报告编号：MSAP/WYS-012-2026

湖南柿竹园有色金属有限责任公司

沙坪里尾矿库基建期工程

安全设施验收评价报告

湖南铭生安全科技有限责任公司

资质编号：APJ-（湘）-012

二〇二六年七月十四日

湖南柿竹园有色金属有限责任公司

沙坪里尾矿库基建期工程

安全设施验收评价报告

法 定 代 表 人：

技 术 负 责 人：

评价项目负责人：

2026 年 7 月 14 日

（安全评价机构公章）

前 言

为满足东波多金属选厂技改后10000t/d（年处理原矿330×10⁴t）的生产配套需求，湖南柿竹园有色金属有限责任公司启动了新建尾矿库工程。项目前期以“郴州市柿竹园万吨技改尾矿库”为临时名称，先后完成了立项、设计、审批及施工等建设程序。鉴于“万吨技改尾矿库”仅系项目立项阶段的工程代号，不具备地理指位和永久辨识功能，为便于属地政府监管、规范地名管理及明确尾矿库永久性标识，经湖南柿竹园有色金属有限责任公司研究决定，于2026年5月9日将尾矿库正式命名为“湖南柿竹园有色金属有限责任公司沙坪里尾矿库”（以下简称“沙坪里尾矿库”）。

沙坪里尾矿库为新建尾矿库，库址位于郴州市苏仙区白露塘镇东波村沙坪里沟谷中，属于山谷型尾矿库，设计采取湿式堆存工艺，中线式筑坝方式，设计最终堆积标高1068.0m，总坝高198.0m，总库容6164.04万m^3，属二等库。

沙坪里尾矿库采用EPC总承包方式建设，总承包单位为中冶长天国际工程有限责任公司。2024年10月，中冶长天国际工程有限责任公司编制了《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目安全设施设计》，随后湖南省应急管理厅组织进行设计审查，并于2024年11月13日予以批复（《关于郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目安全设施设计的批复》（湘应急许非煤设审字〔2024〕第108号））。2024年12月18日，沙坪里尾矿库基建期工程正式开工建设，中冶长天国际工程有限责任公司负责对尾矿库在线监测系统和地质灾害防护设施工程进行施工，五矿二十三冶建设集团有限公司负责对坝体、排洪系统、人工监测系统等基建期工程进行施工，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司负责对尾矿库基建期工程进行监理。2026年2月26日，

沙坪里尾矿库基建期工程完工，2026 年 2 月 28 日，建设单位组织进行了内部验收，建设单位、施工单位、监理单位及设计单位一致认为尾矿库初期坝、排洪系统、防渗设施及监测设施等工程已按设计完成施工，且符合设计要求，具备试运行条件。2026 年 3 月 1 日，沙坪里尾矿库开始试运行，试运行期间尾矿库各项设施运行正常。

为了深入贯彻落实“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，落实建设项目“三同时”的要求，为沙坪里尾矿库基建期工程安全设施验收提供科学依据，湖南柿竹园有色金属有限责任公司委托湖南铭生安全科技有限责任公司开展“湖南柿竹园有色金属有限责任公司沙坪里尾矿库基建期工程安全设施验收评价”工作。

在接受安全评价工作委托任务后，我公司立即组织有关安全评价人员成立了安全验收评价组，评价组于 2025 年 7 月~2026 年 5 月依据国家颁布的标准、规程规范、设计文件及施工图设计，对沙坪里尾矿库基建期工程进行了现场检查，并提出了整改意见，相关施工单位根据整改意见对沙坪里尾矿库基建期工程进行了整改。在详细的实地考察和对竣工验收资料进行全面整理及分析的基础上，评价组编制了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司沙坪里尾矿库基建期工程安全设施验收评价报告》。该报告经过认真校对、内部初审、技术复审等环节，保证了报告的质量，为沙坪里尾矿库基建期工程安全设施验收工作提供了科学的意见、建议和依据。

目 录

1 评价范围与依据 - 1 -

1.1 评价对象和范围 - 1 -

1.2 评价依据 - 1 -

1.2.1 法律法规、规章和规范性文件 - 1 -

1.2.2 标准规范 - 4 -

1.2.3 建设项目合法证明文件 - 5 -

1.2.4 建设项目技术资料 - 5 -

2 建设项目概述 - 8 -

2.1 建设单位概况 - 8 -

2.1.1 建设单位简介 - 8 -

2.1.2 建设项目背景 - 8 -

2.2 自然环境概况 - 10 -

2.2.1 地形地貌 - 10 -

2.2.2 气候条件 - 11 -

2.2.3 地震效应 - 12 -

2.3 地质概况 - 12 -

2.3.1 区域地质构造 - 12 -

2.3.2 地层岩性 - 13 -

2.3.3 水文地质条件 - 15 -

2.3.4 不良地质作用 - 17 -

2.4 建设概况 - 18 -

2.4.1 尾矿库库址 - 18 -

2.4.2 设计概况 - 21 -

2.4.3 设计变更 - 48 -

2.5 尾矿库现状概况 ..... - 51 -
2.5.1 初期坝 ..... - 51 -
2.5.2 截渗坝 ..... - 53 -
2.5.3 拦挡坝 ..... - 54 -
2.5.4 放矿 ..... - 55 -
2.5.5 防排洪设施 ..... - 55 -
2.5.6 地质灾害防护设施 ..... - 58 -
2.5.7 防排渗设施 ..... - 59 -
2.5.8 安全监测设施 ..... - 60 -
2.5.9 辅助设施 ..... - 63 -
2.5.10 尾矿库安全管理 ..... - 68 -
2.6 施工监理概况 ..... - 70 -
2.7 试运行概况 ..... - 71 -
2.8 安全设施目录 ..... - 72 -
3 安全设施符合性评价 ..... - 74 -
3.1 安全设施“三同时”程序 ..... - 75 -
3.2 坝体工程 ..... - 78 -
3.2.1 坝体工程施工与设计符合性检查 ..... - 78 -
3.2.2 工程质量控制 ..... - 89 -
3.2.3 坝体工程有效性评价 ..... - 93 -
3.3 排洪系统 ..... - 94 -
3.3.1 库内排洪系统工程施工与设计符合性检查 ..... - 94 -
3.3.2 工程施工过程质量控制 ..... - 105 -
3.3.3 排洪系统有效性评价 ..... - 109 -
3.4 地质灾害防护设施 ..... - 110 -
3.4.1 地质灾害防护设施工程施工与设计符合性检查 ..... - 110 -

3.4.2 工程质量控制 ..... - 113 -
3.4.3 地质灾害防护设施工程有效性评价 ..... - 115 -
3.5 安全监测设施 ..... - 116 -
3.5.1 安全监测设施工程施工与设计符合性检查 ..... - 116 -
3.5.2 安全监测设施有效性评价 ..... - 119 -
3.6 辅助设施 ..... - 121 -
3.6.1 辅助设施工程施工与设计符合性检查 ..... - 121 -
3.6.2 施工过程质量控制 ..... - 129 -
3.6.3 辅助设施有效性评价 ..... - 132 -
3.7 个人安全防护 ..... - 132 -
3.8 安全标志 ..... - 133 -
3.9 安全管理 ..... - 134 -
3.9.1 组织与制度 ..... - 134 -
3.9.2 安全运行管理 ..... - 136 -
3.9.3 应急救援 ..... - 137 -
4 安全对策措施建议 ..... - 139 -
4.1 隐患整改及现场复核情况 ..... - 139 -
4.2 危险有害因素辨识及危险度确定 ..... - 140 -
4.2.1 危险有害因素 ..... - 140 -
4.2.2 危险度 ..... - 142 -
4.3 重大事故隐患判定 ..... - 144 -
4.4 安全对策措施建议 ..... - 147 -
4.4.1 安全技术对策措施及建议 ..... - 148 -
4.4.2 安全管理对策措施及建议 ..... - 148 -
5 评价结论 ..... - 150 -
6 附件 ..... - 151 -

7 附图.....- 154 -

1 评价范围与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象：《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目安全设施设计》（中冶长天国际工程有限责任公司，2024 年 10 月）、设计变更通知单、工程联系单和《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目施工图设计》（中冶长天国际工程有限责任公司，2024 年 12 月）确定的基建期工程的基本安全设施和专用安全设施。

评价范围：依据《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目安全设施设计》、设计变更通知单、工程联系单和《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目施工图设计》所确定的沙坪里尾矿库基建期工程的安全设施内容，包括基本安全设施（初期坝、截渗坝、拦挡坝、1#排水井及其竖井和 1#支隧洞、2#支隧洞与主洞交叉点~主洞出口段的主排洪隧洞、消力池及明渠、坝面防护设施、辅助设施）和专用安全设施（地质灾害防护设施、尾矿库安全监测设施、排渗设施、辅助设施、应急救援器材及设备、个人安全防护用品）。

凡涉及该建设项目上述评价范围以外的尾矿输送系统、回水系统以及运行期工程与其附属设施不在本次评价范围内。

1.2 评价依据

本次评价的依据为业主提供的郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目勘察、设计、施工、竣工资料、监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。

1.2.1 法律法规、规章和规范性文件

表 1-1 法律法规

序号	名称	颁发日期或文件号	实施日期
		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〔1992〕第 65 号，2009 年修订	2009 年 8 月 27 日
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 年 12 月 25 日
3	《中华人民共和国环境保护法》	中华人民共和国主席令〔2014〕第 9 号	2015 年 1 月 1 日
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 年 1 月 1 日
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 48 号，2018 年修订	2018 年 12 月 29 日
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，2020 年修订	2020 年 4 月 29 日
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 年修订	2021 年 9 月 1 日
		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 年 10 月 30 日
9	《工伤保险条例》	国务院令第 586 号	2011 年 1 月 1 日
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 年 7 月 9 日
11	《生产安全事故应急条例》	国务院令〔2019〕第 708 号	2019 年 4 月 1 日
		部门规章与规范性文件	
12	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〔2015〕75 号	2015 年 7 月 1 日
13	尾矿库安全监督管理规定	原国家安全生产监督管理总局令〔2011〕第 38 号；国家安全监管总局令〔2015〕第 78 号修改	2015 年 7 月 1 日
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 年 5 月 1 日

序号	名称	颁发日期或文件号	实施日期
15	非煤矿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〔2009〕第20号；国家安全监管总局令〔2015〕第78号修改	2015年7月1日
16	特种作业人员安全技术培训考核管理规定	原国家安全生产监督管理总局令第30号	2015年7月1日
17	关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知	原安监总管一函〔2016〕14号	2016年2月5日
18	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	原安监总管一〔2016〕49号	2016年5月30日
19	应急管理部关于修改《生产安全事故应急预案管理办法》的决定	中华人民共和国应急管理部令第2号，2019年	2019年9月1日
20	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
21	《国家矿山安全监察局关于全面深入开展非煤地下矿山和尾矿库安全生产大排查的通知》	矿安〔2021〕10号	2021年3月8日
22	《国家矿山安全监察局关于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〕第4号	2022年2月8日
23	《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年3月4日
24	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
25	企业安全生产费用提取和使用管理办法	财资〔2022〕136号	2022年11月21日
26	《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年8月25日

序号	名称	颁发日期或文件号	实施日期
27	国家矿山安全监察局关于印发《非煤矿山建设项目安全设施重大变更范围》的通知	矿安〔2023〕147 号	2023 年 11 月 14 日
28	国家矿山安全监察局关于印发《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》的通知	矿安〔2024〕41 号	2024 年 4 月 23 日
29	《国家矿山安全监察局关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作的通知》	矿安〔2024〕70 号	2024 年 6 月 28 日
30	矿山救援规程	应急管理部令第 16 号	2024 年 7 月 1 日
31	国务院关于印发《固体废物综合治理行动计划》的通知	国发〔2025〕14 号	2025 年 12 月 27 日

1.2.2 标准规范

表 1-2 主要技术标准规范表

序号	标准或规范名称	标准或规范号
1	岩土工程勘察规范（2009 年版）	GB50021-2001
2	尾矿设施施工及验收规范	GB50864-2013
3	尾矿设施设计规范	GB50863-2013
4	防洪标准	GB50201-2014
5	中国地震动参数区划图	GB18306-2015
6	尾矿库在线安全监测系统工程技术规范	GB51108-2015
7	尾矿库安全规程	GB39496-2020
8	一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准	GB18599-2020
9	安全色和安全标志	GB2894-2025
10	矿山安全标志	GB/T14161-2008
11	土工合成材料应用技术规范	GB/T50290-2014
12	生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则	GB/T29639-2020
13	安全评价通则	AQ8001-2007
14	安全验收评价导则	AQ8003-2007
15	尾矿库安全监测技术规范	AQ2030-2010

序号	标准或规范名称	标准或规范号
16	碾压式土石坝施工规范	DL/T5129-2013
17	碾压式土石坝设计规范	SL274-2020
18	水工隧洞设计规范	SL279-2016
19	水工混凝土结构设计规范	SL/T191-2025

1.2.3 建设项目合法证明文件

表 1-3 建设项目合法证明文件

序号	文件名称及文件号	批复（委托）单位
1	《关于郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目安全设施设计的批复》（湘应急许非煤设审字〔2024〕第 108 号）	湖南省应急管理厅
2	《关于湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库工程环境影响报告书的批复》（郴州高新技术产业开发区管理委员会，2024 年 6 月）	郴州高新技术产业开发区管理委员会
3	企业营业执照（9143199918796225XW）	郴州高新技术产业开发区管理委员会
4	采矿许可证（C4300020151232201406 44）	湖南省国土资源厅

1.2.4 建设项目技术资料

表 1-4 建设项目技术资料

序号	资料名称	编制单位	编制时间
1	湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目可行性研究	中冶长天国际工程有限责任公司	2024 年 5 月
2	湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库溃坝影响评估报告	武汉大学	2024 年 6 月
3	湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目安全预评价报告	湖南铭生安全科技有限责任公司	2024 年 6 月
4	湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库环境影响报告书	湖南绿瀚环境科技有限公司	2024 年 6 月

序号	资料名称	编制单位	编制时间
5	湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目地球物理勘查工作报告	湖南省水文地质环境地质调查监测所	2024 年 8 月
6	湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目工程地质与水文地质勘察报告	中冶长天国际工程有限责任公司	2024 年 8 月
7	湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库三维渗流分析报告	南京水准科技有限公司	2024 年 10 月
8	湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库动力抗震分析报告	南京水准科技有限公司	2024 年 10 月
9	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库排洪系统水工数值模拟研究报告	南京水准科技有限公司	2024 年 10 月
10	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目初步设计说明书	中冶长天国际工程有限责任公司	2024 年 10 月
11	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目安全设施设计	中冶长天国际工程有限责任公司	2024 年 10 月
12	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目施工图设计	中冶长天国际工程有限责任公司	2024 年 12 月
13	湖南柿竹园有色金属有限责任公司万吨技改尾矿库坑洞扫描详查报告	中南大学	2025 年 1 月
14	湖南柿竹园有色金属有限责任公司万吨技改尾矿库坑洞治理工程项目施工图设计说明书	中冶长天国际工程有限责任公司	2025 年 1 月
15	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目库内排洪设施检测报告	中大智能科技股份有限公司	2026 年 2 月
16	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目施工资料	五矿二十三冶建设集团有限公司	2026 年 2 月

序号	资料名称	编制单位	编制时间
17	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目坑洞治理施工资料	中冶长天国际工程有限责任公司	2026年2月
18	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目在线监测系统施工资料	中冶长天国际工程有限责任公司	2026年2月
19	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目监理资料	中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司	2026年2月
20	郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目预制混凝土拱板检测报告	中大智能科技股份有限公司	2026年3月
21	尾矿库管理资料	湖南柿竹园有色金属有限责任公司	/

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 建设单位简介

湖南柿竹园有色金属有限责任公司（以下简称“公司”）是一家集采、选、深加工于一体的大型国有矿山企业，是中国五矿旗下重要骨干子企业，是国内首批矿产资源综合利用示范基地和全国钨、铋、萤石精矿最大供应基地之一。

公司地处郴州市苏仙区，临近郴资桂高等级公路、京珠高速公路、京广铁路，交通十分便利。公司拥有采矿权面积 30.669km^2，区域内矿产资源丰富，现已开采利用的主要有五大块资源：一是柿竹园钨锡钼铋多金属矿床，该矿床矿产资源丰富，矿物品种多达 143 种，被中外地质专家誉为“世界有色金属博物馆”，目前保有资源储量钨 51.48 万吨、钼 9.16 万 t、铋 18.68 万 t、萤石 3461 万 t，其中铋资源储量为世界第一；二是野鸡尾铜锡矿床，该矿床有资源储量铜 5.7 万 t，锡 10.5 万 t，伴生萤石 545 万 t；三是东坡铅锌矿床，该矿床经长年开采，资源已经枯竭；四是柴山岔路口钼铋钨多金属矿床（铅锌矿接替资源），该矿床有资源储量钼 1.57 万 t，铋 1.8 万 t，钨 6.37 万 t；五是牛角垄矿区银铅锌矿（野南区），该矿床有铅资源储量 0.54 万 t，锌资源储量 0.35 万 t。

2.1.2 建设项目背景

湖南柿竹园有色金属有限责任公司原有四处选厂，东波多金属选厂原生产规模为 3000t/d，柴山老选厂生产规模为 500t/d（已停用），野鸡尾选厂生产规模为 500t/d（停产），柿竹园多金属选厂生产规模为 3500t/d。公司所属与选厂配套使用的尾矿库共三座，分别为烟冲沟尾矿库（为东波多金属选厂及柴山老选厂配套尾矿设施）、野鸡尾尾矿库（为野鸡尾

选厂配套尾矿设施，已闭库）和高湾丘尾矿库（为柿竹园多金属选厂配套尾矿设施）。公司根据选厂生产能力将东波多金属选厂进行技改，规模扩大至10000t/d，每年处理原矿量为330×10^4t。烟冲沟尾矿库和高湾丘尾矿库，仅能满足东波多金属选厂及柿竹园多金属选厂近几年的短期生产需求，无法满足公司发展需要。

2021年，湖南柿竹园有色金属有限责任公司启动了新建尾矿库程序：2021年12月，湖南省资源规划勘测院有限责任公司编制了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司金钗垄尾矿库（上坝址）工程地质初步勘察》和《湖南柿竹园有色金属有限责任公司金钗垄尾矿库（上坝址）水文地质勘察报告书》，2022年11月，长沙有色冶金设计研究院有限公司编制了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司金钗垄尾矿库可行性研究》，2023年2月，湖南铭生安全科技有限责任公司编制了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司金钗垄尾矿库安全预评价报告》。由于城市规划变化及河流名录等种种原因，金钗垄不适合作为尾矿库库址，随后，企业委托中冶长天国际工程有限责任公司寻找了新库址，并于2024年4月编制了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目工程地质初步勘察》，2024年5月编制了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目可行性研究报告》。2024年6月，湖南铭生安全科技有限责任公司编制了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目安全预评价报告》。2024年6月，企业委托中冶长天国际工程有限责任公司进行郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目设计，并编制了《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目安全设施设计》，该设计于2024年11月13日取得湖南省应急管理厅的批复。随后中冶长天国际工程有限责任公司出具了《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目施工图设计》。2024年12月18日项目开工建设，中冶长天国际工程有限责任公司负责对在

线监测系统和地质灾害防护设施工程进行施工，五矿二十三冶建设集团有限公司负责对坝体、排洪系统等基建期工程进行施工，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司承担监理工作。

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

尾矿库位于郴州市苏仙区沙坪里沟谷内，总体属侵蚀构造中低山地貌，沟谷地形，总体地形北高南低，主要由冲沟和山前斜坡两个地貌单元组成。场地高程介于+740.0~+1159.2m 之间，相对高差达 400m 以上。场地呈北东—南西方向，中部发育一条“V”字大型冲沟（主沟），沟口狭小，总长约 1480m，中北部尚发育 3 条支沟（北支沟、北东支沟、东支沟）。

支沟上游相对较窄，切割较深，坡度较陡，纵向坡度 10°~35°，两侧山坡坡度 20°~70°，支沟下游相对较宽，相对较平缓，纵向坡度 5°，两侧山坡坡度 15°~40°。支沟两侧山坡植被茂密，主要为杂木林、竹林等植被，沟内植被较少，主要为灌木丛，部分区域基岩裸露。主沟上游相对较宽，切割较浅，坡度较缓，纵向坡度 5°~25°，两侧山坡坡度 10°~40°，主沟下游相对较窄，相对较陡，纵向坡度 15°~35°，局部陡峭，坡度达 70°以上，形成瀑布，两侧山坡坡度 15°~40°山体局部陡峭，坡度达 70°以上。主沟两侧山坡植被茂密，主要为杂木林、竹林等植被，沟内植被稀少，大部分区域基岩裸露。

尾矿库场区地形地貌见图 2.2-1。



图 2.2-1 尾矿库场区地形地貌

2.2.2 气候条件

沙坪里尾矿库地处郴州，属亚热带季风湿润气候，气候温和，四季分明，日照充足，雨量充沛，但分布不均。春季天气变化快，寒潮频繁，雨多风大，阴雨时间长，日照少；初夏气温升高，雨量增多；盛夏高温湿热，雨季结束，暴雨集中，洪旱交错，久晴无雨多旱，常发生雷雨大风；初秋气温居高不下，干旱少雨，台风入侵较频繁，时有山洪暴发，蒸发旺盛，晚秋气温降低，多出现晴朗温凉天气，气候宜人；冬季天气大多晴朗，微风，早晚多雾和霜，偶有气温极低，雨雪交加的天气。

尾矿库区域多年平均降雨量 1892.6mm，5 月最多，为 206mm，12 月最少，为 46mm，全年 40%的降雨量集中在 4~6 月，每年春夏之交，多连续性大雨、暴雨天气，8 月间却往往受台风登陆的影响，部分地区多暴雨山洪。

历年来日最大的降雨量为 429.8mm（1985.8.25），最大小时降雨量为 75.6mm（1985.8.25），分别为郴州地区日最大降雨量 180mm 的 2.39 倍，最大小时降雨量 63.7mm 的 1.186 倍。夏秋季节，受太平洋热带副

高压的控制，往往出现较长时间的无雨天气，历史上最长的连续无降水日数曾达 33 天之久。

多年平均蒸发量 1526.1mm。各季节蒸发量相差大：冬季 48.4mm，春季 114.5mm，夏季 241.3mm，秋季 104.5mm。7 月蒸发量最大，平均为 303.9mm；1 月最少，为 45.3mm。

2.2.3 地震效应

根据中国地震区带划分成果，区域位于新构造断裂茶陵-郴县断裂的南东缘，该断裂为北东走向、压扭性断裂，未见近期有活动的迹象。该断裂带区域历史地震震级为 4.75-5.5 级，1631 年以来未发生 4.75 级以上地震，1970 年以来无有感地震发生，区域稳定性较好。

根据《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），湖南省郴州市苏仙区白露塘镇地区抗震设防烈度为 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。可不考虑地震液化和软土震陷影响。

2.3 地质概况

2.3.1 区域地质构造

区域内构造复杂，南北向、北东向、北北东向构造发育，不同方向的构造相互叠加改造，其形迹清晰可见。南北向构造主要是轴向近南北的褶皱和走向近南北的断裂构造，褶皱主要为高垄山一五盖山复背斜，该复背斜由两个背斜夹一个向斜组成，其南端向南倾伏，北端开阔向北倾伏。背斜核部为地槽构造层，两翼和所夹的向斜由地台盖层组成。近南北向断裂主要为压性或压剪性大断裂。北东向构造以断裂为主，局部地段发育北东向褶皱，断裂构造规模不大，部分断裂表现为张性，并被花岗斑岩所充填，北北东向构造一般为压剪性断层。

2.3.2 地层岩性

场地内上覆第四系地层为坡残积含碎石粉质黏土（Q_4^{dl+el}）。下伏基岩为泥盆系中统跳马涧组上段石英砂岩（D_2t^2）、泥盆系中统棋梓桥组灰岩（D_2q）、震旦系下统泗洲山组变质砂岩（Z_1s），其中泥盆系中统跳马涧组上段石英砂岩（D_2t^2）发育优势结构面共 3 组，产状分别为 215°∠25°、260°∠45°、155°∠35°，震旦系下统泗洲山组变质砂岩（Z_1s）发育优势结构面共 3 组，产状分别为 185°∠48°、315°∠75°、120°∠50°。现将地层特征自上而下描述如下：

（1）坡残积含碎石粉质黏土（Q_4^{dl+el}）①：褐黄、褐红色，稍湿硬塑，夹约 15%～40%的碎石、风化岩块，碎石成分主要为砂岩、花岗岩、板岩、灰岩等，亚圆形~次棱角形，一般粒径 2~4cm，最大粒径 5cm，无摇振反应，干强度及韧性中等，稍有光泽反应。表层普遍含薄层种植土，褐灰、褐黄、灰黑色，含植物根茎，松散，主要分布于山坡浅部区域。

（2）漂石（Q_4^{al+pl}）②：褐黄、灰黄、灰白色，湿~饱和，稍密~中密，成分主要为灰岩、砂岩、板岩等，亚圆形~次棱角形，粒径一般 20~60cm，大者达 100cm 以上，孔隙充填物为黏性土及圆砾。

（3）强风化石英砂岩（D_2t^2）③$_1$:黄褐、灰绿、灰白等色，细粒砂质结构，块状构造，主要矿物成分为石英，次要矿物为云母、长石，硅质胶结，粒径多在 0.05mm~2mm 之间，节理裂隙发育，节理面平直，一般较粗糙，裂隙面铁质浸染强烈，岩芯多呈短柱状、碎块状，岩体完整程度为破碎，岩石坚硬程度为软岩，岩芯采取率为 35%～61%，岩体基本质量等级为 V 级。

（4）中风化石英砂岩（D_2t^2）③$_2$：灰绿、紫色、灰白等色，细粒砂质结构，中~厚层状构造，主要矿物成分为石英，次要矿物为云母、

长石，粒径多在 0.05~2mm 之间，硅质胶结，节理裂隙较发育，裂隙面铁质浸染强烈，岩芯多呈短柱状、块状，部分长柱状，岩体完整程度为较完整~较破碎，岩石坚硬程度为较硬岩~坚硬岩，岩芯采取率为 75%～88%，ROD 范围为 35~55，为差的~较差的，岩体基本质量等级为 VI~II 级。

（5）中风化灰岩（D_2q）④：青灰、深灰色，隐晶质结构，中~厚层状构造，主要矿物成分为方解石、白云石，钙质、硅质胶结。节理、裂隙发育，裂隙面大多平直，略有起伏，光滑~粗糙，张开度 1~3mm，局部可见铁质渲染，岩芯多呈短柱状、长柱状，部分碎块状，岩体完整程度为较完整，岩石坚硬程度为较硬岩~坚硬岩，岩芯采取率为 85%～90%，ROD 范围为 55~70，为较差的，岩体基本质量等级主要为III~II 级。

（6）强风化泥质砂岩（Z_1）⑤$_1$：红褐、黄褐、灰褐等色，粉细粒结构，中厚层状构造，主要矿物成份为石英、长石，大部分矿物已风化，节理裂隙发育，干钻可钻进，岩芯多呈碎块状、薄饼状，局部短柱状，岩芯用手可折断，泡水易软化，失水易碎裂，与泥质板岩呈互层分布，岩体完整程度为破碎，岩石坚硬程度为极软岩~软岩，岩芯采取率为 40%～58%，岩体质量等级为 V 级。

（7）强风化变质砂岩（Z_1）⑤$_2$：黄褐、灰褐等色，细粒结构，碎裂状结构，块状构造，主要矿物成分为石英，次要矿物成分为长石、云母等，原生矿物已部分风化，风化程度不均匀，节理裂隙发育，裂隙面平直，一般较粗糙，部分裂面有锰质和铁质浸染物，岩芯多呈碎块状与砂质板岩呈互层分布，岩体完整程度为破碎，岩石坚硬程度主要为软岩，岩芯采取率为 40%～63%，岩体基本质量等级为 V 级。

（8）中风化变质砂岩（Z_1）⑤⑥$_3$：灰绿、灰白、灰褐等色，细粒

结构，块状构造，主要矿物成分为石英，次要矿物成分为长石、云母等，节理裂隙较发育，岩芯多呈短柱状、长柱状，体完整程度为较完整~较破碎，岩石坚硬程度主要为坚硬岩，岩芯采取率为 71~83%，ROD 范围为 53~68，为较差的，岩体基本质量等级为III~II级。

2.3.3 水文地质条件

（1）地表水

沙坪里场地中部冲沟自北向南贯穿场地，大气降水极易形成地表径流，最后汇集于主沟排泄。主沟沟口狭小，总长约 1480m，初期坝上游中北部尚发育数条支沟（初期坝上游主要有北支沟、北东支沟、东支沟等）,各沟的水源主要来自大气降水，沟内地表水流量四季不稳定。根据库区调查记录，初期坝上游三条支沟总径流量为 9.40L/s，初期坝下游主沟径流量减少，结合周边地形地貌和岩体渗透性，地表水在初期坝下游存在下渗潜流。

（2）地下水

1）地下水类型

库区内地下水主要类型为孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩类岩溶水。

孔隙水主要赋存于第四系卵漂石层及山体表层的坡残积层中，为潜水含水层，一般厚度较小且分量贫乏，分布不均，地下水埋藏深度受地形控制较为显著。勘察期间测得孔隙水初见水位埋深 0.00~1.40m，标高变化在 761.16~1015.64m 之间，稳定水位埋深 0.00~1.40m，标高变化在 761.16~1015.64m 之间。

基岩裂隙水主要为碎屑岩类裂隙水。碎屑岩类裂隙水赋存于泥盆系中统跳马涧组上段石英砂岩、震旦系下统泗洲山组变质砂岩裂隙中，地下水以下降泉形式向河床及沟谷排泄，均一性极差，水量贫乏，勘察期

间测得基岩裂隙水初见水位埋深 0.00~63.50m，标高变化在 751.72~1036.26m 之间,稳定水位埋深 0.00~63.50m，标高变化在 751.72~1036.26m 之间。局部地段基岩裂隙水以下降泉形式向沟谷排泄，泉水流量一般 Q=0.10~1.00L/s，均一性极差。

碳酸盐岩类岩溶水赋存于泥盆系中统棋梓桥组灰岩裂隙中，库区岩溶发育弱和富水性相对较弱，地下水埋藏深度受地形控制较为显著，受断层构造影响，碎屑岩类裂隙水和碳酸盐岩类岩溶水交错分布，难以严格区分开。

2）地下水补、径、排条件及动态变化规律

库区内降水充沛，大气降水的垂入渗透补给是孔隙水的主要补给来源，其动态变化也随着降水周期性变化，水位及流量季节变化较明显，明显受降雨支配，对降雨量大小和降雨时间，动态上反应极其灵敏。4~7 月雨季水位较高，8 月至翌年 3 月水位较低，年变化幅度 0.5~2m，泉水流量大小亦依此规律，一般降雨 1~2 天后，泉流量普遍增大，降雨后的泉流量减少较迟缓，约 10~20 天才可恢复至降雨前的流量。区内松散岩类孔隙水主要从地势较高处向地势较低处径流，其地表径流系数约为 0.7，很少一部分沿松散岩类孔隙径流到下伏含水地层。以地表蒸发排泄为主，以地表排泄至下部含水地层为辅。

基岩裂隙水主要靠大气降水通过松散岩类间接补给,其次为降雨直接补给。大气降水的补给强度，取决于地形地貌、岩石风化程度和植被生长状况，地下分水岭与地表分水岭基本吻合。区内基岩裂隙水地形相对较陡，浅部地下水流向受地形控制，径流途径短，经过短距离运移即排泄于地势低洼处。基岩裂隙水的动态变化随季节变化，变化幅度较大，但变化速度没有松散孔隙水反应灵敏。评估区基岩裂隙水一般以下降泉形式向沟谷排泄，排泄条件较好。

岩溶裂隙水分布较少，主要补给来源为大气降雨和上覆松散岩类裂

隙水；地下水径流量的变化则与补给条件及含水岩组的岩溶发育强度等因素密切相关，库区岩溶发育弱和富水性相对较弱，地下水径流变化较小。区内岩溶裂隙水的排泄为自然排泄为主，岩溶裂隙水沿岩溶裂隙排泄于库区地势低洼处。

（3）水质分析

按照《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）有关标准综合判定：场地地表水对混凝土结构具有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性；场地孔隙水对混凝土结构具有弱腐蚀性（腐蚀介质为 H^+、侵蚀性 CO_2），对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性；场地基岩裂隙水对混凝土结构具有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性；场地坡残积含碎石粉质黏土对混凝土结构具有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性。

2.3.4 不良地质作用

库区主要不良地质作用为断层、坑洞、危岩和崩塌。

（1）断层

尾矿库项目区内主要有 3 条断层构造。F1 断层位于尾矿库中部，自南向北穿过尾矿库项目初期、后期坝、库区区域。沿断层追索，未见断层泉水出露，该断层为致密胶结角砾岩，裂隙多为闭合态，无溶蚀特征，未见水染迹象，物探测线亦未见异常，F1 断层为相对隔水断裂。F2 断层位于尾矿库后期坝下游边缘处，该断层将原地层切割破碎，断层北端被 F1 断层切割，为库区主要导水断层构造。F6 断层位于尾矿库初期坝西南侧，该断层将原地层切割破碎，同时切割 F1 断层，结合水文地质资料分析，物探测线探测范围内 F6 断层为不富水断层构造。

本次基建期施工，在截渗坝坝轴线（穿过 F2 断层）采用灌浆措施截断可能泄漏通道。采用双排灌浆孔，梅花形布置，孔距 8m，排距 2m，

将主灌浆孔伸入中风化变质砂岩⑤$_3$层 5m，次灌浆孔孔深为主灌浆孔孔深的 1/2。

（2）地表坑洞：采用灌注充填（水泥砂浆充填与压力注浆固结结合）的方法对尾矿库场地内影响坝体稳定和库内防渗的坑洞与坑洞影响区进行了充填治理，其中坑洞共 22 处，坑洞影响区共 26 处。

（3）危岩与崩塌：进库道路山体侧、库区左侧、1#排水井周边小规模崩塌体采用喷浆支护，破碎处采用Φ25 锚杆+钢丝网并喷射混凝土护坡。

2.4 建设概况

2.4.1 尾矿库库址

2.4.1.1 尾矿库地理位置

公司地处郴州市苏仙区，临近郴资桂高等级公路、京珠高速公路、京广铁路，交通十分便利。

沙坪里尾矿库库址位于郴州市苏仙区白露塘镇东波村沙坪里沟谷，库区距离郴州市区约 28km，有便道可通达选厂。矿区有矿山公路往北东（约5km）至白露塘镇与省道S322 相接，随之沿 S322 省道往西可抵达郴州市市区与 107 国道及京广铁路、京港粤高速等相通，交通较便利，库区地理坐标为：E113°11′42.47″，N25°44′2.03″。

