

项目编号：豫安评 2024040067



嵩县前河矿业有限责任公司
竹毛沟尾矿库扩容改造工程
安全预评价报告

河南安平安全技术服务有限公司

资质证书编号：APJ-(郑)-001

二〇二四年四月

嵩县前河矿业有限责任公司
竹毛沟尾矿库扩容改造工程

安全预评价报告

法定代表人：赵东海

技术负责人：荆 瑜

项目负责人：范志伟

二〇二四年四月

前 言

“安全第一，预防为主，综合治理”是我们党和国家始终坚持不渝的安全生产方针，加强安全生产，防止职业(病)危害是国家的一项基本政策，是发展我国社会主义市场经济的重要条件，是企业管理的一项基本原则。安全评价是贯彻落实安全生产方针，加强安全生产监督管理工作行之有效的技术手段。安全预评价工作是“坚持标本兼治，综合治理，把安全生产纳入法制化、规范化轨道”的一项重要举措；是消除隐患、防止事故的一项治本之策；是贯彻建设项目“三同时”制度的重要体现。

2024 年 2 月，嵩县前河矿业有限责任公司委托河南省冶金规划设计研究院有限责任公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容改造工程可行性研究报告》，根据《中华人民共和国安全生产法》等法律法规的要求，为确保建设项目安全设施与主体工程“三同时”原则的贯彻落实，我公司受嵩县前河矿业有限责任公司委托，依据《可研报告》，对竹毛沟尾矿库改扩建工程开展安全预评价工作。我单位评价人员对竹毛沟尾矿库进行了现场踏勘，于 2024 年 4 月完成了安全预评价报告的编制工作。

为做好本次安全预评价工作，我单位进行了认真地准备，开展了风险分析，组建了评价组，明确了责任。根据现场踏勘，根据《可研报告》的设计内容，并结合《安全预评价协议书》和《委托书》的要求，依据《安全评价通则》和《安全预评价导则》，通过对《可研》进行全面的研究及对建设项目现场踏勘，运用预先危险分析法(PHA)、

安全检查表法(SCA)、理论计算法、类比法等系统安全工程分析方法，对尾矿库库址选择单元、尾矿坝单元、防排洪系统、安全监测设施单元、辅助设施、安全标志、安全管理、重大危险源辨识等进行定性、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。

本评价报告由评价组成员集体完成，并经过内部进行的三审审核程序。在本项目的安全预评价工作中，得到了各级安全生产监督管理部门的大力支持和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！

由于该建设项目的安全预评价工作专业性强，评价内容多，因此报告中的不当之处，敬请各位领导和专家批评指正。

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 建设项目概述	13
2.1 建设项目概况	13
2.2 自然环境概况	19
2.3 地质概况	21
2.4 尾矿库原设计概况	34
2.5 尾矿库运行现状简介	61
2.6 扩容设计方案概况	76
3 定性定量评价	89
3.1 总平面布置及周边环境单元	89
3.2 尾矿坝	96
3.3 防洪系统	121
3.4 安全监测设施	141
3.5 辅助设施	147
3.6 安全标志	151
3.7 安全管理	154
4 安全对策措施及建议	160

4.1 制定安全对策措施的依据和原则	160
4.2 安全对策措施建议	162
5 安全评价结论	167
5.1 主要危险有害因素评价结果	167
5.2 应重点防范的主要危险有害因素	167
5.3 应重视的安全对策措施及建议	167
5.4 危险有害因素可控制程度	170
5.5 总体评价结论	170

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象：嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容改造工程。

评价范围：根据安全预评价委托书的要求，依据《可行性研究报告》，对嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库总平面布置单元、尾矿坝单元、防排洪系统、安全监测设施单元、辅助设施、安全标志、安全管理、重大危险源辨识(不包括尾矿库输运管道和回水管道)的安全设施和技术措施，以及该改扩建工程项目建设施工和生产运行过程中，可能存在的危险、有害因素，进行安全性分析和预评价，提出应补充的安全对策措施。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

1.2.1.1 法律

(1)《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令[2007] 第 69 号，2007.11.01)；

(2)《中华人民共和国矿山安全法》(中华人民共和国主席令[2009] 第 18 号，2009.08.27)；

(3)《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令〔2018〕第 24 号，2018.12.29）；

(4)《中华人民共和国民法典》（中华人民共和国主席令〔2020〕第 45 号，2021.01.01）

(5)《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2021〕第 88 号，2021.09.01）。

1.2.1.2 行政法规

(1)《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号，2007.06.01）；

(2)《工伤保险条例》（国务院令第 586 号，2011.01.01）；

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

(4)《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)关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知（财企〔2012〕16 号，2012.02.14）；

(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，2012.03.12）；

(3)《国家安全监管总局等七部门关于印发深入开展尾矿库综合治理行动方案的通知》（安监总管一〔2013〕58 号，国家安全监管总局、

国家发展改革委、工业和信息化部、财政部、国土资源部、环境保护部、国务院南水北调办，2013.05.08）；

(4)《建设项目安全设施‘三同时’监督管理办法》《国家安全生产监督管理总局令第 36 号，2011.02.02，国家安全生产监督管理总局令第 77 号修改，2015.05.01）；

(5)《金属非金属矿山建设项目安全设施目录》（国家安全生产监督管理总局令第 75 号，2015.07.01）；

(6)《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，第 78 号令修改，2015.07.01）；

(7)《国家安全生产监督管理总局关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》（国家安全生产监督管理总局第 78 号令，2015.07.01）；

(8)《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，国家安全生产监督管理总局令第 78 号修改，2015.07.01）；

(9)《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，2009.04.30，国家安全生产监督管理总局令第 78 号修改，2015.07.01）；

(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，2012.03.01；国家安全生产监督管理总局令第 80 号修改，2015.07.01）；

(11)《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，2010.05.24；国家安全生产监督管理总局令第 80 号修改，2015.07.01）；

(12)《国家安全监管总局关于废止和修改劳动保护用品和安全培训领域十部规章的决定》(国家安全生产监督管理总局令第 80 号, 2015.07.01);

(13)《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设施设计编写提纲的通知》(安监总管一[2015]68 号, 2015.06.30);

(14)《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, 2006.03.01; 国家安全监管总局令第 80 号修改, 2015.07.01);

(15)《国家安全监管总局关于宣布失效一批安全生产文件的通知》(安监总办一[2016]13 号, 2016.02.04);

(16)《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设施设计重大变更范围的通知》(安监总管一[2016]18 号, 2016.02.17);

(17)《国家安全监管总局关于修改和废止部分规章及规范性文件的决定》(国家安全生产监督管理总局令第 89 号, 2017.01.10);

(18)《财政部、安全监管总局、人民银行关于取消企业安生产生风险抵押金制度的通知》(财建[2017]237 号, 2017.07.05);

(19)《应急管理部关于宣布失效一批安全生产文件的通知》(应急[2018]32 号, 2018.06.01);

(20)《应急管理标准化工作管理办法》(应急管理部〔2019〕68 号, 2019.07.07);

(21)《生产安全事故应急预案管理办法》(中华人民共和国应急管理部令第 2 号修改, 2019.09.1);

(22)《应急管理部关于废止〈安全生产行业标准管理规定〉等四部规章的决定》(应急管理部令第3号, 2019.09.27);

(23)《应急管理部、人力资源和社会保障部、教育部、财政部、国家煤矿安全监察局关于高危行业领域安全技能提升行动计划的实施意见》(应急〔2019〕107号, 2019.10.28);

(24)《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》(应急[2020]15号, 2020.02.21);

(25)《国家矿山安全监察局关于开展非煤矿山安全生产专项检查的通知》(矿安〔2021〕5号, 2021.01.15);

(26)《国家矿山安全监察局关于全面深入开展非煤地下矿山和尾矿库安全生产大排查的通知》(矿安[2021]10号, 2021.03.05);

(27)《国家矿山安全监察局关于加强汛期矿山安全生产工作的通知》(矿安[2021]48号, 2021.05.20);

(28)《国家矿山安全监察局关于印发矿山重大隐患调查处理办法(试行)的通知》(矿安[2021]49号, 2021.05.25);

(29)《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》(矿安[2022]4号, 2022.02.08);

(30)《财政部 应急部 国家矿山安监局关于印发<安全生产预防和应急救援能力建设补助资金管理办法>的通知》(财资环〔2022〕93号, 2022.08.02);

(31)《国家矿山安全监察局关于印发<金属非金属矿山重大事故隐患判定标准>的通知》(矿安[2022]88号, 2022.09.01);

(32)《国家矿山安监局财政部关于印发<尾矿库风险隐患治理工作总体方案>的通知》(矿安〔2022〕127号, 2022.10.23)。

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《关于修改<河南省安全生产条例>的决定》修正, 2023.03.29)。

1.2.1.5 地方规章

(1)《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);

(2)《河南省人民政府安全生产委员会办公室关于学习贯彻《河南省生产安全事故隐患排查治理办法》的通知》(豫安委办〔2016〕20号, 2016.3.24);

(3)《河南省人民政府安全生产委员会办公室关于印发河南省遏制尾矿库“头顶库”重特重大事故工作方案的通知》(豫安委办〔2016〕37号, 2016.3.24);

(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转发《国家安全监管总局关

于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》的通知》(豫安监管办[2015]136号, 2015年10月15日);

(6)《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);

(7)《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);

(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》(河南省应急管理厅,豫应急[2022]62号,2022.04.27);

(17)《洛阳市人民政府关于进一步加强尾矿库综合管理的意见》(洛政〔2013〕65号,2013.05.16);

(18)《关于进一步规范尾矿库下游安全控制区划定及管理的通知》(洛安委办〔2013〕16号,2013.07.19);

(19)《洛阳市安全生产监督管理局关于切实加强尾矿库安全监测设施建设的暂行通知》(洛安监管〔2016〕37号,2016.03.15)。

1.2.2 标准规范

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》(GB14161-2008,2009.10.01);
- (5)《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008,2009.10.01);
- (6)《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861—2009,

2009.12.01);

(7)《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016 版, 2010.12.01);

(8)《构筑物抗震设计规范》(GB 50191-2012, 2012.10.01);

(9)《电气设备安全设计导则》(GB/T 25295-2010, 2011.05.01);

(10)《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010, 2011.07.01);

(11)《砌体结构设计规范》(GB50003-2011, 2012.08.01);

(12)《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012, 2012.08.01);

(13)《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012, 2012.10.01);

(14)《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001, 2013.06.08);

(15)《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013, 2013.12.01);

(16)《尾矿设施施工及验收规范》(GB50864-2013, 2014.06.01);

(17)《防洪标准》(GB50201-2014, 2015.05.01);

(18)《土工合成材料应用技术规范》(GB50290-2014, 2015.08.01);

(19)《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》(GB51108-2015, 2016.02.01);

(20)《尾矿堆积坝排渗加固工程技术规范》(GB51118-2015, 2016.05.01);

(21)《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015, 2016.06.01);

(22)《尾矿库安全规程》(GB39496-2020, 2021.09.01)。

1.2.2.2 行业标准

- (1)《聚乙烯(PE)土工膜防渗工程技术规范》(SL/T231-1998, 1999.03.01);
- (2)《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020, 2021.02.28);
- (3)《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008, 2009.02.10);
- (4)《水工建筑物抗震设计规范》(SL203-1997, 1997.10.01);
- (5)《尾矿库安全监测技术规范》(AQ2030-2010, 2011.05.01);
- (6)《水工隧洞设计规范》(SL 744-2016, 2016.07.26)
- (7)《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016, 2017.02.25)。

1.2.3 项目技术资料

- (1)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库排洪系统改造设计安全专篇》(中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司, 2012.12);
- (2)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库排洪系统技术改造安全预评价报告》(河南省正大工业工程技术有限公司, 2013.06);
- (3)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库排洪系统技术改造安全验收评价报告》(河南鑫安利安全科技股份有限公司, 2015.07);
- (4)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容工程可行性研究报告》(中钢石家庄工程设计研究院有限公司, 2018.11);
- (5)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容工程安全预评价报告》(河南安科院安全科技服务有限公司, 2018.12);

- (6)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库安全现状评价报告》(河南鑫安利安全科技股份有限公司, 2019.03);
- (7)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容工程安全设施设计》(中钢石家庄工程设计研究院有限公司, 2019.04);
- (8)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容工程建设项目安全设施验收评价报告》(中国黄金河南有限公司, 2021.07);
- (9)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库安全现状评价报告》(中国黄金河南有限公司, 2022.09);
- (10)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库 1#排水井检验检测报告》(河南省建安科学实验研究院有限公司);
- (11)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库 2#排水井检验检测报告》(河南省建安科学实验研究院有限公司);
- (12)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库 3#排水井检验检测报告》(河南省建安科学实验研究院有限公司);
- (13)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库排水隧洞检验检测报告》(河南省建安科学实验研究院有限公司);
- (14)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库 2023 年度调洪演算报告》(矿冶科技集团有限公司, 2023.05);
- (15)《嵩县前河矿业有限责任公司稳定性校核岩土工程勘察报告(详勘)》(河南同兴地质工程有限公司, 2023.05);
- (16)《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库坝体安全性复核报告》(河南省冶金规划设计研究院有限责任公司, 2023.06)。

1.2.4 其他评价依据

- (1) 《安全预评价委托书》(2024.02.15);
- (2) 企业营业执照;
- (3) 河南省企业投资项目备案证明;
- (4) 安全生产许可证(豫 FM 安许证字(2024)XCWK309B);
- (5) 《河南省暴雨参数图集》(河南省水文水资源局编制, 2005.12) ;
- (6) 《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);
- (7) 《尾矿设施设计参考资料》;

2 建设项目概述

2.1 建设项目概况

2.1.1 企业简介

(1)企业简介

嵩县前河矿业有限责任公司成立于 2006 年 9 月 21 日，注册地位于嵩县旧县乡西店村，法定代表人为段建民。经营范围包括黄金开采、选矿、冶炼。注册资本 2300 万元，企业类型为有限责任公司（国有控股），其中中金黄金股份有限公司持股比例为 60%，嵩县经济投资公司持股比例为 40%。企业所属行业为有色金属矿采选业。统一社会信用代码：914103257065556220。

嵩县前河矿业有限责任公司位于嵩县旧县镇前河村，距洛阳市 102km、嵩县县城 22km，洛阳—栾川快速通道通过嵩县县城，交通便利。嵩县前河矿业有限责任公司年产黄金 480kg，下设有甚沟、石家岭 2 个采矿区、1 个选厂及 12 个辅助部室。选矿工艺为环保型提金剂浸出+炭浆吸附工艺，选厂现状选矿规模为 480t/d，配套的尾矿设施为竹毛沟尾矿库。

企业先后荣获省“五一”劳动奖状、省级文明单位、省科技企业、洛阳市重点保护企业、洛阳市管理创新先进单位等。

(2)交通位置

嵩县位于河南省西部，东接汝阳、鲁山，南邻南召、内乡，西依栾川、洛宁，北与宜阳、伊川接壤，地理坐标范围：东经 111°24′~112°22′，北纬 33°35′~34°21′。东西最宽处约 62km，南北长约 86km，总面积 3008.9km²。

嵩县前河矿业有限责任公司位于嵩县旧县镇前河村，距洛阳市 102km、嵩县县城 22km，洛阳—栾川快速通道通过嵩县县城，交通便利。竹毛沟尾矿库位于选厂东北直线距离 5.0km 的竹毛沟内，竹毛沟为一狭长山谷，走向南北，地势南高北低。



图 2-1 尾矿库交通位置图

2.1.2 尾矿库历史沿革

竹毛沟尾矿库位于选厂东北直线距离 5.0km 的竹毛沟内，属山谷型尾矿库，一面建坝，三面环山，尾矿库总坝高 107m，总库容 $272.96 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿库等别为三等。设计尾矿库防洪标准为：洪水

重现期为 500 年。尾矿库排洪系统采用排水井—排水隧洞的排水型式。

2002 年长春黄金设计院对竹毛沟尾矿库进行了初步设计，2002 年尾矿库建成投入运行。根据原施工记录及现场表观分析，尾矿坝初期坝、各级子坝无重大变形，坝坡进行了块石护坡，工程质量良好。2008 年 5 月河南省有色工程勘察公司编制了《尾矿库技改扩容岩土工程勘察报告》。2008 年 6 月 30 日企业委托中国冶金矿山鞍山冶金研究院有限责任公司编制了《尾矿库扩容可行性研究报告》。2008 年 7 月中国冶金矿山鞍山冶金研究院有限责任公司进行了尾矿库扩容初步设计及施工图阶段设计。2012 年 12 月中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库排洪系统改造设计安全专篇》。2015 年 7 月河南鑫安利安全科技股份有限公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库排洪系统技术改造工程安全验收评价报告》。2017 年 12 月，河南省洛阳豫西水文地质工程地质勘察公司编制完成了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容改造工程岩土工程勘察报告》。2018 年 11 月，中钢石家庄工程设计研究院有限公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容工程可行性研究》。2018 年 12 月，河南安科院安全科技服务有限公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容工程安全预评价报告》。2019 年 4 月，中钢石家庄工程设计研究院有限公司编制完成了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容工程安全设施设计》，并经河南省应急

管理厅批复，批复号：豫应急非煤设[2019]C1 号。2019 年 6 月，中钢石家庄工程设计研究院有限公司编制完成了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容工程施工图设计》。企业按照安全设施设计及施工图设计进行了施工。2021 年 7 月，中国黄金河南有限公司编制了《竹毛沟尾矿库扩容工程建设项目安全设施验收评价报告》。尾矿库通过安全设施验收，取得了安全生产许可证，安全生产许可证编号：（豫）FM 安许证字[2021]XCWK366。中国黄金河南有限公司于 2022 年 9 月编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库安全现状评价报告》。

嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库主要负责人为段建民，该库于 2024 年 1 月 17 日取得了由河南省应急管理厅颁发的安全生产许可证，安全生产许可证编号：（豫）FM 安许证字〔2024〕XCWK309B，有效期自 2024 年 1 月 17 日至 2024 年 8 月 2 日。目前尾矿库安全生产许可证在有效期内。

2.1.3 扩容改造工程合规性评述

(1)总坝高

根据《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（应急[2020]15 号，2020.02.21）第三条“重点工作任务”第（二）款“强化源头准入，严格控制尾矿库数量”第 2 项“严格准入条件审查”规定：严禁新建总坝高超过 200m 的尾矿库。

本次扩容工程加高（加高 15m）后总坝高为 122m，不超过 200m，

符合相关要求。

(2)加高扩容

根据《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（应急[2020]15号，2020.02.21）第三条“重点工作任务”第（二）款“强化源头准入，严格控制尾矿库数量”第3项“严格控制加高扩容”规定：严禁审批“头顶库”、运行状况与设计不符的尾矿库加高扩容项目。

竹毛沟尾矿库运行现状与原设计相符，主要安全运行控制参数符合设计，安全生产许可证在有效期内，扩容工程符合相关要求。

(3)独立选矿厂

根据《关于进一步加强尾矿库安全监管工作的十条措施》（河南省应急管理厅，2024.03.06）第一条：严禁新建独立选厂尾矿库建设项目，有效降低出现“无主尾矿库”风险。

竹毛沟尾矿库属嵩县前河矿业有限责任公司管理，嵩县前河矿业有限责任公司具有采矿许可证，竹毛沟尾矿库不属于独立选矿厂尾矿库。

(4)沟底坡度

根据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）5.2.2 尾矿库库址选择应根据汇水面积、工程地质及水文地质、库长、库区周边环境等因素经多方案技术经济比较综合确定，并应符合下列要求：

——汇水面积小，并应有足够的库容；

——避开不良地质现象严重区域；

——上游式尾矿库有足够的初、终期库长；

——上游式尾矿库库底平均纵坡不得陡于 20%。

目前库区及坝基处于稳定状态，适宜扩容，且竹毛沟尾矿库改扩建工程汇水面积小，有足够的库容，沟谷呈“U”字型适宜建设山谷型尾矿库，周边山体地质条件较好，有足够的初、终期库长，库内仍有较大的库容可以利用。

库内扩容段长度为 102m，沟底平均坡降为 15.5%，符合规程要求。

(5)设计要求

《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)5.2.8 加高扩容的尾矿库改建、扩建项目应满足下列要求：

——除一等库外，防洪标准应按 5.4.1 确定的防洪标准基础上提高一个等别；

——设置可靠的排渗设施，尾矿堆积坝的控制浸润线埋深应不小于通过计算确定的控制浸润线的 1.2 倍；

——利旧的排洪构筑物应根据加高扩容要求核算其可靠性，终止使用的排洪构筑物应进行可靠封堵；

——尾矿库一次加高高度不得超过 50m。

本次设计防洪标准按照二等库进行计算校核，控制浸润线埋深大于计算确定的控制浸润线的 1.2 倍，利旧的排洪构筑物为排洪主隧洞，对原排水井按照规程要求进行封堵，本次加高 15m，符合规程要求。

2.1.4 项目建设必要性

尾矿库建成投产运行至今从未发生过生产安全事故。初期坝坝坡脚起至下游尾矿流经路径 1 公里范围内没有居民或重要设施，该库不构成“头顶库”。

现状竹毛沟尾矿库堆积子坝顶高程为 580.0m，库内滩面即将达到原设计堆放位置，为保证企业正常生产，满足企业选矿厂尾矿排放的需要，应对竹毛沟库进行改扩建或新建尾矿库。

经技术人员现场踏勘，选厂附近（选厂周边 10km 范围内）没有其他合适的沟谷作为新建库址，而且新建尾矿库占地多、增加安全环境风险，基建周期较长，征地费用高、工程投资较大。充分利用原尾矿库，采取加高扩容的方法来增加尾矿库库容是适宜的。

为了满足企业正常生产排放尾矿的需要，嵩县前河矿业有限责任公司拟对竹毛沟尾矿库进行加高扩容。受企业的委托，我公司依据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）等技术标准，对竹毛沟尾矿库进行加高扩容工程进行设计。

2.2 自然环境概况

2.2.1 气象

嵩县地处山区，处在温带大陆性季风气候向亚热带过渡地带，气象因素变化明显，地区间差异显著。四季分明，春暖多变常有旱，

夏季雨多但不均，前秋阴雨后秋干，冬季寒冷雨量欠。据嵩县气象站资料，全县历年最高气温 39.9℃，最低气温-13.1℃。多年平均气温因海拔高度的不同由 14.1℃减至 4℃，年际变化不大。多年平均最热为 7 月份，平均 26.6℃，元月份最低位 0.1℃。因受季风环流、地形、森林植被等因素影响，全年降水春季（3、4、5 月）占 20.5%，夏季（6、7、8 月）占 50.8%，秋季（9、10 月）占 23.9%，冬季（11、12、1、2 月）占 4.8%。多年平均降水量自北向南为 690mm 到 950mm，主要集中在每年的 7、8、9 三个月份，占全年降水量的 70%左右，年最大降水量 1081.6mm（1983 年），月最大降水量 450.5mm（1998 年 8 月），日最大降水量 215.5mm（1988 年 8 月 10 日）。全年平均日照时数为 2293.8h，太阳辐射总量为 117.0 kcal/cm²，光合有效辐射为 857.51kcal/cm²。年平均湿度 66%，年平均蒸发量 1258.9mm，年最大蒸发量 1795.7mm（1988 年）。11 月中旬开始降雪，次年 3 月融化，最大积雪深度 21cm；最大冻土厚度 14cm；全年无霜期县城为 209d，车村盆地为 187d，西南高寒山区不足 120d。主导风向冬季为西风、西北风，夏季为东风、东南风，风力一般 2~4 级，最大风力为 6~8 级。

2.2.2 地形地貌

尾矿库库区位于豫西中低山区熊耳山东南麓，属中低山区，尾矿库建设在一个幼年期深切割沟谷，沟谷呈“V”字型，近南北向展布，沟头最高点标高 850.0m，最低点高程 420.0m（沟口），相对高

差最大 430m，一般沟谷及沟两侧相对高差 100-120m，沟谷两岸坡度较陡，坡度为 30-50°。

2.3 地质概况

2.3.1 工程地质与水文地质

2023 年 5 月，企业委托河南同兴勘测设计有限公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司稳定性校核岩土工程勘察报告》，现将主要内容摘录如下：

2.3.1.1 堆场工程地质条件

(1)地层岩性

据勘探孔揭露，场地内尾矿堆积物总体规律是：颗粒组成自坝体附近向尾矿库内由粗变细，薄层互层现象较为普遍。各层土野外特征描述如下：

碎石土（人工筑土）(Q^{ml}):

主要为风化碎石与残坡积粉质黏土碾压堆积而成，土质均匀，碎石岩性为风化安山岩，直径 5.0~30 厘米不等，含量 40%~60%。最薄处为 9.80 米，见于 ZK5 号孔；最厚处为 11.00 米，见于 ZK13 号孔；平均厚度为 10.42 米；层面最高处标高为 575.20 米，见于 ZK12 号孔；层面最低处标高为 529.90 米，见于 ZK5 号孔；平均标高为 551.02 米。

②尾粉砂 (Q^{ml}):

青灰色、灰黄色，稍湿，松散，主要矿物成份为长石、石英，

次为黑云母、角闪石等，颗粒较均匀，夹有尾细砂透镜体与灰黄色尾粉土薄层。局部分布，仅在第 ZK3, ZK4, ZK5, ZK6, ZK7, ZK8, ZK9, ZK10, ZK11, ZK12, ZK13, ZK14, ZK15, ZK16, ZK17, 号孔一带可见；最薄处为 0.70 米，见于 ZK5 号孔；最厚处为 33.90 米，见于 ZK4 号孔；平均厚度为 8.69 米；层面最高处标高为 574.30 米，见于 ZK16 号孔；层面最低处标高为 519.75 米，见于 ZK3 号孔；平均标高为 547.33 米。

③尾粉土 (Q^{ml}):

青灰色、灰色，干时灰黄色、青灰色，松散~稍密，湿，干强度低，韧性低，摇振反应强烈。以尾粉土为主，夹有灰黄色尾粉砂薄层。局部分布，仅在第 ZK4, ZK7, ZK10, ZK13, ZK15, ZK16, ZK17, 号孔一带可见；最薄处为 7.30 米，见于 ZK4 号孔；最厚处为 32.00 米，见于 ZK16 号孔；平均厚度为 20.29 米；层面最高处标高为 570.70 米，见于 ZK16 号孔；层面最低处标高为 486.10 米，见于 ZK4 号孔；平均标高为 541.76 米。

④尾粉质黏土 (Q^{ml}):

青灰色、灰黄色，干时灰白色、灰黄色，可~软塑，干强度中等，韧性中等，摇振反应强烈，局部夹薄层尾粉土及尾黏土。局部分布，仅在第 ZK7, ZK10, ZK13, ZK16, 号孔一带可见；最薄处为 5.50 米，见于 ZK7 号孔；最厚处为 21.50 米，见于 ZK16 号孔；平均厚度为 13.48 米；层面最高处标高为 538.70 米，见于 ZK16 号孔；层面最低处标高为 491.85 米，见于 ZK7 号孔；平均标高为 514.86

米。

⑤碎石土（初期坝）(Q^{ml}):

为一期初级坝的堆积坝体，主要为碎石块经碾压堆积而成，碎石岩性为中、微风化安山岩，直径 10.0~30.0cm 不等，次棱角状，缝隙填充粉质黏土，坝高为 26.0m。

⑥含碎石粉质黏土（Q^{dl-pl}）:

棕红~褐黄色，主要含有风化的安山岩碎块及少量的石英砂粒，底部含碎石较多，碎石粒径一般 5~30cm 间，棱角状，粉质黏土呈可塑，摇振反应无，光泽反应为稍有光滑，干强度中等，韧性中等。碎石含量分布不均，含量 5~20%，局部含量较高。上部及沟谷两侧碎石含量较少，原沟谷中心处碎石含量较高，碎石呈棱角状，分选较差，该层主要分布在尾矿堆场底部，局部分布，仅在第 ZK1, ZK3, ZK4, ZK5, ZK6, ZK7, ZK8, ZK9, ZK10, ZK11, ZK12, ZK13, ZK14, ZK15, ZK16, ZK17, 号孔一带可见；最薄处为 0.80 米，见于 ZK11 号孔；最厚处为 2.50 米，见于 ZK13 号孔；平均厚度为 1.47 米；层面最高处标高为 557.60 米，见于 ZK14 号孔；层面最低处标高为 464.50 米，见于 ZK1 号孔；平均标高为 521.76 米。

⑦中风化安山岩（Chj₃）:

灰青色，斑状结构，块状构造。节理较发育，沿节理面有锈色渲染，岩芯呈短柱状，岩石锤击声较脆，不易击碎，主要矿物为斜长石、辉石，少量石英、角闪石等，岩石坚硬程度分类为较硬岩~坚硬岩，岩体完整程度为较完整，岩体基本质量等级为 III 类。最大

揭露厚度 6.7m，未揭穿。

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)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

尾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；对后续附近边坡进行监测，如有必要进行专项勘察。

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，发生大规模的泥石流的可能性不大

2.3.1.2 物理力学性质指标

(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 5.1。

各层土物理力学性质指标统计表 表 2.1

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)
尾粉砂	频数	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	最大值	27.0	18.9	15.5	2.69	0.808	90	45	32.0	9.1
	最小值	20.5	18.5	14.7	2.65	0.721	76	42	29.0	7.8
	平均值	25.2	18.8	15.0	2.68	0.784	86	44	30.3	8.5
	标准差	1.685	0.111	0.197	0.010	0.024	3.555	0.779	0.767	0.361
	变异系数	0.067	0.006	0.013	0.004	0.031	0.041	0.018	0.025	0.043
	修正系数	1.028	0.998	0.995	0.998	1.013	1.017	1.007	0.989	0.982
尾粉土	频数	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	最大值	27.5	19.1	15.0	2.70	0.819	93	45	30.0	9.8
	最小值	24.8	18.7	14.8	2.66	0.775	85	44	27.0	8.1
	平均值	26.8	18.9	14.9	2.69	0.798	90	44	28.3	9.3
	标准差	0.660	0.105	0.052	0.013	0.012	1.766	0.364	0.639	0.491
	变异系数	0.025	0.006	0.003	0.005	0.015	0.020	0.008	0.023	0.053
	修正系数	1.014	0.997	0.998	0.997	1.009	1.011	1.005	0.987	0.969
尾粉质黏土	频数	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	最大值	27.7	19.2	15.1	2.72	0.817	93	45	19.0	10.5
	最小值	27.0	19.0	14.9	2.69	0.800	91	44	16.0	8.5
	平均值	27.5	19.1	15.0	2.71	0.807	92	45	17.5	10.0
	标准差	0.202	0.089	0.065	0.010	0.006	0.956	0.173	1.036	0.539
	变异系数	0.007	0.005	0.004	0.004	0.007	0.010	0.004	0.059	0.054
	修正系数	1.004	0.997	0.998	0.998	1.004	1.006	1.002	0.967	0.970

