

目 录

前 言	- 1 -
1 评价目的与依据	- 1 -
1.1 评价目的	- 1 -
1.2 评价对象、范围	- 1 -
1.3 评价程序	- 1 -
1.4 评价依据	- 3 -
2 概 述	- 8 -
2.1 地理位置与周边环境	- 8 -
2.2 区域地质	- 10 -
2.3 自然条件	- 14 -
2.4 尾矿库设计概况	- 15 -
2.5 尾矿库现状	- 16 -
3 危险、有害因素识别	- 37 -
3.1 主要危险、有害因素	- 37 -
3.2 小结	- 41 -
4 评价单元划分及评价方法选择	- 42 -
4.1 评价单元划分的原则	- 42 -
4.2 评价单元划分	- 42 -
4.3 评价方法	- 42 -
5 定性定量评价	- 44 -
5.1 尾矿库等别确定	- 44 -
5.2 尾矿库库区单元评价	- 45 -
5.3 排洪系统单元评价	- 47 -
5.4 坝体单元评价	- 59 -

5.5	监测设施	- 74 -
5.6	辅助设施单元评价	- 80 -
5.7	安全生产管理单元评价	- 81 -
6	下个评价周期期间的防洪能力和坝体稳定性安全	- 85 -
6.1	防洪安全	- 85 -
6.2	尾矿坝渗流计算	- 86 -
6.3	尾矿坝稳定性	- 87 -
7	尾矿库安全状况	- 91 -
8	安全对策措施及建议	- 95 -
8.1	现场问题整改情况	- 95 -
8.2	安全技术对策措施	- 95 -
8.3	安全管理对策措施	- 96 -
9	评价结论	- 98 -
9.1	尾矿坝现状稳定性	- 98 -
9.2	尾矿库现状防洪能力	- 99 -
9.3	尾矿库安全监测设施	- 99 -
9.4	尾矿库与周边环境相互安全影响	- 99 -
9.5	下个评价周期期间坝体稳定性和防洪能力	- 99 -
10	附件附图	- 101 -

1 评价目的与依据

1.1 评价目的

本次评价的目的是为了贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，查找、分析和预测水洞尾矿库存在的危险、有害因素及可能导致的危险、危害种类及其程度，从而提出针对性的安全对策措施以利于水洞尾矿库的本质安全程度和安全管理水平，严格规范其安全生产条件，使其满足安全生产要求，为尾矿库安全生产许可证延续提供技术依据。

1.2 评价对象、范围

本次评价是对位于郴州市宜章、资兴和汝城三县（市）交界处瑶岗仙镇的水洞尾矿库进行安全现状评价。

评价范围为尾矿库库区、排洪系统、排渗系统、尾矿坝、监测设施、其他辅助设施安全运行条件和安全运行管理。回水系统、输送系统及供电系统不在本次评价范围内。

1.3 评价程序

根据水洞尾矿库运行特点及安全评价工作任务和时间计划要求，本次安全评价的程序为：前期准备；危险、有害因素分析与辨识，划分评价单元；选择评价方法，定性定量评价；提出安全对策措施及建议；得出安全评价结论；编制安全评价报告。安全评价程序流程图如图 1-1 所示。

1.3.1 前期准备阶段

明确被评价对象和范围，收集相关法律法规、技术标准及与评价对

象有关的数据资料，进行现场调查，熟悉现场情况，与现场管理人员座谈，现场核实检查，发现现场问题，提出整改要求，督促企业整改，现场核实整改情况。

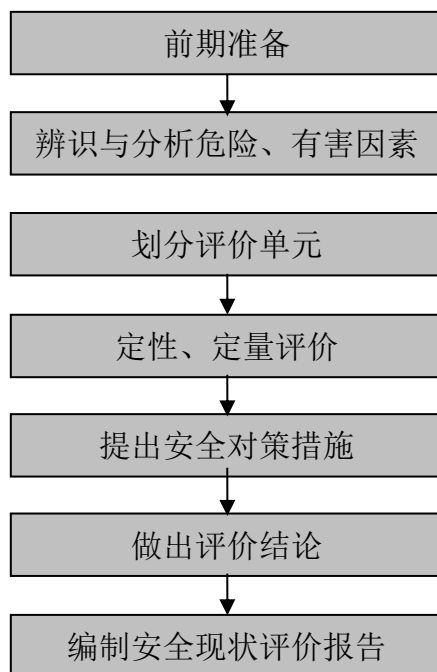


图 1-1 安全评价程序流程图

1.3.2 危险、有害因素辨识与分析

根据库区周边环境、工程地质条件及尾矿库工程及其运行特点，辨识和分析尾矿库运行过程中存在的危险、有害因素及其存在的部位、存在的方式和事故发生的致因。

1.3.3 划分评价单元

根据评价工作的需要，按运行工艺功能、运行设施和危险、有害因素类别及事故范围划分评价单元。

1.3.4 定性、定量评价

在危险、有害因素识别和分析的基础上，选择科学、合理、适用的评价方法对发生事故的可能性、事故发生的致因因素、影响因素和事故严重程度进行定性、定量评价。

1.3.5 提出安全对策措施及建议

根据定性、定量评价结果，提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理的措施及建议。

1.3.6 安全评价结论

在对评价结果分析归纳和整合的基础上，做出安全评价结论，并指出应重点防范的重大危险因素，以及重要的安全措施。

1.3.7 编制安全评价报告

依据安全评价的过程、采用的评价方法、获得的评价结果，编制安全评价报告。

1.4 评价依据

本次评价的依据为委托方提供的尾矿库设计、施工和运行管理资料及国家有关法律法规和标准。标准主要为国家和政府主管部门所颁布的各类强制性标准和推荐性标准。

1.4.1 任务来源

《安全评价委托书》，湖南瑶岗仙矿业有限责任公司（附后）。

1.4.2 法律法规及技术标准

1.4.2.1 主要法律法规

表 1.4-1 主要法律法规

序号	名称	文号及日期
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第 65 号，2009 年修订，2009.8.27
2	《中华人民共和国水土保持法》	中华人民共和国主席令第 39 号，2010.12.25
3	《中华人民共和国环境保护法》	中华人民共和国主席令第 9 号，2015.1.1
4	《中华人民共和国水污染防治法》	中华人民共和国主席令第 87 号，2017 年修订，2018.1.1 实施
5	《中华人民共和国职业病防治法》	中华人民共和国主席令第四十八号，2018.12.29 修订

序号	名称	文号及日期
6	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》	中华人民共和国主席令第 58 号，2005.4.1，2020.4.29 修订版
7	《中华人民共和国安全生产法》	中华人民共和国主席令第 88 号，2021.6.10 修订，2021.9.1 实施
行政法规		
8	《中华人民共和国矿山安全法实施条例》	中华人民共和国劳动部令第 4 号，1996.10.30
9	《工伤保险条例》	国务院令第 586 号，2011.1.1
10	《安全生产许可证条例》	国务院令第 397 号，2004 年 1 月 13 日起实施，国务院令第 653 号，2014 年 7 月 9 日第二次修正，2014.7.9
11	《生产安全事故应急条例》	国务院令[2019]第 708 号，2019.4.1
地方性法规		
12	《湖南省安全生产条例》	湖南省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 97 号，2022.9.1
13	《湖南省生产经营单位安全生产主体责任规定》	湖南省人民政府令第 310 号修改，2022.10.8
部门规章		
14	《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（2010）第 36 号，2015 年修改，2015.5.1
15	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》	原国家安全生产监督管理总局令第 20 号，2009.6.8；国家安全监管总局令第 78 号修改，2015.7.1
16	《尾矿库安全监督管理规定》	原国家安全生产管理总局令第 38 号，2011.7.1；国家安全监管总局令第 78 号修改，2015.7.1
17	《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》	原国家安全生产监督管理总局令第 75 号，2015.7.1
18	《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，2020.2.21
19	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，2022.2.8
20	《国家矿山安全监察局综合司关于全面推进防范化解尾矿库安全风险重点工作的通知》	矿安综〔2022〕6 号，2022.3.4
21	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》的通知	矿安〔2022〕88 号，2022.7.8
22	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》	财资〔2022〕136 号，2022.11.21
23	《国家矿山安全监察局关于开	矿安〔2023〕17 号，2023.3.7

序号	名称	文号及日期
	展矿山安全生产综合整治的通知》	
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，2023.8.25
25	《国家矿山安全监察局关于做好尾矿库隐蔽工程专项检查等汛期安全生产工作的通知》	矿安〔2024〕6号，2024.3.1
26	《湖南省应急管理厅关于做好汛期前尾矿库安全防范工作的通知》	湘应急函〔2024〕67号，2024.3.6
27	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，2024.4.23
28	《汛前尾矿库安全防范工作提示》	湖南省应急管理厅非煤矿山安全监督管理处，2025.3.11

1.4.2.2 主要技术标准及规定

表 1.4-2 主要技术标准及规定

序号	名称	标准号
1	《安全标志及其使用导则》	GB2894-2008
2	《矿山安全标志》	GB/T14161-2008
3	《安全色》	GB2893-2008
4	《岩土工程勘察规范》	GB50021-2001（2009年版）
5	《构筑物抗震设计规范》	GB50191-2012
6	《尾矿设施设计规范》	GB50863-2013
7	《防洪标准》	GB50201-2014
8	《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》	GB51108-2015
9	《中国地震动参数区划图》	GB18306-2015
10	《建筑抗震设计规范》	GB50011-2010（2024年版）
11	《尾矿库安全规程》	GB39496-2020
12	《尾矿堆积坝岩土工程技术标准》	GB/T50547-2022
13	《安全评价通则》	AQ8001-2007
14	《尾矿库安全监测技术规范》	AQ2030-2010
15	《水工混凝土结构设计规范》	SL191-2008

序号	名称	标准号
16	《碾压式土石坝设计规范》	SL274-2020

1.4.2.3 委托方提供的资料

(1) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库工程地质勘察报告》（郴州湘地工程勘察院，2009年3月）；

(2) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库加高扩容工程安全专篇》（长沙有色冶金设计研究院，2013年11月）；

(3) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库安全设施设计重大变更和尾矿库中期稳定分析工程地质勘察报告》（湖南中核建设工程有限公司，2022年2月）；

(4) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库库内排洪系统安全设施变更设计》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2022年5月）；

(5) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库安全现状评价报告》（湖南有色冶金劳动保护研究院有限责任公司，2022年5月24日）；

(6) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库中期稳定性复核》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2022年6月）；

(7) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库2022年度安全风险评估报告》（湖南有色冶金劳动保护研究院有限责任公司，2022年6月10日）；

(8) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司生产安全事故应急预案》（湖南瑶岗仙矿业有限责任公司，2023年4月22日）；

(9) 《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》（中大智能科技股份有限公司，2024年4月21日）；

(10) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库2024年度调洪演算报告》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2024年4月）；

(11) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库2024年度安全

风险评估报告》（湖南铭生安全科技有限责任公司，2024年7月）；

（12）《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库隐蔽致灾因素普查项目工作方案》（湖南省地质调查所，2025年2月）；

（13）《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》（湖南省地质调查所，2025年3月）；

（14）《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库2025年度调洪演算报告》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2025年3月）；

（15）《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库现状平面图》（1:2000，湖南瑶岗仙矿业有限责任公司，2025年3月）；

（16）《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库2025年度安全风险评估报告》（湖南铭生安全科技有限责任公司，2025年4月）；

（17）《水洞尾矿库隐蔽致灾隐患整改情况》（湖南瑶岗仙矿业有限责任公司，2025年4月）；

（18）企业提供的浸润线、位移等记录；

（19）委托方提供的尾矿库运行管理等相关资料。

1.4.2.4 参考资料

（1）《尾矿设施设计参考资料》（冶金工业出版社，1980年4月）；

（2）《湖南省暴雨洪水查算手册》（湖南省水利厅编，2015年5月）；

（3）《采矿手册》（冶金工业出版社，1991年11月）；

（4）《中国有色金属尾矿库概论》（中国有色金属工业总公司，1992年2月）；

（5）《尾矿库工程分析与管理》（冶金工业出版社，1999年1月）。

2 概述

2.1 地理位置与周边环境

2.1.1 地理位置

湖南瑶岗仙矿业有限责任公司位于湖南省郴州市宜章、资兴和汝城
三县（市）交界处瑶岗仙镇，公司距离郴州市 110km，京珠高速宜章站
61km，厦蓉高速里田站 18km，107 国道 60km，矿区交通条件便利。

水洞尾矿库位于宜章县瑶岗仙镇西南处约 3km 的一“V”字型山谷
中，东距资兴市 61km，南距汝城县 77km，西距京广线白石渡火车站
51km，距厦蓉高速公路 17km，县道 X030 从库区山边经过，交通便利。
经纬度：北纬 $N25^{\circ}37'35.75''$ 东经 $E113^{\circ}18'12.60''$ ~北纬 $N25^{\circ}37'54.44''$ 东
经 $E113^{\circ}18'45.21''$ 。交通位置见图 2.1-1。

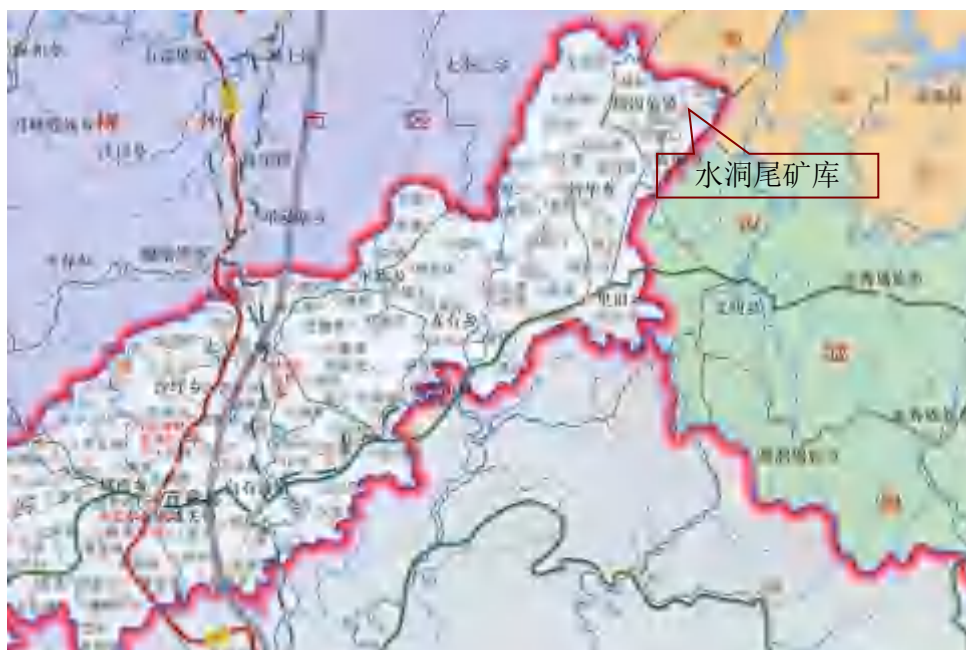


图 2.1-1 水洞尾矿库地理位置

2.1.2 周边环境

水洞尾矿库位于瑶岗仙镇西南侧，省道 204 沿尾矿库右岸山体盘旋
而上。该尾矿库库区东西两侧均为山坡地形，山坡植被覆盖较好。库区

下游地形为形似“猪肚”状的盆地，盆地内分布有农田，距离尾矿库下游 500~1000m 范围内有村庄，分别为长策乡陈家塘村 3、4、5 小组，居住人口约 180 人，再往尾矿坝沿河沟下游至河沟出口的开阔地带为长策乡的老屋村和新屋村两个居民点，这两个居民点至尾矿库的直线距离约为 2.5km。水洞尾矿库属于“头顶库”。

尾矿库库外 1 号拦洪坝上游为鸡婆店尾矿库，鸡婆店尾矿库基本情况如下：尾矿库初期坝为碾压土石坝，为不透水坝，坝高为 9.27m，坝顶标高+569.0m。后期尾矿堆积采用上游法尾矿堆积，堆积坝由尾矿堆积而成，平均堆积边坡比为 1: 4.0，堆积坝坝顶标高+600.0m。排洪系统采用排水斜槽—排水涵洞形式。鸡婆店尾矿库总坝高 40.27m，相应总库容为 $121 \times 10^4 \text{m}^3$ ，该尾矿库为四等库，尾矿库已经闭库多年。

尾矿库上游山体垭口分水岭处为瑶岗仙镇，尾矿库上游库尾 +541m~+557m 标高及右岸+530m~+545m 标高上游的一山坡上有能家村的集中居民生活区。

水洞尾矿库周边环境如下图。



图 2.1-2 水洞尾矿库周边环境



图 2.1-3 水洞尾矿库下游图

2.2 区域地质

根据《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库安全设施设计重大变更和尾矿库中期稳定分析工程地质勘察报告》（湖南中核建设工程有限公司，2022年2月）（以下简称《2022年工勘报告》）和《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》（湖南省地质调查所，2025年3月），区域地质情况如下：

2.2.1 地形地貌

水洞尾矿库位于瑶岗仙镇西南约3km的一处NE—SW向沟谷内，属构造侵蚀中低山地貌。地形总体呈东北高、西南低，两侧山体坡度 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，局部地段较陡，切割强烈。场地标高介于399m~630m之间。

2.2.2 地层岩性

按尾矿沉积规律和土性指标，场地内主要地层由上至下为第四系人工填土、各类尾矿、第四系地层、石炭系地层等组成。描述如下：

(1) 人工填土① (Q_4^{ml})

初期坝体筑坝材料，褐色、褐灰等色，主要由微风化灰岩岩块、碎石组成，块径一般 400~700cm，含量小于 40mm 的碎石及少量黏性土堆筑，堆坝过程中对其进行碾压，揭露厚度 9.90~20.30m。

(2) 人工填土①₁ (Q₄^{ml})

素填土，均质土坝料及堆积坝面土，黄褐、灰褐色，主要由粘性土混 30~40%的碎石组成，呈松散-稍密状，主要分布于堆积坝坝面上，揭露厚度 0.30~5.70m。

(3) 尾粉砂② (Q₄^{ml})

浅灰、灰色，主要由灰岩屑、方解石及少量金属矿物组成，微层理发育，局部夹尾细砂及尾粉土薄层，夹层厚度约 5~20mm，呈湿~饱和、稍密~中密状，分布在尾矿上部，揭露层厚 10.1~14.50。

(4) 尾粉土③ (Q₄^{ml})

浅灰色、白灰色，主要由灰岩屑、方解石及少量金属矿物组成，微层理发育，夹薄层尾粉砂，夹厚度约 4~15mm，摇晃反应迅速，无光泽反应，干强度及韧性低，呈湿~饱和、稍密~中密状，揭露层厚 2.30~23.50m。

(5) 尾粉砂③₁ (Q₄^{ml})

呈透镜体分布于尾粉土③中，浅灰色、灰褐色，松散~稍密状态，揭露 2.20~2.30m。

(6) 尾粉质黏土③₂ (Q₄^{ml})

呈透镜体分布于尾粉土③中，浅灰色、灰褐色，流塑~软塑状态，光泽反应稍有光滑，摇晃无反应，具中等干强度及韧性，揭露 1.50~5.30m。

(7) 尾粉质黏土④ (Q₄^{ml})

褐灰色，主要由粉粒、粘粒组成，局部夹薄层尾粉砂、尾粉土，切口无光泽，摇振反应无，干强度及韧性中等，手捻有粗糙感，呈饱和、软塑~可塑状，揭露厚度 1.70~8.40m。

(8) 尾黏土⑤ (Q₄^{ml})

褐灰色，主要由粘粒组成，局部夹薄层尾粉砂、尾粉土，切口光泽，摇振反应无，干强度及韧性中等，呈饱和、流塑~软塑状态，揭露厚度 0.50~3.70m。

(9) 尾砾砂⑥ (Q₄^{ml})

浅灰色、灰褐色，主要矿物成分为石英等，很湿~饱和，稍密状态，揭露厚度 6.50~21.80m。

(10) 尾粗砂⑦ (Q₄^{ml})

浅灰色、灰褐色，主要矿物成分为石英等，很湿~饱和，稍密状态，揭露厚度 5.20~35.90m。

(11) 尾中砂⑧ (Q₄^{ml})

浅灰色、灰褐色，主要矿物成分为石英等，很湿~饱和，稍密状态，揭露厚度 0.80~9.60m。

(12) 第四系冲洪积 (Q₄^{al+pl}) 卵石⑨

褐灰色，饱和，中密~密实状，颗粒粒径大于 20mm 约占总颗粒质量的 85%，局部夹大于 200mm 的块石及少量黏性土。

(13) 第四系残坡积 (Q₄^{el+pl}) 粉质黏土⑩

灰黄、灰绿色，可塑~硬塑，土质较均匀，遇水易软化、强度易降低，底部砂粒较多，砂感较强，系灰岩风化产物，见于库区部分钻孔，揭露厚度 1.30~2.40m。

(14) 石炭系 (C) 中风化灰岩⑪

浅灰、灰白色，矿物成分主要为方解石及白云石，隐晶质结构，薄层状构造，矿物成分基本未变化，节理裂隙稍发育，裂隙主要为方解石脉充填，偶见溶蚀小孔，孔内可见方解石晶簇，岩芯呈柱状、长柱状，岩块敲击声脆，岩芯完整呈柱状，RQD=92%，岩体致密坚硬，属较硬岩，岩体基本质量等级为II类，见于库区部分钻孔，揭露厚度 1.03~6.30m。

2.2.3 地质构造

根据区域地质资料和前期工程地质资料，场地位于南岭纬向构造带与临武—耒阳径向构造交汇处东北。区内构造线为 NE—SW 向，与地形走向基本一致，尾矿库区位于一倾伏向斜北翼，岩层产状较稳定，倾向 150°左右，倾角 40°-80°

2.2.4 水文地质

(1) 地表水

场地内地表水由地表山沟中的地表水组成，地表水水量与降水量有直接联系，地表水直接流入库内水域；尾矿水主要分布在尾矿库范围内，主要通过库内排水隧洞排出。库区地表水主要为库尾沉积滩的蓄水，由排水井调节水量。水洞尾矿库初期坝坝脚南侧外 5m 处为回水库。

(2) 地下水

地下水类型主要为分布在尾砂中的尾矿水、灰岩基岩中的岩溶裂隙水。尾矿水分布在库内尾砂层中，水量大小受尾砂排放以及大气降水补给。岩溶裂隙水分布在基岩岩溶裂隙内，主要由大气降水补给，水量大小和径流、补给受节理裂隙及岩溶的发育程度、连通性以及区域构造的影响，无统一水位面，且埋藏深。

