

编号：TS2026FM-WKX07-002

赤峰市海业矿产有限责任公司

尾矿库

安全现状评价报告

赤峰天硕安全技术有限责任公司

资质证书编号：APJ—（蒙·矿）—006

评价报告完成日期：2026年8月



赤峰市海业矿产有限责任公司

尾矿库

安全现状评价报告

法 定 代 表 人:王桥文

技 术 负 责 人:任胜杰

评价项目负责人:段志刚

评价报告完成日期:2026 年 8 月



声 明

依据安全评价过程控制的要求，为保证本报告的准确、公正、真实、有效，受赤峰市海业矿产有限责任公司委托，我公司对赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库安全现状评价项目指派段志刚、王书平、张文武到项目现场进行实地勘查、收集企业相关资料工作。根据企业提供的相关资料、数据、实地勘查情况，按照国家有关法律、法规、标准的规定进行报告的编制，我公司对本报告结论负责，并承担相应的法律责任。

特此声明

法定代表人（签字）：

单位（盖章）：赤峰天硕安全技术有限责任公司

2026 年 8 月 14 日



评 价 人 员

	姓名	资格证书号	从业登记编号	专业	签字
项目负责人	段志刚	18000000000200113	023124	水工结构	
项目组成员	张文武	15000000000200258	025806	安全	
	李志峰	18000000000300275	033072	电气	
	杨柏龄	11000000000301013	018497	机械	
	王书平	17000000000300561	030587	地质	
	仲伟娟	11000000000100522	012612	采矿	
	李文涛	18000000000300068	033618	通风	
报告编制人	张文武	15000000000200258	025806	安全	
	李志峰	18000000000300275	033072	电气	
	杨柏龄	11000000000301013	018497	机械	
	王书平	17000000000300561	030587	地质	
	仲伟娟	11000000000100522	012612	采矿	
报告审核人	曹会学	15000000000200663	026659	矿建	
过程控制负责人	丛铁铮	17000000000300564	030507	电子工程	
技术负责人	任胜杰	11000000000100410	010672	机械	

技术专家

任伟成： 选矿工程 高级工程师



矿山企业基本情况表

矿山企业名称	赤峰市海业矿产有限责任公司				
详细地址	喀喇沁旗美林镇福合元村三组			邮编	024423
主要负责人	于化仁	联系人 联系电话	沈佳儿 15058109039		
企业经济类型	有限责任公司 (自然人投资或控股)	开采矿种	铜钼	从业人数	15 人
设计单位	赤峰金岳矿山工程设计有限公司				
原《安全生产许可证》发证单位及编号	内蒙古自治区应急管理厅 (蒙) FM 安许证字〔2023〕006784 号	《营业执照》发证单位及信用代码	喀喇沁旗市场监督管理局 911504286640710717		
尾矿库规模 (库容、坝高)	尾矿坝设计总坝高 25m, 设计总库容 17.48 万 m ³ , 尾矿库等别为五等尾矿库。	选矿厂规模 选矿工艺	日处理量 150t/d 单一浮选		
库区周围情况	尾矿库位于选厂及办公区北侧上游约 430m 处的沟谷内。该沟谷是一条近 NS 方向延伸的狭长封闭沟谷, 其南侧沟口处的最低标高 1000m 左右, 北侧山脊标高为 1245m。沟谷全长约 1.9km, 坝趾以上长度为 0.743km, 汇水面积约 0.1803km², 尾矿坝上游平均坡度 18.86%, 该沟谷底较陡, 两侧山体高差大。 尾矿库所在沟内无居民, 沟谷内的植被条件中等偏好, 尾矿坝址距下游沟口三节地村流经距离 1.3km。尾矿库下游 430m 为选矿厂和办公区, 均位于沟谷左岸山坡, 此外尾矿库下游流经路径 1km 范围内无风景名胜、国家自然保护区、采矿及建筑设施、学校、市场。尾矿库仅对下游 430m 的选矿厂和办公区构成一定影响。				
备注					



前 言

赤峰市海业矿产有限责任公司位于喀喇沁旗美林镇福合元村三组，成立于 2007 年 7 月 24 日，是一家从事铜、钼矿采选销售的企业。企业性质为有限责任公司（自然人投资或控股），企业法定代表人于化仁。尾矿库为山谷型尾矿库，设计总坝高 25m，一次筑坝，形成的总库容为 17.48 万 m^3 ，为五等尾矿库，尾矿堆存方式为压滤干堆，采用库周式尾矿排放的方式，2023 年 8 月对尾矿库进行了安全设施验收。

根据《中华人民共和国安全生产法》、原国家安全生产监督管理总局第 38 号《尾矿库安全监督管理规定》。受赤峰市海业矿产有限责任公司的委托，赤峰天硕安全技术有限责任公司对赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库进行了安全现状评价，并出具安全现状评价报告。安全现状评价报告的内容包括：

- 1、评价目的与依据
- 2、概述
- 3、危险、有害因素辨识及分析
- 4、评价单元划分和评价方法的选择
- 5、安全现状评价
- 6、危险危害程度评价
- 7、安全对策措施
- 8、评价结论

本评价报告主要根据赤峰市海业矿产有限责任公司所提供有关技术资料和对尾矿库现场检查情况，在对尾矿库生产系统中的危险、有害因素进行分析的基础上，运用定性、定量方法对各单元进行了安全评价，并针对该生产系统中存在的问题，提出了相应的安全对策措施。这些措施可作为该公司生产安全管理工作的主要依据之一，同时也可作为应急管理部门对



该尾矿库生产实施安全监督管理的重要内容之一。

在本次评价过程中，赤峰市海业矿产有限责任公司对这次安全评价工作给予了高度重视和积极配合，在此表示感谢。

赤峰天硕安全技术有限责任公司

2026 年 8 月



目 录

第一章 评价目的与依据	1
1.1 评价对象与范围	1
1.2 评价目的和内容	1
1.3 评价依据	2
1.4 评价程序	8
第二章 概 述	12
2.1 企业基本情况	12
2.2 企业的地理位置、交通及自然地理情况	14
2.3 区域地质概况	15
2.4 尾矿库设计概况	24
2.5 尾矿库现状情况	30
2.6 尾矿库周边环境	36
2.7 尾矿库隐蔽致灾因素普查情况	37
2.8 安全生产管理机构	39
第三章 危险、有害因素辨识	43
3.1 存在的主要危险有害因素	43
3.2 主要自然灾害危险有害因素辨识	43
3.3 主要危险有害因素辨识	44
第四章 评价单元划分和评价方法选择	54
4.1 评价单元划分	54
4.2 评价方法选择	54
第五章 安全现状评价	57
5.1 尾矿库安全管理单元	57
5.2 尾矿库周边环境单元	64
5.3 尾矿坝体单元	66
5.4 防排洪单元	77
5.5 干式尾矿运输及尾矿排放单元	88
5.6 安全监测单元	90



5.7 辅助设施及安全标志单元	92
第六章 危险危害程度评价	95
6.1 采用作业条件危险性法（LEC）进行评价	95
6.2 采用事故树分析评价	97
第七章 安全对策措施	100
7.1 安全技术措施	100
7.2 安全管理措施	101
第八章 评价结论	104
8.1 主要危险、有害因素	104
8.2 评价结论	104
一、附件	
1、营业执照	
2、尾矿库安全生产许可证	
3、安全管理机构人员任命文件	
4、主要负责人及安全管理人员安全生产知识和管理能力考核合格证	
5、尾矿库专职技术管理人员毕业证及职称证	
6、特种作业操作证	
7、应急预案备案登记表	
8、矿山应急救援协议书	
9、安全生产责任险保单、人员明细	
10、工伤保险缴费证明	
11、排洪构筑物检测报告	
二、附图	
1、尾矿库现状平面图	
2、尾矿坝横断面图	
3、尾矿库纵剖面图	
4、尾矿库排洪系统、监测设施平面	
5、尾矿库周边关系图	



第一章 评价目的与依据

1.1 评价对象与范围

1.1.1 评价对象

本次安全现状评价对象为：赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库。

1.1.2 评价范围

本次评价范围为：截至 2026 年 8 月 10 日赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库安全生产现状，具体评价范围包括：尾矿库周边环境、尾矿坝、干式尾矿运输及尾矿排放、防排洪设施、安全监测设施、安全标志、辅助设施、尾矿库安全管理等，对该项目潜在的危險及有害因素进行安全性分析和评价，并提出合理可行的安全措施，最终得出项目风险程度是否可接受的评价结论，本次评价范围不包括选矿厂、尾矿输送及压滤车间。尾矿库涉及的环境保护、职业卫生防护、消防等问题，应执行国家、地方有关法律法规、标准或规范，不包括在本次安全现状评价范围之内。

1.2 评价目的和内容

依据国家有关的法律、法规和标准，运用安全系统工程方法，对尾矿库进行全面的安全检查、分析，找出生产过程中出现的问题，提出相应的安全对策措施及建议。对尾矿库存在的潜在危險，进行定性定量分析，评价其发生危險的可能性及其产生的后果，确保矿山实现安全生产。为安全生产管理实现系统化、标准化和科学化提供依据；为应急管理部门实施安全监察、管理提供依据。

本次安全现状评价内容为尾矿库周边环境、尾矿坝、尾矿堆积体、干式尾矿运输及尾矿排放、防排洪设施、安全监测设施、安全标志、辅助设施、尾矿库安全管理等，对该项目潜在的危險及有害因素进行安全性分析和评价，并提出合理可行的安全措施。



1.3 评价依据

1.3.1 法律法规

1、法律

(1) 《中华人民共和国矿山安全法》（1992 年 11 月 7 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，自 1993 年 5 月 1 日起施行，根据 2009 年 8 月 27 日中华人民共和国主席令第 18 号《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正）；

(2) 《中华人民共和国劳动法》（1994 年 7 月 5 日第八届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过，自 1995 年 1 月 1 日起施行，根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正）；

(3) 《中华人民共和国防洪法》（1997 年 8 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过，自 1998 年 1 月 1 日起施行，根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正）；

(4) 《中华人民共和国职业病防治法》（2001 年 10 月 27 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，自 2002 年 5 月 1 日起施行，根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第四次修正）；

(5) 《中华人民共和国安全生产法》（2002 年 6 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，自 2002 年 11 月 1 日起施行，根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正）；

(6) 《中华人民共和国水污染防治法》（1984 年 5 月 11 日第六届全



国人民代表大会常务委员会第五次会议通过,2008年2月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议修订,自2008年6月1日起施行,根据2017年6月27日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国水污染防治法〉的决定》第二次修正);

(7)《中华人民共和国水土保持法》(1991年6月29日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过,2010年12月25日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订,2011年3月1日起施行);

(8)《中华人民共和国环境保护法》(1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过,2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订,自2015年1月1日起施行);

(9)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(1995年10月30日第八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过,2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订,自2020年9月1日起施行)。

2、法规

(1)《安全生产许可证条例》(中华人民共和国国务院令第397号,根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修正,自2004年1月13日起施行。

(2)《建设工程安全生产管理条例》(中华人民共和国国务院令第393号,自2004年2月1日起施行);

(3)《地质灾害防治条例》(中华人民共和国国务院令第394号,2004年3月1日起施行);

(4)《工伤保险条例》(中华人民共和国国务院令第586号,自2011年1月1日起施行);

(5)《生产安全事故应急条例》(中华人民共和国国务院令第708号,



自 2019 年 4 月 1 日起施行）。

3、地方性法规

《内蒙古自治区安全生产条例》（2005 年 5 月 27 日内蒙古自治区第十届人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，2017 年 5 月 26 日内蒙古自治区第十二届人民代表大会常务委员会第三十三次会议修订，自 2017 年 7 月 1 日起施行，根据 2022 年 11 月 23 日内蒙古自治区第十三届人民代表大会常务委员会第三十八次会议《关于修改〈内蒙古自治区安全生产条例〉的决定》修正）。

4、部门规章

（1）《生产经营单位安全培训规定》（2006 年 1 月 17 日国家安全生产监督管理总局令第 3 号公布，自 2006 年 3 月 1 日起施行；根据 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正）；

（2）《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2010 年 12 月 14 日国家安全生产监督管理总局令第 36 号公布，自 2011 年 2 月 1 日起施行；根据 2015 年 4 月 2 日国家安全生产监督管理总局令第 77 号修正）；

（3）《尾矿库安全监督管理规定》（2011 年 5 月 4 日国家安全生产监督管理总局令第 38 号公布，自 2011 年 7 月 1 日起施行；根据 2015 年 5 月 26 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号修正）；

（4）《安全生产培训管理办法》（2012 年 1 月 19 日国家安全生产监督管理总局令第 44 号公布，自 2012 年 3 月 1 日起施行；根据 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正）；

（5）《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（2009 年 6 月 8 日国家安全生产监督管理总局令第 20 号公布，自 2009 年 6 月 8 日起施行；根据 2015 年 5 月 26 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号修正）；

（6）《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》（2013 年 8 月 23 日国



家安全生产监督管理总局令第 62 号公布，自 2013 年 10 月 1 日起施行；根据 2015 年 5 月 26 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号修正）；

(7) 《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安全监管总局令第 75 号，2015 年 7 月 1 日起施行）；

(8) 《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 88 号，2016 年 7 月 1 日起施行；根据 2019 年 7 月 11 日应急管理部令第 2 号《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》修正）；

(9) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（应急管理部令第 19 号，自 2026 年 6 月 1 日起施行）。

5、规范性文件

(1) 《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，自 2011 年 7 月 19 日起施行）；

(2) 《国家安全监管总局关于宣布失效一批非煤矿山安全生产相关文件的通知》（安监总管一〔2016〕109 号，自 2016 年 10 月 17 日起施行）；

(3) 《国务院安委会办公室关于全面加强企业全员安全生产责任制工作的通知》（安委办〔2017〕29 号，自 2017 年 10 月 10 日起施行）；

(4) 《内蒙古自治区人民政府办公厅关于印发〈内蒙古自治区落实生产经营单位安全生产主体责任暂行规定〉的通知》（内政办发〔2018〕49 号，自 2018 年 8 月 2 日起施行）；

(5) 《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（应急〔2020〕15 号，自 2020 年 2 月 21 日起施行）；

(6) 《关于印发内蒙古自治区防范化解尾矿库安全风险工作实施方案的通知》（应急〔2020〕42 号，自 2020 年 6 月 22 日起施行）；

(7) 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，自2022年2月8日起施行）；

（8）《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》（矿安〔2022〕88号，自2022年9月1日起施行）；

（9）关于印发《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，2022年11月21日）；

（10）《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》（厅字〔2023〕21号，自2023年8月25日起施行）；

（11）国家矿山安全监察局关于印发《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》的通知（矿安〔2024〕41号，2024年4月23日）；

（12）《国家矿山安全监察局关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作的通知》（矿安〔2024〕70号，2024年6月28日）；

（13）《内蒙古自治区矿山安全监管局关于印发内蒙古自治区非煤矿山建设项目安全设施“三同时”监督管理办法的通知》（内矿安字〔2024〕72号，自2024年10月22日起施行）；

（14）《内蒙古自治区矿山安全监管局关于印发内蒙古自治区非煤矿山企业安全生产许可证颁发管理办法的通知》（内矿安字〔2024〕73号，自2024年10月22日起施行）；

（15）国务院安全生产委员会印发《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》的通知（安委〔2024〕1号，2024年1月16日）。

1.3.2 标准规范

1、国家标准

- （1）《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）；
- （2）《矿山安全标志》（GB/T14161-2008）；
- （3）《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010[2024年版]）；
- （4）《混凝土结构设计标准》（GB/T 50010-2010[2024年版]）；



- (5) 《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）；
- (6) 《尾矿设施施工及验收规范》（GB50864-2013）；
- (7) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (8) 《土工合成材料应用技术规范》（GB/T 50290-2014）；
- (9) 《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB 51108-2015）；
- (10) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）；
- (11) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；
- (12) 《尾矿库安全规程》（GB 39496-2020）；
- (13) 《尾矿堆积坝岩土工程技术标准》（GB/T 50547-2022）；
- (14) 《安全色和安全标志》（GB 2894-2025）；
- (15) 《生产安全事故分类与编码》（GB 6441-2025）。

2、行业标准

- (1) 《安全评价通则》（AQ 8001-2007）；
- (2) 《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）；
- (3) 《水工建筑物荷载设计规范》（SL744-2016）；
- (4) 《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020）；
- (5) 《水工混凝土结构设计规范》（SL/T191-2025）。

1.3.3 评价项目资料依据

1、《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿选厂尾矿库现状稳定性评价》（中城科泽工程设计有限责任公司，2020年7月）；

2、《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库初步设计（重新设计）》（赤峰金岳矿山工程设计有限公司，2021年12月）；

3、《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目



目尾矿库安全设施设计（重新设计）》（赤峰金岳矿山工程设计有限公司，2021 年 12 月）；

4、《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库设计联系单》（赤峰金岳矿山工程设计有限公司，2022 年 11 月）；

5、《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施验收评价报告》（赤峰天硕安全技术有限责任公司，2023 年 8 月）；

6、《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区尾矿库工程排洪构筑物质量检测报告》（辽宁宏大建设工程质量检测有限公司，2026 年 4 月）；

7、《赤峰市海业矿业有限责任公司福合元矿区铜钼矿选厂尾矿库岩土工程勘察报告（详勘）》（赤峰永泰岩土工程有限公司，2026 年 5 月）；

8、《赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库 2026 年度调洪演算报告》（赤峰金岳矿山工程设计有限公司，2026 年 5 月）；

9、《赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库坝体安全性复核报告》（赤峰金岳矿山工程设计有限公司，2026 年 5 月）；

10、《赤峰市海业矿产有限责任公司隐蔽致灾因素普查报告》（西北综合勘察设计研究院，2026 年 6 月）；

11、企业提供的尾矿库相关资料及现状图。

1.4 评价程序

安全现状评价程序主要包括：前期准备、辨识与分析危险、有害因素、划分评价单元、定性定量评价、提出安全对策措施建议、作出评价结论、编制安全评价报告，安全评价工作程序如图 1-2 所示。

1、前期准备，主要是明确被评价对象和范围，备齐有关安全评价所需的测距仪、GPS、坡度测量仪、卷尺等设备工具，收集有关法律法规、标准、规章、规范等资料。我公司于 2026 年 4 月 10 日与赤峰市海业矿产有限责



任公司签订尾矿库安全现状评价合同，2026 年 4 月 10 日，2026 年 7 月 30 日到现场勘查收集相关资料。



图 1-1 评价人员与企业人员合影(2026 年 4 月 10 日)

2、辨识与分析危险、有害因素，根据该尾矿库安全生产现状，辨识分析其危险、有害因素，确定危险、有害因素存在的部位、存在的方式，以及发生作用的途径及其变化规律。

3、划分评价单元，评价单元按照尾矿库相对独立且具有明显的特征界限，划分科学、合理，便于实施评价。

4、评价方法选择，选择科学、合理、适用的评价方法。

5、定性、定量评价，对尾矿库发生事故的可能性及其严重程度进行定性、定量评价。

6、安全对策措施建议，根据符合性评价结果，对尾矿库安全情况提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理措施及建议。

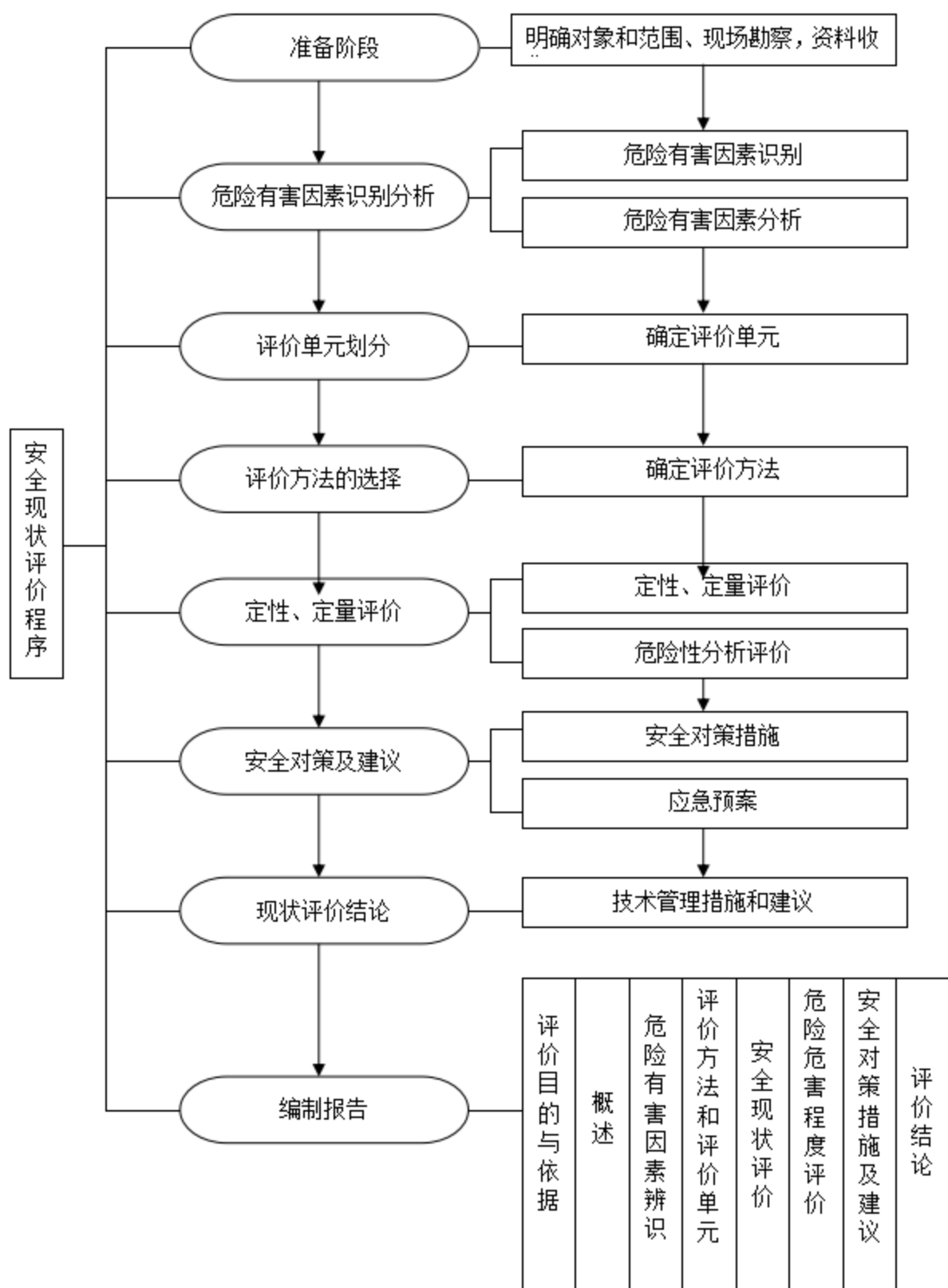


7、安全评价结论，简要地列出主要危险、有害因素的评价结果，指出应该重点防范的重大危险因素，明确生产经营者应重视的重要安全措施，作出评价结论。

8、报告书的编制，汇总所得到的各种资料、数据，进行综合分析，完成安全现状评价报告书的编制。



安全评价工作程序图





第二章 概述

2.1 企业基本情况

2.1.1 企业基本情况

名称：赤峰市海业矿产有限责任公司

类型：有限责任公司（自然人投资或控股）

法定代表人：于化仁

成立日期：2007 年 7 月 24 日

住所：喀喇沁旗美林镇福合元村三组

经营范围：铜、钼矿采选销售。

营业执照统一社会信用代码：911504286640710717。

尾矿库安全生产许可证：内蒙古自治区应急管理厅，编号：（蒙）FM 安许证字（2023）006784 号（有效期：2023 年 9 月 11 日起至 2026 年 9 月 10 日）。

尾矿库建设项目于 2016 年 8 月 18 日在喀喇沁旗经济和信息化局立项，由于尾矿库两侧山坡为松树林，松树林土地未取得征用，2021 年 12 月委托赤峰金岳矿山工程设计有限公司重新设计，2022 年 1 月 10 日，获得了《喀喇沁旗应急管理局关于赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）的批复》（喀应急字（2022）4 号）。尾矿库为山谷型尾矿库，设计总坝高 25m，一次筑坝，形成的总库容为 17.48 万 m³，为五等尾矿库，尾矿堆存方式为压滤干堆，采用库周式尾矿排放的方式。

2.1.2 尾矿库上一轮安全生产许可期间基本生产情况

1、2023 年尾矿库《安全生产许可证》延期情况

2023 年 8 月赤峰天硕安全技术有限责任公司编制了《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施验收评价



