

江西浒坑钨业有限公司
杨家店尾矿库
安全现状评价报告

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

APJ-（赣）-002

2023年11月20日

江西浒坑钨业有限公司
杨家店尾矿库
安全现状评价报告

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 11 月 20 日

江西浒坑钨业有限公司

杨家店尾矿库

安全现状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11月20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。

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	黄伯扬	1800000000300643	032737	
	王纪鹏	S011035000110193001260	036830	
	方忠业	1600000000200082	029926	
	许玉才	1800000000200658	033460	
	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	檀廷斌	1600000000200717	029648	
技术负责人	管自强	S011035000110191000614	020516	

前 言

江西浒坑钨业有限公司地处江西省吉安市安福县浒坑镇，北距宜春市 54km，南距安福县城 46km，距吉安市 105km，交通比较方便。

江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库位于选矿车间东北方向 0.8km 处的一狭长沟内，1963 年由南昌有色冶金设计研究院设计，1965 年建成并投入运行。2008 由江西省冶金设计院进行了加高扩容，2012 年由长沙有色冶金设计研究院有限公司对杨家店尾矿库进行隐患综合治理设计。

杨家店尾矿库总坝高为 55.0m，由于下游为浒坑镇居民较多，隐患综合治理设计时将杨家店尾矿库定为三等库，防洪标准为 500 年一遇。排洪系统采用框架式排水井+排洪隧洞的方式，杨家店尾矿库隐患综合治理工程已于 2016 年 6 月竣工验收完成并取得了原江西省安全生产监督管理局的竣工验收批复。

杨家店尾矿库证书编号（赣）FM 安许证字[2006]M0164 号，有效期从 2021 年 02 月 24 日到 2024 年 02 月 23 日，为三年期，依照《非煤矿山企业安全生产许可证延期换证工作》的通知，根据国务院《安全生产许可证条例》、《江西省安全生产条例》、《非煤矿山安全生产许可证实施办法》、《江西省非煤矿山企业安全生产许可证办法》《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》等有关要求，杨家店尾矿库需办理安全生产许可证（期满三年）延期手续。

受江西浒坑钨业有限公司委托，江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心承担了杨家店尾矿库安全现状评价工作，按照国家有关法律、法规和技术标准的要求，2023 年 3 月 2 日、8 月 22 日组织评价专家组到现场考察和调研、复查，收集了相关的资料数据。通过对杨家店尾矿库运营中潜在

的危险有害因素辨识和危险程度分析，对杨家店尾矿库的生产安全现状、安全生产法律法规及有关规程的符合性和适应性进行了安全评价，提出了较为合理可行的安全对策措施。按照《安全评价通则》的要求编制本评价报告。

在评价过程中得到江西浒坑钨业有限公司的领导、安全生产管理人员及职工的大力支持，在此表示感谢！

目 录

1 概述	1
1.1 评价目的和原则	1
1.1.1 评价目的	1
1.1.2 评价原则	1
1.2 评价依据	1
1.2.1 法律、法规	1
1.2.2 规章、规定	错误！未定义书签。
1.2.3 标准、规范	错误！未定义书签。
1.2.4 其他依据和主要参考资料	1
1.3 评价对象、范围和内容	11
1.3.1 评价对象、范围	11
1.3.2 评价内容	12
1.4 评价程序	12
2 尾矿库概况	15
2.1 企业简介	15
2.2 尾矿库基本情况	18
2.3 自然环境概况	18
2.3.1 库区地形地貌	18
2.3.2 自然气候	19
2.4 地质概况	19
2.4.1 库区工程地质	错误！未定义书签。
2.4.2 库区水文地质	错误！未定义书签。
2.4.3 库区地震基本烈度	错误！未定义书签。
2.5 尾矿基础资料	30
2.6 尾矿库库容与等别	30

2.7 尾矿库主要构筑物	31
2.8 尾矿库辅助设施	45
2.9 放矿工艺	46
2.10 安全综合管理	46
2.10.1 安全机构设置	46
2.10.2 安全生产责任制	47
2.10.3 安全生产管理制度	47
2.10.4 安全生产应急救援与措施	47
2.10.5 安全教育培训	48
2.10.6 安全措施费用	48
2.10.7 安全检查与隐患排查、风险管控	48
2.10.8 安全生产标准化	49
2.10.9 事故情况	50
2.11 周边环境	50
3 辨识与分析危险、有害因素	50
3.1 尾矿库病害的产生原因	54
3.1.1 勘察因素造成的病害	54
3.1.2 设计因素造成的病害	54
3.1.3 施工因素造成的病害	55
3.1.4 操作管理不当造成的病害	55
3.1.5 其他因素造成的病害	56
3.1.6 尾矿库失事实例	57
3.2 尾矿库危险、有害因素分析	58
3.2.1 滑坡（坝坡失稳）	58
3.2.2 洪水漫顶	58
3.2.3 渗漏	59

3.2.4 排水、泄洪构筑物破坏	59
3.2.5 调洪库容不足	60
3.2.6 裂缝	61
3.2.7 淹溺	61
3.2.8 高处坠落	61
3.2.9 粉尘	61
3.2.10 库区山体滑坡、塌方和泥石流	61
3.2.11 放矿不当	62
3.2.12 严寒冰冻	62
3.2.13 台风	62
3.2.14 雷电	63
3.2.15 车辆伤害	63
3.2.16 物体打击	63
3.2.17 触电	63
3.2.18 动植物危害	64
3.3 重大危险源辨识	64
3.4 危险、有害因素分析结论	66
3.4.1 危险、有害因素产生的原因	66
3.4.2 危险、有害因素分析结果	66
4 安全评价单元划分和选择	68
4.1 评价单元划分	68
4.2 评价方法选择	68
5 定性、定量安全评价	69
5.1 综合安全管理单元	69
5.1.1 安全检查表评价	69
5.1.2 综合安全管理单元评价小结	71

5.2 尾矿坝体单元	71
5.2.1 安全检查表评价	71
5.2.2 尾矿坝稳定性分析	74
5.2.3 评价单元小结	77
5.3 防洪排水单元	80
5.3.1 安全检查表评价	80
5.3.2 尾矿库调洪演算	81
5.3.3 评价单元小结	82
5.4 安全监测设施单元	94
5.4.1 安全检查法评价	94
5.5 库区环境单元	94
5.5.1 安全检查表评价	94
5.5.2 评价单元小结	95
5.6 综合安全评价	95
5.6.1 概述	98
5.6.2 评价标准说明	98
5.6.3 尾矿库综合评分表	98
5.6.4 评价结论	98
6 安全对策措施建议	99
6.1 安全管理对策措施建议	99
6.2 安全技术对策措施建议	99
7 安全评价结论	102
8 附图附件	104
8.1 附图	104
8.2 附件	104

1 概述

1.1 评价目的和原则

1.1.1 评价目的

为了贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，查找、分析和预测项目存在的危险、有害因素及危险、危害程度，提出合理可行和安全对策措施，指导危险源辨识、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，确保建设项目在安全设施方面符合国家的有关法律、法规、规定和标准。同时为建设项目安全生产许可证延期换证和现场安全管理、应急管理部门安全监管提供技术支撑。

1.1.2 评价原则

突出重点，兼顾全面，条理清楚，数据准确完整，取值合理，整改意见具有可操作性，评价结论科学、客观、公正。

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）

《工伤保险条例》（2003年4月27日国务院令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）

《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 394 号公布，2004 年 3 月 1 日起施行）

《安全生产许可证条例》（经 2004 年 1 月 7 日国务院第 34 次常务会议通过，2004 年 1 月 13 日国务院令 397 号公布；2014 年 7 月 9 日国务院第 54 次常务会议通过，根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订，国务院令 653 号公布，自公布之日起施行）

