国信安科
GXAK TECHNOLOGY

编号：AK25070301

承德金沃矿业有限公司
布袋沟尾矿库建设项目

安全预评价报告

（审定稿）

北京国信安科技术有限公司

证书编号：APJ-（京）-003

二零二五年十二月

承德金沃矿业有限公司

布袋沟尾矿库建设项目

安全预评价报告

法定代表人：　龚宇同

技术负责人：　谢　源

项目负责人：　张旭凤

2025 年 12 月

（安全评价机构公章）

、

前　言

承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库，原立项单位为隆化玺德利矿业集团有限公司，承德金沃矿业有限公司是隆化玺德利矿业集团有限公司破产清算拍卖的买受人，承德金沃矿业有限公司位于河北省承德市隆化县中关镇北铺子村，成立于 2024 年 7 月 10 日。

新建布袋沟尾矿库采用中线法筑坝，企业选厂产出的尾矿经旋流器分级后底流粗砂于初期坝轴线外用于筑坝，溢流细尾砂排放至轴线内。布袋沟尾矿库设计总坝高为 198.0m（582.0m~780.0m），总库容 23926.8 万 m^3，为二等库。有效库容为 22449.4 万 m^3，服务年限约为 14.4 年。

根据国家有关加强矿山安全生产工作的要求，北京国信安科技术有限公司受承德金沃矿业有限公司委托，依据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《尾矿库安全监督管理规定》、《尾矿库安全规程》、《尾矿设施设计规范》和《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），对承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库建设项目进行安全预评价。

本评价报告是根据被评价单位提供的具有法律效力的技术资料，通过实地考察、系统分析和专业评估后编写完成。报告对尾矿库存在的危险、有害因素进行分析，并提出了有针对性的对策措施，供设计单位在下一阶段设计中，以及企业在尾矿库施工和运行维护、管理过程中参考。

目　　录

1 评价目的及依据.....1
1.1 评价对象及范围.....1
1.2 评价依据.....1
2 建设项目概述.....8
2.1 建设单位概况.....8
2.2 自然环境概况.....10
2.3 地质概况.....12
2.4 建设方案概况.....24
3 定性定量评价.....40
3.1 库址选择单元.....40
3.2 尾矿坝单元.....58
3.3 防排洪系统单元.....84
3.4 安全监测设施单元.....112
3.5 辅助设施单元.....116
3.6 安全标志单元.....117
3.7 安全管理单元.....118
4 安全对策措施及建议.....121
4.1 库址单元对策措施和建议.....121
4.2 尾矿坝单元对策措施建议.....122
4.3 防排洪系统单元对策措施建议.....124
4.4 安全监测设施单元对策措施建议.....125

4.5 安全管理对策措施.....126
4.6 其他对策措施 127
5 评价结论 130
5.1 综合评述 130
5.2 评价结论 132
6 附件附图 134

1 评价目的及依据

1.1 评价对象及范围

本次安全预评价的对象是承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库建设项目。尾矿库安全预评价的范围包括尾矿坝、防排洪系统、安全监测设施、照明和通讯等辅助设施，具体评价范围为：

（1）坝体工程：初期坝、堆积坝、拦砂坝；

（2）排洪系统：南沟排洪系统、北沟排洪系统、主沟拦砂坝处排洪系统；

（3）监测设施、安全标志、辅助设施、安全管理。

本次评价范围不包括尾矿输送与回水系统、选矿厂、职业卫生、环境保护等。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

1.2.1.1 法律

（1）《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令〔1992〕第65号，根据2009年8月27日中华人民共和国主席令〔2009〕第18号《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正，自公布之日起施行）

（2）《中华人民共和国防洪法》（根据2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议通过的《全国人民代

表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》修改，自公布之日起施行）

（3）《中华人民共和国安全生产法》（第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，根据中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》修正，2021 年 9 月 1 日施行）

1.2.1.2 法规

（1）《安全生产许可证条例》（中华人民共和国国务院令第 397 号，根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订，自公布之日起施行）

（2）《生产安全事故应急条例》（中华人民共和国国务院令第 708 号，2018 年 12 月 5 日国务院第 33 次常务会议通过，自 2019 年 4 月 1 日起施行）

（3）中共中央办公厅、国务院办公厅《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（2023 年 9 月）

1.2.1.3 部门规章

（1）《国家安全监管总局关于修改〈生产经营单位安全培训规定〉等 11 件规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 63 号，2013 年）

（2）《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2010 年 12 月 14 日原国家安全监管总局令第 36 号公布，根据 2015 年 4 月 2 日原

国家安全监管总局令第 77 号修正）

（3）《尾矿库安全监督管理规定》（2011 年 5 月 4 日原国家安全生产监督管理总局令第 38 号公布，根据 2015 年 5 月 26 日原国家安全生产监督管理总局令第 78 号修正）

（4）《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（原国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 75 号，2015 年 7 月 1 日起施行）

（5）《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2016〕第 88 号，应急管理部令〔2019〕第 2 号修正，2019 年 9 月 1 日起施行）

1.2.1.4 规范性文件

（1）《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）

（2）《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）

（3）《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（应急〔2020〕15 号，2020 年 2 月 21 日起施行）

（4）《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》（矿安〔2022〕88 号，2022 年 9 月 1 日起施行）

（5）《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）

（6）《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）

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

（8）《国家矿山安全监察局关于印发〈非煤矿山建设项目安全设施重大变更范围〉的通知》（矿安〔2023〕147 号）

（9）《国务院安委会办公室关于学习宣传贯彻<中共中央办公厅、国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见>的通知》（安委办〔2023〕7 号，2023 年 9 月 9 日）

（10）《国务院安全生产委员会印发〈关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施〉的通知》（安委〔2024〕1 号，2024 年 1 月 16 日）

（11）《国家矿山安全监察局关于印发 2024 年矿山安全生产工作要点的通知》（矿安〔2024〕1 号，2024 年 1 月 19 日）

（12）《国家矿山安全监察局关于<进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作>的通知》（矿安〔2024〕70 号，2024 年 7 月 3 日）

（13）《国家矿山安全监察局关于印发〈矿山安全风险监测预警处置工作管理办法（试行）〉的通知》（矿安〔2025〕100 号）

1.2.1.5 地方政府规章

（1）《河北省安全生产监督管理局关于加强金属非金属矿山安全基础管理的实施意见》（冀安监管一〔2007〕127 号）

（2）《河北省安全生产条例》（河北省第十二届人民代表大会第

五次会议于2017年1月12日通过，2017年3月1日起施行）

（3）《河北省非煤矿山建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2017年8月8日起施行）

（4）《关于印发河北省防范化解尾矿库安全风险工作实施方案的通知》（冀应急〔2020〕31号，2020年11月20日施行）

（5）《河北省应急管理厅转发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》（冀应急非煤〔2022〕44号）

1.2.2 标准规范

（1）《水利水电工程地质勘察规范（2023年修订版）》（GB50487-2008）

（2）《水工混凝土结构设计规范》（SL 191-2008）

（3）《矿山安全标志》（GB/T 14161-2008）

（4）《尾矿库安全监测技术规范》（AQ 2030-2010）

（5）《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）

（6）《碾压式土石坝施工规范》（DL/T5129-2013）

（7）《防洪标准》（GB50201-2014）

（8）《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）

（9）《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）

（10）《水电工程水工建筑物抗震设计规范》（NB35047-2015）

（11）《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB51108-2015）

（12）《水工隧洞设计规范》（SL279-2016）

（13）《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）

（14）《碾压式土石坝设计规范》（SL 274-2020）

（15）《尾矿堆积坝岩土工程技术标准》（GB/T 50547-2022）

（16）《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）

1.2.3 项目技术资料

（1）《承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库可行性研究报告》（铜源国际工程设计研究有限公司，2025 年 4 月）

（2）《布袋沟尾矿库工程地质勘察报告（详细勘察阶段）》（中国兵器工业北方勘察设计研究院有限公司，2025 年 5 月）

（3）《承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库三维渗流稳定性分析报告》（石家庄铁道大学岩土与结构实验中心，2025 年 5 月）

（4）《承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库溃坝模拟分析报告》（应急管理部信息研究院，2025 年 6 月）

（5）《承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库动力稳定性分析报告》（石家庄铁道大学岩土与结构实验中心，2025 年 12 月）

（6）《布袋沟尾矿库工程场地地震危险性分析报告》（应急管理部信息研究院，2025 年 12 月）

1.2.4 其他评价依据

（1）《委托书》

（2）《合同书》

（3）现场检查及业主提供的其他资料

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 建设单位及项目进展情况

项目名称：承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库建设项目

项目地点：河北省承德市隆化县中关镇东升村

项目主要设计内容：初期坝、拦砂坝、尾矿坝筑坝工艺、排洪系统、排渗设施、监测设施等。

承德金沃矿业有限公司是隆化玺德利矿业集团有限公司破产清算拍卖的买受人，承德金沃矿业有限公司位于河北省承德市隆化县中关镇北铺子村，成立于 2024 年 7 月 10 日，法定代表人为白雪。经营范围：选矿；金属矿石销售；非金属矿及制品销售；新型金属功能材料销售；机械设备销售；建筑材料销售；建筑装饰材料销售；五金产品零售；五金产品批发；建筑工程机械与设备租赁；金属废料和碎屑加工处理。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：建设工程施工。

尾矿库是选矿厂不可缺少的配套设施，是维持矿山生产的重要环保和安全设施，是保护环境、保护资源、节约用水、保障矿山安全生产的必备设施。

承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库，原立项单位为隆化玺德利矿业集团有限公司，该项目原设计单位为承德龙兴矿业工程设计有限责任公司。原设计选厂年排放尾矿量 1100 万 t（承德金沃矿业有限公

司选矿厂与美林选厂各自年排尾量 550 万 t），设计尾矿库采用湿式上游尾矿筑坝，设计总坝高 198m，总库容 1.36 亿 m³，有效库容 1.09 亿 m³，服务年限 16.06 年，尾矿库等别为二等。

2025 年初，作为隆化玺德利矿业集团有限公司破产清算拍卖的买受人，承德金沃矿业有限公司承接了隆化玺德利矿业集团有限公司所属的所有资源资产。拟建布袋沟尾矿库计划服务于现有两个选矿厂（承德金沃矿业有限公司选矿厂、承德金松鸿利物流有限公司选矿厂）以及拟建的承德金松鸿利物流有限公司二期选矿厂。

现有两个选矿厂，承德金沃矿业有限公司选矿厂（原隆化玺德利矿业集团有限公司选矿厂）400 万 t/a，承德金松鸿利物流有限公司选矿厂（美林选厂）800 万 t/a，拟建承德金松鸿利物流有限公司二期选矿厂 1200 万 t/a。企业根据自身资源和发展规划，计划将选厂逐步扩能改造，最终达产后年排放尾矿量可达 2400 万 t。扩能后，原布袋沟尾矿库方案库容和规模不能满足选厂生产排尾需要，需要扩容或者新建尾矿库，而新建尾矿库选址非常困难，且涉及更多的占地、搬迁和工程建设。结合布袋沟的地形条件，当改为中线法湿排方式后，总坝高 198m，总库容 23926.8 万 m³，有效库容 22449.4 万 m³，尾矿库等别为二等，服务年限约 14.4 年，能够满足企业生产排尾需要。

2.1.2 地理交通位置

承德金沃矿业有限公司位于隆化县中关镇北铺子村。拟建尾矿库位于东升村布袋沟内，距隆化县城 35km，隶属河北省隆化县中关镇东

升村管辖。两地之间有乡村公路相通，交通方便。



图 2.1-1 尾矿库地理位置

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

拟建尾矿库位于隆化县中关镇东升村的布袋沟内，地势西北高，东南低，沟谷发育，地貌为燕山中低山区。三面环山，为一座山谷型尾矿库。库区共三道沟谷，北沟西—东走向，另两条南侧支沟谷西南—东北走向；沟谷断面呈“V”字型。拟利用库区主沟长约 1.5km，沟底宽度均在 5m～200m 之间，沟谷狭长。

沟谷谷底普遍分布第四系全新统冲洪积成因的含碎石粉土、含土碎石，表层普遍分布 0.3～0.5m 厚的含植物根系耕植土，部分为耕地，杂草丛生，零星分布杨树、松树、桦树、刺槐、核桃树、枣树等树木。

山坡地带植被发育，第四系覆盖层厚薄不均，分布第四系全新统坡洪积成因的碎石粉土、含土碎石，局部地段分布有厚层粉土，最大厚度约 20.0m，遇水易崩解，强度迅速降低，边坡水稳性差。部分地段基岩裸露，基岩岩性主要为流纹岩，浅层岩体风化程度多为强风化～中风化。其中在南侧两条支沟尾部交汇处基岩岩性主要为凝灰质砂岩和砾岩。

2.2.2 气候条件

隆化县属于半湿润半干旱大陆性季风型山地气候，主要特征为：冬季寒冷少雪；春季干旱少雨；夏季温和多雷阵雨；秋季凉爽，四季分明，昼夜温差大，垂直差异大于水平差异。据隆化县气象台多年气象要素统计资料，区域内多年平均气温 7.91℃，年平均气温最高年 8.4℃（2007 年），年平均气温最低年 7.2℃（2005 年），年际最高气温 40.7℃（2000 年），最低气温为-24.7℃（2001 年）。年内最热为 7 月，平均气温 22.8℃；最冷为 1 月，平均气温-12.6℃。

区域内累年降水量最大年为 589.1mm（2008 年），最少年为 325.9mm（2009 年），最大变幅 263.2mm，2017 年降雨量为 512.0mm。

年际最大一次降雨量为 107.2mm（1999 年），年内降水量最多月是 7 月，降水量为 137.8mm，最少月是 1 月，降水量为 0mm，6~8 月为丰水期，降水量占全年的 72.44%。年蒸发总量为 1582.9mm，年内蒸发量最大月为 226.6mm，最小月为 32mm，旬蒸发量最大为 98.1mm，最小为 8.9mm。24h 内最大蒸发量 12.6mm，最小蒸发量为 0.2mm，

多年平均蒸发量为942mm，历年无霜期最长为197天（2006年），最短143天（2008年），最大冻土深度为139cm。

2.2.3 地震烈度

本工程地处承德市隆化县，按照国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）的有关条文，本地区抗震设防烈度6度，设计基本地震加速度值0.05g，设计地震分组为第三组，设计特征周期0.45s。

2.3 地质概况

2.3.1 区域地质构造

区域断裂构造较发育，主要是东西向丰宁—隆化深断裂及燕山期北东向和北西向断裂。东西向深断裂继承性多期活动，生成于新太古末期，它控制了中、上元古界地层的发育和海西期岩浆侵入活动，燕山期继承性活动，使长城系地层逆冲到侏罗系、白垩系地层之上。燕山期构造运动形成的断陷盆地，控制了中生界地层的沉积，侏罗系—白垩系地层自东向西依次排列，总体走向北东，倾向北西。

2.3.2 区域水文地质条件

2.3.2.1 区域水文概况

隆化县境内主要河流有四条：滦河、伊玛图河、伊逊河、武烈河（支流包括兴隆河、鹦鹉河、茅沟河）。滦河在县境内长101km，途经10个乡镇，流域面积1746.1km²，正常流量为20m³/s，最大洪峰流

量为 3140m³/s。该河上游地势平缓，植被良好且多湿地，水土流失轻微。伊玛图河自围场半截塔乡流入境内，过境长度 68km，流经 9 个乡镇，流域面积 1012.48km²。该河流量不稳，枯水季节几乎干涸，洪汛期漫滩汹涌。年平均流量 4.4m³/s，最大洪峰流量为 567m³/s。牛录、白虎沟沿岸水土流失严重。伊逊河是滦河的一大支流，由唐三营镇石片村入境，贯穿中部，向南流经唐三营、张三营、汤头沟等乡镇，在隆化镇山咀与伊玛图河汇流。境内流程 80km，流域面积 1552.8km²，河水蜿蜒如带，四季长流不息，枯水期流量为 1m³/s，历史上最大洪峰流量 2486m³/s。由于上游有庙宫水库调节，水资源利用程度较高。武烈河有三条支流：兴隆河、鹦鹉河、茅沟河。总流域面积 1180.42km²，属于季节性河流。

2.3.2.2 含水层

区域水文地质分区的依据是各水文地质分区的特征、边界条件、地下水的补给径流及排泄条件。

勘察区位于龙关—隆化裂隙水亚区（III6）区内，根据区内地下水类型又可进一步划分为第四系松散岩类孔隙水、碎屑岩类裂隙孔隙水、碎屑岩、碳酸盐岩类裂隙溶洞水和基岩裂隙水。

（1）第四系松散岩类孔隙水

区域第四系孔隙潜水主要分布于山区河（沟）谷及山间盆（洼）地，含水层岩性以砂砾石和粗砂为主，厚 2~5m，并具有宽谷厚、支谷薄的变化规律。水位埋深一般小于 5m，最大埋深 16.40m。

（2）碎屑岩类裂隙孔隙水

1）白垩系碎屑岩类裂隙孔隙水含水岩组

包括大北沟组和西瓜园组，含水层岩性以砂岩、砂砾岩为主，地下水主要富集于断裂带及其影响带成岩孔隙、裂隙中。该区域岩组泉流量为 1.296L/s，单井涌水量为 15.9m³/d，富水性强；远离构造带部位，地下水主要赋存于层间孔隙、裂隙及风化裂隙中，蓄水空间有限，地下水的富集程度相对减弱。

2）侏罗系碎屑岩裂隙孔隙水含水岩组

区域上主要包括下花园组和南大岭组，含水层岩性以砾岩、砂岩、凝灰质砂砾岩、安山岩以及砂质页岩等为主，其水力性质以潜水为主，局部承压。结合区域水文地质资料，该岩组富水性弱。

（3）碎屑岩、碳酸盐岩类裂隙溶洞水

1）长城系大红峪组—团山子组碎屑岩、碳酸盐岩裂隙溶洞水

含水岩组

含水层岩性为灰质白云岩、燧石条带白云岩夹砂页岩、钙质页岩、石英砂岩等，一般分布于高于庄组白云岩含水层外围，其水力性质以潜水为主，局部具承压性。下部大红峪组砂质白云岩，该类含水岩组基本上以中等富水为主。

（4）基岩裂隙水

基岩裂隙水按地下水的成因可分为两个亚类，即构造裂隙水与风化带网状裂隙水。

1）构造裂隙水

①侏罗系火山熔岩构造裂隙水含水岩组

区域上出露地层主要包括张家口组和白庙组，含水层岩性以凝灰岩、安山质凝灰岩、凝灰质砂砾岩为主，具块状构造，其富水性受岩性、地形地貌及构造条件的综合控制，尤以构造控水最为明显，该区域岩组泉流量为0.062L/s，富水性弱。

2）风化带网状裂隙水

①太古界变质岩系风化带网状裂隙水含水岩组

该岩类区域出露以太古界凤凰山组三段为主，以赋存风化裂隙水为主，风化带厚度一般小于 10m，泉点一般出露于坡脚或冲沟中，该区域岩组泉流量0.471L/S，富水性中等。

②各期岩浆岩风化带网状裂隙水含水岩组

该岩类区域出露主要有海西期花岗岩，中元古代斑状石英二长岩、石英正长岩、角闪石英正长岩、斜长岩，早元古代变质闪长岩，次火山岩类以流纹斑岩为主，其基岩以发育风化裂隙为主，风化带厚度一般10.0~30.0m，该区域岩组泉流量0.148~0.235L/S，富水性中等。

2.3.2.3 地下水补径排特征

因地质、地貌以及含水层分布、埋藏条件的不同，赋存于不同含水层的地下水具不同的水力特征，其补给、径流、排泄条件也有差异。

分布于山区河（沟）谷区的第四系松散岩类孔隙潜水，主要接受大气降水的补给，其次为上游区的地下水侧向径流补给。以径流方式，由上游区向下游区排泄，径流方向近似河流流向，径流条件较好。蒸发和人工开采也是其排泄的主要途径。

分布于基岩山区的风化裂隙水，大气降水是唯一补给来源。繁茂

的植被，缓平的地形，均可增加地表糙度，从而减少地表径流，使降水有较充分的渗入时间，增加了地下水的补给量。当岩石的风化裂隙接受降水补给后，主要以地下水径流的方式泄于沟谷区，亦有一部分将补给河（沟）谷区第四系孔隙砂砾石层。

2.3.3 库区工程地质

2.3.3.1 库区地质构造

拟建库区地处中朝准地台（I2）燕山台褶带（II22）承德拱断束（III26）大庙穹断束（IV220），本区位于丰宁—隆化与尚义—平泉两条断裂之间。平面呈东西向的带状，空间上处于燕山台褶带的北部边缘。该区普遍遭受混合岩化作用影响，形成大面积的各种类型的岩浆岩。

区内断裂构造发育不明显，仅有一条 NW 向断裂，即布袋沟断层，断层性质为正断层，布袋沟断层长 1.55km，宽 1.5~2.5m，产状：倾向约 50°，倾角 72°，控制深度大于 420m，断层规模为一条小型断裂；该断层形成于燕山期，发育于白旗组地层中，为基岩断层，第四纪以来未有明显活动迹象，为非全新世活动断裂。

布袋沟断层在基岩区地表出露，断裂地表分布特征：

（1）断层在局部零星出露，出露地貌为鞍部，发育为蚀变破碎带，见已经固结构造角砾岩。

构造角砾岩，角砾结构，块状构造，角砾大小不等，大者可达 3~4cm，岩性为白色流纹斑岩，胶结物为固结粉末状长英质物质。围岩均为流纹斑岩，蚀变严重，局部破碎，可见高岭土化，风化面黄褐色，新

鲜面灰白色，斑状结构，块状构造，斑晶主要为石英，基质主要为长英质物质，发育一组近东西向节理，走向约 270°。

（2）构造破碎带及附近围岩局部可见一组断面，断面见清晰擦痕，控制宽度约 1.5-2.5m，反映断层控制宽度约 2m。断层擦痕表层发育斜向上正阶步，表层铁染呈锈黄色。局部断面产状 70°∠70°。

（3）零星出露的断层破碎点走向约北西 50°，其间推测断层隐伏产出。隐伏段地貌均发育为冲沟。

2.3.3.2 库区地层分布及土质特征

拟建尾矿库地基土层主要为第四系全新统坡洪积及冲洪积成因的含碎石粉土及含土碎石，下伏基岩主要为流纹岩，局部为花岗岩、凝灰质砂岩及砾岩。依据其工程地质特征，自上而下分为 14 个工程地质层，各主要地基土层的工程特性评述如下：

①耕土：褐黄色，土质不均，以粉土为主，含植物根系及角砾碎石，无光泽，干强度及韧性低，层厚 0.50~0.60m，层顶高程 532.90~579.60m，该层在库区内分布较少，主要为人工开垦的田地。

②粉土：褐黄色，稍湿，稍密~中密，土质不均，局部夹粉质黏土团块，摇振反应中等，无光泽，干强度、韧性低。层厚 0.50~18.40m，层顶高程 488.75~720.09m，该层仅在局部地段出露，遇水易崩解、湿陷，强度迅速降低，边坡水稳性差，工程力学性质较差。

③碎石：杂色，稍湿，稍密~密实，局部松散，碎石含量 55%~75%，一般粒径 3cm~14cm，含部分块石，最大可见粒径 25cm，以黏土、粉土、砂砾填充，母岩以花岗岩为主。层厚 0.30~16.5m，层顶高程 484.

41~803.28m，该层在场地内普遍存在，工程力学性质一般。

④强风化凝灰质砂岩：白灰色，凝灰质结构，斑杂构造，由火山碎屑物和填隙物胶结而成，成分主要为碎屑，填隙物为杂基和胶结物，岩石呈块状或短柱状，一般柱长 3~10cm，锤击声哑易破碎呈粉末状，岩芯采取率约 65%。该层层厚 3.40~4.30m，层顶高程 616.80~645.77m。该层在场地内南沟（南岔）尾部可见，工程性质一般。

⑤中风化凝灰质砂岩：白灰色，凝灰质结构，斑杂构造，由火山碎屑物和填隙物胶结而成，成分主要为碎屑，填隙物为杂基和胶结物，岩芯多呈柱状，一般柱长 5~80cm，锤击声哑，易破碎，岩芯采取率约 85%，RQD=55~75%。该层层厚 5.00~23.40m，层顶高程 612.50~642.37m。该层在场地内南沟（南岔）尾部可见，工程性质一般。

$⑤_1$微风化凝灰质砂岩：微风化，白灰色，凝灰质结构，斑杂构造，由火山碎屑物和填隙物胶结而成，成分主要为碎屑，填隙物为杂基和胶结物，岩芯呈长柱状，一般柱长 15~120cm，锤击声较脆，锤击可断，岩芯采取率约 95%，RQD=75~95%。该层未完全揭穿，最大揭露厚度 9.00m，层顶高程 618.97m。该层在场地内南沟（南岔）尾部可见，工程性质较好。

⑥强风化砾岩：褐红色，砾状结构，块状构造，由砾石、卵石胶结而成，成分主要为圆砾岩屑、矿物碎屑，填隙物为砂及黏土矿物，岩石呈块状或短柱状，一般柱长 2~8cm，锤击声哑，锤击可断，岩芯采取率约 65%。该层层厚 1.0~4.90m，层顶高程 610.99~657.44m。该层在场地内南沟（北岔）与南沟（南岔）尾部交汇处可见，工程性质一般。

⑦中风化砾岩：中风化，褐红色，砾状结构，块状构造，由砾石、卵石胶结而成，成分主要为圆砾、岩屑、矿物碎屑，填隙物为砂及黏土矿物，岩芯多呈柱状，一般柱长 5~70cm，锤击声较脆，锤击可断，岩芯采取率约 85%，RQD=50~70%。该层未完全揭穿，最大揭露厚度 21.50m，层顶高程 609.99~652.54m。该层在场地内南侧支沟尾部可见，工程性质一般。

⑧全风化流纹岩：灰红色，原岩结构已破坏，风化为土状，见少量流纹岩风化碎块，手捏即碎。该层层厚 0.8~1.80m，层顶高程 558.63~564.48m。该层在场地内偶见，工程性质一般。

⑨强风化流纹岩：灰红色，岩体破碎，斑状结构，流纹构造，风化裂隙发育，裂缝面可见铁锰矿化锈斑，岩石呈块状或短柱状，一般柱长 3~8cm，锤击声哑，锤击可断，岩芯采取率 60%。该层层厚 0.5~9.50m，层顶高程 519.90~800.98m。该层在场地内大部分区域可见，工程性质较好。

⑩中风化流纹岩：灰红色，斑状结构，流纹构造，风化裂隙较发育，局部节理裂隙较多，岩芯多呈柱状，一般柱长 6~50cm，锤击声较脆，锤击可断，岩芯采取率约 80%，RQD=40~70%。该层层厚 1.70~36.00m，层顶高程 515.90~795.98m。该层在场地内大部分区域可见，工程性质较好。

⑪微风化流纹岩：灰红色，斑状结构，流纹构造，风化裂隙发育一般，局部较发育，岩心呈长柱状，一般柱长 15~130cm，锤击声脆，锤击不易断，岩芯采取率约 90%，RQD=70~90%。该层未完全揭穿，

最大揭露厚度 115.00m，层顶高程 593.87~772.08m。该层在场地内大部分区域可见，工程性质较好。

⑫强风化花岗岩：肉红色，灰红色，中粗粒变晶结构，块状构造，节理裂隙发育，裂隙面可见锈斑，岩芯呈块状或短柱状，一般柱长 3~8cm，锤击声哑，岩芯采取率约 60%。该层层厚 2.50~6.10m，层顶高程 472.22~517.74m。该层仅在场地内拦砂坝位置可见，工程性质一般。

⑬中风化花岗岩：肉红色，灰红色，中粗粒变晶结构，块状构造，节理裂隙较发育，岩芯多呈柱状，柱长 5~60cm，锤击声较脆，取芯率约 85%，RQD=50~70%，该层未揭穿，最大揭露厚度 3.00m，层顶高程 468.61~514.84m。该层仅在场地内拦砂坝位置可见，工程性质较好。

2.3.4 库区水文地质

库区地下水的补给来源主要是大气降水，其次是基岩裂隙水的侧向补给。库区零星分布地表水体，地下水无稳定水流。拟建库区地下水动态随季节变化。水位变化主要受降水影响。地下水水位的上升与下降，水量的增减与降水量存在一定的联系。根据搜集到的本地区水文气象资料，本区近 3~5 年的地下水水位年最大变化幅度约为±4.0m。结合拟建库区的地形、地貌、工程地质和水文地质条件，推测拟建尾矿库所在沟谷的正常地下水位最大年变化幅度约为±4.0m。

建库后，地下水的补给来源，一是长期性的尾矿水，二是季节性的大气降水。季节性的大气降水是影响库内水位突变的主要因素，特别是占区内降雨总量 50%以上的 6~9 月份的雨季。长期性的尾矿水在

该尾矿库正式投入运行之后产生，来自选矿厂的尾矿浆通过水力输送管道和放矿支管向库内排放，库区各沟谷将陆续成为尾矿浆淹没区，因此，长期性的尾矿水将成为库区地下水的主要补给来源，库内尾矿水通过尾矿堆积体内的孔隙不断下渗至库区谷底第四系天然覆盖层和基岩裂隙中，从而与库区谷底原始天然地层中的地下水混为一体，对库区原始天然地层中的地下水位变化将产生很大影响。

2.3.5 拟建坝体及排洪系统工程地质

2.3.5.1 初期坝、拦砂坝工程地质

初期坝设计采用土石组合坝结构。拦砂坝采用堆石坝结构。沟谷谷底普遍分布新生界第四系全新统冲洪积成因的含碎石粉土、含土碎石，工程性质较差。坝肩位置亦分布该层，局部分布有较厚层粉土，粉土层遇水易崩解、湿陷，强度迅速降低，边坡水稳定性差，工程性质较差。

山坡地带植被发育，第四系覆盖层厚薄不均，分布第四系全新统坡洪积成因的含碎石粉土、含土碎石，局部地段分布有厚层粉土，最大厚度约 20.0m，遇水易崩解，强度迅速降低，边坡水稳性差。部分地段基岩裸露，基岩岩性主要为流纹岩，浅层岩体风化程度多为强风化～中风化。其中在南侧两条支沟尾部交汇处基岩岩性主要为凝灰质砂岩和砾岩。

2.3.5.2 排洪系统工程地质

主隧洞出口基底地层为碎石③层、强风化流纹岩⑨层、中风化流纹岩⑩层，主隧洞上覆地层主要为碎石③层、全风化流纹岩⑧层、强风化流纹岩⑨层及中风化流纹岩⑩层，局部为强风化砾岩⑥层、中风化砾岩⑦层，上覆地层厚度 0.0~95.0m，地层分布不均匀，性质变化较大。

尤其在坐标（X=4567120.362，Y=577960.072）~（X=4567122.398，Y=578286.352）地段，上覆局部为砾岩，下伏凝灰质砂岩，地层分布不均匀，岩性变化较大，性质变化较大。

北沟支隧洞与主沟排水隧洞在连接处上覆地层为碎石③层、强风化流纹岩⑨层、中风化流纹岩⑩层，上覆地层厚度 0.0~140.0m，地层分布较均匀，局部覆盖层厚度仅约 30.0m，主要为中风化流纹岩⑩层，该层位流纹岩风化裂隙较发育，局部节理裂隙较多，性质变化较大。B1 排水井与北沟支隧洞直接相接，北沟支隧洞进口上覆地层为碎石③层、强风化流纹岩⑨层、中风化流纹岩⑩层、微风化流纹岩⑪层，B1 排水井基底地层为碎石③层，地层分布不均匀，岩性变化较大。B2~B6 排水井通过竖井与北沟支隧洞相接，北沟支隧洞进口上覆地层为碎石③层、强风化流纹岩⑨层、中风化流纹岩⑩层、微风化流纹岩⑪层，地层分布较均匀，B2、B3 竖井局部覆盖层厚度 20.0~140.0m，主要为中风化流纹岩⑩层，该层位流纹岩风化裂隙较发育，局部节理裂隙较多，性质变化较大。

南沟支隧洞与主沟排水隧洞在连接处上覆地层为碎石③层、强风

化流纹岩⑨层、中风化流纹岩⑩层，上覆地层厚度 32.0~80.0m，地层分布较均匀，局部覆盖层厚度较小，主要为中风化流纹岩⑩层，该层位流纹岩风化裂隙较发育，局部节理裂隙较多，性质变化较大。N1~N4 排水井通过竖井与南沟支隧洞相接，南沟支隧洞进口上覆地层为碎石③层、强风化流纹岩⑨层、中风化流纹岩⑩层、微风化流纹岩⑪层，地层分布较均匀，性质变化不大。

2.3.6 库区不良地质作用

（1）滑坡：库区及其周围山体基岩主要为流纹岩，岩石强度较高。覆盖层主要为残坡积及冲洪积成因的含碎石粉土、含土碎石，覆盖层植被较发育。山顶多为圆顶山，山体较稳定，库区内历史上未发生过滑坡，现场亦未发现明显存在和潜在滑坡体，不会发生岩体滑坡。

（2）泥石流：库区所在位置属于山区地貌，但山体比较平缓，虽然局部分散有第四系松散堆积物，但第四系松散堆积物厚度较小，地层渗透性较好，不利于形成泥石流；再加上库区内植被较发育，对泥石流也起到阻挡作用。

（3）危岩和崩塌：库区周围山体平缓，山体岩石主要为流纹岩，表层已多风化为圆顶山，植被发育。仅在靠近主沟尾部北面山坡处，坡下坐标及高程（X=4567652.406，Y=577200.229，H=680.078），发现一处崩塌产生的落石区域，落石为流纹岩，中粗粒结构，块状构造，山坡下已存在滑落的大块碎石，坡上落石区域长宽高约 4.0×12.0×2.0 m，体积约 100m³，崩塌的前缘不断掉块，存在小型崩塌现象。

（4）其他不良地质现象：经勘察现场踏勘调查，勘察期间库区内未发现人为破坏地质环境的现象，不存在地面塌陷问题，亦无岩溶等不良地质现象。

2.4 建设方案概况

2.4.1 库址选择

拟建尾矿库位于隆化县中关镇东升村的布袋沟内，地势西北高，东南低，沟壑发育，地貌为燕山中低山区。三面环山，为一座山谷型尾矿库。库区共三道沟谷，北沟西—东走向，另两条南侧支沟谷西南—东北走向，沟谷断面呈“V”字型。拟利用库区主沟长约 1.5km，沟底宽度均在 5-200m 之间，沟谷狭长。

库区植被茂密，两岸山体稳定，发生滑坡的可能性很小。库区无危及尾矿库安全的违章爆破、采石、采土、建筑、取水和废弃物排放、放牧和开垦等活动。周边没有重要工程和文物保护设施。

拟建尾矿库库区内为布袋沟（自然村）居民住户，沟内住户约 32 户，122 人，整体搬迁。此外沟内没有文物保护设施，库区下部没有可开采价值的矿床，库区无采矿活动。

拟建尾矿库初期坝坝底标高 582.0m，坝顶标高为 650.0m，坝脚处为下窝铺村，共有 7 户养殖场，沟口处距尾矿坝外坝脚流经距离 1.5km 处为布袋沟门村，有居民约 20 户 60 人，房屋底标高在 466.0m~480.0m。沟口处距尾矿坝外坝脚流经距离 1.7km 处有一集体闲置房屋，底标高为 471.1m。沟口东侧为承德金沃矿业有限公司选矿厂，距尾矿

