

江西铜业集团银山矿业有限责任公司
枫树岭尾矿库加高扩容工程
安全预评价报告

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心
APJ-（赣）-002

二〇二三年八月十六日

江西铜业集团银山矿业有限责任公司
枫树岭尾矿库加高扩容工程
安全预评价报告

法定代表人：应宏

技术负责人：管自强

评价项目负责人：管自强

评价报告完成日期：二〇二三年八月十六日

评价人员

项目 相关人员	姓名	资格证书号	从业登记编号	签 字
项目负责人	管自强	S011035000110191000614	020516	
项目组成员	王纪鹏	S011035000110193001260	036830	
	苏睿劼	1700000000301009	030858	
	许玉才	1800000000200658	033460	
	黄伯扬	1800000000300643	032737	
	管自强	S011035000110191000614	020516	
	报告编制人	许玉才	1800000000200658	033460
报告审核人	戴 磷	1100000000200597	019915	
过程控制负责人	王海波	1800000000200651	032727	
技术负责人	管自强	S011035000110191000614	020516	

江西铜业集团银山矿业有限责任公司

枫树岭尾矿库加高扩容工程

安全预评价技术服务承诺书

一、在本项目安全评价活动过程中，我单位严格遵守《安全生产法》及相关法律、法规和标准的要求。

二、在本项目安全评价活动过程中，我单位作为第三方，未受到任何组织和个人的干预和影响，依法独立开展工作，保证了技术服务活动的客观公正性。

三、我单位按照实事求是的原则，对本项目进行安全评价，确保出具的报告均真实有效，报告所提出的措施具有针对性、有效性和可行性。

四、我单位对本项目安全评价报告中结论性内容承担法律责任。

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

2023年8月16日

规范安全生产中介行为的九条禁令

一、禁止从事安全生产和职业卫生服务的中介服务机构（以下统称中介机构）租借资质证书、非法挂靠、转包服务项目的行为；

二、禁止中介机构假借、冒用他人名义要求服务对象接受有偿服务，或者恶意低价竞争以及采取串标、围标等不正当竞争手段，扰乱技术服务市场秩序的行为；

三、禁止中介机构出具虚假或漏项、缺项技术报告的行为；

四、禁止中介机构出租、出借资格证书、在报告上冒用他人签名的行为；

五、禁止中介机构有应到而不到现场开展技术服务的行为；

六、禁止安全生产监管部门及其工作人员要求生产经营单位接受指定的中介机构开展技术服务的行为；

七、禁止安全生产监管部门及其工作人员没有法律依据组织由生产经营单位或机构支付费用的行政性评审的行为；

八、禁止安全生产监管部门及其工作人员干预市场定价，违规擅自出台技术服务收费标准的行为；

九、禁止安全生产监管部门及其工作人员参与、擅自干预中介机构从业活动，或者有获取不正当利益的行为。

前 言

江西铜业集团银山矿业有限责任公司(以下简称银山矿业)成立于 2003 年 7 月,为江西铜业集团公司控股子公司,位于江西省德兴市银城镇。下辖有露天采矿场、井下采矿场、选矿厂、银山尾矿库、枫树岭尾矿库等生产设施。其中银山尾矿库已闭库销号。

枫树岭尾矿库在选厂以北,距选厂 1.6km 的枫树岭西侧的山沟内。由中国恩菲工程技术有限公司设计,最终坝顶标高为+140m,最大坝高 75m,总库容约 $2897 \times 10^4 \text{m}^3$,尾矿库等别为三等。该库于 2012 年建成投运。

目前,枫树岭尾矿库已堆筑第十六级堆积子坝,坝顶标高为+133m,滩顶标高为+130.7m,枫树岭尾矿库剩余库容为 $724 \times 10^4 \text{m}^3$,剩余有效库容为 $615 \times 10^4 \text{m}^3$,可堆存约 $831 \times 10^4 \text{t}$ 的尾矿,可为银山矿业服务到 2026 年 3 月。

枫树岭尾矿库现有设计库容用完后,5000t/d 露天转井下工程(服务期至 2043 年)还有约 $3744 \times 10^4 \text{t} \sim 4679 \times 10^4 \text{t}$ 的尾矿需要堆存。为此,2023 年 1 月,银山矿业委托中国恩菲工程技术有限公司编制《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程可行性研究报告》。

枫树岭尾矿库加高扩容工程属扩建项目,主要用于堆存 5000t/d 露天转井下开采工程建成后产生的尾矿,主要工程内容:拟在现有尾矿堆积坝上游继续采用上游法尾矿筑坝,增设坝体排渗设施,加高枫 3#副坝,新增枫 4#副坝、枫 5#副坝,对移位后的排水斜槽往上延伸至+160m 标高,增加部分监测设施等。实施枫树岭尾矿库加高扩容工程后,尾矿坝加高 20.0m,至 +160.0m 标高,总坝高 95m,新增库容 $1578 \times 10^4 \text{m}^3$,总库容 $4475 \times 10^4 \text{m}^3$,可为银山矿业服务至 2032 年 6 月,等别仍为三等库。

按照《中华人民共和国安全生产法》《尾矿库安全规程》《建设项目

安全设施“三同时”监督管理办法》和《关于加强建设项目安全设施“三同时”工作的通知》等法律法规的要求，对扩建尾矿库必须进行安全预评价。

江西铜业集团银山矿业有限责任公司委托我中心承担枫树岭尾矿库进一步加高扩容工程的安全预评价。按照《安全评价通则》的要求，我中心成立了安全评价组，分别于2023年1月5日、2月28日、5月26日、7月6日，深入现场调研、收集建设项目相关资料和文件，依照国家和地方安全生产的法律、法规、条例和标准的规定要求，开展安全预评价工作。评价分三个阶段进行：在初始阶段，到现场调查、收集资料、商讨问题；其次，依据现场调查情况和《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程可行性研究报告》等资料，分析和预测该建设项目可能存在的危险、有害因素的种类，并以定性和定量方法评价其危害程度；再者，提出合理的切实可行的安全对策措施和建议，预防事故的发生。在内部审核基础上完成本报告的编制工作。并按评审专家组意见进行了修改。

本次加高扩容工程的利旧工程：尾矿坝符合设计要求，处于安全稳定状态；排水系统符合设计要求，经检测检验合格，经调洪演算，满足洪水排泄要求；安全监测设施符合设计要求，运行正常、维护良好，辅助设施齐全有效，具备安全生产条件；经危险、有害因素辨析，本次加高扩容工程的风险可控、可接受。

评价中坚持“尊重客观、坚持标准、抓住重点、依法评价”的原则，以“严肃认真、热情服务”的态度开展工作。在工作过程中得到江西铜业集团银山矿业有限责任公司各级领导、安全管理人員和工程技术人员的大力支持、协作，诚致谢意！

目 录

1 评价目的与依据	12
1.1 评价对象和范围	12
1.2 评价目的和内容	12
1.3 评价依据	12
1.3.1 法律法规	12
1.3.2 规章、规定	错误！未定义书签。
1.3.3 标准、规范	19
1.3.4 建设项目技术资料	20
1.3.5 其他评价依据	22
1.4 评价程序	错误！未定义书签。
2 建设项目概述	24
2.1 建设单位概况	24
2.2 自然环境概况	31
2.3 地质概况	33
2.3.1 区域地质	33
2.3.2 库区工程地质条件	错误！未定义书签。
2.3.3 水文地质条件	错误！未定义书签。
2.3.4 库区岩体工程地质特征	错误！未定义书签。
2.3.5 库区的渗透性分析与评价	错误！未定义书签。
2.3.6 库岸边坡稳定性分析与评价	错误！未定义书签。
2.3.7 初期坝址工程地质条件	错误！未定义书签。
2.3.8 副坝址工程地质条件分析与评价	错误！未定义书签。
2.3.9 排洪系统工程地质条件分析与评价	错误！未定义书签。
2.3.10 尾矿坝工程地质	35
2.3.11 副坝工程地质	40
2.3.12 排洪系统进水口移位工程（新建排洪系统）工程地质	45
2.4 建设方案概况	61

2.4.1 尾矿库现状	61
2.4.2 库址选择（周边环境）	89
2.4.3 库容、等级及设计标准	92
2.4.4 尾矿堆积坝	94
2.4.5 尾矿堆积坝排渗设施	94
2.4.6 副坝	95
2.4.7 排洪系统	96
2.4.8 安全监测设施	99
2.4.9 辅助设施	100
2.4.10 个人安全防护	100
2.4.11 安全标志	101
2.4.12 安全管理及其他	101
3 定性定量评价	108
3.1 库址选择单元	108
3.1.1 危险、有害因素辨识和分析	108
3.1.2 安全检查表法评价库址选择单元	112
3.1.3 库址选择单元分析与评价	114
3.1.4 尾矿坝溃坝数值模拟分析	115
3.1.5 库址选择单元评价结论	141
3.2 尾矿坝单元	147
3.2.1 危险、有害因素辨识和分析	149
3.2.2 尾矿坝 LS 法风险分析	156
3.2.3 安全检查表法评价尾矿坝	159
3.2.4 坝体垮塌事故树分析	163
3.2.5 坝址及坝体构造分析与评价	165
3.2.6 尾矿排放与筑坝工艺分析与评价	167
3.2.7 尾矿坝稳定性分析	168
3.2.8 尾矿坝单元评价结论	179
3.3 防洪系统单元	182

3.3.1 危险、有害因素辨识和分析	182
3.3.2 防洪系统预先危险性分析	190
3.3.3 排洪系统 LS 法风险分析	194
3.3.4 排洪系统评价	196
3.3.5 洪水计算	196
3.3.6 防洪系统安全分析与评价	205
3.4 安全监测设施单元	211
3.4.1 安全监测设施 LS 法风险分析	211
3.4.2 安全检查表法评价安全监测设施	211
3.4.3 安全监测设施单元评价结论	214
3.5 综合单元	215
3.5.1 库区环境单元预先危险性分析	215
3.5.2 安全综合管理单元中放矿、水位控制子单元预先危险性分析	216
3.5.3 综合单元 LS 法风险分析	216
3.5.4 综合单元安全检查表评价	219
3.5.5 综合单元评价结论	223
3.6 重大危险源辨识单元	228
4 安全对策措施建议	229
4.1 安全管理对策措施建议	229
4.3 库址选择单元安全对策措施及建议	230
4.4 尾矿坝安全对策措施及建议	231
4.5 防洪系统安全对策措施及建议	233
4.6 安全监测系统安全对策措施及建议	235
4.7 其他单元安全对策措施及建议	235
4.8 库区环境安全对策措施建议	236
5 安全预评价结论	237
5.1 尾矿库存在的主要危险有害因素	237
5.2 应重视的安全对策措施建议	237
5.3 综合评价结论	239

6 附件与附图	242
6.1 附件	242
6.1.1 枫树岭尾矿库相关证照	242
6.1.2 其他相关证件	242
6.2 附图（略）	242

1 评价对象与依据

1.1 评价对象及范围

评价对象：依据《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程可行性研究报告（评审修改稿）》和《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》，本次安全预评价的对象为江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程的安全设施（包括基本安全设施和专用安全设施）。

安全预评价范围：

1.江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库的库区及周边环境；

2.江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库的初期坝、副坝、尾矿堆积坝、移位和延伸段的排水系统、安全监测设施、辅助设施等安全设施，原有的初期坝、副坝、尾矿堆积坝、排洪系统、安全监测设施、截渗坝、渗水回收泵站及其供配电系统等属于利旧工程，略做可靠性分析评价；

3.江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库的安全管理；

4.不包括枫树岭尾矿库的输送系统、回水系统（包括斜坡道、卷扬机、回水管路等）和职业卫生评价。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，中华人民共和国主席令第22号公布。根据2014年4月24日中华人民共和国主席令第9号第十二届全国人

民代表大会常务委员会第八次会议修订。自 2015 年 1 月 1 日起施行)

《中华人民共和国水土保持法》(1991 年 6 月 29 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过,中华人民共和国主席令第 49 号公布。根据 2010 年 12 月 25 日中华人民共和国主席令第 39 号第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订。自 2011 年 3 月 1 日起施行)

《中华人民共和国矿山安全法》(1992 年 11 月 7 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过,中华人民共和国主席令第 65 号公布;根据 2009 年 8 月 27 日中华人民共和国主席令第 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 1993 年 5 月 1 日起施行)

《中华人民共和国劳动法》(1994 年 7 月 5 日第八届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过,中华人民共和国主席令第二十八号公布。根据 2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正。自 1995 年 1 月 1 日起施行)

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(1995 年 10 月 30 日第八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过,中华人民共和国主席令第五十八号公布。根据 2020 年 4 月 29 日中华人民共和国主席令第 43 号第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订。自 2020 年 9 月 1 日起施行)

《中华人民共和国防震减灾法》(1997 年 12 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过,中华人民共和国主席令第九十三号公布;根据 2008 年 12 月 27 日中华人民共和国主席令第 7 号第十一届

全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订。自 2009 年 5 月 1 日起施行)

《中华人民共和国消防法（2021 年修订）》（1998 年 4 月 29 日第 9 届全国人大常委会第 2 次会议通过，中华人民共和国主席令第 4 号公布。根据 2021 年 4 月 29 日中华人民共和国主席令第 81 号第 13 届全国人大常委会第 28 次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉等八部法律的决定》修正。自 2009 年 5 月 1 日起施行)

《中华人民共和国气象法》（1999 年 10 月 31 日中华人民共和国第九届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，中华人民共和国主席令第二十三号公布；根据 2016 年 11 月 7 日中华人民共和国主席令第五十七号第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议第三次修正。自 2000 年 1 月 1 日起施行)

《中华人民共和国职业病防治法》（2001 年 10 月 27 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，中华人民共和国主席令第六十号公布；根据 2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第四次修正，自 2002 年 5 月 1 日起施行)

《中华人民共和国安全生产法》（2002 年 6 月 29 日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，中华人民共和国主席令第七十号公布；根据 2021 年 6 月 10 日中华人民共和国主席令第 88 号第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《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〉的决定第三次修正。自 2002 年 11 月 1 日起施行)

《中华人民共和国突发事件应对法》（2007 年 8 月 30 日中华人民共和

国第十届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，中华人民共和国主席令第 69 号公布，自 2007 年 11 月 1 日起施行）

《建设工程质量管理条例》（中华人民共和国国务院令第 279 号，经 2000 年 1 月 10 日国务院第 25 次常务会议通过。根据 2019 年 4 月 23 日国务院令第 714 号《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订。自 2000 年 1 月 30 日起施行）

《建设工程勘察设计管理条例》（2000 年 9 月 20 日国务院第 31 次常务会议通过，2000 年 9 月 25 日国务院令第 293 号公布。根据 2015 年 6 月 12 日国务院令第 662 号《国务院关于修改〈建设工程勘察设计管理条例〉的决定》公布，自 2015 年 6 月 12 日起施行）

《工伤保险条例》（2003 年 4 月 27 日国务院令第 375 号公布；经 2010 年 12 月 8 日国务院第 136 次常务会议通过，根据 2010 年 12 月 20 日国务院令第 586 号《国务院关于修改〈工伤保险条例〉的决定》修订，自 2004 年 1 月 1 日起施行）

《建设工程安全生产管理条例》（经 2003 年 11 月 12 日国务院第 28 次常务会议通过，国务院令第 393 号公布，自 2004 年 2 月 1 日起施行）

《地质灾害防治条例》（经 2003 年 11 月 19 日国务院第 29 次常务会议通过，国务院令第 394 号公布，2004 年 3 月 1 日起施行）

《生产安全事故报告和调查处理条例》（经 2007 年 3 月 28 日国务院第 172 次常务会议通过，国务院令第 493 号公布，自 2007 年 6 月 1 日起施行）

《生产安全事故应急条例》（经 2018 年 12 月 5 日国务院第 33 次常务会议通过，国务院令第 708 号公布，2019 年 4 月 1 日起施行）

《江西省实施〈中华人民共和国矿山安全法〉办法》（1994年10月24日江西省第八届人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，江西省人民代表大会常务委员会公告第15号；2010年9月17日江西省第十一届人民代表大会常务委员会第十八次会议第二次修正，1994年12月1日起施行）

《江西省安全生产条例》（2007年3月29日江西省第十届人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过；2017年7月26日江西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十四次会议修订，江西省第十届人民代表大会常务委员会公告第95号，2017年10月1日起施行）

《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（劳动部令第4号，自1996年10月30日起施行）

《生产经营单位安全培训规定》（国家安监总局令第3号，国家安监总局令第63号、80号修正）

《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》（国家安监总局令第16号）

《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安监总局令第30号，国家安监总局令第63号、80号修正）

《尾矿库安全监督管理规定》（国家安监总局令第38号、国家安监总局令第78号修正）

《生产安全事故信息报告和处置办法》（国家安监总局令第21号）

《安全生产培训管理办法》（国家安监总局令第44号，国家安监总局令第63号、80号修正）

《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安监总局令第36号、国家安监总局令第77号修正）

《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安监总局

令第75号)

《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安监总局令第88号，应急部令第2号修改）

《江西省生产安全事故隐患排查治理办法》（江西省人民政府令第238号，2021年6月9日省人民政府令第250号第一次修正）

《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号公布，2019年3月13日住房和城乡建设部令第47号修改）

《江西省人民政府关于进一步加强企业安全生产工作的实施意见》（赣府发〔2010〕32号）

《关于进一步加强全省非煤矿山建设项目安全设施“三同时”监督管理的通知》（赣安监管一字〔2009〕384号）

《转发国家安监总局关于加强金属非金属矿山建设项目安全工作的通知》（赣安监管一字〔2010〕195号）

《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〔2016〕13号）

《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（安监总管一〔2016〕49号，2016年5月30日）

《关于印发〈遏制尾矿库“头顶库”重特大事故工作方案〉的通知》（安监总管一〔2016〕54号）

《江西省安监局转发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》（赣安监管一字〔2016〕57号）

《江西省安监局转发国家安全监管总局关于印发〈遏制尾矿库“头顶库”重特大事故工作方案〉的通知》（赣安监管一字〔2016〕56号）

《国家安全监管总局 保监会 财政部关于印发〈安全生产责任保险实施办法〉的通知》（安监总办〔2017〕140号）

《江西省安全生产委员会关于在全省高危行业领域实施安全生产责任保险制度的指导意见》（赣安〔2017〕22号）

《国家安全监管总局办公厅关于修改用人单位劳动防护用品管理规范的通知》（安监总厅安健〔2018〕3号）

《住房和城乡建设部办公厅关于实施〈危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知》（建办质〔2018〕31号）

《关于印发〈江西省危险性较大的分部分项工程安全管理实施细则〉的通知》（赣建安〔2019〕11号）

《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）

《关于印发江西省防范化解尾矿库安全风险工作实施方案的通知》（赣应急字〔2020〕64号）

《国家矿山安全监察局关于全面深入开展非煤地下矿山和尾矿库安全生产大排查的通知》（矿安〔2021〕10号，2021年3月5日）

《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）

《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）

《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）

《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

资〔2022〕136号)

1.2.2 标准、规范

- 《建筑抗震设防分类标准》（GB50223-2008）
- 《岩土工程勘察规范（2009年版）》（GB50021-2001）
- 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- 《矿山安全标志》（GB14161-2008）
- 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）
- 《混凝土结构工程施工规范》（GB50666-2011）
- 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2012）
- 《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）
- 《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）
- 《尾矿设施施工及验收规范》（GB50864-2013）
- 《防洪标准》（GB50201-2014）
- 《尾矿库在线监测系统工程技术规范》（GB51108-2015）
- 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
- 《建筑抗震设计规范（2016年版）》（GB50011-2010）
- 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）
- 《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）
- 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）
- 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）
- 《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）
- 《粉尘作业场所危害程度分级》（GB/T5817-2009）

- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
- 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）
- 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- 《安全预评价导则》（AQ8002-2007）
- 《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）
- 《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）
- 《水工隧洞设计规范》（SL279-2016）
- 《水工建筑物荷载设计规范》（SL744-2016）
- 《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2018）
- 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》（SL/T62-2020）
- 《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）

1.2.3 建设项目技术资料

《银山矿业有限责任公司九区铜金矿 5000t/d 采选技术改造初步设计书》（中国恩菲工程技术有限公司，2009 年 4 月）

《银山矿业有限责任公司 5000t/d 采选技术改造枫树岭尾矿库岩土工程详细勘察报告》（江西省勘察设计研究院，2009 年 4 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库建设项目安全设施设计专篇》（中国恩菲工程技术有限公司，2010 年 3 月）

《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库尾矿坝稳定性分析工程地质钻探报告》（武汉中南冶勘资源环境工程有限公司，2017 年 4 月）

《银山矿业枫树岭尾矿库稳定性研究》（中国科学院武汉岩土力学研究所、武汉中南冶勘资源环境工程有限公司、江西铜业集团银山科协技术服务部，2017 年 11 月）

《九区铜金矿 5000T/D 采选技术改造尾矿库排洪系统混凝土结构实体检验报告》（江西衡宇工程质量检测有限公司，2021 年 5 月 23 日）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库副坝建设方案设计》（中国恩菲工程技术有限公司，2021 年 11 月）

《排洪隧洞裂缝处理工程竣工验收意见书》（江西铜业集团江铜集团银山矿业有限责任公司，2022 年 1 月 19 日）

《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库副坝岩土工程勘察报告》（江西核工业工程地质勘察院，2022 年 2 月）

《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程工程地质勘察报告（详细勘察）》（江西省勘察设计研究院有限公司，2022 年 6 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位方案设计（评审修改版）》（中国恩菲工程技术有限公司，2022 年 7 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库尾矿输送结合池移位工程方案设计》（中国恩菲工程技术有限公司，2022 年 10 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库岩土工程补充勘察报告（详细勘察）》（中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司，2022 年 10 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库尾矿坝安全性复核报告》（中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司，2022 年 10 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计（报批稿）》（中国恩菲工程技术有限公司，2022 年 11 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库 2023 年汛期调洪演算专项复核报告》（中国恩菲工程技术有限公司，2023 年 3 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程可行性研究报告（评审修改稿）》（中国恩菲工程技术有限公司，2023 年 5 月）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库溃坝数值模拟分析研究报告》（中国瑞林工程技术股份有限公司、江西铜业集团银山矿业有限责任公司，2023 年 7 月）

1.2.4 其他评价依据

《江西省暴雨洪水查算手册》（江西省水文局，2010 年 10 月）

《关于 S306 仙莲线德兴城区段改建项目可行性研究报告的批复》（上饶市发展和改革委员会，饶发改交通字〔2018〕10 号，2018 年 3 月 28 日）

《关于转发上饶市发改委〈关于 S306 仙莲线德兴城区段改建项目可行性研究报告〉的通知》（德兴市发展和改革委员会，德发改投字〔2018〕17 号，2018 年 3 月 30 日）

《江西省尾矿库应急抢险工作指南》（江西省应急管理厅，2022 年 8 月）

《关于银山矿业枫树岭尾矿库加高扩容工程项目立项的批复》（江铜股份生计字〔2022〕494 号，江西铜业股份有限公司，2022 年 12 月 14 日）

《枫树岭尾矿库加高扩容可行性研究报告审查会议专项会议纪要》（江西铜业集团银山矿业有限责任公司，银司行纪工程字〔2023〕27 号，2023 年 4 月 27 日）

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程安全预评价合同》（2023 年 5 月）

《企业法人营业执照》及业主提供的其他相关资料。

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

1. 基本概况

江西铜业集团有限公司成立于 1979 年，为省属重点国有企业，是中国铜工业的领跑者和有色金属行业综合实力最强的企业之一，也是中国铜业和江西省首家世界五百强企业。

江西铜业集团银山矿业有限责任公司（以下简称银山矿业）前身为银山铅锌矿，是 1958 年建设生产的老矿山，原隶属于江西铜业集团公司。2003 年 7 月，在国家政策支持下，银山铅锌矿实行了关闭破产，重组成立了江西铜业集团银山矿业有限责任公司。2008 年 9 月江西铜业集团公司主要生产性资产整体上市，由江西铜业股份有限公司发行 68 亿元可转化债券予以收购，现属于江西铜业集团公司控股子公司，注册资本金为 4.82 亿元，位于德兴市银城镇，经济类型为有限责任公司（外商投资企业法人独资）。

银山矿业现有职工 1130 人，有各类专业技术人员 320 人（其中采矿、选矿、地质专业技术人员 68 人），其中高级 53 人、中级 75 人和初级 192 人，各类特种作业人员 600 余人。银山矿业下设总经理办公室、安全环保部、生产计划部、机动能源部等 15 个职能部室，还下辖露天采矿场、井下采矿场、选矿厂、机电车间、储运中心、检化中心和酸性水处理厂等 7 个生产和辅助生产单位。银山矿业基本情况见表 2-1。

表 2-1 银山矿业基本情况表

矿山名称	江西铜业集团银山矿业有限责任公司				
详细地址	江西省德兴市银城镇			邮编	334299
主要负责人	张建华	联系电话	13767334206	建矿时间(年)	1958
经济类型	外商投资企业法人独资	开采矿种	铜矿、铅矿、锌矿	从业人数	1130 人
开采方式	露天、地下开采	生产规模	8500t/d		

设计单位	中国恩菲工程技术有限公司		
《营业执照》统一社会信用代码	德兴市市场监督管理局, 91361181751127459Q		
《采矿许可证》发证单位及编号	江西省自然资源厅, C3600002011013220103868		
《非煤矿山主要负责人资格证》发证单位及编号	江西省应急管理厅, 362333196301050517		
《安全生产许可证》发证单位及编号	江西省应急管理厅, (赣)FM安许证字[2006]M0661号		
排土场规模(万 m ³)	设计 6455	尾矿库数量 2 个	1 个已闭库销号
备 注	深部挖潜扩产技术改造不新建排土场, 废石排弃到白岭湾排土场		

银山矿业于 2006 年完成了九区铜矿露天开采 2500t/d 采选扩建技术改造工程。为提高江西铜业自产铜精矿的保有程度, 增强江西铜业及银山矿业可持续发展的能力, 银山矿业于 2010 年 10 月开工建设 5000t/d 采选技术改造工程。主要内容是将 2500t/d 露天开采的生产能力扩大到 5000t/d, 在西山厂址新建一座 5000t/d 的铜选矿厂, 处理露天开采扩产后的全部铜矿石。2021 年 7 月, 银山矿业建成投产了深部挖潜扩产技术改造工程。深部挖潜开采工程利用深部资源建成了坑内开采 8000t/d 铜矿石生产能力, 同时, 对九区铜矿 5000t/d 采选技术改造工程新选矿厂进行改扩建, 使新建铜选矿厂总的原矿处理能力达到 13000t/d 生产规模。

目前, 银山矿业采用地下开采的方式开采深部铅锌矿和深部铜矿, 以露天开采的方式开采九区~西山区上部铜矿, 总的采选生产规模 13500t/d, 其中铜矿石 13000t/d (深部挖潜地下开采 8000t/d, 九区露天开采 5000t/d), 铅锌矿石 500t/d。井下采用胶结或非胶结嗣后充填工艺充填采空区, 在矿石混合井工业场地西北建充填站, 地面标高+130.0~+131.0m。充填站设 2 座 $\Phi 18\text{m}$ 、高 20m 的深堆尾砂浓缩贮存装置, 配备 3 台 JS7500YBL 搅拌机组, 制备能力 150m³/h。配备 2 台 HGBS160 活塞工业泵, 输送能力 Q=150m³/h, 出口压力设计值 14MPa, 目前工作压力 1.5MPa~2.0MPa。充填材料: 尾砂、水泥、絮凝剂和水为原料进行制备, 尾砂为银山矿业选矿厂尾砂。日均需

充填空区 2778m³/d，制备充填料浆量 3355m³/d。日均消耗（加权）尾砂 3288t/d、水泥 236.3t/d、水 2132t/d。胶结充填料浆重量浓度 60%~66%，灰砂比 1：4 的充填料试块，28d 经银山矿业自行检测强度 2.35MPa。

银山矿业设有一座铜硫系统选矿厂和一座铅锌系统选矿厂。

（1）铜硫选矿工艺

铜矿石包括两部分，一部分来自九区露采矿区的铜金硫矿石，规模 5000t/d，另一部分来自九区、西山区、银山西区地下开采的铜金硫矿石，规模 8000t/d。

碎磨流程为粗碎（露采 5000t/d 为原有，坑采 8000t/d 的粗碎在井下）、半自磨+球磨+顽石破碎，粗碎产品粒度为 - 300mm，磨矿产品细度为 - 0.074mm 占 65%。

露采矿石通过堆场附近的粗碎站粗碎后，通过带式输送机送到粗矿仓内；井下采出的矿石在井下粗碎后通过带式输送机送到粗矿仓内，两部分矿石在粗矿仓内合并后通过矿仓底部的铁板给矿机给到半自磨机的给矿皮带上。

一期铜硫系统选矿厂于 2012 年投产，生产规模 6500t/d，磨矿工艺和磨矿产品粒度未发生改变；二期铜硫系统选矿厂于 2020 年 9 月投产，二期铜硫系统选矿厂的磨矿工艺与磨矿产品粒度与一期一致。投产后一期、二期铜硫系统选矿厂的总生产规模约为 13000t/d，最终得到铜精矿和硫精矿，浮选尾矿大部分输送充填站进行尾矿井下充填，部分输送至枫树岭尾矿库内堆存。

（2）铅锌选矿工艺

铅锌系统选矿厂规模为 500t/d，老系统的磨矿工艺为一段磨矿，于 2022

年 6 月停产；新铅锌系统选矿厂于 2022 年 7 月正式达产，磨矿流程为一段磨矿，最终得到铅精矿和锌精矿，浮选尾矿大部分输送充填站进行尾矿井下充填，部分输送至枫树岭尾矿库内堆存。

枫树岭尾矿库服务对象是银山矿业 13000t/d 铜选矿厂及 500t/d 铅锌选矿厂，13000t/d 铜选矿厂为其主要服务对象，500t/d 铅锌选矿厂为延续生产设施。主要产品为铜精矿、硫精矿和铅精矿、锌精矿。

九区铜金矿露天开采系统、铅锌矿和铜矿地下开采系统、枫树岭尾矿库等系统均取得安全生产许可证。其基本情况见表 2-2。

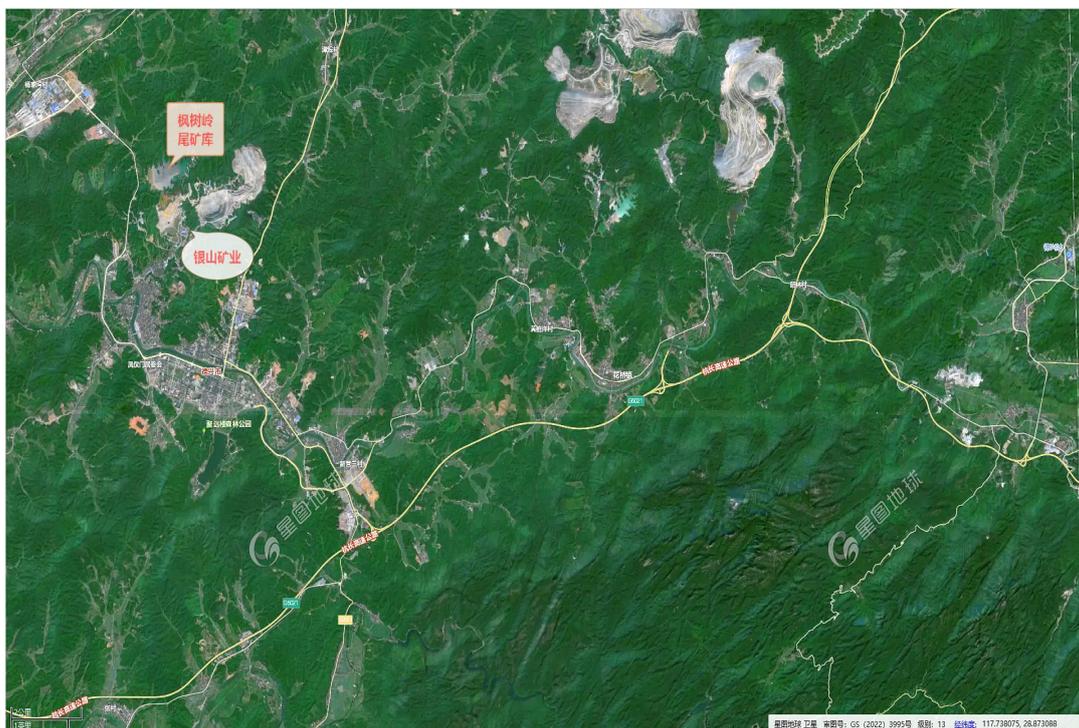
表 2-2 企业所属独立系统一览表

名称	矿山	个	尾矿库	个
	银山地下开采	1	枫树岭尾矿库	1
	九区铜金矿露天开采	1	银山尾矿库（已闭库销号）	1
小计		2		2
合计	4			
尾矿库名称	江西铜业集团 银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库		投产时间（年）	2013
尾矿库地址	德兴市	服务期限（年）		28
设计单位	中国恩非工程技术有限公司		设计审批单位	江西省 安全生产监督管理局
设计库容（万 m ³ ）	2897.0（现有）		已堆积库容（万 m ³ ）	1846.89
设计主坝高（m）	75（现有）		目前主坝高（m）	68
尾矿库等别	三等库		库型	山谷型
安全度分类	正常库		筑坝方式	上游式堆积坝
是否获得 安全生产许可证	是		安全评价单位	江西省赣华 安全科技有限公司
矿山名称	江西铜业集团公司银山矿业 有限责任公司九区铜金矿露天开采		行业类别	有色金属矿山
地址	德兴市	投产时间（年）	2012	
设计	设计单位	中国恩菲工程技术有限公司	批准单位	江西省安全生产监督管理局
	开拓方式	公路开拓方式		
	设计最终标高(m)	一期最终标高 - 192m		
目前主要生产平台	- 156m、 - 144m、 - 132m、 - 120m、 - 108m、 - 96m 等			
矿山企业	江西铜业集团公司银山 矿业有限责任公司铅锌矿		行业类别	有色金属矿山
地址	德兴市	投产时间（年）	2003	

设计	设计单位	中国恩菲工程技术有限公司	批准单位	江西省安全生产监督管理局
	开拓方式	混合竖井+辅助斜坡道+中段有轨运输		
	设计最低中段	- 358m 中段（银山独立坐标系 - 330m 中段）		
目前生产中段		- 358m 中段（银山独立坐标系 - 330m 中段）		

2.地理位置及交通

银山铅锌矿位于德兴市银城镇境内，主要产品为铜、铅、锌、金、银、硫，是以采矿、选矿为一体的大型有色金属矿山。矿区沿北东—南西方向展布，东西宽 2.8km，南北长 3.4km，占地面积 9.52km²，矿区地理坐标：北纬 28° 54' 53" ~28° 56' 23"，东经 117° 40' 00" ~117° 41' 33"。矿区交通方便，东南距浙赣铁路上饶火车站 104km，西距皖赣铁路乐平站 55km，至乐（平）德（兴）专线，铁路香屯站 7km，均有公路相通。乐安河流经矿区西北面 7km 的香屯，汇入鄱阳湖，与长江相通。



矿区交通位置图

3.建设项目背景及立项情况

(1) 加高扩容工程的可行性

①基础条件

2022年4月，江西省赣华安全科技有限公司编制的《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库安全现状评价报告》，对枫树岭尾矿库评价结论如下：

“江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库各类安全生产相关证照齐全，成立了安全生产组织管理机构；制定了完善的安全管理制度及安全生产责任制；针对尾矿库的筑坝和生产工艺制定了配套的安全操作规程；枫树岭尾矿库坝体处于稳定状况，尾矿库现有排洪能力能够满足要求，尾矿库安全观测设施及辅助设施满足规范要求。综上所述，该库为正常库，具备并满足安全生产条件的要求”。

银山矿业取得了由江西省应急管理厅2022年5月20日颁发的枫树岭尾矿库安全生产许可证，证书编号为：（赣）FM安许证[2013]M1622号，许可范围：尾矿库运营（三等库，初期坝坝高20.0m，堆积坝坝高55m，堆积高程+140.0m以下，总库容2897万 m^3 ），有效期：2022年6月4日至2025年6月3日。

②地形条件

枫树岭尾矿库库区较为封闭，汇水面积小，分水线标高在+135~+240m不等，最高点位于正在使用的浮动回水浮动平台泵站东南侧山顶，标高为+240.38m。库区周边有多处垭口，这些低点是枫树岭尾矿库可利用标高的制约性因素。

当库区淹没标高高于+165m时，库区周边垭口低于淹没标高的数量超过8处，相应位置均需建设副坝拦挡，尾矿库安全风险较大。

当库区淹没标高为+160m时，库区周边垭口低于淹没标高的数量为3处(枫3#副坝坝址处)，副坝建设数量较少，风险可控。

③坝高条件

枫树岭尾矿库原设计总坝高为75m，加高至+160m标高时，总坝高为95m，接近《尾矿库安全规程》规定的三等库坝高的上限（ $\leq 100\text{m}$ ），继续加高，尾矿库等别将升级为二等库，防洪标准等管理要求相应提高，将对枫树岭尾矿库管理影响较大。

为延续枫树岭尾矿库目前生产管理模式，本次加高扩容最终使用标高定为+160m 是合适的。

④限制性条件

《尾矿库安全规程》第5.2.8条要求，加高扩容的尾矿库改建、扩建项目，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。

枫树岭尾矿库加高扩容后，仍沿用已设计的排洪系统，排洪系统进水口移位工程相关荷载按最大使用标高+160m设计。为保证枫树岭尾矿库排洪系统运行安全，加高扩容最终使用标高不应超过+160m。

(2) 加高扩容工程的必要性

目前枫树岭尾矿库堆积坝已堆筑16级子坝，坝顶标高为+133m，根据银山矿业提供生产数据，2023年3月1日滩顶标高为+130.7m。据此推测，

2023年初枫树岭尾矿库滩顶标高约为+130.0m，剩余库容为 $724 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

按库容利用系数85%，尾矿堆积干容重 1.35t/m^3 计，2023年初枫树岭尾矿库剩余有效库容为 $615 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可堆存尾矿量为 $831 \times 10^4 \text{t}$ 。经核算，枫树岭尾矿库剩余设计库容可为银山矿业服务到2026年3月。

结合上述情况，加之井下充填作业的不确定性，使枫树岭尾矿库到达最终使用标高（+140m）还可能提前，最早于 2026 年之前需解决银山矿业接续堆存问题，留给银山矿业解决后续尾矿堆存问题的时间十分紧迫，为保证矿山可持续生产，尽早开展枫树岭尾矿库加高扩容工程十分必要。

（3）立项与前期工作情况

2022 年 12 月 14 日，江西铜业股份有限公司下发了《关于银山矿业枫树岭尾矿库加高扩容工程项目立项的批复》（文见江铜股份司生计字〔2022〕494 号），同意银山矿业枫树岭尾矿库加高扩容工程立项。

为此，银山矿业委托中国恩菲工程技术有限公司开展枫树岭尾矿库加高扩容工程可行性研究及设计工作，于 2023 年 5 月，提交了《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程可行性研究报告（评审修改稿）》（以下简称《可研报告》）。

2.2 自然环境概况

矿区地处怀玉山脉山地丘陵地带，最高山峰为北岭，海拔标高约+323m。其次为仙人架板、九龙上天，标高约+210~+323m。当地侵蚀基准面标高+50~+100m，一般山岭标高+50~+60m，大银山主峰标高+307.63m，比高 227.63m，其次为仙人架板主峰标高+305.53m，比高 225.53m。沿大银山、南山、北山之山脊为矿区分水岭，分水岭之外的东、北、西三面地表水、地下水对矿区充分影响极微。

矿区内银山小河（桐水溪）源自区内北东端春米堆以上约 2km 的北岭南坡，汇合区内诸沟谷小溪，沿北东~南西向的山谷流经矿区中心，于银城镇西汇入泊水河，属泊水河一级支流、乐安河二级支流。银山小河河谷宽 50~100m，河床宽 2~6m，全长约 5km，流域汇水面积约 7.78km²，1988

年 4 月至 1989 年 3 月观测资料显示，最大流量 $4547\text{m}^3/\text{h}$ ，平均 $160\text{m}^3/\text{h}$ ，10~12 月份干枯。流量在 $114.48\sim 28800\text{m}^3/\text{h}$ ，相差较大。由于矿区地形坡度陡，第四纪地层薄，基岩岩石细密故不利雨水停留集聚，雨后地表迳流迅速排出矿区。如 1976 年 6 月一次连续 5h 大暴雨后，银山小河洪水流量最高峰达 $28800\text{m}^3/\text{h}$ ，但 4h 后流量递减 80%，说明地表水对地下水，对尾矿库的补给量甚微。

现银山小河（桐水溪）已被截断，经截洪隧洞（下文称之为银山河导流隧洞）向西南改道排出矿区。依据历史监测资料，桐水溪最高洪水位+54m。

需要指出的是，银山小河与枫树岭尾矿库关系不密切。

枫树岭尾矿库位于新选矿厂西北，距选厂 1.6km 的枫树岭西侧山谷内，坝址以上汇水面积为 1.37km^2 ，库区无大的地表水存在，沟谷中原发育一条溪流，穿过坝址区。主沟纵坡约 38%，全长 2500m，沟宽约 30~100m，主排水沟宽约 0.5~2m，流域面积约 2.8km^2 ，其雨季最大流量为 $3.1\text{m}^3/\text{s}$ 。

库坝区地貌因受主要构造线控制，山脉呈北东，南西向长条岗垄地貌，北东高于南西。库区周边沿分水岭原有四个垭口，标高分别为+120m、+137m、+138m 和+137m，这些低点是枫树岭尾矿库可利用标高的制约性因素，山坡上主要为杉树和竹林。

德兴市农林业、工业较发达，水电资源丰富，为全省的重要林业产区。区内矿产资源丰富，尤以铜、金、银、铅、锌为主。国内最大的有色金属矿——德兴铜矿即位于德兴市境内，距银山铅锌矿约 22km。此外还分布有金山金矿、花桥金矿等矿山企业，区内经济条件较好，外部协作能力强。

2.3 地质概况

2.3.1 区域地质

一、气象水文

库区属亚热带湿热气候区，湿润多雨、四季分明，春夏多雨，秋冬干燥。据德兴市气象局资料，1985~2003 年气象资料，年平均气温 17.4℃，最高气温 39.5℃（1988 年 7 月 18 日），最低气温 -10.4℃（1991 年 12 月 29 日）；多年平均降水量为 1996.6mm，最大年降水量为 2803.6mm（1998 年），最小年降水量为 1312.8mm（2000 年），最大日降水量为 311.7mm（1998 年 7 月 23 日），最大小时降水量为 67mm（1998 年 7 月 23 日）。连续七日最大降雨量 500mm（1998 年 7 月 17~23 日）。最大日降雨量 331.7mm（1998 年 7 月 23 日）。100a 一遇的连续 24h 最大降水量 356.2mm，500a 一遇的连续 24h 最大降水量 452.4mm。多年 1h 最大降水量 97.7mm（1998 年 7 月 23 日 6 点 50 分）。每年的 3~7 月为丰水期，降水量占全年降水量的 70%左右，8~11 月为平水期，12 月至翌年 2 月为枯水期。全年主导风向 NNE，土壤冰结深度 150mm，地震基本烈度 VI 度。

二、地形地貌及物理地质现象

库区属赣东北剥蚀构造丘陵区及山间河（沟）谷区，植被发育。地形标高+43~+260m。山脊总体走向以北东向为主，山顶多呈浑圆状，海拔标高在+118~+260m 之间，山坡坡度多在 20°~25°，局部地段可达 40°以上。谷底常见有厚度不大（一般为 1~5m）的洪积或残坡积松散覆盖层，沟谷形态库区呈 U 字型，坝区呈 V 字型。库区自然边坡较缓，因封山育林，植被较发育，人类工程活动少，不良地质现象（崩塌、滑坡等）不发育。

三、地质构造

库区双桥山群浅变质岩系构造运动早期主要为褶皱构造和断裂构造发育。褶皱构造主体是银山背斜，其轴向北 $45^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，向北东倾伏。断裂构造主要是沿背斜轴产生，在背斜西翼，北东东向的压扭性断裂和裂隙发育；在背斜南东翼，北北东向的扭性断裂、北北西向的张扭性断裂及北西向的张性断裂较发育。后期构造主要是断层，褶皱构造不明显。主要有北北东向、北东向、北西向、南北向四个方向的断层。勘察区受前期南北压扭、次火山入侵和后期新构造作用的影响下，产生了一系裂沿断裂破碎带伴生的拉张、剪切裂隙。

四、地层岩性

本区出露地层为中元古界双桥山群浅变质岩系 (Ptsh) 及第四系残坡积、冲洪积层 (Q)。

中元古界双桥山群浅变质岩系地层在区内分布最为广泛，地层总体走向近东西，倾向北，少数倾向南，倾角较陡，一般 $66^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。岩性主要为灰、灰绿、棕灰色千枚岩，风化后呈浅黄、灰黄色、棕红色，风化层厚度自山顶向坡脚逐渐变薄，一般强风层厚度 $5 \sim 6\text{m}$ ，最厚处可达 20m 。根据石英及绢云母的含量，可细分为绢云母千枚岩、砂质千枚岩、凝灰质千枚岩。

第四系全新统 (Q_4^{apl}) 分布于尾矿库沟谷中，岩性以冲 (洪) 积含碎石粘土为主；第四系上更新统 (Q_3^{edl}) 分布于山坡及近坡脚处，岩性以残 (坡) 积含碎石粘土及粘性土为主。

五、区域稳定性及地震

库区位于地壳相对稳定区，远离现代强震震中或强的发震断裂带，属于地震烈度较低的区域，根据江西省地震年表记载及江西省地震台网资料，历史上德兴市有记载的地震均属轻微地震，且活动频度低。

据《中国地震动参数区划图》《建筑抗震设计规范》，库区抗震设防烈度为VI度，地震动峰值加速度 0.05g，地震反应特征周期为 0.35s。

六、水文地质条件

根据水文地质普查及本次勘察资料区内存在两种地下水类型，即松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

松散岩类孔隙水赋存于表层第四系冲（洪）积或残（坡）积土层中，为潜水性质，水位埋藏浅、一般埋深 0.00~2.00m，接受大气降水和基岩裂隙水的补给，向沟谷及低洼地带排泄，地下水位年变幅约 1.00~2.00m；富水性一般，水量较小。

基岩裂隙水（基岩风化裂隙水和构造裂隙水）主要赋存于基岩断裂和节理裂隙中，微承压，地下水位埋深为 4.5~20 多米，接受大气降水的补给。其富水性受岩体风化程度、断层、裂隙发育程度控制，主要沿断层破碎带及节理裂隙密集带形成富水带，常在冲沟深切处或坡脚处以泉的形式出露，补给河流，其富水性主要受岩层风化裂隙发育程度及裂隙充填情况等控制，一般富水性较差，水量贫乏。

本节内容主要摘自江西省勘察设计研究院 2009 年 4 月的《银山矿业有限公司 5000t/d 采选技术改造枫树岭尾矿库岩土工程详细勘察报告》。

2.3.2 尾矿坝工程地质

2016 年 6 月，枫树岭尾矿库运行坝顶高程+106.0m，银山矿业委托中国科学院武汉岩土力学研究所进行了枫树岭尾矿库勘察及尾矿坝稳定性研究工作。2022 年 5 月，枫树岭尾矿库运行坝顶标高+130.0m，尾矿坝高 65.0m。根据《尾矿库安全规程》的规定，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。为此，银山矿业委托中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司，在枫树岭尾矿库既有勘察的基础上，开展尾矿库岩土工程补充勘察工作。

一、工程地质条件

根据中钢集团马鞍山矿山研究院股份有限公司 2022 年 10 月的《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库岩土工程补充勘察报告（详细勘察）》，本次补充勘察主要针对尾矿堆积坝进行，按岩土体成因类型、时代、埋藏分布特征及物理力学性质指标的异同性，将本次勘察深度范围内揭露的岩土体具体分述如下：

①层素填土（ Q_4^{ml} ）：杂色，以浅黄色为主，湿、松散状态，部分为杂填土。主要由黏性土组成，见大量碎石子、千枚岩岩块及砖块等，硬杂质含大于 30%，为新近回填而成，回填时间 $\leq 10a$ 。主要分布于堆积坝外坡面。

②层尾粉砂（ Q_4^{ml+al} ）：灰、青灰色，稍湿、松散~中密状态，局部为中密状态。含云母鳞片、颗粒级配较好，含少量金属矿物成分，粒径小于 0.1mm，局部夹薄层尾粉质黏土、尾黏土。

②-1 层尾粉质黏土（ Q_4^{ml+al} ）：灰、青灰色，软塑状态，局部可塑状态，以尾粉质黏土为主，局部夹尾粉土及尾黏土。见云母鳞片和少量植物腐殖质，多呈透镜体产出。

②-2 层尾黏土（ Q_4^{ml+al} ）：灰、青灰色，可塑状态，局部硬塑状态，以黏性土为主，夹少量尾粉砂和粉土。见云母鳞片和少量植物腐殖质，多呈透镜体产出。

②-3 层尾粉土（ Q_4^{ml+al} ）：灰褐、灰黄色，湿、稍密~中密状态。含少量金属矿物成分，局部夹薄层尾粉砂。摇振反应迅速，光泽反应无，干强度

低，韧性低。场地内零星少量分布。

③层基底土（ Q_4^{ml+pl} ）：黄褐色、棕红色，潮湿，主要有黏性土组成，含 10%~25%的碎石，碎石成分主要有强风化千枚岩、石英砂岩和花岗岩，粒径在 2~15mm，个别粒径径达 50mm。

④层粉质黏土（ Q_3^{al} ）：青灰、暗灰色，潮湿、可塑状态，干强度一般，压缩性中等，含少量金属矿物成分，局部夹薄层尾粉砂。

⑤层强风化千枚岩：棕红色、褐黄色，千枚状构造，鳞片变晶结构，节理和裂隙十分发育，岩芯多呈碎块状，节长 10~50mm，岩石被铁锰质氧化物侵染严重，岩石强度较低，锤击易碎。

二、水文地质条件

勘察区表层分布大量尾矿堆积体、第四系残坡积层及浅部风化层，结构较松散，孔隙裂隙较发育，为孔隙水赋存提供了条件；向下随深度增加，风化作用减弱，以基岩裂隙为主。场区内地下水类型包括：松散岩类孔隙水、基岩裂隙水。

（1）松散岩类孔隙水：赋存于场地人工堆积层、表层的第四系坡残积地层和浅部风化岩层中，主要受大气降水下渗补给；位于库区岸山坡地带，同时接受地表水补给，同地表水形成密切的互补关系。根据经验及水文试验结果：人工堆积层渗透性强，为第四系松散岩类孔隙水主要赋存地层。受地表水补给，水量、水位主要受地表水控制，水量较丰富。岸坡表层第四系残坡积层和浅部强风化带，孔隙水赋存量相对较小，受气候影响大：雨季饱水，并易形成随岸山坡地形向沟谷方向的排泄径流和沿裂隙下渗补给深部基岩裂隙水；旱季时，由于蒸发作用，排泄、下渗量减少，水量很少。

（2）基岩裂隙水：赋存于基岩风化裂隙之中，主要接受大气降雨和浅

部松散岩类孔隙水下渗补给，其富水性受区域地质构造、岩层风化程度、厚度、岩体节理裂隙和补给条件控制。场地浅部基岩裂隙水稳定，水量较丰富，且地下水径流为两侧岸坡向沟谷方向排泄。深部基岩均属微透水性，基岩裂隙水赋水量小，渗透径流小；且随深度增加，构造及接触带影响，风化作用逐渐减弱，裂隙数量少，透水性进一步减弱，深部可视为工程区地下水相对隔水层。

目前，枫树岭尾矿库正在生产运行，尾矿堆积体内的水主要是尾矿排放形成，地下水对尾矿库影响大的主要为浅层潜水，且地下水由尾矿库内垂直初期坝向外方向地下水位变化较大。现阶段的尾矿库内地下水主要补给来源为尾矿库放矿水、大气降水和沟谷两侧基岩裂隙水侧向的渗入，排泄方式以初期坝的渗流、排渗设施排渗、蒸发及排水构筑物排出为主。

三、不良地质作用

前期地质勘察资料表明尾矿库库区存在 F1、F2 断层，通过调查，尾矿库区域内断裂构造不发育，库区地表未见 F1、F2 断裂出露。资料分析认为对坝体的稳定性无影响。本次勘察经现场踏勘，尾矿主坝及其周边相邻区域未发现岩溶、土洞、滑坡、泥石流等其他不良地质作用现象。

四、尾矿堆积体物理力学特性

1.尾矿堆积体地层的渗透系数见表 2-3。

表 2-3 尾矿堆积体渗透试验指标（平均值）

地层编号	地层名称	渗透系数 (cm/s)	
		K_v	K_h
②	尾粉砂	2.16E - 04	4.36E - 04
②-1	尾粉质黏土	4.60E - 06	7.55E - 06
②-2	尾黏土	4.33E - 07	7.99E - 06

2.尾矿堆积体抗剪强度

本次勘察对尾矿试样主要进行了直接剪切试验（固结快剪），同时对分布区域较大的尾粉砂地层进行了三轴剪切试验（CU），得到了尾矿堆积体各地层的抗剪强度指标（粘聚力和内摩擦角），并对各地层抗剪强度指标进行了统计，结果如表 2-4 所示。

表 2-4 各地层抗剪强度指标统计表

地层 层号	地层名称	固结快剪试验		三轴试验（CU）			
		c (kPa)	φ (°)	c (kPa)	φ (°)	c' (kPa)	φ' (°)
②	尾粉砂	17.4	28.9	14.1	21.7	18.8	26.4
②-1	尾粉质黏土	28.9	14.5	36.4	10.5	38.9	13.2
②-2	尾黏土	23.3	11.7	/	/	/	/

3. 岩土物理力学参数

本次勘察对所做的原位测试、室内试验所取得的参数进行对比分析，并结合现场调查、前期勘察资料和工程经验，提供接近工程实际，适用于岩土工程分析的岩土参数推荐值，如表 2-5 所示。

表 2-5 尾矿堆积体物理力学指标参数推荐值

序号	地层名称	天然容重 (kN/m ³)	饱和容重 (kN/m ³)	粘聚力		内摩擦角		渗透系数 (cm/s)	
				Cc _q (kPa)		φ_{cq} (°)		K _v	K _h
				水上	水下	水上	水下		
1	尾粉砂	20.0	20.5	15.0	10.0	26.0	21.0	1.5E - 04	4.0E - 04
2	尾粉质黏土	19.0	19.4	24.0	18.0	13.0	10.0	2.0E - 06	5.0E - 06
3	尾黏土	19.5	19.7	27.0	20.0	11.0	8.5	4.0E - 07	4.0E - 06

五、结论

(1) 本次勘察范围内揭露的岩土层为：①层素填土、②层尾粉砂、②-1层尾粉质黏土、②-2层尾黏土、②-3层尾粉土、③层基底填土、④层粉质黏土、⑤层强风化千枚岩。其中，堆积坝坡范围以下尾矿堆积体以尾粉砂为主，尾粉质黏土和尾黏土以薄夹层形式存在其中、尾粉土零星少量分布。库内滩面尾矿自坝前向库尾方向由尾粉砂逐步过渡到尾粉质黏土和尾黏土，坝前约 15m 区域滩面存在厚度不等的尾粉质黏土、尾黏土层。

(2) 勘察结果表明，初期坝上游区域的勘察剖面浸润线埋深相对较大（7.5m 以上），其地下水位与浸润线监测总体接近；靠近两侧山体区域坝体浸润线埋深相对较浅（约 5.0m），主要受该区域距离初期坝相对较远及两侧山体地形条件影响。

(3) 北侧坝段的四个勘察剖面尾矿堆积体总体处于稍密~中密状态，且随着埋深增大其标贯数进一步增加，表明其排渗固结程度较高。位于南侧坝段的尾矿堆积体大部分处于松散状态，结合该区域地形、地下水位及浸润线监测综合分析，该区域尾矿堆积体固结程度相对较差，主要受该区域尾矿排渗能力相对较弱、放矿水在该侧受上游坝口区山体阻挡入渗量大等因素影响所致。

(4) 经尾矿坝稳定性分析可知，枫树岭尾矿库现状堆积坝渗流稳定性满足规范要求；尾矿坝现状在正常运行工况下抗滑稳定性满足规范要求，且具有一定安全储备。

2.3.3 副坝工程地质

枫树岭尾矿库原设计有 3 座副坝，坝基标高均在+135m 以上。根据银山矿业生产安排，2022 年 2 月之前，副坝尚未建设。为满足后续生产需要，银山矿业委托中国恩菲工程技术有限公司编制副坝实施阶段设计文件工作，于 2021 年 11 月提供了《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库副坝建设方案设计》。

枫 1#副坝、2#副坝位于尾矿库南面山脊较低处；枫 3#副坝则位于尾矿库北面山脊较低处。山坡植被发育，山顶浑圆状，坝肩处山体边坡坡度平缓 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。自然边坡均处于稳定状态，未见不良地质现象。

为拟建建（构）筑物的基础施工图设计提供必要的工程地质资料，受

银山矿业委托江西核工业工程地质勘察院承担了枫树岭尾矿库副坝建设项目的岩土工程勘察任务（详细勘察阶段），于 2022 年 2 月提交了《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库副坝岩土工程勘察报告》。以下即为副坝处地层情况勘察成果：

一、工程地质条件

本次勘察揭露地层最大深度为 25.2m，按照地层沉积年代、成因类型、地层岩性及其物理力学性质共划分为 4 个大层：

1.人工填土层

①素填土层：杂色，稍湿，成份以粘性土为主，局部夹杂建筑垃圾等，未经压实处理，结构稍松散。层厚 0.50~1.80m，层顶高程+132.75~+138.10m，层底高程+130.95~+137.50m。

2.第四系上更新统残坡积层

②粉质粘土（ Q_4^{dl} ）：褐黄~灰褐色，结构松散~稍密，稍湿，其成份主要由千枚岩碎石及粉质粘土组成。岩性以含碎石粘土为主。碎石含量约占 30%。平均层厚 2.17m，层顶高程+130.95~+149.36m，层底高程+130.55~+146.25m。

3.中元古代双桥山群

③强风化千枚岩（Pt），褐黄色，千枚状结构，块状构造，含有绢云母，丝绢光泽，岩石大部分被破坏，节理裂隙极发育，节理间被铁锰质氧化物所充填，岩芯破碎，呈碎片状、碎块状，岩块用手可折断，锤击声哑。属极软岩，其岩体基本质量等级为V级，未见洞穴、临空面及软弱夹层。层厚 0.4~13.2m，层底高程+120.46~+148.74m。

④中风化千枚岩（Pt）：黄褐色，千枚状结构，块状构造，含有绢云母，

原岩部分被破坏，节理间被铁锰质氧化物所充填，岩芯破碎，呈碎块状、少量短柱状，锤击声哑。岩体较破碎，结构面结合程度较差，属软岩，岩体基本质量等级为V级，所有钻孔均有揭露。层厚 6.9~24.5m，层底高程 +102.26~+127.72m。

二、水文地质条件

1. 拟建场区地表水情况

经现场勘查，副坝所在场区均无地表水。

2. 场区地下水

松散岩类孔隙水赋存于沟谷冲（洪）积层及残（坡）积土层中，为潜水性质，接受大气降水和基岩裂隙水的补给，沿沟谷排泄。勘察期间未观察到地下水位，一般富水性较差，水量贫乏。

基岩裂隙水（基岩风化裂隙水和构造裂隙水）主要赋存于中元古界双桥山群千枚岩裂隙和节理裂隙中。该层全场分布，浅灰、灰绿色、棕灰色，薄~中厚层状、微细水平层理发育。表部裂隙较发育、强烈风化呈碎块状，下部裂隙不发育，属相对隔水层。据地表调查及钻探资料，地下水主要赋存于构造裂隙带及风化裂隙带中。其富水性主要受岩层风化裂隙发育程度及裂隙充填情况等控制，一般富水性较差，水量贫乏。

3. 地下水的腐蚀性

根据水质分析结果，依据《岩土工程勘察规范》附录 G，本场地环境类型为II类，含水层为强透水层中的地下水。按该规范相关条款对地下水腐蚀性进行评价：潜水对混凝土结构具中等腐蚀性；对钢筋混凝土中的钢筋在长期浸水的条件下具微腐蚀性，在干湿交替条件下具弱腐蚀性。