(3) 尾矿水

尾矿水赋存于尾矿库中，其水位变化随尾水排入量与排水设施所控制的排泄量及高程的变化而变化。浸润线埋深与尾矿水水位及尾矿的渗透性密切相关，随尾矿水水位变化而变化。

(4) 地下水的腐蚀性

为查明尾矿水对库区排水设施的腐蚀性，勘察在钻孔中采取了 2 件地下水澄清试样；在库尾尾矿水域采取了 1 件尾矿浆澄清试料；在初期坝下游回水库采取了 1 件地表水，共计 4 件。分别进行水质腐蚀性分析及成分对比试验，其试验结果详见“水质分析报告表”。

根据水质分析结果，按《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001·2009年版）中有关标准判定：钻孔内地下水、尾矿库澄清水、库外下游地表水按环境类型为I类且直接临水考虑，钻孔内地下水、尾矿库澄清水该水质对混凝土具有中等腐蚀性，在II、III类环境中具有弱腐蚀性；库外下游地表水该水质对混凝土具有微腐蚀性，在II、III类环境中具有微腐蚀性；钻孔内地下水、尾矿库澄清水、库外下游地表水该水质对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性；按地层渗透性，对混凝土结构具微腐蚀性；长期浸水作用下对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性；钻孔内地下水在干湿交替作用下对钢筋混凝土结构中的钢筋具弱腐蚀性。

2.2.5 《隐蔽致灾普查报告》

2.2.5.1 结论

略。

2.2.5.2 整改情况

略。

2.3 自然条件

水洞尾矿库所在区域属中亚热带湿润季风气候区，气候受季风交替影响，春早多变，夏热期长，秋短温凉，冬无严寒，热量丰富，雨水不匀。根据宜章县气象局资料，年平均气温 18.3℃，1月平均气温 7.1℃，7月平均气温 28.1℃，年平均日照数为 1603.1h，年平均降雨量 1600mm。无霜期 292 天。

库区水系属于长江上游湘江水系，库区地表水来源主要为大气降水和尾矿输送水，经地表迳流或坝体内渗流。库区地表水主要表现汇集的大气降水。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2019）和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），库区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震

加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组，钢筋混凝土结构抗震等级为四级。

2.4 尾矿库设计概况

2.4.1 原设计概述

略。

2.4.2 尾矿库加高扩容设计

略。

2.4.2.1 初期坝加固

略。

2.4.2.2 堆积坝

略。

2.4.2.3 排渗设施

略。

2.4.2.4 排洪系统

略。

2.4.2.5 回水库

略。

2.4.2.6 监测设施

略。

2.4.2.7 岩溶处理

略。

2.4.3 设计更改通知单

略。

2.4.4 尾矿库变更设计

略。

2.4.4.1 库内新增排洪系统

略。

2.4.4.2 增设排渗设施

略。

2.5 尾矿库现状

2.5.1 初期坝

原初期坝为干砌堆石透水坝，石料为微风化灰岩，坝顶标高+432m，坝高 20.0m，坝顶宽约 12m，上游坝坡 1: 1.5、下游坝坡 1: 1。加高扩容设计对初期坝进行堆石压坡加固，加固后坝顶标高+432m，坝顶宽 15m。上游坝坡 1: 1.5、下游坝坡为 1: 2.24~2.65。上游坝坡面设反滤层两坝肩设 1.0×1.0m 排水沟。压坡堆石体外坡面依次铺设了 0.3m 厚砾石层、0.2m 厚砂层、400g/m²土工布一层、0.2m 厚砂层、0.3m 厚砾石层，并在最外侧用 0.3m 厚干砌块石进行护坡。初期坝压坡体两肩设有矩形断面排水沟，尺寸为 B×H=1.0×1.0m。排水沟采用 C20 钢筋混凝土结构，每 6m 设有一道伸缩缝，缝宽 2mm，缝内设有 651 型橡胶止水带和闭孔泡沫板。



图 2.5-1 初期坝现状

2.5.2 堆积坝

尾矿库采用粗尾砂筑子坝，标高+431.88m~+480m尾砂平均堆积边坡 1: 3.3，标高+480m~+519.30m尾砂平均堆积边坡 1: 4。每级子坝高 3m，内、外边坡 1: 1.5，顶宽 1m，外表面采用 30cm 厚山皮土护坡并植草，防止雨水拉沟。标高+431.88m~+480m 堆积坝现坡面每隔 9m 布置一道堆积坝坡水沟，排水沟宽约 0.30~0.40m，深 0.20~0.35m，分别将坝面水导入坝坡面两岸排水沟内。堆积坝肩截水沟为矩形沟，宽约 0.55~0.95m，深 0.30~0.60m。标高+480m~+519.30m 每隔 6m 设置一坝坡排水沟，浆砌石结构，断面为矩形， $B \times H = 0.4 \times 0.4\text{m}$ 。随着尾矿堆积高度上升，在两坝肩设置排水沟与坝坡排水沟相连，坝肩浆砌块石结构，梯形断面 $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，边坡系数 $m = 0.3$ 。



图 2.5-2 堆积坝现状

根据尾矿库现状实测图，尾矿库堆积坝坝顶标高+519.30m、滩顶标高+518.07m，现状最大坝高 107.30m，总库容 $700 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属三等库。

2.5.3 排洪设施

2.5.3.1 库内排洪系统

现库内使用的是双排洪系统，两套排洪系统均采用框架式排水井接隧洞形式排洪：

(1) 库内排洪系统一：4号排水井和5号排水井连接库内排洪隧洞一。4号排水井已经封堵，钢筋混凝土框架结构，内径 $D=5\text{m}$ ，井座标高+475m、井顶标高+505m，井架高度 30.0m。目前排洪系统一正在使用5号排水井，结构为钢筋混凝土框架，内径 $D=5\text{m}$ ，井座标高+503m、井顶标高+533m，井架高度 30.0m。5号排水竖井井高 29.89m，井口内径 4.5m，井身内径 3.0m。库内排水隧洞总长 1401m，底坡 $i=0.04$ ，圆拱直墙型断面，净断面尺寸 $B \times H=2.6\text{m} \times 2.6\text{m}$ ，全程钢筋混凝土衬砌。



图 2.5-3 5号排水井



图 2.5-4 库内隧洞一出口

(2) 库内排洪系统二：6号排水井接库内排洪隧洞二。6号井钢筋混凝土框架结构，内径 $D=6\text{m}$ ，井座标高+500m、井顶标高+530m，井架高度 30.0m。库内排水隧洞二总长 695m，底坡 1.26%，圆拱直墙型断面，净断面尺寸 $B\times H=3.80\text{m}\times 3.25\text{m}$ 。隧洞进口 30m 采用 0.5m 厚钢筋混凝土衬砌；隧洞中间II类围岩底板采用 0.25m 厚钢筋混凝土衬砌；隧洞中间III类围岩底板采用 0.25m 厚钢筋混凝土衬砌，顶拱和侧墙采用挂网

喷浆支护 0.1m 厚；隧洞出口 30m 采用 0.3m 厚钢筋混凝土衬砌。



图 2.5-5 6号排水井

2.5.3.2 库外排洪系统

(1) 原库外排洪系统

原库外老拦洪坝为浆砌块石重力坝，坝轴线长约 50m，坝高约 15m，坝顶标高+514m，坝顶宽 2.5m，上游边坡 1: 0.048，下游边坡 1: 0.63。坝体采用泥石灰混合砂浆砌块石，上有坝坡面设 0.5m 厚混凝土护层。原库外排洪隧洞，圆拱直墙型净断面 $B \times H = 4.0\text{m} \times 3.5\text{m}$ ，坡度 1.26%，长约 695m，出口接明渠。隧洞进、出口均采用钢筋混凝土衬砌，隧洞中间段喷浆支护。老拦洪坝已经拆除，原库外隧洞已经改在成库内排洪隧洞二，改造后净断面尺寸 $B \times H = 3.80\text{m} \times 3.25\text{m}$ 。



图 2.5-6 老拦洪坝位置

(2) 库外排洪系统

库外排洪系统由三座拦洪坝、三个竖井和库外排洪隧洞组成。

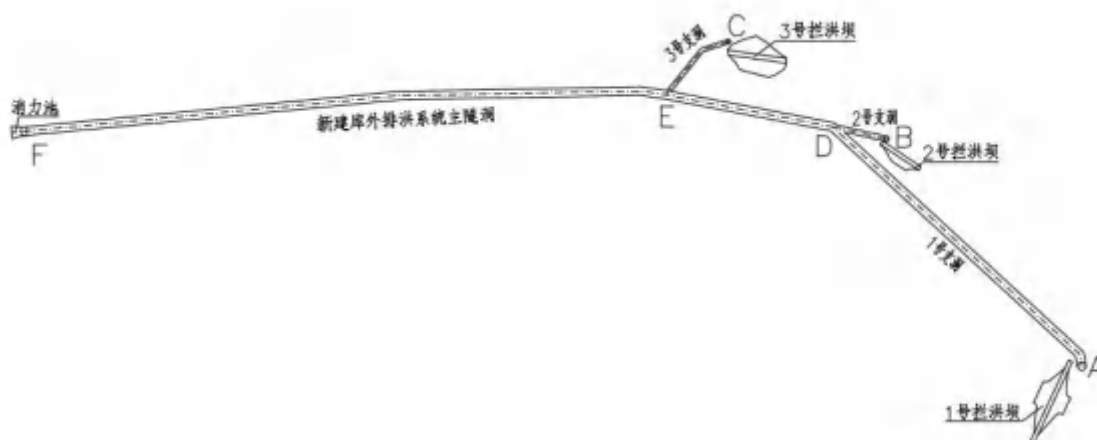


图 2.5-7 库外排洪系统平面布置示意图

1号拦洪坝为 M7.5 砂浆砌块石重力坝，顶宽 3m，坝高 17m，上、下游坡比 1: 0.6，中间设防渗混凝土心墙。库外 1号排水竖井井高 20m，井口内径 6.0m，井身内径 4.2m。



图 2.5-8 1号拦洪坝、1号排水竖井

2号拦洪坝为 M7.5 砂浆砌块石重力坝，顶宽 3m，坝高 6m，上游边坡垂直、下游坡比 1: 0.8，上游设防渗混凝土面板。库外 2号排水竖井井高 47m，井口内径 4.0m，井身内径 2.6m。



图 2.5-9 2号拦洪坝



图 2.5-10 库外 2 号排水竖井

3 号拦洪坝采用碾均质土坝，坝顶标高+601m，坝高 4.2m，坝顶宽 3m，上、下游边坡 1: 2。碾压均质土坝，顶宽 3m，坝高 4.2m，下游坡比 1: 2，上游坡面设防渗层。库外 3 号排水竖井井高 86m，井口内径 3.6m，井身内径 2.0m。



图 2.5-11 库外 3 号排水竖井



图 2.5-12 库外排洪隧洞出口明渠

表 2.5-1 库外排洪系统主要参数表

一	拦洪坝	1号坝	2号坝	3号坝
	坝型	浆砌块石	浆砌块石	碾压土坝
	坝顶标高 (m)	570	574	601
	最大坝高 (m)	17	6	4.2
	坝顶宽 (m)	3	3	2
	上游坡	1: 0.6	垂直	1: 2
	下游坡	1: 0.6	1: 0.8	1: 2
二	竖井	1号竖井	2号竖井	3号竖井
	直径 (m)	4.2	2.6	2.0
	井高 (m)	20	47	86
三	1号支洞	不支护断面	喷浆、喷锚	钢筋混凝土衬砌
	隧洞断面	4.20m × 4.20m	4.00m × 4.00m	3.60m × 3.60m
	底坡	0.04	0.04	0.04

	衬砌形式及厚度 (m)	底板采用 0.25m厚 钢筋混凝土衬砌， 直墙底部 1m 高喷 C20 素混凝土厚 10mm	底板采用 0.25m厚 钢筋混凝土衬砌， 直墙和顶拱采用 C20 素混凝土喷浆	全断面 0.3m 厚钢 筋混凝土衬砌
四	2号支洞	不支护断面		钢筋混凝土衬砌
	隧洞断面	3.30m × 2.75m		2.80m × 2.50m
	底坡	0.10		0.10
	衬砌形式及厚度 (m)	底板采用 0.25m厚 钢筋混凝土衬砌， 直墙底部 1m 高喷 C20 素混凝土厚 10mm		全断面 0.25m 厚 钢筋混凝土衬砌
五	3号支洞	不支护断面		钢筋混凝土衬砌
	隧洞断面	2.50m × 2.30m		2.00m × 2.00m
	衬砌形式及厚度 (m)	底板采用 0.25m厚 钢筋混凝土衬砌， 直墙底部 1m 高喷 C20 素混凝土厚 10mm		全断面 0.25m 厚 钢筋混凝土衬砌
	底坡	0.10		0.10
六	主隧洞DE段	不支护断面	喷浆、喷锚	钢筋混凝土衬砌
	隧洞断面	4.76m × 4.76m	4.30m × 4.30m	3.90m × 3.90m
	衬砌形式及厚度 (m)	底板采用 0.25m厚 钢筋混凝土衬砌， 直墙底部 1m 高喷 C20 素混凝土厚 10mm	底板采用 0.25m厚 钢筋混凝土衬砌， 直墙和顶拱采用 C20 素混凝土喷浆 厚 20mm	全断面 0.3m 厚钢 筋混凝土衬砌

2.5.3.3 回水坝

根据环保相关要求，为保证尾矿库正常运行尾水不外排，尾矿库下游设置了回水坝，回水坝采用碾压均质土坝，坝顶标高+424m，顶宽 6m，

坝底标高+400.5m，坝高 23.5m，上游边坡 1：2，下游边坡 1：2.5；下游+407m 标高以下设置堆石棱体，棱体上下游边坡 1：1.8。

回水坝左坝肩原始山体上设置溢洪道，溢洪道底板标高+420.0m，高 4m，宽度为 25m，底部设置直径 D=1.2m 的引水管，将水引至下游回水泵房，溢洪道陡槽底部设置长 15m 消力池。



图 2.5-13 回水坝

2.5.3.4 质量检测

2024 年 4 月，企业委托中大智能科技股份有限公司对水洞尾矿库排洪系统进行了安全质量检测并提交了《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》（以下简称《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》）。

（1）检测结论

1) 混凝土抗压强度回弹法检测

检测结果表明：该工程所测现浇构件的混凝土抗压强度推定值满足设计及《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)第 10.1 条

要求。

2) 混凝土抗压强度钻芯检测

检测结果表明：该工程所测现浇构件的混凝土抗压强度推定值满足设计及《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)第 10.1 条要求。

3) 截面尺寸检测

检测结果表明：该工程所测竖向构件截面尺寸偏差满足设计及《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)第 8.3.2 条要求。

4) 钢筋配置检测

检测结果表明：该工程所测混凝土构件的钢筋配置满足设计及《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)第 5.5.3 条要求。

5) 钢筋保护层厚度检测

检测结果表明：湖南瑶岗仙矿业有限责任公司尾矿库排洪构筑物 5#排水井混凝土梁类构件钢筋保护层厚度共检测点数 18 个，符合点数 17 个，合格率为 94.44%；湖南瑶岗仙矿业有限责任公司尾矿库排洪构筑物 6#溢流井混凝土梁类构件钢筋保护层厚度共检测点数 18 个，符合点数 17 个，合格率为 94.44%；根据以上检测结果，判定该工程所测 5#排水井、6#排水井的混凝土梁构件钢筋保护层厚度满足设计及《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)附录 E 要求。

6) 混凝土外观质量

库外 1#~3#溢流井暂未发现明显的塌陷、隆起、混凝土剥落、掉块、钢筋锈蚀等现象。库内 5#排水井暂未发现明显的塌陷、隆起、混凝土剥落、掉块、钢筋锈蚀等现象。库内 6#排水井存在少数混凝土钢筋锈蚀现象。4#、5#排水隧洞存在少数岩石局部渗水、掉块，混凝土开裂析白等现象。6#排水隧洞存在少数岩石局部疏松掉块，混凝土夹渣等现象。排水沟内存在少量杂物堆积、落石等现象。

7) 对该工程现场情况以及混凝土工程外观质量进行综合评估:

该工程 5#排水井、6#排水井混凝土构件存在少数的混凝土构件蜂窝麻面、混凝土钢筋锈蚀等现象,但未发现该混凝土构筑物工程存在影响结构完整性、整体稳定的质量缺陷。

4#、5#排水隧洞存在少数岩石局部渗水、掉块,混凝土开裂析白等现象;6#排水隧洞存在少数岩石局部疏松掉块,混凝土夹渣等现象;该工程排洪功能运行良好。

该工程排水沟内存在少量杂物堆积、落石等现象,尚未影响其排水功能的正常运行。

(2) 检测建议

1) 建议对该工程混凝土构筑物工程以及排水隧洞外观质量缺陷部位进行修缮处理。

2) 建议对该工程 4#、5#排水隧洞、6#排水隧洞存在少数岩石局部疏松掉块等现象进行衬砌处理。

3) 建议对该工程 4#、5#排水隧洞存在少数岩石局部渗水等现象进行砌并设置排渗管以减少隧洞上方的水头。

4) 建议对该工程排水沟内存在少量杂物堆积、落石等现象,及时进行清理。

5) 建议对该工程排洪系统在每年雨季来临前和结束后进行定期维护检查。

6) 为确保施工质量和安全,上述处理中如若涉及维修加固部分,应由具有相应资质的设计单位出具加固设计施工图,并由具有特种工程施工资质的单位进行加固施工,并按相关程序验收。

(3) 整改情况

针对排洪系统质量检测项目检验检测报告提出的建议,企业于 2024

年 10 月底已全部整改完毕。

2.5.4 滩面现状

水洞尾矿库采用放矿管均匀放矿，放矿管尽头再连接放矿槽，防止放矿管堵塞。

根据尾矿库现状实测图，尾矿库堆积坝坝顶标高+519.3m、滩顶标高+518.07m，库内水面标高+515.16m，干滩长度约为 400m，0~100m 沉积滩坡度为 1.1%、100~200m 沉积滩坡度为 0.88%、200~400m 沉积滩坡度为 0.465%。



图 2.5-14 堆积坝放矿现状



图 2.5-15 滩面现状

2.5.5 监测设施

水洞尾矿库设有人工观测系统和自动化在线监测系统，两个系统相互补充验证。

2.5.5.1 尾矿库人工监测设施

坝体 431.9m、450.0m、470.0m 标高各设有 2 个位移沉降观测点，490m 标高设有 3 个位移沉降观测点，500m、510m 标高设有 4 个位移沉降观测点，并在两岸基岩各有基准点。

堆积坝 437.5m、447.2m、457.1、471.3m、483.1m 标高设有 1 个浸润线观测孔，501m 标高设有 3 个浸润线观测孔，510m 标高设有 6 个浸润线观测孔。

5 号、6 号排水井井架上设有水位观测标尺。

2.5.5.2 尾矿库在线监测系统

坝体 431.9m、450.0m、470.0m 标高各设有 1 个坝体表面位移监测点，490m 标高设有 2 个坝体表面位移监测点，500m、510m 标高设有 3 个位移沉降观测点，并在两岸基岩各设有基准点。坝体 431.9m、450.0m、

470.0m、490.0m、500m、510m 标高各设有 1 个坝体内部位移监测点。

堆积坝标高 436.5m、445.2m 设有 1 个浸润线观测孔，约 455m、464m、473m、480m 标高设有 2 个浸润线观测孔，约 489m、501m 标高设有 3 个浸润线观测孔，510m 标高设有 6 个浸润线观测孔。

排水井旁设有库水位监测点；在尾矿库管理房顶部平台设有雨量计 1 套；排水井、堆积坝顶、库内排水隧洞出口、库外主排洪隧洞出口各设有 1 个视频监控点；尾矿库管理房及下游设有报警系统一套；尾矿库管理房及企业监控中心设有在线监测系统平台一套，可实现数据实时读取、采集和传输。



图 2.5-16 尾矿库监测设施

2.5.6 排渗设施

2.5.6.1 土工席垫排渗层

尾矿库堆积坝堆积至+519.30m 标高，堆积坝 480m 标高起每 6m 设置了一道水平排渗层。水平排渗层由 $\delta=12\text{mm}$ 土工席垫、DN150 排水钢管管、DN100 开孔集渗钢管，400g/m 土工布组成。土工席垫外包土工布一层，分两段铺设，每段宽 4m，间距 4m，铺设整个轴线长；DN100 集渗钢管横向贯穿排水席垫，到达两岸山体；DN150 排水钢管每两根间距 50m，垂直坝轴线通长均均匀布置，开孔与 DN100 集渗钢管相通，连通排水席垫。土工席垫间用铅丝连接，土工布采用缝接，缝接长度不小于 0.3m。排水钢管伸出坝外部分设阀门封闭，待排渗褥垫上尾矿堆积达 6m 后将阀门打开以排渗。

2.5.6.2 排渗飘管

为进一步降低浸润线，堆积坝主坝段 484m 标高增设了 15 根排渗飘管，堆积坝副坝段 492m 标高增设了 8 根排渗管，目前排渗飘管排渗效果良好。



图 2.5-17 排渗管

2.5.7 辅助设施

水洞尾矿库右岸平台设有尾矿库值班房，值班房储备有劳动保护用品和应急救援物资，设置有警报装置。尾矿库值班房内设有固定电话，尾矿库管理及作业人员均配备有移动电话。

堆积坝顶、堆积坝坡、排水井和库外排洪隧洞进出口均设有探照灯。

尾矿库值班房前设有尾矿库基本情况介绍牌，尾矿库进口、放矿口、水域区均设有严禁采矿、放牧、游泳等安全警示标志。



图 2.5-18 应急物资存放点

2.5.8 尾矿库安全管理

2.5.8.1 安全生产管理机构及人员

为加强尾矿库的安全管理，落实安全管理责任，公司对水洞尾矿库安全管理机构进行调整，水洞尾矿库的安全管理机构为健康安全环保管理部。

主要负责人：总经理陈克锋；

分管负责人：副总经理兰晓平；

健康安全环保管理部部长：曹兴；

任命尾矿库专职安全管理人员：李敬、谢红斌、肖卫国、刘承勇（注册安全工程师）；

任命尾矿库技术人员：曾海涛、郭江旭；

尾矿作业工：文顺清、曾小华、欧跟成、杨剑、唐汉瑶、周群、张忠瑶、李旭辉；

选矿厂厂长蒋富荣负责水洞尾矿库日常管理工作。

水洞尾矿库的主要负责人、专职安全管理人员、专职技术人员、特种作业人员持证情况见表 2.5-1。

表2.5-1 主要负责人、安全管理人员、专职技术人员及特种作业人员持证情况

职务	姓名	证书类别	证书编号	有效期
主要负责人	陈克锋	金属非金属矿山 主要负责人	432821196912290018	2023.3.28~ 2026.3.27
尾矿库专职安全管理人员	李敬	金属非金属矿山 安全生产管理人员	430623197303246112	2024.6.3~ 2027.6.2
	谢红斌	金属非金属矿山 安全生产管理人员	432824197107207473	2024.6.3~ 2027.6.2
	肖卫国	金属非金属矿山 安全生产管理人员	432824196811027471	2024.6.3~ 2027.6.2
	刘承勇	金属非金属矿山 安全生产管理人员	43280119761009001X	2024.6.3~ 2027.6.2
专职技术人员	曾海涛	选矿工程师	21A30800048	2021.12.31~ 至今
	郭江旭	选矿工程师	B08161911300000025	2016.12.31~ 至今
注册安全工程师	刘承勇	金属非金属矿山 安全生产管理人员	20211004643000001003	2021.10.17~ 至今
尾矿作业工	文顺清	金属非金属矿山 安全作业—尾矿作业	T432824197006177471	2020.7.14~ 2026.7.13
	曾小华	金属非金属矿山 安全作业—尾矿作业	T432824197205257474	2020.7.14~ 2026.7.13

