550	1732.5	57.17
	合计					16920	558.36
2280	分段空场嗣后充填法	10	0.45	5	550	2475	81.68
	阶段空场嗣后充填法	18	0.45	8	750	6075	200.48
	分段空场法	4	0.45	2	550	990	32.67
	合计					9540	314.82
2215	分段空场嗣后充填法	6	0.45	3	550	1485	49.01
	阶段空场嗣后充填法	10	0.45	5	750	3375	111.38
	分段空场法	3	0.45	1	550	742.5	24.50
	合计					5602.5	184.88
2150	分段空场嗣后充填法	3	0.45	1	550	742.5	24.50
	阶段空场嗣后充填法	6	0.45	3	750	2025	66.83
	分段空场法	2	0.45	1	550	495	16.34
	合计					2767.5	91.33
2085 及以下	阶段空场嗣后充填法	3	0.45	1	550	742.5	24.50
	阶段空场嗣后充填法	5	0.45	2	750	1687.5	55.69
	合计					2430	80.19

按各中段可布矿块数计算钒矿中段生产能力任意两个中段同时开采生产能力都大于所设计生产能力，因此设计钒矿生产能力90万t/a是可行的。

5.4.2.2 按年下降速度验证

参照类似矿山下降速度，年下降速度按20m计算，各中段的生产能力见表5-5。

表5-5 按年下降速度验算铁矿单中段生产能力表

中段名称 (m)	中段设计利用储量 (×104t/a)	年下降速度 (m/a)	服务年限	中段生产能力	
				t/a	×104t/a
2400	182.19	20.00	3.00	1840.26	60.73
2320	501.18	20.00	3.00	5062.42	167.06
2280	536.74	20.00	3.00	5421.57	178.91
2215	346.04	20.00	3.00	3495.36	115.35
2150	105.30	20.00	3.00	1063.67	35.10
2085	115.28	20.00	3.00	1164.42	38.43

2020 及以下	44.55	20.00	3.00	450.02	14.85
----------	-------	-------	------	--------	-------

由表 5-5 可知，2320m、2280m、2210m 中段矿量较大，并且任何一中段年生产能力远大于钒矿设计年生产能力。2150m、2085m 和 2020m 中段虽然矿量不多，但是采用 2~3 个中段同时生产也能满足年产量 90 万 t 的要求，矿山采用充填法在实际生产中采用多个中段同时生产，中段之间相互影响较小，安全也有保证。

因此根据年下降速度计算得出钒矿年产量 90 万 t 是可行的。

5.4.2.3 按经济合理服务年限验证

$$T = \frac{Q}{A(1-\rho)}$$

式中：A——矿山年产量，90 万 t/a；

Q——设计利用储量，1801 万 t；

ρ ——矿石贫化率，10%；

t——经济合理服务年限，a。

经计算，T=22年（含2年基建期）。钒矿年产量90万t/a属于中型地下矿山，按规范中型矿山年服务年限大于15a，因此因此按经济合理服务年限计算钒矿山年产量90万t/a是可行的。

综上所述，按照中段可布置矿块数、年下降速度、经济合理服务年限验证矿山钒矿生产规模，可以达到本次设计的90万t/a的生产能力。

5.5 矿山服务年限

本次铁矿设计可采资源量为 1982.82×10^4 t，按推荐的 290×10^4 t/a生产规模并考虑采矿损失、贫化后，经排产计算，矿山的 service 年限为7.6年。

钒矿设计可采资源量为 1801.12×10^4 t，按推荐的 90×10^4 t/a生产规模并考虑采矿损失、贫化后，经排产计算，矿山的 service 年限为20年。

根据《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》，另有潜在资源矿石量3537.23万t。考虑到尚未利

用的预测类资源量和暂不利用的低品位资源量，经升级和金属价格回升后进行开采利用，矿山的服务年限还可以延长。

5.6 开拓运输系统

5.6.1 铁矿开拓运输系统

开拓运输方案选择的基本原则是基建工程量省、经营费用低，便于施工，管理方便，尽可能利用已有设施等。矿山2020m以上已完成完整的开拓、运输系统，本次开发利用方案以2020m为界，2020m以上为一期工程，2020m以下为二期工程。

一期开拓系统：

矿山一期工程开拓运输方案为采用胶带斜井+斜坡道+竖井作为主要开拓系统。人员、材料、设备主要是通过斜坡道及竖井上下至各中段，矿石在1947m水平破碎溜系统破碎后通过胶带斜井运出地表。

二期开拓系统：

二期工程开拓运输系统综合考虑矿体的赋存特征（矿体倾角、厚度、连续性、分布、埋藏深度）、矿山规模、总体布置、已有工程设施等因素，通过综合分析，在技术上可行的适合推荐的开拓方案有：

I方案：皮带斜井+辅助斜坡道开拓方案

II方案：主斜坡道+辅助斜坡道开拓方案

推荐参与比较的开拓方案简述如下：

I方案：皮带斜井+辅助斜坡道开拓方案

在2020m中段18和20号勘探线之间斜向下打一条斜井，斜井主要作用为运输矿石，并兼做回风井，净宽4.5m，井底标高1760m。1955m、1890m、1825m中段矿石经过中段溜井到1779m水平破碎硐室经破碎硐室破碎后经皮带运输巷、皮带斜井运至2020m水平，再经2020m中段运输巷

道、矿仓溜井、1947m水平皮带运输巷、皮带斜井运至地表。

延伸西四、西六辅助斜坡道至1825m水平，西四、西六辅助斜坡道主要作用是运送人员、材料、设备等至各个中段井底车场，兼做进风井。同时采场中采出的废石用卡车经西四、西六辅助斜坡道运输至上部几个中段采空区充当充填料。

II方案：主斜坡道+辅助斜坡道开拓方案

在2020m中段矿仓溜井附近新设一条折返式斜坡道至1825m水平，斜坡道净宽4.6m，主要作用运输矿石并兼做回风井，最低服务标高1825m。1955m、1890m、1825m 3个中段矿石用卡车经过中段运输平巷、马头门、斜坡道、2020m水平中段运输平巷、破碎站、1947m水平皮带运输巷、皮带斜井运至地表。

已有西四、西六斜坡道已分别施工至2085m、2037m水平，利用矿山已有斜坡道并延深原有斜坡道至1825m中段，延深段斜坡道作为辅助斜坡道，坡度为15%，每隔250m设一错车道，作为无轨设备进出通道，同时作为人员、材料、设备、废石通道，并且兼做回风井。

两个方案的综合技术经济比较和优缺点比较分别见表5—6。

从表5-6可以看出，方案II相对方案I基建投资少、劳动施工组织简单、装车、卸载环节相对较少，综合分析后，本次设计2020m水平以下开拓运输方案推荐采用II方案：斜坡道开拓方

表5-6

开拓方案比较表

开拓方案	方案I：皮带斜井+辅助斜坡道开拓方案	方案II：主斜坡道+辅助斜坡道开拓方案
一、方案主要内容	在 2020m 中段 18 和 20 号勘探线之间斜向下打一条斜井，斜井主要作用为运输矿石，并兼做回风井，净直径 4.5m，最低服务标高 1760m，1955m、1890m、1825m 中段矿石经过中段溜井到 1779m 水平破碎硐室经破碎硐室破碎后经皮带运输巷、皮带斜井运至 2020m 水平，再经 2020m 中段运输巷道、矿仓溜井、皮带矿仓、1947m 水平皮带运输巷、皮带斜井运至地表。 通风利用原有通风系统，新建工程通风为：延伸西进风井、西回风井至 1825m 中段，新鲜风流由西进风井、副井进入 1955m、1825m 中段经石门（或联络道）、沿脉、进风天井、分段巷道进入采场，风流冲洗工作面后，副井以西污风经采场回风联络道、中段巷道、西回风井排出地表，副井以东污风经采场回风联络道、中段巷道、倒段回风井、东回风井排出地表。	在 2020m 中段矿仓溜井附近新设一条折返式斜坡道至 1825m 水平，斜坡道净直径 4.6m，主要作用运输矿石并兼做回风井，最低服务标高 1825m，1955m、1890m、中段矿石用铲运机经过中段溜井到 1825m 水平，经 1825m 中段运输平巷、斜坡道、2020m 水平中段运输平巷、破碎站、1947m 水平皮带运输巷、皮带斜井运至地表。 已有西四、西六斜坡道已分别施工至 2085m、2037m 水平，利用矿山已有斜坡道并延深原有斜坡道至 1825m 中段，延深段斜坡道作为辅助斜坡道，坡度为 15%，每隔 250m 设一错车道，作为无轨设备进出通道，同时作为东区废石、材料、辅助进风通道。 通风利用原有通风系统，新建工程通风为：延伸西进风井、西回风井至 1825m 中段，新鲜风流由西进风井、副井进入 1955m、1825m 中段经石门（或联络道）、沿脉、进风天井、分段巷道进入采场，风流冲洗工作面后，副井以西污风经采场回风联络道、中段巷道、西回风井排出地表，副井以东污风经采场回风联络道、中段巷道、倒段回风井、东回风井排出地表。

开拓方案	方案I：皮带斜井+辅助斜坡道开拓方案		方案II：主斜坡道+辅助斜坡道开拓方案	
二、井巷工程及投资	工程量 (m ³)	投资 (万元)	工程量 (m ³)	投资 (万元)
1、斜坡道			32137.3	1767.5
2、破溜系统	11328.7	1013.22		
3、斜井	11737	530.69		
三、矿山机械投资		2343.3		1120
四、可比投资总额		3887.21		2887.5
五、主要优缺点	1、井下需重设溜破系统，基建期工程量相对斜坡道多，基建投资大； 2、运输流程复杂、管理复杂、劳动施工组织强度大，需要较好的管理调度水平。 3、劳动施工组织强度大、人员、设备投资较大。		1、基建投资少，开拓运输系统简便。 2、矿石运至地表期间装车、卸载环节较斜井少。 3、劳动施工组织简单。	

5.6.2 已有主胶带斜井提升能力核算

矿山铁矿原设计规模：矿石 $200 \times 10^4 \text{t/a}$ ，本次铁矿设计规模：矿石 $290 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

已有主斜井胶带运输系统由 2 条井下转运胶带机、1 条主斜井胶带机、1 条地表可逆配仓胶带机组成，另附有 1 套主斜井胶带机检修提升及 1 套电梯提升。带式输送机配有安全保护装置。纵向撕裂保护装置安装在导料槽下边。打滑检测器安装在输送机头部适当位置的上胶带下面。双向拉绳开关沿输送机两侧每 50m 安装 1 台。两极跑偏开关成对安装，在距头部和尾部 10m 处各安装 1 对，输送机中部安装 1 对。漏斗堵料检测器安装在头部漏斗不受冲击的侧壁上。料流检测器采用门式支架安装在胶带机尾部。另外，在带式输送机驱动装置上安装制动器和逆止器。整套带式输送机系统全程设监控系统，破碎机、振动给料机及带式输送机设单机控制和联锁集中控制。

已有主斜井胶带提升系统工艺流程为：井下粗碎后的矿石分别落入 2 个井下储矿仓内，尔后经各自仓底的振动给矿机振落至 2 条井下转运胶带上，并被平运至主斜井胶带上，后由主斜井胶带机将其从井下运至地表现有矿仓上部（矿仓为地下式），再由分料装置将一部分矿石直接落入地表现有矿仓内，另一部分矿石经地表可逆配仓胶带机倒运至地表堆场内，落至地面形成矿堆，以满足地面储矿和选厂矿槽供矿要求。主斜井胶带机一侧设置有斜井轨道提升设施以备安装、检修用。

现对已有主斜井胶带输送能力进行验算，相关参数为：提升能力 900t/h ，配置 ST4000 型防撕裂钢丝绳芯阻燃胶带 1 条，带宽：1200mm；运行速度：4m/s；胶带总长：1913m；水平距离：1862m，其中机头水平长度：72m，机尾水平长度：72m；提升高度：420.8m；斜井倾角：13.77°；拉紧类型：尾部重锤拉紧；驱动方式：头部双滚筒三电机；电

机功率：3×710kW。

本次设计矿山生产能力 290 万 t/a 即 8788t/d，已有主斜井胶带提升能力 900t/h，完成本次设计提升任务时间 9.76h/d。经验算，已有主斜井胶带提升系统能满足本次设计能力要求。带式输送机验算见表 5-7。

表5-7 带式输送机验算表

项 目		单 位	计算结果	备 注
一、基础资料				
1	小时输送量	t/h	900	
2	提升高度	m	420.8	下行
3	水平输送距离	m	1862	
4	最大倾角	°	13.77	
5	带式输送机长度	m	1913	
6	矿石松散体重	t/m ³	2.4	
	矿石块度	mm	≤200	
二、设备选择				
1	输送机型号		DTII（A）型带式输送机	
2	输送带选择		钢绳芯胶带	阻燃型
	带宽	mm	1200	
	带速	m/s	4	
	传动滚筒直径	mm	1600	
	改向滚筒直径	mm	1250	
	上托辊直径	mm	159	35°槽形托辊
	上托辊间距	mm	1000	
	下托辊直径	mm	159	平行下托辊
	下托辊间距	mm	3000	
	模拟摩擦系数		0.025	
	功率系数		1.23	
	计算电机功率	kW	1878.39	3 电机总功率
	选用电机功率	kW	710	3 台
	拉紧方式		重锤	
	拉紧力	kg	4900	重锤箱+重锤
	最大带张力	kN	14124	
	胶带安全系数计算值		7.65	
	最大带张力	N	626995	
	计算胶带最大强度	kN	3632	
	胶带选择		ST4000	
	支腿		重型系列	H=1000mm

5.6.3 钒矿开拓运输系统

结合矿山现状，综合考虑矿体的赋存特征（倾角、厚度、分布及连续性、埋藏深度）、确定的矿山生产规模、矿区地表地形及厂址布置等因素，推荐钒矿山开拓运输方案为斜坡道开拓。

矿山生产规模采用滚动发展，分期开采的建设原则，钒矿实行分期、分区(I、II、III、IV)开采方案。I区为钒矿的022~006线、II区为钒矿的006~005线、III区为钒矿的005~041线、IV区为钒矿的041~061线，如图5-1钒矿采区划分表。I区为首采区作为一期开采对象，生产规模为年产钒矿石90万t。I采区分布在022~006线之间沿走向长约900m，垂向在海拔+2446~+2085m标高,最大垂深约361m。

I采区目前主要的井巷工程为原铁矿区的辅助斜坡道及铁矿开采形成的部分中段巷道。I采区首采中段为2320m中段和2280m中段，使用斜坡道开拓运输，目前从地表至2240m标高已有一条开采铁矿时形成的7号斜坡道，斜坡道井口标高2375m，巷道规格6.0×4.5m，净断面24.47m²。为了减少基建投资及基建时间，斜坡道目前不做延伸，现有斜坡道能满足I采区首采中段矿石运输要求，随着开采深度的增加延伸斜坡道至2085m水平，各个中段生产的矿石经采场溜井至各个中段沿脉运输巷道，再经斜坡道运至选矿厂。生产的废石一部分充填采矿区，一部分经斜坡道运至废石场。

井下运输设备选用CA-20地下运矿卡车，总在册数6台，每班出勤数5台。井下无轨运输的柴油设备，自带尾气净化装置，并在每台设备上配备一个5kg干粉灭火器。

各中段产生的废石经铲运机装入10t地下运废卡车后充填已有空区，剩余部分经辅助斜坡道运至地表废石场。

各中段的人员、设备及材料由地下人车及材料车经7号斜坡道运至各中段使用、安装地点。

5.6.4 开拓运输系统安全性分析

根据工程地质条件矿区地层岩性较简单，地质构造发育，岩石整体强度高，稳定性好。实际上，铁二期和铁一期同属于一个开拓运输系统，并且工程地质条件相同，只是因为建设单位将铁矿开采分为两期，因此，铁一期开拓运输系统可以安全有效为铁二期服务。

钒矿位于铁矿上盘，并且铁矿生产多年形成了大量采空区，为“保钒采铁”，肃北博伦矿业开发有限公司和多家科研院所及高校做了稳定性分析、充填实验开采方案优化设计等内容。根据充填设计，根据国内外类似工程资料，充填体28d强度在0.5MPa以上即可满足要求。铁矿再充填后采场基本能保持稳定性，不会发生大的变形或垮塌，铁一期开拓运输系统位于铁矿下盘，基本不会受铁矿采空区影响。受影响的是连接铁矿和钒矿的中段运输巷道。根据《开采稳定性报告》钒矿最大长时暴露面积100~150m²。因此，连接铁矿和钒矿的中段运输巷道做好支护也可以为钒矿提供运输服务。

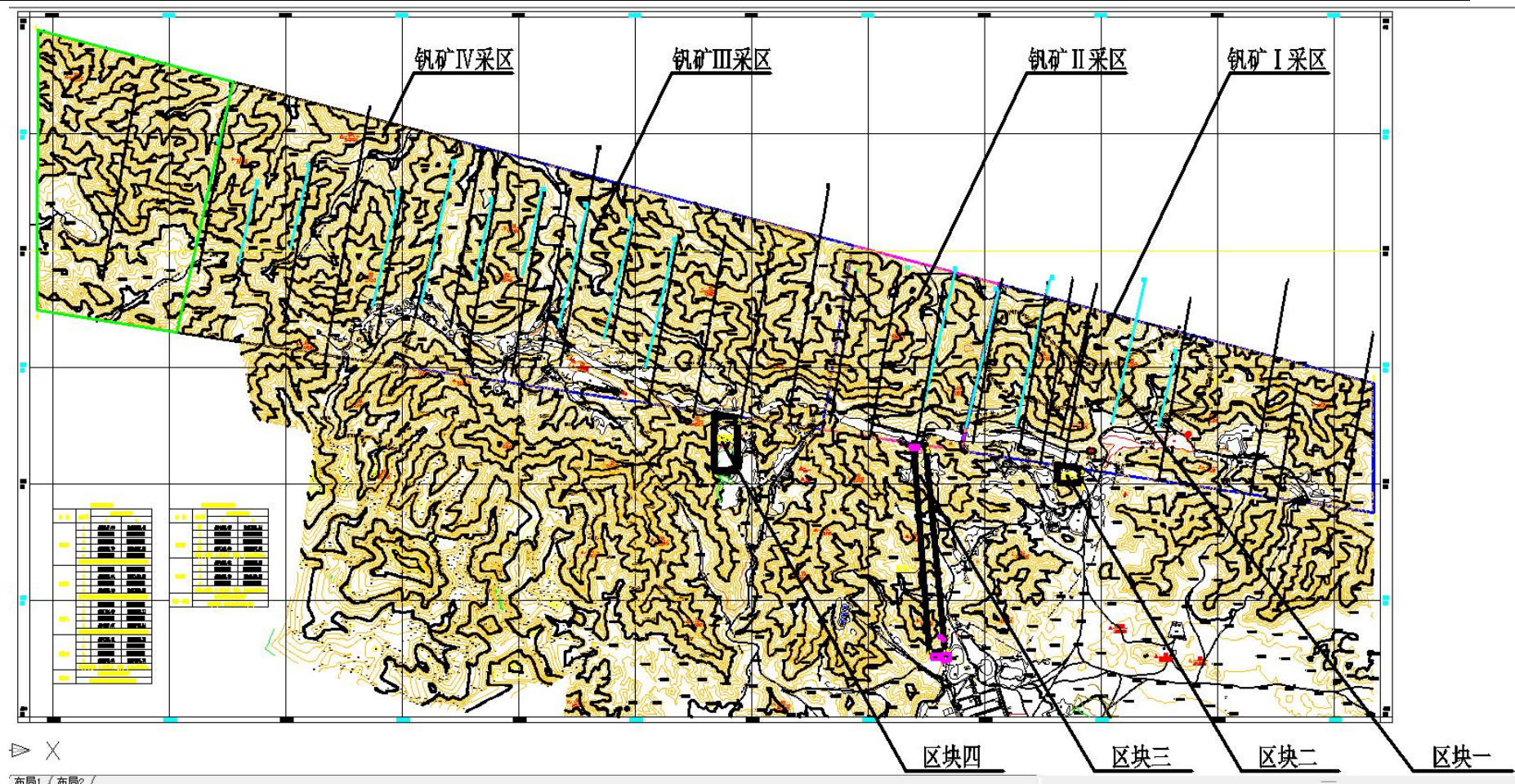


图 5-1 钒矿采区划分表

5.7 矿井通风系统

七角井矿山目前一期工程（2020m水平以上）已完成开拓运输工作，形成了完整的开拓运输系统，同时也形成了完整的通风系统。

一、一期工程通风系统

（一）东、西区通风系统

西区：新鲜风流由西进风井进入2215m中段，经石门、沿脉、进风天井、分段巷道进入采场，风流冲洗工作面后，污风经采场空区、斜坡道2085m中段采场回风联络道、2085m中段巷道、回风井石门、西回风井排出地表。

东区：新鲜风流由东进风井进入2020m中段，经石门、沿脉、进风天井、分段巷道进入采场，风流冲洗工作面后，污风经采场空区、回风井石门、东回风井排出地表。

（二）中区通风系统

新鲜风流由副井、斜坡道进入2085m中段，经石门（或联络道）、沿脉、进风天井、分段巷道进入采场，风流冲洗工作面后，污风经采场空区（采用崩落法时需设回风天井）、2150m中段采场回风联络道、2150m中段巷道、回风井石门、东西回风井排出地表。

（三）溜破系统通风系统

新鲜风流由2085m中段电梯井进入破碎硐室、皮带道、粉矿回收巷道等，污风由西回风井排出地表。

二、二期通风系统

延伸西进风井、西回风井至1825m中段，新鲜风流由西进风井、副井进入1955m、1825m中段经石门（或联络道）、沿脉、进风天井、分段巷道进入采场，风流冲洗工作面后，副井以西污风经采场回风联络道、

中段巷道、西回风井排出地表，副井以东污风经采场回风联络道、中段巷道、倒段回风井、东回风井排出地表。

回风井等中段石门选用K40-8-No16、K40-8-No18型风机，巷道掘进、回采采用局扇辅助通风，采场工作面选用JK58-1No4.5型局扇，掘进选用JK58-1No4.0型局扇。通风设备明细表见表5-20。经计算：

矿井总风量：497.8m³/s；

机站总风压：4673.82Pa；

装机总功率：1874.1KW；

矿井通风困难时期通风阻力：1316.79Pa

万吨矿石耗风量：1.31m³/s。

采场风量：采用柴油铲运机出矿的回采工作面需风量确定为5.5m³/s，采用电动铲运机出矿的回采工作面需风量确定为3.0m³/s。

为保证通风正常和稳定，防止漏风，中段内设置必要的空气幕对风流进行控制；未处理的空区、废弃巷道进行永久密闭。

表5-8 通 风 设 备 明 细 表

序号	设 备 名 称	单 位	数 量		
			工 作	备 用	总 数
1	K40-8-No24 型通风机	台	2		2
2	K40-8-No23 型通风机	台	1		1
3	K40-8- No20 型通风机	台	1		1
4	K40-8- No18 型通风机	台	4		4
5	K40-8- No16 型通风机	台	5		5
6	K40-6- No15 型通风机	台	1		1
7	JK58-1No4.5 局扇	台	12	4	16
8	JK58-1No4.0 局扇	台	8	3	11

5.8 井巷工程

喷射混凝土支护：对于岩石状况较好地段，不支护或采用喷射混凝土支护。根据工程类比井巷工程喷射混凝土支护厚度确定为50mm，水泥采用标号425普通硅酸盐水泥，喷射混凝土标号C20。

锚杆支护：锚杆一般为点荷式和全长粘结式，点荷式锚杆如楔缝式、涨圈式等，全长粘结式杆如钢筋砂浆锚、环氧树脂锚杆等。砂浆锚杆沿杆全长同孔壁结合在一起，当围岩变形时锚杆沿全长协调、控制围岩的变形。管缝式锚杆与同孔壁全长结合在一起，锚固力大，安装方便，安装质量容易控制，安装后马上就会产生锚固效果，但锚杆成本较高，对于流沙山钼矿井巷施工中岩石比较破碎的地段的支护非常适用。因此推荐采用砂浆锚杆、管缝式锚杆进行支护。

喷锚网支护：对于岩石比较破碎的地段采用喷锚网支护。

混凝土支护：混凝土支护主要用于车场交岔点比较破碎的地段、非常破碎难以成巷的地段、坑内水沟以及井下永久硐室变电硐室等永久工程，水泥采用标号425普通硅酸盐水泥，混凝土标号C20。钢筋混凝土支护参数为：钢筋主筋采用 $\Phi 16\text{mm}$ 螺纹钢、网度 $200\times 400\text{mm}$ ，配筋采用 $\Phi 12\text{mm}$ 钢筋、网度 $200\times 200\text{mm}$ ，混凝土厚度为300mm，水泥采用标号425普通硅酸盐水泥，混凝土标号C20

5.9 基建工程量、三级矿量及保有期

5.9.1 铁矿基建工程量、三级矿量及保有期

矿山基建井巷工程量：

探矿工程：2137m/8548m³

开拓工程：11525m/174973m³

采切工程：9875m/93985m³

合 计：23537m/277505m³

基建进度计划是按照尽可能多开口进行施工，采用平行作业加快矿山建设，使矿山尽快投产的原则进行编制的。

可获得三级矿量为：

开拓矿量：928.18×10⁴t，保有期3.2年；

采准矿量：274.3×10⁴t，保有期0.95年；

备采矿量：203.2×10⁴t，保有期0.7年。

上述三级矿量均符合《冶金矿山采矿设计规范》对三级矿量的有关规定。

5.9.1 钒矿基建工程量、三级矿量及保有期

根据确定的基建范围，达到规范要求的三级矿量和形成完善的开拓运输系统、通风系统、供电系统、供排水系统等，矿山基建期需完成下列工程量：

探矿工程：2250m/5400m³

开拓工程：1713.6m/24829.2m³

采切工程：4021.2m/31019.4m³

合 计：7984.8m/61248.6m³

三级矿量及保有期：

完成上述基建工程量后可获得三级矿量及保有期为：

开拓矿量：288.19×10⁴t，保有期3.20年；

采准矿量：90×10⁴t，保有期1年；

备采矿量：36×10⁴t，保有期0.6年。

上述三级矿量符合对地下开采矿山生产贮备矿量的有关规定。

6 选矿及尾矿设施

6.1 钒矿选矿

6.1.1 选矿方案

6.1.1.1 选矿试验研究

2007年5月甘肃地矿局第四地勘院实验室提交了《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒矿实验室可冶性试验报告》。

该试验目的是为该矿的开发利用提供前期依据。开展了包括矿物组成、矿石结构、构造、赋存状态、矿石元素、药剂制度、选别条件、钠化焙烧水浸提钒的原则工艺流程等内容的实验室可冶性试验。尤其是对钠化焙烧的工艺进行了详细研究。经过试验后认为：该矿石钠化-平窑焙烧转化率较高，选矿试验研究主要成果如下：

A、矿石主要有以下四种类型：碳质板岩、泥质细砾岩、泥质板岩、含炭泥质岩。

B、样品化学分析：

表6-1 光谱全分析结果

元素	Ba	Be	As	B	P	Sb	Pb	Ti	Mn
含量	800	15	30	30	9000	10	500	7500	200
元素	Sn	W	Cr	Ni	Bi	Mo	Nb	V	La
含量	3	30	300	200	1.5	400	10	10000	/
元素	Ce	Cu	Zr	Y	Zn	Ag	Co	Sr	Li
含量	/	500	80	30	300	4	15	200	20

C、化学全分析结果：

表6-2 试验样化学全分析结果

项目	含量 (%)	项目	含量 (%)
V ₂ O ₅	0.926	Fe ₂ O ₃	4.47
SiO ₂	51.40	FeO	1.58
Al ₂ O ₃	7.29	MnO	0.01
TiO ₂	0.77	H ₂ O+	4.12
CaO	3.60	C _全	21.66
MgO	1.04	CO ₂	0.76
K ₂ O	2.91	LOSS	21.89
Na ₂ O	0.28	Ni	0.03
P ₂ O ₅	1.18	Mo	0.048

D、物相分析结果

表6-3 钒在矿石中的分配

矿物	物中的V ₂ O ₅ (%)	V ₂ O ₅ 在矿物中的分配率 (%)
云母类矿物	0.806	84.04
电气石类矿物	0.072	7.51
氧化铁类矿物	0.081	8.45
合计	0.959	100.0

E、焙烧工艺条件为：NaCl为主要钠化剂，配比为12%±；焙烧温度在820℃±30℃；焙烧时间2.0~2.5h；矿石粒度应小于150目。焙烧转化率最高值：水浸为69%，酸浸为83%。

F、浸出工艺条件：水浸出率较高，浸取时间对V₂O₅的浸取率影响不大。建议采用堆浸或池浸等方式在常温下进行浸出，浸出率在90%以上。用稀酸浸出时转浸率可以提高十几个以上的百分点，而且大大拓宽了对焙烧条件的限制范围。

G、沉钒工艺指标：水浸母液中沉淀钒率为96.4%，其V₂O₅含量为80.56%；酸浸母液未产生红钒沉淀。

H、经过扩大流程试验验证，该矿石水浸钒转浸率可达53%，总回收率可达到51%；酸浸钒转浸率可达69%。

6.1.1.2 选矿试验研究评价

该试验仅对钠化焙烧的工艺进行了详细研究，得出总回收率51%的结论。由于钠化焙烧的工艺流程复杂、设备简陋、原材料消耗大、钒回收率低、生产成本低、环境污染严重，设计不建议采用。目前，从石煤中提钒出现了很多新工艺，诸如硫酸法提钒、钙化焙烧提钒、氧化焙烧提钒、钙法低钠焙烧提钒；精钒提取也由传统的酸沉粗钒-碱溶铵盐精制的工艺发展到溶剂萃取法和离子交换工艺。

建议今后补充对不同提钒工艺进行试验研究，选择最适应本矿的提钒工艺，以获得最佳的技术经济指标，减少环境污染。同时须对矿石中的磷的综合回收利用进行试验。

6.1.1.3 推荐的选矿方案

(1) 工艺流程及主要技术指标

根据《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061—022线钒矿详查报告》和《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒矿实验室可冶性试验报告》对矿石性质的描述，该矿石中的钒主要以类质同象形式存在于云母类矿物和含钒电气石、石榴石等矿物中；矿石的主要化学成分为 SiO_2 、C、 Al_2O_3 ，其总量和大于78%，其中 SiO_2 一般含量为42.35%—83.75%， Al_2O_3 含量为5.84%—8.74%，C含量为2.29%—20.24%。本次设计推荐采用钙化焙烧、树脂吸附的提钒工艺，流程如图6-1：

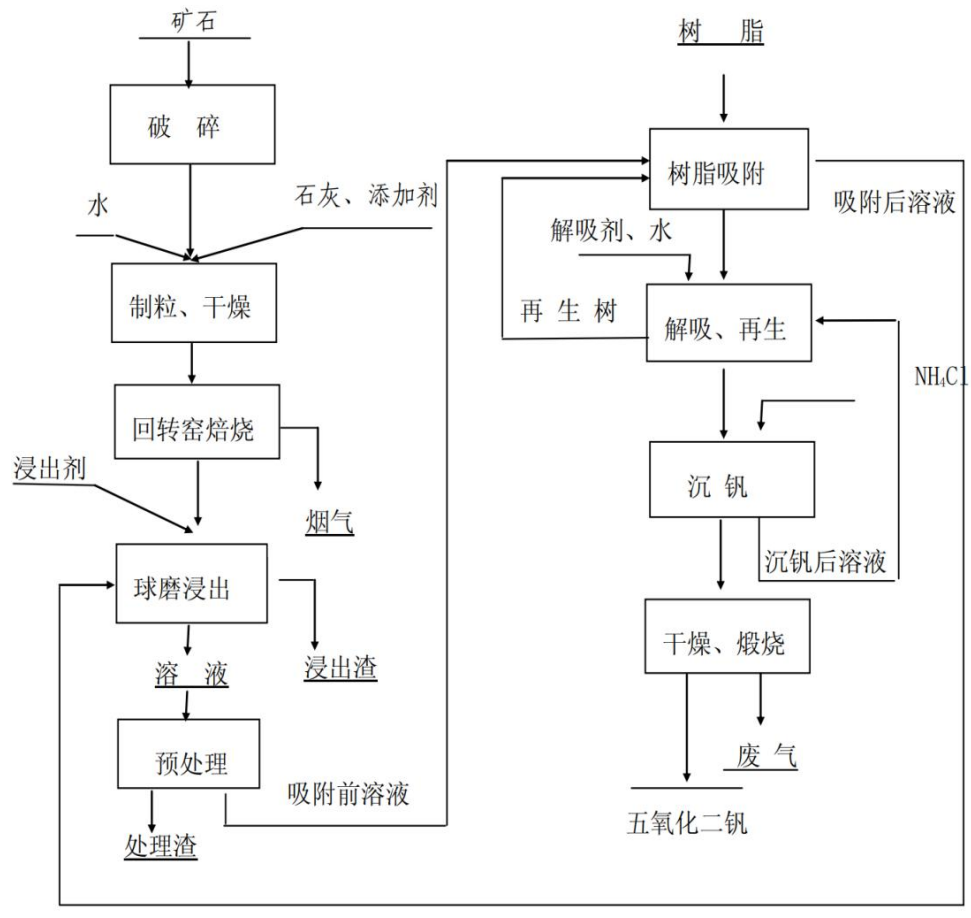


图6-1 七角井钒矿选矿工艺流程图

该流程的主要技术指标：

年处理原矿量：90万吨

原矿品位：V₂O₅ 0.81%

焙烧转化率：80%

钒总回收率：70%

精矿品位：V₂O₅ 98%

年精矿产量：5220吨

选矿比：172：1

尾矿品位：V₂O₅ 0.21%

年尾矿产量：89.478万吨

年充填尾砂消耗量：36.29万吨

（2）主要设备选择及生产成本

主体车间：破碎车间、磨选车间、球团车间、焙烧车间、萃取车间、沉钒车间、成品库。

主体设备：鄂破、圆锥破、球磨机、旋流器、造球机、焙烧炉、浸出池、萃取槽、皮带式过滤器。

6.1.2 尾矿设施

6.1.2.1 设计依据

- （1）《尾矿库安全监督管理规定》（2006）
- （2）《选厂尾矿设施设计规范》（ZBJ1-90）
- （3）《尾矿安全技术规范》（AQ2006-2005）
- （4）《尾矿设施施工及验收规范》（YS5418-95）
- （5）《尾矿设施安全监督管理办法》（试行）（1995）
- （6）《冶金矿山尾矿设施管理规程》（1983）
- （7）现场搜集的其它有关资料

6.1.2.2 设计原则

（1）贯彻执行国家安全生产监督管理局第6号令《尾矿设施安全监督管理办法》，以确保尾矿库安全运行。

（2）贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》，在生产工艺中消除污染、保护环境。

（3）在满足矿山企业生产需要条件下，积极稳妥地采用可靠技术，以期减少工程量，降低投资、缩短工期、方便施工和生产管理。

6.1.2.3 基本工艺资料

- （1）选厂规模90万t/a。
- （2）物理力学性质：尾矿真比重2.70。

(3) 尾矿粒级：-200目占60%。

(4) 尾矿平均堆积干容重：1.15~1.20t/m³。

(5) 选矿厂产出干尾矿量89.5万t/a。

6.1.2.4 设计内容

根据现场条件，本设计利用废弃泄洪沟作为尾矿库并对其进行修整，增加配套的尾矿输送设施及相关附属设施。

6.1.2.5 尾矿库

尾矿库在工业厂区东南部占地面积约为23.3万m²，坑深10~15m，容积271.4万m³，有效容积291.25万m³。

结合筑坝材料来源、施工条件与排水构筑物的布置等因素，尾矿坝采用上游筑坝的方式进行筑坝。坝高15.0m，坝顶宽6.0m，上游坡和下游坡坡比均为1:2.0。初期坝筑坝材料采用采矿基建废石，并在坝底做防渗措施。

6.1.2.6 尾矿库排洪

本工程洪水重现期为50年。尾矿库排洪方式采用斜槽——排水管系统。排水管尺寸为：1.2m×0.8m（h）。

6.2 铁矿选矿

6.2.1 选矿方案

6.2.1.1 选矿试验研究及选厂现状

1981年甘肃省冶金地质勘探五队提交了《甘肃省肃北红山铁矿地质普查报告》，全区探明控制的D级储量10321.02万吨，平均地质品位TFe32.58%。含矿层稳定，矿体内部结构简单，夹层、夹石较少。矿石主要特点：有用矿物颗粒细，品位低，高P低S，品位变化均匀，是矿物组成简单的贫磁铁矿石，主要为磁铁矿，少量赤铁矿、黄铁矿、褐铁矿等，

脉石矿物占64%。铁矿物中磁性铁占76.67%，硅酸铁占15.38%，赤铁矿及其他占7.95%。

历年来，七角井铁矿进行了多次小型或局部的选矿试验。2001年和2003年中钢集团马鞍山矿山研究院提交了选矿试验报告，提供的选矿工艺为：三段一闭路破碎，阶段磨矿阶段抛尾，抛尾尾矿通过浓密机浓缩后排入尾矿库，选别精矿经过一段过滤流程得到铁精矿的工艺流程。试验指标为：原矿品位32.89%；干选抛尾品位12.43%，抛尾率22.13%；最终精矿品位65.45%，回收率80.24%，产率33.1%。

目前现场已有一座年产铁精粉 $95 \times 10^4 \text{t/a}$ 选矿厂，见工艺流程图。

该工艺流程所得的选矿技术经济指标：原矿品位30.4%；精矿品位64.5%，金属回收率可达到75%-80%。

6.2.1.2 推荐的选矿方案

由于该类矿石的选矿方法较成熟，建议新建选厂可采用现有的选矿工艺流程，选矿厂的最终规模为年处理290万吨原矿。主要技术经济指标如下：

原矿品位：TFe30.4%

总回收率：75%

精矿品位：TFe64.5%

年精矿产量：95.99万吨

年尾矿产量：194.01万吨

年充填尾砂消耗量：90.72万吨

尾矿比重：2.77t/m³；

尾矿干容重：1.6t/m³；

尾矿排放浓度：45%；

尾矿浆固水比：1.2:1；

尾矿粒度：-0.074mm含量占87%。

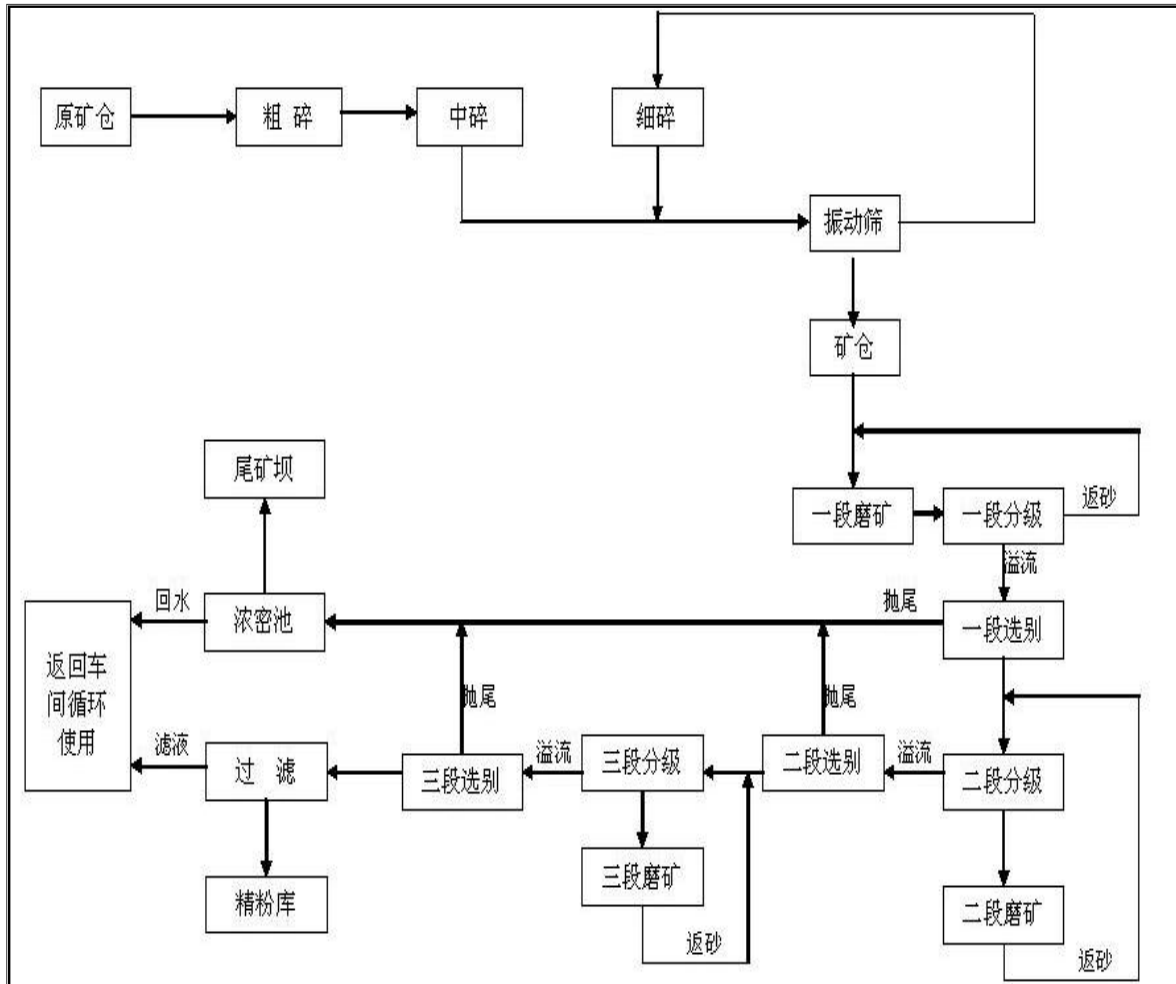


图6-2 七角井铁矿选矿工艺流程图

6.2.2 尾矿设施

6.2.2.1 设计原则

(1) 贯彻执行国家安全生产监督管理总局第6号令《尾矿设施安全监督管理办法》，以确保尾矿库安全运行。

(2) 贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》，在生产工艺中消除污染、保护环境。

(3) 在满足矿山企业生产需要条件下, 积极稳妥地采用可靠技术, 以期减少工程量, 降低投资、缩短工期、方便施工和生产管理。

(4) 防洪标准为200年一遇;

(5) 强地震区: 本工程位于地震基本烈度为8度的地震区, 堆坝方法必须考虑此不利条件;

(6) 尾矿粒度: 本工程的尾矿粒度-0.074mm占87%, 尾砂粒度过细不利于尾矿堆坝;

(7) 考虑地震、尾矿粒度等因素的前提下, 本次设计在原尾矿坝基础上采用上游式堆积坝。

6.2.2.2 基本工艺资料

(1) 选厂规模290万t/a。

(2) 物理力学性质: 尾矿真比重2.70。

(3) 尾矿粒级: -0.074mm占87%。

(4) 尾矿平均堆积干容重: 1.6t/m³。

(5) 选矿厂产出尾矿量194.01万t/a。

6.2.2.3 设计内容

1、该尾矿库接近目前初期坝坝顶标高, 尚未进行堆积坝填筑, 为了满足未来10年选厂的排尾需要, 对该尾矿库进行扩容加高设计;

2、目前尾矿库内的排水系统不能满足今后尾矿坝加高后的排水要求, 排水管管径不能满足规范要求, 需要重新建设排洪系统。

3、完善相对应的安全辅助设施。

6.2.2.4 尾矿库

铁矿尾矿库在工业厂区东南部和钒矿尾矿库相邻位于选矿厂东侧约2km的丘陵地带, 利用现有尾矿设施, 满足选矿场15.3年排尾要求。尾矿

库为四等库，防洪标准按200年一遇，库容1652.51万t。尾矿坝最大坝高为28.5m。

6.2.2.5 尾矿库排渗措施

堆积坝内排渗设施采用排渗管。横向（平行坝轴线）排渗管设置两条，成环形排渗管。横向排渗管径为DN120土工排渗管，敷设坡度为1%，东、西、北侧排渗管敷设时由中间向两边坡，南侧敷设时有两边坡向中间。导渗管垂直坝顶布置，间距50m，采用DN80PE管，导渗管与排渗管通过三通连接，导渗管收集排渗管内的渗水排向于坝顶排水沟，再由坝顶排水沟汇集于南侧尾矿坝坝面排水沟，最后排入南侧初期坝下游的回水池。

6.2.2.5 尾矿库排洪

（1）坑内排洪

尾矿库坑内排洪主要构筑物为排水管及排水井。排水管为现浇钢筋混凝土结构，圆形，内径为1.2m，坡度为0.01，出水口接已有回水池内。排水管采用 $\Phi 20@150$ 双层双向钢筋，沿着排水管通长方向设置C20素混凝土垫层。排水管每隔6m设置一条沉降缝，采用橡胶止水带填缝。排水管管基坐落于中风化基岩层。穿过尾矿坝时，开挖后首先进行排水管施工，施工完毕后回填，管道两侧及管顶以上0.5m的回填土应人工夯实。回填土密实度不应低于初期坝的填筑标准。施工库内的排水管时，首先确定排水管线处尾砂深度，开挖时按照底宽3.0m，边坡1:2.0进行开挖；排水井直径为2.0m，基座为圆形现浇钢筋混凝土结构，基座底板配 $\Phi 22@150$ 双层双向钢筋，边墙配 $\Phi 22@200$ 双层双向钢筋。井身为14mm厚的钢结构，钢结构井身的优点制作方便，施工简单快捷，安装方便。井身一周布置8个泄水孔，泄水孔为圆形，直径300mm，每排泄水孔间距

300mm，泄水孔随着尾矿砂的不断排放，采用圆木封堵，排水井内、外壁均设置人行爬梯。钢结构井身与基座采用预埋螺栓和法兰加劲板连接。

（2）库外排洪

尾矿库东侧设置一条底宽0.8，深度0.8m，开挖边坡1:1的泄洪沟，泄洪沟采用8cm厚的预制混凝土板进行砌护。泄洪沟主要将尾矿库库外东侧汇水面积的雨水引至尾矿库南侧，以消除雨季洪水对东侧尾矿坝下游坝坡的影响。

6.2 钒矿试生产情况

1、矿样的XRF半定量分析、多元素化学成分分析、热值分析等分析结果表明：矿石中可供冶金回收的主要组分钒品位烟尘为0.42%、发电渣为0.441%，经脱碳发电后，钒在发电渣与烟尘中的分布基本相同，脱碳渣与烟尘的低位发热值分别为1.33 MJ/kg、1.22MJ/kg，这样量级的发热值在焙烧过程中不会出现烧结。

2、脱碳灰渣粒度分析结果表明：烟尘粒度-0.18mm以下粒级占比为66.67%，粒度较细，可直接用于成型；发电渣粒度1mm以上粒级占比为79.44%，粒度较粗，必须经破磨后才可用于成型。

3、根据博伦矿业公司脱碳灰渣具体特点、原试生产数据及试验研究结果，确定博伦矿业公司脱碳灰渣提取 V_2O_5 采用“发电渣→磨矿→加烟尘混料→压块成型→焙烧→直接酸浸→浸出液预处理→树脂吸附解吸→净化沉钒→偏钒酸铵产品”工艺流程，全流程畅通。

4、压块成型研究结果表明：脱碳灰渣经发电燃烧后，矿物塑性指数下降，塑性指数从原矿石的15.2下降到脱碳料的2.71，成型难度增大，但通过加入粘结剂使矿石塑化，并调整水分添加量、成型压力、粒度配比等工艺参数和选用适当的成型设备（静压成型设备、要带有多次压制和

排气功能），脱碳灰渣可以得到强度较好的成型块，生块抗压强度 $>5.0\text{kg/cm}^2$ ，经焙烧后，熟块不开裂、不变形、抗压强度 $>15.0\text{kg/cm}^2$ ，钒浸出率稳定在70%以上。

5、通过对对试验矿样全流程提钒工艺的优化研究，得出工艺条件为：

备料：发电渣破碎、磨细到一定粒度后，与发电烟尘按85%发电渣+15%烟尘混合，混合料粒度与粒度组成大致为1mm至60目、-60目至200目、-200目以下各占1/3左右。

压块：混合料添加NF或木钙粘结剂0至1.0%（粘结剂配制质量浓度为10%的溶液加入），添加水份8%至12%，混碾5min后用液压机静压成型，成型液压机要有多次排气、加压功能，不添加粘结剂只加水时成型压力大于 137kg/cm^2 之间，生块抗压强度 $>5\text{kg/cm}^2$ ，添加粘结剂可有效改善矿样塑化性能，进一步提高成型压块的强度。

焙烧：升温时间约3h，焙烧温度 $850\sim 950^\circ\text{C}$ ，焙烧时间 $>12\text{h}$ ，烧损率为6.63%，熟块抗压强度 $>15\text{kg/cm}^2$ 。

直接酸浸：焙烧后砖块（熟块）破碎至粒度 $<1.0\text{mm}$ ，常温下浸出，硫酸用量为焙烧料质量的8.0%，浸出液固比 $L/S=1.5\sim 2.0$ 、浸出搅拌时间 $>1.0\text{h}$ ，液计钒浸出率为71.6%，渣计钒浸出率为71.2%，从焙烧料到浸出渣的渣率为100.37%，浸出渣含水29.9%，浸出渣含钒（以 V_2O_5 计）0.23%，溶液中含 $\text{V}_2\text{O}_5 3.3\text{ g/L} \pm$ ， $\text{pH} 1.2$ 。

浸出液氧化、中和：加入理论量1.5倍的氯酸钠，在 60°C 下搅拌反应1.0h，或加入1.25倍理论量的30%双氧水和1.2倍理论量的过硫酸钠，在 65°C 下搅拌反应3.5h，使溶液氧化还原电位 $>+900\text{mV}$ 。再在温度 $<60^\circ\text{C}$ 条件下加入 2.85kg/m^3 的固体碳酸钠进行中和，中和后溶液 $\text{pH} 2.0$ 。

树脂吸附-解吸：选用大孔弱碱性阴离子交换树脂D301，新树脂预处

理后,用硫酸转换成硫酸型使用。D301(SO_4^{2-})树脂装填密度 $0.767\text{g/ml}\pm$,装填空隙率 $36.6\%\pm$ 。室温下树脂工作吸附容量 $150\text{mgV}_2\text{O}_5/\text{g}\cdot\text{树脂}\pm$, V_2O_5 吸附率 98.9% 。解吸剂采用浓度为约 120.0g/L 的 NaOH 溶液,解吸时需要对解吸剂加热防止磷酸钠析出,解吸碱消耗量约为 $1.85\text{g}\cdot\text{NaOH}/\text{gV}_2\text{O}_5$, V_2O_5 解吸率 $100.0\%\pm$ 。选用 $8.0\%\sim 12.0\%$ 的稀硫酸作为再生剂进行再生,再生时硫酸消耗量为 $0.25\text{g}\cdot\text{H}_2\text{SO}_4/\text{g}\cdot\text{树脂}(\text{SO}_4^{2-})$ 。

解吸液净化:净化前解吸液 pH 控制在 $9.5\pm$,氯化镁加入量为理论量的 $1.0\sim 1.2$ 倍,一次性加入,常温搅拌 1.0h ,反应后 $\text{pH}8.0\sim 8.5$,净化过程钒收率 98.1% 。

沉钒与洗涤:净化液不调节 pH 值,在 $\text{pH}8.0\sim 8.5$ 下直接加 NH_4Cl 固体进行弱碱性沉钒,铵盐加量以溶液中钒质量的 $3.0\sim 3.5$ 倍,常温,搅拌反应 1h ,放置 3h 陈化,钒沉淀率为 99.2% 。过滤得到的湿滤饼含水 25.0% ,用 4% 氯化铵洗涤,钒洗涤收率为 99.9% 。

6、技术指标为:钒浸出率 71.6% ;吸附率 98.9% ;解吸率 100.0% ;净化回收率 98.1% ;沉钒率 99.2% ;偏钒洗涤收率 99.9% V_2O_5 收率 68.8% ;偏钒煅烧后 V_2O_5 品位 $>99\%$,符合国标 $\text{YB/T}5304-2017$ 99粉钒或99片钒质量要求。

7、试验的 V_2O_5 浸出率 71.6% , V_2O_5 总回收率 68.8% 都达到了合同指标(合同分别为 70% 、 67%),圆满完成了试验任务。

8、经济技术分析表明,根据目前的原材料及产品价格,以日处理 600t 石煤原矿,脱碳灰渣钒品位按 0.78% 计,可生产干偏钒酸铵产品 3.45t/d , 1138.5t/a 。产品制造成本为 77624.49元/t ,总制造成本为 8837.55万元/a ,年营业收入估算为 22164.39万元 ,年利润总额 11496.71万元 ,年净利润为 8622.53万元 ,年营销利润率为 29.44% 。项目具有很好的投资价值。

9、研究所形成的成果和解决的问题主要有：

（1）阶段性成果

1) 通过对不同粘结剂的筛选及成型验证试验，筛选出了NF（腐殖酸类）与木质磺酸钙两种成型粘结剂。两种粘结剂具有生产成本低、使用简便、对生产工艺后续工序影响小等优点，添加粘结剂后，可显著提高成型块的强度。

2) 通过粘结剂种类及添加量，水分添加量、混碾时间、成型压力、粒度配比等成型工艺参数研究，得到了适合于脱碳灰渣的成型工艺参数。

3) 对成型设备及其成型方式、成型压力、布料方式等进行了考察和试验验证，结果表明脱碳灰渣要选用静压成型设备、并带有多次加压和排气功能，通过布料机构均匀布料和填料，可使脱碳灰渣成型出强度较好的团块。

4) 通过对粘结剂、成型参数、成型设备的试验研究和选择，较好地解决了脱碳灰渣相比原矿由于塑性指数下降而成型难度加大的问题。

5) 通过全流程验证试验，对各工序工艺参数进行了验证、调整和优化，避免了提钒过程中脱碳灰渣和原矿相比由于物理、化学性质变化而出现的工艺参数不匹配问题。

6) 对吸附尾水的中和及其循环过程中钠离子的影响进行了试验和核算，结果表明，中和水循环25个周期后，钠离子在水体中达到平衡，其平衡浓度远小于饱和析出浓度，不会对中和水的循环造成影响。

（2）预期性成果

1) 选用新的氧化剂和氧化技术对浸出液中低价钒的氧化进行了研究，新的氧化剂和氧化技术可避免加入氯酸钠氧化时出现的种种问题，为提钒工艺的完善拓宽了思路。

2) 通过对净化渣浆化搅拌器的考察,筛选出了一种浆化性能优良的钉头笼式搅拌器,为净化渣浆化设备的改造传改造了一定条件。

3) 通过对离子交换树脂的筛选、考察,基本可以确定,现行通用的绝大部分湿法冶金用离子交换树脂对溶液中磷的分离效果都比较差,要想消除提钒过程中磷的影响,可委托树脂研发单位对钒磷分离效果好的树脂类型进行专门研究,或选用其它方法对溶液中的钒磷进行分离和富集。

4) 浸出液中磷的脱除研究结果表明,酸性条件下磷的脱除效率不高,且脱除过程中存在一定的钒损失,要避免矿石中的磷进入溶液,可选用选矿方法预先将磷脱除或采用特殊的浸出方式抑制磷的浸出。

7 充填工艺及充填系统

7.1 充填现状

矿山已建成了较为完整的膏体充填系统，2020年9月份试充填，2021年6月份正式开始充填，充填质量浓度77%。矿山已建成的膏体充填系统简述如下：

充填站厂址位于矿区选矿厂西北方向1km处，高出选矿厂标高45m，充填站场地主要建筑物标高2395.00m。新敷设尾矿管线由选厂敷设至本项目充填站场地，并在选厂北侧约300m处设置接力泵站，满足输送扬程；充填站年充填能力 $53.6 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，当井下不具备充填条件时，浓密后的尾矿经管道进入柱塞泵，经管道排放至尾矿坝。

选厂45~50%尾矿浆通过管道泵送至膏体充填制备站深锥浓密机，由于现有尾矿浆输送泵扬程不够，中间设计加压接力泵站。由深锥浓密机浓缩成质量浓度大于70%的高浓度矿浆，再通过渣浆泵由管道输送至一段搅拌机；选厂干抛尾由卡车运输至充填站，经缓冲仓及大倾角皮带输送机输送至骨料仓，再经圆盘给料机、皮带秤给料、计量后输送至一段搅拌机；粉煤灰通过罐车运输至充填站，采用气力输送至粉煤灰仓，仓底设微粉秤控制给料，再输送至一段搅拌机；散装水泥经气力输送至水泥仓，仓底设微粉秤控制给料，再输送至一段搅拌机；上述物料在一段搅拌机内打散混合，再进入二段双螺旋搅拌机进一步活化搅拌；拌合均匀后的物料经柱塞泵、充填孔及管道充填至井下空区。

设置3台充填柱塞泵（2用1备），单台额定能力 $80 \text{ m}^3/\text{h}$ ；施工充填钻孔4个，2个负责东区充填（1用1备），2个负责西区（1用1备）。膏体经充填钻孔输送至2215m水平，再由充填联巷进入2215 m水平运输巷，一

路管路去往东矿区、一路去往西矿区，最终进入待充空区。

充填主管规格为 $\Phi 168 \times 9$ mm，材质为16 Mn无缝钢管。

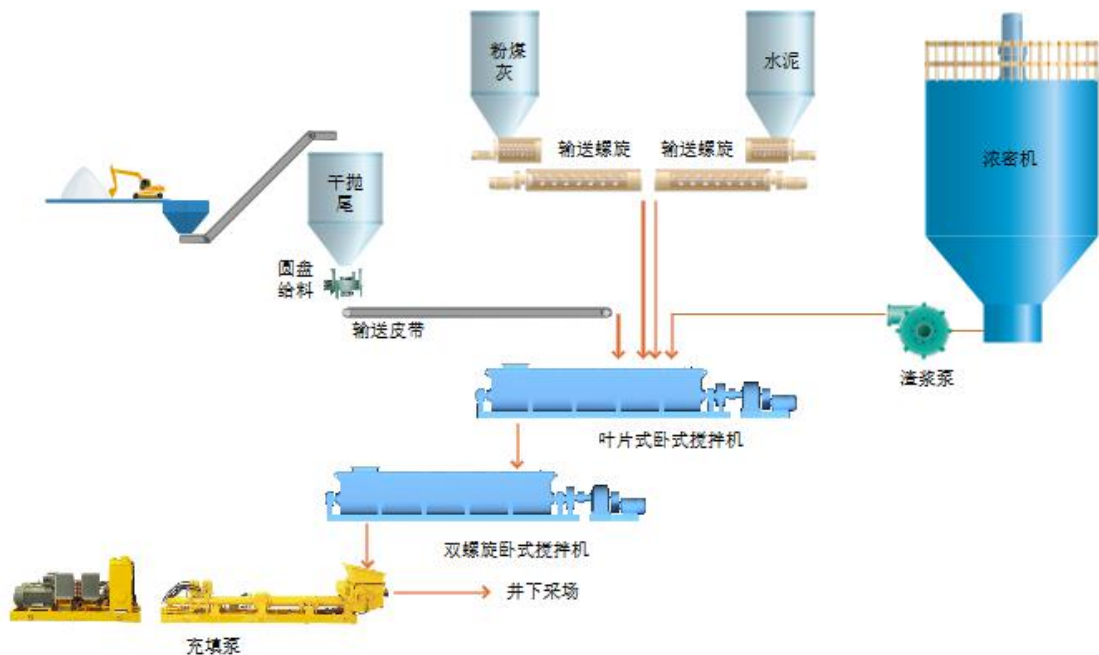


图 5-4 充填系统工艺流程图

7.2 充填工艺

7.2.1 采矿对充填的要求

本次设计推荐采用的充填采矿方法为分段空场嗣后充填采矿法和阶段空场嗣后充填采矿法，为实现低贫损、低成本、高效率回采，加快采场作业循环速度，降低充填成本，减少井下污染，充填系统的工艺和输送性能必须满足所推荐的充填采矿法对充填的要求。

a. 为保证充填体的强度和整体性，充填料浆浓度 $>72\%$ ，充填料浆充入采场基本不脱水。

b. 充填站必须能对各充填材料实现自动控制，包括其流量和浓度，在进入充填钻孔前进行检测并实现对各充填材料的给料调整。

d. 主充填管末端必须有事故池和冲洗管道的阀门，保证充填前后管道的冲洗水不进入采场。

7.2.2 充填工艺的确定

矿山目前已经建设成了充填系统，采用的“全尾砂+干抛尾”制备膏体，进行胶结充填，充填系统运行良好，经过近一年的试生产，取得了较为理想的充填效果。因此，本次设计根据采矿方法的要求和结合矿山实际情况，继续采用“全尾砂+干抛尾”膏体胶结充填工艺。