坝外坝脚流经距离约 1.9km，沟口东侧距尾矿坝外坝脚流经距离约 1.8 km 为鹦鹉河，沟口外南侧（下游）距尾矿坝外坝脚流经距离 2.4km 为东升村，房屋底标高在 456.0m~460.0m。此外，经现场勘察，发现有两回高压输电线路从尾矿库库区上方跨越。

初步搬迁方案为搬迁沟内布袋沟 32 户居民和下窝铺村 7 户养殖场。搬迁后拟建尾矿库下游 1km 之内无居民区等重要设施，不属于“头顶库”。

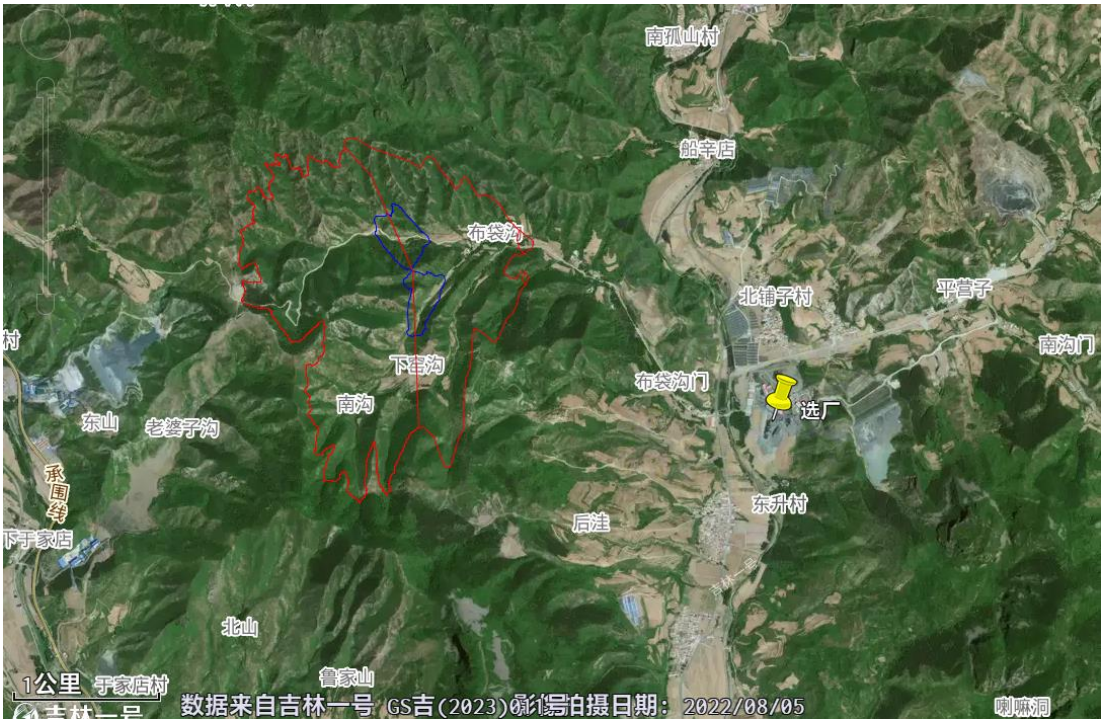


图 2.4-1 尾矿库周边环境卫星图

2.4.2 库容、等别

2.4.2.1 库容

根据库区实测地形图，承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库采用中线式筑坝方案，尾矿库占地面积 3.2km²，设计最终堆积标高 780.0m，

堆积坝高 130.0m，尾矿库总坝高 198.0m，总库容 23926.8 万 m³，为二等库。有效库容为 22449.4 万 m³，尾砂平均堆积干密度按 1.51t/m³计算，服务年限约为 14.4 年，库容计算见下表。

表 2.4-1 库容计算表

标高（m）	细砂区		粗砂区		总库容
	单层库容（万 m³）	累积库容（万 m³）	单层库容（万 m³）	累积库容（万 m³）	累积库容（万 m³）
582.0	0	0	0.0	0.0	0.00
650.0	649.4	649.4	133.7	133.7	783.0
660.0	379.5	1028.8	188.9	322.6	1351.4
670.0	478.2	1507.0	263.3	585.9	2092.9
680.0	581.1	2088.2	346.3	932.2	3020.4
690.0	696.8	2785.0	433.0	1365.2	4150.2
700.0	818.6	3603.5	505.7	1871.0	5474.5
710.0	942.0	4545.5	577.6	2448.5	6994.0
720.0	1064.5	5610.0	651.9	3100.4	8710.4
730.0	1194.3	6804.3	724.9	3825.3	10629.6
740.0	1329.1	8133.4	792.2	4617.5	12750.9
750.0	1461.9	9595.3	862.0	5479.5	15074.8
760.0	1596.0	11191.3	942.3	6421.7	17613.1
770.0	1725.7	12917.0	1032.0	7453.8	20370.8
780.0	1856.8	14773.8	1699.2	9153.0	23926.8

2.4.2.2 等别

《尾矿库安全规程》对尾矿库等别的规定见下表。当两者的等别相差一级时，以高者为准；当两者的等别相差大于一级时，按高者降低一等。

表 2.4-2 尾矿库的等别表

等别	全库容 V（万 m³）	坝高 H（m）
二	10000≤V<50000	100≤H<200
三	1000≤V<10000	60≤H<100
四	100≤V<1000	30≤H<60
五	V<100	H<30

承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库最终堆积标高为 780.0m，此时尾矿坝的总坝高 198.0m，尾矿库总库容为 23926.8 万 m³，根据《尾矿库安全规程》，该尾矿库为二等库。

2.4.2.3 构筑物级别

尾矿库主要构筑物级别为 2 级，《尾矿库安全规程》对尾矿库构筑物级别的规定见下表。

表 2.4-3 尾矿库构筑物的级别

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

2.4.2.4 防洪标准

根据《尾矿库安全规程》和相关规定，设计防洪标准见表 2.4-4。

表 2.4-4 尾矿库防洪标准

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

对坝顶标高 650.0m、690.0m 和最终堆积标高 780.0m 进行洪水计算，各计算标高采用的防洪标准见表 2.4-5。

表 2.4-5 设计采用尾矿库防洪标准

标高（m）	坝高（m）	库容（万 m³）	等别	规范洪水重现期（年）	设计洪水重现期（年）
650.0	68.0	923.37	三	200～500	1000
690.0	108.0	4482.67	二	500~1000	5000
740.0	158.0	13148.47	二	500~1000	5000
780.0	198.0	25810.96	二	500～1000	5000

2.4.2.5 干滩长度与安全超高设计标准

设计选取的沉积滩平均坡度为 1.0%，正常生产控制干滩长度 200.0m，安全超高为 2.0m。

2.4.2.6 最小浸润线埋深标准

尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深在满足坝坡抗滑稳定的条件下，应满足下表要求。

表 2.4-6 最小浸润线埋深

堆积坝高度 H（m）	H≥150	150>H≥100	100>H≥60	60>H≥30	H<30
浸润线最小埋深（m）	10～8	8～6	6～4	4～2	2

依据表 2.4-6，各运行期最小浸润线埋深见下表。

表 2.4-7 各运行期最小浸润线埋深

标高（m）	堆积坝高（m）	等别	最小浸润线埋深
650.0	68.0	三	6～4
690.0	108.0	二	8～6
740.0	158.0	二	10～8
780.0	198.0	二	10～8

2.4.3 尾矿坝

2.4.3.1 尾矿性质

现有选厂年排放尾矿量 1200 万 t/a（其中承德金沃矿业有限公司选矿厂年排放量 400 万 t/a，承德金松鸿利物流有限公司年排放量 800 万 t/a）。企业拟建承德金松鸿利物流有限公司二期，年排放量 1200 万

t/a。达产后年排放尾矿量可达 2400 万 t/a。

承德金沃矿业有限公司和承德金松鸿利物流有限公司一期、二期所用原矿均属于超低贫钒钛磁铁矿，所用选别工艺均是矿石经三段一闭路破碎，二段球磨机磨矿处理，三段磁选机选别出最终铁精矿。尾矿浓缩后通过浮选选出磷精矿和钛精矿。

承德金沃矿业有限公司现役尾矿库为大南沟尾矿库，尾矿库总坝高 98.0m，总库容 545.0 万 m^3，子坝顶标高 598.0m，滩顶标高 596.0 m，子坝顶已达到设计最终堆积标高 598.0m，大南沟尾矿库正在组织闭库施工。承德金松鸿利物流有限公司现役尾矿库为老婆子沟尾矿库，尾矿库设计最终标高 680.0m，总坝高 123.0m，总库容 1544.5 万 m^3，为二等库。现状滩顶标高 645.8m，剩余服务年限 2.83 年。

根据企业提供的资料，尾砂粒度如下表所示：

表 2.4-8 承德金松鸿利物流有限公司尾砂颗粒级配表

序号	1	2	3	4	5	6	7
粒径（mm）	2.0--0.5	0.5--0.25	0.25~0.075	0.075--0.05	0.05--0.01	0.01--0.005	＜0.005
含量（%）	17.64	23.02	29.38	13.36	9.06	4.93	2.61

表 2.4-9 承德金沃矿业有限公司尾砂颗粒级配表

序号	1	2	3	4	5	6	7
粒径（mm）	2.0--0.5	0.5--0.25	0.25~0.075	0.075--0.05	0.05--0.01	0.01--0.005	＜0.005
含量（%）	12.0	28.0	37.0	15.0	5.0	2.0	1.0

由上表可知，金松鸿利物流有限公司全尾中+200 目的粗尾占比为 70%，承德金沃矿业有限公司全尾中+200 目的粗尾占比为 77%，适当分级后，完全可满足粗砂区筑坝要求。

2.4.3.2 初期坝

初期坝轴线位于沟口狭窄处，初期坝高按容纳生产初期的尾矿量、回水澄清距离、排洪安全、初期堆坝工作条件等因素确定，共设置北沟和南沟两座初期坝，初期坝顶标高均为650.0m，可形成总库容783.0万m³（其中上游细砂区649.4万m³，下游粗砂区133.7万m³），有效库容606.9万m³，可满足矿山0.6年的尾矿堆存需要。

北沟初期坝坝底高程582.0m，坝顶高程为650.0m，坝高68.0m。据当地筑坝材料的实际情况，初期坝拟采用土石组合坝结构。初期坝坝顶宽5.0m，内外平均坡比为1：2.5，坝轴线长约428.2m，共需土石料202.8万m^3。

南沟初期坝坝底高程、坝顶高程、坝高、初期坝结构、坝顶宽度及内外坡比与北沟均一致，坝轴线长约403.2m，共需土石料220.0万m^3。

2.4.3.3 堆积坝

堆积坝采用中线式尾矿筑坝法分期加高，子坝顶以上每期高度10m，最终坝顶标高780.0m。最终下游坡面每10m高设一马道，宽度为5m，马道之间外坡比为1：3.0，平均外坡比为1：3.5。根据地形，北侧750.0m标高马道加宽，最大宽度为160m，最终外坡面共设3道上坝台阶。

尾矿入库前需进行分级，分级出的细尾矿排至初期坝轴线上游直接水力充填形成干滩，分级出的粗尾矿排向下游筑坝区筑坝。要求控制每期筑坝区临时外坡比不陡于1：3.0。

为确保尾矿库防洪安全和筑坝连续性，尾矿库生产运行期内下游

筑坝区的上升速度应与上游尾矿排放的上升速度相协调，除使用终期外，其余各期进度须满足坝顶标高超前于库内尾矿沉积滩顶标高不小于 4m、不大于 10m 的高差要求。运行过程中可根据筑坝进度和尾矿排放量，动态调整旋流器运行参数（如给矿压力、浓度），确保粗砂产量满足筑坝需求。若粗砂产量过高则可先堆至最终边坡坝脚，减轻终期下游筑坝的压力。

根据现有尾矿库资料，尾砂粒度如下表所示：

表 2.4-10 尾砂颗粒级配表

序号	1	2	3	4	5	6	7
粒径（mm）	2.0--0.5	0.5--0.25	0.25~0.075	0.075--0.05	0.05--0.01	0.01--0.005	＜0.005
含量（%）	17.64	23.02	29.38	13.36	9.06	4.93	2.61

尾矿入库前经旋流器进行分级，设计最大粗砂产率为 70%，根据尾砂颗粒级配初步判断其粗砂粒径可满足粗砂区筑坝要求。

为防止雨水冲刷坝体，在堆坝区外坡设置临时排水沟，最终下游坡面与山体交汇处设置坝肩截水沟，最终外坡设纵、横向排水沟。

2.4.3.1 防排渗设施

（1）排渗设施

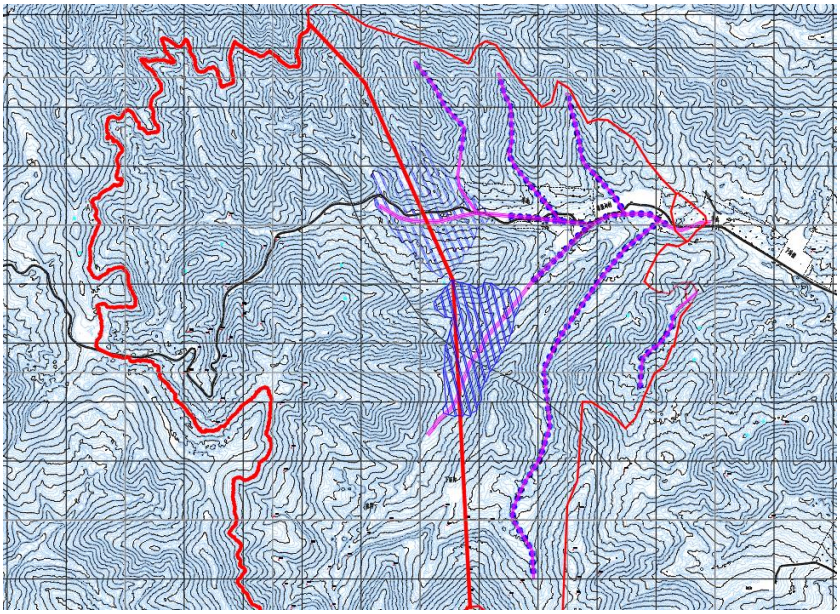


图 2.4-2 排渗设施平面布置示意图

为了加速筑坝区坝体渗水，控制坝体浸润线满足要求，在沟底设置排渗棱体，沿棱体间隔 30m 设置 30m 高垂直石笼排渗盲井。

（2）库底防渗设施

在主沟拦砂坝外侧沟口和支沟拦砂坝外侧沟口处分别设置截渗墙+帷幕灌浆型式的垂直防渗设施，中风化岩层以上设置截渗墙，中风化及以下岩层进行帷幕灌浆。

对于断裂段区域，拟清除表层角砾层后，下挖 3m 角闪石英正长岩层。采用 C20 毛石砼换填厚度 1.5m，并采用 C30 钢筋砼防渗铺盖。

2.4.3.2 拦砂坝

在主沟和支沟共设有 2 座拦砂坝，主沟拦砂坝轴线在距北沟初期坝坝脚下游约 660.0m 处，坝底标高 524.0m，坝顶标高 550.0m，最大

坝高 26.0m，堆石坝结构。顶宽 5.0m，坝轴线长 165.2m。支沟拦砂坝轴线在主沟拦砂坝南侧，与其间隔一山梁，坝底标高 534.0m，坝顶标高 550.0m，最大坝高 16.0m，堆石坝结构。

2.4.3.3 筑坝料场

可研初期坝土石料取料初步位置位于两沟之间的山梁部位，利于两沟连通导流。取料后地面与隧洞间的山体厚度不小于 50m，保证隧洞安全。

依据详勘结果，筑坝料场拟选定库区内北沟与南沟（北岔）两条支排水沟之间、靠北沟的初期坝西南侧北沟支隧洞地段山体。

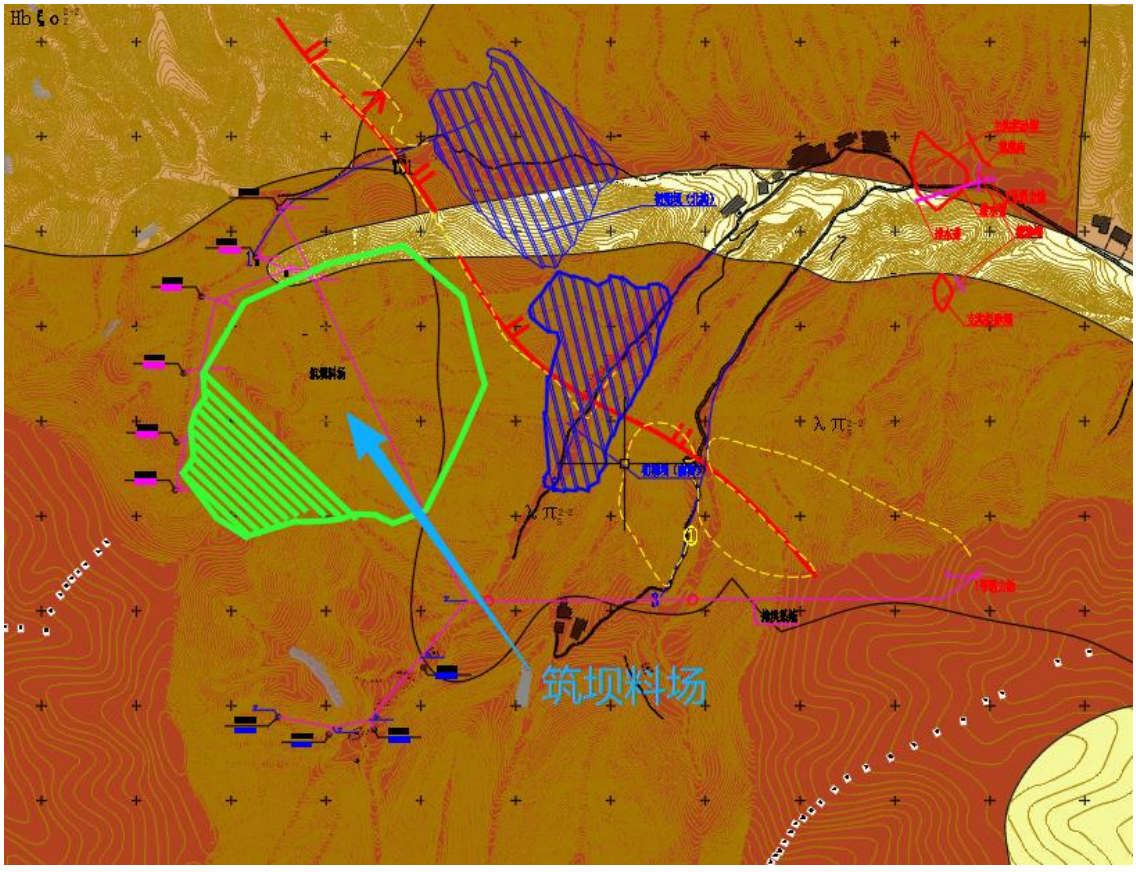


图 2.4-3 筑坝料场位置示意图

2.4.4 防排洪

根据地形，740.0m 标高以下南沟和北沟需分别建设排洪系统，740.0m 标高以上仅保留北沟排洪系统，并将南沟排洪系统封堵。

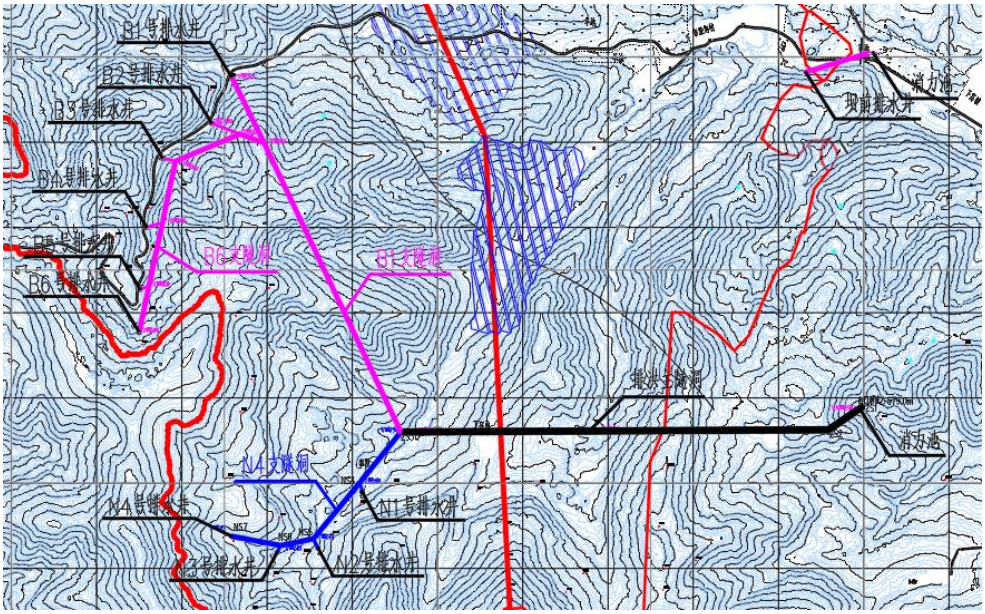


图 2.4-4 排洪系统平面布置图

尾矿库排洪系统采用排水井→竖井→排水隧洞→消力池结构。

北沟共设 6 个框架式排水井，其中 1 号井高度 10m，2 号井高度 22m，其余高度 32m。排水井内径 3.5m，采用 C30 现浇钢筋混凝土结构，除 1 号井外各排水井底部设置消能竖井，消能竖井经北沟支洞与主隧洞相连。竖井内径 2m，北沟支洞为II型，城门洞形，净断面尺寸为宽 2.0m×高 2.4m，直墙高 1.4m。北沟支洞总长度约 1716m。

南沟共设 4 个框架式排水井，其中 1 号井高度 22m，其余高度 32m。排水井内径 3.5m，采用 C30 现浇钢筋混凝土结构，各排水井底部设置消能竖井，消能竖井经南沟支洞与主隧洞相连。竖井内径、支洞断面均同北沟一致，南沟支洞总长度约为 583m。

北沟支洞与南沟支洞汇合后经主隧洞接入库外消力池。主隧洞为I型，城门洞形，净断面尺寸为宽 2.4m×高 2.8m，直墙高 1.6m，主隧洞总长度约为 1100m。消力池尺寸为长 15m×宽 4m×深 4m，钢筋混凝土结构。

主沟拦砂坝处排洪系统采用排水井~排水管~消力池结构。设 1 个框架式排水井，排水井高度 20m，其余参数与前述排水井参数一致，排水管直径 1.3m，长度 120m，消力池尺寸为长 10m×宽 4m×深 4m，钢筋混凝土结构。

2.4.5 安全监测

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）、《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB51108-2015）及相关规定，监测系统采用动态在线监测和常规人工监测相结合的方式，人工观测设施和在线监测点相邻布置，监测数据相互比对。

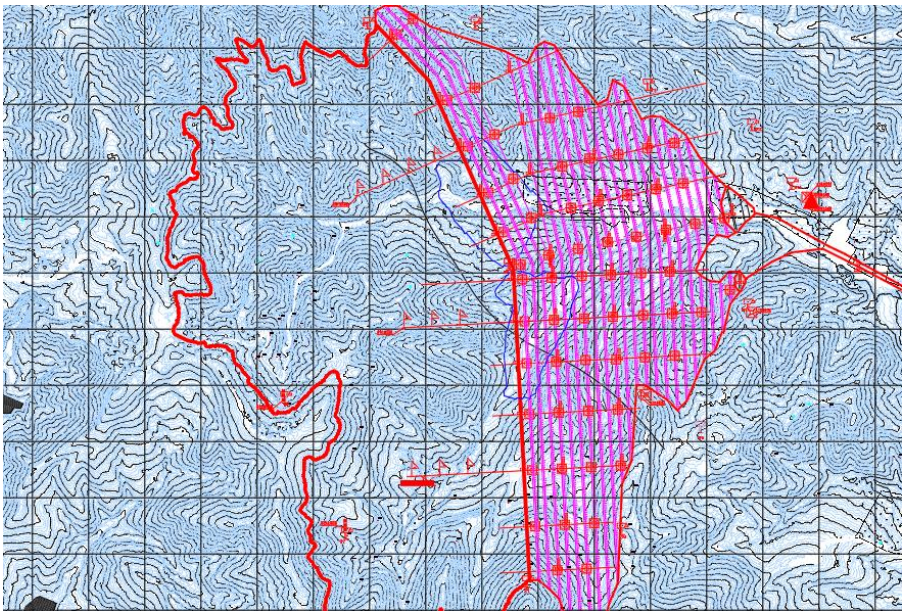


图 2.4-5 监测系统平面布置示意图

监测内容包括坝体内部位移监测、坝体表面位移监测、浸润线监测、坝体外坡比监测、干滩监测、库水位监测、降水量监测、视频监控等。监测设施整体设计，分步实施，尾矿库监测等级为I级。

2.4.6 辅助设施

（1）坝上照明

夜间是尾矿库安全管理的薄弱环节，为便于尾矿库的夜间安全管理，尾矿坝上需布设照明设施。照明设施应采用强光照明设备，尾矿库运行期间还应配备小型发电设备，防患于未然。

（2）通讯

根据生产管理需要设有生产管理电话和调度电话，电话采用有线电话和无线电话两种，为了方便尾矿库安全管理，必须设置固定电话，以保证尾矿库运行过程中通讯畅通。

（3）尾矿库管理设施

尾矿库应根据需要设值班室，原则上不小于 18m²，需要时设维修室 30m²及仓库 30m²等。

（4）应急道路

通往坝顶及排洪系统的应急道路根据山区地形设置，道路宽度不小于 6m。

（5）应急救援物资

为确保尾矿库的安全生产，在尾矿库发生事故时，能够迅速、有效地进行应急处置和救援，最大限度地减少、控制事故造成的人员伤

亡和财产损失，维护人民群众的生命和财产安全，根据《中华人民共和国安全生产法》和《尾矿库安全监督管理规定》等相关法规和规定，常用的防汛物资和器材有：小船、编织袋、草袋、麻袋、土工布、土、砂、碎石、水泥、木材、钢材、铅丝、绳索、挖抬工具、照明设备、备用电源、运输工具、报警设备等。应根据工程的规模以及可能发生的险情和抢护方法对上述物资器材作一定数量的储备，以备急用。

（6）个人安全防护

尾矿库作业人员在野外作业，劳动条件较差，必须按国家职业安全有关规范和规定要求，合理安排劳动生产，降低工人的劳动强度，并为现场管理人员及作业人员配备必要的个人安全防护用品，并加强对现场作业人员的安全教育和安全管理。应在尾矿库附近合适位置设值班室和休息室，提供生活用水及饮用水，并配备其他必要的用具和物品。在尾矿库作业的各个程序中，作业人员应配备必需的劳保用品，包括救生衣、救生圈、安全绳、水靴、手电筒、绝缘手套、帆布手套、口罩、安全帽、防水雨衣、作业服，炎热季节还应配备防暑降温药品等。

2.4.7 安全标志

在库区周边和易发危险位置设置防护栏和警示标志。

在库区内显著位置设置标识牌，主要包括以下内容：

（1）尾矿库概况标识牌。标识内容为：尾矿库名称、设计单位、施工单位、监理单位、建设时间等；尾矿库等别、库容；初期坝坝高和

外坡比；堆积坝坝高和平均外坡比等。

（2）警示标识牌。标识内容为：严禁闲人出入尾矿库区，禁止放牧；严禁库内爆破、挖砂和取石。

（3）避险路线标识。标识内容为：避险路线示意图，所在点位置等。标识牌应布置在避险路线沿线间隔适当距离的醒目位置。

2.4.8 安全管理及其他

（1）人员配置

设计要求尾矿库应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。专职安全生产管理人员应当从事矿山工作 5 年及以上、具有相应的非煤矿山安全生产专业知识和工作经验并熟悉本矿生产系统。专职安全生产管理人员数量按不少于从业人数的百分之一配备，且三等及以上尾矿库应当不少于 4 人。特种作业人员数量必须能够满足实际生产需求，并持证上岗。尾矿库应当配备水利、土木或者选矿（矿物加工）等尾矿库相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员，其中三等及以上尾矿库专职技术人员应当不少于 2 人。

尾矿库主要生产岗位采用连续工作制度，年工作 330 天，每日 3 班，每班 8 小时；辅助生产岗位采用间断工作制度，年工作 330 天，每日 1 班或 2 班，每班 8 小时。

（2）投资概算

项目的主要工程包括：初期坝、拦砂坝、排洪系统、防排渗设施、监测设施等内容。

该项目估算总投资为55662万元，包括：工程费用为15119万元，其他费用为1149万元，预备费为1626万元，搬迁征地费用为26280万元，运行费用为11487万元。

表 2.4-11 按费用构成划分投资表

	序号	项 目 名 称	估算投资（万元）
工程费用	I	第一部分工程费用	15119
	II	第二部分其它费用	1149
	III	预备费	1626
		小计	17895
征地费用	I	征地	26280
运行费用	I	运行	11487
		估算总投资	55662

3 定性定量评价

本项目为新建工程，依据《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全预评价报告编写提纲》，将本次评价划分为以下七个评价单元：库址选择、防排洪系统、尾矿坝、安全监测、辅助设施、安全标志、安全管理。本章将根据评价单元的特性，选择合理的评价方法，对评价对象进行定性、定量评价，为尾矿库下一阶段设计、安全生产及企业的安全管理提供科学的依据。

3.1 库址选择单元

3.1.1 尾矿库库址危险、有害因素分析

（1）地质勘察不足风险

在可行性研究设计阶段，由于拟建尾矿库库址详细地质勘察工作的完成时间滞后于可研方案编制，可能导致库区不良地质现象探查不充分，进而导致设计方案未能全面评估不良地质对尾矿库运行的影响。这种勘察缺失可能给尾矿库的安全生产和长期稳定运行埋下重大隐患。

（2）严寒冰冻影响

拟建尾矿库库址具有典型冰冻地区特征：最冷月平均气温-12.6℃，最大冻土深度 139cm。严寒冰冻会导致尾砂冻结，形成冻土。冻土会造成冻结时冻胀、融化时土体融陷，对尾矿库周边的山坡和坝体的安全性会产生危害。长期的冻融也可能使尾砂的物理特性参数发生改变，尾矿库的稳定性有可能降低，严寒冰冻易给尾矿库造成坝体浸润线升

高，坝体稳定性降低，降低抗渗强度，破坏建（构）筑物，使调洪库容相应减小，并造成低温伤害等一系列安全问题。

（3）地质灾害风险

工勘发现一处隐患区域：B2 与 B3 排水井之间的崩塌落石区。这可能直接冲击坝体导致结构损坏，以及崩塌物堵塞排洪系统引发水位上升，均会显著增加溃坝风险，且尾矿库运行期尾矿水浸泡库岸边坡，增加了边坡滑塌风险。

（4）极端降水影响

拟建区域 24 小时最大降水量达 151.4mm（大暴雨标准），极端降水可能导致坝体表面侵蚀和渗透压力迅速升高，造成坝体出现裂缝甚至失稳。且库区季节性温差大，可能导致坝体材料热胀冷缩，产生温度裂缝，影响坝体的结构完整性。

（5）地震灾害风险

地震是引发尾矿坝事故的第二大因素，主要原因是尾矿坝内堆存了易发生液化的饱和砂土材料，地震作用下尾矿坝易发生液化而丧失稳定性。拟建场地地震基本烈度为VI度，如果建（构）筑物设防烈度达不到要求，一旦发生地震，可能引起尾矿坝垮塌事故，造成建（构）筑物、设备损坏，人身安全受到威胁，下游生态环境遭到破坏。

（6）断层带渗流风险

布袋沟断层穿过南沟初期坝，虽然构造角砾已固结，但其易风化特性可能形成松散层，成为潜在的地下水下渗通道。

（7）泥石流风险

泥石流是一种挟带大量泥砂、石块和巨砾等固体物质，突然以极大速度从沟谷或坡地冲泄下来，势头凶猛，历时短暂且具有强大破坏力的特殊洪流。

如果库区乱采废石，或施工弃土弃石胡乱堆放，则这些松散岩土物料会给泥石流的发生提供丰富的固体物质来源，在条件具备时，如暴雨情况下，就可能产生泥石流。泥石流一般都伴随降雨，泥石流不但侵占了尾矿库的库容，减少了尾矿库的调洪库容，还造成尾矿库库水位上升，产生溃坝的危险。同时泥石流还有可能堵塞排洪系统，造成洪水进入库内而不能有效排出，最后引起溃坝的危险。

（8）外部输电线路影响风险

拟建尾矿库库区上空有两回高压输电线路跨越。线路排洪构筑物及作业面安全距离不足时，遇覆冰、大风、雷击、断线或倒塔，可能威胁人员设施安全；断线落入库区还可能损坏排洪系统、坝体和监测设施，影响排洪和稳定运行。后期尾矿排放及施工机械作业可能进入线路保护范围，库区扬尘、水雾也可能腐蚀线路设施。

3.1.2 库址安全检查表

表 3.1-1 尾矿库库址安全检查表

序号	评价内容	检查依据	情况说明	结论
1	尾矿库库址应当由设计单位根据库容、坝高、库区地形条件、水文地质、气象、下游居民区和重要工业构筑物等情况，经科学论证后，合理确定。	《尾矿库安全监督管理规定》第十二条	前期建设单位已经完成布袋沟库址的征地工作，经过现场踏勘，布袋沟地形条件简单，能形成足够利用的库容，与选厂距离较近，周边环境简单，适宜建库，综合确定布袋沟作为新建尾矿库库址。	符合要求

序号	评价内容	检查依据	情况说明	结论
2	尾矿库不应设在下列地区： ——国家法律、 法规规定禁止建设尾矿库的区域； ——尾矿库失事将使下游重要城镇、 工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受严重威胁区域。	《尾矿库安全规程》 GB 39496-2020 5.2.1	尾矿库所选地区不属于上述区域。	符合要求
3	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%。	《尾矿库安全规程》 GB 39496-2020 5.2.2	选定的尾矿库库址符合上述要求。	符合要求
4	尾矿库不应设在下列地区： 1 风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区； 2 国家法律禁止的矿产开采区域。	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 3.1.1	尾矿库所选地区不属于名胜区、风景区、禁止开采区等。	符合要求
5	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。	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 3.1.2	尾矿库库区及周边无基本农田及矿权，无国家一级公益林生态保护红线，无国家规定的风景名胜区、革命历史古迹等文物保护对象，无集中式水源地等特殊保护对象，区域内及附近无军事设施等保密单位，无军事国防通讯设施及其他通讯设施等敏感目标。	符合要求
6	不宜位于居民集中区主导风向的上风侧；	《尾矿设施设计规范》	该区域历年最多风向为静风和西北风，最多风	符合要求

序号	评价内容	检查依据	情况说明	结论
		GB50863-2013 3.1.2	向频率：静风 52%，西北风 6%。尾矿库位于居民集中区的东北侧。	
7	不占或少占农田，不迁或少迁居民；	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 3.1.2	尾矿库不占农田。初步搬迁方案为搬迁沟内布袋村 32 户居民和下窝铺村 7 户养殖场。	符合要求
8	不宜位于有开采价值的矿床上面；	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 3.1.2	根据工勘成果，尾矿库库区未发现有开采价值的矿床。	符合要求
9	汇水面积小，有足够的库容；	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 3.1.2	库区内汇水面积小，库容大，能满足堆存需要。	符合要求
10	应避开地质构造复杂、不良地质现象严重区域；	《尾矿设施设计规范》 GB50863-2013 3.1.2	库区不存在严重不良地质条件。	符合要求

3.1.3 尾矿库对周边环境的影响评价

考虑尾矿库地处偏远地区，库区面积较大，库区范围内未分布建筑设施，尾矿库在建设及运行过程中，坝体的建设、排水井的建设等工程均分布在库区范围内，在运行过程中，只要按照规范要求管理，尾矿库排尾会淹没库区。