《劳动保障监察条例》（经 2004 年 10 月 26 日国务院第 68 次常务会议通过，国务院令 423 号公布，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》（经 2007 年 3 月 28 日国务院第 172 次常务会议通过，国务院令 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 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，江西省第十届人民代表大会常务委员会公告第 95 号；2023 年 7 月 26 日江西省第十四届人民代表大会常务委员会第三次会议第二次修订，2023 年 9 月 1 日起施行）

1.2.2 规章、规范性文件

《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（劳动部令第 4 号）

《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)

《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)

《非煤矿山安全生产许可证实施办法》(国家安监总局令第 20 号, 国家安监总局令第 78 号修正)

《江西省非煤矿山企业安全生产许可证办法》(江西省人民政府令第 189 号)

《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, 2011 年 11 月 1 日起施行)

《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)

《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, 2019 年 7 月 11 日应急管理部令第 2 号修正)

《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)

《尾矿污染环境防治管理办法》(生态环境部第 26 号)

《国务院关于进一步加大安全生产工作的决定》（国发〔2004〕2号）

《国务院关于进一步加大企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23号）

《国务院安委会办公室关于贯彻落实〈国务院关于进一步加大企业安全生产工作的通知〉精神进一步加大非煤矿山安全生产工作的实施意见》（安委办〔2010〕17号）

《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发〔2011〕20号）

《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）

《国务院安委办关于建立安全隐患排查治理体系的通知》（安委办〔2012〕1号）

《关于在全省尾矿库设置安全运行标示牌的函》（赣安监管函字〔2008〕16号）

《关于印发江西省非煤矿山安全检查表的通知》（赣安监管一字〔2008〕338号）

《转发国务院安委会办公室贯彻落实国务院〈通知〉精神进一步加大非煤矿山安全生产工作实施意见的通知》（赣安办字〔2010〕73号）

《关于进一步加强尾矿库监督管理工作的指导意见》（赣安监管一字〔2012〕239号）

《江西省安委会关于加强生产经营单位事故隐患排查治理工作的指导意见》（赣安〔2014〕32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）

《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〈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)

《江西省安委会办公室关于印发企业安全生产资料建档通用要求的通知》(赣安办字〔2016〕53号)

《江西省安委会办公室关于印发江西省安全风险分级管控体系建设通用指南的通知》(赣安办字〔2016〕55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)

《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)

《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)

《江西省应急管理厅关于认真做好汛期非煤矿山安全生产工作的通

知》（赣应急字〔2022〕17号）

《江西省应急管理厅关于加强全省尾矿库安全生产风险监测预警系统运行管理的通知》（赣应急字〔2022〕18号）

《江西省应急管理厅转发国家矿山安全监察局综合司关于全面推进防化解尾矿库安全风险重点工作的通知》（赣应急字〔2022〕27号）

《江西省应急管理厅关于印发〈江西省企业安全生产标准化建设定级实施办法（试行）〉的通知》（赣应急字〔2022〕49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）

《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）

《江西省安委会办公室关于推动生产经营单位构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制的指导意见》（江西省安委会办公室，赣安办字〔2023〕26号）

《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（2023年9月6日）

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

1.2.3 标准、规范

《选矿安全规程》	GB18152-2000
《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

《混凝土结构设计规范》	GB50010-2011
《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
《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
《中国地震动参数区划图》	GB18306-2015
《尾矿库在线监测系统工程技术规范》	GB51108-2015
《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218-2018
《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》	GB18599-2020
《尾矿库安全规程》	GB39496-2020
《生产过程安全卫生要求总则》	GB/T12801-2008
《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
《水工建筑物荷载设计规范》	GB/T51394-2020
《矿区水文地质工程地质勘探规范》	GB/T12719-2021
《生产过程危险和有害因素分类与代码》	GB/T13861-2022
《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

《水工混凝土结构设计规范》	SL191-2008
《水工隧洞设计规范》	SL279-2016
《碾压式土石坝设计规范》	SL274-2020
《水利水电工程设计洪水计算规范》	SL/T278-2020
《碾压式土石坝施工规范》	DL/T 5129-2001
《岩土工程监测规范》	YS/T5229-2019
《水工建筑物抗震设计规范》	DL5073-2000
《江西省暴雨洪水查算手册》	(江西省水文总站, 2010年)

1.2.4 其他依据和主要参考资料

《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库安全现状评价委托书》

《江西浒坑钨业有限公司尾矿设施施工图设计说明书》（南昌有色冶金设计研究院，1963年6月）

《江西浒坑钨业有限公司选场尾矿设施改造设计说明书》（江西浒坑钨业有限公司，1983年2月）

《江西浒坑钨业有限公司尾矿坝稳定性分析报告》（中国有色金属工业尾矿坝监测中心，2003年5月）

《江西省安福县浒坑钨矿杨家店尾矿库加高扩容初步设计》（江西省冶金设计院，2008年12月）

《浒坑钨矿杨家店尾矿库隐患综合治理工程可行性研究报告》（中国瑞林工程技术有限公司，2009年2月）

《江西省安福县浒坑钨矿杨家店尾矿库隐患综合治理工程（水文）地质勘察报告》（核工业广州工程勘察院，2010年11月）

《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库隐患综合治理工程初步设计》

（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2011年8月）

《江西省安福县浒坑钨矿杨家店尾矿库隐患综合治理工程（水文）地质勘察报告补充说明》（核工业广州工程勘察院，2011年10月）

《浒坑钨矿杨家店尾矿库隐患综合治理工程初步设计安全专篇》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2011年12月）

《浒坑钨矿杨家店尾矿库隐患综合治理工程可行性研究补充材料》（中国瑞林工程技术有限公司，2010年4月）

《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库隐患综合治理工程（水文）地质勘察报告》（核工业广州工程勘察院，2010年11月）

《江西稀有金属钨业控股集团有限公司浒坑钨矿杨家店尾矿库在线监测系统方案设计》（中国瑞林工程技术有限公司，2012年12月）

《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库现状评估检测项目 杨家店尾矿库排洪系统检测报告》（上海同纳建设工程质量检测有限公司，2021年5月14日）

《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库尾矿坝稳定性分析（水文）地质勘察工程地质勘察报告》（江西省天久地矿建设工程院，2021年6月）

《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库调洪演算报告》（金建工程设计有限公司，2023年3月）

企业提供的证照、杨家店尾矿库图纸及其他资料。

1.3 评价对象、范围和内容

1.3.1 评价对象、范围

评价对象：江西浒坑钨业有限公司（以下简称浒坑钨业）杨家店尾矿库。

评价范围：江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库（以下简称杨家店尾矿库）的库区、尾矿坝、排水构筑物、安全监测设施的运营情况及其安全管理情况，不含尾矿输送系统、回水系统。

1.3.2 评价内容

- 1.检查审核浒坑钨业提供的相应资质证书、营业执照的有效性及其范围；
- 2.检查浒坑钨业安全机构的设置及人员的配备，安全生产管理制度、操作规程的制定及执行情况；
- 3.检查杨家店尾矿库相关的安全设施、措施是否符合相关技术标准、规范的要求；
- 4.检查浒坑钨业主要负责人、安全管理人员的培训考核，检查审核尾矿工的培训、取证情况及一般作业人员的安全教育、培训情况；
- 5.检查、审核杨家店尾矿库事故应急救援设施、措施及预案编制、人员训练情况；
- 6.分析杨家店尾矿库存在的危险、有害因素；
- 7.对杨家店尾矿库存在的问题提出安全对策措施；
- 8.按照客观、公正、真实的原则，严谨、明确地做出安全评价结论。