7.3 充填能力及基本工艺参数

7.3.1 铁矿充填计算

7.3.1.1 计算依据

- (1) 充填法采出矿石量：232万t/a（充填采矿法按0.7考虑）；
- (2) 矿石密度：3.6 t/m³；
- (3) 充采比：1:0.8；
- (4) 选厂尾矿产量：194.01万t/a；
- (5) 选厂尾砂排放浓度：45-50%，密度按1.46 t/m³计算；
- (6) 设计充填强度：充填体中下部28天强度> 0.5 MPa，浇面层强度2 MPa。

- (7) 推荐充填配比：

充填体底部：浓度77%，尾抛比8:2，灰砂比1:30，粉煤灰:水泥为1:1；

充填体浇面层：浓度79%，尾抛比7:3，灰砂比1:15；

7.3.1.2 充填能力计算

- (1) 年平均充填采空区体积

$$V_n = \frac{V_k Z}{\gamma_\rho} = \frac{232 \times 0.8}{3.6} = 51.56 \times 10^4 \quad (7-1)$$

式中：V_n——年平均充填采空区体积，m³/a；

V_k——采用充填法回采的矿石年产量，232万t/a；

Z ——采充比，取0.8；

γ_p ——矿石密度， 3.6 t/m^3 。

(2) 单位时间充填能力的确定

计算原则：系统充填能力与选厂单位时间的尾矿产量相匹配，即选厂尾砂或全部制备成膏体充填至井下，或全部经管道排放至尾矿库。选厂每小时产干尾矿量 Q_h 为：

$$Q_h = \frac{194.01 \times 10^4}{330 \times 24} = 244.96 \text{ t/h} \quad (7-2)$$

可制备充填膏体方量为：

$$(244.96 / 1.2) \times 1.1 = 224.55 \text{ m}^3/\text{h} \quad (7-3)$$

可制备膏体尾矿方量为：

$$(244.96 / (1.8 \times 70\%)) \times 1.1 = 213.85 \text{ m}^3/\text{h} \quad (3-4)$$

上述计算中1.2为每方膏体中尾矿的重量，1.1为富余系数；1.8为每方浓密尾矿的重量，70%为浓密尾矿的质量浓度；根据上述计算，结合充填站能力，确定单位时间的充填方量为 $160 \text{ m}^3/\text{h}$ ；

(3) 充填能力校核

根据业主要求，充填站冬季不工作（即每年可工作时间240天），如要完成 $51.56 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的年充填方量，日平均充填空区为 $2148 \text{ m}^3/\text{d}$ ，则日需充填料浆量 Q_R 为：

$$Q_R = 2148 \times 1.05 \times 1.05 = 2368.17 \text{ m}^3/\text{d} \quad (3-5)$$

若充填系统能力为 $160 \text{ m}^3/\text{h}$ ，则日平均工作时间 T 为：

$$T = \frac{2368.17}{160} = 14.8 \text{ h} \quad (3-6)$$

则日平均工作时间为15 h。实际生产可安排每天连续24 h充填，则148

天即可完成全年充填方量，为井下永久空区充填、最终实现尾矿零排放奠定了基础。

根据矿山规模和采矿方法的要求，采出的矿量为 $290 \times 10^4 \text{t/a}$ ，充填采矿法按80%考虑，采充比按0.8计，矿山年实际充填量为 $515600 \text{m}^3/\text{a}$ ，矿山日实际充填量为 $2148 \text{m}^3/\text{d}$ 。根据矿山充填站运行的实际情况，充填系统输送能力为 $160 \text{m}^3/\text{h}$ ，因此，矿山已建成的充填站完全可以满足铁矿充填要求。充填料制备站充填能力计算详见表5-21。

表 7-1 充填料制备站充填能力计算表

序号	项目	单位	数量	备注
1	生产能力	t/a	2900000	
2	矿山生产时间	d	330	充填 240 天（冬季不充填）
3	采充比		0.8	0.8~1.0
4	沉缩率		1.05	1.05~1.20
5	流失系数		1.05	1.02~1.05
6	年平均充填量	m^3/a	515600	矿石密度 $3.6 \text{t}/\text{m}^3$
7	日平均充填量	m^3/d	2148	矿石密度 $3.6 \text{t}/\text{m}^3$
8	全尾砂充填站参数			
9	年充填能力	m^3/a	536000	
10	日平均充填能力	m^3/d	2233	不均衡系数 1.2
11	充填质量浓度	%	76	
12	充填时间	h/d	16	充填前准备时间 1h，连续充填 15h，清洗管路 1h
13	小时充填能力	m^3/h	57.62	
14	年水泥耗量	t/a	148.86	

7.3.2 钒矿充填计算

7.3.2.1 计算依据

- （1）充填法采出矿石量：63万t/a（充填采矿法按0.7考虑）；
- （2）矿石密度： $2.49 \text{t}/\text{m}^3$ ；
- （3）充采比：1:0.8；

- (4) 选厂尾矿产量：89.5万t/a；
- (5) 选厂尾砂排放浓度：45-50%，密度按1.46 t/m³计算；
- (6) 设计充填强度：充填体中下部28天强度> 0.5 MPa，浇面层强度2 MPa。

(7) 推荐充填配比：

充填体底部：浓度77%，尾抛比8:2，灰砂比1:30，粉煤灰:水泥为1:1；

充填体浇面层：浓度79%，尾抛比7:3，灰砂比1:15；

7.3.2.2 充填能力计算

(1) 年平均充填采空区体积

$$V_n = \frac{V_k Z}{\gamma_\rho} = \frac{63 \times 0.8}{2.49} = 20.24 \times 10^4 \quad (7-1)$$

式中：V_n——年平均充填采空区体积，m³/a；

V_k——采用充填法回采的矿石年产量，63万t/a；

Z——采充比，取0.8；

γ_ρ——矿石密度，2.49 t/m³。

(2) 单位时间充填能力的确定

计算原则：系统充填能力与选厂单位时间的尾矿产量相匹配，即选厂尾砂或全部制备成膏体充填至井下，或全部经管道排放至尾矿库。选厂每小时产干尾矿量Q_h为：

$$Q_h = \frac{89.5 \times 10^4}{330 \times 24} = 113 t/h \quad (7-2)$$

可制备充填膏体方量为：

$$(113 / 1.2) \times 1.1 = 103.58 m^3/h \quad (7-3)$$

可制备膏体尾矿方量为：

$$(113 / (1.8 \times 70\%)) \times 1.1 = 98.65 \text{ m}^3/\text{h} \quad (3-4)$$

上述计算中1.2为每方膏体中尾矿的重量，1.1为富余系数；1.8为每方浓密尾矿的重量，70%为浓密尾矿的质量浓度；根据上述计算，根据已建成充填站能力则需要再设置1台充填柱塞泵（已有一台备用），确定单位时间的充填方量为80m³/h；

（3）充填能力校核

根据业主要求，充填站冬季不工作（即每年可工作时间240天），如要完成20.24×10⁴ m³的年充填方量，日平均充填空区为843 m³/d，则日需充填料浆量QR为：

$$Q_R = 843 \times 1.05 \times 1.05 = 929 \text{ m}^3 / \text{d} \quad (3-5)$$

若充填系统能力为80 m³/h，则日平均工作时间T为：

$$T = \frac{929}{80} = 11.6 \text{ h} \quad (3-6)$$

则日平均工作时间为12 h。实际生产可安排每天连续24 h充填，则120天即可完成全年充填方量，为井下永久空区充填、最终实现尾矿零排放奠定了基础。

根据矿山规模和采矿方法的要求，采出的矿量为90×10⁴t/a，充填采矿法按70%考虑，采充比按0.8计，矿山年实际充填量为202400m³/a，矿山日实际充填量为843m³/d。根据矿山充填站运行的实际情况，充填系统输送能力为80m³/h，因此，矿山已建成的充填站完全可以满足铁矿充填要求。充填料制备站充填能力计算详见表5-21。

表 7-2 充填料制备站充填能力计算表

序号	项目	单位	数量	备注
1	生产能力	t/a	900000	
2	矿山生产时间	d	330	充填 240 天（冬季不充填）

序号	项目	单位	数量	备注
3	采充比		0.8	0.8~1.0
4	沉缩率		1.05	1.05~1.20
5	流失系数		1.05	1.02~1.05
6	年平均充填量	m ³ /a	202400	矿石密度 3.6t/m ³
7	日平均充填量	m ³ /d	843	矿石密度 2.49t/m ³
8	全尾砂充填站参数			
9	年充填能力	m ³ /a	2680000	
10	日平均充填能力	m ³ /d	1117	不均衡系数 1.2
11	充填质量浓度	%	76	
12	充填时间	h/d	13	充填前准备时间 1h, 连续充填 12h, 清洗管路 1h
13	小时充填能力	m ³ /h	2881	

7.5 充填料浆的输送

制备好的充填料浆由钻孔输送至井下，经井下的充填管网输送至各中段充填空区。中段内充填管道选用管径为 $\phi 127 \times 8 \text{mm}$ 的耐磨锰钢管，采场内敷设 $\Phi 108 \text{mm}$ 聚乙烯增强塑料管，充填管进入充填水平后，管道可用锚杆悬吊或铺设在巷道底板上。

7.6 充填搅拌站

矿山已建成了充填搅拌站，充填系统搅拌输送能力为 $160 \text{m}^3/\text{h}$ ，只满足铁矿充填要求，因此，本次设计再添加一套搅拌输送能力 $80 \text{m}^3/\text{h}$ 的充填系统，主要供钒矿充填。

8 环境保护

8.1 设计企业主要环保标准

- (1) 《环境空气质量标准》(GB3095—2012) 二级标准;
- (2) 《生活饮用水卫生标准》(GB5749—2006);
- (3) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297—1996) 二级标准;
- (4) 《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014);
- (5) 《污水综合排放标准》(GB8978-2002) 二级排放标准;
- (6) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348—2008);
- (7) 《危险废物鉴别标准》(GB5085·1-7—2007);
- (8) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599—2001);
- (9) 《冶金行业绿色矿山建设规范》(DZ/T0319-2018)。

8.2 矿山主要污染物及治理措施

8.2.1 主要污染物

矿山的主要污染物有：坑内开采产生的废石及采矿废水、粉尘、噪声等；生活污水和生活垃圾等。

8.2.2 主要污染物的预防和治理措施

8.2.2.1 废渣的处理

矿山产生的废渣主要是采矿废石、抛尾废石、生活垃圾。采矿废石除部分用于充填采空区外，其余均运至废石堆场有组织地堆放，抛尾废石用于厂区道路维护或运至废石堆场有组织地堆放。生活垃圾采取集中堆放，定期运往附近乡镇处理。

8.2.2.2 废水的治理

采矿排出的废水主要是凿岩、喷雾降尘废水，此废水除浊度偏高外，受污染较轻，不含有害物质，此水与坑内涌水一并经井下水仓沉淀后用泵扬送至地表高位水池，返回井下供凿岩及降尘使用，无外排。

选矿生产产生的尾矿经压滤以后输送至尾矿库中堆存，大部分尾矿废水经压滤后返回选矿工艺循环利用。

生活中产生的废水及办公生活区产生的生活污水，经污水处理设备消毒处理达标后用于厂区浇洒道路及绿化，对水环境基本上无影响。

8.2.2.3 废气的排放与防、降尘

作业的主要产尘、废气点有井下凿岩、爆破、装卸矿点等场所，以及有关的运输车辆等。设计采取了以下防降尘、废气措施：

a.为使井下空气含尘量小于 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，坑内采用湿式凿岩；对各产尘点除进行喷雾洒水外，还要进行机械强制通风或辅助通风，各工作面要避免污风串联，采空区要进行密闭；爆破后及时向爆堆喷雾洒水，定期对巷道进行洗壁；加强个人防护，佩戴防尘口罩等。

b.地表废石排弃时设水龙头洒水降尘，防止二次扬尘污染环境。

c.对于机械运输设备产生的燃油废气因总的产生量不大，又不集中排放，故对环境影响不大。

8.2.2.4 噪声的治理

矿山生产产生的噪声主要有爆破噪声、机械噪声等，采矿机械和爆破产生的噪音约为 $100\sim 115\text{dB}$ ，但由于是地下开采，噪音受围岩及矿体的阻隔，对外界环境的影响甚小，但对作业面工作的工人有一定影响，凿岩工人可以戴专用耳塞加强个人防护。

地面安装的空压机等设备在开动时会有一定噪声，约 $90\sim 110\text{dB}$ ，目前尚无较好的降噪措施，鉴于矿山周围居住人口较少，噪声又不能远距

离传播，经围护结构隔音或安装消音器和减震装置后，对外界环境影响甚小，对于机器操作人员采取设备室和控制室分开设置，并对工作人员加强个体防护措施。

8.3 水土保持与复垦

8.3.1 水土保持

矿山建设与生产由于修建道路、厂房、采矿开挖、剥离岩土、开拓坑道及生产中的弃渣等等，造成了边坡开挖，进一步破坏原有的地表植被，造成新的水土流失。

依据“谁开发谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”的原则，设计中制定了如下防治措施：

a.绿化措施：在工业场地内部、边坡及厂区周围的空地、缓坡等地带，种草种树，稳定边坡，防止水土流失。树种、草种的选择应适合当地土质及气候条件，以提高成活率，达到预期的效果。

b.工程措施：在地下开采的下部中段设置排水设施，修建截水沟和排水沟，并将水引入专设的沉淀池，以尽量利用；在场地高坡、陡坡地段采用挡土墙和护坡，减少边坡的水土流失；在各场地和公路的平台内边坡下，修建排水沟，减少雨水对场地及填方边坡的冲刷，达到防治的目的。

8.3.2 复垦

本工程复垦工作主要考虑尾矿库和废石场的终期复垦。在尾矿库初期坝建成后，即对外边坡采取种草等绿化措施，防止边坡水土的流失。在服务期满，尾矿库关闭后，实施复垦；在服务期满，矿山废石场停止排废后，进行复垦，并覆土绿化。

8.4 绿色矿山建设

根据《冶金行业绿色矿山建设规范》中绿色矿山的建设标准，从矿山环境面貌、开发利用方式、资源节约集约利用、节能减排、矿山地质环境保护等方面，对绿色矿山建设做出安排部署，明确绿色矿山建设工作的任务、措施等，因此本开发利用方案对七角井矿区绿色矿山建设进行了总体设计。

8.4.1 矿区环境

8.4.1.1 总体布置

矿区总体布置遵循以下原则：

(1)满足生产流程要求，为生产的机械化、自动化和合理的生产作业线的布置创造条件；

(2)节约用地和工程投资；

(3)合理布置运输线路，使货流及人流线路短捷，作业方便；

(4)减少动力设施能量输送的损失，各类动力供应设施的布置，接近负荷中心；

(5)因地制宜，充分利用地形，选择适宜的竖向布置形式，减少土方及建筑工程量，并为实现物料重力输送及场地防洪、排水创造良好条件；

(6)注意工程地质条件，避免断层、滑坡、岩溶、泥石流等不良地质现象对总平面布置的影响。

矿区由采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库、废石场、炸药库、办公生活区、供电系统、供水系统等组成，总体布置和功能分区布局合理。

8.4.1.2 矿容矿貌

(1)矿区按生产区、管理区和生活区等功能分区，各功能区分布合理；

(2)矿区地面运输、供水、供电和安全环保等配套设施设计齐全；

(3)采场采用喷雾洒水除尘，原矿堆场及精矿仓采用“三围一顶”进行防尘处理，选厂产尘点采用局部密闭排风罩进行收尘等有效措施进行防尘；

(4)采用合理有效的技术措施对高噪音设备进行降噪处理。

8.4.1.3 矿区绿化

土地复垦方向为裸地，矿区复垦以恢复原有裸地地貌为主，对矿区破坏土地进行平整压实。矿山开采结束后还应拆除地面建（构）筑物，清理被压占土地的建筑垃圾和废石，充填沉陷地、裂缝等。

8.4.2 资源开发方式

本次设计中，根据矿床成矿地质特征，制定科学合理、因地制宜的开采规划，坚持做好中长期矿山开采规划和短期开采计划的编制和执行，保持合理的矿量关系，采场工作面推进均衡有序。

破碎及输送设备配备收尘设施，按照矿山地质环境保护与土地复垦方案进行环境治理和土地复垦。

8.4.3 资源综合利用

8.4.3.1 铁矿、钒矿利用

七角井矿山磁铁矿是矿石的主要组份（76.67%），赤铁矿及其它矿物少量（7.85%）；五矿区赤铁矿含量较高（20%~85%），磁铁矿 25%~30%，褐铁矿少量，偶见浸染状、细脉状镜铁矿，黄铁矿和孔雀石，总体来看七角井铁矿属于磁—赤混合矿。根据开采技术条件铁矿贫化率 10%，损失率 10%，根据选矿实验报告七角井铁矿磨矿细度为细粒、微细粒，本次设计选矿回收率 75%，大于《铁矿资源合理开发利用“三率”最低指标要求》（表 8-1）中磁—赤混合矿磨矿细度为细粒、微细粒

选矿回收率 72%，满足国家“三率”指标要求。

表8-1 主要铁矿类型的选矿回收率指标

序号	铁矿类型	磨矿细度	选矿回收率		备注
1	磁铁矿	中细粒以上	95		指磁性铁回收率
		细粒、微细粒	90		
2	赤铁矿（含镜铁矿）	中细粒以上	75		
		细粒、微细粒	70		
3	磁-赤混合矿	中细粒以上	78		指磁铁矿与赤铁矿共生混合矿
		细粒、微细粒	72		
4	褐铁矿	中细粒以上	55	80	
		细粒、微细粒	50		
5	菱铁矿	中细粒以上	80		焙烧工艺
		细粒、微细粒	70		

七角井钒矿基本为碳质板岩型钒矿石，金属矿物主要为黄铁矿，磁铁矿次之。钒矿贫化率 10%，损失率 10%，选矿回收率 70%。截止目前国家尚未颁布钒矿“三率”指标标准性文件。

8.4.3.1 固体废弃物利用

随着矿区周边经济发展和基础设施建设的需要，废石可作为建筑砂石骨料，实现资源综合利用。

8.4.3.2 废水利用

矿坑涌水采用 PH 调节+混凝沉淀+多介质吸附的工艺流程。经多介质吸附处理后返回到生产高位水池，供井下采矿使用。

选厂废水中设备冷却水、设备轴封水、地面清洗水加入选矿工艺系统中；试化验室排水、经隔油池处理后的机修车间排水，汇入尾矿浓密池内，溢流水回用于工艺生产。

生活污水经地埋式一元化生活污水处理装置进行处理，处理达标后回用于厂区浇洒道路。

8.4.4 节能减排

建立矿山生产全过程能耗核算体系，通过采取节能减排措施，控制并减少单位产品能耗、物耗、水耗，减少“三废”排放。

矿山用电设备尽可能选用节能型先进设备，不仅节约了能耗，而且提高了效率。

矿山生产过程中应从源头减少废水产生，应实施清污分流。矿区建有雨水截（排）水沟，地表径流水经沉淀处理后应达到《地表水环境质量标准》中的 III 级功能区标准，达标排放，或回用于矿区洒水降尘。

8.4.5 矿山地质环境保护

认真落实矿山地质环境保护与土地复垦方案的要求，废石场、尾矿库、矿区专用道路、矿山工业场地等在矿山闭坑后应及时恢复治理，恢复治理后的各类场地应与周边自然环境和景观相协调。

建立环境监测机制，配备专职管理人员和监测人员，对生产废石、废汽、废水、噪音等污染源和污染物进行动态监测，并做好环保处置应急预案。

8.4.6 科技创新与数字化矿山

建立科技研发队伍，推广转化科技成果，加大技术改造力度，推动产业升级。加强数字化矿山建设，推动企业生产、经营、管理实现信息化。配备专门科技人员，开展支撑企业主业发展的关键技术研究，改进工艺技术水平。研发及技改投入不低于上年度主营业务收入的 1.5%。

建立矿山生产自动化系统，实现生产、监测监控等子系统的集中管控和信息联动。建立数字化资源储量模型与经济模型，进行矿产资源储量动态管理和经济评价，实现地质矿产资源的精准化管理。应建立安全监测监控系统，保障安全生产。推进机械化减人、自动化换人，实现矿山开采机械化。采用计算机和智能控制等技术建设智能化矿山，实现信息化和工业化的深度融合。

8.4.7 企业管理与企业形象

建立质量管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系，确保对企业质量、环境、职业健康与安全的管理。

树立以人为本、创新学习、行为规范、高效安全、生态文明、绿色发展的企业核心价值观，培育团结奋斗、乐观向上、开拓创新、务实创业、争创先进的企业精神。

建立资源管理、生态环境保护、安全生产和职业病防治等规章制度，明确工作机制，责任落实到位。

构建企地共建、利益共享、共同发展的办矿理念。通过创立社区发展平台，构建长效合作机制，发挥多方资源和优势，建立多元合作型的矿区社会管理共赢模式。

9 安全与工业卫生

9.1 工程概述

七角井铁矿开发利用方案二期工程所涉及的工程范围主要包括：主斜坡道、辅助斜坡道、井下采矿工程、地下运输及井下排水、压气、通风和与之相配套的供配电系统。

设计生产规模为年产铁矿石 290 万 t，最终产品为铁精粉，年产铁精矿粉 95.99 万 t。钒矿石 90 万 t，最终产品为钒精粉，年产钒精矿粉 5220t。

铁矿开拓方式为主斜坡道+辅助斜坡道联合开拓方案，主斜坡道担负 1955m、1890m、1825m 水平的矿石提升任务，辅助斜坡道主要作用为下放材料和人员，兼作进风井和井下安全出口。西进风井和主井担任井下进风任务，并兼作井下安全出口。西回风井担负井下的污风排放任务，亦兼作井下安全出口。辅助斜坡道为井下大型设备上下井的通道，兼有进风任务，并兼作井下安全出口。

井下通风分为东西两区，采用两个相互联系、又相对独立的中央对角式通风系统，多机站通风方式。在东西两回风井设主扇风机。新鲜风流从各个进风井进入井下，经井下相关机站平衡风量和负压后进入各个工作面，经各区段回风巷道进入东西两回风井排到地表。

采矿方法采用分段空场法嗣后充填采矿法和阶段矿房嗣后充填采矿法。

9.2 设计依据

- a. 《中华人民共和国矿山安全法》2009年8月修订；
- b. 《中华人民共和国安全生产法》2020年9月；
- c. 《中华人民共和国劳动法》2009年8月修订；

- d. 《中华人民共和国矿山安全法实施条例》1996年10月；
- e. 《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020；
- f. 《爆破安全规程》GB6722-2014；
- g. 《选矿安全规程》GB18152-2000；
- h. 《尾矿库安全监督管理规定》（国家安监总局第38号令，2011年7月1日起实施）；
- i. 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010；
- j. 《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23号；
- k. 《国家安全监管总局关于印发金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”安装使用和监督检查暂行规定的通知》安监总管一〔2010〕168号；
- l. 《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》AQ2031-2011；
- m. 《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》AQ2032-2011；
- n. 《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ2033-2011；
- o. 《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》AQ2034-2011；
- p. 《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》AQ2035-2011；
- q. 《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》AQ2036-2011。

9.3 安全技术

9.3.1 矿山存在的不安全因素分析

本矿为大型地下开采铁矿山及中型采钒矿山，铁钒矿年产量总和 380 万吨，地表为戈壁滩和连绵起伏的山地，矿区气候干旱少雨，冬季较为寒冷。气象资料记录，本区个别年份有下暴雨和暴雪的历史记录。根据环境地质条件和历史资料分析，在连续下暴雨的条件下，矿区上部小露天坑存在小规模滑坡的可能。

采矿生产过程中不安全因素主要存在于以下方面：①井巷掘进及采矿爆破作业；②爆破产生的炮烟；③采场回采中，不稳定地段的冒顶及片帮；④矿石、废石搬运及转运环节；⑤采空区的管理；⑥采矿工程设置或施工不当，导致采空区顶板塌落；⑦设备质量或操作不当引发安全问题；⑧供配电引发的火灾事故；⑨管理因素导致的安全问题等。

9.3.2 设计中采取的预防措施

副井和东西进风井、东西回风井中均设有梯子间，全矿共有六个井下安全出口通达地表，其间距均小于 1000m,符合国家安全规程的要求；每个采场均设有两个通达上下部运输大巷的安全通道；各个硐室工程均设有通达运输大巷的通道；运输大巷与五个竖井安全出口和辅助斜坡道贯通相连，井下灾难事故逃逸线路直观明了，井下一旦发生事故，作业人员可从安全出口逃逸到地表。

本矿选用的是分段空场嗣后充填采矿法和阶段矿房嗣后充填采矿法，对空区进行了及时的处理。

掘进迎头和采矿掌子面进行正常作业前，首先敲帮问顶，撬下浮石，排除片帮冒顶隐患。矿岩装运环节严格按操作规程，防止矿车对作业人员的碰撞。

井下爆破器材发放室设置在距主要运输大巷 100m 以外的地段，炸药和其它爆破器材分室存放，爆破器材发放室设有防爆缓冲段和抗冲击安全门。并设有通达上中段回风巷的专用回风天井。所有的设置完全符合国家有关爆破器材存储的要求和规定。

井下爆破作业必须严格遵守《爆破安全规程》（GB6722-2014）中的有关规定。

井下通风采用多机站通风系统，抽出结合的通风方式。

为了确保采场风流畅通，在每个采场和掘进工作面都设有局扇，要求每班开动局扇两次，每次运行 30 分钟，以加强通风。每次爆破作业过后，开动局扇 30 分钟，确保爆破风尘排至地表。独头工作面的局扇，在作业期间不间断运行。确保工作面有足够的新鲜风流。

多机站通风系统采用先进高效的通风方式，可根据各个工作面所需的风量进行调节控制系统风量分配，确保每个工作面所需的风量。主要回风巷道和重要工况点设有通风监测设施，发现通风指标不合格时，可及时进行调整。

本矿水文地质条件极为简单，矿井涌水量很少，本次铁矿设计 1825m 中段斜坡道井底车场附近设水泵房及蓄水池主要服务 1955m、1890m、1825m 中段，斜坡道内安装一根排水管通往 2020m 中段中央水泵房。1955m、1890m、1825m 中段涌水经各中段排水沟、泄水钻孔集中到 1825m 中段蓄水池，再将水通过斜坡道水管排到 2020m 水平中央水泵房，之后集中排出地表。钒矿次设计 2280m 以上坑内的涌水及生产废水通过泄水钻孔集中于钒矿 2280m 中段后经铁矿 2280m 中段巷道内的排水设施经铁矿已有排水系统下放到铁矿 2020m 中央水泵房后经设置在副井内的排水管排出地表。

地表的防治水措施是要求各井口标高应高于当地的洪水水位，厂区内设排水沟等。

9.4 预防矿山火灾

在炸药库、易燃品存放地点附近，严禁吸烟和明火取暖。设计在地表建构筑物、各坑口设置灭火器等消防器材，为避免和防止可能发生的火灾，要加强对职工防火意识的教育，建、构筑物要严格遵守有关消防规定，坑内主要运输巷道每隔150m设置了消防专用供水水管的接头可连

接水龙头带，以满足井下消防用水的要求。

矿山每年应编制矿山防火计划，并规定专门火灾信号。

9.5 机电和提升运输安全

9.5.1 机电安全

井下所有正常情况下不带电的电气设备金属外壳均需可靠接地，井下用电设备应形成统一的接地网。提升井均安装有过卷、超速等装置，并定期进行试验。运输线路均依据设计规范和安要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。

井下排水系统等一级负荷均设有保安电源，能保证在主供电电源停电或故障时为其提供应急电源。

9.5.2 竖井提升安全

(1) 竖井提升系统，设有能从各中段发出给井口总信号工或转给提升机司机的信号装置，井口信号装置同提升机的控制回路闭锁，只有井口信号工发出信号后，提升机才能动作。

(2) 井口与提升机、各中段之间，除有声、光信号外，另外设置直通电话，竖井设置信号系统，信号系统主要有：工作执行信号，提升中段指示信号，提升种类信号、检修信号、事故信号。各中段信号，必须经过井口信号工转发给提升机司机，禁止越过井口总信号工直接向提升机司机发出信号。只有在下列情况时，各中段可直接向提升机司机发出信号：

① 紧急事故停车；

② 提升矿石或废石；

③ 提升矿石或废石时，必须由井口总信号工转换灯光信号给提升机司机后，司机才能听从某一中段的信号工指挥。各生产基建中段，均设

置专职信号工，信号工待罐门及井口安全门关好，摇台升起到位后，方可发出升降信号。

(3) 在深度指示器和正常停车位置前方 1m 处安装过卷终端开关，当提升容器超过正常提升极限位置 1m 时，必须自动断电，并实现安全制动。过卷保护装置还应设置不能再向过卷方向接通电动机电源的连锁装置。

(4) 罐笼井地表及各中段车场井口处，装设安全门及安全栏杆。

(5) 罐笼井地表及各中段车场井口的进车侧，装设阻车器，以防车辆坠入井内，井口阻车器必须与罐笼停止位置相连锁，罐笼不到达停止位置，打不开阻车器。

(6) 车场设备必须与提升机的控制回路闭锁，安全门关闭，摇台抬起到位后，提升机方能启动；罐笼不在车场停罐位置时，阻车器、安全门必须处于关闭状态，推车机不得动作。

(7) 提升容器最突出部分与井壁之间最小距离均须满足《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.2.3.1 条的要求。

(8) 为使提升容器在井筒中运行平稳，井筒中设有罐道导向，提升容器沿罐道运行，在罐笼顶部装有防坠器。

(9) 检修井筒或处理事故的人员，如需站在罐笼顶盖上工作时，在罐笼顶盖上应装设保护伞和栏杆。

(10) 设置松绳信号装置，并将松绳保护接入安全回路。

(11) 卷筒边缘应高出最外层钢绳的高度，至少应为钢绳直径的 2.5 倍，且卷筒上必须设有带绳槽的衬垫。

(12) 每班作业前，均应严格、仔细地检查提升设备的钢丝绳、连接装置、制动系统、供电系统等。

(13) 卷扬机的控制系统,除了正常提升外,还应满足检查井筒时,升降速度应不超过 0.3m/s ; 低速升降大型设备或长材料时,速度不应超过 0.5m/s 。

(14) 设限速保护装置,以控制提升容器接近井口停靠位置时,速度不应超过 2m/s 。

(15) 提升运输系统的所有设备应严格按照有关设计标准和规范进行设计、安装和施工。

(16) 提升系统的卷筒、制动装置、防过卷装置、限速器、调绳装置、传动装置、连接装置、提升容器、防坠器、导向槽、摇台、阻车器、推车器、天轮以及钢丝绳等,应按照规范要求定期检查,发现问题应及时处理。

(17) 提升系统、制动系统、钢丝绳和连接装置必须按照规范要求定期强制检测和维修。

(18) 竖井施工至少需要两套独立的能上下人员、直达地面的提升装置。安全梯电动稳车应具有手摇装置,以备断电时用于提升井下人员。

(19) 井口必须装置严密可靠的井口盖和能自动启闭的井盖门,卸渣装置必须严密,防止井内坠物伤人事故。

(20) 应采用双层吊盘作业,确保井内作业人员安全。

(21) 井筒内每个作业点都要设有独立的声光信号系统和通讯装置,从吊盘和掘进工作面发出的信号,要有明显的区别,并指定专人负责,所有信号经井口信号室转发。

(22) 竖井罐笼的防坠器,每半年应进行一次清洗和不脱钩试验,每年进行一次脱钩试验。

(23) 由专人负责定期对运转设备、井内提升、悬吊设施检查,发

现问题及时处理，并做好详细记录。

(24) 井口应配置醒目安全警示标志。

9.5.3 斜井提升安全

斜井提升系统的危险有害因素主要为跑车。主要安全防范措施如下：

(1) 斜井必须建立健全各种安全管理制度。

(2) 胶带输送机的驱动装置、联轴器、传动滚筒、尾部滚筒等部位都要装设保护套保护栏杆，防止人员靠近滚筒造成滚筒绞人事件

(3) 胶带输送机工作人员衣着要利索，袖口、衣襟要扎紧，灯带、矿灯电缆等易被卷住的绳索要扎紧，防止滚筒交缠伤人。

(4) 禁止用手指直接接触传动部分。

(5) 胶带输送机安装在斜井内，两侧要有足够的宽度。

(6) 胶带输送机要经常维护及安全保护。

9.5.4 无轨运输安全

(1) 运输设备安全措施

① 内燃设备，应使用低污染的柴油发动机，每台设备应有废气净化装置，净化后的废气中有害物质的浓度应符合 GBZ1、GBZ2 的有关规定；

② 运输设备应定期进行维护保养；

③ 每台设备应配备灭火装置；

④ 每台设备应配备除静电装置；

⑤ 运输车辆的声光信号系统必须保持完好。

(2) 司机安全措施

① 运矿卡车及铲运机司机必须经过培训，经考试合格，方可上岗；

② 入井必须按规定正确穿戴劳动防护用品；

③ 严禁酒后上岗，不应疲劳驾车；

④ 必须熟悉巷道的基本情况，如：长度、坡度、变坡地段、弯道、中间巷、支护方式及地面等状况；

⑤ 必须熟悉所驾驶车辆的性能、结构和原理；具备一定的维修保养和故障处理能力。

（3）运输管理安全措施

① 车辆必须由专人驾驶，严禁交由他人驾驶；

② 不应熄火下滑，停车必须熄火并拉紧手制动刹车；

③ 在斜坡上停车时，应采取可靠的挡车措施；

④ 运送物料时，车辆驾驶室除驾驶员外，严禁乘人和人货混载；拉运物料尤其是零散物料和设备时，必须捆绑牢固；严禁超载、超长、超宽、超高运输物料；运料车辆在巷道中不应随意卸货、堆积材料，应在指定地点存放整齐；

⑤ 车辆在泥泞、松软等不良条件的路段行驶时，必须随车携带掩木、镐、锹等，以备急用；

⑥ 井下行驶时严禁拖挂其他车辆；

⑦ 井下无轨设备平巷行驶，严格遵守“行车不行人，行人不行车”的原则，人车相距 20m 时必须发出信号（鸣喇叭、变换灯光）并减速停车，待人员在安全地方躲避后，方可继续行驶；行人严禁用矿灯照射驾驶员；

⑧ 车辆行驶过程中，不得挤撞管道、电缆，随时注意巷道中的标志和警示；

⑨ 车辆在转弯、掉头、上下陡坡、视线不良、通过交叉地点时，必须减速并发出信号；

⑩ 井下严禁随意停放、停留车辆，需要停放车辆，必须停放在指定地点。

9.5.5 有轨运输安全

矿山有轨运输系统运输系统包括坑内和地表有轨运输，存在的安全隐患主要为高处坠落、车辆伤害等，主要设置的安全设施为运输巷道的人行道，放矿底部结构安全护挡，厂区道路安全挡，卸矿平台安全挡等。除设置安全设施外，矿山应加强作业人员安全培训、编制完善安全管理制度，严禁违章作业，及时自查及处理各类安全隐患，定期开展安全检查及安全教育活动。做到安全第一，切实贯彻落实国家和地方安全法律法规；矿区全员参与的安全并常态化执行于矿山各类生产作业过程中。矿山运输系统安全措施：

（1）行人的水平运输巷道设人行道。人行道有效净高不小于 1.9m，有效宽度不小于 0.8m。调车场及人员乘车场，有效宽度两侧均不小于 1.0m；井底车场矿车摘挂钩处，设 2 条人行道，每条净宽不小于 1.0m。人行道侧设置水沟，水沟宽度为 310mm，水沟上加盖 50mm 盖板并与人行道持平；巷道严格控制采用 3‰设置，在利于排水需求及重车下坡运输时不至于发生溜车而造成事故。

（2）列车运输时，矿车采用不能自行脱钩的连接装置。不能自动摘挂钩的车辆，其两端的碰头或缓冲器的伸出长度，不小于 100mm。

（3）停放在能自动滑行坡道上的车辆，用制动装置或木楔可靠地稳住。

（4）人力推车，区段应照明良好，推车人员应携带矿灯，每人只允许推 1 辆车；在能够自动滑行的线路上运行，设有可靠的制动装置；行车速度应不超过 3m/s；推车人员不骑跨车辆滑行或放飞车；矿车通过道岔、巷道口、风门、弯道和坡度较大的区段，以及出现两车相遇、前面有人或障碍物、脱轨、停车等情况时，推车人应及时发出警号。

(5) 各巷道布局走向设置标志牌，危险地段、带电设备附件设置警告牌；维修线路时，应在工作地点前后不少于 80m 处设置临时信号，维修结束应予撤除。

(6) 每班应检查电机车的闸、灯、警铃、连接器和过电流保护装置，任何一项不正常，均不应使用；电机车司机不应擅离工作岗位；司机离开机车时，应切断电动机电源，拉下控制器把手，取下车钥匙，扳紧车闸将机车刹住。

(7) 电机车运行时，司机不应将头或身体探出车外；在列车运行前方，任何人发现有碍列车行进的情况时，应以矿灯、声响或其他方式向司机发出紧急停车信号；司机发现运行前方有异常情况或信号时，应立即停车检查，排除故障；电机车停稳之前，不应摘挂钩。

(8) 在弯道或司机视线受阻的区段，设置列车占线闭塞信号；井底车场和运输巷道，设置信号集中闭塞系统。

平巷机车运输信号系统：在井下单轨道线路区间两端、双轨平巷运输线路交叉的地方或对车场轨道道岔设置运输信号色灯。显示电机车占道情况的井下平巷运输交通信号系统。

自动闭塞信号系统：电机车在单轨区间运行时，防止在单轨区间撞车和追尾事故的一种自动闭锁系统。该信号系统单轨区间两端的色灯信号箱是由行进中的列车自动控制，在双轨平巷运输线路交叉的地方也适用。

信号集中闭塞系统：电机车在井底车场及其邻近巷道中运行时，对道岔及信号实行集中控制及闭塞的综合系统。

(9) 电机车串车进行地表卸矿作业时，必须有 2 人以上作业，有专人指挥。卸矿平台设安全挡，轨道基底临近矿石临时堆场外侧应进行护

坡筑砌工程，卸矿侧应按矿车卸载高度要求设置安全防护挡，防止矿车翻入堆场内，造成车辆或人员安全事故，安全防护挡高度为 300mm，卸矿作业时可以在此基础上利用现有矿石构筑合适高度的安全护堤，但要保证卸矿作业的高度要求。

(10) 保证所有工作地点均有照明，加强管理，车辆照明始终保持良好。

(11) 坑内、地表列车摘挂钩和挂车时，必须等列车停稳。

9.6 矿山安全避险系统

根据国家安全监管总局令第36号《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》、“安监总管一〔2010〕168号”文《关于印发金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”安装使用和监督检查暂行规定的通知》及“安监总管一〔2011〕108号”文《国家安全生产监督管理总局关于切实加强金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”建设的通知》，矿山企业进行“六大系统”建设应具备完整的专项设计方案。专项设计应对矿山的开拓方式、生产规模、水文工程地质和自然条件以及生产系统等具有较强的适用性，尽量与生产系统紧密结合，便于“六大系统”运行维护，充分发挥“六大系统”的功能。

矿山应委托有资质的设计单位进行设计，矿山安全设施在通过安全主管部门的审批后，企业在生产过程中严格按照提出的有关要求及批复意见采取相应措施，就能达到国家对矿山生产企业的安全要求。

9.7 选矿厂生产不安全因素及预防措施

选矿厂生产作业的主要不安全因素有：

- a. 运转设备裸露部分造成机械伤害；
- b. 高处作业造成的坠落事故；

- c. 机械设备、车辆、坍塌等引发的物体打击等；
- d. 电器设备引起的触电事故，高温作业时引起的灼伤、烫伤等；

其防范措施主要为运转设备裸露的转动部分均设有安全防护罩或安全栏杆；厂房内操作通道宽度满足1.5m，设备维护通道宽度>1.0m，通道净空高度>2.0m；高空作业时必须系好安全带，各层平台及上下梯子均设置安全栏杆，吊装孔设置活动盖板或安全栏杆；机械设备、车辆作业危险范围内严禁人员活动；电气设备及电气装置在设计中考虑了可靠接地。

9.8 尾矿库安全

尾矿排放时坝前要均匀排放，分段交替放矿，冰冻期、事故期等需要集中放矿时，不得出现影响后续堆积坝体不稳定的不利因素。

尾矿库使用到设计最终坝高的1/2~2/3高度时，应对尾矿库堆积坝进行工程地勘和稳定性分析；使用到最终设计高度前2~3年，应进行闭库设计；最小干滩长度满足规范要求；确保排水构筑物不发生变形、位移、渗漏等。

企业统一设立管理机构，并设有安环科，配有专职安全管理人员，由矿长直接管理，尾矿库日常管理设专人负责；并建立完善的管理制度和岗位安全操作规程。尾矿库安全管理人员应经过岗前培训方可上岗，岗前培训内容应结合设计和《尾矿库安全监督管理规定》进行。尾矿库通讯设备由选矿厂管理，值班室内设置联络电话。尾矿库的管理应严格执行国家安全生产监督管理总局第38号令——《尾矿库安全监督管理规定》。

尾矿库管理人员对尾矿库、边坡、排水沟等设施应经常进行巡查，发现异常现象和破坏及时报告并抢修；汛期到来之前对排水沟进行巡查，清理杂物，防止堵塞。

矿方应对尾矿库设置报警通讯和抢险预案，确保尾矿库的安全。

9.9 废石场安全

矿山已有废石场位于采矿工业场地东侧约 150m 处沟谷内，东西长 165m，南北长 95m，并形成 3 个废石场堆，废石堆场 189.61 万 m^3 废石堆最大高度 23m。因铁矿系统开采多年，井下存在空区较多，本项目产生的废石尽量充填空区，剩余部分排至地表已有废石场。已有废石场可以满足生产期运出地表的废石堆存要求。

为确保边坡稳定，设计在废石场坡脚修建拦挡石垛、挡土墙等构筑物；为避免雨季洪水对废石场的影响，设计在废石场周围设置截水沟；为保证排废的安全，设计在作业区设置照明设施；为降低粉尘对环境的污染，采取洒水降尘措施；为防止水土流失，设计对废石场关闭停用后进行种草复垦。

9.10 工业卫生

9.10.1 防噪声危害

井下破碎硐室、凿岩机、空压机、风机等在工作中产生的噪声，易引发伤害事故。设计中主扇放在回风井井口风机房内。职工宿舍均远离采矿井口、空压机房和地表风机房，同时采取隔离、吸音措施，减少噪声的传递扩散。生产中要求企业加强个人防护配备，减少噪声的危害，对噪声大的设备安装弹性橡胶垫和减振器。对噪音大的作业岗位，设置隔音值班室，以屏蔽噪声源和减少接触噪声源时间。

9.10.2 防粉尘危害

产生粉尘的地点有：采掘工作面、装矿硐室、破碎硐室、井下计量装矿水平等。防尘措施主要有：

- (1) 采用湿式凿岩。

(2) 采掘工作面爆破后必须待空气符合标准后, 人员方可进入作业点。

(3) 装卸矿点洒水降尘。

(4) 定期清扫、冲洗巷道岩壁的集尘。

(5) 加强作业人员的个体防护, 接尘人员必须配戴防尘口罩。

(6) 粉尘监测, 矿山应配专职的防尘人员, 在矿井建设和生产期间及时对井下粉尘进行监测。对不符合要求的地段, 采取风流净化, 确保空气质量达到要求。

井下破碎硐室和计量装矿水平是井下主要的产尘点, 新鲜风流由副井通过设在破碎水平、皮带装矿水平的马头门进入, 污风通过人行通风天井、皮带道至主井排至地表, 并在直接产尘点布置喷雾除尘装置进行除尘。

9.10.3 防炮烟中毒

在采掘爆破时, 会产生大量炮烟, 炮烟中含有大量的CO、NO_x气体, 使氧气含量降低。这些气体直接危害着人体健康而发生炮烟中毒。为此, 爆破后必须有足够的通风时间, 炮烟被稀释, 空气质量达到要求后, 人员才能进入; 加强通风, 局部通风不良的场所, 采用局扇通风。

本设计选择了合理的采矿生产工艺, 可靠的开拓系统和较先进的生产设备, 在施工工艺、生产工序、设备选择、安防措施等各个环节都尽最大可能的堵绝了不安全因素和危害职工健康的诱发因素。因此本设计确定的生产工艺、生产系统和生产设施具有较高的安全可靠。

矿山在实际生产中只要严格执行设计中确定的安全预防措施, 并根据有关法规、规定等结合矿山的实际情况制定出具体的安全规章制度和操作规程, 只要加强安全管理, 矿山生产可以达到安全生产的预期效

果和要求。

9.11 矿山安全救护及管理

9.11.1 安全机构及人员配置

矿山设置安环科，负责该矿区安全检查及安全教育，矿长要负总责，各班组设兼职安全员。

9.11.2 建立健全各项安全管理制度和操作规程

确定企业法人是安全生产第一责任人，建立健全各项安全管理制度和操作规程。建立对重点岗位（工种）安全检查制度，对易发生事故的装运、支护、凿岩、选厂操作工等伤害较严重的岗位（工种），作为重点检查的岗位。

9.11.3 编制和完善企业生产安全事故应急救援预案

根据矿山的地质条件和自然因素以及生产工艺，分析可能引发事故的各种因素和预兆，组织职工学习、制定应急预案，定期演练“预案”，使每个职工都熟悉“预案”中的有关内容，熟悉井下避灾路线，自救措施，互救方法，对学习和演练中发现的问题和漏洞，及时采取措施进行完善。

9.11.4 做好对员工的安全教育培训

主要包括全员安全教育、新职工的三级安全教育、特种作业人员的安全技术培训、班组长、安全员的安全教育培训、变换工种的安全教育、采用新工艺、新设备，在投产使用前的安全教育、对外来人员的安全教育、中层及中层以上干部的安全教育、管理人员及工程技术人员安全教育。教育职工严格遵守劳动纪律，不违章指挥，不违章作业和蛮干。

9.11.5 矿山救护

企业应建立专职或兼职人员组成的救护和医疗急救组织，配备必要的装备、器材和药物。矿山设兼职救护队，负责矿山事故急救工作。

在生产过程出现伤害事故时，现场工人除自身进行救护外，安全人员需采取应急救护措施，除对伤害者进行简单救护外，应根据伤害程度及时通知地表工作人员，及时把伤员送至地表进行救护。

9.12 放射性元素

区内无放射性异常，岩石自然伽玛在 $0.025-0.036\text{mSv/Y}$ 间，不超过 GB8703-88《辐射防护规定》（1998）中人体接受自然伽马射线年有效剂量当量 1mSv （ 0.1rem ），对人体的安全不会造成危害。

根据《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿环境影响报告书》和《七角井钒及铁矿项目辐射检测报告》钒、铁开采中放射性元素无超标。

10 经济效益评价

10.1 投资估算

工程量按照本次设计工程量计算；建筑安装工程参考同类项目造价指标，并依据现行当地人工、材料现时价格水平加以调整。机械设备安装、机电设备安装工程、矿山机电设备安装工程、矿山井巷工程等估算指标参考2012版《冶金工业建设工程预算定额》及取费标准。工程建设其他费用参考冶金工业2012版《工程建设其他费用定额》计取。工程预备费按工程费用与工程建设其他费之和的7%计算

本项目投资估算依据业主提供的固定资产表，项目建设规模，产品方案，工程量，当地材料价格，所需设备及设备价格以及同类型项目和矿山原有投资资料进行估算。

10.1.1 铁矿投资估算

本项目铁矿利用原有固定资产净值128862.96万元，利旧工程截止时间2022年9月。铁矿新增投资为12620.86万元。

铁矿投资按费用性质划分估算表见表9-1。

表9-1 投资按费用性质划分估算表（铁矿） 单位：万元

新增投资估算			
序号	工程或费用名称	估算价值（万元）	占总估算价值(%)
I	工程费用	9667.57	76.6
1	开拓工程	6549.33	51.9
2	建筑工程	786.28	6.2
3	设备购置	1861.80	14.8
4	安装工程	470.17	3.7
II	其他费用	984.02	7.8
III	基本预备费	1343.33	10.6
IV	铺底流动资金	625.93	5.0
	新增估算投资（I+II+III）	12620.86	100.0

V	利旧固定资产	128862.96	
	合计 (IV+V)	141483.81	
利旧工程			
井巷工程	房屋建筑物	机器设备	其他
87387.53	18782.66	21556.61	1136.16
合计			
128862.96			

10.1.2 钒矿投资估算

本项目钒矿利用原有固定资产净值40693.57万元，利旧工程截止时间2022年9月。钒矿新增投资为3985.53万元。

钒矿投资按费用性质划分估算表见表9-2。

表9-2 投资按费用性质划分估算表（钒矿） 单位：万元

序号	工程或费用名称	估算价值（万元）	占总估算价值(%)
I	工程费用	3054.59	76.6
1	开拓工程	2226.10	55.9
2	建筑工程	343.04	8.6
3	设备购置	671.71	13.4
4	安装工程	53.74	1.3
II	其他费用	211.18	5.3
III	基本预备费	282.10	7.1
IV	铺底流动资金	197.66	5.0
IV	新增估算投资 (I+II+III)	3985.53	100
V	利旧固定资产	40693.57	
	合计	44679.1	
利旧工程			
井巷工程	房屋建筑物	机器设备	其他
27596.06	5931.37	6807.35	358.79
合计			
40693.57			

10.2 资金筹措

七角井铁矿、钒矿采选工程全部建设资金来源按照40%由业主自行筹措，60%申请商业银行贷款。

10.3 产品价格及销售收入

依据近五市场行情、企业最终产品以及同类型矿山产品售价，本项目主要产品为铁精矿、钒精矿。

达产年平均产量为铁矿290万t/a，钒精矿90万t/a；

铁精矿销售价格按904元/t(不含税)，钒精矿按105000元/t(不含税)；

达产年铁矿销售收入86774.96（万元），钒矿收入54810（万元）。

10.4 劳动定员

劳动定员人数1029人。根据本项目的生产工艺特点，本项目各生产部门实行三班连续生产工作制度。采选年工作天数为330天，每天工作3班，每班8小时。

10.5 成本估算

10.5.1 铁矿成本估算

根据矿山实际情况，类比国内同类矿山，本开发利用方案估算铁矿单位矿石综合成本为213元/t（不含税），经营成本为170元/t。单位原矿成本构成见表9-3。

表9-3 原矿单位综合成本构成表（铁矿） 单位：元/t

成本估算					
序号	项 目	采 矿	选 矿	其 他	合 计
1	生产成本	119	55		169
1.1	外购材料费及辅助材料	10	5		15
1.2	外购燃料	5	5		10
1.3	动力费	10	5		25
1.4	工人工资及福利	31	7		38
1.5	折旧	23	20		43

1.6	充填系统	30	0		30
1.7	设备修理费	10	8		18
2	矿山安全费用			15	15
3	尾矿库安全费用			5	5
4	环境治理费用			5	5
5	财务费用			5	5
6	销售费用			6	6
7	管理费用			8	8
8	总成本费用	119	50	44	213
	减：折旧费	23	20		43
9	经营成本	96	30	44	170

10.5.2 钒矿成本估算

根据矿山实际情况，类比国内同类矿山，本开发利用方案估算钒矿单位矿石综合成本为500.5元/t（不含税），经营成本为458元/t。

单位原矿成本构成见表9-4。

表9-4 原矿单位综合成本构成表（钒矿） 单位：元/t

成本估算					
序号	项 目	采矿	选 矿	其他	合 计
1	生产成本	119	318.5		437.5
1.1	外购材料费及辅助材料	17	140		157
1.2	外购燃料	6	75		81
1.3	动力费	13	62		75
1.4	工人工资及福利	31	7		38
1.5	折旧	20	22.5		42.5
1.6	充填系统	30			
1.7	设备修理费	12	12		24
2	矿山安全费用			15	15
3	尾矿库安全费用			5	5
3	环境治理费用			10	10
4	销售费用			8	8
5	管理费用			10	10
6	财务费用			5	5

7	总成本费用	129	318.5	53	500.5
	减：折旧费	20	22.5		42.5
9	经营成本	109	296	53	458

10.6 税金及附加

（一）铁矿

资源税=销售额×资源税税费=3904.87（万元）

增值税=销项税-进项税=9380.67(万元)

城市维护建设税=增值税额×税率=93.81（万元）

教育费附加税=增值税额×税率=469.03万元）

税金及附加合计（不含增值税）=4467.71（万元）

（二）钒矿

资源税=销售额×资源税税费=1069.2（万元）

增值税=销项税-进项税=2275.65(万元)

城市维护建设税=增值税额×税率=22.76（万元）

教育费附加税=增值税额×税率=113.78万元）

税金及附加合计：1232.74（万元）

10.7 项目经济效益预测

铁矿项目投资利润率14.45%，所得税后财务内部收益率为16.20%，静态投资回收期6.35a。

钒矿项目投资利润率19.02%，所得税后财务内部收益率为14.21%，静态投资回收期8.5a。

10.8 综合技术经济指标

铁矿、钒矿项目综合技术经济指标分别见表9-5、9-6。从项目财务指标来看，项目财务指标较好，项目是经济可行的。

表9-5 综合技术经济指标表（铁矿）

序号		单位	数量	备注
一、	地质			
1、	地质保有储量			
1)	地质储量	10 ⁴ t	1982.82	
2)	平均品位	%	30.4	
2、	设计利用储量			
1)	采出矿石量	10 ⁴ t	1982.82	
2)	平均品位	%	27.9	
3、	服务年限	a	7.6	
二、	采矿			
1、	生产能力			
1)	日产量	t/d	9667	
2)	年产量	10 ⁴ t/a	290	
2、	开采方式	地下开采		
	开拓方式	主斜坡道+辅助斜坡道开拓		
	采矿方法	分段空场嗣后充填采矿法		
		阶段矿房嗣后充填采矿法		
5、	采矿综合贫化率	%	10	
6、	采矿综合损失率	%	10	
7、	采出资源			
1)	矿石量	10 ⁴ t	1784.54	
2)	采出品位	%	27.9	
三、	选矿			
1、	选矿回收率	%	75.00	
2、	精矿品位	%	64.50	
3、	精矿产率	%	33.10	
4、	达产年产精矿量	t	959900	
四、	投资			
1、	新增投资	万元	12602.86	
2、	利旧投资	万元	128862.96	
3、	流动资金	万元	625.39	
五、	成本			
1、	采矿成本	元/t	119	
2、	选矿成本	元/t	55	

3、	其他费用	元/t	39	
4、	合计	元/t	213	
六、	销售价格	元/t	904	
七、	年经济核算			
1、	年销售收入	万元	86774.96	
2、	年综合成本	万元	61770	
3、	年税金及附加	万元	4479.02	
4、	年利润	万元	20525.94	
5、	年所得税	万元	5131.48	
6、	税后利润	万元	15394.45	
八、	财务评价			
1、	静态投资回收期	a	6.35	
2、	投资收益率	%	14.45	
3、	内部收益率(所得税后)	%	16.20	

表9-6

综合技术经济指标表（钒矿）

序号		单位	钒矿	备注
一、	地质			
1、	地质保有储量			
1)	地质储量	10 ⁴ t	1801.12	
3)	平均品位	%	0.81	
2、	设计利用储量			
1)	采出矿石量	10 ⁴ tt	1801.12	
2)	平均品位	%	0.73	
3、	服务年限	a	20	
二、	采矿			
1、	生产能力			
1)	日产量	t/d	3000	
2)	年产量	10 ⁴ t/a	90	
2、	开采方式	地下开采		
	开拓方式	斜坡道开拓		
	采矿方法	分段空场嗣后充填采矿法		
		阶段矿房嗣后充填采矿法		
5、	采矿综合贫化率	%	10	

序号		单位	钒矿	备注
6、	采矿综合损失率	%	10	
7、	采出资源			
1)	矿石量	10 ⁴ t	1621.01	
2)	采出品位	%	0.73	
三、	选矿			
1、	选矿回收率	%	70	
2、	精矿品位	%	98	
3、	精矿产率	%	0.58	
4、	达产年产精矿量	t	5220	
四、	投资			
1、	新增投资	万元	3985.53	
2、	利旧投资	万元	40693.57	
2、	流动资金	万元	198.2	
五、	成本			
1、	采矿成本	元/t	129	
2、	选矿成本	元/t	318.5	
3、	其他费用	元/t	53	
4、	合计	元/t	500.5	
六、	销售价格	元/t	105000	
七、	年经济核算			
1、	年销售收入	万元	54810	
2、	年综合成本	万元	45045	
3、	年税金及附加	万元	1232.74	
4、	年利润	万元	8532.26	
5、	年所得税	万元	2133.07	
6、	税后利润	万元	6399.20	
八、	财务评价			
1、	静态投资回收期	a	8.5	
2、	投资收益率	%	19.02	
3、	内部收益率(所得税后)	%	14.21	

11 开发利用方案简要结论

11.1 设计利用地质资源、开采方式、生产能力及服务年限

本次设计利用资源储量铁矿1982.82万吨，平均品位30.4%；钒矿1801.12万吨，平均品位0.81%。

矿山采用地下开采的方式，矿山生产能力为铁矿 $290 \times 10^4 \text{t/a}$ ，矿山的
服务年限为10.6年（含基建期三年），钒矿生产能力 $90 \times 10^4 \text{t/a}$ ，服务年限
22年（含基建期2年）。

11.2 产品方案

产品方案为64.5%品位的铁精矿，98.5%钒精矿。

11.3 开拓方案

铁矿山一期工程已形成了完整开拓运输系统，二期工程结合原有开
拓运输巷道本次设计采用主斜坡道+辅助斜坡道开拓。钒矿利用矿山原有
工程采用斜坡道开拓。

11.4 采选工艺方案

采矿方法主要为采用阶段矿房嗣后充填采矿法和分段空场嗣后
充填采矿法。两种采矿方法综合损失率为10%，贫化率为10%。

选矿工艺流程如下：

1) 铁矿

选矿工艺：矿石细碎后干式磁选抛尾，两段磨矿，三次磁选，中矿
再磨的工艺流程。

主要经济技术指标：

原矿品位：TFe30.4%

总回收率：75%

精矿品位：TFe64.5%

年精矿产量：95.99万吨

选矿比：3.02：1

年尾矿产量：1940.1万吨

尾矿品位：TFe10.32%

2) 钒矿

选矿工艺：钙化焙烧、树脂吸附的提钒工艺。

主要技术指标：

年处理原矿量：90万吨

原矿品位： V_2O_5 0.81%

焙烧转化率：80%

钒总回收率：70%

精矿品位： V_2O_5 98%

年精矿产量：5220吨

选矿比：172：1

尾矿品位： V_2O_5 0.21%

年尾矿产量：89.478万吨

11.5 厂址方案

根据采矿工艺、矿区现状、便于矿石运输、水、电以及施工、管理等因素综合考虑，将皮带斜井场地紧靠原有选矿厂北邻山坡布置。

皮带斜井矿石采用皮带运输，矿石经过皮带运输直接运至原有原矿仓。原有选矿规模与现采矿规模不匹配，故剩余部分矿石落地暂存。由于原场地较小，须向东、西方向延伸。原有电线西移。

