

目 录

目 录	I
前 言	1
1 评价目的与依据	3
1.1 评价对象和范围	3
1.2 评价目的和内容	3
1.3 评价依据	4
1.3.1 法律、法规、规章	4
1.3.2 技术标准、规程规范和行业标准	8
1.3.3 评价项目合法证明文件	9
1.3.4 建设项目技术资料	10
1.4 评价程序	10
2 建设项目概述	13
2.1 建设单位概况	13
2.2 尾矿库交通及地理位置	13
2.3 自然环境概况	14
2.4 地质概况	15
2.4.1 场地工程地质条件	15
2.4.2 岩土工程分析与评价	17
2.4.3 浸润线条件	21
2.4.4 结论及建议	23

2.5 尾矿库建设概况	25
2.5.1 尾矿库现状	25
2.5.2 尾矿坝	25
2.5.3 防洪系统	29
2.5.4 安全监测设施	31
2.5.5 尾矿库辅助设施	34
2.5.6 企业安全管理	35
2.5.7 安全设施设备投入	37
3 主要危险、有害因素辨识	38
3.1 尾矿库主要危险和有害因素	38
3.1.1 溃坝	38
3.1.2 洪水漫坝	40
3.1.3 山体滑坡	40
3.1.4 管涌	41
3.1.5 淹溺危害	41
3.1.6 高处坠落	42
3.1.7 雷击	42
3.1.8 物体打击	42
3.1.9 触电	43
3.1.10 车辆伤害	43
3.2 有害因素分析	43
3.2.1 环境污染	43

3.2.2 尾砂泄漏	43
3.2.3 粉尘	44
3.2.4 高、低温	44
3.3 危险、有害因素辨识与分析结论	44
3.4 尾矿库重大生产事故隐患分析	45
4 评价单元划分及评价方法选择	46
4.1 评价单元的划分	46
4.1.1 概述	46
4.1.2 评价单元划分	46
4.2 评价方法选择	46
4.2.1 预先危险分析（PHA）	47
4.2.2 事故树分析法	48
4.2.3 尾矿库调洪演算	49
4.2.4 坝体稳定性计算分析	49
4.2.5 安全检查表分析法	49
5 定性定量评价	50
5.1 安全管理单元	50
5.1.1 安全检查表评价	50
5.1.2 评价小结	51
5.2 尾矿坝单元	51
5.2.1 安全检查表法评价尾矿坝体单元	51

5.2.2 尾矿坝体预先危险性分析	52
5.2.3 坝体垮塌事故树分析	53
5.2.4 尾矿坝单元洪水漫顶事故树分析	56
5.2.5 尾矿坝稳定性计算	58
5.2.6 尾矿坝单元评价结论	62
5.3 防洪系统单元	63
5.3.1 防洪系统预先危险性分析	63
5.3.2 洪水计算	63
5.3.3 防洪系统评价结论	66
5.4 安全监测设施单元	66
5.4.1 人工监测系统分析评价	66
5.4.2 在线监测系统分析评价	67
5.4.3 安全监测设施评价小结	68
5.5 辅助设施单元	68
5.5.1 尾矿库辅助设施评价	68
5.5.2 尾矿库辅助设施单元评价小结	69
5.6 库区环境单元	69
5.6.1 库区环境单元预先危险分析	69
5.6.2 安全检查表评价	69
5.6.3 评价单元小结	70
6 安全对策措施建议	71
6.2 安全对策措施	71

6.2.1 安全管理对策措施	71
6.2.2 尾矿库水位控制与防汛	72
6.2.3 库区及周边条件规定	72
6.2.4 尾矿库防洪安全检查	73
6.2.5 尾矿坝安全检查	74
6.2.6 放矿安全检查	75
6.2.7 尾矿库库区安全检查	75
6.2.8 安全监测设施安全检查	76
6.2.9 其他设施安全检查	76
7 评价结论	78
7.1 主要危险有害因素	78
7.2 安全现状评价结论	78
7.2.1 安全管理单元	78
7.2.2 尾矿坝单元	79
7.2.3 防洪排水系统单元	79
7.2.4 安全监测设施单元	79
7.2.5 辅助设施单元	80
7.2.6 库区环境单元	80
7.2.7 尾矿库下个评价周期期间的坝体稳定性和防洪能力分析	80
7.2.8 评价结论	81
8 附件、附照、附图	82

前 言

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库位于江西省峡江县金江乡黑虎村半坑村小组，地理位置：东经 $114^{\circ} 53' 58'' \sim 114^{\circ} 54' 50''$ ，北纬 $27^{\circ} 36' 44'' \sim 27^{\circ} 36' 57''$ ，西北距新余良山铁矿约 9 公里，矿区有新余市良山镇沙汾村至矿口的简易盘山路，东南距峡江县金江乡约 10 公里，有简易公路达金江乡，交通较为方便。

该尾矿库工程设计及安全专篇由湖北中陆设计研究院有限公司完成。尾矿库初期坝类型为机械碾压土石混合坝，库内开挖取土。坝顶标高+180m，坝基标高为+165.5m，坝高 14.5m。清基深度 4.0m，按清基后的高程计算，坝高 18.5m。后期采用上游法堆积子坝，子坝高 10m（最大堆积坝顶高程为 190.0m），总坝高 28.5m，总库容为 16.49 万 m^3 ，按《规范》规定，尾矿坝高 $\leq 30m$ ，总库容 ≤ 100 万 m^3 ，属五等库。相应防洪标准为：洪水重现期 100 年。尾矿库最小安全超高 0.4m，考虑到波浪爬高和风壅高度 0.18m，设计采用安全超高 0.7m。库容服务年限为 7 年。

该尾矿库于 2019 年 1 月 19 日取得吉安市应急管理局颁发的安全生产许可证（证号：（赣）FM 安许证字[2016]D002 号），有效期至 2022 年 1 月 18 日。2020 年 11 月 25 日取得了吉安市应急管理局颁发的《非煤矿山安全生产标准化证书》（证号：（吉）AQBKIII20150017），有效期至 2023 年 11 月。根据《安全生产法》、《矿山安全法》、《安全生产许可证条例》、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》和《江西省安全生产监督管理局“关于做好非煤矿山企业安全生产许可证延期换证工作的通知”》等有关法规规定，2021 年 11 月，峡江县金溪矿业

有限公司委托我公司对该尾矿库进行延期换证的安全生产现状评价工作。

按照《安全评价导则》的要求，我公司评价人员于2021年11月27日对该尾矿库进行现场勘察，收集有关法律法规、技术标准、尾矿库设计资料、安全技术与安全管理措施资料和尾矿库资料。根据该尾矿库的筑坝方式、尾矿排放型式、防排洪构筑物的特点和尾矿库的地理环境条件，针对矿山对尾矿库管理体系、制度、措施和技术装备情况的调查，分析了该建设工程项目中可能存在的主要危险、有害因素，对划分的评价单元及单元内的因素逐项进行分析、评判，对存在的问题提出合理可行的安全对策措施及建议，并在此基础上编制安全现状评价报告，为该尾矿库安全生产许可证延期换证提供依据。

关键词： 尾矿库 安全 现状评价

1 评价目的与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象：峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库。

评价范围：峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库的生产及辅助系统，包括尾矿坝体、防洪排水系统、尾矿坝监测设施、辅助设施、安全管理及库区环境，不包括尾矿库的输送系统和回水系统。分析和评价尾矿库现状存在的危险、有害因素的种类及其后果严重程度，并提出相应的安全对策措施。

1.2 评价目的和内容

安全现状评价是在系统生命周期内的生产运行期，通过对生产经营单位的生产设施、设备、装置实际运行状况及管理状况的调查、分析，运用安全系统工程的方法，进行危险、有害因素的识别及其危害度的评价，查找该系统生产运行中存在的事故隐患并判定其危险程度，提出合理可行的安全对策措施及建议，使系统在生产运行期内的安全风险控制在安全、合理的程度内。

安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统存在的危险、有害因素及可能导致的危险、危害后果和程度，提出合理可行的安全对策措施，指导危险源监控和事故预防，以达到最低事故率，最少损失和最优的安全投资效益，从而达到提高系统本身安全，实现全过程安全控制，建立系统安全的最优方案，为取得安全生产许可证和监管单位的监管提供依据，为实现安全技术、安全管理的标准化和科学化提供条件。

1.3 评价依据

1.3.1 法律、法规、规章

（1）法律

《中华人民共和国矿产资源法》主席令第18号公布修改，自2009年8月27日起施行。

《中华人民共和国突发事件应对法》主席令第69号 2007年11月7日起施行

《中华人民共和国防震减灾法》（2008年修订） 中华人民共和国主席令第7号，自2009年5月1日起施行

《中华人民共和国矿山安全法》 主席令第18号 2009年8月27日起施行

《中华人民共和国水土保持法》（2010年修订） 中华人民共和国主席令第39号，自2011年3月1日起施行

《中华人民共和国安全生产法》 2021.9.1修订生效，主席令第88号

《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订） 中华人民共和国主席令第9号，自2015年1月1日起施行

《中华人民共和国气象法》（2016年修订）主席令第57号 2016年11月7日起施行

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020年4月29日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，主席令[2020]第43号

《中华人民共和国劳动法》2018年12月29日修改通过，主席令[2018]24号

《中华人民共和国职业病防治法》主席令第24号令修订2018年12月29日起施行

《中华人民共和国消防法》2021年4月29日修订通过，主席令[2021]81号

（2）法规

《建设工程安全生产管理条例》国务院令第393号，自2004年2月1日起施行

《劳动保障监察条例》国务院令第423号，自2004年12月1日起施行

《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第493号、2007年6月1日起施行，2015年修订）；

《工伤保险条例》国务院586号令2011年1月1日施行

《安全生产许可证条例》（2014年修正）国务院令第397号，自2014年7月29日起施行

《建设项目环境保护管理条例》国务院令第682号，自2017年10月1日起施行

《建设工程勘察设计管理条例》2015年6月12日修改施行，国务院令662号

《建设工程质量管理条例》国务院令第714号，2019年4月23日起施行

（3）部门规章、规范性文件

《国务院安委会办公室关于贯彻落实(国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知)精神进一步加强非煤矿山安全生产工作的实施意见》安委办[2010]17号 2010年8月27日起施行

《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》总局令第77号, 2015年5月1日生效

《国务院关于坚持科学发展安全发展促进安全生产形势持续稳定好转的意见》 国发(2011)40号 2011年3月11日起施行

《尾矿库安全监督管理规定》总局令第78号修改, 自2015年7月1日起施行

财政部、安全监管总局关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知 财企(2012)16号 2012年2月14日起施行

《关于修改〈生产经营单位安全培训规定〉等11件规章的决定》安监总局令[2013]63号 2013年8月19日起施行

《关于严防十类非煤矿山生产安全事故的通知》安监总管一(2014)48号 2014年5月28日起施行

《关于印发企业安全生产责任体系五落实五到位规定的通知》安监总办(2015)27号 2015年3月16日施行

《关于修改〈生产安全事故报告和调查处理条例〉罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》安监总局令(2015)77号 2015年5月7日起施行。

《生产经营单位安全培训规定》 安监总局令[2006]3号 2006年3

月1日起施行（[2015]80号修改）

《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》安监总局令第30号
2010年7月1日起施行（〔2015〕80令修改）

《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》安监总局令
〔2015〕75号 2015年7月1日起施行

《国家安全监管总局关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的
决定》安监总局令〔2015〕78号 2015年7月1日起施行

《关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决
定》安监总局令〔2015〕80号 2015年7月1日起施行

《关于进一步加强安全生产应急预案管理工作的通知》安委办
〔2015〕11号 2015年7月23日实行

《用人单位劳动防护用品管理规范》安监总厅安健〔2015〕124号
2015年12月29日施行

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》安监总管一〔2016〕54号 2016年5月20日；

《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日起施行

《金属非金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准(试行)的通知》
安监总管一〔2017〕98号

《生产安全事故应急预案管理办法》 应急管理部令第2号 2019
年9月1日起施行

（4）地方法律、法规、规范性文件

《关于在全省非煤矿山企业推行安全生产责任保险工作的通知》赣安监管一字〔2011〕23号 2011年1月28日起施行

《江西省关于进一步加强高危行业企业生产安全事故应急预案管理规定（暂行）》赣安监管应急字〔2012〕63号 2012年10月11日起施行

《江西省非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》政府令〔2013〕189号 2011年3月1日起施行；

《江西省安全生产条例》江西省人大常委会第三十四次会议通过，2017年10月1日起施行

《关于印发《江西省2018年尾矿库“头顶库”治理工作方案》的通知》（赣安监管一字〔2018〕49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）；

1.3.2 技术标准、规程规范和行业标准

《生产过程安全卫生要求总则》	GB12801-2008
《生产设备安全卫生设计总则》	GB5083-99
《选矿安全规程》	GB18152-2000
《水利水电工程地质勘察规范》	GB50487-2008
《安全标志及使用导则》	GB2894-2008
《岩土工程勘察规范》	GB50021-2001（2009年版）
《建筑抗震设计规范》	GB50011-2010（2016年版）
《尾矿堆积坝岩土工程技术规范》	GB50547-2010

《尾矿设施设计规范》	GB50863-2013
《中国地震动参数区划图》	GB18306-2015
《尾矿库安全规程》	GB39496-2020
《水土保持综合治理规划通则》	GB / T15772-2008
《水土保持综合治理技术规范》	GB / T16453-2008
《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》	GB/T29639-2020
《安全评价通则》	AQ8001-2007
《尾矿库安全监测技术规范》	AQ2030-2010
《生产安全事故应急演练指南》	AQ/T 9007—2011
《金属非金属矿山安全标准化规范导则》	AQ/T2050.1-2016
《金属非金属矿山安全标准化规范 尾矿库实施指南》	AQ/T2050.4-2016
《碾压式土石坝施工技术规范》	SDJ213-83
《上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程》	YBT11-86
《碾压式土石坝设计规范》	SL274-2020
《水工混凝土结构设计规范》	SL191-2008
《水工建筑物荷载设计规范》	DL5077--1997
《水工建筑物抗震设计规范》	DL5073—2000
《水力计算手册》	（中国水利水电出版社，2006年6月）
《江西省暴雨洪水查算手册》	（江西省水文总站，2010年）

1.3.3 评价项目合法证明文件

1、《营业执照》

- 2、《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库安全生产许可证》
编号：（吉）FM安许可证字[2016]D002号
- 3、《尾矿库安全现状评价委托书》及企业提供其它有关资料。

1.3.4 建设项目技术资料

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库平面布置图，坝体纵、横剖面图，排洪设施纵断面图和观测设施平面图（实测图纸，2021年10月）

《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库初步设计及安全专篇》（湖北中陆设计研究院有限公司 2011年10月）

《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库排水系统变更说明》（湖北中陆设计研究院有限公司 2012年3月）

《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库工程（水文）地质勘察报告》（江西省勘察设计研究院 2021年11月）

《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库稳定分析报告》（湖北中陆设计研究院有限公司 2021年12月）

《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库排洪构筑物质量检测报告》（江西衡宇工程质量检测有限公司 2021年5月）

《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库在线监测系统建设方案设计》（江西汇弘信息技术有限公司 2021年11月）

1.4 评价程序

安全现状评价程序包括：准备阶段；危险、有害因素识别与分析；确定安全评价单元；选择安全评价方法；定性、定量评价；安全对策措

施及建议；安全评价结论；编制安全评价报告。

1) 准备阶段。明确被评价对象和范围，进行现场调查和收集国内外相关法律法规、技术标准及建设项目资料。

2) 危险、有害因素识别与分析。根据建设项目周边环境、生产工艺流程或场所的特点，识别和分析其潜在的危险、有害因素。

3) 确定安全评价单元。在危险、有害因素识别和分析基础上，根据评价的需要，将建设项目分成若干个评价单元。

4) 选择安全评价方法。根据被评价对象的特点，选择科学、合理、适用的定性、定量评价方法。

5) 定性、定量评价。根据选择的评价方法，对危险、有害因素导致事故发生的可能性和严重程度进行定性、定量评价，以确定事故可能发生的部位、频次、严重程度的等级及相关结果，为制定安全对策措施提供科学依据。

6) 安全对策措施及建议。根据定性、定量评价结果，提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理措施及建议。