(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 5.2

各层土的固结试验结果统计表

表 5.2

指标	统计项目	尾粉砂	尾粉土	尾粉质黏土
a_{1-2} (MPa ⁻¹)	样本数	18	10	11
	最大值	0.37	0.36	0.29
	最小值	0.27	0.24	0.25
	平均值	0.31	0.29	0.27
E_{s1-2} (MPa)	样本数	18	10	11
	最大值	6.7	7.5	7.3
	最小值	4.7	4.9	6.2
	平均值	5.8	6.4	6.7

(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统计值列于 5.3 表。

标贯试验成果统计表

表 5.3

层 号		统计数	最大值	最小值	平均值
②	实测值	18	26.0	4.0	13.9
	修正值	18	16.3	4.0	9.9
③	实测值	20	29.0	7.0	19.7
	修正值	20	17.6	6.2	12.9
④	实测值	10	33.0	22.0	28.6
	修正值	10	18.3	14.3	16.6

(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 5.4。

各层土的渗透系数

表 5.4

层号	①	②	③	④	⑤初期坝	⑥	⑦
渗透系数 ($K(\text{cm/s})$)	3.6×10^{-3}	3.1×10^{-4}	1.3×10^{-4}	2.7×10^{-6}	3.0×10^{-2}	3.9×10^{-3}	2.5×10^{-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。

2.3.1.3 场地水对建材腐蚀性评价

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。

2.2.1.4 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。

(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)抗震设防烈度的划分

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011—2019）附录 A，洛阳市嵩县抗震设防烈度为 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。

(3)场地类别和特征周期

库区土属软弱土～中硬土，下部为中风化花岗岩，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 A·O·16 及表 5.1.4-2，该建筑场地类别为 III 类，嵩县抗震设防烈度为 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。

(4)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。

2.3.1.5 坝体稳定性分析

2.3.1.5.1 堆积坝体渗流特征及浸润线

(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。本尾矿坝在尾粉砂、尾粉土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。

(2)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 3.0, 沉积滩长度较长, 不存在危险的地下水位。

(3)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。

(4)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。下伏基岩透水性相对较好，对降低坝体渗流水位贡献较大。

(5)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4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：

日期 孔号	2022. 4. 23		
	孔口标高	埋深 (m)	标高 (m)
ZK13	575. 20	11. 5	563. 70
ZK10	559. 30	10. 5	548. 8
ZK7	539. 55	12. 0	527. 55
ZK4	530. 00	25. 5	504. 50

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。

2.3.1.5.2 坝体变形监测

在初期坝顶、第二级堆积坝顶 520.0m 高程、第三级堆积坝顶 530.0m 高程、第四级堆积坝顶 540.0m 高程、第五级堆积坝顶 550.0m 高程、第六级堆积坝顶 560.0m 高程、第七级堆积坝顶 570.0m、在第八级子坝顶标高 575.0m 高程分别设置三个位移观测桩，观测桩中心刻有十字标，两侧设置位移观测基点。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。

2.3.1.5.3 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安山岩为主，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。

2.3.1.6 结论及建议

(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，嵩县抗震设防烈度为 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)初期坝为透水堆石坝，初期坝坝底标高 473.0m，坝顶标高 499.0m，坝高 26m，顶宽 5.0m。下游坡比 1: 2.0，485m 标高设有宽 1.3m 的马道，外坡为块石护坡。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，目前堆积坝标高 580m，共堆筑 9 级，第九级子坝刚堆筑完成。堆积坝总高为 76.0m，堆积坝平均外坡比为 1:3.61。勘察期间，未见有沼泽化、塌陷等不良地质现象。

(6)尾矿库库内排水系统采用排水井+排水支隧洞+排水主隧洞+集水池+排水明渠的排水型式。排洪系统工作正常，停用排水井封堵效果良好，未见开裂、渗水等现象。

(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。

2.3.1.7 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》（GB50547-2010）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，排水隧洞运行良好。

(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 尾矿库原设计概况

2.4.1 尾矿库原设计（2002 年）

竹毛沟尾矿库 2002 年建成并投入使用。根据原施工记录及现场表观分析，尾矿坝初期坝、各级子坝无重大变形，坝坡进行了块石坡工程工质量良好。

竹毛沟尾矿库由原冶金部长春黄金研究设计，尾矿库汇水面积约 0.5km²。初期坝为透水堆石坝，按四等库设计。后期堆积坝为土石坝筑子坝，尾矿水力冲填，子坝要求推土机和人工堆筑。设计最终标高为 519m，坝高为 46m，总库容 56 万 m³，设计服务年限为 7 年，属于四等库。

初期坝采用透水堆石坝，坝顶标高 499m，坝高约 26m。坝下游坡比 1:2.0，485m 标高设有宽约 1.2m 的马道，内坡设有反滤体，坡比为 1: 1.75。

后期坝子坝形式为碾压土石坝，设计分两期建设，每期坝高 10m，外坡比 1:2.0，内坡比 1:1.175，内坡设反滤层；一期筑坝至 509 标高，二期子坝筑至 519 标高。

运行至 2006 年 10 月，尾矿库设计库容基本用完，沉积滩顶达到 519.73m 标高，为了维持矿山的正常生产，矿方自行按原设计建设一期子坝并运行，达到 530m 标高。

2.4.2 尾矿库扩容工程初步设计安全专篇（2008 年）主要内容

一、库容及服务年限

尾矿库原设计最终堆积标高 519.0m，坝高 46.0m，总库容 $56.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，服务年限为 7 年，属于四等库。按照库区地形条件及扩容堆积坝平均 1:3 外坡计算，尾矿从标高（519.0m）堆至终期 570.0m 时，新增库容 $150.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，充填系数按 0.8 计，有效库容 $120.00 \times 10^4 \text{m}^3$ 。库容计算了详见表 2-6 所示。

表 2-6 竹毛沟尾矿库库容计算表

标高 m	面积 m^2	单段容积 m^3	累积容积 m^3	有效容积 m^3
519.00	8669.30	0.00	560000.00	448000.00
530.00	24163.54	164164.18	724164.18	579331.34
540.00	24937.49	245505.15	969669.33	775735.46
550.00	36316.30	306268.99	1275938.32	1020750.66
560.00	37301.32	368088.14	1644026.46	1315221.17
570.00	45893.38	415973.54	2060000.00	1648000.00

由上表可以看出，尾矿库 570m 标高时总库容 $206.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计尾矿坝堆积至标高 570m 时，新增全库容为 $150.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，新增有效库容为 $120.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，扩容改造后该尾矿库总有效库容为 $164.80 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余有效库容为 $120.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余服务年限为 14.81 年。

二、主副坝

1、主坝

主坝轴线在原有废石土子坝上向上游继续延伸，采用废石土碾压分期筑坝，扩容工程分 4 期至 570.0m 标高，每期子坝高 10.0m，

上游坡比 1: 2.0, 下游坡比 1: 2.5, 每期留设宽 5.0m 卸载平台, 碾压压实度大于 0.95 上, 内坡设土工布反滤层。

2、副坝

当主坝超过 560.0m 标高后, 在库西岸需筑副坝, 副坝拟采用废石碾筑坝, 上下游坡比与主坝相同 (施工图上坡比为 1:4), 并与主坝同期建设完成, 碾压压实度大于 0.94。内坡设土工布隔离层, 外坡再绿化护坡。

三、堆积坝结构设计

1、530m 标高以前工程原设计完成情况

初期坝: 风化料堆石坝, 坝顶标高 499.0m, 坝高约 26.0m, 下游坡比 1: 2.0, 在 485.0m 标高设有宽约 1.3m 的马道, 内坡设有反滤体, 坡比为 1: 1.75。

堆积坝: 坝体形式为碾压风化料坝, 共施工 3 期, 第一期坝顶标高 504.5m, 第二期坝顶标高 520.0m, 第三期坝顶标高 530.0m。每期子坝外坡比 1: 2, 内坡比 1: 1.75, 内设反滤层, 滩面平均坡度 2%。

2、堆积坝治理方案

堆石坝结构: 设计采用平均外坡比 1: 3.0, 在沉积区域 50.0m 范围内加土工筋。堆积坝上升方式: 上游法; 堆积坝筑坝方式: 推土机碾压法或人工强夯法; 筑坝材料: 山坡废石土。

坝体结构: 第三期矿方自行按原设计由终高 519.0m 堆筑至 530.0m, 530.0m 以上标高共分 4 期子坝建设, 子坝仍用废石土筑坝,

下游坡比 1:2.0，上游坡比 1:1.75。

从第 4 期起，每 10.0m 为一期子坝，最终堆积标高 570.0m，序号为 4~7 期。待 570.0m 标高坝体工程地质勘查后，根据尾矿固结情况，再决定远景堆荐标高（600.0m）。

每期子坝高 10.0m，外坡比 1: 2.5，内坡比 1: 1.75，坝顶宽 5.0m，加高段外坡比 1: 3.0，外坡采用块石植被护坡，内坡设反滤层。

3、排渗设施

a 初期坝排渗方式

初期坝为透水堆石坝，渗流量相对较大，“工勘”期间发现第一期子坝浸润线埋深仅 4.0m，为保证加高后该处浸润线埋深 6.0m 以下，故在初期坝端设置排渗设施。

根据变更设计要求，初期坝排渗方式采用水平竖向弧型排渗管排渗。排渗管采用 $\Phi 75\text{mm}$ 槽孔 PVC 管。

b 堆积坝排渗方式

堆积坝采用两种方式：一种为堆积坝体内纵横联合体，主要将尾矿内滞留水排出，另一种为两岸边布设排渗体，主要降低沉积尾矿两翼滞水。

纵横排渗体（盲沟）形式：采用倒梯形断面，高 1.2m，盲沟顶宽 2.0m，底宽 0.5m，排渗体长 80.0m，坝外采用 PVC 管或软式透水管接坝排水沟，再与坝肩截洪沟连接，横向排渗体距子坝内缘 40.0m 处平行子坝轴线布设，两端与山体相连，然后在两岸山体沿水平面成 45 度夹角在山体开挖，布设两翼排渗体。

岸肩排渗体：库区两侧从 530m 标高起在东西两侧山体开挖台阶铺设砾石，建设岸边排渗体，排渗体长 80m，梯形断面，外侧设置土工布端部与坝肩排水沟相联。

渗水通过截洪沟、排水沟将渗透水排至初期坝端挡水坝前返回至选厂使用。

四、排洪设施

泄洪方式采用清蚀分流原则，因尾矿水中含有少量氰化钠、黄药、2#油等物质，故洪水原则上在上游拦截后排至库外。

a 原尾矿坝泄洪方案

排洪系统由埋设在库区沟底的排洪洞、排洪斜槽、上游截洪坝构成，斜槽 $B \times H = 1.5 \times 1.8\text{m}$ 半圆拱直墙混合结构，底板和半圆拱为钢筋混凝土结构，直墙为浆砌石结构，洪水通过上游截洪坝截洪后，直接通过排水斜槽和初期坝底排洪洞排入伊河。排水斜槽进水标高 527m，截洪坝坝顶标高 529.0m。

b 扩容设计排洪方案

初步设计采用拦洪坝—排洪隧洞方案。

因上游排洪隧洞实施，在主沟和支沟沟口堆积大量废石土（土、石比例约为 3：7），具有良好的抗剪性能，亦是较好的筑坝材料。土石位于库区转运较为困难，根据施工方申请，同意采用土石分层碾压修筑拦洪坝，即 1#排洪坝与 2#拦洪坝。

拦洪坝形式：分层碾压土石混凝土面板坝。内外坡比 1：1.5，最小不低于 1：1.2，坝顶宽 2.0m，采用碾压土坝。

为实现库区洪水不向下游排放，在初期坝下游，改造原挡水坝，供选矿厂循环使用。下游挡水坝，不透水碾压粘土坝，坝高 5.0m，外坡比 1: 2.5，内坡比 1: 2.0，内坡做防渗处理。

排水隧洞：在山体内开挖，断面尺寸 1.5×1.8m，进水口标高 577.0m，出水口标高 555.0m，总长约 600.0m。

c 库区回水系统设计方案

库区回水，采用原排水斜槽延 120.0m，使管底标高达 540m，在端口修筑转流井，接主沟排水斜槽，形成库区回水系统。

排水斜槽：现浇钢筋混凝土，断面尺寸 $B \times H = 0.8 \times 0.8\text{m}$ ，槽顶标高 568.0m，槽底标高 536.5m，槽长 52.5m，沿山体开挖。

为适应库区澄清距离的要求，需对原排洪系统加固后，再延长至槽底，延长段可采用沟埋式市售内径 1.0m 钢筋混凝土管（壁厚不低于 150mm），共计长 108.0m。

d 坝坡排水沟与坝肩截洪沟

坝面排水沟（平行坝轴线）：在每期子坝坝顶设一条排水沟断面为矩形（ $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ），由中间高引入坝肩排水沟。

坝肩截洪沟：沿堆积坝坡与山体连接处布置，直至堆积坝顶，并与初期坝坝肩截水沟相连。坝肩截洪沟断面：右侧 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，与原坝上截洪沟相连，左侧 $b \times h = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 。

在 570m 标高副坝工程完工后，并施工相应的截洪沟。

五、尾矿库监测设施设计

a 坝体位移观测：

标点布置：标点布置选择可控制主要变化情况的断面，如最大坝高断面、工程变化较大地段，在每个观测横断面上，坝顶外缘、坝脚外 10.0m 范围内地面上布置观测标点。每排标点延长线的两端山体上增设工作基点和起测基点。

拟建 4 个监测横断面，一个为最大坝高断面，第二个断面为距第一个断面 40.0m 处；沿坝轴线方向设置 4 个纵断面，分别位于堆积坝 540m、550m、560m、570m 坝坡上。

工作基点和校核基点位于各排标点两岸的延长线上，左右岸各布置 2 个工作基点和 2 个校核基点。

观测周期：尾矿坝投入运行初期每月观测一次。当坝体水平、垂变形基本稳定后，可减为每季二次。

当遇到地震、暴雨或久雨，库区水位超过最高水位时，渗透情况严重时，变形量显著增大时应增加次数。

b 浸润线观测：

浸润线观测点布置：观测横断面一个。

采用测压管观测，即采用 $\Phi 75\text{mm}$ 钢管，测管顶端安装保护盖。测压管的管底埋深应低于浸润线 2.0m。

观测周期：平均每月不少于一次，暴雨期间和水位异常波动时增加观测次数。

六、尾矿输送

尾矿采用全管线压力输送方式，尾矿浆自选矿厂排出后，经加压送至坝顶。

选矿厂地面标高 424.0m，加压扬至 600.0m 标高，自然高差 176.0m，加压输送管长 5500.0m。

输送管道：DN=108mm（无缝钢管），可采用国内同口径耐磨输送橡胶管。所需总扬程压力 3970kpa。

输送泵选择：现有主泵及事故排放设备是否满足设计要求待定，当不能满足设计能力时，需考虑设二级泵站，由矿方决定。

七、回水方案

库区回水，采用原排水斜槽延 120.0m，使管底标高达 540m，在端口修筑转流井，接主沟排水斜槽，形成库区回水系统。

在初期坝下游改造原挡水坝，回水原则不外排，供选厂循环使用。

2.4.3 尾矿库排洪系统改造初步设计安全专篇（2012 年）主要内容

一、排水井工程

为了便于尾矿库运行作业，排水井的进口径需能满足工作人员携带拱板安装的空间。井内径 2.0m，内高 20.0m，最低进水口标高为 548.0m，基座为 5m 高，排水井顶部标高为 568.0m。排水井采用框架式，用 C30 钢筋混凝土浇筑。此排水井作为永久排洪系统，不进行封堵。

排水井改造后，对于库区水位监测系统需要进行调整，水位监测设立在排水井上，库区正常运行水位离滩顶不得小于 2m 的距离。

二、排洪隧洞

直墙圆拱断面，断面尺寸为 $B \times H = 2.0 \times 2.2\text{m}$ ，进、出水口底部标

高分别为 545.0m、533.0m，隧洞总长约 524.3m，其平均坡比约 2.3%，集水池随之与坝肩排水明渠连接，隧洞内部进出口至少衬砌 12m，破碎严重部分也应当衬砌，隧洞出口连接集水池，集水池出口连接坝肩排水明渠导流至坝体下游。

三、连接涵管

设计排水井与隧洞口连接处为 C30 钢筋砼拱涵，长 5.0m，坡度为 1.5%，其中后部嵌入隧洞口内 3m。拱涵断面 $B \times H = 1.2\text{m} \times 1.6\text{m}$ ，壁厚 300mm。拱涵连接段下部承载段采用混凝土灌浆。

四、集水池

断面：长 15.0m，宽 6.0m，高 5.0m。池口标高 533.0m，池底标高 528.0m。进水口连接排洪隧洞出口，出水口为喇叭状，连接坝肩排水明渠。集水池周围设 1.2m 高围栏，水池高出地面线 0.5m，靠近坝体一侧要另加高 2m，防止隧洞水流涌出集水池冲击坝面。

五、坝肩排水明渠

断面为梯形结构：上下底长分别为 2.5m、2.0m，高 1.25m。进水口为喇叭形，连接集水池。

六、老排洪系统封堵

老排洪系统封堵是在新建排洪系统施工完成后进行，对进水口和出水口进行封堵。出水口封堵 12m，进水口封堵 5m。

（1）涵管出水口封堵

设计由涵洞出口端向库内方向封堵，封堵体主要包括两段砖砌密闭墙、中部填充体、排（渗）水管和注浆系统，封堵体的总长度

12m。

砖砌密闭墙：在封堵体的上、下游两段分别设砖砌密闭墙，砖砌厚度 240mm。

中部封堵填充体：两侧密闭封堵墙之间的空间部分，主要采用块石结合 C20 混凝土灌浆充填布置。封堵体预埋排水管，待充填完毕后，砌筑下游侧密闭墙。当墙体具有一定的强度后从涵洞顶部预留注浆管开始注浆。

封堵体与原涵洞内壁结合面清洗干净，并在上部及涵洞两侧预埋 6 根 $\Phi 24$ 钢筋作为整体连接，钢筋在 5m 长度上均布。

排水（渗）管：为使排洪涵洞封堵后上、下两侧的水力继续连接，顺利排出涵洞内的渗水等，设计在封堵体中部及下部各埋设埋 3 根 DN159 的 PVC 管作为排水管，排水管上游端布置在密闭墙外侧的碎石棱体内。排水管外露部分长 1.5m，管周边打小孔作为渗水孔。为避免尾砂细泥堵塞渗水孔，该段渗水部分外包 400g/m² 土工布。

注浆系统：利用涵洞顶部开孔作为注浆孔进行灌浆。注浆液采用水泥、砂配比混合进行灌浆。

（2）排水斜槽进水口封堵

设计由斜槽出口端向库外方向封堵，封堵体主要包括两段砖砌密闭墙、中部填充体、排（渗）水管和注浆系统，封堵体的总长度 5m。

砖砌密闭墙：在封堵体的上、下游两段分别设砖砌密闭墙，砖砌厚度 240mm。

中部封堵填充体：两侧密闭封堵墙之间的空间部分，主要采用块石结合 C20 混凝土灌浆充填布置。封堵体预埋排水管，待充填完毕后，砌筑下游侧密闭墙。当墙体具有一定的强度后从涵洞顶部预留注浆管开始注浆。

封堵体与原涵洞内壁结合面清洗干净，并在上部及涵洞两侧预埋 6 根 $\Phi 24$ 钢筋作为整体连接，钢筋在 5m 长度上均布。

排水（渗）管：为使排洪斜槽封堵后上、下两侧的水力继续连接，顺利排出斜槽内的渗水等，设计在封堵体中部及下部各埋设埋 3 根 DN159 的 PVC 管作为排水管，排水管上游端布置在密闭墙外侧的碎石棱体内。排水管外露部分长 1.5m，管周边打小孔作为渗水孔。为避免尾砂细泥堵塞渗水孔，该段渗水部分外包 400g/m² 土工布。

注浆系统：当封堵体的中部填充体距斜槽为 200mm 时，利用斜槽顶部开孔作为注浆孔进行灌浆。注浆液采用水泥、砂配比混合进行灌浆。

2.4.4 尾矿库扩容工程安全设施设计（2019 年）主要内容

2.4.4.1 尾矿基础资料

选矿工艺流程：全泥氰化法

选矿厂生产规模：480t/d

选矿厂工作制度：300 天/年，3 班/天，8 小时/班

尾矿粒度组成：-200 目占 85%

尾矿产率：99.99%

尾矿干容重：1.65t/m³

尾矿排放矿浆浓度：30%

排尾量：480t/d，143985.6t/a（8.73×10⁴m³/a）

2.4.4.2 扩容设计库容及服务年限

设计尾矿库后期堆积坝坝顶标高达达到 580m 时，尾矿库全库容 272.96×10⁴m³，有效库容为 218.36×10⁴m³，新增总库容 66.96×10⁴ m³，新增有效库容 53.56×10⁴m³。

扩容后尾矿库增加服务年限 6.14 年。

2.4.4.3 尾砂冲积坡度和澄清距离

尾砂冲积坡度 i=1.0%，尾矿澄清距离为 50m。

2.4.4.4 尾矿库等别及防洪标准

尾矿库扩容后总坝高 107m，总库容 272.96×10⁴m³，尾矿库等别为三等库。尾矿库主要构筑物 3 级、次要构筑物 5 级、临时构筑物按 5 级考虑。

尾矿库最小安全超高：0.7m；最小干滩长度：70m。

防洪标准：500 年一遇。

2.4.4.5 尾矿坝

2.4.4.5.1 初期坝

利用原设计尾矿库初期坝，初期坝为透水堆石坝，初期坝坝底

标高 473.0m，坝顶标高 499.0m，坝高 26m，顶宽 5.0m。下游坡比 1:2.0，485m 标高设有宽 1.3m 的马道，外坡为块石护坡。

2.4.4.5.2 堆积坝

(1)后期堆积坝设计

磨矿细度-200 目占 85%，后期堆积坝采用山坡碎石土上游法堆筑子坝。扩容工程共加高两级子坝，在现状堆积标高 570m 以上采用碎石土向上加高坝体，最终堆积标高为 580m。堆积坝每级子坝高 5m，坝顶宽 5m，单级子坝错台宽度 5m，上游坡比 1:2.5，下游坡比 1:3.0，扩容加高的两级子坝平均外坡比为 1:4.0。坝顶支管可根据子坝轴线长度适当调整支管根数，按坝前分段轮流式作业。堆积坝整体下游坡的总坡比为 1:3.6。

堆积坝内坡铺设反滤层，在废石土筑坝完成后，对内坡进行平整，铺设土工布（规格不低于 500g/m²），然后外侧铺砂砾料或粗尾砂，进行压实，密实度不低于 96%。坝体每上升 5.0m 铺设一层土工格栅，以增强坝体内尾砂抗拉抗剪强度，减少坝体沉降及排渗体的变形量，增强坝体稳定。土工格栅铺设在沉积滩表面，纵向长度不小于 60m，横向铺满整个滩面。

(2)堆积坝的坝面排水

新增堆积坝每级子坝坝面上设置一条坝面横向排水沟，矩形断面，C25 素砼结构， $B \times H = 0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ ，壁厚 200mm，底板厚为 100mm。在两坝肩与山体接触处设坝肩排水沟，素混凝土结构，新增堆积坝的两坝肩排水沟采用梯形断面，断面尺寸 $B \times H = (0.6 \sim 0.8)$

m×0.6m，侧墙及底板厚均为 200mm，在底板底部设置厚为 100mm 的素混凝土垫层。因断面尺寸不同，新增堆积坝两坝肩排水沟与原堆积坝坝肩排水沟连接处，排水沟断面采用渐变段，断面尺寸由 B×H=（0.6~0.8）m×0.6m 渐变至 B×H=0.5m×0.5m，素混凝土结构，侧墙及底板厚均为 200mm，在底板底部设置厚为 100mm 的素混凝土垫层。坝前横向排水沟中间高两边低，坡度为 1%。堆积坝下游坡面设置纵向排水沟，素混凝土结构，梯形断面，断面尺寸 B×H=（0.6~0.8）m×0.6m，侧墙及底板厚均为 200mm，在底板底部设置厚为 100mm 的素混凝土垫层。坝前横向排水沟与左右坝肩排水沟相连，左右坝肩排水沟最终与初期坝坝前横向排水沟相连，最终形成网状排水系统。

2.4.4.5.3 堆积坝的护坡

为防止坝面雨水冲刷、风起扬尘，下游坡面及坝面采用植草护坡。

2.4.4.6 防排洪设施

2.4.4.6.1 新增排洪设施

竹毛沟尾矿库扩容工程的排水设施采用排水井——排水支隧洞——排水主隧洞——集水池型式排水。

增加 1#、2#、3#三座排水井，1#、2#、3#排水支隧洞，排水主隧洞向上游延伸。

(1)排水井

排水井采用八柱框架式排水井，排水井采用 C30 钢筋混凝土结构，井座高 6.5m，内径 3.0m，外径 5.0m。排水井井架内径 4.0m，外径 4.8m，内壁设 $\Phi 20@300$ 的爬梯。井座底部均设消力坑，坑深 1.6m。库区内共设置 3 座排水井，左侧支沟内设 2 座排水井，分别为 1#、2#排水井。1#排水井井架高 13m（标高 566.0m~579.0m），2#排水井井架高 11m（标高 568.0m~579.0m）。在右侧支沟内设置 3#排水井，3#排水井井架高 13m（标高 566.0m~579.0m）。排水井上下两层圈梁之间的净距离为 2.0m，圈梁厚度为 400mm，排水井井柱尺寸为 $B \times H = 0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ ，拱板封堵处井柱两侧各留 0.1m，以方便拱板封堵，排水井圈梁边缘与立柱的边缘应平齐。在 1#、2#、3#排水井上游约 20m 处设置拦污栅，防止树枝等杂物进入排水系统，拦污栅采用直径 159mm 的钢管内部填浇 C15 的混凝土，钢管间距为 1m。

(2)排洪隧洞

扩容工程新建排水主隧洞沿库区现用排水隧洞向上延伸，排水主隧洞断面与现状相同，为圆拱直墙型，断面尺寸为 $b \times h = 2.2\text{m} \times 2.4\text{m}$ ，直墙高 1.67m，拱高 0.73m，壁厚为 0.25m，全长 303m，平均坡度约 2.3%，进出口 20m 为 C30 钢筋混凝土结构支护，其他部位支护方式采用全断面素混凝土喷浆支护，壁厚 250mm。排水支隧洞断面与主隧洞相同，为圆拱直墙型，衬砌后净断面尺寸为 $b \times h = 2.2\text{m} \times 2.4\text{m}$ 。下游排水隧洞出口接蓄水池。

1#排水支隧洞长度为 48.8m，洞底坡度为 2.87%，进水口标高 562.1m，出水口标高 560.7m；2#排水支隧洞长度为 44.9m，洞底坡

度为 6.46%，进水口标高 564.1m，出水口标高 561.2m；3#排水支隧洞长度为 6.6m，洞底坡度为 15.15%，进水口标高 564.1m，出水口标高 563.1m。

蓄水池为利旧工程，设置在堆积坝第三级子坝右侧，蓄水池断面：长 15.0m，宽 6.0m，高 5.0m。池口标高 533.0m，池底标高 528.0m，混凝土结构，侧壁厚 200mm，进水口连接排洪隧洞出口；出水口为喇叭状，连接坝肩排水明渠，水池高于地面线 1.4m。

蓄水池下接排水明渠为利旧工程，排水明渠断面为梯形，上、下底宽分别为 2.5m、2.0m，高 1.25m，排水明渠长 120m，混凝土结构，侧壁厚 200mm。

2.4.4.6.2 排水系统的封堵和拆除

扩容设计对现状库尾 1#排洪隧洞两端、2#排洪隧洞进口段进行封堵，采用现浇混凝土进行封堵，封堵长度各为 6m。扩容设计在新建 1#、2#及 3#排水井及排洪隧洞施工完成，现状库尾 1#排洪隧洞两端、2#排洪隧洞进口段封堵完成后，对库尾 1#和 2#拦洪坝进行机械加人工拆除，拆除采用人工加机械的方式，分裂机法辅以静裂法及人工凿除法进行拆除，在坝体上测放出每拆除层的范围，进行分层拆除。坝体拆除后的废石可以用来修建库底排渗盲沟。

排水井终止使用时，在排水支隧洞处进行封堵，在排水隧洞支隧洞两侧各预留宽 0.5m、长 6m 的齿槽，封堵长度为 6m，采用 C25 现浇混凝土进行封堵。在封堵的排水支隧洞底部设置两根直径为 100mm 的排渗钢管，排渗钢管单根长 10.2m，封堵体上游 4m 排渗

钢管穿孔外包 500g/m² 土工布一层，将封堵体上游的渗水排出。

2.4.4.7 排渗设施

原有排渗设施包括初期坝和堆积坝排渗。扩容排渗设施包括：基础排渗、新筑子坝排渗、辐射井及原堆积坝增设排渗管。

2.4.4.7.1 原有排渗设施

(1)初期坝排渗

尾矿库初期坝内坡设有反滤体。

(2)堆积坝排渗

堆积坝 520.0m 高程设置 6 根排渗管，在堆积坝 530.0m 高程设置有 5 根排渗管，在堆积坝 540.0m 高程设有 5 根排渗管，在堆积坝 550.0m 高程设有 5 根排渗管，在 560m 高程设有 9 根排渗管。设计对 560m 及以下原有排渗设施加以利用。

(3)基础排渗

在库区底部设置排渗设施。底部排渗采用纵向排渗盲沟，纵向排渗盲沟自 1#排水井向库内上游延伸至 2#排水井位置，长度 34m。共设置 1 条纵向排渗盲沟，纵向排渗盲沟及排水井形成网状立体排渗系统。

纵向排渗盲沟沿沟底开挖，梯形断面、断面尺寸为 $B \times H = (5.0 \sim 6.0) \times 1.0\text{m}^2$ ，梯形斜边比为 1:0.5，局部区域断面尺寸根据沟底地形可做适当调整。纵向排渗盲沟纵向坡度坡向 1#排水井，盲沟内敷设高密度聚乙烯 PE 排渗管，排渗盲沟内排渗管插入排水井井座

预留排渗孔，预留排渗孔距离井座顶部 1m（井座上排渗孔位置可根据现状适当调整），该部分渗水通过排水井外排。排渗盲沟内自下而上依次充填为：200mm 厚粗砂（ $d=0.5\sim 2.5\text{mm}$ ）、300mm 厚碎石（ $d=20\sim 50\text{mm}$ ）、300mm 厚砾石（ $d=2.5\sim 20\text{mm}$ ）、100mm 厚粗砂（ $d=0.5\sim 2.5\text{mm}$ ）、500g/m² 透水土工布、100mm 厚粗砂（ $d=0.5\sim 2.5\text{mm}$ ）。盲沟内敷设置 1 根高密度聚乙烯 PE 排渗管，直径为 200mm，排渗管上部 1/3 部分钻孔（孔径 10mm，间距 50mm），钻孔管段外表面包裹 500g/m² 透水土工布一层。