报告》，评价结论为“赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施与已批复（批复文号：喀应急字（2022）4 号）的《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》及《设计联系单》相符。符合《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 36 号，77 号令修改）、《尾矿库安全监督管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 38 号，78 号令修改）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）、《内蒙古自治区非煤矿山建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（内安监管一字（2016）177 号）等国家法律法规、规程规范中的相关条款规定，满足安全生产条件，具备安全设施竣工验收条件。”

2023 年 9 月 11 日内蒙古自治区应急管理厅签发了赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库《安全生产许可证》，编号：（蒙）FM 安许证字（2023）006784 号，有效期自 2023 年 9 月 11 日起至 2026 年 9 月 10 日。

2、2023 年至 2026 年尾矿库运行情况

尾矿库在上一轮安全生产许可期间（2023 年至 2026 年），一直处于安全运行状态，未发生生产安全事故。

1) 尾矿库库容情况

根据 2023 年 8 月赤峰天硕安全技术有限责任公司编制的《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施验收评价报告》，2023 年 8 月编制尾矿库安全设施验收评价报告时，库尾尾矿滩面标高 1108.6m，坝前尾矿滩面标高 1112m，尾矿库堆存尾砂约 6.7 万 m³。尾矿库自 2023 年 8 月竣工验收至今，未进行尾矿排放。

2) 尾矿库安全设施情况

尾矿库从 2023 年至今，企业持续加强了对尾矿库的安全管理工作。上



一轮安全生产许可期间,对尾矿坝内外坡进行了维护,并对排洪构筑物进行日常修护和疏通,尾矿库运行正常。

2.2 企业的地理位置、交通及自然地理情况

2.2.1 企业的地理位置、交通

赤峰市海业矿产有限责任公司位于内蒙古自治区赤峰市喀喇沁旗美林镇福合元村,行政区隶属于赤峰市喀喇沁旗美林镇管辖。矿区地理坐标:

东经: $118^{\circ} 18' 00''$ —— $118^{\circ} 20' 00''$;

北纬: $41^{\circ} 43' 30''$ —— $41^{\circ} 44' 30''$ 。

矿区与美林镇有乡村公路相通,距离旗政府所在地锦山镇约 30km,距赤峰市区约 70km,有公路相通,较为便利。企业交通位置见下图:

2.2.2 自然环境概况

项目所在区域地处温带,属半干旱大陆性气候。春秋多风,夏季酷热,冬季严寒,昼夜温差较大。年平均降雨量为 510.5mm,多集中在 6-8 月份。年平均蒸发量 1678.4mm,年平均气温 7.0°C 。七、八月份最高气温 39.5°C ,一月份最低气温 -30.9°C 。每年 4 月-9 月末为无霜期,三月份风最大,最大风速可达 20.6m/s。标准冻土深度为 2.0m。

矿区位于燕山山脉与北东向大兴安岭山脉的交汇处,属中山区,地形起伏较大,海拔标高 1006.00—1441.00m,相对标高差 435.00m,山峦起伏,坡向多变,冲沟密布。矿区土壤类型为灰色森林土,成土母质为黄土,土壤质地为轻壤。矿区附近森林茂密,自然资源丰富。

矿区附近为蒙、汉民族居住区,经济上以农业为主,兼有少量牧业,农作物均为旱田,工业不发达。

本地区地震动峰值加速度为 0.10g,对应地震烈度为 VII 度。

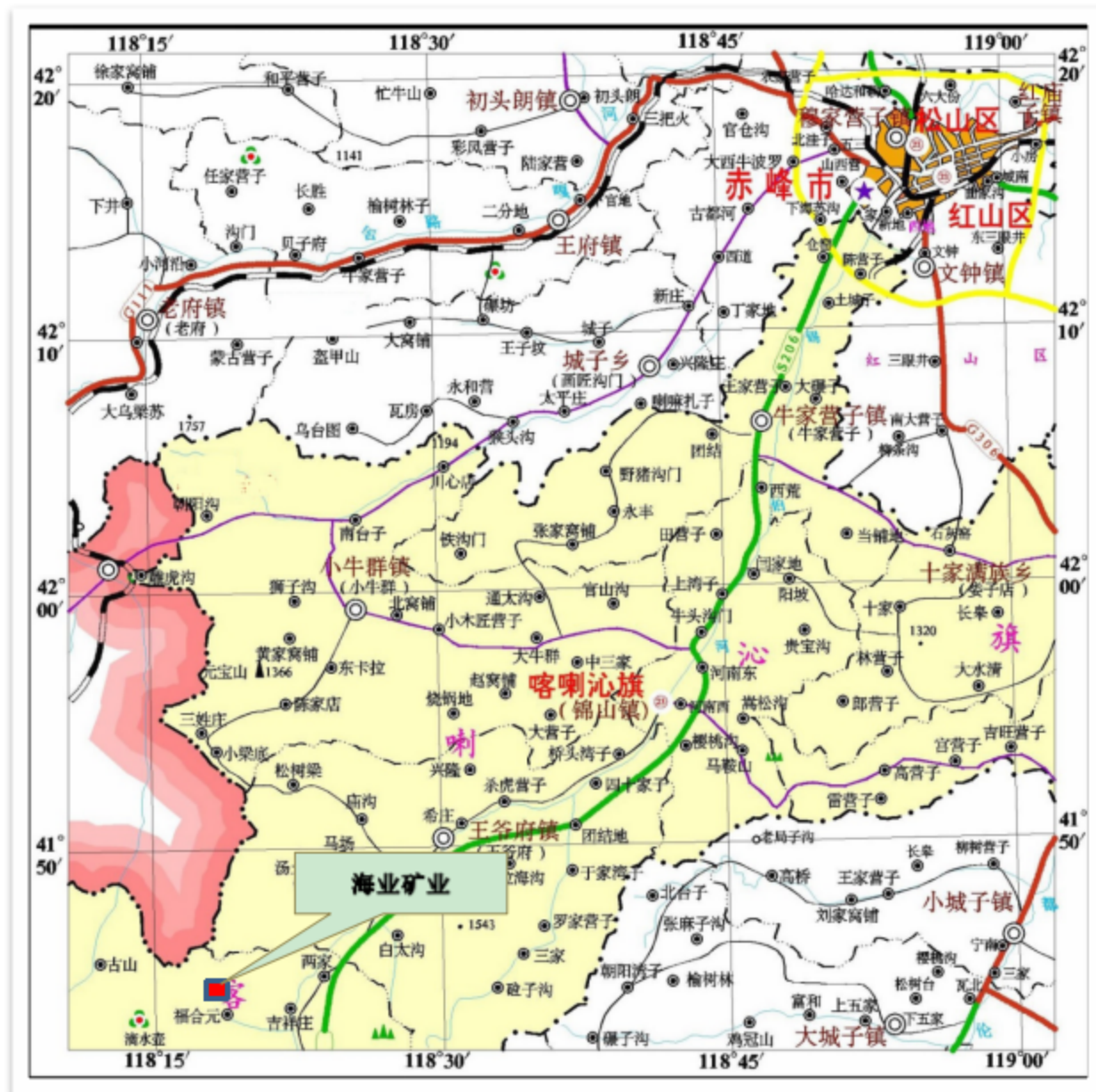


图 2-1 尾矿库交通位置图

2.3 区域地质概况

根据《赤峰市海业矿业有限责任公司福合元矿区铜钼矿选厂尾矿库岩土工程勘察报告(详勘)》(赤峰永泰岩土工程有限公司, 2026年5月), 库区地质情况如下:

2.3.1 场地地形、地貌及场区地质构造特征

1、场地地形、地貌



矿区位于阴山山脉与北东向大兴安岭山脉的交汇处。属低中山地区，地形起伏较大，标高 1006.00-1441.00m，相对高差 435m。地表植被发育。拟建尾矿坝位于中低山半坡部位，地形北高南低。勘察场地地貌单元属于低山丘陵及山间凹地。

2、场区地质构造特征

本区大地构造位置属于中朝准地台（I 级）、内蒙地轴（II 级）。三级构造单元划分为冀北断陷[包括隆化断凹、喀喇沁旗（锦山）断块两个地级构造单元，属于内蒙古草原地层区，赤峰地层分区。

由于受岩浆侵入和龙山—锦山断裂的影响，区内断裂构造较为发育，主要有 NE、NNE 及 NW 向等 3 组断裂。NE 向断裂构造为主要赋矿构造，长度 100—400m，宽度 0.3—1.2m，倾向 SE，倾角 68° ，为一压扭性断裂；NNE 向断裂构造为龙山—锦山大断裂的次一级构造，倾向 SE，倾角 65° ，长度 100—300m，宽度 0.5—1.5m。该组构造被后期石英脉充填，为区内的赋矿构造；NW 向断裂构造在区内分布较小，无充填，也无蚀变，对上覆岩层破坏作用较小。

尾矿区内微观上未见有断裂或其他构造。

2.3.2 地层、岩石的物理力学性质及原位测试

1、地层

经钻探工作揭露，勘探深度范围内，场地地层自上而下为：

(1) 第四系全新统人工堆积层 (Q_{4in1})

①素填土：杂色，松散，稍湿，以花岗岩碎屑为主，大于 20mm 颗粒质量超过总质量的 50%，为筑坝材料。

②素填土：杂色，中密，稍湿，为初期坝坝体。

③尾粉砂：灰色，稍密-中密，稍湿，为选厂排放尾砂。

(2) 第四系全新统风积层 (Q_{4eol})



④粉土:褐黄;稍密;稍湿;摇振反应中等,无光泽反应,干强度低,韧性低,局部含砾。

(3)第四系全新统坡积层(Q_{4dl})

④粉质黏土:褐;硬塑;无摇振反应,干强度中等,韧性中等,局部含砾。

(4)上太古界(Ar)

⑥₁全风化花岗岩:肉红;岩芯呈碎屑状,局部呈土状。

⑥₂强风化花岗岩:肉红;原岩风化很严重,结构大部分破坏,花岗结构,块状构造,风化裂隙很发育,岩体破碎,岩芯呈块状、碎屑状,RQD值小于15。

⑥₃中风化花岗岩:肉红;原岩风化严重,结构部分破坏,花岗结构,块状构造,风化裂隙发育,岩体被切割成岩块,岩芯呈块状、短柱状,RQD值为45。

⑥₄微风化花岗岩:肉红;结构基本未变,有少量风化裂隙,岩芯呈短柱状,RQD值为70。

2、岩石的物理力学性质

勘察中于粉土、粉质黏土层分别取原状土试样17件、13件,进行室内土工试验,其物理力学性质指标值见附件“土工试验成果报告(二)”。其主要物理力学性质指标值统计计算结果见表2-1、2-2。

表2-1 ④粉土层主要物理力学性质指标值统计表

项目	统计个数	最小值	最大值	平均值	变异系数	修正系数	标准值
σ_{1-2} (MPa ⁻¹)	17	0.152	0.291	0.224	-	-	-
E_{s1-2} (MPa)	17	7.064	9.722	8.518	-	-	-
W (%)	17	10.56	15.89	13.41	-	-	-
ρ_0 (g/cm ³)	17	1.55	1.60	1.57	-	-	-
I_p	17	6.7	16.4	12.4	-	-	-
S_r (%)	17	31	46	39	-	-	-
W_L (%)	17	25.2	30.0	28.0	-	-	-
W_p (%)	17	12.5	19.4	15.6	-	-	-
I_L	17	-0.84	0.10	-0.21	-	-	-
e_0	17	0.901	0.954	0.923	-	-	-
C (kPa)	17	10.1	20.9	16.0	0.210	0.910	14.566
ϕ (度)	17	30.5	34.9	32.2	0.048	0.979	31.565



表 2-2 ⑤粉质黏土层主要物理力学性质指标值统计表

项目	统计个数	最小值	最大值	平均值	变异系数	修正系数	标准值
a_{1-2} (MPa ⁻¹)	13	0.102	0.294	0.195	-	-	-
E_{s1-2} (MPa)	13	7.542	9.141	8.375	-	-	-
W (%)	13	18.88	21.75	20.54	-	-	-
ρ_0 (g/cm ³)	13	1.90	2.05	1.98	-	-	-
I_p	13	15.7	18.0	17.1	-	-	-
S_r (%)	13	78	91	85	-	-	-
W_L (%)	13	30.1	32.4	31.3	-	-	-
W_p (%)	13	13.8	14.5	14.2	-	-	-
I_L	13	0.24	0.43	0.37	-	-	-
e_0	13	0.571	0.724	0.658	-	-	-
C (kPa)	13	40.2	44.0	42.3	0.033	0.984	41.634
ϕ (度)	13	16.2	19.7	17.8	0.064	0.968	17.275

3、原位测试

1) 重型 N63.5 圆锥动力触探

勘察中于全风化花岗岩、强风化花岗岩层中进行重型圆锥动力触探测试 0.8 米、1.4 米。测试结果见附表“动力触探试验统计表”，其统计结果见表 2-3。

表 2-3 圆锥动力触探试验结果统计表

岩土名称	杆长修正	统计个数	最小值 (击)	最大值 (击)	平均值 (击)	变异系数	修正系数	标准值 (击)
全风化花岗岩①	实测值	8	15.0	20.0	18.3	0.091	0.938	17.1
	修正值	8	10.0	13.4	11.2	0.120	0.919	10.3
强风化花岗岩②	实测值	14	20.0	26.0	23.0	0.073	0.965	23.0
	修正值	14	10.6	12.3	11.7	0.041	0.980	11.5

2) 标准贯入试验

勘察中于冲填尾矿砂、粉土、粉质黏土层中分别进行标准贯入测试 14、11、8 次，测试结果见附表“标准贯入试验统计表”。标准贯入击数标准值统计结果见表 2-4。

表 2-4 标准贯入试验结果统计表

岩土名称	杆长修正	统计个数	最小值 (击)	最大值 (击)	平均值 (击)	变异系数	修正系数	标准值 (击)
------	------	------	---------	---------	---------	------	------	---------



冲填尾矿砂 ③	实测值	14	11.0	18.0	14.1	0.168	0.919	13.0
	修正值	14	10.3	14.2	12.0	0.092	0.956	11.5
粉土④	实测值	11	6.0	7.0	6.6	0.076	0.968	6.4
	修正值	11	5.9	6.9	6.3	0.067	0.968	6.1
粉质黏土⑤	实测值	8	14.0	16.0	15.1	0.042	0.971	14.7
	修正值	8	12.5	14.4	13.3	0.048	0.968	12.9

4、岩土力学性质指标

根据野外鉴别,结合原位测试及本地区工程经验,各岩土层物理力学性质指标可按表 2-5 数值采用。

表 2-5 各岩土层力学性质指标一览表

地层编号	岩土名称	地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)	重度 γ (kN/m ³)	粘聚力C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)	压缩模量 E_s (MPa)	变形模量 E_0 (MPa)
①	素填土	140	-	-	-	-	-
②	素填土(初期坝体)	160	2.1	3.0	28.5	-	-
③	冲填尾矿砂	100	19.5	9.3	25.5	-	-
④	粉土	130	15.7	14.6	31.6	5.329	-
⑤	粉质黏土	160	19.8	41.6	17.3	7.132	-
⑥ ₁	全风化花岗岩	200	21.0	30.0	20.0	-	40
⑥ ₂	强风化花岗岩	500	23.0	60.0	30.0	-	120
⑥ ₃	中风化花岗岩	800	27.0	100.0	40.0	-	-
⑥ ₄	微风化花岗岩	1200	27.5	100.0	40.0	-	-

注:①、全风化、强风化花岗岩按本地工程地质经验及现场取样判别透水率在 5(1u)以内,但受岩体节理裂隙发育及层理方向等影响,岩层渗透性各向差异性较大。

2.3.3 场地地表水和地下水

1、地表水

场地现状环境条件下,库区所在场地的地表水系不发育,山谷呈树枝状,常年干涸,仅在雨季出现短时洪水汇集注入库区,但山洪时间短,一般数小时即可消退。库区东侧约 5km 有查干沐沦河流经,在雨季有地表径流出露,雨季降水一部分形成地表径流排出,一部分渗入地下。丰水期时山坡上会汇聚一定量的大气降水,顺坡汇入尾矿库库区。根据周边地形地貌,该尾矿库坝趾以上汇水面积约为 0.11km²。根据现场踏勘,场地周围未发现



对场地地下水的污染源。

2、地下水

勘察期间,仅库区内部分钻孔见有地下水,地下水类型为上层滞水(为选矿废水),所有钻孔勘探深度范围内均未见稳定地下潜水及承压水,稳定地下水水位

1070.1-1087.1m,含水层为粉土层、冲填尾矿砂、风化花岗岩层,该地下水受大气降水及尾矿库库内生产用水年差异性补给、含水层富水性质不均匀及丰、枯水期周期变化等因素影响,该区域地下水年水位变化幅度约为4.0—7.0m。

3、水、土对建筑材料腐蚀性

1) 水的腐蚀性

勘察期间于场地内 ZK7、ZK16 孔各采取地下水一组,进行水质分析,水质分析结果见附件“水质分析结果报告”。根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001[2009 年版]),依据室内水质分析结果对地下水的腐蚀性评价见表 2-6。

表 2-6 地下水腐蚀性评价表

孔号- 取样 编号	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	OH ⁻	Cl ⁻	侵蚀 性 CO ₂	HCO ₃	PH 值	对混凝土 结构的腐 蚀性		对钢筋 混凝土 结构中钢 筋的腐 蚀性	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mmol/L		环境 类型	地层 渗透性	长期 浸水	干湿 交替
ZK7	28.6	27.4	0.00	0.0	67.6	0.00	5.73	7.27	微	微	微	微
ZK16	27.3	26.6	0.00	0.0	62.6	0.00	5.39	7.22	微	微	微	微
备注	1、场地环境类型为Ⅱ类。											

2) 土的腐蚀性

于场地内冲填尾矿砂、粉土层、粉质黏土层采取土样,进行土的腐蚀



性分析，其结果见附件“土易溶盐检测报告”。

表 2-7 土腐蚀性评价表

孔号	土层	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Cl ⁻	PH值	对混凝土结构的腐蚀性		对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	
		mg/k				地层渗透性			
		g	mg/kg	mg/kg		A	B	A	B
ZK19-1	尾矿砂	52	105	138	7.52	微	/	微	/
ZK19-2	尾矿砂	51	103	141	7.61	微	/	微	/
ZK1-1	粉土4-0	53	116	133	7.11	/	微	微	/
ZK1-2	粉土4-0	52	114	142	7.52	/	微	微	/
ZK7-4	粉质黏土5-0	54	109	137	7.51	/	微	微	/
ZK7-5	粉质黏土5-0	50	112	145	7.34	/	微	微	/
备注	场地环境类型为III类。								

根据土对钢筋混凝土结构腐蚀性判别标准(按最不利考虑)，场地土对混凝土结构具有微腐蚀性，土对钢筋混凝土结构中钢筋具有微腐蚀性。

3) 各岩土层渗透性

勘察报告各岩土层渗透系数的选用，主要根据各岩土层的特征，考虑不利因素，并结合地区经验综合分析确定渗透系数值，渗透系数建议值见表 2-8。

表 2-8 岩土层渗透系数建议值一览表

岩性	渗透系数 (cm/s)	透水率 (Lu)	渗透等级
①素填土	6.0	—	极强透水
②素填土 (初期坝坝体)	$7.37 \times 10^{-3} \sim 8.57 \times 10^{-3}$	—	中等透水
③尾粉砂	$5.63 \times 10^{-4} \sim 6.75 \times 10^{-4}$	—	中等透水
④粉土 (含砾)	$5.70 \times 10^{-5} \sim 8.70 \times 10^{-5}$	—	弱透水
⑤粉质粘土 (含砾)	7.5×10^{-5}	—	弱透水
⑥1全风化花岗岩	6.50×10^{-4}	—	中等透水
⑥2强风化花岗岩	—	19.40~19.76	中等透水
⑥3中风化花岗岩	—	18.80~19.41	中等透水
⑥4微风化花岗岩	—	5.0	弱透水

注：①、场地内强风化岩层为软化岩石，具有遇水软化的特性，随着尾矿库的运行，强风化岩体节理裂隙会进一步软化，节理闭合，岩体透水性将进一步降低。

②、按本地工程地质经验及现场取样鉴别，场地内强风化花岗岩节理裂隙发育，其透水率为 10~30



(1u),属中等透水层范畴,中风化花岗岩节理裂隙较发育,其透水率为 5-10 (1u),属弱-中等透水层范畴,微风化花岗岩层岩体较完整,其透水率为 0.5-2 (1u),属微透水层范畴,可作为基岩相对不透水层。但受岩体节理裂隙发育及层理方向等影响,岩层渗透性各向差异性较大。

2.3.4 场地稳定性评价

1、不良地质作用评价

根据现场勘察,库区及周边无危岩、崩塌、泥石流等不良地质现象痕迹,库址地貌属于低山区,地形坡度较大,但地层稳定,总体库区稳定性较好。

2、场地地震效应评价

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2015)和《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版])确定,提供的抗震设计参数如下:喀喇沁旗美林镇抗震设防烈度为 7 度,基本地震动峰值加速度值为 0.10g,设计地震分组第一组,基本地震动加速度反应谱特征周期值 0.35s。

依据《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版]),勘察场区地形起伏较大,地处低山地貌单元,属于建筑抗震一般地段,该场地内及其周围未见地震灾害遗迹。

根据勘察的标准贯入试验成果,现场标准贯入修正击数均大于粉土及砂土试验深度下的临界击数,可排除场地内饱和砂土的液化影响。

3、坝基渗漏评价

根据现场勘察现有堆积坝位于山间谷地,沟谷呈浅 U 字型发育,利用沟谷狭窄地段拦截筑坝,尾矿库已多年未使用,库内水基本排干,现状条件下不存在坝基渗漏问题。

4、坝体现状稳定性评价

本方案选择以极限平衡理论为基础的瑞典圆弧法(又称费伦纽斯法)计算边坡的稳定性,它是极限平衡理论中较早且较简单的方法,方法的基本假定如下:

(1) 假定土坡稳定属平面应变问题,即可取其某一横剖面为代表进行



分析计算。

(2) 假定滑裂面为圆柱面，即在横剖面上滑裂面为圆弧；弧面上的滑动土体视为刚体，即计算中不考虑滑动土体内部的相互作用力(E_i , X_i 不考虑)。

(3) 定义安全系数为滑裂面上所能提供的抗滑力矩之和与外荷载及滑动土体在滑裂面上所产生的滑动力矩和之比；所有力矩都以圆心 O 为矩心。

(4) 采用条分法进行计算。该尾矿坝主坝剖面在正常运行条件下的安全系数均高于边坡容许安全系数，现状条件下处于稳定状态。

2.3.5 结论及建议

1、结论

勘察进行的工程地质钻探及现场试验，基本查明了库区地质、构造、水文地质特征，基本查清了库区周边的地质、工程地质及地质构造发育情况，就勘察工作提出如下结论及建议：

(1) 该尾矿库的堆积物主要由尾粉砂组成。

(2) 该区域抗震设防烈度为 7 度，基本地震动峰值加速度值为 $0.10g$ ，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 $0.35s$ ，设计地震分组为第一组，可不考虑液化影响。

(3) 场地环境类型为 III 类，按环境类型土对混凝土结构的腐蚀等级为弱腐蚀，土对混凝土结构的腐蚀等级为微腐蚀；按地层渗透性，水和土对混凝土结构的腐蚀等级为微腐蚀；土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀等级为微腐蚀。

(4) 该场地土冻结深度 $1.80m$ 。

(5) 尾矿库目前无排水设施及监测设施，应完善。

(6) 建议定期对坝面进行巡查，如有异常应尽快处理。

(7) 根据计算，现有坝体在正常运行条件下的安全稳定系数均大于《碾



压土石坝设计规范》所规定的安全稳定系数，现状处于稳定状态。

(8) 每年汛期前应进行防汛安全检查，复核尾矿库的防洪能力和坝体稳定性，发现异常及时消除安全隐患。

2.4 尾矿库设计概况

2021 年 12 月赤峰金岳矿山工程设计有限公司编制了《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库初步设计（重新设计）》、《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》，尾矿库坝高 25m，总库容 $17.48 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为五等尾矿库。

2.4.1 库址

尾矿库位于选厂上游约 430m 处的沟谷内。该沟谷是一条近 NS 方向延伸的狭长封闭沟谷，其南侧沟口处的最低标高 1000m 左右，北侧山脊标高为 1245m。沟谷全长约 1.9km，坝趾以上长度为 0.743km，汇水面积约 0.1803km^2 ，尾矿坝上游平均坡度 18.86%。该沟谷底较陡，两侧山体高差大。