7) 安全评价结论。简要列出主要危险、有害因素评价结果，指出建设项目应重点防范的重大危险、有害因素，明确应重视的重要安全对策措施，给出建设项目从安全生产角度是否符合国家有关法律、法规、技术标准的结论。

8) 编制安全评价报告。

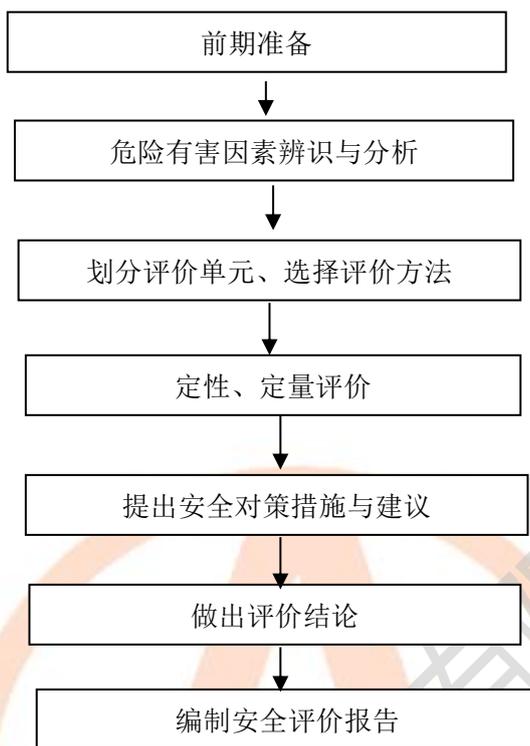


图 1-1 安全现状评价程序图

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

峡江县金溪矿业有限公司2017年10月23日取得峡江县市场和质量监督管理局变更的营业执照（统一社会信用代码913608235535135946）公司住所为江西省吉安市峡江县金江乡黑虎村麻溪村小组（属峡江县金江乡管辖，距峡江县城约40km）。公司名称为峡江县金溪矿业有限公司，类型为有限责任公司（自然人独资），法定代表人宋新江。经营范围：铁矿露天开采、铁精粉销售。营业期限：2010年4月14日至长期。

2020年5月28日取得江西省自然资源厅换发的采矿许可证（证号C3600002009052130016634），开采矿种为铁矿，露天开采，生产规模为6.0万吨/年，矿区面积1.3572km²，由8个拐点圈定，开采标高由482米至200米。

公司拥有员工30余人，矿山现有办公室、安环科、运销部等管理科室，二级单位有采矿场、选矿厂等。半坑尾矿库为选矿厂配套设施。

2.2 尾矿库交通及地理位置

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库位于江西省峡江县金江乡黑虎村半坑村小组，地理位置：东经114°53′58″~114°54′50″，北纬27°36′44″~27°36′57″，西北距新余良山铁矿约9公里，矿区有新余市良山镇沙汾村至矿口的简易盘山路，东南距峡江县金江乡约10公里，有简易公路达金江乡，交通较为方便。

2.3 自然环境概况

1、地形地貌

坝址区属低山丘陵区，为一山涧“U”字型凹谷，三面环山封闭，东面为一垭口，坝址分布于东面的垭口狭窄处。区内地形最高点标高355.00m，最低点标高163m左右，相对高差192m，一般海拔高程170-250m。

2、气象

本区位于中亚热带季风气候区，具有温暖潮湿多雨的气候特征，气候温湿，四季分明。年降雨量为1733~2000mm，年平均气温8.7~17.9℃，年平均日照1825~1952h。山区盛产毛竹、木材等。

3、地震及不良地质作用

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），峡江县抗震设防烈度为6度，属设计地震分组第一组，设计基本地震加速度值为0.05g，设计特征周期为0.35s。按《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）划分，已建工程抗震设防类别为标准设防类（丙类）。

4、周围环境

尾矿库位于选矿厂（高程约266m）下方的沟谷内，山谷口呈U型，库区汇水面积为0.18km²，场地环境较好，库区山坡坡度较缓，植被发育，历史上未发生过滑坡、坍塌、沉陷、泥石流等不良地质现象，区域稳定性好。

库区上下游1000m范围内无工矿企业、大型水源地、水产基地，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；库内无居民，该库下游右侧（另一条支沟）为半坑村，距

坝体直线距离约 100m，村内原有居民 20 人，现仅留有一户 2 人仍住在该村，其他人员均外迁。半坑村位于较高的地势，不在尾矿库溃坝事故冲击影响区域内。

2.4 地质概况

根据《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库工程（水文）地质勘察报告》（江西省勘察设计研究院 2021 年 11 月）地质描述如下：

2.4.1 场地工程地质条件

1、水文地质条件

1) 地表水

区内地表水系不发育，谷地中有 1 条主溪沟，溪流量与降水关系密切。旱季干涸，接受大气降水的补给，由北东向南西低洼处排泄，具有就地补给、就地排泄的特点。在尾矿坝上游在 1: 2000 地形图上量取汇水面积为 0.18km²。在降雨时地表迳流量以下式求：

$$Q = F \cdot A \cdot \alpha \quad (\text{m}^3/\text{日})$$

式中：α—地表迳流系数（取 0.75）

A—历年平均降雨量（m）

F—汇水面积（m²）

其计算结果见表 2-1。

表 2-1 地表迳流量计算结果表

集水面积	历年日平均	最大一次暴雨	最大一次连续降雨 (日平均)	备注

F (m ²)	降雨量 A (m)	迳流量 (m ³ /d)	降雨量 A (m)	迳流量 (m ³ /d)	降雨量 A (m)	迳流量 (m ³ /d)	
180000	0.0046	621.0	0.133	17955.0	0.017	2295.0	

计算结果表明,在库区 0.18km²集水范围内,每日平均地表迳流量 621.0m³/d,最大一次暴雨时地表迳流量 17955.0m³/d,最大一次连续降雨时地表迳流量 2295.0m³/d。

2) 地下水

(1) 上层滞水

上层滞水主要赋存于素填土、滩面区尾细砂层中,含水层渗透系数为 $2.11 \times 10^{-3} \sim 4.05 \times 10^{-5}$ cm/s,含水层属中等-弱透水层,水量较贫乏。勘察期间测得滩面区域初见水位 1.2~8.3m,初见水位标高 167.75~180.25m,稳定水位 1.4~8.5m,稳定水位标高 167.45~180.05m。场地范围内该层地下水全年地下水位变化幅度约 2~4m。

(2) 基岩裂隙水

基岩风化裂隙水主要赋存于中风化千枚岩基岩风化裂隙、构造裂隙中,主要受风化裂隙和构造裂隙(节理)控制,一般富水性较差,且连通性较差,属弱透水层,渗透系数一般为 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-4}$ cm/s。水位埋深较大,勘察深度内未见该层地下水。

尾矿库汇水面积小,水文地质单元相对独立,水文地质条件简单。库岸岩土体由透水性微弱的粉质粘土和强风化千枚岩及中风化千枚岩等组成,地形切割中等,区内植被发育,大气降水地表径流较快,库岸边坡无泉水出露。库底土层由强风化层组成,隔水性能好,库内水体不会

发生强渗漏。

2、地层岩性

库内出露地层岩性为震旦系上统绢云母千枚岩层等，上覆第四系上更新统坡积层粉质黏土，厚度不大，场地地层稳定性较好。库区范围未发现坍塌、滑坡、泥石流、岩溶等不良地质现象。本库区域地质稳定性较好。库坝区未发现强渗漏通道和强含水层，工程地质、水文地质条件简单，库坝地基稳定性较好。坝基座落在粉质黏土上，坝体为碾压黏土坝，坡面及坝肩未见塌陷、湿陷、踩落等不良地质现象，综合评价该尾矿库尾矿坝现状稳定。

2.4.2 岩土工程分析与评价

1、岩土参数分析与选择

勘探采用现场标准贯入试验，室内尾砂颗分和岩石抗压分析试验，野外注水试验等手段。其主要设计参数值结合野外和室内测试成果资料统计分析后综合确定。

2、渗透性评价

根据室内渗透试验成果，对各砂土层测试结果作数理统计分析，渗透系数与颗粒成份组成有关，因各单元层颗粒组成不同，其渗透性亦不同。其中：①₁素填土，渗透系数 $4.05 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，弱透水。

①₂素填土，渗透系数 $2.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，弱透水。

②尾细砂：，渗透系数 $2.11 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，中等透水。

③粉质黏土，渗透系数 $4.29 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，微透水。

3、库坝工程地质特征

据该区7个钻孔揭露显示,该区分布地层有第四系人工填土(Q^m)、尾矿砂(Q^m)、第四系上更新统残积层(Q_3^{el})、震旦系上统绢云母千枚岩(Z_2)。具体分布详见工程地质剖面图及柱状图,以下分别予以阐述:

1) 第四系人工填土(Q^m)

①₁素填土:黄褐,红褐色,稍密-中密,稍湿~湿,据走访调查,堆填时间约4年左右,主要成分为残积粉质粘土和风化岩碎块,新近人工堆填碾压而成,均匀性一般,压实度一般,固结程度一般。标准贯入实测击数9~11击。为尾矿坝子坝堆积体,共揭露1个钻孔,揭露厚度5.1m,层顶高程185.32m。渗透系数 4.05×10^{-5} cm/s,弱透水。

①₂素填土:灰黑、黑色,湿,稍密-中密,来源于尾矿库右岸山体残积粉质粘土,主要由粘粒、粉粒和部分绢云母组成。为初期坝体,人工堆填碾压而成,均匀性较好,压实度较好,固结程度较好。标准贯入实测击数10-12击。共揭露6个钻孔,层顶埋深0.0~13.5m,揭露厚度0.6~18.5m,平均厚度6.6m,层顶高程171.82~180.26m。渗透系数 2.0×10^{-5} cm/s,弱透水。

2) 尾矿砂(Q^m)

②尾细砂:灰色、褐黄色,饱和,松散,主要由石英、绢云母及少量铁矿物组成,粒径大于0.075mm约占86.6%,粒径小于0.005mm含量约3-4%。级配较差,透水性一般,近水平微层理。分布于一级子坝下部和库内。经筛分实验分析粒径2-20mm约占0.6~1.6%,2~0.5mm约占8.5~16.5%,0.5-0.25mm约占36.4~56.3%,0.25~0.075mm约占16.6~34.4%,0.075-0.037mm约占0.6~2.8%,0.037-0.02mm约占2.3~3.8%,

0.02~0.01mm 约占 1.3~3.6%，0.01~0.005mm 约占 0.9~3.6%，0.005~0.002mm 约占 1.6~3.4%，小于 0.002mm 约占 0.8~1.6%，整体级配不连续。标准贯入实测击数 8~9 击。压缩系数平均值为 0.40MPa^{-1} ，压缩模量平均值为 4.46MPa ，中等压缩性。该层共 2 个钻孔揭露分布，层顶埋深 0.0~5.1m，揭露厚度 6.1~8.4m，平均厚度 7.25m，层顶高程 180.22~181.45m。渗透系数 $2.11\times 10^{-3}\text{cm/s}$ ，中等透水。

3) 第四系上更新统残积层 (Q_3^{el})

③粉质黏土：黄色、黄褐色、灰白色，湿，可塑-硬塑，干强度中等，中等压缩性，中等韧性，摇震反应无，稍有光泽。压缩系数平均值为 0.33MPa^{-1} ，压缩模量平均值为 5.95MPa ，中等压缩性。该层局部分布，共 3 个钻孔揭露，层顶埋深 0.6~7.6m，层顶高程 173.85~179.66m，厚度 2.7~5.2m，平均厚度 4.17m。渗透系数 $4.29\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，微透水。

4) 震旦系上统绢云母千枚岩 (Z_2)

④强风化千枚岩：浅黄色，原岩结构大部分被破坏，矿物成分显著变化，风化裂隙发育且有粘性土充填，岩体破碎；岩石千枚层理明显，含较多片状绢云母矿物。岩块锤击声哑易碎。镐可挖，干钻不易钻进，岩芯呈碎屑、碎块状， $RQD=0$ 。岩体破碎，属极软岩，岩体基本质量等级为 V 级。重型圆锥动力触探试验修正击数 12.5~18.6 击，修正后标准值 15.2 击。该层均有分布，共 7 个钻孔揭露，层顶埋深 0.0~20.1mm，层顶高程 158.23~174.93m，厚度 0.8~6.2m，平均厚度 2.44m。岩体内无洞穴、临空面、破碎岩体及软弱夹层，

⑤中风化千枚岩：褐色、棕色、灰绿色，中风化。主要组成矿物为

钾长石、石英和黑云母等，风化裂隙不发育，岩体风化成块状，岩芯呈短柱状和长柱状。锤击声较哑，钻进较慢。岩芯采取率为89%~93%，RQD为62%~71%。该层均有分布，共7个钻孔揭露，层顶埋深0.8~22.6m，层顶高程157.43~172.66m，该层未揭穿，最大揭露厚度5.9m。岩石单轴饱和抗压强度标准值 $f_{rk}=36.51\text{Mpa}$ ，属较硬岩，岩体较完整，岩体基本质量等级为III级。岩体内无洞穴、临空面、破碎岩体及软弱夹层。

4、尾矿的主要成分及沉积规律

在库内沉积滩尾矿堆积体钻孔中采试样进行颗分（见土工试验报告），依据试验结果显示，尾矿库内尾砂主要为尾细砂，勘察时库区尾砂的沉积滩坡度约0.22%。

尾矿砂在沉积过程中随沉积时间的增长及上覆自重压力的增大，尾矿砂的固结程度逐渐增高，标准贯入试验值整体上也呈上升趋势。

由于勘察期间，库区仍然在排放尾砂，排放尾矿的间歇性、放矿形式、排矿流量以及尾矿池内水边线的变化、原矿浆的尾矿粒度、化学成份及尾矿浓度等影响，使得尾矿的沉积层次复杂多变，尾矿从沉积时间上各层次在近水平面上同时沉积，层理结构近似水平。其层次界线不明显，一般呈渐变关系。从整体上看仍存一定规律：垂直层序上存在上粗下细的规律，水平层序上由堆积子坝向库内由粗变细。

5、尾矿土密实度分析

勘察现场标贯试验成果表明，各尾矿土层一般具有随颗粒增大密实度增大的规律。据《上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程》[186]，参照尾矿砂(d_{60})的密实度分级为： $N=10$ ，松散稍密； $N=11\sim 30$ ，中密； $N=31\sim 50$ ，

密：N50，很密。结合各钻孔现场标准贯入试验锤击数 N(未经杆长修正)，可以归纳尾矿土密实度具有以下规律性：

尾细砂：除表层锤击数为 3 击，呈松散-稍密外，其余均呈中密状态，锤击数一般为 3.3 击。

密实度主要与颗粒组成有关，随颗粒增大密实度也相应增大。

在初期坝素填土，由于含碎石颗粒增多，比原状粉质粘土的密实度要高。经碾压其内摩擦角和凝聚力均高于粉质粘土层。

2.4.3 浸润线条件

1、浸润线现状

根据钻探施工取得的水位资料，依据勘察任务书要求，勘察施工期间 4 个钻孔进行了水位观测，观测数据见表 2-2。

名称	孔号	孔口高程	水位埋深	水位标高	观测日期
尾矿坝	ZK1	181.45	1.40	180.05	2021.11.03
	ZK2	185.32	7.40	177.92	2021.11.04
	ZK3	180.25	8.50	171.75	2021.11.04
	ZK4	171.95	4.50	167.45	2021.11.05

在 1-1' 剖面上可以看出，库区地下水位向下游渗流过程中，沉积滩内水位降落缓慢，其浸润线标高亦呈西高东低，由西向东方向渗流。

2、浸润线变化分析与预测

坝体浸润线的变化与多方面因素有关，主要为季节变化、雨季与旱季、干滩长度、排洪系统的排水效果等。

降雨时库区水位升高，浸润线随之升高，干滩长度延长，浸润线相

应降低，若排水不畅，浸润线随之升高。坝体堆积颗粒的均匀性及渗透性对浸润线变化也有影响。

勘察未进行观测孔水位动态连续观测，对浸润线的升降幅度难以了解。具体的浸润线水位变化定量预测由委托单位建立长期观察点进行长期观测后才能进行分析得出结论。

3、尾砂液化判别

据《中国地震动峰值参数区划图》(GB18306-2015)可知，库区抗震烈度6度，不存在尾砂液化问题。

尾砂液化判别方法主要原因《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)（2016年版）规定，当饱和土标准贯入击数（未经杆长修正）小于液化判别标准贯入击数临界值时，判为液化土。液化判别标准贯入击数临界值按下式计算：

$$N_{cr} = N_0 \beta [Lu(0.6 - d_s + 1.5) - 0.1dw] \sqrt{\frac{3}{P_c}} \quad (d_s \leq 20)$$

