

项目编号：豫安评 202502087300



洛阳开拓者矿业有限公司
楼房沟尾矿库扩大入库规模
安全现状评价报告

河南安平安全技术服务有限公司
资质证书编号：APJ-(郑)-001

二〇二五年二月

评价单位出具报告真实性合法性承诺书

承 诺 书

我单位提交的 洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模安全现状评价 全部资料符合法律、法规和标准的规定，资料全部内容真实有效；参与编写报告（含附件、附图）人员均为我单位在职人员且专业资格符合要求。如存在违反法律、法规和标准规定，或弄虚作假等行为的，我单位愿意按照《安全生产法》第九十二条，《安全评价检测检验机构管理办法》第二十九条、三十条、三十一条，《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第三十九条，《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》第三十一条等有关规定承担相应的法律责任。

单位法人签字： 

项目负责人签字： 

单位盖章：

2025 年 02 月 06 日

材料清单

序号	材料名称	页码范围
1	《 <u>洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模安全现状评价报告</u> 》文本	...
2	《 <u>洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模安全现状评价报告</u> 》附件	...
3	《 <u>洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模安全现状评价报告</u> 》附图	...
...	...	...



安全评价机构 资质证书

(副本)

统一社会信用代码: 91410105755196566H

机构名称:河南安平安全技术服务有限公司

办公地址:郑州市顺河路18号1号楼904号

法定代表人:赵东海

证书编号:APJ-(郑)-001

首次发证:2021年12月15日

有效期至:2026年12月14日

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



洛阳开拓者矿业有限公司
楼房沟尾矿库扩大入库规模
安全现状评价报告

法定代表人：赵东海

技术负责人：荆 瑜

项目负责人：范志伟

二〇二五年二月

洛阳开拓者矿业有限公司
楼房沟尾矿库扩大入库规模
安全现状评价报告
评价人员

	姓名	资格证书号	从业登记 编号	专业	签字
项目负责人	范志伟	1100000000201354	019681	地质	范志伟
项目组成员	刘金福	S011041000110202001399	025312	采矿	刘金福
	李春哲	1100000000201550	016937	安全、通风	李春哲
	陈勇杰	0800000000202511	011251	电气	陈勇杰
	范志伟	1100000000201354	019681	地质	范志伟
	刘心壮	0800000000301717	016945	采矿、安全	刘心壮
	孙召军	S011041000110192002302	018379	机械	孙召军
	李玲	S011021000110201000308	018134	水工结构	李玲
报告编制人	刘金福	S011041000110202001399	025312	采矿	刘金福
	李春哲	1100000000201550	016937	安全、通风	李春哲
	范志伟	1100000000201354	019681	地质	范志伟
	孙召军	S011041000110192002302	018379	机械	孙召军
	陈勇杰	0800000000202511	011251	电气	陈勇杰
报告审核人	秦宝霞	S011041000110202001734	041478	电气	秦宝霞
过程控制负责人	王亚丽	1700000000200898	018378	安全、通风	王亚丽
技术负责人	荆瑜	1100000000100338	013391	地质、采矿	荆瑜

前 言

“安全第一，预防为主，综合治理”是我们国家一贯的安全生产方针。开展建设项目安全评价，是有效消除和控制危险、有害因素的根本措施，是保障安全生产顺利进行的必要条件。同时，也是各级应急管理部门实行安全监管工作的主要内容，是一项带有根本性的基础工作，体现了“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产工作方针。安全评价作为安全系统工程的重要组成部分，不仅成为现代安全生产的重要环节，而且对安全管理的现代化、科学化起着积极的推动作用。

根据国家矿山安全监察局公告(2024 年第 1 号)《非煤矿山建设项目安全设施设计编写提纲第 5 部分：尾矿库建设项目安全设施重大变更设计编写提纲》要求“对于运行期尾矿库，还应列出安全现状评价报告”，我单位受洛阳开拓者矿业有限公司的委托，对该公司楼房沟尾矿库扩大入库规模进行安全现状评价。

安全现状评价的主要工作内容是：针对生产经营活动中的事故风险、安全管理等情况，辨识与分析其存在的危险、有害因素，审查确定其与安全生产法律法规、规章、标准、规范要求的符合性，预测发生事故或造成职业危害的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全现状评价结论。

为做好本次安全现状评价工作，我单位进行了认真准备，开展了风险分析，组建了评价组，明确了责任。结合《安全现状评价协议书》和《委托书》的要求，依据《安全评价通则》，多次对洛阳

开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库现场踏勘，评价报告运用安全检查表法(SCL)、理论计算法等系统安全工程分析方法，对尾矿库周边环境、尾矿坝单元(库等别、坝体形式及稳定性、尾矿排放与筑坝)、防洪系统单元、安全监测设施单元、排渗设施单元、库内船只、辅助设施、个人安全防护、安全标志单元、企业安全管理单元、重大事故隐患判定单元等进行定性、定量分析，确定系统的危险、有害因素及其危险、危害程度。针对主要危险、有害因素及其产生的危险、危害后果和触发条件，提出消除、预防和降低危险有害因素的对策措施，从而提高生产过程的本质安全化程度，实现安全技术、安全管理的标准化和科学化提供依据，并于 2025 年 2 月编制完成了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模安全现状评价报告》。

通过安全现状评价，增强防范措施，提高企业对灾害事故的应变能力，提高该尾矿库生产运行的安全性，避免事故，同时，为下一步重大变更设计提供安全对策措施。

本评价报告由评价组成员集体完成，并经过内部三级审核程序。在本项目的安全现状评价工作中，得到了委托单位的密切配合，使评价工作得以顺利完成，在此表示衷心的感谢！

目 录

1 评价对象与依据	1
1.1 评价对象和范围	1
1.2 评价依据	1
2 尾矿库概述	14
2.1 单位概况	14
2.2 自然环境概况	17
2.3 工程地质概况	19
2.4 尾矿库设计概况	34
2.5 尾矿库运行现状简介	101
2.6 取证以来尾矿库安全设施运行概况	128
3 定性定量评价	130
3.1 周边环境单元	130
3.2 尾矿坝单元	134
3.3 防洪系统单元	160
3.4 安全监测设施单元	179
3.5 排渗设施单元	184
3.6 库内船只单元	187
3.7 辅助设施单元	189
3.8 个人安全防护单元	192
3.9 安全标志单元	194

3.10 安全管理单元	196
3.11 双重预防体系建设运行单元	202
3.12 重大事故隐患判定单元	207
4 安全对策措施建议	212
4.1 制定安全对策措施的依据和原则	212
4.2 安全对策措施建议	214
5 评价结论	220
5.1 综合评述	220
5.2 评价结论	223
6 附件	225
7 附图	227

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象：洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模。

评价范围：根据安全现状评价委托书的要求，针对尾矿库现状，依据尾矿库安全生产方面的法律、法规、规程、规范的要求，对尾矿库周边环境、尾矿坝单元、防洪系统单元、安全监测设施单元、排渗设施单元、库内船只、辅助设施单元、个人安全防护、安全标志单元、企业安全管理、双重预防体系建设运行、重大事故隐患判定等系统的各层面的安全设施和技术措施，以及尾矿库在运行过程中，可能存在的危险、有害因素，进行安全性分析和现状评价，为下步尾矿库扩大放矿规模设计变更提出应补充的安全对策措施。本次评价范围不包括尾矿输送及回水系统。

1.2 评价依据

1.2.1 评价依据的安全生产法律、法规、规章和规范性文件

1.2.1.1 有关安全生产法律

(1) 《中华人民共和国矿山安全法》(1993.5.1，根据中华人民共和国主席令第 18 号修正，2009.8.27)；

(2) 《中华人民共和国劳动法》(1995.1.1，根据中华人民共和国

主席令第 24 号修正，2018.12.29);

(3)《中华人民共和国安全生产法》(2021.9.1，根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改<中华人民共和国安全生产法>的决定》第三次修正);

(4)《中华人民共和国民法典》(中华人民共和国主席令第 45 号，2021.1.1)。

1.2.1.2 行政法规

(1)《国务院关于修改<工伤保险条例>的决定》(国务院令第 586 号，2011.01.01)；

(2)《安全生产许可证条例》(国务院令第 653 号，2014.07.29)；

(3)《生产安全事故应急条例》(国务院令第 708 号，2019.04.01)。

1.2.1.3 部门规章

(1)《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》(国家安全生产监督管理总局令第 16 号，2008.2.1)；

(2)《关于进一步加强尾矿库监督管理工作的指导意见》(国家安全生产监管总局、国家发展改革委、工业和信息化部、国土资源部、环境保护部，安监总管一[2012]32 号，2012.3.12)；

(3)《国家安全生产监管总局关于印发企业安全生产责任体系五落实五到位规定的通知》(安监总办〔2015〕27 号，2015.3.16)；

(4)《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(国家安全生产管理总局令第 36 号，2011.2.1，根据 2015 年 5 月 1 日国家安全生产

管总局令第 77 号修改);

(5)《国家安全监管总局关于修改<生产安全事故报告和调查处理条例>罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》(国家安全生产监督管理总局令第 77 号, 2015.5.1);

(6)《生产经营单位安全培训规定》(国家安全生产监督管理总局令第 3 号, 2006.3.1, 根据 2015 年 7 月 1 日国家安全监管总局令第 80 号修改);

(7)《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》(国家安全生产监督管理总局令第 20 号, 2009.6.8, 根据 2015 年 7 月 1 日国家安全监管总局令第 78 号修改);

(8)《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安全生产监督管理总局令第 30 号, 2010.7.1, 根据 2015 年 7 月 1 日国家安全监管总局令第 80 号修改);

(9)《尾矿库安全监督管理规定》(国家安全生产监督管理总局令第 38 号, 2011.7.1, 根据 2015 年 7 月 1 日国家安全监管总局令第 78 号修改);

(10)《安全生产培训管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第 44 号, 2012.3.1, 根据 2015 年 7 月 1 日国家安全监管总局令第 80 号修改);

(11)《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》(国家安全生产监督管理总局令第 62 号, 2013.10.1, 根据 2015 年 7 月 1 日国家安全监管总局令第 78 号修改);

(12)《金属非金属矿山建设项目安全设施目录(试行)》(国家安全生产监督管理总局令第 75 号, 2015.7.1);

(13)《国家安全监管总局办公厅关于印发用人单位劳动防护用品管理规范的通知》(安监总厅安健〔2015〕124 号, 2015.12.29);

(14)《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, 2016.5.30);

(15)《国务院安委会办公室关于实施遏制重特大事故工作指南构建双重预防机制的意见》(安委办〔2016〕11 号, 2016.10.9);

(16)《国家安全监管总局关于进一步规范非煤矿山安全生产标准化工作的通知》(安监总管一〔2017〕33 号, 2017.4.12);

(17)《生产安全事故应急条例》(中华人民共和国国务院令第 708 号, 2019.4.1);

(18)《生产安全事故应急预案管理办法》(2019 年 6 月 24 日,《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》经应急管理部第 20 次部务会议审议通过, 于 2019 年 7 月 11 日公布, 2019 年 9 月 1 日起施行);

(19)《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, 应急管理部、国家发展改革委、工业和信息化部、财政部自然资源部、生态环境部、水利部、中国气象局, 2020.2.21);

(20)《国家矿山安全监察局关于印发加强非煤矿山重点地区安全生产工作方案的通知》(国家矿山安全监察局, 矿安〔2021〕123 号, 2021.9.15);

(21)《国家矿山安全监察局关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见的通知》(国家矿山安全监察局,矿安〔2022〕4号,2022.2.8);

(22)《国家矿山安全监察局关于预防暴雨洪水等自然灾害引发矿山事故灾难的通知》(国家矿山安全监察局,矿安〔2022〕65号,2022.3.30);

(23)《国家矿山安全监察局关于开展进一步加强安全生产责任落实坚决防范遏制矿山重特大事故的若干措施》(国家矿山安全监察局,矿安〔2022〕70号,2022.4.8);

(24)《国家矿山安全监察局关于开展矿山安全生产大检查工作的通知》(国家矿山安全监察局,矿安〔2022〕71号,2022.4.14);

(25)《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》(国家矿山安全监察局,矿安〔2022〕88号,2022.7.13);

(26)《关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》(财政部、应急部,财资〔2022〕136号,2022.11.21);

(27)《国家矿山安全监察局关于加强汛期尾矿库安全生产工作的通知》(国家矿山安全监察局,矿安〔2023〕54号,2023.4.26);

(28)《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》(中共中央办公厅国务院办公厅,厅字〔2023〕21号,2023.8.25);

(29)《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》(中共中央办公厅、国务院办公厅,2023.9.6);

(30)《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》(国家矿山安全监察局,矿安〔2023〕147号,2023.11.15);

(31)《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》(国务院安全生产委员会,安委〔2024〕1号,2024.1.16);

(32)《国家矿山安全监察局关于加强矿山应急救援工作的通知》(国家矿山安全监察局,矿安〔2024〕8号,2024.3.1);

(33)《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》(国家矿山安全监察局,矿安〔2024〕41号,2024.4.23);

(34)《国家矿山安全监察局关于加强矿山生产安全事故警示教育工作的通知》(国家矿山安全监察局,矿安〔2024〕67号,2024.5.29)。

1.2.1.4 地方法规

《河南省安全生产条例》(河南省第十四届人民代表大会常务委员会第二次会议通过,2023.3.29)。

1.2.1.5 地方规章

(1)《河南省安全生产风险管控与隐患治理办法》(2020年1月9日河南省人民政府令第191号公布,实施日期:2020年1月31日);

(2)《河南省安全生产监督管理局关于进一步规范非煤矿山建设项目安全设施“三同时”监管工作的通知》(豫安监管〔2012〕96号,2012.6.12);

(3)《河南省安全生产监督管理局关于贯彻国家安监总局要求加强非煤矿山安全生产工作的通知》(豫安监管办〔2016〕5号, 2016.1.12);

(4)《河南省安全生产委员会办公室关于印发河南省2021年持续深化安全生产风险隐患双重预防体系建设工作方案的通知》(豫安委办〔2021〕10号, 2021.02.08);

(5)《河南省安全生产监督管理局关于进一步推进安全生产责任保险的通知》(豫安监管办〔2016〕105号, 2016.7.13);

(6)《河南省安全生产监督管理局关于加强金属非金属矿山安全生产检测检验工作的通知》(豫安监管办〔2018〕13号, 2018.1.29);

(7)《河南省安全生产监督管理局关于推动土壤污染防治攻坚战尾矿库整治工作的通知》(豫安监管办〔2018〕81号, 2018.4.20);

(8)《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》(豫安监管办〔2018〕162号, 2018.9.13);

(9)《河南省安全生产监督管理局关于进一步规范企业安全生产标准化建设工作的通知》(豫安监管〔2018〕73号, 2018.10.12);

(10)《河南省应急管理厅关于明确生产安全事故应急预案备案事项的通知》(豫应急〔2019〕55号, 2019.6.28);

(11)《河南省应急管理厅关于印发河南省安全生产领域失信联合惩戒实施办法(试行)的通知》(豫应急〔2019〕81号, 2019.9.27);

(12)《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系

信息化建设工作方案的通知》(豫应急办〔2019〕100号, 2019.11.1);

(13)《河南省应急管理厅关于进一步加强企业安全培训工作的通知》(豫应急办〔2019〕107号, 2019.11.27);

(14)《关于印发<河南省高危行业领域安全技能提升行动实施方案>的通知》(豫应急〔2020〕13号, 河南省应急管理厅、河南省人力资源和社会保障厅、河南省教育厅、河南省财政厅、河南省工业和信息化厅。2020.2.10);

(15)《关于印发河南省防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》(豫应急〔2020〕89号, 河南省应急管理厅、河南省发展和改革委员会、河南省工业和信息化厅、河南省财政厅、河南省自然资源厅、河南省生态环境厅、河南省水利厅、河南省气象局, 2020.7.22);

(16)《河南省安全生产委员会办公室关于印发河南省2021年持续深化安全生产风险隐患双重预防体系建设工作方案的通知》(豫安委办[2021]10号, 2021.02.28);

(17)《河南省安全生产委员会办公室关于印发河南省加强非煤矿山重点县安全生产工作方案的通知》(豫安委办[2022]26号, 2022.03.05);

(18)《河南省应急管理厅关于贯彻国家矿山局有关要求进一步强化安全生产责任落实坚决防范遏制非煤矿山重特大事故的通知》(豫应急办〔2022〕70号, 河南省应急管理厅, 2022.04.22);

(19)《河南省应急管理厅关于转发国家矿山安全监察局加强非煤矿山安全生产工作指导意见的通知》(豫应急[2022]62号, 2022.04.27);

(20)《河南省应急管理厅关于转发国家矿山安全监察局综合司全面推进防范化解尾矿库安全风险重点工作的通知》(豫应急办[2022]18号, 2022.04.27);

(21)《河南省应急管理厅关于做好2022年度汛期非煤矿山安全生产工作的通知》(豫应急办[2022]40号, 2022.04.29);

(22)《河南省安全生产委员会办公室关于加强安全研判精准防控风险的通知》(豫安委办[2023]26号, 2023.02.28);

(23)《河南省应急管理厅关于进一步防范化解重点尾矿库安全风险工作的通知》(豫应急办[2023]94号, 2023.10.25)。

1.2.2 评价依据的主要技术标准

1.2.2.1 国家标准

- (1)《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986, 1987.02.01);
- (2)《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87, 1988.08.01);
- (3)《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001, 2009版, 2002.03.01);
- (4)《矿山安全标志》(GB/T 14161-2008, 2009.10.01);
- (5)《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861—2009, 2009.12.01);
- (6)《建筑抗震设计规范(2016版)》(GB50011-2010, 2010.12.01);
- (7)《电气设备安全设计导则》(GB/T 25295-2010, 2011.05.01);
- (8)《混凝土结构设计规范(2015版)》(GB50010-2010, 2011.07.01);
- (9)《砌体结构设计规范》(GB50003-2011, 2012.08.01);

- (10) 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012, 2012.08.01);
- (11) 《构筑物抗震设计规范》(GB 50191-2012, 2012.10.01);
- (12) 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012, 2012.10.01);
- (13) 《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013, 2013.12.01);
- (14) 《防洪标准》(GB50201-2014, 2015.05.01);
- (15) 《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T50087-2013 ,
2014.06.01);
- (16) 《土工合成材料应用技术规范》(GB/T50290-2014 ,
2015.08.01);
- (17) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015,
2015.09.01);
- (18) 《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》(GB51108-2015,
2016.02.01);
- (19) 《尾矿堆积坝排渗加固工程技术规范》(GB51118-2015,
2016.05.01);
- (20) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015, 2016.06.01);
- (21) 《尾矿库安全规程》(GB39496-2020, 2021.09.01);
- (22) 《建筑结构检测技术标准》(GB/T50344-2019, 2020.06.01);
- (23) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB
18599-2020, 2021.07.01)。

1.2.2.2 行业标准

- (1) 《水工建筑物抗震设计规范》(SL203-1997, 1997.10.01);

- (2)《聚乙烯(PE)土工膜防渗工程技术规范》(SL/T231-1998, 1999.03.01);
- (3)《回弹法检测商品混凝土抗压强度技术规范》(DBJ41/T056-2004);
- (4)《安全评价通则》(AQ8001-2017, 2007.04.01);
- (5)《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008, 2009.02.10);
- (6)《尾矿库安全监测技术规范》(AQ2030-2010, 2011.05.01);
- (7)《水电工程水工建筑物抗震设计规范》(NB35047-2015, 2015.9.1);
- (8)《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016, 2017.02.25);
- (9)《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020, 2020.11.30);
- (10)《非煤矿山建设项目安全设施设计编写提纲 第5部分:尾矿库建设项目安全设施重大变更设计编写提纲》(KA_T 20.5—2024, 2024.04.07)。

1.2.2.3 地方标准规范

《金属非金属矿山双重预防机制安全标准化实施指南》(DB41/T1698-2018, 2018.12.29)。

1.2.3 建设项目合法证明文件

- (1)《洛阳开拓者矿业有限公司清和堂尾矿库接替库(楼房沟尾矿库)初步设计》(批复号:洛安监管一[2011]005号);
- (2)《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库安全设施变更设计》(批复号:洛应急审批非煤[2022]11号, 2022.04.11);

(3)安全生产许可证：(豫)FM 安许证字〔2023〕XCWK303，河南省应急管理厅，2023.1.9)。

1.2.4 建设项目技术资料

(1)《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库可行性研究报告》(山东金都工程设计咨询有限公司，2009.11)；

(2)《洛阳开拓者矿业有限公司新建楼房沟尾矿库(坝)岩土工程勘察报告(详细勘察阶段)》(河南省洛阳豫西水文地质工程地质勘察公司，2009.11)；

(3)《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库建设项目安全预评价报告》(河南安平安全技术服务有限公司，2009.12)；

(4)《洛阳开拓者矿业有限公司清和堂尾矿库接替库(楼房沟尾矿库)初步设计》(山东金都工程设计咨询有限公司，2010.10)；

(5)《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库工程安全设施变更设计》(河南省冶金规划设计研究院有限责任公司，2022.04)；

(6)《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库工程安全验收评价报告》(河南省地质矿产勘查开发局第一地质矿产调查院，2023.01)；

(7)《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库 5#、6#井架及拱板检测工程》(河南省万测工程检测有限公司，2024.11.05)；

(8)《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库岩土工程勘察报告》(河南同兴勘测设计有限公司，2024.11)；

(9)《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模至5000t/d 安全论证报告》(河南省冶金规划设计研究院有限责任公司，

2024.12)。

1.2.5 其它评价依据

- (1) 《河南省暴雨参数图集》(河南省水文资源局, 2005.12);
- (2) 《河南省中小流域设计暴雨洪水图集》(河南省水利勘测设计院, 1984.10);
- (3) 《尾矿坝设计手册》(冶金工业出版社, 2007.06);
- (4) 评价人员现场检查和调研收集的资料。

2 尾矿库概述

2.1 单位概况

2.1.1 企业概况

洛阳开拓者矿业有限公司成立于 2005 年 5 月 20 日，为股份制企业，纳税人识别号为 91410324775114513M，注册地址：栾川县赤土店镇清和堂村，法人代表：杨建国，注册资本：3000 万元人民币，经营范围：钼矿产品加工、购销等。其控股股东为洛阳桂兴实业控股有限公司，其持股比例为 51%。

洛阳桂兴实业控股有限公司成立于 2022 年 12 月 19 日，注册地址位于河南省洛阳市孟津区城关镇小浪底大道财会学校二楼，以自有资金从事投资活动；自有资金投资的资产管理服务；选矿；金属矿石销售；有色金属合金销售；非煤矿山矿产资源开采。

洛阳开拓者矿业有限公司选厂位于洛阳市栾川县赤土店镇清和堂村，选厂生产规模为 3000t/d，生产工艺为破碎、磨矿分级、浮选工艺，最终产品为钼精矿粉，尾矿输送至尾矿库澄清、堆存。

2.1.2 尾矿库项目背景

2009 年 11 月，企业委托山东金都工程设计咨询有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库可行性研究报告》，同月，企业委托河南省洛阳豫西水文地质工程地质勘察公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司新建楼房沟尾矿库(坝)岩土工程勘察报告(详

细勘察阶段)》，2009年12月，企业委托河南安平安全技术服务有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库建设项目安全预评价报告》，并取得了预评价备案证明。

2010年10月，企业委托山东金都工程设计咨询有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库安全设施设计》，并于2011年1月26日取得设计批复，批复号：洛安监管一[2011]005号，批复单位：洛阳市安全生产监督管理局。

2022年4月，由于原设计单位山东金都工程设计咨询有限公司资质等级无法进行后续变更，企业委托河南省冶金规划设计院有限责任公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库工程安全设施变更设计》，2023年1月，企业委托河南省地质矿产勘查开发局第一地质矿产调查院编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库工程安全验收评价报告》，并取得安全生产许可证，安全许可证编号：豫FM安许证字[2023]XCWK303，有效期自2023年1月9日至2026年1月8日。

根据国家矿山安全监察局公告（2024年第1号）《非煤矿山建设项目安全设施设计编写提纲第5部分：尾矿库建设项目安全设施重大变更设计编写提纲》要求“对于运行期尾矿库，还应列出安全现状评价报告”，因此，企业委托我公司对楼房沟尾矿库扩大入库规模进行安全现状评价。

2024年11月，企业委托河南同兴勘测设计有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库岩土工程勘察报告》。

2024 年 12 月，企业委托河南省冶金规划设计研究院有限责任公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模至 5000t/d 安全论证报告》。

2.1.3 交通位置

洛阳开拓者矿业有限公司栾川现场西部约 25km 处的赤土店镇清和堂村，库区距赤土店镇清和堂村委会约 2km，自库区与赤土店镇之间有水泥公路相通，交通较为方便。见尾矿库交通位置图 2-1。



图 2-1 尾矿库交通位置图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

栾川县为典型的内陆深山县，北有熊耳山，南有伏牛山，中部为熊耳山的分支遏遇岭，三条山脉纵贯全境，将全县分割为南北两大沟川。栾川四面群山环抱，伏牛、熊耳两大山脉平亘县境东西，境西熊耳山支脉抱犊山自北而南险峰陡峭，构成“卢栾屏障”；境东伏牛山支脉杨山寨由南向北嵯峨迭障，自然形成“嵩栾藩篱”。地势西南高东北低，地貌起伏跌宕，境内海拔高差悬殊，海拔最高峰为伏牛山主峰鸡角尖 2212.5m，最低点谭头汤营伊河出境水处 450m，相对高差 1762.5m。形成中山、低山和河谷三种类型。海拔 1000m 以上的中山区面积占全县总面积的 49.4%，海拔 1000m 以下的低山区面积及河谷沟川面积占全县总面积的 50.6%。沟叉交织，形成独特的自然地形地貌。

尾矿库属于山谷形库区，近南北向，库区两侧山势陡峭。但由于当地雨量充沛，因此库内植被较好。生长有多种树木及灌木。地貌类型为低中山区。

2.2.2 气象及水文地质条件

2.2.1.1 气象条件

栾川县地处北纬度地带，属温暖带大陆性季风气候，一年四级受季风影响明显。该区多年平均气温在 12℃左右，最高气温 40.2℃，最低气温-19℃，年平均降雨量 809.3mm，降雨多集中在 7、8、9 三

个月，约占全年降雨量的 53%，并常有暴雨出现，24 小时降雨量可达 128.8mm(1961 年 9 月 28 日)，年平均暴雨频率为 1.5，每年 11 月至次年 4 月为冰冻期，最大冻结深度为 27 cm。栾川主导风向为西北风，最大风速 20m/s，平均风速 1.6m/s。年平均最大日降水量 $H_{24}=85\text{mm}$ ，暴雨递减指数 $n_1=0.55$ ， $n_2=0.75$ ，最大降雨离散系数 $C_v=0.45$ ， $C_s=3.5C_v$ 。雨季多集中在七、八、九三个月，年均蒸发量 1514.7mm。最大冻土深度为 30~50mm。主导风向为西北风，最大风速 20m/s，平均风速 1.6m/s。

2.2.2.2 水文地质条件

1、区域水文地质条件

区域水文地质条件受岩性、构造、地貌和水文网切割程度影响，各含、隔水层的展布受地质构造的控制明显。区域地下水按赋存条件可分为两大类：

(1)松散岩类孔隙水

广泛分布于区内的第四系坡、洪积层中。一般无良好连续的含水层，由于地形切割致使土层分布不均，厚度变化较大，富水性差，所以该类地下水无统一水位，仅为不连续分布的上层滞水。大气降水是该类地下水的主要补给来源，其水量随降雨多寡而变化，在陡坎处、斜坡上以泉水的形式出露。该类地下水具循环浅、径流短、交替快、水量小的特点。

(2)基岩裂隙水

区内基岩多为块状构造的大理岩，裂隙不发育，岩体风化程度

较差，仅在浅层赋存少量裂隙水，在地形低洼处或斜坡上以泉水的形式出露，其动态受降水补给明显，雨季水量增大，枯水季节变小或断流。

2、库区水文地质条件

受区域水文地质条件的控制，尾矿库所在的库区水文地质条件相对简单，其地下水主要有松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两种类型。

库区内松散层孔隙水主要为大气降水及尾矿水，其主要分布在库内尾砂层中，由放矿尾矿水及大气降水补给，主要通过过渗流从排渗管及初期坝排入事故池，由事故池泵送回选厂重复利用。

库区内基岩裂隙水是指赋存于构造带或风化裂隙中的地下水，由于区内构造裂隙不发育，区内不存在含水意义的含水岩(土)层和构造，水文地质简单。

2.2.3 地震烈度

库区土属软弱土～中硬土，下部为中风化白云质大理岩，基岩埋深局部大于 50.0m，据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)(2016 年版)第 4.1.1 条、附录及表 5.1.4-2，该建筑场地类别为Ⅲ类，栾川县赤土店镇抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震峰值加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。

2.3 工程地质概况

2024 年 11 月，企业委托河南同兴勘测设计有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库岩土工程勘察报告》，现将主

要内容摘录如下：

2.3.1 区域岩土工程地质条件

2.3.1.1 地质构造

根据《栾川县地质矿产图》(1:50000)，场地所处的区域构造位置位于崤山-鲁山拱褶断束以南，栾川-确山-固始深断裂以北，是中朝准地台与秦岭褶皱系过渡地带，地层主要为中元古界官道口群、栾川群。

本区由于受南面的栾川-确山-固始深断裂和秦岭地槽长期活动影响，构造形态较中朝准地台其它地区发育，构造线方向近东西向，断裂和褶皱比较发育，而且自北而南逐步加强，北部为一些比较简单的宽缓褶皱，向南变为形态复杂的线型褶皱，因断裂切割及侵入体吞噬，其褶皱形态残缺不全。自北而南主要褶皱有杜关向斜、将军山背斜、中黄叶侧转向斜、八宝山倒转背斜和栾川复式背斜。

区内以近东西向断裂最为发育，次为北东向断裂。近东西向断裂长达数 10~100km，形成宽数 10m~数 100m 的动力破碎带，其内有不同时期岩浆侵入脉岩充填，具多次活动、性质多变的特征，主要有马超营大断裂、石家坡-银家沟、中黄叶、八宝山正断层等，断裂多形成于晋宁期；北东向断裂不太发育，为平推断层，断裂形成于燕山期，与东西向断裂交汇处有燕山期中酸性小岩体侵入和金属矿产形成。

栾川-确山-固始深断裂带是省内中朝准地台与秦岭褶皱系两个一级构造单元的分界断裂带。呈北西向横贯全省，沿栾川-鲁山-确山

-固始一线分布，向东与安徽省肥中深断裂相连，省内长约 550km。确山以西马超营大断裂、栾川-确山-固始深断裂带、黑沟大断裂、维摩寺-白云山大断裂等四条主要断裂组成，宽约 20~50km，确山东为隐伏深断裂。

马超营大断裂位于深断裂带西没北侧中朝准地台区，呈近东西向展布在卢氏县潘河、栾川县马超营、中营一带，省内长 140km。栾川-确山-固始深断裂位于深断裂带中部，是本深断裂带的主干断裂，省内长 350km。黑沟大断裂位于卢氏县黑沟、栾川一带，省内长 130km。维摩寺一白云山大断裂成北西南向展布在栾川县陶湾、南召县马市坪、方城县维摩寺、泌阳县白云山和确山一带，长 260km。后两大断裂位于本深断裂带南侧秦岭褶皱系内，必构成本深断裂带南界。

断裂带变质作用和混合岩化作用相当强烈，不仅秦岭群发生较强的区域变质和混合岩化，形成深变质岩系、混合岩及混合大理岩，而且熊耳群、官道口群、栾川群、汝阳群、洛峪群及中生代以前侵入岩均发生变质，变质程度达边缘片岩相。

2.3.1.2 区域地层

库区内的地层主要为：第四系地层(库区内尾砂)，坝址及尾矿库区出露的地层主要为第四系全新统坡洪积形成的含碎石粉质黏土及中元古界栾川群(P_{12}^{cl})的白云质大理岩、千枚岩、板岩等，岩石结构均匀，呈致密块状结构，岩性坚硬，整体性较好，结构稳定，岩石风化较弱，岩石完整程度较好。库区地表覆盖层较薄，表层主要为

碎石土、含碎石粉质黏土、白云质大理岩，山谷底部大多为坡积土层覆盖。

2.3.2 尾矿库工程地质条件

2.3.2.1 地层岩性

根据钻探揭露和室内土工试验成果，堆积坝体按尾矿沉积规律和土性指标进行分层，按由上至下的沉积层次依次描述如下：

尾细砂：

青灰色、灰黄色，湿，松散～稍密状态，微层理发育，局部夹薄层尾粉砂，以尾细砂主。主要矿物成份为方解石、长石、石英，次为黑云母、角闪石等。局部分布，仅在第 ZK4，ZK5，ZK6，ZK7，ZK8，ZK9，ZK10，ZK11，ZK12，ZK13，ZK14，ZK15，号孔一带可见；最薄处为 4.70m，见于 ZK5 号孔；最厚处为 39.20m，见于 ZK14 号孔；平均厚度为 18.44m；层面最高处标高为 1305.20m，见于 ZK7 号孔；层面最低处标高为 1285.25m，见于 ZK13 号孔；平均标高为 1297.99m。

②尾粉砂：

青灰色，干时灰色、褐灰色，湿，稍密～中密状态，微层理发育，局部夹薄层尾粉土，以尾粉砂为主。主要矿物成份为方解石、长石、石英，次为黑云母、角闪石等。局部分布，仅在第 ZK1，ZK2，ZK3，ZK4，ZK5，ZK6，ZK7，ZK8，ZK9，ZK11，号孔一带可见；最薄处为 11.30m，见于 ZK2 号孔；最厚处为 37.40m，见于 ZK11 号孔；平均厚度为 19.08m；层面最高处标高为 1303.80m，见于 ZK2

号孔；层面最低处标高为 1271.95m，见于 ZK11 号孔；平均标高为 1294.90m。

③尾粉土：

青灰色，湿，中密状态，干强度低，韧性低，摇振反应强烈。以尾粉土为主，夹较多尾粉砂薄层，局部夹尾粉质黏土。局部分布，仅在第 ZK1，ZK2，ZK3，ZK5，ZK8，号孔一带可见；最薄处为 7.90 米，见于 ZK3 号孔；最厚处为 35.30m，见于 ZK5 号孔；平均厚度为 20.50m；层面最高处标高为 1292.50m，见于 ZK2 号孔；层面最低处标高为 1258.85m，见于 ZK8 号孔；平均标高为 1282.92m。

④尾粉质黏土：

青灰色，软塑状态，干强度中等，韧性中等，摇振反应无。以尾粉质黏土为主，夹较多尾粉土薄层，局部夹尾粉砂。局部分布，仅在第 ZK2，号孔一带可见；最薄处为 17.60m，见于 ZK2 号孔；最厚处为 17.60m，见于 ZK2 号孔；平均厚度为 17.60m；层面最高处标高为 1267.20m，见于 ZK2 号孔；层面最低处标高为 1267.20m，见于 ZK2 号孔；平均标高为 1267.20m。

⑤碎石(初期坝)：

杂色，稍密，主要成份为白云质大理岩、绢云母板岩等组成，该层为人工堆积而成，最大揭露厚度 54.7m。

⑥含碎石粉质黏土：

棕黄色，浅棕红色，可塑，孔隙发育，含少量碎石，角砾粒径 0.3~3.0cm，光泽反应稍有光滑，摇振反应无，干强度中等，韧性中

等，碎石含量分布不均，含量 3~20%，局部含量较高，碎石呈棱角状，分选较差，碎石岩性主要为板岩、白云质大理岩；该层主要分布在尾矿堆场底部；局部分布，仅在第 ZK1, ZK2, ZK3, ZK4, ZK5, ZK6, ZK7, ZK8, ZK9, ZK10, ZK11, ZK12, ZK13, ZK15, ZK20, 号孔一带可见；最薄处为 0.80m，见于 ZK6 号孔；最厚处为 2.80m，见于 ZK2 号孔；平均厚度为 1.55m；层面最高处标高为 1283.89m，见于 ZK3 号孔；层面最低处标高为 1195.70m，见于 ZK20 号孔；平均标高为 1260.31m。

中风化白云质大理岩：

灰白色、褐灰色，细粒变晶结构，厚层状构造。裂隙发育，岩石多呈 10~20cm 块状，岩心多呈短柱状，锤击声脆。表层多见强风化，厚度 0.3~0.5m；该层最大揭露厚度 5.40m，未揭穿。

①~④层为尾矿，⑤层为初期坝，⑥~⑦层为自然沉积地层，各地层分布及地层结构见《工程地质剖面图》、《钻孔地质柱状图》。

2.3.2.2 不良地质作用

1、活动断裂

根据区域资料结合本次勘察工程地质调查，尾矿库区内未发现活动断裂。

2、危岩和崩塌

由于尾矿库在修建进库、环库道路施工期间对坡体进行了开挖，形成高陡的岩质边坡，因此，不时出现岩体崩塌掉落的现象，建议对加强沿线的巡查，并定期进行清理。

3、不稳定边坡、滑坡

矿库区内未发现滑坡体，目前整体处于相对稳定的状态。库区大部分范围均为基岩裸露区，但由于修建进库道路，在进库道路及截洪沟开挖的边坡沿线见有小范围的岩体崩塌，局部见有松散体滑落。建议对进库道路沿线加强排查工作，及时清理滑落碎石体。

4、泥石流

尾矿库区范围内第四系土层薄，库尾两侧均为基岩，发生大规模泥石流的可能性不大。

2.3.3 物理力学指标

2.3.3.1 尾矿土的物理力学指标

根据室内土工试验成果，将各尾矿土的物理力学性质指标进行了统计。其结果见表 2.3-1。

各层土物理力学性质指标统计表 表 2.3-1

层号	统计项目	天然含水量 W (%)	天然重度 r (KN/m ³)	干重度 r _d (KN/m ³)	比重 G _s	孔隙比 e	饱和度 S _r (%)	孔隙度 n (%)	内摩擦角 φ (°)	粘聚力 (Kpa)
尾细砂	频数	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	最大值	26.0	18.9	15.7	2.70	0.800	88	44	34.0	8.9
	最小值	18.7	18.6	15.0	2.66	0.699	71	41	31.0	8.1
	平均值	22.8	18.7	15.2	2.68	0.756	81	43	32.9	8.6
	标准差	2.490	0.103	0.257	0.011	0.034	5.778	1.126	0.899	0.215
	变异系数	0.109	0.006	0.017	0.004	0.045	0.071	0.026	0.027	0.025
	修正系数	1.047	0.998	0.993	0.998	1.020	1.031	1.011	0.988	0.989
尾粉砂	频数	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	最大值	27.1	19.1	15.1	2.71	0.808	91	45	31.0	9.2
	最小值	24.9	18.6	14.8	2.67	0.784	85	44	28.0	7.9
	平均值	26.3	18.9	15.0	2.69	0.798	89	44	29.8	8.9

	标准差	0.685	0.141	0.073	0.011	0.007	2.029	0.228	0.752	0.341
	变异系数	0.026	0.007	0.005	0.004	0.009	0.023	0.005	0.025	0.038
	修正系数	1.011	0.997	0.998	0.998	1.004	1.010	1.002	0.989	0.983
尾 粉 土	频数	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	最大值	27.5	19.3	15.1	2.73	0.824	94	45	29.0	10.5
	最小值	26.7	18.9	14.9	2.70	0.795	89	44	26.0	8.7
	平均值	27.2	19.1	15.0	2.71	0.806	92	45	27.8	9.6
	标准差	0.258	0.116	0.078	0.009	0.007	1.290	0.213	0.862	0.514
	变异系数	0.009	0.006	0.005	0.003	0.009	0.014	0.005	0.031	0.054
	修正系数	1.004	0.997	0.998	0.999	1.004	1.006	1.002	0.986	0.975
尾 粉 质 黏 土	频数	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	最大值	27.9	19.4	15.2	2.74	0.809	95	45	18.0	10.5
	最小值	27.5	19.2	15.1	2.72	0.801	93	44	16.0	9.8
	平均值	27.7	19.3	15.1	2.73	0.805	94	45	16.8	10.2
	标准差	0.176	0.082	0.062	0.008	0.003	0.692	0.087	0.753	0.243
	变异系数	0.006	0.004	0.004	0.003	0.004	0.007	0.002	0.045	0.024
	修正系数	1.005	0.997	0.997	0.998	1.003	1.006	1.002	0.963	0.980

2.3.3.2 各层土的固结试验结果统计

为评价尾矿土的压缩性,对其 100~200 KPa 压力段的压缩系数、压缩模量进行统计,统计结果见表 2.3-2

各层土的固结试验结果统计表 表 2.3-2

指标	统计项目	尾细砂	尾粉砂	尾粉土	尾粉质黏土
a_{1-2} (MPa ⁻¹)	样本数	17	17	15	6
	最大值	0.34	0.38	0.41	0.27
	最小值	0.24	0.25	0.25	0.24
	平均值	0.29	0.30	0.30	0.26
E_{s1-2} (MPa)	样本数	17	17	15	6
	最大值	7.5	7.2	7.2	7.5
	最小值	5.2	4.7	4.4	6.7
	平均值	6.1	6.1	6.0	7.1

2.3.3.3 标准贯入试验

根据标准贯入试验结果,经数理统计得尾矿砂的标准贯入试验击数标统计值列于 2.3-3 表。

标贯试验成果统计表 2.3-3

层 号		统计数	最大值	最小值	平均值
①	实测值	17	25.0	5.0	12.4

	修正值	17	16.4	5.0	9.6
②	实测值	17	30.0	3.0	17.0
	修正值	17	17.5	3.0	11.4
③	实测值	15	29.0	7.0	19.6
	修正值	15	17.6	5.6	12.3
④	实测值	6	26.0	17.0	21.3
	修正值	6	15.2	11.0	13.1

2.3.3.4 渗透性

据本勘察资料分析, 结合相关工程经验, 确定堆场尾矿土及天然土层的综合渗透系数 $K(\text{cm/s})$ 见表 2.3-4。

各层土的渗透系数表 2.3-4

层号	①	②	③	④	⑤初期坝	⑥	⑦
渗透系数 ($K(\text{cm/s})$)	1.0×10^{-3}	3.1×10^{-4}	1.2×10^{-4}	3.3×10^{-6}	3.6×10^{-2}	2.6×10^{-3}	1.4×10^{-4}

2.3.3.5 岩土参数可靠性与适宜性分析

1、本次勘察取样、原位测试、室内土工试验均执行现行相关规程、规范。按照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)第 14.2 节要求进行岩土试验参数的统计分析。

2、现场室内土工试验所用土试样均为 I 级土试样, 由于尾矿沉积在空间上的复杂多变性, 水平向微层理发育, 垂直方向颗粒分布变异较大。

3、本次勘察测试取得的工程特性指标, 基本反映了岩土在特定条件的状态, 满足岩土工程设计计算参数的要求。

2.3.4 场地水对建材的腐蚀性评价

按照 GB50021-2001 规范附录 G, 河南省干燥指数小于 1.5, 属

于湿润区，库区场地环境类别属Ⅱ类。

根据当地经验及区域资料判定：场地地下水对混凝土结构微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性；对钢结构具微腐蚀性。

2.3.5 地震效应

本区在大地构造位置上处于华北地台南缘，洛南—栾川台褶带、卢氏—栾川陷褶断束区中部，在区域地震上位于汾渭地震带及华北地震带南端。自太古代基底形成以来，本区即处于长期裸露的正性状态。太古代末期、古元古代～中元古代及燕山期地壳剧烈活动，岩浆活动频繁，新生代以后趋于稳定。区内新构造运动以垂直上升为主，不存在发震构造。

2.3.5.1 地抗震地段划分

库区场地位于伏牛山西段北坡，属豫西南中～低山区，处于山间岩石和山麓斜坡堆积双重地貌单元之上，地势呈北高南低，场地及附近不存在全新活动断裂、泥石流、崩塌、溶洞等不良地质作用。场地新近覆盖层较薄或缺失，属稳定岩石类型，该场地为抗震有利地段。

2.3.5.2 抗震设防烈度的划分

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)附录 A，洛阳市栾川县抗震设防烈度为 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。

2.3.5.3 地震液化和震陷

按《构筑物抗震设计规范》(GB50191-2012)4.3.1 条及 4.4.1 条规定,本场地属Ⅵ度区,场地土层可不考虑液化及震陷的影响。

2.3.6 坝体稳定性分析

2.3.6.1 堆积坝体渗流特征及浸润线

2.3.6.1.1 尾矿坝的渗流特征及浸润线

尾矿坝地下水渗流状态为控制坝坡稳定性的决定性因素。因此,尾矿库地下水渗流状态的可靠分析与评价是尾矿库工程研究的关键。本尾矿坝在尾细砂、尾粉砂堆积层中的渗流主要表现为受重力流动引起的梯度控制。影响渗流状态的因素主要有:沉淀池水位置、所排放尾矿的横向和垂向渗透性变化、尾矿沉积层的各向异性、库区边界条件。

1、沉积滩长度的影响

沉淀池水相对于坝址的位置即出露的尾矿沉积滩长度(L)是影响地下水位的最重要因素。根据本次勘察结果,本尾矿库沉积滩长度与坝高比 L/H 约为 2.1,沉积滩长度较长,不存在危险的地下水位。

2、各向异性的影响

一般各向异性对上游型坝地下水的影响比其它因素的影响小。实际观察结果也证明,坝内渗流基本上是水平的,因为对水平分层不敏感。然而,如果地下水位出现在坝面上或靠近坝面,即便地下水位较小的升高,都可能导致坝面上很高的“湿痕”上移。坝面上

的饱和带可能引起沼泽化问题，进而损害整个坝体的稳定性。本尾矿坝在坝体中设置的排渗设施，已有效降低了浸润线。

3、边界条件的影响

渗流的边界条件、特别是基础的渗透性和初始坝的渗透性对地下水位有重大影响。本尾矿库初期坝为透水堆石坝，初期坝整体渗透性较好，对降低坝体渗流水位贡献较大。

2.3.6.1.2 浸润线

为进一步了解坝体内浸润线的位置和变化情况，本次勘察在堆积坝坡设置了 3 个钻孔并进行浸润线观测。勘察期间测得观测孔内浸润线埋深见下表 2.3-5：

勘察期间测得观测孔内浸润线埋深表 表 2.3-5

日期 孔号	2024. 10. 25		
	孔口标高	埋深(m)	标高(m)
ZK8	1305. 15	16. 0	1289. 15
ZK11	1297. 45	17. 4	1280. 05
ZK14	1285. 30	26. 4	1258. 90

根据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)，尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深要求如下表：

堆积坝高度 H	$H \geq 150$	$150 > H \geq 100$	$100 > H \geq 60$	$60 > H \geq 30$	$H < 30$
浸润线最小埋深	10~8	8~6	6~4	4~2	2