沟内无居民，沟谷内的植被条件中等偏好，尾矿坝址距下游沟口三节地村的流经距离 1.3km。尾矿库下游流经路径 1km 范围内无村庄及其他重要建筑、水利设施、名胜古迹等，对周围环境影响较小。

2.4.2 尾矿库等别

坝轴线最低处地面标高+1091m，设计最终坝顶标高为+1116m，总坝高 25m，相应总库容量 17.48万 m^3 ，尾矿库为五等库。但由于压滤车间、选矿厂、办公区位于尾矿库沟谷下游 0.43km 内的东侧山坡处，尾矿库对其构成一定的影响，该尾矿库按照四等尾矿库进行设计和管理。

2.4.3 尾矿坝

由于尾矿坝已建成，为一次筑坝，坝型为碾压土石坝。尾矿坝高 25m，坝顶标高 1116m，设计对原有尾矿坝进行顶部削坡底部压坡处理，压坡采用



山坡土石进行压坡，压坡后，尾矿坝外坡比 1:2，内坡比 1:1.75，在 1102m 标高设置 2m 宽马道。尾矿坝左侧建副坝，为尾矿运输留出道路。

尾矿坝右岸设坝肩排水沟，梯形断面，断面尺寸顶宽×底宽×高=0.7m×0.4m×0.4m，采用 MU30 浆砌石砌筑，壁厚 300mm，M7.5 砂浆勾缝（或采用钢筋混凝土预制沟槽拼接）。1102m 马道内侧设纵向排水沟，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.3m，采用 MU30 浆砌石砌筑，壁厚 300mm，M7.5 砂浆勾缝（或采用钢筋混凝土预制沟槽拼接）。坝外坡每隔 50m 交错设置竖向排水沟，坝坡纵、竖向排水沟及坝肩排水沟相互贯通，构成了完善的坝面排水系统。尾矿坝顶及 1102m 马道坡向上游，坡度 5‰，便于坝顶及马道的雨水排至库内及外坡排水沟内。

清除距尾矿坝坝趾 5—6.5m 范围内表层腐殖土、树木等，清基深度 1.5—2m，原尾矿坝外坡浆砌石护坡拆除，块石运至库尾进行堆存，原尾矿坝外坡进行刨毛处理，刨毛深度 0.3m，与压坡土石有效结合。外坡采用干砌石护坡，内坡采用碎石护坡。

2.4.4 副坝

尾矿坝左侧建副坝，为尾矿运输道路留有通道。副坝采用土石筑坝，该副坝筑坝材料为山坡开挖土石，坝型为不透水碾压土石坝。副坝坝顶高 1116m，坝顶宽 3m，坝长 95m，由于副坝沿左岸山坡布置，坝高较小，平均坝高约 10m，同时为尾矿运输道路留有空间，副坝内外坡比均为 1:1.75，副坝外坡采用干砌石护坡，内坡采用碎石护坡。

2.4.5 尾矿排放

尾矿经压滤设备脱水后，滤饼含水约 18-22%，用装载机和自卸汽车，运送至尾矿库堆存。设计在原基础上进行尾矿干式堆放。

设计尾矿堆存方式为压滤干堆，采用库周式尾矿排放的方式，尾矿的堆放沿等高线由低到高四周排放方式，滤饼经晾晒后用湿地型推土机推平



压实，以每层 0.5m 的顺序推平压实。堆放应分层、分段进行，尾矿经晾晒，含水率降低，每层碾压高度不超过 0.5m，压实系数不小于 92%，在推平过程中要将尾矿摊平，压实。堆积面平整，向溢洪道方向留有 1%-2%的坡度，使汛期雨水排向溢洪道，便于将库区内的雨水排除。尾矿最终堆积高度为 1116m。

2.4.6 尾矿运输道路

运输方案的选择主要是根据尾矿库地形、尾矿量、运输距离和技术条件来选定。根据尾矿运输场地实际情况，尾矿装运方案为装载机+自卸汽车运输。设计尾矿运输道路为四级露天矿山道路，路面为砂石路，设计路宽 3.5m，两侧路肩宽 0.5m。

2.4.7 库区防排渗

目前库内已堆存尾矿至 1105-1107m 标高，原有尾砂无法清除，设计在此基础上进行尾矿干式堆放。设计对尾矿库区作全面防渗处理，防渗材料采用 1.5mm 复合土工膜；防渗膜搭接 200mm，采用双缝焊接。为防止复合土工膜风化破坏，防渗复合土工膜分两期铺设，标高 1105~1110m 为一期，标高 1110~1116m 为二期。

目前库内已堆存尾矿至 1105-1107m 标高，堆存的尾矿砂含水量 18%—22%，经晾晒后，含水量不足以产生渗流，故本次不设置库区排渗设施。

2.4.8 排洪系统

设计尾矿库相应防洪标准（洪水重现期）按四等尾矿库上限 200 年一遇洪水计算。根据库区的实际地形及洪水计算结果，库上游及左岸采用拦洪坝-截洪沟的排洪形式排洪，库区采用溢洪道形式排洪。

1、拦洪坝

确定拦洪坝坝址在库区北侧山谷处，坝轴线最低点标高 1127m，坝顶标高 1133.7m，坝轴线长 49m。拦洪坝筑坝材料为山坡土石碾压筑坝，坝型为



不透水坝。坝轴线处最大坝高 $H=6.7\text{m}$ ，坝顶宽 $B=4\text{m}$ ，1128.5m 标高设 3m 宽马道，拦洪坝下游整体坡比 1:2.0，上游坡比 1:1.75，拦洪坝内外坡均采用浆砌石护坡，内外坡设置复合土工膜防渗层，拦洪坝内外坡由外至内依次为 300mm 浆砌石护坡、砂砾料垫层 200mm、复合土工膜（二布一膜 $300\text{g}/\text{m}^2/1.5\text{mmHDPE}/300\text{g}/\text{m}^2$ ）、砂砾料垫层 200mm、碾压土石坝体。

2、截洪沟

拦洪坝左坝肩与截洪沟相连，截洪沟进水口底板标高 1131.5m，顺左侧山体地形线延伸，将洪水排泄至尾矿库下游回水池内，平均纵坡约 10.8%，长度 417.9m。截洪沟断面为矩形，宽 1m，深 1.2m，侧壁和底板厚均为 0.2m，采用 C25 钢筋混凝土浇筑，底部设 0.1m 厚 C15 混凝土垫层。截洪沟过路段采用壁厚 0.25m，宽 1m，高 1.2m，现浇钢筋混凝土管方涵，混凝土等级为 C25，根据实际地形在变坡处及岩性变化、衔接处加设沉降缝，用沥青条板充填，并做好止水。

3、溢洪道

设计在此基础上进行尾矿干式堆放。为了防止尾矿库遭遇超标准洪水时发生洪水漫顶，需新建库内排洪系统，设计采用由临时引水渠、溢洪道、截洪沟组成，将库区洪水排出库外。

随着尾矿滩面逐渐增高，每年春季需在副坝坝肩延长溢洪道，与库内临时引水渠连接。溢洪道结构尺寸同截洪沟，为钢筋混凝土矩形结构，宽 1m，深 1.2m，侧壁和底板厚度均为 0.2m，采用 C25 钢筋混凝土浇筑，底部设 0.1m 厚 C15 混凝土垫层。

截洪沟进水口为临时引水渠，伸入库区长度应不小于 30m。临时引水渠修建时，先在底部铺设一层土工膜，然后采用土工布尾砂袋砌筑，过水断面为梯形：下底宽 1.0m，深 1.5m，两侧边坡坡比均为 1:0.5，壁厚和底厚不小于 0.5m，纵坡不小于 0.5%。引水渠进水口前设置一个高于滩面 0.3m



高的底坎，防止尾砂随洪水排出库外，污染环境。

土工膜采用 0.35mm 厚 HDPE 土工膜，其技术指标要求如下：拉伸强度大于 17MPa，断裂伸长率大于 450%，直角撕裂强度大于 80N/mm。

4、回水池

为满足环保要求，同时增加选矿用水来源，在尾矿坝下游设置回水池，兼做消力池，回水池采用钢筋混凝土结构，回水池尺寸为 $6 \times 10 \times 3\text{m}$ ，壁厚 0.3m，回水池容积为 180m^3 ，汛期洪水汇集于池内，通过回水泵返回至选矿厂生产水池，回水泵设置两台，流量 $80\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 40m，功率 22kW。正常运行情况一用一备，遇到暴雨期打开回水池溢流堰。

2.4.9 安全监测设施

1、位移监测

监测标点埋设于坝体表层，用以表示坝的变形量。

设计根据尾矿库坝体的实际情况分别在尾矿坝顶 1116m 及马道 1102m 处设置位移监测标点，监测断面 2 个，副坝设 1 个监测断面，在库区两侧山体通视部位设置控制点，用经纬仪和水准仪或全站仪进行水平和垂直位移监测。

起测基点为实施垂直变形测量的起点或终点。在每一排纵标点的两岸岩石上各设一点，其标高大致接近。

2、浸润线监测设施

浸润线监测孔设置在尾矿坝顶 1116m 及马道 1102m 处设置浸润线监测孔，监测断面 2 个，副坝设 1 个监测断面，共 5 个浸润线监测孔。

监测管材质为 DN100×5 钢管。监测管长 7m，管下端口为堵头，钢管下部 2m 范围管壁打孔 $d=10\text{mm}$ ，孔距 100mm。外包 $400\text{g}/\text{m}^2$ 透水土工布 2 层。管外用砂砾石充填，加盖刷防锈漆。在监测管孔口用直径 $\phi 150$ 的钢管保护并加盖加锁，刷防锈漆。



3、库水位监测

在拦洪坝上游及库内溢洪道进水口设置水位标尺，标尺刻度要求清晰醒目，在库岸边便于监测。

4、在线监测

干式堆存尾矿库要实现对坝体表面位移的在线监测。在线监测系统应包含自动采集、传输、存储、处理分析、视频监控及综合预警等部分，并具备在各种气候条件下实现实时监测的能力。

在线位移监测点分别在尾矿坝顶 1116m 及马道 1102m 处设置位移监测标点，监测断面 1 个，副坝设 1 个监测断面，共 3 个监测点，在库区右岸山坡设置控制点 1 个。

2.4.10 附属设施

1、值班室

由于尾矿库与压滤设计较近，值班室设置于压滤车间，由办公室 1 间，应急物资库 1 间组成，建筑面积不少于 45m²。

2、通讯设施配置

设有专人从事尾矿库的看守与日常检测与管理工作。值班室设移动电话 1 部，看坝人员应配备移动电话，以便通讯联络。

3、供配电

尾矿库供电电源来自选矿厂变电器，变压器型号 S9-200/10，通过 YJV22-0.6/1kV-3×185+1×95 型电缆线路引至库区总开关柜，供电线路长度约为 500m，提供 380V 动力电源和 220V 照明电源。

4、尾矿库上坝道路、照明

尾矿库运输道路宽 3.5m，可通往尾矿坝顶及库区尾部，尾矿坝顶宽 4m，可行车，作为尾矿坝应急上坝道路，用于工程施工、运送物资、尾矿排放管理、尾矿库后期管理等。



5、照明

设置专线用于坝上照明，并确保足够的照明强度，坝上每隔 50m 设置 4 盏投光灯，确保进库道路和库内照明强度。

6、库区围封、安全标志及监控视频等

在库区周边及尾矿坝下游设置普通带刺铁丝网防护栏，防止外来人员及牲畜进入库区，护栏高度不低于 1.2m，并在库区道路及围栏附近的醒目位置设置安全警示标志或告知牌。在库区坝体端视野开阔位置、库区关键位置设置监控视频，能够随时监控尾矿库动态。

2.5 尾矿库现状情况

根据现场勘察，尾矿库区现已形成的工程主要由尾矿坝、副坝、拦洪坝、截洪沟、溢洪道、回水池、尾矿运输道路、安全监测设施及附属设施组成。

2.5.1 尾矿库库址

尾矿库位于选厂上游约 430m 处的沟谷内。该沟谷是一条近 NS 方向延伸的狭长封闭沟谷，其南侧沟口处的最低标高 1000m 左右，北侧山脊标高为 1245m。沟谷全长约 1.9km，坝趾以上长度为 0.743km，汇水面积约 0.1803km²，尾矿坝上游平均坡度 18.86%。该沟谷底较陡，两侧山体高差大。

沟内无居民，沟谷内的植被条件中等，尾矿库所在沟谷周边均为松树林，尾矿库下游 430m 左岸山坡为选矿厂及办公生活区，尾矿坝址距下游沟口三节地村流经距离 1.3km。尾矿库下游流经路径 1km 范围内无村庄及其他重要建筑、水利设施、名胜古迹等，对周围环境影响较小。

尾矿库库区上游无任何设施，库址下面也不存在有开采价值的矿床，尾矿库上下游也不存在串库或共用库情况。

2.5.2 尾矿坝

1、主坝



尾矿坝为碾压土石坝，一次建坝，坝型为不透水碾压土石坝。尾矿坝高 25m，坝顶标高 1116m，坝顶长 66m，尾矿坝外坡比 1:2，内坡比 1:1.75，坝顶宽 4m，在 1102m 标高设置 2m 宽马道。尾矿坝外坡采用干砌石护坡，内坡采用碎石护坡。

尾矿坝右岸设坝肩排水沟，梯形断面，断面尺寸顶宽×底宽×高=0.7m×0.4m×0.4m，采用 MU30 浆砌石砌筑，壁厚 300mm，砂浆勾缝。1102m 马道内侧设纵向排水沟，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.3m，采用 MU30 浆砌石砌筑，壁厚 300mm，M7.5 砂浆勾缝。坝外坡自 1102m 马道至坝趾设置 1 条竖向排水沟，坝坡纵、竖向排水沟及坝肩排水沟相互贯通，构成了完善的坝面排水系统。

2、副坝

尾矿坝左侧建有副坝，为尾矿运输道路留出通道。副坝采用土石筑坝，坝型为不透水碾压土石坝，一次建坝。副坝最高坝顶标高 1116m，副坝顶标高至库区逐渐降低，坝顶宽 3m，坝长 95m，由于副坝沿左岸山坡布置，副坝坝高由主坝至库区坝高逐渐降低，副坝内外坡比均为 1:1.75，副坝外坡采用干砌石护坡，内坡采用碎石护坡。为防止雨水冲蚀道路，副坝坝脚建有浆砌石的排水沟，与坝肩排水沟连通。

副坝左侧为一垭口，该垭口为运输尾砂的道路，倒车平台标高 1112.63m。尾矿排放采用四周排放。

2.5.3 尾矿排放

尾矿库自 2023 年竣工验收取得尾矿库安全生产许可证以来，未进行尾矿排放，库尾尾矿滩面标高 1108.6m，坝前尾矿滩面标高 1112m，尾矿库堆存尾砂约为 6.7 万 m³。尾矿库自 2023 年 8 月竣工验收至今，未进行尾矿排放。尾矿库内尾矿为原有尾矿，滩面较平整。



2.5.4 排洪设施

库上游及左岸采用拦洪坝一截洪沟的排洪形式排洪，库区采用溢洪道形式排洪。

1、拦洪坝

拦洪坝坝址选择在库区北侧山谷处，拦洪坝筑坝材料为山坡土石碾压筑坝，坝型为不透水坝。

坝顶标高 1133.7m，坝轴线原地面标高 1127m，坝高 6.7m，坝顶宽 4.5-4.8m，坝长 49m，上游坡比 1:1.75，下游总体外坡坡比 1:2，下游 1128.5m 标高设置马道，马道宽 3m，拦洪坝内外坡采用浆砌石护坡，水泥砂浆勾缝。内外坡设置复合土工膜防渗层，拦洪坝内外坡由外至内依次为 300mm 浆砌石护坡、砂砾料垫层 200mm、复合土工膜（二布一膜 300g/m²/1.5mmHDPE/300g/m²）、砂砾料垫层 200mm、碾压土石坝体。

2、截洪沟

拦洪坝左坝肩与截洪沟相连，截洪沟进水口底板标高 1131.5m，顺左侧山体地形线延伸，将洪水排泄至尾矿库下游回水池内，平均纵坡 10.8%，长度 417.9m，截洪沟断面为矩形，宽 1m，深 1.2m，侧壁和底板厚均为 0.2m，采用 C25 钢筋混凝土浇筑，底部设 0.1m 厚 C15 混凝土垫层。根据实际地形在变坡处及岩性变化、衔接处加设沉降缝。截洪沟过路面设置排水方涵，采用 C25 钢筋混凝土矩形结构，宽 1m，高 1.2m，顶壁厚 0.3m。

3、溢洪道

由于尾矿库库区滩面标高低于溢洪道进水口，目前无需建设临时引水渠。溢洪道为钢筋混凝土矩形结构，宽 1m，深 1.2m，侧壁和底板厚均为 0.2m，采用 C25 钢筋混凝土浇筑，顶壁厚 0.2m。

4、回水池

为满足环保要求，在尾矿坝下游设置回水池，兼做消力池，回水池采



用钢筋混凝土结构，回水池尺寸为 $6 \times 10 \times 3\text{m}$ ，壁厚 0.3m ，回水池容积为 180m^3 ，汛期洪水汇集于池内，通过回水泵返回至选矿厂生产水池，回水泵设置两台，正常运行情况一用一备，遇到暴雨期打开回水池溢流堰。

5、排洪构筑物质量检测情况

根据《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区尾矿库工程排洪构筑物质量检测报告》（辽宁宏大建设工程质量检测有限公司，2026 年 4 月），尾矿库排洪构筑物质量检测情况如下：

1) 经现场外观检查，截洪沟、溢洪道、回水池均未发现混凝土构件面层脱落及钢筋外露情况，未见结构变形、损坏、坍塌、淤堵等现象，外观质量良好。拦洪坝坝体表面较完好，未见破损，满足使用要求；坝面排水沟外观质量良好，未见损坏、坍塌、淤堵等情况。

2) 拦洪坝、截洪沟、溢洪道、回水池的截面尺寸与初步设计规定尺寸偏差值满足《尾矿设施施工及验收规范》（GB50864-2013）规定的允许偏差值。

3) 截洪沟水平（X 向）钢筋间距平均值 208.9mm ，钢筋保护层厚度平均值 31.1mm ，竖向（Y 向）钢筋间距平均值 209.7mm ，钢筋保护层厚度平均值 32.1mm ；溢洪道水平（X 向）钢筋间距平均值 208.7mm ，钢筋保护层厚度平均值 32.7mm ，竖向（Y 向）钢筋间距平均值 211.3mm ，钢筋保护层厚度平均值 32.0mm ；回水池水平（X 向）钢筋间距平均值 219mm ，钢筋保护层厚度平均值 36mm ，竖向（Y 向）钢筋间距平均值 215mm ，钢筋保护层厚度平均值 37mm 。

4) 截洪沟混凝土现龄期抗压强度达到 C25，符合设计要求；溢洪道混凝土现龄期抗压强度达到 C25，符合设计要求；回水池所检测部位混凝土现龄期抗压强度达到 C25。



2.5.5 安全监测设施

尾矿库安全监测设施包括人工监测设施和在线监测设施。

1、人工监测设施

人工监测设施包括位移监测设施、浸润线监测设施、库水位监测设施。

1) 坝体位移监测

在尾矿坝顶 1116m 及马道 1102m 处设置位移监测标点，监测断面 2 个，每个监测断面设置 2 个监测标点，副坝设 1 个监测断面，该监测断面设置 1 个监测标点，位移监测标点共 5 个，在库区两侧山体通视部位设置位移监测基点。

2) 浸润线监测设施

浸润线监测孔设置在尾矿坝顶 1116m 标高及马道 1102m 标高处设置浸润线监测孔，监测断面 2 个，每个监测断面设置 2 个监测孔，副坝设 1 个监测断面，该监测断面设置 1 个监测孔，共设置 5 孔浸润线监测孔。监测管材质为 DN100×5 钢管。监测管长 7m，顶部加盖。

3) 库水位监测设施

在库区溢洪道进水口及拦洪坝上游截洪沟进水口附近，设置库水位监测水尺，用于人工监测库区及拦洪坝上游汛期洪水位。

2、在线监测设施

在线监测设施主要包括在线位移监测、视频监控。

1) 在线位移监测

在尾矿坝顶 1116m 标高及马道 1102m 标高处设置位移监测标点，主坝监测断面 1 个，该监测断面设置 2 个监测标点，副坝设 1 个监测断面，该监测断面设置 1 个监测标点，位移监测标点共 3 个，在尾矿坝下右侧设置在线位移监测基点 1 个。

2) 视频监控



视频摄像装置采用球型及枪型摄像头，尾矿坝顶转角处、回水池、左岸坝端、拦洪坝左岸溢洪道附近安装有视频摄像头，用于监测各坝段实时运行情况。通讯方式采用有线光纤、互联宽带、4G 网或无线网桥，中心计算机安装监控软件，可手动控制云台方向。

2.5.6 干式尾矿运输

尾矿装运方案为装载机+自卸汽车运输。

尾矿运输道路为四级露天矿山道路，路面为砂石路，路宽 3.5m，两侧路肩宽 0.5m，由于库区左岸地形限制，采用单向车道，转弯处设置限制速度标志，并在弯道外侧设置挡车堆等安全设施。在副坝左坝端设置尾矿卸料平台，平台大小满足运输车辆回转的需要。

2.5.7 辅助设施

尾矿库辅助设施包括尾矿库值班室、通信、照明、上坝道路、库区防护设施等。

1、供电

尾矿库供电电源来自选矿厂变电器，通过电缆线路引至库区总开关柜，供电线路长度约为 500m，提供 380V 动力电源和 220V 照明电源。尾矿库的用电负荷有：尾矿库照明用电、回水泵站用电。低压系统接地形式采用中性点直接接地的 TN-C-S 系统，配电方式以放射式为主。

2、照明

为保证夜晚排矿作业有良好的光线，在尾矿库坝顶拐角、回水池、拦洪坝左岸设置投光灯。同时巡查人员要配备手持照明设备；

3、通讯

为尾矿库管理人员配备了移动电话，通信网络畅通，同时配备较好的对讲机。

4、道路



库区左岸设置了运输道路，为砂石路面，道路宽 3.5m，通往库区及拦挡坝、库区尾部，作为尾矿坝应急上坝道路，用于工程施工、运送物资、尾矿排放管理、尾矿库后期管理等。

5、尾矿库管理站

尾矿库管理站位于坝下左岸山坡，并设看坝人员 2 人/班，值班室中配备通讯、照明等设备。管理站旁边设置了应急物资库，应急物资库中备有应急抢险物资，包括铁锹，草袋，编织袋，土工布，编织袋，应急灯等。

6、库区围封

在尾矿库周围均设置了铁丝网防护栏，防护围栏采用钢筋混凝土立柱加铁丝网结构，围栏高 1.2m，防止人及牲畜误入库区。

7、安全标志

在尾矿库库区路口、坝顶、溢洪道危险地段均设置有安全标志，在尾矿库库区路口设置了尾矿库概况牌、尾矿库库区危险警示告知、尾矿库安全监管责任人等标志牌。

2.6 尾矿库周边环境

尾矿库位于选厂及办公区北侧上游约 430m 处的沟谷内。该沟谷是一条近 NS 方向延伸的狭长封闭沟谷，其南侧沟口处的最低标高 1000m 左右，北侧山脊标高为 1245m。沟谷全长约 1.9km，坝趾以上长度为 0.743km，汇水面积约 0.1803km²，尾矿坝上游平均坡度 18.86%，该沟谷底较陡，两侧山体高差大。

尾矿库所在沟内无居民，沟谷内的植被条件中等，尾矿库所在沟谷周边均为松树林，尾矿坝址距下游沟口三节地村流经距离 1.3km。尾矿库下游 430m 为选矿厂和办公区，均位于沟谷左岸山坡，此外尾矿库下游流经路径 1km 范围内无风景名胜、国家自然保护区、采矿及建筑设施、学校、市场。尾矿库仅对下游 430m 的选矿厂和办公区构成一定影响。



尾矿库库区上游无任何设施，库址下面也不存在有开采价值的矿床，尾矿库上下游也不存在串库或共用库情况，尾矿库对周围安全影响较小。

2.7 尾矿库隐蔽致灾因素普查情况

2026年6月赤峰市海业矿产有限责任公司委托西北综合勘察设计研究院编制了《赤峰市海业矿产有限责任公司隐蔽致灾因素普查报告》，隐蔽致灾因素普查报告关于尾矿库的结论主要内容如下：