2.4.4.7.2 堆积坝坝内排渗设施

(1) 水平排渗管

在增设的两级子坝坝底设置水平排渗管，排渗管采用 $\phi 100\text{mm}$ 的 PE 管，管的上左右开孔，孔排距为 80mm，每列中孔距为 50mm，孔的直径大小为 5~10mm，排渗管外包 400g/m² 的无纺土工布一层做反滤层，然后用尼龙绳绑扎，防止尾砂进入。排渗管垂直坝轴线布置，单根排渗管长度为 80m，管的坡度为 2%，排渗管通向坝前横向排水沟，出水口处标高比坝前横向排水沟的标高高出 0.15m。排渗管水平间距为 6m。由于竹毛沟尾矿库滩面尾矿含水率较高，不能上人进行排渗管的施工，因此，排水管施工工艺采用顶管的方式进行，确保施工安全。

(2) 辐射井

扩容设计在标高 570m 处新增一座辐射井进行排渗，辐射井坐标为：X=3765480.83，Y=37581988.02，Z=570。辐射井 $\phi 3\text{m}$ ，深

20.079m，辐射井井口应设井盖和检修口，井内壁应设人行爬梯。辐射井中增设垂直排渗和水平排渗对接的立体排渗系统，即垂直增设塑料排水板进行排渗，可穿透相对隔水层，沟通上下含水层，提高垂直渗透能力。辐射井内上游集渗管共布置三层，三层集渗管的分布为底层 5 根、中间层 4 根、上层 5 根呈交叉状布置，集渗管之间的夹角为 23° ，下游布设一条排渗管。辐射井内上游集渗管长 40m，集渗管坡度为 1%~3%，下游方向排渗管长 55m，排渗管坡度为 3%。集渗管采用 $\phi 63 \times 4.5$ UPVC 管，梅花型开孔，每周开孔 5 个，孔径为 16，集渗管四周采用 400g/m² 土工布包裹，用铅丝绑扎，严禁漏砂。排渗管采用 $\phi 110$ mm 无缝钢管，排渗管进水口标高为 557.5m，出水口标高为 555.85m，排渗管坡度为 3%。集渗管和排渗管的长度、位置根据场地实际条件由企业方和施工方商定后可作适当调整。但排渗管距井底的距离应保证有 1-3m。辐射井采用 C25 钢筋混凝土，钢筋保护层厚 100mm。集（排）渗孔孔口与井壁接触部位需封堵严实。

(3)原堆积坝增设排渗设施

在现状堆积坝第 6 级子坝坝顶设置一层 16 根排渗管，水平间距 10m，现状堆积坝第 5 级子坝坝顶增设一层 7 根排渗管，水平间距 20m，采用顶管的方式打入，打入坡度 1%~2%，排渗管采用 $\phi 75$ mm PE 管，管的上左右开孔，孔排距为 80mm，每列中孔距为 50mm，孔的直径大小为 5~10mm，排渗管外包 400g/m² 的无纺土工布一层做反滤层，然后用尼龙绳绑扎，防止尾砂进入。排渗管垂直坝轴线布置，单根排渗管长度为 80m。排渗管出口渗水排入坝面

横向排水沟。

2.4.4.8 安全监测设施

尾矿库观测设施主要有坝体位移监测、坝体浸润线监测、干滩监测、库水位监测、降雨量监测、视频监控等。在线监测结果应与人工监测结果进行分析比较，以便更好的对尾矿库进行监测。

2.4.4.8.1 人工观测设施

竹毛沟尾矿库最终为三等库，需设置坝体浸润线和位移观测设施。标高 570m 以下仍按照原设计进行设置。设计共设置 6 组位移设施和 6 组浸润线观测设施，在两侧山体明显处设置 6 组基准点。每组位移观测设施设 3 个观测点，分别位于坝面上两侧和中间，浸润线观测点位于坝面的同一个断面上。

(1)人工位移观测设施

扩容设计新增 2 组位移观测设施，在标高 575m 马道和终期堆积坝顶标高 580m 各设 1 组，每组坝体上设置 3 个观测点，在两侧山体明显处各设置 2 个基准观测点。

(2)人工浸润线观测设施

扩容设计新增 2 组浸润线观测设施，在标高 575m 马道和终期堆积坝顶标高 580m 各设 1 组，每组坝体上设置 2 个观测点，浸润线观测管可采用 D63.5 的钢管或 PVC 塑料管，孔深 12m。

(3)水位观测标尺

在库区新增 1#、2#、3#排水井井架位置设置清晰的水位标尺。

2.4.4.8.2 在线安全监测系统

一、已有在线监测设施

(1) 表面位移监测设施

在初期坝顶有 GPS 在线位移监测终端 1 个, 540.0m 高程平台有 GPS 在线位移监测终端 2 个, 570.0m 高程平台有 GPS 在线位移监测终端 1 个。

(2) 内部位移监测设施

在第一级子坝顶部、第四级子坝顶部、第六级子坝顶部中间位置各设置有 1 个内部位移监测设施。

(3) 浸润线监测设施

在堆积坝 504.5m 高程、530.0m 高程、540.0m 高程、550.0m 高程、560.0m 高程、570.0m 高程各有浸润线观测设施 2 个。

(4) 库区水位监测

在排水井井壁设置有一个水位监测传感器, 测点靠近排水井 2.0m 范围内。

(5) 干滩监测

在堆积坝顶滩面设有两个干滩监测传感器, 监视干滩长度及滩顶高程。

(6) 视频监控

在上游 1#拦洪坝坝顶、2#拦洪坝坝顶各设有 1 个视频监控摄像头, 可实时监测拦洪坝以上 1#、2#排水隧洞排水情况。在老排水斜槽顶部岸坡平台设有 1 个视频监控摄像头用于监控排水井泄水情况。在堆积坝左侧山坡处设有监控摄像头 1 个, 监视库区内及坝坡情况。在堆积坝 530.0 高程集水池处设有 1 个视频监控摄像头, 监测排水隧

洞出口集水池运行情况。在初期坝坝脚回水池处设有 1 个视频监控摄像头，监视回水池运行情况。除以上外，库内其它重要地点及坝下游均设有监控摄像头。

（7）雨量监测设施

现状在 570m 标高堆积坝顶和 540m 标高马道各设有 1 个雨量器。

（8）监控中心

在线监测控制中心设置在公司办公楼 1 楼。

二、扩容设计新增在线监测设施

扩容设计新增在线监测设施所包含的监测项目有：库水位监测、干滩监测（干滩长度、滩顶高程、干滩坡度）、库区降雨量监测、坝体内部位移监测、坝体表面位移监测、坝体浸润线监测、安全视频监控监测。

（1）坝体表面位移

坝体表面位移监测宜采用 GNSS 监测方法。在高程为 580m 的第 9 级子坝上建立 2 个观测子站。

（2）坝体内部位移

在高程为 580m 的第 9 级子坝上建立 1 个纵向监测剖面，1 个测点，监测点安装位移传感器 3 个。

（3）浸润线

在高程为 580m 的第 9 级子坝上建立 2 个浸润线监测剖面，打孔深度 12m。

表 2-5-1 浸润线报警值

监测项目	报警值类别	颜色指示	报警值（m）	处置方式
浸润线	一级报警	黄色预警	10m	矿预警

监测项目	报警值类别	颜色指示	报警值 (m)	处置方式
	二级报警	橙色预警	8m	县矿预警
	三级报警	红色预警	6m	市县矿报警

(4) 库水位

将非接触性雷达传感器通过支架安装在排水井上。

表 2-5-2 水位监测预警值

监测项目	报警值类别	颜色指示	报警值 (m)	处置方式	备注
库水位 (坝顶标高 570m)	一级报警	黄色预警	567.15	矿预警	参考正常水位 567.1m, 最高洪水位 569.0m
	二级报警	橙色预警	568.2	县矿预警	
	三级报警	红色预警	568.3	市县矿报警	
库水位 (坝顶标高 580m)	一级报警	黄色预警	576.85	矿预警	参考正常水位 577.9m, 最高洪水位 579.0m
	二级报警	橙色预警	578.2	县矿预警	
	三级报警	红色预警	579.0	市县矿报警	

(5) 干滩监测

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, 布设 2 个监测点。每个监测点布设 1 台雷达高程仪、1 台长距离激光测距机。

表 2-5-3 干滩长度预警值

监测项目	报警值类别	颜色指示	报警值 (m)	处置方式
干滩长度 (坝顶标高 570m)	一级报警	黄色预警	145	矿预警
	二级报警	橙色预警	100	县矿预警
	三级报警	红色预警	70	市县矿报警
库水位 (坝顶标高 580m)	一级报警	黄色预警	210	矿预警
	二级报警	橙色预警	110	县矿预警
	三级报警	红色预警	70	市县矿报警

表 2-5-4 安全超高预警值

监测项目	报警值类别	颜色指示	报警值（m）	处置方式
安全超高（坝顶标高 570m）	一级报警	黄色预警	1.45	矿预警
	二级报警	橙色预警	1.0	县矿预警
	三级报警	红色预警	0.7	市县矿报警
安全超高（坝顶标高 580m）	一级报警	黄色预警	2.1	矿预警
	二级报警	橙色预警	1.1	县矿预警
	三级报警	红色预警	0.7	市县矿报警

（6）雨量监测

在高程为 580m 的第 9 级子坝中间位置布置一个监测点，要求在视线开阔上部无遮挡处放置雨量计。

表 2-5-5 降雨量预警报警设置

黄色预警阈值	橙色预警阈值
当地气象部门预报的台风、暴雨天气	尾矿库设计防洪标准对应的降水量
1h 内降水量 16mm	
3h 内降水量 20mm	
6h 内降水量 25mm	
12h 内降水量 30mm	
24h 内降水量 50mm	

2.4.4.9 库内船只

为了满足尾矿库排水井拱板封堵及库区水面日常清理，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 0.6m 的重量（约 5t），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。

2.4.4.10 辅助设施

(1)尾矿库道路

从初期坝下游右侧设置有上坝道路，道路经第二级子坝坝顶绕至尾矿坝左侧通往堆积坝坝顶，并延伸至库尾，路面宽度 6m，泥结碎石路面。扩容设计沿用库区部分现有的上坝道路并延伸至库尾，新建库区左侧上坝道路长度为 522m，道路的宽度不小于 5m，纵向坡度不大于 5%，曲率半径应大于 15m。

(2)通讯设施

在库区设立的值班室应安装固定电话、对讲机或为尾矿库操作、管理人员配备移动电话，以确保通讯畅通。

(3)照明设施

尾矿坝上设照明电路，并配备照明灯具。在初期坝和堆积坝上每间隔 50m 的坝段设 200W 照明灯具一盏。

回水池上方设置照明设施。

尾矿库操作、管理人员配备手电照明，并保证足够的照明度，以满足夜间生产作业、检查巡视等工作的要求。

(4)尾矿库管理站

企业设置尾矿库安全管理小组，组长由公司总经理担任，副组长由主管安全副总经理担任，成员分别由生产及后勤副总经理、安环部以及办公室等部门负责人组成。设置尾矿工段，9 名尾矿工，24 小时轮流值班。所有工人应经特种作业培训并持证上岗。

将初期坝下游废弃的值班室进行拆除，同时为方便管理，企业已经在尾矿库初期坝东侧岸坡上建尾矿库值班房，供管理人员工作和休息，包括值班室、休息室、物资库及备用应急物救援物资。

(5)报警系统设置情况

报警设施采用手摇报警器，有效范围不低于 2km，在应急救援预案中规定紧急疏散信号，并将紧急疏散信号进行公示告知。

2.4.4.11 尾矿库安全运行管理主要控制指标

尾矿库设计最终等别为三等库。尾矿库主要构筑物 3 级、次要构筑物 5 级、临时构筑物按 5 级考虑。尾矿库不同运行期控制参数见表 2-5-6 和 2-5-7。

表 2-5-6 典型标高时坝体浸润线控制参数

坝顶标高 (m)	孔深(m)	日常管理浸润线最小埋深(m)
573m 以下	10	正常运行 8.00
		洪水运行 6.00
573~580m	12	正常运行 10.00
		洪水运行 8.00

表 2-5-7 典型坝高时控制参数

标高 (m)	等别	库长 (m)	运行干滩长度 (m)	最小干滩长度 (m)	澄清距离 (m)	运行安全超高 (m)	正常水位 (m)
570	三	450	145	70	55	1.45	567.1
580	三	550	210	70	50	2.1	577.9
标高 (m)	等别	排水井进水口高程 (m)		滩顶与排水井距离 (m)		最小安全超高 (m)	最高洪水位 (m)
570	三	561.5		365		1.0	569.0
580	三	578.1		432		1.0	579.0

2.4.4.12 设计变更通知单

针对企业施工中实际地形标高变化，中钢石家庄工程设计研究院有限公司对主、支排水隧洞局部标高、支护及排水井进行了变更。

(1) 2#排水隧洞局部标高变更

根据《竹毛沟尾矿库扩容工程施工图设计》2#支隧洞与主隧洞

连接处标高 561.2m，隧洞总长 254m，与《扩容工程安全设施设计》中 2#支隧洞与主隧洞连接处标高 566.5m，隧洞总长 303m 不相符，且企业实际施工的标高、隧洞结构、长度等与施工图设计一致，因此对《扩容工程安全设施设计》中 2#支隧洞与主隧洞连接处标高和隧洞长度进行变更，与施工图设计保持一致。

（2）排水井位置及圈梁变更

3 号井的定位坐标现场 $X=3765168.019$ ， $Y=37582295.064$ ，安全设施设计中定位坐标 $X=3765184.94$ ， $Y=37582301.33$ ，因实际地形开挖后工程地质情况发生变化，3#排水井位置在实际施工过程中进行了微调，但结构尺寸、标高等未发生变化，对整体排水系统的过水能力不发生改变。取消排水井圈梁与立柱平齐，保持排水井的施工与施工图一致，排水井结构、材料与断面尺寸不变。

（3）3#排水隧洞局部标高变更

根据《竹毛沟尾矿库扩容工程施工图设计》3#支隧洞与主隧洞连接处标高 560.2m，与《扩容工程安全设施设计》中 3#支隧洞与主隧洞连接处标高 563.1m 不相符，且企业实际施工，标高、隧洞结构、长度等与施工图设计一致，因此对《扩容工程安全设施设计》中 3#支隧洞与主隧洞连接处标高进行变更，与施工图设计保持一致。

（4）排水隧洞施工中出现岩石破碎、多处出露断裂构造及渗水量变大的情况，原设计主、支排水隧洞进出口外为喷浆支护已不适用。同意把原设计全断面素混凝土喷浆支护改为全断面砼支护，局部（破碎及构造带渗水处）可进行钢筋混凝土支护，原断面设施规

格及强度保持不变。

具体改变：原设计 310m 的素混凝土喷浆支护（支护厚度 250mm，强度 C25），现改为 310m 砼支护（支护厚度 250mm，墙、拱强度 C25，地板强度 C15）。

以上变更均不属于重大变更。

2.5 尾矿库运行现状简介

2.5.1 尾矿坝

一、初期坝

初期坝为透水堆石坝，初期坝坝底标高 473.0m，坝顶标高 499.0m，坝高 26m，顶宽 5.0m。下游坡比 1：2.0，485m 标高设有宽 1.3m 的马道，外坡为块石护坡。

初期坝坝脚横向排水沟与左坝肩截水沟实测现状断面尺寸约为 500mm×500mm，坝体右侧坝肩排水明渠断面为梯形，上宽约 2.5m，底宽约 2.0m，高 1.25m，混凝土结构，衬砌厚 200mm。

初期坝轮廓尺寸符合设计要求，未发现沉陷、裂缝、坍塌、滑坡等影响坝体稳定的因素，运行工况正常。

二、堆积坝

尾矿库堆积坝筑坝方式采用上游式逐期修筑子坝。阶梯式向库内逐渐推进堆筑堆积坝。尾矿库共堆筑九级子坝，第七级子坝、第八级子坝、第九级子坝左侧堆筑有副坝。各级子坝及副坝筑坝材料为山坡废石土，内坡均铺设土工布反滤层，外坡均进行了植草护

坡，植被生长良好，坝坡未发现有冲沟、拉沟、裂缝情况。各级子坝参数列表如下：

表 2-6-1 各级子坝主要参数表

级数	子坝高度(m)	子坝外坡比	坝顶宽(m)	坝顶高程(m)
1	5.5	1: 1.94	3.8	504.5
2	15.5	1: 2.0	3.8	520.0
3	10.0	1: 1.9	4.5~40	530.0
4	10.0	1: 2.5	6	540.0
5	9.7	1: 2.97	6	549.7
6	10.3	1: 2.88	6	560.0
7	10.0	1: 2.85	8.0	570.0
8	5.0	1: 4	5.0	575.0
9	5.0	1:3.5	5.0	580.0

堆积坝轮廓基本符合设计要求，坝面进行了植草，未发现有滑坡、塌陷迹象，运行工况正常。

各级马道均设置有横向排水沟，排水沟断面为矩形，排水沟断面尺寸为 0.5m×0.5m，砖砌结构，水泥砂浆抹面。堆积坝左右坝肩设有坝肩截水沟，左侧坝肩截水沟断面为矩形，排水沟尺寸为 0.5m×0.5m，砖砌结构，水泥砂浆抹面。坝体右侧排水隧洞出水口以下利用排水明渠作为坝肩截排水设施，明渠断面为梯形，上宽约 2.5m，底宽约 2.0m，高 1.25m，混凝土结构，隧洞出水口以上至堆积坝顶部 575m 标高坝肩截水沟断面为 0.5m×0.5m，砖砌结构，水泥砂浆抹面。查阅验收资料，在 570m 标高铺设一层土工格栅。

第八级子坝外坡施工有坝面纵向排水沟，素混凝土结构，断面

为梯形，顶宽 0.80~0.82m，下底宽 0.58~0.63m，深 0.59~0.61m，壁厚 0.18~0.22m。

根据现场勘测和企业提供的实测图，目前堆积坝顶标高为 580.0m（滩顶标高约为 576.5m）。坝高 107m，堆积坝平均坡比 1:3.6。现状库水位标高为 574.95m，干滩长度为 259m，干滩平均坡度 1.0%。

2.5.2 排渗设施

竹毛沟尾矿库排渗包括初期坝排渗和堆积坝排渗。

尾矿库初期坝内坡设有反滤体。

竹毛沟尾矿库堆积坝及库内排渗设施采用水平排渗管、排渗盲沟、大口辐射井联合排渗的方式。

一、水平排渗管

现场踏勘，堆积坝 520.0m 高程设置 6 根排渗管，排渗管为 PE 管，直径 60mm，排渗管间距为 10~12m 不等，均无水渗出。

在堆积坝 530.0m 高程设置有 5 根排渗管，排渗管为 PVC 管，直径为 150mm，间距 8~10m 不等，有少量渗水排出，水质清澈。

在堆积坝 540.0m 高程设有 5 根排渗管，排渗管为 PVC 管，直径为 150mm，间距 10~12m 不等，均无渗水排出。

在堆积坝 550.0m 高程设有 5 根管径为 100mm 的 HDPE 排渗管，排渗管间距 10~12m 不等，均无渗水排出。7 根管径为 75mm 的 HDPE 排渗管，部分排渗管有少量渗水排出。

在 560m 高程设有 9 根管径为 100mm 的 HDPE 排渗管，16 根 ϕ

75mmPE 排渗管，排渗管间距约 10m，部分排渗管有少量渗水排出。

堆积坝标高 570m 标高施工有水平排渗管，排渗管采用 $\phi 100\text{mm}$ 的 PE 管。排渗管长约 40m，管的坡度约为 2%。排渗管水平间距约为 6-8m。穿坝段 25m 未钻孔，管的上左右开孔，孔排距为 80mm，每列中孔距为 50mm，孔的直径大小为 5~10mm，排渗管外包 400g/m² 的无纺土工布一层做反滤层。排渗管均无渗水排出。

二、大口辐射井

在标高 570m 处施工有一座辐射井进行排渗，辐射井 $\phi 3\text{m}$ 辐射井井口设井盖和检修口。

查阅验收评价资料，辐射井的基底标高为 550.956m，辐射井内径 3m，深 20.079m，壁厚 300mm，为 C30 钢筋混凝土结构。辐射井中增设垂直排渗和水平排渗对接的立体排渗系统，垂直排渗采用塑料排水板。水平排渗在标高 554.017m 和标高 556.017m 各布设 5 根集渗管，在标高 555.017m 布设 4 根集渗管，集渗管之间的夹角为 23°。集渗管长 40m，集渗管坡度为 2.3%。集渗管采用 $\phi 63 \times 4.5\text{UPVC}$ 管，梅花型开孔，每周开孔 5 个，孔径为 16，集渗管四周采用 400g/m² 土工布包裹，用铅丝绑扎，以防止漏砂。辐射井内侧下游布设一条导水管，导水管采用 $\phi 110\text{mm}$ 无缝钢管，长 66m，进水口标高 553.517m，出水口标高 551.253m，导水管坡度约为 3.4%。

三、库底排渗盲沟

查阅验收评价资料，在库区底部自 1#排水井向库内上游延伸至 2#排水井位置施工有排渗盲沟，长度 34m。纵向排渗盲沟及排水井

形成网状立体排渗系统。排渗孔距离 1#排水井井座顶部约 1m。

纵向排渗盲沟沿沟底开挖，梯形断面，底宽 5.0m，顶宽 6.0m，深 1.0m。盲沟内自下而上依次充填为：200mm 厚粗砂（ $d=0.5\sim 2.5\text{mm}$ ）、500g/m²透水土工布、300mm 厚碎石（ $d=20\sim 50\text{mm}$ ）、300mm 厚砾石（ $d=2.5\sim 20\text{mm}$ ）、100mm 厚粗砂（ $d=0.5\sim 2.5\text{mm}$ ）、500g/m²透水土工布、100mm 厚粗砂（ $d=0.5\sim 2.5\text{mm}$ ）。盲沟内敷设置 1 根高密度聚乙烯 PE 排渗管，直径为 200mm，排渗管上部 1/3 部分钻孔（孔径 10mm，间距 50mm），钻孔管段外表面包裹 500g/m²透水土工布一层。

2.5.3 防洪系统

2.5.3.1 防洪系统现状

竹毛沟尾矿库库内排水系统采用排水井+排水支隧洞+排水主隧洞+集水池+排水明渠的排水型式。

一、排水井

库区内共设置 3 座排水井，左侧支沟内设 2 座排水井，分别为 1#、2#排水井。排水井采用八柱框架式排水井，排水井采用 C30 钢筋混凝土结构，井座高 6.5m，内径 $\phi 3.0\text{m}$ ，外径 5.0m。排水井井架内径 $\phi 4.0\text{m}\sim 4.02\text{m}$ ，外径 $\phi 4.80\text{m}\sim 4.83\text{m}$ 。井座底部均设消力坑，坑深 1.6m。1#排水井井架高 13.064m（标高 565.997m $\sim$ 579.061m），2#排水井井架高 11.149m（标高 568.002m $\sim$ 579.151m），3#排水井井架高 13.14m（标高 566.021m $\sim$ 579.161m）。排水井上下两层圈梁之

间的净距离约为 1.98~2.02m，排水井圈梁宽度为 200mm~202mm，圈梁厚度为 399mm~401mm。排水井井柱尺寸为 B×H=（40~41）cm×（40~40.5）cm，井柱外缘宽 0.2~0.21m。排水井挡板高 200mm，宽 150mm。

表 2-6-3 排水井参数

编号	井高（m）	井顶标高（m）	井座（进水口）标高（m）	出水口标高（m）
1#井	13.064	579.061	565.997	562.097
2#井	11.149	579.151	568.002	564.104
3#井	13.14	579.161	566.021	562.121

现场踏勘，排水井井壁无剥蚀、脱落、渗漏等现象，井身直立，未倾斜和变位。

二、排水主隧洞

排水主隧洞布置在坝体右侧山体内，圆拱直墙型断面，尺寸为 b×h=2.2m×2.4m，直墙高 1.67m，拱高 0.73m，壁厚为 0.25m，全长 778.43m，出水口标高 533.0m，平均坡度 3.62%。

根据排水隧洞施工时间，分为两部分，0m~524m 为 2019 年扩容设计利旧隧洞，该段平均坡度约 2.3%，内部采用 C20 钢筋混凝土或全断面素混凝土喷浆支护，壁厚 250mm，在洞口部位 15.3m 及 543.1m~547.6m 处 4.5m 为 C20 钢筋混凝土结构，其他部位支护方式采用全断面喷浆结构，壁厚 250mm。524m~778.43m 为 2019 年扩容工程新建排水隧洞，隧洞断面为圆拱直墙型，断面尺寸为 b×h=2.2m×2.4m，直墙高 1.67m，拱高 0.73m，壁厚为 0.25m，全长 254.43m，平均坡度约 5.9%，不稳固地段采用 C30 钢筋混凝土结构

支护，其他部位支护方式采用全断面素混凝土支护，支护壁厚 350mm。

排水主隧洞出口接集水池，洞脸处施工有浆砌石挡墙进行加固。为防止隧洞出水口上部的碎石等杂物滚落影响排水系统正常运行，企业对隧洞出口与集水池连接段进行了加高，并在上部加盖混凝土板。

三、排水支隧洞

库内共设置有 1#、2#、3#共三条排水支隧洞，排水支隧洞断面与主隧洞相同，为圆拱直墙型，衬砌后净断面尺寸为 $b \times h = 2.2\text{m} \times 2.4\text{m}$ 。

1#排水支隧洞长度为 49.0m，洞底坡度为 2.9%，进水口标高 562.097m，1#支隧洞与主隧洞相接处标高 560.693m；2#排水支隧洞长度为 44.0m，洞底坡度为 6.6%，进水口标高 564.104m，2#支隧洞与主隧洞相接处标高为 561.213m；3#排水支隧洞长度为 6.6m，洞底坡度为 29.3%，进水口标高 562.121m，3#支隧洞与主隧洞相接处标高 560.186m。

现场踏勘，排水支隧洞内无塌方、衬砌无变形、无破损、断裂、剥落和磨蚀，洞内无淤堵等现象。

四、集水池

集水池设置在堆积坝第三级子坝（标高 530m）右侧，长 15.0m，宽 6.0m，深 5.0m，顶部标高 533.0m，池底标高 528.0m，混凝土结构，衬砌厚 200mm，出水口连接右坝肩排水明渠。集水池周围安装

有钢筋安全护栏，护栏高约 1.0m，间距约 25~40cm。

五、排水明渠

排水明渠断面为梯形，上宽 2.5m，底宽 2.0m，深 1.25m，排水明渠长 120m，混凝土结构，厚 200mm。

2.5.3.2 排水系统工程质量鉴定性检测

排洪设施的施工单位为中地寅岗建设集团有限公司，监理单位为中赞国际建设有限公司。2023 年 4 月 21 日，河南省建安科学实验研究院有限公司对竹毛沟尾矿库 1#排水井、2#排水井、3#排水井、排水隧洞进行检测，并编制了检验检测报告。《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库 1#排水井检验检测报告》、《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库 2#排水井检验检测报告》、《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库 3#排水井检验检测报告》。检测结论：本次检测井架柱、圈梁，设计强度为 C30，所有构建混凝土强度推定值满足设计强度等级要求，合格率为 100%。《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库排水隧洞检验检测报告》检测结论为：本次排水原隧洞共检测 176 个构件，设计强度为 C25，所有修正后混凝土强度推定值满足设计强度等级要求，合格率为 100%。本次排水新隧洞共检测 112 个构件，设计强度为 C30，所有修正后混凝土强度推定值满足设计强度等级要求，合格率为 100%。

2.5.3.3 已封堵排水设施

(1) 库尾原 1#排洪隧洞和原 2#排洪隧洞封堵

查阅验收评价报告，原1#排洪隧洞封堵措施为，进出口端分别预留宽0.5m、长6m的齿槽，封堵长度为6m，采用C25现浇混凝土进行封堵；底部设置2根直径为100mm的排渗钢管，在封堵的排水支隧洞底部设置两根直径为100mm的排渗钢管，封堵体上游4m排渗钢管穿孔外包500g/m²土工布。

查阅验收评价报告，原 2#排洪隧洞封堵措施为，进口端预留宽 0.5m、长 6m 的齿槽，封堵长度分别为 6m，采用 C25 现浇混凝土进行封堵。

(2) 老排水井的封堵

老排水井封堵措施为：在支隧洞进出口端分别预留宽0.5m、长6m和宽0.5m、长8.2m的齿槽，封堵长度分别为6m和8.2m，采用C25现浇混凝土进行封堵；底部设置2根直径为100mm的排渗钢管，封堵体上游4m排渗钢管穿孔外包500g/m²土工布。

2.5.4 安全监测设施

竹毛沟尾矿库扩容设置有人工观测设施和在线监测系统。

一、人工观测设施

(1) 位移观测

在初期坝顶、第二级堆积坝顶 520.0m 高程、第三级堆积坝顶 530.0m 高程、第四级堆积坝顶 540.0m 高程、第五级堆积坝顶 550.0m

高程、第六级堆积坝顶 560.0m 高程、第七级堆积坝顶 570.0m、在第八级子坝顶标高 575.0m 高程分别设置三个位移观测桩，观测桩中心刻有十字标，两侧设置位移观测基点。

（2）浸润线观测

在初期坝顶有人工浸润线观测管 1 个，第二级堆积坝顶 520.0m 高程、第三级堆积坝顶 530.0m 高程、第四级堆积坝顶 540.0m 高程、第五级堆积坝顶 550.0m 高程、第六级堆积坝顶 560.0m 高程、第七级堆积坝顶 570.0m 高程分别设有 3 个人工浸润线观测管。在第八级子坝顶标高 575.0m 设置有 2 个浸润线观测管。

浸润线观测管为 $63\text{mm} \times 3.8\text{mm} \times 13\text{m}$ 、公称压力 1.25MPa 的 PVC-U 给水管。滤水管长度 2m，管壁开梅花孔，外包 400#土工布。沉降管长度 0.5m，管底用堵头封死。浸润线观测管符合安全设施设计及有关规范要求。

（3）水位观测

在 1#、2#、3#排水井立柱上设置水位观测标尺。

（4）干滩长度标尺

在尾矿库区道路一侧岸坡上设置有干滩长度标尺。

二、在线监测设施

（1）表面位移自动监测设施

在初期坝顶有 GPS 在线位移监测终端 1 个，540.0m 高程平台有 GPS 在线位移监测终端 2 个，570.0m 高程平台有 GPS 在线位移监测终端 1 个。