尾矿库交通、地理位置见图 2.4-1。

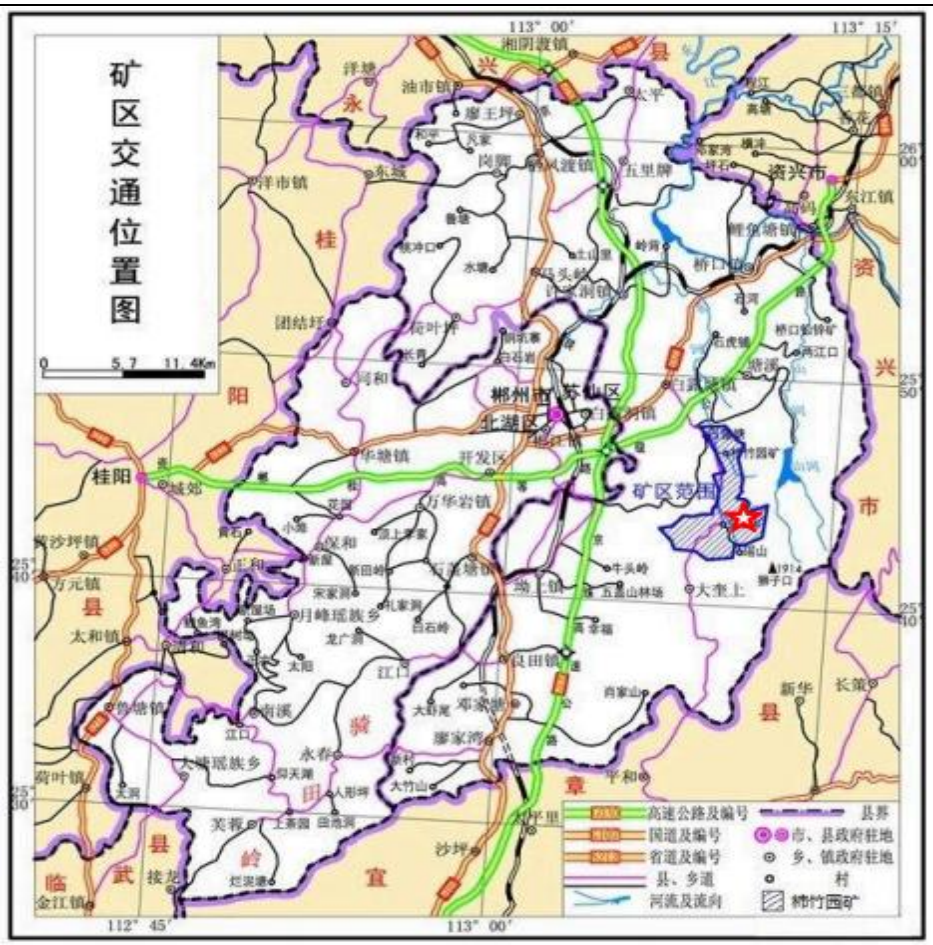

图 2.4-1 尾矿库地理位置

2.4.1.2 库区周边环境

沙坪里尾矿库项目属郴州市苏仙区管辖范围，库址处于沙坪里沟谷上游区域，尾矿库库区及最终废石坝脚下游 1km 范围内无居民点、工矿企业、集贸市场、休闲健身娱乐广场等人员密集场所，也无二级及以上等级公路、铁路等生产生活设施，周边环境较为简单。

苏仙区白露塘镇原东波瑶族村一、二、三、四组均位于尾矿库最终废石坝脚下游 1.6km 处，且均已进行地质灾害避险处置（已搬迁）。沙坪里沟下游方向右侧支沟内有野鸡尾尾矿库，野鸡尾尾矿库库尾拦挡坝坝脚距离尾矿库最终废石坝脚 1.4km，该尾矿库现已闭库且与沙坪里尾矿库不在同一沟谷内。

尾矿库西偏北侧存在露采场，露采场开采边界线与尾矿库最终堆积边界线最短直线距离约 950m。尾矿库西侧为东波多金属选矿厂，选矿厂与

尾矿库最终堆积边界线最短直线距离约 1050m。露采场、选矿厂与尾矿库均间隔深厚山体。

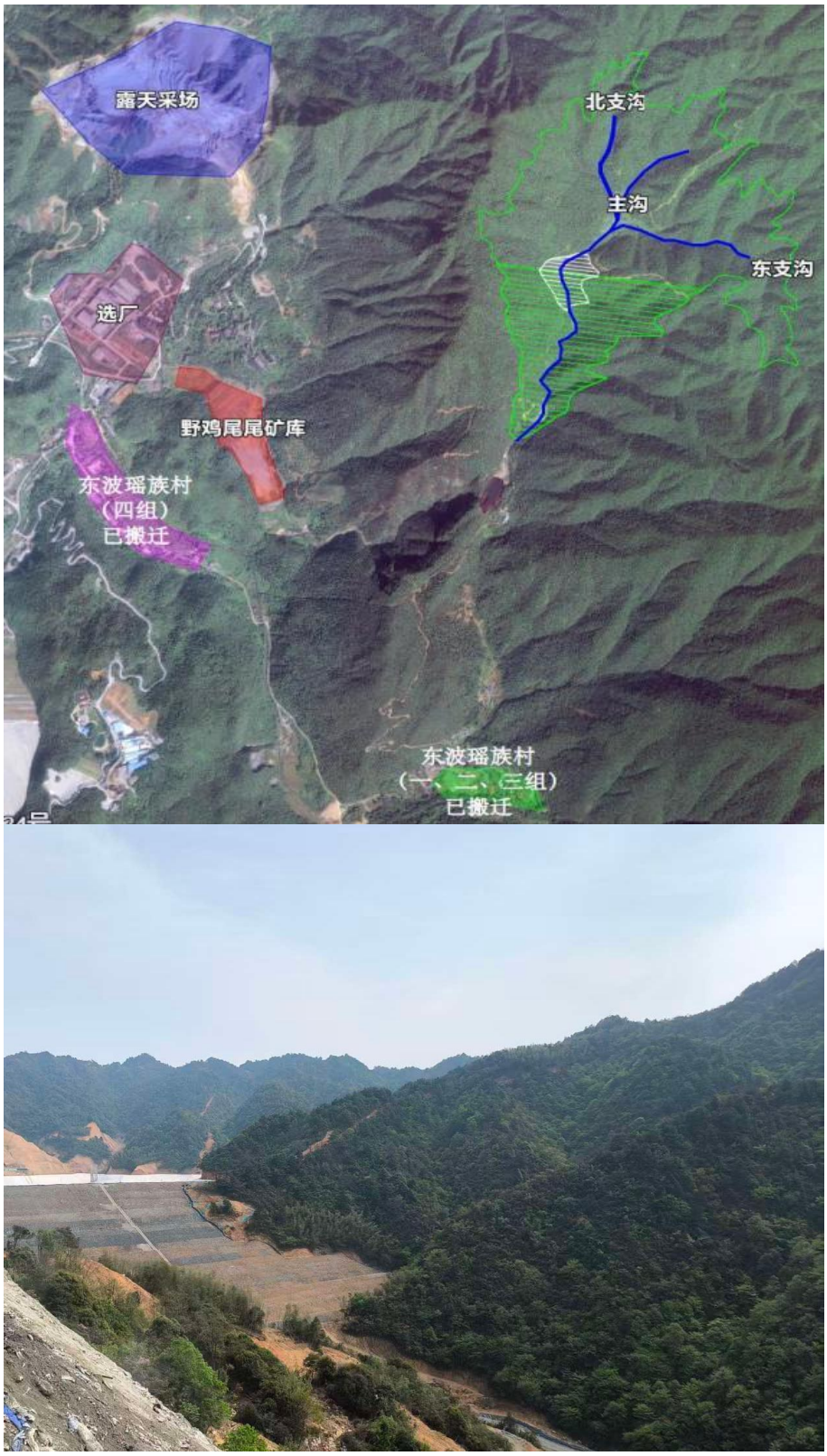

图 2.4-2 尾矿库下游

2.4.2 设计概况

根据《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目安全设施设计》（中冶长天国际工程有限责任公司，2024 年 10 月）（以下简称《安全设施设计》），沙坪里尾矿库属于山谷型尾矿库，中线式尾矿筑坝。最终坝顶标高 1068m，总坝高 198m，总库容 6164.04×$10^4$$m^3$，为二等库，尾矿库主要构筑物级别为 2 级，次要构筑物 3 级，临时构筑物 4 级。

2.4.2.1 尾矿基础资料

（1）采选生产规模：330×10^4t/a、折合 10000t/d；

（2）年入库尾矿量：220×$10^4$$m^3$/a；

（3）尾矿平均堆积干密度：1.25t/m^3；

（4）工作制度：330d/a，3 班/d，8h/班；

（5）尾矿排放浓度：20%；

（6）尾矿固废类别：第I类一般工业固体废物；

（7）东波多金属选厂尾矿粒度：-200 目占 81.91%，粒度分析试验成果见表 2.4-1。

表 2.4-1 颗粒分析试验成果表

粒度（mm）	含量（%）	累计含量（%）
+0.074	18.09	18.09
-0.074～+0.054	1.83	20.72
-0.054～+0.041	7.62	28.34
-0.041～+0.03	21.12	49.46
-0.03～+0.02	21.36	70.82
-0.02～+0.010	9.15	79.97
-0.010～+0.008	1.99	81.86
-0.008	18.04	100.00

2.4.2.2 库容等别及建设标准

根据《安全设施设计》，尾矿库各使用期的设计等别见表 2.4.2。

表 2.4.2 尾矿库各使用期的设计等别及防洪标准

尾矿堆积标高（m）	坝高（m）	全库容（10^4m^3）	尾矿库设计等别	主要构筑物级别	设计洪水重现期（年）
940（初期坝顶）	70	325.14	三等库	3	500
972	102	1000.00	二等库	2	1000
1035	165	3707.60	二等库	2	1000
1068（最终坝顶）	198	6164.04	二等库	2	1000

坝体稳定性计算结果见表 2.4-3 所示。

表 2.4-3 尾矿坝稳定计算结果表

坝顶标高（m）	工况	解法	地震加速度	安全系数	规定最小安全系数
940（初期坝顶）	正常运行期	毕肖普法	0g	1.506	1.30
	正常运行期	瑞典法	0g	1.431	1.20
	洪水运行期	毕肖普法	0g	1.506	1.20
	洪水运行期	瑞典法	0g	1.431	1.10
	特殊运行期	毕肖普法	0.05g	1.447	1.15
	特殊运行期	瑞典法	0.05g	1.374	1.05
972	正常运行期	毕肖普法	0g	2.184	1.35
	正常运行期	瑞典法	0g	1.957	1.25
	洪水运行期	毕肖普法	0g	2.184	1.25
	洪水运行期	瑞典法	0g	1.951	1.15
	特殊运行期	毕肖普法	0.05g	2.099	1.15
	特殊运行期	瑞典法	0.05g	1.853	1.05
1035	正常运行期	毕肖普法	0g	1.783	1.35
	正常运行期	瑞典法	0g	1.670	1.25
	洪水运行期	毕肖普法	0g	1.783	1.25
	洪水运行期	瑞典法	0g	1.668	1.15
	特殊运行期	毕肖普法	0.05g	1.707	1.15
	特殊运行期	瑞典法	0.05g	1.606	1.05

坝顶标高（m）	工况	解法	地震加速度	安全系数	规定最小安全系数
1068（最终坝顶）	正常运行期	毕肖普法	0g	1.777	1.35
	正常运行期	瑞典法	0g	1.652	1.25
	洪水运行期	毕肖普法	0g	1.777	1.25
	洪水运行期	瑞典法	0g	1.651	1.15
	特殊运行期	毕肖普法	0.05g	1.659	1.15
	特殊运行期	瑞典法	0.05g	1.595	1.05

尾矿库调洪演算结果见表 2.4-4~2.4-7。

表 2.4-4 调洪演算结果表（H=940m）

项目	单位	计算值	允许值
堆积标高	m	940.0	—
洪水重现期	—	500年一遇P=0.2%	500～1000年一遇
洪峰流量Qm	m^3/s	89.20	—
洪水总量Wp	10^4m^3	140.33	—
正常水位	m	937.0	—
干滩长度（正常运行）	m	319.33	—
正常生产水位到沉积滩顶的高差	m	3.0	—
调洪水深	m	2.258	—
最大下泄流量	m^3/s	68.062	—
最高洪水位	m	939.258	—
干滩长度（洪水运行）	m	98.875	70
安全超高（洪水运行）	m	0.742	0.7

表 2.4-5 调洪演算结果表（H=972m）

项目	单位	计算值	允许值
堆积标高	m	972.0	—
洪水重现期	—	1000 年一遇 P=0.1%	500～1000 年一遇
洪峰流量 Q_m	m^3/s	96.04	—
洪水总量 W_p	10^4m^3	156.61	—
正常水位	m	968.5	—

项目	单位	计算值	允许值
干滩长度（正常运行）	m	404.67	—
正常生产水位到沉积滩顶的高差	m	3.5	—
调洪水深	m	2.199	—
最大下泄流量	m^3/s	66.467	—
最高洪水位	m	970.699	—
干滩长度（洪水运行）	m	173.504	100
安全超高（洪水运行）	m	1.301	1.0

表 2.4-6 调洪演算结果表（H=1035m）

项目	单位	计算值	允许值
堆积标高	m	1035.0	—
洪水重现期	—	1000 年一遇 P=0.1%	500～1000 年一遇
洪峰流量 Q_m	m^3/s	96.04	—
洪水总量 W_p	10^4m^3	156.61	—
正常水位	m	1031.0	—
干滩长度（正常运行）	m	494.33	—
正常生产水位到沉积滩顶的高差	m	4.0	—
调洪水深	m	2.114	—
最大下泄流量	m^3/s	48.106	—
最高洪水位	m	1033.114	—
干滩长度（洪水运行）	m	251.412	100
安全超高（洪水运行）	m	1.886	1.0

表 2.4-7 调洪演算结果表（H=1068m）

项目	单位	计算值	允许值
堆积标高	m	1068.0	—
洪水重现期	—	1000 年一遇 P=0.1%	500～1000 年一遇
洪峰流量 Q_m	m^3/s	96.04	—
洪水总量 W_p	10^4m^3	156.61	—

项目	单位	计算值	允许值
正常水位	m	1064.0	—
干滩长度（正常运行）	m	533.33	—
正常生产水位到沉积滩顶的高差	m	4.0	—
调洪水深	m	1.819	—
最大下泄流量	m^3/s	41.074	—
最高洪水位	m	1065.819	—
干滩长度（洪水运行）	m	290.813	100
安全超高（洪水运行）	m	2.181	1.0

尾矿库控制浸润线结果见表 2.4-8，防洪度汛控制参数见表 2.4-9。

表 2.4-8 尾矿库控制浸润线结果表

坝顶标高（m）	剖面位置	监测点标高（m）	临界浸润线埋深（m）	控制浸润线埋深（m）
940	PM2	940	44	44
972	PM2	972	20	20
		930	20	20
		880	19	19
		830	19	19
1035	PM1	1035	20	20
		1010	15	15
	PM2	1035	40	40
		980	40	40
		910	40	40
		830	40	40
	PM3	1035	20	20
		1010	20	20
1068	PM1	1068	40	40
		1030	40	40
	PM2	1068	50	50
		990	50	50
		910	50	50

坝顶标高（m）	剖面位置	监测点标高（m）	临界浸润线埋深（m）	控制浸润线埋深（m）
		830	40	40

表 2.4-9 尾矿库防洪度汛控制参数

项目 \ 运行期	汛前控制水位	沉积滩纵坡	汛前干滩长度（m）	汛前防洪高度（m）
初期坝940m	937m	≥0.75%	400.0	3.0
972m	968.5m	≥0.75%	466.67	3.5
1035m	1031m	≥0.75%	533.33	4.0
最终坝顶 1068m	1064m	≥0.75%	533.33	4.0

尾矿库安全监测项目预警值见表 2.4-10；浸润线预警值见表 2.4-11~2.4-14。

表 2.4-10 尾矿库安全监测项目预警值表

监测项目	蓝色预警	黄色预警	橙色预警	红色预警
现场巡查	-	按《规范》表8.3.2执行	按《规范》表8.3.2执行	按《规范》表8.3.2执行
监测点的位移速率变化量、同级子坝相邻监测点的位移速率	15mm	19.5mm	30mm	45mm
最小安全超高	940m 标高时3.0m 972m 标高时 3.5m 1035 标高时4.0m 1068 标高时4.0m	940m 标高时 1.0m 972m 标高时 1.5m 1035m 标高时2.0m 1068m 标高时2.0m	940m 标高时0.77m 972m 标高时 1.2m 1035m 标高时 1.2m 1068m 标高时 1.2m	940m 标高时0.7m 972m 标高时 1.0m 1035m 标高时 1.0m 1068m 标高时 1.0m
最小干滩长度	940m 标高时400.00m 972m 标高时466.66m 1035m 标高时533.33m 1068m 标高时533.33m	940m 标高时 133.33m 972m 标高时200.0m 1035m 标高时 266.67m 1068m 标高时266.67m	940m 标高时 102.67m 972m 标高时 159.99m 1035m 标高时 159.99m 1068m 标高时 159.99m	940m 标高时93.3m 972m 标高时 133.33m 1035m 标高时 133.33m 1068m 标高时 133.33m
库水位	940m 标高时937.0m 972m 标高时 968.5m 1035m 标高时 1031.0m 1068m 标高时 1064.0m	940m 标高时 939.00m 972m 标高时 970.5m 1035m 标高时 1033.0m 1068m 标高时 1066.0m	940m 标高时939.227m 972m 标高时 970.8m 1035m 标高时 1033.8m 1068m 标高时 1066.8m	940m 标高时939.3m 972m 标高时 971m 1035m 标高时 1034m 1068m 标高时 1067m
降水量	——	1h 降雨量16mm 3h 降雨量20mm 6h 降雨量25mm 12h 降雨 30mm 24h 降雨 50mm	972m 以下24h 降雨量761.76mm 972m 以上24h 降雨量850.69mm	——

注：监测点的位移速率变化量、同级子坝相邻监测点的位移速率的正常运营值可根据实际情况调整。

表 2.4-11 废石坝浸润线预警值表（沉积滩顶≤940m）

剖面	测点编号	蓝色预警（m）	黄色预警（m）	橙色预警（m）	红色预警（m）
PM2	JR-PM2-1	52.8	50.6	48.4	44

表 2.4-12 废石坝浸润线预警值表（940＜沉积滩顶≤972m）

剖面	测点编号	蓝色预警（m）	黄色预警（m）	橙色预警（m）	红色预警（m）
PM2	JR-PM2-1	24	23	22	20
	JR-PM2-2	24	23	22	20
	JR-PM2-3	22.8	21.85	20.9	19
	JR-PM2-4	22.8	21.85	20.9	19

表 2.4-13 废石坝浸润线预警值表（972＜沉积滩顶≤1035m）

剖面	测点编号	蓝色预警（m）	黄色预警（m）	橙色预警（m）	红色预警（m）
PM1	JR-PM1-1	24	23	22	20
	JR-PM1-2	18	17.25	16.5	15
PM2	JR-PM2-1	48	46	44	40
	JR-PM2-2	48	46	44	40
	JR-PM2-3	48	46	44	40
	JR-PM2-4	48	46	44	40
PM3	JR-PM3-1	24	23	22	20
	JR-PM3-2	24	23	22	20

表 2.4-14 废石坝浸润线预警值表（1035＜沉积滩顶≤1068m）

剖面	测点编号	蓝色预警（m）	黄色预警（m）	橙色预警（m）	红色预警（m）
PM1	JR-PM1-1	48	46	44	40
	JR-PM1-2	48	46	44	40
PM2	JR-PM2-1	60	57.5	55	50
	JR-PM2-2	60	57.5	55	50
	JR-PM2-3	60	57.5	55	50
	JR-PM2-4	48	46	44	40
PM3	JR-PM3-1	72	69	66	60
	JR-PM3-2	72	69	66	60

2.4.2.3 初期坝

初期坝采用堆石筑坝（包括露天采场剥离废石和库内料场取石），坝顶标高为940.0m，坝底标高为870.0m，初期坝坝高为70m，坝顶宽度4.0m（不含反滤层），坝轴线长度为221.4m；初期坝上游坝坡边坡台阶坡比1:1.7，坝坡每隔10m高差设置一级1m宽的锚固平台，上游坝坡平均坡比1:1.8；初期坝下游坝坡边坡台阶坡比1:1.8，坝坡每隔10m高差设置一级2m宽的马道，下游坝坡平均坡比1:2。

初期坝上游坝面930.0m标高以下铺设防渗衬层防渗，坝坡防渗衬层与库底水平防渗衬层有效连接并形成一个整体。防渗衬层由反滤层-无纺土工布-土工膜组成，第一层反滤层为碎石（d_{50}=30～100mm、厚度0.4m）+砾石（d_{50}=5～30mm、厚度0.3m）+粗砂（d_{50}=0.5～5mm、厚度0.3m），第二层500g/m^{2}无纺土工布，第三层2mm厚HDPE膜。初期坝上游坝面+930.0m标高以上铺设反滤层+500g/m^{2}无纺土工布，反滤层为：碎石（d_{50}=30～100mm、厚度0.4m）+砾石（d_{50}=5～30mm、厚度0.3m）+粗砂（d_{50}=0.5～5mm、厚度0.3m）。初期坝土工膜和土工布上设保护层，保护层为：粗砂（d50=0.5～5mm、厚度0.2m）+砾石（d_{50}=5～30mm、厚度0.2m），保护层上设0.3m厚干砌块石护坡。

2.4.2.4 后期坝

后期坝利用采场剥离废石料、中线式筑坝，坝型为碾压堆石坝。

尾矿库设计最终堆积标高为1068.0m，设计总坝高198.0m，其中后期坝高度128.0m，最终坝顶坝轴线长约853.3m。

后期坝体随着库内尾矿堆积标高的上升分级修建，共分26级施工，其中第1~25级子坝每级坝体高度均为5m、第26级子坝坝体高度3m，每级坝顶宽8m，上游坡比1:1.6，下游坡比1:2。最终废石坝外坝坡每隔10m高差设置一级5m宽的马道，单级台阶边坡坡比为1:2，废石坝外坝坡平均边坡比1:2.5。后期坝最终外坝坡采用0.4m厚的干砌块石护坡，

其余各级临时边坡可不考虑护坡。

2.4.2.5 截渗坝

为有效拦截、收集尾矿库渗水，防止尾矿水外排，在后期废石坝坝脚下游约 60m 位置布置一座截渗坝，截渗坝采用碾压堆石坝，清基及筑坝材料要求与后期坝相同。坝顶标高+766.0m，坝顶宽 4.0m，坝高 10.0m，坝轴线长 34.0m，坝体上、下游边坡坡比均为 1:2。

在截渗坝顶中部设置溢流坝段，溢流坝段长 8m，溢流坝段设置一道沉降缝并设止水，溢流坝面采用折线形实用堰，堰深 1.0m，溢流坝段采用 C30 钢筋混凝土面板。截渗坝坝体上游坝面铺设防渗层，防渗衬层（从下到上）由砂砾石层-无纺土工布-土工膜-无纺土工布组成，第一层 d_{50}=0.5~10mm 砂砾石、厚度为 0.3m，第二层 400g/m^2 无纺土工布，第三层 2mm 厚光面 HDPE 膜，第四层 400g/m^2 无纺土工布，第四层土工布上用沙袋压覆。溢流坝段防渗层嵌入锚固槽内。截渗坝上游库底防渗衬层应与坝体上游坝面防渗层有效搭接形成整体。

截渗坝前形成水池作为渗水收集池，总容量约为 2000m^3，池底及岸坡设防渗衬层（从下到上）由砂砾石层-无纺土工布-土工膜-无纺土工布组成，第一层 d_{50}=0.5~10mm 砂砾石、厚度为 0.3m，第二层 400g/m^2 无纺土工布，第三层 2mm 厚光面 HDPE 膜，第四层 400g/m^2 无纺土工布，第四层土工布上用沙袋压覆。

2.4.2.6 拦挡坝

在最终废石坝坝脚位置设置拦挡坝，拦挡坝为碾压堆石坝（筑坝材料直接利用采场剥离废石，也可在库内取石或利用隧洞掘进碴），坝高 4.0m，坝顶宽 2.0m，上游坡比 1:1.5、下游坡比 1:2。

在拦挡坝顶中部设置溢流坝段，溢流坝段长 5m，中间设置一道沉降缝并设止水，溢流坝面采用折线形实用堰，堰深 1.0m，溢流坝段采用 C30 钢筋混凝土面板，面板厚度 150mm。溢流段延伸至坝脚下游 3m，

防止水流冲刷坝脚。

2.4.2.7 坝肩排水沟

初期坝坝体下游坡面坝肩与岸坡交界处应设置临时截水沟，终期废石坝坝肩设置永久截水沟，永久截水沟设置在坝肩山坡原始地层上部，截水沟衬砌结构应做好分缝及防渗处理措施。

临时坝肩截水沟采用底宽 1.0m、深 1.0m，边坡 1:0.5 的梯形断面，采用人工开挖并全断面夯实形成土渠，土渠总长度 500m，土渠内铺设 2mm 厚 HDPE 防渗膜。终期坝永久坝肩截水沟采用梯形断面，净断面尺寸底宽 1.0m、深 1.0m，边坡 1:0.5，总长度 2240m，C30 钢筋混凝土结构，壁厚 250mm。临时及永久截水沟底板纵坡要求不小于 1%，永久坝肩截水沟出口直接引至渗水收集池下游侧。永久截水沟每间隔 4.5~9m 设一道变形沉降缝，缝间设 651 型橡胶止水带和沥青麻绳进行止水。

2.4.2.8 坝坡踏步

终期废石坝上坝踏步在废石坝形成最终固定外坝坡后建设，其余各级废石坝体外坝坡，结合各级筑坝进展可布置坝坡踏步。

上坝踏步布置在废石坝坝坡面中间部位及两侧坝肩。人工坝坡踏步宽 1.0m、厚 0.2m，每级踏步台阶高度 0.15m，踏步采用 M10 水泥砂浆砖砌或砌石结构。

2.4.2.9 尾矿库放矿

尾矿输送重量浓度为 20%，通过采取坝前、库周放矿等两种放矿方法相结合，多管均匀分散放矿的放矿方式，尾矿经水力自然冲填。尾矿库初期坝坝顶标高 940.0m 以下运行阶段主要采用初期坝坝前放矿；初期坝坝顶标+940.0m 以上运行阶段主要采用尾矿坝坝前放矿，筑子坝时在坝前分段放矿，同时在尾矿库西侧、东侧东支沟沟尾进行放矿，将尾矿水驱赶至库内排洪设施区域。同时要求周边放矿沉积滩顶标高低于坝前沉积滩顶标高不小于 4m，不得影响调洪库容。

放矿箱设置在尾矿坝西侧岸坡，在尾矿坝坝顶上游侧沿平行坝轴线方向布置放矿主干管，需要在东支沟放矿时，将放矿主管经由废石坝外坡、东岸山体延伸至东支沟。沿放矿主干管每间隔 10~15m 设置一条软管作为放矿口，放矿口尽量均匀布置，同一标高放矿口数目不得小于 5 个，随着坝体的逐步上升、坝轴线的不断增长逐渐增加放矿口。放矿软管末端应伸到库内沉积滩滩顶以内。放矿主干管随着尾矿坝加高相应不断抬高，确保尾矿在尾矿库内整体均匀上升。排矿管口的数量和每个管口的流量需要根据坝轴线长度、沉积滩现状等实际情况进行适当控制。与此同时，在尾矿库内设置集中放矿口，以便在筑坝期或事故期临时在库内排放尾矿。坝体加高后，应及时移动安装尾矿浆输送管，架设照明线路。

通过将库内尾矿水及时返回选矿厂循环使用，尽可能维持尾矿库运行期低水位运行，最大可能延长沉积滩长度，以提高坝前尾矿固结效果，提高坝体安全性。

2.4.2.10 地质灾害防护设施

（1）F2 断层为弱富水断层构造。为了防止尾矿沿断层泄漏，在截渗坝坝轴线（穿过 F2 断层）采用灌浆措施截断可能泄漏通道，采用双排灌浆孔，梅花形布置，孔距 4~8m，排距 2m，要求主灌浆孔伸入中风化石英砂岩（较完整）③$_3$ 或中风化变质砂岩⑤$_3$ 层不小于 5m，次灌浆孔孔深为主灌浆孔孔深的 1/2，灌浆压力孔口段不小于 0.3MPa，孔底段不小于 0.5MPa，灌浆孔距、排距、灌浆压力可根据开挖后工程地质条件由灌浆试验调整，灌浆后帷幕透水率 q 不超过 1Lu。

（2）尾矿库场地内需要进行灌注充填治理的区域为坑洞及坑内影响区，根据项目勘察及物探成果，坑洞约 24 处、需要进行单独布孔验证的物探坑洞影响区约 26 处。

坑洞：根据坑洞扫描结果，在地表沿洞轴线布置充填钻孔，利用充

填钻孔及洞口对坑洞空区采用水泥砂浆进行灌注充填；针对坑洞深处松散的充填物通过注浆管采用压力注浆加固。充填结束后通过注浆管采用压力注浆进行接顶；为防止充填材料外流，应在坑洞洞口设置嵌入岩层的钢筋混凝土墙，对于洞口有地下水流出的坑洞在挡墙上设置滤水管；

物探无充填坑洞影响区：根据物探探明的无充填坑洞影响区分布范围，在地表布置充填钻孔，利用充填钻孔对坑洞影响区采用水泥注浆材料进行灌注充填；针对坑洞深处松散的充填物通过注浆管采用压力注浆加固；充填结束后采用压力注浆进行接顶；

物探全充填坑洞影响区：当物探坑洞影响区内为全充填时，采用压力注浆进行加固处理。

为验证充填效果，拟在治理工程完成后在治理区内坑洞及坑洞影响区上部任选位置钻孔取芯对施工质量进行验证。在治理区域布设专业监测点对其进行监测，以保证施工的顺利进行及检验与评价治理的效果。

由于地下坑洞及坑洞影响区具有隐伏性强、空间分布特征规律性差、坑洞及坑洞影响区顶板冒落塌陷情况难以预测等特点，因此，在施工过程中要进行动态设计，根据施工充填孔或施工勘察孔进一步探查井下空区的即时状态和空间形态，及时调整充填孔位置，为坑洞及坑洞影响区安全治理提供更为准确的设计依据。

要求初期坝及排洪设施范围内坑洞治理完成时间不得晚于对应开始施工时间节点，库内坑洞治理完成时间不得晚于对应开始铺设防渗层时间节点。

（3）对场地内危岩体（多表现为小规模的掉块，局部可能出现小规模崩塌）防治包括两个方面，一是对小规模崩塌体进行全部清除或采用锚杆+钢丝网护坡处理，防止遗留成为隐患，二是加强施工防护措施，同时加强日常巡视。随着尾矿逐步上升，库内崩塌（危岩）将被尾矿所埋没，崩塌（危岩）危害将消除。

2.4.2.11 防排渗设施

尾矿库防渗衬层在尾矿库初期坝上游坝坡（930.0m 标高以下）、初期坝上游库底及库内两岸边坡、初期坝坝底、初期坝下游侧沟底、渗水收集池上游。防渗膜从初期坝上游库底范围穿初期坝底部一直延伸至初期坝下游截渗坝坝前，从而形成一道整体连续的库底水平相对隔水层，将尾矿堆积体、尾矿坝与尾矿库基底有效隔离，尾矿渗水沿防渗层上部集中排至渗水收集池内。

尾矿库库区底部及其岸坡防渗衬层应与尾矿坝防渗衬层有效搭接，确保形成一个整体。

尾矿库库底的防渗衬层结构从底部往上依次为：

①碾压整平基础

②500g/m^2 长丝无纺土工布

③2mmHDPE 土工膜

④500g/m^2 长丝无纺土工布

尾矿库内岸坡的防渗衬层结构从底部往上依次为：

①边坡清除覆盖层后整平压实

②500g/m^2 长丝无纺土工布

③2mmHDPE 土工膜

④500g/m^2 长丝无纺土工布

初期坝坝底的防渗衬层结构从底部往上依次为：

①碾压整平基础

②500g/m^2 长丝无纺土工布

③2mmHDPE 土工膜

④500g/m^2 长丝无纺土工布

⑤1.0m 厚碎卵石防护垫层（0.3m 厚卵石+0.7m 厚碎石）

库底水平防渗衬层下部设置地下水导排设施，膜下地下水导排系统

宜充分利用尾矿库场底透水层，如场底无透水层或透水层不连续，直接利用现有沟谷地形经适当开挖并回填碎块石料修筑排渗盲沟，以确保形成连续的渗滤水通道，确保场底地下水有序疏排。盲沟为梯形断面，底宽 2m、高度 1.5m、两侧边坡 1:0.5，总长度 3600m，盲沟主体可采用 20~50mm 粒级的废石料填筑，废石料外包裹不少于 1 层 400g/m^2 无纺土工布，盲沟沿线每间隔 100m 距离、垂直盲沟轴线设置一道 400g/m^2 无纺土工布垂直反滤层。地下水导排盲沟从上游库底一直敷设至截渗坝下游。

初期坝下游沟底及岸坡开挖截渗槽，截渗槽延伸至截渗坝前渗水收集池。截渗槽为梯形断面，底宽 3m、深度 2m、两侧边坡 1:1，截渗槽底及两侧铺设 2mmHDPE 土工膜，沟内填埋 20~50mm 粒级的废石料，截渗槽内埋设渗水导排管，渗水导排管共敷设 2 根，从初期坝底一直铺至截渗坝下游，并在下游出口处设置控制闸阀。导排管采用Φ315×28.6mmHDPE 开孔管，外包一层 400g/m^2 无纺土工布，渗水导排管周边要求设置不小于 500mm 厚的碎石滤层。盲沟顶部设垫层，要求盲沟顶部与库底防渗层距离不小于 1.0m。排渗盲沟施工过程中具体形状及尺寸可根据实际地形等情况进行适当调整，盲沟边坡根据现场实际地形进行开挖，两侧坡比须满足边坡稳定及铺设施工要求。

基建期库内 940.0m 标高以下防渗材料一次铺设完成，后期库内防渗材料每级施工 10~15m 高度范围，随尾矿堆积标高的上升逐级铺设。各阶段防渗结构的铺设速度应超前于尾矿库尾矿堆积上升速度，防渗层施工不得影响尾矿库正常放矿，防渗层施工完成后堆尾矿之前必须对防渗系统进行渗漏检测。