1、断层破碎带

经现场调查，该库区地层由天然地层、尾矿堆积物及人工堆积层构成。库区周围有植被覆盖，坝基、库区及周边未显示存在对尾矿库有影响的断层破碎带。

尾矿库现阶段未出现不良地质问题，尾矿库应加强监测，加强综合管理，确保安全生产。库区不存在深大断裂，迄今也未发现新构造断裂分布以及地质历史时期强烈地震记录。

通过对断层破碎带风险辨识与分析，最终确定断层破碎带风险等级为“一般风险”。

2、地表水体

通过对地表水体风险辨识与分析，最终确定地表水体风险等级为“一般风险”。

3、潜在不稳定岸坡、泥石流

尾矿库周边为原始地貌岸坡，边坡稳定，未见不良地质体，经稳定性计算，尾矿坝运行稳定。

尾矿库不存在潜在不稳定岸坡，尾矿库库区、坝体、排洪构筑物不受泥石流影响。

通过对潜在不稳定岸坡、泥石流风险辨识与分析，最终确定潜在不稳定岸坡、泥石流风险等级为“一般风险”。



4、溶洞（土洞）、采空区

通过尾矿库已有资料分析、现场调查，该尾矿库坝基、库区及周边 200m 范围内未发生过地表塌陷等地质作用，库区内周边岩石稳定，山体完整。库区原址地层主要以上部的粉土、粉质粘土及下部的风化基岩（花岗岩）组成，库区内主要以选厂排放沉积形成的尾细砂组成，无可溶岩发育，无成矿条件，库区内及周边无溶洞（土洞）、采空区。

通过对溶洞（土洞）、采空区风险辨识与分析，最终确定溶洞（土洞）、采空区风险等级为“低风险”。

5、特殊性岩土

根据新疆时代岩土工程勘察设计院有限公司于 2026 年 5 月出具的《赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库物探工作报告》，通过物探测量，无特殊性岩土隐蔽致灾因素隐患。根据赤峰永泰岩土工程有限公司于 2026 年 5 月编制的《赤峰市海业矿业有限责任公司福合元矿区铜钼矿选厂尾矿库岩土工程勘察报告（详勘）》，勘查期间在尾矿坝、库区等地点上共布置了 33 个钻孔，查明了尾矿库的地层、岩性，无特殊性岩土隐蔽致灾因素隐患。

通过对特殊性岩土风险辨识与分析，最终确定特殊性岩土风险等级为“低风险”。

6、尾矿堆积坝软弱层

根据勘察标准贯入试验成果，现场标准贯入修正击数均大于（粉土及砂土）试验深度下的临界击数，可对场地内饱和砂土排除液化影响（软弱层）。

通过对尾矿堆积坝软弱层风险辨识与分析，最终确定尾矿堆积坝软弱层风险等级为“一般风险”。

7、排洪构筑物

尾矿库拦洪坝、截洪沟、溢洪道、回水池等排洪构筑物均经过了质量



检测，无缺陷。通过对排洪构筑物缺陷风险辨识与分析，最终确定尾矿库无排洪构筑物缺陷风险。

2.8 安全生产管理机构

赤峰市海业矿产有限责任公司成立安全生产委员会，总经理担任委员会主任，各主要职能部门负责人为成员，办公室设在安全部，成立了尾矿库安全管理机构。同时配备有 2 名尾矿库专职安全管理人员，1 名专职技术管理人员。

尾矿库专职安全管理人员：张烽、杨宇轩

尾矿库专职技术管理人员：王中年

公司制定有尾矿库生产安全责任制、规章制度和操作规程，工作人员进行了安全教育培训，安全管理人员由取得安全生产知识和管理能力考核合格证的人员担任，尾矿库专职技术管理人员王中年为选矿工程专业；尾矿工、电工、电焊工等特种作业操作人员均持证上岗，尾矿工负责尾矿排放、巡坝等工作。



尾矿坝



拦洪坝



在线位移监测设施



截洪沟



回水池



溢洪道



第三章 危险、有害因素辨识

3.1 存在的主要危险有害因素

通过对赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库现场勘察、查阅资料及和管理状况等的调查分析,该尾矿库在运行过程中主要存在尾矿坝坝体溃坝、滑坡、垮塌、洪水漫坝、尾矿泄漏、车辆伤害、高处坠落、火灾、触电、淹溺、粉尘危害、自然灾害(雷击、地震、不良地质、泥石流、严寒)等危险有害因素。其中垮坝是可能造成重大事故的主要危险因素。

3.2 主要自然灾害危险有害因素辨识

1、暴雨

项目所在区域地处温带,属半干旱大陆性气候。春秋多风,夏季酷热,冬季严寒,昼夜温差较大。年平均降雨量为 510.5mm,多集中在 6-8 月份。年平均蒸发量 1678.4mm,年平均气温 7.0℃。七、八月份最高气温 39.5℃,一月份最低气温-30.9℃。每年 4 月-9 月末为无霜期,三月份风最大,最大风速可达 20.6m/s。标准冻土深度为 2.0m。

2、雷电

雷电事故有可能造成对高耸的建筑物和电气设备造成破坏。

3、地震

根据《中国地震烈度区划图》和《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),勘察区内地震加速度值为小于 0.10g,设计特征周期为 0.35s,对应地震基本烈度为小于 7 度。

4、不良地质作用

根据 2026 年 6 月西北综合勘察设计研究院编制的《赤峰市海业矿产有限责任公司隐蔽致灾因素普查报告》,尾矿库现阶段未出现不良地质问题,断层破碎带风险等级为“一般风险”。

该尾矿库坝基、库区及周边 200m 范围内未发生过地表塌陷等地质作用,



库区内周边岩石稳定，山体完整。库区原址地层主要以上部的粉土、粉质粘土及下部的风化基岩（花岗岩）组成，库区内主要以选厂排放沉积形成的尾细砂组成，无可溶岩发育，无成矿条件，库区内及周边无溶洞（土洞）、采空区。通过对溶洞（土洞）、采空区风险辨识与分析，最终确定溶洞（土洞）、采空区风险等级为“低风险”。

尾矿库的地层、岩性，无特殊性岩土隐蔽致灾因素隐患。通过对特殊性岩土风险辨识与分析，最终确定特殊性岩土风险等级为“低风险”。

5、泥石流

根据 2026 年 6 月西北综合勘察设计研究院编制了《赤峰市海业矿产有限责任公司隐蔽致灾因素普查报告》，尾矿库周边为原始地貌岸坡，边坡稳定，未见不良地质体，经稳定性计算，尾矿坝运行稳定。尾矿库不存在潜在不稳定岸坡，尾矿库库区、坝体、排洪构筑物不受泥石流影响。通过对潜在不稳定岸坡、泥石流风险辨识与分析，最终确定潜在不稳定岸坡、泥石流风险等级为“一般风险”。

6、严寒

严寒冰冻会使坝体产生裂缝，排水构筑物被冻结，进而影响坝体的稳定性。在气温回暖，坝体解冻时要特别注意对堆筑体的检查。该尾矿库位于高寒地区，排水系统采用抗冻等级钢筋混凝土，加强冬季放矿管理、冬季加强尾矿库尾矿排放、坝体、滩面和排洪设施的巡回检查，通过以上措施确保尾矿库冬季安全运行。

3.3 主要危险有害因素辨识

3.3.1 触电

供配电设备、设施在生产运行中由于产品质量不佳，绝缘性能不好；现场环境恶劣（高温、潮湿、腐蚀、振动）、运行不当、机械损伤、维修不善导致绝缘老化破损；设计不合理、安装工艺不规范、各种电气安全净



距离不够；安全措施和安全技术措施不完备、违章操作、保护失灵等原因，若人体不慎触及带电体或过分靠近带电部分，都有可能发生电击、电灼伤的触电危险。特别是高压设备和线路，因其电压值高，电场强度大，触电的潜在危险更大。设备电源线沿地面铺设经过人行道时，如没有保护设施，也会导致事故；移动照明灯具如不使用安全电压，移动照明设备时可能发生触电事故；手持电动工具如没有安装漏电保护器，就可能导致触电事故的发生。

3.2.2 火灾

结合该尾矿库实际，尾矿库最有可能发生的火灾类型就是电气火灾，其次为尾矿库值班室及应急物资库火灾。引起火灾的主要原因有：

1) 最有可能发生的火灾类型就是电气火灾。各种高低压配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等，如果电气设备安装不当、超负荷运转、线路老化、私拉乱接、外部火源移近、运行中正常的闭合与分断、不正常运行的过负荷、短路、过电压、接地故障、接触不良等，均可产生电气火花、电弧或者过热，若防护不当，可能发生电气火灾或引燃周围的可燃物质，造成火灾事故；在有过载电流流过时，还可能使导线（含母线、开关）过热，金属迅速气化而引起爆炸；充油电气设备（油浸电力变压器、电压互感器等）火灾危险性更大，还有可能引起爆炸。

2) 防雷设计不合理、施工不规范、接地电阻值不符合规范要求，可能导致接触电压或跨步电压的触电事故；雷电流的热效应还能引起电气火灾及爆炸。

3) 其他引起火灾的原因有：人员抽烟后烟头随意丢弃、电焊、气焊、火柴点火、使用电器不当、润滑油、变压器油、液压用油泄漏等。

4) 另外电器火灾主要由操作失误造成，其他还有摩擦、冲击、电气设备绝缘损坏和性能不良等引起的火灾。



3.3.3 淹溺危险

1、淹溺主要危险因素

- (1) 汛期降雨，尾矿库积水；
- (2) 无安全标志；
- (3) 作业人员麻痹大意；
- (4) 坝下回水/消力池无围栏。

2、发生的地点或部位

尾矿库、坝下回水/消力池。

3、淹溺危险因素分析

(1) 尾矿库四周无防护设施或设施不完善，造成人员掉入库内，汛期积水时发生淹溺事故。

(2) 泵站维修时，容易掉入回水/消力池发生淹溺。

(3) 坝下回水池清理或回水时，发生淹溺事故。

3.3.4 高处坠落危险

高处坠落是从 2m 以上高处坠落。

高差较大的操作平台、坑、水沟等未设盖板、围栏、标志牌，极易造成人员的坠落或扭伤事故。

1、主要危险因素分析

- 1) 高处作业时安全防护设施损坏。
- 2) 使用安全保护装置不完善或缺乏的设备、设施进行作业。
- 3) 作业人员疏忽大意，疲劳过度。
- 4) 高处作业安全管理不到位。
- 5) 没有按要求穿防滑性能良好的软底鞋等。

2、本项目根据高处作业者工作时所处的部位不同，高处作业坠落事故可分为：



- 1) 临边作业高处坠落事故。
- 2) 攀登作业高处坠落事故。
- 3、存在场所
坝体修整、巡库、高处作业。

3.3.5 机械伤害

机械伤害主要发生在坝体维护、回水泵站维修，由于设备防护装置缺失而引发事故。

- 1、主要危险因素
 - 1) 原设计没有安全保护装置；
 - 2) 投产后将安全保护装置拆除；
 - 3) 检修设备后未安装安全保护装置；
 - 4) 工人为方便将安全保护装置拆除掉；
 - 5) 部分安全保护装置损坏未进行修复；
 - 6) 设备安全性能不好；
 - 7) 工作环境不良；
 - 8) 违章作业。

2、主要危险因素分析

1) 机械伤害存在的场所或部位

机械伤害主要发生在坝体维护、回水泵站。

2) 分析

机械设备安全防护设施不全以及操作人员违反操作规程是发生机械伤害最常见的事故，也是机械伤害的主要危险因素。

3.2.6 车辆伤害

尾矿运输采用汽车运输，装载机辅助推平，震动压路机压实作业，如果对安全驾驶和行车安全的重要性认识不足，思想麻痹、违章驾驶、管理



不善和车辆带病运行等，就会造成车辆伤害事故，主要原因如下：

- 1、违章驾车：疲劳驾车、酒后驾车、无证驾驶、超速行驶、争道抢行、违章超车和装载等；
- 2、心理异常：情绪急躁、精神分散、心理烦乱、身体不适等；
- 3、车况问题：安全装置不齐全、工作装置不可靠、安全防护装置失效、车辆维护修理不及时等；
- 4、道路环境：道路参数不合理；维护不好，路面损坏；在恶劣的气候条件下行车；
- 5、装载因素：装载过满，尾砂散落；装载中心偏差等；
- 6、管理因素：车辆安全行驶制度不落实；管理规章制度或操作规程不健全；车辆维修不及时；交通信号、标志、设施缺陷等。

3.3.7 溃坝危害

尾矿库一旦发生溃坝，不仅严重影响矿山正常生产，更重要的是将对下游地区人民生命和财产造成巨大危险，对环境造成严重污染。尾矿库溃坝使大量尾矿泥沙形成泥石流，沿山谷往下倾泻，其危害程度远比水库溃坝时严重得多，大量泥石流污染下游河道及早地。由于勘察、设计、施工、生产使用和管理的全过程中，任何一个环节有问题，都可能导致尾矿库不能正常使用，甚至发生溃坝事故。

1、可能造成溃坝事故的主要因素

1) 自然条件不良

(1)库区或坝体存在地形、地质、水文气象、尾矿性质、地震等影响尾矿库及各构筑物稳定性的不利因素。

(2)尾矿库三面靠山，呈下游缓，上游陡，汇水面积较小，当出现暴雨时，有可能形成冲击力、破坏力很强的山洪或特大山洪暴发，山洪暴发冲击库区上游周边山体，导致山体滑坡。



2) 勘察工作不细,对尾矿库工程地质与水文地质勘查不详细,对库区、坝基等处影响尾矿库及各构筑物稳定性的不良地质条件未查明。

3) 设计考虑不周

(1) 对尾矿库建设环境和运行特点认识不足,或设计人员技术不高、经验不足,造成中后期尾矿坝的稳定性不能满足设计规范要求;

(2) 尾矿坝设计构筑级别与防洪级别不够,排洪设施、防洪能力不能满足设计规范要求等。

4) 施工质量差

(1) 尾矿坝施工中清基不彻底、坝体密实度不均、坝料不符合要求等。

(2) 溢洪道、截洪沟强度不达标,当洪水冲蚀时,造成漏砂、断裂,甚至堵塞导致无泄洪能力。

(3) 在碾压土坝时碾压不实或尾矿坝与山坡之间没有结合好。

(4) 冬季施工中,没有采取适当措施,以致形成冻土层,在解冻或蓄水后,库水渗入形成软土夹层。

(5) 坝面维护不善,雨水冲刷冲沟,严重时造成局部坝滑坡。

5) 放矿操作、管理不当

(1) 尾矿排放混乱,尾矿坝前库容减小,导致调洪库容不足。

(2) 未按设计均匀放矿碾压,造成堆积体大面积积水。

(3) 未按设计分层排放,排放台阶边坡过陡,出现滑坡。

(4) 入库尾矿含水量大于设计,尾矿成膏体状态,尾矿堆积体浸润线过高,坝体渗水严重。

(5) 长期对排洪构筑物不进行检查、维修,排洪构筑物排洪不畅。

6) 其他原因

(1) 由于矿石性质或选矿工艺流程变更,引起尾矿粒度、粒轻、比重、矿浆浓度等的改变,对坝体堆筑、管理等未及时调整。



(2) 在库区上游或在库区内乱采、滥挖、违章取砂等，破坏坝体的稳定。

(3) 在库周围进行爆破作业，未采取防止措施。

(4) 未经原设计单位同意，擅自修改设计方案或未按设计方案进行施工。

2、危害形式

尾矿库溃坝因其突发性较强，其危害是严重的，破坏是巨大的。该尾矿库下游 0.43 公里左岸山坡有选矿厂及办公生活区，此外没有工矿企业、不是大型水源地，该尾矿库溃坝可能造成的危害是较大，对下游人民生命和财产构成严重的破坏。危害主要有：

(1) 造成库区下游一定范围内的人员伤亡；

(2) 造成下游旱地及河道被大量尾矿污染；

(3) 严重阻塞、污染下游；

(4) 对矿山正常生产有较大影响。

3.3.8 洪水漫坝

洪水漫顶是指由于风速过大、泄洪排水构筑物被破坏和堵塞、库区内发生大的泥石流或岸坡发生滑坡和坍塌等原因，水流高速冲击坝体或库区水位超过坝顶，致使坝坡失稳，决口溃坝。

1、主要危险因素分析

1) 排洪系统能力不够或失效，排洪设施、排水能力不符合设计要求。

2) 设计、施工的防洪标准、设施不符合尾矿库设施设计施工规范，导致洪水漫顶、溃坝事故。

3) 洪水超过尾矿库设计标准导致漫顶、溃坝事故。

4) 对气候、地质、地形等发生变化而引起的尾矿库最小安全超高和最小干滩长度等发生的不利变化，没有及时采取正确的应对方法所导致事故。

5) 疏于日常管理，对库区、坝体、排洪设施等出现的事故隐患未能及时采取处理措施。



6) 缺乏抗洪准备和防汛应急措施,对洪水造成的破坏没有应急预案而造成事故。

7) 调洪库容不足,排洪设施堵塞、损坏、排洪能力不足等。

8) 洪水携带树枝杂物淤堵排水设施进水口;

2、存在场所

副坝运输道路处。

3、事故后果

尾矿库洪水漫坝因其突发性较强,其危害也是较为严重的。主要是洪水漫顶会造成坝体被冲刷,导致坝体溃坝,污染荒地和植被,危及下游人民生命和财产。

3.3.9 滑坡危害

1、坝坡失稳的类型主要包括:崩塌、滑坡和滑塌。

崩塌:指块状岩体与岩坡分离向前翻滚而下。岩体无明显滑移面,同时下落的岩块或未经阻挡落于坡角,或于斜坡上滚落、滑移、碰撞最后堆积于坡角处。

滑坡:指岩体在重力作用下,沿坡内软弱结构面产生的整体滑动。与崩塌相比,滑坡通常以深层破坏形式出现,其滑动面往往深入坡体内部,甚至延伸到坡脚以下。根据滑面的形状,其滑坡形式可分为平面剪切滑动和旋转剪切滑动。对尾矿库两种坡体的性质分析可知,尾矿库的自然边坡易发生平面滑坡。

滑塌:松散岩土的坡角大于它的内摩擦角时,因表层蠕动进一步发展,使它沿着剪变带表现为顺坡滑移、滚动与坐塌,从而重新达到稳定坡角的斜坡破坏过程。

2、主要危险因素分析

1) 坝体与坝基结合处发生渗流破坏,降低抗滑能力。



- 2) 漫顶冲刷下游坝脚, 导致坝整体抗滑能力降低。
- 3) 两岸岸坡与坝体结合部位松动, 降低抗滑能力。
- 4) 洪水载荷下安全系数不满足。
- 5) 库区水位抬升, 坝体饱和区扩大。
- 6) 出现纵向裂缝, 减小了阻滑力。
- 7) 局部横向或纵向裂缝导致该部位滑动。
- 8) 库区岸坡周边存在不良地质条件, 稳定性差。
- 9) 在库区岸坡存在农民耕作、违章爆破和滥挖尾矿等活动, 影响周边山体的稳定性, 从而导致山体失稳, 滑坡。
- 10) 暴雨季节有可能形成冲击力、破坏力很强的山洪或特大山洪暴发, 山洪暴发冲击库区上游岸坡周边山体, 导致山体滑坡。
- 11) 筑坝材料的选择不当, 施工过程中碾压不密实, 坝体结构稳定性达不到设计要求。
- 12) 投入使用后随着尾矿量的不断增加其所受压力逐渐增强, 坝体出现较大沉降与位移。
- 13) 坝面未采取任何植被保护措施。
- 14) 为节约库容或其他原因致使坝外坡坡比陡于设计规定值后, 使坝体滑动性增强, 滑动力大于阻滑力。浸润线从坝外坡出逸的可能性增大, 稳定性下降。
- 15) 库区发生高于设防烈度的地震。

4、危害形式

坝体和库区岸坡周边山体稳定性因素直接影响尾矿库的安全, 有可能造成洪水漫顶、破坏坝体构筑物及防洪设施, 更为严重的是造成尾矿坝决口、溃坝。



3.3.10 粉尘危害

粉尘是矿山在生产过程中通过设备对矿石的挤压、破碎产生的细粒状的矿物或岩石粉尘，直径大于 $50\ \mu\text{m}$ 的尘粒，在重力的作用下会很快从气流中分离出来，沉落于地面，此类粉尘为落尘；直径在 $0.01-50\ \mu\text{m}$ 范围内的尘粒，它能长时间悬浮于空气中，此类粉尘叫作浮尘，浮尘对车间空气的污染和人体健康的危害最大，是选厂的防尘重点。

某些有毒粉尘，如含有砷、铅、汞的粉尘，会引起中毒现象。某些含有铀、钍的粉尘能引起放射性危害。粉尘的主要危害是能引起矽肺病，该病是因为长期大量吸入含有游离二氧化硅的粉尘引起的，是矿山的一种职业病。

尾矿库粉尘危害的主要场所是尾矿坝干滩。造成尾矿坝粉尘浓度高的主要因素有：

- 1、职工安全自我保护意识差，未佩戴个人防尘防护用品；
- 2、尾矿库干滩较长，未及时洒水湿润干滩，引起粉尘飞扬；
- 3、尾矿库冬季不排尾矿库时，未进行防尘网覆盖。



第四章 评价单元划分和评价方法选择

4.1 评价单元划分

本评价项目根据尾矿库危险、有害因素的性质和重点危险因素的分布等情况，划分出7个单元进行评价，分别为：

- 1、安全管理单元
- 2、尾矿库周边环境单元
- 3、尾矿坝单元
- 4、防排洪单元
- 5、干式尾矿运输及尾矿排放单元
- 6、安全监测单元
- 7、辅助设施及安全标志单元

4.2 评价方法选择

根据该项目特点及主要危险、有害因素的种类，本次安全评价采用安全检查表法和专家现场询问观察法、理论计算法、事故树、LEC法。

4.2.1 安全检查表法简介

安全检查表法是系统安全工程的一种最基础、最简便并广泛得到应用的系统安全评价方法。安全检查表法不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患，还对各检查项目给予量化，用于进行系统安全评价。

安全检查表是由对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并富有安全技术、安全管理经验的人员，依据有关标准、规程、规范 and 规定，事先对分析对象进行详尽分析和充分讨论，列出检查单元、检查项目、检查依据、检查情况、是否符合标准，评定系统安全与法律、法规、标准、规范的符合情况。

对系统进行评价时，根据检查依据，对照法律、法规、标准、规范，从而得出检查项目是否符合规定要求。



当安全检查表用于设计、维修、环境、管理等方面查找缺陷隐患时，可省略赋分、评级等内容和步骤。本评价的安全检查表格式见下表。

安全检查表

序号	检查项目及内容	检查依据	检查情况	结论

4.2.2 专家现场询问观察法简介

专家现场询问观察法主要是针对工程中的危险、危害因素，依据有关法律、法规、标准和规定，参考过去事故教训和有关部门的经验，组织各专业技术专家对企业的现状进行检查、分析，然后作出评价结论的一种方法。

4.2.3 理论计算法

尾矿库洪水计算根据当地水文手册，采用简化推理公式计算洪峰流量及洪水总量，调洪演算过程根据水量平衡方程式进行计算。

尾矿坝稳定性计算采用 Bishop 法或瑞典圆弧法，计算时对正常运行（一般工况）、洪水运行、特殊运行（地震工况）分别进行计算分析。

4.2.4 事故树分析（FTA）

事故树分析（Fault Tree Analysis，缩写 FTA）又称故障树分析，是一种演绎的系统安全评价方法。即从要分析的特定事故或故障开始，逐层分析其发生原因，一直分析到不能再分解为止；将特定的事故和各层危险因素之间用逻辑门符号连接起来，编制出形象、简洁地表达其逻辑关系（因果关系）的逻辑树图形—事故树。通过对事故树简化、计算，进行分析、评价。

4.2.5 作业条件危险性评价法（LEC）

作业条件危险性评价法（又称 LEC 法或格雷厄姆-金尼方法）是评价作业人员在具有潜在危险性环境中作业的危险性的半定量评价方法。将可能



造成安全风险的大小用事故发生的可能性 L、人员暴露于危险环境中的频繁程度 E、和事故后果 C 三个随机自变量的乘积来衡量，即： $D=LEC$ 。

式中：D—作业条件的危险性；

L—事故或危险事件发生的可能性；

E—作业人员暴露于危险环境中的频率；

C—发生事故或危险事件的可能结果。



第五章 安全现状评价

5.1 尾矿库安全管理单元

5.1.1 尾矿库安全生产合法性评价

1、评价内容及方法

- 1) 评价内容：企业各种证照的合法性、有效性。
- 2) 评价方法：安全检查表法。

2、现场调查、资料查阅情况

表 5-1 证照明细表

证照名称	证照编号	发证机关	有效日期	结论
营业执照	911504286640710717	喀喇沁旗市场监督管理局	成立于 2007 年 7 月 24 日	合法有效
尾矿库安全生产许可证	(蒙) FM 安许证字 (2023) 006784 号	内蒙古自治区应急管理厅	2023 年 9 月 11 日—2026 年 9 月 10 日	合法有效