1.4 评价程序

安全评价程序包括：前期准备；辨识与分析危险、有害因素；划分评价单元；定性、定量评价；提出安全对策措施建议；做出评价结论；编制安全评价报告。

1.前期准备

明确被评价对象，备齐有关安全评价所需的设备、工具，收集国内外相关法律、法规、技术标准及建设项目资料。

2. 辨识与分析危险、有害因素

根据评价对象的具体情况，辨识和分析危险、有害因素，确定其存在的部位、方式，以及发生作用的途径和变化规律。

3. 划分评价单元

评价单元划分应科学、合理，便于实施评价，相对独立且具有明显的特征界限。

4. 定性、定量评价

根据评价单元的特性，选择合理的评价方法，对评价对象发生事故的可能性及其严重程度进行定性、定量评价。

5. 对策措施建议

(1) 根据危险、有害因素辨识结果与定性、定量评价结果，遵循针对性、技术可行性、经济合理性的原则，提出消除或减弱危险、危害的技术和管理对策措施建议。

(2) 对策措施建议应具体详实、具有可操作性。按照针对性和重要性的不同，措施和建议可分为应采纳和宜采纳两种类型。

6. 安全评价结论

(1) 安全评价机构应根据客观、公正、真实的原则，严谨、明确地做出安全评价结论。

(2) 安全评价结论的内容应包括高度概括评价结果，从风险管理角度给出评价对象在评价时与国家有关安全生产的法律法规、标准、规章、规范的符合性结论，给出事故发生的可能性和严重程度的预测性结论，以及采取安全对策措施后的安全状态等。

7. 编制安全评价报告

安全评价程序框图：

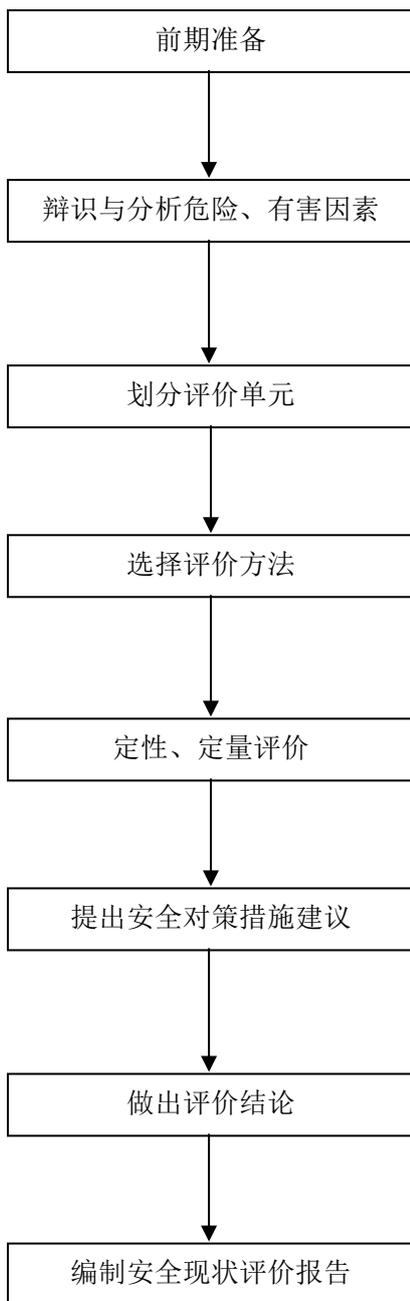


图 1 安全现状评价程序图

2 尾矿库概况

2.1 企业简介

(1) 基本概况

江西浒坑钨业有限公司（以下简称浒坑钨业）前身为浒坑钨矿，浒坑矿区于 1950 年 2 月首次发现钨砂，1951 年实施民窿开采，1953 年收回国营并成立浒坑钨矿，是一座正规开采了近 70 年的采、选联合国有中型矿山企业。根据国家有关关闭政策，2008 年 8 月，浒坑钨矿实施政策性关闭破产，并改制重组，成立江西浒坑钨业有限公司，原隶属于江西稀有金属钨业控股集团有限公司，现为江西钨业股份有限公司成员单位，属国有全资子公司。

浒坑钨业下设大脉区钨矿、选矿车间、护矿队 3 个生产单位和生产技术部、总经理办公室、安全环保部、财务部、供销部、人企部、党群工作部等 7 个部室。

浒坑钨业设党委书记、执行董事 1 人、党委副书记总经理 1 人、纪委书记 1 人、副总经理 2 人。成立了安全生产管理委员会，由党委书记执行董事任主任，党委副书记总经理、生产副总经理任副主任，成员由高层管理人员，各科室部门、二级生产单位主要负责人、外聘施工单位主要负责人、医疗代表和员工代表组成。安委会全面负责全公司安全生产工作。浒坑钨业设有安全环保部，负责全公司安全生产日常工作。二级生产单位设有专职安全员，负责各生产单位安全生产日常工作。

浒坑钨业现有在册员工 492 人（不含湖南鑫诚矿业有限公司、江西省中吉工程建设有限公司两个采掘施工单位员工），其中：各类专业（采矿、地质、机电、测量、安全、选矿等）技术人员 27 人（其中：中、高级职称

13 人），注册安全工程师 1 名，特种作业人员 109 人。浒坑钨业设立了安全环保部，设专职安全管理员 6 人，各二级单位专职安全员 5 人，班组不脱产兼职安全员 23 人。

（2）企业所属系统

目前浒坑钨业有一套地下开采系统（大脉区钨矿）、一座选矿车间和一座尾矿库。浒坑钨矿地下矿山采用平硐+竖井+盲斜井联合开拓方式，采取浅孔留矿法和全面法采矿，箕斗提矿、矿车运输，现有提升竖井 2 座，盲斜井 2 条，开拓、运输、通风、供风、供电、供水、排水工艺系统及机械加工等辅助生产系统齐全完善。选矿车间采用光电选+重选+磁选+浮选的联合选矿工艺流程。主要产品有黑钨精矿，伴生回收有铋精矿、锌精矿、黄铁矿等。年采掘综合生产能力 33 万吨，年产钨精矿 1500 吨。

浒坑钨业位于江西省安福县城西北侧，方位 288° ，地属安福县浒坑镇，浒坑矿区地处赣西武功山山脉诸高峰之一的丫山南山缘。矿区东南面安福县城，东北面宜春市、分宜县城，西南面莲花、永新县，西北面萍乡市。矿区中心距县城直线距离为 46km，地属浒坑镇。地理坐标：东经 $114^{\circ} 17' 41'' \sim 114^{\circ} 19' 20''$ ，北纬 $27^{\circ} 28' 18'' \sim 27^{\circ} 29' 41''$ 。矿区交通以公路为主，浒坑镇是宜（春）严（田）公路干线的主要城镇。宜严公路干线与吉（安）莲（花）公路干线相接，形成了赣西公路网络。矿区往北 54km 至宜春市与昌金高速公路、正处建设的修大高速公路、320 国道、浙赣铁路相接。往南东经安福县城至分文铁路，公路里程为 48km；经吉安市至赣粤高速公路，公路里程为 95km；至 105 国道为 105km；至京九铁路为 110km；交通便利。矿区地理位置见图 2-1。

杨家店尾矿库位于位于浒坑钨业选矿厂东北方向 0.8km 狭长沟谷（沟

长约 1760m) 中。矿山建设有一条通往库址的道路与进矿公路相连，交通较便利。库区地理位置见图 2-2。



图 2-1 浒坑钨矿矿区交通位置图



图 2-2 杨家店库区交通位置图

2.2 尾矿库基本情况

杨家店尾矿库由南昌有色冶金设计研究院 1963 年设计，1965 年建成并投入运行。2008 由江西省冶金设计院进行了加高扩容，2012 年由长沙有色冶金设计研究院有限公司对杨家店尾矿库进行了隐患综合治理设计，杨家店尾矿库隐患综合治理工程于 2015 年建设完成，2015 年 8 月 22 日完成了安全设施现场竣工验收，并取得了原江西省安全生产监督管理局的竣工验收批复。

