

辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理石矿 矿产资源开发利用方案

辽宁恒瑞矿业有限公司

2025 年 8 月

辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理石矿 矿产资源开发利用方案

编制单位：辽宁省第九地质大队有限责任公司

法定代表人：王 波

总工程师：姜宝军

项目负责人：张洪兴

目 录

前 言	1
(一) 编制目的	1
(二) 编制依据	2
一、矿山基本情况	7
(一) 地理位置与区域概况	7
(二) 申请人基本情况	14
(三) 矿山勘查开采历史及现状	15
二、矿区地质与矿产资源情况	22
(一) 矿床地质与矿体特征	22
(二) 矿床开采技术条件	33
(三) 矿产资源储量情况	51
三、矿区范围	54
(一) 符合矿产资源规划情况	54
(二) 可供开采矿产资源的范围	57
(三) 露天剥离范围	58
(四) 与相关禁限区的重叠情况	61
(五) 采矿权矿区范围	61
四、矿产资源开采与综合利用	63

(一) 开采矿种	63
(二) 开采方式	63
(三) 拟建生产规模	82
(四) 资源综合利用	84
五、结论	91
(一) 资源储量与估算设计利用资源量	91
(二) 采矿权矿区范围	91
(三) 开采矿种	92
(四) 开采方式、开采顺序、采矿方法	92
(五) 拟建生产规模、矿山服务年限	93
(六) 资源综合利用	93
(七) 综合经济技术指标	93
六、需要说明的问题	95
(一) 存在的问题	95
(二) 提出的建议	95

附件

1. 矿产资源开发利用方案编制信息及承诺书；
2. 矿产资源开发利用方案综合信息表；
3. 营业执照；
4. 采矿许可证；
5. 设计委托书；
6. 申请人承诺书；
7. 方案编制单位承诺书；
8. 《关于〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7号，2025年8月20日）；
9. 《〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审意见书》（铁自事评（储）字〔2025〕12号，2025年8月20日）；
10. 《关于辽宁恒瑞矿业有限公司申请协议出让范围保护地核实情况说明》（昌图县自然资源局，2024年12月23日）；
11. 《辽宁恒瑞矿业有限公司一采区与二采区夹缝区域矿业权协议出让可行性论证报告》审查意见书，（铁自事（评）字〔2025〕004号，2025年3月28日）；
12. 无行政处罚相关信息。

附图

- 1、地形地质与矿区范围图.....1:2000
- 2、露天开采总平面布置图.....1:2000
- 3、露天开采终了平面图.....1:2000
- 4、露天开采剖面图.....1:2000
- 5、露天开采自上而下、水平分层采矿方法图.....1:200
- 6、资源量估算叠合图.....1:5000
- 7、航拍图.....1:5000

前 言

（一）编制目的

1、开发利用方案编制情形

本次开发利用方案编制情形为采矿权扩大矿区范围变更（两个采区及之间夹缝区域整合为一个采区），深部扩界（自原开采标高由 365~273m 扩至开采标高由 375~250m）、提高生产规模[由原 18 万 t/a 提高至 60 万 t/a]；依据《核实报告》及《评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7 号）可知，原界内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 212.33 万 t；深部扩界内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 146.02 万 t；平面扩界区内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 412.45 万 t。

2、开发利用方案编制必要性

根据自然资源部《自然资规〔2019〕7 号〈自然资源部关于推进矿产资源管理改革若干事项的意见（试行）〉》、辽宁省人民政府颁布的《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025 年）》、铁岭市人民政府颁布的《铁岭市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》、昌图县人民政府颁布的《昌图县矿产资源总体规划（2021-2025 年）》；辽自然资发〔2022〕127 号《关于发布实施辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025 年）的通知》和辽宁省自然资源厅出具的《关于印发〈辽宁省矿业权协议出让工作规程（试行）〉的通知》（辽自然资发〔2024〕81 号）等文件的要求可知，企业已编制完成《辽宁恒瑞矿业有限公司一采区与二采区夹缝区域矿业权协议出让可行性论证报告》，报告已通过评审并取得

《辽宁恒瑞矿业有限公司一采区与二采区夹缝区域矿业权协议出让可行性论证报告》审查意见书（铁自事（评）字〔2025〕004号，2025年3月28日）。

依据国家矿山安全监察局关于印发《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》的通知（矿安〔2022〕4号文），“一个采矿许可证范围内的矿产资源开发应当由一家生产经营单位统一管理，原则上只设置一个独立生产系统”以及《关于加强矿产资源管理若干事项的通知》（辽自然资规〔2023〕1号）相关要求。

依据《核实报告》及《评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7号）可知，原界内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 212.33 万 t；深部扩界内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 146.02 万 t；平面扩界区内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 412.45 万 t。

在《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》评审备案后，辽宁恒瑞矿业有限公司委托我公司编制《辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理石矿矿产资源开发利用方案》。因此编制方案目的为采矿权扩大矿区范围变更（两个采区及之间夹缝区域整合为一个采区），深部扩界（自原开采标高由 365~273m 扩至开采标高由 375~250m）、提高生产规模〔由原 18 万 t/a 提高至 60 万 t/a〕提供依据。

（二）编制依据

1、项目前期工作进展情况

2025 年 7 月，辽宁省第九地质大队有限责任公司提交了《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》，截至 2025

年 5 月 31 日，本次核实区（界内+深部扩界+平面扩界范围）水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 770.80 万 t，其中 KZ 资源量 685.82 万 t，占资源总量的 88.97%，TD 资源量 84.98 万 t，占资源总量的 11.03%。控制程度达到详查程度，水工环地质工作达到勘探程度，矿床规模属于小型。矿石工业类型：水泥用大理岩。矿区矿石质量较好。

界内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 212.33 万 t，其中 KZ 资源量 204.56 万 t，TD 资源量 7.77 万 t。

深部扩界内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 146.02 万 t，其中 KZ 资源量 137.81 万 t，TD 资源量 8.21 万 t。

平面扩界区内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 412.45 万 t，其中 KZ 资源量 343.45 万 t，TD 资源量 69.00 万 t。

2025 年 8 月 20 日，铁岭市自然资源事务服务中心出具了《〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审意见书》，铁自事评（储）字〔2025〕12 号。

2025 年 8 月 20 日，铁岭市自然资源事务服务中心下发了《关于〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审备案的复函》备案号：铁自然资中心储备字〔2025〕7 号。

现持有采矿许可证（证号 C*****）有效期限：自 2021 年 1 月 19 日至 2026 年 1 月 19 日。

2025 年 3 月，企业委托辽宁省第九地质大队有限责任公司编制完成了《辽宁恒瑞矿业有限公司一采区与二采区夹缝区域矿业权协议出让可行性论证报告》，目的为原采矿权为两个采区，一采区和二采

区，两个采区之间存在距离约 110.21~300m 的夹缝区域（面积 39195.91m²）。采矿权人为科学合理利用和开发矿产资源，优化矿山开采系统，推动矿山企业发展，拟申请将一采区与二采区夹缝区域的矿业权协议出让。报告通过评审，最终形成《辽宁恒瑞矿业有限公司一采区与二采区夹缝区域矿业权协议出让可行性论证报告》审查意见书（铁自事（评）字〔2025〕004 号，2025 年 3 月 28 日）。

2、开发利用方案编制依据的基础性资料

（1）法律法规及相关文件

1)《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订）；

2)《矿产资源开采登记管理办法》（国务院令第 241 号）；

3)《中共中央办公厅 国务院办公厅〈关于进一步加强矿山安全生产工作的意见〉》（2023 年 8 月 25 日）；

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

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

6)《自然资源部 生态环境部 财政部 国家市场监督管理总局 国家金融监督管理总局 中国证券监督管理委员会 国家林业和草原局〈关于进一步加强绿色矿山建设的通知〉》（自然资规〔2024〕1 号）；

7)《关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知》（国土资发〔2004〕208 号）。

8)《自然资源部办公厅关于印发矿产资源(非油气)开发利用方案编制指南的通知》(自然资办发〔2024〕33号)。

(2) 发展规划及纲要

1)《辽宁省矿产资源总体规划(2021年-2025年)》(辽宁省人民政府,2022年10月25日);

2)《关于公布新一轮矿产资源总体规划确定重点矿种最低开采规模的公告》(辽宁省自然资源厅,2022年11月7日);

3)《辽宁省绿色矿山建设专项规划(2021年-2025年)》(辽宁省自然资源厅,2023年3月);

4)《铁岭市矿产资源总体规划(2021—2025年)》(铁岭市人民政府,2023年1月);

5)《昌图县矿产资源总体规划(2021—2025年)》(昌图县人民政府,2023年4月)。

(3) 设计规范及标准

1)《固体矿产资源储量分类》(GB/T 17766-2020);

2)《矿产资源综合利用技术指标及其计算方法》(GB/T 42249-2022);

3)《矿产资源储量规模划分标准》(DZ/T 0400-2022);

4)《区域地质图图例》(DB/T 958-2015);

5)《非煤矿山采矿术语标准》(GB/T 51339-2018);

6)《矿产资源“三率”指标要求 第6部分:石墨等26种非金属矿产》(DZ/T0462.6-2024)。

(4) 技术报告依据

1) 营业执照;

2) 采矿许可证 (证号 C*****);

3) 《辽宁恒瑞矿业有限公司一采区与二采区夹缝区域矿业权协议出让可行性论证报告》审查意见书 (铁自事 (评) 字〔2025〕004 号);

4) 辽宁省第九地质大队有限责任公司于 2025 年 7 月编制的《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》;

5) 铁岭市自然资源事务服务中心出具了《〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审意见书》, 铁自事评 (储) 字〔2025〕12 号;

6) 铁岭市自然资源事务服务中心下发了《关于〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审备案的复函》备案号: 铁自然资中心储备字〔2025〕7 号。

(5) 其他设计依据

1) 委托书、承诺书;

2) 《关于辽宁恒瑞矿业有限公司申请协议出让范围保护地核实情况说明》(昌图县自然资源局, 2024 年 12 月 23 日);

3) 管理部门提供的其他基础资料及现场实测资料。

一、矿山基本情况

(一) 地理位置与区域概况

1. 位置与交通

辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理石矿矿区位于辽宁省铁岭市政府东北部直线距离约 92km 处，昌图县政府东北部直线距离约 26km 处，下二台镇政府东南部 6.55km 处，行政区划隶属于昌图县下二台镇所辖；西北直距离京哈高速（G1）约 8.2km；西侧直距离国道（G102）约 11.8km；南直距省道西二线（S301）直线距离约 7.5km 矿区与下二台镇之间乡间土路相连，交通比较方便。（详见插图 1-1 交通位置图）。

矿区地理坐标（2000 国家大地坐标）极值：

东经：***° ***' ***" ~***° ***' ***" ；

北纬：***° ***' ***" ~***° ***' ***" ；

中心点坐标：东经：***° ***' ***" ，北纬：***° ***' ***" 。

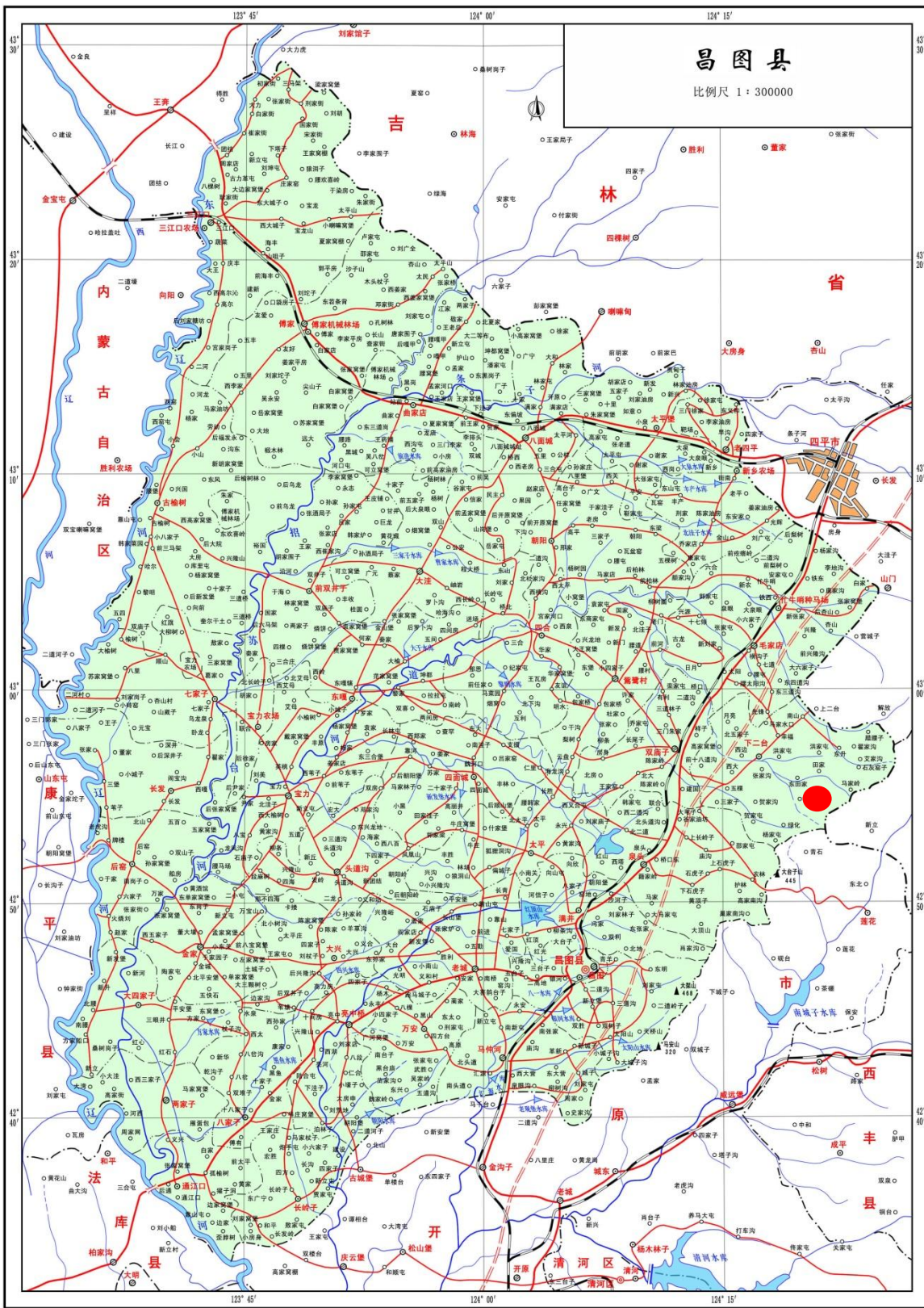


插图 1-1 交通位置图

2. 矿区自然地理

辽宁省昌图县属辽北低丘平原，矿区位于东部低山丘陵，区内最高海拔为 375m，最低海拔 250m，高差 125m。矿山地貌单元类型单一，微地貌形态较简单，地形起伏变化一般，有利于自然排水。昌图县中部为残丘平原，西部是辽河冲积平原，西北为风沙区，河流属辽河水系，属中温带亚湿润季风大陆性气候，日照充足，四季分明，雨热同季。年平均气温 7.8°C ，1 月平均气温 $-13\sim-17^{\circ}\text{C}$ ，7 月平均气温 $22\sim25^{\circ}\text{C}$ ，最低气温 -31°C ，最高气温 34.4°C 。雨水较充沛，平均年降水量 705.60mm，日最大 124.20mm，降水量变化大，汛期集中在 7~8 月份，约占全年的 70%以上，枯水期 12 月至次年 2 月。春季盛行西南风，风速 平均 $5\sim6\text{m/s}$ ，秋季主导风向为东北风，风速平均 $3\sim4\text{m/s}$ 。无霜期为 130~160 天。最大冻土深度 1.50m。区域内水系为辽河支流，区内水系不发育，矿区北侧约 2km 的河流为下二台河，流向为自西向东。当地最低侵蚀基准面标高为 218.00m。

区内地貌地形主要为丘陵，地形坡度较大，自然条件有利于大气降水向低处排泄，而不利于地下水的汇集。大气降水是地下水主要补给来源，大气降水后，大部分水形成地表径流排泄至低洼处。

根据岩性和地下水赋存条件，岩溶水直接涌入矿坑，是矿床的直接充水含水层，是矿床的主要充水因素。按照《矿区水文地质工程地质勘查规范》将矿区勘查类型划分为三类，即岩溶充水矿床。水文地质条件为简单类型。

矿区地表水丰水期一般出现在 6~9 月，枯水期为 11 月到翌年 3 月，地下水高水位期出现在 7~10 月，低水位期一般为 11 月到次年 5 月，略滞后于河流丰水期，年变幅较大，长期观测孔统计年变幅一般在 0.5~1.2m 之间。

矿区周边水利电力设施完备，具备良好的矿业开发基础。经济以农业为主、林业为辅，副业兼营种植药材、养殖蚕等。劳动力资源丰富，为矿产资源开发提供了便利条件。

3. 矿山建设条件

(1) 交通运输

矿区西北直距离京哈高速(G1)约 8.2km；西侧直距离国道(G102)约 11.8km；南直距省道西二线(S301)直线距离约 7.5km 矿区与下二台镇之间乡间土路相连，交通比较方便，可以满足矿山内外部运输条件，因此该矿的交通运输是有保障的。

(2) 劳动力条件

矿区周边劳动力资源充足，可满足矿山开采劳动力需求。

(3) 供电条件

该矿山引自附近 10kV 级电源，供电线路及容量均能满足要求。

(4) 供水条件

矿山生活用水取自区内部水井，水源较充足，可满足矿山生活需要；矿山生产用水取自矿山沉淀池，沉淀池位于矿区西南侧，主要用来收集区内大气降水和矿坑涌水，沉淀后的水可用于生产用水、抑尘用水和绿化用水，不外排。

4. 周边环境

(1) 周边村庄

矿区位于泉头镇镇政府东南部 6.55km 处，东北距最近孟家沟居民点直线距离约 0.40km，西北距唐房沟居民点直线距离约 0.55km，南距赵家沟最近居民点直线距离约 1.2km，矿山严格按照方案开采，对居民点无影响。

(2) 周边河流水库

矿区范围内无河流，界外矿区北侧约 2km 的河流为下二台河，流向为自西向东。为季节性河流，汇入二道河，最终汇入辽河。

矿山未来最低开采标高 250m，高于当地最低侵蚀基准面，不会对矿山未来开采造成影响。

(3) 周边矿山

辽宁恒瑞矿业有限公司采石场北部为一采区，南部为二采区，矿区西南 3km 处为昌图成信采石有限公司二采区，矿区周边原有探矿权 T*****已经注销，详见插图 1-2。

查询结果	
许可证号	
项目名称	辽宁省昌图县下二台子乡糖房沟-艾家沟区银金铜矿详查
项目类型	注销
探矿权人	辽宁省有色地质局一〇六队
勘查单位	辽宁省有色地质局一〇六队
勘查矿种	银矿
有效期	2013-10-19 至 2015-10-18
极值坐标	
面积	51.87(平方公里)
地理位置	辽宁省铁岭市昌图县
发证机关	辽宁省