职务	姓名	证书类别	证书编号	有效期
	欧跟成	金属非金属矿山 安全作业—尾矿作业	T432824197301037236	2022.7.4~ 2028.7.3
	杨剑	金属非金属矿山 安全作业—尾矿作业	T431022198212227473	2022.7.4~ 2028.7.3
	唐汉瑶	金属非金属矿山 安全作业—尾矿作业	T432824197008287471	2021.12.24~ 2027.12.23
	周群	金属非金属矿山 安全作业—尾矿作业	T432824196708027473	2020.7.14~ 2026.7.13
	张忠瑶	金属非金属矿山 安全作业—尾矿作业	T432824197202287475	2022.7.4~ 2028.7.3
	李旭辉	金属非金属矿山 安全作业—尾矿作业	T432824197202167473	2022.7.4~ 2028.7.3

2.5.8.2 安全生产制度与管理

企业编制了水洞尾矿库安全生产责任制，明确了董事长、总经理、分管安全副总经理、相关职能部门、尾矿库安全生产管理人员、尾矿作业工等安全生产责任和考核及奖惩管理办法的制度；企业编制了安全环保管理制度，包含员工安全教育培训制度、安全环保健康管理考核奖惩办法、档案管理制度、重大危险源监控管理制度、隐患排查管理制度、安全环保健康检查制度、健康安全环保事故（件）报告救援和调查处理管理办法以及相关设备管理制度等；企业编制了职业健康管理制度，包括员工职业健康检查管理制度、职业病危害防治责任制度等；企业编制了岗位安全操作规程，包括尾矿库放矿岗位、筑坝岗位、巡坝岗位安全操作规程等。

2.5.8.3 应急预案和救援服务

2023年4月，企业编制的《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司生产安全事故应急预案》（含尾矿库事故专项应急预案）在郴州市应急管理局进行了备案，备案编号：4310-2023-0053。企业与宜章县矿山应急救援队

签订了矿山（非煤矿）应急救援服务协议，合同有效期 2024 年 5 月 28 日至 2025 年 5 月 27 日（已于 2025 年 4 月 10 日续签，有效期 2025 年 5 月 28 日至 2026 年 5 月 27 日）。2025 年 3 月 13 日湖南瑶岗仙矿业有限责任公司组织了水洞尾矿库排水井倾斜应急演练，并有演练总结。

2.5.8.4 风险分级管控与隐患排查

2022 年 9 月，企业编制了《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库风险分级管控手册》，对尾矿库危险有害因素进行了辨识、分析，制定了安全风险管控表，绘制了安全风险四色图，对较大以上风险提出了风险管控方案。2024 年 5 月，企业对该手册进行了更新。

3 危险、有害因素识别

尾矿库是矿山的重要生产设施，它的运行状况好坏，直接关系到矿山的安全生产和人民生命财产的安全。据统计，在世界上的各种重大灾害中，尾矿库灾害仅次于发生地震、霍乱、洪水和氢弹爆炸而居于第 18 位。尾矿库一旦发生事故，必将对下游地区居民的生命和财产造成巨大灾害，并对环境造成严重污染。

分析湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库的特点（如工程地质条件、水文地质条件、筑坝方式、筑坝历史、排洪方式以及不良工程地质现象），对尾矿库存在的主要危险、有害因素进行识别，鉴别产生的原因，对潜在的危险有害类别、产生条件及造成的后果和可能发生的地点进行客观分析。

3.1 主要危险、有害因素

3.1.1 坝体滑坡

尾矿坝滑坡往往导致尾矿库溃决事故，因此，即使是较小的滑坡也不能掉以轻心。有些滑坡是突然发生的，有些是先由裂缝开始的，如不及时采取措施，任其逐步扩大和蔓延，就可能造成重大的垮坝事故。

水洞尾矿库现状及接下来的运行中可能引起坝体滑坡的可能原因有：

- 1) 放矿管破损未及时发现或更换，尾矿冲刷坝面；
- 2) 坝体堆筑过程中未对岸坡进行有效处理，筑坝质量、坡度或护坡未达到设计要求，造成坝坡失稳；
- 3) 生产运行过程中，未按设计放矿、设置排渗设施、抬高库内水位等因素，造成浸润线过高，引发坝体滑坡；

4) 强烈地震引起坝体滑坡;

5) 持续的特大暴雨, 使坝坡土体饱和或遭到风浪淘刷导致坝体外坡形成陡坡, 进而发生坝体滑坡。

6) 库区或坝址存在地形、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。尾矿库周边是山体, 暴雨时可能形成冲击力、破坏力很强的山洪, 冲击库区周边山体, 山体植被遭到破坏, 引发泥石流和山体滑坡。大量的山洪、泥石流可能摧毁库内坝体, 堵塞排水井, 造成排洪系统堵塞, 尾矿库排水异常, 导致溃坝事故;

7) 库区范围内有一定的岩溶发育, 存在垮塌的风险, 若垮塌正好发生在坝体底部, 则存在坝体滑坡或溃坝风险。

3.1.2 洪水漫顶

库内的暴雨洪水宣泄不及, 使得库内水位升高, 水位超设计暴雨洪水水位, 甚至漫过坝顶, 冲刷坝顶坝坡, 往往将导致坝体溃决, 使库内暴雨洪水挟带尾矿下泄, 给下游造成巨大的人员伤亡和财产损失。

尾矿库现状及接下来造成洪水漫顶的可能原因有:

1) 库区山体滑坡堵塞或破坏排洪设施;

2) 长期暴雨或洪水过后未对防排洪设施进行检查、维修, 造成防排洪设施变形、位移及淤堵严重等;

3) 生产运行过程中, 因放矿不当、抬高库内水位等因素, 造成干滩长度过短、安全超高不足, 在突遇特大暴雨时可能出现洪水漫顶;

4) 库区出现超设计暴雨, 库内水位持续升高;

3.1.3 排水构筑物损毁

防排洪设施损毁是指尾矿库运行过程中防排洪设施结构遭到破坏, 或因地形地质条件导致防排洪设施沉降变形等, 造成防排洪功能失效。

尾矿库接下来造成防排洪设施损毁的可能原因有：

1) 地震烈度超设计，造成防排洪设施损毁；

2) 持续特大暴雨，引发尾矿库周边山体发生泥石流或滑坡，损毁防排洪设施；

3) 根据 2024 年《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》，排洪功能运行良好，但存在排水井混凝土构件存在少数的混凝土构件蜂窝麻面、混凝土钢筋锈蚀等现象，排水隧洞存在少数岩石局部渗水、掉块，混凝土开裂、夹渣等现象，根据企业提供的资料，隐患已整改到位。在今后的运行过程中，应加强对排洪构筑物的巡查，及时对隐患进行治理，防止排洪设施露筋、蜂窝麻面、渗水、掉块等现象因长期不处理，越来越严重，最终导致结构破坏；

4) 长期暴雨或洪水过后未对防排洪设施进行检查、维修，或因尾矿库周边山体滑坡等因素造成防排洪设施变形、位移，以及排水井拱圈断裂，防排洪设施混凝土剥落、裂缝、磨蚀、钢筋外露等各种损坏；

5) 排水井拱圈与井架之间密封不当，造成连接部位有松动、渗水，且未及时处理，在长期渗水作用下可能发生结构性破坏。

3.1.4 渗流破坏

渗流破坏是导致尾矿库坝体失稳的主要原因之一。渗流破坏会直接导致选矿废水渗流、尾砂泄漏，同时也是导致尾矿库坝体失稳的主要原因之一。尾矿坝坝体及坝基的渗流有正常渗流和异常渗漏之分。正常渗流有利于尾矿坝坝体及坝前干滩的固结，从而有利于提高坝的整体稳定性，异常渗漏则是有害的。管涌是渗漏破坏的主要表现形式。造成渗流破坏的原因较多，不同部位的渗流破坏其原因也不相同。

尾矿库接下来的运行中可能造成渗流破坏的主要原因有：

1) 尾矿排放不均匀、子坝堆筑不符合设计要求，产生局部渗流破

坏；

2) 堆筑子坝前，未对岸坡进行处理，造成尾矿渗流水从天然坡面渗漏；

3) 埋设于坝体内的排渗管强度不够，管身破裂，水流沿管道或坝体薄弱部位流出；

4) 尾矿库放矿量超设计，造成尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率，堆积坝尾矿颗粒间的孔隙水无法及时排出，坝体无法充分固结，从而产生渗流破坏；

5) 未严格按设计要求控制库内水位，致使尾矿坝浸润线过高，尾矿库的渗流稳定性和抗滑稳定安全系数小于设计值，坝体产生渗流破坏；

6) 生物破坏如老鼠等在坝身打洞等，造成坝体形成渗流通道。

3.1.5 高处坠落与物体打击

根据《高处作业分级》（GB/T3608-2008）的规定，凡在坠落高度基准面 2m 以上（含 2.0m）有可能坠落的高处进行的作业，均称为高处作业。尾矿库现状和接下来的运行中可能发生高处坠落与物体打击的部位有：

1) 在排水井内检查、巡坝和移动放矿管等过程中，可能存在人员及设备高处坠落危害；

2) 在尾矿库设备设施维修时，如架设、拆卸尾矿排放管道时存在物体打击的危险。

3) 排水隧洞存在少数岩石局部掉块现象，岩石脱落时存在打击巡检人员的风险。

3.1.6 淹溺危害

水洞尾矿库在运行期间，库尾形成了较大区域的水域，尾矿库现状和接下来的运行中造成淹溺事故的主要原因：

- 1) 无防护措施冒险进入水域；
- 2) 作业人员在库区从事巡视、检查、管道维护及排水井拱圈安装等作业过程中；
- 3) 周边居民在积水区附近活动

3.1.7 其他危害

尾矿库还存在地震、触电、雷击、鼠虫在坝体内打洞筑巢等一些危险有害因素，也能导致安全事故的发生，在管理及生产过程中不能将其忽视。

3.2 小结

水洞尾矿库周边环境复杂，应对尾矿库安全状况加以高度重视，加强管理和监测，防止重大安全事故的发生，确保尾矿库下游人民生命财产安全、下游环境不被破坏。

通过对水洞尾矿库现场踏勘和现有技术资料分析研究认为，在存在的各种危险有害因素中，主要危险有害因素有坝体滑坡、洪水漫顶、排水构筑物损毁和渗流破坏，后果最为严重，必须重点防范；高处坠落与物体打击、淹溺出现的频率高，应采取有效防护措施；地震、触电、雷击及鼠虫等在坝体内打洞筑巢等其他危险有害因素发生几率较小，但可能导致严重的后果，应在尾矿库日常管理中引起高度重视。

4 评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元划分的原则

评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点特征与危险、有害因素的类别、分布进行划分，常见的评价单元划分原则和方法为：

(1) 以危险、有害因素的类别为主划分评价单元

① 对工艺方案、总体布置及自然条件、社会环境对系统影响等综合方面危险、有害因素的分析评价，宜将整个系统作为一个评价单元；

② 将具有共性危险、有害因素的场所和装置划为一个单元。

(2) 以装置和物理特征划分评价单元

① 按照装置工艺功能划分评价单元；

② 按布置的相对独立性划分评价单元；

③ 按工艺条件划分评价单元；

④ 将危险性特别大的区域、装置划为一个评价单元。

4.2 评价单元划分

为了全面、客观地对湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库安全现状进行评价，根据上述原则，结合该库特点，在安全评价过程中，将评价对象划分为尾矿库库区、排洪系统、坝体、排渗设施、监测设施、辅助设施及安全生产管理七个评价单元。

4.3 评价方法

安全评价是对系统存在的危险性进行定性或定量分析，得出系统存在的危险点与发生危险的可能性及其程度，预测被评价系统的安全状

况。安全评价方法就是以安全理论、系统科学理论、现代数学和控制理论等作为理论基础，对系统危险危害因素进行分析、评价。

本次评价拟采用安全检查表法、坝体稳定性计算分析、调洪演算等定量、定性评价方法。

安全检查表法（*SCL*）简单、明了。本次评价中主要依据《尾矿库安全规程》和《尾矿库安全监督管理规定》等相关条款，编制成安全检查表，对水洞尾矿库安全管理、生产运行状况是否符合国家有关安全生产的法律法规及技术标准的要求进行定性的评价。

在排洪系统评价单元中，通过水力计算、调洪演算，核实排洪系统的现状排洪能力，评价尾矿库防洪安全性。

在坝体单元中，采用瑞典圆弧法和简化毕肖普法对坝体在各种运行工况下的抗滑稳定安全系数进行计算，以评价尾矿库坝体的稳定性。

5 定性定量评价

本章节根据“安全第一，预防为主，综合治理”方针；坚持科学、公正、合法、自主的原则；着重从尾矿库的安全生产技术保障条件和各构筑物的运行工况是否符合安全生产法律、法规、标准的要求以及企业的安全管理对确保尾矿库安全运行的适应性等方面对湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库的安全生产现状做如下评价。

5.1 尾矿库等别确定

尾矿库等别是尾矿坝稳定和防洪安全设计的主要依据。根据《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 相关规定，尾矿库等别应根据全库容和坝高分别按表 5.1-1 确定。当两者的等差为一等时，以高者为准；当等差大于一等时，按高者降低一等。尾矿库失事将使下游重要城镇、工矿企业或铁路干线遭受严重灾害者，其设计等别可提高一等。

表 5.1-1 尾矿库等别

等 别	全库容 V (10000m ³)	坝高 H (m)
一	V≥50000	H≥200
二	10000≤V<50000	100≤H<200
三	1000≤V<10000	60≤H<100
四	100≤V<1000	30≤H<60
五	V<100	H<30

水洞尾矿库 1969 年由原中南有色设计院设计，原设计最终堆积标高为+500.0m，总坝高 88m，总库容为 360×10⁴m³，属于三等库。2013 年长沙有色冶金设计研究院有限公司对水洞尾矿库进行了加高扩容设计，加高后水洞尾矿库最终坝顶标高+530.0m，总坝高 118m，总库容 996×10⁴m³，有效库容 897×10⁴m³，仍属于三等库

目前，尾矿库堆积坝现状坝顶标高+519.30m，滩顶标高+518.07m，现状最大坝高 107.30m，总库容 $700 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属三等库。

5.2 尾矿库库区单元评价

5.2.1 尾矿库与周边环境相互影响安全性评价

水洞尾矿库位于瑶岗仙镇西南约 3km 处的一“V”字型山谷中，库区下游地形为形似“猪肚”状的盆地，盆地内分布有农田，距离尾矿库下游 500~1000m 范围内有村庄，分别为长策乡陈家塘村 3、4、5 小组，居住人口约 180 人，再往尾矿坝沿河沟下游至河沟出口的开阔地带为长策乡的老屋村和新屋村两个居民点，这两个居民点至尾矿库的直线距离约为 2.5km。水洞尾矿库属于“头顶库”。

(1) 水洞尾矿库对周边环境的影响

①尾矿库的建设会使当地的环境质量发生一定程度的变化，一旦工程发生事故或病害，库区尾矿泄漏，将造成环境发生较大范围、较显著的改变，直接或间接地影响下游道路、建筑物及居民的安全。

②尾矿水正常排放都经过污水处理池，基本不会对周边水体造成污染。但是尾砂和尾矿水泄漏，将会对周边水体造成污染。

③选厂采用浮选工艺，在选矿工艺流程中需要加入药剂，尾矿中必然含有少量的这些药剂，这些药剂具有一定的挥发性，进入大气，会对周边环境产生一定影响。

④尾矿库正常工况下干滩长度较长，干滩面面积较大，若放矿管理不到位或遇生产间隔期导致干滩面进一步扩大，容易产生粉尘，粉尘对尾矿库作业人员和周边区域环境会产生一定的影响。

(2) 周边环境对水洞尾矿库的影响

水洞尾矿库下游为长策乡的老屋村和新屋村两个居民点，居民的生活、生产活动对尾矿库会产生一定的影响，若矿农关系未协调好，周边

居民破坏库区，如堵塞排洪系统、非法在库内从事采石、爆破等危害尾矿库安全的作业活动，在坝体上耕作、违章建筑等，将危害尾矿库的安全。

5.2.2 库区安全检查表评价

将规范、规程中有关尾矿库库区安全的相关条款制作成安全检查表，针对尾矿库库区的实际情况，逐条进行检查对照，以评价库区单元的安全条件。

表 5.2-1 尾矿库库区及周边环境安全检查

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
1	尾矿库值班室宜避开坝体下游。	《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)第 3.5.2 条	值班室位于尾矿库右侧山坡上。	符合
2	尾矿坝上和尾矿库区内不得建设与尾矿库运行无关的建、构筑物。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)第 6.8.1 条、第 6.8.2 条	尾矿坝上和尾矿库区内不存在与尾矿库运行无关的建、构筑物。库区内无乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	符合
3	检查周边山体滑坡、塌方和泥石流等情况时，应仔细观察周边山体有无异常和急变，并根据岩土工程勘察报告，分析周边山体发生滑坡的可能性。	《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)第 9.5.2 条	周边山体无滑坡、塌方和泥石流情况。	符合
4	检查库区范围内是否存在危及尾矿库安全的行为主要内容应包括违章爆破、采石和建筑，违章进行尾矿回采、取水，外来尾矿、废石、废水和废弃物排入，放牧和开垦等。	《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)第 9.5.2 条	库区无违章爆破、采石和建筑，无违章进行尾矿回采、取水、外来尾矿、废石、废水和废弃物排入、放牧和开垦等活动。	符合

采用安全检查表对库区安全进行定性评价，在安全检查的 4 项内容中，符合规程规范要求的 4 项，不符合的 0 项。但是，尾矿库为“头顶库”，周边环境较复杂，应加强尾矿库安全管理。

5.2.3 小结

尾矿库库区当前不存在影响尾矿库安全的活动，尾矿库与周边环境相互安全影响可控。但针对本评价单元所评价出的问题，建议：

库区安全巡视检查过程中，应结合相关监测数据，发现异常及时上报妥善处理。

5.3 排洪系统单元评价

尾矿库排洪（水）系统的作用是及时排除库内暴雨积水和库内尾矿澄清水。若尾矿库内的暴雨洪水宣泄不及，使得库内水位升高，水位漫过坝顶，冲刷下游坝顶坝坡，将导致坝体溃决事故。

5.3.1 排洪系统现状

（1）库内排洪系统

尾矿库库内采用双排洪系统同时正常运行。

库内排洪系统一：5号排水井——库内排洪隧洞一。5号排水井为钢筋混凝土框架，内径 $D=5\text{m}$ ，5号排水竖井井高 29.89m ，井口内径 4.5m ，井身内径 3.0m 。库内排水隧洞总长 1401m ，底坡 $i=0.04$ ，圆拱直墙型断面，净断面尺寸 $B\times H=2.6\text{m}\times 2.6\text{m}$ ，全程钢筋混凝土衬砌。5号排水井现状进水口标高 $+515.16\text{m}$ 。

库内排洪系统二：6号排水井——库内排洪隧洞二。6号井钢筋混凝土框架结构，内径 $D=6\text{m}$ 。库内排水隧洞二总长 695m ，底坡 1.26% ，圆拱直墙型断面，净断面尺寸 $B\times H=3.80\text{m}\times 3.25\text{m}$ 。

（2）库外排洪系统

库外排洪系统由三座拦洪坝、三个竖井和库外排洪隧洞组成。

5.3.2 防洪安全分析

5.3.2.1 尾矿库防洪标准

根据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020），尾矿库的防洪标准应根据各使用期库的等别，综合考虑库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害等因素，按表 5.3-1 确定。

表 5.3-1 尾矿库防洪标准

尾矿库各使用期等别	一	二	三	四	五
洪水重现期（年）	1000~5000 或 PMF	500~1000	200~500	100~200	100

水洞尾矿库堆积坝现状坝顶标高+519.30m、滩顶标高+518.07m，现状最大坝高 107.30m，总库容 $700 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属三等库。但由于水洞尾矿库属于“头顶库”，尾矿库现状提高一级按 1000 年一遇进行计算，即洪水频率 $P=0.1\%$ 。

尾矿库主要构筑物均按 3 级建筑物考虑，次要构筑物按 5 级，临时建筑物按 5 级设计。在复核其防洪能力时，要求在设计最高洪水位时，其安全超高与干滩长度不得小于表 5.3-2 要求。

表 5.3-2 上游式尾矿坝的最小安全超高与最小滩长

坝的级别	1	2	3	4	5
最小安全超高（m）	1.5	1.0	0.7	0.5	0.4
最小滩长（m）	150	100	70	50	40

水洞尾矿库等别为三等库，防洪能力应满足最小安全超高 0.7m，最小干滩长度 70m 的要求。

5.3.2.2 水文计算

根据甲方提供的 1/10000 地形图及设计文件，尾矿库汇水面积分区示意图见图 5.3-1 所示，流域参数统计见表 5.3-3 所示。

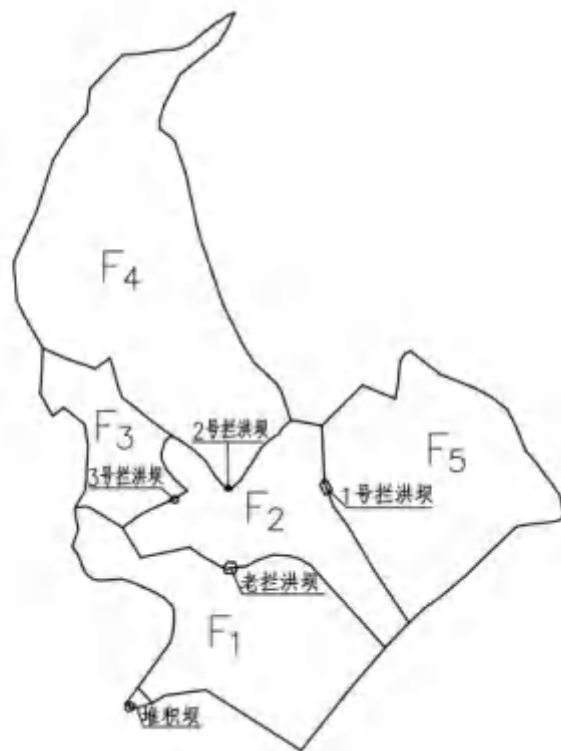


图 5.3-1 尾矿库汇水面积分区示意图

表 5.3-3 流域参数统计

参数 流域	汇水面积 (km ²)	流域长度 (km)	流域坡降 (%)
库内	2.53	1.32	0.303
1 号拦洪坝	1.69	1.19	0.245
2 号拦洪坝	2.75	3.82	0.226
3 号拦洪坝	0.56	1.47	0.115