3、现状分析与评价

经查阅公司提供的有关资料，企业依法取得了营业执照、尾矿库安全生产许可证，各类证照均在有效期内，属于合法生产经营矿山企业。

4、评价小结

经过现场调查、查阅相关资料，该企业营业执照有效，尾矿库安全生产许可证在有效期限内，企业证件合法有效。

5.1.2 安全管理模式、制度的建立及其执行情况符合性评价

1、评价内容：企业安全管理模式，企业各级领导安全生产职责，各职能部门安全生产责任制，各岗位人员安全生产责任制，安全管理制度，尾矿库各种操作规程及执行情况分析。

2、评价方法：安全检查表法

3、现状概述

1) 安全管理机构

赤峰市海业矿产有限责任公司设置了尾矿库安全管理机构，张烽、杨



宇轩为尾矿库专职安全管理人员，负责尾矿库日常的安管理工作。

2) 安全生产责任制、管理制度、操作规程的建立及执行情况

安全生产责任制、管理制度、操作规程的建立及执行情况

表 5-2 安全生产责任制检查表

第一章 总则	第二章 各级行政领导安全生产责任制
一、企业主要负责人安全生产责任制	二、分管安全副总经理安全生产责任制
三、总工程师安全生产责任制	四、分管生产副总经理安全生产责任制
第三章 职能部门安全生产职责	一、安全科安全生产职责
二、生产技术科安全生产职责	三、财务科安全生产职责
四、机电动力科安全生产职责	五、选矿厂安全生产职责
第四章 中层管理人员安全生产责任制	一、生产技术科科长安全生产责任制
二、安全科科长安全生产责任制	三、机电动力科科长安全生产责任制
四、财务科科长安全生产责任制	五、选厂厂长安全生产责任制
六、相关方负责人安全生产责任制	第五章 专业技术管理人员安全生产责任制
一、选矿工程师安全生产责任制	二、机械工程师安全生产责任制
三、电气工程师安全生产责任制	四、专职安全员安全生产责任制
五、兼职安全员安全生产责任制	六、班组长安全生产责任制
第六章 选矿系统安全生产责任制	一、选厂安全员安全生产责任制
二、破碎工安全生产责任制	三、筛分工安全生产责任制
四、磨矿工安全生产责任制	五、浮选工安全生产责任制
六、药剂工安全生产责任制	七、压滤工安全生产责任制
八、水泵工安全生产责任制	九、尾矿工安全生产责任制
十、维修电工安全生产责任制	十一、机械维修工安全生产责任制
十二、熔化焊接与热切割作业工安全生产责任制	十三、电工安全生产责任制
十四、吊车工安全生产责任制	十五、砂泵工安全生产责任制
第七章 其他岗位人员安全生产责任制	一、监控中心监控员安全生产责任制
二、装载机司机安全生产责任制	三、翻斗车司机安全生产责任制
第八章 安全生产责任制考核管理实施办法	

表 5-3 安全管理制度检查表

安全生产目标管理制度	安全生产法律法规与其他要求管理制度
安全生产例会制度	重大危险源监控管理制度
生产安全事故隐患排查治理及报告制度	安全风险警示和预防应急公告管理制度
特种作业人员安全管理制度	安全生产奖惩制度
安全生产档案管理制度	“三同时”安全管理制度
安全生产标准化岗位达标管理制度	相关方以及外用工管理制度
公司“三项制度”管理制度	安全管理机构设置及人员任命管理制度
安全生产委员会制度	重大隐患整改制度
危险作业安全管理制度	安全警示标志管理制度
安全技术措施审批管理制度	安全生产教育培训考核管理制度
生产技术管理制度	机电设备管理制度
安全设施设备管理制度	劳动保护用品管理制度
职业危害预防制度	职业卫生管理制度
安全费用提取与使用制度	安全检查制度
应急管理制度	尾矿库管理制度



生产安全事故报告应急救援调查处理制度	赤峰市海业矿产有限责任公司考核管理实施办法
全员安全生产责任制及其考核与奖励制度	尾矿库排放筑坝库内水位控制管理制度
矿山尾矿库防汛管理制度	应急值班管理制度
领导带值班管理制度	尾矿库技术管理制度
极端天气停产撤人制度	尾矿库隐蔽致灾因素普查管理制度

表 5-4 安全操作规程检查表

一、选矿系统	破碎工安全技术操作规程
皮带工安全技术操作规程	筛分工安全技术操作规程
磨矿工安全技术操作规程	浮选工安全技术操作规程
药剂工安全技术操作规程	压滤工安全技术操作规程
浓密工安全技术操作规程	过滤工安全技术操作规程
水泵工安全技术操作规程	渣浆泵工安全技术操作规程
尾矿工安全技术操作规程	低压电工安全技术操作规程
天车安全技术操作规程	叉车工安全技术操作规程
熔化焊接与热切割作业工安全技术操作规程	机械维修安全技术操作规程
吊车安全技术操作规程	厨师安全技术操作规程
二、其它系统	质检取样工安全技术操作规程
化验员安全技术操作规程	计量员安全技术操作规程
危险化学品仓库保管员安全技术操作规程	司机安全技术操作规程
装载机司机安全技术操作规程	监控中心监控员安全技术操作规程

4、现状分析与评价

1) 各级领导、各岗位人员安全生产责任制建立健全。

该公司领导及各部门能够严格按照各自分工密切合作，按照职能和权限，分级管理，全面落实安全生产责任制。

2) 该公司建立了安全生产责任制、安全管理制度，安全管理制度类别齐全，符合尾矿库生产需要，得到了有效执行和落实。

3) 各工种操作规程制定齐全，操作规程内容符合规程要求。

4) 公司能够根据生产实际情况，及时完善安全管理制度和岗位责任制。

5、评价小结

经过现场调查、查阅相关资料，评价认为，该公司尾矿库能够按照法律法规的要求，建立、健全公司各级安全生产责任制、各职能部门安全生产责任制、各岗位安全生产责任制和安全管理制度，各项安全管理制度内容符合公司和尾矿库实际情况，并得到了有效落实。

5.1.3 安全管理体系适应性分析及评价

1、评价内容及方法



1) 评价内容：公司安全管理机构；主要负责人、安全管理人员的配备和资格情况。

2) 评价方法：采用安全检查表法和专家评议法评价。评价前根据国家有关法律、法规，制定了安全管理检查表，列出了评价内容、依据、现场检查情况和评价结论等内容。

3) 评价过程：听取该公司尾矿库的概况介绍，对照安全检查表的内容，查找文件、档案、技术资料、会议记录、查看现场等方式，与尾矿库运行情况逐条落实，记录存在的问题。

2、现场调查、资料查阅情况

赤峰市海业矿产有限责任公司成立安全生产委员会，总经理担任委员会主任，各主要职能部门负责人为成员，办公室设在安全部，成立了尾矿库安全管理机构。同时配备有2名尾矿库专职安全管理人员，1名专职技术管理人员。

任命以下人员为尾矿库专职安全管理人员及专职技术管理人员：

尾矿库专职安全管理人员：张烽、杨宇轩

尾矿库专职技术管理人员：王中年

1) 公司主要负责人、安全管理人员持证情况

表 5-5 主要负责人、安全管理人员明细表

姓名	职务	资格证类别	证号	发证部门	有效期至	结论
于化仁	法定代表人	主要负责人	210881196304011832	内蒙古自治区 矿山安全监管 局	2029.8.4	合法 有效
杨宇轩	尾矿库专 职安全员	安全生产管 理人员	150403197912115130	赤峰市应急管 理局	2026.12.7	合法 有效
张烽	尾矿库专 职安全员	安全生产管 理人员	339005199411017219	内蒙古自治区 矿山安全监管 局	2029.5.26	合法 有效

2) 公司专职技术管理人员情况



表 5-6

尾矿库专业技术人员

检查项目	检查依据	实际情况	结论
尾矿库应当配备水利、土木或者选矿（矿物加工）等尾矿库相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专业技术人员，其中三等及以上尾矿库专业技术人员应当不少于 2 人，四等、五等尾矿库专业技术人员应当不少于 1 人。	矿 安 (2022) 4 号	尾矿库专业技术人员：王 中年 学历：本科 专业：土木工程	符 合 要 求

3、现状分析与评价

1) 赤峰市海业矿产有限责任公司设置了尾矿库专职管理人员和专职技术管理人员，在主要负责人的直接领导下负责企业的安全管理日常工作。

2) 公司尾矿库专职管理人员设置符合要求，职责明确，人员配备齐全合理，能够满足尾矿库安全工作的管理及现场监督、检查的要求，符合有关规定。

3) 公司主要负责人、安全管理人员均经过安全生产知识和管理能力培训，均取得了安全生产知识和能力考核合格证，其专业知识和管理能力能适应公司安全生产的需要。

4、评价小结

赤峰市海业矿产有限责任公司设置了尾矿库安全管理机构，配备了专职安全管理人员和专职技术管理人员，主要负责人及安全管理人员经过安全培训，均取得安全生产知识和管理能力考核合格证，证件均在有效期内，合法有效，具备安全生产条件。

5.1.4 特种作业人员及其他作业人员培训考核情况分析评价

1、评价内容及方法

1) 评价内容：特种作业人员操作资格证、有效期、人员数量及持证上岗情况；其他从业人员安全教育培训情况。

2) 评价方法：专家评议法

2、现场调查、资料查阅情况

1) 特种作业人员培训情况



根据尾矿库设计及实际生产情况，尾矿库目前配备的特种作业人员如下：

表 5-7 特种作业人员

检查项目	姓名	证件号	发证机关	有效期至	结论
尾矿作业	李欣	T15042819891004342X	内蒙古自治区应急管理厅	2031.4.10	合法有效
尾矿作业	罗颖杰	T150428198309013246	内蒙古自治区应急管理厅	2031.7.16	合法有效
尾矿作业	齐鹏宇	T150428199903160112	内蒙古自治区应急管理厅	2031.4.10	合法有效
尾矿作业	郑洪德	T150425197102203874	内蒙古自治区应急管理厅	2030.11.10	合法有效
低压电工作业	韩俊伟	T150428199708260011	内蒙古自治区应急管理厅	2028.6.5	合法有效
低压电工作业	王洪涛	T150428199007160034	内蒙古自治区应急管理厅	2030.11.17	合法有效
熔化焊接与热切割作业	王鹏飞	T150430199312121711	内蒙古自治区应急管理厅	2031.9.2	合法有效
熔化焊接与热切割作业	张建明	T150428196712233012	内蒙古自治区应急管理厅	2028.9.23	合法有效

2) 其他从业人员培训情况

该公司制定了《员工教育培训计划》，计划对员工的安全教育培训作了具体安排，培训内容分岗位安全培训、岗前安全培训、特种作业安全培训等培训工作。

3、现状分析与评价

该公司尾矿库特种作业人员经培训考核，取得特种作业操作证书，特种作业人员能够做到持证上岗，其他从业人员均按照培训计划进行安全培训，符合有关规定要求。

4、评价小结

该尾矿库特种作业人员及其他从业人员培训考核符合尾矿库安全生产条件要求。

5.1.5 安全投入及保险

1、评价内容及方法



1) 评价内容：尾矿库安全资金投入、从业人员保险投保

2) 评价方法：安全检查表法

2、现场调查情况

表 5-8 安全投入、保险安全检查表

检查项目	检查依据	实际情况	结论
必须有年度安全措施计划	关于印发《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，2022 年 11 月 21 日）	有年度安全措施计划	符合要求
按计划 and 规定提取安全费用，专款专用		符合上述规程要求，提供了相关证明文件，2026 年计划尾矿库按当月入库尾矿量每吨 5 元提取安全生产费用，按生产计划共提取安全生产费用 35 万元，由于未生产，安措费提前预支使用 29.2 万元。	符合要求
第五十一条 生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。国家鼓励生产经营单位投保安全生产责任保险；属于国家规定的高危行业、领域的生产经营单位，应当投保安全生产责任保险。	《中华人民共和国安全生产法》第五十一条	矿山已为员工缴纳了安全生产责任险，共投保人数 15 人，有安全生产责任险保单附件。	符合要求

3、评价小结

经查阅该矿的相关资料，安全投入资金符合国家和行业的相关要求，公司已为员工购买了安全生产责任险，保险单、发票、雇员清单齐全。符合安全生产条件要求。

5.1.6 尾矿库应急救援体系分析评价

1、评价内容及方法

1) 评价内容：尾矿库应急预案编制、演练及应急救援设备、设施等

2) 评价方法：安全检查表法

2、现场调查、查阅资料情况

表 5-9 尾矿库应急救援体系检查表

检查项目	检查依据	实际情况	结论
矿山企业应建立健全应急管理、应急演练、应急撤离、信息报告、应急救援等规章制度，落实应急救援装备和物资储备，按照相关规定设立矿山救护队，或设立兼职矿山救护队	GB16423-2020 第 8.1	矿山的应急管理规章制度健全，设立了兼职矿山救护队，由企业主要领导和相关部门组成，指挥部设应急救援指	符合要求



检查项目	检查依据	实际情况	结论
并与就近的专业矿山 救护队签订救护协议。		挥中心、抢险救援组、后勤保障组，技术组、调度通讯组及办公室，明确了各专业的职责、处理灾害时的顺序、抢险物资、救助要求。并与敖汉旗矿山救护队签订了救护协议，协议的有效期为 2026 年 4 月 27 日至 2027 年 4 月 26 日。	
矿山企业应根据矿山实际编制应急救援预案，由矿山企业主要负责人批准实施，并定期进行应急 救援演练，当矿山实际情况发生较大变化或在应急演练中发现重大问题，应及时修订应急救援预案。	GB16423-2020 第 8.2	矿山编制了应急救援预案，并在 2026 年 7 月 7 日在赤峰市应急管理局备案，备案编号为 150404-2026-0077。	符合要求

3、评价小结

该公司制定有《赤峰市海业矿产有限责任公司（选厂、尾矿库）生产安全事故综合应急预案》、《尾矿库事故专项应急预案》等应急预案及现场处置方案，应急预案在赤峰市应急管理局已备案，企业定期对应急预案进行演练，配置了必要的应急救援物资。并同敖汉旗矿山救护队签订了矿山应急救援协议书。符合安全生产条件要求。

5.2 尾矿库周边环境单元

5.2.1 评价内容及方法

- 1) 评价内容：尾矿库周边环境
- 2) 评价方法：安全检查表法

5.2.2 现状分析与评价

采用安全检查表法对尾矿库周边环境单元进行评价。如表 5—10。

表 5-10 尾矿库周边环境安全检查表

序号	检查内容	检查依据标准	检查情况	是否符合标准
1.	尾矿库的地理位置。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》《尾矿库安全规程》5.2.1	尾矿库位于选厂上游约 430m 处的沟谷内。该沟谷是一条近 NS 方向延伸的狭长封闭沟谷。由于压滤车间、选矿厂、办公区位于尾矿库坝趾下游 0.43km 左岸山坡，并非建于沟底，尾矿库对其构成一定的影响，设计该尾矿库等别提高一	符合



			等，按照四等尾矿库进行设计及管理。	
2.	尾矿库的周边人文环境。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》	沟内无居民，沟谷内的植被条件中等，尾矿库所在沟谷周边均为松树林，尾矿坝址距下游沟口三节地村流经距离 1.3km。尾矿库下游流经路径 1km 范围内无村庄及其他重要建筑、水利设施、名胜古迹等，对周围环境影响较小。	符合
3.	尾矿库的库形、汇水面积。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》《尾矿库安全规程》5.2.2	沟谷全长约 1.9km，坝址以上长度为 0.743km，汇水面积约 0.1803km ² ，尾矿坝上游平均坡度 18.86%。该沟谷底较陡，两侧山体高差大。	符合
4.	库底与周边山脊的高程。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》《尾矿库安全规程》5.2.2	该沟谷是一条近 NS 方向延伸的狭长封闭沟谷，其南侧沟口处的最低标高 1000m 左右，北侧山脊标高为 1245m。沟谷全长约 1.9km，坝址以上长度为 0.743km。	符合
5.	尾矿库工程地质概况。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿选厂尾矿库岩土工程勘察报告（详勘）》《赤峰市海业矿产有限责任公司隐蔽致灾因素普查报告》《尾矿库安全规程》5.2.2	库区及周边无危岩、崩塌、泥石流等不良地质现象痕迹，库址地貌属于低山区，地形坡度较大，但地层稳定，总体库区稳定性较好。勘察场区地形起伏较大，地处低山地貌单元，属于建筑抗震一般地段，该场地内及其周围未见地震灾害遗迹。	符合
6.	尾矿坝上和尾矿库库内不得建设与尾矿库运行无关的建、构筑物。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）6.8.1	尾矿坝上和尾矿库库无与尾矿库运行无关的建、构筑物。	符合
7.	尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域不得进行乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）6.8.2	尾矿库坝上及库区无乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	符合

5.2.3 评价小结

本单元采用安全检查表法，共检查 7 项内容，通过采用安全检查表法对尾矿库的地理位置、尾矿库的周边人文环境、尾矿库的库形、尾矿库汇水面积、库底与周边山脊的高程、尾矿库工程地质概况单元进行评价，该尾矿库地理位置、周边环境、地质情况符合《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》



要求,符合《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)等要求,具备安全生产条件。

5.3 尾矿坝体单元

5.3.1 评价内容及方法

- 1) 评价内容: 尾矿坝体
- 2) 评价方法: 安全检查表法、理论计算法

5.3.2 现状分析与评价

表 5—11 尾矿坝体安全检查单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据标准	检查情况	是否符合标准
1.	尾矿坝为一次筑坝,坝型为碾压土石坝。尾矿坝高 25m,坝顶标高 1116m,设计对原有尾矿坝进行顶部削坡底部压坡处理,压坡采用山坡土石进行压坡,	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	尾矿坝为碾压土石坝,一次建坝,坝型为不透水碾压土石坝。尾矿坝高 25m,坝顶标高 1116m,坝顶长 66m。	符合
2.	尾矿坝外坡比 1:2,内坡比 1:1.75,在 1102m 标高设置 2m 宽马道。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	尾矿坝外坡比 1:2,内坡比 1:1.75,坝顶宽 4m,在 1102m 标高设置 2m 宽马道。	符合
3.	尾矿坝左侧建副坝,为尾矿运输道路留有通道。副坝采用土石筑坝,该副坝筑坝材料为山坡开挖土石,坝型为不透水碾压土石坝。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	尾矿坝左侧建有副坝,为尾矿运输道路留出通道。副坝采用土石筑坝,一次建坝。	符合
4.	副坝坝顶高 1116m,坝顶宽 3m,坝长 95m,由于副坝沿左岸山坡布置,坝高较小,平均坝高约 10m,同时为尾矿运输道路留有空间,副坝内外坡比均为 1:1.75。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	副坝最高坝顶标高 1116m,副坝顶标高至库区逐渐降低,坝顶宽 3m,坝长 95m,由于副坝沿左岸山坡布置,副坝坝高由主坝至库区坝高逐渐降低,副坝内外坡比均为 1:1.75。	符合



5.	尾矿坝及副坝外坡采用干砌石护坡，内坡采用碎石护坡。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》	主坝及副坝外坡采用干砌石护坡，内坡采用碎石护坡。	符合
6.	尾矿坝右岸设坝肩排水沟，断面尺寸顶宽×底宽×高=0.7m×0.4m×0.4m，采用 MU30 浆砌石砌筑，壁厚 300mm，M7.5 砂浆勾缝（或采用钢筋混凝土预制沟槽拼接）。1102m 马道内侧设纵向排水沟，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.3m，采用 MU30 浆砌石砌筑，壁厚 300mm，M7.5 砂浆勾缝（或采用钢筋混凝土预制沟槽拼接）。坝外坡每隔 50 米交错设置竖向排水沟，坝坡纵、竖向排水沟及坝肩排水沟相互贯通，构成了完善的坝面排水系统。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》	尾矿坝右岸设坝肩排水沟，断面尺寸顶宽×底宽×高=0.7m×0.4m×0.4m，采用浆砌石砌筑，壁厚 300mm，砂浆勾缝。1102m 马道内侧设纵向排水沟，断面尺寸为 B×H=0.3m×0.3m，采用浆砌石砌筑，壁厚 300mm，砂浆勾缝。坝外坡自 1102m 马道至坝趾设置 1 条竖向排水沟，坝坡纵、竖向排水沟及坝肩排水沟相互贯通，构成了完善的坝面排水系统。 为防止雨水冲蚀道路，副坝坝脚建有浆砌石的排水沟，与坝肩排水沟连通。	符合
7.	尾矿经压滤设备脱水后，滤饼含水约 18-22%，用装载机和自卸汽车，运送至尾矿库堆存。设计在原基础上进行尾矿干式堆放。采用库周式尾矿排放的方式，尾矿的堆放采用沿等高线由低到高四周排放的方式，滤饼经晾晒后用湿地型推土机推平压实，以每层 0.5m 的顺序推平压实。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜铅矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》	尾矿库自 2023 年竣工验收取得尾矿库安全生产许可证以来，未进行尾矿排放，库尾尾矿滩面标高 1108.6m，坝前尾矿滩面标高 1112m，尾矿库堆存尾砂约为 6.7 万 m ³ 。尾矿库自 2023 年 8 月竣工验收至今，未进行尾矿排放。尾矿库内尾矿为原有尾矿，滩面较平整。	符合
8.	坝体出现冲沟、裂缝、塌坑等现象时，应及时处理。	《尾矿库安全规程》第 6.3.11	坝体无冲沟、裂缝、塌坑现象。	符合
9.	尾矿坝下游坡面不得有积水坑。	《尾矿库安全规程》第 6.3.11	坝下游坡面无积水坑。	符合



10.	检查坝体有无纵、横向裂缝和滑坡迹象。	《尾矿库安全规程》第 9.3.4	坝体完好，无变纵、横向裂缝和滑坡迹象现象。	符合
11.	检查坝体有无渗漏现象。	《尾矿库安全规程》第 9.3.5	初期坝内坡防渗，尾矿坝下无尾水渗透情况。	符合

5.3.3 尾矿坝稳定性评价

根据《赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库坝体安全性复核报告》（赤峰金岳矿山工程设计有限公司 2026 年 5 月），尾矿库稳定性分析如下：

5.3.3.1 渗流稳定性分析

1、达西定律和渗流基本微分方程

假定尾矿库渗透水流在尾矿堆积体内流动时做低雷诺数的层流运动，此时渗透水的运动符合达西线性渗透定律，即水的流速在数值上与其水力坡度成正比，其数学表达式为：

$$v = kJ$$

式中：v—（平均）渗流速度（m/s）；

k—介质的渗透系数（m/s）；

J—水力坡度（无量纲）。

在实际的地下水流中，水力坡度往往是各处不同的，此时达西定律的一般性表达式为：

$$v = -k \frac{dH}{ds}$$

式中： $-\frac{dH}{ds}$ —水力坡降

在多孔岩土介质中，渗流的连续性方程写成张量形式表示为：

$$-\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho v_i) + S = \frac{\partial}{\partial t}(\rho n S_w) \quad i=1, 2, 3$$

式中：ρ—水的密度； v_i —达西流速；n—岩土介质孔隙率；S—汇源项。

在非饱和渗流中，非饱和渗流问题的连续性方程如下：



$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho v_x) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v_y) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho v_z) = -\frac{\partial}{\partial t}(\rho n S_w) + S$$

式中： v_x 、 v_y 、 v_z —非饱和渗流场中达西流速在 x 、 y 、 z 三个方向上的分量；

s_w —饱和度， $0 \leq s_w \leq 1$ ，其它符号意义同前。

饱和土体中水的流动常用达西定律来表达，达西定律同样也适用于非饱和土体中水的流动，但是，在非饱和土体中渗透系数一般不能假定为常数，相反，渗透系数的变化很大，是非饱和土孔隙比和含水量或基质吸力的函数，在非饱和渗流中达西定律的表达式为：

$$v_i = -k_{ij} k_r(\theta) \frac{\partial H}{\partial x_j} \quad i, j=1, 2, 3$$

此式为广义达西定律

式中： k_{ij} —饱和渗透系数张量；

k_r —非饱和渗透系数相对于饱和渗透系数 k_s 的比值，是饱和度或压力水头的函数。在非饱和区， $0 \leq k_r < 1$ ，在饱和区， $k_r = 1$ ；