插图 1-2 原有探矿权注销截图

现有采矿权范围内 300m 范围内无其他采矿权、探矿权设置，见图 1-3。

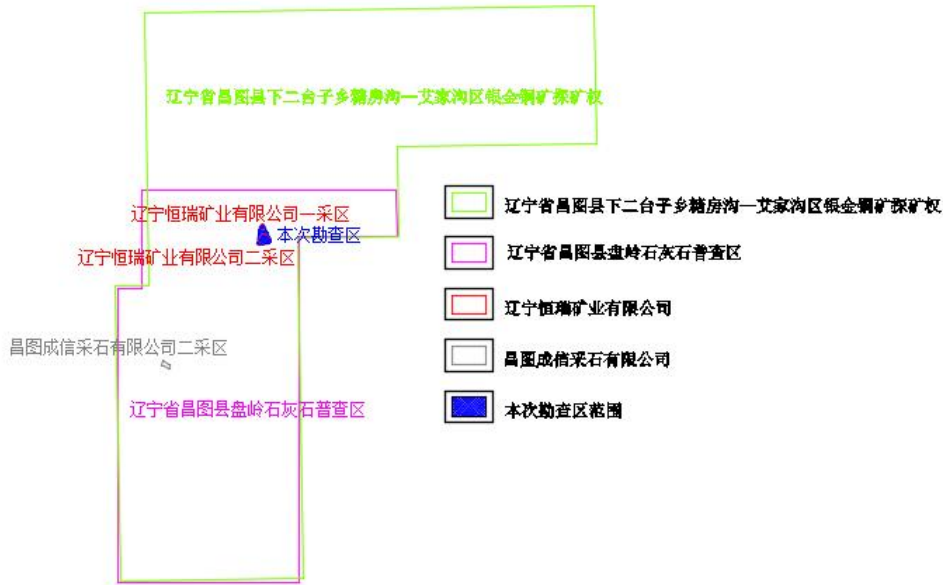


插图 1-3 矿区范围与周边矿区关系示意图

(4) 周边公路铁路

矿区 1000m 内无铁路等公共设施。矿区北直距离京哈高速 (G1) 约 8.2km; 西侧直距离国道 (G102) 约 11.8km; 南直距省道西二线 (S301) 直线距离约 7.5km 矿区与下二台镇之间乡间土路相连, 以上周边情况对本次开采无影响。

(5) 总结

矿区范围内无基本农田, 矿区周边 300m 内无居民点, 周边 300m 内旅游景点和名胜古迹等需要保护的建 (构) 筑物, 矿区周边 500m 无水源保护地; 500m 范围内无高压线、名胜古迹以及其他需要保护的對象; 1000m 范围内无铁路、高速公路以及其他需要保护的對象。



插图 1-4 矿山航拍现状图

(二) 申请人基本情况

1. 申请人简介

采矿许可证证号：C*****;

采矿权人：辽宁恒瑞矿业有限公司；

地 址：辽宁省铁岭市昌图县下二台乡赵家村三组；

矿山名称：辽宁恒瑞矿业有限公司；

经济类型：有限责任公司；

开采矿种：水泥用大理石；

开采方式：露天开采；

生产规模：18.00 万 t/a；

矿区面积：0.0392 平方公里；

有效期限：伍年（自 2021 年 1 月 19 日至 2026 年 1 月 19 日）；

2. 矿区范围及标高

依据采矿许可证可知，矿区范围由 9 个拐点圈定，面积 0.0392 平方公里。

表 1-1 矿区范围拐点坐标一览表

采区	拐点 编号	拐点坐标（2000 国家大地坐标系）		开采标高及采区面积
		X	Y	
一采 区	1	*****	*****	标高：从 296.0000 米至+273.0000 米
	2	*****	*****	
	3	*****	*****	
	4	*****	*****	
二采 区	5	*****	*****	标高：从 365.0000 米至+273.0000 米
	6	*****	*****	
	7	*****	*****	
	8	*****	*****	
	9	*****	*****	
矿区面积：0.0392 平方公里，开采深度：由 365 米至 273 米标高。				

(三) 矿山勘查开采历史及现状

1. 矿权取得及变更情况

矿山早期为村集体采石场,采矿权首次设立时间为2008年10月,经营者为孙宝玉,取得方式为探矿权转采矿权。2016年1月,经营者由孙宝玉转为腾桂林,采矿权人变更为“昌图县下二台乡赵家村三组采石场”(目前该企业已经注销),注册地址变更为辽宁省铁岭市下二台乡赵家村三组。矿山2018年采矿权人变更名为“昌图翊腾矿业有限公司”(目前该企业已经注销)。2021年由现任矿主接手该矿山,采矿权人变更为“辽宁恒瑞矿业有限公司”,采矿权人地址为辽宁省铁岭市昌图县下二台乡赵家村三组,矿山名称为辽宁恒瑞矿业有限公司。矿山的采矿权历经多次过期、延续和变更,依据矿山提供信息以及《全国矿业权人勘查开采信息管理系统》查询资料可知该采矿权具体变化过程,详情见表1-2。

表 1-2 以往采矿权变化过程一览表

采矿许可证号	有效期限	矿区面积 km ²	变化过程	采矿权人
*****	2008.10-2016.1	0.0125	探转采首次获取	孙宝玉
*****	2016.1.19-2017.1.19	0.0125	协议出让变更采矿权人	昌图县下二台乡赵家村三组采石场
*****	2017.5.19-2018.1.19	0.0125	延续	昌图县下二台乡赵家村三组采石场
*****	2018.1.19-2020.1.19	0.0125	协议出让变更采矿权人	昌图翊腾矿业有限公司
*****	2019.10.10-2020.1.19	0.0392	扩界提高生产规模	昌图翊腾矿业有限公司
*****	2020.1.19-2021.1.19	0.0392	延续	昌图翊腾矿业有限公司
*****	2021.1.19-2026.1.19	0.0392	协议出让变更采矿权人	辽宁恒瑞矿业有限公司

2. 以往地质勘查工作

(1) 以往区域性工作

1970 年，辽宁省第一区域地质测量队三分队开展了四平幅区域地质调查工作，编制 1:200000 区域地质图和说明书。

1986 年辽宁省有色地质局一〇六队先后于下二台子～开原老城地区开展了 1:25000 土壤测量工作，面积 450km²。

1987 年武警黄金部队在区内田家油坊北部进行以砂金为主的找矿工作，同时进行了 1:2000 地质简测 2km²。

1988 年辽宁省有色地质局一〇六队在艾家沟—袁家沟区开展了 1:10000 地质草测 41km²，部分地段投入了 1:10000 化探土壤测量工作和物探充电率和磁法工作，并有少量异常，但多数不在本设计区内。

2000 年，辽宁地质矿产勘查开发局第九地质大队区调分队开展了下二台幅地质调查工作，编制 1:50000 区域地质图和说明书。

2005 年辽宁有色铁岭地质勘查院成立后，对艾家沟区进行了地质复查。完成 1:10000 地质草测填图 10km²。

2008～2010 年，辽宁省有色地质局一〇六队在艾家区开展金、铜矿地质普查工作，完成 1:10000 地质填图 20km²。

2013 年，辽宁省有色地质局一〇六队在盘岭区域开展石灰石矿地质普查工作，完成 1:10000 地质填图 29km²、槽探 1947.36m³、钻探 935.86m、基本分析 1419 件、刻槽样 772 件、岩心样 437 件、组合样 174 件、岩矿鉴定 29 件、小体重 30 件，共圈定三条水泥用石灰质原料矿体，但未估算资源量。盘岭普查区范围包含本次勘查范围，

当时投入的工程均不在本次矿区范围内，无法利用。

（2）以往矿区工作

2007 年 5 月，辽宁省矿产勘查院铁岭分院对矿区进行矿山整合地质简测并编制了《昌图县下二台乡赵家村三组采石场地质说明书》，提交储量（333 级）22 万 t。备案机关为铁岭市国土资源局，备案号为铁国土资储备字 2007[19]号，备案时间为 2007 年 6 月 16 日。

2014 年 10 月，辽宁省有色地质局一〇六队对该矿区进行了储量检测工作，并提交《矿产资源储量年度报告》，保有储量（333 级）15.32 万 t。备案机关为昌图县国土资源局，备案号为昌国土资年储备字[2015]004，备案时间为 2015 年 4 月 3 日。

2015 年 10 月，辽宁省有色地质局一〇六队对该矿区进行了储量检测工作，并提交《矿产资源储量年度报告》，保有储量（333 级）14.42 万 t。

2016 年 10 月，辽宁省有色地质局一〇六队对该矿区进行了储量检测工作，并提交《矿产资源储量年度报告》，保有储量（333 级）13.36 万 t。

2017 年 10 月，辽宁省有色地质局一〇六队对该矿区进行了储量检测工作，并提交《矿产资源储量年度报告》，保有储量（333 级）12.64 万 t。

2018 年 12 月，辽宁省有色地质局一〇六队对该矿区进行了储量核实工作，并提交《辽宁省昌图县下二台乡赵家村三组水泥用大理岩矿资源储量核实报告》，提交保有储量（122b+332+333）为 184.6090

万 t，其中 (122b) 9.9117 万 t，(332) 72.5576 万 t，(333) 102.1397 万 t。二采区资源/储量 (333) 为 17.1110 万 t，一采区资源/储量 (122b+332+333) 为 167.4980 万 t，其中 (122b) 9.9117 万 t，(332) 72.5576 万 t，(333) 85.0287 万 t。备案机关为铁岭市自然资源局，备案号为铁自然资储备字[2019]1 号，备案时间为 2019 年 4 月 1 日。

2019 年 11 月，辽宁省有色地质局一〇六队有限责任公司对该矿区进行了储量检测工作，并提交《矿产资源储量年度报告》，保有资源储量 174.52 万 t。备案机关为铁岭市自然资源局，备案号为铁自然资储备字[2019]12 号，备案时间为 2019 年 12 月 30 日。

2020 年 10 月，辽宁省有色地质局一〇六队有限责任公司对该矿区进行了储量检测工作，并提交《矿产资源储量年度报告》，保有资源储量 150.32 万 t，其中二采区资源/储量(122b+332+333)为 133.36 万 t，一采区资源/储量 (333) 为 16.96 万 t。备案机关为铁岭市自然资源局，备案号为铁自然资储备字[2020]001 号，备案时间为 2020 年 12 月 30 日。

2021 年 11 月，辽宁省有色地质局一〇六队有限责任公司对该矿区进行了储量核实工作，并提交《辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理岩矿矿产资源储量核实报告》，核实工作主要对南采区最低开采标高进行调整，最低开采标高由+273m 调整到+250m。扩界调整后南采区剩余水泥用大理岩（控制）资源量 172.83 万 t。其中：原矿界内水泥用大理岩（控制）资源量为 68.43 万 t。拟扩界范围内水泥用大理岩（控制）资源量为 104.40 万 t。备案机关为铁岭市自然资源局，

铁自然资中心储备字[2021]007 号，备案时间为 2021 年 12 月 30 日。报告编制完成后，矿山因自身原因未办理扩界相关事宜。

2021 年 12 月，提交的《辽宁恒瑞矿业有限公司 2021 年储量年度报告》，保有资源储量 90.84 万 t。

2022 年 11 月，提交的《辽宁恒瑞矿业有限公司 2022 年储量年度报告》，保有资源储量 64.12 万 t。

2023 年 11 月，辽宁省第九地质大队有限责任公司对该矿区进行了储量检测工作，并提交《辽宁恒瑞矿业有限公司 2023 年储量年度报告》，本年度矿山动用量 23.65 万 t，损失量 1.18 万 t，实际开采量 22.47 万 t，现剩余资源量（推测资源量）40.47 万 t。

2024 年 11 月，辽宁省第九地质大队有限责任公司对该矿区进行了储量检测工作，并提交《辽宁恒瑞矿业有限公司 2024 年储量年度报告》，截止日期 2024 年 10 月 15 日，本年度动用量（控制资源量）0.00 万 t，损失量 0.00 万 t，采出量（可信储量）0.00 万 t，剩余（控制）资源量 40.47 万 t。

2025 年 7 月，辽宁省第九地质大队有限责任公司提交了《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》，截至 2025 年 5 月 31 日，核实区（界内+深部扩界+平面扩界范围）水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 770.80 万 t，其中 KZ 资源量 685.82 万 t，占资源总量的 88.97%，TD 资源量 84.98 万 t，占资源总量的 11.03%。控制程度达到详查程度，水工环地质工作达到勘探程度，矿床规模属于小型。矿石工业类型：水泥用大理岩。矿区矿石质量较好。

界内保有水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 212.33 万 t，其中 KZ 资源量 204.56 万 t，TD 资源量 7.77 万 t。

深部扩界内保有水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 146.02 万 t，其中 KZ 资源量 137.81 万 t，TD 资源量 8.21 万 t。

平面扩界区内保有水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 412.45 万 t，其中 KZ 资源量 343.45 万 t，TD 资源量 69.00 万 t。

备案号：铁自然资中心储备字〔2025〕7 号。

表 1-3 历年资源量变化情况一览表

时间	报告名称	资源量（万 t）	备案机关	备注
2007.5	昌图县下二台乡赵家村三组采石场地质说明书	22	铁岭市自然资源局	市场经济不好以及历史原因，矿山断续开采。
2014.10	矿产资源储量年度报告	15.32		
2015.10	矿产资源储量年度报告	14.42		
2016.10	矿产资源储量年度报告	13.36		
2017.10	矿产资源储量年度报告	12.64		
2018.12	辽宁省昌图县下二台乡赵家村三组水泥用大理岩矿资源储量核实报告	184.6090		重新进行储量核实工作（扩界）
2019.11	矿产资源储量年度报告	174.52		采矿减少资源量
2020.10	矿产资源储量年度报告	150.32		
2021.11	辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理岩矿矿产资源储量核实报告	172.83		调整开采标高，重核资源量，自身原因未办理扩界手续
2021.12	矿产资源储量年度报告	90.84		未成功扩界原界内资源量
2022.11	矿产资源储量年度报告	64.12		采矿减少资源量
2023.11	矿产资源储量年度报告	40.47		
2024.11	矿产资源储量年度报告	40.47		停产
2025.7	辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告	770.80		界内+深部扩界+平面扩界范围，重核资源量。

3. 矿山现状

矿区内现有 2 处采区，分别为矿山一采区和二采区，为历史开采形成的采场，原采用爆破方式进行开采，开采工艺简单。该矿山主要产品为水泥用大理石碎石。

一采区露天采场南北长约 170m，东西宽约 160m，近似呈不规则形状。采场最高开采标高 366.86m，最低开采标高 275.24m，最大高差约 91.62m，采场内台阶不明显，局部坡度较大，可达 50°。

二采区露天采场南北长约 245m，东西宽约 190m，近似呈不规则形状。采场最高开采标高 364.11m，最低开采标高 253.94m，最大高差约 110.17m，采场内台阶不明显，局部坡度较大，可达 50°。

依据采矿许可证可知，矿区范围由 9 个拐点圈定，面积 0.0392 平方公里，开采深度：由 365 米至 273 米标高；开采方式为露天开采，采矿方法为自上而下、水平分层开采方法；生产规模为 18 万 t/a，现生产规模将提高至 60 万 t/a。

矿山多年来一直处于断续生产状态，矿区外露天采坑属于历史遗留问题，经昌图县自然资源局核查，矿山无越界开采行为，依据《全国矿业权人勘查开采信息》，该矿山无处罚相关信息。将来生态修复责任为辽宁恒瑞矿业有限公司主体负责。

二、矿区地质与矿产资源情况

(一) 矿床地质与矿体特征

1. 区域地质

区域大地构造位置处于柴达木—华北板块（Ⅲ），华北北缘古生代凹陷带（Ⅲ—6），阴山—华北北缘古生代凹陷带（Ⅲ—6—1），西丰晚古生代岩浆弧（Ⅲ—6—1—3）内，西侧为法库晚古生代残留海盆（Ⅲ—6—1—2）。

以开原—营口深大断裂为界，北西侧为大面积出露的中生界白垩系和新生界第四系地层；南东侧以岩浆活动为主，主要出露岩性为晚古生代—中生代岩浆岩，局部见有古生界奥陶系地层出露。

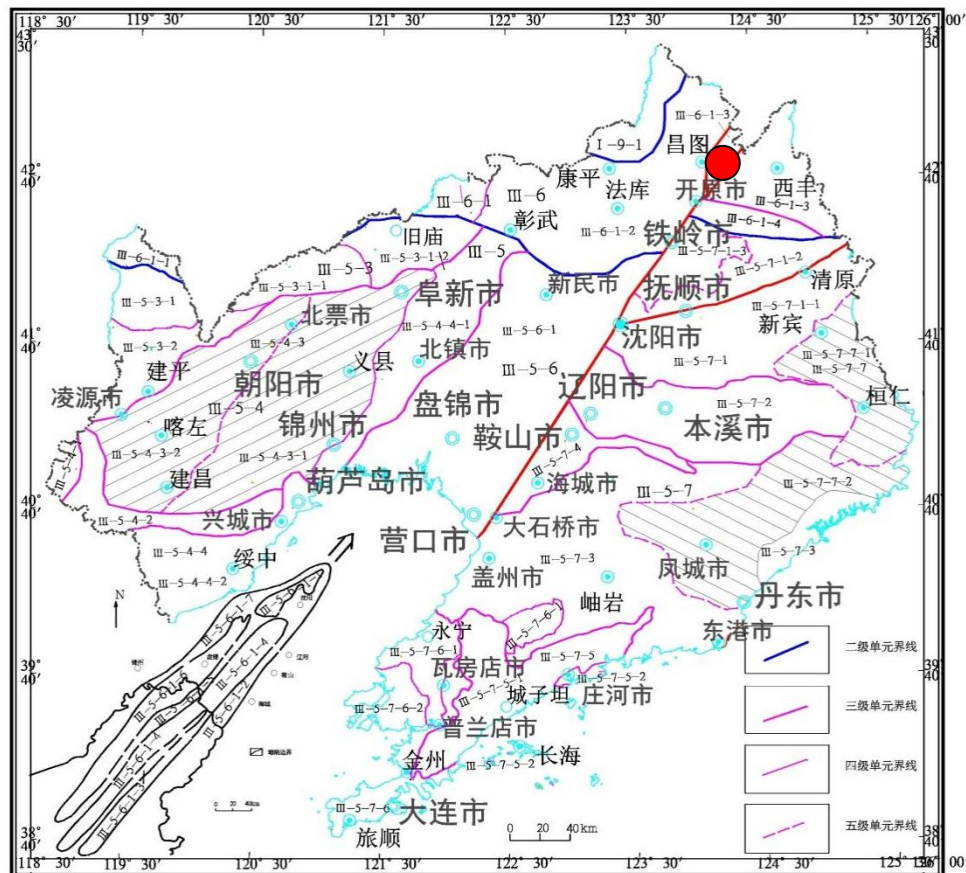


插图 2-1 区域地质构造位置

（1）区域地层

区域上地层出露主要为奥陶系下二台岩群黄顶子岩组、白垩系义县组和泉头组及第四系，受北东向区域构造及晚古生代～中生代岩浆岩影响，地层总体呈北东向展布，但连续性较差。由老到新简述如下：

1) 奥陶系下二台岩群黄顶子岩组 (O_{xh})