浒坑钨业于 2006 年取得了原江西省安全生产监督管理局颁发的杨家店尾矿库《安全生产许可证》，证书编号：（赣）FM 安许证字[2006]M0164 号。后经五轮延期换证，现杨家店尾矿库《安全生产许可证》有效期至 2024 年 2 月 23 日。杨家店尾矿库基本情况调查见表 2-1。

表 2-1 杨家店尾矿库基本情况调查表

企业名称	江西浒坑钨业有限公司		行业类别	非煤矿山采选业
尾矿库名称	江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库		投产时间	
尾矿库地址	浒坑镇		尾矿库服务期限（年）	
设计单位	1963 年南昌有色设计院设计；2008 年江西省冶金设计院加高扩容设计，2012 年由长沙有色冶金设计研究院有限公司隐患治理设计		设计审批单位	分别为江西省冶金厅、原江西省安全生产监督管理局
设计库容（万 m ³ ）	956.68		已堆积库容（万 m ³ ）	398
设计主坝高（m）	55		目前主坝高（m）	55
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	上游法筑坝
安全评价意见	安全生产条件一般，能满足基本的安全生产活动，属正常库		安全评价单位	江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心
尾矿库及库区安全存在的主要问题			无	
近五年生产安全事故情况			无	

2.3 自然环境概况

2.3.1 库区地形地貌

杨家店库区为寒武系、燕山早期岩浆岩组成的构造侵蚀高丘地形，库

区两岸山体坡度较平缓，一般为 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，周围山体植被发育茂盛，库址选在选矿厂北东方向约 0.5km 处的山谷中，该处三面环山，形似脚掌状，前宽后窄，仅有一狭长出口，地质岩性主要为花岗岩，表层有风化砂岩，地表多为灌木覆盖。

2.3.2 自然气候

本区属亚热带季风型气候区，四季分明，日照较少，雨量充沛。气候概况为：春常低温连阴雨，春播季节日照稀。春夏易涝秋有旱，晚秋低温有危害。盛夏之季无酷热，隆冬时节少严寒。水热资源尤充足，夏南冬北风向多。年平均气温 17.8°C 。最热月为 7~8 月，平均气温 28.9°C ，最冷月为 1 月，平均气温 5.9°C 。最高、最低气温分别为 40.8°C 和 -8.3°C 。年均降水量 1553mm，年均降水日 166d。降水明显集中在春季和初夏。年均日照时数 1649h。年无霜期 279d，最长 323d，最短 247d。

2.4 区域地质概况

本节主要摘自江西省天久地矿建设工程院 2021 年 6 月的《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库尾矿坝稳定性分析（水文）地质勘察工程地质勘察报告》。

2.4.1 区域构造

安福县浒坑乡境内主要处于武功山背斜轴向北东，至中部明月山则转为北东东~南西西方向。背斜核部主要为加里东期混合岩，两翼为震旦系下统老虎塘组和下古生界寒武系牛角河群浅变质岩系。断裂构造发育，燕山期岩浆活动强烈，武功山地区夹持于两条北东向的大断裂（萍乡~铅山深断裂与莲花~峡江大断裂）之间，区内燕山期断裂最为发育，以北东向为主，次为近东西向和北西向。断层规模不等，长达数公里至 50 余公里，

宽约数米至上百米，主要为高角度正断层。万龙山~温汤断裂：延长大于30km，宽约100m。表现为一系列宽约1m的破碎带，走向北东，倾向南东，倾角 $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，千枚岩碎裂化~角砾岩化，旁有小型拖褶曲存在。青万龙山断裂：延长大于25km，表现片理化带，走向北东，倾向北西。钱山~梅洲断裂：产于花岗岩中，延长大于50km。表现为破碎带，走向北东，倾向南东，倾角 70° 。浒坑~洪江断裂：延长大于35km，宽约50m。表现为破碎带，走向北东，倾向南东，倾角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。

浒坑钨矿矿床位于华西加里东褶皱系北缘的次一级构造武功山复背斜南翼。武功山复背斜向冀东，向北偏转为近东西向。背斜的核部主要为加里东混合岩，两翼出露地层主要是震旦系松山群下亚群老虎塘组。本区断裂构造发育，燕山期岩浆活动强烈。

浒坑钨矿矿床位于武功山钨、铜、铋、钼多金属成矿带东端的浒坑花岗岩株（燕山期）南缘，属中~高温热液石英脉型黑钨矿床。花岗岩株内接触带中的原生裂隙带和后期断裂破碎带控制含钨石英脉产出，总矿化面积大于 6km^2 ，矿化深度沿岩株内接触带延伸至-400m标高以下。矿区内出露震旦系老虎塘组和里坑组，为一套泥砂质夹钙硅质的变质岩，主要岩性有云母片岩、云母石英片岩、千枚状石英片岩、片麻岩、变粒岩、混合岩等。岩层产状较平缓，总体倾向南~南东、倾角 $25^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。在矿区南部大脉区段地层产状与岩体接触界面产状近于一致，构成良好的成矿地球化学障，内接触带中的原生裂隙便成了矿质沉淀富集的良好场所。

区内断裂构造大体上有二组。北东向主干断裂有浒（坑）~章（庄）断裂和西（家垅）~丫（山）断裂，北西向主干断裂有浒（坑）~西（家垅）断裂。北东向主干断裂有浒~章断裂（F1）和西~丫断裂（F3）：走

向北东 30° ，倾向南西、倾角 $65^{\circ} \sim 88^{\circ}$ 。走向延长大于 10km，宽 20~30m。前人资料认为由硅化角砾岩及糜棱岩组成，属平推正断层。北西向主干断裂有浒~西断裂（F2）：产状 $210^{\circ} \sim 225^{\circ} \angle 60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，延伸大于 3km。由硅化角砾岩、糜棱岩组成，从矿区地质图可判断为右旋走滑。