（2）内部位移自动监测设施

在第一级子坝顶部、第四级子坝顶部、第六级子坝顶部中间位置各设置有 1 个内部位移在线监测设施。

（3）浸润线自动监测设施

在堆积坝 504.5m 高程、530.0m 高程、540.0m 高程、550.0m 高程、560.0m 高程、570.0m 高程各有自动浸润线观测设施 2 个。

（4）视频监控

在堆积坝左侧山坡处设有监控摄像头 1 个，监视库区内及坝坡情况。在堆积坝 530.0 高程集水池处设有 1 个视频监控摄像头，监测排水隧洞出口集水池运行情况。在初期坝坝脚回水池处设有 1 个视频监控摄像头，监视回水池运行情况。除以上外，库内其它重要地点及坝下游均设有监控摄像头。

（5）雨量监测设施

在 570m 标高堆积坝顶和 540m 标高马道各设有 1 个雨量器。

（6）监控中心

在线监测控制中心设置在公司办公楼 1 楼，视频监控系统运行正常，各个摄像头监控画面清晰，通过调阅近期各项监控数据，位移监测、浸润线监测、雨量监测等数据波动规律基本正常。

2.5.5 库内船只

(1)回水浮船、浮桥

排水井周边设置有浮桥，浮桥沿排水井四周设置且直通岸边，浮桥四周及排水井井架外沿均设置有高 1.0m 安全护网，以确保桥上

工作人员安全，浮桥上设置有安全警示标志、救生设施，浮桥与岸坡相接处设置有浮桥安全管理规定标志牌。两个支沟在用排水井所在位置岸侧山坡上均设置有视频监控探头。

(2)运输浮船

为方便排水井挡板运输作业，企业配备有一条钢制浮船，设置在尾矿库库尾。运输船上设有固定绳索、安全护栏（护栏高 900mm，护栏间隙 200mm）、救生圈、救生衣等。

2.5.6 尾矿输送、排放与回水系统

一、尾矿输送

尾矿输送管路 2 条，管径 $D=273\text{mm}$ ，输送距离 2600m，泵型：LSGB360-4MPa 水隔离泵三台（1 用 2 备）。

尾矿排放采用坝前多支管分散放矿。放矿主管沿坝轴线方向布置，放矿主管直径 $\Phi 273$ ，每节长约 6m，采用法兰连接，放矿支管直径 $\Phi 110\text{mm}$ ，支管长约 3m，间距约 12m，支管与主管之间有闸阀连接。企业根据生产需要轮流开放分散放矿管，以保证尾矿滩面的平整。

二、回水设施

回水泵站设在初期坝下游坝脚左侧。回水池为 2 个结构相同的浆砌石回水池（并列布置）回水池尺寸均为长×宽×深= $10.0\text{m}\times 3.8\text{m}\times 5.0\text{m}$ 。回水管路一条，管径 $D=325\text{mm}$ ，泵型：MD28-43×7 清水泵四台（1 用 3 备）。为防止人员发生高处坠落事故，在回水池侧壁设有安全护栏。

2.5.7 辅助设施

一、值班室

竹毛沟尾矿库在库区范围内多处设有值班室，在堆积坝坝顶左侧进入库区道路旁设有值班室两间，值班室内悬挂有规章制度、操作规程等，值班室内放置有防汛物资，救援器材等。堆积坝第五级子坝左坝肩设有一值班室，堆积坝第二级子坝左侧山坡处设有一值班室，初期坝下游坡脚右侧设有值班室，为砖砌结构。

二、照明

在初期坝下游坡脚回水泵房处设有一盏探照灯，二级子坝左岸山坡值班室处设有一盏探照灯，在第三级子坝右侧排水隧洞出口附近设有一盏探照灯，在第四级子坝坝顶设有三盏照明灯。

三、通讯

尾矿库及选厂附近信号较好，各作业人员均佩戴有手机，中国移动和中国联通信号已覆盖此区域，联系畅通。

四、上坝道路

从初期坝下游右侧设置有上坝道路，道路经第二级子坝坝顶绕至尾矿坝左侧通往堆积坝坝顶，并延伸至库尾，路面宽度 6m，泥结碎石路面。

五、警示标志

在进入库区值班房处设有紧急疏散方向标志，在初期坝下游坡脚和初期坝右侧上坝道路处分别设有小心山体滑坡等警示标志。

尾矿库第七级子坝顶左侧岸坡设置了“尾矿库简介”、“尾矿库

安全生产库长责任牌”、“尾矿库概况”、“尾矿库现场管理看板”、“尾矿库公告栏”等公示牌，上坝道路旁设置有“雨雪天气，小心落石”“库区重地、严禁入内”等警示标志，禁止无关人员进入。

在进入库区值班房处设有紧急疏散方向标志，在初期坝下游坡脚和初期坝右侧上坝道路处分别设有小心山体滑坡等警示标志。

2.5.8 尾矿库安全管理现状

一、安全管理机构

坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，嵩县前河矿业有限责任公司法人是尾矿库安全生产第一责任人。该公司成立有安全委员会，下设有健康安全环保部，对尾矿库运行工作进行安全管理监督检查。企业设置有尾矿库安全管理小组，组长由公司总经理担任，副组长由主管安全副总经理担任，成员分别由生产及后勤副总经理、健康安全环保部以及办公室等部门负责人组成。

二、安全生产责任制与安全管理制度

企业建立、健全了主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制；并建立了以安全生产责任制为中心的各项安全管理制度，完善了各工种的操作规程，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。

三、安全教育、培训及个人防护

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、大学生进行了岗前培训，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。

3 名主要负责人、3 安全生产管理人员、5 名专职安全员均经过有关部门组织的安全培训，成绩合格，证件在有效期内。

9 名尾矿坝作业工均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。

个人安全防护：企业为作业人员发放有安全帽、手套、工装、防尘口罩等个人安全防护用品。

四、事故应急救援

企业制定了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库、选矿厂生产安全事故应急预案》，预案包括综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案等内容，符合《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》的编制要求，并在嵩县应急管理局备案。

每年汛期前嵩县前河矿业有限责任公司在竹毛沟尾矿库组织防汛演练。演练结束后，公司及时召开竹毛沟尾矿库演练评估与总结大会。对演练取得的成果进行了肯定，对演练过程存在的问题进行总结。如果有事故发生，企业应急行动能够按照程序顺利启动，各项措施和行动准确迅速到位。

企业与河南金源黄金矿业有限责任公司签订有矿山救援协议，与河南省嵩县人民医院签订有救护协议。

五、双重预防机制标准化创建情况

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）的

要求,前河公司 2018 年 8 月启动双重预防机制安全标准化建设工作,并聘请专家进行技术指导,公司组织开展了“双重预防机制安全标准化”全员培训工作。公司创建了竹毛沟尾矿库双重预防机制标准化,建立了安全生产责任清单、风险分级管控清单、应急管理卡,并按照双重预防机制标准化安全管理制度进行了运行和考核。2018 年 11 月双重预防机制标准化通过了专家评审验收,被列入河南省安全生产风险隐患双重预防体系建设示范企业。

2019 年 9 月前河公司委托河南惠旭利科技有限公司开始创建信息化平台,2020 年 1 月投入运行,2021 年 3 月 28 日进行验收。双重预防体系信息化建设考评结果 91 分,前河公司双重预防信息化完成了电脑 PC 端和手机 APP 相关模块及内容。安全管理人员、尾矿库工作人员能够熟练操作,双重预防机制体系有效运行。

2.6 扩容设计方案概况

企业于 2024 年 2 月,委托河南省冶金规划设计研究院有限责任公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容改造工程可行性研究报告》,现主要内容简述如下:

2.6.1 基础资料

选矿工艺流程:全泥氰化法

选矿厂生产规模:480t/d

选矿厂工作制度:300 天/年,3 班/天,8 小时/班

尾矿粒度组成：-200 目占 85%

尾矿产率：99.99%

尾矿干容重：1.65t/m³

尾矿排放矿浆浓度：30%

排尾量：480t/d，143985.6t/a（ $8.73 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ）

固废类别：第 I 类一般工业固体废物。

沉积滩平均坡度：1.0%。

澄清距离：50m~70m。

2.6.2 周边环境

嵩县前河金矿竹毛沟尾矿库位于选厂东北直线距离 5.0km 的竹毛沟内，竹毛沟为一狭长山谷，走向南北，地势南高北低，现状库区总汇水面积 0.45km²，流域长度 1.39km，沟底平均坡度 12.5%。沟内植被一般，有少许灌木，无耕地、无居民。

初期坝下游右侧 100m 处设有尾矿库配套事故池，事故池为钢筋混凝土结构，池长 20m，池宽为 10m，池深 5.0m，壁厚 25cm。为防止人员发生高处坠落，企业在事故池侧壁顶部设有钢管护栏。事故池旁边设有尾矿库值班室，为防止非相关人员进入库区，企业在值班室处设有进入库区屏障。

初期坝下游 400m 为伊河河岸，伊河与竹毛沟为垂直分布，伊河沟口至尾矿坝之间无居民，只有该公司设置的回水泵站。沿伊河下游具有较大的消能空间。尾矿库一旦失事，不会造成重大人身伤

亡和财产损失，仅能造成局部河道堵塞及一定程度的环境污染等灾害。

库区检查未发现违章爆破、采石，无违章取尾矿再选、取水，无外来尾矿、废石、废水和废弃物排入，无放牧和开垦现象。

库区地形地貌简单，边坡为稳定的自然状态。库区内没有滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、活动性断层等大的不良地质作用分布，仅在上坝道路左侧山体处见到少量的规模很小的岩石崩塌体，对尾矿库影响较小。

尾矿库扩容采用上游式碎石土筑坝，排水系统采用排水井——排水支隧洞——排水主隧洞——消力池式排水系统，坝体系统、防洪排水系统安全可靠。

尾矿库扩容工程不占据可耕地、距离选厂近且能满足选厂的排尾量要求、坝址及库区工程地质条件好。

2.6.3 尾矿库库容、等别

一、库容

经计算，当堆筑至最终坝顶 595m 标高时，扩容设计全库容为 $370.55 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容为 $296.44 \times 10^4 \text{m}^3$ ，新增几何库容为 $97.59 \times 10^4 \text{m}^3$ ，新增有效库容为 $78.08 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

二、尾矿库新增服务年限计算

$$N_{\text{库}} = \frac{V \gamma_d \eta_z}{W} = \frac{97.59 \times 1.65 \times 0.8}{14.4} = 8.95$$

式中：N—选厂设计生产年限，a；

V—尾矿库的新增库容， $97.59 \times 10^4 \text{m}^3$ ；

W—选厂排出的尾矿量， $14.4 \times 10^4 \text{t/a}$ ；

r_d —尾矿平均堆积干容重， 1.65t/m^3 ；

η_z —尾矿库的终期库容利用系数，0.8

经以上计算，尾矿库服务年限 8.95 年。

(3)尾矿库等别及设计标准

尾矿库扩容后总坝高 122m，总库容 370.55 万 m^3 ，尾矿库等别为三等库。尾矿库主要构筑物 3 级、次要构筑物 5 级、临时构筑物按 5 级考虑。

新增几何库容可满足企业 8.95 年的服务年限。

尾矿库等别的划分标准见表 3-2 所示。

尾矿库等别		表 3-2
等别	全库容($V/\times 10^4 \text{m}^3$)	坝高(H/m)
一	$V \geq 50000$	$H \geq 200$
二	$10000 \leq V < 50000$	$100 \leq H < 200$
三	$1000 \leq V < 10000$	$60 \leq H < 100$
四	$100 \leq V < 1000$	$30 \leq H < 60$
五	$V < 100$	$H < 30$

尾矿库初期坝坝高 26m，堆积坝坝高 96m，总坝高 122m，总库容为 $370.55 \times 10^4 \text{m}^3$ 。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的等别为四等，按坝高确定的等别为二等，当按尾矿库的全库容和尾矿坝高分别确定的尾矿库等别的等差大于一等时，应以高者降一等确定，因此，该

尾矿库等别判定为三等库。

(2)尾矿库设计标准

根据《尾矿设施设计规范》的规定进行判定，尾矿库有关标准见 3-3。

尾矿库相关标准		表 3-3				
尾矿库等别		一	二	三	四	五
洪水重现期		1000～5000 或 PMF	500～1000	200～500	100～200	100
主要构筑物等级		1	2	3	4	5
次要构筑物等级		3	3	5	5	5
临时构筑物等级		4	4	5	5	5
瑞典滑弧法(坝坡稳定系数)	正常运行	1.3	1.25	1.2	1.15	1.15
	洪水运行	1.2	1.15	1.1	1.05	1.05
	特殊运行	1.1	1.05	1.05	1.05	1.05

根据表 3-3 确定设计该尾矿库主要构筑物等级为 3 级；次要构筑物等级为 5 级，临时构筑物等级为 5 级，洪水重现期按 1000 年一遇进行设计，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 $K \geq 1.05$ 。

2.6.4 尾矿坝

(1)堆积坝结构参数

设计竹毛沟尾矿库加高 15m，坝顶高程自 580.0m 加高至 595m。受山体地形条件限制，为利于尾矿坝安全稳定，同时便于企业管理，优化调整了后期堆积坝子坝坝轴线方向，且受地形条件的限制，自原扩容设计高程 580.0m 处设置一平台，平台宽度 42m～62m，留设

平台后，后期无需增加副坝。

加高的后期堆积坝采用山坡碎石土上游法堆筑子坝，共加高 15m，分 3 期加高堆积子坝实施，每期堆积子坝高 5m。堆积子坝结构：堆积子坝顶宽 5m，子坝下游侧坡比为 1:4，上游侧坡比为 1:2。高程 580.0m~595m 之间堆积坝平均外坡比为 1:5。

扩容加高后堆积坝总坝高 96m，平均外坡比为 1:4.2。

山坡碎石土筑坝时设计要求坝体分层（层厚 0.3m）碾压（采用 20t 振动式压路机），沿坝轴线方向每层每间隔 30m 取样检测，合格后方可填筑上一层，碾压坝体时，应特别重视坝肩及结合部的碾压，应使碾压部分与坝基紧密结合，压实度不小于 96%。

反滤层铺设在内坡，在废石土筑坝完成后，对内坡进行平整，铺设土工布（规格不低于 500g/m²），然后外侧铺砂砾料或粗尾砂，进行压实。

(2)坝面排水沟

为避免山坡及坝坡降雨径流水冲刷堆积体，设计在每级子坝马道平台内侧设置纵向排水沟，在坝坡面间距 80~100m 设置竖向排水沟，并在堆积体两岸坝肩设置排水沟。堆积坝体降雨径流水通过坝体横向排水沟，流入坝面竖向排水沟后，再汇入两侧坝肩排水边沟，最终汇入排至下游。纵向及竖向排水沟尺寸矩形 $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 。

(3)堆积坝坝肩排水沟

堆积坝坝肩排水沟设计 $B \times H = 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ ，C25 钢筋混凝土结构，底板和边坡厚度为 0.25m。

(4)排渗设施

设计在 580m、585m、590m 子坝顶设置顶管式水平排渗管排渗，排渗管采用 PE 管，直径 75mm，单根长度不小于 80m，间距 10m。

2.6.5 防洪系统

结合竹毛沟尾矿库的库型条件，尾矿库内排洪系统设计为“井+洞”式结构。为增大尾矿库防洪安全裕度，库内排洪系统布置为双井排洪设施。

(1)排水井

库内共新增 2 座框架式排水井，2 座排水井井架高度相同，在运行过程中任意一高程均能实现有两座排水井能同时进水，即双井排洪。

4#排水井和 5#排水井进水口高程为 578m~595m，井架高 17m。

设计 4#、5#排水井内径 $D=3\text{m}$ ，外径 4m，共设 6 根立柱，每 3m 设圈梁 1 层，圈梁高 0.4m，厚度 0.2m(具体见排水井结构模板图)。

排水井地基承载力要求不小于 500KPa，排水井基础出现超挖时应采用 C25 混凝土回填密实。

排水井布置在靠近沟底附近，边坡开挖坡比不陡于 1:0.3~1:0.5；开挖后应采用喷锚挂网加固处理，可研拟定的针对排水井边坡的支护方案，排水井上部及周边的边坡需开挖时，应配合开展施工期勘察以进一步确定详细支护方案。

(2)排水主隧洞

设计在左岸新增排水隧洞，隧洞总长度 560m，平均坡降 1.43%，隧洞内视围岩情况采用钢筋混凝土全断面衬砌或喷锚挂网衬砌。针对 II 类及 III 类较完整围岩应采用喷锚挂网衬砌，喷锚挂网衬砌段隧洞分段净断面尺寸不小于 2.8m×3.0m(直墙圆拱式结构)，隧洞施工时需控制掘进爆破质量以提高隧洞断面平整度及尺寸一致性。针对 III 类较破碎围岩以及 IV 类、V 类围岩应采用钢筋混凝土全断面衬砌，隧洞衬砌后分段净断面尺寸 2.2m×2.4m(直墙圆拱式结构)，C25 混凝土衬砌厚度 300mm。钢筋混凝土衬砌段隧洞在断面尺寸方向沿隧洞顶拱间距 2.0m 设置排水孔，梅花型布置；隧洞沿线沿间距 8~10m 设置一条分缝止水，遇地层岩性及地质情况变化处进行增设。隧洞进出口段 50m 范围内、穿越裂隙较发育区域时，采用固结灌浆的方式加固山体围岩，以提高山体的整体性和隧洞的结构可靠性。

(3)排水支隧洞

排洪支隧洞设计为直墙圆拱式结构，隧洞内视围岩情况采用钢筋混凝土全断面衬砌或喷锚挂网衬砌。针对 II 类及 III 类较完整围岩应采用喷锚挂网衬砌，喷锚挂网衬砌段隧洞分段净断面尺寸不小于 2.4m×2.6m，隧洞施工时需控制掘进爆破质量以提高隧洞断面平整度及尺寸一致性。

针对 III 类较破碎围岩以及 IV 类、V 类围岩应采用钢筋混凝土全断面衬砌，隧洞衬砌后分段净断面尺寸 1.8m×2.0m，衬砌厚度 300mm。钢筋混凝土衬砌段隧洞在断面尺寸方向沿隧洞顶拱间距 2.0m 设置排水孔，梅花型布置；隧洞沿线沿间距 8~10m 设置一条

分缝止水，遇地层岩性及地质情况变化处进行增设。

2.6.7 安全监测设施

2.6.7.1 人工监测设施

根据已有的人工监测设施现状，设计增设以下内容。

该尾矿库最终为三等库，设计在堆积坝 590m 高程设置 1 组人工位移观测设施，在两侧山体醒目位置设置基准点，共 3 个位移监测点，2 个基准点。

设计在 590m 高程设置 3 组浸润线观测设施，浸润线观测管可采用 DN60PE 测水管，观测孔深 20m。

①人工位移监测要求

人工位移监测点位布置与在线监测保持一致。监测设备采用全站仪监测方式。监测设施安装初期每半月人工监测一次，当坝体趋于稳定时，可逐步减为每月一次。遇有地震、久雨、暴雨、台风，位移量或位移速率明显增大时等情况应适当增加测次。

②浸润线监测要求

人工坝体浸润线监测点位布置与在线监测保持一致。在线监测系统采用渗压计+预埋测压管技术，测压管的管径一般情况下可以适当加大，同时满足进行人工监测的条件，不再单独建设人工监测孔，节省投资。坝体浸润线可按照每半月人工监测一次。遇有地震、久雨、暴雨、台风等情况应适当增加测次。

(3)干滩长度

设计采用全站仪免棱镜法监测，全站仪精度不能小于 6”。监测干滩长度时，水平距离应观察 2 次，2 次观测较差不应大于 0.1m，取均值作为干滩长度监测值。监测干滩坡度采用三角高程法。

滩顶高程、干滩长度根据滩顶上升情况，定时做好检测，随时掌握滩顶高程和干滩长度，汛前必须检测一次。干滩坡度根据坡度变化情况，1 个月检测一次，汛前必须检测一次。

(4)库水位监测

设计在排水井上安装水位标尺，人工监测水位，并做记录，监测频率满足规范要求。库水位监测在排水井设置清晰醒目的水位观测标尺，标明正常水位和警戒水位。水尺零点高程每隔 2 年应校测一次。监测测次除按水文、气象方面规定外，泄水前后应各增加监测一次，汛期还应根据需要调整测次。

2.4.7.2 在线监测设施

根据现状已有的在线监测设施内容，设计仍利用原有的监测设备，在其基础上新增坝体表面位移、内部位移、浸润线、干滩、库水位、视频监控等监测项目。

设计在 590m 高程新增表面位移和内部位移监测设施，设置 2 个表面位移监测点和 1 个内部位移监测点，在 590m 新增 3 个浸润线观测点。

干滩和库水位和视频监控设施利用原有的监测设施，视频可在排水井进水口处和隧洞出水口处新增 2 处视频监控点。

由于企业已有在线监测安装单位对其在线监测系统进行了维护和售后，本次设计仅对在线监测系统新增的表面位移、内部位移、浸润线、干滩长度、安全超高、库水位等相关阈值进行设计。

2.4.8 库内船只

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浮筒和固定铺设于多个浮筒上的面板，浮筒作为浮子，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。

2.4.9 辅助设施

(1)尾矿库道路

为了施工库内排水井及后期管理需要，设计在库区左岸修建应急道路至库尾 5#排水井位置，应急道路长度 725m，应急道路可与已修建通往库尾的应急道路连通，设计利用左侧叉沟内的 560m 高程以下的应急道路，同时新修建应急道路宽 4.0m，可采用厂外四级道路的标准修建，路面可采用碎石路面，满足人员、物资等上坝需要。

(2)值班室

为方便管理，在尾矿库堆积坝高处设置值班室，供管理人员工作和休息，包括值班房、休息室和备品库。

(3)通讯

为了便于生产管理，在尾矿库值班房内安装有线电话一部，保证 24 小时畅通。尾矿库值班房内应设置有线网络。另外，库区应确保具有手机信号，尾矿库管理人员和操作人员均配置移动电话及传呼机，并保持手机 24 小时开机，以便及时与公司、选矿厂之间沟通联系，确保尾矿库通讯安全可靠。固定、移动通讯配置保障了紧急情况下的通讯联络的可靠性。

(4)照明设施

①上坝道路照明采用架空线路供电；

②坝上配用投光灯，投光灯照射范围为 50m 左右；

③设置专线用于坝上照明，并保证足够的照明度，投光灯照射范围为 50m 左右，照明的数量根据各时期坝顶长度确定；

④配备手携式灯具等辅助照明器材，以满足夜间生产作业、检查巡视、监测和管理救援的需要；

⑤尾矿库变配电所、办公、值班室拟采用荧光灯，室外采用高压钠灯，下坝道路采用高压钠灯。

2.4.10 安全标志

可研未设计安全标志的内容。

3 定性定量评价

根据建设项目《可研报告》，参照《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，2016.05.30)的要求，评价单元共划分为：总平面布置及周边环境、尾矿坝、防排洪系统、安全监测、辅助设施、安全标志、安全管理、重大危险源辨识等八个评价单元。

定性评价方法主要采用安全检查表法、预先危险性分析法、类比分析法等；定量评价方法主要采用稳定性分析、洪水计算、调洪演算、防洪系统水力计算等。

3.1 总平面布置及周边环境单元

3.1.1 总平面布置简述

嵩县前河金矿竹毛沟尾矿库位于选厂东北直线距离 5.0km 的竹毛沟内，竹毛沟为一狭长山谷，走向南北，地势南高北低，现状库区总汇水面积 0.45km²，流域长度 1.39km，沟底平均坡度 12.5%。沟内植被一般，有少许灌木，无耕地、无居民。

初期坝下游右侧 100m 处设有尾矿库配套事故池，事故池为钢筋混凝土结构，池长 20m，池宽为 10m，池深 5.0m，壁厚 25cm。为防止人员发生高处坠落，企业在事故池侧壁顶部设有钢管护栏。事故池旁边设有尾矿库值班室，为防止非相关人员进入库区，企业在值班室处设有进入库区屏障。

初期坝下游 400m 为伊河河岸，伊河与竹毛沟为垂直分布，伊河沟口至尾矿坝之间无居民，只有该公司设置的回水泵站。沿伊河下游具有较大的消能空间。尾矿库一旦失事，不会造成重大人身伤亡和财产损失，仅能造成局部河道堵塞及一定程度的环境污染等灾害。

库区检查未发现违章爆破、采石，无违章取尾矿再选、取水，无外来尾矿、废石、废水和废弃物排入，无放牧和开垦现象。

库区地形地貌简单，边坡为稳定的自然状态。库区内没有滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、活动性断层等大的不良地质作用分布，仅在上坝道路左侧山体处见到少量的规模很小的岩石崩塌体，对尾矿库影响较小。

尾矿库扩容采用上游式碎石土筑坝，排水系统采用排水井——排水支隧洞——排水主隧洞——消力池式排水系统，坝体系统、防洪排水系统安全可靠。

尾矿库扩容工程不占据可耕地、距离选厂近且能满足选厂的排尾量要求、坝址及库区工程地质条件好。

3.1.2 安全评价

根据《尾矿设施设计规范》、《尾矿库安全监督管理规定》、《尾矿库安全技术规程》及相关法律、法规和技术标准，依据《可研报告》的主要内容及现场踏勘情况，进行安全评价。

3.1.2.1 安全检查表

结合现场检查，采用安全检查表法(详见表 3-1-1)。

库址及周边环境安全检查表 **表 3-1-1**

序号	项目检查内容	检查依据	设计工程	结论	备注
1	尾矿库库址选择应根据汇水面积、工程地质及水文地质、库长、库区周边环境等因素经多方案技术经济比较综合确定,并应符合下列要求: ①汇水面积小, 并应有足够的库容; ②避开不良地质现象严重区域; ③上游式尾矿库有足够的初、终期库长;——上游式尾矿库库底平均纵坡不得陡于20%。	GB39496-2020 第 5.2.2 条	该库址扩容以上汇水面积为为 0.387km², 新增几何库容为 98.59×10⁴m³, 新增库容可满足企业 8.95 年的排尾需要。 ②根据工勘报告, 工程地质条件较好, 适宜扩容。 ③580m 高程以上库长为 477m, 终期库长为 405m, 库长可满足干滩长度、调洪水深和澄清距离的要求。 ④上游平均坡降为 15.5%。	符合	
2	尾矿库选址应经多方案技术经济比较综合考虑确定, 并遵守下列原则: ①不宜位于大型工矿企业、大型水源地、重要铁路和公路、水产基地和大型居民区上游; ②不宜位于居民集中区主导风向的上风侧; ③不占或少占农田, 不迁或少迁居民; ④不宜位于有开采价值的矿床上面; ⑤汇水面积小, 有足够的库容; ⑥筑坝工程量小, 生产管理方便; ⑦应避开地质构造复杂、不良地质现象严重区域;	GB50863-2013 第 3.1.2 条	库址下游无重要设施, 无居民, 未位于有开采价值的矿床上面, 汇水面积小, 筑坝工程量小, 避开地质构造复杂、不良地质现象严重区域。	符合	
3	尾矿库不应设在下列地区①国家法律、法规	GB39496-2020 5.2.1	该尾矿库不再法律、法规规程禁止建设的区	符合	

序号	项目检查内容	检查依据	设计工程	结论	备注
	规程禁止建设尾矿库的区域。②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威胁区域。		域,尾矿库一旦失事对下游影响较小。		
4	尾矿库库区安全检查主要内容: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。	GB39496-2020 9.5.1	现场勘察,无违章建筑、违章施工等情况。	符合	
5	检查周边山体滑坡、塌方和泥石流等情况时,应详细观察周边山体有无异常和急变,并根据工程地质勘察报告,分析周边山体发生滑坡可能性。	GB39496-2020 9.5.2	依据工勘报告,库区内无滑坡、泥石流、溶洞等大的不良地质作用。	符合	
6	检查库区范围内危及尾矿库安全的主要内容: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。	GB39496-2020 9.5.3	无违章爆破、采石和建筑,无违章回采、外来尾矿库等。	符合	

3.1.2.2 尾矿库周边影响及下游安全性分析

嵩县前河金矿竹毛沟尾矿库位于选厂东北直线距离 5.0km 的竹毛沟内,竹毛沟为一狭长山谷,走向南北,地势南高北低,现状库区总汇水面积 0.45km²,流域长度 1.39km,沟底平均坡度 12.5%。沟内植被一般,有少许灌木,无耕地、无居民。

初期坝下游右侧 100m 处设有尾矿库配套事故池,事故池为钢筋混凝土结构,池长 20m,池宽为 10m,池深 5.0m,壁厚 25cm。为防止人员发生高处坠落,企业在事故池侧壁顶部设有钢管护栏。

事故池旁边设有尾矿库值班室，为防止非相关人员进入库区，企业在值班室处设有进入库区屏障。

初期坝下游 400m 为伊河河岸，伊河与竹毛沟为垂直分布，伊河沟口至尾矿坝之间无居民，只有该公司设置的回水泵站。沿伊河下游具有较大的消能空间。尾矿库一旦失事，不会造成重大人身伤亡和财产损失，仅能造成局部河道堵塞及一定程度的环境污染等灾害。

依据洛阳市永青环保工程有限公司出具的加高扩容项目的情况说明可知，伊河属于黄河二级支流，项目满足洛阳市三线一单相关要求。

库区检查未发现违章爆破、采石，无违章取尾矿再选、取水，无外来尾矿、废石、废水和废弃物排入，无放牧和开垦现象。

库区地形地貌简单，边坡为稳定的自然状态。库区内没有滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、活动性断层等大的不良地质作用分布，仅在上坝道路左侧山体处见到少量的规模很小的岩石崩塌体，对尾矿库影响较小。

尾矿库扩容采用上游式碎石土筑坝，排水系统采用排水井——排水支隧洞——排水主隧洞——消力池式排水系统，坝体系统、防洪排水系统安全可靠。

尾矿库扩容工程不占据可耕地、距离选厂近且能满足选厂的排尾量要求、坝址及库区工程地质条件好。

依据《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》规

定，尾矿库“头顶库”是指初期坝坡脚起至下游尾矿流经路径 1 公里范围内有居民或重要设施的尾矿库。

竹毛沟尾矿库下游 1km 范围内无居民，企业应按相关文件要求对下游划定安全控制区范围，在下游安全控制区范围内，不得新建生产、生活设施。

3.1.2.3 尾矿库等别评价

影响尾矿库等别判定的因素有全库容数据和坝高参数，除此之外还与库坝下游设施状况有关。

根据《尾矿设施设计规范》，采用安全检查表法，将设计尾矿库库容、坝高等参数与划分标准要求对照，以评价设计尾矿库等别在安全上的符合性(详见表 3-1-2)。

尾矿库等别安全检查表 表 3-1-2

序号	检查项目	设计参数	库等别判定	检查结果
1	设计尾矿库几何库容	$370.55 \times 10^4 \text{m}^3$	$100 \times 10^4 \text{m}^3 \leq V < 1000 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为四等库	三等库
2	设计尾矿库总坝高	H=122m	$100 \leq H < 200 \text{m}$ ，为二等库	