该区布置有：消防水池、矿石堆场、皮带机房、变电所及中控室、

采暖锅炉房、煤堆场地等。

矿石堆场：落地矿石利用可逆皮带东西两侧分排，然后由装载机倒堆。矿石平均堆高5米、容量14.32万吨，按290万吨/年落地矿石计算，可存25天。

副井场地布置在斜井场地西南约1.3公里处，第15-13勘探线之间山坡上。

根据地形从北至南分为三个台阶布置。

靠近副井口布置的有：卷扬机房、变电所及柴油发电站、采暖锅炉房及煤堆场地。

根据当地气候的特殊性，为给人员、材料、废石运输创造良好的生产条件、设有专用平硐。

靠近平硐口布置的有调度中心办公室、锻钎、铆焊车间、矿车修理间、露天堆场等。

35KV变电站、机修车间、仓库布置在副井与平硐口之间2418米平台上。变电站靠近用电负荷中心，管线短，进出线方便，场地坦平，少加整平即可施工，土方工程量较少。

木工房、木材堆场布置在副井口东南角约120米厂区边缘处。设计标高为2418米。

炸药库：鉴于井下每天的爆破作业量较大，为减少炸药转运距离，设计确定1955和1825m中段各设一个爆破器材分库。每个分库炸药存放量为6t。井下分库设在两个中段回风井石门起始端，与主要运输大巷的距离超过100m,并设有专用通风天井通达上部中段水平通风井，符合国家安全规程的有关规定。

为汽车修理方便，将汽修区布置在选厂区西邻，与选厂机修同一区

域内。该区布置有汽修车间，仓库。停车场，并予留了发展用地。设计标高为2341米。

11.6 项目经济效益预测

本项目利用原有固定资产净值169556.523万元。本次开发方案计算的新增投资估算价值铁矿为12620.86万元，钒矿为3985.3万元。

本项目建成后，可取得一定的经济效益。项目服务期达产年铁矿实现总营业收入86774.96万元，达产年年均综合成本61770万元，缴纳营业税金及附加4479.02万元，利润总额20525.94万元，所得税5131.48万元，税后利润15394.45万元，项目投资利润率14.44%，所得税后财务内部收益率为16.20%，静态投资回收期6.35a。

钒矿实现总营业收入54810万元，达产年年均综合成本45045.00万元，缴纳营业税金及附加1232.74万元，利润总额8532.26万元，所得税2133.07万元，税后利润6399.20万元，项目投资利润率19.02%，所得税后财务内部收益率为14.21%，静态投资回收期8.a。

从财务分析指标可以看出，项目的各项财务指标高于设定的期望值，说明投资进行项目建设可获得比较好的投资回报和财务效益，项目建设除为企业本身获取较好的经济效益外，同时可为社会增加就业机会及带动当地的经济效益。

11.7 存在的主要问题及建议

a. 矿山建设和生产中需进行岩石力学研究，配备地压观测仪器，对地压活动经常进行监测并及时预报，提出相应的防范措施。

b. 虽然业主对采空区进行了充填，但开挖扰动已经破坏了原岩压力状态，并且充填体在现场配比、运输过程中达不到实验室所得的力学参数要求，同时充填后岩体内部力学参数也是远远达不到原有水平，因此

为保障钒矿正常开采建议业主加强采空区（包括充填区域）地压监测,对采空区处理进行专项研究，统一规划实施，确保采矿安全。

c. 为进一步优化选矿工艺、提高选矿指标，降低选矿工艺成本，建议业主尽快采取有代表性的钒矿矿样，开展选矿试验。试验内容包括工艺矿物学研究、抛废试验、磨矿细度试验、磁选强度试验、尾矿沉降试验等。新试验报告将为初步设计、施工图设计选矿工艺、设备和指标的选择提供可靠的依据。

d. 合理利用资源，贫富搭配，杜绝采富弃贫、浪费资源，采取有力措施，提高采矿、选矿回收率，降低贫化率和生产成本，延长矿山服务年限，提高经济效益。

e. 矿山在今后的生产过程中，要注意合理排渣、排废，防止水土流失及氟污染，保护好生态环境。按照环保部门的意见和要求，切实做好矿山的环境保护工作，及时回填采空区，对工业和生活污水应达标后排放，以便矿区今后开发的合理利用。

f. 加强矿山环境恢复治理与保护方面工作，充分利用水资源。

g. 建议矿山在今后生产过程中，既要注意资源的合理开发利用、节能减排，又要对矿区及周边环境的扰动控制在环境可控制的范围内。

h. 由于铁矿钒矿距离较近，铁矿开采对钒矿影响较大，建议在钒矿开采时对钒矿进行地压监测。

12 本次开发利用方案与原开发利用方案异同点

原矿产资源开发利用方案：《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿产资源开发利用方案》山东黄金集团烟台设计研究工程有限公司（2009.12）

本次矿产资源开发利用方案：《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿产资源开发利用方案》兰州有色冶金设计研究院有限公司（2022.9）

1、不同点

（1）建设规模不同

原矿产资源开发利用方案建设规模：七角井铁矿上部(+2280m~地表)保持现有年产原矿150万t的生产能力不变；七角井铁矿深部一期(+2085~+2280m)年产原矿200万t；七角井铁矿深部二期(+1890~+2085m)年产原矿200万t；七角井钒矿年产原矿50万t。

原矿产资源开发利用方案建设规模：铁矿 290 万 t/年、钒矿 90 万 t/年。

（2）产品方案不同

原矿产资源开发利用方案产品方案：铁精矿品位为 64.5%；钒精矿品位 $V_2O_5 \geq 99\%$ 。

本次矿产资源开发利用方案产品方案：64.5%品位的铁精矿、98.5%钒精矿（偏钒酸铵）。

（3）采矿方法不同

原矿产资源开发利用方案设计采矿方法：分段空场法、阶段矿

房采矿法、浅孔留矿采矿法。

本次矿产资源开发利用方案设计采矿方法：分段空场法、分段空场嗣后充填采矿法、阶段空场嗣后充填采矿法。

（4）开拓运输方案不同

原矿产资源开发利用方案设计开拓运输方案：斜井皮带运输(即主斜井与竖井联合开拓)方案。

本次矿产资源开发利用方案设计开采范围：斜坡道开拓运输。

2、相同点

（1）开采对象都为采矿权范围内所有可采矿体。

（2）通风、排水方式相同

（3）选矿方法相同

肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：肃北县博伦矿业开发有限责任公司

编制单位：兰州有色冶金设计研究院有限公司

2022年10月

肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位： 肃北县博伦矿业开发有限责任公司

法人代表： 李金旭

编制单位： 兰州有色冶金设计研究院有限公司

法人或院长： 张宏昆

总工程师： 张国胜

项目负责人： 张雄天

编写人员： 侯文强 刘友龙 辛培业

王明阳 张雄天 张 涛

制图人员： 刘友龙 侯文强

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息摘要表

报告内容	摘要信息
矿山开采矿种	钒矿、铁矿
生产规模	380万 t/a（铁矿290万 t/a，钒矿90万 t/a）
开采方式	地下开采
开采标高	2410~1600m
矿山服务年限	20a（铁矿7.6a，钒矿20a）
评估区面积	22.8389km ²
评估区级别	一级
矿山新增建设投资	16606.39万元
生产期废石总排放量	2658.78万 m ³
现状地质灾害	废石渣堆形成的不稳定边坡
预测地质灾害	地面塌陷
已损毁土地方式	挖损、压占
已损毁土地面积	224.71hm ²
预测损毁土地方式	压占、塌陷
预测损毁土地面积	261.84hm ²
重点防治区面积	442.75hm ²
次重点防治区面积	37.26hm ²
一般防治区面积	1803.88hm ²
复垦责任区面积	224.71hm ²
矿山地质环境恢复治理费用	4497.22万元
土地复垦静态投资	314.66万元
矿山恢复及土地复垦静态投资	4811.88万元
矿山恢复及土地复垦动态投资	4986.93万元

目 录

1 前 言	- 1 -
1.1 任务的由来	- 1 -
1.2 编制目的	- 1 -
1.3 编制依据	- 2 -
1.4 方案适用年限	- 5 -
1.5 编制工作概况	- 6 -
2 矿山基本情况	- 9 -
2.1 矿山简介	- 9 -
2.2 矿区范围及拐点坐标	- 11 -
2.3 矿山开发利用方案简介	- 12 -
2.4 矿山开采历史及现状	- 27 -
3 矿区基础信息	- 32 -
3.1 矿区自然地理	- 32 -
3.2 矿区地质环境背景	- 35 -
3.3 社会经济概况	- 49 -
3.4 矿区土地利用现状	- 50 -
3.5 矿山及周边其他人类重大工程活动	- 51 -
3.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	- 51 -
4 矿山地质环境影响和土地损毁评估	- 54 -
4.1 矿山地质环境与土地资源调查概述	- 54 -
4.2 矿山地质环境影响评估	- 55 -
4.3 矿山土地损毁预测与评估	- 83 -
4.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	- 88 -
5 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	- 94 -
5.1 矿山地质环境治理可行性分析	- 94 -
5.2 矿区土地复垦可行性分析	- 96 -

6 矿山地质环境治理与土地复垦工程	- 103 -
6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防	- 103 -
6.2 矿山地质灾害治理	- 109 -
6.3 矿区土地复垦	- 117 -
6.4 含水层破坏修复	- 121 -
6.5 水土环境污染修复	- 121 -
6.6 矿山地质环境监测	- 121 -
6.7 矿区土地复垦监测和管护	- 125 -
7 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	- 128 -
7.1 总体工作部署	- 128 -
7.2 阶段实施计划	- 128 -
7.3 年度工作安排	- 129 -
8 经费估算与进度安排	- 132 -
8.1 经费估算依据	- 132 -
8.2 矿山地质环境治理工程经费估算	- 137 -
8.3 土地复垦工程经费估算	- 145 -
8.4 总费用汇总与安排	- 151 -
9 保障措施与效益分析	- 154 -
9.1 组织保障	- 154 -
9.2 技术保障	- 154 -
9.3 资金保障	- 155 -
9.4 监管保障	- 158 -
9.5 效益分析	- 159 -
9.6 公众参与	- 159 -
10 结论与建议	- 162 -
10.1 结论	- 162 -
10.2 存在的问题及建议	- 164 -

附图：

- 1、L1415SQ03-12 矿山土地利用现状图；
- 2、L1415SQ03-13 矿山地质环境问题现状图；
- 3、L1415SQ03-14 矿山地质环境问题预测图；
- 4、L1415SQ03-15 矿山土地损毁预测图；
- 5、L1415SQ03-16 矿山地质环境治理工程部署图；
- 6、L1415SQ03-17 矿山土地复垦规划图。

附表：

附表：矿山地质环境调查表。

附件：

附件一：编制委托书；

附件二：土地利用现状图；

附件三：原采矿许可证，C6200002010082220071887；

附件四：酒泉市住房和城乡建设局关于发布酒泉市 2022 年第三期工程建设材料信息价格的通知，酒市建字[2022]290 号。

附件五：公众调查表

附件六：营业执照

1 前言

1.1 任务的由来

肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿位于甘肃省酒泉市瓜州县柳园镇北东方向，行政区划隶属肃北蒙古族自治县管辖。根据肃北县博伦矿业开发有限责任公司《采矿许可证》，现采矿权范围由 4 个区块组成，共由 17 个拐点圈定，面积为 5.1424km²，开采深度 2410~1600m，有效期自 2018 年 4 月 21 日至 2033 年 8 月 21 日。

为了实现矿产资源开发与生态环境保护协调发展实现土地资源的持续利用，促进经济、社会 and 环境的和谐发展，减少矿区生态环境破坏，依据《中华人民共和国矿产资源法》、《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《地质灾害防治条例》、《矿山地质环境保护规定》和《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》，《甘肃省地质环境保护条例》等有关规定，矿山企业在变更采矿许可的同时，应当编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

目前，矿山拟变更采矿权范围（缩小）及扩大生产规模。依据上述法规和文件精神，肃北县博伦矿业开发有限责任公司委托兰州有色冶金设计研究院有限公司编制《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

1.2 编制目的

编制矿山地质环境保护与土地复垦方案的目的是：通过对矿山地质环境、土地资源影响调查与评估，制定矿山企业在矿山建设、开采、闭坑各阶段的矿山地质环境保护与土地复垦方案，最大限度地减轻矿业活动对地质环境、土地资源的不利影响，实现矿山地质环境的有效保护与恢复治理、土地资源的有效保护与复垦，规范矿山开采与地质环境、土地资源保护的关系，为矿山企业的地质环境保护与恢复治理、土地复垦的管理与监督检查及自然资源行政主管部门的行政管理和矿山地质环境治理恢复基金等提供依据。其主要任务如下：

- 1、调查并查明矿区地质灾害形成的自然地理条件和地质环境背景条件；
- 2、基本查明因矿区以往工程活动对矿区地质环境破坏及污染现状；
- 3、对评估区矿山地质环境问题现状评估与预测评估；
- 4、预测矿山开采期间土地损毁的类型，以及各类土地的损毁范围和损毁程度，量算并统计各类被损毁土地的面积。

5、根据矿区所在地区土地利用总体规划、土地利用现状、损毁预测结果及待复垦土地适宜性评价结果，确定各类被损毁土地的应复垦面积，合理确定复垦后的土地利用方向。并根据矿山开采的服务年限、土地损毁时间、损毁性质和损毁程度，确定复垦时间和复垦措施等。

6、在有关法律、法规和政策的基础上，按照矿山开采工艺流程、生产安排及有关的行业标准和技术参数确定矿山地质环境保护与土地复垦方案、统计工程量、测算复垦工程的投资概算。

1.3 编制依据

1.3.1 方案编制的主要法律、法规依据

(1)《中华人民共和国矿产资源法》(中华人民共和国主席令第18号，2009年8月27日)；

(2)《中华人民共和国土地管理法》(中华人民共和国主席令第32号，2020年1月1日实施)；

(3)《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第9号，2015年1月1日)；

(4)《中华人民共和国水土保持法》(中华人民共和国主席令第39号，2011年3月1日)；

(5)《中华人民共和国水污染防治法》(中华人民共和国主席令第70号，2018年1月1日)；

(6)《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第48号，2016年9月1日)；

(7)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(中华人民共和国主席令第57号，2016年11月07日)；

(8)《地质灾害防治条例》(国务院令[2003]第394号，2004年3月1日)；

(9)《土地复垦条例》(国务院令[2011]第592号，2011年3月5日)；

(10)《土地复垦条例实施办法》(国土资源部令[2013]第56号，2013年3月1日)；

(11)《中华人民共和国土地管理法实施条例》(国务院令[2014]第653号，2014年7月29日)；

(12)《环境保护公众参与办法》(环境保护部令[2015]第35号，2015年9月1日)；

(13)《矿山地质环境保护规定》(自然资源部令[2019]第5号，2019年7月24日)；

(14)《甘肃省地质环境保护条例》(甘肃省人民代表大会常务委员会公告第 42 号, 2016 年 10 月 1 日);

(15)《甘肃省绿色矿山建设规范 第二部分: 金属矿》(DB62/T 4284.1-2021, 2021 年 04 月 15 日)。

1.3.2 方案编制的有关政策性文件

(1)《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》(国土资发[1999]36 号, 1999 年 2 月 4 日);

(2)《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估的通知》(国土资发[2004]69 号, 2004 年 3 月 25 日);

(3)《财政部、国土资源部、环保总局关于逐步建立矿山环境治理和生态恢复责任机制的指导意见》财建[2006]215 号, 2006 年 2 月 10 日;

(4)《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》(国土资发[2006]225 号, 2006 年 9 月 30 日);

(5)国土资源部关于贯彻实施《土地复垦条例的通知》(国土资发[2011]50 号, 2011 年 4 月 17 日);

(6)《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(国土规资[2016]21 号, 2017 年 1 月 3 日);

(7)《国土资源部 工业和信息化部 财政部 环境保护部 国家能源局 关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》(国土资发〔2016〕63 号, 2016 年 7 月 1 日);

(8)《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》(财建〔2017〕638 号);

(9)《甘肃省国土资源厅关于实行采矿权项目三方案合一制度的通知》(甘国土资矿发[2016]140 号, 2016 年 11 月 23 日);

(10)《甘肃省国土资源厅关于实行采矿权项目三方案合一制度有关问题的补充通知》(甘国土资矿发[2017]43 号);

(11)《国土资源部关于贯彻落实全国矿产资源规划发展绿色矿业建设绿色矿山工作的指导意见》(国土资发[2010]第 119 号);

(12)《甘肃省绿色矿山建设工作方案》(甘国土资发[2017]第 228 号)。

1.3.3 方案编制的主要规范与标准

- (1) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011);
- (2) 《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021);
- (3) 《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB12719-91);
- (4) 《综合水文地质图图例及色标》(GB/T 14538-1993);
- (5) 《土地复垦方案编制规程》第一部分：通则(TD/T103.1-2011);
- (6) 《土地复垦方案编制规程》第四部分：金属矿(TD/T103.4-2011);
- (7) 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中华人民共和国国土资源部，2016.12;
- (8) 《泥石流灾害防治工程勘查规范》(DZ/T0220-2006);
- (9) 《矿山地质环境监测技术规范》(DZ/T0287-2015);
- (10) 《滑坡防治工程勘查规范》GB/T 32864-2016;
- (11) 《岩土工程勘察规范》GB50021-2001(2009 版);
- (12) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- (13) 《地下水水质标准》(DZ/T00290-2015);
- (14) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013);
- (15) 《污水综合排放标准》(GB 8978-2015);
- (16) 《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017);
- (17) 《滑坡防治工程勘查规范》(DZ/T 0218-2006);
- (18) 《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T 0219-2006);
- (19) 《第三次全国国土调查技术规程》(TD/T1055-2019);
- (20) 《冶金行业绿色矿山建设规范》(DZ/T 0319-2018);
- (21) 《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB/T12719-2021);
- (22) 《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T 0287-2015);
- (23) 《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》(TDT 1070.1-2022)。

1.3.4 其他依据

- (1) 设计委托书;
- (2) 采矿许可证，证号：C6200002010082220071887;
- (3) 《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区 061-022 线钒矿详查报告》，甘肃威斯特矿业勘查有限公司，2008 年 06 月;

(4) 《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁资源储量核实报告》，甘肃煤田地质研究所，2009 年 09 月；

(5) 《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿产资源开发利用方案》，兰州有色冶金设计研究院有限公司，2022 年 9 月；

(6) 《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒矿一期采选工程水土保持方案报告书》，甘肃省酒泉市水利水电勘测设计院，2010 年 07 月；

(7) 《肃北县七角井矿区皮带斜井涌水地段及外围工程物探勘查报告》，甘肃地质工程勘察院，2012 年 05 月；

(8) 《博伦矿业铁选厂改扩建项目环境质量现状监测》，甘肃绿创环保科技有限公司，2018 年 04 月；

(9) 《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，甘肃水文地质工程地质勘察院，2018 年 08 月；

(10) 《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿 2021 年储量年度报告》，甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院，2022 年 01 月；

(11) 《肃北县博伦矿业开发有限责任公司自行监测项目》，酒泉新时代环境检测科技有限公司，2022 年 04 月；

(12) 本次调查搜集的其它相关资料。

1.4 方案适用年限

根据《开发利用方案》，该矿山设计生产能力为 $380 \times 10^4 \text{t/a}$ ，其中铁矿 $290 \times 10^4 \text{t/a}$ ，钒矿 $90 \times 10^4 \text{t/a}$ ，生产服务年限为 20 年（基建期 2 年）。根据矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范要求及采矿实际情况，确定方案基准年为 2023 年，开发方案设计矿山服务年限约为 20 年，基建期 2 年，闭坑后复垦工程实施期 1 年，开采完后沉陷稳定时间 3 年，因此本方案适用年限为 5 年，即 2023-2027 年，服务年限为 26 年，即 2023-2048 年。

根据治理的目标、任务，结合矿山开发利用方案，将方案实施期规划为近期、中期及远期保护与治理。近期保护与治理恢复实施规划年限 5 年（2023 年-2027 年），中期保护与治理恢复实施规划年限 17 年，即 2028 年-2044 年，远期保护与治理恢复实施规划年限 4 年，即 2045 年-2048 年。由于七角井钒及铁矿矿山服务年限大于 10 年，中远期的具体保护与治理恢复实施规划编制难度较大，为了实现创建绿色矿山的总体目标，根据《矿山地质环境保护规定》中规定的矿山开采年限大于 10 年的，每隔 5 年应对矿

山地质环境保护与治理恢复方案修订一次。因此，在矿山近期保护与治理恢复规划实施完成后，应根据矿山开采对地质环境的实际影响情况，对该开发与恢复治理方案进行修订或重新编制。

1.5 编制工作概况

1.5.1 工作程序

本次工作程序严格按照国土资源部2016年12月颁发的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的规定进行。见图1-1。

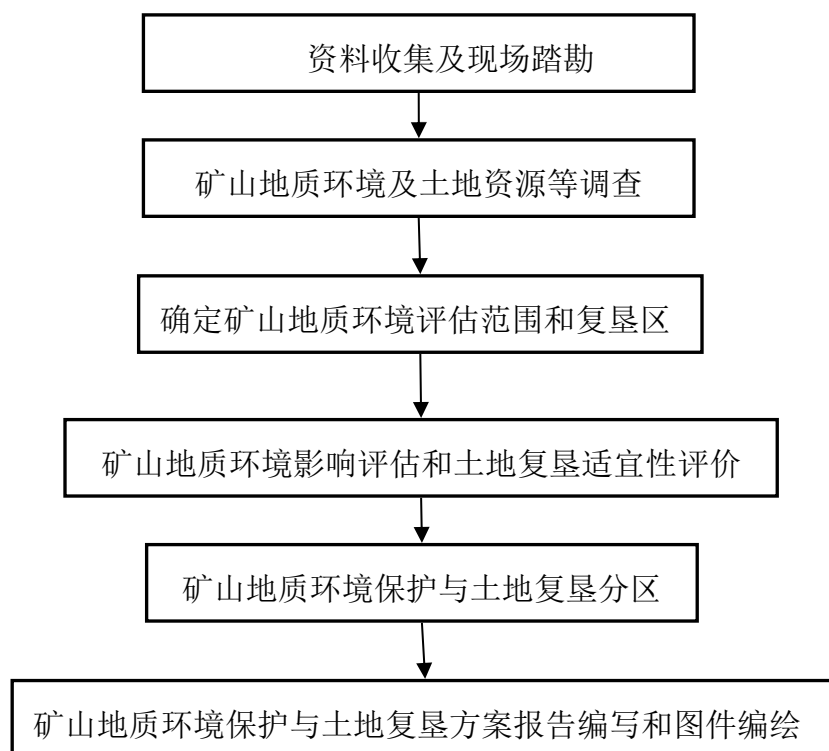


图 1-1 工作程序框图

1.5.2 工作方法

根据原国土资源部令第44号《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中确定的矿山地质环境保护与土地复垦工作的基本要求，在工作中首先明确思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境现状调查，根据调查结果和开发利用方案，确定评估范围，划分评估级别，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估；通过对土地损毁环节与时序分析，以及损毁土地的现状评估及预测评估。在此基础上进行矿山地质环境保护与土地复垦分区，并确定复垦责任范围、土地类型及权属。通过对矿山地质环境及矿区土地复垦的可行性分析，制定矿山地质环境保护及土地复垦相

关措施和防治工程以及总体工作部署和本方案适用期内分年度实施计划，提出保障措施和地质环境监测及土地复垦监测及管护方案，并进行经费估算和效益分析。

接受甲方委托后，我公司成立了专门项目组，在现场调查前收集了《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061—022线钒矿详查报告》及备案证明、《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》及备案证明、《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》及备案证明、《肃北县博伦矿业开发有限责任公司自行监测项目》等资料，初步掌握了矿区地质环境条件、矿山概况及矿区土地利用现状。收集了区内有关地形图、地质图、土地利用现状图等图件作为评估工作底图和野外工作用图，结合矿山特点，分析已有资料，确定需要补充的资料，初步确定野外主要调查内容、调查方法和调查路线。

在对收集的资料初步分析后，项目组于2022年3月9日～3月15日和2022年8月15日～8月20日两次对现场调查。在调查过程中，积极访问矿区工作人员，土地所有权人（地方自然资源局），查明了矿山开发历史、现状、主要地质环境问题的发育和分布及矿区土地利用等情况。野外调查采用1:10000地形图为底图，对重点地段的地质环境问题点和主要地质现象点进行实测描述，调查分析其发生时间、基本特征、危害程度，并对其进行GPS定位、数码拍照和填制调查表格等工作，并及时调整室内设计的野外调查路线，优化野外调查工作方法。野外调查工作量见4.1.2节。

在综合分析研究已有资料和现场调查的基础上，编制了七角井钒及铁矿矿山地质环境现状评估图、矿山地质环境预测评估图、矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图、复垦区土地利用现状图、复垦区土地损毁预测图、复垦区土地复垦规划图，以图件形式反映评估区地质环境问题的分布、土地利用情况、影响程度和恢复治理工程和土地复垦工程，并编写了《肃北县博伦矿业有限责任公司七角井钒及铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

1.5.3 质量控制措施

兰州有色冶金设计研究院有限公司具有冶金行业、建筑工程、城市规划、工程咨询、工程造价咨询、工程总承包等多项甲级设计资质及建材行业、市政公用、施工图审查、地质灾害设计、危险性评估和地质灾害治理工程等乙级设计资质，具备相应编制人员和相关设施设备。

在前期调查及方案编制过程中，项目负责人结合项目特点，严格按照GB/T19001-2016标准，兰州有色冶金设计研究院有限公司质量手册（LYBS-2018）相关

要求，依据质量管理体系过程流程图，对各专业提出质量目标及要求，各专业负责人编制各专业质量管理控制图及相应的质量控制措施，应用PDCA循环方法，实行专业人员相互审查、专业设计组审查、专业设计院审查、公司审查的四级审查程序及制度，保证项目质量目标的实现。

1.5.4 方案的真实性与科学性

本方案义务人肃北县博伦矿业有限责任公司保证本方案报审资料和编制资料真实、客观、无伪造、编造、变造、篡改等虚假内容，本方案编制单位兰州有色冶金设计研究院有限公司保证本方案按照科学、客观、真实的原则进行编制和报审。本方案义务人肃北县博伦矿业开发有限责任公司及编制单位兰州有色冶金设计研究院有限公司对本方案的真实性和科学性负责。

2 矿山基本情况

2.1 矿山简介

2.1.1 矿权简介

2010年8月3日，肃北县博伦矿业开发有限责任公司首次取得由原甘肃省国土资源厅颁发的采矿许可证，之后采矿证按时进行年检，2013年进行第一次采矿权延续，2016年进行第二次采矿权延续。2017年由于井口在采矿权证之外，公司于2018年4月份停产，同时积极办理第三次延续事宜，于2018年12月25日将采矿权范围进行扩大并延续，将原在外井巷工程扩进采矿权范围，保证公司生产经营合规合法。

2018年肃北县博伦矿业开发有限责任公司采矿权范围进行了延续变更，此次变更是在原有采矿权范围区块一基础上增加了三个区块（区块二、区块三、区块四）。证号为：C6200002010082220071887；开采矿种：钒矿、铁矿；开采方式：地下开采；生产规模：250万t/a（铁矿200万t/a、钒矿50万t/a）；面积为5.1424km²；开采深度：2410m至1600m标高；有效期限：2018年4月21日至2033年8月21日。

2022年9月，根据本次编制的《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿产资源开发利用方案》，矿山拟变更区块一范围，其他区块范围不变，变更后矿权缩小0.1%，变更前矿权范围面积5.1424km²，变更后矿权范围面积5.1373km²，矿区共由17个拐点圈定；生产规模扩大为380万t/a（铁矿290万t/a、钒矿90万t/a）；开采深度：2410m至1600m标高。

2.1.2 矿区位置与交通

矿区位于甘肃省酒泉市瓜州县柳园镇北东方向，行政区划隶属肃北蒙古族自治县管辖。

矿区地理坐标：东经*****；北纬*****。

自酒泉市至瓜州县有连霍高速公路贯通，行程280km；瓜州县至柳园镇为312国道，行程70km，兰新铁路线通过柳园镇（柳园站）；矿区经长流水至柳园镇有简易公路相通，距离约70km，交通较为便利，交通位置图见图2-1。

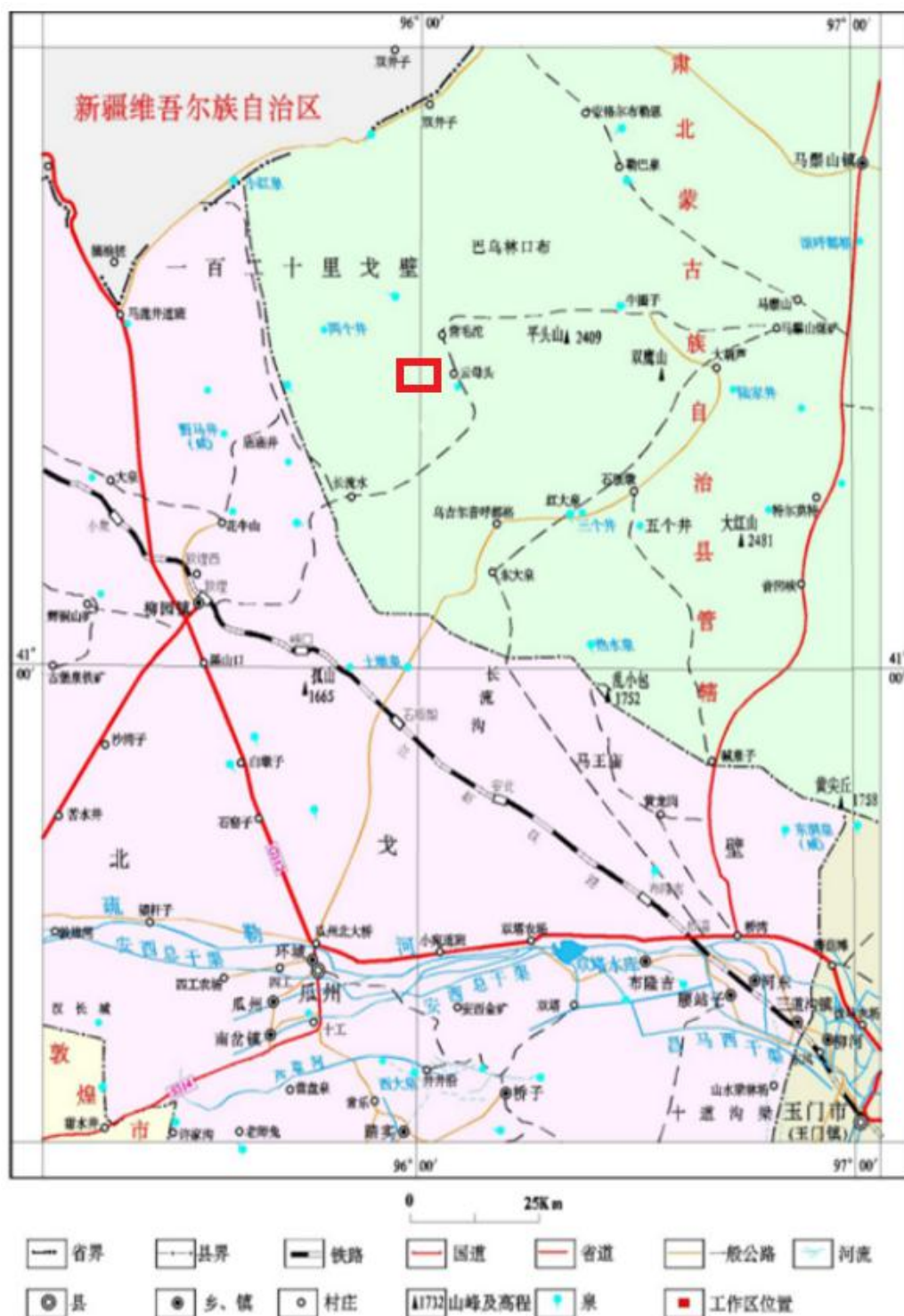


图 2-1 矿区交通位置图

经肃北县自然资源局、环保局、林业局、住建局、水务局、旅游局核查，本矿权不在各类自然保护区内和法律法规明令禁止矿产资源勘查开发的区域内。

2.2 矿区范围及拐点坐标

根据《肃北博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿产资源开发利用方案》（兰州有色冶金设计研究院有限公司，2022年9月），本次开发利用方案拟变更区块一范围，其他区块范围不变，变更后矿权缩小0.1%。具体范围及拐点坐标见表2-1。

表2-1 变更后采矿权范围拐点坐标表

区 块	拐点 编号	1980西安坐标系		2000国家大地坐标系	
		X	Y	X	Y
区块一	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
	5	*****	*****	*****	*****
区块一面积：5.0541km ² ；标高：从2410m至1600m					
区块二	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
区块二面积：0.0071km ² ；标高：从2410m至1600m					
区块三	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
区块三面积：0.0523km ² ；标高：从2410m至1600m					
区块四	1	*****	*****	*****	*****
	2	*****	*****	*****	*****
	3	*****	*****	*****	*****
	4	*****	*****	*****	*****
区块四面积：0.0238km ² ；标高：从2410m至1600m					
全矿区	矿区面积：5.1373km ²				
	开采深度：由2410m至1600m标高				

2.3 周边矿权设置及开采状况

肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿周边矿权主要有甘肃省肃北县洪山铁矿二矿区、四矿区及五矿区铁矿等探矿权、甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿采矿权，甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿距本矿约3.2km。

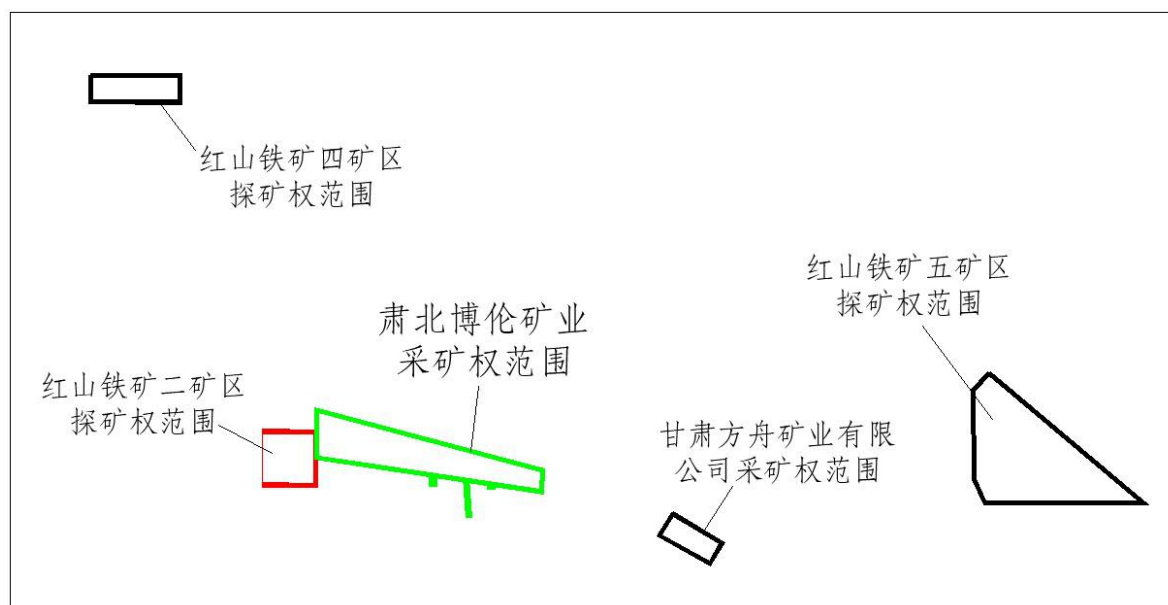


图 2-2 七角井钒及铁矿与周边矿权位置关系图

2.4 矿山开发利用方案简介

2.4.1 项目基本情况

采矿权人：肃北县博伦矿业开发有限责任公司

地 址：甘肃省酒泉市肃北县七角井矿区

矿山名称：肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：钒矿、铁矿

开采方式：地下开采

生产规模：380万t/a（铁矿290万t/a、钒矿90万t/a）

矿区面积：5.1373km²

开采深度：由2410m至1600m标高

生产年限：铁矿总服务年限为7.6a（基建期3a）；钒矿总服务年限为20a（基建期2a）。

2.4.2 开采方案

2.4.2.1 资源储量

(1) 铁矿

根据《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》，截止2009年9月30日，矿区保有控制+推断矿石量5493.21万t，TFe平均品位30.38%，其中控制矿石量238.22万t，TFe平均品位30.21%，推断矿石量5254.99万t，TFe平均品位30.40%。

根据《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》，自2009年资源储量核实报告评审备案以来至2021年12月31日，通过历年勘查重算，区内推断资源量减少了60.06万t，矿区累计动用控制+推断矿石量2578.49万t，TFe平均品位30.21%，其中控制矿石量238.22万t，TFe平均品位30.21%，推断矿石量2340.27万t，TFe平均品位30.21%。

截止2021年12月31日，区内保有铁矿石量2854.66万t，TFe平均品位30.40%，均为推断资源量。另有潜在资源矿石量3537.23万t。

(2) 钒矿

根据《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061—022线钒矿详查报告》及《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》，矿权范围内共求得控制+推断矿石量2328.00万t， V_2O_5 矿物量186427t， V_2O_5 平均品位为0.80%。其中控制矿石量为1612.98万t， V_2O_5 矿物量为129887t， V_2O_5 平均品位为0.81%；推断矿石量为715.02万t， V_2O_5 矿物量为56541t， V_2O_5 平均品位为0.79%。

累计动用钒矿石量7419t，金属量59.41t， V_2O_5 平均品位为0.80%，均为控制资源量。

矿区钒矿目前还未开采，矿权范围内保有控制+推断矿石量2327.26万t， V_2O_5 矿物量186368t， V_2O_5 平均品位为0.80%。其中控制矿石量为1612.24万t， V_2O_5 矿物量为129828t， V_2O_5 平均品位为0.81%；推断矿石量为715.02万t， V_2O_5 矿物量为56541t， V_2O_5 平均品位为0.79%。另有潜在资源矿石量2066.3877万t， V_2O_5 矿物量为133960.25t， V_2O_5 平均品位为0.65%。

2.4.2.2 开采范围、层位

开采范围为矿山拟变更后的矿区范围，开采对象为采矿权范围内的所有可采矿体。矿体在矿带内呈斜列展布关系，向东斜落，赋矿岩石为灰绿色砂卡岩化安山质熔凝灰岩及砂卡岩。由于成矿后构造活动，矿化带及部分矿体被成矿后的右行扭性断裂破坏。

2.4.2.3 开采方式、开拓运输方案及回采顺序

1、开采方式

根据矿床所处的内、外部环境，矿体的赋存特点，矿体数量多且埋藏较深等因素，结合目前矿山生产现状综合考虑，该矿山铁矿、钒矿采用地下开采。

2、开拓运输方案

矿山2020m以上已完成完整的开拓、运输系统，以2020m为界，2020m水平以上为一期工程，2020m水平以下为二期工程。目前该矿山一期工程已形成了完整的开拓运输系统，二期工程结合矿山已有开拓系统、矿体赋存特点和采矿方法，拟采用斜坡道开拓方案，中段巷道采用沿脉布置的形式。

(1) 铁矿开拓运输系统

矿山2020m以上已完成完整的开拓、运输系统，开发利用方案以2020m为界，2020m以上为一期工程，2020m以下为二期工程。

一期开拓系统：矿山一期工程开拓运输方案为采用胶带斜井+斜坡道+竖井作为主要开拓系统。人员、材料、设备主要是通过斜坡道及竖井上下至各中段，矿石在1947m水平破碎站破碎后通过胶带斜井运出地表。

二期开拓系统：在2020m中段矿仓溜井附近新设一条折返式斜坡道至1825m水平，斜坡道净宽4.6m，主要作用运输矿石并兼做回风井，最低服务标高1825m。1955m、1890m、1825m 3个中段矿石用卡车经过中段运输平巷、马头门、斜坡道、2020m水平中段运输平巷、破碎站、1947m水平皮带运输巷、皮带斜井运至地表。

已有西四、西六斜坡道已分别施工至2085m、2037m水平，利用矿山已有斜坡道并延深原有斜坡道至1825m中段，延深段斜坡道作为辅助斜坡道，坡度为15%，每隔250m设一错车道，作为无轨设备进出通道，同时作为人员、材料、设备、废石通道，并且兼做回风井。

(2) 钒矿开拓运输系统

根据开发利用方案，钒矿开拓运输方案为斜坡道开拓。矿山生产规模采用滚动发展，分期开采的建设原则，钒矿实行分期、分区（I、II、III、IV）开采方案。I区为钒矿的022~006线、II区为钒矿的006~005线、III区为钒矿的005~041线、IV区为钒矿的041~061线，如图5-1钒矿采区划分表。I区为首采区作为一期开采对象，生产规模为年产钒矿石90万t。I采区分布在022~006线之间沿走向长约900m，垂向在海拔+2446~+2085m标高，最大垂深约361m。I采区目前主要的井巷工程为原铁矿区的辅助斜坡道及铁矿开

采形成的部分中段巷道。斜坡道井口标高2375m，巷道规格6.0×4.5m，净断面24.47m²；已有中段分别为2355m中段、2320m中段及2280m中段。

井下运输设备选用CA-20地下运矿卡车，总在册数6台，每班出勤数5台。井下无轨运输的柴油设备，自带尾气净化装置，并在每台设备上配备一个5kg干粉灭火器。

各中段产生的废石经铲运机装入10t地下运废卡车后充填已有空区，剩余部分经辅助斜坡道运至地表废石场。

各中段的人员、设备及材料由地下人车及材料车经辅助斜坡道运至各中段使用、安装地点。

3、回采顺序

视矿体倾角大小，沿垂高将矿块划分成高度为4个分段，分段高度15~16m（或5个分段，分段高度11~12m），以分段为单元进行回采工作。在分段内回采工作沿矿块长度方向，从一端向分段溜矿井一侧后退式回采；分段之间采用从上到下递退式回采顺序。

2.4.2.4 采矿方法及顶板管理

采矿方法主要采用阶段矿房嗣后充填采矿法、分段空场嗣后充填采矿法。两种采矿方法综合损失率为10%，贫化率为10%。分段空场嗣后充填采矿法适用于矿体厚度大于6m、小于20m，倾角30~50°的矿体，阶段矿房嗣后充填采矿法适用于厚度大于6m、倾角大于50°的矿体。局部区段薄矿体采用浅孔留矿采矿法或全面留矿法，采后视情况是否进行空区充填。

回采空间的维护主要依靠围岩自身的稳固性和所留矿柱，空区采用井下废石进行回填处理。

2.4.2.5 井下供排水

1、供水

（1）生产用水

a. 铁矿供水

井下用水量为330m³/d，采矿最高用水点标高2355m，水压0.2-0.6MPa。铁矿已有供水主管（Φ108×7mm）由地表高位水池（池底标高2435m）接管，沿铁矿副井敷设至铁矿井下各中段。1955m、1890m、1825m水平用水由2020m水平接管经2020m中段运输巷道、斜坡道铺设至1955m、1890m、1825m中段。各中段供水干管（Φ108×7mm）在各中段马头门处接管，沿各中段主运输巷道敷设至各穿脉口，再接供水支管（Φ57×4mm）至采场天井。

井下供水管网系统中分段设置消防栓，作井下消防之用，并在各用水点处设减压阀、闸阀，以满足用水点水压、水量要求。

b. 钒矿供水

钒矿坑内用水由铁矿 2280 中段已有管路接管，沿 2280m 中段巷道敷设至倒段西回风井（2320m-2215m），沿倒段西回风井（2320m-2215m）向上敷设至 2320m 中段，沿 2320 中段主运输巷道敷设至各穿脉口，再接供水支管（ $\Phi 57 \times 4\text{mm}$ ）至采场天井；向下敷设至 2215m 中段，沿 2215m 中段巷道敷设至倒段西回风井（2215-2085m），沿倒段西回风井（2215-2085m）敷设至 2150m 中段和 2085m 中段。各中段供水干管（ $\Phi 108 \times 7\text{mm}$ ）在各中段管缆井、倒段西回风井马头门处接管，沿各中段主运输巷道敷设至各穿脉口，再接供水支管（ $\Phi 57 \times 4\text{mm}$ ）至采场天井。斜坡道消防供水管由 2280m 中段供水干管接管，沿斜坡道敷设，各中段巷道中消防供水由各中段供水干管接消防栓，消防栓设置间距不大于 100m；每个消防栓配有水枪和水带，水带的长度满足消防栓设置间距内的消防要求。

（2）生活用水

生活用水从柳园或矿区北沙井子拉运，安装净水设施后方可饮用。

2、排水

（1）采矿排水

a. 铁矿排水

目前矿山 2020m 水平以上已形成了完善的排水系统，矿山目前排水方案为：

副井 2020m 中段已有的中央水泵房内设 3 台 MD280-65 $\times$ 7 型多级离心泵，正常涌水和最大涌水均为 1 用 1 备 1 检修。每台水泵流量 280 m³/h，扬程 455m，电机功率 630kW，电压 10kV。井下涌水及作业废水经过排水系统集中到 2020m 水平中央水泵房经副井内排水管排出地表。

因此本次设计 1825m 中段斜坡道井底车场附近设一水泵房及蓄水池主要服务 1955m、1890m、1825m 中段，斜坡道内安装一根排水管通往 2020m 中段中央水泵房。1955m、1890m、1825m 中段涌水经各中段排水沟、泄水钻孔集中到 1825m 中段水仓，再将水通过斜坡道水管排到 2020m 水平中央水泵房，之后集中排出地表。

b. 钒矿排水

本次设计 2280m 以上坑内的涌水及生产废水通过泄水钻孔集中于钒矿 2280m 中段后

经铁矿 2280m 中段巷道内的排水设施经铁矿已有排水系统下放到铁矿 2020m 中央水泵房后经设置在副井内的排水管排出地表。

后期 2280m 以下钒矿各生产中段涌水及生产废水直接通过各中段的铁矿巷道排水设施下放到铁矿 2020m 中段后经设在铁矿 2020m 中段的中央水泵房排出地表。

本项目地处丘陵和戈壁，气候干燥，蒸发量大，采矿凿岩喷洒，洗壁废水，经自然蒸发不再有废水排出。坑内涌水返回井下重复使用，无废水排放。

(2)生活排水：生活污水先经过化粪池简单处理后，再经过地埋式污水处理设备深度处理达标后用做绿化。

(3)雨水：生活区雨水利用地形，道路坡度，自流排放。

2.4.2.6 固体废弃物排放与处理

根据开发利用方案，矿山产生的固体废弃物主要为坑内开采产生的废石、选矿抛尾废石、生活垃圾、污水处理过程中产生的污泥。

废石：根据开发利用方案计算结果，基建期废石量为 81.30 万 t，生产期年废石量为 379 万 t，选矿年抛尾废石量为 578.64 万 t，基建期和生产期共产生废石量 7661.3 万 t，井下废石全部用于充填采空区。

生活垃圾：企业在厂区内设垃圾收集桶，垃圾经统一收集后定期外运至附近乡镇生活垃圾填埋场填埋处置。

2.4.2.7 矿山建设工程

地下开采时，根据确定的基建范围，达到规范要求的三级矿量和形成完善的开拓运输系统、通风系统、供电系统、供排水系统等，矿山基建期需完成下列工程量：

(1) 铁矿

开拓工程：11525m/174973m³

采切工程：9875m/93985m³

探矿工程：2137m/8548m³

合计：23537m/277505m³

(2) 钒矿

开拓工程：1713.6m/24829.2m³

采切工程：4021.2m/31019.4m³

探矿工程：2250m/5400m³

合计：7984.8m/61248.6m³

2.4.3 矿山工作制度

根据矿山所在地的自然地理及内外部环境条件，确定工作制度为300天/a，3班/d，8h/班。

2.4.4 总平面布置

七角井铁钒矿是已生产多年的老矿山，地面现有斜坡道7处，选矿厂两处、生活区、尾矿库、废石场、供电、供水、厂内外道路等完整的相互配套的生产、辅助生产及生活福利设施等组成。

根据采矿工艺，便于矿石运输、水、电以及施工、管理等因素综合考虑，皮带斜井场地紧靠原有选矿厂北邻山坡布置。

该区布置有：消防水池、矿石堆场、皮带机房、变电所及中控室、采暖锅炉房、煤堆场地等。

矿石堆场：落地矿石利用可逆皮带东西两侧分排，然后有装载机倒堆。矿石平均堆高5米、容量14.32万吨，按290万吨/年落地矿石计算，可存25天。

副井场地布置在斜井场地西南约1.3公里处，第15-13勘探线之间山坡上。

根据地形从北至南分为三个台阶布置。

靠近副井口布置的有：卷扬机房、变电所及柴油发电站、采暖锅炉房及煤堆场地，场地正平标高为2435.00米。

根据当地气候的特殊性，为给人员、材料、废石运输创造良好的生产条件、设有专用平硐。

靠近平硐口布置的有调度中心办公室、锻钎、铆焊车间、矿车修理间、露天堆场等。设计标高为2408.00米；

35KV变电站、机修车间、仓库布置在副井与平硐口之间2418米平台上。变电站靠近用电负荷中心，管线短，进出线方便，场地坦平，少加整平即可施工，土方工程量较少。

木工房、木材堆场布置在副井口东南角约120米厂区边缘处。

为汽车修理方便，将汽修区布置在选厂区西邻，与选厂机修同一区域内。该区布置有汽修车间、仓库、停车场，并预留了发展用地。

各工业场地压占土地情况及矿区主要建构筑物特征分别见表 2-2、3。

表 2-2 各工业场地压占土地面积一览表

序号	名 称	单位	数量	备注
1	采矿工业场地	hm ²	39.08	含各井口场地
2	选矿工业场地	hm ²	26.88	含钒、铁矿选厂
3	生活办公区	hm ²	0.61	
4	35Kv 变电站	hm ²	0.36	
5	尾矿库	hm ²	127.61	
6	炸药库	hm ²	0.47	
7	外部道路	hm ²	15.42	
8	合计	hm ²	210.43	

表 2-3 矿区主要建构筑物特征一览表

序 号	名称	建筑面积 (m ²)	高度 (m)	结构类型
1	生活办公区	3257	3	现浇钢筋砼框架结构
2	破碎筛分车间	3100	23	钢筋砼排架结构
3	磨磁车间	4200	24	钢筋砼排架结构
4	干磁车间	342	17	钢筋砼排架结构
5	粗粒废石堆场	162	13	钢筋砼排架结构
6	35Kv 变电站	480	10	钢筋砼排架结构
7	细粒废料仓	243	21	钢筋砼排架结构
8	粉矿仓	3555	36	钢筋砼排架结构
9	精矿脱水车间	3345	12.3	钢筋砼排架结构
10	选厂机修车间	540	8	钢筋砼排架结构

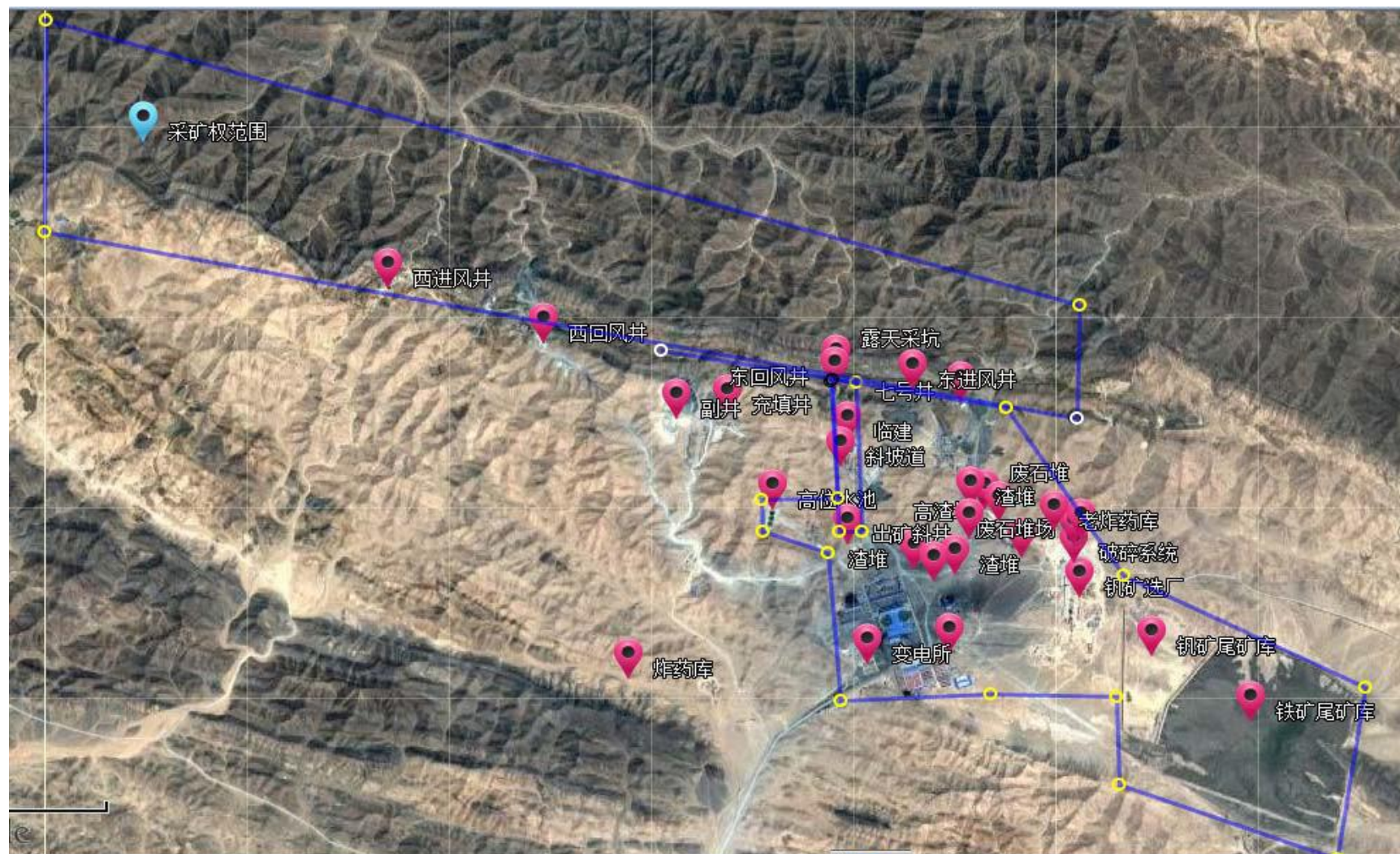
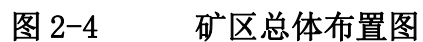


图 2-3 矿山采矿权范围及采选矿工业场地布置遥感影像图



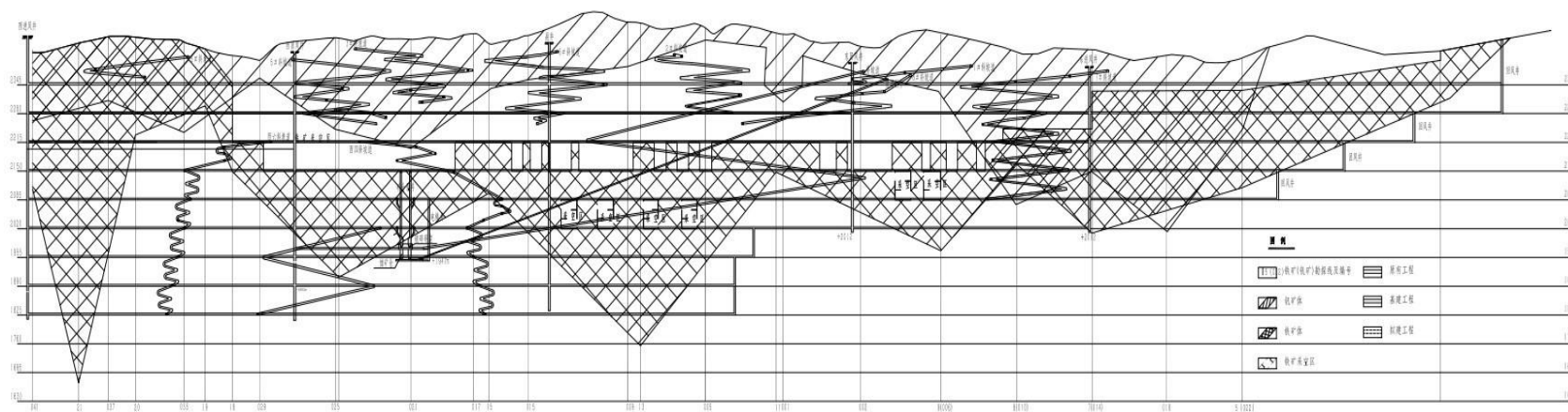


图 2-5 开拓系统纵投影图



图 2-6 办公楼



图 2-7 宿舍楼



图 2-8 铁矿选矿车间



图 2-9 钒矿选矿车间



图 2-10 35KV变电站



图 2-11 矿区道路



图 2-12 斜坡道口

2.4.5 绿色矿山建设

一、绿色矿山建设基本原则

矿产资源高效开发与综合利用是建设绿色矿山的整体要求。建设绿色矿山应将绿色矿山的理念贯穿于矿产资源开发利用的全过程，强调开采方法科学化、资源利用高效化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化，实现矿产资源开发利用的经济效益、生态效益和社会效益最大化。

矿山在开采过程中应坚持以保护环境、资源利用和社区和谐作为绿色矿山建设的工作核心，坚持可持续发展的经营理念，高效开发利用矿山资源，合理有效保护周边生态环境，积极主动的与地方政府、设计科研单位等进行项目合作和沟通往来，在依法办矿、规范管理、科技创新、节能减排、环境保护、土地复垦、社区和谐和企业文化等方面进行合作及建设。主要表现在如下几方面。

(1) 依法办矿，规范管理

a. 矿山应根据国家统一规划和产业布局合理进行开发建设，在运营发展过程中，始终坚持依法办矿的经营理念。严格遵守国家制定的各项法律法规。矿山自觉接受各级监督审查，足额缴纳采矿权使用费和矿产资源税等相关税费，使公司的生产经营管理处在法律、法规许可范围内，真正做到了依法办矿，合法经营。

b. 认真贯彻执行国家相关技术政策，始终坚持合理的采掘顺序。对此，矿山精心准备，组织地、测、采等各方技术力量，认真编写年度采掘技术计划和长远采掘技术规划。在实际管理中，积极协调，加强管理，确保每年年度计划得以保质保量地完成。同时，按照自然资源部、甘肃省自然资源厅要求，全面开展矿山储量动态管理工作。