查阅《湖南省暴雨洪水查算手册》（湖南省水利厅编，2015 年版），选取相关参数进行计算，1000 一遇洪水（P=0.1%）水文计算见表 5.3-4。

表 5.3-4 水文计算

T(h)	1/6	1	6	24	
H_T (mm)	19.7	37.69	75.00	120.00	
Cv	0.35	0.36	0.62	0.65	
P=0.1%	Kp	2.70	2.76	4.62	5.08
	Htp(mm)	53.19	104.02	346.50	609.6
	n	n ₁ =0.626		n ₂ =0.329	n ₃ =0.592

$$C_s=3.5C_v$$

暴雨递减指数根据其含义采用如下计算公式：

$$n_{1p} = 1 - 1.285Lg(H_1 / H_{1/6}) \quad t < 1h \quad (5.3-1)$$

$$n_{2p} = 1 - 1.285Lg(H_6 / H_1) \quad 1h \leq t \leq 6h \quad (5.3-2)$$

$$n_{3p} = 1 - 1.661Lg(H_{24} / H_6) \quad 6h \leq t \leq 24h \quad (5.3-3)$$

根据简化推理公式：

$$Q_m = 0.278 \frac{R_t}{\tau} F \quad (5.3-4)$$

$$\tau = \frac{0.278L}{mJ^{1/3}Q_m^{1/4}} \quad (5.3-5)$$

式中： Q_m ——洪峰流量；

τ ——汇流时间；

F——汇水面积；

L——流域长度；

m——汇流参数；

J——流域坡降。

代入相关参数，洪水计算结果如表 5.3-5 所示。

表 5.3-5 洪水计算结果

参数 流域	汇水面积 (km ²)	流域长度 (km)	流域坡降 (%)	汇流时间 (h)	洪峰 流量 (m ³ /s)	24h 洪水总 量 (万 m ³)
库内	2.53	1.32	0.303	0.81	81.12	123.38
1 号拦洪坝	1.69	1.19	0.245	0.84	52.50	82.42
2 号拦洪坝	2.75	3.82	0.226	1.57	56.70	134.11
3 号拦洪坝	0.56	1.47	0.115	1.30	13.08	27.31

5.3.2.3 防洪能力分析

根据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）尾矿库排洪系统的调洪计算应采用水量平衡法，尾矿库内任一时段 Δt 的水量平衡方程式：

$$\frac{1}{2}(Q_s + Q_z)\Delta t - \frac{1}{2}(q_s + q_z)\Delta t = V_2 - V_1 \quad (5.3-6)$$

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 。

Δt ——该时段的时间（h）。

（1）库内排洪系统调洪演算

根据《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库现状平面图》（1:2000，湖南瑶岗仙矿业有限责任公司，2025年3月），尾矿库库水面标高约为+515.16m。堆积坝顶标高+519.30m，滩顶标高为+518.07m，干滩长413.62，0~100m沉积滩坡度为1.1%、100~200m沉积滩坡度为0.88%、200~400m沉积滩坡度为0.465%，经过对尾矿库平面图的量算，得出各高程时尾矿库调洪库容见表5.3-6，调洪演算结果见表5.3-7所示。

表 5.3-6 尾矿库调洪库容

高程 (m)	面积 (m^2)	平均面积 (m^2)	高差 (m)	库容 (m^3)	累积库容 (m^3)
+515.16	71720.51	0.00	0.00	0.00	0.00
+516.00	112928.60	92324.55	0.84	77552.62	77552.62
+517.00	158090.96	135509.78	1.00	135509.78	213062.40
+518.07	197569.20	177830.08	1.07	190278.19	403340.59

表 5.3-7 调洪演算结果

滩顶 标高 (m)	死水位 (m)	洪峰 流量 (m^3/s)	最大下 泄流量 (m^3/s)	最高洪 水位(m)	调洪 库容 (m^3)	安全 超高 (m)	最小 干滩 长度(m)
+518.07	+515.16	81.12	48.54	+517.12	233857.4	0.95	86.4

调洪演算结果表明：在1000年一遇洪水时，堆积坝安全超高0.95m，

最小干滩长度 86.4m，尾矿库堆积坝安全超高、最小干滩长度均满足规程规范最小安全超高 0.7m，最小干滩长度 70m 的要求。

(2) 库外排洪系统调洪演算

尾矿库库外排洪系统采用三座拦洪坝结合库外排洪隧洞的排洪方式见图 5.3-2 所示，本次调洪演算按 1000 年一遇对库外排洪系统进行复核，分别计算三个拦洪坝的调蓄作用：1 号支洞（A 到 D 点）、2 号支洞（B 到 D 点）、3 号支洞（C 到 E 点）。调洪演算时在各支洞末端均考虑一定水位雍高影响。三个拦洪坝的调洪库容见图 5.3-3~5.3-5。各支洞调洪演算结果见下表 5.3-7。

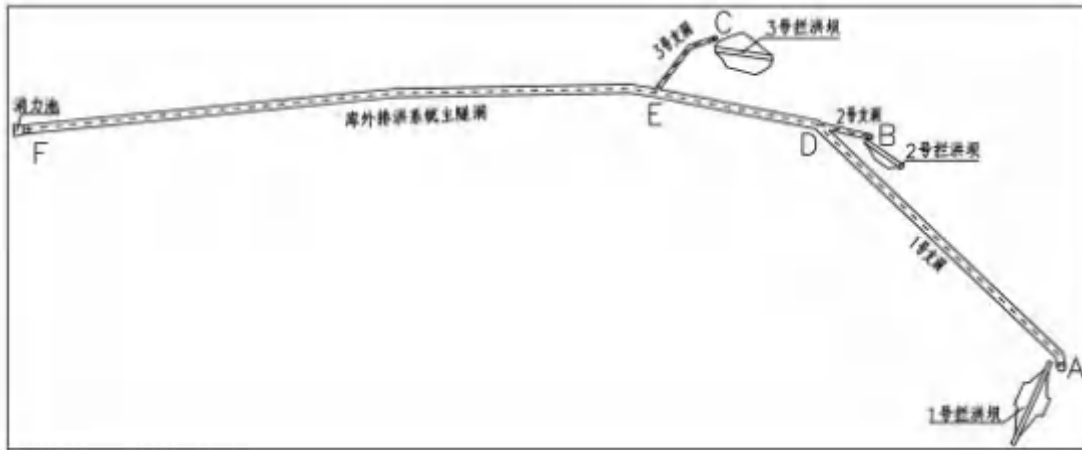


图 5.3-2 库外排洪系统平面布置简图

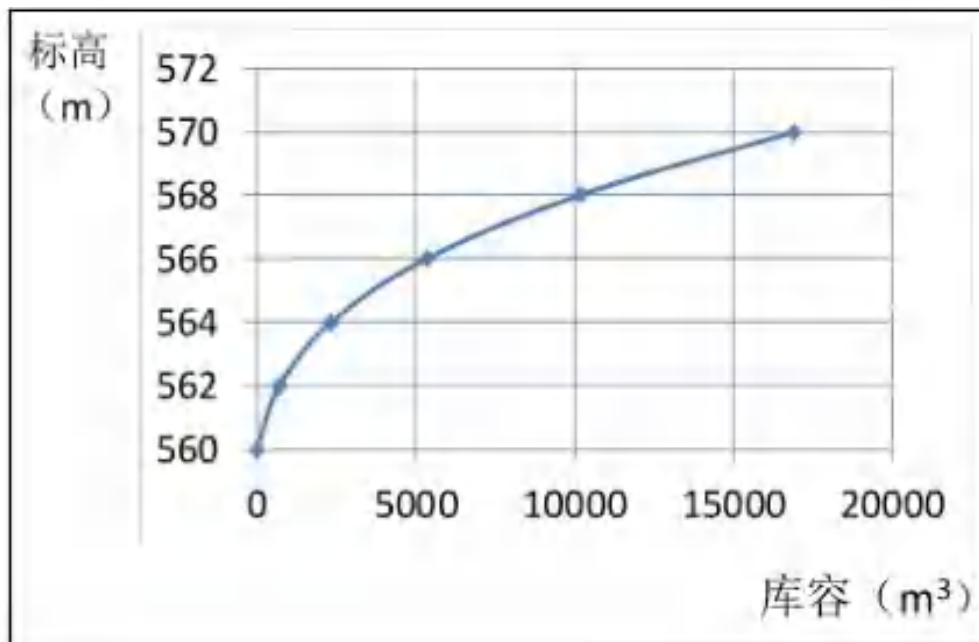


图 5.3-3 1 号坝调洪库容

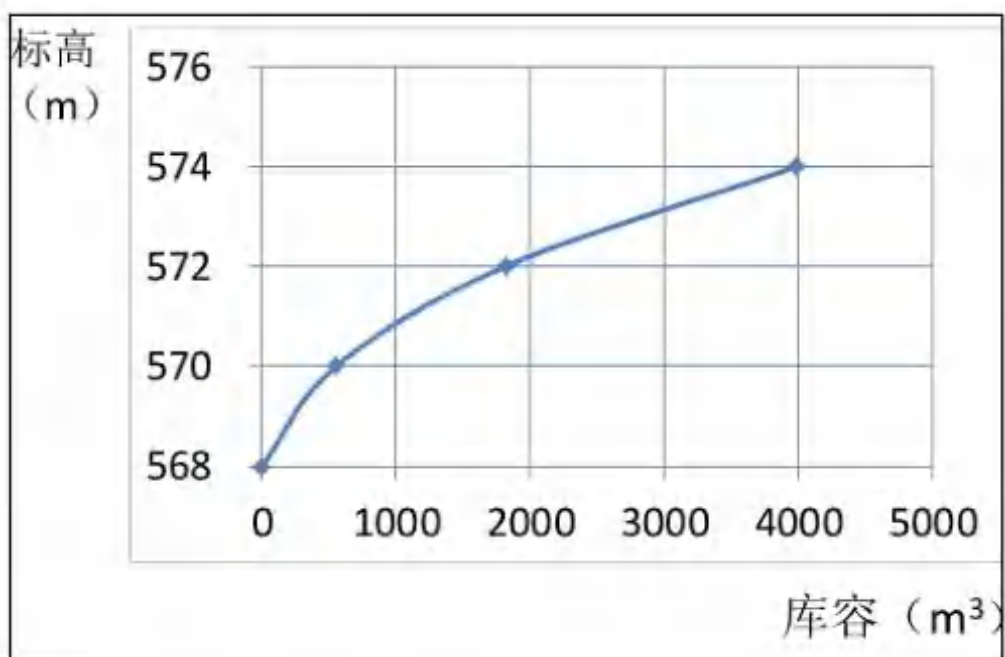


图 5.3-4 2 号坝调洪库容

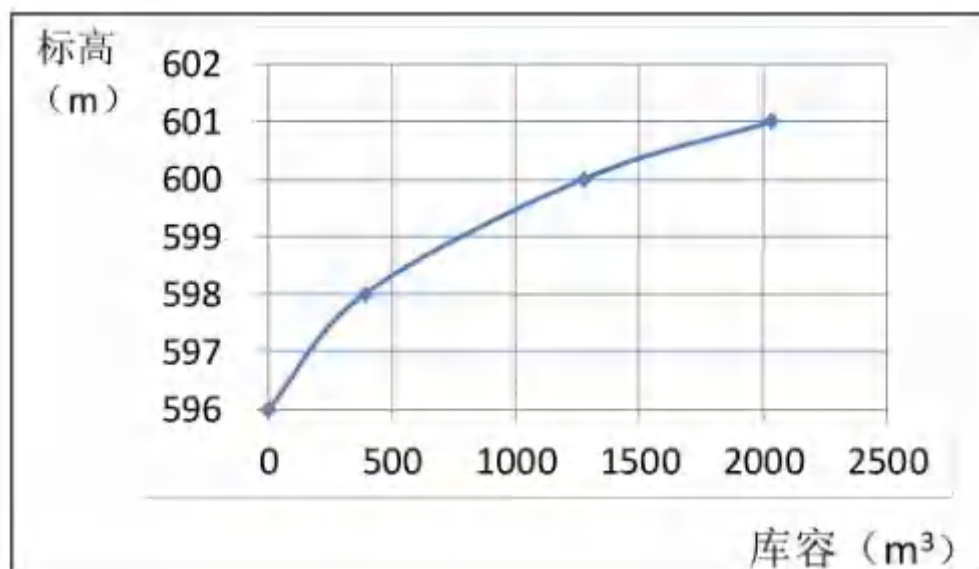


图 5.3-5 3 号坝调洪库容

表 5.3-7 调洪演算结果

拦洪坝顶标高 (m)		正常水位	洪峰流量 (m³/s)	最大下泄流量 (m³/s)	最高洪水水位 (m)	调洪库容 (m³)	安全超高 (m)
1#坝	+570	560	81.12	52.50	562.75	955.4	7.25
2#坝	+574	568	52.50	56.70	572.47	2354.6	1.53

拦洪坝顶标高 (m)		正常水位	洪峰流量 (m ³ /s)	最大下泄流量 (m ³ /s)	最高洪水水位 (m)	调洪库容 (m ³)	安全超高 (m)
3#坝	+601	596	56.70	13.08	599.68	1168.1	1.32

由表 5.3-7 可知,尾矿库库外排洪系统在 1000 年一遇洪水的情况下,竖井——各支洞的过流能力和坝体安全超高都满足要求。

(3) 库外主隧洞过流能力分析

库外主隧洞隧洞按明渠均匀流进行计算,无压均匀流计算公式如下:

$$Q = CA\sqrt{Ri} = \frac{A^{5/3}i^{1/2}}{n\chi^{2/3}} \quad (5.3-7)$$

其中: Q ——过流能力, m³/s;

A ——过水面积, m²;

i ——底坡坡度;

n ——糙率;

χ ——湿周, m。

隧洞的过流能力如表 5.3-8 所示:

表 5.3-8 库外隧洞过流能力计算表

衬砌型式	净断面尺寸 (m×m)	坡度	糙率	流速 (m/s)	泄流流量 (m ³ /s)	洪峰流量 (m ³ /s)
主隧洞 DE 段						
不支护	4.76×4.76	4.0%	0.033	8.03	162.40	109.20
喷浆、喷锚	4.30×4.30	4.0%	0.025	9.84	163.48	109.20
钢筋混凝土	3.90×3.90	4.0%	0.017	11.96	185.30	109.20
主隧洞 EF 段						
不支护	4.76×4.76	4.0%	0.033	8.23	183.20	122.28
喷浆、喷锚	4.30×4.30	4.0%	0.025	10.08	184.55	122.28
钢筋混凝土	3.90×3.90	4.0%	0.017	11.96	185.30	122.28

由表 5.3-8 可知,库外隧洞主洞 DE 段泄流能力大于 1 支洞和 2 支洞最大下泄流量之和,库外隧洞主洞 EF 段泄流能力大于 1 支洞、2 支洞和

3 支洞最大下泄流量之和。库外主隧洞过流能力满足 1000 年一遇的防洪要求。

(3) 拦洪坝坝顶超高

库尾拦洪坝为挡水坝，坝型为埋石混凝土重力坝，根据《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2018），重力坝超高值应大于波高、波浪中心线至水位的高差和安全超高值三者之和，按其推荐的方法进行计算。

拦洪坝的安全超高按《混凝土重力坝设计规范》4.2.1 计算：

$$\Delta h = h_{1\%} + h_z + h_c \quad (5.3-8)$$

式中： Δh —坝顶超高，m；

$h_{1\%}$ —累计频率为 1% 的波高，m；

h_c —安全加高值，m；

h_z —波浪中心线至水位的高差，m。

计算过程和结果如下：

① 累计频率为 1% 的波高 $h_{1\%}$

累计频率为 1% 的波高 $h_{1\%}$ 根据 $h_{2\%}$ 值，查《混凝土重力坝设计规范》G. 2. 2 表确定， $h_{2\%}$ 按下式计算。

$$\frac{gh_{2\%}}{W^2} = 0.00625W^{1/6} \left(\frac{gD}{W^2} \right)^{1/3} \quad (5.3-9)$$

式中： D —风区长度，m；

W —计算风速，m/s；

$h_{2\%}$ —累计频率为 2% 的波高，m。

② 波浪中心线至水位的高差 h_z

$$h_z = \frac{\pi h_{1\%}^2}{L_m} \operatorname{cth} \frac{2\pi H}{L_m} \quad (5.3-10)$$

式中： h_z —波浪中心线至水位的高差，m；

L_m —平均波长，按 $\frac{gL_m}{W^2} = 0.0386 \left(\frac{gD}{W^2} \right)^{1/2}$ 计算，m；

H —坝前水深，m。

③安全加高 h_c

根据《混凝土重力坝设计规范》4.2.1规定，安全超高见表 5.3-9 所示。

表 5.3-9 安全超高 h_c 值

坝的级别	1	2	3
正常蓄水位	0.7	0.5	0.4
校核洪水位	0.5	0.4	0.3

拦洪坝坝顶超高计算结果如表 5.3-10 所示。

表 5.3-10 拦洪坝坝顶超高计算结果统计表

坝体	基本风压 kN/m ²	基本风速 (m/s)	坝前水深 (m)	风区长 度 (m)	$h_{1\%}$ (m)	h_c (m)	h_z (m)	需超高 总计 (m)	调洪 超高 (m)
1号拦洪坝	0.35	23.29	10	40	0.84	0.30	0.19	1.33	1.74
2号拦洪坝	0.35	23.29	6	55	0.97	0.30	0.22	1.49	1.63
3号拦洪坝	0.35	23.29	5	50	0.93	0.30	0.21	1.44	2.06

计算结果表明：1号、2号和3号拦洪坝需要的超高均小于调洪超高，各拦洪坝的坝顶超高满足要求。

5.3.3 排洪系统与度汛安全检查表评价

将规范、规程中对尾矿库排洪系统安全的相关要求条款编制成安全检查表，逐条对照，对水洞尾矿库排洪系统进行检查分析，评价排洪系统的完好程度和可靠性。

表 5.3-11 排洪系统安全检查表分析评价

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
----	------	------	------	-----

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
1	尾矿库防洪标准安全检查应检查防洪标准与本标准规定的符合性。当防洪标准低于本标准规定时，应重新进行洪水计算和调洪演算，根据计算结果调整控制参数，必要时增设排洪设施。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 9.2.2 条	2025 年调洪演算报告及本报告尾矿库防洪标准按 1000 年一遇考虑，符合规程要求。	符合
2	尾矿库挡水坝应按坝型满足相应的水库坝设计规范要求，防洪标准不应低于本标准的规定。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 5.3.7 条	2025 年调洪演算报告及本报告拦洪坝防洪标准按 1000 年一遇考虑，符合规程要求。	符合
3	生产经营单位每年汛前应委托设计单位根据尾矿库实测地形图、水位和尾矿沉积滩面实际情况进行调洪演算。	《尾矿库安全规程》第 6.4.2 条	根据国家矿山安全监察局关于印发《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》的通知（矿安〔2022〕4 号）要求，水洞尾矿库每年委托设计单位进行了汛前调洪演算。2025 年 3 月长沙有色金属设计研究院有限公司出具的《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库 2025 年度调洪演算报告》，结论为尾矿库的最小安全超高和最小干滩长度都满足规范要求。	符合
4	排洪构筑物安全检查的主要内容应包括构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵，排水能力是否满足设计要求。	《尾矿库安全规程》第 9.2.5 条	根据《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》，排洪构筑物无变形、位移、损毁情况；根据现场复查情况，库内库外排洪系统的淤堵物已清理。	符合

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
5	排水井检查内容应包括内径、窗口尺寸及位置,井壁剥蚀、脱落、渗漏、最大裂缝开展宽度,井身倾斜度和变位,井、管联接部位,拱板放置、断裂、最大裂缝开展宽度,拱板之间以及拱板与井壁之间的防漏充填物、漏砂,进水口水面漂浮物,排水井拱板安装辅助设施设置情况。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.2.7 条	根据《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》,排水井混凝土抗压强度、钢筋配置及间距、钢筋保护层厚度、截面尺寸等满足设计要求和规范允许偏差。	符合
6	排水隧洞检查内容应包括断面尺寸,洞内塌方,衬砌破损、断裂、剥落、磨蚀、最大裂缝开展宽度,伸缩缝、止水及充填物,洞内渗漏尾砂,洞内淤堵及排水孔工况等,。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.2.9 条	根据《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》,排水隧洞混凝土衬砌、截面尺寸、岩石完整性、防渗等满足设计要求和规范允许偏差。	符合
7	排洪设施在终止使用时应及时进行封堵,封堵后应同时保证封堵段下游的永久性结构安全和封堵段上游尾矿堆积坝渗透稳定安全及相邻排水构筑物安全。排水井的封堵体不得设置在井顶、井身段。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 5.4.13 条	根据企业提供的资料,4号排水井已按设计要求进行封堵。	符合
8	不得用子坝挡水。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.3 条	尾矿坝未用子坝进行挡水。	符合
9	尾矿库内应设置清晰醒目的水位观测标尺。汛期应加强对排洪设施检查,确保排洪设施畅通。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.5 条	库内设置了水位标尺。汛期加强了对排洪设施的检查,有相关记录。	符合
10	洪水过后应对坝体和排洪设施进行全面检查,发现问题及时处理。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.7 条	洪水过后进行检查、清理、修复,有相关记录。	符合

在 10 个检查项目中，符合规程要求的 10 项，不符合 0 项，表明水洞尾矿库排洪系统和度汛安全状况良好。

5.3.4 小结

经上述尾矿库防洪安全计算结果表明：尾矿库库内库外排洪系统的排洪能力能满足规程规范要求，为保证尾矿库安全运行，评价组提出如下意见及建议：

(1) 严格按年度调洪演算要求控制库水位；

(2) 排水井拱板安装使用前逐一进行质量检查，按设计要求加盖符合质量要求的拱板，并严格按照设计要求密封排水井拱圈与井架，使连接部位稳固、无渗水；

(3) 排洪构筑物应按国家要求定期进行质量检测。

5.4 坝体单元评价

5.4.1 渗流分析

(1) 计算模型

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。

本次尾矿坝渗流分析，根据《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》（湖南省地质调查所，2025 年 3 月）提供的尾矿坝剖面，建立渗流分析计算模型。模型中对各种材料实施分层，包括人工填土、尾粉砂、尾粉土、尾粉质粘土、尾黏土、尾砾砂、尾粗砂、尾中砂、粉质粘土和中风化灰岩，各岩层渗透系数依据《2022 年工勘报告》见表 5.4-1。