主要分布于矿区范围内及区域南部、东部，出露面积较大，岩性主要为灰白色条带状大理岩、炭质板岩、片岩。局部与上覆白垩系地层呈不整合接触，多被晚古生代～中生代岩浆岩侵入，区域内岩溶不发育。

2) 白垩系义县组 (K_{1y})

主要分布于区域中北部，在区域东部零星出露，出露面积较小，岩性主要为安山岩、英安岩、安山质火山集块岩、玄武岩及玄武安山岩。与上覆白垩系泉头组和下伏奥陶系地层呈不整合接触或被晚古生代～中生代岩浆岩侵入。

3) 垩系泉头组 (K_{2q})

在区域北西部大面积出露，岩性主要为砂岩、粉砂岩，紫红色泥岩，粉砂质泥岩，长石砂岩、砾岩。与下伏白垩系义县组和奥陶系地层呈不整合接触或被晚古生代～中生代岩浆岩侵入。

4) 新生界第四系 (Q)

冲洪积物，砂土，黏质砂土。主要分布于沟谷及平原地区。

（2）区域构造

开原—营口深大断裂：在集中开采区西侧通过，总体走向北东

35°，宽 1~20km，断层面倾向北西，倾角 70~80°，总体为正断层。断层角砾岩由一般直径几~几百 cm 呈椭圆状的大理岩、安山岩、花岗岩等组成，为多期次活动的深大断裂。

(3) 区域岩浆岩

区域上岩浆活动频繁，分布广泛。在本区域南东一带大面积出露为晚古生代—中生代岩浆岩。

1) 中二叠世侵入岩 ($\eta \gamma P_2$)

主要分布于区域东南部，出露面积较大，在区域东北部零星出露，出露岩性主要为灰粉色似斑状中细粒黑云母二长花岗岩 ($\eta \gamma P_2$)。

2) 晚三叠世侵入岩 ($\eta \gamma T_3$)

在区域东部大面积出露，出露岩性为灰黑色中粗粒似斑状黑云母花岗闪长岩 ($\gamma \delta T_3$) 和粉白色中细粒含二云母二长花岗岩 ($\eta \gamma T_3$)。

3) 中侏罗世侵入岩 ($\eta \gamma J_2$)

在区域东部大面积出露，出露岩性主要为灰黑色中细粒似斑状黑云母二长花岗岩 ($\eta \gamma J_2$)，灰黑色中细粒似斑状花岗闪长岩 ($\gamma \delta J_2$)，灰白色中细粒石英闪长岩 ($\delta o J_2$)。

4) 脉岩

区域脉岩主要为流纹斑岩，在区域东部见多处出露，闪长岩脉仅在集中开采区所在区域出露。

2. 矿区地质

(1) 地层

矿区地层主要为奥陶系下二台岩群黄顶子岩组三段，岩性主要为：

中细粒方解大理岩、变粒岩，呈层状产出，大理岩中局部夹杂结晶灰岩细脉。

中细粒方解大理岩：浅灰白色，中细粒变晶结构，块状构造。主要矿物成分为方解石，含量约 95%以上，呈细粒半自形-自形粒状变晶，具菱面体晶体，棱形节理，粒径 0.5~3mm，方解石颗粒之间松散，呈弯曲状、齿状接触，产状为 $320^{\circ} \angle 50 \sim 55^{\circ}$ 。变粒岩：灰褐色~灰白色，细粒变晶结构，块状构造，主要矿物成分，斜长石（35%±），石英（25%±），暗色矿物角闪石（15%±）。可见片状构造，稍大的石英颗粒有定向排列现象。产状在 $320^{\circ} \angle 50 \sim 55^{\circ}$ 。

根据 2013 年提交的《盘岭石灰石普查报告》、2021 年提交的《辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理岩矿矿产资源储量核实报告》及本次勘查结果，矿区内岩溶不发育。

（2）构造

区内断裂构造不发育，以褶皱构造为主。

褶皱构造为小型背斜—盘岭背斜。该背斜轴向北东 35° 左右，矿区位于该背斜的北西翼，北西翼总体产状在 $320^{\circ} \angle 45 \sim 60^{\circ}$ 。

（3）岩浆岩

矿区内岩浆岩为碳酸盐化闪长岩。

碳酸盐化闪长岩：深灰色，弱带灰绿色，中细粒半自形粒状结构，块状构造，岩石中的主要矿物成分为长石（45%±）、角闪石（35%±）、碳酸盐-方解石（10%±）、黑云母（5%±）及石英（5%±）。斜长石（P）：呈半自形板状，粒径为 0.2~1.0mm，部分见有次生高岭石化等；角

闪石 (Hbl): 呈柱状, 粒径为 0.2~1.2mm, 分布不均。部分见有绿泥石化; 碳酸盐—方解石(Cal): 呈他形粒状变晶, 粒径 0.03~0.05mm, 黑云母 (Bt): 呈片状, 叶片状, 片径为 0.1~1.0mm; 石英 (Qz): 呈他形晶细粒状, 呈填隙状分布于斜长石等矿物颗粒间, 粒径为 0.05~0.2mm。蚀变: 见有次生高岭土化及绿泥石化。副矿物: 见有少量磁铁矿等。产状在 $320^{\circ} \angle 50^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 。

3. 变质作用及围岩蚀变

矿区内岩石类型主要为二台岩群黄顶子岩组灰白色中细粒方解大理岩, 为水泥用大理石矿体, 顶底板围岩为下二台群黄顶子岩组变粒岩, 见有次生高岭土化及绿泥石化; 未发生变质作用。

4. 矿体特征

矿区内共有水泥用大理岩矿体 2 条, 矿体呈北东展布, 呈似层状分布于奥陶系黄顶子组三段大理岩岩性段中, 矿体与围岩之间的界线清晰, 按矿石成因划分为区域变质型矿石。

①号矿体: 位于矿区北西部, 矿体呈北东展布, 呈似层状分布于奥陶系黄顶子组三段大理岩岩性段中。由 3 个钻孔 (ZK0-1、ZK0-2、ZK3-4)、2 个探槽 (TC0、TC3-1) 及露天采坑控制, 矿体长约 350m, 宽约 100m, 分布于 0~7 线之间, 矿体产状 $320^{\circ} \angle 50^{\circ}$, 矿体平均品位 CaO 为 52.10%、MgO 为 0.62%、K₂O 为 0.06%、Na₂O 为 0.05%。

②号矿体 (南采区): 位于矿区东南部, 矿体呈北东展布, 由 6 个钻探工程 (ZK1-1、ZK1-2、ZK3-1、ZK3-2、ZK3-3、ZK5-1)、2 个槽探工程 (TC0、TC1、TC3、TC5、TC5-1) 及露天采坑控制, 矿体长

约 320m，宽约 200m，分布于 0~7 线之间，矿体产状 $320^{\circ} \angle 50^{\circ}$ ，矿体平均品位 CaO 为 50.40%、MgO 为 0.88%、K₂O 为 0.16%、Na₂O 为 0.10%。

表 2-1 矿体地质特征一览

矿体编号	矿体规模		形态	产状 (°)		动用情况	赋存标高	埋深
	长(m)	宽 (m)		倾向	倾角			
①号矿体	350	100	似层状	320	40~60	动用	+250m~+325m	0m~75m
②号矿体	320	200	似层状	320	40~60	动用	+250m~+375m	0m~125m

5. 矿石特征

(1) 矿物组成与结构构造

中细粒大理岩：以灰白色为主，中细粒变晶结构，块状构造。主要矿物成分为方解石，含量约 95%以上，呈细粒半自形-自形粒状变晶，具菱面体晶体，棱形节理，粒径 0.5~3mm，方解石颗粒之间松散，呈弯曲状、齿状接触。根据采样测试及野外地质观察，矿石矿物成分沿走向及倾向分布稳定，变化不大。

(2) 化学成分

收集 2021 年 11 月，辽宁省有色地质局一〇六队有限责任公司编制的《辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理岩矿矿产资源储量核实报告》以及依据 2025 年《储量核实报告》可知，采集基本分析样 161 件，全部在探槽和钻孔中采集。两次核实工程采集的基本分析样品结果如下：

表 2-2 2021 年核实及本次工作基本分析结果表

矿体	工程编号	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	备注
①号 水泥用大理岩	ZK3-4	53.03	0.64	0.06	0.04	2021 年核实
	TC0	52.65	0.45	0.04	0.06	本次核实
	TC3-1	51.96	0.62	0.02	0.06	
	ZK0-1	50.29	0.76	0.09	0.20	
	ZK0-2	51.57	0.77	0.09	0.03	
	矿体平均品位	52.10	0.62	0.06	0.05	
②号 水泥用大理岩	ZK3-4	52.67	0.89	0.07	0.05	2021 年核实
	ZK1-1	49.32	0.96	0.20	0.11	
	ZK1-2	50.40	0.87	0.12	0.08	
	ZK3-1	49.29	1.11	0.19	0.17	
	ZK3-2	50.84	1.09	0.17	0.09	
	ZK3-3	51.50	0.70	0.20	0.06	
	TC1	49.64	0.97	0.21	0.11	
	TC3	50.97	0.75	0.11	0.07	
	TC0	51.94	0.47	0.04	0.06	本次核实
	TC3-1	50.83	0.77	0.08	0.10	
	ZK0-1	50.67	0.70	0.09	0.12	
	矿体平均品位	50.40	0.88	0.16	0.10	

依据《储量核实》工作共采 4 件样品组合分析，其分析结果如下：

表 2-3 本次工作组合分析结果表

岩性	状态	工程编号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	P ₂ O ₅	Cl ⁻	烧失量
			(%)						
大理岩	粒状	ZH1	1.46	0.62	0.46	0.10	0.062	0.092	43.12
		ZH2	2.28	0.91	0.55	0.11	0.041	0.10	42.89
		ZH3	2.46	1.42	0.65	0.12	0.062	0.11	43.02
		ZH4	5.91	1.20	0.58	0.11	0.028	0.13	41.13
平均值			3.03	1.04	0.56	0.11	0.048	0.11	42.54

依据《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》以及《评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7 号）可知，矿石分析发现区内 Cl⁻含量普遍偏高，但是通过矿山相关负责人反馈，矿山已生产多年，并且是与原采矿权范围内的矿体为同一矿体的深部延深，矿石质量相同，Cl⁻超限不影响矿山水泥用大理岩的销售。

(3) 矿石类型和品级

矿石自然类型：按矿石成因划分为区域变质型矿石。

矿石工业类型：水泥用大理岩。

按《矿产地质勘查规范 石灰岩、水泥配料类》(DZ / T 0213-2020)：

一级品： $\text{CaO} \geq 48\%$ 、 $\text{MgO} \leq 3.0\%$ 、 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} \leq 0.6\%$ 、 $\text{Cl}^- \leq 0.02\%$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5 \leq 0.8\%$ 、 $\text{SO}_3 \leq 0.50\%$ 、 fSiO_2 （石英质） $\leq 6\%$ 、 fSiO_2 （燧石质） $\leq 4\%$ 。

二级品： $\text{CaO} \geq 45\%$ 、 $\text{MgO} \leq 3.5\%$ 、 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} \leq 0.6\%$ 、 $\text{Cl}^- \leq 0.03\%$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5 \leq 0.8\%$ 、 $\text{SO}_3 \leq 0.50\%$ 、 fSiO_2 （石英质） $\leq 8\%$ 、 fSiO_2 （燧石质） $\leq 4\%$ 。

依据《储量核实报告》可知，通过取样分析，圈定的矿体达到水泥用灰岩工业指标要求。本区矿体矿石中 CaO 平均品位 50.40%，核实工作未予分级，达到 II 级品指标以上均圈定为矿石。

(4) 矿石物理性能测试

依据 2025 年《储量核实报告》可知，核实工作在地表共采集 2 组样品进行岩石力学性能测试，测试由辽宁瑞科检测技术有限公司完成。岩石力学性质指标测试结果见表 2-4。

表 2-4 本次核实岩石力学性质测试结果表

样品编号	岩性	饱和单轴抗压强度 F_r (MPa)	抗剪强度		备注
			摩擦角 ϕ (°)	粘聚力 c (MPa)	
HRLX1-3	大理岩	109.9	65.7	6.34	
HRLX4-6	变粒岩	40.4	59.2	2.52	围岩

根据测试结果，岩体质量等级特好，岩体质量分级为 I 类优和 II 类良。

(5) 矿石风（氧）化特征

依据 2025 年《储量核实报告》可知，核实区内大理岩矿体出露

地表，表层岩体风化较为强烈，强风化层厚度约 2~3m，其化学性质没有明显改变。

（6）矿体围岩及夹石

矿区内均为以层状产出的大理岩矿体，围岩为变粒岩，夹石为碳酸盐化闪长岩，局部有害组分超标或达不到有益组分的大理岩。大理岩呈灰白色，中细粒变晶结构，条带状、块状构造。主要矿物成分为方解石。变粒岩：灰褐色—灰白色，细粒变晶结构，块状构造，主要矿物成分，斜长石，石英，暗色矿物角闪石。可见片状构造，稍大的石英颗粒有定向排列现象。碳酸盐化闪长岩，呈灰绿色~深灰色，中细粒半自形粒状结构，块状构造，主要矿物成分：斜长石、角闪石、石英，见有次生高岭土化及绿泥石化。副矿物：见有少量磁铁矿等。

（7）矿床共（伴）生矿产

区内除水泥用大理岩矿产外，无共（伴）生矿产。

（8）矿石质量

依据《储量核实报告》可知，深部扩界区、申请协议出让区岩性与原矿界内岩性一致，为同一条矿体的深部延伸，矿石质量相同。

6. 矿石加工技术性评价

调整后矿区周边矿山为辽宁恒瑞矿业有限公司（本矿山），目前矿山水泥用大理岩主要销往辽宁大鹰水泥制造有限公司，质量满足水泥用石灰质原料要求。矿区内矿体与辽宁恒瑞矿业有限公司采矿证内矿体为同一条，本区游离硅含量稍高，故加工破碎及磨粉过程中，需要新增相应措施对高硅进行处理，改进后的加工技术如下：

（1）破碎

粗碎：鉴于高硅水泥用大理岩矿石硬度较高，大型颞式破碎机是粗碎的理想选择。其具备高强度的破碎腔与动颞，能有效抵御高硅矿石带来的冲击和压力，最大进料粒度可达 1500mm。独特的齿板设计加大了与矿石的摩擦力，破碎比可达 6%~8%，可将大块高硅大理岩高效破碎至 300~400mm，为后续工序提供稳定原料。

中碎：圆锥破碎机是中碎阶段的关键设备。其运用层压破碎原理，轧臼壁和破碎壁的挤压作用对高硅灰岩矿石的破碎效果突出。该设备处理能力强，能适应高硅矿石的高硬度，生产效率高，可将粗碎后的矿石粒度进一步细化至 80~150mm，产品粒度均匀，能耗相较于传统破碎机降低了 15%~20%。

细碎：反击式破碎机在细碎高硅水泥用大理岩矿石时优势显著。高速旋转的转子上的板锤以强大冲击力击打矿石，使其与反击板反复碰撞而破碎。针对高硅矿石，破碎机的板锤和反击板采用特殊耐磨材料制成，延长了设备使用寿命。通过调整反击板与板锤的间隙，可精准控制产品粒度，将高硅大理岩矿石破碎至 5~30mm，产品呈立方体，粒形好，满足高硅水泥生产对原料粒度和形状的严格要求。

（2）粉磨

球磨机：作为传统粉磨设备，球磨机对高硅水泥用大理岩矿石仍有一定适应性。通过钢球对矿石的冲击和研磨作用，能将破碎后的高硅大理岩粉磨至比表面积 300~350m²/kg，满足高硅水泥生料粉磨的基本要求。但因高硅矿石硬度高，球磨机粉磨能耗相对较高，一般粉

磨电耗在 30~40kWh/t，粉磨效率较低，需定期更换钢球以维持粉磨效果。

立磨：新型高效粉磨设备立磨在高硅水泥用大理岩矿石粉磨中优势明显。它集破碎、粉磨、烘干、选粉于一体，利用磨辊和磨盘的挤压研磨原理，粉磨效率比球磨机提高了 40%~50%，能耗降低了 30%~40%。立磨可将高硅大理岩粉磨至比表面积 350~450m²/kg，满足高硅水泥对生料细度的更高要求。此外，立磨烘干能力强，可同时处理含水分 10%以下的高硅矿石，减少了单独烘干工序的成本和能耗。

加工流程如下：

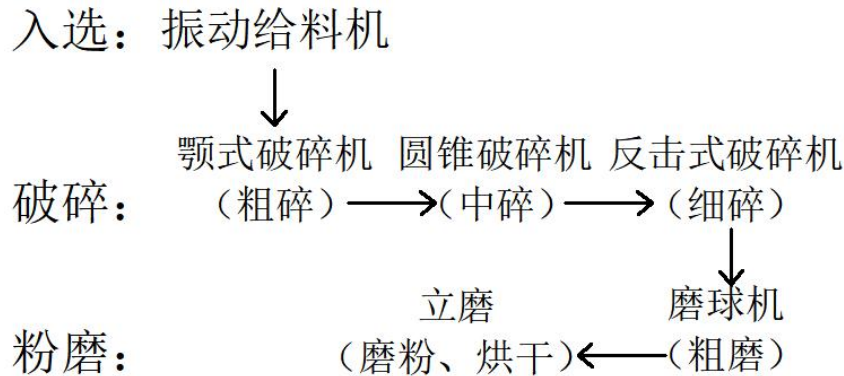


插图 2-2 加工流程图

矿石熟料配制及成品：

根据周边水泥厂提供矿石及水泥加工工艺为：将水泥用原材料破碎至 40mm（粒径）以下，再掺入煤、铁粉及萤石等辅助原料。再经粉磨（筛余量控制在 8%以下），成球、煅烧（窑温控制在 1100~1350℃）后，即制成水泥熟料。又将熟料掺入矿渣、浮石及石膏辅助原料，即制成水泥混合熟料。经又一次粉磨（筛余量控制在 6%以下），即成水泥成品。

(二) 矿床开采技术条件

1. 矿区水文地质

(1) 区域水文地质概况

区域上地层出露主要为奥陶系下二台岩群黄顶子岩组、白垩系义县组和泉头组及第四系，受北东向区域构造及晚古生—中生代岩浆岩影响，地层总体呈北东向展布，但连续性较差。由于地层岩性和埋藏条件不同，其含水性亦各异。区域主要地下水类型为松散岩类孔隙水含水岩组、基岩裂隙含水岩组、碳酸岩类岩溶裂隙含水岩组。

(2) 矿区水文地质概况

1) 概述

依据《核实报告》可知，核实开展的主要水文地质工作是收集以往矿山水文地质资料，并对矿区进行了水文地质工程地质和环境地质调查，查明了矿区水文地质条件。探查的主要水文地质问题是矿床充水因素的变化情况，目前水文工环地质工作已经达到勘探程度。完成主要水文地质工作量见下表。