注：任意高度堆积坝的浸润线最小埋深可用插入法确定。

根据实测堆积坝浸润线埋深数据，满足规范要求。但随着坝体的升高，还需采取新的排渗系统及措施。

2.3.6.2 坝体变形监测

在初期坝顶及两侧山坡上设置了两组共 5 个位移观测桩，初期坝顶 3 个，初期坝坡两岸山坡各 1 个，位移观测桩规格：0.6m×0.6m×0.6m，中间插入直径 25mm 螺纹钢，顶部刻画“+”字。

根据企业提供的在线监测及人工观测记录，观测时间为每月观测一次，根据观测结果尾矿库初期坝位移量相差不大，坝面位移均在正常，位移量在规范允许范围内。

2.3.6.3 库岸稳定性评价

经现场调查及相关的资料分析，库区内裸露的岩石主要以白云质大理岩为主，库区内未发现断裂带通过，初期坝基处岩石裸露，岩石质地较坚硬，库区地表覆盖层较薄，地表植被茂盛；总之，坝基及库区范围内未发现影响其运行稳定的不良地质作用，目前库区及坝基处于稳定状态。

2.3.7 结论

1、根据本次勘察结果，库区存在的断层系区域大断裂更低序次断层，属于非工程性发震断裂，对库区的稳定未构成大的影响；库岸基本稳定，未见其他不良地质作用，场地基本稳定。

2、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)有关规定，场地抗震设防烈度为 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；建筑

场地按构造活动性、边坡稳定性和场地地基条件综合评价为对建筑物抗震有利地段；该建筑场地类别为III类，栾川县抗震设防烈度为6度，设计基本地震加速度为0.05g，设计地震分组为第一组，场地特征周期为0.45s。

3、根据附近水质分析资料判定：场地地下水对混凝土结构微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性；对钢结构具微腐蚀性。

4、初期坝为碾压式土石加筋透水坝，初期坝两侧坝肩修筑有坝肩截水沟，初期坝坝肩截水沟为浆砌石结构，断面为矩形。初期坝下游坡面采用岩块石铺面，坡面整齐，未见有凹陷等不良状况。现场观察，坝基无沉降、塌陷现象；坝基无纵横裂缝、变形、无明显位移；坝肩与岸坡结合部位无裂缝、变形现象。

5、尾矿库采取上游式筑坝，现堆积坝顶标高为1305m，堆积坝高为28m，共堆筑7级子坝，子坝外坡均已覆土种草，堆积坝整体外坡比为1:5.05。勘察期间，未见有沼泽化、塌陷等不良地质现象。

6、排洪系统主要由排水系统为排水井-排水支隧洞-排水主隧洞，排洪系统工作正常。

7、目前库岸基本稳定，在现有边坡平衡状态的条件下，尾矿库堆高不会对岸坡稳定带来不良影响。

2.3.8 建议

1、后期尾矿库运行过程中，应加强对库区的巡查，加强变形监测工作。随着堆积坝体加高，建议增设新的排渗设施降低坝体浸润

线。

2、根据《尾矿堆积坝岩土工程技术规范》(GB50547-2022)及《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)等有关规范规程及前期勘察成果资料,场地各地层的工程特性指标建议采用表 10-1 数值。尾矿库稳定性计算复核时,可按表 10-1 中所提相关参数进行计算。

3、坝内沉积滩长度的变化对坝体浸润线高度有显著影响,而合理的放矿方式和浓度,提高沉积滩坡度,有利于延长沉积滩长度,降低坝体浸润线,提高坝体稳定性。

4、汛期来临前应放低库内水位,留足干滩长度,保证尾矿库安全渡汛。

5、经现场查看,排水井及排水涵洞无变形、损坏、坍塌、淤堵等不良现象。排水系统运行状况良好。

6、尾矿细粒含量较高,为了有利于排水固结,现场应尽量调整放矿参数(如浓度、矿浆流速等)及加强放矿管理,采用间断放矿、分段放矿等多种办法,同时控制坝体筑坝速率。

7、随着尾矿堆积坝的增高,应加强长期变形观测及浸润线观测工作,做到专人、专用仪器、定期或在必要时不定期(气候急剧变化时,增加观测次数)进行专项观测,做到信息化、科学化管理。

8、建议企业对尾矿坝加强监测和管理,并制定相关的危险事故处理应急预案。在雨季,应实时监测水位变化及坝体变形情况,注意初期坝及堆坝体坡面的保护工作,制定洪水易发季节和地震条件下应急预案。

2.4 尾矿库设计概况

2.4.1 初步设计《安全专篇》概况

2010 年 10 月，企业委托山东金都工程设计咨询有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司清和堂尾矿库(楼房沟尾矿库)安全设施设计》，并与 2011 年 1 月 26 日取得了设计批复，现将主要内容摘录如下：

2.4.1.1 尾矿基础资料

- (1)选矿工艺流程：单一浮选
 - (2)选矿厂生产规模：3000t/d
 - (3)选矿厂工作制度：300d/a，3 班/d，8h/班
 - (4)尾矿产率：98.6%
 - (5)排出尾矿量:2958t/d，88.74 万 t/a (56.5223 万 m³/a)
 - (6)尾矿粒度组成:-200 目占 60%
 - (7)尾矿浆重量浓度：30%
 - (8)尾矿浆水固比：2.33
 - (9)尾矿浆密度：1.24t/m³
 - (10)日排尾矿浆体积：7950m³；
 - (11)尾矿真比重：2.8t/m³；
- 尾矿堆积干容重：1.57t/m³；空隙比：e=0.92
- 凝聚力 4KPa 内摩擦角：30°

经计算，该尾矿库初期、中期和后期沉积滩坡度分别为 1.21%、

1.04% 和 1.00%。设计考虑尾矿库的调洪安全和尾矿工管理方便，经综合分析该尾矿库沉积滩平均坡度取 1%。

澄清距离经计算 $L=100.3\text{m}$ ，取 $L=101\text{m}$ 。

2.4.1.2 尾矿库库容、等别、服务年限

尾矿库达到堆积坝终期标高 1385m 时，总坝高 160m，全库容 $961.999\times 10^4\text{m}^3$ ，有效库容 $769.599\times 10^4\text{m}^3$ ，可满足企业 13.6 年的服务年限。下游无重要的设施，尾矿库等别为三等库。

2.4.1.3 初期坝

(1)结构

初期坝坝顶宽 4m，坝顶标高 1273m，坝体轴线处坝低标高为 1225m，坝轴线长 95.393m。设计初期坝内坡坡比为 1:1.7，外坡比为 1:1.8，在外坡 1213m、1225m、1237m、1249m、1261m 标高各布置一马道，马道宽度 1.5m，坝顶面及坝外坡均采用干砌块石护坡，厚 0.4m。

(2)踏步

在初期坝坝外坡设置上下坝坡踏步台阶，踏步宽度为 600mm，每个台阶步宽 270mm，高 150mm，均为干砌石结构。

(3)排渗

初期坝已确定采用透水堆石坝，在初期坝底部布置坝基础座。坝基础座：在已清除地基到基岩的初期坝底部，铺设 2m 厚块度在 400mm~600mm 的大块石层，块石之间用碎石充填，在坝体内坡脚与斜卧排渗层(反滤层)相连。

在初期坝内坡设置斜卧排渗层(反滤层),在初期坝内坡面自下层到上层为①层用 $d=20\sim 100\text{mm}$ 砾石(碎石)铺设坡面,厚度为 200mm ;②层用 $d=0.2\sim 5\text{mm}$ 粗砂平整坡面,厚度为 100mm ;③层铺设透水土工布一层,规格 500g/m^2 ;④层用 $d=0.2\sim 50\text{mm}$ 砂砾石覆盖土工布,厚度为 200mm ;⑤最后保护层采用干砌大块毛石护坡,厚度为 400mm 。

(4)排渗盲沟

在初期坝底设置一排渗盲沟,排渗盲沟规格为 $(1.0\sim 2.0)\text{m}\times 1.2\text{m}$,排渗盲沟内用鹅卵石填实,排渗盲沟不能有反坡现象。排渗盲沟将渗水导入坝脚排水沟,坝脚排水沟规格为 $1.0\text{m}\times 1.2\text{m}$ 。

(5)坝肩截水沟

在初期坝和两岸山坡结合处的山坡上顺自然地形地势设置坝肩截水沟,截水沟为浆砌石结构,断面规格为 $1.2\text{m}\times 1.3\text{m}$ 。

2.4.1.4 堆积坝

(1)尾矿排放

尾砂筑坝采用坝前分散放矿上游法筑坝方式,利用冲积法进行筑坝,冲积法筑坝由放矿段、晾干段、筑坝段交替进行。为使尾矿冲积坝有较高的抗剪强度,各放矿口冲积粒度一致,并使冲积滩上无矿泥夹层,矿浆管沿着坝轴线敷设,放矿支管沿坝坡敷设进行坝前分散均匀放矿。尾矿排放:尾矿输送主管沿尾砂坝轴线敷设,4根矿浆支管管径为 $\text{DN}180$,垂直于主管铺设,横向间隔为 10m ,支管向库内沿坝坡铺设。在最初期放矿时,为避免矿浆冲刷坝体内侧铺

设的土工布反滤层,需把放矿支管(铠装橡胶管或塑料管)延伸至坝内坡脚处,待初期坝堆满后,再采用沿坝轴线轮流交替分散放矿作业。

(2)坝体堆筑

当初期坝堆满时,尾矿堆积坝采用人工或机械方式堆筑,利用坝前干滩的粗尾矿砂堆筑子坝,人工平整坝前尾砂面,按每层 0.5m 厚分层碾压或夯实。叠层堆筑尾砂坝每级子坝顶宽 2.5m,高 2m,上游坡比 1:2.5,下游坡比 1:3.5,整个坝外坡坡比为 1:5,当一级子坝堆满时,待坝前尾矿砂堆至一定高度时,人工或机械修筑下一级子坝,然后把矿浆管移至新子坝向库内放矿,依次堆至最终坝顶。

(3)结构

尾矿堆积坝筑坝时要将岸坡的树木、草皮、树根等全部清除,若遇泉眼、洞穴等应妥善处理。清除杂物不得就地堆积,应运到库外适当地点。岸坡清理应作隐蔽工程记录,经主管技术人员检查合格后方可充填筑坝。堆积坝在堆积过程中,分别在 1273m(初期坝顶)、1279m、1285m、1291m、1297m、1303m、1309m、1315m、1321m、1327m、1333m、1339m、1345m、1351m、1357m、1363m、1369m、1375m、1381m 标高各留 1 条宽 4m 的马道,并预埋排渗管,修筑马道排水沟。马道排水沟规格为 0.5m×0.6m,钢筋混凝土结构,混凝土厚度为 150mm,钢筋为 HRB335 螺纹钢筋,钢筋直径为 10mm。

堆至 1385m 时为最终一级子坝,顶宽 20m 向库内方向坡降 1%,最终堆积坝高 112m,总坝高 160m,堆积坝下游坡面平均坡比为 1:5.0。在尾矿坝下游坝面坡覆土种草,覆土厚度不低于 0.4m。

(4)排渗

设计采用多种排渗方法进行联合排渗。

一、堆积坝水平排渗管

随着尾砂坝的堆高，库内的浸润线也不断抬高，为防止库内渗水穿透尾砂坝，防止坝体液化，保持坝体稳定，在堆积坝内设置排渗管的排渗设施。

从初期坝顶开始，确定每堆 3 级子坝(垂高 6m)留一条马道，预埋一排水平排渗管，排渗管为 DN100PE 管，排渗管水平间距为 10m，单根长 100m，铺设坡度 2%左右从库内坡向马道排水沟。排渗管的出口端 10m 不钻孔，其余在坝体尾砂内部分的 PE 管上部(上半圆)钻孔(孔径 10mm，间距 50mm，交错排列成梅花状)，钻孔管段外表面包裹 400g/m²土工布一层，并将伸入坝体内管口堵死。渗出水通过排渗管导入相应马道排水沟，马道排水沟与坝肩截水沟相连，构成了完整的坝面排水系统。

二、排渗席垫

堆积坝每升高 12m，即在 1273m、1285m、1297m、1309m、1321m、1333m、1345、1357m、1369m 标高的水平排渗管端前 21m 处设置水平排渗席垫，排渗席垫沿库纵伸方向铺设长度 25.5m，横向方向铺设宽度和库横向宽度一致，席垫厚度为 20mm，排渗席垫渗水、通过耐压管排至马道排水沟。

三、排水井封堵排渗

排水井封堵时，在排水支隧洞和主隧洞连接端以及和排水井连

接端封堵时，分别埋设 6 根直径为 100mm 的 HDPE 排渗管，以增加尾矿库的排渗效果。

(5)排水沟

排水沟包括坝肩截水沟和马道排水沟。随着堆积坝的延伸，在初期坝和堆积坝两坝肩和两岸山坡结合处的山坡上顺自然地形地势设置坝肩截水沟，从终期坝顶向下与初期坝的坝肩截水沟相接，其作用是排出渗水和截排山坡雨水，防止渗水和雨水直接冲刷坝坡面。截水沟为浆砌石结构，坝肩截水沟断面规格为 $1.2\text{m} \times 1.3\text{m}$ 。其沟底标高要求低于横向马道排水沟底 700mm。

坝肩截水沟要在靠近坝肩的山坡上修筑，截水沟底板要清至基岩，截水沟坡度不大于 30° 。

马道排水沟可将坝面雨洪水排至坝两侧的坝肩截水沟，流至坝外，防止雨洪水冲刷坝面，马道排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，规格为 $0.5\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，沟底坡向两侧坝肩截水沟，坡度为 1%。

2.4.1.6 排洪系统

库内采用排水井+排水隧洞的排水型式。

(1)主隧洞

设计在右侧(西侧)山体内开凿隧洞，洞底平均坡降为 11.8%，其断面尺寸宽 $\times$ 高= $2.8\text{m} \times 3.0\text{m}$ ，为三心拱形，直壁高 2.067m，拱高 0.933m。

(2)排水井

主排水隧洞布置在沟西侧的山体内，沿沟底布置 8 个框架式排

水井，8个支隧洞与主排水隧洞用曲率半径为15m的曲线段连接，排水主隧洞规格为2.8m×3.0m，支隧洞1#~8#规格为2.8m×3.0m，排水支隧洞和主隧洞均为三心拱形。排水主隧洞入口和排水支隧洞出口要掘至稳定基岩边坡或作洞脸衬砌处理，同时保证洞顶有5m厚的稳固原岩岩层。在库区主沟底部间隔119m~150m布置8个排水井，排水井和支隧洞用钢筋混凝土涵洞连接。

排水井均采用柱圆形挡板式框架钢筋混凝土结构，井柱采用T形结构，挡板采用宽230mm高120mm圆弧形结构。排水井井座用500mm厚的C30钢筋混凝土和100mm厚的M15水泥砂浆垫层。框架井与框架井进水段之间保证有1.0m以上的重叠高度，最后一个框架井顶部比最高洪水位高1.0m。框架井挡板之间用M10水泥砂浆胶结并勾缝，之后用土工布裹严，外部用扎丝扎牢，以防止漏砂。2#、3#、4#、5#框架井采用直径为5m的12柱框架井，1#、6#、7#、8#框架井采用直径为4m的8柱框架井。

(3)消力池、回水池

排水隧洞出水口设置消力池兼作回水池，消力池结构为浆砌块石，其规格为30m×12m×2.5m，其中长30m，宽12m，深2.5m，其容积为900m³，可满足选厂3.22小时用水量，回水池中的澄清水通过回水管道自流入选厂继续使用。消力池用M10水泥砂浆砌M40块石，内侧和表面用M10水泥砂浆勾缝并抹面。

2.4.1.7 人工监测设施

该尾矿库为三等库，需要进行坝体位移观测、浸润线观测和库

区水位观测设计。

(1)坝体位移观测设施

尾矿库坝体垂直位移采用水准测量的方法观测，坝体水平位移采用视准线法进行观测或精密全站仪坐标观测。

①观测点

设计在初期坝马道 1213m、1237m、1261m 标高分别布置 2 个观测点，在 1273m(初期坝顶)标高布置 3 个观测点，在堆积坝马道 1279m、1291m、1303m、1315m、1327m、1339m、1351m、1363m、1375m 标高分别布置 3 个观测点。观测点可以用 1~2m 长、边长为 200mm 的矩形柱体钢筋混凝土观测桩埋设或现场预制而成。

②观测基点

在初期坝和堆积坝每条观测轴线延长线上合理位置布置 3 个观测基点，其中一个要尽量布置在和坝顶观测轴线高差最小的合理稳固位置，其他 2 个可以布置在通视良好的稳固而又方便观测的地点。观测基点可以用和观测点一样的观测桩，也可以在山坡稳固岩石上刻十字代替。

(2)浸润线观测设施

设计在堆积坝 1279m、1291m、1303m、1315m、1327m、1339m、1351m、1363m、1275m 标高分别在坝体最弱部位(即主河道正上方)和两侧合理地点分别布置两个观测孔。

浸润线观测孔采用 20m 长 DN32mm 的无缝钢管，管下端口进行封堵，留有 0.2m 长不钻孔，接着钻孔段 19.5m 长外包土工布，并

用铁丝扎牢，土工布规格为 400g/m²。上部 0.3m 长不钻孔。

观测水位仪器采用测深钟或自制铅锤测试。

(3)水位观测设施

在库内排水井上的适当位置设置水位标尺刻度，标尺刻度要求清晰醒目。按相关规定要求进行水位观测并详细记录，尤其是汛期要严格控制洪水的水位，确保最小安全超高，同时满足最小干滩长。发现异常情况及时采取有效措施处理，消除隐患。水位超警戒线要及时报警。

(4)干滩标高检测

干滩标高的测量不同于其他点标高的测量，这是由尾矿坝自身的运行特点决定的，随着尾矿坝的不断填筑加高，滩顶标高和设计最高洪水位下允许达到的干滩标高是两个动态变化的指标，因此，不能在某一位置架设坚固的不能移动的标高监测设备。可以由测量人员放样，在堆积坝特征点设置醒目堆积坝标高测尺，尾矿工可以根据设计标高和位置对堆积坝堆筑进行现场指导，尾矿库监控人员也可以在监控显示屏上对堆积坝堆筑进行跟踪并定期监测尾矿坝滩顶标高和设计最高洪水位允许达到的干滩标高。该方法灵活简便、具有较高的精度、利于位置变化。

(5)视频监控

在尾矿库安全监测系统中，为了实时掌握尾矿库库区的情况和运行情况，通常在滩顶、排水井、下游坝面以及进入库区的路口设置照明和视频监控设备，以满足准确清晰把握尾矿库运行状况的需

要。

2.4.1.8 尾矿库安全检测监控

设计利用现代先进的测量仪器和高新科学技术结合尾矿库失稳监测系统，经简化后，采取以下监测程序。

(1)设置变形观测点、浸润线观测孔和库内水位检测尺。

(2)配置一台 TPS-751 全站仪及配套工具、一台 DSZ-2 级水准仪及配套工具、2×28 光缆 2000m 摄像镜头、计算机一台和显示器三个。

(3)在观测轴线的观测基点上面安置全站仪，进行各观测点的坐标观测，观测 6 测回，并储存数据。

(4)在观测轴线的观测点和观测基点上面安置水准仪，进行高程测量，观测三遍，并储存观测数据。

(5)在初期坝上面朝向初期坝下游和上游分别安置摄像镜头，使镜头能够看清尾矿库下游和上游库区全貌，并能够看清放矿过程和能够判断干滩相对长度或高程。

(6)在排水系统上游进水口安置一个摄像镜头，使能够看到尾矿库水位高度和警戒水位位置。

(7)在每个摄像镜头前方要设置投光灯，使情景清晰。

(8)将测量数据传输至计算机，利用安全检测软件进行数据处理。

(9)变形观测超限和警戒水位超高，马上启动黄色预警和红色报警，如果是红色报警，立即启动紧急救援预案。

(10)观测频数按照正常运行期每星期一次，在洪水运行期进行必

要的实时观测。在以下几种情况下要增加测量频数：

1)地震以后或久雨、暴雨之后； 2)变形量显著增大时； 3)渗水量显著增大时； 4)库水位接近最高水位时； 5)在坝体上进行较大规模的施工之后。

(11)建设尾矿库管理站一座，管理站包括值班室、材料库、监控室、寝室、车库、膳房、厕所，合计 229m²，其中材料库配置应急救援材料铁锹、编织袋、镐、土工布、麻绳、大锤等，车库配备铲车和挖掘机各一台，监控室配置监控中央处理器一台、显示器三台、电脑桌三张、办公椅 5 把等，值班室和寝室配置值班人员所需要的器具和生活用品等。监控室 24 小时有人值班，对测量结果即时输入电脑并即时回报、预警或警报。该简易观测预警系统避免了传统的观测方法观测困难、计算繁琐、误差较大、结果迟缓的弊端，同时又避免了尾矿库失稳监测系统的投资太高、安装困难、仪器容易损坏和丢失的缺点。却达到了和尾矿库失稳监测系统同样的目的，而且在监控室随时能够看到尾矿排放情况和尾矿库水位情况以及尾矿库的全貌。

2.4.1.9 道路

(1)上坝道路

尾矿库的建设、运行、维护和管理需要人行和车辆道路，尾矿库的物资配送、救援物资和人员的应急运送等需要交通道路，该尾矿库为三等库，库容较大，坝体较高，所以该库的道路及交通运输显得尤为重要。上坝道路沿初期坝坝脚中点至初期坝坝顶中点连线，

在初期坝下游坝面布置一条宽 1m，台阶高 0.15m，台阶宽 0.28m 的浆砌石台阶式上坝道路，两条马道之间的上库道路为上一层马道外沿与下一层马道内沿连接。

(2)库区道路

①回水隧洞通道

尾矿库建设初期，该尾矿库的回水隧洞可以首先施工完毕，该回水隧洞断面规格为 2.2m×2.8m 三心拱形，可以作为人行和三轮车通道，方便尾矿库建设时期的物资运送和行人。设计要求通过隧洞的三轮车车身宽度不得大于 1.5m，车身高度不得大于 2.3m，并严格按照《道路交通安全法》进行行车和管理。

②行车道道路

为了保证安全生产和抢险救援时道路的通畅，设计建议建设单位施工进入库区的行车道路，以方便尾矿库运行期的管理和物资运输以及在尾矿库出现险情时应急救援物资的运送。

设计组通过实地勘察，认为库区道路可以在从尾矿库沟口公路上行至园石沟和头道沟交叉处，上楼房沟的人行小路的山谷内进行修筑盘山公路，设计要求企业按照矿山支道公路标准进行修筑，需要修筑的道路长度约 1200m。

道路修筑的具体方案如下：

①从修筑库区道路的沟口上行至较高处进行回头盘山进入该山谷内；

②首先处理削壁浮石以及可能造成滑坡、塌方、落石的山坡面；

- ③盘山道挖方填方要合理稳固，不可有此生灾害发生；
- ④解决好山谷排水问题，不可使洪水来时冲毁道路；
- ⑤道路路面宽度为 3.5m，适当地点预留错车道；
- ⑥由于该盘山道路大部分座落在基岩上，填方设计要求用石方与碎石混铺；
- ⑦设计要求修筑水泥混凝土公路，水泥混凝土厚度为 210mm；
- ⑧道路坡度不得大于 9%，停车视距大于 15m，会车视距大于 30m，弯道曲率半径大于 15m，回头曲线停车视距大于 20m，会车视距大于 40m。
- ⑨在危险地段设置安全警示标志和防撞墩。
- ⑩当挖方需要爆破时，炸药的领取、使用、贮存要按照相关标准进行管理；
- ⑪爆破工要由有爆破资格证的爆破员担任；
- ⑫爆破时公路两端及四周要进行安全警戒，防止飞石伤人；
- ⑬由于该山谷山坡较陡，所以施工及运输车辆一定要校好制动车装置，防止以外事故发生。

2.4.1.10 回水

该选厂日排尾矿量为 2958t，尾矿浆水固比为 2.33:1，日排尾矿废水 6902 考虑到废水在尾矿库少量的自然蒸发和尾矿砂之间的空隙存水，排出库外的废水约占废水量的 80%，则回水量为 $5522\text{m}^3/\text{d}=230\text{m}^3/\text{h}$ 。设计确定尾矿库澄清水全部返回选厂再利用，不外排，基本实现零排放，达到节约用水，保护环境，充分利用水资源

源。

尾矿库澄清水通过排水井—隧洞—回水池—回水隧道排至选厂高位水池，再有排渗设施渗出水通过马道排水沟—坝肩截水沟排至初期坝下游，还有透水初期坝渗出水等，所以在初期坝下游设置900m³回水池(消力池)回收尾矿水。可满足3.1小时回水供水量，回水池结构采用钢筋砼或水泥砂浆砌块石并作防渗处理。如果回水隧道和消力池连接困难，消力池可以建设成拦水坝型，但其容积不可变小，功能不能改变，并且其最高水位不可高于初期坝坝脚排水渠底板。流入坝下游回水池的澄清水，再通过自流至选厂高位水池，返回选厂再用。回水管路采用一条直径299mm钢管与尾矿输送陶瓷耐磨管管道同路铺设回水隧道施工要求和排水隧洞要求相同。回水管路和输送管路采用壁挂式，用直径为28mm的圆钢托钩通过锚杆固定于隧道墙体上部。选厂至尾矿库的照明及动力线路通过回水隧道布设至尾矿库管理站，照明线路采用MKVV铠装4×16电缆，用直径为10mm的钢筋挂钩通过锚杆形式悬挂于隧道顶板。

2.4.2 安全设施设计变更

2022年4月，河南省冶金规划设计研究院有限责任公司编制完成了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库工程安全设施变更设计》，批复号：洛应急审批非煤[2022]11号。

2.4.2.1 设计变更原因

(1)设计变更原因

①测量误差

原设计采用 1:2000 地形图，精度不够，根据企业提供的最新实测 1:1000 地形图，局部地形与原设计稍有误差；

②施工调整

在施工过程中，初期坝、排水井、排水支隧洞和主隧洞等位置及高程需要根据该库实际地形进行调整；

③标准变化

由于新的《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013, 2013.12.01)和《尾矿库安全规程》(GB39496-2020, 2021.09.01)已颁布实施，本次变更设计根据新的标准规范要求进行了变更。

(2)变更设计范围

①周边环境情况变化；

②初期坝及其附属设施变更；

③排水井、排水支隧洞、主隧洞的变更；

④排渗设施的变更；

⑤总库容及服务年限的变更；

⑥堆积坝的变更；

⑦人工和在线监测设施的变更；

⑧应急道路的变更设计；

⑨安全管理变更；

⑩其它变更设计(详见变更表)。

2.4.2.2 尾矿基础资料

(1)选矿工艺流程：单一浮选

(2)选矿厂生产规模：3000t/d

(3)选矿厂工作制度：300d/a，3 班/d，8h/班

(4)尾矿产率：98.6%

(5)排出尾矿量:2958t/d， $88.74 \times 10^4 \text{t/a}$ ($56.5223 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$)

(6)尾矿粒度组成:-200 目占 60%

(7)尾矿浆重量浓度：30%

(8)尾矿浆水固比：2.33

(9)尾矿浆密度：1.24t/m³

(10)日排尾矿浆体积：7950m³;

(11)尾矿真比重：2.8t/m³;

尾矿堆积干容重：1.57t/m³；空隙比： $e=0.92$

凝聚力 4KPa 内摩擦角：30°

经计算，该尾矿库初期、中期和后期沉积滩坡度分别为 1.21%、1.04%和 1.00%。设计考虑尾矿库的调洪安全和作业人员管理方便，经综合分析该尾矿库沉积滩平均坡度取 1%。

澄清距离经计算 $L=100.3\text{m}$ ，取 $L=101\text{m}$ 。

2.4.2.3 尾矿库库容、服务年限

(1)库容计算

根据企业提供的最新的竣工图进行库容计算。用图解求积法求出各封闭等高线的面积及容积详见表 2.4-1。

尾矿库几何库容计算结果表表 2.4-1

序号	等高线标高 m	等高线间面积 m ²	相邻面积的平均值	等高线间距 m	两等高线容积 m ³	累积几何库容 m ³	有效库容 m ³	备注
1	1225	0			0.00	0.00	0.00	初期坝
2	1255	8473.4	4236.70	30	127101.00	127101.00	57195.45	
3	1260	13895.5	11184.45	5	55922.25	183023.25	82360.46	
4	1265	23831.1	18863.30	5	94316.50	277339.75	124802.89	
5	1270	31508.8	27669.95	5	138349.75	415689.50	187060.28	
6	1277	43094.6	37301.70	7	261111.90	676801.40	304560.63	
7	1281	48093.3	45593.95	4	182375.80	859177.20	687341.76	堆积坝
8	1285	52277.8	50185.55	4	200742.20	1059919.40	847935.52	
9	1289	55201.6	53739.70	4	214958.80	1274878.20	1019902.56	
10	1293	57490.8	56346.20	4	225384.80	1500263.00	1200210.40	
11	1297	61160.7	59325.75	4	237303.00	1737566.00	1390052.80	
12	1301	64579.9	62870.30	4	251481.20	1989047.20	1591237.76	
13	1305	68025.3	66302.60	4	265210.40	2254257.60	1803406.08	
14	1309	70706.7	69366.00	4	277464.00	2531721.60	2025377.28	
15	1313	72162.6	71434.65	4	285738.60	2817460.20	2253968.16	
16	1317	75051.2	73606.90	4	294427.60	3111887.80	2489510.24	
17	1321	78651.9	76851.55	4	307406.20	3419294.00	2735435.20	
18	1325	81898.1	80275.00	4	321100.00	3740394.00	2992315.20	
19	1329	84545.5	83221.80	4	332887.20	4073281.20	3258624.96	
20	1333	85709.8	85127.65	4	340510.60	4413791.80	3531033.44	
21	1337	87246	86477.90	4	345911.60	4759703.40	3807762.72	

序号	等高线标高 m	等高线间面积 m ²	相邻面积的平均值	等高线间距 m	两等高线容积 m ³	累积几何库容 m ³	有效库容 m ³	备注
22	1341	89730	88488.00	4	353952.00	5113655.40	4090924.32	
23	1345	92604.3	91167.15	4	364668.60	5478324.00	4382659.20	
24	1349	94751.8	93678.05	4	374712.20	5853036.20	4682428.96	
25	1353	96964.7	95858.25	4	383433.00	6236469.20	4989175.36	
26	1357	98739.4	97852.05	4	391408.20	6627877.40	5302301.92	
27	1361	100375.2	99557.30	4	398229.20	7026106.60	5620885.28	
28	1365	100279	100327.10	4	401308.40	7427415.00	5941932.00	
29	1369	104013.6	102146.30	4	408585.20	7836000.20	6268800.16	
30	1373	106301	105157.30	4	420629.20	8256629.40	6605303.52	
31	1377	108642	107471.50	4	429886.00	8686515.40	6949212.32	
32	1381	110784	109713.00	4	438852.00	9125367.40	7300293.92	
33	1385	111616.74	111200.37	4	444801.48	9570168.88	7656135.10	

经计算，当堆筑至最终坝顶 1385m 标高时，设计全库容为 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容为 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

(2)尾矿库服务年限计算

$$N_{\text{库}} = \frac{V \gamma_d \eta_z}{W_{\text{库}}} = \frac{957.02 \times 1.57 \times 0.8}{88.74} = 13.55$$

式中：N—选矿厂设计生产年限，a；

V—尾矿库的总库容， $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ；

W—选厂排出的尾矿量， $88.74 \times 10^4 \text{t/a}$ ；

γ_d —尾矿平均堆积干容重， 1.57t/m^3 ；

η_z —尾矿库的终期库容利用系数，0.8

经以上计算，尾矿库总库容为 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容为 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ，选矿厂排出的尾矿量 $88.74 \times 10^4 \text{t}$ (折合 $56.5223 \times 10^4 \text{m}^3$)，尾矿库服务年限 13.55 年。

(4)初期服务年限计算

根据上述库容计算和选厂年排尾量 $88.74 \times 10^4 \text{t}$ (折合库容 $56.5223 \times 10^4 \text{m}^3$) 的要求，初期坝坝顶高程 1277m 的有效库容 $30.46 \times 10^4 \text{m}^3$ 能满足选厂 0.54 年的排尾要求。

2.4.2.4 初期坝变更设计

(1)坐标

变更设计根据企业提供的最新实测 1: 1000 地形图，初期坝轴线 A 坐标点为 $x=3754018.9$, $y=37550971.8$, $Z=1277\text{m}$ ，轴线 B 坐标点为 $x=3754075.74$, $y=37551072.7$, $Z=1277\text{m}$ 。

(2)结构

初期坝为透水堆石坝，坝顶高程 1277m，坝轴线处底高程为 1225m，初期坝坝高 52m，坝轴线长 118.6m，坝顶宽 5m，在 1265m、1253m、1241m、1229m、1217m 高程均设置有马道，马道宽 1.2m~2.2m 不等；初期坝总外坡比为 1:1.95。在初期坝的外坡脚企业采用浆砌石进行了加固处理，并增加了 150mm 的钢管和 100mmPVC 管加快了基础岩层的排渗。

(2)坝面及坝肩排水设施

左侧坝肩排水沟断面 $b \times h = 1.8\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，浆砌石结构，壁厚 500mm，水泥砂浆抹面。

2.4.2.5 堆积坝变更设计

堆积坝每级子坝高为 2m，顶宽 2m，外坡比为 1:4.0，内坡比为 1:2.0。为便于管理维护，每 2 级子坝构成统一外边坡，顶部设置 4m 宽马道，坝顶设置放矿支管 8~15 根(可根据子坝轴线长度适当调整支管根数，放矿管间距 15m)，按坝前分段轮流式作业。库区最终堆积标高 1385m，堆积坝总坝高 108m，子坝共 27 级，总外坡比 1:5.0，为防止扬沙和雨水冲刷而损坏坝体，堆积坝外坡面采用草皮护坡，覆土厚度不低于 300mm，种植易生根、蔓延、耐干旱的草或灌木，覆盖率率不低于 85%。

为确保堆积坝坝面汇水有序排出，堆积坝各级马道内侧修建坝面横向排水沟，坝面横向排水沟为 C25 素混凝土结构，矩形断面，底宽 0.5m，深 0.5m，堆积坝的外坡面修建人字形坝面纵向排水沟，纵向排水沟为矩形断面，C25 素混凝土结构，宽 0.5m，深 0.5m。坝肩与两岸岸坡连接处顺自然延伸初期坝左侧和右侧截水沟，左右坝肩排水沟断面 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.3\text{m}$ ，矩形结构，左右坝肩排水沟均采用厚度 500mm 的块石浆砌，采用 M10 水泥砂浆抹面。

2.4.2.6 堆积坝排渗变更设计

(1)库底排渗

原设计排渗盲沟断面较小，本次变更设计为提高库底排渗效果，共设置 4 条横向排渗盲沟，1 条纵向排渗盲沟，断面均为 $b \times h = (2 \sim 2.5)\text{m} \times 2\text{m}$ ，纵向排渗盲沟长度为 450m，横向排渗盲沟施工总长度 350m。

(2)坝体排渗

堆积坝坝体内排渗从自初期坝坝顶 1277m 高程开始每 4m 垂高的堆积子坝顶设置排渗管网一排，一排排渗管网由若干组水平排渗管网组成。每组排渗管网外形为矩形，长度为 20m，宽度为 5m，每组排渗管网两边间距为 5m。每组排渗管网由横向 6 根长约 20m 的水平排渗管及 3 根长约 5m 的纵向排渗管组成，排渗管网两端向中部以 3%的坡度倾斜。排渗管网的连接采用弯头、三通管或四通管连接。

每组排渗管网根据干滩情况向库内延伸 50~60m，每组排渗管网渗水由一根纵向排渗管以 2%坡度坡向堆积坝横向排水沟。

排渗管采用高强度 $\Phi 110\text{mm}$ 的 PVC 管，排渗管水平间距为 6m，单根长 60m 左右，铺设坡度 2%；排渗管的穿坝部分不钻孔，库区尾砂内部分在 PVC 管的上部 1/3 侧面钻孔(孔径 10mm，间距 50mm，交错排列呈梅花状)，钻孔管段外表面包裹 200g/m²土工布一层。纵向排渗管及排渗管网采用 $\Phi 20\text{mm}$ 的木支架支撑。

2.4.2.7 堆积坝上升速率的确定

尾矿堆积坝上升速率，实质上是一个尾矿冲填体排渗脱水固结和稳定的问题。选厂排出的尾矿，尾矿颗粒较粗，尾砂排渗固结过程较快，设计经计算该库升高速率见下表。

堆积坝上升速率表 表 2.4-2

投产年限 (a)	年排尾量 ($\times 10^4\text{m}^3$)	高程(m)	子坝年升高 (m)	累计升高 (m)	备注()
1	56.5223	1279.7	2.7	2.7	初期坝坝顶 高程 1277m
2	113.0446	1291.5	11.8	14.5	
3	169.5669	1303.0	11.5	26.0	

4	226.0892	1313.1	10.1	36.1	
5	282.6115	1322.4	9.3	45.4	
6	339.1338	1330.9	8.5	53.9	
7	395.6561	1339.1	8.2	62.1	
8	452.1784	1346.9	7.8	69.9	
9	508.7007	1354.2	7.3	77.2	
10	565.2230	1361.4	7.2	84.4	
11	621.7453	1368.4	7.0	91.4	
12	678.2676	1375.1	6.7	98.1	
13	734.7899	1381.5	6.4	104.5	
13.52	764.2577	1385.0	3.5	108.0	

经计算，堆积子坝上升速率最快年份为投产运行后的第 2 年，年升高速率分别为 11.8m/a，参考同类尾矿库，尾砂沉积和固结的时间较长，该升高速率通过加强排渗措施，按设计要求控制浸润线埋深，可以加快尾砂固结。

2.4.2.8 排洪系统设计变更

2.4.2.8.1 排洪系统变更

原设计采用 1:2000 地形图，精度不够，变更设计依据企业提供最新实测 1:1000 地形图，在施工过程中出现各个排水井、排水支隧洞、排水主隧洞位置及高程根据实际地形进行了调整。

(1)排水井

变更设计共 8 个排水井，编号 1#~8#排水井。其中 1#、6#、7#、8#排水井内径为 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5m \times 0.45m$ 。2#、3#、4#、5#排水井内径为 5m，为 12 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5m \times 0.45m$ 。

1#排水井内径 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，1#进水口

高程 1252.4m，井顶高程 1265.8m，洞底高程为 1246.6m，井架高度 13.4m。

2#排水井内径 5m，进水口高程 1264.8m，洞底高程 1259.0m，井架高 16.2m，井顶高程 1281m。

3#排水井内径 5m，进水口高程 1279.9m，洞底高程 1274.1m，井架高 16m，井顶高程 1295.9m。

4#排水井内径 5m，进水口高程 1294.9m，洞底高程 1289.1m，井架高 13.1m，井顶高程 1308m。

5#排水井内径 5m，进水口高程 1307m，洞底高程 1301.2m，井架高 14m，井顶高程 1321m。

6#排水井内径 4m，进水口高程 1320m，洞底高程 1314.2m，井架高 26m，井顶高程 1346m。

7#排水井内径 4m，进水口高程 1345m，洞底高程 1339.2m，井架高 29m，井顶高程 1374m。

8#排水井内径 4m，进水口高程 1373m，洞底高程 1367.2m，井架高 11.34m，井顶高程 1384.34m。

相关参数见下表。

排水井相关参数表 表 2.4-3

名称	位置	进水口高程	洞底高程	井架高	井顶高程	重叠高度	内径
1#井	x=3754180.894, y=37550928.502	1252.4	1246.6	13.4	1265.8		4m
2#井	x=3754267.247, y=37550844.09	1264.8	1259.0	16.2	1281.0	1.0	5m
3#井	x=3754370.015, y=37550784.377	1279.9	1274.1	16.0	1295.9	1.1	5m
4#井	x=3754473.501,	1294.9	1289.1	13.1	1308	1.0	5m

	y=37550731.143						
5#井	x=3754581.155, y=37550672.811	1307	1301.2	14.0	1321	1.0	5m
6#井	x=3754699.954, y=37550584.318	1320	1314.2	26.0	1346	1.0	4m
7#井	x=3754805.036, y=37550477.310	1345	1339.2	29.0	1374	1.0	4m
8#井	x=3754928.438, y=37550411.246	1373	1367.2	11.34	1384.34	1.0	4m

(2)排水主隧洞和排水支隧洞

①排水主隧洞

排水主隧洞总长度 1271m，最缓段坡降为 8.34%，平均坡降为 11.8%，排水主隧洞宽×高=2.8m×3m，为三心拱形，直壁高 2.067m，

②排水支隧洞

支隧洞断面与主隧洞相同，均为 $b \times h = 2.8m \times 3m$ ，为三心拱形，直壁高 2.067m，拱高 0.933m，支隧洞与排水井连接处均采用钢筋混凝土进行了支护，最短支护长度 12m，最长支护长度 27.35m。

本次排水隧洞按以下参数进行变更。

支隧洞主隧洞相关参数表 表 2.4-4

名称	隧洞		
	与主隧洞交叉口处坐标	长度	坡降
1#支隧洞	x=3754107.15, y=37550886.79	82.6	10.66
2#支隧洞	x=3754213.626, y=37550815.210	58.4	17.21
3#支隧洞	x=3754314.336, y=37550748.053	64.6	15.85
4#支隧洞	x=3754408.495, y=37550685.621	78.2	14.8
5#支隧洞	x=3754495.438, y=37550627.317	94.2	11.27
6#支隧洞	x=3754622.279, y=37550542.846	85.6	6.2
7#支隧洞	x=3754758.408, y=37550452.958	50	10.7
8#支隧洞	x=3754905.981, y=37550343.079	73.9	11

主隧洞	出水口坐标 x=3753881.8, y=37551035.702 进水口坐标 x=3754905.98, y=37550343.1	1271	11.8
-----	---	------	------

③排水隧洞出口

施工时排水主隧洞出水口地形与原设计不符，隧洞出口应修筑通往集水池的明渠，变更设计设计在隧洞出水口设计排水明渠与集水池连接，由于隧洞出水口明渠修建空间的限制，设计隧洞出口排水明渠采用下挖修建，设计排水明渠深度 1m，宽 2m，排水明渠基础坐落在坚硬基岩上，设计要求需对排水明渠喷砼支护，与集水池向连接。

2.4.2.8.1 排水系统封堵设计

在尾矿库运行过程中，由于排洪支系统(由排水井+排洪支隧洞构成)接替使用，各排水井最高标高相互搭接 1.0m，尾矿库库内各支排洪系统运行接近最终标高时，并且启用下座排水井后，需对当座排水井+支隧洞系统进行封堵工作。

(1)支隧洞封堵

①封堵位置及封堵型式：封堵位置为排水井与排洪支隧洞连接处；封堵型式：采用水平向封堵。

②封堵材料：采用 C25 混凝土结构，混凝土抗渗等级应不小于 W6，材料应采用微膨胀混凝土，施工前膨胀剂及其掺量应通过试验确定，以尽量减轻可能产生的收缩影响。

③隧洞衬砌及回填灌浆、固结灌浆要求：水平封堵段所处隧洞段应采用回填灌浆提高整体性，并采取固结灌浆加固封堵段山体围

岩。回填灌浆、固结灌浆的具体施工过程及要求可依据《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL62-2014 的相关要求进行。

④封堵体施工要求：隧洞封堵段在封堵前应采取洞壁清洗并凿毛处理，封堵体与隧洞接触的周边也应进行回填灌浆(通过预埋壁后灌浆管实现)、接缝灌浆处理。并在洞壁增设短锚杆，封堵体中应设置短锚杆等措施，以进一步增加封堵体的结构可靠性。

⑤尾砂充填及导渗：封堵体之后的排水井、支隧洞等应采用粗尾砂充填密实；并在混凝土内埋设两根 DN159×6mm 排渗钢管(外包土工布等反滤措施)用于排泄渗水；尾砂充满前，排渗管出口应用法兰关死防止跑混，充填完毕后打开法兰，排泄渗水；排水系统封堵详见附图。

(2)本次排洪系统封堵体长度计算按照《水工隧洞设计规范》(SL279-2002)及《水工隧洞设计规范》(SL279-2016)提供的两种方法进行，并对两种方法所计算出的结果进行对比分析。

结论：经过以上两种方法进行封堵计算，确定 1#支隧洞封堵体长度 23m，2#支隧洞封堵体长度 20m，3#支隧洞封堵体长度 20m，4#支隧洞封堵体长度 20m，5#支隧洞封堵体长度 15m，6#支隧洞封堵体长度 15m，7#支隧洞封堵体长度 10m，8#支隧洞封堵体长度 5m。

2.4.2.8.2 截洪沟设计

为满足环评要求的雨污分离，设计在通往库尾及 8#排水井的库区巡检道路末端设置截洪沟，截洪沟与上坝道路一侧的截水沟相连

接，截水沟一侧为山体、一侧为浆砌石直壁，浆砌石厚度 500mm，M10 水泥砂浆抹面，底部采用 C25 素混凝土衬砌，厚度 200mm，底宽 1m，高 1.2m，上部宽度根据山体边坡调整，最小宽度不小于 1.4m。

截洪沟分两段建设，第一段为自截洪沟出水口至 8#排水井位置的应急道路段的截洪沟，长度 1786m，此段截洪沟进水口高程 1398m，出水口位于沟谷外侧，高程 1229m。

第二段截洪沟长度为 378m，进水口高程 1413m，出水口高程 1398m，坡降 3.97%。

该截洪沟主要作用为满足环评要求的雨污分离要求使用，在本次设计水文计算校核中不考虑该截洪沟的作用。

2.4.2.9 人工和在线监测系统变更设计

2.4.2.9.1 人工观测设施设计

该尾矿库最终为三等库，需设置坝体浸润线和位移观测设施。在两侧山体明显处设置基准点。每组位移观测设施设 3 个观测点。

设计共设置 10 组位移观测设施和 10 组浸润线观测设施，在两侧山体明显处设置 10 组基准点。每组位移观测设施设三个观测点，分别位于坝面上两侧和最大断面通过处，浸润线观测点位于马道上。位移观测设施在 1277m 高程、1289m 高程、1301m 高程、1313m 高程、1325m 高程、1337m 高程、1349m 高程、1361m 高程、1373m 高程、1385m 高程设置。

浸润线观测设施在 1281m、1289m 高程、1301m 高程、1313m

高程、1325m 高程、1337m 高程、1349m 高程、1361m 高程、1373m 高程、1385m 高程设置。

(1)坝体位移观测监测次数要求

人工监测方式在监测设施安装初期每半月进行一次，当坝体的变形趋于稳定时，可逐步减为每月一次；但遇下列情况时，应适当增加次数：

- ①地震、久雨、暴雨、台风之后；
- ②位移量或位移速率显著增大时；
- ③渗水情况显著变化时；
- ④库水位处在高水位时；
- ⑤在坝体上进行较大规模的施工前后；
- ⑥其它严重影响尾矿库安全运行的各种情况。

浸润线观测管可采用钢管或 PVC 塑料管，观测管平时必须旋紧管盖，以免尾砂或其他杂物进入。浸润线观测管中的水位应定期用“测锤”或“电测”法进行观测。在库水位急骤变化时每天观测一次，并测定相应的库水位。