2.4.2.12 防排洪设施

尾矿库排洪采用“排水井-竖井-支隧洞-主隧洞-消力池-明渠”排洪型式。尾矿库场址左岸山体陡峭，基岩条件相对较好，排洪系统线路布

置在尾矿库左岸。

尾矿库库内洪水及尾矿澄清水均通过排水井进水，排水井与相应竖井连接，经支隧洞引流至排洪主隧洞，最终排至尾矿库下游。前期初期坝 929.0m 标高以下库内尾矿水采用机械抽排至 1#排水井内外排，在初期坝前尽快形成干滩。

（1）排水井

沿主沟北侧山坡设置 6 座排水井，采用圆形框架式结构，C30 钢筋混凝土结构，1#、2#排水井圈梁内径均为 8.0m，十六立柱型式，3#~6#排水井圈梁内径均为 6.0m，十二立柱型式，立柱宽度和厚度分别为 0.5m、0.55m。1#~6#排水井井架高度均为 24m，1#~6#排水井最低进水口标高分别为 929.0m、952.0m、975.0m、998.0m、1021.0m、1044.0m，相邻排水井之间重叠高度为 1m。

排水井基础持力层应至少采用强风化变质砂岩⑤$_2$，地基承载力要求不低于 400kPa。并在其基础底部设置厚 200mm 的 C20 混凝土垫层，如承载力不满足设计要求时应采用注浆加固对基础进行处理。

（2）排洪支隧洞及相应支隧洞竖井

排水井井座与排洪支隧洞之间均通过竖井连接，1#~6#排水井下部分别为 1#~6#竖井。竖井采用圆形断面，内径 3.0m，为防止水流直接冲击竖井底板而在竖井底部设置消力坑，消力坑分别为 3m、4m、4m、5m、5m、5m 深。1#~6#竖井深度分别为 28.00m、54.96m、76.99m、96.17m、115.28m、136.05m 合计总深度为 507.70m。

对于Ⅳ、Ⅴ级围岩竖井段，采用“钢筋网+锚喷”联合初期支护措施。其中系统锚杆采用Φ40 管缝式锚杆，长度 1.5m，间排距 1.0m，梅花形布置；沿竖井掘进岩壁挂设Φ6@100×100 钢筋网，喷射 C20 混凝土 100mm。Ⅳ、Ⅴ级围岩竖井段衬砌采用 C30 钢筋混凝土结构，厚度 300mm，双层配筋，衬砌浇筑完毕后进行回填灌浆及固结灌浆。

对于Ⅲ级围岩竖井段，采用喷混凝土初期支护，沿竖井掘进岩壁喷射 C20 混凝土 80mm；对于局部岩石破碎、掉块、裂隙发育围岩段，可以适当增加锚杆支护措施。必要时采用 C30 钢筋混凝土结构衬砌，厚度 300mm，双层配筋，衬砌浇筑完毕后进行回填灌浆，对于局部岩石破碎、掉块、裂隙发育围岩段，可以适当增加固结灌浆措施。

1#~5#竖井与相应支隧洞相连，并通过支隧洞连通至主隧洞内。1#~5#支隧洞均为圆拱直墙断面型式，二次衬砌段隧洞净宽 2.8m，净高 3.2m，纵坡 5%，洞壁糙率 n 不大于 0.017；裸洞段净宽 3.0m，净高 3.5m，纵坡 5%，洞壁糙率 n 不大于 0.025。1#~5#支隧洞长度分别为 149.8m、131.3m、55.5m、55.3m、31.7m，合计支隧洞总长度为 423.6m。支隧洞上游进水口设置 10m 长的渐变段与对应排水井竖井连接，渐变段隧洞顶板呈直线渐变，净断面尺寸由底宽 2.8m×高 4.2m 渐变至底宽 2.8m×高 3.2m。

排洪隧洞支护形式根据围岩条件不同采用超前预支护、初期支护及二次衬砌相结合的复合式衬砌结构，具体支护型式及衬砌结构综合考虑围岩条件、运行条件、施工方法等因素，经过技术经济比较确定，并根据施工现场监控情况进行调整。

对于Ⅴ级围岩隧洞段、隧洞出口及断层段，采用“钢拱架+锚喷+钢筋网”联合初期支护措施，必要时采用小导管或大管棚。Ⅴ级围岩隧洞段二次衬砌采用 C30 钢筋混凝土结构，厚度 400mm，双层配筋。

对于Ⅳ级围岩隧洞段，采用“锚喷+钢筋网”联合初期支护措施，必要时采用钢拱架。Ⅳ级围岩隧洞段二次衬砌采用 C30 钢筋混凝土结构，厚度 400mm，双层配筋。

对于Ⅲ级围岩隧洞段，采用钢筋网喷砼支护，对于局部岩石破碎、掉块、裂隙发育围岩段，可以适当增加锚杆支护措施。必要时采用 C30 钢筋混凝土结构衬砌，厚度 400mm，双层配筋，衬砌浇筑完毕后进行回

填灌浆，对于局部岩石破碎、掉块、裂隙发育围岩段，可以适当增加固结灌浆措施。

对于Ⅱ级围岩隧洞段，顶拱可喷射 C20 混凝土厚 50mm，底板和边墙采用 150mm 厚 C30 混凝土单层构造配筋。

（3）排洪主隧洞

排洪主隧洞布置在尾矿库主沟东侧山体内，主隧洞总长度 1938.993m，上游起点底板标高 912.95m，下游出水口底板标高 816.0m，纵坡 5%。主隧洞为圆拱直墙断面型式，二次衬砌段隧洞净宽 2.8m，净高 3.2m，纵坡 5%；裸洞段净宽 3.0m，净高 3.5m，纵坡 5%。上游进水口设置 10m 长的渐变段与 6#排水井竖井连接，渐变段隧洞顶板呈直线渐变，净断面尺寸由底宽 2.8m×高 4.2m 渐变至底宽 2.8m×高 3.2m。为方便巡检，可在直墙段每隔一定距离设置钢筋扶手。

排洪主隧洞各级围岩支护及衬砌形式与支隧洞对应级别围岩相同，排洪主隧洞下游出口处设置出口洞门，洞门部位岩质开挖边坡一般不宜陡于 1:0.75、土质开挖边坡一般不宜陡于 1:1.75，以确保洞脸边坡稳定。

为避免洪水冲刷尾矿库下游河沟及岸坡，排洪主隧洞出口处设置消力池，消力池采用 C30 钢筋混凝土结构，长×宽×深=15×5×4m 的矩形池体，消力池底板标高 814.5m，壁厚 400mm，消力池基础持力层可采用下伏基岩层，要求地基承载力不得小于 180kPa，具体可根据实际地形及地质情况布置。

消力池下游采用矩形引水明渠将尾矿库下泄洪水引流至下游沟底，水明渠断面底宽 3.0m，高 2.0m，最大过流能力 70m^3/s，采用 C30 钢筋混凝土现浇结构，壁厚 400mm。明渠具体结构及布置可根据现场地形、地质情况等进行调整。

2.4.2.13 安全监测设施

（1）在线监测

在线安全监测系统主要包括：坝体表面位移监测、坝体内部位移监测、浸润线监测、干滩长度、坡度、滩顶高程监测、库水位监测、降雨量监测、库区视频监控等。

1）坝体表面位移监测

尾矿库基建期，在初期坝顶设置 1 条监测横剖面，在初期下游坡面标高 880.0m 马道、900.0m 马道、920.0m 马道及初期坝顶 940m.0 标高各设置 1 个监测点，编号为 BW-1、BW-2、BW-3 及 BW-4。初期坝共设 4 个表面位移监测点，在尾矿库区坝外稳定区域设 1 个监测基准点，编号 BW-JZ。基建期表面位移监测点随着筑坝增高作业而取消。

尾矿库运行期，在坝体下游坡面设置 5 个监测横剖面，编号为 BW-PM1、BW-PM2、BW-PM3、BW-PM4、BW-PM5，对应监测横剖面分别设置 4、8、4、7、3 个位移监测点，同一横剖面上测点平面间距 100m，合计设置 26 个位移监测点。在尾矿库区坝外稳定区域布设 1 个 GNSS 基准站，用来对表面位移监测系统提供差分信号。

尾矿库表面位移安全监测应采用工程坐标系，以坝体轴线为 X 轴，左岸应为 X 轴正方向；以垂直于坝体轴线为 Y 轴，坝外坡方向为 Y 轴正方向；以铅垂向下方向为 Z 轴正方向。

表 2.4-15 表面位移监测点表

测点部位	编号	X 坐标	Y 坐标	标高	使用期
初期坝	BW-1	2847851.620	418636.281	940m	基建期
	BW-2	2847810.980	418630.011	920m	
	BW-3	2847770.660	418628.332	900m	
	BW-4	2847730.790	418625.282	880m	
	BW-PM1-1	2847875.200	418454.450		
	BW-PM1-2	2847778.540	418440.859		
	BW-PM1-3	2847679.410	418426.877		
	BW-PM1-4	2847580.070	418412.677		
	BW-PM2-1	2847856.460	418601.036		

测点部位	编号	X 坐标	Y 坐标	标高	使用期
后期坝	BW-PM2-2	2847757.530	418587.106	坝体外坡面，随着坝体上升而不断的移动	运行期
	BW-PM2-3	2847659.090	418573.448		
	BW-PM2-4	2847559.840	418559.124		
	BW-PM2-5	2847460.820	418545.103		
	BW-PM2-6	2847362.140	418531.084		
	BW-PM2-7	2847262.900	418516.985		
	BW-PM2-8	2847163.630	418502.964		
	BW-PM3-1	2847822.910	418823.969		
	BW-PM3-2	2847725.960	418810.069		
	BW-PM3-3	2847627.350	418796.220		
	BW-PM3-4	2847527.650	418782.180		
	BW-PM4-1	2847838.905	418711.655		
	BW-PM4-2	2847742.989	418698.872		
	BW-PM4-3	2847644.331	418676.454		
	BW-PM4-4	2847545.732	418665.243		
	BW-PM4-5	2847445.134	418641.833		
	BW-PM4-6	2847350.133	418627.327		
	BW-PM4-7	2847251.887	418597.643		
	BW-PM5-1	2847799.895	418983.447		
	BW-PM5-2	2847704.597	418966.138		
	BW-PM5-3	2847609.812	418922.162		
监测基准点	BW-JZ	2847198.350	418251.367		基建期

2）坝体内部位移监测

尾矿库基建期，在初期坝设置 2 个内部位移监测点，编号为 NW-PM2-1、NW-PM2-2，平面位置分别位于初期坝顶部及初期坝下游坝坡 890.0m 马道，后续根据筑坝施工进度进行向上接续，最终达到 1068.0m 平台。

尾矿库运行期，在坝体设计 3 条监测横剖面，编号 NW-PM1、NW-PM2、NW-PM3，对应横剖面上布设 3 条、7 条、3 条监测垂线，共计布设 13 条监测垂线。

由于尾矿库使用中线法加高，在筑坝过程中坝体会随着尾矿的排放不断增高，相应的内部位移的测斜管也要根据筑坝情况进行相应加高。

表 2.4-16 内部位移监测点表

测点部位平面位置	监测垂线编号	传感器数量	X 坐标	Y 坐标	使用期
初期坝	NW-PM2-1	10	2847854.420	418616.005	基建期
	NW-PM2-2	2	2847756.560	418597.192	
初期坝	NW-PM2-1	28	2847854.420	418616.005	运行期
	NW-PM2-2	23	2847756.560	418597.192	
后期坝	NW-PM2-3	15	2847657.070	418583.783	
	NW-PM2-4	12	2847558.300	418568.198	
	NW-PM2-5	10	2847458.820	418555.327	
	NW-PM2-6	8	2847360.250	418540.625	
	NW-PM2-7	7	2847261.270	418525.921	
	NW-PM1-1	10	2847874.020	418464.765	
	NW-PM1-2	6	2847777.260	418451.915	
	NW-PM1-3	2	2847678.220	418437.863	
	NW-PM3-1	13	2847821.300	418834.400	
	NW-PM3-2	16	2847724.820	418820.796	
	NW-PM3-3	5	2847626.070	418806.643	

3）浸润线监测

尾矿库基建期，在初期坝设置 1 个浸润线监测横剖面（编号 JR-PM2），共设置 1 个浸润线监测点，后期随着坝体的升高逐步抬升。尾矿库运行期，在废石坝设置 3 个浸润线监测横剖面（编号 JR-PM1、JR-PM2、JR-PM3），共设置 8 个浸润线监测点。由于后期坝采用中线式加高，故浸润线监测孔应将测压管预先埋设于相应的区域，待后期筑坝增高后相应加高测压管。

表 2.4-17 浸润线监测点分布表

测点部位	编号	X 坐标	Y 坐标	使用期
初期坝	JR-PM2-1	2847855.410	418593.490	基建期
后期坝	JR-PM2-2	2847660.010	418563.882	运行期

测点部位	编号	X 坐标	Y 坐标	使用期
	JR-PM2-3	2847462.230	418535.211	
	JR-PM2-4	2847264.550	418506.338	
	JR-PM1-1	2847876.050	418447.232	
	JR-PM1-2	2847779.720	418433.309	
	JR-PM3-1	2847823.630	418816.246	
	JR-PM3-2	2847727.330	418802.247	

4）干滩长度、坡度、滩顶高程监测

在库内设置 3 个干滩监测剖面（PM1、PM2、PM3），每个监测剖面设 1 个监测点，每个监测点在坝内坡脚干滩面上布设 1 套一体化干滩测量设备，监测设备立杆安装，随着内坡滩面升高移动上升安装，实现包括干滩长度、坝顶高程、干滩坡度监测。后期随着坝体抬升移设至相应位置。

5）库水位监测

库水位监测点设置在排水井上，随着筑坝升高，逐点建设水位监测设施。库水位在线监测点位于在用排水井处，采用库水位监测仪器对库水位进行监测，监测设施固定在排水井顶部。随库水位升高，排水井被淹没，将监测设施移至下一座排水井处。利用数据采集单元采集数据传输至中心控制室。

6）降雨量监测

库区降雨量监测点布设在值班房附近空旷地带或房顶处。设 1 个监测点，选择使用压电式雨量计或翻斗式雨量计并配合一体化数据采集单元实现数据采集、传输功能和在线监测实时降雨量。

7）库区视频监测

在生产管控区域应设置视频监测系统，共设置 4 处视频监测点，全部采用高清红外网络球机，采用库区有线交流供电、光纤通信，主要监控排水井、排洪隧洞出口、尾矿坝顶、值班房等重要部位，使生产、管

理人员以直观形式观测现场作业情况。其中，排水井的视频监测应随着堆积尾矿的上升逐步抬升。

（2）人工监测

人工监测项目包括巡视检查、坝体表面位移监测、浸润线监测、后期坝外坡比监测、干滩监测、库水位监测等，所测结果及时上传至在线监测系统统一管理和信息发布。

1）坝体表面位移监测

初期坝及后期坝下游坡面设置表面位移监测点，表面位移人工监测点位紧邻在线监测点位设置，监测剖面及点位编号与在线监测相同。初期坝设置 1 个位移监测横剖面，后期坝设置 5 个位移监测横剖面，合计设置 26 个位移监测点。

2）浸润线监测

浸润线人工监测点位与在线监测点位共用监测孔，人工监测剖面及点位编号与在线监测相同。尾矿坝设置 3 个浸润线监测横剖面，共设置 8 个浸润线监测点。浸润线监测点随尾矿坝的上升陆续施工。

3）后期坝外坡比监测

后期坝外坡布置 3 条监测横剖面，复核后期坝外坡比。

4）干滩监测

视坝长及水边线弯曲情况，垂直于坝轴线布置 3 个断面，在干滩面上每隔 50m 设一处简易长度标尺，每隔半个月进行一次测量，选测值小者作为沉积滩干滩长度。

5）库水位监测

库内每座排水井井架上均应用红油漆刷涂刻度和水位标高，每隔 0.1m 一个刻度线，每隔 0.5m 标示出该处水位标高。

6）水质监测

设计要求在尾矿库库尾、渗水收集池下游、尾矿库周边各设置 1 座

地下水水质监测井，要求共设置不少于 3 座地下水水质监测井，依次作为本底对照井、污染监视监测井、污染扩散井，定期对尾矿库区及周边地下水水质进行监测，一旦发现水质不达标或其它可能造成环境污染的异常情况，应及时采取有针对性的处理措施并向有关部门反映，从而尽量降低尾矿水对周边环境的影响。

2.4.2.14 辅助设施

（1）运输通道

采场内采用公路汽车运输，废石通过 40t 地下卡车运至西北运输通道后，由西北运输通道运至南运输通道，再通过南运输通道运至尾矿坝 950m 标高处出硐口，再通过公路运至尾矿筑坝区。

设计设双运输通道，平行布置，双运输通道壁间距 30-50m，北侧运输通道为空车线，南侧运输通道为重车线。新建南、北运输通道西出入口与现有 580m 上山运输通道 825m 标高处对接，东出入口位于尾矿库区域。西北运输通道与北运输通道相连，坡度控制在 8%左右。北运输通道出口标高 950m，南运输通道出口标高 950m。

运输通道最小净断面尺寸 B×H=4.5m×4.7m，采用三心拱型式。北运输通道总长度约 1471m，直线段坡度 8.5%—9.5%，弯道 5%，平均纵坡 8.45%；南运输通道总长度约 1421m，直线段坡度 9%—10%，弯道 5%，平均纵坡 8.79%。每隔约 200m 左右设置坡度为 3%的缓坡段，缓坡段长度 20m，同时在此缓坡段设置一条联络道，连接南北运输通道，作为紧急情况下的应急车道。弯道半径 25m，弯道处纵坡为 5%，弯道外侧需加宽 0.6m，内侧加宽 0.4m，运输通道竖曲线半径为 25m。

在运输通道人行道侧布置排水沟，水沟断面尺寸 B×H=0.3m×0.3m，运输通道底板坡度与运输通道路面坡度一致。

在新建运输通道中部增加回风平硐，回风平硐硐口标高 878m，长度 127m，断面尺寸 B×H=3.0m×3.0m，三心拱型式。进风口为现有运输

通道入口和出口，新建西北运输通道入口、新建运输通道的两个出口处，回风口为 878m 回风平硐，形成两翼进风、中间回风的通风方式。

该运输通道工程有 6 个安全出口，分别为现有运输通道的出口和入口各 1 个，新建运输通道出口 2 个（分别为空车线和重车线），新建西北斜巷出口 1 个，回风平硐出口 1 个。通风机硐室和配电所配备干粉灭火器。运输通道主要安全出口等处挂设有避灾线路图；在运输通道安全出口线路上、重要的岔道口附近设有避险路线指示标示。运输通道内设置消防管路。主管每隔 100m 设三通一个，三通支路上设截止阀及 SNJ65-B 弹簧式减压型消防栓各一个。每个消防栓处设水枪及 2 卷 25m 水带。在回风联络道风机房附近设变电硐室，内设 10kV 高压开关柜（含一面所用变柜），为回风联络道风机供配电以及运输通道照明用电。

（2）库区道路

尾矿库基建期道路总长度约为 1.46km，分别为初期坝道路、1#排水井应急联络道。初期坝道路起点位于露天采场东南侧斜坡道口，终点位于初期坝西侧坝顶，标高约为+940.0m，道路总长约 433.1m，主要负责初期坝和后期坝体废石运输，兼做巡检与值班人员通道。依据采场运输车辆参数及坝体所需废石，计算该路面宽度 7.0m，路基宽度 9.6m（含路肩、防撞墩及排水沟），采用泥结碎石路面。1#排水井应急联络道路起点位于初期坝，终点位于 1#排水井附近，起点标高 940.0m，终点标高+948.0m，路面宽度 3.5m，路基宽度 5.0m（含路肩、防撞墩及排水沟）。库尾应急联络道起点位于斜坡道出口 940.0m 标高处，终点位于尾矿库 6#排水井附近，线路总长度约 4600m，全段为规划库外新建道路，路面宽度 3.5m，路基宽度 5.0m（含路肩、防撞墩及排水沟），采用泥结碎石路面。

后期坝筑坝施工道路路由起点位于露天采场东南侧斜坡道出口，终点位于沙坪里沟谷下游沟底，自出口沿着周边山体绕至下游沟底，道路

共分为三段，第一段道路长 540m，路面宽度 5m，平均坡度 8.6°，道路标高范围 940.0m~+858.0m，采用泥结碎石路面；第二段道路长 590m，路面宽度 5m，平均坡度 5.2°，道路标高范围 858.0m~804.0m，采用泥结碎石路面；第三段道路长 210m，路面宽度 5m，平均坡度 8°，道路标高范围 804.0m~774.0m，采用泥结碎石路面。废石经由该道路运至沟底后，沿着沟底往上游运输至初期坝附近。随着筑坝过程进行，废石会逐步覆盖第三段及部分第二段道路，后续废石运输从坝体外坡修筑之字道路通过。坝坡上道路按三级露天矿山道路标准修建，路基宽 5.5m，路面宽 4.0m，最大纵坡 9%，最小主曲线半径 15m，最小竖曲线半径 200m，最小竖曲线长度 20m，最小停车视距 15m，最小会车视距 30m，级配碎石路面，碎石层厚 10~15cm。

（3）通信设施

在库区范围宜具有手机信号，尾矿库管理人员和操作人员均配置对讲机和移动电话，各无线对讲机间在库区范围内可相互对讲通信，尾矿库工作人员应保持手机 24 小时开机，以便及时与选矿厂和矿部沟通联系，确保尾矿库通讯安全可靠。移动通讯配置保障紧急情况下的通讯联络的可靠性。同时，库区巡视人员须配备卫星跟踪器，以保障人员安全。

（4）照明设施

尾矿坝上布置照明设施。在尾矿坝坝顶设置投光灯筑坝作业照明，采用可移动木杆装设高压钠灯并保证足够的照明度，照明的数量根据各时期坝顶长度确定，同时还应配备手携式灯具等辅助照明器材，以满足夜间生产作业、检查巡视、监测和管理救援的需要。同时，尾矿库值班室拟采用荧光灯。为保证尾矿库发生事故时不断电，建议在尾矿坝值班房设置柴油发电机。

（5）值班房

尾矿库配套值班房位于尾矿坝右岸岸坡上，距离初期坝约 450m，

值班室安排专职人员值班，作为应急救援抢险器材及其他抢险材料储存室、会议室等，面积 112.75m^2，具备在线监测中控室功能即可。

（6）库区安全防护

库区与外界联络的路口、库区内陡峭的山坡、坝体、深水区等危险地段及较大危险因素的场所和有关设施、设备，应设置安全护栏，并设专人行安全监护，防止无关人员和牲畜进入相关工作区域。

（7）应急救援物资

常用的防汛物资和器材有：小船、编织袋、草袋、麻袋、土工布、土、砂、碎石、水泥、木材、钢材、铅丝、绳索、挖抬工具、照明设备、备用电源、运输工具、报警设备等。企业应根据可能发生的险情和抢护方法对上述物资器材作一定数量的储备，以备急用。

（8）安全标志

1）禁止标志

在变电站附近设置编号为 1-12 的禁止靠近标志；

在库区道路入口、尾矿坝下游坝脚、尾矿库库周等设编号为 1-16 的禁止通行标志在排洪隧洞出口处消力池、竖井、排水井等处设编号为 1-18 的禁止攀登标志；

在排洪隧洞出口处消力池、尾矿坝下游渗水收集池、尾矿库库面水域周边设编号为 1-35 的禁止游泳标志。

2）警告标志

在尾矿库库区周边、坝前沉积滩面设编号为 2-1 的注意安全标志；在变电站、开关旁设编号为 2-7 的当心触电标志；

在上坝道路拐弯较大处设编号为 2-32 的当心车辆标志；

在尾矿库周边陡峭岸坡旁设编号为 2-34 的当心坠落标志；

在尾矿库库尾积水区、消力池设编号为 2-38 的当心落水标志。

3）指令标志

在尾矿库周边、库区场底、排洪隧洞内设编号为3-6的必须戴安全帽标志。

4）提示标志

在值班房内设编号为4-6的急救点标志；

在值班房内设编号为4-7的应急电话标志。

2.4.2.15 个人安全防护

为现场管理人员配备必要的个人安全防护用品，并加强对现场作业人员的安全教育和安全管理，在尾矿库附近合适位置设值班室，提供生活用水及饮用水，并配备其他必要的用具和物品，作业人员还应配备必须的劳保用品，包括救生衣、救生圈、安全绳、水靴、手电筒、低压强光照明设备、供氧设备、无线通讯、绝缘手套、帆布手套、口罩、安全帽、防水雨衣、作业服以及防晒物品，此外，炎热季节还应配备藿香正气水等。

2.4.2.16 安全管理

（1）安全管理机构和人员配备

柿竹园公司严格落实主体责任，形成了从公司、车间、班组的纵向到底、横向到边的安全管理体系，制定尾矿库全员安全生产责任制和各岗位的操作规程，同时对照公司双重预防机制建设方案要求，成立了公司尾矿库安全管理和技术管理机构，按矿安综〔2022〕4号文件要求配备了专职安全管理人员和专职的技术人员对尾矿库进行有效的过程监督管理，保障选厂的正常生产。尾矿库需配备专职安全生产管理人员4人，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职技术人员2人，安全生产负责人及专职安全管理人员均应取得相应的任职资格证书。直接从事尾矿库放矿巡坝、排洪设施操作、安全监测、现场应急处置的作业人员必须取得特种作业操作证书，方可上岗作业，对应特种作业人员配置分别为4人、

3 人、1 人、2 人，共 10 人。

（2）安全教育和培训

根据《尾矿库管理单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局第 80 号令），尾矿库管理单位应当进行安全培训的从业人员包括主要负责人、安全生产管理人员、特种作业人员和其他从业人员。尾矿库管理单位从业人员应当接受安全培训，熟悉有关安全生产规章制度和安全操作规程，具备必要的安全生产知识，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全培训合格的从业人员，不得上岗作业。

2.4.3 设计变更

郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目在施工过程中，出具涉及本次尾矿库基建工程验收方面的设计变更通知单、工程联系单共 9 条，回复单 1 张，内容包括基建期工程调整、土工布铺设规格调整、消力池右侧增设检修入口和明渠结构尺寸变化等。依据国家矿山安全监察局《非煤矿山建设项目安全设施重大变更范围》（矿安〔2023〕147 号）的规定，现就上述设计变更通知单、工程联系单和回复单中的内容进行汇总，汇总见表 2.4-18。

表 2.4-18 设计变更通知单汇总表

序号	原设计内容	变更设计	是否属重大设计变更
1	排洪系统基建期工程为：1#至 5#排水井及相应竖井、1#至 5#支隧洞及以下主隧洞。	根据尾矿库的建设进度及使用计划，尾矿库排洪系统分期建设。尾矿库基建期排洪设施包括 1#排水井及相应竖井，1#支隧洞及其下游侧主隧洞；尾矿库运行期排洪设施建设内容为 2#至 6#排水井及相应竖井、2#至 6#隧洞及 1#支隧洞上游侧的主隧洞。按计划要求，2-5#排水井在 2026 年 12 月 30 日前完成施工建设任务，后期废石坝堆积至约	否

序号	原设计内容	变更设计	是否属重大设计变更
		1025m 标高时（届时 5#排水井开始进水，最低进水标高 1021m）开始 6#排水井、竖井及相应主支隧洞的修建工作，确保 5#排水井封堵前 6#排水井能完全投入使用。	
2	排水井井架托架水平放置。	排水井井架托架钢筋与立柱钢筋位置冲突，托架调整为垂直放置。	否
3	初期坝上游坝面+930.0m 标高以下铺设防渗衬层防渗；初期坝上游坝面+930.0m 标高以上铺设反滤层+500g/m^2 无纺土工布。初期坝土工膜和土工布上设保护层，保护层为：粗砂（d50=0.5～5mm、厚度 0.2m）+砾石（d_{50}=5～30mm、厚度 0.2m），保护层上设 0.3m 厚干砌块石护坡。	930m 标高以上设一层 6mm 厚的长丝复合排水网保护层；930m 标高以下设一层 10kg/m^2 水泥毯保护层。 库内已铺 400g/m^2 土工布区域，土工布均调整为 400g/m^2+200g/m^2 双层结构。放矿部分已覆盖尾砂，形成自然反滤和保护作用，不再铺设。200g/m^2 土工布铺设至 940m 标高，在邻水面（或滩面）处缝合。	否
4	无。	上游坡脚 20m 范围内设置反滤体，厚度为 3m（反滤层厚 1m，碎石厚 2m），反滤层形式与初期坝上游坡面反滤层形式一致。其中每间隔 4m 设置一道垂直反滤层，共设置 5 道垂直反滤层。原膜下盲沟每间隔 4m 需开挖 1m 设置反滤层。 在现有初期坝脚设置废石压坡平台，废石压坡要求同初期坝筑坝要求：要求石料的饱和抗压强度不应小于 25.0MPa，软化系数不低于 0.7，采场剥离废石装车前应进行筛选，要求废石料含土量不大于 5%，石料粒径小于 2cm 的不大于 5%，石料粒径大于 20cm 的占总量的 60%-70%，最大粒径不超过碾压厚度且不得大于 80cm，减少大块石料避免发生架空现象；碾压要求同初期坝要求。压坡平台高 5m，宽 10m，严格控制下游坡比，不得陡于初期坝原设计坡比，以确保坝体安全。	否
5	排洪主隧洞出口接消力池，消力池包括斜坡段、平底段和尾坎，消力池总长 15.0m，宽	隧洞出口消力池右侧设检修入口，入口处设外开式铁门。基建工程完工后，按原设计消力池侧墙壁厚及	否

序号	原设计内容	变更设计	是否属重大设计变更
	5.0m，深 4m。水流经消力池消能后排至下游明渠。	要求，采用 C30 钢筋砼将预留检修口侧墙恢复。	
6	消力池下游采用矩形引水明渠将尾矿库下泄洪水引流至下游沟底，明渠总长约 133m、净宽 3.0m、高 2.0m，明渠与消力池连接处设置长约 14m 的弧形渐变段，明渠坡度根据现场地形条件确定。	排洪隧洞出口消力池尾槛后接明渠，且明渠下游有交通需求。由于地形较陡，导致水流速度较快，为防止水流飞溅、冲刷边坡及基础，影响道路通行，该段明渠采用一体箱涵结构。 消力池尾槛至第一段施工道路的陡坡段，明渠结构形式由 5m×3m(宽×高)渐变至 4m×3m(宽×高)结构，收缩段由 4m×3m(宽×高)箱涵结构渐变至 3m×2m(宽×高)箱涵结构，陡坡段后续明渠尺寸为 3m×2m(宽×高)的箱涵结构。在穿道路平缓位置，明渠底板末端设置消力尾槛，穿路段明渠为 3m×3m(宽×高)的箱涵结构。	否
7	设计资料1号排水井周边区域地质情况实际与原勘探有较大出入。	1#排水井周边局部开挖与设计出入较大是因为施工采石超挖、修路等原因导致。对于土质边坡，应确保边坡坡比≤1:1.5，采用挂网（Φ8@150）喷射混凝土（C20，厚度 10-20cm）的支护形式，必要时可以根据现场情况采取Φ25 锚杆锚固，锚杆间距排距 1m，深度不小于 2m;对于岩质边坡，边坡坡比应≤1:0.5,表面喷射混凝土（C20，厚度 10-20cm），如岩质条件较破碎也可根据现场情况采取 025 锚杆锚固，锚杆间距排距 1m，深度不小于 1.5m。	否
8	初期坝顶标高 940m，坝高 70m，坝顶宽度 4m（不含反滤层），坝轴线长 221.4m。 截渗坝坝顶标高 766.0m，坝高 10m，坝轴线长 35m。 拦挡坝坝顶标高 770.0m，坝高 4.0m，坝轴线长 16.9m。	因坝体两侧山体开挖和预防沉降等原因，设计同意根据现场实际地形情况调整为：初期坝顶标高 941.2m，坝高 71.2m，坝顶宽度 5.5m（含反滤层），坝轴线长 253.34m。截渗坝坝顶标高 766.1m，坝高 10.1m，坝轴线长 50m。 拦挡坝坝顶标高 770.15m，坝高 4.15m，坝轴线长 24.4m。	否

序号	原设计内容	变更设计	是否属重大设计变更
9	回风巷道内设置两台K40-6-NO.18风机（功率90kw，矿安）并联	现根据现场实际施工条件，运输通道工程所在位置围岩破碎，若根据原设计施工，风机硐室断面过大，现从安全角度出发，改为设置一台K40-8-NO.26风机（矿安），风机功率为250kW。经验算，风机变化前后都满足风量风压的通风要求。	否

2.5 尾矿库现状概况

2.5.1 初期坝

初期坝的型式为碾压堆石坝，坝轴线处地面最低标高为+870.0m，坝顶标高941.2m，坝高71.2m，坝轴线长253.34m，坝顶宽度为5.5m（含反滤层1.5m）。

初期坝上游坝坡边坡台阶坡比1:1.7、坝坡每隔10m高差设置一级1m宽的锚固平台，上游坝坡平均坡比1:1.8；初期坝下游坝坡边坡台阶坡比1:1.8，坝坡每隔10m高差设置一级2m宽的马道，下游坝坡平均坡比1:2。



图2.5-1 初期坝外坡



图2.5-2 初期坝顶



图 2.5-3 初期坝内坡

初期坝上游坝面 930.0m 标高以下铺设防渗衬层防渗，坝坡防渗衬层与库底水平防渗衬层有效连接并形成一个整体。防渗衬层由反滤层-无纺土工布-土工膜组成，第一层反滤层为碎石（d50=30～100mm、厚度 0.4m）+砾石（d50=5～30mm、厚度 0.3m）+粗砂（d50=0.5～5mm、厚度 0.3m），第二层 400g/m^2 无纺土工布，第三层 2mm 厚 HDPE 膜，第四层 200g/m^2 无纺土工布。初期坝上游坝面 930.0m 标高以上铺设反滤层+400g/m^2 无纺土工布，反滤层为：碎石（d50=30～100mm、厚度 0.4m）+砾石（d50=5～30mm、厚度 0.3m）+粗砂（d50=0.5～5mm、厚度 0.3m）。初期坝土工膜和土工布上设保护层，930m 标高以上保护层为一层 6mm 厚的长丝复合排水网保护层；930m 标高以下保护层为一层 10kg/m^2 膨润土毯保护层。初期坝上游外坡面上铺设了轮胎。

初期坝上游坡脚 20m 范围内设置了反滤体，反滤体厚 3m，反滤层厚 1m，反滤层为：碎石（d50=30～100mm、厚度 0.4m）+砾石（d50=5～30mm、厚度 0.3m）+粗砂（d50=0.5～5mm、厚度 0.3m），碎石厚 2m。其中每间隔 4m 设置一道垂直反滤层，共设置 5 道垂直反滤层。膜下盲沟每间隔 4m 开挖 1m 设置反滤层。初期坝下游坝脚设有废石压坡平台，压坡平台高 5m，宽 10m。