但尾矿库作为具有高势能的人造泥石流危险源，尾矿坝坝脚处为下窝铺村，共有 7 户养殖场，沟口处距尾矿坝外坝脚流经距离 1.5km 处为布袋沟门村，有居民约 20 户 60 人，房屋底标高在 466.0m~480.0 m。沟口处距尾矿坝外坝脚流经距离 1.7km 处有一集体闲置房屋，底标高为 471.1m。沟口东侧为玺德利选厂，距尾矿坝外坝脚流经距离约 1.9km，沟口东侧距尾矿坝外坝脚流经距离约 1.8km 为鹦鹉河，沟口外

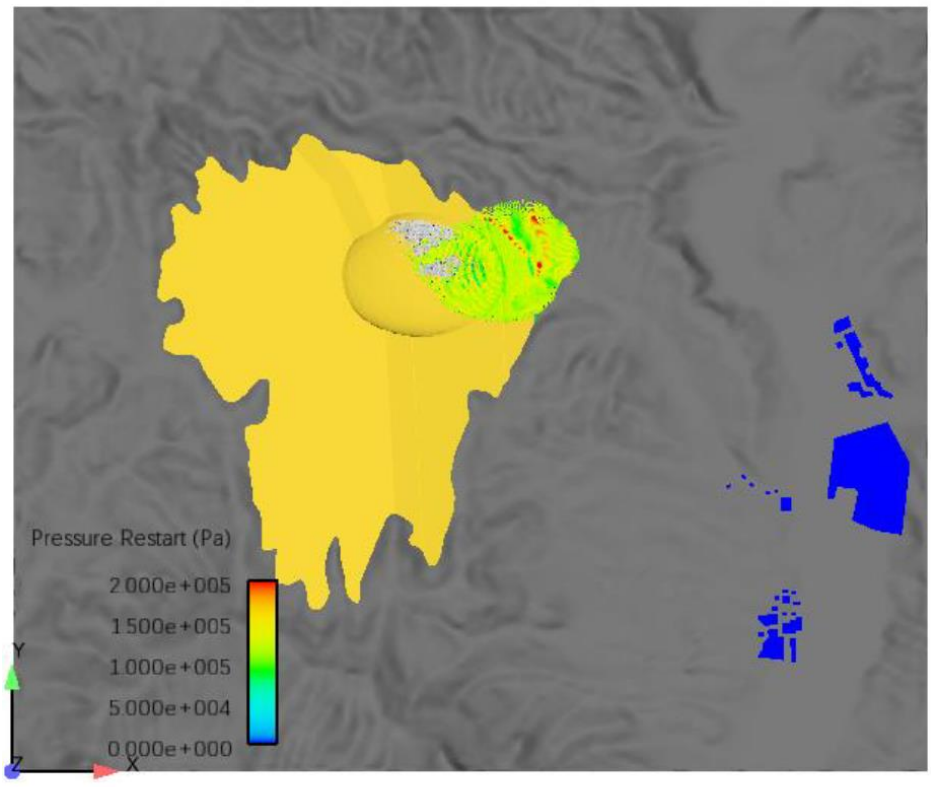
南侧（下游）距尾矿坝外坝脚流经距离 2.4km 为东升村，房屋底标高在 456.0m~460.0m。

为此，建设方委托应急管理部信息研究院开展了《承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库溃坝模拟分析报告》工作。相关成果如下：

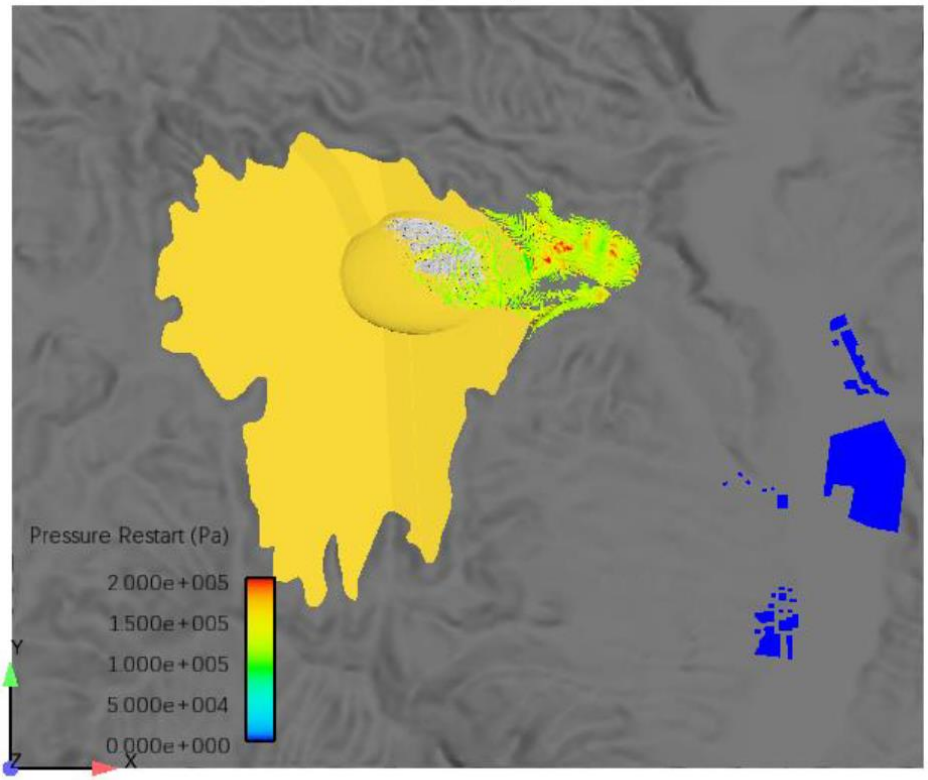
3.1.3.1 溃坝数值模拟结果与分析

（1）边坡局部失稳溃坝模拟

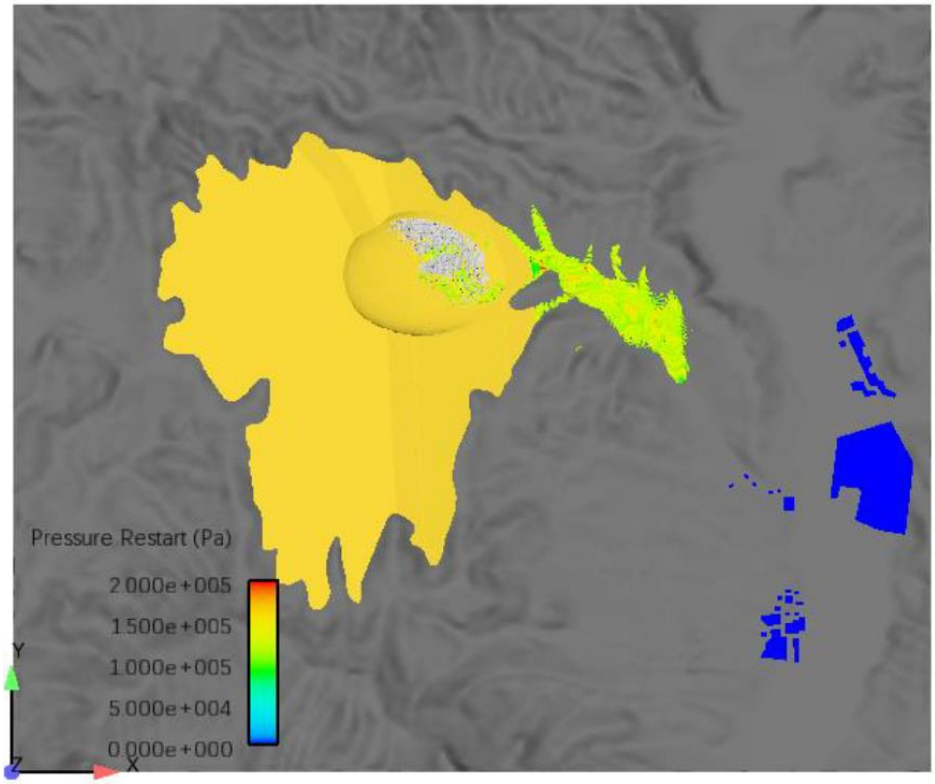
根据分析结果提取了尾矿库发生溃坝过程以及溃决水砂流中的典型时刻和流动演进结果分布如图 3.1-1 所示。



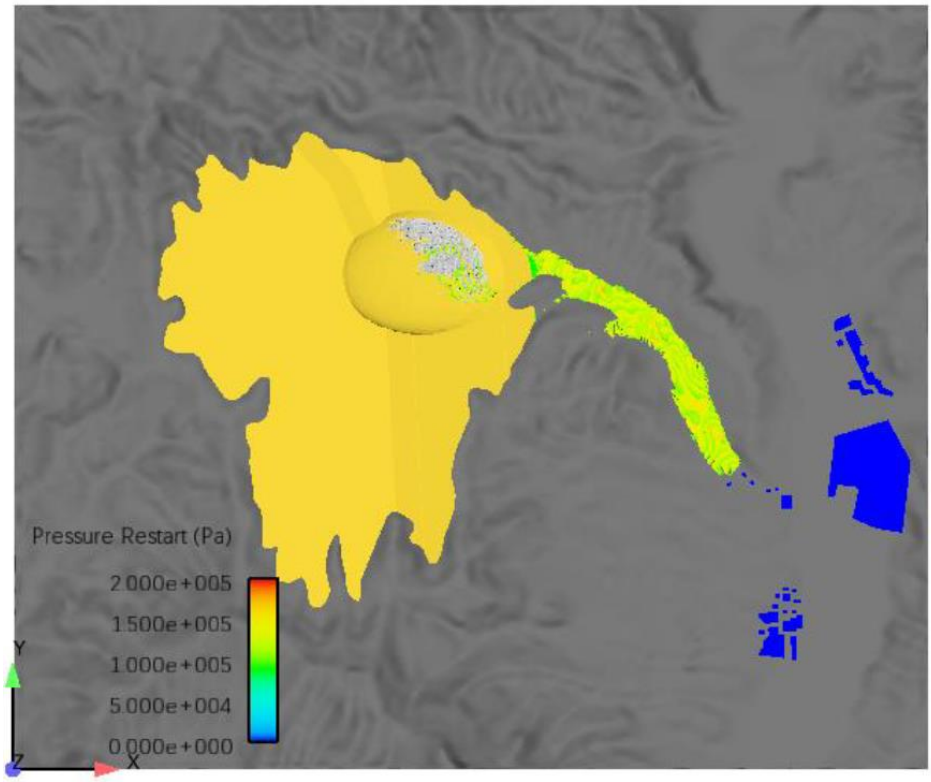
（1）


Pressure Restart (Pa)
2.000e+005
1.500e+005
1.000e+005
5.000e+004
0.000e+000
Y
Z
X

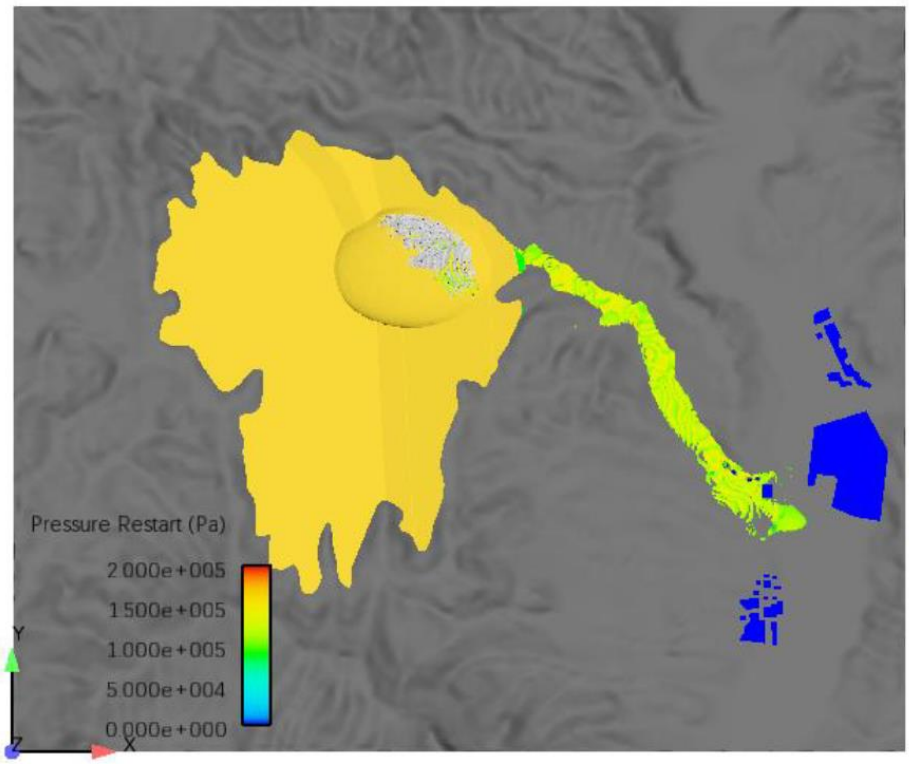
（2）


Pressure Restart (Pa)
2.000e+005
1.500e+005
1.000e+005
5.000e+004
0.000e+000
Y
Z
X

（3）



（4）



（5）尾砂最终淹没时刻

图 3.1-1 不同时刻溃坝水砂流演进云图

从计算结果来看，针对布袋沟尾矿库在 780m 标高工况下采取一定假设条件进行溃坝模拟。主沟坝坡发生局部浅层边坡失稳产生尾砂流动范围，尾砂沿最危险滑动面向下游演进，库内大部分尾矿未发生滑动破坏而滞留于库内，流出尾砂总量约 62.6 万 m^3，主要沿北侧初期坝下游主沟流动路径向下游汇集，绝大部分尾砂淤积于尾矿库下游 2.1km 范围内，下游 1.5km 处东升村民房和沟口村集体闲置房屋处于尾砂流动范围之内，此处最大淹没高度约 1.4m，其余村庄和设施处于尾砂流动范围之外。

（2）设置 10m 高拦挡坝溃坝演进模拟

通过在尾矿库下游约 800m 处设置 10m 高拦挡坝进行溃坝模拟，计算模型如图 3.1-2 所示。

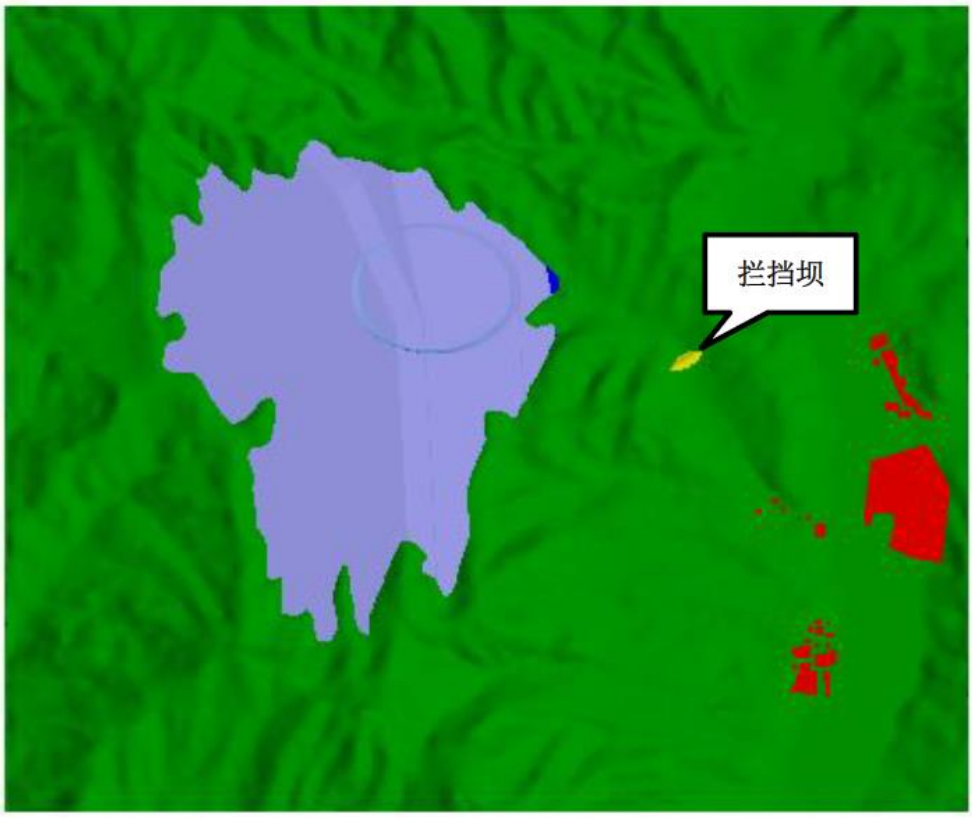
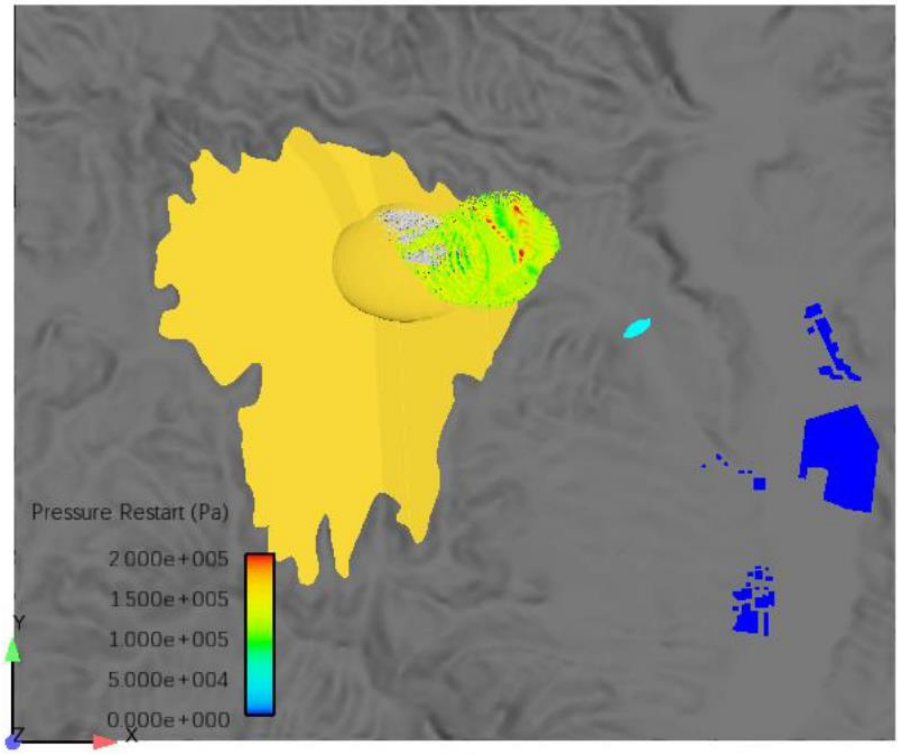
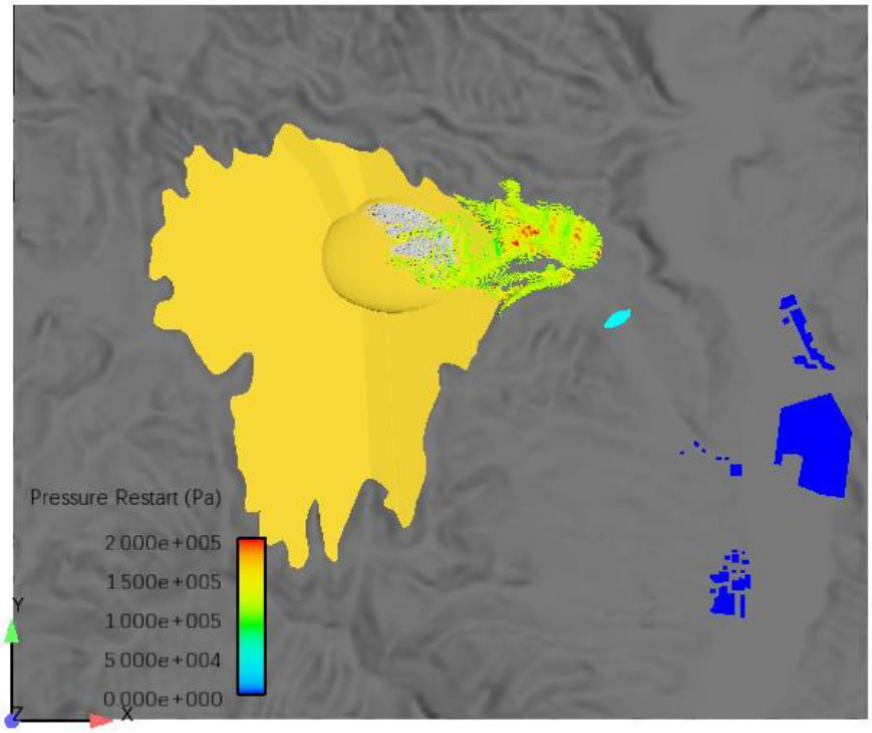


图 3.1-2 布袋沟尾矿库 780m 标高设置拦挡坝溃坝模拟模型图

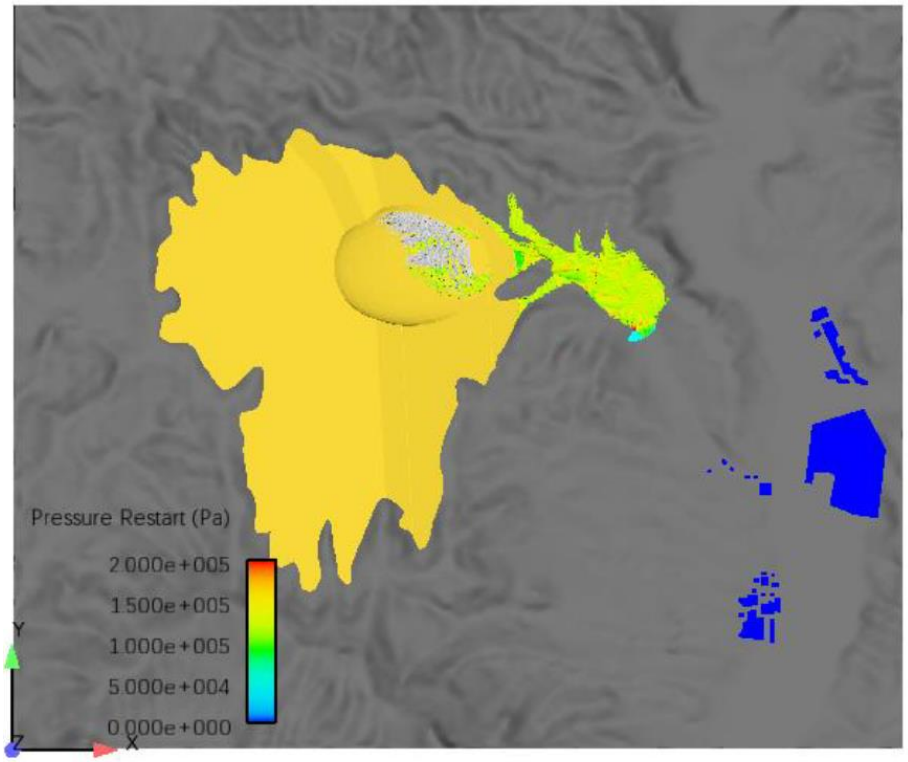
提取尾矿库溃坝过程及溃决水砂流中的典型时刻和流动演进结果分布如下图 3.1-3 所示，根据尾砂淹没最终范围判断拦挡坝的有效性。



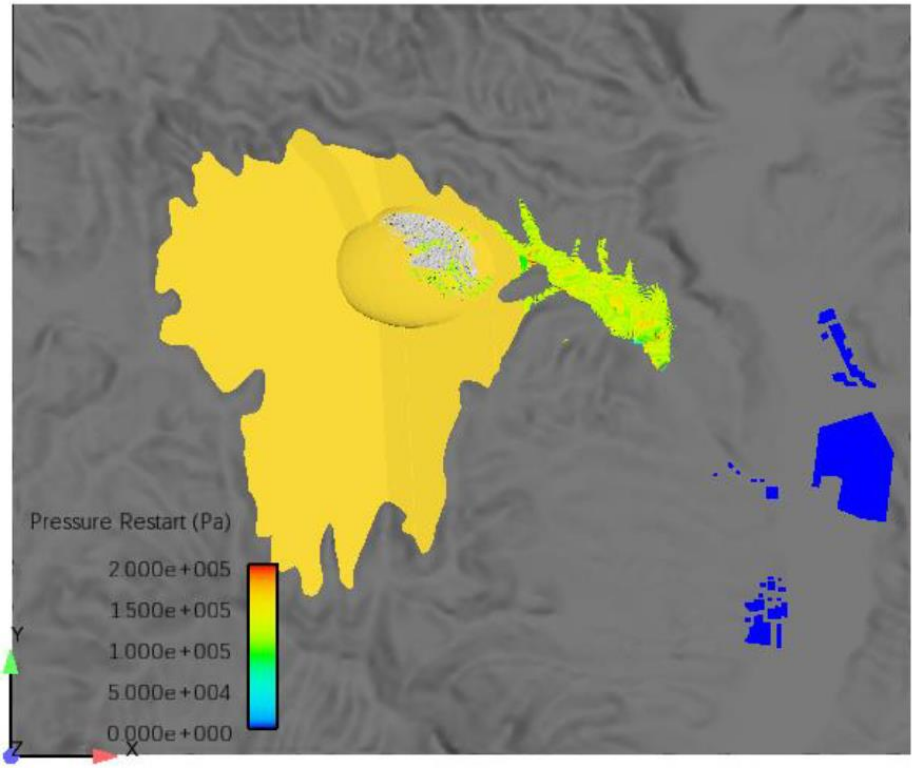
（1）



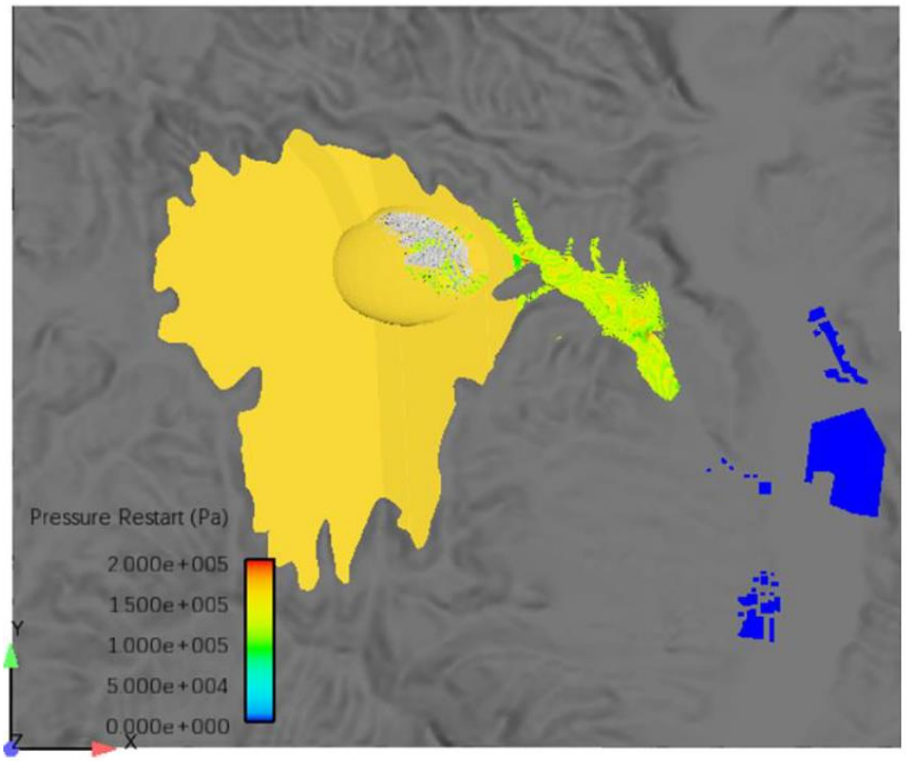
（2）


Pressure Restart (Pa)
2.000e+005
1.500e+005
1.000e+005
5.000e+004
0.000e+000
Y
Z
X

（3）


Pressure Restart (Pa)
2.000e+005
1.500e+005
1.000e+005
5.000e+004
0.000e+000
Y
Z
X

（4）



（5）尾砂最终淹没时刻

图 3.1-3 不同时刻溃坝水砂流演进云图

尾矿库下游约 800m 处设置 10m 高拦挡坝时进行溃坝模拟，结果表明拦挡坝对尾砂有较好拦滞作用，同时能延缓尾砂向下游沟谷流动时间，尾砂淤积至拦挡坝顶后少部分尾砂会翻过拦挡坝向下游流动，终了时刻尾砂最大流动路径为 1.2km，滑坡溃体含水量较低无稀性水砂流继续向下游沟谷演进，尾矿库下游 1.5km 处东升村民房和沟口村集体闲置房屋处于尾砂流动范围之外。

3.1.3.2 溃坝数值模拟分析提供的结论及建议

根据布袋沟尾矿库设计方案，在充分考虑库区工程地质、水文地质及周边环境条件的基础上，本报告分析了尾矿库的排洪安全性、尾矿库坝体稳定性，对尾矿库发生溃坝的概率进行了计算，建立下游村

庄等与布袋沟尾矿库存在空间位置关系的尾矿库溃坝分析模型，进行了最有可能工况的溃坝模拟分析，得出结论与建议如下：

（1）结论

1）布袋沟尾矿库满足坝体外坡脚起至下游尾矿流经路径 1km 范围内无居民区和重要设施，不属于“头顶库”。

2）根据工程地质勘察结果，场区及其附近无大的褶皱构造和断层通过，也未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象，库区稳定性好，库区工程地质条件适合尾矿库的建设和运行。正常情况下，布袋沟尾矿库发生地基失稳、边坡失稳的可能性极低。

3）结合当地的水文气象和尾矿库地形条件，布袋沟尾矿库终期调洪库容远大于 5000 年一遇设防频率的洪水总量，各运行阶段调洪库容均能容纳相应防洪标准的一次洪水总量，库区防洪压力较小。

4）通过对布袋沟尾矿库设计标高坝体采用三维稳定性计算分析，可知该尾矿坝的抗滑稳定安全系数均大于规范要求相应等别的安全系数，计算最危险滑弧位置在堆积坝外坡面浅层范围，坝体整体稳定性较高，且具有一定安全储备。

5）结合布袋沟尾矿库地形条件、设计要求及后期运行特点，正常情况下，该尾矿库发生溃坝的概率极低，小于万分之一，属于“事件不会发生”类型。因此，只要能够按照尾矿库相关规范、设计文件要求进行运行管理，布袋沟尾矿库工程从风险概率角度判断是可行的。

6）布袋沟尾矿库在洪水设防标准为 5000 年一遇的情况下，调洪库容能满足设计要求。当排洪系统失效时，调洪库容仍可容纳 2 次及

以上设计洪水总量，该尾矿库不会发生洪水漫顶溃坝；布袋沟尾矿库采用中线式筑坝，日常运行浸润线埋深远大于控制浸润线，坝体发生渗透破坏的概率极低；本地区抗震设防烈度 6 度，设计基本地震加速度值 0.05g，尾矿库坝体地震安全系数较正常运行期降低幅度较小且满足规范要求，尾矿库所在地形的空间效应对坝体稳定性具有积极作用，地震液化导致溃坝的概率极小。

7）坝体三维稳定性计算结果表明稳定性安全系数满足规范要求的最小安全系数，塑性应变和最大剪应力较大值分布于堆积坝中部沿主沟谷方向，坝体边坡强度折减结果可见连续贯通的潜在滑动面。本报告建立了假设布袋沟尾矿库坝体沿最危险滑动面局部破坏导致浅层溜坡溃坝的分析模型，在该极端工况下进行了尾矿坝溃坝范围、溃体流动速度等计算和分析，并对溃坝总体危险性进行了评价。

8）针对布袋沟尾矿库在 780m 标高工况下采取假设条件进行溃坝模拟。主沟坝坡发生局部浅层失稳导致尾砂沿最危险滑动面向下游演进，库内大部分尾矿未发生破坏而滞留于库内，流出尾砂总量约 62.6 万 m^3，主要沿北侧初期坝下游主沟流动路径向下游汇集，绝大部分尾砂淤积于尾矿库下游 2.1km 范围内，下游 1.5km 处东升村和沟口村集体闲置房屋处于尾砂流动范围之内，此处最大淹没高度约 1.4m，其余村庄和设施处于尾砂流动范围之外。

9）尾矿库下游约 800m 处设置 10m 高拦挡坝时进行溃坝模拟，结果表明拦挡坝对尾砂有较好拦滞作用，同时能延缓尾砂向下游沟谷流动时间，尾砂淤积至拦挡坝顶后少部分尾砂会翻过拦挡坝向下游流动，

终了时刻尾砂最大流动路径为 1.2km，滑坡溃体含水量较低无稀性水砂流继续向下游沟谷演进，尾矿库下游 1.5km 处东升村民房和沟口村集体闲置房屋处于尾砂流动范围之外。

综上所述，布袋沟尾矿库在按设计及相关规范的要求进行建设运行及管理的情况下，尾矿库本质安全度较高，发生溃坝的概率是极低的。尾矿库下游流经路径 1km 范围内的居民搬迁实施后，布袋沟尾矿库不属于“头顶库”。从工程防灾减灾的角度出发，对小概率、大影响事件的设防，一方面是提高其工程的可靠度，另一方面是最大限度地保障下游居民的生命安全，因此采取相应的安全措施是必要的。

（2）建议

1）鉴于布袋沟尾矿库下游环境较为复杂，可在尾矿库下游约 800 m 狭窄处设置 10m 高拦挡坝，减少流至下游 1km 外的尾砂量，延缓溃坝尾砂在下游 1km 外的流动时间。

2）为提高布袋沟尾矿库的安全储备，建议下阶段设计单位采用可行的工程措施，如调整坝坡、增强排渗等，同时要重点加强浸润线和位移数据监测，以进一步降低该尾矿库的运行风险。

3）东升村位于布袋沟尾矿库下游 1.5km 处，建议企业与下游村民建立应急联动机制。根据《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》（矿安〔2022〕88 号），当尾矿库出现重大事故隐患时，应及时通知下游居民做好撤离等应对措施。

4）根据《尾矿库安全生产标准化管理体系基本要求及评分方法》，

要求强化对布袋沟尾矿库的标准化建设，应至少达到二级标准化等级。

5）考虑到布袋沟尾矿坝总坝高为 198m，属于高坝范围。在尾矿库投入运行后，根据《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）要求，当该尾矿库堆至 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，验证坝体的稳定性，为后期运行提供支撑。

6）尾矿库发生溃坝前，其坝体往往会产生裂缝和变形，要求企业根据国家相关规范和设计要求，设置完善的尾矿库安全监测系统，并确保其运行可靠，一旦发生异常应立即启动相应措施。

7）严格按照相关规范和设计要求，强化尾矿特种作业人员和技术人员的安全培训，加强对布袋沟尾矿库的运行管理。

3.1.4 库址选择合理性评价

库区植被茂密，两岸山体稳定，发生滑坡的可能性很小。库区无危及尾矿库安全的违章爆破、采石、采土、建筑、取水和废弃物排放、放牧和开垦等活动。周边没有重要工程和文物保护设施。