三、物理力学指标

主要包括含水量、比重、天然密度、颗粒密度、饱和度、孔隙比、液限、塑限、塑性指数、液性指数、压缩模量、黏聚力、内摩擦角等。对于分布较为稳定的细粒土层，根据室内试验结果提供上述参数，如下表：

表 2-6 副坝各层地基土物理力学参数建议值

层号	土层名称	判定依据	承载力特征值(kPa)	建议承载力特征值(kPa)	压缩模量(MPa)	重度(kN)	黏聚力(kPa)	内摩擦角(°)
1	素填土	N=4	60	60	2.5*/—	19*	5*	10*
		经验值	60					
2	粉质黏土	e=0.83, IL=0.35	180	140	6.4	19.0	26.8	17.5
		N=7.1	140					
		经验值	140					
3	强风化千枚岩	N63.5=21.8	240	240	120*/150*	21*	0	40*
		经验值	240					
4	中风化千枚岩	饱和抗压强度 frk=24.8		4960	—	—	—	—

四、场地稳定性和适宜性

根据《城乡规划工程地质勘察规范》(CJJ 57-2012) 8.2.1 条，本次勘察结果为：未发现全新活动断裂带；建筑抗震一般地段；不良地质作用不发育（无崩塌、滑坡、泥石流等），无地质灾害危险性。综合评定本场地为稳定场地。

根据《城乡规划工程地质勘察规范》8.3 节及附录 C，本次勘察结果为：场地稳定；地形有一定起伏，10%<地面坡度<25%；岩土种类较多，分布不均匀，工程性质较差；地表排水条件尚可，地下水对工程建设影响较小；地下无待开采的矿藏资源。综合评定本工程建设适宜性为较适宜。

五、地基及基础方案

根据设计要求和坝址区的地质情况，拟建工程各部分地基方案如下：

(1) 枫 1#副坝，地基标高主要揭露以①素填土、②粉质粘土、③强风化千枚岩、④中风化千枚岩为主，①素填土、②粉质粘土力学性质较差，

不能满足上部荷载要求，③强风化千枚岩、④中风化千枚岩部分的地基土承载力特征值，可以满足上部结构荷载要求，采用天然地基方案，坝基内局部未达到建基面标高建议采用强度较高、不易风化、不易软化的硬岩石料，分层填筑，震动压实。

(2) 枫 2#副坝，地基标高主要揭露以②粉质粘土、③强风化千枚岩、④中风化千枚岩为主，②粉质粘土力学性质较差，不能满足上部荷载要求，③强风化千枚岩、④中风化千枚岩部分的地基土承载力特征值，可以满足上部结构荷载要求采用天然地基方案，坝基内局部未达到建基面标高建议采用强度较高、不易风化、不易软化的硬岩石料，分层填筑，震动压实。

(3) 枫 3#副坝，地基标高主要揭露以①素填土、②粉质粘土、③强风化千枚岩、④中风化千枚岩为主，①素填土、②粉质粘土力学性质较差，不能满足上部荷载要求，③强风化千枚岩、④中风化千枚岩部分的地基土承载力特征值，可以满足上部结构荷载要求采用天然地基方案，坝基内局部未达到建基面标高建议采用强度较高、不易风化、不易软化的硬岩石料，分层填筑，震动压实。

六、库区的渗透性

库区分水岭较雄厚，大范围分布的千枚岩均较致密，基本上为隔水层。上部覆盖的四系残坡积粘性土及冲积粘性土层，粘性土为中~弱透水性。库区地下分水岭与地形基本一致，高于库内水位，不会发生向邻谷渗漏。库区断裂构造不发育，库区地表未见 F1、F2 断裂出露，无向外的导水构造，库内无向周边渗漏通道。总之库区渗漏性小。

七、基岩开挖面与坝体接缝处理措施建议

根据现场勘察情况，基岩开挖面主要以强风化千枚岩、中风化千枚岩

为主，在坝体设计中，尽量减小结合面的坡度是较为重要的。

2.3.4 排洪系统进水口移位工程（新建排洪系统）工程地质

目前枫树岭尾矿库正使用的排洪系统为双格钢筋混凝土结构排水斜槽+钢筋混凝土衬砌圆拱直墙式排洪隧洞。排水斜槽进水口距尾矿坝顶（+133m 标高）轴线直线距离约 600m（最终斜槽进水口距尾矿坝顶+140m 标高坝轴线直线距离约 550m）。

由于枫树岭尾矿库库尾水域及其周边区域的尾矿滩面坡度较缓，水域内尾矿沉积较多，水下沉积滩面与水面之间高差较小，按要求进行库水位控制和防洪时，库内水深较浅，入库尾矿沉淀时间不够，排洪系统存在跑浑风险。

银山矿业按《尾矿设施设计规范》第 6.1.7 条，在排水斜槽外围 40~50m 自建库内挡堤（围堰），延长进水通道，避免枫树岭尾矿库排尾作业时尾矿细颗粒进入排水斜槽进水口影响排洪。

上述挡堤坐落于尾矿沉积滩面上，两侧土压力不平衡，存在安全风险。德兴市应急管理局于 2020 年 6 月 3 日下达《责令限期整改指令书》（文号为（德）应急责改〔2020〕非煤-10 号），要求论证其安全性，并加强巡坝人员安全防范。枫树岭尾矿库到最终使用标高还需要上游法堆筑 3 期子坝，随着坝顶轴线向库内推进，挡堤也要随堆积坝顶标高抬升相应抬升和加长，对枫树岭尾矿库排洪安全带来负面影响。

为尽快消除枫树岭尾矿库安全隐患、保证排洪安全，有必要对枫树岭尾矿库排洪系统进行改造，将进水口移至库尾合适位置，银山矿业启动了枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程。委托江西省勘察设计研究院有限公司实施枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程工程地质勘察工作，为施工图设计提供相应的工程地质资料。本节以下内容即为本次详细勘察成果。

一、场地环境与工程地质条件

1. 地形地貌

主要为侵蚀剥蚀构造丘陵，由双桥山千枚岩组成，山体植被较茂密。场地起伏较大，根据本次沿线勘察资料，①拟新建排洪隧洞沿线测得钻孔标高为+125.08~+153.51m，②拟新建排水斜槽沿线测得钻孔标高为+125.08~+149.28m，③拦水围堰水面高程+124.65m。

2. 岩土结构与特征

据钻探揭露，勘探深度内，场地地层结构上部为水、素填土（Q^{ml}）、尾淤泥（Q^{ml}），下部为前震旦系双桥山群（Ptsh）基岩，按其岩性及其工程特性，自上而下依次划分为①素填土、②尾淤泥、③1 全风化千枚岩（Ptsh）、③2 强风化千枚岩（Ptsh）、③3 中风化千枚岩（Ptsh）、③4 微风化千枚岩（Ptsh）。以下分别予以阐述：

（1）第四系人工填土

①素填土：灰褐色，湿，结构松散，颗粒组份主要以千枚岩碎块、碎屑及少量粘性土等人工回填而成，碎块含量约占 40%，块径 2~20mm，大者可达 40mm，为雨季沟谷冲刷堆填而成，干强度及韧性低，高压缩性，干湿类型为过湿，未完成固结，承载力低，工程性能差。层厚 0.50~3.60m，平均厚度为 1.97m，层顶标高+128.47~+132.33m，层底埋深为 0.50~3.60m，层底标高 +125.67~+128.73m。

②尾淤泥：青灰、灰褐色，饱和，流塑状，成分主要为尾矿泥组成，夹少量砂粒，干强度及韧性低，高压缩性，为人工堆填而成，干湿类型为过湿。层厚 3.30~9.20m，平均厚度为 6.93m，层顶埋深为 4.00~4.30m，层顶标高 +120.32~+121.08m，层底埋深为 7.30~13.50m，层底标高 +111.12~

+117.78m。

(2) 前震旦系双桥山群

③1 全风化千枚岩：棕红、灰褐色，稍湿~湿，可塑状，原岩结构已基本风化成土状，但仍可辨认，刀切面光滑，具丝绢光泽，干强度中等、韧性中等，无摇晃反应，其原岩构造局部呈块状、片状，压缩系数平均值为 0.40MPa，压缩模量平均值为 4.71MPa^{-1} ，中等压缩性。层厚 0.70~8.00m，平均厚度为 3.30m，层顶埋深为 0.00~13.50m，层顶标高+111.12~+153.51m，层底埋深为 1.70~18.00m，层底标高为+106.62~+145.51m。

③2 强风化千枚岩：褐黄色，千枚状构造，变晶质结构，岩体风化裂隙强烈发育，裂隙面可见 Fe、Mn 质侵染，具遇水软化特性，风化裂隙极为发育，岩芯呈块状、碎块状，手可掰断，锤击声哑，根据声波测试结果判定岩体极破碎~破碎，岩芯呈块状，少数短柱状、局部土夹碎块状，RQD 值约为 0~5%，天然单轴抗压强度平均值 3.61MPa，根据声波测试结果判定岩体极破碎~破碎，属极软岩，岩体基本质量等级为 V 级。层厚 0.60~22.00m，平均厚度为 7.56m，层顶埋深为 0.00~14.60m，层顶标高+110.03~+161.69m，层底埋深 2.00~30.00m，层底标高为+106.63~+159.69m。

③3 中风化千枚岩：灰黄，青灰色，千枚状构造，变晶质结构，裂隙及结构面较发育，裂隙面见石英脉充填，裂隙倾角 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，岩芯呈柱状、长柱状为主，少数短柱状，局部呈饼状，锤击声清脆，RQD 值约为 50%~70%，饱和单轴抗压强度标准值 7.78MPa，天然抗压强度标准值 9.18MPa，软化系数为 0.32，根据声波测试结果判定岩体较完整，属软岩，岩体基本质量等级为 IV 级。层厚 2.50~14.40m，平均厚度为 6.12m，层顶埋深为 5.00~30.00m，层顶标高+113.28~+136.28m，层底埋深 12.00~32.50m，层底标高

为+108.98~+131.28m。

③4 微风化千枚岩：青灰色，千枚状构造，变晶质结构，裂隙及结构面不甚发育，岩体较完整，岩芯呈柱状、长柱状，锤击声清脆，RQD 值约为 90%左右，饱和单轴抗压强度标准值 18.40MPa，软化系数为 0.49，根据声波测试成果判定岩体较完整，属较软岩，岩体完整程度为较完整，岩体基本质量等级为Ⅳ级。层厚 14.50~31.50m。

二、水文地质条件

1.地表水

拟建工程地处山地丘陵地形地貌类型，地表水系主要为洎水河水系及其支流水系。本次勘察范围内地表水体较为贫乏，大气降水及矿山泄出是其主要补给来源。

据调查，拟新建排洪隧洞洞口位于枫树岭尾矿库库区内，大气降水及矿山泄出是其主要补给来源，对本拟建工程影响较小。

勘察期间，库区内水面标高为+124.62~+125.08m，进洞口隧洞底板标高+112.52m，进洞口隧洞底板标高低于水面标高，对本工程影响较大，需采取围堰措施，排除地表水消除影响。拟新建排洪隧洞旁边见有一小型冲沟，冲沟内见有季节性地表溪水，晴天时无水流，雨天有小量流水，大气降水为其主要补给来源。冲沟两侧主要由厚度较大的双桥山千枚岩构成，其残坡积层厚度 3~6m，冲沟两侧植被发育，且汇水面积不大，对拟新建排洪隧洞洞口稳定性有一定影响，应注意封堵或导水。

2.地下水类型

根据区域水文地质条件及本次勘察查明，拟建场地地下水类型为基岩裂隙水两种类型：

(1) 基岩裂隙水

基岩裂隙水可分为构造裂隙水和风化带裂隙水。

本次勘察范围内基本为前震旦系双桥山群千枚岩，断裂构造显得特别发育，组次多，强度大。但由于勘查区构造断裂多为压性，富水性及导水性均较差，地下径流模数为 $1\sim 3\text{l/s}\cdot\text{km}^2$ 。该层地下水的补给来源主要为大气降水，排泄方式主要沿山体坡脚及沟谷形成地表迳流而排泄至泊水河，次为受断裂构造影响形成泉点。

各岩土层含水层（带）之间，存在着直接或间接的水力联系。冲积、坡残积堆积直接接受大气降水补给，在上游或高处渗透转为补给基岩裂隙水；山坡近地表的强风化带，岩石较破碎，裂隙较发育，利于地下水的流通，风化裂隙含水层（带）地下水也可渗透转补给冲积、坡残积堆积层，形成互补关系，基岩裂隙水受裂隙的发育、联通及赋水条件的影响，其地下水位呈脉状、网状分布，无统一的地下水位。

本次勘察场地内基岩裂隙水主要赋存前震旦系双桥山群较破碎的千枚岩岩层裂隙中，富水性主要由裂隙发育程度、裂隙性质等条件影响，总体富水性一般，水量一般不大，但局部破碎岩体及张性裂隙发育地段，特别是推测断层 F1 为赋水断层分布地段水量可能较大，雨季在其风化土层中富水较明显。勘察期间属丰水季节，测得稳定地下水位埋深为 $2.40\sim 3.00\text{m}$ ，标高为 $+126.07\sim +129.33\text{m}$ 。地下水主要为风化基岩裂隙水，局部具有微承压性。根据区域水位资料，地下水年变幅 $3\sim 5\text{m}$ 。

3. 补径排条件

地下水受大气降水补给。由于勘察区地层均为前震旦系双桥山群千枚岩，此套地层主要为千枚岩，含泥质很高，裂隙充填物多，张开度小，透水

性较差，水量贫乏，地下水流向分水岭与地表水流向分水岭基本一致，总体趋势为由东向西流入泊水河。

基岩裂隙水主要通过受节理裂隙地下径流进行补给与排泄，其水量一般极为贫乏，但局部破碎岩体及张性裂隙发育处，有水量较大的可能性。

地下水以农户掘井取水、沟谷排泄及局部蒸发的形式排泄。

三、岩土层渗透性

本次勘察有选择性的进行了现场压（注）水试验及室内渗透试验，各地层的渗透性能如下表：

表 2-7 岩土层渗透系数（k）选用表

孔号	岩土名称	地层编号	试验类别	室内试验渗透系数 (k) (cm/s)	现场注水试验渗透系数 (k) (cm/s)	现场压水试验透水率 (q) (Lu)	渗透性等级
ZK03	全风化千枚岩	③1	注水试验	1.60×10 ⁻⁵	—	—	弱透水
					—	—	
					—	—	
ZK01	强风化千枚岩	③2	注水试验	—	1.99×10 ⁻⁴	—	中等透水
ZK02				—	1.00×10 ⁻⁴	—	
ZK03				—	2.76×10 ⁻⁴	—	
ZK03				—	1.2×10 ⁻⁴	—	
ZK03				—	1.0×10 ⁻⁴	—	
ZK06				—	3.99×10 ⁻⁴	—	
ZK03	中风化千枚岩	③3	压水试验	—	—	5.65	弱透水
ZK04				—	—	4.94	
ZK05				—	—	4.65	
ZK03	微风化千枚岩	③4	压水试验	—	—	6.35	弱透水
ZK05				—	—	4.94	
ZK06				—	—	3.99	
备注	1.表中地层渗透性等级分级是按《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）附录 F 分级标准（强透水 10 ⁻² ≤K<1, q≥100；中等透水 10 ⁻⁴ ≤K<10 ⁻² , 10≤q<100；弱透水 10 ⁻⁵ ≤K<10 ⁻⁴ , 1≤q<10；微透水 10 ⁻⁶ ≤K<10 ⁻⁵ , 0.1≤q<1）划分的。2.带*数据为经验值。						

四、隧洞涌水量

经计算，场内隧洞涌漏水较少，不会对施工运营产生太大影响，但根据地质测绘及《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程

工程地质勘察声波测试报告》，拟新建排洪隧洞钻孔 ZK4~ZK5（里程 K0+523.73m）附近，推测存在一条断层（F1），倾向南西，倾角约 67° ，为赋水断层。经现场调查测绘 F1 断层通过地段地表植被发育，且均覆盖有较厚的残坡积层，属于挤压性断裂，断裂带内片理化，糜棱岩化均较发育，透水性较差，水量较其他地段较丰富。由于周边山体雄厚，隧洞施工时，通过断层导水及突水的可能性较小，受降雨影响较大，呈季节性富水，但尚应对穿隧洞的断裂引起足够的重视，建议加强地质编录及超前地质预报工作，做好相应施工防范和控制措施，必要时需加强超前支护和注浆止水等工作。

五、不良地质作用及地下障碍物

1.不良地质作用

（1）坍塌、滑坡

据本次勘察野外地质调查，场地隧洞沿线范围未见对地形、地貌和植被状况有较大改造的人类活动，勘察场区内局部山坡存在崩塌及小型滑坡现象，崩塌及滑坡方量 $20\sim 50\text{m}^3$ 不等。主要由于切坡修路形成临空面后未进行支护措施，后因暴雨形成小型崩塌及滑坡现象，发生地层主要为人工填土层（地层代号①）、全风化层（地层代号③1）及强风化（③2）层中。

另外，根据工程地质测绘，隧洞沿线冲沟发育，一般冲沟沟口处多比较开阔，沟型多呈 U 字形，中、上游狭窄，呈 V 字型，以中老年期冲沟为主。

冲沟两侧主要由厚度较大的前震旦系千枚岩构成，其残坡积层厚度 $1\sim 3\text{m}$ ，冲沟两侧植被发育，且汇水面积不大，发生泥石流的可能性很小，经访问历史上也未发生过泥石流地质灾害。

坍塌及滑坡为可能影响场地工程建设的主要不良现象，应引起注意并制定防护措施。勘察场区未见其它较大的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等不

良地质作用，场地基岩为千枚岩，不存在岩溶问题；无人为的地下开采活动，不存在采空区不良地质现象。但场地上部分布有素填土软弱土层，松散状态，隧洞开挖后易产生坍塌，应进行护坡处理。

（2）断裂及破碎带

据区域资料反映，勘查区内断裂构造非常发育，根据勘察钻孔及物探资料反映，根据断裂构造组合，主要有 NE、NNE、NW、NEE~EW 向四组，其中，北北东向断裂为区内最为发育的一组断裂构造，其主体走向为 NE50° ~60°，赣东北深大断裂和乐安江断裂是代表构造，构成区域 I 级断裂构造。拟新建排洪隧洞附近，推测存在一条断层（F1），上述岩体破碎可能会给隧洞安全施工带来一定难度。区域断裂构造为影响场地隧洞分布区域工程建设的主要不良地质作用，应引起注意，建议加强勘测及监测，以确定断层破碎带对工程的影响程度，并制定相应支护措施预案。

2. 地下障碍物

勘察场地及其影响的范围内，四周开阔，勘察深度范围内未发现其他对工程不利的河道、埋藏的沟浜、墓穴、防空洞、孤石等不利埋藏物。

六、场地稳定性及适宜性

1. 场地稳定性

从区域地质资料及本勘探结果显示，拟建场地及其附近无活动性断裂通过，勘察过程中也未发现有断裂痕迹，不必考虑活动性断裂的影响；勘察场区内局部山坡存在崩塌及小型滑坡现象，崩塌及滑坡方量 20~50m³ 不等。主要由于切坡修路形成临空面后未进行支护措施，后因暴雨形成小型崩塌及滑坡现象，但未见其它较大的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等不良地质作用，场地基岩为千枚岩，不存在岩溶问题；无人为的地下开采活动，不存在

采空区不良地质现象；历史上无强震遗迹记载，邻区虽弱震频繁及周围强震曾波及到勘查区，但其最高地震烈度均在VI度以下，非震中区。无论从区域地震地质背景还是场地的工程地质总体特征而言，场地稳定性较好。

由区域资料及物探资料可知，场内断裂均以挤压断裂为主，其活动均发生于中生代以前，海西、印支、燕山各期均有活动。第四系以来，地壳运动以间歇性和差异性的升降运动为主，幅度较小，区域稳定性较好。

上述岩体破碎可能会给隧洞安全施工带来一定难度。区域断裂构造为影响场地隧洞分布区域工程建设的主要不良地质作用，拟新建排洪隧洞附近，推测存在一条断层（F1），应引起注意，建议加强勘测及监测，以确定断层破碎带对工程的影响程度，并制定相应支护措施预案。

综上所述，拟建场地稳定性一般。

2.场地适宜性

拟建场地稳定；勘察深度范围内未见影响地基稳定的墓穴、沟浜、河道等不利埋藏物及基岩中未发现有洞穴、临空面，仅在局部地段见有少量破碎岩体，场地地形起伏较大，地下水对工程建设影响较小，但库区地表水对排洪隧洞进洞口施工影响较大。综上分析判定，在排洪隧洞进洞口采取围堰措施，排除库区地表水的影响后，场地适宜性较好，适宜拟建工程建设。

3.地基均匀性

新建排洪隧洞基底以③4微风化千枚岩为主，局部为③3中风化千枚岩及③2强风化千枚岩，岩土层面起伏较大，厚度不均，均匀性一般。

排水斜槽基底土质以③2强风化千枚岩为主，局部为②尾淤泥层，地基土均匀性较差。

拦水围堰基底土质为①素填土、②尾淤泥，③1全风化千枚岩、③2强

风化千枚岩、地基土均匀性差。

综合上述认为：本场地地基岩土层均匀性差。

4.水、土的腐蚀性

在干湿交替条件下，综合判定场地地表水对混凝土结构具中等腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性；地下水对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。建议按有关规范要求采取相应的防腐措施。

在干湿交替条件下，按 II 类环境，场地土按 B 类渗透性考虑，依据室内测试成果，判定场地土对混凝土结构和钢筋混凝土中的钢筋均具微腐蚀性。建议按有关规范要求采取相应的防腐措施。

5.地基基础方案

本次勘察显示拟建场地地层结构由①素填土、②尾淤泥、③1 全风化千枚岩、③2 强风化千枚岩、③3 中风化千枚岩、③4 微风化千枚岩组成，据其工程特性及测试、试验结果，对拟采用的持力层的适宜性综合评价如下：

①素填土层：埋深较浅、厚度不均、结构松散，且承载力较低，不适宜直接作为基础持力层，若需采用该层作为持力层应对其进行加固处理。

②尾淤泥层：流塑状，厚度不均，结构松散，且承载力低，不适宜直接作为基础持力层，若需采用该层作为持力层，应对其进行地基处理。

③1 全风化千枚岩层：可塑状，承载力特征值约为 150kPa。压缩性中等，厚度不均，承载力一般，且分布不稳定，不可作为拟建工程基础持力层。

③2 强风化千枚岩：承载力一般，可作为拟建工程基础持力层。

③3 中风化千枚岩：承载力较高，工程性能较好，承载力特征值为 2000kPa。可作为拟建工程基础持力层。

③4 微风化千枚岩：承载力较高，工程性能较好，承载力特征值为 5000kPa。可作为拟建工程基础持力层。

拟建隧洞主要穿越地层为③2 强风化千枚岩、③3 中风化千枚岩、③4 微风化千枚岩，承载力较高，可直接作为基础持力层。

在勘察深度范围内在各风化岩内未见洞穴、临空面、破碎岩体。

七、隧洞工程地质条件

1.工程结构安全等级

新建排洪隧洞拟采用矿山法施工，拟建场地工程安全等级为一级。

2.新建排洪隧洞工程地质条件分析与评价

本隧洞跨越侵蚀剥蚀构造丘陵，隧洞穿越沿线地势起伏较大，工程地质及水文地质较为简单。

(1) 隧洞围岩分级和岩土施工工程分级

隧洞围岩分级和岩土施工工程分级详见下表：

表 2-8 隧洞围岩基本分类和岩土施工工程分级一览表

层号	土层名称	主要工程地质特征	开挖后土岩稳定状态	围岩分级	岩土施工工程分级	坚固系数 f
②	素填土	松散，均匀性差，土层透水性较强	极易崩塌	VI	I级松土	
③1	全风化千枚岩	可塑，土层透水性弱	无自稳能力，易塌	VI	II级普通土	
③2	强风化千枚岩	岩体较破碎，岩质软，裂隙发育	极不稳定，变形破坏严重	V	IV级软质岩	0.5~1
③3	中风化千枚岩	岩体较完整，岩质较软，裂隙较发育	不稳定，变形破坏严重	V	IV级软质岩	1~2
③4	微风化千枚岩	岩体较完整，岩质较软，裂隙较发育	自稳时间较短，各种变形和破坏都可能发生	IV	V级次坚岩	2~4

注：IV、V级围岩遇有地下水时，可根据具体情况和施工条件适当降低围岩级别。

(2) 隧洞围岩综合等级划分

按银山矿业提供的隧洞结构位置线，本标段隧洞顶、底板经过的围岩分级如表 2-9:

表 2-9 洞身经过地段的围岩级别

隧洞名称	里程	结构部位	主要地层	围岩级别	综合围岩级别
新建排洪隧洞	0+5.39 ~ 0+6.95	边墙	③2 强风化千枚岩	V	V
		底板	③3 中风化千枚岩	V	
	0+6.95 ~ 0+42.64	顶板	③3 中风化千枚岩	V	V
		边墙	③3 中风化千枚岩	V	
		底板	③3 中风化千枚岩	V	
	0+42.64 ~ 0+894.35	顶板	③4 微风化千枚岩	IV	IV
		边墙	③4 微风化千枚岩	IV	
		底板	③4 微风化千枚岩	IV	

3.隧洞洞口

(1) 进口稳定性

进口处地形较平缓，山坡天然坡度约为 55°，坡向呈南北向。岩层产状：336° ~ 346° ∠30° ~ 45°，自然斜坡与地层为斜向坡。地表未见拉裂、变形、滑动等痕迹，不存在潜在的大型滑动破坏危险面。但隧洞进口上部分布有素填土软弱土层，松散状态，隧洞开挖后易产生坍塌，应进行护坡处理，自然斜坡整体较稳定。

勘察期间库区内水面标高为+124.62~+125.08m，进洞口隧洞底板标高+112.52m，进洞口隧洞底板标高低于水面标高，且底部分布有一层较厚的②尾淤泥，对隧洞进口施工影响大，需采取围堰措施，排除地表水消除其影响，对底部分布的②尾淤泥予以清除。

坡体范围地层主要为强风化千枚岩（地层代号③2）及局部分布有素填

土层（地层代号①）结构松散，透水性好，自稳性差，③2层岩体极破碎，岩质软，裂隙发育，强度低，透水性较差，稳定性差，坡体植被茂盛，坡体目前处于稳定状态，但其进洞口附近岩土层结构松散，厚度较薄，成拱可能性差，且开挖隧洞时易塌方，也可能出现冒顶现象，建议洞口段采取锚杆加钢筋网混凝土衬砌超前支护，直挖深度超2倍洞深时采用钢架管支护加小套管注浆；二次衬砌采用钢筋网混凝土防护，保证隧洞施工时的安全及运营。建议加强监护措施并制定相应防护预案。

隧洞进口边坡目前处于稳定状态，但在暴雨、久雨或长时间暴露风化等外界不利因素影响下，稳定性大大降低，引起坡面滑塌，建议制定相应护坡预案，并加强监护措施。支护措施可采用喷混凝土加钢筋网等措施护坡面，并及时进行洞口衬砌，强风化千枚岩放坡坡率可采用1:1.0（高宽比），即放坡坡度不能超过45°，当坡度需要超过45°时，支护方式建议采取锚杆加钢筋网混凝土衬砌。

（3）隧洞洞身

拟建隧洞穿越地段范围内地层以③1全风化千枚岩、③2强风化千枚岩、③3中风化千枚岩和③4微风化千枚岩为主，其中③1全风化千枚岩、③2强风化千枚岩、③3中风化千枚岩层，强度较低，岩体破碎，差异风化严重，围岩级别为V级，边坡自稳性较差；③4微风化千枚岩层，强度较高，岩体较完整，围岩级别为IV级，边坡自稳性较好。

但当隧洞开挖在推测破碎带及断裂影响范围内通过时，结构松散，自稳性差，施工过程中易引起地面沉降和塌方；且局部张性裂隙发育地段属强透水层，雨季施工，雨水直接下渗易引起透水、塌方冒顶等事故，对施工开挖支护带来较大影响。对施工开挖支护带来较大影响，对隧洞施工要求高，设

计及施工需选择合理的施工方式，并采取相应的超前处理措施，处理措施可采用钢棚架及钢筋混凝土衬砌方案等超前支护措施，如具有一定的透水性，建议采用高压注浆+水玻璃的方式进行封堵。

根据勘察钻孔及物探资料反应，推测新建排洪隧洞进口洞口表层为第四系及强风化，厚度 4~8m 之间，下部为含碳量较高的千枚岩，但推测基岩较完整，无明显断层破碎带，但在里程 K0+523.73m 范围及其附近受 F1 断裂影响岩层可能破碎，并具有一定的透水性，对施工开挖支护带来较大影响，对隧洞施工要求高，设计及施工需选择合理的施工方式，并采取相应的超前处理措施，处理措施可采用钢棚架及钢筋混凝土衬砌方案等超前支护措施，如具有一定的透水性，建议采用高压注浆+水玻璃的方式进行封堵。

(4) 工程地质条件对隧洞施工的影响

拟建隧洞穿越强风化基岩、中风化基岩及微风化基岩，基岩裂隙发育~较发育，隧洞顶板为基岩段，开挖后将造成围岩应力的重分布，使上部岩体产生变形破坏，可能产生局部坍塌，可采用注浆+锚杆+喷射钢筋混凝土支护等超前支护措施。

(5) 地下水对隧洞工程的影响分析及控制措施

由于拟建场地地表水系不发育，地下水赋存条件较为简单，隧洞地段地下水主要为基岩内的基岩裂隙水。

基岩裂隙水主要赋存于基岩中，其富水性受张性裂隙发育程度影响大，在勘察期间在局部勘察钻孔内见及该层地下水，基岩裂隙水一般水量不大，对隧洞施工影响不大，但雨季局部水量较大，必要时局部需采取排、降、截水措施。

隧洞开挖时，必须做到及时排除隧洞内积水，边开挖边排水。

（6）隧洞施工对环境的影响

隧洞山体稳定性好，植被发育，隧洞开挖对地表水没有影响，也不会出现隧址区地下水疏干现象。隧洞开挖弃渣适当处置后，不会对周边环境产生大影响；隧址区人烟较少，隧洞开挖弃渣、排水、废气对人居生态环境影响较小。

（7）隧洞监测建议

隧洞开挖时，应加强对隧洞位移、山体边坡，周边道路及局部构建筑物等监测，以保证隧洞的正常施工及对沿线山体边坡及临近建（构）筑物不致产生过大的影响。监测项目应包括边坡土体顶部的水平位移，垂直位移，围护结构的水平位移，垂直位移，隧洞周围道路沉降及地表裂缝，围护结构的裂缝，地下水位，周围重要设施的变位与破损，隧洞渗、漏水状况以及地压监测等。

八、排水斜槽工程地质条件

根据本次勘探资料，拟建排水斜槽揭露的地层为③2 强风化千枚岩、③3 中风化千枚岩，③2 强风化千枚岩揭露层厚 0.00~13.00m，埋深较大，是良好的天然地基及地基下卧层，综合场地工程地质条件，斜槽部位建议采用天然地基，以③2 强风化千枚岩作为天然地基持力层。

当以③2 强风化千枚岩作为拟建斜槽部位的天然地基时，根据拟建斜槽设计特征及本次勘测揭示，斜槽部位将形成约 35° ，35m 高的人工顺向边坡，该坡度值基本接近场内岩层结构面，（倾角 $305^\circ \angle 40^\circ$ ），坡体属于稳定结构状态。

九、拦水围堰工程地质条件

为便于斜槽及隧洞施工，在进洞口西侧设置拦水围堰，采用周边挖取的

土石料填筑。

根据本次勘探资料，拟建拦水围堰揭露的地层为①素填土、②尾淤泥、③1 全风化千枚岩、③2 强风化千枚岩，①素填土及②尾淤泥呈流塑~软塑状，成分主要为尾矿泥组成，夹少量砂粒，干强度及韧性低，高压缩性，承载力低工程性质差，埋置较深，为人工堆填而成，①素填土及②尾淤泥层均匀性差，易引起不均匀沉降，建议对①素填土、②尾淤泥进行地基处理，处理措施可采用混凝土深层搅拌桩进行地基处理，并形成止水帷幕，综合场地工程地质条件，拦水围堰若采用浅基础时，建议对该层进行软弱下卧层验算。

拦水围堰两侧坡体自然坡度约 $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，两侧坡体植被茂盛，坡体目前处于稳定状态。

十、结论

(1) 拟建场地及其附近无活动性断裂通过，勘察过程中也未发现有断裂痕迹，不必考虑活动性断裂的影响；勘察场区内局部山坡存在崩塌及小型滑坡现象，崩塌及滑坡方量 $20 \sim 50\text{m}^3$ 不等，但未见其它较大的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等不良地质作用；场地基岩为千枚岩，不存在岩溶问题；无人工的地下开采活动，不存在采空区不良地质现象；历史上无强震遗迹记载，邻区虽弱震频繁及周围强震曾波及到勘查区，但其最高地震烈度均在VI度以下，非震中区。无论从区域地震地质背景还是场地的工程地质总体特征而言，场地稳定性较好。

由区域资料及物探资料可知，场内断裂均以挤压断裂为主，其活动均发生于中生代以前，海西、印支、燕山各期均有活动。第四系以来，地壳运动以间歇性和差异性的升降运动为主，幅度较小，区域稳定性较好。适宜拟建工程建设。

(2) 根据勘察显示, 地层依其物质组份及岩性差异可分为: ①素填土、②尾淤泥、③1 全风化千枚岩、③2 强风化千枚岩、③3 中风化千枚岩、③4 风化千枚岩层组成。

(3) 拟建隧洞洞口段穿越中风化基岩及强风化基岩, 基岩裂隙发育, 隧洞顶板为基岩段, 开挖后将造成围岩应力的重分布, 使上部岩体产生变形破坏, 可能产生局部坍塌; 隧洞其它段围岩为微风化千枚岩, 可不进行初期支护, 但应进行超前地质预报, 进行信息化施工。

2.4 建设方案概况

2.4.1 尾矿库现状

一、原设计情况

(一) 最初设计

枫树岭尾矿库于 2009 年 4 月由中国恩菲工程技术有限公司设计, 由主坝和枫 1#、2#、3#副坝及银山尾矿库 5#副坝、周边山体围合而成。

2010 年 3 月, 中国恩菲工程技术有限公司根据江西省赣华安全科技研究咨询中心有限公司(现江西省赣华安全科技有限公司)2009 年 9 月的《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库建设项目安全预评价报告》, 编制了《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库初步设计安全专篇》(以下简称《安全专篇》), 并通过了江西省安全生产监督管理局组织的专家组审查。2010 年 5 月 28 日, 江西省安全生产监督管理局下发了《关于江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库安全设施设计审查意见》(赣安监非煤项目设审〔2010〕027 号)。枫树岭尾矿库设计总坝高 75.0m, 总库容 2897 万 m^3 , 有效库容 1506.6 万 m^3 , 为山谷型三等尾矿库。

最初设计内容：

(1) 初期坝

初期坝坝高为 20m，坝顶标高为+85m，坝长为 105m，形成库容 170 万 m³。

坝型采用堆石透水坝，上游边坡用一层 500g/m² 无纺土工布作反滤层，要求土工布的有效孔径 $d_{95}=0.104\sim 0.11\text{mm}$ ，土工布上、下均设 300mm 厚粗砂层（粒径 $d=0.5\sim 2\text{mm}$ ）。坝顶宽度为 5.0m，上、下游边坡采用 1:2.0，在标高+75m 处各设置一道 2m 宽马道。初期坝内、外坡护坡均为 400mm 厚干砌石。

由于堆石坝体孔隙较大，为避免尾矿库使用初期出现跑浑现象，同时，为满足矿山尽早回水的需求，经渗流稳定、边坡稳定计算核实，在初期坝内坡底部+73m 标高以下，设土石混合料堆体，高 8m，外侧与堆石接触面边坡为 1:1.5。

为提高尾矿堆坝期间坝体的稳定性，增强排水效果，降低浸润线，考虑在初期坝上游坡脚向库尾延伸 150m 范围内沟底，经大致整平后，铺设排水层。排水层从下到上依次为：600mm 厚卵石或碎石颗粒（粒径 $d=20\sim 200\text{mm}$ ）排水层、200mm 厚圆砾或角砾颗粒（粒径 $d=2\sim 20\text{mm}$ ）层、500g/m² 无纺土工布过滤层、200mm 厚粗砂（粒径 $d=0.5\sim 2\text{mm}$ ）保护层、1000mm 厚压实尾矿砂（取自老尾矿库，-200 目占 60%~65%，压实度 90%以上）。

(2) 尾矿堆积坝

采用上游法尾矿堆坝，尾矿堆积坝平均外坡为 1:5.0，尾矿沉积滩坡度约为 1:100，尾矿堆积坝最终坝高为 55m。初期第 1~3 年堆坝上升速度约为 5~3m/a，中、后期堆坝上升速度约为 3~2m/a。

为防止雨水冲蚀以及粉尘飞扬，堆积坝上覆盖 0.2~0.3m 厚山坡土，然后在其上植草。

为改善后期坝排水条件，加强尾砂固结，在后期坝内加设水平排渗设施，共 6 层（分别设在+91m、+97m、+106m、+115m、+124m、+133m 等子坝坝底），每层均含纵向排渗管与横向排渗管，纵向排渗管与横向排渗管交叉相连，每层排渗管将渗水排至后期坝外坡排水沟。

枫树岭尾矿库最终堆筑标高为+140m，总库容 2897 万 m³。

（3）尾矿坝坝面及坝肩排水

沿尾矿初期坝外坡、堆积坝坡面两岸坝肩结合处设置坝肩截洪沟，断面为矩形，净断面为 0.3m×0.3m，浆砌石结构。截洪沟随堆积坝加高沿两岸坝肩向上延伸。在堆积坝下游坡面设置纵横排水沟，将坝面的雨水导流排出坝外，以免雨水滞留在坝面造成坝面拉沟，影响坝体的安全。

（4）副坝

枫树岭尾矿库+140m 标高以下有几个埡口，在尾矿库使用后期需要堆筑几座副坝，均为混凝土重力坝。基本情况如下：

枫 1#副坝：坝底标高+137m，坝高 3m，建基面标高+135m，坝顶与建基面之间最大高差 5m，长 30m。

枫 2#副坝：坝底标高+138m，坝高 2m，建基面标高+136m，坝顶与建基面之间最大高差 4m，长 37m。

枫 3#副坝：坝底标高+137m，坝高 3m，建基面标高+134m，坝顶与建基面之间最大高差 6m，长 24m。

（5）排洪设施

在尾矿库运行前期，排洪采用排水井+隧洞型式。排水井为直径 2.5m

的钢筋混凝土结构框架式排水井，井筒高 15m，使用标高+80~+95m。隧洞进口接排水井，底标高+76.5m 处，出口设于尾矿库西南侧一山沟内，底标高+72m，全长约 1006m，纵坡 0.43%，隧洞净断面尺寸为 2m×2.5m（宽×高），圆拱直墙式。

尾矿库运行中、后期，采用斜槽+隧洞型式。根据地形，进水口放在排水井东北方向相邻的一个沟岔内，进水斜槽为一条净断面尺寸 2×1m×1.5m（格数×单格宽×深），长 75m，倾角 40° 左右。斜槽末端接一条隧洞，长约 190m，纵坡 6.1%，隧洞净断面尺寸为 2m×2.5m（宽×高），圆拱直墙式。末端通至排水井井座内，同尾矿库运行前期的排水井+隧洞连成一个一套完整的排洪系统。同时，对排水井采用两种不同的盖板进行封堵，分别为盖板一 6 块，盖板二 2 块。盖板一的尺寸：长 1.84m、厚 0.5m、宽 0.2；盖板二的尺寸：长 1.4m、厚 0.5m、宽 0.2m。盖板一与盖板二形成宽度为 1.6m 的盖板。钢筋混凝土标号为 C30，钢筋 Φ 为 HRB335（II 级钢筋）、 Φ 为 HPB235（I 级钢筋）。

排水斜槽泄洪标高从+91.65~+140.00m，与排水井泄洪重叠高度 3.35m。在使用期内，最大泄流量 12.4m³/s。

（6）安全监测设施

在枫树岭尾矿库初期坝和后期尾矿堆积坝，上沿坝轴线方向和垂直坝轴线方向设置位移观测标点，形成多个纵、横观测断面，以观测水平位移和垂直位移。每个观测横断面上，在初期坝坝顶下游坝肩、马道的外缘以及后期尾矿堆积坝坝坡的中间位置布置观测标点，横断面的点间距为 50m。在每排纵向观测标点的两岸岩石或坚实土基上各设一个观测基点。

在尾矿堆积坝上设置浸润线观测点，布置两个观测横断面。位移和浸

润线观测为每月一次，当遇到地震、库水位超过最高水位、暴雨、变形或漏透情况有显著变化时，应适当增加观测次数。

根据规范要求枫树岭尾矿库的在线监测系统由：位移、浸润线、沉积干滩、库水位、降雨量及视频监控。

位移监测设施布置初期坝坝顶+85m 及初期坝坝+75.0m 马道一个，堆积坝子坝高程+91.0m 设置 2 个位移及浸润线观测点，后每隔 3 级子坝设置 3 个位移及浸润线观测点。在线视频监控分别在初期坝两侧各 1 个，+97m 堆积坝 1 个，分矿箱处 1 个，排水斜槽进水口 1 个，排渗池出水口 1 个。干滩监测和实时视频监控随每一级子坝堆筑而不断调整；库水位监测设于排洪井（或排水斜槽）处，其中+93m 标高以下设于排水井，+93m 标高以上设于排水斜槽；降雨量监测设于尾矿库值班室。

尾矿库在线监测采用三级监控方式。在选厂办公楼内设中央控制室，所有测点监测采集的信号均传输到中央控制室，在中央控制室集中管理；同时在尾矿库值班室内设置监测平台，尾矿库各测点信号也传输到此处显示；同时，在线监测平台接入互联网，通过授权的账户登录，可显示尾矿库在线监测的各种数据和信号。通过三级在线监控，使下到尾矿库基层操作管理人员，上到公司领导都能够即时查看尾矿库及相关设施运行情况，能够及时发现问题，以采取相应措施，保证尾矿库的安全运行。

（7）尾矿输送设施

输送管线从尾矿加压泵站出来后，沿老尾矿库堆积坝外坝坡爬上坝顶，穿过老尾矿库干滩后上老尾矿库西侧库边公路，沿路边敷设至原银山尾矿库 5#副坝处，这分管路均为加压输送。尾矿坝堆积标高在+130m 以上时，尾矿输送管路从 5#副坝尾矿处沿合适位置向上游敷设至标高在+145m 新结

合池，这部分管路也均为加压输送，输送管线约全长 2750m。

尾矿加压泵站设于选厂内，地面标高约+68m，尾矿加压泵站面积为 21m×12m（长×宽），泵站外设矿浆池 4 个，尺寸为 7m×4m×3m（长×宽×深）。

在砂泵站（加压泵站）附近设置容积为 240m³（长 8m，宽 6m，深 5m）的事故池，以便于将事故尾矿返回至加压泵站矿浆池中，再扬送至尾矿库。

（8）尾矿库回水设施

根据尾矿库地形，采用库内浮船回水，设回水浮船泵站一座。浮船泵站初期最大扬送标高为+140m，后期为+145m，最大输送高差约 70m，管线全长 3000m。

浮船泵站回水能力留有一定富余，尾矿库内有富余水量时，可根据需求适当增大回水量。

（9）尾矿库截渗设施

在初期坝下游设截渗坝一座。坝基须至不透水层或新鲜基岩，坝顶标高+66m，长 35m。截渗坝为浆砌石坝或混凝土坝，材料用量为 2000m³。

截渗坝外侧设渗水回收泵站一座，将截渗坝内收集的渗水打回尾矿库内。选择 2 条直缝钢管作为渗水回收管线，将泵站加压的渗水打回库内，管线全长 1200m。

《安全专篇》中“2.2.9 尾矿库运行管理”小节说明，枫树岭尾矿库投入使用后，矿山产生的全部尾矿送至枫树岭尾矿库堆存。

2010 年，银山矿业启动了 13000t/d 铜选厂项目，中国恩菲工程技术有限公司于 2010 年 6 月提交了《江西铜业集团银山矿业有限责任公司九区铜金矿 13000t/d 选厂方案设计书》，对枫树岭排放尾矿量变化情况进行

了论证，认为经科学放矿和管理，枫树岭尾矿库堆坝速度能够满足尾矿库上升的需求。

（二）枫树岭尾矿库副坝设计

银山矿业委托江西核工业工程地质勘察院承担了枫树岭尾矿库副坝建设项目的岩土工程勘察任务（详细勘察阶段），于 2022 年 2 月提交了《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库副坝岩土工程勘察报告》，为拟建建（构）筑物的基础施工图设计提供必要的工程地质资料。银山矿业委托中国恩菲工程技术有限公司编制副坝实施阶段设计文件工作。

枫树岭尾矿库初期坝设有人工监测设施，初期坝及堆积坝设有在线监测设施，堆积坝人工监测设施不完善。银山矿业委托中国恩菲工程技术有限公司补充设计尾矿坝人工监测设施。

受银山矿业委托，中国恩菲工程技术有限公司出具了包括 3 座副坝（含管理道路）实施阶段设计文件（方案设计及施工图）、尾矿坝人工监测设施等内容，尾矿库其他设施不涉及，尾矿库各项运行参数仍按原设计要求控制。副坝坝基均进行固结灌浆，固结灌浆孔深 5m；坝体浇筑材料为 C20W6 混凝土；设 2 条横缝，分缝处设止水铜片和橡胶止水带各一道，整个横缝内填塞聚乙烯泡沫板。

（1）枫 1#副坝

枫 1#副坝坝顶标高为+140.00m，地面标高为+137.00m，坝高 3.00m；建基面标高+135.00m，坝顶和建基面之间最大高差为 5.00m；坝长 30.00m，坝顶宽 5.00m，两侧设栏杆；上游面竖直，下游面坡比为 1：0.8。

（2）枫 2#副坝

枫 2#副坝坝顶标高为+140.00m，地面标高为+138.00m，坝高 2.00m；

建基面标高+136.00m，坝顶和建基面之间最大高差为 4.00m；坝长 37.00m，坝顶宽 5.00m，两侧设栏杆；上游面竖直，下游面坡比为 1：0.8。

（3）枫 3#副坝

枫 3#副坝坝顶标高为+140.00m，地面标高为+137.00m，坝高 3.00m；坝长 28.00m，坝顶宽 17.60m，两侧设栏杆；上游面坡比为 1：0.1，下游面坡比为 1：0.6。

由于坝基山体较为单薄，内、外坡脚往下延伸至稳定中风化基岩层；为减少坝基开挖量，坝体中部中风化基岩按剖面要求整平即可；为使坝体更好的与坝基岩层形成整体结构，在开挖好的稳定基岩斜坡面上进行插筋处理，插筋采用 HRB400 Φ 16，间距 0.8m，插筋深度 0.5m，露出长度为 1.0m。

固结灌浆钻孔孔径不小于 38mm，固结灌浆孔入岩深度不小于 5m。固结灌浆应采用 42.5 普通硅酸盐水泥，细度为通过 80 μ m 方孔筛的筛余量不大于 5%。固结灌浆压力采用 0.15~0.2MPa。

（4）堆积坝表面位移监测

分别在+94m（顶标高，下同）子坝、+103m 子坝、西南侧堆积坝坡脚 +106m 平台、+112m 子坝、+121m 子坝、+130m 子坝、+140m 子坝设外部位移监测轴线，监测间距 50~100m。经统计，尾矿堆积坝沿平行坝轴线方向布置 6 排测点，共计位移观测标点 42 个，位移起测基点及位移工作标点各 13 个。

（5）堆积坝浸润线监测

分别在+94m 子坝（顶标高，下同）、+103m 子坝、西南侧堆积坝坡脚 +106m 平台、+112m 子坝、+121m 子坝、+130m 子坝、+140m 子坝设浸润线监测轴线，监测间距 50~100m。经统计，尾矿堆积坝沿平行坝轴线方向

布置 6 排测点，共计浸润线监测点 36 个。

(6) 副坝表面位移监测

分别在枫 1#副坝、枫 2#副坝、枫 3#副坝坝顶分别设置表面位移人工监测。经统计，枫 1#副坝设置移观测标点 2 个，位移起测基点及位移工作标点各 1 个；枫 2#副坝设移观测标点 2 个，位移起测基点及位移工作标点各 1 个；枫 3#副坝设移观测标点 4 个，位移起测基点及位移工作标点各 1 个。

(7) 副坝管理道路

枫 3#副坝已设有管理道路，本次设计枫 1#副坝、枫 2#副坝的管理道路。管理道路为辅助道路，起点引自枫树岭尾矿库排水斜槽顶端平台，沿尾矿库+140m 标高最终淹没线往东延伸，分别通至枫 2#副坝、枫 1#副坝坝顶。副坝坝顶宽 5.00m，可作为道路使用。

枫 2#副坝管理道路起点为排水斜槽顶端平台，终点为枫 2#副坝左坝肩，全长 246.44m；枫 1#副坝管理道路起点为枫 2#副坝右坝肩，终点为枫 1#副坝左坝肩，全长 285.34m。

①道路技术标准

计算行车速度：20km/h；

路面宽度：3.5m；

路基宽度：5.0m；

路肩宽度：1.0m；

极限最小圆曲线半径：R=15m；

不设超高的最小圆曲线半径：R=150m；

停车视距：20m；

会车视距：40m；

最大纵坡：6.2%；

竖曲线最小半径：凹型 700m，凸型 400m。

②路面设计

路面结构：碎石路面。

道路厚度：30mm 砂砾磨耗层，160mm 级配碎石面层，150mm 厚的天然砂砾垫层。

③路面石料的块度及强度要求

天然级配碎（砾）石采用未筛分碎石与砂砾料配制而成。砂砾料中须含有较多细集料，且组成适当。

天然级配碎（砾）石中碎石的石料等级不宜低于 3 级。级配碎（砾）石用做面层时，碎石的最大粒径不大于 40mm；用做基层时，碎石的最大粒径不大于 50mm。

④路基设计

本路段地形陡峻，路基以挖方路基为主，挖方地段路基排水沟外侧设 1.0m 宽碎落台，挖方地段边坡 1:0.75，同时根据现场坡体情况，保证边坡安全稳定的前提下，可采取有利于边坡稳定的坡率。每 10m 高设一台阶，台阶宽 2m，挖方边坡砌护方式暂按方格型浆砌片石骨架内铺草皮护坡。

填方边坡为 1:1，台阶中间设 2m 宽护坡道，填方边坡护坡采用“植生带”技术或植树种草方法进行植被恢复。以保证路基安全、稳定，避免边坡遭受冲刷，造成水土流失。

填方路基段，应将原地表腐植土、灌木、灌草类植物根、茎等杂物清除于路基地段外，最大限度地保护原有植被。

路基排水：路基路面通过路面单向横坡及纵向排水边沟排出路面及边

坡水。边沟深 0.4m，宽 0.4m，采用 M5 水泥砂浆，MU20 片石砌筑矩形明沟，沟底纵坡与路线纵坡一致。

⑤交通标志和安全设施

由于本道路沿线地形陡峭，线路技术条件较差，须设置必要的交通标志和安全设施。全线需设立的交通标志有：里程桩，警告标志等。安全设施主要指安全护拦。安全护拦采用波形护栏。

（三）排洪系统进水口移位工程设计

枫树岭尾矿库运行期间，为改善排洪及回水水质，消除安全隐患，枫树岭尾矿库排洪系统进水口将进行移位。2022 年 6 月，银山矿业委托江西省勘察设计研究院有限公司编制了《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程地质勘察报告（详细勘察）》、委托中国恩菲工程技术有限公司编制了《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位方案设计（评审修改版）》及《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计（报批稿）》。

新的进水口选择在新建浮动平台泵站南侧相邻山坳内，该处接近尾矿库库尾，已有管理道路通至该处，管理方便；距最终坝顶（+140m 子坝坝顶）轴线水平距离 1120m，澄清距离较为充足。

新的进水构筑物为斜槽，双格钢筋混凝土结构，净断面尺寸 2×1m×1.5m（格数×单格宽×深），斜槽长 44.76m，倾角 35°，底标高为+114.33m，起始进水标高根据斜槽投用时尾矿库滩顶标高和尾矿库运行管理要求设定，附图显示为+125.0m 标高，起始回水标高之下的部分用盖板安全封堵，最终进水标高为+140.00m。

斜槽基础开挖后，应尽快浇筑混凝土，以免岩石风化，地基承载力特

征值要求 $f_{ak} \geq 300\text{kPa}$ 。在浇筑前，需将基岩清洗干净，并用 C10 混凝土做垫层找平。

斜槽外壁必须与围岩结合紧密，超挖部分和地面以上必须用 C20 混凝土回填并振捣密实。

斜槽及其盖板均采用 C30 钢筋混凝土预制，施工中应延长养护时间，保证有足够的后期强度。

斜槽出口接排洪隧洞，隧洞型式为钢筋混凝土衬砌圆拱直墙式水工隧洞，净断面尺寸为 $2\text{m} \times 2.5\text{m}$ （宽 \times 高）。隧洞全长 889.50m，进口底板标高为 +112.52m，出口与现有隧洞相连，底板标高为 +81.41m，隧洞纵坡 3.5%。

隧洞衬砌采用 C30 钢筋混凝土，根据围岩性质分两种衬砌形式，洞口段约 44.6m 采用 D1 型衬砌，之后隧洞围岩均为微风化千枚岩，采用 D2 型衬砌。

斜槽与隧洞通过一段弧形过渡段连接，过渡段底面转弯半径为 10m，转角约 33° ，采用 C30 钢筋混凝土浇筑。过渡段及洞口段基础开挖后，地基承载力特征值要求 $f_{ak} \geq 300\text{kPa}$ 。在浇筑前，需将基岩清洗干净，并用 C10 混凝土做垫层找平。

隧洞施工时，应采取“短开挖、强支护、早封闭、勤测量”的原则进行。由于尾矿库还在运行，库水位较高，开挖施工时应尽量减小装药量，缩短循环进尺，以尽量减少爆破对尾矿库的影响。

施工措施建议：

(1) 进水口处沉积尾砂层厚约 3.5m，水深约 4m。为便于斜槽及隧洞洞口施工，在斜槽西侧设路拦水围堰。围堰采用周边挖取的土石料水下抛填碾压填筑，待围堰坝体初步形成具备挡水条件后，将围堰内集水抽出，

再加固围堰，形成稳定挡水构筑物。

围堰顶标高根据施工时库水位标高确定，宜高出库水位约 1.0m，顶宽 4m，轴线长约 55m，迎水面（西侧）坡比取 1：2.0，背水面（东侧）坡比取 1：3.5。

（2）由于隧洞进口库水位较高，出口处现有隧洞仍在施工，为加快隧洞施工，可在隧洞沿线设数处施工斜井，用于施工进出口及出渣通道。

为便于小型矿车运输，建议斜井断面尺寸为 3.0m×3.0m（城门洞型），斜井坡度控制在 25° 左右。施工斜井使用完毕后采用钢筋混凝土安全封堵。

（3）隧洞施工时应注意施工顺序，为避免推测断层（F1）通过地段出现透水，排水困难带来安全风险，先开挖该区段下游隧洞，待下游隧洞贯通具备排水条件后，再开挖推测断层（F1）通过地段隧洞。

（4）由于库水位较高，需要施工单位考虑施工期间的降水、排水措施。建议施工单位进场前编制详细施工方案，并对可能发生的突发情况编制应急预案。应关注的重要环节有：

①关注拦挡围堰的稳定性和库水位的变化，如库水位升高或围堰出现险情应及时加高加固。

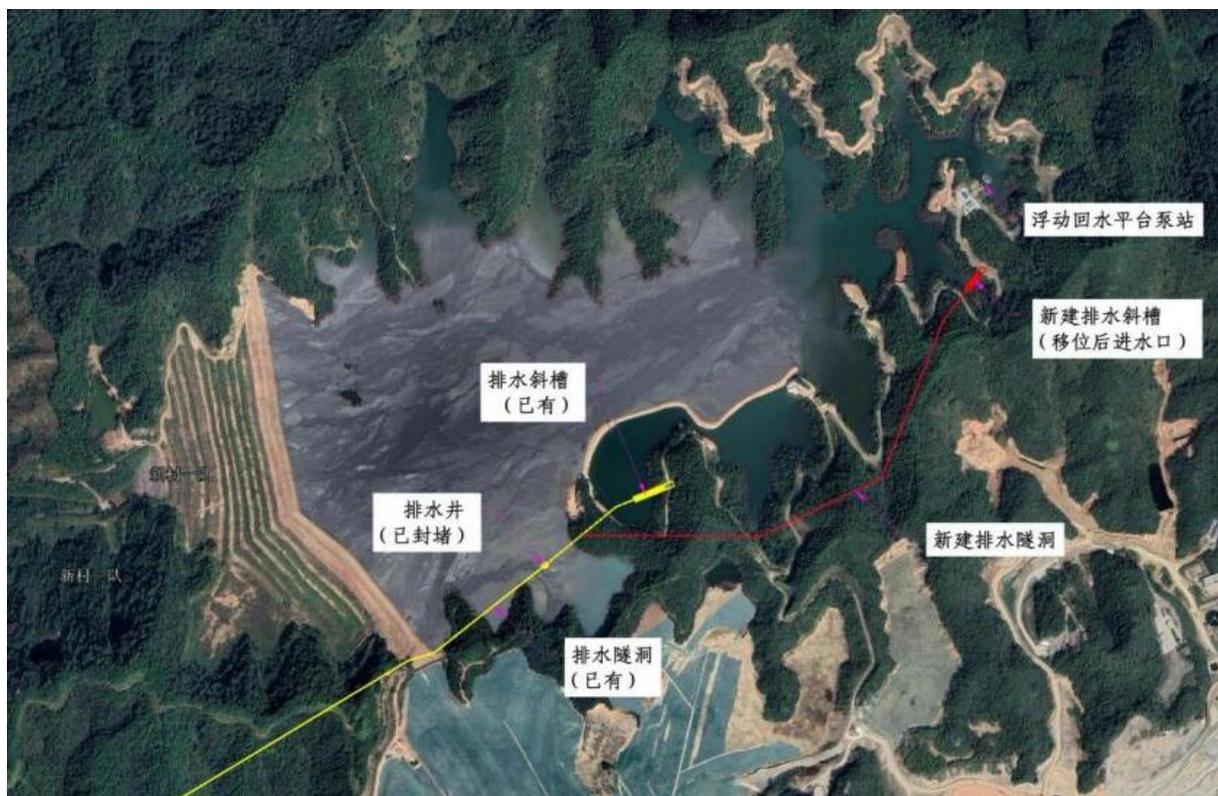
②斜槽底部施工场地排水设施应具备安全持续运行能力，及时排除集水。

③隧洞掘进时密切关注围岩情况，如出现大量涌水应及时撤离现场，排水措施到位并正常运行时再安排复工。

④密切关注天气预报，一旦有雨情，应根据降雨量采取相应措施。

枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程已通过了江西省应急管理厅组织的专家设计审查，下达了《江西省应急管理厅关于江西铜业集团银山矿

业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计审查的批复》（赣应急非煤项目设审〔2022〕51号，2022年12月9日）。



枫树岭尾矿库排洪系统变更设计平面位置卫星图

二、建设、运行情况

枫树岭尾矿库于2012年6月建成投运，由福建水利水电工程有限公司、江西南方矿山建设有限公司负责施工，由中国瑞林建设监理有限公司负责施工监理。南昌安达安全技术咨询有限公司编制了《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库建设项目安全验收评价报告》。2013年3月13日，江西省安全生产监督管理局组织有关专家，会同上饶市、德兴市安全生产监督管理局，对江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库建设项目安全设施竣工进行了现场验收。其后由江西省安全生产监督管理局颁发了枫树岭尾矿库安全生产许可证，证书编号为（赣）FM安许证[2013]M1622号。分别于2016年、2019年、2022年实施了延期换证，现发

证机关为江西省应急管理厅，许可范围：尾矿库运营（三等库，初期坝坝高 20.0m，堆积坝坝高 55m，高程+140.0m 以下，总库容 2897 万 m³），有效期：2022 年 6 月 4 日至 2025 年 6 月 3 日。