按最终全库容确定该尾矿库等别为四等库，按最终坝高确定尾矿库等别为二等库，当按尾矿库的全库容和坝高确定的尾矿库等别当等差大于一等时，应以高者降一等确定，因此，该尾矿库等别判定为三等库，与可研判定等别相符合。

本评价依据下列标准进行校核：

①防洪标准：按 1000 年一遇的洪水频率进行校核。

②坝坡抗滑稳定最小安全系数采用瑞典圆弧法计算时应满足正常运行时 ≥ 1.2 、洪水运行状态时 ≥ 1.1 ，特殊运行时 ≥ 1.05 等。

③下步设计主要构筑物按 3 级标准进行设计，次要构筑物按 5 级标准进行设计，临时构筑物按 5 级标准进行设计。

④最小干滩长度不小于 70m，最小安全超高不小于 0.7m。

⑤堆积坝高度 $100 \leq H \leq 150\text{m}$ ，浸润线最小埋深 8~6m，评价要求浸润线最小埋深控制在 10m 以下。

3.1.3 安全对策措施及建议

(1)下步设计应依据岩土工程勘察报告完善设计内容。

(2)下步设计应补充典型高程时安全运行控制参数分析内容。

(3)企业应按相关文件要求对下游 1km 划定安全控制区范围，在下游安全控制区范围内，不得新建生产、生活设施。

3.1.4 评价小结

库区内无滑坡、泥石流、溶洞等大的不良地质作用，场地建设拟建工程适宜性为较适宜，该尾矿库下游 1km 范围内无居民和重要设施，企业应按相关文件要求对下游划定安全控制区范围，在下游安全控制区范围内，不得新建生产、生活设施。

3.2 尾矿坝

3.2.1 可研简述

(1)堆积坝结构参数

设计竹毛沟尾矿库加高 15m，坝顶高程自 580.0m 加高至 595m。受山体地形条件限制，为利于尾矿坝安全稳定，同时便于企业管理，优化调整了后期堆积坝子坝坝轴线方向，且受地形条件的限制，自原扩容设计高程 580.0m 处设置一平台，平台宽度 42m~62m，留设平台后，后期无需增加副坝。

加高的后期堆积坝采用山坡碎石土上游法堆筑子坝，共加高 15m，分 3 期加高堆积子坝实施，每期堆积子坝高 5m。堆积子坝结构：堆积子坝顶宽 5m，子坝下游侧坡比为 1:4，上游侧坡比为 1:2。高程 580.0m~595m 之间堆积坝平均外坡比为 1:5。

扩容加高后堆积坝总坝高 96m，平均外坡比为 1:4.2。

山坡碎石土筑坝时设计要求坝体分层（层厚 0.3m）碾压（采用 20t 振动式压路机），沿坝轴线方向每层每间隔 30m 取样检测，合格后方可填筑上一层，碾压坝体时，应特别重视坝肩及结合部的碾压，应使碾压部分与坝基紧密结合，压实度不小于 96%。

反滤层铺设在内坡，在废石土筑坝完成后，对内坡进行平整，铺设土工布（规格不低于 500g/m²），然后外侧铺砂砾料或粗尾砂，进行压实。

(2)坝面排水沟

为避免山坡及坝坡降雨径流水冲刷堆积体，设计在每级子坝马道平台内侧设置纵向排水沟，在坝坡面间距 80~100m 设置竖向排水沟，并在堆积体两岸坝肩设置排水沟。堆积坝体降雨径流水通过坝体横向排水沟，流入坝面竖向排水沟后，再汇入两侧坝肩排水边沟，最终汇入排至下游。纵向及竖向排水沟尺寸矩形 $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 。

(3)堆积坝坝肩排水沟

堆积坝坝肩排水沟设计 $B \times H = 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$, C25 钢筋混凝土结构，底板和边坡厚度为 0.25m。

(4)排渗设施

设计在 580m、585m、590m 子坝顶设置顶管式水平排渗管排渗，排渗管采用 PE 管，直径 75mm，单根长度不小于 80m，间距 10m。

3.2.2 安全评价

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类企业事故经验教训，针对该尾矿坝的特点，运用预先危险分析的评价方法，对该单元中可能发生的潜在危险或事故及其危险部位、危险等级、原因或触发条件进行分析和预测，并有针对性地提出安全要求和对策措施(详见表 3-2-1 尾矿坝预先危险分析表)。

尾矿坝预先危险分析表 表 3-2-1

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
1	坝坡失稳	尾矿坝	III	因尾矿坝设计不当而造成坝坡失稳	(1)尾矿堆积坝筑坝方式选择应符合下列要求： 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。

				②上游式尾矿筑坝，尾矿颗粒较粗者可采用直接冲积法筑坝；尾矿颗粒较细者宜采用分级冲积法筑坝； (2)上游式尾矿筑坝，中、粗尾矿可采用直接冲积筑坝法，尾矿颗粒较细时宜采用分级冲积筑坝法。每期子坝宜采用尾矿堆筑，也可采用废石、砂石堆筑。 (3)尾矿库的挡水坝应按坝型采用相应的水库坝设计规范设计，但防洪标准不应低于本规范的规定。 (4)上游式尾矿堆积坝沉积滩顶与设计洪水位的高差，应符合表的最小安全超高值的规定，二等库最小安全超高不应小于 1.0m，最小干滩长度不应小于 100m。 同时，滩顶至设计洪水位水边线的距离，应符合最小干滩长度值的规定。 (5)尾矿坝的稳定性计算应符合下列要求： ①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滑弧法，地震荷载应按拟静力法计算。稳定计算应按下列要求进行： a、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，还应专门的动力抗震计算，动力抗震计算应包括地震液化分析、地震稳定性分析和地震永久变形分析。 b、尾矿坝挡水坝应进行稳定计算。 ②尾矿坝稳定计算的荷载，可根据不同运行条件进行组合。 ③坝坡抗滑稳定的安全系数不应小于下表的数值。 采用瑞典滑弧法计算时，3 等库正常运行坝坡抗滑最小安全系数不小于 1.2，洪水运行不小于 1.10，特殊运行不小于 1.05。 (6)初期坝坝顶宽度，当无行车要求时，初期坝坝高大于 30m 时，坝顶最小宽度不宜小于 4m。 (7)透水堆石坝堆石体上游坡坡比不宜陡于 1: 1.6，下游坡比：1: 1.6~1: 1.75。 (8)透水初期坝上游坡面采用土工布组合反滤层时，宜设置嵌固平台，高差为
--	--	--	--	---

				10m~15m，宽度不小于 1.5m。土工布嵌入坝基及坝肩深度不应小于 0.5m，并应填塞密实。 (9)上游式尾矿坝的初期坝下游坡面应沿标高每隔 10m~15m 设置一条马道，宽度不宜小于 1.5m。尾矿堆积坝有行车要求时，下游坡面应沿标高每隔 10m~15m 设置一条马道，宽度不宜小于 5m。 (10)尾矿坝下游坡与两岸山坡结合处的山坡上应设置坝肩截水沟，并宜在初期坝设置踏步，踏步宽度不宜小于 1m。 (11)上游式尾矿坝的堆积坝下游坡面上，应结合排渗设施，每隔 5m~10m 高差设置排水沟。 (12)尾矿堆积坝下游坡与两岸山坡结合处应设置截水沟。 (13)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 设置踏步一道。 (14)初期坝上游坡面应有防止初期放矿直接冲刷初期坝的措施。
2	溃坝	尾矿坝	IV	因工程施工不合格而造成垮坝事故 (1)坝体与坝基岸坡埋管的连接处应妥善处理，防止产生集中渗透水流，引起渗流破坏，防止形成引起坝体失稳的软弱层面，防止因连接不当产生不均匀沉降。 (2)尾矿坝坝基开挖施工时，应挖去强风化细碧岩，坝基采用中风化细碧岩作为基础持力层。 (3)坝体与坝基及岸坡的连接必须妥善设计和处理。连接面不应发生水力劈裂和邻近接触面岩石大量漏水，不得形成影响坝体稳定的软弱层面，不应由于岸坡形状或坡度不当形成不均匀沉降而导致坝体裂缝。 (4)坝体与岩石坝基和岸坡的连接应遵循下列原则：①坝体断面范围内的岩石坝基与岸坡，应清除其表面松动石块、凹处积土和突出的岩石；②对失水很快风化的软岩(如页岩、泥岩)，开挖时宜预留保护层，待开始回填时，随挖除、随回填，或开挖后喷浆保护。 (5)基础开挖完成后应经过勘察报告编

					制单位验证后方可施工坝体。基础开挖过程中应做好隐蔽工程的施工纪录。坝体与两坝肩山体结合处,也应清除掉山体上的风化层,使坝体直接与基岩相连接。任何情况下,坝体与岸坡结合均应采用斜面连接,不得将岸坡清理成台阶式,更不允许有反坡,岸坡清理坡度岩石为 1: 1, 一般粘性土为 1: 2。 (6)在开挖过程中要注意支护好坑壁,要保证坑壁的安全角度;雨季施工时要提前施工临时拦洪坝及导流渠,按有关规范要求要求进行施工,确保雨季施工安全。 (7)采用尾矿堆坝的尾矿库,应在运行期对尾矿坝做全面的安全性复核,以验证最终坝体的稳定性和确定后期的处理措施;尾矿坝安全性复核前应对尾矿坝进行全面的岩土工程勘察,安全性复核工作应由设计单位根据勘察结果完成。安全性复核应满足下列原则:一等及二等尾矿库在尾矿坝堆至 1/3 ~ 1/2 和 1/2 ~ 2/3 最终设计总坝高时,应分别对坝体做全面的安全性复核;尾矿性质、放矿方式与设计相差较大时,应对尾矿坝体进行全面的安全性复核。
3	渗流破坏、管涌;	初期坝、堆积坝	III	1、初期坝、堆积坝体内的排渗设施未设计或设计有缺陷或未按设计要求精心施工; 2、由于放矿方式不合理,互层现象严重,造成排渗设施失效; 3、发现坝体有变形、裂缝、塌陷、管涌等现象未进行处理或处理方法不当。	(1)尾矿坝设计应进行渗流计算,渗流计算应分析放矿、雨水等因素对尾矿坝浸润线的影响,湿式尾矿库 1、2 级尾矿坝的渗流应按三维数值模拟计算或物理模型试验确定。 (2)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,尚应满足下列要求,堆积坝高度 $150\text{m} \leq H$ 时,尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深 10~8m。 (3)尾矿坝的渗流控制措施必须确保浸润线低于控制浸润线。 (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、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,设计随坝体升高适时设置排渗管的排渗系统。 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。
4	洪水漫顶	排水构筑物	III	排水井、排水隧洞排水能力不足，未及时清理、堵塞或有裂缝、排水沟砌筑不合格，基础处理不当等	(1)尾矿库排水构筑物的形状及尺寸应根据水力计算及调洪演算确定。 (2)排水构筑物的进水构筑物位置，应根据回水和排放的水质要求经计算或参考类似尾矿库的实际运行经验确定。进水构筑物的型式应根据排水量大小，尾矿库的地形条件和是否兼作回水设施等因素确定。 (3)左右坝肩截水沟、库面横向排水沟的基础应避免设置在工程地质条件不良或需要填方的地段。无法避免时，应进行地基处理设计。 (4)汛期前应对排水沟进行检查、维修和疏浚，确保排洪设施畅通。 (5)排出库内蓄水或大幅度减低库内水位时，应注意控制流量，非紧急情况下不宜骤降。 (6)洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查与清理，发现问题及时修复，同时采取措施降低库水位，防止连续降雨后发生垮坝事故。

3.2.2.1 坝体渗流分析计算

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

3.2.2.1.1 渗流分析计算原理

目前，渗流分析主要有解析求解、物理模拟、数值计算三种方法。其中数值计算方法是应用相当广泛的一种方法，又分为有限差分法、有限单元法和边界元法。有限单元法是古典变分法与分块多项式插值结合的产物，既吸收了有限差分法中离散处理的思想，又继承了变分

计算中选择试探函数的方法,同时对区域进行合理的积分并充分考虑了各单元对节点的贡献,可以很容易适应复杂几何形状的边界、各向异性的渗透性,以及复杂的分层问题处理。因此本设计计算采用有限元法。

(1)基本方程

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

$$\frac{\partial}{\partial x}(k_x \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(k_y \frac{\partial h}{\partial y}) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (3-2-1)$$

当为稳定渗流时,假定土和水均不可压缩,式(3-2-1)变为

$$\frac{\partial}{\partial x}(k_x \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(k_y \frac{\partial h}{\partial y}) = 0 \quad (3-2-2)$$

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

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

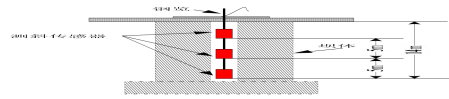
$$I(h) = \iint_{\Omega} \left\{ \frac{1}{2} k_x \left[\frac{\partial h}{\partial x} \right]^2 + \frac{1}{2} \left[\frac{\partial h}{\partial y} \right]^2 + S_s \frac{\partial h}{\partial t} h \right\} dx dy + \int_{\Gamma_2} q h d\Gamma \quad (3-2-3)$$

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

$$I(h) = \sum_{e=1}^m \iint_{\Omega} \left\{ \frac{1}{2} k_x \left[\frac{\partial h}{\partial x} \right]^2 + \frac{1}{2} \left[\frac{\partial h}{\partial y} \right]^2 + S_s \frac{\partial h}{\partial t} h \right\} dx dy + \sum_{j=1}^k \int_{\Gamma_2} q h d\Gamma \quad (3-2-4)$$

对式(4-1-5)取其变分等于零,并对各子区域迭加,可得到由

有限元法求解渗流场的方程式:



$$(3-2-5)$$

式中 $\{f\}$ 为已知常数项, 由已知水头节点得出。

对时间项取得隐式的有限差分后, 上式变为

$$\left([K] + \frac{1}{\Delta t} [S] \right) \{h\}_{t+\Delta t} + \frac{1}{\Delta t} [P] \{h\}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [S] \{h\}_t - \frac{1}{\Delta t} [P] \{h\}_t = \{f\} \quad (3-2-6)$$

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

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

$$[K] \{h\}_{t+\Delta t} + \frac{1}{\Delta t} [P] \{h\}_{t+\Delta t} - \frac{1}{\Delta t} [P] \{h\}_t = \{f\} \quad (3-2-7)$$

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

$$[K] \{h\} = \{f\} \quad (3-2-8)$$

(2) 定解条件

1) 初始条件

对于非稳定渗流, 必须求得开始时刻流场区域 Ω 的水头分布作为初始条件。即:

$$h(x, y, t) |_{t=0} = h_0(x, y), \quad (x, y) \in \Omega \quad (3-2-9)$$

2) 第一类边界条件 (Dirichlet 条件)

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

$$h|_{\Gamma_1} = f(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_1 \quad (3-2-10)$$

3) 第二类边界条件（Neumann 条件）

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

$$\frac{\partial h}{\partial n}|_{\Gamma_2} = -v_n / k = f(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_2 \quad (3-2-11)$$

4) 第三类边界条件

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

$$\left(\frac{\partial h}{\partial n} + \alpha h\right)|_{\Gamma_3} = \beta(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_3 \quad (3-2-12)$$

式中 α ， β 为上述边界的已知函数。

3.2.2.1.2 渗流分析计算条件

(1) 计算参数

根据 2024 年 1 月河南同兴勘测设计有限公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容改造工程岩土工程地质勘察报告书》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 3.2-2。

尾矿库各土层渗透系数 表 3.2-2

层号	①	②	③	④	⑤初期坝	⑥	⑦
渗透系数 (K(cm/s))	3.6×10^{-3}	3.1×10^{-4}	1.3×10^{-4}	2.7×10^{-6}	3.0×10^{-2}	3.9×10^{-3}	2.5×10^{-3}

(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。

3.2.2.1.3 坝体渗流计算分析

本设计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《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容改造工程岩土工程地质勘察报告书》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。

1、扩容工程运行初期（580.0m 高程）渗流稳定分析

根据该尾矿库洪水计算及调洪演算结果，尾矿库扩容工程运行初期堆积坝坝顶高程 580.0m，坝前滩顶高程 580.0m，库内正常水位为 578.0m，防洪高度 2.0m，正常运行期间库内干滩长度为 200m，干滩

坡度为 1.0%，调洪后库内最高洪水位为 578.94m，尾矿库洪水运行时库内干滩长度为 106.0m，尾矿库扩容改造工程运行初期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：

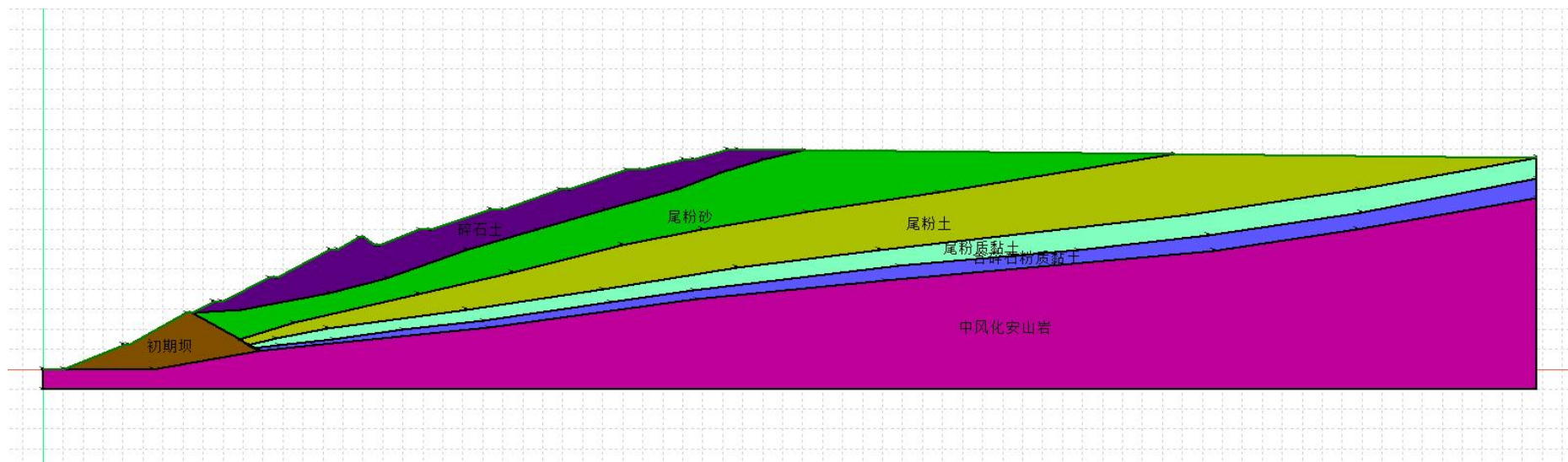


图 3.2-1 运行初期坝体渗流分析计算模型

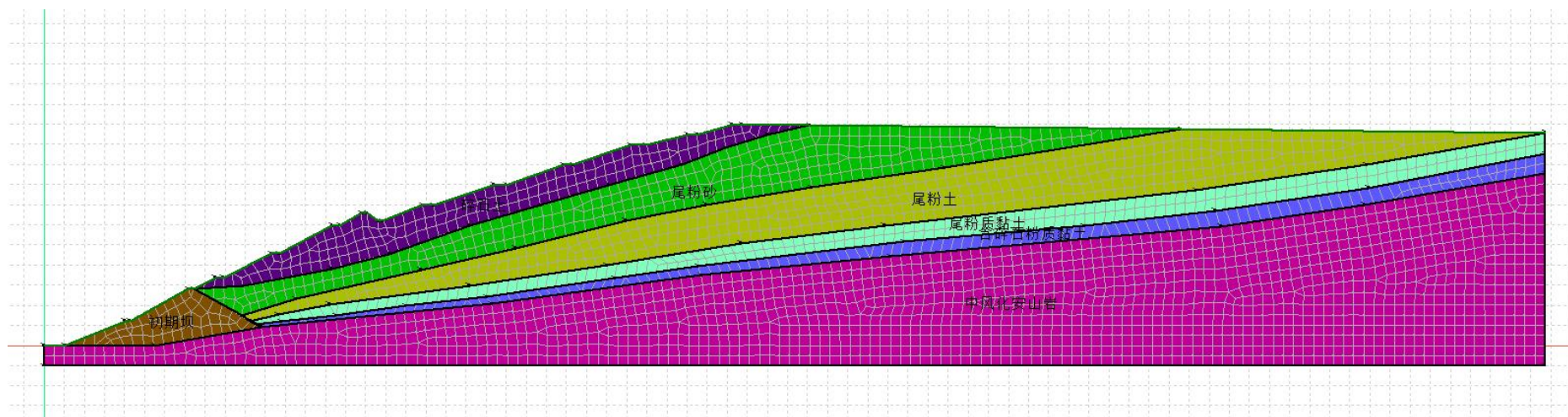


图 3.2-2 运行初期坝体有限元分析网格剖分

(1)正常运行工况坝体渗流分析

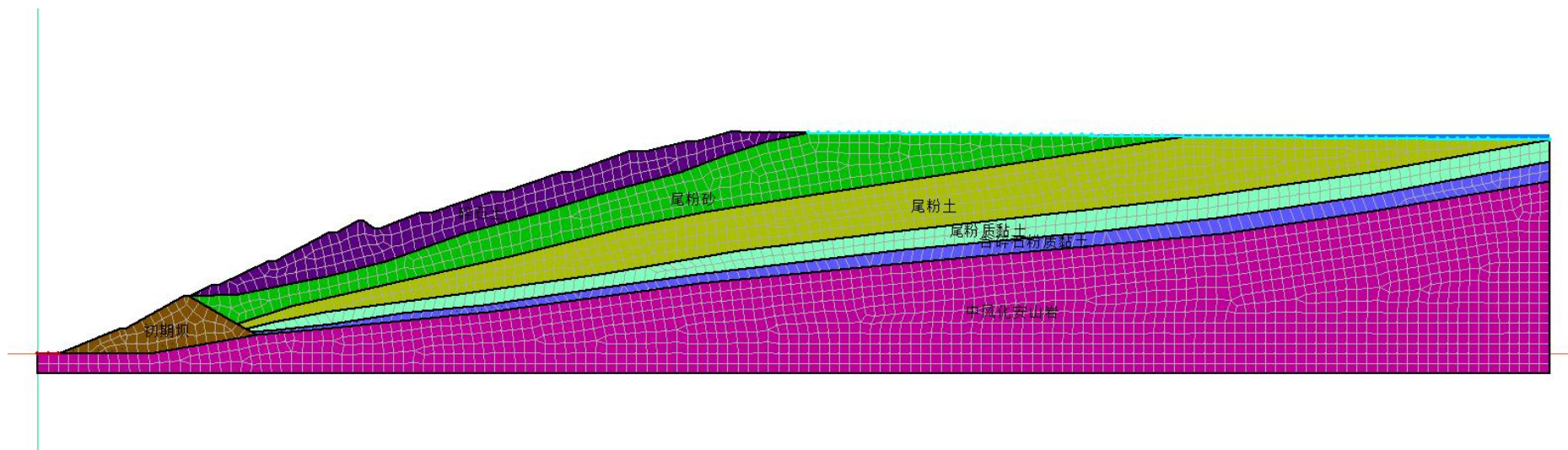


图 3.2-3 运行初期正常运行工况 578.0m 水位加荷载

计算结果分析:

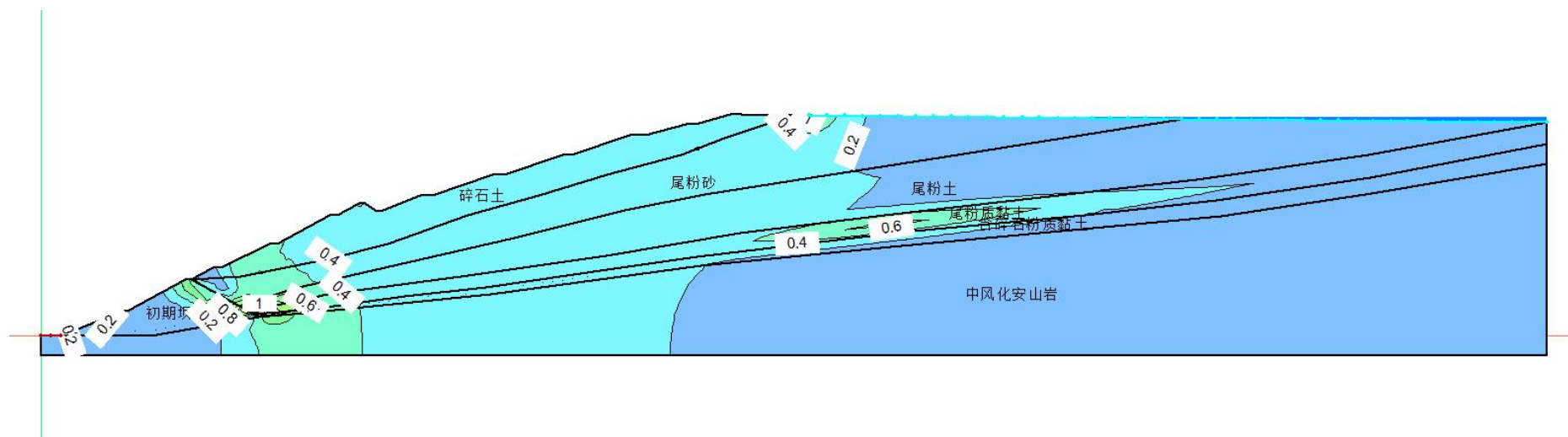


图 3.2-4 运行初期正常运行工况坝体内部水力梯度计算结果云图

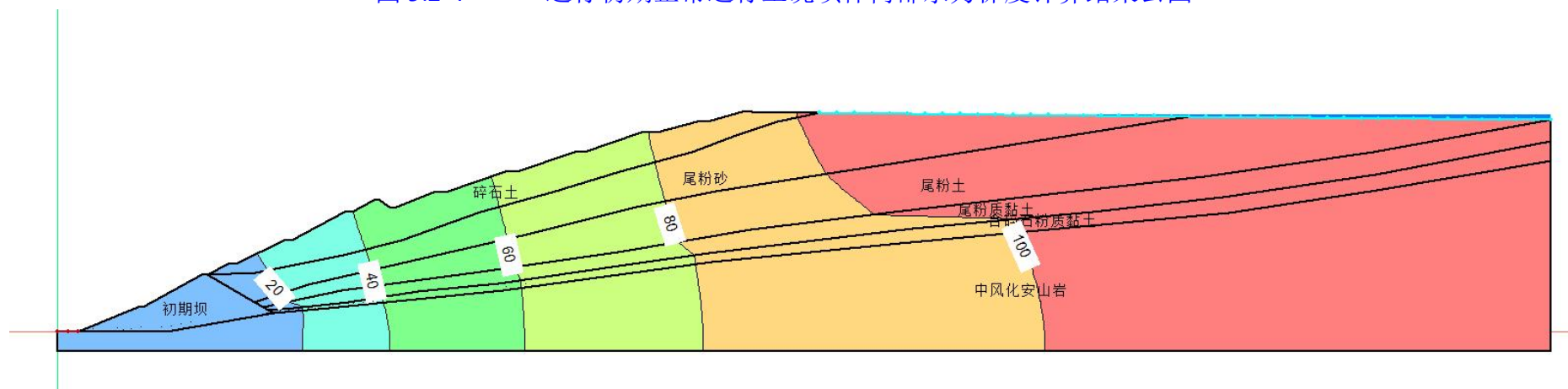


图 3.2-5 运行初期正常运行工况坝体内部孔隙水压力计算结果云图

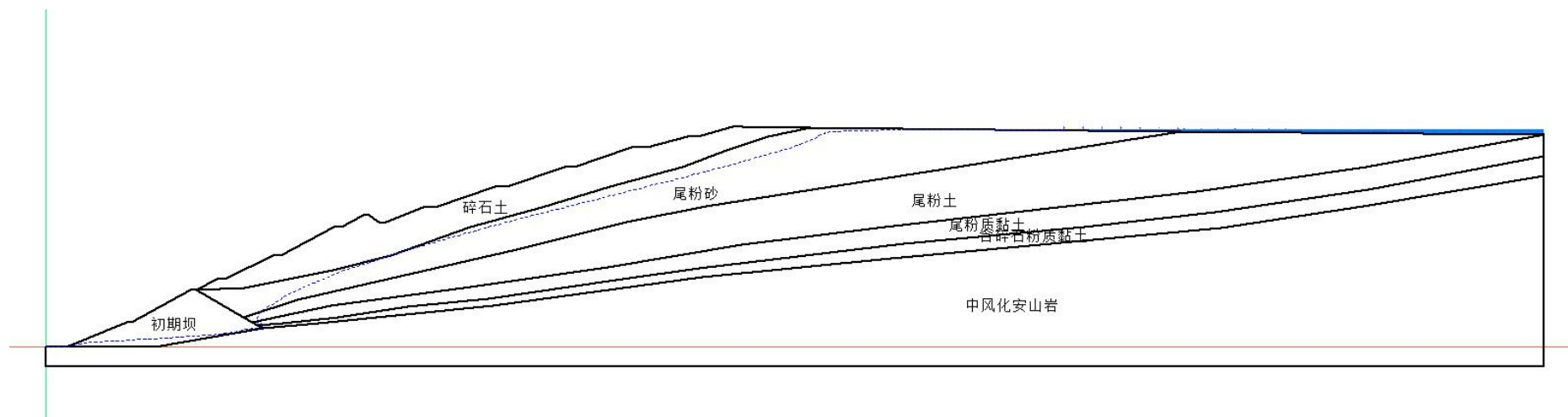


图 3.2-6 运行初期正常运行工况坝体内部浸润线计算结果云图

(2)洪水运行工况坝体渗流分析

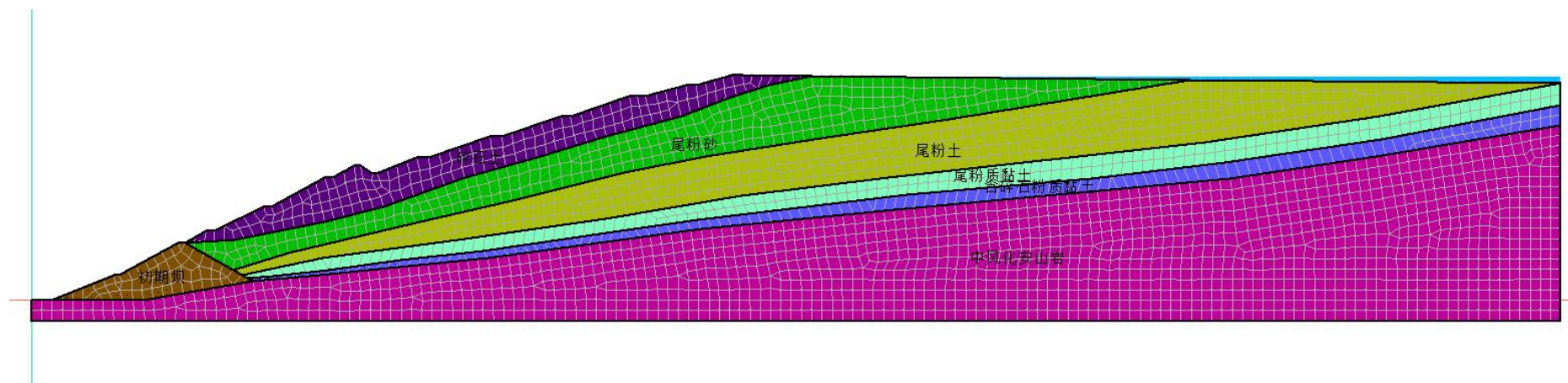


图 3.2-7 运行初期洪水运行工况 578.94m 水位加荷载

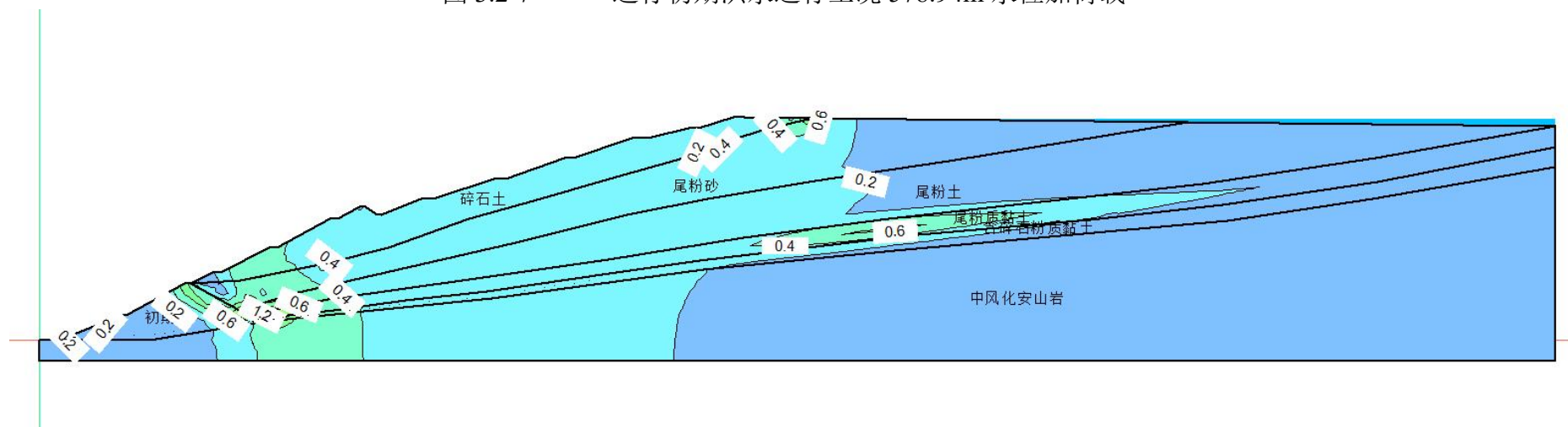


图 3.2-8 运行初期洪水运行工况坝体内部水力梯度计算结果云图

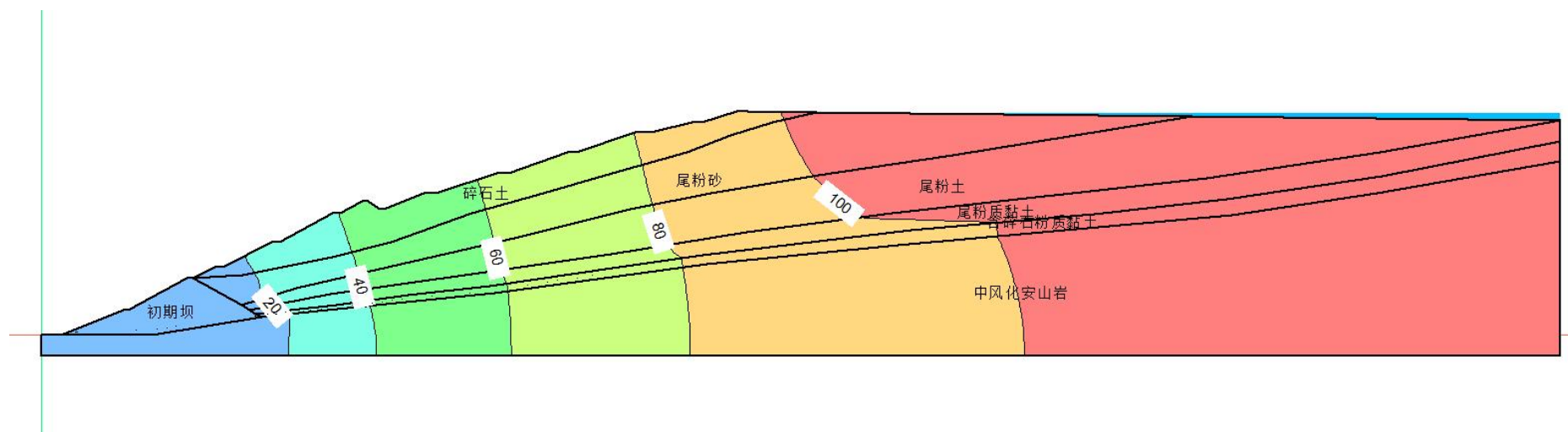


图 3.2-9 运行初期正常运行工况坝体内部孔隙水压力计算结果云图

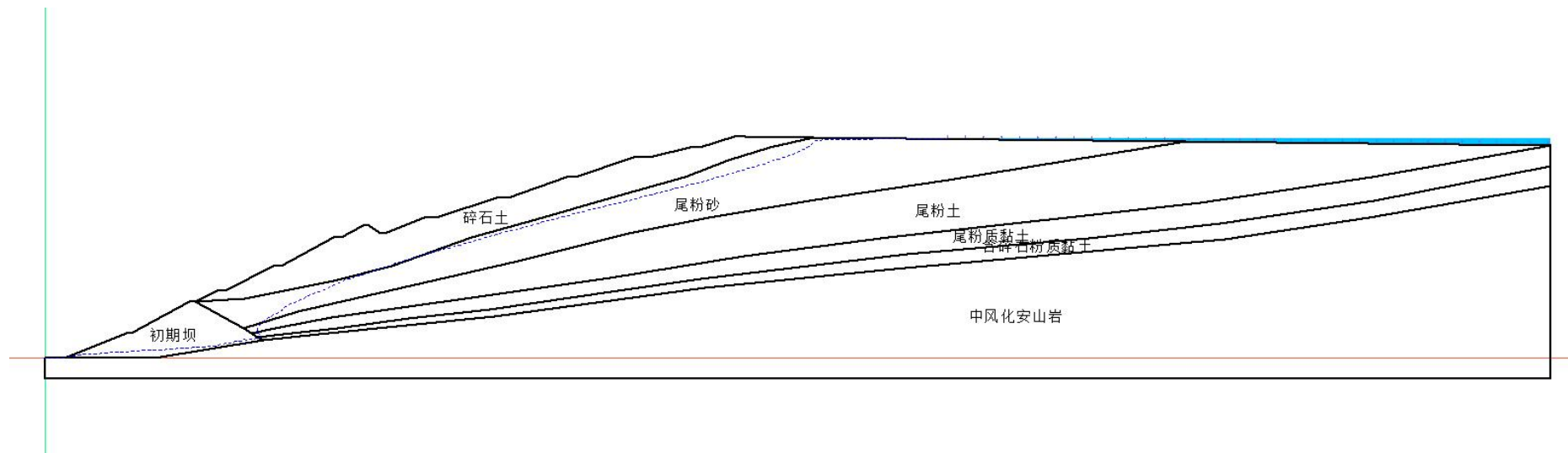


图 3.2-10 运行初期洪水运行工况坝体内部浸润线计算结果云图

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 9.6m~23.2m,洪水运行工况坝体内部浸润线埋深为 7.5m~19.3m,, 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 0.2,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。

3.2.2.2 坝体抗滑稳定分析计算

3.2.2.2.1 稳定性分析原理

目前国内外边坡稳定计算方法包括极限平衡法、有限元法和概率统计法等。本次采用极限平衡法中的瑞典圆弧法对尾矿库坝体进行静力抗滑稳定分析。

极限平衡法是依靠一些假定使问题变得静定可解,这些假设包括:1)刚体条件,即认为潜在滑体在受力和变形过程中总为不可压缩的刚体;2)极限强度条件,即潜在滑体处于极限强度状态;3)力平衡条件,考虑滑体安全储备后,在各种力作用下处于平衡状态。

极限平衡法将问题简化为平面问题,一般采用条分法进行,同时又根据满足平衡条件的不同可分为非严格和严格条分法,满足力平衡或力矩平衡条件之一的称为非严格条分法,两者同时满足的则称为严格条分法。计算前,给定一个滑动面,用铅垂线将它剖分为若干铅直土条,忽略土条本身的应力和应变关系,建立刚体静力平衡条件。计算过程一般先假设边坡破坏形式是土体沿某一确定的滑

裂面滑动，再根据静力平衡条件和摩尔—库仑破坏准则计算安全系数大小，然后系统地选取多个可能滑动面，用同上方法计算各个稳定安全系数，其中安全系数最小的滑动面就是最可能的滑动面。

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

$$F_s = \frac{\sum (\text{每一土条在滑裂面上的抗滑力矩})}{\sum (\text{每一土条在滑裂面上产生的滑动力矩})} \quad (3-2-13)$$

式中 F_s 表示稳定性系数。

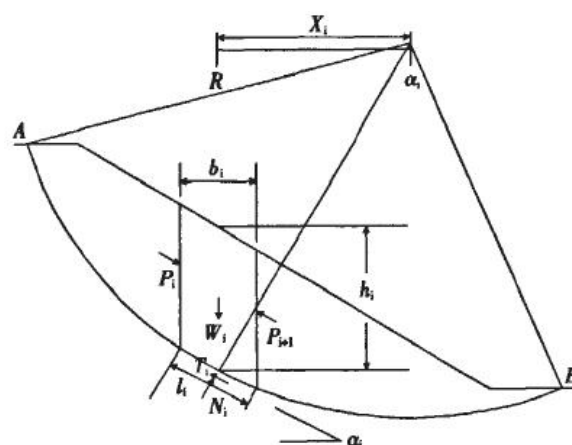


图 3.2-17 瑞典圆弧法受力分析图

瑞典圆弧法受力分析图如图 3-2-6 所示， P_i 及 P_{i+1} 是作用于土条两侧的条间力合力，滑裂面 AB 上的平均抗剪强度为

$$\tau_f = c' + (\sigma - \mu) \tan \varphi' \quad (3-2-14)$$

式中 c' 为有效内聚力； φ' 为有效内摩擦角； μ 为孔隙压力。

土底切向阻力 T_i 为

$$T_i = \tau l_i = \frac{\tau_f l_i}{F_s} = \frac{c' l_i}{F_s} + (N_i - \mu l_i) \frac{\tan \varphi'}{F_s} \quad (3-2-15)$$

取土底法向力平衡，得

$$N_i = W_i \cos \alpha_i \quad (3-2-16)$$

因为 $x_i = R \sin \alpha_i$ ，得

$$F_s = \frac{\sum [c'_i l_i + (W_i \cos \alpha_i l_i - \mu_i l_i) \tan \varphi'_i]}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (3-2-17)$$

简化毕肖普法考虑了条块间的法向力，忽略了条块间的切向力；满足所有的力矩平衡条件，不满足水平向的力的平衡的坝坡稳定分析方法。

简化毕肖普法受力分析图，取每一土条竖直方向力的平衡，得

$$N_i \cos \alpha_i = W_i + X_i - X_{i+1} - T_i \sin \alpha_i \quad (3-2-18)$$

式中 X_i 、 X_{i+1} 为土条条间力竖向分力。

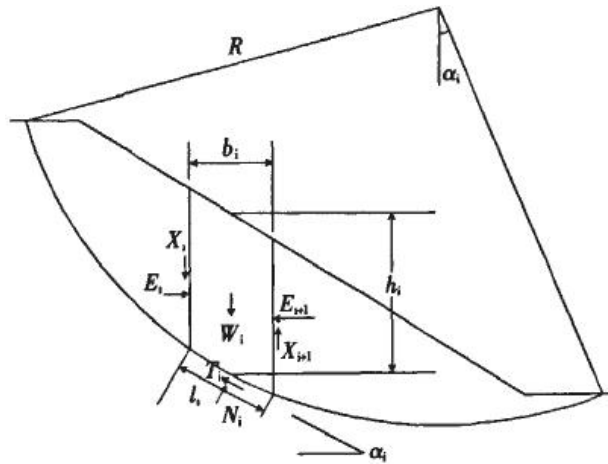


图 3.2-18 简化毕肖普法受力分析图

土底总法向力为

$$N_i = \left[W_i + (X_i - X_{i+1}) - \frac{c'_i l_i \sin \alpha_i}{F_s} + \frac{\mu_i l_i \tan \varphi'_i \sin \alpha_i}{F_s} \right] \frac{1}{m_\alpha} \quad (3-2-19)$$

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

考虑各土条对滑裂面圆心的力矩之和应当为零，有

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_\alpha} \{c'_i b_i + [W_i - \mu_i b_i + (X_i - X_{i+1})] \tan \varphi'_i\}}{\sum W_i \sin \alpha_i} \tag{3-2-20}$$

如果忽略条间作用力，则

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_\alpha} [c'_i b_i + (W_i - \mu_i b_i) \tan \varphi'_i]}{\sum W_i \sin \alpha_i} \tag{3-2-21}$$

3.2.2.2.2 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 3.2-3 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 3.2-4 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 2024 年 1 月河南同兴勘测设计有限公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容改造工程岩土工程地质勘察报告书》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，地区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。

3.2.2.2.3 坝体稳定性分析

1、运行初期坝体抗滑稳定性分析

建立尾矿库初期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和洪水运行工况抗滑稳定安全性分析。

表 3.2-5 尾矿库运行初期坝体最危险剖面最小抗滑稳定安全系数表

580.0m 标高	正常工况	洪水工况	特殊工况
瑞典圆弧法	1.391	1.294	不涉及
规范要求	1.20	1.10	1.05
备注	满足要求	满足要求	不涉及

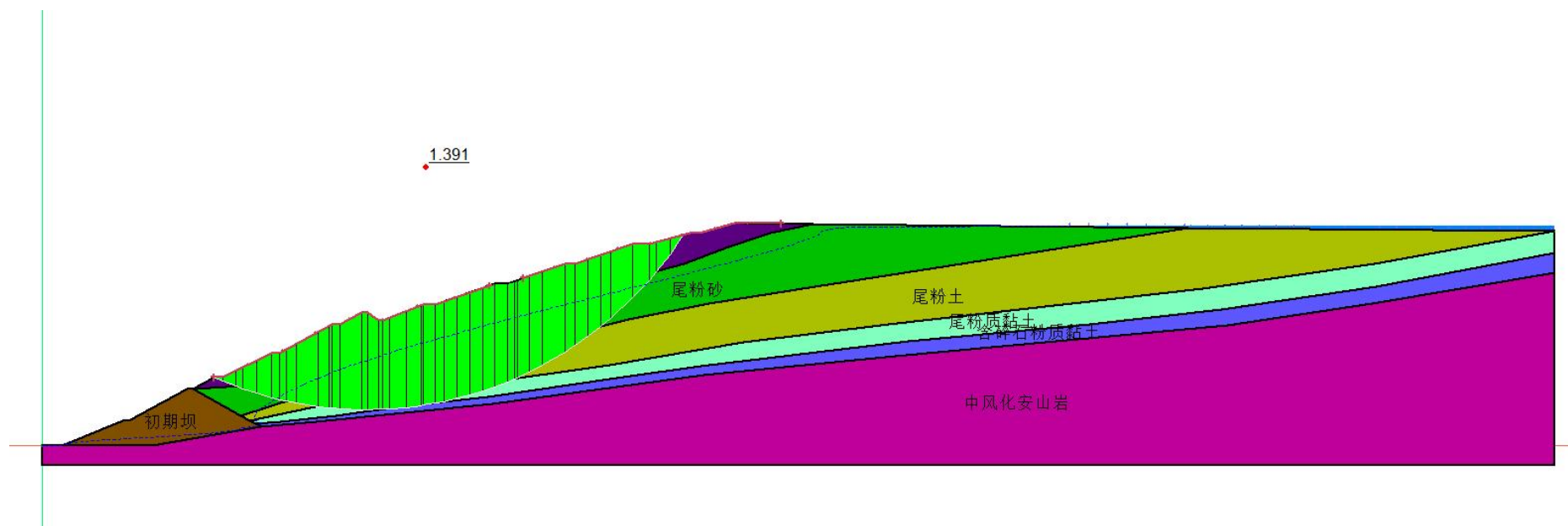


图 3.2-21 扩容工程运行初期正常运行工况坝体最危险滑动面 ($K_{min}=1.391$)

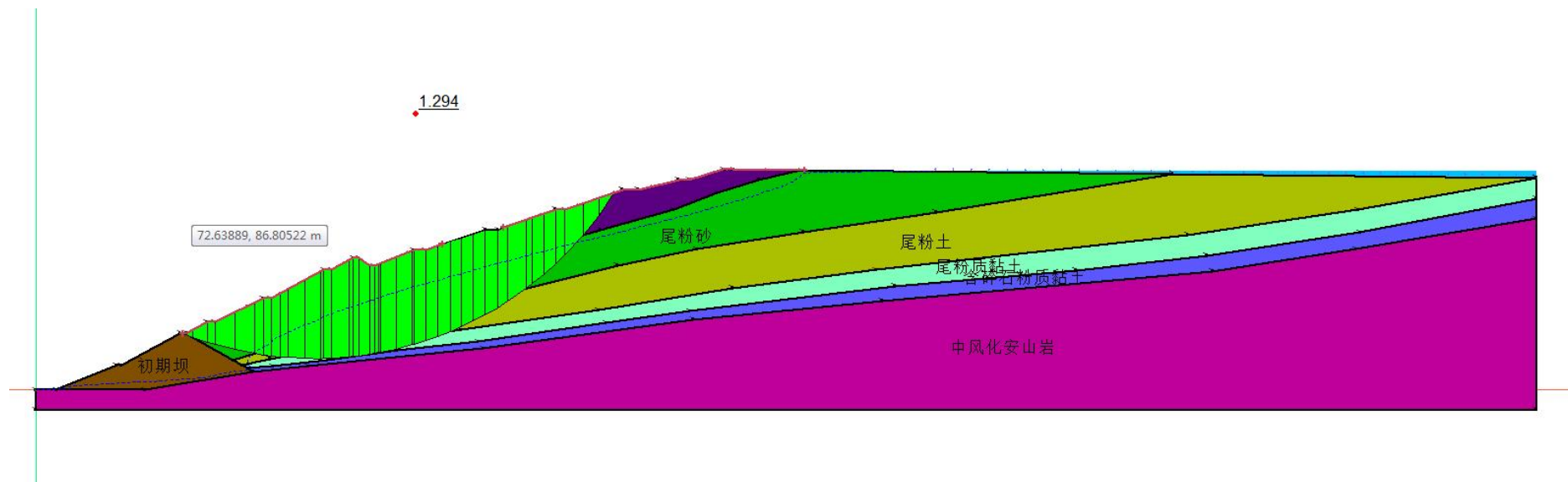


图 3.2-22 运行初期洪水运行工况坝体最危险滑动面（ $K_{min}=1.294$ ）

经计算，尾矿库扩容工程初期运行阶段尾矿库正常运行工况条件下及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。

3.2.3 安全对策措施及建议

(1)下步设计应依据规模完善尾矿坝上升速率的设计内容。

(2)依据规程要求，下步设计应补充入库尾矿量、尾矿比重、尾矿粒度及排放方式、入库尾矿浓度等相关安全运行控制参数。

(3)下步设计应明确下列安全运行控制参数：

①尾矿库等别，尾矿库设计最终堆积高程、总坝高、总库容、有效库容；

②副坝坝型、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；

③子坝坝高、坡比，尾矿堆积坝平均堆积外坡比；

④尾矿坝排渗型式；

⑤尾矿坝各运行期、各剖面的控制浸润线埋深。

3.2.4 评价小结

可研设计堆积坝边坡比 1:4，采用山坡土筑坝，堆积坝设置顶管排渗，评价经校核堆积坝坝坡抗滑稳定最小安全系数满足规程要求，可研可以作为下步设计的依据，下步设计应按本评价补充的对策措

施完善尾矿坝设计内容。

3.3 防洪系统

3.3.1 可研简述

结合竹毛沟尾矿库的库型条件，尾矿库内排洪系统设计为“井+洞”式结构。为增大尾矿库防洪安全裕度，库内排洪系统布置为双井排洪设施。

(1)排水井

库内共新增 2 座框架式排水井，2 座排水井井架高度相同，在运行过程中任意一高程均能实现有两座排水井能同时进水，即双井排洪。

4#排水井和 5#排水井进水口高程为 578m~595m，井架高 17m。

设计 4#、5#排水井内径 $D=3\text{m}$ ，外径 4m，共设 6 根立柱，每 3m 设圈梁 1 层，圈梁高 0.4m，厚度 0.2m(具体见排水井结构模板图)。

排水井地基承载力要求不小于 500KPa，排水井基础出现超挖时应采用 C25 混凝土回填密实。

排水井布置在靠近沟底附近，边坡开挖坡比不陡于 1:0.3~1:0.5；开挖后应采用喷锚挂网加固处理，可研拟定的针对排水井边坡的支护方案，排水井上部及周边的边坡需开挖时，应配合开展施工期勘察以进一步确定详细支护方案。

(2)排水主隧洞

设计在左岸新增排水隧洞，隧洞总长度 560m，平均坡降 1.43%，隧洞内视围岩情况采用钢筋混凝土全断面衬砌或喷锚挂网衬砌。针对 II 类及 III 类较完整围岩应采用喷锚挂网衬砌，喷锚挂网衬砌段隧洞分段净断面尺寸不小于 2.8m×3.0m(直墙圆拱式结构)，隧洞施工时需控制掘进爆破质量以提高隧洞断面平整度及尺寸一致性。针对 III 类较破碎围岩以及 IV 类、V 类围岩应采用钢筋混凝土全断面衬砌，隧洞衬砌后分段净断面尺寸 2.2m×2.4m(直墙圆拱式结构)，C25 混凝土衬砌厚度 300mm。钢筋混凝土衬砌段隧洞在断面尺寸方向沿隧洞顶拱间距 2.0m 设置排水孔，梅花型布置；隧洞沿线沿间距 8~10m 设置一条分缝止水，遇地层岩性及地质情况变化处进行增设。隧洞进出口段 50m 范围内、穿越裂隙较发育区域时，采用固结灌浆的方式加固山体围岩，以提高山体的整体性和隧洞的结构可靠性。

(3)排水支隧洞

排洪支隧洞设计为直墙圆拱式结构，隧洞内视围岩情况采用钢筋混凝土全断面衬砌或喷锚挂网衬砌。针对 II 类及 III 类较完整围岩应采用喷锚挂网衬砌，喷锚挂网衬砌段隧洞分段净断面尺寸不小于 2.4m×2.6m，隧洞施工时需控制掘进爆破质量以提高隧洞断面平整度及尺寸一致性。

针对 III 类较破碎围岩以及 IV 类、V 类围岩应采用钢筋混凝土全断面衬砌，隧洞衬砌后分段净断面尺寸 1.8m×2.0m，衬砌厚度 300mm。钢筋混凝土衬砌段隧洞在断面尺寸方向沿隧洞顶拱间距 2.0m 设置排水孔，梅花型布置；隧洞沿线沿间距 8~10m 设置一条

分缝止水，遇地层岩性及地质情况变化处进行增设。

3.3.2 安全评价

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类矿山事故经验教训，针对该建设项目尾矿库防洪系统的特点，运用预先危险分析的评价方法，对该单元可能发生的潜在危险或事故及其危险部位、危险等级、原因或触发条件进行分析和预测，并有针对性地提出安全要求和对策措施(详见表 3-3-1 尾矿库防洪系统预先危险分析表)。

排水防洪系统预先危险分析表 表 3-3-1

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
1	坍塌	排水构筑物	IV	排水井未按照设计施工、基础处理不当;排水能力不足;未及时清理、堵塞或有裂缝而造成排水构筑物失事	(1)尾矿库的防洪标准应符合下列规定: ①尾矿库各使用期的防洪标准应根据使用期库的等别、库容、坝高、使用年限对下游可能造成的危害程度等因素,按表确定,尾矿库等别为三等库时,洪水重现期为 200~500 年一遇。 ②当确定的尾矿库等别的库容或坝高偏于该等下限,尾矿库使用年限较短或失事后对下游不会造成严重危害者,防洪标准可取下限;当确定的尾矿库等别的库容或坝高偏于该等上限,尾矿库使用年限较长或失事后对下游会造成严重危害者,防洪标准应取上限。 (2)尾矿库必须设置排洪设施。 (3)尾矿库的排洪方式及布置应根据地形、地质条件、洪水总量、调洪能力、尾矿性质、回水方式及水质要求、操作条件与使用年限等因素,经技术经济比较确定,并应符合下列要求: ①上游式尾矿库宜采用排水井(或斜槽)—排水管(或隧洞)排洪系统; ②当上游汇水面积较大,库内调洪难以

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
					满足要求时,可采用上游设拦洪坝截洪和库内另设排洪系统的联合排洪系统。拦洪坝以上的库外排洪系统不宜与库内排洪系统合并;当与库内排洪系统合并时,应进行论证,合并后的排水管(隧洞)宜采用无压流控制。采用压力流控制时,应进行可靠性技术论证,必要时应通过水工模型试验确定。 (4)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,并应满足设计流态和防洪安全要求。对特别复杂的排洪系统,宜进行水工模型试验验证。 (5)进水构筑物的型式应根据排水量大小、尾矿库的地形条件和是否兼作回水设施等因素确定。当排水量较大时,宜采用框架式排水井;排水量较小时,宜采用窗口式排水井或斜槽;排水井内径不宜小于 1.5m。 (6)排水井井底应设置消力坑。在排水管或隧洞变坡、转弯和出口处,应根据具体情况采取消能防冲措施。 (7)排水管或斜槽的净高不宜小于 1.2m。 (8)排水隧洞的净高不应小于 1.8m,净宽不应小于 1.5m,最小设计坡度不宜小于 0.3%。 (9)隧洞岩体条件较好且隧洞中的水流流速在该岩体或喷锚支护衬砌的允许流速范围内时,可采用不衬砌或喷锚支护。
2	排水系统失效	排水构筑物	III ~ IV	排水井或排水隧洞基础处理不当或排水构筑物砌筑不合格	(1)排洪构筑物的基础应避免设置在工程地质条件不良或需要填方的地段。无法避免时,应进行地基处理设计。排洪构筑物不得直接坐落在尾砂沉积滩上。 (2)地下排洪构筑物应采用钢筋混凝土结构,其基础应置于有足够承载力的基岩上。对于非基岩的地下排洪构筑物,应采取符合基础承载力要求的工程措施。 (3)钢筋混凝土排洪构筑物的结构设计应按现行行业标准《水工混凝土结构设计

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
					计规范》SL191 的有关规定执行；排水隧洞设计应按现行行业标准《水工隧洞设计规范》SL279 和《水工建筑物荷载设计规范》DL5077 的有关规定执行。 (4)尾矿库应采取防止泥石流、滑坡、树木杂物等影响泄洪能力的工程措施。
3	排水隧洞堵塞	排水隧洞	IV	隧洞未衬砌或衬砌不合格造成排水系统失效	(1)对围岩坚硬、完整、裂隙少、稳定性好且不宜风化的地段，可不加衬砌。但对一般的洞段应采用喷锚的支护形式。如岩石不宜风化，可采用喷混凝土的方式只衬护过水部分；对软弱破碎的洞段，应先用喷锚支护，再用混凝土或钢筋混凝土衬砌。 (2)为防止混凝土干缩和温度应力而产生裂缝，在相邻分段间设有环向伸缩缝，沿洞线的浇注分段长度应根据浇注能力和温度收缩等因素分析确定，一般可采用 6~12cm。 (3)隧洞穿过断层破碎带或软弱带，衬砌需要加厚。当破碎带较宽，为防止不均匀沉降而开裂，在衬砌厚度突变处，应设沉降缝。在渐变段与洞身段交接处以及衬砌的形式、厚度改变，可能产生相对位移的部位，也需要设置环向沉降缝。沉降缝的缝面不凿毛，分布钢筋不穿过，但缝内应填 1~2cm 厚的沥青油毡或其他填料。对有防渗要求的隧洞，还应在缝内设止水。
4	排水构筑物损坏	排水构筑物	II~III	排水构筑物建成后因管理不善导致排水不畅	(1)在排水构筑物上或尾矿库内适当地点，应设立清晰醒目的水位观测标尺，表明正常运行水位和警戒水位。 (2)尾矿坝下游坡与两岸山坡结合处的山坡应设置截水沟。 (3)排洪设施在终止使用时应进行封堵，封堵后应同时保证封堵段下游的永久性结构安全和封堵段上游尾矿堆积坝渗透稳定安全和相邻排水构筑物安全。 (4)排水井在终止使用时，应在井座上部、井座、支洞进口或支洞内采取封堵措施，封堵体宜采用刚性结构，封堵设计应按现行行业标准《水工隧洞设计规范》SL279 的有关规定执行。封堵体不

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
					得设置在井顶。 (5)汛期前应对排洪设施进行检查、维修和疏浚，确保排洪设施畅通。根据确定的排洪底坎高程，将排洪底坎以上 1.5 倍调洪高度内的挡板全部打开，清除排洪口前水面漂浮物。 (6)洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查与清理，发现问题及时修复，同时采取措施降低库水位，防止连续降雨后发生垮坝事故。

3.3.3 防洪系统计算

3.3.3.1 尾矿库运行（580.0m 高程）洪水计算及调洪演算

3.3.3.1.1 尾矿库运行（580.0m 高程）水文计算

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。按照设计方案，尾矿库堆积坝坝顶标高为 580.0m，尾矿库等别为三等库，库区洪水来源主要是自然降水，本次扩容设计尾矿库防洪标准提高一个等别，设计洪水重现期按照 1000 年一遇进行复核。

根据企业提供的 1: 1000 地形图，堆积坝 580m 高程以上汇水面积为 0.387km²，沟长 1.612km，平均坡降为 15.5%。

1、基本暴雨参数

$H_{10\text{分钟}}=14\text{mm}$	$C_v=0.45$	$K_p=3.40$	$C_s=3.5C_v$
$H_1=35\text{mm}$	$C_v=0.55$	$K_p=4.20$	$C_s=3.5C_v$
$H_6=50\text{mm}$	$C_v=0.60$	$K_p=4.62$	$C_s=3.5C_v$
$H_{24}=77\text{mm}$	$C_v=0.55$	$K_p=4.20$	$C_s=3.5C_v$