式中： N_{cr} —液化判别标准贯入锤击数临界值；

N_0 —液化判别标准贯入锤击数基准值，按下表2-3取值；

设计基本地震加速度（g）	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40
液化判别标准贯入锤击数基准值	7	10	12	16	19

β —调整系数，设计地震第一组取0.8，第二组取0.95，第三组取1.05；

d_s —饱和土标准贯入点深度（m）；

dw —地下水位深度（m），勘察期间地下水位；

P_c —粘粒含量百分率，当小于3或为砂土时，应采用3。

由资料分析可知，标准贯入试验击数均大于临界击数，产生液化的可能性小，堆积坝不会发生地震液化。

2.4.4 结论及建议

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库工程（水文）地质勘察工作，基本查明了库区的工程（水文）地质条件，根据本库区、坝址区的工程地质条件，结论与建议如下：

1、据勘察钻孔揭露，场区地层结构自上而下分别为：①1素填土、②尾细砂、①2素填土、③粉质黏土、④强风化千枚岩及⑤中风化千枚岩。

2、根据地下水含水主要为上层滞水，主要赋存于①素填土、滩面区尾粉砂层中，含水层渗透系数为 $2.11 \times 10^{-3} \sim 4.05 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，含水层属中等-弱透水层，水量较贫乏。勘察期间测得滩面区域初见水位 1.2~8.3m，初见水位标高 167.75~180.25m，稳定水位 1.4~8.5m，稳定水位标高 167.45~180.05m。场地范围内该层地下水全年地下水位变化幅度约 2~4m。

3、根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），峡江县抗震设防烈度为 6 度，属设计地震分组第一组，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计特征周期为 0.35s。按《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）划分，已建工程抗震设防类别为标准设防类（丙类）。

4、库内出露地层岩性为震旦系上统绢云母千枚岩层等，上覆第四系上更新统坡积层粉质黏土，厚度不大，场地地层稳定性较好。库区范围未发现坍塌、滑坡、泥石流、岩溶等不良地质现象。本库区域地质稳定

性较好。库坝区未发现强渗漏通道和强含水层，工程地质、水文地质条件简单，库坝地基稳定性较好。坝基座落在粉质黏土上，坝体为碾压黏土坝，坡面及坝肩未见塌陷、湿陷、踩落等不良地质现象，综合评价该尾矿库库坝现状稳定。

5、据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001（2009年）规范相关条文判定，场地水按 II 类环境、A 类水考虑，地表水对混凝土结构具弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

6、由于勘察施工时，库区仍然在排放尾砂，对最佳浸润线位置确定影响大，浸润线的变化观测等应坚持长期连续进行，作好记录并进行分析，必要时补充勘察手段，以便进行稳定性验算，确保坝体安全。

7、坝基、坝肩岩土为强风化千枚岩，未发现软弱层位、不良结构面和渗漏通道，抗滑能力较强，坝基、坝肩岩土层稳定。

8、尾矿坝由初期坝和子坝构成，筑填土料为残积粉质粘土，压实度较高；坝体轮廓规整，基本符合设计要求；坝面平整干燥，未发现开裂、塌陷、滑坡等变形和浸润线出逸点；排水、排洪构筑物基本通畅，工作正常；尾矿坝目前现状稳定。

9、库内的自然斜坡较稳定，但还需采取必要的防护措施，尤其植被需保护好，以防发生滑坡等地质灾害对尾矿库稳定性产生影响。

10、对尾矿库要加强管理，坝体周围及库区内严禁滥挖、乱采，库区上游的废渣要合理堆放，以防止在暴雨发生时导致滑坡、坍塌、泥石流，溃坝等事故的发生。

2.5 尾矿库建设概况

2.5.1 尾矿库现状

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库为选矿厂的配套设施。选矿厂排出的尾矿采用自流方式坝前放矿，属山谷型尾矿库。

该尾矿库工程设计及安全专篇由湖北中陆设计研究院有限公司完成，尾矿库初期坝类型为机械碾压土石混合坝，库内开挖取土。坝顶标高180m，坝基标高为161.5m，坝高18.5m。后期采用上游法堆积子坝，子坝高10m（最大堆积坝顶高程为190.0m），总坝高28.5m，总库容为16.49万 m^3 ，属五等库。相应防洪标准为：洪水重现期100年，考虑到波浪爬高和风壅高度0.18m，设计采用安全超高0.7m。

现状尾矿坝顶高程185m，坝高23.5m，滩顶高程为181.5m，放矿方式为坝前均匀放矿，库尾水位为178.0m，干滩长度约160m，入库尾矿量约6.1万 m^3 。

排洪系统采用排水斜槽+排水管方式。排水设施无垮塌、堵塞现象，斜槽入水口设置了金属格筛阻挡建筑物流入，运行正常。

2.5.2 尾矿坝

1、初期坝

1) 设计：初期坝为碾压土石坝，坝顶高程为180m，坝顶宽4.0m，坝高14.5m，坝顶轴线长30m，坝体上游边坡1:2.0；下游172m高程设一级马道，宽2.0m，下游边坡1:2.25。下游坝坡采用草皮护坡；下游坡脚处设置一块石排水棱体，排水棱体顶部高程164m，高6m，排水棱体顶部宽度1.5m，上游坡度1:1，下游坡度1:1.5。

2) 现状情况:

经现场踏看, 结合实测图及相关资料(包括半坑尾矿库工程(水文)地质勘察报告)(江西省勘察设计研究院 2021年11月), 半坑尾矿库初期坝为一次性碾压均质粘土坝。初期坝顶高程 180.0m, 顶宽 4.0m, 揭露坝底高程为 161.5m, 坝高 18.5m, 清基至强风化千枚岩, 坝外坡比为 1: 2.25, 内坡比约 1: 2.0, 外坡草皮护坡, 内坡干砌块石护坡, 块石层下铺一层无纺土工布作反滤层。初期坝下设排水棱体, 清基至强风化千枚岩, 底部高程 158.0m, 顶部高程 164.0m, 高度 6.0m, 采用碾压干砌块石筑成。外坡比 1: 1.5, 片石护坡; 内坡比 1: 1, 坡面铺一层无纺土工布作反滤层; 顶部设马道, 宽 1.5m。符合设计要求。

3) 检查情况

现场检查, 初期坝无沉陷、滑坡、裂缝、流土和管涌, 初期坝运行稳定可靠, 能够满足设计以及规程规范的要求。

2、堆积坝

1、设计: 采用上游放矿法冲积成坝, 堆积坝最终坝顶高程 190m。初期坝以上每堆高 5m 设一级马道, 马道宽 4m, 每级内边坡为 1: 2, 外坡为 1:3。

堆积坝采用上游放矿法, 放矿方向要求垂直于坝轴线方向。尾矿坝堆积综合外坡 1:3.75, 为保证填筑子坝的稳定, 设计子坝分期分级筑成, 子坝高 5m 或 2m, 外坡 1:3, 分别于 185m、190m 留一平台, 平台宽度 4m。库区取土石易、取石难, 故将子坝坝型定为碾压土石堆积坝, 在堆积坝上设坝面排水沟。

为降低尾矿坝坝体浸润线，加速尾矿固结，有利于堆积坝体的稳定性，同时考虑矿方实际管理能力，设计在堆坝过程中于堆积坝体内设置水平排渗管，以疏干弱透水层下的含水层的渗透水，保证下游坝坡干燥，水平排渗管管头伸露在坝面排水沟内，以利尾矿渗水的排出。在高程 180m 布置一排水平排渗管，沿坝轴线方向间距定为 15m 一组，每两级平台之间排渗体间隔布置，水平排渗管应预埋设，水平管纵坡 3%，向库内方向抬高，将收集的渗水引入马道上坝面排水横沟；分别在每根水平排渗管上游末端设置垂直布袋井，垂直布袋井深 10.0m，水平管长 60m，采用硬质 PPR 管制成，管径 10cm，壁厚 5mm，管壁开花孔，孔径 10mm，开孔率为 10~12%，外包一层 400g/m² 无纺土工布。

2、现状情况：经现场踏看，结合实测图及相关资料（包括半坑尾矿库工程（水文）地质勘察报告）（江西省勘察设计研究院 2021 年 11 月）现堆积坝坝顶高程 185.0m，顶宽 4.0m，子坝高 5.0m，上坝土料为残积粉质粘土；子坝外坡与初期坝为同一坡面，外坡比 1：3，草皮护坡。

在高程 180m 布置一排水平排渗管，沿坝轴线方向间距定为 15m 一组，每两级平台之间排渗体间隔布置，水平排渗管预埋设，水平管纵坡 3%，向库内方向抬高，将收集的渗水引入马道上坝面排水横沟；分别在每根水平排渗管上游末端设置垂直布袋井，垂直布袋井深 10.0m，水平管长 60m，采用硬质 PPR 管制成，管径 10cm，壁厚 5mm，管壁开花孔，孔径 10mm，开孔率为 10~12%，外包一层 400g/m² 无纺土工布。

3) 检查情况

现场检查尾矿堆积坝坝体坡面无积水坑存在。坝体无沉陷、滑坡、

裂缝、流土、管涌，未出现深层滑动迹象。外坡坡面无冲刷、拉沟现象，无沼泽化；排渗系统未出现堵塞、坍塌、裂缝、变形、腐蚀、漏尾砂等不良现象。堆积坝坝体运行工况正常，满足设计要求。

3、坝肩、坝面排水沟

1) 设计：沿尾矿坝（含堆积坝、初期坝）下游坡与两岸山坡结合处的山坡上设置坝肩截水沟，并在堆积坝和初期坝下游坝面上设置坝面排水沟。

坝肩排水沟横断面为矩形， $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ；坝面排水沟分横沟和纵沟两种，横沟沿马道内侧布置，纵坡1%，纵沟间隔50m设置一条，纵、横沟横断面均为矩形， $B \times H = 0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ ，横沟和纵沟相互连通，形成坝面排水网，有效地将下游坝面的雨水和渗水排往下游。坝肩排水沟及坝面排水纵沟均采用C20现浇混凝土结构。

2) 现状情况：经现场踏看，结合实测图及相关资料（包括半坑尾矿库工程（水文）地质勘察报告）（江西省勘察设计研究院2021年11月）已沿尾矿坝下游坡与两岸山坡结合处的山坡上设置坝肩截水沟，并在初期坝下游坝面上设置了坝面排水沟。

坝肩排水沟横断面为矩形， $B \times H = 0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ ；坝面排水沟分横、纵沟两种，横沟沿马道内侧布置，纵坡1%，纵沟间隔50m设置一条，纵、横沟横断面均为矩形， $B \times H = 0.3\text{m} \times 0.26\text{m}$ ，横沟和纵沟相互连通，形成坝面排水网。坝肩排水沟及坝面排水纵沟均采用C20现浇混凝土结构。

坝体堆筑尺寸、材料及上下游坡度符合设计要求，但坝肩沟尺寸略小于设计尺寸。

2.5.3 防洪系统

1、设计

原设计选用排水斜槽+排水管+消力池的排水方式,以供日常排水和紧急排洪用。各排洪构筑物主要特征值如下:

1) 排水斜槽: 水平长度 40.5m, 水力纵坡 0.375。斜槽进水口最低高程定为 173.35m, 最高进水口高程为 190m。采用单格矩形斜槽, 尺寸 $B \times H = 1.2 \times 1.4\text{m}$, 平盖板, C25 钢筋混凝土结构, 槽身厚度 250mm。斜槽盖板现场预制, 放置在斜槽周边, 随着库内尾矿上升, 逐步添加盖板。盖板厚 200mm, 长 1410mm, 宽 300mm。斜槽一次性建完。

2) 排水管: 管长 215.0m, 圆管内径 $D=1.0\text{m}$, 纵坡为纵坡为 $i=0.057$ 。采用 C30 钢筋混凝土预制管, 满足垂直荷载 $100\text{t}/\text{m}^2$ 要求, 2m 一节, 承插式结构。

3) 在排水斜槽与坝下排水管连接处设置连接井, 尺寸为: 内径 2.5m, 外径 3.5m, 井高 4.05m, 圆柱形, C25 钢筋混凝土结构。

4) 出口设消力池兼回水池, 池长 6.0m, 宽 2.0m, 深 1.0m, 采用浆砌块石结构。

2、排水系统设计变更情况

1) 原有排水斜槽尺寸由原设计的 $1.2\text{m} \times 1.4\text{m}$ 变更为 $1.1\text{m} \times 1.4\text{m}$, 采用单格矩形斜槽, 平盖板, C25 钢筋混凝土结构, 槽身厚度 250mm。斜槽盖板现场预制, 放置在斜槽周边, 随着库内尾矿上升, 逐步添加盖板。盖板厚 200mm, 长 1310mm, 宽 300mm。斜槽一次性建完。

2) 在原排洪连接井的尾部增设 90m 长排水斜槽, 斜槽尺寸为 0.9m

×0.9m, 采用单格矩型斜槽, 平盖板, C25 钢筋混凝土结构, 槽身厚度 250mm。斜槽盖板现场预制, 放置在斜槽周边, 随着库内尾矿上升, 逐步添加盖板。盖板厚 200mm, 长 1110mm, 宽 300mm, 斜槽一次性建完。

3) 其它设计按照原设计进行。

3、现状情况:

尾矿库采用排水斜槽+排水管+消力池的排水方式, 实现日常排水和紧急排洪。各排洪构筑物建设的主要特征值如下:

1) 初期排水斜槽: 水平长度 40.5m, 水力纵坡 0.375。斜槽进水口最低高程为 173.35m, 最高进水口高程为 190m。采用单格矩型斜槽, 尺寸 B×H=1.1×1.4m, 平盖板, C25 钢筋混凝土结构, 槽身厚度 250mm。斜槽盖板厚 200mm, 长 1410mm, 宽 300mm。

2) 后期排水斜槽: 在原排洪连接井的尾部设 90m 长排水斜槽, 斜槽尺寸为 0.9m×0.9m, 采用单格矩型斜槽, 平盖板, C25 钢筋混凝土结构, 槽身厚度 250mm。斜槽盖板厚 200mm, 长 1110mm, 宽 300mm。

2) 排水管: 管长 215.0m, 圆管内径 D=1.0m, 纵坡为纵坡为 $i=0.057$ 。采用 C30 钢筋混凝土预制管。

3) 在排水斜槽与坝下排水管连接处设置连接井, 尺寸为: 内径 2.5m, 外径 3.5m, 井高 4.05m, 圆柱形, C25 钢筋混凝土结构。

4) 出口设消力池兼回水池, 池长 6.0m, 宽 2.0m, 深 1.0m, 采用浆砌块石结构。

2021年5月江西衡宇工程质量检测有限公司对半坑尾矿库排洪构筑物进行了质量检测。

1、采用回弹法对排水斜槽内侧面、连接井、排水管、排水斜槽盖板进行混凝土抗压强度检测，结论4组混凝土抗压强度均大于设计值，满足设计要求。

2、采用电磁感应法对连接井、排水斜槽内侧面、排水斜槽盖板进行了构件钢筋混凝土保护层数据检测，结论3组钢筋混凝土保护层数据实测值均满足设计或规范要求。

3、采用电磁感应法对连接井、排水斜槽内侧面进行了结构实体钢筋间距数据检测，结论12组结构实体钢筋间距数据实测值均满足设计或规范要求。

（附件详见峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库排洪构筑物质量检测报告）

3、检查情况

现场检查，尾矿库排洪系统运行良好，排洪构筑物未出现堵塞、坍塌、裂缝、变形、腐蚀或磨蚀、漏砂等现象，满足设计要求。

2.5.4 安全监测设施

1、人工监测设施

1) 设计：在尾矿坝只布置1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m及190m共布置5个沉降位移观测点，观测点布置在马道的外缘。尾矿坝坝轴线180m、185m、190m三个高程两端山坡上各布置2个固定观测桩，