2014年枫树岭尾矿库获得了江西省安全生产监督管理局颁发安全生产标准化二级证书和牌匾，其后进行了安全生产标准化二级达标复审，获得了江西省应急管理厅2020年5月11日颁发的安全生产标准化二级证书和牌匾，证书编号：赣AQBW II [2020] 029（有效期至2023年5月）。

2021年5月，江西衡宇工程质量检测有限公司对枫树岭尾矿库排洪系统混凝土结构进行了检测，编制了《九区铜金矿 5000t/d 采选技术改造尾矿库排洪系统混凝土结构实体检测报告》，主要结论：“枫树岭尾矿库排洪系统主要构筑物运行至今已有十二年，处于室外潮湿环境，从现场检测结果来看，被检构筑物混凝土强度满足设计要求，碳化深度在正常范围内。被检构筑物钢筋保护层厚度满足设计要求。被检构筑物断面尺寸满足设计要求。排洪隧洞部分伸缩缝填充物存在老化、渗水迹象；斜槽整体外观质量比较完整，未出现尾砂从缝隙渗漏。建议对存在缺陷部位进行处理”。

2021年11月26日，银山矿业启动枫树岭尾矿库排洪隧洞裂缝处理工程，对隧洞内部分伸缩缝填充物存在老化、渗水进行治理。该工程已完工，并于2022年1月19日通过竣工验收。

2022年4月，江西省赣华安全科技有限公司编制的《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库安全现状评价报告》对枫树岭尾矿库评价结论为：“江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库各类安全生产相关证照齐全，成立了安全生产组织管理机构；制定了完善的安全管理制度及安全生产责任制；针对尾矿库的筑坝和生产工艺制定了配套的安

全操作规程；枫树岭尾矿库坝体处于稳定状况，尾矿库现有排洪能力能够满足要求，尾矿库安全观测设施及辅助设施满足规范要求。综上所述，该库为正常库，具备并满足安全生产条件的要求”。

依《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计》及《可研报告》，银山矿业选矿厂提供的实测数据，枫树岭尾矿库入库尾矿主要参数见表2-10。

由表2-10可以看出，由于矿石分别来自于露天采矿和井下采矿，矿石性质有差异，为提高选矿生产指标，选矿工艺在生产中不断调整优化，排出尾矿特性指标与设计指标有偏差，但总体指标能满足上游法尾矿库排放堆坝的要求。

表2-10 枫树岭尾矿库入库尾矿特性指标

序号	指标名称	设计值	实际值	对照情况
1	尾矿比重	2.67	2.62~2.68（平均2.66）	与设计值接近。
2	尾矿粒度	- 200目占65%	- 200目占65%~70% （- 200目平均占68%）	接近，实际值略细。
3	重量浓度	27.12%	20.00%~25.00% （平均24.00%）	选矿厂生产工艺优化，实际排放浓度低于设计值。

枫树岭尾矿库堆积坝上升速度如下：

尾矿库使用前期：从2012年7月尾矿库投入使用至2017年6月堆积到+112m子坝，共59个月，子坝堆筑高度为27m。尾矿库使用前期上升速率为5.49m/a。

尾矿库使用中期：从2017年6月至2022年4月，期间共58个月，子坝从标高+112m上升至+130m，共上升18m，中期上升速率为3.72m/a。

枫树岭尾矿库堆积坝上升速度与国内同类型尾矿库相比，上升速度适中，且逐渐变慢。

本次预评价报告编制人员、项目负责人等查看现场时，枫树岭尾矿库

排洪系统进水口移位工程正处于施工过程中，主要是事先在排洪系统进水口的外围山体之间构筑围堰，抽排堰内积水后，便于开挖。采用土石料进占法填筑，已形成堰顶宽 5.0m、高出库内水面+128.2m 标高约 3.0m 的围堰。建成验收后，枫树岭尾矿库将通过新的排水斜槽进水泄洪。

目前枫树岭尾矿库各类安全设施（主坝、副坝、排水构筑物、安全监测设施等）运行状况良好，无坝体、沉积滩及山体裂缝、滑坡、渗漏、渗流等不良现象，也无排水构筑物裂缝、断裂或沉陷或堵塞，或尾矿浆渗漏等异常现象，现场管理规范。

三、尾矿库构筑物现状

（一）初期坝（主坝）

初期坝建于沟口上游约 250m 处，沟底标高+65m，采用堆石透水坝，坝顶标高+85m，坝长 105m，坝高 20m，坝顶宽度为 5.0m，上、下游边坡为 1：2.0，在标高+75m 处坝体上下游设置一道 2m 宽马道。初期坝内、外坡面采用干砌块石护坡。

主坝无沉陷、滑坡、裂缝、流土和管涌等现象，运行工况正常。



主坝（初期坝）

（二）副坝

枫 1#副坝为混凝土重力坝，坝基进行了固结灌浆，固结灌浆孔深 5m，清基面标高+135.00m，坝顶和清基面之间最大高差 5.00m。坝顶标高+140.00m，地面标高+137.00m，坝高 3.00m，坝轴线长 30.00m，坝顶宽 5.00m；上游面竖直，下游面坡比 1：0.8。坝顶两侧设有安全护栏。

枫 2#副坝为混凝土重力坝，坝基进行了固结灌浆，固结灌浆孔深 5m，清基面标高+135.00m，坝顶和清基面之间最大高差 5.00m。坝顶标高+140.00m，地面标高+138.00m，坝高 2.00m；坝轴线长 37.00m，坝顶宽 5.00m。上游面竖直，下游面坡比 1：0.8。坝顶两侧设有安全护栏。

枫 3#副坝为混凝土重力坝，坝基进行了固结灌浆，固结灌浆孔深 5m/7m，底部还通过水泥砂浆锚杆进行了加固，清基面标高+127.00m，坝顶和清基面之间最大高差 13.00m。坝顶标高+140.00m，地面标高+137.00m，坝高 3.00m；坝轴线 38.00m，坝顶宽 5.0m。上、下游面坡比均为 1：0.1。坝顶两侧设有安全护栏。

三座副坝均已施工完毕，待竣工验收。目前三座副坝均无裂缝、沉陷、错位等不良现象，运行状况良好。



枫 1#副坝



枫 2#副坝



枫 3#副坝

（三）尾矿堆积坝

目前堆积坝已堆至+133.0m，坝前尾砂平均高程+131.0m，建有 16 级子坝，子坝断面尺寸为：顶宽 3m，高 3m，内坡 1：2；子坝标高分别为：+88m、+91m、+94m、+97m、+100m、+103m、+106m、+109m、+112m、+115m、+118m、+121m、+124m、+127.0m、+130m、+133.0m。堆积坝部分坝轴线在+109m 高程开始即进行一定角度的偏转，向库内延伸堆积坝堆积区域，避开了银山尾矿库 5#副坝。尾矿堆积坝平均外坡为 1：5.0。

初期坝、堆积坝两侧与山坡结合处设有坝肩截洪沟，断面为矩形，净断面为 1.0m×1.0m，浆砌石结构。堆积坝下游坡面设有纵横排水沟，断面大

小为 $0.6\text{m} \times (0.5 \sim 1.0)\text{m}$ 不等。堆积坝已进行植被护坡。

经现场检查，尾矿堆积坝未见坝体开裂、滑坡、冲沟、渗流、排水沟淤堵等异常现象，运行状况良好。



尾矿堆积坝

（四）排渗设施

（1）初期坝上游坡脚向库尾延伸 150m，铺设排渗层，排渗层从下到上依次为：300mm 厚粗砂，600mm 厚卵石或碎石颗粒（粒径 $d=20 \sim 200\text{mm}$ ）排水层、200mm 厚圆砾或角砾颗粒（粒径 $d=2 \sim 20\text{mm}$ ）层、200mm 厚粗砂（粒径 $d=0.5 \sim 2\text{mm}$ ）保护层、1000mm 厚压实尾矿砂，HF10 型 HDPE 土工网。

（2）分别在+88m、+94m、+103m、+112m、+121m、+130m 标高尾矿堆积坝铺设了水平排渗管。为增强南侧堆积坝坡脚排渗，2019 年，银山矿业在+109m 和+112m 子坝南侧坡脚采用顶管施工技术增设了水平排渗管。

经现场查看，现有排渗设施完好，大部分排渗管有清水流出，渗水量稳定、水质清澈。

（五）排洪、排水构筑物

银山矿业已按设计要求，于 2014 年 9 月~12 月 8 日完成了排水井封堵

工作，采用预先在枫树岭尾矿库的排水井井座面上铺盖 C30 钢筋砼预制件（盖板），再现浇 C30 混凝土的方式进行全断面压缝、密实封堵排水井。排水井封堵后，经当年运行和现场检查情况表明，封堵体无变形、凹陷、裂缝及尾矿渗漏等异常现象，封堵质量及效果均良好。

目前采用斜槽+隧洞型式排洪排水系统。进水斜槽净断面尺寸 2.0m×1.0m×1.5m（格数×单格宽×深），长 75m，倾角 40° 左右。平盖板。斜槽顶端标高+140.0m，末端标高+91.65m，斜槽末端接排洪隧洞，长约 190m，纵坡 6.1%，隧洞净断面尺寸为 2.0m×2.5m（宽×高），圆拱直墙式。末端通至排水井井座内，同尾矿库运行前期的排水井+隧洞连成一个一套完整的系统。目前库内水位+128.2m，排水系统运行正常、有效。

2021 年 5 月 23 日，江西衡宇工程质量检测有限公司提交了《九区铜金矿 5000T/D 采选技术改造尾矿库排洪系统混凝土结构实体检验报告》（以下简称《检验报告》）。《检验报告》结论为：1.排洪隧洞部分伸缩缝填充物存在老化、渗水现象（银山矿业已按要求进行了治理），其余被检构筑物结构未发现有明显外观缺失，被检构筑物断面尺寸满足设计要求；2.排洪隧洞混凝土受检构件混凝土强度推定值在 28.1~35.9MPa 之间，设计值 C30，满足标准及设计要求；3.排水斜槽槽身混凝土受检构件混凝土强度推定值在 28.6~35.6MPa 之间，设计值 C30，满足标准及设计要求；4.排水斜槽盖板混凝土受检构件混凝土强度推定值在 29.3~34.6MPa 之间，设计值 C30，满足标准及设计要求；5.排水斜槽槽身、排水斜槽盖板、排洪隧洞混凝土钢筋保护层厚度满足设计要求。



排水斜槽

(六) 安全监测设施

人工位移观测点位置如下：初期坝+75m 高程 2 个、+85m 高程 3 个，堆积坝+94m 高程 2 个，+103m 高程 3 个，+106m 高程 1 个，+112m 高程 6 个，+121m 高程 7 个，+130m 高程 10 个，共 34 个。在已建副坝坝顶均各设有两个位移监测点，共 6 个。

人工浸润线观测点位置如下：初期坝+75m 高程 2 个、+85m 高程 2 个，堆积坝+94m 高程 2 个、+103m 高程 3 个、+112m 高程 6 个，+121m 堆积坝 7 个，+130m 堆积坝 7 个，总共 29 个。

排水斜槽设置了水位标尺。库内尾矿沉积滩干滩面设有 3 个干滩标尺。

在线监测系统布置情况如下：

(1) 初期坝尾矿库在线监测

表面位移监测：+75m 高程处 1 个；+85m 高程处 1 个。

内部位移监测：+75m 高程处 1 个、+85m 高程处 1 个。

浸润线观测点：+75m 高程处 1 个、+85m 高程处 1 个。

（2）堆积坝在线监测

表面位移监测点：+94m 高程处 2 个，+103m 高程处 3 个，+121m 高程处 3 个，+130m 高程处 5 个，共 13 个。

浸润线监测点：+91m 高程处 2 个，+103m 高程处 3 个，+112m 高程处 3 个，+121m 堆积坝 7 个，+130m 堆积坝 7 个，共 22 个。

2021 年在坝顶中部增设了干滩监测仪。

库区水位监测：在排水斜槽进口处安装 1 个水位传感器，实时监测库内水位。

雨量计：设置在尾矿库值班房。

视频监控：初期坝 1 个，堆积坝+112m 高程 1 个，原结合池处 1 个，新结合池处增设 1 个，排水斜槽进水口 1 个，渗水回收泵池 1 个，门禁 1 个，共 7 个。

枫树岭尾矿库在线监测系统已与江西省应急管理厅尾矿库安全生产风险监测预警平台联网，供企业、主管单位、监管单位相应领导、安全管理人员及时掌握尾矿库运行状况信息。监测设施总体运行正常，银山矿业开展了相关的监测工作，有相应的监测数据，数据连续且完整。根据银山矿业多年监测数据，枫树岭尾矿库的坝体位移、浸润线、库水位、干滩长度等各项控制参数均满足控制指标，尾矿库运行正常。



部分安全监测设施

四、尾矿库辅助设施

经现场踏勘，枫树岭尾矿库辅助设施有：

(1) 值班房：在尾矿坝的左侧山坡上设有值班房和应急物资库（位于原银山尾矿库 5#副坝南侧附近），不在枫树岭尾矿库尾矿坝影响范围。

(2) 库区公路：枫树岭尾矿库位于银香路旁，经岔路口直接进入尾矿库主坝。经矿区公路设有入库道路分别可以前往现排水斜槽和后期移位排洪系统进水口以及枫 1#副坝、枫 2#副坝、枫 3#副坝及尾矿库值班房。据银山矿业管理人员介绍，后续将根据本次加高扩容工程征地线圈定范围内，适时抬高前往副坝、排水斜槽的入库道路，并进行硬化。入库道路目前均为泥结碎石路面，宽约 4.0m，均可通车。

(3) 库区照明：子坝东西两头有往坝内和坝体探照灯，中间有照明；回水浮动平台、值班房、排水斜槽等处设有探照灯。

(4) 尾矿库防洪物资：小尼龙编制袋 5000 个、木桩 50 根、无纺土工布 1000 平方米、尼龙吊装绳 2 套、铁锹 50 把、铁镐 30 把、柴刀 10 把、

轻便式雨衣雨裤 50 套、轻便式雨衣雨裤 50 套、一次性雨衣 100 件、雨靴 30 套、土箕 30 套、救生衣 20 套、镀锌铁丝 100m、不锈钢丝网 200m²、手摇报警器 2 台、安全帽 20 顶、手持喊话喇叭 3 个、块石 40m³、砂卵石 50m³、彩条布 1000m²、潜水泵 3m、排水软管 300m、氈袋 100 条、塑料薄膜 3 捆、保险绳 4 套、手拉葫芦 2 套、强光手电筒 20 把、便携式工具箱 1 套、油锯 2 把、强光灯 4 个、撬棍 2 把、配置了柴油发电机作为备用电源。枫树岭尾矿库防洪物资符合《江西省尾矿库应急抢险工作指南》中关于尾矿库防洪物资配备要求。

(5) 安全标志、安全护栏：在枫树岭尾矿库主坝、副坝、排水斜槽及库区主要出入口、山体开挖地段等处均树立有各类安全警示牌、安全标志；排水斜槽两侧设有安全护栏和人行踏步，已建副坝坝顶两侧设有安全护栏。



部分安全标志

五、回水系统

(1) 截渗坝

截渗坝按设计要求构建，运行正常。

(2) 截渗坝集水池

2021年10月25日至29日，生态环境部长江流域生态环境监督管理局赴景德镇市、上饶市开展尾矿库污染防治和环境风险隐患排查治理调研检查，之后向江西省生态环境厅反馈了检查结果：江西铜业集团银山矿业枫树岭尾矿库渗滤液收集池（即截渗坝集水池）未采取防渗措施。根据上述检查结果，银山矿业按要求对截渗坝集水池进行了防渗设计和施工。

查《江西铜业集团银山矿业有限责任公司九区铜金矿5000t/d采选技术改造工程环境影响报告书》（中国瑞林工程技术有限公司，2009年3月），银山矿业选矿厂排出尾矿属第Ⅰ类一般工业固体废物，送枫树岭尾矿库堆存。考虑到截渗坝集水池具有收集、缓存尾矿库渗水的功能，集水池参照第Ⅱ类一般工业固体废物污染控制要求设置防渗设施。

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》，截渗坝集水池采用1.5mm厚HDPE土工膜作为防渗衬层，膜下设地下水导排层，膜上设土工布保护层。同时，为改善截渗坝与初期坝之间区域环境，保证尾矿坝渗水顺利排出，对该区域杂草进行清理，排水系统重新修缮。

截渗坝集水池防渗工程于2022年施工完毕。



截渗坝和集水池

(3) 渗水回收泵站

根据银山矿业选矿厂提供的生产数据，目前尾矿坝实际渗水量约 80m³/h，水质清澈。渗水回收泵站共安装 2 台 MDF150-30X5（P）水泵，流量 150m³/h，扬程 150m，配套功率 110kW。

(4) 经数次改造，目前枫树岭尾矿库回水系统由一座回水浮动平台（采用 HMWHDPE 模块拼装而成）泵站、1 条回水管组成。浮动平台泵站经钢架桥（回水管路及供电电缆固定在钢架桥上）通过斜坡道与岸边卷扬机房的钢丝绳相连、固定，并随库水位抬升逐步上升。回水管为 1 条 $\phi 530 \times 9$ 直缝钢管，沿库边管理公路敷设至选矿厂回水高位水池。

表 2-11 回水浮动平台泵站主要设备表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	制造厂	备注
1	浮动平台	14.5m×6.5m×0.8m	个	1	长沙道源	HDPE 材质、Q235 钢等
2	回水泵	DYS10-8 型, 800m ³ /h, 70m	台	3		
3	电动机	YE2SP355M-4 型, 220kW (380V)	台	3		

回水浮动平台泵站正常取水能力为 25920m³/d，最大取水能力为 38880m³/d，有富余，正常生产时，尾矿水全部打回选矿厂回用。

浮动平台四周设有 1.2m 高、钢结构安全护栏，悬挂有救生圈、安全警示牌。钢架桥两侧设有 1.2m 高、钢结构安全护栏，入口处设有安全门、并上锁，卷扬机房设有摄像头，由泵站人员查看浮动平台、钢架桥、斜坡道及人员出入等情况。平台、卷扬机房等处设有照明设施。



回水浮动平台

六、放矿工艺

尾矿输送管路从原银山尾矿库 5#副坝方向沿枫树岭尾矿库尾矿堆积坝外坡面敷设至堆积坝坝顶，采用泵扬压力输送尾矿，采用分散均匀湿式上游法放矿。

七、利旧工程（本次加高扩容工程对现有尾矿设施的利用情况）

枫树岭尾矿库以下设施在本次工程继续沿用：

- 1.主坝（初期坝及尾矿堆积坝），枫 1#、枫 2#、枫 3#副坝。
- 2.移位后的排水斜槽+排洪隧洞。
- 3.现有主坝的坝坡面排水沟、坝肩沟。
- 4.现有人工观测设施和在线监测系统。
- 5.现有尾矿库值班室、上坝道路及照明设施。
- 6.安全标志等。
- 7.截渗坝、渗水回收泵站、回水浮动平台及其供配电系统。

2.4.2 库址选择（周边环境）

枫树岭尾矿库在选厂以北，距选厂 1.6km 的枫树岭西侧的山沟内。处在较为封闭的沟谷内，三面环山，出口位于沟谷西侧尾矿初期坝处。枫树岭尾矿库库区为山地丘陵地貌，库址为一狭长的长沟，两侧山坡林木茂密，场地地貌呈东部（库区上游）高、西部（库区下游）呈阶梯状逐渐变低，未发现滑坡、崩塌、泥石流和渗漏通道等不良地质现象。枫树岭尾矿库沟长 1800m，分水岭宽 400~1200m，沟底宽 15~280m，沟底纵坡平均为 1.98%，沟内雨水经 5.5km 排入乐安河。分水岭标高在+120~+240m，+140m 标高以下，最高点位于正在使用的回水浮动平台泵站东南侧山顶，标高为 +240.38m。

库区范围不存在违章爆破、建筑物、违章回采及废弃物排放等不良人为因素。银山矿业对枫树岭尾矿库库区范围安全管理工作较为重视，在入库道路设有挡车杆，避免了外来闲杂人员随意进入库区，降低了周边环境对尾矿坝的不利安全影响。

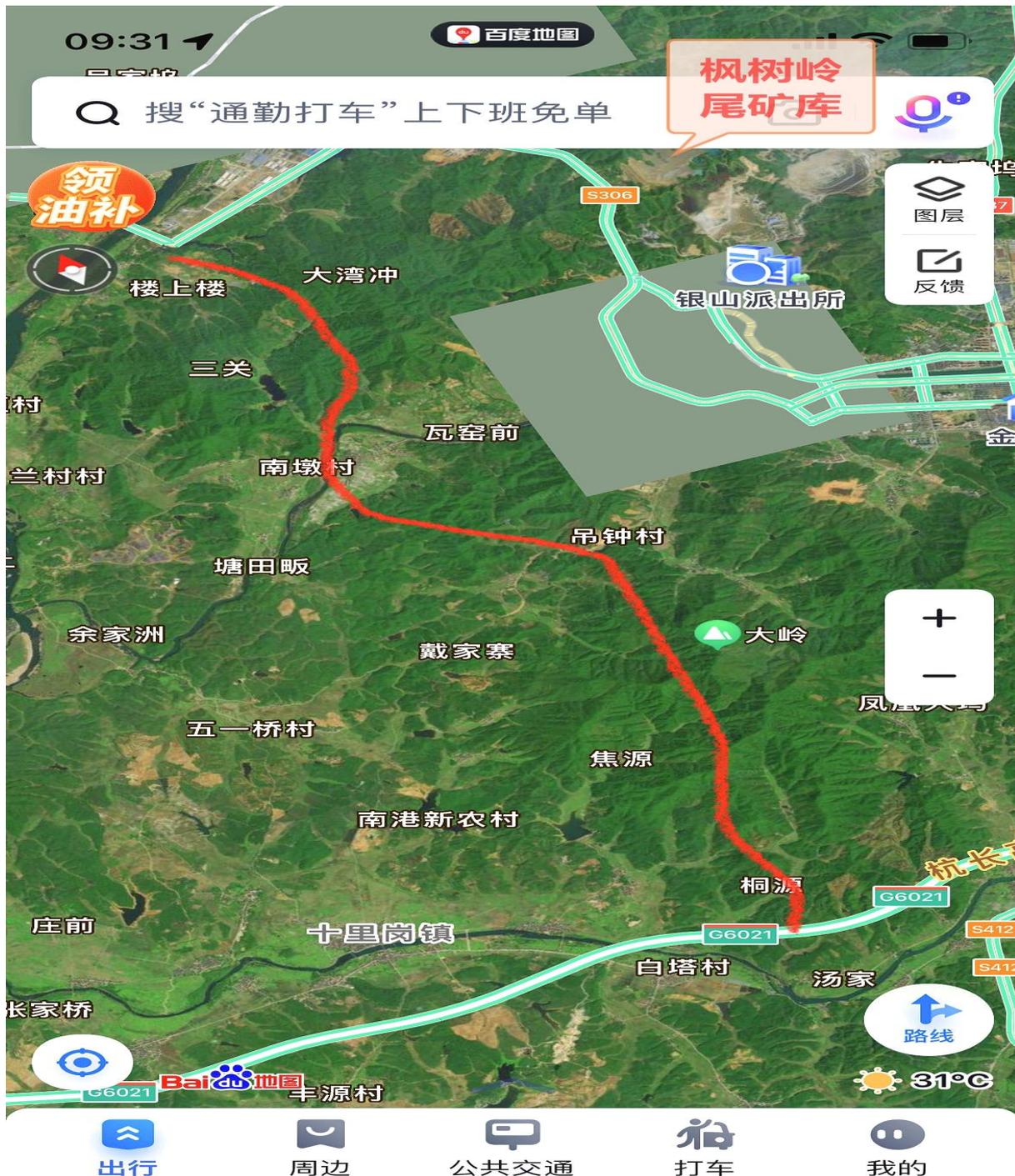
北侧、东侧、东南侧均为起伏山体，地表无设施；在枫树岭尾矿库南侧相邻的是银山尾矿库（为独立汇水区域，已闭库复绿、销号）。东南侧约 1.5km 为银山矿业露天采坑。

枫树岭尾矿库西侧即库下游，尾矿坝坝址外侧水平距离约 230m 远为银香路（即新香大道、S306，总体上北低南高），道路对面为原始山体。

依银山矿业提供的资料表明，S306 属于二级公路，沥青砼路面，路面宽 7.5m，设计速度：80km/h。德兴市、上饶市已立项批复实施 S306 仙莲线德兴城区段改建项目，本项目路线起于 K0+000 接省道 S412 张万线 K5+172 处，途径店前、桐源坞水库、西坞、南家井、东泥湾、吊钟水库、南墩、

五七水库，终于 K16+768.52 省道 S306 五星大桥桥头 K150+183 处（文见上饶市发展和改革委员会 2018 年 3 月 28 日下发的《关于 S306 仙莲线德兴城区段改建项目可行性研究报告的批复》，饶发改交通字〔2018〕10 号）。

S306 仙莲线改道后，银香路降级为城区道路。



银香路改道后示意图（图中红色线路即为改道后线路）

银香路两侧沟口位置分布有新村一队的若干农村居民住宅。枫树岭尾矿库下游居民分布的具体位置及与尾矿坝的相对距离如下表 2-12:

表 2-12 枫树岭尾矿库下游居民分布情况一览表

序号	民房数量 (栋)	户数、人数	自初期坝坝脚 起流经距离(m)	地面高程(m)	备注
1	5	12 户、39	0~550.0	+61.21~+63.59	尾矿库右侧、银香路往北方向第一个沟谷对面。
2	仓库	1 户、0	550.0~650.0	+59.68~+60.70	尾矿库右侧、银香路往北方向第一个沟谷入口处。
3	8	13 户、33	650.0~1000.0	+56.68~+62.46	尾矿库右侧、银香路往北方向第二个沟谷对面。
4	0	0	0~550.0	+97.0	尾矿库左侧、银香路南侧，此处地势较高，不受尾矿库溃坝影响
合计	14	26 户、72			

依中国瑞林工程技术股份有限公司、江西铜业集团银山铅锌矿 2023 年 4 月的《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库溃坝数值模拟分析研究》，受主坝溃坝模拟分析影响范围内新村一村的居民、房屋应拆除、搬迁。银山矿业应根据相关文件的要求，与当地政府部门商定居民搬迁、安置和房屋拆除等事宜，消除头顶库形成条件，方可实施枫树岭尾矿库加高扩容工程。

除此之外，枫树岭尾矿库周边无工矿企业、大型水源地、水产基地，无公众聚集场所，无全国和省重点保护名胜古迹，地质构造简单，无不良地质现象，库区范围内不压矿。

枫树岭尾矿库尾矿坝坝体安全状况较好，对周边环境不利安全影响小，且均在可控范围之内，为后期实施加高扩容工程奠定了扎实的基础。本次加高扩容工程是在现枫树岭尾矿库库址基础上，继续沿用现有尾矿坝，采用上游法尾矿筑坝方式，延伸排水斜槽与现有排洪隧洞连通排洪排水及新建枫 4#、枫 5#副坝等安全设施，予以增加库容、延长服务年限。



枫树岭尾矿库现状及周边环境卫星图

2.4.3 库容、等级及设计标准

(1) 尾矿指标

枫树岭尾矿库实际库容利用系数为88.67%，按85%核算。枫树岭尾矿库堆存尾矿实际堆积干容重约为 $1.37\text{t}/\text{m}^3$ ，按 $1.35\text{t}/\text{m}^3$ 核算。

银山矿业2023年至2045年排产计划，确定总尾矿量14578.5万t，充填尾矿量1842.2万t，堆存尾矿量4515.8万t，累计堆存尾矿体积4515.4万 m^3 。

(2) 尾矿库设计标准

依《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计（报批稿）》，枫树岭尾矿库汛期控制参数如下：库坝顶标高在+135m以下时，坝高不超过70m，最小安全超高为0.7m，最小干滩长度为70m；坝顶标高在+135m以上时，坝高超过70m，最小安全超高为0.7m，最小干滩长

度不小于坝高。

本次枫树岭尾矿库加高扩容工程仍采用湿排，使用标高为+140~+160m，库区周边垭口低于淹没标高的数量为3处（含枫3#副坝坝址处），副坝建设数量较少，风险可控，总坝高95.0m，新增库容为1578万m³，总库容4475万m³，等别仍为三等库，主要构筑物为3级。枫树岭尾矿库加高扩容后可为银山矿业服务到2032年6月。枫树岭尾矿库加高扩容后，防洪标准：洪水重现期为1000a，枫树岭尾矿库加高扩容后防洪控制参数见表2-12，安全运行管理主要控制指标见表2-13。

表2-12 枫树岭尾矿库加高扩容后防洪控制参数表

运行阶段	加高扩容初期	加高扩容末期
相应尾矿库等别	三等	三等
防洪标准	1000a一遇（加高扩容防洪标准提高）	1000a一遇（加高扩容防洪标准提高）
坝顶标高（m）	+143.00	+160.00
坝高（m）	78.00	95.00
干滩顶标高（m）	+140.00	+160.00
正常运行水位（m）	+137.50	+157.50
防洪高度（m）	2.50	2.50
防洪高度范围内干滩平均坡度i	1：200（1：100）	1：200（1：100）
正常运行干滩长度（m）	500.00（250.00）	500.00（250.00）
洪水运行水位（m）	+138.41	+158.30
调洪高度（m）	0.91	0.80
洪水运行安全超高（m）	1.59	1.70
洪水运行干滩长度（m）	318.00（159.00）	340.00（170.00）
《尾矿设施设计规范》要求最小干滩长度（m）	70	70
《尾矿设施设计规范》要求最小安全超高（m）	0.7	0.7
《构筑物抗震设计规范》要求最小干滩长度（m）	78	95

表2-13 枫树岭尾矿库加高扩容后安全运行管理主要控制指标表

沉积滩顶标高（m）	防洪高度（m）	防洪高度范围内干滩平均坡度i	汛前干滩长度（m）
+140~+160	≥2.5	1：100≥i≥1：200	≥250

2.4.4尾矿堆积坝

1.堆积坝方案

尾矿堆积坝南侧坝肩库边山脊标高不到+160m,按现有堆积坝轴线直接加高尾矿坝,南侧坝肩山体标高不足,将尾矿堆积坝南侧坝轴线向东侧偏转,使+143m子坝左坝肩位于枫2#副坝东北侧山体上。

2.滩面处理

在枫1#副坝北侧及东侧区域滩面需填土处理,形成+140m平台,处理面积约17500m²。

3.子坝

与现有尾矿堆积坝堆坝方式一致,入库尾矿的组分、粒径分布、含水量、密度、材料力学性能参数、尾矿量等指标,详见2.3.4、2.3.10、2.4.1、2.4.3等章节;堆积坝平均外坡坡比为1:5.0。基建期堆筑第19级子坝(坝顶标高+143m),其它子坝随滩顶标高抬升适时堆筑。共堆积7级子坝,前6级子坝高3m,最后一级子坝高2m,坝顶宽3m,内外边坡均为1:2.0。采用库内尾砂堆筑,坝顶及坡面覆土,坡脚设浆砌石排水沟。

2.4.5尾矿堆积坝排渗设施

为增强现有尾矿坝稳定,增设坝体排渗设施,包括两部分:

(1)尾矿堆积坝排渗

分别在尾矿堆积坝南侧+105m平台、尾矿堆积坝南侧+140m平台,共设两口辐射排渗井。每口井井深拟为10m、内径3.6m、壁厚0.35m计,单口布置1000m辐射管、100m导水管。

(2)预埋排渗管

分别在+143m、+149m、+155m级子坝堆筑时埋设于滩顶，采用 $\phi 160 \times 11.8$ HDPE花管作为排渗管，外包无纺土工布。

2.4.6副坝

加高枫3#副坝，同时新增枫4#副坝、枫5#副坝。坝体均采用混凝土重力坝坝型，坝体浇筑材料均为C20W6混凝土；坝基均进行固结灌浆，固结灌浆孔深5m，分缝处设止水铜片和橡胶止水带各一道，整个横缝内填塞聚乙烯泡沫板。

(1) 枫3#副坝加高

在已建枫3#副坝+140.00m标高以下部分坝体基础上加高，已有坝体在库内侧，加高部分在已有坝体外侧基础开挖后浇筑。浇筑前，已有坝体衔接面应凿毛并清洗干净。

枫3#副坝加高后坝顶标高为+160.00m，地面标高为+137.00m，坝高23.00m；已建坝体清基面标高+127.00m，坝顶和清基面之间最大高差为33.00m；坝长104m，坝顶宽5.00m，两侧设栏杆；上游面坡比为1：0.1，下游面坡比为1：0.8。

枫3#副坝基底部分区域及坝轴线延长线一定范围内，做垂直防渗处理，垂直防渗措施为帷幕灌浆。帷幕灌浆轴线长约130m，一排灌浆孔，孔径90mm，孔距3m左右。

枫3#副坝加高部分坝基开挖工程量约为11500m³，固结灌浆面积约850m²，浇筑C20W6混凝土用量约为27500m³。

枫3#副坝修筑好后，在库内侧填土形成宽顶坝，填方区顶部标高和副坝一致，宽10m，边坡坡比为1：2.5。填土方量为 8.5×10^4 m³，采用尾矿库管理道路开挖土石料填筑。

(2) 枫4#副坝

枫4#副坝坝顶标高为+160.00m，地面标高为+152.00m，坝高8.00m；清基面标高+149.00m，坝顶和清基面之间最大高差为11.00m；坝长120m，坝顶宽5.00m，两侧设栏杆；上游面竖直，下游面坡比为1：0.8。

枫4#副坝坝基开挖工程量约为3600m³，固结灌浆面积约800m²，浇筑C20W6混凝土用量约为7200m³。

(3) 枫5#副坝

枫5#副坝坝顶标高为+160.00m，地面标高为+151.00m，坝高9.00m；清基面标高+146.00m，坝顶和清基面之间最大高差为14.00m；坝长77m，坝顶宽5.00m，两侧设栏杆；上游面竖直，下游面坡比为1：0.8。

枫5#副坝基底部分区域及坝轴线延长线一定范围内，做垂直防渗处理，垂直防渗措施为帷幕灌浆。帷幕灌浆轴线长约130m，一排灌浆孔，孔径90mm，孔距3m左右。

枫5#副坝坝基开挖工程量约为3000m³，固结灌浆面积约600m²，浇筑C20W6混凝土用量约为5900m³。

枫5#副坝修筑好后，在库内侧填土形成宽顶坝，填方区顶部标高和副坝一致，宽10m，边坡坡比为1：2.5。填土方量为5.6×10⁴m³，采用尾矿库管理道路开挖土石料填筑。

2.4.7排洪系统

1.排洪系统

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计（报批稿）》中，枫树岭尾矿库排洪系统进水口将进行移位。新的进水构筑物为双格排水斜槽，C30钢筋混凝土结构，净断面尺寸2×1m×1.5m（格

数×单格宽×深），斜槽长44.76m，倾角35°，最高进水标高为+140.00m。排洪系统进水口移位相关构筑物荷载按最终可能尾矿堆积标高（+160m）考虑，相关设施结构设计预留安全余量。

枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程已获江西省应急管理厅批复，批复文件为《江西省应急管理厅关于江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计审查的批复》（赣应急非煤项目设审〔2022〕51号，2022年12月9日）。目前枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程正在施工中，建成验收后，枫树岭尾矿库将通过新的排水斜槽进水泄洪。

枫树岭尾矿库加高扩容项目启动时，枫树岭尾矿库排洪系统进水口向库尾移位已实施完毕。只需将移位新建设的排水斜槽往上延伸至+160m标高，其它不变，斜槽长度增加约35m。

为消除加高扩容后安全隐患（避开已封堵排水井），将排洪系统进水口移位工程设计的新建排洪隧洞下游段改道，与已有排洪隧洞衔接点改至老尾矿库5#副坝附近。为钢筋混凝土衬砌圆拱直墙式水工隧洞，洞净断面尺寸为2m×2.5m（宽×高）。改道段隧洞平面投影长约613m，隧洞纵坡2.6%。

改道后，原排洪系统进水口移位工程末端302m排洪隧洞取消，新增改道段排洪隧洞长613m，增加隧洞长311m，全部为D2型隧洞。

综上所述，隧洞全长1200.5m，平均纵坡3.04%。

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位方案设计（评审修改版）》已对原排水斜槽出口连接隧洞封堵进行设计，相关构筑物荷载按最终可能尾矿堆积标高（+160m）考虑，相关设施结构设计预留安全余量。

本项目实施前，应对原排水斜槽出口连接隧洞安全封堵。

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计（报批稿）》拟推荐的施工技术措施：

（1）斜槽及洞口施工措施建议

进水口处沉积尾砂层厚约 3.5m，水深约 4m。为便于斜槽及隧洞洞口施工，建议在斜槽西侧设置拦水围堰。

围堰采用周边挖取的土石料水下抛填，待围堰坝体初步形成具备挡水条件后，将围堰内集水抽出，再加固围堰，形成稳定挡水构筑物。

围堰顶标高根据施工时库水位标高确定，宜高出库水位约 1.0m，顶宽 4m，轴线长约 55m，迎水面（西侧）坡比取 1：2.0，背水面（东侧）坡比取 1：3.5，采用周边开挖土石料碾压填筑。

（2）隧洞施工措施建议

由于隧洞进口库水位较高，出口处现有隧洞仍在使用的，为加快隧洞施工，可在隧洞沿线设数处施工斜井，用于施工进出口及出渣通道。

为便于小型矿车运输，建议斜井断面尺寸为 3.0m×3.0m（城门洞型），斜井坡度控制在 25° 左右。施工斜井使用完毕后采用钢筋混凝土安全封堵。

隧洞施工时，应注意施工顺序，为避免推测断层（F1）通过地段出现透水，排水困难带来安全风险，先开挖该区段下游隧洞，待下游隧洞贯通具备排水条件后，再开挖推测断层（F1）通过地段隧洞。

（3）施工防排水建议

由于库水位较高，需要施工单位考虑施工期间的降水、排水措施。建议施工单位进场前编制详细施工方案，并对可能发生的突发情况编制应急预案。应关注的重要环节有：

①关注拦挡围堰的稳定性和库水位的变化，如库水位升高或围堰出现

险情应及时加高加固。

②斜槽底部施工场地排水设施应具备安全持续运行能力，及时排除集水。

③隧洞掘进时密切关注围岩情况，如出现大量涌水应及时撤离现场，排水措施到位并正常运行时，再安排复工。

④密切关注天气预报，一旦有雨情，应根据降雨量采取相应措施。

2.应急排洪系统

为满足枫树岭尾矿库防洪安全，提高应急防洪能力，按《枫树岭尾矿库加高扩容可行性研究报告审查会议专项会议纪要》（江西铜业集团银山矿业有限责任公司，银司行纪工程字〔2023〕27号，2023年4月27日），增设枫树岭尾矿库应急排洪系统，进水口设于库区尾部（尾矿回水泵站所在山谷内），排洪隧洞出口设于新建酸性水调节池东侧山坳内（但水流不排入酸性水调节池）。

应急排洪系统进水构筑物为1座直径为3.0m的框架式排水井，连接1条为钢筋混凝土衬砌圆拱直墙式水工隧洞。隧洞净断面尺寸为2m×2.5m（宽×高），平面投影长约304m，隧洞纵坡2.96%。应急排洪系统下游的排水设施为银山河导流隧洞，隧洞现净断面尺寸为2.2m×2.6m（宽×高），水平投影长约1100m，纵坡约1.0%。本次拟对该隧洞断面进行扩大，扩大后净断面为城门洞型，尺寸为3.0m×3.5m（宽×高），开挖石方量约 $1.1\times 10^4\text{m}^3$ ，钢筋混凝土衬砌用量约 $0.6\times 10^4\text{m}^3$ 。

2.4.8安全监测设施

枫树岭尾矿库有完善的监测设施，本次加高扩容工程在加高部分堆积坝增设位移监测和浸润线监测设施。

(1) 尾矿堆积坝共布置27个位移监测点，24个浸润线监测孔。

(2) 3座副坝坝顶各设置位移监测点2个，共6个。

其他监测设施利旧。

2.4.9 辅助设施

尾矿库管理道路由南向北依次连接枫2#副坝坝顶（标高+140m）、枫4#副坝坝顶（标高+160m）、排水斜槽（标高+160m）、回水浮动泵站斜坡道相关设施场地（标高+160m）、枫5#副坝坝顶（标高+160m）、枫3#副坝坝顶（标高+160m）。

尾矿库管理道路按照辅助道路标准修建，路面宽3.5m，路基宽4.5m，最大纵坡9%，最小平曲线半径15m。道路采用级配碎砾石路面，路面结构：50mm砂砾磨耗层、200mm级配碎砾石面层、150mm碎石垫层。在枫4#副坝与回水浮动平台泵站斜坡道相关设施场地之间路段的道路内侧设置尾矿回水管线通道，宽度1m，回水管线沿通道铺设，并由西区排土场东侧道路连接至现有回水管网。

道路土方坡比暂采用1:1.5，挖方坡比暂时采用1:1.0，每10m高分台阶，中间设置2m宽护坡道。土方边坡护坡暂时采用草籽护坡方式，挖方边坡护坡暂时采用水泥喷浆护坡方式。道路内侧设置排水沟，路面通过路面横坡及纵向排水边沟排出路面及边坡水，沟底纵坡与路线纵坡一致。全线路非挖方侧设置波形梁护栏。本次道路路基开挖产生高边坡，其边坡坡比及支护方式为暂定，需委托具备相关资质的单位开展边坡工程地质勘察工作，并进行边坡支护专项设计。

2.4.10 个人安全防护

银山矿业已安排专职运行管理人员，并配备了安全帽、探照灯、绳索、

通讯设备、雨衣雨鞋、救生衣、救生圈、劳保鞋等常规个人安全防护设施，可以满足尾矿库安全管理人员作业要求。

2.4.11 安全标志

枫树岭尾矿库库区内树立有各类安全警示牌、安全标志。

2.4.12 安全管理及其他

一、安全管理

1. 安全管理机构

银山矿业实行公司、厂（场）、班组三级安全管理，设有安全生产委员会，制定有安全生产管理制度；安全生产综合监督管理由安环部负责，配有专职安全管理人员，负责监督管理全司安全生产工作。选矿厂设有专职安全员，配有5名专职安全管理人员，负责选矿厂和枫树岭尾矿库安全管理和安全监测工作。

枫树岭尾矿库的安全管理工作具体由精尾工段负责管理，配有正、副段长各一名，设置了尾矿班，每班2人，实行24h值班巡查监管。

银山矿业认真贯彻落实《关于进一步加强非煤矿山安全生产工作的通知》（矿安〔2022〕4号）文件要求，配齐了2名技术人员负责枫树岭尾矿库的安全技术管理。

2. 安全培训与教育

银山矿业实行公司、二级单位、班组三级安全教育制度，安全培训与教育工作由安环部负责，制定了年度安全培训计划，新职工进矿先进行三级安全教育，换岗、复岗职工先经过安全教育，再安排上岗，特种作业人员经过专门培训，考试合格后持证上岗。

3. 安全生产制度建设

银山矿业已建立健全了安全生产责任制、安全生产管理制度、岗位安全操作规程。

安全生产责任制包括主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位等在内的安全生产责任制。

安全生产管理制度包括安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患整改制度、设备设施安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度、安全目标管理制度、安全例会制度、事故隐患排查与整改制度、领导带班下井制度、安全技术措施审批制度、劳动防护用品管理制度、特种作业人员管理制度、图纸技术资料更新制度、安全技术措施专项经费管理制度、应急管理制度、尾矿库管理制度等。

岗位安全操作规程包括全矿通用安全操作规程及采矿、选矿、动力、运输、建筑安装、机械加工、尾矿工等各岗位安全操作规程。

上述安全生产责任制、安全生产管理制度、岗位安全操作规程均得到了较好执行，在相关场所张贴上墙，有检查、有考核。

4. 安全生产事故应急救援预案及物资

银山矿业于2020年5月重新编制了《江西铜业集团银山矿业有限责任公司生产安全事故应急预案》（包括有枫树岭尾矿库生产安全事故应急预案），《江西铜业集团银山矿业有限责任公司生产安全事故应急预案》包括1个综合应急预案、12个专项应急预案、13个现场处置方案。2020年5月18日，《江西铜业集团银山矿业有限责任公司生产安全事故应急预案》在上饶市应急管理局进行了备案，备案号：YJYA362325-2020-1005。

银山矿业成立了应急管理机构、应急救援指挥办公室和应急救援指挥部等，配备了应急救援物资器材，并按规定制定了应急演练计划，组织了应急演练，进行了评估和总结，保留有影像资料和相关记录。

2023年4月4日，银山矿业组织了一次尾矿库洪水灾害应急处置演练活动，保留有影像资料。

5.安全投入

银山矿业制定了2023年度安全技术措施费用提取和使用计划，主要用于矿方的安全措施更新改造项目及安全生产费用成本投资。2023年1~5月份，已提取20326833.20元，已使用1653223.90元，安全生产费用成本投资主要包括以下内容：安全防护设备、设施购置、维护、维修支出；救援器材、设备和人员安全防护物品；安全生产检查及评价支出、重大危险源重大事故的评估整改监控等措施经费。

6.安全检查

银山矿业正常开展了公司级、选厂、班组级安全检查工作，对尾矿库进行了日常巡视，并建立日常运行记录，有公司级、选厂、班组级安全检查情况及隐患整改情况记录。

7.工伤保险及安全生产责任险

银山矿业为从业人员购买了工伤保险和安全生产责任险。

8.隐患排查治理及风险分级管控双重机制建设

(1) 隐患排查体系建设情况

银山矿业已按照江西省应急管理厅要求建立隐患排查治理体系，建立了事故隐患排查治理制度，制定了公司、厂级、班组隐患排查责任清单，明确了自查、自改、自报机构责任人及联络人，全面开展隐患自查自报。

每月、每季、每年对本单位事故隐患排查治理情况进行统计、分析、登记、报送，并对已发现的隐患按照“五落实”的要求及时进行了整改，线上根据江西省应急管理厅的文件要求，每月“双十五”登陆江西省安全生产监管信息系统进行隐患排查信息填报，线下建立健全隐患排查登记台账，实现了隐患整治各环节信息清晰、可控、闭环管理，隐患排查治理体系运行良好。

（2）风险分级管控体系建设

根据尾矿库风险特点，全面开展危险源辨识和风险评价，银山矿业将安全风险等级从高到低划分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险，分别用红、橙、黄、蓝四种颜色标示，绘制了枫树岭尾矿库安全风险空间分布“红橙黄蓝”四色图，建立了管控责任清单、管控措施清单和应急处置措施清单，编制了风险评估报告、应急资源调查报告、应急处置卡等，制定了危险源及预控措施公告牌，风险分级管控体系较完善。

9.安全生产标准化

2014年枫树岭尾矿库获得了江西省安全生产监督管理局颁发安全生产标准化二级证书和牌匾，其后进行了安全生产标准化二级达标复审，获得了江西省应急管理厅2020年5月11日颁发的安全生产标准化二级证书和牌匾，证书编号：赣AQBW II [2020] 029（有效期至2023年5月）。

2023年6月中旬，江西省应急管理协会组织专家组对枫树岭尾矿库安全生产标准化运行情况进行了复评，认为枫树岭尾矿库安全生产标准化等级达到拟申请等级。

10.事故情况

枫树岭尾矿库自取证以来，一直无安全事故，保持了较好的安全生产平稳态势。

二、下游搬迁

为消除尾矿库“头顶库”的形成条件，《可研报告》认为枫树岭尾矿库初期坝坡脚起至下游尾矿流经路径1km范围内居民应搬迁。

三、尾矿输送泵站

目前预计依旧保持一级输送，在现有的两台串联泵的出口再增设一台250NS-NZJAHPP-MR，扬程45m，功率450kW，配套相应变频设备，变成3台泵串联运行，总扬程达到175m。所有设备运行可以保持现有状态运行，且运行稳定，易于维护。

四、回水浮动平台泵站斜坡道相关设施

将现有回水浮动平台泵站移位，位于枫树岭尾矿库库尾最东侧，新设置斜坡道1条。场地自然地形标高介于+160~+175m之间，场地设计标高为+160m，使用标高为+138m~+160m。场地内主要布置卷扬机房、变压器等设施。新建尾矿库管理道路从场地东侧穿过。

现有库区范围内尾矿库回水管将淹没于库内，在新的尾矿库管理公路新设置回水管线，与库外部分回水管相连，新增回水管线规格和已有回水管线相同，长约1000m。

五、过电压保护及防雷与接地、照明

1.过电压保护

为防止电气及控制设备免遭雷击过电压设计采用如下措施：

架空线路：6kV架空线路每200m安装避雷器，在架空转电缆处设避雷器。架空地线接地电阻不大于10Ω。

380V配电装置：在变电所二次进线侧、配电给外车间的低压回路设过电压吸收装置（SPD）。

上述设备控制室做等电位连接。

进出配电室、控制室的电力电缆金属外皮、或非铠装电缆金属保护管应做接地。电气装置外露导电部分和装置外导电部分（如电气装置的金属外壳、电缆桥架、金属管道、金属构件、屏蔽电缆等）均应做保护性接地。

2.防雷与接地

本工程建筑物按第三类防雷建筑物考虑。非金属屋面在屋顶四周设金属避雷网，金属避雷网通过混凝土结构钢筋或钢结构与建筑物基础钢筋网连接；金属屋面建构物尽量利用金属屋面作为接闪器，钢结构或混凝土柱内钢筋作为引下线与建筑物基础钢筋网连接。当自然接地体基础钢筋网不能满足接地电阻的要求时，在建筑物周围埋设闭合接地网带与基础钢筋相接，利用基础内钢筋和接地装置作为接地极。

防雷接地电阻 $\leq 10\Omega$ ，配电站及车间变电所接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，计算机系统接地网接地电阻应满足 $\leq 1\Omega$ 。当上述三种接地共用一套接地装置时，接地电阻 $\leq 1\Omega$ 。距车间变电所超过50m的MCC站应设置重复性接地装置，接地电阻 $\leq 10\Omega$ 。

3.照明

工业厂房照明采用高效节能灯具、优先考虑选择LED灯。工业厂房控制室、调度室、通讯机室采用高效节能灯（LED光源）。

六、建设计划与投资估算

1.建设计划

综合考虑当地自然条件及气候条件、外部建设条件、枫树岭尾矿库剩余服务年限等因素，本项目从2023年开始准备，2024年开始建设，基建期约2年，2026年前投入使用。

本项目为加高扩容项目，尾矿坝等需在已有尾矿库滩顶上建设，该部分内容只能在枫树岭尾矿库到达已设计标高后才能开始实施。

2.投资估算

枫树岭尾矿库加高扩容工程主要工程内容有：尾矿堆积坝（含基础处理、子坝、排渗设施、排水沟等内容）、副坝（含枫3#副坝加高、新建枫4#副坝、枫5#副坝等工程内容）、排洪系统（移位后排水斜槽延伸至+160m标高、增设应急排洪系统）、尾矿库监测设施、渗水回收泵站改造、尾矿输送系统改造及尾矿库回水浮动平台泵站移位、管理道路等。

项目投资估算为36668万元。其中工程费用11859万元，工程建设其他费用13809万元（含征地拆迁补偿费用12000万元），工程基本预备费11000万元，不含后续生产中投入工程直接费用2503万元。

3 定性定量评价

按照评价单元划分原则和方法，考虑枫树岭尾矿库实际情况和枫树岭尾矿库中危险、有害因素的危害程度，划分以下六个单元：

- (1) 库址选择单元。
- (2) 尾矿坝下游环境单元
- (3) 尾矿坝单元。
- (4) 防洪系统单元。
- (5) 安全监测设施单元。
- (6) 综合单元（包括辅助设施、安全标志、回水浮动平台、安全管理等）。
- (7) 重大危险源辨识单元

本报告采用预先危险性分析、安全检查表法、LS 法，事故树分析、专家评议法等定性评价方法和溃坝模拟分析、稳定性计算、洪水计算等定量评价方法。

3.1 库址选择单元

3.1.1 危险、有害因素辨识和分析

1. 暴雨

(一) 暴雨危险因素辨识

库区属亚热带湿热气候区，湿润多雨，多年平均降水量为 1996.6mm，最大年降水量为 2803.6mm（1998 年），最小年降水量为 1312.8mm（2000 年），最大日降水量为 311.7mm（1998 年 7 月 23 日），最大小时降水量为 67mm（1998 年 7 月 23 日）。连续七日最大降雨量 500mm（1998 年 7 月 17～23 日）。最大日降雨量 331.7mm（1998 年 7 月 23 日）。100a 一遇的连续

24h 最大降水量 356.2mm，500a 一遇的连续 24h 最大降水量 452.4mm。多年 1h 最大降水量 97.7mm（1998 年 7 月 23 日 6 点 50 分）。每年的 3~7 月为丰水期，降水量占全年降水量的 70%左右。由此可知，枫树岭尾矿库所处地区暴雨频繁，尤其是近些年极端天气经常性发生。

（二）暴雨危险因素产生原因

- （1）防排水设施、设备不完善或不能正常使用。
- （2）没有及时获取暴雨信息。
- （3）没有及时采取相应的措施。

（三）暴雨危害方式及后果

暴雨危害主要体现在：冲毁尾矿库截、排水设施、公路运输设施等，造成尾矿库安全设施、辅助设施、设备损坏，严重造成矿山停产停工。

暴雨对枫树岭尾矿库的正常生产将带来相当大的危害，主要是冲刷坝体造成拉沟，甚至坝体垮塌；或者库区周边山体滑塌，尤其是排水斜槽两侧山体一旦垮塌，堵塞排水通道，容易造成洪水漫顶，继而溃坝。企业应提前配齐备足应急抢险物资、密切关注气象预报信息、确保通讯畅通、组织开展尾矿库险情应急演练活动。

2.山体滑坡、泥石流

枫树岭尾矿库属赣东北剥蚀构造丘陵区及山间河（沟）谷区，植被发育。地形标高+43~+260m。山脊总体走向以北东向为主，山顶多呈浑圆状，海拔标高在+118~+260m 之间，山坡坡度多在 20°~25°，局部地段可达 40°以上。沟谷形态库区呈 U 字型，坝区呈 V 字型。库区自然边坡较缓，因封山育林，植被较发育，人类工程活动少，不良地质现象（崩塌、滑坡等）不发育。但局部山坡存在崩塌及小型滑坡现象，主要由于切坡修路形成临空面

后未进行支护措施，后因暴雨形成小型崩塌及滑坡现象，故在自然条件下场区不具备产生滑坡、泥石流等地质灾害条件。本次加高扩容工程需要开挖山体修建尾矿库管理道路和排水斜槽、排水井，可能造成局部山体崩塌及滑坡现象，应引起注意，及时采取措施加以防范、处理。

3.雷电

(1) 雷电灾害辨识

暴雨时，一般会有雷电发生，特别在夏季，为雷电的多发期，常有较强的雷电发生；江西省地处亚热带湿润季风气候区，雨量充沛，雷暴活动频繁，属于多雷区、强雷区。据江西省闪电定位系统测定，全省每年落雷40~90万次，雷击灾害严重。2017年全省落雷565087次，全省年平均落雷密度为3.38次/km²，全省各县市平均雷电日为83.9d。每年的3~6月、8月，以及午后和傍晚是雷击事故的高发期，占全年81.3%。赣北和赣东发生雷灾明显偏多。曾经德兴市就发生过雷击死伤人员的事件。因此，枫树岭尾矿库库区存在雷电灾害。

(2) 产生雷电灾害原因

- ①建（构）筑物无防雷设施，或防雷设施缺陷。
- ②防雷意识淡薄，防雷知识缺少。
- ③防雷预警信息缺陷。

(3) 雷电灾害发生场所

- ①建（构）筑物，特别是凸出的高处建筑及安装有电气设备的建（构）筑物，如尾矿坝坝顶、配电所、室外变压器台等。
- ②空旷、潮湿地方，特别是空旷、潮湿地方构筑物或大树，如枫树岭尾矿库的尾矿沉积滩滩面、坝体顶部、回水浮动平台等处。

③金属管网及有线、无线通讯处。

(4) 雷电灾害后果

雷电通过闪电形成的强大电流、高温对人、财产、自然资源进行破坏。造成人员受伤、火灾、设备损坏及财产损失，严重时，会造成人员伤亡。

枫树岭尾矿库其初期坝、副坝、堆积坝、沉积滩、回水浮动平台、供电线路沿途等处于空旷地带，雷电通过闪电形成强大电流、高温对人、建构物、树木等进行破坏，造成人员伤亡、火灾、建构物损坏。

4.严寒冰冻

库区极端最低气温 - 10.4℃，枫树岭尾矿库存在严寒冰冻危害。

严寒冰冻主要危害：操作人员行动迟缓、动作不协调或者缩手缩脚；巡坝道路路面及坝坡面结冰，人员行走不便或容易摔跤，或引起车辆伤害；供电、通讯线路覆冰，线路压断，导致供电、通讯中断；放矿管路“爆管”，矿浆四处溢流，造成坝坡面拉沟，甚至坝体垮塌；库水面或矿浆结冰，容易形成冻土层，堆积坝体抗剪强度下降，甚至矿浆反流导致坝体垮塌。

5.大风

库区全年主导风向 NNE，存在大风危害。大风的危害较大，主要是人员行走不便、刮倒树木、吹翻屋面、吹倒简易房屋、扬尘等。

6.地震

枫树岭尾矿库库区位于地壳相对稳定区，远离现代强震震中或强的发震断裂带，属于地震烈度较低的区域，根据江西省地震年表记载及江西省地震台网资料，历史上德兴市有记载的地震均属轻微地震，且活动频度低。

据《中国地震动参数区划图》《建筑抗震设计规范》，抗震设防烈度为 VI 度，地震动峰值加速度 0.05g，地震反应特征周期为 0.35s，枫树岭尾矿

库可能有地震危害。

3.1.2 安全检查表法评价库址选择单元

(1) 安全检查表法分析、评价库址总体平面布置符合性。

表 3-1 库址总平面布置安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	备注
1	库址不在采矿错动区	《工业企业总平面设计规范》	枫树岭尾矿库不在采矿错动区。	符合规程规范要求。
2	不宜位于工矿企业、大型水源地、重要铁路和公路、水产基地和大型居民区上游。	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	枫树岭尾矿库库区范围内无居民、农田，无工农生产设备及设施。下游 1km 无工矿企业、大型水源地、重要铁路和公路和大型居民区。	符合规程规范要求。
3	不应位于全国和省重点保护名胜古迹的上游。不应设在风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	该库下游无全国和省重点保护名胜古迹。无风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区。	符合规程规范要求。
4	应避开地质构造复杂、不良地质现象严重区域。	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	库区第四系土层大面积覆盖，厚度较大，没有灰岩露头，其它基岩露头也基本没有，所以库区地表不良地质现象主要为冲沟，无其它如落水洞、漏斗、岩溶、塌陷等不良地质现象。	符合规程规范要求。
5	应不占或少占农田、不迁或少迁村庄。	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	该库不占农田，主坝下游 1km 范围内的居民应搬迁、房屋应拆除。	符合规程规范要求。
6	不宜位于开采价值的矿床上面。	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	该库库区范围内不压覆矿产资源。	符合规程规范要求。
7	汇水面积小，有足够的库容和初、终期库长。	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	滩顶标高为+140m 时，枫树岭尾矿库汇水面积 $F=1.06\text{km}^2$ ，加高扩容工程实施后，新增库容 1578 万 m^3 。	符合规程规范要求。
8	筑坝工程量应小，生产管理方便。	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	主要新建枫 4#、枫 5#副坝、加高枫 3#副坝、再堆高尾矿堆积坝 20m。	符合规程规范要求。
9	尾矿库库址选择应尾矿输送距离短，能自流或扬程小。	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	枫树岭尾矿库采用湿式上游法筑坝，尾矿浆泵扬至堆积坝前均匀放矿。	符合规程规范要求。