表 2-5 利用/完成实物工作量统计表

序号	项目	单位	以往利用 工作量	本次核实完成 工作量	合计
1	1:1000 水文地质、工程地质和环境地质调查	km ²	0.17	0.41	0.41
2	水文地质钻探	m		130.70	130.70
3	钻孔简易水文观测	孔	6	3	9
4	钻孔水文地质编录	m/孔	723.22m/6	333.40/3	1056.62/9
5	钻孔工程地质编录	m/孔	723.22m/6	333.40/1	1056.62/9
6	抽水试验	段/孔		1/1	1/1
7	水化学分析	件		2	2
8	水动态长期观测	次/点	74/1		74/1
9	岩石力学试验	件		2	2

该矿区地势较高，本次开采最低标高为（+250m）高于当地侵蚀基准面（+218m），含水层主要为岩溶裂隙水，矿区附近无泉水出露，地表水主要靠大气降水补给，通过岩石裂隙补给地下水。岩石透水性差，富水性弱，对矿床开采不会产生不利影响。矿山开采过程中，开采矿体始终位于当地侵蚀基准面以上，破坏的含水层主要为岩溶裂隙水，矿山生产过程中不会对当地的地下水造成污染，矿山未来开采造成矿区及周围主要含水层水位的下降的可能性小。地形条件有利于自然排水。最终开采形成的凹型采坑规模小，不会出现大量积水情况。

综上所述，矿区水文地质条件属于简单类型。

2) 岩（矿）层的富水性

根据岩性和地下水赋存条件，矿区可划分为岩溶含水层。岩性主要为大理岩，主要分布于整个矿区。岩石结构致密，岩溶不发育，水位埋深一般在 3.50~28.30m 左右，含水层厚度一般在 15.80~32.0m。为了了解岩溶含水层富水性，ZK0-2 钻孔扩孔作为水文地质抽水试验孔 SZK1，做了一次降深的抽水试验，并取水质分析样 1 件。试验结果为单位涌水量 0.00343L/s.m，渗透系数 0.0024m/d，岩石富水性弱。根据水质分析，水化学类型为 $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+}$ 型水，矿化度小于 0.50g/l。岩溶水直接涌入矿坑，是矿床的直接充水含水层，是矿床的主要充水因素。水文地质参数计算见表 2-6。

表 2-6 水文地质参数计算表

Q (L/S)	S (m)	q (L/s.m)	H (m)	R ₀ (m)	r ₀ (m)	K (m)
0.046	13.40	0.00343	30.12	174.22	158.01	0.0024

水质简分析检测结果见表 2-7。

表 2-7 水质分析检测结果表

检测项目		ρ (Bz $\pm$)	C ($\frac{1}{2}$ Bz $\pm$)	X ($\frac{1}{2}$ Bz $\pm$)
Bz =		mg/L	mmol/L	%
阳离子	K ⁺	1.2	0.03	0.44
	Na ⁺	6.4	0.28	4.14
	Ca ²⁺	125	6.23	92.02
	Mg ²⁺	2.8	0.23	3.40
阴离子	Cl ⁻	15.6	0.44	6.29
	SO ₄ ²⁻	116	2.41	34.48
	HCO ₃ ⁻	238	3.90	55.79
	CO ₃ ²⁻	0.00	0.00	0.00
	NO ₃ ⁻	14.7	0.24	3.43
	OH ⁻	0.00	0.00	0.00
pH		7.60		
游离 CO ₂		7.0		mg/L
总硬度 ρ (CaCO ₃)		323		mg/L
暂时硬度 ρ (CaCO ₃)		195		mg/L
永久硬度 ρ (CaCO ₃)		128		mg/L
溶解性固体总量		401		mg/L
检测依据	DZ/T 0064-2021	检测设备		PHS-25 酸度计、722S 可见分光光度计等

隔水层：岩性主要为碳酸盐化闪长岩，主要分布在核实区中部。

岩石节理不发育，隔水性能较好，为理想的基岩隔水层。

3) 地下水动态特征及其补给、径流、排泄

a. 地下水动态变化

矿区地下水的成因类型为渗入成因，主要是大气降水的渗入补给。

地下水水位与降水量呈正相关关系。春季冰雪融化期水位变化较小，上升幅度在 0.20~1.20m 之间，6~8 月份进入汛期后，降雨集中，水位上升，上升幅度在 2.60~4.60m 之间。进入 9 月份，水量逐渐减少，水位缓慢下降，下降幅度在 0.30~3.20m 之间。地下水动态明显受大气降水的季节性、周期性变化规律控制，每年 6、7、8 三个月集中接受补给，水位上升，枯水季长期消耗，水位缓慢下降，具有集中

补给长年消耗，周而复始的特点。

b. 地下水补给、径流与排泄特征

矿区位于下二台河（属辽河支流）水文地质单元的补给、径流区。

①地下水补给特征

大气降水是矿床地下水的主要补给来源。基岩裸露区，裂隙发育，降水通过基岩风化裂隙渗入补给地下水。

②地下水径流特征

从坡脊到山前地带为径流区，在径流地段，大气降水多以表流形式排泄，渗入部分在重力作用下，沿风化裂隙和坡降方向径流，其中一部分进入基岩裂隙带，其余部分汇集到山前沟谷，其径流方向与地形的坡降方向基本一致，最终排出区外。

③地下水排泄特征

矿区地下水的排泄以地下径流为主，以地下径流排泄到矿区以外，其次为蒸发和蒸腾。

4) 矿床充水因素分析

根据矿区的地形地貌等，充水水源主要大气降水、岩溶水等。

在矿坑范围内，大气降水直接降入矿坑。在矿坑上游有汇水范围的，大气降水以地表径流排泄形式直接汇入矿坑。因此，矿床充水直接受到大气降水的影响，大气降水是矿坑直接充水因素。岩溶水分布于矿区大部分，岩溶水直接涌入矿坑，是矿床的直接充水含水层。矿区西侧为变粒岩，含基岩裂隙水，基岩裂隙含水层为间接充水含水层。

矿体最低开采标高为+250m，矿床位于最低侵蚀基准面+218.00m

以上开采矿床的充水强度受大气降水强度影响较大，尤其在雨季，特别是强降雨期间，其降水时间短，但降水强度大，充水强度大。大气降水是矿坑直接充水因素，为主要充水水源，充水强度大。

岩溶水与矿体直接接触，直接进入矿坑，富水性弱，充水强度小。

5) 主要水文地质问题

矿山开采过程中由于所处地势较高、地形坡降较大，径流条件好，大气降水后，大部分即可沿坡面形成小的地表径流排泄至区外。汛期降雨量较大时可能会引起起采场内积水，用于水泵抽排。

6) 水文地质勘查类型

依据《储量核实报告》可知，①矿体位于当地侵蚀基准面以上；②主要充水含水层的补给条件差，富水性弱；③无第四系覆盖；④无地表水，水文地质边界条件简单；⑤充水含水层富水性弱；⑥矿区构造不发育，无强导水构造；⑦矿坑正常涌水量为 $74.25\text{m}^3/\text{d}$ 比较小，270m 山坡露天以上不会产生积水。

综合以上，矿区主要以岩溶含水层充水为主的矿床，按照《矿区水文地质工程地质勘查规范》将矿区勘查类型划分为三类，即岩溶充水矿床。区内水文地质条件复杂程度属简单类型（第一型）。

（3）矿坑涌水量预测计算

1) 边界确定及条件概化

依据《储量核实报告》可知，矿区面积为 0.0784km^2 ，资源量估算标高为+250~+375m，矿体全部位于侵蚀基准面之上，为露天型开采。矿体主要分布于山梁上及山梁周边坡上，所处地形位置较高，处

于径流区上游，根据地形特征，矿区范围和上游汇水范围即为露天采坑汇水范围。

2) 模型建立、预测方法及公式选择

矿坑涌水量为露天采坑大气降水落入量、围上游汇水区地表径流量和地下水溢出量之和。由于岩溶水含水层富水性弱，矿区位于山梁上及山梁周边坡上，地下水溢出量与大气降水落入量和上游地表径流量相比很小，可忽略不计。因此，露天采坑涌水量主要为露天采坑大气降水落入量与上游汇水范围面积径流量之和。现状矿区地势大体是东北高西南低的地形，地形有利于自然排水，大气降水可即降即排，后期将会形成凹形采坑，采坑会积水，需要动力排水。

a. 大气降水落入量、上游汇水范围地表径流量

$$Q_{\text{降}} = Q_2 + Q_3 \text{ ————— (1)}$$

$$Q_2 = F_2 \times P \times \alpha, \quad Q_3 = F_3 \times X.$$

式中：Q—矿坑涌水量， m^3 ；

Q_2 —地表水汇入采坑雨量， m^3 ；

F_2 —采坑上游汇水面积， m^2 ；

P—降雨量，m；

α —地表径流系数；

Q_3 —降入采坑水量， m^3 ；

F_3 —露天采坑的面积， m^2 ；

X—年平均降雨量（取丰水年资料），m。

b. 地下水溢出量

根据矿床水文地质条件及露天开采方式,选择地下水动力学法中“大井”法,考虑矿床碳酸盐岩类岩溶含水层基本为单一的潜水状态,无地表水影响,其公式为:

$$Q_{\text{大}} = 1.366K \frac{(2H - S)S}{\lg R_0 - \lg r_0} \text{ ————— (2)}$$

式中: $Q_{\text{大}}$ —“大井”法计算的矿坑涌水量 (m^3/d)

H —含水层厚度 (m)

K —基岩裂隙水渗透系数 (m/d)

S —矿坑中的水位降低, $S=H$ (m)

$$R_0 = R + r_0$$

R —矿坑的影响半径 (m)

r_0 —矿坑的引用半径 (m)

R_0 —引用影响半径 (m)

3) 参数选择

a. 面积的确定

资源量估算范围与地表水汇水面积之和即为计算面积,资源量估算范围为 0.0784km^2 ,地表水汇水面积由地形图上量取为 31860m^2 。

b. 矿坑年平均降雨量与日最大降雨量及径流系数的确定

年平均降雨量的确定:根据收集到的气象局资料,区内年平均降雨量为 607.50mm ,区内多年月最大降水量为 330.20mm 。日最大降雨量:本次选择 2014~2024 年间最大日降雨量进行计算,设计频率为

10 年一遇。2014~2024 年最大日降雨量为 162.80mm，出现在 2022 年 7 月 20 日。

大气降水径流系数依据矿区地形地貌、岩性，根据经验选取暴雨径流系数采用 0.8，正常径流系数采用 0.7。

c. 平均渗透系数 K_{cp}

依据《核实报告》抽水试验所得的渗透系数， K 值为 0.0024m/d。

d、含水层厚度 H

深部扩界后矿区最低开采标高为+250m。本次勘查施工的 9 个孔简易水文地质观测得的静止水位平均标高为 280.12m，按潜水完整井考虑， $H=280.12-250.00=30.12m$ 。钻孔静止水位标高见表 2-8。

表 2-8 钻孔静止水位标高表

顺序号	孔号	标高 (m)	平均值 (m)
1	ZK0-1	310.00	280.12
2	ZK0-2	277.60	
3	ZK3-4	311.01	
4	ZK1-1	330.00	
5	ZK1-2	346.70	
6	ZK3-2	271.12	
7	ZK3-3	309.85	
8	ZK3-1	318.90	
9	ZK5	285.02	

e. 矿坑中的水位降低 S

$S=H$ ，为 30.12m

f. 矿坑的影响半径 R

按库萨金经验公式： $R = 2S\sqrt{HK}$ ，计算得 16.20m

g. 矿坑的引用半径 r_0

按露天采场坑底为不规则的圆形：

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$$

F 为大井法计算系统面积 78400m²，代入上式， $r_0 = 158.01\text{m}$

h 、 $R_0 = R + r_0 = 16.21 + 158.01 = 174.22\text{m}$

4) 计算及结果评价

将计算参数分别代入 (a)，(b) 式，其结果见表 2-9、表 2-10。

表 2-9 大气降水落入量、上游汇水范围地表径流量表

矿坑涌水量计算	面积 (m ²)		降雨量 (mm)	地表径流系数	矿坑涌水量 (m ³ /d)	矿坑总涌水量 (m ³ /d)
正常涌水量	采坑上游汇水面积	31860	0.00166	0.7	37.02	167.17
	露天采坑的面积	78400	0.00166		130.14	
最大涌水量	采坑上游汇水面积	31860	0.1628	0.8	4149.45	16912.97
	露天采坑的面积	78400	0.1628		12763.52	
雨季日平均矿坑涌水量	采坑上游汇水面积	31860	0.011	0.8	280.37	1142.77
	露天采坑的面积	78400	0.011		862.40	

表 2-10 “大井”法计算的露天采场涌水量表

计算标高 (m)	K (m)	H (m)	S (m)	R ₀ (m)	r ₀ (m)	$Q_{\text{大}} = 1.366k \frac{(2H-S)S}{\lg R_0 - \lg r_0}$
+250	0.0024	30.12	30.12	174.22	158.01	74.25

经计算矿坑正常涌水量和最大涌水量分别为：241.42m³/d 和 16987.22m³/d，雨季日平均矿坑涌水量 1217.02m³/d。

矿坑涌水量计算中采用参数降雨量是收集气象局资料，面积由地形图上量取，基本上真实可信，计算结果基本可靠。

矿坑涌水量预测结果可以作为参考，至于后期矿坑涌水量变化情况有待于矿山今后工作中继续观测，逐渐掌握规律。近些年，由于极

端天气增加，突发性降雨量加大，容易造成瞬时洪流，矿山应当根据地形地貌及开采实际情况采取防洪措施，以确保矿山安全生产。建议矿山跟当地水利部门咨询，是否需要做防洪影响评价。

(4) 供水水源评价

矿山生产生活用水来源为设在矿区内西南侧 1 号井。正常流量为 35m³/d，取水设备为深井泵，塑料管输送，水质、水量均能满足矿山生产和生活用水需要。矿山生活用水水质分析结果表明，主要指标均能达到 II 类水标准。水质全分析检测结果见表 2-11。

表 2-11 水质全分析检测结果表

检测项目	检测值	检测项目	检测值
色度（度）	<5	硝酸盐（以 N 计）(mg/L)	3.1
浑浊度（NTU）	<0.5	氰化物（mg/L）	<0.02
臭和味	无异臭、异味	氟化物（mg/L）	0.08
肉眼可见物	无	碘化物（mg/L）	<0.02
pH	7.67	汞（mg/L）	<0.0001
钠（mg/L）	6.4	砷（mg/L）	0.0018
溶解性固体总量（mg/L）	441	硒（mg/L）	<0.01
硫酸盐（mg/L）	122	镉（mg/L）	<0.005
氯化物（mg/L）	15.6	铅（mg/L）	<0.01
铁（mg/L）	<0.05	三氯甲烷（mg/L）	<0.0005
锰（mg/L）	<0.02	四氯化碳（mg/L）	<0.0005
铜（mg/L）	<0.01	苯（mg/L）	<0.001
锌（mg/L）	<0.01	甲苯（mg/L）	<0.001
铝（mg/L）	<0.01	总大肠菌群（CFU/100mL）	未检出
阴离子表面活性剂（mg/L）	未检出	菌落总数（CFU/mL）	未检出
亚硝酸盐（以 N 计）(mg/L)	0.026	铬（六价）(mg/L)	<0.02
氨氮（以 N 计）(mg/L)	<0.05	挥发性酚类（以苯酚计） (mg/L)	<0.002
硫化物（以 H ₂ S 计）(mg/L)	<0.02		
耗氧量（CODMn 法，以 O ₂ 计） (mg/L)	1.2	总硬度（以 CaCO ₃ 计） (mg/L)	367
检测依据	DZ/T0064-2021 《地下水水质分析方法》 GB/T 5750-2023 《生活饮用水标准检验方法》	检测设备	GGX-600 原子吸收分光光度计、722S 可见分光光度计等

2. 工程地质条件

根据矿区岩体的工程地质性质，分为块状岩组和特殊岩组。

(1) 工程地质岩组特征

1) 块状岩组

岩性为碳酸盐化闪长岩，在上区出露面积不大。根据钻孔工程地质编录，岩石结构致密，裂隙不发育。岩芯多为长柱状，岩芯完整，RQD 平均值为 96%，岩石等级 I 等，岩石质量极好，岩体完整。

2) 特殊岩组

岩性为大理岩，在矿区出露面积较大。该层位为赋矿层，矿体与围岩产状基本一致。根据钻孔工程地质编录，岩石结构致密，裂隙不发育。根据岩石力学测试结果，单轴石饱和抗压强度在 109.9MPa 之间，属坚硬岩。岩芯多为长柱状，岩芯完整，RQD 在 93%~97%之间，平均值 95%，岩石等级 I 等，岩石质量极好，岩体完整。依据《储量核实报告》可知，各钻孔 RQD 平均值统计结果见表 2-12。

表 2-12 各钻孔 RQD 平均值统计结果表

序号	孔号	(RQD%)	风化壳深度 (m)	基岩饱和单 轴抗压强度 (MPa)	岩石质量 评价	岩体完整 性评价	备注
1	ZK0-1	95	2.20	109.9	极好	岩体完整	本次测试
2	ZK0-2	94	1.50		极好	岩体完整	
3	ZK3-4	97	1.80		极好	岩体完整	
4	ZK1-1	94	2.40	109.9	极好	岩体完整	本次测试
5	ZK1-2	93	2.60		极好	岩体完整	
6	ZK3-2	96	2.80		极好	岩体完整	
7	ZK3-3	95	3.00		极好	岩体完整	
8	ZK3-1	93	2.30	109.9	极好	岩体完整	本次测试
9	ZK5	94	1.90		极好	岩体完整	

(2) 岩体质量

依据《储量核实报告》可知，岩石力学测试结果见表 2-13。

表 2-13 岩石力学测试结果表

样品编号	岩性	饱和单轴抗压强度 F_r (MPa)	抗剪强度		备注
			摩擦角 ϕ (°)	粘聚力 c (MPa)	
HRLX1-3	大理岩	109.9	65.7	6.34	
HRLX4-6	变粒岩	40.4	59.2	2.52	围岩

依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)，围岩质量评价采用岩体质量系数法 (Z) 和岩体质量指标法 (M) 评价。

1) 岩体质量系数法 (Z)

$$Z = I \times \mu \times S$$

式中：

Z：岩质量系数；

I：岩体完整性指数（用 RQD 值代替）；

μ ：结构面摩擦系数（ $\mu = \tan \phi$ ）；

S：岩块坚硬系数；

$$S = \frac{F_r}{10}$$

式中：

F_r ：岩石饱和单轴抗压强度。

计算与评价结果见表 2-14。

表 2-14 计算与评价结果表

岩性	I (%)	μ	S	Z	岩体质量评价	备注
大理岩	95	2.21	10.99	23.31	特好	
变粒岩	95	1.68	4.04	6.24	特好	围岩

2) 岩体质量指标法 (M)

$$M = \frac{R_c}{30} \times RQD$$

式中；M：岩体质量指标

Rc：岩块饱和单轴抗压强度 (MPa)

RQD：岩石质量指标

计算与评价结果见表 2-15。

表 2-15 计算与评价结果表

岩性	Rc (MPa)	RQD (%)	M	岩体质量评价	备注
大理岩	109.9	95	3.48	岩体分类为 I 类，岩体质量优	
变粒岩	40.4	95	1.28	岩体分类为 II 类，岩体质量良	围岩