沿尾矿坝最大坝高处布置1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m及190m共布置5个浸润线观测点。

2) 现状情况：该尾矿坝已按设计要求设置了坝体位移观测设施。布

置了1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m共布置4个观测点，2个工作基点。

在沿尾矿坝最大坝高处布置1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m共布置4个浸润线观测点。

矿山进行了沉降位移测量及浸润线观测，观测数据属正常范围，符合设计及规程要求。

3、在线监测设施

1) 设计情况

设置的在线监测项目包括：浸润线监测、坝体表面位移监测、库水位监测、降雨量监测、干滩及滩顶安全超高监测及视频监控。

(1) 在线表面位移监测：

尾矿坝布置1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m及190m共布置5个观测点，观测点布置在马道的外缘。尾矿坝坝轴线180m、185m、190m三个高程两端山坡上各布置2个固定观测桩。

(2) 浸润线监测

沿尾矿坝最大坝高处布置1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m及190m共布置5个浸润线观测点。

(3) 库水位监测

在排水斜槽附近设置水位标尺，配置一套水位在线监测装置。

(4) 降雨量监测

在尾矿坝顶开阔处设置雨量监测站一座，监测方式采用人工、在线

两套独立的监测系统。

（5）干滩及滩顶安全超高监测

坝顶干滩位置每隔 10 米做一个 pvc 立杆，pvc 管中间固定混凝土，将刻度标尺固定于 pvc 立杆之上，用夜视彩色球机画面来计算干滩长度。

（6）视频监控

布置 3 个视频监控点，分别位于主坝坝底渗流、库区干滩、排水斜槽水尺附近（排水斜槽处安装一台高清红外摄像机，可同时兼作为人工水位标尺远程人工水位检查观测和校检点的作用）。

2) 现状情况

尾矿库设置的监测项目包括：坝体表面位移监测、浸润线监测、库水位监测、降雨量监测、干滩及滩顶安全超高监测及视频监控。

（1）在线表面位移监测：

已在初期坝马道 172m、164m 及坝顶 180m、堆积坝 185m 共布置 4 个观测点。在尾矿坝坝轴线 180m、185m 高程两端山坡上各布置 2 个固定观测桩。

（2）浸润线监测

在初期坝马道 172m、164m 及坝顶 180m、堆积坝 185m 共布置 4 个浸润线观测点。

（3）库水位监测

在排水斜槽附近设置水位标尺，配置一套水位在线监测装置。

（4）降雨量监测

在主坝坝顶开阔处设置雨量监测站一座。

（5）干滩监测

坝顶干滩位置每隔 10 米做一个 pvc 立杆来对干滩进行监测。

（6）视频监控

分别在位于主坝坝底渗流、库区干滩、排水斜槽水尺附近设置了 3 个摄像头。

尾矿库按设计要求设置了人工监测设施及在线监测设施，系统较为完整，能为企业提供可靠的监测信息，做到了自动监测与人工监测比对，实现了尾矿库现场管理和在线管理。通过检查系统数据，符合设计和规范要求，数据均未超过预警值。

2.5.5 尾矿库辅助设施

1、安全标志

矿山在进入库区的道路上设有库区危险警示标志，在危险地段也设置危险警示标志，设有尾矿库工况运行牌。

2、库区道路

矿山修筑了通向尾矿坝的库区道路，可行车，完全可以满足尾矿库工作人员上下班用以及尾矿库抗洪抢险应急用。库区道路满足要求。

3、照明、通讯及值班房

尾矿库已在坝体下游右侧位置设置了值班房，值班室装有固定电话，并安排专职人员职守，尾矿库值守人员库区、选矿厂及矿部采用手机联系。在尾矿坝坝顶设置了照明设施。

2.5.6 企业安全管理

1、矿山安全组织机构设置

峡江县金溪矿业有限公司成立了安全生产领导小组，并配备了专职安全生产管理人员。

2、人员安全教育培训及取证

峡江县金溪矿业有限公司宋新江取得了主要负责人（证号362423198204276014），阮卫华取得了安全管理人员（证号362423197019310019），矿山安全生产管理人员资质符合要求。

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库员工安全教育工作开展正常，配有尾矿工进行尾矿作业，2名尾矿工取得尾矿作业证书[张和平（T362423196807121012）、徐纪龙（T362321197304040217）]，实现了特种作业人员持证上岗。

3、安全生产责任制、规章制度及操作规程

峡江县金溪矿业有限公司制订了较完整的安全生产管理制度，安全生产责任制和各相关工种的岗位操作规程，能够满足尾矿库安全管理的需要。

1) 已建立安全生产责任制主要有：公司总经理安全生产责任制；副总经理安全生产责任制；安环科安全生产责任制；安全管理人员安全生产责任制；选厂厂长安全生产责任制；尾矿库负责人安全生产责任制；尾矿库岗位操作人员安全生产责任制等。

2) 已建立的安全生产管理制度有：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；重大危险源监控和安

全隐患排查制度；设备设施安全管理制度；安全生产奖惩制度；安全例会制度；事故隐患排查与整改制度；劳动防护用品管理制度；应急管理制度；安全生产档案管理制度；安全技术措施专项经费提取和管理制度；特种作业人员管理制度；尾矿库安全管理制度。

3) 已建立的操作规程有：尾矿库水泵工操作规程；护坝工操作规程；筑坝工操作规程；放矿工操作规程；尾矿库观测员操作规程；尾矿库值班人员操作规程；挖掘机司机操作规程等。

4、事故及应急救援

峡江县金溪矿业有限公司根据矿山和尾矿库运行可能出现事故的情况，编制修订了《峡江县金溪矿业有限公司生产安全事故应急救援预案》，并已在峡江县应急管理局备案。备案编号为 FM201904。

公司成立了矿山应急救援工作小组，组长：公司总经理；副组长：安全副总经理；成员：安环科长、生产科长、选矿厂厂长、尾矿库负责人以及矿山地质、测量、选矿等相关技术人员、抢险队长。公司配备了相应的应急救援队伍和相应的应急抢险物资、设备。明确了发生事故时各职能部门及相关人员的职责。矿方每年定期进行尾矿库应急演练，由公司全体员工参加演练。

公司每年制定了尾矿库度汛方案，落实了值班值守工作。

5、矿山救护队

根据《生产安全事故应急预案管理办法》，矿山成立了矿山救护队，加强了矿山事故应急救援工作，完善事故应急救援工作机制，确保一旦发生事故时能迅速有效地实施救援，将损失降到最低。

6、风险分级管控与隐患排查治理体系

尾矿库按照要求建立了风险分级管控与隐患排查治理体系，目前运行正常。

7、尾矿库安全生产标准化

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库于2020年11月通过了三级安全生产标准化复评，获得安全生产标准化三级证书牌匾，证书编号：（吉）AQBKIII20150017），有效期至2023年11月，通过安全生产标准化的复评，半坑尾矿库的安全管理工作有了本质性的提高，现峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库安全生产标准化体系运行良好。

8、事故情况

峡江县金溪矿业有限公司半坑三年来未发生事故，保持了安全生产的平稳、良好态势。

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库安全管理符合国家规定要求。

2.5.7 安全设施设备投入

峡江县金溪矿业有限公司制定了安全技术措施费用，主要用于安全工程、安全管理、安全设备、应急设备设施、工伤保险、劳保用品、安全教育培训、安全科技等方面。2021年度公司计划提取安全措施费用60.5万元，并且编制使用计划，其中尾矿库工程安全措施费用为15.0万元，按规定专款专用。公司为矿山从业人员购买了安全生产责任保险。

3 主要危险、有害因素辨识

根据项目的特点，着重从工程地质、生产系统、辅助设施、水文地质以及周边环境的特点，分析和辨识该建设项目可能存在的各种危险和有害因素的种类和程度。

3.1 尾矿库主要危险和有害因素

3.1.1 溃坝

尾矿库一旦发生溃坝，不仅严重影响企业正常生产，更重要的是将对下游地区的人员生命和财产造成巨大危害，对环境造成严重污染。由于勘察、设计、施工、生产使用和管理的全过程中，任何一个环节有问题，都可能导致尾矿库不能正常使用，甚至发生溃坝事故的发生。

1、可能造成溃坝事故的主要因素：

（1）自然条件不良，如库区或坝体存在地形、地质、水文气象、尾矿性质、地震等影响尾矿库及各构筑物稳定性的不利因素。该尾矿库处在三面环山的山谷中，库区山坡坡度较缓，植被发育，历史上未发生过滑坡、坍塌、沉陷、泥石流等不良地质现象，区域稳定性好。虽然汇水面积不大，但当出现暴雨时，有可能形成冲击力，破坏力很强的山洪、泥石流或特大山洪暴发，山洪的爆发冲击库区上游周边山体，导致山体滑坡。

（2）勘察工作不细致，对尾矿库工程地质与水文地质勘察不详细，对库区、坝基、排洪管线等处影响尾矿库及各构筑物稳定性的不良地质条件未查明；

（3）设计考虑不周密，如对尾矿库建设环境和运行特点认识不足，

或设计人员技能水平低下，经验不足，造成尾矿坝的稳定性不能满足设计规范要求；尾矿坝设计构筑级别与防洪级别不够，排洪设施、防洪能力不能满足设计规范要求等；

（4）施工质量低劣，没有按照设计要求施工，施工质量达不到规范与设计要求，如初期坝施工中清基不彻底，坝料不符合要求，反滤层铺设不当等；

（5）尾矿库生产运行中管理不当，放矿管理不善，不按照规定排放尾矿，造成尾矿坝体不均匀而发生渗漏水，库内水位过高或干滩长度过短等；

（6）其他因素的影响，如人们对尾矿库重要性的认识程度不高，周边人际关系协调不到位，在库区和尾矿坝上进行乱采、滥挖、爆破等非法作业，都有可能造成安全事故的发生，直接影响尾矿库安全技术发展水平。

2、危害形式：

尾矿库溃坝因其突发性较强，其危害程度严重，破坏影响力巨大。尾矿库如果溃坝，则危害程度是极其严重的，将会对下游人员生命和财产构成严重的危害。危害主要有：

- （1）造成村庄、山林、农田被大量尾矿泥石流和水冲毁；
- （2）可能造成库区下游范围内的人员伤亡；
- （3）严重阻塞下游河道，污染水质及沿途土石环境；
- （4）对企业正常安全生产造成极大的经济损失。

根据现场情况，尾矿坝技术参数与设计基本相符。坝体无沉陷、滑坡、裂缝，未出现深层滑动迹象。运行工况正常。目前尾矿库发生尾矿

溃坝事件的可能性不大，尾矿库一旦溃坝会造成直接重大经济损失和人员伤亡，危害程度严重，所以企业应加强尾矿库的管理和巡查工作。

3.1.2 洪水漫坝

1、造成洪水漫坝的主要原因：

- (1) 排洪系统能力不够，排洪设施、排水能力不符合设计要求；
- (2) 尾矿库的调洪能力和安全超高过小；
- (3) 排洪系统被泥砂堵塞，排水不畅；
- (4) 排洪设施已损坏没有及时修复，排水不畅或不能排洪。

2、危害形式：

尾矿库洪水漫坝因其突发性较强，其危害也是极其严重的。主要是在村庄、农田、山林被洪水和尾砂冲毁，污染下游水质及沿途土石环境，并有可能造成溃坝事件，殃及下游人员生命和财产安全。

3.1.3 山体滑坡

1、造成岸坡山体滑坡是指岸坡上的岩土物质沿一定的软弱带或面做整体下滑的运动。造成库区山体滑坡的主要因素有：

- (1) 库区岸坡周边存在不良地质条件，稳定性差；
- (2) 库区内尾砂外溢对土壤有一定的程度的破坏，可能局部影响周边山体的稳定性，从而导致山体局部失稳、滑坡；

(3) 梅雨季节雨水量过大可能形成冲击力、破坏力很强的山洪或特大山洪爆发，山洪爆发直接冲击库区上游岸坡周边山体，导致山体滑坡。

2、危害形式：库区岸坡周边山体稳定性因素直接影响尾矿库的安全，有可能造成洪水漫坝，破坏坝体构筑物及防洪设施，更为严重的是造成

尾矿坝决口、溃坝。

由于库区岸坡植被茂盛，岸坡属于稳定结构，库区内未见滑坡等不良地质作用，在自然条件下，岸坡是稳定的。因此，发生较大山体滑坡的可能性不大，但滑坡危害程度较大。但库区的简易公路有可能发生局部的边坡失稳，应引起高度重视，加强监护检查管理。

3.1.4 管涌

1、造成管涌的主要因素：

(1) 坝基和坝肩处存在软弱夹层等不良地质现象，并且施工时未进行处理；

(2) 尾矿坝反滤层没有达到设计要求或已失效，坝坡将会发生管涌、流土。

2、管涌对尾矿库具有较大的危害性，危害形式具体表现在：

(1) 对下游水质及沿途土石环境构成污染；

(2) 管涌不断冲刷并带走尾砂，直径将之增大，最终有可能造成滑坡、决口、垮坝。

3.1.5 淹溺危害

在尾矿库生产运行期间，作业人员在库区内巡视检查、尾矿排放、管道维护、排水斜槽等作业时，存在淹溺危险。

1、造成淹溺事故的主要因素为：

(1) 巡视库区时不小心从高处坠入库内水域；

(2) 在进行尾矿排放管道支架架设、放矿管道移动等尾矿排放作业过程中，作业人员无安全防护措施或注意力不集中从高处坠入库内水域；

- (3) 无安全防护措施进入库区水域；
- (4) 照明条件不良，地面湿滑；
- (5) 没有设置护栏或护栏不符合安全规程要求；

2、危害形式：

由于尾矿库系山谷型，三面环山，一面筑坝，目前库区内有一定的水域面积，汛期库内水域汇水面积增大。因此，在生产、巡视检查等过程中有可能发生落水，造成淹溺事故；特别是在汛期最容易发生。主要存在部位是在尾矿库排放处和库区周边。

3.1.6 高处坠落

高处坠落是指基准面 2m 以上的高度上进行作业时，作业人员有可能从高处坠落下来，而造成人身伤亡。在雨季行人（作业人员或周围居民）容易造成滑倒。因此，在生产、巡视检查等过程中，特别是在进行尾矿排放管支架架设、放矿管道移动等尾矿排放作业过程中，有可能发生高处坠落。主要存在部位：尾矿排放处、坝体处、库内岸坡以及排水斜槽。

目前，库区发生高处坠落事故的可能性较大，且危害程度较大。

3.1.7 雷击

该库区发生较高频率的雷击现象，尾矿库作业人员有遭到雷击的可能性，从而造成人员伤亡事故；尾矿坝及其构筑物遭到雷击时，有可能使坝体出现断裂、位移等危害，直接威胁其安全及其防洪能力，可能造成财产损失。

3.1.8 物体打击

在尾矿排放过程中，需将排放管及时移动，在移动过程中有可能造

成砸伤，发生物体打击事故。打击事故发生的可能性较大，但是，危害程度相对较小。

3.1.9 触电

库区工作人员在电气线路或电气设备检修时存在触电危险，管理制度不完善、违章作业、电气设备绝缘破坏、接地不良等事故造成人员触电伤亡。

3.1.10 车辆伤害

指企业机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、下落、挤压伤亡事故。由于该尾矿库有通往尾矿库的公路，路窄坡陡弯急，容易伤害到尾矿库管理工作人员，易发生车辆伤害事故。

3.2 有害因素分析

3.2.1 环境污染

尾矿库溢流外排水的主要污染物是水质的 pH 和 SS（悬浮物），因此该尾矿库主要的污染物来自水污染源。据调查国内矿山尾矿库运行的经验数据，暴雨期尾矿库排水除悬浮物（SS）的浓度比平常略有升高外，重金属浓度一般比平常低。