2、流域参数

表 3.3-1 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 (%)
580m 高程以上主沟	0.387	1.612	15.5

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，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，各频率设计面暴雨见表 3.3-2。

表 3.3-2 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)	14.0	33.0	50.0	75.0
Cv	0.45	0.55	0.60	0.55
Cs/Cv	3.5	3.5	3.5	3.5
0.1%点雨量(mm)	47.60	147.00	231.00	323.40
0.1%面雨量(mm)	47.60	147.00	231.00	323.40

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 50km^2 ，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：

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

$$n_{2p} = 1 - 1.285 \lg \frac{\alpha H_{6p}}{\alpha H_{1p}}$$

$$n_{3p} = 1 - 1.661 \lg \frac{\alpha H_{24p}}{\alpha H_{6p}}$$

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_{tp} 的点面折减系数。

暴雨递减指数计算结果见表 3.3-3。

表3.3-3 暴雨递减指数计算成果表

重现期	n ₁	n ₂	n ₃
1000年一遇	0.371	0.748	0.757

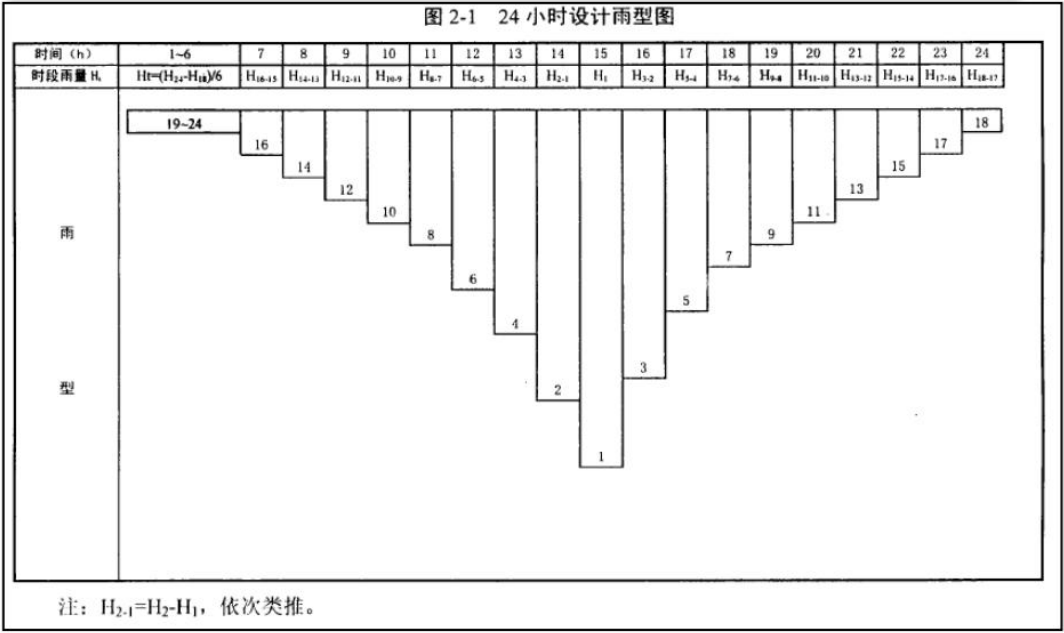


图 3.3-1 24 小时设计雨型图

表(3)

24小时净雨概化时程分配表

单位%

时段 净雨		历时 (小时)																									
		暴雨 递减指数	1~4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Σ %			
R ₆	n _{2D}	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 _{3D}	<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 _{6D} /H _{24D} 计算，H _{6D} 、H _{24D} 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

3.3.3.1.2 尾矿库运行（580.0m 高程）洪水计算

1、设计净雨计算

表3.3-4 设计净雨计算成果表

频率	1000 年一遇
设计雨量 P ₂₄	323.40
前期影响 P _a	50.00
P+P _a	373.40
R ₂₄	284.00

2、设计洪量计算

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+P_a~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、设计洪峰流量计算

基本公式为：

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

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

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

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 3.3-5 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 580m 高程以上	10.99	20.26

4、洪水过程线推求

本次设计采用概化等腰三角形方法计算设计洪水过程线，如图 4 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 n₂, n₃ 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。

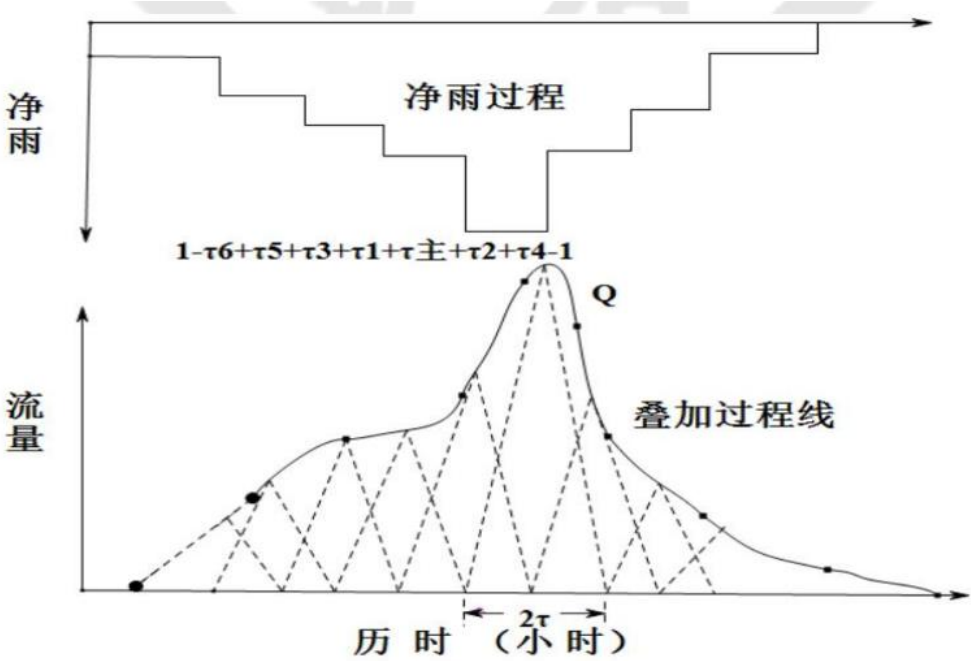


图 3.3-3 设计洪水过程线计算图

堆积坝 580.0m 高程以上洪水过程线见图 3.3-4。

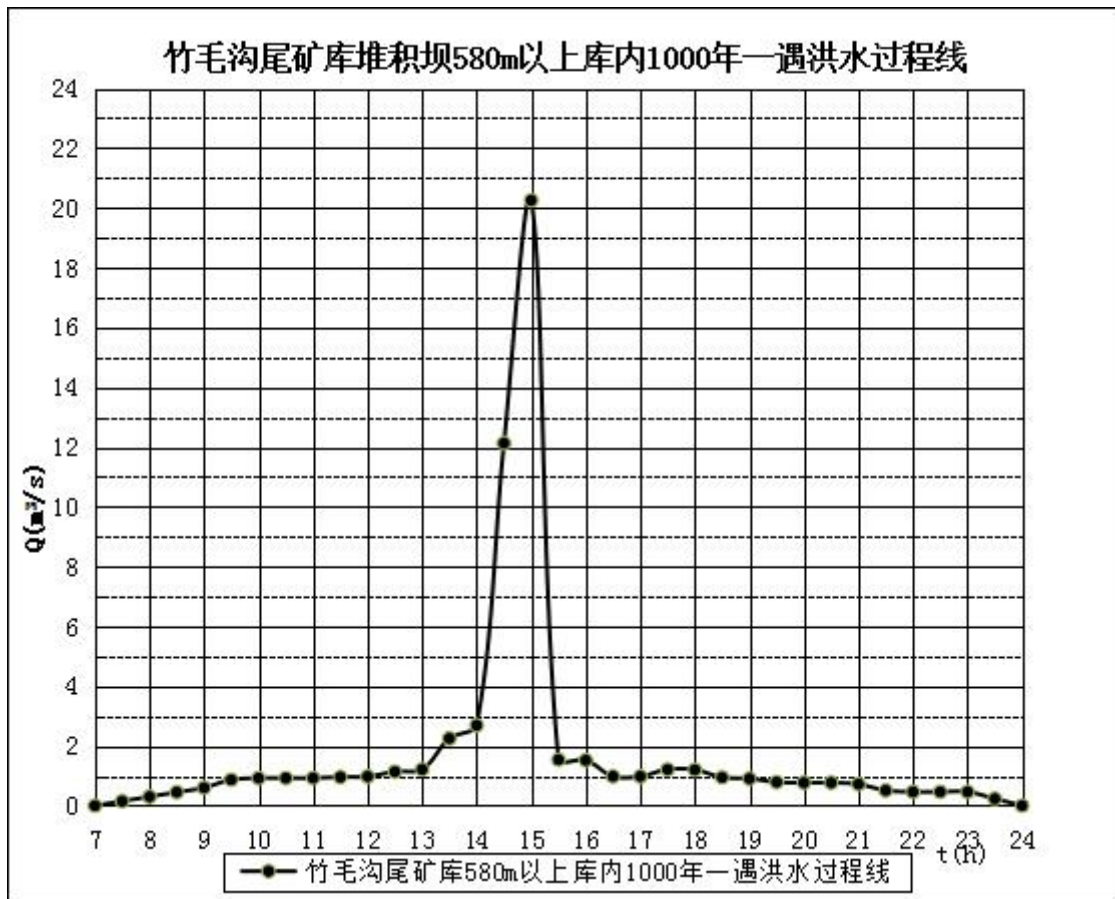


图 3.3-4 尾矿库运行（580.0m 高程以上）1000 年一遇洪水过程线

3.3.3.1.3 尾矿库运行（580.0m 高程）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（ m^3/s ）

q_1 、 q_2 一时段始末的出库流量（ m^3/s ）

V_1 、 V_2 一时段始末的容量（ m^3 ）

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：

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

水位淹没井架圈梁时：

$$Q = Q_1 + Q_2$$

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

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

水位淹没井口时：

$$Q_c = \varphi \omega_j \sqrt{2g H_j}$$

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

(2) 半压力流

$$Q = \varphi F_j \sqrt{2g H}$$

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

(3) 压力流

$$Q = \mu F_x \sqrt{2g H_x}$$

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

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。

尾矿库运行 580.0m 高程，库内采用 4#排水井+排水隧洞（单井进水工况校核）进行排水，不同库水位时的泄流量计算见下表：

表 3.3-6 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)
578.00	0.00			
578.20	1.07			
578.40	3.30	6.46		
578.60	5.44	9.58	15.16	24.02

578.80	8.13	12.09	16.53	24.44
579.00	10.95	14.17	17.53	24.70
579.20	13.92	15.96	18.36	24.88
579.40	16.95	17.54	19.09	25.04
579.60	20.00	18.97	19.75	25.17
579.80	23.01	20.29	20.37	25.30
580.00	25.97	21.51	20.96	25.42
580.20	28.82	22.66	21.53	25.53
580.40	31.55	23.75	22.07	25.64
580.60	34.12	24.79	22.59	25.75
580.80	41.23	25.78	23.10	25.86
581.00	46.75	26.73	23.60	25.96
581.20	52.79	27.64	24.08	26.07
581.40	59.21	28.53	24.55	26.17
581.60	65.75	29.38	25.01	26.27
581.80	72.31	30.21	25.47	26.37
582.00	78.84	31.02	25.91	26.47

排水井过流能力曲线图

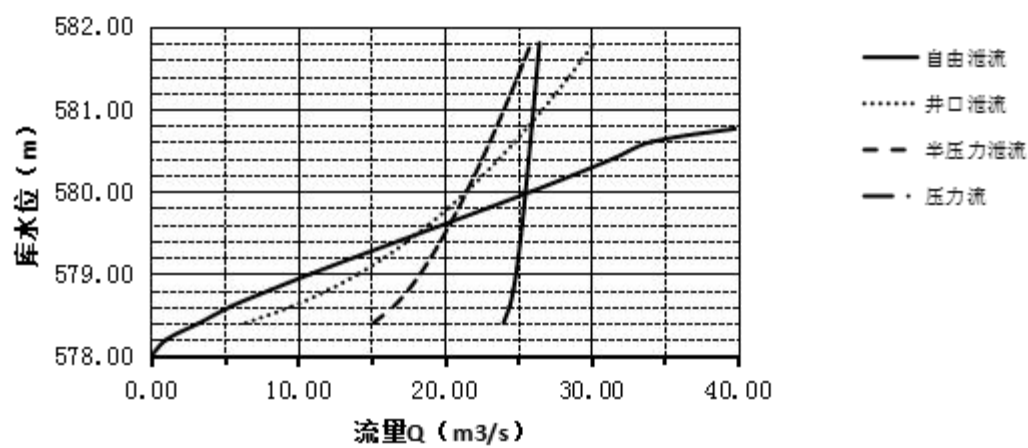


图 3.3-5 排水井库水位与泄流量关系曲线图

3、调洪辅助曲线计算

表 3.3-7 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
578.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
578.20	1.07	5443.81	963.53	6407.34	4480.28
578.40	3.30	11887.73	2967.38	14855.11	8920.35
578.60	5.44	19331.75	4895.67	24227.42	14436.07

578.80	8.13	27775.87	7312.81	35088.68	20463.07
579.00	10.95	37220.10	9850.53	47070.63	27369.57
579.20	13.92	47664.43	12524.76	60189.19	35139.68
579.40	16.95	59108.87	15254.53	74363.40	43854.34
579.60	18.97	71553.41	17077.29	88630.69	54476.12
579.80	20.29	84998.05	18261.32	103259.37	66736.73
580.00	20.96	99442.80	18866.60	118309.40	80576.20
580.20	21.53	114446.26	19372.99	133819.25	95073.26
580.40	22.07	129567.02	19860.58	149427.60	109706.45
580.60	22.59	144805.10	20332.26	165137.36	124472.84
580.80	23.10	160160.50	20790.16	180950.65	139370.34
581.00	23.60	175633.20	21235.87	196869.07	154397.33
581.20	24.08	191223.22	21670.64	212893.86	169552.57
581.40	24.55	206930.54	22095.49	229026.03	184835.06
581.60	25.01	222755.18	22511.23	245266.41	200243.96
581.80	25.47	238697.14	22918.55	261615.69	215778.58
582.00	25.91	254756.40	23318.06	278074.46	231438.34

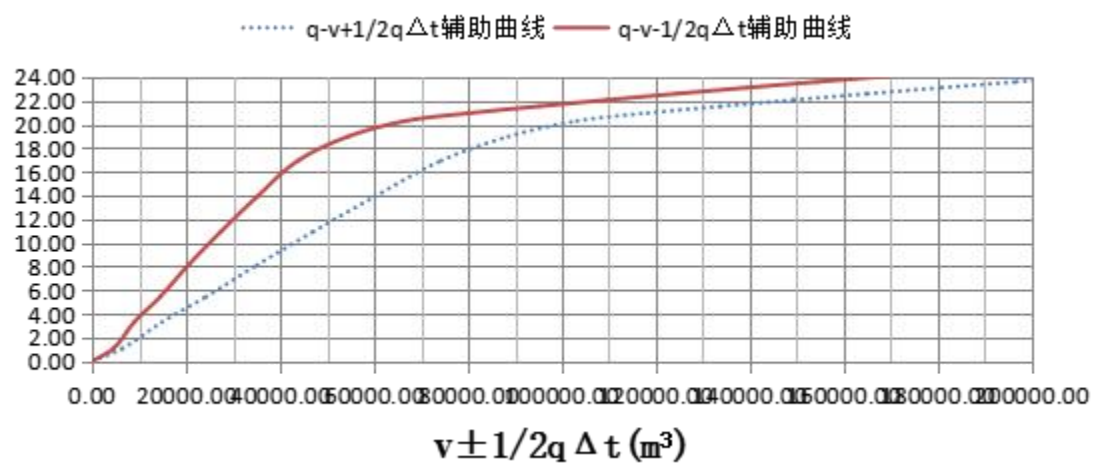


图 3. 3-6 排水井调洪验算辅助曲线图

4、调洪演算结果

表 3.3-8 尾矿库调洪验算表

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	0.15	0.07	135	135	0.02	94
8.00	0.30	0.22	404	498	0.08	348
8.50	0.45	0.37	673	1022	0.17	714
9.00	0.60	0.52	943	1657	0.28	1159
9.50	0.87	0.73	1318	2477	0.41	1732
10.00	0.92	0.89	1607	3339	0.56	2335
10.50	0.92	0.92	1657	3992	0.67	2791
11.00	0.92	0.92	1661	4452	0.74	3113
11.50	0.96	0.94	1692	4805	0.80	3360
12.00	0.98	0.97	1738	5098	0.85	3565
12.50	1.14	1.06	1901	5466	0.91	3822
13.00	1.21	1.18	2117	5938	0.99	4152
13.50	2.25	1.73	3117	7269	1.30	4933
14.00	2.69	2.47	4445	9378	1.85	6042
14.50	12.13	7.41	13335	19377	4.33	11581
15.00	20.26	16.19	29144	40726	9.45	23712
15.50	1.54	10.90	19613	43325	10.06	25211
16.00	1.52	1.53	2748	27959	6.36	16507
16.50	0.98	1.25	2247	18754	4.19	11215
17.00	0.98	0.98	1761	12976	2.80	7933
17.50	1.21	1.09	1969	9902	1.99	6317
18.00	1.20	1.21	2170	8487	1.62	5573
18.50	0.95	1.07	1932	7506	1.36	5058
19.00	0.90	0.93	1665	6723	1.15	4646
19.50	0.78	0.84	1519	6165	1.03	4311
20.00	0.77	0.78	1397	5708	0.95	3991
20.50	0.77	0.77	1381	5372	0.90	3756
21.00	0.72	0.74	1335	5092	0.85	3560
21.50	0.51	0.61	1103	4664	0.78	3261
22.00	0.46	0.48	872	4133	0.69	2890
22.50	0.46	0.46	830	3720	0.62	2601
23.00	0.46	0.46	831	3432	0.57	2400
23.50	0.23	0.35	623	3023	0.51	2114
24.00	0.00	0.12	208	2322	0.39	1623

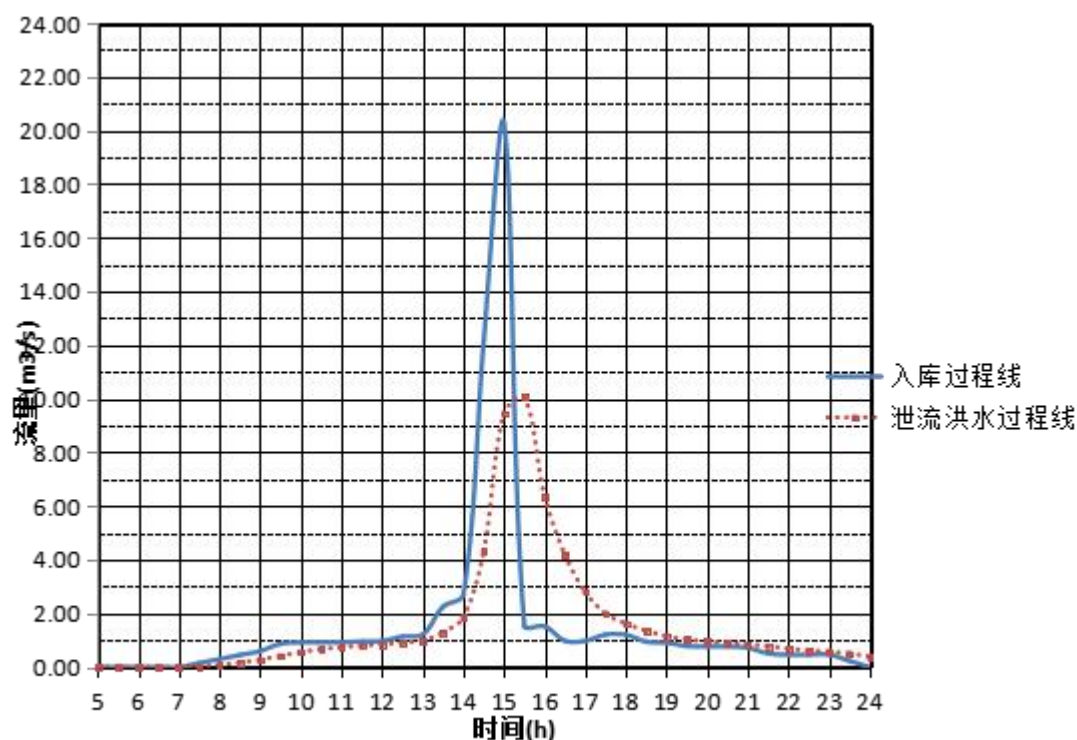


图 3.3-7 尾矿库调洪验算过程曲线图

表 3.3-9 最高洪水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	最高洪水水位(查取)
43325	10.06	34268	578.94

综上所述：堆积坝 580.0m 以上库内最大洪峰流量为 $20.26\text{m}^3/\text{s}$ ，采用内插法可知尾矿库调洪后库内最大泄流量 $10.06\text{m}^3/\text{s}$ 时，此时最高洪水水位为 578.94m，此时调洪库容为 34268m^3 。

尾矿库扩容工程运行初期堆积坝坝顶高程 580.0m，坝前滩顶高程 580.0m，库内正常水位为 578.0m，尾矿库正常运行工况防洪高度 2.0m，正常运行期间库内干滩长度为 200m，干滩坡度为 1.0%，调洪后库内最高洪水水位为 578.94m，对应安全超高为 1.06m 大于三等尾矿库最小安全超高 0.7m，尾矿库洪水运行时库内干滩长度为 106.0m，大于三等库规范允许最小干滩长度 70m，满足三等库规范要求。

3.3.5 现有排洪设施及原有封堵体的结构可靠性分析

(1) 现有排洪设施可靠性分析

竹毛沟尾矿库现有的排洪设施采用排水井+排水支隧洞+排水主隧洞+集水池+排水明渠的排水型式。

排水井共 3 座，排水井采用八柱框架式排水井，排水井采用 C30 钢筋混凝土结构，排水主隧洞布置在坝体右侧山体内，圆拱直墙型断面，尺寸为 $b \times h = 2.2\text{m} \times 2.4\text{m}$ 。

库内共设置有 1#、2#、3#共三条排水支隧洞，排水支隧洞断面与主隧洞相同，为圆拱直墙型，衬砌后净断面尺寸为 $b \times h = 2.2\text{m} \times 2.4\text{m}$ 。

2023 年 4 月 21 日，河南省建安科学实验研究院有限公司对竹毛沟尾矿库 1#排水井、2#排水井、3#排水井、排水隧洞进行检测，检测结论：本次检测井架柱、圈梁，设计强度为 C30，所有构建混凝土强度推定值满足设计强度等级要求，合格率为 100%。《嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库排水隧洞检验检测报告》检测结论为：本次排水原隧洞共检测 176 个构件，设计强度为 C25，所有修正后混凝土强度推定值满足设计强度等级要求，合格率为 100%。本次排水新隧洞共检测 112 个构件，设计强度为 C30，所有修正后混凝土强度推定值满足设计强度等级要求，合格率为 100%。

现有排洪设施是安全可靠的，可研报告不再利用原有的排洪设施，需对其进行封堵。

(2) 原有封堵体的结构可靠性分析

查阅相关资料，原封堵体包括 1#排洪隧洞和 2#排洪隧洞和老排水井，企业对 1#排洪隧洞和 2#排洪隧洞均进行了封堵，1#排洪隧洞和 2#排洪隧洞封堵长度为 6m，老排水井封堵长度分别在支隧洞进出口端，长度分别为 6m 和 8.2m，评价经校核其封堵体长度 5m 即可满足要求，且原封堵体采用 C25 现浇混凝土结构的封堵体，设置有排渗设施，因此，原有封堵体结构是安全可靠的。

3.3.6 安全对策措施及建议

(1)下步设计应补充安全运行控制参数图，依据安全运行控制参数图完善典型坝高时的安全运行最小控制参数，并给出典型坝高之间的各排水井的适用条件。

(2)下步设计应明确下列安全运行控制参数：

①排洪系统型式，排洪构筑物的主要参数；

②库内控制的正常生产水位、调洪高度、安全超高、防洪高度、沉积滩坡度、正常生产水位时的干滩长度、最小干滩长度等。

(3)下一步设计时应根据洪水计算、调洪验算结果详细确定排洪构筑物结构尺寸、布置方式、结构计算、排洪设施终止使用时封堵方案等内容。

(4)下步设计应对利旧的排洪构筑物应核算其可靠性，终止使用的排洪构筑物应进行可靠的封堵措施。

(5)下步设计应依据工勘完善新建排水井、排洪隧洞及排水明渠的基础处理内容。

3.3.7 评价小结

可研设计库内排洪系统采用排水井-排水隧洞的型式，因此，可以作为下步设计的依据，符合相关要求，下步设计应按本评价提出的对策措施完善设计内容。

3.4 安全监测设施

3.4.1 可研简述

3.4.1.1 人工观测设施

根据已有的人工监测设施现状，设计增设以下内容。

该尾矿库最终为三等库，设计在堆积坝 590m 高程设置 1 组人工位移观测设施，在两侧山体醒目位置设置基准点，共 3 个位移监测点，2 个基准点。

设计在 590m 高程设置 3 组浸润线观测设施，浸润线观测管可采用 DN60PE 测水管，观测孔深 20m。

①人工位移监测要求

人工位移监测点位布置与在线监测保持一致。监测设备采用全站仪监测方式。监测设施安装初期每半月人工监测一次，当坝体趋于稳定时，可逐步减为每月一次。遇有地震、久雨、暴雨、台风，位移量或位移速率明显增大时等情况应适当增加测次。

②浸润线监测要求

人工坝体浸润线监测点位布置与在线监测保持一致。在线监测

系统采用渗压计+预埋测压管技术，测压管的管径一般情况下可以适当加大，同时满足进行人工监测的条件，不再单独建设人工监测孔，节省投资。坝体浸润线可按照每半月人工监测一次。遇有地震、久雨、暴雨、台风等情况应适当增加测次。

(3)干滩长度

设计采用全站仪免棱镜法监测，全站仪精度不能小于 6”。监测干滩长度时，水平距离应观察 2 次，2 次观测较差不应大于 0.1m，取均值作为干滩长度监测值。监测干滩坡度采用三角高程法。

滩顶高程、干滩长度根据滩顶上升情况，定时做好检测，随时掌握滩顶高程和干滩长度，汛前必须检测一次。干滩坡度根据坡度变化情况，1 个月检测一次，汛前必须检测一次。

(4)库水位监测

设计在排水井上安装水位标尺，人工监测水位，并做记录，监测频率满足规范要求。库水位监测在排水井设置清晰醒目的水位观测标尺，标明正常水位和警戒水位。水尺零点高程每隔 2 年应校测一次。监测测次除按水文、气象方面规定外，泄水前后应各增加监测一次，汛期还应根据需要调整测次。

3.4.1.2 在线监测设施

根据现状已有的在线监测设施内容，设计仍利用原有的监测设备，在其基础上新增坝体表面位移、内部位移、浸润线、干滩、库水位、视频监控等监测项目。

设计在 590m 高程新增表面位移和内部位移监测设施，设置 2 个表面位移监测点和 1 个内部位移监测点，在 590m 新增 3 个浸润线观测点。

干滩和库水位和视频监控设施利用原有的监测设施，视频可在排水井进水口处和隧洞出水口处新增 2 处视频监控点。

由于企业已有在线监测安装单位对其在线监测系统进行了维护和售后，本次设计仅对在线监测系统新增的表面位移、内部位移、浸润线、干滩长度、安全超高、库水位等相关阈值进行设计。

3.4.2 安全评价

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类企业事故经验教训，针对该尾矿库观测设施的特点，运用预先危险分析的评价方法，对该单元中可能发生的潜在危险或事故及其危险部位、危险等级、原因或触发条件进行分析和预测，并有针对性地提出安全要求和对策措施(详见表 3-4-1 监测设施预先危险分析表)。

监测设施预先危险分析表 表 3-4-1

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
1	坝体裂缝、滑坡	尾矿坝体	IV	未设置坝体位移观测设施、未及时发现坝体位移，导致溃坝	(1)尾矿库应设置人工安全监测和在线安全监测相结合的安全监测设施，人工安全监测设施与在线安全监测监测点应相同或接近，并应采用相同的基准值。监测设施横剖面应结合尾矿坝稳定计算断面布置，监测设施的布置还应满足下列原则：①应全面反映尾矿库的运行状态；②尾矿库位移监测点的布置应根据稳定计算结果延伸到坝脚以外的一定范围；③坝肩及基岩断层、坝内埋管处必要时

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
					应加设监测设施。 (2)安全监测项目应包括下列内容： 1、湿式尾矿库检测项目应包括坝体位移，浸润线，干滩长度及坡度，降水量，库水位，库区地质滑坡体位移及坝体、排洪系统进出口等重要部位的视频监控； 2、三等及三等以上湿式尾矿库必要时还应监测孔隙水压力、渗透水量及浑浊度。 (3)尾矿库在线安全监测系统应符合下列规定：①应具备自动巡测、应答式测量功能；②应具备传感器和采集设备、供电系统、通信网络故障自诊断功能；③应具备防雷及抗干扰功能；④应具备数据后台处理、数据库管理、数据备份、预警、监测图形及报表制作、监测信息查询及发布功能；⑤应具备与现场巡查、人工安全监测接口，进行数据补测、比测和记录。 (4)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并应符合下列规定：①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，该项目为橙色预警；达到2个橙色预警时，该项目为红色预警；②当监测项目达到4个（注：应为项）蓝色预警时，应计为1项监测项目为黄色预警；达到3项黄色预警时，应计为1项监测项目为橙色预警；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；③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。 (5)观测设施应与坝体同时施工。对各项观测设施应妥善保护。 (6)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。 (7)尾矿库应每天日常巡查，大雨或暴雨

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
					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：①汛期；②地震、连续多日下雨、暴雨、台风后；——尾矿库安全状况处于黄色预警、橙色预警、红色预警期间；③排洪设施、坝体出险加固施工前后；④其他影响尾矿库安全运行情形。 (8)人工安全监测应符合下列规定：①应采用相同的观测图形、观测路线和观测方法；②应使用相同技术参数的检测仪器和设备；③应采用统一基准处理数据；④每次监测应不少于 2 名专业技术人员。 (9)在线安全监测频率应符合下列规定：①尾矿库处于正常状态时，在线安全监测频率为 1 次/10min~1 次/24h；②尾矿库安全状况处于非正常状态时，在线安全监测频率为 1 次/5min~1 次/30min。 (10)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。 (11)安全监测系统调试运行正常后，在线安全监测与个人安全监测的结果应基本一致，相同监测点在同一监测时间的在线安全监测成果与人工安全监测成果差值，不应大于其测量中误差的 2 倍。 (12)尾矿库在线安全监测系统的管理和维护应设专门技术人员负责。 (13)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，不应影响已建成系统的正常运行。 (14)尾矿库安全监测数据应及时整理，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。