(2) 安全检查表法分析、评价库区工程、水文地质条件。

表 3-2 库区工程、水文地质条件安全检查表

序号	检查项目	依据标准	检查结果	备注
1	地形地貌	《岩土工程勘察规范》	库坝区地貌因受主要构造线控制，山脉呈北东，南西向长条岗垄地貌，北东高于南西，属赣东北剥蚀构造丘陵区及山间河（沟）谷区，植被发育。	符合规范要求。
2	地质构造	《岩土工程勘察规范》	库区双桥山群浅变质岩系构造运动早期主要为褶皱构造和断裂构造发育。褶皱构造主体是银山背斜，其轴向北 $45^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，向北东倾伏。断裂构造主要是沿背斜轴产生，在背斜西翼，北东东向的压扭性断裂和裂隙发育；在背斜南东翼，北北东向的扭性断裂、北北西向的张扭性断裂及北西向的张性断裂较发育。后期构造主要是断层，褶皱构造不明显。主要有北北东向、北东向、北西向、南北向四个方向的断层。勘察区受前期南北压扭、次火山入侵和后期新构造作用的影响下，产生了一系列沿断裂破碎带伴生的拉张、剪切裂隙。	符合规范要求。
3	地层岩性	《岩土工程勘察规范》	本区出露地层为中元古界双桥山群浅变质岩系（Ptsh）及第四系残坡积、冲洪积层（Q）。	符合规范要求。
4	水文地质条件	《岩土工程勘察规范》	库区地表水体较为贫乏，库区内存在两种地下水类型：即松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，大气降水及矿山泄出（尾矿浆）是其主要补给来源，对本拟建工程影响较小。	符合规范要求。
5	库岸边坡稳定性	《岩土工程勘察规范》	库岸边坡稳定。	符合规范要求。
6	库区渗漏	《岩土工程勘察规范》	库区内暂无渗漏问题。	现场检查情况。
7	场地地震效应	《岩土工程勘察规范》	库区位于地壳相对稳定区，远离现代强震震中或强的发震断裂带，属于地震烈度较低的区域，根据江西省地震年表记载及江西省地震台网资料，历史上德兴市有记载的地震均属轻微地震，且活动频度低。据《中国地震动参数区划图》《建筑抗震设计规范》，抗震设防烈度为VI度，地震动峰值加速度 $0.05g$ ，地	符合规范要求。

			震反应特征周期为 0.35s。场地属稳定场地，适宜本工程建设。	
8	应避开断层、断层破碎带、溶洞区，以及天然滑坡或泥石流影响区。	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》3.1.4	场地未见对地形、地貌和植被状况有较大改造的人类活动，但局部山坡存在崩塌及小型滑坡现象，主要由于切坡修路形成临空面后未进行支护措施，后因暴雨形成小型崩塌及滑坡现象；未见其它较大的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等不良地质作用，场地基岩为千枚岩，不存在岩溶问题；无人为的地下开采活动，不存在采空区不良地质现象。	符合规范要求。
9	禁止选在江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪泛区。	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》3.1.5	枫树岭尾矿库库区地貌类型主要为侵蚀剥蚀构造丘陵，由双桥山千枚岩组成，山体植被较茂密。	符合要求。

3.1.3 库址选择单元分析与评价

一、枫树岭尾矿库与周围环境的相互影响

枫树岭尾矿库加高扩容工程不管是建设过程中或建成运行当中都会对周围环境造成影响，主要影响如下：

1. 枫树岭尾矿库加高扩容工程建设及运行过程中，分别需要自卸汽车、工程车、推土机、装载机、挖掘机开挖山体、运输土石方和建筑材料及应急物资，修整堆积坝坝坡面等。运输车辆出入枫树岭尾矿库的巡坝道路沿途，以及在库内干燥的尾矿沉积滩滩面上行驶、修整尾矿堆积坝过程中，容易扬尘，对枫树岭尾矿库附近的树木、植被造成粉尘污染。

2. 枫树岭尾矿库加高扩容工程建设、运行期间，运运输车辆噪音对沿途居民产生影响，运输车辆对过往枫树岭尾矿库巡坝道路的附近村民容易发生车辆伤害事故。

3. 枫树岭尾矿库周边均为山岗，库区内无居民村落，除主坝下游 1km 有房屋须拆除外，无其他厂矿企业等，周边环境不危及枫树岭尾矿库建（构）筑物的安全。

4. 银山尾矿库与枫树岭尾矿库相邻，属于不同水系，且银山尾矿库已闭库销号。据此，银山尾矿库对枫树岭尾矿库无安全影响，枫树岭尾矿库对银山尾矿库可能有影响，主要是枫树岭尾矿库南侧与银山尾矿库相邻，设有尾矿堆积坝，如果放矿、堆坝管理不善，可能渗漏、渗流、甚至坝体垮塌，继而影响银山尾矿库。

二、尾矿库与周围环境的相互影响评价结论

从以上分析可知：枫树岭尾矿库加高扩容工程在建设过程中或建成投入使用后，主要对周边环境的影响有粉尘污染、噪声污染、车辆伤害；银山尾矿库不影响枫树岭尾矿库的正常运行；枫树岭尾矿库无序排矿、筑坝可能会影响银山尾矿库。枫树岭尾矿库若未搬迁主坝下游居民即加高扩容工程，在运行期间，可能因放矿、堆坝或水位控制等不符合设计要求，导致洪水漫顶、坝体垮塌，继而影响下游居民正常生产生活秩序，甚至带来生命财产的危险。

3.1.4 尾矿坝溃坝数值模拟分析

本节内容主要摘自《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库溃坝数值模拟分析研究报告》。

一、溃坝三维数值计算模型

为验证挟砂溃坝水流数值模拟的可靠性，本项目以 RNG k- ϵ 湍流模型、溃坝水流模拟为例，通过对已有的溃坝水流模拟算例进行模型验证，从而验证本项目 CFD 模拟方法对溃坝水流（泥沙模型——sediment scour）模拟的正确性和适用性。

1. 尾矿坝三维模型

以尾矿坝剖面图为依据建立初期坝及堆积坝三维模型，并与整体地形

进行相交处理操作，形成尾矿坝三维模型如图 3-1 所示。



图 3-1 尾矿坝三维模型实体

2. 库坝枢纽及下游村庄整体模型

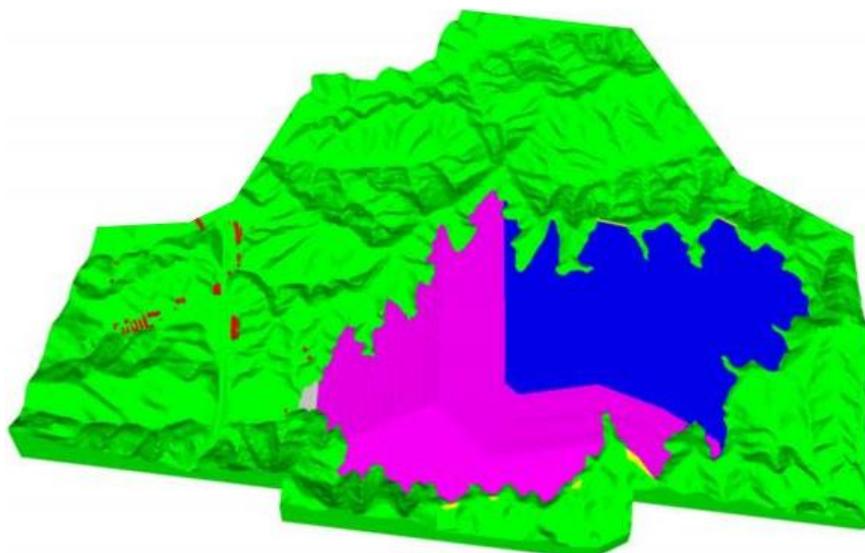


图 3-2 尾矿库整体枢纽及下游村庄整体模型实体

二、尾砂的基本参数及计算工况

(1) 尾砂的基本参数

根据《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库岩土工程补充勘察报告》，岩土物理力学性质指标统计如表 2-6、2-7 所示。根据设计资料中尾矿粒度组成 - 200 目占 65%，故取库内尾砂 $d_{50}=0.074\text{mm}$ ，尾矿干容重 16.67kN/m^3 （折合约 1700kg/m^3 ），内摩擦角 26° 。

(2) 计算工况

本次尾矿库溃坝数值模拟分析计算工况为以上两种：

堆积坝加高扩容末期库内正常运行水位+157.50m，假定排水系统失效，选择堆积坝最大横断面（1-1 断面）处作为初始溃口位置，并叠加 1000a 一遇设计洪水，发生溃坝后下泄的尾砂量最大，对下游的影响也最大，因此，选择堆积坝最大横断面发生溃坝作为计算工况一。

其次，提前拆除银香路两侧监测点 P4~P5、P13~P18 位置处的房屋建筑，尾矿库初始水位+157.50m，叠加 1000a 一遇洪水，假定排水系统失效，堆积坝处发生溃坝，作为计算工况二。

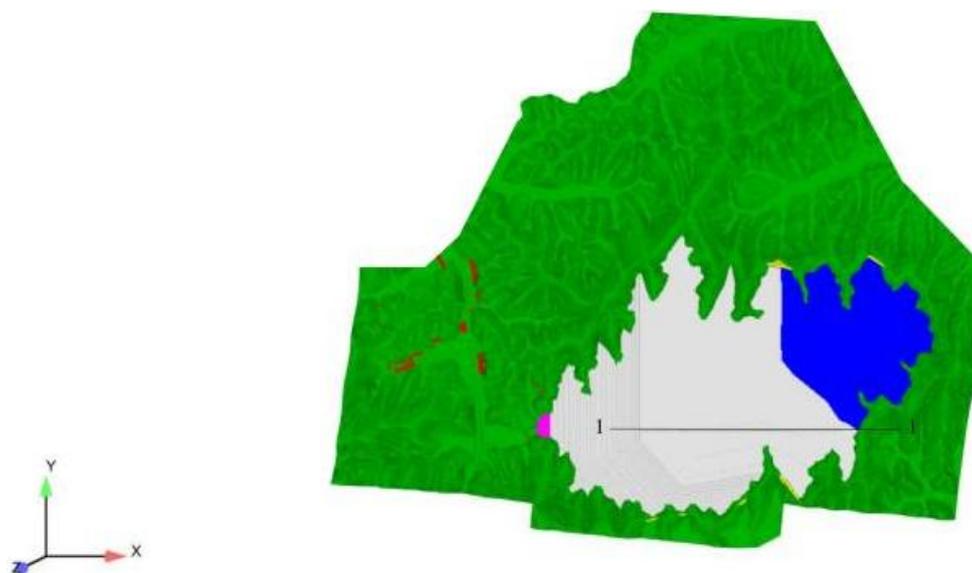


图 3-3 尾矿坝初始溃口位置

三、工况一的溃坝模拟计算分析

1. 设计洪水

图 3-4 所示为 1000a 一遇设计洪水过程线。

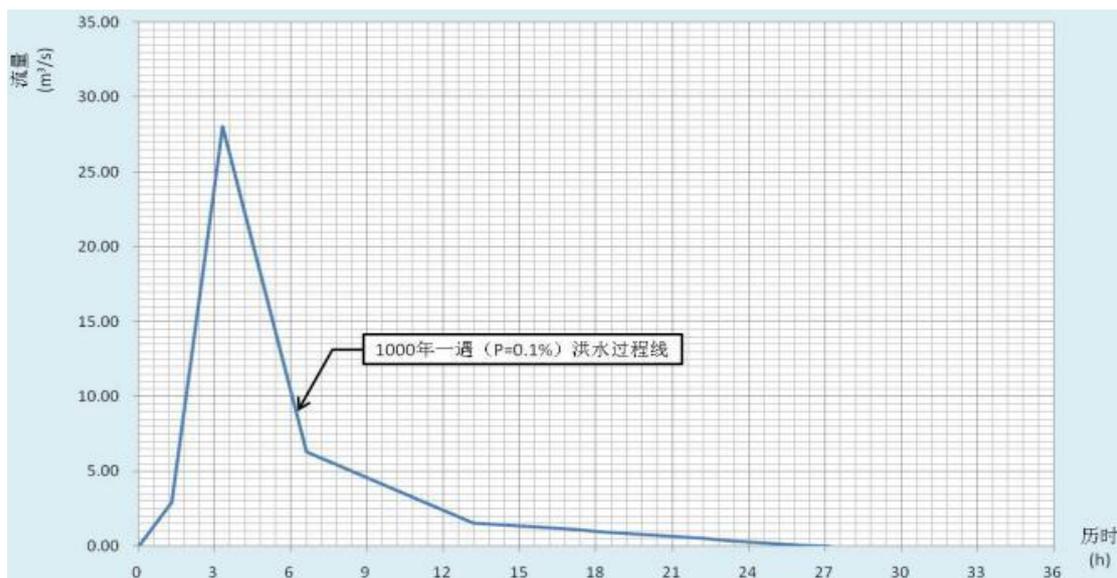


图 3-4 洪水过程线（洪水重现期 1000a）

2. 溃坝计算模型及其边界条件

在尾矿库整体枢纽及下游村庄整体三维数字模型的 1-1 断面位置处预设一溃口，形成如图 3-5 所示的溃坝模拟计算模型。

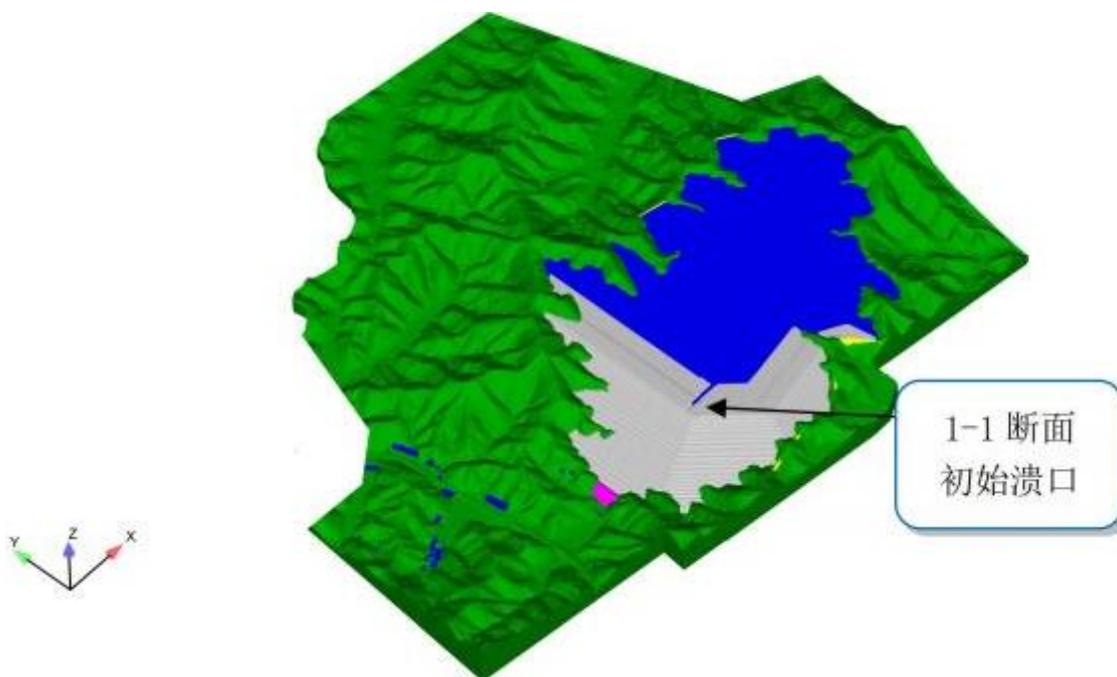


图 3-5 工况一溃坝模拟计算的整体三维模型图

(1) 选用的计算模型及控制参数

选择 RNG k- ϵ 湍流模型和泥沙模型进行溃坝数值模拟计算，泥沙模型

中尾砂特性控制参数根据《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库岩土工程补充勘察报告》取值如表 3-3 所示。

表 3-3 尾砂特性控制参数

平均粒径/mm	干容重/(kg/m ³)	休止角/°
0.074	1700	26

(2) 初始条件设置

溃坝的初始水位为库内水位+157.5m 叠加 1000a 一遇洪水总量 (37.69×10⁴m³) 后的水位, 即+158.385m。由于在数值模型中无法模拟尾矿坝溃坝的薄弱部位, 本模型在模拟时通过人为设定初始溃口来模拟尾矿坝渐溃的薄弱部位, 考虑渐溃的最不利情况, 初始溃口设在尾矿坝最大横断面 1-1 断面处, 初始溃口尺寸为高 4m, 宽 10m。

(3) 监测断面、监测点设置

共设 19 个河道断面和 28 个监测点对其进行数据信息收集分析, 断面分布及其监测点布置如图 3-6 和图 3-7 所示。其中 1-1 断面距离坝轴线约 393m, 2-2 断面距离坝轴线约 444m, 3-3 断面距离坝轴线约 715m, 4-4 断面距离坝轴线约 682m, 5-5 断面距离坝轴线约 604m, 6-6 断面距离坝轴线约 677m, 7-7 断面距离坝轴线约 691m, 8-8 断面距离坝轴线约 676m, 9-9 断面距离坝轴线约 657m, 10-10 断面距离坝轴线约 799m, 11-11 断面距离坝轴线约 886m, 12-12 断面距离坝轴线约 969m, 13-13 断面距离坝轴线约 1039m, 14-14 横断面距离坝轴线约 779m, 15-15 断面距离坝轴线约 900m, 16-16 断面距离坝轴线约 1017m, 17-17 断面距离坝轴线约 357.10m, 18-18 断面距离坝轴线约 386.17m, 19-19 断面距离坝轴线约 286.18m。

监测点 1 的位置高程为+64.08m, 监测点 2 的位置高程为+81.51m,

监测点 3 的位置高程为+83m，监测点 4 的位置高程为+62.62m，监测点 5 的位置高程为+59.94m，监测点 6 的位置高程为+66.53m，监测点 7 的位置高程为+62.24m，监测点 8 的位置高程为+65.24m，监测点 9 的位置高程为+67.06m，监测点 10 的位置高程为+69.665m，监测点 11 的位置高程为+72.35m，监测点 12 的位置高程为+78.05m，监测点 13 的位置高程为+59.82m，监测点 14 的位置高程为+57.91m，监测点 15 的位置高程为+58.33m，监测点 16 的位置高程为+56.57m，监测点 17 的位置高程为+57.48m，监测点 18 的位置高程为+58.95m，监测点 19 的位置高程为+68.65m，监测点 20 的位置高程为+63.145m，监测点 21 的位置高程为+64.72m，监测点 22 的位置高程为+69.39m，监测点 23 的位置高程为+83.42m，监测点 24 的位置高程为+89.73m，监测点 25 的位置高程为+73.51m，监测点 26 的位置高程为+70.61m，监测点 27 的位置高程为+77.97m，监测点 28 的位置高程为+72.48m。

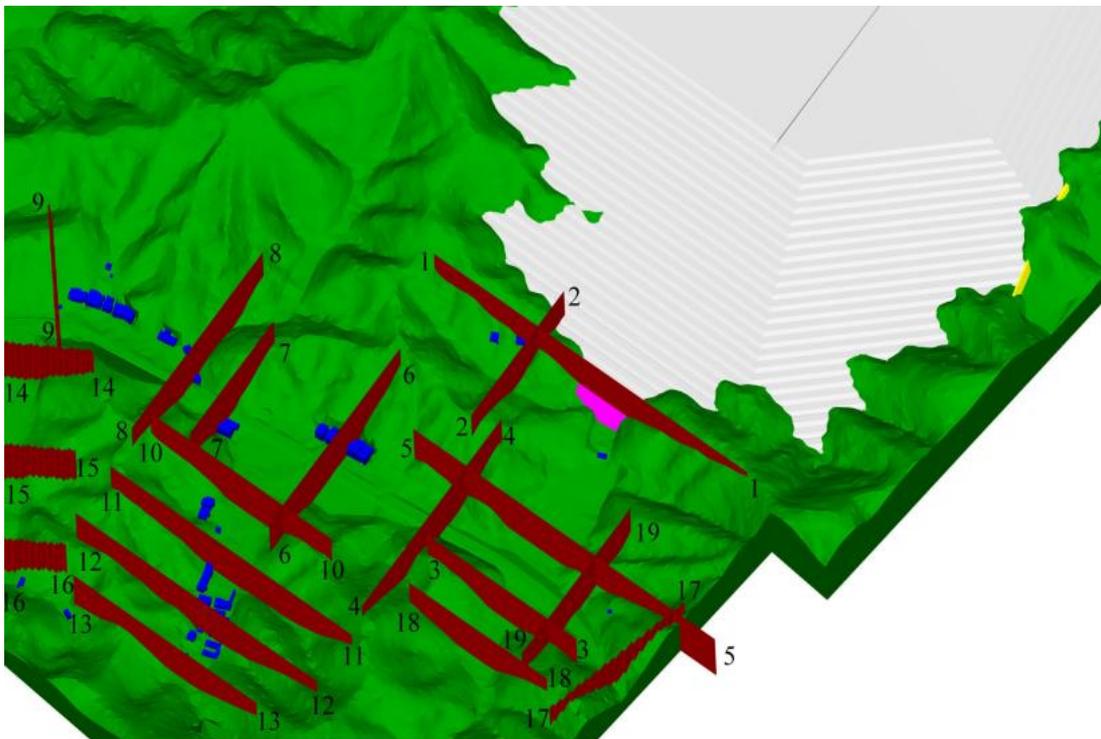


图 3-6 监测断面位置图

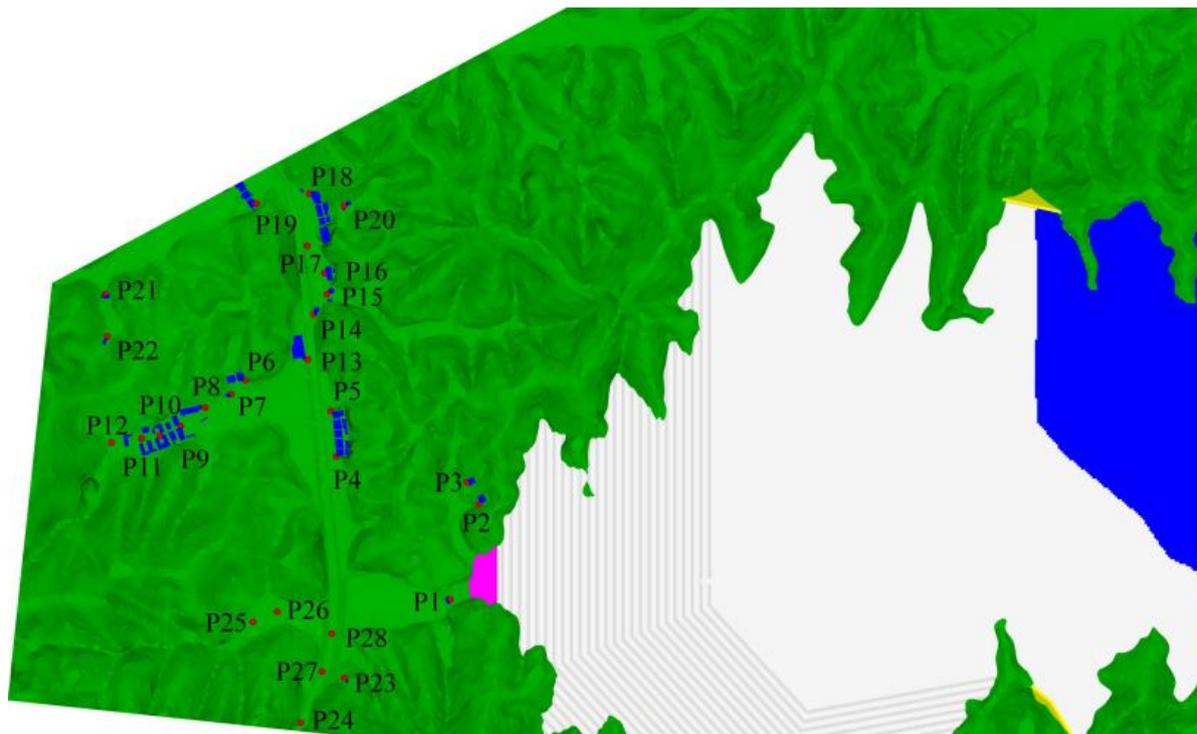


图 3-7 监测点位置图

3. 计算结果与分析

3.1 溃坝水流整体水位场及流速场演进规律

(1) 整体水位场演进规律和淹没情况

从溃坝开始计时共计 6000s。溃坝水流整体演进过程：在逐渐溃坝开始后 2600s 内泥石流沿坝面向下游运动，大约在 2800s 后监测点 P1 位置的两座建筑被溃坝水流波及；3400s 时溃坝水流演进到监测点 P2 和 P3 附近，但由于监测点 P2 和 P3 位置建筑高程较高，不受水流淹没影响，而由于南侧地势较高，溃坝洪水沿着银香路向北演进；3600s 时道路西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P4 和 P5 位置的 12 座建筑被溃坝水流波及；4000s 时刻溃坝水流演进到道路西侧第一个沟谷入口处的路边监测点 P13 附近，监测点 P13 位置的 4 座建筑被溃坝水流波及；4600s 时刻溃坝水流开始分流，一面继续沿着银香路北面演进，一面沿着监测点 P13 西面沟谷演进；道路西侧第一个沟谷的新村一队监测点 P6、P8~P12 不受溃坝水流影响，监测点 P7

受溃坝水流影响较小；4800s 时刻道路北面东侧下游的路边监测点 P14~P16，道路北面及北东侧靠近下游边界的路边监测点 P17~P18 位置处的建筑被溃坝水流波及，同时溃坝水流开始从附近沟谷回流并沿公路向下游继续演进；5200s 时刻道路西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 处的建筑被溃坝水流波及；道路西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22 处建筑及初期坝对面山坳监测点 P25~P26 距离较远，监测点及其附近建筑基本不受水流影响；道路北东侧靠近下游边界的路边监测点 P20、南侧东南角监测点 P23 处位置及南侧路边监测点 P24、P27~P28 高程较高，该监测点及其附近建筑也基本不受水流影响；5400s 后库内洪水基本下泄完毕。

工况一除了道路西侧第一个沟谷的新村一队监测点 P7、北面东侧下游的路边监测点 P15、北面靠近下游边界的路边监测点 P17，西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 处的最大淹没水深小于 1.0m；西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P4、P5，北面东侧下游的路边监测点 P14、P16 处的最大淹没水深小于 2.0m；初期坝右坝肩监测点 P2~P3，西面第一个沟谷的新村一队监测点 P6、P8~P12，北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P18，北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P20，西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22，南侧东南角监测点 P23 处建筑，南侧路边监测点及初期坝对面山坳监测点 P24~P28 不受溃坝洪水影响外，其余监测点附近建筑均受到洪水影响较大，最大淹没水深范围为 2.05~5.11m。

(2) 整体流速场演进规律

从溃坝水流整体流速场的演进情况来看，在溃坝发生后，在重力作用下溃坝水流逐渐下切尾矿坝体，并沿下游演进，由于 1-1 断面为初期坝所在断面，断面较为狭窄，导致单宽流量大，因此水流在 1-1 断面中的流速较大，

最大流速达 5.12m/s；溃坝水流在沿着 5-5 断面方向转弯往北转向 4-4 断面方向，部分水流形成漩涡，由于 4-4 断面也较为狭窄，因此最大流速约为 4.18m/s。

3.2 尾砂淤积范围及各特征断面流量和流速变化规律

(1) 尾砂淤积范围

尾砂淤积范围如图 3-8 所示。

Time = 5999.9995

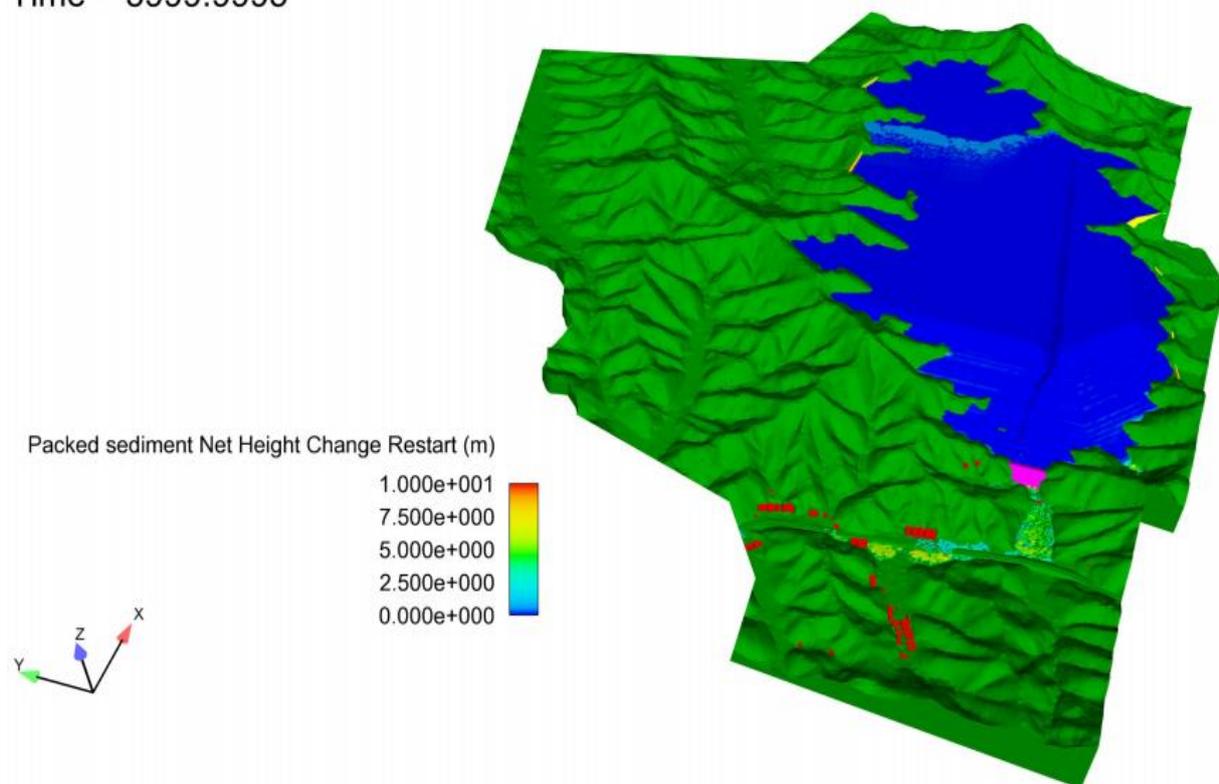


图 3-8 尾砂淤积范围

从计算结果来看，库内尾砂下泄总量约 11.69 万 m^3 。道路西面第一个沟谷的新村一队监测点 P6、北面东侧下游的路边监测点 P16、北面及北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P17~P18、西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 处的建筑受尾砂淤积影响较小，尾砂淤积厚度均小于 0.50m，西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P5、西侧第一个沟谷入口处的路边监测点 P13、北面东侧下游的路边监测点 P15 存在一定的尾砂淤积，淤积厚度在

1.99~3.33m 范围内；坝脚监测点 P1、西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P4、北面东侧下游的路边监测点 P14 处的建筑受到尾砂淤积影响较大，淤积厚度在 4.02~5.70m 范围内。其余监测点处建筑不受尾砂淤积影响。

(2) 各特征断面流量

各监测断面位置如图 3-6 所示，各断面流量最大值统计如表 3-4 所示。断面最大流量值为 340.51m³/s，发生在溃坝后 3500s 的 1-1 断面处。总体上随着断面位置远离坝体，各断面最大流量呈递减状态，最大流量发生的时刻也响应延迟。流量上下浮动表示存在回流或漩涡，分叉处流量小。

表 3-4 各监测断面最大流量

监测断面	最大流量/(m ³ /s)	发生时刻
1-1 断面	340.51	3500s
2-2 断面	121.56	4550s
3-3 断面	0.00	/
4-4 断面	218.00	4650s
5-5 断面	262.08	4300s
6-6 断面	157.00	4550s
7-7 断面	97.70	4750s
8-8 断面	116.00	4800s
9-9 断面	80.50	4850s
10-10 断面	16.91	4600s
11-11 断面	0.00	/
12-12 断面	0.00	/
13-13 断面	0.00	/
14-14 断面	0.00	/
15-15 断面	0.00	/
16-16 断面	0.00	/
17-17 断面	0.00	/
18-18 断面	0.00	/
19-19 断面	0.00	/

(3) 各特征断面平均流速变化规律

各监测断面平均流速如表 3-5 所示，3-3 断面平均流速最大，达到 6.96m/s。

表 3-5 各监测断面最大平均流速

监测断面	最大流量/ (m/s)	发生时刻
1-1 断面	5.12	2600s
2-2 断面	2.09	3850s
3-3 断面	6.96	4800s
4-4 断面	4.18	3350s
5-5 断面	1.21	2950s
6-6 断面	1.21	4550s
7-7 断面	2.47	4800s
8-8 断面	2.27	4800s
9-9 断面	1.00	4850s
10-10 断面	0.42	5650s
11-11 断面	0.52	5550s
12-12 断面	0.00	/
13-13 断面	0.00	/
14-14 断面	0.00	/
15-15 断面	0.00	/
16-16 断面	0.00	/
17-17 断面	0.00	/
18-18 断面	0.00	/
19-19 断面	0.00	/

3.3 各监测点水深和尾砂淤积情况

根据溃坝水流整体水位场演进规律，选择存在可能受淹的房屋处布置 28 个监测点，监测点位置如图 3-7 所示，各监测点受溃坝水流和尾砂淤积影响情况如图 3-9 所示，各监测点最大水深和尾砂淤积厚度统计如表 3-6 所示。从统计结果来看，除了道路西面第一个沟谷的新村一队监测点 P7，北面东侧下游的路边监测点 P15、北面靠近下游边界的路边监测点 P17，西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 处的最大淹没水深小于 1.0m；西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P4、P5，北面东侧下游的路边监测点 P14、P16 处的最大淹没水深小于 2.0m；初期坝右坝肩监测点 P2、P3，西面第一个沟谷的新村一队监测点 P6~P12，北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P18，北面东侧下游的路边监测点 P20，西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22，

南侧东南角监测点 P23 处建筑，南侧路边监测点及初期坝对面山坳监测点 P24~P28 不受溃坝洪水影响外，其余监测点附近建筑均受到洪水影响较大，最大淹没水深范围为 2.05~5.11m。

除了道路西侧第一个沟谷对面的新村一队监测点 P6、北面东侧下游的路边监测点 P16、北面及北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P17~P18，西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 处的尾砂淤积厚度不超过 0.50m；西侧第一个沟谷入口处的路边监测点 P13 处的尾砂淤积厚度不超过 2.00m；初期坝右坝肩监测点 P2、P3，西面第一个沟谷的新村一队监测点 P7~P12，北面东侧下游的路边监测点 P20，西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22，南侧东南角监测点 P23 处建筑，南侧路边监测点及初期坝对面山坳监测点 P24~P28 不受尾砂影响外，其余监测点附近建筑均受到尾砂影响较大，尾砂淤积厚度范围为 2.06~5.70m。

表 3-6 各监测点最大淹没水深和尾砂淤积厚度

监测点	监测点高程/m	最大淹没水深/m	尾砂淤积厚度/m
监测点 1	+64.08	5.11	4.02
监测点 2	+81.51	0.00	0.00
监测点 3	+83.00	0.00	0.00
监测点 4	+62.62	1.39	5.70
监测点 5	+59.94	1.70	2.06
监测点 6	+66.53	0.00	0.02
监测点 7	+62.24	0.10	0.00
监测点 8	+65.24	0.00	0.00
监测点 9	+67.06	0.00	0.00
监测点 10	+69.67	0.00	0.00
监测点 11	+72.35	0.00	0.00
监测点 12	+78.05	0.00	0.00
监测点 13	+59.82	2.05	1.99
监测点 14	+57.91	1.54	5.11
监测点 15	+58.33	0.34	3.33
监测点 16	+56.57	1.93	0.35
监测点 17	+57.48	0.72	0.42

监测点 18	+58.95	0.00	0.09
监测点 19	+68.65	0.39	0.43
监测点 20	+63.15	0.00	0.00
监测点 21	+64.72	0.00	0.00
监测点 22	+69.39	0.00	0.00
监测点 23	+83.42	0.00	0.00
监测点 24	+89.73	0.00	0.00
监测点 25	+73.51	0.00	0.00
监测点 26	+70.61	0.00	0.00
监测点 27	+77.97	0.00	0.00
监测点 28	+72.48	0.00	0.00

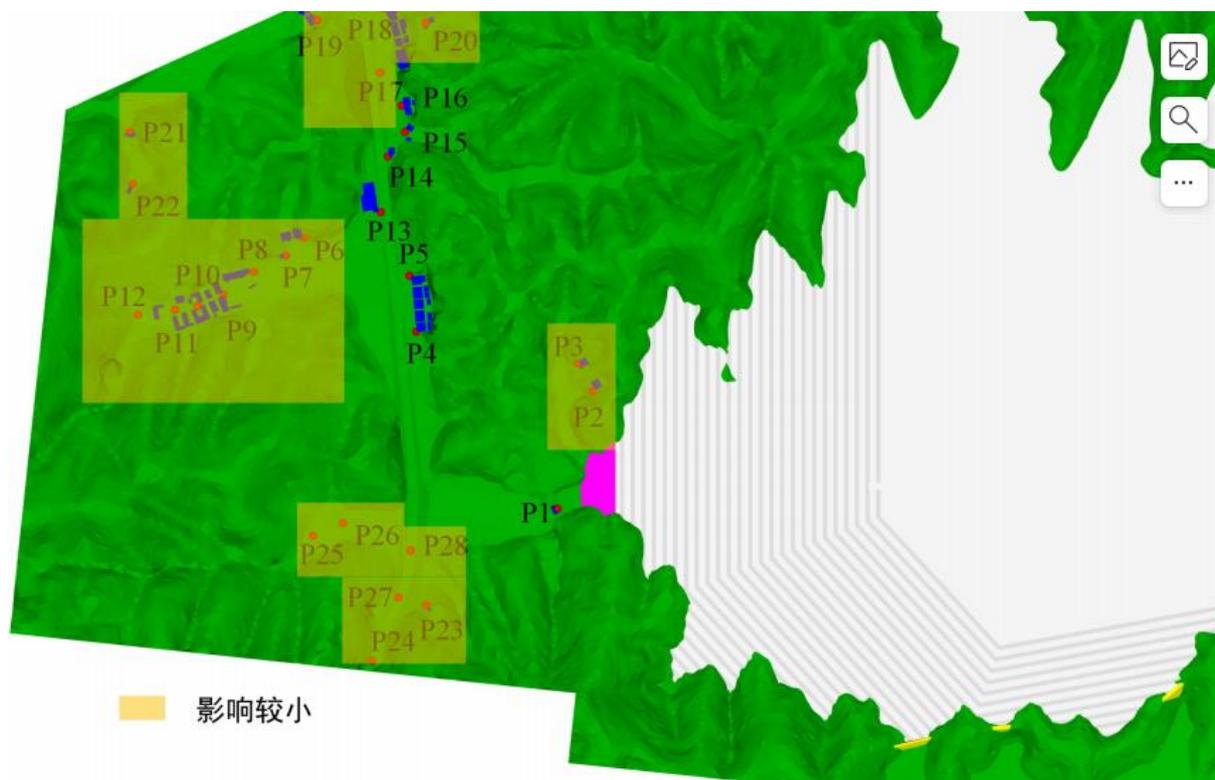


图 3-9 各监测点受溃坝水流和尾砂淤积影响情况

3.4 不同时刻溃口断面形状

计算工况一不同时刻的溃口断面形状如图 3-10 所示。可见在水流持续的影响下，溃口处出现冲刷和崩塌，它的宽度与深度都是逐步增大的。在 5000s 之后达到平衡，溃口形状基本稳定，最大溃口宽度为 64.58m，最大溃口深度 17.57m。

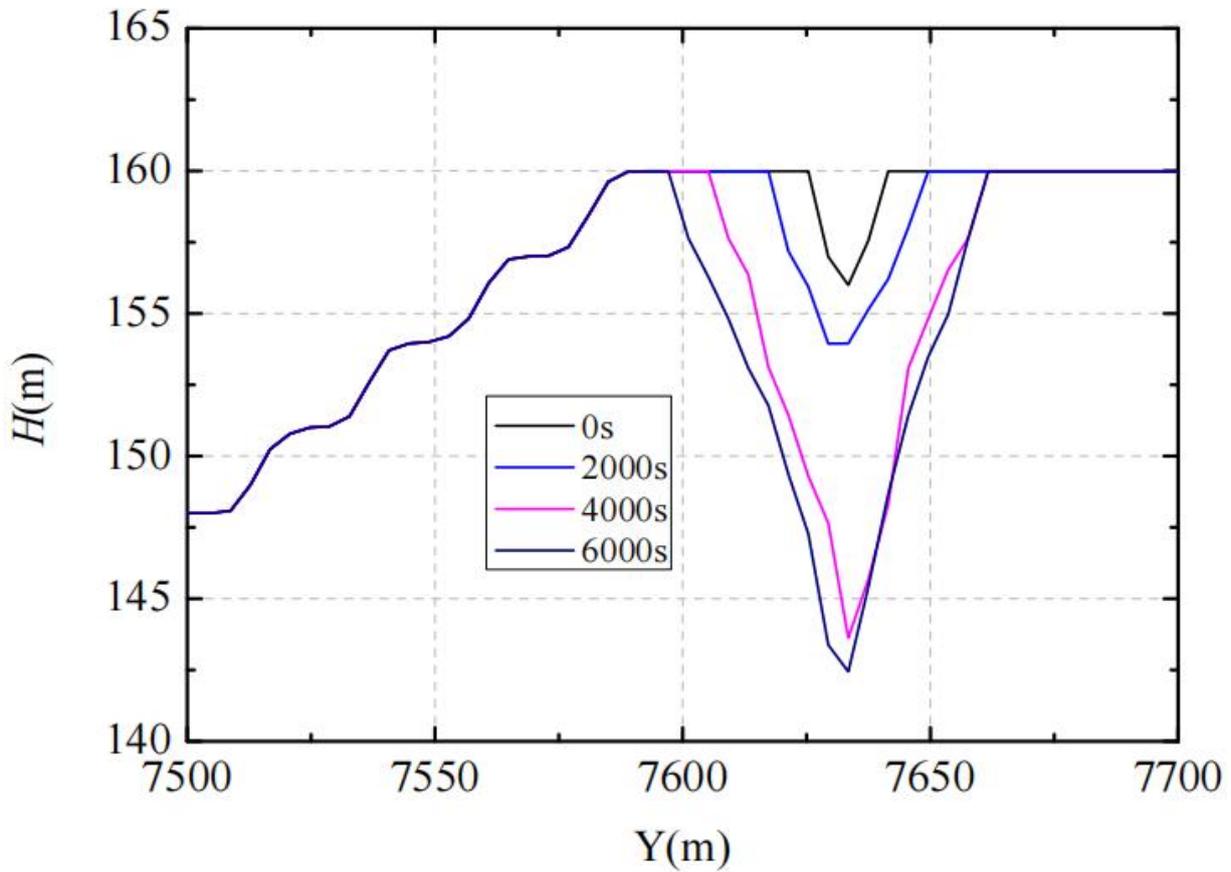


图 3-10 工况一不同时刻的溃口断面形状

三、工况二的溃坝模拟计算分析

1. 计算模型与条件设置

工况二的计算模型如图 3-11 所示，计算模型的前处理设置、计算求解初始和边界条件、监测断面和监测点的设置等与工况一相同，与工况一区别在于提前拆除了 P4~P5，P13~P18 监测点处房屋建筑进行模拟计算。

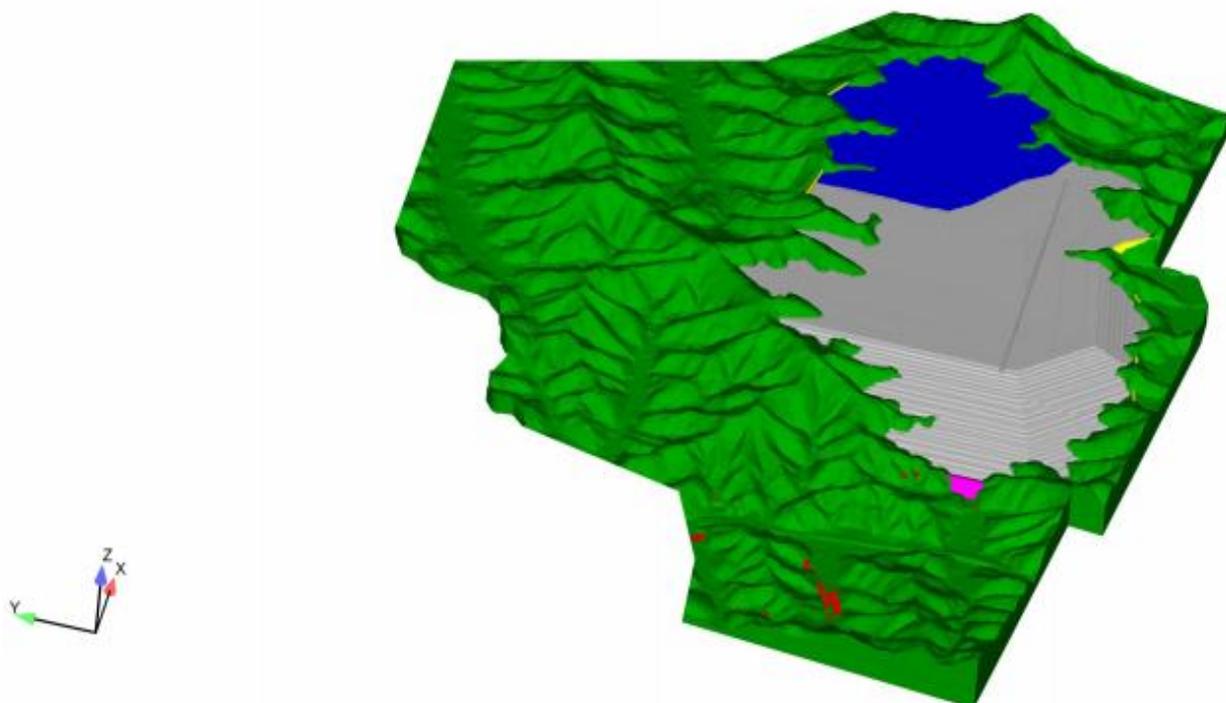


图 3-11 工况二溃坝模拟计算的整体三维模型图

2. 计算结果与分析

2.1 溃坝水流整体水位场及流速场演进规律

(1) 整体水位场演进规律和淹没情况

从溃坝开始计时一共计算 6000s。溃坝水流整体演进过程：在逐渐溃坝开始后 2200s 内泥石流沿坝面向下游运动，大约在 2200s 后监测点 P1 位置的两座建筑被溃坝水流波及；2600s 时刻溃坝水流演进到监测点 P2 和 P3 附近，但由于监测点 P2 和 P3 位置建筑高程较高，P2、P3 不受水流淹没影响，而由于南侧地势较高，溃坝洪水沿着银香路向北演进；3000s 时刻道路西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P4 和 P5 位置被溃坝水流波及；3400s 时刻溃坝水流演进到道路西侧第一个沟谷入口处的路边监测点 P13 附近；4000s 时刻溃坝水流开始分流，一面继续沿着公路北面演进，一面沿着监测点 P13 西面沟谷演进，同时道路北面东侧下游的路边监测点 P14~P16 被溃坝水流波及；4200s 时刻道路北面及北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P17、P18

位置处被溃坝水流波及，其中监测点 P18 不受溃坝水流影响；4600s 时刻道路西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 位置处的建筑被溃坝水流波及，而且溃坝水流未波及西面沟谷建筑，西侧第一个沟谷的新村一队监测点 P6~P12 不受溃坝水流影响，同时溃坝水流开始从附近沟谷回流并沿公路向下游继续演进；西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22 处建筑，初期坝对面山坳监测点 P25~P26 距离较远，该监测点及其附近建筑基本不受水流影响；监测点道路北面东侧下游的路边监测点 P20、南侧东南角监测点 P23 处位置及南侧路边监测点 P24、P27~P28 高程较高，道路北面东侧下游的路边监测点 P20、南侧东南角监测点 P23 附近建筑，道路南侧路边监测点 P24、P27~P28 基本不受水流影响；5000s 后库内洪水基本下泄完毕。

从整体溃坝水流的演进情况来看，初期坝右坝肩监测点 P2~P3，道路西面第一个沟谷的新村一队监测点 P6~P12、北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P18、北面东侧下游的路边监测点 P20、西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22、南侧东南角监测点 P23 处附近建筑，南侧路边监测点 P24、P27~P28 及初期坝对面山坳监测点 P25~P26 不受溃坝洪水影响；道路西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P4~P5，西侧第一个沟谷入口处的路边监测点 P13，北面东侧下游的路边监测点 P14、北面靠近下游边界的路边监测点 P17，西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 附近建筑受溃坝洪水影响较小；其余监测点则受溃坝洪水的影响较大。

（2）整体流速场演进规律

从溃坝水流整体流速场的演进情况来看，在溃坝发生后，在重力作用下溃坝水流逐渐下切尾矿坝体，并沿下游演进，由于 1-1 断面为初期坝所在断面，断面较为狭窄，导致单宽流量大，因此水流在 1-1 断面中的流速较大，

最大流速达 4.95m/s；溃坝水流在沿着 5-5 断面方向转弯往北转向 4-4 断面方向，部分水流形成漩涡，由于 4-4 断面也较为狭窄，因此最大流速约为 3.29m/s。

2.2 尾砂淤积范围及各特征断面流量和流速变化规律

(1) 尾砂淤积范围

尾砂淤积范围如图 3-12 所示。

Time = 6000.0264

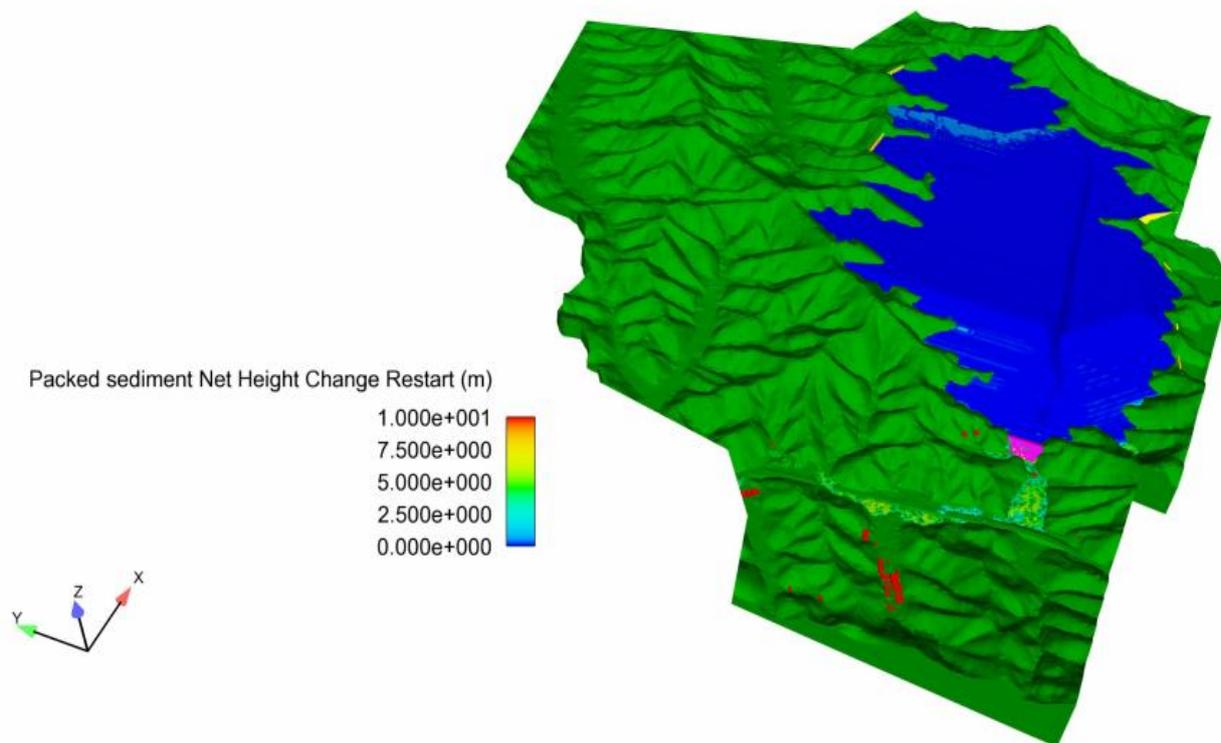


图 3-12 尾砂淤积范围

从计算结果来看，库内尾砂下泄总量约 14.32 万 m³，初期坝右坝肩监测点 P2、P3，道路西侧第一个沟谷的新村一队监测点 P7~P12，北面东侧下游的路边监测点 P20，西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22，南侧东南角监测点 P23 建筑，南侧路边监测点及初期坝对面山坳监测点 P24~P28 不受尾砂影响；北面东侧下游的路边监测点 P15 处的尾砂淤积厚度小于 0.10m，受尾砂影响很小，几乎可忽略不计；西侧第一个沟谷对面的路边监

测点 P4~P5，北面东侧下游的路边监测点 P16、北面及北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P17~P18，西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 尾砂淤积厚度小于 1.00m；其余监测点附近建筑均受到尾砂影响较大，尾砂淤积厚度范围为 2.05~5.20m。

(2) 各特征断面流量

各断面流量最大值统计如表 3-7 所示。断面最大流量值为 876.86m³/s，发生在溃坝后 3450s 的 1-1 断面处。总体上随着断面位置远离坝体，各断面最大流量呈递减状态，最大流量发生的时刻也响应延迟。流量上下浮动表示存在回流或漩涡。

表 3-7 各监测断面最大流量

监测断面	最大流量/(m ³ /s)	发生时刻
1-1 断面	876.86	3450s
2-2 断面	50.10	4000s
3-3 断面	0	/
4-4 断面	177.00	4200s
5-5 断面	179.12	4350s
6-6 断面	225.00	4400s
7-7 断面	119.00	4400s
8-8 断面	121.00	4450s
9-9 断面	102.00	4500s
10-10 断面	14.46	4450s
11-11 断面	0	/
12-12 断面	0	/
13-13 断面	0	/
14-14 断面	0	/
15-15 断面	0	/
16-16 断面	0	/
17-17 断面	0	/
18-18 断面	0	/
19-19 断面	0	/

(3) 各特征断面平均流速变化规律

各监测断面平均流速如表 3-8 所示，1-1 断面平均流速最大，达到

4.95m/s。

表 3-8 各监测断面最大平均流速

监测断面	最大流量/ (m/s)	发生时刻
1-1 断面	4.95	3450s
2-2 断面	1.89	4400s
3-3 断面	0.00	
4-4 断面	3.29	4200s
5-5 断面	0.79	4350s
6-6 断面	1.48	4400s
7-7 断面	1.58	4250s
8-8 断面	1.90	4200s
9-9 断面	1.30	4250s
10-10 断面	0.30	4450s
11-11 断面	0	/
12-12 断面	0	/
13-13 断面	0	/
14-14 断面	0	/
15-15 断面	0	/
16-16 断面	0	/
17-17 断面	0	/
18-18 断面	0	/
19-19 断面	0	/

2.3 各监测点水深和尾砂淤积情况

监测点位置如图 3-7 所示,各监测点受溃坝水流和尾砂淤积影响情况如图 3-13 所示,各监测点最大水深统计如表 3-9 所示。从统计结果来看,除了道路西侧第一个沟谷入口处的路边监测点 P13、北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P17、西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 处的最大淹没水深小于 1.0m,受溃坝洪水影响较小;道路西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P4~P5、北面东侧下游的路边监测点 P14 处的最大淹没水深小于 2.0m;初期坝右坝肩监测点 P2~P3、西侧第一个沟谷的新村一队监测点 P6~P12、北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P18,北面东侧下游的路边监测点 P20,西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22,南侧东南角监测点 P23 建

筑，南侧路边监测点及初期坝对面山坳监测点 P24~P28 不受溃坝洪水影响外，其余监测点附近建筑均受到洪水影响较大，最大淹没水深范围为 2.12~4.66m。

除了道路北面东侧下游的路边监测点 P15 处的尾砂淤积厚度小于 0.10m，受尾砂影响很小，几乎可忽略不计；道路西侧第一个沟谷对面的路边监测点 P4~P5、北面东侧下游的路边监测点 P16、北面及省道北面东侧靠近下游边界的路边监测点 P17~P18、西侧第二个沟谷入口处的路边监测点 P19 尾砂淤积厚度小于 1.00m；初期坝右坝肩监测点 P2~P3、道路西面第一个沟谷的新村一队监测点 P6~P12，北面东侧下游的路边监测点 P20，西侧第二个沟谷深处的监测点 P21~P22，南侧东南角监测点 P23 处建筑，南侧路边监测点及初期坝对面山坳监测点 P24~P28 不受尾砂影响外，其余监测点附近建筑均受到尾砂影响较大，尾砂淤积厚度范围为 2.05~5.20m。

表 3-9 各监测点最大淹没水深和尾砂淤积厚度

监测点	监测点高程/m	最大淹没水深/m	尾砂淤积厚度/m
监测点 1	+64.08	4.66	3.78
监测点 2	+81.51	0.00	0.00
监测点 3	+83.00	0.00	0.00
监测点 4	+62.62	1.07	0.62
监测点 5	+59.94	1.30	0.87
监测点 6	+66.53	0.00	0.00
监测点 7	+62.24	0.00	0.00
监测点 8	+65.24	0.00	0.00
监测点 9	+67.06	0.00	0.00
监测点 10	+69.67	0.00	0.00
监测点 11	+72.35	0.00	0.00
监测点 12	+78.05	0.00	0.00
监测点 13	+59.82	0.48	2.05
监测点 14	+57.91	1.74	5.20
监测点 15	+58.33	2.12	0.07
监测点 16	+56.57	2.37	0.50
监测点 17	+57.48	0.81	0.55

监测点 18	+58.95	0.91	0.77
监测点 19	+68.65	0.41	0.52
监测点 20	+63.15	0.00	0.00
监测点 21	+64.72	0.00	0.00
监测点 22	+69.39	0.00	0.00
监测点 23	+83.42	0.00	0.00
监测点 24	+89.73	0.00	0.00
监测点 25	+73.51	0.00	0.00
监测点 26	+70.61	0.00	0.00
监测点 27	+77.97	0.00	0.00
监测点 28	+72.48	0.00	0.00

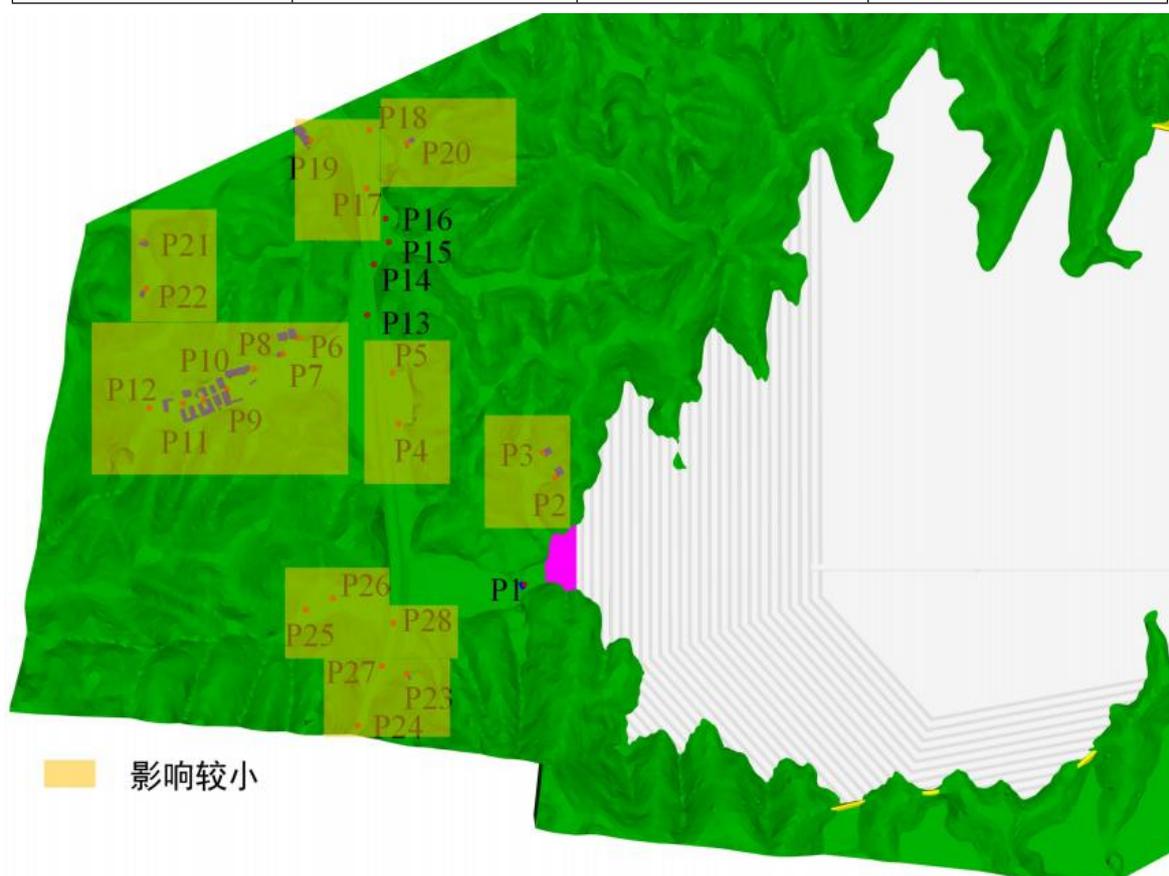


图 3-13 各监测点受溃坝水流和尾砂淤积影响情况

2.4 不同时刻溃口断面形状

计算工况二不同时刻的溃口断面形状如图 3-14 所示。可见在水流持续的影响下，溃口处出现冲刷和崩塌，它的宽度与深度都是逐步增大的。在 5000s 之后达到平衡，溃口形状基本稳定。最大溃口宽度为 80.70m，最大溃口深度 17.10m。

