



沂水信达矿业有限公司

石碇尾矿库回采工程

安全预评价报告

山东瑞康安全评价有限公司

资质编号：APJ-（鲁）-011

二〇二五年一月



安全评价机构 资质证书

(副 本) APJ-(鲁) -011

统一社会信用代码: 913711027834715020

机构名称: 山东瑞康安全评价有限公司

办公地址: 山东省日照市黄海一路东首与万安路交汇处万安小区对面

法定代表人: 徐岩

证书编号: APJ-(鲁)-011

首次发证: 2024年12月09日

有效期至: 2029年12月08日

业务范围: 金属、非金属矿及其他矿采选业; 石油加工业, 化学原料、化学品及医药制造业***

本证书仅限于





沂水信达矿业有限公司
石碇尾矿库回采工程
安全预评价报告

法定代表人：徐 岩

技术负责人：徐 岩

评价项目负责人：阚常梅



完成日期：2025年1月8日

评价人员

项目名称	沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程安全预评价报告					
	姓名	专业	专业能力	证书编号	从业编号	签字
项目负责人	阚常梅	水利水电工程	水工结构	1700000000200769	031055	阚常梅
项目组成员	杨鑫	地质工程	地质	1500000000301443	026269	杨鑫
	陈云同	安全工程	通风	1700000000301159	032595	陈云同
	杨林	采矿工程	采矿	1200000000200417	023260	杨林
	王志芹	自动化	电气	1600000000300983	029651	王志芹
	李海波	机械电子工程	机械	1600000000200878	021781	李海波
	徐向向	安全工程	安全	1500000000301440	027096	徐向向
报告编制人	阚常梅	水利水电工程	水工结构	1700000000200769	031055	阚常梅
	杨鑫	地质工程	地质	1500000000301443	026269	杨鑫
	徐向向	安全工程	安全	1500000000301440	027096	徐向向
报告审核人	孟祥聪	机械设计制造及其自动化	机械	1700000000200731	023259	孟祥聪
技术负责人	徐岩	机械制造工艺与设备	机械	0800000000103417	004737	徐岩
过程控制负责人	王海燕	应用化学	/	1500000000200521	025377	王海燕

前 言

沂水信达矿业有限公司成立于 2006 年 10 月 19 日，企业类型：有限责任公司（自然人投资或控股），注册地址：沂水县马站镇杏山官庄村，法定代表人：李文军，统一社会信用代码：913713237953066001，所属行业：黑色金属矿采选业。经营范围包括开采铁矿石；加工、销售：铁矿石、铁精粉、锂辉石、金、银、铜、铅、锌、钛、钨、铬、锰；钾钠长石购销、加工；货物进出口（以上经营范围，不含污染环境和破坏资源的土法选矿工艺，需许可经营的，凭许可证或资质证经营）。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库（以下简称“石砬尾矿库”）库址位于沂水县马站镇以北、企业选厂西侧原河道内，地理坐标范围约为 N36°06'40"、E118°43'20"~N36°07'10"、E118°43'20"。尾矿库上坝道路与库外道路相通，库区交通便利。

石砬尾矿库于 2011 年 5 月由山东联创建筑设计有限公司进行设计，于 2019 年 7 月由烟台德和冶金设计研究有限公司进行尾矿库改建设计。该尾矿库为山谷型尾矿库，设计坝高 $H_{总}=15\text{m}$ ，总库容 $V_{总}=88.6$ 万 m^3 ，现状坝高 15m，现状库容 73.3 万 m^3 ，为五等别尾矿库。

根据企业规划和响应国家环境保护号召，积极推动绿色循环发展的重要举措，减少尾矿长期堆放带来的安全隐患与环境压力，同时减少土地资源的占用与浪费。企业选厂拟采用选矿尾砂压滤工艺，压滤后的尾砂直接外售不再进行湿式排尾储存，同时拟对现有尾矿库尾砂进行回采利用，将尾矿库中的有用成分重新利用，减少环境污染的同时，可以减少土地资源的占用与浪费。尾矿库回采结束后恢复库区原始地貌。

根据企业提供的技术资料，烟台德和冶金设计研究有限公司于 2024 年 12 月编制了《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程可行性研究报告》。

沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采方案概况如下:

该尾矿库拟采用干式开采和水力开采联合回采的方式。尾矿库回采范围为库内全部尾砂和现状坝体,尾矿库现状坝顶标高为 $\nabla 252\text{m}$,现状最大坝高 15m ,现状库内堆存尾砂约 73.3万 m^3 。拟回采规模 $850\text{m}^3/\text{d}$,合约 $1190\text{t}/\text{d}$ 。年工作 260d ,日工作时间合计 14h , $7\text{h}/\text{班}$, $2\text{班}/\text{d}$ 。方案设计回采尾砂约需 3.4年 ,拆除尾矿坝坝体约需 1.1年 ,加上回采前准备和回采后地形恢复治理,方案确定回采年限共 5.0年 。

总体回采顺序为由内到外,先库后坝,从上至下,单层开采。方案将库区分为三个回采区,分别为:回采 I 区、回采 II 区、回采 III 区,回采 I 区为排水系统入水口及周边 50m 范围;回采 II 区为除了入水口周围 50m 和坝前 30m 外的其他区域(自库区中部南北又分为北采区和南采区,北区采用水力开采,南部采用干式开采);回采 III 区为坝体及坝前 30m 防洪宽度区域。回采区的回采顺序为 I 区第 1 层 $\rightarrow$ II 区第 1 层 $\rightarrow$ I 区第 2 层 $\rightarrow$ III 区第 1 层 $\rightarrow$ II 区第 2 层 $\rightarrow$ I 区第 3 层 $\rightarrow$ III 区第 2 层 $\rightarrow$ II 区第 3 层 $\rightarrow$ 第 4 层 I 区 $\rightarrow$ ……依次类推,始终确保 III 区每一层(坝前防洪宽度范围)滞后于回采 I 区一层。

现状坝体外坡面的护坡和排水沟进行全面的清理、修缮,回采期间的排洪方式拟利用尾矿库现有的排洪系统,监测方式拟采用尾矿库现有的人工观测与在线监测方式。

根据《尾矿库安全监督管理规定》和《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等相关要求,沂水信达矿业有限公司委托我公司对其“石砬尾矿库回采工程”进行安全预评价。

我公司接受沂水信达矿业有限公司的安全评价委托后,成立了评价组,评价组进行了现场调研。在收集尾矿库技术资料、实地调研的基础上,按照《安全评价通则》(AQ8001-2007)、《安全预评价导则》(AQ8002-2007)等有关规范要求,在参照《原国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建



设项目安全评价报告编写提纲的通知（附件 2：金属非金属露天矿山建设项目安全预评价报告编写提纲、附件 3：金属非金属矿山尾矿库建设项目安全预评价报告编写提纲）》基础上，最终编制完成了《沂水信达矿业有限公司石碓尾矿库回采工程安全预评价报告》。

在评价过程中得到了沂水信达矿业有限公司领导和工程技术人员的配合和支持，同时也运用了业内专业人士在安全评价方面的研究成果，在此一并表示感谢！



目 录

1 评价对象与依据	1
1.1 评价对象及范围	1
1.2 评价依据	1
2 建设项目概述	11
2.1 建设项目概况	11
2.2 自然环境概况	15
2.3 地质概况	15
2.4 建设方案概况	19
3 定性定量评价	50
3.1 总平面布置与周边环境单元	53
3.2 尾砂回采及运输单元	57
3.3 尾矿坝单元	73
3.4 防排洪系统单元	87
3.5 供配电系统	94
3.6 安全监测单元	102
3.6 辅助设施单元	104
3.7 安全标志单元	105
3.8 安全管理单元	106
3.9 重大危险源辨识单元	112
4 安全对策措施与建议	114
5 评价结论	130
6 附件	133
7 附图	134



1 评价对象与依据

1.1 评价对象及范围

1、评价对象：沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程。

2、评价范围

根据《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程可行性研究报告》《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（原国家安全监管总局令第75号）和有关法律法规等，确定本次安全预评价范围主要包括：

总平面布置、周边环境相互影响、回采工艺、运输系统、尾矿坝稳定性及安全措施、防排洪系统、供配电系统、安全监测设施、辅助设施、安全标志、安全管理、重大危险源辨识等方面的安全设施和专用安全设施等，运用不同的评价方法对其合理性和有效性进行分析评价。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

1、国家法律

（1）《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令〔1992〕第65号，2009年修正，自2009年8月27日起施行）；

（2）《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令〔2013〕第4号，自2014年1月1日起执行）；

（3）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议于2014年4月24日修订，自2015年1月1日起施行）；

（4）《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第13号，2014年8月31日发布，2014年12月1日施行；第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议第三次修正，2021年9月1日施行）；



(5) 《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令第二十五号, 中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议于 2007 年 8 月 30 日通过, 自 2007 年 11 月 1 日起施行; 中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十次会议于 2024 年 6 月 28 日修订通过, 自 2024 年 11 月 1 日起施行)。

(6) 《中华人民共和国矿产资源法》(根据 1996 年 8 月 29 日第八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<中华人民共和国矿产资源法>的决定》第一次修正; 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正, 自 2009 年 8 月 27 日起施行; 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, 自 2025 年 7 月 1 日);

(7) 《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令〔2008〕第 6 号, 自 2009 年 5 月 1 日起施行, 根据 2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修改《中华人民共和国道路交通安全法》等八部法律)。

2、行政法规

(1) 《气象灾害防御条例》(中华人民共和国国务院令〔2010〕570 号, 根据国务院令〔2017〕687 号修订);

(2) 《生产安全事故应急条例》(国务院令 第 708 号, 2019 年 2 月 17 日发布, 2019 年 4 月 1 日起施行);

(3) 《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令 第 493 号, 自 2007 年 6 月 1 日起施行)。

(4) 《工伤保险条例》(2003 年 4 月 27 日中华人民共和国国务院令 第 375 号公布, 根据 2010 年 12 月 20 日《国务院关于修改〈工伤保险条例〉的决定》修订, 2011 年 1 月 1 日)。



3、部门规章及规范性文件

(1) 《尾矿库安全监督管理规定》(国家安全生产监督管理总局令第 38 号, 根据国家安全生产监督管理总局第 78 号令修改, 自 2015 年 7 月 1 日起施行);

(2) 《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》(国家安全生产监督管理总局令 16 号, 自 2008 年 2 月 1 日起施行);

(3) 《生产安全事故信息报告和处置办法》(国家安全生产监督管理总局令第 21 号, 自 2009 年 7 月 1 日起施行);

(4) 《金属非金属矿山建设项目安全设施目录(试行)》(国家安全生产监督管理总局令第 75 号, 自 2015 年 5 月 1 日起施行);

(5) 《生产经营单位安全培训规定》(国家安全生产监督管理总局令 3 号, 根据国家安全生产监督管理总局令 63 号修改, 根据国家安全生产监督管理总局令 80 号修改, 自 2015 年 7 月 1 日起施行);

(6) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安全生产监督管理总局令第 30 号, 根据安监总局令第 80 号修订, 自 2015 年 7 月 1 日起施行);

(7) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第 36 号, 根据国家安全生产监督管理总局令第 77 号修改, 自 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 17 号, 根据国家安全生产监督管理总局令 88 号修订, 根据应急管理部 2 号令修改, 自 2019 年 9 月 1 日起施行);

(9) 《矿山救援规程》(应急管理部 16 号令, 自 2024 年 7 月 1 日起施行);

(10) 《中华人民共和国防雷减灾管理办法》(中国气象局〔2011〕第 8



号令，根据中国气象局〔2013〕第24号令修改）；

(11) 《企业安全生产责任体系五落实五到位规定》（安监总办〔2015〕27号）；

(12) 《国家安全生产监督管理总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（安监总管一〔2016〕49号）；

(13) 《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）；

(14) 《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，2020年2月21日施行）；

(15) 《国家矿山安全监察局关于开展非煤矿山安全生产专项检查的通知》（矿安〔2021〕5号）；

(16) 《国家矿山安全监察局关于加强汛期矿山安全生产工作的通知》（矿安〔2021〕48号）；

(17) 《矿山重大隐患调查处理办法（试行）》（矿安〔2021〕49号）；

(18) 《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》（矿安〔2022〕4号）；

(19) 《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》（矿安〔2022〕88号）；

(20) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136号）；

(21) 《“十四五”矿山安全生产规划》（应急〔2022〕64号）；

(22) 《关于做好非煤矿山灾害情况发生重大变化及时报告和出现事故征兆等紧急情况及时撤人工作的通知》（矿安〔2023〕60号）；

(23) 《非煤矿山建设项目安全设施重大变更范围》（矿安〔2023〕147号）；

(24) 《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）；

（25）《防范非煤矿山典型多发事故六十条措施》（矿安〔2023〕124号）；

（26）《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》（安委〔2024〕1号）；

（27）《打击和防范矿山瞒报事故的若干措施》（矿安〔2024〕7号）；

（28）《关于加强矿山应急救援工作的通知》（矿安〔2024〕8号）；

（29）《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》（矿安〔2024〕41号）；

（30）《关于印发《关于深入推进矿山智能化建设促进矿山安全发展的指导意见》的通知》（国家矿山安监局 应急管理部 国家发展改革委等七部委联合发布）；

（31）《关于加强矿山生产安全事故警示教育工作的通知》（矿安〔2024〕67号）；

（32）《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）。

4、地方性法规、规范

（1）《山东省安全生产条例》（山东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十五次会议发布，2021年12月3日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议修订，2022年3月1日施行）；

（2）《山东省突发事件应对条例》（2012年5月31日山东省第十一届人民代表大会常务委员会第三十一次会议通过）；

（3）《山东省防御和减轻雷电灾害管理规定》（山东省人民政府令第134号，根据2018年1月24日山东省人民政府令第311号第二次修订）；

（4）《山东省防范化解尾矿库安全风险工作实施方案》（鲁应急发



〔2020〕9号，2020年4月30日发布）；

（5）《山东省安全生产风险管控办法》（山东省人民政府令〔2020〕第331号，自2020年3月1日起施行）；

（6）《山东省生产安全事故报告和调查处理办法》（山东省人民政府令第236号发布，省政府第115次常务会议修订，自2021年8月3日起施行）；

（7）《山东省尾矿库闭库销号管理办法（试行）》（鲁应急发〔2021〕10号，2021年8月26日发布）；

（8）《山东省生产安全事故隐患排查治理办法》（山东省人民政府令〔2022〕第347号，自2022年5月1日起施行）；

（9）《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第357号，自2024年1月4日起施行）；

（10）《深化非煤矿山安全生产专项整治实施方案》（鲁应急发〔2021〕4号）；

（11）《山东省生产经营单位全员安全生产责任清单》（鲁安办发〔2021〕50号）；

（12）《关于印发重点行业领域重大安全风险隐患清单的通知》（鲁安发〔2022〕11号）；

（13）《关于印发〈山东省生产安全事故应急预案管理办法〉的通知》（鲁应急发〔2023〕5号）；

（14）《关于印发〈山东省非煤矿山安全风险监测预警综合管理系统运行管理办法（试行）〉的通知》（鲁应急字〔2023〕40号）；

（15）《山东省生产经营单位安全总监制度实施办法（试行）》（鲁政办字〔2023〕116号）；

（16）《关于印发全省化工和危险化学品、非煤矿山、工贸行业领域安全生产治本攻坚三年行动实施方案的通知》（鲁应急发〔2024〕6号）；

(17) 《关于进一步加强矿山安全生产工作的实施意见》(鲁安发〔2024〕8号)；

(18) 《关于扎实推进非煤矿山治本攻坚措施落实坚决防范遏制事故的紧急通知》(鲁应急函〔2024〕21号)。

1.2.2 标准规范

1、国家标准

- (1) 《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020)；
- (2) 《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)；
- (3) 《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》(GB51108-2015)；
- (4) 《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)；
- (5) 《安全色》(GB2893-2008)；
- (6) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)；
- (7) 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)；
- (8) 《企业职工伤亡事故分类》(GB/T6441-1986)；
- (9) 《供配电系统设计规范》(GB 50052-2009)；
- (10) 《低压配电设计规范》(GB 50054-2011)；
- (11) 《通用用电设备配电设计规范》(GB 50055-2011)；
- (12) 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》(GB 50168-2018)；
- (13) 《用电安全导则》(GB/T 13869-2017)；
- (14) 《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》(GB/T 8196-2018)；
- (15) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861-2022)；
- (16) 《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87)；
- (17) 《机械安全 设计通则 风险评估与风险减小》(GB/T



15706-2012)；

- (18) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008)；
- (19) 《构筑物抗震设计规范》(GB50191-2012)；
- (20) 《工程岩体分级标准》(GB/T 50218-2014)；
- (21) 《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版])；
- (22) 《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)；
- (23) 《尾矿设施施工及验收规范》(GB50864-2013)；
- (24) 《土工合成材料应用技术规范》(GB/T50290-2014)；
- (25) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)；
- (26) 《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版])；
- (27) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T

29639-2020)；

- (28) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；
- (29) 《矿山电力设计标准》(GB50070-2020)；
- (30) 《个体防护装备配备规范 第 4 部分：非煤矿山》(GB

39800.4-2020)；

- (31) 《环境保护图形标志—固体废物储存(处置)场》
(GB15562.2-1995,2023 年版)。

2、行业标准

- (1) 《安全预评价导则》(AQ8002-2007)；
- (2) 《安全评价通则》(AQ8001-2007)；
- (3) 《尾矿库安全监测技术规范》(AQ2030-2010)；
- (4) 《水电工程水工建筑物抗震设计规范》(NB 35047-2015)；
- (5) 《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)；
- (6) 《个体防护装备安全管理规范》(AQ 6111-2023)；



- (7) 《矿用产品安全标志标识》（AQ 1043-2007）；
- (8) 《金属非金属露天矿山在用矿用自卸汽车安全检验规范》（AQ 2027-2010）；
- (9) 《金属非金属矿山在用电力绝缘安全工器具电气试验规范》（KA/T 2072-2019）；
- (10) 《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》（KA/T 2075-2019）；
- (11) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第3部分：金属非金属矿山及尾矿库》（KA/T 22.3-2024）。

1.2.3 项目技术资料

- (1) 《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库扩建设计》（山东联创建筑设计有限公司，2011年5月）；
- (2) 《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库改建工程安全设施设计》（烟台德和冶金设计研究有限公司，2019年7月）；
- (3) 《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采项目岩土工程勘察报告》（临沂富鑫规划勘测设计有限公司，2024年9月）；
- (4) 《山东省水文图集》（1975年版）；
- (5) 尾矿库 1:1000 实测地形图（2024年11月）；
- (6) 《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程可行性研究报告》（烟台德和冶金设计研究有限公司，2024年12月）；
- (7) 测绘无人机航拍实测三维建模图形；
- (8) 建设单位提供的其他资料和设计人员现场收集的资料等。

1.2.4 其他评价依据

- (1) 评价合同和委托书；



- (2) 项目备案证明;
- (3) 企业提供的其他资料。

2 建设项目概述

2.1 建设项目概况

2.1.1 企业简介

沂水信达矿业有限公司成立于 2006 年 10 月 19 日，企业类型：有限责任公司（自然人投资或控股），注册地址：沂水县马站镇杏山官庄村，法定代表人：李文军，统一社会信用代码：913713237953066001，所属行业：黑色金属矿采选业。经营范围包括开采铁矿石；加工、销售：铁矿石、铁精粉、锂辉石、金、银、铜、铅、锌、钛、钨、铬、锰；钾钠长石购销、加工；货物进出口（以上经营范围，不含污染环境和破坏资源的土法选矿工艺，需许可经营的，凭许可证或资质证经营）。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

2.1.2 建设项目背景

石砬尾矿库于 2011 年 5 月由山东联创建筑设计有限公司进行设计，于 2019 年 7 月由烟台德和冶金设计研究有限公司进行尾矿库改建设计。该尾矿库为山谷型尾矿库，设计坝高 $H_{总}=15\text{m}$ ，总库容 $V_{总}=88.6 \text{ 万 m}^3$ ，现状坝顶标高 $\nabla 252\text{m}$ ，最大坝高 15m，坝顶宽 5m，现状库容 73.3 万 m^3 ，为五等别尾矿库。

石砬尾矿库于 2023 年 2 月由山东瑞康安全评价有限公司出具了《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库安全现状评价报告》，同时完成了安全生产许可证延期，编号：（鲁）FM 安许证字（2023）00-0030，有效期 2023 年 3 月 27 日至 2026 年 3 月 26 日，目前为证照齐全合法运行的尾矿库。

根据企业规划和响应国家环境保护号召，积极推动绿色循环发展的重要举措，减少尾矿长期堆放带来的安全隐患与环境压力，同时减少土地资源的占用与浪费。企业选厂拟采用选矿尾砂压滤工艺，压滤后的尾砂直接外售不



再进行湿式排尾储存，同时拟对现有尾矿库尾砂进行回采利用，将尾矿库中的有用成分重新利用，减少环境污染的同时，可以减少土地资源的占用与浪费。尾矿库回采结束后恢复库区原始地貌。

根据《尾矿库安全监督管理规定》和《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等相关要求，沂水信达矿业有限公司委托我公司对“石砬尾矿库回采工程”进行安全预评价。

2.1.3 尾矿库所处地理位置及交通

沂水信达矿业有限公司注册地址位于沂水县马站镇杏山官庄村，行政区划为山东省临沂市沂水县马站镇。公司所在地交通便利，四通八达。

石砬尾矿库库址位于沂水县马站镇朱刘店村西 550m、企业选厂西侧原河道内，地理坐标范围约为 N36°06'40"、E118°43'20"~N36°07'10"、E118°43'20"。尾矿库上坝道路与库外道路相通，库区交通便利。

地理位置如下图所示 2.1-1 所示。



图 2.1-1 交通位置图

2.1.4 尾矿库库址及周边环境

根据岩土工程勘察报告，库区无不良地质作用。该区不属于国家级自然保护区、重要风景区、国家重点保护的历史文物和名胜古迹所在地，附近无铁路干线通过，无通讯线路等设施。根据尾矿库区域卫星图、现场踏勘、采用测绘无人机航拍三维建模勘查，石砬尾矿库周边主要为企业选矿厂、耕地和林地，库内无居户。周边环境情况如下：

1、库区东侧山坡上为企业选矿厂及配套设施，场地地面平均标高 $\nabla 270\text{m}$ ，比尾矿库现状坝顶高 18m。

2、库区西侧有南北流向的石砬河，穿过尾矿库段为开挖的人工河，尾矿库与人工河之间设置有土石河堤，利用开挖出的土石料就地筑堤，河堤顶 $\nabla 257\text{m}$ ，宽 4.5m。

3、尾矿库南侧 400m 处为斜官庄，1km 处存在蔬菜大棚，均位于河谷上沿。

周边环境详见下图 2.1-2。



图 2.1-2 尾矿库周边环境卫星图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

尾矿库所在场地东高西低，库区标高最大值▽250.60m，最小值▽246.00m，地表相对高差约4.60m，地貌单元属于剥蚀丘陵类型。

2.2.2 气候条件

沂水县属暖温带季风气候区，具有明显的大陆性气候特点，四季变化分明。年平均气温12.3℃，7月份温度最高，平均25.5℃；1月份最低，平均-2.8℃。极端最高气温41.7℃，极端最低气温-24.9℃。多年平均降水量737mm，近年来2002年降水量最小为408.8mm，2003年降水量最大为1121.1mm；多年平均降雨量756.8mm，最大降雨量1417.3mm，最小年降雨量500mm，降雨多集中在7~9月份，占年降雨量的71%，多年平均蒸发量为1250mm，多年平均无霜期为197d，平均相对湿度为65%。近三年平均风速均为3.1m/s。地温与气温变化基本一致，平均地面温度为15℃，平均最高地温为31℃，最低地温5.2℃。全县冻土期为10月下旬至翌年4月上旬，封冻期为12月中旬至2月中旬，土壤冻结深度达300mm以上。年平均日照时数为2414.7h。

2.2.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），场地位于临沂市沂水县马站镇，建筑场地类别为II类场地，判定场地峰值加速度为0.20g，反应谱特征周期为0.45s，设计地震分组为第二组，建筑抗震设防烈度为8度。

2.3 地质概况

2.3.1 库区地层岩性

根据岩土工程勘察报告，场地在勘探深度范围内共揭露4层岩土层，现自上而下分述如下：

1 层：素填土（锂矿尾矿砂）（ Q_4^{ml} ）

灰白色，松散，湿润，以锂矿尾矿砂为主，含少量粘性土。场区普遍分布，厚度:2.50~2.80m，平均 2.69m；层底标高:▽242.90~▽248.10m，平均▽246.54m；层底埋深:2.50~2.80m，平均 2.69m。

表 2.3-1 物理力学指标统计表

项目	最小值 X_{min}	最大值 X_{max}	平均值 X_m	数据个数 n	标准差 σ	变异系数 δ	标准值 X_k
N实测值	3	4	3.3	38	0.5	0.14	3.2
N修正值	3.0	4.0	3.3	38	0.5	0.14	3.2

2 层：素填土（铁矿尾矿砂）（ Q_4^{ml} ）

灰色，松散，饱和，以铁矿尾矿砂为主，含少量粘性土。场区普遍分布，厚度:15.20~16.30m，平均 15.75m。

场区普遍分布，厚度:4.40~12.20m，平均 8.41m；层底标高:▽232.90~▽243.30m，平均▽238.14m；层底埋深:7.00~15.00m，平均 11.10m。

表 2.3-2 物理力学指标统计表

项目	最小值 X_{min}	最大值 X_{max}	平均值 X_m	数据个数 n	标准差 σ	变异系数 δ	标准值 X_k
N实测值	1	2	1.5	64	0.9	0.56	1.4
N修正值	1.0	1.6	1.4	64	0.8	0.58	1.2

3 层：强风化角砾岩（K）

黄褐色，强风化，颗粒成份以方解石、长石为主，块状结构，胶结成分为砾石、粘性土，颗粒直径 1cm-3cm，为较软岩，原岩结构大部分破坏，矿物成分显著变化，但原岩结构清晰可辨，风化裂隙发育，岩体较破碎，无完整岩芯，合金钻具较易钻进，能提取部分岩块，岩体基本质量等级为 IV 类。

场区普遍分布，厚度:1.00~5.00m，平均 3.13m；层底标高:▽230.30~▽239.30m，平均▽235.01m；层底埋深:10.50~18.60m，平均 14.22m。

表 2.3-3 物理力学指标统计表



项目	最小值 Xmin	最大值 Xmax	平均值 Xm	数据个数 n	标准差 σ	变异系数 δ	标准值 Xk
N63.5实测值	11.0	13.0	12.2	50	0.8	0.06	11.9
N63.5修正值	10.9	12.7	12.0	50	0.7	0.06	11.7

4层：中风化角砾岩（K）

黄褐色，中风化，矿物成份以方解石、长石为主，块状结构，胶结成分为砾石、卵石、颗粒直径 3cm-5cm，合金钻具较易钻进，能提取完整岩芯，节理、裂隙发育，节理、裂隙中粘性土填充，沿节理有次生矿物，岩体完整性一般，岩芯多呈短柱状，RQD=85~95。岩石按坚硬程度属较硬岩，岩体完整程度属较完整~较破碎，岩体基本质量等级属III~IV类，物理力学强度高。该层未穿透。

本层共取岩样 6 件，单轴饱和抗压强度成果见下表：

表 2.3-4 岩石试验指标统计表

项 目 指 标	统计个数 (n)	最小值 (Xmin)	最大值 (Xmax)	平均值 (Φ_m)	标准差 (δ_f)	变异系数 (δ)	标准值 (fk)
单轴饱和抗压强度 (MPa)	6	21.2	25.5	23.13	0.63	0.26	22.46

根据原位测试、野外钻探及土工试验，结合当地建筑经验，综合确定各岩土层承载力特征值详见下表。

表 2.3-5 岩土层承载力特征值等参数一览表

指标 地层	承载力特征值 f_{ak} (kPa)	重度 γ (kN/m ³)	抗剪强度指标		压缩指标建议值 (MPa)
	建议值		c	ϕ	Es1-2
第(1)层素填土(粉质粘土混块石)	100	18.5	5	20	/
第(2)层素填土(铁矿尾矿砂)	60	19.5	7	30	/
第(3)层强风化角砾岩	450	21.0	25	45	Es=35
第(4)层中风化角砾岩	$f_a=1000$	22.0	200	60	不可压缩