综上所述，通过岩体质量系数法 (Z) 和岩体质量指标法 (M)，矿体及围岩结构类型以块状结构为主，岩体质量等级特好，岩体质量分级为 I 类优和 II 类良。

(3) 工程地质评价

1) 主要矿体 (层) 顶、底板的稳定性

矿体为大理岩。大理岩为浅灰白色，中细粒变晶结构，块状构造。近地表节理裂隙较发育。根据钻孔工程地质编录平均值 RQD 值为 95%，岩石质量极好，岩体完整。岩石单轴饱和抗压强度值在 109.9MPa，为坚硬岩，岩体质量等级特好，岩体质量分级为 I 类优，稳定性好。

矿体顶、底板岩性均为变粒岩为灰褐色～灰白色，细粒变晶结构，块状构造。岩石单轴饱和抗压强度值在 40.4MPa，为较硬岩，岩体质量等级特好，岩体质量分级为 II 类良，稳定性好。

2) 采场边坡、围岩的稳定性及剥离物强度

a. 采场边坡

采场边坡大部分为大理岩，少部分为变粒岩。大理岩边坡，根据钻孔工程地质编录，岩石结构致密，裂隙不发育。大理岩平均值 RQD 值为 95%，岩石质量极好，岩体完整，单轴饱和抗压强度值在 109.9MPa，为坚硬岩，岩体质量等级特好，岩体质量分级为 I 类优，边坡稳定性好。

变粒岩边坡，岩石结构致密，裂隙不发育。岩石单轴饱和抗压强度值在 40.4MPa，为较硬岩，岩体质量等级特好，岩体质量分级为 II 类良，边坡稳定性好。

b. 边坡稳定性分析

根据国家矿山安全监察局《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》（矿安〔2022〕4 号），可知超过 100m 的边坡，应一年进行一次稳定性评价。

该矿山矿区范围内的地形为东南部高，西北部低，该矿山开采方式为露天开采，自上而下逐台阶开采，最终形成凹陷露天采坑，采坑的最高标高为 375m，最低标高为 250m，最大开采深度为 125m。

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014)表 3.0.9，拟建露天采场边坡假设高度为 125m，边坡安全等级为 III 级。

目前该露天采场并未开采，无爆破振动力，综上所述，本次稳定性分析采用两种荷载组合：

荷载组合 I：岩土自重+地下水 稳定性系数 1.10~1.15；

荷载组合 II: 岩土自重+地下水+地震力 稳定性系数 1.05~1.10;

参照《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014) 第 5.2.10 条规定,“破碎岩体边坡、散体介质边坡,当破坏模式为圆弧形破坏时,宜采用简化毕肖普法。”

故对于拟评价边坡,本次稳定性计算工况下的计算方法采用简化毕肖普法

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_{ai}} [c'_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi'_i]}{\sum W_i \sin \alpha_i + \sum Q_i \frac{e_i}{R}}$$

$$m_{ai} = \cos \alpha_i + \frac{\tan \phi'_i \sin \alpha_i}{F_s}$$

F_s ——安全系数; m_{ai} ——第 i 个条块的计算系数; α_i ——第 i 个条块底部的倾角; W_i ——第 i 个条块的重量; C_i ——第 i 个条块的粘聚力; b_i ——第 i 个条块的长度; u_i ——第 i 个条块的孔隙水压力; ϕ'_i ——第 i 个条块的有效内摩擦角; Q_i ——第 i 个条块所受的水平向作用力; e_i ——第 i 个条块所受的垂直向条间力; R ——滑面半径。

选取 A—A' 剖面作为代表进行边坡稳定分析,将《核实报告》的钻孔取样地质资料和工程地质手册相关经验数据载入软件模型计算后,荷载 I 和荷载 II 两种工况下,边坡抗滑最小安全系数分别为 1.121 和 1.118 均满足安全要求。

总体上岩石力学性质好,边坡稳定,剥离物强度为第三类。

(4) 主要工程地质问题

采场边坡岩性主要为大理岩,为岩质边坡,总体看边坡稳定,围

岩岩性主要为变粒岩，围岩稳定。根据调查，矿区断裂构造不发育，目前局部陡边坡存在崩塌掉块等工程地质问题，建议在后期开采过程中如形成高陡边坡，应及时进行削坡处理。采场内个别部位预留台阶过窄或未进行预留台阶，致使单级边坡坡高过大过陡，存在边坡坍塌隐患。应按设计给定的级数、坡高及坡率从上至下分级开采。

（5）工程地质勘查类型

综合以上，矿区以特殊岩类为主，按照《矿区水文地质工程地质勘查规范》将矿区工程地质勘查类型划分为第五类，即特殊岩类。

矿区地层岩性较复杂，局部易发生工程地质问题，矿区工程地质条件复杂程度属中等类型。

3. 环境地质条件

（1）区域稳定性

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）之规定，工作区地震分组为第二组，抗震设防烈度为 7 度，基本地震加速度值为 0.10g，峰值加速度为 0.05，地震反应谱周期 T_g 为 0.45s。地壳稳定性较好，属于基本稳定区。

（2）矿山地质环境现状

1) 人类工程活动现状评价

该矿山目前处在生产阶段，露天开采，生产规模为 18 万 t/a。矿区周边除有村民时有放牧外，少有其他人类工程活动。

2) 地质灾害现状

现状条件下，矿山未发生过地质灾害，但是将来矿区主要环境地

质问题或地质灾害是采坑边坡有发生崩塌地质灾害的可能。坡高一般小于 30m，坡角一般小于 60° ，局部较陡，在暴雨、台风、地震等自然灾害及人类边坡挖角等不良工程活动影响下，存在边坡失稳，产生崩塌地质灾害，危险性中等，危害性中等。

3) 地表水、地下水水质污染及土壤污染现状

矿山开采时产生的废水主要为生产废水和生活污水，二者处理后经沉淀可以洒水除尘和生产等综合利用。

4) 矿山开采对地形地貌景观和植被的破坏和影响现状

矿山露天采场、运输道路、办公区等，破坏了地形地貌景观及植被生态，对原始地形地貌和植被破坏面积较小，影响程度较小。

5) 矿山开采对土地资源的破坏和影响现状

矿山开采对土地资源的破坏面积较小，影响程度较小，由于矿山生产未结束，未进行全部治理恢复。

6) 粉尘、扬尘、噪声对环境的影响现状

矿山为露天开采，采矿活动形成的大量粉尘、扬尘、噪声，矿山采取了洒水降尘处理后，减小了对环境的影响，对地质环境影响程度较轻。

噪声主要来自采矿的采掘设备及选矿的破碎机、振动筛和球磨机等。噪声会对矿山职工和当地人员有一定影响，矿山采取了消音措施，减轻了对矿山职工和当地人员的影响。

(3) 矿山开采地质环境预测的影响

1) 地质灾害

预测矿区不存在滑坡、泥石流等地质灾害，只是在局部陡边坡存在崩塌掉块等情况，范围较小，影响程度较小。

2) 水污染和含水层破坏

未来矿山开采时产生的废水仍是生产废水和生活废水，二者需要进行净化处理。可以洒水除尘和生产等综合利用。

由于基岩裂隙含水层和岩溶含水层富水性弱，矿坑涌水量不大，且雨季对地下水补给量较大，对含水层的破坏较轻。今后，矿山应合理开采，减少排水量，减轻对含水层破坏。

3) 地形地貌景观和植被破坏

未来矿山生产建设对原生地形地貌景观和植被仍将产生破坏，与原有自然景观不协调，预测对原生的地形地貌景观影响程度较轻。矿山对不利于部分应及时进行复垦复绿，其余应在矿山闭坑后进行复垦复绿。

4) 土地资源影响破坏

未来矿山生产建设对土地资源影响破坏仍将产生影响破坏，矿山开采对土地资源的破坏面积较小，影响程度较轻。矿山对不利于部分应及时进行复垦复绿，其余应在矿山闭坑后进行复垦复绿。

(4) 地质环境质量

根据矿区地质环境现状和矿区未来开采可能产生的主要环境地质问题，矿区地质环境类型划分第二类，即矿区地质环境质量中等。

4. 开采技术条件小结

依据《核实报告》可知。核实工作详细查清了矿区开采技术条件，

矿区水文地质条件简单类型，工程地质条件和环境地质条件属中等类型。矿床开采技术条件属以环境地质问题为主的矿床开采技术条件中等类型

（三）矿产资源储量情况

1. 本次勘查报告基本情况

2025 年 7 月，辽宁省第九地质大队有限责任公司对该矿山进行了储量核实工作，编制了《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》，评估基准日为 2025 年 5 月 31 日。

2025 年 8 月，铁岭市自然资源事务服务中心组织专家对《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》进行评审，并于 2025 年 8 月 20 日出具评审意见书。

2025 年 8 月 20 日，铁岭市自然资源事务服务中心局对《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》进行了备案，并出具了《关于〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7 号）。

2. 矿产资源储量

（1）工业指标

依据《核实报告》可知。储量核实工作在 2021 年 11 月储量核实工作的基础上，对协议出让区进行探矿工程验证，提高协议出让区矿体的控制程度，重新估算核实区资源储量。

2025《储量核实报告》的储量核实工作与 2021 年 11 月储量核实工作的工业指标基本一致。本区内原矿山已按上述工业指标生产销售

多年，产品满足市场要求。

（2）资源储量评审备案结果

依据《关于〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7号）可知，截止2025年5月31日，核实区（界内+深部扩界+平面扩界范围）水泥用大理岩矿KZ+TD资源量770.80万t，其中KZ资源量685.82万t，占资源总量的88.97%，TD资源量84.98万t，占资源总量的11.03%。控制程度达到详查程度，水工环地质工作达到勘探程度，矿床规模属于小型。矿石工业类型：水泥用大理岩。矿区矿石质量较好。

界内保有水泥用大理岩矿KZ+TD资源量212.33万t，其中KZ资源量204.56万t，TD资源量7.77万t。

深部扩界内保有水泥用大理岩矿KZ+TD资源量146.02万t，其中KZ资源量137.81万t，TD资源量8.21万t。

平面扩界区内保有水泥用大理岩矿KZ+TD资源量412.45万t，其中KZ资源量343.45万t，TD资源量69.00万t。

3. 对地质工作的评述

2025年6月，辽宁省第九地质大队有限责任公司提交了《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》，经铁岭市自然资源事务服务中心于2025年12月5日予以备案，备案号：铁自然资中心储备字〔2025〕7号。

设计依据的《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》内容比较完整，辽宁省第九地质大队有限责任公司通过地

质填图和钻探、槽探工程揭露等勘查手段，查明矿体赋存层位、形态、规模、产状、矿石质量特征等，勘查工作方法和手段合适，工程布置原则合理，勘查工程质量较好。报告采用垂直平行断面法估算矿体资源储量，对矿体的控制程度达到详查程度，水工环地质条件工作达到勘探程度，所采取的技术方法和手段基本合理，能满足相应任务的要求，各项指标完善。

对矿区水文地质条件、工程地质条件、环境条件进行了评述和评价，为本次设计提供了必要的水、工、环条件。

综上所述，上述资料可以作为本次矿产资源开发利用方案编写的依据。

三、矿区范围

（一）符合矿产资源规划情况

1、矿产资源规划

（1）《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025 年）》

2022 年 10 月，经自然资源部批复，辽宁省人民政府发布了《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025 年）》，《规划》中指出：重点开采煤炭、煤层气、铁、金、硼、锰、铜、萤石、晶质石墨、滑石等矿产。限制开采湿地泥炭以及砂金等重砂矿物；禁止开采蓝石棉、可耕地的砖瓦用粘土等矿产；禁止开采砷和放射性等有害物质超过规定标准的煤炭项目。

本项目开采矿种为水泥用大理石矿，“为非限制、禁止开采矿产”，符合《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025 年）》的要求。

（2）辽宁省矿种最低开采规模的要求

2022 年 11 月 7 日，辽宁省自然资源厅发布了《关于公布新一轮矿产资源总体规划确定重点矿种最低开采规模的公告》：“矿山最低生产规模为 30 万 t/a”。

本项目设计生产规模为 60 万 t/a，满足最低开采规模的要求。

（3）《铁岭市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》

2023 年 4 月，经辽宁省自然资源厅批准，铁岭市人民政府发布了《铁岭市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》，《规划》中指出：生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，要加强生态保护红线管理，严守自然生态安全边界；非战略性矿产申请矿业权新立，应

避让永久基本农田。

本项目矿区范围内无生态保护红线,永久基本农田等相关法律法规和规划规定的各类禁止、限制开采区。以上均符合《铁岭市矿产资源总体规划(2021-2025年)》的要求。

(4)《昌图县矿产资源总体规划(2021-2025年)》

2023年5月,经铁岭市自然资源局批准,昌图县人民政府发布了《昌图县矿产资源总体规划(2021-2025年)》,《规划》中指出:“矿产资源供给与经济社会发展更加协调。明确矿产资源开采总量调控指标,资源供给与经济社会协调发展。到2025年,全县年矿产资源年开发总量预期达到660万吨,其中,水泥用灰岩(大理岩)110万吨,建筑用砂石220万立方米”。

本项目开采矿种为水泥用大理石矿,符合《昌图县矿产资源总体规划(2021-2025年)》的要求。

2、深部及平面扩界行为的合规性和可行性论证

(1) 合规性论证

根据采矿许可证(证号:C*****),有效期限:伍年(自2021年1月19日至2026年1月19日),现采矿许可证在有效期内。

(2) 法律法规依据

采矿权人辽宁恒瑞矿业有限公司采矿权为两个采区,分为一采区和二采区,两个采区之间存在距离约110.21~300m的夹缝区域(面积39195.91m²)。根据《关于加强矿产资源管理若干事项的通知》第

三条：“同属一主体相邻矿业权之间（包括同一矿业权相邻采区之间）距离 300 米左右的夹缝区域”，可以协议出让矿业权。该公司此夹缝区域的长度范围符合上述政策要求。

目前，企业申请扩界区域位于原一采区、二采区深部矿体及平面扩界矿体。截至 2025 年 5 月 31 日，本次核实区（界内+深部扩界+平面扩界范围）水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 770.80 万 t，其中 KZ 资源量 685.82 万 t，占资源总量的 88.97%，TD 资源量 84.98 万 t，占资源总量的 11.03%。控制程度达到详查程度，水工环地质工作达到勘探程度，矿床规模属于小型。矿石工业类型：水泥用大理岩。矿区矿石质量较好。

界内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 212.33 万 t，其中 KZ 资源量 204.56 万 t，TD 资源量 7.77 万 t。

深部扩界内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 146.02 万 t，其中 KZ 资源量 137.81 万 t，TD 资源量 8.21 万 t。

平面扩界区内保有水泥用大理岩矿（KZ+TD）资源量 412.45 万 t，其中 KZ 资源量 343.45 万 t，TD 资源量 69.00 万 t。

这些已提交的资源量于 2025 年 8 月完成了储量评审备案。申请扩界区的资源属于已设采矿权深部和平面资源，资源的赋存条件符合相关规定。

本方案将两个采区整合为一个采区，符合上述规定。企业完成《辽宁恒瑞矿业有限公司一采区与二采区夹缝区域矿业权协议出让可行性论证报告》的编制工作，且该报告已通过评审，符合申请开发利用

方案评审的条件。

(二) 可供开采矿产资源的范围

1. 矿产资源储量估算对象

2025 年 7 月，辽宁省第九地质大队有限责任公司编制完成了《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》，该报告于 2025 年 8 月通过了专家审查，取得评审意见书（铁自事评（储）字〔2025〕12 号），并于 2025 年 8 月，取得评审备案的复函（铁自然资中心储备字〔2025〕7 号）。资源量估算的对象为矿区范围内的水泥用大理石矿。

2. 矿产资源储量估算范围

根据《核实报告》及其评审备案的复函，资源储量估算范围水平投影面积 0.0784km²，资源量估算标高+375m～+250m，埋藏深度 0～125.00m，具体详见下表。

表 3-1 扩界区资源量估算范围表

拐点 编号	平面直角（2000 国家大地坐标）		估算标高	估算面积	埋藏深度
	X	Y			
1	*****	*****	+250～+375m	0.0784km ²	0～125.00m
2	*****	*****			
3	*****	*****			
4	*****	*****			
5	*****	*****			
6	*****	*****			
7	*****	*****			

（三）露天剥离范围

1. 露天剥离范围的合规性说明

（1）设计露天剥离范围

本次设计对采区内矿体进行开采设计，设计露天剥离范围全部位于拟申请采矿权范围之内，露天剥离范围未超出采矿权矿区，没有越界工程，故露天剥离范围合规。具体位置关系详见下插图，全部重叠。

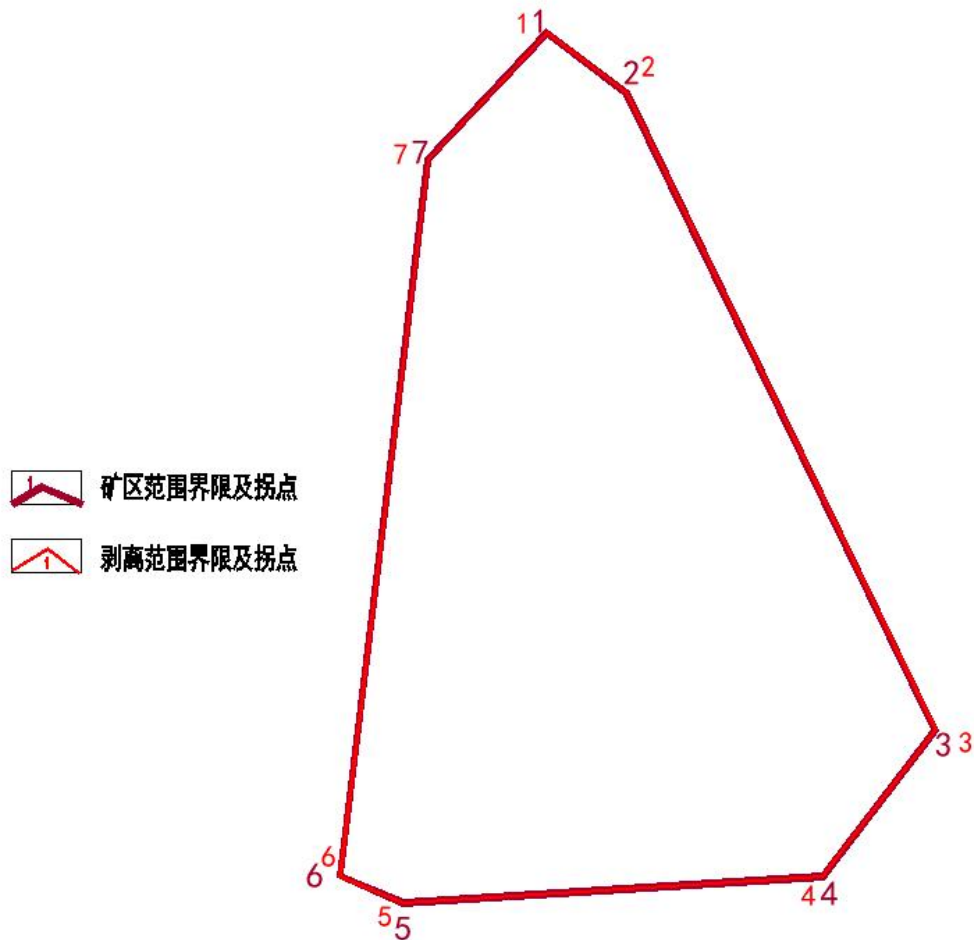


插图 3-1 采矿权矿区范围与露天剥离范围位置关系示意图

（2）政策合规性

现企业已根据辽宁省自然资源厅《关于印发〈辽宁省矿业权协议出让工作规程（试行）〉的通知》（辽自然资发[2024]81号），完成了《辽宁恒瑞矿业有限公司一采区与二采区夹缝区域矿业权协议出让