施工浸润线观测管深 20m，要求剖面最大坝高处控制浸润线埋深不小于 9m，两侧剖面控制浸润线埋深 8m。

(2)浸润线监测要求

两侧测读误差应不大于 2cm。

测绳长度标记，应每隔 1~3 月校正一次。

观测管的管口高程，在监测设施布设初期应每隔 1~3 月校测一

次；在中后期应至少每年校测一次。

库内干滩长度及坡度采用人工检测。

采用短距(300m)手持式激光测距仪测量。测量要求视坝长及水边线弯曲情况，选干滩长度较短处布置 1~3 个断面。测量断面应垂直于坝轴线布置，在几个测量结果中，选最小者作为该尾矿库的沉积滩干滩长度。

在干滩长度发生较大变化时，及时检测，随时掌握干滩长度，汛前必须检测一次，并在岸边做好安全标记。

(3)干滩坡度监测：

①检查尾矿沉积干滩的平均坡度时，应视沉积干滩的平整情况，每 100m 坝长布置不少于 2 个断面。测量断面应垂直于坝轴线布置，测点应尽量在各变坡点进行布置，且测点间距不大于 10~20m，测点高程测量误差应小于 5mm。

②尾矿库沉积干滩平均坡度，应按各测量断面的尾矿沉积干滩平均坡度加权平均计算。

③干滩坡度与设计不符时应采取相应的处理措施、

④干滩坡度监测应根据坡度变化情况，一季度监测一次，随时掌握干滩坡度，汛前必须检测一次。

在库内排水井上醒目位置设置水位观测标尺。

按相关规定进行水位观测并详细记录，尤其是汛期要严格控制库内洪水的水位，确保尾矿坝的最小安全超高，同时满足最小干滩长度。发现异常情况及时采取有效措施处理，消除隐患。水位超警

戒线要及时报警。

当在岸边不能看清水位标尺时，观测仪器可采用望远镜观测。

对水位标尺刻度要求每年汛期前进行检查校核一次。

降水量检测采用雨量器。

(4)环保监测设施

设计在库区周边设置三口地下水质监测井。沿地下水流方向，一口设在库区上游，作为对照井；第二口设在库区初期坝下游 20m，作为污染监视监测井；第三口设在库区下游 200m 处，作为污染扩散监测井。监测井口径不小于 500mm，深入主含水层深度不小于 20m，过滤管长度不小于 5m，沉砂管不小于 1m，监测井井台高出地面 0.5m。

监测要求：每月观测一次水位，每个井各取一个化学分析水样，重点监测 PH 值、悬浮物及其他重金属含量等。每季度作一次水质全分析。

水质监测由公司环保监测部门负责，并编制监测地区的水位变化曲线图机等水位图，PH 值、悬浮物、重金属含量变化曲线图及等值线图。若水质有特殊变化时，立即报相关生产、管理部门分析处理。

2.4.2.9.2 在线监测系统变更设计

1、总体设计

根据楼房沟尾矿库相关资料，该系统总体设计为：表面位移 2 个监测剖面，内部位移 1 个监测剖面，浸润线 2 个监测剖面，各监

测剖面设在中轴线附近。干滩监测 2 个点(4 支高频雷达传感器), 监测轴线垂直于坝体。本系统的项目设置、剖面数、监测点数、水平分布及垂直分布情况均满足相关规范(详见附件 1: 楼房沟尾矿库在线监测系统平面布置图)。总体设计传感器布点数量及分期工程布点数量见表 1

表 2.4-7 楼房沟尾矿库监测传感器项目表

序号	监测项目	总体监测点数量	本期工程数量	后期工程数量
1	库水位监测	1	1	0
2	降雨量监测	1	1	0
3	干滩监测	2	1	1
4	浸润线监测	18	0	27
5	表面位移监测	7	3(含 1 基站)	6
6	内部位移监测	9	0	9
7	视频监控	10	5	5

表 2.4-8 监测项目设备选型及精度一览表

序号	监测项目	设备名称	设备型号	精度
1	库水位监测	高频雷达液位计	WM-F-8800	<0.5F.S
2	降雨量监测	雨量传感器	JD-02	0.2mm
3	干滩监测	高频雷达物位计	WM-F-8800	<0.5F.S
4	浸润线监测	渗压传感器	VWP-1	0.1%FS
5	表面位移监测	GPS 接收机	WM600	H±5, V±2.5mm
6	内部位移监测	测斜仪	GN-1	±0.1%FS
7	视频监控	星光球机 红外摄像机	IPC233L IPC632L	300 万像素 300 万像素

2、库水位设计

(1)要求

库水位测点的布置根据坝型、筑坝及排尾方式确定，设置在基代表库内平稳水位，并能满足工程管理和监测资料分析需要的地方，布置在库内排水构筑物(排水井、排水斜槽等)上。

(2)测点布置

根据规范要求，库水位测点布置选择在库内排水构筑物上。因尾矿库水质含有多种腐蚀性化学物质，并考虑各种污物在长期使用过程中有可能附着在传感器表面降低传感器测量精度，为保证水位传感器使用寿命和测量精度，本设计中选用非接触性超声波传感器，并将超声波传感器安装在库内排水井的水面上方，然后通过水下光缆与监测主机相连。在高频雷达液位计立杆上同时安装有视频水位观测仪，一方面可以通过视频信号直接观测库水位实际高度，另一方面可以监视出水口排水状况。

(3)水位高度的监测网坐标标定

高频雷达传感器监测得到的水位高度是一个相对值，该观测值的大小与水位传感器的安装位置和水平的实际标高相关，为使其测量值与监测控制网坐标相一致，并与尾矿坝的坝顶高程互相参照，做出准确预警，必须对其进行标定。其标定方法是：设超声波传感器波束发射面的标高为 h_0 (其值为一个常数，在传感器安装时标定)，当前传感器所测得的水位高度 h_x ，则观测点的水位的标高 h_s 为：

$$h_s = h_0 - h_x$$

零点高程每年应校测一次，当怀疑水尺零点有变化时应及时进行校测，水位计应每年汛前检验，水位监测的测量误差小于 20mm。

(4)设备选型

采用高频雷达液位计，其安装高程应高于设计洪水位 2-30 米。

(5)传感器安装及电气设计

确定好传感器安装位置(此时高频雷达液位计的标高已定)，垂直固定到被测点位置。传感器安装好以后，水位传感器需进行高程标定，与控制网检测坐标系统建立联系；通过软件进行校准后，确定初始水位高程即可正常使用。

在安装高频雷达液位计的位置上，同时安装的电气设备还有水位观测摄像机，其目的是：一方面通过摄像机观测排水井的排水情况，另一方面通过观测水位标志杆，可以达到实时视频观测水位的高度的目的。视频信号经光纤收发器转换为光信号后，由光纤传输至监测中心显示并存储到硬盘录像机。

高频雷达液位计输出的 RS485 信号经电/光转换后，由光纤传输至监测中心。为保证传感器及摄像机设备的可靠性，排水井附件安装有防止直击雷的避雷装置，电源输入线路上并接有防止感应雷的浪涌保护器。

(6)水位监测的预警值设置

依据初始设计及现场实际条件给出四级预警管理数值，预警输出分为四级：一级预警为红色预警、二级预警橙色预警、三级预警黄色预警、四级预警蓝色预警。预警支持声音预警、短信预警(可选)、软件视觉预警等，满足不同状况下使用需求。水位监测的报警值设定必须与坝顶最低处高程监测配合，给出综合预警值(依尾矿库等别

而定最小安全超高：一等库 1.5 米，二等库 1 米，三等库 0.7 米，四等库 0.5 米，五等库 0.4 米)，预警值如下表所示。

表 2.4-9 安全超高(水面和滩顶之间的高差)监测四级预警报警设置

传感器类别	报警值类别	颜色指示	初期预警值	中期预警值	末期预警值
库水位 传感器	四级报警	蓝色预警	1.2m	2.4m	2.4m
	三级报警	黄色预警	1.0 m	2.0 m	2.0m
	二级报警	橙色预警	0.7m	1.5m	1.5m
	一级报警	红色预警	0.51m	1.21m	1.3m

注*：库水位预警值依据尾矿库运行的不同阶段要求，由在线监测系统软件实时校核并确定，用户可以根据尾矿库运行的实际状况参照国家规范，在线调整。

表 2.4-10 水位监测传感器表

监测点编号	监测点位置	传感器编号	传感器型号	备注
SW-P1	排水井	SW-P1-1	WM-F-8800	本期安装

注*：水位监测点根据排水井的使用，从前向后挪动。矿方应及时通知我方挪动水位监测设备，避免因未及时挪动淹没设备导致的设备损坏。

3、干滩监测设计

(1)要求

尾矿库滩顶高程的测点布设，沿坝(滩)顶方向布置测点，当滩顶一端高一端低时，应在低标高段选较低处监测 2 个点。

滩顶高程测量误差小于 5mm。各测点中最低点的标高作为尾矿库滩顶标高。滩顶高程根据滩顶上升情况，定时做好检测，随时掌握滩顶高程，汛前必须检测一次。

干滩监测包括滩顶高程、干滩长度、干滩坡度。

(2)测点布置

尾矿库滩顶高程的测点布设，沿坝(滩)顶上游一侧方向布置测

点，同一监测点的多个传感器布置连线垂直与坝体轴线，在滩顶标高较高的两处布设 2 个监测点。

表 2.4-11 滩顶高度及干滩长度监测传感器编号表

监测点编号	监测点位置	传感器编号	传感器型号	备注
GTJC-PM1	1#干滩长度最短处	GTJC-PM1-1	WM-F-8800	本期安装
		GTJC-PM1-2	WM-F-8800	本期安装

由前面测得的库水位高程及上式，可得库水位安全超高 B 为：
 $B = gT1 - hS$ 其中 hS 是水位传感器测量得到的库水位高程。

(4)干滩测量原理及后期维护

①干滩测量原理：利用超声波物位计测得前后两个干滩监测点的高程，利用三角函数算出坡比，结合库水位高程，反算出干滩长度。

干滩长度 $L = (\text{滩顶高程} - \text{库水位高程}) / \text{干滩坡度}$ 。

②干滩杆后期维护

如上图所示:①干滩每升高 3m 左右将滩顶处监测杆向上挪动一级，然后重新标定监测设备探头高程；②干滩内滩面距离滩内监测设备探头 1.5m 左右时将立杆上的设备取下，然后对接一根 6m 立杆或者另外埋一根 6m 立杆，并重新把设备安装好记下高程即可。

(5)高频雷达安全高程的标定

利用全站仪或 RTK 进行安装高程定期标定。

(6)设备选型

采用高频雷达物位计，每个观测点使用 2 只传感器，位于观测

点位置的滩顶及干滩内。各个传感器高程每年应校测一次，当怀疑零点有变化时应及时进行校测，每年汛前检验。

(7)传感器安装及电气设计

确定好传感器安装位置，探头垂直固定到安装立杆，传感器输入输出线路采用 PVC 管保护，进入接线盒。传感器安装好以后，进行自校准确定初始水位高程即可正常使用。传感器电气设计如 9 图所示

为保证传感器设备的可靠性，每个传感器立杆旁安装防止直击雷的避雷针，电源输入线路上并接有防止感应雷的防雷模块。各个干滩监测传感器的 RS485 输出信号经过光端机转换为光信号后，经光纤传输至监测中心。

(8)安装方法

确定测点位置采用立杆固定安装、要求立杆高度 ≥ 5 米，采用底座固定安装方法安装。立杆上端处突出固定支架安装传感器，传感器要求垂直安装，传感器固定好利用自校准方式进行调零测试。

干滩监测的报警设置

表 2.4-12 尾矿库相关标准

按国家规范三等库的要求干滩长度应不小于 70m，依据初始设

尾矿库等别	一	二	三	四	五
最小安全超高 m	1.5	1.0	0.7	0.5	0.4
最小干滩长度 m	150	100	70	50	40

计给出四级预警管理数值，预警输出分为四种模式：四级蓝色预警、

三级黄色预警、二级橙色预警、一级红色预警。预警值参照设计值为准，预警支持声音预警(企业可定制)、软件视觉预警等，以满足不同状况下使用需求。干滩长度监测的预警值如下表所示。

表 2.4-13 干滩监测四级预警报警设置

传感器类别	报警值类别	颜色指示	初期干滩预警值	中期干滩预警值	末期干滩预警值
干滩监测传感器	四级预警	蓝色预警	200m	280m	250m
	三级报警	黄色预警	100m	200m	200m
	二级报警	橙色预警	70m	150m	150m
	一级报警	红色预警	51m	121m	130m

注*:(1)干滩长度预警值根据楼房沟尾矿库初步设计记国家规范设定。预警值依据尾矿库运行的不同阶段要求，由在线监测系统软件实时校核并确定，用户可以根据尾矿库运行的实际状况参照国家规范，在线调整。

4、降雨量监测设计

(1)安全要求

降水量在线安全监测可选用自记雨量计、遥测雨量计或自动测报雨量计等。

降水量在线安全监测应符合下列规定:

- 1 雨量计安置应避开强风区，周围应空旷、平坦，不应受突变地形、树木和建筑物以及烟尘的影响，并应方便检查和维护。
- 2 雨装合本规范附录 E 的规定。仪器安装后，承水器口应水平。
- 3 安装雨量计的同时应安装供电通信控制装置和防雷击设施。
- 4 雨量计后应进行调试，并应符合下列规定:
 - 1)雨量测试量筒应采用专用量筒;
 - 2)人工注水试验不应少于 3 次，每次宜在 5min~10min 内均匀注

水 10mm;

3)注水量误差不应大于 0.2mm/10mm

4)调试结束应清除试验数据。

5)雨量计的自动监测应满足仪器使用说明的要求。

(2)测点布置

尾矿库降雨量是影响其安全的最重要的环境因素，在值班室附近布置一个监测点，要求在视线开阔上部无遮挡处放置雨量计。通过雨量计自动获取雨量数据，以根据降雨量的情况预测库水位发展变化趋势，绘制历史曲线图。

(3)传感器参数

表 2.4-14 降雨量传感器编号表

监测点编号	监测点位置	传感器编号	传感器型号	备注
YL-PM1	初期坝顶	YL-PM1-1	JD-02	本期安装

(4)数据分析与预警值设置

根据国家气象局对降雨量级别的划分，24 小时以内的降雨量称为日降雨量。凡是日降雨量在 10mm 以下的称为小雨，10.0~24.9mm 之间的为中雨，25.0~49.9mm 的为大雨，50.0~100mm 的为暴雨，100.0~250.0mm 的大暴雨，超过 250mm 的为特大暴雨。

表 2.4-15 降雨量四级预警报警设置

传感器类别	报警值类别	颜色指示	降雨量预警
雨量 传感器	四级预警	蓝色预警	10mm/h 或/d
	三级预警	黄色预警	30mm/h 或/d
	二级预警	橙色预警	40mm/h 或/d
	一级预警	红色预警	50mm/h 或/d

(5)传感器安装及电气设计

采用膨胀螺栓三点固定，安装前对传感器进行初步的校准测试，底部要求 10mm 厚度的混凝土底座固定避免因风对设备造成损坏。信号电缆穿管保护，对所在测点做出必要的物理防雷措施。电气接线如图所示：

5、内部位移监测设计

(1)安全要求

监测断面的布置应视尾矿库的等别、坝的结构型式和施工方法以及地质地形等情况而定，布置在最大坝高断面及其它特征断面(原河床、地质及地形复杂段、结构及施工薄弱段等)上，设 1 个断面。

每个监测断面上布设 1 条监测垂线，其中一条布设在坝轴线附近。监测垂线的布置形成纵向监测断面。

监测垂线上测点的间距，根据坝高、结构形式、坝料特性及施工方法与质量等而定。每条监测垂线上宜布置 3 个测点。可参照上述要求布设内部竖向位移监测。

(2)剖面及监测点总体布置

坝体内部位移监测：建立 1 个纵向监测剖面，布点沿中轴线布设布点高差 12m；共计 9 个测点。

表 2.4-16 坝体内部位移传感器编号表

监测点编号	监测点位置(高程)	传感器编号	传感器型号	备注
NBWY-PM1	1289	NBWY-PM1-1	GN-1	后期安装
NBWY-PM2	1301	NBWY-PM2-1	GN-1	后期安装
NBWY-PM3	1313	NBWY-PM3-1	GN-1	后期安装

NBWX-PM4	1325	NBWX-PM4-1	GN-1	后期安装
NBWX-PM5	1337	NBWX-PM5-1	GN-1	后期安装
NBWX-PM6	1349	NBWX-PM6-1	GN-1	后期安装
NBWX-PM7	1361	NBWX-PM7-1	GN-1	后期安装
NBWX-PM8	1373	NBWX-PM8-1	GN-1	后期安装
NBWX-PM9	1385	NBWX-PM9-1	GN-1	后期安装

(3)传感器监测原理及安装

每个监测点串行安装测斜传感器 3 支。内部位移传感器安装深度在坝体表面至坝体下基岩。固定式测斜仪通过不锈钢管与滑轮组件连接后，安装在带导槽的标准测斜管中与测斜管同步移动，以监测边坡、滑坡体、堤坝、公路、防渗墙等结构的倾斜、水平位移。内部位移监测点分别设置在高程为 1289m 的子坝、高程为 1301m 的子坝、高程为 1313m 的子坝、高程为 1325m 的子坝、高程为 1337m 的子坝、高程为 1349m 的子坝、高程为 1361m 的子坝、高程为 1373m 的子坝/高程为 1385m 的子坝(堆积坝顶)。

(4)设备选型

采用固定式测斜仪。

(5)坝体内部位移的预警

通过上述内部各个点的位移监测，得到坝体局部点的位移量。坝体的整体稳定性计算和分析使用有限元强度折剪法，有限元强度折剪法可以近似得到发生极限滑动情况时，坝体一定深度及表面的变化情况；并结合尾矿坝位移监测趋势及变形率的定性判断，可以准确把握初期坝因受力情况发生位移趋势及变化速率，从而及时预

警并采取响应措施，加固坝坡，避免因坝坡失稳发生溃坝的严重危害。

当折剪系数较小时，尾砂的抗剪强度较高，整个坝坡基本处于弹性状态。当折剪系数继续增加，尾砂的抗减强度会进一步减小，坝坡的塑性区会进一步增大；当折剪系数增加到某一值时，塑性区形成连通的区域，尾矿沿该剪切面发生不收敛的塑性剪切变形。此时认为坝坡发生破坏，强度折剪系数即认为是坝坡的整体安全系数；滑裂面的位置可根据位移增量等值线或最大剪应变增量等值线的疏密来确定，也可根据破坏区域的范围来判断。

有限元强度折剪法坝坡稳定性分析的计算值作为尾矿库安全监测位移指标的预警提供依据。

表 2.4-17 内部位移监测预警值设置表

传感器类别	报警值类别	颜色指示	预警值(mm)
侧斜传感器	四级预警	蓝色预警	15mm
	三级预警	黄色预警	20mm
	二级预警	橙色预警	30mm
	一级预警	红色预警	45mm

(6)坝体内部位移监测电气设计

内部位移传感器输出信号为电压信号，经 GDA-1202 测量单元采样和转换后，变换为 RS485 信号，经 RS485 光纤转换器变换为光信号后，经由光纤传输至监控中心机房，由监控系统的软件进行解算、分析、显示等数据处理。

6、表面位移监测设计

(1)安全要求

断面选择和测点布置：监测断面选在最大坝高断面、有排水管通过的断面、地基工程地址变化较大的地段及运行有异常反应处。

初期坝顶和后期坝顶各部设一排，每 30~60m 高差布设一排。

测点的间距，坝长小于 300m 时，取 20~100m；坝长大于 300m 时，取 50~200m；坝长大于 1000m 时，取 100~300m。

(2)剖面选择及监测点布置

坝体表面位移监测。楼房沟尾矿库初期坝顶建立 3 个观测剖面，堆积坝建立 3 个观测剖面。具体设计是：在坝体外的稳定处建立 1 个 GPS 位移监测基站，初期坝在初期坝顶(1277m)建立 3 个观测站，在堆积坝(高程 1329m)建立 3 个观测站、在堆积坝顶(高程 1385m)建立 3 个观测站。

(4)设备选型

根据系统的实际情况及所要达到的技术指标，并参照《全球定位导航系统测量规范》，尾矿库坝体位移监测系统选择 WM600 监测专用接收机和配套天线罩。WM600 监测型接收机。

(5)表面位移传感器安装

实地勘察并结合尾矿库现状，布点位置周围无障碍物，周边无大功率电磁干扰。在拟安装位置使用 GPS 接收机进行测试，观测 GPS 信噪比强。在捕捉在卫星不少于 6 颗，L1 信噪比>40，L2 信噪比>38 的观测点，可以作为安装基点。

GPS 观测墩采用钢结构，结合尾矿库当地气候条件确定安装墩

埋设深度，保证深度大于冻土层，以防止松动和热胀冷缩。观测墩外体使用白色，一方面减少吸热引起的变形，另一方面远处易于辨识。

表 2.4-18 表面位移传感器编号表

监测点编号	监测点位置	传感器编号	传感器型号	备注
BMWY-P1	初期坝顶 高程 1277 米	BMWY-P1-1	WM600	本期安装
		BMWY-P1-2		
		BMWY-P1-3		
BMWY-P2	高程 1329 米	BMWY-P2-1	WM600	后期安装
		BMWY-P2-2		
		BMWY-P2-3		
BMWY-P3	高程 1385 米	BMWY-P3-1	WM600	后期安装
		BMWY-P3-2		
		BMWY-P3-3		
BMWY-J1	基准点	BMWY-J1	WM600	监测基站 本期安装

(6)表面位移监测电气系统设计

表面位移监测传感器、信号传输线路、配电电源、信号中继系统。

为保证 GNSS 设备的可靠性，每个观测墩附近安装防止直击雷的避雷装置，电源输入线路上并接防止感应雷的防雷模块；设备控制箱内安装有 UPS 电源，以保证意外情况下现场供电，电源输入端浪涌模块通过直径为 10mm² 的多芯铜缆接地，设备控制箱通过角钢焊接可靠接地。

(7)表面位移监测的预警报警设置

依据初始设计给出四级预警管理数值。对坝体表面位移进行连

续观测，平均位移方向基本一致且超过规定值时，按位移值的大小进行四级预警。垂直方向按水平方向的两倍值控制。

预警代表分为四种模式：四级为蓝色预警，系统提示蓝色预警，三级为黄色预警，系统提示黄色预警，此时企业需要密切注意尾矿库的安全状况；二级为橙色预警，系统提示橙色预警，企业需密切注意尾矿库的安全状况，注意尾矿库的排浆量，需指派专人对尾矿库进行巡视，并通过视频 24 小时密切监视；一级为红色预警，企业需要立即进行严格排查，对尾矿库采取相应的安全措施，附近人员立即到安全地方暂避，市县相关应急处置部门和抢险单位随时预备启动抢险预案。预警支持声音预警、软件视觉预警等，以满足不同状况下使用需求。

推荐的预警值如下表所示。

表 2.4-19 表面位移监测四级预警报警值设置

传感器类别	报警值类别	颜色指示	水平预警值	垂直预警值
GPS 传感器	四级预警	蓝色预警	15mm	20mm
	三级预警	黄色预警	25mm	30mm
	二级预警	橙色预警	30mm	40mm
	一级预警	红色预警	45mm	60mm

注*:(1)表面位移监测的综合预警还必须与坝体浸润线的变化趋势相结合。

7、浸润线监测设计

浸润线即渗流流网的自由水面线，浸润线监测的目的是为了解尾矿坝坝体内浸润线的位置和变化情况，以判断坝体是否处于稳定状态，确保坝体的安全运行并验证设计。

浸润线的高度直接关系到坝体稳定及安全性状，浸润线高于设

计要求时，尾矿库随时都有塌垮的危险。因此，对于浸润线位置的监测是尾矿库安全监测的重要内容之一。

(1)要求

监测横断面宜选在有代表性且能控制主要渗流情况的坝体横断面以及预计有可能出现异常渗流的横断面，一般不少于 3 个，并尽量与位移监测断面相结合。

监测横断面上的测点布置，应根据坝型结构、断面大小和渗流场特征确定。在堆积坝顶、初期坝上游坡底、下游排水体前缘各布置 1 条铅直线，其间部位每 20~40m 布设 1 条铅直线，埋深参考实际浸润线深度确定。

在渗透进、出口段，渗流各向异性明显的土层中，以及浸润线变幅较大处，应根据预计浸润线的最大变幅沿不同高程布设测点，每条铅直线上的测点数一般不少于 2 个。

(2)传感器的测点布置

根据尾矿库的初步设计、《尾矿库安全监测技术规范》要求和洛阳市尾矿库在线监测要求标准，监测剖面选在有代表性且能控制主要渗流情况的坝体横断面以及预计有可能出现异常渗流的横断面。根据初步设计要求，浸润线监测剖面的测点布置，根据坝型结构、断面大小和渗流场特征确定建立 3 个浸润线监测剖面。浸润线监测剖面及监测点布局依据初步设计确定。

(3)设备选型

渗压传感器本身具备防雷特性，选用 VWP-1 渗压传感器。

(4)浸润线监测预警

浸润线设计预警参数值根据坝体的稳定性和构筑物抗震设计规范计算。依据初始设计规范及现场实际条件给出四级预警管理数值，预警代表分为四种模式：四级为蓝色预警、三级为黄色预警、二级为橙色预警、一级为红色预警。预警值参照设计值为准，预警支持声音预警(选配)、软件视觉预警等，满足不同状况下使用需求。以编号为 JR-PM1-1 监测点为例，浸润线监测的报警预警值如下表所示。其它各个浸润线监测点的预警值设计同理，不再一一描述。

表 2.4-20 浸润线监测四级预警报警设置

传感器类别	报警值类别	报警指示颜色	预警值		
			最大坝高剖面右侧	最大坝高剖面	最大坝高剖面左侧
渗压传感器	四级报警	蓝色预警	9.5m	10.5m	9.5m
	三级报警	黄色预警	9m	10m	9m
	二级报警	橙色预警	8.5m	9.5m	8.5m
	一级报警	红色预警	8m	9m	8m

注*: (1)预警值结合尾矿库设计正常运行值设定

(2)浸润线监测的综合预警还必须与坝体浸润线的变化趋势相结合。

(5)传感器安装

按《尾矿库安全规程》设置表面渗压标点，分布在多个监测剖面内。选 2 个监测剖面，每个测量点上先打 $\Phi 80\text{mm}$ 孔，将 $\Phi 75\text{mm}$ 测压管(塑料管 PVC ABS)埋入孔中，测压管的透水段，一般长 2m，当用于点压力监测时应小于 0.5m，测压管的沉积段，一般长 1m。外部包扎足以防止周围土体颗粒进入的无纺土工织物，透水段与孔壁之间用反滤料填满。测压管的导管段应顺直，内壁光滑无阻，街

头应采用外箍接头。接口应高于地面，并加防止雨水进入和人为破坏的保护装置。测压管的埋设，除必须随坝体堆筑适时埋设外，可钻孔埋设。随坝体堆筑施工埋设时，应确保管壁与周围土体结合良好和不因施工遭受破坏。

将渗压传感器安装到测量测压管内水压，计算出测压管内水位 H_1 ，根据埋入测压管的长度 H ，最后计算出该测量点浸润线深度。渗压监测精度可达 2mm。

(6) 浸润线监测电气系统设计

浸润线监测传感器、信号传输线路、配电电源、信号中继系统设计如图 17 所示(以 JR-PM1 剖面为例，其它相同)，信号传输全部采用光纤，具有本质防雷的特性，可以保障监测系统在恶劣气象条件下安全工作。

在采集点配置控制箱，控制箱内安装 MCU-32 采集仪，采集仪输出的 RS485 信号经光端机转换为光信号后通过光纤传输至监测中心。数据采集仪的电源安装浪涌保护器，控制箱外壳可靠接地。

8、运行状态影像监控

(1) 安全要求

设计库区排水井、滩顶放矿处、坝体下游坡等重要部位设置 10 台红外摄像机和红外球机，现场摄像机实时拍摄并显示在屏幕上，以便安全管理人员能够直观的了解尾矿库放矿及筑坝运行等情况。

视频监控：总体建立 10 路视频监测点，分别对排水井、下游出水口、干滩区域、基础坝体等区域进行监测。

(2)测控点位置

出水口：设置 1 个视频监控点，安装红外高清摄像机；

沉淀池：设置 1 个视频监控点，安装红外高清摄像机；

堆积坝坝体：堆积坝坝体设置 1 个视频监控点，安装红外球机；

干滩区域：在坝顶设置 2 个视频监控点，安装红外球机；

排水井：设置 2 台视频监控点，安装红外高清摄像机；

表 2.4-21 视频监测点信息一览表

序号	测点名称	测点编号	设备型号	安装位置	备注
1	出水口	SP-1	IPC233L	出水口处	本期安装
2	沉淀池	SP-2	IPC233L	沉淀池旁	本期安装
3	排水井	SP-3	IPC233L	排水井上	本期安装
4	排水井	SP-4	IPC233L	排水井上	本期安装
5	堆积坝	SP-5	IPC233L	坝体	本期安装
6	干滩区域	SP-6	IPC622L	坝体	本期安装
7	坝顶区域	SP-7	IPC622L	堆积坝顶	后期安装
8	堆积坝	SP-8	IPC622L	堆积坝上	后期安装
9	堆积坝	SP-9	IPC622L	堆积坝上	后期安装
10	堆积坝	SP-10	IPC622L	堆积坝上	后期安装

2.4.2.10 库内运输浮船和浮桥的设计

该尾矿库采用坝下回水方案，即利用库内排洪系统作为回水通道，通过排洪系统+回水管道将库内回水扬至选厂高水水位，故库内不需设置专门的浮船回水设施。

1、库内船只

为了满足库区内水面日常清理及安全检查，需要设置库内船只。要求船只承载能力能满足 4 人和一次使用井圈挡板高度 0.3m 的重量

(约 2t)，或减半承载力分两次运送。要求浮船两侧应有安全护栏，护栏顶部距船底高度不低于 900mm，护栏间隙不大于 200mm，船上所有工作人员应穿戴救生衣及安全绳，船头或船尾应有固定船只的缆绳，岸坡上设置浮船固定桩。

2、浮桥设置

为了满足排水井封堵作业的实施，需在排水井周边设置浮桥并与岸坡相连，以实现与外界道路相连通。

(1)每一所述浮桥单元的长度为 3m，宽度不小于 1.5m。

(2)环形浮桥的外径与内径差为 2m，且环形浮桥与溢流井的水泥框架之间的间距为 0.2m，中间有防护网和废旧轮胎填充。

(3)排水井封堵作业时，拱形盖板在岸边装入推车内，通过直线浮桥和环形浮桥将盖板拉到排水井周围。

(4)每一浮桥单元包括多个相连接的油桶和固定铺设于多个油桶上的面板，油桶作为浮子，面板作为施工平台，使操作人员能更好的在浮桥上操作。

(5)环形浮桥由多个浮桥单元拼合呈环型，且环形浮桥的外侧设有“C”型围栏，围栏的开口朝向岸边。

(6)直线浮桥由多个浮桥单元拼合呈直线型，且直线浮桥的一端固定连接环形浮桥于“C”型围栏的开口处，另一端通过缆绳与岸边 4 锚固，使浮桥装置固定，直线浮桥两侧均设置有护栏。

(7)排水井的水泥框架的内侧设置有防护网，防护网底部固定于环形浮桥上，其顶部可挂钩于排水井的水泥框架，在排水井进行封

堵时，可将待封堵处的溢流口上的防护网放下进行拱形盖板的安装。

2.4.2.11 应急道路变更设计

由于原设计的道路企业未进行修筑，本次设计依据《尾矿库安全规程》第 6.1.10 条规定，“尾矿库应设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，应急道路应满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求，应避开产生安全事故可能影响区域且不应设置在尾矿坝外坡上。”

本次变更设计利用库区左侧已有的上坝道路，该上坝道路可通往 1301m 子坝坝顶，该道路需按四级道路标准进行整治，采用碎石路面，路面宽度不小于 5m(含截水沟)，在合适位置设置错车道，应急道路坡降不大于 9%，应急道路可通往各排水井和上坝需要。

本次变更设计新增段应急道路长度 1422m，修筑至 8#排水井附近，道路平均坡降 6.82%，该道路可通往库尾及各排水井位置。

原有需改造段上坝道路长度为 650m，该段上坝道路需按四级道路标准进行扩宽路面，并整治路面，道路坡降不大于 9%，以便满足车辆上坝需要。

截洪沟分两段建设，第一段为自截洪沟出水口至 8#排水井位置的应急道路段的截洪沟，长度 1786m，此段截洪沟进水口高程 1398m，出水口位于沟谷外侧，高程 1229m。

第二段截洪沟长度为 378m，进水口高程 1413m，出水口高程 1398m，坡降 3.97%。

2.4.2.12 安全运行参数一览表

表 2.4.2.12.1 设计安全运行控制参数一览表

序号	类别		相关参数	备注
1	尾矿库等别		该尾矿库最终等别为三等库，初期坝坝高 52m，初期坝坝顶高程 1277m，尾矿库达到堆积坝终期标高 1385m 时，堆积坝坝高 108m，总坝高 160m，全库容 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ 。	
2	指标	入库尾矿量	$88.74 \times 10^4 \text{t/a}$ ($56.5223 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$)	
		尾矿比重	1.57t/m^3	
		粒度及排放方式	-200 目占 60%，湿式排放，上游法筑坝。	
3	初期坝坝高、坝顶宽度、上下游坡比、筑坝材料及控制参数、地基处理。		初期坝为透水堆石坝，坝顶高程 1277m，坝轴线处底高程为 1225m，初期坝坝高 52m，坝轴线长 118.6m，坝顶宽 5m，在 1265m、1253m、1241m、1229m、1217m 高程均设置有马道，马道宽 1.2m~2.2m 不等；初期坝总外坡比为 1:1.95。	
4	堆积坝子坝坝高、坡比、堆积坝平均外坡比		堆积坝每级子坝高为 2m，顶宽 2m，外坡比为 1:4.0，内坡比为 1:2.0。为便于管理维护，每 2 级子坝构成统一外边坡，顶部设置 4m 宽马道，堆积坝总坝高 108m，子坝共 27 级，总外坡比 1:5.0。	
5	排洪系统型式、排洪构筑物主要参数。		库内采用排水井+排水支隧洞+排水主隧洞的排水型式，库内共 8 个排水井，编号 1#~8#排水井。其中 1#、6#、7#、8#排水井内径为 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。2#、3#、4#、5#排水井内径为 5m，为 12 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。排水主隧洞和支隧洞断面相同，排水主隧洞宽×高=2.8m×3m，为三心拱形，直壁高 2.067m，拱高 0.933m。	
6	尾矿坝排渗型式，		库区底部采用排渗盲沟的排渗型式，初期坝底部设置有排渗褥垫，堆积坝坝体内设置有排渗管网。	
7	尾矿坝各运行期、各剖面的控制浸润线埋深		人工浸润线控制埋深为最大坝高剖面为 9m，两侧剖面控制埋深 8m，在线一级预警最大坝高剖面浸润线控制埋深 9m，最大坝高两侧剖面浸润线控制埋深 8m。	
8	入库尾矿浓度		入库尾矿浓度为 30%。	

表 2.4.2.12.2 典型标高时坝体人工浸润线控制参数

坝顶标高(m)	孔深(m)	日常管理浸润线控制埋深(m)		
		最大坝高剖面右侧	最大坝高剖面图	最大坝高剖面左侧

1277	20	正常运行期 10m	正常运行期 11m	正常运行期 10m
		洪水运行期 8m	洪水运行期 9m	洪水运行期 8m
1329	20	正常运行期 10m	正常运行期 11m	正常运行期 10m
		洪水运行期 8m	洪水运行期 9m	洪水运行期 8m
1385	20	正常运行期 10m	正常运行期 11m	正常运行期 10m
		洪水运行期 8m	洪水运行期 9m	洪水运行期 8m

2.4.2.13 变更前后对比分析表

表 2.4.2.13 变更前后对比分析表

序号	变更内容		变更前	变更后
1	尾矿基本资料		(1)选矿工艺流程：单一浮选 (2)选矿厂生产规模：3000t/d (3)选矿厂工作制度：300d/a, 3 班/d, 8h/班 (4)尾矿产率：98.6% (5)排出尾矿量:2958t/d, 88.74 万 t/a (56.5223 万 m ³ /a) (6)尾矿粒度组成:-200 目占 60% (7)尾矿浆重量浓度：30% (8)尾矿浆水固比：2.33 (9)尾矿浆密度：1.24t/m ³ (10)日排尾矿浆体积：7950m ³ ; (11)尾矿真比重：2.8t/m ³ ; 矿库沉积滩平均坡度取 1%。 澄清距离经计算 L=100.3m, 取 L=101m。	不变
2	尾矿库主要参数	坝高	总坝高 160m(1225m~1385m)	总坝高 160(1225~1385) (根据新的实测地形图, 初期坝坝高变为 52m, 堆积坝坝高 108m, 总坝高不变。
		库等别	三等库	不变
		库容	总库容 961.999×10 ⁴ m ³ , 有效库容 769.599×10 ⁴ m ³	总库容 957.02×10 ⁴ m ³ , 有效库容 765.61×10 ⁴ m ³
		服务年限	13.6 年	13.55 年
3	尾矿坝	初期坝	初期坝坝顶宽 4m, 坝顶标高 1273m, 坝体轴线处坝底标高为 1225m, 坝轴线长 95.393m。设计初期坝内坡坡比为 1:1.7, 外坡比为 1:1.8, 在外坡 1213m、1225m、	初期坝为透水堆石坝, 坝顶高程 1277m, 坝轴线处底高程为 1225m, 初期坝坝高 52m, 坝轴线长 118.6m, 坝顶宽 5m, 在 1265m、1253m、

序号	变更内容		变更前	变更后
			1237m、1249m、1261m 标高各布置一马道，马道宽度 1.5m，坝顶面及坝外坡均采用干砌块石护坡，厚 0.4m。	1241m、1229m、1217m 高程均设置有马道，初期坝总外坡比为 1:1.95。
			在初期坝和两岸山坡结合处的山坡上顺自然地形地势设置坝肩截水沟，截水沟为浆砌石结构，断面规格为 1.2m×1.3m。	左侧坝肩排水沟断面 $b \times h = 1.8m \times 1.5m$ ，浆砌石结构，壁厚 500mm，水泥砂浆抹面。
		排 渗 褥 垫 及 反 滤 层	初期坝已确定采用透水堆石坝，在初期坝底部布置坝基础座。坝基础座：在已清除地基到基岩的初期坝底部，铺设 2m 厚块度在 400mm~600mm 的大块石层，块石之间用碎石充填，在坝体内坡脚与斜卧排渗层(反滤层)相连。 在初期坝内坡设置斜卧排渗层(反滤层)，在初期坝内坡面自下层到上层为①层用 $d=20 \sim 100mm$ 砾石(碎石)铺设坡面，厚度为 200mm；②层用 $d=0.2 \sim 5mm$ 粗砂平整坡面，厚度为 100mm；③层铺设透水土工布一层，规格 500g/m²；④层用 $d=0.2 \sim 50mm$ 砂砾石覆盖土工布，厚度为 200mm；⑤最后保护层采用干砌大块毛石护坡，厚度为 400mm。	不变。
		排 渗 盲 沟	在初期坝底设置一排渗盲沟，排渗盲沟规格为 $(1.0 \sim 2.0)m \times 1.2m$ ，排渗盲沟内用鹅卵石填实，排渗盲沟不能有反坡现象。排渗盲沟将渗水导入坝脚排水沟，坝脚排水沟规格为 $1.0m \times 1.2m$ 。	在初期坝内坡脚上游施工排渗盲沟，排渗盲沟断面 $b \times h = (2 \sim 2.5)m \times 2m$ ，为提高排渗效果，变更设计共设置 4 条横向排渗盲沟，1 条纵向排渗盲沟，纵向排渗盲沟长度 450m，施工至 2#排水井位置。
		堆 积 坝	叠层堆筑尾砂坝每级子坝顶宽 2.5m，高 2m，上游坡比 1:2.5，下游坡比 1: 3.5，整个坝外坡坡比为 1:5，	堆积坝每级子坝高为 2m，顶宽 2m，外坡比为 1:4.0，内坡比为 1:2.0。为便于管理维护，每 2 级子坝构成统一外边坡，顶部设置 4m 宽马道，库区最终堆积标高 1385m，堆积坝总坝高 108m，子坝共 27 级，总外坡比 1:5.0。

序号	变更内容		变更前	变更后
		排渗	设计采用多种排渗方法进行联合排渗。 一、堆积坝水平排渗管 从初期坝顶开始，确定每堆3级子坝(垂高6m)留一条马道，预埋一排水平排渗管，排渗管为DN100PE管，排渗管水平间距为10m，单根长100m，铺设坡度2%左右从库内坡向马道排水沟。排渗管的出口端10m不钻孔，其余在坝体尾砂内部分的PE管上部(上半圆)钻孔(孔径10mm，间距50mm，交错排列成梅花状)，钻孔管段外表面包裹400g/m²土工布一层，并将伸入坝体内管口堵死。渗出水通过排渗管导入相应马道排水沟，马道排水沟与坝肩截水沟相连，构成了完整的坝面排水系统。 二、排渗席垫 堆积坝每升高12m，即在1273m、1285m、1297m、1309m、1321m、1333m、1345、1357m、1369m标高的水平排渗管端前21m处设置水平排渗席垫，排渗席垫沿库纵伸方向铺设长度25.5m，横向方向铺设宽度和库横向宽度一致，席垫厚度为20mm，排渗席垫渗水、通过耐压管排至马道排水沟。	堆积坝坝体内排渗从自初期坝坝顶1277m高程开始每4m垂高的堆积子坝顶设置排渗管网一排，一排排渗管网由若干组水平排渗管网组成。每组排渗管网外形为矩形，长度为20m，宽度为5m，每组排渗管网两边间距为5m。每组排渗管网由横向6根长约20m的水平排渗管及3根长约5m的纵向排渗管组成，排渗管网两端向中部以3%的坡度倾斜。排渗管网的连接采用弯头、三通管或四通管连接。
		坝肩排水沟及坝面排水沟	(1)马道排水沟规格为0.5m×0.6m，钢筋混凝土结构，混凝土厚度为150mm，钢筋为HRB335螺纹钢，钢筋直径为10mm。 (2)坝肩截水沟断面规格为1.2m×1.3m。	坝面横向排水沟为C25素混凝土结构，矩形断面，底宽0.5m，深0.5m，堆积坝的外坡面修建八字形坝面纵向排水沟，纵向排水沟为矩形断面，素混凝土结构，宽0.5m，深0.5m。左右坝肩排水沟断面B×H=1.2m×1.3m，矩形结构，左右坝肩排水沟均采用厚度500mm的块石浆砌。
4	防洪排水系统	排水井、支	汇水面积为1.195km ² 。	不变。
			库内采用排水井+排水隧洞的排水型式。	不变。

序号	变更内容		变更前	变更后
		隧洞、主隧洞	库内共 8 个排水井, 编号 1#~8#排水井。其中 1#、6#、7#、8#排水井内径为 4m, 8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构, 立柱断面 $b \times h = 0.5m \times 0.45m$ 。2#、3#、4#、5#排水井内径为 5m,	内径、断面、编号不变。
			1#排水井 $X=3754222.786$ $Y=37550874.726$ 井架高 16m(1250.8m~1266.8m) 2#排水井 $X=3754307.669$ $Y=37550786.508$ 井架高 16m(1265.8m~1281.8m) 3#排水井 $X=3754410.808$ $Y=37550725.583$ 井架高 16m(1280.8m~1296.8m) 4#排水井 $X=3754515.527$ $Y=37550669.621$ 井架高 13m(1295.8m~1308.8m) 5#排水井 $X=3754621.049$ $Y=37550612.623$ 井架高 14m(1307.8m~1321.8m) 6#排水井 $X=37547413.458$ $Y=37550526.458$ 井架高 26m(1320.8m~1346.8m) 7#排水井 $X=3754850.481$ $Y=37550425.755$ 井架高 29m(1345.8m~1374.8m) 8#排水井 $X=3754973.618$ $Y=37550341.013$ 井架高 11.4m(1373.8m~1385.2m)	1#排水井 $x=3754180.894$ $y=37550928.502$ 井架高 13.4m(1252.4m ~ 1265.8m) 2#排水井 $x=3754267.247$ $y=37550844.09$ 井架高 16.2m(1264.8m~1281.0m) 3#排水井 $x=3754370.015$ $y=37550784.377$ 井架高 16.0m(1279.9m~1295.9m) 4#排水井 $x=3754473.501$ $y=37550731.143$ 井架高 13.1m(1294.9m~1308.0m) 5#排水井 $x=3754581.155$ $y=37550672.811$ 井架高 14.0m(1307.0m ~ 1321.0m) 6#排水井 $x=3754699.954$ $y=37550584.318$ 井架高 26.0m(1320m ~ 1346.0m) 7#排水井 $x=3754805.036$ $y=37550477.310$ 井架高 29.0m(1345.0m~1374.0m) 8#排水井 $x=3754928.438$ $y=37550411.246$ 井架高 11.34m(1373m ~ 1384.34m)
			(1)主隧洞 设计在右侧(西侧)山体内开凿隧洞, 洞低平均坡降为 11.8%, 其断面尺寸宽 $\times$ 高=2.8m $\times$ 3.0m, 为三心拱形, 直壁高 2.067m, 拱高 0.933m。 (2)支隧洞 支隧洞与主隧洞断面相同。	隧洞坡降及高程与原设计不一致, 坡降、坡度、坐标、高程、长度均变化。详见 5.4 小节。
7	观测设施	人工观测	(1)坝体位移观测设施 设计在初期坝马道 1213m、1237m、	设计共设置 7 组位移观测设施和 9 组浸润线观测设施,