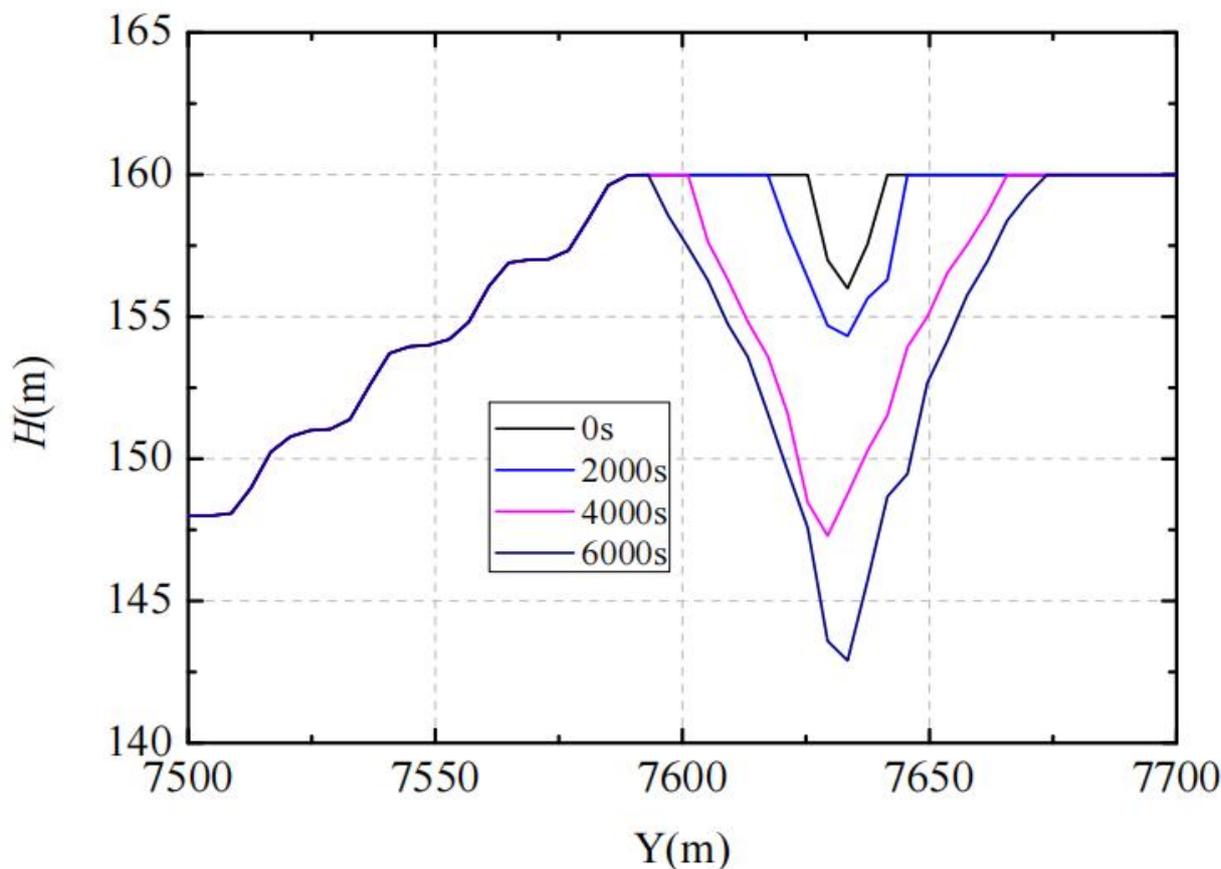


图 3-14 工况二不同时刻的溃口断面形状

四、两种计算工况成果对比分析

根据两种工况成果可知，工况二在提前拆除道路两侧房屋后（提前拆除银香路两侧监测点 P4~P5、P13~P18 位置处的房屋建筑），因减少了房屋的阻挡，溃坝最大流量相对较大，溃坝水流动能衰减相对较慢些。

在 P15 点以及 P5 点至尾矿库初期坝之间，由于计算工况二相应监测点处的平均流速更大，使得尾砂淤积的厚度计算工况二较计算工况一明显有所降低；但在 P13 点至尾矿库初期坝下游 1km 之间，由于监测点位置处的水深较浅，房屋建筑束窄了过流通道，当拆除房屋建筑后这些位置处的过水断面增大，平均流速较计算工况一有所降低，因而计算工况二得尾砂淤积厚度较计算工况一略有抬升；由于计算工况二下泄的水量较计算工况一大，在水流持续作用下，初始溃口处出现冲刷和崩塌，它的宽度与深度逐

步增大，最终在 5000s 之后达到平衡，溃口形状基本稳定呈“V”型，最大溃口宽度为 80.70m，较计算工况一增大了 16.12m，最大溃口深度两工况差别不大。

五、结论及建议

1. 结论

(1) 银山矿业作为枫树岭尾矿库的责任主体，设有专职安全管理机构——安环部，拥有丰富的尾矿库管理经验、规范的尾矿库操作规程和完备的尾矿库应急响应程序，枫树岭尾矿库已安全运行十余年。因此，在企业正常的管理运行下，尾矿库坝体发生破坏前能及时发现问题，消除溃坝风险相关的不利因素。

(2) 枫树岭尾矿库库加高扩容后，防洪标准应提高一个等别，按二等库考虑，洪水重现期采用 1000a，对应的洪水总量约为 $37.69 \times 10^4 \text{m}^3$ 。枫树岭尾矿库库内用于安全超高、调洪及尾矿水澄清的库容超过 $140.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，远大于一次洪水总量的要求（约 4 倍）。因此，只要加强尾矿库日常管理，严禁尾矿库超标准蓄水，保证日常库内水位调节控制设施正常运行，即可以最大程度上降低洪水漫顶现象发生的可能性。

(3) 本次计算工况是假定枫树岭尾矿库初始水位为 +157.5m（枫树岭尾矿库加高扩容末期库内正常运行水位），再叠加 1000a 一遇洪水，并考虑排水系统失效（正常排洪系统及应急排洪系统均失效），此计算工况发生的概率极低，因此本次模拟结果为最极端不利情况的结果。

(4) 由工况一的溃坝模拟结果可知，在 2800s 时溃坝水流淹没坝脚处的两座建筑（监测点 P1）；3400s 时水流演进至初期坝右坝肩的沟谷处，但该处建筑（监测点 P2~P3）位置较高不受水流影响；3600s 时银香路西

侧第一个沟谷对面的 12 座建筑（监测点 P4~P5）被溃坝水流波及；4000s 时溃坝水流演进至银香路西侧第一个沟谷入口处（监测点 P13），该处的 4 座建筑被波及；4600s 时水流向西侧第一个沟谷和北面两个方向分流，西侧第一个沟谷（监测点 P6~P12）受水流影响很小（仅监测点 P7 有少量积水）；4800s 时，银香路北面东侧下游（监测点 P14~P16）、北面（监测点 P17）及北面东侧靠近下游边界（监测点 P18）的建筑被溃坝水流波及；5200s 时溃坝水流演进至银香路西侧第二个沟谷入口处（监测点 P19）；5400s 时洪水泄流完毕。银香路北面东侧下游位置较高出建筑（监测点 P20），西侧第二个沟谷深处（监测点 P21~P22），南侧东南角（监测点 P23），南侧（监测点 P24、P27~P28）及初期坝对面山坳建筑（监测点 P25~P26）不受溃坝水流影响。

（5）由工况二溃坝水流演进过程可知，在 2200s 时溃坝水流淹没坝脚处的两座建筑（监测点 P1）；2600s 时水流演进至初期坝右坝肩的沟谷处，但该处建筑（监测点 P2~P3）位置较高不受水流影响；3000s 时银香路西侧第一个沟谷对面的建筑（监测点 P4~P5）被溃坝水流波及；3400s 时溃坝水流演进至银香路西侧第一个沟谷入口处（监测点 P13）；4000s 时水流向西侧第一个沟谷和北面两个方向分流，西侧第一个沟谷（监测点 P6~P12）不受水流影响，同时银香路北面东侧下游（监测点 P14~P16）地区被溃坝水流波及；4200s 时水流演进至银香路北面靠近下游边界的区域，但其北面东侧靠近下游边界的地区不受影响；4600s 时银香路西侧第二个沟谷入口处被水流波及；5000s 时洪水泄流完毕。银香路北面东侧下游位置较高出建筑（监测点 P20），西侧第二个沟谷深处（监测点 P21~P22），南侧东南角（监测点 P23），南侧（监测点 P24、P27~P28）及初期坝对面山坳建筑（监

测点 P25~P26) 不受溃坝水流影响。

(6) 由工况一的溃坝模拟结果可知, 坝脚处最大淹没水深为 5.11m, 尾砂最大淤积厚度为 4.02m; 银香路西侧第一个沟谷对面最大淹没水深为 1.70m, 尾砂最大淤积厚度为 5.70m; 银香路西侧第一个沟谷处最大淹没水深为 0.10m, 尾砂最大淤积厚度为 0.02m; 西侧第一个沟谷入口处最大淹没水深为 2.05m, 尾砂最大淤积厚度为 1.99m; 银香路北面及北面东侧下游区域最大淹没水深为 1.93m, 尾砂最大淤积厚度为 5.11m; 银香路北面及北面东侧下游边界附近最大淹没水深为 0.72m, 尾砂最大淤积厚度为 0.42m 银香路西侧第二个沟谷入口处最大淹没水深为 0.39m, 尾砂最大淤积厚度为 0.43m。其余地区均不受溃坝水流及尾砂的影响。

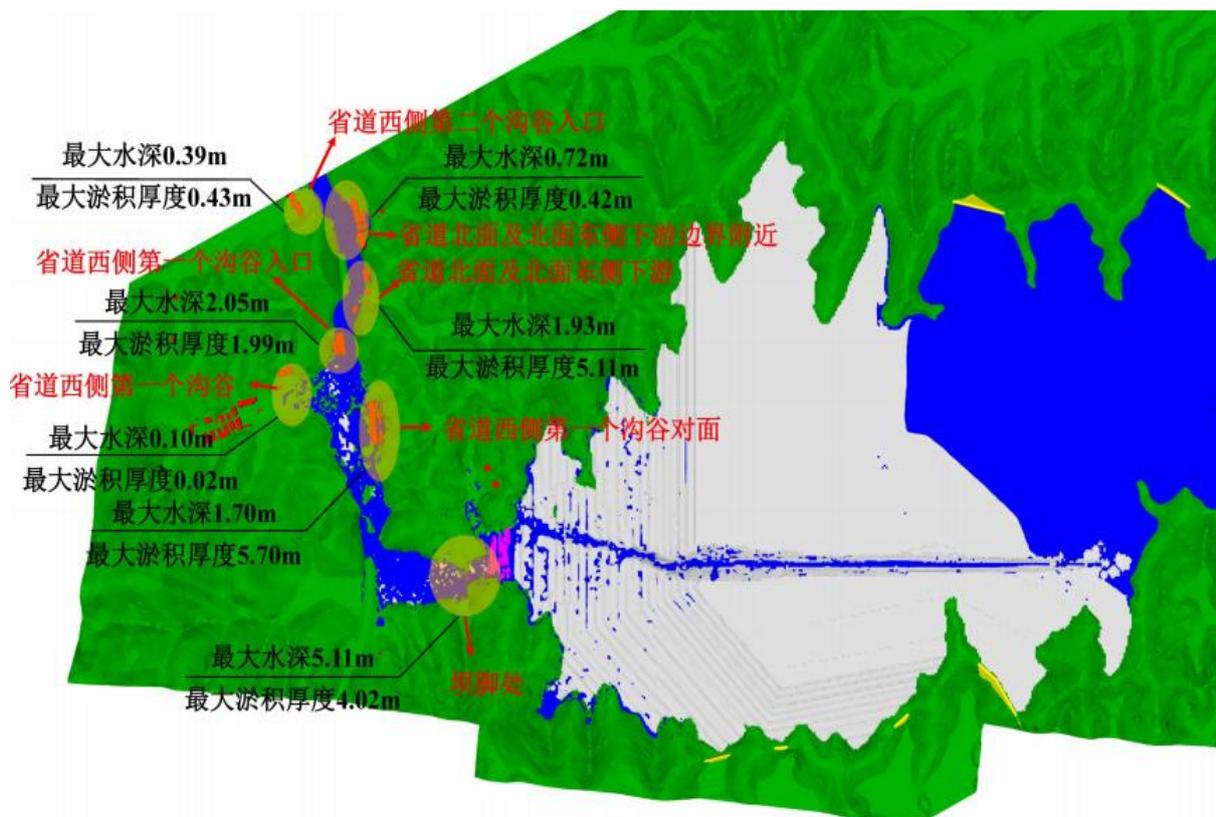


图 3-15 工况一淹没终了图

(7) 由工况二的溃坝模拟结果可知, 坝脚处最大淹没水深为 4.66m, 尾砂最大淤积厚度为 3.78m; 银香路西侧第一个沟谷对面最大淹没水深为

1.30m，尾砂最大淤积厚度为 0.87m；银香路西侧第一个沟谷入口处最大淹没水深为 0.48m，尾砂最大淤积厚度为 2.05m；银香路北面及北面东侧下游区域最大淹没水深为 2.37m，尾砂最大淤积厚度为 5.20m；北面及北面东侧下游边界附近最大淹没水深为 0.81m，尾砂最大淤积厚度为 0.77m；银香路西侧第二个沟谷入口处最大淹没水深为 0.41m，尾砂最大淤积厚度为 0.52m。其余地区均不受溃坝水流及尾砂的影响。

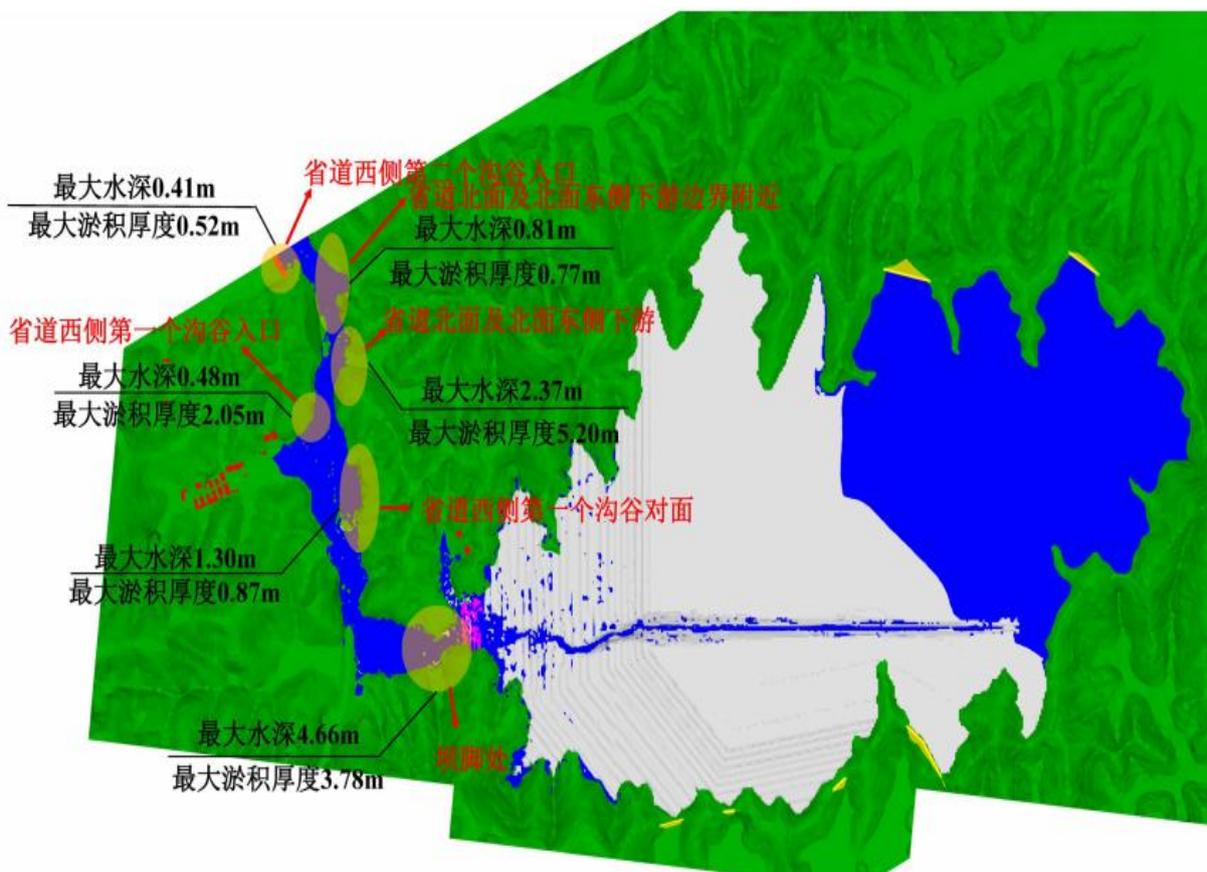


图 3-16 工况二淹没终了图

2. 建议

(1) 每年雨季到来之前，对排洪系统应进行维修检查，防止出现排洪系统失效情况。

(2) 严格按照《尾矿库安全规程》以及扩容加高工程设计要求进行管理，严格控制调洪水深、沉积滩长和安全超高。同时加强坝体位移及浸润

线观测等。雨季来临前应当加强尾矿库设施的检查维修，增加日常监测。建设监管网络，落实相关人员的安全责任。

(3) 建议在坝址下游村庄内设置预警系统，并组织应急协助队伍，落实撤离对象，尾矿库应急预案按安全撤离的半小时进行编制（若将尾矿库排洪设施的失效作为溃坝预警的初始时间，则应急预案的安全撤离时间可在上述基础上适当增加），及时将居民转移至安全地带（尾矿库下游 1km 流经路径内紧邻道路两侧房屋拆迁后，主要居住点为银香路西侧第一个沟谷入口的新队一村和西侧第二个沟谷入口附近村庄，两处沟谷西侧的地形较高，可作为转移的安全地带）。

3.1.5 库址选择单元评价结论

1. 经危险、有害因素辨识和分析，枫树岭尾矿库主要存在暴雨、严寒冰冻、大风、雷电、地震等 5 种自然灾害因素。

2. 据表 3-1 可知，枫树岭尾矿库选址单元总体布置能满足安全生产的要求。据表 3-2 评价库区工程、水文地质条件，结合枫树岭尾矿库工程地质详细勘察成果，可知该库库址地形地貌、地质构造、水文地质条件、库岸稳定性较为有利，坝基、排水构筑物基础、库岸的稳定性较好，场地适宜枫树岭尾矿库加高扩容工程建设。

为查明拟建工程的工程、水文地质条件，银山矿业先后委托有资质的勘察单位（如江西核工业工程地质勘察院、江西省勘察设计研究院有限公司、中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司）对副坝、排水斜槽+排洪隧洞及尾矿堆积坝进行了详细勘察，提交了相应勘察成果，总体上认为：

(1) 拟建场地及其附近无活动性断裂通过，也未发现有断裂痕迹；局部山坡存在崩塌及小型滑坡现象，但未见其它较大的崩塌、滑坡、泥石流、

地面塌陷等不良地质作用；场地基岩为千枚岩，不存在岩溶问题；无人为的地下开采活动，不存在采空区不良地质现象；历史上无强震遗迹记载，邻区虽弱震频繁及周围强震曾波及到勘查区，但其最高地震烈度均在VI度以下，非震中区。无论从区域地震地质背景还是工程地质总体特征而言，场地稳定性较好，拟建场地工程安全等级为一级，适宜工程建设。

(2) 根据勘察显示，地层可分为：①素填土、②尾淤泥、③1 全风化千枚岩、③2 强风化千枚岩、③3 中风化千枚岩、③4 风化千枚岩。斜槽部位建议采用③2 强风化千枚岩作为天然地基持力层。拟建隧洞主要穿越地层为③2 强风化千枚岩、③3 中风化千枚岩、③4 微风化千枚岩，承载力较高，可直接作为基础持力层。③强风化千枚岩、④中风化千枚岩部分的地基土承载力特征值，可以满足副坝结构荷载要求。

(3) 斜槽及隧洞施工前，在进洞口西侧、采用周边挖取的土石料填筑拦水围堰。

隧洞山体稳定性好，植被发育，隧洞开挖对地表水没有影响，也不会出现隧址区地下水疏干现象。场内隧洞涌漏水较少，不会对施工运营产生太大影响。隧洞开挖弃渣适当处置后，不会对周边环境产生大影响；隧址区人烟较少，隧洞开挖弃渣、排水、废气对人居生态环境影响较小。

拟建隧洞洞口段穿越中风化基岩及强风化基岩，基岩裂隙发育，隧洞顶板为基岩段，开挖后将造成围岩应力的重分布，使上部岩体产生变形破坏，可能产生局部坍塌；隧洞其它段围岩为微风化千枚岩，可不进行初期支护，但应进行超前地质预报，进行信息化施工。

部分隧洞在库内积水区域开挖，设计已提出“开挖施工时应尽量减小装药量，缩短循环进尺，以尽量减少爆破对尾矿库的影响”。

但当隧洞开挖在推测破碎带及断裂影响范围内通过时，结构松散，自稳性差，施工过程中易引起地面沉降和塌方；且局部张性裂隙发育地段属强透水层，雨季施工，雨水直接下渗易引起透水、塌方冒顶等事故，对施工开挖支护带来较大影响。应引起高度警惕，提前采取探放水、支护、紧急撤离等工程、管理措施，确保隧洞施工安全。

3.依《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库溃坝数值模拟分析研究》，工况一结果：坝脚处淹没水深 5.11m，尾砂淤积厚度 4.02m；银香路西侧第一个沟谷对面淹没水深 1.70m，尾砂淤积厚度 5.70m；银香路西侧第一个沟谷处淹没水深 0.10m，尾砂淤积厚度 0.02m；银香路西侧第一个沟谷入口处淹没水深 2.05m，尾砂淤积厚度 1.99m；银香路北面及北面东侧下游区域淹没水深 1.93m，尾砂淤积厚度 5.11m；银香路北面及北面东侧下游边界附近淹没水深 0.72m，尾砂淤积厚度 0.42m；银香路西侧第二个沟谷入口处淹没水深 0.39m，尾砂淤积厚度 0.43m。其余地区均不受溃坝水流及尾砂的影响。

工况二结果：坝脚处淹没水深 4.66m，尾砂淤积厚度 3.78m；银香路西侧第一个沟谷对面淹没水深 1.30m，尾砂淤积厚度 0.87m；银香路西侧第一个沟谷入口处淹没水深 0.48m，尾砂淤积厚度 2.05m；银香路北面及北面东侧下游区域淹没水深 2.37m，尾砂淤积厚度 5.20m；银香路北面及北面东侧下游边界附近淹没水深 0.81m，尾砂淤积厚度 0.77m；银香路西侧第二个沟谷入口处淹没水深 0.41m，尾砂淤积厚度 0.52m。其余地区均不受溃坝水流及尾砂的影响。

综上所述，无论是工况一，还是工况二，枫树岭尾矿库溃坝尾矿浆流经 1.0km 范围内受影响的房屋必须拆除、人员应得到妥善安置。

经现场检查枫树岭尾矿库及其下游地形条件，初期坝正下方为一沟谷洼地，能有效地起到减缓溃坝的尾矿浆流速和囤积尾矿作用，越过银香路正对面也是一沟谷。溃坝的尾矿浆先屯满初期坝正下方洼地后，再越过银香路，直接冲向正对面的沟谷，且大大减缓了溃坝尾矿浆的流速，填满该沟谷后，一部分往南流至 P23 监测点附近的沟谷和路面；一部分往北流向银香路西侧另一较大的沟谷（P6~P12 监测点），填满该沟谷，最后流向新队一队至 P19 监测点。因此，总体上看，正是由于上述沟谷填充、消能的作用，溃坝后的尾矿浆对下游的危害影响有限。

4.利旧工程安全可靠性与评价

（1）依江西衡宇工程质量检测有限公司的《九区铜金矿 5000T/D 采选技术改造尾矿库排洪系统混凝土结构实体检验报告》，被检构筑物混凝土强度满足设计要求，碳化强度在正常范围内。被检构筑物断面尺寸满足设计要求。排洪隧洞部分伸缩缝填充物存在老化、渗水迹象；斜槽整体外观质量比较完整，未出现尾砂渗漏现象。

（2）依中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司的《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库尾矿坝安全性复核报告》：枫树岭尾矿库现状的排水斜槽+隧洞能够满足 500a 一遇洪水重现期洪水总量排泄能力。

枫树岭尾矿库周边环境相对稳定，对尾矿坝安全影响较小；尾矿坝现状坝体结构完好，未见异常现象。

通过对尾矿坝各剖面进行渗流分析，得到的现状标高下浸润线计算结果与实测浸润线埋深基本一致，均符合相关规范规定；模拟得到的各剖面在洪水工况以及最终标高下的浸润线埋深均符合相关规范规定。

通过渗透稳定性计算与分析，尾矿坝各剖面在各工况下的渗透稳定安全

系数为 2.4~3.0，符合相关规范规定。

枫树岭尾矿库现状在正常运行、洪水运行及特殊运行三种工况下，计算得到的坝体抗滑稳定安全系数均符合规范规定，具有一定的安全储备。

在筑坝方法、放矿方式、入库尾矿特性基本不变，周边环境无重大改变的前提下，尾矿库运行至最终标高时，尾矿坝在正常运行、洪水运行及特殊运行三种工况下，计算得到的坝体抗滑稳定安全系数均符合规范规定。

(3) 依江西省赣华安全科技有限公司的《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库安全现状评价报告》，枫树岭尾矿库为正常库，具备并满足安全生产条件的要求。

(4) 依中国恩菲工程技术有限公司《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库 2023 年汛期调洪演算专项复核报告》，枫树岭尾矿库现状，在 2023 年汛期前、汛期中、汛期末，其调洪高度、最小安全超高、最小干滩长度、干滩坡度均满足《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》及《构筑物抗震设计规范》的要求，同时也满足《排洪设施变更设计》防洪控制要求。

(5) 值班房和应急物资库不在尾矿坝影响范围内，距离枫树岭尾矿库较近，道路畅通，出入方便，满足枫树岭尾矿库日常安全检查、巡坝、应急抢险的需要；

尾矿库管理道路可以抵达尾矿坝（主坝、副坝）、排水斜槽、隧洞、值班房和应急物资库、截渗坝、集水池、回水浮动平台以及库区周边，路面状况较好，人工切坡、库区山体基本稳定，无滑坡、塌方等不良现象；

截渗坝无裂缝、沉陷、坍塌、渗漏、渗流等现象，集水池经防渗整治，效果良好，维护良好，均处于安全稳定状态；

回水浮动平台及其供配电设施目前运行状况良好，可移位予以重复使用，满足银山矿业回水功能要求。

(6) 经本次现场检查，枫树岭尾矿库现场管理规范，现有尾矿坝、排水构筑物、安全监测设施的构建材料、设置位置、断面尺寸、结构强度等均符合设计要求，均处于维护良好、运行正常、安全稳定状态；值班房、应急物资库及尾矿库管理道路、截渗坝、集水池、回水浮动平台及其供配电设施等辅助设施均处于维护良好、运行正常、安全稳定状态，上述设备设施的使用功能安全可靠，满足枫树岭尾矿库运行管理需要，为本次枫树岭尾矿库加高扩容工程的顺利实施奠定了良好基础和有利条件。

5. 枫树岭尾矿库主坝下游尾矿流经路径 1.0km 范围内有居民，按现行文件规定，属于头顶库。银山矿业应根据本次溃坝模拟分析的结果，与当地政府部门商定受影响的居民搬迁、安置和房屋拆除等事宜，消除头顶库形成条件，方可实施枫树岭尾矿库加高扩容工程；并修订尾矿库安全管理制度和应急预案，编制枫树岭尾矿库的“一库一策”实施方案，积极与当地政府建立应急联动机制，配足备齐应急抢险物资，加强相关方联系和员工应急培训，定期实施尾矿库应急演练等活动。同时做好尾矿坝安全检查、安全监测等工作，确保坝体安全。

6. 经安全检查表法分析、评价枫树岭尾矿库总平面布置符合性，共 19 项，全部符合，符合率 100%，总平面布置单元符合安全要求。

7. 综上所述，在采取相关工程、管理措施后，枫树岭尾矿库加高扩容工程在建设过程中及建成运行后对周边环境的影响较小，在现有尾矿库基础上实施湿式尾矿上游法放矿、筑坝，符合规程规范要求，枫树岭尾矿库能够正常、安全运行，枫树岭尾矿库库址基本合理可行。

3.2 尾矿坝下游环境单元

3.2.1 危险、有害因素辨识和分析

经现场检查，枫树岭尾矿库下游尾矿流经 1.0km 范围内分布有银香路、新队一队民房及其村民，道路及民房的具体情况详见 2.4.2 库址选择（周边环境）。

如果汛期库内超设计水位控制要求蓄水，或排水系统意外失效（堵塞、垮塌），或遇超设计暴雨，或管理不善等等，均可能导致洪水漫顶，继而溃坝，将给下游带来重大影响，如银香路和过往的车辆被冲毁、被掩埋、道路淤积尾矿泥，中断交通；过往的人员被困甚至被尾矿埋没致死；房屋被冲毁、被掩埋、淤积尾矿泥；居民被困甚至被尾矿埋没致死；供电、通讯线路被冲倒，继而发生触电、停电、信号中断等次生事故、事件；下游环境被污染等等危害后果。

3.2.2 安全检查表法评价尾矿坝下游环境单元

采用安全检查表法分析、评价尾矿坝下游环境符合性。

表 3-10 尾矿坝下游环境安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	备注
1	按照安全风险大小程度，区分轻重缓急，以尾矿库“头顶库”（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）为重点，合理安排工作任务和进度计划，稳步推进。	《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》	枫树岭尾矿库尾矿坝下游 1.0km 分布有银香路和民房及居民，属于头顶库，《可研报告》拟对枫树岭尾矿库初期坝及副坝坡脚起至下游尾矿流经路径 1km 范围内的居民搬迁。	符合规范要求。
2	1.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。2.采用闭库销号或升级改造、尾矿综合利用等方式进行治理，原则上 2021 年年底前完成治理任务。尾矿库下游 1 公里范围内不得新设置居民区、工矿企业、集贸市场、休闲健身娱乐广场等人员密集场所。3.加大政策引导和支持力度，积极推广尾	《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》 《江西省安监局关	银山矿业井下已实施了全尾砂充填法采矿，日均消耗（加权）尾砂 3288t/d；《可研报告》拟对枫树岭尾矿库初期坝及副坝坡脚起至下游尾矿流经路径 1km 范围内的居民搬迁。	符合规范要求。

<p>矿回采提取有价值组分、利用尾矿生产建筑材料、充填采空区等尾矿综合利用先进适用技术，鼓励尾矿库企业通过尾矿综合利用减少尾矿堆存量乃至消除尾矿库，从源头上消除尾矿库安全风险。4. 严格“头顶库”综合治理（1）提等改造：采用提高设计等级或按设计等级上限的方式，采取完善或增设排洪设施、加固坝体、降低浸润线埋深、降低坝坡比、建设安全监测设施等措施，进一步提高尾矿库防排洪能力和坝体稳定性，提高抵御事故风险能力。（2）工艺改造：对于无法提等改造的“头顶库”，在条件允许的情况下，采用改造尾矿堆存、尾矿库筑坝和尾矿放矿等工艺的方式，提高“头顶库”的安全性。其中，尾矿堆存工艺改造指尾矿湿排工艺改为干堆或膏堆工艺等；尾矿库筑坝工艺改造指尾矿堆坝改为一次建坝、上游法尾矿堆坝改中线法尾矿堆坝等；尾矿放矿工艺改造指改变放矿浓度、改变放矿位置等（如坝前放矿、库尾放矿和周边放矿）。（3）强化保障：是指在正常库基础上根据危害程度对“头顶库”按设计等级上限采取额外增设汛期非常溢洪道、增设在线监测设施、降低设计坝高和设计库容等措施，进一步提高“头顶库”安全保障水平和事故预警能力。（4）对有条件的“头顶库”，可适时推广井下充填、尾矿综合利用（如制作建筑材料等）等措施消耗尾矿，降低尾矿库等别，降低安全风险。（5）对势能较大、安全风险高、对下游居民威胁程度大的“头顶库”，经地方政府组织充分论证以后对下游居民进行搬迁。</p>	<p>于印发江西省非煤矿山领域防范遏制重特大事故工作方案的通知》《关于印发江西省防范化解尾矿库安全风险工作实施方案的通知》</p>		
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	--	--

3.2.3 尾矿坝下游环境单元评价结论

枫树岭尾矿库主坝下游1km范围内分布有银香路、民房及其居民，依据《关于印发〈遏制尾矿库“头顶库”重特大事故工作方案〉的通知》《江西省安监局转发国家安全监管总局关于印发〈遏制尾矿库“头顶库”重特大事

故工作方案》的通知》《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》《关于印发江西省防范化解尾矿库安全风险工作实施方案的通知》等文件，枫树岭尾矿库属于尾矿库“头顶库”（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），纳入了“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”管理。为此，《可研报告》提出了“初期坝下游搬迁民居”的实施方案，以消除“头顶库”形成条件，符合现行文件要求。

据了解，目前德兴市人民政府正在实施 S306 仙莲路德兴城区段改建项目。S306 仙莲线改道后，银香路降级为城区道路，过往银香路的社会车辆将大大减少，但银山矿业仍应加强枫树岭尾矿库的日常安全管理，密切关注当地天气预报，加强尾矿坝、排水斜槽、排水井、隧洞以及在线监测设施的日常检查与维护、整改工作，确保各类安全设施运行正常、安全有效。组建应急救援队伍，加强应急培训，配足备齐应急物资，定期开展应急演练活动，密切联系当地政府及其有关部门，构建应急联动机制。

一旦枫树岭尾矿库发生险情，立即采取措施进行抢险救援、医疗救护、紧急疏散。同时，在当地公安交警的大力支持、协助下，可对银香路出入枫树岭尾矿库适当距离的两端路面上，实施临时交通管制，劝阻过往车辆绕道行驶，尽可能减轻严重险情带来的危害程度、减少损失。

3.3 尾矿坝单元

3.3.1 危险、有害因素辨识和分析

3.3.1.1 溃坝

溃坝是尾矿库事故的最终体现。造成溃坝的主要原因是：

一、因坝坡失稳而溃坝

- 1.坝体出现贯穿性横向裂缝；
- 2.坝体出现较大范围管涌流土变形；
- 3.坝体出现深层滑动迹象；
- 4.坝体出现渗透破坏；
- 5.坝体稳定性安全系数小于规范值的 0.95 倍。
- 6.地震破坏；
- 7.地址构造等原因。

二、因排洪系统隐患，最终造成溃坝事故

- 1.排洪系统未按设计施工，不满足设计洪水要求。
- 2.排洪系统严重堵塞或坍塌。

三、因渗流破坏而造成溃坝；

四、因结构破坏而造成溃坝；

五、因周边环境不利因素引发的溃坝，如在尾矿坝上和库内进行乱采滥挖，破坏坝体或排洪设施。

经现场勘查，枫树岭尾矿库可能溃坝的原因主要有：软弱建基面施以动力荷载、坝体渗透破坏、排水斜槽严重堵塞或坍塌、超标准洪水。

3.3.1.2 洪水漫顶

(1) 枫树岭尾矿库若遇超设计频率的洪水或暴雨极易造成洪水漫顶。

(2) 若排洪系统施工质量差，或受外部力量（如岩土层滑坡、垮塌等），造成排洪系统不均匀沉降或结构破坏，极易造成洪水漫顶。

3.3.1.3 坝坡失稳（滑坡）

坝坡失稳造成滑坡，是尾矿坝最危险的因素之一，较大规模的滑坡，往往是垮坝事故的先兆，即使是较小的滑坡也不能掉以轻心。有些滑坡是

突然发生的，有的先由裂缝开始，如不及时处理，逐步扩大和漫延，则可能造成垮坝重大事故。

滑坡的种类，按滑坡的性质分剪切性滑坡，塑流性滑坡和液化性滑坡。

滑坡的主要原因：

- (1) 尾矿坝边坡陡于设计边坡，坝体抗滑安全系数不足；
- (2) 坝面维护不善，雨水冲刷拉沟，严重时会造成局部坝段滑坡；
- (3) 尾矿坝坡面无排水系统或排水系统不完善，造成坝面冲刷严重，威胁坝体安全。

经现场勘查，枫树岭尾矿库可能坝坡失稳的原因主要有：坝坡面维护不善、坝坡面无排水系统或排水系统破坏。

3.3.1.4 坝体垮塌

坝体垮塌是严重事故，虽不多见，但有不少先例，须引起高度重视。

坝体垮塌的主要原因：

- (1) 基础坝不稳固；
- (2) 筑坝设计不合理，或未按设计要求筑坝；
- (3) 筑坝前未彻底清理坝肩、岸坡，或未对泉眼、洞穴等做可靠处理；
- (4) 坝体过高，或坝体内、外坡被山水冲刷；
- (5) 排矿不规范、不合理；
- (6) 排渗设施设计不合理，或未按设计要求施工；
- (7) 排洪能力设计不足或排洪构筑物未达设计要求的质量、能力；
- (8) 排洪构筑物、排渗设施遭损坏，又未及时修复，使排洪、排渗的功能不能满足要求；
- (9) 尾矿粒度组成发生变化，矿泥增多，又未采取措施，使坝体稳固

性受到较大影响；

(10) 管理不善，麻痹大意，未能及时发现问题，或发现问题后，没有及时采取措施治理等。

严重后果：

- (1) 给下游村民的人身安全和财产造成严重危害和损失；
- (2) 严重污染下游环境，影响渔业生产和人们的健康；
- (3) 造成选矿厂停产，修建坝体需花费大量人力、物力、财力和时间；
- (4) 直接和间接的经济损失严重。

经现场勘查，枫树岭尾矿库坝体可能垮塌的原因主要有：未按设计要求筑坝、筑坝前未实施岸坡清理或清理不彻底、排洪构筑物遭损坏、排矿不规范、排渗设施缺失、管理缺失。

3.3.1.5 裂缝

裂缝是尾矿库较为常见的有害因素，某些细小的横向裂缝有可能发展成为坝体的集中渗漏通道，有的纵向裂缝或水平裂缝也可能是坝体出现滑塌的预兆。

裂缝的主要成因有：

- (1) 基础承载能力不均衡；
- (2) 施工质量差（如副坝为混凝土重力坝，未设置沉降缝、伸缩缝、温度缝，或振捣不均匀等）；
- (3) 构筑物结构及断面尺寸设计不当。

经现场勘查，枫树岭尾矿库主坝、副坝、排水斜槽、排洪隧洞均无裂缝现象。但枫树岭尾矿库加高扩容工程运行期间，可能由于基础承载能力不均衡、施工质量差造成尾矿库构筑物裂缝。

3.3.1.6 渗漏

非正常渗漏也是尾矿库常见的危险、有害因素，异常渗漏常导致溢流出口处坝体流土、冲刷及管涌等多种形式的破坏，严重的会导致垮坝事故。非正常渗漏按渗漏的部位可分为：坝体渗漏、坝基渗漏。

坝体渗漏的主要原因：

- (1) 尾矿坝无排渗设施；
- (2) 尾矿澄清距离过短；
- (3) 尾矿坝下游坝面坡度过陡。

基础渗漏的主要原因：

- (1) 坝基的工程地质条件差，且施工时未进行必要的处理；
- (2) 筑坝材料不当；
- (3) 无排渗设施。

经现场勘查，枫树岭尾矿库主坝、副坝以及排水斜槽+排洪隧洞无渗漏现象。枫树岭尾矿库库区也未见渗漏现象。但枫树岭尾矿库加高扩容工程运行期间，可能由于尾矿堆积坝坐落在软弱尾矿之上，未设置排渗设施，极有可能造成尾矿堆积坝坝基渗漏。

3.3.1.7 渗流破坏

渗流破坏是尾矿坝中最常见的病险症状之一，尾矿水受重力作用，由高水位区向低水位区流动，水在尾矿坝体，坝肩和坝基土中的运动。尾矿坝是一种散粒体堆筑的水工构筑物，当上游存在高势能水位时，坝体内必然形成复杂的渗流场。在渗流作用下，坝体有可能发生渗流破坏，严重时将导致溃坝；同时，坝体浸润线还直接影响坝体静力和动力稳定性。在尾矿坝设计上和管理上必须严格控制坝体渗流，保证尾矿坝稳定性。渗流破

坏主要有四种破坏形式，即管涌、流砂、接触冲刷和接触冲砂。但无论何种形式引起的渗流破坏，导致尾矿坝溃决，总是表现为集中渗流，发展成管涌、流砂，冲刷周边通道不断坍塌、扩大，管涌无法控制而最终溃坝。当尾矿坝渗、漏水跑浑或下游坝面出现管涌、流土迹象时，应及时处理，以避免加剧渗流破坏。

渗流破坏的主要类型：

- (1) 坝面局部管涌、流土、隆起、坍塌；
- (2) 坝肩和岸坡接触处出现裂缝；
- (3) 坝体下游坡面或坝肩渗水量增加或渗透水浑浊；
- (4) 坝顶高程不一致；
- (5) 坝底、坝肩漏砂。

渗流破坏的主要原因：

- (1) 筑坝没按设计要求精心施工，施工质量没达设计要求；
- (2) 坝肩和岸坡接触面没做妥善处理或清理不彻底；
- (3) 排渗、反滤层等重要措施设计不能满足渗流要求；
- (4) 排渗构筑和反滤层施工质量不高，未达要求；
- (5) 排渗设施在运行过程中出现淤塞或局部破损坍塌；
- (6) 对库底事先没有查清，或没有采取合理方案和正确施工；
- (7) 尾矿排放违规，方式不当；
- (8) 管理不善，没有认真的经常的检查与观测，没能及时发现问题。

渗流破坏的后果：

- (1) 污染河流和下游环境；
- (2) 局部停产，暂停排放；

(3) 渗透变形达到一定程度时，将导致坝体整体垮塌。

经现场勘查，枫树岭尾矿库主坝、副坝均无渗流破坏现象。

3.3.1.8 结构破坏

结构破坏是尾矿坝最危险的因素之一，因放矿冲刷坝体、未构筑坝肩坝坡排水设施、防渗层或反滤层施工质量差、坝坡未护坡、渗流破坏、洪水漫顶、地震等因素，造成坝体结构破坏，降低了坝体的稳定性安全系数，造成坝体失稳，最终导致溃坝。

经现场勘察，枫树岭尾矿库目前没有坝体结构破坏因素，但不排除后期因排矿筑坝不规范、管理不善、雨水冲刷坝体导致的结构破坏现象。

3.3.1.9 粉尘

枫树岭尾矿库在干旱季节和久晴未雨的情况下，遇上刮风时尾矿沉积滩面上部分粒径较小的尾矿粉将会被风扬起，以及尾矿滤饼在碾压、摊铺，堆积坝在边坡修整过程中，容易产生扬尘，对人体产生危害，或对环境产生污染。

3.3.1.10 高处坠落

高处坠落是指在高度超过 2m 以上的高处坠落，并造成伤害的事故。坠落伤害的原因：

- (1) 检查人员注意力不集中、思想麻痹；
- (2) 夜间无照明。

易发生坠落伤害的地点：

- (1) 枫树岭尾矿库主坝、副坝的外坡（包括副坝浇筑过程中搭建的脚手架、模板）以及排水斜槽外侧的人行踏步；截渗坝。
- (2) 其它超过 2m 高的场所。

坠落伤害的后果：造成人身伤亡。

3.3.1.11 车辆伤害

枫树岭尾矿库加高扩容工程施工中，需要汽车运载人员出入库安全检查、自卸汽车（工程车）运输土石方、钢筋、水泥、砂石等建筑材料，推土机、装载机铲运土石方，压路机碾压管理道路，在副坝内侧倾倒弃土，挖掘机修筑、平整堆积坝等，日常管理中，同样需要汽车运载人员出入库安全检查。如果对安全驾驶和行车安全的重要性认识不足，思想麻痹、违章驾驶、管理不善和车辆带病运行等，就会造成车辆伤害事故。车辆伤害主要有：有碰撞、刮擦、翻车、坠车、失火和搬运、装卸中坠落及物体打击等。车辆伤害事故的主要原因是违章驾车、疏忽大意、车况欠佳、道路条件差、环境恶劣以及运输管理制度不健全等。

3.3.1.12 触电

副坝浇筑过程中，需要临时用电，向振捣棒供电，若线路磨损或线头裸露或开关接触不良，容易导致触电。

3.3.2 尾矿坝 LS 法风险分析

(1) 枫树岭尾矿库尾矿坝坝体 LS 法风险分析如下表：

表 3-11 枫树岭尾矿库尾矿坝坝体 LS 法风险分析表

序号	单元/系统	危险源及风险	可能后果	风险值 R=L·S			可能性	严重性	危险性程度 (风险等级)	影响范围
				L	S	R				
1	尾矿坝坝体	溃坝	泥石流、人员伤亡、构筑物损毁	4	5	15	可能	灾难	I 级	尾矿坝、库下游 1.0km
2		洪水漫顶	泥石流、人员伤亡、构筑物损毁	4	5	15	可能	灾难	I 级	尾矿坝、库下游 1.0km
3		坝体出现贯穿性横向裂缝，且出现滑动迹象	泥石流、人员伤亡、构筑物损毁	3	5	15	可能	灾难	I 级	尾矿坝、库下游 1.0km
4		地震	坝体不稳、	2	5	10	可能	灾难	III 级	尾矿坝、库

		沙土液化	泥石流				性小			下游 1.0km
5		坝体局部开裂	坝体塌陷	2	5	10	偶然	较严重	Ⅲ级	局部坝体
6		坝体坡比陡于设计	坝体垮塌	3	5	15	可能	严重	Ⅱ级	尾矿坝、库下游 1.0km
7		坝体上升速率高	坝体垮塌	3	5	15	可能	严重	Ⅱ级	尾矿坝、库下游 1.0km
8		坝前（下游坡面）存在积水坑	局部渗透破坏	2	4	8	偶然	一般	Ⅳ级	坝体局部地段
9		坝坡面冲刷拉沟	局部塌陷	2	4	8	很可能	轻微	Ⅳ级	坝体外坡面
10		子坝坝体结构参数（高度、宽度、外坡比）不符合设计要求	局部不稳定或破坏	3	3	9	偶然	较严重	Ⅲ级	堆积坝
11		坝轴线布置不符合设计要求	局部不稳定或结构破坏	3	3	9	偶然	较严重	Ⅲ级	堆积坝
12		坝体超过设计坝高，或超设计库容储存尾矿	违规、停产、闭库	2	4	8	可能性小	严重	Ⅳ级	堆积坝
13		坝轴线与水边线不平行（不均匀放矿）	坝体可能不稳	3	3	9	偶然	较严重	Ⅲ级	堆积坝
14		未按于库（坝）前均匀放矿	坝体可能不稳	3	3	9	偶然	较严重	Ⅲ级	堆积坝
15		尾矿浆排放冲刷初期坝和子坝，尾矿浆沿子坝内坡流动冲刷坝体	子坝塌陷，漏砂	3	3	9	偶然	较严重	Ⅲ级	堆积坝
16		子坝堆筑前未进行岸坡清理。	子坝局部塌陷	3	3	9	偶然	较严重	Ⅲ级	堆积坝
17		子坝坝顶及沉积滩面不均匀平整	可能洪水漫顶	3	3	9	偶然	较严重	Ⅲ级	堆积坝
18		堆积坝坝坡面未按设计覆土、植被、筑沟	坝坡面冲刷拉沟	2	4	8	可能性小	轻微	Ⅳ级	堆积坝
19		冬季未按设计要求进行冰下放矿作业	造成堆积坝结构缺陷（存在冰冻层，遇热即化）、浸润线升高，渗透破坏，降低安全性	3	3	9	偶然	较严重	Ⅲ级	堆积坝

20	多种矿石性质不同的尾矿混合排放入库，或尾矿粒径变细	可能造成坝体稳定性下降或溃坝	1	4	4	可能性小	一般	IV级	堆积坝
----	---------------------------	----------------	---	---	---	------	----	-----	-----

可知，溃坝、洪水漫顶、坝体贯穿性裂缝属于I级风险，为不可接受风险，企业应引起高度重视，采取措施予以杜绝。坝体上升速率高、坝体坡比陡于设计属于II级风险，为高度风险，企业应采取紧急措施（如立即或近期整改）降低风险，建立运行控制程序，定期检查、测量及评估；地震沙土液化、子坝坝体结构参数、坝轴线布置不符合设计要求、坝轴线与水边线不平行、未按于库（坝）前均匀放矿、尾矿浆沿子坝内坡流动冲刷坝体、子坝堆筑前未进行岸坡清理、子坝坝顶及沉积滩面不均匀平整、冬季冰下放矿等属于III级风险，为轻度危险，可接受风险，企业应建立操作规程、作业指导书，但需定期检查、进行治理。

堆积坝坝坡面未按设计覆土、植被、筑沟和多种矿石性质不同的尾矿混合排放入库，或尾矿粒径变细属于IV级风险，为轻微或可忽略的危险。但多种矿石性质不同的尾矿混合排放入库已纳入了重大事故隐患，企业不能认为是可忽略危险，就掉以轻心。

另外，本次采用LS法辨识、分析得到的枫树岭尾矿库的风险等级，并不代表枫树岭尾矿库一定有溃坝、洪水漫顶等现象，只是表示其可能存在溃坝、洪水漫顶等风险，下同。

(2) 枫树岭尾矿库尾矿坝排渗系统LS法风险分析如下表：

表 3-12 排渗系统LS法风险分析表

序号	单元/系统	危险源及风险	可能后果	风险值 R=L·S			可能性	严重性	危险性程度 (风险等级)	影响范围
				L	S	R				
1	排渗系统	坝体出现较大范围管涌、流土	泥石流、淹溺	4	5	15	可能	灾难	I级	尾矿坝、库下游 1.0km
2		浸润线埋深不足	塌陷、	3	4	12	可能	严重	II级	尾矿坝、库

		泥石流								下游 1.0km
3	坝面局部出渗	局部垮塌	3	3	9	可能	较严重	Ⅲ级		局部坝体
4	排渗水质浑浊或排渗效果差	渗透破坏	3	3	9	可能	较严重	Ⅲ级		局部坝体
5	坝肩存在集中渗流	山体破坏、尾矿泄漏	2	5	10	可能	较严重	Ⅲ级		局部坝体
6	未按设计要求埋设排渗设施；或尾矿坝出现渗流、渗流、沼泽化等现象，未采取措施处理	坝体失稳、滑坡、垮塌	3	4	12	可能	严重	Ⅱ级		堆积坝
7	排渗设施损坏	渗透破坏	2	5	10	偶然	较严重	Ⅲ级		局部坝体

可知，坝体出现较大范围管涌、流土属于I级风险，为不可接受风险，企业应引起高度重视，采取措施予以杜绝。浸润线埋深不足、未按设计要求埋设排渗设施，或尾矿坝出现渗流、渗流、沼泽化等现象，未采取措施处理属于II级风险，为高度风险，企业应采取紧急措施（如立即或近期整改）降低风险，建立运行控制程序，定期检查、测量及评估；坝面局部出渗、排渗水质浑浊或排渗效果差、坝肩存在集中渗流、排渗设施损坏等属于III级风险，为轻度危险，可接受风险，企业应建立操作规程、作业指导书，但需定期检查、进行治理。

3.3.3 安全检查表法评价尾矿坝

采用安全检查表法分析、评价枫树岭尾矿库的尾矿坝符合性。

表 3-13 尾矿坝安全检查表法

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	备注
1	尾矿坝坝址的选择应以筑坝工程量小，以及形成的库容大和避免不良的工程、水文地质条件为原则。	《尾矿设施设计规范》	枫树岭尾矿库有数处坝口需建设副坝，加高枫 3#副坝，同时新增枫 4#副坝、枫 5#副坝。在原设计+140m 标高堆积坝坝顶继续往上堆筑尾矿堆积坝 20m。	符合规程规范要求。
2	遇有下列情况时，尾矿坝坝基应进行专门研究处理：易产生尾矿渗漏	《尾矿设施设计规范》	本次枫树岭尾矿库加高扩容工程在原设计+140m 标高堆	符合规程规范要求。

	的砂砾石地基；易液化土、软黏土和湿陷性黄土地基；岩溶发育地基；涌泉、矿山井洞。	《尾矿库安全规程》	积坝上堆筑尾矿堆积坝；现场无异常坝基地质条件。	
3	尾矿堆积坝筑坝方式选择应满足下列要求：对于国家规定的地震设防烈度为7度及7度以下的地区宜采用上游式筑坝。	《尾矿设施设计规范》 《尾矿库安全规程》	枫树岭尾矿库所在区域设防烈度为VI度区，设计基本地震加速度值为0.05g，设计地震分组为第一组，设计特征周期值为0.35s。场地属稳定场地。后期采用上游法放矿筑坝。	符合规程规范要求。
4	1.上游式筑坝，中、粗尾矿可采用直接冲填筑坝法，尾矿颗粒较细时宜采用分级冲填筑坝法。2.上游式尾矿筑坝的尾矿浆重量浓度超过35%时，应进行尾矿堆坝试验研究；3.上游式尾矿筑坝的全尾矿d<0.074mm颗粒含量大于85%或d<0.005mm颗粒含量大于15%时，应进行尾矿堆坝试验研究。	《尾矿设施设计规范》 《尾矿库安全规程》	银山矿业选矿厂的选矿工艺基本上没改变，尾矿浆重量浓度平均24.00%、尾矿-200目平均占68%。《可研报告》拟采用上游法尾矿筑坝。	符合规程规范要求。
5	1.尾矿堆积坝外坡比不得陡于1:3。尾矿坝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、土石料或山土料进行护坡，采用土石料或山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。 2.上游式尾矿坝的堆积坝下游坡面上宜用土石覆盖或用其他方式植被绿化，并可结合排渗设施每隔6~10m高差设置排水沟。 堆积坝最终外坡面每隔5~10m高度应设一道台阶，并应在台阶上修建永久性纵、横向排水沟。	《尾矿库安全规程》 《尾矿设施设计规范》	《可研报告》推荐尾矿堆积坝平均外坡坡比为1:5.0，并有尾矿堆积坝覆土、植被、筑沟要求。	符合规程规范要求。但坝肩沟、坡面沟的断面尺寸不详，安全设施设计应予以补充。

6	三等库的最小干滩长度 70m、最小安全超高 0.7m	《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》	枫树岭尾矿库属于三等库,按最小干滩长度 70m、最小安全超高 0.7m 进行防洪控制。	符合规程规范要求。
7	1.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,尚应满足堆积坝高度 $100m > H \geq 60m$, 浸润线最小埋深 6~4m。 2.尾矿坝的渗流控制措施必须确保浸润线低于控制浸润线。	《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》	1.《可研报告》未涉及尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深控制指标。2.《可研报告》拟在尾矿堆积坝南侧+105m 平台、尾矿堆积坝南侧+140m 平台设 2 口辐射排渗井,单口布置辐射管、导水管;在 +143m、+149m、+155m 级子坝埋设排渗管。	《安全设施设计》应补充尾矿堆积坝浸润线埋深控制指标。尾矿堆积坝设置排渗设施的措施符合规程规范要求。
8	加高扩容的尾矿库改建、扩建项目,应满足以下要求: ——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; ——尾矿库一次加高高度不得超过 50m。	《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》	1.《可研报告》拟在尾矿堆积坝南侧+105m 平台、尾矿堆积坝南侧+140m 平台共设两口辐射排渗井,单口布置辐射管、导水管;在+143m、+149m、+155m 级子坝埋设排渗管。2.本次加高扩容工程尾矿堆积坝堆高 20m。	采用湿式尾矿放矿、筑坝,共堆筑 7 子坝,前 6 级子坝高 3m,最后一级子坝高 2m,坝顶宽 3m,内外边坡均为 1:2.0。符合规程规范要求。
9	尾矿库设计文件除应明确堆存工艺、筑坝方法外,还应明确下列安全运行控制参数: ——尾矿库等别,设计最终堆积高程、总坝高、总库容、有效库容; ——入库尾矿量、尾矿比重、粒度及排放方式; ——初期坝、副坝、拦砂坝、一次建坝尾矿坝的坝型、坝高、坝顶宽度、上下游坡比、筑坝材料及其控制参数、地基处理; ——子坝坝高、坡比,尾矿堆积坝平均堆积外坡比; ——排洪系统型式、排洪构筑物的主要参数; ——尾矿坝排渗型式; ——尾矿坝各运行期、各剖面的控制浸润线埋深。	《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》	除控制浸润线埋深指标外,其余安全运行控制参数《可研报告》均有明确。	《安全设施设计》应补充浸润线埋深控制指标,其余均符合规程规范要求。

10	<p>1.尾矿排放与筑坝包括岸坡清理、尾矿排放、坝体堆筑、坝面维护、防排渗设施施工和质量检测等环节，必须按照设计要求和作业计划进行，并作好记录。</p> <p>2.子坝及后期坝体堆筑前应进行岸坡处理，将树木、树根、草皮、坟墓及其他构筑物全部清除，清除杂物不得就地堆积，应运到库外。若遇泉眼、水井、地道、溶洞或洞穴等，应按设计要求处理。</p> <p>3.每期坝堆筑完毕，应进行质量检查。</p>	《尾矿库安全规程》	《可研报告》无此要求。	《安全设施设计》应补充坝体堆筑前后技术管理要求。
11	<p>1.湿式尾矿库设计文件除应提供上一栏目的安全运行控制参数外，还应提供下列安全运行控制参数： ——入库尾矿浓度； ——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及最小干滩长度等。</p> <p>2.尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率，属于重大事故隐患。</p>	《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》 《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）	除无尾矿堆积坝上升速率指标外，《可研报告》均有左栏安全运行控制参数。	《安全设施设计》补充尾矿堆积坝上升速率指标，其余均符合规程规范要求。
12	混凝土重力坝按坝高分为低坝、中坝、高坝。坝高在 30m 以下为低坝，坝高在 30~70m（含 30m 和 70m）为中坝，坝高在 70m（以上为高坝。	《混凝土重力坝设计规范》	《可研报告》中枫 3#副坝坝高 23.00m、枫 4#副坝坝高 8.00m、枫 5#副坝坝高 9.00m，均为低坝。	符合规程规范要求。
13	<p>混凝土重力坝的坝基经处理后应符合下列要求：</p> <p>1.具有足够的强度，以承受坝体的压力。</p> <p>2.具有足够的整体性和均匀性，以满足坝体抗滑稳定和减小不均匀沉降。</p> <p>3.具有足够的抗渗性，以满足渗透稳定的要求，控制渗流量，降低渗透压力。</p> <p>4.具有足够的耐久性，以防止岩体性质在水或其他外部因素的长期作用下发生恶化。</p>	《混凝土重力坝设计规范》	<p>据《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库副坝岩土工程勘察报告》，副坝地层以①素填土、②粉质粘土、③强风化千枚岩、④中风化千枚岩为主，③强风化千枚岩、④中风化千枚岩部分的地基土承载力特征值，可以满足上部结构荷载要求，基岩开挖面主要以强风化千枚岩、中风化千枚岩为主，在坝体设计中，尽量减小接合面的坡度是较为重要的。</p> <p>千枚岩均较致密，基本上为隔水层，库区渗漏性小。</p>	符合规程规范要求。
14	坝高或坝段高超过 150m 时，宜建在新鲜、微风化基岩上；坝高为 100~150m	《混凝土重力	副坝均为低坝，工勘报告建议清基至强风化千枚岩、中风化	符合规程规范要求。