可行性论证报告》的编制工作，且该报告已通过评审，符合整合为一个采区的要求。

本次方案工程的上限标高为 375m，此标高即为边坡上限标高；下限标高为 250m。在现有采矿权、平面和深部工程均在拟申请开采范围内，本方案完全符合自然资源部下发的《关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规[2023]4 号）的相关规定。

露天开采深度范围为 375m~250m 标高，可以保证储量最大程度的开发利用。现有采矿权、平面和深部工程均在拟申请开采范围内，故露天剥离范围是合理的。

根据《国家矿山安全监察局关于印发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》矿安[2022]4 号，“一个采矿许可证范围内的矿产资源开发应当由一家生产经营单位统一管理，原则上只设置一个独立生产系统”。“新建、改建、扩建金属非金属矿山对采矿许可证范围内的矿产资源原则上应当进行一次总体安全设施设计”。

2. 露天剥离范围的科学合理性技术论证。

根据《关于〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7 号）。可知，资源储量估算面积 0.0784km²，算量标高 375~250m。

本次方案设计以矿区范围和储量估算范围为基础，并考虑露天开采境界圈定范围。

露天剥离范围以矿区范围、储量估算范围及露天采场构成要素确定露天剥离范围，该范围与矿区范围一致。

露天剥离范围的标高为+375m~+250m，高于储量算量标高，可以保证储量最大程度的开发利用，符合一次总体设计要求。

综上所述，露天剥离范围面积 0.0784 平方公里，开采标高+375~+250m，露天剥离范围由 7 个拐点圈定，各拐点坐标见表 3-2。

表 3-2 露天剥离范围拐点坐标表

拐点号	2000 国家大地坐标系		拐点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	*****	*****	5	*****	*****
2	*****	*****	6	*****	*****
3	*****	*****	7	*****	*****
4	*****	*****			
露天剥离范围面积：0.0784 平方公里；开采深度：由+375.00 米至+250.00 米标高。					
采用 CGCS2000 年国家大地直角坐标系，1985 年国家黄海高程基准。					

露天剥离范围与资源储量估算范围及矿区范围关系见插图 3-2。

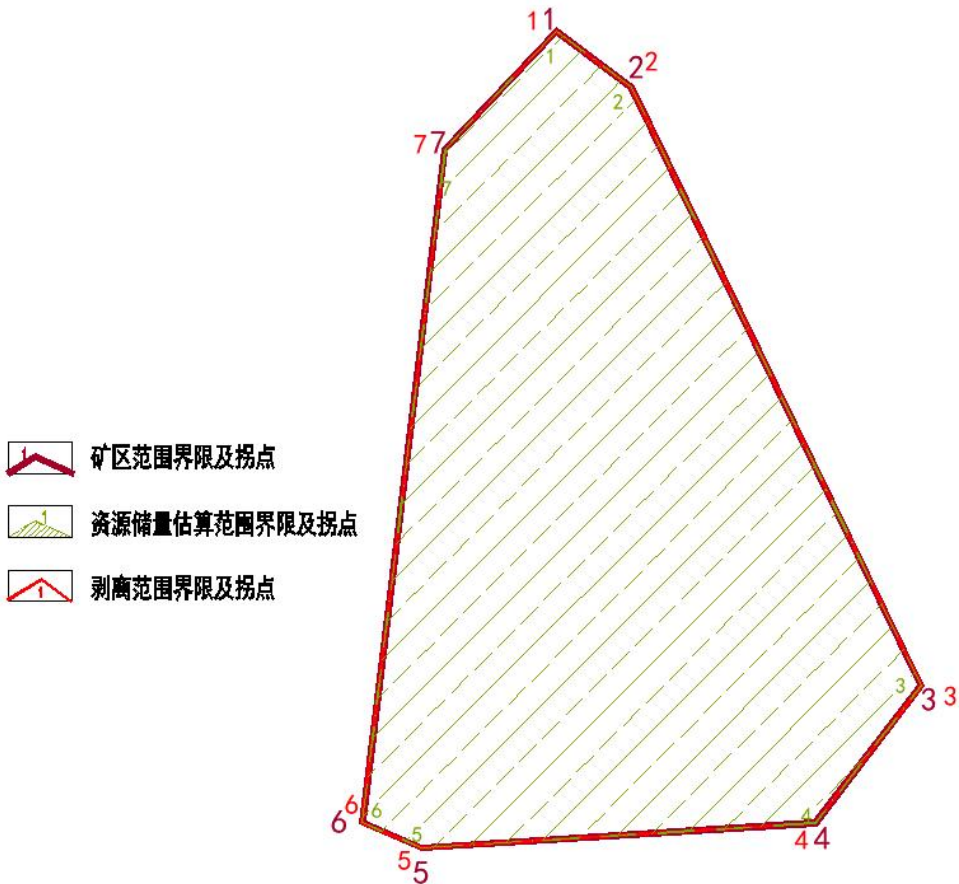


插图 3-2 露天剥离范围与资源储量估算范围及采矿权矿区范围位置关系示意图

综上所述，露天剥离范围全部位于矿区范围内，可以保证储量最大程度地开发利用，符合一次总体设计要求，能够科学合理地开发利用资源。

（四）与相关禁限区的重叠情况

经昌图县自然资源局矿管办核实，矿区范围不涉及永久基本农田、生态保护红线、自然保护地、I 级和 II 级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国际重要湿地、国家重要湿地、世界自然（自然与文化）遗产地、沙化土地封禁保护区、饮用水源保护区及《中华人民共和国矿产资源法》第二十条规定不得开采矿产资源的区域，详见附件，《关于辽宁恒瑞矿业有限公司申请协议出让范围保护地核实情况说明》（昌图县自然资源局，2024 年 12 月 23 日）；

（五）采矿权矿区范围

经以上论证，本次申请的采矿权矿区范围是合理的。

辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理石矿现采矿权矿区范围共有两个采区，分别为一采区和二采区。拟申请矿区范围由原一、二采区及夹缝区域整合为一个采区，并进行深部扩界。

本次方案根据采矿许可证及《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》圈定矿区范围，结合矿体分布特点：设计采用一套露天开采系统进行开采。

本次设计采矿权范围由 6 个拐点圈定，矿区面积 0.0784 平方公里；开采深度最高点由矿区范围内最高点确定为+375.00m，最低点由

《核实报告》的矿体赋存最低标高确定为+250.00m，故开采深度：由+375.00 米至+250.00 米标高。采矿权矿区范围拐点坐标详见下表。

表 3-3 采矿权矿区范围拐点坐标表

拐点号	2000 国家大地坐标系		拐点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	*****	*****	5	*****	*****
2	*****	*****	6	*****	*****
3	*****	*****	7	*****	*****
4	*****	*****			
矿区面积：0.0784 平方公里；开采深度：由+375.00 米至+250.00 米标高。					
采用 CGCS2000 年国家大地直角坐标系，1985 年国家黄海高程基准。					

注：依据矿产资源开发利用方案编制指南及相关政策可知，开发利用方案采矿权矿区范围，为申请登记的矿区范围，最终以登记管理机关登记的采矿权矿区范围为准。

四、矿产资源开采与综合利用

（一）开采矿种

1. 开采对象

本次设计确定的开采对象为矿区范围内的水泥用大理石。

2. 开采矿种

根据《关于〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7号）可知，伴生有用组份含量极微，没有发现其他可供利用的元素，因此，本次方案设计开采矿种为水泥用大理石矿。

（二）开采方式

1. 开采方式的确定

（1）原开采方式

根据原采矿许可证，矿山原有开采方式为露天开采。

（2）本次设计开采方式

1) 矿体赋存情况

本方案设计开采对象为矿区内的水泥用大理石矿体，根据《核实报告》可知：矿体特征如下：矿体呈北东展布，呈似层状分布于奥陶系黄顶子组三段大理岩岩性段中，矿体与围岩之间的界线清晰，按矿石成因划分为区域变质型矿石。

①号矿体：位于矿区北西部，矿体呈北东展布，呈似层状分布于奥陶系黄顶子组三段大理岩岩性段中。矿体长约 350m，宽约 100m，分布于 0~7 线之间，矿体产状 $320^{\circ} \angle 50^{\circ}$

②号矿体（南采区）：位于矿区东南部，矿体呈北东展布，矿体长约 320m，宽约 200m，分布于 0~7 线之间，矿体产状 $320^{\circ} \angle 50^{\circ}$ ，根据矿体的赋存情况，矿体埋藏较浅，厚度大，且出露地表。从矿体分布条件和矿脉产状分析，同时为了更好地利用部分现有工程，采区适合继续采用露天开采方式。

2) 开采技术条件

依据矿床水文地质条件，含水层富水性等级为弱富水性，以人工开采形式排泄。矿体全部分布于当地侵蚀基准面以上，含水层的补给裂隙不发育，富水性差。具备一定的隔水能力。通过合理布设采场形态、修建排水沟或机械排水等方式可将采场内积水排出，露天采场不会形成积水。

矿区内矿体为大理岩。大理岩为浅灰白色，中细粒变晶结构，块状构造。近地表节理裂隙较发育。根据钻孔工程地质编录平均值 RQD 值为 95%，岩石质量极好，岩体完整。岩石单轴饱和抗压强度值在 109.9MPa，为坚硬岩，岩体质量等级特好，岩体质量分级为 I 类优，稳定性好。

矿床水文地质简单，工程地质条件中等，但在未来露天开采过程中，会形成大的地表挖损，挖损损毁及压占大量土地，改变原始的地形地貌，对地表植被和地形地貌造成较严重损毁，生态环境将进一步损毁。露天开采加之雨水冲刷，可能导致崩塌地质灾害发生；临时堆放的废石场、矿石堆放场加之雨水冲刷，可能造成滑坡等地质灾害，应采取有效措施，予以重视。

矿山未来开采中，应遵循有关规范和开发利用方案，注意保护该区土地和植被，科学合理地排放废石和表土堆积，避免造成局部崩塌、滑塌或导致泥石流、土地荒漠化、水土流失等不良地质现象，保护好环境质量。

根据开采设计条件分析，未发现不适合露天开采的技术条件，矿山未来继续采用露天开采方式是合理的。

综上所述，设计采用露天开采方式开采矿区范围内的水泥用大理岩矿。

2. 设计利用量

依据铁岭市自然资源事务服务中心 2025 年 8 月 20 日予以备案的关于《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案的复函（铁自然资中心储备字〔2025〕7 号）可知：截止 2025 年 5 月 31 日，核实区（界内+深部扩界+平面扩界范围）水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 770.80 万 t，其中 KZ 资源量 685.82 万 t，占资源总量的 88.97%，TD 资源量 84.98 万 t，占资源总量的 11.03%。控制程度达到详查程度，水工环地质工作达到勘探程度，矿床规模属于小型。矿石工业类型：水泥用大理岩。矿区矿石质量较好。

界内保有水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 212.33 万 t，其中 KZ 资源量 204.56 万 t，TD 资源量 7.77 万 t。

深部扩界内保有水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 146.02 万 t，其中 KZ 资源量 137.81 万 t，TD 资源量 8.21 万 t。

平面扩界区内保有水泥用大理岩矿 KZ+TD 资源量 412.45 万 t，

其中 KZ 资源量 343.45 万 t，TD 资源量 69.00 万 t。

矿区资源量估算标高为+375.00m 至+250.00m，本次设计露天采场坑底标高为+250.00m，因矿区范围限制，临近矿区范围界限处一部分矿量形成挂帮矿量，未能回采，该部分损失矿量为 145.84 万 t；设计利用资源量为 $770.80 - 145.84 = 624.96$ 万 t，占矿区资源量 770.80 万 t 的 81.08%。

3. 开采顺序

设计先期山坡露天开采，后期凹陷露天开采（270m 以下），自上而下逐台阶开采，从矿区运输道路开拓运输干线至首采作业平台，待本级台阶开采结束后，再退至下级作业平台。采完 2 个平台后即可并段，并段后的高度为 20m。（如总平面布置：开采 360m 和 350m 平台，开采完毕后，立刻进行并段，并段后台阶高度为 20m，剩余 1 个平台为 350m 平台），各生产台阶设临时道路，与现有道路相接。

4. 露天开采境界

（1）露天开采境界圈定原则

综合考虑矿体赋存条件、产品方案和服务年限等因素，境界的圈定主要依据以下原则：

- 1) 尽可能多圈矿石，充分利用已经认定的国家资源，并为用户提供质量稳定的矿石；
- 2) 圈定露天采场的边坡要保证露天采场的安全；
- 3) 圈定的露天境界不可超越矿区范围；
- 4) 圈定的境界在目前市场情况下保证矿山能盈利，即境界剥采

比不大于经济合理剥采比。

经济合理剥采比采用原矿成本比较法确定

$$N_j = (c - a) / b = (50 - 16) / 12 = 2.8 \text{ t} / \text{ t}。$$

式中： N_j —经济合理剥采比，t/ t；

c —地下开采每吨矿石成本，50 元；

a —露天开采每吨矿石采矿费用（不包括剥离费），16 元；

b —露天开采每吨剥离费用，12 元。

5) 圈定的境界尽量少占地，把矿山采矿活动对周围环境的影响降低到最低限度。

(2) 设计露天采场的构成要素

根据矿石的物理力学性质，以及相关绿色矿山规划政策，设计选用高效率、中深孔凿岩钻孔设备，确定露天采场境界主要参数，具体如下：

①阶段高度为 10m，并段后 20m；

②工作坡面角 65° ；

③安全平台宽度 5m、清扫平台宽度 10m，汽车运输道路宽 10m。

表 4-1 露天采矿场境界主要结构参数表

序号	项 目 名 称	单位	露 天 采 场
1	采场上部尺寸：长×宽	m	420×235
2	采场底部尺寸：长×宽	m	336×85
3	采场上部面积	m ²	74691
4	采场底部面积	m ²	28278
5	采场最高标高	m	375
6	采场底部标高	m	250
7	采场深度	m	125
8	台阶高度	m	10；并段后 20
9	台阶坡面角	度	65°
10	安全平台宽度	m	5
11	清扫平台宽度	m	10
12	汽车运输道	m	10
13	最小工作平盘宽度	m	30
14	最终边坡角	°	50° 17' 7" ~53° 54' 1"

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）的规定，露天采场开采要求：安全平台宽度不小于 3m，清扫平台宽度不小于 6m，开采台阶高度不应大于 10m；最终台阶高度应根据岩体节理裂隙发育程度、岩体稳定性由设计确定，但不应大于 20m。依据《核实报告》相关地质资料，围岩及矿石岩体基本质量等级为坚硬程度为坚硬，岩石完整程度为基本稳定、完整的。因此本次方案选取的露天采场参数合理。

（3）设计露天境界内矿石量和岩石量

矿区范围内形成 1 个露天采场，全矿圈定的矿石总量为 624.96 万 t（246.05 万 m³，小体重为 2.56t/m³），岩石总量为 2.46 万 m³，全矿平均剥采比为 0.02m³/m³。

表 4-2 露天开采分台阶计算矿岩量表

序号	台 阶	单位	矿 石 量	岩 石 量	平均剥采比
					m^3/m^3
1	370m 以上	万 m^3	0.01	0.01	0.600
2	370~350m	万 m^3	2.35	0.29	0.121
3	350~330m	万 m^3	12.75	0.43	0.034
4	330~310m	万 m^3	30.46	0.65	0.021
5	310~290m	万 m^3	55.81	0.95	0.017
6	290~270m	万 m^3	78.39	0.85	0.011
7	270~250m	万 m^3	66.27	0.70	0.010
合计		万 m^3	246.05	3.88	0.02

5. 设计开拓运输系统

根据矿区地形地貌及矿体赋存条件，露天开拓应满足开采工艺和矿山总平面布置的要求，既要保证露天矿各个开采水平台阶的矿岩都能畅通运出或运至堆放场等地，又要使各开采水平的运输线路在不同时期能与各辅助生产工艺（机汽修、仓库、油库等）形成一个完整的运输体系。

1) 矿石运输：该采场为露天开采，自上而下逐台阶开采，从矿区运输道路开拓运输干线至首采作业平台，待本级台阶开采结束后，再退至下级作业平台。各生产台阶设临时道路，与现有道路相接，开采的荒料采用 20t 载重汽车运输。

2) 废石运输：矿山在基建期间剥离的风化层和生产期间产生的废石，经矿区道路运至临时堆放场，废石采用 20t 自卸式汽车运输。

设计露天采场采用公路开拓汽车运输方式，运输线路应尽量布置在水文地质、工程地质较好的地段，本次设计运输线路布置选择固定一半固定的方式，运输道路宽度为 10m，III 级硬化路面，最小转弯半径为 15m。总出入沟布置在露天采场西侧，其坐标（2000 国家大地坐

标系)为: $X=*****$, $Y=*****$, $Z=270m$ 。

6. 采矿方法

矿山采用露天开采方式,自上而下、水平分层开采方法。形成采矿作业面后,矿体走向方向推进至境界,然后进行下一分层台阶作业。

7. 剥采工作

剥采工作是露天矿开采全部生产过程的中心环节。根据矿体赋存情况及露天采场形状,采用自上而下、逐水平分层开采法,安全平台宽度 5.0m、清扫平台宽度 10m,台阶高 10m,并段后 20m,沿矿体走向布置工作线,垂直矿体走向推进。

按照上、下台阶的超前关系,从上至下逐水平开采,直至境界露天底。在开采过程中,始终要遵循采剥并举,剥离先行的原则。

矿山在露天开挖掘沟时,尽可能采用移动线路,开掘段沟时将线路布置在工作面推进较慢的区段和在矿岩接触面上盘附近,向两侧逐渐扩大工作平盘宽度,实现双向采掘,采矿剥岩同时进行,能同时揭露一个台阶的矿山和岩石,均衡剥岩量与采矿量,稳定采场生产能力和有利于控制矿山初期的生产剥采比。计算年生产剥采比为 $0.05m^3/m^3$ 。注意剥离时直接先将地表(第四系覆盖层)机械剥离,其余围岩和矿石需穿孔爆破后铲装运输。

8. 穿孔作业

根据采场的分布情况、矿山规模,减少损失贫化,维护采场边坡稳定等因素,设计选用潜孔钻机进行穿孔,潜孔钻机具有机动灵活,设备重量轻、价格低,穿孔角度变化范围大等特点,适用于中大型露