序号	变更内容		变更前	变更后
			1261m 标高分别布置 2 个观测点，在 1273m(初期坝顶)标高布置 3 个观测点，在堆积坝马道 1279m、1291m、1303m、1315m、1327m、1339m、1351m、1363m、1375m 标高分别布置 3 个观测点。 (2)浸润线观测设施 设计在堆积坝 1279m、1291m、1303m、1315m、1327m、1339m、1351m、1363m、1275m 标高分别在坝体最弱部位(即主河道正上方)和两侧合理地点分别布置两个观测孔。	在两侧山体明显处设置 7 组基准点。每组位移观测设施设三个观测点，分别位于坝面上两侧和最大断面通过处，浸润线观测点位于马道上。位移观测设施在 1277m 高程、1293m 高程、1309m 高程、1325m 高程、1341m 高程、1357m 高程、1373m 高程设置。浸润线观测设施在 1281m 高程、1293m 高程、1305m 高程、1317m 高程、1329m 高程、1341m 高程、1353m 高程、1365m 高程、1377m 高程设置。
		在 线 监 测 设施	(1)设置变形观测点、浸润线观测孔和库内水位检测尺。 (2)配置一台 TPS-751 全站仪及配套工具、一台 DSZ-2 级水准仪及配套工具、2×28 光缆 2000m 摄像镜头、计算机一台和显示器三个。 (3)在观测轴线的观测基点上面安置全站仪，进行各观测点的坐标观测，观测 6 测回，并储存数据。	新增在线监测系统设计。该尾矿库最终等别为三等库，依据《尾矿安全规程》在线监测项目主要有： (1)降水量监测； (2)坝体内部位移监测； (3)坝体表面位移监测； (4)安全视频监控； (5)浸润线监测； (6)干滩监测。
8	上坝道路	上 坝 道路	设计组通过实地勘察，认为库区道路可以在从尾矿库沟口公路上行至园石沟和头道沟交叉处，上楼房沟的人行小路的山谷内进行修筑盘山公路，设计要求企业按照矿山支道公路标准进行修筑，需要修筑的道路长度约 1200m。	本次变更设计利用库区左侧已有的上坝道路，该上坝道路可通往 1301m 子坝坝顶，该道路需按四级道路标准进行整治，采用碎石路面，路面宽度不小于 5m(含截水沟)，在合适位置设置错车道，应急道路坡降不大于 9%，应急道路可通往各排水井和上坝需要。 本次变更设计新增段应急道路长度 1422m，修筑至 8#排水井附近，道路平均坡降 6.82%，该道路可通往库尾及各排水井位置。 原有需改造段上坝道路长度为 650m，该段上坝道路需按四级道路标准进行扩

序号	变更内容		变更前	变更后
				宽路面，并整治路面，道路坡降不大于 9%，以便满足车辆上坝需要。 截洪沟分两段建设，第一段为自截洪沟出水口至 8#排水井位置的应急道路段的截洪沟，长度 1786m，此段截洪沟进水口高程 1398m，出水口位于沟谷外侧，高程 1229m。 第二段截洪沟长度为 378m，进水口高程 1413m，出水口高程 1398m，坡降 3.97%。
9	安全管理		原设计审批时间较早。	根据新的相关要求，完善了安全管理内容，增加了双重预防机制建设及信息化管理内容。

2.4.3 扩大入库尾矿规模至 5000t/d 安全论证报告主要内容

2024 年 12 月，河南省冶金规划设计研究院有限责任公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库扩大入库规模至 5000t/d 安全论证报告》，现将主要内容摘录如下：

2.4.3.1 入库尾矿特征参数变更

- (1)选矿工艺流程：单一浮选
- (2)选矿厂生产规模：5000t/d
- (3)选矿厂工作制度：345d/a，3 班/d，8h/班
- (4)尾矿产率：98.6%
- (5)排出尾矿量：4930t/d， $170.1 \times 10^4 \text{t/a}$ ($108.3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$)
- (6)尾矿粒度组成：-200 目占 60%
- (7)尾矿浆重量浓度：34%

(8)尾矿浆水固比：2.33

(9)尾矿浆密度：1.24t/m³

(10)日排尾矿浆体积：7950m³；

(11)尾矿真比重：2.8t/m³；

尾矿堆积干容重：1.57t/m³

冲积坡度取 1.2%。

澄清距离 L=101m

变更前后入库尾矿特性及变化情况表

序号	项目	单位	数量		较原设计 变化幅度 (%)
			原设计	变更设计	
1	选矿工艺	——			
2	原矿处理量	t/d	3000	5000	166.7
3	工作制度	d/a	300	345	115%
		班/d	3	3	不变
		h/d	8	8	不变
4	尾矿产率	%	98.6	98.6	不变
5	干尾矿量	t/d	2958	4930	166.7
		万 t/d	88.74	170.1	191.7
6	尾矿粒度	-0.075mm 颗粒含量(%)	60%	60%	不变
	尾矿密度	——	1.57	1.57	不变
	尾矿浆重量浓度	(%)	30	34	113.3

与原设计相比，变更后的入库尾矿量增大了 66.7%，年工作天数增大了 15%，年排尾矿量增大了 91.7%，尾矿重量浓度增大了 13.3%。

2.4.3.2 尾矿库服务年限及坝体上升速率

(1)服务年限

现状堆积坝坝顶标高 1305.0m，坝前滩顶高程 1305m，已堆存总库容 $225.43 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $180.34 \times 10^4 \text{m}^3$ ；设计总库容 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ；剩余总库容 $731.59 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余有效库容 $575.27 \times 10^4 \text{m}^3$ ，扩大规模后的年排尾量为 $108.3 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余库容还可满足企业 5.3 年排尾需要。

(2)坝体上升速率

本次上升速率按现状坝顶高程 1305m 高程进行分析计算。

投产年限 (a)	年累积排尾 量($\times 10^4 \text{m}^3$)	高程(m)	子坝年升高 (m)	累计升高 (m)	备注()
1	108.3	1323.4	18.4	18.4	堆积坝坝顶 高程 1305m
2	216.6	1339.3	15.9	34.3	
3	324.9	1353.8	14.5	48.8	
4	433.2	1367.4	13.6	62.4	
5	541.5	1380.1	12.7	75.1	
5.3		1385.0	4.9	80.0	

经计算，堆积子坝上升速率最快年份为堆积坝开始扩大规模后的第 1 年，年升高速率为 18.4m/a，随着堆积标高的逐步提升，上升速率逐渐降低，该尾矿库堆积坝年平均上升速率为 15.1m/a。

通过分析尾矿坝堆坝上升速率表，并结合栾川当地相似钼矿尾矿库的上升速率，该尾矿库堆坝上升速率处在合理范围内，通过采用一定的排渗设施可保证库内堆积尾矿的排渗固结效果。

(3)变更坝体上升速率对安全影响

①坝体固结影响因素

坝体上升速度提高对尾矿坝的影响主要表现在对尾矿堆积坝固

结的影响上，特别是对新排尾矿固结的影响。上升速度提高后，入库尾矿自然沉积固结时间相对缩短，因此对尾矿坝稳定的影响是负面的。

影响尾矿堆积坝固结的因素中，除了坝体上升速度外，还与入库尾矿粒度密切相关，粗颗粒尾矿沉积后渗透性好、渗透系数大，尾矿堆积坝的排水固结更快，细颗粒尾矿则相反。

另外，尾矿坝设置的排渗设施对坝体排渗固结有较大的影响。上游式尾矿坝中，透水初期坝、库底排渗设施、堆积预埋排渗设施对加快入库尾矿的排渗固结有不可忽视作用。

对于上游式尾矿坝堆积坝的上升速度，尚无定量标准，不同性质的尾矿，堆坝上升速率不同；所以应根据入库尾矿性质、沉积固结边界条件等因素综合分析论证，确定上升速度的合理性、安全可靠。

本次设计依据该尾矿库的实际情况，针对影响入库尾矿固结的主要因素进行充分分析论证，说明变更后尾矿堆积坝上升速度的安全可靠。

②入库尾矿分类及其对尾矿坝排渗固结影响分析

依据企业提供的选厂磨矿工艺指标记录，变更后入库尾矿粒度为 -0.075m 含量 $52.4 \sim 53.4\%$ ，依据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）附表 A，尾矿库的入库原尾矿 $+0.075\text{m}$ 含量 $47.6\% < 50\%$ ，入库原尾矿分类属于尾粉土。参照《尾矿设施设计参考资料》，该尾矿平均粒度 $d_p > 0.074\text{m}$ ， -0.019m 尾矿含量 $< 20\%$ ， -0.005m

尾矿含量 $<10\%$ ，原尾矿属于粗颗粒、原生尾矿。因此，库区尾矿具有渗透性好、易固结特征。

③库内尾矿沉积状态及实际固结情况分析

该尾矿库堆坝高度约 28m 左右，尾矿库工程勘察揭示，库区内自尾矿坝滩顶向库内 120m 范围沉积的尾矿主要由尾细砂、尾粉砂、尾粉土构成，渗透系数为 $1.0\times 10^{-3}\text{cm/s}$ 、 $3.1\times 10^{-4}\text{cm/s}$ 、 $1.2\times 10^{-4}\text{cm/s}$ ，属于中等透水地层（ $10^{-4}\text{cm/s}\leq K<10^{-2}\text{cm/s}$ ）；距离滩顶 270m 以外为尾粉质黏土靠近沟底，渗透系数 $3.3\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，属于微透水地层（ $10^{-6}\text{cm/s}\leq K<10^{-5}\text{cm/s}$ ），由尾矿地层的渗透系数可知，尾粉砂渗透性较好，入库后可以很快固结；尾粉土次之，入库沉积后固结较快；尾粉质黏土透水性较差，固结相对缓慢。这一结论通过勘察给出的库内尾矿地层的密度和强度指标也得到印证。具体数据如下：

尾细砂：平均孔隙比 $e=0.756$ 、松散～稍密状态，内摩擦角 32.9° ，粘聚力 8.9kpa；

尾粉砂：平均孔隙比 $e=0.798$ 、稍密～中密状态，内摩擦角 29.8° ，粘聚力 8.9kpa；

尾粉土：平均孔隙比 $e=0.806$ 、中密状态，内摩擦角 27.8° ，粘聚力 9.6kpa；

尾粉质黏土：平均孔隙比 $e=0.805$ 、软塑状态，内摩擦角 16.8° ，粘聚力 10.2kpa。

库区尾矿中，除了库底沉积的尾粉质黏土外，沉积滩面的尾粉砂、尾粉土均具有较好的物理力学性能，说明尾矿固结良好。

④工程类别分析

栾川地区的矿山主要是钼矿，矿石氧化程度较低，属于易选矿石。当地的选矿工艺相近，选矿厂排出的尾矿颗粒普遍较粗，有利于上游法尾矿堆坝。变更后该尾矿库上升速度最大为 18.4m/a，尾矿库堆积坝上升速度与之类似或更高的成功工程案例较多，说明本次变更后坝体上升速度虽有提高，但仍在安全合理范围之内。

2.4.3.3 规模扩大后的工程措施

(1)现有排渗设施与原设计符合性

查阅排渗管网隐蔽工程施工记录，排渗管采用直径 110mm 的 PE 管，排渗管水平间距 5m，纵向排渗管采用直径 20mm 的木支架支撑，完成后每组外形均为矩形，长度 20m，宽度 5m，每组排渗管网间距为 5m。排渗管网均采用用弯头、三通和四通连接加固，符合设计要求。

(2)现有排渗设施的有效性

设计经渗流计算可知，正常运行工况下现状浸润线埋深在 11.5m 以下，工勘报告在坝坡面钻孔测得的浸润线数据均位于 16m 以下，企业提供的人工浸润线观测记录可知，该数据为已扩大了放矿规模，人工测得的浸润线埋深为 15.22~24.18m，经分析可知，现状浸润线埋深满足原设计正常运行工况下设计浸润线埋深 11m 的要求。

(3)扩大规模后排渗设施有效性

由于入库尾矿排放量的增大，尾砂沉积和固结的时间较原来缩短，对坝体抗滑稳定不利，对堆积坝后期继续堆高产生一定影响。

设计经计算在现状坝顶高程 1305m 时扩大放矿规模后的渗流分析结果正常运行工况堆积坝坝体内部浸润线埋深为 11.5m~25.2m，洪水运行工况坝体内部浸润线埋深为 9.8m~22.3m，临界浸润线计算埋深为 8.1m，结合规程要求堆积坝高度 $150\text{m} > H \geq 100\text{m}$ 时浸润线最小埋深内插计算为 6.3m，现状和最终渗流分析计算和临界浸润线埋深计算中均已考虑现有排渗设施的渗水情况，经校核，原设计的排渗能够满足扩大放矿规模后的排渗需要。

(4)结论

已有排渗设施和原设计排渗设施能够满足现状和最终尾矿库运行排渗和浸润线控制要求，不需要新增排渗设施。

原设计的控制浸润线埋深在满足坝体抗滑稳定安全性的要求前提下有较大的安全裕度，设计控制浸润线埋深为正常运行期 11m(中部)，洪水运行期 9m(中部)。

2.4.3.4 改善放矿工艺

(1)矿浆流量

本尾矿库变更设计放矿规模为 5000t/d，尾矿排放浓度约 34%，粗尾砂在坝前沉积，细颗粒流往库尾，确保沉积滩坡度不小于 1.0%，保证防洪安全。

尾矿库设计放矿规模为 5000t/d，放矿总流量计算如下：

$$\begin{aligned} Q_k &= KW\left(\frac{1}{\gamma_g} + m\right) \times 1/86400 = 1.0 \times 5000 \times \left(\frac{1}{2.7} + \frac{0.66}{0.34}\right) \times 1/86400 \\ &= 0.134\text{m}^3/\text{s} = 134\text{L}/\text{s} \end{aligned}$$

式中： Q_k —为矿浆流量， m^3/s ；

W ——为尾矿量，t/d；

γ_s ——为尾矿比重，取 2.7；

α ——为水固比；

K ——为矿浆流量的波动系数，取 1.0。

堆积坝坝顶设至 1 条采用 $\Phi 325\text{mm}$ 耐磨聚乙烯放矿主管，放矿主管上按间距 6m 设 1 个 $\Phi 159\text{mm}$ 分散放矿支管（采用胶管阀控制流量），共计放矿支管 40 个。

根据计算，设计同时放矿支管数量为 18 个，放矿支管通过阀门调节流量，使放矿流量与入库尾矿流量相匹配。

实际运行中，坝上同时放矿支管数量可参照设计数量和库区尾矿沉积滩的实际情况进行适当调整。

(2)澄清距离

尾矿于坝前均匀分散排放时所需的澄清距离可按如下公式计算：

$$L=hQ/（h' \ n u）$$

式中 L ——所需的澄清距离，m；

h ——颗粒在静水中下沉深度（一般为 1.0m）；

u ——颗粒在静水中的沉降速度，(0.005mm 颗粒在 10℃ 静水的下降速度，即 0.0000125m/s；0.007mm 在 10℃ 静水的下降速度，为 0.0000244m/s)；

Q ——矿浆流量；

h' ——矿浆流动平均深度（一般为 0.5m）；

n ——放矿口同时工作个数；

a——放矿口间距。

L(m)	h(m)	h'(m)	Q(m ³ /s)	n(个)	a (m)	U(m/s)
198.5	1	0.5	0.134	18	6	0.0000125
101.7m	1	0.5	0.134	18	6	0.0000244

按照表中的同时放矿管数量和间距，覆盖尾矿坝轴线长度为108m左右，大于粒度0.007m尾矿的最小澄清距离101.7m，因此排水井附近的清水层满足排水井日常运行管理的要求。

(5)沉积滩坡度计算

尾矿沉积滩坡度与放矿流量成反比，与矿浆浓度和尾矿粒径成正比。变更后，其中-0.075m平均含量60%，尾矿加权平均粒径 $d_p=0.105m$ ， $d_{50}=0.06$ 。入库尾矿浓度34%，矿浆流量至134L/s尾矿库同时放矿支管数量为18个，放矿支管放矿流量为7.4L/s。

任意滩长的平均坡度按以下公式计算：

$$i_1=i_{100} (100/L)^{0.3}$$

式中： I_1 ——计算滩长的坡度；

L ——计算滩长（m）；

i_{100} ——百米滩长的平均坡度（%），查《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）附录B，取1.7%（放矿重量浓度为30%，放矿流量为10L/S，粒径为0.06）；

经计算：100m滩长时， $i=1.7\%$ ，200m滩长时， $i=1.38\%$ ，250m滩长时， $i=1.29\%$ ，结合现场实际放矿的沉积滩坡度1.2%，较计算值低，原因是同时放矿支管开启的过少，放矿流速偏大，而变更设

计时沉积滩坡度按最不利 1%进行考虑，因此，变更后尾矿库沉积滩坡度按照实际 1.2%进行设计。

2.4.3.5 安全运行控制参数分析与变更

原变更设计冲积滩坡度 1%，现冲积滩坡度按时实际运行的沉积滩坡度 1.2%进行控制，因沉积滩坡度的变化需对安全运行控制参数进行变更。

在今后的运行过程中，企业应按下表进行安全生产控制参数的标准进行控制。

典型坝高运行控制参数见下表。

尾矿库 坝顶标高 m	正常运行 水位 m	调洪高度 m	安全超高 m	防洪高度	沉 积 滩 坡度%	正常生产水位 干滩长度 m	最小干滩长 度 m
1329	1326.84	1.2	0.96	2.16	1.2%	180	80
1385	1382.6	1.2	1.2	2.4	1.2%	200	100

典型标高时坝体人工浸润线控制参数

坝顶标高（m）	孔深（m）	日常管理浸润线控制埋深（m）		
		最大坝高剖面右侧	最大坝高剖面图	最大坝高剖面左侧
1329	20	正常运行期 10m	正常运行期 12m	正常运行期 10m
		洪水运行期 8m	洪水运行期 10m	洪水运行期 8m
1385	20	正常运行期 10m	正常运行期 12m	正常运行期 10m
		洪水运行期 8m	洪水运行期 10m	洪水运行期 8m

2.4.3.6 在线监测设施预警值设计

楼房沟尾矿库在线监测设施由洛阳飞辉虹科技有限公司进行安装，在线监测设施包括坝体表面位移监测、内部位移监测、库区雨量监测、库区干滩监测、视频监控等设施，在线监测系统采用四级预警。由于安全运行控制参数的变更，在线监测系统浸润线埋深和

干滩长度、库水位等随之调整。

安全超高（水面和滩顶之间的高差）监测四级预警报警设置

传感器类别	报警值类别	颜色指示	中期预警值	末期预警值
库水位 传感器	四级报警	蓝色预警	2.16m	2.4m
	三级报警	黄色预警	1.2 m	1.8m
	二级报警	橙色预警	0.96m	1.2m
	一级报警	红色预警	0.84m	0.84m

干滩监测四级预警报警设置

传感器类别	报警值类别	颜色指示	中期干滩预警值	末期干滩预警值
干滩监测 传感器	四级预警	蓝色预警	180m	200m
	三级报警	黄色预警	100m	150m
	二级报警	橙色预警	80m	100m
	一级报警	红色预警	70m	70m

浸润线监测四级预警报警设置

传感器类别	报警值类别	报警指示颜色	预警值		
			最大坝高剖面右侧	最大坝高剖面	最大坝高剖面左侧
渗压传感器	四级报警	蓝色预警	10m	12m	10m
	三级报警	黄色预警	9m	11m	9m
	二级报警	橙色预警	8m	10m	8m
	一级报警	红色预警	7m	9m	7m

2.4.3.7 结论

(1)洛阳开拓者矿业有限公司生产规模由3000t/d增加为5000t/d，每天排放干尾矿量由2958t/d增加为4930t/d，入库尾矿量增大了66.7%，原尾矿属于粗颗粒、原生尾矿。库区尾矿具有渗透性好、易固结特征。距离滩顶270m以外为尾粉质黏土靠近沟底，渗透系数 $3.3 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，属于微透水地层（ $10^{-6} \text{cm/s} \leq K < 10^{-5} \text{cm/s}$ ），由尾矿

地层的渗透系数可知，尾粉砂渗透性较好，入库后可以很快固结；尾粉土次之，入库沉积后固结较快；尾粉质黏土透水性较差，固结相对缓慢。

入库尾矿规模扩大后，尾矿库澄清水域长度仍满足尾矿澄清要求；尾矿库沉积滩坡比满足防洪要求。

通过对现状尾矿堆积坝、终期尾矿堆积坝坝体稳定性计算，现状及终期尾矿堆积坝坝体在正常运行状况下、洪水运行状况下坝体抗滑稳定最小安全系数 K_{min} 均满足规范要求，现状及终期尾矿堆积坝坝体稳定。

(2)尾矿库强化尾矿库放矿管理（增加放矿支管）、严格控制库内水量等措施后，尾矿库能满足入库尾矿规模扩大至 5000t/d 的正常生产运行。

(3)通过校核计算，增加尾矿排放量至 5000t/d，该尾矿库现状及最终泄洪构筑物的排水能力能够满足该尾矿库的泄流要求。

2.5 尾矿库运行现状简介

2.5.1 周边环境现状简述

(1)上游

在设计最终坝顶高程 1385m 范围外 185m 处有一栾川县凯达有色金属工业有限公司杨树凹铅锌矿详查范围内的探矿坑口，在 2011 年评审后的初步设计中已附赔偿协议，赔偿事项包括库区范围压覆凯达有色金属工业有限公司杨树凹铅锌矿边缘矿区楼房沟 308 亩，

赔偿未申报储量区域、探矿坑道的进尺费等全部费用共计一次性赔偿总额 98 万元。赔偿完成后压覆区范围内占地、占坡、道路通行等全部权益合同签订后转让给甲方，栾川县凯达有色金属工业有限公司不得行使或许可他人行使勘探、采矿、道路通行等任何权益。

现场勘察，淹没区范围外上游 185m 处的坑口已封闭，并悬挂有赤土店镇打非治违封闭坑口分包责任公示牌，明确了网格员分包责任人、村级分包责任人、乡镇分包责任人、县级分包责任人。

(2)库内

初期坝右侧岸坡上部有多处大块浮石，企业在右侧坝肩山体设置有浆砌石挡墙，挡墙顶宽 2m，高 5m。初期坝左侧岸坡 1268 高程平台设置有停车场和仓库，停车场停放有铲车、挖掘机等筑坝机械，仓库存放有排渗管道。库区堆积坝左侧岸坡 1291m 高程平台设置有尾矿库工业场地，工业场地设置有尾矿库值班室、应急物资仓库、尾矿库监控室、员工宿舍、维修和加工车间。

(3)下游

楼房沟尾矿库属山谷型尾矿库，沟内坝址以上无居民居住，初期坝外坡脚下游 200m 为沟口，沟口外 30m 为栾川通往洛宁的道路，道路两侧为山坡岗地，沟口下游 150m 为一线天和公路隧洞，沿省道向下游 2km 内无居民及重要的生产、生活设施等。

2.5.2 尾矿库库容、等别及建设标准

(1)尾矿库库容

根据尾矿库坝高-库容曲线图，现状堆积坝坝顶标高 1305.0m，

坝前滩顶高程 1305m，已堆存总库容 $225.43 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $180.34 \times 10^4 \text{m}^3$ ；设计总库容 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ；剩余总库容 $731.59 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余有效库容 $575.27 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

(2)等别

尾矿库达到堆积坝终期标高 1385m 时，初期坝坝高 52m，初期坝坝顶高程 1277m，堆积坝坝高 108m，总坝高 160m，总库容 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ，根据《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)对尾矿库等别的划分标准可知，尾矿库按全库容确定尾矿库的等别为四等，按坝高确定尾矿库的等别为二等，当按尾矿库的全库容和坝高分别确定的尾矿库等别的等差大于一等时，应按高者降一等确定，因此，该尾矿库等别判定为三等库。

(3)尾矿库建设标准

尾矿库等别判定为三等库，设计防洪标准按 500 年一遇进行校核，主要构筑物为 3 级，次要构筑物和临时构筑物为 5 级，坝坡抗滑稳定最小安全系数：正常运行 1.2，洪水运行 1.1，特殊运行 1.05。

2.5.3 尾矿坝现状

2.5.3.1 初期坝

1、坝体结构

查阅尾矿库竣工验收资料及现场查勘，初期坝为透水堆石坝，坝顶标高 1277m，坝轴线处底标高 1225m，坝高 52m，坝顶宽 5m，坝轴线长 118.6m，初期坝内坡 1261m 高程设置有一马道，马道宽 2.1m，1261m 以上内坡坡比 1:1.64，以下内坡坡比 1:1.64，内坡平均

坡比 1:1.82。初期坝外坡 1217m、1229m、1241m、1253m、1265m 高程均设置有马道。1217m 高程马道宽 1.6m，马道以上外坡坡比 1:2.42，马道以上外坡坡比 1:1.64；1229m 高程马道宽 1.2m，马道以上外坡坡比 1:1.7；1241m 高程马道宽 1.3m，马道以上外坡坡比 1:1.7；1253m 高程马道宽 1.3m，马道以上外坡坡比 1:1.55；1265m 高程马道宽 2.2m，马道以上外坡坡比 1:1.76；初期坝外坡平均坡比 1:1.95。初期坝外坡坡脚处采用浆砌石进行了加固，浆砌石体上设置有 150mm 的钢管和 100mmPVC 管加快了基础岩层的排渗。在初期坝下游外坡面设置有上坝踏步，宽约 0.8m，为素混凝土结构。

2、坝面排水沟

经现场勘察及测量，初期坝两侧设置有坝肩排水沟，排水沟断面为矩形断面，左侧坝肩截水沟断面尺寸为： $b \times h = 1.8\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，壁厚 500mm，浆砌石结构。右侧坝肩截水沟断面 $b \times h = (1.7 \sim 2)\text{m} \times (1.3 \sim 1.4)\text{m}$ ，壁厚 500mm，浆砌石结构。

在初期坝顶修筑有坝面排水沟，为钢筋混凝土结构，壁厚 15cm，断面尺寸为 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 。

现场勘察：初期坝坝基稳定，初期坝坝体无沉降、位移、裂缝、坍塌等不良现；左右坝肩截水沟无破损、断裂和磨蚀、沟内无淤堵、护砌无变形。

3、排渗设施

查阅施工资料及竣工图纸可知，在初期坝上游坡面铺设反滤层，自下而上依次为：堆石体、20~100mm 碎石层（厚 200mm）、

0.2~5mm 粗砂层（厚 100mm）、500g/m² 土工布 1 层、0.2~50mm 砂砾石层（厚 200mm）、干砌块石护坡（厚 400mm）。

查阅验收资料可知，在初期坝底部铺设 2m 厚 400~600mm 大块石滤水层。

查看施工资料及竣工图可知，在初期坝内坡脚上游施工排渗盲沟，排渗盲沟断面 $b \times h = (2 \sim 2.5)m \times 2m$ ，共设置 4 条横向排渗盲沟总长 350m，1 条纵向排渗盲沟，纵向排渗盲沟施工至 2#排水井位置。在初期坝底设置排渗盲沟，排渗盲沟规格为 $2.0m \times 1.2m$ ，排渗盲沟内用鹅卵石填实，排渗盲沟无反坡现象。

2.5.3.2 堆积坝

截止 2024 年 10 月(企业提供的现状实测图测量日期)，共堆筑子坝共 7 级，堆积坝坝顶标高为 1305.0m，坝前滩顶标高 1305.0m，库内水位标高 1303.1m，干滩长度 160m~180m，干滩坡度为 1.2%。堆积坝各级子坝规格尺寸如下：

表 2.4-1 尾矿堆积坝参数表

级数	单级子坝高度(m)	坝顶高程(m)	坝顶宽(m)	单级子坝外坡(1: m)	备注
1	4	1281	4	1:4	已覆土，马道排水沟断面 $b \times h = 0.5m \times 0.5m$ ，素混凝土结构
2	4	1285	4	1:4	已覆土，马道排水沟断面 $b \times h = 0.5m \times 0.5m$ ，素混凝土结构
3	4	1289	4	1:4	已覆土，马道排水沟断面 $b \times h = 0.5m \times 0.5m$ ，素混凝土结构
4	4	1293	4	1:4	已覆土，马道排水沟断面 $b \times h = 0.5m \times 0.5m$ ，素混凝土结构
5	4	1297	4	1:4	已覆土，马道排水沟断面 $b \times h = 0.5m \times 0.5m$ ，素混凝土结构
6	4	1301	4	1:4	已覆土，马道排水沟断面 $b \times h = 0.5m \times 0.5m$ ，素混凝土结构
7	4	1305	4	1:4	已覆土，马道排水沟断面 $b \times h = 0.5m \times 0.5m$ ，素混凝土结构

合计	28.0	总外坡比	1: 5.0	
----	------	------	--------	--

堆积坝 1-7 级子坝外坡已覆土植草护坡，第 8 级子坝正在堆筑，堆积坝轮廓符合设计要求，堆积坝外坡未发现有滑坡迹象运行工况正常。

2、坝面排水沟

现场踏勘，堆积坝各马道平台内侧设置有坝面纵向排水沟，坝面设置有人字排水沟，纵向排水沟和人字排水沟为矩形断面，断面尺寸为： $B \times H = 0.5 \times 0.5\text{m}$ ，壁厚 200mm，素混凝土结构。坝面纵向排水沟与两侧坝肩截水沟相接。

现场查勘，坝面排水沟结构完整，未发现有沉降、裂缝现象。

3、坝肩截水沟

现场踏勘，堆积坝左右坝肩设置有坝肩截水沟，坝肩截水沟为矩形断面，右侧坝肩排水沟断面尺寸为： $b \times h = 1.8\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，左侧坝肩排水沟断面 $b \times h = 1.5\text{m} \times 1.3\text{m}$ ，壁厚 500mm，浆砌石结构，渠内壁采用砂浆抹面。左右坝肩截水沟修至 7 级子坝坝顶。

现场查勘，坝肩截水沟结构完整，未发现有砂浆脱落和损坏现象。

2.5.4 防洪系统现状

现场踏勘，该尾矿库采用排水井+排水支隧洞+排水主隧洞排水形式。

1、排水井

现场查勘，库内共设置有 8 个框架式排水井，1#、2#、3#排水

井均已淹没，企业在 1#、2#、3#排水支隧洞进行了封堵。截止企业提供测量日期 2024 年 10 月份，4#排水井在用，进水口高程为 1303.1m。

1#排水井内径 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，1#进水口高程 1252.4m，井顶高程 1265.8m，洞底高程为 1246.6m，井架高度 13.4m。

2#排水井内径 5m，12 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。井座顶高程 1264.8m，井顶高程 1281m，洞底高程 1259.0m，井架高 16.2m。

3#排水井内径 5m，12 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。井座顶高程 1279.9m，井顶高程 1295.9m，洞底高程 1274.1m，井架高 16m。

4#排水井内径 5m，12 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。井座顶高程 1294.9m，井顶高程 1308m，洞底高程 1289.1m，井架高 13.1m。

5#排水井内径 5m，12 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。井座顶高程 1307m，井顶高程 1321m，洞底高程 1301.2m，井架高 14m。

6#排水井内径 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。井座顶高程 1320m，井顶高程 1346m，洞底高程 1314.2m，井架高 26m。

7#排水井内径 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。井座顶高程 1345m，井顶高程 1374m，洞底高

程 1339.2m，井架高 29m。

8#排水井内径 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.45\text{m}$ 。井座顶高程 1373m，井顶高程 1384.34m，洞底高程 1367.2m，井架高 11.34m。

2、排水主隧洞和支隧洞

查阅相关验收资料，排水主隧洞布置在右侧的山体内，排水井通过排水支隧洞与排水主隧洞连接。排水主隧洞出口及支隧洞进口采用钢筋混凝土支护，排水主隧洞及支隧洞支护后的断面尺寸均为 $b \times h = 2.8\text{m} \times 3\text{m}$ ，直墙高约 2m。排水隧洞底板采用 C20 混凝土铺底厚度为 100mm。

排水主隧洞进水口标高 1360.71m，隧洞长度为 1271m，最缓段坡降为 8.54%，平均坡降为 11.8%，出水口标高 1200.81m，出口支护长度约为 5m。

1#排水支隧洞进水口标高 1248.2m，隧洞长度为 82.6m，坡度为 10.66%，出水口标高 1239.39m，进水口支护长度为 14m。

2#排水支隧洞进水口标高 1260.4m，隧洞长度为 58.4m，坡度为 17.21%，出水口标高 1250.35m，进水口支护长度为 13.3m。

3#排水支隧洞进水口标高 1275.9m，隧洞长度为 64.6m，坡度为 15.85%，出水口标高 1265.66m，进水口支护长度为 27.35m。

4#排水支隧洞进水口标高 1290.9m，隧洞长度为 78.2m，坡度为 14.8%，出水口标高 1279.33m，进水口支护长度为 26m。

5#排水支隧洞进水口标高 1302.9m，隧洞长度为 94.22m，坡度

为 11.27%，出水口标高 1292.28m，进水口支护长度为 15m。

6#排水支隧洞进水口标高 1316.0m，隧洞长度为 85.63m，坡度为 6.2%，出水口标高 1310.7m，进水口支护长度为 12m。

7#排水支隧洞进水口标高 1339.5m，隧洞长度为 50.02m，坡度为 10.7%，出水口标高 1334.12m，进水口支护长度为 24m。

8#排水支隧洞进水口标高 1368.84m，隧洞长度为 73.86m，坡度为 11%，出水口标高 1360.71m，进水口支护长度为 12m。

3、排水隧洞出口设施

主隧洞内根据环保要求安装有雨污分流管道，库内回水经管道排放至初期坝下游集水池，雨水由主隧洞口排水明渠排至集水池下游集水渠后排出库外。排水明渠一侧为山体，一侧为混凝土结构，断面尺寸为 $b \times h = 2.5\text{m} \times 1\text{m}$ 。初期坝下游约 30m 设置有浆砌石挡墙，顶宽 4m，高 7m，与初期坝外坡脚浆砌石形成集水池，集水池长约 30m，宽约 12m，深约 7m。

4、排水支隧洞封堵内容

查阅验收评价及封堵记录，2022 年 8 月，企业委托施工单位河南派普建工集团有限公司对楼房沟尾矿库 1#排水支隧洞封堵进行施工，并委托河南荣泰工程管理有限公司进行监理。封堵方式为：在 1#支隧洞与排水井连接处进行封堵，封堵长度约为 23m，其中衬砌段封堵长度为 10m，未衬砌段封堵长度为 13m；采用 $\Phi 45$ 锚杆长 2m，间距 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 布置用以作为永久封堵用，进口处设置超前锚杆，封堵用锚杆式浇筑砼进行封堵；封堵体下部预埋两根排渗钢管，外包

土工布。

2023 年 6 月，2024 年 6 月，企业对 2#、3#排水支隧洞进行了封堵，封堵方式采用锚杆式浇筑砼封堵。

5、排水系统质量检测

(1)5#排水井质量检测内容

2024 年 11 月，企业委托河南省万测工程检测有限公司对楼房沟尾矿库 5#排水井井架及拱板进行了检测，并出具了检测报告。检测报告结论：

①采用回弹法，依据《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》（JGJ/T23-2011）的相关规定，混凝土强度：5#井架采用回弹法检测 97 个构件，设计强度等级为 C30，所检构件现龄期混凝土强度推定值均满足设计强度等级要求；拱板采用回弹法检测 430 个构件，设计强度等级为 C30，其中 2 块拱板现龄期混凝土强度推定值未达到设计强度，其余所检构件现龄期混凝土强度推定值满足设计强度等级要求。

②采用电磁感应法，依据《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准-混凝土工程》（SL632-2012）的相关规定，所检测混凝土钢筋保护层厚度：5#井架共检测 970 个点，不合格 15 个点，合格率 98.5%。拱板共检测 4300 个点，不合格 76 个点，合格率 98.2%；依据《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准-混凝土工程》（SL632-2012）的评定标准，5#井架、拱板钢筋保护层检测合格。

③采用电磁感应法，依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》

（GB5024-2015）的相关规定，混凝土钢筋数量：5#井架共检测 96 个构件，所检构件钢筋数量均符合设计要求；拱板共检测 430 个构件，所检构件钢筋数量均符合设计要求；依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的评定标准，5#井架钢筋数量检测合格，拱板钢筋数量检测合格。

④用电磁感应法，依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的相关规定，混凝土钢筋间距：5#井架共检测 97 个构件，其中 1 个构件钢筋间距不符合设计规范要求，5#井架钢筋间距合格率为 9.0%；拱板共检测 430 个构件，其中 6 个构件钢筋间距不符合设计规范要求，拱板钢筋间距合格率为 98.6%；依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的评定标准，5#井架钢筋间距检测合格，拱板钢筋间距检测合格。

⑤采用尺量法，依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 5024-2015）的相关规定，所检测混凝土构件截面尺寸：5#井架采用尺量法检测 96 个构件，其中 1 个构件截面尺寸不符合设计规范要求，5#井架构件截面尺寸合格率为 99.0%；拱板采用尺量法检测 430 个构件，其中 6 个构件截面尺寸不符合设计规范要求，拱板截面尺寸合格率为 98.6%；依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204-2015）的评定标准，5#井架构件截面尺寸检测合格，拱板截面尺寸检测合格。

⑥采用尺量法，依据《尾矿设施工及验收规范》（GB50864-2013）的相关规定，所检测井架内径 5#井架内径采用尺量法检测 24 个部位，

所检部位井架内径尺寸均满足设计规范要求；5#井架内径合格率为100%；依据《尾矿设施工及验收规范》（GB50864-2013）的评定标准，5#井架内径检测合格。

⑦采用平距法，依据《尾矿设施工及验收规范》（GB50864-2013）的相关规定，所检测井架垂直度：5#井架采用平距法检测12个部位，所检部位垂直度符合规范要求；依据《尾矿设施工及验收规范》（GB50864-2013）的评定标准，5#井架垂直度检测合格。

(2)6#排水井质量检测内容

2024年11月，企业委托河南省万测工程检测有限公司对楼房沟尾矿库6#排水井井架及2332块拱板进行了检测，并出具了检测报告。检测报告结论：

①采用回弹法，依据《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》（JGJ/T23-2011）的相关规定，所检测混凝土抗压强度：6#井架采用回弹法检测129个构件，设计强度等级为C30，所检构件现龄期混凝土强度推定值均满足设计强度等级要求；5#拱板采用回弹法检测827个构件，设计强度等级为C30，所检构件现龄期混凝土强度推定值均满足设计强度等级要求；6#拱板采用回弹法检测1505个构件，设计强度等级为C30，所检构件现龄期混凝土强度推定值均满足设计强度等级要求。

②采用电磁感应法，依据《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准-混凝土工程》（SL632-2012）的相关规定，所检测混凝土钢筋保护层厚度：6#井架共检测1290个点，不合格20个点，合

格率 98.4%；5#拱板共检测 8270 个点，不合格 156 个点，合格率 98.1%；6#拱板共检测 15050 个点，不合格 291 个点，合格率 98.1%；依据《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准-混凝土工程》（SL 632-2012）的评定标准，6#井架、5#拱板、6#拱板钢筋保护层检测合格。

③采用电磁感应法，依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的相关规定，所检测混凝土钢筋数量：6#井架共检测 128 个构件，所检构件钢筋数量均符合设计要求；5#拱板共检测 827 个构件，所检构件钢筋数量均符合设计要求；6#拱板共检测 1505 个构件，所检构件钢筋数量均符合设计要求；依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的评定标准，5#井架钢筋数量检测合格，5#拱板、6#拱板钢筋数量检测合格。

④用电磁感应法，依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的相关规定，所检测混凝土钢筋间距混凝土钢筋间距：6#井架共检测 129 个构件，其中 2 个构件钢筋间距不符合设计规范要求，6#井架钢筋间距合格率为 98.4%；5#拱板共检测 827 个构件，其中 1 个构件钢筋间距不符合设计规范要求，拱板钢筋间距合格率为 98.7%；6#拱板共检测 150 个构件，其中 23 个构件钢筋间距不符合设计规范要求，拱板钢筋间距合格率为 98.5%；依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的评定标准，6#井架钢筋间距检测合格，5#拱板、6#拱板钢筋间距检测合格。

⑤采用尺量法，依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB

50204-2015)的相关规定,所检测混凝土构件截面尺寸:6#井架采用尺量法检测128个构件,其中2个构件截面尺寸不符合设计规范要求,6#井架构件截面尺寸合格率为98.4%;5#拱板采用尺量法检测827个构件,其中10个构件截面尺寸不符合设计规范要求,拱板截面尺寸合格率为98.8%;6#拱板采用尺量法检测1505个构件,其中25个构件截面尺寸不符合设计规范要求,拱板截面尺寸合格率为98.3%;依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB5024-2015)的评定标准,6#井架构件截面尺寸检测合格,5#拱板、6#拱板截面尺寸检测合格。

⑥采用尺量法,依据《尾矿设施工及验收规范》(GB50864-2013)的相关规定,所检测井架内径:6#井架内径采用尺量法检测32个部位,所检部位井架内径尺寸均满足设计规范要求;6#井架内径合格率为100%;依据《尾矿设施工及验收规范》(GB50864-2013)的评定标准,6#井架内径检测合格。

⑦采用平距法,依据《尾矿设施工及验收规范》(GB50864-2013)的相关规定,所检测井架垂直度:6#井架采用平距法检测8个部位,所检部位垂直度符合规范要求;依据《尾矿设施工及验收规范》(GB50864-2013)的评定标准,6#井架垂直度检测合格。

2.5.5 安全监测设施现状

2.5.5.1 人工监测设施

(1)人工位移观测设施

现场查勘,人工坝体位移沉降基准点布置在尾矿坝左右两侧山

体的稳定基岩上。

现场查勘，在初期坝坝顶(1277m)、1289m 高程、1301m 高程分别设置一组位移观测设施，每组位移观测设施包含 3 个坝体位移观测标点和两侧岸坡位移观测基点。

尾矿坝体垂直位移采用水准测量的方法观测，坝体水平位移采用视准线法进行观测。查阅企业有关资料，企业每月观测 1 次，有详细位移观测记录，每次观测配备 2 名专业技术人员，一名观测人员，一名记录人员。

根据企业提供坝体位移监测记录和尾矿库安全检查工作记录，监测记录完整齐全，监测时间间隔符合设计及相关规范规定，坝体位移监测设施运行正常。

2、浸润线观测设施

现场查勘，在一级子坝、三级子坝、六级子坝分别设置 3 根浸润线观测管，浸润线观测管采用钢管材质，浸润线观测管孔深 15.22~24.18m。

查阅企业有关资料，尾矿库运行过程中，定期采用“探钟法”监测管内位置，企业每月观测 1 次，有详细浸润线观测记录，每次观测配备 2 名专业技术人员，一名观测人员，一名记录人员。

根据企业提供坝体浸润线监测记录和尾矿库安全检查工作记录，监测记录完整齐全，监测时间间隔符合设计及相关规范规定，浸润线监测设施运行正常。

3、水位观测标尺

现场查勘，在各排水井井壁设置有水位观测标尺，标尺采用铝制结构。为便于尾矿库值班人员对库区水位进行观测，企业在水位观测标尺上标明与尾矿库相对高程标出相应的实际高程数据。

4、干滩观测

根据询问尾矿库值班人员，尾矿库干滩监测采用全站仪在沿坝顶（滩顶）方向布置测点进行实测。干滩长度监测采用短距手持式激光测距仪进行测量，测量时选取干滩长度较短且垂直于坝轴线处布置 1~3 个断面进行测量，取最小值作为尾矿库的沉积滩干滩的测量长度。

2.5.5.2 在线监测设施

(1)坝体表面位移监测设施

现场查勘，在初期坝坝顶设置有 3 个坝体表面位移监测点，在一侧岸坡设置有坝体 GPS 位移监测基准点。

查看在线监测数据，尾矿库坝体表面位移监测频率为 1 次/1 小时，尾矿库坝体表面位移运行平稳，位移量较小，坝体未发生较大的位移现象。

(3)坝体内部位移监测设施

现场查勘，在堆积坝第 3、6 级子坝坝顶设置有 1 个内部位移监测装置。

坝体内部位移监测装置采用固定式测斜仪，每个监测点串行安装测斜传感器 3 支。内部位移传感器安装深度在坝体表面至地下 15m 范围，传感器安装间距 5m。测斜仪工程读数 $\leq 0.1\text{mm/m}$ 。

查看在线监测数据,尾矿库坝体内部位移监测频率为 1 次/20min,尾矿库坝体表面位移运行平稳,位移量较小,坝体未发生较大的位移现象。

(4)浸润线监测设施

现场查勘,在堆积坝第 1 级子坝、第 3 级子坝、第 6 级子坝坝顶分别设置 3 个在线浸润线监测装置,共设置 9 个浸润线监测装置,共设置 3 个监测横剖面,形成 3 条实测浸润线曲线。

查阅该尾矿库在线监测系统浸润线监测记录,浸润线监测设施监测精度 cm,尾矿库坝体浸润线监测频率为 1 次/20min。坝体内部浸润线埋深较深,尾矿库在线监测系统浸润线监测数据:尾矿坝最大剖面处浸润线埋深:15.13m~23.92m,与尾矿库工程地质勘察报告及人工浸润线监测记录数据接近,符合尾矿库现场实际,尾矿库在线监测系统浸润线监测单元运行正常。

(5)干滩监测设施

现场查勘,在堆积坝坝顶设置 1 套在线视频干滩监测系统,通过该系统可实时监测尾矿库库区干滩长度、滩顶标高、干滩坡度等相关信息。每个监测点布设 1 台雷达高程仪、1 台长距离激光测距机。其中雷达高程仪位于滩顶,用于测量滩顶高程,同一安装支架上安装 1 台激光测距仪,该测距仪的检测精度 $\pm 1\text{mm}$,漫反射检测距离 0.05~100m,分辨率 0.1mm。

现场调取尾矿库在线干滩监测系统相关记录,干滩长度监测设施监测频率为 1 次/10min。

查阅尾矿库在线监测系统收集干滩监测数据为 180m 左右，干滩坡度为 1.20%左右，符合尾矿库现场实际情况，尾矿库在线干滩监测系统运行正常。

(6)降雨量监测设施

现场查勘，企业在三级子坝坝顶设置 1 个降雨量监测设施。

(7)库水位监测设施

现场查勘，在 8#排水井井顶设置有超声波物位计，通过该装置，可实时掌握库内水位变化情况，测量精度 0.5%F.S，分辨率 0.1% F.S。

(8)视频监控

现场查勘，共设置有 13 个视频监控摄像头，分别位于初期坝坝顶、初期坝下游、一侧岸坡、各排水井、堆积坝坝顶、排水隧洞出水口等位置，通过该视频装置，可实时监测尾矿坝坝体运行情况。

现场观察，各视频画面清晰稳定，夜视效果良好，尾矿库视频监控系统运行正常。视频监控分别采用高清红外网络球机及高清网络红外枪机，该视频监控设备有夜间监视功能，采用简易避雷针进行防护。

2.5.6 排渗设施现状

(1)排渗盲沟

查看施工资料及竣工图可知，在初期坝内坡脚上游施工排渗盲沟，排渗盲沟断面 $b \times h = (2 \sim 2.5)m \times 2m$ ，共设置 4 条横向排渗盲沟总长 350m，1 条纵向排渗盲沟，纵向排渗盲沟施工至 2#排水井位置。在初期坝底设置排渗盲沟，排渗盲沟规格为 $2.0m \times 1.2m$ ，排渗

盲沟内用鹅卵石填实，排渗盲沟无反坡现象。

(2)排渗管网

根据企业提供有关资料及现场查勘，为保证坝体内渗水能安全有序排出坝体，堆积坝排渗方式采用水平排渗管网进行排渗，堆积坝各级子坝均设置有坝体排渗设施。

根据企业提供尾矿库排渗管网隐蔽工程记录，堆积坝坝体排渗管网施工安装工程如下：①现场均采用排渗管直径110mm的PE管，排渗管水平间距为5m，单根长度60m左右，铺设坡度2%；排渗管穿坝部分不钻孔，库区尾砂部分在PE管的上部1/3侧面钻孔（孔径10mm，间距50mm，交错排列呈梅花状），钻孔管段外表包裹200g/平方米土工布一层，纵向排渗管及排渗管网采用直径20mm的木支架支撑。符合设计要求；②排渗管网安装完成后每组外形均为矩形，长度20m，宽度5m，每组排渗管网间距为5m。排渗管网均采用用弯头、三通和四通连接加固，符合设计要求。③排渗管网安装铺设坡度经测量均为2%坡度。符合设计要求。