	时, 宜建在新鲜、微风化至弱风化下部基岩上; 坝高 50~100m 时, 可建在微风化至弱风化下部基岩上, 坝高小于 50m 时, 可建在弱风化中部至上部基岩上。两岸地形较高部位的坝段, 可适当放宽。	坝设计 规范》	千枚岩。	
15	坝基固结灌浆设计, 应根据坝基工程地质条件、坝高和灌浆试验资料确定, 并应符合下列规定: 1. 坝基内上游、下游一定范围内 (可各取 1/4 坝底宽度范围) 宜进行固结灌浆, 防渗帷幕附近与坝址附近坝基宜加强固结灌浆。 2. 对坝基岩体裂隙发育且地质条件较差的, 可在全坝基范围进行固结灌浆, 并根据坝基应力及地质条件, 向坝基外及宽缝重力坝的宽缝部位适当扩大灌浆范围。 3. 断层破碎带及其两侧影响带、裂隙密集带或其他地质缺陷应加强固结灌浆。	《混凝土 重力坝设计 规范》	《可研报告》要求坝基进行固结灌浆。	符合规程 规范要求。
16	非溢流坝段的坝顶宽度应根据剖面设计要求确定, 并不宜小于 4.0m。坝顶路面应具有横向坡度和排水设施, 严寒地区, 横向坡度应适当加大。	《混凝土 重力坝设计 规范》	《可研报告》推荐副坝坝顶宽度 5.0m。	符合规程 规范要求,

3.3.4 坝体垮塌事故树分析

(1) 画出事故树

以坝体垮塌作为顶上事件, 逐步展开, 用推理法找出原因和影响, 确定引起顶上事件必须的有效原因和中间事件, 直至找出各基本事件。事故树图见图 3-17。

加强管理是预事故的主要方面。就事故本身而言, 每期事故的发生是偶然, 但因管理失控, 违规施工, 违章作业而造成事故发生是必然。为此, 从本质上避免事故发生, 就必须改善管理, 严格管理, 要认真按照《尾矿库安全监督管理规定》的要求, 对尾矿库实行正规化、制度化、科学化管理。一方面要请有资质的单位设计、勘查和施工, 另一方面更重要的是加

强日常管理，及早发现隐患，及时妥善处理，以防事故的发生。

(2) 最小割集和结构重要度

①求最小割集

$$\begin{aligned}
 T &= A_1 \cdot A_2 = (A_3 + A_4) (X_2 \cdot A_5) \\
 &= [X_1 X_2 + X_3 (X_4 + X_5)] [X_2 (X_6 + X_7 + X_8 X_5 + X_9 + X_{10} + X_{11})] + (X_1 X_2 + X_3 X_4 + X_3 X_5) \\
 &\quad (X_2 X_6 + X_2 X_7 + X_2 X_5 X_8 + X_2 X_9 + X_2 X_{10} + X_2 X_{11}) \\
 &= X_1 X_2 X_2 X_6 + X_1 X_2 X_2 X_7 + X_1 X_2 X_2 X_5 X_8 + X_1 X_2 X_2 X_9 + X_1 X_2 X_2 X_{10} + X_1 X_2 X_2 X_{11} + \\
 &\quad X_3 X_4 X_2 X_6 + X_3 X_4 X_2 X_7 + X_3 X_4 X_2 X_5 X_8 + X_3 X_4 X_2 X_9 + X_3 X_4 X_2 X_{10} + X_3 X_4 X_2 X_{11} + \\
 &\quad X_3 X_5 X_2 X_6 + X_3 X_5 X_2 X_7 + X_3 X_5 X_2 X_5 X_8 + X_3 X_5 X_2 X_9 + X_3 X_5 X_2 X_{10} + X_3 X_5 X_2 X_{11} \\
 &= X_1 X_2 X_6 + X_1 X_2 X_7 + X_1 X_2 X_9 + X_1 X_2 X_{10} + X_1 X_2 X_{11} + X_1 X_2 X_1 X_1 X_8 + X_2 X_3 X_4 X_6 + \\
 &\quad X_2 X_3 X_4 X_7 + X_2 X_3 X_4 X_9 + X_2 X_3 X_4 X_{10} + X_2 X_3 X_4 X_{11} + X_2 X_3 X_4 X_5 X_8 + X_2 X_3 X_5 X_6 + \\
 &\quad X_2 X_3 X_5 X_7 + X_2 X_3 X_5 X_8 + X_2 X_3 X_5 X_9 + X_2 X_3 X_5 X_{10} + X_2 X_3 X_5 X_{11}
 \end{aligned}$$

最小割集有 18 个： $K_1 = \{X_1, X_2, X_6\}$ ； $K_2 = \{X_1, X_2, X_7\}$ ；

$K_3 = \{X_1, X_2, X_9\}$ ； $K_4 = \{X_1, X_2, X_{10}\}$ ； $K_5 = \{X_1, X_2, X_{11}\}$ ；

$K_6 = \{X_1, X_2, X_5, X_8\}$ ； $K_7 = \{X_2, X_3, X_4, X_6\}$ ； $K_8 = \{X_2, X_3, X_4, X_7\}$ ；

$K_9 = \{X_2, X_3, X_4, X_9\}$ ； $K_{10} = \{X_2, X_3, X_4, X_{10}\}$ ； $K_{11} = \{X_2, X_3, X_4, X_{11}\}$ ；

$K_{12} = \{X_2, X_3, X_5, X_6\}$ ； $K_{13} = \{X_2, X_3, X_5, X_7\}$ ； $K_{14} = \{X_2, X_3, X_5, X_8\}$ ；

$K_{15} = \{X_2, X_3, X_5, X_9\}$ ； $K_{16} = \{X_2, X_3, X_5, X_{10}\}$ ；

$K_{17} = \{X_2, X_3, X_5, X_{11}\}$ ； $K_{18} = \{X_2, X_3, X_4, X_5, X_8\}$ 。

求出最小割集有 18 个，说明引起坝体垮塌事故的渠道主要有 18 种，应当对这 18 个渠道予以重视，密切关注。

②结构重要度分析

按照判断基本事件在最小割集中结构重要度的原则，其基本事件结构

重要度的排序为： $X_2 > X_3 > X_1 = X_5 = X_4 > X_9 = X_{10} = X_{11} > X_6 = X_7 = X_8$ 。从排序可知：管理不善是最重要的原因；排洪能力不足和排渗设施不够也是很重要的因素；放矿不合理，库内水位过高是主要的原因，对上述几个重要方面必须严格控制，对其它基本事件也要认真对待，加强防范，不可掉以轻心。

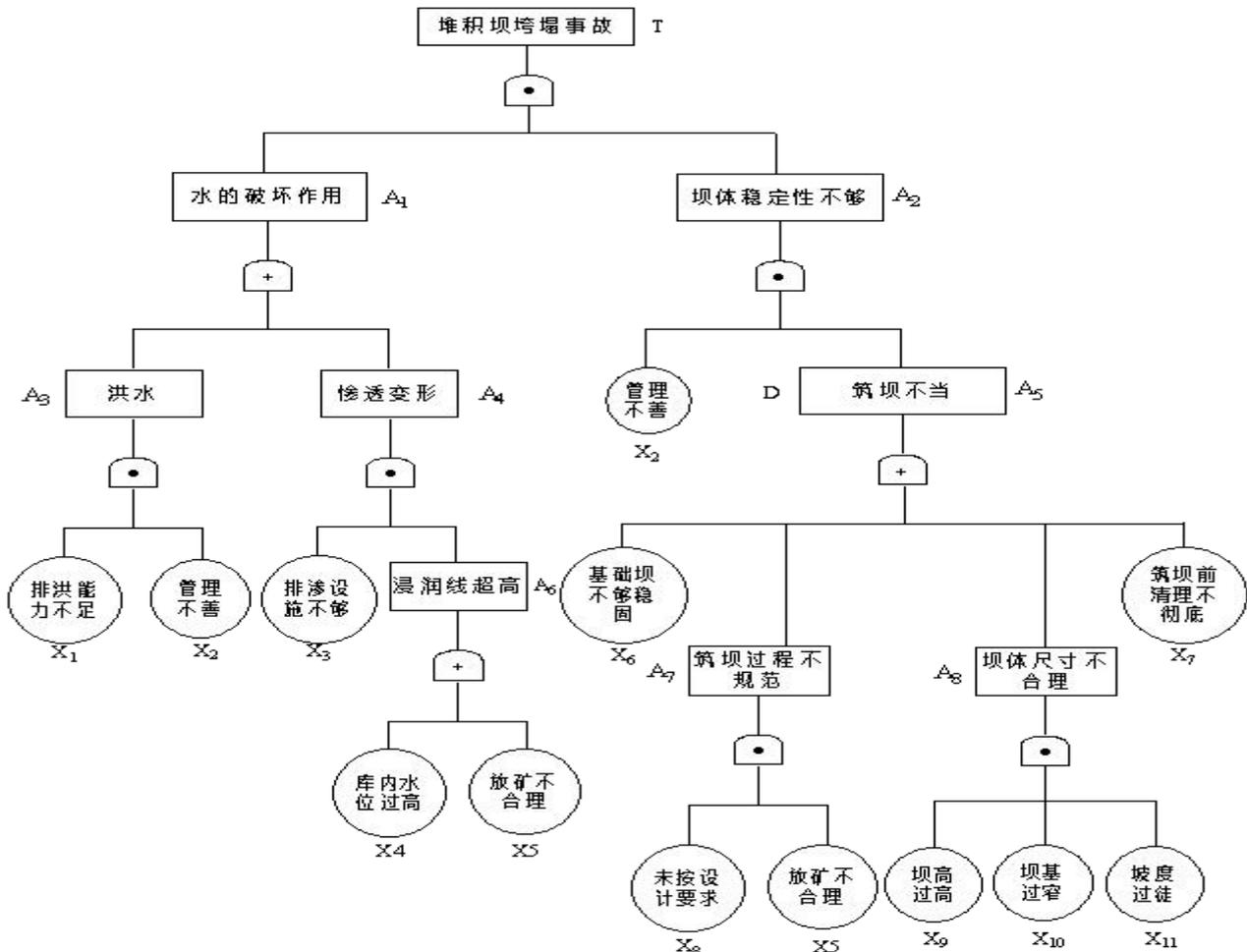


图 3-17 尾矿坝垮塌事故树图

3.3.5 坝址及坝体构造分析与评价

(1) 坝址

经现场踏勘，枫树岭尾矿库库区范围内无不良的工程、水文地质条件：未发现全新活动断裂带；建筑抗震一般地段；不良地质作用不发育（无崩塌、滑坡、泥石流等），无地质灾害危险性，地下水对工程建设影响较小；地下无待开采的矿藏资源。综合评定本场地为稳定场地，适宜工程建设，

满足规程规范要求。

（2）尾矿坝坝型

枫树岭尾矿库加高扩容工程是在枫树岭尾矿库主坝，枫 1#、枫 2#、枫 3#副坝的基础上实施的，并在库内山体马鞍处新增设枫 4#、枫 5#副坝；后期采用尾矿上游法堆筑堆积坝。

采用上游法尾矿排放、筑坝工艺，经验成熟、运用成功、技术得当、合理可行，已成功运用于江西省内其他类似金属非金属矿山，符合规程规范的规定。

《可研报告》拟在枫树岭尾矿库南侧、北侧马鞍处分别新增副坝（枫 4#、枫 5#副坝），对枫 3#副坝加高至+160m，副坝全部为混凝土重力坝；且对坝基进行固结灌浆，分缝处设止水铜片和橡胶止水带各一道，整个横缝内填塞聚乙烯泡沫板，符合规程规范要求。并在枫 3#、枫 5#副坝内侧回填弃土培厚坝体，坝体安全更有保障。

但在枫 3#、枫 5#副坝内侧倾倒弃土过程中，必须指定专人现场监管、指挥，只能在指定地方排土，并形成反坡和车挡，碾压均匀、密实、平整，若夜间施工，还需要架设照明线路，确保排土安全、施工质量，杜绝发生车辆伤害等事故。

因此，尾矿坝坝址选择及相关处理方式合理可行、安全有保障。

（3）尾矿坝坝体结构

《可研报告》推荐堆积子坝的结构参数（如坝体高度 3m 和 2m、坝顶宽度 3m、下游坡比（1:4、1:2）等筑坝技术控制指标），尾矿堆积坝外坡比 1:5，均符合规程规范的规定。

依枫树岭尾矿库地形，将尾矿堆积坝南侧坝轴线向东侧偏转，使+143m

子坝左坝肩位于枫 2#副坝东北侧山体上；在枫 1#副坝北侧及东侧区域滩面需填土处理，形成+140m 平台；在尾矿堆积坝南侧+105m 平台、尾矿堆积坝南侧+140m 平台设辐射排渗井、辐射管、导水管；在+143m、+149m、+155m 级子坝埋设排渗管，上述措施均符合枫树岭尾矿库的地形条件和规程规范要求。

辐射井施工期间，应由中心向刃脚四周均匀对称开挖井筒内尾砂，每层开挖厚度应控制好，禁止一次性开挖厚度过大，刃脚不能一次挖空，防止突沉造成辐射井四周砂面沉陷、井筒倾斜的危险。若没封底或设反压过滤层，井筒内将出现涌砂、翻砂现象，尾砂随水流从排渗管排入排水沟，导致辐射井持续下沉而失效。但《可研报告》推荐的辐射井深度 10m 以及结构强度等不详，建议安全设施设计时，合理确定辐射井结构强度、埋深。

（4）排矿方式

《可研报告》拟定在现枫树岭尾矿库主坝往上排放尾矿，符合枫树岭尾矿库现有地形条件，符合《尾矿设施设计规范》的有关规定。

（5）坝肩坝坡排水设施

《可研报告》推荐尾矿堆积坝下游坡面覆土、植被、排水设施的维护措施，符合规程规范要求。

3.3.6 尾矿排放与筑坝工艺分析与评价

本次枫树岭尾矿库加高扩容工程采用上游法尾矿放矿、筑坝工艺，属传统、常见、成熟的尾矿排放、坝体堆筑堆坝工艺，应用较为广泛、运用较为成熟，以及设置的堆筑参数合理可行，符合规程规范要求。在堆积坝适当部位设置排渗设施，对堆积坝实施覆土、植被、筑沟等坝坡面维护措施，有利于坝体稳定性，符合规程规范要求。但《可研报告》尚存在：

(1) 未明确尾矿坝各运行期、各剖面的控制浸润线埋深参数，建议安全设施设计时予以补充。

(2) 坝肩沟、坡面沟的断面尺寸不详，安全设施设计应予以补充。

(3) 依《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》，尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率，属于重大事故隐患。为便于枫树岭尾矿库后期运行安全管理，建议安全设施设计时，补充尾矿堆积坝上升速率控制指标。

(4) 无尾矿堆积坝岸坡清理、隐蔽工程验收、坝体堆筑质量检验等项工作的要求。建议在枫树岭尾矿库加高扩容工程安全设施设计阶段，明确堆坝作业过程安全管理控制要求。

(5) 为尽可能充分利用好库容堆存尾矿、延长尾矿库使用年限考虑，若只是光在现有尾矿堆积坝坝前上游法放矿，枫树岭尾矿库库长、库面面积大，放矿后，滩面局部地段与主坝方向高程差还是很大，只要不造成跑浑危害，应该可以在这些地段实施控制性放矿（主要是控制放矿时间、放矿地点，如以不超过枫3#副坝、枫4#副坝为界）。因此，安全设施设计时，可以调整放矿方式，改坝前放矿为坝前放矿+控制性周边放矿。

3.3.7 尾矿坝稳定性分析

一、主坝坝体稳定的计算方法

本次采用简化毕肖普法计算，利用 Geo studio 软件的 SLOPE/W 模块进行坝坡稳定计算。

二、主坝坝体稳定分析工况及荷载组合

1. 根据《尾矿设施设计规范》《尾矿库安全规程》的规定，尾矿坝稳定分析考虑正常运行、洪水运行、特殊运行三种运行工况。

不同运行条件的荷载组合见表 3-14。

表 3-14 尾矿坝稳定计算的荷载组合

运行条件	荷载类别 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

注：荷载类别 1 系指运行期正常库水位时的稳定渗透压力；

荷载类别 2 系指坝体自重；

荷载类别 3 系指坝体及坝基中的孔隙水压力；

荷载类别 4 系指设计洪水位时有可能形成的稳定渗透压力；

荷载类别 5 系指地震荷载。地震水平加速度值取为 0.05g。

针对 3 级坝的坝坡抗滑稳定的最小安全系数（简化毕晓普法）应不小于表 3-15 中的规程值：

表 3-15 尾矿坝坝坡抗滑稳定最小安全系数

计算方法	坝的级别	
	运行条件	3
简化毕肖普法	正常运行	1.30
	洪水运行	1.20
	特殊运行	1.15

2. 典型运行期选择

与防洪安全分析选择工况一致，尾矿坝稳定性分析典型运行期选择以下两种工况：

（1）尾矿坝加高扩容初期，坝顶标高为+143.00m，干滩顶标高+140.00m。加高扩容初期时进水口标高设为+137.50m，库水位标高为

+137.50m。

(2) 尾矿坝加高扩容末期，最终坝顶标高+160.00m，干滩顶标高+160.00m。排水斜槽封堵标高设为+157.50m，库水位标高为+157.50m。

枫树岭尾矿库等别为三等，对应尾矿坝级别为3级。结合枫树岭尾矿库实际运行数据，对各种计算工况做如下设定：

- ①库内正常运行水位、洪水运行水位等数据与表 2-13 一致。
- ②根据尾矿坝浸润线实际监测数据，下游水位设定为+65.00m。
- ③为保证尾矿坝安全，防洪高度范围内干滩平均坡度取大值，即

1 : 100。

④尾矿库库水位适当考虑尾矿放矿水对渗流计算结果的影响，库水位计算结果见表 3-16。

表 3-16 各典型运行期滩长及库水位计算表

各阶段尾矿坝	运行条件	计算库水位 (m)	计算滩长 (m)	化引滩长 (m)	化引库水位(m)
加高扩容初期， 尾矿坝外坡（坝 顶标高+143m）	正常运行	+137.50	250.00	46.72	+139.53
	洪水运行	+138.41	159.00	37.60	+139.62
加高扩容末期， 尾矿坝外坡（坝 顶标高+160m）	正常运行	+157.50	250.00	46.72	+159.53
	洪水运行	+158.30	170.00	38.83	+159.61

三、主坝计算剖面确定

依中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司 2022 年 10 月的《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库岩土工程补充勘察报告（详细勘察）》等相关勘察资料，对计算模型进行分区，枫树岭尾矿库各运行期稳定性分析计算模型见图 3-18~图 3-19。

由于副坝为混凝土重力坝，均为一次建坝，均属于低坝，均清基至强风化千枚岩，强风化千枚岩承载力标准值 $f_k=400kPa$ ， $f' =0.40$ ，摩擦系数

$u=0.30$ ，中~弱透水性，承载力和防渗要求均能满足要求，且埋深小，坝基采用固结灌浆，故副坝有稳定基础，本次只对主坝进行稳定性分析。

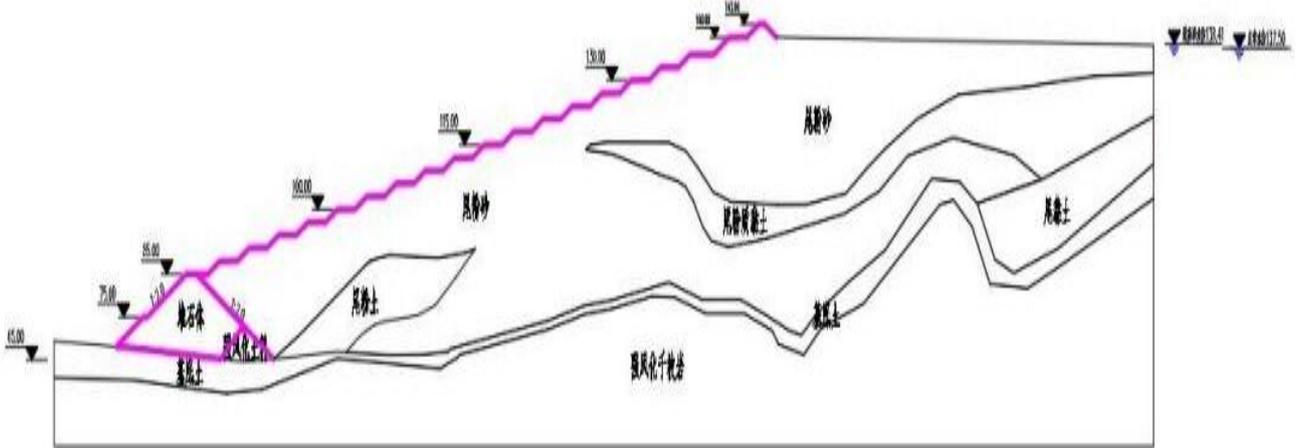


图 3-18 加高扩容初期时尾矿坝外坡计算剖面图

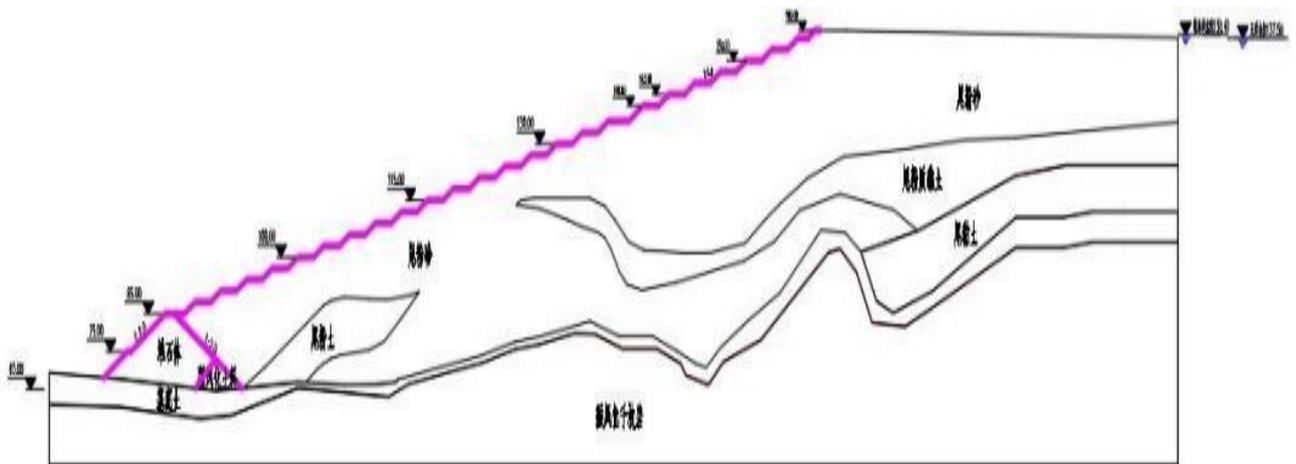


图 3-19 加高扩容末期时尾矿坝外坡计算剖面图

四、主坝物理力学计算指标

主坝各土层物理力学指标试验及建议值见表 3-17。

表 3-17 工程勘察各土层物理力学指标试验及建议值

序号	土层名称	天然容重 γ (kN/m ³)	饱和容重 γ_{sat} (kN/m ³)	抗剪强度指标	
				粘聚力 C (kPa) 水上/水下	内摩擦角 Φ (°) 水上/水下
①	尾粉砂	20.0	20.5	7.5/6.0	28.0/26.0
②	尾粉土	17.8	18.6	8.2/6.8	26.0/24.2
③	尾粉质黏土	19.0	19.4	10.3/8.1	16.0/13.9
④	尾黏土	19.5	19.7	12.2/10.4	10.0/8.8

⑤	基底土	21.0	21.4	6.2/4.1	29.5/27.8
⑥	初期坝堆石	26.2	26.8	0/0	38.0/38.0
⑦	强风化千枚岩	22.5	22.9	2.0/0	40.0/39.0

五、主坝浸润线

1.控制浸润线

根据《尾矿库安全规程》第 5.3.14 条：“尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深除满足坝坡抗滑稳定的条件外，尚应满足表 4-8 的要求”，即见表 3-18。

表 3-18 尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深

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

《尾矿库安全规程》第 5.2.8 条对尾矿库扩建项目要求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。

枫树岭尾矿库加高扩容工程拟设计最终使用标高为+160m，堆高 75m，依《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计（报批稿）》（中国恩菲工程技术有限公司，2022 年 11 月）本次拟控制浸润线埋深为低于尾矿堆积坝坡面 4.8m，控制浸润线见图 3-20~图 3-109。

2.实测浸润线

枫树岭尾矿库具有完善的监测设施，根据企业提供的枫树岭尾矿库浸润线监测数据整理后如表 3-19，以 2021 年 11 月的监测数据作为正常运行工况下的实测浸润线数据，以 2021 年 8 月的监测数据作为洪水运行工况下的实测浸润线数据。

表 3-19 枫树岭尾矿库浸润线埋深监测数据

观测日期	孔号	孔位坝面标高 (m)	浸润线埋深 (m)
2021 年 11 月	L2	+85	15.71

	L3	+91	10.77
	2	+94	10.41
	4	+103	7.60
	12	+112	10.24
2021 年 8 月	L2	+85	15.67
	L3	+91	10.64
	2	+94	10.31
	4	+103	7.35
	12	+112	9.67

由表 3-19 可知，枫树岭尾矿库现状尾矿坝浸润线埋深均符合规程规范要求，本次拟设的控制浸润线埋深为低于尾矿堆积坝坡面 4.8m，同样满足规程规范要求，具有指导意义。

六、稳定计算成果

计算结果见表 3-20，附图见图 3-20~图 3-31。

表 3-20 尾矿坝稳定计算成果表

各阶段尾矿坝	运行条件		抗滑稳定最小安全系数 Kmin		是否满足规范要求
			计算值	规范值	
加高扩容初期时尾矿坝外坡（坝顶标高+143m）	正常运行	控制浸润线	1.679	1.30	满足要求
		实测浸润线	1.908		
	洪水运行	控制浸润线	1.642	1.20	满足要求
		实测浸润线	1.878		
	特殊运行	控制浸润线	1.574	1.15	满足要求
		实测浸润线	1.790		
加高扩容末期时尾矿坝外坡（坝顶标高+160m）	正常运行	控制浸润线	1.410	1.30	满足要求
		实测浸润线	1.546		
	洪水运行	控制浸润线	1.387	1.20	满足要求
		实测浸润线	1.520		
	特殊运行	控制浸润线	1.312	1.15	满足要求
		实测浸润线	1.438		

1.按控制浸润线完成的不同工况下坝坡稳定计算结果见图 3-20~图 3-25。

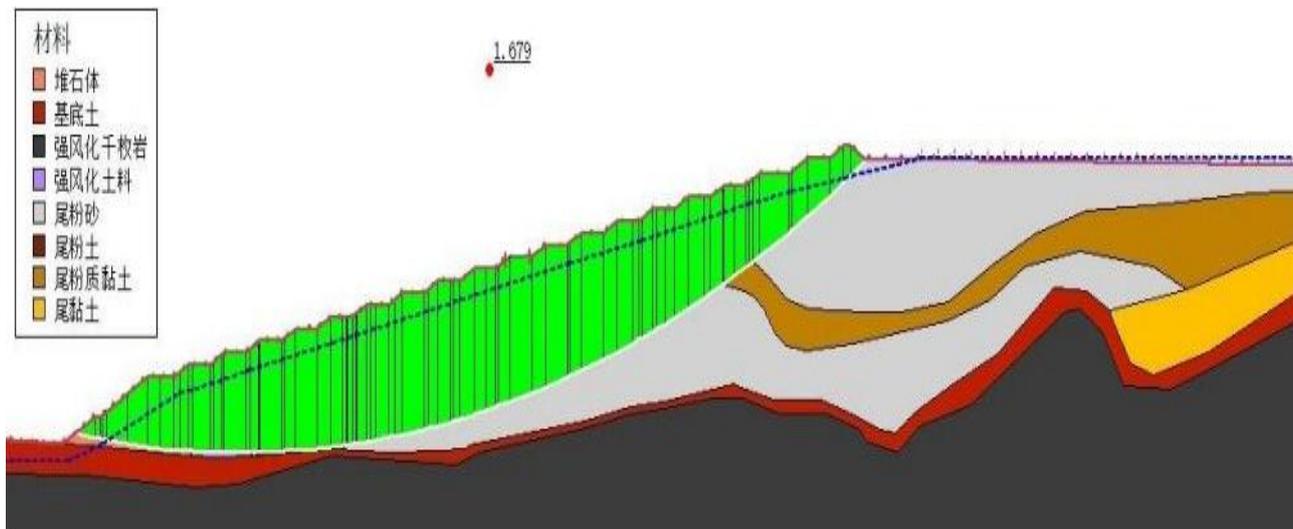


图 3-20 加高扩容初期时尾矿坝正常运行（按控制浸润线）稳定计算结果

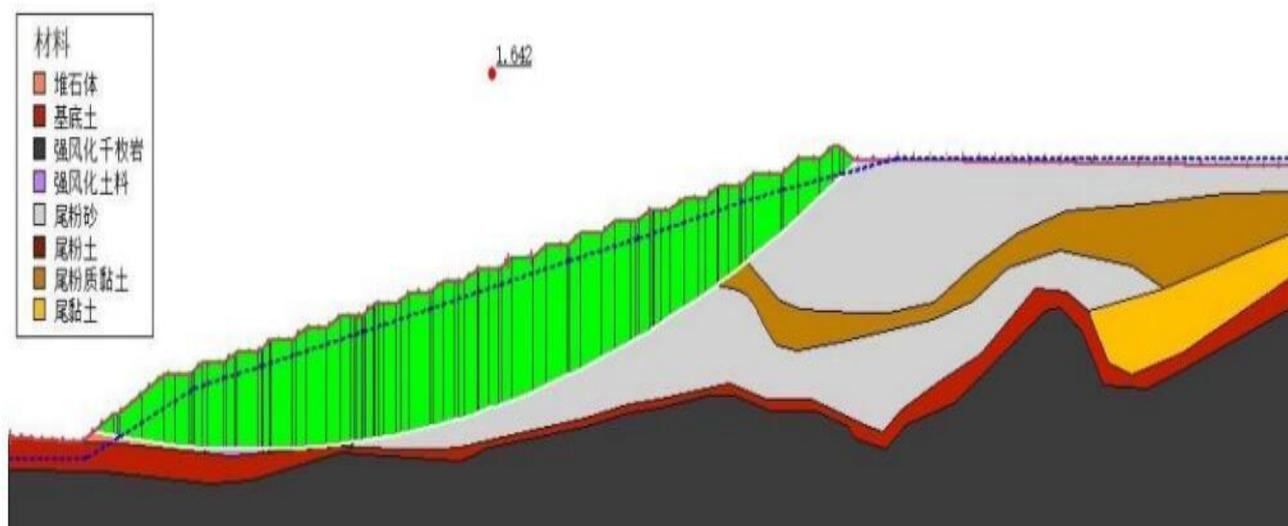


图 3-21 加高扩容初期时尾矿坝洪水运行（按控制浸润线）稳定计算结果

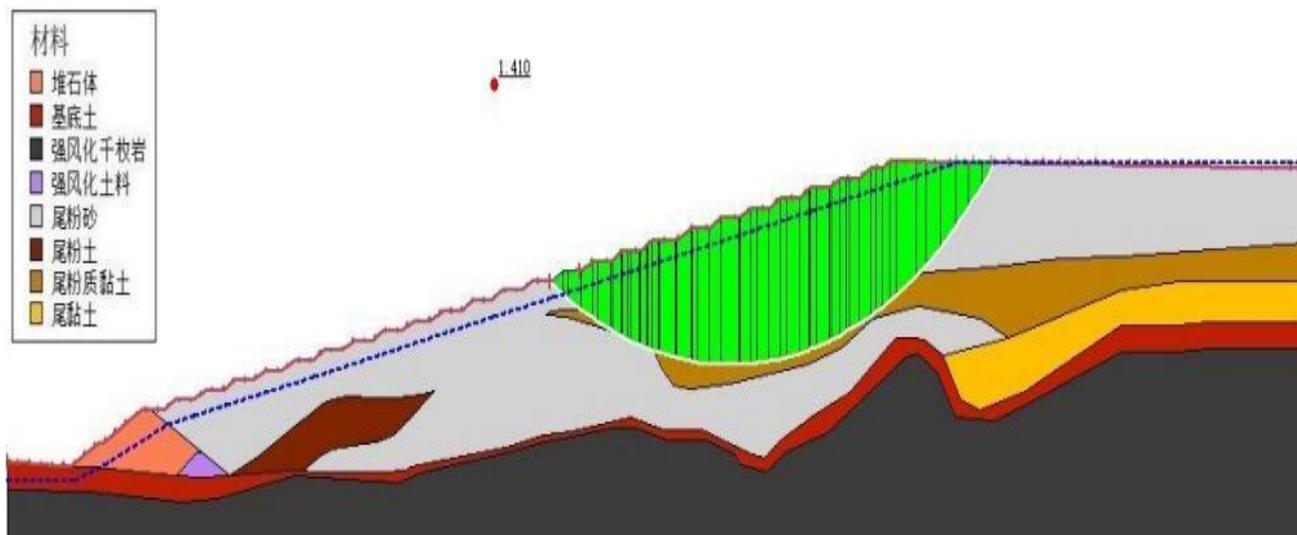


图 3-22 加高扩容初期时尾矿坝特殊运行（按控制浸润线）稳定计算结果

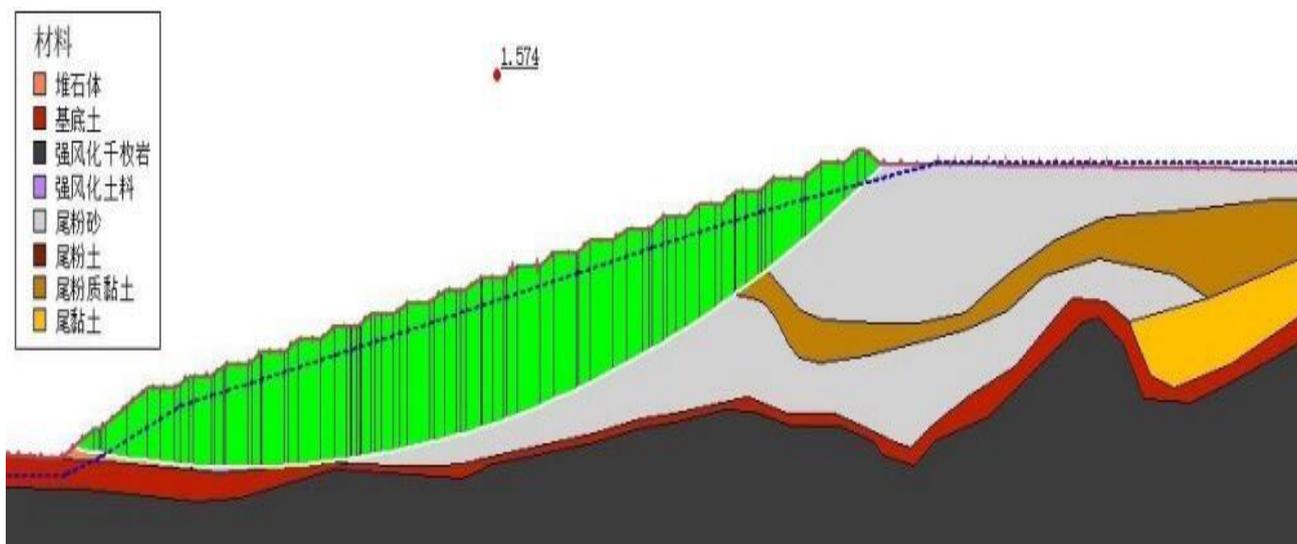


图 3-23 加高扩容末期时尾矿坝正常运行（按控制浸润线）稳定计算结果

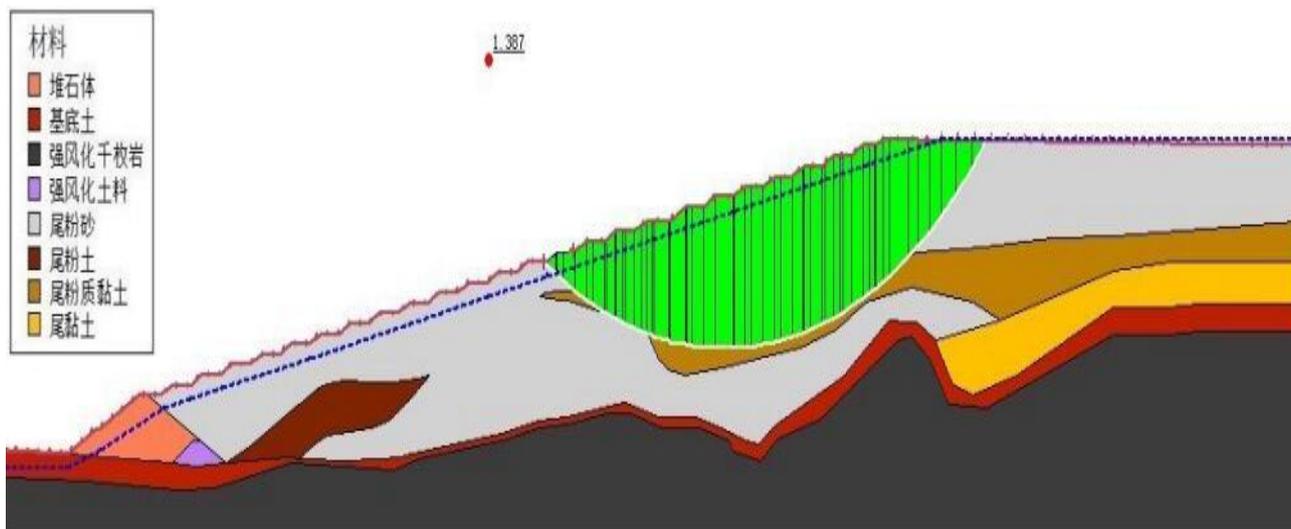


图 3-24 加高扩容末期时尾矿坝洪水运行（按控制浸润线）稳定计算结果

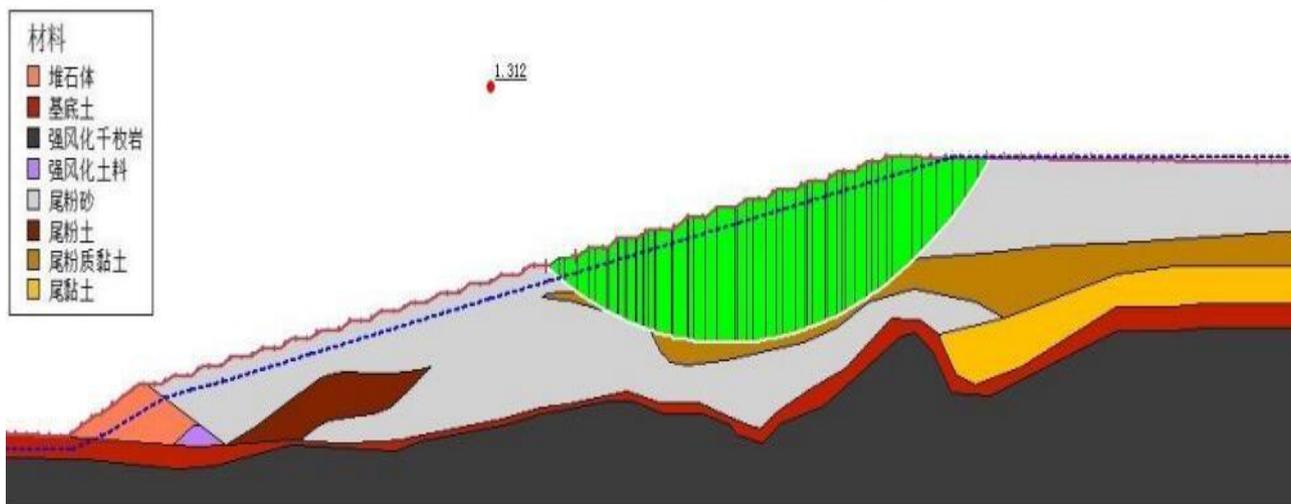


图 3-25 加高扩容末期时尾矿坝特殊运行（按控制浸润线）稳定计算结果

2.按实测浸润线完成的不同工况下坝坡稳定计算结果见图 3-26～图 3-31。

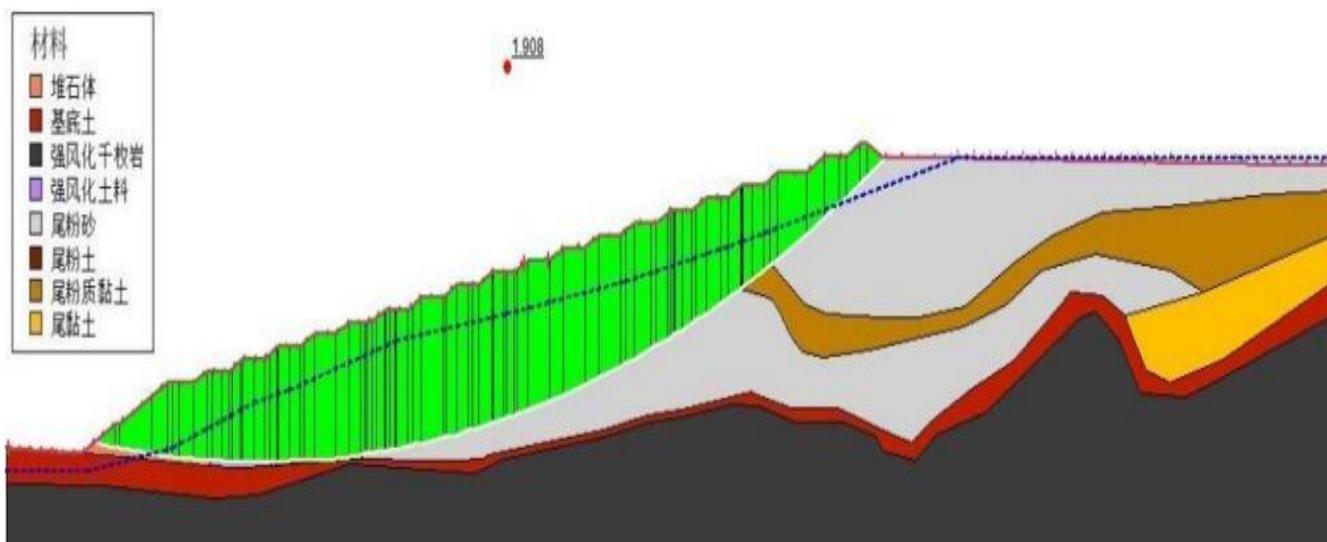


图 3-26 加高扩容初期时尾矿坝正常运行（按实测浸润线）稳定计算结果

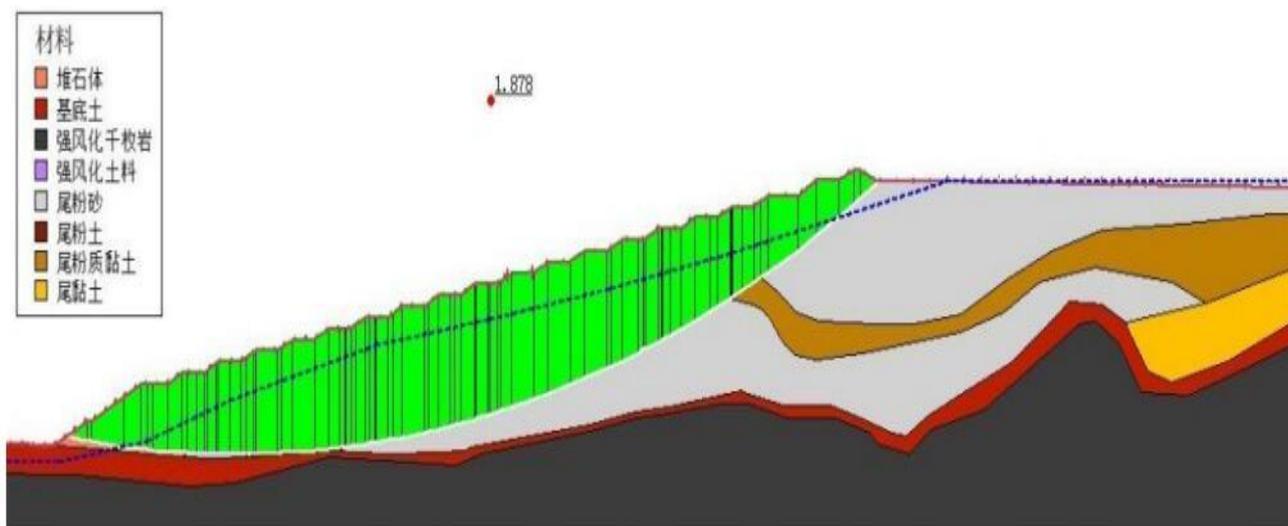


图 3-27 加高扩容初期时尾矿坝洪水运行（按实测浸润线）稳定计算结果

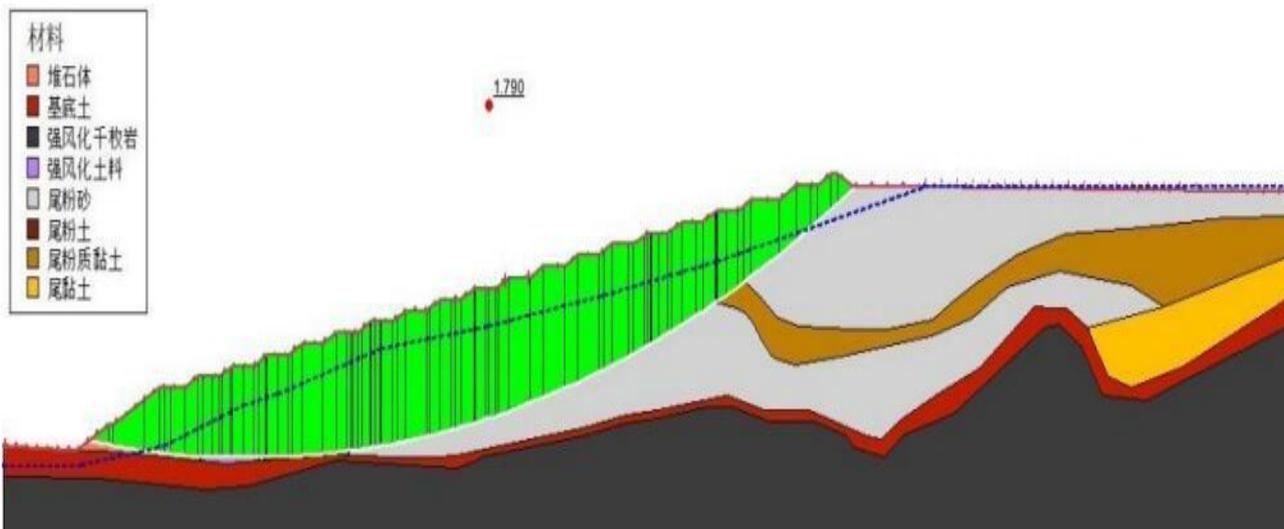


图 3-28 加高扩容初期时尾矿坝特殊运行（按实测浸润线）稳定计算结果

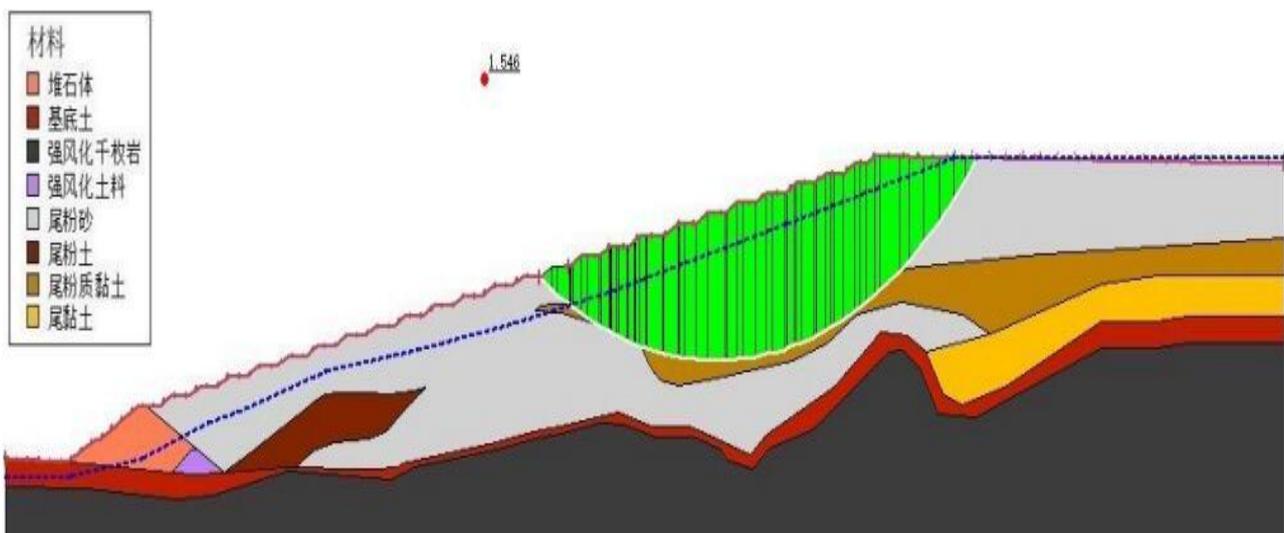


图 3-29 加高扩容末期时尾矿坝正常运行（按实测浸润线）稳定计算结果

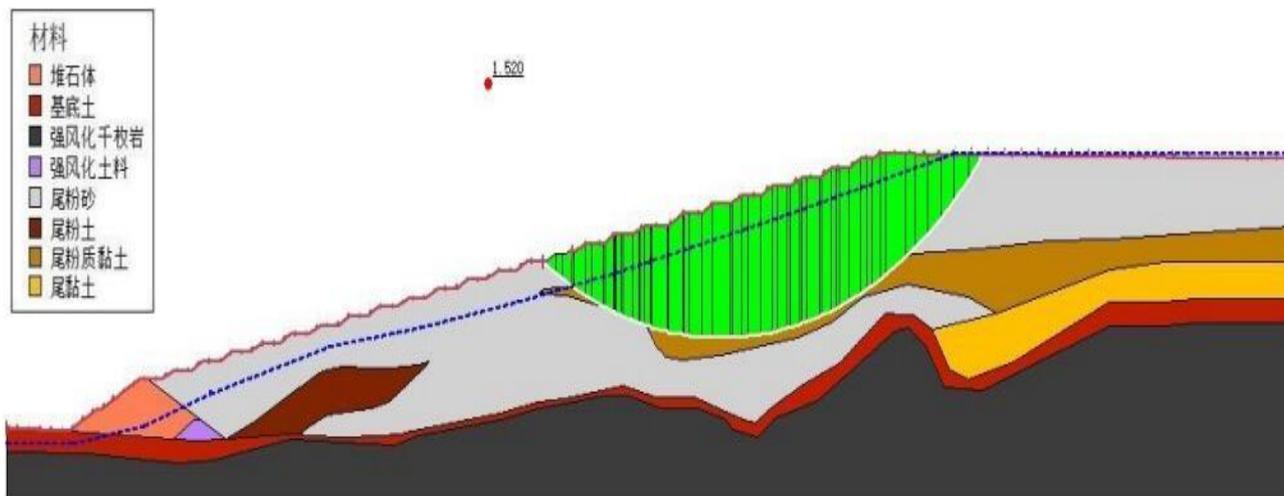


图 3-30 加高扩容末期时尾矿坝洪水运行（按实测浸润线）稳定计算结果

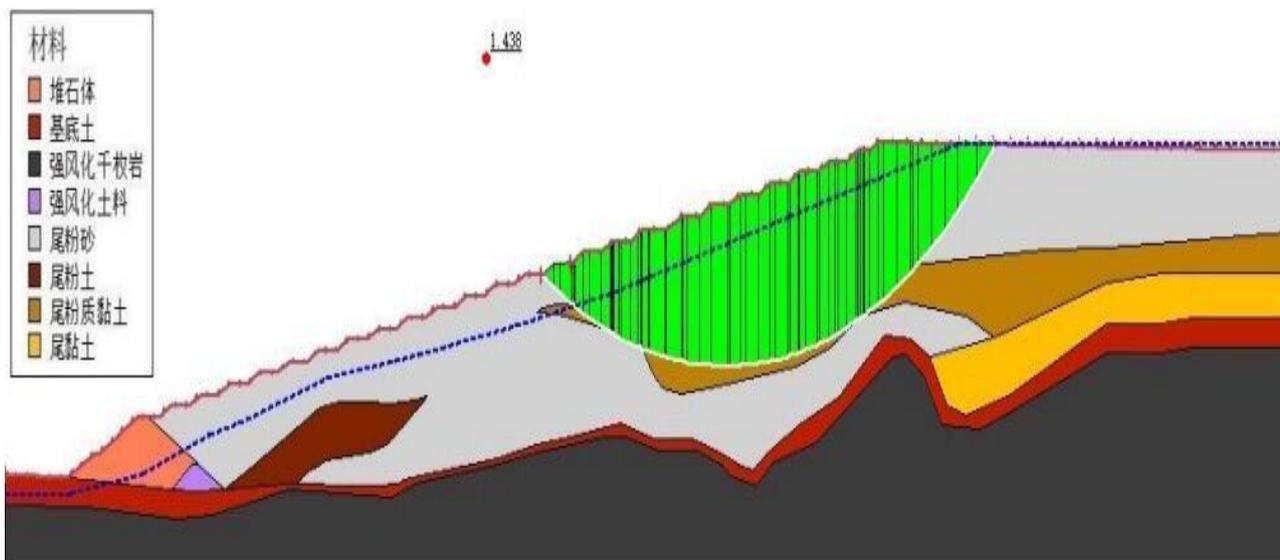


图 3-31 加高扩容末期时尾矿坝特殊运行（按实测浸润线）稳定计算结果

根据稳定计算得出的结果可知，枫树岭尾矿库加高扩容后的主坝在三种运行工况下，按简化毕肖普法计算出的坝体稳定系数均能满足相关规范安全要求。

七、副坝坝体稳定性分析

枫 3#、枫 4#、枫 5#副坝的稳定性分析计算采用《混凝土重力坝设计规范》的相关规定。

由于枫树岭尾矿库仅存在正常运行水位和设计洪水位，且库区所在地区设计地震烈度 6°，可以不考虑地震影响。故枫 3#、枫 4#、枫 5#副坝稳定计算的荷载组合仅为基本组合，主要荷载包括坝体自重、静水压力（按设计洪水位计算）、扬压力、尾砂压力、土压力等。抗滑稳定验算公式为

$$K = \frac{f \sum (W - U)}{\sum P}$$

式中：K 为抗滑稳定安全系数，枫 3#、枫 4#、枫 5#副坝均为 3 级构筑物，基本组合下 $K \geq 1.05$ ；

f 为接触面上的摩擦系数，考虑到湿润的情况下基底摩擦系数将有所降低，参考类似工程经验，本次验算时， $f=0.30$ ；

ΣP 为计算截面以上坝体全部荷载对滑裂面的切向分力, kN, 包括浸润线以下水($h=2m$)的推力及尾砂压力, 其中尾砂主动土压力系数取为 0.36。

ΣW 为计算截面以上坝体全部荷载对滑裂面的切向分力, kN。枫 3#、枫 4#、枫 5#副坝的筑坝材料为 C20W6 混凝土, 容重按 $2.2t/m^3$ 计; 尾砂干容重取 $1.7t/m^3$, 饱和容重取 $2.0 t/m^3$; U 为扬压力, kN, 由于坝体未设防渗或坝基排水措施, 其扬压力折减系数为 1.0。

枫 3#、枫 4#、枫 5#副坝受力示意图分别如下:

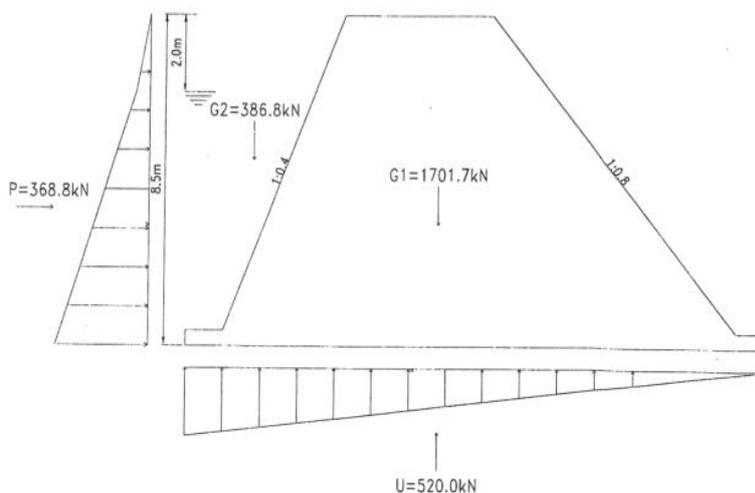


图 3-32 枫 3#、枫 4#、枫 5#副坝受力示意图

表 3-21 副坝的稳定性分析成果

计算项目		枫 3#、枫 4#、枫 5#副坝
抗滑稳定(设计洪水位)	规范值	1.05
	计算值	1.28
坝踵处应力 (kPa)		80.0
坝趾处应力 (kPa)		89.0
坝底截面压应力 (kPa)		82.0
坝底截面拉应力 (kPa)		0.0

从上述计算结果可知, 枫树岭尾矿库的主坝和枫 3#、枫 4#、枫 5#副坝在正常运行、洪水运行工况及特殊运行工况下, 坝坡抗滑稳定安全系数均大于规程规范规定的最小安全系数值, 枫树岭尾矿库的坝体是稳定、安全的。

3.3.8 尾矿坝单元评价结论

(1) 经危险、有害因素辨识，枫树岭尾矿库尾矿坝可能存在溃坝、坝体垮塌、坝坡失稳、洪水漫顶、渗漏、结构破坏、粉尘、高处坠落、车辆伤害等危险、有害因素。

(2) 经LS法分析，溃坝、洪水漫顶、坝体贯穿性裂缝，坝体出现较大范围管涌、流土属于I级风险，为不可接受风险，企业应引起高度重视，采取措施予以杜绝。坝体上升速率高、坝体坡比陡于设计、浸润线埋深不足等属于II级风险，为高度风险，企业应采取紧急措施（如立即或近期整改）降低风险，建立运行控制程序，定期检查、测量及评估；子坝坝体结构参数、坝轴线布置不符合设计要求、坝轴线与水边线不平行、未按于库（坝）前均匀放矿、子坝堆筑前未进行岸坡清理、子坝坝顶及沉积滩面不均匀平整、坝面局部出渗等属于III级风险，为轻度危险，可接受风险，企业应建立操作规程、作业指导书，但需定期检查、进行治理。当然，后续银山矿业可根据实际情况以及规程规范要求的变化予以重新辨识风险，有针对性的采取工程、管理、个体防护等措施进行管控。

堆积坝坝坡面未按设计覆土、植被、筑沟和多种矿石性质不同的尾矿混合排放入库，或尾矿粒径变细属于IV级风险，为轻微或可忽略的危险。但多种矿石性质不同的尾矿混合排放入库已纳入了重大事故隐患，企业不能认为是可忽略危险，就掉以轻心。

(3) 经坝体垮塌事故树分析，管理不善是最重要的原因；排洪能力不足和排渗设施不够也是很重要的因素；放矿不合理，库内水位过高是主要的原因，对上述几个重要方面必须严格控制，对其它基本事件也要认真对待，加强防范，不可掉以轻心。

(4) 采用安全检查表法分析《可研报告》，评价其工程技术措施与规程规范要求符合性，结合现场勘察的实际情况，枫树岭尾矿库在原有尾矿堆积坝基础上实施加高扩容工程，成功案例很多；新建枫 4#副坝和枫 5#副坝）、加高枫 3#副坝，其坝型均为混凝土不透水坝；副坝、尾矿堆积坝坝体的结构参数、加高高度，副坝坝基处理方式，以及堆积坝排渗设施设置、坝坡面维护措施，均符合规程规范的要求。