拟建库区内为布袋沟村，现有 32 户共 122 人居住；坝脚处为下窝铺村，共有 7 户养殖场，沟口处距尾矿坝外坝脚流经距离 1.5km 处为布袋沟门村，有居民约 20 户 60 人，房屋底标高在 466.0m~480.0m。沟口处距尾矿坝外坝脚流经距离 1.7km 处有一集体闲置房屋，底标高为 471.1m。沟口东侧为玺德利选厂，距尾矿坝外坝脚流经距离约 1.9km，沟口东侧距尾矿坝外坝脚流经距离约 1.8km 为鹦鹉河，沟口外南侧（下游）距尾矿坝外坝脚流经距离 2.4km 为东升村，房屋底标高在

456.0m~460.0m。此外，经现场勘察，发现有两回高压输电线路从尾矿库库区上方跨越，建议核实线路参数、净空距离和保护范围，征求电力主管部门意见，经论证不满足安全要求时，再研究迁移或采取防护措施。

可研方案中，初步搬迁方案为搬迁沟内布袋村 32 户居民和下窝铺村 7 户养殖场。

搬迁后拟建尾矿库下游 1km 之内无居民区等重要设施，下游 3km 范围无主要河流干流和支流，不属于“头顶库”。库址选择合理。

根据已有的工程地质勘察资料成果，在靠近主沟尾部北面山坡处发现一处崩塌产生的落石区域，存在小型崩塌现象。滑坡、危岩、崩塌产生的巨大冲击力可能直接撞击尾矿库坝体或排洪设施，导致坝体结构破损、裂缝甚至溃坝。崩塌的岩块可能堵塞尾矿库的排洪系统（如排水沟、溢洪道），导致库内水位上升，增加溃坝风险。建议在工程建设时期，及时对相关不良地质体进行清除处理。

此外，库区有一条 NW 向断裂—布袋沟断层，断层性质为正断层，布袋沟断层长 1.55km，宽 1.5~2.5m，产状：倾向约 50°，倾角 72°，控制深度大于 420m，断层规模为一条小型断裂；该断层形成于燕山期，发育于白旗组地层中，为基岩断层，第四纪以来未有明显活动迹象，为非全新世活动断裂。

该断层穿过南沟初期坝基岩，且断层在局部零星出露地表，可能成为尾矿渗水的渗流通道，但断层为非活动性断层，活动概率小，设计已考虑渗漏影响，在断裂区域采用换填等措施进行处理，减小了断

层对尾矿库运行的不良影响。

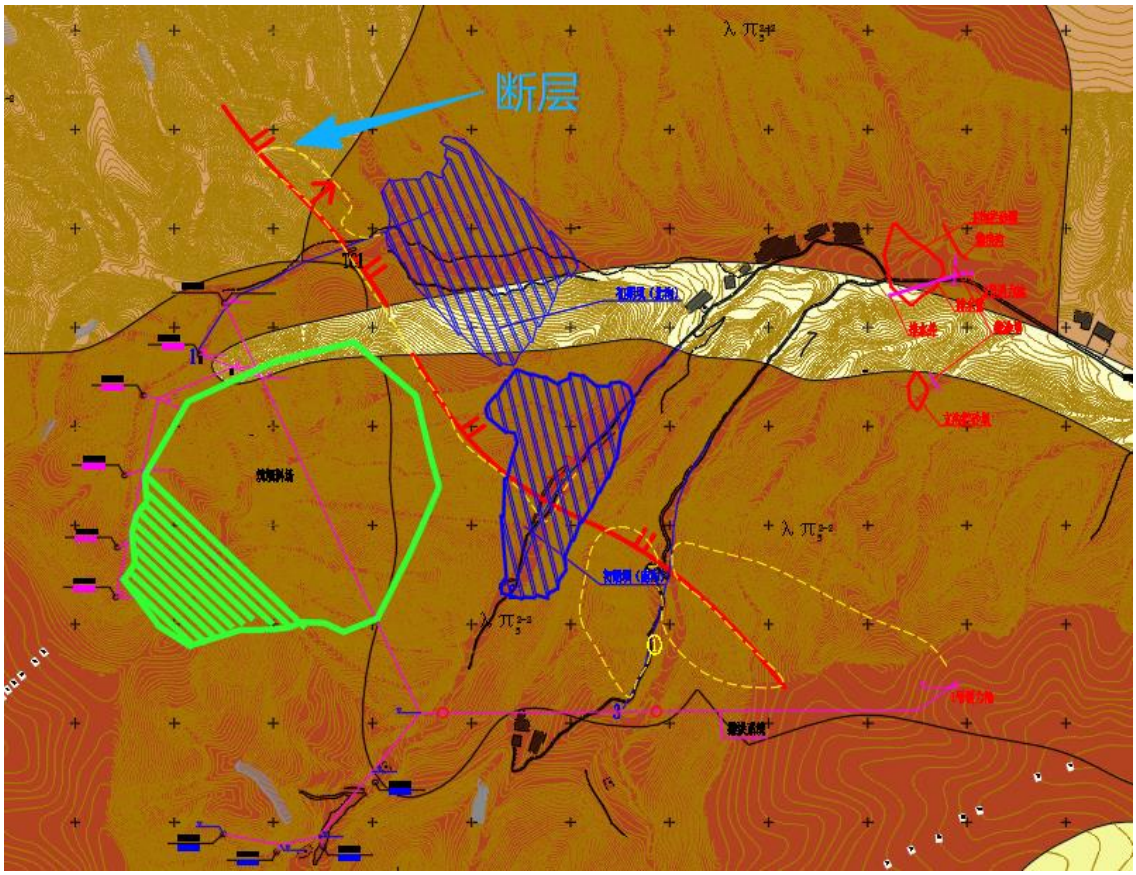


图 3.1-4 断层位置示意图

3.1.5 库址选择单元评价结果

通过本单元评价，评价组得出如下结论：可研方案中，尾矿库选址科学合理。拟建尾矿库搬迁计划完成后，初期坝下游 1km 范围内为荒山沟谷，既无居民聚居区，也无重要设施，不具备 “头顶库”特征，对下游周边环境影响较小。库区及岸坡无严重不良地质现象，但主沟尾部北面山坡存在一处小型崩塌，须按本节（4）处理。

需要重点关注的问题：

（1）拟建尾矿库库址最冷月平均气温-12.6℃，最大冻土深度 139 cm，属于典型冰冻地区。冻融循环、冻土冻胀等现象可能影响尾矿库

运行安全。

（2）区域 24 小时最大降水量达 151.4mm（大暴雨标准），极端降水可能导致坝体表面侵蚀和渗透压力升高，引发坝体裂缝甚至失稳。

（3）场地地震基本烈度为VI度，若设防烈度不足，地震可能导致尾矿坝垮塌，威胁人员安全并破坏生态环境。

（4）工勘发现一处地质灾害隐患：主沟尾部北面山坡（B2 与 B3 排水井之间）存在小型崩塌现象。滑坡、危岩、崩塌产生的巨大冲击力可能直接撞击尾矿库坝体或排洪设施，导致坝体结构破损、裂缝甚至溃坝。崩塌的岩块可能堵塞尾矿库的排洪系统，导致库内水位上升，增加溃坝风险，且尾矿库运行期尾矿水浸泡库岸边坡，增加了边坡滑塌风险。

（5）依据溃坝数值模拟分析成果，建议在尾矿库下游约 800m 狭窄处设置 10m 高拦挡坝，减少流至下游 1km 外的尾砂量，延缓溃坝尾砂在下游 1km 外的流动时间。

（6）尾矿库库区上方有两回高压输电线路跨越。建议核实线路参数、净空距离和保护范围，征求电力主管部门意见，经论证不满足安全要求时，再研究迁移或采取防护措施。

3.2 尾矿坝单元

3.2.1 尾矿坝体危险、有害因素分析

（1）洪水漫顶

排水井、排洪隧洞如果未按照设计要求施工，造成后期运行中排

洪系统发生堵塞或坍塌，使排水能力降低或丧失。汛期库水位控制不当或过高，水边线与坝轴线不能保持平行、高差过大，最小安全超高不满足要求。遭遇超设计洪水，均可造成洪水漫顶。

（2）渗流破坏

拟建尾矿库总坝高198.0m，如坝体中排渗设施未按设计要求设置或设置不完善、不合理，可能引起渗流破坏。

后期尾矿库生产运行过程中如筑坝过陡，滩长过短，可能造成坝体滑坡或浸润线出逸。

水边线与坝轴线不平行，可能造成坝体局部位置浸润线偏高。

（3）坝坡失稳

坝基地形处理不当，筑坝料性能不适宜，坝基产生不均匀变形。

坝体发生洪水漫顶、结构破坏、渗流破坏也会造成坝体失稳。

（4）溃坝

在工程勘察过程中，对尾矿库工程地质与水文地质勘察不详细，对库区、坝基、排洪管线等处影响尾矿库及各构筑物稳定性的不良地质条件未查明；

没有按照设计施工规范要求施工，或施工质量达不到规范与设计要求，如坝体施工中清基不彻底，坝体密实度不均，坝料不符合要求；

尾矿库生产运行中管理不当，防洪系统、排渗系统失效，放矿管理不善，不按照规定排放尾矿；

库区周边和尾矿坝上进行乱采、滥挖、爆破等非法作业，都有可能造成溃坝事故。坝体在遭遇强降雨时，坝体常常会因为抗剪能力差，

降低坝体稳定性。

3.2.2 尾矿坝预先危险性分析法

表 3.2-1 尾矿库溃坝事故预先危险性分析表

序号	危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
1	溃坝	1.对库区、坝基的不良地质条件未能查明，工程设计的基础资料、尾矿特性基础资料不准确； 2.设计、施工、监理单位不具备相应资质，坝体堆筑、排渗等达不到设计和规范、安全规程要求； 3. 堆积子坝工程质量不合格，坝体稳定性差，堆坝前清基不彻底，坝料粒度不符合要求，坝体密实度达不到设计要求； 4.筑坝工艺不合理，随意变更坝体外坡比，坝体边坡过陡； 5.防洪排水设施缺陷，排水设施损坏、堵塞，积水不能排除，水位控制不当，调洪库容不足； 6.库区周围违章爆破、乱采乱挖，违章回采尾矿； 7.坝体缺少排渗设施或排渗设施失效； 8.安全管理不到位，没有对尾矿库安全设施进行及时、全面的检查、维护；	1.设计方案不当或稳定性分析结论不可靠； 2.尾矿坝堆筑施工质量不符合设计与规范要求，坡比陡于规范值，排渗设施设置不合理； 3.坝基处理不到位，坝体沉降不均，出现局部纵横裂缝、塌陷、滑坡、变形、坝基渗漏等； 4.坝体稳定性差，容易造成坝体坍塌，滑坡、溃坝； 5.最小安全超高、干滩长度不能保证，坝体浸润线升高，渗流破坏、局部坍塌、滑坡； 6．破坏坝体和尾矿堆积体稳定，导致坍塌、滑坡；	IV	1.严格按照国家规定对库址进行勘察、保证勘察结果准确； 2.初期坝由具备资质的设计、施工、监理单位严格按照设计施工、监理和验收，堆积子坝及排渗设施符合设计要求； 3．筑坝前按照设计要求对坝基、坝肩进行处理，按照规程要求放矿筑坝； 4.坝体结构按照相关规范要求设计、施工建设，并进行坝体抗滑稳定性计算； 5．尾矿库坝体坡面、坝肩根据防洪标准规定和洪水量计算结果设计、建设排水设施； 6．加强采矿爆破管理，严禁乱采滥挖现象发生； 7.坝体、尾矿堆积体设置排渗设施； 8．加强尾矿库安全管理，制定安全检查制度并严格落实； 9.制定防震、抗震和预防超标洪水的应急措施、应急预案。

序号	危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
		9.地震或超标洪水。	7．尾矿不能固结，坝体强度下降，容易导致滑坡甚至溃坝；8．尾矿库坝体裂缝、滑坡等安全隐患没能及时发现、消除；9.溃坝。		
2	洪水漫顶	1.遭遇超标准洪水；2．汛期前，尾矿库未留出足够的调洪库容；3．滩顶发生较大沉降；4．设计的排洪设施排洪能力不足；5.排洪设施自身不安全，不能排出设计泄量；6．排水井管理不够专业，封堵高度过高或封堵不严漏砂；7．长期或集中降雨使岸坡、截洪沟软弱部位饱和，强度降低，滑坡、堵塞排洪线路；8．排洪隧洞堵塞，减少过水断面。9．排水建构筑物施工质量不合格，偷工减料；10．安全检查不到位，防洪、排水设施堵塞、损毁未及时发现；	1.库水位迅速上升，洪水漫顶；2．水位超过最小安全超高；3．洪水漫顶；4．入库洪水不能及时排出，水位上涨造成洪水漫顶；5．造成洪水漫顶；6．库水位过高、排洪设施淤堵、损毁；7．截洪沟、排水沟淤堵、损毁；8．入库洪水不能及时排出，水位上涨；9．隧洞砌护裂缝，脱落，排水井井壁剥蚀、脱落、露筋、断裂；10．泄洪能力降低，造成洪水漫顶；11．挤占调洪	III	1．每年汛期前根据最新标准和实际情况进行调洪演算，确保滩长和安全超高；2．汛期必须满足设计对库内水位控制的要求；3．运行过程中，时刻确保安全超高符合要求；4．根据洪水计算结果进行排水设施设计；5．根据洪水计算结果确定排水井封堵高度，汛期前对排洪设施进行检查、维修和疏浚，确保排洪设施畅通；6．配置船只等必要工具，加强对排洪设施的监管，定期进行检查和维护；7．雨季加大对排洪设施检查力度，出现异常及时处理；8．定期检查，保证隧洞畅通；9．严格按照规范组织施工和工程质量验收；

序号	危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
		11．降雨或因库内水长时间浸泡导致库区边坡滑坡，形成泥石流； 12．应急培训、演练不足。	库容，造成洪水漫顶； 12．应急处置不当、救援不力。		10．建立隐患排查治理制度，加强防洪排水设施检查维护，保证正常运行； 11.加强库内山坡巡视检查，对有滑坡危险地段坡体及时采取治理措施； 12．定期进行应急培训，开展应急演练。
3	结构破坏	1.干缩； 2.坝体填筑质量差； 3.两坝端岸坡过陡，不均匀沉降严重； 4.干裂； 5.下游坡陡，安全系数不够； 6.放矿存在水平向透水层； 7.排水建构筑物设计、施工不符合设计或规范要求，运行过程结构破坏； 8.疏忽构筑物的日常检查、维修工作； 9.废弃的排水构筑物未能处理； 10.负重、锈蚀等因素导致排水斜槽、排水井、隧洞破损； 11.地形、地质条件导致构筑物变形、沉降，无法发挥正常功能； 12.地震荷载作用。	1.横向裂缝； 2.纵向、横向裂缝； 3.纵向、横向裂缝； 4.纵向裂缝； 5.纵向裂缝； 6.水平裂缝； 7.断裂、垮塌； 8.导致漏砂、杂物沉积并堵塞进、出水管道； 9.漏砂、损毁； 10．断裂、垮塌； 11.不均匀沉降、裂缝、断裂； 12.坝体纵向、横向裂缝，排水建构筑物损毁。	III	1.坝前均匀放矿，维持坝体均匀上升； 2.严格按照设计和规范要求堆筑子坝； 3.严格按设计要求对岸坡进行削坡处理； 4.坝前均匀放矿，维持坝体均匀上升； 5.按照设计坡度筑坝； 6.坝前均匀放矿，维持坝体均匀上升； 7.严格按照设计要求对排水井、隧洞进行施工； 8.定期对排洪设施进行检查、维修，确保排洪设施畅通； 9.严格按照设计要求对斜槽等进行封堵； 10.加大对排洪设施的检查，出现异常及时进行加固处理； 11.查清新建排水构筑物地质情况，做好基础处理； 12.制定抗震措施，震后加强检查，出现异常及时处理。

序号	危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
4	渗流破坏	1.坝体不均匀沉降大，从滩面到下游坡形成贯通的横向裂缝； 2 尾砂填筑过程存在贯通的近水平向薄弱层； 3 雨水冲刷坝坡，导致渗漏通道； 4.库内水位超过设计汛期限制水位； 5.强降雨使得浸润线迅速抬升； 6.浸润线抬升，坝基处渗透坡降增大； 7.坝体排渗设施设计不够完善，内部排渗系统淤堵失效； 8.仅清除覆盖层表层浮土，直接填筑坝体； 9.坝基及两岸结合面未做截渗处理，或截渗措施失效； 10.放矿不合理，矿浆沿坝内坡流动，冲刷坝脚 11.受库区地形限制，坝体内含水不能正常下渗，浸润线升高。	1.造成渗流破坏； 2.发生流土、管涌； 3.浸润线升高、坡面坍塌； 4.浸润线升高，渗透压力过大，产生渗透破坏； 5.坡面出现渗流、管涌； 6.坝面塌陷； 7.浸润线升高，坡面出现渗流、管涌 8.渗漏； 9.绕坝渗流、塌陷、裂缝； 10.浸润线升高，产生渗透破坏； 11.抬高浸润线，坡面渗流出溢。	III	1.严格按照规范、规程要求排放、筑坝； 2.坝前均匀放矿，维持坝体均匀上升； 3.坡面修筑网状排水沟； 4.汛期必须满足设计对库内水位控制的要求； 5.坡面修筑人字沟或网状排水沟，坝体设排渗设施； 6.按设计做好库区防渗系统； 7.应针对布袋沟尾矿坝体结构特点进行排渗设施设计，后期严格按照设计建设、施工、检查和维护排渗设施； 8.每期子坝堆筑前必须进行岸坡处理，将树木、树根、草皮、废石、坟墓及其他有害构筑物全部清除； 9.严格按照设计和规范要求做好坝体与岸坡结合处的防渗措施； 10. 按照设计要求放矿，设置放矿支管； 11.采取技术措施降渗。
5	坝坡失稳	1.漫顶冲刷下游坝脚，坝体整体抗滑动能力降低； 2.坝体与坝基结合处发生渗流破坏，降低抗滑能力； 3.岸坡与坝体结合部位松动，降低抗滑能力；	1.滑坡、溃坝； 2.坝坡局部滑塌； 3.渗流破坏； 4.坝体抗剪能力降 5.减小阻滑力，局部滑塌； 6.抗滑稳定性不	III	1.汛期前，对排洪设施进行检查、维修和疏浚，确保排洪设施畅通； 2.严格按照设计要求处理坝基；3.岸坡结合部位按照设计要求进行夯实； 4.汛期确保有足够的滩

序号	危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
		4.长期降水使得库水位抬升，尾砂饱和； 5.坝基处理不当、边坡过陡等导致坝体出现横向或纵向裂缝； 6.坝坡过陡，滑动力大于阻滑力； 7.地震导致荷载增大； 8.库水位抬高，引起浸润线抬升迅速，在下游坡某部位出溢； 9.坝肩边坡陡峭，垂直节理发育，遇水塌滑； 10.长时间降雨造成坝坡尾砂含水饱和。	足； 7.滑坡、溃坝； 8.坝坡滑塌； 9.边坡大面积坍塌、滑坡影响库容； 10.坡面滑坡、溃坝。		长； 5.加强检查，出现裂缝及时处理； 6.按照设计坡比筑坝； 7.制定抗震措施，震后加强检查，必要时采取压坡等工程措施； 8.严格按照设计要求设置排渗设施，确保浸润线埋深； 9.对可能崩塌坝肩边坡进行预先处理； 10.设置立体式坝面排水沟，确保坝面排水畅通。

3.2.3 尾矿坝安全检查表分析

表 3.2-2 尾矿坝安全检查表

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
1	尾矿坝坝址选择应以避免不良工程地质和水文地质条件为原则，结合尾矿库回水、防洪及堆积坝填筑等因素综合确定。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.3.1	可研阶段未进行工程勘察，可研阶段之后现已完成尾矿库详细勘察。	建议下一设计阶段设计单位依据工勘进行坝址选择合理性评价
2	初期坝坝型应根据尾矿堆存方式、尾矿坝筑坝方式、地震设计烈度等因素综合确定。地震设计烈度为VIII、IX度时，初期坝应选用抗震性能和渗透稳定性较好且级配良好的土石料筑坝，上游式尾矿筑坝法的初期坝采用不透水坝型时，应采取可靠的坝体排渗方式。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.3.2	初期坝轴线位于沟口狭窄处，初期坝高按容纳生产初期的尾矿量、回水澄清距离、排洪安全、初期堆坝工作条件等因素确定。	符合要求
3	初期坝坝高的确定应符合下列要求：	《尾矿库安全规程》	初期坝坝高 68m，与总坝高之比值为	建议下一设计阶段对堆

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
	——能贮存选矿厂投产后 6 个月以上的尾矿量； ——使尾矿水得以澄清； ——当初期放矿沉积滩顶与初期坝顶齐平时，应满足相应等别尾矿库防洪要求； ——在冰冻地区应满足冬季放矿的要求； ——满足后期堆积坝上升速度的要求。	GB39496-2020 5.3.3	1/2.911，不小于 1/8。沉积滩顶与初期坝顶齐平时，满足相应等别尾矿库防洪要求。可研阶段未对堆积坝上升速度及冰下放矿要求进行明确。	积坝上升速度及冰下放矿要求进行明确。
4	湿式尾矿库尾矿堆积坝筑坝应满足下列要求： ——地震设计烈度为IX度时，上游式尾矿筑坝尾矿堆积高度不得高于 30m； ——中线式或下游式尾矿筑坝，分级后用于筑坝尾砂的 d>0.074mm 颗粒含量少于 75%，d<0.02mm 颗粒含量大于 10%时，应进行尾矿堆坝试验研究；筑坝上升速度应满足沉积滩面上升速度的要求。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.3.5	尾矿库地震设计烈度VI度。设计要求尾矿库生产运行期内下游筑坝区的上升速度应与上游尾矿排放的上升速度相协调。	符合要求
5	尾矿坝应进行渗流计算，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。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.3.13	企业委托开展了尾矿库三维渗流计算工作。	符合要求
6	尾矿坝应满足静力、动力稳定要求，尾矿坝应进行稳定性计算，坝坡抗滑稳定的安全系数不应小于表 7 规定的数值，位于地震区的尾矿库，尾矿坝应采取可靠的抗震措施。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.3.16	企业委托开展了尾矿库静力、动力（地震）工况下完成坝体稳定性计算工作。	符合要求
7	尾矿库初期坝与堆积坝的抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基的物理力学性质经计算确定，计算方法应采用简化毕肖普法或瑞典圆弧法，地震荷载应按拟静力法计算。尾矿库挡水坝应根据相关规范进行稳定计算。尾矿坝动力抗震计算应按	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.3.17	企业委托开展了尾矿库静力、动力（地震）工况下完成坝体稳定性计算工作。	符合要求

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
	下列要求进行： ——对于 1 级及 2 级尾矿坝的抗震稳定分析，除应按拟静力法计算外，还应进行专门的动力抗震计算，动力抗震计算应包括地震液化分析、地震稳定性分析和地震永久变形分析； ——位于地震设计烈度为VII度地区的 3 级尾矿坝和设计烈度为VII度及VII度以上地区的 4 级和 5 级尾矿坝，地震液化可采用简化计算分析法；3 级尾矿坝地震液化分析结果不利时，还应进行动力抗震计算； ——位于地震设计烈度为IX度地区的各级尾矿坝或位于VIII度地区的 3 级及 3 级以上的尾矿坝，抗震稳定分析除应采用拟静力法外，还应采用时程法进行分析。			
8	尾矿堆积坝平均堆积外坡比不得陡于 1：3。尾矿坝最终下游坡面应设置维护设施，维护设施应满足下列要求： ——设置马道，相邻两级马道的高差不得大于 15m，马道宽度不应小于 1.5m，有行车要求时，宽度不应小于 5m； ——采用石料、土石料或土料等进行护坡，采用土石料或土料护坡的应在坡面植草或灌木类植物； ——设置排水系统，下游坡与两岸山坡结合处应设置坝肩截水沟；尾矿堆积坝的每级马道内侧或上游式尾矿筑坝的每级子坝下游坡脚处均应设置纵向排水沟，并应在坡面上设置人字沟或竖向排水沟； ——设置踏步，沿坝轴线方向踏步间距应不大于 500m。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.3.20	可研堆积坝每期筑坝区临时外坡比不陡于 1：3.0。最终边坡平均外坡比为 1：3.5。最终下游坡面每 10m 高设一马道，宽度为 5 m。最终下游坡面与山体交汇处设置坝肩截水沟，最终外坡设纵、横向排水沟。可研未对最终边坡踏步设计进行明确。	下一设计阶段对踏步设计进行完善

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
9	中线式或下游式尾矿筑坝的坝体结构应符合下列规定： ——应设置初期坝和滤水拦砂坝，在初期坝与拦砂坝之间的坝基范围内应设排渗设施。 ——尾矿坝坝顶宽度应满足分级设备和管道安装及交通的需要。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.3.21	可研了初期坝及拦砂坝，并设置了排渗设施。	建议下一设计阶段对分级设备及交通情况进行明确，保证坝顶宽度满足生产要求
10	初期坝坝型选择满足下列要求： 1.初期坝宜采用当地材料构筑。 2 一次建坝的尾矿坝可分期建设，第一期坝应符合初期坝的有关规定，后期筑坝高度应始终大于尾矿堆积高度的要求。 3 对于有特殊要求的尾矿库可采用不透水坝型。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 4.1.2	可研初期坝土石料取料初步位置位于两沟之间的山梁部位。	符合要求
11	初期坝坝高大于 30m，坝顶最小宽度为 4m。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 4.5.1	初期坝设计坝高 68m，坝顶宽度 5m。	符合要求
12	中线式和下游式尾矿筑坝宜采用水力旋流器分级后的粗尾矿堆筑。用于筑坝的粗尾砂应满足本规范第 4.1.6 条第 3 款的要求。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 4.6.1	可研使用旋流器进行尾砂分级。	符合要求
13	初期坝坝高除应符合本规范第 4.1.3 条的有关规定外，尚应满足下游粗粒尾矿与上游剩余尾矿平衡升高速度的要求。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 4.6.4	设计要求尾矿库生产运行期内下游筑坝区的上升速度应与上游尾矿排放的上升速度相协调。	建议下一设计阶段对堆积坝上升速度及筑坝尾砂量平衡进行计算
14	对尾矿库全部运行期内的粗尾矿堆坝量与库内堆存量应按高度进行平衡计算，坝顶上升速度应满足库内沉积滩面的上升速度和防洪安全的需要，并应由此确定各阶段需要的粗砂产率；所选设备和分级工艺的最终成品粗砂的产率不宜少于各堆坝阶段需要的最大粗砂产率	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 4.6.7	可研未对尾矿库全部运行期内的粗尾矿堆坝量与库内堆存量按高度进行平衡计算。	建议下一设计阶段补充

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
	的 1.2 倍。			

3.2.4 砂量平衡计算

为确保尾矿库防洪安全和筑坝连续性，尾矿库生产运行期内下游粗砂区的上升速度应与上游尾矿排放的上升速度相协调，轴线内外库容匹配分析如下表所示。

表 3.2-3 轴线内外库容匹配计算表

下游粗砂区标高（m）	下游粗砂区粗砂量（万 m³）	上游细砂区滩顶标高（m）	上游细砂区单层库容（万 m³）	服务年限（年）	粗砂产率（体积）	粗砂产率（重量）
650.0	133.7	646.0	463.7	0.6	29.53%	24.27%
660.0	188.9	656.0	337.5	0.9	44.85%	38.34%
670.0	263.3	666.0	438.6	1.2	46.59%	40.01%
680.0	346.3	676.0	538.6	1.7	48.30%	41.67%
690.0	433	686.0	649.3	2.3	49.21%	42.56%
700.0	505.7	696.0	769.6	3.1	48.84%	42.20%
710.0	577.6	706.0	892.6	3.9	48.46%	41.83%
720.0	651.9	716.0	1015.5	4.8	48.26%	41.63%
730.0	724.9	726.0	1141.1	5.8	48.00%	41.38%
740.0	792.2	736.0	1275.2	7.0	47.44%	40.84%
750.0	862	746.0	1408.9	8.2	47.06%	40.47%
760.0	942.3	756.0	1542.7	9.5	47.02%	40.43%
770.0	1032	766.0	1674.1	11.0	47.25%	40.65%
780.0	1699.2	776.0	1804.0	13.4	57.78%	51.14%
780.0	1699.2	780.0	822.5	14.4	-	-
汇总	9153.0		14773.8		47.37%	40.77%

下游粗砂区堆存总量为 9153.0 万 m³，上游细砂区细尾矿量为 14773.8 万 m³，总体积产率 47.37%、重量产率 40.77%，均低于设计控制粗砂产率 50%，根据库容匹配计算表，粗砂储备不足。各期筑坝计划及上升平衡分析如下表所示。

表 3.2-4 筑坝计划及上升平衡计算表

下游粗砂区 标高（m）	筑坝所需时间 （年）	上游细砂区 滩顶标高（m）	上升时间 （年）
582	0.0	582	
650	0.6	650	0.6
660	0.9	660	1.0
670	1.2	670	1.4
680	1.7	680	2.0
690	2.3	690	2.7
700	3.1	700	3.5
710	3.9	710	4.4
720	4.8	720	5.4
730	5.8	730	6.6
740	7.0	740	7.9
750	8.2	750	9.3
760	9.5	760	10.9
770	11.0	770	12.6
780	13.4	780	14.4

根据上升平衡计算分析，下游粗砂区与上游细砂区达到相同筑坝顶标高时，各期筑坝完成时间领先于库内尾矿上升时间，最长领先时间 1.6 年，筑坝计划及堆积坝上升速度可满足要求。

3.2.5 尾矿坝体稳定性分析

3.2.5.1 计算剖面及参数选取

（1）剖面选取

参考《承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库可行性研究报告》图纸中的尾矿库坝体典型剖面、《布袋沟尾矿库工程地质勘察报告（详细勘察阶段）》及类似矿山尾矿料的沉积特征，库区的岩土层可划分为：尾矿堆积材料、初期坝及拦砂坝筑坝材料及库基原始天然地层等。其中，尾矿堆积材料主要由尾细砂、尾粉砂和尾粉土等组成，初期坝为土石组合坝。库内尾砂分区则根据尾砂的粒径分级情况、工程勘察

资料及库型条件进行概化分区。本次分别选取 650m 标高（尾砂堆积至初期坝顶，三等库）、690m 标高（总坝高 108m，尾矿库升至二等库）以及 780m 标高（设计最终标高）尾矿库进行坝体稳定性计算及渗流计算。计算使用的剖面如图 3.2-2～图 3.2-4。

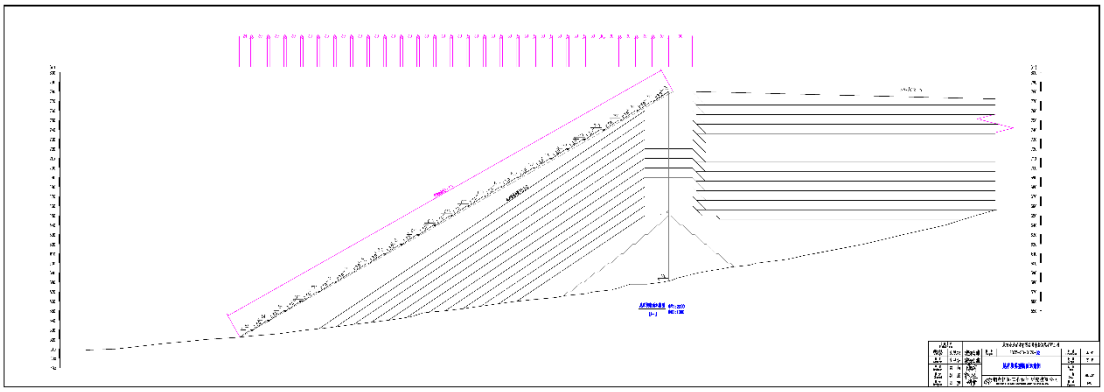


图 3.2-1 可研绘制的典型剖面

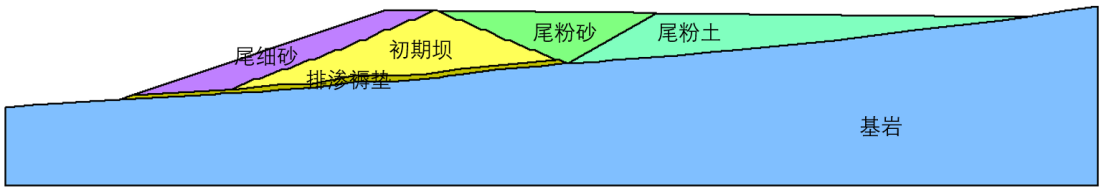


图 3.2-2 布袋沟尾矿库 650.0m 标高坝体剖面

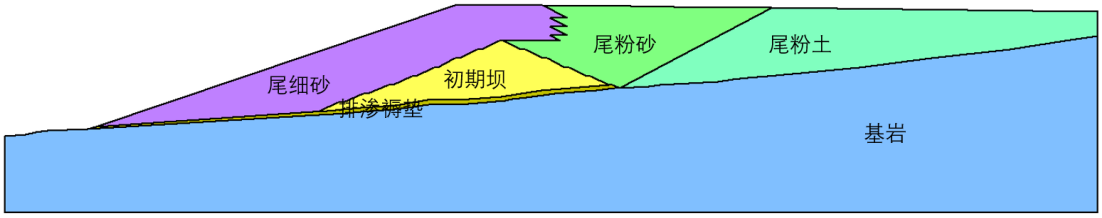


图 3.2-3 布袋沟尾矿库 690.0m 标高坝体剖面

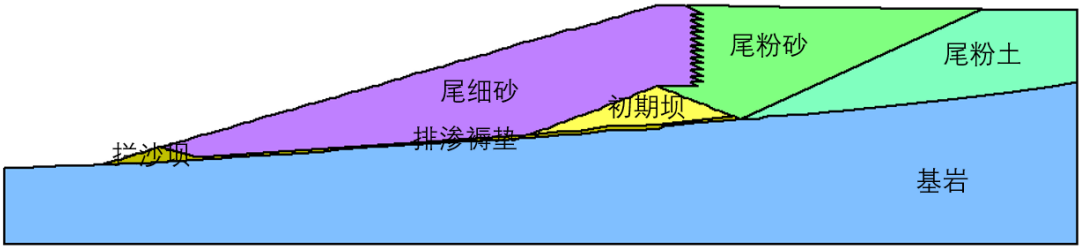


图 3.2-4 布袋沟尾矿库 780.0m 标高坝体剖面

（2）参数选取

根据工勘参数、尾矿设施设计规范推荐的参数及类似矿山尾矿料的有关参数，用于布袋沟尾矿库坝体稳定性分析计算的库区各岩土层的物理力学指标列于表 3.2-5。

表 3.2-5 尾矿库库区各岩土层渗透系数和材料物理力学指标参考值

类别	饱和容重（kN/m^3）	内摩擦角（°）	粘聚力（kPa）	渗透系数（cm/s）
初期坝	19.0	38	40	5.0×10^{-4}
拦砂坝	18.0	35	8	2.0×10^{-2}
尾细砂	18.5	33	7.84	1.3×10^{-3}
尾粉砂	19	30	9.8	3.75×10^{-4}
尾粉土	20.0	28	9.8	1.25×10^{-4}
基岩	26.7	40	80	2.0×10^{-3}
排渗褥垫	18.0	35	8	2.0×10^{-2}