同时，选厂尾矿废水中含有浮选药剂、重金属等，生产运行中一旦外泄，将会造成下游农田污染。暴雨时，部分细小颗粒尾矿将随洪水流失，会轻度淤塞农田排水沟和污染下游环境。

3.2.2 尾砂泄漏

尾砂泄漏危害主要是指由于排洪系统的损坏，尾砂经由排洪系统流

到库外，从而引起的危害。如江西铜业集团公司东同矿业尾矿库的运行历史上，就发生过因井圈断裂后，尾矿砂水大量外溢的事故，导致了整个机修车间被淹没，竹山峡河全部被尾矿砂水充填。

3.2.3 粉尘

粉尘既危害人体身体健康，有影响生产，污染周边大气环境。由于尾砂颗粒之间缺乏粘性，经长期风吹日晒，每逢干燥刮风季节，库区粉尘会漂浮于空气中会形成粉尘源，造成扬沙现象，对大气造成污染。

产生粉尘的地方主要是库内干滩面，库内尾砂干滩上的细粒尾砂受气候条件的影响被风扬起，产生粉尘。但尾矿库运行期间存在有干滩面，该尾矿库的尾砂颗粒较粗，对人和环境造成危害的可能性较小。

3.2.4 高、低温

1、在炎热的夏季，矿区地处南方持续高温时间长、环境湿度大。库区露天作业人员受高温危害突出。若不注意防护，可导致作业人员中暑，甚至休克。

2、在寒冷的冬季，低温冰冻、霜害时间长，对手工作业人员的手脚四肢可造成冻伤害。并可能导致钢铁质管路、阀门冻裂。

3.3 危险、有害因素辨识与分析结论

综上所述，评价组认为该项目存在溃坝、洪水漫坝、滑坡、管涌、触电、物体打击、高处坠落、车辆伤害、淹溺以及环境污染、尾砂泄漏、粉尘、雷击、高、低温等主要危险和危害因素。其中溃坝、洪水漫坝和滑坡会引发重大安全事故，有可能造成重大人员伤亡和财产损失以及环

境污染，属于重大危险有害因素，虽然发生的可能性相对较小，应引起高度重视。雷击、物体打击和粉尘危害虽然不会产生严重的安全事故，但容易发生，因而也应引起足够重视。

3.4 尾矿库重大生产事故隐患分析

根据安监总管一〔2017〕98号《金属非金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》，尾矿库存在以下情况为重大生产事故隐患：

- 1) 库区和尾矿坝上存在未按批准的设计方案进行开采、挖掘、爆破等活动。
- 2) 坝体出现贯穿性横向裂缝，且出现较大范围管涌、流土变形，坝体出现深层滑动迹象。
- 3) 坝外坡坡比陡于设计坡比。
- 4) 坝体超过设计坝高，或超设计库容储存尾矿。
- 5) 尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。
- 6) 未按法规、国家标准或行业标准对坝体稳定性进行评估。
- 7) 浸润线埋深小于控制浸润线埋深。
- 8) 安全超高和干滩长度小于设计规定。
- 9) 排洪系统构筑物严重堵塞或坍塌，导致排水能力急剧下降。
- 10) 设计以外的尾矿、废料或者废水进库。
- 11) 多种矿石性质不同的尾砂混合排放时，未按设计要求进行排放。
- 12) 冬季未按照设计要求采用冰下放矿作业。

经查阅资料和现场检查，峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库未发现存在以上情况，所以该尾矿库不存在重大生产事故隐患。

4 评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元的划分

4.1.1 概述

评价单元是为了安全评价需要，在危险、有害因素识别的基础上，根据评价目的和评价方法需要，按照建设项目生产工艺或场所的特点，将生产工艺的场所划分若干相对独立、不同类型多个评价单元。从而简化评价工作、减少评价工作量，同时避免了以最危险单元的危险性来表征整个系统的危险性，夸大整个系统的危险性，从而提高评价的准确性，降低了采取安全对策措施的安全投入。

4.1.2 评价单元划分

按照评价单元划分原则和方法，考虑该尾矿库危险、有害因素的危害程度以及筑坝工艺，划分如下评价单元：安全管理、尾矿坝、防洪系统、安全监测设施、辅助设施及库区环境等评价单元。

4.2 评价方法选择

安全评价方法是对系统的危险、有害因素及其危险、危害程度进行定性、定量的分析、评价的方法。评价方法的选择是根据评价的动机、结果的需要，考虑评价对象的特征以及评价方法的特点而确定的。

根据该矿山尾矿库危险、有害因素的特征以及为安全评价导则的要求，本评价报告选用预先危险分析（PHA）、事故树分析法、尾矿库调洪演算、坝体稳定性计算分析、安全检查表法。

4.2.1 预先危险分析（PHA）

通过预先危险分析(PHA)，力求达到以下4个目的：①大体识别与系统有关的主要危险；②鉴别产生危险的原因；③预测事故发生所产生的影响；④判定已识别危险的等级，并提出消除或控制危险性的措施。

（1）预先危险分析步骤

①通过经验判断、技术诊断或其他方法调查确定危险源（即危险因素存在于哪个子系统中），对所需分析系统的生产目的、物料、装置及设备、工艺过程、操作条件以及周境等，进行充分详细的了解；

②根据过去的经验教训及同类行业生产中发生的事故（或灾害）情况，对系统的影损坏程度，类比判断所要分析的系统中可能出现的情况，查找能够造成系统故障、物失和人员伤害的危险性，分析事故（或灾害）的可能类型；

③对确定的危险源分类，制成预先危险性分析表；

④转化条件，即研究危险因素转变为危险状态的触发条件和危险状态转变为事故（或灾害）的必要条件，并进一步寻求对策措施，检验对策措施的有效性；

⑤进行危险性分级，排列出重点和轻、重、缓、急次序，以便处理；

⑥制定事故（或灾害）的预防性对策措施。

（2）预先危险分析的要点

划分危险性等级：在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏程度，将各类危险性划4个等级，详见表4-1。

表 4-1 危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态。暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故。必须予以果断排除并进行重点防范

4.2.2 事故树分析法

事故树（FAT）也称故障树，事故树分析是对既定的生产系统或作业中可能出现的事故条件及可能导致的灾害后果，按工艺流程、先后次序和因果关系绘成等程序方框图，表示导致灾害、伤害事故（不希望事件）的各种因素之间的逻辑关系。通过各事件发生的各种关系，分析系统的安全问题或系统的运行功能问题，并确定灾害、伤害的发生途径及灾害、伤害之间的关系。

事故树分析法评价的基本程序如下：

- （1）熟悉系统。要详细了解系统状态及各种参数，绘出工艺流程图；
- （2）调查类似事故。了解事故案例；
- （3）确定顶上事件。要分析的事件即为顶上事件；
- （4）调查原因事件。调查与事故有关的所有原因事件和各种因素；
- （5）画出事故树。从顶上事件起，逐级找出直接原因事件，到所要分析的深度，按其逻辑关系，画出事故树；
- （6）定性、定量分析；
- （7）得出评价结论。

4.2.3 尾矿库调洪演算

尾矿库常见的重大事故，经常是由于库内洪水未能从排洪构筑物有效排出，而尾矿库又没有足够的调洪库容。从而造成洪水漫坝，产生溃坝事故。尾矿库调洪演算就是进行尾矿库洪水模拟分析。通过模拟计算，来确定尾矿库的现状能否满足调洪要求。

4.2.4 坝体稳定性计算分析

坝体稳定性计算分析就是根据尾矿坝筑坝材料指标、浸润线条件和尾矿堆积坝不同高程条件，通过计算来分析坝体的稳定性。

4.2.5 安全检查表分析法

安全检查表分析法是将一系列分析项目列出检查表进行分析以确定系统的状态，这些项目包括设备、贮运、操作、管理等各个方面。评价人员通过确定标准的设计或操作以建立传统的安全检查表，然后用它产生一系列基于缺陷或差异的问题。所完成的安全检查表包括对提出的问题回答“是”、“否”、“不符合”或“需要更多的信息”。

（1）安全检查表编制的主要依据：1）有关法律、法规、标准；2）事故案例、经验、教训。

（2）安全检查表分析三个步骤：1）选择或确定合适的安全检查表；2）完成分析；3）编制分析结果文件。

（3）评价程序：1）熟悉评价对象；2）搜集资料，包括法律、法规、规程、标准、事故案例、经验教训等资料；3）编制安全检查表；4）按检查表逐项检查；5）分析、评价检查结果。

5 定性定量评价

根据有关法律、法规、标准和规范的相关规定，借鉴同类尾矿库事故经验教训，针对建设项目的具体情况，对每一单元应用所选用的评价方法进行定性、定量分析评价。主要针对建设项目潜在的危险、有害因素，分析和预测可能发生事故后果和危险等级；分析评价建设项目的安全法规符合性及其合理性。

5.1 安全管理单元

5.1.1 安全检查表评价

采用安全检查表分析法进行评价。

表 5-1 安全管理单元符合性评价安全检查表

检查项目	检查依据及要求	检查方法	检查结果
安全管理规章制度	建立健全各级安全生产责任制，制定以下安全管理规章制度：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；重大危险源监控和安全隐患排查制度；设备设施安全管理制度；安全生产奖惩制度；安全例会制度；事故隐患排查与整改制度；劳动防护用品管理制度；应急管理制度；安全生产档案管理制度；安全技术措施专项经费提取和管理制度；特种作业人员管理制度；尾矿库安全管理制度等。	查阅企业发布的规章制度。	符合要求
安全规程和操作规程	应制定作业安全规程和操作规程，主要包括：尾矿库放矿、筑坝、巡坝、排洪设施操作等。	查阅企业发布的安全规程和操作规程。	符合要求
安全生产档案资料	尾矿库安全生产档案应齐全，主要包括：地形测量、工程地质及水文地质勘察、设计、施工及竣工验收、监理、安全预评价及验收安全评价、审批等文件、图纸、资料；年度计划、生产记录（堆坝高程、库内水位）、坝体位移及观测记录、隐患检查记录及处理、事故及处理等。	查阅档案资料。	符合要求
个体防护	矿山企业必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	现场检查，查阅台账和发放记录。	符合要求
工伤保险	矿山企业应为从业人员办理工伤保险，因特殊情况不能办理工伤保险的，可以办理安全生产责任保险。	查阅保险缴纳证明。	符合要求
应急预案	生产经营单位应针对可能发生的垮坝、漫顶、排洪设施	查阅应急预案，现	

	损毁等生产安全事故和影响尾矿库运行的洪水、泥石流、山体滑坡、地震等重大险情制定并及时修订应急救援预案，配备必要的应急救援器材、设备，放置在便于应急时使用的地方。	场检查救援物资和设备。	符合要求
	应急预案应当按照规定报相应的安全生产监督管理部门备案。	查阅应急预案评审、备案文件，培训、演练记录。	
合法证照	采矿许可证、安全生产许可证、营业执照是否在有效期内；主要负责人、安全管理人员和特种作业人员经过安全培训，考核合格，持证上岗。	查阅证照	符合要求
管理机构	已建立健全尾矿库安全组织机构。	现场检查，查阅资料	符合要求
安全投入	按规定提取和使用安全技术措施费用；有保证安全生产投入的文件；有安全投入使用计划。	查阅资料	符合要求
安全生产标准化	建立了安全生产标准化体系。	查阅资料	符合要求
事故隐患排查、风险分级管控	制定印发了《安全隐患排查治理体系建设工作方案》、《安全隐患排查自查标准》等，并对安全隐患进行了分级管理，落实了隐患治理等责任。建立了《风险分级管控体系建设工作方案（尾矿库）》、《风险分级管控体系建设工作流程（尾矿库）》，制订了一图一牌三清单，积极开展风险评估、管控，建立了风险管理数据库。	查阅资料	符合要求

5.1.2 评价小结

峡江县金溪矿业有限公司安全管理机构健全，主要负责人安全管理人员安全资格证书、特种作业证书等齐全有效，符合相关国家法规要求，建立健全了安全规章制度及安全生产管理体系，成立应急救援组织机构，建立了应急救援队伍，编制了尾矿库应急救援预案并进行了备案。建立了安全生产标准化、事故隐患排查、风险分级管控体系，并运行良好；企业为尾矿库管理及作业人员办理安全生产责任险等。尾矿库现场管理规范，安全管理单元安全有效。

5.2 尾矿坝单元

5.2.1 安全检查表法评价尾矿坝体单元

表 5-2 尾矿库坝体单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	备注
1	筑坝方式为初期坝+上游法筑坝，坝型为碾压土坝。	尾矿库初步设计	符合	
2	设计初期坝顶宽度 4m，坝顶高程 180m，坝高 14.5m，下游坝坡比为 1:2.25。	尾矿库初步设计	符合	初期坝坝高、上下游坡比符合设计要求
3	堆积坝坝顶标高 190m，顶宽 4m，堆积坝高 10m，下游坡比 1:3.0。	尾矿库初步设计	—	现堆积坝坝顶标高 185m，顶宽 4m，堆积坝高 5m，下游坡比 1:3.0
4	尾矿坝坝面采用草皮护坡。	《尾矿设施设计规范》	符合	
5	左右两侧坝肩上和坝面设置截、排水沟，坝肩沟尺寸 0.5×0.5m，排水沟尺寸 0.3×0.3mm。	尾矿库初步设计	符合	坝肩沟尺寸 0.4×0.4m，排水沟尺寸 0.3×0.26mm。水沟尺寸稍小于设计值

据对照检查，现状尾矿坝坝高、下游坡比符合设计值，坝肩沟和坝面排水沟结构型式符合设计、尺寸稍小于设计值。初期坝下游坡面护坡效果良好。

5.2.2 尾矿坝体预先危险性分析

表 5-3 尾矿坝体预先危险性分析（PHA）表

危险	原因	后果	危险等级	改进措施或预防方法
坝体位移	1、坝体边坡过陡，达不到设计要求的稳定边坡。 2、库内水位过高，坝顶没有足够的安全超高，坝面没有足够的安全滩长。实行子坝挡水。	溃坝、人员伤亡	III	1、对超过设计服务年限、超设计标高的尾矿库，应请设计单位进行超期服役加高加固论证和设计，并严格遵守设计要求的安全技术措施。
沉陷	库内水位过高，坝顶没有足够的安全超高，坝面没有足够的安全滩长，实行子坝挡水。	溃坝、人员伤亡	III	1、必须按设计要求施工和堆筑坝体，并采取削坡减载等措施，确保坝体稳定。 2、严格按设计要求规范放矿操作，库尾和周边放矿必须保证距离排水斜槽入水口有 100m 的澄清距离，排水井进口周边 150m 距离内不得放矿，以防溢洪口被尾砂、污物堵

				塞，同时保证下泄水流澄清，不“跑浑”； 3、降低库内水位。
裂缝	1、坝体边坡过陡，达不到设计要求的稳定边坡；	溃坝、人员伤亡	III	1、按设计要求施工和筑坝，并采取削坡减载等措施，确保坝体稳定。
坍塌	1、坝体边坡过陡，达不到设计要求的稳定边坡； 2、库内水位过高，坝顶没有足够的安全超高，坝面没有足够的安全滩长；实行子坝挡水。 3、雨水直接冲刷坝坡。	溃坝、人员伤亡	IV	1、必须按设计要求施工和堆积，并采取削坡减载等措施，确保坝体稳定。 2、应严把设计和堆放工艺关，设置排渗管沟，严格遵守设计和设计规范规定的安全超高和安全滩长，严禁子坝挡水。 3、坝体下游坡应设置纵横向排水沟，坝肩应设置截水沟。
坝坡冲刷	1、坝坡未设置排水纵横沟； 2、坝坡未覆盖。	溃坝、人员伤亡	II	1、合理布设排水网； 2、坝外坡面按设计块石护坡或采用植草护坡； 3、尾矿坝下游坡面上的排水沟要经常疏通外，坝面的积水坑要填平，让雨水顺利流入排水沟。

5.2.3 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 5—1。

加强管理是预防事故的主要方面。就事故本身而言，每次事故的发生看似偶然，但因管理失控，违规施工，违章作业而造成事故发生则是必然。为此，从本质上避免事故发生，就必须改善管理，加强管理，认真按照国家安监总局第 38 号令《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勘查、设计和施工，同时是企业必须加强日常管理，及早发现隐患，及时妥善处理，以防事故的发生。