表 5.4-1 渗透系数汇总表

地 层	渗透系数 K(cm/sec)
人工填土	/
尾粉砂	6.0E-4
尾粉土	7.8E-5
尾粉质粘土	7.8E-5
尾黏土	7.6E-7
尾砾砂	8.0E-3
尾粗砂	5.0E-3
尾中砂	2.0E-3
粉质粘土	1.0E-6
中风化灰岩	5.0E-6

(2) 渗流计算结果

现状下，水洞尾矿库正常工况下水位为+515.16m，洪水工况下的水位根据尾矿库调洪演算得出为+517.12m 标高。本次坝体现状工况下的浸润线根据企业提供的浸润线观测数据所得，见图 5.4-1；渗流分析计算采用软件 *slide* 对洪水工况下渗流场进行模拟，坝体洪水工况下渗流场模拟结果见图 5.4-2 所示。

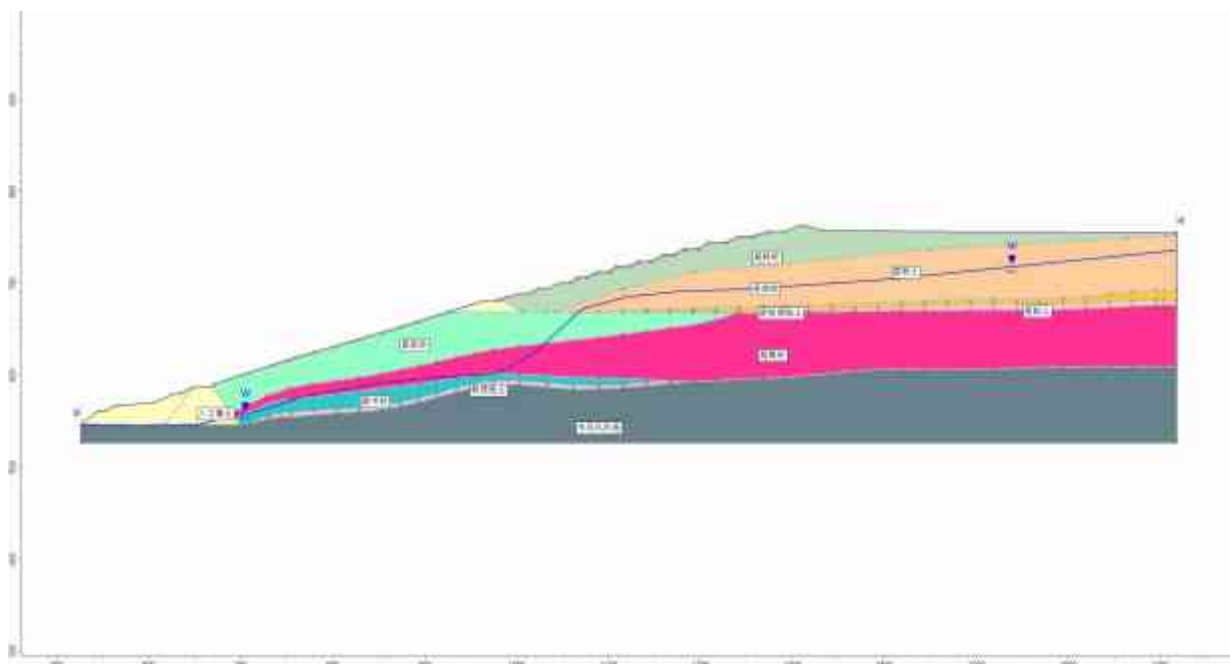


图 5.4-1 正常工况下浸润线埋深

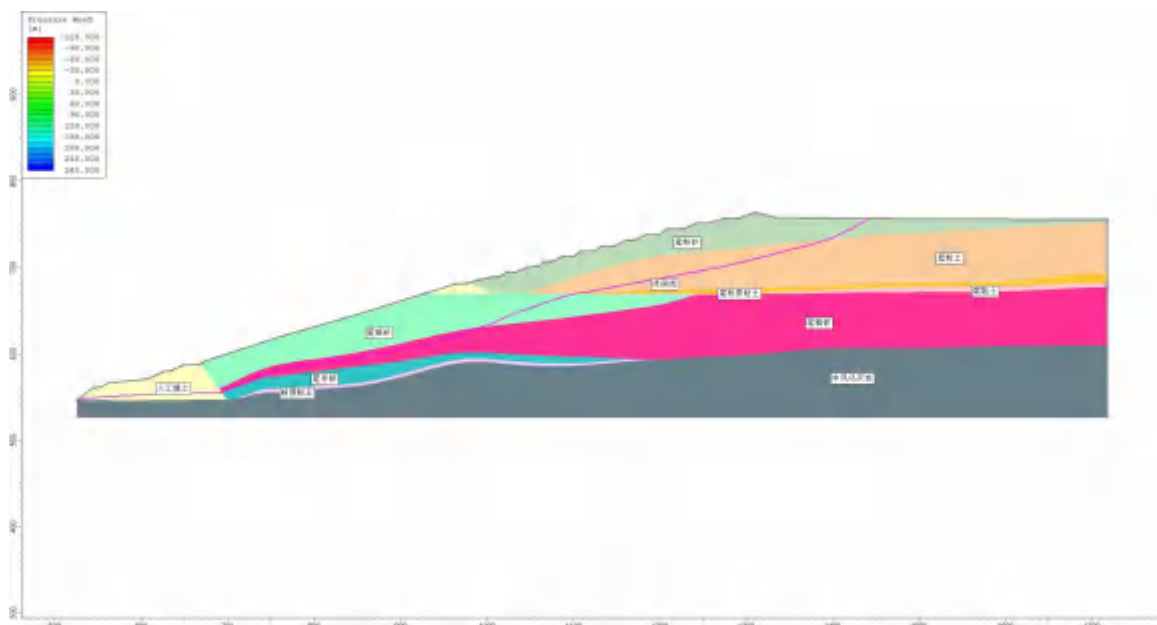


图 5.4-2 洪水工况下浸润线埋深

从渗流计算分析图可知，坝体浸润线埋深满足设计要求，浸润线在坝体内逐渐降至坝脚，不会从坝面上逸出，也不会产生管涌和流土等现象。

5.4.2 尾矿坝稳定性计算

(1) 基本原理与方法

极限平衡法是依靠一些假定使问题变得静定可解，这些假设包括：

1) 刚体条件, 即认为潜在滑体在受力和变形过程中总为不可压缩的刚体; 2) 极限强度条件, 即潜在滑体处于极限强度状态; 3) 力平衡条件, 考虑滑体安全储备后, 在各种力作用下处于平衡状态。

极限平衡法将问题简化为平面问题, 一般采用条分法进行, 同时又根据满足平衡条件的不同可分为非严格和严格条分法, 满足力平衡或力矩平衡条件之一的称为非严格条分法, 两者同时满足的则称为严格条分法。计算前, 给定一个滑动面, 用铅垂线将它剖分为若干铅直土条, 忽略土条本身的应力和应变关系, 建立刚体静力平衡条件。计算过程一般先假设边坡破坏形式是土体沿某一确定的滑裂面滑动, 再根据静力平衡条件和摩尔—库仑破坏准则计算安全系数大小, 然后系统地选取多个可能滑动面, 用同上方法计算各个稳定安全系数, 其中安全系数最小的滑动面就是最可能的滑动面。

瑞典圆弧法是条分法中最简单的方法。瑞典圆弧法是假定土体有一系列圆柱形破坏面, 按平面考虑即为圆弧面。圆弧内的土体绕圆心转动, 稳定性若能满足则表示坝坡稳定, 即土体绕圆心的抗滑力矩大于滑动力矩, 否则边坡丧失稳定。

$$F_s = \frac{\sum(\text{每一土条在滑裂面上的抗滑力矩})}{\sum(\text{每一土条在滑裂面上产生的滑动力矩})} \quad (5.4-1)$$

式中 F_s 表示稳定性系数。

瑞典圆弧法受力分析图如图 5.4-3 所示, P_i 及 P_{i+1} 是作用于土条两侧的条间力合力, 滑裂面 AB 上的平均抗剪强度为

$$\tau_f = c' + (\sigma - \mu) \tan \varphi' \quad (5.4-2)$$

式中 c' 为有效内聚力; φ' 为有效内摩擦角; μ 为孔隙压力。

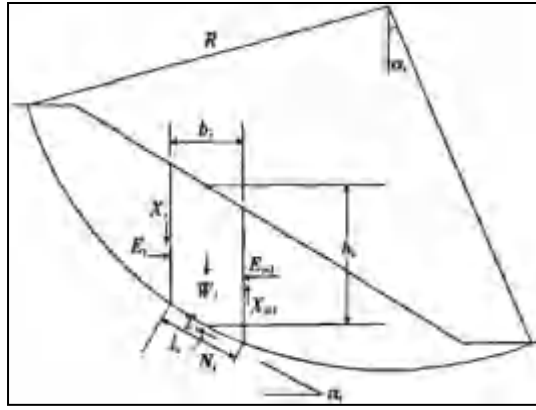


图 5.4-4 简化毕肖普法受力分析图

土底总法同力为

$$N_i = \left[W_i + (X_i - X_{i+1}) - \frac{c'_i l_i \sin \alpha_i}{F_s} + \frac{\mu_i l_i \tan \phi' \sin \alpha_i}{F_s} \right] \frac{1}{m_\alpha} \quad (5.4-7)$$

式中 $m_\alpha = \cos \alpha_i + \frac{\tan \phi' \sin \alpha_i}{F_s}$ 。

考虑各土条对滑裂面圆心的力矩之和应当为零，有

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_\alpha} \{ c'_i b_i + [W_i - \mu_i b_i + (X_i - X_{i+1})] \tan \phi'_i \}}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (5.4-8)$$

如果忽略条间作用力，则

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_\alpha} [c'_i b_i + (W_i - \mu_i b_i) \tan \phi'_i]}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (5.4-9)$$

(2) 抗滑稳定最小安全系数

根据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）和《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）的要求，三等尾矿库坝体抗滑稳定最小安全系数如表 5.4-2 所示。

表 5.4-2 三等尾矿库抗滑稳定最小安全系数

计算方法	正常工况	洪水工况	特殊工况
瑞典圆弧法	1.20	1.10	1.05

计算方法	正常工况	洪水工况	特殊工况
简化毕肖普法	1.30	1.20	1.15

根据《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 第 4.2.1 条的规定，地震区指地震动峰值水平加速度不小于 0.05g，相当于地震设防烈度 6 度及以上的地区。根据《中国地震动参数区划图》GB18306-2015 和《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）有关规定，水洞尾矿库场地内抗震设防烈度为 VI 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，故对坝体稳定性分析需考虑正常运行、洪水运行及特殊运行三种工况。

（3）稳定性计算

建立稳定性计算模型，利用 slide 软件，采用瑞典圆弧法和简化毕肖普法对坝体稳定性进行计算。

尾矿库各地层的工程特性指标根据企业提供的《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》（湖南省地质调查所，2025 年 3 月）取值，见表 5.4-3。

表 5.4-3 各地层的工程特性指标

岩土 指标	天然密度 ρ_0 (g/cm ³)	固结快剪	
		Φ_k (°)	C_k (KPa)
人工填土	2.20	38	0
尾粉砂	2.05	29.0	9.0
尾粉土	1.98	21.7	19.4
尾粉质粘土	1.86	15.0	16.5
尾黏土	1.81	12.5	14.5
尾砾砂	2.12	33.9	9.0
尾粗砂	2.09	33.1	8.2
尾中砂	2.07	29.3	8.6
粉质粘土	1.94	20.0	35.0
中风化灰岩	2.72	37.3	500

现状运行工况下，尾矿坝在正常工况、洪水工况下、特殊工况的稳定性计算结果如图 5.4-5~5.4.16，计算结果汇总表如表 5.4-4 所示。

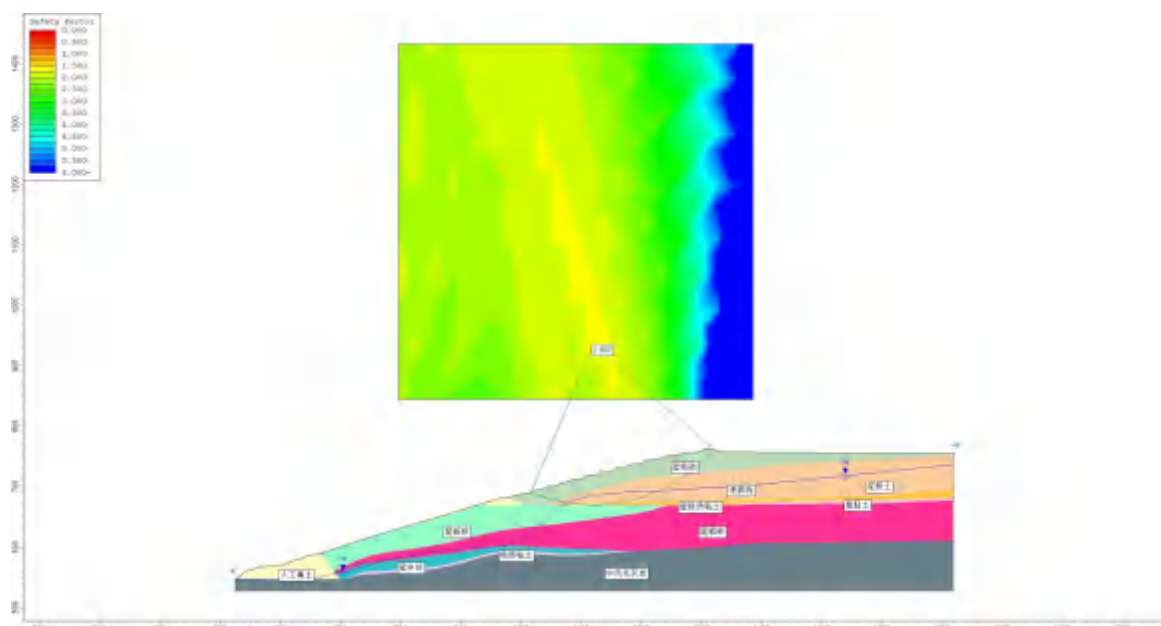


图 5.4-5 正常工况下坝体稳定性计算结果（瑞典圆弧法）

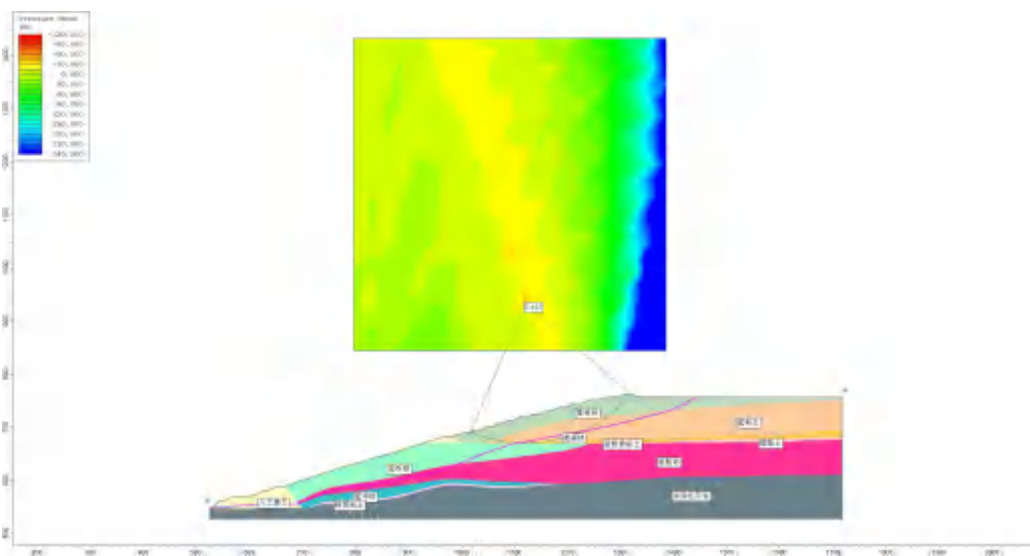


图 5.4-6 洪水工况下坝体稳定性计算结果（瑞典圆弧法）

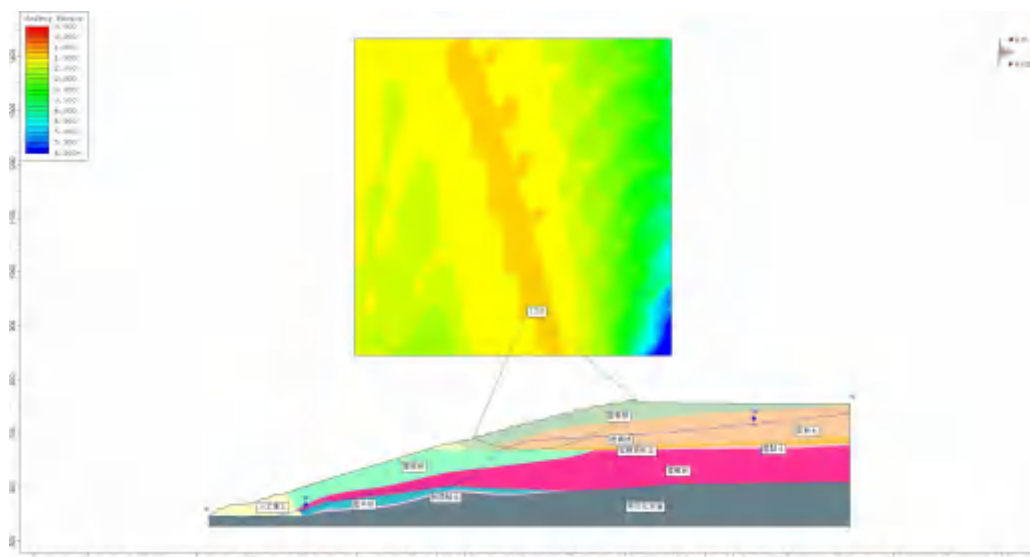


图 5.4-7 特殊工况下坝体稳定性计算结果（瑞典圆弧法）

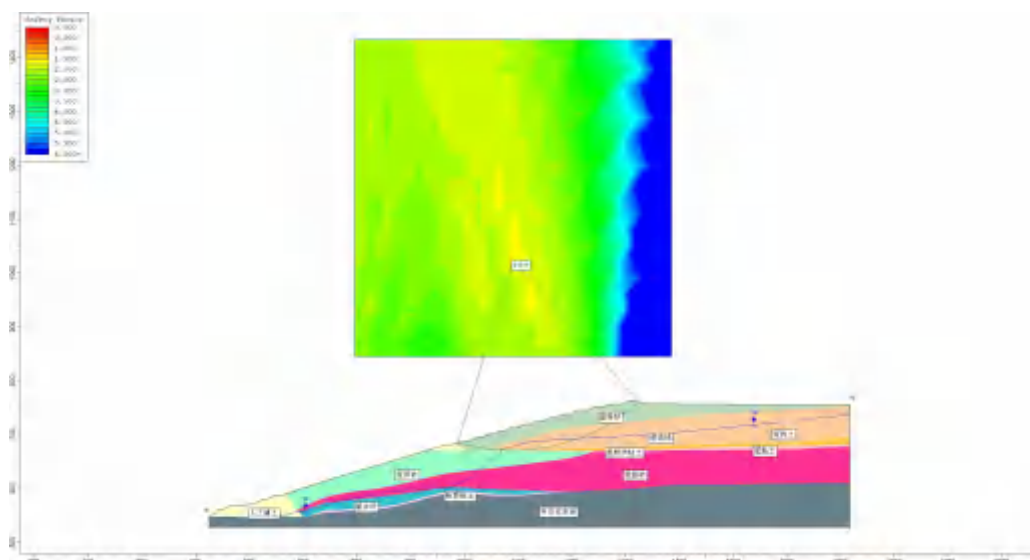


图 5.4-8 正常工况下坝体稳定性计算结果（简化毕肖普法）

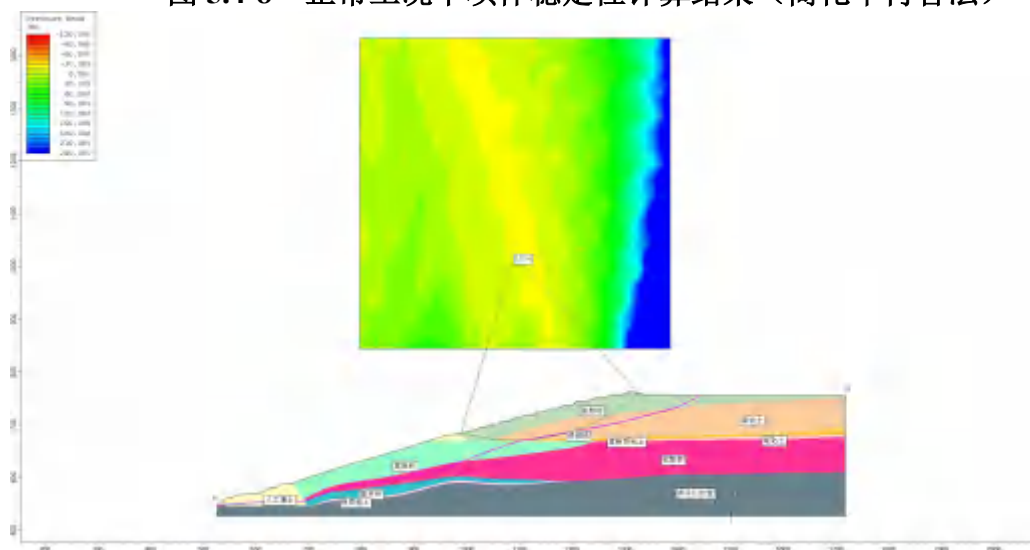


图 5.4-9 洪水工况下坝体稳定性计算结果（简化毕肖普法）

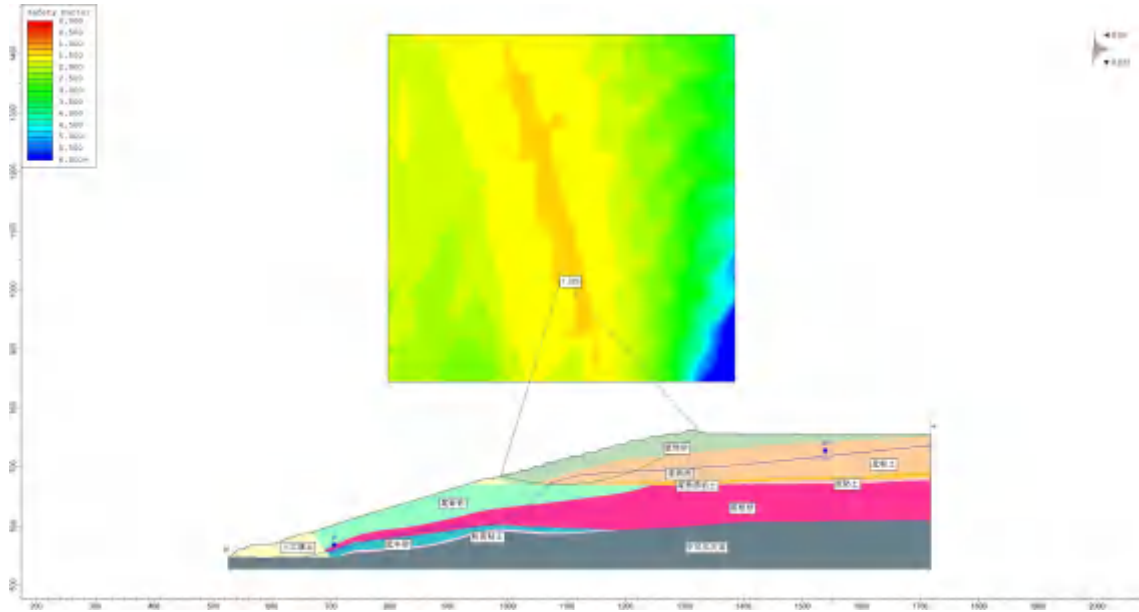


图 5.4-10 特殊工况下坝体稳定性计算结果（简化毕肖普法）

表 5.4-4 现状情况下尾矿坝稳定性计算结果

计算方法	运行状态	计算结果	规范要求
瑞典圆弧法	正常工况	1.497	1.20
	洪水工况	1.417	1.10
	特殊工况	1.231	1.05
简化毕肖普法	正常工况	1.611	1.30
	洪水工况	1.514	1.20
	特殊工况	1.329	1.15