(2) 走矿山绿色开发道路，搞好矿区绿化工作

矿山开发过程中，要始终坚持建设绿色矿山的理念，美化环境，在矿山生活区开展植树活动，将矿山生活办公区开辟成了绿色、和谐的办公环境。

(3) 创建企业文化，彰显企业魅力

矿山应坚持以人为本的管理理念，深入开展企业文化建设，着力打造具有企业精神的企业文化。积极宣传国家的方针政策、安全生产和环境保护理念，进一步提高了矿区的美化、亮化档次，宣传企业文化、廉政文化、传统文化及习总书记系列讲话精神。形成“爱岗敬业、主动作为、开放自信、感恩奉献、担当创新、追求卓越”的工作精神。

(4) 履行社会责任，造福社会

矿山应主动履行企业的社会责任，本着办实事、办真事，办好事的原则，尽最大努力履行社会责任，创造工作岗位，积极带动当地人民就业，造福社会。

为切实巩固保障矿山的矿产资源基础，全面提高矿产资源对矿山持续发展的保障能力。充分发挥矿山的规模、技术和管理优势，落实企业做大做强的发展方针，坚持“以依法办矿为前提，以安全生产为保障，以科技创新为先导，以综合利用为突破，以资源高效开发为中心，以节能环保为重点，以数字化矿山建设为契机，以夯实管理基础为手段”。以绿色矿山建设为目标，在污染防治、矿山环境恢复治理、土地复垦、科技创新、社区和谐和企业文化建设等方面做更大的引导与投入，为企业持续稳定发展提供更大的支撑保证。努力探寻满足矿山开发的资源效益、环境效益、经济效益、社会效益四者相统一的矿山发展模式。

二、绿色矿山建设主要措施

矿区在建矿过程中应注意环境保护，将绿色矿山的理念贯穿于整个建矿过程中。主

要措施如下：

(1) 矿区环境方面：矿区功能分区划分为采矿工业场地及生活区，布局合理。矿区设置了完善的地面运输、供水、供电、卫生、环保等配套设施，并在在生产区设置了操作提示牌、说明牌、线路示意图牌等标牌，标牌符合 GB/T13306 的规定；在道路交叉口、井口、矿坑、生产车间等设置了安全标志，安全标志要符合 GB14161 的规定。矿山计划对厂区道路硬化及路基边坡覆土，场地整平等，与本区域内其它矿山企业看齐。

(2) 资源开发方式方面：本次设计中，根据矿床成矿地质特征，制定科学合理、因地制宜的开采规划，开拓和采准工作合理超前，开拓矿量、采准矿量及备采矿量保持合理关系，采场工作面推进均衡有序。

井下采用无轨装卸与运输系统，无轨设备机动灵活，开采高效，且采用电动铲运设备，创造良好的井下工作环境。

应根据不同的矿体赋存条件，选择合理的采矿方法，提高开采回采率和安全作业环境，开采回采率指标符合国土资源部关于铜矿资源合理开发利用“三率”指标要求。

(3) 资源综合利用方面。设计采用先进适用、经济合理的工艺综合回收利用共伴生资源，最大限度提高共伴生矿产资源综合利用率。

矿山采用先进的节水技术，确保水的循环、循序利用。坑内涌水在集水池收集后用于采矿凿岩用水，废水循环利用率不低于 85%。

井下废石全部用于充填采空区。

(4) 开采过程中，加强矿产资源的综合利用率。

(5) 提高矿井“三率”指标。矿井涌水通过竖井或斜井排至矿井水沉淀池回收处理。回收处理后的矿井水及生活污水回用于矿井的生产，绿化等，矿井水利用率达到 100%，设计铁矿和钒矿的综合损失率均为 10%，综合贫化率均为 10%，符合《自然资源部关于黑色金属矿产资源“三率”最低指标要求（试行）的公告》（2020 年第 4 号）对铁矿最低采矿回采率应该达到 83% 和钒矿最低采矿回采率应该达到 75% 的要求及满足《冶金行业绿色矿山建设规范》的相应要求。矿井未来还应该重视矿井水利用水平，强化管理，把矿山建设成为绿色矿山。

2.5 矿山开采历史及现状

2.5.1 矿山以往勘查工作

2004 年 1 月～2005 年 10 月，甘肃省地矿局第四地质矿产勘查院对矿区实施地质矿产调查工作，在矿体的 0 线—18 线范围内经连续拣块采样，初步圈定钒矿化段一处，该

矿化段长 800m，厚度 3.00m~6.90m，平均厚度 4.30m， V_2O_5 品位 0.38%~1.22%，平均品位 0.90%。提交了《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒矿预查报告》，为矿床下一步工作提供了资料依据。

2005 年 11 月~2006 年 3 月，甘肃秦祁矿业有限责任公司勘查部在矿区进一步工作，于 009 线—022 线范围内初步圈定钒矿体 1 条，长 1500m，预测延深 200m，地表出露宽度 3m~12m，厚度 2.58m~8.46m，平均厚度 5.37m， V_2O_5 品位 0.31%~1.43%，平均品位 0.95%，估算（334）？类型的 V_2O_5 资源量 $3.52 \times 10^4 t$ ，提交了《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒及铁矿普查报告》，为矿床的详查评价工作提供了详实的资料依据。

2005 年 5 月~2008 年 6 月，甘肃威斯特矿业勘查有限公司委托甘肃省地矿局第四地质矿产勘查院完成了七角井钒、铁矿区 061-022 线钒矿详查工作，并于 2008 年 6 月提交了《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区 061—022 线钒矿详查报告》，该报告由原甘肃省国土资源厅评审通过，评审备案文号为“甘国土资储字（2009）24 号”。

2008 年~2009 年，肃北县博伦矿业开发有限责任公司在政府主导下重组了甘肃威斯特矿业勘查有限公司，依法拥有了“甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒及铁矿详查”探矿权。在铁矿开采过程中，发现 18 线以西矿体沿走向及倾向变化较大，据此对矿区 18 线以西进行了深部工程验证和地表补充地质工作，其中钻探工程及地质编录取样工作分别由甘肃省地矿局四勘院酒泉工程勘察院、新疆昌吉野地钻探公司承担。2009 年 9—10 月，甘肃煤田地质研究所在上述工作的基础上，进行了甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实，编写了《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》（甘国土资储备字〔2009〕88 号）。

2.5.2 矿山开发历史

该矿山矿区内赋存有铁矿和钒矿体，铁矿体位于下盘，钒矿体位于上盘，矿体相距约 100~350m。根据调查询问，目前七角井钒矿尚未开采。七角井铁矿自上世纪九十年代发现以来，当地村民对地表矿体进行了无序开采，开采对象为矿区 2 线—21 线地表主矿体。2010 年 8 月 3 日，肃北县博伦矿业开发有限责任公司首次取得由原甘肃省国土资源厅颁发的采矿许可证，区内铁矿进行开采至今。

2.5.3 矿山现状

该矿山赋存有铁矿和钒矿体，钒矿目前尚未开采，主要是开采铁矿石，仅进行了简单的露天开采，没有进行统一规划。2004 年肃北县博伦矿业开发有限责任公司成立，小

露天开采至2009年5月终止，主要开采七角井铁矿7~21线西矿段。目前矿山进行井下开采，矿山已有东西进风井、回风井、副井、胶带斜井及沿矿体走向分布的七条斜坡道及主穿脉、溜矿井等井巷工程，已形成年产铁矿200万t的生产能力，目前该矿山铁矿2085以上中段已开采完毕正在回采矿柱，2020m中段正常开采铁矿矿石。矿山其他附属配套设施齐全。

2.5.4 矿山企业对前次地质环境恢复治理方案的执行情况

2018年8月，肃北县博伦矿业开发有限责任公司委托甘肃水文地质工程勘察院编制了《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

根据甘肃水文地质工程勘察院2018年现场调查结果，区内共发现由采矿废石堆积形成的10处不稳定斜坡及1处地面塌陷。区内 10 处不稳定斜坡稳定性较差，处于欠稳定状态，失稳发生灾害的可能性较大。

该矿区有大小渣堆41处，有10处不稳定斜坡，造成地土地资源压占破坏28.6 hm²，为了防治渣堆边坡失稳引发和加剧地质灾害，同时避免废石流失，受雨水淋滤后污染水土，设计利用渣堆废石对露天采坑及地下开采采空区进行回填，剩余渣堆集中堆放至规划废石堆场，废石堆场原则上相对集中，且依自然山坡坡脚堆置，依坡就势分级放坡、整平压实，坡比按坡高不同采用 1:0.75-1:1.5 的坡比，在坡脚前缘利用挖机堆筑防洪挡渣墙，拦渣墙采用渣堆废石沿坡脚堆筑，顶宽1m，高2m，内外坡比均为1:1。在分级放坡的渣堆表层覆盖粗颗粒废石，减少扬尘及水土流失，渣堆植被依靠自然恢复。

现状地面塌陷面积为3.0hm²，针对该矿区塌陷现状，对塌陷区的治理采取废石填充，填充高度应高于原始地面2m 左右，同时在填充的时候采取边填边压的原则；在塌陷回填区坡脚一带采用大块石 砌筑干砌块石挡渣墙。露天采坑回填区植被依靠自然恢复。

治理工程量见下表2-4。

表2-4 前次地质灾害恢复治理主要工程量表

序号	治理项目	单位	数量	备注
一	采空区回填及渣堆整治	m ³	3438943.3	
1)	渣堆露天采坑及塌陷区回填	m ³	252947.93	露采剥离废渣，回填至露天采坑及处理塌陷区
2)	渣堆就地整形处理	m ³	2136258.3	为分散掘进废石，分布分散，运输困难，就近整形、整平处理
3)	渣堆井下采空区充填	m ³	1049737.1	选矿干磁选干排的细颗粒非磁性抛废，用于井下充填

5)	干堆块石拦石墙	m ³	17909.5	就近处理渣堆、矸石场、采坑回填区临沟坡脚机械堆石防洪、拦石墙
二	边坡、塌陷区监测点	个	16	在不稳定斜坡、采空塌陷区布置位移、视频监测点，包含人工监测、GPS 自动测、视频监控三种
三	边坡、塌陷区警示牌	个	16	在不稳定斜坡、采空塌陷区树立宣传警示牌，预防人员进入地质灾害隐患区

前次治理共投入资金3446.45万元，根据本次现场调查结果，原有不稳定斜坡已治理完毕，原有应拆建筑物已拆除，场地植被恢复、绿化效果较好，基本与原始地形地貌无差别。矿区已治理现状图2-13~2-18。



图 2-13 原有露天采坑部分回填影像图



图 2-14 原有露天采坑部分回填实拍图



图 2-15 井口围栏



图 2-16 采空区人工处置塌陷



图 2-17 整形处理后的废石渣堆



图 2-18 整形处理后的废石渣堆

3 矿区基础信息

3.1 矿区自然地理

3.1.1 气象

矿区地处甘肃省肃北蒙古族自治县北部马鬃山地区，属温带荒漠化干旱气候，常年干旱少雨，冬季严寒干燥，夏季高温炎热，昼夜温差大，蒸发量大，日照时间长。冬干冷，夏炎热、蒸发量大、多大风，每年 3~6 月为风季，风力可达 5 级以上，具有典型的大陆性气候特点。

区内年平均气温 8.8℃，极端最高气温是 42.8℃（1975年8月4 日），极端 最低温 -29.3℃（1958 年 1 月 13 日），年平均地面最高温度 27.5℃，地面极端 最高温度 64.1℃（1974 年），地面极端最低温度 -35.4℃。日照时数为 3193.2h，无霜期 128 天，年平均风速 3.0m/s。区内年降雨量 7.5—149.8mm，多年平均降 水量仅 85.2mm，降水量年际变化很大且年内分配不均，夏季 6—8 三个月降水量约占全年降水量的 59% 左右。多年平均蒸发量为 3072.9mm，是降水量的 36 倍，多年平均相对湿度为 42%（图 3-1）。大于 25mm 的大雨及暴雨的频率为 0.1—0.2 次/年。一日最大降水量 44.0mm；过程最大降水量 53.5mm（1977年6月 17 日— 23 日）。区内历年最大冻土深度为 224cm。区内无常年性地表径流。

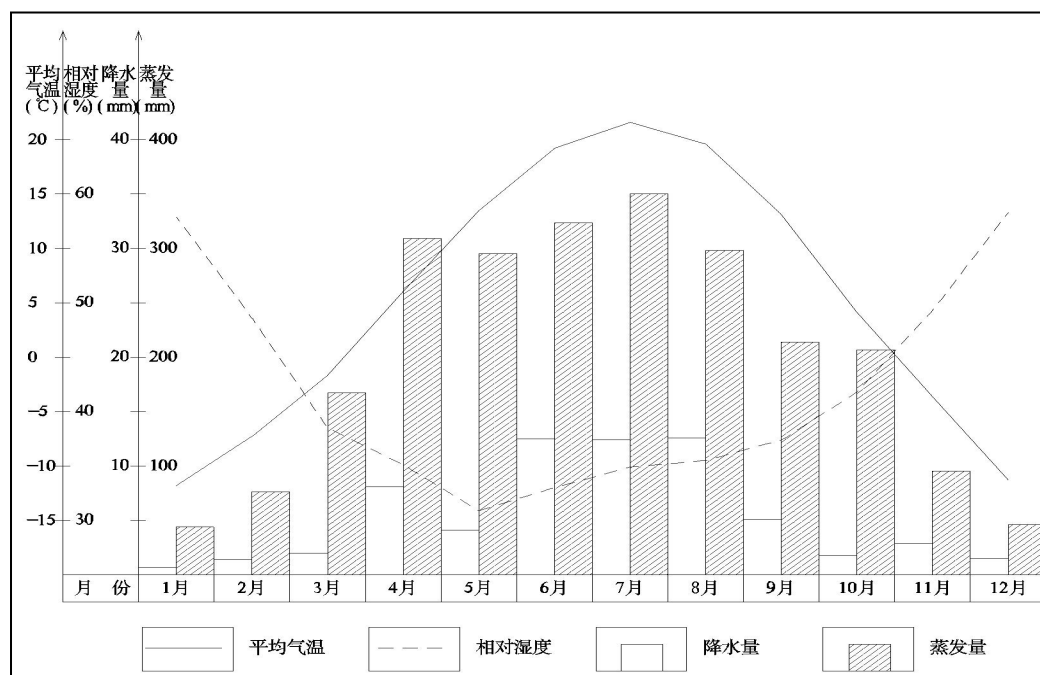


图 3-1 马鬃山多年月平均气温、相对湿度、降水量、蒸发量变化图

3.1.2 水文

矿区地处甘肃北山内陆沙漠气候区，干燥少雨，无常年地表水系，无地表径流，山间沟谷仅在暴雨后有短暂径流。根据矿区气象条件和矿山所处地形，矿山防御标准按矿山服务年限 20 年一遇最大降雨量汇水面积 0.53km^2 、洪峰流量 $2.5\text{m}^3/\text{s}$ 考虑。

3.1.3 地形地貌

矿区地处甘肃北山山系马鬃山山地七角井土石山区，属于根据地貌成因及其形态特征，矿区一带地貌为构造侵蚀基岩丘陵及低中山区地貌类型。受罗雅楚山背斜构造控制，矿区一带地处背斜核部，南北山体形态多为单斜山，北部山体北缓南陡、南部山体南缓北陡。矿区山脉走向近东西向，总地势东高西低，北高南低，海拔高程在 $2300\text{m}\sim 2500\text{m}$ 之间，最大相对高差 120m 左右。矿区范围内山势平缓，起伏较小（图3-2、3-3）。山顶浑圆，山脊多呈丘、梁状或羊背状，山间地形切割较为强烈，冲沟发育，沟谷开阔、宽缓，沟床宽度一般在 40—60m 之间，最宽处可达 150m，沟谷平均纵坡降 40—60‰ 之间。两侧山体基岩裸露，表层风化强烈，缓坡坡度一般 $15\text{—}25^\circ$ ，陡坡坡度一般 $30\text{—}40^\circ$ 局部大于 50° （图3-4）。

由于降雨稀少、风化剥蚀作用强烈，矿区地表稍高地带为裸露戈壁，冲沟及低洼地带为薄层砂砾覆盖，稀疏发育低矮旱生植被（图3-5）。



图 3-2 矿区及北部单斜中山地貌



图 3-3 矿区低山地貌



图 3-4 矿区南部单斜中山地貌



图 3-5 矿区低山地貌

3.1.4 植被

矿区地处基岩山地及荒漠戈壁，天然植被因受土质、气候、降雨等条件的影响，以戈壁荒漠植被为主，主要有野荒茅头、骆驼刺、蒿子、芨芨草、梭梭等植物，植被稀疏且分布不均，山坡阴坡缓坡坡脚及冲沟地带植被覆盖率一般在 6% 左右，基岩山区及阳坡地带大部分为不毛之地，总体植被覆盖率小于3%。见图3-6。



图3-6 矿区植被

3.1.5 土壤

矿区地处基岩山区及荒漠戈壁，土壤属于荒漠区砂质土壤，成土母质为风积物、洪积冲积物和残积坡积物等，主要剖面特征为土壤质地粗糙疏松干燥，结构性差，成分多为砂砾质、粗砾质和砂壤质，土壤有机质少，PH值8.5—9.5。土层薄，最大厚度仅为23cm。

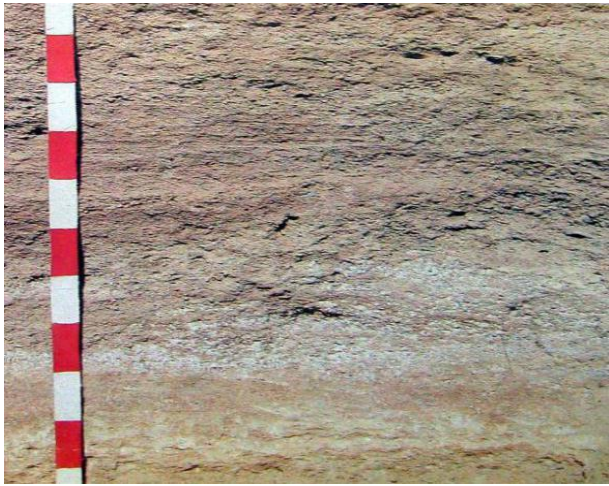


图 3-7 棕漠土剖面



图 3-8 风沙土剖面

3.2 矿区地质环境背景

矿区大地构造位置位于塔里木板块、北山古生代褶皱带，星星峡—天仓加里东隆起板内早古生代方山口—双鹰山裂谷系。地层区划隶属塔里木—南疆地层大区，中天山—北山地层分区，马鬃山地层小区。矿区地质地形图见图3-9。

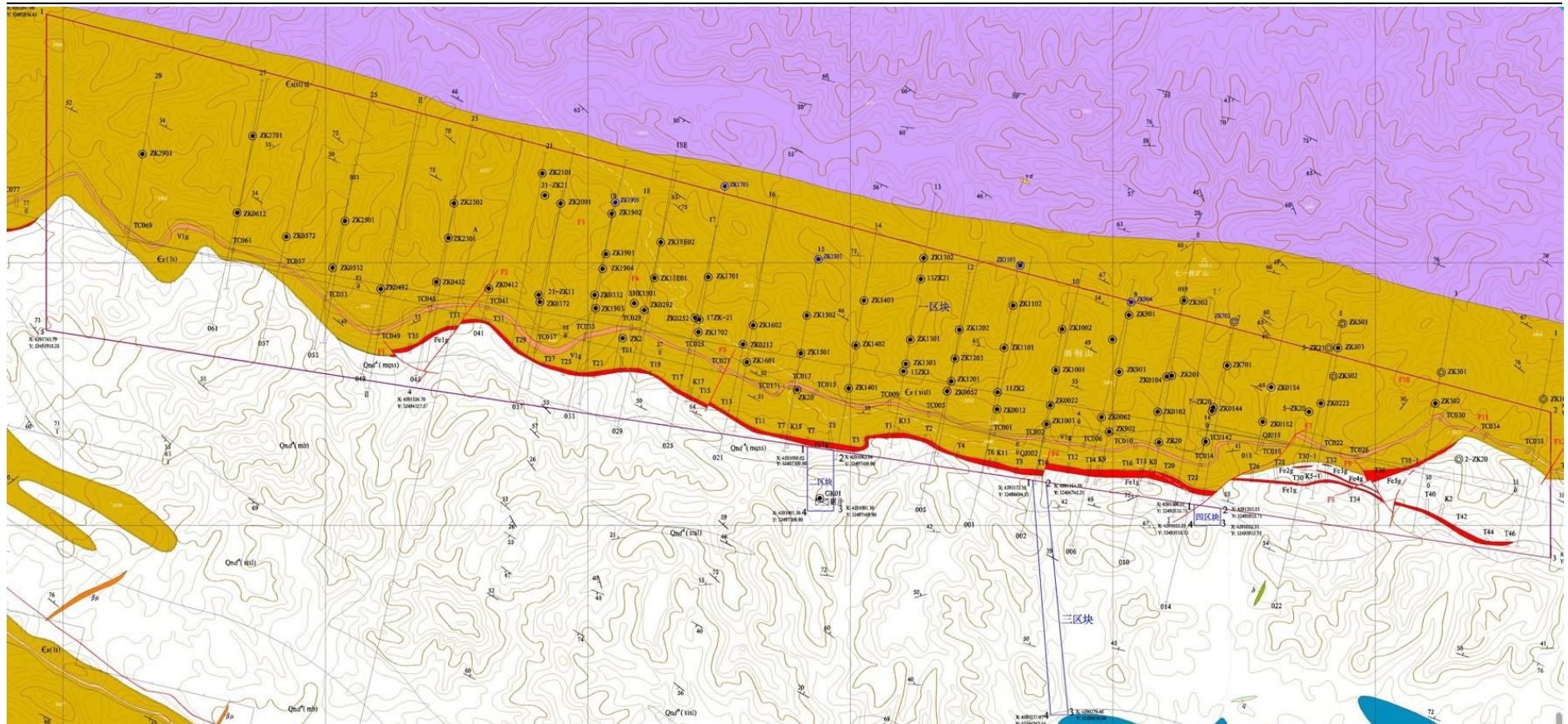


图 3-9 矿区地质地形图

3.2.1 地层岩性

矿区内出露地层由老到新依次为青白口系大豁落山组第四岩段（Qnd⁴）、寒武系西双鹰山组（ ϵ_x ）、奥陶系罗雅楚山组下岩段（OI'）及第四系全新统（Qh）。矿区地层具体特征如下：

1、青白口系大豁落山组第四岩段（Qnd⁴）

矿区大面积出露，分布在矿区中东部及西南部，呈近东西向展布。该岩层厚度 410m~1040m，厚度变化大，其在矿区中西端靠近背斜转折端部位厚度为 410m，在矿区中部达 750m，在矿区东部厚度为 1040m，空间分布上由西向东呈现出逐渐增厚的变化特征。在矿区中部有少部分被第四系覆盖，西南部被加里东晚期花岗闪长岩（ $\gamma\delta_3$ ）侵位吞蚀，留有少量的残余地层。

该套地层大致可划分为三层。底部为一套深色大理岩，主要由薄层状深灰色大理岩、含碳大理岩、硅化大理岩及透闪石化大理岩组成，厚度约 72m~450m。中部为一套青灰色大理岩，主要由青灰色条带状大理岩、薄层状大理岩及透闪石大理岩组成，局部夹泥硅质板岩、粉砂质板岩，厚度约 350m~610m。顶部主要为一套碎屑岩，由石英千枚岩、粉砂质板岩、含铁石英岩夹石英透闪岩及透闪石岩组成，厚度约 61m~69m；七角井子铁矿赋存在该层顶部的含铁石英岩中，矿体厚度约 12m~35m，分布在矿区 185 线~034 线之间，矿化较均匀，延伸基本稳定，金属矿物主要为磁铁矿，TFe 品位一般在 10%~40%，TFe 平均品位约 30%。

2、寒武系西双鹰山组（ ϵ_x ）

主要分布于矿区北部、北西部及西南部，岩层呈“ ϵ ”形不规则带状展布，其与下伏大豁落山组呈角度不整合接触关系。磷、钒矿体主要赋存于该组地层的黑色碳质板岩中，其与下伏大豁落山组的铁矿层在空间分布上呈大致平行展布关系，地表出露相距约 50m~100m。

该套地层由下往上可划分为四层。底部为砾状灰岩、粒屑灰岩夹碳泥质板岩及粉砂质板岩，厚度约 18m~69m，矿区 0 线中部岩层厚度较大，含碳泥质板岩与粉砂质板岩夹层，向其两侧岩层厚度逐渐变小，岩性主要为粒屑灰岩，在粒屑灰岩顶部的局部地段含厚度 0.2m~0.4m 的结核状碳酸质磷块岩。

中间自下而上依次为碳质板岩、硅质板岩，其中碳质板岩为主要的含钒矿层位，其底部也是主要的含磷矿层位，构成在空间上具上钒下磷的分布特征，岩层厚度约 0.59m~

23.60m，其在褶皱北翼（0线）厚度较大，一般在3.59m~13.26m之间，少部分地段在17.02m~23.60m之间，而自034线向东岩层厚度变小，约0.94m~1.57m，呈尖灭趋势；褶皱核部（1线）厚度相对稳定，约2.80m~6.74m；褶皱南翼（3线、5线）厚度约2.69m~6.74m，并随次级向斜的展布向南西端逐渐变小，且被后期花岗闪长岩吞蚀。硅质板岩为钒矿的找矿标志层，其底部见碳质条带、碳质结核、磷块岩结核不均匀分布，厚度稳定，约9.87m~12.92m，形成正地形。

顶部为一套碎屑岩系，主要由粉砂质板岩夹变细粒石英砂岩、变粉砂岩组成，厚度大于690m，其内局部地段发育次一级小型的背、向形褶皱。

3、奥陶系罗雅楚山组下岩段（ O_1' ）

主要分布在矿区北部，为灰黑色变质含碳硅质细粒石英砂岩夹数层厚层含砾粗粒石英岩。

4、第四系全新统（ Q_h ）

主要分布于矿区中部，为疏松的砂、砾石、砂土及碎石层，厚度一般不大于5m。

3.2.2 地质构造

本区地处塔里木板块东北边缘，属塔里木板块、中朝板块与西伯利亚板块的交汇部位，是多期板块拼裂而形成的复杂造山带，具多旋回复合造山的特点。区内岩浆活动频繁，规模较大，构造活动强烈。

3.2.2.1 构造

矿区构造比较简单，以褶皱为主。发育有七角井复式背斜及七角井南向斜，断层较少，仅发育有四条平移断层和两条逆断层。

七角井复式背斜：分布于矿区北西部，走向 $280^\circ \sim 301^\circ$ ，向北西倾伏，东南方向开阔。核部地层为青白口系大豁落山组（ Q_{nd} ），两翼地层为寒武系西双鹰山组（ $\in x$ ）。北翼倾角较缓，约 $26^\circ \sim 47^\circ$ ；南翼倾角较陡，约 $56^\circ \sim 80^\circ$ 。在褶皱轴部及两翼发育有次一级的背斜和向斜构造。

七角井南向斜：发育在矿区南西部3基线和5基线，走向 $287^\circ \sim 293^\circ$ ，核部地层为寒武系西双鹰山组（ $\in x$ ），两翼地层为青白口系大豁落山组（ Q_{nd} ）。向斜向北西倾伏，北翼与七角井复背斜南翼相连，南翼在矿区南西部被花岗闪长岩侵入（ $\gamma \delta_4^2$ ）。

断层：矿区断层不发育，由西向东发育四条平移断层(F1—F4)，由南向北发育两条逆断层(F5—F6)。

F1 断层：位于矿区北矿带中部，走向 15° ，长约 230m，为左行平移断层，使①号钒矿体在南北方向错动了 5m—10m，对矿体的连续性破坏不大。

F2 断层：位于矿区北矿带中东部，北端走向 40° ，南端走向 45° ，长约 600m，为左行平移断层。

F3 断层：位于矿区北矿带中东部，走向 30° ，长约 110m，断距约 10m，为右行平移断层。

F4 断层：位于矿区北矿带东部，走向 55° ，长约 180m，断距约 10m，为右行平移断层。

F5 断层：位于矿区中北部，走向 270° ，长约 400m，局部发育 1m—2m 的破碎蚀变带，为推测逆断层。

F6 断层：位于矿区南西部，走向 292° — 310° ，长约 5700m，局部发育 0.5m—1m 的破碎蚀变带，倾角较陡，为逆冲断层。

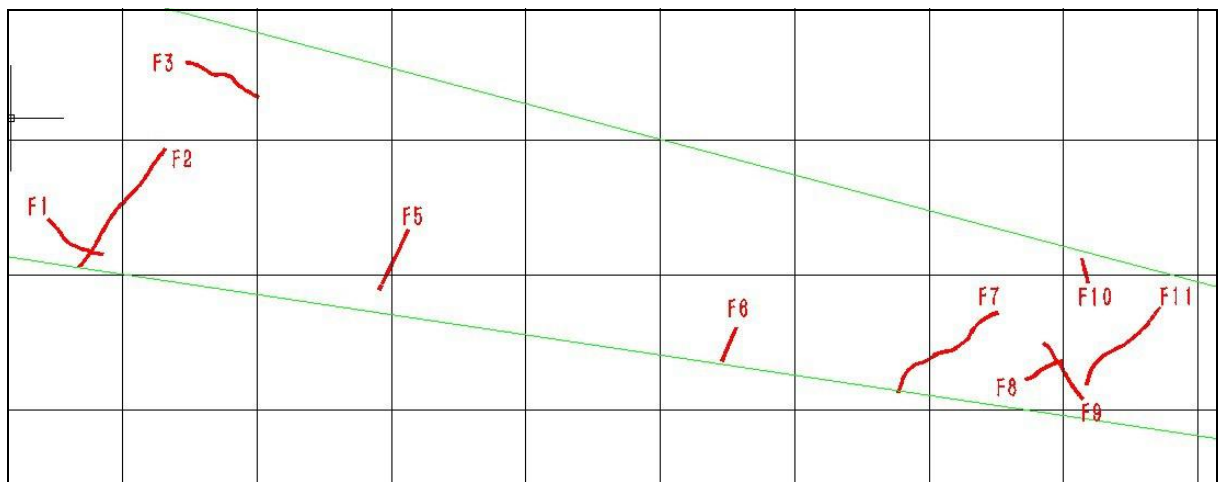


图 3-10

矿区地质构造纲要图

3.2.2.2 岩浆岩

区内岩浆活动较强烈，以侵入岩为主。区内侵入岩主要为加里东晚期侵入岩及华力西中期侵入岩；脉岩分布于矿区南西部、东北部及中东部。

加里东晚期侵入岩：分布于矿区南西及南东部，侵入于青白口系大豁落山组第四岩段（ Qnd^4 ）和寒武系西双鹰山组（ ϵ_x ）中，岩性主要为花岗岩（ γ^3 ）、花岗闪长岩（ $\gamma\delta^3$ ）和闪长岩（ δ^3 ）。

华力西中期侵入岩：分布于矿区北东部，侵入于寒武系双鹰山组（ ϵ_x ）中，岩性主要为花岗闪长岩（ $\gamma\delta^2$ ）。

脉岩：区内不同期次岩脉较发育，走向近南西—北东向，少部分近东西向，脉宽 2m~40m，长 50m~970m，主要包括辉绿岩脉、闪长岩脉、石英脉、花岗闪长岩脉等。

3.2.2.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2019）查得矿区抗震设防烈度为VII度第一组，设计基本地震加速度值为 0.10g，地震动加速度反应谱特征周期 0.4s。

3.2.2.4 新构造运动

七角井钒铁矿地处北山地区，地块稳定性好，矿区及附近地区地震活动不频繁且震级较小，未发现活动性断裂存在，环境地质稳定性较好。

3.2.3 水文地质

3.2.3.1 水文地质条件概述

矿区地处甘肃北山，海拔 2300m—2500m，属低中山区，山势走向近东西向，总体显示出北高南低的地形地貌特征，沟谷较发育，但地表无常年水体，仅在雨季有暂时性地表洪流，对矿床的开采可能造成威胁。矿区大部分矿体位于侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水。

3.2.3.2 地下水类型及特征

矿区地下水主要有第四系松散岩类孔隙潜水、基岩裂隙水、碳酸盐岩裂隙溶隙水三种类型。

第四系松散岩类孔隙潜水：分布于矿区内现代冲沟及矿区南侧的第四系沙滩中，含水层为砂砾、碎石，厚度一般 1m~3m，水位埋深一般小于 2m。地下水主要来源于大气降水及周围山区暂时性雨洪的补给，局部地段储存暂时性地下水。水量贫乏，单井涌水量可分为两个等级：10~100m³/d，小于 10m³/d。水质较差，矿化度 1.60~1.96g/l，属微咸水。

基岩裂隙潜水：主要赋存于青白口系大豁落山群和寒武系西双鹰山组中。据矿区钻探、坑探工程揭露，矿区岩石次级节理、裂隙发育，利于地下水的渗流富集，但由于本区地下水来源主要是大气降水，降雨量稀少、蒸发量大、岩石泥质成分含量高而使张性裂隙、节理大为减少或堵塞，地下水补给条件较差。水位埋深因地而异，在地形低洼处大约小于 5m。水量中等一贫乏，单井涌水量一般 $10\sim 100\text{m}^3/\text{d}$ 。水质相对较好，矿化度 $1.2\sim 2.0\text{g/l}$ ，属微咸水。

碳酸盐岩裂隙溶隙水：分布在青白口系大豁落山群底部为一套深色大理岩和寒武系西双鹰山组中的底部为砾状灰岩、粒屑灰岩中。一般水位埋深变化较大，分布极不均匀，水量中等一贫乏，单井涌水量一般 $10\sim 100\text{m}^3/\text{d}$ ，主要富集于地形低洼部位。水质较好，矿化度一般小于 3.0g/l ，属微咸水。

3.2.3.3 地下水补给、径流及排泄

区内无常年地表水系，大气降水是该区地下水的唯一来源，而第四系松散堆积物为降水的渗入创造了有利的条件。但因矿区较大的坡降，降水量稀少且以暴雨形式降落，大部分降雨形成沟谷洪流短时间内排出区外，只有少部分渗入地下，但由于蒸发量大，补给地下水的水源少之又少。

地下水的流向依据区域水文资料推测与地面水的流向一致，自北东向南西径流。矿区内无地下水天然露头，地下水径流至矿区外围渗入第四系松散堆积层内。

3.2.3.4 矿床充水因素及冲水方式

矿床主要充水因素为围岩中赋存的裂隙水，特别是与构造有关的脉状裂隙水，主要以消耗地下水静储量为主，矿坑充水主要以渗入的形式出现。

矿区内沟谷发育，以暴雨形式的降水短时间内汇集于沟谷内泄下，形成很大的瞬时洪流量，沟谷与矿床一旦有导水的通道，井巷工程通过时洪水将会溃入井下，应加以必要的防范。

3.2.3.5 矿区涌水量预测

由于矿区已生产开拓多年，采用集中排水方式，涌水通过（渗水井、水沟）等渠道收集至2020m中央水仓，一部分直接输送至各生产作业面，剩余部分通过3台MD280—65*7型卧泵送至地表副井中转水池，涌水量约 $2000\text{m}^3/\text{d}$ （ $Q_{\text{实际}}$ ）。

本次按照深部开采1600m深度进行矿坑涌水量预测。

矿体赋存于碳质板岩中，矿床属以裂隙充水为主的矿床，地下水类型为基岩裂隙水。本次仅依据基岩裂隙水参数对矿坑涌水量进行预测。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，采用水平廊道法公式（式3-1、式3-2、式3-3），对矿坑涌水量进行理论计算，并利用实际排水量对理论计算值进行数学校正。

$$\text{计算公式为: } Q_{\text{理论}} = \frac{BK(2H - S_{\text{max}}) S_{\text{max}}}{R} \quad (\text{式 3-1})$$

$$R = 2S\sqrt{HK} \quad (\text{式 3-2})$$

$$Q_{\text{排}} = Q_{\text{实际}} + Q_{\text{理论}} \quad (\text{式3-3})$$

式中： $Q_{\text{理论}}$ —计算的矿坑涌水量（ m^3/d ）；

K —渗透系数（ m/d ），根据矿区SHK1801钻孔抽水试验资料取计算值0.004 m/d ；

H —含水层厚度（ m ），取目前开采标高（2020 m ）与深部开采标高（1700 m ）之差， $H=320\text{m}$ ；

S_{max} —最大疏干水位降深（ m ），取目前开采地段内平均静止水位高程与深部开采水平高程之差， $S_{\text{max}}=320\text{m}$ ；

R —影响半径（ m ），采用（式3—2）计算，取值 $R=1088.76\text{m}$ ；

B —廊道水平长度，初步设计7线—19线，全长2420 m 。

矿坑地下水涌水量具体计算结果详见表3-1：

表3-1 矿坑地下涌水量计算表

$K(\text{m}/\text{d})$	$H(\text{m})$	$S_{\text{max}}(\text{m})$	$R(\text{m})$	$Q_{\text{理论}}(\text{m}^3/\text{d})$	$Q_{\text{实际}}(\text{m}^3/\text{d})$	$Q_{\text{排}}(\text{m}^3/\text{d})$
0.004	320.00	320.00	1088.76	1568.35	2000	3568.35

利用式 3-3 计算，水位降至深部开采水平含水层底板（1600 m 标高），矿坑正常涌水量为 2000 m^3/d ，最大涌水量为 3568.35 m^3/d 。

3.2.3.6 水文地质勘查类型划分

根据矿床主要充水含水层及其空间分布特征，本矿床为基岩裂隙水充水为主的矿床。按矿体与主要充水含水层的空间关系，矿区大部分地段为顶板间接充水的矿床，矿床主要充水含水层位于矿层之上，矿层与主要充水含水层之间局部有弱透土层，基岩裂

隙水通过顶板薄弱地段、构造破碎带、弱透水层进入矿坑。

矿区侵蚀基准面以下的矿体，为直接充水的矿床，该矿床段主要含水层为基岩裂隙水和断裂带裂隙水，以基岩裂隙水充水为主的矿床，地下水富水性较弱，降水或疏干矿层区段地下水有可能产生局部破碎带塌陷。

总体来讲，矿区属水文地质条件简单的矿床。

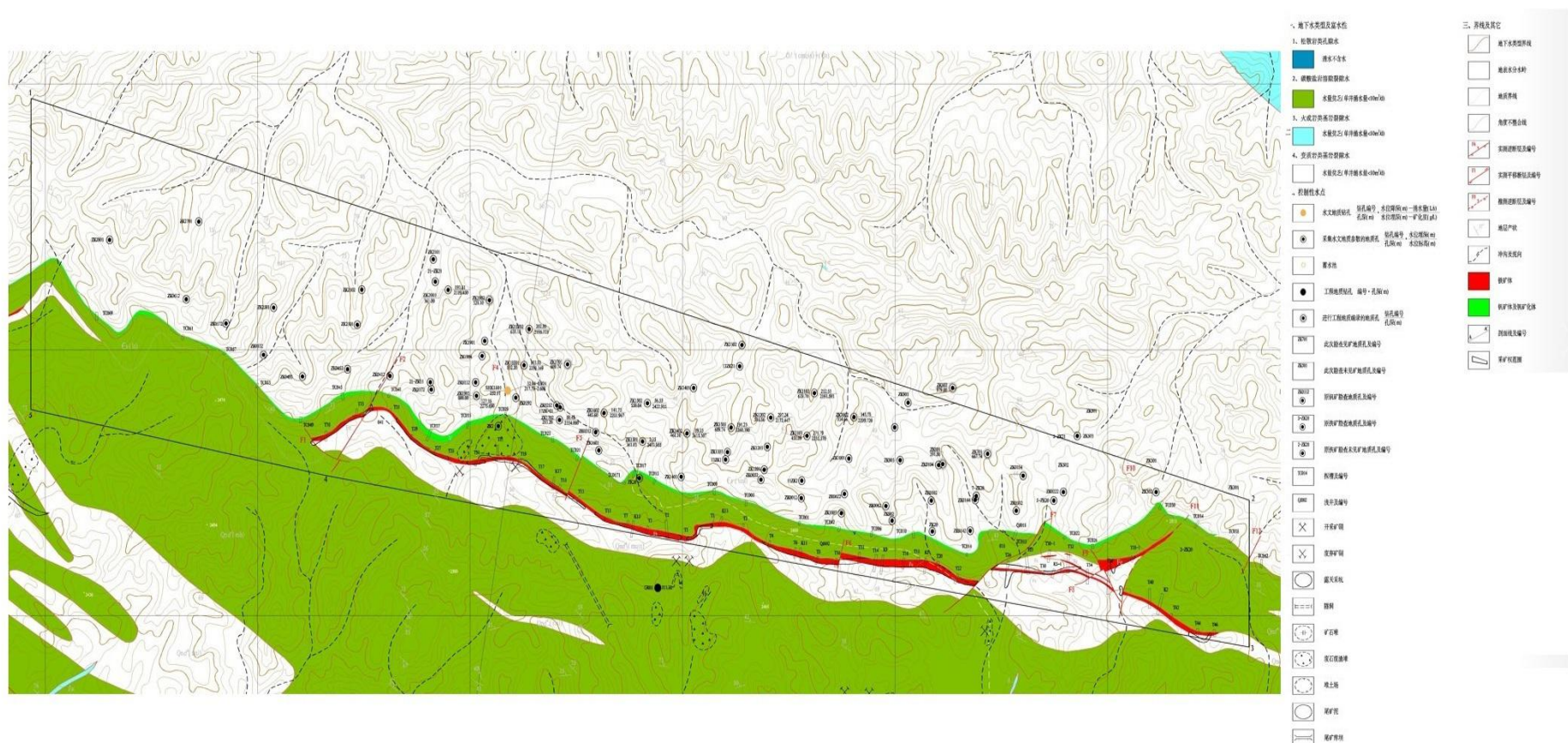
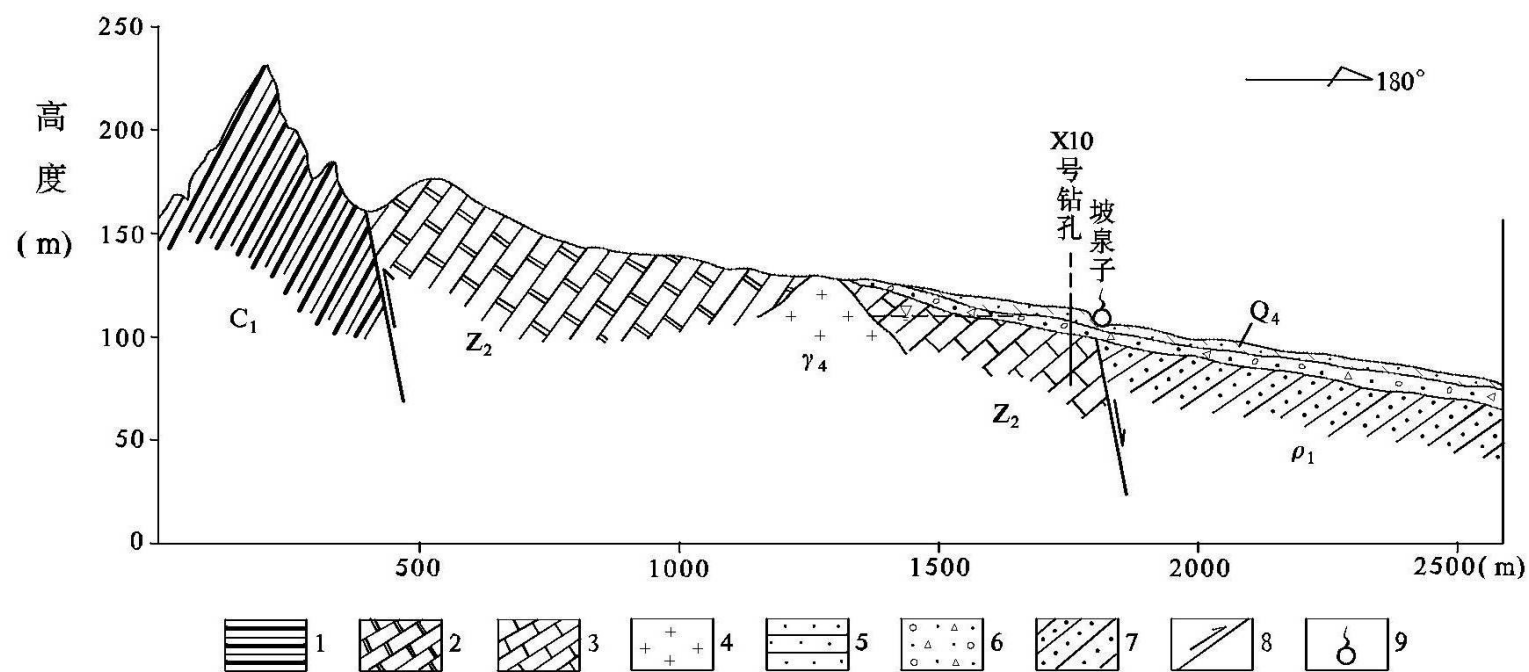


图 3-11 矿区水文地质平面图



1—板岩；2—白云质灰岩；3—灰岩；4—花岗岩；5—砂岩；6—砂砾(碎)石；7—亚砂土；8—断层；9—上升泉

图 3-12 水文地质剖面图

3.2.4 工程地质

3.2.4.1 工程地质岩组划分

根据岩体强度、岩体结构、岩体性质等特征，将区内岩体工程地质类型划分为六个工程地质岩组，分别为中密—稍密碎石土工程地质岩组、坚硬—较坚硬花岗岩、闪长岩工程地质岩组、较坚硬碳酸盐岩类工程地质岩组、坚硬—较坚硬板岩工程地质岩组、软弱板岩工程地质岩组、坚硬—较坚硬大理岩工程地质岩组。

中密—稍密碎石土工程地质岩组：岩性单一，主要为 Q_{h1}^{apl} 冲洪积砂碎石，中密—稍密，分布不稳定，厚度变化大，山间沟谷厚度一般为 1~3m，山前冲洪积平原厚度达 5m 以上，碎石颗粒级配良好、分选性差、力学性质中等。干燥，无潜水分布，植被发育一般，属透水不含水地段。

坚硬—较坚硬花岗岩、闪长岩工程地质岩组：岩性主要为花岗闪长岩、闪长岩、花岗岩及侵入脉岩，岩石坚硬—半坚硬，质量好。岩体完整，整体呈块状结构，构造变形轻微、稳定，以 IV、V 级结构面为主，III 级结构面少见，面多闭合或附薄膜。岩体强度中等，单轴抗压强度一般 30—60MPa，力学性质好，软化性较弱。

较坚硬碳酸盐岩类工程地质岩组：岩性主要为粒状灰岩、结晶灰岩、细晶灰岩，岩石较坚硬，质量较好，岩体较完整，块状结构，构造变形轻微，基本稳定，以 IV、V 级结构面为主，II、III 级结构面少见，面多闭合或附薄膜。岩体强度中等，单轴抗压强度一般 30—60MPa，力学性质好，软化性较强。

坚硬—较坚硬板岩工程地质岩组：岩性主要为砂质板岩、硅质板岩、变砂岩、变石英砂岩及铁矿体。板理、劈理发育，岩石坚硬—较坚硬。岩体较完整，构造变形轻微，薄层状结构，块状结构。以 III、IV 级结构面为主，结构面多闭合。岩体力学性质较好，强度中等，单轴抗压强度一般 30—60MPa，软化性较强。

软弱板岩工程地质岩组：岩性主要为含碳泥质板岩、钒矿体及钒矿化体，岩石软弱，质量中等—劣。岩体完整性差，构造变形强烈，薄层状结构。以 III、IV 级结构面为主，结构面多闭合。岩体力学性质差，强度低，单轴抗压强度 20—40MPa，软化性强。

坚硬—较坚硬大理岩工程地质岩组：岩性主要为一套大理岩，包括白云石大理岩、条带状大理岩、角砾状大理岩、含碳大理岩、透闪石大理岩等，层理、节理发育，岩石坚硬—较坚硬。岩体完整—较完整，构造变形轻微，块状及层状结构。以 IV、V 级结构

面为主，存在层间小错动，结构面多为碳酸盐薄膜及硅质物充填。岩体力学性质较较好，强度高，单轴抗压强度一般 30—90MPa，软化性较强。

根据钻孔工程地质编录和岩矿石物理力学试验资料综合分析，矿区铁矿及矾矿围岩岩石总体致密，性脆，坚硬—较坚硬，整体力学强度较高。岩石质量中等—优良，中等完整—完整。但受浅部风化裂隙、蚀变和构造断裂的影响，岩石强度有所降低。岩体具整体块状结构或层状结构，构造变形轻—中等，岩体质量中等—优良。但钒矿体及围岩碳质板岩，岩石较软弱，属较软岩，岩石力学性质较差，完整性较差。局部存在软弱夹层及小断裂等，一般发育规模小，对岩石整体性破坏小。

3.2.4.2 矿区工程地质评价

矿区地层岩性较简单，地质构造发育，岩石整体强度高，稳定性好。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。因此，确定矿区工程地质条件为中等。

3.2.5 矿体地质特征

(1) 铁矿

矿区共圈定铁矿体 2 条，编号分别为 Fe1 和 Fe2，矿体顶底板围岩均为含磁铁矿透闪石岩，矿体特征简述如下。

Fe1 矿体：分布于 24—2 勘探线间，核实范围内矿体走向长度约 4131m，赋存标高地表—1700m，总体走向约 $300^{\circ} \sim 350^{\circ}$ ，倾向北，倾角 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，呈层状产出，沿走向延伸稳定，矿体沿走向呈波状弯曲，矿体厚度 10~30m，平均厚度 14.04m，矿体最大延深约 850m（13 勘探线处），TFe 平均品位 30.40%。

Fe2 矿体：与 Fe1 矿体平行产出，主要出露于东部 5 勘探线附近，地表由 T30-1、T32、T34、T36、及 T38-1 等槽探工程控制，呈透镜状产出，走向长度约 240m，矿体平均厚度 4.92，TFe 平均品位 29.89%。

(2) 钒矿

矿区共圈定钒矿体 2 条，编号分别为①和②，②号矿体位于采矿权范围以外，区内钒矿体顶板围岩主要为硅质板岩，底板围岩主要为粒屑灰岩，局部地段矿体与灰岩间夹薄层含碳泥质板岩。矿体特征简述如下。

①号矿体：分布于矿区复式背斜的北翼及褶皱的转折端，矿体走向长度约 6300m，赋存标高地表—2080m，总体走向约 110° ，倾向北，倾角 $30^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ，呈层状产出，沿走向延伸稳定，产状变化较大，矿体沿走向呈波状弯曲，单工程矿体厚度 1.64~31.91m，平均厚度 10.83m； V_2O_5 品位 0.39~1.15%，平均品位 0.92%。

②号矿体：分布在 074 线，矿体长 256m，厚度为 1.23m，平均品位 V_2O_5 为 0.386%，为与①号钒矿体处于同一个赋矿岩层的矿权范围以外的低品位钒矿体。该矿体向东西两侧含钒赋矿层位（碳质板岩）仍然稳定，但其厚度变小，地表含 V_2O_5 较低，一般 V_2O_5 含量在 0.008%—0.203%间，矿层与围岩界线依据样品分析结果而定。

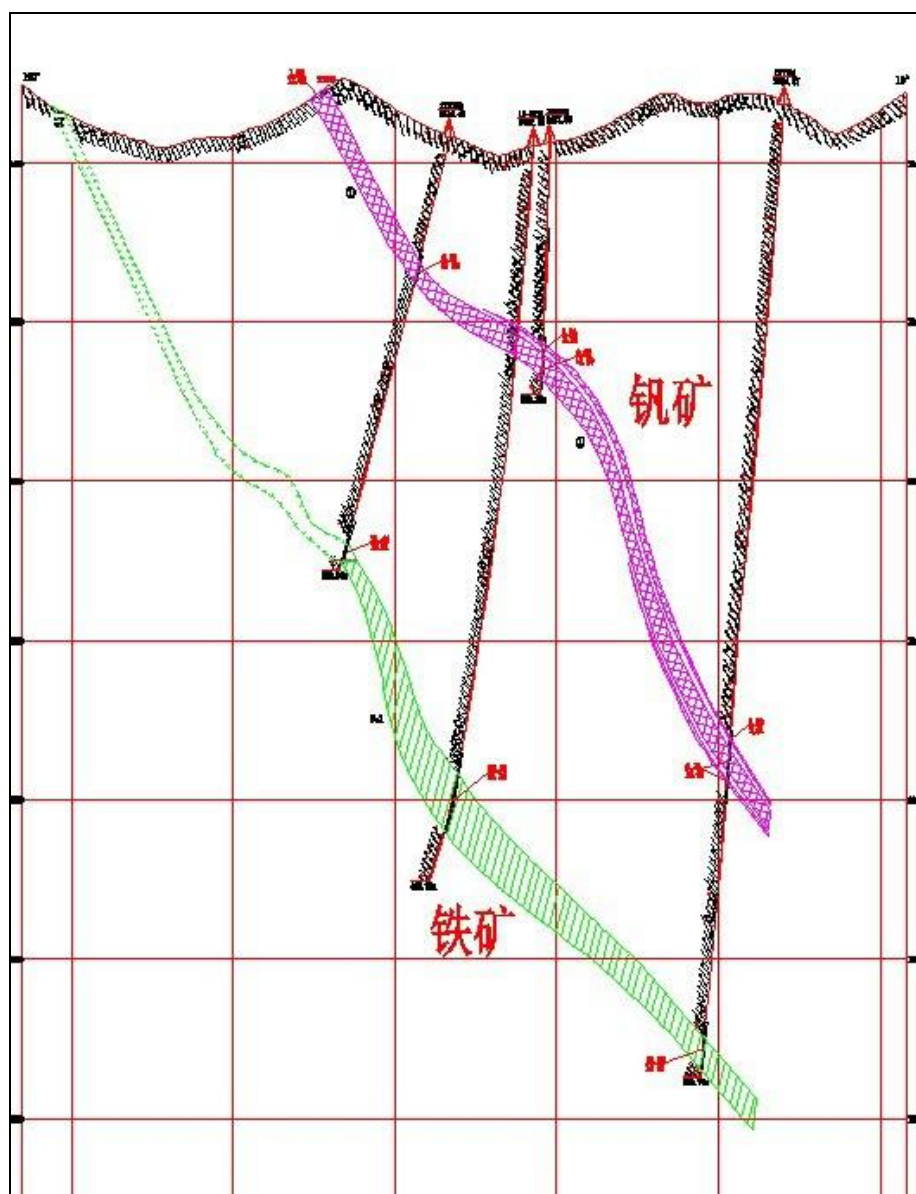


图 3-13 17 勘探线地质剖面图

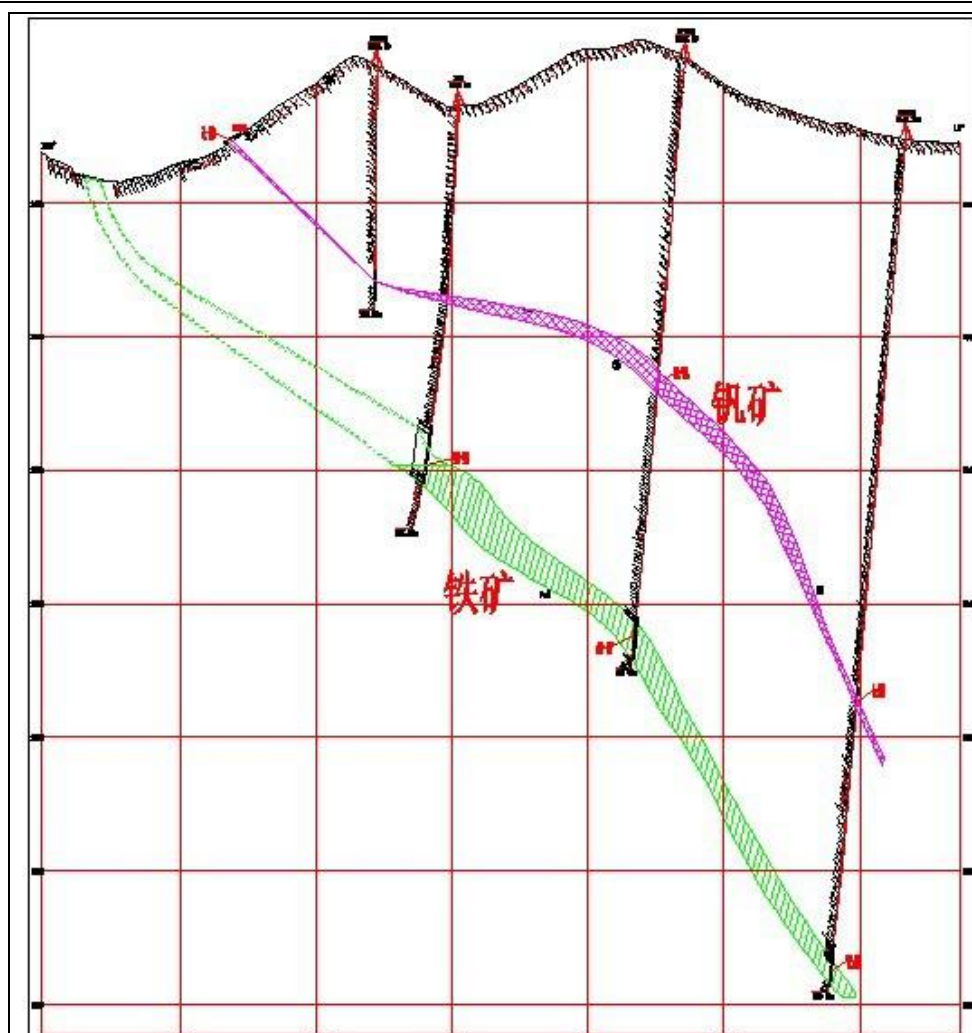


图 3-14 11 勘探线地质剖面图

3.3 社会经济概况

肃北蒙古族自治县，酒泉市下辖自治县，位于甘肃省西北部，河西走廊西端南北两侧，县域分南山和北山两个不相连的区域，总面积 66748 平方公里，周边与一个国家、三个省三个县市接壤。下辖 2 个镇、2 个乡，其中蒙古族 4446 人，占 37.9%。2016 年末全县户籍人口 12083 人。

肃北县南北自然环境差异极大，南山地区南部祁连山区平均海拔 3500m 以上，团结峰海拔 5826.8m，为甘肃省最高峰；山麓为沙砾戈壁倾斜高平原区。北山地区为中低山和残丘地貌，戈壁广布。旅游景点有党河峡谷、透明梦柯冰川、盐池湾国家级自然保护区、肃北人民公园、五个庙石窟等。

治理区所在的马鬃山镇是甘肃省酒泉市肃北蒙古族自治县所属的副县级镇，是甘肃省唯一的边防地区和边境贸易口岸。位于酒泉市瓜州县和玉门市以北，属于肃北蒙古族

自治县的飞地，面积 31630 平方公里，相当于全县的一半，略小于海南省。该镇共辖 5 个行政村，326 户牧民，总人口 1845 人。马鬃山镇有较大规模的企业群。境内有七角井、五峰山、大红山、狼娃山、南金山、四六 0、金庙沟等多家以矿产资源开采、加工为主的企业。