依据《建筑岩土工程勘察设计规范》(DB37/5052-2015)附录G及《建筑地基基础设计规范》5.2.6条确定各岩土层承载力。

2.3.2 水文地质条件

1、地表水

库外地表水有北侧蓄水塘和西侧南北向河流（石砬河），库内水体汇集于北侧，主要为经分离、沉淀的尾矿澄清水，由回水管道输送到选厂，回收利用。

2、库区地下水及浸润线

勘察期间，场地地下水埋深约 1~15m。主要接受大气降水和侧向径流补给，排泄方式以人工抽排和侧向径流、蒸发为主。

3、水、土的腐蚀性评价

依据场地土的易溶盐检测报告，按照国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001，2009 版）第 12.2 条及附录 G 有关规定，场地所处区域环境类型为Ⅱ类、渗透类别按弱透水层、浸水条件按干湿交替等条件来判定，确定场地土对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

4、各岩土层渗透性

强风化角砾岩渗透系数可按 3.0m/d 考虑，尾矿砂、尾矿土的综合渗透系数 $K=0.08\sim0.77\text{m/d}$ 。

2.3.3 岩土工程勘察报告结论与建议

根据临沂富鑫规划勘测设计有限公司于 2024 年 9 月出具的《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采项目岩土工程勘察报告》，其结论如下：

1、坝体尾矿砂、尾矿土的堆积和沉积规律较明显，一般随着坝体向库区延伸，土颗粒逐渐由粗变细，由于堆积和沉积的环境不断变化，尾矿砂、尾矿土的土质不甚均匀，薄夹层较多，虽经过长时间的沉积固结及其它物理化学作用，其物理力学性质有所改善，但变化幅度不大，仍呈欠固结状态。

2、根据钻孔注水试验结果，尾矿砂、尾矿土的综合渗透系数 $K=0.08\sim0.77\text{m/d}$ 。根据室内试验结果坝体地下水属第四系孔隙潜水，对混凝土及其中



钢筋无腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。

3、根据液化判定结果，地基液化等级综合判定为轻微液化。

4、根据波速及地脉动测试结果，本场地 20m 内土层的等效剪切波速 $V_{sm}=286 \sim 338\text{m/s}$ ，场地覆盖层厚度大于 5m，属 II 类建筑场地，场地卓越周期可按 0.22s 考虑。

5、按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001，2009 版），临沂市抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组属第二组，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计特征周期 0.45s。

6、临沂市沂水县最大冻土深度 0.50m。

2.4 建设方案概况

2.4.1 尾矿库原设计概况

一、早期设计概况（2011 年）

根据企业提供的资料，2011 年 5 月由山东联创建筑设计有限公司编制了扩建设计，扩建设计在尾矿库西侧原河道内通过上下游筑坝截断石砬河形成新增库区进行扩建，原有老库区停用。扩建设计总坝高为 $H_{总}=15\text{m}$ ，总库容 $V_{总}=88.6 \times 10^4\text{m}^3$ ，为五等别尾矿库。

扩建设计概况如下：

1、尾矿坝

下游主坝和上游拦水坝均采用一次性、碾压土石坝坝型。

主坝坝顶标高 $\nabla 252\text{m}$ ，最大坝高 $H=15\text{m}$ ，顶宽 $B=4\text{m}$ ，内坡比为 1:1.5，外坡比为 1:2.0。在坝外坡脚设置堆石排渗棱体，顶标高为 $\nabla 247\text{m}$ ，内外坡比为 1:1.5，且在内坡铺设土工布反滤层。坝外坡种植沙棘护坡，在棱体平台内侧和外坡脚修筑排水沟。

上游拦水坝坝顶标高 $\nabla 252\text{m}$ ，最大坝高 $H=11\text{m}$ ，顶宽 $B=10\text{m}$ ，内外



坡比为 1:1.5。

2、排洪系统

设计要求库外上游河谷内洪水通过开挖的人工河进行泄洪，库内洪水通过溢洪道排出。

在库外西侧山坡开挖南北向泄洪用人工河，与上游石砬河连接。人工河底坡度 1%，为倒梯形断面，底宽 5m、高 7m、顶宽 20m。

在尾矿坝东侧坝肩修建溢洪道，为矩形断面，断面尺寸为 $B \times H = 0.8\text{m} \times 1.0\text{m}$ ，坡度 2%。

在上游拦水坝东侧坝肩修筑泄水沟，将库内尾矿澄清水排至上游蓄水塘内，再通过上游回水泵返回选厂循环使用。泄水沟为矩形断面，断面尺寸为 $B \times H = 0.8\text{m} \times 1.0\text{m}$ 。

3、观测设施

该尾矿库设计观测方式采用人工观测的方式，观测项目包括坝体位移和库水位监测。

二、尾矿库改建设计概况（2019 年）

根据烟台德和冶金设计研究有限公司于 2019 年 7 月编制的《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库改建工程安全设施设计》，改建设计维持总坝高和总库容保持不变，总坝高 $H_{\text{总}} = 15\text{m}$ ，总库容 $V_{\text{总}} = 88.6 \text{ 万 m}^3$ ，为五等别尾矿库。

改建设计概况如下：

1、尾矿坝

下游主坝进行修整，修整后坝顶标高 $\nabla 252\text{m}$ ，最大坝高 $H = 15\text{m}$ ，顶宽 $B = 5\text{m}$ ，内坡比为 1:1.5，外坡比为 1:1.8，修缮坝面排水沟及护坡设施。

上游拦水坝坝顶加高至原设计标高 $\nabla 252\text{m}$ ，最大坝高 $H = 11\text{m}$ ，顶宽 $B = 4\text{m}$ ，内外坡比为 1:1.75，坡面均采用毛石护坡（ $\delta = 300\text{mm}$ ）。在坝体



下游坡设置防渗层，结构依次为碎石粗砂垫层（ $\delta=200\text{mm}$ ）~两布一膜（无纺土工布 $200\text{g/m}^2+1.0\text{mmPE}$ 膜+无纺土工布 200g/m^2 ）~碎石粗砂垫层（ $\delta=200\text{mm}$ ）。同时，为了排出坝顶雨水，坝顶向上游倾斜，倾斜坡度为2%。

2、排洪系统

改建设计库内新建溢洪道系统排洪，新建溢洪道系统施工完成后，原东侧坝肩溢洪道系统进行封堵，前段 30m 范围内采用土石料回填、压实，后半段作为东侧坝肩截水沟继续使用。新建溢洪道系统于西侧河堤布置，将库内洪水排至西侧人工河内，库内日常矿泥澄清水由现有泄水孔排至上游蓄水塘内，再经回水系统返回选厂循环使用。

新建溢洪道由进口引水渠和泄流段组成。

溢洪道进口设置为八字形，进口底板标高 $\nabla 249.0\text{m}$ ，进口底宽 4m，长度为 5m。泄槽段净断面尺寸为 $B\times H=2.0\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，坡度为 $i=2\%$ ，总长度约 30m。由于西侧河堤兼做库区道路，溢洪道修建完成后，在泄槽段顶部铺设 C25 钢筋混凝土预制板。

2.4.2 尾矿库运行现状

目前，石砬尾矿库坝顶标高 $\nabla 252\text{m}$ ，最大坝高达到 15m，库内堆存尾砂约 73.3 万 m^3 ，为五等别尾矿库。

1、库内滩面

尾矿库堆存方式采用湿排，排放方式采用南侧坝前均匀放矿。目前库内滩面整体呈南高北低，主坝坝前滩顶标高 $\nabla 250.4\text{m}$ ，由于库内长期未放矿被芦苇等植被覆盖，库内呈干涸无水状态，北侧挡水坝前有小片前期放矿积水干涸后形成的皸裂滩面。

库内滩面现状详见下图所示：



图 2.4-1 库区滩面现状图

2、尾矿坝

南侧主坝和北侧上游拦水坝为一次性筑坝，坝型为碾压土石坝。

主坝现状坝顶标高▽252m，最大坝高 15m，坝顶宽 5m，内坡比为 1:1.5，外坡比为 1:1.8，马道顶标高为 247m，顶宽 4~5m，马道下部设置堆石排渗棱体，坝外坡种植沙棘护坡，棱体顶部内侧和外坡脚修筑排水沟。

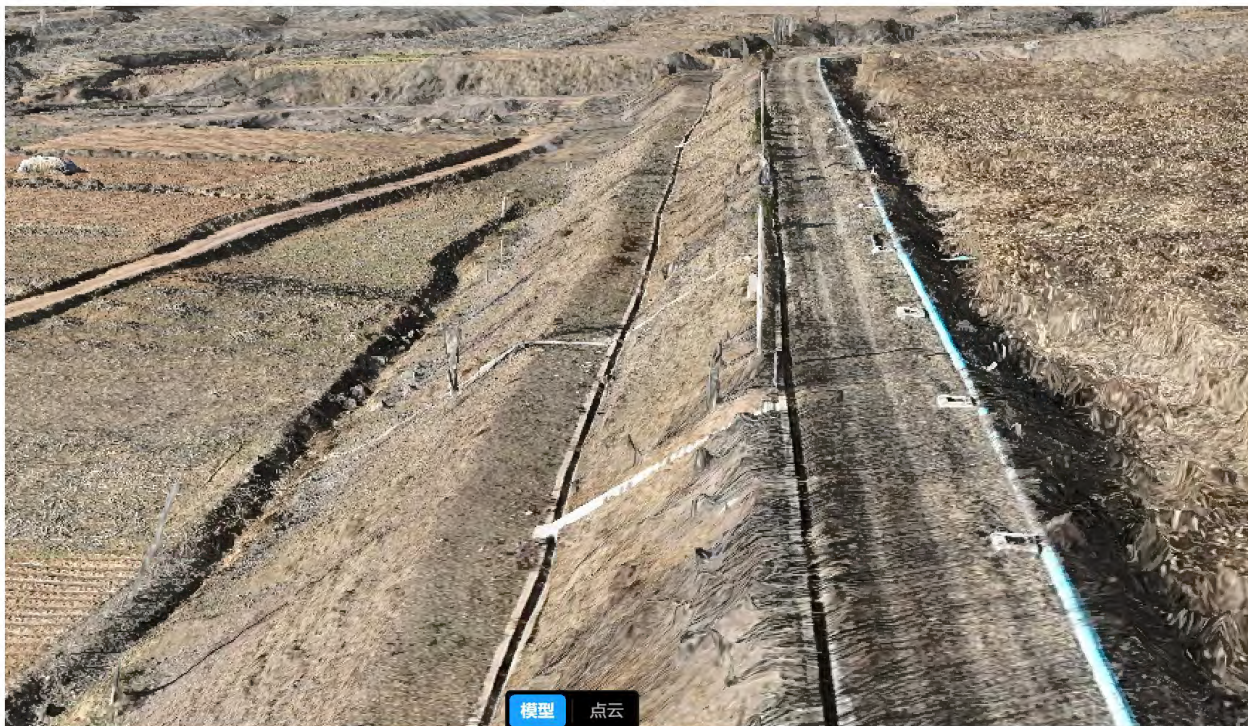


图 2.4-2 南侧主坝现状图

上游拦水坝现状坝顶标高▽252m，最大坝高 11m，坝顶宽 4m，内外坡比均为 1:1.75，坝坡均采用覆土、植草护坡。



图 2.4-3 北侧拦水坝现状图

3、排洪系统

库内排洪方式为溢洪道系统，现运行正常。溢洪道沿西侧河堤布置，将库内洪水排至西侧人工河内。

溢洪道进口设置为八字形，进口底板标高▽249.0m，进口底宽 4m，长度为 5m。溢洪道泄槽段净断面尺寸为 $B \times H = 2.0\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，坡度为 $i=2\%$ ，总长度约 30m。

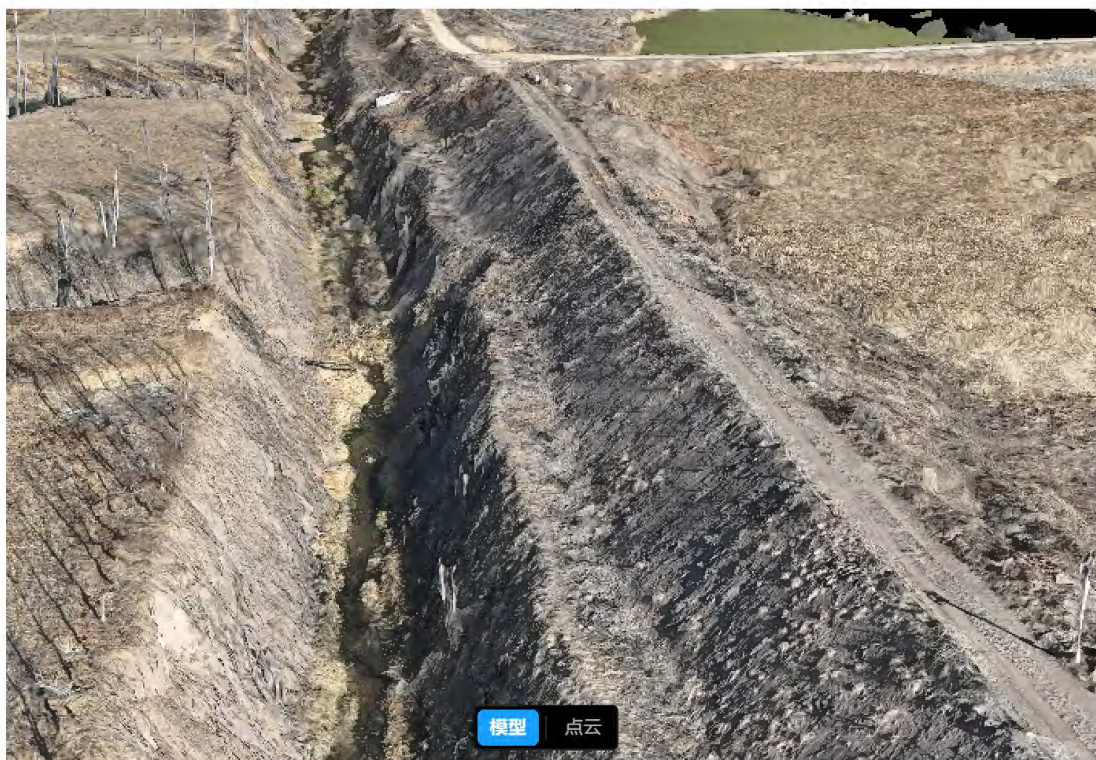




图 2.4-4 河道现状图





图 2.4-5 溢洪道现状图

4、安全监测设施

尾矿库现状安全监测设施采用人工观测设施与在线监测相结合的联合监测方式，监测项目包括坝体位移、浸润线、库水位、干滩、水质、降雨量和视频监控。其中人工监测点位与在线监测点位在同一坝体上相邻。

(1) 坝体位移监测

1) 监测点布置

尾矿库共设置 10 个人工位移观测点，另外在南侧尾矿坝设置 4 个在线位移监测点，与人工监测点相邻，通过表面水平位移和垂直位移监测，实现 24 小时不间断采集数据信息进行分析，并定期将人工监测数据与在线监测数据进行对比。监测点布置位置如下：

南侧尾矿坝：设置 4 个人工位移监测点及 4 个在线位移监测点；

西侧河堤：设置 3 个人工位移监测点；

北侧拦水坝：设置 3 个人工位移监测点。

2) 在线监测预警

尾矿库坝体位移在线监测系统设置了预警功能，设置了I、II、III、IV四级预警，预警阈值分别设置为I级（100mm）、II级（50mm）、III级（40mm）、IV级（35mm），在线监测数值达到预警值后会引发报警。

（2）浸润线监测

1) 监测点布置

尾矿库共设置 7 个人工浸润线观测点和 7 个在线浸润线观测点，在线与人工监测点相邻，通过表面水平位移和垂直位移监测，实现 24 小时不间断采集数据信息进行分析，并定期将人工监测数据与在线监测数据进行对比。监测点布置位置如下：

南侧尾矿坝：设置 4 个人工浸润线监测点及 4 个在线浸润线监测点；

北侧拦水坝：设置 3 个人工浸润线监测点及 3 个在线浸润线监测点。

2) 在线监测预警

尾矿库浸润线在线监测系统设置了预警功能，设置了I、II、III、IV四级预警，预警阈值分别设置为I级（▽248m）、II级（▽247.5m）、III级（▽247m）、IV级（▽246m），在线监测数值达到预警值后会引发报警。

（3）其他监测设施

溢洪道入口布置有水位标尺。

拦水坝附近设置有自动雨量计 1 处。

通过库区视频监控系统 and 人工测出滩顶高程进行干滩监测。

库区已布置视频监控设施，用于监测库内和库外运行情况。



图 2.4-6 在线监测现场图

5、辅助设施

1) 值班室

尾矿库值班房布置于尾矿库东南侧，用于办公管理，值班室内布置有电话，值班室张贴有尾矿库安全管理制度和安全生产责任制等。值班室设有报警系统，当坝体出现滑坡或溃坝事故时，能够及时发出警报。

企业设置有应急救援物资库，备有抢险救援物资等，并设有专人负责日常管理。

2) 照明设施

尾矿库由选矿厂统一供电，坝上安装库区照明设施，照明范围覆盖坝顶、滩面、坝外坡、水域区等。

3) 上坝道路

在库区南侧和北侧均设有上坝道路，与外界道路相通。库区周边均设有巡查道路，用于巡视库区运行情况。

4) 安全标志

根据现场检查，企业已在尾矿库周边及库内设置安全警示标志。另外企业在整个库区设置防护网，防止人员进入或跌落库内，造成淹溺事故。

2.4.3 回采规模及工作制度

石砬尾矿库尾砂回采规模 $850\text{m}^3/\text{d}$ ，合约 $1190\text{t}/\text{d}$ 。

年工作 260d，日工作时间合计 14h，7h/班，2 班/d。

回采尾砂约需 3.4 年，拆除尾矿坝坝体约需 1.1 年，加上回采前准备和回采后地形恢复治理，确定回采年限共 5.0 年。

2.4.4 总图运输

石砬尾矿库回采期间总图运输包括：总体布置、总平面布置和内外部运输等。

根据现场勘验，石砬尾矿库回采期间总体布置有生产区域、工业场地组成。总平面布置包括尾矿库回采区、开采运输系统、工业场地、内外部运输等构成。

可研报告未明确该项目总平面布置的利旧内容或依托选厂设施情况，建议在下一步设计时进行完善。

2.4.5 回采范围

(1) 回采范围

石砬尾矿库尾砂回采范围为：尾矿库范围内的全部堆存尾砂和现有坝体，回采至原始地层，总占地面积 0.19km^2 。

(2) 回采总量

回采尾砂量约 73.3 万 m^3 ，坝体土石方量约 23.7 万 m^3 ，坝体及尾砂总量



97 万 m^3 。

(3) 回采顺序

回采顺序为由内到外，先库后坝，从上至下，单层开采。

2.4.6 库容、等别及设计标准

根据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）4.5 规定，尾矿库的等别应按照下列原则确定：

表 2.4-1 尾矿库等别

等 别	全库容 V 万 m^3	坝高 H (m)
一	$V \geq 50000$	$H \geq 200$
二	$10000 \leq V < 50000$	$100 \leq H < 200$
三	$1000 \leq V < 10000$	$60 \leq H < 100$
四	$100 \leq V < 1000$	$30 \leq H < 60$
五	$V < 100$	$H < 30$

尾矿库等别应根据尾矿库的总库容和总坝高按上表确定。尾矿库各使用期的设计等别应根据该期的全库容和尾矿坝高分别按上表确定。当按尾矿库的全库容和尾矿坝高分别确定的尾矿库等别的等差为一等时，应以高者为准；当等差大于一等时，应按高者降一等确定。

石砬尾矿库设计终期坝顶标高为 $\nabla 252\text{m}$ ，形成总坝高为 $H_{\text{总}}=15\text{m}$ ，总库容 $V_{\text{总}}=88.6 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为五等别尾矿库。主要构筑物 and 次要及临时建筑物的级别为 5 级。

根据《尾矿设施设计规范》规定，尾矿库各使用期的防洪标准应根据使用期库的等别、库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害程度等因素，按表 2.4-2 确定。

表 2.4-2 尾矿库防洪标准表

尾矿库等别	一	二	三	四	五
-------	---	---	---	---	---



尾矿库等别	一	二	三	四	五
洪水重现期（年）	1000-5000 或 PMF	500~1000	200~500	100~200	100

石砬尾矿库为五等尾矿库，设计确定的防洪标准为 100 年一遇。

回采期最小安全超高不小于 0.4m，最小防洪宽度依据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）5.3.10 规定的干式尾矿库尾矿坝最小防洪宽度 25m。

回采期尾矿坝坝坡抗滑稳定的最小安全系数，采用瑞典圆弧法计算，正常运行工况为 1.15、洪水运行工况为 1.05、特殊运行工况为 1.05。

2.4.7 尾砂回采工艺

1、回采方式

由方案设计可知，该尾矿库拟采用干式开采和水力开采联合回采的方式。

2、回采顺序

（1）总体回采顺序

总体回采顺序为由内到外，先库后坝，从上至下，单层开采。根据现状滩面坡向和排洪系统布置位置，为及时排出库内洪水，回采总体方向为先库区（排水区）后坝体，先上层后下层，坝前预留 30m 的防洪宽度。

（2）分层回采顺序

方案将库区分为三个回采区，分别为：回采Ⅰ区、回采Ⅱ区、回采Ⅲ区，回采Ⅰ区为排水系统入水口及周边 50m 范围；回采Ⅱ区为除了入水口周围 50m 和坝前 30m 外的其他区域，同时自库区中部南北又分为北采区和南采区，北区采用水力开采，南部采用干式开采；回采Ⅲ区为坝体及坝前 30m 防洪宽度区域和东部库区边界 30m 区域。

回采区的回采顺序为Ⅰ区第 1 层→Ⅱ区第 1 层→Ⅰ区第 2 层→Ⅲ区第 1 层→Ⅱ区第 2 层→Ⅰ区第 3 层→Ⅲ区第 2 层→Ⅱ区第 3 层→第 4 层Ⅰ区→……依次类推，始终确保Ⅲ区每一层（坝前防洪宽度范围）滞后于回采Ⅰ区一层。



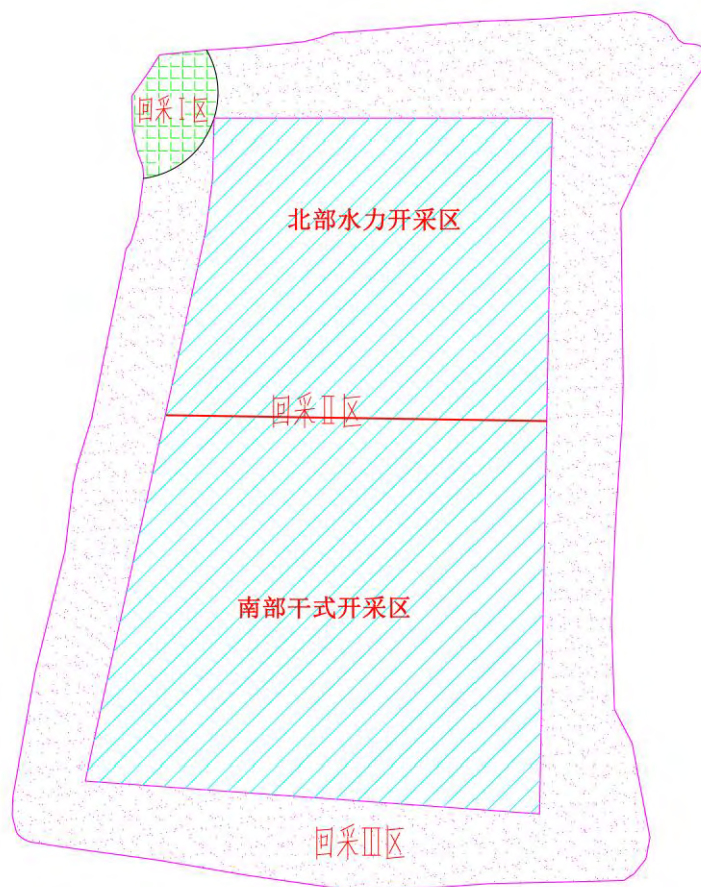


图 2.4-7 回采分区图

3、回采工艺

(1) 干尾砂回采

南区（干式回采区）采用挖掘机按照设计要求的回采方向和回采顺序进行回采，自卸汽车进行运输。

南区（干式回采区）从上到下分层开采，共分为 5 层，每层深度 3m。

开采时自卸汽车装砂应在坝顶平台进行，不得入库区装砂，库内开挖及推集作业采用超湿地挖掘机和推土机完成。

为保证作业过程中尾砂边坡稳定，设计要求正在回采作业的采场尾砂边坡比不得陡于 1: 2.5，并保持作业面以不小于 1%坡度坡向回采 I 区。

在干尾砂回采过程中，应对干滩面定期进行洒水，避免扬尘危害，扬尘严重时，可对暂时不计划回采的区域铺设防尘网等抑制扬尘。



(2) 水力开采工艺

在库中干滩与尾矿泥浆过渡处开掘一个具有一定规格的基坑，建议 20m×20m，深 3.0m，在基坑中央沿回采方向南北向布设泵塘，泵塘宽 4m，深 1.5m。

水力开采设备采用绞吸船+泥浆泵组合开采。水力开采时，单层回采高度 3m，回采过程中水面以上边坡高度不大于 3m，水上水下边坡角均控制在 20° 以下。

回采时采坑最大深度（回采层顶至泵塘底）应不大于 4.5m，其中水面以上边坡高度应不大于 3m。

(3) 水力开采与干式回采的衔接处理方案

1) 北区水力开采与坝体开采的衔接

根据《尾矿库安全规程》要求，尾矿库在洪水运行条件下尾矿坝坝前应确保满足规程要求的防护宽度，五等尾矿库防洪宽度为 25m，考虑水力开采单层作业最大高度（3m）可能形成的不稳定边坡范围 5m，合计取坝前 30m 为坝体保护区。该区域为回采 III 区。

回采期间，应先沿 I 区与 II 区交界线以插放小红旗的形式布置临时监测线，回采 I 区时，回采至临时监测线即结束该侧回采。回采 II 区待该层 I 区、III 区回采结束后再进行回采。

II 区回采时，应自南向北沿坝轴线方向横向开采。

2) 北区水力开采与南区干式回采的衔接

回采南区时，南区靠近北区 30m 范围内回采时应铺设临时辅助道路，借助辅助道路采取自北向南后退式回采。

回采工艺应按照以下要求进行：

① 分区作业

南区尾砂分条带逐条带作业。每个条带沿南北向布置，作业条带宽度不

大于 30m。

②铺设库区临时辅助道路

南区靠近北区 30m 范围内，条带中间先用大块毛石沿长度方向铺设一条宽 5m 的临时辅助道路。临时道路的路基应采用不小于 0.5m 厚的毛石压实而成，毛石层铺设厚度以具备机械车辆作业为准，压实后上挖掘机沿辅助道路作业。

该区域内尾砂回采结束后，临时辅助道路采用后退式方式挖出。再进行下一个作业区的作业。

③尾砂回采

南区靠近北区 30m 范围内尾砂采用后退式作业回采，30m 以外干尾砂区域按照作业需要采用前进式回采作业即可。

（4）注意事项

1）回采期应做好回采作业计划，使北区水力开采避开冬季作业。

2）回采 III 区（坝体及坝前保护区）时，应自南向北推进，沿坝轴线方向横向开采，自卸汽车沿坝顶平台行驶，不得靠近临时监测线，挖掘设备距离临时监测线应不小于 5m。