现场查勘，结合坝体内部浸润线监测数据，坝体内部浸润线埋深较深，上部两级子坝渗水量相对稍大，渗水渗水主要为清水，因此该尾矿库排渗系统正常有效。

堆积坝排渗设施排渗效果分析：现场查勘，堆积坝排渗管出口有清水渗出，水质比较清澈，无尾矿砂流出，堆积坝坝面或坝肩无渗流、流土、管涌、沼泽化、渗水量增大和渗水变浑等异常现象。评价认为，尾矿库堆积坝排渗设施运行正常，满足坝体排渗要求。

2.5.7 库内船只

1、排水井浮桥

现场查勘，企业在 4#排水井与岸坡之间设置有连接浮桥，排水井周围设置有操作平台。浮桥及排水井周围平台采用钢板、浮筒、两侧护栏组成。

现场查勘，浮桥底板采用钢板焊制，浮桥底部固定有浮桶。现场测量，浮桥桥面通行宽度为 1.5m，排水井周围操作平台宽度为 1.5m，采用厚 6mm 的防滑钢板制成。

现场查勘，在浮桥两侧及排水井操作平台外侧均设置有高 1.25m 护栏，护栏采用 DN50 钢管制成，立柱间距 0.6m，距桥面 0.4m、0.8m 处设置有宽 40mm 的扁铁作为横向加密挡板。上下浮桥通过三根宽 30cm 厚 10cm 木板与库尾相接。

在护栏两侧设置有救生圈、救生衣等安全防护设施。该套浮桥设施具有较高承载力，浮桥平台平稳，有较好的抗冲击破坏能力，该套设备可满足尾矿库运输排水井拱板及人员检修排水井通行需求。

2、库内浮船

为便于尾矿工人对排水井拱板封堵加高安装作业，尾矿库库尾设置有一工作船，固定在岸坡处。该船只仅用于运输排水井拱板，便于排水井拱板的拆除和封堵，人员通过缆绳将浮船牵引至排水井附近。现场查勘，尾矿库库尾浮船采用钢板焊制。

2.5.8 辅助设施现状

1、应急道路

现场查勘，在尾矿坝坝体左侧设置有上坝道路，通过该道路可到达初期坝坝顶、堆积坝坝顶、库区值班室、库尾排水井处，该道路路面宽度 4m，部分段采用碎石路面，目前该道路运行情况良好，道路基础为原始山体，基础条件良好，可满足小型车辆上坝需要。

现场查勘，尾矿库应急道路满足尾矿库应急抢险时通行和运送应急物资的需求，且不在产生安全事故可能影响区域及不通过尾矿坝外坡，可作为该尾矿库应急道路使用。

2、尾矿库值班室、应急物资仓库

现场查勘，在堆积坝左侧岸坡高处 1291m 平台位置设置尾矿库值班室、应急物资仓库、值班室。值班室及应急物资仓库采用彩钢铁皮活动板房，具有较好的稳定性、隔热、保温等特点。

现场查勘，值班室墙壁悬挂有值班人员岗位责任制、值班人员安全操作规程及尾矿库各项安全检查制度等。值班室内配备已档案柜，档案柜内分别存放尾矿库安全检查记录、隐患排查记录、尾矿库观测记录、尾矿库隐蔽工程施工记录及尾矿库运行记录等相关材料。

现场查勘，应急救援物资仓库内存放有尾矿库相关应急物资，包括报警器、望远镜、雨衣、雨鞋、警戒带、金卤灯、救生衣、铁锹、洋镐、编织袋、强光手电等；并对应急救援物资进行登记建档，张贴有尾矿库应急物资清单，在库尾 5#排水井岸坡高处设置有备用

应急物资。

3、通讯

企业在库尾设置有值班室，值班室内安装固定电话一部，同时值班人员和施工人员配备有移动电话，移动和联通信号已覆盖该库区，保证了通讯畅通。

4、照明

现场查勘，在库区设置照明专线用于坝上照明，在尾矿库库区设置有多组照明装置，库区照明装置采用探照灯进行照明，探照灯采用 LED 灯，目前该照明装置可满足尾矿库库区夜间照明需要。

5、报警设施

现场查勘，尾矿库应急报警设施采用手摇报警器、便携式报警器等报警设备。

企业建立了应急广播等通讯设施，应急广播播放器设置在下游公司办公房内，应急广播设施包含 3 个外放喇叭和一套喊话设备。根据日常企业应急演练，该套应急广播设备可确保应急指令能够传达至下游 1km 影响范围内的所有人员。

2.5.9 个人安全防护现状

企业按照国家颁布的劳动防护用品配备标准以及有关规定为从业人员配备劳动防护用品。公司内部制定有《劳动防护用品管理制度》，建立有《安全防护用品台账》并按时定期发放。

企业设有专职人员专门督促、教育从业人员正确佩戴和使用劳动防护用品，要求从业人员在作业过程中严格按照企业安全生产规

章制度和防护用品使用规则正确佩戴和使用劳动防护用品，未按照规定佩戴和使用劳动防护用品的，不得上岗作业。

根据企业提供劳动用品发放记录显示，企业每个月为员工发放洗衣粉、肥皂、手套、口罩、安全帽、雨靴等安全防护用品，并根据季节配备季节性安全防护用品。

2.5.10 安全标志现状

现场查勘，企业在尾矿库库区醒目位置设置有安全警示标志。在库区上坝道路附近设置有限速标志，在库区道路局部路段设置有小心落石等安全警示标志。

现场查勘，在尾矿库库区值班室附近设有尾矿库包库责任人公示牌。公示牌上分别注明注明县、镇、村级分包责任人及企业负责人及电话。在尾矿库库区值班室设置有尾矿库隐患治理排查清单，在堆积坝坝顶设置了尾矿库子坝信息公示栏。

现场查勘，尾矿库库区周边及坝体上设置了“尾矿库安全生产风险公告栏”、“尾矿库库长责任制”、“尾矿库汛期责任人信息公示栏”、“尾矿库危险有害因素告知卡”“尾矿库应急逃生路线图”等安全警示标志。

2.5.11 企业安全管理现状

2.5.11.1 安全管理机构

坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，企业主要负责人是尾矿库安全生产第一责任人。公司成立有尾矿库安全生产管

理领导小组，领导小组负责协调公司安全生产管理工作。设立了安全生产部，安全生产部为专职安全管理机构，专业安全管理人员 6 名。企业为尾矿库配备了 2 名专业技术人员。

2.5.11.2 安全生产责任制、规章制度及操作规程

公司按照国家有关安全生产方面的法律、法规要求，结合公司实际情况，发布有《安全管理制度》、《安全生产责任制》及《安全操作规程》，制度较为齐全并汇总成册。尾矿库安全操作规程、风险告知卡等均已上墙。

2.5.11.3 安全投入、工伤保险、安全生产责任保险

洛阳开拓者矿业有限公司制定有楼房沟尾矿库 2024 年度安全生产费用提取和使用计划，安措费主要用于购买劳动防护用品、安全培训、安全设施、尾矿库安防措施、技术咨询费用及安全备用金。

洛阳开拓者矿业有限公司已按要求为职工依法办理了工伤保险，详见附件。

2024 年 7 月 27 日，洛阳开拓者矿业有限公司在中国人民财产保险股份有限公司为员工购买了安全生产责任保险。

2.5.11.4 安全教育培训、劳动用品发放

企业对安全生产极为重视，制定有《安全教育培训制度》，对新工人进行了岗前培训，考试不及格者取消上岗资格。按要求对职工进行安全教育和培训。

洛阳开拓者矿业有限公司设有 1 名主要负责人，设有 6 名安全生产管理人员均经过有关部门组织的安全培训，取得安全资格证，均在

有效期内。

11 名尾矿作业人员经过有关部门组织的安全教育培训，取得特种作业资格证书，均在有效期内，持证上岗。

企业每个月都为职工提供相关的劳保用品，并保留有发放记录。

2.5.11.5 应急预案备案、演练情况及应急救援

1、应急预案备案情况

洛阳开拓者矿业有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库生产安全事故应急预案》，在栾川县应急管理局进行了备案。企业依据备案的尾矿库应急预案，配备有尾矿库相关应急物资：编织袋、铁丝、雨衣、雨鞋、手电筒、泥浆泵、铁锹、急救箱、安全绳、手摇报警器、安全帽等。该预案规定了日常安全防范措施、应急响应、组织机构及人员主要职责、救援保障、演练改进、联系方式等方面的内容。

2、应急演练情况

依据备案的尾矿库生产安全事故应急预案，企业于 2024 年 4 月 25 日对尾矿库进行了防汛应急演练，并整理了演练总结报告。

应急演练保存有应急演练记录，应急演练结束后企业对应急演练进行了总结，并将应急演练记录和总结进行了存档。

3、应急救援情况

洛阳开拓者矿业有限公司与栾川县君安矿山应急救援有限公司签订有应急救援服务合同。

4、现场管理情况

洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库现场管理情况基本良好，值班人员能够按照要求填写值班记录，巡查人员能够定期对安全设施进行检查，应急设施维护保养良好，排洪设施运行正常。尾矿库值班记录、尾矿库技术数据观测记录等日常运行记录齐全。

2.5.11.6 双重预防体系信息化建设及运行

为贯彻落实《安全生产法》《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23号）豫安监管办〔2018〕162号《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》等相关规定的通知精神，牢固树立安全发展观念，强化安全生产责任落实，建立风险分级管控体系，全面排查、识别、评估安全风险，落实风险管控责任，采取有效措施控制重大安全风险；建立完善隐患排查治理体系，全面排查、及时治理、消除事故隐患，对隐患排查治理实施闭环管理。

根据国家和河南省双重预防机制安全标准化建设要求，2022年1月洛阳开拓者矿业有限公司组织各专业管理人员车间负责人、班组长、岗位员工，结合作业场所存在的岗位作业风险、企业安全管理、环境条件基础上，综合考虑作业岗位风险等级、安全管理风险等级、环境管理等级的因素，进行风险评估分级，建立了双重预防机制和双重预防信息化平台，目前运行正常。运行情况如下：

(1)有完善的双重预防体系制度，建立所有岗位的安全责任清单和风险管控清单。企业按照规章制度严格执行。

(2)企业已编制隐患排查清单。根据风险分级管控清单，尾矿库

编制有患排查清单，要求班组、岗位日查，车间周查、公司月查。编制印发有不同层级隐患排查表，开展管控措施落实情况的排查，同时制定了综合安全检查专业性、专项安全检查表。

(3)隐患闭环管理。公司隐患排查治理体系已常态化运行。公司领导 24 小时带班排查治理，安环部每月进行一次安全隐患大排查，安环部成员组织开展日常排查，通过企业创建的双重预防信息化平台功能，发现隐患及时上传，形成全员、全过程、全方位、全天候的隐患排查治理模式。

(4)公司级安全检查后，公司安环部及时下发《隐患整改通知书》对隐患限期整改。公司按照事故隐患整改的难易程度和可能造成事故后果大小将事故隐患分为一般隐患、重大隐患两级。对一般事故隐患，由部门负责人组织立即进行整改，对于重大隐患由总经理负责组织有关部门、人员制定切实可行的隐患整改方案。各部门将整改情况书面回执报送安环部，安环部组织人员验收，实行谁验收，谁签字，谁负责。验收结果归档，并纳入公司绩效考核。员工日常通过公司的双重预防信息化平台上传的安全隐患会及时反馈给相关负责人，负责人接收到信息后安排人员处理隐患，隐患处理后拍照上传负责人确认；层层把关，做到隐患排查治理闭环管理。

(5)自评报告。2022 年 8 月洛阳开拓者矿业有限公司按照《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》（豫应急办〔2019〕100 号）》对双重预防信息化平台进行详细自评和专家考评，自评得分为 95.79 分，专家打分为 90.53

分，评估合格。

2.6 取证以来尾矿库安全设施运行概况

根据企业提供的尾矿库现状实测平面图，截止 2024 年 10 月，现状堆积坝坝顶标高 1305.0m，坝前滩顶高程 1305m，已堆存总库容 $225.43 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $180.34 \times 10^4 \text{m}^3$ ；设计总库容 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ；剩余总库容 $731.59 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余有效库容 $575.27 \times 10^4 \text{m}^3$ ，按扩大入库规模后 5000t/d，年工作制度 345 天计算，扩大规模后的年排尾量为 $108.3 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余库容还可满足企业 5.3 年排尾需要。

查阅验收评价可知，2023 年 1 月 9 日取得安全生产许可证时的滩面高程为 1277m，按原设计 3000t/d 年排尾矿量为 $56.5223 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 计算，截止现状图测量日期 2024 年 10 月(取证后 1.75 年)应排入尾矿量(有效库容)为 $98.91 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，几何库容为 $123.64 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，坝面应上升至 1300m，实际滩面上升至 1305m 高程，尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。

尾矿排放采用多支管分散放矿，尾矿沉积滩面上升均匀；尾矿坝体外观轮廓观感良好，坝体护坡设施基本完好，坝体无塌陷、裂缝、管涌等不良状况发生；排水系统无塌陷、淤堵现象，排水系统排水通畅，运行正常；安全监测设施定期监测和维护，监测设施运行正常有效；入库道路检查维护及时，可满足行人和车辆运输要求，值班室、应急物资库、照明设施、上坝道路、通讯设施等辅助设施

运行正常，能满足尾矿库安全运行需要。

目前双重预防机制标准化及线上线下的信息化平台运行正常。

取证以来，企业从未放松对尾矿库的安全管理和安全运行要求，按相关要求提取尾矿安全生产费用并投入尾矿库使用，提高了尾矿库的安全生产条件，确保尾矿库符合现行法律法规、规程规范及相关政策文件的要求，与时俱进，保障了尾矿库的安全运行。目前尾矿库的安全设施运行工况正常。

3 定性定量评价

定性评价主要采用安全检查表法，完成对尾矿库周边环境单元、尾矿坝单元、防洪系统单元、安全监测设施单元、排渗设施单元、库内船只单元、辅助设施单元、个人安全防护单元、安全标志单元、安全管理单元、双重预防体系建设运行单元、重大事故隐患判定单元等 12 个评价单元的非量化评价。定量评价主要是应用理论计算法对排水系统、坝体稳定性计算等内容进行校核。

3.1 周边环境单元

3.1.1 周边环境现状简述

(1)上游

在设计最终坝顶高程 1385m 范围外 185m 处有一栾川县凯达有色金属工业有限公司杨树凹铅锌矿详查范围内的探矿坑口，在 2011 年评审后的初步设计中已附赔偿协议，赔偿事项包括库区范围压覆凯达有色金属工业有限公司杨树凹铅锌矿边缘矿区楼房沟 308 亩，赔偿未申报储量区域、探矿坑道的进尺费等全部费用共计一次性赔偿总额 98 万元。赔偿完成后压覆区范围内占地、占坡、道路通行等全部权益合同签订后转让给甲方，栾川县凯达有色金属工业有限公司不得行使或许可他人行使勘探、采矿、道路通行等任何权益。

现场勘察，淹没区范围外上游 185m 处的坑口已封闭，并悬挂有赤土店镇打非治违封闭坑口分包责任公示牌，明确了网格员分包

责任人、村级分包责任人、乡镇分包责任人、县级分包责任人。

(2)库内

初期坝右侧岸坡上部有多处大块浮石，企业在右侧坝肩山体设置有浆砌石挡墙，挡墙顶宽 2m，高 5m。初期坝左侧岸坡 1268 高程平台设置有停车场和仓库，停车场停放有铲车、挖掘机等筑坝机械，仓库存放有排渗管道。库区堆积坝左侧岸坡 1291m 高程平台设置有尾矿库工业场地，工业场地设置有尾矿库值班室、应急物资仓库、尾矿库监控室、员工宿舍、维修和加工车间。

(3)下游

楼房沟尾矿库属山谷型尾矿库，沟内坝址以上无居民居住，初期坝外坡脚下游 200m 为沟口，沟口外 30m 为栾川通往洛宁的道路，道路两侧为山坡岗地，沟口下游 150m 为一线天和公路隧洞，沿省道向下游 2km 内无居民及重要的生产、生活设施等。

3.1.2 周边环境单元安全检查表

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，运用安全检查表，将法律、法规、技术标准和规范中的相关规定逐项对照评价，以判定该尾矿库总平面布置的符合性，详细内容见表 3.1-1。

表 3.1-1 总平面布置安全检查表

序号	规范要求	现场情况	结论	检查依据	备注
1	尾矿库不应设在下列地区： —国家法律、法规规定禁止建设尾矿库的区域； —尾矿库失事将使下游重要城镇、工矿企业、铁路	库址未位于工矿企业、大型水源地、水产基地上游；未位于全国和省重点保护名胜古迹的上游；无地质构造复杂、不良地质现象严重	符合要求	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 第 5.2.1 条	

序号	规范要求	现场情况	结论	检查依据	备注
	干线或高速公路等遭受严重威胁区域。	区域;未位于有开采价值的矿床上面;库容和库长可满足要求。			
2	尾矿坝上和尾矿库区内不得建设与尾矿库运行无关的建、构筑物。	尾矿坝上和尾矿库区内没有与尾矿库运行无关的建、构筑物。	符合要求	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 第 6.8.1 条	
3	尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域不得进行乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	尾矿库内无乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。尾矿库周边无影响尾矿库安全的乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	符合要求	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 第 6.8.2 条	
4	尾矿库库区安全检查主要内容应包括周边山体稳定性,违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。	尾矿库库区山体稳定,无违章建筑、违章施工和违章采选作业。	符合要求	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 第 9.5.1 条	
5	检查周边山体滑坡、塌方和泥石流等情况时,应仔细观察周边山体有无异常和急变,并根据岩土工程勘察报告,分析周边山体发生滑坡的可能性。	周边山体无异常和急变,整体稳定性较好。工勘中说明库岸基本稳定,未见其他不良地质作用,场地基本稳定。	符合要求	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 第 9.5.2 条	
6	检查库区范围内是否存在危及尾矿库安全的行为,主要内容应包括违章爆破、采石和建筑,违章进行尾矿回采、取水,外来尾矿、废石、废水和废弃物排入,放牧和开垦等。	库区范围内无违章爆破、采石和建筑,无违章进行尾矿回采、取水,无外来尾矿、废石、废水和废弃物排入,无放牧和开垦等。	符合要求	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 第 9.5.3 条	
7	尾矿库库区安全检查还应包括库区防、排渗设施的可靠性检查,库区生产道路是否通畅检查,临时及永久性安全警示标识的设置是否完备、清晰。	尾矿库库区道路通畅,安全警示标识完备、清晰。	符合要求	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 第 9.5.4 条	
8	未经生产经营单位进行技术论证并同意,以及尾矿库建设项目安全设施设计原审批部门批准,任何单位和个人不得在库区从事爆破、采砂、地下采矿等危害尾矿库安全的作业。	尾矿库库区无从事爆破、采砂、地下采矿等活动。	符合要求	《尾矿库安全监督管理规定》第二十六条	

3.1.3 尾矿库下游安全性分析

楼房沟尾矿库属山谷型尾矿库，沟内坝址以上无居民居住，初期坝外坡脚下游 200m 为沟口，沟口外 30m 为栾川通往洛宁的道路，道路两侧为山坡岗地，沟口下游 150m 为一线天和公路隧洞，沿省道向下游 2km 内无居民及重要的生产、生活设施等。

该尾矿库现状坝高 80m，根据圣维南公式经验：溃坝后坝址处的尾矿高度约为 $\frac{4}{9}$ 倍总坝高，即 35.6m；距初期坝 0.5km 处约为总坝高的 $\frac{1}{10}$ ，即 8m；距初期坝 1km 处约为总坝高的 $\frac{1}{20}$ ，即 4m；距初期坝 2km 处为总坝高的 $\frac{1}{40}$ ，则约为 2m。尾矿库一旦失事，对下游影响较小。

3.1.4 对策措施及建议

(1)企业须经常巡视库区周边环境，发现滑坡及异常现象及时处理。坝顶及库区内严禁设计以外的其他任何建筑物或设施的建设。

(2)为有效应对汛期可能发生的各类突发性灾害事件，企业应经常性组织应急救援演练，并根据已制定的尾矿库应急救援预案，在醒目位置标明逃生路线。

(3)企业应在汛期安排专门人员 24 小时值守，汛期加强安全检查，发现险情及时处理。

3.1.6 评价小结

通过现场勘察及工勘报告可知，尾矿库区内未发现不良地质作用，场地及岸坡稳定性，总体认为该尾矿库周边环境较好，符合有

关法律、法规、标准、规范和设计的要求，在今后尾矿库运行过程中应严格按照本次评价提出的安全对策措施进行管理。

3.2 尾矿坝单元

3.2.1 尾矿库等别单元

3.2.1.1 尾矿库现状等别简述

尾矿库的等别决定了坝体安全稳定系数、洪水频率、最小安全超高等标准的取值，因此，应进行尾矿库等别的评价。

设计总坝高 160m，初期坝坝高 52m，堆积坝坝高 108m，总库容 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计等别为三等库。

现状现状堆积坝坝顶标高 1305.0m，已堆存总库容 $225.43 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $180.34 \times 10^4 \text{m}^3$ ，现状总坝高 80m，现状等别为三等库。

3.2.1.2 尾矿库等别安全检查表

根据《尾矿设施设计规范》，尾矿库等别参照尾矿库等别划分标准及相关规定进行划分，尾矿库等别划分标准见表 3.2-1，上游式尾矿库相关标准见表 3.2-2。

表 3.2-1 尾矿库各使用期等别

等别	全库容 $V(\times 10^4 \text{m}^3)$	坝高 $H(\text{m})$
一	$V \geq 50000$	$H \geq 200$
二	$10000 \leq V < 50000$	$100 \leq H < 200$
三	$1000 \leq V < 10000$	$60 \leq H < 100$
四	$100 \leq V < 1000$	$30 \leq H < 60$
五	$V < 100$	$H < 30$

注：当按尾矿库的全库容和坝高分别确定的尾矿库等别的等差为一等时，应以高者为准；当等差大于一等时，应按高者降低一等

确定。

除一等库外，对于尾矿库失事将使下游重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受严重灾害者，经充分论证后，其设计等别可提高一等。

表 3.2-2 上游式尾矿库相关标准

尾矿库等别		一	二	三	四	五
洪水重现期(a)		1000~2000 或 PMF	500~1000	200~500	100~200	100
坝坡稳定系数	正常运行	1.3	1.25	1.2	1.15	1.15
	洪水运行	1.20	1.15	1.1	1.05	1.05
	特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.05	1.05
构筑物的级别	主要构筑物	1	2	3	4	5
	次要构筑物	<3	3	5	5	5
	临时构筑物	4	4	5	5	5
最小安全超高(m)		1.50	1.00	0.70	0.50	0.4
最小干滩长度(m)		150	100	70	50	40

注：PMF 为可能最大洪水。

根据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)规定，采用安全检查表法，将尾矿库库容、坝高等参数与划分标准要求对照，以评价尾矿库等别在安全上的符合性。

表 3.2-3 尾矿库等别检查表

序号	尾矿库运行阶段	检查内容	设计工程参数	与设计标准对应级别	设计等别	实际等别	检查结果
1	现状	全库容	225.43×10 ⁴ m ³	四等库	三等库	三等库	符合规范要求
		坝高	80m	三等库			
2	终期	总库容	957.02×10 ⁴ m ³	四等库	三等库	三等库	符合规范要求
		总坝高	160m	二等库			

根据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)中尾矿库构筑物的

级别的规定，尾矿库构筑物的级别见下表。

表 3.2-4 尾矿库构筑物的级别

尾矿库等别	构筑物的级别		
	主要构筑物	次要构筑物	临时构筑物
三等库	3	5	5

本次尾矿库安全现状评价防洪标准按 500 年一遇进行计算。坝坡抗滑稳定安全系数在正常运行条件下 $K \geq 1.2$ ，在洪水运行条件下 $K \geq 1.1$ ，在特殊运行条件下 $K \geq 1.05$ 。

3.2.1.3 评价单元小节

运用安全检查表法对尾矿库的等别进行评价，依据《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 规定，尾矿库设计最终等别为三等库，该尾矿库现状等别为三等库。

3.2.2 尾矿坝现状

详见报告“2.5.3 尾矿坝现状简述”小节。

3.2.3 尾矿坝单元安全检查表

结合现场勘察，尾矿坝单元安全状况的定性分析采用检查表法进行，详见表 3.2-5。

表 3.2-5 尾矿坝单元安全状况检查表

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
1	地震设防烈度为 7 度及 7 度以下的地区，宜采用上游式筑坝；地震设防烈度为 8 度~9 度的地区，宜采用下游式或中线式筑坝，采用上游式筑坝时应采取抗震措施。	该地区地震设防烈度为 6 度，采用上游式筑坝。	符合要求	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 第 4.1.6 条
2	尾矿坝下游坡与两岸山坡结合处应设置坝肩截水沟。	坝体下游坡与两岸山坡均设有坝肩截水沟。	符合	《尾矿设施设计规范》

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
			要求	GB50863-2013 第 4.5.6 条
3	尾矿堆积坝下游坡面维护宜采用下列措施：1、采用碎石、废石或山坡土覆盖坡面；2、坡面植草或灌木类植物；3、坡面修筑人字沟或网状排水沟；4、沿坝轴线方向每隔 500m 设踏步一道。	堆积坝各级子坝外坡均已覆土，并植草护坡。第 8 级子坝待堆筑完成后亦进行覆土草护坡。坝面修筑有人字形排水沟及上坝踏步。	符合要求	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 第 4.5.10 条
4	尾矿筑坝与排放包括岸坡清理、尾矿排放、坝体堆筑、坝面维护、排渗设施施工和质量检查等环节，应按照设计要求和作业计划进行，并做好记录。	企业保存有岸坡清理隐蔽工程记录、筑坝记录和排渗施工及验收记录。尾矿筑坝与排放企业按设计要求和计划进行。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.3.1 条
5	湿式尾矿库尾矿排放应满足下列要求：一应按照设计要求排放尾矿，滩顶高程应满足生产、防汛、冬季放矿和回水要求；一矿浆排放不得冲刷初期坝或子坝，不得发生矿浆沿子坝上游坡脚流动冲刷坝体；一排放口的间距、位置、开放的数量和时间等应按设计要求和作业计划进行操作，并做好放矿记录。	尾矿库滩顶高程满足生产、防汛、冬季放矿和回水要求。矿浆未冲刷堆积坝内坡。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.3.3 条
6	采用尾矿堆坝的湿式尾矿库尾矿排放除应满足 6.3.3 的要求外，还应满足下列要求：一应在坝前均匀、分散排放，维持滩面均匀上升，滩面不得出现侧坡、扇形坡或细粒尾矿大量集中沉积于某端或某侧；一坝顶及沉积滩面应均匀平整，沉积滩长度及滩顶最低高程应满足防洪设计要求；一尾矿滩面上不得有积水坑。	坝前均匀、分散放矿，滩面未出现侧坡、扇形坡；坝顶及沉积滩面均匀平整，沉积滩长度及滩顶最低高程满足防洪设计要求；尾矿滩面上无积水坑。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.3.4 条
7	尾矿库设计文件除应明确堆存工艺、筑坝方法外，还应明确下列安全运行控制参数： 一尾矿库等别，设计最终堆积高程、总坝高、总库容、有效库容； 一入库尾矿量、尾矿比重、粒度及排放方式； 一初期坝、副坝、拦砂坝、一次建坝尾矿坝的坝型、坝高、坝顶宽度、上下游坡比、筑坝材料及其控制参数、地基处理；	变更设计在 2.4.2.12 安全运行控制一览表”小节明确了安全运行控制参数的内容。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 5.2.9 条

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	一子坝高、坡比，尾矿堆积坝平均堆积外坡比； 一排洪系统型式、排洪构筑物的主要参数； 一尾矿坝排渗型式； 一尾矿坝各运行期、各剖面的控制浸润线埋深。			
8	尾矿堆积坝平均堆积外坡比不得陡于 1:3。尾矿坝最终下游坡面应设置维护设施，维护设施应满足下列要求：一设置马道，相邻两级马道的高差不得大于 15m，马道宽度不应小于 1.5m，有行车要求时，宽度不应小于 5m；	现状堆积坝平均外坡比为 1:5，相邻两级马道高差为 4m，马道宽 4m。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 5.3.20 条
9	生产经营单位应根据尾矿堆存方式和筑坝方式配备必要的检测设施和人员，满足对入库尾矿相应指标定期检测的需要。	企业配备有必要的检测设施及人员对入库尾矿的浓度、细度及比重进行检测，满足对入库指标的定期检测的需要。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.2.1 条
10	坝外坡面维护工作应按设计要求进行，尾矿坝下游坡面上不得有积水坑，坝体出现冲沟、裂缝、塌坑等现象时，应及时处理。	坝外坡按设计覆土植草维护，下游坡面无积水坑，坝体无冲沟、裂缝、塌坑等现象。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.3.11 条
11	尾矿坝安全检查主要内容应包括坝的轮廓尺寸，变形，裂缝、滑坡和渗漏，坝面维护设施等	坝的轮廓尺寸符合尾矿库安全性复核报告要求，无变形，无裂缝、滑坡和渗漏，坝面维护设施正常	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.3.1 条
12	检查坝面维护设施时，应检查坝肩截水沟和坝坡排水沟断面尺寸，衬砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内淤堵，沿线山坡稳定性等；应检查坝坡土石覆盖等护坡实施情况。	坝肩截水沟和坝面排水沟断面尺寸符合设计要求，排（截）水沟结构良好，库区沿线岸坡稳定。坝坡覆土护坡良好。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.3.6 条
13	尾矿库初期坝与堆积坝的抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基的物理力学性质经计算确定，计算方法应采用简化毕肖普法或瑞典圆弧法，地震荷载应按拟静力法计算。尾矿库挡水坝应根据相关规范进行稳定计算。尾矿坝动力抗震计算应按下列要求进行： —对于 1 级及 2 级尾矿坝的抗震稳定分析，除应按拟静力法计算外，还应进行专门的动力抗震计算，动力抗震计算应包括地震液	本评价对坝体稳定性进行了分析计算，计算结果：现状运行工况坝坡抗滑稳定最小安全系数满足三等库的要求。	符合	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 5.3.17 条

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	化分析、地震稳定性分析和地震永久变形分析； —位于地震设计烈度为Ⅶ度地区的3级尾矿坝和设计烈度为Ⅶ度及Ⅶ度以上地区的4级和5级尾矿坝，地震液化可采用简化计算分析法；3级尾矿坝地震液化分析结果不利时，还应进行动力抗震计算； 位于地震设计烈度为Ⅸ度地区的各级尾矿坝及Ⅶ度以上地区的的3级及3级以上的尾矿坝，抗震稳定分析除应采用拟静力法外，还应采用时程法进行分析。			
14	尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深除足坝坡抗滑稳定的条件外，尚应满足堆积坝高度 $60\text{m}>H>30\text{m}$ ，浸润线最小埋深 $4\sim 2\text{m}$	查明尾矿库堆积坝浸润线埋深最小值 15.22m 。满足要求。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第5.3.14条
15	尾矿坝应满足渗流控制的要求，尾矿坝的渗流控制措施应确保浸润线低于控制浸润线。	根据工勘结果，浸润线埋深最浅位置在钻孔9位置 1305.1m 子坝高程中部，埋深为 15.6m 。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第5.3.15条
16	初期坝为透水堆石坝，坝顶高程 1277m ，坝轴线处底高程为 1225m ，初期坝坝高 52m ，坝轴线长 118.6m ，坝顶宽 5m ，在 1265m 、 1253m 、 1241m 、 1229m 、 1217m 高程均设置有马道，马道宽 $1.2\text{m}\sim 2.2\text{m}$ 不等；初期坝总外坡比为 $1:1.95$ 。在初期坝的外坡脚企业采用浆砌石进行了加固处理，并增加了 150mm 的钢管和 100mmPVC 管加快了基础岩层的排渗。	初期坝为透水堆石坝，坝顶标高 1277m ，坝轴线处底标高 1225m ，坝高 52m ，坝顶宽 5m ，坝轴线长 118.6m ，初期坝内坡 1261m 高程设置有一马道，马道宽 2.1m ， 1261m 以上内坡坡比 $1:1.64$ ，以下内坡坡比 $1:1.64$ ，内坡平均坡比 $1:1.82$ 。	符合要求	《安全设施变更设计》
17	左侧坝肩排水沟断面 $b\times h=1.8\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，浆砌石结构，壁厚 500mm ，水泥砂浆抹面。	初期坝两侧设置有坝肩排水沟，排水沟断面为矩形断面，左侧坝肩截水沟断面尺寸为： $b\times h=1.8\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，壁厚 500mm ，浆砌石结构。右侧坝肩截水沟断面 $b\times h=(1.7\sim 2)\text{m}\times (1.3\sim 1.4)\text{m}$ ，壁厚	符合要求	《安全设施变更设计》

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
		500mm, 浆砌石结构。		
18	初期坝已确定采用透水堆石坝, 在初期坝底部布置坝基础座。坝基础座: 在已清除地基到基岩的初期坝底部, 铺设 2m 厚块度在 400mm~600mm 的大块石层, 块石之间用碎石充填, 在坝体内坡脚与斜卧排渗层(反滤层)相连。在初期坝内坡设置斜卧排渗层(反滤层), 在初期坝内坡面自下层到上层为①层用 $d=20\sim100\text{mm}$ 砾石(碎石)铺设坡面, 厚度为 200mm; ②层用 $d=0.2\sim5\text{mm}$ 粗砂平整坡面, 厚度为 100mm; ③层铺设透水土工布一层, 规格 500g/m²; ④层用 $d=0.2\sim50\text{mm}$ 砂砾石覆盖土工布, 厚度为 200mm; ⑤最后保护层采用干砌大块毛石护坡, 厚度为 400mm。在初期坝底设置一排渗盲沟, 排渗盲沟规格为(1.0~2.0)m×1.2m, 排渗盲沟内用鹅卵石填实, 排渗盲沟不能有反坡现象。排渗盲沟将渗水导入坝脚排水沟, 坝脚排水沟规格为 1.0m×1.2m。	在初期坝上游坡面铺设有反滤层, 自下而上依次为: 堆石体、20~100mm 碎石层 (厚 200mm)、0.2~5mm 粗砂层 (厚 100mm)、500g/m² 土工布 1 层、0.2~50mm 砂砾石层 (厚 200mm)、干砌块石护坡 (厚 400mm)。查阅验收资料可知, 在初期坝底部铺设有 2m 厚 400~600mm 大块石滤水层。查看施工资料及竣工图可知, 在初期坝内坡脚上游施工排渗盲沟, 排渗盲沟断面 $b\times h=(2\sim2.5)\text{m}\times2\text{m}$, 共设置 4 条横向排渗盲沟总长 350m, 1 条纵向排渗盲沟施工至 2#排水井位置。在初期坝底设置排渗盲沟, 排渗盲沟规格为 2.0m×1.2m, 排渗盲沟内用鹅卵石填实, 排渗盲沟无反坡现象	符合要求	《初步设计安全专篇》
19	堆积坝每级子坝高为 2m, 顶宽 2m, 外坡比为 1:4.0, 内坡比为 1:2.0。为便于管理维护, 每 2 级子坝构成统一外边坡, 顶部设置 4m 宽马道, 坝顶设置放矿支管 8~15 根(可根据子坝轴线长度适当调整支管根数, 放矿管间距 15m), 按坝前分段轮流式作业。库区最终堆积标高 1385m, 堆积坝总坝高 108m, 子坝共 27 级, 总外坡比 1:5.0。	堆积坝 1-7 级子坝外坡已覆土植草护坡, 第 8 级子坝正在堆筑, 现状总坝高 28m, 平均外坡比为 1:5, 堆积坝轮廓符合设计要求, 堆积坝外坡未发现有滑坡迹象运行工况正常。	符合要求	《安全设施变更设计》
20	为确保堆积坝坝面汇水有序排出, 堆积坝各级马道内侧修建坝面横向排水沟, 坝面横向排水沟	现场踏勘, 堆积坝左右坝肩设置有坝肩截水沟, 坝肩截水沟为矩形断面, 右侧坝肩排水沟	符合要求	《安全设施变更设计》

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	为 C25 素混凝土结构,矩形断面,底宽 0.5m,深 0.5m,堆积坝的外坡面修建人字形坝面纵向排水沟,纵向排水沟为矩形断面,C25 素混凝土结构,宽 0.5m,深 0.5m。坝肩与两岸岸坡连接处顺自然延伸初期坝左侧和右侧截水沟,左右坝肩排水沟断面 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.3\text{m}$,矩形结构,左右坝肩排水沟均采用厚度 500mm 的块石浆砌,采用 M10 水泥砂浆抹面。	断面尺寸为: $b \times h = 1.8\text{m} \times 1.5\text{m}$,左侧坝肩排水沟断面 $b \times h = 1.5\text{m} \times 1.3\text{m}$,壁厚 500mm,浆砌石结构,渠内壁采用砂浆抹面。左右坝肩截水沟修至 7 级子坝坝顶		
14	堆积坝坝体内排渗从自初期坝坝顶 1277m 高程开始每 4m 垂高的堆积子坝顶设置排渗管网一排,一排排渗管网由若干组水平排渗管网组成。每组排渗管网外形为矩形,长度为 20m,宽度为 5m,每组排渗管网两边间距为 5m。每组排渗管网由横向 6 根长约 20m 的水平排渗管及 3 根长约 5m 的纵向排渗管组成,排渗管网两端向中部以 3%的坡度倾斜。排渗管网的连接采用弯头、三通管或四通管连接。 每组排渗管网根据干滩情况向库内延伸 50~60m,每组排渗管网渗水由一根纵向排渗管以 2%坡度坡向堆积坝横向排水沟。		符合要求	《安全设施变更设计》

3.2.4 坝坡抗滑稳定性计算

3.2.4.1 坝体渗流分析计算

3.2.4.1.1 渗流分析计算条件

(1)计算参数

根据 2024 年 11 月河南同兴勘测设计有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库岩土工程勘察报告(详勘)》并参考当

地同类型当地同类型已建成尾矿库相关地质参数对尾矿库坝体进行概化分区，尾矿库各分区土层渗透系数统计表见表 3.2-6。

表 3.2-6 尾矿库各土层渗透系数

层号	①	②	③	④	⑤初期坝	⑥	⑦
渗透系数 (K(cm/s))	1.0×10^{-3}	3.1×10^{-4}	1.2×10^{-4}	3.3×10^{-6}	3.6×10^{-2}	2.6×10^{-3}	1.4×10^{-4}

(2) 计算软件

加拿大 Geo-Studio 公司基于渗流场有限元分析基本原理，开发了二维饱和-非饱和渗流有限元分析程序 SEEP/W，该程序采用 Galerkin 加权余量法对控制方程进行空间离散，时间域离散采用向后差分法。SEEP/W 可进行二维稳态饱和-非饱和渗流计算，输入条件包括地层剖面、各地层的土水特征曲线和非饱和渗透函数及边界条件等。

3.2.4.1.2 坝体渗流计算分析

本次分许选取尾矿库典型剖面进行尾矿库坝体渗流有限元计算，根据《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库岩土工程勘察报告(详勘)》及当地同类型尾矿库坝体概化分区资料建立尾矿库初期坝典型剖面 and 堆积坝典型剖面的坝体渗流有限元计算模型，计算中取尾矿坝上下游水位以下的坡面为第一类边界（定水头边界）。本次计算中取库内最高水位为上游边界，初期坝下游水位以上的表面为逸出面。

根据该尾矿库洪水计算及调洪演算结果，尾矿库现状坝顶高程 1305.0m，坝前滩顶高程 1305.0m，正常运行期间库内干滩长度为 180.0m，干滩坡度为 1.2%，对应库内正常水位为 1302.8m，尾矿库

正常运行工况防洪高度 2.2m，调洪后库内最高洪水位为 1304.1m，对应安全超高为 0.99m，尾矿库洪水运行时库内干滩长度为 82.5m，尾矿库现状运行阶段正常运行工况及洪水运行工况坝体渗流分析计算过程如下：