马鬃山镇工业园区是肃北蒙古族自治县全面实施“工业强县”战略，推动县域经济快速发展，在原工业区的基础上投资建设的高标准新型工业园区。规划总面积 5.8 平方公里，分矿产工业、草畜产业、农副产品、冶炼工业、高新技术等多个功能区。园区在改善投资环境、扩大招商引资、转化资源优势、促进项目建设和县域经济发展中显示了强劲的吸引力和带动力，已成为加快该县乡镇企业、中小企业发展的重要平台和示范基地。经过建设，园区设施建设累计投入资金 42000 万元，基础条件日趋完善，基本实现了建设目标。马鬃山镇工业园区的建设从整体上提升了肃北蒙古族自治县乡镇企业、中小企业的产业聚集效应、投资效益和发展水平。

矿山一带及周边无常住居民，仅有少数蒙古族牧民夏、秋、冬三季游牧。矿区经济落后，无农业，无居民，牧业也不发达，主要养殖羊、骆驼。一切生产、生活物资需从酒泉、敦煌、瓜州县柳园镇等地供给。

近年来，七角井、沙井子等地开采铁、钒矿石。人类工程经济活动主要是矿山探矿活动，对地质环境的影响具体表现在探矿修路、开挖探槽、井巷开拓、选矿厂、尾矿库建设对环境的破坏。探矿过程中对地质环境的扰动小，对环境的影响程度弱。采矿过程中对地质环境的扰动大，对环境的影响程度高。

3.4 矿区土地利用现状

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，矿山地质环境保护与土地复垦方案涉及的范围包括采矿权登记范围和采矿活动可能影响的范围，根据此原则，项目评估区总面积 22.8389km²，采矿权范围面积 5.1373km²，矿山建设过程中不存在占用基本农田的情况，项目评估区土地利用类型现状详见表 3-2，采矿权范围内土地利用类型现状见表 3-3。矿山已办理了相关用地手续，土地权属为马鬃山镇，属国有土地。

表3-2 评估区土地利用现状

一级类型	二级类型	第三次全国土地调查 土地分类图式、图例、色标	面积	百分比	权属
			km ²	%	
草地	其他草地	0404	4.3201	18.92	马鬃山镇
工矿用地	采矿用地	0602	3.0437	13.33	马鬃山镇

交通运输用地	农村道路	1006	0.1542	0.68	马鬃山镇
其他土地	裸岩石砾地	1207	15.3209	67.08	马鬃山镇
合计			22.8389	100.00	

表3-3

矿权范围内土地利用现状

一级类型	二级类型	第三次全国土地调查 土地分类图式、图例、色标	面积	百分比	权属
			km ²	%	
草地	其他草地	0404	0.9907	19.28	马鬃山镇
工矿用地	采矿用地	0602	0.3367	6.55	马鬃山镇
其他土地	裸岩石砾地	1207	3.8099	74.16	马鬃山镇
合计			5.1373	100.00	

3.5 矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区地处北山戈壁荒漠区，矿区及周边无常住人口，矿山及周边的人类工程活动主要为矿业活动及与采矿活动有关的工程建设、工业园区建设等。

肃北县境内尤其是北山地区钒、铁矿资源丰富，有大红山、狼娃山、长流水、七角井等钒、铁矿点。先后引进西宁特钢、哈密长城实业、博伦矿业有限责任公司，开发建设大红山铁矿、七角井钒铁、长流水铁采选厂。矿山开采采用无轨斜坡道开拓，沿走向全面崩落法开采。选矿采用先进的三段一闭路破碎、预选抛尾，三段磨矿、细筛旋流器分级、三段脱泥、三次弱磁选工艺流程和电脑监控系统。选矿区办公生活区域，食堂、澡堂、饮水设施、供暖设施、生活办公用房、道路、绿化带、文化设施都建成投入使用。为了解决矿区、选厂用水、用电问题，从柳园架设了68公里110千伏的高压输电线路，建设了相关的输配电设施。矿山建18级泵站，从126公里的疏勒河双塔水库逐级引水至矿区。在矿区西北侧，为肃北县七角井工业园区，主要也是围绕矿业开采及服务进行的工程建设及道路建设。

总体而言，区内人类活动对地质环境影响程度强烈。目前，区内除矿山自有工程活动外，无其他重大工程活动。

3.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

3.6.1 矿山地质环境治理与土地复垦案例

矿山为生产矿山，其钒矿尚未开采，铁矿经过几十年的开采，形成了大小41处废土石堆场，产生了较多的地质环境问题，对当地的环境造成了较严重的影响。

为实现矿山地质环境的有效保护与恢复治理，使矿山企业在开发矿产资源的同时合理用地、防止水土流失、恢复生态环境，肃北县博伦矿业开发有限责任公司在2018年

委托甘肃水文地质工程地质勘察院进行了地质环境恢复治理和土地复垦的方案编制工作，在接受委托后于 2018 年 8 月编制提交了《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》。方案编制以后，矿山先后投入资金约 3446.45 万元，对部分采坑及废石渣堆进行了治理，取得了一定的效果。

3.6.2 周边矿山地质环境治理与土地复垦案例

七角井钒及铁矿矿区距肃北德泰矿业开发有限责任公司狼娃山铁矿约 120km，两矿地形地貌及建设条件类似，可将《肃北德泰矿业开发有限责任公司狼娃山铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“肃北狼娃山铁矿”）作为对比项目。

“肃北狼娃山铁矿”属已建矿山，矿区面积 16.2437km²，矿山设计开采能力 360×10⁴t/a，矿山服务年限为 17.6a。复垦责任范围总面积为 184.50hm²。复垦方向为裸岩石砾地。矿山地质环境治理工程主要包括塌陷区裂缝充填、警示牌、围栏、监测。

矿山地质环境保护工程投资 18.67 万元/hm²，总投资 3444.00 万元。土地复垦治理工程主要包括采坑回填工程、渣堆清理工程、建筑物拆除工程、土地平整工程、监测。土地复垦工程静态投资 445.20 万元。

上述综合治理工程达到了防治地质灾害、恢复生态环境的目的，所采取的工程措施、生物措施能够达到土地复垦的要求。上述治理工程对本次矿山地质环境治理与土地复垦方案编制具有一定借鉴意义。狼娃山铁矿复垦后的照片见下图 3-10~12。



图 3-10 处理后的原矿堆场



图 3-11 处理后的露天采坑



图 3-12 处理后的废石渣堆

4 矿山地质环境影响和土地损毁评估

4.1 矿山地质环境与土地资源调查概述

4.1.1 资料收集与分析

我公司在接到委托书后，立即组织专业技术人员开展工作。现场矿山地质环境与土地资源调查时间为：2022年8月17日～21日，为期5天。在现场调查期间，通过查阅《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井钒、铁矿区061—022线钒矿详查报告》、《甘肃省肃北蒙古族自治县七角井铁矿资源储量核实报告》、《甘肃省肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿2021年储量年度报告》等资料，掌握了矿山及其周边地质环境条件和工程建设概况，了解矿区地质环境情况；收集了地形地质图、土地利用现状图、植被覆盖度图等图件作为评估工作的底图及野外工作用图；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

4.1.2 野外调查

为了全面了解矿区地质环境与土地资源情况，项目调查分为地质灾害现状调查、水土影响调查、损毁土地调查、植被土壤调查等方面。本次野外调查采取线路穿越法和追索相结合的方法进行，采用1:10000地形图为底图，同时参考肃北县自然资源局收集的土地利用现状图、地貌类型图、植被覆盖度图等图件，对地质灾害现状、含水层、水土环境、土地损毁、植被土壤等方面进行详细调查。对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，调查其发生时间、基本特征及危害程度，并进行数码照相和GPS定位。调查范围包含拟申请矿区范围及采矿活动可能影响范围，共完成调查面积22.8389km²，完成工作量见表4-1。

表4-1 完成的主要工作量表

项目	单位	数量	说明
调查面积	km ²	22.8389	矿区及四周
调查路线	km	15	
收集利用资料	份	6	地质报告、邻近矿山相关资料等
现场访问	人次	10	现场工作人员
照片	张	54	数码
手持GPS定点	个	15	
原有露天采坑	个	1	矿山整合前乱采滥挖形成，治理后面积3.5hm ²
不稳定斜坡	个	2	

4.2 矿山地质环境影响评估

4.2.1 评估范围和评估级别

4.2.1.1 评估范围

矿区地处甘肃北山地区，地貌类型总体属低中山区，气候属温带荒漠化干旱气候，降水稀少，蒸发量大，地质灾害不发育。按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》的有关规定和“矿山地质环境保护与土地复垦方案编制基本要求”，评估区范围由下列条件确定：其一是评估范围包括矿区划定范围及矿山所有地面建设；其二是工程建设活动对地质环境的最远影响范围。结合矿区地质环境条件及采矿权范围等综合确定矿山地质环境影响评估区范围：以采矿权范围为核心，同时办公生活区、选矿厂、废石场、尾矿库及影响范围，矿区及所有建设范围向外扩展300~400m，确定评估区面积22.8389km²。（评估区范围参见附图）。

4.2.1.2 评估级别

1. 评估区重要程度

根据调查，评估区行政区划属肃北蒙古族自治县马鬃山镇管辖，矿区地处北山戈壁荒漠区，矿区及周边无常住人口，评估区内及周边无人数量大于200人的自然村落。项目占地区不属于自然保护区、风景名胜区、水源保护区等生态敏感区。区内交通以简易道路为主，无电力工程或其它重要设施。不属于环境敏感区域。区内损毁土地类型包括其他草地、裸岩石砾地和采矿用地。

综上，参考对照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》中的附录B(表B.1 评估区重要程度分级评估表，本方案表4-2)进行分级，评估区重要程度级别属于**较重要区**。

表4-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有500人以上的居民集中居住区	分布有200~500人的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在200人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路，小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）
有重要水源地	有较重要水源地	无较重要水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其他类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

2. 矿山建设规模

依据矿山开发利用方案，矿山铁矿年生产能力 $290.00 \times 10^4 \text{t/a}$ ，钒矿年生产能力 $90.00 \times 10^4 \text{t/a}$ ，均采用地下开采，参考对照《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》中的附录D(表D.1矿山生产建设规模分类一览表，本文表4-3)，该矿山生产建设规模为**大型**矿山。

表4-3 矿山生产建设规模分类表

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
铁矿	万t	≥ 100	100-30	< 30	矿石
钒矿	万t	≥ 10	10-5	< 5	矿石

3. 地质环境复杂程度分类

1) 水文地质条件:

七角井钒及铁矿矿床矿体大部分位于当地最低侵蚀基面之上，根据矿床主要充水含水层及其空间分布特征，本矿床为基岩裂隙水充水为主的矿床，地下水富水性较弱，矿区附近无地表水体，地下水补给条件差，矿床正常涌水量为 $2000 \text{m}^3/\text{d}$ ，矿床水文地质条件为**简单**。

2) 工程地质条件

矿区铁矿及钒矿围岩岩石总体致密，性脆，坚硬—较坚硬，整体力学强度较高。岩石质量中等—优良，中等完整—完整。但受浅部风化裂隙、蚀变和构造断裂的影响，岩石强度有所降低。岩体具整体块状结构或层状结构，构造变形轻—中等，岩体质量中等—优良。但钒矿体及其围岩碳质板岩，岩石较软弱，属较软岩，岩石力学性质较差，完整性较差。局部存在软弱夹层及小断裂等，一般发育规模小，对岩石整体性破坏小。

矿区地层岩性较简单，地质构造发育，岩石整体强度高，稳定性好。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。因此，确定矿区工程地质条件为**中等**。

3) 地质构造

矿区构造比较**简单**，以褶皱为主。发育有七角井复式背斜及七角井南向斜，断层较少，仅发育有四条平移断层和两条逆断层。

4) 地质环境问题

矿区生态系统是典型的荒漠生态系统。气候干燥，水系不发育，植被稀疏，植被种

类较少，生态系统结构单一，主要以旱生植物为主，野生动物少见，生态系统结构简单，而且比较脆弱。矿床开采后会对本地区的生态环境造成一定的破坏，但是破坏程度不大。

矿区属地震烈度VII度区，地震动峰值加速度为0.10g，属较稳定区域。区内地势相对平坦，地形起伏小，地形相对高差一般50~100m。矿区开采以来，未曾发生过滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。但在暴雨期间，如遇暴雨，矿区内的冲沟有可能发生洪水冲刷。现状地质环境问题**简单**。

5) 地形地貌

矿区地貌为低中山区，类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化中等，自然沟谷相对发育，有利于自然排水。地形坡度一般小于 30°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为斜交。地貌条件**简单**。

参考对照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》中的附录C(表C.1地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表，本文表4-4)进行分级，评估区地质环境复杂程度属于**中等**。

表4-4 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复 杂	中 等	简 单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中迳流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中迳流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量3000~10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中迳流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于3000m ³ /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体杰构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主 ，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度5~10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等， 矿山工程场地地基稳定性中等	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m， 矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好 ，矿山工程场地地基稳定性好
地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大	地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大	地质构造简单 ，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小， 断裂构造不发育 ， 断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩 ，断裂带对采矿活动影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小

危害大		
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为20°~35°，相对高差较大， 地面倾向与岩层倾向多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水， 地形坡度一般小于20°，相对高差小 ，地面倾向与岩层倾向多为反交

4. 评估级别

综上所述，评估区重要程度为**较重要区**，矿山建设规模为**大型**，矿山地质环境条件复杂程度为**中等**。

参考对照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》中的附录A(表A.1矿山地质环境影响评估分级表，本文表4-5)，确定该矿山的地质环境影响评估级别为**一级**。

表4-5 矿山地质环境影响评估程度分级表

评估区重要程度	矿山建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

4.2.1.3 评估工作方法与分级标准

一、评估工作方法

1. 首先按单点单要素的评估方法对每个形成矿山地质环境影响的点从地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、矿区水土环境污染四个方面进行评估，在评估图上取差表示，以便于评估图的分区。

2. 每个方面评估完成后根据取差原则给出其对矿山地质环境影响的总体评价结论。土地资源破坏对矿山地质环境影响程度的总体结论在破坏的各类型土地面积累加后给出。

二、分级标准

矿山地质环境影响程度分级标准《规范》附录E（本文表4-6）。

表4-6

矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	地质灾害规模大,发生的可能性大 影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全 造成或可能造成直接经济损失大于500万元 受威胁人数大于100人	矿床充水主要含水层结构破坏,产生导水通道 矿井正常涌水量大于10000 m ³ /d 区域地下水水位下降 矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降,或呈疏干状态,地表水体漏失严重 不同含水层(组)串通水质恶化 影响集中水源地供水,矿区及周围生产、生活供水困难	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重	占用破坏基本农田 占用破坏耕地大于2hm ² 占用破坏林地或草地大于4hm ² 占用破坏荒地或未开发利用土地大于20hm ²
较严重	地质灾害规模中等,发生的可能性较大 影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全 造成或可能造成直接经济损失100~500万元 受威胁人数10~100人	矿井正常涌水量3000~10000 m ³ /d 矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度较大,地下水呈半疏干状态 矿区及周围地表水体漏失较严重 影响矿区及周围部分生产生活供水	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重	占用破坏耕地小于等于2hm ² 占用破坏林地或草地2~4hm ² 占用破坏荒山或未开发利用土地10~20hm ²
较轻	地质灾害规模小,发生的可能性小 影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施 造成或可能造成直接经济损失小于100万元 受威胁人数小于10人	矿井正常涌水量小于3000 m ³ /d 矿区及周围主要含水层水位下降幅度小 矿区及周围地表水体未漏失 未影响到矿区及周围生产生活供水	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻	占用破坏林地或草地小于等于2hm ² 占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于10hm ²

注:分级确定采取上一级别优先原则,只要有一项要素符合某一级别,就定为该级别。

4.2.2 矿山地质灾害现状分析与预测

4.2.2.1 矿山地质灾害现状评估

1. 地质灾害类型

七角井钒、铁矿几十年来主要针对近地表矿体群进行露天开采,形成了形态不一、采掘深度不同、规模不等的露天采坑及废石渣堆,目前,大部分已经治理,还留有一些,这些采坑和废石渣堆的存在,形成了大大小小的边坡,严重破坏了生态地质环境和原始地形地貌,也随着雨水的冲刷,容易产生变形失稳,发生崩塌、滑坡等地质灾害。

2. 不稳定斜坡地质灾害现状分析与预测

1) 露天采坑: 矿山多年开采形成的露天采坑,属于无序杂乱开采,开采破坏面积大,坡度大,开采边坡坡度较大,大多在 30~75° 之间,坡面无建筑、植被等,坡面凹凸不平,局部临空,但岩石整体较坚固,裂隙和裂纹发育少,其失稳主要以小型的滑坡和崩塌为主。按斜坡稳定性野外判别表 4-7 判断采坑边坡稳定性差,但坡体岩性坚固,后期矿山采用井下开采,露天采坑无固定的威胁对象。矿山废石渣堆场堆存的废石渣堆 ZD5、ZD6、ZD7、ZD8、ZD9 距露天采坑较近,距离 100~500m,近期治理工程中利用就

近的 5 个渣堆对露天采坑进行回填处理，同时消除了露天采坑边坡的影响。

2) 渣堆：经现场实地调查，评估区共发育有 2 处渣堆不稳定斜坡，主要为采矿及选矿抛废形成的渣堆边坡，根据形成条件分属于人工堆积层边坡，根据坡体物质组成划分为土质边坡，不稳定斜坡高度一般为3-10m，最高为27m，宽度一般在30-40m，最宽约150m，坡度一般为 20° - 40° ，平均约 32° - 36° 。边坡坡体主要由大块石、碎石土、砂土组成，土质含量少，堆积渣土结构松散，易于降雨入渗，但多按自然稳定安息角堆存，现状无明显变形迹象。

3) 不稳定斜坡特征分析

①X1不稳定斜坡

X1不稳定斜坡位于25#渣堆，为采矿废渣人工堆积所形成，斜坡平面形态呈半圆形，剖面形态呈直线形。坡高19.5m，宽约130m，坡度 25° - 40° 。斜坡体由块石、碎石土、砂土等组成，现状无明显变形迹象，但碎石土结构松散，易于降雨入渗，在地震、降雨、爆破及运输车辆震动等外荷载作用下，堆积坡面易产生表层堆积土体垮塌(图4-1、4-2)。

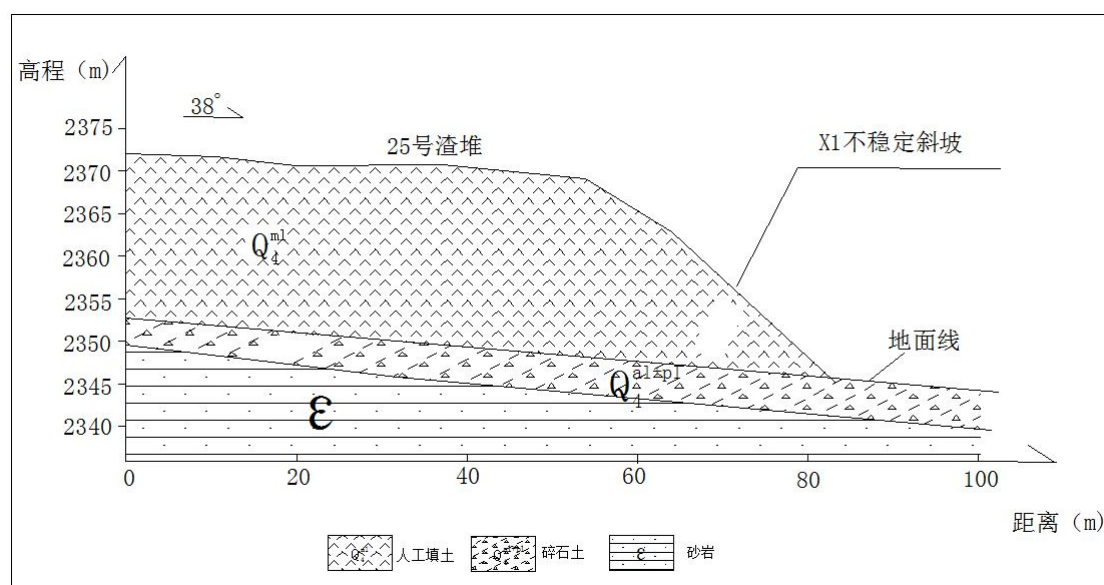


图 4-1 X1 不稳定斜坡地质剖面图



图 4-2 X1 不稳定斜坡现状图

②X2不稳定斜坡

X2不稳定斜坡位于 28#矿石堆积场，为矿石人工堆积作用所形成的废石不稳定斜坡，不稳定斜坡平面形态呈直线状，剖面形态近似梯型。坡高23m，宽约80m，坡度 35~40°。坡体由块石等组成，堆积土体松散，易于降雨入渗，在地震、降雨、爆破及运输车辆震动等外荷载作用下，堆积坡面易产生表层堆积土体垮塌（图 4-3、4-4）

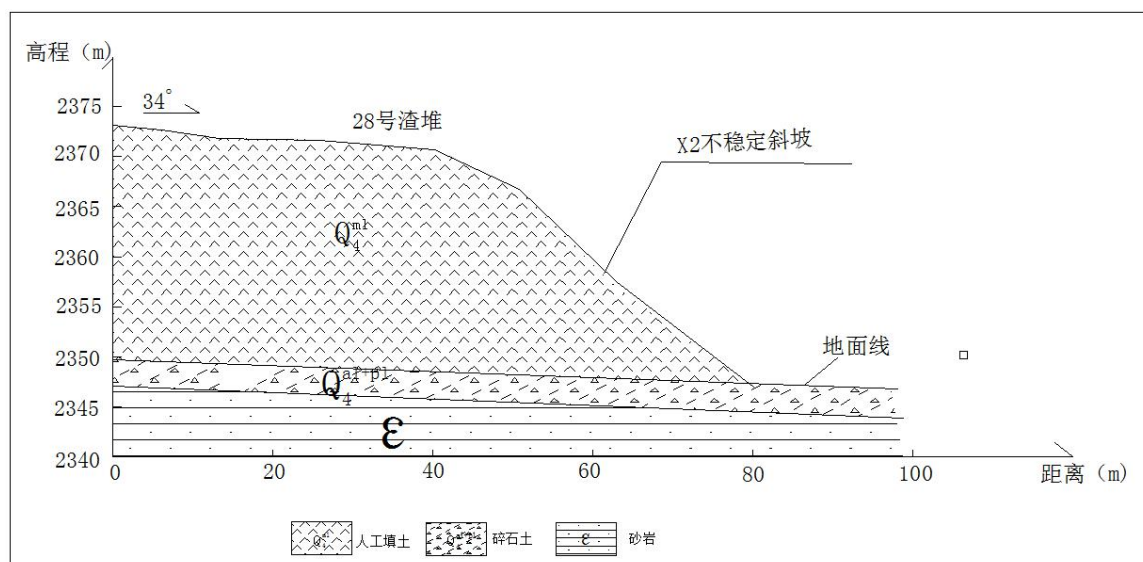


图 4-3 X2 不稳定斜坡地质剖面图



图 4-4 X2 不稳定斜坡现状图

4) 稳定性分析

评估区内2处不稳定斜坡由块石、碎石块等堆积而成。现状条件下，坡体结构松散，且具有较大孔隙，平均坡度为30-40°，坡体较陡。坡脚处均无地表径流流经，岩体干燥，坡脚斜坡散落有大块石，其最大粒径约0.5-0.8m。坡肩无明显位移迹象，但存在落石现象。根据“地质灾害危险性评估规程”中的斜坡特征判别表4-7，结合斜坡变形特征判别，判定结果如表4-8所示。评估区内2处不稳定斜坡主要特征如表4-9所示。

表 4-7 斜坡稳定性野外判别表

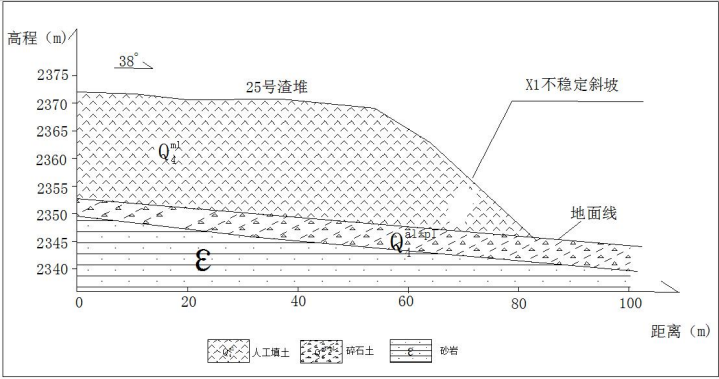
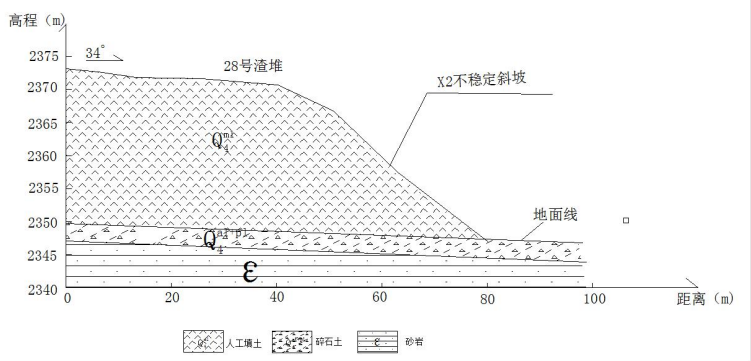
斜坡要素	稳定性差	稳定性较差	稳定性好
坡脚	临空，坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下，有发展趋势，并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水	临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体较湿，斜坡坡度在 30~45°之间	斜坡较缓，临空高差小，无地表径流流经和继续变形的迹象，岩土体干燥
坡体	平均坡度>40°，坡面上有多条新发展的裂缝，其上建筑物、植被有新的变形迹象，裂隙发育或存在易滑软弱结构面	平均坡度在 30~40°间，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被无新的变形迹象，裂隙较发育或存在软弱结构面	平均坡度<30°，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被没有新的变形迹象，裂隙不发育，不存在软弱结构面
坡肩	可见裂缝或明显位移迹象，有积水或存在积水地形	有小裂缝，无明显变形迹象，存在积水地形	无位移迹象，无积水，也不存在积水地形

表 4-8 不稳定斜坡稳定性评价一览表

编号	位置	稳定性判定要素			稳定性
		坡 脚	坡 体	坡 肩	
X1	25#矿渣堆	临空，受强降雨期地表径流冲刷	平均坡度 40°，堆积土体松散，易于降雨入渗，局部发生小型垮塌	人工填土，无明显位移迹象	较差

X2	33#矿渣堆	临空，受强降雨期地表迳流冲刷	平均坡度 35°，堆积土体松散，易于降雨入渗	人工填土，无明显位移迹象	较差
----	--------	----------------	------------------------	--------------	----

表 4-9 评估区不稳定斜坡主要特征一览表

编号	位置	岩性	坡度	坡宽 (m)	坡高 (m)	潜在变形厚度 (m)	潜在变形体 (10 ⁴ m ³)	成因	主要特征	剖面示意图	现场照片
X1	25# 矿渣堆	块石、碎石	30-40	100	19.5	2.5	0.49	人工堆积	斜坡属人为作用下形成的废石边坡，剖面形态近似梯型。不稳定斜坡高19.5m，宽约65m，坡度 25~40°。斜坡体由选矿尾渣组成，在地震、降雨、爆破及运输车辆震动等外荷载作用下，堆积坡面易产生表层堆积土体垮塌。		
X2	28# 矿渣堆	块石、碎石	30-40	84	23	3.0	0.58	人工堆积	斜坡属人为作用下形成的废石边坡，剖面形态近似梯型。不稳定斜坡高 23m，宽约 84m，坡度 30~40°。斜坡体由选矿尾渣组成，在地震、降雨、爆破及运输车辆震动等外荷载作用下，堆积坡面易产生表层堆积土体垮塌。		

4) 地质灾害发生的可能性与地质环境影响评估

根据《地质灾害发生可能性按致灾地质体稳定性判定》（表 4-10）进行分析判定，结合区内 2 处不稳定斜坡稳定性分析，不稳定斜坡稳定性较差，处于欠稳定状态，失稳发生灾害的可能性较大。

表 4-10 地质灾害发生可能性按致灾地质体稳定性判定

致灾地质体在不利工况下的稳定性	地质灾害发生可能性
不稳定	可能性大
欠稳定	可能性较大
基本稳定	可能性小
稳定	不可能

受不稳定斜坡威胁的主要对象是矿渣堆积场和矿石堆积场上的机械设备、车辆、驾驶人员等以及坡脚的矿山工作人员，由于矿区场地开阔，坡脚多为空地，设备一般在安全距离外停放，因此受威胁人数、设备数较少，受威胁人数 2-5 人，小于 10 人，设备 1-2 辆，可能造成的直接经济损失 20-80 万，小于 100 万元。可能造成的损失小。根据矿山地质环境影响程度分级表（表 4-6），判定评估区内 2 处不稳定斜坡对矿山地质环境影响程度见表 4-11。

表 4-11 不稳定斜坡对矿山地质环境影响程度现状评估

编号	位置	灾害发生可能性	威胁对象	受威胁人数（人）	直接经济损失（万元）	影响程度
X1	25#矿渣堆	较大	工作人员、推土机械	5	80	较严重
X2	33#矿渣堆	较大	工作人员、推土机械	3	50	较严重

2. 采空区地面塌陷地质灾害对矿山地质环境的影响评估

2009 年露天开采停止，矿山由露天开采转为地下开采，井下开采采用空场采矿法，目前地下开采沿脉掘进长度达 700m，采深至 2250m，露天及地下开采累计采深达 200m 左右，随着采深增加，开采范围增大，容易产生采空区塌陷。

目前采空区并未形成采空塌陷区，也无明显地面沉降及变形塌陷迹象，但在 10 勘探线以东 300m 处有一断层发育，地面露天采场与地下采空区局部贯通，为了保护矿产资源，避免顶板冲击地压的灾难，确保不影响深部矿体的开采，矿山于 2015 年对断层附近东西约 300m，南北约 100m，采深约 200m 的采空区进行了人为干预技术性爆破崩

落处理,形成长约 300m,宽约 100m,面积约 3.0hm² 人为采空塌陷区(崩落带),并对崩落层矿柱和顶板矿石进行二次回采,并将采坑周边剥离废石充填于技术性处理采空塌陷区。根据形状调查和后期的人工巡查相关记录,技术处理的采空塌陷区已趋于稳定,发生再次塌陷的可能性小,根据矿山地质环境影响程度分级表(表 4-6),可判定现状条件下,采空塌陷区对矿山地质环境影响程度为**较轻**。



图 4-7 技术处理的采空塌陷区

4.2.2.2 矿山地质灾害预测评估

一、矿业活动引发或加剧不稳定斜坡的影响预测

(1) 矿山露天开采已于 2009 年全部停止,露天采坑大部分已回填。目前矿山开采方式为井下开采,开采方式与开发利用方案方案设计一致。开采范围为 7~21 线及其以西部分区段、沿走向长 3200m,垂向在+2493~+2310m 之间。井下开采采矿方法为分段空场嗣后充填法和阶段矿房嗣后充填法。矿山现有开拓工程为沿矿体走向分布的七条斜坡道及主穿脉、溜矿井等。矿山建有铁选厂、钒选厂各一座、尾矿库一座、矸石场一座,铁选厂正常生产,因钒价格低迷及钒选矿工艺改进等原因,钒矿暂未开采,钒选厂

建成后仅进行了试生产，没有正式投产生产，矿山其他附属配套设施齐全。因此矿山地面井巷开拓工程及建筑工程均已完成，斜井口、竖井、平硐口均采用井壁钢筋混凝土加固，地下开采不会在地表开挖岩土体，形成新边坡。因此未来开采不会形成新的不稳定斜坡，也不会加剧现有不稳定斜坡，其对矿山地质环境的影响程度较轻。

(2) 建矿初期，七角井钒及铁矿为露天开采，在 7-21 线约 3000m 范围沿东西向进行露天开采，形成带状露天采坑 1 处，该露天坑经过矿山多年治理，现状露天坑面积为 3.5hm²，将剥离废石堆存于采坑周围，根据调查，由于矿体围岩强度高，稳定性好，露天开采开挖剥离坡度较缓，边坡稳定性好，未发现发生崩塌、滑坡及不稳定斜坡灾害。同时露天开采区已废弃多年，无人员、设备等威胁对象，现状存在的露天采坑区边坡均为基岩边坡，较稳定，且通过采坑回填，采坑边坡高度、坡度将逐渐降低，稳定性增强，根据矿山地质环境影响程度分级表，可判定现状条件下，露天开采采坑边坡对矿山地质环境影响程度为较轻。

(3) 矿山目前有 30 处采矿废石渣堆，其中 2 处较高陡的为不稳定斜坡，为了消除不稳定斜坡的影响，同时避免废石大量堆积地表造成地形地貌景观破坏，矿山企业计划通过露天采坑回填、井下充填、矸石场集中堆填、小渣堆就地分级放坡整形处理等措施来消除渣堆不稳定斜坡。随着渣堆处置工作的进行，大多边坡将消除，小渣堆将规范整形，渣堆规模、高度、坡度越来越小，稳定性逐渐提高，边坡失稳发生崩塌、滑坡的可能性较小，且渣堆坡脚一带来往人员少，可能造成的损失小。因此预测渣堆边坡对矿山地质环境的影响将由严重降为较轻。

(4) 矿山未来采矿产生的废石全部用于井下充填，选矿尾矿将用于井下充填及堆置于尾矿库，因此，未来采矿、选矿废石不会产生不稳定斜坡灾害，对矿山地质环境的影响程度较轻。

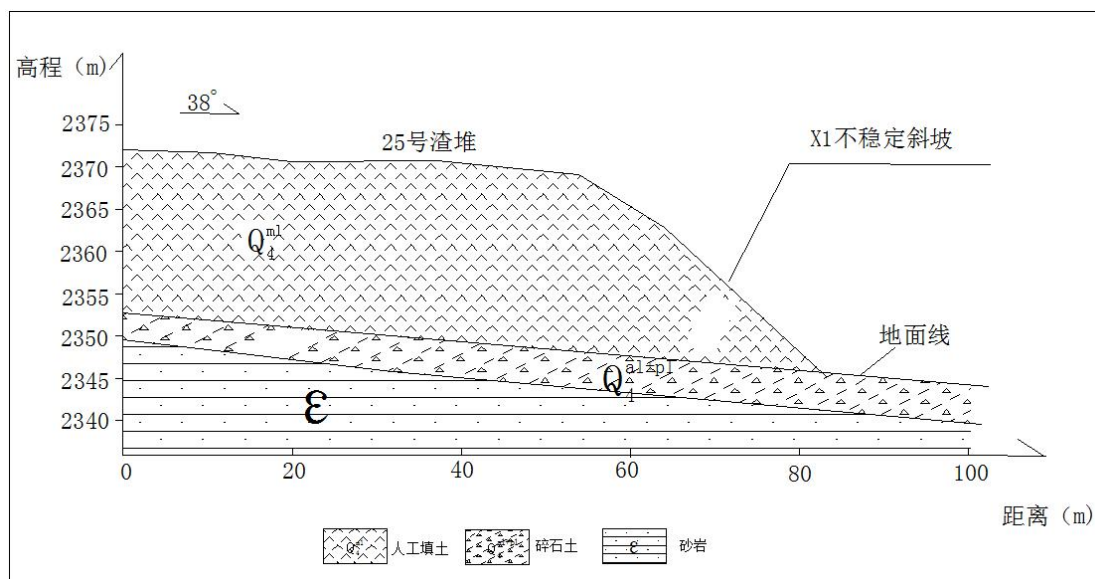


图 4-8 X1 不稳定斜坡地质剖面图

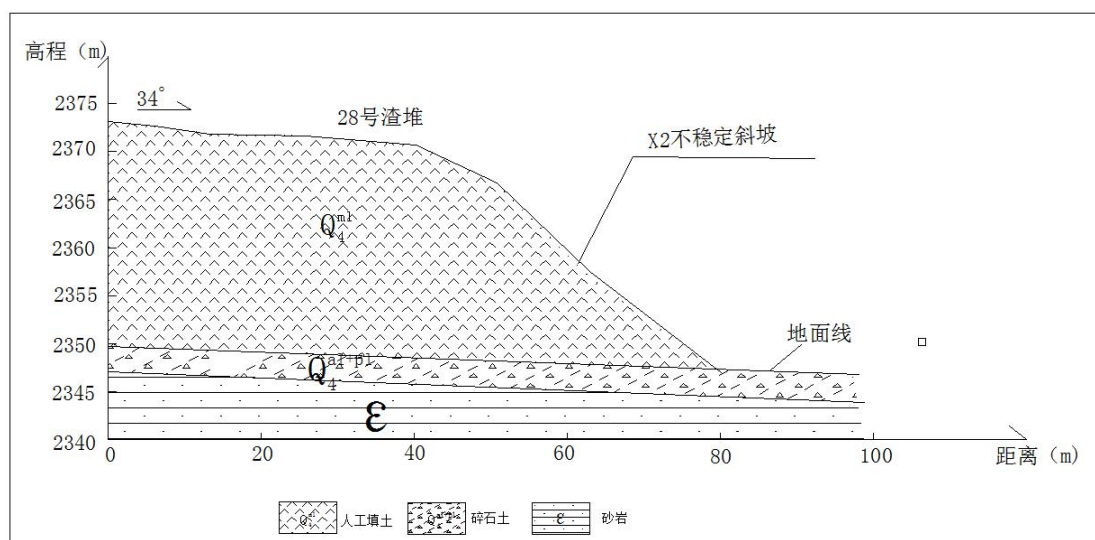


图 4-9 X2 不稳定斜坡地质剖面图

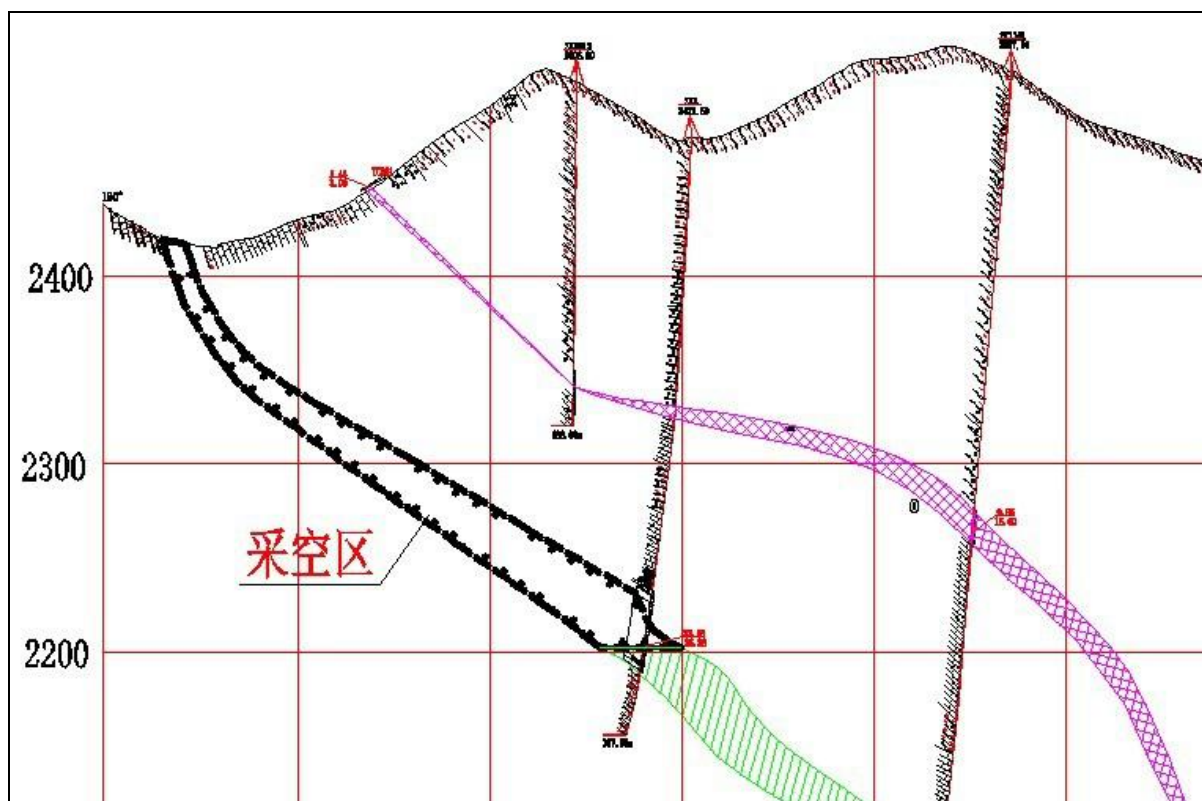


图 4-10 11 勘探线采空区地质剖面图

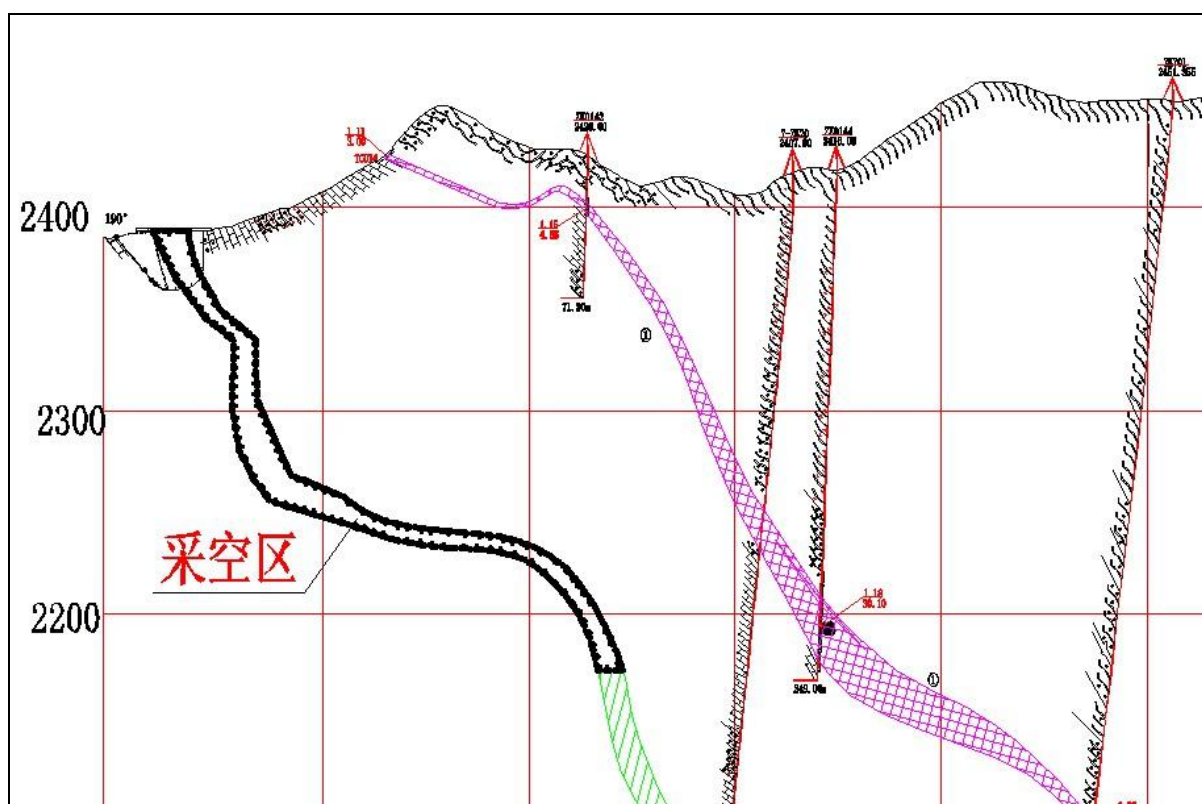


图 4-11 17 勘探线采空区地质剖面图

二、尾矿库填筑边坡引发滑坡或崩塌等地质灾害预测评估

根据《肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井铁矿尾矿库技改工程环境影响报告书》，尾矿库库址位于钒矿选厂东南侧，初期坝采用透水堆石坝，坝基座落在中风化板岩层上。库内设排水斜槽-排水管，以排出库内尾矿澄清水及汛期泄洪用。设计最终堆积标高为2353.0m，总坝高15.0m，坝顶宽6.0m，上游坡和下游坡坡比均为1:2.0。尾矿堆积为缓慢堆积过程，随着时间的推移，下部尾矿将逐渐自重固结，加强了库坡下部稳定，故库坡稳定性良好。预测尾矿发生滑坡、泥石流等地质灾害的可能性较小。分析判定尾矿坝边坡引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻。

三、地下采矿活动引发地质灾害预测评估

地下采矿活动引发的地质灾害主要为地面塌陷。

1. 地面塌陷特征的预测评估

(1) 面积预测

依据矿体上下盘围岩的力学性质和推荐选用的采矿方法，类比同类矿山选取的崩落参数为：

上盘陷落角 70° ，移动角 65° ；

下盘陷落角 75° ，移动角 70° ；

两翼陷落角 80° ，移动角 75° ；

依据开采塌陷理论，按公式对地面塌陷的影响半径进行了预测：

$$r = H / \tan \beta$$

式中：H—平均采深（500m）。

β —移动角，根据岩性，本地区移动角取 $\beta = 60^{\circ}$ 。

按照上述参数计算圈定，矿山最终塌陷区1处，面积为 267.16hm^2 。

(2) 变形量计算方法

地表移动最大下沉值

$$W_{\max} = \eta \cdot m \cdot \cos \alpha$$

式中：

η —地表下沉系数，取0.4；

m—矿床开采厚度(m)，11.98m；

α —矿体法线厚度线与水平线的夹角，取 50° ；

经计算，塌陷区地表移动最大下沉值分别为3.08m。

最大水平移动值

$$U_{\max}=b \cdot W_{\max}$$

式中:

$U_{\max}$ —最大水平移动值(m)

b —水平移动系数, 取0.3

$W_{\max}$ —最大下沉值(m)

经计算, 塌陷区地表水平移动值分别为0.92m。

(3) 地表变形的破坏形式

根据计算结果及工程地质类比分析, 预计地表移动变形呈连续而缓慢的特点, 预测可能出现轻微的地面塌陷, 塌陷盆地边缘可能出现永久裂缝带。

(4) 地表变形规律及沉降时间预测

根据计算结果, 采矿地面塌陷区以拉伸变形、水平位移和倾斜位移为主, 而沉降盆地中心则以垂向沉降变形为主。根据统计分析, 地表变形在时间上与井下采掘工作面的推进速度、距离等密切相关, 一般当回采工作面自开切眼开始向前推进的距离相当于 $0.25H$ (H 为平均采深) 时, 开采影响即波及到地表, 引起地表变形, 形成地面塌陷。依据有关规范停采后地表沉降总延续时间:

$$T=2.5H。$$

式中: H_0 —采空区平均采深;

T —地表沉降总延续时间, d。

区内矿体平均采深为500m, 估算出停采后地表沉降总延续时间约为3.42年。时间段分配上, 初期剧烈变形, 中期缓慢变形, 晚期相对稳定。在出现地表裂缝和塌陷坑的部位, 变形期相对要长, 其影响程度相对严重。

2. 地面塌陷分级

根据《甘肃省地质灾害危险性评估规程》地面塌陷分级标准(本方案表4-12), 塌陷区地质灾害规模为大型。

表4-12 地面塌陷分级标准

级别	塌陷或变形面积 (km^2)
巨型	≥ 10
大型	1-10
中型	0.1-1
小型	< 0.1

3. 地质灾害发生的可能性

矿山在开采期地面塌陷地质灾害形成条件充分,根据地质灾害发生可能性按采空区地质灾害发生可能性划分表(表4-13),判定矿区地面塌陷地质灾害发生的可能性。

表4-13 采空区地质灾害发生可能性划分

采矿地表异动情况及开采深厚比	地质灾害发生可能性
地表移动期内或深厚比小于120	可能性大
地表移动已结束或深厚比120~200之间	可能性较大
地表移动已结束或深厚比大于200	可能性小

根据调查,现状条件下矿山无地面塌陷迹象。服务期内矿体平均采深500m,铁矿体平均厚度11.98m,钒矿体平均厚度10.83m,塌陷区深厚比分别为54~60;矿体发生地面塌陷地质灾害的可能性大。

4. 危害程度

预计矿山开采结束后,总计形成的塌陷区面积为267.16hm²。塌陷区周边无聚居区;矿山在塌陷区周围各路口设置围栏及警示牌,严禁人员进入。预计可能威胁的人数约2~5人,造成的直接经济损失小于100万元,危害程度较小。

综上所述,预测矿山在服务期内形成的地面塌陷发生地质灾害的规模为大型,可能造成直接经济损失及危害程度较小,但发生塌陷地质灾害的可能性大,综合判定预计矿山开采活动引发的地面塌陷地质灾害对矿山地质环境的影响程度为**严重**。

四、工程建设可能引发或加剧矿山地质灾害预测

在矿山正常生产过程中,各工业场地均不再进行大规模填挖平整和削坡取土,因此预测生产过程中工程建设引发、加剧滑坡地质灾害的可能性较小,对矿山地质环境影响程度**较轻**。

4.2.3 矿区含水层破坏现状分析与预测

4.2.3.1 地下含水层影响现状评估

区内水文地质条件简单,矿区无地表水存在,矿区以基岩裂隙水为主,地下水贫乏,分布不均匀,地下水富水性极弱。矿体上下盘围岩裂隙不发育,地下水无固定补给来源,地表水与地下水联系不大,与外界含水层水力联系弱。钒、铁矿体的围岩均为大理岩、碳质板岩、硅质板岩等变质岩,其含水量稀少,开采活动在此岩层中进行,估算矿山地下开采时正常涌水量2000m³/d,远小于3000m³/d。矿区含水层的破坏主要表现为局部改变了裂隙水的径流条件,由于地下水水力联系差,含水层富水性弱,对含水层结构的破坏影响程度为**较轻**。

4.2.3.2 地下含水层的影响预测评估

1. 含水层结构破坏预测

区内水文地质条件简单，矿区无地表径流，矿区以基岩裂隙水为主，地下水贫乏，分布不均匀，地下水富水性极弱。矿体上下盘围岩裂隙不发育，地下水无固定补给来源，地表水与地下水联系不大，与外界含水层水力联系弱。钒矿体、铁矿体的围岩均为大理岩、碳质板岩、硅质板岩等变质岩，其含水量稀少，开采活动在此岩层中进行，预测矿石开采时的涌水量极小，小于 $3000\text{m}^3/\text{d}$ 。矿区含水层的破坏主要表现为局部改变了裂隙水的径流条件，由于地下水水力联系差，含水层富水性弱，对区域地下水影响较轻。

生产过程中，井下开采形成的采空区、井巷工程均将对含水层充水结构造成一定程度的破坏，但由于矿区水文地质边界相对封闭，矿床开采区地下水储存量小且不均，仅为基岩裂隙中储存的地下水，其充水因素较为单一。矿区及周边地下水水位下降幅度较小，对区域地下水水位影响较小。因此，开采活动对含水层破坏作用有限。

除地下采矿活动外，其余建设均为地表工程活动，对地下含水层产生影响的可能性小。

2. 矿井涌水量预测

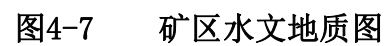
矿体赋存于碳质板岩中，矿床属以裂隙充水为主的矿床，地下水类型为基岩裂隙水。本次仅依据基岩裂隙水参数对矿坑涌水量进行预测。为便于计算矿坑涌水量，仍将矿区地下水模型概化为：含水层为等厚均质各向同性无限延伸，视开拓井巷为完整井，流向井巷地下水流视作平面流，地下水类型为潜水。以疏干含水层为最大水位降深，采用水平廊道法公式对矿坑涌水量进行理论计算。

根据开发利用方案，矿区已生产开拓多年，采用集中排水方式，涌水通过（渗水井、水沟）等渠道收集至2020m中央水仓，一部分直接输送至各生产作业面，剩余部分通过3台MD280—65*7型卧泵送至地表副井中转水池。实际生产中统计的正常涌水量为 $2000\text{m}^3/\text{d}$ ，采用水平廊道法估算的最大涌水量为 $3568.35\text{m}^3/\text{d}$ 。

3. 矿区及周边生产生活用水影响

矿山一带属基岩丘陵荒漠区，周边无常住居民及季节性牧民，生产生活用水靠水车从矿区西部的酒钢矿业拉运，矿业活动对矿区生产生活用水无影响。坑道少量渗水集中存放在井下建成的水仓中，可供井下凿岩用水。预测采矿活动不会影响到矿区及周围部分生产生活供水。

综上，矿井涌水量较小，矿区及周围主要含水层水位下降幅度小，矿区及周围地表水体未漏失，对矿区及周围生产生活供水基本无影响，根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》附录E，预测矿山后续开采对地下含水层影响“**较轻**”。



4.2.4 矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

4.2.4.1 地貌景观影响现状评估

现状条件下矿区及周边无省级以上自然保护区、省级以上风景名胜区、县级以上城市规划区等重要居民集中区，无高速铁路、高速公路、国道、省道等重要交通干线通过。现状对地形地貌破坏影响程度主要表现在露天采坑、废石渣堆、采矿工业场地、选矿工业场地、办公生活区、尾矿库、厂区道路、炸药库及 35KV 变电站对地形地貌的景观的影响和破坏。

1. 露天采坑

建矿初期，七角井铁矿为露天开采，在7-21线约2400m标高以上沿东西向进行露天开采，形成一带状露天采坑，目前露天采坑大部分已回填，现状占地面积3.50hm²，占地面积较小。参照表4-6，综合评估确定露天采坑对地形地貌景观的影响和破坏程度**严重**。



图4-8 露天采坑

2. 废石渣堆场

矿山生产以来，现状形成了大大小小的渣堆共 30 处，总面积 21.10hm²。以上渣堆位于三区两线可视范围之外，道路可视范围之内，可视范围影响程度较严重。综合评估认为渣堆对地形地貌景观的影响和破坏程度**严重**（见图 4-9~14）。



图4-9 废石渣堆ZD22



图4-10 废石渣堆ZD23



图4-11 废石渣堆ZD27



图4-12 废石渣堆ZD28

3. 采矿工业场地

采矿工业场地包括西区工业场地、副井工业场地、皮带斜井工业场地及东区工业场地。矿山目前为地下开采，开拓方式包括竖井、斜井、平硐开拓，主要工程有采矿主井、副井，进风井、回风井，充填井及附属设施。占地面积为 39.08hm^2 ，采矿工业场地位于三区两线可视范围之外，道路可视范围之内，可视范围影响程度严重。现状评估各采矿工业场地对该地区地形地貌景观的影响程度为**较严重**。

4. 选矿工业场地

选矿工业场地位于评估区东南侧，包括铁矿及钒矿选矿工业场地，二者直线距离约 600m ，总占地面积为 26.88hm^2 ，选矿工业场地内设有原矿堆场、中细碎、筛分、粗粒废石仓和细粒废石仓、干磁、粉矿仓、磨矿磁选、精矿脱水、尾矿浓密池、厂前回水和尾矿输送、锅炉房、机修车间等主要生产车间和辅助生产车间。选矿工业广场位于三区两线可视范围之外，道路可视范围之内，可视范围影响程度严重。综合评估选矿工业场地对地形地貌景观的影响和破坏程度**严重**。

5. 办公生活区

办公生活区布置在铁矿选矿厂东南侧，距离铁矿选矿厂主厂房约 0.2km，主要布置有办公楼、安全应急中心、食堂、宿舍等，占地面积约 0.61hm²。生活办公区内建筑物高度较低，位于三区两线可视范围之外，临近道路，可视范围影响程度较轻，场地面积较小，综合评估认为办公生活区对地形地貌景观的影响和破坏程度**较轻**。

6. 尾矿库

尾矿库库址位于钒矿选厂东南侧，距离钒矿选厂直线距离约 60m，总占地面积约 127.61hm²，占地面积大，损毁土地类型主要为裸岩石砾地和采矿用地，对矿区地形地貌景观产生了影响，对乡村道路两侧可视范围内地形地貌的原始性、完整性、连续性、影响较大，对周围环境的协调性影响较大，对矿山地质环境影响程度**严重**。

7. 厂区道路

矿山修筑的简易道路总长度约 30.61km，总面积约 15.42hm²，矿山道路依地形稍作平整、碾压而建，较为平整，无大规模的填挖方活动，现状评估矿山道路对该地区地形地貌景观的影响程度为**较轻**。

8. 炸药库

位于评估区南侧，布置有起爆炸药库、雷管库、消防水池、警卫室、防火明沟等。占地面积约 0.47hm²。选址处为较为平缓。项目建设过程中无大规模填挖方活动，场地面积较小，综合判断对地形地貌景观影响程度**较轻**。

9. 35KV 变电站

位于钒矿选矿厂西侧，占地面积约 0.36hm²。选址处为较为平缓。项目建设过程中无大规模填挖方活动，场地面积较小，综合判断对地形地貌景观影响程度**较轻**。

表4-14 地貌景观影响现状评估

评价单元	分项评估		对地质环境影响程度	占地面积 (hm ²)
	对原生地形地貌景观破坏程度	可视范围影响程度		
露天采坑	严重	严重	严重	3.5
废石渣堆场	严重	严重	严重	21.10
采矿工业场地	严重	较严重	较严重	39.08
选矿工业场地	严重	严重	严重	26.88
办公生活区	较轻	较轻	较轻	0.61
尾矿库	严重	严重	严重	127.61
厂区道路	较轻	较轻	较轻	15.42
炸药库	较轻	较轻	较轻	0.47
35Kv 变电站	较轻	较轻	较轻	0.36

4.2.4.2 地形地貌景观影响预测评估

本矿山为已有矿山，矿山无新建工程，地表沿用矿山已建的生产生活设施。今后矿业活动对地形地貌的影响主要表现在地下开采引发地面塌陷对原生地形地貌景观的破坏，其他场地生产过程中无变化，对地形地貌景观影响不变。

根据开发利用方案，在地采结束后，预测形成 1 处塌陷区，占地共计 267.16hm²，拟损毁土地类型为裸岩石砾地和少量采矿用地、其他草地，对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较大，对原生的地形地貌景观影响破坏程度严重。预计对矿山地质环境影响程度**严重**。

表4-15 地貌景观影响预测评估

评价单元	分项评估		对地质环境影响程度	占地面积 (hm ²)
	对原生地形地貌景观破坏程度	可视范围影响程度		
塌陷区	严重	严重	严重	267.16

4.2.5 矿区水土环境污染现状分析与预测

矿山主要采用地下开采，废石充填采空区；矿区及附近无居民，无水源地，无农田草地及牧场，因此矿山生产对水土污染的影响轻微。为了解矿山水土污染现状，2018年4月，矿山委托甘肃绿创环保科技有限责任公司对矿山水土环境质量现状进行了监测。

4.2.5.1 水土环境污染现状评估

1. 地表水环境污染

矿权范围内无常年性地表径流。矿坑涌水采用PH调节+混凝沉淀+多介质吸附的工艺流程。经多介质吸附处理后返回到生产高位水池，供井下采矿使用。选厂废水中设备冷却水、设备轴封水、地面清洗水加入选矿工艺系统中；试化验室排水、经隔油池处理后的机修车间排水，汇入尾矿浓密池内，溢流水回用于工艺生产。生活污水经地埋式一元化生活污水处理装置进行处理，处理达标后回用于厂区浇洒道路。矿山矿坑水及生产生活污水等对区内地表水环境造成污染的影响较小。

2. 地下水环境污染

在矿山矿井（斜坡道石门巷地下水）、矿井涌水点上游地下水、矿井涌水点下游地下水点布置监测点 3 个，进行地下水水质监测。监测项目为：PH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、铬（六价）、总硬度、氟化物、镉、铜、锌、锰、铅、铁、砷、汞、钾、钠、钙、镁、碳酸根、碳酸氢根、氯化物、硫酸盐、溶解性固体、高锰酸盐指数、大肠菌群等24项。水质监测及评价结果见表4-16。