计算分析结果表明：现状情况下，采用瑞典圆弧计算方法得出坝体在正常运行工况下的抗滑稳定最小安全系数为 1.497 大于规范要求的最小安全系数 1.20，洪水运行工况下的坝体抗滑稳定最小安全系数为 1.417 大于规范要求的最小安全系数 1.10，特殊运行工况下的坝体抗滑稳定最小安全系数 1.231 大于规范要求的最小安全系数 1.05；采用简化毕肖普计算方法得出主坝在正常运行工况下的抗滑稳定最小安全系数为 1.611 大于规范要求的最小安全系数 1.30；洪水运行工况下的坝体抗滑稳定最小安全系数为 1.514 大于规范要求的最小安全系数 1.20；特殊运行工况下的坝体抗滑稳定最小安全系数 1.329 大于规范要求的最小安全系数

1.15。现状正常工况、洪水工况及特殊工况下尾矿坝采用瑞典圆弧和简化毕肖普计算方法得出的抗滑稳定性计算结果均满足规范要求。

5.4.3 拦洪坝稳定性计算

尾矿库 1 号、2 号拦洪坝为浆砌石坝，根据《砌石坝设计规范》（SL25-2006）、《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）的规定，坝体的抗滑稳定与抗倾覆安全系数按表 5.4-5、表 5.4-6 确定。

表 5.4-5 抗滑稳定安全系数

荷载组合		岩石地基计算时			
		挡土墙级别			
		1	2	3	4、5
基本组合		1.10	1.08	1.08	1.05
特殊组合	I	1.05	1.03	1.03	1.00
	II	1.00			

注：特殊组合I适用于施工情况及校核洪水水位情况，特殊组合II适用于地震情况。

表 5.4-6 岩石地基挡土墙抗倾覆安全系数

荷载组合	挡土墙级别	
	1、2、3	4、5
基本组合	1.50	1.40
特殊组合	1.30	1.30

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 版）的规定：“设计裂度为 6 度时，可不进行抗震计算。”库区地震裂度为 6 度，稳定计算不考虑地震荷载。稳定分析时仅考虑基本组合工况，拦洪坝后洪水工况下的水位根据调洪演算得出。

抗滑稳定性安全系数公式为：

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H} \quad (\text{公式 5.4-1})$$

式中： K_c ——挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数；

f ——挡土墙基底面与地基之间的摩擦系数；

$\sum H$ ——作用在挡土墙上全部平行于基底面的荷载（kN）。

抗倾覆稳定安全系数公式为：

$$K_0 = \frac{\sum M_v}{\sum M_H} \quad (\text{公式 5.4-2})$$

式中： K_0 ——挡土墙抗倾覆稳定安全系数；

M_v ——对挡土墙基底前趾的抗倾覆力矩（kN·m）；

M_H ——对挡土墙基底前趾的倾覆力矩（kN·m）。

经计算，1号拦洪坝 $K_c = 2.01 > [K_c] = 1.05$ ；

$$K_0 = 2.34 > [K_0] = 1.50。$$

2号拦洪坝 $K_c = 1.71 > [K_c] = 1.05$ ；

$$K_0 = 2.26 > [K_0] = 1.50。$$

计算结果表明1号、2号拦洪坝的抗滑移、抗倾覆稳定系数均能满足规范要求。

3号拦洪坝为碾压均质土坝，坝高4.2m，为五级构筑物，3号拦洪坝稳定性计算结果见表5.4-7所示。

表 5.4-7 3号拦洪坝稳定性计算结果

计算方法	运行状态	计算结果	规范要求
瑞典圆弧法	正常工况	1.453	1.15
	洪水工况	1.365	1.05
	特殊工况	1.274	1.05
简化毕肖普法	正常工况	1.545	1.25
	洪水工况	1.466	1.15
	特殊工况	1.381	1.10

计算分析结果表明：现状正常工况、洪水工况及特殊工况下1号拦洪坝采用瑞典圆弧和简化毕肖普计算方法得出的抗滑稳定性计算结果

均满足规范要求。

5.4.4 坝体单元安全检查表评价

将《尾矿库安全规程》对尾矿库坝体安全的要求，采用安全检查表法，对水洞尾矿库坝体轮廓尺寸、变形、裂缝、滑坡、渗漏、坝面保护、尾矿排放与筑坝等坝体安全方面的内容进行定性评价。

表 5.4-8 坝体安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
1	坝体的平均外坡比或者堆积子坝的外坡比不得陡于设计坡比。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 5.2.9	设计 480m 标高以上堆积坝的平均外坡比为 1:4.0，每级子坝顶宽 2m，坝高 3m，外坡比 1:2、内坡比 1:1.5。实际堆积坝采用粗尾砂筑子坝，480m~519.30m 标高段子坝平均堆积边坡 1:4；每级子坝高 3m，内、外边坡分别为 1: 1.5、1: 2.0，顶宽 2m。	符合
2	经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数满足国家标准规定值。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 6.9.3	根据 5.4.2 计算分析结果，尾矿坝在正常工况、洪水工况、特殊工况下的坝体抗滑稳定安全系数均满足规程要求。根据 5.4.3 计算分析结果，1 号、2 号拦洪坝的抗滑、抗倾覆结果满足规程规范要求；3 号拦洪坝在正常工况、洪水工况、特殊工况下的坝体抗滑稳定安全系数均满足规程要求。	符合
3	坝体不得存在下列情形： 1.坝体出现严重的管涌、流土变形等现象；2.坝体出现贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象；3.坝体出现大面积纵向裂缝，且出现较大范围渗透水高位出逸或者大面积沼泽化。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 6.9.3	尾矿坝无管涌、流土变形、裂缝、坍塌及滑动等迹象。拦洪坝无变形、裂缝、及滑动等迹象。	符合

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
4	尾矿堆积坝上升速率不得大于设计堆积上升速率。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.9.2	尾矿堆积坝上升速率不大于设计堆积上升速率。	符合
5	浸润线埋深不得小于控制浸润线埋深。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第5.3.14	根据企业提供的监测数据表明，浸润线埋深大于控制浸润线埋深。	符合
6	堆积坝下游坡采用石料、土石料或土料等进行护坡，采用土石料或土料护坡的应在坡面植草或灌木类植物。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第5.3.20条；加高扩容设计	子坝坝面外表面采用30cm厚山皮土护坡并植草。	符合
7	下游坡与两岸山坡结合处应设置坝肩截水沟尾矿堆积坝的每级马道内侧或上游式尾矿筑坝的每级子坝下游坡脚处均应设置纵向排水沟，并应在坡面上设置人字沟或竖向排水沟。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第5.3.20条	堆积坝设置了坝肩坝坡排水沟。	符合
8	子坝及后期坝体堆筑前应进行岸坡处理，将树木、树根、草皮、坟墓及其他构筑物全部清除，清除杂物不得就地堆积，应运到库外。若遇有泉眼、水井、地道、溶洞或洞穴等，应按设计要求处理	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.3.2条	查阅子坝筑坝记录，记录中明确进行了岸坡处理。	符合
9	每期坝堆筑完毕，应进行质量检查。主要检查内容应包括坝轴线位置，坝体长度，坝体高度、坝顶宽度、内外坡比等剖面尺寸，坝顶及上游坝脚处滩面高程，库内水位，筑坝质量等。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.3.5条	查阅筑坝记录，记录中各项参数质量验收合格。	符合
10	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》（GB39496-2020）第6.3.11条	下游坡面无积水坑，无冲沟、裂缝、塌坑等现象。	符合

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
11	尾矿库运行过程中应根据设计要求进行排渗设施的施工，施工后对排渗效果进行检查。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.3.12条、设计资料	排渗设施按设计要求施工，有施工后对排渗效果进行检查的记录。	符合
12	矿浆排放不得冲刷初期坝或子坝，不得发生矿浆沿子坝上游坡脚流动冲刷坝体；排放口的间距、位置、开放的数量和时间等应按设计要求和作业计划进行操作，并做好放矿记录。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.3.3条、设计资料	矿浆排放未冲刷子坝坝脚，尾矿库按设计放矿，有放矿记录。	符合
13	应在坝前均匀、分散排放，维持滩面均匀上升，滩面不得出现侧坡、扇形坡或细粒尾矿大量集中沉积于某端或某侧；坝顶及沉积滩面应均匀平整，沉积滩长度及滩顶最低高程应满足防洪设计要求；尾矿滩面上不得有积水坑。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.3.4条	采用坝前放矿，滩面较均匀，滩面上无积水坑	符合

上表 13 项检查项目中，符合规程规范要求 13 项，不符合 0 项。坝体运行工况良好。

表 5.4-9 防震与抗震子单元安全检查表

序号	检查项目	检查结果	符合性
1	尾矿库原设计抗震标准低于现行标准时，必须进行加固处理	按地震烈度VI度设计，与当地设防标准相符。	符合
2	严格控制库水位，确保抗震设计要求的安全滩长满足地震条件下坝体稳定的要求	库水位控制符合抗震要求。	符合
3	地震后，必须对尾矿库进行巡查和检查，及时修复和加固破坏部分，确保运行安全	有保证措施。	符合

通过对尾矿库防震与抗震子单元安全检查的分析，完全符合规程规范要求。

5.4.5 小结

坝体稳定性计算结果表明，现状情况下尾矿坝、3号拦洪坝在正常

工况、洪水工况、特殊工况下采用瑞典圆弧和简化毕肖普计算方法得出的抗滑稳定安全系数均大于规范要求的最小安全系数；1号、2号拦洪坝的抗滑移、抗倾覆稳定系数均能满足规范要求。安全检查表分析表明，尾矿坝和拦洪坝整体安全状况良好。

为进一步加快尾矿固结，进一步提高坝体安全性，顺利安全堆筑至设计标高，提出以下建议：

- (1) 当排渗设施出现淤堵、失效等情况时，应及时疏通或增设排渗设施；
- (2) 优化放矿支管设置，避免细尾矿回流至坝前沉积；
- (3) 加强放矿管理，保证滩顶均匀上升。

5.5 监测设施

水洞尾矿库设置有人工监测和在线监测系统相结合的综合监测系统。在线监测系统主要包括浸润线、位移、沉降、降雨量、库水位及滩面监测；人工监测设施包括坝体位移、浸润线、库水位监测和干滩长度标尺等。

5.5.1 监测设施符合性检查

将规范、规程中有关监测设施的相关条款制作成安全检查表，针对尾矿库监测设施设置的实际情况，逐条进行检查对照，以评价监测设施的情况。

表 5.5-1 监测设施安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
1	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。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第5.5.1条	尾矿库设置人工监测设施和在线监测设施，新修建的人工位移安全监测与在线安全监测监测点接近。	符合

序号	检查项目	检查依据	检查结果	符合性
2	湿排尾矿库应监测库水位、滩顶标高、干滩长度、浸润线、坝体坡度和位移,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;四等及四等以上湿排尾矿库还应监测降雨量;三等及三等以上湿排尾矿库必要时还应监测孔隙水压力、渗透水量及其水质。二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、混浊度。一等~三等尾矿库还应监测堆积坝外坡比及库区地质滑坡体位移。	《尾矿设施设计规范》第3.4.3条、《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)第5.5.2条、《尾矿库安全监测技术规范》(AQ2030-2010)第4.4.1条、《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》(GB51108-2015)第3.4.1条	水洞尾矿库为三等库,库区设有库水位、干滩长度、浸润线、位移监测及降水量等监测。坝顶、排水井、隧洞出口及库内等重要部位设有视频监控,对重要部位进行有效监控。	符合
3	监测设施维护安全检查应检查监测设施是否定期检查和维护,监测设施的可靠性和完整性,人工监测设施与在线监测设施是否定期比对和较正。	《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)第9.6.3条	根据现场检查,在线监测设施运行正常,人工监测设施与在线监测设施结果定期进行比对。	符合
4	库水位监测点应设置在能代表库内平稳水位的位置,宜布置在库内排洪构筑物上。	《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》(GB51108-2015)第4.3.7	排水井附近设置有库水位监测设施。排水井井架上设置有水位标尺,可人工读取数据。	符合
5	降雨量监测,应根据尾矿库周边地形条件,在空旷处布置1个监测点。	《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》GB51108-2015,第4.3.9	降雨量监测设施设置在坝体左侧坝坡旁,位置空旷便于量测。	符合
6	尾矿库安全监测预警应由低级到高级分为蓝色预警、黄色预警、橙色预警、红色预警四个等级,设计单位应给出各监测项目的各级预警阈值。	《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)第5.5.4条	设计单位给出了各监测项目的4级预警阈值,在线监测系统根据设计单位给出的值设置了4级预警阈值。	符合

水洞尾矿库设计等别为三等库,建有在线监测系统和人工监测设施,浸润线监测设施、位移监测设施等齐全完整。

评价组建议:

(1) 新修建的人工安全监测与在线安全监测监测点应相同或接近，以便定期比对和校正。

(2) 企业应定期对监测系统进行安全检查、维护与校正，保证监测设施的有效性。

(3) 尾矿库在线监测系统出现故障时，应尽快排除，故障排除时间不得超过 7d，排除故障期间应保持无故障监测设备正常运行，并加强人工监测。

5.5.2 安全监测设施的有效性评价

(1) 人工位移监测数据

企业每月派人对接尾矿库位移观测进行人工监测，并提供监测报告，最近 3 次的监测数据见 5.5-2 所示。

表 5.5-2 尾矿库位移人工监测情况（节选，单位：m）

监测点号	2025年2月24日						2025年3月19日						2025年4月18日					
	本次位移 (mm)			本年累计位移 (mm)			本次位移 (mm)			本年累计位移 (mm)			本次位移 (mm)			本年累计位移 (mm)		
	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ
JC1	0.7	-1.1	0.3	-2.6	-0.9	0.1	-0.7	2.6	0.2	-3.3	1.7	0.3	-0.9	1.3	-0.4	-4.2	3.0	-0.1
JC2	-0.5	1.6	-1.2	-4.9	6.1	-1.5	0.7	-4.0	-0.4	-4.2	2.1	-1.9	-0.4	0.9	-0.3	-4.6	3.0	-2.2
JC3	0.5	-1.2	-0.6	-4.5	2.2	-0.5	-1.7	2.4	-0.5	-6.2	4.6	-1.0	0.5	-2.4	-1.0	-5.7	2.2	-2.0
JC4	1.8	3.1	-0.8	-0.6	1.8	-2.0	-2.8	2.3	-0.7	-3.4	4.1	-2.7	-0.9	-2.5	-1.1	-4.3	1.6	-3.8
JC5	-0.7	1.7	-1.3	-2.7	1.5	-1.8	1.0	-2.0	0.2	-1.7	-0.5	-1.6	1.3	-1.1	-1.3	-0.4	-1.6	-2.9
JC6	-1.5	0.5	-0.9	-7.4	0.6	-1.7	0.9	-0.7	-2.2	-6.5	-0.1	-3.9	-0.7	-0.8	-0.6	-7.2	-0.9	-4.5
JC7	-1.4	1.1	-2.2	-3.0	-3.3	-3.7	-0.2	0.5	-1.5	-3.2	-2.8	-5.2	1.2	-1.2	-0.5	-2.0	-4.0	-5.7
JC8	0.6	3.0	-3.1	0.1	0.7	-5.4	-1.8	-2.8	-1.6	-1.7	-2.1	-7.0	0.6	3.4	0.4	-1.1	1.3	-6.6
JC9	0.8	0.9	-1.7	11.7	3.0	-1.3	0.6	-1.3	-0.9	12.3	1.7	-2.2	-0.9	-0.6	-0.7	11.4	1.1	-2.9

监测点号	2025年2月24日						2025年3月19日						2025年4月18日					
	本次位移 (mm)			本年累计位移 (mm)			本次位移 (mm)			本年累计位移 (mm)			本次位移 (mm)			本年累计位移 (mm)		
	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ
JC10	-3.2	1.0	-2.0	-2.8	-5.8	-4.6	-1.4	-5.1	-1.1	-4.2	-10.9	-5.7	-1.6	1.3	-0.9	-5.8	-9.6	-6.6
JC11	1.0	-4.0	-1.4	2.9	-2.3	-4.3	-5.9	-0.3	-0.5	-3.0	-2.6	-4.8	0.7	3.0	-1.1	-2.3	0.4	-5.9

分析近期人工位移监测数据表明：

1) 人工监测数据的位移变化量较小，其中每月位移变化量在 0.2~5.9mm 之间，小于监测点的位移变化量的蓝色阈值 20mm。

2) 位移累积量基本稳定。

(2) 浸润线监测

近 3 个月的浸润线观测数据见表 5.5-3。

表 5.5-3 浸润线数据 (单位: m)

序号	监测孔编号	孔口标高 (米)	控制浸润线埋深 (米)	人工监测值 (米)			监测孔编号	孔口标高 (米)	控制浸润线埋深 (米)	在线监测值 (米)		
				2025/3/7	2025/4/4	2025/5/9				2025/3/7	2025/4/4	2025/5/9
1	/	/	/	/	/	/	JRX1-1	456.3	21 (剖二)	29.04	29.4	29.25

序号	监测孔编号	孔口标高(米)	控制浸润线埋深(米)	人工监测值(米)			监测孔编号	孔口标高(米)	控制浸润线埋深(米)	在线监测值(米)		
				2025/3/7	2025/4/4	2025/5/9				2025/3/7	2025/4/4	2025/5/9
2	/	/	/	/	/	/	JRX1-2	464.9	21(剖二)	31.64	31.61	31.01
3	/	/	/	/	/	/	JRX1-3	474.4	22(剖二)	35.07	35.07	35.07
4	人工 JRK-5	483.1	22	43.31	43.31	43.10	JRX1-4	480.5	22(剖二)	31.97	31.99	32.00
5	/	/	/	/	/	/	JRX1-5	488.8	23(剖二)	34.07	34.07	34.07
6	人工 JRK-6	501	23	42.21	42.10	42.11	JRX1-6	501	23(剖二)	44.01	43.89	41.34
7	人工 JRK-1	437.5	8	9.1	9.09	9.03	JRX2-1	436.5	8(剖一)	10.4	10.39	10.31
8	人工 JRK-2	447.2	14	18.27	18.22	18.4	JRX2-2	445.2	14(剖一)	19.09	19.28	19.17
9	人工 JRK-3	457.1	22	26.28	26.14	26.51	JRX2-3	454.6	22(剖一)	27.75	27.73	27.51
10	/	/	/	/	/	/	JRX2-4	463.2	23(剖一)	28.81	28.81	28.80
11	人工 JRK-4	471.3	24	28.40	28.24	28.17	JRX2-5	472.8	24(剖一)	31.71	31.72	31.72
12	/	/	/	/	/	/	JRX2-6	480.3	24(剖一)	36.59	36.59	36.58
13	/	/	/	/	/	/	JRX2-7	488.8	24(剖一)	35.5	35.42	35.65
14	人工 JRK-7	501	24	42.91	42.88	42.60	JRX2-8	501	24(剖一)	43.43	43.43	43.43
15	/	/	/				JRX3-1	489	23(剖三)	33.65	33.65	33.65
16	人工 JRK-8	501	23	42.77	42.77	42.33	JRX3-2	501	23(剖三)	44.53	44.52	44.53
17	人工 JRK9-1	510	24	44.23	44.07	43.55	JRX1-7 深	510	24(剖二)	45.17	45.35	45.47
18	人工 JRK9-2	510	24	25.31	25.23	25.26	JRX1-7 浅	510	24(剖二)	25.27	25.25	25.27
19	人工 JRK10-1	510	24	44.82	45.75	45.57	JRX2-9 深	510	24(剖一)	45.73	45.75	45.78
20	人工 JRK10-2	510	24	25.51	25.40	25.51	JRX2-9 浅	510	24(剖一)	26.25	26.25	26.25
21	人工 JRK11-1	510	24	45.54	45.42	45.41	JRX3-3 深	510	24(剖三)	46.0	46.0	46.00
22	人工 JRK11-2	510	24	26.61	26.48	26.17	JRX3-3 浅	510	24(剖三)	25.52	25.35	25.42

注：JRX1-7 浅、JRX2-9 浅及 JRX3-3 浅 3 个观测孔最底端位于白钨尾矿层上，JRX1-7 深、JRX2-9 深及 JRX3-3 深 3 个观测孔最底端位于黑钨尾矿层上。

分析近期浸润线监测数据表明：

- 1) 各浸润线测点浸润线埋深较稳定，未出现大的波动；
- 2) 浸润线埋深均符合设计控制浸润线埋深；
- 3) 人工浸润线和在线浸润线的值相差不大。

5.5.3 小结

分析近期浸润线、位移监测数据表明：浸润线埋深、位移变化基本稳定，未出现大的波动。

为了更好的对水洞尾矿库进行监测，及时、准确地掌握其运行情况，针对尾矿库监测提出以下建议：

(1) 企业应定期对监测系统进行安全检查、维护与校正，保证监测设施的有效性；

(2) 尾矿库在线监测系统出现故障时，应尽快排除，故障排除时间不得超过 7d，排除故障期间应保持无故障监测设备正常运行，并加强人工监测。

5.6 辅助设施单元评价

本节主要针对尾矿库管理房、库区通信、安全标志、应急救援器材等其他方面进行符合性评价。安全检查表主要依据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）等编制。评价内容详见表 5.6-1。