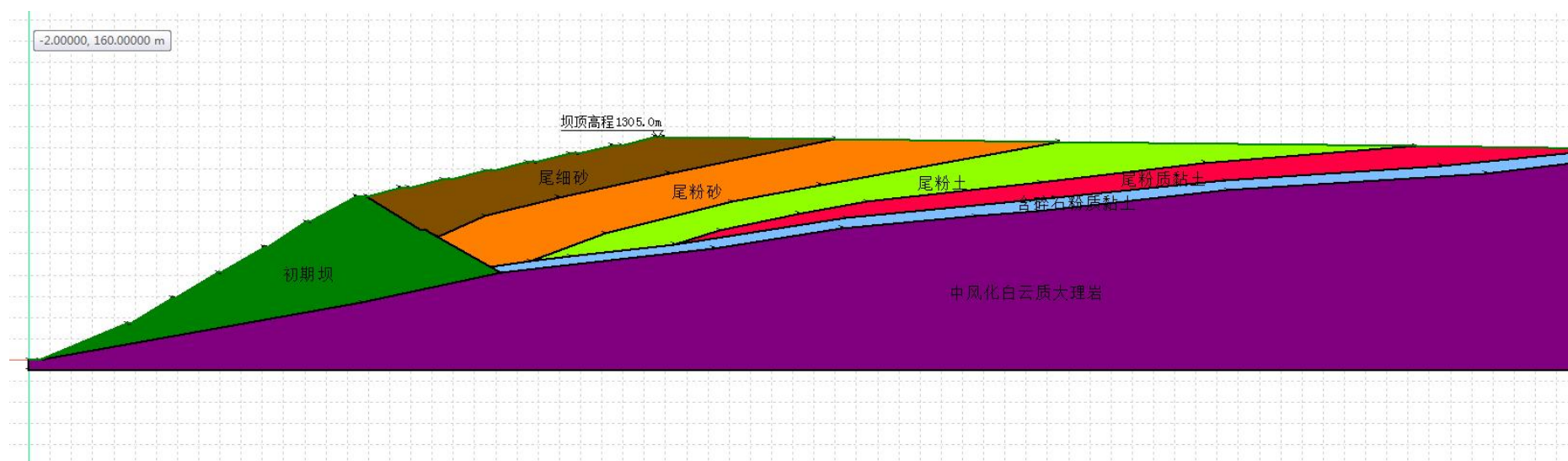


图 3.2-1 尾矿库现状坝体渗流分析计算模型

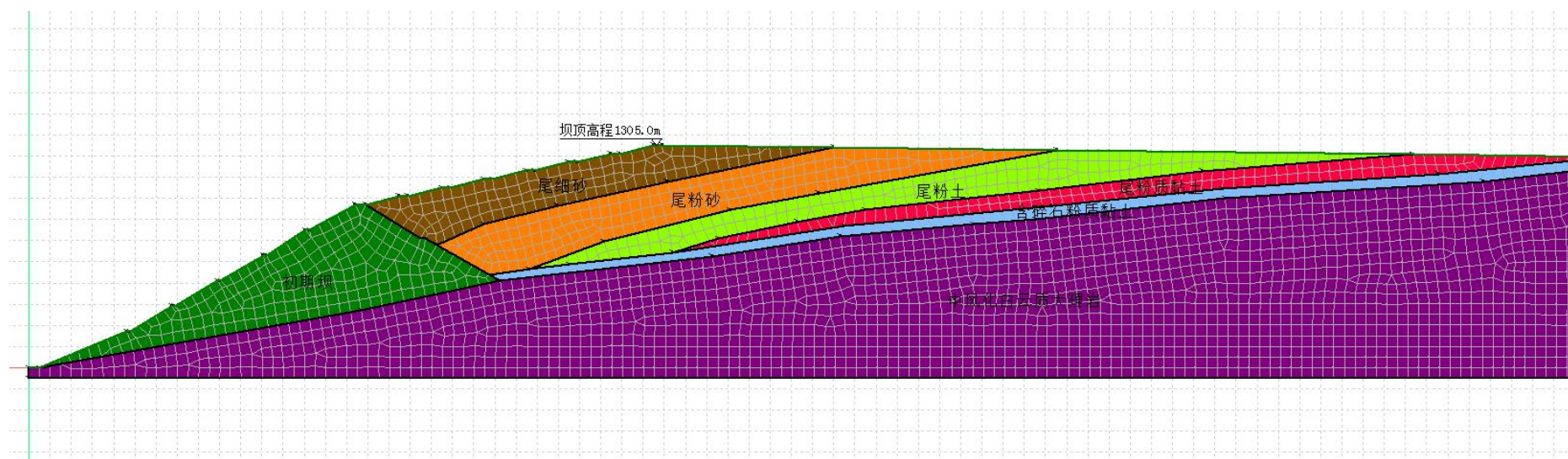


图 3.2-2 尾矿库现状坝体有限元分析网格剖分

(1)正常运行工况坝体渗流分析

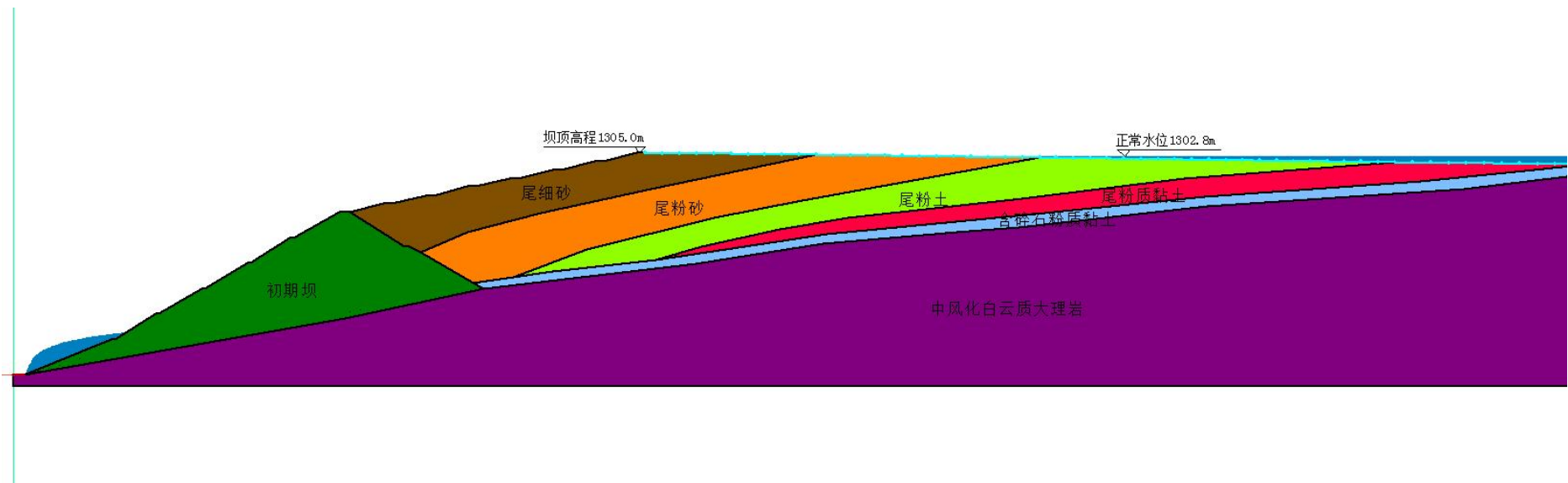


图 3.2-3 尾矿库现状正常运行工况 1275.20m 水位加荷载

计算结果分析：

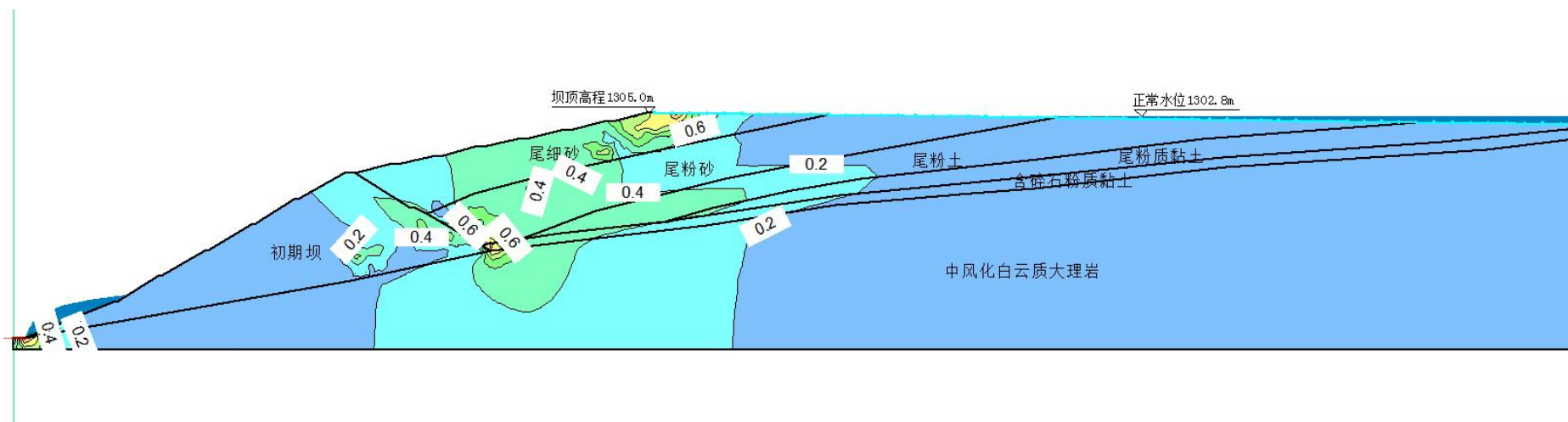


图 3.2-4 尾矿库现状正常运行工况坝体内部水力梯度计算结果云图

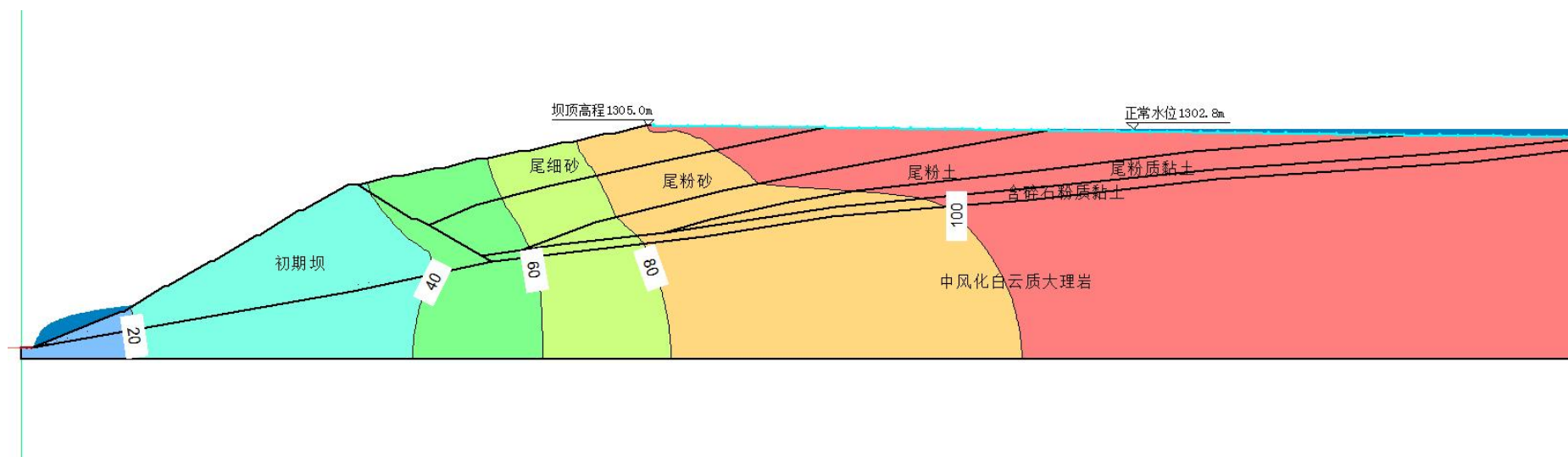


图 3.2-5 尾矿库现状正常运行工况坝体内部孔隙水压力计算结果云图

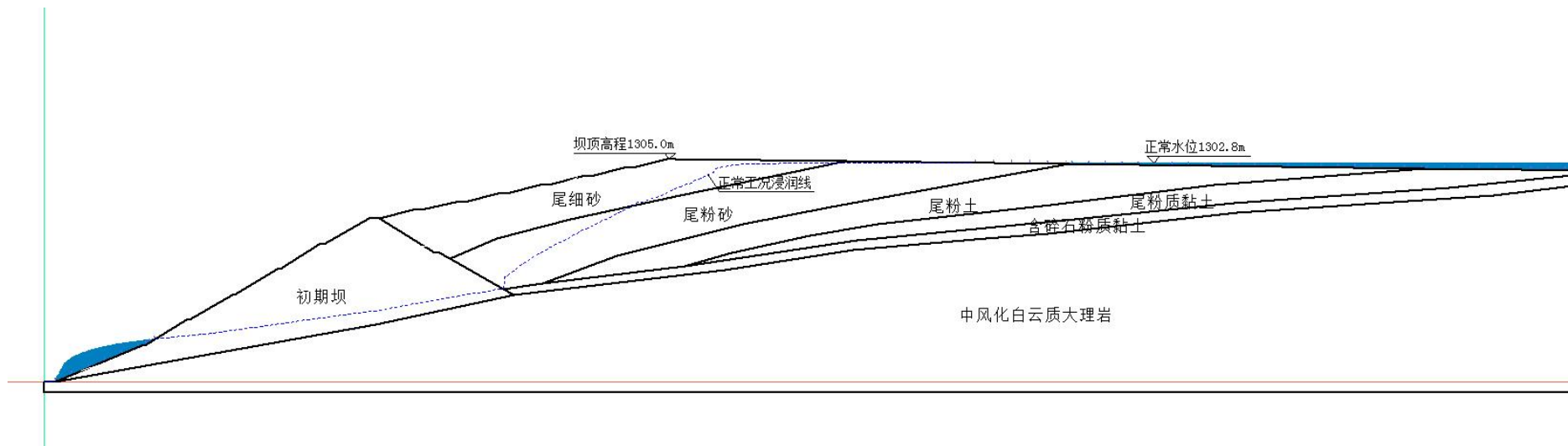


图 3.2-6 尾矿库现状正常运行工况坝体内部浸润线计算结果云图

(2)洪水运行工况坝体渗流分析

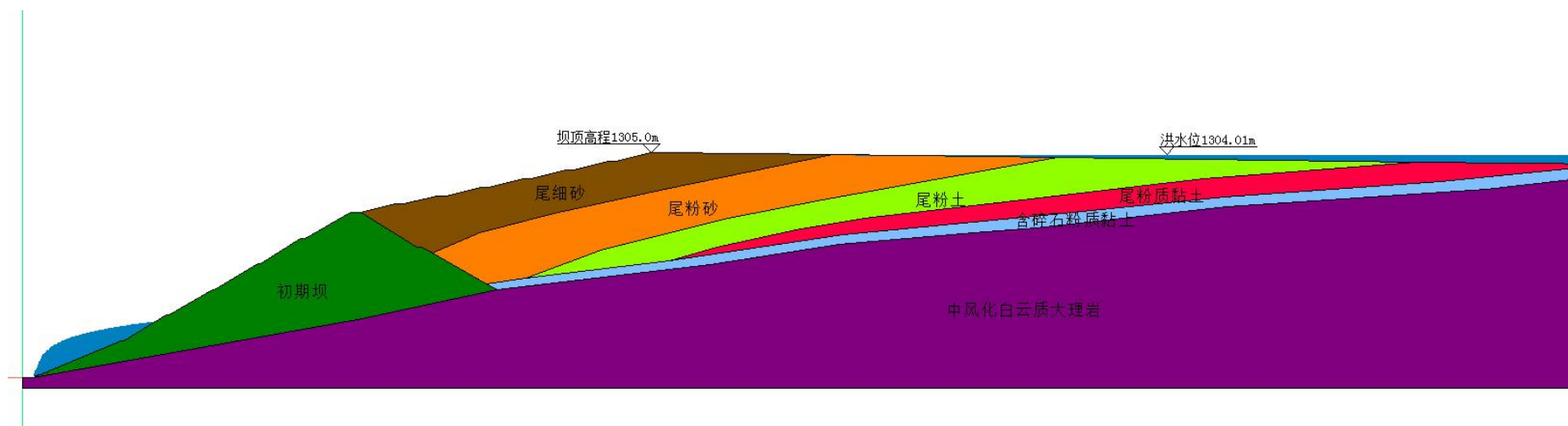


图 3.2-7 尾矿库现状洪水运行工况 1276.48m 水位加荷载

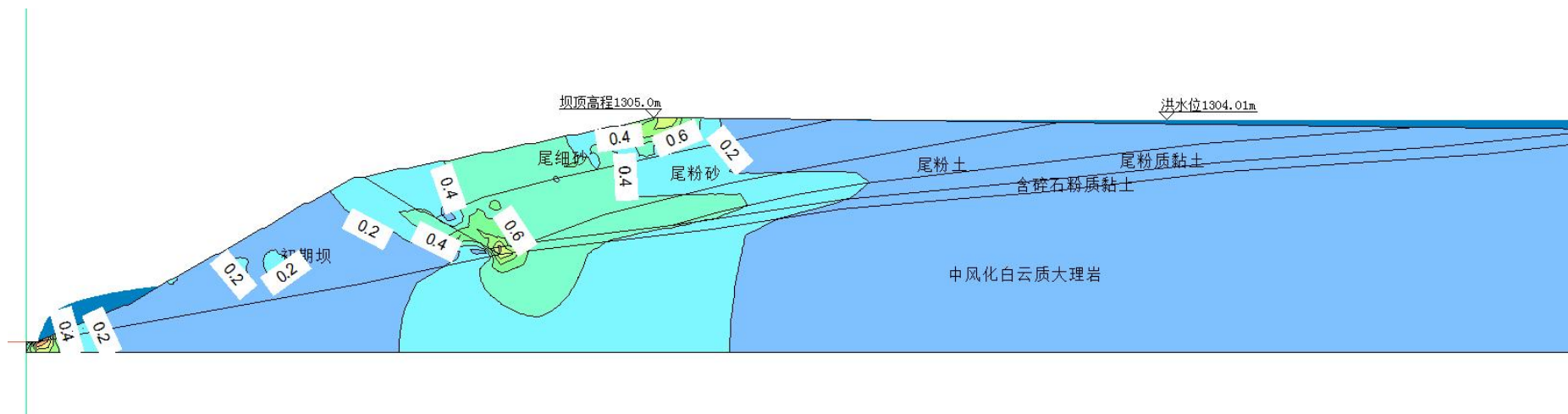


图 3.2-8 尾矿库现状洪水运行工况坝体内部水力梯度计算结果云图

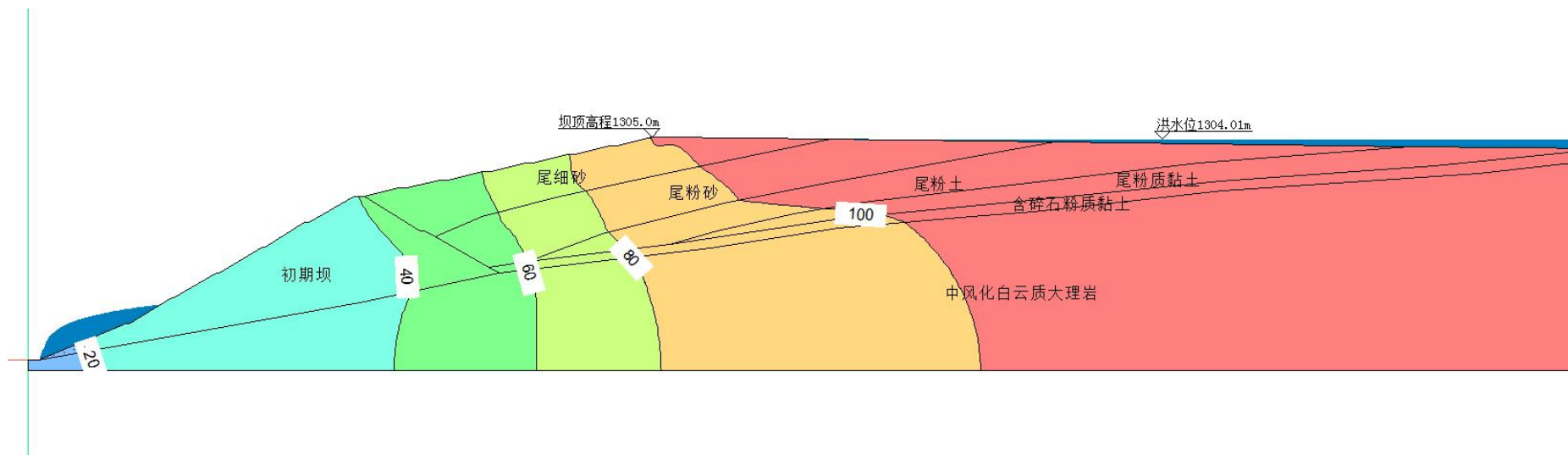


图 3.2-9 尾矿库现状正常运行工况坝体内部孔隙水压力计算结果云图

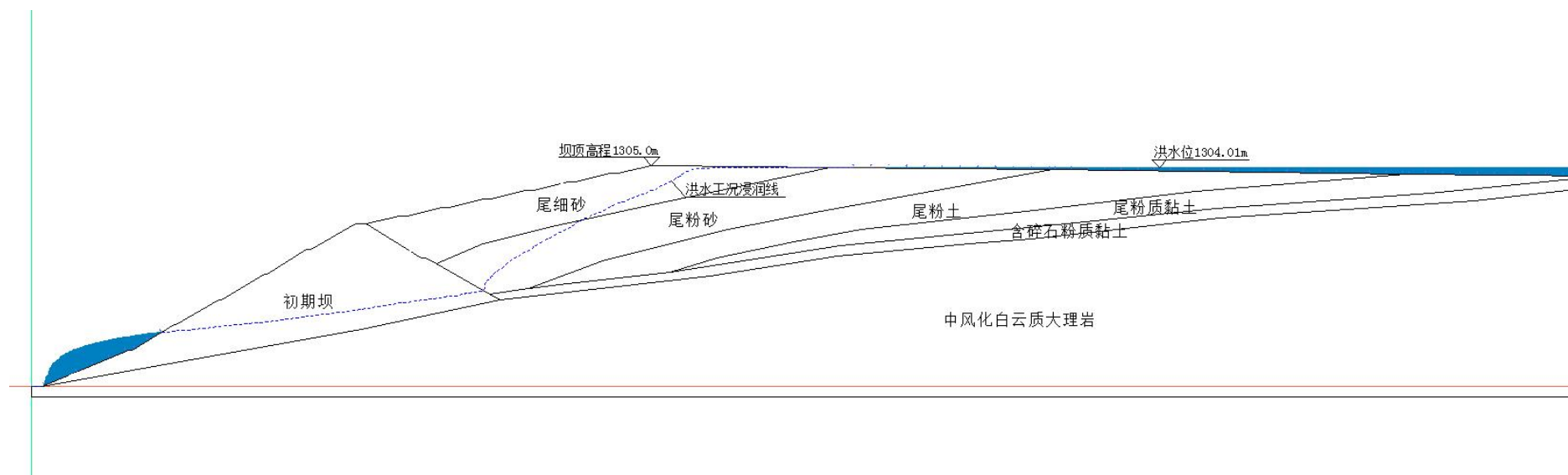


图 3.2-10 尾矿库现状洪水运行工况坝体内部浸润线计算结果云图

经过坝体渗流分析可知，正常工况和洪水工况堆积坝体的浸润线埋深均较深，堆积坝正常工况和洪水工况堆积坝体的浸润线埋深均较深，其中正常运行工况堆积坝坝体内部浸润线埋深为 12.7m～26.6m，洪水运行工况坝体内部浸润线埋深为 10.2m～22.7m，正常运行工况及洪水运行初期坝坝体外坡脚处渗流水力梯度为 0.4，均小于堆石坝管涌型连续级配的容许水力坡降值，故坝体不会发生渗透破坏。

3.2.4.2 坝体抗滑稳定分析计算

3.2.4.2.1 坝体稳定性分析条件

(1)荷载组合及坝体稳定性最小安全系数

根据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 5.3.16 条、第 5.3.18 条规定，荷载组合分为正常运行、洪水运行和特殊运行三种工况。

表 3.2-7 荷载组合

荷载组合		荷载类别				
		1	2	3	4	5
正常运行	总应力法	有	有			
	有效应力法	有	有	有		
洪水运行	总应力法		有		有	
	有效应力法		有	有	有	
特殊运行	总应力法		有		有	有
	有效应力法		有	有	有	有

表 3.2-8 坝坡抗滑稳定最小安全系数

运用情况	坝的级别			
	1	2	3	4、5
正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.05

根据河南同兴地质工程有限公司编制了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库岩土工程勘察报告(详勘)》并参考当地同类型当地同类型已建成尾矿库相关地质参数对尾矿库坝体进行概化分区。

(2)分析软件

坝体抗滑稳定计算采用加拿大岩土软件公司开发的岩土分析软件 Geo-Studio 进行分析，计算采用该软件中的 Slope 模块。

(3)地震加速度

根据《中国地震烈度区划图（2015）》和《中国地震烈度区划使用规定》的通知，栾川地区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。

3.2.4.2.2 坝体稳定性分析

建立尾矿坝坝体最危险剖面的稳定分析模型，浸润线采用渗流计算结果，分别对其进行坝体正常运行工况、洪水运行工况及特殊运行工况抗滑稳定安全性分析。

表 3.2-9 现状尾矿坝最危险剖面最小抗滑稳定安全系数表

1305m 标高	正常工况	洪水工况	特殊工况
瑞典圆弧法	1.543	1.395	/
规范要求	1.25	1.15	1.05
备注	满足要求	满足要求	不涉及

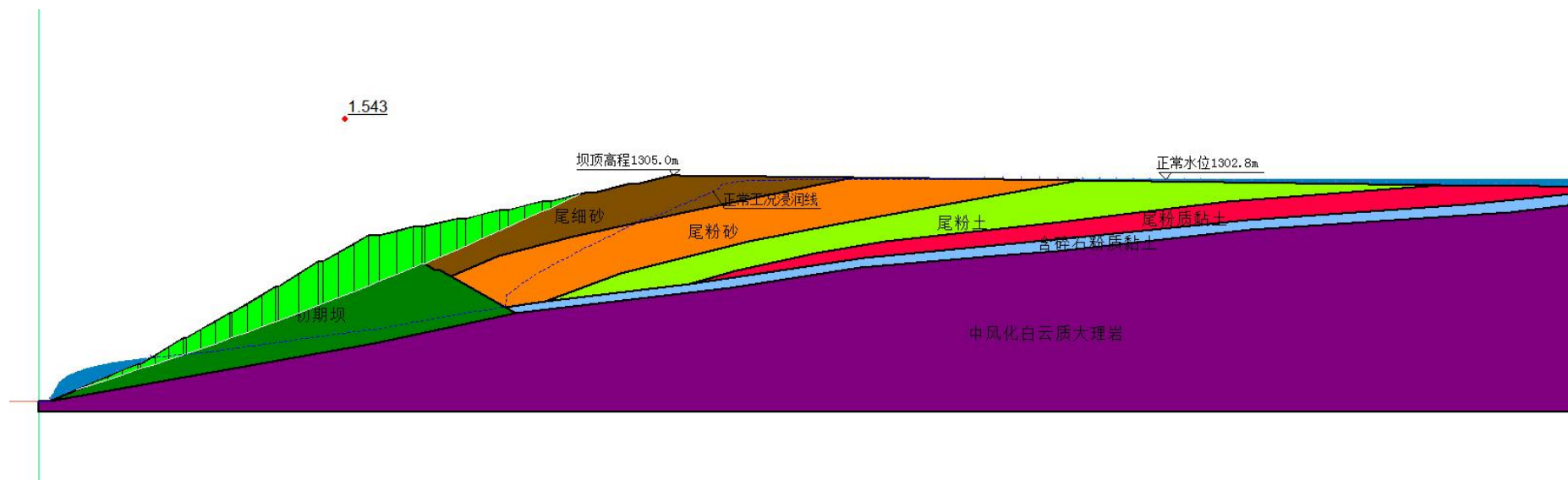


图 3.2-11 尾矿库现状正常运行工况坝体最危险滑动面 ($K_{min}=1.543$)

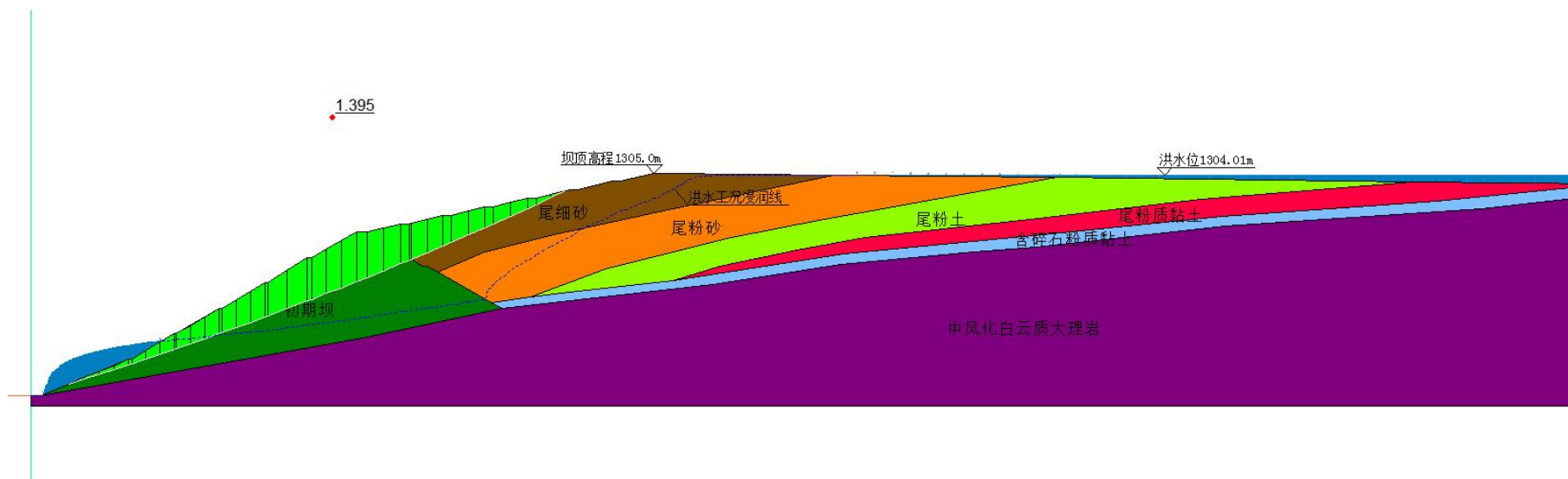


图 3.2-12 尾矿库现状洪水运行工况坝体最危险滑动面 ($K_{min}=1.395$)

经计算，尾矿库现状运行阶段正常运行工况条件下、洪水运行工况条件下坝体抗滑稳定性均满足规范要求。经过坝体渗分析可知，尾矿库设置了堆积坝排渗层等设施后堆积坝体浸润线埋深较深有利于坝体的抗滑稳定安全，尾矿库坝体渗流稳定性满足要求。

3.2.4.3 坝体升高速率合理性分析

根据企业提供的尾矿库现状实测平面图，截止 2024 年 10 月，现状堆积坝坝顶标高 1305.0m，坝前滩顶高程 1305m，已堆存总库容 $225.43 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $180.34 \times 10^4 \text{m}^3$ ；设计总库容 $957.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $765.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ；剩余总库容 $731.59 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余有效库容 $575.27 \times 10^4 \text{m}^3$ ，按扩大入库规模后 5000t/d，年工作制度 345 天计算，扩大规模后的年排尾量为 $108.3 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余库容还可满足企业 5.3 年排尾需要。

上升速率按现状坝顶高程 1305m 高程进行分析计算。

投产年限 (a)	年累积排尾 量($\times 10^4 \text{m}^3$)	高程(m)	子坝年升高 (m)	累计升高 (m)	备注()
1	108.3	1323.4	18.4	18.4	堆积坝坝顶 高程 1305m
2	216.6	1339.3	15.9	34.3	
3	324.9	1353.8	14.5	48.8	
4	433.2	1367.4	13.6	62.4	
5	541.5	1380.1	12.7	75.1	
5.3		1385.0	4.9	80.0	

经计算，堆积子坝上升速率最快年份为堆积坝开始扩大规模后的第 1 年，年升高速率为 18.4m/a，随着堆积标高的逐步提升，上升速率逐渐降低，该尾矿库堆积坝年平均上升速率为 15.1m/a。

3.2.4.4 排渗设施合理性分析

现状排渗设施包括初期坝坝低纵横排渗盲沟，堆积坝坝体内排

渗管网，排渗管网水平间距为 5m，采用直径 110mm 的 PE 管，排渗管网安装完成后每组外形均为矩形，长度 20m，宽度 5m。

现场查勘，结合坝体内部浸润线监测数据，坝体内部浸润线埋深较深，现场测得浸润线埋深均在 15m 以下，说明现状已经设置的堆积坝排渗层及库底排渗层排渗效果较好，排渗设施安全有效运行。

扩大入库尾矿规模后，堆积坝稳定要求的尾矿固结速度相应提高，评价认为扩大入库尾矿规模安全方案排渗设施可有效降低浸润线、加快入库尾矿固结，提高坝体稳定性。

3.2.5 对策措施及建议

(1)由于企业拟将放矿规模由 3000t/d 扩大为 5000t/d，建议下步变更设计时对尾矿放矿支管铺设进行充分论证后优化设计方案，以确保下一步尾矿库实际运行的干滩坡度、澄清距离能够满足扩大入库尾矿规模设计的要求。

(2)建议下一步设计时根据尾矿库拟扩大放矿规模，优化堆积坝体排渗设施布置方案，并给出坝体各剖面控制浸润线埋深具体设计数值。

(3)下一步设计应针对影响入库尾矿固结时间、沉降时间的主要因素给出合理可行的设计方案，以增强坝体的稳定性，建议下步变更设计委托有相应资质的单位对入库尾矿进行物化特性分析实验。

(4)尾矿库在以后运行中入库尾矿指标检测频率应不少于每周一次，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。

(5)经常检查坝体有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时，应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因，判断危害程度，妥善处理。

3.2.6 评价小结

该尾矿库初期坝为透水堆石坝，堆积坝为上游式尾砂筑坝，坝面已覆土植草，坝面设置纵向排水沟和人字形排水沟，铺设有排渗管网的排渗设施，本评价运用安全检查表法和理论计算法对尾矿坝进行了安全性分析，经评价校核现状尾矿坝坡抗滑稳定性均满足规范要求，具备扩大入库尾矿规模条件。下步设计应对本次评价提出的建议和补充的安全对策措施予以认真落实。

3.3 防洪系统单元

3.3.1 防洪系统现状简述

详见报告“2.5.4 防洪系统现状”小结。

3.3.2 防洪系统安全检查表

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB3946-20）及设计等内容，针对尾矿库现状防洪、排水构筑物的特点，运用安全检查表，将法律、法规、技术标准和规范中的相关规定逐项对照评价，以判定尾矿库防洪、排水构筑物在安全上的符合性。评价内容详见排水系统安全检查表 3.3-1。

表 3.3-1 防洪系统安全检查表

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
1	尾矿库的防洪标准应根据各使用期库的等别,综合考虑库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害等因素确定	尾矿库设计等别为三等库,防洪频率取 0.2%。	符合要求	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 第 6.1.1 条
2	上游式尾矿库宜采用排水井(或斜槽)一排水管(或隧洞)排洪系统	该尾矿库的防洪排水系统由排水井+排水隧洞组成。	符合要求	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 第 6.1.3 条
3	生产经营单位每年汛前应委托设计单位根据尾矿库实测地形图、水位和尾矿沉积滩面实际情况进行调洪演算,复核尾矿库防洪能力,确定汛期尾矿库的运行水位、干滩长度、安全超高等安全运行控制参数。	2024 年 4 月企业委托河南省冶金规划设计研究院有限责任公司编制完成了《洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库 2024 年度防洪能力复核及调洪演算报告》,对防洪能力进行了复核,满足规范要求。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.2 条
4	湿式尾矿库内水位控制应遵循下列原则: 一在满足防洪安全、回水质和水量要求前提下,尽量降低库内水位; 一当库水位影响尾矿库安全时,应坚持安全第一的原则,降低库内水位; 一排出库内蓄水或大幅度降低库内水位时,应注意控制流量,非紧急情况不得骤降; 一岩溶或裂隙发育地区的尾矿库,应控制库内水深,防止渗漏; 一不得用子坝挡水。	尾矿库水位满足防洪安全的要求,未发现大幅度降低库内水位现象,未用子坝挡水。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.3 条
5	尾矿库内应设置清晰醒目的水位观测标尺。汛期应加强对排洪设施检查,确保排洪设施畅通。	排水井架上设置有清晰醒目的水位观测标尺,汛期企业加强了对排洪设施的检查。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.5 条
6	排洪构筑物的封堵预制件制作与安装应满足下列要求: 一预制件应按设计要求制作并妥善保存; 一预制件内壁表面应平整光滑,局部凸坎高度不应大于 5m,并按 1:0 坡度打磨,长度的允许偏差为±3m,厚度不得出现负值; 一安装前应对预制件的强度、表	现场踏勘,排水井拱板断面尺寸及结构符合设计要求并妥善保存;拱板表面平整光滑;排水井拱板均经过质量检测,结论为合格;排水井拱板安装均	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.6 条

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	面平整度等进行质量检查,保证用于安装的预制件质量满足设计要求; —预制件应按设计要求安装,并确保安装质量。	有记录,安装质量合格。		
7	洪水过后应对坝体和排洪设施进行全面检查,发现问题及时处理。	制定有安全检查制度,有检查记录,发现问题及时处理,保障了坝体和排洪设施安全。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.7 条
8	尾矿库排洪构筑物终止使用时,应严格按设计要求及时封堵,并确保施工质量。	查阅排水井封堵记录,严格按设计要求在支隧洞进水口与井座处进行的封堵。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.4.8 条
9	防洪安全检查主要内容应包括防洪标准、防洪安全运行管理的主要控制指标及排洪构筑物安全检查等。	防洪安全检查主要内容应包括防洪标准、防洪安全运行管理的主要控制指标及排洪构筑物安全检查等。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.2.1 条
10	尾矿库防洪标准安全检查应检查防洪标准与本标准规定的符合性。当防洪标准低于本标准规定时,应重新进行洪水计算及调洪演算,根据计算结果调整控制参数,必要时增设排洪设施。	现状库等别为三等库,设计库等别为三等库,尾矿库的防洪标准按照 500 年一遇的洪水频率进行设防。尾矿库防洪标准符合标准规定的要求。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.2.2 条
11	排洪构筑物安全检查的主要内容应包括构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵,排水能力是否满足设计要求。	排洪构筑物检查记录包括构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵等,排水能力满足设计要求。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.2.5 条
12	排水井检查内容应包括内径、窗口尺寸及位置,井壁剥蚀、脱落、渗漏、最大裂缝开展宽度,井身倾斜度和变位,井、管连接部位,拱板放置、断裂、最大裂缝开展宽度,拱板之间以及拱板与井壁之间的防漏填充物、漏沙、进水口水面漂浮物,停用井封堵方法及措施,排水井拱板安装辅助设施设置情况。	企业生产运行过程中,对排水井进行了检查,并记录存档;现场检查排水井内径、尺寸及位置等符合设计要求,井壁无剥蚀、脱落等现象,井身无倾斜变位现象,拱板无漏砂现象,进水口无杂物。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.2.6 条
13	排水隧洞检查内容应包括断面尺寸,洞内塌方,衬砌变形、破损、断裂、剥落、磨蚀、最大裂缝开展	排水隧洞检查内容包括断面尺寸、洞内塌方、衬砌变形、	符合	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020)

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	宽度，伸缩缝、止水及充填物，洞内渗漏尾砂，洞内淤堵及排水孔工况等。	破损、剥落、磨蚀、洞内淤堵及排水孔工况等。企业生产运行过程中，对排水隧洞进行了检查，并记录存档。		第 9.2.9 条
14	尾矿库调洪演算应采用水量平衡法进行计算。尾矿库的一次洪水排出时间应小于 72h。	本次现状评价调洪演算采用水量平衡法进行计算，尾矿库的一次洪水排出时间小于 72h。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 5.4.6 条
15	尾矿库排洪构筑物型式及尺寸应根据水力计算和调洪计算确定，并应满足设计流态，日常巡检维修和防洪安全要求。对特别复杂的排洪系统，应进行水工模型或模拟试验证。	现状排水系统结构尺寸满足设计要求。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 5.4.8 条
16	要督促尾矿库企业委托具有相应资质的质量检测机构，按照“应检尽检、能检尽检”的原则，对排水井、排水斜槽、排水管、排水隧洞、拱（盖）板等排洪构筑物进行一次全面质量检测，并形成影像资料和质量检测报告。排洪系统质量经检测不满足设计要求的尾矿库，必须立即停止使用，委托设计单位制定整改方案，尽快组织实施整改。	2024 年 11 月，企业委托河南省万测工程检测有限公司对楼房沟尾矿库 5#、6#排水井井架及拱板进行了检测，并出具了检测报告。检测报告结论均符合规程、规范要求。	符合要求	《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
17	隧洞进、出口应有必要的清坡范围，并采取适当的工程措施，防止覆盖层、坡积物、松动岩块等在风力、地面径流、水位变化等自然因素作用下滚落，影响其正常运行。	隧洞出口设置有洞脸，可有效防止覆盖层、坡积物、松动岩块等在风力、地面径流、水位变化等自然因素作用下滚落，影响其正常运行。	符合要求	《水工隧洞设计规范》 (SL279-2002)
18	变更设计共 8 个排水井，编号 1#~8#排水井。其中 1#、6#、7#、8#排水井内径为 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 b×h=0.5m×0.45m。2#、3#、4#、5#排水井内径为 5m，为 12 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，立柱断面 b×h=0.5m×0.45m。1#排水井内径 4m，8 柱框架式 C30 钢筋混凝土结构，1#进水口高程 1252.4m，井顶高程 1265.8m，洞底高程为 1246.6m，井架高度 13.4m。2#排水	各排水井已于 2023 年 1 月由河南省地质矿产勘查开发局第一地质矿产调查院进行了验收，其断面尺寸、结构、高程均符合设计要求。	符合要求	《安全设施变更设计》

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	井内径 5m，进水口高程 1264.8m，洞底高程 1259.0m，井架高 16.2m，井顶高程 1281m。3#排水井内径 5m，进水口高程 1279.9m，洞底高程 1274.1m，井架高 16m，井顶高程 1295.9m。4#排水井内径 5m，进水口高程 1294.9m，洞底高程 1289.1m，井架高 13.1m，井顶高程 1308m。5#排水井内径 5m，进水口高程 1307m，洞底高程 1301.2m，井架高 14m，井顶高程 1321m。6#排水井内径 4m，进水口高程 1320m，洞底高程 1314.2m，井架高 26m，井顶高程 1346m。7#排水井内径 4m，进水口高程 1345m，洞底高程 1339.2m，井架高 29m，井顶高程 1374m。8#排水井内径 4m，进水口高程 1373m，洞底高程 1367.2m，井架高 11.34m，井顶高程 1384.34m。			
19	一、排水主隧洞 排水主隧洞总长度 1271m，最缓段坡降为 8.34%，平均坡降为 11.8%，排水主隧洞宽×高=2.8m×3m，为三心拱形，直壁高 2.067m， 二、排水支隧洞 支隧洞断面与主隧洞相同，均为 b×h=2.8m×3m，为三心拱形，直壁高 2.067m，拱高 0.933m，支隧洞与排水井连接处均采用钢筋混凝土进行了支护，最短支护长度 12m，最长支护长度 27.35m。	排水主隧洞和各排水支隧洞已于 2023 年 1 月由河南省地质矿产勘查开发局第一地质矿产调查院进行了验收，其断面尺寸、衬砌结构、高程均符合设计要求。	符合要求	《安全设施变更设计》

3.3.3 洪水计算及调洪演算

3.3.3.1 防洪标准

根据《尾矿库安全规程》的规定进行尾矿库防洪标准判定，尾矿库各使用期的防洪标准见下表 3.3-2，尾矿库构筑物的级别见表 3.3-3。

表 3.3-2 尾矿库各使用期的防洪标准

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

(a)	或 PMF				
-----	-------	--	--	--	--

注：PMF 为可能最大洪水。

表 3.3-3 尾矿库构筑物的级别

尾矿库等别	构筑物的级别		
	主要构筑物	次要构筑物	临时构筑物
一	1	3	4
二	2	3	4
三	3	5	5
四	4	5	5
五	5	5	5

根据《尾矿库安全规程》第 5.4.5 条要求，尾矿库洪水计算应根据各省水文图集或有关部门建议的特小汇水面积的计算方法进行计算。本次现状评价洪水计算采用河南省水文图集推荐方法进行计算。

3.3.3.2 尾矿库洪水计算及调洪演算

3.3.3.2.1 尾矿库水文计算

根据企业提供的 1: 1000 地形图，尾矿库现状库区汇水面积为 1.135km²，堆积坝以上沟长 1.699km，沟谷坡度为 19.4%。

区域洪水汇流引起的洪水是影响尾矿库安全的主要危险因素，尾矿库等别为三等库，防洪标准按照三等库考虑，洪水重现期采用 500 年一遇，库区洪水来源主要是大气降水。

1、基本暴雨参数

$H_{10\text{分钟}}=15\text{mm}$	$C_v=0.40$	$K_p=2.82$	$C_s=3.5C_v$
$H_1=33\text{mm}$	$C_v=0.50$	$K_p=3.48$	$C_s=3.5C_v$
$H_6=50\text{mm}$	$C_v=0.55$	$K_p=3.83$	$C_s=3.5C_v$
$H_{24}=75\text{mm}$	$C_v=0.52$	$K_p=3.62$	$C_s=3.5C_v$

2、流域参数

表 3.3-4 流域特征值一览表

汇水区域名称	汇水面积 F (km ²)	沟长 L (km)	坡降 J (%)
堆积坝 1305m 以上	1.135	1.699	19.4

3、损失参数（平均入渗率）

由《河南省暴雨参数图集》中水文分区的划分，尾矿库位于第 IV 分区，其 II～IV 区平均入渗率为 3mm/h～5mm/h，本计算采用 $\mu=3\text{mm/h}$ 。

4、点雨量计算

根据《河南省暴雨参数图集》分别查算点暴雨和产汇流参数，水库各频率设计面暴雨见表 3.3-5。

表 3.3-5 尾矿库暴雨计算成果表

项目	10 分钟	1 小时	6 小时	24 小时
降雨量均值(mm)	15.0	33.0	50.0	75.0
Cv	0.40	0.50	0.55	0.52
Cs/Cv	3.5	3.5	3.5	3.5
0.2%点雨量(mm)	42.30	114.84	191.50	271.50
0.2%面雨量(mm)	42.30	114.84	191.50	271.50

按照图集资料，查得流域中心不同历时的暴雨参数，流域面积小于 50km²，设计面雨量直接采用设计点暴雨成果。

5、暴雨递减指数计算

暴雨递减指数 n_1 、 n_2 、 n_3 应按下列各式计算：

$$n_{1p} = 1 - 1.285 \lg \frac{\alpha H_{1p}}{\alpha H_{10p}}$$

$$n_{2p}=1-1.2851\lg \frac{\alpha H_{6p}}{\alpha H_{1p}}$$

$$n_{3p}=1-1.6611\lg \frac{\alpha H_{24p}}{\alpha H_{6p}}$$

式中：n_{1p}、n_{2p}、n_{3p} 为暴雨递减指，H_{10p}，H_{1p}，H_{6p}、H_{24p} 分别为同一设计频率年最大 10 分钟、1 小时、6 小时、24 小时点雨量，mm，α—相应H_p 的点面折减系数。

暴雨递减指数计算结果见表 3.3-6。

表3.3-6 暴雨递减指数计算成果表

重现期	n ₁	n ₂	n ₃
500年一遇	0.443	0.715	0.748

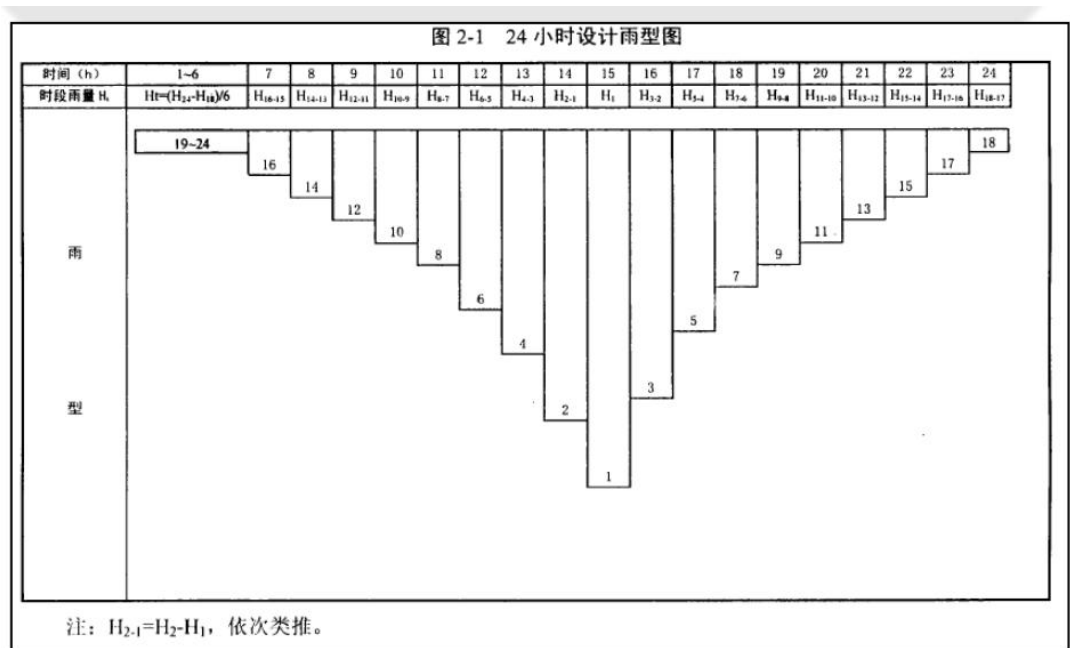


图 3.3-1 24 小时设计雨型图

表(3)

24小时净雨概化时程分配表

单位%

时段 净雨		历时 (小时)	1~4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Σ %		
		暴雨 递减指数																								
R ₆	n ₂ D	040-050									10	12	16	38	14	10								100		
		051-060									8	10	16	44	12	10								100		
		061-070									7	7	15	54	10	7								100		
		071-080									5	6	12	64	8	5								100		
R ₆ ~R ₂₄	n ₃ D	<0.60		4	5	6	8	8	10	10							10	8	8	6	6	6	5	100		
		061-070				6	6	9	10	10							14	10	9	7	7	6	6	100		
		>0.70					6	10	12	12							16	12	10	10	6	6		100		
备注			24小时净雨R ₂₄ 由次降雨径流关系P+P _a ~R查得。 6小时净雨R ₆ 由R ₂₄ ×H ₆ D/H ₂₄ D计算，H ₆ D、H ₂₄ D为同频率设计年最大6、24小时雨量。																							

图 3.3-2 24 小时净雨概化时程分配表

3.3.3.2.2 尾矿库洪水计算

1、净雨计算

表3.3-7 净雨计算成果表

频率	500 年一遇
设计雨量 P ₂₄	271.50
前期影响 Pa	50.00
P+Pa	321.50
R ²⁴	232.00

2、洪量计算

按降雨径流关系，由 24 小时降雨量查洪水图集第Ⅳ区次降雨径流关系 P+Pa~R 曲线求得设计洪量，24 小时洪水总量计算公式如下：

$$W_{24} = 1000RF$$

式中：R—24 小时净雨量(mm)。

F—流域面积 (km²)

3、洪峰流量计算

基本公式为：

$$Q_m = 0.278 \psi \frac{S}{\tau^n} F$$

$$\psi = 1 - \frac{\mu}{S} \tau^n$$

$$\tau^n = 0.278 \frac{L}{m J^{\frac{1}{3}} Q^{\frac{1}{4}}}$$

式中：Q_m—设计洪峰流量；

ψ—设计洪峰径流系数；

τ—洪峰汇流时间；

F—流域面积；

L—设计断面至分水岭的干流长度；

J—河道的平均比降；

S—设计最大1小时雨量平均强度；

n—设计暴雨递减指数；

μ—平均入渗率；

m—汇流参数。

计算结果如下：

表 3.3-8 洪水计算结果一览表

汇水区域名称	洪水总量 W _P (10 ⁴ m ³)	洪峰流量 Q (m ³ /s)
堆积坝 1305m 以上	26.33	54.31

4、洪水过程线推求

本次计算采用概化等腰三角形方法计算设计洪水过程线，如图洪水过程线计算图所示。具体步骤如下：

(1)由降雨径流关系查算出 24 小时设计净雨量 R₂₄；

(2)以设计暴雨递减指数 n_2, n_3 为参数查 24 小时净雨概化时程分配表，计算逐时净雨；

(3)将设计洪峰 Q_m 和 τ ，对应 τ 时段的最大平均净雨强度，绘出概化等腰三角形，其顶高为 Q_m ，底宽为 2τ ；

(4)列表计算出主峰 τ 前后各个时段的净雨量 R_τ ，因 τ 不够整时段，按小时平均分配取值。以各个时段的净雨平均强度计算各次峰的洪峰流量 $Q_i=0.278 (R_\tau / \tau) F (m^3/s)$ ，按等腰三角形对应于净雨过程绘于图上，叠加绘出 24 小时洪水过程线。