表4-16 地下水环境质量现状监测结果 (单位: mg/L, pH 除外)

检测点位	1#-矿井 (斜坡道地下水)	2#-矿井涌水点上游 (地下水)	3#-矿井涌水点下游 (地下水)	标准
pH 值 (无量纲)	7.41	7.59	7.58	6.5-8.5
氨氮	0.396	0.241	0.494	≤0.50
亚硝酸盐氮	0.016L	0.016L	0.016L	≤1.00
硝酸盐氮	42.2	38	50.1	≤20.0
汞	0.00025	0.0009	0.00028	≤0.001
砷	0.0004	0.0005	0.0009	≤0.01
六价铬	<0.004L	<0.004L	<0.004L	≤0.05
总硬度	989	999	1300	≤450
铅	0.005	0.006	0.009	≤0.01
镉	0.0007	0.0009	0.001	≤0.005
氟化物	0.76	0.51	0.9	≤1.00
钾 (mmol/L)	0.69	0.71	2.23	
钠 (mmol/L)	272	291	265	
钙 (mmol/L)	219	334	308	
镁 (mmol/L)	31	73	98	
锰	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.10
铁	0.03L	0.03L	0.03L	≤0.30
高锰酸盐指数	1.63	1.55	1.72	≤3.0
溶解性固体	1.81×103	2.01×103	1.94×103	≤1000.0
氯化物	288	360	404	≤250
硫酸盐	758	839	576	≤250
碳酸根 (mmol/L)	<0.01	<0.01	<0.01	
重碳酸根 (mmol/L)	173	185	148	
大肠菌群* (个/L)	<3	<3	<3	3

由地下水水质监测结果表明: 矿区地下水中硝酸盐氮、总硬度、溶解性固体、氯化物、硫酸盐 5 项指标超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准的要求, 其它均满足III类标准的要求。主要是该区域为极度干旱区, 主要接受降雨补给, 因地下水补给有限, 水量贫乏, 为微咸水-咸水, 地下水中易溶盐、矿化度本底偏高所致, 为区域地下水背景值超标, 与污染无关。

3. 尾矿库渗滤液污染

在矿山尾矿库渗滤液收集池布置监测点一个, 进行渗滤液水质监测。监测项目为: PH、Cu、Zn、Mn、Pb、Fe、As。水质监测及评价结果见表4-17。

表4-17 地下水环境质量现状监测结果 (单位: mg/L, pH 除外)

检测项目	尾矿库渗滤液收集池	标准
样品性状	水样无色、清	
PH	2.99	6.5-8.5

锰	0.03	≤0.10
铁	0.04	≤0.30
铜	0.013	≤1.00
锌	0.06	≤1.00
砷	0.0003L	≤0.01
铅	0.01	≤0.01

本矿山尾矿库渗滤液执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2020)中Ⅲ类标准。检测结果看出,除PH外,渗滤液中重金属指标均满足地表水环境质量的Ⅲ类标准,选矿工程对水质及土壤污染影响小。

4. 土壤污染

在矿山尾矿库东南侧及炸药库西北侧取土壤样进行监测。监测项目为:PH、锌、铅、铜、砷、镍、铬(六价)等7项。监测及评价结果见表4-18。评价标准、方法:本工程为矿山工程区,执行《土壤环境质量标准》(GB15618—2018)Ⅲ类土壤环境质量的三级标准标准进行评价。

表4-18 土壤环境质量现状监测结果 (单位: mg/L, pH 除外)

检测项目	1#尾矿库东南侧		2#炸药库西北侧		Ⅲ类土壤三级标准
	表	中	表	中	
PH	8.33	8.06	8.37	8.41	≥6.5
锌	34.6	31.5	35.6	30.4	500
铅	31.0	25.2	28.7	30.7	500
铜	34.4	30.6	21.0	19.8	400
砷	9.32	7.79	8.29	8.14	40
镍	33.1	31.5	24.1	24.7	200
铬	46.1	40.1	26.7	26.3	300

检测结果看出,矿区土壤重金属指标均满足Ⅲ类土壤环境质量的3级标准,现场目测未发现土壤污染而使土壤结构变化的现象。矿石、岩石化学成分基本稳定,不易析出对人体与环境有害组份。

区内无放射性异常,岩石自然伽玛在0.025—0.036mSv/Y间,不超过GB8703-88《辐射防护规定》(1998)中人体接受自然伽马射线年有效剂量当量1mSv(0.1rem),对人体的安全不会造成危害。

综合分析认为,矿山水土污染对地质环境的影响程度较轻。

4.2.5.2 水土环境污染预测评估

1. 地表水环境污染

矿区内地表水系极不发育，无常年性地表径流，本项目主要废水包括采矿废水以及生活污水。污水先经过化粪池简单处理后，再经过地埋式污水处理设备深度处理达标后用做绿化。预测矿山开采对地表水环境污染**较轻**。

2. 地下水环境污染

由矿山地下水水质监测结果表明：矿区地下水中硝酸盐氮、总硬度、溶解性固体、氯化物、硫酸盐5项指标超过《地下水质量标准》（GB/T14848-93）III类标准的要求，其它均满足III类标准的要求。主要是该区域为极度干旱区，主要接受降雨补给，因地下水补给有限，水量贫乏，为微咸水-咸水，地下水中易溶盐、矿化度本底偏高所致，为区域地下水背景值超标，与污染无关。

矿山采矿矿井涌水量小，主要用于井下抑尘及回收利用，对地下水的水质影响小，对地下水的疏干及水位影响小，矿山开采结束，矿山地下水位基本可恢复到现状水平，预测矿山开采对地下水环境污染**较轻**。

3. 土壤污染

根据矿山尾矿及矿区尾矿库东南侧及炸药库西北侧取土壤样进行监测。矿区土壤重金属指标均满足III类土壤环境质量的3级标准，选矿工程对土壤污染影响小。通过对矿山尾矿库取尾矿样进行固废浸出毒性鉴定监测。矿山弃渣、尾矿均属于I类工业固废，对土壤污染影响小。矿山主要采用地下开采，井下废石充填采空区；矿区及附近无居民，无水源地，无农田草地及牧场，因此矿山生产对水土污染的影响轻微。综上，预计运营期间各有害物质对厂区周围土壤环境对区域土壤环境影响**较轻**。

综上，预测矿山生产对水土环境污染程度**较轻**。

矿山地质环境影响程度现状及预测评估见表4-19、20。

表4-19 矿山地质环境影响程度现状评估

评价单元	规模/面积 (hm ²)	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染	总体评估
露天采坑	3.50	较轻	较轻	严重	轻度	严重
废石渣堆	21.10	较轻	较轻	严重	轻度	严重
采矿工业场地	39.08	较轻	较轻	较严重	轻度	较严重
选矿工业场地	26.88	较轻	较轻	严重	轻度	严重
办公生活区	0.61	较轻	较轻	较轻	轻度	较轻
尾矿库	127.61	较轻	较轻	严重	轻度	严重
厂区道路	15.42	较轻	较轻	较轻	轻度	较轻

炸药库	0.47	较轻	较轻	较轻	轻度	较轻
35Kv 变电站	0.36	较轻	较轻	较轻	轻度	较轻

表4-20 矿山地质环境影响程度预测评估

评价单元	规模/面积 (hm ²)	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染	总体评估
塌陷区	267.16	严重	较轻	严重	轻度	严重

4.3 矿山土地损毁预测与评估

4.3.1 土地损毁环节与时序

一、项目生产工艺流程

开采矿种：钒矿、铁矿。

开采方式：地下开采。

开采标高：2410m~1600m。

建设工程布局：总体布置主要有西区工业场地、副井工业场地、皮带斜井工业场地、东区工业场地、铁矿选矿厂、钒矿选矿厂、废石场、铁矿尾矿库、钒矿尾矿库、办公生活区和炸药库等组成。

开拓运输方案：矿山2020m以上已完成完整的开拓、运输系统，本次开发利用方案以2020m为界，2020m水平以上为一期工程，2020m水平以下为二期工程。目前该矿山一期工程已形成了完整的开拓运输系统，二期工程结合矿山已有开拓系统、矿体赋存特点和采矿方法，本次方案选择斜坡道开拓方案，中段巷道采用沿脉布置的形式。

开采顺序：矿床总体开采顺序为下行式，即先采上部中段，后采下部中段，采用自上而下的开采顺序；阶段内矿块采用前进式开采顺序，即由溜矿井车场两侧向矿体两端部推进；矿块内的开采顺序采用下行式，即先采上部分段，后采下部分段。

地下开采采矿方法：分段空场嗣后充填法和阶段矿房嗣后充填法。

废石处置：各中段采矿产生的废石经铲运机装入10t地下运废卡车后充填已有空区，剩余部分经辅助斜坡道运至地表废石场；选矿抛尾废石用于厂区道路维护或运至废石堆场有组织地堆放。

矿石开采运输流程：凿岩→爆破→落矿→装载→运输。

选矿工艺流程：铁矿采用“矿石细碎后干式磁选抛尾，两段磨矿，三次磁选，中矿再磨”的选矿工艺流程；钒矿采用“原矿经加盐—焙烧—浸出—水解沉淀—精制”的选矿工艺流程。

二、土地损毁环节、损毁方式

1. 损毁环节

根据项目建设及开采工艺流程可知，对土地造成的损毁环节为：①矿山建设环节；②地下生产环节。

2. 损毁顺序及损毁方式

矿山生产对土地造成的损毁顺序为：①现有生产生活设施对土地造成的压占损毁；②生产过程中地下开采造成的地面塌陷损毁。

4.3.2 已损毁各类土地现状

4.3.2.1 损毁程度评估标准

根据类似工程的土地损毁程度调查情况，参考水土保持、地质灾害评估等学科的实际经验数据，目前较公认采用的土地损毁标准如下：

一、土地挖损损毁程度等级标准

挖损土地损毁程度主要采用挖损深度、挖损面积两项指标进行评价。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。见表4-21。

表4-21 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表挖损	挖损深度 (m)	<2.0	2.0~5.0	>5.0
	挖损面积 (hm ²)	<1.0	1.0~10.0	>10.0

二、压占土地损毁程度等级标准

压占土地损毁程度等级采用压占面积和堆填高度两项指标进行评价。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。见表4-22。

表4-22 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表压占	压占面积 (hm ²)	<1.0	1.0~10.0	>10.0
	堆填高度 (m)	<5.0	5.0~10.0	>10.0

三、地面塌陷土地损毁程度等级标准

地面塌陷土地损毁程度等级采用塌陷深度、塌陷面积、采空区地裂缝宽度等几项指标进行评价。见表4-23。

表4-23 地面塌陷土地损毁程度评价因素及等级标准表

损毁等级	塌陷深度 (m)	塌陷面积 (hm ²)	地表裂缝长度
轻度	<2	<1	<10
中度	2~5	1~5	10~50
重度	>5	>5	>50

4.3.2.2 土地损毁现状评估

根据矿山开发利用方案，七角井钒及铁矿属于已有矿山，开采方式为地下开采。地表生产生活设施已形成。其占用土地在多年生产过程中多已转变为工业用地。矿区已损毁土地面积224.71hm²，损毁土地类型主要为采矿用地，次为裸岩石砾地。土地损坏方式主要为压占，次为挖损。具体土地损毁情况见表4-24。

(1) 露天采坑

分布于7-21线，现状占地面积3.50hm²，露天采坑深约10~20m，损毁类型为挖损、压占，损毁土地类型采矿用地和少量裸岩石砾地，挖损深度超过5m,确定损毁程度为重度损毁。

(2) 废石渣堆场

位于铁矿选矿厂北侧，占地面积21.10hm²，损毁类型为压占、挖损，损毁土地类型裸岩石砾地和采矿用地，压占面积超过10hm²，确定损毁程度为重度损毁。

(3) 采矿工业场地

采矿工业场地包括西区工业场地、副井工业场地、皮带斜井工业场地及东区工业场地。占地面积为39.08hm²，损毁类型为压占、挖损，损毁土地类型裸岩石砾地和采矿用地，压占面积超过10，确定损毁程度为重度损毁。

(3) 选矿工业场地

选矿工业场地位于评估区东南侧，占地面积26.88hm²，损毁类型为压占，损毁土地类型为裸岩石砾地和采矿用地，压占面积超过10hm²，确定损毁程度为重度损毁。

(4) 生活办公区

生活办公区位于铁矿选矿厂东南侧，距离铁矿选矿厂主厂房约0.2km，占地面积约0.61hm²，

(5) 炸药库

位于评估区南侧，占地面积约0.47hm²，损毁类型为压占，损毁土地类型为采矿用地，压占面积小于1.0hm²，确定损毁程度为轻度损毁。

(6) 尾矿库

尾矿库库址位于钒矿选厂东南侧，距离钒矿选厂直线距离约60m，总占地面积约127.61hm²，损毁类型为压占，损毁土地类型为采矿用地和裸岩石砾地，压占面积超过10hm²，确定损毁程度为重度损毁。

(7) 35KV变电站

位于钒矿选矿厂西侧，占地面积约 0.36hm^2 ，损毁类型为压占，损毁土地类型为裸岩石砾地，压占面积压占面积小于 1.0hm^2 ，确定损毁程度为轻度损毁。

(8) 矿区道路

矿山修筑的简易道路总面积约 5.10hm^2 ，损毁类型为压占，损毁土地类型为裸岩石砾地和采矿用地，压占面积压占面积 $1.0\sim 10.0\text{hm}^2$ ，确定损毁程度为中度损毁。

4.3.2.3 拟损毁土地预测与评估

根据项目区的特性和本工程的施工、运行情况，未来矿山采矿活动可能造成土地损毁的活动主要为：地下开采塌陷造成的塌陷损毁，地面塌陷区内存在已损毁土地，拟损毁土地面积评估时予以扣除，地面塌陷区内已损毁土地为早期露天采坑和部分重叠的采矿工业场地，其中露天采坑面积为 3.50hm^2 ，采矿用地 2.90hm^2 ，裸岩石砾地 0.60hm^2 ；采矿工业场地重叠面积为 1.82hm^2 ，采矿用地 1.20hm^2 ，裸岩石砾地 0.62hm^2 。拟损毁土地：主要为采矿用地和裸岩石砾地，少量其他草地。拟损毁土地面积约 261.84hm^2 ，其中裸岩石砾地 245.90hm^2 ，采矿用地 9.26hm^2 ，其他草地 6.68hm^2 （见表4-25）。地面塌陷区损毁类型为塌陷，塌陷面积超过 50hm^2 ，确定损毁程度为重度损毁。经肃北县自然资源局、水保局、林业局、住建局、农牧局、环保局、水务局、旅游局核查，拟损毁土地均不在各类自然保护区内和法律法规明令禁止矿产资源勘查开发的区域内。

表4-24

评估区已损毁土地及损毁程度统计表

序号	评价单元	矿权内损毁面积 (hm ²)	破坏土地类型 (hm ²)			矿权外损毁面积 (hm ²)	破坏土地类型 (hm ²)			损毁面积合计 (hm ²)	损毁方式	损毁程度
			采矿用地	其他草地	裸岩石砾地		采矿用地	其他草地	裸岩石砾地			
1	露天采坑	3.5	2.90		0.60					3.5	挖损、压占	重度
2	废石堆渣 (41 处)					21.1	6.11		14.99	21.1	挖损、压占	重度
3	采矿工业场地	3.04	3.04			36.04	26.59		9.45	39.08	挖损、压占	重度
5	选矿工业场地 (钒、铁)					26.88	25.23		1.65	26.88	压占	重度
6	生活办公区					0.61	0.61			0.61	压占	轻度
7	炸药库					0.47	0.47			0.47	压占	轻度
8	尾矿库 (钒、铁)					127.61	83.63		43.98	127.61	压占	重度
9	35Kv 变电站					0.36			0.36	0.36	压占	轻度
10	矿区道路	2.81	1.26		1.54	2.30	0.69		1.61	5.1	压占	中度
	合计	9.35	7.20	0.00	2.14	215.37	143.33	0.00	72.04	224.71		

表4-25

评估区拟损毁土地及损毁程度统计表

序号	评价单元	矿权内损毁面积 (hm ²)	破坏土地类型 (hm ²)			矿权外损毁面积 (hm ²)	破坏土地类型 (hm ²)			损毁面积合计 (hm ²)	损毁方式	损毁程度
			采矿用地	其他草地	裸岩石砾地		采矿用地	其他草地	裸岩石砾地			
1	塌陷区	261.84	9.26	6.68	245.90					261.84	塌陷	重度
	合计	261.84	9.26	6.68	245.90					261.84		

4.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

4.4.1 矿山地质环境保护与恢复治理分区

4.4.1.1 分区原则和分区方法

一、分区原则

1. 以矿山地质环境现状和地质环境影响预测评估为基础的原则

在分析矿山地质环境条件，矿山地质灾害及主要地质环境问题分布、发育特征及其危害性的基础上，利用矿山地质环境影响评估结果进行分区。

2. 与矿山工程建设紧密结合的原则

矿山地质环境评估的目的是为工程建设服务，评估时应结合该矿山工程建设特点，充分考虑矿山地质环境的影响程度，特别是地质灾害对工程建设的危害程度、危害方式和危害规模等，对工程无关的地质灾害点可降低分级。

3. 预防保护和治理相结合的原则

矿山环境的破坏具有不可逆性，即使恢复治理也必须付出高昂的代价。应注重环境破坏由事后管理向事前控制和预防转变，开发和保护并重，防治并举，达到保护环境，防灾减灾的目的。

4. 考虑矿山地质环境问题发育程度趋势性的原则

矿山地质环境问题发育程度趋势性的分析，主要是预测矿山地质环境问题对矿山工程在运营过程中的危害情况，如现状发育程度弱，但有逐年增强的趋势时，应对危害级别适当地提高。

二、分区方法

按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》（DZ/T 0233-2011），以矿山地质环境影响评估为基础，依据矿山建设工程布局和特点，根据矿山地质环境保护与恢复治理分区表（表4-26），明确预防保护及治理的区域，采取区内相似，区际相异的原则，以定性分析为主，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

表4-26 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

注：现状评估与预测评估结果不一致的采取就上原则进行分区

4.4.1.2 分区评述

根据矿山地质环境保护分区原则及分区方法，将矿山划分为矿山地质环境重点防治区（Ⅰ）、次重点防治区（Ⅱ）和一般防治区（Ⅲ），见表4-25。

1、矿山地质环境重点防治区（Ⅰ）

根据矿山地质环境影响预测评估结果，矿山地质环境重点防治区为塌陷区、露天采坑、尾矿库、选矿工业场地及废石渣堆场，由于露天采坑位于地面塌陷范围内，重点防治区面积统计过程中将重复面积扣除，确定重点防治区总面积为442.75hm²，占评估区总面积的19.39%。可进一步分为4个亚区：

I₁：包括地面塌陷区和露天采坑，由于露天采坑位于地面塌陷区范围内，面积统计时扣除重复面积。

塌陷区：随着矿山开发建设活动的进行，预计矿山最终将形成1处塌陷区，占地面积约267.16hm²，塌陷深度1.54~1.57m不等。预测矿山在服务期内形成的地面塌陷地质灾害发生地质灾害的规模为中~大型、变形程度小，可能造成直接经济损失及危害程度较小，但发生塌陷地质灾害的可能性大，综合判定矿山开采活动引发的地面塌陷地质灾害对矿山地质环境的影响程度为严重。预测评估矿山开采引发含水层结构破坏对矿山地质环境影响的程度为较轻；塌陷坑和地裂缝的产生对原地形地貌景观有所改变，地形地貌景观影响较严重。塌陷区主要破坏裸岩石砾地，对土地资源破坏较轻。综合评估地面塌陷区对该区地质环境影响程度严重。

防治措施建议：因采矿引起的含水层破坏从结构角度来讲是不可恢复的，且区内含水层富水性弱，原则上可不进行治疗，一般等矿井闭坑后地下水位自然恢复；对该区产生的地裂缝采用自然恢复的方式进行治理，同时加强地质环境监测，并在塌陷区周边设置护栏和警示牌，防止意外的发生。

建矿初期，七角井铁矿为露天开采，在7-21线约3000m标高以上沿东西向进行露天开采，形成一处带状露天采坑，大部分已回填处理。

露天采坑：该亚区为建矿初期形成的带状露天采坑，面积3.50hm²，附近无人员活动及重要工程设施，坡体失稳不会对人员造成威胁，也不会造成直接经济损失，但发生的可能性大，对矿山地质环境影响程度为严重；露天采场对含水层的影响和破坏较轻，对地形地貌景观的影响和破坏程度严重，对水土环境污染影响程度较轻。预测该露天采场对含水层的影响和破坏较轻；对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对水土环境污染影响程度较轻。

主要防治措施：因采矿引起的含水层破坏从结构角度来讲是不可恢复的，且区内含水层富水性弱，原则上可不进行治疗，一般等矿井闭坑后地下水位自然恢复。对露天采场的治理主要利用渣堆废石进行回填恢复成原土地类型，减少不稳定边坡的不稳定状态。必要时增加护栏及进行监测预警等措施。

尾矿库（ I_2 ）：闭库后尾矿库占地面积约 127.61hm²。现状评估：现状地质灾害不发育；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：尾矿坝基础、坝肩开挖引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

主要防治措施：因采矿引起的含水层破坏从结构角度来讲是不可恢复的，且区内含水层富水性弱，原则上可不进行治疗，一般等矿井闭坑后地下水位自然恢复。除此之外，对该区其它矿山地质环境问题的治理主要为尾矿库进行整平，同时进行监测预警等措施相结合进行综合防治。

选矿工业场地（ I_3 ）：选矿工业场地包括铁矿及钒矿选矿工业场地，二者直线距离约 600m，总占地面积为 26.88hm²。现状评估：现状地质灾害不发育；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

主要防治措施：矿山闭坑后，拆除场地内不再利用的建筑物，对场地进行平整，进行监测等综合防治措施。

废石渣堆场（ I_4 ）：矿山现状废石渣堆 30 处（含 2 处不稳定斜坡），总占地面积 21.10hm²。现状评估：现状不稳定斜坡发育；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

主要防治措施：矿山闭坑后，拆除场地内不再利用的建筑物，对场地进行平整，进行监测等综合防治措施。

2、矿山地质环境次重点防治区（III）

根据矿山地质环境影响预测评估结果，矿山地质环境次重点防治区为采矿工业场

地，占地面积合计 39.08hm²，由于采矿工业场地与地面塌陷区存在重叠面积 1.82hm²，重复部分已划分为重点防治区，该防治区划分时对重复部分予以扣除，确定次重点防治区面积 37.26hm²，占评估区总面积的 1.63%。

采矿工业场地（II1）：现状评估：现状地质灾害不发育；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

主要防治措施：矿山闭坑后，拆除场地内不再利用的建筑物，对场地进行平整，进行监测等综合防治措施。

3、矿山地质环境一般防治区（III）

矿山地质环境一般防治区为评估区范围内除矿山地质环境重点区和次重点区以外的区域，面积约 1803.88hm²，主要包含办公室生活区、炸药库及区内其它未布置工程区域。现状评估：未发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：地质灾害对矿山地质环境的影响较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

主要防治措施建议：加强环境保护，落实生产、生活污水、生活垃圾处理措施，不断改善办公、生活区环境。

表4-27 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分区级别	编号	分区名称	分布面积 (hm ²)	占比 (%)	矿山地质环境 影响程度	备注
重点防治区（I）	I 1	塌陷区及露天采坑	267.16	11.70	严重	露天采坑位于塌陷区范围内
	I 2	尾矿库	127.61	5.59	严重	
	I 3	选矿工业场地	26.88	1.18	严重	
	I 4	废石堆渣场	21.10	0.92	严重	
小计			442.75	19.39		
次重点防治区（II）	II	采矿工业场地	37.26	1.63	较严重	已扣除与地面塌陷区重复面积 1.82hm ²
一般防治区（III）	III	其他	1803.88	78.98	较轻	
合计			2283.89	100.00		

4.4.2 土地复垦区与复垦责任范围

复垦责任范围为复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。矿区位于荒漠戈壁，各生产生活及辅助设施均无二次利用价值，此外，由于地面塌陷的主要形式为塌陷裂缝，针对塌陷裂缝，在矿山闭坑后选择自然沉降恢复，不再单独进行复垦，因此，除塌陷区外，需对其余各损毁区域全部进行复垦，总面积224.71hm²，土地复垦范围与复垦责任范围相同，土地复垦率为100%。见表4-24。

4.4.3 土地类型与土地权属

根据项目区域植被分布图，通过实地调查对区内地类进行统计，复垦区原土地利用类型主要为采矿用地和裸岩石砾地，合计224.71hm²。复垦区土地所有权为马鬃山镇。

获得采矿许可后，肃北县博伦矿业开发有限责任公司经肃北县人民政府同意签订土地临时使用协议，获得土地使用权，矿山生产结束后，土地经过企业复垦，自然资源、农业部门组织通过验收后，使用权收归原有权属单位。

项目复垦后，矿区内的土地权属不变，界限不变，复垦后的土地交付原权属单位管理。

表4-28

土地复垦责任面积表

序号	损毁状态	评价单元	破坏土地类型 (hm ²)		损毁面积合计 (hm ²)	损毁方式	损毁程度
			采矿用地	裸岩石砾地			
1	已损毁	露天采坑	2.90	0.60	3.5	挖损、压占	重度
2		废石堆渣场 (30 处)	6.11	14.99	21.1	挖损、压占	重度
3		采矿工业场地	29.63	9.45	39.08	挖损、压占	重度
4		选矿工业场地 (钒、铁)	25.23	1.65	26.88	压占	重度
5		生活办公区	0.61		0.61	压占	轻度
6		炸药库	0.47		0.47	压占	轻度
7		尾矿库 (钒、铁)	83.63	43.98	127.61	压占	重度
8		35Kv 变电站		0.36	0.36	压占	中度
9		矿区道路	1.95	3.15	5.1	压占	中度
11		合计	150.53	74.18	224.71		

5 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

5.1 矿山地质环境治理可行性分析

5.1.1 技术可行性分析

5.1.1.1 地质灾害防治技术可行性分析

根据评估分析，区内矿山地质灾害类型主要为露天采坑和废石渣堆形成的不稳定边坡、尾矿库填筑边坡可能引发的滑坡和采矿引发的地面塌陷。无大中型以上地质灾害险情。

露天采矿所形成的基岩边坡，坡度均较陡，因采场内无重要设施及人员活动，造成的危害较小，不会造成直接经济损失，本次设计对露天坑进行回填，与周边地形相适应，消除不稳定边坡。对于不能处理的，设计对采坑周修建钢丝网围栏和警示牌。废石堆渣形成的不稳定边坡，主要是进行平整削坡，控制高度，并在周边设置警示牌。地面塌陷可通过优化开采工艺、充填空区减轻地面塌陷变形，并通过地裂缝夯填消除地表视觉影响，并通过警示牌、围栏等工程进行预警。

以上工程技术措施均为已经成熟稳定的矿山地质灾害保护与治理措施，各施工点交通方便，无征地协调工作，施工简单易行，不存在难以克服的技术障碍，防治难度较小，技术上可以实现。

5.1.1.2 含水层防治技术可行性分析

矿区采矿对地下含水层的影响，在采矿过程中主要采取疏排堵水等预防措施，待采矿结束闭坑后，逐步实现自我修复，不再设计工程修复方案。

5.1.1.3 地形地貌修复技术可行性分析

本矿山对矿区地形地貌影响严重的主要是地表塌陷区、已有露天采坑、采选工业场地、尾矿库等，废石渣堆对地形地貌影响程度较严重，其他区域工程活动对地形地貌影响程度相对轻。矿山生产期间形成的渣堆及废石可用于回填已有露天采坑，矿山服务期满后，废石堆渣将全部清理平整，其它各场地主要通过建构筑物拆除、土地平整进行恢复；地下开采过程中形成的地面塌陷，通过外围设置警示牌，裂缝进行自然沉降恢复，技术可行。

5.1.1.4 水土污染防治技术可行性分析

本矿山污水主要为矿山生产、生活用水，收集处理后用于采场及道路洒水；矿坑涌水经处理后用于矿区道路及采场洒水降尘，绿化用水，生活垃圾集中处理。矿山生产、生活用水、矿坑涌水及生活垃圾对水土环境造成污染的可能性小。矿山对土地资源的破坏主要为对土地的挖损、压占。

近年来，水土环境污染修复技术与工程发展很快，随着点源污染逐渐被控制，水土环境污染技术进一步发展，包括物理修复及蒸汽浸提技术、化学修复及可渗化学活性栅技术、淋洗修复技术、生物修复技术、植物修复技术、水泥/石灰固化修复技术、玻璃化修复技术、电动力学修复技术等。

本项目工程建设及采矿活动对水土环境的污染程度较轻，可通过一般性预防控制措施即可降低水土环境污染的程度，主要采取控制污染物排放及按照设计处置固体、液体废弃物，技术可行性较强。

作为矿产资源较为丰富的地区，我省一直十分重视对矿山地质环境治理的研究，积累了大量的地形地质、水文地质、工程地质、水文气象、农业以及社会经济等基础资料，这些都为本次项目区的矿山地质环境治理积累了大量实践经验。因而，开展肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钨及铁矿矿山地质环境保护与土地复垦项目在技术上是可行的。

5.1.1.5 监测技术可行性分析

地质灾害中尾矿库滑坡及地面塌陷以变形监测和人工巡查监测为主，露天坑及废石渣堆形成的不稳定边坡以人工查监测为主，成本较低；含水层监测为水质、水位、水量监测，水质监测为现场监测、水位监测采取的是自动监测，成本相对较低；地形地貌景观采取遥感监测，水土环境污染监测等均为常规性监测，矿山地质环境监测技术可行。

整个保护与综合治理工程相对简单，只需投入一定的工作量对地质环境进行改造，对矿区实施地质环境治理的技术要求不高，在企业人力、物力、财力的可承受范围之内。另外，我省拥有众多从事此类勘察、设计、施工工作的专业队伍，为方案的实施提供了技术保障，技术上是可行的。

5.1.2 经济可行性分析

根据《矿山地质环境保护规定》和《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建[2017]638号）的规定，矿区现状及预测存在的矿山地质环境问题属采矿权人负责治理恢复，治理

恢复费用列入生产成本。企业设立矿山地质环境治理恢复基金，以基金的方式筹集治理恢复资金，用于矿区地质环境问题治理。

根据国土资发[2006]225号规定：“土地复垦费要列入生产成本或建设项目总投资并足额预算”。同时，我国《土地复垦条例》第三条指出：生产建设活动损坏的土地，按照“谁损毁，谁复垦”的原则，矿山产建设单位或个人（土地复垦义务人）负责复垦。第十五条指出，土地复垦义务人应当将土地复垦费用列入生产成本或建设项目总投资。

根据开发利用方案，肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿山年生产规模为 $380.0 \times 10^4 \text{t/a}$ （铁矿 $290 \times 10^4 \text{t/a}$ 、钒矿 $90 \times 10^4 \text{t/a}$ ）。项目达产年平均销售收入为141584.96万元，年总利润为29058.20万元，税后利润为21793.65万元。

矿山服务期限约20年（基建期2年），实现总利润311093.60万元，税后总利润233320.20万元。地质灾害治理及土地复垦静态投资总额为4811.88万元，占税后总利润的2.06%。经济上可行。

5.1.3 生态环境协调性分析

矿山地质环境保护与治理恢复方案因地制宜、因害设防，采取拦、排、护、整、填等方面的综合治理措施对矿山地质环境问题进行治疗。方案实施后，将有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度。

本项目恢复土地类型以原土地类型为主，矿区植被覆盖率极低，不存在外来物种入侵问题；闭矿后采取地貌景观再造，并采取相应措施预防水土流失。通过地质灾害防治、含水层保护、地形地貌恢复、水土环境污染预防可将矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处。治理和复垦后，地形地貌景观整体相比于原状态会有所改善；通过预防、监测的设计和实施，确保含水层水质不受污染，地下水水位自然恢复，降低因采矿活动对含水层造成的影响。

综上，在实施矿山地质环境治理与土地复垦后，矿区的水土资源会有所改善，生物资源主要是地表植被有所增加，生态环境整体将会有所改善。

5.2 矿区土地复垦可行性分析

5.2.1 复垦区土地利用现状

通过实地调查对区内地类进行统计，复垦区土地利用类型为采矿用地、裸岩石砾地和其他草地，合计 224.71hm^2 。

5.2.2 土地复垦适宜性评价

根据矿山损毁土地现状调查和拟损毁土地分析，已损毁土地面积合计224.71hm²，拟新增净损毁土地面积合计261.84hm²，项目运行期，共计损毁土地面积486.55hm²。

复垦区域为除塌陷区以外的各土地损毁区域，总面积224.71hm²。

5.2.2.1 评价目的和原则

土地复垦适宜性评价的目的是通过分析土地复垦的可能性及其对生态环境产生的影响，确定拟复垦的土地对于某种用途的适宜性及适宜程度的高低，它是确定土地规划、土地利用方向的基本依据，是提出土地复垦措施的基础。

土地复垦适宜性评价的原则为：

1. 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

恢复遭破坏土地资源的生态环境，需要符合《酒泉市土地利用总体规划》，同时与项目所在地的土地利用规划相协调。

2. 因地制宜原则

在评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据被评价土地的区域性和差异性 etc 具体条件确定其利用方向。

3. 主导性限制因素与综合平衡原则

在充分分析、研究矿区土壤、气候、地形地貌、植被群落等多种自然因素和经济条件、种植习惯等社会因素的基础上，同时根据土地破坏的类型、程度等，以自然属性为主，综合平衡后确定复垦利用方向。

4. 尽可能恢复原土地利用类型原则

损毁的土地尽可能恢复为原土地利用类型。

5. 社会因素和经济因素相结合原则

通过方案需要投入资源的大小进行比较，从土地整体效益出发，结合被破坏土地的空间位置、社会需求和周边自然景观、生态环境等确定最佳的利用方案。

5.2.2.2 评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调研项目区土地损毁前的利用状况、生产力水平和损毁后土地的自然条件基础上，参考土地损毁预测和程度分析的结果，依据国家和地方的规划和行业标准，采取切实可行的办法，改善被损毁土地的生态环境，确定复垦利用方向。其主要依据包括：

1. 土地复垦的相关规程和标准

- ①《环境影响评价技术导则非污染生态影响》（HJ/T 19-1997）；
- ②《规划环境影响评价技术导则（试行）》（HJ/T 130-2003）；
- ③《开发区区域环境影响评价技术导则》（HJ/T 131-2003）；
- ④《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T 192-2006）；
- ⑤《矿山环境保护与综合治理方案编制规范》（DZ/T 223-2007）
- ⑥《土地复垦方案编制规程》第一部分：通则（TD/T103.1-2011）；
- ⑦《土地复垦方案编制规程》第四部分：金属矿（TD/T103.4-2011）；
- ⑧《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）。

2. 土地利用的相关法规和规划

包括土地管理的法规、项目所在地区的土地利用总体规划等。

3. 矿区基础资料

- ①矿区土壤情况；
- ②矿区地形地貌；
- ③矿区土地利用现状。

5.2.2.3 评价单元划分

本方案主要以土地利用现状图作为评价的基础图件，考虑土地损毁程度，综合分析以生产地段和地块作为主要因素进行划分评价单元。

本方案涉及的复垦对象包括废石渣堆、已有露天采坑、办公生活区、采选工业场地、35KV变电站、炸药库和矿区道路等区域，单元划分时，紧邻地块或相似复垦对象划分为同一单元，具体划分见表5-1：

表5-1 土地适宜性评价单元类型划分结果表 单位: (hm²)

评价单元	破坏前土地类型 (hm ²)		损毁面积合计 (hm ²)	按土地破坏类型统计
	采矿用地	裸岩石砾地		
露天采坑	2.90	0.60	3.50	挖损、压占
废石堆渣场(30处)	6.11	14.99	21.10	挖损、压占
采矿工业场地	29.63	9.45	39.08	挖损、压占
选矿工业场地(钒、铁)	25.23	1.65	26.88	压占
生活办公区	0.61		0.61	压占
炸药库	0.47		0.47	压占
尾矿库(钒、铁)	83.63	43.98	127.61	压占
35Kv 变电站		0.36	0.36	压占
矿区道路	1.95	3.15	5.10	压占
塌陷区	0.00	0.00	0.00	塌陷
合计	150.53	74.18	224.71	

5.2.2.4 土地复垦适宜性等级评定

一、评价参评因素选择

参评因素的选择与评价标准的确定是土地适宜性评价的核心内容之一，直接关系到土地适宜性评价的科学性及评价精度的高低。参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)西北干旱区土地复垦质量标准、《农用地定级规程》(TD/T1005-2003)，《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T1634-2008)和《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T1007-2003)，借鉴矿山原有复垦经验，选出土地质地、地形坡度、土壤有机质含量、土地利用现状、地质灾害、灌溉条件、排水条件、岩土污染、有效土层厚度共9项参评因子作为土地复垦适宜性的参评指标。

二、评价方法选择

本项目采用极限条件法进行土地复垦适宜性等级评定。

三、评价体系

采用二级评价体系，分为土地适宜类和土地质量等，适宜类分适宜和不适宜，土地质量等再续分为一等地，二等地和三等地。

四、评价因素等级标准确定

根据相关规程和标准，结合本地实际情况以及矿山复垦经验，确定复垦土地适宜性评价的等级评定标准见表5-2。

表5-2 土地复垦主要限制因素等级标准表

限制因素及分级指标		耕地评价	林地评价	草地评价
土壤质地	壤土	1	1	1
	粘土、砂壤土	2	2	2
	重粘土、砂土	3	3或N	3
	砂质土、砾质	N	N	3或N
	石质	N	N	N
地形坡度 (°)	<2	1	1	1
	2~5	2	1	1
	5~8	3	2	1
	8~15	N	2	1
	15~25	N	3	2
	>25	N	3或N	3或N
土壤有机质含量 (g·kg ⁻¹)	>4%	1	1	1
	4%~3%	1	1	1
	3%~2%	2	2	1
	2%~1%	N	3	2
	0.6~1%	N	3或N	3
	<0.6%	N	N	3或N
地质灾害危险性程度	良好	1	1	1
	轻度	3或N	2	1或2
	严重	N	3或N	2或3
灌溉条件	有稳定灌溉条件	1	1	1
	灌溉水源保证一般	2	1	1
	灌溉水源保证差	3或N	2	1
	无灌溉水源保证	N	3	3或N
排水条件	排水好	1	1	1
	排水一般	2	1	1
	排水差	3或N	2或3	2
	无	N	3	3或N
岩土污染	不	1	1	1
	轻度	N	1	1
	中度	N	3或N	1或2
	重度	N	N	3或N
有效土层厚度 (cm)	>150	1	1	1
	100~150	2	1	1
	60~100	3	2	1
	30~60	3或N	3	2
	<30	N	N	2或3

注：说明：各分级标准参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）制定；1、2、3、N分别表示1等、2等、3等、不适宜

五、土地复垦适宜性等级评定结果与分析

在项目区土地质量调查的基础上，将参评的土地质量与复垦土地主要限制因素的农林牧评定等级标准对比，由限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评指标决定该单元的土地适宜性等级。评价指标分析及初评结果见表5-3、4。

表5-3 项目土地复垦评价指标分析表

评价单元	土壤质地	地形坡度 (°)	土壤有机 质含量 (g·kg ⁻¹)	地质灾害 危险性程度	灌溉条件	排水条件	岩土 污染	有效土层 厚度 (cm)	群众及部门 意见
露天采坑	砂质土、砾质、石质	0~70	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<30	裸地
废石堆渣场	砂质土、砾质、石质	0~30	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<31	裸地
采矿工业场地	砂质土、砾质、石质	0~30	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<32	裸地
选矿工业场地 (钒、铁)	砂质土、砾质、石质	0~30	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<33	裸地
生活办公区	砂质土、砾质、石质	0~30	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<34	裸地
炸药库	砂质土、砾质、石质	0~30	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<35	裸地
尾矿库(钒、铁)	砂质土、砾质、石质	0~5	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<36	裸地
35Kv 变电站	砂质土、砾质、石质	0~30	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<37	裸地
矿区道路	砂质土、砾质、石质	0~5	<0.6	轻度	无灌溉水源保证	排水好	轻度	<38	裸地

表5-4 复垦适宜性评价结果表

评价单元	土地质量情况	评价类型	适宜性	主要限制因子	最终复垦方向
露天采坑	主要为项目废石压占区及建筑设施占用区, 裸岩石砾地和采矿用地。	耕地评价	N	地表组成物质为硬岩或砂土, 无灌溉水源保证, 土壤有机质含量低。	生产结束后, 对场地进行回填平整, 最终复垦为裸地。
		林地评价	N		
		草地评价	N		
废石堆渣场	主要为项目废石压占区及建筑设施占用区, 裸岩石砾地和采矿用地。	耕地评价	N	地表组成物质为硬岩或砂土, 无灌溉水源保证, 土壤有机质含量低。	生产结束后, 对场地进行平整, 最终复垦为裸地。
		林地评价	N		
		草地评价	N		
矿工业场地	主要为项目建筑设施占用区, 裸岩石砾地和采矿用地。	耕地评价	N	地表组成物质为硬岩或砂土, 无灌溉水源保证, 土壤有机质含量低。	生产结束后, 对井口进行封堵, 拆除建构筑物, 平整场地, 最终复垦为裸地。
		林地评价	N		
		草地评价	N		
选矿工业场地	主要为建筑设施占用区, 破坏前土地类型为裸岩石砾地和采矿用地。	耕地评价	N	地表组成物质为硬岩或砂土, 无灌溉水源保证, 土壤有机质含量低。	生产结束后, 拆除建构筑物, 平整场地, 最终复垦为裸地。
		林地评价	N		
		草地评价	N		
生活办公区、炸药库、变电站	主要为办公生活区、炸药库等, 破坏前土地类型为裸地和其他草地。	耕地评价	N	地表组成物质为硬岩或砂土, 无灌溉水源保证, 土壤有机质含量低。	生产结束后, 拆除建构筑物, 平整场地, 最终复垦为裸地。
		林地评价	N		
		草地评价	N		
尾矿库	主要为尾矿占用区, 破坏前土地类型为裸岩石砾地和采矿用地。	耕地评价	N	地表组成物质为硬岩或砂土, 无灌溉水源保证, 土壤有机质含量低。	生产结束后, 拆除建构筑物, 平整场地, 最终复垦为裸地。
		林地评价	N		
		草地评价	N		

六、土地复垦适宜性等级评定结果与复垦方向的最终确定

项目地处河西走廊北山地区, 气候干燥、降雨量少, 属典型的干旱沙漠型气候, 无常年性河流, 地表水水资源匮乏, 地下水埋深较大; 土壤以沙壤土和砂砾土为主。采区

地表主要为风化岩石及少量沙土，办公管理区土壤类型主要有灰棕漠土，风沙土等，土壤熟化程度低，有机质及营养成分含量少，缺乏团粒结构，肥力较差，抗侵蚀性能差，在荒漠滩地上，一般都有零星砂砾石覆盖。

综上，区内植被不易成活，按适宜性评价标准评价属不适宜类（N），土地质量不再续分等级。

复垦义务单位以走访、座谈的方式了解和听取了相关土地权利人和自然资源局等相关职能部门的意见，建议复垦以在被破坏土地上覆盖砂砾石，减少扬尘，尽量恢复原有地貌为主，复垦方向为裸岩石砾地。

5.2.3 水土资源平衡分析

5.2.3.1 土平衡分析

根据矿区地质环境及土壤实际情况调查，矿区地处基岩山区及荒漠戈壁，土地主要为裸岩石砾地，土壤属于荒漠区砂质土壤，成土母质为风积物、洪积冲积物和残积坡积物等，土壤质地粗糙、疏松干燥、结构性差，成分多为砂砾质、粗砾质和砂壤质，土壤有机质少，PH值8.5—9.5。土层薄，最大厚度仅为23cm。受土壤、水源、降雨条件限制，不建议进行覆土、种树、植草绿化等无法管护及无法保障的生态恢复工程。复垦方向为整平后自然恢复裸岩石砾地。矿区早期形成的露天采坑经过多年治理，现状占地面积为 3.50hm^2 ，需回填平整的土方量为 $17.8 \times 10^4 \text{m}^3$ ，回填土方来源为就近的5个渣堆，编号分别为ZD5、ZD6、ZD7、ZD8、ZD9，其土方量为 $25.29 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可以满足露天采坑回填的土方需求量。

5.2.3.2 水资源平衡分析

项目区无常流地表水系，水资源匮乏，矿区复垦以恢复原有裸岩石砾地地貌为主，不植草种树，除大气降水，无其他复垦水源。

5.2.4 土地复垦质量要求

矿区规划复垦区域土地类型主要为裸岩石砾地和采矿用地，根据当地地质、气候等条件的限制，对矿区破坏土地只进行平整压实。土地复垦质量要求按如下标准执行。

1. 不产生水土流失，不造成二次污染；
2. 复垦后地形地貌与当地自然环境和景观相协调；
3. 复垦场地规范，平整，无扬尘；
4. 抗侵蚀能力达到损毁前的土地水平。

除以上要求外，矿山开采结束后还应拆除地面建（构）筑物，清理建筑垃圾。

6 矿山地质环境治理与土地复垦工程

6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防

根据《地质灾害防治条例》、《矿山地质环境防治规定》、《土地复垦条例》等文件的相关要求，结合本矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果、矿山土地损毁预测与评估结果、方案适用年限，开展矿山地质环境治理与土地复垦工程工作，原则如下：

1. 遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；
2. 坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿山地质环境治理与土地复垦工程的每个环节中；
3. 坚持“因地制宜，讲求实效，边开采，边治理”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程要与矿山的建设、生产相结合，根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，制定科学合理的工程技术措施；
4. 坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”、“技术可行，经济合理”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；
5. 坚持“总体部署，分期治理”的原则，根据矿山地质环境治理与土地复垦工程设计，提出矿山地质环境治理与土地复垦总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。
6. 坚持“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”的原则：环境治理积极采用规模化的、先进的、经济的治理技术，同时，要按照循环经济实施减量化、资源化、再循环的基本要求，作为矿产开发利用和环境保护的行为准则，实现“高利用、低排放”的开发目标
7. 坚持“统筹规划，分类指导、突出重点，分步实施”原则。在调查研究基础上，从矿山生态环境实情出发，分别对各单元提出环境保护和治理要求，合理分区，统筹规划，分步实施，使方案具有较强的可操作性。

6.1.1 目标任务

6.1.1.1 总体目标

按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”、“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦预防的总体目标

是：坚持科学发展观，在矿山开发过程中最大程度地遏制、减少与控制损毁土地和对地质环境破坏，并行之有效的治理矿山地质环境问题，为土地复垦工程创造良好的基础；闭采后，实现矿山地质环境恢复治理与土地复垦，努力创建绿色矿山，促进矿业开发与环境保护、人类生存环境、社会经济的持续、科学、和谐发展。

6.1.1.2 具体目标

根据矿区地质环境特征、矿山资源开发利用方案及建设规划，为了科学、有效地保护矿山地质环境问题、控制损毁土地资源，方案制订的矿山地质环境保护与土地复垦预防目标如下：

①提高矿山地质环境治理的整体性效果。

②未来开采过程中，矿山地质灾害得到有效预防；最大程度地控制矿山地质灾害隐患，减少经济损失，避免人员伤亡。

③开采过程中，要采取“探采结合、先探后采”的方式，提前发现断层或导水通道，及时处理，进行保护性开采，减轻对含水层的破坏。

④依据绿色矿山要求，矿山应从源头开展地质环境保护工作，如未来废石尽量不出井，利用废石修路，实现资源化利用。采取地形地貌景观保护措施，避免或减少矿山开采过程中对矿区地形地貌景观的破坏。

⑤定期进行水土环境监测。包括水位、水质（地表水、废水、地下水）及土壤质量、水土污染监测，矿山废水得到100%达标处理，水土环境污染得到遏制。

⑥矿业活动中减少、控制损毁土地面积和程度；闭坑后，全面恢复治理矿区地质环境，确保土地复垦率100%。

6.1.1.3 任务

矿山地质环境保护与土地复垦预防的宗旨是：在矿山在建设、生产等活动中的破坏地质环境及控制土地资源破坏，为恢复治理与土地复垦创造良好的基础。主要任务如下：

①建立健全矿山地质环境保护的组织领导机构，完善管理规章与目标责任制度，明确矿山法人代表为矿山地质环境保护与灾害预防的第一责任人，设立专门岗位并安排责任心强、懂技术的专职人员负责矿山地质环境保护的日常管理工作。

②矿山地质灾害预防任务：加大矿山露天坑废石渣堆的综合利用力度，利用尽可能利用废石充填采坑或空区；地下开采应及时进行充填，同时避免引发崩塌、地面塌陷等地质灾害；建立边坡监测系统，布置好巡查、监测工作，确保沟渠通畅，预防滑坡崩塌等地质灾害发生，减少对人身财产的危害和经济损失。

③含水层破坏的预防保护任务：开采过程中采取预防措施，减轻地下水水位下降程度；定期对矿区含水层水位、水质进行动态监测；开采结束后，对井口硐口及时封堵，使地下水位恢复上升，达到区域地下水位水平。

④地形地貌景观破坏的预防保护任务：严格控制采幅，尽量减少废石产出，利用废石充填采坑或修路，严控废石堆放破坏地形地貌景观；做好边开采边治理工作，及时恢复矿区地形地貌景观。

⑤水土环境污染的预防控制任务：提高矿山废水综合利用率，杜绝有毒有害废水排放，防止水土环境污染；对工业场地堆场硬化，并设废水收集池，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤；加强对地表水、废水、地下水及土壤环境进行动态监测，建立矿区的水文、地质、土壤数据库；采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层污染；推进矿区水土环境污染防治工作开展，防止水土环境污染程度加剧。

⑥矿区土地复垦预防任务：制定对矿业活动损毁土地资源进行恢复治理的方案，并采取有针对性的工程措施及临时防护措施，新建工程尽量利用已损毁土地建设，减小和控制被损毁土地的面积和程度，改善矿区生态环境，确保矿业开发与区域生态环境和人文环境的协调发展。

6.1.2 主要技术措施

6.1.2.1 矿山地质环境预防措施

一、矿山地质灾害预防措施

地质灾害的防治应本着“预防为主，避让与防治相结合”的原则，把灾害的损失减少到最低水平，保证拟建工程的安全。根据“矿山地质灾害现状评估及预测评估”的结果，在工程建设施工过程中，必须加强地质环境保护，尽量减轻人类工程对地质环境的不利影响，避免和减少会引发矿山地质灾害的行为，尽可能避免引发或加剧地质灾害。

根据现状评估和预测评估结果，矿区内存在的地质灾害类型主要为废石渣堆形成的不稳定斜坡和采矿引发的地面塌陷。因此，要采取必要的预防措施减少或避免地面塌陷灾害的发生。

为了保护矿山地质环境和矿山开采过程中的生产安全，采取的预防防治措施主要有：

(1) 控制废石渣堆形成的边坡坡度、堆高，对存留堆场内废石及时清运。

(2) 保护性开采，加强监测。对采空区能回填的及时回填处理，避免或减少采空区地面塌陷和地裂缝的发生。

(3) 在矿区露天坑、塌陷区等危险区域路口设置围栏及危险警示牌。

(4) 针对采空塌陷，应及时崩落空区围岩或采用废石充填空区，并在塌陷区边界上设置围栏和警示牌，防治意外事故发生；对裂缝采取自然沉降恢复。

二、含水层保护措施

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E，矿山水文地质条件简单，现状条件下含水层基本未受人为扰动，破坏程度小，含水层现状影响程度为较轻。预测生产过程中，形成的采区及井巷工程均将对含水层及充水结构造成一定程度的破坏。含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力。矿山可通过以下手段进行预防防治：

(1) 矿山开采过程中严格按有关要求控制爆破强度，最大程度减轻对周围岩体的扰动，减轻爆破震动对含水层透水性的影响，从而减轻地下水渗漏。

(2) 井下涌水采用集中排水方式，在最低中段设排水泵房，坑内的涌水及生产废水集中于中段水仓后，经排水泵房敷设在竖井中的排水管直接扬至地表高位水池，沉淀后再利用。

(3) 矿区生产、生活污水采用分流制排放，生活污水经排水管道，排入设在管网末端的埋地式污水处理装置，达到《污水综合排放标准》（GB8978-2019）后用于绿化和浇水洒路面。

(4) 按开发利用方案设计进行开采，减小围岩移动变形对含水层结构的破坏程度。

(5) 进行地下水水质的定期检测工作，及时预防可能的地下水污染。

(6) 揭穿含水层的井巷工程，应采取止水措施，防止地下水的串层污染。

(7) 管理措施：

a. 在人员素质和管理水平提高上下功夫，严格定期检查各种设备的制度，积极培养工作人员的责任意识，提高工作人员的技术水平。

b. 加大环境执法力度，实施建设项目“三同时”制度，杜绝将污废水直接排放地表及支沟中，以防止受到污染的地表水入渗补给地下水而间接污染地下水水质。

c. 一旦发生事故，立即启动应急预案和应急系统，把对地下水的影响降低到最小程度。

(8) 风险事故应急措施：无论预防工作如何周密，风险事故总是难以根本杜绝，因此，必须制定地下水风险事故应急响应预案，明确风险事故状态下应采取封闭、截流等措施，提出防止受污染地下水扩散和对受污染的地下水进行治理的具体方案。

a. 风险应急预案：对地下水的污染，应根据《中华人民共和国水污染防治法》编制

相应的应急方案，并按照《关于印发<企业突发环境事件风险评估指南（试行）的通知》（环办[2014]34 号），将地下水风险纳入单位环境风险事故评估中，防止对周围地下水环境造成污染。

b. 成立事故应急对策指挥中心：成立由多个部门组成的事故应急对策指挥中心。负责在发生事故后进行统一指挥、协调处理好抢险工作。

c. 建立事故应急通报网络：网络交叉点包括消防部门、环保部门、卫生部门、水利部门及公安部门等。一旦发生事故，第一时间通知上述部门协作，采取应急防护措施。并第一时间通知上游相关供水工程，做好应急准备。

d. 应急措施：污染物质扩散影响地下水质，而且地下水一旦遭受污染，很难恢复。一旦发生风险泄漏事故，先判定可能漏失层位，然后分析可能产生的地下水位抬升和污染物质扩散范围，再利用可能扩散范围内外的已有井孔对相关层位进行地下水动态监测。如果风险事故对地下水影响较大，影响到地下水供水或其它目的，可以通过抽排地下水，将可能的污染物质抽出处理；另外，还可以通过如建造帷幕等的工程措施，隔断污染途径，辅助抽水处理，减轻甚至避免对地下水造成不利的影响。

一旦发生地下水污染事故，应立即启动应急预案，并采取相应的应急措施，包括：①查明并切断污染源；②探明地下水污染深度、范围和污染程度；③依据探明的地下水污染情况，合理布置封闭、截流措施，并对受污染水体进行抽排工。

地下水中污染物浓度满足地下水功能区划的标准后，逐步停止抽水。

（9）地下水资源量保护措施：

a. 本区地下水资源贫乏，因此应加强节水措施，优化水资源配置，节约和保护水资源，提高水资源利用效率和效益，制定节水方案，生产废水回注率要求达到 100%，使水资源得到合理利用。

b. 加强工业用水的计量与控制，对重点用水系统和设备配置计量水表和控制仪器，逐步完善计算机和自动监控系统，建立完善相应的统计报表，建立用水和节水计算机管理系统和数据库。

c. 积极开展清洁生产审核机制，加强用水管理，不断研究开发新的节水减污清洁生产技术，提高水的利用率，降低耗水指标。

d. 对矿区内地下水位、地下水开采量情况进行长期观测，总结地下水变化规律，密切关注当地地下资源环境变化状况，以便在有可能产生影响时及时采取关井、限采等保护措施。

三、地形地貌景观保护措施

按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，根据自身生产方式与工艺的特点，针对不同的生产环节和破坏形式，分别在已建场地及拟建场地和临时用地采取预防控制措施。主要保护措施有：

- (1) 厂房紧邻集中布置，减少占地，尽量避免开挖，减少对土地表土层的破坏。
- (2) 按相关要求或规定，通过矿山地质环境专项治理进行治理，边开采边治理。
- (3) 合理预留矿柱，及时充填采空区，减小地面塌陷的范围及程度。
- (4) 堆场内堆料按设计要求合理堆置，做到观感整齐。
- (5) 采用新工艺，减少占用土地面积。

四、水土环境污染预防措施

(1) 固体废弃物严格按照设计进行处理。产生的生活垃圾，在办公生活区定点设置垃圾箱，由垃圾车统一运往当地生活垃圾填埋场进行处理，采取卫生填埋的处置方式；生活污水处理站污水净化处理产生的污泥经堆肥处置后，可用于绿化施肥。井下废石在形成空区前堆存于排土场，正常生产后用于井下采空区充填。锅炉房灰渣堆存于灰渣堆场，灰渣用于铺路和外卖。

(2) 采矿排出的废水主要是坑内地下涌水、凿岩及喷雾降尘废水。此废水除浊度偏高外，受污染较轻，经过絮凝斜板沉淀等处理后分别提升至采矿高位水池回用。尾矿库日常水量较少时，通过渗水管排出至下游集水池，集水池内废水回收再利用，废水返回选厂循环使用。锅炉房排污水，经排污降温池后再排下水系统，水中极少量的钙、镁离子，基本无污染。

6.1.2.2 土地复垦预防措施

一、预防控制原则

1、土地复垦与生产建设统一规划，矿山开采与土地复垦同步进行的原则

本矿为已有矿山，应将土地复垦方案纳入生产建设计划，土地复垦要与矿山开采同时进行，使矿山开采对当地的环境影响降到最低。

2、源头控制、防复结合的原则

从源头采取预防、控制措施，尽量减少对土地不必要的损毁。坚持预防为主、防治结合、节约用地原则，使土地资源损毁面积和程度控制在最小范围和最低限度。

3、因地制宜，综合利用的原则

土地复垦要按照土地利用总体规划及矿山所处环境等实际条件等，合理确定土地复

垦方向，使复垦后的土地得到综合利用。

二、预防控制措施

（1）水土流失防治措施

矿山的开采及建设不可避免的破坏了原有的植被。施工期间临时占地应设置在工业场地内，以减少对周边地表扰动面积和对植被的破坏；对水土保持影响较大的工程应尽量避免雨季施工。

（2）降低对土地损毁的程度

规范化施工，减少不必要的人为损毁。在满足矿山开采需求的条件下，尽量采取对土地损毁程度小的采矿方法，而且要在采矿过程中不断创造新技术降低土地损毁程度。

6.1.3 主要工程量

对地形地貌进行全面观测，对不稳定斜坡、水土环境持续监测，掌握动态数据，以便对照分析，为动态治理提供依据。具体工作量见后续章节。

6.2 矿山地质灾害治理

6.2.1 目标任务

矿山的建设生产活动会与所处的矿山地质环境产生相互作用，导致岩土体变形以及矿区地质、水文地质、土地资源等环境发生严重变化，继而遭受、引发或加剧矿山地质灾害。因此，为了防止矿山地质环境恶化，防止矿山地质灾害对矿山设施、机械及人员造成伤害，通过对矿山开发建设可能引发和加剧的地质灾害进行防治治理，消除地质灾害隐患，避免不必要的经济损失和人员伤亡。

本矿山地质灾害治理任务为：根据矿区内的自然地理条件、地质环境条件及矿山项目地质灾害危险性现状及预测评估结果，针对该矿山项目建设可能引发的地质灾害，提出必要的技术措施进行综合治理。