θ —岩土介质的体积含水量 $\theta = n S_w$ ；

H —总水头， $H = h + z$ ， h 为压力水头， z 为位置水头。

非稳定渗流的饱和-非饱和微分方程为：

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left[k_{ij} k_r(h) \frac{\partial h}{\partial x_j} + k_{i3} k_r(h) \right] + S = (C + \beta S_s) \frac{\partial h}{\partial t} \quad i, j=1, 2, 3$$

式中： C —容水度， $C = \frac{\partial \theta}{\partial h}$ ，在饱和区为 0；

β —水的体积压缩系数，为水的体积压缩模量 E_w 的倒数，即 $\beta = \frac{1}{E_w}$ ，在饱和区 $\beta = 1$ ；

S_s —贮水率，对非饱和土体来说，其值为 0，对饱和土体其值大小为一常数，在许多情况下可设 $S_s = 0$ ；



在均质各项同性的情况下，非稳定渗流的饱和-非饱和微分方程为：

$$\frac{\partial}{\partial x}(k_r \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(k_r \frac{\partial h}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(k_r \frac{\partial h}{\partial z}) + \frac{\partial k_r}{\partial z} + S = (C + \beta S_s) \frac{\partial h}{\partial t}$$

式中： k_r —非饱和渗透系数， $k_r = k_s k_r$ ， k_s 为饱和时各向同性的渗透系数；

其它符号意义同前。

稳定渗流的饱和-非饱和微分方程为：

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left[k_{ij} k_r(h) \frac{\partial h}{\partial x_j} + k_{iz} k_r(h) \right] + S = 0 \quad i, j=1, 2, 3$$

2、渗流场边界条件

定解条件包括初始条件和边界条件。对于饱和-非饱和的渗流场，整个渗流区域可以分为饱和区域和非饱和区域；边界条件包括水头边界、已知流量边界和渗出面边界。因为整体考虑饱和-非饱和的渗流问题，没有必要将自由面作为一种流量补给边界处理。

初始条件是坐标的函数，可以写成：

$$h(x, y, z, t_0) = h_0(x, y, z, t_0)$$

边界条件包括流量边界和水头边界，可以写成：

$$h(x, y, z, t) = h_1(x, y, z, t), \quad (x, y, z) \in S_1$$

$$-\left[k_{ij} k_r(h) \frac{\partial h}{\partial x_j} + k_{iz} k_r(h) \right] n_i = q_n, \quad (x, y, z) \in S_2$$

$$-\left[k_{ij} k_r(h) \frac{\partial h}{\partial x_j} + k_{iz} k_r(h) \right] n_i \geq 0 \text{ 且 } h(x, y, z, t) = 0, \quad (x, y, z) \in S_3$$

式中： S_1 —水头分布规律已知的边界； S_2 —流量情况已知的边界； q_n 为法向流量； n_i 为边界的单位外法向的方向余弦； S_3 —饱和渗出面边界。

3、渗流稳定性分析计算结果

尾矿坝渗流场直接决定着坝体的稳定，并通过渗流场分析定性判断尾



矿坝的渗流稳定性，同时为尾矿坝的稳定计算提供坝体浸润线。

尾矿坝渗流场计算分正常运行情况与洪水位运行情况。尾矿坝正常运行工况下库内无水，洪水运行下库内有少量积水，洪水及时排出。根据工勘资料，稳定地下水水位 1070.1-1087.1m。选择尾矿坝最大坝高处坝体的典型断面作为计算断面。

根据对渗流场的分析我们可以得出：

(1) 无论是在正常运行工况还是在洪水位运行工况，尾矿坝体内的浸润线埋深都很深，这对尾矿坝的稳定是有利的。

(2) 尾矿坝在洪水位运行情况下的浸润线比正常运行情况下略高，但相差不多，也能够满足浸润线埋深要求。

5.3.3.2 坝体稳定性分析

1、计算工况

按照尾矿设施设计规范，尾矿库稳定分析包括：正常运行、洪水运行、正常运行遇地震（特殊运行）三种工况，本工程按Ⅶ度设防。

2、稳定计算方法及荷载组合

1) 荷载组合

稳定计算采用简化毕肖普法和瑞典圆弧法，计算软件为 aotubank7.7 软件包中 autoslope 程序。鉴于该矿尾矿颗粒粗、渗透性高，计算采用总应力指标，其荷载类型有：

表 5-12 稳定计算荷载组合表

运行条件	计算方法	荷载类别				
		1	2	3	4	5
正常运行	总应力法	有	有	—	—	—
	有效应力法	有	有	有	—	—
洪水运行	总应力法	—	有	—	有	—
	有效应力法	—	有	有	有	—
特殊运行	总应力法	有	有	—	—	有
	有效应力法	有	有	有	—	有



注 1:荷载类别 1 系指运行期正常库水位时的稳定渗透压力。

注 2:荷载类别 2 系指坝体自重。

注 3:荷载类别 3 系指坝体及坝基中的孔隙水压力。

注 4:荷载类别 4 系指设计洪水位时有可能形成的稳定渗透压力。

注 5:荷载类别 5 系指地震荷载。

2) 计算方法及计算条件

条分法是将滑动土体竖直分成若干土条，把土条当成刚体，分别求作用于各土条上的力对圆心的滑动力矩和抗滑力矩，根据公式 $F_s = \text{抗滑力矩} / \text{滑动力矩}$ 求出稳定安全系数。

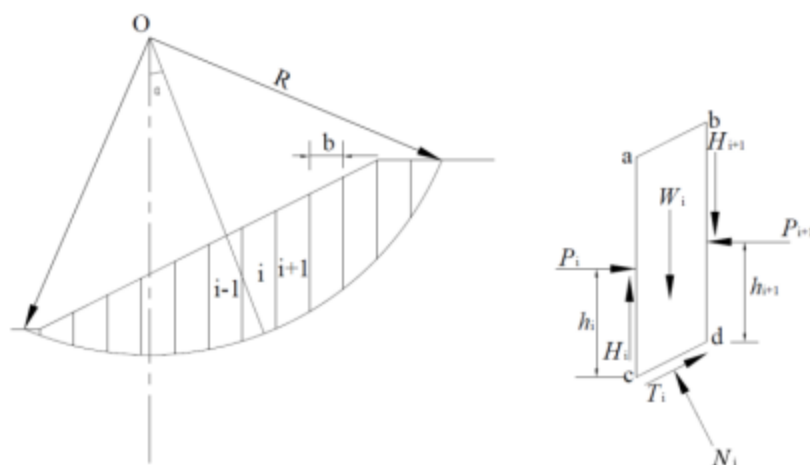


图 5-1 条分法中条块之间的作用力

滑动土体分成若干土条后，土条的两个侧面存在着条块间的作用力，如图 5-1 所示。作用在条块 i 上的力有重力 W_i ，条块侧面 ac 和 bd 上的法向力 P_i 、 P_{i+1} ，切向力 H_i 、 H_{i+1} ，法向力的作用点离弧面的距离为 h_i 、 h_{i+1} 。滑弧段 cd 的长度为 l_i ，其上作用着法向力 N_i 和切向力 T_i ， T_i 中包括粘聚阻力 $c_i l_i$ 和摩擦阻力 $T_i \tan \phi_i$ 。由于条块的宽度不大，则假定 W_i 和 Q_i 作用于弧段 cd 的中点。在这些力中， P_i 、 H_i 和 h_i 也出现在前一土条的分析中，可视为已知量，因此有 5 个待定的未知量 P_{i+1} 、 H_{i+1} 、 h_{i+1} 、 N_i 和 T_i 。每个土条可建立三个力的平衡方程，即 $\sum F_{xi} = 0$ ， $\sum F_{zi} = 0$ 和 $\sum M_i = 0$ 和一个极限平衡方程 $T_i = (N_i \tan \phi_i + c_i l_i) / F_s$ 。

如果把滑动土体分成 n 个条块，则条块间有 $(n-1)$ 个分界面，界面



上有 $3(n-1)$ 个力的未知量，滑动面上有 $2n$ 个力的未知量，加上安全系数 F_s ，总共有 $(5n-2)$ 个未知量，可以建立 $4n$ 个平衡方程。待求未知量数比方程数多 $(n-2)$ 个。用条分法计算时， n 一般在 10 以上，是一个高次超静定问题，要使问题得解，必须建立新的方程，有两种解决方法：

(1) 用有限元法，把土当成变形体，对土坡进行应力变形分析，计算出滑动面上的应力分布。

(2) 仍以条分法为基础，但对条块间的作用力做一些合理的假定，来增加方程数或减少未知量的数目。由于假定的不同，产生了不同的条分法，以下简要介绍常用的毕肖普法。

毕肖普法考虑了侧向力的不平衡，土条上的受力有重力 W 、滑面上的法向力 N 、切向抗滑力 T 、条块两侧的水平向法向力 E_i 和 E_{i+1} 、竖向切向力 Y_i 和 Y_{i+1} ，如图 5-2。这几个力是平衡的，形成封闭多边形。

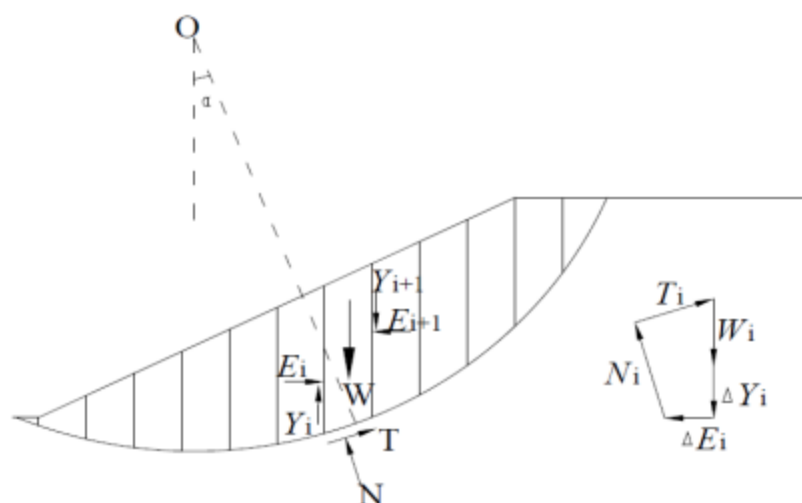


图 5-2 毕肖普法计算示意图

根据竖向力平衡条件，有：

$$W_i + \Delta Y_i - T_i \sin \alpha_i - N_i \cos \alpha_i = 0$$

式中， $\Delta Y_i = Y_i - Y_{i+1}$ ，抗滑力 T_i 由抗剪强度 τ_f 提供。对有一定安全性的边坡，抗剪强度只发挥了 $1/F_s$ 的作用，毕肖普定义安全系数 $F_s = \text{土的实际抗剪强度} / \text{保持平衡所需的强度}$ ，即：



$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau}$$

当滑面上各点的抗剪强度达到 $F_s = \tau_f / \tau$ 时，土坡达到极限平衡，各土条也达到了极限平衡状态。各土条的安全系数均取整个土坡的安全系数，假定滑动体各部分发挥强度的程度是一致的。由此可得：

$$T_i = \tau_i l_i = \frac{(\sigma_i \tan \varphi + c) l_i}{F_s} = \frac{N_i \tan \varphi + c l_i}{F_s}$$

整理则可得到：

$$N_i = \frac{1}{m_{ai}} \left(W_i + \Delta Y_i - \frac{c l_i \sin \alpha_i}{F_s} \right)$$

$$m_{ai} = \cos \alpha_i + \frac{\tan \varphi \sin \alpha_i}{F_s}$$

$$T_i = \frac{1}{F_s m_{ai}} [(W_i + \Delta Y_i) \tan \varphi + cb]$$

式中 b —土条宽， $b = \cos \alpha_i l_i$ 。

对滑动体建立整体力矩平衡方程时，各土条间的侧向力成了内力，在整体方程中不出现，法向力 N 通过圆心，不引起力矩，所以总体力矩平衡方程为：

$$\sum W_i a_i - \sum T_i R = 0$$

整理可以得到安全系数 F_s 的表达式为：

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_{ai}} [(W_i + \Delta Y_i) \tan \varphi + cb]}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

当土坡上只有竖向力作用，没有其它方向力影响 ΔE 时，可近似假定 $\Delta Y_i = 0$ ，则安全系数为

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_{ai}} (W_i \tan \varphi + cb)}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$



此方法称为简化毕肖普法。上式中的 m_{α_i} 中包含了安全系数 F_s ，需要通过迭代计算确定。值得注意的是，当 α_i 为负值时， m_{α_i} 有可能接近零，甚至为负，这时 N_i 的计算不合理， F_s 的误差就会越大。这与假定 $\Delta Y_i=0$ 关，亦与选择圆弧的圆心位置有关，当圆心较低时有可能会出现这种情况，但这种圆心所对应的圆弧往往不是危险滑弧，可以跳过。

当考虑孔隙水压力时，用有效应力法，则安全系数为

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_{\alpha_i}} [(W_i - u_i b) \tan \varphi' + c' b]}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

4、岩土力学性质指标

根据野外鉴别，结合原位测试及本地区工程经验，各岩土层物理力学性质指标可按表 5-13 数值采用。

表 5-13 各岩土层力学性质指标一览表

地层编号	岩土名称	地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)	重度 γ (kN/m ³)	粘聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)	压缩模量 E_s (MPa)	变形模量 E_0 (MPa)
①	素填土	140	-	-	-	-	-
②	素填土（初期坝体）	160	2.1	3.0	28.5	-	-
③	冲填尾矿砂	100	19.5	9.3	25.5	-	-
④	粉土	130	15.7	14.6	31.6	5.329	-
⑤	粉质黏土	160	19.8	41.6	17.3	7.132	-
⑥ ₁	全风化花岗岩	200	21.0	30.0	20.0	-	40
⑥ ₂	强风化花岗岩	500	23.0	60.0	30.0	-	120
⑥ ₃	中风化花岗岩	800	27.0	100.0	40.0	-	-
⑥ ₄	微风化花岗岩	1200	27.5	100.0	40.0	-	-

注：①、全风化、强风化花岗岩按本地工程地质经验及现场取样判别透水率在 5 (lu) 以内，但受岩体节理裂隙发育及层理方向等影响，岩层渗透性各向差异性较大。

5、标准确定

按照尾矿设施设计规范，尾矿库稳定分析包括：正常运行、洪水运行、正常运行遇地震（特殊运行）三种工况。尾矿库所在区域地震基本烈度值为 7 度，地震动峰值加速度为 0.1g，因此，在特殊运行条件（地震+正常水



位)分析时,地震动峰值加速度值取为 0.1g。

根据《尾矿设施设计规范》需计算坝体三种条件下的安全系数,即正常运用条件下、洪水运行条件和特殊运行条件计算结果,各条件下的荷载组合见下表:

表 5-14 坝坡抗滑稳定的最小安全系数

计算方法	坝的级别 运行条件	1	2	3	4、5
简化毕肖普法	正常运行	1.50	1.35	1.30	1.25
	洪水运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	特殊运行	1.20	1.15	1.15	1.10
瑞典圆弧法	正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
	特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.05

6、尾矿坝的稳定分析

该尾矿坝计算的坝体稳定安全系数如下表 5-15。

表 5-15 坝体边坡稳定计算结果表

序号	运行条件	四、五等尾矿库坝坡抗滑 稳定的最小安全系数K	该尾矿库不同运行条件 下的安全系数K
瑞典圆弧法	正常运行	1.15	1.288
	洪水运行	1.05	1.288
	特殊运行	1.05	1.160
毕肖普法	正常运行	1.25	1.450
	洪水运行	1.15	1.450
	特殊运行	1.10	1.221

结论:

根据《赤峰市海业矿业有限责任公司福合元矿区铜钼矿选厂尾矿库岩土工程勘察报告(详勘)》(赤峰永泰岩土工程有限公司,2026年5月)及现场勘查,通过采用 Autobank7.7 稳定性分析计算软件,对尾矿坝渗流稳定性和坝体稳定性进行了计算分析,计算结果显示尾矿库在正常运行、洪水运行、特殊运行三种情况下,浸润线埋藏均较深,坝体抗滑稳定的安全



系数均大于《尾矿库安全规程》要求，尾矿坝在现状坝高运行工况下的坝体抗滑稳定系数均能够满足《尾矿设施设计规范》、《尾矿库安全规程》和尾矿库设计要求。因此，赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库坝体运行正常，坝体安全稳定，具备继续使用的安全条件。

8、下个评价周期期间的坝体稳定性

根据《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》，选矿基本工艺参数为：

- 1) 生产规模：150t/d；
- 2) 选矿厂工作制度：300 天/年、3 班/天、8 小时/班；
- 3) 排尾矿量：4.2 万 t/a； 2.8 万 m³/a；
- 4) 尾矿排放浓度：18%—22%。干容重 1.5t/m³。

选矿厂正常生产 3 年所排放尾矿约 $8.4 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿库利用系数取 0.95，所需库容 $8.8 \times 10^4 \text{m}^3$ ，现库区面积 1.2 万 m²，库尾滩面高程为 1108.6m，尾矿库滩面在现有基础上将增高 7.33m，尾矿滩面标高将达到 1115.9m，达到尾矿库最终设计标高，在保障坝体坡度、筑坝压实度、浸润线埋深、干滩长度、安全超高等符合《安全设施设计》的情况下，在下一个评价周期内尾矿坝体稳定性安全系数能够满足《尾矿库安全规程》要求。

5.3.4 评价小结

通过采用安全检查表法及坝体稳定性计算，对尾矿坝体单元进行评价，该尾矿库坝体未出现变形、位移、滑坡、裂缝、渗漏等现象，坝体稳定。本单元共检查 11 项，全部符合，尾矿坝体单元符合《安全设施设计》及《尾矿库安全规程》要求，尾矿坝满足安全生产条件。

5.4 防排洪单元

5.4.1 评价内容及评价方法

- 1) 评价内容：尾矿库防排洪设施



2) 评价方法：安全检查表法、理论计算法。

5.4.2 现状分析与评价

1、采用安全检查表法对防排洪单元进行检查，如表 5—16 所示。

表 5—16 防排洪单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据标准	检查情况	是否符合标准
1.	尾矿库防洪标准。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》《尾矿库安全规程》第 9.2.2	尾矿库为五等尾矿库，由于压滤车间、选矿厂、办公区位于尾矿库坝趾下游 0.43km 范围内，这些设施均位于沟谷左岸山坡，并非建于沟底，尾矿库对其构成一定的影响，设计该尾矿库等别提高一等，按照四等尾矿库进行设计及管理。 根据《尾矿设施设计规范》，设计尾矿库相应防洪标准（洪水重现期）按四等尾矿库上限 200 年一遇洪水计算。	符合
2.	尾矿库应设置排洪设施，排洪设施的泄洪能力不包括机械排洪的排洪能力。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》《尾矿库安全规程》第 5.4.2	库上游及左岸采用拦洪坝—截洪沟的排洪形式排洪，库区采用溢洪道形式排洪。	符合
3.	拦洪坝坝址在库区北侧山谷处，坝轴线最低点标高 1127m，坝顶标高 1133.7m，坝轴线长 48m。拦洪坝筑坝材料为山坡土石碾压筑坝，坝型为不透水坝。坝轴线处最大坝高 H=6.7m，坝顶宽 B=4m，1128.5m 标高设 3m 宽马道，拦洪坝下游整体坡比 1:2.0，上游坡比 1:1.75，拦洪坝内外坡均采用浆砌石护坡，	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》	拦洪坝坝址选择在库区北侧山谷处，拦洪坝筑坝材料为山坡土石碾压筑坝，坝型为不透水坝。 坝顶标高 1133.7m，坝轴线原地面标高 1127m，坝高 6.7m，坝顶宽 4.5—4.8m，上游坡比 1:1.75，下游 1128.5m 标高设置马道，马道宽 3m，下游总体外坡坡比 1:2，坝长 49m，拦洪坝内外坡采用浆砌石护坡，水泥砂浆勾缝。	符合
4.	拦洪坝左坝肩与截洪沟相连，截洪沟进水口底板标高 1131.5m，顺左侧山体地形线延伸，将洪水排泄至尾矿库下游回水池内，平均纵坡约 10.8%，长度	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》	拦洪坝左坝肩与截洪沟相连，截洪沟进水口底板标高 1131.5m，顺左侧山体地形线延伸，将洪水排泄至尾矿库下游回水池内平均纵坡 10.8%，长度 417.9m，	符合



	417.9m。截洪沟断面为矩形,宽1m,深1.2m,侧壁和底板厚均为0.2m,采用C25钢筋混凝土浇筑,底部设0.1m厚C15混凝土垫层。截洪沟过路段采用壁厚0.25m,宽1m,高1.2m,现浇钢筋混凝土管方涵。		截洪沟断面为矩形,宽1m,深1.2m,侧壁和底板厚均为0.2m,采用C25钢筋混凝土浇筑,截洪沟过路面设置排水方涵,采用C25钢筋混凝土矩形结构,宽1m,高1.2m,顶壁厚0.3m。	
5.	设计采用由临时引水渠、溢洪道、截洪沟组成,将库区洪水排出库外。随着尾矿滩面逐渐增高,每年春季需在副坝坝肩延长溢洪道,与库内临时引水渠连接。溢洪道结构尺寸同截洪沟,为钢筋混凝土矩形结构,宽1m,深1.2m,侧壁和底板厚度均为0.2m,采用C25钢筋混凝土浇筑,底部设0.1m厚C15混凝土垫层。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿150t/d采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	由于尾矿库库区标高低于溢洪道进水口,目前无需建设临时引水渠。溢洪道为钢筋混凝土矩形结构,宽1m,深1.2m,侧壁和底板厚均为0.2m,采用C25钢筋混凝土浇筑,底部设0.1m厚C15混凝土垫层,顶壁厚0.2m。	符合
6.	在尾矿坝下游设置回水池,兼做消力池,回水池采用钢筋混凝土结构,回水池尺寸为6×10×3m,壁厚0.3m,回水池容积为180m ³ ,汛期洪水汇集于池内,通过回水泵返回至选矿厂生产水池,回水泵设置两台,流量80m ³ /h,扬程40m,功率22kW。正常运行情况一用一备,遇到暴雨期打开回水池溢流堰。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿150t/d采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	在尾矿坝下游设置回水池,兼做消力池,回水池采用钢筋混凝土结构,回水池尺寸为6×10×3m,壁厚0.3m,回水池容积为180m ³ ,汛期洪水汇集于池内,通过回水泵返回至选矿厂生产水池,回水泵设置两台,正常运行情况一用一备,遇到暴雨期打开回水池溢流堰。	符合
7.	坡、塌方,衬砌变形、破损、断裂、磨蚀,沟内淤堵等,对溢洪道还应检查溢流坎顶高程,消力池及消力坎等。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区尾矿库工程排洪构筑物质量检测报告》(辽宁宏大建设工程质量检测有限公司,2026年4月)《尾矿库安全规程》第9.2.10	1) 经现场外观检查,截洪沟、溢洪道、回水池均未发现混凝土构件面层脱落及钢筋外露情况,未见结构变形、损坏、坍塌、淤堵等现象,外观质量良好。拦洪坝坝体表面较完好,未见破损,满足使用要求;坝面排水沟外观质量良好,未见损坏、坍塌、淤堵等情况。 2) 拦洪坝、截洪沟、溢洪道、回水池的截面尺寸与初步设计规定尺寸偏差值满足《尾矿设施施工及验	符合



			收规范》(GB50864-2013)规定的允许偏差值。 3) 截洪沟水平(X向)钢筋间距平均值 208.9mm, 钢筋保护层厚度平均值 31.1mm, 竖向(Y向)钢筋间距平均值 209.7mm, 钢筋保护层厚度平均值 32.1mm; 溢洪道水平(X向)钢筋间距平均值 208.7mm, 钢筋保护层厚度平均值 32.7mm, 竖向(Y向)钢筋间距平均值 211.3mm, 钢筋保护层厚度平均值 32.0mm; 回水池水平(X向)钢筋间距平均值 219mm, 钢筋保护层厚度平均值 36mm, 竖向(Y向)钢筋间距平均值 215mm, 钢筋保护层厚度平均值 37mm。 4) 截洪沟混凝土现龄期抗压强度达到 C25, 符合设计要求; 溢洪道混凝土现龄期抗压强度达到 C25, 符合设计要求; 回水池所检测部位混凝土现龄期抗压强度达到 C25。	
8.	生产经营单位应当建立健全防汛责任制, 实施 24 小时监测监控和值班值守, 并对可能发生的垮坝、漫顶、排洪设施损毁等安全事故和影响尾矿库运行的洪水、泥石流、山体滑坡、地震等重大险情制定并及时修订应急救援预案, 配备必要的应急救援器材、设备、放置在便于应急时使用的地方。	《尾矿库安全监督管理规定》第二十一条	制定有尾矿库事故应急救援预案。	符合
9.	应急预案应当按照规定报相应的安全生产监督管理部门备案, 并每年至少进行一次演练。	《尾矿库安全监督管理规定》第二十一条	已在赤峰市应急管理局进行备案。	符合