3）回采II区回采前，应首先委托工程勘察单位对回采区域进行复核，确保回采范围内无饱和尾砂，回采区尾砂承载力不小于 100kpa 后，方可进行该区域回采作业。

4）回采期间，作业机械距离平台边缘应不小于 5.0m，且应低速运行。

运输车辆应与回采外边坡保持安全距离，装车时停在铲装设备回转范围 0.5m 以外。

作业平台设置移动安全挡车设施，其高度不小于车轮轮胎直径 1/2，可采用木桩等材料，确保车辆装运砂安全。

作业区内因烟雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于 40m 或遇台风、

暴雨、大雪、大风等恶劣天气时，应停止运输及开采作业。

回采作业时，机械设备应严格按照回采作业安全要求做好安全措施和安全调度管理。

2.4.8 采挖与运输系统布置

1、采挖、开拓方案

该尾矿库干式回采拟采用挖掘机采挖，公路开拓—汽车运输方案。水力开采拟采用绞吸船+泥浆泵组合开采方式。

尾砂回采机械设备主要包括挖掘机械、推土机械、绞吸船、泥浆泵、装载机械和运输机械等。

方案设计推荐日常回采中开挖和推集作业采用超湿地挖掘机结合推土机作业，运输设备采用 20T 的自卸运输汽车。

水力开采采用绞吸船+泥浆泵组合开采方式，绞吸船船体机舱尺寸：长×宽×高=8m×3m×1m，配备绞刀长 3m，采用闭合绞齿式绞刀，绞刀外直径 800mm，绞刀刀片 4 片，绞刀转速 0-30r/min；配备 6 寸泥浆泵，泵型号 6/4 渣浆泵，流量 245m³/h，扬程 67m。

尾砂回采每天最大采砂量为 850m³，运砂距离以 3.0km 计算，日工作时长 14h。

2、设备选型

表 2.4-3 回采设备一览表

序号	设备类型	设备型号	台数	备注
1	挖掘机	1.6m ³ 超湿地挖掘机	1	
2	推土机	SD16TL 超湿地型推土机	1	辅助推集作业
3	自卸汽车	20T 矿用自卸汽车	4	
4	绞吸船+泥浆泵组合	/	1（套）	

序号	设备类型	设备型号	台数	备注
备注	企业可根据实际情况适当备用一定输送的推集、运输设备。			

3、运输道路

为满足尾砂运输、作业人员出入及各种防汛、抢险物资运送等要求，需要修筑库区运输道路。

根据可研方案库区运输道路拟设计标准采用四级厂外道路，结合尾砂回采规模，方案设计确定沿南侧现有道路向库尾延伸修筑环库运砂道路，南侧段利用现有库外道路设施，北侧延伸至库外公路，环库道路与库外公路相连接。

环库运砂道路按照四级厂外道路要求进行修筑。计算行车速度 15km/h，路面宽度 5m，单向行驶，砂石路面，停车视距 20m，会车视距 40m，最大纵坡 9%，道路最小圆曲线半径为 15m。随尾砂面逐层下降道路逐层调整。

4、道路安全设施

可研方案未提及道路照明、夜间照明、道路避让道、挡车设施、道路安全标志、防护墩等安全设施设施情况，提出如下建议，在下一步设计时予以完善。

（1）道路照明

库区范围及附近运输道路沿线应设置照明，以保证夜间行车安全，改善行车条件。

（2）重点部位照明

由于采用两班生产，尾砂回采区、装车区、转车场等重点作业部位应设置夜间作业投光照明设施，建议采用可移动照明设施。

（3）汽车避让道

运砂道路沿程应每隔 200m 设一处汽车避让道，以便于车辆会车安全，汽车避让道建议宽不小于 8m，长不小于 20m。

(4) 坝顶挡车设施

本项目采用汽车运输，应在在尾矿坝顶、高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。

(5) 道路标志

库区道路应设禁止超车标志、限制速度标志、警告标志、急弯标志、陡坡标志和危险慢行标志等。

上坝运砂道路沿程限速 15km/h；车辆进入库区，距离回采工作面 50 ~ 100m 时，限速 10km/h，50m 范围内限速 5km/h。

(6) 防护墩

道路转弯段外侧设置混凝土防护墩（桩）或工钢护桩，防护墩间距 3.0m，内侧设置反光条。

(7) 其他道路安全设施

1) 因烟雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于 40m 或遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时，应停止运输作业。

2) 禁止在道路上堆积放杂物、逗留，应保证道路畅通。

3) 车辆在道路上宜中速行驶，做到保持车速和车距，严禁占道、并列、抢道等严重违规现象。急弯、陡坡、危险地段应限速行驶，养路地段应减速通过，急转弯处严禁超车，危险路段应设置警示标志。

4) 当遭遇暴雪、凝冻、大雨等不良天气时应停止运输作业，不良天气过后需评估道路、作业区的安全状况，满足运输、机械作业要求后方可进场作业。

5) 矿用自卸汽车的常规定期检验周期为每年一次，挖掘机等应按相关规定要求定期检验。矿用自卸汽车初次投入使用前或大修后交付使用前须进行检验，并可代替定期检验。



2.4.9 回采期尾矿坝

由方案设计可知，为保证回采过程中现状坝体边坡稳定，坝前预留 30m 的防洪宽度。该区域为回采Ⅲ区，该范围内尾砂待下层Ⅱ区尾砂回采完成后回采。回采Ⅲ区首采区布置在西北侧坝段，两侧各开一个作业面回采，回采时坝体 30m 范围平推回采，车辆作业均在条块中间部位。设计单层回采高度 3m，边坡 1:2.0。

可研报告未提及回采期尾矿坝安全管理的相关内容，提出如下建议：

回采前应对现状坝体外坡面的护坡和排水沟进行全面的清理、修缮，确保坝面排水畅通，护坡设施完好。

由方案设计可知，回采Ⅱ区尾砂时，拟利用Ⅲ区滩面作为重车行驶路线，在考虑路基对运输车辆的承载力的基础上，建议调整为西侧和南侧坝顶作为运砂重车线路，修建作业面至西侧坝顶的运输道路，再由西侧坝顶经南侧坝顶运至外部，同时对西侧坝体顶部路面进行修整，西侧和南侧坝体最后回采，即：随着向下部回采选择合适时机对坝体分层回采。

2.4.10 供配电系统

根据可研设计方案，回采期间拟使用到绞吸船、泥浆泵、照明、喷雾降尘、排水泵等用电设备，可研方案设计未明确用电设备电源来源、用电负荷计算、供配电设计、继电保护、电缆敷设、电缆选型和安全设施等相关设计内容，应在本项目下一步设计时进行明确。

2.4.11 回采期防洪系统

根据可研设计方案，回采期防洪系统仍利用库区现有溢洪道防洪系统，现运行正常，溢洪道沿西侧河堤布置，将库内洪水排至西侧人工河内。溢洪道进口设置为八字形，进口底板标高▽249.0m，进口底宽 4m，长度为 5m。溢洪道泄槽段净断面尺寸为 $B \times H = 2.0\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，坡度为 $i=2\%$ ，总长度约 30m。

可研方案要求每层开采时，先对库尾溢洪道入水口附近进行回采，但未明确随回采向下部推进排水设施布置的相关设计数据。由测绘无人机航拍建模可知，西侧人工河道底部标高▽244m，河道顶部标高▽250m，河道顶部已是原始地层，目前尾矿库滩面标高▽250.4m，随着向下部回采，现有溢洪道已不满足排洪需要，建议随回采进行在原溢洪道位置开挖新的溢洪道，若开挖至河道底部标高▽244m时不满足自然泄流的情况下，应增加机械排水设施。

该尾矿库的外部汇水主要来自东侧岸坡大气降雨，为减少外部汇水进入尾矿库，产生饱和尾砂，对回采产生不良影响，建议沿东侧道路设置截水沟，截洪沟与尾矿库南侧下游排水沟相贯通，将水引入下游。

2.4.12 回采期安全监测设施

石砬尾矿库为五等别尾矿库，尾矿库安全监测等级为Ⅱ级，尾矿库回采期采用在线监测和人工观测相结合的方式。尾矿库安全监测设施为利旧设施，人工监测点和在线监测点相邻布置或采用相同点，回采期间不再新增监测设施。监测项目包括坝体位移、坝体浸润线、库水位监测和降雨量监测，同时按要求开展库区巡检。回采期在尾矿库库区重要设施附近设视频监控设施。回采期，应始终保持人工安全监测设施和在线安全监测系统处于完好状态，人工监测数据与在线监测数据应定期分析对比和校正。监测系统严格按照《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）执行。

库区已设置视频监控设施，能 24 小时对库区运行情况进行监控。回采过程中拟用库区现有的视频监控设施。通过现场摄像头实时拍摄并传输至控制室的显示屏上，直观显现尾矿库、坝体及排洪设施等运行情况。

为减少对安全监测设施的迁移频率和回采与设备搬迁产生的相互干扰，提高生产效率及简化安全管理流程，建议调整南侧主坝的回采顺序，最后进行回采或库内滩面低于排渗棱体顶部▽247m且满足安全超高情况下完成南侧主坝▽247m 以上的回采，同时将安全监测设施迁移至▽247m 标高，待库内



完成回采后，最后将南侧主坝完成回采。

2.4.13 回采结束后尾矿库的处置方案

与业主沟通可知，尾矿库内尾砂回采后，原始地面裸露，为防止水土流失及尘土飞扬，进行绿化。

建议绿化除应考虑于周围环境尽快协调的绿化要求外，还要应考虑防风固土，改善生态条件以及经济效益等要求。建议植物种植配置方案为：采用灌木+草本的配置形式，栽植耐旱、耐贫瘠、能自然生长、成长快、抗逆境能力强、生物学作用活跃的植物。

2.4.14 辅助设施

可研方案未提及原有辅助设施的利旧情况，建议下一步设计时予以完善，同时本次评价提出利旧建议如下：

1) 值班室

尾矿库值班房布置于尾矿库东南侧，用于办公管理，可予以利旧使用，值班室内布置有电话，值班室张贴有尾矿库安全管理制度和安全生产责任制等。值班室设有报警系统，当坝体出现滑坡或溃坝事故时，能够及时发出警报。

2) 照明设施

尾矿库由选矿厂统一供电，坝上安装库区照明设施，照明范围覆盖坝顶、滩面、坝外坡、水域区等，可利旧使用。

2.4.15 安全标志

可研方案未提及库区安全标志的设计相关内容，为了避免在尾矿库回采中发生机械伤害、电气事故、高处坠落等，建议在尾矿库周边及库区设置各类安全标志，下一步设计时应予以补充完善。

2.4.16 安全管理及其他

1、安全生产管理机构设置

按照《中华人民共和国安全生产法》第二章第二十四条规定，“矿山、金属冶炼、建筑施工、运输单位和危险物品的生产、经营、储存、装卸单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员”。

(1) 回采期，企业应配备专职安全管理人员。

(2) 企业应建立健全尾矿设施安全管理制度，企业主要负责人对本单位的安全生产工作全面负责，对落实尾矿库回采安全生产主体责任全面负责。分管安全生产的负责人协助主要负责人履行安全生产职责。技术负责人和其他负责人在各自职责范围内对安全生产工作负责。

尾矿库回采期间，应在规定管辖的范围内指定或设立相应的机构负责实施对尾矿库回采安全的各项要求，组织制定适合回采实际情况的规章制度，配备与实际回采工作需要相适应的专业技术人员或有实际工作能力的人员负责尾矿库回采的安全管理工作，保证必需的安全生产资金。

(3) 企业尾矿库安全管理部门的主要职责：

① 贯彻执行国家有关尾矿库回采安全生产的方针、政策、法规及技术规范。

② 编制尾矿库回采安全工作年度计划和长远规划并组织实施。

③ 编制尾矿库回采安全生产各项规章制度并检查执行情况。

④ 编制各种灾害应急预案并组织演练。

⑤ 负责技术资料的收集、分析、保存和整理工作。

⑥ 按有关规定审批和报批尾矿库回采设计、建设施工和检测项目。

⑦ 组织落实尾矿库回采安全隐患治理工作。

⑧ 负责尾矿库抢险和工程救护，发现重大事故隐患和险情要及时向有关应急管理部门报告，紧急情况下，应报请当地人民政府及有关部门给予协助。

⑨ 组织尾矿库安全管理人员的培训工作。

(4) 尾矿回采车间、工段或班组主要职能:

① 认真贯彻上级下达的各项指令和任务。

② 建立健全尾矿库设施安全管理工作制度。

③ 编制年、季回采作业计划和详细回采图表,统筹安排和实施尾矿回采、运输、排洪等管理工作。

④ 日常巡检和监测,发现不安全因素时,应立即采取应急措施并及时向上级报告。

⑤ 对尾矿设施的安全检查和监测做出及时、全面的记录。

2、劳动定员

尾矿库回采期间,应按照规定、标准等要求配备尾矿库专职安全生产管理人员 2 人,尾矿库专业技术人员 1 人,应配备满足实际作业需要的尾矿工、电工等特殊工种作业人员。其中,尾矿库专业技术人员应为水利、土木或者选矿(矿物加工)相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员。尾矿库的主要负责人、安全管理人员必须具备尾矿库有关的安全生产知识和管理能力,并且应当由主管的负有安全生产监督管理职责的部门对其安全生产知识和管理能力考核合格后,方可上岗。

回采作业现场应配备指挥人员;尾矿回采作业各类驾驶人员根据实际需要配备。尾矿库管理和现场作业工作人员由企业统一管理调配。

3、安全培训

(1) 主要负责人、安全总监、安全生产管理人员安全培训

生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员必须按国家有关规定,经过安全生产培训,具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。

生产经营单位主要负责人安全培训主要包括:



- 1) 国家安全生产方针、政策和有关安全生产的法律、法规、规章和标准;
- 2) 安全生产管理基本知识、安全生产技术、安全生产专业知识;
- 3) 重大危险源管理、重大事故防范、应急管理和救援组织以及事故调查处理的有关规定;
- 4) 职业危害及其预防措施;
- 5) 国内外先进的安全生产管理经验;
- 6) 典型事故和应急救援案例分析;
- 7) 其他需要培训的内容。

生产经营单位安全生产管理人员安全培训的主要内容包括:

- 1) 国家安全生产方针、政策和有关安全生产的法律、法规、规章和标准;
- 2) 安全生产管理、安全生产技术、职业卫生等知识;
- 3) 伤亡事故统计、报告及职业危害的调查处理方法;
- 4) 应急管理、应急预案编制以及应急处置的内容和要求;
- 5) 国内外先进的安全生产管理经验;
- 6) 典型事故和应急救援案例分析;
- 7) 其他需要培训的内容。

主要负责人和安全生产管理人员初次安全培训时间不得少于 48 学时。每年再培训时间不得少于 16 学时。

(2) 其他从业人员安全培训

生产经营单位必须对新上岗的职工进行强制性安全培训, 保证其具备本岗位安全操作、自救互救以及应急处置所需的知识和技能后, 方能安排上岗作业。上岗前应进行厂(矿)、车间(工段、区、队)、班组三级安全生产教育培训。

生产经营单位新上岗的从业人员, 岗前安全培训不得少于 72 学时, 每年再培训时间不得少于 20 学时。

（3）特种作业人员安全培训

特种作业人员必须经专门的安全技术培训并考核合格，取得《中华人民共和国特种作业操作证》（以下简称特种作业操作证）后，方可上岗作业。

特种作业操作证每 3 年复审 1 次。

特种作业人员在特种作业操作证有效期内，连续从事本工种 10 年以上，严格遵守有关安全生产法律法规的，经原考核发证机关或者从业所在地考核发证机关同意，特种作业操作证的复审时间可以延长至每 6 年 1 次。

特种作业操作证申请复审或者延期复审前，特种作业人员应当参加必要的安全培训并考试合格。安全培训时间不少于 8 个学时，主要培训法律、法规、标准、事故案例和有关新工艺、新技术、新装备等知识。

4、兼职救护队

尾矿库回采期所属企业应成立以主要负责人牵头的兼职救护队，建立与当地矿山救护部门或当地 110、119、120 应急救援系统的联系机制，与临近的事故救援组织签订救援协议。重大事故发生时，即刻启动紧急救援预案，届时企业所有生产活动停止，所有设备、人员随时听从指挥调用。

（1）救护队人员组成

- 1) 兼职救护队应根据企业的生产规模、自然条件、灾害情况确定编制。
- 2) 应设兼职队长及仪器装备管理人员。

（2）技术装备

救护队应配备以下装备和器材：

- 1) 个人防护装备。
- 2) 处理各类灾害事故的专用装备与器材。
- 3) 温度、风量检测仪表。
- 4) 通信器材及信息采集与处理设备。
- 5) 医疗急救器材。



6) 交通运输工具。

7) 训练器材等。

救护队使用的装备、器材、防护用品和安全检测仪器，必须符合国家标准、行业标准和矿山安全有关规定。纳入矿用产品安全标志管理目录的产品，应取得矿用产品安全标志，严禁使用国家明令禁止和淘汰的产品。结合石砭尾矿库风险类别和预案建议尾矿库应急救援物资和器材配备见下表。

表 2.4-4 尾矿库应急救援物资和器材

物资或器材	单位	数量
小型挖掘机	台	1
救援车辆	台	2
钢丝绳	根	4
大卸扣	根	4
500g/m ² 土工布	m ²	200
500g/m ² 土工布袋 (0.5×0.7m)	个	500
手套	副	100
铁锹	把	30
柴油发电车 (配备电线)	辆	1
污水泵/泥浆泵	台	2
水带	m	200
手持高音喇叭	个	5
可移动式探照灯	个	6
安全帽	个	20
水鞋	双	20
医药急救箱	套	3



5、 应急救援预案

(1) 生产经营单位应落实尾矿库应急管理主体责任，建立健全尾矿库生产安全事故应急工作责任制和应急管理规章制度，制定应急救援预案，并及时发放到尾矿库各部门、岗位和应急救援队伍。

(2) 根据《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部令第2号），生产经营单位应急预案分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。

综合应急预案，是指生产经营单位为应对各种生产安全事故而制定的综合性工作方案，是本单位应对生产安全事故的总体工作程序、措施和应急预案体系的总纲。

专项应急预案，是指生产经营单位为应对某一种或者多种类型生产安全事故，或者针对重要生产设施、重大危险源、重大活动防止生产安全事故而制定的专项性工作方案。

现场处置方案，是指生产经营单位根据不同生产安全事故类型，针对具体场所、装置或者设施所制定的应急处置措施。

(3) 考虑到尾矿库有可能出现影响尾矿库安全的突发情况，除综合应急预案外，制定的尾矿库专项应急预案应包括以下内容。

- 1) 发生尾矿坝溃坝时的应急救援预案。
- 2) 发生坝坡深层滑动时的应急救援预案；
- 3) 发生洪水漫顶时的应急救援预案。
- 4) 发生水位超警戒线时的应急救援预案。
- 5) 发生排洪设施损毁时的应急救援预案。
- 6) 发生排洪系统堵塞时的应急救援预案。
- 7) 发生暴雨、山洪、泥石流、山体滑坡、地震等灾害时的应急救援预案。

根据本公司存在的一般事故风险类型，企业还应编制以下现场处置方案：



1) 发生自然灾害（气候高温、雪灾、大风沙尘、雷击等）时的现场处置方案。

2) 发生触电事故时的现场处置方案。

3) 发生机械伤害时的现场处置方案。

4) 发生车辆伤害时的现场处置方案。

5) 发生高处坠落时的现场处置方案。

6) 发生物体打击时的现场处置方案。

7) 发生坍塌、淹溺时的现场处置方案。

(4) 应急救援预案内容应包括：

①应急机构的组成和职责、②应急救援预案体系、③尾矿库风险描述、④预警及信息报告、⑤应急响应与应急通信保障、⑥抢险救援的人员、资金、物资准备、⑦应急救援预案管理。

(5) 生产经营单位应当制定本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故风险特点，应当每半年至少组织 1 次综合或者专项应急预案演练，每 2 年对所有专项应急预案至少组织 1 次演练，每半年对所有现场处置方案至少组织 1 次演练，并将演练情况报送所在地县级以上地方人民政府负有安全生产监督管理职责的部门，并长期保存演练方案、记录和总结评估报告等资料。

(6) 生产经营单位应每三年进行一次应急救援预案评估，有下列情形之一的，应及时修订预案：

1) 制定预案所依据的法律、法规、规章、标准发生重大变化；

2) 应急指挥机构及其职责发生调整；

3) 尾矿库生产运行面临的潜在风险发生重大变化；

4) 重要应急资源发生重大变化；

5) 在预案演练或者应急救援中发现需要修订预案的重大问题；

6) 其他应修订的情形。



(7) 生产经营单位应建立应急值班制度，配备应急值班人员，汛期实施24h 值班值守。

(8) 生产经营单位应建立符合国家法律法规要求的应急救援队伍，应急救援人员应培训合格并定期组织训练。

(9) 生产经营单位应设置尾矿库应急物资库，储备满足预案要求的应急救援器材、设备和物资，并定期进行检查、维保及更新补充。应急物资及器材应按照企业编制的应急物资清单进行配置，应急救援物资动用后应及时补充。

(10) 尾矿库发生险情或事故后，生产经营单位应立即启动应急救援预案，科学组织抢险救援，并按有关规定报告事故情况。

6、其他管理要求

(1) 企业应当建立健全安全生产隐患排查治理体系，定期组织安全检查，开展事故隐患自查自纠。对检查出的问题应当立即整改；不能立即整改的，应当采取有效的安全防范和监控措施，制定隐患治理方案，并落实整改措施、责任、资金、时限和预案；对于重大事故隐患，应当及时将治理方案向负有安全生产监督管理职责的部门报告，并由负有安全生产监督管理职责的部门对其治理情况进行督办，督促生产经营单位消除重大事故隐患。

(2) 企业应当建立安全生产风险管控机制，定期进行安全生产风险排查，对排查出的风险点按照危险性确定风险等级，并采取相应的风险管控措施，对风险点进行公告警示。

(3) 企业进行挖掘等作业，应当按批准权限由相关负责人现场带班，确定专人进行现场作业的统一指挥，由专职安全生产管理人员进行现场安全检查和监督，并由具有专业资质的人员实施作业。

(4) 企业必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。投保安全生产责任保险。

(5) 企业应当按照国家和省有关规定, 明确本单位各岗位从业人员配备劳动防护用品的种类和型号, 为从业人员无偿提供符合国家、行业或者地方标准要求的劳动防护用品, 并督促、检查、教育从业人员按照使用规则佩戴和使用。

(6) 入尾矿库参观、考察、实习、学习、检查等的外来人员, 应接受安全教育, 并由熟悉尾矿库回采安全生产系统的从业人员带领进入作业场所。

(7) 矿山企业应对安全设施进行定期检查、维护和保养, 记录结果并存档, 记录应由相关人员签字确认; 安全设施在用期间, 不得拆除或者破坏。

(8) 尾矿库回采期间使用的涉及人身安全的设备应由专业生产单位生产, 并经具有专业资质的检测、检验机构检测、检验合格, 方可投入使用; 回采期间, 应定期由具有专业资质的检测、检验机构进行检测、检验, 并出具检测、检验报告。



3 定性定量评价

一、评价单元划分的原则和方法

划分评价单元是为评价目标和评价方法服务的，要便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性。评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分为若干子评价单元或更细致的单元。

常用的评价单元划分原则和方法：

（1）以危险、有害因素的类别为主划分

1) 按工艺方案、总体布置和自然条件、社会环境对项目（系统）的影响等综合方面的危险、有害因素分析和评价，宜将整个项目（系统）作为一个评价单元。

2) 将具有共性危险因素、有害因素的场所和装置划为一个单元。

（2）按装置和物质特征划分

1) 按装置工艺功能划分；

2) 按布置的相对独立性划分；

3) 按工艺条件划分；

4) 按贮存、处理危险物质的潜在化学能、毒性和危险物质的数量划分。

二、评价单元的划分

按照《安全评价通则》（AQ8001-2007）、《安全预评价导则》（AQ8002-2007）等有关规范要求，在参照《原国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知（附件2：金属非金属露天矿山建设项目安全预评价报告编写提纲、附件3：金属非金属矿山尾矿库建设项目安全预评价报告编写提纲）》基础上划分9个评价单元。

三、评价方法的选择及简介



根据该矿的实际情况，本次安全现状评价采用安全检查表法、预先危险性分析法等对矿山开采各工序进行安全评价。

（1）安全检查表评价法

安全检查表是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统安全评价方法。安全检查表不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患，还用于进行系统安全评价。

安全检查表是由一些对工艺过程、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，事先对分析对象进行详尽分析和充分讨论，列出检查项目和内容、检查依据、检查记录等内容的表格（清单）。

当安全检查表用于对工程、系统的设计、装置条件、实际操作、维修、管理等进行详细检查以识别所存在的危险性。

检查表如下所示：

序号	评价内容	依据	方案设计情况	检查结果

（2）预先危险性评价法

预先危险性评价法（Preliminary Hazard Analysis, PHA），又称初步危险分析，是一种系统安全分析方法，用于在工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，对项目存在的各种危险有害因素出现的条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析。这种方法旨在通过识别潜在的危险源，分析其可能导致的后果，以及制定相应的预防措施，从而在事故发生前进行防范，降低事故发生的风险。

预先危险性评价法的主要步骤包括：

1) 调查确定危险源：对所需分析系统的生产目的、物料、装置及设备、工艺过程、操作条件及周围环境等进行充分、详细的了解。

2) 分析事故的可能类型：根据过去的经验教训及同类行业生产中发生的



事故情况，对系统的影响、损坏程度进行类比，查找能够造成系统故障、物质损失和人员伤亡的危险性。

3) 分类并制定对策措施：对确定的危险源分类，制成预先危险性分析表，研究危险因素转变为危险状态的触发条件和危险状态转变为事故的必要条件，并进一步寻求对策措施，检验对策措施的有效性。

4) 进行危险性分级：根据危险性的大小及其对系统破坏性的影响程度，将各类危险性划分为不同的等级，排列出重点和轻、重、缓、急次序，以便处理。

5) 制定预防性对策措施：根据分析结果，制定事故的预防性对策措施，以降低或消除潜在的风险。

预先危险性评价的目的包括：

- 1) 大体识别与系统有关的主要危险；
- 2) 鉴别产生危险的原因；
- 3) 预测事故出现对人体及系统产生的影响；
- 4) 判别已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。

通过这种方法，可以在工程活动的早期阶段就识别出潜在的安全问题，从而采取相应的预防措施，避免或减少事故的发生，保障人员和财产的安全。

分析的结果用危险性等级来表示。危险性可划分为四个等级，如下表所示：

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损失
II	临界的	处千事故的边缘状态，暂时还不至千造成人员伤亡、系统损失或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损失，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范



（3）事故树分析法

事故树分析法（Accident Tree Analysis，简称 ATA）是一种对特定不希望事件（事故）进行演绎分析的方法，旨在寻找所有导致事故发生的原因事件及其相互间的逻辑关系，进而找出可能导致顶上事件（即我们想要分析的事故）发生的各基本事件的组合。

事故树分析法的具体步骤包括：

- 1) 定义顶上事件：确定需要分析的事故或问题。
- 2) 构建事故树：通过逻辑门（如与门、或门）连接各种可能的原因事件，形成事故树。
- 3) 定性分析：确定导致顶上事件发生的基本事件组合。
- 4) 定量分析：计算顶上事件发生的概率，评估风险。
- 5) 提出改进措施：根据分析结果提出预防和改进措施。

3.1 总平面布置与周边环境单元

3.1.1 总平面布置合理性分析

根据现场勘验，石砬尾矿库回采期间总体布置有生产区域、工业场地组成。总平面布置包括尾矿库回采区、开采运输系统、工业场地、内外部运输等构成。拟利用尾矿库东侧选厂原有工业设施作为回采工业场地。