表 5.6-1 辅助安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	符合性
1	尾矿库的辅助设施应根据筑坝工程量、排水构筑物型式和操作要求，以及库区与厂区的距离等因素配备筑坝机械、工作船、工程车、交通	《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）第 3.5.1 条	尾矿库设有应急物资房，房内有相应应急物资。	符合

序号	检查内容	检查依据	检查结果	符合性
	道路、值班室、应急器材库、通信和照明等设施。必要时可设置宿舍和库区简易气象水文观测点。			
2	尾矿库值班室和宿舍宜避开坝体下游。	《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）第3.5.2条	值班室位于尾矿库坝体左侧山顶上。	符合
3	尾矿库应设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，应急道路应满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求，应避开产生安全事故可能影响区域且不应设置在尾矿坝外坡上。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.1.10条	尾矿库设置了库区应急道路，应急道路能通往坝顶、排洪系统附近。	符合
4	生产经营单位应在尾矿库库区设置明显的安全警示标识。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.1.7条	尾矿库初期坝顶、堆积坝顶、尾矿库进库道路前均设置了安全警示标识。	符合

由以上安全检查表可见，本单元共设检查内容4项，检查结果均符合规程规范要求。

5.7 安全生产管理单元评价

5.7.1 安全管理评价单元

安全管理是所有企业安全生产的重要环节，正在运行的尾矿库更是如此，完善的安全管理可以将事故发生概率降至最低，将事故损失降至最少。

本次评价采用安全检查法对湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库的安全管理进行分析评价，安全管理单元安全检查表见表5.7-1。

表 5.7-1 安全管理单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	符合性
----	------	------	------	-----

序号	检查内容	检查依据	检查情况	符合性
1	生产经营单位应当建立相应的安全管理机构或者配备相应的安全管理人员、专业技术人员。	《尾矿库安全监督管理规定》第六条、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	公司成立了尾矿库安全管理领导小组和尾矿库安全技术管理机构，配备了专职安全管理人员和专业技术人员。	符合
2	生产经营单位主要负责人和安全管理机构应当依照有关规定经培训考核合格并取得安全资格证书。		主要负责人及安全生产管理人员经培训考试合格，并取得安全资格证书，资格证书见附件	符合
3	直接从事尾矿库放矿、筑坝、巡坝、排洪和排渗设施操作的作业人员必须取得特种作业操作证书，方可上岗作业。		尾矿库 8 名特种作业人员均持特种作业证上岗，特种作业证书见附件	符合
4	四等库应当不少于 3 名专职安全生产管理人员。	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，2022.2.8）	水洞尾矿库配备了 4 名专职管理人员，人员证书均在有效期内，证书见附件	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业技术人员，其中四等尾矿库专业技术人员应当不少于 2 人。		水洞尾矿库配备了 2 名专业技术人员。	符合
6	建立健全主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制；	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	企业建立了健全的主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、相关职能部门、岗位安全生产责任制以及考核制度。	符合
7	制定安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患整改制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度等规章制度。		企业建了健全的安全管理制度。	符合
8	制定作业安全规程和各工种操作规程。		企业建了健全的尾矿库安全操作规程。	符合

序号	检查内容	检查依据	检查情况	符合性
9	安全投入：安全投入符合安全生产要求，依照国家有关规定足额提取安全生产费用。尾矿库运行按当月入库尾矿量计提企业安全生产费用，其中三等及三等以上尾矿库每吨4元，四等及五等尾矿库每吨5元。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条、《企业安全生产费用提取和使用管理办法》第十一条	尾矿库按当月入库尾矿量每吨4元计提企业安全生产费用。	符合
10	制定事故应急救援预案，建立事故应急救援组织，配备必要的应急救援器材、设备；生产规模较小可以不建立事故应急救援组织的，应当指定兼职的应急救援人员，并与邻近的矿山救护队或者其他应急救援组织签订救护协议。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	2023年4月，企业编制了《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司生产安全事故应急预案》（含尾矿库事故专项应急预案）。企业与宜章县矿山应急救援队签订矿山（非煤矿）应急救援服务协议，本次合同有效期至2024年5月28日至2025年5月27日（已于2025年4月10日续签，有效期至2025年5月28日至2026年5月27日）。	符合
11	生产经营单位应当及时向有关部门或者单位报告应急预案的修订情况，并按照有关应急预案报备程序重新备案。	《生产安全事故应急预案管理办法》第三十一条	2023年4月，企业编制的《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司生产安全事故应急预案》（含尾矿库事故专项应急预案）在郴州市应急管理局进行了备案，备案编号：4310-2023-0053。	符合
12	依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	企业为员工购买了工伤保险，为水洞尾矿库购买了安全生产责任险。	符合
13	制定防治职业危害的具体措施，并为从业人员配备符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	企业为员工配备了符合标准的劳动防护用品，有劳保用品领用表。	符合

序号	检查内容	检查依据	检查情况	符合性
14	“头顶库”企业每年要对“头顶库”进行一次安全风险评估。	应急管理部、国家发展改革委等八部委印发的《防范化解尾矿库安全风险工作方案》（应急〔2020〕15号）第条；《湖南省防范化解尾矿库安全风险工作实施方案》湘应急联〔2020〕11号文件	水洞尾矿库为“头顶库”，每年进行了一次安全风险评估。2025年4月，湖南铭生安全科技有限责任公司编制了《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库2025年度安全风险评估报告》。	符合
15	尾矿库工程档案应按工程建设、生产运行、回采和闭库等阶段分别进行档案管理。	《尾矿库安全规程》第12.2条	该尾矿库有工程建设档案，其中包含工程勘察档案、三同时档案等，档案中包括图纸、文件、资料等。	符合
16	尾矿库生产运行档案包括年度计划、生产记录、安全检查记录及处理、事故及处理等。	《尾矿库安全规程》第12.3条	有尾矿库年度排放作业计划，人工及在线监测记录，交接班记录本、安全风险分级管控本、尾矿库看守人员日常检查记录表，现场检查和隐患治理档案等。	符合

以上安全检查表评价可知，水洞尾矿库安全管理较好，建议企业及时修订各类安全管理制度等文件。

5.7.2 小结

湖南瑶岗仙矿业有限责任公司设立了尾矿库安全生产管理机构，建立了较为完善的安全管理制度，在后期的尾矿库生产运行中，应认真做好防洪、堆坝、坝肩清理和巡坝检查记录，进行尾矿库应急救援预案的演练，确保尾矿库安全生产运行。

6 下个评价周期期间的防洪能力和坝体稳定性安全

根据企业提供的尾矿排放作业计划等有关资料，按照现状滩面上升规律，下个评价周期滩顶标高将抬升至+530.0m，防洪高度按设计要求取 2.8m，库水位抬升至+527.2m 标高。

6.1 防洪安全

水洞尾矿库滩顶标高抬升至+530.0m 标高时，总坝高 118m，全库容 996 万 m³，有效库容约 897 万 m³，为三等库，防洪标准仍按 1000 年一遇进行设防，洪水计算结果如表 5.3-4 所示。

沉积滩面坡度参照现状，0~100m 沉积滩坡度为 1.1%，100~200m 沉积滩坡度为 0.88%，200~400m 沉积滩坡度为 0.465%，尾矿库库水位标高+527.2m，对尾矿库平面图进行量算，得出各高程时尾矿库调洪库容见表 6.1-1 所示，调洪演算如表 6.1-2 所示。

表 6.1-1 尾矿库调洪库容

高程 (m)	面积 (m ²)	平均面积 (m ²)	高差 (m)	库容 (m ³)	累积库容 (m ³)
+527.2	149135.76	0.00	0.00	0.00	0.00
+528.0	200378.81	174757.28	0.80	139805.83	139805.83
+529.0	261469.00	230923.91	1.00	230923.91	370729.73
+530.0	318847.75	290158.38	1.00	290158.38	660888.11

表 6.1-2 调洪演算结果

滩顶 标高 (m)	死水位 (m)	洪峰 流量 (m ³ /s)	最大下 泄流量 (m ³ /s)	最高洪 水位 (m)	调洪 库容 (m ³)	安全 超高 (m)	最小 干滩 长度(m)
+530.0	+527.2	81.12	52.26	+528.8	324774.3	1.20	111.4

调洪演算结果表明：在 1000 年一遇洪水时，尾矿库各坝体安全超高、最小干滩长度均满足规程规范最小安全超高 0.7m，最小干滩长度

70m 的要求。

6.2 尾矿坝渗流计算

根据《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》（湖南省地质调查所，2025年3月）提供的各坝体剖面图及设计报告，建立下个评价周期期满时的渗流分析计算模型，采用软件 *slide* 对洪水工况下渗流场进行模拟。正常工况下水位取+527.2m，洪水工况下水位经调洪演算，其结果为+528.8m。渗流场模拟结果见图 6.2-1~6.2-2 所示，模拟出的浸润线满足设计控制浸润线的要求。

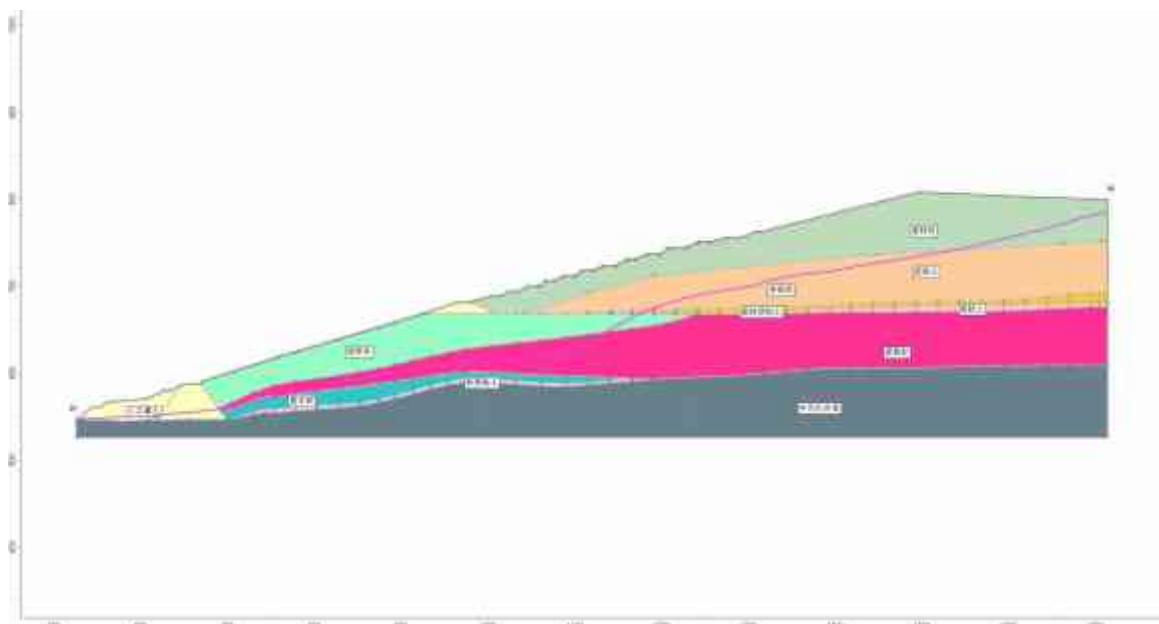


图 6.2-1 正常工况下浸润线

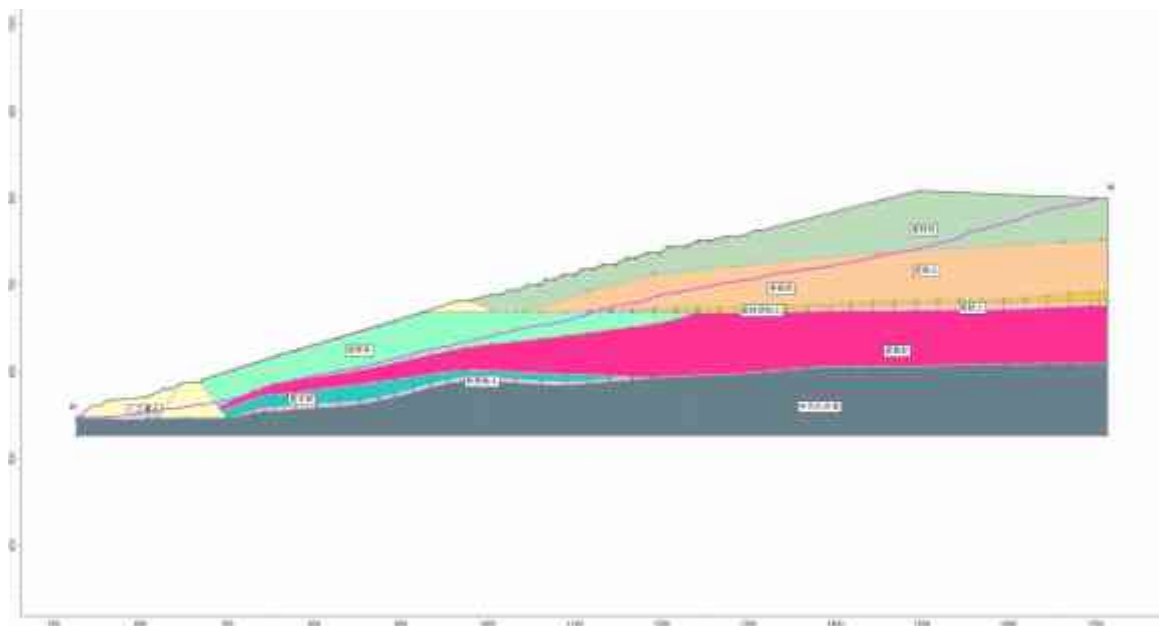


图 6.2-2 洪水工况下浸润线

6.3 尾矿坝稳定性

根据渗流计算结果，利用 slide 软件采用瑞典圆弧、简化毕肖普计算方法分别对正常工况、洪水工况及特殊工况下的坝体稳定性进行计算，计算结果如图 6.3-1~6.3-6 所示，计算结果汇总表如表 6.3-1。