(5) 经坝体稳定性分析，加高扩容工程实施前后，枫树岭尾矿库尾矿坝坝坡最小安全系数满足规程规范要求。

(6) 经安全检查表法分析、评价尾矿坝符合性，共 16 项，13 项符合，3 项不符合（主要是《可研报告》未明确尾矿坝浸润线埋深、尾矿堆积坝上升速率控制指标，也未明确坝肩沟、坡面沟的断面尺寸以及堆坝作业过程安全管理措施等，均应在安全设施设计时予以补充），符合率 81.25%，尾矿坝单元符合安全要求。

(7) 安全设施设计时，坝前放矿方式宜调整为坝前放矿+控制性周边放矿。

(8) 枫树岭尾矿库运行过程中存在的危险有害因素在江西铜业集团银山矿业有限责任公司采纳本报告及初步设计提出的相关安全对策措施及建议后均可控。

3.4 防洪系统单元

3.4.1 危险、有害因素辨识和分析

(1) 排洪构筑物破坏

排洪构筑物堵塞、错动、断裂等破坏，导致排洪能力急剧下降，直接危及坝体安全。

排洪构筑物堵塞主要原因有：

①进水口杂物淤积。

②构筑物垮塌。

③长期对排洪构筑物不进行检查、维修，致使堵塞、露筋、塌陷等隐患未能及时发现。

④排洪构筑物蜂窝、麻面、露筋、脱落、捣实不严等结构破坏现象，造成排洪系统破坏、洪水漫顶，最终导致溃坝。

排洪构筑物断裂、垮塌常由下列原因引起：

①基础资料不确切、设计方案及技术论证方法不当、不遵循设计规范、对库水位及浸润线深度的控制要求不明确，或要求不切实际等方面；

②设计人员技术不高或经验不足所造成；

③未按设计要求施工；

④排洪管线等处的不良地质条件未能查明，地基不均匀沉陷；出现不均匀或集中荷载；水流流态改变等。

⑤排洪构筑物有蜂窝、麻面或强度不达标，造成掉块、漏筋、断裂、甚至倒塌等病害。

严重后果：

排洪构筑物堵塞，库内水位过高；污染下游环境，甚至造成坝体垮塌，会带来十分严重后果。

原排水斜槽可能会被本次加高扩容工程实施后的尾矿压垮，导致尾矿浆泄露，引起环境污染事件，《可研报告》已要求本项目实施前对原排水斜槽实施封堵，以杜绝潜在隐患。

（2）洪水漫顶

①枫树岭尾矿库若遇超设计频率的洪水或暴雨极易造成洪水漫顶。

②若排洪系统施工质量差，造成排洪系统不均匀沉降或结构破坏，极易造成洪水漫顶。

（3）淹溺

操作人员及其他人员在巡查枫树岭尾矿库（包括截渗坝、集水池、回水浮动平台等）时，或添加或拆除排水斜槽盖板以及应急排洪系统排水井拱板时，意外坠入水中，或进入积水区域游泳，意外抽筋，以及开挖斜槽、排水井基础、掘进隧洞过程中，围堰意外垮塌，或渗漏或库内积水漫过堰顶而灌入斜槽、排水井井筒、隧洞内，都将可能造成人员意外淹溺窒息。主要淹溺场所：库内汇水处，施工期的斜槽、排水井井筒、隧洞。

（4）物体打击

实施排水斜槽盖板盖封或拆除作业过程中，若操作人员注意力不集中、不齐心或作业现场条件不良，物件滚落伤人。或施工期的隧洞以及应急排洪系统的隧洞，出渣车辆装的过满，掉落砸伤行人。

（5）冒顶片帮

根据勘察钻孔及物探资料反应，拟新建排洪隧洞附近，推测存在一条断层（F1），倾向南西，倾角约 67° ，断层为赋水断层，但当隧洞开挖在推测破碎带及断裂影响范围内通过时，结构松散，自稳性差，施工过程中易引起地面沉降和塌方；且局部张性裂隙发育地段属强透水层，雨季施工，雨水直接下渗易引起透水、塌方冒顶等事故，对施工开挖支护带来较大影响。因此，施工期的隧洞以及应急排洪系统的隧洞存在冒顶片帮危险因素。

（6）透水

新建排洪隧洞在里程 K0+523.73m 范围及其附近受 F1 断裂影响岩层可

能破碎并具有一定的透水性，存在透水事故，对施工开挖支护带来较大影响，应采取相应的超前处理措施，处理措施可超前探放水、采用钢棚架及钢筋混凝土衬砌方案等超前支护措施，也可采用高压注浆+水玻璃的方式进行封堵。应急排洪系统的排洪隧洞可能也存在断层、破碎带，开挖时，同样应采取工程、管理措施予以防范透水危害。

(7) 火灾

施工期的隧洞若采用可燃材料（坑木）支护，一旦有引火源时，便可引起矿井火灾；或未使用阻燃电缆，或多余电缆盘旋缠绕一起，可能造成火灾。

施工期的隧洞若采用卡车运输矿岩，车辆本身构成复杂，附件又多为易燃品，一旦起火燃烧迅速且不易扑救，往往造成严重的经济损失。

造成火灾的主要原因：

- ①运输汽车未配备灭火器材。
- ②车辆使用的油料，遇火源可能发生火灾。
- ③车辆出现小故障未及时排除，带病行驶，造成机动车部件超负荷运转；
- ④车辆内部电气短路引起火灾。
- ⑤电气线路接点连接不实，局部电阻过大发热使导线或接点烧着熔化，引燃导线或绝缘层发生火灾。
- ⑥加油时不熄火，排气管排出的火星或炽热的发动机都有可能引燃混合气体。
- ⑦车辆发动机润滑系统缺油，机件相互接触并相对运动，磨擦产生高温，当触及可燃物时引起火灾等。

⑧隧洞使用木支护或易燃材料支护，或堆放有易燃材料。

因此，施工期的隧洞可能存在火灾危险因素。

（8）火药爆炸与放炮

隧洞开拓需要使用炸药、雷管，若对爆破材料管理不当，或违规爆破作业，会造成火药爆炸；爆破器材在运输途中、装药和起爆的过程中、未爆炸或未爆炸完全的炸药在装卸矿岩的过程中，都有发生火药爆炸可能。

可能存在炸药爆炸危害场所：

- ①爆破器材搬运过程；
- ②爆破器材在斜井提放、斜坡道运输过程；
- ③爆破作业和爆破作业面；
- ④盲炮处理和凿岩作业；
- ⑤装矿和卸矿过程中；
- ⑥不合格爆破器材处理等。

炸药爆炸的原因：

①自爆。自爆是爆破器材成分不相容或爆破器材与环境不相容而发生的意外爆炸，如在高温环境下，膨化炸药的爆燃温度在 $125^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ ，因此 2#岩石乳化炸药和毫秒导爆管雷管在运输过程中，发生剧裂碰撞就可能引起炸药爆炸。

②引燃。由于管理不严，炸药与非电雷管在外界能量（热能、电能、机械能等）作用下会发生爆燃和爆炸。

③凿岩时不按照《规程》要求，沿残眼凿岩，使未爆炸或爆炸不完全的炸药爆炸。

炸药、毫秒导爆管雷管爆炸产生的震动，冲击波和飞石对人员、设备

设施、构筑物等会造成严重的破坏。

爆破作业时，如爆破警戒设置不合理或未设置警戒，使用的炸药变质、过期造成延爆、早爆、拒爆等都可能造成爆破伤害。常见的有爆破震动危害、爆破冲击波危害、爆破飞石危害、拒爆危害、早爆、迟爆危害等。

放炮危害可能发生的场所：隧洞掘进作业面。

因此，施工期的隧洞，可能存在火药爆炸、放炮危险因素。

（9）中毒窒息

①中毒窒息原因分析：中毒窒息主要是爆破后产生的炮烟和其他有害烟尘。其他有毒烟尘，如：巷道中存在的有害气体，火灾后产生的有害烟气等。

爆破后形成的炮烟是作业人员中毒的主要原因之一。炮烟中毒的主要原因是通风不畅和违章作业。爆破作业后，炮烟未排除，过早进入爆破作业场所，而引发炮烟中毒窒息；长期停工停风的掘进场所，开工前未通风，也可能造成缺氧窒息。发生作业人员中毒窒息的原因：

a. 违章作业。放炮后通风时间不足就进入工作面作业；人员没有按要求撤离到不会发生炮烟中毒的巷道等。

b. 通风设计不合理。炮烟长时间在作业区域滞留，独头巷道掘进时没有设置局部通风，没有足够的风量稀释炮烟，设计的通风时间过短等。

c. 安全警示和检测仪器问题。警戒标志设置不合理或没有标志；人员意外进入通风不畅、长期不通风的盲巷道；有害有毒气体检测仪失效。

d. 出现意外情况。突然遇到含有大量窒息性气体、有毒气体、粉尘的地质构造地段，人员没有防护措施。

②中毒窒息场所：爆破作业面，炮烟流经的巷道，盲巷道，通风不良

的巷道。

施工期的隧洞存在中毒窒息危害。

(10) 车辆伤害

若施工期的隧洞采用汽车运输，可能会发生车辆伤害，主要表现为碰撞、刮擦、挤压行人、翻车、坠车、失火和物体打击等。多为人为过失，同时与地面场和公路及井下巷道的维护有关。

车辆伤害产生的原因：

①行人安全方面。行人行走路段不当，如行人在巷道窄侧行走，就可能被汽车撞伤；行人安全意识差或精神不集中，行人不及时躲避、与汽车抢道等，都可能会造成事故；周围环境影响，如无人行道、无躲避硐室、物料堆积、巷道受压变形、照度不够、噪声大等。

②汽车运行方面。超速运行、违章操作、判断失误、操作失控、制动装置失效、无照明等。

③其他因素。如无信号或信号不起作用、行车视线不良、车灯亮度模糊、无喇叭等。

(11) 触电

施工期的隧洞掘进、装料、运输作业过程中，需要使用照明设施和局部通风机，架设有照明线路和照明灯、局扇，斜槽底部施工期需设排水设施，若电气线路安装不合格、使用不当、接头裸露，安全保护装置缺失，有可能造成触电伤害。

(12) 粉尘

施工期的隧洞开挖产生的石料爆破、铲装、运输过程中将产生粉尘危害。粉尘危害是矿山开采作业主要危害之一。在不同粒径的粉尘中，呼吸

性粉尘对人的危害最大。粉尘的主要危害是对人体健康的损害，长期吸入大量微细粉尘，可能引起尘肺。

（13）噪声、振动

噪声对人体的听力，心理、生理产生影响，引起职业性耳聋。在高噪声环境作业，人的心情易烦躁，易疲劳，反应迟钝，工作效率低，可诱发事故。

噪声与振动产生原因：噪声来源于空气动力噪声，设备在运转中振动、摩擦、碰撞而产生的机械噪声和电磁辐射噪声。

隧洞掘进作业时，使用凿岩机、局扇，以及放炮，都会产生噪声、振动。

产生噪声与振动的场所：隧洞掘进工作面，爆炸作业场所。

（14）车辆尾气污染

施工期隧洞若采用无轨运输汽车、运人车等车辆，运转过程中，使用柴油，若燃烧不充分，或未配置尾气净化装置，或通风效果不良，或人员长时间呆在有尾气滞留地段，容易形成尾气污染。

柴油车尾气中包含 CO、HC、NO_x、微粒等，CO 和血液中的血红蛋白结合，剥夺血红蛋白对人体组织的供氧能力。空气中 CO 的体积分数超过 0.1%，就会导致人体中毒；超过 0.3% 时，则可在 30min 内使人丧命。

碳氢化合物 HC：包括未燃和未完全燃烧的的燃油、润滑油及其裂解和部分氧化物，如烷烃、烯烃、芳香烃、醛、酮、酸等数百种成分。烷烃基本上无味，对人体健康不产生直接影响。烯烃略带甜味，有麻醉作用，对粘膜有刺激，经代谢转化会变成对基因有毒的环氧衍生物。烯烃是与氮氧化物一起在太阳光的紫外线作用下形成有毒的“光化烟雾”的罪魁祸首之

一，芳香烃对血液和神经系统有害，特别是多环芳香烃及其衍生物有致癌作用。醛类是刺激性物质，对眼、呼吸道、血液有毒害。

氮氧化物 NO_x：主要为 NO 和部分 NO₂。NO 无色气体，本身毒害不大，单在大气中缓慢形成 NO₂，具有强烈的刺激味，对肺和心肌有很强的毒害作用。NO_x 也是在地面附近形成光化烟雾的主要原因之一。

微粒：主要成分是炭及其吸附的有机物质，吸附物中有多种 PHA，具有不同程度的致癌作用。

因此，在隧洞掘进过程中，应完善通风系统、做好局部通风管理工作；所有柴油车安设尾气净化装置，并加强检查、及时更换，确保正常、有效运转；为员工发放防尘口罩，并督促、检查员工正确佩戴防尘口罩。

(15) 其他伤害

凿岩过程中，开停风管，如果风管破损或脱落，高压气流吹伤操作人员；或采用蓄电池电机车运输过程中，碰撞伤人；人员行走在斜槽、隧洞开挖基础面或斜槽人行踏步时，或作业场所照明度不足，注意力不集中，意外跌倒摔伤。

3.4.2 防洪系统预先危险性分析

表 3-22 防洪系统预先危险性分析表

危险、有害因素	原因	后果	危险等级	改进措施或预防方法
排洪（水）构筑物裂缝	1.设计不合理或无设计； 2.未按设计要求施工；	尾矿泄漏、人员伤亡	III	1.应请有资质的单位设计和施工； 2.加强施工监管，确保施工质量； 3.定期检查，发现问题及时修复。
排洪（水）构筑物垮塌	1.设计不合理或无设计； 2.未按设计要求施工； 3.施工质量差；	尾矿泄漏、人员伤亡	IV	1.应请有资质的单位设计和施工； 2.加强施工监管，确保施工质量； 3.定期检查，发现问题及时修复。
排洪（水）构筑物堵塞	1.尾砂泄漏堵塞； 2.洪水破坏。	尾矿泄漏、人员伤亡	IV	1.及时疏通、清理； 2.增加排洪设施。
排洪（水）构筑物错动	1.设计不合理或无设计； 2.未按设计要求施工；	尾矿泄漏、人员伤亡	II	1.请有资质的单位设计和施工； 2.加强施工监管，确保施工质量；

	3.施工质量差。	伤亡		3.定期检查，发现问题及时修复。
冒顶片帮	<ol style="list-style-type: none"> 1.开拓方法不合理； 2.穿越地压活动区域；穿越地质构造区域； 3.在应该进行支护的井巷没有支护或支护设计不合理；遇到新的地质构造而没有及时采取措施； 4.巷道施工工艺不合理；巷道施工时违章作业； 5.遇到新的岩石而没有按岩性进行施工； 6.爆破参数设计不合理；爆破工序不合理；爆破施工时违章作业； 7.地下水作用、岩石风化等其他地压活动的影响和破坏，如井巷施工中的破碎、松散、不稳定地层未及时稳定支护； 8.施工前未敲帮问顶。 	人员伤亡	III~IV	<ol style="list-style-type: none"> 1.巷道应尽量避免地压活动区域及地质构造区域； 2.在施工生产过程中应严格遵守操作规程； 3.对顶板岩石不稳固的巷道应在开挖的同时进行永久性支护； 4.合理设计保安矿柱并在生产中保护好； 5.不断改进采矿方法，选择适应本矿山采矿方法； 6.支护工程应有正规设计、监理，确保支护工程质量； 7.建立地压管理制度，加强地压管理与监测，发现问题及时处理； 8.矿床回采顺序要合理，采场回采完毕后及时处理采空区； 9.坚持“敲帮问顶”制度； 10.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 11.制定冒顶片帮事故应急救援预案，并定期演练。
放炮	<ol style="list-style-type: none"> 1.非爆破专业人员作业，爆破作业人员违章； 2.连线作业由非爆破作业人员操作； 3.使用劣质、变质、过期的爆破器材；使用爆破性能不明的材料等； 4.未执行爆破撤人制度； 5.爆破警戒伤人； 6. 违规爆破，如未发出信号起爆； 7.爆破作业时早爆、迟爆、拒爆伤人； 8.爆破后立即进入爆破现场； 9.盲炮处理不当或打残眼。 	人员伤亡	III~IV	<ol style="list-style-type: none"> 1.爆破作业由专职爆破作业人员操作；严格按《爆破安全规程》操作； 2.连线作业由专职爆破作业人员操作； 3.对爆破性能不明的材料需进行试验后使用；对爆破器材进行鉴别，使用合格的爆破器材；不得使用劣质、变质、过期的爆破材料；使用非电毫秒雷管； 4.严格执行爆破撤人制度；当班班长负责爆破警戒、撤人工作，只有爆破警戒、撤人工作到位后，才能发出爆破指令，爆破员只有接到爆破指令后，才能起爆； 5.爆破前人员撤到安全地带，加强警戒； 6.严格爆破作业程序，起爆前须发出起爆信号，爆破员只有接到爆破指令后，才能起爆； 7.严格按《爆破安全规程》操作； 8.爆破后等待 15min 后，才能进入爆

				<p>破现场；</p> <p>9.按规定处理盲炮（拒爆），当班盲炮当班处理，当班处理不了的，当班爆破员与下班爆破员现场交班，交代清楚。凿岩前必须先检查工作面上有无瞎炮，有瞎炮时须经有资质人员处理后，方可凿岩，严禁沿残眼打眼；</p> <p>10.制定放炮事故应急救援预案并进行演练。</p>
中毒窒息	<p>1.违章作业，爆破后人员过早进入工作面；</p> <p>2.未采用局部机械通风；</p> <p>3.作业人员未佩戴防毒口罩；</p> <p>4.意外的停风。</p>	人员伤亡	III	<p>1.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质；</p> <p>2.加强矿井通风，爆破后通风至少 15 分钟吹散炮烟后，人员才能进入工作面；</p> <p>3.掘进工作面应采用局部机械通风；</p> <p>4.为作业人员配备防尘、毒用品；</p> <p>5.建立健全通风管理制度和措施；</p> <p>6.制定中毒、窒息事故应急救援预案并进行演练；</p> <p>7.完善通风系统，确保通风设备良好。</p>
物体打击	<p>1.凿岩前未敲帮问顶，凿岩时震落松石伤人；</p> <p>2.凿岩时风管或水管断裂飞出伤人；</p> <p>3.支护物倒塌伤人；</p> <p>4.车辆上部杂物或碎石掉落伤人。</p>	人员伤亡	III	<p>1.凿岩前坚持“敲帮问顶”制度；</p> <p>2.凿岩前先检查风管、水管是否牢固完好；</p> <p>3.在不稳固的岩层中作业时，须做好支护工作，掘进工作面架设临时支架并可靠；</p> <p>4.经常行人的裸露巷道，每天要有人巡回检查，如有损坏及时维护；</p> <p>5.隧洞有不稳固的岩层时应做好永久性支护；</p> <p>6.不超高装载杂物、碎石。装载杂物或碎石的车辆转弯时，匀速，不急甩。</p>
粉尘	<p>1.凿岩、爆破、装矿、运输、卸料作业。</p> <p>2.作业人员无防护措施。</p>	人员健康受损	II	<p>1.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质；</p> <p>2.爆破后通风至少 15 分钟吹散炮烟后，人员才能进入工作面；</p> <p>3.掘进工作面及通风不良的采场应采用局部机械通风；</p> <p>4.为作业人员配备合格的劳动保护用品；</p> <p>5.完善通风系统、建立健全通风管理制度；</p> <p>6.定期为作业人员进行健康检查；</p> <p>7.凿岩采取湿式作业、装（卸）料点喷雾洒水降尘；</p> <p>8.落实好“风、水、密、护、革、管、教、</p>

				查”八字防尘措施。
炸药爆炸	<ol style="list-style-type: none"> 1.不按规定运送爆破材料；雷管、炸药混放； 2.炸药运输过程中强烈振动或摩擦； 3.引药（起爆药）制作不规范，未避开顶板破碎地段、电气设备等； 4.装药时，未清理现场的设备、工具，特别是移动电动工具、设备。 5.盲炮处理不当或打残眼。 	人员伤亡	III~IV	<ol style="list-style-type: none"> 1.采用专用运输工具运送爆破器材；爆破材料运输必须符合规定要求，严禁雷管、炸药混装，雷管、炸药按规定分开放置；严禁使用非专用运输工具运输； 2.加强驾驶员安全教育培训，押运员需经有关部门培训合格，持证上岗；车辆缓慢行驶；修整运输道路；斜井、斜坡道运输炸药时，运输工具应完好、深度保持匀速。 3.规范制作引药（起爆药），应选择顶板稳定或支护完好地段，远离电气设备等场所；引药（起爆药）不得放在可传导杂散电流的铁器、电缆上； 4.装药时，清理现场的设备、工具，特别是移动电动工具、设备。 5.凿岩前必须先检查工作面有无瞎炮，有瞎炮时须经有资质人员处理后，方可凿岩，严禁沿残眼打眼； 6.制定火药爆炸事故应急救援预案并进行演练。
透水	<ol style="list-style-type: none"> 1.采掘过程中没有进行探水或探水不合理； 2.矿区裂隙发育，富水性强； 3.排水设施和设备设计、施工不合理； 4.排水设施和设备的供电系统故障； 5.未及时发现突水征兆； 6.发现突水征兆后未采取相应措施或措施不当； 7.采掘工作面突水； 8.采掘过程中没有采取合理的疏水、导水措施； 9.地表水体或突然大量降雨涌入井下； 10.违章作业等。 	人员伤亡	III~IV	<ol style="list-style-type: none"> 1.加强探放水工作； 2.加强工程地质勘察、测绘工作； 3.仔细严格审查排水设施和设备的设计、按规范要求施工，确保施工质量； 4.及时排除排水设施 and 设备的供电系统故障； 5.加强巷道检查，及时发现突水征兆； 6.发现突水征兆后，即组织人员撤离； 7.采掘工作面突水，即组织人员撤离，报告相关负责人采取措施处理； 8.采掘过程中采取合理的疏水、导水措施； 9.隧洞入口地表设避水沟或围挡； 10.严格按操作规程作业，加强检查、教育培训。
噪声与振动	<ol style="list-style-type: none"> 1.钻机凿岩，空压机运转； 2.未佩戴防护用品。 	人员健康受损	II	<ol style="list-style-type: none"> 1.采用减振、隔音措施； 2.人员配戴防护用品。
车辆伤害	<ol style="list-style-type: none"> 1.无车辆运行交通信号或信号失效； 2.无轨运输巷道安全间距小； 3.缓和段、错车场设置 	设备损坏、人员伤亡	III	<ol style="list-style-type: none"> 1.斜坡道、无轨运输平巷的三岔口设置交通信号。 2.无轨运输巷道设置行人道，其行人道安全间距满足《安全规程》要求。 3.合理设置缓和段、错车场。

	不合理； 4.装载超高、超重； 5.运输车辆故障； 6.违章驾驶（操作）。			4.加强运输车辆管理，不得超载、超高；定期检查车辆性能，减少车辆故障，故障车辆严禁入井。 5.加强对车辆驾驶人员的安全教育培训，杜绝违章驾驶（操作）。
火灾	1.井下运输车辆电路故障； 2.供电线路过流、过载、短路等故障。	设备损坏、人员伤亡	III	1.加强对井下运输车辆的日常检查、维护，并按要求配备车载灭火器； 2.加强对供电线路检查、维护，设置过流、过载、短路等保护装置。
触电	1.人体触及带电设备； 2.电线电缆接头裸露； 3.设备无防护措施； 4.带电检修。	人员伤亡	III	1.电线电缆高度按规程要求架设； 2.检修时应对设备停电、放电并实行“工作票”制； 3.电工应经培训持证上岗。
车辆 尾气污染	1.柴油燃烧不充分； 2.未配置尾气净化装置； 3.通风效果不良； 4.人员长时间呆在有尾气滞留地段。	人员健康受损	II	1.购置性能优良柴油车。 2.配置尾气净化装置，并及时检查、更换。 3.完善通风系统，做好局部通风。 4.佩戴防尘口罩，优化劳动组织安排。
其他 伤害	(1) 管路老化、锈蚀，造成管路爆裂，高压风、水流伤人； (2) 多人作业时，组织混乱，手指口述不到位，安装、搬运管路时砸伤人员； (3) 特定、重要地点没有安装压力表或压力表失灵，不能观察压力状况、造成管路挤破或欠压； (4) 检修时没有关闭上级阀门或泄压或误操作，检修时风水压力过大，冲击伤人。	人员健康受损	II	(1) 经常巡检、及时更换。 (2) 统一指挥，协商一致，做好手指口述工作。(3) 安装压力表或及时更换、修理。 (4) 关闭上级阀门和充分泄压。 (5) 按安全操作规程正确操作。

3.4.3 排洪系统 LS 法风险分析

排洪系统 LS 法风险分析如下表：

表 3-23 排洪系统 LS 法风险分析表

序号	单元/系统	危险源及风险	可能后果	风险值 R=L·S			可能性	严重性	危险性程度 (风险等级)	影响范围
				L	S	R				
1	排洪系统	干滩长度和安全超高不足	坝体垮塌	3	5	15	可能	严重	Ⅱ级	尾矿坝、库下游 1.0km
2		子坝挡水	坝体垮塌	3	5	15	可能	严重	Ⅱ级	尾矿坝、库下游 1.0km
3		排洪系统倾倒、堵塞、垮塌	坝体垮塌	4	5	20	可能	灾难	Ⅰ级	尾矿坝、库下游 1.0km
4		排洪系统局部破坏	坝体垮塌	3	5	15	可能	严重	Ⅱ级	尾矿坝、库下游 1.0km
5		坝肩沟、坝面沟破损	坝体局部坍塌	2	5	10	可能	较严重	Ⅲ级	尾矿坝
6		杂物堵塞进口，或未清除进水口漂浮物	淹溺	3	5	15	可能	严重	Ⅱ级	积水区
7		排水构筑物平面布置、标高、数量、型式、尺寸与设计不符	排洪能力不足，洪水漫顶	3	5	15	可能	严重	Ⅱ级	尾矿库
8		排水构筑物跑浑、漏砂	尾矿泄漏	2	5	10	偶然	较严重	Ⅲ级	排洪系统
9		井架（槽身）、盖板（拱板）施工质量影响结构安全	坍塌、尾矿泄漏、漫坝	3	5	15	可能	严重	Ⅱ级	排洪系统
10		井壁无显著的水位标尺	影响排水控制	2	4	8	可能	轻微	Ⅳ级	排水井
11		排水构筑物封堵不严	尾矿泄漏	3	3	9	可能	严重	Ⅱ级	尾矿库
12		围堰渗漏、垮塌	影响排水斜槽+隧洞施工，人员伤亡	2	5	10	偶然	较严重	Ⅲ级	排洪系统

可知，排洪系统倾倒、堵塞、垮塌属于Ⅰ级风险，为不可接受风险，企业应引起高度重视，采取措施予以杜绝。干滩长度和安全超高不足、子坝挡水、排洪系统局部破坏、杂物堵塞进水口，或未清除进水口漂浮物，排水构筑物平面布置、标高、数量、型式、尺寸与设计不符，排水斜槽槽身、盖板，排水井井架、拱板的施工质量影响结构安全，排水构筑物封堵不严等属于Ⅱ级风险，为高度风险，企业应采取紧急措施（如立即或近期整

改) 降低风险, 建立运行控制程序, 定期检查、测量及评估; 坝肩沟、坝面沟破损, 排水构筑物跑浑、漏砂, 围堰垮塌、渗漏等属于III级风险, 为轻度危险, 可接受风险, 企业应建立操作规程、作业指导书, 但需定期检查、进行治理。井壁无显著的水位标尺属于IV级风险, 为轻微或可忽略的危险。

3.4.4 洪水计算

1. 计算方法

采用全国通用推理公式法及江西省水文推理公式两种方法计算洪水, 水文参数采用《江西省暴雨洪水查算手册》(2010年版)实测资料。

2. 水文参数

查《江西省暴雨洪水查算手册》得主要参数如下:

多年平均最大 24h 降雨量 $\bar{H}_{24}=136\text{mm}$, $C_v=0.43$, $C_s=3.5C_v$; 因为暴雨发生在 1~6h 之间, 所以洪水计算时仅需考虑暴雨递减指数 n_2 , $n_2=0.525$ 。

3. 流域参数

滩顶标高为+140m 时, 枫树岭尾矿库汇水面积 $F=1.06\text{km}^2$, 主沟长度 $L=1.08\text{km}$, 主沟道纵向坡度 $J=0.114$ 。

滩顶标高为+160m 时, 枫树岭尾矿库汇水面积 $F=0.94\text{km}^2$, 主沟长度 $L=0.95\text{km}$, 主沟道纵向坡度 $J=0.117$ 。

4. 计算过程

(1) 《江西省暴雨洪水查算手册》推理公式法

根据枫树岭尾矿库流域参数特征值, 查算暴雨参数等值线图, 确定设计面暴雨, 设计暴雨 24h 时程雨型分配表, 计算产流参数, 降雨径流总量

$$(R_{\text{总}}) : R_{\text{总}} = f(P + P_a)$$

式中：P——降雨量（mm）；

P_a ——雨前土壤含水量（mm）。

由产流计算结果进行汇流计算，求汇流时间 τ 、地面洪峰流量 Q_m 及地面洪水总量（W）， $\tau=0.278L/mJ^{1/3} Q_\tau^{1/4}$ ， $W=0.1hF$ ，

式中：L——主沟长度（km）；

M——汇流参数，由区域经验公式计算；

J——主沟道纵向坡度；

H——净雨量（mm）；

F——汇水面积（ km^2 ）。

采用地下径流回加量公式计算任意时刻地下流量（ Q_t ）： $Q_d=R_{\downarrow}F/3.6T$ ， $T=9.67W/Q_m$ ， $Q_g=T_p/TQ_d$ ， $Q_t=t/TQ_d$ ，

式中： Q_d ——地面径流终止点，即地下径流峰值（ m^3/s ）；

T——地面径流过程底宽，即地下洪峰流量时间（h）；

R_{\downarrow} ——地下径流深（mm）；

Q_g ——地面洪峰流量对应的地下流量（ m^3/s ）；

Q_t ——任意时刻 t 对应的地下流量（ m^3/s ）；

T_p ——地面洪峰滞时（h）。

（2）全国通用推理公式法

按简化推理公式 $Q_p = \frac{A(S_p F)^B}{(\frac{L}{mJ^{1/3}})^C} - D\mu F$ 计算洪峰流量。

式中： S_p ——频率为 P 的洪峰流量（ m^3/s ）；

F——汇水面积（ km^2 ）；

L——主沟长度（km）；

m——汇流参数；

J——主沟道纵向坡度；

μ ——产流历时内流域平均入渗率（mm/h）；

A、B、C、D——最大洪峰流量；

N——暴雨递减指数，当 $\tau \leq 1$ 时，取 $n=n_1$ ， $\tau > 1$ 时，取 $n=n_2$ ；

暴雨雨力（ S_p ）计算： $S_p = \frac{H_{24P}}{24^{1-n}}$ ， $H_{24P} = K_p \bar{H}_{24}$ ，

式中： K_p ——模比系数；

\bar{H}_{24} ——一年最大 24h 降雨量均值（mm）；

$\tau = 0.278L/mJ^{1/3} Q_t^{1/4}$ ，

式中： L ——主沟长度（km）；

M——汇流参数，由区域经验公式计算；

J——主沟道纵向坡度。

洪水总量（ W_{tP} ）： $W_{tP} = 1000 \alpha_t H_{tP} F$

式中： α_t ——与历时 t 相应的洪量径流系数；

H_{tP} ——历时 t ，频率为 P 的降雨量（mm）。

（3）计算结果

根据《江西省暴雨洪水查算手册》（2010年版）计算出 1000a 一遇 24 h 降雨量为 519mm。

滩顶标高+141m 时：根据江西省推理公式法计算，1000a 一遇洪峰流量 $Q=30.92m^3/s$ ，24h 洪水总量 $W=42.50 \times 10^4 m^3$ ；全国通用推理公式计算，1000 a 一遇洪峰流量 $Q=17.91m^3/s$ ，24h 洪水总量 $W=33.73 \times 10^4 m^3$ 。

滩顶标高+160m 时：根据江西省推理公式法计算，1000a 一遇洪峰流量 $Q=27.65m^3/s$ ，24h 洪水总量 $W=37.69 \times 10^4 m^3$ ；全国通用推理公式计算，1000a 一遇洪峰流量 $Q=16.85m^3/s$ ，24h 洪水总量 $W=29.91 \times 10^4 m^3$ ，，洪水计算结

果见表 3-24。

表 3-24 1000a 一遇洪峰流量及 24h 洪水总量

工况	洪水计算方法	重现期 (a)	洪峰流量(m ³ /s)	洪水总量 (×10 ⁴ m ³)
滩顶标高 +141m	手册推理公式	1000	30.92	42.50
	全国通用方法	1000	17.91	33.73
滩顶标高 +160m	手册推理公式	1000	27.65	37.69
	全国通用方法	1000	16.85	29.91

两种计算方法的结果比较,《江西省暴雨洪水查算手册》(2010年版)推荐的推理公式计算的洪峰流量和洪水总量均略大于全国通用方法计算的结果。考虑到推理公式为《江西省暴雨洪水查算手册》(2010年版)的推荐方法,且为安全起见宜取大值,故本项目按手册推理公式计算的结果作为后面调洪演算的依据。

坝顶标高为+141m 时洪水过程线见图 3-33,坝顶标高为+160m 时洪水过程线见图 3-34。

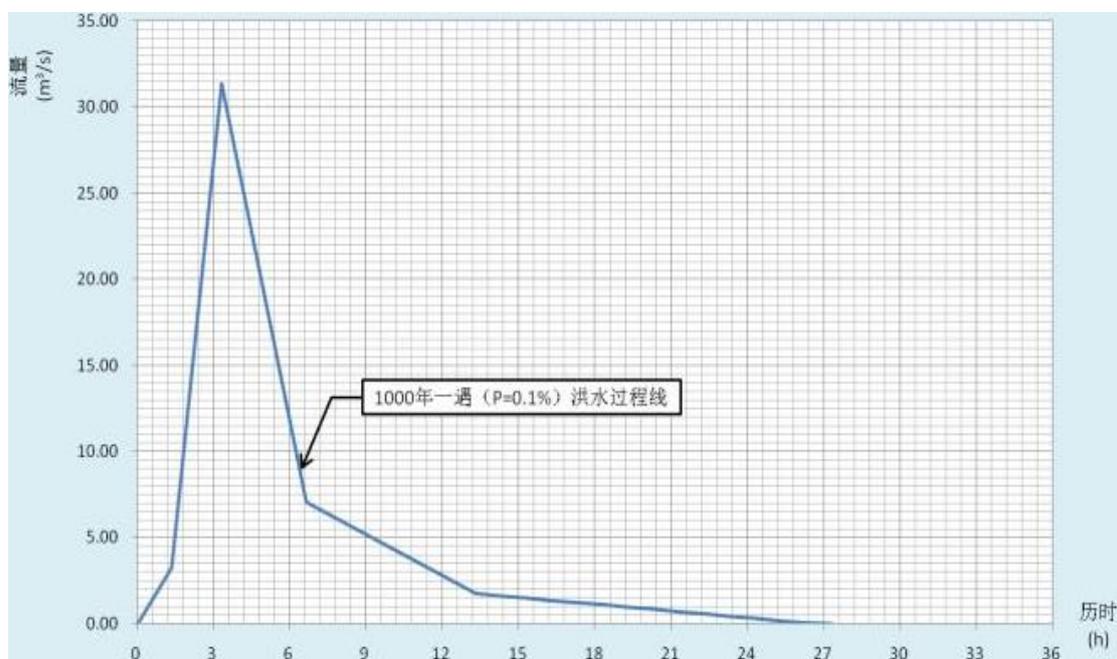


图 3-33 滩顶标高+141m 时洪水过程线 (1000a 一遇)



5.排洪设施泄流能力

枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位后，仍采用斜槽+隧洞型式。针对斜槽+隧洞排洪系统，泄流量计算存在以下排洪情况：自由泄流（分为水位未超过盖板上沿最高点、水位超过盖板上沿最高点）、半压力流、压力流。

(1) 自由泄流

当水位未超过盖板上沿最高点时，泄流量（ Q_a ）：

$$Q_a=Q_2=0.8 \sigma_n m_1 (tg \beta +ctg \beta) (2g)^{1/2} H_s^{2.5}$$

式中： σ_n ——淹没系数；

m_1 ——堰流量系数；

β ——斜槽的倾角；

H_s ——自由泄流水头（m），自斜槽侧壁过水部分的最低点起算。

当水位超过盖板上沿最高点时，泄流量（ Q_b ）： $Q_b=Q_1+Q_2$ ，

$$Q_1=m_1 (b+0.8H_tctg \beta) (2g)^{1/2} H_t^{1.5}$$

式中： b ——梯形堰的底宽（m）；

H_t ——自由泄流水头（m），自自盖板上缘最高点起算。

(2) 半压力流，泄流量 (Q_c) : $Q_c = m_2 \omega_x (2gH_b)^{1/2}$

式中: m_2 ——孔口流量系数;

ω_x ——斜槽断面面积 (m^2);

H_b ——半压力流泄流水头 (m), 为库水位与斜槽进口断面中心的标高差。

(3) 压力流，泄流量 (Q_d) : $Q_d = \varphi \omega_c (2gH_y)$

式中: φ ——系数;

ω_c ——排洪隧洞出口断面面积 (m^2);

H_y ——压力流泄流水头 (m), 为库水位与排水管下游出口断面中心的标高差。

经计算, 新斜槽启用后排水构筑物泄流能力计算曲线见图 3-35。



图 3-35 排洪系统进水口移位后泄流能力曲线

由图 3-35 可知, 进水水头 1.9m 时, 斜槽为自由泄流, 泄流能力 $19.0m^3/s$ 。

6.加高扩容初期调洪演算

(1) 计算方法

根据《尾矿设施设计规范》第 6.2.6 条“调洪计算应采用水量平衡法按下式计算”，即尾矿库内任一时段 Δt 的水量平衡方程式为：

$$\frac{1}{2}(Q_s + Q_z)\Delta t - \frac{1}{2}(q_s + q_z)\Delta t = V_z - V_s,$$

式中： Q_s 、 Q_z ——时段始、终尾矿库的来洪流量， m^3/s ；

q_s 、 q_z ——时段始、终尾矿库的泄洪流量， m^3/s ；

V_s 、 V_z ——时段始、终尾矿库的蓄洪量， m^3 ；

令 $\bar{Q} = \frac{1}{2}(Q_s + Q_z)$ 将其代入上式中，整理后得： $V_z + \frac{1}{2}q_z\Delta t = \bar{Q}\Delta t + (V_s - \frac{1}{2}q_s\Delta t)$

(2) 边界条件

加高扩容初期，取滩顶标高标高为+143.00m，干滩顶标高+140.00m。排水斜槽起始进水标高设为+137.50m，库水位标高为+137.50m。

现状防洪高度范围内干滩坡度约为 1：187，为确保枫树岭尾矿库防洪安全，调洪演算按最小干滩坡度条件下核算调洪库容，滩面坡度取 1：200，+137.50m 以上调洪库容曲线见图 3-36。

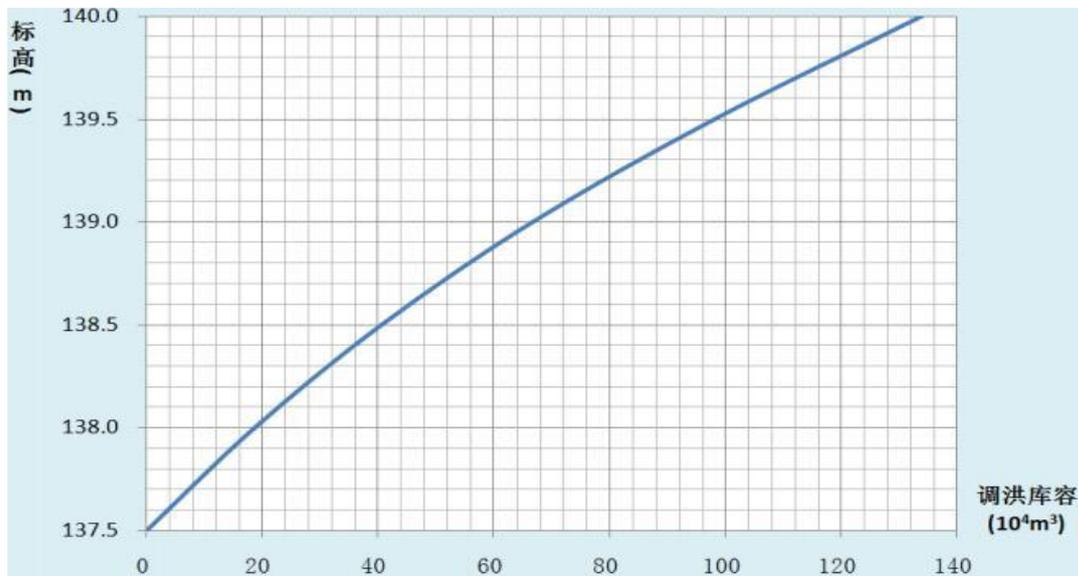


图 3-36 加高扩容初期调洪库容曲线

(3) 计算结果

按照上述参数进行调洪算，加高扩容初期洪水-泄水过程线见图 3-37。

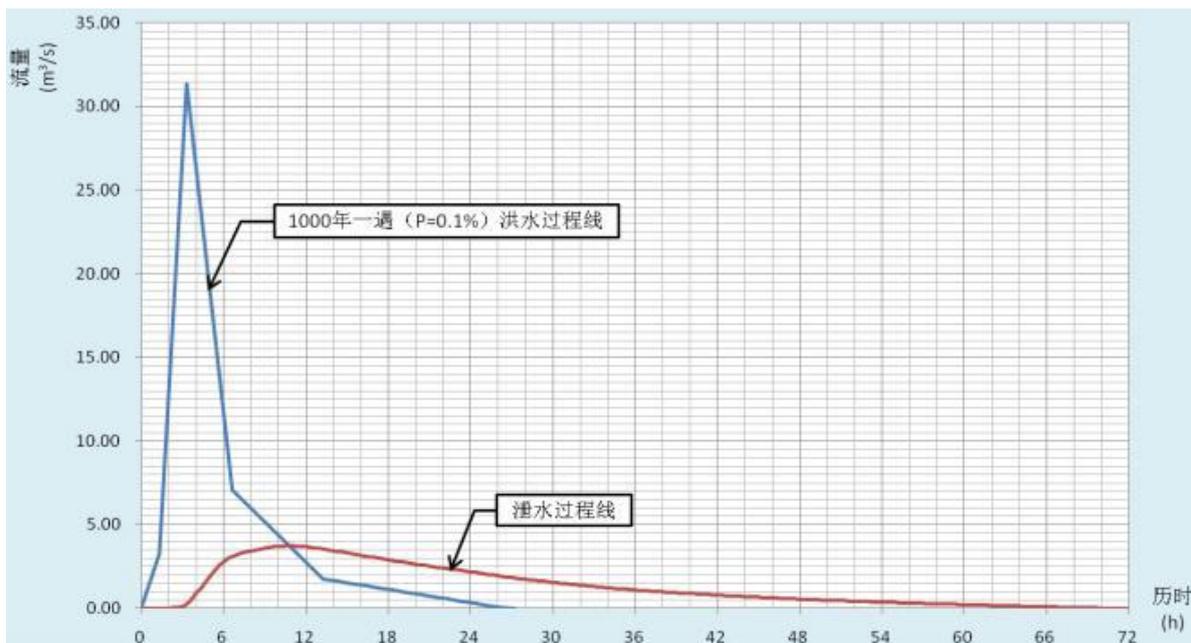


图 3-37 加高扩容初期洪水-泄水过程线

计算得出最高洪水位为+138.41m，所需调洪库容为 $36.75 \times 10^4 \text{m}^3$ ，调洪高度 0.91m，出现在 10.6h，排洪系统最大泄流量为 $3.72 \text{m}^3/\text{s}$ ，流态属于自由泄流。

7.加高扩容末期调洪演算

(1) 计算方法

同 6.1 节。

(2) 边界条件

枫树岭尾矿库加高扩容最终坝顶标高+160.00m，干滩顶标高+160.00m。排水斜槽封堵标高为+157.50m，库水位标高为+157.50m。

现状防洪高度范围内干滩坡度约为 1：187，为确保枫树岭尾矿库防洪安全，调洪演算按最小干滩坡度条件下核算调洪库容，滩面坡度取 1：200，+157.50m 以上调洪库容曲线见图 3-38。

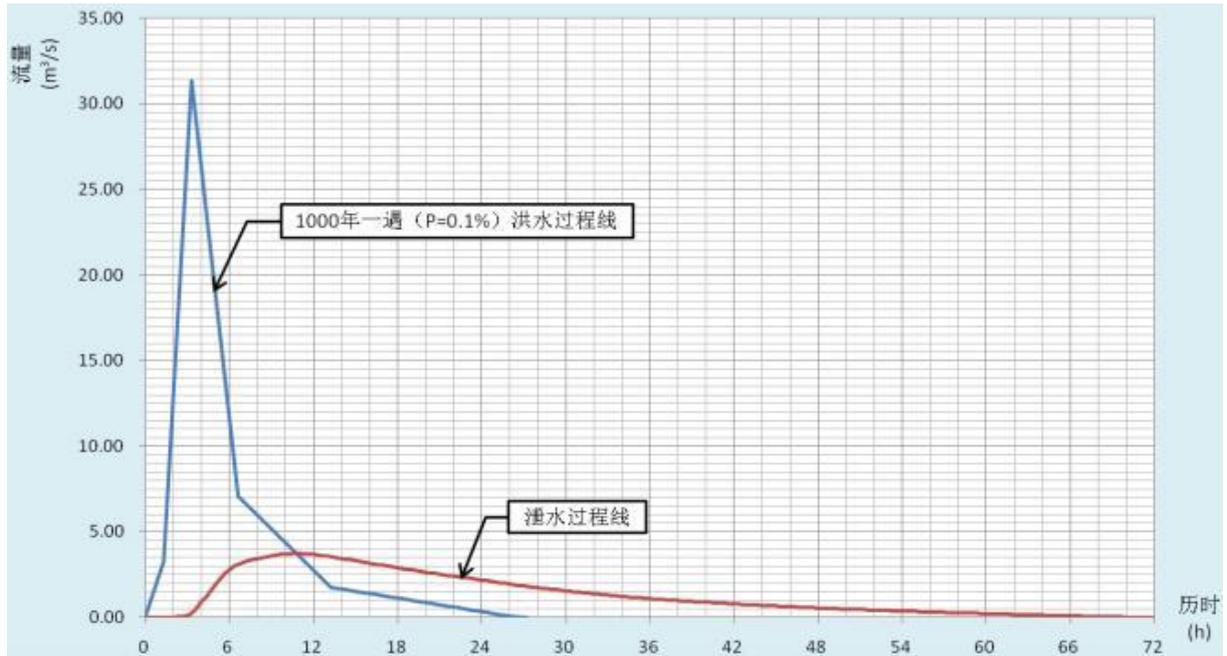


图 3-38 加高扩容末期调洪库容曲线

(3) 计算结果

按照上述参数进行调洪演算,加高扩容末期洪水-泄水过程线见图 3-39。

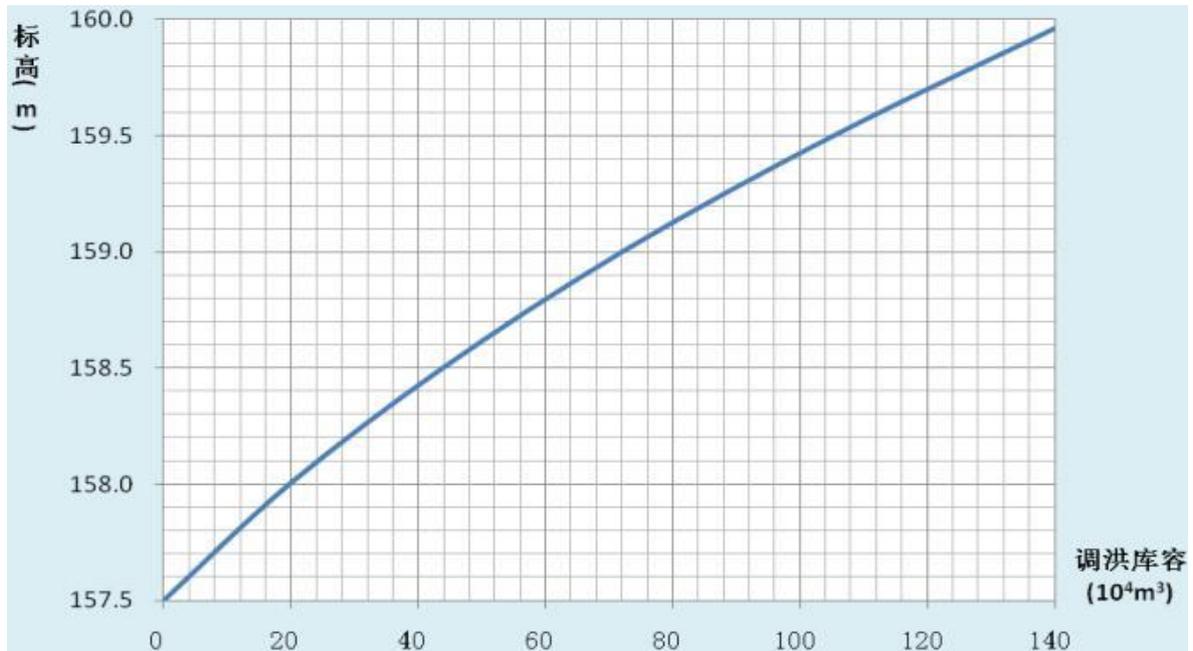


图 3-39 加高扩容末期洪水-泄水过程线

计算得出最高洪水水位为+158.30m, 所需调洪库容为 $34.29 \times 10^4 \text{m}^3$, 调洪高度 0.80m, 出现在 11.6h, 排洪系统最大泄流量为 $2.68 \text{m}^3/\text{s}$, 流态属于自由泄流。

综上所述，新建排水系统泄流能力能够满足千年一遇的洪水排泄要求。

3.4.5 防洪系统安全分析与评价

(1) 经危险、有害因素辨识和分析，枫树岭尾矿库防洪系统施工期、运行期可能存在排洪构筑物破坏、洪水漫顶、淹溺、物体打击、冒顶片帮、透水、火灾、火药爆炸与放炮、中毒窒息、车辆伤害、噪声与振动、触电、其他伤害、粉尘等危险、有害因素。

(2) 经 LS 法分析，排洪系统倾倒、堵塞、垮塌属于 I 级风险，为不可接受风险，企业应引起高度重视，采取措施予以杜绝。干滩长度和安全超高不足、子坝挡水、排洪系统局部破坏、杂物堵塞进水口，或未清除进水口漂浮物，排水构筑物平面布置、标高、数量、型式、尺寸与设计不符，排水构筑物封堵不严等属于 II 级风险，为高度风险，企业应采取紧急措施（如立即或近期整改）降低风险，建立运行控制程序，定期检查、测量及评估；坝肩沟、坝面沟破损，排水构筑物跑浑、漏砂，井架、拱板施工质量影响结构安全等属于 III 级风险，为轻度危险，可接受风险，企业应建立操作规程、作业指导书，但需定期检查、进行治理。井壁无显著的水位标尺属于 IV 级风险，为轻微或可忽略的危险。当然，后续银山矿业可根据实际情况以及规程规范要求的变化予以重新辨识风险，有针对性的采取工程、管理、个体防护等措施进行管控。

(3) 依《尾矿安全规程》第 5.2.8 条“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，防洪标准应在按 5.4.1 确定的防洪标准基础上提高一个等别”，枫树岭尾矿库原等别为三等库，防洪标准 500a 一遇，实施加高扩容工程后，等别依然为三等库，《可研报告》中枫树岭尾矿库的防洪标准为 1000a 一遇，符合有关规程规范的规定。

(4) 本次加高扩容工程继续采用排水斜槽+排洪隧洞的排洪方式，且对原排洪系统进水口移位工程设计的下游段隧洞改道，并增设排水井+隧洞的应急排洪系统，依《尾矿设施设计规范》第 6.1.3 条“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、操作条件及使用年限等因素，经技术经济比较确定，并应符合下列要求：——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”，其排水方式、排水构筑物设置符合当地地形条件以及规程规范要求。

依现有的岩土工程地质勘察报告，应急排洪系统所处的工程地质条件与枫树岭尾矿库库区工程地质条件相似，其施工工艺、安全防范措施与库内排洪系统一致，银山矿业应参照执行。

(5) 排水斜槽采用 C30 钢筋混凝土结构浇筑，排洪隧洞采用 C30 钢筋混凝土结构衬砌，构筑物荷载按最终可能尾矿堆积标高（+160m）考虑，相关设施结构设计预留安全余量，延伸段及原设计的排洪系统进水口移位构筑物结构、强度均满足加高扩容工程正常、安全使用之需，符合规程规范要求。

排水斜槽的进水口选择在新建回水浮动平台（与回水浮船不属于同一类设施）泵站南侧相邻山坳内，该处接近尾矿库库尾，已有管理道路通至该处，管理方便；距最终坝顶（+140m 子坝坝顶）轴线水平距离 1120m，澄清距离较为充足，符合枫树岭尾矿库地形、地质条件及水质要求。

(6) 枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程已获江西省应急管理厅批复。进水构筑物为排水斜槽，采用双格矩形钢筋混凝土结构，净断面尺寸 $2 \times 1\text{m} \times 1.5\text{m}$ （格数 \times 单格宽 \times 深），倾角 35° ，斜槽最低进水标高为 +125m、

最高进水标高为+140.00m。本次加高扩容工程只需将移位新建设的排水斜槽往上延伸至+160m标高，其它不变。

斜槽出口接排洪隧洞，隧洞型式为钢筋混凝土衬砌圆拱直墙式水工隧洞，净断面尺寸为2m×2.5m（宽×高）。进口底板标高为+112.52m。为避免已封堵排水井，将隧洞下游段改道，与已有排洪隧洞衔接点改至原银山尾矿库5#副坝附近。改道段隧洞平面投影长约613m，隧洞纵坡2.6%。结合原枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程设计，本次隧洞改道后，隧洞断面尺寸、衬砌材料和方式均未改变，全长1200.5m，平均纵坡3.04%。

在库尾增设应急排洪系统——直径3.0m的框架式排水井+2m×2.5m的钢筋混凝土衬砌圆拱直墙式隧洞，隧洞纵坡2.96%，应急排洪系统下游的排水设施为银山河导流隧洞，本次拟对该隧洞进行扩大，扩大后净断面尺寸为3.0m×3.5m。

综上所述，排水井、排水斜槽、隧洞的材质、净断面尺寸、纵坡等技术参数，均符合当地地形条件和有关规程规范要求。

（7）斜槽及隧洞施工前，在进洞口西侧采用周边挖取的土石料填筑拦水围堰。围堰属于临时构筑物，待排水斜槽+隧洞建成即拆除，在施工期内，其安全稳定性、防渗性能对斜槽+隧洞能否正常、顺利、安全施工尤其重要，因此，围堰填筑过程中应碾压、密实到位，确保其安全稳定及无渗漏，同时满足防洪要求。施工单位应编制施工组织设计、专项施工方案，并加强日常检查与维护，关注拦水围堰的稳定性和库水位的变化，如库水位升高或围堰出现险情，应及时加高加固、或构筑搅拌桩防渗墙防止渗漏。及时抽排围堰内积水，如果围堰意外坍塌，应立即撤离在排水斜槽底部、隧洞进水口附近作业人员。

抽干围堰内积水后，由于水位线以下土层长时间浸泡，物理力学指标偏低，处于松软状态，如果急于实施机械开挖排水斜槽基础，容易造成机械设备滑塌事故。因此，应等土层晾干（晒干）后，方可自上而下开挖。

拟建排水斜槽建议采用天然地基，以③2 强风化千枚岩作为天然地基持力层。

斜槽基础开挖后，应尽快浇筑混凝土，以免岩石风化，地基承载力特征值要求 $f_{ak} \geq 300\text{kPa}$ 。在浇筑前，需将基岩清洗干净，并用 C10 混凝土做垫层找平。

斜槽外壁必须与围岩结合紧密，超挖部分和地面以上必须用 C20 混凝土回填并振捣密实。

斜槽及其盖板均采用 C30 钢筋混凝土预制，施工中应延长养护时间，保证有足够的后期强度。

斜槽与隧洞通过一段弧形过渡段连接，过渡段底面转弯半径为 10m，转角约 33° ，采用 C30 钢筋混凝土浇筑。过渡段及洞口段基础开挖后，地基承载力特征值要求 $f_{ak} \geq 300\text{kPa}$ 。在浇筑前，需将基岩清洗干净，并用 C10 混凝土做垫层找平。

隧洞采用 C30 钢筋混凝土衬砌，洞口段约 44.6m 采用 D1 型衬砌，之后隧洞围岩均为微风化千枚岩，采用 D2 型衬砌。

隧洞施工时，应采取“短开挖、强支护、早封闭、勤测量”的原则进行施工。由于尾矿库还在运行，库水位较高，开挖施工时应尽量减小装药量，缩短循环进尺，以尽量减少爆破对尾矿库的影响。

上述施工工艺、参数及施工要求，均符合枫树岭尾矿库工程地质条件及《水工隧洞设计规范》有关要求。斜槽、隧洞衬砌均采用钢筋混凝土结

构，均符合有关规程规范要求。

(8) 依《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程工程地质勘察报告（详细勘察）》，隧洞开挖时，应加强对隧洞位移、山体边坡，周边道路及局部构建筑等监测，以保证隧洞的正常施工及对沿线山体边坡及临近建（构）筑物不致产生过大的影响。监测项目应包括边坡土体顶部的水平位移，垂直位移，围护结构的水平位移，垂直位移，隧洞周围道路沉降及地表裂缝，围护结构的裂缝，地下水位，周围重要设施的变位与破损，隧洞渗、漏水状况以及地压监测等。建议银山矿业认真做好隧洞开挖过程中的监测、探放水、测绘及紧急情况撤离疏散等工作。

(9) 《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位方案设计（评审修改版）》已对原排水斜槽出口连接隧洞封堵进行设计，相关构筑物荷载按最终可能尾矿堆积标高（+160m）考虑，相关设施结构设计预留安全余量。《可研报告》要求在本项目实施前，应对原排水斜槽出口连接隧洞安全封堵，主要是考虑到原排水斜槽荷载能力难以承受本次加高扩容工程之水砂压强，但具体时间节点及封堵材质不详，建议安全设施设计时，按库内水位高程（如+139.5m 高程）来确定斜槽出口连接隧洞封堵时间，并明确封堵材质。

(10) 新建排洪系统经复核，其泄流能力能够满足枫树岭尾矿库正常排水和紧急泄洪需要，能确保枫树岭尾矿库安全运行。根据类似工程经验，应急排洪系统同样能够满足枫树岭尾矿库泄洪需要，但排洪能力具体值不详，安全设施设计时，应予以补充。

(11) 依《尾矿设施设计规范》第 6.1.7 条、《尾矿库安全规程》第 5.4.7 条“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”，新建排水斜槽延伸段，有些地段的土层较厚（③2 强风化千枚岩揭露层厚 0.00~13.00m，埋深较大）。因此，构建的排水斜槽应凸出地表，以免人工切坡在雨水作用下，滑坡（塌方）继而堵塞排水斜槽。斜槽基础开挖施工过程中，应将斜槽两侧多余的山体一并挖除、降坡，同时预留斜槽槽身两侧回填土，使回填面稍低于斜槽槽身墙面，浇筑斜槽人行踏步。同时在进水口外围设拦渣格筛，并督促尾矿工不定期清除进水口前的漂浮物。