选厂位于尾矿库东侧岸坡山上，紧邻尾矿库，场地标高为▽270m，地势较高不在尾矿库下游危害范围内。

可研报告未明确该项目总平面布置的具体设计方案和利旧设施等内容，建议在下一步的设计中进行明确。

3.1.2 自然环境因素对尾矿库回采的影响

根据岩土工程勘察报告和现场调研，库区地貌单元属于低山丘陵区，尾矿库所在地形无高陡边坡和复杂地形，无不良地质作用，库区不属于高寒、



高海拔地区。影响尾矿库安全回采的自然客观因素主要是洪水、地震和冰雪天气等。

1、洪水影响分析

水文气象条件特别是大暴雨可以使山洪暴发形成洪水，洪水漫坝造成事故。造成洪水漫顶常见的主要原因包括：

(1) 设计、施工的防洪标准、排洪设施不符合现行尾矿库设计、施工规范导致的洪水漫顶、溃坝事故；

(2) 洪水超过尾矿库设计标准导致的漫顶、溃坝事故；

(3) 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采取及时处理措施，导致的洪水漫顶、溃坝；

(4) 缺乏抗洪准备和防汛应急措施，对洪水可能造成的破坏没有制定预案而造成的事故。

尾矿库回采设计防洪标准采用 100 年一遇；根据可研报告相关洪水计算和泄流能力验算，排洪系统的泄流能力能够满足库区防洪要求。为避免洪水对尾矿库造成影响，本节提出如下安全防范措施：

(1) 尾砂回采期主要集中在非汛期，每年在雨季、汛期来临前，企业应恢复平整滩面，以不小于 1.0%坡度坡向溢洪道进水口，库内水及时排出；

(2) 库内尾砂严禁乱采乱挖，严格按照设计要求的尾砂回采顺序和回采方向进行回采；

(3) 汛期前后业主应组织人员对排水构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵等情况进行检查、维修，清理排水构筑物进水口淤堵物，确保排水系统畅通。

(4) 该尾矿库的外部汇水主要来自东侧岸坡大气降雨，为减少外部汇水进入尾矿库，产生饱和尾砂，对回采产生不良影响，建议沿东侧道路设置截水沟，截洪沟与尾矿库南侧下游排水沟相贯通，将水引入下游。



2、地震影响分析

库区地震基本烈度为 8 度，石砬尾矿库回采期仍利用现有坝体，坝体在库内所有尾砂回采完成后进行拆除，本次评价对现状坝体进行了特殊工况下稳定性复核，经复核，现状坝体满足规范规程要求，现状坝体具备安全回采的条件。

同时，随着库内尾砂和坝体的逐渐回采，坝体高度逐渐降低，尾矿库抗震能力逐渐增强，能够确保尾矿库回采期安全。

3、冰雪影响分析

冰雪天气会对道路造成一定的安全影响，冰雪道路太滑，车辆在上面行驶制动性能差，方向易跑偏。遇情况紧急制动时，制动距离会大大延长。在冰雪路面上行车，汽车轮胎与地面的摩擦系数非常低，对车辆的控制比较困难，若操作不当会使车辆产生侧滑甚至旋转，威胁车辆和人员安全。

因此，暴雨、大雪、大风、大雾等恶劣天气期间禁止回采作业，并且采取安全防范措施，指派专人现场值班。

3.1.3 尾矿库回采期间与周边环境的相互影响

根据岩土工程勘察报告，库区无不良地质作用。该区不属于国家级自然保护区、重要风景区、国家重点保护的历史文物和风景名胜古迹所在地，附近无铁路干线通过，无通讯线路等设施。根据尾矿库区域卫星图、现场踏勘、采用测绘无人机航拍三维建模勘查，石砬尾矿库周边主要为企业选矿厂、耕地和林地，库内无居户。

周边环境情况如下：库区东侧山坡上为企业选矿厂及配套设施，场地地面平均标高▽270m，比尾矿库现状坝顶高 18m。库区西侧有南北流向的石砬河，穿过尾矿库段为开挖的人工河，尾矿库与人工河之间设置有土石河堤，利用开挖出的土石料就地筑堤，河堤顶▽257m，宽 4.5m。尾矿库南侧 400m 处为斜官庄，1km 处存在蔬菜大棚，均位于河谷上沿。



1、尾矿库与斜官庄的相互影响

斜官庄位于尾矿库下游 400m 处，根据卫星地图以及现场查看，尾矿库下游为石碓河河谷，斜官庄位于河谷东侧山坡，标高高于河谷，因此，若石碓尾矿库主坝体发生滑坡、泥石流、溃坝，溃泄的尾矿泥将顺河道蔓延，不会对斜官庄造成危害。

2、尾矿库与蔬菜大棚的相互影响

蔬菜大棚位于尾矿库下游 1km 处，根据卫星图以及现场查看，蔬菜大棚位于石碓河河谷西侧山坡，标高高于河谷，因此，若石碓尾矿库主坝体发生滑坡、泥石流、溃坝，溃泄的尾矿泥将顺河道蔓延，不会对蔬菜大棚造成危害。

因此，尾矿库回采对周边环境无不良影响。

尾矿库回采期间对周边存在的危险、有害因素主要是扬尘危害。为确保尾矿库安全回采，提出如下安全措施及建议：

1、管理措施

①应严格按照尾矿库设计和规程要求进行回采、管理，严禁向库内排尾，实现尾矿库本质安全；

②企业应对周边采矿、采石活动进行监管，严禁在影响尾矿库安全范围内进行采矿、采石作业，禁止在尾矿库下游危害范围内新建工矿企业、居民区等；

③建立尾矿库回采应急救援体系，应定期对预案进行演练，确保其可靠性及合理性。

2、扬尘危害分析

回采期间干尾砂面直接暴露于环境中，大风干燥天气时，容易引起扬尘危害，影响回采安全和污染周边环境。为避免扬尘危害，保护环境，应采取如下相应的防范及治理措施：



①企业应按照《环境保护图形标志—固体废物储存（处置）场》（GB15562.2）设置环境图形标志，并按其规定进行检查和保护；

②尾砂回采期间对暂时不回采库面及时覆盖防尘网，必要时洒水降尘；

③严格按照设计工艺进行回采，制定回采计划，尽量减少同时进行尾砂回采作业面积；

④对于在尾矿库库区内工作人员，应加强个体防护，以减少粉尘对职工健康的影响；

⑤尾砂运输车辆必须专车专用，不得随意用于其他用途的物资输送。同时，运输车辆应采用密闭性，做到输送过程中不渗漏、不外溢；

⑥企业应在尾矿库回采和后期管理中，应及时对库区裸露面进行覆土、绿化，降低对周边环境的影响。

方案设计未提及洒水降尘的具体方案，如采用洒水车定期对运输路面洒水，施工现场设置雾炮等设施降尘等，建议下一步设计时予以补充，确保扬尘量符合国家要求。

3.1.4 单元评价结论

综上分析，石砬尾矿库的工程地质、水文地质条件简单，尾矿库回采对周边环境无不良影响，因此，尾矿库周边环境适宜于尾矿库的回采，企业严格按照设计和规程要求进行尾矿库的回采作业、运行管理，能够实现尾矿库安全回采。

3.2 尾砂回采及运输单元

3.2.1 危险有害因素辨识与预先危险性分析

一、危险、有害因素辨识

该尾矿库回采开拓运输方式为公路开拓-汽车运输方案和绞吸船+泥浆泵水力回采方案，采用铲运机、绞吸船、泥浆泵等机械化回采作业。回采及运



输过程主要存在的危险、有害因素有高处坠落、坍塌（滑坡）、机械伤害、物体打击、车辆伤害、淹溺、火灾、触电、粉尘、噪声、高温及低温等。

（1）高处坠落

人员在日常巡查过程中，若安全设施不齐全或人的不安全行为可能导致自坝顶跌落。

若运输道路高陡路段未设置挡墙、警示标志等设施，操作人员疏忽大意、违章操作，作业平台宽度达不到安全要求，作业人员或转载设备距边坡边缘过近等情况，都有可能发生高处坠落事故。

（2）坍塌

运输道路建设标准不符合设计，路基软；道路未设排水沟，大雨冲刷道路坡面，都可能会引起坍塌事故。回采边坡控制不符合设计要求，遇到降雨等不良气候影响等。

（3）机械伤害

采掘使用挖掘机、绞吸船、泥浆泵、自卸汽车等设备。机械伤害的形式多为设备运动（静止）部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹击、碰撞、剪切、卷入、烫伤、绞、碾、割、刺等形式的伤害。各类转动机械的外露传动或旋转部分（如齿轮、轴、履带等）和往复运动部分都有可能对人体造成机械伤害。

（4）物体打击

在生产过程当中，多人作业、作业环境不良、工具缺陷、操作使用失误、没有防护措施等都会造成物体打击。

（5）车辆伤害

在运输过程中如果指挥、协调不良，雨雪天气路况差，司机视线存在盲区、车辆制动性能等出现故障、路况不符标准要求、司机违章操作、自卸汽车未定期检测等因素容易发生车辆伤害事故。



（6）淹溺

淹溺，又称溺水，是指人淹没于水或其他液体介质中并受到伤害的状况。淹溺发生时，水会充满呼吸道和肺泡，引起缺氧窒息；同时，吸收到血液循环的水会引起血液渗透压改变、电解质紊乱和组织损害，最终导致呼吸停止和心脏停搏而死亡。

该尾矿库回采期间，采用水力回采区域以及降雨积水于库内形成集水坑等因素，若安全防护设施不齐全有效、排水设施未有效排除积水、作业人员违章操作等因素，坠入水中有淹溺伤害的风险。

（7）火灾

该尾矿库回采主要的运输设备、铲运机械等均为柴油机动力机械，设备加注油料或采用氧气、乙炔、电气焊等设备检维修作业过程中，操作不当、违章操作或遇明火等，可能会发生火灾事故。

（8）触电

该项目可能用到的用电设备有：排水泵、泥浆泵、照明、办公用电等。若开采作业环境差、电气线路敷设不符合国家有关规定、带电体的裸露部分未设置安全防护装置；电气设备和设施如果长时间超负荷运行，产生大量热量，导致电气设备内部绝缘体破坏；电气设备缺少漏电保护装置等安全设施，电力系统设置不完善；电气设备没有可靠的接地保护或接地保护不符合标准规定，不能起到安全保护作用；电气设备安装时安全防护距离不够；未设置安全用电标志，作业人员误碰带电体；输配电线路、开关、熔断器、插销座、照明电器等出现故障未及时维修；人员违章作业；均有可能发生触电事故，导致人员伤亡、设备损坏。

（9）粉尘

该尾矿库均为粉状尾砂，颗粒较细，受气流易形成扬尘，在铲装运输过程中，若未采取洒水降尘措施或采取的措施不到位，容易产生粉尘，人体吸



入粉尘，危害人体的健康，导致职业病。有些粉尘会导致矽肺病，引起支气管哮喘，过敏性肺炎，甚至呼吸系统肿瘤。粉尘还可以直接刺激皮肤，引起皮肤炎症；刺激眼睛，引起角膜炎；进入耳内使听觉减弱，有时也会导致炎症。

（10）噪声

该项目回采过程均采用机械作业，在铲装运输过程中，伴有较大的噪声，噪声对人体的影响不但损害人的听力，还对心血管系统、神经系统、消化系统产生有害影响。人员长期或临时在以上环境中工作，还会导致操作人员听觉疲劳，精神烦躁，精力不集中引起操作失误事故，诱发职业病。

噪声掩盖了作业场所的危险信号和报警，往往造成误操作引发工伤事故。

（11）高温、低温危害

该项目为露天作业，夏季采场酷热，很容易使人体内热量积聚，特别是推土机、挖掘机司机和运输车司机长期在驾驶室里作业，若没有采取消暑措施，容易出现中暑；由于出汗多大量丧失水分和无机盐等，如不及时补充水分，就会造成人体内严重脱水和水盐平衡失调，导致工作效率降低，事故率升高。

冬季严寒，作业人员长期在露天采场作业，由于极度低温和潮湿作用，会造成人员局部冻伤、体温降低、手脚麻木，使注意力不集中、反映时间延长、作业失误率增多，甚至产生幻觉，对心血管系统、呼吸系统都有一定的影响，增加事故发生的可能性。

二、预先危险性分析

采用预先危险分析评价方法对回采及运输单元可能发生的危险有害因素的危险度进行定性评价，分析结果如下：

表 3.2-1 预先危险性分析



危险有害因素	触发因素	事故后果	危险等级	防范措施
高处坠落	1.作业人员或作业设备距边坡边缘过近。 2.平台边缘未设置警戒设施。 3.作业平台宽度达不到安全要求。 4.运输道路临边处未设置挡墙等。 5.高处违章作业。 6. 人员不安全行为、安全防护设施缺失等。	人员伤亡、设备毁坏。	III	1.机械和作业人员与平台边缘距离应不小于 2m。 2.作业平台边缘应设置警戒设施。 3.作业平台宽度应符合机械安全作业及设计要求。 4.运输道路临边处应设置挡墙等。 5.制定高处作业制度，严格执行。
坍塌	1.运输道路建设标准不符合设计，路基软。 2.道路未设排水沟，大雨冲刷道路坡面。 3.回采边坡控制不符合设计要求，遇到降雨等不良气候影响等。	人员伤亡、设备毁坏。	III	1.运输道路建设应严格按照设计修筑。 2.道路应设排水沟。 3.严格按照设计管理开采边坡。
物体打击	1.员工未佩戴劳保用品。 2.物体处于不安全状态，未及时处理。	人员伤亡。	II	1.员工应严格按照要求佩戴劳保用品。 2.及时检查、处理安全隐患
车辆伤害	1.司机违章操作。 2.雨雪天气路况差，司机视线存在盲区。 3.车辆制动性能等出现故障。 4.道路不符标准要求。 5.自卸汽车未定期检测。	人员伤亡、设备毁坏。	III	1.司机严格遵守规章制度，严禁超速超载。 2.雨雪天气，视线存在盲区时，严禁进行运输作业。 3.车辆定期进行维护保养。 4.道路修筑严格按照标准要求，并定期维护。



危险有害因素	触发因素	事故后果	危险等级	防范措施
机械伤害	1.挖掘机、装载机、推土机作业缺少防护。 2.违章作业等。	人员伤亡	II	按《操作规程》操作各类机械设备。
淹溺	1.设计缺陷； 2.排水能力不足； 3.排水泵未定期维护保养； 5.缺少防护栏杆和警示标志。	人员伤亡	II	1.应按设计规范准确设计。 2..关注天气变化，极端天气时注意提前撤离人员设备。 3.排水泵应定期维护保养。 4.设置护栏及警示标志，防止人员靠近。
火灾	车辆漏油、有明火。	人员伤亡、设备毁坏。	II	采挖、运输等主要设备，必须备有灭火器材。
触电	1. 电气线路或设备安装存在缺陷，在运行中缺乏必要的检修维护，使机电设备漏电、电线、电缆漏电短路、接头松脱、绝缘老化、断线碰壳、绝缘击穿、绝缘损坏等隐患。 2. 没有设置必要的安全措施（如漏电保护、安全电压、等电位连接等）或安全措施失效。 3. 电器设备运行管理不当，安全管理制度不完善。 4.操作人员操作失误或违章作业等。	1.人员受电击破坏心脏、神经系统不正常，丧失功能，以至死亡； 2.电伤，主要是电弧灼伤、烫伤等	III	1.照明线路应为专用线路，不得与动力线共用； 2.所有电气箱柜、用电设备（线路）都安装漏电保护装置，利用漏电保护器切断电源，防止电网漏电引发触电和火灾事故； 3.在带电设备周围不得使用钢卷尺和带金属丝的线尺； 4.电气检修要做到不带电作业，要有检修停、送电制度，确保安全检修；电气接头要采用接线盒，避免接头外露；电气开关确保有保护外壳； 5.操作人员要持证上岗，禁止违章作业，作业时要有防护绝缘装具及配备、使用绝缘性能良好的安全防护用品。
粉尘	运输作业等作业人员无防粉尘措施。	长期接触患矽肺病	II	1.道路经常洒水降尘。 2.作业人员配备防尘设施。
噪声	1.在装车运输过程中，伴有较大的噪声。 2.导致操作人员听觉疲劳，精神烦躁，精力不	职业病及次生事故	II	员工佩戴好耳塞等劳保用品。



危险有害因素	触发因素	事故后果	危险等级	防范措施
	集中。 3.噪声掩盖了作业场所的危险信号和报警。			
高温、低温等	1.个人防护不到位。 2.未采取相应的消暑或保暖措施。	次生事故	II	1.配备符合要求的防护用品。 2.高温季节缩短高温工作时间，发放防暑降温物品。 3.寒冷季节及时发放防寒衣物。

通过用预先危险性分析法对尾砂回采与运输过程中存在的危险、有害因素进行分析，机械伤害、物体打击、淹溺、火灾、噪声、粉尘、高温及低温的危险等级为II级，危险程度属于临界的；高处坠落、坍塌、车辆伤害、触电的危险等级为III级，危险程度属于危险的。因此，尾矿库回采期间应加强安全管理，减少或杜绝因人为失误造成回采及运输事故发生，应严格按照操作规程进行安全作业。

3.2.2 尾砂回采工艺符合性评价

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）、《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）等规范、规程，通过现场调研、查阅回采工艺设计方案，对尾砂回采工艺进行符合性、合理性分析评价，详见下表。

表 3.2-2 尾砂回采工艺分析评价表

序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
1.	回采方式	回采方式应技术合理、安全可靠；同一座尾矿库内不得同时进行尾矿的回采和排放。	GB39496-2020 第 7.2 条和 GB50863-2013 第 8.0.2 条	该尾矿库拟采用干式开采和水力开采联合回采的方式。根据可研报告，尾矿库回采期间严禁排尾。	符合



序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
2.	回采设计	尾矿库回采设计应包括下列主要内容:尾矿库回采的规模、回采范围、服务年限和相应可靠的回采安全措施;尾矿库回采的规划及顺序,包括回采工艺、输送方式、设备配置,以及现有设施的利用、保护;回采期间尾矿坝及库内回采边坡的稳定性分析及安全措施;回采期间尾矿库防洪标准、调洪演算及防洪安全措施;回采期间尾矿库的监测设施; 回采结束后尾矿库的处置方案。	GB39496—2020 第 7.3 条	根据可研报告回采方案设计,明确了尾矿库回采的规模、回采范围、服务年限和相应可靠的回采安全措施;明确了尾矿库回采的规划及顺序,包括回采工艺、输送方式、设备配置,以及现有设施的利用、保护;对回采期间尾矿坝及库内回采边坡的稳定性进行了分析及设计有相应安全措施;对回采期间尾矿库防洪标准、调洪演算及防洪安全措施分别进行了计算和和设计;回采期间尾矿库的监测设施进行了明确。	符合
3.	回采顺序	尾矿的回采顺序应按照“由内到外,从上至下,单层开采”的原则进行;单层开采的高度不得大于 3.0m,台阶坡面角应根据尾矿力学性质确定。	GB39496—2020 第 7.2 条和 7.6 条	总体回采顺序为由内到外,先库后坝,从上至下,单层开采。根据现状滩面坡向和排洪系统布置位置,为及时排出库内洪水,回采总体方向为先库区(排水区)后坝体,先上层后下层,坝前预留 30m 的防洪宽度。回采时单层开采深度为 3.0m,回采控制边坡比为 1:2.0。	符合
4.	运输方式	回采作业现场应设置合理的运输线路;设备选型应根据地基承载力确定,必要时应采取相应地基加固措施。	GB39496—2020 第 7.6 条和 GBJ22—87	①尾砂运输方式设计采用自卸汽车运输,为降低运输设备对地面承载力的要求,运输设备设计采用 20t 自卸汽车。 ②根据可研方案库区运输道路	符合



序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
				拟设计标准采用四级厂外道路，结合尾砂回采规模，方案设计确定沿南侧现有道路向库尾延伸修筑环库运砂道路，南侧段利用现有库外道路设施，北侧延伸至库外公路，环库道路与库外公路相连通。环库运砂道路按照四级厂外道路要求进行修筑。计算行车速度 15km/h，路面宽度 5m，单向行驶，砂石路面，停车视距 20m，会车视距 40m，最大纵坡 9%，道路最小圆曲线半径为 15m。随尾砂面逐层下降道路逐层调整。	
5.	现有设施保护	距尾矿库内排水井、排水斜槽、排水涵管等设施周边 15m 范围内的尾矿，不得采用挖掘机械回采并应均匀同步下降；尾矿回采过程中应对初期坝、库区防渗层采取相应的保护措施。	GB39496—2020 第 7.8 条和 GB50863—2013 第 8.0.6 条	回采期排洪系统拟利用库区现有溢洪道排洪系统，现运行正常，溢洪道沿西侧河堤布置，将库内洪水排至西侧人工河内。溢洪道进口设置为八字形，进口底板标高▽249.0m，进口底宽 4m，长度为 5m。溢洪道泄槽段净断面尺寸为 B×H=2.0m×1.5m，坡度为 i=2%，总长度约 30m。 可研方案要求每层开采时，先对库尾溢洪道入水口附近进行回采，但未明确随回采向下部推进排水设施布置的相关设计数据。由测绘无人机航拍建模可知，西侧人工河道底部标高▽244m，河道顶部标高▽250m，河道顶部已是原始地层，目前尾矿库滩面标高▽250.4m，随着向下部回采，现有溢洪道已不	不符合



序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
				满足排洪需要，建议随回采进行在原溢洪道位置开挖新的溢洪道，若开挖至河道底部标高▽244m 时不满足自然泄流的情况下，应增加机械排水设施。 该尾矿库的外部汇水主要来自东侧岸坡大气降雨，为减少外部汇水进入尾矿库，产生饱和尾砂，对回采产生不良影响，建议沿东侧道路设置截水沟，截洪沟与尾矿库南侧下游排水沟相贯通，将水引入下游。	
6.	泥浆泵安装要求	矿浆池上部的砂泵，应设稳固的操作平台和带扶手的梯子，平台宽度应不小于 0.8m。上面有行人的运矿沟槽，沟槽上应设盖板或金属网。深度超过 2m 的沟槽，应设明显标志，并禁止人员靠近。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.17 条	可研方案未提及	不符合
7.	人行通道	敷设有管道或渡槽的栈桥，应设宽度不小于 0.8m 的人行通道和梯子。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.18 条	可研方案未提及	不符合
8.	/	采、选船基坑开挖的深度，应大于船的吃水深度 0.8m 以上；采、选船的吃水深度超过设计规定的吃水深度时，应及	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.2.1 条	可研方案未提及	不符合



序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
		时查找原因，排除安全隐患；采区实际水深低于船的吃水深度时，应停止作业；开采工作面水上边坡高度大于 3m，边坡角大于矿岩自然安息角时，应用水枪及时处理边坡。			
9.	安全设施	采、选船上机械设备的转动部位应安装可拆卸的护栏；甲板、桥板、梯子及操作平台外侧应安装扶手；采、选船的浮箱应设平时密封紧锁的渗水观察孔。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.2.2 条	可研方案未提及	不符合
10.	/	挖掘作业期间，在挖掘船的首绳和边绳的岸上设置区内不应进行其他作业。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.2.4 条	可研方案未提及	不符合
11.	作业安全	挖掘船作业时，人员和船只不应在其回转半径范围内停留或经过。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.2.7 条	可研方案未提及	不符合
12.	不良天气作业	在大风、大雾及洪水期间，行船和调船应有可靠的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.2.8 条	可研方案未提及	不符合
13.	/	挖掘船上应设置水位警报、照明、信号、通信和救护设备。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)	可研方案未提及	不符合



序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
			7.2.10 条		
14.	救援装备	采场的主要进出口，应设置醒目的警示标志。距离采场边缘 30m，应设安全防护线，其内不应堆放任何杂物。进入采场的作业人员应穿戴救生器材。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.2.11 条	可研方案未提及	不符合
15.	/	挖掘船船体距离采场边缘不小于 20m。船体四周应用缆绳固定，防止飘浮、摇摆、碰撞采场边坡面，产生滑坡事故。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 7.2.12 条	可研方案未提及	不符合

根据上表检查表，尾砂回采工艺充分考虑了尾砂回采的需求和尾矿库运行现状，设计采用的尾矿回采方式、回采顺序、运输方式和对现有设施保护等回采工艺技术可行、安全可靠，符合相关法律法规法规、标准规范规程的要求。

本单元对回采工艺提出以下安全措施及建议：

(1) 尾矿库回采期间，严禁向库内排尾，库内严禁蓄水，应按照设计要求回采工艺进行回采，实现尾矿库本质安全。

(2) 回采期间应加强坝体位移监测和坝面管理维护，在考虑路基对运输车辆的承载力的基础上，建议西侧和南侧坝体作为运砂重车线路，最后回采，即在回采Ⅲ区回采后逐层回采。

3.2.3 尾砂运输系统符合性评价

依据《公路安全保护条例》（国务院令第 593 号）、《金属非金属矿山



安全规程》（GB16423—2020），尾砂运输系统采用安全检查表法进行分析、评价。

表 3.2-3 尾砂运输系统分析评价表

序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
1	车辆应当规范装载，装载物不得触底拖行。车辆装载物易掉落、遗撒或者飘散的，应当采取厢式密闭等有效防护措施方可在公路上行驶。	《公路安全保护条例》、（国务院令第五93号）第四十三条	可研方案未提及。	不符合
2	运输爆破器材应使用专用车。不应应用自卸汽车运载易燃、易爆物品。	《爆破安全规程》（GB6722-2014）第14.1.1.3条 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第5.4.2.1条	该项目回采不涉及爆破工艺，不使用爆破器材；可研方案未提及自卸汽车禁止运载易燃、易爆物品等相关要求。	不符合
3	自卸汽车装载应遵守如下规定： ——停在铲装设备回转范围0.5m以外； ——驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外； ——不在装载时检查、维护车辆。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第5.4.2.2条	可研方案未提及上述安全要求。	不符合
4	双车道的路面宽度，应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第5.4.2.3条	可研方案设计运砂道路按照四级厂外道路要求进行修筑。运输道路计算行车速度15km/h，路面宽度5m，单向行驶，砂石路面，停车视距20m，会车视距40m，最大纵坡9%，道路最小圆曲线半径为15m。随尾砂面逐层下降道路逐	不符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
			层调整。 可研设计未提及道路会车安全及主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志等内容。	
5	运输道路的高陡路基路段,或者弯道、坡度较大的填方地段,远离山体——侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.4 条	可研未提及上述内容。	不符合
6	汽车运行应遵守下列规定: ——驾驶室外禁止乘人; ——运行时不升降车斗; ——不采用溜车方式发动车辆; ——不空挡滑行; ——不弯道超车; ——下坡车速不超过 25km/h; ——不在主运输道路和坡道上停车; ——不在供电线路下停车; ——拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施,并有专人指挥; ——通过道口之前驾驶员减速瞭望,确认安全后再通过; ——不超载运行。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.6 条	可研未提及上述内容。	不符合
7	现场检修车辆时,应采取可靠的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.7 条	可研未提及上述内容。	不符合
8	雾霾或烟尘影响能见度时,应开	《金属非金属矿山安	根据可研方案设计,作	符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
	启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m，视距不足 30m 时，应靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。	全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.9 条	业区内因烟雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于 40m 或遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时，应停止运输及开采作业。	
9	铲装设备工作前应发出警告信号，无关人员应远离设备。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.2 条	可研未提及上述内容。	不符合
10	铲装设备工作应遵守下列规定： ——悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留； ——铲斗不应从车辆驾驶室上方通过； ——人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留； ——不应调整电铲起重臂。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.4 条	可研未提及上述内容。	不符合
11	多台铲装设备在同一平台上作业时，铲装设备间距应符合下列规定： ——汽车运输：不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m；	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.5 条	方案设计采用 1 台挖掘机作业。	符合
12	上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.6 条	方案设计采用单层回采。	符合
13	铲装时铲斗不应压、碰运输设备；铲斗卸载时，铲斗下沿与运	《金属非金属矿山安全规程》	可研未提及上述内容。	不符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
	输设备上沿高差不大于 0.5m； 不应用铲斗处理车箱粘结物。	(GB16423-2020) 第 5.2.3.7 条		
14	铲装设备行走应遵守下列规定： ——应在作业平台的稳定范围内行走； ——上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.10 条	可研未提及上述内容。	不符合

对照《沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程可研报告》，通过上述安全检查表对该单元检查了 14 项内容，11 项内容可研方案未提及，下一步设计应对未提及相关安全措施做进一步设计。