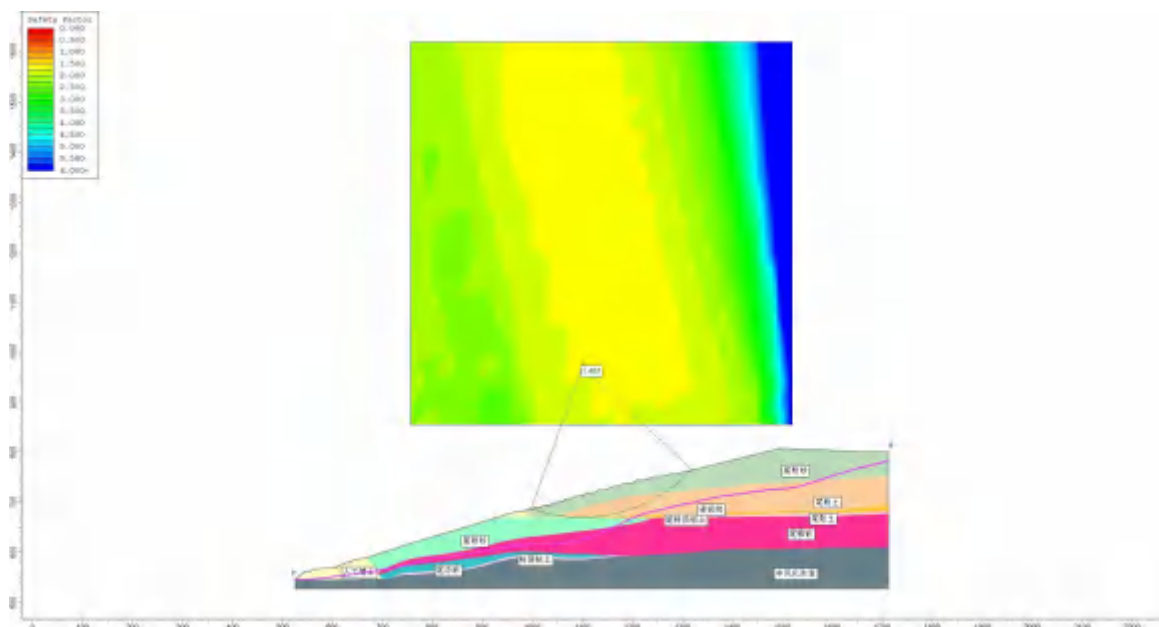


图 6.3-1 正常工况下坝体稳定性计算结果（瑞典圆弧法）

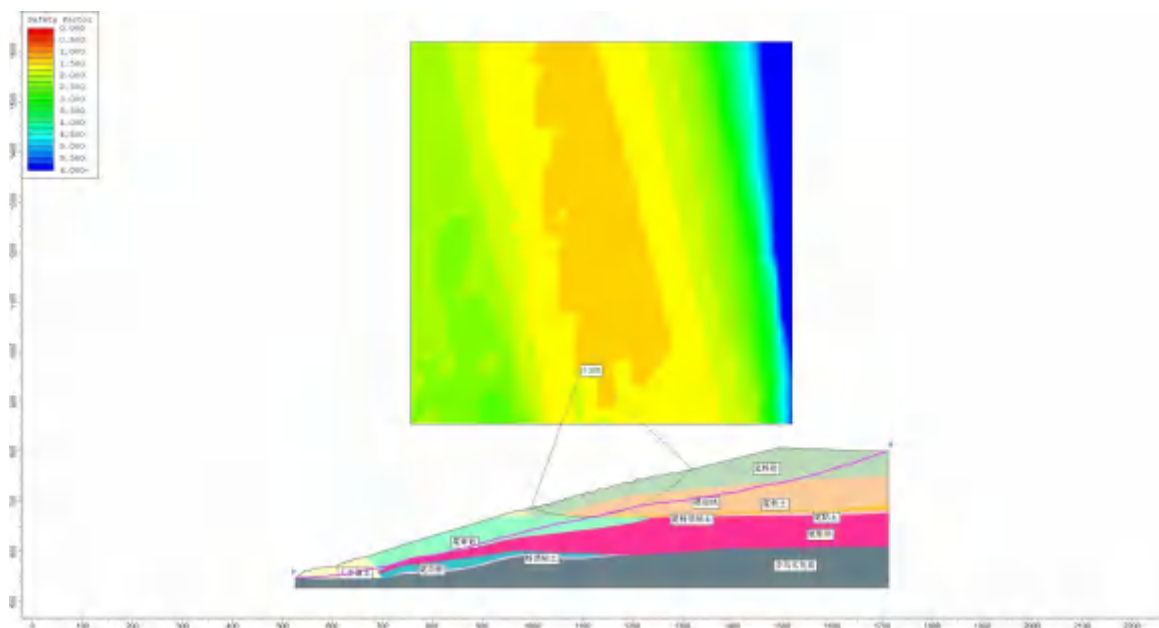


图 6.3-2 洪水工况下坝体稳定性计算结果（瑞典圆弧法）

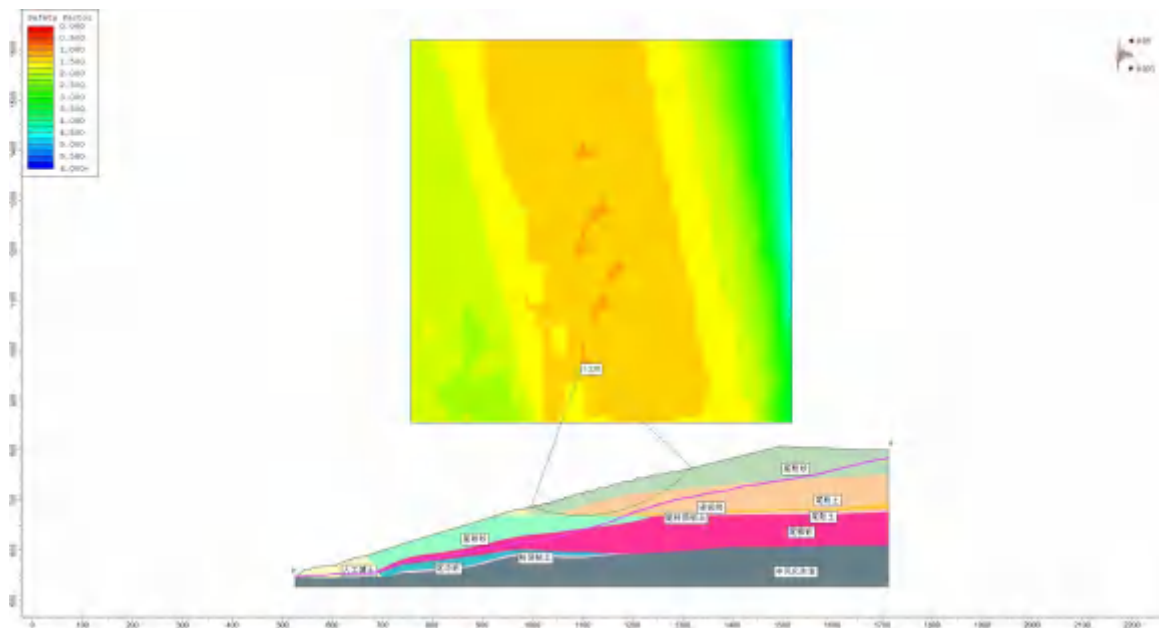


图 6.3-3 特殊工况下坝体稳定性计算结果（瑞典圆弧法）

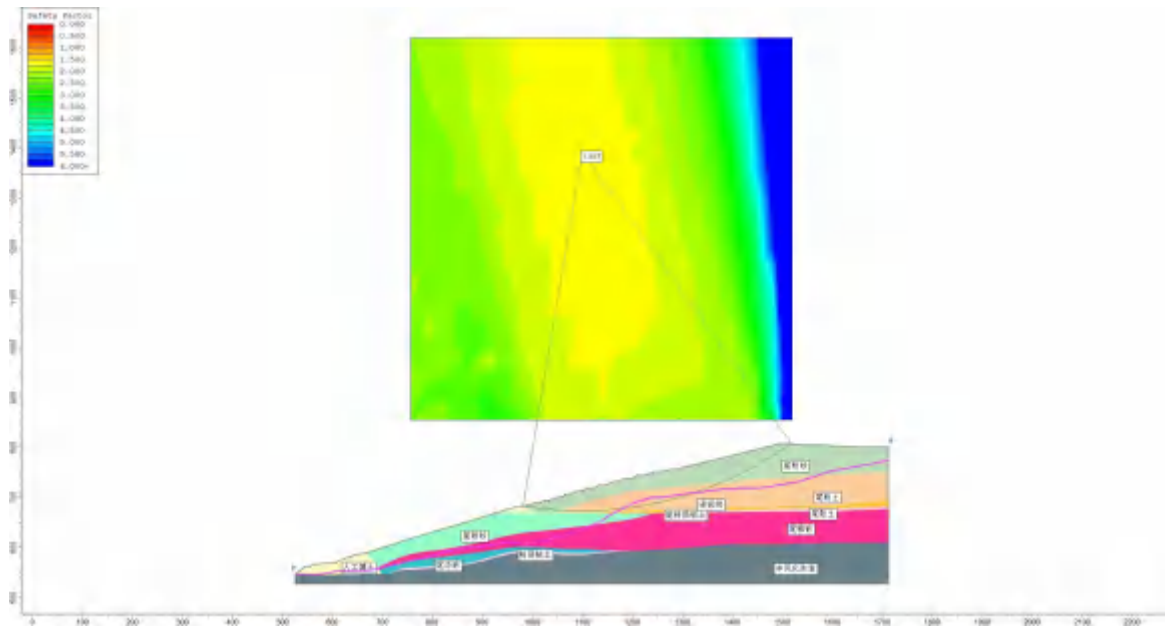


图 6.3-4 正常工况下坝体稳定性计算结果（简化毕肖普法）

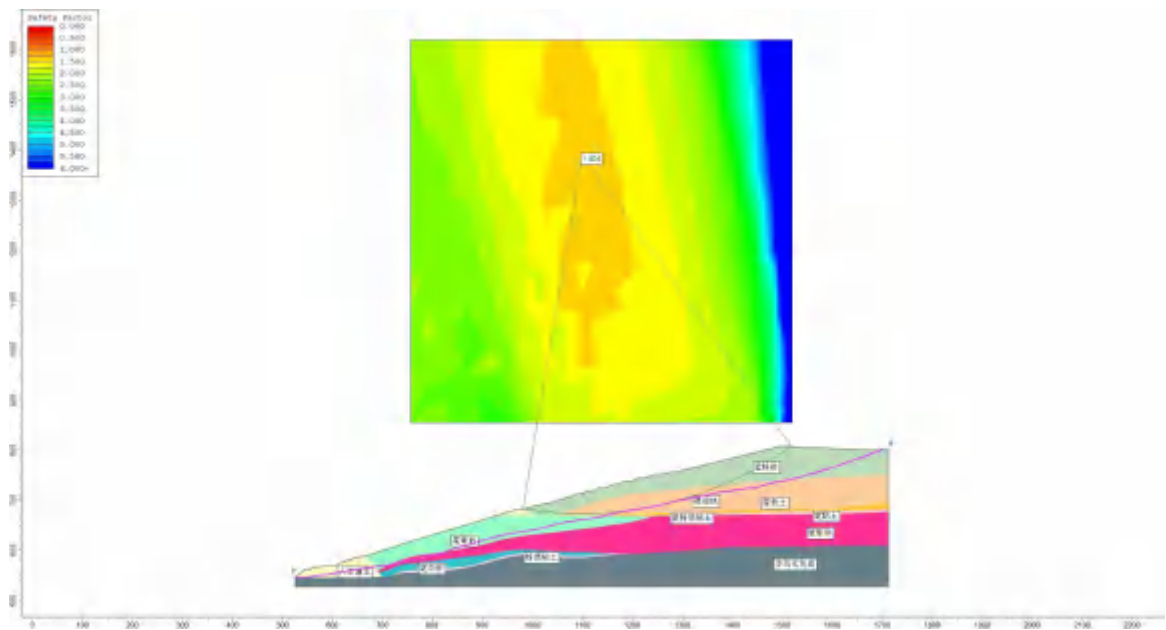


图 6.3-5 洪水工况下坝体稳定性计算结果（简化毕肖普法）

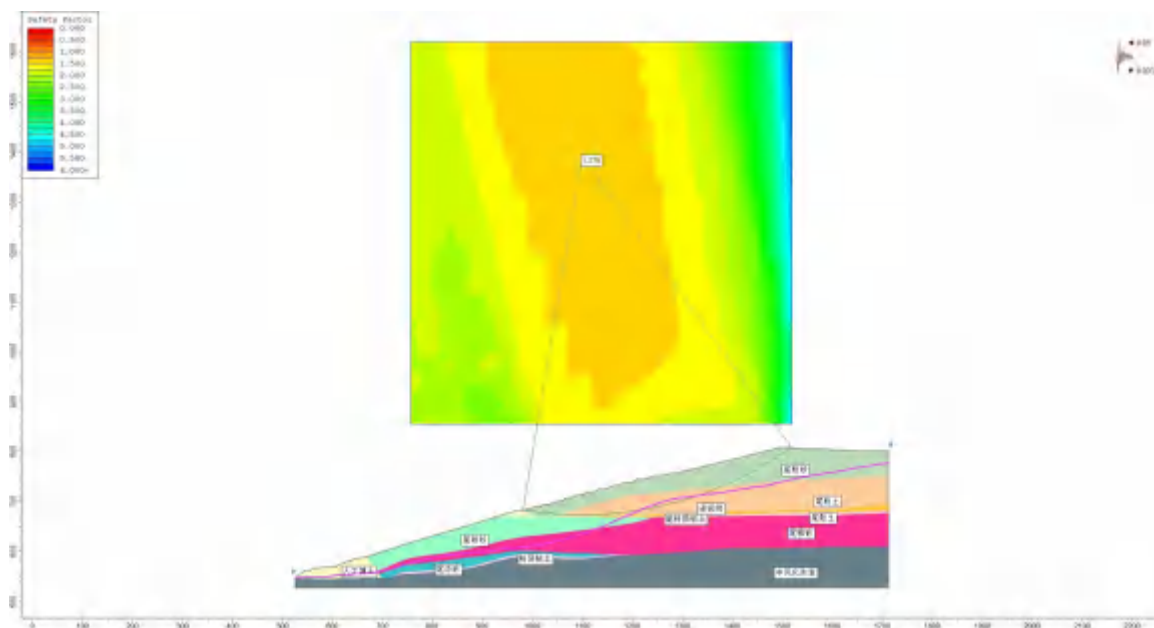


图 6.3-6 特殊工况下坝体稳定性计算结果（简化毕肖普法）

表 6.3-1 坝体稳定性计算结果

计算方法	运行状态	计算结果	规范要求
瑞典圆弧法	正常工况	1.487	1.20
	洪水工况	1.355	1.10
	特殊工况	1.226	1.05
简化毕肖普法	正常工况	1.557	1.30
	洪水工况	1.404	1.20
	特殊工况	1.278	1.15

计算分析结果表明：下个评价周期坝体在正常运行、洪水运行及特殊工况下采用瑞典圆弧法和简化毕肖普法计算方法得出的抗滑稳定性计算结果均满足规范要求。

7 尾矿库安全状况

根据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》的通知（矿安〔2022〕88号，2022年7月8日）和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，2024.4.23），对湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库进行重大事故隐患检查，检查结果如下表 7-1 所示：

表 7-1 重大事故隐患检查表

序号	检查内容	检查情况	检查结果
1	库区或者尾矿坝上存在未按设计进行开采、挖掘、爆破等危及尾矿库安全的活动。	库区及尾矿坝上无违法开采、挖掘、爆破等活动。	不存在重大事故隐患
2	坝体存在下列情形之一的：1. 坝体出现严重的管涌、流土变形等现象；2. 坝体出现贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象；3. 坝体出现大面积纵向裂缝，且出现较大范围渗透水高位出逸或者大面积沼泽化。	现状坝体未发现管涌、流土变形、贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象、大面积纵向裂缝、大范围渗透水高位出逸、大面积沼泽化等迹象。	不存在重大事故隐患
3	坝体的平均外坡比或者堆积子坝的外坡比陡于设计坡比。	设计堆积坝+480.0m 标高以上平均坡比 1:4，实际堆积坝+480.0m 标高以上平均坡比 1:4。设计+480.0m 标高以上每级子坝高 3.0m，顶宽 2.0m，子坝内外坡比 1:1.5、1:2.0，实际每级子坝高 3.0m，顶宽 2.0m，子坝内外坡比 1:1.5、1:2.0。	不存在重大事故隐患
4	坝体高度超过设计总坝高，或者尾矿库超过设计库容贮存尾矿。	水洞尾矿库设计最终堆积标高+530.0m，最大坝高为 118.0m，总库容约 996.0×10 ⁴ m ³ ，目前，堆积坝顶标高约+519.3m，最大坝高 107.3m。	不存在重大事故隐患
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。	尾矿堆积坝上升速率不大于设计堆积上升速率。	不存在重大事故隐患

序号	检查内容	检查情况	检查结果
6	采用尾矿堆坝的尾矿库，未按《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.1.9条规定对尾矿坝做全面的安全性复核	2022年6月，长沙有色冶金设计研究院有限公司对水洞尾矿库进行了中期稳定性复核，出具了《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库中期稳定性复核报告》。	不存在重大事故隐患
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。	根据企业提供观测数据，实测浸润线埋深大于控制浸润线埋深。	不存在重大事故隐患
8	汛前未按国家有关规定对尾矿库进行调洪演算，或者湿式尾矿库防洪高度和干滩长度小于设计值，或者干式尾矿库防洪高度和防洪宽度小于设计值。	根据国家矿山安全监察局关于印发《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》的通知（矿安〔2022〕4号）要求，水洞尾矿库每年委托设计单位进行了汛前调洪演算。根据《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库2025年度调洪演算报告》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2025年3月），尾矿库的安全超高及干滩长度符合规程规范要求。	不存在重大事故隐患
9	排洪系统存在下列情形之一的：1.排水井、排水斜槽、排水管、排水隧洞、拱板、盖板等排洪构筑物混凝土厚度、强度或者型式不满足设计要求；2.排洪设施部分堵塞或者坍塌、排水井有所倾斜，排水能力有所降低，达不到设计要求；3.排洪构筑物终止使用时，封堵措施不满足设计要求。	根据《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》（中大智能科技股份有限公司，2024.4）：水洞尾矿库工程所用现浇构件的混凝土抗压强度推定值满足设计及规范要求；竖向构件截面尺寸偏差满足设计及规范要求；混凝土构件的钢筋配置及保护层厚度满足设计和规范的要求。	不存在重大事故隐患
10	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	无设计以外的尾矿、废料或废水入库。	不存在重大事故隐患
11	多种矿石性质不同的尾砂混合排放时，未按设计要求进行排放。	尾矿按设计要求排放。	不存在重大事故隐患
12	冬季未按设计要求的冰下放矿方式进行放矿作业。	根据设计，尾矿库无须进行冰下放矿。	不涉及
13	安全监测系统存在下列情形之一的：1.未按设计设置安全监测系统；2.安全监测系统运行不正常未及时修复；3.关闭、破坏安全监测系统，或者篡改、隐瞒、销毁其相关数据、信息。	安全监测系统符合设计要求，运行正常。	不存在重大事故隐患

序号	检查内容	检查情况	检查结果
14	干式尾矿库存在下列情形之一的：1.入库尾矿的含水率大于设计值，无法进行正常碾压且未设置可靠的防范措施；2.堆存推进方向与设计不一致；3.分层厚度或者台阶高度大于设计值；4.未按设计要求进行碾压。	该尾矿库为湿式尾矿库，不存在该项。	不涉及
15	经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数小于国家标准规定值的0.98倍。	根据5.4.2节，坝体抗滑稳定最小安全系数符合规程规范要求。	不存在重大事故隐患
16	三等及以上尾矿库及“头顶库”未按设计设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，或者应急道路无法满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	应急道路满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	不存在重大事故隐患
17	尾矿库回采存在下列情形之一的：1.未经批准擅自回采；2.回采方式、顺序、单层开采高度、台阶坡面角不符合设计要求；3.同时进行回采和排放。	尾矿库未进行回采，不涉及该项。	不涉及
18	用以贮存独立选矿厂进行矿石选别后排出尾矿的场所，未按尾矿库实施安全管理的。	严格按尾矿库相关要求进行管理。	不存在重大事故隐患
19	未按国家规定配备专职安全生产管理人员、专业技术人员和特种作业人员。	尾矿库配备了专职安全生产管理人员4名、专业技术人员4名和特种作业人员8名，符合要求。	不存在重大事故隐患
20	尾矿库排洪构筑物拱板（盖板）与周边结构缝隙未采用设计材料充满充实的，或封堵体设置在井顶、井身段或斜槽顶、槽身段	尾矿库排洪构筑物拱板与周边结构缝隙采用设计材料充满充实；达到服务年限的4号排水井——支隧洞按设计封堵。	不存在重大事故隐患
21	遇极端天气尾矿库未及时停止作业、撤出现场作业人员。	遇极端天气尾矿库停止作业、撤出现场作业人员。	不存在重大事故隐患

经判定，湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库不存在以上重大事故隐患。

依据《尾矿库安全规程》GB39496-2020等尾矿库相关技术标准、国家有关政策要求，综合各评价单元的评价结果，水洞尾矿库主要安全

状况如下：

(1) 现状情况下，尾矿库发生 1000 年一遇设计暴雨洪水时，库内经水力计算及调洪演算，坝体安全超高 0.95m，最小干滩长度 86.4m，满足规程规范最小安全超高 0.7m，最小干滩长度 70m 的要求；库外竖井——各支洞的过流能力都满足规程规范要求，1 号、2 号和 3 号拦洪坝需要的超高均小于调洪超高，各拦洪坝的坝顶超高满足要求。

(2) 现状情况下，尾矿坝、3 号拦洪坝在正常工况、洪水工况、特殊工况下采用瑞典圆弧和简化毕肖普计算方法得出的抗滑稳定安全系数均大于规范要求的最小安全系数；1 号、2 号拦洪坝的抗滑移、抗倾覆稳定系数均能满足规范要求。

(3) 尾矿库设置了水平排渗设施，目前仍发挥作用、排渗效果良好，坝面和坝肩未出现渗流、流土、管涌、沼泽化、渗水量增大或渗水变浑等异常现象，坝体渗流控制满足要求，渗流正常；

(4) 三座拦洪坝按设计修建，未发生开裂、变形等异常情况。

(5) 尾矿库按设计建设和运行，尾矿库库区和尾矿库自身未出现影响尾矿库基本安全生产条件的其他异常情况。

根据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》的通知（矿安〔2022〕88 号，2022.7.8）和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，2024.4.23），水洞尾矿库不存在重大事故隐患。

综上所述所述：湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库当前运行正常。

8 安全对策措施及建议

根据危险有害因素辨识、现场核实检查及定性定量评价结果，评价组提出了相应的安全技术和安全管理对策措施。

8.1 现场问题整改情况

2025年4月7日评价组对尾矿库进行了现场踏勘，并提出了整改意见，企业进行现场整改后，我单位进行了现场复核，整改情况见表8-1。

表 8-1 现场问题整改情况表

序号	存在问题	整改情况
1	坝坡排水沟中存在杂物。	对排水沟进行了清理。
2	2号竖井、3号竖井旁的拦污栅处有淤堵物。	已清理2号竖井、3号竖井拦污栅前的淤堵物。
3	排水井只有水位标尺，无对应标高标识。	增加了相应标高标识。
4	尾矿库值班室中未存有专职技术人员证书。	已将专职技术人员证书放在值班室中。

8.2 安全技术对策措施

(1) 库尾北岸及熊家村范围岩溶弱发育，其他地段岩溶较发育，岩溶发育以浅部岩溶为主，尾矿库今后运行过程中出现岩溶异常情况应及时进行处理；

(2) 严格按施工图设计要求的子坝结构尺寸堆筑子坝，子坝堆筑体应分层碾压密实；

(3) 当排渗设施出现淤堵、失效等情况时，应及时疏通或增设排渗设施；

(4) 优化放矿支管设置，避免细尾矿回流至坝前沉积；

(5) 加强放矿管理，保证滩顶均匀上升；

(6) 严格按设计的防洪高度或者年度调洪演算要求控制库水位；

(7) 排水井应按设计要求的防洪高度加盖符合质量要求的拱板，并严格按设计要求密封排水井拱圈与井架，使连接部位稳固、无渗水；

(8) 排洪构筑物应按国家要求定期进行质量检测；

(9) 新修建的人工安全监测与在线安全监测监测点应相同或接近，以便定期比对和校正；

(10) 企业应定期对监测系统进行安全检查、维护与校正，保证监测设施的有效性；

(11) 尾矿库在线监测系统出现故障时，应尽快排除，故障排除时间不得超过 7d，排除故障期间应保持无故障监测设备正常运行，并加强人工监测。

8.3 安全管理对策措施

(1) 严格按尾矿库操作规程操作，加强个体劳动卫生防护措施；

(2) 企业应按要求及时修订尾矿库应急救援预案，并根据预案进行演练，不断补充完善预案内容，提高企业的事故应急能力；

(3) 保持与气象部门的密切联系，及时掌握气象情况，以便更好的管理尾矿库；

(4) 及时掌握汛期水情及气象预报情况，确保尾矿库的通讯、供电及照明线路的可靠和畅通；备足抗洪抢险物资；

(5) 雨季应加大巡查力度，做好防汛工作。暴雨来临前确保排洪构筑物通畅，雨后应及时对排洪构筑物进行清理；

(6) 时刻关注尾矿库周边环境情况变化，及时处理；

(7) 尾矿库管理人员和特种作业人员定期参加应急部门组织的教育和培训，及时进行延续登记；

(8) 及时对救护协议进行续签；

(9) 定期进行尾矿库应急救援预案的演练；

(10) 坝体高度严禁超过设计总坝高，或者尾矿库超过设计库容贮存尾矿，尾矿库运行到设计最终堆积标高时，应当在一年内完成闭库。尾矿库运行到设计最终标高的前 12 个月内，生产经营单位应当进行闭库前的工程地质勘察、安全现状评价及闭库设计。

9 评价结论

湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库位于郴州市宜章县瑶岗仙镇，水洞尾矿库坝体初期坝为干砌堆石坝，尾矿库后期采用上游法尾矿筑坝，排洪系统采用排水井——排水隧洞型式。原设计最终坝顶标高+500m，总坝高 88m、总库容 366 万 m^3 ，为三等库。2012 年随着技术改造升级进行加高扩容设计，加高后尾矿库最终坝顶标高为+530m，总坝高为 118m，总库容 996 万 m^3 ，有效库容 897 万 m^3 。目前，该库最大坝顶标高高+519.3m（滩顶标高+518.07m），最大坝高 107.3m，全库容约 700 万 m^3 ，尾矿库等别为三等库，不存在重大事故隐患。

根据国家已颁布的有关安全生产法律、法规、规程、规范及有关文件，经过全面、客观、科学的辨识分析，经危险、有害因素辨识和对主要安全设施定性、定量的分析与评价，得出如下主要结论：

9.1 尾矿坝现状稳定性

（1）现状情况下，尾矿坝在正常工况下浸润线最小埋深满足设计要求，洪水工况下经渗流数值模拟分析，坝体浸润线不会从坝体外坡逸出，现场检查未发现坝体存在集中渗流、流土、管涌、沼泽化、渗水量增大或渗水变浑等异常现象。

（2）三座拦洪坝按设计修建，未发生开裂、变形等异常情况。

（3）现状情况下，尾矿坝、3 号拦洪坝在正常工况、洪水工况、特殊工况下采用瑞典圆弧和简化毕肖普计算方法得出的抗滑稳定安全系数均大于规范要求的最小安全系数；1 号、2 号拦洪坝的抗滑移、抗倾覆稳定系数均能满足规范要求。

9.2 尾矿库现状防洪能力

(1) 现状情况下，尾矿库发生 1000 年一遇设计暴雨洪水时，库内经水力计算及调洪演算，坝体安全超高 0.95m，最小干滩长度 86.4m，满足规程规范最小安全超高 0.7m，最小干滩长度 70m 的要求。

(2) 尾矿库发生 1000 年一遇设计暴雨洪水时，库外竖井——各支洞的过流能力都满足规程规范要求，1 号、2 号和 3 号拦洪坝需要的超高均小于调洪超高，各拦洪坝的坝顶超高满足要求。

9.3 尾矿库安全监测设施

水洞尾矿库设置有人工监测和在线监测系统相结合的综合监测系统。人工监测设施和在线监测设施随着坝体的上升而增设，监测结果未发现尾矿库存在浸润线、坝体位移异常情况，安全监测设施满足设计要求。

9.4 尾矿库与周边环境相互安全影响

水洞尾矿库位于瑶岗仙镇西南侧，省道 204 沿尾矿库右岸山体盘旋而上。库区东西两侧均为山坡地形，下游分布有农田和村庄，距尾矿库直线约为 2.5km 处还有两个居民点。水洞尾矿库属于“头顶库”。尾矿库库区当前不存在影响尾矿库安全的活动，尾矿库与周边环境相互安全影响可控。

9.5 下个评价周期间坝体稳定性和防洪能力

(1) 下个评价周期，坝体在正常工况、洪水工况及特殊工况下采用瑞典圆弧和简化毕肖普计算方法得出的抗滑稳定性计算结果均满足规范要求。

(2) 下个评价周期发生 1000 年一遇设计暴雨洪水时，库内排洪系

统经水力计算及调洪演算，坝体安全超高 1.20m，最小干滩长度 111.4m，均满足规程规范最小安全超高 0.7m，最小干滩长度 70m 的要求。

综上所述：评价组认为湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库当前运行状况良好，满足继续生产运行的安全生产条件。

（正文完）

湖南铭生安全科技有限责任公司

2025 年 5 月 14 日

10 附件附图

- (1) 委托书；
- (2) 营业执照；
- (3) 尾矿库安全生产许可证；
- (4) 关于调整水洞尾矿库安全管理机构成员的通知；
- (5) 尾矿库主要负责人资格证；
- (6) 尾矿库专职管理人员资格证；
- (7) 尾矿特种作业人员资格证；
- (8) 注册安全工程师证书；
- (9) 专职技术人员证书；
- (10) 从业人员社会保险缴纳证明；
- (11) 《安全生产责任制》封皮；
- (12) 《安全生产管理制度》封皮；
- (13) 《岗位操作规程》封皮；
- (14) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》封皮、扉页、人员签名表；
- (15) 《水洞尾矿库隐蔽致灾隐患整改情况》；
- (16) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库中期稳定性复核》封皮、扉页及资质；
- (17) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库 2025 年度调洪演算报告》封皮及扉页；
- (18) 《水洞尾矿库排洪系统质量检测项目安全质量检测报告》封皮、扉页及结论页；
- (19) 《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库 2025 年度安全风

险评估报告》封皮及扉页；

（20）应急预案封皮及备案登记表；

（21）非煤矿山救援服务协议；

（22）尾矿库监测数据（节选）；

（23）《湖南瑶岗仙矿业有限责任公司水洞尾矿库现状平面图》

（1:2000，湖南瑶岗仙矿业有限责任公司，2025年3月）。