（12）《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪设施变更设计（报批稿）》推荐“在隧洞沿线设数处施工斜井，用于施工进出口及出渣通道，斜井断面尺寸为 3.0m×3.0m（城门洞型），斜井坡度控制在 25° 左右。施工斜井使用完毕后采用钢筋混凝土安全封堵”，施工方案可行，断面尺寸满足小型运输车辆出入，封堵方式、材质也符合规程规范要求。但斜井涉及提升运输系统安装和运行安全管理（包括提升机操作人员培训考核、持证上岗等），应该是设斜坡道更为合理、便于操作和运行安全管理。斜坡道坡度由设计单位根据矿山实际运行情况确定；运输车辆应符合《金属非金属矿山安全规程》第 6.3.4.2 条要求，也可以采用蓄电池电机车驱动。

（13）依《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位方案设计（评审修改版）》附图及《尾矿设施设计规范》第 6.3.2 条“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”，枫树岭尾矿库排洪系统中隧洞有 4 处转弯、两处变坡，消能防冲措施不详，建议安全设施设计时，予以补充。

（14）依《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位方案设计（评审修改版）》，在库尾（尾矿回水泵站所在山

谷内)增设排水井+隧洞的应急排洪系统,水历经银山河导流隧洞排往下游。但未明确排水井井座面高程、消力坑深度、隧洞进出口高程以及排水井与排水斜槽如何衔接调洪、泄洪,建议安全设施设计时,予以补充。

3.6 安全监测设施单元

3.6.1 安全监测设施 LS 法风险分析

安全监测设施 LS 法风险分析如下表:

表 3-25 安全监测设施 LS 法风险分析表

序号	单元/系统	危险源及风险	可能后果	风险值 R=L·S			可能性	严重性	危险性程度(风险等级)	影响范围
				L	S	R				
1	安全监测设施	监测设施工作不正常、有故障	不能监控尾矿库安全	2	2	4	偶然	一般	IV级	安全监测设施
2		尾矿库监测网络不能覆盖整个库区	监测不完整	3	4	12	偶然	较严重	III级	安全监测设施
3		测量误差大	结果不可靠	3	3	9	偶然	严重	III级	安全监测设施
4		监测设施被破坏	无法测量	2	2	4	偶然	一般	IV级	安全监测设施
5		无在线监测设施;或监测设施不齐全	安全监测措施缺失,不合规	2	5	10	可能小	严重	III级	安全监测设施
6		在线监测设施防雷设施不完善	监测设施破坏	3	4	12	偶然	严重	III级	安全监测设施

可知,尾矿库监测网络不能覆盖整个库区、测量误差大,无在线监测设施,或监测设施不齐全、在线监测设施防雷设施不完善等属于III级风险,为轻度危险,可接受风险,企业应建立操作规程、作业指导书,但需定期检查、进行治理。监测设施工作不正常、有故障,监测设施被破坏属于IV级风险,为轻微或可忽略的危险。

3.6.2 安全检查表法评价安全监测设施

表 3-26 安全监测设施安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	备注
1	<p>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。</p> <p>①一等、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。五等尾矿库应监测位移、浸润线、干滩、库水位。</p> <p>②一等、二等、三等尾矿库应安装在线监测系统，四等尾矿库宜安装在线监测系统。</p> <p>2.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，人工安全监测和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。</p> <p>3.4 级及 4 级以上尾矿坝，应设置坝体位移及浸润线观测设施。</p> <p>4.三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。</p> <p>湿排尾矿库应监测库水位、滩顶标高、干滩长度、浸润线深度、坝体坡度和位移。</p> <p>四等及四等以上湿排尾矿库还应监测降雨量；三等及三等以上湿排尾矿库必要时还应监测孔隙水压力、渗透水量及其水质、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。</p>	《尾矿库安全监测技术规范》《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》《尾矿库安全监督管理规定》	<p>枫树岭尾矿库实施加高扩容工程后，仍为湿排三等库；《可研报告》仅在加高部分堆积坝增设位移监测和浸润线监测设施。</p> <p>(1) 尾矿堆积坝共布置 27 个位移监测点，24 个浸润线监测孔。</p> <p>(2) 3 座副坝坝顶各设置位移监测点 2 个，共 6 个。</p> <p>(3) 在尾矿库内应设醒目的水位观测标尺，每年汛期密切注意调洪水深、正常库水位、干滩长度、干滩坡度、警戒水位等。</p>	不尽符合，无加高部分尾矿堆积坝在线监测设施设置要求，或未明确现有在线监测设施进行移位。
2	在排水构筑物上或尾矿库内适当地点，应设置清晰醒目的水位标尺。	《尾矿库安全规程》	《可研报告》有此要求。	符合
3	实施监测的尾矿库等别根据尾矿库设计等别确定，监测系统的总体设计应根据总坝高进行一次设计，分步实施。	《尾矿库安全监测技术规范》	《可研报告》有安全监测设施设置内容。	符合
4	<p>1.位移监测测次，人工监测方式在监测设施安装初期每半月进行一次，当坝体的变形趋于稳定时，可逐步减为每月一次；在线监测方式参见 9.1.3 的规定，但遇下列情况时，应适当增加测次：</p> <p>(1) 地震、久雨、暴雨、台风之后；</p> <p>(2) 位移量或位移速率显著增大时；</p> <p>(3) 渗水（水质、水量）情况显著变化时；</p> <p>(4) 库水位处在高水位时；</p>	《尾矿库安全规程》《尾矿库安全监测技术规范》《尾矿库在线监测系统	《可研报告》无安全监测设施监测（检查）频次，监测记录整理、分析要求。	不符合，安全设施设计予以补充

	<p>(5) 在坝体上进行较大规模的施工前后；</p> <p>(6) 其它严重影响尾矿库安全运行的各种情况。</p> <p>2.滩顶高程根据滩顶上升情况，定时做好检测，随时掌握滩顶高程，汛前必须检测一次。</p> <p>3.干滩坡度根据坡度变化情况，一季度检测一次，随时掌握干滩坡度，汛前必须检测一次。</p> <p>4.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库水位测次。</p> <p>5.排水构筑物检查分为日常巡视检查、定期巡视检查和特别巡视检查三类。</p> <p>(1) 日常巡视检查：在尾矿库生产运行期，宜每天或每两天一次；但每周不少于两次；尾矿库闭库后，一般宜每周一次，或每月不少于两次，但汛期应增加次数。</p> <p>(2) 年度巡视检查：在每年的汛前汛后、冰冻较重的地区的冰冻期和融冰期、有蚁害地区的白蚁活动显著期等，由管理单位负责人组织领导，对尾矿库进行比较全面或专门的巡视检查。视地区不同而异，一般每年不少于二至三次。</p> <p>(3) 特别巡视检查：当尾矿库遇到严重影响安全运行的情况（如发生暴雨、洪水、地震、强热带风暴，以及库水位骤升骤降或持续高水位等）、发生比较严重的破坏现象或出现其他危险迹象时，应由主管单位负责组织特别检查，必要时组织专人对可能出现险情的部位进行连续监视。</p> <p>6.在线安全监测频率应符合下列规定：</p> <p>(1) 当尾矿库处于正常状态时，在线安全监测频率宜为 1 次/10min~1 次/24h。</p> <p>(2) 当尾矿库安全状况处于非正常状态时，在线安全监测频率宜为 1 次/5min~1 次/30min。</p> <p>7.每次仪器监测或安全检查后应对监测记录进行整理，及时做出初步分析。每年应至少进行一次监测资料整编。在整理和整编的基础上，应定期进行资料分析。</p> <p>8.尾矿库在线安全监测应按人工安全监测的方法和频率进行比测。</p>	<p>工程技术规范》</p>		
<p>5</p>	<p>尾矿库安全监测预警信息必须立即送达尾矿库企业生产安全管理部门。当尾矿库安全监测项目处于橙色预警时，必须进行隐患排查治理；当尾矿库安全监测项目处于红色预警时，必须采取应急抢险措施。</p>	<p>《尾矿库在线监测系统工程技术规范》</p>	<p>目前枫树岭尾矿库在线监测系统已与江西省应急管理厅尾矿库安全生产风险监测预警平台联网，供企业、主管单位、监管单位相应安全管理人员、领导及时掌握尾矿库运行状况信息。</p>	<p>符合</p>

6	尾矿库安全监测预警应由低级到高级分为蓝色、黄色、橙色、红色预警四个等级，设计单位应给出各监测项目的各级预警阈值。	《尾矿库在线监测系统工程技术规范》	目前枫树岭尾矿库在线监测系统设有预警值。	符合
---	----------------------------------------------------------	-------------------	----------------------	----

3.6.3 安全监测设施单元评价结论

(1) 经 LS 法分析，监测网络不能覆盖整个库区、测量误差大，无在线监测设施，或监测设施不齐全、在线监测设施防雷设施不完善等属于 III 级风险，为轻度危险，可接受风险，企业应建立操作规程、作业指导书，但需定期检查、进行治理。监测设施工作不正常、有故障，监测设施被破坏属于 IV 级风险，为轻微或可忽略的危险。当然，后续银山矿业可根据实际情况以及规程规范要求的变化予以重新辨识风险，有针对性的采取工程、管理、个体防护等措施进行管控。

(2) 经安全检查表法分析《可研报告》，评价其工程技术措施与规程规范要求符合性，结合现场勘察的实际情况，枫树岭尾矿库现有的安全监测设施（人工观测设施和在线监测设施）均在本次加高扩容工程得以继续沿用，个别在线监测设施如干滩长度监测仪、视频监控仪、库水位监测仪均可以采取移位、延伸线路等方式继续发挥功能。但《可研报告》仅在加高部分堆积坝增设位移监测和浸润线监测设施，应在安全设施设计时，补充在线监测设施设置要求、且应该是在人工观测设施附近或同一位置设置。

(3) 经安全检查表法分析、评价安全监测设施符合性，共 6 项，4 项符合，2 项不符合，主要是无加高部分尾矿堆积坝在线监测设施设置要求，或未明确现有在线监测设施进行移位，无安全监测设施监测（检查）频次，监测记录整理、分析要求，应在安全设施设计时，补充在线监测设施设置要求、安全监测设施监测（检查）频次，监测记录整理、分析要求，符合率 66.67%，安全监测设施单元符合安全要求。

(4) 对于安全监测设施，应纠正几种错误观点：

①只要同时有在线监测设施和人工观测设施，就可以了，不管两者是否位置相同或接近，基准值是否一致。所以往往发生在线监测点和人工观测点相隔较远，不在同一高程上，在线监测基准值与实际值不一致等情况。

②仅对在线监测系统数据或人工观测数据进行分析、记录，或没有对在线监测系统数据和人工观测数据进行对比分析，或在线监测系统有自动数据分析功能，就不需要进行人工分析、记录。

3.7 综合单元

3.7.1 库区环境单元预先危险性分析

表 3-25 库区环境单元预先危险性分析表

危险、有害因素	原因	后果	危险等级	改进措施或预防方法
山体滑坡	1.库区人工切坡太陡； 2.库区山体不稳定。	溃坝、人员伤亡	III	应加强库区山体观察，必要时应对危险地段进行加固。
库内排土点滑动	1.库内排土点无设计； 2.未按设计要求排土。	溃坝、人员伤亡	III	1.尾矿库一般不排土，如因特殊情况，应请有资质的单位进行库区排土设计。 2.严格按设计要求排土，并加强排土安全管理。
雷电	1.建构筑物无避雷设施，或避雷设施缺陷； 2.防雷意识淡薄，防雷知识缺少； 3.防雷预警信息缺失。	财产损失、人员伤亡	III	1.供电线路应设置避雷、接地装置； 2.建构筑物应设置避雷设施； 3.加强员工防雷知识培训教育，增强防雷技能和防雷意识； 4.建立暴雨、雷电预测预报信息获取通道，及时传达预警信息。
触电	1.供电安全保护设施失效，如漏电、接地保护装置失效或缺失； 2.电气开关、线路老化裸露或使用有缺陷的电气设备； 3.非电气操作人员进行检修作业； 4.违章操作，如带电操作电气设备。	火灾、人员伤亡	III	1.完善供电安全保护设施，设置有效的漏电、接地保护装置； 2.更换裸露开关、电气线路；使用合格电气产品； 3.加强用电管理，严格操作程序，电气检查、维修应由电气操作证的电工进行，禁止带电作业。
动植物危害	1.地处山区，可能有蛇、虫、土蜂等，人员巡库过程中，容易诱发蛇、	人员伤亡	III	1.穿戴好劳动防护用品，进入草丛、林区等处，应手拿棍、刀；

	虫、土蜂意外咬（蛰）伤； 2.地处山区，可能有荆棘等植物，容易诱发人员刺伤。			2.一旦遇见，不触碰不拍打，不慌不忙，谨慎躲闪。
--	-------------------------------------------	--	--	--------------------------

3.7.2 安全管理方面放矿、水位控制单元预先危险性分析

表 3-26 安全管理方面放矿、水位控制单元预先危险性分析表

危险、有害因素	原因	后果	危险等级	改进措施或预防方法
无序放矿	未按设计要求放矿。	溃坝	III~IV	按设计要求放矿。
淹溺	1.在库内抓鱼和游泳。 2.在库内作业时，未备有船只和救生设备（救生衣或救生圈）。 3.回水浮动平台外缘无安全防护栏。	人员伤亡	III~IV	1.严禁在库内抓鱼和游泳； 2.在库内作业时，必须备有船只和救生设备（救生衣或救生圈）。 3.在回水浮动平台外缘设置安全防护栏及悬挂安全警示牌。

3.7.3 综合单元 LS 法风险分析

(1) 辅助设施 LS 法风险分析如下表：

表 3-27 辅助设施 LS 法风险分析表

序号	单元/系统	危险源及风险	可能后果	风险值 R=L·S			可能性	严重性	危险性程度 (风险等级)	影响范围
				L	S	R				
1	辅助设施	道路宽度、坡度、路面不符合要求	车辆伤害	3	4	12	可能	一般	III级	局部道路
2		道路、坝体、滩面、排水井、其他地段照明不足	可能造成夜间巡查不畅或高处坠落	2	4	8	可能	轻微	IV级	局部区域
3		未配备通讯设备,或通讯设备维护不当,无法使用	预警不及时	2	4	8	可能	轻微	IV级	库区
4		道路陡峭和关键部位无安全护栏、安全标志	高处坠落	3	4	12	可能	较严重	III级	局部区域
5		挖掘机、车辆行驶中刹车失灵,回水泵	机械伤害	3	4	12	可能	较严重	III级	局部道路
6		值班房、应急物资库、回水浮动平台、电气设备失火	火灾	2	4	8	偶然	一般	IV级	库房、回水浮动平台
7		安全标志、避灾线路标识缺失或不齐	无法预知安全风险	2	4	8	可能	轻微	IV级	库区、回水浮动平台
8		库房受洪水冲击,或大雪	垮塌	2	2	4	可能	较	IV级	库房

		压垮					性小	严重		
9		应急物资缺失或不齐或失效	救援资源不足	4	4	16	可能	严重	II级	尾矿库
10		截渗坝高处坠落、集水池淹溺	人员伤亡	3	4	12	可能	较严重	III级	截渗坝、集水池

(2) 枫树岭尾矿库周边环境 LS 法风险分析如下表:

表 3-28 枫树岭尾矿库周边环境 LS 法风险分析如下表

序号	单元/系统	危险源及风险	可能后果	风险值 R=L·S			可能性	严重性	危险性程度 (风险等级)	影响范围
				L	S	R				
1	周边环境	构筑物基础位于不良地质区域	塌陷、渗漏	2	2	4	偶然	严重	II级	尾矿坝、排水构筑物
2		库区上游及周边松散体	泥石流、排洪系统失效或漫顶	3	4	12	偶然	严重	III级	库区
3		山体滑坡、泥石流	排洪系统破坏、漫顶, 道路堵塞	3	4	12	可能	严重	III级	库区
4		库区内采矿、爆破	沙土液化	2	2	4	可能性小	较严重	IV级	库区
5		设计以外的尾矿、废料或废水入库	缩短干滩长度或超高	2	5	10	可能性小	严重	IV级	库区
6		下游进行建设或增加设施	增加溃坝危害程度	3	4	12	偶然	较严重	III级	库下游

(3) 枫树岭尾矿库安全管理 LS 法风险分析如下表:

表 3-29 枫树岭尾矿库安全管理 LS 法风险分析表

序号	单元/系统	危险源及风险	可能后果	风险值 R=L·S			可能性	严重性	危险性程度 (风险等级)	影响范围
				L	S	R				
1	安全管理	未设置安全管理机构, 未配备安全管理人员	限期整改	3	5	15	可能	严重	II级	尾矿库
2		主要负责人、安全管理人员、尾矿工未持证上岗	限期整改	3	5	15	可能	严重	II级	尾矿库
3		未制定尾矿库安全生产管理规章制度、安全生产责任制、操作规程	限期整改	2	4	8	偶然	较严重	IV级	尾矿库
4		尾矿库安全生产许可证、安全生产标准化证书失效	限期整改	3	5	15	可能	严重	II级	尾矿库
5		未开展安全教育培训	立即整改	2	4	8	偶然	较严重	IV级	尾矿库
6		未开展安全检查、隐患排查治理与安全风险管控,	限期整改	2	4	8	偶然	较严重	IV级	尾矿库

	并无相关记录									
7	未制定应急预案，预案未备案；未配备应急物资，未建立应急救援队伍，未开展应急演练活动	限期整改	2	4	8	可能	较严重	IV级	尾矿库	
8	未按规定提取和使用安全费用；未缴纳工伤保险和安全生产责任险	限期整改	2	4	8	可能	较严重	IV级	尾矿库	
9	未购置、发放劳动保护用品与用具，或未督促教育从业人员按规定正确穿戴和使用劳动保护用品与用具	限期整改	2	4	8	可能	较严重	IV级	尾矿库	
10	无安全设施设计或未审查批复；或重大设计变更未审查批复	停产整改	3	5	15	可能	严重	II级	尾矿库	
11	无近期实测的尾矿库现状图及尾矿年排放计划	限期整改	2	3	6	可能	一般	IV级	尾矿库	
12	未进行尾矿库地质工程勘察和稳定性分析	限期整改	2	4	8	可能	较严重	IV级	尾矿库	
13	未进行安全风险评估和安全评价及调洪演算	限期整改	2	4	8	可能	较严重	IV级	尾矿库	
14	未进行入库尾矿指标检测；未定期开展尾矿库测绘；未进行监测数据分析	限期整改	2	3	6	可能	一般	IV级	尾矿库	

可知，枫树岭尾矿库辅助设施中：应急物资缺失或不齐属于II级风险，为高度风险，企业应采取紧急措施（如立即或近期整改）降低风险，建立运行控制程序，定期检查、测量及评估；道路陡峭和关键部位无安全护栏、安全标志，挖掘机、车辆行驶中刹车失灵、截渗坝高处坠落、集水池淹溺属于III级风险，为轻度危险，可接受风险，企业应建立操作规程、作业指导书，但需定期检查、进行治理。道路、坝体、滩面、排水井、其他地段照明不足，未配备通讯设备，或通讯设备维护不当，值班房、应急物资库、电气设备失火，安全标志、避灾线路标识缺失或不齐，库房受洪水冲击，或大雪压垮等属于IV级风险，为轻微或可忽略的危险。

枫树岭尾矿库周边环境：构筑物基础位于不良地质区域属于II级风险，为高度风险，企业应采取紧急措施（如立即或近期整改）降低风险，

建立运行控制程序，定期检查、测量及评估；库区上游及周边松散体，山体滑坡、泥石流，下游进行建设或增加设施等属于Ⅲ级风险，为轻度危险，可接受风险，企业应建立操作规程、作业指导书，但需定期检查、进行治理。库区内采矿、爆破，设计以外的尾矿、废料或废水入库属于Ⅳ级风险，为轻微或可忽略的危险。但库区内采矿、爆破，设计以外的尾矿、废料或废水入库已纳入重大事故隐患，企业不能以为是可忽略危险，就掉以轻心。

枫树岭尾矿库安全管理中：未设置安全管理机构，未配备安全管理人员，主要负责人、安全管理人员、尾矿工未持证上岗，无安全设施设计或未审查批复，或重大设计变更未审查批复，尾矿库安全生产许可证、安全生产标准化证书失效等四项为高度风险，应严格执行相关法律法规、规定，及时处理或提前办理相关手续；未开展安全教育培训，未开展安全检查、隐患排查治理与安全风险管控，无相关记录，未制定应急预案，预案未备案，未配备应急物资，未建立应急救援队伍，未开展应急演练活动，未按规定提取和使用安全费用，未缴纳工伤保险和安全生产责任险等十项为低风险，但仍需引起高度重视，积极组织落实整改。

3.7.4 安全检查表法评价尾矿库管理道路

表 3-30 尾矿库管理道路单元安全检查表

序号	检查内容	评价依据	《可研报告》	评价结果
1	厂矿道路设计，应坚持节约用地的原则，不占或少占耕地，便利农田排灌，重视水土保持和环境保护。	《厂矿道路设计规范》第 1.0.4 条	矿区地处山区，周边无农田。	符合
2	厂外道路宜绕避地质不良地段地下活动采空区，不压或少压地下矿藏资源，并不宜穿越无安全措施爆破危险地段。 厂外道路设计，应做到沿线厂矿企业共同使用并兼顾地方交通运输的需要。	《厂矿道路设计规范》第 2.1.4 条	新建尾矿库管理道路已绕开采矿区域，兼顾了地方运输需要。	符合
3	厂外道路等级的采用，宜符合下列规定：	《厂矿道路设计	尾矿库管理道	符合

	<p>通往本厂矿企业外部各种辅助设施（如水源地、总变电、炸药库等）的辅助道路，其各种车辆折合成载重汽车的年平均日双向交通量在 20 辆以下时，宜采用辅助道路的技术指标；当各种车辆折合成载重汽车的年平均日双向交通量在 20 辆以上时，宜按四级厂外道路的技术指标设计。</p>	规范》第 2.2.3 条	路按照辅助道路标准修建。																							
4	<p>厂外道路主要技术指标，厂外道路的路基、路面宽度，宜按本规范表 2.2.2 的规定采用。在行人和非机动车较多的路段，可根据实际情况加固路肩或适当加宽路基、路面，设置慢行道。接近企业大门的厂外道路路面宽度，应与径相连接的厂内道路路面宽度相适应。</p> <p>交通量极少、工程艰巨的辅助道路，其路面宽度可采用 3m。</p> <p>厂外道路的最小圆曲线半径，应采用大于或等于本规范表 2.2.2 所列一般最小圆曲线半径。当受地形或其它条件限制时，可采用表列极限最小圆曲线半径。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">厂外道路等级</th> <th>辅助道路</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">地 形</td> <td></td> </tr> <tr> <td>计算行车速度 (km/h)</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>路面宽度 (m)</td> <td style="text-align: center;">3.5 (3.0)</td> </tr> <tr> <td>路基宽度 (m)</td> <td style="text-align: center;">4.5</td> </tr> <tr> <td>极限最小圆曲线半径 (m)</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>一般最小圆曲线半径 (m)</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> <tr> <td>不设超高的最小圆曲线半径 (m)</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> <tr> <td>停车视距 (m)</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>会车视距 (m)</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> <tr> <td>最大纵坡 (%)</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> </tbody> </table>	厂外道路等级	辅助道路	地 形		计算行车速度 (km/h)	15	路面宽度 (m)	3.5 (3.0)	路基宽度 (m)	4.5	极限最小圆曲线半径 (m)	15	一般最小圆曲线半径 (m)	—	不设超高的最小圆曲线半径 (m)	—	停车视距 (m)	15	会车视距 (m)	—	最大纵坡 (%)	9	《厂矿道路设计规范》第 2.2.2、2.2.4、2.2.5 条	<p>计算行车速度 20km/h，路面宽 3.5m，路基宽 4.5m，最大纵坡 9%，最小平曲线半径 15m。停车视距 20m，会车视距 40m。</p>	符合
厂外道路等级	辅助道路																									
地 形																										
计算行车速度 (km/h)	15																									
路面宽度 (m)	3.5 (3.0)																									
路基宽度 (m)	4.5																									
极限最小圆曲线半径 (m)	15																									
一般最小圆曲线半径 (m)	—																									
不设超高的最小圆曲线半径 (m)	—																									
停车视距 (m)	15																									
会车视距 (m)	—																									
最大纵坡 (%)	9																									
5	<p>路面设计，应根据厂矿道路性质、使用要求、交通量及其组成、自然条件、材料供应、施工能力、养护条件等，结合路基进行综合设计，并应参考条件类似的厂矿道路的使用经验和当地经验，提出技术先进、经济合理的设计。</p> <p>路面设计，应根据厂矿企业不同时期的使用要求交通量发展变化、基本建设计划及投资等，按一次建成或分期修建进行设计。</p> <p>设计的路面，应具有足够的强度和良好的稳定性，其表面应平整、密实和粗糙度适当。</p> <p>路面等级及其所属的面层类型，可按表 4.1.2 划分。路面等级及面层类型，应综合考虑下列因素</p>	《厂矿道路设计规范》第 4.1.1、4.1.2、4.1.3 条	<p>道路采用级配碎砾石路面，路面结构：50mm 砂砾磨耗层、200mm 级配碎砾石面层、150mm 碎石垫层。</p>	符合																						

	确定：辅助道路可采用中级或低级路面。			
6	双车道的路面宽度，应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应有警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》第5.4.2.3条	设置必要的交通标志和安全设施。全线需设立的交通标志有：里程碑，警告标志等。安全设施主要指安全护栏。安全护栏采用波形护栏。	符合
7	运输道路的高陡路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》第5.4.2.4条		符合
8	尾矿库应设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，应急道路应满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求，应避免产生安全事故可能影响区域且不应设在尾矿坝外坡上。	《尾矿库安全规程》第6.1.10条	目前有至坝顶、排洪系统附近的入库道路，本次也设有尾矿库管理道路，均可抵达坝顶、排洪系统等处。	符合

3.7.5 综合管理单元安全检查表评价

表 3-31 综合管理单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	备注
1	具有符合设计使用要求的地质勘探报告书且内容符合《安全生产法》要求。	《中华人民共和国矿山安全法》	符合	江西核工业工程地质勘察院提交了《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库副坝岩土工程勘察报告》；江西省勘察设计院有限公司提交了《银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库排洪系统进水口移位工程工程地质勘察报告（详细勘察）》；中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司提交了《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库岩土工程补充勘察报告（详细勘察）》。
2	具有尾矿库建设项目的初步设计。尾矿库运行期的坝体、排渗设施、排洪设施及其封堵设施、监测设施等工程设施应进行施工图设计。	《中华人民共和国矿山安全法》《尾矿库安全规程》	后续跟进。	《初步设计》《安全设施设计》《施工图设计》待出。
3	建设单位设置安全专职安全机构，配备相应尾矿库管理人员和操作人员。	《中华人民共和国安全生产法》	符合	建设单位成立了安委会、设有安环部。配备了尾矿库管理人员和尾矿工。后续按《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》配备有关人员。
4	建设单位必须建立各级人员的安全生产责任制。建立健全安全生产规章制度和	《中华人民共和国安全生产法》《尾	符合	建设单位建立了各级人员的安全生产责任制。

	安全技术操作规程,对尾矿库实施有效的管理。	《尾矿库安全规程》		
5	尾矿库勘查、设计、施工应当具有相应资质的单位承担。	《尾矿库安全监督管理规定》	勘察、设计单位资质符合要求,枫3#副坝、枫4#副坝、枫5#副坝及排水斜槽+排洪隧洞的施工必须由总承包一级或特级资质单位负责。后期堆存尾矿作业矿方负责。	江西核工业工程地质勘察院具备岩土工程勘察乙级资质;江西省勘察设计研究院有限公司具备工程勘察综合类甲级资质;中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司具备岩土工程甲级工程勘察资质;中国恩菲工程技术有限公司具备全行业工程设计综合甲级资质。银山矿业应委托总承包一级或特级资质的施工单位承担枫树岭尾矿库加高扩容工程施工任务。
6	生产经营单位应在尾矿库库区设置明显的安全警示标识。	《尾矿库安全规程》	符合	枫树岭尾矿库库区内设有安全警示牌;《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库副坝建设方案设计》要求副坝管理道路全线需设立的交通标志有:里程碑,警告标志等。安全设施主要指安全护栏。安全护栏采用波形护栏。《可研报告》无此项内容,安全设施设计时应补充。
7	1.尾矿库应设置值班房,配置筑坝机械、工程车、通信(通讯)、供配电、应急器材库、交通道路、照明设施、安全警示标志,满足尾矿库管理需要。尾矿库值班室和宿舍宜避开坝体下游。 2.生产经营单位应设置尾矿库应急物资库,储备满足预案要求的应急救援器材、设备和物资,并定期进行检查、维保及更新补充。应急物资库的建设地点布置应遵循下列原则:(1)应建在尾矿坝附近且基础稳定的区域;(2)应与应急道路直接相通;(3)不应直接建在尾矿坝上或尾矿库下游。	《尾矿库安全规程》 《尾矿库设施设计规范》	符合	现场设有值班房、应急物资库(位于原银山尾矿库5#副坝南侧山坡上,不在枫树岭尾矿库坝体冲刷范围),距离枫树岭尾矿库较近,道路畅通,交通便利;派尾矿工24h值守,设固定电话或移动电话与相关部室联系;应急物资库摆放有各类功能正常有效的应急物资;交通道路可以直达值班房、尾矿坝坝顶、排水斜槽、回水浮动平台等处,路面维护良好,畅通无堵塞;配有挖掘机、工程车等筑坝机械;值班房、应急物资库、尾矿坝、回水浮动平台等处安设有照明设施(探照灯),为员工夜间正常安全检查、作业提供充足照明;回水浮动平台的供配电设施(包括防雷、接地)维护良好、运行正常。库内树立有各类安全警示标志。截渗坝、集水池经整治后,继续沿用,满足使用功能。上述设备设施均符合尾矿库相关规程规范要求,能有效继续投入使用。
8	1.尾矿坝上和尾矿库区内	《尾矿库安	基本符合	枫树岭尾矿库尾矿坝上、库区内无与

	<p>不得建设与尾矿库运行无关的建、构筑物。</p> <p>2.尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域不得进行乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。</p> <p>3.尾矿库下游 1 公里范围内不得新设置居民区、工矿企业、集贸市场、休闲健身娱乐广场等人员密集场所。因公路、铁路以及其他项目建设导致尾矿库成为“头顶库”的，由项目建设单位出资对尾矿库进行治理。</p>	<p>全规程》《关于印发江西省防范化解尾矿库安全风险工作实施方案的通知》</p>		<p>尾矿库运行无关的建、构筑物，也无乱采滥挖、爆破等违规作业现象；《可研报告》已要求主坝下游居民搬迁。</p>
9	<p>生产经营单位应落实尾矿库应急管理主体责任，建立健全尾矿库生产安全事故应急工作责任制和应急管理规章制度，制定应急救援预案，并及时发放到尾矿库各部门、岗位和应急救援队伍。</p>	<p>《尾矿库安全规程》</p>	符合	<p>银山矿业制定了尾矿库应急预案，现场有应急物资。</p>

3.7.6 综合单元评价结论

(1) 经预先危险性分析，库区环境（包括回水浮动平台）单元存在山体滑坡、库内排土点滑动、雷电、触电和动植物危害等危险、有害因素，危险等级均为III级，应采取措施，加以防范。

放矿、水位控制（包括回水浮动平台）单元存在无序放矿、淹溺两种危险、有害因素，危险等级均为III~IV级，也应采取措施，加以防范。

(2) 经对尾矿库辅助设施、周边环境、安全管理等方面开展LS法分析，应急物资缺失或不齐、构筑物基础位于不良地质区域、未设置安全管理机构，未配备安全管理人员，主要负责人、安全管理人员、尾矿工未持证上岗，无安全设施设计或未审查批复，或重大设计变更未审查批复，尾矿库安全生产许可证、安全生产标准化证书失效等属于II级风险，为高度风险，企业应采取紧急措施（如立即或近期整改，及时办理相关手续）降低

风险，建立运行控制程序，定期检查、测量及评估；道路陡峭和关键部位无安全护栏、安全标志，挖掘机、车辆行驶中刹车失灵，库区上游及周边松散体，山体滑坡、泥石流，下游进行建设或增加设施、等属于III级风险，为轻度危险，可接受风险，企业应建立操作规程、作业指导书，但需定期检查、进行治理。道路、坝体、滩面、排水井、其他地段照明不足，未配备通讯设备，或通讯设备维护不当，值班房、应急物资库、电气设备失火，安全标志、避灾线路标识缺失或不齐，库房受洪水冲击，或大雪压垮，库区内采矿、爆破，设计以外的尾矿、废料或废水入库，未开展安全教育培训，未开展安全检查、隐患排查治理与安全风险管控，无相关记录，未制定应急预案，预案未备案，未配备应急物资，未建立应急救援队伍，未开展应急演练活动，未按规定提取和使用安全费用，未缴纳工伤保险和安全生产责任险等属于IV级风险，为轻微或可忽略的危险。但库区内采矿、爆破，设计以外的尾矿、废料或废水入库已纳入重大事故隐患，企业不能以为是可忽略危险，就掉以轻心，仍需引起高度重视，积极组织落实整改。

当然，后续银山矿业可根据实际情况以及规程规范要求的变化予以重新辨识风险，有针对性的采取工程、管理、个体防护等措施进行管控。

(3) 枫树岭尾矿库现有的值班房、应急物资库（不在枫树岭尾矿库尾矿坝下游）和通讯设施（固定电话或移动电话）、应急物资、筑坝机械、工程车、上坝道路、供配电设施、照明设施等辅助设施均继续沿用，《可研报告》有值班房、应急物资库、供配电设施（包括防雷、接地）、尾矿库管理道路等设置要求，符合规程规范的规定和满足尾矿库安全生产管理要求。

(4) 现有的尾矿库管理道路（上坝道路）能够抵达尾矿坝坝顶（主坝

及副坝）、排水斜槽等处，并将随着库水位抬升而重新修建到位。《可研报告》推荐的尾矿库管理道路的等级、主要技术指标（路基、路面宽度，纵坡、曲线半径、视距等）、路面结构、安全标志等内容，均符合《厂矿道路设计规范》要求。尾矿库管理道路修建时，应按《厂矿道路设计规范》要求对山坡进行放坡或设缓冲平台。

（5）后期银山矿业应进一步完善枫树岭尾矿库出入值班房、排水斜槽、尾矿坝（包括副坝）坝顶等处的照明灯具。并配足备齐适应枫树岭尾矿库紧急抢险所需的各类应急物资。

（6）银山矿业在枫树岭尾矿库各出入口、排水斜槽附近、库内汇水区、回水浮动平台、尾矿沉积滩面等处设有相应安全警示牌。但《可研报告》无此项内容，安全设施设计时应补充。

（7）依《可研报告》，将现有回水浮动平台泵站移位至枫树岭尾矿库库尾最东侧，并设斜坡道、卷扬机房、变压器等，符合当地地形条件和回水水质要求。

回水浮动平台采用 HDPE 浮桶搭接而成，通过斜坡道、提升机钢丝绳固定，并随库水位上升而抬升，平台四周设安全护栏、挂安全警示牌和救生圈，平台经钢架桥与斜坡道上的钢丝绳固定，供电电缆和回水管铺设在钢架桥底部，钢架桥两侧设安全护栏，入口处设有门锁，卷扬机房设摄像头监控人员出入平台等情况，平台及卷扬机房设有照明设施。平台安装（移位）简便、可重复使用、使用寿命长、耐腐蚀（枫树岭尾矿库水质呈酸性）、操作灵活等特点，与浮船不属于同一类设施。经多年使用情况来看，运行安全稳定、效果良好，现场管理规范，满足银山矿业回水以及安全管理的需要。

回水浮动平台设有电气设备和供电电缆，存在触电危害；遇大风暴雨或冰雪天气，在平台或上平台的人员容易打滑、跌倒，或坠落库内积水区，继而淹溺，或意外遭雷击，银山矿业应引起高度重视，采取措施加以防范。

(8) 《可研报告》有供配电设施防雷、接地等要求，但未见回水浮动平台电气设备防雷、接地内容，建议安全设施设计时予以补充。

(9) 银山矿业成立了安委会、设有安全管理机构及配备了安全管理人员，建立健全了安全生产责任制、安全生产管理制度、安全操作规程、生产安全事故应急救援预案，成立了生产安全事故应急救援队伍，能够满足枫树岭尾矿库正常、安全运行之管理需要。但枫树岭尾矿库加高扩容工程实施后，银山矿业应及时修订安全生产责任制、安全生产管理制度、安全操作规程、生产安全事故应急救援预案，并对修订后的生产安全事故应急救援预案予以评审、备案。

(10) 依《金属非金属矿山安全规程》《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》，企业实际控制人每月在生产现场履行安全生产职责时间不得少于 10 个工作日；每月组织研究一次安全生产重大问题，形成会议纪要。

银山矿业应加强枫树岭尾矿库的安全管理，实行定员定岗，坚持 24h 值班制度，成立以总经理为第一责任人的尾矿库专职管理机构，指定 1 名副职具体负责，并配备经培训合格的专职尾矿库安全管理人员、专业技术人员和一定数量的尾矿工，具体负责尾矿库的日常安全管理工作。

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。三等及以上尾矿库应当不少于 4 人。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；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。

尾矿库安全管理人员和尾矿工必须取得相应资格证书，做到持证上岗。若尾矿工不足或无证，银山矿业应及时派员至安全生产培训机构培训取证。

(11) 银山矿业应按《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的规定，足额提取和使用安全生产费用（三等库按每月入库量 4 元/t_{尾矿}提取安全费用），确保安全投入，改善枫树岭尾矿库安全生产条件。

(12) 依《尾矿库安全规程》第 6.2.1、6.2.2、6.2.3 条规定，银山矿业应配备必要的检测设施和人员，每周一次对入库尾矿的比重、浓度、粒度进行检测。

(13) 依《尾矿库安全规程》第 6.7.5、6.7.7、6.7.8、6.7.9 条规定，银山矿业应指定专业技术人员负责枫树岭尾矿库在线监测系统的管理和维护、监测数据分析。

(14) 依《尾矿库安全规程》第 10.4、10.5、10.6、10.7 条规定，银山矿业应每年汛期前组织开展一次枫树岭尾矿库应急演练活动，长期保存演练方案、记录和总结评估报告等资料；每三年进行一次应急预案评估，有变化情况时，及时修订应急预案；银山矿业应建立应急值班制度，配备应急值班人员和应急救援队伍，对救援人员进行培训和训练，汛期实施 24h 值班值守。

(15) 经安全检查表法分析、评价综合单元（包括尾矿库管理道路、辅助设施、安全标志、安全管理等）符合性，共 17 项，16 项符合，1 项不符合（主要是《可研报告》无库区安全标志设置内容，应在安全设施设计

时予以补充），符合率 90%，综合单元符合安全要求。

3.8 重大危险源辨识单元

依据《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》，《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》业已失效，国家安全监管总局和国家应急管理部未出台新的关于尾矿库重大危险源辨识的配套文件；依据《中华人民共和国安全生产法》，“重大危险源，是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或者储存危险物品，且危险物品的数量等于或者超过临界量的单元（包括场所和设施）”，可知重大危险源主要针对的是危险物品，但银山矿业选矿厂排放的尾矿属于 I 类一般工业固体废物，不在危险物品之列，尾矿库目前暂不属于重大危险源范畴。枫树岭尾矿库目前暂不属于重大危险源。但尾矿库是一个具有高势能的人造泥石流的危险源，一旦失事，将给下游造成严重损失。银山矿业仍应登记建档、定期检测、评估、监控，并重新制定应急预案，告知从业人员和相关人员在紧急情况下应当采取的应急措施，报应急部门备案。

4 安全对策措施建议

4.1 安全管理对策措施建议

企业应切实加强枫树岭尾矿库日常安全管理工作，确保枫树岭尾矿库正常、安全运行：

(1) 编制枫树岭尾矿库年度、季度作业计划，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，统筹安排和实施尾矿输送、排放和排洪的管理工作，做好记录并长期保存。

(2) 保证枫树岭尾矿库具备安全生产条件所必需的资金投入，配备相应的安全管理机构及安全管理人员，并配备与工作需要相适应的专业技术人员和尾矿工。尾矿工必须取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。尾矿工人数量不足或无证，应及时补足和派往安全生产培训机构培训取证。

(3) 应督促并检查尾矿工日常巡坝、检查尾矿库安全设施的执行情况，指导尾矿工认真填写好日常尾矿库交接班、巡查记录及尾矿库安全运行牌记录。

当尾矿库遇到严重影响安全运行的情况（如发生暴雨、洪水、强热带风暴，以及库水位骤升骤降或持续高水位等）、发生比较严重的破坏现象或出现其他危险迹象时，应进行库区全面特别检查，必要时应组织专人对可能出现险情的部位进行连续监视。

(4) 加强雨季尤其是暴雨期间的尾矿库安全管理工作。针对垮坝、洪水漫顶等生产安全事故和重大险情制定应急救援预案和应急措施，配齐备足应急救援物资器材，并每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练，保留演练影像资料，分析评估演练效果，每3年进行一次应急预案评估、修订完善尾矿库生产

安全事故应急预案，使之具有针对性、有效性和及时性，并及时报应急部门备案。

(5) 应配备选矿、水工、土木工程、地质等专业技术人员管理尾矿库，重视和加强尾矿库的建设和管理资料的归档和保管工作，如设计图纸和说明，施工、竣工图纸和文字材料，包括初期坝、堆积坝、排水系统等；立项报告、批复，竣工验收报告及工程的相关文件等。

(6) 枫树岭尾矿库加高扩容工程的施工、监理工作应当执行有关法律、法规和国家标准、行业标准的规定，严格按照设计施工，做好施工、监理记录，狠抓施工质量和进度，确保施工期间、试运行期间的安全。建立枫树岭尾矿库加高扩容工程档案，特别是隐蔽工程的档案，并长期保管。

(7) 全面推行、持续改进尾矿库安全生产标准化创建工作，深化开展尾矿库危险源辨识与风险评估，建立隐患排查与风险管控双重预防体系，全面推进班组建设。规范设立尾矿库安全风险等级告知牌、避灾线路图、安全风险分级管控四色图以及安全风险管控“三清单”，及时发现并消除隐患。

4.3 库址选择单元安全对策措施及建议

(1) 在枫 3#、枫 5#副坝内侧倾倒弃土过程中，必须指定专人现场监管、指挥，只能在指定地方排土，并形成反坡和车挡，碾压均匀、密实、平整，若夜间施工，还需要架设照明线路，确保排土安全。

(2) 企业应加强尾矿库应急管理和密切联系村民，随时关注天气状况，配备齐全各类应急抢险物资，适时修订、制定切实可行的应急救援预案，并定期组织应急培训与应急演练，做到有序、有效抢险与紧急撤离、疏散。

(3) 枫树岭尾矿库加高扩容工程施工期间应定期做好防尘措施和施工车辆运行安全管理。在有村民出入的路段施工车辆应限速行驶。

(4) 应密切关注当地气象信息，在出入库区公路上设置安全警示牌，或配备锣鼓、喊话器，以便将险情信息及时传达和提醒出入库区人员。一旦发生险情，操作人员不得往下游奔跑，应往上游或山坡上避险。并与当地监管单位建立应急机制，及时疏散通往枫树岭尾矿库下游省道的人员、车辆。

(5) 枫树岭尾矿库的下游不宜再建住宅和其它设施，一旦发现有动工迹象即向有关部门反映予以制止。

(6) 应加强库区山体巡查，详细观察周边山体有无异常和急变，有无滑坡、塌方和泥石流以及放牧、开垦、砍伐等情况。分析周边山体发生滑坡可能性，尤其是新开挖的山体的稳定性，防止山体滑塌伤人。并在山体陡峭地段或尾矿库管理道路可能塌方（滑坡）处树立安全警示牌，提醒过往人员不得逗留、远离危险地带。

(7) 枫树岭尾矿库库区面积较大，管理道路长，为便于操作人员、管理人员巡库，应适当配备交通工具。

4.4 尾矿坝安全对策措施及建议

一、加强尾矿排放与筑坝工作

1. 应对入库尾矿进行检测，至少每周一次，提供并保存入库尾矿的比重、浓度、粒度检测成果。

2. 可在堆积坝坝顶铺设两路主放矿管（一用一备），并做好堆筑子坝时期的放矿管理，督促尾矿工加强尾矿放矿过程中巡查责任心，做好主放矿管轮流放矿或定期翻边或HDPE管更换工作（均在放矿管上做好相应记号）。

3.主放矿管万一出意外（如法兰盘垫片或放矿管底部磨穿）以及库内沉积滩砂面基本平坝顶需要堆筑子坝时（也就是堆筑子坝时期），尾矿工应立即通知选矿厂停止生产，更换垫片或放矿管，或重新往库内铺设放矿管（如果选矿厂不停产，则需要重新确定在库内适当地点放矿，以不长期独头放矿为原则）。

4.上游式筑坝法，应于坝前均匀分散放矿，保证粗粒尾矿沉积于坝前，细粒排至库内。在沉积滩上不能有大面积的泥沉积，保持滩顶平整，保证干滩长度和坡度，不得任意从库后或库侧放矿。放矿矿浆不得冲刷子坝内坝坡，放砂有专人管理。尤其要注意的是枫树岭尾矿库东南侧堆积坝坝轴线须偏转、填土形成+140m 平台。

5.应提前做好取土和埋设排渗体（事先购置排渗管）计划，按设计要求在沉积滩滩面上反坡（即在滩面由库内向坝前自高而底立支架）摆放水平排渗管，库内水平排渗管接垂直排渗管，水平排渗管出水口接坝顶排水沟；之后，实施岸坡清理、落实隐蔽工程验收（包括排渗管的埋设）和记录。按设计要求堆筑堆积坝。堆积坝堆筑完后，由工程技术人员进行质量检查，形成记录、存档备查。在子坝外坡面植被、修筑排水沟（坡面、马道排水沟，坝肩排水沟）。并及时清除排水沟内杂物。

6.可采取洒水、施肥养护堆积坝草皮，防止坡面受雨水冲刷拉沟。一旦草皮枯死，宜及时补种。若坡面拉沟严重，应及时取土回填。同时，注意尾矿坝不得种植乔木和农作物。一旦发现乔木和农作物，应及时清除，并采用煤油或柴油浇其根部，使其不再重新生长。

7.在枫树岭尾矿库运行过程中，银山矿业应根据往年经验和气象信息，适当洒水降尘，尽可能保持沉积滩滩面呈湿润状态，或在砂面上铺设编织

网防止扬尘，减轻扬尘的危害。

8.可加宽构建右侧坝肩沟，并在适当部位设消力池，起紧急泄洪功能。

9.在暴雨雷电交加季节、严寒冰冻期，尤其要确保个人人身安全前提下，巡查库坝。

二、加强尾矿坝检查

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

2.检查坝体有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时，应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因，判定危害程度，妥善处理；

3.检查坝体滑坡。坝体出现滑坡时，应查明滑坡位置、范围和形态以及滑坡的动态趋势；

4.检查坝体浸润线的深浅。

5.检查坝体及坝肩山体渗漏。应查明有无渗漏出逸点，出连点的位置、形态、流量及含沙量等；

6.检查坝肩沟沿线山坡稳定性、沟内淤堵等。

4.5 防洪系统安全对策措施及建议

(1) 斜槽、排水井、隧洞施工期间，应注意防范山体滑坡、触电、淹溺、冒顶片帮、透水、中毒窒息、车辆伤害等危害。

(2) 每年汛期前，委托设计单位根据尾矿库实测地形图、水位等实际情况进行调洪演算，复核尾矿库防洪能力，确定汛期尾矿库的运行水位、干滩长度、安全超高等安全运行控制参数，提供枫树岭尾矿库调洪演算报告。

(3) 若排水斜槽盖板非一次性浇筑，则新浇筑的排水斜槽盖板须进行质量检测，长期保存检测报告。

(4) 制定年度防汛度汛方案，备好充足的抗洪抢险器材和物质，配备救生设备；高温天气，督促员工尽量一早一晚或短时间巡查库区一遍；雷雨天气，督促员工在值班房内通过在线监测系统观察库区、尾矿坝、排水构筑物，防止雷击；蛇鼠出入季节，督促员工穿戴好劳动防护用品和持驱赶棍棒。大风扬尘，督促员工佩戴防尘口罩入库检查。

(5) 严格控制库内水位，确保有足够的安全超高：在满足生产需要的前提下，尽量降低库水位；水边线应与坝轴线基本保持平行；当回水与坝体安全对滩长和超高的要求有矛盾时，应确保坝体安全；在雨季要尽量降低库水位，迫不得已情况下，可暂时采取排浑水，以降低到必要的库水位。降低库水位要提前做好准备，一般不要骤降。

(6) 密切关注库内水位高程变化以及水域澄清面积，及时刷新排水斜槽附近的库水位标尺，并标明警戒水位。

(7) 为尾矿工配置安全带、安全绳、救生衣等劳动防护用品和作业工具，并培训、督促尾矿工正确使用劳动防护用品和作业工具，确保作业过程中的人身安全。

(8) 将缺边掉角、蜂窝麻面、露筋等浇筑质量差的拱板予以剔除、损毁，不得使用。封堵时应小心抬放盖板，并确保人身安全和封堵质量。及时清除排水斜槽进水口周边的漂浮物。

(9) 检查排洪隧洞时，必须派驻至少 4 人，其中两人在外等候，两人穿戴好劳动防护用品（如安全帽、雨衣、救生衣或救生圈、雨鞋）和携带照明工具、手机或对讲机、竹棍（用于驱赶洞内动物，如蝙蝠等）进入隧洞内进行检查。对隧洞内可能裂缝、孔洞、鼓包等重要部位摄像时，应辅以测量工具（如卷尺）进行详细测量，并做好标识，保留检查影像资料、

检查情况说明。

(10) 按设计要求封堵原排水斜槽出口连接隧洞，确保封堵质量。

4.6 安全监测系统安全对策措施及建议

(1) 本次枫树岭尾矿库加高扩容工程实施、运行过程中，不得损坏现有的安全监测设施。

(2) 按设计要求设置尾矿堆积坝的坝体位移观测桩、浸润线观测孔，表面位移监测仪、浸润线监测仪、干滩长度监测仪以及视频监控设施。

(3) 企业应建立安全监测设施观测、检查、维护、统计分析等安全管理制度，指定专人负责，加强员工责任心教育和监测系统应用及维护培训。严格按照要求落实人工观测数据与在线监测数据的整理、统计分析工作，形成观测分析成果、存档备查。

(4) 一旦监测设施出现故障或损坏，应尽快修护或联系在线监测系统设计（安装调试）单位维修事宜。若在线监测设施长时间维修不好，应发挥人工观测设施的作用，做到观测记录不断档。

4.7 其他单元安全对策措施及建议

(1) 在枫树岭尾矿库各出入口、排水斜槽、隧洞出水口、库内汇水区、尾矿沉积滩面等显眼处应树立安全警示牌，保持字迹清晰醒目、含义一目了然。并禁止闲杂人员入库游玩、垂钓、游泳，劝阻当地村民在库区内（尤其是植草的堆积坝外坡面）放牧牛羊等动物。

(2) 在枫树岭尾矿库出入值班房、排水斜槽、各尾矿坝等处设置照明灯具，并维护好。加强回水浮动平台照明设施、摄像头的检查、维护，一旦损坏及时更换，并及时制止（阻止）闲杂人员出入平台。

(3) 企业应确保尾矿库 24h 不断人，管理人员及尾矿工手机 24h 不关

机。并确保通讯设施正常运行，通信畅通。

(4) 尾矿库管理道路应符合《厂矿道路设计规范》的有关规定。

(5) 出入库区内的车辆应保持车速、车距，转弯或视线不良以及会车地段提前减速；严禁超载、超速行驶，严禁酒驾，严禁开“英雄车”“斗气车”。

(6) 雾天或烟尘弥漫影响能见度时开车出入枫树岭尾矿库，应开亮前后灯，保持车距，并靠右侧减速行驶。

(7) 冰雪季节道路打滑，应铺设碎石或钢板或轮胎安上铁环链等防滑措施，并减速行驶。

(8) 密切关注当地气象信息，如遇长时间（一周以上）持续降雨，应加强库区内山体巡查，防止山体滑坡堵塞道路。一旦发现道路堵塞，及时清理塌方土石料，打通道路，保持畅通。

4.8 库区环境安全对策措施建议

(1) 对库区周边环境应经常巡查，制止在库区周边山坡及下游进行乱采、乱牧、乱伐、违章构建生产生活设施以及造成水土流失和山坡稳定性的行为，尤其要避免在周边进行乱采、乱挖的活动。遇到上述情况应及时报告相关主管部门及相关政府部门，并采取措施保证库区安全。

(2) 加强员工安全救护知识培训，防止台风、暴雨、雷电、严寒冰冻等极端天气以及蛇、荆棘等动植物给员工造成的伤害。

5 安全预评价结论

5.1 尾矿库存在的主要危险有害因素

经危险、有害因素辨识和分析，枫树岭尾矿库加高扩容工程在施工期和运行过程中，存在着冒顶片帮、透水、火药爆炸与放炮、中毒窒息、车辆伤害、高处坠落、噪声与振动、触电、火灾、其他伤害、溃坝、坝体垮塌、坝坡失稳、洪水漫顶、渗漏、结构破坏、排洪构筑物破坏、淹溺、粉尘等危险、有害因素，存在暴雨、严寒冰冻、大风、雷电、地震等 5 种自然灾害因素。其中施工期应尤其注意冒顶片帮、透水、火药爆炸与放炮、中毒窒息、车辆伤害、高处坠落等危害因素；运行期内，溃坝、坝体垮塌、坝体失稳、洪水漫顶、排洪构筑物破坏等可能酿成重大事故，企业必须引起高度重视、重点防范。

枫树岭尾矿库不属于重大危险源申报对象，但企业仍应按要求进行申报登记、加强监控、制定应急预案并备案，配足备齐应急物资、定期组织应急演练，并积极与当地政府建立应急联动机制。

5.2 应重视的安全对策措施建议

(1) 企业应按安全设施设计的要求，拆除主坝下游尾矿流经 1km 范围内的房屋、安置其居民，消除头顶库形成条件，方可实施加高扩容工程。

(2) 安全设施设计时，放矿方式调整为坝前放矿+控制性周边放矿。补充尾矿坝浸润线埋深、尾矿堆积坝上升速率两项控制指标，明确坝肩沟、坡面沟的断面尺寸以及堆坝作业过程安全管理措施等。合理确定辐射井埋深及其结构强度。

(3) 在枫 3#、枫 5#副坝内侧排土时，应指定专人负责现场监管、指挥，在指定地方排土，并形成反坡和车挡，碾压均匀、密实、平整；若夜

间施工，应架设照明线路，确保排土安全、施工质量。

(4) 督促施工单位编制围堰、排水斜槽、隧洞的施工组织设计、专项施工方案。施工期间，库水位升高或拦水围堰出现险情，应及时加高加固围堰、构筑搅拌桩防渗墙，一旦遇突发事件，在排水斜槽底部、隧洞进水口作业人员应立即撤离作业现场。围堰内被水浸泡过的土层晾干（晒干）后，方可自上而下开挖斜槽基础。本次加高扩容工程投入使用前，应安全挖除拦水围堰。

(5) 斜槽开挖过程中，应将斜槽两侧多余的山体一并挖除、降坡，同时预留斜槽槽身两侧回填土，使回填面稍低于斜槽槽身墙面，以免人工切坡滑坡继而堵塞斜槽。浇筑斜槽人行踏步。同时在进水口外围设拦渣格筛，并督促尾矿工不定期清除进水口前的漂浮物。

(6) 安全设施设计时，在新建隧洞沿线合理选址开挖斜坡道，确定斜坡道坡度、选择运输车辆，并补充隧洞转弯、变坡处的消能防冲措施。明确斜坡道封堵措施。

(7) 建议银山矿业认真做好隧洞开挖过程中的监测、探放水、紧急撤离工作，以及隧洞支护、衬砌工作。

(8) 安全设施设计时，补充应急排洪系统中排水井的井座面高程、消力坑深度、隧洞的出入口高程，以及排水井与排水斜槽如何衔接调洪、泄洪等内容。

(9) 安全设施设计时，应按库内水位高程来确定原排水斜槽出口连接隧洞封堵时间，并明确封堵材质。

(10) 安全设施设计时，补充堆积坝在线监测设施设置要求、安全监测设施监测（检查）频次，监测记录整理、分析要求。

(11) 安全设施设计时，补充库区安全标志和回水浮动平台电气设备防雷、接地的设置要求。

(12) 应配备足够数量的专职尾矿库安全管理人员、专业技术人员和尾矿工，具体负责尾矿库的各项日常安全管理工作。

(13) 建设单位应委托具有金属非金属矿山工程甲级资质的设计单位完善、编制《可研报告》《安全设施设计》和《施工图设计》，并按规定要求提交上述资料，由应急管理部门组织安全设施设计审查。安全设施设计通过审查批准后，方可施工。

(14) 建设单位在建设尾矿库过程中，应委托具有矿山或水利水电工程总承包一级或者特级资质的施工单位进行尾矿库项目的施工。

(15) 建设单位应委托具有矿山工程监理甲级资质的监理单位进行尾矿库项目的施工监理工作，并要求其认真履行监理职责，把好质量关，提供该尾矿库施工监理报告及监理资料。

5.3 综合评价结论

(1) 经现场踏勘、查阅工勘资料和分析可知，枫树岭尾矿库库址地形地貌、地质构造、水文地质条件、库岸稳定性较为有利，坝基、排水构筑物基础、库岸的稳定性较好，场地适宜枫树岭尾矿库加高扩容工程建设。

但枫树岭尾矿库初期坝下游尾矿流经路径 1.0km 范围内有居民，银山矿业应根据相关文件的要求，与当地政府部门商定居民搬迁、安置和房屋拆除等事宜，消除头顶库形成条件，方可实施枫树岭尾矿库加高扩容工程。

(2) 继续沿用现有初期坝、副坝、尾矿堆积坝，后期在原设计最终尾矿堆积坝坝顶上，采用湿式尾矿上游法排矿、筑坝，既常见又成熟，成功案例很多，符合规程规范要求；新建副坝、枫 3#副坝的坝型均为混凝土不

透水坝，副坝、尾矿堆积坝坝体的结构参数、加高高度，副坝坝基处理方式，以及堆积坝排渗设施设置、坝坡面维护措施，均符合规程规范的要求。

经坝体稳定性分析，本次加高扩容工程的尾矿坝、副坝坝坡最小安全系数满足规程规范要求。

(3) 排洪系统继续沿用排水斜槽+排洪隧洞的方式，延伸排水斜槽、下游段隧洞改道，并增设库尾应急排洪系统泄洪、排水，排洪系统的结构型式、设置线路、处置措施合理可靠，排水方式、排水构筑物设置符合当地地形条件和规程规范要求；排洪系统按 1000a 一遇的防洪标准设置，经复核，其泄流能力能够满足枫树岭尾矿库正常排水和紧急泄洪需要，能确保枫树岭尾矿库安全运行。

(4) 枫树岭尾矿库现设有坝体位移沉降观测桩、浸润线观测孔、库水位标尺等人工观测设施及在线监测系统，安全监测设施既完整又可靠，符合规程规范要求。本次实施加高扩容工程，应继续设置尾矿堆积坝的坝体位移、浸润线（包括在线监测设施）以及视频监控设施。

(5) 枫树岭尾矿库现有的值班房、应急物资库、通讯设施（固定电话或移动电话）、应急物资、筑坝机械、工程车、上坝道路、供配电设施（包括防雷、接地）、照明设施、安全标志等辅助设施，符合规程规范的规定和满足尾矿库安全生产管理要求。后期应根据本次加高扩容工程的设计要求，重新调整、合理设置上坝道路、供配电设施（包括防雷、接地）、照明设施、安全标志等辅助设施。

(6) 企业应根据枫树岭尾矿库实际情况不断完善安全生产管理规章制度，针对枫树岭尾矿库危险有害场所和要害部位重新制定生产安全事故应急救援预案，达到国家安全生产法规标准的要求。

《江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程可行性研究报告》基本符合国家有关法律、法规和技术标准要求，所提出的工程、安全管理措施具有一定的针对性、实用性和可操作性，枫树岭尾矿库所存在的危险有害因素在采取本报告提出的相应安全对策措施建议后，能得到有效防范和控制。江西铜业集团银山矿业有限责任公司枫树岭尾矿库加高扩容工程符合国家有关安全生产法律法规、标准和规程规范的要求，适宜建设。

6 附件与附图

6.1 附件

6.1.1 枫树岭尾矿库相关证照

6.1.2 其他相关证件

6.2 附图（略）

附：现场勘察时，评价人员与企业管理人员合影图