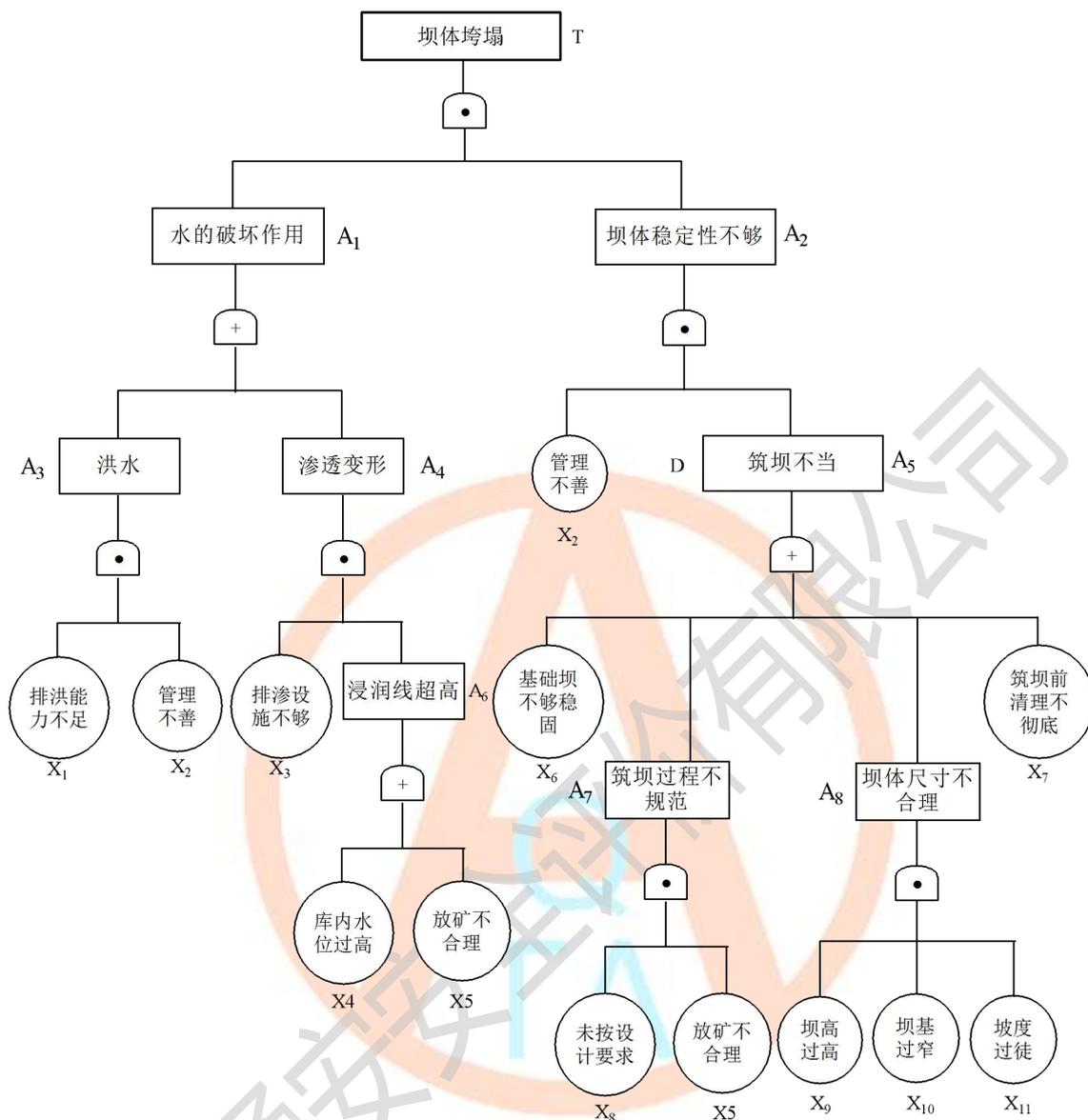


图 5-1 事故树图

2、最小割集和结构重要度

(1) 求最小割集

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

$$X_3X_4X_2X_6 + X_3X_4X_2X_7 + X_3X_4X_2X_5X_8 + X_3X_4X_2X_9 + X_3X_4X_2X_{10} + X_3X_4X_2X_{11} + X_3X_5X_2X_6 + X_3X_5X_2X_7 + X_3X_5X_2X_5X_8 + X_3X_5X_2X_9 + X_3X_5X_2X_{10} + X_3X_5X_2X_{11}$$

$$= X_1X_2X_6 + X_1X_2X_7 + X_1X_2X_9 + X_1X_2X_{10} + X_1X_2X_{11} + X_1X_2X_1$$

$$X_1X_8 + X_2X_3X_4X_6 + X_2X_3X_4X_7 + X_2X_3X_4X_9 + X_2X_3X_4X_{10} + X_2X_3X_4X_{11} + X_2X_3X_4X_5X_8 + X_2X_3X_5X_6 + X_2X_3X_5X_7 + X_2X_3X_5X_8 + X_2X_3X_5X_9 + X_2X_3X_5X_{10} + X_2X_3X_5X_{11}$$

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:

$$X_2 > X_3 > X_1 = X_5 = X_4 > X_9 = X_{10} = X_{11} > X_6 = X_7 = X_8$$

从结构重要度排序可知：管理不善是最重要的原因；排渗设施不够也很重要；排洪能力不足、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。

5.2.4 尾矿坝单元洪水漫顶事故树分析

1、画出事故树

以洪水漫滩作为顶上事件，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 5—2。

2、最小割集和结构重要度

(1) 求最小割集

写出事故树结构函数表造成，用布尔代数结化简：

$$\begin{aligned} T &= A \cdot B = (X_1 + C) (X_1 + X_5 + E) \\ &= (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) [X_1 + X_5 + X_6 (X_4 + X_7)] \\ &= X_1 X_1 + X_1 X_5 + X_1 X_4 X_6 + X_1 X_6 X_7 + X_2 X_1 + X_2 X_5 + X_2 X_4 X_6 + X_2 X_6 X_7 + X_3 X_1 + \\ &X_3 X_5 + X_3 X_4 X_6 + X_3 X_6 X_7 + X_4 X_1 + X_4 X_5 + X_4 X_4 X_6 + X_4 X_6 X_7 \\ &= X_1 + X_1 X_2 + X_1 X_3 + X_1 X_4 + X_1 X_5 + X_2 X_5 + X_3 X_5 + X_4 X_5 + X_4 X_6 + X_1 X_4 X_6 + \\ &X_2 X_4 X_6 + X_3 X_4 X_6 + X_1 X_6 X_7 + X_2 X_6 X_7 + X_3 X_6 X_7 + X_4 X_6 X_7 \end{aligned}$$

事故树有 16 个最小割集：

$$\begin{aligned} K_1 &= \{X_1\}, & K_2 &= \{X_1, X_2\}, \\ K_3 &= \{X_1, X_3\}, & K_4 &= \{X_1, X_4\}, \\ K_5 &= \{X_1, X_5\}, & K_6 &= \{X_2, X_5\}, \end{aligned}$$

- $K_7 = \{X_3, X_5\}$, $K_8 = \{X_4, X_5\}$,
 $K_9 = \{X_4, X_6\}$, $K_{10} = \{X_1, X_4, X_6\}$,
 $K_{11} = \{X_2, X_4, X_6\}$, $K_{12} = \{X_3, X_4, X_6\}$,
 $K_{13} = \{X_1, X_6, X_7\}$, $K_{14} = \{X_2, X_6, X_7\}$
 $K_{15} = \{X_3, X_6, X_7\}$, $K_{16} = \{X_4, X_6, X_7\}$

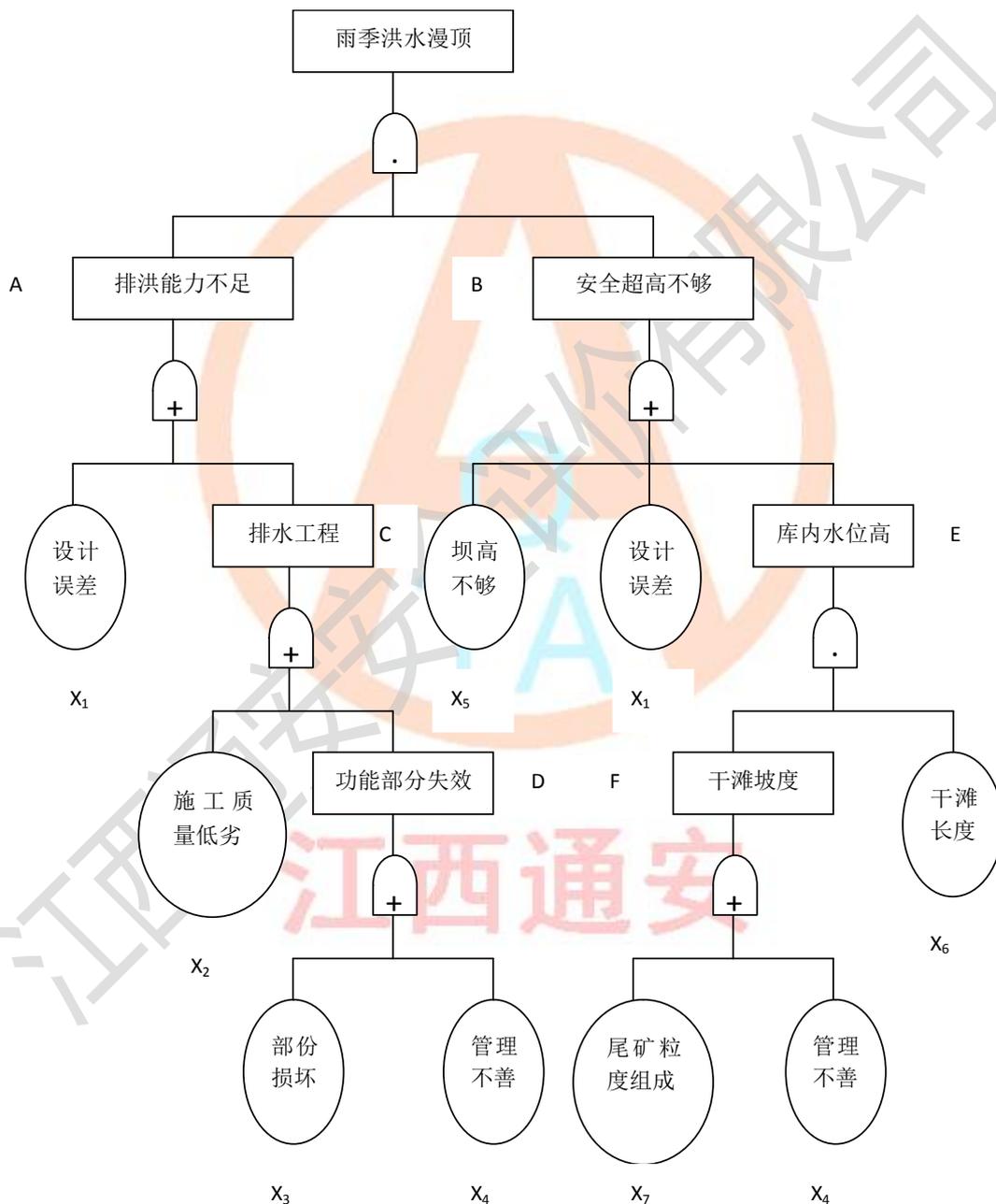


图 5-2 事故树图

（2）结构重要度分析

分析各基本事件的发生对顶上事件发生的影响程度叫结构重要度。按上述计算结果，利用最小割集分析判断方法，得出结构重要度排序如下：

$$X_1 > X_4 > X_2 = X_3 = X_5 > X_6 = X_7。$$

从排序可知：设计误差是最重要的原因；管理不善是重要原因；施工质量低劣、排水工程设施损坏、坝体高度不足是主要的原因，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。

5.2.5 尾矿坝稳定性计算

半坑尾矿库设计最终堆积坝顶高程 190m，总坝高 28.5m，总库容 $16.49 \times 10^4 \text{m}^3$ 。现状尾矿库坝高 23.5m，尾矿库尾矿坝堆高已超过 1/2 最终设计总坝高，根据规范，该尾矿库为五等库，根据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)4.4.1 节第 1 条第 4 点规定，“三等及三等以下的尾矿库在尾矿坝堆至 1/2~2/3 最终设计总坝高时，一等及二等尾矿库在尾矿坝堆至 1/3~1/2 最终设计总坝高时，应对坝体进行全面的工程地质和水文地质勘察；根据勘察结果，由设计单位对尾矿坝做全面论证，以验证最终坝体的稳定性和确定后期的处理措施。”

2021 年 12 月，湖北中陆设计研究院有限公司对半坑尾矿库尾矿坝进行了尾矿坝稳定性分析。此次尾矿库稳定分析引用《峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库尾矿坝稳定性分析报告》（湖北中陆设计研究院有限公司 2021 年 8 月）中的稳定分析内容。

5.2.5.1 计算方法和计算断面的选取

1、计算方法

该尾矿坝稳定性计算采用理正软件，并把渗流软件分析的渗流场数据直接整合到稳定性分析中，使计算结果更接近真实状况，计算内容主要为边坡的安全系数、剩余下滑力、滑动半径及最危险滑动面等，计算方法采用瑞典条分法，并做以下说明：

（1）对于尾矿坝的土层，采用复杂土层自动搜索最小稳定安全系数的方法来自动搜索最危险滑动面。

（2）对于圆弧滑动稳定计算，软件提供五种方法：瑞典条分法、简化毕肖普法、推力传递法、滑楔法及摩根斯顿，根据该尾矿坝的实际地质条件，这里选用瑞典条分法进行计算。

（3）根据该尾矿坝所处的地理位置和水文地质条件，计算过程中考虑地震和矿坝水的作用。

2、计算断面及参数的选取

根据勘察报告，选取典型断面做为该尾矿坝稳定性分析计算的断面与渗流计算的断面，并结合坝体渗流计算提供的浸润线成果及勘察期间量测的水位线进行稳定分析计算，尾矿坝各土层的物理参数取值按地勘成果的平均值选取，地勘成果未提供的按经验值选取，详见表 5-4。

表 5-4 岩土、尾矿主要物理力学指标选取值

土层编号	天然容重 (KN m ³)	饱和容重 (KN m ³)	凝聚力 C (kpa)	内摩擦角 Φ (°)	渗透系数 K (cm/s)
①素填土（尾矿子坝）	18.0	18.5	7.9	14.6	4.05×10 ⁻⁵
②尾细砂	18.5	19.0	8.03	15.47	2.11×10 ⁻³

① ₂ 素填土（初期坝）	18.2	18.7	9.6	16.7	2.0×10^{-5}
③粉质黏土	19.0	19.5	30.88	19.91	4.29×10^{-6}
④强风化千枚岩	20.5	21.0	53	42	1.0×10^{-5}
⑤中风化千枚岩	26.5	26.8	27	60	1.2×10^{-6}
排水棱体	21	24	0	35	1×10^{-2}

5.2.5.2 安全系数计算

安全系数是指在设计、施工或使用过程中的工程项目必须达到安全性保证的定量标准，根据工程重要性程度而设定。尾矿坝的抗滑稳定性安全系数，中华人民共和国安全生产行业标准《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）有明确的规定，尾矿坝抗滑稳定性安全系数（瑞典条分法）不小于表 5-5 所示。

表 5-5 坝坡抗滑稳定最小安全系数

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

本次安全系数计算，给定以下边界条件：1、滑动面贯穿尾矿坝。2、滑动面不切穿基底强风化千枚岩。

根据勘察资料，尾矿排放颗粒较小，以尾粉砂为主，但就整个堆积体而言，各个深度尾砂均存在的物理性质上的差异性，为了使计算结果尽可能合理反映现状，我们选用垂直坝轴线滩长最大的典型断面进行计算。

根据对坝稳定性分析的要求，浸润线的高低对稳定性计算十分重

要，现对计算的三种工况进行如下说明：

1：工况 1 浸润线。以满足上游干滩长为 70m 为条件作为库内水位，浸润线通过软件并修正。

2：工况 2 浸润线。以满足上游干滩长为 50m 为条件作为库内水位，浸润线通过软件并修正。

3：由于尾矿坝运营阶段没有设置观测点，安全性分析时缺乏准确的与浸润线变化密切相关的库水位及沉积滩长的资料，在目前很难准确的确定坝体运行的浸润线位置情况下，对水位按最不利于坝体稳定的方式进行假设，并考虑 7° 地震设防。