6.2.2 工程设计

根据地质灾害现状评估和预测评估结果，可知矿区内存在的地质灾害类型主要为废石渣堆形成的不稳定边坡、露天采坑及地面塌陷，因此主要采取必要的预防措施减少或避免矿山地质灾害的发生。针对废石渣堆形成的不稳定边坡、露天采坑，主要采取回填清运平整，设置警示牌围栏等方法进行治理。而对采矿形成的地面塌陷主要采取设置警示牌、围栏及闭坑后自然沉降恢复的方法进行治理；本方案地质灾害防治治理设计主要针对废石渣堆和地表塌陷区进行地质灾害治理设计。

一、露天采坑治理方案设计

利用采矿工业场地露天采矿剥离、井巷开拓、前期井下开采选出的废石对前期露天采坑进行回填，既处理了散落堆积的废渣堆，又回填恢复了露天采坑。该类废石分布在矿区东西走向的矿体周围及露天采空区沿线，距离采矿区较近，共 6 处，废石量 252947.93m³，见表 6-1，运距 100-500m。可采用装载机、铲车铲装，皮带走廊输送或自卸汽车运输至露天采坑区，然后利用挖掘机、铲车、推土机分片、分段、分层摊铺和推平，用压路机分层压实。受工程区自然、土壤、气候、水源及取土条件的限制，露天采坑回填后不进行覆土绿化，地质灾害、地形地貌、土地压占挖损破坏通过工程措施治理后，生态植被需要自然恢复。

在回填的同时，对周边来不及回填的露天采坑，特别是对那种坑深坡陡的露天采坑，在四周修建钢丝网围栏和警示牌，防止人员和牲畜误入，造成人员财产损失。待前一个露天坑治理完成再逐步回填治理。设计围栏选用刺钢丝与角钢柱组合形式。围栏高度以阻挡人员及牛、羊类牲畜通过为原则，设置 1.20m 高度。围网结构为 6 根纬线刺丝，2 根斜向对拉刺丝。围栏立柱采用热轧等边角钢，立柱间距设置对于地势平坦地段，间距 5m，地势起伏的地段，间距 3m。围栏立柱分为小立柱、中间柱、角柱及支撑杆。其中小立柱安装在围栏设计线路上，用来支撑编结网的柱子，设计采用 40×40×4mm 角钢制作。中间柱，承受编结网张紧力的柱子，采用 70×70×5mm 角钢制作。角柱安装在围栏线路的方向变化较大处，用来承受编结网张紧力的柱子，其尺寸与中间柱相同。支撑杆，支撑在中间柱、角柱上的柱子，尺寸与采用与中间柱相同，具体见防护围栏结构设计图（图 6-1、2）。

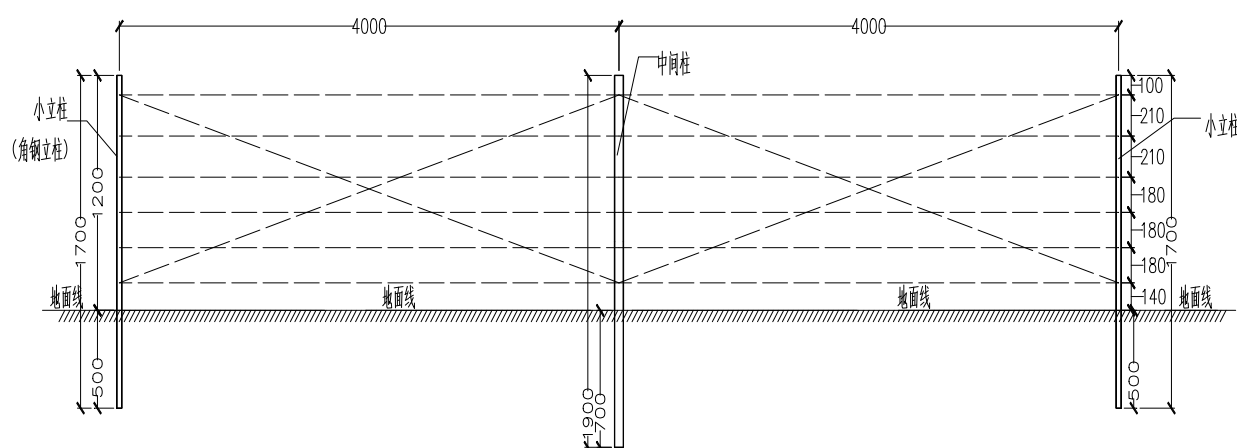


图 6-1 安全防护围栏结构大样图

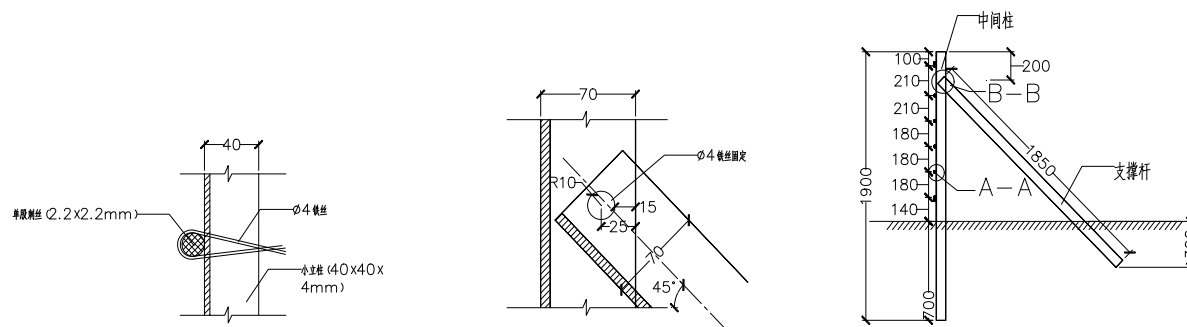


图 6-2 安全防护围栏断面图

警示牌规格为 40*60cm 铁板挂牌，安全警示内容如：“露天采坑，禁止入内”、“地质灾害防治设施，严禁破坏”、“露天采坑，严禁通行，违者后果自负”等。

二、废石渣堆治理方案设计

评估区内现有30处废石渣堆，治理方式可分为3类，分别为露天采坑回填、弃渣堆就地整形处理及井下采空区充填。

(1) 露天采坑回填

该类废石分布在矿区东西走向的矿体周围及露天采空区沿线，距离采矿区较近，共6处，废石量 177947.93m³，见表6-1，运距100-500m。见表6-1。

表 6-1 渣堆在露天采坑及塌陷区就近回填处置方案表

序号	渣堆编号	面积 (m ²)	高度 (m)	方量 (m ³)	压占土地面积 (hm ²)	备注
1	ZD5	3677.16	3.5	12934.34	0.368	就近回填露天采坑
2	ZD6	278.06	1.4	391.22	0.028	
3	ZD7	2784.36	1.1	2938.18	0.278	
4	ZD8	5496.53	1.1	5800.19	0.55	
5	ZD9	21126.46	6.3	133761.50	2.113	
6	ZD10	2858.77	7.7	22122.50	0.286	
	合计	36221.34		177947.93	3.623	

(2) 弃渣堆就地整形处理

分散于矿山前期井工开拓各类井口附近的小型渣堆及选矿干抛废石堆，因渣堆均位于依山缓坡及小型沟谷一侧的安全地带，地处山区，弃渣点分散，且道路不通、运输不便、规模较小，拉运至采空区及井下充填并难度很大，费用较高，因此采用原地依坡就势整形压实处理的方法进行处理。就地处理的渣堆有，根据调查此类渣堆有30处，废石量 1968128.32m³，见表 6-2。按《建筑边坡工程技术规范》、《工程地质手册》及开发利用方案中填土边坡的坡比要求进行分级放坡，边坡高度小于6m时，边坡坡率采用1: 0.75进行削坡整形，边坡高度6-12m时，边坡坡率采用1: 1进行分级削坡整形；边坡高度12-20m

时，边坡坡率采用1: 1.25进行分级削坡整形；边坡高度大于20m时，边坡坡率采用1: 1.5进行分级削坡整形；在坡脚前缘利用挖机堆筑防洪挡渣墙，拦渣墙采用渣堆废石沿坡脚堆筑，顶宽1m，高2m，内外坡比均为1:1。受工程区自然、土壤、气候、水源及取土条件的限制，露天采坑回填后不进行覆土绿化，地质灾害、地形地貌、土地压占挖损破坏通过工程措施治理后，生态植被需要自然恢复。见表6-2。

表 6-2 渣堆就近整形处理方案表

序号	渣堆编号	面积 (m ²)	高度 (m)	方量 (m ³)	压占土地	备注
					面积 (hm ²)	
1	ZD1	461.51	10	4615.08	0.046	为早期开拓掘进及采矿产生废石。分布分散，外运困难，就地整形处理
2	ZD2	2031.84	8	16254.75	0.203	
3	ZD3	1417.24	2	2834.48	0.142	
4	ZD4	328.65	2	657.3	0.033	
5	ZD11	3542	4	14168.01	0.354	
6	ZD12	10090.38	27	272440.22	1.009	
7	ZD13	395.76	2	791.51	0.04	
8	ZD14	2460.66	2	4921.33	0.246	
9	ZD15	1660.66	10	16606.59	0.166	
10	ZD16	11699.8	8.5	99448.3	1.17	
11	ZD17	1485.43	2	2970.87	0.149	
12	ZD18	1432.59	6	8595.51	0.143	
13	ZD19	595.41	2	1190.81	0.06	
14	ZD20	5354.23	8	42833.83	0.535	
15	ZD21	3594.66	1.5	5391.99	0.359	
16	ZD22	5193.75	17	88293.67	0.519	
17	ZD23	12686.23	12	152234.81	1.269	
18	ZD24	37221.77	15.5	576305.39	3.722	
19	ZD30	9862.75	4	39451.01	0.986	
20	ZD31	2133.52	2	4267.05	0.213	
21	ZD32	1920.9	2	3841.81	0.192	
22	ZD33	15341.63	12	184099.59	1.534	
23	ZD34	14843.17	8	118745.39	1.484	
24	ZD35	1003.92	4.5	4517.66	0.1	
25	ZD36	2254.62	6	13527.73	0.225	
26	ZD37	973.45	4	3893.78	0.097	
27	ZD38	6454.16	13	83904.14	0.645	
28	ZD39	7611.44	5	38057.2	0.761	
29	ZD40	5353.83	12.3	65744.99	0.535	
30	ZD41	6965.97	14	97523.52	0.697	
	合计	176371.93		1968128.32	17.634	

(3) 井下采空区充填

利用选矿工业场地选矿分选出的细颗粒废石、干磁选抛废干排出的非磁性细颗粒矿渣，对井下采空区进行充填，减缓和避免采空区塌陷。该类细颗粒废石分布在选矿工业场地的选矿车间外围，根据调查此类渣堆有5处，废石量484937.11m³，见表6-3。至充填井运距2.0km左右，可采用装载机、铲车铲装，皮带走廊输送或自卸汽车运输至充填井，然后按充填工艺进行井下采空区充填。见表6-3。

表 6-3 渣堆充填井下采空区处置方案表

序号	渣堆编号	面积 (m ²)	高度 (m)	方量 (m ³)	压占土地面积 (hm ²)	备注
1	ZD25	15592.46	9	140460.48	1.559	井下充填
2	ZD26	20585.53	0.7	14264.55	2.059	
3	ZD27	10877.77	10.6	115577.28	1.088	
4	ZD28	16447.57	10.6	174756.95	1.645	
5	ZD29	9591.45	4.2	39877.85	0.959	
	合计	73094.78		484937.11	7.31	

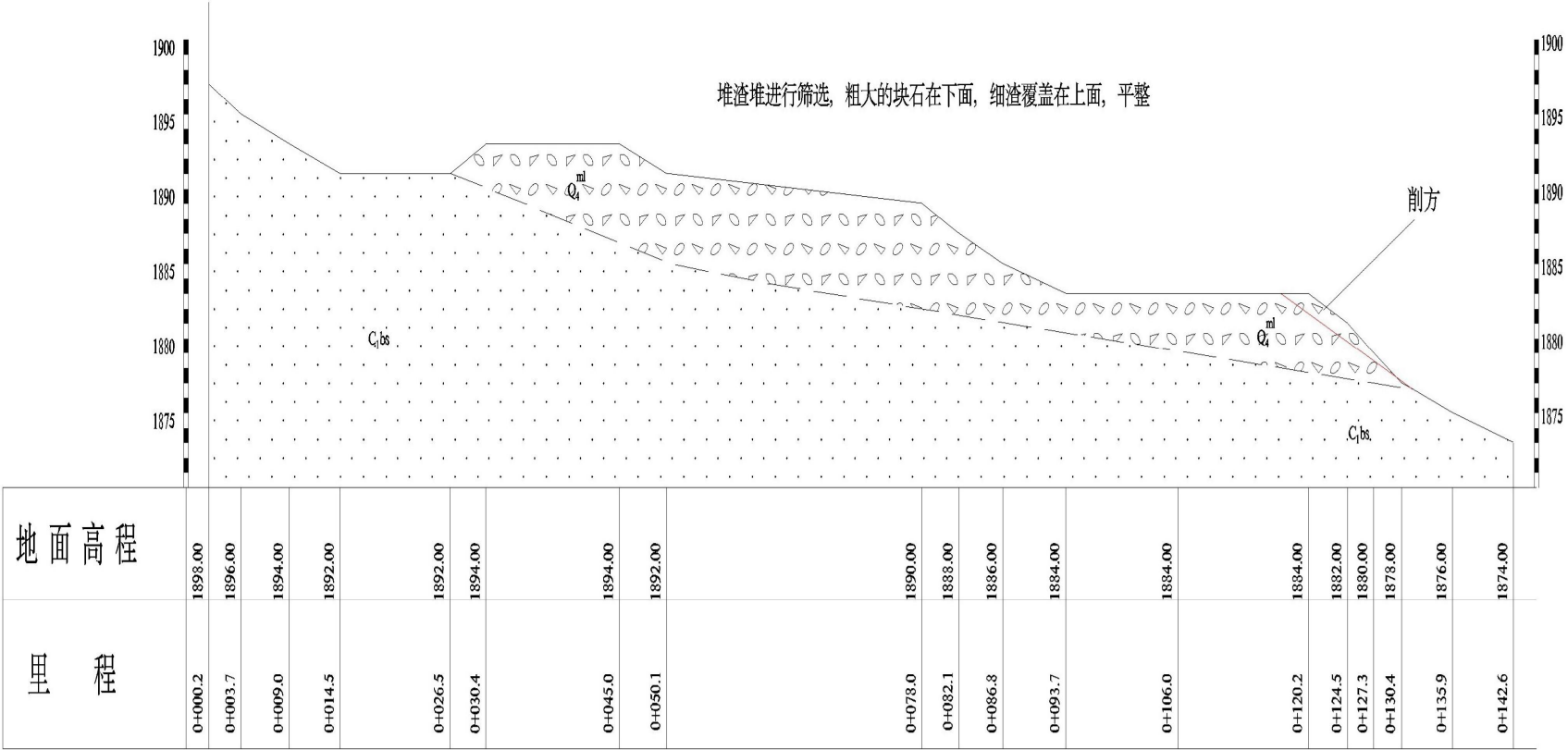


图 例



图 6-3 ZD4 整饰示意图

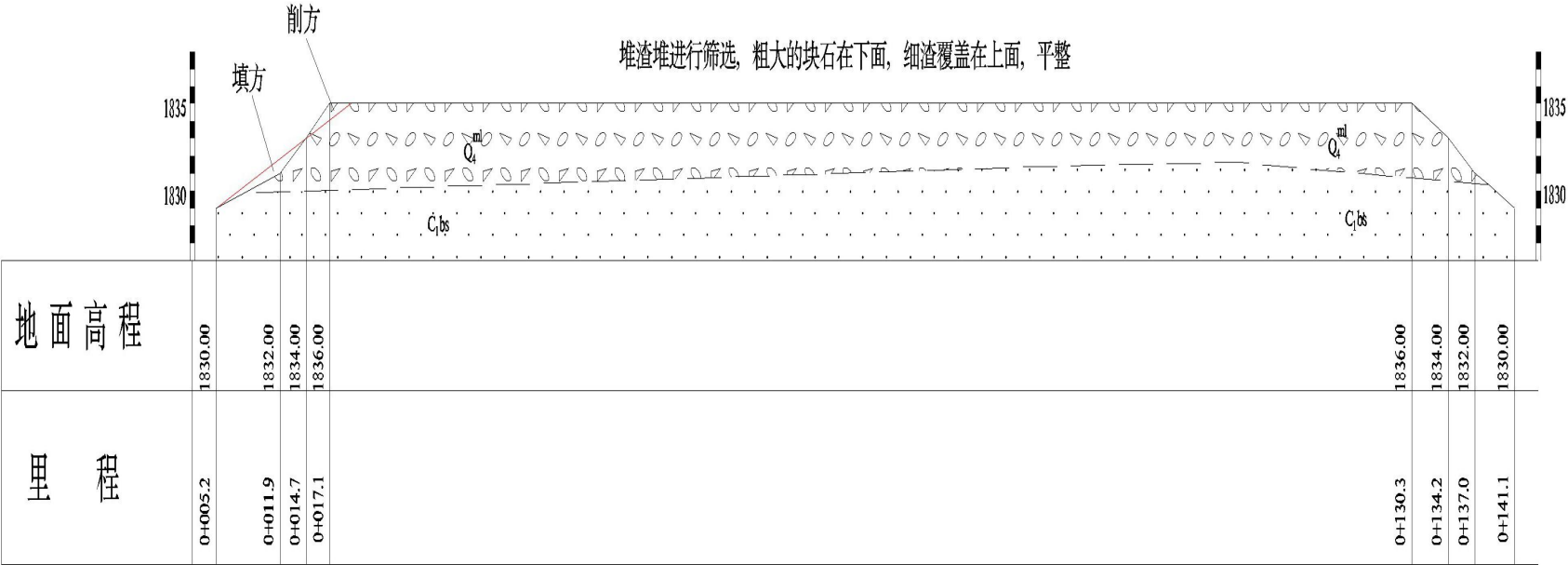


图 例



图 6-4 ZD31 整饰示意图

三、地表塌陷区地质灾害治理工程设计

塌陷区裂缝选择自然沉降的方式恢复，周围设置围栏和警示牌，同时加强监测工作。

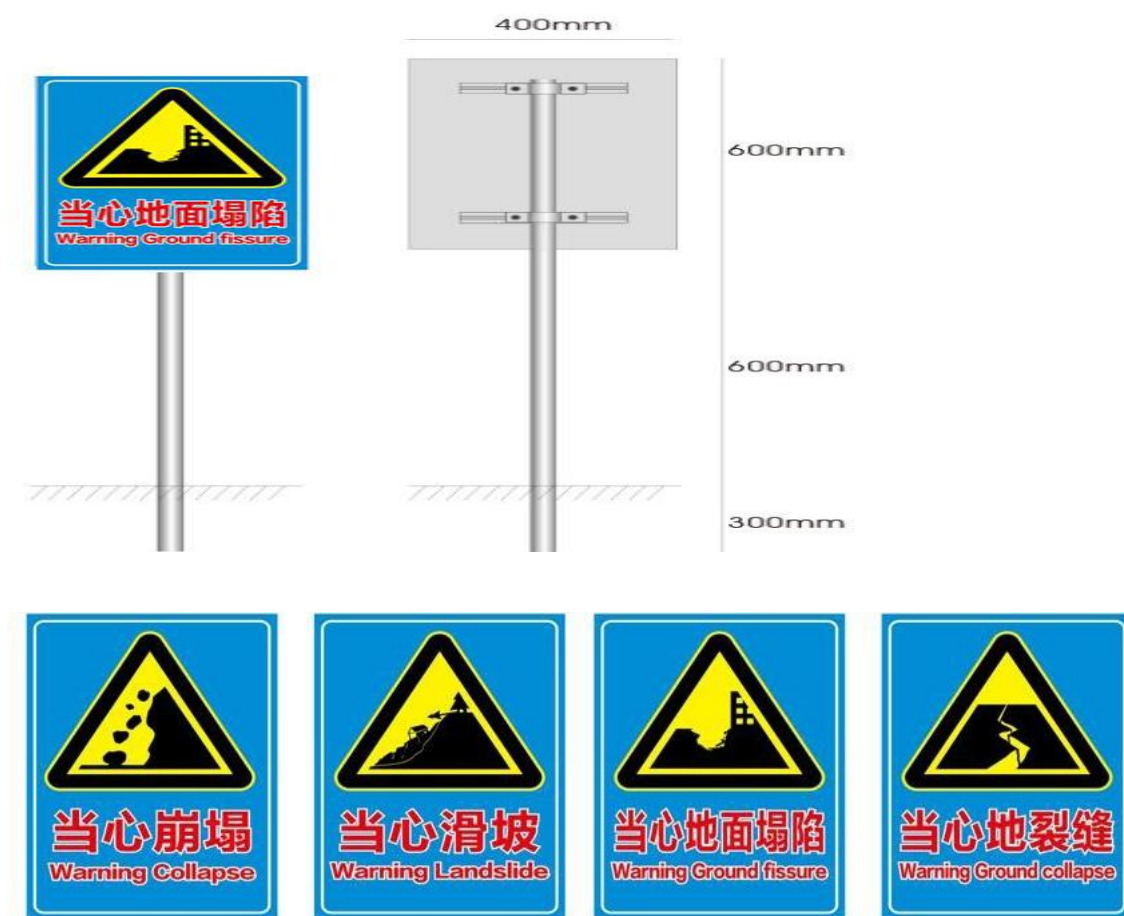


图 6-5 警示牌制作图

6.2.3 技术措施

根据现状矿山地质环境问题及采矿活动引发的矿山地质环境问题，矿山地质环境恢复治理措施主要为：

- (1) 对已有的露天采坑利用废石渣堆及采矿废石进行回填平整，并挂警示牌；
- (2) 对废石渣堆进行回填平整进行回填平整，并挂警示牌；
- (3) 对采矿塌陷区裂缝选择自然沉降方式恢复；
- (4) 建立、实施矿山地质环境监测系统；
- (5) 对于有危险的地段，应及时设置安全警戒线，尽快撤出危险区内的人员与设备，严禁无关人员和设备进入危险区，并采取有效措施消除危害，避免造成重大损失。

6.2.4 主要工程量

表6-4 地质灾害治理工程量一览表

序号	治理单元	单位	数量	备注
1	露天坑	铁丝网拉设	m	3412
		警示牌制作安装	块	10
		露天坑回填	m ³	177948
2	废石渣堆治理	废渣就地平整	m ³	1968128
		井下充填	m ³	484937
3	塌陷区治理	警示牌制作安装	块	25
		铁丝网拉设	m	11300
4	合计	铁丝围栏拉设	m	10945
		警示牌制作安装	块	35
		废渣就地平整	m ³	1799998
		井下充填	m ³	484937
		露天坑回填	m ³	177948

6.3 矿区土地复垦

6.3.1 目标任务

通过土地复垦工作的开展，创造出一个土地复垦高效利用与矿区生态环境重建相结合的样板，为区域土地复垦提供经验和示范效应。本项目通过土地复垦工作要实现以下目标：

1、根据土地适宜性评价结果，本项目复垦方向为裸岩石砾地，复垦责任面积为224.71hm²，土地复垦率为100%。

2、改善生态环境，控制水土流失和土壤沙化。

6.3.2 工程设计

根据本方案拟损毁土地预测结果，方案期内全部矿石开采完成后，在复垦区域内的土地损毁方式主要为地表压占、塌陷。土地复垦主要设计内容为：建构筑物拆除、土地清理、平整、硐口封堵及尾矿库覆碎石等。

6.3.2.1 土地清理平整工程设计

土地清理是指在矿山服务期满后建设场地地面建筑、地下基础及场地内废石垃圾进行清运，并对场地进行平整。矿山总建筑面积共计20167m²，参照相关建筑垃圾量计算标准，土地清理时按拆除面积×0.462m³/m²计算垃圾拆运工作量，拆除清理后，共产生建筑垃圾9317m³。清理的地表建筑垃圾运至废石场填埋。拆除工作结束后，对土地进行平整压实。图6-4、5。

拆除工程完毕后，需对场地进行平整压实，使区内地形坡度不大于5°，地面高差不大于0.4m，平整采用推土机进行推平，平整区域主要为各工业场地、各房屋建筑区域及

 LERINM 肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案
 尾矿库覆碎石平整, 平均平整厚度为 0.1m。土地平整面积 195.01hm², 平整压实厚度按 10cm 计, 总平整压实土地方量为 178520m³。表 6-5。

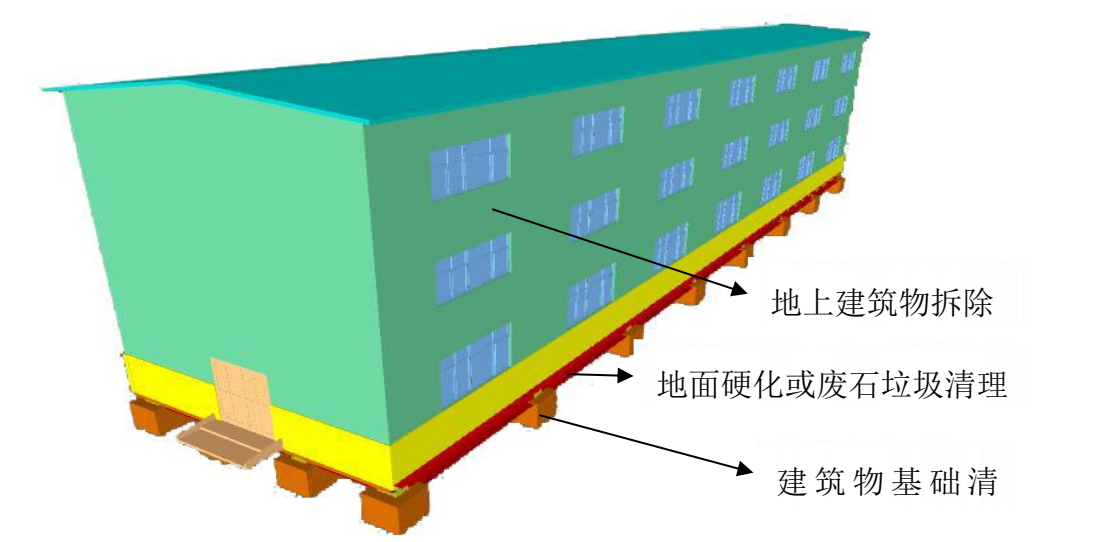


图6-6 建筑物拆除示意图

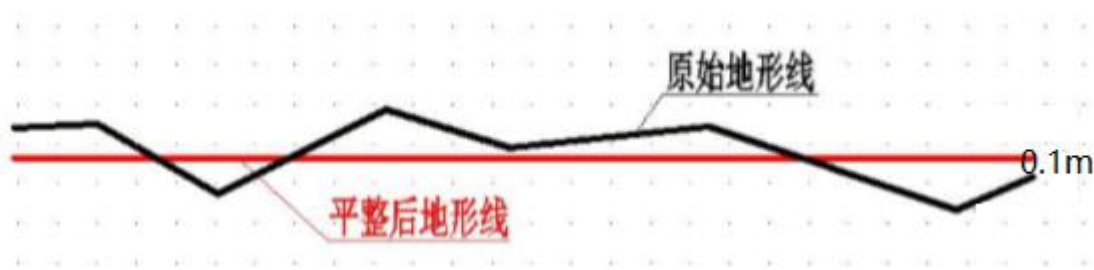


图6-7 场地平整示意图

表6-5 地面建筑垃圾拆除清运工程量表				
项目	占地面积 (hm2)	建筑面积 (m2)	建筑垃圾 (m3)	平整土方量 (m3)
采矿工业场地	39. 08	3565	1647	29310
选矿工业场地（钒、铁）	26. 88	9195	4248	20160
生活办公区	0. 61	3257	1505	610
炸药库	0. 47	2350	1086	470
35Kv 变电站	0. 36	1800	832	360
尾矿库（钒、铁）	127. 61			127610
合计	195. 01	20167	9317	178520

6.3.2.2 井口封堵工程设计

矿山共有主副竖井计1处、斜坡道7条、斜井1条、风井4条，天井1条，闭坑后为了安全和恢复地貌景观，需要将其全部封闭。竖井和风井在井口上铺盖钢筋砼预制板，后进行人工回填压实碎石，预制板采用C25混凝土浇筑，配双层宽配双层钢筋($\phi 14@250$)。斜井硐口采用M10浆砌块石封堵(预留排水通道)，封堵厚度1m。详见图6-8、9、10。

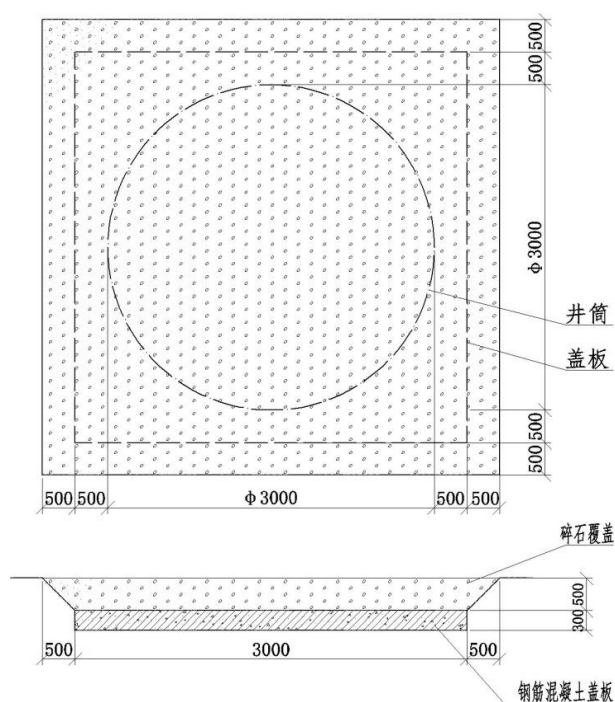


图 6-8 风井井口封闭示意图 (单位mm)

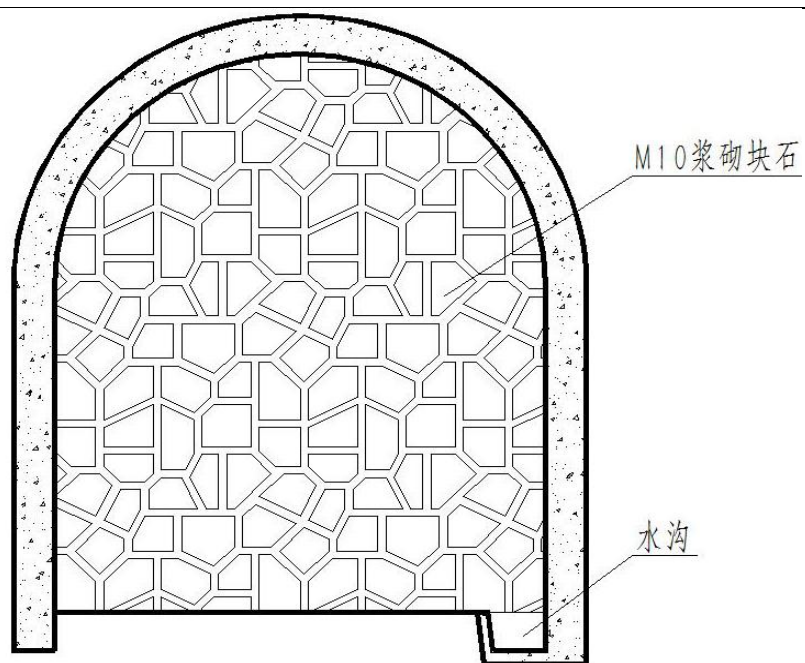


图 6-9 主副井井口封闭示意图 (单位mm)

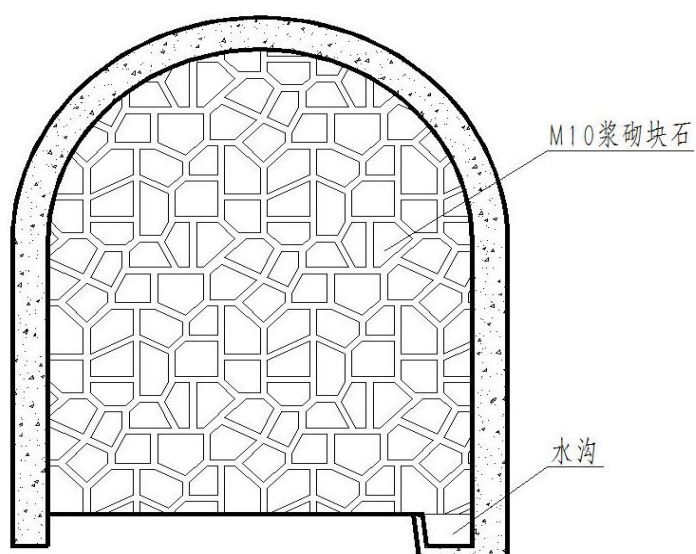


图 6-10 斜井硐口封堵示意图

6.3.3 主要工程量

表6-6

土地复垦工程量汇总

序号	项目	单位	数量	备注
1	建筑物拆除	m ²	9317	
2	垃圾清运	m ³	9317	运距 0.5~1km
3	场地平整压实	m ³	178520	含尾矿库覆碎石
4	表土覆盖	m ³	165	斜井及斜坡道口
5	井口封堵	m ³	110	7 个井口
6	硐口封堵	m ³	2.64	

6.4 含水层破坏修复

矿山在开采过程中，不可避免地会对地下水含水层造成一定程度的影响。井巷揭穿基岩裂隙水，对各层含水层的穿越，影响了含水层整体结构，对含水层构成了扰动。爆破使围岩松动形成地下水新的导水通道。因此，针对矿山开采过程中可能产生的地下水污染，针对性的提出含水层破坏修复的相关措施，保护地下水资源。

总体上，矿区水文地质条件简单。由于采矿引起的含水层破坏从结构角度来讲是不可恢复的，根据地下含水层修复“强调水生态自我修复”的原则，矿区采矿对地下含水层的影响，在采矿过程中主要采取疏排堵水等预防措施，待采矿结束闭坑后，逐步实现自我修复，不再设计工程修复方案。

6.5 水土环境污染修复

矿权范围内无常年性地表径流。矿山矿坑水及生产生活污水等对区内地表水环境造成污染的影响较小。

预测矿山在后续的开采过程中，对地表水、地下水及土壤的污染程度较小，矿山水土污染对地质环境的影响程度较轻。本矿山水土环境修复的主要对象是土地资源，其目标是土地资源修复，最大程度恢复矿区自然环境，减轻矿山开采对区内自然环境的影响。故该项修复可待矿山闭坑后，再进行专业生态环境修复，故本次不再设计工程修复方案。

6.6 矿山地质环境监测

6.6.1 目标任务

矿山建设及采矿活动可能引发或加剧不稳定边坡滑坡崩塌、地面塌陷等地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等矿山地质环境问题。在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。根据《矿山地质环境监测技术规程》，本项目监测级别属于三级。矿山地质环境监测主要包括地质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境污染监测四个部分。

6.6.2 监测设计

6.6.2.1 地质灾害监测

(1) 露天坑及废石渣堆形成的边坡监测

矿区现状不稳定斜坡主要由露天坑及渣堆形成，通过人工巡查监测，设专人进行地

质灾害巡查，及时发现地质灾害隐患。

(2) 针对地面塌陷进行监测，主要监测地表岩土体的变形情况。所有观测点应设水泥墩或其它固定标志，采用 GPS、全站仪，结合人工现场测量。

(3) 为防止尾矿库发生地质灾害，对周边造成灾害，加强尾矿库监测工作非常必要。本次设计对尾矿库采取在线监测和人工巡查监测，设专人进行地质灾害巡查，并设立警示牌等，及时掌控尾矿库变形情况；并在尾矿库下游设置水质监测点，定期监测下游水质情况。

6.6.2.2 含水层监测

(1) 地下水位自动监测法

采用自动高频率采集和数据传输，地下水位自动监测仪由压力传感器、温度传感器、电缆线、数据连接线、数据传输装置组成。具有成本低、效率高，不受工作环境、气候条件限制的优点。

(2) 地下水采样送检测试法

由于区内含水层富水性弱，本次设计利用已有开拓工程和在尾渣下游设置观测井对地下水水质进行监测。对水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 要求现场测量，计数保留两位小数。采样器进行前期处理，容器做到定点、定项，现场密封样品，贴上水样标签。

6.6.2.3 地形地貌景观监测

遥感影像监测法具有物多光谱信息和高空间分辨率，感测范围大，信息量大，获取信息快，更新周期短。选择免费提供的空间分辨率优于 1m 的多光谱遥感数据，在同一地区，不同时相的遥感数据在同一季节获取。优先选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水和低植被，云、雪覆盖量低于 10%，且不可遮盖被监测的目标物和其他重要标志物。遥感影像解译采用直判法、对比法、邻比法和综合判断法。遥感解译标志建立后进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的 30%，解译与外业验证之间的误差不超过 5%。采取监测员地表定期巡视的方法，防止废渣过界压占土地、掩埋植被、破坏矿区环境。

6.6.2.4 水土环境污染监测

(1) 地表水水质采用采样送检测试法；

(2) 地下水水质采用采样送检测试法，具体做法见 6.6.2.2 节；

(3) 土壤污染程度采用采样送检测试法。

采集平面混合样品时，采样深度0~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下1kg左右。采集剖面样时，剖面的规格一般为长1.5m、宽0.8m、深1.2m，要求达到土壤母质层或潜水水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品，严禁混淆。采取重金属样品采用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品内衬塑料袋。采样的同时，由专人填写样品标签，采样记录；标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度。

6.6.3 技术措施

在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。

6.6.3.1 地质灾害监测措施

地质灾害监测依据地质灾害监测技术规范（DB11T 1677-2019）进行布置。监测项目主要采空区地表变形监测、边坡监测、地面塌陷监测和尾矿库监测。

一、采空区地表变形监测

监测内容：按照“以人为本”和准确控制采空塌陷和地裂缝影响范围和影响强度的原则为出发点，建立完善的地表变形监测体系，主要监测地表岩土体的变形、开裂情况（地表下沉量、水平移动量、地裂缝宽度、深度、走向与长度等）。

监测布设：在预测采空塌陷区范围布置监测点对采空区进行监测，并安排巡视员对预测采空塌陷区定期进行巡视。在预测地面塌陷区埋设基岩标自动监测，布置监测点4个基岩标。

监测方法：采用水准测量对地面变形进行监测，测量仪器采S3型水准仪配合区格木质双面标尺，作业前对仪器和标尺应进行检查和鉴定。测量采用中丝法读数，直读视距，观测采用后-后-前-前顺序，精度达到三等，观测中误差小于25mm/km。

监测次数：监测频率2次/年，监测时段从矿山地采生产期开始至治理期结束，共26年，合计总监测208次。

二、露天坑及废石渣堆边坡监测

由于露天坑在生产期会进行逐步回填，不设专门监测点，只是不定期进行人工巡查。针对渣堆形成的不稳定斜坡，采用人工巡察监测，主要监测边坡变形情况，主要监测点

为废石渣堆密集的地方，共设监测点2个，监测频率每点每月一次，监测时长26年，共监测624次。

三、地面塌陷监测

地面塌陷监测是在预测地面塌陷区进行定时、定点监测。监测周期与采矿进度同步，一般应每天有专人到矿区进行巡视，并定时用测量仪器监测。

(1) 监测范围：主要是矿区预测地面塌陷区进行定时、定点监测。在未受地下开采影响区布设2个监测点，地下开采影响区设4个监测点，全区总计6个监测点。

(2) 监测内容：主要监测地表岩土体的变形、开裂情况(地表下沉量、水平移动量、地裂缝宽度、深度、长度等)。

(3) 监测设施：设立监测桩，监测桩采用底面边长0.3m，顶面边长0.5m，高0.5m的正四方棱柱，用C15混凝土浇注，墩顶按要求安装归心盘。并采用GPS、全站仪，结合人工现场水准测量。

(4) 监测次数：监测时间为每年每点监测4次，近期(2023~2027年)共观测120次，中期(2028~2044年)共观测408次，后期(2045~2048年)共观测96次。

(5) 监测数据处理

对地面塌陷监测数据进行整理并建立地面塌陷灾害数据库及资料分析处理系统，应用相应的地理信息系统及数据处理方法对监测数据进行分析处理并进行预测分析，绘制相应的分析图件。及时对监测资料按月、年进行建档保存，并根据监测结果编制监测报告。

四、尾矿库监测

尾矿库监测措施矿山安装了“尾矿库在线监测”并设置了警示牌，实施该工程是为了积极落实国家安监总局的文件精神，确保三等以上尾矿库全天候“在线监测”，尾矿库“在线监测”工程有以下组成：a. 外部位移观察系统；b. 内部位移观测系统；c. 浸润线监测设备；d. 干滩长度监测系统；e. 库水位子系统；f. 视频监控系统。现监测系统已正常使用，已有设备和仪器符合安全要求。因此，尾矿库监测不计入此次设计。

6.6.3.2 含水层监测

对矿区范围内地下水进行监测，为准确判定地下水含水层疏干情况提供依据，在坑道内设置监测点1处，每月进行一次观测，主要监测地下水的渗水和漏水量情况，以推测开采时是否对含水层造成破坏。以人工测量为主。每月监测一次，监测按每年每点12次计算，共监测26年，共监测312次。

6.6.3.3 地形地貌、土地资源监测

遥感影像监测法具有物多光谱信息和高空间分辨率，感测范围大，信息量大，获取信息快，更新周期短。选择空间分辨率2.5m的多光谱遥感数据，在同一地区，不同时相的遥感数据在同一季节获取。优先选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水和低植被，云、雪覆盖量低于10%，且不可遮盖被监测的目标物和其他重要标志物。遥感影像解译采用直判法、对比法、邻比法和综合判断法。遥感解译标志建立后进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的30%，解译与外业验证之间的误差不超过5%。遥感按一年2次计算，26年内工监测52次；人工则采取不定期巡视监测。

6.6.3.4 水土环境污染监测

矿区无地表水体，仅需进行地下水水质监测。

地下水水质监测：利用坑道及尾渣下游设置的观测井布置的3处监测点进行取样送检，送检时间分别在每年上半年3月和下半年9月，监测26年，共监测156次。监测执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）V类标准，检测项目包括：pH、总硬度、溶解性总固体、氯化物、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氟化物、硫酸盐、铁、锰、铜、锌、汞、砷、铅、镉、六价铬等。

土壤污染程度监测：在铁矿和钒矿选矿工业场地各设1个监测点、铁矿和钒矿尾矿库各设1个监测点、废石堆渣场2个监测点、各采矿工业场地4个监测点及生活办公区1个监测点，共布设11处监测点，监测时间频次与地下水相同，近期监测110次，中期监测374次，远期监测88次。分析主要依据为《土壤环境质量标准》（GB15618-2018），检测项目包括：pH、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、氰化物。

6.6.4 主要工程量

表6-6 矿山地质环境监测工程量统计表

序号	监测项目	次数				合计
		单位	近期数量	中期数量	远期数量	
1	地质灾害监测					
1.1	不稳定边坡监测	次	120	408	96	624
1.2	地面塌陷监测	次	120	408	96	624
2	含水层监测	次	60	204	48	312
3	地形地貌监测	次	10	34	8	52
4	水土环境监测					
4.1	地下水水质监测	次	30	102	24	156
4.2	土壤监测	次	110	374	88	572

6.7 矿区土地复垦监测和管护

6.7.1 目标任务

土地复垦监测包括土地损毁监测和复垦效果监测，是对土地复垦区域内复垦前后的土地利用状况的动态变化进行定期或不定期的监测管理。其目的在于各级土地监管部门提供准确的土地复垦后利用变化情况，便于及时进行土地利用数据更新与对比分析，包括复垦区内各类土地面积变化、自然灾害（主要是地质灾害）变化、土壤属性等变化情况。土地复垦监测重点是土壤属性、地形、水文（水质）与复垦前相比较，为土地复垦项目达标验收及后期土地利用管理提供依据。

通过对土地复垦项目区的监测，检验项目的土地复垦成果以及建设过程中遭到损毁的土地是否得到了“边损毁、边复垦”，是否达到土地复垦方案提出的目标和国家规定的标准；及时了解项目建设及运行过程中土地损毁的动态变化情况，判断项目复垦工程技术合理性；为建设单位和监管部门提供实时信息。

6.7.2 措施和内容

6.7.2.1 土地损毁监测

监测内容：记录损毁范围、面积、地类、权属等，并与预测结果进行对比分析。

监测点的布设：在基建及生产期内对办公生活区，采矿工业场地，选矿工业场地，炸药库，尾矿库，矿区道路，塌陷区等进行监测，共设置15个监测点。

监测方法：用皮尺或手持GPS野外定点监测损毁范围、面积，对照土地利用现状图记录损毁地类、权属走访。

监测频率：每年2次/监测点。

监测工作量：近期150次，中期510次，远期120次。

监测时间：2023年～2048年。

6.7.2.2 复垦效果监测

监测内容：本项目主要为：①土壤质量监测，②工程的稳定性、完好性和运行情况。

监测点的布设：对所有场地进行监测。

监测方法：土壤质量监测主要采取人工巡视的方法监测地形坡度、扬尘情况，压实平整情况。并对每个监测点土壤取样一组化验土壤有效水分、容重、pH值、有机质含量、作物有效营养成分等；

监测频率：土壤质量监测在复垦完成后取土化验2次，监测期限为3年，共监测60次。

监测时间：2046～2048年。

6.7.2.3 监测管理

生产建设项目土地复垦工作的最终目的是减少土地损毁，对项目复垦责任范围内遭

到损毁的土地进行治理，把损毁了的土地恢复到原始状态，甚至通过复垦工程措施的施行，提高复垦区域内土地利用水平。因此，通过阶段报告对工程进展过程中的土地损毁及复垦状况、施工中存在的土地损毁隐患及应采取的措施及时向土地复垦义务人报告，以便土地复垦义务人采取相应的措施。

土地复垦监测档案材料定期归档，永久保存。

6.7.2.4 管护措施

由于本区植被难以存活，项目复垦方向为裸岩石砾地，因此无相应的作物管护措施，仅需对复垦区内沟渠、道路、电网，应按时有计划地对其进行维护和保养，保证设施无损坏，保障复垦项目区正常工作。

6.7.3 工程设计及主要工程量

土地复垦监测和管护工程量见表6-7。

表6-7 土地复垦监测工程量统计表

项目	监测点（个）	频次	次数（次）
土地损毁监测	15	2次/年·监测点	780
复垦效果监测	10	2次/年·监测点	60

7 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

7.1 总体工作部署

矿山地质环境保护与土地复垦工作，既要统筹兼顾全面部署，又要结合实际、突出重点，集中有限资金，采取科学、经济、合理的方法，分轻、重、缓、急逐步完成。

围栏、警示牌在近期进行；地面塌陷变形监测在近期、中期进行；含水层监测在近期、中期进行；地形地貌景观监测在近期、中期进行；水土污染监测在近期、中期进行。按照“近细远粗”原则，针对近期阶段、首年度工作计划作出细化。

肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿位于甘肃省酒泉市肃北县。矿山服务年限20年（基建期2年）。矿产开采结束后1年完成复垦区土地复垦工作，管护期为3年，因此，本方案服务期为26年，分近期（2023～2027年）、中期（2028年～2044年）、远期（2045年～2048年），本方案基准年为2023年。

7.2 阶段实施计划

7.2.1 矿山地质环境治理

7.2.1.1 近期保护与治理（现状治理期，2023年～2027年）

- （1）建立矿山地质环境保护工作行政领导机构，使各部门负责人具体落实到个人；
- （2）在地表陷落区、尾矿库不稳定边坡等危险区域四周设置围栏及警示牌；
- （3）对现状不稳定斜坡进行治理；
- （4）实施矿山地质环境预防控制措施，预防地质灾害的发生，预防含水层破坏，减轻地形地貌景观及水土环境污染；
- （5）建立并实施矿山地质环境监测系统，定期对地质灾害、含水层、地形地貌和水土环境进行监测，建立矿山地质环境预警机制。

7.2.1.2 中期保护与治理（边生产边治理期，2028～2044年）

- （1）生产期严格按照设计工艺及边坡参数堆放废石，控制坡角，控制堆存高度，及时清运；
- （2）继续坚持对废石场等场地边坡进行地质灾害监测，持续对含水层、地形地貌、土地资源破坏、水土环境污染等进行监测，以达到防止地质灾害、保证矿山正常生产、保护土地资源，减少地形地貌景观和地下含水层破坏的目的。

7.2.1.3 远期保护与治理（闭坑后治理期，2045～2048年）

矿山闭坑后及时对各单元区域进行闭坑治理，持续对评估区内的地质环境开展动态监测，动态治理，并做好相关台帐记录，恢复地质环境，恢复土地资源。

7.2.2 土地复垦

本次复垦工作共分为三个阶段：

（1）第一阶段（2023 年～2027 年）前期监测及边生产边复垦期：因矿山为生产及扩建矿山，前期对部分废弃房屋建筑物逐年拆除，对生产过程中产生的废石填入露天坑，对已有废石渣堆进行平整，同时对土壤环境开展监测工作，为后续土地复垦提供技术参数。

（2）第二阶段（2028 年～2044 年）：完善土地损毁监测系统，定期对土地损毁进行监测，对突发性的土地损毁问题要及时上报并作出妥善处理。

（3）第二阶段（2045 年～2048 年）：

- ①斜井平硐硐口、主副竖井、风井井口及斜坡道口封闭；
- ②地表建、构筑物拆除、场地平整压实、尾矿库覆碎石；
- ③工程管护。

7.3 年度工作安排

7.3.1 矿山地质环境治理计划

（1）近期（2023 年～2027 年）实施计划

①建立、健全矿山地质环境保护机制，配置专门矿山地质环境保护机构，负责矿山地质环境保护日常事物，使矿山地质环境保护工作日常化、正规化。

②在废石堆渣平整过程中控制边坡坡角，堆置高度。

③对潜在危险区域周边设置围栏及警示牌。

④建立地质环境与土地复垦监测系统并启动监测工作。

（2）中远期（2028～2048 年）实施计划

矿山生产过程中继续对矿山地质环境监测工作。

7.3.2 土地复垦实施计划

2023 年：建立土地复垦监测系统并启动监测工作。

2024～2044 年：继续土地损毁监测工作，逐步拆除地表弃用房屋建筑、平整弃用堆场及回填露天采坑。

2045 年：持续进行监测工作，进行各场地建构筑物拆除，场地平整，表土覆盖，井口、硐口封堵，启动复垦效果监测。

2046~2048 年：持续进行监测工作，启动复垦效果监测。

表7-1 年度工作安排进度图表

项目\时间	2023	2024	2025	2026	2027	2028-2044	2045	2046	2047	2048
露天坑回填										
废石渣堆治理										
设置围栏及警示牌										
建立监测系统										
地质灾害监测										
含水层监测										
地形地貌监测										
水土环境污染监测										
土地损毁监测										
裂缝自然沉降恢复										
建筑物拆除										
垃圾清运										
场地平整										
硐口封堵										
尾矿库闭坑覆土										
土地复垦效果										

表7-2 近期矿山地质环境恢复治理年度计划工程量表

序号	工程名称	单位	年度					
			2023	2024	2025	2026	2027	合计
一、矿山地质环境预防与治理工程								
1	铁丝围栏拉设	m			3412	3767	3767	10945
2	警示牌	块			10	10	15	35
3	废石渣堆治理	m ³	360000	360000	360000	360000	360000	1799998
4	废石井下充填	m ³	22043	22043	22043	22043	22043	110213
5	露天坑回填	m ³	35590	35590	35590	35590	35590	177948
二、监测工程								
1	地质灾害监测							
1.1	不稳定边坡监测	次	24	24	24	24	24	120
1.2	地面塌陷监测	次	24	24	24	24	24	120
1.3	尾矿库监测	次	0	0	0	0	0	0
2	含水层监测	次	12	12	12	12	12	60
3	地形地貌监测	次	2	2	2	2	2	10
4	水土环境监测							
4.1	地下水水质监测	次	6	6	6	6	6	30
4.2	土壤监测	次	22	22	22	22	22	110

表7-3

土地复垦年度计划工程量表

序号	项目	单位	年度						合计
			2023-2027	2028-2044	2045	2046	2047	2048	
一、土地复垦工程									
1.1	建筑物拆除	m ³			9317				9317
1.2	垃圾清运	m ³			9317				9317
1.3	场地平整	m ³			178520				178520
1.4	斜井、斜坡道口 封堵	m ³			165				165
1.5	竖井口封堵	m ³			110				110
二、土地复垦监测及管护									
2	土地损毁监测	次	150	510	30	30	30	30	780
2.2	复垦效果监测	次				20	20	20	60

8 经费估算与进度安排

8.1 经费估算依据

8.1.1 矿山地质环境恢复与恢复治理经费估算的原则和依据

8.1.1.1 编制依据

1. 甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》的通知（甘国土资环发[2018]105号）；
2. 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）；
3. 《甘肃省人民政府关于调整全省最低工资标准的通知》（甘政发〔2015〕34号）；
4. 《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；
5. 《关于调整增值税税率的通知》（财税【2018】32号）。

8.1.1.2 定额依据

1. 《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（甘肃省水利厅，2013）；
2. 《甘肃省水利水电工程施工机械台时费定额》（甘肃省水利厅，2013）。

8.1.1.3 基础单价

1、人工工资单价

根据甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》的通知（甘国土资环发[2018]105号）“甘肃省四类地区划分明细”，酒泉市肃北县属二类地区，结合甘水规计发〔2013〕1号文《甘肃省水利水电工程设计概（估）算编制规定》所确定的各地区类别基本工资标准。计算项目区人工单价为：工长62.43元/工日（7.80元/工时），高级工58.73元/工日（7.34元/工时），中级工49.28元/工日（6.16元/工时），初级工38.18元/工日（4.77元/工时）（表8-7~10）。

2. 材料估算价格

矿山原材料从酒泉市购买，运距约400km。建筑材料主要为钢材、水泥等，砂子、石子、块石可由现场供应，其估算价格皆为运至建筑工地的价格；材料购置原价取自《酒泉市住房和城乡建设局关于发布酒泉市2022年第三期工程建设材料市信息价格及人工信息价的通知》（酒市建字[2022]290号），材料运距400km。其材料估价格算见表8-12。

3. 施工用水、电价

施工用水、电单价，按《甘肃省地质灾害防治工程可行性研究投资估算编制办法（试行）》之规定计算，水费每立方米2.0元，外购电费每千瓦时0.58元。

4. 机械台班费，定额标准主要按《甘肃省水利水电工程施工机械台时费定额》及《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）计算，第一类费用中的折旧费除以1.13系数，修理及替换设备费除以1.09的系数，安拆费不作调整；第二类费用中油料价格以现行市场价为准。

8.1.1.4 费用构成及计算标准

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，地质环境治理工程费用构成主要包括前期费用（勘察费、设计费）、施工费、设备费、监测费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、预备费（基本预备费和风险金）等；

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、计划利润、税金及扩大费（10%）组成，费率依据原甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制方法》的通知（甘国土资环发[2018]105号）计取。

①直接费：由直接工程费、措施费组成。

a. 直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×人工费单价。

预算材料价格来源于《酒泉市住房和城乡建设局关于发布酒泉市2022年第三期工程建设材料市信息价格及人工信息价的通知》（酒市建字[2022]290号）或用市场调查价。

施工机械使用费=工程量×施工机械使用费单价。施工机械使用费定额的计算中，机械台班依据《甘肃省水利水电工程施工机械台时费定额》及《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）计算。

b. 措施费

措施费包括冬雨施工增加费、临时设施费、夜间施工增加费、施工辅助、特殊地区施工增加费。按直接工程费（或人工费）的百分率计算，依据《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》，酒泉地区费率取5.0%。

②间接费

一般土方工程取人工费的13%；一般石方及砂石备料工程取人工费的16%；砼工程取人工费的60%；钻孔灌浆工程取人工费的45%；其他工程取人工费的39%；机械化施工土

方工程取直接费的7%；机械化施工石方工程取直接费的9.5%。

③计划利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利，是按规定应计入工程造价的利润。依据《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》，利润率取7%，计算基础为直接费和间接费之和。

④税金

依据《关于重新调整甘肃省建设工程计价依据增值税税率有关规定的通知》（甘建价[2019]9118号文）及《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》，税金费率标准为9%，计算基础为直接费、间接费、利润及材料价差之和。

⑤扩大费

费率按10%计取。

2、设备购置费

本项目未涉及安装工程，因此无设备购置费。

3、其它费用

根据原甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制方法》的通知（甘国土资环发[2018]105号文）中规定，其他费用包括建设管理费、工程监理建设理费、招标代理服务费、建设及施工场地征用费、勘查设计费、其他费用及工程预备费（基本预备费），其中：

（1）建设管理费：包括建设单位管理费、工程施工监理费、招标代理费。

①监理费：根据《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格[2015]299号文件）参考市场价计取。

②招标代理费：根据《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格[2015]299号文件）参考市场价计取。

（2）工程勘查设计费：按合同额计取。

4、预备费：

只计基本预备费，取建筑工程费+临时工程费+其他费用之和的10%。根据《现代咨询方法与实务》2019年版及《甘肃省国土资源厅关于印发〈甘肃省地质环境项目工程投资编制办法〉的通知》甘国土资环发〔2018〕105号，根据政府相关部门规定，目前我国投资项目的建设期价格上涨指数按零计取，因此不再计算涨价预备费。

8.1.2 土地复垦经费估算的原则和依据

8.1.2.1 文件依据

- (1) 中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部，财综 [2011]128 号文件（财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知）；
- (2) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》（2012）；
- (3) 甘肃省财政厅、甘肃省国土资源厅，甘财综 [2013]67 号文件（财政厅、国土资源厅关于印发土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额的通知）；
- (4) 《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》试行（2013）；
- (5) 《土地整治工程建设标准编写规程》（TD/T1045-2016）；
- (6) 《土地整治重大项目可行性研究报告编制规程》（TD/T1037-2013）；
- (7) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012~2016）；
- (8) 《土地整治项目工程量计算规则》（TD/T1039-2013）；
- (9) 《甘肃省土地开发整理工程建设标准》（GTJ01-10）；
- (10) 《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过度实施方案的通知》（国土资源厅发[2017]19号）；
- (11) 《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》（建办标函[2019]193号文）。

8.1.2.2 定额依据

- (1) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额》（2012）；
- (2) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2012）；
- (3) 《土地开发整理项目预算定额甘肃省补充定额》试行（2013）；
- (4) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》试行（2013）。

8.1.2.3 费用构成及计算标准

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，土地复垦费用构成包括前期费用（勘察费、设计费）、施工费、设备费、监测与管护费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、预备费（基本预备费和风险金）等。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、计划利润和税金组成。

(1) 直接费：由直接工程费、措施费组成。

a. 直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×人工费单价。人工费中人工预算单价是根据当地实际，按《土地

开发整理项目预算编制规定》（财政部、国土资源部，2012）计算得出（表8-30~31）。

预算材料价格来源于《酒泉市住房和城乡建设局关于发布酒泉市2022年第三期工程建设材料市信息价格及人工信息价的通知》（酒市建字[2022]290号）或用市场调查价。

施工机械使用费=工程量×施工机械使用费单价。施工机械使用费定额的计算中，机械台班依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财政部、原国土资源部2012）。

b. 措施费

措施费包括冬雨施工增加费、临时设施费、夜间施工增加费、施工辅助、特殊地区施工增加费。按直接工程费（或人工费）的百分率计算，该项目中工程费率取4.6%。

（2）间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》，按工程种类分别计取，计算基础为直接费。

（3）计划利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利，是按规定应计入工程造价的利润。利润率取3%，计算基础为直接费和间接费之和。