矿区区域地质图见图 2-3。

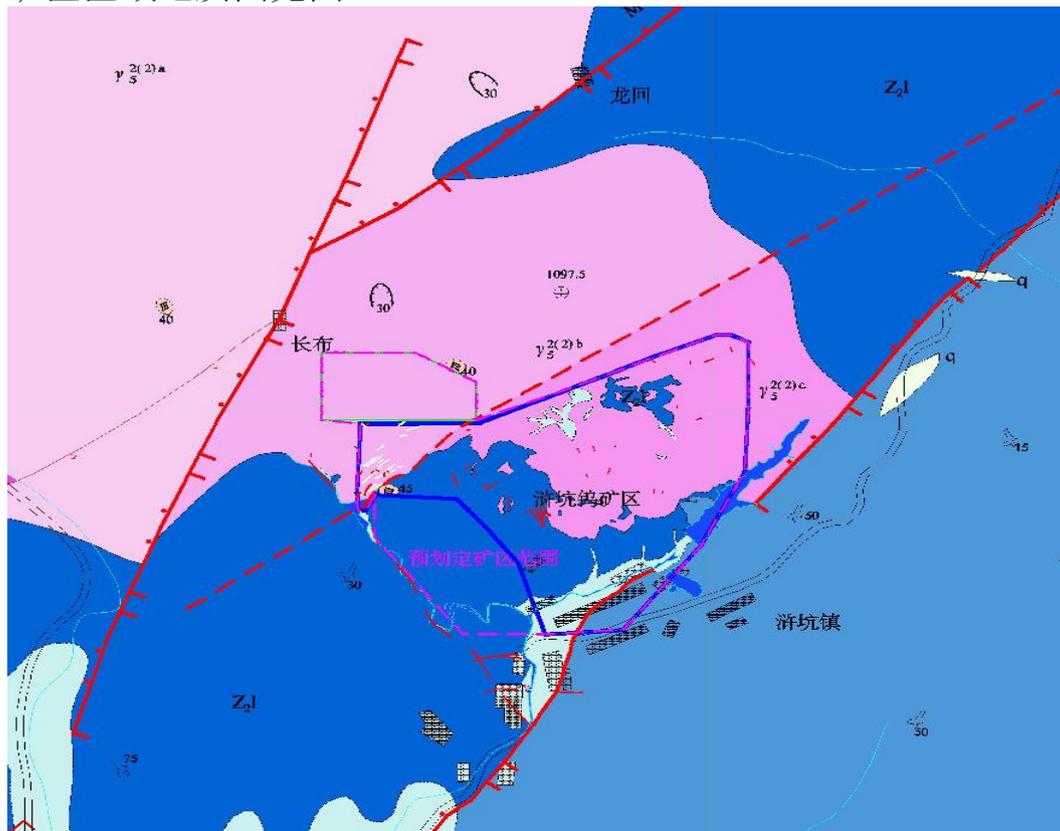


图 2-3 浒坑钨矿区区域地质构造图

2.4.2 勘察区域水文地质特征

一、水文地质特征

杨家店尾矿库场地地貌属侵蚀剥蚀构造低山丘陵地貌类型。本次勘察期间，大部分钻孔均测定了地下水稳定水位，在 1.70m 至 26.6m 之间。

根据库区土、岩层含水特征，地下水的储水空隙、富水程度、水力性质及水力联系、空间分布以及地下水的补给、排泄条件等因素，地下水的类型以及赋存方式主要以第四系孔隙含水层：

库区第四系松散沉积物分布广泛，主要属全新统，岩性主要为人工堆填的填土、填石、尾中粗砂、尾细砂以及角砾层，具有弱含水性，第四系孔隙水主要为孔隙潜水和上层滞水，水量不大，补给来源主要为大气降水，水位随季节性变化而变化；另外，库内尾中粗砂、尾细砂为稍密状态堆积，局部位置含少量粘性土，受库内第四系孔隙水及地表生产废水的补给，尾砂中含孔隙潜水。

二、地下水腐蚀性

按《岩土工程勘察规范》第 12.2 节进行判定，场地水对混凝土结构、混凝土结构中的钢筋微腐蚀性。

2.4.3 地震地质及地震动参数

据《中国地震动参数区划图》《江西省地震动参数区划工作图》及《建筑抗震设计规范》有关条文确定，杨家店尾矿库尾矿坝抗震等级为四级，场地抗震设防烈度为 VI 度，设计基本地震动峰值加速度为 0.05g，设计特征周期为 0.35s。

2.4.4 岩土工程地质

根据《岩土工程勘察规范》等规范相关条文，参考该场地前期相关资料，对本尾矿库场地土、岩作如下分层：

1. 将土、岩分开分类。即分为人工填土（ Q_4^{ml} ）；
2. 按成因时代分类。如（ Q_4 ）第四系全新统；
3. 按土、岩性质状态分类。如人工填土、填石、稍密尾细砂、稍密尾中粗砂、中密角砾。

一、岩土分层及地质特征

根据钻孔揭露，浒坑尾矿库场地土、岩层从上到下主要有：①填石

(Q₄^{ml})、②1 杂填土 (Q₄^{ml})、②2 素填土 (Q₄^{ml})、③尾细砂 (Q₄^{ml})、④尾中粗砂、⑤角砾 (Q₄^{al})。现分述如下：

人工填土：灰白色，稍密，主要以碎石为主，质地为中风化花岗岩，碎石之间填充有中细砂，近期人工碾压形成堆体。钻孔揭露层顶高程+257.34~+271.57m，层底高程+237.34~+253.26m，钻孔揭露最大厚度为33.4m，最小厚度为13.5m。

填土：杂色，松散，稍湿，主要由风化岩及少量建筑垃圾回填而成，为近期回填，未完成自重固结。底部约有0.4m软塑状灰褐色耕植土。钻孔揭露层顶高程+237.34~+286.73m，层底高程+257.15~+235.54m，钻孔揭露最大厚度为2.6m，最小厚度为1.0m。

尾细砂：黄色，均匀，稍密，混粒结构，有明显的颗粒感，为水力冲填选矿尾砂，颗粒主要以细砂为主，含极少量粉砂，干燥时呈散状，饱和时呈稍密湿润状。尾细砂主要分布在堆积坝一带，往上游库区颗粒逐渐变细，逐渐过渡为尾粉砂。在尾矿排放点附近的尾砂颗粒稍粗，越远离排放点的尾砂颗粒越细，接近澄清区则渐变为尾矿泥浆。钻孔揭露层顶高程+284.13~+291.71m，层底高程+252.53~+266.76m，钻孔揭露最大厚度37.8m，最小厚度18.2m。

尾中粗砂：黄色，均匀，稍密，混粒结构，有明显的颗粒感，为水力冲填选矿尾砂，颗粒主要以中粗砂为主，含极少量细砂，干燥时呈散状，饱和时呈稍密湿润状。尾中粗砂砂主要分布在堆积坝一带，往上游库区颗粒逐渐变细，逐渐过渡为尾粉砂。在尾矿排放点附近的尾砂颗粒稍粗，越远离排放点的尾砂颗粒越细，接近澄清区则渐变为尾矿泥浆。钻孔揭露层顶高程+258.85~+262.56m，层底高程+246.66~+247.35m，钻孔揭露最大厚

度 15.9m，最小厚度 11.5m；

角砾：灰黑，灰褐色，稍密～中密，混粒结构，有明显的颗粒感，颗粒以角砾为主，矿物成分以石英、长石为主，局部夹有少量块石，其粒径多呈 2～6cm 不等，最大粒径 8cm。分布不均，级配差，为堆积和坡积成因形成，已经经历固结压实作用，距当地村民反映固结时间已有 100 年。角砾主要分布在库区，埋藏深度深。角砾干燥时少部分颗粒呈散状，大部分胶结，稍加压即能分散，饱和时表面有明显翻浆现象并有水渗出。该层全场分布。钻孔揭露层顶高程+235.54～+253.91m，层底高程+206.34～+242.31m，该层未揭穿，钻孔揭露最大厚度 29.5m，最小厚度 11.0m。

二、岩土物理力学性质指标统计及参数建议

根据现场对土岩鉴定、原位测试和室内土、岩试验成果，结合相关的规程、规范，利用标贯试验原始击数可判定土层状态、砂层密实度，根据经过杆长修正后的修正击数，根据钻探、数据统计成果结合该区建筑经验、现场土岩鉴别和室内土岩试验结果，建议岩土工程参数建议值见下表 2-2。

表 2-2 岩土工程参数建议值

土层名称	状态	天然含水率 w (%)	天然密度 ρ (g/cm^3)	土粒比重 G_s	天然孔隙比 e_0	液性界限 w_L (%)	塑性界限 w_p (%)	液性指数 I_p	塑性指数 I_L	压缩系数 $0.1-0.2$ (MPa^{-1})	压缩模量 E_s (MPa)	渗透系数 K_H (cm/s)	内摩擦角 φ ($^\circ$)	黏聚力 c (kPa)
尾细砂	稍密	14.63	1.82	2.69	0.70	/	/	/	/	0.40	4.10	3.46×10^{-3}	32.32	7.72
尾中粗砂	稍密	17.47	2.06	2.69	0.54	/	/	/	/	0.32	4.83	8.10×10^{-3}	32.19	6.51
角砾	稍密	15.78	2.15	2.68	0.42	/	/	/	/	0.21	6.91	5.55×10^{-2}	34.28	8.01

三、尾砂颗粒组成情况

为调查尾砂的颗粒组成，通过现场钻探取得不同分层各深度的原砂样，进行颗粒分析，尾砂颗粒组成情况如表 2-3。根据现场编录及实验情况尾矿库尾砂层分为尾中粗砂、尾细砂，选取代表砂样颗粒分析编制尾砂颗粒粒