3.2.5.2 计算工况

计算工况荷载组合见下表。

表 3.2-6 尾矿坝稳定计算的荷载组合

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

3.2.5.3 渗流计算

本报告分别选取 650m 标高、690m 标高以及 780m 标高尾矿库在正常水位（200m 干滩长度）及洪水位（100m 干滩长度）情况下的坝

体渗流场进行模拟计算（渗流计算按洪水位干滩长度 100m 的偏不利假定取用）。渗流计算结果见图 3.2-5～图 3.2-10。

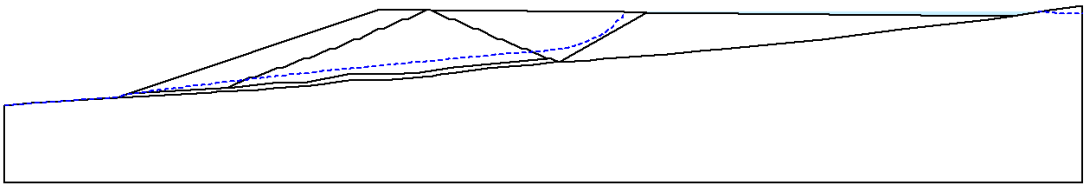


图 3.2-5 布袋沟尾矿库 650.0m 标高坝体剖面有限元计算浸润线位置（正常工况）

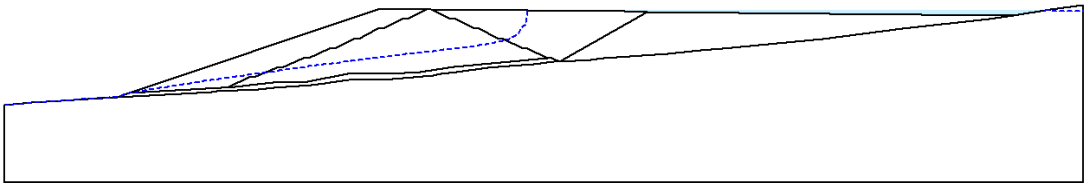


图 3.2-6 布袋沟尾矿库 650m 标高坝体剖面有限元计算浸润线位置（洪水工况）

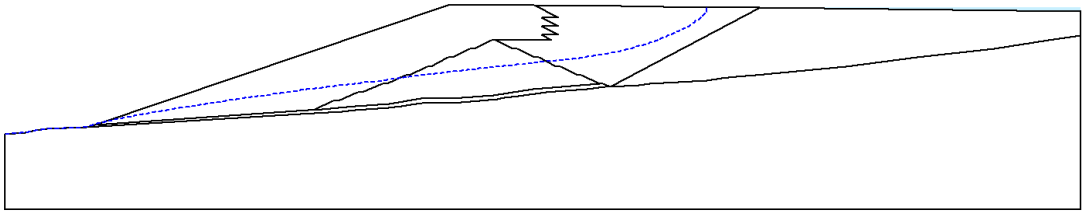


图 3.2-7 布袋沟尾矿库 690m 标高坝体剖面有限元计算浸润线位置（正常工况）

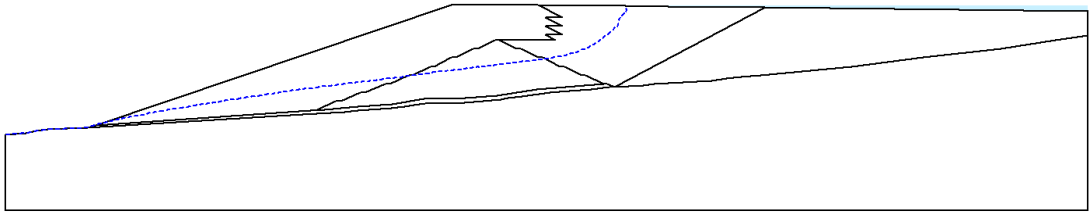


图 3.2-8 布袋沟尾矿库 690m 标高坝体剖面有限元计算浸润线位置（洪水工况）

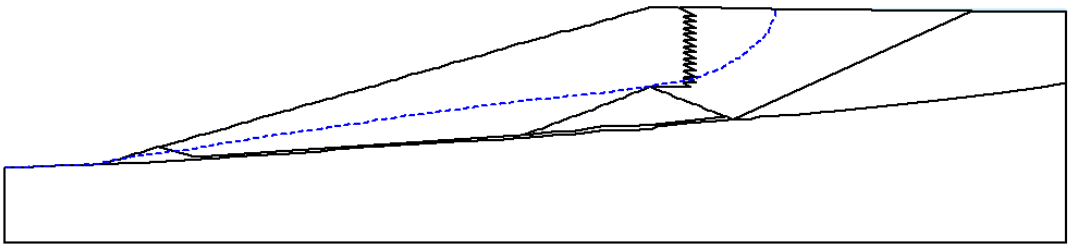


图 3.2-9 布袋沟尾矿库 780m 标高坝体剖面有限元计算浸润线位置（正常工况）

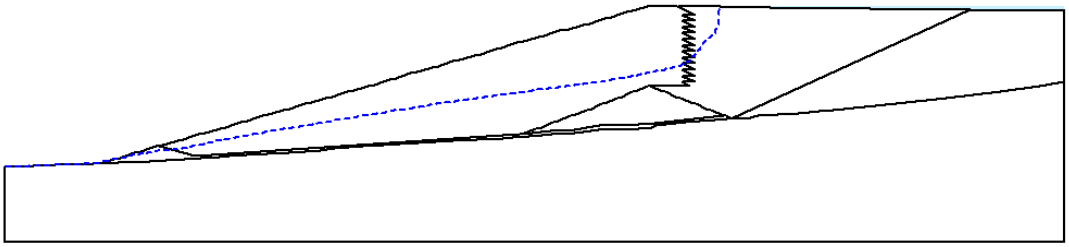


图 3.2-10 布袋沟尾矿库 780m 标高坝体剖面有限元计算浸润线位置（洪水工况）

从渗流结果来看：在坝顶堆筑至 650m、690m 以及 780m 标高时，无论是正常工况还是洪水工况下，浸润线均比较低，各剖面浸润线埋深情况均符合规程要求。在日常运行生产过程中，企业需保证浸润线低于坝体稳定安全系数取规范规定最小值时对应的浸润线（控制浸润线），并在其下运行管理。

由于坝体较高、尾砂粒度偏细，为保证坝体稳定，企业需加强对堆积坝体浸润线观测，一旦观测到浸润线高于设计提出的控制浸润线时，须立即报告，并采取有效排渗降水措施，将浸润线降至控制浸润线以下，保证坝体的安全运行。

3.2.5.4 抗滑稳定性计算

本次对布袋沟尾矿库坝体的抗滑稳定性分析计算采用极限平衡法对尾矿坝抗滑稳定最小安全系数进行定量计算。

布袋沟尾矿库不同计算阶段尾矿库等别（构筑物等级）及《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）规定的最小安全系数见表 3.2-7。

表 3.2-7 不同计算阶段尾矿库坝坡抗滑稳定最小安全系数

项目	布袋沟尾矿库		
标高（m）	650	690	780

项目		布袋沟尾矿库		
坝高（m）		68	108	198
等级		三	二	二
瑞典圆弧法	正常运行	1.20	1.25	1.25
	洪水运行	1.10	1.15	1.15
	特殊运行	1.05	1.05	1.05
毕肖普法	正常运行	1.30	1.35	1.35
	洪水运行	1.20	1.25	1.25
	特殊运行	1.15	1.15	1.15

3.2.5.5 抗滑稳定性计算结果

1）坝顶标高为 650m 时的坝体稳定性

对布袋沟尾矿库 650m 标高时各计算剖面进行正常工况、洪水工况和特殊工况的稳定性计算，结果如下图 3.2-11～图 3.2-16 所示。

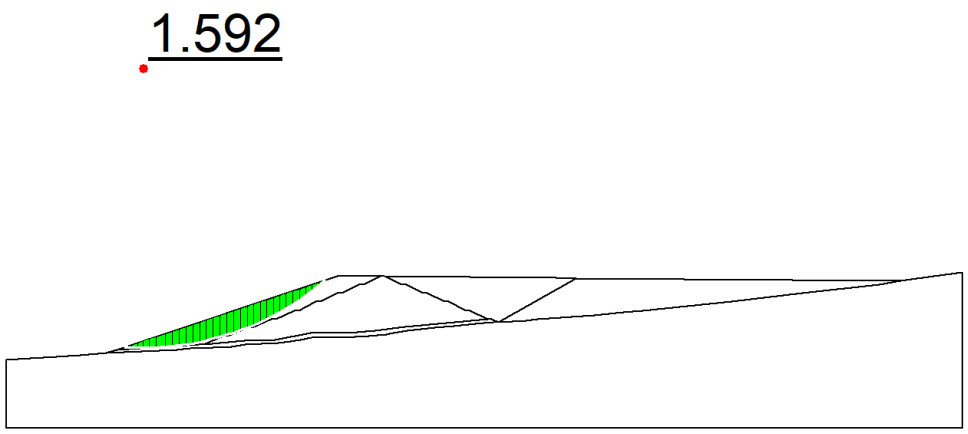


图 3.2-11 设计 650.0m 标高正常工况瑞典圆弧法稳定性结果

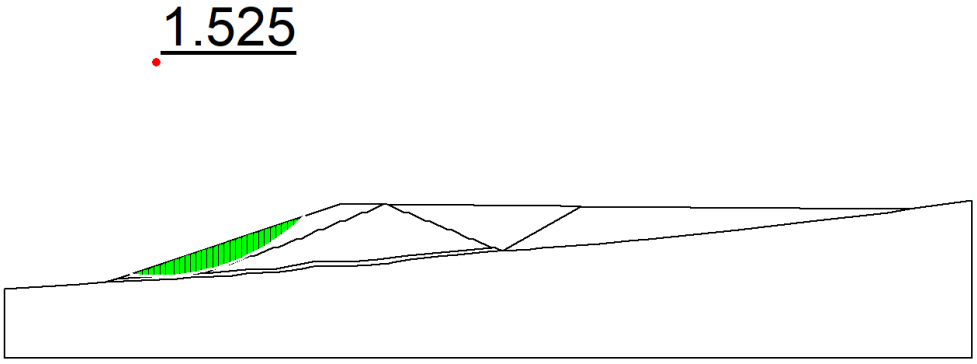


图 3.2-12 设计 650.0m 标高洪水工况瑞典圆弧法稳定性结果

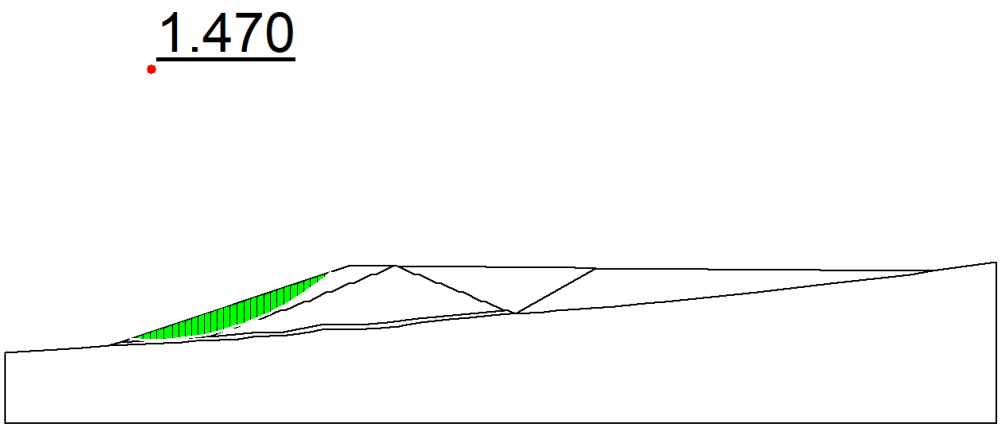


图 3.2-13 设计 650.0m 标高特殊工况瑞典圆弧法稳定性结果

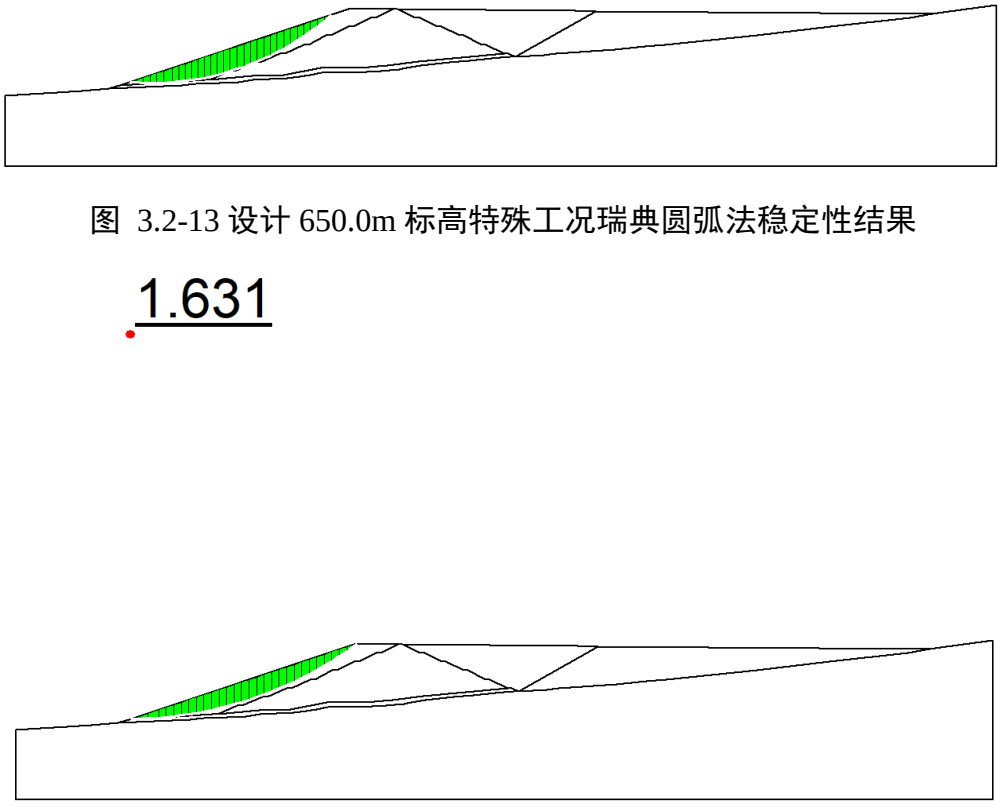


图 3.2-14 设计 650.0m 标高正常工况毕肖普法稳定性结果

图 3.2-15 设计 650.0m 标高洪水工况毕肖普法稳定性结果

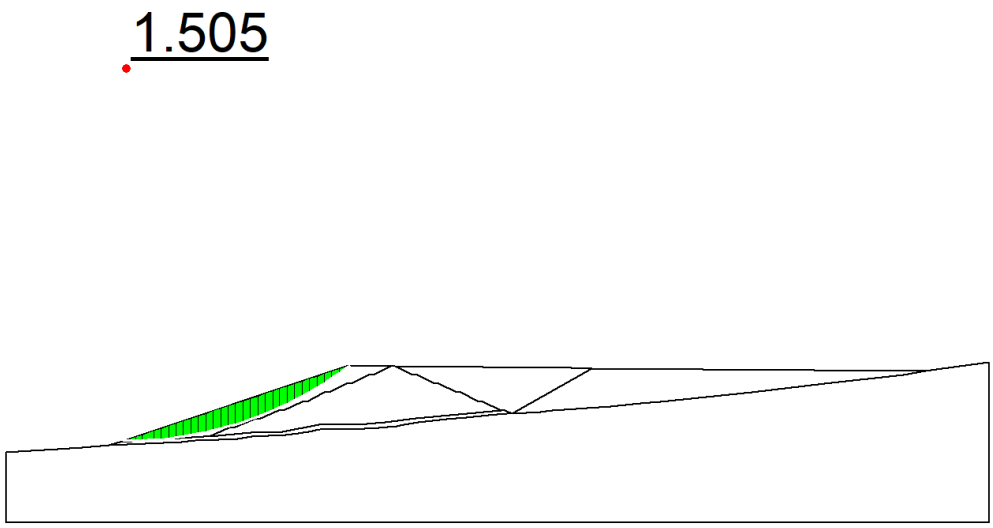


图 3.2-16 设计 650.0m 标高特殊工况毕肖普法稳定性结果

2）坝顶标高为 690m 时的坝体稳定性

对布袋沟尾矿库 690m 标高时各计算剖面进行正常工况、洪水工况和特殊工况的稳定性计算，结果如下图 3.2-17～图 3.2-22 所示。

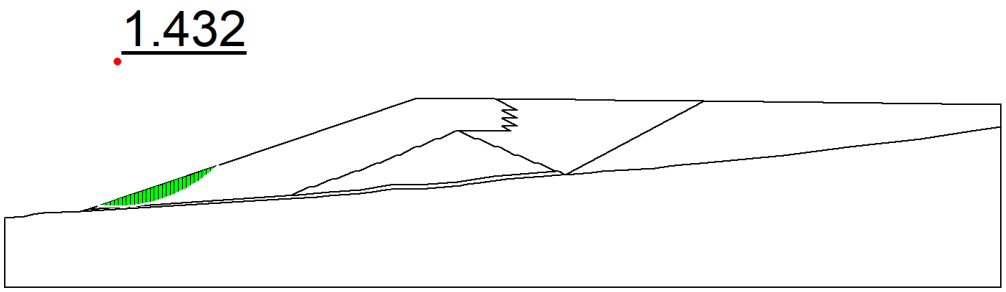


图 3.2-17 设计 690.0m 标高正常工况瑞典圆弧法稳定性结果

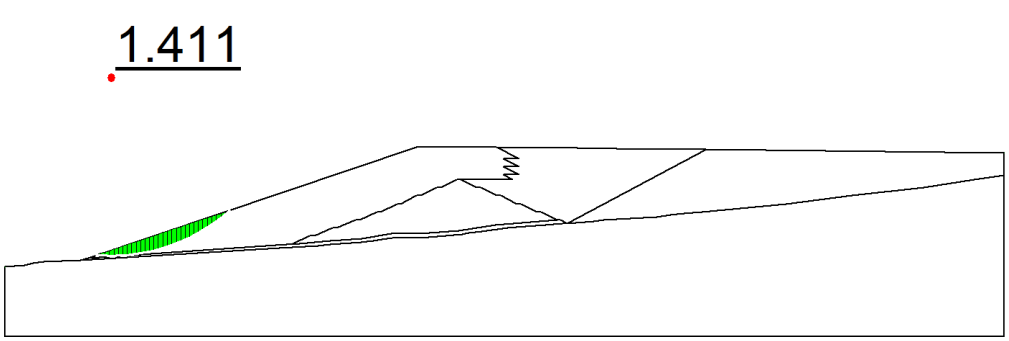


图 3.2-18 设计 690.0m 标高洪水工况瑞典圆弧法稳定性结果

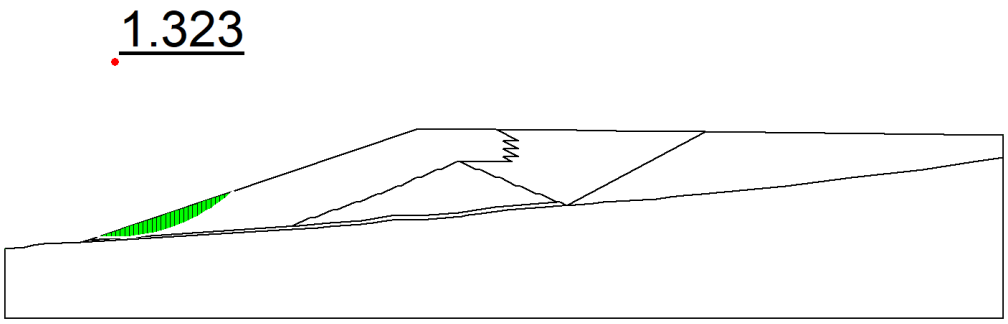


图 3.2-19 设计 690.0m 标高特殊工况瑞典圆弧法稳定性结果

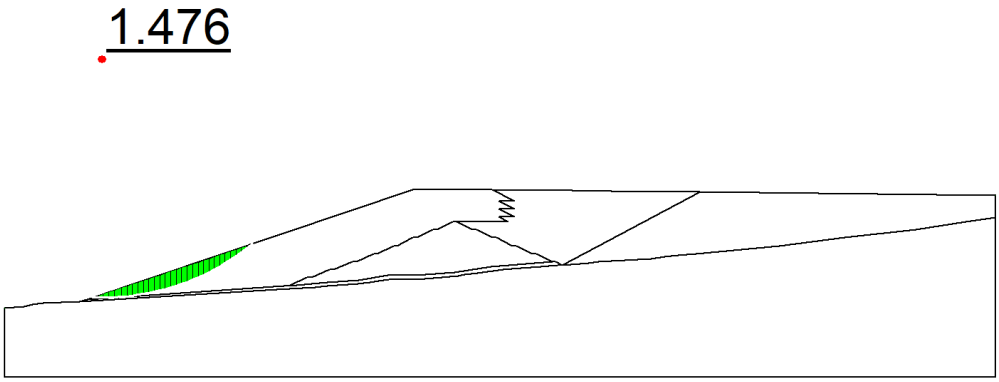


图 3.2-20 设计 690.0m 标高正常工况毕肖普法稳定性结果

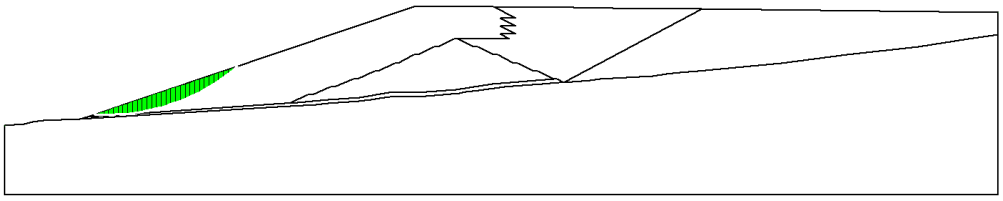


图 3.2-21 设计 690.0m 标高洪水工况毕肖普法稳定性结果

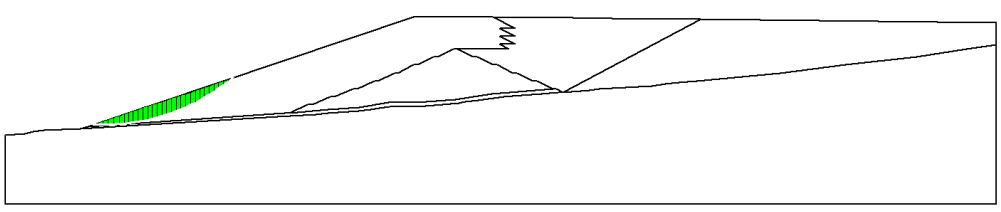


图 3.2-22 设计 690.0m 标高特殊工况毕肖普法稳定性结果

3）坝顶标高为 780m 时的坝体稳定性

对布袋沟尾矿库 780m 标高时各计算剖面进行正常工况、洪水工况和特殊工况的稳定性计算，结果如下图 3.2-23～图 3.2-28 所示。

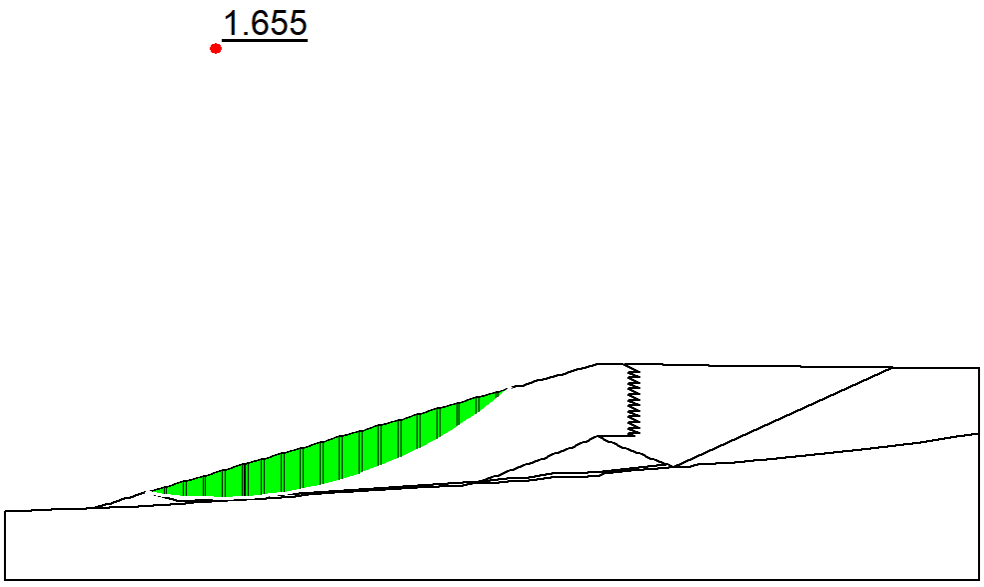


图 3.2-23 设计 780.0m 标高正常工况瑞典圆弧法稳定性结果

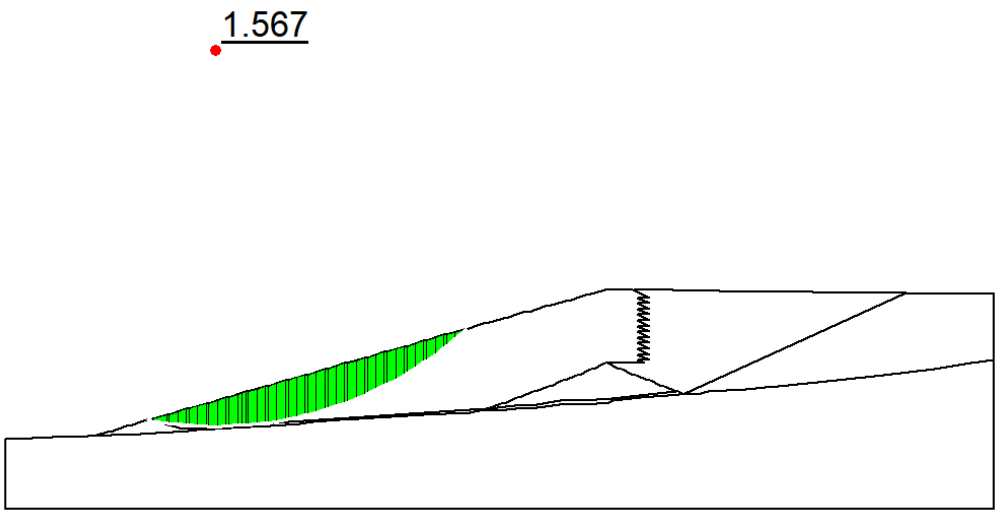


图 3.2-24 设计 780.0m 标高洪水工况瑞典圆弧法稳定性结果

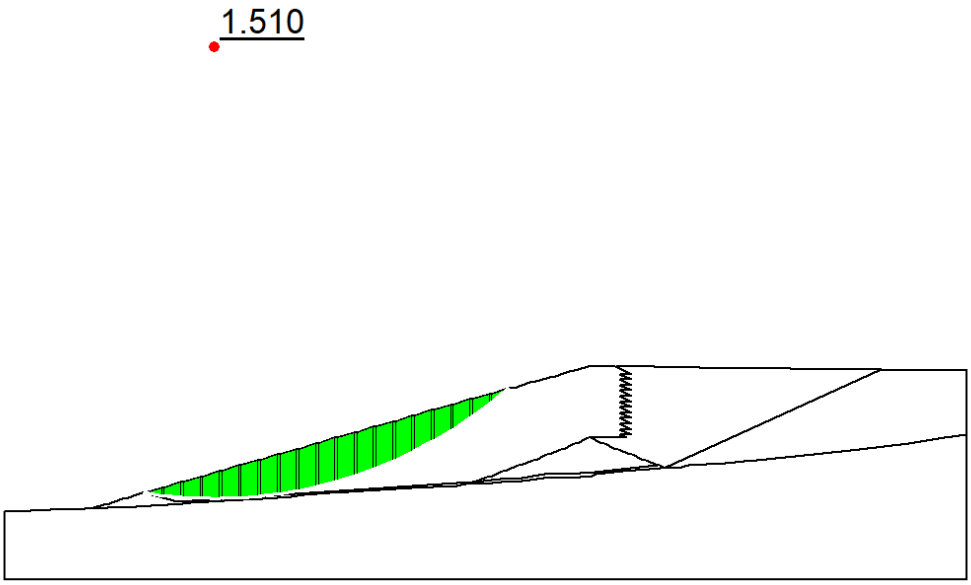


图 3.2-25 设计 780.0m 标高特殊工况瑞典圆弧法稳定性结果

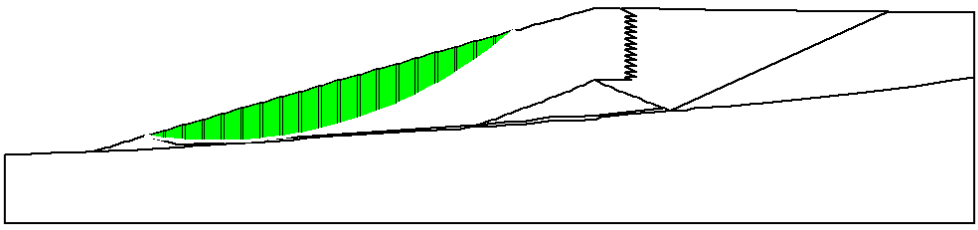


图 3.2-26 设计 780.0m 标高正常工况毕肖普法稳定性结果

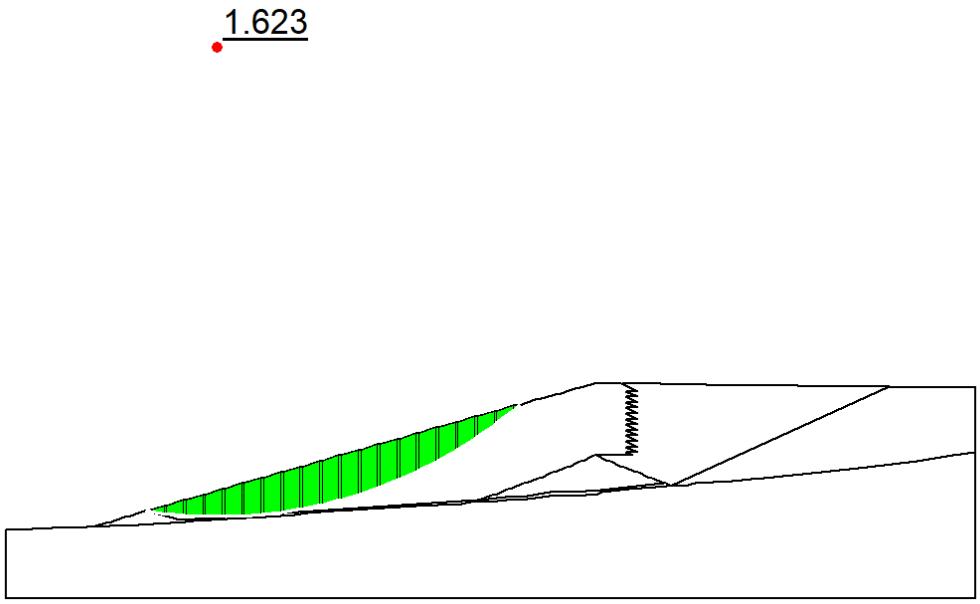


图 3.2-27 设计 780.0m 标高洪水工况毕肖普法稳定性结果

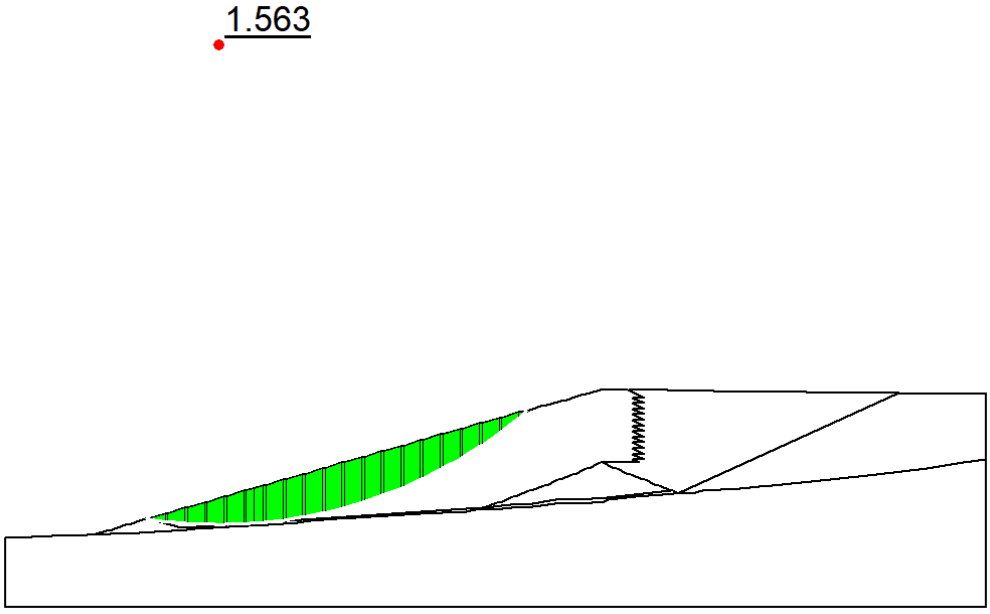


图 3.2-28 设计 780.0m 标高特殊工况毕肖普法稳定性结果

布袋沟尾矿库 650m 标高、690m 标高以及 780m 标高各计算剖面的最小安全系数计算结果汇总于表 3.2-8。

表 3.2-8 坝体稳定性安全系数汇总表

项目	计算方法	工况	最小抗滑 稳定安全系数	备注
650m	瑞典 圆弧法	正常工况	1.592	满足要求
		洪水工况	1.525	满足要求
		地震工况	1.470	满足要求
	简化 毕肖普法	正常工况	1.631	满足要求
		洪水工况	1.567	满足要求
		地震工况	1.505	满足要求
690m	瑞典 圆弧法	正常工况	1.432	满足要求
		洪水工况	1.411	满足要求
		地震工况	1.323	满足要求
	简化 毕肖普法	正常工况	1.476	满足要求
		洪水工况	1.447	满足要求
		地震工况	1.357	满足要求
780m	瑞典 圆弧法	正常工况	1.655	满足要求
		洪水工况	1.567	满足要求
		地震工况	1.510	满足要求
	简化 毕肖普法	正常工况	1.714	满足要求
		洪水工况	1.623	满足要求
		地震工况	1.563	满足要求

根据计算结果分析可知：布袋沟尾矿库坝体在 650m、690m 标高及 780m 标高时，在正常、洪水、地震三种工况下坝体最小抗滑稳定安全系数均大于规范规定值，坝体结构设计符合规范要求，其安全稳定性较高，安全系数储备大。为了确保尾矿库的安全运行，需要保证排渗和排洪系统的正常运行，并在尾矿库运行过程中加强监测和管理。

3.2.6 尾矿坝设计合理性评价

（1）可研使用中线式尾矿筑坝法，具有库容利用系数高、坝体浸润线埋深大、筑坝尾矿力学指标高、坝体边坡抗滑及抗震稳定性更好

等优势。

（2）初期坝为土石组合坝型式，筑坝料取自库内两沟之间的山梁部位，利于两沟连通导流并扩大尾矿库有效库容，进而增加尾矿库运行的安全性并提高尾矿库建设的经济效益，但初期坝共需土石料 422.8 万 m^3，筑坝所需方量大，且可研阶段未对筑坝料的物理力学性质提出明确要求，建议下一设计阶段对筑坝料场进行详细勘察，明确库内土石料储量及是否满足筑坝料所需物理力学参数要求。

（3）初期坝坝高 68m，与总坝高之比值为 1/2.911。堆积坝筑坝区临时外坡比不陡于 1：3.0。最终边坡平均外坡比为 1：3.5。初期坝及堆积坝结构参数符合相关规范要求。