图 2.5-4 初期坝上游坝脚废石压坡体

初期坝坝体下游坡面坝肩与岸坡交界处修建了临时截水沟，临时坝肩截水沟采用底宽 1.0m、深 1.0m，边坡 1:0.5 的梯形断面，开挖夯实形成土渠，土渠内铺设 1mm 厚 HDPE 防渗膜。

初期坝坝下游面设置坝坡踏步。人工坝坡踏步每级台阶高 150mm，踏步宽 1.0m，采用 M10 水泥砂浆砖砌。



图 2.5-5 坝肩截水沟



图 2.5-6 踏步

2.5.2 截渗坝

初期坝下游修建了截渗坝，截渗坝为碾压堆石坝，坝轴线长 50m，坝高 10.1m，坝顶宽 4.0m，坝顶标高 766.1m，坝体上、下游边坡坡比均为 1:2。截渗坝顶中部设置有溢流坝段，段长 8m，设置有一道沉降缝并设止水，溢流坝面采用折线形实用堰，堰深 1.0m。溢流坝段采用 C30

钢筋混凝土面板，面板厚度 150mm，单层配筋，钢筋的混凝土保护层厚度为 50mm，纵向受力钢筋为 Φ10@200。

截渗坝坝体上游坝面铺设有防渗层，防渗衬层由砂砾石层-土工布-土工膜-土工布组成，第一层 d_{50}=0.5～10mm，砂砾石、厚度为 0.3m，第二层 400g/m^2 无纺土工布，第三层 2mm 厚光面 HDPE 膜，第四层 400g/m^2 无纺土工布，防渗层嵌入锚固槽内。

截渗坝前形成水池作为渗水收集池。渗水收集池防渗衬层由土工布-土工膜-土工布组成，第一层 400g/m^2 无纺土工布，第二层 2mm 厚光面 HDPE 膜，第三层 400g/m^2 无纺土工布。



图 2.5-7 截渗坝



图 2.5-8 渗水收集池

2.5.3 拦挡坝

拦挡坝位于初期坝下游与截渗坝之间，为碾压堆石坝，坝顶标高 770.15m，坝顶宽 2.0m，坝高 4.15m，坝体上游坡比 1:1.5、下游坡比为 1:2。在拦挡坝顶设置有溢流坝段，标高 769m，长 5m，中间设置一道沉降缝并设止水，坝面采用折线形实用堰，堰深 1.0m。溢流坝段采用 C30 钢筋混凝土面板，面板厚 150mm，单层配筋，混凝土保护层厚度为 50mm，纵向受力钢筋为 Φ10@200。溢流段延伸至坝脚下游 3m，防止水流冲刷坝脚。




图 2.5-9 拦挡坝

2.5.4 放矿

尾矿库采用坝前放矿，坝顶设有 1 根放矿主管和 22 根放矿支管，其中 5 根放矿支管延伸至初期坝上游坝脚废石压坡体处进行放矿，目前水位标高约 895.0m。




图 2.5-10 库区滩面

2.5.5 防排洪设施

排洪设施采用“排水井-竖井-支隧洞-主隧洞-消力池-明渠”型式，基建期工程共设一座框架式排水井（1#排水井）、一条竖井、一条支洞和一条主洞，排水井通过竖井与支洞、主洞相连，主隧洞出口设消力池和明渠。

1#排水井布置在尾矿库东侧主冲沟内，排洪主隧洞布置在尾矿库主

沟东侧山体内，隧洞出口接明渠和消力池，洪水最终排往下游。

1#排水井为 C30 钢筋混凝土框架式结构，井高 24m，内径 8.0m，16 立柱型式，立柱壁厚 0.5m，共 9 层。下 3 层圈梁间距 2m，上 6 层圈梁间距 3m。拱板采用 C30 钢筋混凝土预制，每块拱板均高 250mm，厚 200mm。排水井架顶部标高 953.0m，井架底部标高 929.0m。1#排水井下接 1#竖井，竖井为圆形断面，内径由 8.0m 渐变至 3.0m，深 28.0m，竖井底部设有消能消力坑，深度 3m。



图 2.5-11 1#排水井



图 2.5-12 拱板

1#竖井后接 1#排洪支洞，支洞为圆拱直墙断面型，进口底标高 904.60m，与 2#支隧洞相连的出口底标高 897.11m，与主隧洞相连的出口底标高 895.34m。支洞总长 L=149.8m，坡度 i=5%。净断面尺寸 B×H=2.8m×3.2m。支洞上游进水口位置存在 10m 长的渐变段与排水井竖井相连，渐变段隧洞顶板呈直线渐变，净断面尺寸为底宽 2.8m×高 4.2m 渐变至底宽 2.8m×高 3.2m。

基建期工程主排洪隧洞长 L=1587.0m，坡度 i=5%，出口底标高 816.00m。主隧洞为圆拱直墙断面型式，净宽 2.8m，净高 3.2m。

隧洞围岩类别有III类、IV类和V类。排洪主隧洞中III类围岩长 1443m，区段为 K0+144-K1+587；IV类围岩长 104m，区段为 K0+040-K0+144；V类围岩长 40m，区段为 K0+000-K0+040。1#排洪支洞为Ⅳ类围岩，长 149.84m。III类围岩拱部采用钢筋网（Φ6@100×100）

喷砼（C20）支护，支护厚度 80mm。隧洞底板及直墙段设置钢筋混凝土衬砌，厚度 150mm，单层配筋，直墙衬砌高度为 1.2m。IV、V类围岩全断面采用 C30 钢筋混凝土二次衬砌，衬砌厚 40cm，双层配筋。

主排洪隧洞出口接消力池和明渠。消力池为 C30 钢筋混凝土结构，矩形断面，宽 5.0m，深 4.0m。明渠为 C30 钢筋混凝土结构，矩形断面。



图 2.5-13　支隧洞

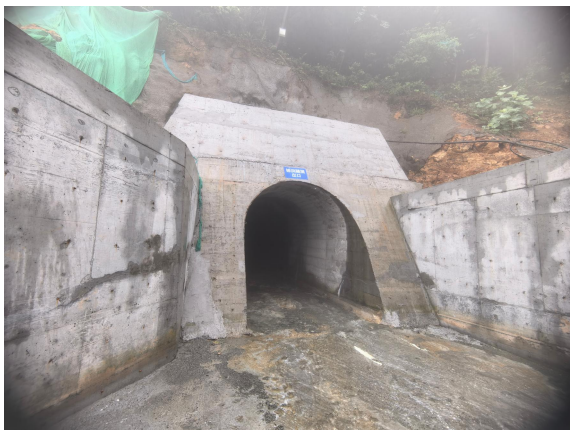

图 2.5-14　排洪主隧洞出口





图 2.5-15　主隧洞



图 2.5-16　消力池

2.5.6 地质灾害防护设施

（1）断层：截渗坝坝轴线（穿过 F2 断层）采用灌浆措施截断可能泄漏通道。采用双排灌浆孔，梅花形布置，孔距 8m，排距 2m，主灌浆孔伸入中风化变质砂岩⑤$_3$层 5m，次灌浆孔孔深为主灌浆孔孔深的 1/2。

（2）地表坑洞：采用灌注充填（水泥砂浆充填与压力注浆固结结合）的方法对坑洞、物探坑洞影响区及岩溶进行治理，并在治理完成后组织人员进行了内部竣工验收。对于尾矿库场地内影响坝体稳定和库内防渗的坑洞与坑洞影响区进行充填治理，其中坑洞共 22 处，坑洞影响区共 26 处。

（3）危岩与崩塌

进库道路山体侧和库区左侧小规模崩塌体采用喷浆（C20，厚度 10~13cm）支护，破碎处采用Φ25 锚杆+钢丝网（ϕ8@150）并喷射混凝土（C20，厚度 10~13cm）护坡。

1#排水井周边岩质边坡表面喷射 C20 混凝土 13cm，破碎区采用Φ25 锚杆锚固，锚杆间距 1m，深度 2m，并挂网（ϕ6@100）加强支护。



图 2.5-17　坑洞封堵施工照片

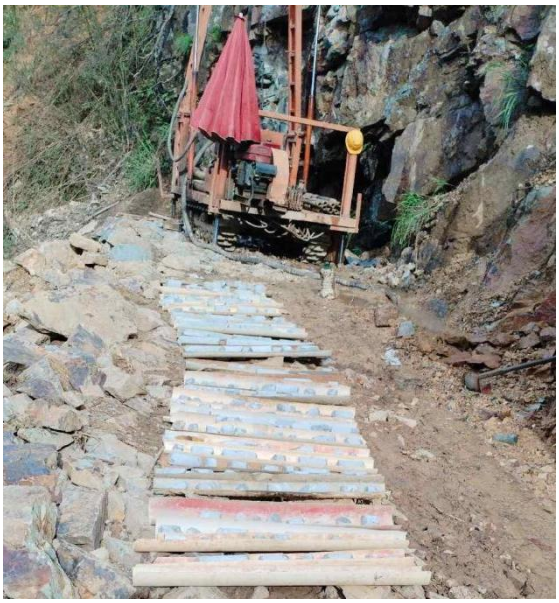

图 2.5-18　坑洞岩芯照片





图 2.5-19　危岩与崩塌治理

2.5.7 防排渗设施

尾矿库库底、库内两岸边坡及初期坝坝底修建了防渗衬层。

尾矿库库底的防渗衬层结构从底部往上依次为：碾压整平基础——400g/m^2 长丝无纺土工布——2mmHDPE 土工膜——400g/m^2 长丝无纺土工布。

尾矿库内岸坡的防渗衬层结构从底部往上依次为：边坡清除覆盖层后整平压实——400g/m^2 长丝无纺土工布——2mmHDPE 土工膜——400g/m^2 长丝无纺土工布。

初期坝坝底的防渗衬层结构从底部往上依次为：

①碾压整平基础

②400g/m^2 长丝无纺土工布

③2mmHDPE 土工膜

④400g/m^2 长丝无纺土工布

⑤1.0m 厚碎卵石防护垫层（0.3m 厚卵石+0.7m 厚碎石）

库底水平防渗衬层下部设有地下水导排设施，膜下地下水导排盲沟共 3 条，其中 1 条主盲沟、2 条支盲沟，盲沟坡度不小于 10%。从上游库底一直敷设至截渗坝下游。盲沟为梯形断面，底宽 2m、高度 1.5m、两侧边坡 1:0.5，基建期长度 2240m。盲沟主体采用 20~50mm 粒级的废石料填筑，废石料外包裹 2 层 400g/m^2 无纺土工布，盲沟沿线每间隔 100m 距离、垂直盲沟轴线设置一道 400g/m^2 无纺土工布垂直反滤层。库内范围盲沟顶部设垫层，盲沟顶部与库底防渗层距离 1.0m。

平行于初期坝坝顶轴线以下 25m 处岸坡及沟底开挖了截渗槽，并延伸至截渗坝前渗水收集池。截渗槽为梯形断面，底宽 3m、深度 2m、两侧边坡 1:1，截渗槽底及两侧铺设了 2mmHDPE 土工膜，槽内填埋 20~50mm 粒级的废石料。沟底截渗槽内埋设渗水导排管，渗水导排管共敷设 2 根，采用Φ315×28.6mmHDPE 开孔管，外包一层 400g/m^2 无纺土工布，渗水导排管周边设置了 500mm 厚的碎石层。



图 2.5-20　坝底截渗槽施工



图 2.5-21　库区防渗

2.5.8 安全监测设施

（1）在线监测

在线安全监测系统主要包括：坝体表面位移监测、坝体内部位移监

测、浸润线监测、干滩长度、坡度、滩顶高程监测、库水位监测、降雨量监测、库区视频监控等。

1）坝体表面位移监测

初期下游坡面标高 880m 马道、900m 马道、920m 马道及初期坝顶 940m 标高各设置了 1 个监测点。初期坝共设了 4 个表面位移监测点，尾矿库区坝外稳定区域设 1 个监测基准点。

2）坝体内部位移监测

初期坝设置了 2 个内部位移监测点，分别位于初期坝坝顶 940m 标高及初期坝下游坝坡+890m 马道。

3）浸润线监测

初期坝坝顶 940m 标高设置了 1 个浸润线观测设施。

4）干滩长度、坡度、滩顶高程监测

初期坝顶内坡侧设置了一体化干滩测量设备，可监测干滩长度、坡度及滩顶高程。

5）库水位监测

库水位监测点设置在排水井上，采用库水位监测仪器对库水位进行监测，监测设施固定在排水井顶部。

6）降雨量监测

库区降雨量监测点布设在值班房房顶处，可监测实时降雨量。

7）库区视频监测

排水井、排洪隧洞出口、尾矿坝顶、值班房等处设置了视频监测系统，对尾矿库重要设施进行监控。

（2）人工监测

1）位移监测

初期下游坡面标高 880m 马道、900m 马道、920m 马道及初期坝顶 940m 标高各设置了 1 个人工位移监测设施。

3）浸润线监测

初期坝顶 940m 标高在线浸润线监测设施旁设置了 1 个人工浸润线观测设施。

4）库水位监测

1#排水井井架上设置了水位标尺，每隔 0.1m 一个刻度线标示出该处水位标高。

5）水质监测

尾矿库库尾、截渗坝下游以及明渠出口附近设置了地下水水质监测井，共 3 座，定期对尾矿库区及周边地下水水质进行监测。



图 2.5-22 内部位移监测设施



图 2.5-23 表面位移监测设施



图 2.5-24 浸润线监测设施图



2.5-25 干滩监测设施



图 2.5-26 水质监测设施

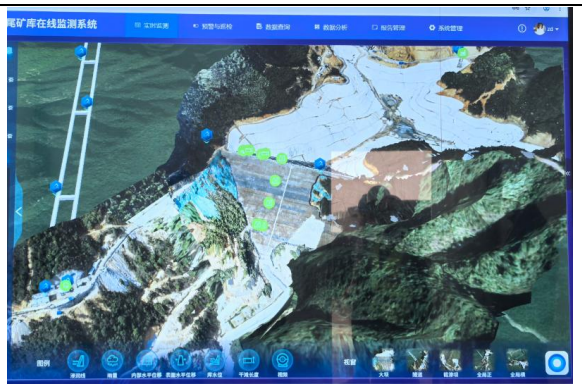

图 2.5-27 在线监测系统





图 2.5-28 视频监控

2.5.9 辅助设施

（1）废石运输通道

南、北运输通道西端点与现有标高 580m 上山运输通道相连，出口通往值班室旁的标高 948m 道路。运输通道净断面尺寸 B×H=4.5m×4.7m，采用三心拱型式。北运输通道总长度约 1477.4m，纵坡 7.1%~9.7%；南运输通道总长度约 1427.3m，纵坡 7.9%~9.9%。平曲线半径 25m，竖曲线半径为 25m。

废石运输通道围岩类别有III类、Ⅳ类和Ⅴ类。III类围岩段支护为喷射混凝土支护，局部加设锚杆，锚杆采用 C20 水泥砂浆注浆锚杆。Ⅳ、Ⅴ类围岩全断面采用 C30 钢筋混凝土二次衬砌，衬砌厚 40cm，钢筋保护层厚度为 50mm。

运输通道设有 6 个安全出口，分别为现有运输通道的出口和入口各

1 个，新建运输通道出口 2 个（分别为空车线和重车线），新建西北斜巷出口 1 个，回风平硐出口 1 个。安全出口等处挂设有避灾线路图；运输通道安全出口线路上、重要的岔道口附近设有避险路线指示标示。运输通道内设置了消防管路，消防水由外部高位水池提供，重车线和空车线内各设置 1 条消防水供水主管，主管为Φ108×5mm 输送流体用无缝钢管，材质 20#钢，消防主管沿运输通道巷道壁敷设，主管的终点位于运输通道起点处（标高约 825m），终点处设堵板封堵。

运输通道人行道侧布置了排水沟，坡度与运输通道路面坡度一致。运输通道中部修建了回风平硐，长度 147m，净断面尺寸 B×H=3.0m×3.0m，三心拱型式。底板采用 100mm 厚 C25 混凝土铺砌。回风平硐围岩类别有Ⅳ类和Ⅴ类。V 级围岩段采用复合衬砌，初期支护采用 100mm 厚 C20 锚网喷支护，二次衬砌采用 300mm 厚 C30 模筑钢筋砼。Ⅳ级围岩段采用 100mm 厚 C20 锚网喷支护。

回风联络道风机房附近设有变电硐室，硐室采用三心拱型式。



图 2.5-29　废石运输通道出口



图 2.5-30　废石运输通道





图 2.5-31 回风平硐 **图 2.5-32 变电硐室**

（2）库区道路

库区道路分为尾矿库初期坝道路与排水井应急联络道。

尾矿库库区道路起点位于废石运输通道出口，终点位于 1#排水井附近。初期坝段道路宽 7m，路基总宽度 8.63~9.42m，平均纵坡 1.31%，最大纵坡 4.5%。起点接废石运输通道 949.953m 标高，终点接初期坝西侧坝顶 943.45m 标高，全长 515.5m。

排水井应急联络道车道宽 3.5m，路基总宽度 4.6~6.0m，平均纵坡 0.38%，最大纵坡 4.7%。起点接初期坝西侧坝顶 943.45m 标高，终点为 1#排水井附近 947.60m 标高，全长 1067.07m。



图 2.5-33 库区道路

（3）通信设施

库区有手机信号，尾矿库管理人员和操作人员均配置移动电话，保

持手机 24 小时开机，值班房内配有有线生产调度电话。

（4）照明设施

初期坝坝顶及值班室前设有照明设施，防汛物资仓库内有手携式灯具。

（5）值班房

尾矿库配套值班房位于尾矿坝右岸岸坡上，值班室安排专职人员值班，并配有应急救援物资库、在线监测中心等。值班房外墙上安装有警报装置。



图 2.5-34 值班房

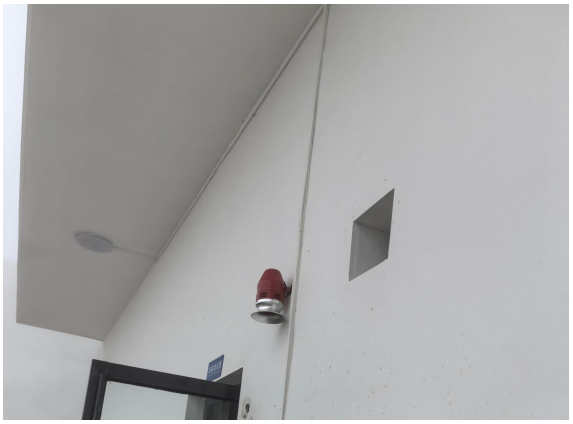

图 2.5-35 报警器

（6）应急救援物资

尾矿库设有应急救援物资库，存放有相应的防汛物资和器材有：板扒、土箕、铁铲、彩条布、雨衣裤、纤维袋、电筒、手提扩音器、安全绳、安全带、套鞋、救生衣、橡皮艇、安全帽、应急灯等。



万吨技改尾矿库应急物资仓储盘底记录

日期	目录	板扒（把）	土箕（担）	铁铲（把）	彩条布（捆）	雨衣裤（套）	纤维袋（个）	电筒（把）	手提扩音器（个）	安全绳（根）	安全带（副）	套鞋（双）	救生衣（套）	橡皮艇（艘）	安全帽（顶）	应急灯（盏）	盘库员签名
仓储数量		不少于20把	不少于20担	不少于20把	不少于20捆	不少于20套	不少于3000个	不少于10把	不少于1个	不少于4根	不少于4副	不少于10双	不少于10套	不少于1艘	不少于10顶	不少于2盏	
实际库存	2026年3月1日	20	20	20	20	20	3000	10	1	4	4	10	10	1	10	2	陈建元
实际库存	2026年3月2日	20	20	20	20	20	3000	10	1	4	4	10	10	1	10	2	陈建元
实际库存	2026年3月3日	20	20	20	20	20	3000	10	1	4	4	10	10	1	10	2	陈建元
实际库存	2026年3月4日	20	20	20	20	20	3000	10	1	4	4	10	10	1	10	2	陈建元
实际库存	2026年3月5日	20	20	20	20	20	3000	10	1	4	4	10	10	1	10	2	陈建元

图 2.5-36 应急物资库 图 2.5-37 应急物资

（7）个人安全防护

作业人员配备有劳保用品，包括救生衣、救生圈、安全绳、水靴、手电筒、低压强光照明设备、供氧设备、无线通讯、绝缘手套、帆布手套、口罩、安全帽、防水雨衣、作业服以及防晒物品等。

（8）安全标志

尾矿库初期坝顶、排洪隧洞及库尾水域处等库区危险区域均设置了非工作人员禁止靠近、禁止通行、禁止攀登、禁止游泳、注意安全、当心车辆、当心坠落、当心落水等安全标志。进库道路设置了限速标志，急弯、陡坡、视线不良等危险地段设置了安全警示标志。值班房前设有尾矿库简介、尾矿库信息公示牌、尾矿库责任牌等。



图 2.5-38 公示牌





图 2.5-39 安全警示标志

2.5.10 尾矿库安全管理

（1）安全管理机构和人员

为加强尾矿库的安全管理，落实安全管理责任，湖南柿竹园有色金属有限责任公司成立了尾矿库安全管理机构，领导小组办公室设在健康安全环保部（应急管理部）。

沙坪里尾矿库配备了一名主要负责人，4 名安全管理人员，10 名特种作业人员，2 名专职技术人员，所有人员均持证上岗，相关人员证书见表 2.5-1。

表 2.5-1 尾矿库相关人员证书信息

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	2024/06/03~2027/06/02
尾矿库专职安全管理人员	谢藻军	金属非金属矿山安全生产管理人员	432821196607020011	2024/03/06~2027/03/05
	周　强	金属非金属矿山安全生产管理人员	431003198309032219	2024/06/14~2027/06/13
	胡　帅	金属非金属矿山安全生产管理人员	431321199208043393	2025/09/17~2028/09/16
	欧阳晶妮	金属非金属矿山安全生产管理人员	431003198802280021	2024/03/06~2027/03/05
专职技术人员	赵　伟	硕士学位证书（选矿工程专业）	1000832024061436	2024.06.18～
	王　建	本科毕业证书（土木工程专业）	113421200905466468	2009.06.30～
注册安全工程师	符永波	注册安全工程师执业证	AG00196776	2014/08/13~
尾矿作业工	朱杰生	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T432802197607090496	2023/12/05~2029/12/04
	朱志伟	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T432821197703150013	2025/03/31~2031/03/30
	王扬帆	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T43100319810419605X	2023/12/05~2029/12/04
	王　鸿	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T500231198908043175	2023/12/05~2029/12/04

职务	姓名	证书类别	证书编号	有效期
	孟央	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T432801197507112014	2023/12/05~2029/12/04
	刘红星	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T430421199108179271	2023/12/05~2029/12/04
	邓显庭	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T431321199311090075	2023/12/05~2029/12/04
	邓红军	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T431023198202237818	2023/12/05~2029/12/04
	陈建宏	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T432821197301165618	2025/03/31~2031/03/30
	曾家豪	金属非金属矿山安全作业—尾矿作业	T431028200107040015	2025/03/31~2031/03/30

（2）规章制度

湖南柿竹园有色金属有限责任公司制定了全员安全生产责任制，规定了尾矿库主要负责人、安全管理人员、尾矿特种作业人员以及相关职能部门的职责；制定了尾矿库安全管理制度，包括安全教育培训制度、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、安全风险分级管控制度和事故隐患排查治理制度、安全投入保障制度、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、尾矿库汛期管理制度等规章制度。制定了尾矿库安全技术操作规程。

（3）应急预案与救护协议

2026 年公司更新了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司生产安全事故应急预案》，预案通过评审，取得了郴州市应急管理局下发的应急预案备案登记表，登记表备案编号为 431000-2026-016。2026 年，公司制定了尾矿库应急演练计划。

公司与桂阳县矿山救护队签订了柿竹园公司救护协议，协议有效期至 2027 年 3 月 4 日。

2.6 施工监理概况

万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目基建期工程于 2024 年 12 月 18 日开始施工，2026 年 2 月 26 日完工。

在线监测系统、地质灾害防护设施工程（本报告中的 2.5.6 节地质灾害防洪设施）由中冶长天国际工程有限责任公司承担，该公司成立于 2003 年 6 月 5 日，法人代表乐文毅，统一社会信用代码：9143000074318842X2，具备矿山工程施工总承包壹级施工资质，资质证书：D143159725，有效期至 2026 年 10 月 11 日，具备安全生产许可证，编号为：（湘）JZ 安许证字〔2022〕000403，有效期至 2027 年 12 月 3 日。

库内土石方清理、初期坝（含坝基防渗设施）、库内排洪设施、坝肩截水沟、库区防渗、人工监测设施以及辅助设施由五矿二十三冶建设集团有限公司承担，该公司成立于 1991 年 5 月 27 日，法人代表宁和球，统一社会信用代码：914300001837643448，具备矿山工程施工总承包壹级施工资质，资质证书：D143027076，有效期至 2028 年 12 月 22 日，具备安全生产许可证，编号为：（湘）FM 安许证字〔2024〕A411Y1 号，有效期至 2027 年 6 月 20 日。

中冶长天国际工程有限责任公司与五矿二十三冶建设集团有限公司严格按施工规范及工程设计要求组织施工，施工过程中对尾矿库隐蔽工程及各分部分项工程做了详细的工程记录，分部工程施工期间，施工单位及监理单位对各分项工程进行了自检并存有详细记录。分部工程完工后，业主、施工、监理单位分别对分部工程进行了工程验收。工程于完工后于 2026 年 2 月 28 日通过了由建设单位、施工单位、监理单位及设计单位共同参与的肆方验收。

中冶长天国际工程有限责任公司提供了《郴州市柿竹园万吨技改尾

矿库 EPC 总承包项目坑洞治理施工资料》与《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目在线监测系统施工资料》，五矿二十三冶建设集团有限公司提供了《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目施工资料》。竣工资料包括：工程报审报验表、检验批质量验收记录、混凝土浇灌令、混凝土施工记录、隐蔽工程检查验收记录、分部工程验收记录、单位工程质量竣工验收记录及竣工图等。

建设施工过程由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司负责监理，该公司成立于 2005 年 11 月 28 日，法人代表杨俊岭，统一社会信用代码：91130301782572715T，资质证书：E113003813-4/1，有效期至 2028 年 1 月 18 日，资质等级为工程监理综合资质。

监理单位中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司在施工过程中严把原材料进场检验关，未经检验的材料一律不允许使用在工程上，坚持上道工序未经验收不许进入下道工序的原则，对重要部位，关键工序坚持旁站监理，并作了旁站监理记录，并对尾矿库建设施工过程进行了全程监理，并在各分部分项工程验收记录上签字盖章，确保施工质量合格，施工完成后，监理单位对施工管理工作进行了总结，并形成了监理总结报告，并提供了《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目监理资料》。

2.7 试运行概况

尾矿库自 2026 年 3 月 1 日开始试运行，试运行至 2026 年 4 月 1 日时，企业编制了《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库试运行总结报告》（以下简称《试运行报告》）。

根据《试运行报告》，为确保尾矿库试运行工作的顺利进行，成立了以副总经理为领导小组组长的尾矿库试运行领导小组，对试运行的各项工作具体分工，定人员、定任务、定责任、定时间、定措施，强化现

场管理，强化责任落实。试运行设备包括尾矿输送、排放系统、回水系统、坝体、尾矿库排渗、防排洪系统和在线、人工监测设施等。

试生产期间，尾砂入库浓度约为20%左右，通过油隔膜泵输送至尾矿库坝前放矿箱，再从放矿箱自流到坝前排入库内，通过1根放矿主管和5根排放支管，根据库内滩面、水位运行情况及时调节，在初期坝前均匀放矿。试生产期间，尾矿输送及放矿设施、初期坝坝体、膜下导排、截渗坝设施、排洪设施、其它辅助设施等运行基本稳定。截至2026年4月1日，试运行期间共排放尾矿干矿量约3.2万t，合2.285万m^3。

试生产期间，初期坝、截渗坝、拦挡坝运行正常，未出现开裂、异常位移沉降和渗水的情况，库内排洪系统使用1#排水井，1#排水井——1#竖井——1#排洪支洞——库内主排洪洞运行正常。表面位移、内部位移、浸润线、干滩、库水位、降水量、渗流量监测及视频监控设施运行正常，符合设计要求。

2.8 安全设施目录

万吨技改尾矿库基建期工程的基本安全设施见表2.8-1，专用安全设施目录见表2.8-2。

表2.8-1 尾矿库基本安全设施目录

序号	基本安全设施名称	
1	尾矿坝	初期坝
2	库内排水设施	排水井
		排水隧洞
		明渠
		消力池
3	坝面防护设施	坝肩截水沟
4	辅助设施	库区道路
		照明设施

		通信设施

表 2.8-2 尾矿库专用安全设施目录

序号	专用安全设施名称	
1	尾矿库地质灾害防护设施	断层
		地表坑洞
		危岩与崩塌
2	截渗设施	拦挡坝
		截渗坝
3	尾矿坝坝体排渗设施	排渗盲沟
4	尾矿库安全监测设施	库水位监测设施
		干滩监测设施
		坝体表面位移监测设施
		坝体内部位移监测设施
		浸润线监测设施
		视频监控设施
		在线监控中心
5	辅助设施	废石运输道路
		值班房
		报警系统
		安全警示标志
6	应急救援器材及设备	
7	个人安全防护用品	

3 安全设施符合性评价

按照《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等相关规定，矿山建设工程的安全设施必须和主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

依据《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》（国家安监总局令第20号）、《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）、《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》（安监总管一〔2016〕49号）、《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕38号等相关规定，对照建设项目《安全设施设计》、《施工图》、设计变更通知单、设计变更通知单对沙坪里尾矿库基建期工程建设项目实际情况进行现场检查，并查阅竣工资料、监理资料等竣工验收相关资料，采用安全检查表法，对项目基本安全设施、专用安全设施及安全管理等方面进行符合性评价，评价结果分为“符合”与“不符合”两种。

根据沙坪里尾矿库的特点，结合项目实际情况，此次评价分为安全设施“三同时”程序、坝体工程、排洪系统、地质灾害防护设施、安全监测设施、辅助设施、个人安全防护、安全标志、安全管理九个评价单元。

依据《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》（以下简称《验收表》），安全检查表的检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

3.1 安全设施“三同时”程序

根据《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2015〕77 号）及《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕38 号，2015 年修改）等规定对沙坪里尾矿库基建期工程安全设施“三同时”程序进行评价，如表 3.1-1 所示。

表 3.1-1 安全设施“三同时”程序符合性评价检查表

检查类别	检查内容	依据	检查结果	结论
建设项目合法性评价				
■	营业执照	《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》国家安监总局令第 20 号	取得了郴州高新技术产业开发区管理委员会颁发的营业执照，编号：9143100018796225XW，营业期限为长期。	符合
■	采矿许可证		由湖南省国土资源厅颁发，证号 C4300002015123220140644，有效期：2026.12.12。	符合
勘察单位				
△	勘察单位应当具有矿山工程或者岩土工程类勘察资质。一等、二等、三等尾矿库建设项目，其勘察具有甲级资质。	《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕38 号，2015 年修改）第十条	企业于 2024 年委托中冶长天国际工程有限责任公司进行万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目工程勘察，并于 8 月出具了工程地质勘察报告与水文地质勘察报告，该单位具有岩土工程类甲级勘察资质，资质证书编号：B143003168。	符合
安全预评价				
△	非煤矿矿山建设项目在进行可行性研究时，应当按照国家规定进行安全预评	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全监管	企业于 2024 年委托湖南铭生安全科技有限责任公司进行安全预评价，并于 6 月出具了报告，该单位具	符合

检查类别	检查内容	依据	检查结果	结论
	价。	总局令第36号，国家安全生产监督管理总局令第77号进行修正）	有金属、非金属及其他矿采选业安全评价资质，资质编号APJ-（湘）-012，有效期至2030年5月11日。	
安全设施设计				
■	尾矿库的设计单位应当具有金属非金属矿山工程设计资质，一等、二等、三等尾矿库建设项目，其设计单位具有甲级资质。	《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕38号，2015年修改）第十条	1）尾矿库工程设计由中冶长天国际工程有限责任公司承担，并于2024年10月出具了《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库EPC总承包项目安全设施设计》，安全设施设计通过评审并于2024年11月13日获得湖南省应急管理厅的批复，批复号：湘应急许非煤设审字〔2024〕第108号。 2）在设计批复之后，中冶长天国际工程有限责任公司于2024年12月出具了建设施工图。 3）设计单位具有冶金行业甲级设计资质，资质证书编号：A143003168，有效期至2029年2月7日。	符合
■	施工中需要对设计进行局部修改的，应当经原设计单位同意；对涉及尾矿库库址、等别、排洪方式、尾矿坝坝型等重大设计变更的，应当报原审批部门批准。	《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕38号，2015年修改）第十八条	施工过程中设计单位出具了设计变更通知单、设计变更通知单，根据国家矿山安全监察局关于印发《非煤矿山建设项目安全设施重大变更范围》的通知（矿安〔2023〕147号），其变更内容均不属于重大变更。	符合
施工单位				
■	尾矿库施工单位应当具有矿山工程施工资质。二等尾矿库建设项目，其施工单	《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令	中冶长天国际工程有限责任公司对万吨技改尾矿库EPC总承包项目基建期工程（在线监测系统、地质	符合

检查类别	检查内容	依据	检查结果	结论
	位具有总承包一级或者特级资质。	〔2011〕38 号，2015 年修改）第十条	灾害防护设施工程）进行施工，该公司具备矿山工程施工总承包壹级资质，资质证书编号：D143159725，有效期至 2026 年 10 月 11 日；安全生产许可证编号：（湘）JZ 安许证字〔2022〕000403，有效期至 2027 年 12 月 3 日。 五矿二十三冶建设集团有限公司对万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目基建期工程（库内土石方清理、初期坝、库内排洪设施、坝肩截水沟、库区防渗以及辅助设施）进行施工，该公司具备矿山工程施工总承包壹级资质，资质证书编号：D143027076，有效期至 2028 年 12 月 22 日；安全生产许可证编号：（湘）FM 安许证字〔2024〕A411Y1 号，有效期至 2027 年 6 月 20 日。	
监理单位				
△	尾矿库施工监理单位应当具有矿山工程监理资质。一等、二等、三等尾矿库建设项目，其监理单位具有甲级资质。	《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕38 号，2015 年修改）第十条	万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目基建期工程施工过程由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司负责监理，该公司具备工程监理综合资质，资质证书编号：E113003813-4/1，有效期至 2028 年 1 月 18 日。	符合
建设项目完工及试运行				
■	非煤矿山建设项目竣工后，根据规定建设项目需要试运行（包括生产、使用，下同）的，应当在正	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全监管总局令第 36 号，	建设项目于 2026 年 2 月 26 日完工，3 月 1 日开始试运行，试运行至 2026 年 4 月 1 日时，企业编制了《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库	符合