天矿山中硬矿岩穿孔。穿孔爆破时采用分层爆破的方式，每一分层高度为 10m（垂直高度），并段后的台阶高度为 20m。

选用江西四通重工机械有限公司生产的柴油自行式 KQ-200A 型潜孔钻机，为露天采场进行剥离穿孔工作，KQ-200A 型潜孔钻机孔径 $\phi=200\sim 220\text{mm}$ ，爬坡能力 14° ，提升能力 34320N，行走速度 0.75km/h，穿孔作业时底盘抵抗线 6.5m，孔距 6.5m，排距 5.5m；设备最大孔深 19.3m，正常工作孔深 12.14m，耗风量为 $16.2\text{m}^3/\text{min}$ 。钻具总重 2753kg。

该类型爆孔每米爆破量约为 30m^3 ，钻孔方向范围 $60^\circ\sim 90^\circ$ ，穿孔多为斜孔，矿山选取爆孔角度为 $70^\circ\sim 85^\circ$ ，前排抵抗线较均匀，后冲力小；废孔率控制在 5%以下，台班效率按 36m/台·班计算，潜孔钻机数量计算详见表 4-3。

表 4-3 露天采场潜孔钻机数量统计表

序号	计算项目	单位	公式、符号	矿石	岩石
1	年工作天数	天	S	300	300
2	日工作班数	班	C	1	1
3	台班效率	m/台班	L_2	36	36
4	台日效率	m/台日	$L_1=C\times L_2$	36	36
5	台年效率	万 m/台年	$L=S\times C\times L_2$	1.08	1.08
6	台阶高度	m	H	10	10
7	底盘抵抗线	m	W	6.5	6.5
8	孔间距	m	a	6.5	6.5
9	超深	m	h1	1.5	1.5
10	炮孔倾角	度	α	70	70
11	单孔长度	m	$h=H/\sin\alpha+h1$	12.14（倾斜孔）	12.14（倾斜孔）
12	延米爆破量	m^3/m	$g=W\times H\times a/h$	34.8	34.8
13	废孔率	%	η	5	5
14	台年穿孔效率	万 $\text{m}^3/\text{台年}$	$Q1=L\times g\times (1-\eta)$	35.70	35.70
15	年担负量	万 m^3	Q	23.62	1.18
16	计算台数	台	$M=Q/Q1$	0.66	0.03
17	合计	0.66+0.03=0.69		取 1 台	

经计算，矿山需 KQ-200A 型潜孔钻机 2 台（1 工 1 备），该潜孔钻机自带有螺杆风冷式空气压缩机和 315kVA 电力变压器。

9. 爆破作业

根据采场地形地貌的特点和保护风化层标高以下矿体及年剥离量的需要，选用浅孔爆破，松动爆破作业。采用小抵抗线、孔距的布孔方式进行炮孔的布置，采用少装药和提高填塞质量的手段，让岩石在自重和爆破作用下小范围崩落，提高爆破质量并减小飞石距离。

（1）钻孔基本参数

1) 炮孔直径（ Φ ）：200mm；

2) 炮孔倾角（ α ）： 70° ；

3) 最小抵抗线（W）： $W = (4.5 \sim 7.0) \text{ m}$ ，取 6.5m；

4) 孔距（a）： $a = m \times W = 1.14 \times 6.5 = 7.41 \text{ m}$ ；

式中：m—钻孔的间距系数， $m = 1.0 \sim 1.4$ ，取 1.14；

5) 排距（b）： $b = (0.9 \sim 0.95) W$ ，本设计取 $0.9W$ ， $b = 3.15 \text{ m}$ ；

6) 堵塞长度（ h_0 ）： $h_0 = (2.8 \sim 4.2) \text{ m}$ ；取 4.0m。

7) 炮孔超深（ h_1 ）： $h_1 = (0.53 \sim 1.23) \text{ m}$ ；取 1.2m。

8) 炮孔长度（h）： $h = H / \sin \alpha + h_1 = 9.66 \text{ m}$ 。

9) 单个炮孔崩矿量（V）： $V = abH = 7.41 \times 3.15 \times 9 = 210.07 \text{ m}^3$ ；

本次设计钻孔参数为一般采剥作业时采用。爆破一切参数（含爆破安全距离）均以民爆公司爆破设计为准。

（2）爆破方法

采用乳化炸药及数码电子雷管，用电雷管引爆，炮孔内用粘性土

等堵塞，各单孔采用数码电子雷管，集中后由数码电子雷管引爆。

爆破完整流程为：凿岩、装药、起爆和警戒。凿岩应按照设计钻孔参数，孔距、排距、孔深和孔眼倾斜角均要符合要求，孔眼钻凿完毕后，应清除岩浆，并用堵塞物临时封口，以防碎石等杂物掉入孔内。单孔药量和分药量，分段情况应按民爆公司爆破设计进行，装药后应认真做好堵塞工作，留足堵塞长度，保证堵塞质量。起爆前，网络连接好的爆破组线应短路并派专人看管，待警戒好后指挥起爆人员下达命令后方可接上起爆电源，下达起爆指令后方可充电起爆。若发生拒爆，应立即切断电源，并将组线短路；若使用延期雷管，应在短路不少于 15 分钟方可进入现场，待查出原因，排除故障后再次起爆。当爆破作业开始警戒时应吹哨，各警戒人员各就各位，通知矿区所有人员撤离到爆破现场以外安全区，起爆后应过 5 分钟后，爆破作业员方可进入爆区检查爆破情况确认安全起爆无险情后，吹一声长哨解除警戒放行。

根据当地公安部门管理规定，爆破作业由公安部门监管，各种爆破器材和起爆器材由当地民爆公司统一配送。爆破作业时必须委托具有爆破资质的单位进行，装药及起爆由具有爆破资格证书的人员作业。

（3）爆破安全允许距离的确定

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）的要求，露天深孔台阶爆破个别飞散物安全允许距离不小于 200m；露天浅孔台阶爆破个别飞散物安全允许距离不小于 200m，复杂地质条件下或未形成台阶工作面时（爆破处理根底、修路及平整台阶时）不小于 300m。本方案设

计爆破警戒线距离为 300m。

（4）二次破碎

为减少爆破飞石对周边环境的影响，设计采用日立 ZAXIS 型改装型液压碎石机进行机械破碎，严禁使用炸药进行二次破碎。

（5）避炮棚

为保证起爆作业人员和采场内作业人员安全，在爆破振动安全允许距离（本次设计取 150m）外设置可移动式钢结构避炮棚。避炮棚净尺寸为：2.0m（长）×2.0m（宽）×2.0m（高），顶棚盖和迎飞石立面侧采用 10mm 厚钢板，其他三个立面和门采用 3mm 厚钢板。可移动式钢结构避炮棚根据矿山爆破位置的变换，应始终与爆破作业点保持 150m 距离，避炮棚开口应背向爆破飞石方向。

10. 露天开沟（总平面布置）

矿山采用露天开采，自上而下水平分层开采方式，初期主要开采矿区范围内的南侧的矿体；其中南侧先期会形成 5 个平台即 370m 平台、360m 平台、350m 平台、340m 平台和 330m 平台，每采完 2 个平台后即可并段，并段后的高度为 20m。（如总平面布置：开采 360m 和 350m 平台，开采完毕后，立刻进行并段，并段后台阶高度为 20m，剩余 1 个平台为 360m 平台）同时需修建临时运输道路用于基建运矿和运岩，宽度为 5m，最小转弯半径 15m，采用 III 级路面。

根据矿山现状，总平面布置一设计临时废石场布置在界内西南侧南侧，表土场布置在界内北侧；其中表土堆放场属于临时占地，表土基建结束后立即按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案》的计划安

排进行植被恢复使用，不长时间堆放，后期剥离的表土直接堆放在露天采场内，无需新增损毁土地；运输道路连接废石场和表土场。

11. 铲装作业

根据矿山规模，采用 2 台住友 SH380LHD-6 型 2.0m^3 挖掘机和 2 台徐工 ZL-50 装载机配备 20t 载重自卸汽车足够完成矿山铲装作业。这种铲装方式具有自重小、尺寸小、设备普遍造价低廉和行走速度快、机动灵活等特点，可以在 20° 坡度上工作。机器数量计算详见下表。

表 4-4 挖掘机数量统计表

序号	计算项目及参数	单位	露天采场
1	矿山年采剥量（矿岩）	万 m^3	24.8
2	矿岩松散系数		1.3
3	年采剥量（松方）	万 m^3	32.24
4	挖掘机铲斗容积	m^3	2.0
5	挖掘机铲斗装满系数	%	80
6	挖掘机每斗装载量	$\text{m}^3/\text{斗}$	1.6
7	汽车实际载重	m^3	6.4
8	每车装载斗数	斗/车	4
9	挖掘机每斗装载时间	S	20
10	装满一车时间	S	80
11	汽车入换时间	S	20
12	装满一车总时间	S	120
13	挖掘机班工作时间	h	8
14	班工作时间利用系数（ η ）	%	85
15	挖掘机每班有效作业时间	S/班	24480
16	挖掘机每班装载车数	车/班	204
17	挖掘机每班装载量	$\text{m}^3/\text{班}$	1306
18	挖掘机每年工作天数	天	300
19	挖掘机每天工作班数	班	1
20	挖掘机每年工作班数	班	300
21	挖掘机台年工作利用系数	%	80
22	挖掘机台年生产能力	万 $\text{m}^3/\text{台 a}$	31.34
23	年担负量（矿岩合计）	万 m^3	32.24
24	所需挖掘机台数	台	1.03

12. 运输作业

矿山计算年采剥总量 24.8 万 m^3 ，其中矿石 23.62 万 m^3 ，岩石 1.18 万 m^3 ，计算生产剥采比 0.05 m^3/m^3 。选用自卸翻斗汽车进行运输矿岩工作，由徐工 ZL-50 型前装机辅助铲装至欧曼牌 20t 自卸车上。汽车平均运距 800m，运输设备数量计算详见下表。

表 4-5 运输设备数量计算表

序号	计算项目	单位	计算符号及公式	露天采场
1	汽车额定载重量	t		20
2	载重利用系数		K_1	0.9
3	矿岩松散系数			1.3
4	汽车额定载荷量	m^3	G	7.11
5	汽车实际载重	m^3	$Q_1=GK_1$	6.4
7	平均单程运输距离	公里	L	0.8
8	平均运行速度	公里/h	V	15
9	运行时间	分	$t_{运}=2L \times 60/V$	6.4
10	装车时间	分	$t_{装}$	2.0
11	卸载时间	分	$t_{卸}$	1.0
12	调头及其它	分	$t_{调等}$	2.5
13	汽车周转一次时间	分	$t=t_{运}+t_{装}+t_{卸}+t_{调等}$	11.9
14	每班工作时间	h	T	8
15	班工作时间利用系数		K_2	0.8
16	台班运输次数	次	$\eta=60 \times K_2 \times T/t$	32.26
17	单车台班运输能力	$m^3/\text{台班}$	$A=\eta \times Q_1$	206.46
18	矿山年工作天数	天	S	300
19	矿山每天工作班数	班/天	C	1
20	汽车出车率	%	K_3	80
21	单车台年运输能力	万 $m^3/\text{台年}$	$Q=A \times S \times C \times K_3$	4.95
22	矿山年采剥量(矿岩)	万 m^3		24.8
23	矿岩松散系数			1.3
24	年采剥量(松方)	万 m^3		23.62
25	矿山班采剥量	m^3	$Q_{班}$	787
26	运输不均衡系数		K	1.17
27	实际作业台数	台	$N_1=Q_{班} \times K/A$	4.46
28	在册台数	台	$N=N_1/K_3$	5.57
29	在册台数合计	台	取整数	6

经计算矿山共需用 8 台 20t 自卸汽车（6 工 2 检），可满足运输矿岩的生产需要。

13. 辅助设备

矿山需要推土机、洒水车等设备辅助矿山生产。选用 T160B-1 型履带式推土机 1 台用于排土作业，选用 1 辆 5t 洒水车为矿山道路进行洒水作业。

14. 矿山防排水

（1）先期截水

矿山生产前期，先期 270m 以上为山坡露天开采，露天坑的汇水来源主要为大气降水，降水多集中在七、八月份，没有封闭圈，大部分雨水可自行排出，无需水泵。沿露天采场顶部山体修建简易截水沟，截水沟主要拦截矿区东侧山坡流向露天采场的水，保护露天采场不受水流冲刷。北侧山坡的汇水面积为 31860m^2 ，依据《详查报告》提供的降雨数据，该地区日最大降雨量 $q=0.1628\text{m/d}$ ，暴雨径流系数采用 0.8， $Q_{\text{截}}=31860 \times 0.1628 \times 0.8=4149.45\text{m}^3/\text{d}=0.10\text{m}^3/\text{s}$ 。设计截水沟长度 650m，截水沟深 0.3m，净宽 0.3m。

截水沟流量验证按曼宁公式 $Q=A \times C \times \sqrt{RI}$ 进行验证，式中：

A 为截水沟面积， $=0.3 \times 0.3=0.09\text{m}^2$ ；

R 为水力半径， $=A/X=0.09/(0.3+0.3+0.3)=0.1$ ；

C 为谢才系数， $=1/n \times R^{1/6}=1/0.05 \times 0.1^{1/6}=13.62$ ；

I 为渠道纵坡，取 0.15；

经计算 $Q=0.09 \times 13.62 \times \sqrt{0.1 \times 0.15}=0.15\text{m}^3/\text{s}$ ，通过验证选取

的截水沟尺寸可满足矿山的排水需求。需要注意的是强降雨情况下矿山禁止开采，排水后继续工作。截水沟示意图详见插图 4-1。

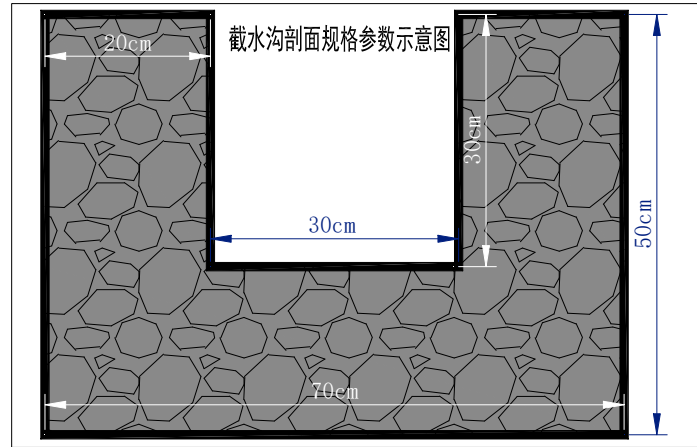


插图 4-1 简易截水沟剖面示意图

(2) 后期水泵排水

后期矿山凹陷露天开采，依据《详查报告》可知，矿坑正常涌水量 $241.42\text{m}^3/\text{日}$ ，雨季日平均矿坑涌水量 $1217.02\text{m}^3/\text{日}$ ，最大涌水量 $16987.22\text{m}^3/\text{日}$ ，需要说明的是《详查报告》只计算了自然排水至 270m 标高封闭圈的涌水量，本次方案依据《详查报告》提供的降雨数据补充封闭圈 270m 至 250m 标高的正常涌水量、雨季日平均涌水量和最大涌水量，该地区日降雨量 $q_1=0.00166\text{m}/\text{d}$ ，雨季平均日降雨量 $q_1=0.011\text{m}/\text{d}$ ，最大降雨量 $q_2=0.1628\text{m}/\text{d}$ ；截水沟至 250m 标高的汇水面积为 40385m^2 。

$$Q_{\text{补正常}}=0.00166 \times 40385=67.04\text{m}^3/\text{d};$$

$$Q_{\text{补雨季}}=0.011 \times 40385=444.24\text{m}^3/\text{d};$$

$$Q_{\text{补最大}}=0.1628 \times 40385=6574.68\text{m}^3/\text{d}。$$

经计算，正常涌水量 $241.42+67.04=308.46\text{m}^3/\text{d}$ （合 $12.85\text{m}^3/\text{h}$ ）。

雨季日平均涌水量 $1217.02+444.24=1661.26\text{m}^3/\text{d}$ （合 $69.22\text{m}^3/\text{h}$ ）。

最大涌水量为 $16987.22+6574.68=23561.90\text{m}^3/\text{d}$ (合 $981.75\text{m}^3/\text{h}$)。

综上所述，考虑年降水因素，其中最大降雨量 10 年一遇，正常涌水量又是偏低，雨季日平均涌水量作为排水量较为适宜，雨季日平均涌水量 $1661.26\text{m}^3/\text{d}$ ($69.22\text{m}^3/\text{h}$)。

大气降水汇集到露天采坑底，250m 露天底至 270m 出入沟高差为 20m，正常情况下选用 1 台扬程范围为 20m、流量 $60.00\text{m}^3/\text{h}$ 的水泵（100QW80-20-7.5 型潜水泵），该水泵转速为 $2900\text{r}/\text{min}$ ，轴功率为 7.5kW，电机型号为 Y160S1-2，电机功率 11kW，效率 70.00%，泵重 115kg，共需 3 台水泵，其中 1 台工作、1 台备用、1 台检修。该水泵 1 台机器一天内排干最大涌水量，满足矿山需求。

选用的水泵安放在矿山的凹陷露天采坑底部，排放至沉淀池，沉淀池主要用来收集矿区的大气降水，后期可排入高位水池，用于湿式凿岩、以及抑尘用水和绿化用水，足够矿山使用。

15. 排岩工作

对于地表植被覆盖区，未来矿山需剥离新增的挖损区域的表土和风化岩，根据地质资料，地表基本已经全部损毁，覆盖层较薄，平均厚度约为 0.5m，生产前应将覆盖层剥离，单独存放。

（1）表土工作

矿山需将新增挖损区域的表土进行剥离，需分层堆放，如淋溶层、淀积层和母质层进行分别存放，预测剥离的面积约为 2.7651hm^2 ，平均剥离厚度为 0.3m。由于矿山生产年限较长，表土剥离工作逐年进行，且随着露天台阶的形成，表土需及时用于台阶的复垦工程，矿山

表土的堆放量属于动态变化过程，因此设计在北侧界内设置一个临时表土堆放场，占地面积 0.1561hm^2 ，顶部标高 283.00m ，底部标高 273.00m ，堆高 10.00m ，有效容积为 1.0万 m^3 ；临时表土堆放场可满足矿山的表土临时堆放需求，基建结束后立即按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案》的计划安排进行植被恢复使用，不长时间堆放，如表土存量过大时可将表土转运至露天采场的平台内，减少对矿区外林地的破坏。考虑到表土需维持其土壤营养成分，堆放不宜过高，按地形走势单台阶堆高不超过 10m ，待土地复垦时作为覆土来源。

（2）废石工作

剥离表土后，其次剥离风化层岩石，依据《核实报告》提供的地质资料，经计算矿山设计共剥离约 3.88万 m^3 的废石（实方），大部分废石用于本矿山修复工程，主要为回填露天采坑以及部分废石用于矿山基建，修路等综合利用。

本矿山不设置永久废石场，为保证废石的转运，在西南侧界内设置一处临时废石堆放场，不占用界外土地，该废石堆放场占地面积 0.2335hm^2 ，顶部标高 280.00m ，底部标高 254.00m ，堆高 26.00m ，有效容积为 3.98万 m^3 。采矿结束后立即回填凹陷露天采坑。不占用其他土地，进行综合利用。