（4）可研尾矿库使用排渗褥垫及石笼排渗，排渗效果良好，可以有效地降低坝体浸润线。

（5）经抗滑稳定性计算，布袋沟尾矿库坝体在 650m、690m 标高及 780m 标高时，在正常、洪水、地震三种工况下坝体最小抗滑稳定安全系数均大于规范规定值，坝体结构设计符合规范要求，其安全稳定性较高，安全系数储备大。

（6）按照现行的《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）规定，尾矿库抗震设防烈度为VI度，且不存在饱和粉（砂）土地层，因此，属于非地震液化场地。但尾矿坝内堆存了易发生液化的饱和砂土材料，地震作用下尾矿坝易发生液化而丧失稳定性。如果建（构）筑物设防烈度达不到要求，一旦发生地震，可能引起尾矿坝垮塌事故，造成建（构）筑物、设备损坏，人身安全受到威胁，下游生态

环境遭到破坏。

（7）可研方案未对拟建尾矿库初期坝、拦砂坝及子坝堆筑相关压实指标进行明确。

（8）依据工勘结果，拟建初期坝坝肩位置普遍分布新生界第四系全新统冲洪积成因的含碎石粉土、含土碎石，局部分布有较厚层粉土，粉土层遇水易崩解、湿陷，强度迅速降低，边坡水稳定性差，工程性质较差。方案未对拟建尾矿库初期坝、拦砂坝地基处理方式进行明确。

（9）依据工勘结果，筑坝料场位于初期坝西南侧，北沟支隧洞地段山体，取料作业与隧洞施工爆破如果同时施工，会有一定的相互影响，且筑坝取料量大，增加地灾风险，建议下一设计阶段进行相互影响分析并提出取料的相关安全措施。

综上，可研方案确定的中线法筑坝方案基本可行，但下一设计阶段应通过工勘成果结合数值模拟计算等定性定量方法对拟建尾矿库初期坝、拦砂坝及子坝堆筑相关压实指标及初期坝、拦砂坝地基处理方式进行明确并确定筑坝料所需物理力学参数。

3.2.7 尾矿坝单元评价结果

通过对尾矿库尾矿坝体的设计方案进行评价，评价组认为：该尾矿库坝体稳定性符合规范要求，坝型选择合理；坝体结构符合设计规范的要求。

值得注意的是：

（1）在可行性研究设计阶段，由于拟建尾矿库库址详细地质勘察

工作的完成时间滞后于可研方案编制，尾矿坝设计可能未全面考虑拟建尾矿坝坝址处地质情况，未明确拟建尾矿库初期坝、拦砂坝地基处理方式。

（2）初期坝共需土石料 422.8 万 m^3，筑坝所需方量大，可研阶段未明确筑坝料物理力学性质要求，建议下一设计阶段对筑坝料场进行详细勘察，明确库内土石料储量以及是否满足筑坝料所需物理力学参数要求。

（3）可研阶段未明确堆积坝上升速度及冰下放矿要求。

（4）设计要求尾矿库生产运行期内下游筑坝区的上升速度应与上游尾矿排放的上升速度相协调，但未计算堆积坝上升速度及筑坝尾砂量平衡。

（5）可研方案未明确拟建尾矿库初期坝、拦砂坝及子坝堆筑相关压实指标、最终边坡踏步、排渗褥垫具体结构尺寸以及设计尾砂分级设备。

（6）依据工勘结果，筑坝料场位于初期坝西南侧、北沟支隧洞地段山体，若取料作业与隧洞施工爆破同时进行，会有一定的相互影响，且筑坝取料量大，会增加地质灾害风险。

3.3 防排洪系统单元

3.3.1 尾矿库排洪系统危险、有害因素分析

（1）在尾矿库的日常运行管理当中，如不重视对排洪设施的日常检查、维护工作，使排水井以及排洪隧洞发生堵塞、断裂、坍塌等情

况，将不能及时发现事故隐患并排除，不能保证排洪系统的安全运行；

（2）对排洪设施的设计、施工未达到规范要求时，排洪设施不能正常运行，将可能导致库内水位升高，引发洪水漫坝、溃坝等灾害；

（3）排水（洪）设施是尾矿库中最重要的工程项目，施工过程中如不按设计施工，监理不严格，施工质量差，未按设计要求进行地基处理或基础处理不当，发生不均匀沉降，随意变更排水井进水口标高以及布置位置，不能及时排水，造成排水不畅，引发洪水漫顶、溃坝等危害；

（4）汛期前未对排洪设施进行检查、维修和疏浚，排洪设施不畅通；洪水过后未对坝体和排洪构筑物进行全面的检查和清理，不能及时发现并消除隐患；均有可能导致排洪设施不能正常运行，引发洪水漫坝、溃坝等灾害；

（5）片面追求回水水质而抬高库水位，造成调洪库容不足；库内水位超高，干滩长度不足；在汛期不满足设计对库内水位控制的要求；可能造成漫顶、溃坝事故；

（6）排洪系统沿线局部地段地层变化较大，后期上覆尾矿砂持续堆积过程中，可能由于地层不均匀沉降、上覆压力逐渐增大等原因而导致排洪设施破坏。

（7）拟建尾矿库库址处最冷月平均气温-12.6℃，最大冻土深度 139cm，建设在该地区且裸露的水工建筑物（尤其是排水井）长期处于该恶劣环境中，其强度可能受到侵蚀削弱，同时排水井井身较高，受风速影响，井身可能发生坍塌，影响正常运行。

3.3.2 排洪系统安全检查表

表 3.3-1 排洪系统安全检查表

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
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、使用年限及对下游可能造成的危害程度等因素确定。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.1	可研方案依据尾矿库使用期库的等别、库容、坝高等因素确定尾矿库各使用期的防洪标准	符合要求
2	尾矿库应设置排洪设施，排洪设施的排洪能力不应包括机械排洪的排洪能力。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.2	尾矿库沟内采用排水井~竖井~排水隧洞~消力池结构，初期坝至拦砂坝之间采用排水井+排水管型式设置。	符合要求
3	除库尾排矿的干式尾矿库外，三等及三等以上尾矿库不得采用截洪沟排洪。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.3	未采用截洪沟排洪。	符合要求
4	尾矿库洪水计算应根据各省水文图集或有关部门建议的特小汇水面积的计算方法进行计算。当采用全国通用的公式时，应采用当地的水文参数。设计洪水的降雨历时应采用 24h。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.5	可研采用《承德水文图集》（1989 年 3 月）中的计算公式及推理公式法进行洪水计算，结果选用大值。	符合要求
5	尾矿库洪水计算应符合下列要求：应根据各省水文图集或有关部门建议的特小汇水面积的计算方法进行计算。当采用全国通用的公式时，应采用当地的水文参数。有条件时应结合现场洪水调查予以验证。对于三等及三等以上尾矿库宜取两种以上方法计算，宜以各省水文图册推荐的计算公式为准或选取大值。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 6.2.1		
6	尾矿库调洪演算应采用水量平衡法进行计算。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020	可研调洪演算已采用水量平衡法进行计算。	符合要求

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
		5.4.6		
7	尾矿库排洪构筑物型式及尺寸应根据水力计算和调洪计算确定，并应满足设计流态、日常巡检维修和防洪安全要求。对特别复杂的排洪系统，应进行水工模型或模拟试验验证。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.8	可研方案进行了水力计算及调洪演算，确定了尾矿库排洪构筑物型式及尺寸。	符合要求
8	尾矿库排洪构筑物应进行结构计算，结构计算应满足相应水工建筑物设计规范要求，排水井还应满足 GB50135 的相关要求；尾矿、尾矿水、尾矿库岩土体、尾矿库地下水对排洪构筑物有腐蚀作用的，应对排洪构筑物采取防腐措施。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.9	可研方案未进行结构计算。	下一设计阶段应补充
9	排洪构筑物的设计最大流速不应大于构筑物材料的允许抗冲流速。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.10	可研方案未进行构筑物材料抗冲流速计算。	下一步设计应补充
10	排洪构筑物的基础应避免设置在工程地质条件不良或填方地段。无法避开时，应进行地基处理设计。排洪构筑物不得直接坐落在尾矿沉积滩上。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.11	可研阶段未进行工程勘察，可研阶段之后现已完成尾矿库详细勘察。	下一阶段设计依据工勘结果优化排洪系统设计
11	除隧洞外的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地基上。对于承载力不足的地基，应采取符合基础承载力要求的工程措施。	《尾矿库安全规程》GB39496-2020 5.4.12	可研方案设计排水井为钢筋混凝土结构，未明确排水管材料，未进行地基承载力计算。	下一设计阶段应明确
12	排洪设施在终止使用时应及时进行封堵，封堵后应同时保证封堵段下游的永久性结	《尾矿库安全规程》GB39496-2020	可研阶段未对排洪设施封堵进行详细设计。	下一阶段设计

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
	构安全和封堵段上游尾矿堆积坝渗透稳定安全及相邻排水构筑物安全。排水井的封堵体不得设置在井顶、井身段。	5.4.13		应明确
13	尾矿库必须设置可靠的排洪设施，满足在设计洪水条件下防洪安全和正常生产的要求。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 6.1.2	可研方案进行了水力计算及调洪演算，确定了尾矿库排洪构筑物型式及尺寸。	符合要求
14	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。一次建坝的尾矿库在地形条件许可时，可采用溢洪道排洪，同时宜以排水井（或斜槽）控制库内运行水位；	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 6.1.3	可研方案通过《承德水文图集》（1989年3月）中的计算公式及推理公式法计算出洪水总量和洪峰流量，依据调洪演算结果，确定了排洪系统的方式和布置情况。	符合要求
15	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。无法避开时，应进行地基处理设计。排洪构筑物不得直接坐落在尾矿沉积滩上。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 6.1.4	可研阶段未进行工程勘察，可研阶段之后现已完成尾矿库详细勘察。	下一阶段设计依据工勘结果优化排洪系统设计
16	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。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 6.3.1	排水井采用框架型式，内径为3.5m。	符合要求
17	排水井井底应设置消力坑。排水管或隧洞变坡、转弯和出口处，应视具体情况采取消能防冲措施。	《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 6.3.2	可研方案未明确。	建议下一设计阶段

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
				明确

3.3.3 尾矿库排洪系统可靠性评价

3.3.3.1 防洪标准

根据《尾矿库安全规程》和相关规定，设计防洪标准见下表。

表 3.3-2 尾矿库防洪标准

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

注：PMF为可能最大洪水

根据尾矿库库区地形图以及排洪系统的布置，将尾矿库的洪水计算分三个典型运行阶段、两个支沟分别计算，三个典型运行阶段分别是前期（650m）、中期（690m）及终期（780m），各计算标高采用的防洪标准见表 3.3-3。

表 3.3-3 设计采用尾矿库防洪标准

标高（m）	坝高（m）	库容（万 m^3）	等别	规范洪水重现期（年）	设计洪水重现期（年）
650.0	68.0	923.37	三	200～500	1000
690.0	108.0	4482.67	二	500～1000	5000
780.0	198.0	25810.96	二	500～1000	5000

3.3.3.2 洪水计算

（1）计算方法选取

该尾矿库为二等库，根据《尾矿库安全规程》第 6.2.1 条“对于三等及三等以上尾矿库宜取两种以上方法计算，宜以各省水文图册推荐的计算公式为准或选取大值”的要求，本次评价采用两种以上方法计算。

本次评价采用推理公式法及《承德水文图集》（1989 年 3 月）中的计算公式进行洪水计算。

两种方法的计算结果进行比较。

1）洪峰流量计算

方法一：简化推理公式法：

$$Q_P = \frac{A\left(S_p F\right)^B}{\left(\frac{L}{mJ^{1/3}}\right)^C} - D\mu F$$

其中：

$$S_P = \frac{H_{24P}}{24^{1-n_2}}\ ,\quad H_{24P} = K_P \overline{H_{24}}\ ,\quad \mu = \frac{\left(1-\alpha_{24}\right)H_{24P}}{24}$$

式中：Q_p——设计频率 p%的洪峰流量，m^3/s；

S_p——频率为 p%时的暴雨雨力，mm/h；

F——库区汇水面积，km^2；

m——汇流参数；

L——库区主沟长，km；

J——沟内平均坡降；

μ——产流历时的平均入渗率，mm/h；

A、B、C、D——最大洪峰流量计算指数；

n——暴雨递减指数（τ≤1 时，$n=n_1$；n＞1 时，$n=n_2$）；

τ——流域汇流历时，h。

方法二：按《承德水文图集》（1989 年 3 月）中的公式计算：

洪峰流量：

$$Q_{\mathrm{mP}} = N \times Q_{1\%}$$

$$Q_{1\%} = 0.278 \times (i - \mu) \times F$$

$$i = \frac{S_{\mathrm{P}}}{\tau^{\mathrm{n}}}$$

$$\mu = x S_{\mathrm{P}}^{y}$$

$$S_{\mathrm{P}} = H_{24} \times 24^{(\mathrm{n}'-1)}$$

$$\tau = H \left(\frac{l}{J^{\frac{1}{2}}} \right)^{B}$$

$$H_{24} = K_{\mathrm{P1\%}} \times \overline{H}_{24}$$

$$n' = K_{\mathrm{n}} \times n$$

式中：

QmP——设计频率的洪峰流量（m³/s）；

N——洪峰流量换算系数；

$Q_{1\%}$—百年一遇设计洪峰流量（m³/s）；

0.278—单位换算系数；

i—暴雨强度（mm/h）；

μ—产流历时内平均入渗率（mm/h）；

F—汇水面积（km^2）；

S_{P}—雨力，mm/h；

τ—汇流时间，h；

n—暴雨递减指数；

n’—修正后的暴雨递减指数；

K_n—修正系数；

H24—百年一遇 24 小时最大暴雨量，mm；

$\overline{H}_{24}$—24 小时暴雨均值，mm；

H、B、x、y—汇流计算参数。

2）洪水总量计算：

$$W_{24P}=1000\alpha_{24}H_{24P}F$$

其中：

Wtp——历时 t，频率 P 的洪水总量，单位 m^3；

a_t——历时 t 相应的洪量径流系数；

H——历时 t 频率为 P 的降雨量，mm；

F——汇水面积，km^2。

3）洪水历时：

$$t_m=\frac{W_P}{0.36\times Q_{mP}}\times a$$

t_m—洪峰过程总历时（小时）；

a—历时系数；

0.36—换算系数。

（2）计算参数选取

根据尾矿库所在地区及参考可研方案中选取的计算参数，综合确定计算所需的相关参数如表 3.3-4 所示。

表 3.3-4 布袋沟尾矿库洪水计算参数

计算参数	汇水面积 F（km^2）	南沟	北沟
		1.312	1.553

	坡降 J	0.317	0.206
	主沟长 L	0.756	1.4
	年最大 24 小时暴雨均值（mm）	63	
	年最大 24 小时降雨变差系数 Cv	0.33	
	Cs/Cv	3.5	
	短历时暴雨递减指数	n_1（$\tau \leq 1$）	n_2（$\tau > 1$）
		0.55	0.7
	洪水历时系数	8.0	
	暴雨分区	燕山背风区	
	汇流分区	VI-2	
	产流分区	V	
	洪水过程线分区	IV	

（3）洪水计算结果

选取尾矿库最终标高时的 5000 年一遇洪水进行比较。采用方法一计算得到 Q_{24P}=212.98m³/s，采用方法二计算得到 Q_{24P}=213.02m³/s。经比选，方法二的洪峰流量较方法一大，为工程安全考虑，本次洪水计算结果推荐方法二的设计洪峰流量成果。计算得到各运行期设计洪峰流量 Q_{24P}、洪水总量 W_{24P} 及洪水总历时 T 见表 3.3-5。

表 3.3-5 各计算标高洪水计算结果

标高（m）	位置	F（km²）	Q24P（m³/s）（方法一）	Q24P（m³/s）（方法二）	W24P（万 m³）	T（h）
650.0	南沟	1.312	83.62	85.73	8.33	2.17
	北沟	1.553	60.77	64.76	9.87	3.44
690.0	南沟	1.312	112.56	114.98	10.38	1.98
	北沟	1.553	95.53	96.77	12.25	2.85
780.0	南沟+北沟	2.865	212.98	213.02	22.78	2.36

洪水过程线：

依据洪水历时计算结果，三个不同运行期阶段的洪水过程线见下

图：

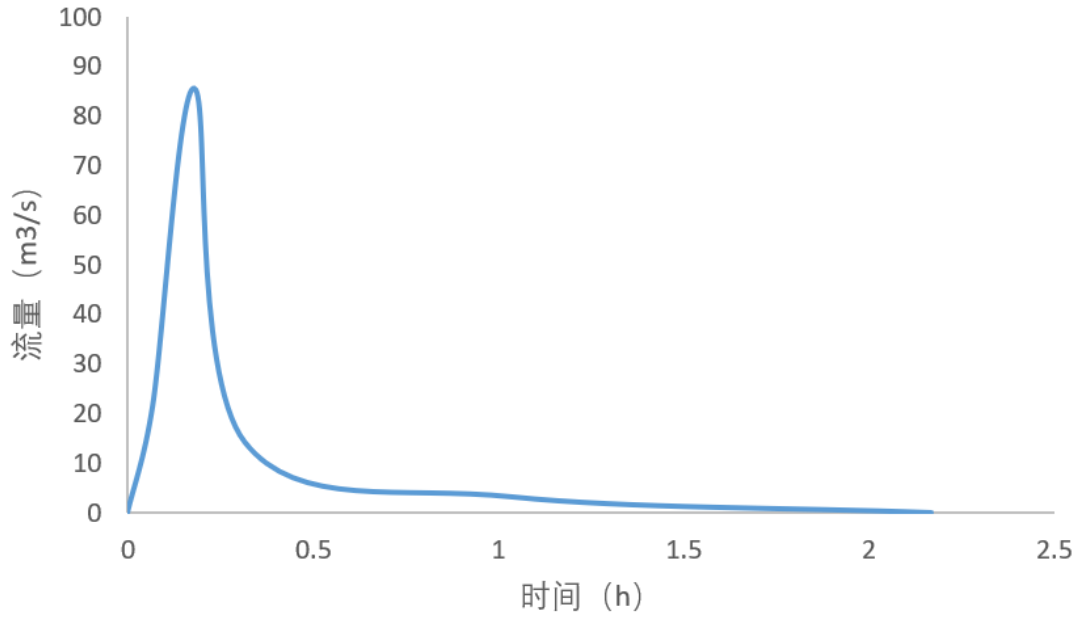


图 3.3-1 尾矿库运行前期南沟洪水过程线

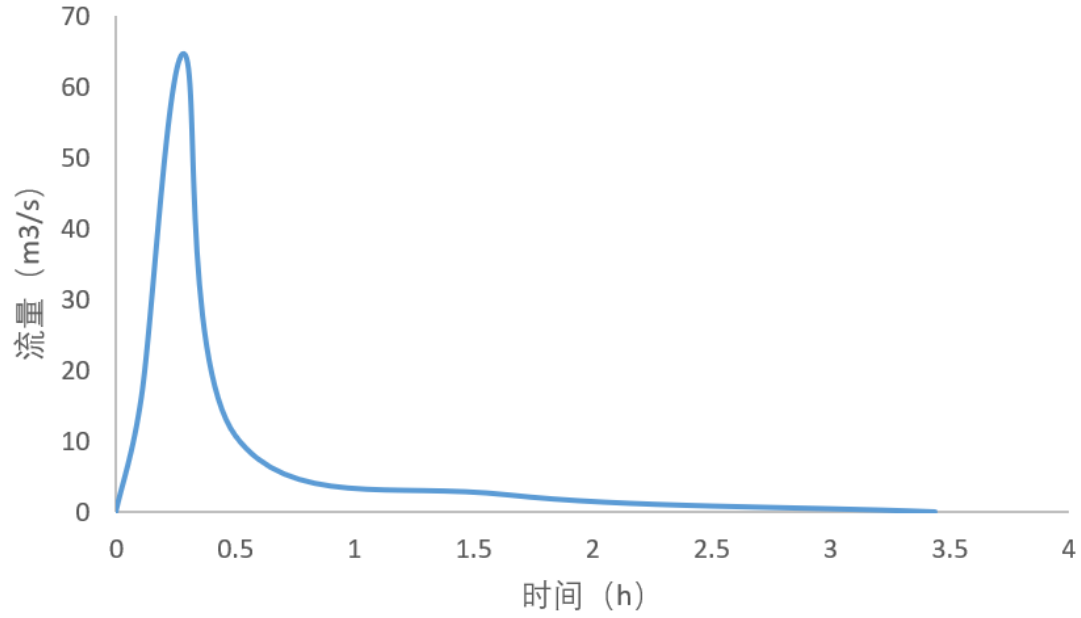


图 3.3-2 尾矿库运行前期北沟洪水过程线

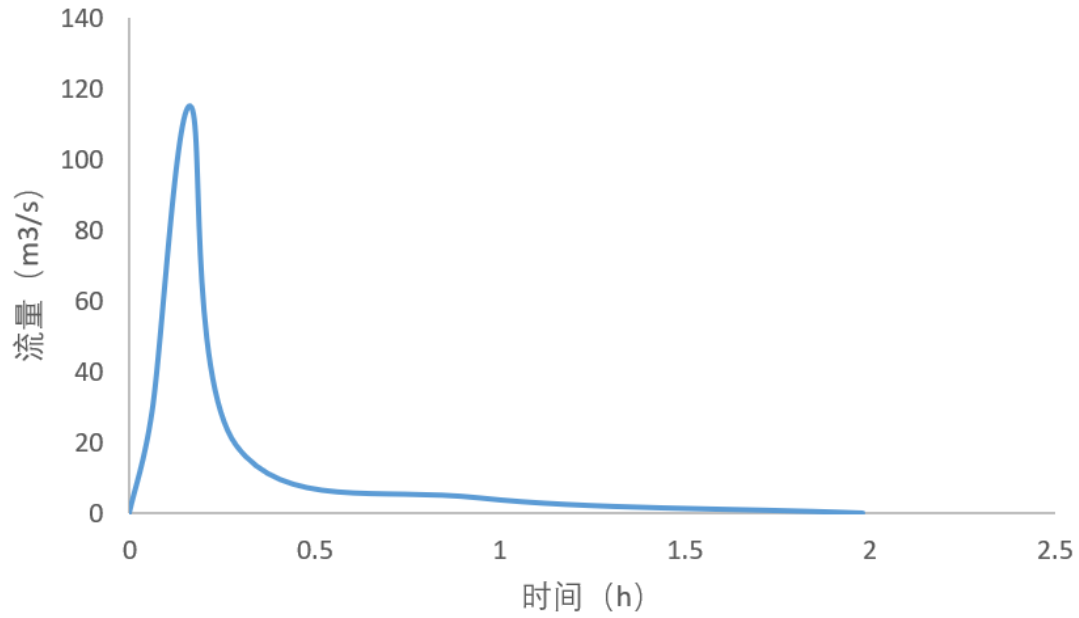


图 3.3-3 尾矿库运行中期南沟洪水过程线

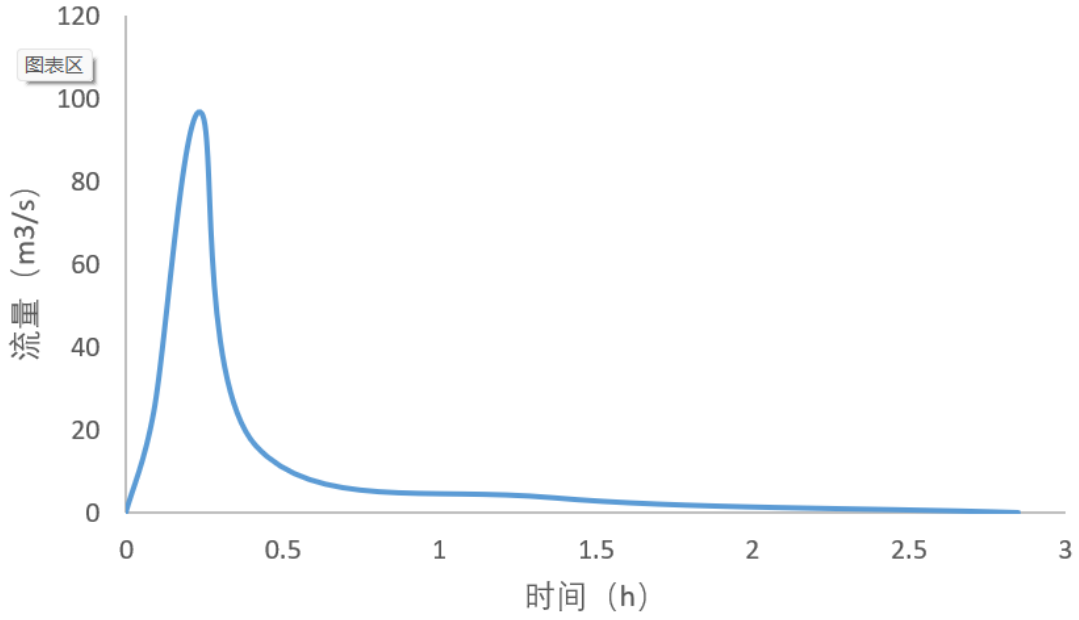


图 3.3-4 尾矿库运行中期北沟洪水过程线

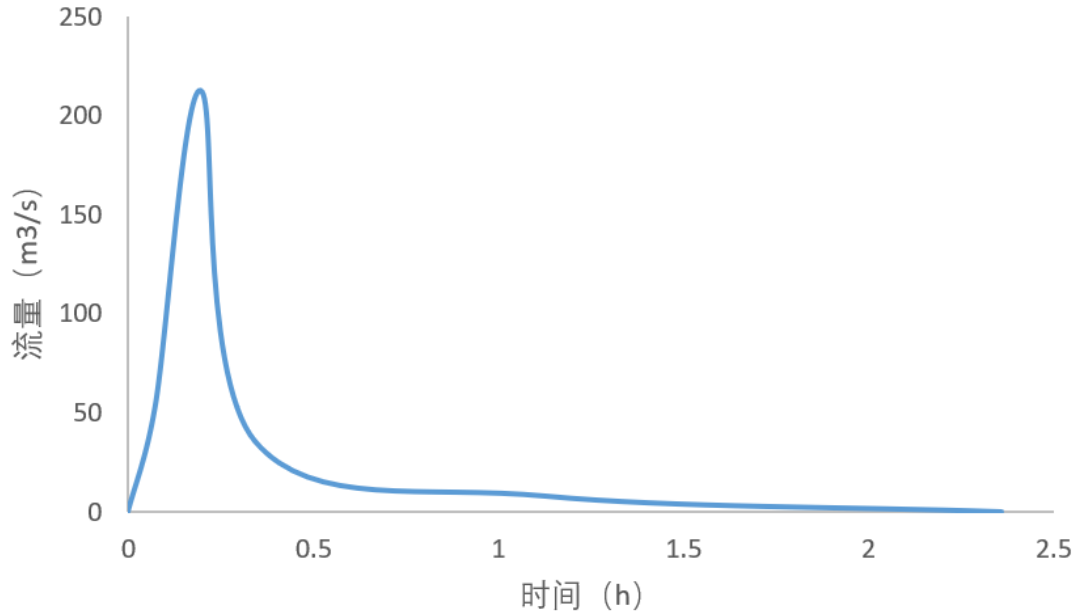


图 3.3-5 尾矿库运行终期洪水过程线

3.3.3.3 泄流能力计算

尾矿库排洪系统采用排水井→竖井→排水隧洞→消力池结构。北沟共设 6 个框架式排水井，其中 1 号井高度 10m，2 号井高度 22m，其余高度 32m。排水井内径 3.5m。竖井内径 2m，北沟支洞为II型，城门洞形，净断面尺寸为宽 2.0m×高 2.4m，直墙高 1.4m。北沟支洞总长度约 1716m。南沟共设 4 个框架式排水井，其中 1 号井高度 22m，其余高度 32m。排水井内径 3.5m。竖井内径、支洞断面均同北沟一致，南沟支洞总长度约为 583m。主洞为I型，城门洞形，净断面尺寸为宽 2.4m×高 2.8m，直墙高 1.6m，主洞总长度约为 1100m。排洪系统平面布置详见图 2.4-4。

框架式排水井泄流计算分四种情形进行，分别是自由泄流、孔口泄流、半压力流及压力流。

1）自由泄流：

①水位未淹没框架圈梁时

$$Q_C = n_c m \varepsilon b_c \sqrt{2g} H_y^{1.5}$$

②水位淹没框架圈梁时

$$Q_d = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = 1.8 n_c \varepsilon b_c H_0^{1.5}$$

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

2）水位淹没井口的孔口泄流

$$Q_e = \varphi \omega_s \sqrt{2gH_j}$$

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\xi_4+\xi_5 f_6^2}}$$

3）半压力流

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

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\lambda_j \frac{l_d}{d} f_2^2 + \xi_2 + \xi_3 f_1^2 + \xi_4 f_1^2 + \xi_5 f_6^2 + \xi_5 f_7^2}}$$

4）压力流

$$Q = \mu F_x \sqrt{2gH_z}$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1+\lambda_g \frac{L}{D} f_3^2 + \Sigma \xi f_3^2 + \xi_2 f_9^2 + \xi_3 f_3^2 + \xi_4 f_5^2 + \xi_5 f_8^2}}$$

其中：

H_i—第 i 层全淹没工作窗口的泄流计算水头，m；

H_0—最上层未淹没工作窗口的泄流计算水头，m；

H—计算水头，为库水位与隧洞入口断面中心标高之差，m；

H_Z—计算水头，为库水位与隧洞下游出口断面中心标高之差，当下游有水时，为库水位与下游水位的高差，m；

H_y—溢流堰泄流水头，m；

H_j—井口泄流水头，m；

ω_c—一个排水窗口的面积，m²；

ω_s—井口水流收缩断面面积，m²；

ω_l—框架立柱和圈梁之间的过水净空总面积，m²；

ω—井中水深范围内的窗口总面积，m²；

ω_j—排水井井筒横断面面积，m²；

ω_1—排水井窗口总面积，m²；

ω_2—排水井井筒外壁表面积，m²；

F_s—隧洞入口水流收缩断面面积，m²；$F_s = \varepsilon_b F_e$

F_e—隧洞入口断面面积，m²；

F_x—隧洞下游出口断面面积，m²；

F_g—隧洞计算洞段断面面积，m²；

ζ—隧洞沿线的局部水头损失系数；

ζ_0—系数；

ζ_2—隧洞入口局部水头损失系数；直角入口取 0.5，圆角或斜角入口取 0.2~0.25，喇叭口入口取 0.1~0.2；

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；

β—梁、柱形状系数；矩形断面取 2.42，圆形断面取 1.79；

K_1—梁、柱有效断面系数；

ε—侧向收缩系数；

ε_b—断面突然收缩系数；

d—排水井内径，m；

D—隧洞计算段的内径，m；

l—排水井内隧洞洞顶以上的水深，m；

L—隧洞计算洞段的长度（断面无变化时，即为隧洞的全长），m；

A—— 系数；

R_g—隧洞计算洞段的水力半径，m；

R_j—排水井井筒断面的水力半径，m；

m—堰流量系数；

$\delta/H_y < 0.67$，按薄壁堰计算，$m = 0.405 + \dfrac{0.0027}{H_y}$；

$0.67 < \delta/H_y < 2.5$，按实用堰计算，$m = 0.36 + 0.1\left(\dfrac{2.5 - \delta/H_y}{1 + 2\delta/H_y}\right)$；

δ—堰顶宽，m；

b_c—一个排水口的宽度，m；

n_c—同一个横断面上排水口的个数；

λ_j—排水井沿程水头损失系数；

λ_g—隧洞沿程水头损失系数；

C—谢才系数；

n—管壁粗糙系数；

$f_1=\frac{F_s}{\omega_j}$；$f_2=\frac{F_s}{\omega}$；$f_3=\frac{F_x}{F_g}$；$f_4=\frac{F_x}{\omega}$；$f_5=\frac{F_x}{\omega_j}$；$f_6=\frac{\omega_s}{\omega_l}$；$f_7=\frac{F_s}{\omega_l}$；

$f_8=\frac{F_x}{\omega_l}$；$f_9=\frac{F_x}{F_e}$

经公式计算，得到尾矿库排洪设施的泄流曲线：

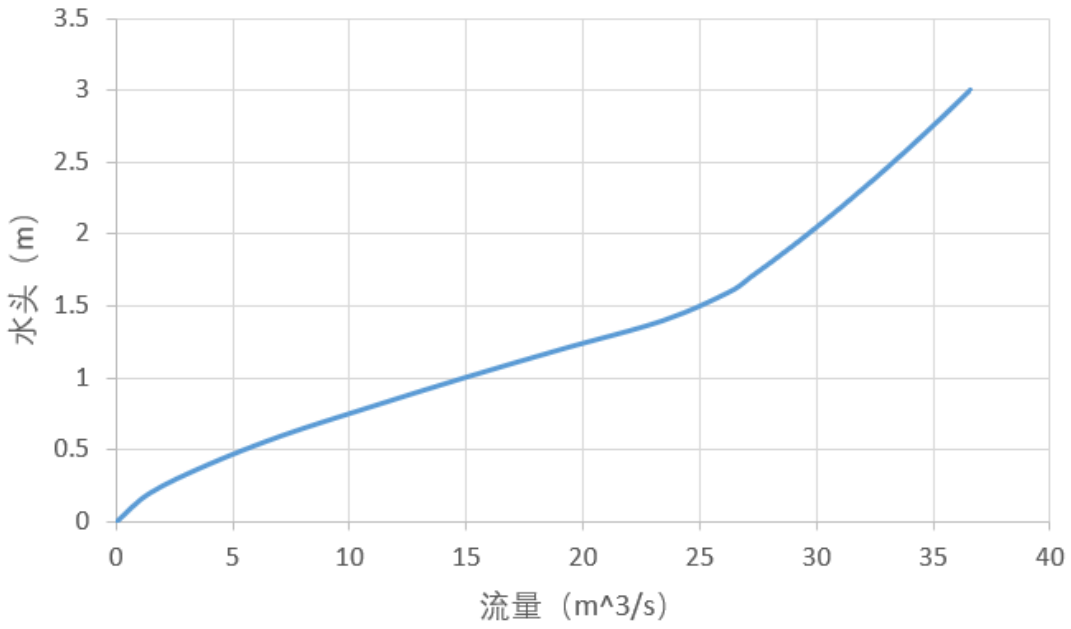


图 3.3-6 排洪设施泄流曲线

3.3.3.4 调洪库容计算

依据设计确定的沉积滩平均坡度，本次调洪演算所圈库容的干滩坡度按 1%计算，则各运行期对应的调洪库容分别见表 3.3-6。

表 3.3-6 调洪库容计算表

计算标高（m）	高程（m）	调洪库容（m³）
650.0（南沟）	648.0	0
	648.5	18324

计算标高（m）	高程（m）	调洪库容（m³）
	649.0	48117
	649.5	91921
	650.0	153957
650.0（北沟）	648.0	0
	648.5	42295
	649.0	97830
	649.5	167708
	650.0	250269
690.0（南沟）	688.0	0
	688.5	88900
	689.0	203568
	689.5	339466
	690.0	494962
690.0（北沟）	688.0	0
	688.5	140372
	689.0	302362
	689.5	488062
	690.0	696630
780.0（终期）	778.0	0
	778.5	772356
	779.0	1600358
	779.5	2482200
	780.0	3417620