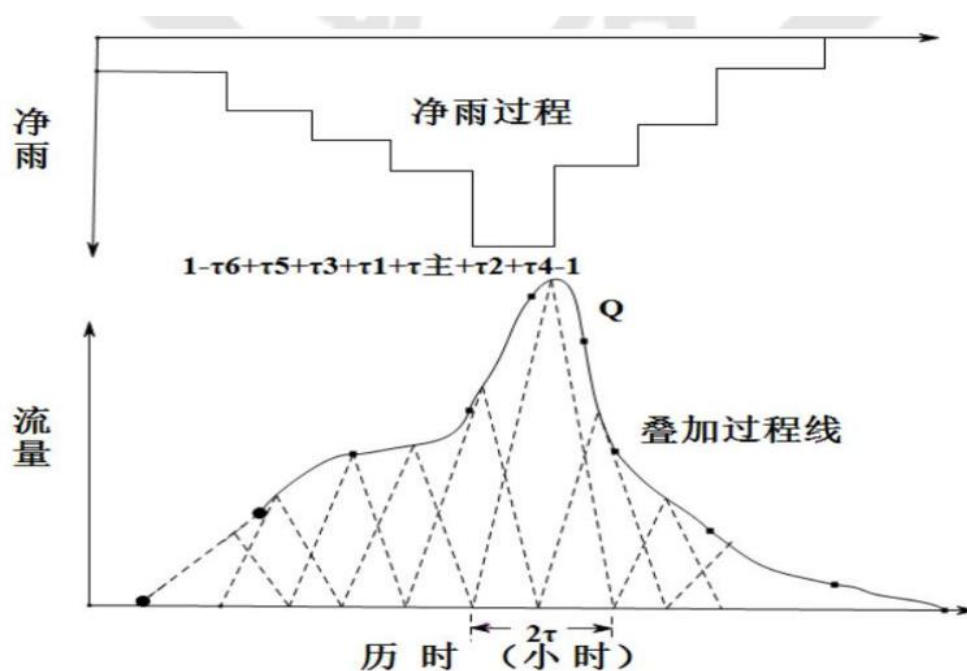


图 3.3-3 洪水过程线计算图

洪水过程线见图 3.3-4。

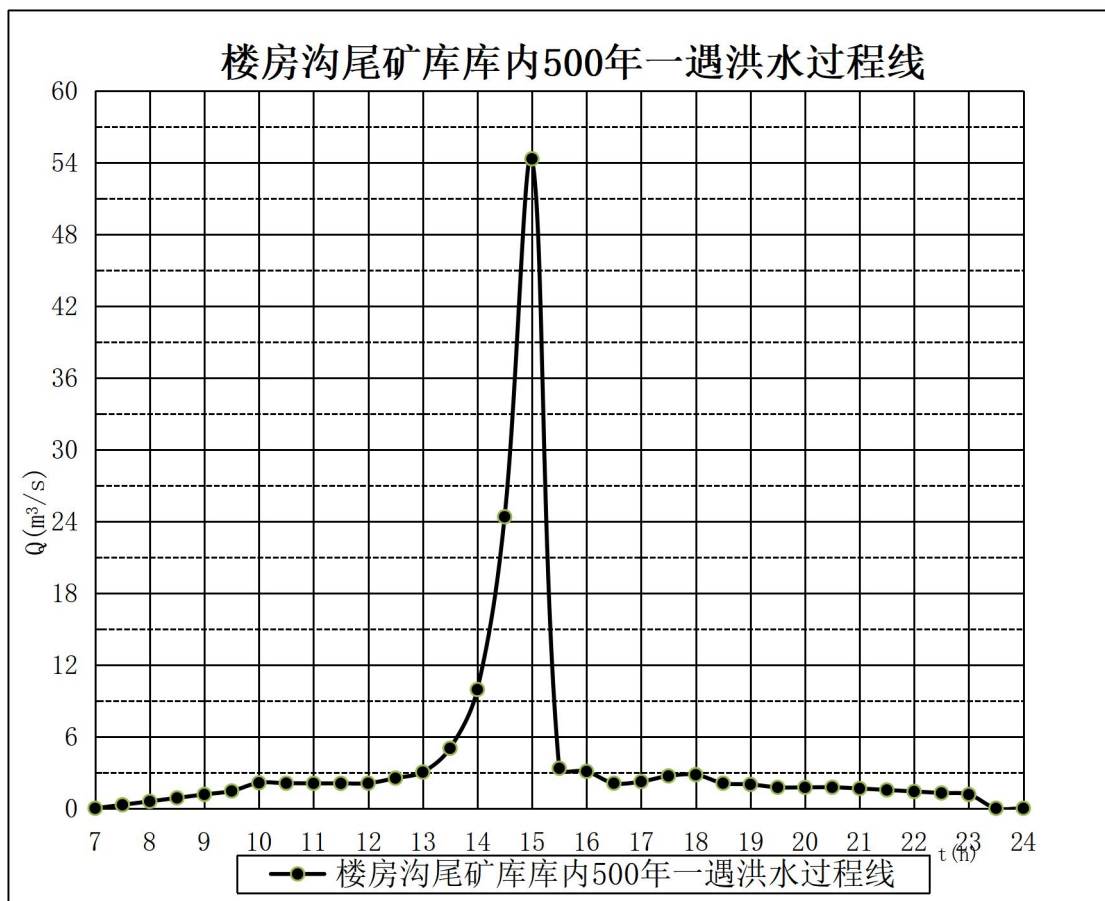


图 3-3-4 尾矿库现状运行 500 年一遇洪水过程线

3.3.3.2.3 尾矿库调洪演算

1、计算方法

采用入库出库水量平衡公式，绘制双辅助曲线，采用半图解法进行水库调洪演算。

基本公式：

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

式中： Q_1 、 Q_2 一时段始末的入库流量（m³/s）

q_1 、 q_2 一时段始末的出库流量（m³/s）

V_1 、 V_2 一时段始末的水库容量（m³）

Δt —计算时段(s)

2、排水井下泄能力计算

排水井+排水隧洞过水能力计算过程如下:

1. 自由泄流

水位未淹没井架圈梁时:

$$Q_c = n_c m \phi_c \sqrt{2g} H_y^{1.5}$$

水位淹没井架圈梁时:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = 1.8 n_c \phi_c H_0^{1.5}$$

$$Q_2 = 2.7 n_c \omega_c \sum \sqrt{H_i}$$

水位淹没井口时:

$$Q_c = \varphi \omega_c \sqrt{2gH_j}$$

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_4 + \zeta_5 f_6^2}}$$

2. 半压力流

$$Q = \varphi F_s \sqrt{2gH}$$

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda_j \frac{l}{d} f_2^2 + \zeta_2 + \zeta_3 f_1^2 + \zeta_4 f_1^2 + \zeta_5 f_7^2}}$$

3. 压力流

$$Q = \mu F_s \sqrt{2gH_s}$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \lambda_g \frac{L}{D} f_3^2 + \sum \zeta f_3^2 + \zeta_2 f_9^2 + \zeta_3 f_3^2 + \zeta_4 f_5^2 + \zeta_5 f_8^2}}$$

Q_1 —对于方孔, 水位在窗口之间的流量(m³/s)

Q_2 —水位在窗口之间的流量(m³/s)

H_j ——井口泄流水头, m;
 H_y ——溢流堰泄流水头, m;
 H ——计算水头, 为库水位与排水管入口断面中心标高之差;
 H_z ——计算水头, 为库水位与排水管下游出口断面中心标高之差, m, 当下游有水时, 为库水位与下游水位的高差;
 ω_s ——井口水流收缩断面面积, m^2 ;
 F_s ——排水管入口水流收缩断面面积, m^2 ;
 F_x ——排水口下游出口断面面积, m^2 ;
 ζ_2 ——排水管入口局部水头损失系数;
 ζ_3 ——排水井中水流转向局部水头损失系数;
 ζ_4 ——排水井进口局部水头损失系数;
 ζ_5 ——框架局部水头损失系数, 为立柱、横梁的局部水头损失系数之和;
 ξ ——侧向收缩系数;
 φ ——流量系数;
 d ——排水井内径(m);
 L ——排水管计算管段的长度, (m);
 D ——排水管计算管段内径(m);
 λ_j ——排水井沿程水头损失系数;
 λ_g ——排水管沿程水头损失系数。

(1) 排水井进水时, 不同库水位时的泄流量计算见下表:

表 3.3-9 排水井不同水位泄流量表

库水位 (m)	自由泄流 (m^3/s)	井口泄流 (m^3/s)	半压力泄流 (m^3/s)	压力流 (m^3/s)
1302.80	0.00			
1303.00	1.13			
1303.20	3.34	10.85		
1303.40	6.29	17.45	43.24	62.28

1303.60	9.79	23.31	46.40	62.68
1303.80	13.22	28.39	48.36	62.90
1304.00	16.77	32.80	49.74	63.03
1304.20	20.36	36.69	50.82	63.13
1304.40	23.94	40.18	51.73	63.21
1304.60	27.44	43.36	52.53	63.28
1304.80	30.82	46.29	53.26	63.34
1305.00	34.04	49.02	53.94	63.39
1305.20	37.06	51.59	54.58	63.44
1305.40	39.84	54.01	55.20	63.49
1305.60	68.51	56.31	55.79	63.54
1305.80	73.60	58.51	56.37	63.58
1306.00	86.43	60.62	56.94	63.63
1306.20	94.22	62.65	57.49	63.67
1306.40	101.93	64.61	58.04	63.72
1306.60	109.53	66.51	58.57	63.76
1306.80	116.97	68.35	59.10	63.80

排水井过流能力曲线图

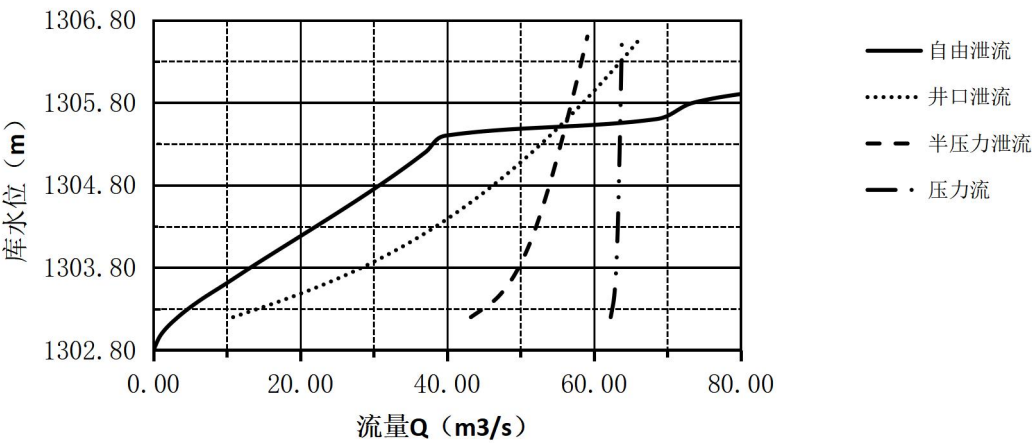


图 3.3-5 排水井库水位与泄流量关系曲线图

3、调洪辅助曲线

表 3.3-10 调洪演算辅助曲线计算表

库 水 位 H(米)	泄流量 q(米³/ 秒)	V(米³)	1/2qΔt	V+1/2qΔt	V-1/2qΔt
1302.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1303.00	1.13	17463.45	1016.70	18480.15	16446.75
1303.20	3.34	36785.40	3003.49	39788.89	33781.91
1303.40	6.29	57965.85	5657.27	63623.12	52308.58
1303.60	9.79	81004.80	8814.67	89819.47	72190.13

1303.80	13.22	106113.96	11900.40	118014.36	94213.56
1304.00	16.77	133081.62	15093.38	148175.00	117988.24
1304.20	20.36	161484.36	18326.63	179810.99	143157.73
1304.40	23.94	191322.18	21543.91	212866.09	169778.27
1304.60	27.44	222595.08	24696.51	247291.59	197898.57
1304.80	30.82	255303.06	27741.27	283044.33	227561.79
1305.00	34.04	289446.12	30639.28	320085.40	258806.84
1305.20	37.06	325024.26	33355.01	358379.27	291669.25
1305.40	39.84	362037.48	35855.67	397893.15	326181.81
1305.60	56.31	400485.78	50681.55	451167.33	349804.23
1305.80	57.15	440369.16	51436.20	491805.36	388932.96
1306.00	57.71	481687.62	51939.74	533627.36	429747.88
1306.20	58.26	524441.16	52432.74	576873.90	472008.42
1306.40	58.80	568629.78	52916.66	621546.44	515713.12
1306.60	59.33	614253.48	53392.63	667646.11	560860.85
1306.80	59.85	661312.26	53861.52	715173.78	607450.74

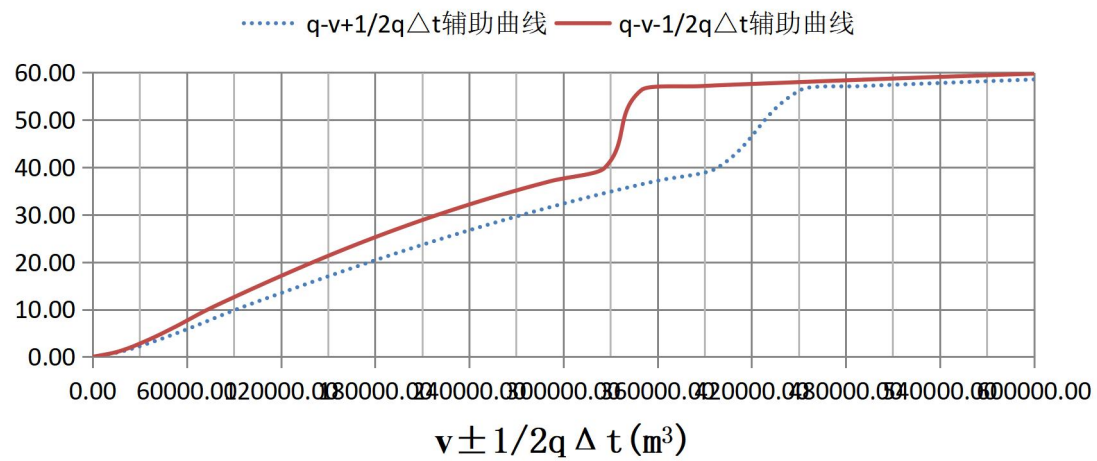


图 3.3-7 排水井调洪演算辅助曲线图

4、调洪计算结果

表 3.3-12 尾矿库调洪演算表

t	Q(米 ³ /秒)	Q-(米 ³ /秒)	Q·Δt(米 ³)	V+1/2qΔt	q(米 ³ /秒)	V-1/2qΔt
5.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0
5.50	0.00	0.00	0	0	0.00	0
6.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0
6.50	0.00	0.00	0	0	0.00	0
7.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0
7.50	0.29	0.14	260	260	0.02	232
8.00	0.58	0.43	781	1013	0.06	902

8.50	0.87	0.72	1302	2204	0.13	1961
9.00	1.16	1.01	1823	3785	0.23	3368
9.50	1.45	1.30	2344	5712	0.35	5084
10.00	2.13	1.79	3218	8301	0.51	7388
10.50	2.10	2.11	3802	11190	0.68	9959
11.00	2.08	2.09	3763	13722	0.84	12212
11.50	2.08	2.08	3749	15961	0.98	14205
12.00	2.10	2.09	3761	17966	1.10	15989
12.50	2.52	2.31	4157	20146	1.30	17802
13.00	3.03	2.77	4992	22794	1.58	19956
13.50	5.02	4.02	7240	27196	2.03	23537
14.00	9.93	7.48	13455	36993	3.05	31507
14.50	24.38	17.15	30879	62386	6.12	51370
15.00	54.31	39.35	70821	122191	13.71	97506
15.50	3.35	28.83	51892	149398	16.91	118961
16.00	3.08	3.21	5787	124748	14.01	99522
16.50	2.10	2.59	4663	104185	11.54	83411
17.00	2.23	2.16	3897	87308	9.46	70284
17.50	2.70	2.47	4442	74726	7.77	60735
18.00	2.81	2.76	4961	65696	6.56	53882
18.50	2.10	2.45	4415	58297	5.63	48168
19.00	2.00	2.05	3685	51853	4.83	43160
19.50	1.75	1.87	3374	46534	4.17	39025
20.00	1.75	1.75	3149	42174	3.63	35636
20.50	1.75	1.75	3151	38787	3.21	33003
21.00	1.66	1.70	3069	36072	2.95	30758
21.50	1.53	1.59	2867	33625	2.70	28767
22.00	1.40	1.47	2640	31408	2.47	26963
22.50	1.28	1.34	2414	29377	2.26	25312
23.00	1.15	1.22	2188	27500	2.06	23784
23.50	0.00	0.58	1037	24822	1.79	21606
24.00	0.00	0.00	0	21606	1.45	18989

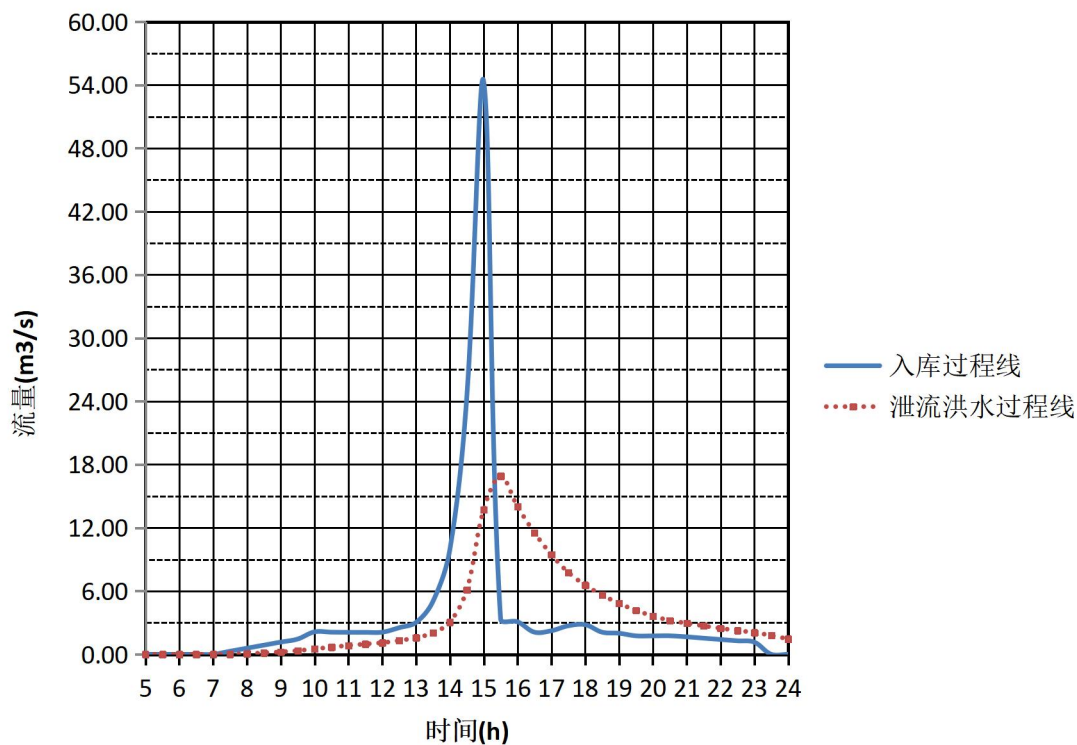


图 3.3-8 尾矿库调洪演算过程曲线图

表 3.3-13 最高洪水位时所需调洪库容计算表

$V+1/2q\Delta t$	泄洪流量 q	调洪库容 V	最高洪水位(查取)
149398	16.91	74180	1304.01

综上所述：采用内插法可知尾矿库调洪后库内最大泄流量 16.91m³/s 时，此时最高洪水水位为 1304.01m，此时调洪库容为 74108m³。

尾矿库现状运行条件下，坝前滩顶高程为+1305.0m，正常水位 +1302.8m，防洪高度为 2.20m，根据调洪演算调洪后库内洪水位 +1304.01m，对应安全超高 0.99m，大于规范规定最小安全超高 0.70m，满足三等库设计及规范要求；正常运行期干滩长度 180.0m，调洪后干滩长度 82.5m，大于规范规定尾矿库最小干滩长度 70.0m，满足三等库规范及原设计要求。

3.3.4 对策措施及建议

(1)由于企业拟进行扩大放矿规模，尾矿水实际运行澄清距离、干滩坡度、干滩长度可能与变更设计有变化，建议下一步设计时对典型工况条件下进行调洪演算，若调洪演算结果不满足规范要求，应根据调洪演算结果优化设计方案。

(2)企业今后应加强排洪构筑物的安全检查，排水井检查内容应包括内径、窗口尺寸及位置，井壁剥蚀、脱落、渗漏、最大裂缝开展宽度，井身倾斜度和变位，井、管连接部位，拱板放置、断裂、最大裂缝开展宽度，拱板之间以及拱板与井壁之间的防漏填充物、漏沙、进水口水面漂浮物，排水井拱板安装辅助设施设置情况；排水隧洞检查内容应包括洞内是否有塌方，衬砌变形、破损、断裂、剥落、磨蚀、最大裂缝开展宽度的变化情况，洞内是否渗漏尾砂、淤堵等。

(3)排水井挡板应随库内水位的上升而逐层封堵，在满足回水情况下尽量降低库水位，确保最小滩长及最小安全超高满足规范要求。挡板封堵前，应对挡板质量进行检查，严禁使用如钢筋裸露、结构尺寸不合格、强度达不到设计要求的挡板封堵排水井。在排水井挡板加高过程中，设专人监护，严防淹溺事故发生。

(4)企业应经常对尾矿坝面排水沟、坝肩截水沟进行清理，使其排水畅通，确保坝体不受洪水的冲刷，保持坝体稳定。

(5)汛期应严格控制水位和库内蓄水量。不得随意封堵和改变排洪设施，确保排洪设施的排洪能力。并增加库区水位和干滩长度的

观测频率，发现水位超过警戒水位或干滩长度不满足规程要求，应该及时打开排水井挡板来降低水位。

3.3.5 评价小结

该尾矿库防洪系统采用排水井+排水支隧洞+排水主隧洞+排水明渠+消力池+回水池型式。现状排水构筑物运行状况良好，5#、6#排水井及拱板委托河南省万测工程检测有限公司进行了质量检测，出具有合格的检测报告，符合相关法律法规、标准规范的要求；安全论证报告中对现状防排洪系统进行了防洪能力校核，利用原有设施的方案是安全合理的，下步设计应对本次评价提出的建议和补充的安全对策措施予以落实。

3.4 安全监测设施单元

3.4.1 安全监测设施现状简述

详见报告“2.5.5 安全监测设施现状”小节。

3.4.2 安全监测设施安全检查表

设置监测设施的目的是掌握和了解坝体的实际变形情况、以及坝体内浸润线的位置及孔隙水压力、渗透水量变化情况等，作为判断坝体稳定的重要手段和环节。根据有关法律、法规、技术标准和规范的相关规定，运用安全检查表法对安全监测设施的安全符合性进行分析。具体内容见表 3-4-1。

表 3.4-1 尾矿库监测设施安全检查表

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
1	尾矿库应根据设计等别、尾矿坝筑坝方式、尾矿及尾矿水污染性质、地形地质条件及地理环境因素，设置必要的安全和环保监测设施。三等及三等以上尾矿库应设置人工监测和自动监测相结合的安全监测设施。	尾矿库设计等别三等库，现状等别为三等库，设置有人工观测设施和在线监测设施。	符合要求	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 第 3.4.1 条
2	尾矿库运行时，应按设计及时设置人工安全监测设施和在线安全监测系统，并应按照设计定期进行各项监测。	尾矿库现状为三等库。尾矿库设置有人工监测设施和在线安全监测系统，并定期进行各项监测。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.7.1 条
3	尾矿库应每天日常巡查，大雨或暴雨期间应在现场实时巡查。人工安全监测设施安装初期应每半个月监测 1 次，6 个月后应每月监测不少于 1 次。遇下列情况之一时，应增加监测次数：一汛期；一地震、连续多日下雨、暴雨、台风后；一尾矿库安全状况处于黄色预警、橙色预警、红色预警期间；一排洪设施、坝体除险加固施工前后；一其他影响尾矿库安全运行情形。	尾矿工日常巡查，大雨或暴雨期间在现场实时巡查。人工安全监测设施每月监测 1 次，汛期等加强监测。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.7.2 条
4	人工安全监测应符合下列规定： 一应采用相同的观测图形、观测路线和观测方法； 一应使用相同技术参数的监测仪器和设备； 一应采用统一基准处理数据； 一每次监测应不少于 2 名专业技术人员。	人工安全监测均采用相同观测方法以及监测仪器，采用统一的基准数据，每次有 2 名技术人员监测。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.7.3 条
5	尾矿库在线安全监测和人工安全监测的监测成果应定期进行对比分析。每年应进行一次专门数据分析，下列情况下应增加专门数据分析：一尾矿库竣工验收时；一尾矿库安全现状评价时；一尾矿库闭库时；一出现异常或险情状态时。	企业出具了《尾矿库人工安全监测检查报告》，尾矿库安全监测设施运行正常，数据准确有效。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.7.5 条
6	尾矿库在线安全监测系统应全天候连续正常运行。系统出现故障时，应尽快排除，故障排除时间不得超过 7d，排除故障期间应保持无故障监测设备正常运行，并加强人工监测；系统改建、扩建期间，不得影响已建成系统的正常运行。	现场踏勘，尾矿库在线安全监测系统有专门技术人员维护，运行正常。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.7.8 条
7	尾矿库安全监测数据应及时整理，	尾矿库安全监测数	符	《尾矿库安全规

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	如有异常,应及时分析原因,采取对策措施。安全监测信息的分析、管理和发布,应综合现场巡查、人工安全监测和在线安全监测成果进行。	据整理及时,未发现异常。	符合要求	程》 (GB39496-2020) 第 6.7.9 条
8	监测内容安全检查应检查监测内容及监测预警值的设置是否满足设计要求。监测设施安全检查应检查监测设施的设置是否满足设施要求,监测设施是否有损坏,是否运行正常。	监测内容满足设计要求,现状尾矿库在线安全监测系统运行正常。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.6.2 条
9	监测设施维护安全检查应检查监测设施是否定期检查和维修,监测设施的可靠性和完整性,人工监测设施与在线监测设施是否定期比对和校正。	监测设施定期检查和维修。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.6.3 条
10	尾矿库安全监测预警应由低级到高级分为蓝色预警、黄色预警、橙色预警、红色预警四个等级,设计单位应给出各监测项目的各级预警阈值。各监测项目及尾矿库安全状况各级预警等级的判定应符合下列规定: —当同类监测项目的监测点达到 4 个蓝色预警时,该项目为黄色预警;达到 3 个黄色预警时,该项目应为橙色预警;达到 2 个橙色预警时,该项目应为红色预警;—当监测项目达到 4 个蓝色预警时,应计为 1 项监测项目黄色预警;达到 3 项黄色预警时,应计为 1 项监测项目橙色预警;当监测项目达到 2 项橙色预警时,应计为 1 项监测项目红色预警;—尾矿库安全状况预警应由尾矿库安全监测项目的最高预警等级确定。	现场踏勘,该尾矿库安全监测预警分为蓝、黄、橙、红四个等级。	符合要求	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 5.5.4 条
11	一等、二等、三等尾矿库应安装在线监测系统,四等尾矿库宜安装在线监测系统。	尾矿库设计为三等库。尾矿库安装有在线监测系统。	符合要求	《尾矿库安全监测技术规范》第 4.4.1 条
12	设计共设置 10 组位移观测设施和 10 组浸润线观测设施,在两侧山体明显处设置 10 组基准点。每组位移观测设施设三个观测点,分别位于坝面上两侧和最大断面通过处,浸润线观测点位于马道上。位移观测设施在 1277m 高程、1289m 高程、1301m 高程、1313m 高程、	现场查勘,在初期坝坝顶(1277m)、1289m 高程、1301m 高程分别设置一组位移观测设施,每组位移观测设施包含 3 个坝体位移观测标点和两侧岸坡	符合要求	《安全设施变更设计》

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	1325m 高程、1337m 高程、1349m 高程、1361m 高程、1373m 高程、1385m 高程设置。浸润线观测设施在 1281m、1289m 高程、1301m 高程、1313m 高程、1325m 高程、1337m 高程、1349m 高程、1361m 高程、1373m 高程、1385m 高程设置。	位移观测基点。现场查勘，在一级子坝、三级子坝、六级子坝分别设置 3 根浸润线观测管，浸润线观测管采用钢管材质，浸润线观测管孔深 15.22~24.18m。		
13	在库内排水井上醒目位置设置水位观测标尺。对水位标尺刻度要求每年汛期前进行检查校核一次。	在各排水井上均设置有水位标尺，标出了水位高程。	符合	《安全设施变更设计》
14	表面位移 2 个监测剖面，内部位移 1 个监测剖面，浸润线 2 个监测剖面，各监测剖面设在中轴线附近。干滩监测 2 个点（4 支高频雷达传感器），监测轴线垂直于坝体。	在初期坝坝顶设置有 3 个坝体表面位移监测点，在一侧岸坡设置有坝体 GPS 位移监测基准点。现场查勘，在堆积坝第 3、6 级子坝坝顶设置有 1 个内部位移监测装置。现场查勘，在堆积坝第 1 级子坝、第 3 级子坝、第 6 级子坝坝顶分别设置 3 个在线浸润线监测装置。	符合要求	《安全设施变更设计》
15	出水口：设置 1 个视频监控点，安装红外高清摄像机；沉淀池：设置 1 个视频监控点，安装红外高清摄像机；堆积坝坝体：堆积坝坝体设置 1 个视频监控点，安装红外球机；干滩区域：在坝顶设置 2 个视频监控点，安装红外球机；排水井：设置 2 台视频监控点，安装红外高清摄像机。	共设置有 13 个视频监控摄像头，分别位于初期坝坝顶、初期坝下游、一侧岸坡、各排水井、堆积坝坝顶、排水隧洞出水口等位置，通过该视频装置，可实时监测尾矿坝坝体运行情况。	符合要求	《安全设施变更设计》

3.4.3 对策措施及建议

(1)由于防洪系统安全运行控制参数的变化，在线监测系统的预警阈值会随之变化，下步变更设计应完善浸润线、库水位、干滩长

度等的预警阈值内容，并补充完善在线安全监测设施平面布置图。

(2)在今后的尾矿库运行过程中，企业应定期对各安全监测设施（人工和在线监测）进行检修、维护保养，确保各安全监测设施安全有效运行，为尾矿库安全运行提供真实、可靠、有效的监测数据。

(3)经常检查坝体位移。要求坝体位移量变化应均衡，无突变现象，且应逐年减小。当位移量变化出现突变或有增大趋势时，应查明原因，妥善处理。

(4)根据生产情况，随着坝体上升，按相关规程规范和设计要求，及时增设人工观测设施和在线安全监测设施。

(5)专业技术人员应对观测结果及时进行整编分析，绘制图表。如有异常现象应进行复测，并根据复测结果提出处理意见。

3.4.4 评价小结

采用安全检查表法对尾矿库安全监测设施进行评价，现状尾矿库设置有坝体位移、浸润线、水位标尺及干滩标尺等人工观测设施，并按有关规定进行观测，坝体未发生异常位移，浸润线埋深正常；在线监测系统包括坝体表面位移监测、内部位移监测、浸润线监测、库水位监测、降雨量监测及视频监控等，运行平稳，状况良好，安全监测设施具备扩大入库规模的条件。建议下步设计按本评价提出的对策措施完善安全监测设施的设计内容。

3.5 排渗设施单元

3.5.1 排渗设施现状简述

详见报告“2.5.6 防排渗设施现状”小节。

3.5.2 排渗设施安全检查表

根据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)、《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)及相关法律、法规和技术标准,结合现场检查,采用安全检查表法进行评价。具体内容见表 3.5-1。

表 3.5-1 尾矿库排渗设施安全检查表

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
1	尾矿坝必须满足渗流控制和静、动力稳定的要求。	经过计算,正常运行工况及洪水运行工况坝体内渗流控制满足设计要求,故坝体不会发生渗透破坏	符合要求	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 第 4.1.4 条
2	尾矿坝设计应进行渗流计算,1 级及 2 级尾矿坝还应根据地形条件做专门渗流模拟试验。渗流计算应按下列要求进行:①新建尾矿坝在可行性研究阶段可不进行坝体渗流计算;②扩建或加高的尾矿坝在可行性研究阶段应进行坝体渗流计算;③初步设计阶段应对坝体进行渗流计算。	查阅尾矿库设计资料,尾矿库设计进行渗流计算,根据计算结果,坝体渗流满足要求,不会发生渗透破坏。	符合要求	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 第 4.3.1 条
3	尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深除应满足坝坡抗滑稳定的条件外,尚应满足表 4.3.3 的要求。	根据企业提供人工浸润线埋深观测数据及在线监测数据进行对比,企业值班人员观测坝体浸润线埋深数据:15.22m~24.18m,在线监测浸润线埋深数据为:15.13m~23.92m,坝体内部浸润线埋深较低,满足坝体稳定要求。	符合要求	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 第 4.3.5 条
4	降低浸润线的措施应结合坝的级别、坝体稳定计算和抗震构造等要求综合分析确定,宜采	根据企业提供资料,尾矿库初期坝为透水堆石坝,在坝体内坡设置	符合要	《尾矿设施设计规范》

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
	取下列措施：①尾矿库建设阶段，在尾矿堆积坝坝基范围内设置排渗褥垫(碎石或土工排水网垫)、排渗管(或盲沟)及排渗井等型式的水平和垂直排渗系统；②尾矿坝运行中，随坝体升高适时设置排渗管、盲沟、席垫、垂直塑料排水板或排渗井等型式的排渗系统；③尾矿坝运行中，当实测浸润线高于控制浸润线时，可在坝坡或沉积滩上增设排渗管、辐射排渗井等排渗设施；④降低库内水位。	反滤层。现场查勘，堆积坝排渗方式采用水平排渗管进行排渗。查阅尾矿库前期验收评价资料，库区底部建库期间设置有排渗盲沟排渗设施。尾矿库排渗设施满足要求。	求	GB50863-2013 第 4.3.6 条
5	尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深除满足坝坡抗滑稳定的条件外，尚应满足表 6 要求。	根据企业提供人工浸润线埋深观测数据及在线监测数据进行对比，企业值班人员观测坝体浸润线埋深数据：15.22m~24.18m，在线监测浸润线埋深数据为：15.13m~23.92m，坝体内部浸润线埋深较低，满足坝体稳定要求。	符合要求	《尾矿库安全规程》 GB39496-2020 第 5.3.14 条
6	尾矿坝应满足渗流控制的要求，尾矿坝的渗流控制措施应确保浸润线低于控制浸润线。	现场查勘，尾矿库堆积坝设置有水平排渗管网排渗设施，可有效坝体内部浸润线埋深。	符合要求	《尾矿库安全规程》 GB39496-2020 第 5.3.15 条
7	尾矿库运行过程中应根据设计要求进行排渗设施的施工，施工后对排渗效果进行检查。	现场查勘，企业按照设计要求在堆积坝坝体设置水平排渗管网排渗排渗设施。	符合要求	《尾矿库安全规程》 GB39496-2020 第 6.3.12 条
8	尾矿库运行期间应加强浸润线监测，严格按设计要求控制浸润线埋深。	根据企业提供尾矿库浸润线监测数据，尾矿库坝体浸润线数据满足要求。	符合要求	《尾矿库安全规程》 GB39496-2020 第 6.5.1 条
9	尾矿库运行期间，坝体浸润线埋深小于控制浸润线埋深时，应增设或更新排渗设施。	根据企业提供人工浸润线埋深观测数据及在线监测数据进行对比，企业值班人员观测坝体浸润线埋深数据：15.22m~24.18m，在线监测浸润线埋深数据为：15.13m~23.92m，坝体内部浸润线埋深较低，满足坝体稳定要求。	符合要求	《尾矿库安全规程》 GB39496-2020 第 6.5.2 条

序号	检查项目	事实记录	结论	检查依据
10	(1)库底排渗 原设计排渗盲沟断面较小，本次变更设计为提高库底排渗效果，共设置4条横向排渗盲沟，1条纵向排渗盲沟，断面均为$b \times h=(2 \sim 2.5)m \times 2m$，纵向排渗盲沟长度为450m，横向排渗盲沟施工总长度350m。	查看施工资料及竣工图可知，在初期坝内坡脚上游施工排渗盲沟，排渗盲沟断面$b \times h=(2 \sim 2.5)m \times 2m$，共设置4条横向排渗盲沟总长350m，1条纵向排渗盲沟，纵向排渗盲沟施工至2#排水井位置。在初期坝底设置排渗盲沟，排渗盲沟规格为$2.0m \times 1.2m$，排渗盲沟内用鹅卵石填实，排渗盲沟无反坡现象。	符合要求	《安全设施变更设计》
11	堆积坝坝体内排渗从自初期坝坝顶1277m高程开始每4m垂高的堆积子坝顶设置排渗管网一排，一排排渗管网由若干组水平排渗管网组成。每组排渗管网外形为矩形，长度为20m，宽度为5m，每组排渗管网两边间距为5m。每组排渗管网由横向6根长约20m的水平排渗管及3根长约5m的纵向排渗管组成，排渗管网两端向中部以3%的坡度倾斜。排渗管网的连接采用弯头、三通管或四通管连接。	根据企业提供尾矿库排渗管网隐蔽工程记录，堆积坝坝体排渗管网施工安装工程如下： ①现场均采用排渗管直径110mm的PE管，排渗管水平间距为5m，单根长度60m左右，铺设坡度2%；排渗管穿坝部分不钻孔，库区尾砂部分在PE管的上部1/3侧面钻孔（孔径10mm，间距50mm，交错排列呈梅花状），钻孔管段外表包裹200g/平方米土工布一层，纵向排渗管及排渗管网采用直径20mm的木支架支撑。符合设计要求；②排渗管网安装完成后每组外形均为矩形，长度20m，宽度5m，每组排渗管网间距为5m。排渗管网均采用弯头、三通和四通连接加固，符合设计要求。③排渗管网安装铺设坡度经测量均为2%坡度。符合设计要求	符合要求	《安全设施变更设计》

3.5.3 对策措施及建议

(1)建议下一步设计时根据尾矿库放矿规模，优化堆积坝体排渗

设施布置方案，并给出坝体各剖面控制浸润线埋深具体设计数值。

(2)在下一步设计时增加排渗设施平面及结构图，进一步补充完善尾矿库排渗设施的安全运行管理要求。

(3)定期检查排渗设施的完好情况，发现排渗设施损坏应及时处置，确保排渗设施的安全有效性。

(4)当发现坝面局部隆起、塌陷、流土、管涌等异常情况时，应及时记录和查明原因，立即采取措施妥善处理，并加强观察。

3.5.5 评价小结

初期坝为透水堆石坝，堆积坝施工有排渗管网。现状浸润线埋深符合设计要求，排渗管排渗效果良好，渗水清澈。坝外坡面无渗流破坏、管涌、流土等异常情况，排渗设施符合有关规定和设计要求。尾矿库的排渗设施具备扩大入库规模的条件。尾矿库安全论证报告中排渗设施方案是合理的，排渗设施方案符合相关法律法规、标准规范要求。下步设计应对本次评价提出的建议和补充的安全对策措施予以认真落实。

3.6 库内船只单元

3.6.1 库内船只现状简述

详见报告“2.5.7 库内船只”小节。

3.6.2 库内船只单元安全检查表

根据有关法律、法规、标准、规范的有关要求，运用安全检查

表法，将法律、法规、技术标准和规范的相关规定逐项对照评价，检查尾矿库的库内船只是否满足要求。评价内容及结果详见表 3.6-1。

表 3.6-1 库内船只安全检查表

序号	设计及规程规范要求	检查情况	评价依据	检查结论
1	尾矿库应根据生产过程中的筑坝工程量、排水构筑物型式和操作要求，以及库区与厂区距离等因素配备筑坝机械、工作船、工程车，并设置交通道路、值班室、应急器材库、通信和照明等设施。	现场查勘，企业在 4#排水井与岸坡之间设置有连接浮桥，排水井周围设置有操作平台。浮桥及排水井周围平台采用钢板、浮筒、两侧护栏组成。现场查勘，浮桥底板采用钢板焊制，浮桥底部固定有浮桶。现场测量，浮桥桥面通行宽度为 1.5m，排水井周围操作平台宽度为 1.5m，采用厚 6mm 的防滑钢板制成。	GB39496-2020 第 5.2.7 条	符合要求
3	尾矿库库内浮船主要用于运输排水井盖板，运输船四周应设置防护栏杆可以有效的起到安全防护作用，并且在船上放置有救生圈。	为便于尾矿工人对排水井拱板封堵加高安装作业，尾矿库库尾设置有一工作船，固定在岸坡处。该船只仅用于运输排水井拱板，便于排水井拱板的拆除和封堵，人员通过缆绳将浮船牵引至排水井附近。现场查勘，尾矿库库尾浮船采用钢板焊制。	《尾矿坝设计手册》	符合要求

3.6.3 对策措施及建议

(1)工作前应检查船只性能，完善浮船护栏等安全设施，确保生产设备、安全设施、救生设备完好。

(2)在库周醒目位置处和存放船只处设置安全警示标语，加强对作业人员的安全宣传教育，非工作人员不应乘船进入库区。

3.6.4 评价小结

运用安全检查表法对尾矿库内船只进行了安全评价，评价认为楼房沟尾矿库内船只单元符合有关法律、法规、标准、规范的要求，

具备扩大入库规模的条件。

3.7 辅助设施单元

3.7.1 辅助设施现状简述

详见报告“2.5.8 辅助设施现状”小节。

3.7.2 辅助设施安全检查表

根据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)、《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)及相关法律、法规和技术标准，结合现场检查，采用安全检查表法进行评价。具体内容见表 3.7-1。

表 3.7-1 辅助设施单元安全状况检查表

序号	检查内容	检查情况	评价依据	检查结论
第一项：库区道路				
1	厂矿道路路线设计，应符合厂矿企业总体规划或总平面布置要求，并应根据道路的性质和使用要求，合理利用地形正确运用技术指标。	现场查勘，在尾矿坝坝体左侧设置有上坝道路，通过该道路可到达初期坝坝顶、堆积坝坝顶、库区值班室、库尾排水井处，该道路路面宽度 4m，部分段采用碎石路面，目前该道路运行情况良好，道路基础为原始山体，基础条件良好，可满足小型车辆上坝需要。	GBJ22-87 第 2.1.1 条	符合要求
2	厂外道路，宜绕避地质不良地段、地下活动采空区，不压或少压地下矿藏资源，并不宜穿越无安全措施的爆破危险地段。厂矿	现场查勘，进入库区道路地质情况较好。	GBJ22-87 第 2.1.4 条	符合要求

	道路的设计,应做到沿线厂矿企业共同使用,并兼顾地方交通运输的需要。			
3	尾矿库应设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路,应急道路应满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求,应避免产生安全事故可能影响区域且不应设置在尾矿坝外坡上。	现场查勘,尾矿库应急道路满足尾矿库应急抢险时通行和运送应急物资的需求,且不在产生安全事故可能影响区域及不通过尾矿坝外坡,可作为该尾矿库应急道路使用。	GB39496-2020 第 6.1.10 条	符合要求
4	尾矿库应根据生产过程中的筑坝工程量、排水构筑物型式和操作要求,以及库区与厂区距离等因素配备筑坝机械、工作船、工程车,并设置交通道路、值班室、应急器材库、通信和照明等设施。	尾矿库设置有进库道路、值班室、应急物资仓库、照明和通讯设备。	GB39496-2020 第 5.2.7 条	符合要求
5	检查尾矿库应急管理设施时,应检查应急救援物资配备情况,应急道路是否畅通。	现场查勘,尾矿库应急道路情况良好。	GB39496-2020 第 9.7.4 条	符合要求
6	本次变更设计利用库区左侧已有的上坝道路,该上坝道路可通往 1301m 子坝坝顶,该道路需按四级道路标准进行整治,采用碎石路面,路面宽度不小于 5m(含截水沟),在合适位置设置错车道,应急道路坡降不大于 9%,应急道路可通往各排水井和上坝需要。本次变更设计新增段应急道路长度 1422m,修筑至 8#排水井附近,道路平均坡降 6.82%,该道路可通往库尾及各排水井位置。	现场查勘,在尾矿坝坝体左侧设置有上坝道路,通过该道路可到达初期坝坝顶、堆积坝坝顶、库区值班室、库尾排水井处,该道路路面宽度 4m,部分段采用碎石路面,目前该道路运行情况良好,道路基础为原始山体,基础条件良好,可满足小型车辆上坝需要。	《安全设施设计变更》	符合要求
第二项: 通讯设施				
1	检查尾矿库管理站时,应检查尾矿库管理站位置、规格,值班和日常安全检查记录情况、管理站及作业、管理人员与外部通信设施是否畅通。	现场查勘,尾矿库及附近信号较好,尾矿库作业人员和值班人员均佩戴有手机,中国移动和中国联通信号已覆盖此区域,联系畅通。	GB39496-2020 第 9.7.3 条	符合要求
2	在库区设立值班室安装固定电话或为尾矿库操	现场查勘,尾矿库及附近信号较好,尾矿库作业人	《安全设施设计变更》	符合要求

	作、管理人员配备移动电话，以确保通讯畅通。	员和值班人员均佩戴有手机，中国移动和中国联通信号已覆盖此区域，联系畅通。		
第三项：照明设施				
1	检查尾矿库照明设施时，应检查照明设施是否满足夜间安全生产使用要求，照明线路、设备及其布置是否安全规范。	在库区左侧生产道路、值班室处、一侧岸坡高处分别设置有 LED 灯，用于库区照明，能满足照明需要。	GB39496-2020 第 9.7.2 条	符合要求
1	尾矿坝上设照明电路，并配备照明灯具。在初期坝、库区道路及尾矿堆筑夜间作业场所设置照明灯具。	现场踏勘，初期坝，库区道路旁、设置有照明。	《安全设施设计变更》	符合要求
第四项：值班室、应急物资仓库				
1	尾矿库值班室和宿舍宜避开坝体下游。	现场查勘，尾矿库值班室不在尾矿库失事波及范围内。	GB50863-2013 第 3.5.2 条	符合要求
2	检查尾矿库管理站时，应检查尾矿库管理站位置、规格，值班和日常安全检查记录情况、管理站及作业、管理人员与外部通信设施是否畅通。	现场查勘，尾矿库值班室、应急物资仓库布置位置满足要求，人员与外部通信畅通。	GB39496-2020 第 9.7.3 条	符合要求
3	检查尾矿库应急管理设施时，应检查应急救援物资配备情况，应急道路是否畅通。	现场查勘，尾矿库应急物资仓库配备有应急物资，库区道路畅通。	GB39496-2020 第 9.7.4 条	符合要求
4	生产经营单位应设置尾矿库应急物资库，储备满足预案要求的应急救援器材、设备和物资，并定期进行检查、维保及更新补充。应急物资库的建设地点布置应遵循下列原则： ——应建在尾矿坝附近且基础稳定的区域； ——应与应急道路直接相通； ——不应直接建在尾矿坝上或尾矿库下游。	现场查勘，应急救援物资仓库内存放有应急救援物资，应急物资包括雨靴、手电筒、洋镐、铁丝、铁锹等。值班室存放有应急物资使用、更新、维护保养记录。	GB39496-2020 第 10.8 条	符合要求
5	为方便管理，在尾矿脱水车间旁边设置尾矿库值班房，供管理人员工作和休	在尾矿库库区左侧岸坡顶部平坦地带设置尾矿库值班室及尾矿库应急	《安全设施设计变更》	符合要求