本单元对回采工艺提出以下安全措施及建议：

(1) 由方案设计可知，回采Ⅱ区尾砂时，拟利用Ⅲ区滩面作为重车行驶路线，在考虑路基对运输车辆的承载力的基础上，建议调整为西侧和南侧坝体作为运砂重车线路，西侧和南侧坝体最后回采，即随着向下部回采选择合适时机对坝体分层回采。

(2) 可研方案未提及道路照明、夜间照明、道路避让道挡车设施、挡车设施、道路安全标志、防护墩等安全设施设施情况，提出如下建议，在下一步设计时予以完善。1) 道路照明：库区范围及附近运输道路沿线应设置照明，以保证夜间行车安全，改善行车条件。2) 重点部位照明：由于采用两班生产，尾砂回采区、装车区、转车场等重点作业部位应设置夜间作业投光照明设施，建议采用可移动照明设施。3) 汽车避让道：运砂道路沿程应每隔 200m 设一处汽车避让道，以便于车辆会车安全，汽车避让道建议宽不小于 8m，长不小于 20m。4) 坝顶挡车设施：本项目采用汽车运输，应在在尾矿坝顶、高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。5) 道路标志：区道路应设禁止超车标志、限制速度标志、警告标志、急弯标志、陡坡标志和危险慢行标志



等。上坝运砂道路沿程限速 15km/h; 车辆进入库区, 距离回采工作面 50 ~ 100m 时, 限速 10km/h, 50m 范围内限速 5km/h。6) 防护墩: 道路转弯段外侧设置混凝土防护墩(桩)或工钢护桩, 防护墩间距 3.0m, 内侧设置反光条。7) 其他道路安全设施: 因烟雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于 40m 或遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时, 应停止运输作业。禁止在道路上堆积放杂物、逗留, 应保证道路畅通。车辆在道路上宜中速行驶, 做到保持车速和车距, 严禁占道、并列、抢道等严重违规现象。急弯、陡坡、危险地段应限速行驶, 养路地段应减速通过, 急转弯处严禁超车, 危险路段应设置警示标志。当遭遇暴雪、凝冻、大雨等不良天气时应停止运输作业, 不良天气过后需评估道路、作业区的安全状况, 满足运输、机械作业要求后方可进场作业。

(3) 自卸汽车的常规定期检验周期为每年一次。矿用自卸汽车初次投入使用前或大修后交付使用前须进行检验, 并可代替定期检验。

3.1.4 单元评价结论

综上分析, 尾砂回采工艺技术可行、安全可靠, 符合相关法律法规法规、标准规范规程的要求, 下一步设计时应补充截洪沟、溢洪道、尾砂运输系统相关安全措施内容, 实现尾矿库安全回采。

3.3 尾矿坝单元

3.3.1 坝体溃决分析

尾矿坝是尾矿库最关键的工程, 其发生事故的危险性如何, 直接关系到尾矿库能否正常使用。为了全面认识分析、防范尾矿坝事故隐患, 本报告采用事故树分析法对尾矿坝溃坝事故、坝体滑坡事故(顶上事件)进行分析, 逐级往下找出所有原因事件, 直到最基本的原因事件, 按其逻辑关系画出事故树, 确定各基本事件的结构重要度, 利用最小径集找出消除事故的最佳方法, 从而为对尾矿坝安全生产使用采取相应安全对策措施提供依据。



（1）结构重要度分析

①该故障树有5个与门、7个或门、19个基本事件，说明这个系统的危险程度较大。

②最小割集有27个，说明该系统内导致顶上事件（即坝溃坝事故）发生的可能途径有27种。

③通过对结构重要度的分析计算得知，影响尾矿库安全的危险因素很多，其中基本事件就有19个，致使尾矿库坝体发生溃决的危险因素组合多达27个。各种因素对事故发生的影响程度依次为：（X1）突发暴雨山洪灾情；（X14）排水排洪设施结构性破损；（X15）排水管路堵塞；（X16）库区两岸未修排洪设施，周边降雨涌入；（X10）排渗设施功能差，浸润线超高异常；（X11）坝体裂隙；（X12）坝体滑坡；（X13）坝体渗漏；（X17）未合理调整库内水位；（X2）汛期雨量大；（X3）未治理危岩体；（X4）未治理松散岩土堆积体；（X7）坝体边坡未采取固化措施受风雨损坏；（X8）坝前放矿不均匀导致含泥细砂筑坝；（X9）未按设计规范坡比筑坝；（X18）库内水位过高未及时调洪；（X19）应急预案无效；（X5）坝基未按设计规范处理；（X6）坝基岩溶裂隙发育。

归纳整合以上危险因素，影响尾矿库回采安全性的关键问题是尾矿库的防洪能力和坝体的稳定性。由此，警示矿山必须从回采期间就要重视排洪系统和现有坝体的维护、管理。同时，对于影响尾矿库安全回采的其它因素，也不容忽视，看似稳固坝体可以溃于蚁穴，在尾矿库管理上不能有任何疏忽，避免小患变成重大事故的后果。



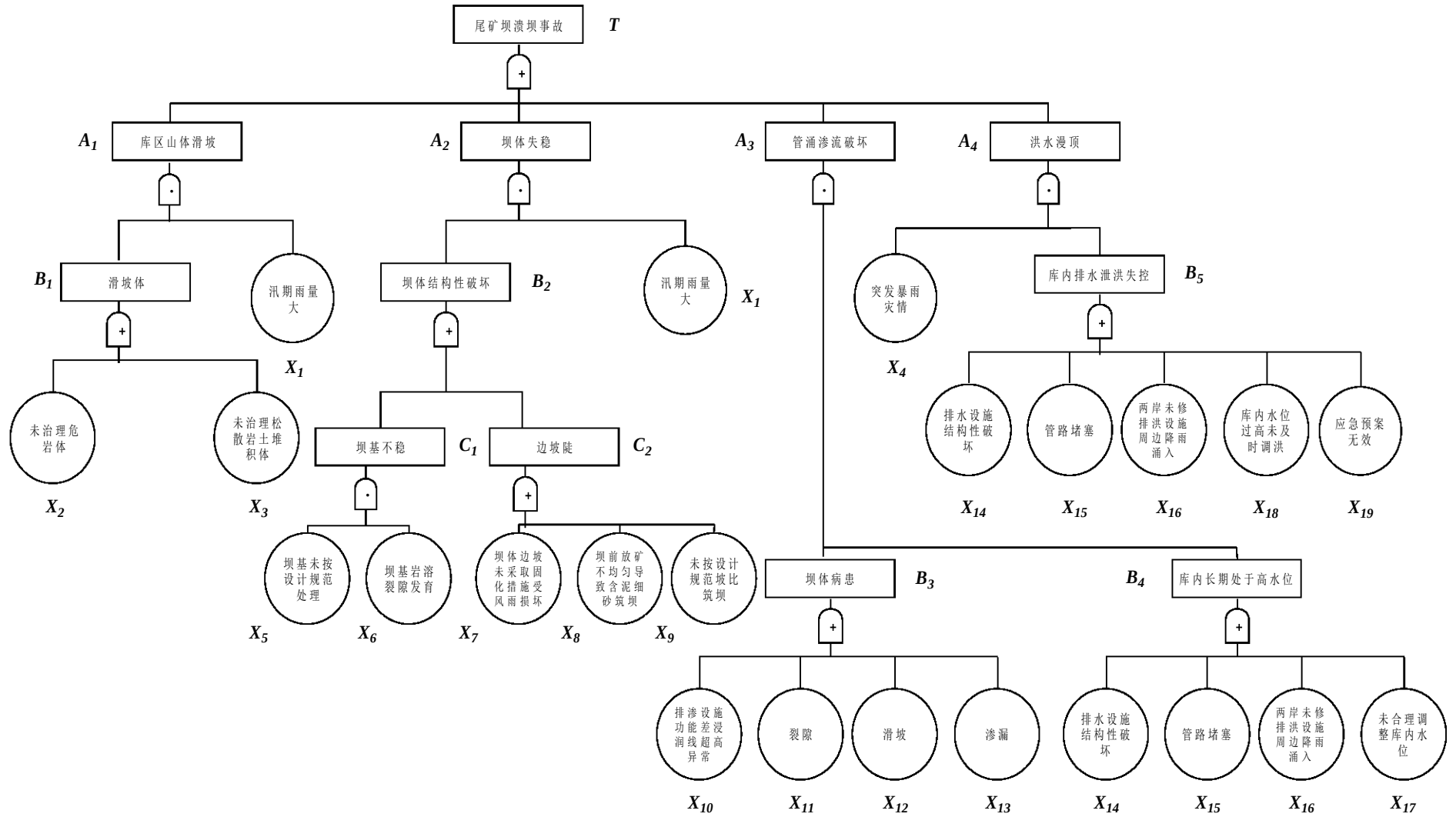


图 3.3-1 尾矿坝溃坝事故树

3.3.2 洪水漫顶分析

造成洪水漫顶的主要有害因素包括：

- 1、设计、施工的防洪标准、设施不符合现行设计规范导致的洪水漫顶、溃坝事故；
- 2、洪水超过尾矿库设计标准导致的漫顶、溃坝事故；
- 3、对气候、地质、地形等发生变化而引起的尾矿库不利变化，没有及时采取正确的应对方法所导致的事故；
- 4、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采取及时处理措施，导致的洪水漫顶、溃坝；
- 5、缺乏抗洪准备和防汛应急措施，对洪水可能造成的破坏没有制定预案而造成的事故。

3.3.3 回采期尾矿坝安全措施分析

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）等规范、规程，通过现场调研、查阅尾矿库的回采可研报告设计方案，对回采期尾矿坝安全措施进行符合性、合理性分析评价，详见下表。

表 3.3-1 回采期间尾矿坝分析评价表

序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
1	回采期尾矿坝设计方案	回采过程中尾矿坝稳定性应符合规范要求，尾矿库设计内容应包括回采期间尾矿坝的稳定性分析及安全措施	GB50863-2013 第 8.0.5 条和 8.0.7 条	根据坝体稳定性分析计算，现状坝体安全系数满足要求，尾矿库具备回采条件，故回采期间设计利用已有的坝体，库内尾砂回采完成后最后拆除坝体。	符合
2	现状坝体的回采	回采全过程中应保证尾矿库的安全	GB50863-2013 和	回采分层高度为 3.0m，台阶坡比为 1:2.0，为保证回采过	符合



序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
			GB39496 - 2020	程中现状坝体边坡稳定，坝前预留 30m 的防洪宽度，该 30m 范围内尾砂待该层库中回采完成后回采。	
3	坝面排水设施	坝面排水设施设置齐全	GB50863 - 2013 第 4.5.6 条、4.5.7 条和 5.3.2 条	现状坝外坡纵、横向排水沟齐全，可研设计拟利用已有坝面排水设施，回采期间加强排水沟的清理、修缮。	符合
4	坝面护坡	坝下游坡面设置护坡设施	GB50863 - 2013 第 4.5.10 条和 5.7.2 条	现状尾矿库坝面外坡坡面采用覆土、植草护坡。外坡面设置纵、横向排水沟。回采期间设计利用已有坝面护坡，设计要求回采期间确保护坡设施完好。	符合

根据上表检查结果，现状坝体的回采方案和回采期间的安全措施符合相关法律法规法规、标准规范规程的要求，安全措施合理、可行。本节对回采期间尾矿坝提出以下安全措施及建议：

(1) 为减少对安全监测设施的迁移频率，建议调整南侧主坝的回采顺序，建议最后进行回采，或库内滩面低于排渗棱体顶部▽247m 且满足安全超高情况下完成南侧主坝▽247m 以上的回采，同时将安全监测设施迁移至▽247m 标高，待库内完成回采后，最后将南侧主坝完成回采。

(2) 回采期间加强对坝体的维护，严格按照设计要求回采现状坝体，不得随意开挖坝体。

(3) 为确保坝体稳定，回采设计应预留足够坝前的安全保护距离。

(4) 挖出坝体的土石料应选择库外合适位置集中堆存，不得随意堆放，可用于尾矿库回采结束后的库区治理、绿化。



3.3.4 回采期坝体稳定性分析

1、稳定计算方法

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）第 4.4.1 条规定：“尾矿库初期坝与堆积坝的抗滑稳定性根据坝体材料及坝基的物理力学性质计算确定。计算方法可采用简化毕肖普法或瑞典圆弧法。地震荷载按拟静力法计算。”

1) 坝坡抗滑稳定安全系数

根据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 5.3.16 条规定：坝坡抗滑稳定的安全系数不应小于下表规定的数值。

表 3.3-2 坝坡抗滑稳定最小安全系数

计算方法	计算工况、运行条件、坝的级别	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

2) 瑞典圆弧法

瑞典圆弧法的基本假定如下：

①假定土坡稳定性属平面应变问题，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；弧面上的滑动土体视为刚体，即计算中不考虑滑体的内部相互作用力，即土条间的相互作用力；

③定义安全系数为滑裂面上所能提供的抗滑动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之比；所有力矩都以圆心 o 为矩心；

④采用条分法进行计算。

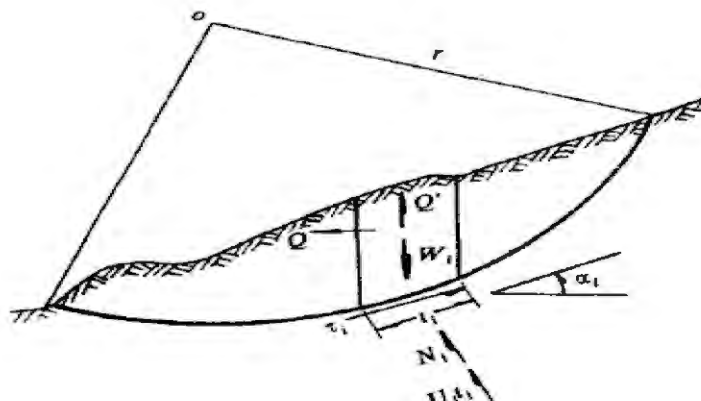


图 3.3-2 瑞典圆弧法中垂直条块受力情况示意图

计算公式如下：

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \cos \theta_i \tan \phi + c \Delta L_i) R}{\sum_{i=1}^n (W_i \sin \theta_i) R + \sum_{j=1}^n G_j Y_j}$$

式中：

W_i ——第 i 土条重；

c, ϕ_i ——第 i 土条底粘聚力（KPA）和内摩擦角；

G_j ——第 j 土条受地震水平力（kN/m）；

Y_j ——第 j 土条地震水平力与滑弧圆心的力臂（m）；

θ_i ——第 i 土条底弧切线与水平线夹角（kN/m）；

ΔL_i ——第 i 土条底弧长；

R ——最危险滑动面半径；

Φ_g ——无粘性土取快剪内摩擦角；粘性土取土体综合内摩擦角

3) 简化毕肖普法

毕肖普法是稳定分析时考虑土条间相互作用力的圆弧滑动分析法，是一种改进的条分法。该方法假定条块间有水平力的存在，但条块间不存在剪应力，把滑裂土体当作刚体绕圆心旋转，并分条计算其滑动力与抗滑力，最后



求出稳定安全系数 K_s 。

$$K_s = \frac{\sum \frac{1}{m_{\theta i}} [c' b_i + (W_i - u_i b + \Delta X_i) \tan \phi']}{\sum W_i \sin \theta_i}$$

在公式中，左右两边都含有未知量 k ，计算时采用迭代法进行计算。

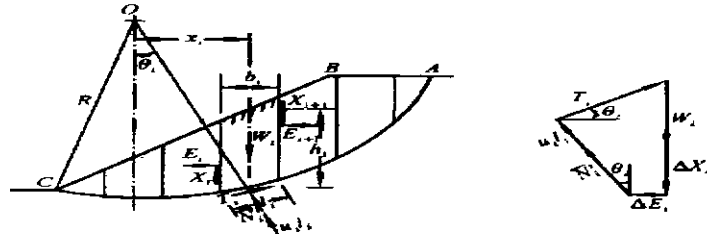


图 3.3-3 毕肖普法垂直条块受力情况示意图

滑弧法计算坝坡稳定，主要是滑弧位置的确定和计算公式的选择，由于地基、初期坝、尾矿性质和其它外力条件不同，滑弧的位置有以下几种情况：

- ①地基条件较好，一般容易在坡脚处发生滑动。
- ②地基较弱时可能连同一部分地基一起滑动。
- ③若初期坝强度较高，也可能在初期坝坝顶以上发生滑动。
- ④在特殊的情况下，最不利的滑弧位置也可能发生在尾矿未达到最终堆积标高以前的某个断面上。

2、稳定计算荷载组合

《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）第 4.4.1 条规定：尾矿坝稳定计算的荷载，可根据不同运行条件按下表组合。

表 3.3-3 稳定计算的荷载组合

运行状况	计算方法	荷载组合				
		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	/



运行状况	计算方法	荷载组合				
		1	2	3	4	5
	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：荷载类别 1：运行期正常库水位时的稳定渗透压力；荷载类别 2：坝体自重；荷载类别 3：坝体及坝基中的孔隙水压力；荷载类别 4：设计洪水位时有可能形成的稳定渗透压力；荷载类别 5：地震荷载。

3、计算断面的概化分区

本次计算选取主坝最大坝高断面为作为最不利剖面，对特征断面分别进行 3 种工况计算，其中，正常工况为尾矿库运行期间正常库水位的稳定渗流计算；洪水工况按照库内水位上升至设计洪水位时可能形成的稳定渗流计算；特殊工况按照正常库水位可能形成的稳定渗流且增加地震荷载计算。

4、渗流稳定分析

尾矿坝渗流计算的主要任务是确定坝体浸润线的位置，作为坝体稳定计算的依据。渗流分析的结果用于坝坡稳定分析，以取得坝坡稳定的定性分析结果。

（1）计算原理

目前，渗流分析主要有解析求解、物理模拟、数值计算三种方法。其中数值计算方法是应用相当广泛的一种方法，又分为有限差分法、有限单元法和边界元法。有限单元法是古典变分法与分块多项式插值结合的产物，既吸收了有限差分法中离散处理的思想，又继承了变分计算中选择试探函数的方法，同时对区域进行合理的积分并充分考虑了各单元对节点的贡献，可以很容易适应复杂几何形状的边界、各向异性的渗透性，以及复杂的分层问题处理。因此本设计计算采用有限元法。



A、基本方程

根据达西渗透定律及水流连续性方程，考虑到土和水的压缩性，土石坝二维渗流问题的基本方程可表示为：

$$\frac{\partial}{\partial x}(k_x \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(k_y \frac{\partial h}{\partial y}) = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

当为稳定渗流时，假定土和水均不可压缩，上式变为

$$\frac{\partial}{\partial x}(k_x \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(k_y \frac{\partial h}{\partial y}) = 0$$

式中： h 为水头函数； x 、 y 为空间函数； t 为时间坐标； k_x 、 k_y 分别为以 x 、 y 轴为主轴方向的渗透系数； S_s 为单位贮存量。

根据变分原理，由一般微分方程的泛函式可知，非稳定渗流方程式的解应等于如下泛函所求的极值。

$$I(h) = \iint_{\Omega} \left\{ \frac{1}{2} k_x \left[\frac{\partial h}{\partial x} \right]^2 + \frac{1}{2} \left[\frac{\partial h}{\partial y} \right]^2 + S_s \frac{\partial h}{\partial t} h \right\} dx dy + \int_{\Gamma_2} q h d\Gamma$$

有限元法是用有限个单元的集合体代替连续的渗流场， Γ_2 边界则分解为若干特定的直线（线元）之和。于是泛函式相应地分解为有关单元泛函之和，即

$$I(h) = \sum_{e=1}^m \iint_{\Omega} \left\{ \frac{1}{2} k_x \left[\frac{\partial h}{\partial x} \right]^2 + \frac{1}{2} \left[\frac{\partial h}{\partial y} \right]^2 + S_s \frac{\partial h}{\partial t} h \right\} dx dy + \sum_{j=1}^k \int_{\Gamma_2} q h d\Gamma$$

对上式取其变分等于零，并对各子区域迭加，可得到由有限元法求解渗流场的方程式：

$$[K]\{h\} + [S]\left\{\frac{\partial h}{\partial t}\right\} + [P]\left\{\frac{\partial h}{\partial t}\right\} = \{f\}$$

式中 $\{f\}$ 为已知常数项，由已知水头节点得出。

对时间项取得隐式的有限差分后，上式变为



$$\left([K] + \frac{1}{\Delta t} [S] \right) \{h\}_{t+\Delta t} + \frac{1}{\Delta t} [P] \{h\}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [S] \{h\}_t - \frac{1}{\Delta t} [P] \{h\}_t = \{f\}$$

这就是最终要求解的线性代数方程组。由式可知，已知前一时刻 t 的节点水头分布，即可求出下一时刻 $t+\Delta t$ 的水头分布。因此，只要知道初始条件下的渗流场水头分布，即可计算库水位降落后边界条件改变时的渗流场水头分布。

当式中的矩阵 $[S]$ 等于零时，可得 $S s = 0$ 的不可压缩土体的非稳定渗流有限元计算公式

$$[K] \{h\}_{t+\Delta t} + \frac{1}{\Delta t} [P] \{h\}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [P] \{h\}_t = \{f\}$$

不计时间项，且 $[S]$ 、 $[P]$ 矩阵均为零时，得稳定渗流场有限单元法计算公式

$$[K] \{h\} = \{f\}$$

(2) 定解条件

A. 初始条件

对于非稳定渗流，必须求得开始时刻流场区域 Ω 的水头分布作为初始条件。即：

$$h(x, y, t) |_{t=0} = h_0(x, y), (x, y) \in \Omega$$

B. 第一类边界条件（Dirichlet 条件）

当渗流区域的某一部分边界 Γ_1 上各点的水头已知时，这部分边界就称为第一类边界或给定水头边界。考虑到非稳定渗流时边界条件与时间 t 有关，其边界条件可表述为：

$$h |_{\Gamma_1} = f(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_1$$

C. 第二类边界条件（Neumann 条件）



当渗流区域的某一部分边界 Γ_2 单位面积上（二维空间为单位宽度）流入（流出时取负值）的流量 q 已知时，称为第二类边界条件或给定流量边界条件。考虑到非稳定渗流时边界条件与时间 t 有关，其边界条件可表述为：

$$\left. \frac{\partial h}{\partial n} \right|_{\Gamma_2} = -v_n / k = f(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_2$$

D. 第三类边界条件

当渗流区域的某一部分边界 Γ_3 上 h 和的线性组合已知时，称为第三类边界条件或混合边界条件，其边界条件可表述为：

$$\left(\frac{\partial h}{\partial n} + \alpha h \right) \Big|_{\Gamma_3} = \beta(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_3$$

式中 α , β 为上述边界的已知函数。

（3）渗流计算结果及分析

尾矿坝渗流稳定计算采用河海大学的水工结构有限元分析系统 AutoBank7.0。

根据尾矿库岩土工程勘察报告，坝体内浸润线位置合理，现状坝体渗流稳定性满足要求。

根据设计运行工况对终期坝体进行渗流计算分析，分析结果见图 3.3-4 ~ 3.3-6，终期坝体计算渗流比降小于容许流土比降，故终期坝体渗流稳定性满足要求。



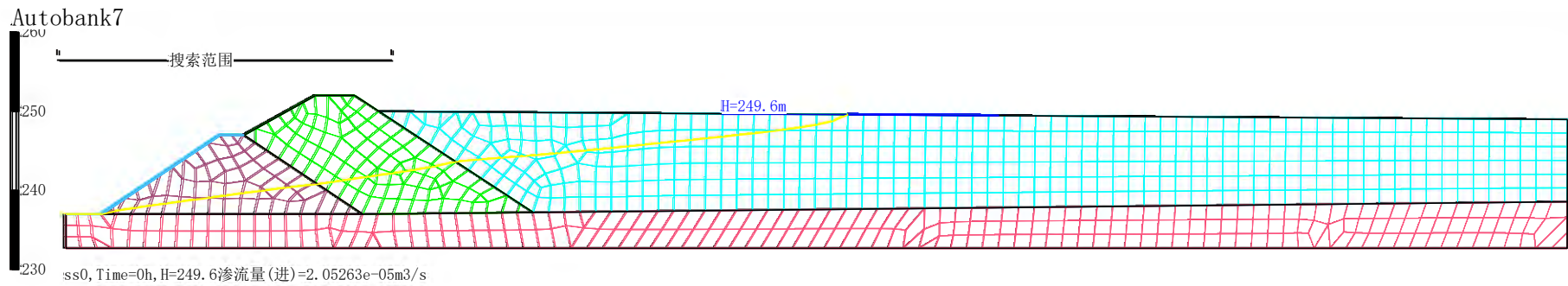


图 3.3-4 尾矿坝运行现状在洪水工况下计算浸润线分布图

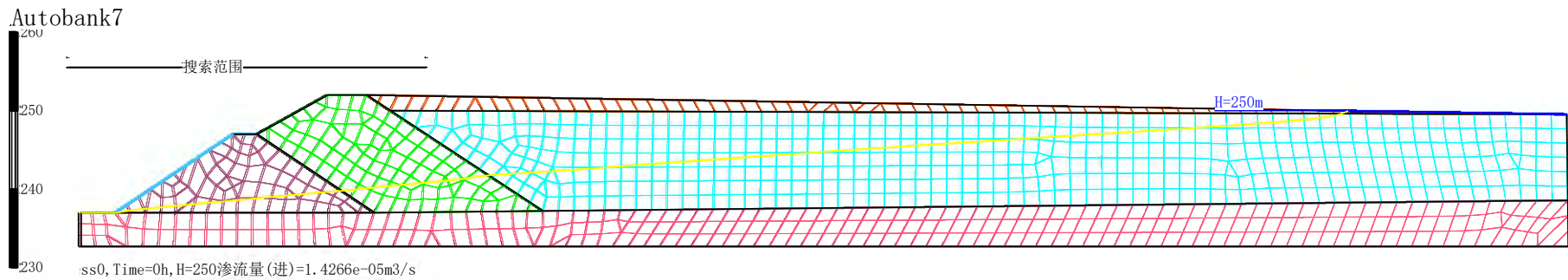


图 3.3-5 尾矿坝运行终期在正常工况下计算浸润线分布图

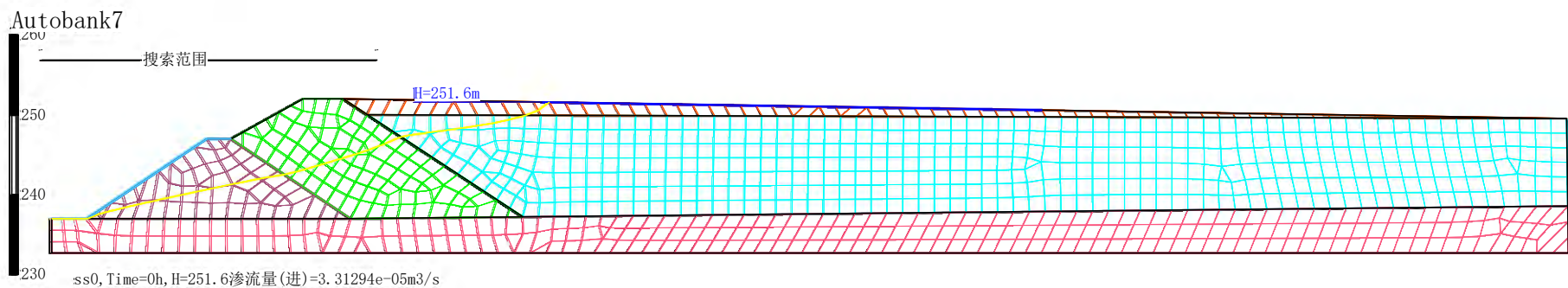


图 3.3-6 尾矿坝运行终期在洪水工况下计算浸润线分布图

5、计算参数的选取

(1) 依据《岩土工程勘察报告》各岩土层物理力学性质参数选取

表 3.3-4 各土层物理力学性质指标表

指标 岩土名称		重度 r (kN/m^3)		抗剪强度 (水上)		抗剪强度 (水上)		渗透系数 (cm/s)	
		天然容重	饱和容重以下	C (kPa)	Φ ($^\circ$)	C' (kPa)	Φ' ($^\circ$)	水平方向	竖直方向
坝体	①尾矿坝 (粉质粘土混合块石)*	18.5	9	5	20	5	20	1.3×10^{-4}	1.3×10^{-4}
	堆石棱体	18	9	1	32	1	30	2.9×10^{-4}	2.9×10^{-4}
库内尾矿	①-1 尾矿砂 (磁选铁尾矿)*	18.5	9.8	7	30	6	28	5.38×10^{-4}	5.38×10^{-4}
	矿泥*	18.8	9.8	7	30	6	28	5.38×10^{-4}	5.38×10^{-4}
自然地层	②强风化角砾岩*	21	11	25	45	25	40	3.47×10^{-3}	3.47×10^{-3}
备注	表中带*参数为《岩土工程勘察报告》提供, 其他依据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013) 及设计经验值确定。								