3.3.3.5 调洪演算

依据表 3.3-7 中的计算参数，按水量平衡法进行调洪演算，采用公式：

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

。

式中：

Q_1、Q_2——时段始、终尾矿库的来洪量；

q_1、q_2——时段始、终尾矿库的泄洪量；

V_1、V_2——时段始、终尾矿库的蓄洪量。

按照上述分析分别对尾矿库运行前期、中期及终期进行调洪演算，各阶段的调洪演算结果如下图及下表所示。

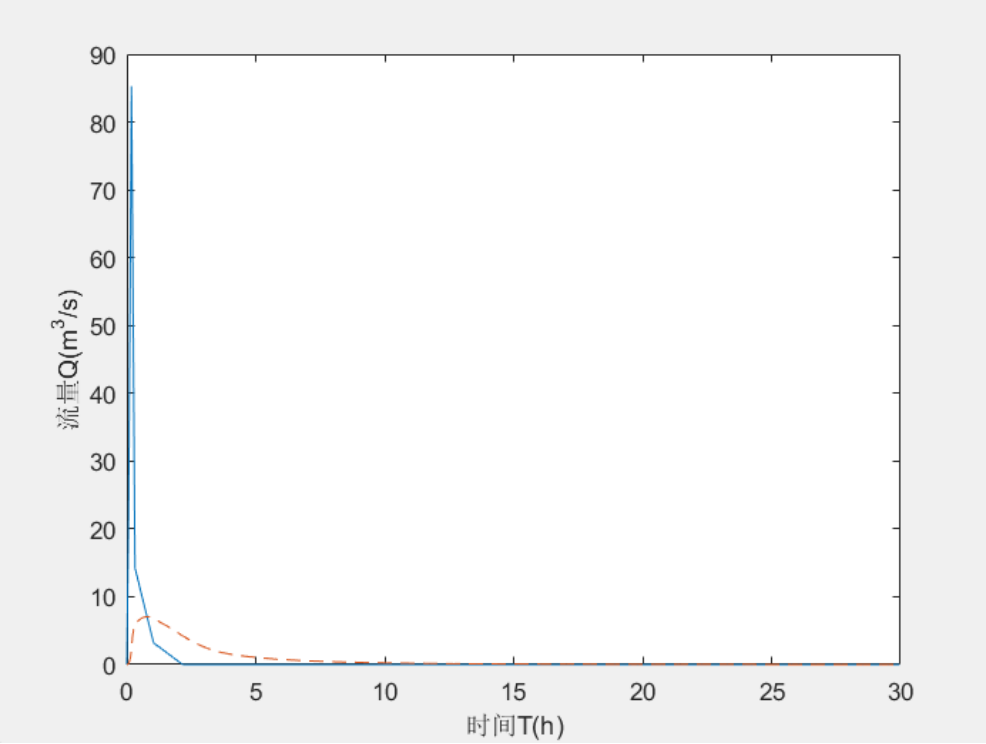


图 3.3-7 运行前期南沟时间-流量变化曲线

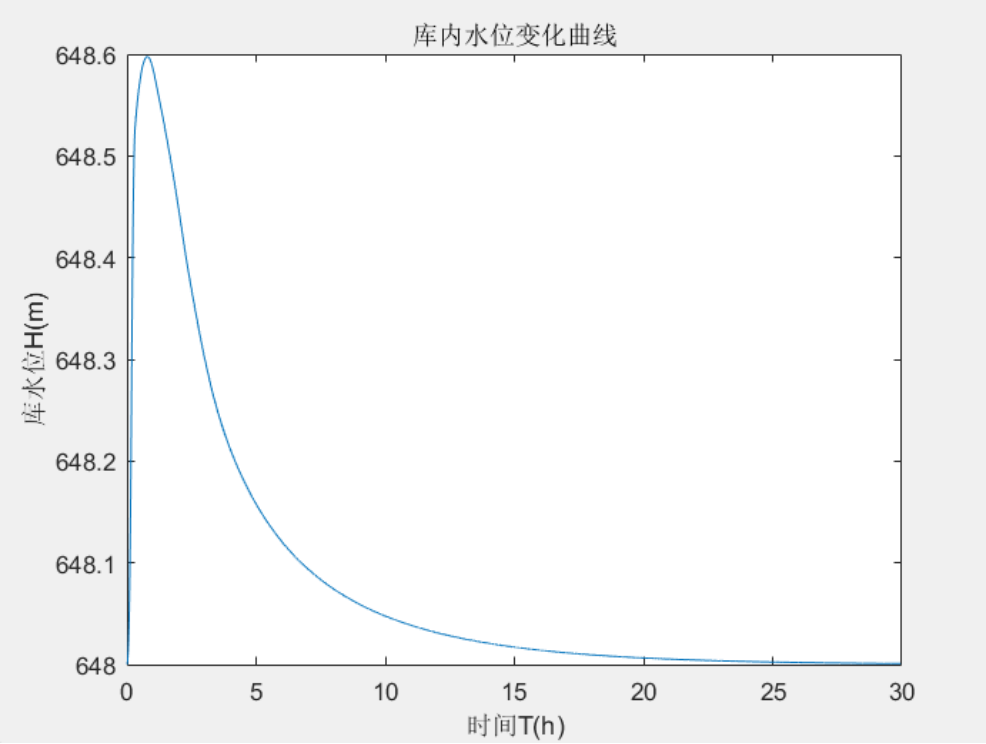


图 3.3-8 运行前期南沟时间-库水位变化曲线

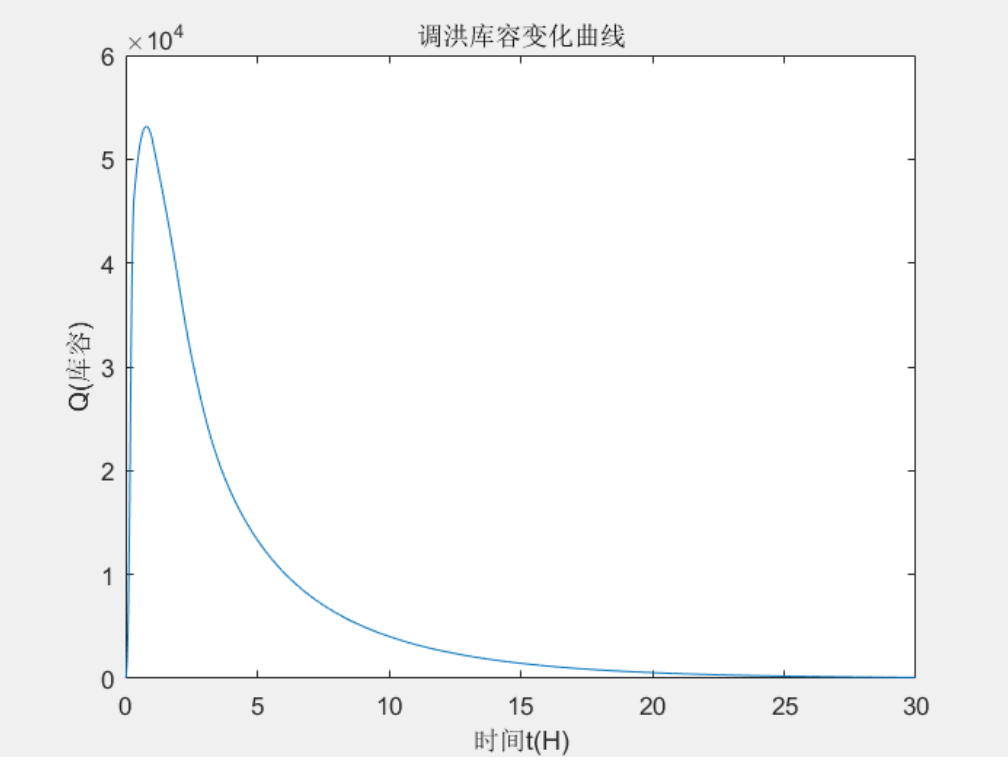


图 3.3-9 运行前期南沟时间-调洪库容变化曲线

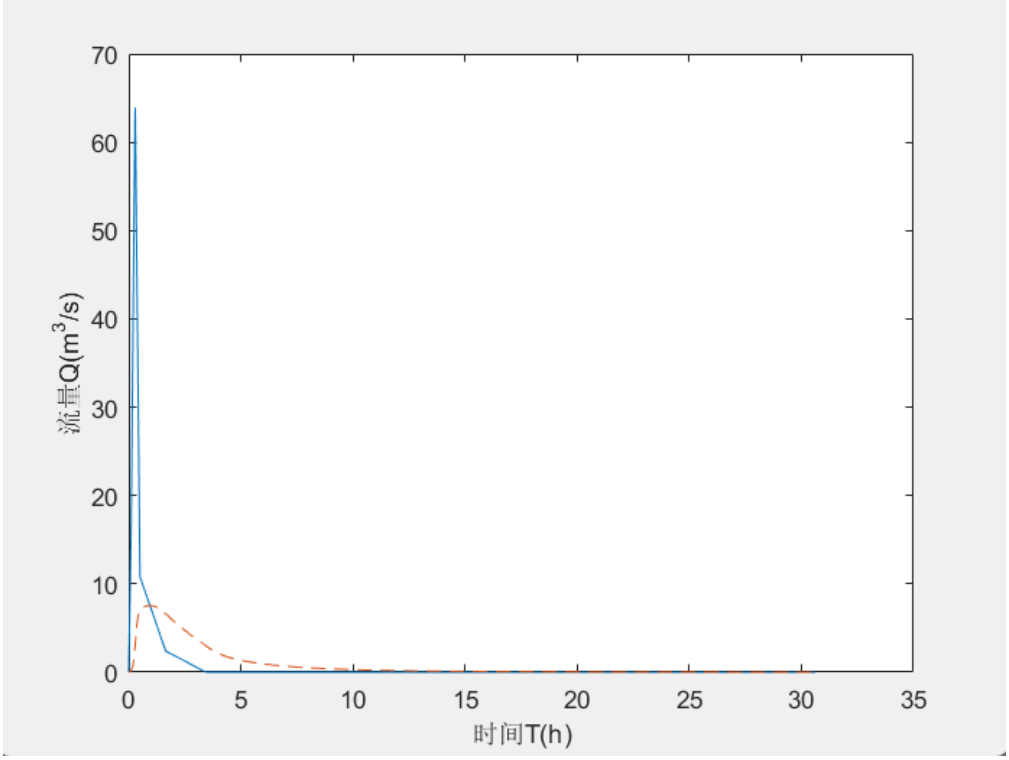


图 3.3-10 运行前期北沟时间-流量变化曲线

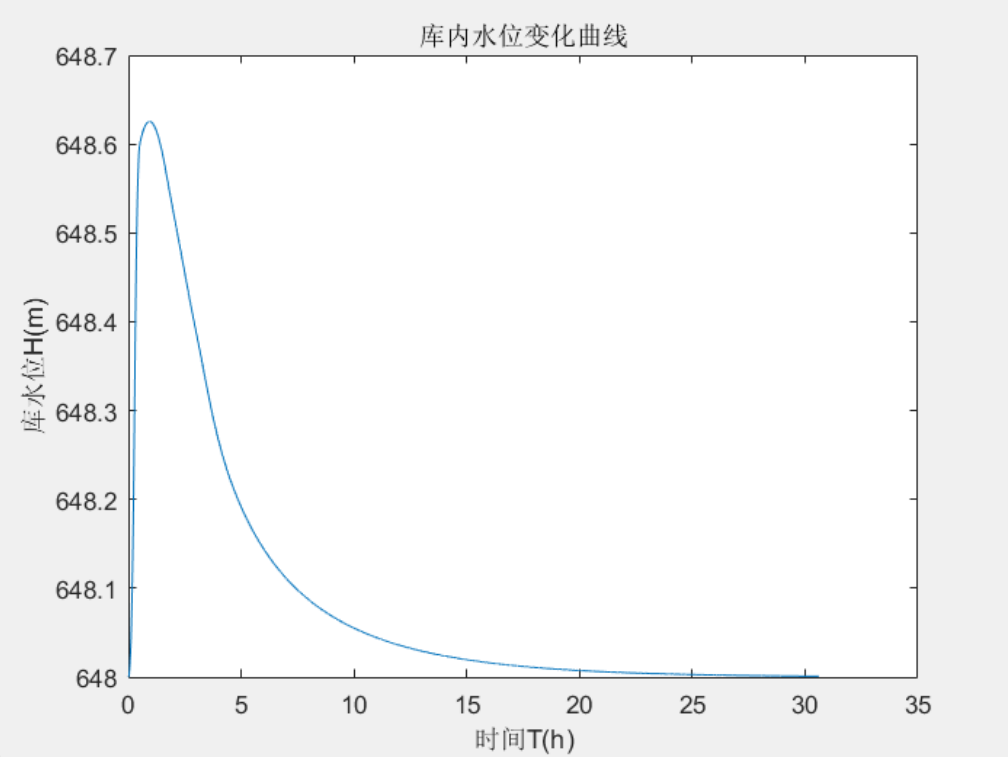


图 3.3-11 运行前期北沟时间-库水位变化曲线

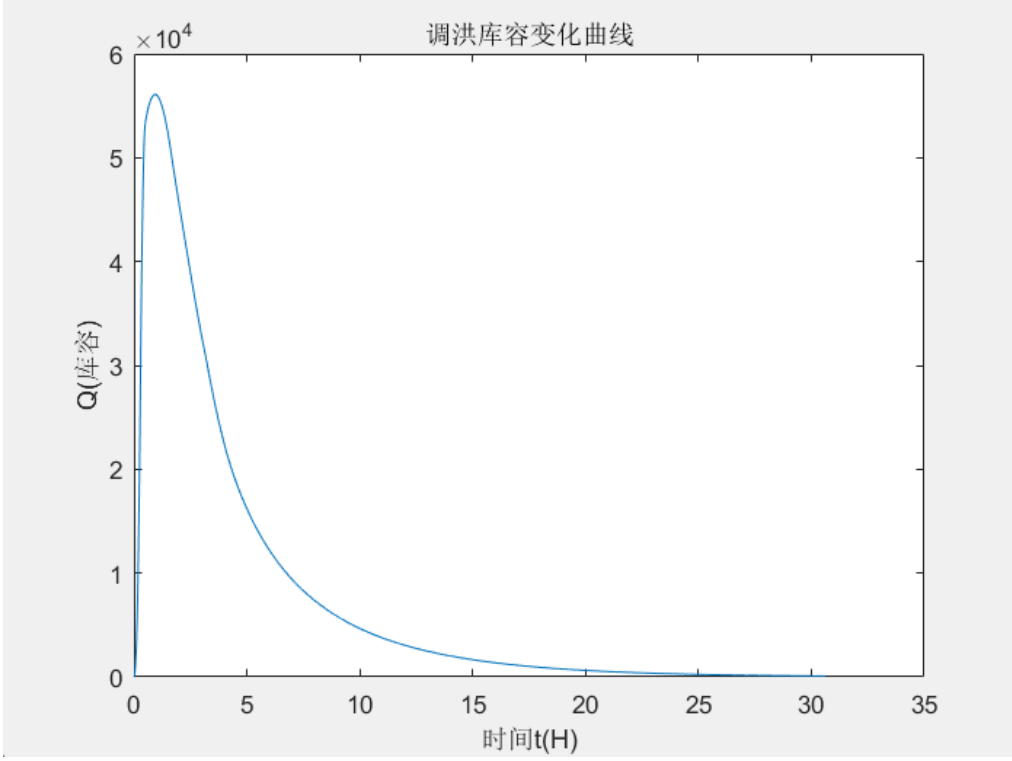


图 3.3-12 运行前期北沟时间-调洪库容变化曲线

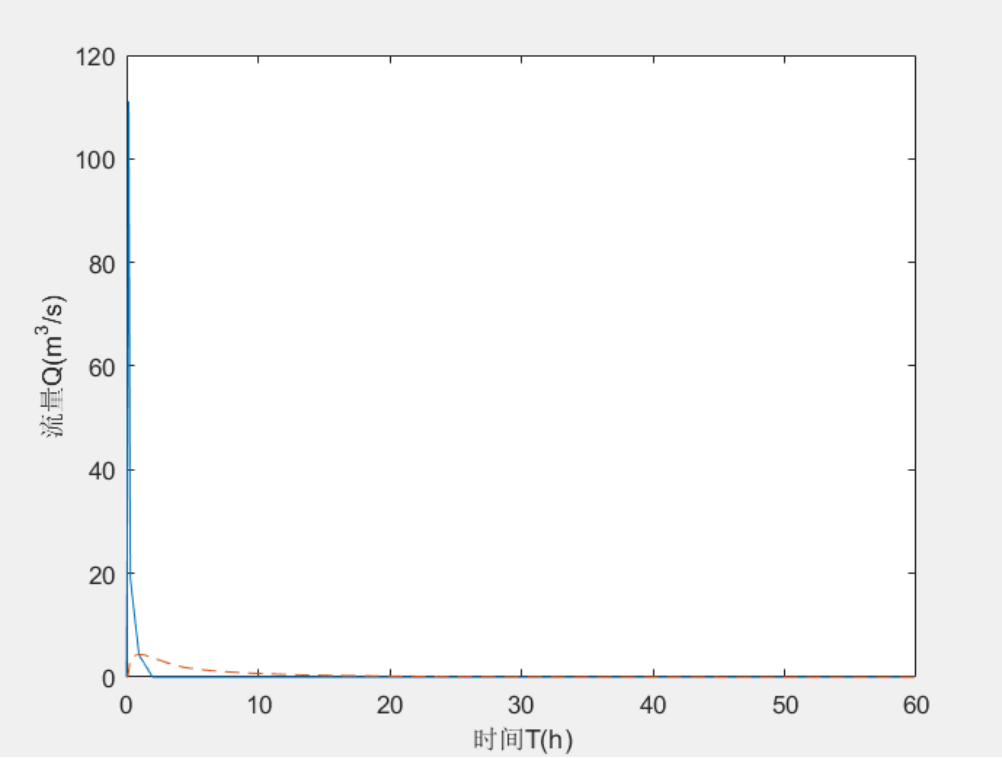


图 3.3-13 运行中期南沟时间-流量变化曲线

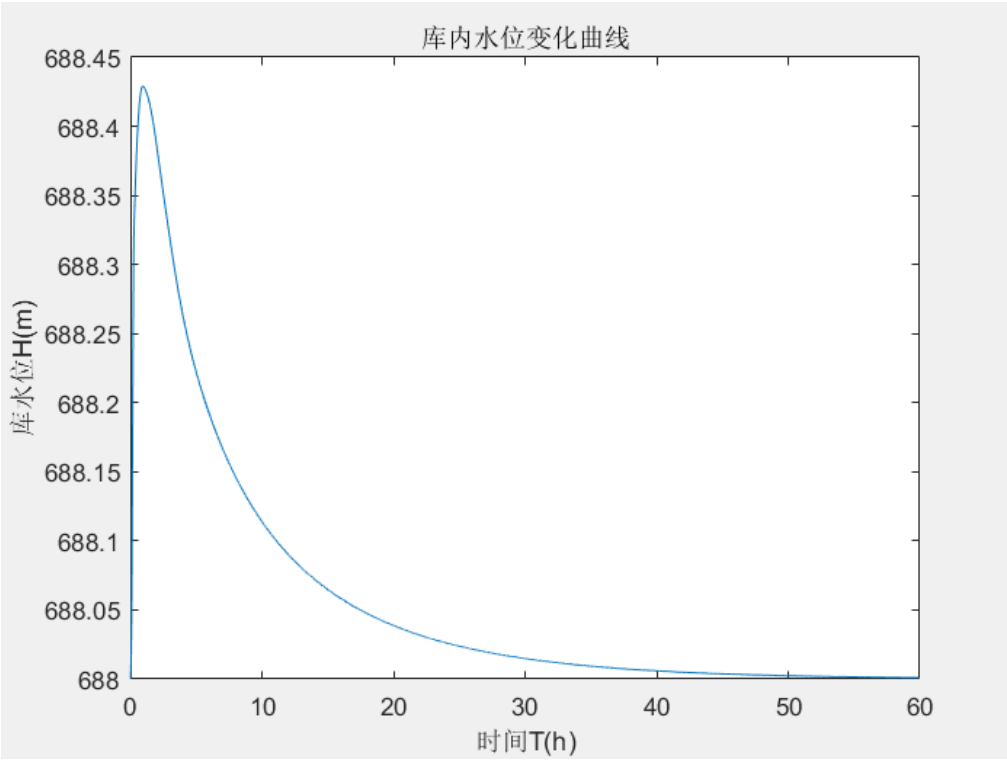


图 3.3-14 运行中期南沟时间-库水位变化曲线

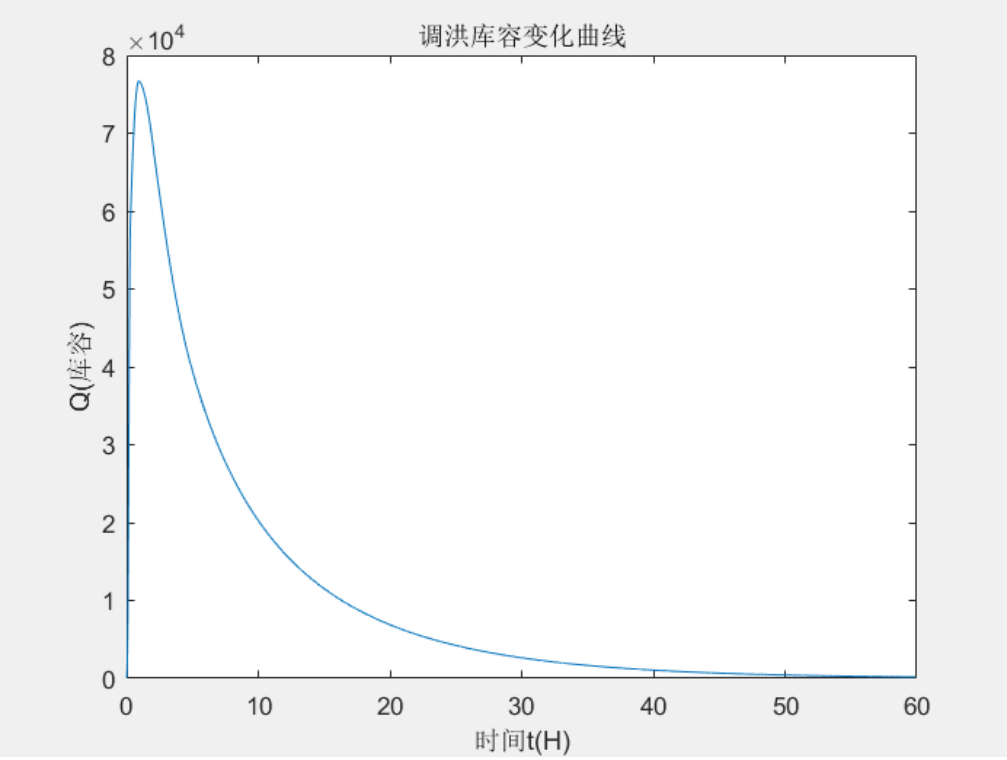


图 3.3-15 运行中期南沟时间-调洪库容变化曲线

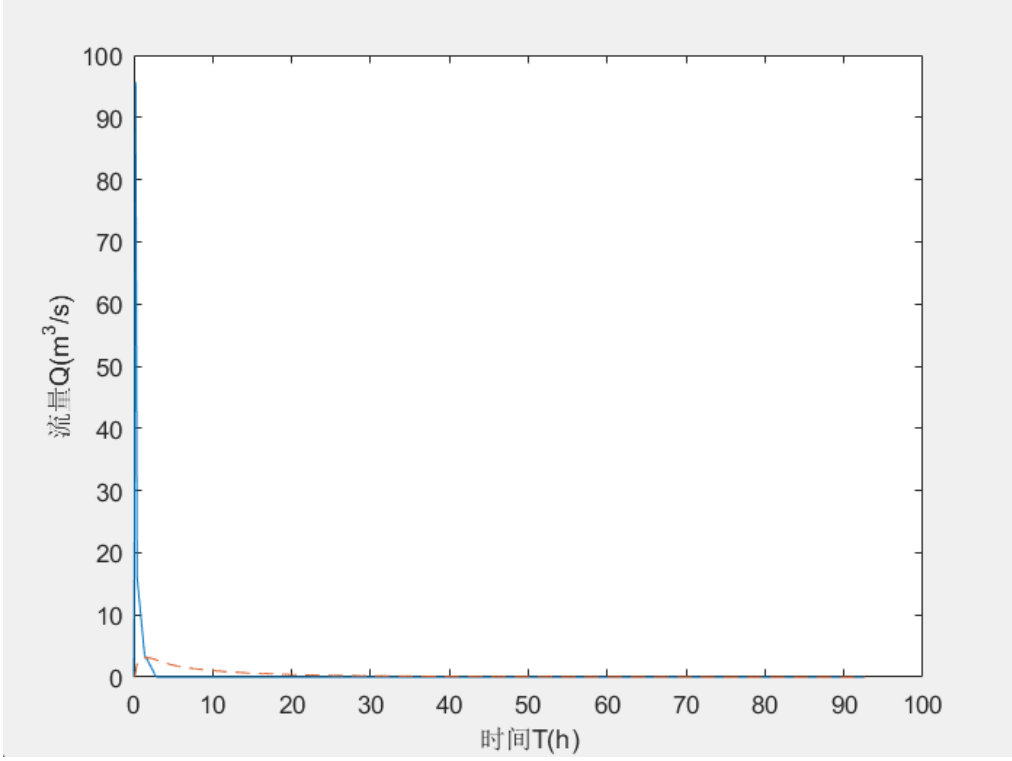


图 3.3-16 运行中期北沟时间-流量变化曲线

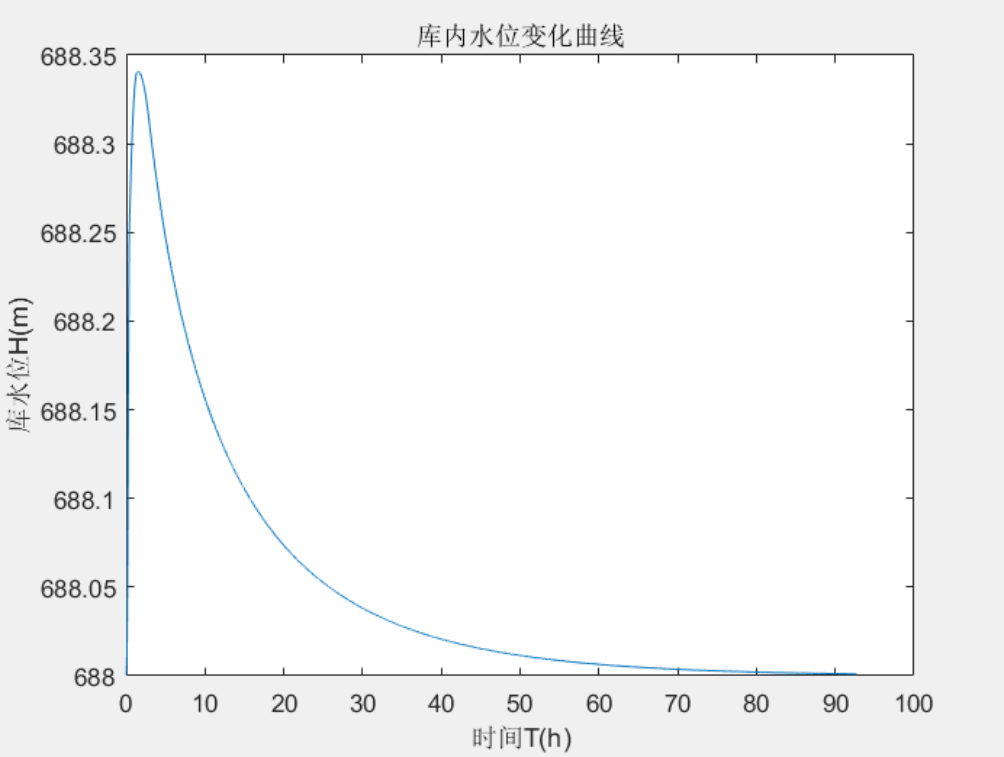


图 3.3-17 运行中期北沟时间-库水位变化曲线

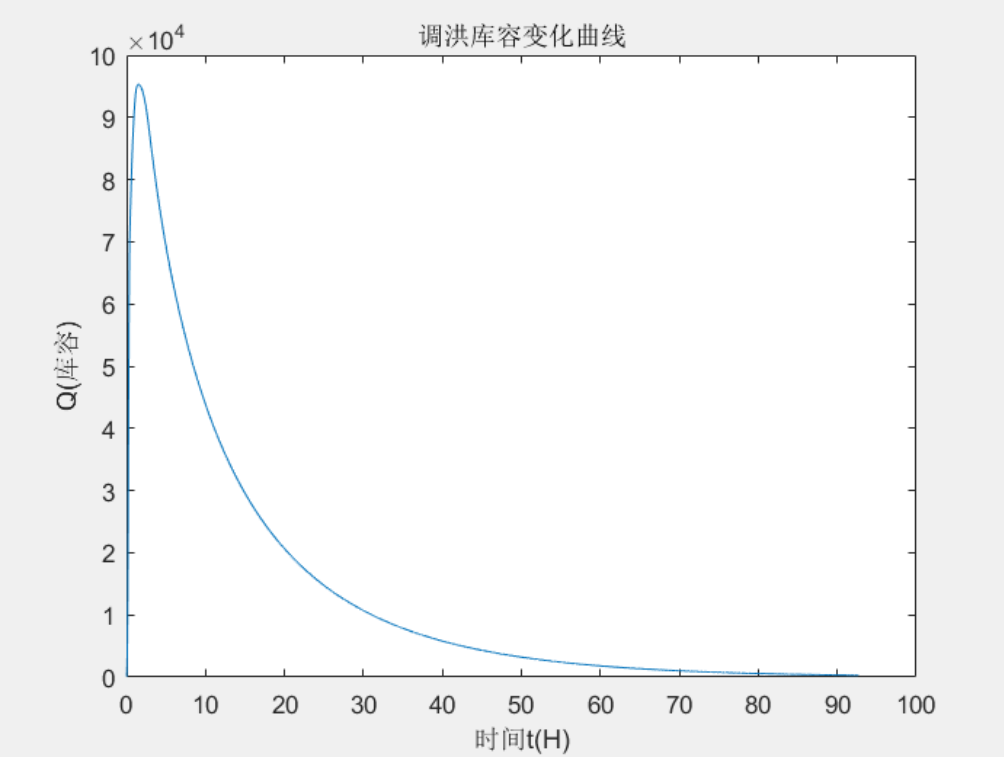


图 3.3-18 运行中期北沟时间-调洪库容变化曲线

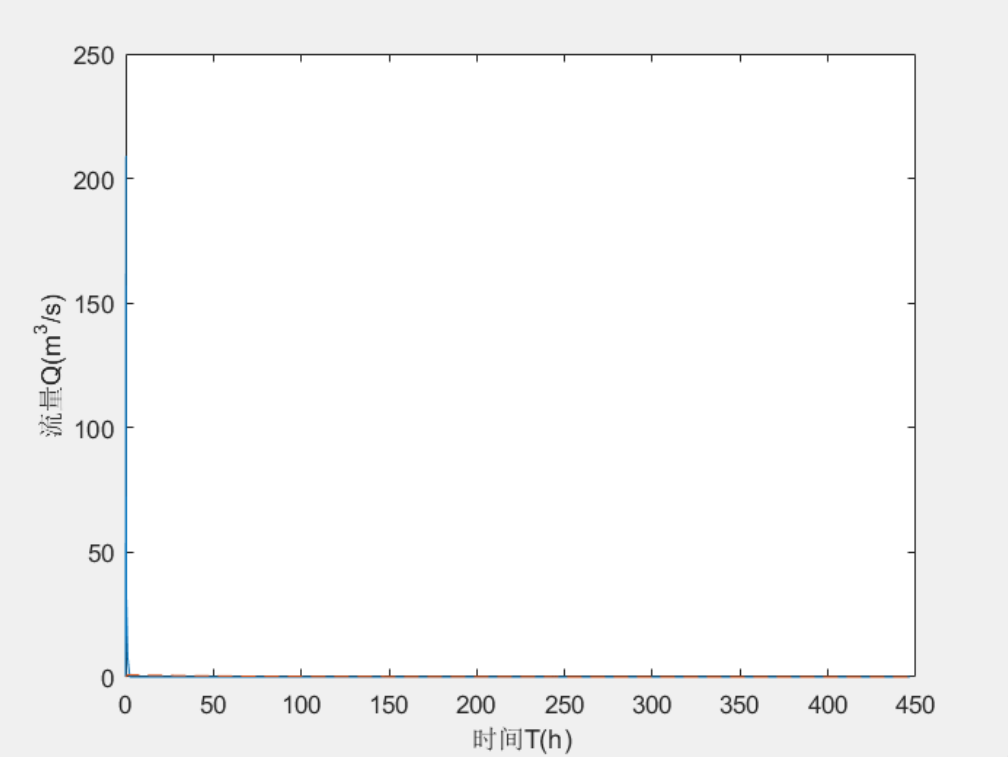


图 3.3-19 运行终期时间-流量变化曲线

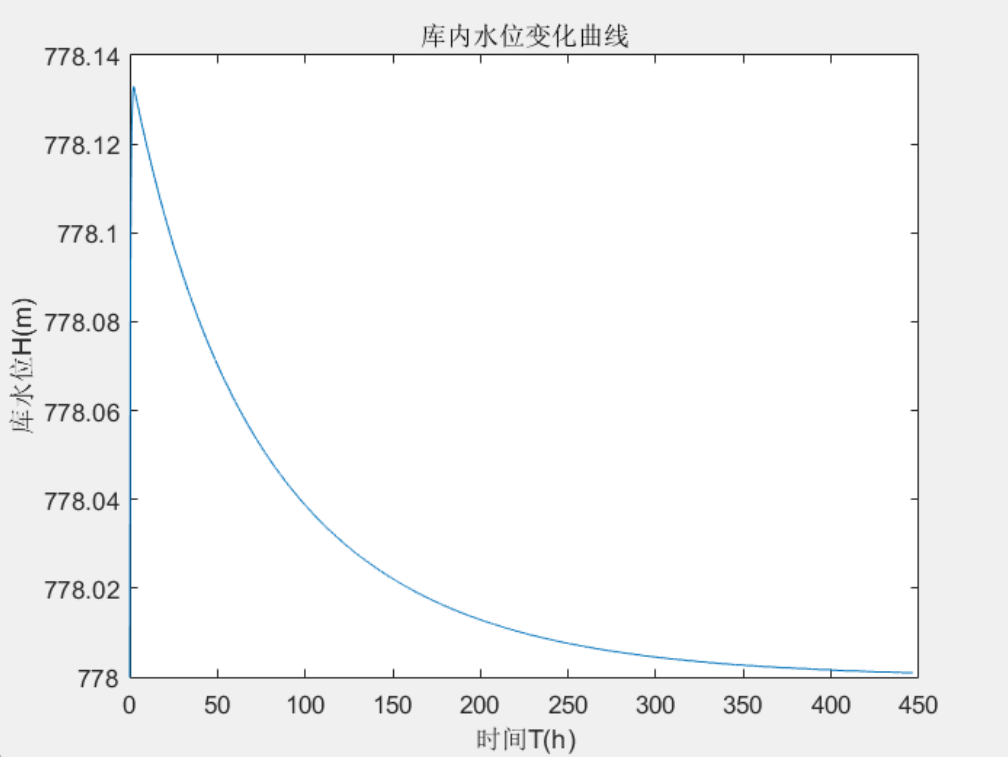


图 3.3-20 运行终期时间-库水位变化曲线

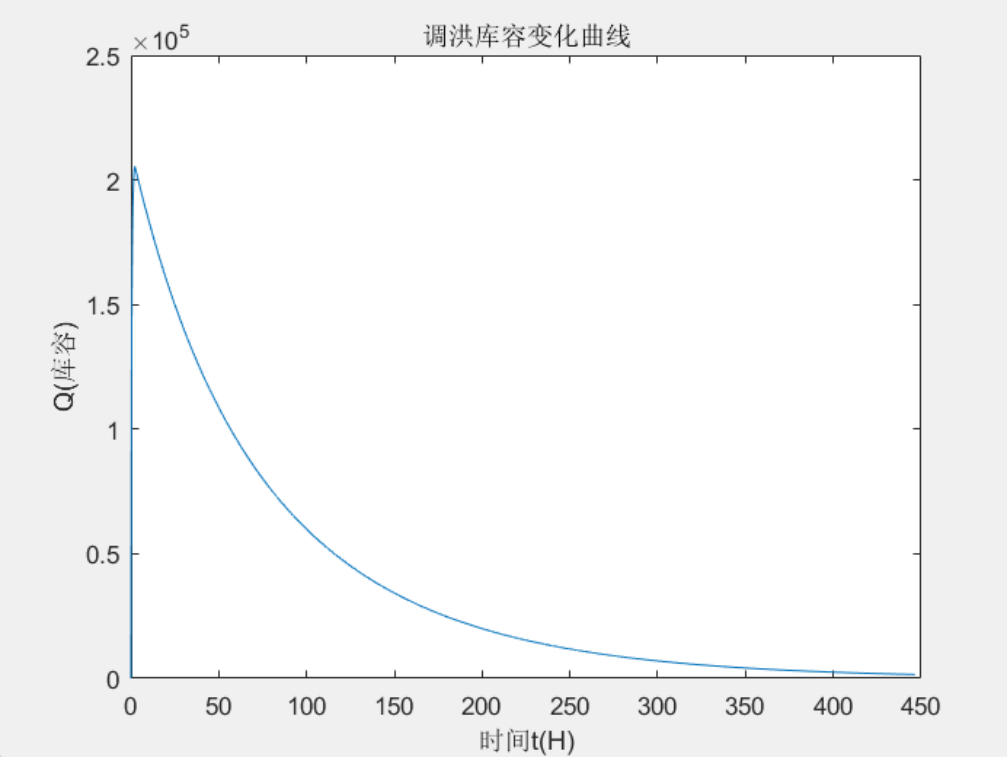


图 3.3-21 运行终期时间-调洪库容变化曲线

表 3.3-7 各阶段的调洪校核结果一览表

标高（m）	650		690		780
计算断面	南沟	北沟	南沟	北沟	
设计洪水重现期（年）	1000		5000		5000
起调水位（m）	648		688		778
防洪高度（m）	2				
正常水位干滩长度（m）	200				
最大泄流量 q（m³/s）	4.62	7.54	4.36	3.11	0.85
所需调洪库容 W（万 m³）	7.80	5.61	10.64	11.84	22.21
最高洪水位（m）	648.60	648.63	688.43	688.34	778.13
调洪高度（m）	0.6	0.63	0.43	0.34	0.13
安全超高（m）	1.6	1.37	1.57	1.66	1.87
洪水位干滩长度（m）	160	137	157	166	187