径级配曲线图，如图 2-4。级配曲线图表明：尾中粗砂 $D_{60} \approx 0.4\text{mm}$ ， $D_{50} \approx 0.3\text{mm}$ ， $D_{30} \approx 0.25\text{mm}$ ， $D_{10} \approx 0.05\text{mm}$ 。尾中粗砂： $C_u=8$ ， $C_c=57$ 。尾细砂 $D_{60} \approx 0.28\text{mm}$ ， $D_{50} \approx 0.21\text{mm}$ ， $D_{30} \approx 0.16\text{mm}$ ， $D_{10} \approx 0.05\text{mm}$ 。尾细砂： $C_u=5$ ， $C_c=2$ 。从表 2-3 可知不同取砂点沙粒的颗粒组成差别较大，如需获得较准确的数据，还需在尾砂排放分层前选取全尾进行进一步的颗粒分析。

表 2-3 尾砂颗粒粒径分析表

孔号 及 样号	取样深度 (m)	土名称	颗粒组成百分比 (%)							
			20~2	2~ 0.5	0.5~ 0.25	0.25~ 0.075	0.075 ~0.05	0.05~ 0.01	0.01~ 0.005	< 0.005
ZK4-1	6.5~6.7	尾细砂	7.6	3.5	19.3	58.3	11.3			
ZK4-2	9.4~9.6	尾细砂	7.5	3.2	18.6	56.1	14.6			
ZK4-3	12.5~12.7	尾细砂	6.9	3.7	19.2	56.7	13.5			
ZK6-1	13.5~13.7	尾细砂	7.1	3.0	17.9	57.3	14.7			
ZK6-2	16.5~16.7	尾细砂	8.3	3.3	17.6	56.2	14.6			
ZK6-3	30.2~30.4	尾细砂	8	3.6	16.9	56.7	14.8			
ZK7-4	24.1~24.3	尾中粗砂	30.0	24.1	24.3	10.6	11			
ZK7-5	27.0~27.2	尾中粗砂	40.3	20.3	17.3	11.1	11			
ZK7-6	30.0~30.2	尾中粗砂	30.7	17.9	16.4	17.4	17.6			
ZK8-7	28.5~28.7	尾中粗砂	33.6	20.6	20.4	15.7	9.7			
ZK8-8	31.0~31.2	尾中粗砂	50.9	25.3	12.2	5.6	6			
ZK8-9	34.0~34.2	尾中粗砂	45.4	14.6	12.0	13.5	14.5			

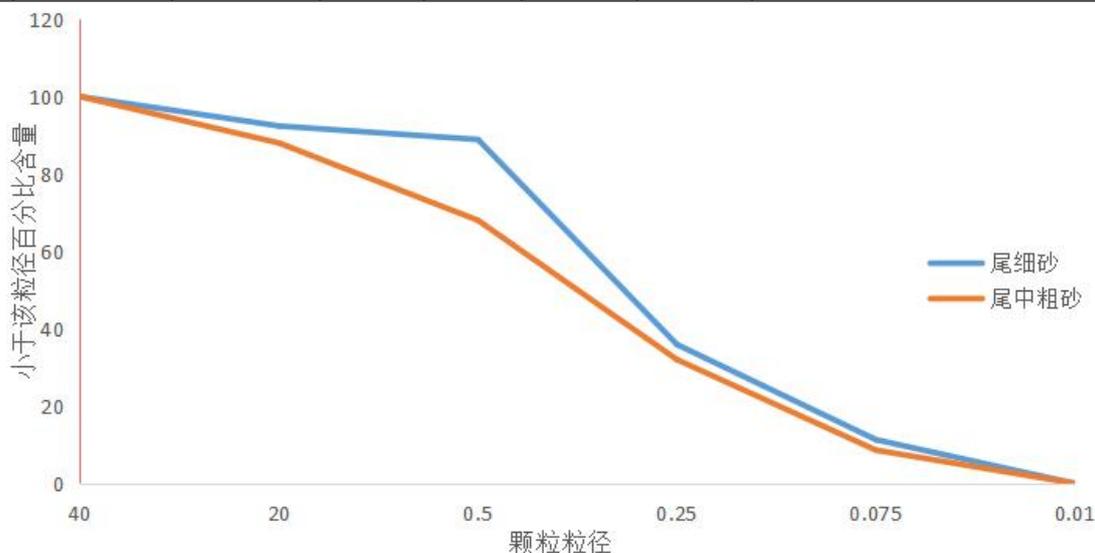


图 2-4 尾砂颗粒粒径级配曲线图

2.4.5 水文地质特征

库区位于当地地下水位以上，根据库区土、岩层含水特征，地下水的储水空隙、富水程度、水力性质及水力联系、空间分布以及地下水的补给、排泄条件等因素，地下水的类型以及赋存方式有以下几种：

(1) 尾砂孔隙含水层

库内尾砂为稍密状尾中粗砂、尾细砂，并含少量尾矿泥，受库内第四系孔隙水及地表生产排放尾矿废水的补给，尾砂中含孔隙水。本次勘察因在尾砂中成孔困难，孔壁易坍塌。经室内渗透系数试验，库内尾中粗砂渗透系数最大值为 9.73×10^{-3} ，最小值为 6.35×10^{-3} ，属中透水性粗粒砂；尾细砂渗透系数最大值为 4.63×10^{-3} ，最小值为 1.35×10^{-3} ，属中透水性细粒砂；角砾渗透系数最大值为 6.71×10^{-2} ，最小值为 4.17×10^{-2} ，属强透水性角砾。

勘察期间，受到尾矿库停产的影响，尾矿库库内水量小，水位埋藏较深。钻孔中测得尾砂中水位深度为 1.70~26.60m，高程+235.84~+271.35m，整体水位由上游向初期坝降低。尾砂中地下水主要由选矿厂输送尾砂时所排水补给，其次为大气降水补给，径流方向与地表水径流方向大致一致，即整体上由地势高处向地势低处，由尾矿库澄清区向初期坝方向径流，在初期坝排水通道向库外排泄。

(2) 第四系孔隙含水层

库区第四系松散沉积物分布广泛，主要为第四系人工填筑尾砂。第四系孔隙水主要孔隙性潜水及上层滞水水量不大，未形成稳定地下水径流。补给来源主要为大气降水，本身透水性差，分布不均，地下径流短，水量贫乏，水位随季节性变化而变化。

(3) 库内浸润线分布情况及变化规律

浸润线的位置与地层的透水性、均匀性、地形地貌特征、基底岩土层的裂隙发育程度、观测管花管的设置位置等都有关系，通过钻孔初见水位与稳定水位的对比分析，初见水位高于稳定水位 1~3m，尾矿库尾砂冲填物含泥质夹层，说明浸润线特征复杂多样性。

沿垂直堆积坝坝轴线方向水位埋深的变化规律为：初期坝坝顶附近水位深度 23.70~26.10m，往上游，水位深度逐渐抬升，至澄清区附近抬升至地表，在堆积坝范围内，地下水埋深 14.40~14.80m，降幅由上游往初期坝有增大趋势，在初期坝附近有一个较为明显的降幅，此时浸润线位置最低。

当前坝体的浸润线位置总体上为：由澄清区向初期坝，浸润线水位标高逐步下降。

根据业主提供的浸润线观测记录进行统计分析，1#~7#为尾矿坝中心线上的代表孔，表中浸润线高程为平均值。浸润线观测要求：枯水季节每月一次，雨季每十天一次，遇到暴雨时应跟踪观测，直至暴雨结束，库水位降低，浸润线恢复。分析结果显示堆积坝坝体的堆高对浸润线的总体分布情况影响不大。