（4）税金

税金指国家税法规定的应计入工程造价内的营业税、城市维护建设税和教育费附加。依据财政部、原国土资源部《土地开发整理项目预算编制行规定》，税金费率标准为9%，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

2、设备购置费

本项目未涉及安装工程，因此无设备购置费。

3、其它费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费构成。

（1）前期工作费

前期工作费包括土地清查勘察费、项目可行性研究费、土地勘测费、项目规划设计及预算编制费、项目招标代理费等，依据财政部、原国土资源部《土地开发整理项目预算编制暂行规定》财建中规定，前期工作费按工程施工费的0.5%计取。

（2）工程监理费

指项目承担单位委托有资质的监理单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用，按市场价执行。

（3）竣工验收费

竣工验收费包括项目工程复核费、工程验收费、项目决算的编制与审计费。依据财政部、原国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》，竣工验收费分别差额定率累进法计算。

(4) 业主管理费

业主管理费是指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的费用，包括项目管理人员的工资、补助工资、其他工资、职工福利费、公务费、业务招待费等，依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》财建中规定，业主管理费按工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为基数，采用差额定率累进法计算。

4. 预备费

预备费（不可预见费）是指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。按照财政部、原国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》，不可预见费按工程施工费、设备费和其他费用之和的3%计取。

涨价预备费以建安工程费、设备及工器具购置费之和为基数计取，价格上涨指数按3%计取。

8.2 矿山地质环境治理工程经费估算

8.2.1 总工程量与投资估算

根据上述工程概况、编制原则、依据和编制办法，经详细分析估算，矿山地质环境恢复治理总工程量见表8-1，总估算见表8-2。

表8-1 矿山地质环境恢复治理总工程量表

序号	工程名称	单位	数量
一、矿山地质环境预防与治理工程			
1	铁丝围栏拉设	m ²	10945
2	警示牌	块	35
3	渣堆清运	m ³	1799998
4	渣堆平整	m ³	484937
5	露天坑回填	m ³	177948
二、监测工程			
1	地质灾害监测		
1.1	不稳定边坡监测	次	624
1.2	地面塌陷监测	次	624
2	含水层监测	次	312
3	地形地貌监测	次	52
4	水土环境监测		
4.1	地下水水质监测	次	156
4.2	土壤监测	次	572

表8-2 矿山地质环境恢复治理总投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	合价	比例 (%)	备注
一	建筑工程	万元	3813.02	84.79	
二	其他费用		275.36	6.12	
1	建设管理费		171.59		
2	勘察设计费		46.58		
3	施工安全防护措施费		57.20		
三	基本预备费		408.84	9.09	一～二部分 合计的 10%
工程静态投资估算				4497.22	100.00

8.2.2 单项工程量与投资估算

8.2.2.1 单项工程量

表8-3 矿山地质灾害治理工程量一览表

序号	治理单元		单位	数量	备注
1	露天坑	铁丝网拉设	m ²	3412	
		警示牌制作安装	块	10	规格 40×60cm
		回填	m ³	177948	
2	废石渣堆治理	渣堆清运	m ³	1799998	
		渣堆平整	m ³	484937	
3	塌陷区治理	裂缝夯实填	m ³	0	自然沉降
		警示牌制作安装	块	25	间距 500-1000m
		铁丝网拉设	m ²	7533	

表8-4 矿山环境监测工程量统计表

序号	监测项目	次数				
		单位	近期数量	中期数量	远期数量	合计
1	地质灾害监测					
1.1	不稳定边坡监测	次	120	408	96	624
1.2	地面塌陷监测	次	120	408	96	624
2	含水层监测	次	60	204	48	312
3	地形地貌监测	次	10	34	8	52
4	水土环境监测					
4.1	地下水水质监测	次	30	102	24	156
4.2	土壤监测	次	110	374	88	572

8.2.2.2 单项工程估算

表8-5 矿山地质环境恢复治理单项工程投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数 量	单价	合价
				(元)	(万元)
I 建筑工程					3813.02
	第一部分：矿山地质环境预防治理工程				3636.12
1	铁丝围栏拉设	m ²	10945	21.52	23.56
2	警示牌	块	35	150	0.53
3	渣堆清运	m ³	1799998	18.10	3258.20
4	渣堆平整	m ³	484937	5.06	245.4
5	露天坑回填	m ³	177948	6.10	108.52
	第二部分：矿山地质环境监测				176.90

1	地质灾害监测				
1.1	不稳定边坡监测	次	624	50	3.12
1.2	地面塌陷监测	次	624	210	13.10
2	含水层监测	次	312	450	14.04
3	地形地貌监测(高分一号:2m 全色)	次	52	4500	23.40
4	水土环境监测				
4.1	地下水水质监测	次	156	2400	37.44
4.2	土壤监测	次	572	1500	85.80

表8-6 其它费用估算表

	费用名称	单位	占建安费或建设工程费比例	单位
一	建设管理费	万元		万元
1	建设单位管理费	万元	2.00%	76.26
2	工程施工监理费	万元	2.50%	95.33
二	勘察设计费	万元		
1	勘察设计费	万元	合同价	46.58
三	施工安全防护措施费	万元	1.50%	57.20
四	合计	万元		275.36

8.2.3 矿山环境治理工程施工单价分析

表8-7 工长人工单价计算表

地区		类别	甘肃二类工资区	工种类别	工长
序号	项目	公式			单价
1	基本工资	$615 \times 12 \div 234$			31.54
2	辅助工资				9.21
(1)	施工津贴	$4.0 \times 365 \times 0.95 \div 234$			5.93
(2)	高原补贴	$20 \times 12 \div 234$			1.03
(3)	夜餐津贴	$(3.5 + 4.5) \div 2 \times 20\%$			0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资 $\times 11 \times 3 \div 250 \times 0.35$			1.46
3	工资附加费				21.68
(1)	职工福利基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$			5.70
(2)	工会经费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.81
(3)	养老保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$			8.15
(4)	医疗保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7.2\%$			2.93
(5)	工伤保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1\%$			0.41
(6)	职工失业保险基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.81
(7)	住房公积金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7\%$			2.85
4	人工工日预算单价				62.43
	人工工时预算单价				7.80

表8-8 高级工工人工单价计算表

地区		类别	甘肃二类工资区	工种类别	高级工
序号	项目	公式			单价
1	基本工资	$570 \times 12 \div 234$			29.23
2	辅助工资				9.10
(1)	施工津贴	$4.0 \times 365 \times 0.95 \div 234$			5.93

地区		类别	甘肃二类工资区	工种类别	高级工
(2)	高原补贴	$20 \times 12 \div 234$			1.03
(3)	夜餐津贴	$(3.5 + 4.5) \div 2 \times 20\%$			0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资 $\times 11 \times 3 \div 250 \times 0.35$			1.35
3	工资附加费				20.39
(1)	职工福利基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$			5.37
(2)	工会经费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.77
(3)	养老保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$			7.67
(4)	医疗保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7.2\%$			2.76
(5)	工伤保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1\%$			0.38
(6)	职工失业保险基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.77
(7)	住房公积金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7\%$			2.68
4	人工工日预算单价				58.73
	人工工时预算单价				7.34

表8-9 中级工人工单价计算表

地区		类别	二类工资区	工种类别	中级工
序号	项目	公式			单价
1	基本工资	$455 \times 12 \div 234$			23.33
2	辅助工资				8.83
(1)	施工津贴	$4.0 \times 365 \times 0.95 \div 234$			5.93
(2)	高原津贴	$20 \times 12 \div 234$			1.03
(3)	夜餐津贴	$(3.5 + 4.5) \div 2 \times 20\%$			0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资 $\times 11 \times 3 \div 250 \times 0.35$			1.08
3	工资附加费				17.11
(1)	职工福利基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$			4.50
(2)	工会经费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.64
(3)	养老保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$			6.43
(4)	医疗保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7.2\%$			2.32
(5)	工伤保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1\%$			0.32
(6)	职工失业保险基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.64
(7)	住房公积金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7\%$			2.25
4	人工工日预算单价				49.28
	人工工时预算单价				6.16

表8-10 初级工人工单价计算表

地区		类别	二类工资区	工种类别	初级工
序号	项目	公式			单价
1	基本工资	$320 \times 12 \div 234$			16.41
2	辅助工资				8.51
(1)	施工津贴	$4.0 \times 365 \times 0.95 \div 234$			5.93
(2)	高原津贴	$20 \times 12 \div 234$			1.03
(3)	夜餐津贴	$(3.5 + 4.5) \div 2 \times 20\%$			0.80

地区		类别	二类工资区	工种类别	初级工
(4)	节日加班津贴	$\text{基本工资} \times 11 \times 3 \div 250 \times 0.35$			0.76
3	工资附加费				13.26
(1)	职工福利基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$			3.49
(2)	工会经费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.50
(3)	养老保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$			4.98
(4)	医疗保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7.2\%$			1.79
(5)	工伤保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1\%$			0.25
(6)	职工失业保险基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.50
(7)	住房公积金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7\%$			1.74
4	人工工日预算单价				38.18
	人工工时预算单价				4.77



表8-11 主要材料预算价格计算表（单位：元）

序号	材料名称	单位	原价(元)	运 杂 费								原价运费合计(元)	场外运输损耗		采购及保管费		预算单价(元)
				起点	终点	运输方式	运距(km)	吨公里运费(元)	单位毛重	运费(元)	装卸费(元)		费率(%)	金额(元)	费率(%)	金额(元)	
1	钢筋 HRB300 Φ 8~12mm	t	5487	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212	20.0	5719			2	114.4	5833.4
2	钢筋 HRB400 Φ 14~25mm	t	5518	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212	20.0	5750			2	115.0	5865.0
3	钢模板	t	5602	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212	20.0	5834			2	116.7	5950.7
4	型钢	t	5841	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212	20.0	6073			2	121.5	6194.5
5	普通红砖 240×115×53mm	千块	423	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.48	2.63	504.96	9.51	937					937.5
6	水泥 P032.5R (复合)	t	284	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212	6.9	503			2	10.1	513.0
7	水泥 P042.5R (普通)	t	386	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212	6.9	605			2	12.1	617.0
8	电焊条	kg	7.22	嘉峪关市	矿区	汽车	400					7					7.2
9	锯材	m ³	2200	嘉峪关市	矿区	汽车	400					2200					2200.0
10	铁钉	kg	6.1	嘉峪关市	矿区	汽车	400					6					6.1
11	92号汽油 (市场价)	t	11504.5	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212		11717			2	234.3	11950.8
12	0号柴油(市场价)	t	10287.5	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212		10500			2	210.0	10709.5
13	C25混凝土	m ³	370	嘉峪关市	矿区	汽车	400	0.53	1	212		582			3	17.5	599.5

注：材料购置价格按《酒泉市 2022 年第三季度工程建设材料信息价格》计取

表8-12 机械台班费（单位：元）

序号	定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用	二类费合计	二类费											
						人工费		汽油		柴油		电		水		风	
						(元/日)		(元/kg)		(元/kg)		(元/kw. h)		(元/m³)		(元/m³)	
						工日	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1	1004	单斗挖掘机油动斗容 1.25m³	1115.06	478.55	636.51	2.00	113.07			72.00	523.44						
2	1011	装载机 3m³	893.25	329.44	563.81	2.00	113.07			62.00	450.74						
3	1013	推土机 74kw	693.92	207.49	486.43	2.00	86.58			55.00	399.85						
4	1039	蛙式夯实机 2.8kw	138.07	6.89	131.18	2.00	120.74					18.00	10.44				
5	1052	风镐	47.44	4.24	43.20											320.00	43.20
6	3002	混凝土搅拌机 0.4m³	211.85	62.11	149.74	2.00	120.74					50.00	29.00				
7	3006	振捣器 2.2kW	17.74	10.78	6.96							12.00	6.96				
8	3008	风水（砂）枪	142.72	3.22	139.50									18.00	18.00	900.00	121.50
9	4014	自卸汽车 12t	771.40	302.1	469.30	2.00	113.07			49.00	356.23						
10	6002	空压机	187.91	28.92	158.99	1.00	47.63					192.00	111.36				
11	6007	离心水泵 17kW	95.00	11.94	83.06	0.66	31.44					89.00	51.62				
12	7002	电焊机 30kVA	121.42	3.63	117.79	1.00	60.37					99.00	57.42				

表8-13 矿山地质环境治理建筑工程单价汇总表（单位：元）

序号	工程名称	单位	其 中								
			单价	人工费	材料费	机械费	措施费	间接费	利润	税金	扩大 10%
1	铁丝围栏	m²	21.52	4.31	10.06	0.00	0.72	1.68	1.17	1.62	1.96
2	渣堆清运	m³	18.10	0.39	0.02	13.15	0.54	0.02	0.99	1.36	1.65
3	渣堆平整	m³	5.06	0.31	0.03	3.25	0.16	0.19	0.27	0.38	0.46
4	露天坑回填	m³	6.10	3.86	0.19		0.20	0.50	0.33	0.46	0.55

表8-14 矿山环境恢复治理工程单价分析表（一）

工程项目：围栏					
定额编号：90025			单位：100m ²		
工作内容：挖坑、埋柱、拉安贴铁丝					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接费				1509.3
(一)	直接工程费				1437.4
1	人工费				431.3
(1)	工长	工时	1.78	7.80	13.9
(2)	高级工	工时		7.34	0.0
(3)	中级工	工时		6.16	0.0
(4)	初级工	工时	87.46	4.77	417.4
2	材料费				1006.1
(1)	铁丝	kg	78.80	7.40	583.1
(2)	铁件	kg	24.40	7.80	190.3
(3)	砾石	m ³	1.40	160.04	224.1
(9)	其他材料费	%	2.00	431.29	8.6
3	机械费				
(二)	措施费	%	5.0	1437.42	71.9
二	间接费	%	39.0	431.29	168.2
三	利润	%	7.0	1677.49	117.4
四	税金	%	9.0	1794.91	161.5
五	扩大费	%	10.0	1956.46	195.6
	综合单价				2152.1

表8-15 矿山环境恢复治理工程单价分析表（二）

工程项目：渣堆清运					
定额编号：10567		单位：100m ³			
工作内容：渣堆挖装、运输、卸除、空回。					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	综合单价(元)
一	直接费				1409.0
(一)	直接工程费				1354.8
1	人工费				38.6
(1)	工长	工时	0	7.80	0.0
(2)	高级工	工时	0	7.34	0.0
(3)	中级工	工时	0	6.16	
(4)	初级工	工时	8.085	4.77	38.6
2	零星材料费	%	4	38.6	1.54
3	机械费				1314.7
(1)	装载机 3m ³	台班	0.47	893.3	419.8
(2)	自卸汽车 12t	台班	1.16	771.4	894.8
(二)	措施费	%	4	1354.8	54.2
二	间接费	%	5.0	38.6	1.9
三	利润	%	7.0	1410.9	98.8
四	税金	%	9.0	1509.7	135.9
五	扩大费	%	10.0	1645.54	164.6
	综合单价				1810.10

表 8-16

矿山环境恢复治理工程单价分析表（三）

工程项目：渣堆平整					
定额编号：10278			单位：100m ³		
工作内容：推土机推渣平整场地。					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	综合单价(元)
一	直接费				373.25
(一)	直接工程费				356.83
1	人工费				31.50
(1)	工长	工时	0	7.80	0.00
(2)	高级工	工时	0	7.34	0.00
(3)	中级工	工时	0	6.16	0.00
(4)	初级工	工时	6.6	4.77	31.50
2	零星材料费	%	10	31.5	3.15
3	机械费				325.33
(1)	推土机 74kW	台班	0.47	692.2	325.33
(二)	措施费	%	4.6	356.8	16.41
二	间接费	%	5.0	373.2	18.66
三	利润	%	7.0	391.9	27.43
四	税金	%	9.0	419.3	37.7
五	扩大费	%	10.0	457.08	45.7
	综合单价				505.94

表8-17

矿山环境恢复治理工程单价分析表（四）

工程项目：露天坑回填					
定额编号：10464			单位：100m ³		
工作内容：挖松、堆放。					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接费				425.2
(一)	直接工程费				405.0
1	人工费				385.7
(1)	工长	工时	1.6	7.8	12.5
(2)	高级工	工时	0	7.3	0.0
(3)	中级工	工时	0	6.2	0.0
(4)	初级工	工时	78.2	4.8	373.2
2	零星材料费	%	5.0	385.7	19.3
3	机械费				
(二)	措施费	%	5.0	405.0	20.2
二	间接费	%	13.0	385.7	50.1
三	利润	%	7.0	475.4	33.3
四	税金	%	9.0	508.6	45.8
五	扩大费	%	10.0	554.4	55.4
	综合单价				609.9

8.3 土地复垦工程经费估算

8.3.1 总工程量与投资估算

8.3.1.1 总工程量表

表8-18 矿区土地复垦工程量汇总

序号	项目	单位	数量	备注
一、土地复垦工程				
1	建筑物拆除	m ³	9317	
2	垃圾清运	m ³	9317	运距 0.5~1km
3	场地平整	m ³	178520	含尾矿库覆碎石
4	浆砌块石	m ³	165	斜井及斜坡道口
5	C25 混凝土	m ³	110	7 个井口
6	钢筋	t	2.64	
二、土地复垦监测及管护				
2.1	土地损毁监测	次	780	
2.2	复垦效果监测	次	60	

8.3.2.2 投资估算

表8-19 土地复垦投资总估算表

序号	工程或费用名称	估算金额	各费用占总费用的比例 (%)
		(万元)	
1	工程施工费	169.55	34.62
2	设备购置费	0.00	0.00
3	其它费用	94.59	19.31
4	监测管护费	42.60	8.70
5	基本预备费	7.92	1.62
6	涨价预备	175.05	35.75
静态投资总计		314.66	64.25
动态投资总计		489.71	100.00

8.3.2 单项工程量与投资估算

8.3.2.1 单项工程量

表8-20 矿区土地复垦工程量汇总

序号	项目	单位	数量	备注
1	建筑物拆除	m ³	9317	
2	垃圾清运	m ³	9317	运距 0.5~1km
3	场地平整	m ³	178520	含尾矿库覆碎石
4	浆砌块石	m ³	165	斜井及斜坡道口
5	C25 混凝土	m ³	110	7 个井口
6	钢筋	t	2.64	

表8-21 土地复垦监测工程量统计表

项目	监测点 (个)	频次	次数 (次)
土地损毁监测	15	2次/年·监测点	780
复垦效果监测	10	2次/年·监测点	60

8.3.2.2 单项工程估算

表8-22 矿区土地复垦工程估算表

序号	定额编号	项目	单位	数量	综合单价 (元)	合价 (万元)
1	40192	建筑物拆除	100m ³	93.17	7557.6	70.42
2	20285	垃圾清运	100m ³	93.17	1776.7	16.55
3	20272	场地平整	100m ³	1785.20	356.0	63.56
4	30020	斜井、斜坡道口封堵	m ³	275	218.07	6.00
5	40041	竖井口封堵	m ³	140	710.08	9.94
6	40159	钢筋制作安装	t	2.64	11665	3.08
7	合计					169.55

表8-23 土地复垦监测及管护工程估算表

序号	监测项目	次数	综合单价 (元)	合价 (万元)
1	土地损毁监测	780	500	39.00
2	复垦效果监测	60	600	3.60
3	合计			42.60

表8-24 其他费用预算表

序号	费用名称	计算式	预算金额 (万元)	各项费用占其他 费用的比例
	1	2	3	4
1	前期工作费		70.39	74.42%
1.1	土地清查费	工程施工费×0.5%	0.85	
1.2	项目可行性研究费	参考市场价	40.00	
1.3	项目勘测费	工程施工费×1.5%	2.54	
1.4	项目设计与预算编制费	参考市场价	25.00	
1.5	项目招标代理费	参考市场价	2.00	
2	工程监理费	参考市场价	15.00	15.86%
3	拆迁补偿费		0.00	
4	竣工验收费		2.00	2.11%
4.1	工程复核费	(工程施工费+设备购置费)×0.7%	1.19	
4.2	工程验收费	(工程施工费+设备购置费)×1.4%	2.37	
4.3	项目决算编制与审计费	(工程施工费+设备购置费)×1.0%	1.70	
4.4	整理后土地重估与登记费	(工程施工费+设备购置费)×0.65%	1.10	
4.5	标识设定费	(工程施工费+设备购置费)×0.11%	1.19	
5	业主管理费	(工程施工费+设备购置费+前期工作费+监理费+拆迁补偿费+竣工验收费)×2.8%	7.19	7.61%
总计			94.59	

表8-25 不可预见费预算表

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	小计	费率 (%)	合计
1		169.55	0	94.59	264.13	3	7.92
总计	—	—	—				7.92

表8-26 价差预备费计算表

年份	工程及监测费用						价差预备费 (3%)
	建筑拆除及 垃圾清运	场地平整	井口封堵	硐口封堵	损毁监测	复垦效果监测	
2023					1.50		0.00

年份	工程及监测费用						价差预备费 (3%)
	建筑拆除及 垃圾清运	场地平整	井口封堵	硐口封堵	损毁监测	复垦效果监测	
2024					1.50		0.05
2025					1.50		0.09
2026					1.50		0.14
2027					1.50		0.19
2028					1.50		0.24
2029					1.50		0.29
2030					1.50		0.34
2031					1.50		0.40
2032					1.50		0.46
2033					1.50		0.52
2034					1.50		0.58
2035					1.50		0.64
2036					1.50		0.70
2037					1.50		0.77
2038					1.50		0.84
2039					1.50		0.91
2040					1.50		0.98
2041					1.50		1.05
2042					1.50		1.13
2043					1.50		1.21
2044					1.50		1.29
2045	86.97	63.56	9.94	6.00	1.50		153.88
2046					1.50	1.2	2.63
2047					1.50	1.2	2.79
2048					1.50	1.2	2.95
合计	209.07						175.05

8.3.3 土地复垦工程施工单价分析

表8-27

甲类工人工单价计算表

地区	项目	类别	十一类工资区	工种类别	甲类工
序号	项目	公 式			单价
1	基本工资	$540 \times 12 \times 1.1304 \div (250 - 10)$			30.52
2	辅助工资				6.80
(1)	地区津贴				0.00
(2)	施工津贴	$3.5 \times 365 \times 0.95 \div (250 - 10)$			5.06
(3)	食品津贴	$(3.5 + 4.5) \div 2 \times 0.20$			0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资 $\times (3 - 1) \times 11 \div 250 \times 0.35$			0.94
3	工资附加费				19.22
(1)	职工福利基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$			5.22
(2)	工会经费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.75
(3)	养老保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$			7.46
(4)	医疗保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 4\%$			1.49
(5)	工伤保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1.5\%$			0.56
(6)	职工失业保险基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.75

地区		类别	十一类工资区	工种类别	甲类工
序号	项目	公 式			单价
(7)	住房公积金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 5\%$			1.87
4	人工工日预算单价				56.54
	人工工时预算单价				7.07

表8-28

乙类工人工单价计算表

地区		类别	十一类工资区	工种类别	乙类工
序号	项目	公 式			单价
1	基本工资	$445 \times 12 \times 1.1304 \div (250 - 10)$			25.15
2	辅助工资				3.42
(1)	地区津贴				0.00
(2)	施工津贴	$2.0 \times 365 \times 0.95 \div (250 - 10)$			2.89
(3)	夜餐津贴	$(3.5 + 4.5) \div 2 \times 0.05$			0.20
(4)	节日加班津贴	$\text{基本工资} \times (3 - 1) \times 11 \div 250 \times 0.15$			0.33
3	工资附加费				13.86
(1)	职工福利基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$			4.00
(2)	工会经费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.57
(3)	养老保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$			5.71
(4)	医疗保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 4\%$			1.14
(5)	工伤保险费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1.5\%$			0.43
(6)	职工失业保险基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$			0.57
(7)	住房公积金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 5\%$			1.43
4	人工工日预算单价				42.43
	人工工时预算单价				5.30

表 8-29

矿山土地复垦工程单价分析表（一）

工程项目：建筑物拆除					
定额编号：40192		单位：100m ³			
工作内容：毗邻房屋的支顶, 拆除室内地坪以上的全部建筑物, 并将拆下的砖瓦、木材等可用的材料运至建筑物 30 米以内指定地点分类码放整齐渣土原地清理归堆。					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	综合单价(元)
一	直接费				6411.1
(一)	直接工程费				6129.1
1	人工费				6129.1
(1)	甲类工	工日	0	56.5	0.0
(2)	乙类工	工日	135	42.4	5728.2
(3)	其他费用	%	7	5728.2	401.0
2	材料费				0.0
3	机械费				0.0
(二)	措施费	%	4.6	6129.1	281.9
二	间接费	%	5.0	6411.1	320.6
三	利润	%	3.0	6731.6	201.9
四	材料价差				0.0
五	未计价材料费				0.0
六	税金	%	9.0	6933.6	624.0
	综合单价				7557.6

表 8-30

矿山土地复垦工程单价分析表（二）

工程项目：土地平整	
定额编号：20272	单位：100m ³

工作内容：推土机推渣平整场地。

编号	名称	单位	数量	单价(元)	综合单价(元)
一	直接费				301.9
(一)	直接工程费				288.6
1	人工费				69.3
(1)	甲类工	工日	0.1	56.5	5.7
(2)	乙类工	工日	1.3	42.4	55.2
(3)	其他费用	%	13.9	60.8	8.5
2	材料费				0.0
3	机械费				219.3
(1)	推土机 74kW	台班	0.47	692.2	325.3
(二)	措施费	%	4.6	289.9	13.3
二	间接费	%	5.0	303.2	15.2
三	利润	%	3.0	318.4	9.6
四	材料价差				
五	未计价材料费				0.0
六	税金	%	9.0	326.6	29.4
	综合单价				356.0

表 8-31 矿山土地复垦工程单价分析表（三）

工程项目：垃圾清运					
定额编号：20285		单位：100m ³			
工作内容：拆除建筑物废弃物运至 2km 米以内指定地点码放，人工装矿车，卸载空回。					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	综合单价(元)
一	直接费				1507.2
(一)	直接工程费				1435.4
1	人工费				116.5
(1)	甲类工	工日	0.1	56.5	5.7
(2)	乙类工	工日	2.5	43.3	108.2
(3)	其他费用	%	2.3	113.9	2.6
2	材料费				0.0
3	机械费				1318.9
(1)	挖掘机	台班	0.38	1115.1	423.7
(2)	自卸汽车	台班	0.99	771.4	763.7
(3)	推土机 74kW	台班	0.19	692.2	131.5
(二)	措施费	%	5.0	1435.4	71.8
二	间接费	%	5.0	1507.2	75.4
三	利润	%	3.0	1582.6	47.5
四	材料价差				0.0
五	未计价材料费				0.0
六	税金	%	9.0	1630.0	146.7
	综合单价				1776.7

表 8-32 矿山土地复垦工程单价分析表（四）

工程项目：硐口封堵					
定额编号：30020		单位：100m ³			
工作内容：推土机推松、运送、卸除、拖平、空回					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	综合单价(元)
一	直接费				18498
(一)	直接工程费				17787
1	人工费				7011
(1)	甲类工	工日	7.7	56.5	435

(2)	乙类工	工日	147.1	42.4	6242
(3)	其他费用	%	5	6676.9	334
2	材料费				10776
(1)	块石	m ³	108.00	0.0	0
(2)	砂浆	m ³	34.65	311.0	10776
(二)	措施费	%	4.0	17786.9	711
二	间接费	%	5.0	18498.4	925
三	利润	%	3.0	19423.3	583
四	材料价差				0
五	未计价材料费				0
六	税金	%	9.0	20006.0	1801
	综合单价				21807

表 8-33 矿山土地复垦工程单价分析表（五）

工程项目：竖井口封堵					
定额编号：40041		单位：100m ³			
工作内容：模板制作、安装、拆除、混凝土 浇筑、养护。					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	综合单价(元)
一	直接费				60236
(一)	直接工程费				57919
1	人工费				13213
(1)	甲类工	工日	97.7	56.5	5524
(2)	乙类工	工日	166.4	42.4	7060
(3)	其他费用	%	5	12584.1	629
2	材料费				44483
(1)	锯材	m ³	2.76	2200.0	6072
(2)	铁钉	kg	10	6.1	61
(3)	混凝土	m ³	103	370.0	38110
(4)	水	m ³	240	1.0	240
3	机械费				223
(1)	混凝土振动器	台班	12.6	17.7	223
(二)	措施费	%	4.0	57919	2317
二	间接费	%	5.0	60236	3012
三	利润	%	3.0	63248	1897
四	材料价差				
五	未计价材料费				0
六	税金	%	9.0	65145	5863
	综合单价				71008

表8-34 矿山土地复垦工程单价分析表（六）

工程项目：钢筋加工					
定额编号：40159		单位：t			
工作内容：钢筋回直、除锈、切断、弯制、焊接、绑扎及加工场地至施工场地运输。					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	综合单价(元)
一	直接费				9895
(一)	直接工程费				9515
1	人工费				694

(1)	甲类工	工日	5.7	56.5	322
(2)	乙类工	工日	8.6	42.4	365
(3)	其他费用	%	1	687.2	7
2	材料费				8625
(1)	钢筋	t	1.02	5612.0	5724
(2)	铁丝	kg	4	6.1	24
(3)	电焊条	kg	7.22	370.0	2671
3	机械费				196
(1)	钢筋调直机 14kw	台班	0.12	76.3	9
(2)	风砂枪	台班	0.3	142.7	43
(3)	钢筋切断机 20kw	台班	0.08	80.7	6
(4)	钢筋弯曲机 Φ6-40	台班	0.08	73.4	6
(5)	电焊机直流 30KVA	台班	1	121.4	121
(6)	对焊机电弧 150	台班	0.08	123.2	10
(7)	载重汽车 5t	台班	0.03	4.5	0
(二)	措施费	%	4.0	9515	381
二	间接费	%	5.0	9895	495
三	利润	%	3.0	10390	312
四	材料价差				
五	未计价材料费				0
六	税金	%	9.0	10702	963
	综合单价				11665

8.4 总费用汇总与安排

经详细分析估算，本项目矿山地质环境保护与土地复垦总的静态投资估算额为4811.88万元。其中地质环境保护工程投资4497.22万元，土地复垦工程静态投资314.66万元。项目静态投资总额4811.88万元，动态投资总额4986.93万元。

工程总投资详细估算见下表。

表8-35

总投资估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	地质环境保护	土地复垦
1	工程施工费	3813.02	169.55
2	设备购置费		0.00
3	其它费用	275.36	94.59
4	管护费		42.60
5	基本预备费	408.84	7.92
6	涨价预备费		175.05
静态投资分计		4497.22	314.66
静态投资合计		4811.88	
动态投资合计		4986.93	

表8-36 地质灾害治理与土地复垦年度费用安排表

项目	工程费用名称		单位	数量	总费用 (万元)	各年费用安排（万元）									
						2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年～2044 年	2045 年	2046 年	2047 年	2048 年
地质环境 保护	工程 施 工	铁丝围栏拉设	m ²	10945	23.56			7.34	8.11	8.11					
		警示牌	块	35	0.53			0.15	0.15	0.23					
		废渣平整	m ³	1799998	3258.16	148.10	148.10	148.10	148.10	148.10	2517.67				
		井下充填	m ³	484937	245.35	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15	189.59				
		裂缝夯填	m ³												
		露天坑回填	m ³	177948	108.52	4.93	4.93	4.93	4.93	4.93	83.86				
	地质环境 监 测	地质灾害监测			0.00										
		塌陷监测	次	624	13.10	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	8.57	0.50	0.50	0.50	0.50
		边坡监测	次	624	3.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	2.04	0.12	0.12	0.12	0.12
		含水层监测	次	312	14.04	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	9.18	0.54	0.54	0.54	0.54
		地形地貌监测	次	52	23.40	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	15.30	0.90	0.90	0.90	0.90
		水土环境污染监测			0.00										
		地下水水质监测	次	156	37.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	24.48	1.44	1.44	1.44	1.44
		土壤污染监测	次	572	85.80	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	56.10	3.30	3.30	3.30	3.30
其它费用				275.36	55.38	8.80	8.80	8.80	8.80	149.59	8.80	8.80	8.80	8.80	
预备费				408.84	15.72	15.72	15.72	15.72	15.72	267.32	15.72	15.72	15.72	15.72	
土地复 垦	工程 施 工	建筑物拆除	100m ³	93	70.42							70.42			
		垃圾清运	100m ³	93	16.55							16.55			
		场地平整	100m ³	1785	63.56							63.56			
		井口封堵（钢筋砼）	m ³	140	9.94							9.94			
		硐口封堵	m ³	275	6.00							6.00			
		钢筋制作安装	t	2.64	3.08							3.08			
	监测管 护费	土地损毁监测	次	780	39.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	19.50	1.50	1.50	1.50	1.50
		复垦效果监测	次	60	3.60								1.20	1.20	1.20
	其它费用				94.59	17.08	17.08	17.08	17.08	17.08			3.06	3.06	3.06
	不可预见费				7.92								2.64	2.64	2.64
合计					4811.88	260.67	214.09	221.58	222.35	222.42	3343.19	202.38	39.73	39.73	39.73

9 保障措施与效益分析

9.1 组织保障

为保证矿山地质环境保护与土地复垦工作的顺利完成，必须建立健全矿山地质环境保护与土地复垦的组织管理机构。矿山地质环境保护与土地复垦工作的第一责任人矿权人，具体组织实施矿山地质环境保护与土地复垦方案。肃北蒙古族自治县自然资源局是该矿山地质环境保护与土地复垦项目的监督管理机构，履行政府职能，负责该矿山地质环境保护与土地复垦资金的落实，并对该矿山地质环境保护与土地复垦的落实情况进行指导、检查、监督和管理。采矿权人和主管部门应各尽其责，相互配合，加强交流与沟通，提高工作效率，圆满完成恢复治理方案中提出的各项任务。

成立以矿长为组长的矿山地质环境保护与土地复垦领导小组，负责实施本矿区矿山地质环境保护与土地复垦工作，下矿山地质环境保护与土地复垦办公室，全面负责矿山地质环境保护与土地复垦的落实。并做好以下管理工作：

1. 组织实施矿山地质环境保护与土地复垦方案提出的各项措施。
2. 建立矿山地质环境治理恢复基金，按时按量缴存，分阶段申请提取费用。
3. 及时申请矿山地质环境保护与土地复垦工程验收。
4. 明确分工，责任落实到人，并做好有关各方的联系和协调工作。

9.2 技术保障

加强对矿山企业技术人员的培训，组织专家咨询研讨，开展试验示范研究，引进先进技术，跟踪监测，追踪绩效。

1. 为确保治理方案的顺利实施，应委托相关技术单位组织编制施工图，细化和完善施工图。

2. 为了提高矿山恢复治理和土地复垦的科学化水平，保证工作的顺利进行，应建立专业治理和复垦队伍，保证矿山恢复治理工程和土地复垦高质量、高效率的完成。

3. 方案实施前我单位委派技术人员与建设单位密切合作，了解方案中的技术要点。在实施中根据方案内容，编制阶段实施计划和年度实施计划，及时总结阶段性治理和复垦实践经验。

4. 根据实际生产情况地质环境变化情况和土地损毁情况，进一步完善矿山地质环境保护与土地复垦方案，拓展方案的深度和广度，做到所有治理工程遵循设计。工程实施

后，对效果进行综合评价，总结优点与不足之处，为国家矿山地质环境治理和土地复垦提供经验。

9.3 资金保障

根据“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，矿山采矿权人必须负责进行矿山地质环境保护与土地复垦，投资金额按照本方案设计及有关行政管理规定执行。业主应做好矿山地质环境保护与土地复垦资金的使用管理，保证资金及时足额到位、实行专户存储、专款专用、不得挪作它用，以保障矿山地质环境保护与土地复垦工程工作顺利进行。

1、矿山地质环境治理资金保障根据《矿产资源权益金制度改革方案》，将在矿山环境治理恢复环节建立矿山环境治理恢复基金制度，将环境治理成本内部化，加强生态文明建设：由矿山企业单设会计科目，按照销售收入的一定比例计提，计入企业成本，由企业统筹用于开展矿山环境保护和综合治理。有关部门根据各自职责，加强事中事后监管，建立动态监管机制，督促企业落实矿山环境治理恢复责任。

2、矿山土地复垦资金保障方案批准后所需复垦费用，应尽快落实，确定所需费用及时足额到位，保证方案按时保质保量完成。生产建设单位需做好土地复垦费用的管理工作，防止和避免土地复垦费用被截留、挤占、挪用。根据《土地复垦条例》的规定，土地复垦义务人应当将土地复垦费用列入生产成本或者建设项目总投资，土地复垦费用使用情况接受自然资源主管部门的监督。为了切实落实土地复垦工作，土地复垦义务人应按照土地复垦方案提取相应的复垦费用，专项用于损毁土地的复垦。同时，应有相应的费用保障措施，督促土地复垦义务人按照土地复垦方案安排、管理、使用土地复垦费用。根据《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国合同法》、《土地复垦条例》和其他相关法律法规的规定，为落实土地复垦费用，保障土地复垦的顺利开展，土地复垦义务人（乙方）、自然资源主管部门（甲方）和银行（丙方）三方，或土地复垦义务人（乙方）、自然资源主管部门（甲方）双方应本着平等、自愿、诚实信用的原则，签订《土地复垦费用监管协议》。

1）资金来源“谁损毁，谁复垦”是法律明确基本规定的责任和义务，矿山企业作为复垦义务人承诺本矿山的土地复垦资金由矿山企业全部承担，土地复垦资金从矿山企业成本逐年计提，并确保复垦资金落到实处。本矿从产品销售费用中提取土地复垦专用资金。

2）费用存储矿山企业应根据《土地复垦费用监管协议》将土地复垦费用存入土地

复垦费用专用账户。土地复垦费用账户应按照“企业所有，政府监管，专户存储，专款专用”的原则进行管理，并应建立土地复垦费用专项使用的具体财务管理制度。土地复垦费用应根据《土地复垦费用监管协议》的约定进行存储，土地复垦费用存储受自然资源主管部门监督，建议按以下规则进行存储：矿山企业依据土地复垦方案及阶段土地复垦计划中确定的费用预存计划，分期将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户，并于每个费用预存计划开始后的 10 个工作日内存入。土地复垦费用存储所产生的利息，可用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。不能按期存储土地复垦费用的，须每天按未存储土地复垦费用的万分之一向土地复垦费用共管账户缴纳滞纳金，滞纳金不能用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。所有存款凭证提交审计部门审核，审核结果交自然资源主管部门备案。

3) 资金计提

按照当年的治理和复垦计划、提取矿山地质环境治理恢复基金，从 2023 年开始提取第一笔基金费用，第一年土地复垦费用按照《土地复垦条例实施办法》中第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的百分之二十的规定进行提取。同时资金提取遵循“端口前移”原则，提取基金不少于前期治理所需基金，并在采矿结束前（2048 年）足额提取所有基金费。基金提取安排见表 9-1。

表9-1

基金提取安排表

年份	计提费用（万元）	占总费有比例%
2023	260.67	5.42
2024	214.09	4.45
2025	221.58	4.60
2026	222.35	4.62
2027	222.42	4.62
2028	197.01	4.09
2029	197.01	4.09
2030	197.01	4.09
2031	197.01	4.09
2032	197.01	4.09
2033	197.01	4.09
2034	197.01	4.09
2035	197.01	4.09
2036	197.01	4.09
2037	197.01	4.09
2038	197.01	4.09
2039	197.01	4.09
2040	197.01	4.09
2041	197.01	4.09
2042	197.01	4.09

2043	197.01	4.09
2044	197.01	4.09
2045	202.38	4.21
2046	39.73	0.83
2047	39.73	0.83
2048	39.73	0.83
合计	4811.88	100

3) 费用使用与管理

土地复垦费用由土地复垦施工单位用于复垦工作，由矿山土地复垦管理机构具体管理，受自然资源主管部门的监督。建议按以下方式使用与管理土地复垦费用：

(1) 资金拨付由施工单位根据复垦工程进度向土地复垦管理机构提出申请，经审查签字后，报财务审批。每次提取复垦资金超过两万，或每月提取复垦资金超过十万，土地复垦管理机构应取得自然资源主管部门的同意。

(2) 施工单位每年年底，根据土地复垦实施规划和年度计划，做出下一年度的复垦资金使用预算。土地复垦管理机构对复垦资金使用预算进行审核，并报自然资源主管部门审查备案。

(3) 资金使用中各科目实际支出与预算金额间相差超过 20%的，需向土地复垦管理机构提交书面申请，经主管领导审核同意后方可使用。

(4) 施工单位按期填写复垦资金使用情况报表，对每一笔复垦资金的用途均应有详细明确的记录。复垦资金使用情况报表按期提交土地复垦管理机构审核备案。

(5) 每年年底，施工单位需提供年度复垦资金预算执行情况报告。土地复垦管理机构审核后，报自然资源主管部门备案。

(6) 每一复垦阶段结束前，土地复垦管理机构提出申请，自然资源主管部门组织对阶段土地复垦实施效果进行验收，并对土地复垦资金使用情况进行审核，同时对复垦账户的资金进行清算。在复垦效果和复垦资金审核通过的基础上，账户剩余资金直接滚动计入下阶段复垦。

(7) 矿山企业应按照土地复垦方案和阶段土地复垦计划完成全部复垦任务后向自然资源主管部门提出最终验收申请。验收合格后，可向自然资源主管部门申请从土地复垦费用共管账户中支取结余费用的 80%。其余费用应在自然资源主管部门会同有关部门在最终验收合格后方可取出。

(8) 对监用、挪用复垦资金的，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、刑事处罚。

4) 资金审计由当地自然资源局和审计局对项目区土地复垦专项资金进行监督和审计。当地自然资源局相关人员将定期对复垦资金进行检查验收, 确保每笔复垦资金落到实处, 真正用在土地复垦工程上。对滥用、挪用资金的, 坚决追究当事人、相关责任人的责任, 并给予相应的行政、经济以及刑事处罚。

对本项目复垦资金进行严格控制与审查, 一是对资金来源是否足额进行审查; 二是对资金管理进行审查; 三是对使用的用途、使用范围、效果等情况进行审查。国土资源管理部门和审计部门要定期和不定期地对资金的运作进行审计监督, 资金的统筹安排, 作为“三同时”工程进行验收。审查的组成单位由国土、财政、审计、建设、环保、水利等部门组成。总之, 保证建设资金及时足额到位, 保障土地复垦工作顺利进行。土地复垦实施竣工验收时, 建设单位应就土地复垦投资估算调整情况、分年度安排投资、资金到位情况和经费支出情况写出总结报主管部门和监督部门审计审查备案。若投资规模不够, 不能按设计方案进行土地复垦, 主管部门和监督机构应督促业主单位按原复垦计划追加投资。对滥用、挪用复垦资金的追究当事人和相关责任人的责任, 给予相应的行政、经济、责任, 以至于刑事责任。当地将加强对复垦项目区土地复垦专项资金的审计, 确保以下几点:

- (1) 确定资金的内部控制制度存在、有效并一贯被执行;
- (2) 确定会计报表所列金额真实;
- (3) 确定资金的会计记录正确无误, 金额正确, 计量无误, 明细账和总账一致, 是否有被贪污或挪用现象;
- (4) 确定资金的收支真实, 货币计价正确;
- (5) 确定资金在会计报表上的揭露恰当。

9.4 监管保障

经批准后的矿山地质环境保护与土地复垦方案不得擅自更改。矿山地质环境保护与土地复垦方案有重大变更的, 公司需向当地主管部门申请。自然资源局有权依法对矿山地质环境保护与土地复垦方案实施情况进行监督管理。肃北博伦矿业开发有限责任公司作为地质环境保护与土地复垦义务人应强化土地复垦施工管理, 严格按照方案要求进行自查, 并主动与当地自然资源局取得联系, 加强与当地主管部门的合作, 自觉接受监督管理。

为保障自然资源局实施土地复垦监管工作, 矿山应当根据矿山地质环境保护与土地复垦方案、编制并实施阶段地质环境问题预防治理与土地复垦计划和年度地质环境问题

预防治理与土地复垦实施计划，定期报告当年复垦情况，接受当地自然资源局对复垦实施情况的监督检查，接受社会对地质环境保护与土地复垦实施情况监督。

自然资源局在监管中发现地质环境保护与土地复垦义务人不履行复垦义务的，按照有关法律法规和政策文件的规定进行处罚。

9.5 效益分析

一、经济效益

根据开发利用方案，肃北博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿矿山年生产规模为 $380 \times 10^4 \text{t/a}$ ，其中铁矿为 $290 \times 10^4 \text{t/a}$ ，钒矿为 $90 \times 10^4 \text{t/a}$ 。项目达产年平均销售收入为 141584.96 万元，其中铁矿达产年平均销售收入为 86774.96 万元，钒矿达产年平均销售收入为 54810 万元；年总利润为 29058.2 万元，其中铁矿年总利润为 20525.94 万元，钒矿年总利润为 8532.26 万元；年税后总利润为 21793.65 万元，其中铁矿年税后利润为 15394.45 万元，钒矿年税后利润为 6399.20 万元。

矿山服务期限约 20 年（基建期 2 年），实现总利润 311093.6 万元，其中铁矿总利润 140342.20 万元，钒矿总利润 170751.40 万元；税后总利润 233320.2 万元，其中铁矿税后总利润 105256.65 万元，钒矿税后总利润 128063.55 万元。地质灾害治理及土地复垦静态投资总额 4811.88 万元，仅占税后总利润的 2.06%。经济上可行。

二、环境效益

通过对矿山现状地质环境问题与开采产生的地质环境问题采取相应预防工程措施和恢复治理工程措施进行矿山地质环境恢复治理，可以防止地质灾害对矿山开采活动可能造成的危害，基本恢复矿山土地资源、地形地貌景观，最大程度减轻采矿对区内地质环境的影响，实现资源开发与地质环境保护和谐发展的目标，环境效益显著。

三、社会效益

矿山地质环境保护与土地复垦不仅有效保护和恢复矿山地质生态环境，减少了因矿业活动引起的水土流失，也起到有效防治因矿业活动引发的环境问题和地质灾害隐患。同时，对矿山环境实施治理及对因矿业活动影响的土地进行复垦也是采矿权人的责任，是国家保护土地资源和矿山地质环境治理政策、法规实施的必然要求，矿山地质环境保护与土地复垦将有利于推进政策、法规的全面落实，对肃北县矿山地质环境改善起到良好的促进作用，保护矿区土地资源，有利于当地矿业经济及生态环境和谐、持续发展。

9.6 公众参与

公众参与可以使公众了解项目建设可能带来的土地资源、生态环境损毁等问题，增

加公众对地质环境保护与土地复垦工作的认同感。有助于减少地质环境保护与土地复垦规划失误，增加规划的合理性。同时对地质环境保护与土地复垦工作的实施及其实施的质量、实施的效果等有效的起到监督作用。

一、公众参与的环节与内容

公众参与包括了全程参与和全面参与。公众参与的环节包括方案编制前期、方案编制期间、方案实施过程中、地质环境恢复工程与土地复垦竣工验收阶段等。参与对象包括土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及其他社会个人或者团体。参与内容包括地质环境保护与治理恢复工程的落实与实际效益、土地复垦的方向及复垦标准、复垦工程技术措施与适宜物种等。

二、方案编制前的公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制前的公众参与为方案编制前实行。针对矿产、土地等相关政府部门、土地权利人等。公众参与调查主要采取访谈的方式，通过访谈内容及收集的相关资料初步确定复垦区拟采取的复垦设计方向。具体内容包括：查阅矿山提供基础资料，访谈当地周边居民，了解项目区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被、当地的种植习惯，以及项目所在地经济情况；查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，访谈规划、土地等政府部门，确定其对本方案待复垦区域规划用途；参考矿山已有的土地复垦内容分析以及对该矿工作人员的走访，确定对项目区土地复垦工作的安排和复垦用途的确定。

三、方案编制期间的公众参与

方案编制过程中，为使评价工作更具民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，鉴于该矿复垦的特点，此次参与主要有当地群众访问、相关政府部门意见收集。

四、方案实施过程中公众参与

方案实施中、矿山地质环境保护与土地复垦效果监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传地质环境保护与土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定包括张贴公告、散发传单、走访以及充分利用网络、电话等段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。努力扩大宣传范围，让更广泛的群众加入到公众参与中来。在政府相关职能部门方面，除继续走访项目区内自然资源部门外，还应加大和扩大重点职能部门的参与力度，如环保局

等。在媒体监督方面，应加强与当地媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对地质环境保护与土地复垦措施落实情况的报道（如落实不到位更应坚决予以曝光），形成全社会共同监督参与的机制。

1、地质环境保护与土地复垦实施前根据本方案确定的地质环境保护与土地复垦时序安排，在每年制订地质环境保护与土地复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对地质环境问题处置、损毁土地面积、损毁程度和临时土地保护措施实施效果进行调查。

2、地质环境保护与土地复垦实施中

地质环境保护与土地复垦实施过程中每年进行一次参与式公众调查，主要是对地质环境保护与土地复垦进度、措施落实和资金落实情况 & 实施效果进行调查。

3、地质环境与土地复垦监测与竣工验收

地质环境与土地复垦监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。邀请当地相关政府部门、专家和群众代表进行验收，确保验收工作平、公正和公开。

10 结论与建议

10.1 结论

1、肃北县博伦矿业开发有限责任公司七角井钒及铁矿为生产矿山，拟变更的采矿权范围面积 5.1373km^2 ，开采深度 $2410\text{m}\sim 1600\text{m}$ 标高。开采方式为地下开采，设计生产规模为 $380.00\times 10^4\text{t/a}$ （其中铁矿 $290.00\times 10^4\text{t/a}$ ，钒矿 $90.00\times 10^4\text{t/a}$ ），属大型矿山。

2、矿山铁矿设计利用矿石量 $1982.82\times 10^4\text{t}$ ，生产服务年限为7.6年（基建期3年），矿山钒矿设计利用矿石量 $1801.12\times 10^4\text{t}$ ，生产服务年限为20年（基建期2年）。地下开采结束后1年内完成复垦区土地复垦，地表塌陷沉陷稳定期3年，本方案适用年限为5年，服务年限为26年，本方案基准年为2023年。

3、矿山地质环境影响与土地毁损评估

（1）矿山地质环境影响评估

七角井钒及铁矿矿山地质环境条件复杂程度属于“中等”类型，矿山生产建设规模为“大型”，评估区重要程度属“较重要区”。对照《技术要求》附录A，确定矿山地质环境影响评估级别为“一级”。

①矿区地质灾害现状与预测

现状条件下废石渣堆形成的不稳定斜坡稳定性较差，发生的崩塌的可能性较大，但规模均较小，造成的损失较轻，对含水层及周边生产生活供水影响不大，对原生地形地貌破坏严重。综合判断废石渣堆场对矿山地质环境影响程度为**严重**。

现状条件下早期露天采坑边坡稳定性好，未发现发生崩塌、滑坡及不稳定斜坡灾害。同时露天开采区已废弃多年，无人员、设备等威胁对象，综合判断早期露天采坑对矿山地质环境影响程度为**较轻**。

现状条件下地面塌陷的可能性小。预测矿山在服务期内形成的地面塌陷地质灾害发生地质灾害的规模为大型、变形程度小，可能造成直接经济损失及危害程度较小，但发生塌陷地质灾害的可能性大，综合判定矿山开采活动引发的地面塌陷地质灾害对矿山地质环境的影响程度为**严重**。

预测其他各场地生产建设及尾矿库引发滑坡、泥石流等地质灾害的可能性较小，因此引发地质灾害对矿山地质环境影响程度相同，均为**较轻**。

②地下含水层破坏现状分析与预测

现状矿山生产活动对含水层影响程度为**较轻**。预测矿业活动对含水层的影响程度为**较轻**。

③矿区地形地貌景观破坏现状与预测

现状评估露天采坑、废石渣堆场、选矿工业场地及尾矿库对地形地貌景观的影响和破坏程度为**严重**，采矿工业场地对地形地貌景观的影响和破坏程度为**较严重**，其余办公生活区、矿区道路及 35KV 变电站等对地形地貌景观的影响和破坏程度均为**较轻**。

预测塌陷区对矿山地形地貌景观的影响程度为**严重**。

④水土环境污染现状与预测评估

根据现场调查及实际检测数据，现状条件下对水土环境影响**较轻**，运营期间各有害物均能得到有效处理，预测生产对水土环境影响**较轻**。

(2) 矿山土地损毁现状与预测评估

评估区已损毁土地面积 224.71hm^2 ，损毁土地类型主要为采矿用地，其次为裸岩石砾地和少量其他草地。土地损坏方式主要为压占，次为挖损。具体土地损毁情况见表 4-20。

评估区拟损毁土地为地下开采造成的地面塌陷，占地面积为 267.16hm^2 ，现状因损毁的露天采坑位于地面塌陷区范围内，占地面积 3.50hm^2 ，采矿工业场地与地面塌陷区重复面积 1.82hm^2 ，扣除重复面积后，确定评估区拟损毁土地面积为 261.84hm^2 ，损毁土地类型均为裸岩石砾地、采矿用地及其他草地。具体损毁情况见表 4-21。

(3) 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

本矿山地质环境治理划分为矿山地质环境重点防治区（I）、次重点防治区（II）和一般防治区（III）。重点防治区为塌陷区、露天采坑、废石渣堆场、选矿工业场地及尾矿库，面积为 442.75hm^2 ；次重点防治区为采矿工业场地，已扣除与地面塌陷区重复面积 1.82hm^2 ，占地面积合计 37.26hm^2 ；矿山地质环境一般防治区为评估区范围内除矿山地质环境重点、次重点防治区以外的其他区域，面积约 1803.88hm^2 。

复垦责任范围为复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。矿区位于荒漠戈壁，各生产生活及辅助设施均无二次利用价值，此外，由于地面塌陷的主要形式为塌陷裂缝，针对塌陷裂缝，选择自然沉降的方式进行恢复，不再单独进行复垦，因此，除塌陷区外，需对其余各损毁区域全部进行复垦，总面积 224.71hm^2 。

4、矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析认为，矿山地质环境预防治理措施与土地复垦方案技术成熟、操作性强、经济可靠、具有一定的生态协调性，措施、方案可行。

5、通过在可能发生地质灾害的区域设置明显警示标志，同时设置铁丝围挡，做好矿山预防工作；在生产过程中，控制各场地坡度，逐步构建矿山地质环境监测体系；通过建筑物拆除、土地清理、平整压实，零星采矿回填工程进行土地复垦。

本项目矿山地质环境保护与土地复垦总的静态投资估算额为4986.93万元。地质环境保护工程静态投资额4811.88万元，土地复垦工程静态投资314.66万元。项目静态投资总额4811.88万元，动态投资总额4986.93万元。矿山地质环境保护与土地复垦静态投资仅占税后总利润的2.06%。其经济效益较为明显，环境效益较为显著，社会效益突出，方案可行。

10.2 存在的问题及建议

1.《方案》适用年限结束后，应重新开展野外矿山地质环境与土地损毁调查，依据已有的环境保护、土地复垦、治理和监测落实情况，修编《方案》，但在此期间，若矿山扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应当重新编制矿山地质环境治理与土地复垦方案。

2.建议当地自然资源管理和环境保护部门对矿区进行定期检查，重点是地质环境及灾害隐患防治措施的落实情况，发现问题及时解决，把防治地质灾害、恢复矿山生态环境的工作落到实处。并与环境保护、土地复垦工作紧密结合起来，促进经济的可持续发展。

3.对于矿山开采引发的矿山地质环境问题必须采取相应的防治措施，对破坏的生态环境进行及时的整治和恢复。

4.《方案》与水土保持、环境影响评价等相结合，科学规划与统一实施，避免重复性工程与不必要的经费浪费。

5.本次矿山地质环境保护与治理恢复方案不代替治理工程施工设计方案，建议矿山在治理时进行治理工程施工设计方案的编制。

矿山地质环境现状调查表

矿山 基本 概况	企业名称	肃北县博伦矿业开发有限责任公司				通讯地址	甘肃省酒泉市肃北蒙古族自治县七角井矿区					邮编	736200	法人代表	李金旭	
	电话	15009778114	传真		坐标	东经*****, 北纬*****							矿类	金属矿	矿种	钒、铁
	企业规模		200人		设计生产能力(10 ⁴ t/a)		380		设计服务年限		22					
	经济类型		有限责任公司													
	矿山面积(km ²)		5.1373		实际生产能力(10 ⁴ t/a)		/		已服务年限		13	开采深度(m)		2410~1600m		
	建矿时间		2010年		生产现状		/		采空区面积(m ²)		无					
					采矿方式		地下开采		开采层位		/					
采矿 占用 破坏 土地	露天采场			废石场			固体废弃物堆			地面塌陷			总计		已治理面积(m ²)	
	数量(个)	面积(m ²)		数量(个)	面积(m ²)		数量(个)	面积(m ²)		数量/个	面积(m ²)		面积(m ²)			
	0	0					41	21.10		0	0		0	0		
	占用土地情况(m ²)			占用土地情况(m ²)			占用土地情况(m ²)			破坏土地情况(m ²)						
	耕地	基本农田	0	耕地	基本农田	0	耕地	基本农田	0	耕地	基本农田	0	0			
		其它耕地	0		其它耕地	0		其它耕地	0		0					
		小计	0		小计	0		小计	0		小计	0	0			
	林地		0	林地		0	林地		0	林地		0	0			
	其它土地		0	其它土地		0	其它土地		0	其它土地		0	0			
	合计		0	合计		0	合计		0	合计		0	70			
采矿 固体 废弃 物 排 放	类型		年排放量(10 ⁴ m ³ /a)			年综合利用量(10 ⁴ m ³ /a)			累计积存量(10 ⁴ m ³)			主要利用方式				
	废石（土）					0						修路，采空区回填				
	煤矸石					0						—				
	合计					0										

矿山地质环境现状调查表（续）

含水层破坏情况	影响含水层的类型			区域含水层遭受影响或破坏的面积(km ²)			地下水位最大下降幅度(m)		含水层被疏干的面积(m ²)			受影响的对象			
	基岩裂隙水和断裂带裂隙水			-			-		-			-			
地形地貌景观破坏	破坏的地形地貌景观类型			被破坏的面积(m ²)			破坏程度					修复的难易程度			
	中低山区			0			较轻					中等			
采矿引起的崩塌、滑坡、泥石流等情况	种类	发生时间	发生地点	规模	影响范围(m ²)	体积(m ³)	危害					发生原因	防治情况	治理面积(m ²)	
							死亡人数(人)	受伤人数(人)	破坏房屋(间)	毁坏土地(m ²)	直接经济损失(万元)				
	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
采矿引起的地面塌陷情况	发生时间	发生地点	规模	塌陷坑(个)	影响范围(m ²)	最大长度(m)	最大深度(m)	危害					发生原因	防治情况	治理面积(m ²)
								死亡人数(人)	受伤人数(人)	破坏房屋(间)	毁坏土地(m ²)	直接经济损失(万元)			
	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-			
采矿引起的地裂缝情况	发生时间	发生地点	数量(个)	最大长度(m)	最大宽度(m)	最大深度(m)	走向	危害					发生原因	防治情况	治理面积(m ²)
								死亡人数(人)	受伤人数(人)	破坏房屋(间)	毁坏土地(m ²)	直接经济损失(万元)			
	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-			

矿山企业（盖章）：肃北县博伦矿业开发有限责任公司 填表单位（盖章）：兰州有色冶金设计研究院有限公司 填表人：刘友龙 填表日期：2022年10月11日