	息, 3 间砖混结构房屋, 房屋面积 50m ² , 包括值班室、休息室和应急物资(铁锹、雨衣、编制袋、手电筒、胶鞋、手动报警器等物资)库。	物资仓库, 值班室内悬挂有规章制度、操作规程, 应急物资仓库内放置有铁锹、雨衣、编制袋、手电筒、胶鞋等物资。		
--	---	--	--	--

3.7.3 对策措施及建议

(1)企业应定期对上坝道路进行巡查, 对道路局部损毁地段和冲沟及时修复处理。

(2)冰雪或多雨季节运输时, 上坝道路应有防滑措施。

(3)加强对上坝道路的维护, 确保上坝道路通畅。

3.7.4 评价小结

本单元采用安全检查表法对尾矿库道路、通讯、照明、值班房等辅助设施进行安全评价, 尾矿库生产应急道路、通讯、照明、值班房等辅助设施符合有关法律、法规、标准、规范和设计的要求, 尾矿库辅助设施具备扩大入库规模的条件。

3.8 个人安全防护单元

3.8.1 个人安全防护现状简述

详见报告“2.5.9 个人安全防护现状”小节。

3.8.2 个人安全防护单元安全检查表

根据《生产过程安全卫生要求总则》、《用人单位劳动防护用品管理规范》、《尾矿库安全规程》及相关法律、法规和技术标准,

结合现场检查，采用安全检查表法进行评价。具体内容见表 3.8-1。

表 3.8-1 个人安全防护安全检查表

序号	检查内容	检查情况	检查依据	检查结论
1	企业应当按照 GB11651 和国家颁发的劳动防护用品配备标准以及有关规定，为从业人员配备劳动防护用品。	现场检查，企业按规定为从业人员配备劳动防护用品。	GB12801-2008 第 6.2.1 条	符合要求
2	企业为从业人员提供的劳动防护用品，应符合国家标准和行业标准，不得超过使用期限。	现场检查，企业为从业人员提供的个人防护用品未超过使用期限。	GB12801-2008 第 6.2.2 条	符合要求
3	企业应当督促、教育从业人员正确佩戴和使用劳动防护用品。	企业按规定执行。	GB12801-2008 第 6.2.3 条	符合要求
4	从业人员在作业过程中，应按照安全生产规章制度和劳动防护用品使用规则，正确佩戴和使用劳动防护用品；未按规定佩戴和使用劳动防护用品的，不得上岗作业。	从业人员在作业过程中佩戴劳动防护用品。	GB12801-2008 第 6.2.4 条	符合要求
5	企业应当建立健全劳动防护用品的采购、验收、保管、发放、使用、报废等管理制度。	企业建立有劳动防护用品采购、验收、保管、发放、使用、报废等管理制度。	GB12801-2008 第 6.2.5 条	符合要求
6	劳动防护用品由用人单位提供，保障劳动者安全与健康的辅助性、预防性措施，不得以劳动防护用品替代工程防护设施和其他技术、管理措施。	企业为用劳动防护用品替代工程防护设施和其他技术、管理措施。	《用人单位劳动防护用品管理规范》第四条	符合要求
7	用人单位应当安排专项经费用于配备劳动防护用品，不得以货币或者其他物品替代。该项经费计入生产成本，据实列支。	企业安排专项经费用于该项目。	《用人单位劳动防护用品管理规范》第六条	符合要求
8	用人单位应当督促劳动者在使用劳动防护用品前，对劳动防护用品进行检查，确保外观完好、部件齐全、功能正常。	企业按规定执行。	《用人单位劳动防护用品管理规范》第二十一条	符合要求
9	用人单位应当对应急防护劳动防护用品进行经常性的维护、检修，定期检测劳动防护用品的性能和效果，保证其完好有	企业按要求对应急防护用品进行检测。	《用人单位劳动防护用品管理规范》第二十四条	符合要求

序号	检查内容	检查情况	检查依据	检查结论
	效。			
10	工作人员应配备以下个人安全防护用品：工作服、安全帽、手套、雨衣、雨鞋、防尘口罩、防暑物品、防寒服等。	查阅企业劳保用品发放记录，企业为工作人员配备相关防护用品。	《安全设施设计》	符合要求

3.8.3 对策措施及建议

(1)作业人员在作业过程中，应当按照规章制度和劳动防护用品使用规则，正确佩戴和使用劳动防护用品。

(2)企业应当按照本单位制定的配备标准发放劳动防护用品，并记录登记，应当定期对劳动防护用品的使用情况进行检查，确保劳动者正确使用，对工作过程中损坏的，应及时更换。

3.8.4 评价小结

本单元采用安全检查法进行评价，企业制订有劳动防护用品方面的安全管理制度和配备标准，员工能够正确使用和佩戴安全防护用品，尾矿库的个人安全防护用品符合国家有关法律、法规的要求，具备扩大入库规模的条件。

3.9 安全标志单元

3.9.1 安全标志现状简述

详见报告“2.5.10 安全标志现状”小结。

3.9.2 安全标志单元安全检查表

根据《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)、《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)及《安全设施设计》的规定和要求,采用安全检查表,对尾矿库需设置的安全标志进行检查,评价内容详见安全标志安全检查表 3.9-1。

表 3.9-1 安全标志安全检查表

序号	检查内容	检查情况	检查依据	检查结论
1	易造成事故或对人员有伤害的场所,如各种污染源入口处,设置“禁止入内”标志。	设置有“库区危险,严禁入内”标志。	GB2894-2008 第 1.13 条	符合要求
2	禁止饮用水的地方,如污染水,设置“禁止饮用”标志。	设置有相应安全标志。	GB2894-2008 第 1.26 条	符合要求
3	标志牌应设在与安全有关的醒目地方,并使大家看见后,有足够的时间来注意它所示内容。	标志牌设置的位置比较醒目。	GB2894-2008 第 9.1 条	符合要求
4	标志牌不应设置在门、窗、架等可移动物体上,以免标志牌随母体物体相应移动,影响认读。标志牌前不得放置妨碍认读的障碍物。	标志牌未设置在可移动物体上,标志牌前未放置障碍物。	GB2894-2008 第 9.2 条	符合要求
5	安全标志牌至少每半年检查一次,如发现有破损、变形、褪色等不符合要求时应及时修整或更换。	安全标志牌踏勘时有破损、变形、褪色等现象,已进行整改。	GB2894-2008 第 10.1 条	符合要求
6	生产经营单位应在尾矿库库区设置明显的安全警示标识。	现场查勘,尾矿库库区醒目位置设置有安全警示标志。	GB39496-2020 第 6.1.7 条	符合要求
7	尾矿库库区安全检查还应包括库区防、排渗设施的可靠性检查,库区生产道路是否通畅检查,临时及永久性安全警示标识的设置是否完备、清晰。	现场查勘,尾矿库临时及永久性安全警示标识完备、清晰。	GB39496-2020 第 9.5.4 条	符合要求

3.9.3 对策措施及建议

(1)尾矿库在今后运行过程中，企业应对损坏的或者丢失的安全标志及时进行修复或增补，确保安全标志清晰、醒目，对人员起到警示的作用。

(2)尾矿库库区易造成事故或对人员有伤害的位置，应增设安全警示标志。

(3)安全标志牌至少每半年检查一次，如发现有破损、变形、褪色等不符合要求时应及时修整或更换。

3.9.4 评价小结

本单元采用安全检查表法对尾矿库安全标志进行评价，尾矿库区周边及坝上设置有安全警示标志，各种安全标志有效，具备扩大入库规模的条件。

3.10 安全管理单元

3.10.1 企业安全管理现状简述

详见报告“2.5.11 企业安全管理现状”小结。

3.10.2 企业安全管理单元安全检查表

根据《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)、《尾矿库安全监督管理规定》的规定和要求，本评价单元采用安全检查表法进行安全评价，详见表 3.10-1。

表 3.10-1 安全管理安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结论
1	尾矿库生产经营单位应当建立健全尾矿库安全生产责任制，建立健全安全生产规章制度和安全技术操作规程，对尾矿库实施有效的安全管理。	《尾矿库安全监督管理规定》 第四条	企业已建立尾矿库安全生产责任制、安全生产规章制度和安全技术操作规程。	符合要求
2	生产经营单位应当保证尾矿库具备安全生产条件所必需的资金投入，建立相应的安全机构或者配备相应的安全管理人员、专业技术人员。	《尾矿库安全监督管理规定》 第五条	公司保证了尾矿库具备安全生产条件所必需的资金投入，建立了安全机构，并配备相应的安全管理人员、专业技术人员。	符合要求
3	生产经营单位主要负责人和安全管理人员应当依照有关规定经培训考核合格并取得安全资格证书。直接从事尾矿库放矿、筑坝、巡坝、排洪和排渗设施操作的作业人员必须取得特种作业操作证书，方可上岗作业。	《尾矿库安全监督管理规定》 第六条	企业主要负责人和安全管理人员依照有关规定经培训考核合格并取得了安全资格证书。尾矿库作业人员均取得特种作业操作证书，持证上岗。	符合要求
4	鼓励生产经营单位应用尾矿库在线监测、尾矿充填、干式排尾、尾矿综合利用等先进适用技术。一等、二等、三等尾矿库应当安装在线监测系统。鼓励生产经营单位将尾矿回采再利用后进行回填。	《尾矿库安全监督管理规定》 第八条	该尾矿库为三等库，尾矿库设置有在线监测设施。	符合要求
5	尾矿库的勘察单位应当具有矿山工程或者岩土工程类勘察资质。设计单位应当具有金属非金属矿山工程设计资质。安全评	《尾矿库安全监督管理规定》 第十条	尾矿库安全评价单位为河南安平安全技术服务有限公司，评价资质为金属非金属矿及其他矿采选业安全评价资质。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结论
	价单位应当具有尾矿库评价资质。施工单位应当具有矿山工程施工资质。施工监理单位应当具有矿山工程监理资质。			
6	尾矿库施工应当执行有关法律、行政法规和国家标准、行业标准的规定，严格按照设计施工，确保工程质量，并做好施工记录。生产经营单位应当建立尾矿库工程档案和日常管理档案，特别是隐蔽工程档案、安全检查档案和隐患排查治理档案，并长期保存。	《尾矿库安全监督管理规定》 第十四条	该尾矿库施工执行了有关法律、行政法规和国家标准、行业标准的规定，严格按照设计施工，确保工程质量，并做好了施工记录。企业建立了尾矿库档案和日常管理档案，隐蔽工程档案、安全检查档案和隐患排查治理档案，并长期保存。	符合要求
7	尾矿库应当每三年至少进行一次安全现状评价。安全现状评价应当符合国家标准或者行业标准的要求。	《尾矿库安全监督管理规定》 第十九条	企业每三年进行一次尾矿库现状评价工作。	符合要求
8	生产经营单位应当建立健全防汛责任制，实施 24 小时监测监控和值班值守，并针对可能发生的垮坝、漫顶、排洪设施损毁等生产安全事故和影响尾矿库运行的洪水、泥石流、山体滑坡、地震等重大险情制定并及时修订 <u>应急救援预案</u> ，配备必要的应急救援器材、设备，放置在便于应急时使用的地方；应急预案应当按照规定报相应的安全生产监督管理部门备案，并每	《尾矿库安全监督管理规定》 第二十一条	企业制定有尾矿库应急救援预案，并定期组织事故应急救援演练，且有相应的演练记录。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结论
	年至少进行一次演练。			
9	生产经营单位应当编制尾矿库年度、季度作业计划，严格按照作业计划生产运行，做好记录并长期保存。	《尾矿库安全监督管理规定》 第二十二条	企业编制了尾矿库年度、季度作业计划，严格按照作业计划生产运行，做好记录并长期保存。	符合要求
10	生产经营单位应当建立尾矿库事故隐患排查治理制度，按照本规定和《尾矿库安全技术规程》的规定，及时发现并消除事故隐患。事故隐患排查治理情况应当如实记录，建立隐患排查治理档案，并向从业人员通报。	《尾矿库安全监督管理规定》 第二十三条	已按照检查项要求执行。	符合要求
11	尾矿库发生坝体坍塌、洪水漫顶等事故时，生产经营单位应当立即启动应急预案，进行抢险，防止事故扩大，避免和减少人员伤亡及财产损失，并立即报告当地县级安全生产监督管理部门和人民政府。	《尾矿库安全监督管理规定》 第二十五条	制定了尾矿库应急预案并进行了演练。	符合要求
12	未经生产经营单位进行技术论证并同意，以及尾矿库建设项目安全设施设计原审批部门批准，任何单位和个人不得在库区从事爆破、采砂、地下采矿等危害尾矿库安全的作业。	《尾矿库安全监督管理规定》 第二十六条	在库区无从事爆破、采砂、地下采矿等危害尾矿库安全的作业。	符合要求
13	尾矿库安全现状评价工作应当有能够进行尾矿坝稳定性验算、	《尾矿库安全监督管理规定》 第十九条	评价人员涵盖地质、土建、水工结构、安全、电气等专业技术人员。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结论
	尾矿库水文计算、构筑物计算的专业技术人员参加。			
14	鉴于尾矿库的特点，公司应健全企业主要负责人、职能机构及各种岗位人员安全生产责任制。制定安全管理规定并依法参加工伤社会保险，为从业人员交纳保险费。进行安全教育和培训，建立尾矿库管理档案及应急救援预案。	国家安全生产监督管理局令第 20 号令	符合有关要求，制定有相关制度，并依法参加工伤社会保险，为从业人员交纳保险费。	符合要求
15	生产经营单位应落实尾矿库应急管理主体责任，建立健全尾矿库生产安全事故应急工作责任制和应急管理规章制度，制定应急救援预案，并及时发放到尾矿库各部门、岗位和应急救援队伍。	GB39496-2020 第 10.1 条	洛阳开拓者矿业有限公司建立有尾矿库生产安全事故应急工作责任制和应急管理规章制度，制定有尾矿库应急预案，预案已发放至企业各部门。	符合要求
16	生产经营单位每年汛前应至少进行一次应急救援演练，并长期保存演练方案、记录和总结评估报告等资料。	GB39496-2020 第 10.4 条	企业每年汛前进行一次应急救援演练，并制定有演练方案、演练记录和演练评估报告。	符合要求
17	生产经营单位应每三年进行一次应急救援预案评估，有下列情形之一的，应及时修订预案： ——制定预案所依据的法律、法规、规章、标准发生重大变化； ——应急指挥机构及其职责发生调整；	GB39496-2020 第 10.5 条	企业按要求每三年对应急救援预案进行修订。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结论
	——尾矿库生产运行面临的潜在风险发生重大变化； ——重要应急资源发生重大变化； ——在预案演练或者应急救援中发现需要修订预案的重大问题； ——其他应修订的情形。			
18	生产经营单位应建立应急值班制度，配备应急值班人员，汛期实施 24h 值班值守。	GB39496-2020 第 10.5 条	企业建立有应急值班制度，配备应急值班人员，汛期实施 24h 值班值守。	符合要求
19	生产经营单位应建立符合国家法律法规要求的应急救援队伍，应急救援人员应培训合格并定期组织训练。	GB39496-2020 第 10.5 条	洛阳开拓者矿业有限公司与栾川县君安矿山应急救援有限公司签订有应急救援服务合同。	符合要求
20	运行期尾矿库用表格形式列出安全现状评价报告中提出的需要在安全设施重大变更设计中落实的对策措施，简要说明采纳情况，对于未采纳的应说明理由。	《非煤矿山建设项目安全设施设计编写提纲 第 5 部分尾矿库建设项目安全设施重大变更设计编写提纲》（KA/T20.5-204）	目前企业委托我单位进行楼房沟尾矿库扩大入库规模安全现状评价报告的编制工作。	符合要求

3.10.3 对策措施及建议

(1)做好坝坡保护工作，防止出现雨水拉沟，滑塌等现象，并按设计要求及时设置左右坝肩排水沟和坝坡纵向排水沟，保证其畅通。

(2)尾矿库运行期间，企业应严格按照设计要求的尾矿库安全运行控制参数进行操作。

3.10.4 评价小结

尾矿库设置有安全管理组织机构，配备了安全管理人员和专业技术人员，制定了安全生产责任制、安全生产管理制度和安全操作规程，编制有应急预案并在栾川县应急管理局备案。职工上岗经过安全教育培训，特种作业人员持证上岗，管理人员和技术人员具有丰富的实践经验。尾矿库的安全投入符合有关规定要求，为员工缴纳了工伤保险和安全生产责任险，安全管理水平能够满足安全生产要求，具备扩大入库规模的条件。

3.11 双重预防体系建设运行单元

3.11.1 双重预防体系建设运行简述

详见报告“2.5.11.6 双重预防体系信息化建设情况”小结。

3.11.2 双重预防体系建设运行单元安全检查表

根据《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》(豫安监管办[2018]162 号)和《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》(豫应急办〔2019〕100 号)等的相关规定，将文件中的相关规定逐项对照评价，检查尾矿库的双重预防体系建设运行是否满足要求。评价内容及结果详见表 3.11-1。

表 3.11-1 双重预防体系建设运行安全检查表

序号	项目检查内容	事实记录	评价依据	检查结论
----	--------	------	------	------

序号	项目检查内容	事实记录	评价依据	检查结论
1	企业应自主开展双重预防机制安全生产标准化建设，以《双重预防机制安全生产标准化管理手册》和《双重预防机制作业手册》为体系文件，建立明确的安全责任清单、简单的风险管控隐患治理清单、应急管理卡（以下简称“两单一卡”），确保员工好理解、会操作。	企业已建立双重预防机制安全标准化，已建立安全责任清单、风险管控隐患治理清单和应急管理卡，并制定两单一卡并发放到各岗位学习和执行。	《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》 豫安监管办〔2018〕162号	符合要求
2	企业应加强双重预防机制和标准化安全管理制度建设，严格执行《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（国家安监总局20号令）第六条第一款规定的安全教育培训制度、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，确保双重预防机制有效运行。	修改完善了管理制度。包含有安全教育培训管理制度、事故和事件管理制度、隐患排查治理制度、重大隐患整改制度、设备设施安全管理制度、生产档案管理制度、安全生产奖惩制度、双重预防体系管理制度等规章制度，能够确保双重预防机制有效运行。	《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》 豫安监管办〔2018〕162号	符合要求
3	建立 风险管控隐患治理清单。矿山企业可根据实际需求对安全管理架构进行分级，一般可分为公司、车间、班组、岗位四个层级。要组织全体员工对本单位 所有安全风险进行评估分级，将风险从 高 到 低 分为 A、B、C、D 级， 分别表示 重大风险、较大风险、一般风险和低风险， 以图表形式绘制 “ 红橙黄蓝 ” 四色安全风险分布图， 同步 制定企业、车间、班组和岗位人员对应的风险管控隐患治理清单。风险管控隐患治理清单 应包含具体可操作的工程技术、安全管理、教育培训和个人防护措施， 并按行	制订了尾矿库风险管控清单、尾矿库应管理卡、作业岗位安全确认牌。制定了尾矿库各岗位安全操作规程清单。对尾矿库所有安全风险进行了评估分级，将风险从高到低分为 A、B、C、D 级，制订了尾矿库双重预防机制红橙黄蓝四色图，制定了企业、车间、班组和岗位人员对应的风险管控隐患治理清单。风险管控隐患治理清单包含了工程技术、安全管理、教育培训和个人防护措施，并按行政	《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》 豫安监管办〔2018〕162号	符合要求

序号	项目检查内容	事实记录	评价依据	检查结论
	政管理架构实施风险多级联合管控和隐患治理。	患治理。		
4	严格运行考核。各级安全监管局要按照既定的标准化评审权限每年组织安全生产标准化评审组织单位和评审单位开展运行考核工作。评审组织单位和评审单位要依照《河南省金属非金属矿山双重预防机制安全生产标准化运行考核办法(试行)》进行考核。	公司按照《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》(豫安监管办[2018]162号)和《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》(豫应急办〔2019〕100号)组织对公司双重预防机制信息化平台情况进行自评, 自评结果分别为95.79分。	《河南省安全生产监督管理局关于加快推进金属非金属矿山双重预防机制建设工作的通知》 豫安监管办〔2018〕162号	符合要求
5	基本要求。由电脑PC端、手机APP组成, 电脑PC端由企业安全部门管理, 公司、车间、班组、岗位相关人员有对应的手机APP账户, 每个账户有对应的隐患排查清单, 安全责任清单和应急处置卡。	公司双重预防机制信息化平台由电脑PC端、手机APP组成, 电脑PC端由企业安全生产部管理, 公司、车间、班组、岗位相关人员有对应的手机APP账户, 每个账户有对应的隐患排查清单, 安全责任清单和应急处置卡。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
6	风险辨识管控。电脑端显示风险辨识管控结果(含风险分级、管控责任人和管控措施)或具备在线风险辨识功能; 每年至少开展一次线上或线下的全面风险辨识, 完善管控责任和措施; 有安全风险分布四色图、安全风险比较图。手机APP显示风险辨识分级管控结果。	由电脑端可查看风险辨识管控结果(含风险分级、管控责任人和管控措施); 已开展一次全面风险辨识, 有管控责任和措施; 有安全风险分布四色图、安全风险比较图。手机APP显示风险辨识分级管控结果。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
7	隐患排查治理(手机APP)。公司、车间、班组、岗位按照岗位风险辨识管控清单开展隐患排查治理。排查出的隐患24小时内未确定整改责	公司、车间、班组、岗位可通过手机APP按照岗位风险辨识管控清单开展隐患排查治理。可实现闭环管理。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》	符合要求

序号	项目检查内容	事实记录	评价依据	检查结论
	任人的，自动推送至上一级管理人。隐患整改到位后方可闭环销号。		豫应急办〔2019〕100号	
8	隐患排查治理（电脑PC端）。企业安全部门定期开展隐患排查治理统计分析、考核奖惩，全面落实隐患排查、治理、验收、销号各环节责任，实现闭环管理。	安全生产部定期开展隐患排查治理统计分析、考核奖惩，可落实各环节责任，实现闭环管理。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
9	考核奖惩。在风险辨识管控、隐患排查治理工作中，认真履行职责或提出改进建议的，企业安全部门给予经济奖励。	公司建立了安全生产奖惩制度。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
10	信息共享。预留端口实现与各级应急平台对接（端口标准待省厅发布后实施）；在与各级应急平台对接后，定期按要求将相关数据上传至平台。	公司信息化平台预留有端口，可随时实现与各级应急平台对接。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
11	软件修订维护。根据双重预防体系修订情况，同步修订电脑 PC 端和手机 APP 相关模块及内容，确保符合双重预防体系软件运行及维护。	根据双重预防体系修订情况，可同步修订电脑 PC 端和手机 APP 相关模块及内容。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
12	视频监控。在主要工作场所设置视频监控系统，实现对现场作业活动全面监控，摄像头分辨率符合 1080P 标准，实现 360 度旋转，有稳定供电电源（太阳能或电力）。尾矿库按照《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范 GB51108-2015》要求建设视频监控系统。	尾矿库库区设置了多处视频监控，实现对库区多角度的实时视频监控，确保尾矿坝各个部位在尾矿库管理人员的视野之中。有稳定的供电电源。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求

序号	项目检查内容	事实记录	评价依据	检查结论
13	显示终端。监控中心设置视频监控显示终端，实时显示作业场所的视频监控图像，显示终端大小根据需要自行确定，存储3个月以上视频监控信息。支持按摄像机编号、时间、事件等信息对监控图像进行备份、查询和回放。	在线监测室设置有视频监控显示终端，实时显示作业场所的视频监控图像，可存储3个月以上视频监控信息。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
14	监控制度。制定视频监控制度，企业监管人员通过实时查看或回看现场作业情况，及时发现和处罚违章人员或单位，并做好记录。	公司制定有尾矿库安全监测管理制度，企业监管人员可通过实时查看或回看现场作业情况。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
15	信息共享。视频监控能够实现与省、市、县应急管理平台对接。	尾矿库视频监控端口已与省、市、县应急管理平台对接。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求
16	维护管理。监控设备应定期进行调校，无法满足监控需求时，应及时更换。建立专项经费用于硬件维护。	企业设置有专项经费用于硬件维护。	《河南省应急管理厅关于印发河南省非煤矿山双重预防体系信息化建设工作方案的通知》 豫应急办〔2019〕100号	符合要求

3.11.3 对策措施及建议

企业应严格落实双重预防体系建设“五有”标准，完善提升双重预防体系运行质量，形成安全管理的长效机制。

3.11.4 评价小结

尾矿库已建立了双重预防工作机制，已完成双重预防体系信息化

平台建设，尾矿库已通过双重预防工作机制和双重预防体系信息化平台自评工作，目前双重预防体系运行正常。

3.12 重大事故隐患判定单元

3.12.1 重大事故隐患判定

3.12.1.1 重大隐患判定标准

根据 2022 年 7 月 8 日，国家矿山安全监察局发布的《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)及 2024 年 4 月 23 日国家矿山安全监察局发布的《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）相关文件要求，判定尾矿库是否存在重大事故隐患。

表 3-12-1 尾矿库重大事故隐患判定

序号	检查项目	检查依据	实际情况	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。	矿安[2022]88 号第 3 项第 1 条款	尾矿库库区和尾矿坝不存在未按批准的设计方案进行开采、挖掘、爆破等活动。	符合要求
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。	矿安[2022]88 号第 3 项第 2 条款	现场调查，尾矿库坝体无管涌、流土变形等现象；无裂缝、坍塌、滑动迹象，无纵向裂缝。	符合要求
3	坝体的平均外坡比或	矿安[2022]88 号	尾矿库堆积坝平均外坡	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结果
	者堆积子坝的外坡比陡于设计坡比。	第 3 项第 3 条款	坡比及子坝外坡比均符合设计要求。	要求
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。	矿安[2022]88 号第 3 项第 4 条款	尾矿坝未达到设计标高，已堆存尾矿量未超过设计总库容。	符合要求
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。	矿安[2022]88 号第 3 项第 5 条款	取证以来上升速率超过设计上升速率。	不符合
6	采用尾矿堆坝的尾矿库，未按《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 6.1.9 条规定对尾矿坝做全面的安全性复核。	矿安[2022]88 号第 3 项第 6 条款	尾矿库现状坝高为 80m，总坝高 160m，现状坝高为总坝高的 1/2，需委托设计单位进行坝体稳定性分析。	不符合
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。	矿安[2022]88 号第 3 项第 7 条款	根据企业提供尾矿库浸润线观测记录，尾矿库浸润线埋深小于设计控制浸润线埋深值。	符合要求
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。	矿安[2022]88 号第 3 项第 8 条款	企业委托河南省冶金规划设计研究院有限责任公司根据尾矿库现状编制了《尾矿库 2024 年度防洪能力复核及调洪演算报告》。查阅报告结论，尾矿库防洪高度、干滩长度、安全超高均满足要求。	符合要求
9	排洪系统存在下列情形之一的： (1)排水井、排水斜槽、排水管、排水隧洞、拱板、盖板等排洪构筑物混凝土厚度、强度或者型式不满足设计要求； (2)排洪设施部分堵塞或者坍塌、排水井有所倾斜，排水能力有所降低，达不到设计	矿安[2022]88 号第 3 项第 9 条款	2024 年 11 月，企业委托河南省万测工程检测有限公司对楼房沟尾矿库 5#排水井和 6#排水井井架及拱板进行了检测，并出具了检测报告。检测报告结论为合格。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结果
	要求； (3)排洪构筑物终止使用时，封堵措施不满足设计要求。			
10	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	矿安[2022]88 号 第 3 项第 10 条款	现场调查，尾矿库无外来尾矿、废料、废水进入库区。	符合要求
11	多种矿石性质不同的尾砂混合排放时，未按设计进行排放。	矿安[2022]88 号 第 3 项第 11 条款	企业按照设计进行排放。	符合要求
12	冬季未按设计要求的冰下放矿方式进行放矿作业。	矿安[2022]88 号 第 3 项第 12 条款	不存在冰下放矿作业。	符合要求
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。	矿安[2022]88 号 第 3 项第 13 条款	现场查勘，尾矿库安全监测设施设置符合设计要求，安全监测设施运行正常。未出现关闭、破坏安全监测系统，或者篡改、隐瞒、销毁其相关数据、信息现象。	符合要求
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。	矿安[2022]88 号 第 3 项第 14 条款	尾矿库为湿式排放尾矿库。	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。	矿安[2022]88 号 第 3 项第 15 条款	经验算，尾矿坝坝体抗滑稳定性安全系数满足规范要求。	符合要求
16	三等及以上尾矿库及	矿安[2022]88 号	该尾矿库等别为三等库，	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	检查结果
	“头顶库”未按设计设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，或者应急道路无法满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	第3项第16条款	尾矿库设置有通往坝顶、排水井、排水隧洞、消力池、回水池的应急道路，应急道路满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	要求
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。	矿安[2022]88号 第3项第17条款	该尾矿库未进行回采，此项不涉及。	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。	矿安[2022]88号 第3项第18条款	该尾矿库严格按照尾矿库相关标准规范进行管理。	符合要求
19	未按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。	矿安[2022]88号 第3项第19条款	企业设置有安全生产部，配备有专职安全生产管理人员、专业技术人员和特种作业人员。	符合要求
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。	矿安[2024]41号 第3项第1条款	根据企业提供尾矿库排水井拱板安装记录。	符合要求
21	遇极端天气尾矿库未及时停止作业、撤出现场作业人员。	矿安[2024]41号 第3项第2条款	根据企业提供尾矿库生产运行记录，企业按要求执行。	符合要求

3.12.1.2 重大事故隐患判定

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)及《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）相关文件要求，该尾矿库存在以下隐患。

(1)坝体上升速率比设计上升速率过快，需委托设计单位对扩大入库规模进行重大变更设计。

(2)现状坝高与总坝高之比为 $1/2$ ，需委托勘察单位对其坝体稳定性进行全面勘察，委托设计单位进行坝体稳定性计算。

4 安全对策措施建议

安全评价的安全对策措施是从系统安全工程学的观点出发，从技术、管理、事故应急救援预案诸方面采取措施，从而保证系统安全。它要求生产经营单位在生产中，采取消除或减弱危险、有害因素的技术措施和管理措施，在生产过程中预防事故和职业危害。安全对策措施是按照消除危险源、降低风险、采用个体防护的等级顺序进行制定的。

根据上述分析结果，本评价对上述各单元评价中提出的安全要求和对策措施进行归纳整理，希望企业在今后的工作中加以重点考虑。

4.1 制定安全对策措施的依据和原则

4.1.1 制定安全对策措施的依据

安全对策措施的制定主要依据本评价报告中第三章定性定量评价，知道各单元主要危险有害因素的种类，并针对这些危险有害因素向企业提出相应的安全对策措施，便于防范。通过第三章各评价单元的定性定量评价，可以了解每个评价单元中存在的问题和不足，针对这些问题向企业提出合理的、具体详实的、具有可操作性的安全对策措施，用于消除或减弱尾矿库的危险程度，降低风险，提高本质安全化程度。

4.1.2 制定安全对策措施的原则

在制定安全对策措施时，应遵守如下原则：

(1)安全技术措施等级顺序

当安全技术措施与经济效益发生矛盾时，应优先考虑安全技术措施上的要求，并按以下等级顺序选择安全技术措施：

①直接安全技术措施

②间接安全技术措施

③指示性安全技术措施

④若间接、指示性安全技术措施仍然不能避免事故、危害发生，则应采用安全操作规程、安全教育、安全培训和个体防护等措施来预防、减弱系统的危险、有害程度。

(2)根据安全技术措施等级顺序的要求应遵循的具体原则

①消除：通过合理的设计和科学的管理，尽可能从根本上消除危险、有害因素。

②预防：当消除危险、有害因素有困难时，可采用预防性技术措施，预防危险、危害的发生。

③减弱：在无法消除危险、有害因素和难以预防的情况下，可采取降低危险有害的措施。

④隔离：在无法消除、预防、减弱的情况下，应将人员与危险、有害因素隔离或将不能共存的物质分开。

⑤警告：在易发生故障和危险性较大的地方，应设置醒目的安全色、安全标志；必要时应设置声、光或声光组合报警装置。

(3)安全对策措施应具有针对性、可操作性和经济合理性

①针对性是指针对该尾矿库的特点和通过评价得出的主要危险、有害因素及其后果，提出对策措施。

②提出的对策措施是生产经营单位进行生产、管理的重要依据，因而对策措施应在经济、技术、时间上是可行的，能够落实和实施的。

③经济合理性是指不应超越国家及生产经营单位的经济、技术水平，按过高的安全要求提出安全对策措施。

(4)对策措施应符合国家有关法规、标准及设计规范的规定

在本次安全评价中，已严格按照有关规定的要求提出了安全对策措施。

4.2 安全对策措施建议

4.2.1 周边环境单元

(1)企业须经常巡视库区周边环境，发现滑坡及异常现象及时处理。坝顶及库区内严禁设计以外的其他任何建筑物或设施的建设。

(2)为有效应对汛期可能发生的各类突发性灾害事件，企业应经常性组织应急救援演练，并根据已制定的尾矿库应急救援预案，在醒目位置标明逃生路线。

(3)企业应在汛期安排专门人员 24 小时值守，汛期加强安全检查，发现险情及时处理。

4.2.2 尾矿坝单元

(1)由于企业拟将放矿规模由 3000t/d 扩大为 5000t/d，建议下步变更设计时对尾矿放矿支管铺设进行充分论证后优化设计方案，以确保下一步尾矿库实际运行的干滩坡度、澄清距离能够满足扩大入库尾矿规模设计的要求。

(2)建议下一步设计时根据尾矿库拟扩大放矿规模，优化堆积坝体排渗设施布置方案，并给出坝体各剖面控制浸润线埋深具体设计数值。

(3)下一步设计应针对影响入库尾矿固结时间、沉降时间的主要因素给出合理可行的设计方案，以增强坝体的稳定性，建议下步变更设计委托有相应资质的单位对入库尾矿进行物化特性分析实验。

(4)尾矿库在以后运行中入库尾矿指标检测频率应不少于每周一次，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。

(5)经常检查坝体有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时，应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因，判断危害程度，妥善处理。

4.2.3 防洪系统单元

(1)由于企业拟进行扩大放矿规模，尾矿水实际运行澄清距离、干滩坡度、干滩长度可能与变更设计有变化，建议下一步设计时对

典型工况条件下进行调洪演算，若调洪演算结果不满足规范要求，应根据调洪演算结果优化设计方案。

(2)企业今后应加强排洪构筑物的安全检查，排水井检查内容应包括内径、窗口尺寸及位置，井壁剥蚀、脱落、渗漏、最大裂缝开展宽度，井身倾斜度和变位，井、管连接部位，拱板放置、断裂、最大裂缝开展宽度，拱板之间以及拱板与井壁之间的防漏填充物、漏沙、进水口水面漂浮物，排水井拱板安装辅助设施设置情况；排水隧洞检查内容应包括洞内是否有塌方，衬砌变形、破损、断裂、剥落、磨蚀、最大裂缝开展宽度的变化情况，洞内是否渗漏尾砂、淤堵等。

(3)排水井挡板应随库内水位的上升而逐层封堵，在满足回水情况下尽量降低库水位，确保最小滩长及最小安全超高满足规范要求。挡板封堵前，应对挡板质量进行检查，严禁使用如钢筋裸露、结构尺寸不合格、强度达不到设计要求的挡板封堵排水井。在排水井挡板加高过程中，设专人监护，严防淹溺事故发生。

(4)企业应经常对尾矿坝面排水沟、坝肩截水沟进行清理，使其排水畅通，确保坝体不受洪水的冲刷，保持坝体稳定。

(5)汛期应严格控制水位和库内蓄水量。不得随意封堵和改变排洪设施，确保排洪设施的排洪能力。并增加库区水位和干滩长度的观测频率，发现水位超过警戒水位或干滩长度不满足规程要求，应该及时打开排水井挡板来降低水位。

4.2.4 安全监测设施单元

(1)由于防洪系统安全运行控制参数的变化，在线监测系统的预警阈值会随之变化，下步变更设计应完善浸润线、库水位、干滩长度等的预警阈值内容，并补充完善在线安全监测设施平面布置图。

(2)在今后的尾矿库运行过程中，企业应定期对各安全监测设施（人工和在线监测）进行检修、维护保养，确保各安全监测设施安全有效运行，为尾矿库安全运行提供真实、可靠、有效的监测数据。

(3)经常检查坝体位移。要求坝体位移量变化应均衡，无突变现象，且应逐年减小。当位移量变化出现突变或有增大趋势时，应查明原因，妥善处理。

(4)根据生产情况，随着坝体上升，按相关规程规范和设计要求，及时增设人工观测设施和在线安全监测设施。

(5)专业技术人员应对观测结果及时进行整编分析，绘制图表。如有异常现象应进行复测，并根据复测结果提出处理意见。

4.2.5 排渗设施单元

(1)建议下一步设计时根据尾矿库放矿规模，优化堆积坝体排渗设施布置方案，并给出坝体各剖面控制浸润线埋深具体设计数值。

(2)在下一步设计时增加排渗设施平面及结构图，进一步补充完善尾矿库排渗设施的安全运行管理要求。

(3)定期检查排渗设施的完好情况，发现排渗设施损坏应及时处置，确保排渗设施的安全有效性。

(4)当发现坝面局部隆起、塌陷、流土、管涌等异常情况时，应及时记录和查明原因，立即采取措施妥善处理，并加强观察。

4.2.6 库内船只单元

(1)工作前应检查船只性能，完善浮船护栏等安全设施，确保生产设备、安全设施、救生设备完好。

(2)在库周醒目位置处和存放船只处设置安全警示标语，加强对作业人员的安全宣传教育，非工作人员不应乘船进入库区。

4.2.7 辅助设施单元

(1)企业应定期对上坝道路进行巡查，对道路局部损毁地段和冲沟及时修复处理。

(2)冰雪或多雨季节运输时，上坝道路应有防滑措施。

(3)加强对上坝道路的维护，确保上坝道路通畅。

4.2.8 个人安全防护单元

(1)作业人员在作业过程中，应当按照规章制度和劳动防护用品使用规则，正确佩戴和使用劳动防护用品。

(2)企业应当按照本单位制定的配备标准发放劳动防护用品，并记录登记，应当定期对劳动防护用品的使用情况进行检查，确保劳动者正确使用，对工作过程中损坏的，应及时更换。

4.2.9 安全标志单元

(1)尾矿库在今后运行过程中，企业应对损坏的或者丢失的安全

标志及时进行修复或增补，确保安全标志清晰、醒目，对人员起到警示的作用。

(2)尾矿库库区易造成事故或对人员有伤害的位置，应增设安全警示标志。

(3)安全标志牌至少每半年检查一次，如发现有破损、变形、褪色等不符合要求时应及时修整或更换。

4.2.10 企业安全管理单元

(1)做好坝坡保护工作，防止出现雨水拉沟，滑塌等现象，并按设计要求及时设置左右坝肩排水沟和坝坡纵向排水沟，保证其畅通。

(2)尾矿库运行期间，企业应严格按照设计要求的尾矿库安全运行控制参数进行操作。

4.2.11 双重预防体系建设运行单元

企业应严格落实双重预防体系建设“五有”标准，完善提升双重预防体系运行质量，形成安全管理的长效机制。

4.2.12 重大事故隐患判定单元

(1)坝体上升速率比设计上升速率过快，未按照设计要求的排尾量进行排放，需委托设计单位对扩大入库规模进行重大变更设计。

(2)现状坝高与总坝高之比为 $1/2$ ，需委托勘察单位对其坝体稳定性进行全面勘察，委托设计单位进行坝体稳定性计算。

5 评价结论

5.1 综合评述

针对洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库目前运行状况，评价组在现场踏勘的基础上，通过采用安全检查表法、理论计算法等评价方法，对该尾矿库安全设施的安全性进行综合分析和评价。评价结果归纳如下：

(1)周边环境

通过现场勘察及工勘报告可知，尾矿库区内未发现不良地质作用，场地及岸坡稳定性，总体认为该尾矿库周边环境较好，符合有关法律、法规、标准、规范和设计的要求，在今后尾矿库运行过程中应严格按照本次评价提出的安全对策措施进行管理。

(2)尾矿坝

该尾矿库初期坝为透水堆石坝，堆积坝为上游式尾砂筑坝，坝面已覆土植草，坝面设置纵向排水沟和人字形排水沟，铺设有排渗管网的排渗设施，本评价运用安全检查表法和理论计算法对尾矿坝进行了安全性分析，经评价校核现状尾矿坝坡抗滑稳定性均满足规范要求，具备扩大入库尾矿规模条件。下步设计应对本次评价提出的建议和补充的安全对策措施予以认真落实。

(3)防洪系统

该尾矿库防洪系统采用排水井+排水支隧洞+排水主隧洞+排水明渠+消力池+回水池型式。现状排水构筑物运行状况良好，5#、6#

排水井及拱板委托河南省万测工程检测有限公司进行了质量检测，出具有合格的检测报告，符合相关法律法规、标准规范的要求；安全论证报告中对现状防排洪系统进行了防洪能力校核，利用原有设施的方案是安全合理的，下步设计应对本次评价提出的建议和补充的安全对策措施予以落实。

(4)安全监测设施

采用安全检查表法对尾矿库安全监测设施进行评价，现状尾矿库设置有坝体位移、浸润线、水位标尺及干滩标尺等人工观测设施，并按有关规定进行观测，坝体未发生异常位移，浸润线埋深正常；在线监测系统包括坝体表面位移监测、内部位移监测、浸润线监测、库水位监测、降雨量监测及视频监控等，运行平稳，状况良好，安全监测设施具备扩大入库规模的条件。建议下步设计按本评价提出的对策措施完善安全监测设施的设计内容。

(5)排渗设施

初期坝为透水堆石坝，堆积坝施工有排渗管网。现状浸润线埋深符合设计要求，排渗管排渗效果良好，渗水清澈。坝外坡面无渗流破坏、管涌、流土等异常情况，排渗设施符合有关规定和设计要求。尾矿库的排渗设施具备扩大入库规模的条件。尾矿库安全论证报告中排渗设施方案是安全合理的，排渗设施方案符合相关法律法规、标准规范要求。下步设计应对本次评价提出的建议和补充的安全对策措施予以认真落实。

(6)库内船只

运用安全检查表法对尾矿库内船只进行了安全评价，评价认为楼房沟尾矿库内船只单元符合有关法律、法规、标准、规范的要求，具备扩大入库规模的条件。

(7)辅助设施

采用安全检查表法对尾矿库道路、通讯、照明、值班房等辅助设施进行安全评价，尾矿库生产应急道路、通讯、照明、值班房等辅助设施符合有关法律、法规、标准、规范和设计的要求，尾矿库辅助设施具备扩大入库规模的条件。

(8)个人安全防护

采用安全检查法进行评价，企业制订有劳动防护用品方面的安全管理制度和配备标准，员工能够正确使用和佩戴安全防护用品，尾矿库的个人安全防护用品符合国家有关法律、法规的要求，具备扩大入库规模的条件。

(9)安全标志

采用安全检查表法对尾矿库安全标志进行评价，尾矿库区周边及坝上设置有安全警示标志，各种安全标志有效，具备扩大入库规模的条件。

(10)安全管理

尾矿库设置有安全管理组织机构，配备了安全管理人员和专业技术人员，制定了安全生产责任制、安全生产管理制度和安全操作规程，编制有应急预案并在栾川县应急管理局备案。职工上岗经过安全教育培训，特种作业人员持证上岗，管理人员和技术人员具有

丰富的实践经验。尾矿库的安全投入符合有关规定要求，为员工缴纳了工伤保险和安全生产责任险，安全管理水平能够满足安全生产要求。

(11) 双重预防体系建设运行

尾矿库已建立了双重预防工作机制，已完成双重预防体系信息化平台建设，尾矿库已通过双重预防工作机制和双重预防体系信息化平台自评工作，目前双重预防体系运行正常。

(12) 重大事故隐患判定

坝体上升速率比设计上升速率过快，未按照设计要求的排尾量进行排放，需委托设计单位对扩大入库规模进行重大变更设计。

5.2 评价结论

(1)尾矿库存在的主要危险因素：溃坝、坝坡失稳、洪水漫顶、结构破坏、管涌、触电、高处坠落（滑落）、淹溺、坍塌等；尾矿库存在的主要有害因素：粉尘、水质污染等。

(2)尾矿库现状和设计总体相符。

①尾矿库坝体轮廓完好，运行工况正常，通过对尾矿坝现状及终期的稳定性进行校核，现状及终期尾矿库坝坡抗滑稳定最小安全系数 K_{min} 均满足规范要求，尾矿坝稳定性满足设计要求。

②尾矿库各排水构筑物外形完好，运行工况正常，排水系统防洪能力满足设计要求。

③尾矿库安全监测设施运行工况正常，满足设计要求。

④尾矿库周边环境适应性较好，相互安全影响可防可控。

⑤尾矿库在采取本评价报告提出的安全对策措施后，危险有害因素可防可控。

⑥通过对尾矿库现场勘查及定性、定量评价分析，本评价认为：洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库具备继续生产运行的安全生产条件，但楼房沟尾矿库未按照设计批复的生产能力进行排放，需委托设计单位对扩大入库规模进行重大变更设计。

尾矿库存在的主要危险有害因素，通过执行安全设施“三同时”的规定，采取国家相关安全法律法规、本评价报告提出的有针对性的安全对策措施以及安全论证报告提出的相应的对策措施后，可以得到预防或控制。

洛阳开拓者矿业有限公司拟进行扩大入库尾矿规模至 5000t/d，评价从安全生产角度符合国家有关安全法律、法规、规章、标准和规范的要求，在采取了本评价报告提出的安全对策措施后，洛阳开拓者矿业有限公司楼房沟尾矿库拟扩大入库规模至 5000t/d 是可行的。

6 附件

- 1、现场照片、安全现状评价委托书；
- 2、企业营业执照、安全生产许可证
- 3、企业安全管理机构文件及人员任命的通知
- 4、安全生产责任制目录、安全生产管理制度目录、操作规程目录清单；
- 5、主要负责人、安全管理人员、特种作业人员培训资格证书；
- 6、应急预案备案登记表；
- 7、矿山应急救援协议、安全教育培训记录、劳保用品发放记录；
- 8、工伤保险、安全生产责任险；
- 9、排水系统质量检测报告；
- 10、主要隐蔽工程施工验收记录；
- 11、尾矿库观测记录。

7 附图

- 1、现状实测平面布置图
- 2、库区纵剖面图
- 3、排水系统纵剖面图
- 4、坝高一库容曲线图