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
2	流土、管涌	尾矿坝体	III	坝体浸润线抬高时未能及时发现,导致渗水长期浸泡坝体	(1)浸润线观测应包括下列设施:观测水位的标尺;测量干滩长度的器具;坝内埋设的测压管或空隙水压力计。 (2)浸润线观测点应设于坝坡明显处。 (3)浸润线观测管可采用钢管或PVC塑料管,观测管平时应旋紧或盖好管盖,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”或其它方法进行观测。在库水位急骤变化时每天观测一次,并测定库水位。 (4)测压管采用50mm铁管或塑料管,将下端封闭。在封闭端的管壁上钻孔,孔径5mm,孔间纵距50~100mm,并在预定地点钻孔,孔底高程应低于设计最低浸润线1~2m。将测压管放入孔内,周围回填砂土。 (5)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。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。 (6)尾矿坝的水位监测包括水位监测和浸润线监测;水位监测每月不少于一次,暴雨期间和水位异常波动时应增加检测次数。 (7)检测坝的外坡坡比。每100m坝长不少于2处,应选在最大坝高断面和坝坡较陡断面。水平距离和标高的测量误差不大于10mm。尾矿坝实际坡比陡于设计坡比时,应进行稳定性复核,如稳定性不足,则应采取措施。

3.4.3 安全对策措施及建议

(1)依据规程要求,下步设计应补充四个等级的预警内容,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,设计应给出各监测项目的各级预警阈值。

(2)下步设计应明确尾矿堆积坝的控制浸润线埋深应不小于通过

计算确定的控制浸润线的 1.2 倍。

(3)尾矿库运行期间应加强观测，注意坝体浸润线埋深及其出逸点的变化情况和分布状态，严格按设计要求控制。在尾矿库运行过程中，如坝体浸润线超过控制线，应经技术论证增设或更新排渗设施。

(4)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。

(5)可研未对浸润线观测管位置、高程、管深进行详细设计，依据规范要求，浸润线最小埋深不小于 10~8m，根据该库的特点，评价建议后期浸润线管管深不小于 20m，浸润线控制标准不小于 10m。

3.4.4 评价小结

可研设计有人工监测设施和在线监测设施，可以作为下步设计的依据，符合规范要求，该尾矿库最终等别为二等库，按规范要求，三等及三等以上尾矿库应设置人工监测与自动监测相结合的安全监测设施，下步设计应按本评价报告的对策措施完善相关内容。

3.5 辅助设施

3.5.1 可研简述

(1)尾矿库道路

为了施工库内排水井及后期管理需要，设计在库区左岸修建应急道路至库尾 5#排水井位置，应急道路长度 725m，应急道路可与

已修建通往库尾的上坝道路连通，设计利用左侧叉沟内的 560m 高程以下的上坝道路，同时新修建应急道路宽 4.0m，可采用厂外四级道路的标准修建，路面可采用碎石路面，满足人员、物资等上坝需要。

(2)值班室

为方便管理，在尾矿库堆积坝高处设置值班室，供管理人员工作和休息，包括值班房、休息室和备品库。

(3)通讯

为了便于生产管理，在尾矿库值班房内安装有线电话一部，保证 24 小时畅通。尾矿库值班房内应设置有线网络。另外，库区应确保具有手机信号，尾矿库管理人员和操作人员均配置移动电话及传呼机，并保持手机 24 小时开机，以便及时与公司、选矿厂之间沟通联系，确保尾矿库通讯安全可靠。固定、移动通讯配置保障了紧急情况下的通讯联络的可靠性。

(4)照明设施

①上坝道路照明采用架空线路供电；

②坝上配用投光灯，投光灯照射范围为 50m 左右；

③设置专线用于坝上照明，并保证足够的照明度，投光灯照射范围为 50m 左右，照明的数量根据各时期坝顶长度确定；

④配备手携式灯具等辅助照明器材，以满足夜间生产作业、检查巡视、监测和管理救援的需要；

⑤尾矿库变配电所、办公、值班室拟采用荧光灯，室外采用高

压钠灯，下坝道路采用高压钠灯。

3.5.2 安全评价

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类企业事故经验教训，针对该尾矿库值班室、上坝道路、坝上照明、库区通信、报警系统、库区护栏、应急救援器材、电气设备接地设施等方面的特点，运用预先危险分析的评价方法，对该单元中可能发生的潜在危险或事故及其危险部位、危险等级、原因或触发条件进行分析和预测，并有针对性地提出安全要求和对策措施(详见表5-6-1辅助设施预先危险分析表)。

辅助设施预先危险分析表 **表5-6-1**

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
1	易引发各种安全生产事故	库区	II	未设置库区值班室、应急器材库或值班室位置不符合规定。	(1)尾矿库的辅助设施是根据筑坝工程量、排水构筑物型式和操作要求以及库区与厂区的距离等因素而配备交通道路、值班室、应急器材库、通讯和照明等设施。必要时可设置宿舍和库区简易气象水文观测点。 (2)尾矿库区设立专门管理站，以便管理人员和尾矿工值班、通讯、放置工具及其防洪抢险物资等储备。 (3)应急器材库储存的应急物资应符合安全生产应急预案的要求。 (4)尾矿库值班室和宿舍宜避开坝体下游。
		通信系统	II	(1)通信设备或线路故障； (2)报警装置失控、灵敏度差。	(1)库区值班室应设置通信联系及报警装置，以保护设备和人身安全及对外联系； (2)通信电缆线路宜独立敷设，以保证通信线路的畅通；电话交接箱应安装在安全、可靠、无腐蚀性介质的地段； (3)应保证话机的选型、性能和质量，必须采用有国家指定机构的安全认证标志、有入网许可证的产品和设备； (4)为保证事故状态时的对外联系，应装

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
					设必要的应急救援电话和事故报警电话。
2	照度不足	坝体、堆存场所	II	因坝体或堆存作业场所没有照明或照明设施损坏造成人员伤害事故。	(1)应给尾矿库操作、管理人员配备手电照明，并保证足够的照明度，以满足夜间生产作业、检查巡视等工作的要求。 (2)尾矿库坝体应设置照明设施。 (3)坝上照明设施宜采用投光灯或探照灯，照射范围不小于 50m。投光灯位置设在坝肩的一侧山坡上的适当位置 (4)尾矿库挡水坝及排水井处也应设置照明设施。 (5)尾矿库堆存作业场所应设置良好照明，便于夜间作业。
3	车辆伤害	上坝道路	III	因上坝道路设置不合理造成无法巡检、抢险等其他伤害事故。	(1)库区上坝道路应通往堆存作业场所，拦挡坝处也应设置简易上坝道路。 (2)为减少投资，道路可采用泥结碎石路面，纵坡不大于 9%。 (3)弯道处会车视距不能满足要求，则应分设车道。 (4)山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段及高堤路段外侧应设置护栏、挡车墙等。对主要运输道路可根据运行安全需要设置汽车避难道。 (5)双车道的路面宽度，应保证会车安全。陡长坡道的尽端弯道，不宜采用最小平曲线半径。弯道处的会车视距如不能满足要求，则应分设车道。急弯、陡坡、危险地段应由警示标志。 (6)汽车驾驶员应持证上岗。 (7)汽车运输时驾驶室外平台、脚踏板及车斗不准载人。 (8)车辆在库区道路上宜中速行驶，急弯、陡坡、危险地段应限速行驶，养路地段应减速通过。
4	触电	库区作业场所	III	线路选择不合理、敷设不规范、设备短路接地、操作人员未经培训持证、违章作业，安全防范措施及电	(1)敷设电气线路时宜避开可能受到机械损伤的地方，不能避开时，应采取防护措施； (3)电气线路和照明设备的绝缘必须良好。裸露带电导体处必须设置安全遮栏和明显的警示标志和照明。 (4)电气工作人员，应按规定考核合格方准上岗，上岗应穿戴和使用防护用品、

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
				气管理制度不健全或落实不到位等	用具进行操作。维修电气设备和线路，应由电气工作人员进行。

3.5.3 安全对策措施及建议

(1)可研未对应急救援器材库进行设计，建议在库区专门设置应急救援器材库，配备足够的应急救援物资，并对应急救援物资进行登记建档。

(2)可研对应急道路设计较笼统，下步设计应明确应急道路等级、路线及主要技术指标。

3.5.4 评价小结

可研对值班室、通讯、库区道路、照明等进行了设计，下步设计应按本评价报告内容补充相应的设计内容。

3.6 安全标志

3.6.1 可研简述

可研未设计安全标志的内容。

3.6.2 安全评价

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类企业事故经验教训，针对该尾矿库库区、交通、电气安全标志等方面的特点，运用预先危险分析的评价方法，对该单元中可能发生的潜在危险或事

故及其危险部位、危险等级、原因或触发条件进行分析和预测，并有针对性地提出安全要求和对策措施(详见表3-6-1安全标志预先危险分析表)。

表3-6-1 安全标志预先危险分析表

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
1	易引发各种安全生产事故	尾矿库库区、坝体、积水区	II	未设置安全警示标志或安全警示标志设置不全、位置不当等	(1)标志牌设置的高度，应尽量与人眼的视线高度相一致。悬挂式和柱式的环境信息标志牌的下缘距地面的高度不宜小于 2m；局部信息标志的设置高度应视具体情况确定。 (2)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表示的内容。环境信息标志宜设在有关场所的入口处和醒目处；局部信息标志应设在所涉及的相应危险地点或设备(部件)附近的醒目处。 (3)标志牌不应设在门、窗、架等可移动的物体上，以免这些物体位置移动后，看不见安全标志。标志牌前不得放置妨碍认读的障碍物。 (4)安全标志牌每半年至少检查一次，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。 (5)库区醒目位置应设立“库区重地、闲人免进”、“尾矿库区、当心危险”、“禁止放牧”等标识。 (6)尾矿库集水区应设立“水深危险”、“当心淹溺”、“禁止游泳”等标识。。 (7)上坝道路的拐角处、平交路口；车辆出入较多的地段应设置“当心车辆”的标志及限速标志。 (8)有可能发生触电危险的电器设备和线路，如：配电室、开关等应设置“当心触电”的标志。 (9)库区安全警示标志还应符合以下内容：①必须在企业醒目位置设置公告栏，在存在安全生产风险的岗位设置告知卡，分别标明本企业、本岗位主要危险因素、后果、事故预防及应急措施、

序号	潜在危险或事故	危险部位	危险等级	原因或触发条件	安全要求或对策措施
					报告电话等内容。②必须在重大危险源、存在严重职业病危害的场所设置明显标志，标明风险内容、危险程度、安全距离、防控办法、应急措施等内容。③必须在有重大事故隐患和较大危险的场所和设施设备上设置明显标志，标明治理责任、期限及应急措施。④必须在工作岗位标明安全操作要点。⑤必须及时向员工公开安全生产行政处罚决定、执行情况和整改结果。⑥必须及时更新安全生产风险公告内容，建立档案。 ⑩根据河南省安全生产监管局的规定，尾矿库还应设立①公示牌，表明尾矿库基本情况，落实“属地管理，分级负责”及“领导包片、责任人包库”②库区设有居民应急逃生路线，应急响应信号告知牌等。

3.6.3 安全对策措施及建议

(1)下步设计应依据有关规定，结合尾矿库的实际完善尾矿库、交通、电气的安全警示标志，包括警告、禁止、指令、提示等标志。

(2)下步设计应完善安全标志牌的尺寸、材质、制作内容等。

(3)对照《金属非金属矿山建设项目安全设施目录》，安全标志属专用安全设施，下步设计应纳入专用安全设施投资概算。

3.6.4 评价小结

可研对尾矿库安全标志内容设计较少，下步设计应按本评价报告内容补充相应的内容。

3.7 安全管理

3.7.1 可研简述

企业主要负责人是尾矿库安全生产第一责任人；嵩县前河矿业有限责任公司设立了安全环保科，安全环保科为专职安全管理机构，并配备有专职安全管理人员。发布有《嵩县前河矿业有限责任公司安全管理制度》、《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。

嵩县前河矿业有限责任公司按计划提取安措费，嵩县前河矿业有限责任公司已按要求为职工依法办理了工伤保险，1 名主要负责人、5 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。12 名尾矿作业人员、2 名低压电工作业人员及 3 名熔化焊接与热切割作业人员均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。

嵩县前河矿业有限责任公司编制了《嵩县前河矿业有限责任公司选厂尾矿库生产安全事故应急预案》，在嵩县应急管理局进行了备案，备案号：410324[2020]X0027。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、篷布、水泵、铁锹、示警铜锣、喊话器、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。

3.7.2 安全评价

结合嵩县前河矿业有限责任公司管理实际，依据当地其它成熟的企业的先进管理经验，本评价单元采用类比法进行评价。企业应做到以下内容：

在尾矿库生产、施工的进程中，为实现尾矿设施的科学管理，以期确保企业的安全生产。企业应求真务实地作好如下安全管理工作：

(1)企业经营管理者是尾矿库安全生产第一责任人，应在规定管辖的范围内制定或设立相应的安全机构，配备专业技术人员或有实际工作能力的人员负责尾矿库的安全管理工作。

(2)企业尾矿设施安全管理机构与尾矿班组应切实履行《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)规定的各项职责。

(3)企业必须按照《尾矿库安全监督管理规定》、《尾矿库安全技术规程》的要求建立各项生产安全规章制度及档案管理制度(包括安全检查制度、安全教育培训制度、安全技术措施专项费用管理制度、设备安全管理制度、生产安全事故管理制度、职业危害预防制度、安全生产奖惩制度、生产安全档案管理制度等)。

(4)加强有关安全措施及管理制度的落实工作，进一步完善和提高管理水平，发现事故隐患，及时妥善处理。建立起尾矿库安全生产的长效机制。

(5)对已制定的各项尾矿库管理规章制度在实施中务必认真贯彻

执行。

(6)固定专人按岗位责任制检查维护，发现沉陷、裂缝、滑坡等异常现象应及时汇报及时处理。

(7)严禁在坝体上设置有碍安全的构筑物及破坏坝体的行为。

(8)应定期细心检查坝下游坡有无渗漏、塌坑、隆起、裂缝等现象，根据发现异常现象的程度分析是否出现滑坡、管涌等险情，及时采取预防加固措施，避免重大事故的发生。

②安全管理制度

(1)企业尾矿库安全管理机构的主要职责：

a)贯彻执行国家有关尾矿库安全生产的方针、政策、法规及技术规范；

b)编制尾矿库安全工作、年度计划和长远规划，并组织实施；

c)编制尾矿库安全生产的各项规章制度，并检查执行情况；

d)编制各种灾害预案，并组织演练；

e)负责技术资料的收集、整编、分析和保存，建立健全技术档案工作；

f)按有关规定审批和报批尾矿库的设计、施工和检测项目；

g)定期或不定期组织尾矿库的安全大检查，落实尾矿库安全隐患的治理工作；

h)负责尾矿库抢险和工程救护，发现重大事故隐患和险情要及时向有关安全生产监督管理部门报告，紧急情况下，应报请当地人民政府及有关部门给予协助；

i)组织尾矿库操作和安全管理人员的培训工作，且尾矿工应持证上岗。

(2)尾矿车间、工段或班组主要职责：

a)建立健全尾矿设施安全管理工作制度；

b)编制年、季作业计划和详细运行图表，统筹安排和筑坝和排洪的管理工作；

c)日常巡检和观测，发现不安全因素时，应立即采取应急措施并及时向上级报告；

d)对尾矿设施的安全检查和检测作出及时、全面的纪录。

(3)企业必须严格按照设计文件的要求和有关技术规范，做好放矿筑坝、回水排水、防汛渡汛、抗震等安全检查和检测工作。

(4)企业必须经常巡视库区周边的情况，发现异常现象要及时处理。

③日常检查

尾矿库安全运行管理应做到：对已制定的各项尾矿库管理规章制度在实施中务必认真贯彻执行，同时应根据尾矿库特点、选厂排尾情况每年编制年度尾矿作业计划；严格按设计要求堆筑尾矿；固定专人按岗位责任制检查维护，发现沉陷、裂缝、滑坡等异常现象及时汇报及时处理；严禁在坝体上设置有碍安全的构筑物及破坏坝体的行为。应定期细心检查坝下游坡有无渗漏、塌坑、隆起、裂缝等现象，根据发现异常现象的程度分析是否出现滑坡、管涌等险情，及时采取预防加固措施，避免重大事故的发生。

④安全度汛

企业在汛前应做好：明确防汛安全责任制；建立值班、巡视、上游居民撤离方案等制度；组织防洪抢险队伍；疏通山坡截洪沟与库内排水井；备足抗洪抢险物资，落实应急救援措施；及时了解和掌握汛期水情、气象预报情况，确保道路、通讯、报警、供电及照明设施的可靠与畅通；发现重大隐患，立即报告上级安全生产监督管理部门。

⑤应急预案

企业健全尾矿库管理档案。定期进行事故演练，检查规章制度、操作规程的执行和落实情况。按照长期准备、重点建设的要求，做好应对尾矿库垮坝事故的思想准备、预案准备、物资和经费准备、工作准备，加强培训演练，做到常备不懈。尾矿库所属企业要将日常工作和应急救援工作相结合。

⑥档案管理

企业必须建立下列尾矿库管理档案：

建设文件及有关原始资料；

组织机构和规章制度建设；

特种作业人员的安全技术培训和持证上岗情况；

防洪抢险组织和防洪物资的准备情况；

尾矿库抗洪抢险措施；尾矿库各构筑物运行指标和实测数据；

事故隐患的整改情况。

3.7.3 安全对策措施及建议

(1)下步设计应补充劳动定员内容，并细化尾矿库岗位工作人员，应包括放矿工、筑坝工、排水、管理等工序作业及管理人员。

(2)建立健全该尾矿库应急预案，并加强演练，做好演练记录。

(3)下步设计应要求企业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，满足对入库尾矿相关指标定期检测的需要。

(4)下步设计应要求企业尾矿堆存方式和筑坝方式应按照设计文件要求的指标检测内容进行必要的检测，指标检测应至少包含排放尾矿的比重、浓度、粒度的内容。

(5)下步设计应明确对入库尾矿指标检测频率要求，入库尾矿指标监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。

3.7.4 评价小结

本单元采用类比的方法对安全管理单元进行了分析评价，企业应按本评价报告提出的安全对策措施进行补充完善。

4 安全对策措施及建议

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。它要求设计单位、生产经营单位在建设项目设计、生产经营管理中，采取消除或减弱危险、有害因素的技术措施和管理措施，在生产全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，希望设计单位和建设单位在今后的工作中加以重点考虑，并作出更为全面的初步设计。

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的结论，通过辨识和分析可以知道该建设项目存在的主要危险有害物质的种类和危险有害因素的类别，并针对这些危险有害物质和因素向建设单位提出相应的安全对策措施，便与防范。通过第三章对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，针对这些问题向建设单位和设计单位提出合理的、具体详实的、具有可操作性的安全对策措施，用于消除或减弱该建设项目的危险程

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，可采取降低危险危害的措施。

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针对性是指针对不同行业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提出的对策措施是设计单位、建设单位、生产经营单位进行设计、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建设项目、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

根据安监总管一[2016]49 号文件的编制格式要求，针对尾矿库存在的危险、有害因素和安全分析与评价结果，依据国家相关安全法律、法规、标准和规范的要求，借鉴类似尾矿库的安全生产经验，分单元提出以下对应的安全对策措施建议。

4.2.1 总平面布置

(1)下步设计应依据岩土工程勘察报告完善设计内容。

(2)下步设计应补充典型高程时安全运行控制参数分析内容。

(3)企业应按相关文件要求对下游 1km 划定安全控制区范围,在下游安全控制区范围内,不得新建生产、生活设施。

4.2.2 尾矿坝

(1)下步设计应依据规模完善尾矿坝上升速率的设计内容。

(2)依据规程要求,下步设计应补充入库尾矿量、尾矿比重、尾矿粒度及排放方式、入库尾矿浓度等相关安全运行控制参数。

(3)下步设计应明确下列安全运行控制参数:

①尾矿库等别,尾矿库设计最终堆积高程、总坝高、总库容、有效库容;

②副坝坝型、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;

③子坝坝高、坡比,尾矿堆积坝平均堆积外坡比;

④尾矿坝排渗型式;

⑤尾矿坝各运行期、各剖面的控制浸润线埋深。

4.2.3 防洪系统

(1)下步设计应补充安全运行控制参数图,依据安全运行控制参数图完善典型坝高时的安全运行最小控制参数,并给出典型坝高之间的各排水井的适用条件。

(2)下步设计应明确下列安全运行控制参数:

①排洪系统型式，排洪构筑物的主要参数；

②库内控制的正常生产水位、调洪高度、安全超高、防洪高度、沉积滩坡度、正常生产水位时的干滩长度、最小干滩长度等。

(3)下一步设计时应根据洪水计算、调洪验算结果详细确定排洪构筑物结构尺寸、布置方式。

(4)下步设计应对利旧的排洪构筑物应核算其可靠性，终止使用的排洪构筑物应进行可靠的封堵措施。

4.2.4 安全监测设施

(1)依据规程要求，下步设计应补充四个等级的预警内容，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，设计应给出各监测项目的各级预警阈值。

(2)下步设计应明确尾矿堆积坝的控制浸润线埋深应不小于通过计算确定的控制浸润线的 1.2 倍。

(3)尾矿库运行期间应加强观测，注意坝体浸润线埋深及其出逸点的变化情况和分布状态，严格按设计要求控制。在尾矿库运行过程中，如坝体浸润线超过控制线，应经技术论证增设或更新排渗设施。

(4)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。

(5)可研未对浸润线观测管位置、高程、管深进行详细设计，依据规范要求，浸润线最小埋深不小于 10~8m，根据该库的特点，评价建议后期浸润线管管深不小于 20m，浸润线控制标准不小于 10m。

4.2.5 辅助设施

(1)可研未对应急救援器材库进行设计，建议在库区专门设置应急救援器材库，配备足够的应急救援物资，并对应急救援物资进行登记建档。

(2)可研对应急道路设计较笼统，下步设计应明确应急道路等级、路线及主要技术指标。

4.2.6 安全标志

(1)下步设计应依据有关规定，结合尾矿库的实际完善尾矿库、交通、电气的安全警示标志，包括警告、禁止、指令、提示等标志。

(2)下步设计应完善安全标志牌的尺寸、材质、制作内容等。

(3)对照《金属非金属矿山建设项目安全设施目录》，安全标志属专用安全设施，下步设计应纳入专用安全设施投资概算。

4.2.7 安全管理

(1)下步设计应补充劳动定员内容，并细化尾矿库岗位工作人员，应包括放矿工、筑坝工、排水、管理等工序作业及管理人员。

(2)建立健全该尾矿库应急预案，并加强演练，做好演练记录。

(3)下步设计应要求企业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，满足对入库尾矿相关指标定期检测的需要。

(4)下步设计应要求企业尾矿堆存方式和筑坝方式应按照设计文件要求的指标检测内容进行必要的检测，指标检测应至少包含排放尾

矿的比重、浓度、粒度的内容。

(5)下步设计应明确对入库尾矿指标检测频率要求,入库尾矿指标监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 安全评价结论

5.1 主要危险有害因素评价结果

本评价针对该尾矿库建设项目特点，通过辨识分析和评价，该尾矿库属于重大危险源申报范围，在未来的生产建设和运行过程中可能存在的主要危险因素有坝体失稳(溃坝)、洪水漫顶、渗流破坏、结构破坏、管涌、触电、高处坠落、机械伤害、其它危险因素等。存在的主要有害因素有粉尘、水质污染、不良气候条件等；存在的主要自然灾害因素和地质灾害有地震、雷电、特大暴雨、泥石流等。

5.2 应重点防范的主要危险有害因素

坝体失稳(溃坝)、洪水漫顶、渗流破坏、结构破坏是该建设项目应重点防范的主要危险因素，粉尘是该建设项目应重点防范的主要有害因素。

5.3 应重视的安全对策措施及建议

(1)防坝坡失稳的安全对策措施

①尾矿坝的坝坡抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基岩土的物理力学性质，考虑各种荷载作用，经计算确定。计算方法宜采用瑞典圆弧法；当坝基或坝体内存在软弱土层时，可采用改良圆弧法；考虑地震荷载时，应按《水工建筑物抗震设计规范》的有关规定进行计算。

②该尾矿库最终为三等库，在尾矿坝堆积至 $1/2 \sim 2/3$ 最终设计总坝高时，应分别对坝体做全面的安全性复核。

③坝体与岩石坝基和岸坡的连接应遵循下列原则：a)坝体断面范围内的岩石坝基与岸坡，应清除其表面松动石块、凹处积土和突出的岩石；b)对失水很快风化的软岩(如页岩、泥岩)，开挖时宜预留保护层，待开始回填时，随挖除、随回填，或开挖后喷浆保护。

④尾矿库运行过程中，企业应加强尾矿坝的安全检查等安全管理，避免坝体出现裂缝、滑坡等安全隐患。

⑤尾矿坝应上设照明电路，并配备照明灯具。

(2)防洪水漫顶的安全对策措施

①尾矿库必须设置排洪设施，并满足防洪要求。尾矿库的排洪方式，应根据地形、地质条件、洪水总量、调洪能力、回水方式、操作条件与使用年限等因素，经过技术比较确定。尾矿库有条件时也可采用溢洪道或截洪沟等排洪设施。

②排水井检查内容：井的内径、框架尺寸及位置，井壁剥蚀、脱落、渗漏、最大裂缝开展宽度，井身倾斜度和变位，井、管联结部位，进水口水面漂浮物，停用井封盖方法等。

③汛期前应对排洪设施进行检查、维修和疏浚，确保排洪设施畅通。

④排出库内蓄水或大幅度减低库内水位时，应注意控制流量，非紧急情况下不宜骤降。

⑤制定完善应急救援预案，做好汛期前的防汛工作，洪水过后应

对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查和清理。

⑥汛期来临之前，尾矿库应保持低水位运行，确保尾矿库安全。

⑦应派专人定期检查清理左右坝肩排水沟、坝前及坝面排水沟，确保排水沟排水顺畅。

⑧建设单位应与当地气象部门建立暴雨信息服务机制，实时掌握当地暴雨信息，当预报有暴雨信息时，建设单位应进入尾矿库应急状态。

(3)防渗流破坏的安全对策措施

①尾矿坝的排渗设施包括排渗盲沟、排渗管网等，在运行过程中如需增设或更新排渗设施，应经技术论证，并报经安全管理部门批准。

②排渗设施属隐蔽工程，必须按设计要求精心选料、施工，详细填写隐蔽工程施工验收记录，并绘制竣工图。

③应严格按设计要求施工，防止发生集中渗流。

④尾矿库运行期间应加强观测，注意坝体浸润线出逸点的变化情况和分布状态，严格按设计要求控制。

⑤当发现坝面局部隆起、塌陷、流土、管涌、渗水量增大或渗水变浑等异常情况时，应立即采取措施进行处理。

(4)防结构破坏的安全对策措施

①建构筑物应严格按照设计要求施工，并做好基础处理。

②运行过程中经常检查建构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵等，发现问题及时处理。

5.4 危险有害因素可控制程度

在采取本报告和《可研报告》提出的安全对策措施后，坝体失稳(溃坝)、洪水漫顶、渗流破坏、结构破坏及粉尘等危险有害因素处于可控程度。

5.5 总体评价结论

本评价认为，扩容前该尾矿库的初期坝和堆积坝的边坡修筑，防洪系统采用排水井+排水支隧洞+排水主隧洞的排水型式，采用水平顶管排渗设施，安全监测设施包括人工和在线监测设施，在线监测设施包括坝体表面位移、内部位移、浸润线、干滩、库水位、视频监控等监测项目，扩容前的现状尾矿库的安全设施与原设计相符合，经评价计算该尾矿库坝体稳定性、防洪能力、安全监测设施均符合设计要求，可研设计扩容改造工程对堆积坝进行了优化堆积坝边坡设计，上游法筑坝，尾矿排放在尾矿坝坝顶向库内分散放矿的方式。堆积坝采用水平顶管排渗，库内采用双排水井+支隧洞+主隧洞的排水型式，可研报告符合与安全生产有关的国家法律、法规、规章、标准和规范的要求，可以作为下步设计的依据，建设项目潜在的危險、有害因素在采取了评价报告在第四章提出安全对策措施及可研确定的部分安全对策措施后，评价认为该建设项目从安全生产有关方面能够得到有效控制，受控程度较高。

附件：

- (1)《安全预评价委托书》(2024.3.10)
- (2)企业营业执照
- (3)安全生产许可证
- (4)批复

安全评价委托书

河南安平安全技术有限公司：

根据《中华人民共和国安全生产法》等法律、法规的要求，委托贵公司对位于嵩县旧县镇的嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库扩容改造工程进行安全预评价工作。我公司将积极配合，及时提供安全评价所需要的各种资料 and 文件并对所提供资料的真实性、合法性、有效性负责。望贵公司依据相关的法律、法规和标准尽快编制安全评价报告。

委托单位（公章）：嵩县前河矿业有限责任公司

日 期： 2024 年 3 月 10 日



营业执照

(副本) (1-1)

统一社会信用代码
914103257065556220



扫描二维码
、国家企业信用
信息公示系统，
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

名称 嵩县前河矿业有限责任公司
类型 有限责任公司(国有控股)
法定代表人 段建民
经营范围 黄金开采、选矿、冶炼***

注册资本 贰仟叁佰万圆整
成立日期 2006年09月21日
住所 嵩县旧县乡西店村



登记机关

2024 年 01 月 03 日

MEM



编号
(豫)FM 安许证字 (2024) XCWK309B
统一社会信用代码 914103257065556220



安全生产许可证

许可范围

尾矿库运行 (总库容 272.96 万立方米, 总坝高至 107 米时闭库)

(副本)

企业名称 嵩县前河矿业有限责任公司竹毛沟尾矿库

主要负责人 段建民

单位地址 洛阳市嵩县旧县镇西店村

经济类型 有限责任公司 (国有控股)

有效期 2024 年 01 月 17 日 至 2024 年 08 月 02 日

发证机关

发证日期 2024

年 01 月 17 日



附图：

- 1、周边环境图
- 2、总平面布置图
- 3、现状库区纵剖面图
- 4、现状排水系统纵剖面图
- 5、坝高-库容曲线图
- 6、库区纵剖面图
- 7、新增排水系统纵剖面图

现场照片 1



照片 1：现状滩面



照片 2：库尾排水井

现场照片 2



照片 3：堆积坝滩面



照片 4：初期坝

现场照片 3



照片 5：右侧排水明渠



照片 6：评价人员现场照片