检查类别	检查内容	依据	检查结果	结论
	式投入生产或者使用前进行试运行。试运行时间应当不少于30日，最长不得超过180日，国家有关部门有规定或者特殊要求的行业除外。并且试运行期间滩顶高度不得超过初期坝坝顶。	国家安全生产监督管理总局令第77号进行修正）；《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕38号，2015年修改）第十六条	试运行总结报告》，试运行时间32天，试运行期间尾矿库运行正常。	
建设项目验收				
■	非煤矿山建设项目的安全设施竣工或者试运行完成后，生产经营单位应当委托具有相应资质的安全评价机构对安全设施进行验收评价，并编制建设项目安全验收评价报告。	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全监管总局令第36号）	企业委托湖南铭生安全科技有限责任公司进行尾矿库基建期工程安全设施验收评价，验收评价单位具有金属、非金属及其他矿采选业安全评价资质，资质编号APJ-（湘）-012，有效期至2030年5月11日。	符合

通过对沙坪里尾矿库基建期工程的安全设施“三同时”程序进行符合性评价，共设10项检查类别，其中有7项否决项全部合格，3项一般项为合格。评价认为，该项目安全设施的“三同时”程序满足相关法律法规的规定。

3.2 坝体工程

3.2.1 坝体工程施工与设计符合性检查

根据《安全设施设计》、《施工图》、设计变更通知单、设计变更通知单、工程建设报告单及法律法规要求对照施工情况，结合《金属非金属尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》编制了安全符合性检查表，

对该坝体工程的符合性进行检查评价，见表 3.2-1~3.2-3。

表 3.2-1 初期坝工程与设计符合性检查表

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
初期坝					
■	坝顶轴线坐标	左侧坐标 X=2847868.915，Y=418513.050；右侧坐标 X=2847833.986，Y=418757.318，坝轴线长度等参数根据现场实际地形情况适当调整。	《安全设施设计》、《施工图》、设计变更通知单、工程联系单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料：左侧坐标 X=2847868.861，Y=418513.429；右侧坐标 X=2847833.258，Y=418764.260。	符合
	坝顶轴线长度	坝轴线长 221.4m，坝轴线长度等参数根据现场实际地形情况适当调整。		根据竣工资料：坝轴线长 253.34m。	符合
	坝型及结构参数	坝型为碾压堆石坝，坝顶标高 940.0m，坝高 70.0m，坝顶宽 5.5m（含反滤层），初期坝上游坝坡台阶间坡比 1：1.7，上坝坡每隔 10m 高差设置一级 1.0m 宽锚固平台，锚固槽采用 M10 浆砌块石，断面大小为 0.5m×0.5m，上游坝坡平均坡比 1：1.8。下游坝坡台阶间坡比 1：1.8，坝坡每隔 10m 高差设置一级 2m 宽的马道，下游坝坡平均坡比 1:2.0。		根据现场查看及竣工资料：初期坝为碾压堆石坝，为预防沉降坝顶修建至 941.2m 标高，坝高 71.2m（设计单位已通过工作联系单认可）。坝顶宽 5.5m（含反滤层 1.5m），上游坝坡台阶间坡比 1：1.7，上游坝坡每隔 10m 高差设置一级 1.0m 宽锚固平台，锚固槽采用 C15 混凝土（满足设计要求），断面大小为 0.5m×0.5m，上游坝坡平均坡比 1：1.8。下游坝坡台阶间坡比 1：1.8，坝坡每隔 10m 高差设置一级 2m 宽的马道，下游坝坡平均坡比 1:2.0。	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
	坝基处理	初期坝坝基范围内的人工填土、坡残积含碎石粉质黏土、冲洪积卵漂石土层等应开挖清除，坝体坐落在强风化石英砂岩层、强风化砂质板岩或强风化变质砂岩上。	《安全设施设计》、《施工图》、设计变更通知单、工程联系单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料：初期坝坝基范围内的人工填土、坡残积含碎石粉质黏土、冲洪积卵漂石土层等已开挖清除，坝体坐落在强风化石英砂岩上。	符合
	坝体材料及填筑	1）初期坝筑坝材料来源于柿竹园露天采场剥离产生的废石、库内取石或利用隧洞掘进渣，初期坝上游坡脚约 300m 处山体作为石料场，开挖料主要为中风化变质砂岩石料。 2）筑坝石料的饱和抗压强度不应小于 25.0MPa，软化系数不低于 0.70。 3）采场剥离废石装车前应进行筛选，上坝废石料含土量不大于 5%，石料粒径小于 2cm 的不大于 5%，石料粒径大于 20cm 的占总量的 60%～70%以上，最大粒径不超过碾压厚度且不得大于 80cm。 4）坝体从下面分层堆筑、碾压，碾压宜采用错距法，各碾压段之间的搭接不应小于 1.0m，碾压遍数不少于 5 遍，碾压层厚 60~80cm。具体碾压遍数及碾压层厚以碾压设备现场试验为准。		根据竣工资料： 1）初期坝筑坝材料采用露天采场剥离产生的废石和库内取石。 2）根据岩石原材料试验报告岩石饱和抗压强度 29.6~39.0MPa，软化系数 0.83~0.98。 3）上坝废石料含土量为 0.6%～4.2%，石料粒径小于 2cm 的占总量的 1.4%～4.6%，石料粒径大于 20cm 的占总量的 61.3%～69.3%，最大粒径不超过碾压厚度且小于 80cm。 4）坝体自下而上分层碾压，碾压采用错距法，碾压遍数 5 遍，碾压层厚 80cm。 5）根据检测报告，堆石碾压后其孔隙率为 10.1%~24.5%，干密度为 2.01~2.37g/cm^3。	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
		5）碾压后堆石料的孔隙率小于25%，堆石干密度不小于1.95t/m^3。	《安全设施设计》、《施工图》、设计变更通知单、工程联系单、竣工资料及现场检查		
	防渗衬层	在初期坝上游坝面930.0m标高以下铺设防渗衬层防渗，防渗衬层由反滤层-无纺土工布-土工膜组成，第一层反滤层为碎石（d_{50}=30～100mm、厚度0.4m）+砾石（d_{50}=5～30mm、厚度0.3m）+粗砂（d_{50}=0.5～5mm、厚度0.3m），第二层400g/m^2无纺土工布，第三层2mm厚HDPE膜，第四层200g/m^2无纺土工布。初期坝上游坝面+930m标高以上铺设反滤层+400g/m^2无纺土工布。反滤层为：碎石（d_{50}=30～100mm、厚度0.4m）+砾石（d_{50}=5～30mm、厚度0.3m）+粗砂（d_{50}=0.5～5mm、厚度0.3m）。上游坡脚20m范围内设置反滤体，厚度为3m（反滤层厚1m，碎石厚2m，反滤层形式与初期坝上游坡面反滤层形式一致。）其中每间隔4m设置一道垂直反滤层，共设置5道垂直反滤层。原膜下盲沟每间隔4m需开挖1m设置反滤层。		根据竣工资料：初期坝上游坝面930.0m标高以下铺设防渗衬层防渗，坝坡防渗衬层与库底水平防渗衬层有效连接并形成整体。防渗衬层由反滤层-无纺土工布-土工膜组成，第一层反滤层为碎石（d_{50}=30～100mm、厚度0.4m）+砾石（d_{50}=5～30mm、厚度0.3m）+粗砂（d_{50}=0.5～5mm、厚度0.3m），第二层400g/m^2无纺土工布，第三层2mm厚HDPE光面土工膜，第四层200g/m^2无纺土工布。初期坝上游坝面930m标高以上铺设反滤层+400g/m^2无纺土工布。反滤层为：碎石（d_{50}=30～100mm、厚度0.4m）+砾石（d_{50}=5～30mm、厚度0.3m）+粗砂（d_{50}=0.5～5mm、厚度0.3m）。 上游坡脚20m范围内设有反滤体，厚度为3m（反滤层厚1m，碎石厚2m，反滤层形式与初期坝上游坡面反滤层形式一致。）其中每间隔4m设置有一道垂直反滤层，共设置5道垂直反滤层。膜下盲沟每间隔4m开挖1m设置反滤层。	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
	压坡平台	在现有初期坝脚设置废石压坡平台，废石压坡要求同初期坝筑坝要求：要求石料的饱和抗压强度不应小于25.0MPa，软化系数不低于0.7，采场剥离废石装车前应进行筛选，要求废石料含土量不大于5%，石料粒径小于2cm的不大于5%，石料粒径大于20cm的占总量的60%-70%，最大粒径不超过碾压厚度且不得大于80cm，减少大块石料避免发生架空现象；碾压要求同初期坝要求。压坡平台高5m，宽10m，严格控制下游坡比，不得陡于初期坝原设计坡比，以确保坝体安全。	《安全设施设计》、《施工图》、设计变更通知单、工程联系单、竣工资料及现场检查	根据现场查看及竣工资料：在现有初期坝脚设置废石压坡平台，废石压坡要求同初期坝筑坝要求：石料的饱和抗压强度为29.6~39.0MPa，软化系数0.83~0.98，废石料含土量0.6%~4.2%，石料粒径小于2cm的占总量的1.4%~4.6%，石料粒径大于20cm的占总量的61.3%~69.3%，最大粒径不超过碾压厚度且不大于80cm；碾压要求同初期坝要求。压坡平台高5m，宽10m。	符合
保护层					
■	保护层	初期坝上游坝面930.0m标高以下反滤层上铺设10kg/m^{2}水泥毯保护层。初期坝上游坝面930m标高以上反滤层上铺设6mm厚的长丝复合排水网保护层。	《安全设施设计》、《施工图》、竣工资料、设计变更通知单及现场检查	根据竣工资料，初期坝上游坝面930.0m标高以下反滤层上铺设10kg/m^{2}水泥毯保护层。初期坝上游坝面930m标高以上反滤层上铺设6mm厚的长丝复合排水网保护层。	符合
防排渗设施					
■	截渗槽	1）在平行于废石坝坝顶轴线以下25m处岸坡及沟底开挖截渗槽，并延伸至截渗坝前渗水收集池。 2）截渗槽为梯形断面，底宽3m、深度	《安全设施设计》、《施工	根据竣工资料及现场： 1）在平行于废石坝坝顶轴线以下25m处岸坡及沟底开挖有截渗槽，并延伸至截渗坝前渗水收集池。 2）截渗槽为梯形断面，	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
		2m、两侧边坡 1:1，截渗槽底及两侧铺设 2mm 光面 HDPE 土工膜，槽内填埋 20~50mm 粒级的废石料。 3）沟底截渗槽内埋设渗水导排管，渗水导排管共敷设 2 根，采用 Φ 315 × 28.6mmHDPE 开孔管，外包一层 400g/m^2 无纺土工布，渗水导排管周边要求设置不小于 500mm 厚的碎石层。	图》、竣工资料及现场检查	底宽 3m、深度 2m、两侧边坡 1:1，截渗槽底及两侧铺设 2mm 光面 HDPE 土工膜，沟内填埋 20~50mm 粒级的废石料。 3）初期坝下沟底截渗槽内埋设渗水导排管，渗水导排管共敷设 2 根，采用 Φ 315 × 28.6mm HDPE 开孔管，外包一层 400g/m^2 无纺土工布，渗水导排管周边设置 500mm 厚的碎石层。	
	膜下地下水导排盲沟	1）膜下地下水导排盲沟共 3 条，其中 1 条主盲沟、2 条支盲沟，盲沟坡度不小于 10%。从上游库底一直敷设至截渗坝下游。 2）膜下地下水导排盲沟为梯形断面，底宽 2m、高度 1.5m、两侧边坡 1:0.5，基建期长度 2240m。盲沟主体采用 20~50mm 粒级的石料填筑，石料外包裹不少于 1 层 400g/m^2 无纺土工布，盲沟沿轴线每间隔 100m、垂直盲沟轴线设置一道 400g/m^2 无纺土工布垂直反滤层。库内范围盲沟顶部设垫层，要求盲沟顶部与库底防渗层距离不小于 1.0m。	《安全设施设计》、《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料：1）膜下地下水导排盲沟共 3 条，其中 1 条主盲沟、2 条支盲沟，盲沟坡度不小于 10%。从上游库底一直敷设至截渗坝下游。 2）膜下地下水导排盲沟为梯形断面，底宽 2m、高度 1.5m、两侧边坡 1:0.5，长度 2240m。盲沟主体采用 20~50mm 粒级的石料填筑，石料外包裹 1 层 400g/m^2 无纺土工布，盲沟沿轴线每间隔 100m、垂直盲沟轴线设置一道 400g/m^2 无纺土工布垂直反滤层。库内范围盲沟顶部采用粉质粘土进行回填的垫层，盲沟顶部与库底防渗层距离为 1.0m。	符合
	库底与岸	尾矿库库区底部及其岸坡防渗衬层应与尾		根据竣工资料：库区底部及其岸坡防渗衬层已	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
	坡	矿坝防渗衬层有效搭接，确保形成一个整体。 尾矿库库底及其岸坡的防渗衬层结构从底部往上依次为：清除覆盖层厚碾压整平基础、400g/m^{2}长丝无纺土工布、2mm双糙面HDPE土工膜、400g/m^{2}长丝无纺土工布。临水面（或滩面）至940m标高加铺200g/m^{2}土工布。	《安全设施设计》、《施工图》、竣工资料及现场检查	与尾矿坝防渗衬层有效搭接形成了一个整体。 尾矿库库底及其岸坡的防渗衬层结构从底部往上依次为：清除覆盖层厚碾压整平基础、400g/m^{2}长丝无纺土工布、2mm双糙面HDPE土工膜、400g/m^{2}长丝无纺土工布。894m标高（水下约1.0m）至941.2m标高铺设200g/m^{2}土工布。	
	坝底	初期坝坝底的防渗衬层结构从底部往上依次为：碾压整平基础、400g/m^{2}长丝无纺土工布、2mmHDPE土工膜、400g/m^{2}长丝无纺土工布、1.0m厚碎卵石防护垫层（0.3m厚卵石+0.7m厚碎石）。		根据竣工资料：初期坝坝底的防渗衬层结构从底部往上依次为：碾压整平基础、400g/m^{2}长丝无纺土工布、2mmHDPE土工膜、400g/m^{2}长丝无纺土工布、1.0m厚碎卵石防护垫层（0.3m厚卵石+0.7m厚碎石）。	符合
坝肩截水沟					
△	位置	初期坝坝体下游坡面坝肩与岸坡交界处设置临时截水沟。	《安全设施设计》、《施工图》、设计变更通知单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料及现场查看：坝体下游坡面坝肩与岸坡交界处修建了临时截水沟。	符合
	结构尺寸	临时坝肩截水沟采用底宽1.0m、深1.0m，边坡1:0.5的梯形断面，开挖夯实形成土渠，土渠内铺设1mm厚HDPE防渗膜，纵坡要求不小于1%。		根据竣工资料及现场查看：临时坝肩截水沟采用开挖夯实形成的土渠，土渠为梯形断面，底宽1.0m、深1.0m，边坡1:0.5，土渠内铺设2mm厚光面HDPE防渗膜，左侧截水沟平均底坡约为37%，右侧截水沟底坡平均约为21%。	符合
踏步					

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
△	位置	初期坝下游面设置坝坡踏步。	《安全设施设计》、《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料及现场查看：初期坝下游面设置坝坡踏步。	符合
	结构尺寸	人工坝坡踏步宽1.0m，每级踏步台阶高度150mm，采用M10水泥砂浆或砌石结构。		根据竣工资料及现场查看：人工坝坡踏步每级台阶高150mm，踏步宽1000mm，采用M10水泥砂浆结构。	符合

表 3.2-2 截渗坝工程与设计符合性检查表

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
截渗坝					
■	位置及坝顶轴线坐标	位于初期坝下游，在后期坝坝脚下游约60m处。左侧坐标X=2847077.9797，Y=418404.1417；右侧坐标X=2847097.2441，Y=418386.0468，坝轴线长度等参数根据现场实际地形情况适当调整。	《安全设施设计》、《施工图》、工程联系单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料：截渗坝位于初期坝下游，左侧坐标X=2847069.314，Y=418412.281；右侧坐标X=2847105.748，Y=418378.059，设计单位已通过工作联系单认可。	符合
	坝顶标高及轴线长度	截渗坝坝顶标高766.0m，坝顶宽4.0m，坝高10.0m，坝轴线长35.0m，坝轴线长度等参数根据现场实际地形情况适当调整。		根据竣工资料：为预防坝体沉降，截渗坝坝顶修建至766.1m标高，坝高10.1m，设计单位已通过工作联系单认可；坝顶宽4.0m，坝轴线长50.0m。	符合
	坝型及结构参数	1）截渗坝采用碾压堆石坝，坝体上、下游边坡坡比均为1:2。 2）在截渗坝顶设置溢流坝段，溢流坝段标高765m，长8m，溢流坝段设置一道沉降缝并设止水，溢流坝面采用折线形实用堰，堰深1.0m，溢流坝段采用C30钢筋混凝土面板。		根据现场查看及竣工资料：1）截渗坝采用碾压堆石坝，坝体上、下游边坡坡比均为1:2。 2）截渗坝顶中部设置有溢流坝段，溢流坝段长8m，标高+765m，溢流坝段设置一道沉降缝并设止水，溢流坝面采用折线形实用堰，堰深1.0m，溢流坝段采用	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
			《安全设施设计》、《施工图》、工程联系单、竣工资料及现场检查	C30 钢筋混凝土面板。	
	配筋情况	溢流坝段采用 C30 钢筋混凝土面板，面板厚度 150mm，单层配筋，钢筋的混凝土保护层厚度为 50mm，纵向受力钢筋为 Φ10@200。		根据竣工资料：溢流坝段采用 C30 钢筋混凝土面板，面板厚度 150mm，单层配筋，钢筋的混凝土保护层厚度为 50mm，纵向受力钢筋为 Φ10@200。	符合
	坝基处理	坝基范围内的人工填土、坡残积含碎石粉质黏土、冲洪积卵漂石土层等应开挖清除，使坝基座落在中风化石英砂岩层或中风化灰岩上部，地基承载力不低于 350kPa。		根据竣工资料：坝基座落在中风化灰岩上部，地基承载力为 350kPa。	符合
	坝体材料及填筑	筑坝材料直接利用采场剥离废石、也可在库内取石或利用隧洞掘进碴。石料的饱和抗压强度不应小于 30.0MPa，软化系数不低于 0.70。上坝废石料含土量不大于 5%，石料粒径小于 2cm 的不大于 5%，石料粒径大于 20cm 的占总量的 60%～70%以上，最大粒径不超过碾压厚度且不得大于 80cm，要求碾压后堆石料孔隙率不高于 28%，堆石干密度不小于 1.9t/m^3。		根据竣工资料：筑坝材料直接利用采场剥离废石、库内取石和隧洞掘进渣。石料的饱和抗压强度为 34.3~35.5MPa，软化系数 0.85~0.89。上坝废石料含土量 2.1%~3.2%，石料粒径小于 2cm 的占总量的 2.3%~3.5%，石料粒径大于 20cm 的占总量的 61.3%～63.7%，最大粒径不超过碾压厚度且不得大于 80cm，碾压后堆石料孔隙率为 15.5%~26%，堆石干密度为 1.94~2.21g/cm^3；	符合
	防渗衬层	截渗坝坝体上游坝面铺设防渗层，防渗衬层由砂砾石层-土工布-土工膜-土工布组成，第一层 d_{50}=0.5～10mm，砂砾石、厚度为 0.3m，第二层 400g/m^2 无纺土工布，第三层 2mm 厚光面 HDPE 膜，第四层		根据竣工资料：截渗坝坝体上游坝面铺设有防渗层，防渗衬层由砂砾石层-土工布-土工膜-土工布组成，第一层 d_{50}=0.5～10mm，砂砾石、厚度为 0.3m，第二层 400g/m^2 无纺土工布，第三层 2mm 厚光面	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
		400g/m² 无纺土工布。溢流坝段防渗层嵌入锚固槽内，锚固槽采用 M10 浆砌石，断面尺寸 0.5m×0.5m。		HDPE 膜，第四层 400g/m² 无纺土工布。溢流坝段防渗层嵌入锚固槽内，锚固槽采用 C15 混凝土（满足设计要求），断面尺寸 0.5m×0.5m。	

渗水收集池

■	位置	截渗坝前形成水池作为渗水收集池。	《安全设施设计》、《施工图》竣工资料及现场检查	根据竣工资料：截渗坝前形成水池作为渗水收集池。	符合
	防渗衬层	防渗衬层由土工布-土工膜-土工布组成，第一层 400g/m² 无纺土工布，第二层 2mm 厚光面 HDPE 膜，第三层 400g/m² 无纺土工布。		根据竣工资料：防渗衬层由土工布-土工膜-土工布组成，第一层 400g/m² 无纺土工布，第二层 2mm 厚光面 HDPE 膜，第三层 400g/m² 无纺土工布。	符合

表 3.3-3 拦挡坝工程与设计符合性检查表

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
■	位置及坝顶轴线坐标	位于初期坝下游，在最终废石坝坝脚位置设置拦挡坝，左侧坐标 X：2847118.540，Y=418455.615；右侧坐标 X：2847116.154，Y=418472.429，坝轴线长度等参数根据现场实际地形情况适当调整。	《安全设施设计》、《施工图》、工程联系单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料：拦挡坝位于初期坝下游，左侧坐标 X：2847119.472，Y=418449.047；右侧坐标 X：2847116.048，Y=418473.171。	符合
	坝顶标高及轴线长度	拦挡坝坝顶标高 770.0m，坝顶宽 2.0m，坝高 4.0m，坝轴线长 16.9m，坝轴线长度等参数根据现场实际地形情况适当调整。		根据竣工资料：为预防沉降拦挡坝坝顶修建至 770.15m 标高，坝高 4.15m（设计单位已通过工作联系单认可），坝轴线长 24.4m。	符合
	坝型及结构参	1）拦挡坝为碾压堆石坝，坝体上游坡比 1:1.5、下游坡比为 1:2。		根据现场查看及竣工资料：1）拦挡坝为碾压堆石坝，坝体上游坡比	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结论
	数	2）在拦挡坝顶设置溢流坝段，溢流坝段标高769m，长5m，中间设置一道沉降缝并设止水，溢流坝面采用折线形实用堰，堰深1.0m，溢流坝段采用C30钢筋混凝土面板，面板厚150mm单层配筋，混凝土保护层厚度为50mm，纵向受力钢筋为Φ10@200。溢流段延伸至坝脚下游3m，防止水流冲刷坝脚。	《安全设施设计》、《施工图》、工程联系单、竣工资料及现场检查	1:1.5、下游坡比为1:2。2）拦挡坝顶中部设置了溢流坝段，溢流坝段标高+769m，长5m，中间设置一道20mm宽沉降缝并设651型橡胶止水带，溢流坝面采用折线形实用堰，堰宽5.0m堰深1.0m，溢流坝段采用C30钢筋混凝土面板，面板厚150mm，单层配筋，混凝土保护层厚度为50mm，纵向受力钢筋为Φ10@200。溢流段往坝脚下游延伸了3m。	
	坝基处理	坝基范围内的人工填土、坡残积含碎石粉质黏土、冲洪积卵漂石土层等应开挖清除，使坝基座落在中风化石英砂岩层或中风化灰岩上部，地基承载力不低于350kPa。		根据竣工资料：坝基座落中风化灰岩上部，地基承载力为350kPa。	符合
	坝体材料及填筑	筑坝材料直接利用采场剥离废石，也可在库内取石或利用隧洞掘进碴。石料的饱和抗压强度不应小于30.0MPa，软化系数不低于0.70。上坝废石料含土量不大于5%，石料粒径小于2cm的不大于5%，石料粒径大于20cm的占总量的60%～70%以上，最大粒径不超过碾压厚度且不得大于80cm，要求碾压后堆石料孔隙率不高于28%，堆石干密度不小于1.9t/m^3。		根据竣工资料：筑坝材料利用采场剥离废石和库内取石。石料的饱和抗压强度为34.3~35.5MPa，软化系数0.85~0.89。上坝废石料含土量2.1%～3.2%，石料粒径小于2cm的占总量的2.3%~4.2%，石料粒径大于20cm的占总量的61.3%～69.3%，最大粒径不超过碾压厚度且不得大于80cm，碾压后堆石料孔隙率为14.1%~23.8%，堆石干密度为2.00~2.25g/cm^3；	符合

对坝体工程开展了30项安全设施符合性检查，其中26项否决项全

部符合要求；4 项一般项均符合。

3.2.2 工程质量控制

根据施工单位提供的资料，在施工过程中，施工单位及监理单位对石料、水泥、砂、土工布、土工膜等原材料进行了严格的把关，出厂单位及合格证明结果见下表。

（1）原材料

表 3.2-4 原材料出厂单位及合格证明

序号	原材料名称	出厂单位	原材料合格证明/检验报告
1	采石场岩石原材料检测	/	使用的采石场岩石有中大智能科技股份有限公司出具的孔隙率检验报告（灌水法），所检部位孔隙率满足设计要求；中大智能科技股份有限公司出具的石料干密度、抗压强度检测报告，所检测材料满足设计要求。
2	砂	湖南玛瑙山再生资源有限公司	经中大智能科技股份有限公司检测，所检项目符合《水工混凝土施工规范》SL677-2014 标准要求。
3	光面 HDPE 土工膜	长沙建益新材料有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测所检项目符合《土工合成材料 聚乙烯土工膜》（GB/T17643-2011）（GH-2S）光面 HDPE 土工膜的标准要求。
4	土工布（400g/m²）	长沙建益新材料有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测所检项目符合《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T17639-2023 标准要求。
5	土工布（200g/m²）	湖南中八工程材料有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测所检项目符合《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T17639-2023 标准要求。
6	复合排水网（6mm）	长沙建益新材料有限公司	有出厂合格证，且经湖南中环华地环境科学研究院有限公司检测所检项目符合《土工合成材料土工排水网》CJ/T452-2014 标准要求。
7	水泥	湖南良田水泥有限公司、华新水泥有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合《通用硅酸盐水泥》GB175-2023 标准要求。

序号	原材料名称	出厂单位	原材料合格证明/检验报告
8	碎石	湖南玛瑙山再生资源有限公司	经中大智能科技股份有限公司检测，所检项目符合《水工混凝土施工规范》SL677-2014标准要求。
9	砾石	湖南玛瑙山再生资源有限公司	经中大智能科技股份有限公司检测，所检项目符合《水工混凝土施工规范》SL677-2014标准要求。
10	钢筋	江西萍钢实业股份有限公司、冷水江钢筋有限责任公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测，样品所检项目符合《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2-2024要求。
11	HDPE管材	湖南城通塑业科技有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测，样品所检项目符合《给水用聚乙烯（PE）管道系统第2部分：管材》（GB/T13663.2-2018）标准要求。
12	止水带	河北国奎橡胶制品有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测，样品所检项目符合《高分子防水材料第2部分：止水带》（GB/T18173.2-2014）标准要求。

通过以上原材料出厂单位合格证明或检验报告表可知，原材料产品在施工过程中得到了有效地控制，其质量满足要求。

（2）施工质量控制

施工单位五矿二十三冶建设集团有限公司严格按施工规范及工程设计要求，组织施工，施工过程中，严格按照规范及设计技术要求进行检测。

初期坝体坐落在强风化石英砂岩上，截渗坝、拦挡坝坐落在中风化灰岩上地基承载力为350kPa，满足设计要求。筑坝前，施工单位委托中大智能科技股份有限公司对采石场岩石原材料进行了检测，检测结果满足设计要求。坝体每填筑一层检测一组干密度、孔隙率、细颗粒含量和筑坝材料的软化系数，共检测了249组，检测频率满足设计坝体干密度及颗粒级配检查频率为1次/（30000~50000m^3）（备注：初期坝土石料总量约97.6万m^3）的要求，且各参数检测结果均符合设计要求。

初期坝体工程中防渗衬层碎石、砾石、粗砂检测 41 组，土工布、土工膜检测 44 组，混凝土抗压试块检测 8 组，检测结果均符合设计要求。防渗衬层隐蔽验收 13 次，土工织物反滤层隐蔽验收 11 次，内坡土工膜隐蔽验收 6 次，岸坡处理隐蔽验收 17 次，截渗槽隐蔽验收 10 次，导排盲沟隐蔽验收 23 次，截水沟土工膜隐蔽验收 8 次，隐蔽工程验收结论均为合格。此外，土工膜搭接处均有土工膜热熔焊缝检测记录，土工膜施工完成后对其进行了渗漏检测，检测结果均为合格。

施工过程中施工单位对坝体隐蔽工程及各分部分项工程做了详细的工程记录，施工完毕后进行了自检。在分部工程完工后，尾矿库建设单位、施工单位、设计单位和监理单位对分部工程进行了工程验收，验收结论为合格。在分部工程施工期间，施工单位及监理单位对各分项工程进行了自检并存有详细记录。

监理单位中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司在施工过程中严把原材料进场检验关，坚持上道工序未经验收不许进入下道工序的原则，对重要部位，关键工序坚持旁站监理，并作了旁站监理记录，并对施工过程进行了全程监理，并在各分部分项工程验收记录上签字盖章，确保质量合格。

坝体分项工程的验收结果均合格，验收情况如表 3.2-5~3.2-7 所示。

表 3.2-5 初期坝分项工程验收情况

序号	分项工程名称	申报验收批次	施工单位检验评定	监理（建设）单位验收意见
1	坝基与岸坡处理	18	合格	合格
2	土石方工程	111		
3	导排盲沟	23		
4	坝底防渗衬层	13		
5	截渗槽	10		
6	反滤层	11		

序号	分项工程名称	申报验收批次	施工单位检验评定	监理（建设）单位验收意见
7	内坡土工膜	6		
8	坝肩截水沟	16		
9	踏步	16		

表 3.2-6 截渗坝分项工程验收情况

序号	分项工程名称	申报验收批次	施工单位检验评定	监理（建设）单位验收意见
1	地基与岸坡处理	3	合格	合格
2	土石方工程	12		
3	钢筋混凝土	4		
4	渗水收集池地基与岸坡处理	1		
5	渗水收集池土工膜	1		
6	渗水收集池土工布	2		

表 3.2-7 拦挡坝分项工程验收情况

序号	分项工程名称	申报验收批次	施工单位检验评定	监理（建设）单位验收意见
1	地基与岸坡处理	2	合格	合格
2	土石方工程	7		
3	钢筋混凝土	4		

（3）送检情况检查

筑坝前，施工单位委托中大智能科技股份有限公司对采石场岩石原材料进行了检测，检测结果符合设计要求。部分石料的抗压强度送检结果见下表 3.2-8。

表 3.2-8 石料抗压强度送检情况

序号	试块部位及构件名称	设计抗压强度（Mpa）	试验饱和抗压强度（Mpa）
1	块石	25	29.6
2	块石	25	39.0
3	块石	25	38.1

施工过程中，坝体每层填筑委托中大智能科技股份有限公司检测一

次，检测结果为筑坝材料的软化系数 0.83~0.98 符合设计要求（≧0.70）、干密度 2.01~2.37g/cm^3 符合设计要求（≧1.95g/cm^3），颗粒含泥量 0.6%~4.2%符合设计要求（≤5%），堆石碾压后其孔隙率为 10.1%~24.5%（≤25%），均满足设计要求，部分初期坝堆石料填筑层的送检结果见下表 3.2-9。

表 3.2-9 初期坝堆石料填筑层送检情况

序号	所检项目	设计值	试验值 1	试验值 2	试验值 3
1	孔隙率	≤25%	17.7	16.7	13.6
2	颗粒含泥量	≤5%	1.5	0.6	2.3
3	干密度	≧1.95g/cm^3	2.16	2.19	2.27

截渗坝、拦挡坝溢流坝段均采用 C30 钢筋混凝土面板，在施工过程中，由中大智能科技股份有限公司对其坝体的抗渗性能进行了检测，检测结果为抗渗性能符合标准 SL/T352-2020 抗渗等级 P8 的技术要求；对其坝体取样进行了抗压强度检测，检测结果为抗压强度满足设计要求。部分试件送检情况见表 3.2-10 所示。

表 3.2-10 试件送检情况

序号	试块部位及构件名称	设计强度	龄期（d）	成型日期	抗压强度平均值（MPa）
1	截渗坝	C30	28	2025.9.8	35.6
2	截渗坝	C30	28	2025.9.4	34.9
3	截渗坝	C30	28	2025.8.25	35.7
4	拦挡坝	C30	28	2025.7.30	36.1
5	拦挡坝	C30	28	2025.7.27	35.6
6	拦挡坝	C30	28	2025.8.4	35.2

3.2.3 坝体工程有效性评价

本节依据《安全设施设计》《施工图》《设计变更》《工程竣工资

料》及《试运行报告》，并经现场核实，初期坝、截渗坝与拦挡坝无变形、位移以及跑浑渗漏等异常现象，坝肩截水沟排水能力正常，渗水收集池无渗漏等异常。因此评价组认为：坝体工程与设计一致，坝体工程当前安全、有效。

3.3 排洪系统

3.3.1 库内排洪系统工程施工与设计符合性检查

库内排洪系统采用排水井-竖井-排洪支洞-主排洪洞的型式。基建期工程库内排洪系统的验收包括主排洪隧洞（2#支隧洞与主洞交叉点~主洞出口段）、1#排水井及其竖井、1#支隧洞。

根据《安全设施设计》《施工图》、设计变更通知单及法律法规要求对照施工情况，结合《金属非金属尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》编制了安全符合性检查表，对该尾矿库基建期工程库内排洪系统的符合性进行检查评价，见表 3.3-1。