(4) 尾矿堆积坝震动液化的可能性分析

杨家店尾矿库处于 6 度带，但由于该尾矿库设防类别为重点设防类，可按 7 度的要求进行液化判别和处理，对砂土液化初步判别。结果如下表：

表 2-4 砂土液化初步判别表

地震烈度：7，地下水深度（m）：14.00，基础埋深（m）：0.00，判别深度（m）：20.00					
判别采用的指标：标贯数据，判别的原则：初判不液化，仍然详判，执行规范：《建筑抗震设计规范》					
钻孔 ZK4 地面标高（m）：+285.96，地下水位深度（m）：23.70					
土层	岩土名称	深度	时代	初判结果	备注（液化条件）
3-0-0	尾细砂	1.00~19.20	Q ₄	不液化	非砂土非粉土
5-0-0	角砾	32.70~50.0	Q ₄	不液化	地层深度低于判别深度（20）m
钻孔 ZK5，地面标高（m）：+286.73，地下水位深度（m）：23.50					

土层	岩土名称	深度	时代	初判结果	备注（液化条件）
3-0-0	尾细砂	2.60~34.20	Q ₄	不液化	非砂土非粉土
5-0-0	角砾	34.20~49.5	Q ₄	不液化	地层深度低于判别深度（20）m
钻孔 ZK6 地面标高（m）：+292.31，地下水位深度（m）：26.10					
土层	岩土名称	深度	时代	初判结果	备注（液化条件）
3-0-0	尾细砂	0.60~38.40	Q ₄	不液化	非砂土非粉土
5-0-0	角砾	38.40~50.0	Q ₄	不液化	地层深度低于判别深度（20）m
钻孔 ZK7 地面标高（m）：+285.66，地下水位深度（m）：14.80					
土层	岩土名称	深度	时代	初判结果	备注（液化条件）
3-0-0	尾细砂	0.00~39.00	Q ₄	不液化	非砂土非粉土
4-0-0	尾中粗砂	23.10~39.0	Q ₄	不液化	地层深度低于判别深度（20）m
5-0-0	角砾	39.00~50.0	Q ₄	不液化	地层深度低于判别深度（20）m
钻孔 ZK8 地面标高（m）：+285.35，地下水位深度（m）：14.00					
土层	岩土名称	深度	时代	初判结果	备注（液化条件）
3-0-0	尾细砂	0.00~38.00	Q ₄	不液化	非砂土非粉土
4-0-0	尾中粗砂	26.50~38.0	Q ₄	不液化	地层深度低于判别深度（20）m
5-0-0	角砾	38.00~51.0	Q ₄	不液化	地层深度低于判别深度（20）m

根据初步判别结果可不进行进一步液化判别。因此场地内饱和中砂为非液化土，可不考虑饱和砂土液化的影响。但大量人工爆破所产生的震动也可能使饱水尾砂震动液化，因此尾矿库周边应禁止人工爆破采石、采矿等作业。

（5）尾矿堆积坝坝体渗透稳定性分析

根据本次勘察野外钻孔注水试验及室内渗透试验成果，杨家店尾矿库场地内同一岩土层其渗透系数基本在同一量级，如尾中粗砂、尾细砂属 10^{-3} 量级，属中等透水性；角砾属 10^{-2} 量级，属强透水性。

2.4.6 坝体填筑质量分析

根据本次勘察对初期坝、最终堆积坝坝体的填筑质量进行的钻探及取样测试分析工作，初期坝坝体填筑土总体为碾压夯实废石，碾压质量较好。最终堆积坝坝体土质量较差，为尾细砂，呈褐黄、灰黄、湿~很湿，松散状，湿容重 18.9kN/m^3 ，孔隙比 0.63，土粒比重 2.69，直接快剪凝聚力 7.70kPa ，

内摩擦角 32.34° ，压缩系数 0.42MPa^{-1} ，压缩模量 3.95MPa ，室内渗透系数平均值 $3.05 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ ，属中等透水性，自然固结质量中等。

24.7 坝体渗漏分析

根据勘察室内渗透性试验及野外注水试验资料，本次勘察，初期坝坝坡、坡脚均未发现有渗水点。

2.4.8 勘察结论与建议

(1) 堆积坝范围内尾砂层主要由尾中粗砂、尾细砂组成。试验数据表明，尾中粗砂黏聚力值在 $6.1 \sim 10.3\text{kPa}$ ，尾细砂黏聚力值在 $6.2 \sim 10.5\text{kPa}$ ；由于尾矿泥的存在而使尾中粗砂、尾细砂出现局部粘聚力数值加大的假密实状态。依据现场标贯试验、动探试验对尾中粗砂、尾细砂、角砾校正后，属于稍密状态。安全起见建议取较小值，根据工程经验并参照《尾矿库安全规程》《工程地质手册》（第五版）计算，尾中粗砂黏聚力和摩擦角建议取 7.77kPa 和 33.15° ，尾细砂黏聚力和摩擦角建议取 7.70kPa 和 32.34° ，角砾建议取 8.01kPa 和 34.81° 。

(2) 据《中国地震动参数区划图》《建筑抗震设计规范》有关条文确定，杨家店尾矿库设防类别为重点设防类，场地抗震设防烈度为VI度，设计基本地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，设计特征周期为 $0.35s$ 。

(3) 本次勘察钻探成果显示：尾矿坝浸润线在垂直坝轴线方向的变化规律为沿初期坝往上游直至库内澄清区，水位逐渐升高至地面水位，增幅逐渐减小。在初期坝附近有水位变化明显，水位埋深的变化规律为：由初期坝向堆积坝，水位埋深逐渐减小。初期坝附近最大的水位埋深在 ZK4 处，为 23.70m 。由堆积坝向澄清区，水位埋深变化规律为：由堆积坝向澄清区，水位埋深逐渐减小。最后一堆积坝子坝坡度较大，在堆积坝 ZK7、ZK8 处

水位埋深为 14.8m 和 14.0m。计算时浸润线取值可采用矿方长期监测的数据，以本次勘察钻孔数据作为参考。

2.5 尾矿基础资料

浒坑钨业提供的尾矿主要基础资料如下：

1.年入库尾砂量： $16.0 \times 10^4 \text{ t}$ ($10.0 \times 10^4 \text{ m}^3$)（2016 年以后调整为 6.75~7.10 万 m^3 ）；

2.尾砂堆积干容重： 1.6 t/m^3 ；

3.尾矿粒度组成如下表：

表 2-5 尾矿粒径一览表

尾砂特性	粒径	> 2mm	2mm - 16 目	20 目	40 目	60 目	80 目	120 目	160 目	200 目	- 200 目
	产率%		0.64	0.85	2.94	32.38	21.1	14.69	10.48	5.44	4.60
累计产率%		0.64	1.49	4.43	36.81	57.91	72.60	83.08	88.52	93.12	100

按上表，尾砂平均粒径 0.32mm，属尾中砂。

2.6 尾矿库库容与等别

杨家店尾矿库隐患综合治理设计前尾矿坝坝顶高程+285.0m，总坝高 48.0m，总库容 $647.79 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，有效库容 $295.00 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。隐患综合治理设计：尾矿坝最终堆积高程+292.0m，总坝高 55.0m，总库容 $956.68 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，有效库容 $418.56 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。按《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》的规定，杨家店尾矿库应该属于四等库，但尾矿库下游为浒坑镇（2011年人口统计数据 2.6 万人），因此杨家店尾矿库等级提高一等定为三等。其主要构筑物按 3 级建筑物考虑、次要构筑物和临时构筑物均按 5 级建筑物考虑。运行控制参数：库内正常蓄水位与滩顶之间的高差按 8.0m 考虑，沉积滩坡度按 2.5% 计，防洪安全超高为 0.7m，防洪标准为 500 年一遇。现杨家店尾矿库总坝高