5.2.5.3 坝体稳定性计算成果分析

经过计算，尾矿库工况 1 的瑞典条分法计算安全系数为 1.272，满足《尾矿库安全规程》的安全系数要求；工况 2 的瑞典条分法计算安全系数为 1.226，满足《尾矿库安全规程》的安全系数要求；工况 3 的瑞典条分法计算安全系数为 1.111，满足《尾矿库安全规程》的安全系数要求，并有一定富裕度。

半坑尾矿库的计算成果统计如下表 5-6：

表 5-6 半坑尾矿库的坝坡稳定计算成果表

计算情况	安全系数计算		
	规范要求	安全系数	结果评价
工况 1	1.15	1.272	稳定
工况 2	1.05	1.226	稳定
工况 3	1.05	1.111	稳定

5.2.6 尾矿坝单元评价结论

根据安全检查表（表 5-2）评价尾矿库坝体单元，结合现场勘察情况，得出以下结论：

该尾矿库的筑坝方式，坝型、坝体结构与设计基本相符；现状尾矿坝坝高、下游坡比符合设计值，坝肩沟和坝面排水沟结构型式符合设计、尺寸稍小于设计值。尾矿坝下游坡面护坡效果良好。

根据（表 5-3）尾矿坝体预先危险性分析评价，坝体存在坝体位移、沉陷、裂缝、坍塌、坝坡冲刷危险，危险等级为Ⅲ-Ⅳ，属危险-灾难性等级，需采取措施加强防范。

通过事故树分析对尾矿库坝体垮塌事故的评价，管理不善是最重要的原因；排渗设施不够是重要原因；排洪能力不足、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。

通过事故树分析对尾矿库雨季洪水漫滩事故的评价，可以看出，引发事故有 7 个基本事件，16 种途径。

（1）影响最大的基本事件是 X₁，即从结构重要度分析看：设计误差。尾矿库从建设，投入使用，长期的运行过程中存在着大量可变因素。在尾矿库设计过程中，仍需采用经验数据，假定值，以及设计者的个人阅历。虽然，经过慎重选择，但难免与实际投产后的情况有出入，存在着一定误差。

（2）其次影响很大的基本事件是 X₄，即管理不善。这一点必须引起高度重视，尾矿库事故很多都是由于管理不善所造成的。管理目的是使各项指标达到设计要求，还要通过管理（主要是指安全技术管理，如

检测、观测，控制库内水位、干滩坡度、长度，按规程要求正确放矿，经常检查、维护洪水系统，雨季防洪准备等）发现设计中的不足，积极主动地及时给予弥补和完善，确保安全。

（3）对其他的基本事件引发的事故要引起重视，不断观察，不断改进，确保安全。

根据表 5-6，通过坝体稳定性分析，尾矿坝体在三种工况下（正常运行、洪水运行、特殊运行）稳定安全系数满足五等库规范要求，经现场检查尾矿坝无位移，无纵、横向裂缝，无滑坡，无渗漏等，坝体安全稳定。

5.3 防洪系统单元

5.3.1 防洪系统预先危险性分析

表 5-7 防洪系统预先危险性分析（PHA）表

危险	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、设计缺陷或无设计； 2、未按设计要求施工；	尾矿泄漏、 人员伤 亡	III	应请有资质单位设计和施工； 确保施工质量；定期检查。
排洪（水）构筑物垮塌	1、设计缺陷或无设计； 2、要求施工； 3、施工质量差；	尾矿泄漏、 人员伤 亡	IV	1、洪水前后，均应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查和清理。若发现有隐患应及时修复，以防暴雨来时带来灾害。
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	及时清理； 增加排洪设施。
排洪（水）构筑物错 动	1、设计缺陷或无设计； 2、未按设计要求施工； 3、施工质量差。	尾矿泄漏、 人员伤 亡	II	1、请有资质的单位设计和施工；2、确保施工质量；3、定期检查，发现问题及时修复。

5.3.2 洪水计算

1、防洪标准

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库为五等库，根据《规范》规定

可知：五等库尾矿库洪水重现 100 年。尾矿库汇水面积 0.18km^2 ，按照《规范》尾矿库防洪标准确定为 100 年一遇，符合规范要求。

2、洪水计算

（1）主要参数

根据工程所处地理位置，采用《江西省暴雨洪水查算手册》（江西省水文总站，2010 年 10 月）查算工程控制流域的设计暴雨；采用江西省测绘局的 1:10000 地形图量算流域参数。

尾矿库汇水面积： $F=0.18\text{km}^2$

沟谷主河槽长 $L=0.62\text{km}$ ；

沟谷主河槽纵坡降 $J=0.178$

年最大 24 小时点暴雨均值： $H_{24}=110\text{mm}$ ；

年最大 24 小时点暴雨变差系数： $C_v=0.45$ ；

偏差系数： $C_s=3.5C_v$ ；

前期雨量 $P_a=70.0\text{mm}$

下渗强度： $\mu=1.7\text{mm/h}$ ；

汇流参数 $m=0.257$ ；

暴雨递减指数： $n=0.674$ $1 < t < 24\text{h}$ ；

在新版《手册》中，本流域中心位置处第III产流区，第III汇流区。

尾矿库坝址以上流域面积 0.18km^2 ，集雨面积较小，因此不作点、面暴雨修正，直接以点暴雨代替面暴雨。

（2）洪水计算成果

利用《江西省暴雨洪水查算手册》中推理公式及相关参数对其进行

洪水计算，洪水计算成果见表 5-8：

表 5-8 洪水计算成果表

洪水重现期 (年)	设计频率雨量 H_{24P} (mm)	洪峰流量 Q_m (m^3/s)	一次洪水总量 W_p ($10^4 m^3$)
100	277.1	6.01	4.47

考虑该尾矿库库容较小，故忽略尾矿库的调洪作用，设计将 100 年一遇标准的设计洪峰流量定为最大设计泄流量。

3、排洪能力验算

经计算，前期运行泄流能力采用以下泄流能力公式计算：

$$Q = \mu A_1 \sqrt{2gH} + \mu A_2 \sqrt{2gH}$$

式中：Q——流量， m^3/s ；

μ ——流量系数， $\mu = 0.62$

A——斜槽断面积， $A = A_1 + A_2 = 1.1 \times 1.4 + 0.9 \times 0.9 = 2.35 m^2$ ；

H——水面至斜槽中心的距离 m， $H = 1.2 m$ ；

g——重力加速度， $9.81 m/s^2$ ；

工程前期运行时，即初期坝以下运行时，设计溢流水头 $H_0 = 1.2 m$ ，两斜槽总过流量为 $7.07 m^3/s$ ，大于设计流量 $6.01 m^3/s$ 。

后期运行泄流能力采用以下泄流能力公式计算：

$$Q = \mu A_1 \sqrt{2g(H - 0.3)} + \mu A_2 \sqrt{2gH}$$

式中：Q——流量， m^3/s ；

μ ——流量系数， $\mu = 0.62$

A——斜槽断面积， $A_1 = 1.1 \times 1.4 = 1.54 m^2$ ； $A_2 = 0.9 \times 0.9 = 0.81 m^2$ ；

H——水面至斜槽中心的距离 m， $H = 1.4 m$ ；

g ——重力加速度， 9.81m/s^2 ；

当在堆积坝过程中，尾部斜槽设计溢流水头 $H_0=1.4\text{m}$ ，考虑到工程尾矿水澄清的需要，前部斜槽盖板高度需高于尾部 0.3m ，因此前部斜槽设计溢流水头 $H_0=1.4\text{m}$ ，两斜槽总溢流水深过流量为 $7.06\text{m}^3/\text{s}$ ，大于设计流量 $6.01\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.3.3 防洪系统评价结论

尾矿库现有排水、排洪构筑物尺寸、型式及布置符合设计标准，排洪系统未出现堵塞、坍塌、裂缝、变形、腐蚀、漏尾砂等不良现象，运行情况正常，能满足安全排洪要求。经洪水计算和排洪能力验算，设计洪水标准下，两斜槽总溢流水深过流量为 $7.06\text{m}^3/\text{s}$ ，大于设计流量 $6.01\text{m}^3/\text{s}$ 。排洪能力可满足安全运行的要求。

5.4 安全监测设施单元

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库采用人工监测和在线监测相结合的方式对尾矿库进行安全监测。

5.4.1 人工监测系统分析评价

采用安全检查表分析法进行评价。

表5-9 人工安全监测设施符合性评价安全检查表

项目	设计要求	检查方法	检查情况	检查结果
坝体位移观测	在尾矿坝布置 1 条观测横断面，在初期坝马道 172m、164m 及坝顶 180m、堆积坝 185m 及 190m 共布置 5 个沉降位移观测点。尾矿坝坝轴线 180m、185m、190m 三个高程两端山坡上各布置 2 个固	现场检查	该尾矿坝已按要求设置了坝体位移观测设施。布置了 1 条观测横断面，在在初期坝马道 172m、164m 及坝顶 180m、堆积坝 185m 共布置 4 个观测点、2 个工作基点。	符合设计要求，根据矿方提供的监测数据坝体位移值在正常范围内满足规范要求。

	定观测桩。			
浸润线监测	沿尾矿坝最大坝高处布置1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m及190m共布置5个浸润线观测点。	现场检查	在沿尾矿坝最大坝高处布置1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m共布置4个浸润线观测点。	符合设计要求，根据矿方提供的监测数据满足规范要求
水位观测	在尾矿库排水斜槽侧墙内处设置水位标尺。	现场检查	已在尾矿库排水斜槽侧墙内处设置水位标尺。	经现场检查，符合要求

5.4.2 在线监测系统分析评价

采用安全检查表分析法进行评价。

表 5-10 在线安全监测设施符合性评价安全检查表

项目	检查内容（设计）	检查方法	检查情况	检查结果
坝体表面位移监测	在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m及190m共布置5个观测点，尾矿坝坝轴线180m、185m、190m三个高程两端山坡上各布置2个固定观测桩。	现场检查	已在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m共布置4个观测点。在尾矿坝坝轴线180m、185m高程两端山坡上各布置2个固定观测桩。	符合设计要求
浸润线监测	沿尾矿坝最大坝高处布置1条观测横断面，在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m及190m共布置5个浸润线观测点。	现场检查	在初期坝马道172m、164m及坝顶180m、堆积坝185m共布置4个浸润线观测点。	符合设计要求
降雨量监测	在坝顶开阔处设置雨量监测站一座，监测方式采用人工、在线两套独立的监测系统。	现场检查	在主坝坝顶开阔处设置雨量监测站一座。监测方式采用人工、在线两套独立的监测系统。	符合设计要求
库区水位监测	在排水斜槽附近设置水位标尺，配置一套水位在线监测装置。	现场检查	在排水斜槽附近设置水位标尺，配置一套水位在线监测装置。	符合设计要求
干滩及滩顶安全超高监测	坝顶干滩位置每隔10米做一个pvc立杆，pvc管中间固定混凝土，将刻度标尺固定于pvc立杆之上，用夜视彩色球机画面来计算干滩长度。	现场检查	坝顶干滩位置每隔10米做一个pvc立杆来对干滩进行监测。	符合设计要求
视频监控	共布置3个视频监控点，分别位于尾矿坝坝底渗流、库	现场检查	在尾矿坝坝底渗流、库区干滩、排水斜槽水尺附近共设置了3个摄	符合设计要求

区干滩、排水斜槽水尺附近，排水斜槽处安装一台高清红外摄像机，可同时兼作为人工水位标尺远程人工水位检查观测和校检点的作用。	像头。	
--------------------------------------------------------------	-----	--

5.4.3 安全监测设施评价小结

经安全检查表 5-9 评价，峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库设置了坝体位移、浸润线、水位监测等人工安全监测项目，监测设施较完整，日常观测频率符合设计和管理规范要求，人工安全监测设施安全有效，能满足尾矿库观测需要，人工安全监测项目满足设计及规程规范要求。

经安全检查表 5-10 评价，峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库按设计要求设置了坝体表面沉降监测、浸润线监测、视频监控、水位计、雨水量、干滩及滩顶安全超高等在线监测设施，系统较为完整，能为企业提供可靠的监测信息，做到了自动监测与人工监测比对，实现了尾矿库现场管理和在线管理。通过检查系统数据，符合设计和规范要求，数据均未超过预警值。

5.5 辅助设施单元

5.5.1 尾矿库辅助设施评价

采用安全检查表分析法进行评价。

表 5-11 安全辅助设施单元符合性评价安全检查表

检查项目	检查依据及要求	检查方法	检查结果
安全标志	在库区周边及库区危险区域应按要求设立安全警示标志。	现场检查	矿山在进入库区的道路上设有库区危险警示标志，在危险地段也设置危险警示标志。设有尾矿库工况运行牌。符合要求。
库区道路	尾矿库道路应便于行人，符合要求。	现场检查	矿山修筑了通向尾矿坝的库区道路，可行车，完全可以满足尾矿库工作人员上下班用以及尾矿库抗洪抢险应急用。库区道路满足要求。

照明	照明应能满足尾矿库管理需要。	现场检查	在坝顶设置了照明设施。
通讯、值班房	值班房应备有通讯设施，值勤人员配有手机，能够满足管理和应急需要。	现场检查	在坝体下游右侧位置设置了值班房，值班室装有固定电话，并安排专职人员值守，尾矿库值守人员库区、选矿厂及矿部采用手机联系。

5.5.2 尾矿库辅助设施单元评价小结

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库安全标志、值班室，通讯、照明设施、库区道路均按设计要求设置。尾矿库辅助设施单元符合设计及规范要求。

5.6 库区环境单元

5.6.1 库区环境单元预先危险分析

表 5-12 库区环境单元预先危险分析（PHA）表

危险因素	原因	后果	危险等级	改进措施或预防方法
地震	自然灾害	溃坝、人员伤亡	IV	1、设计中应考虑当地的地震等级。
震动	1、库区采石等爆破作业； 2、库区炸鱼。	溃坝、人员伤亡	III	1、矿山应及时与当地政府协调，及时制止任何单位和个人在库内挖砂取土、挡坝养鱼、开山采石、挖取片石及在坝坡上种菜等破坏尾矿设施行为； 2、对遭破坏的尾矿设施及时进行修复。
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	1、矿山应加强库区山体观察，必要时应对危险地段进行加固。
库区排土场滑动	1、库区排土场无设计； 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场设计。

5.6.2 安全检查表评价

表 5-13 库区环境单元安全检查表

项目	检查内容	检查依据	检查方法	检查结果
----	------	------	------	------

库区及周边 条件规定	尾矿坝上和尾矿库区内不得建设与尾矿库运行无关的建、构筑物。	《尾矿库安全规程》第6.8.1条	查现场	无此现象，符合要求
	尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域不得进行乱采、滥挖和非法爆破等违规作业	《尾矿库安全规程》第6.8.2条		无此现象，符合要求

5.6.3 评价单元小结

1、通过预先危险分析，尾矿库库区环境单元潜在的危险因素有：地震、震动、山体滑坡、库区排土场滑动等，其危险等级为III—IV。预先危险分析（PHA）表中列出了原因和改进措施或预防方法，通过采取有效措施，潜在的危险是可以得到控制的；

2、现场检查，半坑尾矿库尾矿坝上和尾矿库区内无与尾矿库运行无关的建、构筑物。尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域无乱采、滥挖和非法爆破等违规作业；尾矿库周边山体稳定，无滑动、坍塌等影响尾矿库安全情况。库区环境单元安全状况良好，尾矿库库区环境单元符合安全要求。

6 安全对策措施建议

6.1 尾矿库存在问题及整改情况

1、现场检查发现的问题

- 1) 排水斜槽入水口以上多加盖了 5 块盖板，不利于防汛；
- 2) 部分排水沟淤堵，应清理；
- 3) 技术图纸资料更新不及时；

2、现场检查发现问题整改情况

现场检查发现问题整改情况见表 6-1。

表 6-1 现场检查发现问题整改情况

序号	存在问题	现场整治情况
1	排水斜槽 180m 入水口以上多加盖了 5 块盖板，不利于防汛。	已将加盖的 5 块盖板卸下，符合要求。
2	部分排水沟淤堵，应清理。	淤堵排水沟已疏通，符合要求。
3	技术图纸资料更新不及时。	技术图纸资料已更新，符合要求。