(2) 地震力选取参数

该区抗震设防烈度为 8 度, 设计基本地震加速度值为 $0.20g$ 。

5、抗滑稳定计算

坝体稳定计算采用河海大学的水工结构有限元分析系统 Autobank 软件中的稳定分析计算系统进行计算。尾矿坝坝坡抗滑稳定安全系数计算结果见下表。

表 3.3-5 尾矿库最大坝高断面稳定性计算结果表

计算方法	计算工况	规范值	主坝计算值	符合性
瑞典圆弧法	正常运行	1.15	1.44	符合



计算方法	计算工况	规范值	主坝计算值	符合性
简化 毕肖普法	洪水运行	1.05	1.40	符合
	特殊运行	1.05	1.27	符合
	正常运行	1.25	1.60	符合
	洪水运行	1.15	1.56	符合
	特殊运行	1.10	1.41	符合

根据稳定计算结果分析，在尾矿库尾矿坝在正常运行工况、洪水运行工况和特殊运行工况下的坝坡抗滑稳定安全系数均大于规范规定的最小抗滑稳定系数值，满足规范、规程要求，能够满足尾矿库回采期坝体稳定性要求，具备回采条件。

3.3.5 单元评价结论

通过上述计算和分析，现状坝体具备回采条件，回采期间尾矿坝的回采方案和安全措施符合相关法律法规法规、标准规范规程的要求，坝体抗滑安全系数能够满足安全稳定要求，可研设计方案合理、可行。

3.4 防排洪系统单元

3.4.1 防洪标准

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）规定：尾矿库各使用期的防洪标准应根据使用期库的等别、库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害程度等因素，按下表确定。

表 3.4-1 尾矿库防洪标准

尾矿库等别	一	二	三	四	五
洪水重现期（年）	1000 ~ 5000 或 PMF	500 ~ 1000	200 ~ 500	100 ~ 200	100

注：PMF 为可能最大洪水。

石砬尾矿库为五等别山谷型尾矿库，按照《尾矿库安全规程》5.4.1 尾矿



库防洪标准表确定石砬尾矿库回采期防洪标准为 100 年一遇。

3.4.2 洪水计算

洪水计算的目的在于校核尾矿库排洪构筑物型式及尺寸，验算其是否满足防洪要求。洪水计算采用《山东省水文图集》推荐公式进行计算，计算过程如下：

根据区域地形图量算，尾矿库回采汇水面积 $F=0.26\text{km}^2$ 。

根据《山东省水文图集》，短历时暴雨指数 $n_2=0.70$ ，多年平均年最大 24h 降水量 $\overline{H}_{24}=110\text{mm}$ 。最大 24h 降水量变差系数 $C_v=0.5$ ， $C_s=3.5C_v$ ，模比系数 $K_{1\%}=2.83$ ，故 100 年一遇最大 24h 降雨量 $H_{24p}=K_{0.5\%}\overline{H}_{24}=311.3\text{mm}$ 。

$$\text{洪峰流量的设计流域平均降水量 } H_t = \left(\frac{2.04F^{0.224}}{24} \right)^{1-n_2} H_{24p} = 171.864\text{mm}$$

$$\text{库内洪峰流量的设计流域平均降水量 } H_t = \left(\frac{2.04F^{0.224}}{24} \right)^{1-n_2} H_{24p} = 135.7\text{mm}$$

尾矿库库址为泰沂山南区，设计前期影响雨量 $Pa=40\text{mm}$ ，采用山东省暴雨径流关系图 1 号线。

根据《山东省水文图集》，洪水总量计算经验系数 $\varphi_{\text{外}}=1.6$ 、 $\varphi_{\text{内}}=1.7$ 。

将上述数据代入如下计算公式：

$$\text{洪峰流量: } Q_m = 0.680F^{0.732}J^{0.315}H_t^{0.462}R_t^{0.669}$$

$$\text{洪水总量: } W = \varphi R_t F \times 1000$$

表 3.4-2 防洪标准表

计算项目	汇水面积 (km^2)	洪峰流量 (m^3/s)	洪水总量 (m^3)
库内	0.26	13.83	51272



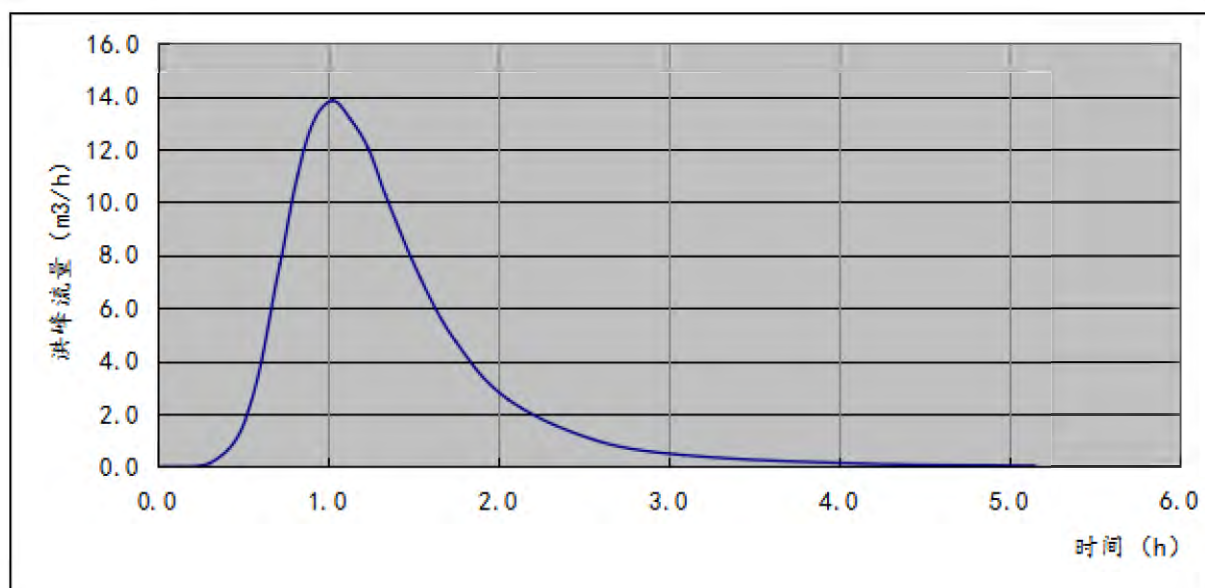


图 3.4-1 洪水过程线图

3.4.3 排洪构筑物进（泄）流能力计算

1、溢洪道的泄流能力验算采用均匀流公式计算，公式如下：

$$Q=A \times C \times (R \times i)^{0.5}$$

式中：

Q：流量；

A：过流断面面积（按照泄流水深 1m 计算）；

X：湿周；

R：水力半径；

C：谢才系数。

代入数据得：

$$Q=3 \times 35.6 \times (0.5 \times 0.02)^{0.5} = 7.13 \text{ m}^3/\text{s}$$

根据上述计算结果，溢洪道的泄流能力为 7.13m³/s。

3.4.4 调洪演算

调洪演算就是求解尾矿库任意时段的水量平衡方程式的过程，任意时段的水量平衡方程式如下：



$$\frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\Delta t - \frac{1}{2}(q_1 + q_2)\Delta t = V_2 - V_1$$

式中：Q1、Q2—时段始、终尾矿库的来洪量，m³/s；

q1、q2—时段始、终尾矿库的泄洪量，m³/s；

V1、V2—时段始、终尾矿库的蓄洪量，m³。

本次设计选择尾矿库运行现状进行调洪演算，计算过程如下：

H	q	V	0.5q△t	V+0.5q△t	V~0.5q△t
249.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
250.00	6.82	71384.00	6322.14	77706.14	65061.86
251.00	19.30	178450.00	17891.10	196341.10	160558.90

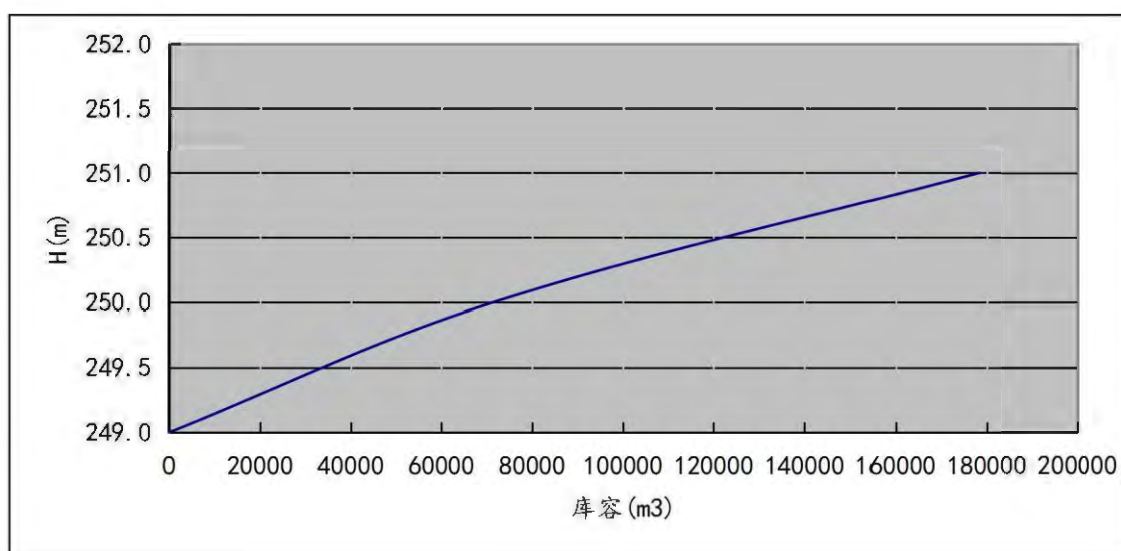


图 3.4-2 尾矿库调洪库容曲线

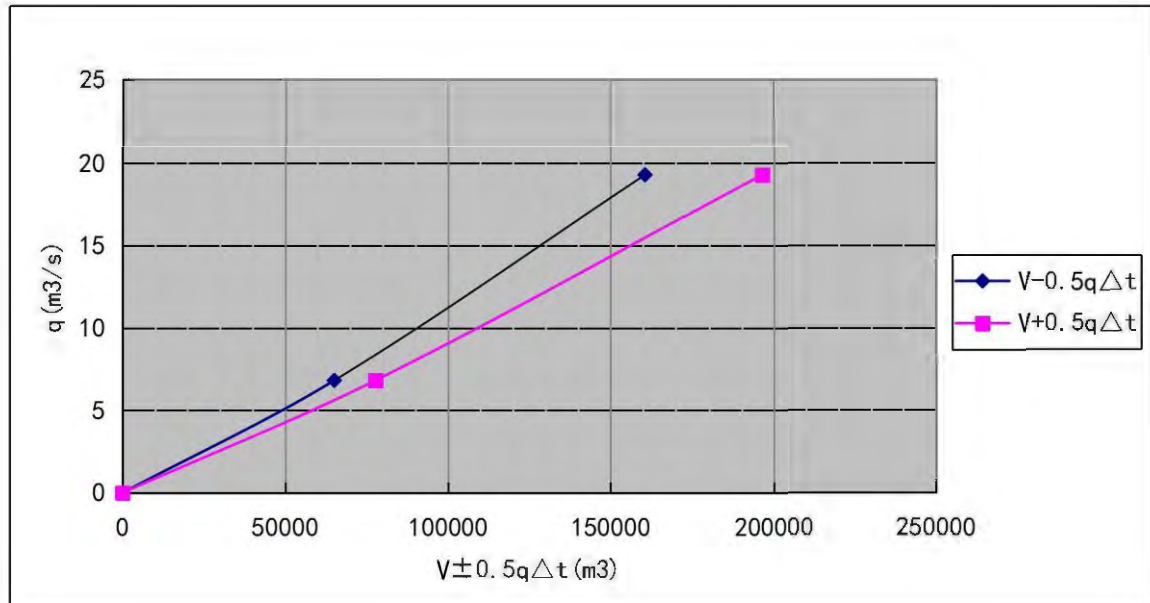
图 3.4-3 $q - V \pm 1/2 q \Delta t$ 曲线

表 3.4-2 调洪演算表

t	Q (m^3/s)	$\bar{Q}$	$\bar{Q}\Delta t$	$V+0.5q\Delta t$	q	$V-0.5q\Delta t$	调洪库容 W (m^3)	调洪水深
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.52	1.73	0.87	1603.71	1603.71	0.20	1232.91	1418.31	0.10
1.03	13.83	7.78	14424.12	15657.03	1.20	13432.23	14544.63	0.20
1.55	7.12	10.48	19420.65	32852.88	2.70	27847.08	30349.98	0.45
2.06	2.54	4.83	8954.82	36801.90	3.20	30869.10	33835.50	0.50
2.58	1.00	1.77	3276.95	34146.05	2.90	28769.45	31457.75	0.46
3.09	0.44	0.72	1332.10	30101.54	2.50	25466.54	27784.04	0.40
3.61	0.15	0.30	548.78	26015.33	2.10	22121.93	24068.63	0.36
4.12	0.12	0.14	254.00	22375.93	1.90	18853.33	20614.63	0.30
4.64	0.10	0.11	207.65	19060.97	1.65	16001.87	17531.42	0.25
5.15	0.04	0.07	130.71	16132.58	1.30	13722.38	14927.48	0.21
5.67	0.01	0.03	47.28	13769.66	1.10	11730.26	12749.96	0.16
6.18	0.00	0.00	0.00	11730.26	1.00	9876.26	10803.26	0.15
6.70	0.00	0.00	0.00	9876.26	0.90	8207.66	9041.96	0.13



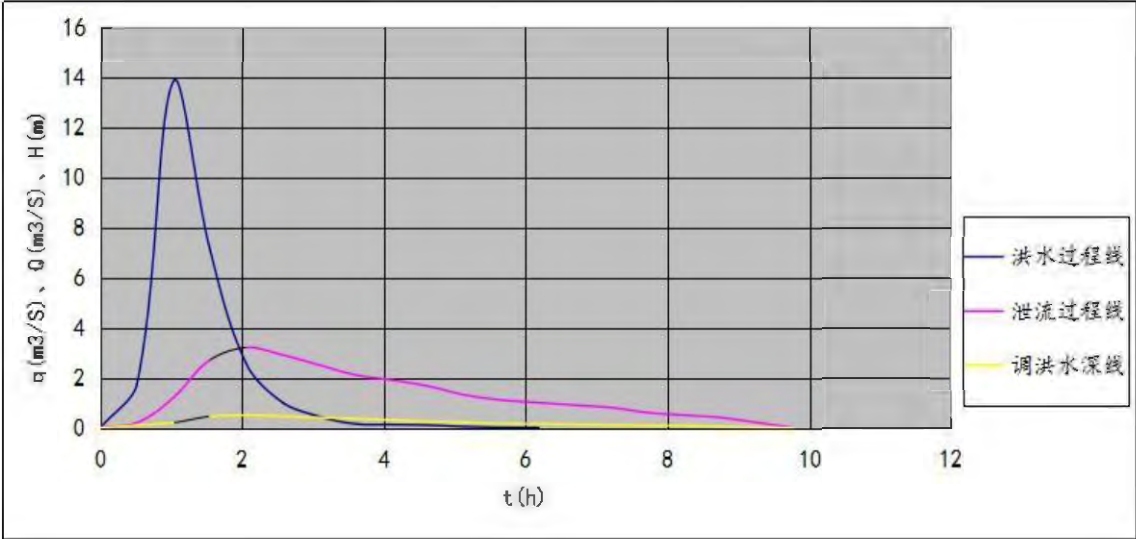


图 3.4-4 调洪演算结果曲线

表 3.4-3 调洪演算结果表

防洪标准 (年)	坝顶标高 (m)	洪峰流量 (m³/s)	最大下泄流 量 (m³/s)	调洪库容 (m³)	调洪水深 (m)	安全超 高 (m)	调洪后干滩长度 (m)
100	252.0	13.83	3.2	33835.5	0.5	2.7	138.9

根据溢洪道泄流能力计算结果，进水宽度为最小宽度 4.0m、进水水头为 1.0m 时，溢洪道系统的泄流能力为 7.13m³/s，大于库内洪峰流量 3.2m³/s。此时，最小安全超高为 0.4m，回采期坝前始终保持有至少 30m 的干滩长度。因此，尾矿库现有溢洪道系统能够满足尾矿库回采期的防洪要求。

3.4.5 回采期排洪构筑物合理性分析

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863－2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496－2020）等规范、规程，通过现场调研、查阅排洪系统的回采设计方案，对回采期排洪系统安全措施进行符合性、合理性分析评价，详见下表：

表 3.4-5 回采期间排洪系统分析评价表

序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
----	------	------	------	------	-----

序号	检查内容	检查要求	检查依据	检查结果	符合性
1	防洪标准	尾矿库各使用期的防洪标准应根据使用期库的等别、库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害程度等因素，按表确定	GB50863 - 2013 第 6.1.1 条	100 年一遇	符合
2	排洪方式	尾矿库必须设置排洪设施，尾矿库的排洪方式及布置应根据地形、地质条件 - 等因素，经技术经济比较确定。	GB50863 - 2013 第 6.1.2 条和 6.1.3 条	尾矿库回采期间的排洪方式利用尾矿库运行期间的溢洪道排水系统，最终排至尾矿库下游，可保证尾矿库回采期间的安全运行。	符合
3	排洪能力	尾矿回采全过程中应有排洪系统，尾矿库的一次洪水排出时间不应超过 72 小时。	GB50863 - 2013 第 8.0.6 条	经计算，排洪系统泄流能力满足回采期间设计防洪要求。	符合

根据上述检查表，回采期间的排洪系统符合相关法律法规法规、标准规范规程的要求，设计拟采用的安全措施合理、可行。

本单元对排洪系统提出以下安全措施及建议：

为确保防洪安全，每年在雨季、汛期来临前，企业应严格按照设计要求恢复平整库面，以不小于 1.0% 坡度坡向库内排洪系统进水口，保证库内洪水及时通过排洪系统排出。

可研方案要求每层开采时，先对库尾溢洪道入水口附近进行回采，但未明确随回采向下部推进排水设施布置的相关设计数据。由测绘无人机航拍建模可知，西侧人工河道底部标高▽244m，河道顶部标高▽250m，河道顶部已是原始地层，目前尾矿库滩面标高▽250.4m，随着向下部回采，现有溢洪道已不满足排洪需要，建议随回采进行在原溢洪道位置开挖新的溢洪道，若开



挖至河道底部标高▽244m时不满足自然泄流的情况下,应增加机械排水设施。

该尾矿库的外部汇水主要来自东侧岸坡大气降雨,为减少外部汇水进入尾矿库,产生饱和尾砂,对回采产生不良影响,建议沿东侧道路设置截水沟,截洪沟与尾矿库南侧下游排水沟相贯通,将水引入下游。

3.4.6 单元评价结论

通过上述分析计算和论证,回采期间排洪系统的设计方案和采取的安全措施合理、可靠,其防洪能力满足设计 100 年一遇防洪要求,符合相关法律法规规章、标准规范规程的要求,设计方案可行。同时建议在下一步安全设施设计时根据溢洪道和河道标高情况明确每一开采层溢洪道的布置数据和增加机械排水的措施。

3.5 供配电系统

3.5.1 危险有害因素辨识与预先危险性分析

一、危险、有害因素辨识

供配电系统中主要存在的危险因素为触电、火灾、雷击。

该项目回采过程能使用到的用电设备为:排水设备用电、喷雾降尘用电及检维修用电,其他用电主要是办公、生活、照明等用电等。若作业环境差、电气线路敷设不符合国家有关规定、带电体的裸露部分未设置安全防护装置;电气设备和设施如果长时间超负荷运行,产生大量热量,导致电气设备内部绝缘体破坏;电气设备缺少漏电保护装置等安全设施,电力系统设置不完善;电气设备没有可靠的接地保护或接地保护不符合标准规定,不能起到安全保护作用;电气设备安装时安全防护距离不够;未设置安全用电标志,作业人员误碰带电体;输配电线路、开关、熔断器、插销座、照明电器等出现故障未及时维修;人员违章作业;均有可能发生触电事故,导致人员伤亡、设备损坏。



避雷装置失效遭受雷击、安全装置失效、设备选型不当及使用、管理不当等都会引起电气火灾。雷雨天存在人员被直接雷击或感应雷击的危险性。雷电放电具有电流大、电压高、冲击性强的特点，有可能导致火灾和雷击。

二、预先危险性分析

依据《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-86）和《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB13861-2009）对生产过程中存在的危险、有害因素进行辨识和分析，分析结果如下：

表 3.5-1 供配电设施预先危险性分析表

危害、有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
火灾	1.工作环境潮湿。 2.安全装置失控。 3.设备选型不合理。 4.安装、使用、操作不规范。	1.短路引发火灾。 2. 漏电发生触电事故。 3. 过流过载烧毁电气设备，产生火源。	III	1.按规定选择合格的电气设备，确保质量标准符合要求。 2.保证电气设备的保护装置、各种仪表灵敏、可靠。 3.防止电气设备带病、超期、过负荷运行。 4.电气设备和各种保护装置定期检查和修理。 5.各种电气设备、设施、线路，符合国家有关规定和《规程》规定。 6.配备足够的灭火器材。
雷击	1.缺少避雷设施。 2.雷雨天室外作业。	1.供配电系统被击毁。 2.人员受到雷击。	III	1.避雷装置的接地要可靠，接地电阻符合要求。 2.雷雨天气人员撤离到安全地带。
触电	1. 电器线路或设备安装存在缺陷，在运行中缺乏必要的检修维护，使机电设备漏电、电线、电缆漏电短路、接头松脱、绝缘老化、断线碰壳、绝缘击穿、绝缘损坏等隐患。 2. 没有设置必要的安全措施（如漏电保护、安全电压、等电位联结等）或安全措施失效。 3. 电器设备运行管理不当，安全管理制度不完善。 4.操作人员操作失误或违章作业等。	1.人员受电击破坏心脏、神经系统不正常，尚失功能，以至死亡； 2.电伤，主要是电弧灼伤、烫伤等	III	1.照明线路应为专用线路，不得与动力线共用； 2.所有电气箱柜、用电设备（线路）都安装漏电保护装置，利用漏电保护来切断电源，防止电网漏电引发触电和火灾事故； 3.在带电设备周围不得使用钢卷尺和带金属丝的线尺； 4.电气检修要做到不带电作业，要有检修停、送电制



危害、有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
				度，确保安全检修； 电气接头要采用接线盒，避免接头外露；电气开关确保有保护外壳； 5.操作人员要持证上岗，禁止违章作业，作业时要有防护绝缘装具及配备、使用绝缘性能良好的安全防护用品。

供配电设施可能存在的主要危险、有害因素是火灾、触电和雷击，危险等级Ⅲ级，危险程度是危险的。

3.5.2 供配电设施符合性评价

该尾矿库回采期间可能用到的用电设备设施包括照明、喷雾降尘、排水泵、设备维修、办公用电等，电气设施对生产安全运行起保障作用。本节对可研报告中的安全设施与有关标准和规定进行对照，评价其符合性。找出不符合项和遗漏（没涉及）项，在下一步设计时进行完善。

表 3.5-2 供配电设施符合性评价表

序号	检查内容	依据	方案设计情况	检查结果
1	主变电所设置应符合下列规定： ——设置在爆破警戒线以外； ——距离准轨铁路不小于 40m； ——远离污秽及火灾、爆炸危险环境和噪声、震动环境； ——避开断层、滑坡、沉陷区等不良地质地带以及受雪崩影响地带； ——地面标高应高于当地最高洪水位 0.5m 以上。	GB16423-2020 第 5.6.1.1 条	方案设计未提及。	不符合
2	采矿场和排土场的手持式电气设备的	GB16423-2020 第	该尾矿库回	符合



序号	检查内容	依据	方案设计情况	检查结果
	电压不大于 220 V。	5.6.1.3 条	采期间回采设备不涉及手持设备。	
3	供配电系统中性点接地应符合下列规定： ——向露天采场、排土场供电的 6kV～35kV 系统，不得采用中性点直接接地方式； ——当 6kV～35kV 系统中性点采用不接地、经消弧线圈接地或高电阻接地时，单相接地故障点的电流不应大于 10 A； ——当 6kV～35kV 系统中性点经低电阻接地时，单相接地故障点的电流不大于 200 A； ——低压配电系统为 IT 系统时应装设绝缘监视装置。	GB16423-2020 第 5.6.1.5 条	可研方案设计未提及。	不符合
4	露天采场的架空供电线路上设置开关设备时，应符合下列规定： ——环形或半环形线路的出口和联络处设置分段开关； ——横跨线或纵架线与环形线、半环形线或其他地面固定干线连接处设置开关； ——高压电气设备或移动式变电站与横跨线或纵架线连接处设置开关； ——移动式高压电力设备的供电线路设置具有单相接地保护的开关设备。	GB16423-2020 第 5.6.1.6 条	可研方案设计未提及。	不符合
5	露天矿户外安装的电气设备应采用户外型电气设备；室外配电装置的裸露导体应有安全防护，当电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2500mm 时，应装设	GB16423-2020 第 5.6.1.7 条	可研方案设计未提及。	不符合



序号	检查内容	依据	方案设计情况	检查结果
	固定遮栏；高压设备周围应设置围栏；露天或半露天变电所的变压器四周应设高度不低于1.8m的固定围栏或围墙。			
6	固定式高压架空电力线路不应架设在爆破作业区和未稳定的排土区内。	GB16423-2020 第5.6.1.8 条	可研方案设计未提及。	不符合
7	移动式电气设备应使用矿用橡套软电缆。	GB16423-2020 第5.6.1.9 条	可研方案设计未提及。	不符合
8	电气设备接地应符合下列规定： ——高、低压电气设备，应设保护接地。 ——各接地线应并联。 ——架空线路无分支的部分，应每1km~2km 接地1次。 ——架空接地线截面积不小于35mm²；接地线设在配电线路最下层导线的下方，与导线任一点的距离应不小于0.5m。 ——移动式电气设备应采用矿用橡套软电缆的专用接地芯线接地。 ——应对拖曳电缆的接地保护芯线进行电气连续性监测。 ——牵引变电所整流装置、直流配电装置的金属外壳均应接地。在接地电流流经直流接地继电器前的全部直流接地母线、支线应与地绝缘，且不应与交流设备的接地母线、建筑物的钢筋、金属构件等有金属连接。	GB16423-2020 第5.6.4.4 条	可研方案设计未提及。	不符合
9	矿山应建立电气作业安全制度，规定工作票、工作许可、监护、间断、转移和终结等工作程序。 电气作业应遵守下列规定： ——电气设备和线路的操作维修应由专职电气工作人员进行，严禁非电气专	GB16423-2020 第5.6.5.1 条	可研方案设计未提及。	不符合