表 3.3-1 库内排洪系统工程与设计符合性检查表

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
1#排水井					
■	平面位置	1#排水井井筒中心坐标：X=2848342.863，Y=418985.099。	《安全设施设计》《施工图》、设计变更通知单、设计变更通	根据竣工图，井筒中心坐标：X=2848342.871，Y=418985.087。	符合
	型式	框架式，16 柱。		根据竣工图及现场查看，排水井为框架式，16 立柱型式。	符合
	标高	排水井架顶部标高 953.0m，井架底部标高 929.0m。		根据竣工资料，排水井架顶部标高 953.0m，井架底部标高 929.0m。	符合
	基础	排水井井座基础持力层为强风化变质砂岩或中风化变质砂岩，地基承载		根据竣工资料，排水井井座基础持力层为中风化变质砂岩，地基承载	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		力不低于 400kPa，并在其基础底部设置厚 200mm 的 C20 混凝土垫层。	知单、竣工资料及现场检查	力 400kPa，基础底部设置了 200mm 厚的 C20 混凝土垫层。	
	尺寸	排水井内径 8.0m，十六立柱型式，井高 24m，立柱宽度和厚度分别为 0.5m、0.55m，共 9 层。下 3 层圈梁间距 2m，上 6 层圈梁间距 3m。		根据竣工资料，排水井内径 8.0m，十六立柱型式，井高 24m，立柱宽度 0.5m，厚度 0.55m，共 9 层。下 3 层圈梁间距 2m，上 6 层圈梁间距 3m，每块拱板均高 250mm，厚 200mm。	符合
	结构强度及配筋情况	排水井立柱和圈梁采用 C30 钢筋混凝土结构，钢筋采用 HPB300 钢筋和 HRB400 钢筋；现浇立柱和圈梁钢筋保护层厚 40mm，井座保护层厚度 50mm，钢筋搭接长度 42d。立柱纵向受力钢筋 11Φ25，箍筋 15φ12@100；圈梁受力钢筋 6Φ16，箍筋φ10@150。	《安全设施设计》《施工图》、设计变更通知单、设计变更通知单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料，排水井立柱和圈梁采用 C30 钢筋混凝土结构；现浇立柱和圈梁钢筋保护层厚 40mm，井座保护层厚度 50mm，钢筋搭接长度 42d。立柱纵向受力钢筋 11Φ25，箍筋 15φ12@100；圈梁受力钢筋 6Φ16，箍筋φ10@150。	符合
	拱板	拱板采用 C30 钢筋混凝土预制，每块拱板高 250mm，厚 200mm，预制拱板保护层厚 30mm，钢筋采用 HPB300 钢筋和 HRB400 钢筋，预制拱板受力钢筋 6Φ22，箍筋 10φ12。		根据竣工资料，拱板采用 C30 钢筋混凝土，每块拱板高 250mm，厚 200mm，钢筋保护层厚 30mm，拱板受力钢筋 6Φ22，箍筋 10φ12。	符合
避雷针					
Δ	避雷针	排水井安装避雷针，避雷针的铸铁管顶端应削尖或砸扁，避雷针必须与柱内主钢筋焊接，再与地筋相接。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料和现场查看，排水井安装了避雷针，避雷针的铸铁管顶端削尖，避雷针与柱内主钢筋焊接，再与地筋相接。	符合
水位标尺					
Δ	水位标尺	井架上设水位标尺。用白底黑字标尺，每隔 1.0m 标示出标高数值。	《安全设施设计》《施工	根据竣工资料和现场查看，1#排水井井架上设置了白底黑字水位标	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
			图》、竣工资料及现场检查	尺，每隔 0.1m 标示出标高数值，且每隔 1m 用红线标出标高数值，满足设计要求。	
爬梯					
Δ	爬梯	排水井爬梯采用 HRB400 钢筋，铁件外露部分需除锈后用红丹打底，再刷灰色铅油两遍。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料，排水井爬梯采用 HRB400 钢筋，爬梯以红丹打底，外涂两遍灰色铅油。	符合
1#竖井					
■	平面位置	排水井井座与排洪支隧洞之间通过竖井连接，1#排水井下部为 1#竖井。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料，排水井井座与排洪支隧洞之间通过竖井连接，1#排水井下部为 1#竖井。	符合
	型式	竖井采用圆形断面。		根据竣工资料，竖井为圆形断面。	符合
	标高尺寸	顶标高 929m，底标高 901m，总深度 28.0m（含井座和消力池）。其中，渐变段内径 8.0m～3.0m，高度根据现场地形条件确定；井筒段内径 3.0m；消力池顶标高 904.6m。		根据竣工资料，竖井顶标高 929m，底标高 901m，总深度 28.0m（含井座和消力池）。其中，渐变段内径 8.0m~3.0m，高度 8m；井筒段内径 3.0m；消力池顶标高 904.6m。	符合
	衬砌	对于III类围岩井筒段，采用锚喷初期支护，沿竖井掘进岩壁喷射 C20 混凝土 80mm 厚，对于局部破碎、掉块、裂隙发育围岩段设置随机锚杆，随机锚杆型号为φ40 管缝式锚杆；二次衬砌采用 C30 钢筋混凝土结构，厚度 300mm，双层配筋。 对于Ⅳ类围岩井筒段，采用“钢筋网+锚喷”联合初期支护措施。其中系统锚杆采用φ40 管缝式锚杆，长度 1.5m，排距 1.0m，		根据竣工资料： 1#竖井井筒段采用Ⅳ类围岩支护，采用“钢筋网+锚喷”联合的初期支护措施。系统锚杆采用φ40 管缝式锚杆，长度 1.5m，排距 1.0m，梅花形布置；沿竖井掘进岩壁挂设φ6@100×100 的钢筋网，喷射 C20 混凝土 100mm。二次衬砌采用 C30 钢筋混凝土结构，厚度 400mm，双层配筋，衬砌浇筑完毕后进行回填灌浆。	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		梅花形布置；沿竖井掘进岩壁挂设φ6@100×100钢筋网，喷射C20混凝土100mm。二次衬砌采用C30钢筋混凝土结构，厚度400mm，双层配筋。5）钢筋混凝土保护层厚度为50mm，钢筋搭接长度42d。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查		
	排水孔	沿高程方向每隔10~12m布置一排DN50排水孔（长0.5m），每排4个，埋入围岩一端外包土工布（400g/㎡）反滤。		沿高程方向布置了2排DN50排水孔（长0.5m），每排4个，埋入围岩一端外包土工布（400g/㎡）反滤。	符合
	消能消力坑	为防止水流直接冲击竖井底板，1#竖井底部设置3m深消能消力坑，消力池底部厚0.6m。		根据竣工资料，1#竖井底部设有消能消力坑，深度3m，底部厚0.6m。	符合
1#支隧洞					
■	平面位置	进口与1#竖井相连，出口与2#支隧洞相连后通往主隧洞，与2#支隧洞出口相连的坐标：X=2848313.242，Y=419131.979；与主隧洞相连的坐标：X=2848283.848，Y=419151.618。	《安全设施设计》《施工图》、设计变更通知单、竣工资料及现场检查	根据竣工图，进口与1#竖井相连，出口与2#支隧洞出口相连后通往主隧洞，与2#支隧洞出口相连的坐标：X=2848313.239，Y=419131.981；与主隧洞相连的坐标：X=2848283.851，Y=419151.623。	符合
	标高长度坡度	1#支隧洞进口底标高904.60m，出口底标高897.11m，与主隧洞相连的出口底标高895.34m。1#支隧洞总长L=149.84m，坡度i=5%。2#支隧洞与1#支隧洞相连处至主隧洞相连段的长度为L=35.35m，坡度i=5%。		根据竣工资料，进口底标高904.60m，与2#支隧洞相连的出口底标高897.11m，与主隧洞相连的出口底标高895.34m。1#支隧洞总长L=149.84m，坡度i=5%。2#支隧洞与1#支隧洞相连处至主隧洞相连段的长度为L=35.35m，坡度i=5%。	符合
	型式及断	圆拱直墙断面型，净断面尺寸B×H=2.8m×3.2m。		根据竣工资料，排水支隧洞为圆拱直墙断面	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
	面尺寸	支隧洞上游进水口设置10m长的渐变段与竖井连接，渐变段隧洞顶板呈直线渐变，净断面尺寸由底宽2.8m×高4.2m渐变至底宽2.8m×高3.2m。		型，净断面尺寸B×H=2.8m×3.2m。支隧洞上游进水口位置存在10m长的渐变段与排水井竖井相连，渐变段隧洞顶板呈直线渐变，净断面尺寸为底宽2.8m×高4.2m渐变至底宽2.8m×高3.2m。	
	IV类围岩初衬	1）初衬采用“锚喷+钢筋网”支护，初期支护厚度150mm，必要时设置钢拱架。钢筋网规格为φ6@100×100，混凝土C20；系统锚杆采用40mm直径管缝式锚杆，长1.5m，排距1m，交错布置，杆体极限抗拉力不宜小于120kN。每榀钢架需在直墙段下部设置4根锁脚锚杆（两边各两根），锁脚锚杆采用Φ22螺纹钢筋锁脚锚杆，长1.5m，排距1m；钢拱架选用热压10#工字钢，每榀钢架间距1m，10#工字钢直墙与顶拱连接处设置联接钢板，联接钢板厚10mm，采用4个螺栓固定；每两榀钢架间用Φ22钢筋联接，联接钢筋环向间距1m，内外侧交错布置。 2）隧洞施工过程中，拱顶沿线每隔3m预埋1根DN50回填灌浆管，灌浆管深入围岩0.1m以上，回填灌浆压力可采用0.3~0.5MPa，灌浆用水泥为42.5标号普通硅酸盐水泥，浆液水灰比可采用0.5~1.0，具体灌浆参数必须根据围岩实际地质条件经现场灌浆试验确定。	《安全设施设计》《施工图》、设计变更通知单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料：支隧洞为Ⅳ类围岩。 1）初衬采用锚喷+钢筋网支护，初期支护厚度150mm，局部设置钢拱架。钢筋网规格为φ6@100×100，混凝土C20；系统锚杆采用40mm直径管缝式锚杆，长1.5m，排距1m，交错布置。每榀钢架在直墙段下部设置了4根锁脚锚杆（两边各两根），锁脚锚杆采用Φ22螺纹钢筋锁脚锚杆，长1.5m，排距1m；钢拱架为热压10#工字钢，每榀钢架间距1m，10#工字钢直墙与顶拱连接处设置联接钢板，联接钢板厚10mm，采用4个螺栓固定；每两榀钢架间用Φ22钢筋联接，联接钢筋环向间距1m，内外侧交错布置。 2）隧洞施工过程中，拱顶沿线每隔3m预埋1根DN50回填灌浆管，灌浆管深入围岩0.1m，回填灌浆压力为0.3MPa，灌浆用水泥为42.5标号普通硅酸盐水泥，浆液水灰比为0.88。 3）侧墙顶部两侧每隔	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		3）在侧墙顶部两侧每隔1.5m设1个Φ50排水孔(向洞内倾斜2°)，排水孔深入围岩1.5m，内插Φ40PVC排水花管，外包200g/m^{2}土工布。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	1.5m设1个Φ50排水孔(向洞内倾斜2°)，排水孔深入围岩1.5m，内插Φ40PVC排水花管，外包200g/m^{2}土工布。	
	IV类围岩二衬	IV类围岩二次衬砌采用C30钢筋混凝土结构，厚度400mm，双层配筋。隧洞衬砌每隔6~12m设一道伸缩缝，在岩性变化处应设沉降缝，缝间设651型橡胶止水带并用沥青杉木板填缝。		根据竣工资料，IV类围岩二次衬砌采用C30钢筋混凝土结构，厚度400mm，双层配筋。隧洞衬砌每隔6m设一道伸缩缝，在岩性变化处应设沉降缝，缝间设651型橡胶止水带并用沥青麻绳填缝。	符合
	排水孔	在侧墙顶部两侧每隔1.5m~3.0m设一个Φ50排水孔（向洞内倾斜，倾斜度2°），排水孔深入围岩1.5m，排水孔内插Φ40PVC排水花管，外包200g/m^{2}土工布。对于局部渗水量较大的洞段，可根据需要增加排水孔数量。		根据竣工资料，侧墙顶部两侧每隔2.0m设一个Φ50排水孔（向洞内倾斜，倾斜度2°），排水孔深入围岩1.5m，排水孔内插Φ40PVC排水花管，外包200g/m^{2}土工布。	符合
主隧洞					
■	平面位置	基建期验收主隧洞起点与2#支隧洞出口相连，坐标：X=2848283.848，Y=419151.618。终点为隧洞出口，坐标：X=2846877.041，Y=418517.903。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料，基建期验收主隧洞起点与2#支隧洞出口相连，坐标：X=2848283.851，Y=419151.623。终点为隧洞出口，坐标：X=2846877.917，Y=418517.610。	符合
	标高	出口底标高816.00m。		根据竣工资料，出口底标高816.00m。	符合
	长度坡度	基建期验收段主隧洞长L=1586.189m，坡度i=5%。		根据竣工资料，基建期验收段主隧洞长L=1587.0m，坡度i=5%。	符合
	型式及断	圆拱直墙断面型式，净宽2.8m，净高3.2m。		根据竣工资料，主隧洞为圆拱直墙断面型式，	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
	面尺寸		《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	钢筋混凝土全断面衬砌段净宽2.8m，净高3.2m；钢筋混凝土断面衬砌段净宽2.8m，净高3.2m；	
	V类围岩初衬	1）采用“钢拱架+锚喷+钢筋网”联合支护措施，初期支护厚度150mm，必要时采用小导管超前支护。初期支护钢筋网规格为Φ6@100×100，混凝土C20；系统锚杆采用40mm直径管缝式锚杆，长1.5m，排距1m，交错布置，杆体极限抗拉力不宜小于120kN。每榀钢架需在直墙段下部设置4根锁脚锚杆（两边各两根），锁脚锚杆采用Φ22螺纹钢筋锁脚锚杆，长1.5m，排距1m；钢拱架选用热压10#工字钢，每榀钢架间距1m，10#工字钢直墙与顶拱连接处设置联接钢板，联接钢板厚10mm，采用4个螺栓固定；每两榀钢架间用Φ22钢筋联接，联接钢筋环向间距1m，内外侧交错布置。 2）隧洞遇围岩破碎、节理裂隙发育掘进时不能成洞地段采用小导管超前支护，小导管规格Φ42×4mm，小导管环向中心间距0.35m，排距2m，梅花形布置，外插角5~10°，每榀小导管长4m，导管插入岩体后再向钢管内注入水泥浆至密实，浆的水灰比为0.5~1，注浆压力不小于0.6~1.0MPa。 3）隧洞施工过程中，拱		根据竣工资料： 排洪主隧洞中Ⅴ类围岩长40m，区段为K0+000-K0+040。 1）初衬采用“钢拱架+锚喷+钢筋网”联合支护措施，初期支护厚度150mm，破碎带采用小导管超前支护。钢筋网规格为Φ6@100×100，混凝土C20；系统锚杆采用40mm直径管缝式锚杆，长度1.5m，排距1m，交错布置。每榀钢架在直墙段下部设置了4根锁脚锚杆（两边各两根），锁脚锚杆采用Φ22螺纹钢筋锁脚锚杆，长1.5m，排距1m；钢拱架为热压10#工字钢，每榀钢架间距1m，10#工字钢直墙与顶拱连接处设置联接钢板，联接钢板厚10mm，采用4个螺栓固定；每两榀钢架间用Φ22钢筋联接，联接钢筋环向间距1m，内外侧交错布置。 2）围岩破碎带采用小导管超前支护，小导管规格Φ42×4mm，小导管环向中心间距0.35m，排距2m，梅花形布置，外插角5~10°，每榀小导管长4m，导管插入岩体后再向钢管内注入水泥浆至	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		顶沿线每隔 3m 预埋 1 根 DN50 回填灌浆管，灌浆管深入围岩 0.1m 以上，回填灌浆压力可采用 0.3~0.5MPa，灌浆用水泥为 42.5 标号普通硅酸盐水泥，浆液水灰比可采用 0.5~1.0，具体灌浆参数必须根据围岩实际地质条件经现场灌浆试验确定。 4）V 类围岩洞段需进行固结灌浆，固结灌浆孔直径 50mm，深入围岩 1m，环向布设 3 个固结灌浆孔，沿线每隔 4~6m 布置一排，固结灌浆压力一般采用 0.5~2MPa，压力由小到大逐渐提高，具体应根据现场灌浆试验确定。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	密实。 3）隧洞拱顶沿线每隔 3m 设 1 根 DN50 回填灌浆管，灌浆管深入围岩 0.1m。根据灌浆试验报告，回填灌浆压力采用 0.2~0.4MPa，灌浆用水泥为 42.5 标号普通硅酸盐水泥，浆液水灰比 0.6~1.0。 4）对 V 类围岩洞段进行固结灌浆，固结灌浆孔直径 50mm，深入围岩 1m，环向布设 3 个固结灌浆孔，沿线每隔 6m 布置一排。根据灌浆试验报告，固结灌浆压力采用 0.3~0.7MPa（分级升压），灌浆用水泥为 42.5 标号普通硅酸盐水泥，浆液水灰比 0.6~1.0。	
	IV 类围岩初衬	1）初衬采用“锚喷+钢筋网”支护，初期支护厚度 150mm，必要时设置钢拱架。钢筋网规格为 φ6@100×100，混凝土 C20；系统锚杆采用 40mm 直径管缝式锚杆，长 1.5m，排距 1m，交错布置，杆体极限抗拉力不宜小于 120kN。每榀钢架需在直墙段下部设置 4 根锁脚锚杆（两边各两根），锁脚锚杆采用Φ22 螺纹钢筋锁脚锚杆，长 1.5m，排距 1m；钢拱架选用热压 10#工字钢，每榀钢架间距 1m，10#工字钢直墙与顶拱连接处设置联接钢板，联接钢板厚 10mm，采用 4 个螺栓固定；每两榀钢架间用Φ22 钢筋联		根据竣工资料：排洪主隧洞中Ⅳ类围岩长 104m，区段为 K0+040-K0+144。 1）初衬采用锚喷+钢筋网支护，初期支护厚度 150mm，围岩破碎带设置钢拱架。钢筋网规格为φ6@100×100，混凝土标号 C20；系统锚杆采用 40mm 直径管缝式锚杆，长 1.5m，排距 1m，交错布置。每榀钢架在直墙段下部设置了 4 根锁脚锚杆（两边各两根），锁脚锚杆采用Φ22 螺纹钢筋锁脚锚杆，长 1.5m，排距 1m；钢拱架为热压 10#工字钢，每榀钢架间距 1m，10#工字钢直墙与顶拱连接处	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		接，联接钢筋环向间距1m，内外侧交错布置。 2）隧洞施工过程中，拱顶沿线每隔3m预埋1根DN50回填灌浆管，灌浆管深入围岩0.1m以上，回填灌浆压力可采用0.3~0.5MPa，灌浆用水泥为42.5标号普通硅酸盐水泥，浆液水灰比可采用0.5~1.0，具体灌浆参数必须根据围岩实际地质条件经现场灌浆试验确定。 3）Ⅳ类围岩构造发育等不良地质洞段可进行固结灌浆，固结灌浆孔直径50mm，深入围岩1m，环向布设3个固结灌浆孔，沿线每隔4~6m布置一排，固结灌浆压力一般采用0.5~2MPa，压力由小到大逐渐提高，具体应根据现场灌浆试验确定。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	设置联接钢板，联接钢板厚10mm，采用4个螺栓固定；每两榀钢架间用Φ22钢筋联接，联接钢筋环向间距1m，内外侧交错布置。 2）侧墙顶部两侧每隔1.5m设1个Φ50排水孔（向洞内倾斜2°），排水孔深入围岩1.5m，内插Φ40PVC排水花管，外包200g/m^{2}土工布。 3）隧洞施工过程中，拱顶沿线每隔3m预埋1根DN50回填灌浆管，灌浆管深入围岩0.1m。根据灌浆试验报告，回填灌浆压力采用0.2~0.4MPa，灌浆用水泥为42.5标号普通硅酸盐水泥，浆液水灰比0.6~1.0。	
	III类围岩支护	1）III类围岩采用永久支护方式，拱部采用钢筋网（φ6@100×100）喷砼（C20）支护，支护厚度80mm。隧洞底板及直墙段设置钢筋混凝土衬砌，厚度150mm，单层配筋，直墙衬砌高度为1.2m。 2）隧洞衬砌每隔6~12m设一道伸缩缝，在岩性变化处应设沉降缝，缝间设651型橡胶止水带并用沥青杉木板填缝。		根据竣工资料：排洪主隧洞中III类围岩长1483m，区段为K0+144-K1+587。 1）III类围岩拱部采用钢筋网（φ6@100×100）喷砼（C20）支护，支护厚度80mm。隧洞底板及直墙段设置钢筋混凝土衬砌，厚度150mm，单层配筋，直墙衬砌高度为1.2m。 2）隧洞衬砌每隔6~12m设一道伸缩缝，在岩性变化处设沉降缝，缝间设651型橡胶止水带并用沥青杉木板填缝。	符合
	V类围岩	V类围岩二次衬砌采用C30钢筋混凝土结构，厚		根据竣工资料，围岩二次衬砌采用C30钢筋混	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
	二衬	度400mm，双层配筋。隧洞衬砌每隔6~12m设一道伸缩缝，在岩性变化处应设沉降缝，缝间设651型橡胶止水带并用沥青杉木板填缝。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	凝土结构，厚度400mm，双层配筋。隧洞衬砌每隔12m设一道伸缩缝，缝间设651型橡胶止水带并用沥青木板填缝。	
	IV类围岩二衬	IV类围岩二次衬砌采用C30钢筋混凝土结构，厚度400mm，双层配筋。隧洞衬砌每隔6~12m设一道伸缩缝，在岩性变化处应设沉降缝，缝间设651型橡胶止水带并用沥青杉木板填缝。		根据竣工资料，围岩二次衬砌采用C30钢筋混凝土结构，厚度400mm，双层配筋。隧洞衬砌每隔6m设一道伸缩缝，在岩性变化处应设沉降缝，缝间设651型橡胶止水带并用沥青麻绳填缝。	符合
	主隧洞出口洞门护坡	1）隧洞出口洞门挡墙采用C25钢筋混凝土浇筑，钢筋保护层厚度不小于50mm，洞门处地基应做加固处理，容许承载力不小于160kpa，洞门底部设置100mm厚C20混凝土垫层。 2）洞门开挖临时边坡1:0.5，采用锚、喷支护，采用Φ22锚杆+挂网（φ8@200）喷射混凝土支护（厚度100-200m），钻孔孔径90mm，锚杆长度L=2.5m，@1.5m×1.5m梅花形布置，洞身段边坡的锚杆应根据洞壁结构适当调整长度；锚杆注浆砂浆配合比的要求为:水泥:砂=1:(1~2)，水泥:水=1:0.4。 3）进口段洞门上方削坡部分平均边坡不陡于1:0.75，顶部设置排水沟，排水沟侧壁及底板厚度均为300mm，净断面500mm×500mm。		根据竣工资料，1）隧洞出口洞门挡墙采用C25钢筋混凝土浇筑，钢筋保护层厚度为50mm，洞门处地基做加固处理，洞门底部设置100mm厚C20混凝土垫层。 2）洞门开挖临时边坡1:0.5，采用锚、喷支护，采用Φ22锚杆+挂网（φ8@200）喷射混凝土支护，钻孔孔径90mm，锚杆长度L=2.5m，@1.5m×1.5m梅花形布置。 3）进口段洞门上方削坡部分平均边坡为1:0.75，进口段洞门顶部设置排水沟，排水沟侧壁及底板厚度均为300mm，净断面500mm×500mm。	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
	排水孔	在侧墙顶部两侧每隔1.5m~3.0m设一个Φ50排水孔（向洞内倾斜，倾斜度2°），排水孔深入围岩1.5m，排水孔内插Φ40PVC排水花管，外包200g/m^{2}土工布。对于局部渗水量较大的洞段，可根据需要增加排水孔数量。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料，侧墙顶部两侧每隔2.0m设一个Φ50排水孔（向洞内倾斜，倾斜度2°），排水孔深入围岩1.5m，排水孔内插Φ40PVC排水花管，外包200g/m^{2}土工布。	符合
消力池					
△	平面位置	位于主排洪隧洞出口，下接明渠。消力池包括斜坡段、拓宽平台、平底段和尾坎。	《安全设施设计》《施工图》、设计变更通知单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料，消力池位于主排洪隧洞出口，包括斜坡段、拓宽平台、平底段和尾坎。消力池持力层基础承载力为200kPa。	符合
	结构尺寸	消力池断面为矩形，总长15.0m，宽5.0m，深4.0m。消力池底板为C30钢筋混凝土结构，厚400mm。垫层为砂卵石垫层，厚300mm。		根据竣工资料，消力池断面为矩形，总长15.0m，宽5.0m，深4.0m。消力池底板为C30钢筋混凝土结构，厚400mm。垫层为砂卵石垫层，厚300mm。	符合
	结构强度	消力池底板、侧墙及尾槛均为C30钢筋混凝土结构（双向构造配筋），钢筋的混凝土保护层厚度为50mm。钢筋搭接型式采用绑扎搭接，搭接长度为42d。		根据竣工资料，消力池底板、侧墙及尾槛均为C30钢筋混凝土结构（双向构造配筋），钢筋的混凝土保护层厚度为50mm。钢筋搭接型式采用绑扎搭接，搭接长度为42d。	符合
明渠					
△	平面位置	位于主排洪隧洞出口，上接消力池。	《安全设施设计》《施工图》、设计变更通知单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料，明渠位于主排洪隧洞出口，上接消力池。	符合
	结构尺寸	消力池尾槛至第一段施工道路的陡坡段，明渠结构形式由5m×3m（宽×高）渐变至4m×3m（宽×高）结构，收缩段由4m		根据竣工资料，消力池尾槛至第一段施工道路的陡坡段，明渠结构形式由5m×3m（宽×高）渐变至4m×3m（宽×	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		×3m（宽×高）箱涵结构渐变至 3m×2m（宽×高）箱涵结构，陡坡段后续明渠尺寸为 3m×2m（宽×高）的箱涵结构。在穿道路平缓位置，明渠底板末端设置消力尾槛，穿路段明渠为 3m×3m（宽×高）的箱涵结构。	《安全设施设计》《施工图》、设计变更通知单、竣工资料及现场检查	高）结构，收缩段由 4m×3m（宽×高）箱涵结构渐变至 3m×2m（宽×高）箱涵结构，陡坡段后续明渠尺寸为 3m×2m（宽×高）的箱涵结构。在穿道路平缓位置，明渠底板末端设置消力尾槛，穿路段明渠为 3m×3m（宽×高）的箱涵结构。	
	结构强度	明渠边墙为 C30 钢筋混凝土结构，底板、侧墙均为钢筋混凝土结构（双向构造配筋），钢筋的混凝土保护层厚度为 50mm。钢筋搭接型式采用绑扎搭接，搭接长度为 42d。		根据竣工资料，明渠边墙为 C30 钢筋混凝土结构，底板、侧墙均为钢筋混凝土结构（双向构造配筋），钢筋的混凝土保护层厚度为 50mm。钢筋搭接型式采用绑扎搭接，搭接长度为 42d。	符合

对库内排洪系统进行了 39 项安全设施符合性检查，其中 30 项否决项检查结论全部符合，9 项一般项检查结论均为符合。评价组认为主排洪隧洞（2#支隧洞与主洞交叉点~主洞出口段）、1#排水井及其竖井、1#支隧洞等安全设施均符合设计要求。

3.3.2 工程施工过程质量控制

（1）原材料

根据施工单位提供的竣工资料，在施工过程中，施工单位及监理单位对钢筋、水泥、碎石、砂、锚杆等原材料进行了严格的把关，原材料均有出厂单位合格证明或送检报告。

表 3.3-2 原材料出厂单位合格证明或检验报告

序号	原材料名称	出厂单位	出厂合格证明/检验报告

序号	原材料名称	出厂单位	出厂合格证明/检验报告
1	热轧带肋钢筋	江西萍钢实业股份有限公司、冷水江钢筋有限责任公司、广西桂鑫钢铁集团有限公司、广东粤韶钢铁有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测，样品所检项目符合《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2-2024 要求。
2	水泥	华新水泥有限公司、湖南良田水泥有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合《通用硅酸盐水泥》GB175-2023 标准要求。
3	砂	湖南玛瑙山再生资源有限公司	经中大智能科技股份有限公司检测，所检项目符合《水工混凝土施工规范》SL677-2014 标准要求。
4	碎石	湖南玛瑙山再生资源有限公司	经中大智能科技股份有限公司检测，所检项目符合《水工混凝土施工规范》SL677-2014 标准要求。
5	钢筋网片	永安区矿安紧固件有限公司、安平县东亿丝网制品有限公司、邢台市丰矿山机械有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合 GB/T1499.3-2010 GB/T228.1-2011 标准要求。
6	工字钢	广西翅翼钢铁有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
7	无缝钢管	山东磐金钢管制有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合《输送流体用无缝钢管》GB/T8163-2018 要求。
8	橡胶止水带	河北国奎橡胶制品有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合《高分子防水材料第 2 部分止水带》GB/T 18173.2-2014 标准。
9	缝管锚杆	邢台市丰矿山机械有限公司	有矿用产品安全标志证书。

表 3.3-3 原材料试验汇总表

序号	检测项目	检测组数	代表批量
1	钢筋原材料检测Φ8	2	94t
2	钢筋原材料检测Φ10	1	38t
3	钢筋原材料检测Φ12	1	72t
4	钢筋原材料检测Φ14	3	130t
5	钢筋原材料检测Φ16	2	81t
6	钢筋原材料检测Φ18	2	88.6t
7	钢筋原材料检测Φ20	2	73t

序号	检测项目	检测组数	代表批量
8	钢筋原材料检测Φ22	4	144t
9	42.5 水泥原材料检测	7	200t
10	建筑用砂原材料检测	3	158t
11	钢筋网片	1	56t

通过以上原材料出厂单位合格证明或送检报告检查可知，原材料产品在施工过程中得到了有效地控制，其质量满足要求。

（2）施工质量控制

施工单位五矿二十三冶建设集团有限公司严格按施工规范及工程设计要求，组织施工，施工过程中对排洪系统隐蔽工程及各分部分项工程做了详细的工程记录，施工完毕进行了自检。在分部工程完工后，尾矿库建设单位、施工及监理单位分别对分部工程进行了工程验收。在分部工程施工期间，施工单位及监理单位对各分项工程进行了自检并存有详细记录。

监理单位中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司在施工过程中严把原材料进场检验关，坚持了上道工序未经验收不许进入下道工序的原则，对重要部位，关键工序坚持旁站监理，并作了旁站监理记录，并对排洪系统施工过程进行了全程监理，并在各分部分项工程验收记录上签字盖章，确保质量合格。

在排水井、隧洞等隐蔽工程施工中，对基础处理、分段施工等作业均有详细的分段验收记录，验收结果均为合格，验收记录情况如下表所示。

表 3.3-4 排水井分项工程验收情况

序号	分项工程名称	检验批数量	施工单位检查评定结果	监理（建设）单位验收意见
1	1#竖井开挖	6	合格	合格

序号	分项工程名称	检验批数量	施工单位检查评定结果	监理（建设）单位验收意见
2	1#竖井钢筋混凝土衬砌支护	24		
3	1#排水井井座	17		
4	1#排水井井架	32		

表 3.3-5 库内隧洞分项工程验收情况

序号	分项工程名称	检验批数量	施工单位检查评定结果	监理（建设）单位验收意见
1	钢筋混凝土衬砌支护	239	合格	合格
2	隧洞开挖	20		
3	喷射混凝土支护	28		

表 3.3-6 消力池及明渠分项工程验收情况

序号	分项工程名称	检验批数量	施工单位检查评定结果	监理（建设）单位验收意见
1	钢筋混凝土	15	合格	合格
2	地基处理	2		

（3）送检情况检查

排水井、隧洞等均采用钢筋混凝土结构，在施工过程中，由中大智能科技股份有限公司对其混凝土的取样试块进行了抗压强度试验，试验结果均满足所要求的抗压强度。排洪系统工程检测汇总见表 3.3-7~3.3-8，部分送检结果见表 3.3-9 所示。

表 3.3-7 库内排洪隧洞检测汇总表

序号	检测项目	检测组数	代表批量
1	钢筋网片原材料检测	3 组	88t
2	工字钢	1 组	30t

序号	检测项目	检测组数	代表批量
3	热轧圆钢原材料检测	1 组	33t
4	速凝剂	1 组	20t
5	C20 喷射混凝土试块	11 组	/
6	C30 混凝土试块	72 组	/

表 3.3-8 排水井检测汇总表

序号	检测项目	检测组数
1	C30 混凝土抗压试块	18

表 3.3-9 新建库内排洪系统混凝土送检情况

序号	试块部位及构件名称	设计强度	龄期（d）	成型日期	抗压强度平均值（MPa）
1	库内排洪隧洞底板	C30	28	2025.8.28	35.7
2	库内排洪隧洞边墙	C30	28	2025.10.17	33.4
3	1#排水井井座	C30	28	2025. 8.25	35.7
4	1#排水井井架	C30	28	2025.10.19	32.8
5	1#竖井	C30	28	2025.7.30	36.1

3.3.3 排洪系统有效性评价

2026 年 2 月，企业委托中大智能科技股份有限公司对郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目基建期工程库内排洪系统进行了检测。

根据《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目库内排洪设施检测报告》，检测结论如下：

（1）混凝土抗压强度检测

根据委托要求，采用回弹法对该工程现浇混凝土构件进行抽检，现场随机抽取尾矿库库内排洪洞 39 个、1#排水井 6 个墙构件进行回弹检测。检测结果表明：所测墙构件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）钢筋保护层厚度检测

根据委托要求，对该工程现浇混凝土墙构件钢筋保护层厚度进行抽

检，结果表明该工程现浇混凝土墙构件受力钢筋配置及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。

根据《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目库内排洪设施检测报告》检测结论，郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目基建期工程库内排洪系统的结构当前安全、有效。

2026 年 3 月，中大智能科技股份有限公司对 1#排水井拱板进行了检测。根据《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目预制混凝土拱板检测报告》，检测结论如下：经检测抗压强度、钢筋保护层厚度等所检项目符合设计要求。

3.4 地质灾害防护设施

3.4.1 地质灾害防护设施工程施工与设计符合性检查

根据《安全设施设计》及法律法规要求对照施工情况，结合《金属非金属尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》编制了安全符合性检查表，对地质灾害防护设施的符合性进行检查评价，见表 3.4-1。

表 3.4-1 地质灾害防护设施符合性检查表

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
■	断层	为了防止尾矿沿断层泄漏，在截渗坝坝轴线（穿过 F2 断层）采用灌浆措施截断可能泄漏通道。采用双排灌浆孔，梅花形布置，孔距 4~8m，排距 2m，要求主灌浆孔伸入中风化石英砂岩（较完整）③$_3$ 或中风化变质砂岩⑤$_3$ 层不小于 5m，次灌浆孔	《安全设施设计》、《施工设计说明书》、设计变更通知单、《竣工资料及现场检查	根据竣工资料：截渗坝坝轴线（穿过 F2 断层）处采用灌浆措施截断可能泄漏通道，采用双排灌浆孔，梅花形布置，孔距 8m，排距 2m，主灌浆孔伸入中风化变质砂岩⑤$_3$ 层 5m，次灌浆孔孔深为主灌浆孔孔深	符合