5.4.3 尾矿库调洪演算

根据《赤峰市海业矿业有限公司尾矿库 2026 年度调洪演算报告》及现尾矿库实际情况:

1、防洪标准



该尾矿库为五等库，但由于压滤车间、选矿厂、办公区位于尾矿库坝趾下游 0.43km 范围内，这些设施均位于沟谷左岸山坡，并非建于沟底，尾矿库对其构成一定的影响，设计该尾矿库等别提高一等，按照四等尾矿库进行设计及管理。

根据《尾矿设施设计规范》，设计尾矿库相应防洪标准（洪水重现期）按四等尾矿库上限 200 年一遇洪水计算。

2、洪峰流量及洪水总量计算

1) 该地区水文资料

根据《辽宁省水文手册》（1975 年），洪水计算参数如下：

（1）从“内蒙古赤峰地区多年平均年最大 24 小时降雨量等值线图”查得该处多年平均年最大 24 小时降雨量 $h_{24}=60\text{mm}$ ；

（2）从“内蒙古赤峰地区最大 24 小时降雨量变差系数（Cv）等值线图”查得该处的 $C_v=0.57$ ；

（3）由皮尔逊 III 型曲线的模比系数 K_p 值表（ $C_s=3.5C_v$ ）查得当 $C_v=0.57$ ， $C_s=1.995$ ， $K_{0.5\%}=3.45$ ；

（4）尾矿库区总汇水面积 $F=0.1803\text{km}^2$ ，坝址以上坡面长约为 0.743km，尾矿坝上游平均坡度 18.86%。

2) 采用简化推理公式，洪峰流量计算：

$$Q_p = \frac{A \times (S_p \times F)^B}{\left(\frac{L}{MJ^{1/3}}\right)^C} - D \times \mu \times F$$

按 0.5% 洪水频率（即重现期 200 年）进行计算，取相关参数如下：

假设 $\tau \leq 1$ 时：

表 5-17 洪水计算参数表

名称	F	L	m	α_{24}	$\bar{H}_{24}$	Cv	Cs	n1
数量	0.1803	0.743	0.8	0.6	60	0.57	$3.5C_v$	0.62
名称	J	A	B	C	D	X	Y	n2



数量	0.1886	0.562	1.183	0.734	0.329	0.141	3.125	0.68
----	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------

表 5-18 洪水计算结果

	$K_{0.5\%}$	H_{24p}	S_p	h_g	t_c	μ	Q_p
200 年一遇 $P=0.5\%$	3.45	207	74.86	124.2	16.23	3.6	8.32

验算: $\tau = 0.278 \frac{L}{mJ^{1/3}Q^{1/4}} = 0.26 < 1$, 即上述 Q_p 即为所求。

2、洪水总量计算

洪水总量: $W_{ip} = 1000 \times \alpha_{24} \times H_{24p} \times F$

式中: W_{ip} ——频率 p 时洪水总量;

H_{24p} ——频率 p 时 24 小时降雨量, mm。

α_{24} ——汇流参数, 取 0.66。

计算结果:

$W_p = 1000 \times \alpha_{24} \times H_{24p} \times F = 1000 \times 0.6 \times 207 \times 0.1803 = 22393.26 \text{ (m}^3\text{)}。$

根据各汇水区域面积, 各汇水区流量及洪水总量如下表。

表 5-19 各汇水区洪峰流量及洪水总量计算结果

	库区内	拦洪坝上游	左岸山坡
汇水面积 km^2	0.0712	0.09399	0.01584
洪水流量 m^3/s	3.29	4.34	0.73
洪水总量 m^3	8843.04	11673.56	1967.33

3、防排洪设施泄洪能力计算

1) 截洪沟泄洪能力计算

截洪沟用于排出库内及周边汇水, 200 年一遇洪峰流量 $8.32 \text{ m}^3/\text{s}$, 洪水总量 22393.26 m^3 , 截洪沟采用明渠均匀流计算公式计算, 采用如下公式计算:

$$Q_{\text{过}} = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

取过流水深 $H=0.9 \text{ m}$, 糙率 $n=0.014$, 坡度 0.108 ; 计算结果如下:

$$Q_{\text{过}} = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$



式中：A：过流断面积 $A=0.90\text{m}^2$

X：湿周 $X=2.80\text{m}$

R：水力半径 $R=A/X=0.32\text{m}$

C：谢才系数 $C=1/n \times R^{1/6}=59.12$

$$Q_{\text{泄}}=A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}=9.91 (\text{m}^3/\text{s})$$

通过以上计算，截洪沟 0.9m 水深时泄洪能力为 $9.91\text{m}^3/\text{s}$ ，库区及周边汇水区域 200 年一遇洪峰流量为 $8.32\text{m}^3/\text{s}$ 。截洪沟泄洪能力大于 200 年一遇的洪峰流量，满足泄洪要求。

2) 溢洪道泄洪能力计算

由于尾矿库库区标高低于溢洪道进水口，目前尚未建设临时引水渠。溢洪道为钢筋混凝土矩形结构，进水口标高 1110.4m，宽 1m，深 1.2m，侧壁和底板厚均为 0.2m，采用 C25 钢筋混凝土浇筑，底部设 0.1m 厚 C15 混凝土垫层。

溢洪道用于排出库内汇水，200 年一遇洪峰流量 $3.29\text{m}^3/\text{s}$ ，洪水总量 8843.04m^3 ，溢洪道采用明渠均匀流计算公式计算，采用如下公式计算：

$$Q_{\text{泄}}=A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

取过流水深 $H=0.9\text{m}$ ，糙率 $n=0.014$ ，坡度 0.02；计算结果如下：

$$Q_{\text{泄}}=A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

式中：A：过流断面积 $A=0.90\text{m}^2$

X：湿周 $X=2.80\text{m}$

R：水力半径 $R=A/X=0.32\text{m}$

C：谢才系数 $C=1/n \times R^{1/6}=59.12$

$$Q_{\text{泄}}=A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}=4.27 (\text{m}^3/\text{s})$$

通过以上计算，溢洪道 0.9m 水深时泄洪能力为 $4.27\text{m}^3/\text{s}$ ，库区汇水区域 200 年一遇洪峰流量为 $3.29\text{m}^3/\text{s}$ 。截洪沟泄洪能力大于 200 百年一遇的



洪峰流量，满足泄洪要求。

3、库区调洪演算

1) 计算方法

对于一般情况的调洪演算，可根据洪水过程线和排水构筑物的泄水量与尾矿库的蓄水量关系曲线，通过水量平衡法计算出泄洪过程线，从而计算出泄流量、调洪库容、最高洪水位等参数。

调洪演算过程根据水量平衡方程式进行。尾矿库内任意时段 Δt 的水量平衡方程式为：

尾矿库内任一时段 Δt 的水量平衡方程式以下述公式表示。

$$\frac{1}{2}(Q_s + Q_z)\Delta t - \frac{1}{2}(q_s - q_z)\Delta t = V_s - V_z$$

令 $\bar{Q} = \frac{1}{2}(Q_s + Q_z)$ ，则水量平衡方程式化简为：

$$V_z + \frac{1}{2}q_z\Delta t = \bar{Q}\Delta t + \left(V_s - \frac{1}{2}q_s\Delta t\right)$$

式中： Q_s 、 Q_z ——时段始、终尾矿库的来洪流量， m^3/s ；

q_s 、 q_z ——时段始、终尾矿库的泄洪流量， m^3/s ；

V_s 、 V_z ——时段始、终尾矿库的蓄洪量， m^3 。

根据上述水量平衡方程，采用程序进行调洪演算，并计算出泄洪过程。

2) 调洪演算

根据企业提供的尾矿库地形实测图进行测量，计算结果如下。

表 5-20 调洪计算参数

水位高程	泄流能力	调洪滩面面积	$1/2q\Delta t$	调洪库容	$V+1/2q\Delta t$	$V-1/2q\Delta t$
1108.60	0.00	5943.11	0.00	0.00	0.00	0.00
1108.80	0.00	6611.97	0.00	1255.51	1255.51	1255.51
1109.00	0.00	7280.84	0.00	2644.79	2644.79	2644.79
1109.20	0.00	7949.70	0.00	4167.84	4167.84	4167.84
1109.40	0.00	8618.56	0.00	5824.67	5824.67	5824.67
1109.60	0.00	9287.42	0.00	7615.27	7615.27	7615.27



1109.80	0.00	9956.29	0.00	9539.64	9539.64	9539.64
1110.00	0.00	10625.15	0.00	11597.78	11597.78	11597.78
1110.20	0.00	10817.00	0.00	13742.00	13742.00	13742.00
1110.40	0.00	11008.84	0.00	15924.58	15924.58	15924.58
1110.60	0.55	11200.69	376.75	18145.53	18522.28	17768.78
1110.80	1.48	11392.53	1013.80	20404.86	21418.66	19391.06
1111.00	2.55	11584.38	1746.75	22702.55	24449.30	20955.80

1、泄流能力计算如下图：

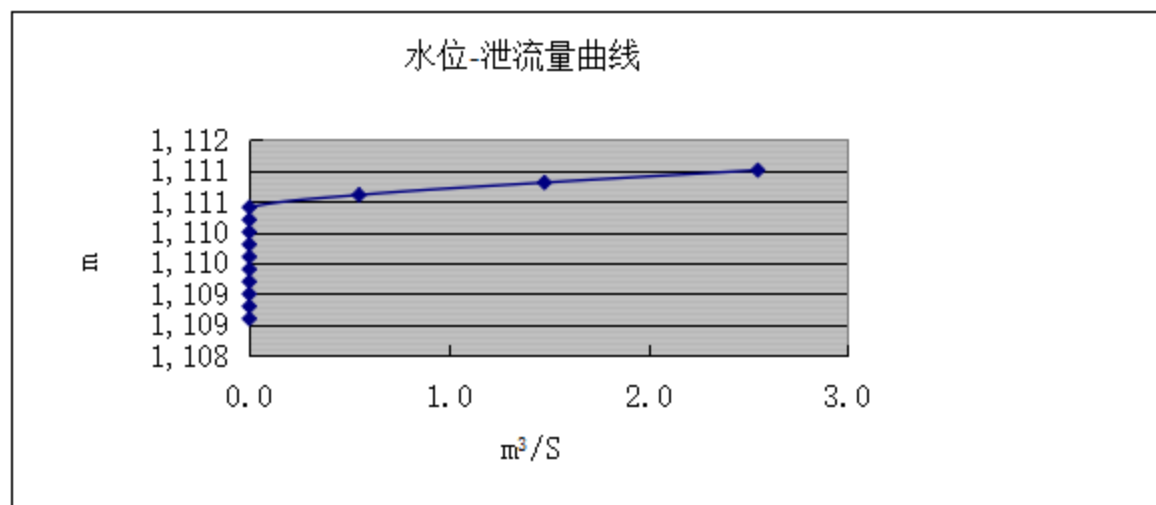


图 5-3 泄流能力计算图

2、根据地形图测量水位-库容曲线，如下图。

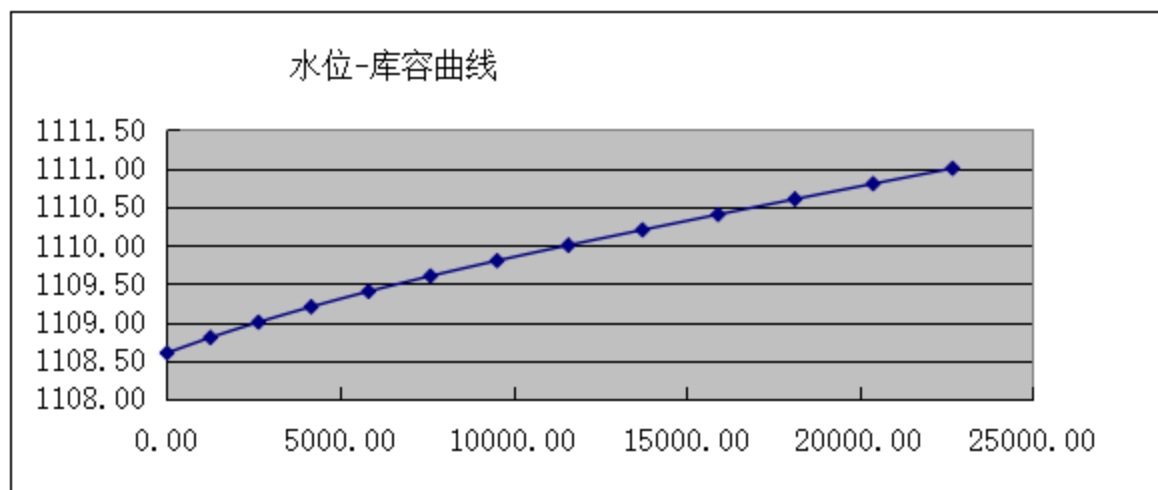
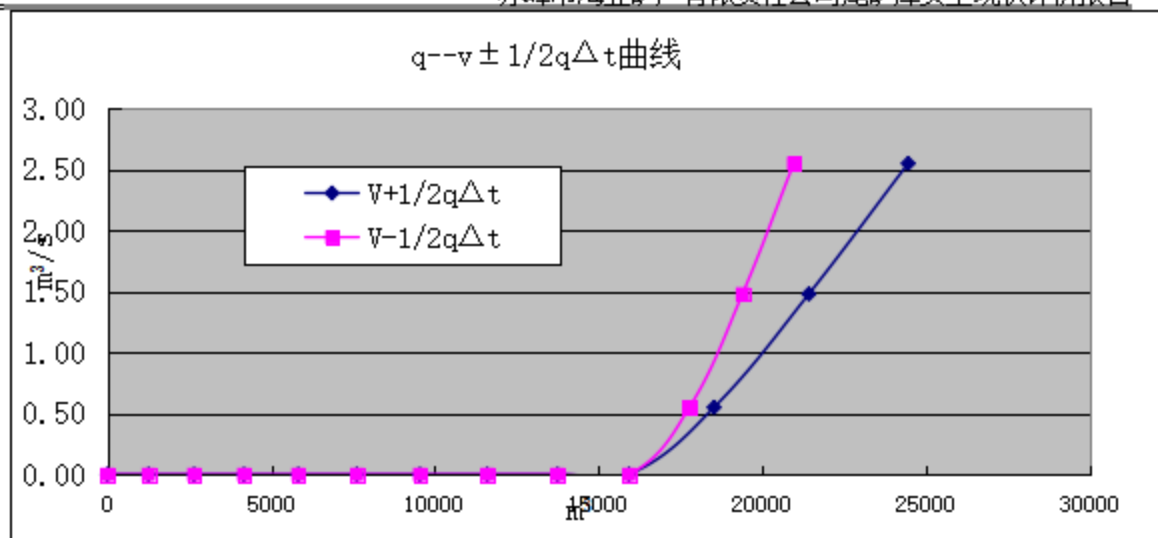


图 5-4 水位-库容计算图

3、 $q-V \pm 1/2q\Delta t$ 如下图。

图 5-5 $q-v \pm 1/2q\Delta t$ 计算图

4、洪水过程曲线如下：

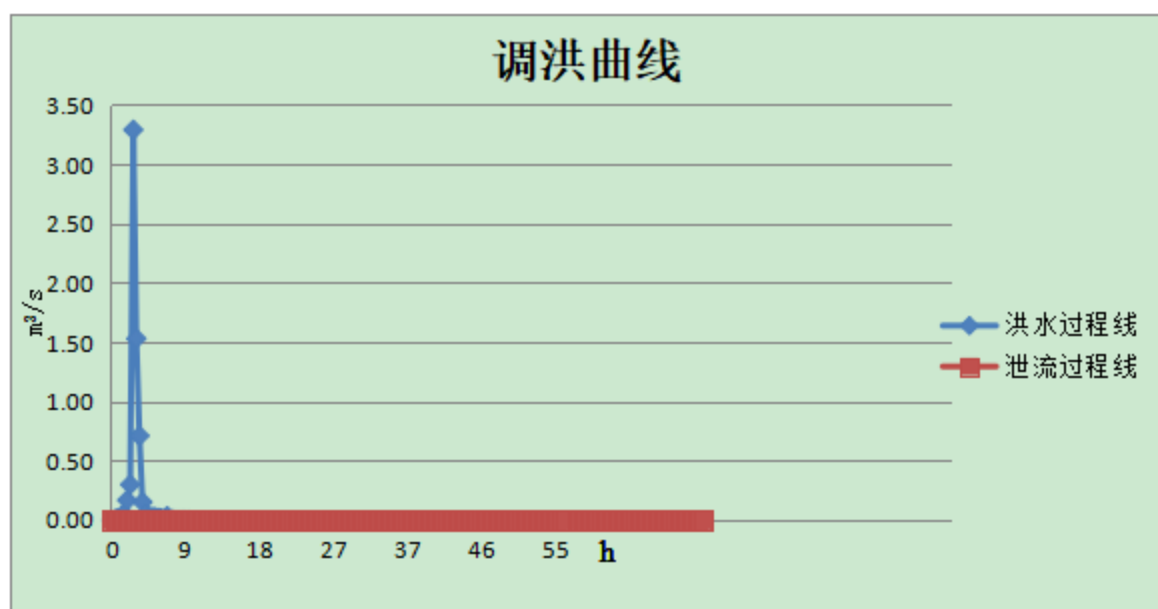


图 5-6 洪水过程曲线图

5、根据设计防洪标准，按 200 年一遇。取 $\Delta t=1180s$ ，经计算，调洪演算结果见下表。

表 5-21 调洪计算过程

h	q	平均 q	平均 $q\Delta t$	$V+1/2q\Delta t$	q	$V-1/2q\Delta t$
0	0.00				0.00	
1	0.01	0.00	4.51	4.51	0.00	4.51
2	0.01	0.01	13.52	18.03	0.00	18.03
3	0.03	0.02	27.04	45.07	0.00	45.07



4	0.06	0.04	56.34	101.41	0.00	101.41
5	0.17	0.11	153.25	254.66	0.00	254.66
6	0.30	0.23	320.02	574.68	0.00	574.68
7	3.29	1.79	2458.73	3033.41	0.00	3033.41
8	1.53	2.41	3301.60	6335.01	0.00	6335.01
9	0.71	1.12	1534.74	7869.75	0.00	7869.75
10	0.15	0.43	590.46	8460.20	0.00	8460.20
11	0.05	0.10	139.73	8599.93	0.00	8599.93
12	0.03	0.04	54.09	8654.02	0.00	8654.02
13	0.03	0.03	36.06	8690.07	0.00	8690.07
14	0.02	0.02	33.80	8723.88	0.00	8723.88
15	0.02	0.02	29.30	8753.18	0.00	8753.18
16	0.01	0.02	22.54	8775.71	0.00	8775.71
17	0.01	0.01	15.78	8791.49	0.00	8791.49
18	0.03	0.02	29.30	8820.79	0.00	8820.79
19	0.00	0.02	24.79	8845.58	0.00	8845.58
20	0.00	0.00	4.51	8850.08	0.00	8850.08
21	0.00	0.00	2.25	8852.34	0.00	8852.34
22	0.00	0.00	0.00	8852.34	0.00	8852.34
23	0.00	0.00	0.00	8852.34	0.00	8852.34
24	0.00	0.00	0.00	8852.34	0.00	8852.34
25	0.00	0.00	0.00	8852.34	0.00	8852.34
26		0.00	0.00	8852.34	0.00	8852.34
27			0.00	8852.34	0.00	8852.34

表 5-22 调洪验算结果

坝顶标高	滩顶高程 m	设计频率 p	库尾滩面标高 m	最高洪水水位 m	库内水深 m	最大泄洪量 m ³ /s	所需调洪库容量 m ³	安全超高 m	防洪宽度 m
1116m	1112.0	0.5%	1108.6	1109.73	1.13	0	8852.34	7.4	126

由上表可知，尾矿库一次性筑坝，安全超高 7.4m，防洪宽度 126m，相应标高的最小安全超高及最小防洪宽度均满足规范要求。根据现场实际情况，副坝左侧为一垭口，该垭口为运输尾砂的道路，倒车平台标高 1112.63m，最高洪水水位至尾矿库最低处倒车场地地面高差 1.9m，满足库区 200 年一遇设计洪水的排洪要求。

4、下个评价周期期间排洪系统的安全分析

根据《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项



目尾矿库安全设施设计（重新设计）》，选矿基本工艺参数为：

- 1) 生产规模：150t/d；
- 2) 选矿厂工作制度：300 天/年、3 班/天、8 小时/班；
- 3) 排尾矿量：4.2 万 t/a； 2.8 万 m³/a；
- 4) 尾矿排放浓度：18%—22%。干容重 1.5t/m³。

选矿厂正常生产 3 年所排放尾矿约 $8.4 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿库利用系数取 0.95，所需库容 $8.8 \times 10^4 \text{m}^3$ ，现库区面积 1.2 万 m²，库尾滩面高程为 1108.6m，尾矿库滩面在现有基础上将增高 7.33m，尾矿滩面标高将达到 1115.9m，达到尾矿库最终设计标高，根据《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区尾矿库工程排洪构筑物质量检测报告》（辽宁宏大建设工程质量检测有限公司，2026 年 4 月），该尾矿库排洪构筑物工程所检项目质量合格，溢洪道、截洪沟、消力池几何尺寸符合设计要求。在保障拦洪坝、截洪沟、溢洪道、消力池维护等符合《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》的情况下，下个评价周期期间尾矿库排洪系统安全可靠。

5.4.4 评价小结

通过采用安全检查表法及公式计算对尾矿库排洪与回水单元进行评价，本单元共检查 9 项，全部符合。尾矿库防排洪单元符合《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》要求，尾矿库排洪设施具备安全生产条件。

5.5 干式尾矿运输及尾矿排放单元

5.5.1 评价内容及方法

- 1) 评价内容：尾矿排放
- 2) 评价方法：安全检查表法



5.5.2 现状分析与评价

采用安全检查表法对干式尾矿运输及尾矿排放进行评价。如表 5—23。

表 5-23 干式尾矿运输及尾矿排放安全检查表

序号	检查内容	检查依据标准	检查情况	是否符合标准
1.	尾矿经压滤设备脱水后,滤饼含水约 18%—22%,用装载机和自卸汽车,运送至尾矿库堆存。设计在原基础上进行尾矿干式堆放。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	尾矿库自 2023 年竣工验收取得尾矿库安全生产许可证以来,未进行尾矿排放。	符合
2.	采用库周式尾矿排放的方式,尾矿的堆放沿等高线由低到高四周排放方式,滤饼经晾晒后用湿地型推土机推平压实,以每层 0.5m 的顺序推平压实。堆放应分层、分段进行,尾矿经晾晒,含水率降低,每层碾压高度不超过 0.5m,压实系数不小于 92%,在推平过程中要将尾矿摊平压实。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	库尾尾矿滩面标高 1108.6m,坝前尾矿滩面标高 1112m,尾矿库内尾矿为原有尾矿,滩面较平整。	符合
3.	干式尾矿库排矿和筑坝时,排矿台阶设置、尾矿坝设置、尾矿压实度应符合设计要求;	《尾矿库安全规程》6.3.9 《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	尾矿库自 2023 年竣工验收取得尾矿库安全生产许可证以来,未进行尾矿排放。	符合
4.	排矿与筑坝作业环节应按设计要求严格控制,不同区域的排矿作业方式、摊平厚度、碾压遍数及碾压范围、压实指标等均应满足设计要求,并应采取有效措施防止作业机械损坏坝体、排水构筑物等。	《尾矿库安全规程》6.3.9 《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	尾矿库自 2023 年竣工验收取得尾矿库安全生产许可证以来,未进行尾矿排放。	符合



5.	干式尾矿库运行过程中,应根据气候的变化情况及时调整尾矿排矿作业计划,并采取下列措施: ——入库尾矿应及时碾压,未经碾压的尾矿应采取措施,防止含水率增大; ——当尾矿库无法正常排矿作业时,应将干尾矿在应急场地暂存; ——恢复正常作业时,未经碾压的尾矿应视含水率变化情况,采取摊平、晾晒或其他措施调整含水率重新摊平、碾压; ——影响坝体外坡稳定区域的坝体堆筑应在雨季前完成; ——寒冷地区应在入冬前完成影响坝体外坡稳定区域的坝体堆筑。	《尾矿库安全规程》6.3.10	尾矿排放符合上述要求。	符合
6.	坝外坡面维护工作应按设计要求进行,尾矿坝下游坡面上不得有积水坑。坝体出现冲沟、裂缝、塌坑等现象时,应及时处理。	《尾矿库安全规程》6.3.11	尾矿坝下游坡面上无积水坑、冲沟、裂缝、塌坑等现象。	符合