通过调洪演算，设计洪水入库后，安全超高及洪水位干滩长度均满足《尾矿库安全规程》要求，故设计排洪构筑物尺寸满足洪水设防

要求。

3.3.4 排洪系统运行分析

（1）布袋沟尾矿库库内采用最常用的“排水井+排洪隧洞”型式，库内设置 1 条排洪主隧洞，2 条排洪支隧洞，排水井逐个启用、封停，不存在主洞和支洞之间的相互影响问题，且该种排洪系统型式应用较为成熟，在后期做好排洪系统的检查、疏浚、维护后能够保证尾矿库的防洪安全。

（2）根据调洪演算具体分析，在尾矿库运行过程中，业主单位应按照设计单位开展的调洪演算结果确定的参数控制库水位、控制滩长、控制干滩坡度来进行运行管理，其中干滩坡度是重要控制指标，应重点监测。

（3）由于排水井较高，后期运行过程中其拱板承压较大，建议下一步设计阶段针对尾矿库运行期间和停用后的排水井的封堵进行专项设计，并落实拱板台账记录、拱板施工的影像记录以保证排洪系统的可靠性。

（4）借鉴以往尾矿库事故教训，建议企业聘请有资质的、施工技术水平较高的队伍进行施工，确保排洪构筑物的结构强度、外观尺寸、中心偏移量等符合设计和相关规范、规程的要求。

（5）尾矿库安全设施设计前必须对排洪系统沿线进行工程地质勘察，设计单位应根据勘察结果优化排洪系统设计。排水井、竖井基础选择应根据揭露的地质剖面进行设计布置，并对设计及施工过程中基

坑边坡防护、地下水的疏排措施的要求进行补充说明，确保排洪构筑物基础安全稳定。

（6）建议下一阶段对排洪系统进行详细设计，明确排洪系统基础的工程地质情况，对排水井的结构稳定性和排洪构筑物材料抗冲流速进行计算，对排水隧洞沉降缝和伸缩缝等进行详细说明。

（7）施工中应控制排水井的质量。消除过流面的明显凸体和凹坑等缺陷，控制不平整度，降低粗糙度；竖井和隧洞连接的转弯处，尽量采用圆角过渡，不要直角转弯，以减少沿程水头损失和局部水头损失，增加超泄能力。

（8）考虑到尾矿库所处自然环境，建议进一步校核排水井基础及结构强度，并进行排水井倾倒验算，优化排水构筑物的结构尺寸、提高混凝土强度（尤其是排水井身、拱板），留有冗余度，提高井身的抗倾倒能力。

3.3.5 防排洪系统单元评价结果

通过对照《尾矿设施设计规范》，并依据洪水计算、库内布置的排洪构筑物水力计算以及根据水量平衡法进行的调洪演算结果，布袋沟尾矿库防洪系统布置符合规范要求。需要注意的问题有：

（1）拟建尾矿库库址最冷月平均气温为-12.6℃，最大冻土深度为139cm，建设在该地区且裸露在外的水工建筑物（尤其是排水井）长期处于这种恶劣环境中，其强度可能受到侵蚀削弱。同时，排水井井身较高，受风速影响，井身可能发生坍塌，进而影响正常运行。

（2）在可行性研究设计阶段，由于拟建尾矿库库址详细地质勘察工作的完成时间滞后于可研方案编制，排洪设施设计可能未全面考虑排洪系统沿线的地质情况。依据可研阶段后进行的详细勘察成果，排洪系统沿线局部地段地层变化较大，后期上覆尾矿砂持续堆积过程中，可能由于地层不均匀沉降、上覆压力逐渐增大等原因导致排洪设施破坏。

（3）依据《尾矿库安全规程》，尾矿库排洪构筑物应进行结构计算及排洪构筑物材料抗冲流速计算等设计，以及除排水隧洞外其他地下排洪构筑物地基承载力计算，可研方案未进行相关计算。

（4）依据《尾矿库安全规程》，排水井井底应设置消力坑。排水管或隧洞变坡、转弯和出口处，应视具体情况采取消能防冲措施，可研方案未对此作出明确说明。

（5）由于排水井较高，其后期运行过程中排水井拱板承压较大，可研方案未对排洪系统封堵进行详细设计。

（6）在排水隧洞实际施工过程中，不同地段的水文地质条件会发生变化，涌水量也会随之改变，在施工过程中应根据实际条件及时进行控制及疏排水调整。

3.4 安全监测设施单元

3.4.1 尾矿库监测设施危险有害因素辨识

（1）未按照设计要求对监测系统进行施工，监测系统无法正常使用。

（2）对监测系统日常维护不够，造成系统故障，影响监测数据的准确性。

（3）未定期对坝体位移、浸润线、库水位进行观测，或观测数据不准确，不能及时发现安全隐患。

（4）未对监测结果进行记录和分析，坝体沉降、位移数据发生重大偏差，库区水位掌握不精确等，都有可能导致尾矿库发生事故。

3.4.2 尾矿库监测系统安全检查表

表 3.4-1 尾矿库监测系统安全检查表

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
1	尾矿库的安全监测，必须根据尾矿库设计等别、筑坝方式、地形和地质条件、地理环境等因素，设置必要的监测项目及其相应设施，定期进行监测。	《尾矿库安全监测技术规范》4.4.1	该尾矿库为二等库，可研根据设计等别、筑坝方式等因素设置坝体位移、浸润线、降雨量等自动化监测项目，监测系统采用动态在线监测和常规人工监测相结合的方式，人工观测设施和在线监测点相邻布置，监测数据相互比对。	符合要求
2	一等、二等、三等、四等尾矿库应监测位移、浸润线、干滩、库水位、降水量，必要时还应监测孔隙水压力、渗透水量、混浊度。	《尾矿库安全监测技术规范》4.4.1	可研方案设计了坝体位移、浸润线、降雨量等监测设置。	符合要求
3	湿式尾矿库监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；三等及三等以上湿式尾矿库必要时还应监测孔隙水压	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 5.5.2	布袋沟尾矿库为湿式尾矿库，可研监测项目有库水位、表面位移、内部位移、浸润线、降雨量等。	符合要求

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
	力、渗透水量及浑浊度。			
4	尾矿库应根据其设计等别、尾矿坝筑坝方式、尾矿及尾矿水污染物性质、地形地质条件及地理环境等因素，设置必要的安全和环保监测设施。三等及三等以上尾矿库应设置人工监测与自动监测相结合的安全监测设施。	《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）3.4.1	尾矿库设计设置坝体位移监测设施、浸润线监测设施、库区水位监测设施、降雨量监测设施。	符合要求
5	尾矿库应设置人工安全监测和在线安全监测相结合的安全监测设施， 人工安全监测与在线安全监测监测点应相同或接近， 并应采用相同的基准值。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： ——应全面反映尾矿库的运行状态； ——尾矿坝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； ——坝肩及基岩断层、坝内埋管处必要时应加设监测设施。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 5.5.1	可研方案监测设施设置符合上述要求。	符合要求
6	尾矿库安全监测预警应由低级到高级分为蓝色预警、黄色预警、橙色预警、红色预警四个等级，设计单位应给出各监测项目的各级预警阈值。各监测项目及尾矿库安全状况各级预警等级的判定应符合下列规定： ——当同类监测项目的监测点达到 4 个蓝色预警时，该项目为黄色预警；达到 3 个黄色预警时，该项目应为橙色预警；达到 2 个橙色预警时，该项目应为红色预警； ——当监测项目达到 4 项蓝色预警时，应计为 1 项监测项目黄色预警；达到 3 项黄色预警	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 5.5.4	可研未提及安全监测预警值设置情况。	下一步设计阶段需完善

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
	时，应计为 1 项监测项目橙色预警； 当监测项目达到 2 项橙色预警时，应计为 1 项监测项目 红色预警； ——尾矿库安全状况预警应由尾矿库安全监测项目的最高预警等级确定。			

3.4.3 安全监测设施单元评价结果

可研方案说明了尾矿库的监测项目，在设计布置人工监测设施的同时，还布置了在线监测设施。监测系统采用动态在线监测和常规人工监测相结合的方式，人工观测设施和在线监测点相邻布置，监测数据相互比对，符合二等尾矿库的规范标准要求。

需要注意的问题有：

（1）下一步设计阶段应明确尾矿库安全监测预警阈值。尾矿库安全监测预警应由低级到高级分为蓝色预警、黄色预警、橙色预警、红色预警四个等级，设计单位应给出各监测项目的各级预警阈值。各监测项目及尾矿库安全状况各级预警等级的判定应符合下列规定：

——当同类监测项目的监测点达到 4 个蓝色预警时，该项目为黄色预警；达到 3 个黄色预警时，该项目应为橙色预警；达到 2 个橙色预警时，该项目应为红色预警。

——当监测项目达到 4 项蓝色预警时，应计为 1 项监测项目黄色预警；达到 3 项黄色预警时，应计为 1 项监测项目橙色预警；当监测项目达到 2 项橙色预警时，应计为 1 项监测项目红色预警。

——尾矿库安全状况预警应由尾矿库安全监测项目的最高预警等级确定。

（2）由于该尾矿库具备筑坝高、库容大的双重特点，尾矿库在线监测是实时掌握尾矿坝坝体稳定动态的有效手段，在线监测系统显得尤为重要。建议业主聘请技术水平较高的单位进行在线监测系统建设，提高对系统硬件和软件稳定性的要求。

（3）考虑低温对监测设备的影响，建议选用相适应的设备，以保证监测设施能够全天候正常运行。

（4）企业应建立完善的监测设施巡查检修制度，确保监测设施在运行过程中得到及时维护，保证监测设施正常、稳定运行。

（5）监测设施布置完成后，应严格按照规程要求定期进行监测，及时了解监测数据变化，确保坝体稳定。

（6）建议对在线监测系统增加与政府主管部门的联网功能，以确保主管部门能够实时了解尾矿库数据动态。

3.5 辅助设施单元

表 3.5-1 辅助设施评价表

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
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筑坝机械、工作船、工程车、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	《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）第 3.5.1 条	可研方案设置了值班室，说明了通讯照明设施，配备有应急器材。未明确尾矿库回水系统设置情况，未明确交通道路设置。	建议下一步设计阶段对尾矿库回水系统及工作船、交通道路设计进一步明确。

序号	检查评价内容	检查依据	情况说明	检查结果
	和库区简易气象水文观测点。			
2	尾矿库值班室和宿舍宜避开坝体下游。	《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013） 第 3.5.2 条	根据可研方案，说明值班室在库区左岸，但未明确具体位置。	建议下一步设计阶段对尾矿库值班室的具体位置进行明确。
3	尾矿库应设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，应急道路应满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求，应避开产生安全事故可能影响区域且不应设置在尾矿坝外坡上。	《尾矿库安全规程》 GB39496-2020 6.1.10	可研设置了应急道路，但未对应急道路位置进行明确。	建议下一步设计阶段对应急道路设置位置进行明确。

本单元共设置了 3 项检查项，可研方案设置了值班室，说明了通讯照明设施情况，配备了应急器材。未明确尾矿库工程船及回水系统设置情况，也未明确交通道路设置情况。建议在下一步设计阶段明确尾矿库值班室及交通道路的具体位置。

3.6 安全标志单元

可研报告设计在库区周边和易发危险位置设置防护栏和警示标志。

在库区内显著位置设置标识牌，主要包括以下内容：

（1）尾矿库概况标识牌。标识内容为：尾矿库名称、设计单位、施工单位、监理单位、建设时间等；尾矿库等别、库容；初期坝坝高和外坡比；堆积坝坝高和平均外坡比等。

（2）警示标识牌。标识内容为：严禁闲人进入尾矿库区，禁止放牧；严禁在库内爆破、挖砂和取石。

（3）避险路线标识。标识内容为：避险路线示意图、所在点位置等。该标识应在避险路线沿线间隔适当距离的醒目位置布置。

设计安全标志较为合理。

3.7 安全管理单元

表 3.7-1 尾矿库安全管理缺陷预先危险性分析表

序号	危险因素	触发事件	事故结果	危险等级	对策措施
1	管理制度缺陷	①未建立、健全岗位安全生产责任制。②无尾矿管理办法。③对尾矿工无培训制度。④对库区无安全检查制度。⑤无隐患处理制度。⑥无事故应急救援预案。⑦无汛期管理制度。	影响尾矿库安全运行，造成溃（垮）坝，产生泥石流，危及下游生命安全、财产损毁，污染环境。	III-IV	尾矿库开始筹建时，应着手建立、健全岗位安全生产责任制、安全管理规章制度、培训制度、应急预案等。
2	技术管理制度	①无堆筑坝规范。②无坝体维护的技术标准。③无对坝体隐患处理技术措施。④对库区的事故隐患采取的技术措施不当。⑤无库区的技术档案。	影响尾矿库安全运行，造成溃（垮）坝，产生泥石流，危及下游生命安全、财产损毁，污染环境。	III	健全各种技术管理制度，制定坝体维护技术规范、隐患处理技术措施，建立各种技术档案。
3	管理人员素质与安全生产要求不相适应	①安全意识薄弱，重生产和经济效益。②安全设施不完善、安全投入不足，未参加工伤保险。③教育、培训不到位。	影响尾矿库安全运行，造成溃（垮）坝，产生泥石流，危及下游生命安全、财产损毁，污染环境。	III	提高安全管理人员的素质和能力，增强安全意识，保证安全投入，参加工伤保险，保证各项必需的安全培训。
4	从业人员素质与安全生	①缺乏安全生产意识。②安全培训不到位，无证上岗。③操作技术不熟练。④未按规程要求操作，违章作业。	影响尾矿库安全运行，造成溃（垮）坝，产生泥石流，危及下游生命安全、财	III	增加各类安全培训，尾矿库、电工等特种作业人员必须经过培训，考核合格后持证上岗，作业人员严格按照操作规

序号	危险因素	触发事件	事故结果	危险等级	对策措施
	产不相适应		产损毁，污染环境。		程进行操作，不违章作业。
5	安全投入不足	①监测设备老旧未更新。②应急物资挪用。③培训经费被压缩。	影响尾矿库安全运行，造成溃（垮）坝，产生泥石流，危及下游生命安全、财产损毁，污染环境。	IV	强制提取安全费用（不低于营收 3%）；设立独立账户；审计部门专项核查使用流向。
6	安全检查形式化	①检查频次不足（如季度检查代替月度要求）；②记录造假；③未覆盖夜间/节假日作业	影响尾矿库安全运行，造成溃（垮）坝，产生泥石流，危及下游生命安全、财产损毁，污染环境。	III	采用“双随机”突击检查；使用防篡改电子巡检系统；公开检查结果至全员监督平台。
7	外包管理失控	①外包队伍无安全资质；②未签订安全管理协议；③对外包人员培训缺失	影响尾矿库安全运行，造成溃（垮）坝，产生泥石流，危及下游生命安全、财产损毁，污染环境。	III	严格外包准入审查；签订“连带责任”协议；企业派驻安全员全程监督。
8	安全责任虚化	①企业负责人未签订安全责任书；②岗位职责交叉模糊；③未建立全员安全绩效考核机制	影响尾矿库安全运行，造成溃（垮）坝，产生泥石流，危及下游生命安全、财产损毁，污染环境。	III	推行“一岗一责”清单制；将安全指标纳入 KPI 考核；定期开展责任落实情况审计。

根据以上分析，企业应当健全和完善安全生产责任制、各种安全管理制度、安全操作规程、培训制度、检查制度、隐患处理制度。企业应配备相关专业中专以上学历或者中级以上专业技术职称的专职技术人员，制定事故应急救援预案，确定应急物资库的位置，并配备应急

救援物资、通讯器材、照明设施。对尾矿库的管理要严格按照国家制定的技术标准执行，管理标准也应按二等尾矿库的标准，并且建立技术档案。

4 安全对策措施及建议

本章主要从尾矿库库址、坝体、排洪系统、监测系统等方面，依据前面章节中对该尾矿库设计中存在的主要危险、有害因素辨识结果与定性、定量评价结果，遵循针对性、技术可行性、经济合理性的原则，提出消除或减弱危险、有害因素的主要技术和管理对策措施，以供下一阶段设计和企业安全管理过程中进行参考。

4.1 库址单元对策措施和建议

（1）拟建尾矿库库址最冷月平均气温-12.6℃，最大冻土深度 139 cm，属于典型冰冻地区。冻融循环、冻土冻胀等现象可能影响尾矿库运行安全。建议下一设计阶段，设计单位合理考虑冬季低温情况，对设计进一步做出优化。

（2）场地地震基本烈度为VI度，若设防烈度不足，地震可能导致尾矿坝垮塌，威胁人员安全并破坏生态环境。建议在生产运行阶段，企业制订与场区地震烈度相应的防震和抗震应急预案，并对事故应急救援预案按规范要求不断修改完善。

（3）工勘发现一处地质灾害隐患：主沟尾部北面山坡（B2 与 B3 排水井之间）存在小型崩塌现象，且尾矿库运行期尾矿水浸泡库岸边坡，增加了边坡滑塌风险。建议工程建设阶段及时对上述情况进行处理，并在下一设计阶段对库岸边坡在尾矿水浸泡情况下的稳定性进一步分析。

（4）依据溃坝数值模拟分析成果，建议在尾矿库下游约 800m 狭

窄处设置 10m 高拦挡坝，减少流至下游 1km 外的尾砂量，延缓溃坝尾砂在下游 1km 外的流动时间。

（6）尾矿库库区上方有两回高压输电线路跨越。建议核实线路参数、净空距离和保护范围，征求电力主管部门意见，经论证不满足安全要求时，再研究迁移或采取防护措施。

4.2 尾矿坝单元对策措施建议

（1）在可行性研究设计阶段，由于拟建尾矿库库址详细地质勘察工作的完成时间滞后于可研方案编制，尾矿坝设计可能未全面考虑拟建尾矿坝坝址处不良地质现象。建议下一设计阶段设计单位依据详细勘察成果进行坝址选择合理性评价。

（2）初期坝共需土石料 422.8 万 m^3，筑坝所需方量大，可研阶段未对筑坝料物理力学性质要求做出明确规定。建议下一设计阶段对筑坝料场进行详细勘察，明确库内土石料储量及是否满足筑坝料所需物理力学参数要求。

（3）下一设计阶段应对堆积坝上升速度及冰下放矿要求进行明确。

（4）设计要求尾矿库生产运行期内下游筑坝区的上升速度应与上游尾矿排放的上升速度相协调，但未对堆积坝上升速度及筑坝尾砂量平衡进行计算。

（5）可研方案未对拟建尾矿库初期坝、拦砂坝及子坝堆筑相关压实指标、最终边坡踏步、排渗褥垫具体结构尺寸及设计尾砂分级设备进行明确。建议下一设计阶段完善。

（6）企业委托相关单位进行了专门的动力抗震计算。由于可研报告编制时，该专项报告未编制完成，建议在下一设计阶段中，设计单位应应依据动力抗震计算结果优化坝体设计。

（7）企业委托相关单位进行了专门的三维渗流计算。由于可研报告编制时，该专项报告未编制完成，建议在下一设计阶段中，设计单位应根据三维渗流计算结果对尾矿库坝体的排渗设施进行优化设计。

（8）可研方案未对拟建尾矿库初期坝、拦砂坝地基处理方式进行明确。依据工勘结果，坝肩位置普遍分布新生界第四系全新统冲洪积成因的含碎石粉土、含土碎石，局部分布有较厚层粉土，粉土层遇水易崩解、湿陷，强度迅速降低，边坡水稳定性差，工程性质较差。建议结合工勘成果，清除坝肩分布的第四系土层，以强风化流纹岩或中风化流纹岩层作为拟建初期坝坝基持力层。

（9）考虑尾矿库粗砂产率较高，建议多余粗砂用于初期坝加固，设置粗砂压坡。

（10）依据工勘结果，筑坝料场位于初期坝西南侧，北沟支隧洞地段山体，取料作业与隧洞施工爆破如果同时施工，会有一定的相互影响。建议下一设计阶段进行相互影响分析。

（11）依据工勘结果，筑坝料场位于初期坝西南侧，北沟支隧洞地段山体，取料作业与隧洞施工爆破如果同时施工，会有一定的相互影响，且筑坝取料量大，增加地灾风险。建议下一设计阶段进行相互影响分析并明确取料施工时的相关安全措施及取料时开挖方式、取料后料场边坡坡度等指标，保证料场边坡稳定。

4.3 防排洪系统单元对策措施建议

（1）拟建尾矿库库址最冷月平均气温-12.6℃，最大冻土深度 139 cm，建设在该地区的裸露水工建筑物（尤其是排水井）长期处于该恶劣环境中，其强度可能受到侵蚀削弱。同时排水井井身较高，受风速影响，井身可能发生坍塌，影响正常运行。建议下一设计阶段对尾矿库排洪构筑物结合地质情况进行结构设计及排洪构筑物材料抗冲流速计算等，对除排水隧洞外的其他地下排洪构筑物进行地基承载力计算。

（2）在可行性研究设计阶段，由于拟建尾矿库库址详细地质勘察工作的完成时间滞后于可研方案编制，排洪设施设计可能未全面考虑排洪系统沿线地质情况。依据可研阶段后进行的详细勘察成果，排洪系统沿线局部地段地层变化较大，后期上覆尾矿砂持续堆积过程中，可能由于地层不均匀沉降、上覆压力逐渐增大等原因而导致排洪设施破坏。建议下一设计阶段依据工勘结果进一步完善设计。

（3）依据《尾矿库安全规程》，排水井井底应设置消力坑。排水管或隧洞变坡、转弯和出口处，应视具体情况采取消能防冲措施，可研方案未明确。建议下一设计阶段完善。

（4）由于排水井较高，其后期运行过程中排水井拱板承压较大，可研方案未对排洪系统封堵进行详细设计。建议下一设计阶段明确。

（5）在排水隧洞实际施工过程中，不同地段的水文地质条件会存在变化，涌水量会随之产生变化，在施工过程中应根据实际条件及时进行控制及疏排水调整。建议施工过程中做好超前探放水工作。

4.4 安全监测设施单元对策措施建议

（1）该尾矿库为二等库，尾矿库建成后在线监测系统设备的安装，建议聘请技术水平较高的单位进行布置，以确保监测系统能高效、及时地反映出尾矿库实时变化情况。

（2）企业相关负责人应密切关注尾矿库在线监测系统实时监测情况，了解坝体位移、浸润线、库水位等参数的变化，一旦数据发生较大偏差，及时进行调试。

（3）企业应设立专门的监测部门和监测人员，制定相应的监测制度和监测周期，并做好监测报告。

（4）下一步设计阶段应明确尾矿库安全监测预警阈值；尾矿库安全监测预警应由低级到高级分为蓝色预警、黄色预警、橙色预警、红色预警四个等级，设计单位应给出各监测项目的各级预警阈值。各监测项目及尾矿库安全状况各级预警等级的判定应符合下列规定：

——当同类监测项目的监测点达到 4 个蓝色预警时，该项目为黄色预警；达到 3 个黄色预警时，该项目应为橙色预警；达到 2 个橙色预警时，该项目应为红色预警；

——当监测项目达到 4 项蓝色预警时，应计为 1 项监测项目黄色预警；达到 3 项黄色预警时，应计为 1 项监测项目橙色预警；当监测项目达到 2 项橙色预警时，应计为 1 项监测项目红色预警；

——尾矿库安全状况预警应由尾矿库安全监测项目的最高预警等级确定。

（5）建议对在线监测系统增加与政府主管部门的联网功能，以确保主管部门能够实时了解尾矿库数据动态。

（6）考虑设计尾矿坝为中线式筑坝，坝体有动态变化特点，建议设计针对尾矿坝特点进行监测系统的优化设计。

4.5 安全管理对策措施

（1）企业应当建立健全与尾矿库相关的安全生产责任制、各种安全管理制度、安全操作规程、培训制度、检查制度、隐患处理制度，制定事故应急救援预案，配备应急救援物资、通讯器材、照明设施。对尾矿库的管理要严格按照国家制定的技术标准执行，管理标准也应提高为二等尾矿库的标准，并且建立技术档案。

（2）结合本公司特点，建立精准、动态、高效、严格的风险分级管控体系，全面排查、辨识、评估安全风险，落实风险管控责任，采取有效措施控制重大安全风险，对公司风险实施标准化管控。通过体系建设形成安全生产长效机制，提升尾矿库安全运行水平，有效防范各类事故，确保新建库安全形势持续平稳。

（3）依法组织从业人员参加安全生产教育和培训。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。特种作业人员必须取得特种作业操作资格证书方可上岗。

（4）尾矿库在运行中出现下列重大险情之一的，企业应当立即报告安全生产监督管理部门和当地政府，并启动应急预案，进行应急抢险救援，防止险情扩大，避免人员伤亡：（一）坝体出现严重的管涌、

流土等现象，威胁坝体安全的；（二）坝体出现严重裂缝、坍塌和滑动迹象，有垮坝危险的；（三）库内水位超过限制的最高洪水位，有洪水漫顶危险的；（四）在用排水井倒塌或者排水管（洞）坍塌堵塞，丧失或者降低排洪能力的；（五）其他危及尾矿库安全的险情。

（5）尾矿库建成投产后应及时编制年、季作业计划和详细运行图表，统筹安排和实施尾矿输送、分级、筑坝和排洪的管理工作。

（6）严格按照《尾矿库安全规程》、《尾矿库安全监督管理规定》和设计文件的要求，做好尾矿库放矿、回水排水、防汛、抗震等安全生产管理。

（7）做好日常巡检和观测，并进行及时、全面的记录，发现安全隐患时，及时处理并向企业主管领导报告。

4.6 其他对策措施

（1）根据《尾矿库安全监督管理规定》，尾矿库建设施工单位必须具有矿山工程总承包壹级资质，监理单位必须具有甲级资质。

（2）后期尾矿库运行过程中排水井封堵、检查均应配备浮桥或工作船，保证浮桥或工作船质量良好、运行平稳可靠，避免发生落水事故，排水井应设稳定可靠的浮圈，避免排水井封堵时发生相关事故。

（3）由于本尾矿库筑坝高、库容大，建议企业设立技术部门、安全部门，建立尾矿库生产运行管理机制，明确相关部门职责；配备尾矿库专职技术人员，每班尾矿工不少于 2 人。

（4）企业必须建立尾矿库管理档案，包括：

1）建设文件、有关设计、施工、验收的全部资料；

2）隐蔽工程档案；

3）各期建立的规章制度资料；

4）抗洪抢险的实情总结、采取的措施及其效果；

5）事故隐患的整治实情；

6）险情的控制、整治实情；7）对尾矿库的定期检查情况及发现问题整治情况。

（5）严格按照《尾矿库安全规程》、《尾矿库安全监督管理规定》、《尾矿库生产运行作业规范》和设计文件的要求，做好尾矿库放矿、回水排水、防汛、抗震等安全生产管理。

（6）建立健全防汛责任制，实施 24 小时监测监控和值班值守，及时修订应急救援预案，加强对应急救援器材的管理，保证数量充足、器材完好。应急预案每年至少进行一次演练。

（7）定期组织尾矿库专项检查，对发现的事故隐患及时进行治理，并建立隐患排查治理档案。

（8）未经生产经营单位进行技术论证并同意，以及尾矿库建设项目安全设施设计原审批部门批准，任何单位和个人不得在库区从事爆破、采砂、地下采矿等危害尾矿库安全的作业。

（9）严格按设计排放尾矿，设计以外的尾矿、废渣和废水禁止擅自排入库内。

（10）针对解冻期、汛期、冰冻期的生产运行特点，及时开展尾矿库预防性安全大检查，加强坝体、滩面、排洪、排渗和观测等设施的维

护，保证尾矿库生产运行安全。同时，对于暴雨期间及特殊敏感时期，主要负责人应在岗带班，落实 24 小时值守巡查。

5 评价结论

5.1 综合评述

5.1.1 主要危险有害因素

尾矿坝主要存在洪水漫顶、溃坝、结构破坏、坝坡失稳、渗流破坏等危险因素；排洪系统主要存在设计不符合规范要求，日常维护不够，随意更改排洪系统形式、尺寸等危险因素；尾矿库监测系统主要存在未按照设计要求进行施工，日常维护不够，未做好观测记录等危险因素；尾矿库安全管理主要存在企业领导责任心不强，相关管理制度缺陷等危险因素；自然环境主要是低温、严寒、暴雨造成的危害。

5.1.2 应重点防范的危险有害因素

（1）洪水漫顶、溃坝、结构破坏、坝坡失稳、渗流破坏应重点防范；

（2）排洪系统日常维护不够，随意更改排洪系统形式、尺寸等，均可造成排洪系统不能正常排洪，引发洪水漫顶；

（3）尾矿库监测系统主要存在未按照设计要求进行施工，日常维护不够，未做好观测记录等，不能及时掌握库区水位、坝体位移等安全指标的变化，使安全设施失效。

5.1.3 应重视的安全对策措施建议

（1）工勘发现一处地质灾害隐患：主沟尾部北面山坡（B2 与 B3 排水井之间）存在小型崩塌现象。建议在工程建设阶段及时对上述情

况进行清理处理。

（2）初期坝共需土石料 422.8 万 m^3，筑坝所需方量大，可研阶段未对筑坝料物理力学性质要求做出明确规定。建议下一设计阶段对筑坝料场进行详细勘察，明确库内土石料储量以及是否满足筑坝料所需物理力学参数要求。

（3）企业委托相关单位进行了专门的动力抗震计算。由于可研报告编制时，该专项报告未编制完成，建议在下一设计阶段中，设计单位应应依据动力抗震计算结果优化坝体设计。

（4）企业委托相关单位进行了专门的三维渗流计算。由于可研报告编制时，该专项报告未编制完成，建议在下一设计阶段中，设计单位应根据三维渗流计算结果对尾矿库坝体的排渗设施进行优化设计。

（5）拟建尾矿库库址所在地最冷月平均气温为-12.6℃，最大冻土深度 139cm，建设在该地区并裸露的水工建筑物（尤其是排水井）长期处于这种恶劣环境中，其强度可能受到侵蚀削弱。同时，排水井井身较高，受风速影响，井身可能发生坍塌，影响正常运行。建议下一设计阶段对尾矿库排洪构筑物进行结构设计及排洪构筑物材料抗冲流速计算等，对除排水隧洞外的其他地下排洪构筑物进行地基承载力计算。

（6）在可行性研究设计阶段，由于拟建尾矿库库址详细地质勘察工作的完成时间滞后于可研方案编制，排洪设施设计可能未全面考虑排洪系统沿线地质情况。依据可研阶段之后进行的详细勘察成果，排洪系统沿线局部地段地层变化较大，后期上覆尾矿砂持续堆积过程中，可能由于地层不均匀沉降、上覆压力逐渐增大等原因导致排洪设施破

坏。建议下一设计阶段依据工勘结果进一步完善设计。

（7）由于排水井较高，其后期运行过程中排水井拱板承压较大，可研方案未对排洪系统封堵进行详细设计。建议下一设计阶段予以明确。

（8）可研方案未对拟建尾矿库初期坝、拦砂坝地基处理方式进行明确。依据工勘结果，坝肩位置普遍分布新生界第四系全新统冲洪积成因的含碎石粉土、含土碎石，局部分布有较厚层粉土，粉土层遇水易崩解、湿陷，强度迅速降低，边坡水稳性差，工程性质较差。建议结合工勘成果，清除坝肩分布的第四系土层，以强风化流纹岩或中风化流纹岩层作为拟建初期坝坝基持力层。

（9）依据溃坝数值模拟分析成果，建议在尾矿库下游约 800m 狭窄处设置 10m 高拦挡坝，以减少流至下游 1000m 外的尾砂量，延缓溃坝尾砂在下游 1000m 外的流动时间。

5.2 评价结论

铜源国际工程设计研究有限公司编制的《承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库可行性研究报告》设计方案符合《尾矿库安全规程》、《尾矿库安全监测技术规范》、《尾矿设施设计规范》等相关标准、规范的要求。

综上所述，承德金沃矿业有限公司布袋沟尾矿库建设项目如能严格执行国家有关安全生产法律、法规和有关标准、规范的要求，认真落实设计提出的安全措施，并合理采纳本报告书中补充的安全对策措

施及建议，由有资质的单位进行施工和监理，真正做到安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，尾矿库工程潜在的危险、有害因素可以得到有效控制，该项目安全可行。

6 附件附图

附件

1、企业法人营业执照

2、安全预评价委托书

3、评价项目组部分人员在现场调研照片

4、企业项目立项文件

5、预评价报告专家评审意见

附图

1、尾矿库库区平面布置图

2、排洪系统平面布置图

3、排渗设施平面布置图

4、尾矿坝典型断面示意图

5、尾矿坝剖面图

6、初期坝剖面图

7、监测设施平面布置图