检查类别		检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
		孔深为主灌浆孔孔深的1/2，灌浆压力孔口段不小于0.3MPa，孔底段不小于0.5MPa，灌浆孔距、排距、灌浆压力可根据开挖后工程地质条件由灌浆试验调整，灌浆后帷幕透水率q不超过1Lu。	《安全设施设计》、《施工设计说明书》、设计变更通知单、《竣工资料及现场检查	的1/2。根据《截渗坝断层治理压水试验总结》，主灌浆孔伸入中风化石英砂岩6m~11.2m，中风化灰岩12.0~17.5m，灌浆总压力0.98~1.05MPa，灌浆后帷幕透水率q为0.89~0.93Lu。	
■	坑洞治理	（1）坑洞：根据坑洞扫描结果，在地表沿洞轴线布置充填钻孔，利用充填钻孔及洞口对坑洞空区采用水泥砂浆进行灌注充填；针对坑洞深处松散的充填物通过注浆管采用压力注浆加固。充填结束后通过注浆管采用压力注浆进行接顶；为防止充填材料外流，应在坑洞洞口设置嵌入岩层的钢筋混凝土墙，对于洞口有地下水流出的坑洞在挡墙上设置滤水管； （2）物探无充填坑洞影响区：根据物探探明的无充填坑洞影响区分布范围，在地表布置充填钻孔，利用充填钻孔对坑洞影响区采用水泥注浆材料进行灌注充填；针对坑洞深处松散的充填物通过注浆管采用压力注浆加固；充填结束后采用压力注浆进行接顶； （3）物探全充填坑洞影响区：当物探坑洞影响区内为全充填时，采用压力注浆进行加固处理。 （4）根据勘察及物探成果，需要进行充填治理的坑洞约24处、需要进行		根据竣工资料： （1）坑洞：根据坑洞扫描结果，在地表沿洞轴线布置充填钻孔，利用竖向充填钻孔对坑洞及坑洞影响区采用水泥砂浆进行灌注充填；对坑洞深处松散的充填物通过注浆管采用压力注浆加固。充填结束后通过注浆管采用压力注浆进行接顶。坑洞洞口设置了嵌入岩层的钢筋混凝土墙。 （2）物探无充填坑洞影响区：根据物探探明的无充填坑洞影响区分布范围，在地表布置了充填钻孔，利用充填钻孔对坑洞影响区采用水泥注浆材料进行灌注充填；对坑洞深处松散的充填物通过注浆管采用压力注浆加固，充填结束后采用压力注浆进行接顶。 （3）物探全充填坑洞影响区：坑洞影响区内为全充填时，采用压力注浆进行加固处理。 （4）对于尾矿库场地内	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		单独布孔验证的物探坑洞影响区 26 处。根据坑洞空区体积大小，充填钻孔孔距设置为 20m，局部加密为 10m，对于坑洞推测延伸范围内充填钻孔孔距设置为 20m。对于物探坑洞影响区，根据物探坑洞影响区大小，布置 1-2 个钻孔。各坑洞及坑洞影响区钻孔总孔深估算为 4123.1m。 （5）高压注浆压力控制在 1.0~1.5MPa，浆液配合比可采用水泥:砂:水=1:0.2~0.4:1（质量比）。	《安全设施设计》、《施工设计说明书》、设计变更通知单、《竣工资料及现场检查	影响坝体稳定和库内防渗的坑洞与坑洞影响区进行充填治理，其中坑洞共 22 处（有 2 处位于取石场，进行了爆破开挖处理），坑洞影响区共 26 处，布置了 26 个钻孔注浆；坑洞和坑洞影响区一共布置了 113 个钻孔，孔深一共 4018.5m。根据坑洞空区体积大小，充填钻孔孔距设置为 20m，局部加密为 10m，对于坑洞推测延伸范围内充填钻孔孔距设置为 20m。 （5）高压注浆压力控制在 1.0~1.5MPa，浆液配合比可采用水泥:砂:水=1:0.3:1（质量比）。	
△	危岩与崩塌	库区存在危岩体。考虑到库区安全性对危岩体做如下处理： （1）对小规模崩塌体进行全部清除或采用锚杆+钢丝网护坡处理，防止遗留成为隐患； （2）1#排水井周边对于土质边坡，应确保边坡坡比 ≤1:1.5，采用挂网（Φ8@150）喷射混凝土（C20，厚度 10-20cm）的支护形式，必要时可以根据现场情况采取Φ25 锚杆加固，锚杆间距排距 1m，深度不小于 2m；对于岩质边坡，边坡坡比应缓于 1:0.5，表面喷射混凝土（C20，厚度 10-20cm），如岩质条件较破碎也可根据现场情况采取Φ25 锚杆加固，锚		根据竣工资料和现场查看：1）进库道路山体侧和库区左侧小规模崩塌体采用喷浆（C20，厚度 10~13cm）支护，破碎处采用Φ25 锚杆+钢丝网（Φ8@150）并喷射混凝土（C20，厚度 10~13cm）护坡。 2）1#排水井周边岩质边坡最陡处坡比为 1:0.84，缓于设计坡比 1:0.5。岩质边坡表面喷射 C20 混凝土 13cm，破碎区采用Φ25 锚杆锚固，锚杆间距 1m，深度 2m，并挂网（Φ6@100）加强支护。	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		杆间距排距 1m，深度不小于 1.5m。具体加固方案以施工单位正式方案为准。			

对地质灾害防护设施进行了 3 项安全设施符合性检查，其中 2 项否决项检查结论全部符合，1 项一般项检查结论均为符合。评价认为库区内地质灾害防护设施符合设计要求。

3.4.2 工程质量控制

根据施工单位提供的资料，在施工过程中，施工单位及监理单位对石料、水泥、砂、土工布、土工膜等原材料进行了严格的把关，出厂单位及合格证明结果见下表。

（1）原材料

表 3.4-2 原材料出厂单位及合格证明

序号	原材料名称	出厂单位	原材料合格证明/检验报告
1	砂	/	经和天(湖南)国际工程管理有限公司检测，所检项目符合《建设用砂》GB/T 14684-2022 标准的技术要求及符合设计要求。
2	水泥	康达（湖南）水泥有限公司	经和天(湖南)国际工程管理有限公司检测，所检项目符合《通用硅酸盐水泥》GB175-2023 标准的技术要求及符合设计要求。

通过以上原材料出厂单位合格证明或检验报告表可知，原材料产品在施工过程中得到了有效地控制，其质量满足要求。

（2）施工质量控制

施工单位中冶长天国际工程有限责任公司严格按施工规范及工程设计要求，组织施工，施工过程中对地质灾害防护设施隐蔽工程及各分

部分项工程做了详细的工程记录，施工完毕进行了自检。在分部工程完工后，尾矿库建设单位、施工及监理单位分别对分部工程进行了工程验收。在分部工程施工期间，施工单位及监理单位对各分项工程进行了自检并存有详细记录。

监理单位中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司在施工过程中严把原材料进场检验关，坚持上道工序未经验收不许进入下道工序的原则，对重要部位，关键工序坚持旁站监理，并作了旁站监理记录，并对施工过程进行了全程监理，并在各分部分项工程验收记录上签字盖章，确保质量合格。

地质灾害防护设施分项工程的验收结果均合格，验收情况如表 3.4-3 所示。

表 3.4-3 分项工程验收情况

序号	分项工程名称	申报验收批次	施工单位检验评定	监理（建设）单位验收意见
1	初期坝区域充填钻孔	4	合格	合格
2	初期坝区域洞口封堵	3		
3	初期坝区域滤水波纹管	3		
4	初期坝区域注浆	4		
5	库内区域充填钻孔	4		
6	库内区域洞口封堵	4		
7	库内区域滤水波纹管	4		
8	库内区域注浆	5		

（3）送检情况检查

地质灾害防护设施采用水泥砂浆充填，在施工过程中，共进行了 48 组水泥检测、48 组水泥砂浆试块检测、8 组砂检测和 3 组混凝土试块检测。混凝土由和天（湖南）国际工程管理有限公司进行了抗压强度试验，试验结果均满足所要求的抗压强度。部分送检结果见表 3.4-4 所示。

表 3.4-4 试件送检情况

序号	样品名称	设计强度	龄期（d）	成型日期	抗压强度平均值（MPa）
1	水泥砂浆试块	M2.0	28	2025.4.16	3.9
2	水泥砂浆试块	M2.0	28	2025.4.20	3.3
3	水泥砂浆试块	M2.0	28	2025.5.18	3.6
4	C30 混凝土	C30	28	2025.3.16	32.9
5	C30 混凝土	C30	28	2025.4.22	33.8
6	C30 混凝土	C30	28	2025.7.7	32.7

3.4.3 地质灾害防护设施工程有效性评价

2025 年 3 月 18 日，中冶长天国际工程有限责任公司委托和天（湖南）国际工程管理有限公司对湖南柿竹园有色金属有限责任公司万吨技改尾矿库坑洞治理工程项目质量检测报告（初期坝区域）进行了检测，初期坝区域坑洞治理钻孔抽芯共检测 3 个孔，其中 11#孔深 20.0m、12#孔深 47.8m、13#孔深 15.0m，检测结论如下：

（1）本次初期坝区域共检测 3 孔结石体横波波速 vs 为 362～389m/s 均大于 350m/s，试验结果均满足设计要求。

（2）本次共钻取 3 孔结石体，岩芯采取率均大于 80%，芯样外观均满足设计要求。

（3）本次共取 3 组坑洞水泥砂浆结石体进行了无侧限抗压强度试验，试验结果均满足设计要求。

2025 年 8 月 2 日，中冶长天国际工程有限责任公司委托和天（湖南）国际工程管理有限公司对湖南柿竹园有色金属有限责任公司万吨技改尾矿库坑洞治理工程项目质量检测报告（库内区域）进行了检测，库内区域坑洞治理钻孔抽芯共检测 3 个孔，其中 14#孔深 21.4m、16#孔深

28.9m、18#孔深 27.0m，检测结论如下：

（1）本次初期坝区域共检测 3 孔结石体横波波速 vs 为 374~395m/s 均大于 350m/s，试验结果均满足设计要求。

（2）本次共钻取 3 孔结石体，岩芯采取率为 80%～83%均大于 80%，芯样外观均满足设计要求。

（3）本次共取 3 组坑洞水泥砂浆结石体进行了无侧限抗压强度试验为 3.2~4.3MPa，试验结果均满足设计要求不小于 2.0MPa。

3.5 安全监测设施

3.5.1 安全监测设施工程施工与设计符合性检查

根据《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》及项目的《安全设施设计》、施工图、竣工图纸、监理资料、施工记录等，并结合现场检查，采用安全检查表对安全监测设施进行评价。

表 3.5-1 安全监测设施检查表

检查类别	检查项目		检查内容	检查依据	现场检查情况	检查结果
△	人工监测	尾矿坝位移监测设施数量	初期坝顶 940m、920m 马道、900m 马道、880m 马道各设置 1 个表面位移监测点，共 4 个位移监测点，编号为 BW-1、BW-2、BW-3 及 BW-4。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料和现场查看，初期坝顶 940m、920m 马道、900m 马道、880m 马道各设置 1 个表面位移监测点，共 4 个位移监测点。尾矿库区坝外稳定区域设 1 个监测基准点，监测设备采用全站仪。	符合
△		尾矿坝位移监测设施坐标	BW-1 坐标为（X=2847851.620，Y=418636.281）；BW-2 坐标为（X=2847810.980，Y=418630.011）、BW-3 坐标为（X=2847770.660，		BW-1 坐标为（X=2847849.611，Y=418636.090）；BW-2 坐标为（X=2847810.997，Y=418630.044）、BW-3 坐标为（X=2847770.683，Y=418628.334）；BW-4 坐标为（X=2847730.928，	符合

检查类别	检查项目		检查内容	检查依据	现场检查情况	检查结果
			Y=418628.332 ）；BW-4 坐标为（X=2847730.790，Y=418625.282）。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	Y=418625.130）。	
△		尾矿坝浸润线监测设施数量	初期坝顶 940m 设置 1 个浸润线监测点。		根据竣工资料和现场查看，初期坝顶 940m 设置了 1 个浸润线监测点。	符合
△		水位观测	库水位监测点布置在库内排水井上，用红油漆刷涂刻度和水位标高，每隔 0.1m 一个刻度，0.5m 标示出该处水位标高。		根据竣工资料和现场查看，1#排水井上设油漆标高。用黑白两色油漆，每隔 1.0m 用黑油漆标示出标高数值，中间用黑白油漆每隔 0.1m 涂刷一道。	符合
△		水质监测数量	尾矿库库尾、坝体下游、尾矿库周边各设置 1 座地下水水质监测井，具体位置可根据现场情况调整。		根据竣工资料和现场查看，尾矿库库尾、截渗坝下游、尾矿库周边分别设置了 1 座地下水水质监测井，共计 3 座。	符合
△		水质监测井深	监测孔孔深根据钻井过程中实际地下水位确定。监测井滤水管要求，丰水期间需要有 lm 的滤水管位于水面以上；枯水期需有 1m 的滤水管位于地下水面以下。		井深探入地下水 15m，定期对尾矿库区及周边地下水水质进行监测。	符合
△	在线监测	在线监测系统	尾矿库在线安全监测系统主要包括：坝体表面位移监测、坝体内部位移监测、浸润线监测、干滩长度、坡度、滩顶高程监测、库水位监测、降雨量监测及库区视频监控等。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	尾矿库设有在线安全监测系统，可实现坝体表面位移监测、坝体内部位移监测、浸润线监测、干滩长度、坡度、滩顶高程监测、库水位监测、降雨量监测及库区视频监控。	符合
△		尾矿坝在线内部位	在初期坝坝顶 940m 标高和马道 890m 标高布置一条监测垂线。		根据竣工资料和现场查看，初期坝 890m 马道和初期坝顶 940m 标高分别设置了一个内部位移监测点，监测点	符合

检查类别	检查项目		检查内容	检查依据	现场检查情况	检查结果
	在线监测	移观设施		《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	位置在垂直坝轴线上的一条线上。	
△		尾矿坝在线表面位移观测设施	在初期坝顶940m、920m马道、900m马道、880m马道各设置1个在线表面位移监测点，共4个。在尾矿库区坝外稳定区域设1个监测基准点。		根据竣工资料和现场查看，初期坝顶940m、920m马道、900m马道、880m马道分别设置了1个表面位移监测点，共4个。在尾矿库区坝外稳定区域设1个监测基准点。	符合
△		尾矿坝在线浸润线观测设施	在初期坝顶940m标高设置1个在线浸润线监测点。		根据竣工资料和现场查看，初期坝顶940m标高设置了1个在线浸润线监测设施。	符合
△		在线监测设施的位置	在线监测设施与人工监测设施相邻布置，可根据厂家设备及方案调整。		根据竣工资料和现场查看，在线监测设施与人工监测设施相邻布置。	符合
△		视频监测	视频监测主要包括尾矿库库内排洪隧洞出口视频监测点、初期坝顶视频监测点、排水井视频监测点、值班房视频监测点等		根据竣工资料和现场查看，尾矿库库内排洪隧洞出口、初期坝顶、排水井、截渗坝等处均设置了视频监测设施。	符合
△		库水位监测	库水位在线监测点位于在用排水井处，采用库水位监测仪器对库水位进行监测，监测设施固定在排水井顶部。		根据现场查看，1#排水井上设置了库水位在线监测设施。	符合
△		降雨量监控	库区降雨量监测点布设在值班房附近空旷地带或房顶处。		根据现场检查和竣工资料，值班房房顶处设置了1个降雨量监测点。	符合
△		干滩长度、坡度、滩顶	在库内设置3个干滩监测剖面，每个剖面设1个监测点。		根据现场检查和竣工资料，尾矿库现状无堆积坝，初期坝内坡设置3个干滩监测点，监测设备立杆安装，可	符合

检查类别	检查项目		检查内容	检查依据	现场检查情况	检查结果
		高程监测			实现干滩长度、坡度、滩顶高程监测。	

对安全监测设施进行了 15 项安全设施符合性检查，其中 0 项否决项检查结论全部符合，15 项一般项检查结论均为符合。评价组认为尾矿库设置的监测设施符合设计要求。

3.5.2 安全监测设施有效性评价

企业每月安排专人对浸润线至少进行一次人工监测，浸润线人工监测数据详见表 3.5-2。

表 3.5-2 浸润线监测数据分析表（m）

位置 / 日期	控制浸润线埋深	2026.5.20		2026.6.4		2026.7.1	
		人工	在线	人工	在线	人工	在线
初期坝顶	52.8	54.93	54.96	54.9	54.98	54.52	54.57

分析近期浸润线监测数据表明：

（1）各测点浸润线埋深较稳定，未出现大的波动；

（2）浸润线埋深均大于控制浸润线埋深，符合设计要求；

（3）人工浸润线和在线浸润线监测数据的值相差不大。

综上，当前浸润线监测设施运行有效，数据可靠。

在试运行期间，企业安排专人对尾矿库位移情况进行人工监测，并提供相应的监测报告。每月监测数据详见附表 3.5-3。

表 3.5-3 人工位移监测数据

监测点号	2026年5月5日						2026年6月5日						2026年7月5日					
	本次观测坐标（m）			本次位移及沉降变化量（mm）			本次观测坐标（m）			本次位移及沉降变化量（mm）			本次观测坐标（m）			本次位移及沉降变化量（mm）		
	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
BW-1（初期坝顶）	2847849.611	418636.094	941.400	0	4	-5	2847849.603	418636.095	941.388	-8	1	-12	2847849.603	418636.091	941.368	0	-4	-20
BW-2（920m标高）	2847810.993	418630.039	919.853	-3	-5	-6	2847810.988	418630.039	919.833	-5	0	-20	2847810.988	418630.039	919.818	0	0	-15
BW-3（900m标高）	2847770.688	418628.332	899.936	4	-2	1	2847770.673	418628.322	899.932	-15	0	-4	2847770.673	418628.322	899.930	0	0	-2
BW-4（880m标高）	2847730.925	418625.129	880.018	3	-1	-6	2847730.925	418625.129	880.020	0	0	2	2847730.925	418625.129	880.019	0	0	-1

分析近期位移监测数据可知：各监测点水平位移变化量总体较小，沉降变化量相对略大，考虑到坝体尚处于建设初期，沉降属合理范围。综合判断，当前位移监测设施运行有效。

3.6 辅助设施

3.6.1 辅助设施工程施工与设计符合性检查

根据《安全设施设计》及法律法规要求对照施工情况，结合《金属非金属尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》编制了安全符合性检查表，对辅助设施的符合性进行检查评价，见表 3.6-1。

表 3.6-1 辅助设施单元安全检查表

检查类别	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
运输通道				
■	位置坐标	新建南、北运输通道西出入口与现有 580m 上山运输通道 825m 标高处对接，东出入口位于尾矿库区域。 北运输通道西端点与现有 580m 上山运输通道的连接点坐标：X=2848591.585，Y=417752.000；南运输通道西端点与现有 580m 上山运输通道的连接点坐标：X=2848573.026，Y=417767.026。 北运输通道东出口坐标：X=2847496.034，Y=418379.961；南运输通道东出口坐标：X=2847470.451，Y=418353.131。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料：北运输通道西端点与现有 580m 上山运输通道的连接点坐标：X=2848591.593，Y=417752.997；南运输通道西端点与现有 580m 上山运输通道的连接点坐标：X=2848573.031，Y=417767.019。 北运输通道东出口坐标：X=2847492.044，Y=418371.16；南运输通道东出口坐标：X=2847475.291，Y=418349.989。出口坐标根据实际地形进行了调整，与设计值稍有偏差，但因其不影响两段道路的对接，故评价认为其符合设计要求。	符合
	标高	南、北运输通道西端点与现有 580m 上山运输通道的连接，北运输通道底板标高 825.723m，南运输通道底板标高 825.153m，南、北运输通道东出口标高 948m。		根据竣工资料：北运输通道底板标高 824.44m，南运输通道底板标高 824.053m。南运输通道东出口标高 949.447m，北运输通道东出口标高 949.713m。出口标高根据实际地形进行了调整，与	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
			《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	设计值稍有偏差，但因其不影响两段道路的对接，故评价认为其符合设计要求。	
	长度坡度	北运输通道总长度约1471m，直线段坡度8.0%—11.0%，弯道3%～5%，平均纵坡8.2%；南运输通道总长度约1421m，直线段坡度9.5%~10.0%，弯道3%～5%，平均纵坡8.6%。缓坡段兼做错车道坡度3%。平曲线半径25m，竖曲线半径为25m。		根据现场查看及竣工资料：北运输通道总长度约1477.4m，直线段坡度7.5%~10.6%，弯道3.1%～4.9%，平均纵坡8.4%；南运输通道总长度约1427.3m，直线段坡度9.3%~9.8%，弯道3.2%～5%，平均纵坡8.7%。错车道坡度3%。平曲线半径25m，竖曲线半径25m。直线段的坡度不超过设计坡度，弯道坡度在设计范围内，评价认为其满足设计要求。	符合
	型式及断面尺寸	运输通道净断面尺寸B×H=4.5m×4.7m，采用三心拱型式。		根据竣工资料：运输通道最小净断面尺寸B×H=4.5m×4.7m，最大净断面尺寸B×H=4.65m×4.88m，三心拱型式。	符合
	V类围岩衬砌	1）初期支护为超前小导管（必要时）、钢拱架、Φ6@200×200钢筋网、锚杆、C20喷射砼初期支护150mm。二次衬砌为模筑钢筋混凝土衬砌350mm。 2）锚杆采用Φ20水泥砂浆注浆锚杆，锚杆施工时应避免与辅助措施发生干扰，并确保锚孔浆液饱满。 3）北斜坡道（重车线）C30混凝土路面面层厚度为300mm，南斜坡道（空车线）C30混凝土路面面层厚度为200mm。 4）斜坡道在弯道曲线段处断面做加宽处理，弯道内侧		根据竣工资料及现场查看：1）初期支护为超前小导管（必要时）、钢拱架、Φ6@200×200钢筋网、锚杆、C20喷射砼初期支护150mm。二次衬砌为模筑钢筋混凝土衬砌350mm。 2）锚杆采用Φ20水泥砂浆注浆锚杆。 3）北斜坡道（重车线）C30混凝土路面面层厚度为300mm，南斜坡道（空车线）C30混凝土路面面层厚度为200mm。 4）斜坡道在弯道曲线段处断面做加宽处理，弯道内侧加宽0.4m，弯道外侧加	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		加宽 0.4m，弯道外侧加宽 0.6m。 5）二次衬砌采用 C30 混凝土、HRB400 级钢筋，钢筋保护层厚度为 50mm。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	宽 0.6m。 5）二次衬砌采用 C30 混凝土、HRB400 级钢筋，钢筋保护层厚度为 50mm。	
	III 类、IV类围岩衬砌	1）IV类围岩段初期支护为锚杆+Φ6@200×200mm 钢筋网十 C20 喷射混凝土支护 100mm，二次衬砌为模筑钢筋混凝土衬砌 250mm。III 类围岩段支护为喷射混凝土支护 80mm，局部加设锚杆。 2）锚杆采用 Φ20 水泥砂浆注浆锚杆，锚杆施工时应避免与辅助措施发生干扰，并确保锚孔浆液饱满。 3）北斜坡道（空车线）C30 混凝土路面面层厚度为 200mm，南斜坡道（重车线）C30 混凝土路面面层厚度为 300mm。 4）斜坡道在弯道曲线段处断面做加宽处理，弯道内侧加宽 0.4m，弯道外侧加宽 0.6m。 5）二次衬砌采用 C30 混凝土、HRB400 级钢筋，钢筋保护层厚度为 50mm。		根据竣工资料及现场查看：1）IV类围岩段初期支护为锚杆+Φ6@200×200mm 钢筋网十 C20 喷射混凝土支护 100mm，二次衬砌为模筑钢筋混凝土衬砌 250mm。III类围岩段支护为喷射混凝土支护 80mm，曲线段采用 C20 喷射混凝土支护 120mm+Φ6@200×200mm 钢筋网，局部加设锚杆。 2）锚杆采用 Φ20 水泥砂浆注浆锚杆。 3）北斜坡道（空车线）C30 混凝土路面面层厚度为 200mm，南斜坡道（重车线）C30 混凝土路面面层厚度为 300mm。 4）斜坡道在弯道曲线段处断面做加宽处理，弯道内侧加宽 0.4m，弯道外侧加宽 0.6m。 5）二次衬砌采用 C30 混凝土、HRB400 级钢筋，钢筋保护层厚度为 50mm。	符合
	明洞	斜坡道出口明洞开挖临时边，仰坡采用锚、喷防护，C20 喷射混凝土8cm 厚，Φ6 钢筋网间距@200×200mm 砂浆锚杆，L=2.5m，@150×150cm 梅花形布置。二次衬砌采用 C30 钢筋混凝土衬砌，HPB300、HRB400 级钢筋，钢筋保护层厚度为 50mm。		根据竣工资料及现场查看：斜坡道出口明洞开挖临时边，仰坡采用锚、喷防护，C20 喷射混凝土8cm 厚，Φ6 钢筋网间距@200×200mm 砂浆锚杆，L=2.5m，@150×150cm 梅花形布置。二次衬砌采用 C30 钢筋混凝土衬砌，HPB300、HRB400 级钢	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
				筋，钢筋保护层厚度为50mm。	
运输通道排水					
△	排水沟	在运输通道人行道侧布置排水沟，水沟净宽300mm，净深300mm，支护厚度100mm，运输通道底板坡度与运输通道路面坡度一致。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料及现场查看：在运输通道人行道侧布置排水沟，水沟净宽300mm，净深300mm，支护厚度200mm，运输通道底板坡度与运输通道路面坡度一致。	符合
回风平硐					
△	位置	在新建运输通道中部增加回风平硐，硐口中心坐标：X=2848304.507，Y=418121.889，硐口标高870m。 进风口为现有运输通道入口和出口，新建西北运输通道入口、新建运输通道的两个出口处，回风口为870m回风平硐，形成两翼进风、中间回风的通风方式。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料及现场查看：新建运输通道中部增加有回风平硐，硐口中心坐标：X=2848304.506，Y=418121.888，硐口标高870.8m。 进风口为现有运输通道入口和出口，新建西北运输通道入口、新建运输通道的两个出口处，回风口为870m回风平硐，形成两翼进风、中间回风的通风方式。	符合
	尺寸	回风平硐标高870m，长度147m，净断面尺寸B×H=3.0m×3.0m，三心拱型式。		根据竣工资料及现场查看：回风平硐标高870m，长度147m，最小净断面尺寸B×H=3.0m×3.0m，最大净断面尺寸B×H=3.1m×3.1m，三心拱型式。	符合
	衬砌	1）洞口明洞开挖临时边，仰坡采用锚、喷防护，C20喷射混凝±8cm厚，φ6钢筋网间距@200×200mm砂浆锚杆，L=2.5m，@150×150cm梅花形布置。二次衬砌采用C30钢筋混凝土衬砌，HPB300、HRB400级钢筋，钢筋保护层厚度为50mm。		根据竣工资料及现场查看：1）洞口明洞开挖临时边，仰坡采用锚、喷防护，C20喷射混凝±8cm厚，φ6钢筋网间距@200×200mm砂浆锚杆，L=2.5m，@150×150cm梅花形布置。二次衬砌采用C30钢筋混凝土衬砌，HPB300、HRB400级钢	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		2）回风联络巷洞口位置围岩稳定性较差，围岩质量级别为IV级～V 级需加强支护。V 级围岩段采用复合衬砌，初期支护采用 100mm 厚 C20 锚网喷支护，必要时架设钢拱架，二次衬砌采用 300mm 厚 C30 模筑钢筋砼。IV级围岩段采用 100mm 厚 C20 锚网喷支护。 3）锚杆垫板应紧贴岩面。锚杆采用 Φ22 水泥砂浆注浆锚杆，锚杆施工时应避免与辅助措施发生干扰，并确保锚孔浆液饱满。 4）回风联络巷底板采用 100mm 厚 C25 混凝土铺砌。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	筋，钢筋保护层厚度为 50mm。 2）V 级围岩段采用复合衬砌，初期支护采用 100mm 厚 C20 锚网喷支护，二次衬砌采用 300mm 厚 C30 模筑钢筋砼。Ⅳ级围岩段采用 100mm 厚 C20 锚网喷支护。 3）锚杆采用 Φ22 水泥砂浆注浆锚杆。 4）回风联络巷底板采用 100mm 厚 C25 混凝土铺砌。	
运输通道安全设施					
△	安全出口	运输通道工程有 6 个安全出口，分别为现有运输通道的出口和入口各 1 个，新建运输通道出口 2 个（分别为空车线和重车线），新建西北斜巷出口 1 个，回风平硐出口 1 个。	《安全设施设计》《施工图》、工程联系函、竣工资料及现场检查	根据竣工资料及现场查看：运输通道工程有 6 个安全出口，分别为现有运输通道的出口和入口各 1 个，新建运输通道出口 2 个（分别为空车线和重车线），新建西北斜巷出口 1 个，回风平硐出口 1 个。	符合
	风机	回风巷道内设置一台 K40-8-NO.26 风机（矿安），风机功率为 250kW，风机前设置安全网、隔墙和风门以便安全通行及检修。		根据竣工资料及现场查看：回风巷道内设置一台 K40-8-NO.26 风机（矿安），风机功率为 250kW，风机前设置有安全网、隔墙和风门。	符合
	防灭火设施	通风机硐室和配电所配备干粉灭火器。		根据竣工资料及现场查看：通风机硐室和配电所配备了 2 个干粉灭火器。	符合
	安全避险系统	运输通道主要安全出口等处挂设有避灾线路图；在运输通道安全出口线路上、重要的岔道口附近设有避险路线指示标示。		根据竣工资料及现场查看：运输通道主要安全出口等处挂设有避灾线路图；在运输通道安全出口线路上、重要的岔道口附近设有避险路线指示标示。	符合

检查类别	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
		消防		
△	消防管路	1）运输通道内设置消防管路。消防水由外部高位水池提供，在978.8m标高处设消防水箱一座，消防水箱尺寸L×B×H=12m×7.5m×4.0m；消防水源利用尾矿库截渗池提升泵加压供给，接点位置位于运输通道终点处（标高约950m），接点处水压≥0.55MPa。 2）运输通道重车线和空车线内各设置1条消防水供水主管，主管为φ108×5mm输送流体用无缝钢管，材质20#钢，消防主管沿运输通道巷道壁敷设，主管的终点位于运输通道起点处（标高约825m），终点处设堵板封堵。 3）主管每隔100m设三通一个，三通支路上设截止阀及SNJ65-B弹簧式减压型消防栓各一个。每个消防栓处设水枪及2卷25m水带。	《安全设施设计》《施工图》、工程联系单、竣工资料及现场检查	根据竣工资料及现场查看：1）运输通道内设置消防管路。消防水由外部高位水池提供，在978.8m标高处设置一座消防水箱，消防水箱尺寸L×B×H=12m×7.5m×4.0m；消防水源利用尾矿库截渗池提升泵加压供给，接点位置位于运输通道终点处接点处水压0.55MPa。 2）运输通道重车线和空车线内各设置1条消防水供水主管，主管为φ108×5mm输送流体用无缝钢管，材质20#钢，消防主管沿运输通道巷道壁敷设，主管的终点位于运输通道起点处（标高约825m），终点处设堵板封堵。 3）主管每隔100m设三通一个，三通支路上设截止阀及弹簧式减压型消防栓各一个。每个消防栓处设水枪及2卷25m水带。	符合
		变电硐室		
△	位置	在回风联络道风机房附近设有变电硐室，内设10kV高压开关柜(含一面所用变柜)，为回风联络道风机供配电以及运输通道照明用电。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	根据竣工资料及现场查看：回风联络道风机房附近设有变电硐室，内设10kV高压开关柜（含一面所用变柜），为回风联络道风机供配电以及运输通道照明用电。	符合
	标高尺寸	硐室采用三心拱型式，尺寸B×L×H=4m×10m×3.8m。进口底标高870.148m，出口底标高870.173m。硐室采用耐火等级为2级的材料；顶面和内墙面水泥砂浆抹平；地		根据竣工资料及现场查看：硐室采用三心拱型式，尺寸B×L×H=4m×10m×3.833m。进口底标高870.85m，出口底标高870.86m。硐	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
		坪用 1:2.5 水泥砂浆抹面压光；室内地坪至少高出邻近巷道底板 0.3m。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	室采用耐火等级为 2 级的材料；顶面和内墙面采用水泥砂浆抹平；地坪用 1:2.5 水泥砂浆抹面压光；室内地坪高出邻近巷道底板 0.3m。	
	支护	采区变电所支护采用 300mm 厚 C30 模筑防水混凝土，抗渗等级 P8；联络道采用 100mm 厚 C20 喷射混凝土，若局部破碎应加设锚杆 Φ22@100 × 100mm，L=2.5m。		根据竣工资料及现场查看：采区变电所支护采用 300mm 厚 C30 模筑防水混凝土，抗渗等级 P8；联络道采用 100mm 厚 C20 喷射混凝土。	符合
值班房					
△	位置	尾矿库配套值班房位于尾矿坝右岸岸坡上。值班房四个角点的坐标分别为（X=2847470.953，Y=418361.710，Z=949.8）、（X=2847477.626、Y=418358.286，Z=949.8）、（X=2847484.474，Y=418371.631，Z=949.8）、（X=2847477.801，Y=418375.055，Z=949.8）。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及现场检查	尾矿库配套值班房位于尾矿坝右岸岸坡上。值班房四个角点的坐标分别为（X=2847469.359，Y=418361.629，Z=949.798）、（X=2847477.731、Y=418357.334，Z=949.953）、（X=2847485.521，Y=418371.850，Z=949.894）、（X=2847477.084，Y=418376.274，Z=949.787）。	符合
	结构面积	值班房为砖混结构，长 15m，宽 7.5m，面积为 112.75m^2。		根据竣工资料，值班房为砖混结构，长 15m，宽 7.5m，面积为 112.75m^2。	符合
△	尾矿库照明设施	在尾矿坝坝顶设置强光照明灯具，同时配备手携式灯具等辅助照明器材，以满足夜间作业、检查巡视、监测和应急管理救援等需要。	《安全设施设计》《施工图》、竣工资料及	初期坝坝顶、排水井附近设置了探照灯，值班房内配有手电筒。	符合