6.2 安全对策措施

6.2.1 安全管理对策措施

1、建立健全尾矿设施安全管理制度；对从事尾矿库作业的尾矿工进行专门的作业培训，并监督其取得特种作业人员操作资格证书和持证上岗情况。现矿山 2 名尾矿工，偏少，应增加尾矿工。

2、制定安全风险分级管控管理制度、建立监测管理制度和岗位责任制，开展全员培训。

3、编制尾矿库年、季作业计划和详细运行图表，统筹安排和实施尾

矿输送、排放和排洪的管理工作。

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

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

6.2.2 尾矿库水位控制与防汛

1、尾矿库防洪标准低于本规程规定时，应采取措施，提高尾矿库防洪能力，满足现行标准要求。

2、控制尾矿库内水位应遵循的原则；

1) 在满足防洪安全、回水水质和水量要求前提下，尽量降低库内水位；

2) 当库水位影响尾矿库安全时，应坚持安全第一的原则，降低库内水位；

3) 排出库内蓄水或大幅度降低库内水位时，应注意控制流量，非紧急情况不得骤降；

3、汛期前应对排洪设施进行检查、维修和疏浚，确保排洪设施畅通。库内设清晰醒目的水位观测标尺，标明在正常运行水位和警戒水位。

4、洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查与清理，发现问题及时修复。

6.2.3 库区及周边条件规定

1、尾矿坝上和尾矿库区内不得建设与尾矿库运行无关的建、构筑物。

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。

6.2.4 尾矿库防洪安全检查

1、防洪安全检查主要内容应包括防洪标准、防洪安全运行管理的主要控制指标及排洪构筑物安全检查等。

2、尾矿库防洪标准安全检查应检查防洪标准与本标准规定的符合性。当防洪标准低于本标准规定时，应重新进行洪水计算及调洪演算，根据计算结果调整控制参数，必要时增设排洪设施。

3、防洪安全运行管理的主要控制指标安全检查应包括尾矿库库水位、进水堰顶高程、坝（滩）顶高程、干滩长度、干滩坡度检查，并应满足下列要求：

1) 尾矿库库水位检测的测点应选择能代表库内平稳水位的位置，测点数不少于2个。

2) 进水堰顶高程检测的测点应能反映进水堰的实际状况，测点数不少于3个。

3) 尾矿库坝（滩）顶高程的检测，应沿坝（滩）顶方向布置测点进行实测，测点总数不少于3个，每100m坝长应选较低处设置1个~2个测点；当坝（滩）顶一端高一端低时，应在低标高段选较低处设置1个~3个测点。应选择各测点中最低点标高作为尾矿库坝（滩）顶高程。

4、根据尾矿库实际的地形、水位和尾矿沉积滩面，应对尾矿库防洪能力进行复核，确定尾矿库安全超高是否满足设计要求。

5、排洪构筑物安全检查的主要内容应包括构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵，排水能力是否满足设计要求。

6、排水斜槽检查内容应包括断面尺寸，槽身变形、损坏、坍塌、最大裂缝开展宽度，盖板放置、断裂、最大裂缝开展宽度，盖板之间以及盖板与槽壁之间的防漏充填物、漏砂，斜槽内淤堵等。

7、排水涵管检查内容应包括断面尺寸，变形、破损、断裂、磨蚀、最大裂缝开展宽度，管间止水及充填物，管内渗漏尾砂，管内淤堵等。

8、排洪构筑物检查应有影像资料。对裂缝、孔洞、鼓包和转流井等重要部位录像或摄像时应辅以测量尺等工具进行详细测量并做好标识。

9、检查人员应根据检查作业环境配备低压强光照明设备、供氧设施、安全帽、无线通信等必要的安全防护装备，并做好有限空间作业防护预案，人数不少于2人。

6.2.5 尾矿坝安全检查

1、尾矿坝安全检查主要内容应包括坝的轮廓尺寸，变形，裂缝、滑坡和渗漏，坝面维护设施等。

2、检测坝的外坡坡比时，应选择最大坝高断面和坝坡较陡断面，且每100m坝长应不少于2处。

3、检查坝体位移时，应对坝体设置的位移监测点进行全面测量，并结合日常监测数据分析坝的位移量变化趋势。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，即时处理。

4、检查坝体裂缝和滑坡时，应检查坝体有无纵、横向裂缝和滑坡迹象。发现坝体出现裂缝时，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；发现坝体出现滑坡迹象时，应查明潜在滑坡

位置、范围利形态以及滑坡的动态趋势。

5、检查坝体渗漏时，应包括坝体浸润线，坝体外坡及下游渗漏，坝体排渗设施。坝体浸润线检查应查明浸润线的位置、形态；坝体外坡及下游渗漏检查应查明坝体外坡及下游有无渗漏出逸点，出逸点的位置、形态、流量及含砂量等；坝体排渗设施检查应查明排渗设施是否完好、排渗效果及排水水质。

6、检查坝面维护设施时，应检查坝肩截水沟和坝坡排水沟断面尺寸，衬砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内淤堵，沿线山坡稳定性等；应检查坝坡土石覆盖等护坡实施情况。

6.2.6 放矿安全检查

尾矿库放矿安全检查应重点检查放矿及筑坝方式是否符合设计要求。对于寒冷地区的尾矿库，还应检查是否采取冬季放矿措施及冬季是否具备正常运行的条件。

6.2.7 尾矿库库区安全检查

1、尾矿库库区安全检查主要内容应包括周边山体稳定性，违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。

2、检查周边山体滑坡、塌方和泥石流等情况时，应详细观察周边山体有无异常和急变，并根据岩土工程勘察报告，分析周边山体发生滑坡的可能性。

3、检查库区范围内是否存在危及尾矿库安全的行为，主要内容应包括违章爆破、采石和建筑，违章进行尾矿回采、取水，外来尾矿、废石、废水和废弃物排入，放牧和开垦等。

4、尾矿库库区安全检查还应包括库区防、排渗设施的可靠性检查，库区生产道路是否通畅检查，临时及永久性安全警示标识的设置是否完备、清晰。

6.2.8 安全监测设施安全检查

1、尾矿库监测系统安全检查主要内容应包括监测内容、监测设施布置及监测设施的维护。

2、监测内容安全检查应检查监测内容及监测预警值的设置是否满足设计要求。监测设施安全检查应检查监测设施的设置是否满足设施要求，监测设施是否有损坏，是否运行正常。

3、监测设施维护安全检查应检查监测设施是否定期检查和维护，监测设施的可靠性和完整性，人工监测设施与在线监测设施是否定期比对和校正。

4、矿山应进行连续观测，并绘制相应图件，出现问题及时汇报并处理，为尾矿库安全运行提供了可靠保证。

5、监测断面宜选在最大坝高断面。

6、监测系统各监测设施的安装、埋设和运行管理，应确保施工质量和运行期稳定；应能保证在恶劣气候条件下，能进行准确的监测。

7、建议依托监测系统，建立起从数据采集、整理分析、预警预报到数据库管理的体系化系统，并做好与应急救援、专家系统的接口工作，以便及时发现问题，处理问题。

6.2.9 其他设施安全检查

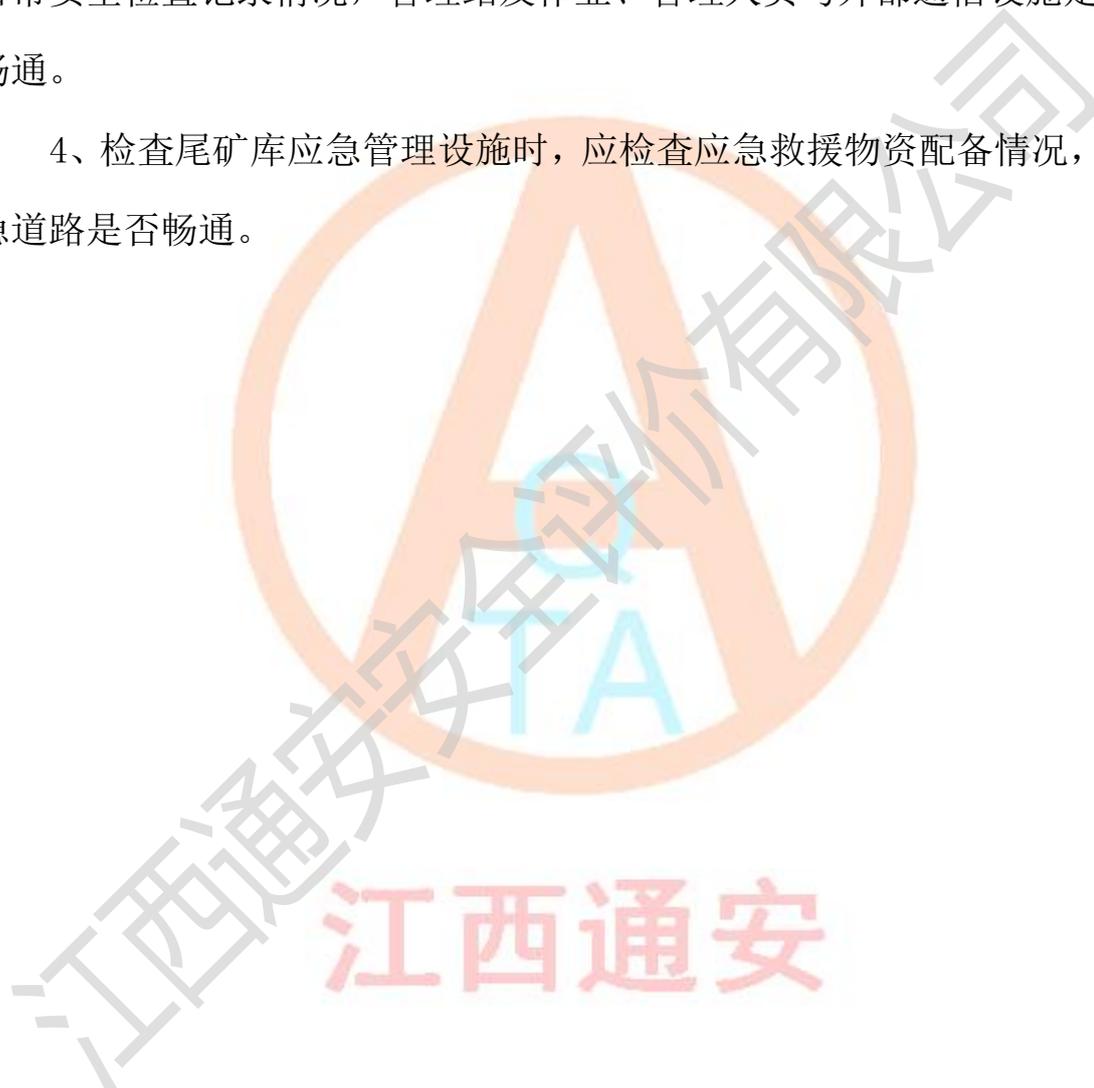
1、其他设施安全检查主要内容应包括照明设施、管理站、通信设施、

应急管理设施等。

2、检查尾矿库照明设施时，应检查照明设施是否满足夜间安全生产使用要求，照明线路、设备及其布置是否安全规范。

3、检查尾矿库管理站时，应检查尾矿库管理站位置、规格，值班和日常安全检查记录情况，管理站及作业、管理人员与外部通信设施是否畅通。

4、检查尾矿库应急管理设施时，应检查应急救援物资配备情况，应急道路是否畅通。



7 评价结论

7.1 主要危险有害因素

该评价项目中存在的主要危险、有害因素包括：溃坝、洪水漫坝、滑坡、管涌、触电、物体打击、高处坠落、车辆伤害、淹溺以及粉尘、高、低温、雷击等主要危险和危害因素。其中溃坝、洪水漫坝和滑坡会引发重大安全事故，有可能造成重大人员伤亡和财产损失以及环境污染，属于重大危险有害因素，虽然发生的可能性相对较小，但矿山应引起高度重视。雷击、物体打击和粉尘危害虽然不会产生严重的安全事故，但容易发生，因而也应引起足够重视。

根据安监总管一[2017]98号《金属非金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》，我公司评价人员现场查看未发现安监总管一[2017]98号文件中尾矿库中所列的问题，峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库不存在重大生产安全事故隐患。

7.2 安全现状评价结论

通过对半坑尾矿库的现场检查，对各种安全管理资料、技术文件的查阅，采用系统安全工程的原理和方法分析和评价半坑尾矿库的系统安全的符合性和有效性。将评价对象划分为6个评价单元进行评价。经过检查和评价，作出安全现状评价结论如下：

7.2.1 安全管理单元

峡江县金溪矿业有限公司安全管理机构健全，主要负责人安全管理人员安全资格证书、特种作业证书等齐全有效，符合相关国家法规要求，

建立健全了安全规章制度及安全生产管理体系，成立应急救援组织机构，建立了应急救援队伍，编制了尾矿库应急救援预案并进行了备案；建立安全生产标准化、事故隐患排查、风险分级管控体系，并运行良好；企业为尾矿库管理及作业人员办理安全生产责任险等。尾矿库现场管理规范，安全管理单元安全有效。

7.2.2 尾矿坝单元

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库尾矿坝筑坝方式，坝型、坝体结构与设计基本相符；现状尾矿坝坝高、上下游坡比等参数符合设计要求。通过坝体稳定性计算，尾矿库尾矿坝在三种工况下（正常运行、洪水运行、特殊运行）稳定安全系数均满足规范要求，经现场检查尾矿坝无位移，无纵、横向裂缝，无滑坡，无渗漏等，坝体安全稳定。尾矿坝单元满足安全生产条件。

7.2.3 防洪排水系统单元

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库防洪排水系统防洪排水构筑物断面尺寸、型式及布设符合设计要求；通过洪水计算，半坑尾矿库排洪系统完全满足五等库排泄100年一遇的洪水要求，能确保尾矿库运行安全，经对排洪构筑物的质量检测，抽检项目均满足设计或规范要求。经现场检查，排洪构筑物无堵塞、坍塌、裂缝、变形、腐蚀或磨蚀等现象，运行工况正常，防洪排水系统符合设计要求。防洪排水系统单元满足安全运行条件。

7.2.4 安全监测设施单元

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库按设计要求设置了坝体位移监

测、浸润线监测及水位标尺等人工监测设施；按设计要求设置了坝体表面沉降监测、浸润线监测、视频监控、干滩及滩顶安全超高监测、水位计监测、降雨量监测等在线监测设施，系统较为完整，能为企业提供可靠的监测信息，做到了自动监测与人工监测比对，实现了尾矿库现场管理和在线管理。通过检查系统数据，符合设计和规范要求，数据均未超过预警值。半坑尾矿库安全监测设施布置符合设计要求，监测结果符合实际运行情况，监测设施运行有效。

7.2.5 辅助设施单元

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库设置了安全标志、值班室，通讯、照明设施、库区道路等辅助设施，符合设计及规范要求。

7.2.6 库区环境单元

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库尾矿坝上和尾矿库区内无与尾矿库运行无关的建、构筑物。尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域无乱采、滥挖和非法爆破等违规作业；尾矿库周边山体稳定，无滑动、坍塌等影响尾矿库安全情况。库区环境单元安全状况良好，尾矿库库区环境单元符合安全要求。

7.2.7 尾矿库下个评价周期期间的坝体稳定性和防洪能力分析

峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库在下一个评价周期间，在不改变尾矿性质的情况下，按设计及规范要求进行堆积子坝、尾矿排放、库水位控制、防洪排水、安全监测、安全检查等；进一步加强安全管理，坝体稳定性和防洪能力均能满足设计要求。

7.2.8 评价结论

综合结论：峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库为正常库，潜在的危险、有害因素在采取了本安全评价报告提出的安全对策措施后，风险在可控范围内。峡江县金溪矿业有限公司半坑尾矿库安全设施满足国家有关安全生产法律、法规、标准和规范要求的安全生产条件。



8 附件、附照、附图

1、附件

整改意见、整改意见回复、营业执照、安全生产许可证、安全管理机构、矿山救护协议、应急救援预案备案表等。

2、现场照片

3、附图

尾矿库总平面图、坝体纵横剖面图、排洪系统系统图等。