序号	检查内容	依据	方案设计情况	检查结果
	业人员从事电气作业。 ——不应单人作业。 ——未经许可不得操作、移动和恢复电气设备。 ——紧急情况下可以为切断电源而操作电气设备。 ——停电检修时，所有已切断的电源的开关把手均应加锁，并验电、放电、将线路接地，悬挂“有人作业，禁止送电”的警示牌。只有执行这项工作的人员才有权取下警示牌并送电。 ——不应带电检修或搬动任何带电设备和电缆、电线；检修或搬动时，应先切断电源，并将导体完全放电和接地。 ——移动设备司机离开时应切断设备电源。 ——接地电阻应每年测定 1 次，测定工作应在该地区最干燥、地下水位最低的季节进行。			
10	主变电所应符合下列规定： ——有防雷、防火、防潮措施； ——有防止小动物窜入的措施； ——有防止电缆燃烧的措施； ——所有电气设备正常不带电的金属外壳应有保护接地； ——带电的导线、设备、变压器、油开关附近不应有易燃易爆物品； ——电气设备周围应有保护措施并设置警示标志。	GB16423-2020 第 5.6.5.1 条	可研方案设计未提及。	不符合
11	电气室内的各种电气设备控制装置上应注明编号和用途，并有停送电标志；	GB16423-2020 第 5.6.5.3 条	可研方案设计未提及。	不符合



序号	检查内容	依据	方案设计情况	检查结果
	电气室入口应悬挂“非工作人员禁止入内”的标志牌，高压电气设备应悬挂“高压危险”的标志牌，并应有照明。			
12	操作电气设备应遵守下列规定： ——非值班人员不应操作电气设备； ——手持式电气设备应有可靠的绝缘； ——操作高压电气设备回路的工作人员应佩戴绝缘手套、穿电工绝缘靴或站在绝缘台、绝缘垫上； ——装卸高压熔断器应佩戴护目眼镜； ——雨天操作户外高压设备应使用带防雨罩的绝缘棒； ——不应使用金属梯子。	GB16423-2020 第 5.6.5.4 条	可研方案设计未提及。	不符合
13	电气保护装置检验应遵守下列规定： ——使用前应进行检验； ——在用设备每年至少检验 1 次； ——漏电保护装置每半年至少检验 1 次； ——线路变动、负荷调整时应进行检验； ——应做好检验记录并存档	GB16423-2020 第 5.6.5.5 条	方案设计未提及。	不符合
14	高压变配电设备和线路的停送电作业及检修应遵守下列规定： ——应指定专人负责停、送电作业，作业时应有专人监护； ——申请停、送电时，应执行工作票制度； ——断电作业时，应进行验电、放电，并设置三相短路接地线；供电线路的电源开关应加锁或设专人看护，并悬挂“有人作业，不准送电”的警示牌； ——确认所有作业完毕后再摘除接地	GB16423-2020 第 5.6.5.7 条	可研方案设计未提及。	不符合



序号	检查内容	依据	方案设计情况	检查结果
	线和警示牌； ——由负责人检查无误后再通知调度恢复送电； ——值班人员应做好停送电记录。			
15	低压配电系统故障（间接接触）防护装置。	金属非金属矿山建设项目安全设施目录	可研方案设计未提及	不符合
16	供配电线路，应符合下列要求： ——固定输电线路，不应设在采掘作业区内，其与作业水枪间的距离，应不小于水枪射程的 2 倍； ——采场内的移动电缆，不应从水枪射程范围内通过，并应保证绝缘良好； ——电气线路应有良好的防雷设施。	GB16423-2020 第 7.19 条	可研方案设计未提及	不符合
17	泥浆管道至裸露电线和通信线路的距离，应不小于电杆高度的 1.5 倍。	GB16423-2020 第 7.1.10 条	可研方案设计未提及	不符合
18	动力电缆应保持绝缘良好；敷设在地表部分，应有警示标志；横穿道路时，应采取防护措施；水上部分应敷设在浮箱或木排上。	GB16423-2020 第 7.2.9 条	可研方案设计未提及	不符合

通过安全检查表可以看出，在电气系统单元的 18 项内容检查中，符合的有 1 项。未提及 17 项，未提及内容将作为安全对策措施在本报告第四章中提出，应在回采安全设施设计时进行完善。

3.5.2 单元评价结论

根据可研设计方案，回采期间使用到照明、喷雾降尘、排水泵、设备维修、办公用电等，可研方案设计未明确用电设备电源来源、配电设计、继电保护和配套安全设施等相关设计内容，应在本项目下一步设计时进行明确。

3.6 安全监测单元

尾矿坝安全监测工作的宗旨是为尾矿库的安全运行服务。当尾矿坝投入运行后，受着不同阶段、环境及运行方式的影响，尾矿坝的工作情况都在不断地发生变化，如坝高、库水位、坝体尾矿的物理力学性状等都在变化，为及时的掌握其变化状态，更合理地使用、管理好尾矿库，使安全隐患得到及时处理，提高尾矿库的综合效益，必须做好尾矿库（坝）的监测工作。

观测设施的合理、有效地设置，以及利用观测设施定期观测、检测与记录等均是尾矿库安全运行的重要管理手段。若尾矿库缺少观测设施，或运行中不进行有关的观测工作，就不能了解和掌握坝体变形规律及浸润线情况，以及尾矿库的运行状态，不能及时发现和预防尾矿库事故隐患，容易造成尾矿库事故发生。

《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）中第3.4.1条规定：“尾矿库应根据其设计等别、尾矿坝筑坝方式、尾矿及尾矿水污染物性质、地形地质条件及地理环境等因素，设置必要的安全和环保监测设施。三等及三等以上尾矿库应设置人工监测与自动监测相结合的安全监测设施。”

《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）第4.4.1条规定：“... 一等、二等、三等、四等尾矿库应监测位移、浸润线、干滩、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。—一等、二等、三等尾矿库应安装在线监测系统，四等尾矿库宜安装在线监测系统。”

《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第5.5.1条规定：“尾矿库应设置人工安全监测和在线安全监测相结合的安全监测设施，人工安全监测与在线安全监测监测点应相同或接近，并应采用相同的基准值”；第5.5.2条规定“干式尾矿库监测项目应包括坝体位移，最大坝体剖面的浸润线，降水量及坝体、排洪系统进出口等重要部位的视频监控”。



尾矿库现状安全监测设施采用人工观测设施与在线监测相结合的联合监测方式，监测项目包括坝体位移、浸润线、库水位、干滩、水质、降雨量和视频监控。其中人工监测点位与在线监测点位在同一坝体上相邻。

一、坝体位移监测

1) 监测点布置

尾矿库共设置 10 个人工位移观测点，另外在南侧尾矿坝设置 4 个在线位移监测点，与人工监测点相邻，通过表面水平位移和垂直位移监测，实现 24 小时不间断采集数据信息进行分析，并定期将人工监测数据与在线监测数据进行对比。监测点布置位置如下：

南侧尾矿坝：设置 4 个人工位移监测点及 4 个在线位移监测点；

西侧河堤：设置 3 个人工位移监测点；

北侧拦水坝：设置 3 个人工位移监测点。

2) 在线监测预警

尾矿库坝体位移在线监测系统设置了预警功能，设置了 I、II、III、IV 四级预警，预警阈值分别设置为 I 级（100mm）、II 级（50mm）、III 级（40mm）、IV 级（35mm），在线监测数值达到预警值后会引发报警。

二、浸润线监测

1) 监测点布置

尾矿库共设置 7 个人工浸润线观测点和 7 个在线浸润线观测点，在线与人工监测点相邻，通过表面水平位移和垂直位移监测，实现 24 小时不间断采集数据信息进行分析，并定期将人工监测数据与在线监测数据进行对比。监测点布置位置如下：

南侧尾矿坝：设置 4 个人工浸润线监测点及 4 个在线浸润线监测点；

北侧拦水坝：设置 3 个人工浸润线监测点及 3 个在线浸润线监测点。

2) 在线监测预警



尾矿库浸润线在线监测系统设置了预警功能，置了I、II、III、IV四级预警，预警阈值分别设置为I级（ $\nabla 248\text{m}$ ）、II级（ $\nabla 247.5\text{m}$ ）、III级（ $\nabla 247\text{m}$ ）、IV级（ $\nabla 246\text{m}$ ），在线监测数值达到预警值后会引发报警。

三、其他监测设施及回采期间监测

溢洪道入口布置有水位标尺。拦水坝附近设置有自动雨量计 1 处。通过库区视频监控系统 and 人工测出滩顶高程进行干滩监测。库区已布置视频监控设施，用于监测库内和库外运行情况。

回采过程中仍然利用现有监测系统，可研要求回采前对相关设施进行全面的检查和维护，确保监测设施全面有效。

因此，回采期间尾矿库监测设施设计方案能结合尾矿库实际情况，符合相关法律法规规章、标准规范规程的要求。

四、本单元对回采期间监测设施提出以下安全措施及建议：

（1）加强日常监测。应每天进行日常巡查，尾矿坝的位移监测每季度不少于 1 次，位移异常变化时应增加监测次数；库水位监测汛期每天不少于 1 次，暴雨期间和水位异常波动时应增加监测次数。

（2）做好信息反馈。应做好监测数据记录，确保监测数据连续可靠，并认真进行数据分析，发现重大问题报企业主要负责人及时进行处理。

（3）为减少对安全监测设施的迁移频率，建议调整南侧主坝的回采顺序，建议最后进行回采，或库内滩面低于排渗棱体顶部 $\nabla 247\text{m}$ 且满足安全超高情况下完成南侧主坝 $\nabla 247\text{m}$ 以上的回采，同时将安全监测设施迁移至 $\nabla 247\text{m}$ 标高，待库内完成回采后，最后将南侧主坝完成回采。

3.6 辅助设施单元

尾矿库的各项辅助设施对实现尾矿库的安全管理和科学管理至关重要，本单元对各项辅助设施的符合性、合理性进行分析评价。可研方案未提及原有辅助设施的利旧情况，建议下一步设计时予以完善，同时本次评价提出利



旧建议如下:

1) 值班室

尾矿库值班房布置于尾矿库东南侧, 用于办公管理, 可予以利旧使用, 值班室内布置有电话, 值班室张贴有尾矿库安全管理制度和安全生产责任制等。值班室设有报警系统, 当坝体出现滑坡或溃坝事故时, 能够及时发出警报, 通知选厂和下游村庄。

2) 照明设施

尾矿库由选矿厂统一供电, 坝上安装库区照明设施, 照明范围覆盖坝顶、滩面、坝外坡、水域区等, 可利旧使用。

3) 库区通讯

为了便于生产管理, 按要求应给尾矿库管理人员配备移动电话, 并确保畅通, 以便及时与选厂联系, 库区通讯设施符合要求。

4) 应急救援器材

企业应根据针对尾矿库回采情况, 回采前应补充完善应急救援器材等。

综上所述, 回采期间尾矿库的辅助设施设计应在下一步设计时进行完善, 以便于为回采施工提供安全可靠的物资基础。

3.7 安全标志单元

可研方案未提及库区安全标志设置要求相关内容, 为了避免在尾矿库回采中发生高处坠落、坍塌、机械伤害、物体打击、车辆伤害、火灾、电气事故等, 应按《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)、《环境保护图形标志-固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2-1995)等要求在尾矿库周边及库区设置各类安全标志, 建议下一步设计时应予以补充完善, 企业应及时对标志牌进行维护。



3.8 安全管理单元

3.8.1 安全管理及其他单元符合性评价

依据《中华人民共和国安全生产法》、《山东省安全生产条例》、《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》（矿安〔2022〕4号）、《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（2023年，中共中央办公厅 国务院办公厅）、《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》（安委〔2024〕1号）、《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第357号）、《生产经营单位安全培训规定》（总局令第80号修正）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）等法规、规程，对安全管理等采用安全检查表法进行符合性评价。

表 3.8-1 安全管理及其他符合性评价表

序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
1.	矿山企业应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。 矿山企业应当按照下列规定设置安全生产管理机构或者配备安全生产管理人员： （一）从业人员不足 100 人的，应当配备专职安全生产管理人员； （二）从业人员在 100 人以上不足 300 人的，应当设置安全生产管理机构，并配备 2 名以上专职安全生产管理人员，其中至少应当有 1 名注册安全工程师。	《安全生产法》第二十四条、《山东省安全生产条例》第十九条、《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》第九条	拟配备专职安全生产管理人员。	符合
2.	专职安全生产管理人员数量按不少于从业人数的百分之一配备，三等及以上尾矿库应当不少于 4 人，四等、五等尾矿库应当不少于 2 人。	《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》（矿安〔2022〕4号）第四项的第十一条、《金属非金属矿山	拟配备安全生产管理人员不少于 2 人。	符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
		《安 全 规 程 》 (GB16423-2020) 第 4.3.1 条		
3.	特种作业人员必须经专门的安全技术培训并考核合格,取得特种作业操作证后,方可上岗作业。 尾矿库特种作业中尾矿作业指从事尾矿库放矿、筑坝、巡坝、抽洪和排渗设施的作业。	《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》(矿安〔2022〕4号)、《尾矿库安全规程》(GB39496—2020)	该尾矿库拟配备满足生产需要的尾矿工、电工等工种人员。	符合
4.	矿山企业依法应当设置安全总监。	《山东省人民政府办公厅关于印发《山东省生产经营单位安全总监制度实施办法(试行)》的通知》(鲁政办字〔2023〕116号)第四条	方案设计未提及	不符合
5.	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技术人员,其中三等及以上尾矿库专技术人员应当不少于2人,四等、五等尾矿库专技术人员应当不少于1人。	《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》(矿安〔2022〕4号)第四项的第十一条、《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第4.3.1条	企业拟配备尾矿库专业技术人员1人。	符合
6.	矿山企业应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。鼓励其他生产经营单位聘用注册安全工程师从事安全生产管理工作。注册安全工程师按专业分类管理,具体办法由国务院人力资源和社会保障部门、国务院应急管理部门会同国务院有关部门制定。 非煤矿山企业应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。	《安全生产法》第二十七条,《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》(矿安〔2022〕4号)	方案设计未提及	不符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
7.	1、生产经营单位的全员安全生产责任制应当明确各岗位的责任人员、责任范围和考核标准等内容。 生产经营单位应当建立相应的机制，加强对全员安全生产责任制落实情况的监督考核，保证全员安全生产责任制的落实。 2、矿山企业应建立健全安全生产责任制。	《安全生产法》第 22 条、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 4.1.2 条	方案设计未提及	不符合
8.	生产经营单位应当依据法律、法规、规章和国家、行业或者地方标准，制定涵盖本单位生产经营全过程和全体从业人员的安全生产管理制度和安全操作规程。	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第 357 号，自 2024 年 1 月 4 日起施行）	方案设计未提及	不符合
9.	生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。 危矿山企业的主要负责人和安全生产管理人员，应当由主管的负有安全生产监督管理职责的部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。考核不得收费。	《安全生产法》第二十七条	方案设计未提及	不符合
10.	矿山企业新上岗的从业人员安全培训时间不得少于 72 学时，每年再培训的时间不得少于 20 学时。	《生产经营单位安全培训规定》（总局令第 80 号修正）第十三条	方案设计未提及	不符合
11.	特种作业人员应当按照国家有关规定，接受与其所从事的特种作业相应的安全技术理论培训和实际操作培训，取得特种作业相关资格证书后，方可上岗作业。	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第 357 号，自 2024 年 1 月 4 日起施行）	方案设计未提及	不符合
12.	生产经营单位应当定期组织全员安全生产教育培训。对新进从业人员、离岗 6 个月以上的或者换岗的从业人员，以及采用新工艺、新技术、新材料或者	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第 357 号，自 2024	方案设计未提及	不符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
	使用新设备后的有关从业人员，及时进行上岗前安全生产教育和培训；对在岗人员应当定期组织安全生产再教育培训活动。教育培训情况应当记录备查。	年 1 月 4 日起施行)		
13.	生产经营单位应当按照国家和省有关规定，明确本单位各岗位从业人员配备劳动防护用品的种类和型号，为从业人员无偿提供符合国家、行业或者地方标准要求的劳动防护用品，并督促、检查、教育从业人员按照使用规则佩戴和使用。 购买和发放劳动防护用品的情况应当记录在案。不得以货币或者其他物品替代劳动防护用品，不得采购和使用无安全标志或者未经法定认证的特种劳动防护用品。	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第 357 号，自 2024 年 1 月 4 日起施行)	方案设计未提及	不符合
14.	生产经营单位应当根据有关法律、法规、规章和相关标准，结合本单位组织管理体系、生产规模和可能发生的事故特点，与相关预案保持衔接，确立本单位的应急预案体系，编制相应的应急预案，并体现自救互救和先期处置等特点。	《生产安全事故应急预案管理办法》中华人民共和国应急管理部令第 2 号第十二条	方案设计未提及	不符合
15.	矿山经营单位，应当在应急预案公布之日起 20 个工作日内，按照分级属地原则，向县级以上人民政府应急管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门进行备案，并依法向社会公布。	中华人民共和国应急管理部令第 2 号第 26 条	方案设计未提及	不符合
16.	生产经营单位应当制定、及时修订和实施本单位的生产安全事故应急救援预案，并与所在地县级以上人民政府生产安全事故应急救援预案相衔接。高危	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第 357 号，自 2024	方案设计未提及	不符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
	生产经营单位每年至少组织 1 次综合或者专项应急预案演练，每半年至少组织 1 次现场处置方案演练；其他生产经营单位每年至少组织 1 次演练。	年 1 月 4 日起施行)		
17.	生产经营单位应当建立健全安全生产隐患排查治理体系，定期组织安全检查，开展事故隐患自查自纠。对检查出的问题应当立即整改；不能立即整改的，应当采取有效的安全防范和监控措施，制定隐患治理方案，并落实整改措施、责任、资金、时限和预案；	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第 357 号，自 2024 年 1 月 4 日起施行)	方案设计未提及	不符合
18.	生产经营单位应当建立安全生产风险管控机制，定期进行安全生产风险排查，对排查出的风险点按照危险性确定风险等级，并采取相应的风险管控措施，对风险点进行公告警示	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第 357 号，自 2024 年 1 月 4 日起施行)	方案设计未提及	不符合
19.	生产经营单位应当建立单位负责人现场带班制度，建立单位负责人带班考勤档案。带班负责人应当掌握现场安全生产情况，及时发现和处置事故隐患	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令第 357 号，自 2024 年 1 月 4 日起施行)	方案设计未提及	不符合
20.	生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证，并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。 有关生产经营单位应当按照规定提取和使用安全生产费用，专门用于改善安全生产条件。安全生产费用在成本中据实列支。安全生产费用提取、使用和监督管理的办法由国务院财政部门会同国务院应急管理部门征求国务院有	《安全生产法》第二十三条，《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号)	方案设计未提及	不符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
	关部门意见后制定。			
21.	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。具体范围和实施办法由国务院应急管理部门会同国务院财政部门、国务院保险监督管理机构和相关行业主管部门制定。	《安全生产法》第五十一条	方案设计未提及	不符合
22.	专职安全生产管理人员应按照岗位职责和安全生产检查制度对安全生产状况进行检查；及时排查生产安全事故隐患，提出改进安全生产管理的建议；制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程的行为；督促落实本单位安全生产整改措施。检查、处理情况和改进措施及整改情况应由检查人员记录，并由各级责任人员签字确认后存档。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.3.5条	方案设计未提及	不符合
23.	矿山使用的涉及人身安全的设备应由专业生产单位生产，并经具有专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，方可投入使用；矿山生产期间，应定期由具有专业资质的检测、检验机构进行检测、检验，并出具检测、检验报告。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.7.5条	方案设计未提及	不符合
24.	尾矿回采再利用工程应当进行回采勘察、安全预评价和回采安全设施设计。	《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》（矿安〔2022〕4号）第六项的第四条	该项目于2024年9月委托临沂富鑫规划勘测设计有限公司完成了《沂水信达矿业	符合



序号	评价内容	评价依据	方案情况	符合性
			有限公司石砬尾矿库回采项目岩土工程勘察报告》	

通过安全检查表可以看出，在检查的 24 项内容检查中，符合项 5 项，未提及的有 19 项。未提及项将作为安全对策措施在本报告第四章中提出，下一步安全设施设计时进行设计完善。

3.8.2 单元评价小结

通过对企业安全管理等方面的评价，可知企业应将尾矿库安全管理体系、技术管理、应急救援、安全培训、隐患排查治理等方面作为回采期间关注的重点。可研报告方案中对于安全管理涉及内容不够全面，未提及内容应在下一阶段设计工作中进行补充和完善。

3.9 重大危险源辨识单元

根据《原国家安全监管总局关于宣布失效一批安全生产文件的通知》（安监总办〔2016〕13 号）中文件要求，《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》（安监管协调字〔2004〕56 号）已废止、失效，本次评价不进行评价。

该尾矿库回采期间，采用机械回采，不涉及使用爆破器材，回采生产过程使用的氧气、乙炔、液化石油气等助燃、可燃气体量较少，均为瓶装气体，由具备相关资质企业提供，不做储存，且使用量远低于重大危险源临界量，故该尾矿库回采期间使用的危险化学品不构成重大危险源。

本单元提出以下安全措施及建议：

- 1、回采期间企业应加强尾矿库及其下游周边设施的巡查工作，回采期内



禁止在尾矿库下游危害范围内新建工矿企业、居民区、集贸市场等。

2、企业应当制定、及时修订和实施本单位的生产安全事故应急救援预案，并与所在地县级以上人民政府生产安全事故应急救援预案相衔接，配备必要的救援器材、装备。每年至少组织 1 次综合或者专项应急预案演练，每半年至少组织 1 次现场处置方案演练。

3、企业应成立安全管理机构配备安全管理人员和专业技术人员，建立回采安全管理制度、编制回采作业计划，企业主要负责人对安全管理全面负责。

4、企业应当确保本单位具备安全生产条件所必需的资金投入，安全生产资金投入纳入年度生产经营计划和财务预算，不得挪作他用。

5、企业应对从业人员进行安全生产教育和培训，使其熟悉尾矿库回采安全管理制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能等。

6、企业要将尾矿库可能发生事故时的危害后果、应急措施等信息告知周边单位和人员。



4 安全对策措施与建议

一、总平面布置与周边环境单元安全对策措施及建议

(1) 可研报告中未明确该项目总平面布置的具体设计方案和利旧设施等内容，建议在下一步的设计中进行详细说明；

(2) 应严格按照尾矿库设计和规程要求进行回采、管理，严禁向库内排尾，实现尾矿库本质安全；

(3) 企业应对周边采矿、采石活动进行监管，严禁在影响尾矿库安全范围内进行采矿、采石作业，回采期禁止在尾矿库下游溃坝殃及范围内新建工矿企业、居民区等；

(4) 企业应按照《环境保护图形标志—固体废物储存（处置）场》（GB15562.2）设置环境图形标志，并按其规定进行检查和保护；

(5) 尾砂回采期间对暂时不回采库面及时覆盖防尘网，必要时洒水降尘；

(6) 严格按照设计工艺进行回采，制定回采计划；

(7) 对于在尾矿库库区内工作人员，应加强个体防护，以减少粉尘对职工健康的影响；

(8) 尾砂运输车辆必须专车专用，不得随意用于其他用途的物资输送，同时，运输车辆应采用密闭性，做到输送过程中不渗漏、不外溢；

(9) 企业应在尾矿库回采和后期管理中，应及时对库区裸露面进行覆土、绿化，降低对周边环境的影响；

(10) 方案设计未提及洒水降尘的具体方案，如采用洒水车定期对运输路面洒水，施工现场设置雾炮等设施降尘等，建议下一步设计时对降尘设备选型等予以补充，确保扬尘量符合国家要求。

二、尾砂回采工艺及运输单元安全对策措施及建议

(1) 由方案设计可知，回采Ⅱ区尾砂时，拟利用滩面作为重车行驶路线，在考虑路基对运输车辆的承载力的基础上，建议调整为西侧和南侧坝顶作为运砂重车线路，修建作业面至西侧坝顶的运输道路，再由西侧坝顶经南侧坝顶运至外部，同时对西侧坝体顶部路面进行修整，西侧和南侧坝体最后回采，即：随着向下部回采选择合适时机对坝体分层回采。

(2) 以库面尾砂为路基的路面，考虑其承载能力较弱，防止重车运输过程中造成车轮深陷等或因此产生安全隐患，建议尾砂路基路面采用铺垫钢板或碎石铺垫等措施加固。

(3) 根据可研方案可知“开采时自卸汽车装砂应在坝顶平台进行，不得入库区装砂，库内开挖及推集作业采用超湿地挖掘机和推土机完成。”，评价认为该方案不合理，建议在采取安全措施的情况下，调整装车方式，建议对运输线路加固或铺垫钢板等措施防止车辆下陷。

(4) 可研设计拟选用一台挖掘机进行开采作业，根据可研开采方案工艺工序分析认为不合理，不能使整个回采工序流畅衔接和提高生产效率，建议下一步设计时进行合理的调整，增加挖掘设备。

(5) 根据现场勘验可知，目前库面无积水，不具备采用水力开采的技术条件，以及冬季不利于水力回采等问题，建议北Ⅱ采区将干式回采工艺和水力回采工艺互为备用，根据库区实际情况适时选取回采工艺。

(6) 可研方案未对水力回采绞吸船、泥浆泵选型做设计说明，在下一步设计时应进行明确设计说明。

(7) 可研方案未对水力回采尾矿输送管路平面布置方案做设计，无输送管路选型、规格、布置形式等设计内容，管路应满足水力开采输送压力、阻力要求且便于清理，管路布置不应对于采自卸车运输线路产生相互影响，随着回采向下部进行管理应具备便于每层调整的要求，建议下一步设计时完善。

(8) 矿浆池上部的砂泵，应设稳固的操作平台和带扶手的梯子，平台宽



度应不小于 0.8m。上面有行人的运矿沟槽，沟槽上应设盖板或金属网。深度超过 2m 的沟槽，应设明显标志，并禁止人员靠近。

(9) 敷设有管道或渡槽的栈桥，应设宽度不小于 0.8m 的人行通道和梯子。

(10) 采、选船基坑开挖的深度，应大于船的吃水深度 0.8m 以上；采、选船的吃水深度超过设计规定的吃水深度时，应及时查找原因，排除安全隐患；采区实际水深低于船的吃水深度时，应停止作业；开采工作面水上边坡高度大于 3m，边坡角大于矿岩自然安息角时，应用水枪及时处理边坡。

(11) 采、选船上机械设备的转动部位应安装可拆卸的护栏；甲板、桥板、梯子及操作平台外侧应安装扶手；采、选船的浮箱应设平时密封紧锁的渗水观察孔。

(12) 挖掘作业期间，在挖掘船的首绳和边绳的岸上设置区内不应进行其他作业。

(13) 挖掘船作业时，人员和船只不应在其回转半径范围内停留或经过。

(14) 在大风、大雾及洪水期间，行船和调船应有可靠的安全措施或停工停产。

(15) 挖掘船上应设置水位警报、照明、信号、通信和救护设备。

(16) 采场的主要进出口，应设置醒目的警示标志。距离采场边缘 30m，应设安全防护线，其内不应堆放任何杂物。进入采场的作业人员应穿戴救生器材。

(17) 挖掘船船体距离采场边缘不小于 20m。船体四周应用缆绳固定，防止飘浮、摇摆、碰撞采场边坡面，产生滑坡事故。

(18) 尾矿库回采期间，严禁向库内排尾，库内严禁蓄水，应按照设计回采工艺进行回采。

(19) 可研方案未提及道路照明、夜间照明、道路避让道挡车设施、挡

车设施、道路安全标志、防护墩等安全设施设施情况，在下一步设计时予以完善。

(20) 库区范围及附近运输道路沿线应设置照明，以保证夜间行车安全，改善行车条件；由于采用两班生产，尾砂回采区、装车区、转车场等重点作业部位应设置夜间作业投光照明设施，建议采用可移动照明设施。

(21) 汽车避让道：运砂道路沿程应每隔 200m 设一处汽车避让道，以便于车辆会车安全，汽车避让道建议宽不小于 8m，长不小于 20m。

(22) 坝顶挡车设施：本项目采用汽车运输，应在在尾矿坝顶、高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。

(23) 道路标志：区道路应设禁止超车标志、限制速度标志、警告标志、急弯标志、陡坡标志和危险慢行标志等。上坝运砂道路沿程限速 15km/h；车辆进入库区，距离回采工作面 50~100m 时，限速 10km/h，50m 范围内限速 5km/h。