5.5.3 评价小结:

通过采用安全检查表法对尾矿排放单元进行评价,尾矿库自2023年竣工验收取得尾矿库安全生产许可证以来,未进行尾矿排放。尾矿库排放单元符合《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿150t/d采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》及《尾矿库安全规程》要求。

5.6 安全监测单元

5.6.1 评价内容及方法

1) 评价内容:尾矿库安全监测设施

2) 评价方法:安全检查表法

5.6.2 现状分析与评价

表5-24 安全监测单元安全检查表

序号	检查内容	依据	检查结果	结论
1.	尾矿库运行时,应按设计及时设置人工安全监测设施和在线安全监测系统,并按设计定期进行各项监测。	《尾矿库安全规程》第6.7.1	现场检查,尾矿库设有人工监测设施和在线安全监测设施。	符合
2.	一等、二等、三等、四等尾矿库应监测位移、浸润线、干滩、	《尾矿库安全监测	尾矿库设有人工监测设施和在线安全监测设施。人工监测项目包括:位移、	符合



	库水位、降水量，必要时还应监测孔隙水压力、渗透水量、浑浊度。五等尾矿库应监测位移、浸润线、干滩、库水位。	技术规范》 (AQ2030-2010) 4.4.1	浸润线、库水位。在线监测项目包括：位移、视频。	
3.	位移监测断面宜选在最大坝高断面、有排水管通过的断面、地基工程地质变化较大的地段及运行有异常反应处。 1) 初期坝顶和后期坝坝顶各布设一排，每30m-60m高差布设一排，一般不少于3排。测点的间距，一般坝长小于300m时，宜取20-100m；坝长大于300m时，宜取50-200m；坝长大于1000m时，宜取100-300m。 2) 各种基点均应布设在两岸岩石或坚实土基上。	《尾矿库安全监测技术规范》 (AQ2030-2010) 5.2.2	在尾矿坝顶1116m及马道1102m处设置位移监测标点，监测断面2个，每个监测断面设置2个监测标点，副坝设1个监测断面，该监测断面设置1个监测标点，位移监测标点共5个，在库区两侧山体通视部位设置位移监测基点。 在尾矿坝顶1116m标高及马道1102m标高处设置位移监测标点，主坝监测断面1个，该监测断面设置2个监测标点，副坝设1个监测断面，该监测断面设置1个监测标点，位移监测标点共3个，在尾矿坝下右侧设置在线位移监测基点1个。	符合
	人工位移在尾矿坝顶1116m及马道1102m处设置位移监测标点，监测断面2个，副坝设1个监测断面，在库区两侧山体通视部位设置控制点。 在线位移监测点分别在尾矿坝顶1116m及马道1102m处设置位移监测标点，监测断面1个，副坝设1个监测断面，共3个监测点，在库区右岸山坡设置控制点1个。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿150t/d采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》《设计联系单》		
4.	监测设施及安装： 1) 测点和基点的结构必须坚固可靠，且不易变形。 2) 测点和土基上基点的底座埋入土层的深度不小于1.0m。冰冻区应深入冰冻层以下0.5m。	《尾矿库安全监测技术规范》5.2.3	人工位移监测标点位于坝顶及马道外沿坚固可靠，不受坝体填筑、通行车辆影响。起测基点位于坝体两端稳定地带，基础埋入地下。 在线监测基点位于初期坝下游左岸。	符合
5.	浸润线监测孔设置在尾矿坝顶1116m及马道1102m处设置浸润线监测孔，监测断面2个，副坝设1个监测断面，共5个浸润线监测孔。 监测管材质为DN100×5钢管。监测管长7m，管下端口为堵头，钢管下部2m范围管壁打孔d=10mm，孔距100mm。外包	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿150t/d采选项目尾矿库安全	浸润线监测孔设置在尾矿坝顶1116m标高及马道1102m标高处设置浸润线监测孔，监测断面2个，每个监测断面设置2个监测孔，副坝设1个监测断面，该监测断面设置1个监测孔，共设置5孔浸润线监测孔。监测管材质为DN100×5钢管。监测管长7m，顶部加盖。	符合



	400g/m ² 透水土工布2层。管外用砂砾石充填, 加盖刷防锈漆。在监测管孔口用直径Φ150的钢管保护并加盖加锁, 刷防锈漆。	设施设计(重新设计)》《设计联系单》		
6.	在拦洪坝上游及库内溢洪道进水口设置水位标尺, 标尺刻度要求清晰醒目, 在库岸边便于监测。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿150t/d采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》	在库区及拦洪坝上游截洪沟进水口附近, 设置库水位监测水尺, 用于人工监测库区及拦洪坝上游汛期洪水位。	符合
7.	库区地质滑坡体位移及坝体、排洪系统进出口等重要部位的视频监控。	《尾矿库安全规程》第5.5.2	视频摄像装置采用球型及枪型摄像头, 尾矿坝顶转角处、回水池、左岸坝端、拦洪坝左岸溢洪道附近安装有视频摄像头, 用于监测各坝段实时运行情况。通讯方式采用有线光纤、互联网、4G网或无线网桥, 中心计算机安装监控软件, 可手动控制云台方向。	符合
8.	在线监测系统应包含数据自动采集、传输、存储、处理分析及综合预警等部分, 并具备在各种气候条件下实现实时监测的能力。	《尾矿库安全监测技术规范》9.1	该尾矿库已经安装了在线监测系统, 在线监测设施包括坝体位移监测、影像监测, 设立有监控室, 位于办公室内, 目前系统运行正常。	符合

5.6.3 评价小结

通过采用安全检查表法对尾矿库安全监测单元进行评价, 尾矿库安全监测单元符合《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿150t/d采选项目尾矿库安全设施设计(重新设计)》、《设计联系单》、《尾矿库安全监测技术规范》要求。

5.7 辅助设施及安全标志单元

5.7.1 评价内容及方法

1) 评价内容: 尾矿库值班室、照明、库区道路、应急物资、库区护栏及安全标志。

2) 评价方法: 安全检查表法



5.7.2 现状分析与评价

表 5-25 辅助设施及安全标志安全检查表

序号	检查内容	检查依据标准	检查结果	结论
1.	尾矿库照明设施是否满足夜间安全生产使用要求，照明线路、设备及其布置是否安全规范。	《尾矿设施设计规范》第 9.7.2	为保证夜晚排矿作业有良好的光线，在尾矿库坝顶拐角、回水池、拦洪坝左岸设置投光灯。同时巡查人员要配备手持照明设备；	符合
2.	尾矿库管理站位置、规格，值班和日常安全检查记录情况，管理站及作业、管理人员与外部通讯设施是否畅通。	《尾矿库安全规程》第 9.7.3	尾矿库管理站位于坝下左岸山坡，并设看坝人员 2 人/班，值班室中配备对讲机、讲机、照明等设备。	符合
3.	尾矿库应急救援物资配备情况。	《尾矿库安全规程》第 9.7.4	管理站旁边设置了应急物资库，应急物资库中备有应急抢险物资，包括铁锹，草袋，编织袋，土工布，编织袋，应急灯等。	符合
4.	应急道路是否畅通。	《尾矿库安全规程》第 9.7.4	库区左岸设置了运输道路，为砂石路面，道路宽 3.5m，通往库区及拦挡坝、库区尾部，作为尾矿坝应急上坝道路，用于工程施工、运送物资、尾矿排放管理、尾矿库后期管理等。	符合
5.	尾矿库周边围栏。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》	在尾矿库周围均设置了铁丝网防护栏，防护围栏采用钢筋混凝土立柱加铁丝网结构，围栏高 1.2m，防止人及牲畜误入库区。	符合
6.	安全警示标志。	《赤峰市海业矿产有限责任公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》	在尾矿库库区路口、坝顶、溢洪道危险地段均设置有安全标志，在尾矿库库区路口设置了尾矿库概况牌、尾矿库库区危险警示告知、尾矿库安全监管责任人等标志牌。	符合

5.7.3 评价小结

通过采用安全检查表法对尾矿库辅助设施及安全标志单元进行评价，尾矿库辅助设施及安全标志单元符合《赤峰市海业矿产有限责任公司福合



元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》及《尾矿库安全规程》要求，尾矿库辅助设施及安全标志符合安全生产条件。



第六章 危险危害程度评价

该尾矿库存在的危险、有害因素主要有：尾矿坝坝体溃坝、滑坡、垮塌、洪水漫坝、车辆伤害、高处坠落、火灾、触电、淹溺、粉尘危害、自然灾害（雷击、地震、泥石流、严寒）等。

采用定性、定量的方法对危险源所带来的风险大小及确定风险是否可容许进行评价，并根据评价结果对风险进行分级，按不同级别的风险有针对性地采取风险控制措施。

6.1 采用作业条件危险性法（LEC）进行评价

采用 LEC 法进行危险危害度评价。将可能造成安全风险的大小用事故发生的可能性 L、人员暴露于危险环境中的频繁程度 E、和事故后果 C 三个随机自变量的乘积来衡量，即： $D=LEC$ 。式中：

D—作业条件的危险性；

L—事故或危险事件发生的可能性；

E—暴露于危险环境的频率；

C—发生事故或危险事件的可能结果。

D、L、E、C 具体分值分布情况见表 6-1、表 6-2、表 6-3、表 6-4：

表 6-1 事故或危险事件发生可能性分值（L）

分值	事故或危险情况发生可能性	分值	事故或危险情况发生可能性
10	完全会被预料到	0.5	可以设想，但高度不可能
6	相当可能	0.2	极不可能
3	不经常，但可能	0.1	实际上不可能
1	完全意外，极少可能		

表 6-2 暴露于潜在危险环境的频率分值（E）

分值	出现于危险环境的情况	分值	出现于危险环境的情况
10	连续暴露于潜在危险环境	2	每月暴露一次



分值	出现于危险环境的情况	分值	出现于危险环境的情况
6	逐日在工作时间内暴露	1	每年几次出现在潜在危险环境
3	每周一次或偶然地暴露	0.5	非常罕见的暴露

表 6-3 发生事故或危险事件可能结果分值 (C)

分值	可能结果	分值	可能结果
100	大灾难, 许多人死亡	7	严重, 严重伤害
40	灾难, 数人死亡	3	重大, 致残
15	非常严重, 一人死亡	1	引人注目, 需要救护

表 6-4 作业条件的危险性分值 (D)

分值	危险程度	危险性等级	风险等级
>320	极度危险, 不能继续作业	1	重大风险
160~320	高度危险, 需要立即整改	2	较大风险
70~160	显著危险, 加以注意防范	3	一般风险
<70	一般危险, 需要注意	4	低风险

表 6-5 评价项目危险、有害因素危险性评价表

序号	危险因素	危险所在评价单元	危险性评价 LEC 法				危险程度	危险等级	风险等级
			L	E	C	D			
1	尾矿坝体溃坝及垮塌	尾矿库周边环境单元、尾矿坝单元	0.5	6	40	120	显著危险, 需加以防范	3 级	一般风险
2	车辆伤害	尾矿排放单元等	1	6	7	42	一般危险, 需要注意	4 级	低风险
3	高处坠落	尾矿坝单元等	1	6	7	42	一般危险, 需要注意	4 级	低风险
4	火灾	尾矿库周边环境单元、辅助设施单元	1	3	7	21	一般危险, 需要注意	4 级	低风险
5	触电	尾矿库周边环境单元、辅助设施单元	1	3	15	45	一般危险, 需要注意	4 级	低风险
6	淹溺	尾矿库周边环境单元、防排洪单元等	0.5	1	15	7.5	一般危险, 需要注意	4 级	低风险



序号	危险因素	危险所在评价单元	危险性评价 LEC 法				危险程度	危险等级	风险等级
			L	E	C	D			
7	粉尘危害	尾矿库周边环境单元、尾矿坝单元	0.5	6	3	9	一般危险，需要注意	4级	低风险
8	自然灾害	尾矿库周边环境单元、尾矿坝单元	0.5	1	7	3.5	一般危险，需要注意	4级	低风险

通过上述危险性分析可知，该项目的显著危险、有害因素为尾矿坝坝体滑坡及垮塌，存在一定危险，应作为重点防范。其他危害虽然危险程度相对较低，但也需要引起注意并有所防范。

6.2 采用事故树分析评价

为了加强对危险性较大的风险因素进行防范，采用事故树法对坝体滑坡及垮塌的风险因素进行评价，掌握事故发生的主要因素，提出重点的防范措施。

尾矿堆积体滑坡及垮塌事故树分析评价

(1) 构建事故树

事故树分析图见 6-1。

图中：T-尾矿坝滑坡及垮塌；

A₁-未按设计进行堆筑；

A₂-防排洪能力不足；

A₃-入库尾矿含水率高于设计；

A₄-堆筑参数大于设计值；

A₅-尾矿压实度不够；

X₁-防排洪构筑物参数小于设计值；

X₂-防排洪构筑物损坏；

X₃-防排洪构筑物淤堵；

X₄-不能正常碾压；

X₅-未采取可靠防范措施；

X₆-台阶高度、坡比等大于设计值；

X₇-坝体抗滑稳定安全系数小于规定值； X₈-排放分层厚度大于规定值；

X₉-碾压方式不符合设计要求；

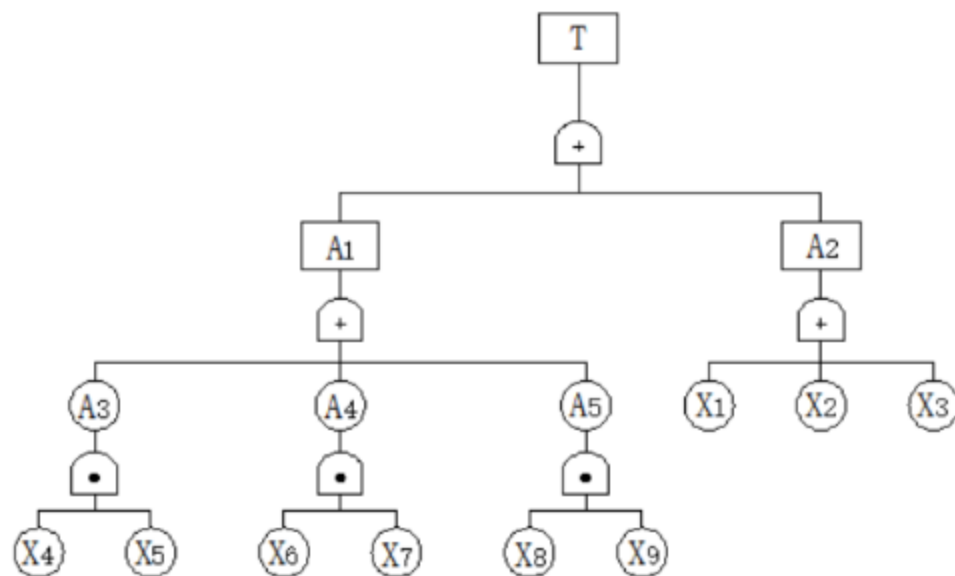


图 6-1 尾矿堆积体滑坡及垮塌事故树图

(2) 求最小割集

事故树结构函数式为：

$$\begin{aligned} T &= A_1 + A_2 = A_3 + A_4 + A_5 + X_1 + X_2 + X_3 \\ &= X_4 X_5 + X_6 X_7 + X_8 X_9 + X_1 + X_2 + X_3 \end{aligned}$$

经化简得出 6 个最小割集。

$$\begin{aligned} K_1 &= \{X_4 X_5\}; & K_2 &= \{X_6 X_7\}; & K_3 &= \{X_8 X_9\}; \\ K_4 &= \{X_1\}; & K_5 &= \{X_2\}; & K_6 &= \{X_3\}; \end{aligned}$$

(3) 结构重要度分析

根据最小割集分析判断方法，基本事件结构重要度顺序为：

$$I(1) = I(2) = I(3) > I(4) = I(5) = I(6) = I(7) = I(8) = I(9)$$

(4) 结果分析

根据以上分析结果可知，该尾矿库尾矿堆积坝滑坡及垮塌事故的首要危险因素为防排洪构筑物参数小于设计值、防排洪构筑物损坏、防排洪构筑物淤堵，因此，检查并排除防洪构筑的隐患，控制好防排洪构筑物参数、防排洪构筑物损坏、防排洪构筑物淤堵等风险为首要条件；其次，对堆积



坝按要求进行碾压、采取可靠防范措施、控制好台阶高度、坡比等参数、使坝体抗滑稳定安全系数小于规定值、分层排放厚度不大于规定值等也要作为平时管理的重点，加强防范。



第七章 安全对策措施

为了加强对危险、有害因素的控制，提高尾矿库的安全性，评价组根据现场安全检查及评价的情况，针对尾矿库存在的主要危险和有害因素，依据有关的法律、法规和行业标准，提出如下的安全对策措施：

7.1 安全技术措施

1、汛期来临前要及时检查尾矿库溢洪道、截洪沟，清理库区杂物，确保排水系统完好畅通；

2、汛期前应采取下列措施做好防汛工作：

1) 明确防汛安全生产责任制，建立值班、巡查方案等各项制度，组建防洪抢险队伍。

2) 备足抗洪抢险所需物资，落实应急救援措施。

3) 及时了解和掌握汛期水情和气象预报情况，确保上坝道路、通讯、供电及照明线路可靠和畅通。

4) 按设计要求调节排洪库容，使尾矿库安全度汛。

3、尾矿排放和堆筑前应进行试验，并根据试验结果和设计要求确定入库尾矿堆排作业程序。试验项目应包括下列内容：

1) 自然堆积状态下尾矿物理力学试验；

2) 室内击实试验；

3) 设计含水率情况下，不同铺料厚度和碾压遍数的碾压试验；

4) 压实后的尾矿物理力学指标试验。

4、尾矿排矿时，排矿台阶设置、尾矿压实度应符合设计要求；不同区域的排矿作业方式、摊平厚度、碾压遍数及碾压范围、压实指标等均应满足设计要求，

5、完善尾矿库区周围护栏及安全警示标志，防止外来人及牲畜误入库区发生危险；



6、定期对尾矿的比重、含水率及碾压后的压实度进行检测，当检测指标与设计指标偏差超过规定范围时，应停止排放堆筑，解决问题后再进行排放筑坝，防止坝体失稳。

7、排矿与筑坝作业环节应按设计要求严格控制，不同区域的排矿作业方式、摊平厚度、碾压遍数及碾压范围、压实指标等均应满足设计要求，并应采取有效措施防止作业机械损坏坝体、排水构筑物等。

8、入库尾矿应及时碾压，未经碾压的尾矿应采取措施，防止含水率增大；当尾矿库无法正常排矿作业时，应将干尾矿在应急场地暂存。

9、未经碾压的尾矿应视含水率变化情况，采取摊平、晾晒或其他措施调整含水率重新摊平、碾压。

10、严格禁止外来尾矿砂、废渣、废料等违规排入库内。

11、尾矿库在线安全监测和人工安全监测的监测成果应定期进行对比分析，当人工检测和在线监测数据差别较大时，应及时找出原因并采取相应措施防止事故发生。

12、由于未进行尾矿排放，库区滩面低于溢洪道进水口标高，库区汛期积水应及时采用水泵排出。

7.2 安全管理措施

1、矿山企业是安全生产的第一责任主体单位，其主要负责人是本企业安全生产第一责任人，分管安全生产和经营的副职均为安全生产主要责任人。要全面贯彻执行“管生产必须管安全、管技术必须管安全、管业务必须管安全”和“谁主管、谁负责”的工作要求，全面落实安全生产责任；

2、企业内部各项安全管理档案及记录应根据企业内部管理需要加以完善。严格执行安全生产责任制、安全生产规章制度以及安全操作规程，做到有章可循，违章必究；

3、要因企制宜、因地制宜，以安全风险管控、隐患排查治理、职业病



危害防治、文明生产建设为基础，以安全生产责任制为核心，确定改进目标，制定改进方案，进一步完善安全生产标准化管理体系；

4、企业应当建立尾矿库工程档案和日常管理档案，特别是隐蔽工程档案、安全检查档案和隐患排查治理档案，并长期保存；

5、企业应当编制尾矿库年度、季度作业计划，严格按照作业计划生产运行，做好记录并长期保存；

6、企业全员安全生产责任制、安全生产规章制度和安全操作规程等应进一步修改、补充和完善，应具有可操作性。同时，应认真贯彻落实，以适应安全生产的要求；

7、企业应定期开展安全风险辨识，建立安全风险分级管控体系，建立健全尾矿库安全生产事故隐患排查治理制度，及时发现并消除事故隐患。事故隐患排查治理情况应如实记录，并向从业人员通报。

8、企业必须严格按照设计文件和有关技术规范的要求，做好运输、分层堆筑、碾压、防汛、抗震等安全检查和监测工作。

9、企业要严格按《尾矿库安全规程》第9章节所规定的检查频率、方法、内容对防排洪设施、坝体、监测设施等进行检查。

10、尾矿库存在《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）6.9.1中规定的一般生产安全事故隐患之一时，应在限定的时间内进行整治，消除事故隐患；

11、尾矿库存在《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）6.9.2中规定的重大生产安全事故隐患之一时，应立即停产，生产经营单位应制定并实施重大事故隐患治理方案，消除事故隐患；

12、尾矿库出现《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）6.9.3中规定的重大险情之一时，生产经营单位应立即停产，启动应急预案，进行抢险。

13、进一步强化安全生产宣传、培训和教育work，特别是加强对新上



岗工人的教育培训工作。

14、要经常巡视检查、维护好库区各种设备和设施，并做好记录，对出现的安全隐患要及时处理。尤其是对坝体位移、沉降状况、库区水位变化均要定期检查做好记录归档。特别要加强汛期巡检，增加巡检人员，发现问题及时向领导报告。

15、汛期应设置专职人员加强坝体巡视，实行 24 小时巡查制度，及时发现险情，及时汇报，启动应急预案。

16、根据《尾矿库应急预案》，企业应进行应急预案演练，根据演练情况，进行修订。



第八章 评价结论

本次安全现状评价以赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库为评价对象，通过现场调查勘测及查阅相关图纸资料，对尾矿库生产过程中存在的主要危险、有害因素进行了研究分析。对生产系统划分 7 个评价单元进行评价。评价主要使用了安全检查表法和专家现场询问观察法，对尾矿库安全现状进行了评价。

8.1 主要危险、有害因素

本次评价尾矿库存在的危险、有害因素主要包括：尾矿坝坝体溃坝、滑坡、垮塌、洪水漫坝、车辆伤害、高处坠落、火灾、触电、淹溺、粉尘危害、自然灾害（雷击、地震、泥石流、严寒）等。

8.2 评价结论

通过采用安全检查表法、专家现场询问观察法、理论计算，对赤峰市海业矿产有限责任公司尾矿库进行了安全现状评价，结论如下：

- 1、尾矿库运行良好，尾矿坝未发现坝基有沉降、位移、滑坡、纵横向裂缝现象，尾矿库坝体稳定性符合设计的要求；
- 2、该尾矿库为山谷型尾矿库，库区内排洪回水设施采用溢洪道，尾矿库上游排洪采用拦洪坝一截洪沟的泄洪方式，尾矿库排洪系统满足 200 年一遇的防洪能力，尾矿库防洪能力符合设计要求；
- 3、尾矿库安全监测设施齐全，运行正常，尾矿库安全监测设施符合设计要求；
- 4、尾矿库为山谷型尾矿库，尾矿坝址距下游沟口三节地村流经距离 1.3km，尾矿库下游 0.43km 左岸山坡为选矿厂及办公区域，此外库区下游无其他重要建筑、水源地、名胜古迹。
- 5、尾矿库下个评价周期内的坝体稳定性和防洪能力均符合设计要求；
- 6、尾矿库辅助设施齐全，运行正常，辅助设置符合设计要求。



7、尾矿库在后续生产中，应按本报告所提出的安全对策措施进行生产与管理。

综上所述，该尾矿库符合已批复的《赤峰市海业矿业有限公司福合元矿区铜钼矿 150t/d 采选项目尾矿库安全设施设计（重新设计）》（批复文号：喀应急字（2022）4 号）、《设计联系单》要求，具备安全生产法及有关法律、法规和国家标准、行业标准规定的安全生产条件。