16. 开采回采率

根据矿体赋存形态，参照类似矿山，设计确定矿石回采率为 98% ，废石混入率为 2% 。符合《矿产资源“三率”指标要求 第6部分：石墨等26种非金属矿产》（DZ/T0462.6-2024）的一般指标要求，建筑

用石料矿山开采回采率一般不低于 95%。

17. 采矿供电

设计矿山采用单回路双电源供电：其中：主供电源引自附近 10kV 变电所，经架空线路到变电所。地面动力用电电压 380V，地面照明用电采用 220V，地面变压器中性点接地，接地电阻 4Ω ，地面设备外壳接地，接地电阻 4Ω 。高压动力电缆采用 YJV22-10000 型电力电缆，低压动力电缆采用 MVV22-1000 型电力电缆，移动设备采用矿用橡皮绝缘铜芯软电缆，控制电缆一般选择 MkVV、MkVV22。

18. 矿山通讯

矿山采用无线联络系统，现场工作人员采用手机作为通讯工具，通过无线通讯联络，保证全矿山通信顺畅，通信无死角。

19. 采矿主要设备

矿山为生产矿山。设备需求量见下表。

表 4-6 露天开采设备表

序号	设备名称	型 号	单位	需求
1	潜孔钻	KQ-200A	台	2（1 工 1 备）
2	挖掘机	住友 SH380LHD-6	辆	2
3	碎石机	日立 ZAXIS 型改装	辆	2
4	装载机	ZL-50	辆	2
5	推土机	红旗 T160B-1	辆	1
6	汽 车	欧曼自卸 20t	辆	8（6 工 5 备）
7	洒水车	DD482	辆	1
8	水泵	100QW80-20-7.5 型潜水泵	台	3（1 工 1 备 1 检修）

20. 设计露天开采技术经济指标

境界内矿石量：624.96 万 t；

平均剥采比：0.02m³/ m³；

小体重为 2.56t/m³；

年采矿量：60 万 t/a；（23.62 万 m³/a）

计算年生产剥采比：0.05m³/m³；

计算年剥离量：1.18 万 m³/a；

矿石回采率：98%；

废石混入率：2%。

（三）拟建生产规模

1. 矿山生产规模

根据矿山现采矿许可证（C*****）的信息，矿山现产生规模为 18 万 t/a，属于小型矿山。

依据辽宁省自然资源厅 2022 年 11 月 7 日发布的《关于公布新一轮矿产资源总体规划确定重点矿种最低开采规模的公告》：“水泥用大理石一已有矿山最低生产规模为 30 万 t/a”。根据开采技术条件、当地市场需求情况及委托方要求，结合矿区的资源量情况，本次设计生产能力由 18 万 t/a 提高为 60 万 t/a，生产规模为中型矿山。

2. 开采生产能力验证

露天生产初期剥离量较大，计算年生产剥采比为 0.05 m³/m³（高于平均剥采比 0.02m³/m³），废石年剥离量 1.18 万 m³，矿岩总量 24.8 万 m³。本次设计按可布置装载设备数量验证生产能力。

采场工作线长平均可达到 450m，采装设备采用住友 SH380LHD-6 型 2.0m³ 挖掘机，台年效率为 32.24 万 m³；辅助装矿岩设备采用徐工 ZL-50 型斗容 2.5m³ 前装机，台年效率为 40 万 m³。

$$A = (L/L_{\text{铲}}) \cdot n \cdot Q = N \cdot n \cdot Q = 2 \times 1 \times 32.24 = 64.48 \text{ 万 m}^3/\text{a}。$$

式中：A——露天开采可能达到的生产能力，万 m³/a；

N——一个采矿阶段可布置的挖掘机数， $N = (L/L_{\text{铲}})$ ；

n——同时工作的采矿台阶阶段数，1 个；

Q——挖掘机台年效率，34.32 万 m³/台·年；

L——一个阶段矿山工作线长度，450m；

$L_{\text{铲}}$ ——一台挖掘机所需工作线长度，200m。

经计算，矿山露天设计生产能力可达到 64.48 万 m³/a（合 165.07 万 t/a），可满足矿山生产需求（60 万 t/a）。（铲装作业详细计算挖掘机数量相关内容）

3. 矿山服务年限

区内共估算水泥用大理石矿石资源量（控制+推断）770.80 万 t。本次设计利用资源量控制+推断 624.96 万 t。

根据采矿设计手册及矿山的生产实际，选取适合的矿山开采技术参数，矿山露天设计生产能力 60 万 t/a 本次计算结果为：

$$T = \frac{Q \cdot \eta}{A \cdot (1 - \rho)} = \frac{624.96 \times 98\%}{60 \times (1 - 2\%)} = 10.42a$$

式中：T——矿山服务年限，a；

Q——设计开采量，624.96 万 t；

η ——矿石回采率，98%；

ρ —废石混入率，2%；

A—生产能力，60 万 t/a。

经计算，矿山按年产 60 万 t/a 满额生产的服务年限为 10.42 年（不含基建期）。自采矿许可证发证之日起。

考虑到由于矿山不能立即达产，应作出排产规划。

表 4-7 开采生产规划表

设计量（万）t	1a	2a	3a~10a	11a
624.96	基建 30	60	60×7	54.96
是否达产	未达产	达产	达产	减产

依据开采生产规划表可知，其中：第 1 年至有剥离地表覆盖层、开拓工作平盘、构建露天掌子面等工程为“未达产期”，第 2 年至第 10 年为“达产期”，第 11 年为“减产期”。故，矿山总规划服务年限为 10.92 年，合 10 年 11 个月（含基建期 6 个月），自采矿许可证发证之日起。

4. 工作制度

矿山采用间断工作制，年工作 300 天，每天 1 班，每班 8 小时。

5. 产品方案

矿山年开采的水泥用大理石矿就地出售。

（四）资源综合利用

1. 采矿回采率、工艺流程及技术指标

（1）工艺流程

将水泥用原材料破碎至 40mm（粒径）以下，再掺入煤、铁粉及萤石等辅助原料。再经粉磨（筛余量控制在 8%以下），成球、煅烧（窑

温控制在 1100~1350℃) 后, 即制成水泥熟料。又将熟料掺入矿渣、浮石及石膏辅助原料, 即制成水泥混合熟料。经又一次粉磨(筛余量控制在 6%以下), 即成水泥成品。

(2) 主要技术指标

矿石主要矿物成分为方解石, 含量约 95%以上, 根据《矿产资源“三率”指标要求 第 6 部分: 石墨等 26 种非金属矿产》(DZ/T0462.6-2024) 的一般指标要求, 露天开采水泥用大理石的矿山开采回采率一般不低于 95%, 最低指标不低于 90%。

根据矿体赋存形态, 参照周边类似矿山指标, 本矿山设计确定矿石回采率为 98%, 废石混入率为 2%。满足一般指标要求。

2. 综合利用

根据《关于<辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告>评审备案的复函》(铁自然资中心储备字〔2025〕7 号)。可知, 本矿没有共伴生矿种, 不涉及共(伴)生矿种的综合利用。

依据设计可知, 本矿山凹陷露天开采, 将来废石先进行修路, 截水沟、挡渣墙等综合利用。后期用于本矿山修复工程, 主要为回填露天采坑。

3. 资源保护

本次设计露天采场底部标高为+250.00m, 顶部标高为 375.00m, 因矿区范围限制, 临近矿区范围界限处一部分矿量形成挂帮矿量, 未能回采, 为保护此部分不设计利用的矿体, 设计要求矿山严格按照设计进行开采, 不得超采, 不得破坏未设计利用的部分。

4. 技术经济

(1) 矿山定员及劳动生产率

表 4-8 职工定员明细表 单位：人

工种		设备型号	I 班
生产工人	潜孔钻司机	KQ200A 型	1
	挖掘机司机	住友 SH380LHD-6	2
	装载机司机	ZL-50	2
	碎石机司机	日立 ZAXIS 型改装	2
	汽车司机	欧曼自卸 20t	6
	洒水车司机	DD482	1
	推土机	ZL-50	1
	水泵工		1
	爆破工		6
	装药工		6
	信号工		2
	电工		2
	钳工		2
	调度工		2
	请假、串休		2
小计			38
其他人员	矿长		2
	安全员		2
	技术员		2
	管理人员		2
	仓库员		1
	会计		1
	做饭工		2
小计			12
合计			50

按生产工艺确定需要的生产工人数，露天总定员 50 人，生产工人 38 人，管理及技术人员 12 人。

露天全员劳动生产率为 12000t/人·a，生产工人劳动生产率为 15789t/人·a。

(2) 矿山投资估算

1) 设备投资

露天开采设备投资详见下表。

表 4-9 采矿设备投资统计表 单位：万元

序号	设备	规格型号	单位	需求	已有	需购	单价	金额
1	潜孔钻	KQ-200A	辆	2	1	1	60	60
2	挖掘机	住友 SH380LHD-6	台	2	1	1	140	140
3	碎石机	日立 ZAXIS 型改装	台	2	1	1	60	60
4	装载机	ZL-50	台	2	1	1	30	30
5	推土机	红旗 T160B-1	台	1	1	0	20	0
6	汽车	欧曼自卸 20t	台	8	3	5	20	100
7	洒水车	DD482	台	1	1	0	10	0
8	潜水泵	100QW80-20-7.5 型 潜水泵	台	3	3	0	5	0
9	合计							390

经统计，矿山开采设备投资 390 万元。

2) 基建工程投资

矿山为已生产矿山，现有的运输道路和地表设施基本满足矿山生产需求，但是还需在基建时截水沟，防止露天采场雨水冲刷。

在露天采场周边进行修建截水沟，长度约为 650m，按 100 元/m 计算，新建截水沟的费用约为 6.50 万元。

3) 矿山基建投资汇总

矿山投产还需的其他费用：

表 4-10 其他投资费用统计表 单位：万元

费用构成	费用
安全设施费	20
设计费	15
工程地质勘察费	10
竣工验收费	5
矿山治理复垦基金	80
水土补偿费	20
不可预见费	10
林地补偿费	10
合计	170

合计矿山投资总额见下表：

表 4-11 矿山投资汇总表 单位：万元

投资类型	开采投资
设备投资	390
基建工程投资	6.5
其他费用	170
合计	566.5

矿山投资总额为 566.5 万元。

(3) 矿石开采成本估算

根据矿山采用的采矿方法，参考类似矿山以往的生产实践，估算露天开采综合成本按费用项目进行估算，其项目包括材料费、燃料动力费、工人工资及福利费、管理费等。详细见下表：

表 4-12 单位生产成本费用表

序 号	项 目	单 位	金 额
1	材料费	元/t	2.21
2	动力电费	元/t	1.62
3	燃料动力费	元/t	2.45
4	工人工资及福利	元/t	5.90
5	管理费	元/t	1.12
6	设备折旧费	元/t	2
7	其 它	元/t	0.70
合计		元/t	16

经统计，露天开采综合成本为 16 元/t，矿山年生产能力为 60 万 t，露天开采年成本为： $16 \times 60 = 960$ 万元。

(4) 矿山经济估算

矿石采出后就地出售，矿山年生产能力为 60 万 t，开采的矿种为大理岩石矿，经在附近几家矿山进行调查，按目前的市场情况，大理岩矿石售价为 40 元/t，年销售收入 2400 万元。

增值税=销项税-进项税

$$= (\text{销售收入} - \text{材料费} - \text{燃料动力费}) \times 60 \times 13\%$$

$$= (40 - 2.21 - 1.62 - 2.45) \times 60 \times 13\%$$

$$= 262.782 \text{ 万元}$$

城建维护费为增值税的 5%；

教育费为增值税的 3%；

地方教育费附加为增值税的 2%；

资源税：根据《辽宁省资源税税目税率表》规定，矿种以大理岩为征收对象，大理岩以原矿销售额为计税依据的矿产资源，税率 8%。

年资源税额=原矿销售额×资源税税率

$$= 2400 \times 8\% = 192 \text{ (万元)}$$

年利税额=销售收入-年成本；

年盈利=年利税额-销售税金及附加-资源税；

所得税为年盈利的 25%计；

税后利润=年盈利-所得税。

表 4-13 矿山开采经济效益估算表

序号	项 目		指 标	单 位	参 数	备 注
1	矿石产量		60	万 t/a	—	
2	矿石售价		40	元/ t ³	—	—
3	销 售 额		—	万元/a	2400	—
4	采 矿 成 本		22	万元/ m ³	960	采矿成本
5	年 利 税 额		—	万元	1440	3-4
6	矿山增值税		13%	万元/a	262.78	销项税-进项税
7	销售税金及附加	城市维护建设费	5%	万元/a	13.14	按增值税计取
		教育费附加	3%	万元/a	7.88	按增值税计取
		地方教育费附加	2%	万元/a	5.26	按增值税计取
		小 计	—	—	26.28	—
8	矿产资源税		8%	万元/a	192.00	按销售额计取
9	年 盈 利		—	万元	1221.72	5-7-8
10	年所得税		25%	万元	305.43	按年盈利计取
11	年税后利润		—	万元	916.29	—

采出矿石就地出售，按目前的市场情况，估算矿石平均售价为 40 元/t，年营业额为 2400 万元，年采矿成本为 960 万元。矿山年利税 1440 万元，年税后利润为 916.29 万元，返本期 0.62 年，经济效益较好。

五、结论

（一）资源储量与估算设计利用资源量

根据《关于〈辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告〉评审备案的复函》（铁自然资中心储备字〔2025〕7号）可知，经评审确认，截至2025年5月31日，核实区（界内+深部扩界+平面扩界范围）水泥用大理岩矿KZ+TD资源量770.80万t，其中KZ资源量685.82万t，占资源总量的88.97%，TD资源量84.98万t，占资源总量的11.03%。控制程度达到详查程度，水工环地质工作达到勘探程度，矿床规模属于小型。矿石工业类型：水泥用大理岩。矿区矿石质量较好。

界内保有水泥用大理岩矿KZ+TD资源量212.33万t，其中KZ资源量204.56万t，TD资源量7.77万t。

深部扩界内保有水泥用大理岩矿KZ+TD资源量146.02万t，其中KZ资源量137.81万t，TD资源量8.21万t。

平面扩界区内保有水泥用大理岩矿KZ+TD资源量412.45万t，其中KZ资源量343.45万t，TD资源量69.00万t。

本次方案设计利用资源量为624.96万t，占矿区资源量770.80万t的81.08%。

（二）采矿权矿区范围

辽宁恒瑞矿业有限公司水泥用大理石矿现采矿权矿区范围共有两个采区，分别为一采区和二采区。拟申请矿区范围由原一、二采区及夹缝区域整合为一个采区，并进行深部扩界。

本次方案根据采矿许可证及《辽宁省昌图县赵家沟水泥用大理岩矿扩界资源储量核实报告》圈定矿区范围，结合矿体分布特点：设计采用一套露天开采系统进行开采。

本次设计采矿权范围由 6 个拐点圈定，矿区面积 0.0784 平方公里；开采深度最高点由矿区范围内最高点确定为+375.00m，最低点由《核实报告》的矿体赋存最低标高确定为+250.00m，故开采深度：由+375.00 米至+250.00 米标高。采矿权矿区范围拐点坐标详见下表。

表 5-1 采矿权矿区范围拐点坐标表

拐点号	2000 国家大地坐标系		拐点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	*****	*****	5	*****	*****
2	*****	*****	6	*****	*****
3	*****	*****	7	*****	*****
4	*****	*****			
矿区面积：0.0784 平方公里；开采深度：由+375.00 米至+250.00 米标高。					
采用 CGCS2000 年国家大地直角坐标系，1985 年国家黄海高程基准。					

（三）开采矿种

本次方案设计开采矿种为水泥用大理石矿，无共（伴）生矿种。

（四）开采方式、开采顺序、采矿方法

1. 开采方式

本次设计开采方式为露天开采，与矿山现开采方式一致。

2. 开采顺序

设计露天开采，自上而下逐台阶开采，从矿区运输道路开拓运输干线至首采作业平台，待本级台阶开采结束后，再退至下级作业平台。采完 2 个平台后即可并段，并段后的高度为 20m。

3. 采矿方法

矿山采用露天开采方式，自上而下、水平分层开采方法。

（五）拟建生产规模、矿山服务年限

本次设计确定矿山年生产规模为 60 万 t/a，满额生产的服务年限为 10.42 年（不含基建期），矿山总规划服务年限为 10.92 年，合 10 年 11 个月（含基建期 6 个月），自采矿许可证发证之日起。

（六）资源综合利用

本次方案设计矿石回采率为 98%，废石混入率为 2%。满足露天开采水泥用大理石矿产的一般指标要求，矿山开采回采率一般不低于 95%。

本矿水泥用大理石矿矿石中其他有益组分含量很低，不具工业意义，本矿没有共伴生矿种，不涉及共（伴）生矿种的综合利用

（七）综合经济技术指标

全矿综合经济技术指标见下表：

表 5-2 经济技术指标表

序号	指标名称	单位	指标
1	矿区资源量	万 t	770.80
2	设计损失量	万 t	145.84
3	设计利用量	万 t	624.96
4	设计利用率	%	81.08
5	回采率	%	98
6	混入率	%	2
7	矿山规模	万 t /a	60
8	矿区范围	平方千米	0.0784
9	开采深度	海拔 m	由+375.00 米至+250.00 米标高
10	服务年限	年	10.42（不含基建期）
11	总服务年限	年	10.92（含基建期 6 个月）
12	开采方式		露天开采
13	采矿方法		自上而下水平分层
14	采场内岩量	万 m ³	3.8778
15	平均剥采比	m ³ /m ³	0.02
16	计算年生产剥采比	m ³ /m ³	0.05
17	阶段高度	m	10；并段后 20
18	矿山定员数	人	50
19	全员劳动生产率	t 人·年	12000
20	基建总投资	万元	566.5
21	年总成本	万元/年	960
22	年销售收入	万元/年	2400
23	年利税额	万元/年	1440
24	税后利润	万元/年	916.29
25	投资回收期	年	0.62
26	经济效益	—	较好

六、需要说明的问题

（一）存在的问题

矿山露天采坑的边坡相对高差较高，较易发生崩塌、落石等地质灾害。矿区服务年限较长，破坏土地面积较大。

（二）提出的建议

1、矿山生产时应加强边坡稳定性监测，若边坡存在失稳可能，施工机械及人员应尽快撤离，并且采取各种措施消除可能发生的各种地质灾害隐患；严格执行开发利用方案和开采设计，确保生产安全。

2、矿山开采中，应遵循有关规范和设计，注意保护土地和植被，合理排放表土，避免造成局部滑塌导致土地荒漠化、水土流失等不良地质现象，保护好环境质量。当矿山在开采过程阶段，形成的采矿平台应及时进行治理复垦工作，闭矿后矿山应全面治理复垦，积极配合《绿色矿山规划》的工程实施。

3、本次设计的开采工艺、工作制度、设备投资及经济效益估算等仅作为新立采矿权出让提供依据及参考，建议采矿权人仔细调研并结合实际进行科学评估。

4、矿山应及时关注天气预报，暴雨期间及时停产，开采设备移至安全停放位置，防止经济损失。矿山 270m 以下为凹陷露天采坑，在丰水期期间，水泵安放在矿山的凹陷露天采坑底部，排放至沉淀池，后期可排入高位水池，用于湿式凿岩、以及抑尘用水和绿化用水。