(24) 防护墩：道路转弯段外侧设置混凝土防护墩（桩）或工钢护桩，防护墩间距 3.0m，内侧设置反光条。

(25) 其他道路安全设施：因烟雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于 40m 或遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时，应停止运输作业。禁止在道路上堆积放杂物、逗留，应保证道路畅通。车辆在道路上宜中速行驶，做到保持车速和车距，严禁占道、并列、抢道等严重违规现象。急弯、陡坡、危险地段应限速行驶，养路地段应减速通过，急转弯处严禁超车，危险路段应设置警示标志。当遭遇暴雪、凝冻、大雨等不良天气时应停止运输作业，不良天气过后需评估道路、作业区的安全状况，满足运输、机械作业要求后方可进场作业。

(26) 矿用自卸汽车的常规定期检验周期为每年一次。矿用自卸汽车初

次投入使用前或大修后交付使用前须进行检验，并可代替定期检验。

(27) 车辆应当规范装载，装载物不得触底拖行。车辆装载物易掉落、遗撒或者飘散的，应当采取厢式密闭等有效防护措施方可在公路上行驶。

(28) 不应用自卸汽车运载易燃、易爆物品。

(29) 自卸汽车装载应遵守如下规定：停在铲装设备回转范围 0.5m 以外；驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；不在装载时检查、维护车辆。

(30) 汽车运行应遵守下列规定：驾驶室外禁止乘人；运行时不升降车斗；不采用溜车方式发动车辆；不空挡滑行；不弯道超车；下坡车速不超过 25km/h；不在主运输道路和坡道上停车；不在供电线路下停车；拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施，并有专人指挥；通过道口之前驾驶员减速瞭望，确认安全后再通过；不超载运行。现场检修车辆时，应采取可靠的安全措施。

(31) 铲装设备工作前应发出警告信号，无关人员应远离设备。铲装设备工作应遵守下列规定：悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留；铲斗不应从车辆驾驶室上方通过；人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留；不应调整电铲起重臂。

(32) 铲装时铲斗不应压、碰运输设备；铲斗卸载时，铲斗下沿与运输设备上沿高差不大于 0.5m；不应用铲斗处理车箱粘结物。

(33) 铲装设备行走应遵守下列规定：应在作业平台的稳定范围内行走；上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。

三、尾矿坝单元安全对策措施及建议

(1) 为减少对安全监测设施的迁移频率和回采与设备搬迁产生的相互干扰，提高生产效率及简化安全管理流程，建议调整南侧主坝的回采顺序，最后进行回采或库内滩面低于排渗棱体顶部▽247m 且满足安全超高情况下完

成南侧主坝 $\nabla 247\text{m}$ 以上的回采，同时将安全监测设施迁移至 $\nabla 247\text{m}$ 标高，待库内完成回采后，最后将南侧主坝完成回采。

(2) 北侧挡水坝的处置方案可研未明确，建议下一步设计时结合企业今后的利用情况和实际安全考虑做出明确，若不再进行回采，建议采取加固措施。

(3) 回采期间加强对坝体的维护，严格按照设计要求回采现状坝体，不得随意开挖坝体。

(4) 为确保坝体稳定，回采设计应预留足够坝前的安全保护距离。

(5) 挖出坝体的土石料应选择库外合适位置集中堆存，不得随意堆放，可用于尾矿库回采结束后的库区治理、绿化。

(6) 回采前应对现状坝体外坡面的护坡和排水沟进行全面的清理、修缮，确保坝面排水畅通，护坡设施完好。

(7) 回采期间应加强坝体位移监测和坝面管理维护。

(8) 坝面出现严重的管涌、流土，以及排洪系统出现断裂、严重堵塞或者坍塌等险情时，必须及时撤人。

四、防排洪系统单元安全对策措施及建议

(1) 可研方案要求每层开采时，先对库尾溢洪道入水口附近进行回采，但未明确随回采向下部推进排水设施布置的相关设计数据。由测绘无人机航拍建模可知，西侧人工河道底部标高 $\nabla 244\text{m}$ ，河道顶部标高 $\nabla 250\text{m}$ ，河道顶部已是原始地层，目前尾矿库滩面标高 $\nabla 250.4\text{m}$ ，随着向下部回采，现有溢洪道已不满足排洪需要，建议随回采进行在原溢洪道位置开挖新的溢洪道或沿西侧河堤开挖多处溢洪道，若库内滩面标高低于河道底部标高 $\nabla 244\text{m}$ 时不满足自然泄流的情况下，应增加机械排水设施。

(2) 该尾矿库的外部汇水主要来自东侧岸坡大气降雨，为减少外部汇水进入尾矿库，产生饱和尾砂，增加回采难度和行车安全，建议沿尾矿库东侧



道路设置截水沟，将东侧岸坡汇水截流，截洪沟与尾矿库南侧下游排水沟相贯通，将水引入下游。

(3) 尾砂回采期主要集中在非汛期，每年在雨季、汛期来临前，企业应恢复平整滩面，以不小于 1.0%坡度坡向溢洪道进水口，库内水及时排出，主汛期内严禁回采。

(4) 汛期前应对排洪构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵等情况进行检查、维修和疏浚，确保排洪系统畅通。检查人员要记录、签字，检查维修情况要存档。

(5) 洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查与清理，发现问题及时修复，同时，采取措施降低库水位，防止连续降雨引发漫坝事故。

五、供配电系统单元安全对策措施建议

(1) 下一步设计时应补充尾矿库回采用电的电源来源及用电负荷计算，以及继电保护、电缆管线选型、敷设等安全设施设计，同时根据用电设施情况绘制供配电系统图。

(2) 主变电所设置应符合下列规定：

- 远离污秽及火灾、爆炸危险环境和噪声、震动环境；
- 避开断层、滑坡、沉陷区等不良地质地带以及受雪崩影响地带；
- 地面标高应高于当地最高洪水位 0.5m 以上。

(3) 供配电系统中性点接地应符合下列规定：

- 向采场供电的 6kV ~ 35kV 系统，不得采用中性点直接接地方式；
- 当 6kV ~ 35kV 系统中性点采用不接地、经消弧线圈接地或高电阻接地时，单相接地故障点的电流不应大于 10 A；
- 当 6kV ~ 35kV 系统中性点经低电阻接地时，单相接地故障点的电流不大于 200 A；
- 低压配电系统为 IT 系统时应装设绝缘监视装置。



(4) 架空供电线路上设置开关设备时, 应符合下列规定:

- 环形或半环形线路的出口和联络处设置分段开关;
- 横跨线或纵架线与环形线、半环形线或其他地面固定干线连接处设置开关;
- 高压电气设备或移动式变电站与横跨线或纵架线连接处设置开关;
- 移动式高压电力设备的供电线路设置具有单相接地保护的开关设备。

(5) 户外安装的电气设备应采用户外型电气设备; 室外配电装置的裸露导体应有安全防护, 当电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2500mm 时, 应装设固定遮栏; 高压设备周围应设置围栏; 露天或半露天变电所的变压器四周应设高度不低于 1.8m 的固定围栏或围墙。

(6) 固定式高压架空电力线路不应架设在未稳定的排土区内。

(7) 移动式电气设备应使用矿用橡套软电缆。

(8) 电气设备接地应符合下列规定:

- 高、低压电气设备, 应设保护接地。
- 各接地线应并联。
- 架空线路无分支的部分, 应每 1km ~ 2km 接地 1 次。
- 架空接地线截面积不小于 35mm²; 接地线设在配电线路最下层导线的下方, 与导线任一点的距离应不小于 0.5m。
- 移动式电气设备应采用矿用橡套软电缆的专用接地芯线接地。
- 应对拖曳电缆的接地保护芯线进行电气连续性监测。
- 牵引变电所整流装置、直流配电装置的金属外壳均应接地。在接地电流流经直流接地继电器前的全部直流接地母线、支线应与地绝缘, 且不应与交流设备的接地母线、建筑物的钢筋、金属构件等有金属连接。

(9) 应建立电气作业安全制度, 规定工作票、工作许可、监护、间断、



转移和终结等工作程序。

(10) 电气作业应遵守下列规定:

——电气设备和线路的操作维修应由专职电气工作人员进行, 严禁非电气专业人员从事电气作业。

——不应单人作业。

——未经许可不得操作、移动和恢复电气设备。

——紧急情况下可以为切断电源而操作电气设备。

——停电检修时, 所有已切断的电源的开关把手均应加锁, 并验电、放电、将线路接地, 悬挂“有人作业, 禁止送电”的警示牌。只有执行这项工作的人员才有权取下警示牌并送电。

——不应带电检修或搬动任何带电设备和电缆、电线; 检修或搬动时, 应先切断电源, 并将导体完全放电和接地。

——移动设备司机离开时应切断设备电源。

——接地电阻应每年测定 1 次, 测定工作应在该地区最干燥、地下水位最低的季节进行。

(11) 主变电所应符合下列规定:

——有防雷、防火、防潮措施;

——有防止小动物窜入的措施;

——有防止电缆燃烧的措施;

——所有电气设备正常不带电的金属外壳应有保护接地;

——带电的导线、设备、变压器、油开关附近不应有易燃易爆物品;

——电气设备周围应有保护措施并设置警示标志。

(12) 电气室内的各种电气设备控制装置上应注明编号和用途, 并有停送电标志; 电气室入口应悬挂“非工作人员禁止入内”的标志牌, 高压电气设备应悬挂“高压危险”的标志牌, 并应有照明。

(13) 操作电气设备应遵守下列规定:

- 非值班人员不应操作电气设备;
- 手持式电气设备应有可靠的绝缘;
- 操作高压电气设备回路的工作人员应佩戴绝缘手套、穿电工绝缘靴或站在绝缘台、绝缘垫上;
- 装卸高压熔断器应佩戴护目眼镜;
- 雨天操作户外高压设备应使用带防雨罩的绝缘棒;
- 不应使用金属梯子。

(14) 电气保护装置检验应遵守下列规定:

- 使用前应进行检验;
- 在用设备每年至少检验 1 次;
- 漏电保护装置每半年至少检验 1 次;
- 线路变动、负荷调整时应进行检验;
- 应做好检验记录并存档

(15) 高压变配电设备和线路的停送电作业及检修应遵守下列规定:

- 应指定专人负责停、送电作业, 作业时应有专人监护;
- 申请停、送电时, 应执行工作票制度;
- 断电作业时, 应进行验电、放电, 并设置三相短路接地线; 供电线路的电源开关应加锁或设专人看护, 并悬挂“有人作业, 不准送电”的警示牌;
- 确认所有作业完毕后再摘除接地线和警示牌;
- 由负责人检查无误后再通知调度恢复送电;
- 值班人员应做好停送电记录。

(16) 低压配电系统故障(间接接触)防护装置。

(17) 供配电线路, 应符合下列要求:

- 固定输电线路, 不应设在采掘作业区内;



——采场内的移动电缆，并应保证绝缘良好；

——电气线路应有良好的防雷设施。

(18) 泥浆管道至裸露输电线和通信线路的距离，应不小于电杆高度的1.5倍。

(19) 动力电缆应保持绝缘良好；敷设在地表部分，应有警示标志；横穿道路时，应采取防护措施；水上部分应敷设在浮箱或木排上。

六、安全监测单元安全对策措施及建议

(1) 为减少对安全监测设施的迁移频率，建议调整南侧主坝的回采顺序，建议最后进行回采，或库内滩面低于排渗棱体顶部 $\nabla 247\text{m}$ 且满足安全超高情况下完成南侧主坝 $\nabla 247\text{m}$ 以上的回采，同时将安全监测设施迁移至 $\nabla 247\text{m}$ 标高，待库内完成回采后，最后将南侧主坝完成回采。

(2) 西侧河道顶部标高 $\nabla 250\text{m}$ （即：西侧坝体底部），河道顶部已是原始地层，建议西侧坝体回采至 $\nabla 250\text{m}$ 标高时取消该侧的监测设施。

(3) 加强日常监测。应每天进行日常巡查，尾矿坝的位移监测每季度不少于1次，位移异常变化时应增加监测次数；库水位监测汛期每天不少于1次，暴雨期间和水位异常波动时应增加监测次数。

(4) 做好信息反馈。应做好监测数据记录，确保监测数据连续可靠，并认真进行数据分析，发现重大问题报企业主要负责人及时进行处理。

(5) 回采期间，在线监测系统必须保证正常运行。

七、辅助设施单元安全对策措施及建议

(1) 值班室：尾矿库值班房布置于尾矿库东南侧，用于办公管理，可予以利旧使用，值班室内布置有电话，值班室张贴有尾矿库安全管理制度和安全生产责任制等。值班室设有报警系统，当坝体出现滑坡或溃坝事故时，能够及时发出警报，通知选厂和下游村庄。

(2) 照明设施：尾矿库由选矿厂统一供电，坝上安装库区照明设施，照



明范围覆盖坝顶、滩面、坝外坡、水域区等，可利旧使用。

(3) 库区通讯：为了便于生产管理，按要求应给尾矿库管理人员配备移动电话，并确保畅通，以便及时与选厂联系，库区通讯设施符合要求。

(4) 应急救援器材：企业应根据针对尾矿库回采情况，回采前应补充完善应急救援器材等。

(5) 企业应根据针对尾矿库回采情况，回采前应补充完善应急救援器材等。

(6) 回采期间，辅助设施容易被回采作业机械损坏，日常管理中应及时对各项辅助设施进行维护。

八、安全标志单元安全对策措施及建议

可研方案未提及库区安全标志设置要求相关内容，为了避免在尾矿库回采中发生高处坠落、坍塌、机械伤害、物体打击、车辆伤害、火灾、电气事故等，应按《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）、《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）等要求在尾矿库周边及库区设置各类安全标志，建议下一步设计时应予以补充完善，企业应及时对标志牌进行维护。

九、安全管理单元安全对策措施及建议

(1) 矿山企业依法应当设置安全总监。

(2) 企业应成立安全管理机构，建立回采安全管理制度、编制回采作业计划和回采事故应急救援预案，做好回采安全管理工作。

(3) 配备尾矿库专职安全管理人员和尾矿工，均能够持证上岗，严格教育培训，并做好尾矿库回采期间的安全检查。

(4) 应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。

(5) 生产经营单位的全员安全生产责任制应当明确各岗位的责任人员、责任范围和考核标准等内容。生产经营单位应当建立相应的机制，加强对全

员安全生产责任制落实情况的监督考核，保证全员安全生产责任制的落实。生产经营单位应当依据法律、法规、规章和国家、行业或者地方标准，制定涵盖本单位生产经营全过程和全体从业人员的安全生产管理制度和安全操作规程。

(6) 生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。主要负责人和安全生产管理人员，应当由主管的负有安全生产监督管理职责的部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。

(7) 新上岗的从业人员安全培训时间不得少于 72 学时，每年再培训的时间不得少于 20 学时。

(8) 特种作业人员应当按照国家有关规定，接受与其所从事的特种作业相应的安全技术理论培训和实际操作培训，取得特种作业相关资格证书后，方可上岗作业。

(9) 生产经营单位应当定期组织全员安全生产教育培训。对新进从业人员、离岗 6 个月以上的或者换岗的从业人员，以及采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备后的有关从业人员，及时进行上岗前安全生产教育和培训；对在岗人员应当定期组织安全生产再教育培训活动。教育培训情况应当记录备查。

(10) 生产经营单位应当按照国家和省有关规定，明确本单位各岗位从业人员配备劳动防护用品的种类和型号，为从业人员无偿提供符合国家、行业或者地方标准要求的劳动防护用品，并督促、检查、教育从业人员按照使用规则佩戴和使用。

(11) 购买和发放劳动防护用品的情况应当记录在案。不得以货币或者其他物品替代劳动防护用品，不得采购和使用无安全标志或者未经法定认证的特种劳动防护用品。



(12) 生产经营单位应当根据有关法律、法规、规章和相关标准, 结合本单位组织管理体系、生产规模和可能发生的事故特点, 与相关预案保持衔接, 确立本单位的应急预案体系, 编制相应的应急预案, 并体现自救互救和先期处置等特点。矿山经营单位, 应当在应急预案公布之日起 20 个工作日内, 按照分级属地原则, 向县级以上人民政府应急管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门进行备案, 并依法向社会公布。

(13) 生产经营单位应当制定、及时修订和实施本单位的生产安全事故应急救援预案, 并与所在地县级以上人民政府生产安全事故应急救援预案相衔接。高危生产经营单位每年至少组织 1 次综合或者专项应急预案演练, 每半年至少组织 1 次现场处置方案演练; 其他生产经营单位每年至少组织 1 次演练。

(14) 生产经营单位应当建立健全安全生产隐患排查治理体系, 定期组织安全检查, 开展事故隐患自查自纠。对检查出的问题应当立即整改; 不能立即整改的, 应当采取有效的安全防范和监控措施, 制定隐患治理方案, 并落实整改措施、责任、资金、时限和预案。

(15) 生产经营单位应当建立安全生产风险管控机制, 定期进行安全生产风险排查, 对排查出的风险点按照危险性确定风险等级, 并采取相应的风险管控措施, 对风险点进行公告警示。

(16) 生产经营单位应当建立单位负责人现场带班制度, 建立单位负责人带班考勤档案。带班负责人应当掌握现场安全生产情况, 及时发现和处置事故隐患

(17) 生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入, 由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证, 并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。有关生产经营单位应当按照规定提取和使用安全生产费用, 专门用于改善安全生产条件。安



全生产费用在成本中据实列支。

(18) 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。

(19) 应当投保安全生产责任保险。

(20) 专职安全生产管理人员应按照岗位职责和安全生产检查制度对安全生产状况进行检查；及时排查生产安全事故隐患，提出改进安全生产管理的建议；制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程的行为；督促落实本单位安全生产整改措施。检查、处理情况和改进措施及整改情况应由检查人员记录，并由各级责任人员签字确认后存档。

(21) 涉及人身安全的设备应由专业生产单位生产，并经具有专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，方可投入使用；矿山生产期间，应定期由具有专业资质的检测、检验机构进行检测、检验，并出具检测、检验报告。

十、重大危险源辨识单元安全对策措施及建议

(1) 回采期间企业应加强尾矿库及其下游周边设施的巡查工作，回采期内禁止在尾矿库下游危害范围内新建工矿企业、居民区、集贸市场等。严禁在库区及周边乱采、滥挖和非法爆破。

(2) 该尾矿库应根据国家矿山安全监察局关于印发《防范非煤矿山典型多发事故六十条措施》的通知（矿安〔2023〕124号）建立应急广播系统和“叫应”联动机制。

(3) 企业应当制定、及时修订和实施本单位的生产安全事故应急救援预案，并与所在地县级以上人民政府生产安全事故应急救援预案相衔接，配备必要的救援器材、装备。应当每半年至少组织 1 次综合或者专项应急预案演练，每 2 年对所有专项应急预案至少组织 1 次演练，每半年对所有现场处置方案至少组织 1 次演练。汛期前必须开展调洪演算、应急演练，应当与下游居民联动演练。

(4) 企业应成立安全管理机构，建立回采安全管理制度、编制回采作业



计划，企业主要负责人对安全管理全面负责。

(5) 企业应当确保本单位具备安全生产条件所必需的资金投入，安全生产资金投入纳入年度生产经营计划和财务预算，不得挪作他用。

(6) 企业应对从业人员进行安全生产教育和培训，使其熟悉尾矿库回采安全管理制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能等。

(7) 企业要将尾矿库可能发生事故时的危害后果、应急措施等信息告知周边单位和人员。



5 评价结论

5.1 安全评价综合评述

通过对沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程可行性研究报告、岩土工程勘察报告及其他技术资料查阅分析，并结合尾矿库现场调研、测绘无人机航拍三维建模的基础上，依据相关法律法规规章、标准规范规程，对石砬尾矿库回采工程的各项设施可行性方案进行了全面细致的定性、定量评价，形成评价结论如下：

通过对尾矿库回采与周边环境相互影响的分析，库区自然、地质、人文环境简单，库区无不良地质作用存在，随着库内尾砂的回采，尾矿库本质安全会不断提高，溃坝可能性逐渐降低，最终消除危险源。

通过分析可知，该尾矿库回采期间涉及到的危险有害因素主要有坝体溃坝、洪水漫顶、高处坠落、触电、坍塌（滑坡）、机械伤害、物体打击、车辆伤害、火灾、淹溺、粉尘、噪声、高温及低温。通过运用预先危险性分析法对存在的危险、有害因素进行分析可知，机械伤害、物体打击、火灾、淹溺、噪声、粉尘、高温及低温的危险等级为Ⅱ级，危险程度属于临界的；高处坠落、车辆伤害、电气伤害、坍塌（滑坡）的危险等级为Ⅲ级，危险程度属于危险的。坝体溃坝、洪水漫顶、车辆伤害、高处坠落、坍塌（滑坡）是尾矿库在回采过程中可能导致事故发生的主要危险因素。

5.2 应重视的安全对策措施

（1）由方案设计可知，回采Ⅱ区尾砂时，拟利用滩面作为重车行驶路线，在考虑路基对运输车辆的承载力的基础上，建议调整为西侧和南侧坝顶作为运砂重车线路，修建作业面至西侧坝顶的运输道路，再由西侧坝顶经南侧坝顶运至外部，同时对西侧坝体顶部路面进行修整，西侧和南侧坝体最后回采，即：随着向下部回采选择合适时机对坝体分层回采。



(2) 根据可研方案可知“开采时自卸汽车装砂应在坝顶平台进行，不得入库区装砂，库内开挖及推集作业采用超湿地挖掘机和推土机完成。”，评价认为该方案不合理，建议在采取安全措施的情况下，调整装车方式，建议对运输线路加固或铺垫钢板等措施防止车辆下陷。

(3) 可研设计拟选用一台挖掘机进行开采作业，根据可研开采方案工艺工序分析认为不合理，不能使整个回采工序流畅衔接和提高生产效率，建议下一步设计时进行合理的调整，增加挖掘设备。

(4) 根据现场勘验可知，目前库面无积水，不具备采用水力开采的技术条件，以及冬季不利于水力回采等问题，建议北 II 采区将干式回采工艺和水力回采工艺互为备用，根据库区实际情况适时选取回采工艺。

(5) 为减少对安全监测设施的迁移频率和回采与设备搬迁产生的相互干扰，提高生产效率及简化安全管理流程，建议调整南侧主坝的回采顺序，最后进行回采或库内滩面低于排渗棱体顶部 $\nabla 247\text{m}$ 且满足安全超高情况下完成南侧主坝 $\nabla 247\text{m}$ 以上的回采，同时将安全监测设施迁移至 $\nabla 247\text{m}$ 标高，待库内完成回采后，最后将南侧主坝完成回采。

(6) 可研方案要求每层开采时，先对库尾溢洪道入水口附近进行回采，但未明确随回采向下部推进排水设施布置的相关设计数据。由测绘无人机航拍建模可知，西侧人工河道底部标高 $\nabla 244\text{m}$ ，河道顶部标高 $\nabla 250\text{m}$ ，河道顶部已是原始地层，目前尾矿库滩面标高 $\nabla 250.4\text{m}$ ，随着向下部回采，现有溢洪道已不满足排洪需要，建议随回采进行在原溢洪道位置开挖新的溢洪道或沿西侧河堤开挖多处溢洪道，若库内滩面标高低于河道底部标高 $\nabla 244\text{m}$ 时不满足自然泄流的情况下，应增加机械排水设施。

(7) 下一步设计时应补充尾矿库回采用电的电源来源及用电负荷计算，



以及继电保护、电缆管线选型、敷设等安全设施设计，同时根据用电设施情况绘制供配电系统图。

根据各单元定性定量评价，下一步设计中应落实本报告提出的安全对策措施及建议，尾矿库应按照本评价报告和设计要求进行回采和管理，可有效控制尾矿库溃坝、滑坡等事故发生。

该项目可能存在的危险、有害因素在采取本报告及设计所提出的各项安全对策措施及建议得到有效控制后，可以消除危险有害因素或减弱其危害程度，能达到回采期安全运行的要求。因此，沂水信达矿业有限公司石碓尾矿库回采工程符合相关法律法规规章、标准规范规程的要求，具备回采的条件。



6 附件

- 1、评价项目组部分人员到现场勘验照片；
- 2、评价报告确认函；
- 3、安全评价委托书；
- 4、企业营业执照；
- 5、项目备案证明；
- 6、岩土工程勘察报告及评审意见。



7 附图

- (1) 尾矿库现状平面图;
- (2) 尾矿库分区回采布置图;
- (3) 尾矿库开采顺序图;
- (4) 溢洪道剖面图。



评价组成员现场勘验照片



安全评价报告确认函

山东省应急管理厅：

我单位已正式接收由山东瑞康安全评价有限公司出具的沂水信达矿业有限公司石碓尾矿库回采工程安全预评价报告，并组织相关人员认真审阅，确认该报告内容真实、准确、完整，能够反映我单位安全生产工作实际情况。

特此确认。

委托单位名称（公章）：



单位经办人（签字）：刘太延

2025 年 1 月 7 日

安全评价委托书

委托单位：沂水信达矿业有限公司

住 所 地：沂水县马站镇杏山官庄村

法定代表人：李文军

受委托单位：山东瑞康安全评价有限公司

委托事项：为严格规范沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程安全生产作业条件，进一步加强安全管理，依据国家相关规定标准，特委托山东瑞康安全评价有限公司对沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库回采工程进行安全预评价，并由其出具安全评价报告。

权限范围：为保证评价工作顺利进行，并确保评价结果客观、准确，在评价过程中，受委托单位除享有合同约定的权利并履行相应义务外，还拥有以下具体权限：

- 1、有权利要求委托单位提供评价工作所需要的管理和技术资料、信息；
- 2、有权利要求委托单位提供必要的配合和资源支持，包括必要的人员配合、办公场所、设备、器材等；
- 3、有权利向有关人员调查了解评价所需要的信息和资料等。

客观、公正及保密声明：受委托单位应确保评价报告的客观性、公正性和严肃性，并对评价过程中收集和了解到的委托单位的技术和商业秘密予以保密，否则承担相应法律责任。

委托单位：(盖章)

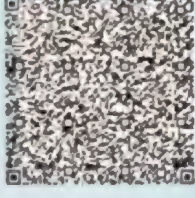
2024 年 11 月 04 日





编号(鲁)FM安许证字(2023)00-0030

统一社会信用代码 913713237953066001



安全生产许可证

许可范围 尾矿库运营(设计最终坝高15米,总库容88.6万立方米,排放方式:湿排。)***

(副本)

名称 沂水信达矿业有限公司石砬尾矿库

负责人 刘太廷

地址 沂水县马站镇石砬村南

类型 有限责任公司(自然人独资)

有效期 2023年03月27日至 2026年03月26日

发证机关

发证日期



山东省建设项目备案证明

项目单位
基本情况

单位名称 沂水信达矿业有限公司

法定代表人 李文军

法人证照号码 913713237953066001

项目代码 2411-371323-04-01-900525

项目名称 沂水信达矿业有限公司尾矿库回采工程

建设地点 沂水县

项目
基本
情况建设规模和内
容

该项目位于马站镇朱刘店村西，不新征土地，对原有车间进行改造，购置过滤机、旋流器、球磨机、挖掘机、装载机、大吸力砂浆泵、矿浆输送管道等设备。尾矿库约有尾矿100万m³，回采规模500m³/每天。项目建成投产后，年回采尾矿15万m³，提取钛精粉1.5万吨。项目实施完工后，尾矿库范围内的堆存尾矿全部清理，回采至原底层。同时我单位承诺办理完相关手续后开工建设。

建设地点详细
地址

马站镇朱刘店村西

总投资 6800万元

建设起止年限 2024年至2028年

项目负责人 刘太廷

联系电话

18660969678

承诺：

沂水信达矿业有限公司（单位）承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合相关产业政策规定。如存在弄虚作假情况及由此导致的一切后果由本单位承担全部责任。

法定代表人或项目负责人签字

备案时间：2024-11-4

沂水信达矿业有限公司尾矿库项目

岩土工程勘察报告

工程编号：2024-ys-30

勘察阶段：详细勘察

资质等级：乙级

资质编号：B237027662



法定代表人：牟建团



技术负责人：王朝晨

王朝晨

审定人：万晶晶

万晶晶



人：汪立峰

汪立峰

工程负责人：王朝晨

王朝晨

临沂富鑫规划勘测设计有限公司

2024 年 11 月