检查类别	检查内容		检查依据	检查情况	检查结果
△	通讯设施	库区具有手机信号，尾矿库管理人员、生产作业人员、巡视人员均配置移动电话。	现场检查 《安全设施设计》 《尾矿库安全规程》	根据现场查看，库区具有手机信号，尾矿库管理人员、生产作业人员、巡视人员均配置移动电话。	符合
△	库区道路	库区道路分为新建尾矿库初期坝道路与排水井应急联络道。 新建尾矿库初期坝道路采用双向两车道，车道宽7.0m，最大纵坡4.197%，内侧设置排水明沟，道路连接废石运输通道与初期坝。起点接废石运输通道948.00m标高，终点接初期坝西侧坝顶940.30m标高，全长495.302m。 排水井应急联络道采用单车道，车道宽3.5m，最大纵坡4.433%，主要承担1#、2#排水井的应急检修。起点接初期坝西侧坝顶940.30m标高，终点为1#排水井附近947.80m标高，全长980.00m。道路均采用三级露天矿山道路设计标准。		根据竣工资料和现场查看，尾矿库库区道路起点位于废石运输通道出口，终点位于1#排水井附近，靠山体侧设置了排水沟。初期坝段道路宽7m，路基总宽度8.63~9.42m，平均纵坡1.31%，最大纵坡4.5%。起点接废石运输通道949.953m标高，终点接初期坝西侧坝顶943.45m标高，全长515.5m。 排水井应急联络道车道宽3.5m，路基总宽度4.6~6.0m，平均纵坡0.38%，最大纵坡4.7%。起点接初期坝西侧坝顶943.45m标高，终点为1#排水井附近947.60m标高，全长1067.07m。 道路满足三级露天矿山道路设计标准。	符合
△	应急救援物资	尾矿库应配备常用的防汛物资和器材：小船、编织袋、草袋、麻袋、土工布、土、砂、碎石、水泥、木材、钢材、铅丝、绳索、挖抬工具、照明设备、备用电源、运输工具、报警设备等应急救援物资。		尾矿库设有应急救援物资库，存放有相应的应急救援物资：土箕、铁铲、彩条布、雨衣裤、纤维袋、电筒、手提扩音器、安全绳、安全带、套鞋、救生衣、橡皮艇、安全帽、应急灯等应急救援物资。	符合

对辅助设施进行了25项安全设施符合性检查，其中7项否决项检查结论全部符合，18项一般项检查结论均为符合。评价认为库区有废石运输通道、应急道路、值班房、通信、照明设施等符合设计要求。

3.6.2 施工过程质量控制

根据施工单位提供的竣工资料，在施工过程中，施工单位及监理单位对钢筋、水泥、砂、碎石和锚杆等原材料进行了严格的把关，原材料均有出厂单位合格证明或送检报告。

（1）原材料

表 3.6-2 原材料出厂单位合格证明或检验报告

序号	原材料名称	出厂单位	出厂合格证明/检验报告
1	钢筋	江西萍钢实业股份有限公司、冷水江钢筋有限责任公司、广西桂鑫钢铁集团有限公司、广东粤韶钢铁有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测，样品所检项目符合标准要求。
2	水泥	华新水泥有限公司、湖南良田水泥有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
3	砂	湖南玛瑙山再生资源有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
4	碎石	湖南玛瑙山再生资源有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
5	钢筋网片	永安区矿安紧固件有限公司、安平县东亿丝网制品有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
6	建筑网片	安平县明川网片厂	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
7	工字钢	广西翅翼钢铁有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
8	热轧圆钢	山西兴华钢铁有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
9	无缝钢管	山东磐金钢管制有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
10	橡胶止水带	河北国奎橡胶制品有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。
11	速凝剂	湖南永利混凝土外加剂有限公司	有出厂合格证，且经中大智能科技股份有限公司检测样品所检项目符合标准要求。

表 3.6-3 原材料试验汇总表

序号	检测项目	检测组数	代表批量
1	钢筋原材料检测Φ8	2	94t
2	钢筋原材料检测Φ10	1	38t
3	钢筋原材料检测Φ12	1	72t
4	钢筋原材料检测Φ14	3	130t
5	钢筋原材料检测Φ16	2	81t
6	钢筋原材料检测Φ18	2	88.6t
7	钢筋原材料检测Φ20	2	73t
8	钢筋原材料检测Φ22	4	144t
9	42.5 水泥原材料检测	7	200t
10	建筑用砂原材料检测	3	158t
11	建筑网片	1	56t

通过以上原材料出厂单位合格证明或送检报告检查可知，原材料产品在施工过程中得到了有效地控制，其质量满足要求。

（2）施工质量控制

施工单位严格按施工规范及工程设计要求，组织施工，施工过程中对废石运输通道工程做了详细的工程记录，施工完毕进行了自检。在分部工程完工后，尾矿库建设单位、施工及监理单位分别对分部工程进行了工程验收。在分部工程施工期间，施工单位及监理单位对各分项工程进行了自检并存有详细记录。

监理单位中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司在施工过程中严把原材料进场检验关，坚持了上道工序未经验收不许进入下道工序的原则，对重要部位，关键工序坚持旁站监理，并作了旁站监理记录，并对排洪系统施工过程进行了全程监理，并在各分部分项工程验收记录上签字盖章，确保质量合格。

在废石运输通道隐蔽工程施工中，对基础处理、分段施工等作业均

有详细的分段验收记录，验收结果均为合格，验收记录情况如下表所示。

表 3.6-4 废石运输通道分项工程验收情况

序号	分项工程名称	检验批数量	施工单位检查评定结果	监理（建设）单位验收意见
1	隧洞开挖	38	合格	合格
2	喷射混凝土支护	99		
3	隧道清底	14		
4	钢筋混凝土	140		
5	回风联络巷机电安装	2		

（3）送检情况检查

废石运输通道采用钢筋混凝土结构，在施工过程中，由中大智能科技股份有限公司对其混凝土的取样试块进行了抗压强度试验，试验结果均满足所要求的抗压强度。排洪系统工程检测汇总见表 3.6-5，部分送检结果见表 3.6-6 所示。

表 3.6-5 废石运输通道检测汇总表

序号	检测项目	检测组数	代表批量
1	钢筋网片原材料检测	3 组	88t
2	工字钢	1 组	30t
3	热轧圆钢原材料检测	1 组	33t
4	速凝剂	1 组	20t
5	C20 喷射混凝土试块	85 组	/
6	C25 混凝土试块	18 组	/
7	C30 混凝土试块	46 组	/

表 3.6-6 废石运输通道混凝土送检情况

序号	试块部位及构件名称	设计强度	龄期（d）	成型日期	抗压强度平均值（MPa）
1	南斜坡道 C20 喷浆	C20	47	2026.1.9	25.2
2	南斜坡道墙拱	C30	38	2026.1.18	33.4
3	南斜坡道明洞垫层	C30	54	2025.12.17	34.2

序号	试块部位及构件名称	设计强度	龄期（d）	成型日期	抗压强度平均值（MPa）
4	南斜坡道底板	C30	54	2025.12.18	34.1
5	南斜坡道水沟	C25	28	2026.2.10	29.3
6	北斜坡道 C20 喷浆	C20	28	2026.1.29	25.5
7	北斜坡道明洞垫层	C30	28	2026.2.8	33.4
8	北斜坡道底板	C30	28	2025.11.2	33.7
9	北斜坡道墙拱	C30	28	2026.2.13	32.5
10	北斜坡道水沟	C25	28	2025.11.11	30.0
11	回风巷喷浆	C20	28	2026.1.19	25.4
12	回风巷底板	C30	28	2026.2.6	33.9
13	回风巷水沟	C25	28	2026.2.13	29.3
14	回风巷变电硐室	C30	28	2026.2.18	33.7
15	回风巷加强段二衬	C30	28	2026.2.21	34.1

3.6.3 辅助设施有效性评价

本节依据《安全设施设计》《施工图》《工程竣工资料》及《试运行报告》，并经现场核实，废石运输通道、照明设施、通讯设施、库区道路、尾矿库值班室、应急救援物资等无异常情况。因此评价组认为：辅助设施与设计一致，辅助设施当前运行正常。

3.7 个人安全防护

参考《金属非金属尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》及《安全设施设计》等，通过查阅建设项目的相关文件，现场实地检查，主要从劳动防护用品发放及佩戴、使用情况等方面进行安全评价，分析与评价其与设计的符合性，具体见表 3.7-1。

表 3.7-1 个人安全防护安全设施符合性检查表

检查类别	检查内容		现场检查情况	检查结果
△	个体	为了加强管理人员的安全防护，必须按国家职业安全有关	企业建立了劳保用品领用发放台账，保存了劳保用品发放记录，为	符合

检查类别	检查内容		现场检查情况	检查结果
	防护	规范和规定要求，合理安排劳动生产，并应为现场管理人员配备必要的个人安全防护用品，并加强对现场作业人员的安全教育和安全管理。	从业人员发放了符合标准的劳动防护用品，并进行了如何正确佩戴、使用劳动防护的教育培训，从业人员能够按规定佩戴、使用劳动防护用品。	

对个人安全防护进行了 1 项安全设施符合性检查，其中 0 项否决项检查结论全部符合，1 项一般项检查结论均为符合。评价组认为个体防护符合设计要求。

3.8 安全标志

根据《安全设施设计》及法律法规要求对照施工情况，结合《金属非金属尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》编制了安全标志符合性安全检查表，主要从安全标志设置位置及种类等方面进行安全评价，分析与评价其与设计的符合性，具体见表 3.8-1。

表 3.8-1 安全标志符合性安全检查表

检查类别	检查内容		现场检查情况	检查结果
△	尾矿库概况标识牌	在库区内显著位置设置标识牌，标识内容为：尾矿库名称、设计单位、施工单位、监理单位、建设时间等；尾矿库等别、库容；初期坝坝高和外边坡；堆积坝坝高和平均边坡等。	根据现场查看，尾矿库值班房前设有尾矿库简介、入库须知、尾矿库信息公示牌、尾矿库责任牌。	符合
△	警示标识牌	在库区周边和易发危险位置设置警示标志，标识内容为：严禁闲人出入尾矿库区，禁止放牧；严禁库内爆破、挖砂和取石。	根据现场查看，尾矿库初期坝顶、排水井附近、值班室前及库尾水域处均设置了非工作人员禁止进入库区，禁止放牧、禁止采石、禁止游泳等警示标志。	符合
△	避险路线标识	在库区内显著位置设置标识牌，标识内容为：避险线路示意图，所在点位置等。	根据现场查看，值班室前设置了避险线路示意图。	符合

检查类别	检查内容		现场检查情况	检查结果
		在避险路线沿线间隔适当距离在醒目位置布置。		

对安全标志进行了 3 项安全设施符合性检查，其中 0 项否决项检查结论全部符合，3 项一般项检查结论均为符合。评价组认为安全标志符合设计要求。

3.9 安全管理

尾矿库的安全是矿山安全生产的重要环节之一，在尾矿库安全管理工作中，应严格遵照《尾矿库安全监督管理规定》的有关规定，认真做好尾矿库的安全管理工作。

3.9.1 组织与制度

根据《尾矿库安全监督管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 38 号）和《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）等有关的法律法规和标准规范，通过查阅建设项目的相关文件，从安全生产组织与制度等方面进行安全评价，分析评价其与法律法规的符合性。

表 3.9-1 组织与制度安全检查表

检查类别	检查内容		检查方法	检查情况	检查结果
△	安全管理机构	设置尾矿库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。	查阅组织机构成立文件或任命文件。	尾矿库设有安全管理机构，领导小组办公室设在健康安全环保部（应急管理部），明确了安全负责人，配备了 4 名专职安全管理人员和 2 名专职技术人员。	符合
△	人员资格	生产经营单位主要负责人和安全管理人员应取得安全资格证	查阅主要负责人和安全管理人员的	企业主要负责人、安全生产管理人员进行了安全培训，持证上岗。	符合

检查类别	检查内容		检查方法	检查情况	检查结果
		书。	任职资格证书。		
△	特种作业人员	查阅特种作业人员的资格证书。	查阅特种作业人员的资格证书。	企业配备了 10 名尾矿作业人员，均持证上岗。	符合
△	安全教育培训	矿山培训和教育应满足下列要求:（1）制定完善安全生产教育和培训计划；（2）贯彻落实“三级”教育制度；（3）建立从业人员安全教育和培训档案。	查阅安全生产教育和培训计划及记录。	体现企业落实了“三级”教育制度要求，建立了从业人员安全教育和培训档案。	符合
△	安全管理规章制度	建立健全各级安全生产责任制，包括安全检查制度、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。	查阅企业发布的规章制度。	企业制定了安全管理制度，包括安全教育培训制度、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、安全风险分级管控制度和事故隐患排查治理制度、安全投入保障制度、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、尾矿库汛期管理制度等规章制度。	符合
△	安全投入	企业应按照国家有关规定足额提取安全生产费用	查阅安全生产费用支出证明文件。	企业按照规定足额提取了安全生产费用。	符合
△	安全生产档案资料	尾矿库安全生产档案应齐全，主要包括：地形测量、工程地质及水文地质勘察、设计、施工及竣工验收、监理、安全预评价及验收安全评价、审批等文件、图纸、资料；年度计划、生产记录、坝体位移及浸润线观测记录、隐患排查记录及处理、事故及处理等。	查阅档案资料	通过查阅档案资料，尾矿库工程地质及水文地质勘察、设计、施工及竣工验收资料、监理资料、设计变更通知单、安全预评价、审批文件、年度计划、生产记录、坝体位移及浸润线观测记录、隐患排查记录及处理、事故及处理等资料齐全。	符合

对组织和制度进行了 7 项安全设施符合性检查，其中 0 项否决项检查结论全部符合，7 项一般项检查结论均为符合。评价认为安全组织机构及人员配备、安全教育及培训、特种作业人员持证情况、规章制度、安全投入等满足国家法律法规、规范要求。

3.9.2 安全运行管理

本节利用安全检查表法对排矿方式、放矿计划、现场管理及生产安全检查等进行符合性评价，详见下表。

表 3.9-2 安全运行管理检查表

检查类别	检查内容		检查方法	检查情况	检查结果
△	排矿方式	坝前分散放矿。	现场检查	尾矿库坝顶有 1 根放矿主管和 22 根放矿支管，其中 5 根放矿支管延伸至初期坝上游坝脚废石压坡体处进行放矿，放矿量较少，目前无干滩。	符合
△	放矿计划	应编制年度尾矿排放计划，并检查实际排放与排放计划的符合性。	查阅放矿计划	尾矿库编制了尾矿排放计划，实际排放与排放计划一致。	符合
△	入库尾矿指标检测	入库尾矿根据堆存方式和筑坝方式应按照设计文件要求的指标检测内容进行必要的检测，上游式尾矿筑坝法应检测排放尾矿的比重、浓度和粒度。当检 测指标与设计指标偏差超过 5%时，应增加检测次数并分析原因、及时解决存在问题。检测指标与设计指标偏差超过 10%时，应先停止排放，待问题解决后方可恢复排放。	查阅尾矿库入库尾矿指标监测	根据尾矿库入库尾矿指标监测结果，试运行期间，入库尾矿的比重为 1.25~1.26 t/m³，尾矿浓度为 20.22%~20.88%，-200 目尾矿粒度为 81.25%~81.91%。上述检测指标与设计指标（尾矿平均堆积干密度 1.25 t/m³、尾矿排放浓度 20%、-200 目尾矿粒度占 81.91%）相比，偏差值均小于 5%。	符合
△	现场管理	现场检查和检验检测记录应齐全完备。	查阅现场检查记录	通过翻阅现场值班记录，尾矿库现场检查和检验检测记录齐全完备。	符合
△	生产安全	尾矿库应有各项安全检查记录	查阅现场检查记录	经检查，尾矿库有库区、坝体、日常巡检和定期观	符合

检查类别	检查内容		检查方法	检查情况	检查结果
	检查			测、防洪安全检查表并有连续记录。	

对安全运行管理进行了 5 项安全设施符合性检查，其中 0 项否决项检查结论全部符合，5 项一般项检查结论均为符合。评价组认为沙坪里尾矿库的安全运行管理符合设计要求。

3.9.3 应急救援

本节主要对应急救援、应急预案等进行符合性评价。

表 3.9-3 应急管理检查表

检查类别	检查项目	检查内容	检查情况	检查结果
△	应急救援	生产经营单位是否根据存在风险的种类、事故类型和重大危险源的情况制定综合应急预案和相应的专项应急预案，风险性较大的重点岗位是否制定现场处置方案；应急预案是否经过评审，并向当地县级以上安全生产监督管理部门备案。	公司编制了《湖南柿竹园有色金属有限责任公司生产安全事故应急预案》，预案通过评审，取得了郴州市应急管理局下发的应急预案备案 431000-2026-016。	符合
△	应急组织与设施	生产经营单位是否建立由专职或兼职人员组成的事故应急救援组织，配备必要的应急救援器材和设备；生产规模较小不必建立事故应急救援组织的，是否指定兼职的应急救援人员，并与临近的事故救援组织签订救援协议。	公司与桂阳县矿山救护队签订了柿竹园救护协议，协议有效期至 2027 年 3 月 4 日。尾矿库值班房设置在尾矿库的左侧山坡平台上，建有应急物资房，应急物资房内配有铁锹、编织袋、土工布等必要的应急物资。	符合
△	应急演练	生产经营单位是否制定应急预案演练计划，应急预案应每年至少进行一次演练。	企业制定了应急演练计划，2026 年 5 月 14 日进行了防汛应急演练，有演练记录和总结报告。	符合

对应急管理进行了 3 项安全设施符合性检查，其中 0 项否决项检查结论全部符合，3 项一般项检查结论均为符合。评价组认为湖南柿竹园

有色金属有限责任公司应急救援制度完善，应急物资齐全，能较好的应对尾矿库突发事件。

4 安全对策措施建议

4.1 隐患整改及现场复核情况

自接受湖南柿竹园有色金属有限责任公司的验收评价任务委托后，我单位对沙坪里尾矿库基建期工程开展了多次现场调研与施工情况资料分析整理工作。

2025 年 7 月至 2026 年 6 月期间，我单位多次组织安全评价人员深入施工现场，对该工程施工管理及现场作业开展隐患排查，与建设单位保持密切沟通，共同梳理形成隐患整改清单与建议。现场工作相关影像资料见下图。



图 4.1-1 安全评价人员现场工作照片

湖南柿竹园有色金属有限责任公司对隐患整改清单进行了积极整改，经我公司复核，评价期间提出的 9 项整改项目均已整改到位，具体

整改项目及现场复核情况见表 4.1-1。

表 4.1-1 整改项目及现场复核情况表

序号	整改项目	复核情况
1	初期坝土工膜和土工布上未铺设保护层。	根据设计变更通知单的要求完成了保护层的铺设。
2	现场土工布的规格为 400g/m^2 与设计 500g/m^2 不符。	设计根据现场实际情况出具了设计变更通知单，将土工布均调整为 400g/m^2+200g/m^2 双层结构，现场根据设计变更通知单的要求完成了整改。
3	1 号排水井周边因修建道路，导致植被破坏，土体松散，存在垮塌的风险。	1#排水井周边采用Φ25 锚杆锚固，锚杆间距排距 1m，深度 2m，并挂网（A6@100）喷射混凝。
4	初期坝清表杂物未清理。	已清理初期坝清表杂物。
5	坝肩临时截水沟内有积水及从山坡掉落的石块。	已清理截水沟内的积水和石块等杂物。
6	初期坝右侧山坡上堆积散落石块。	初期坝右侧山坡上已铺设防护网。
7	值班室上方未设置门牌。	值班房各房间已悬挂门牌。
8	库区周边建筑垃圾、枯枝未及时清理。	已清理库区周边垃圾及枯枝。
9	监测设施上未设置标牌。	监测设施上已设置标牌。

4.2 危险有害因素辨识及危险度确定

4.2.1 危险有害因素

本节根据尾矿库已建成建设项目的安全设施，辨识分析致使其措施失效的危险、有害因素主要有溃坝和坝体滑坡、洪水漫顶、防排洪设施淤堵或损毁。

4.2.1.1 溃坝和坝体滑坡

（1）自然因素

①持续特大暴雨，引发尾矿库周边山体发生泥石流或滑坡，泥石流或滑坡体侵占尾矿库调洪库容或损毁防排洪设施，造成防排洪设施排水能力不足，引发洪水漫顶甚至溃坝；

②强烈地震引起坝体滑坡。

（2）管理因素

①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，引发坝体滑坡甚至发生溃坝事故；

②未经技术论证和批准，在库区周围进行采矿、爆破等危害尾矿库坝体安全的活动。

4.2.1.2 洪水漫顶

①持续特大暴雨，引发尾矿库周边山体发生泥石流或滑坡，泥石流或滑坡体侵占尾矿库调洪库容或损毁防排洪设施，造成防排洪设施排水能力不足，造成洪水漫顶；

②库区超 1000 年一遇洪水，防排洪设施排水能力不足，水位持续上升，造成洪水漫顶；

③地震烈度超设计，造成防排洪设施淤堵或损毁。

④设计以外的尾矿、废料或者废水进库，侵占调洪库容，造成洪水漫顶。

4.2.1.3 防排洪设施淤堵或损毁

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，以及排水井拱板断裂，防排洪设施混凝土剥落、裂缝、磨蚀、钢筋外露等各种损坏。

4.2.1.4 高处坠落与物体打击

尾矿库运行中可能发生高处坠落与物体打击的部位有：

①在排水井内检查等活动中，可能存在人员及设备高处坠落的危害；

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。

4.2.1.5 淹溺

尾矿库在运行期间，形成了较大区域的水域，造成淹溺事故的主要原因有：

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。

4.2.2 危险度

（1）危险性等级划分

采用作业条件危险性评价法（LEC 法）进行危险等级判定。LEC 法是一种针对作业人员处在职业危险环境中作业的半定量危险性评价方法。作业条件的危险性量化值（D）取决于三个因素，事故发生的可能性（L）；作业人员暴露在危险作业环境的频繁程度（E）；一旦发生事故可能造成后果的严重程度（C）。用简化公式来表示就是：D=L×E×C。其中 D 值越大，作业的危险性就越大。作业条件的危险性 D 值的等级划分见表 4.2-1 所示；L、E、C 三个因素的取值范围如表 4.2-2 所示：

表 4.2-1 危险性等级划分表

危险性分值（D）	≥320	≥160~319	≥70~159	＜70
危险等级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅰ级
颜色	红	橙	黄	蓝
危险程度	重大危险	较大危险	一般危险	低危险

表 4.2-2 L、E、C 三因素的取值表

L—发生的可能性分值

L 值	10	6	3	1	0.5	0.2	0.1
发生的可能性	完全可以预料	相当可能	可能，但不经常	可能性小，完全意外	很不可能，可以设想	极不可能	实际不可能

E—露于危险环境频繁程度分值

E 值	10	6	4	3	2	1	0.5
暴露于危险环境频繁度	连续暴露	每天工作时间暴露	每周 1~2 次暴露	每月暴露 1~2 次	2~3 个月一次暴露	每年几次或偶然暴露	暴露机会非常罕见

C—造成后果的严重程度分值

C 值	100	40	15	7	3	1
造成后果的严重度	大灾难，10 人以上死亡	灾难，3~9 人死亡	非常严重，1~2 人死亡	严重，重伤	重大，伤残	引人注目，需要救护

（2）危险度

依据 LEC 法对尾矿库可能发生的事故进行了评价，尾矿库已建成建设项目的安全设施发生危险、有害因素的危险度等级汇总见表 4.2-3。

表 4.2-3 事故风险等级汇总表

危险、有害因素名称及具体类型	L（分值）	E（分值）	C（分值）	D（分值）	危险等级	危险程度

溃坝	1	4	100	400	Ⅳ级	重大危险
坝体滑坡	3	4	15	180	Ⅲ级	较大危险
洪水漫顶	1	4	40	160	Ⅲ级	较大危险
排洪系统堵塞或损毁	3	4	7	84	Ⅱ级	一般危险
高处坠落与物体打击	0.5	1	7	3.5	Ⅰ级	低危险
淹溺	0.5	6	3	9	Ⅰ级	低危险

4.3 重大事故隐患判定

在通过检查整改的基础上，对照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）和《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）要求，对沙坪里尾矿库是否存在重大事故隐患进行检查，如下表 4.3-1 所示。

表 4.3-1 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

序号	检查内容	检查情况	检查结果
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。 设计初期坝坝体上游坝坡平均坡比 1:1.8，下游坝坡平均坡比 1:2.0，坝坡每隔 10m 高差设置一级 2m 宽的马道。截渗坝上、下游边坡坡比均为 1:2。拦挡坝上游坡比 1:1.5、下游坡比为 1:2。	尾矿库为新建库，暂未进行后期堆坝，现状初期坝坝体上游平均坡比为 1:1.8；下游平均坡比为 1:2.0 坝坡每隔 10m 高差设置一级 2m 宽的马道。截渗坝上、下游边坡坡比均为 1:2。拦挡坝上游坡比 1:1.5、下游坡比为 1:2。	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。尾矿库设计最终堆积标高为+1068.0m。	尾矿库为新建库，暂未进行后期堆坝，现状初期坝坝顶标高为+941.2m。	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。	尾矿库尚未堆积子坝。	不涉及
6	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
7	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。	尾矿库为新建库，暂未进行后期堆坝。	不涉及
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《安全设施设计》，尾矿库运行至初期坝顶标高前，防洪高度为 3m，安全超高 0.742m。	尾矿库现状初期坝坝顶标高 941.2m，库水位标高 895.0m，防洪高度大于 3m。	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、盖板等排洪建构筑物混凝土厚度、强度或者型式不满足设计要	根据《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目库内排洪设施检测报告》排洪系统按设计要求修建；根据现场检查，排水井未倾斜，排洪设施未坍塌或堵	不存在重大事故隐患

序号	检查内容	检查情况	检查结果
	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。	塞。	
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。	尾矿库按设计要求进行排放。	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。	尾矿库按设计要求放矿。	不存在重大事故隐患
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
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。	沙坪里尾矿库为新建库，库内排放少量尾矿，各项设施运行正常，参考《安全设施设计》，坝体抗滑稳定最小安全系数满足规程规范要求。	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	应急道路设置有通往坝顶、排洪系统附近的道路，且满足应急抢	不存在重大事

序号	检查内容	检查情况	检查结果
	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。	险时通行和运送应急物资的需求。	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。	沙坪里尾矿库为东波多金属选厂配套尾矿库，严格按尾矿库实施安全管理。	不涉及
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 2 名和特种作业人员 10 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	尾矿库排水井尚未加盖拱板。	不涉及
21	遇极端天气尾矿库未及时停止作业、撤出现场作业人员。	企业建立了相关制度，并严格按照制度实施，当遇极端天气时，尾矿库停止作业、撤出现场作业人员。	不存在重大事故隐患

通过对照尾矿库 21 项重大事故隐患判定标准对沙坪里尾矿库进行检查判定，未发现尾矿库存在重大事故隐患。

4.4 安全对策措施建议

本章节主要根据安全设施验收评价中发现的问题或不足，依据国家相关安全法律法规、标准和规程规范的要求，借鉴类似新建尾矿库安全运行的经验，提出具有针对性、实用性和可操作性的安全对策措施建议，

可供湖南柿竹园有色金属有限责任公司沙坪里尾矿库基建期工程竣工验收后的企业安全管理过程中参考。

4.4.1 安全技术对策措施及建议

（1）初期坝两侧山坡较陡，后期筑坝过程中可能存在滚石风险，建议后期筑坝过程中增设相应的防范措施。

（2）建议尾矿库滩面上升至排水井最低进水口标高前，设置完成通往排水井处的浮桥，以便排水井拱板的安装。

4.4.2 安全管理对策措施及建议

（1）严格按设计单位提出的尾矿库运行期工程时间节点，启动运行期工程的建设与验收，为确保施工期间库区整体安全，必须制定严格的施工安全专项方案，明确施工区域与生产放矿、排洪系统运行等作业的时空界限，并采取可靠的隔离与警示措施，避免对已建成并验收的安全设施造成干扰或破坏。

（2）严格按照尾矿库安全设施设计批复要求，在尾矿库后期坝堆筑过程中，企业须按设计要求组织有资质的施工队伍施工，聘请有资质的监理单位进行监理，各期废石坝堆筑完成后，组织竣工验收。

（3）尾矿库后期坝采用采场废石筑坝，尾矿堆存和下游废石筑坝上升速度的平衡是今后的尾矿库管理的重点，建议企业合理制定放矿计划和废石坝体筑坝进度计划，以保证尾矿库正常运行。

（4）尾矿库后期坝采用采场废石筑坝，企业应针对后期筑坝作业中存在的车辆伤害、高处坠落等主要安全风险，制定并落实相应的专项防范措施。

（5）库区进库道路开挖形成的高陡边坡，因山体第四系覆盖层较厚，存在滑坡风险，建议沿山体侧加设监测设施，并定期巡查，一旦发现滑坡迹象及时处理。

（6）排水井拱板安装前需进行表观检查，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。

（7）隧洞出口消力池右侧设有一处检修入口，用于满足后期续建工程施工及运行期检修需要。该入口采用外开式铁门，建议企业强化该铁门的日常管理，并同步制定专项安全防范措施及管理制度，以确保运行安全。

（8）严格按设计要求对排洪设施进行封堵，并保存封堵资料及影像。

（9）加强对观测设施的日常维护，确保其完好有效，避免因设备损坏导致观测数据失准；同时，每年应对工作基点进行不少于两次的校核，以保证测量基准的可靠性。

（10）企业应针对尾矿库可能发生的溃坝、洪水漫顶等重点风险，组织专项应急演练，并根据演练结果，不断修订尾矿库应急救援预案，提高企业的事故应急能力。

（11）尾矿库管理人员和特种作业人员应定期参加应急部门组织的教育和培训，及时进行延续登记。考虑到尾矿库废石中线式筑坝法在湖南地区应用较少，为提高尾矿库管理水平，建议企业选送尾矿库管理人员和特种作业人员到类似尾矿库进行学习，在后续安全培训中针对中线式筑坝开展专项培训。

（12）施工单位、监理单位整理好尾矿库相关竣工资料后，交业主妥善保存。

5 评价结论

本次安全设施验收评价根据国家非煤矿山安全生产的有关法律法规、规范、标准和安全设施设计等资料，结合湖南柿竹园有色金属有限责任公司沙坪里尾矿库基建期工程建设情况，对尾矿库现场以及施工、监理、安全管理等资料进行了核查，依据《金属非金属尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》《安全设施设计》《施工图》《设计变更通知单》《工程联系单》等要求，采用安全检查表法进行检查，设置了安全设施“三同时”程序、坝体工程、库内排洪系统、地质灾害防护设施、安全监测设施、辅助设施、个人安全防护、安全标志、安全管理九个评价单元，共计检查 141 项，其中，72 项“否决项”的检查结论均为符合，69 项“一般项”的检查结论均为符合，满足验收条件。

评价组认为，郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目基建期工程符合安全设施“三同时”建设程序的要求，基本安全设施和专用安全设施的数量和质量满足设计要求，施工建设过程受控，具备安全设施竣工验收的条件。（正文完）

湖南铭生安全科技有限责任公司

2026 年 7 月 14 日

6 附件

序号	附件名称
一	**建设项目合法证明材料及技术资料**
1-1	关于启用“湖南柿竹园有色金属有限责任公司沙坪里尾矿库”名称的说明
1-2	关于<郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目安全设施设计>的批复（湘应急许非煤设审字〔2024〕第 108 号）
1-3	郴州市应急管理局<关于湖南柿竹园有色金属有限责任公司万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目安全设施基建期延期>的复函
1-4	安全评价委托书
1-5	营业执照复印件
1-6	采矿许可证复印件
1-7	《湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目可行性研究》封面、扉页、资质
1-8	《湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目安全预评价报告》封面、扉页资质
1-9	《湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库项目工程地质及水文地质勘察报告》封面、扉页
1-10	《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目安全设施设计》封面、扉页、资质
1-11	《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目库内排洪设施检测报告》封面、结论
1-12	《郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目预制混凝土拱板检测报告》封面、结论
二	**设计变更**
三	**建筑材料质量保证材料（节选）**
3-1	钢筋出厂合格证、检测报告
3-2	水泥出厂合格证、检测报告
3-3	砂石检测报告
3-4	砾石检测报告
3-5	碎石检测报告
3-6	混凝土抗压强度检测报告
3-7	土工膜（2mm）出厂检验报告、产品合格证、检测报告

序号	附件名称
3-8	土工布（400g/m²）出厂检验报告、产品合格证、检测报告
3-9	止水带检测报告
3-10	无缝钢管检测报告
3-11	HDPE 管材检测报告
3-12	堆石料检测报告
四	**初期坝施工资料（节选）**
五	**截渗坝施工资料（节选）**
六	**拦挡坝施工资料（节选）**
七	**排洪系统施工资料（节选）**
八	**废石运输通道施工资料（节选）**
九	**地质灾害治理施工资料（节选）**
十	**湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州市柿竹园万吨技改尾矿库 EPC 总承包项目基建期工程试运行总结报告**
十一	**安全管理机构人员证书**
11-1	尾矿库主要负责人和安全管理人员资格证书复印件
11-2	专业技术人员证书
11-3	注册安全工程师证书
11-4	尾矿库特种作业人员证复印件
十二	**安全管理状况证明资料（节选）**
12-1	关于调整公司尾矿库安全管理领导机构的通知
12-2	关于任命尾矿库专职安全管理人员和专职技术人员的通知
12-3	安全生产责任制
12-4	操作规程
12-5	安全管理制度
12-6	应急救援预案及备案登记表
12-7	救护协议合同
12-8	安全生产责任保险
十三	**施工、监理相关资料证明文件**
13-1	施工单位营业执照、资质证书及安全生产许可证
13-2	施工组织设计、施工方案封面
13-3	施工总结报告

序号	附件名称
13-4	监理单位营业执照、资质证书
13-5	监理规划及监理细则封面
13-6	旁站记录
13-7	监理月报封面
13-8	监理通知单及回复封面
13-9	监理总结报告

7 附图

序号	附图名称
1	尾矿库总平面竣工图
2	初期坝平面布置竣工图
3	初期坝横剖面竣工图
4	拦挡坝平面及剖视面竣工图
5	截渗坝横剖面竣工图（溢流坝段）
6	防渗设施平面竣工图
7	膜下地下水导排盲沟剖面竣工图
8	主隧洞纵剖面竣工图
9	1#支隧洞纵剖面竣工图
10	2#支隧洞纵剖面竣工图
11	排洪隧洞Ⅲ类围岩永久支护竣工图
12	排洪隧洞Ⅳ类围岩二次衬砌竣工图
13	排洪隧洞Ⅴ类围岩二次衬砌竣工图
14	1#排水井结构竣工图（1/4）
15	1#排水井结构配筋竣工图
16	1#排水井井座配筋竣工图
17	竖井结构竣工图
18	排洪主隧洞出口消力池结构竣工图
19	排洪主隧洞出口明渠结构及配筋竣工图
20	废石运输斜坡道平面竣工图
21	在线监测系统总平面布置竣工图
22	监测设施剖面竣工图
23	坑洞治理工程平面位置竣工图
24	混凝土墙配筋及钢花管大样竣工图
25	截渗坝断层治理平面位置竣工图
26	截渗坝断层治理纵剖面竣工图