55.0m，已堆存库容398.0万 m^3 ，按《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》的规定，按《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》的规定，杨家店尾矿库应该属于四等库，但其下游为浒坑镇（2019年末，浒坑镇辖区有户籍人口9580人），故杨家店尾矿库等级定为三等。库内主要水工构筑物级别为3级，防洪标准500年一遇。

2.7 尾矿库安全设施

一、尾矿坝

1.设计情况

（1）1965 年设计

初期坝为均质土坝，坝顶高程+245.0m，坝高 8.0m，坝顶宽 12.0m，坝轴线长 135.0m，上、下游边坡均为 1：1.5。

（2）加固设计

从初期坝坝顶+245.0 开始用均质粘土将坝体向下游加宽 6.0m，加宽后坝顶高程及下游边坡保持不变，初期坝坝顶高程仍为+245.0m，坝顶宽为 18.0m，上、下游边坡仍为 1：1.5。

（3）2008 年加高扩容设计

此次加高扩容尾矿坝由一次性均质土坝筑坝变至由初期坝+尾砂堆积坝方式，初期坝坝体在原初期坝+245.0m 的基础上采用碾压堆石坝向下游面加高至+282.22m，初期坝坝顶宽为 6.0m。初期坝上游面+282.22~+261.80m 高程边坡为 1：1.65，+261.80~+245.00m 高程边坡为 1：2.5，并在+261.80~+245.00m 高程间设置 6.0m 宽粘土斜墙与原初期坝+245.0m 高程相连，斜墙边坡为 1：2.5，粘土斜墙上游分别设置了土工布、中砂和碎石作为反滤层；初期坝下游面+282.22~+271.34m 边坡为 1：1.34，+271.34m 高程处平台宽

约 55m, +271.34~+237.00m 边坡为 1 : 1.56。

(4) 2012 年隐患综合治理设计

将初期坝+271.34m 高程平台与初期坝顶+282.22m 高程之间堆积边坡为 1 : 1.34 采用碾压堆石将边坡放缓至 1 : 1.8。将+271.34m 平台处堆石体整平碾压；将初期坝+271.34m 高程至坝脚+237.00m 高程之间边坡为 1 : 1.56, 采用碾压堆石将边坡放缓至 1 : 1.8, 并每隔 15m 高差设置一道 2.0m 宽马道。

初期坝坝顶高程+282.22m 开始采用尾砂堆积坝, 最终堆积高程+292.0m。+282.22m 至+285m 高程堆积坝外坡为 1 : 3.5, +285m 至+288m 高程为一斜坡平台, 平台宽度为 105m, 平台坡比为 1 : 35。+288 至+292m 采用尾砂堆筑高为 7.0m 的子坝, 子坝顶宽 6.0m, 外坡比为 1 : 4, 内坡比为 1 : 2.0。

2. 现状情况

初期坝最初为粘土坝, 坝高 8m (标高+245.0~+237.0m), 顶宽 12m (上游 1 : 2.0, 下游 1 : 1.5)。现初期坝为土石混合坝, 坝顶高程为+282.22m, 坝底高程+237.0m, 坝高为 45.22m。

初期坝第一次加高方式为从初期坝顶开始用均质粘土将坝体向下游加宽 6.0m, 加宽后坝顶高程及下游边坡保持不变；第二次加高方式为从第一次加宽后的初期坝坝顶开始用下游式坝体加高方式将初期坝体加高至+282.22m, 材料为碾压堆石, 第二次加高后初期坝顶宽 6.0m, 上游面+282.22~+261.80m 高程边坡为 1 : 1.65, +261.80~+245.00m 高程边坡为 1 : 2.5, 并在+261.80~+245.00m 高程间设置 6.0m 宽粘土斜墙与原初期坝相连, 斜墙边坡为 1 : 2.5, 粘土斜墙上游分别设置了土工布、中砂和碎石

作为反滤层；初期坝下游面+282.22m至+271.34m坡比为1:1.8，+271.34m平台宽为20m—55.0m；+271.34m至+257.0m坡比为1:1.8，+257.0m标高设有一宽为2.0m平台；+257.0m至+242.0m坡比为1:1.8，+242.0m标高设有一宽为2.0m平台。堆坝石料取自黑钨选矿过程中人工手选产出50%的手选废石，主要成份是白云母花岗岩和云母石英片岩，岩性耐长久风化，硬度高。坝外坡采用大块废石压坡，利用废石筑坝和拓宽加固堆石坝体，提高了坝体安全度。

初期坝右侧设有一条混凝土结构人行踏步直达+271.34m平台。从浒坑钨矿尾矿库管理站正前方沿堆积坝右侧设有一条混凝土结构人行踏步直达坝顶。+271.34m平台内侧已采用混凝土进行了硬化，作为出入选矿车间破碎工段、浒坑钨矿尾矿库管理站的通道。

初期坝坝顶+282.22m高程以上采用上游式尾矿堆坝，+282.22m至+285m高程尾矿堆积坝外坡为1:3.5，+285m至+288m高程为一斜坡平台，平台宽度为105m，平台坡比为1:35。+288m至+292m采用尾矿堆筑高为7.0m的子坝，子坝顶宽6.0m，外坡比为1:4，内坡比为1:2.0。

现库内水位高程为271.4m，尾矿坝滩顶高程为+285.5m，水位与滩顶高差为14.1m，尾矿沉积滩滩面平均坡度为2.68%，干滩长度为526m。

经现场检查，初期坝及尾矿堆积坝均无沉陷、滑坡、裂缝、渗漏、渗流、流土和管涌、沼泽化等现象，运行工况正常。

3.上轮换证安全评价时尾矿坝与此次评价时现状的变化情况

自2015年杨家店尾矿库隐患综合治理工程完工以来，尾矿堆积坝坝顶一直保持在+292.0m高程，现状滩顶高程为+285.5m（略上升了0.5m），初期坝和尾矿堆积坝的上、下游坡比均未发生变化。库内堆存的尾矿由原来

的380万 m^3 上升至398万 m^3 。

二、坝面排水

经现场检查，已在尾矿堆积坝右侧沿山坡结合处设置了砖墙结构的矩形坝肩截水沟，内断面 0.4m×0.4m，在堆积坝马道设置了砖墙结构的矩形排水沟，马道沟内断面 0.3m×0.3m、0.2m×0.2m。沿初期坝两侧沿山坡结合处设置了浆砌块石结构的矩形坝肩截水沟，内断面左侧 0.4m×0.4m、右侧 0.6m×0.8m。现有尾矿坝截水沟、排水沟排水畅通。

三、防洪、排水系统

（一）设计情况

（1）1963 年设计

排水系统为井+管型式，在库内左侧山窝处设一座 $\phi 3m$ 排水井，坝下设 $\phi 2m$ 钢筋砼管一条，一期施工 84.2m，二期施工加长 35m，涵管坡降 0.028。

（2）2008 年设计

考虑到库内排水井距坝头太近，干滩区即将淹没排水井，因此在尾矿库左侧东南向支沟沟口处新建一座拦砂坝，将尾砂拦截于库内，并在拦砂坝下预埋涵管，与排水井相接，采用排水井+涵管的排水方式将库内水排入支沟内，拦砂坝采用手选废石筑坝，坝顶标高+273.0m，最大坝高约 8.0m，坝长 105.0m，上游边坡 1：1.65、下游边坡为 1：1.6。坝体上游坡从上至下依次铺一层卵石、粗砂及复合土工膜（200/0.5/200），下游坝面则采用干砌石护坡，并在坡脚处设置一干砌块石排水棱体，棱体高 2.0m，棱体顶宽 2.0m，棱体上游边坡 1：1.0，下游边坡 1：1.5。

同时在拦砂坝东北向紧邻的另一支沟山嘴处新建一排洪隧洞横穿山体将库内洪水引入支沟，然后通过排洪系统为排水井+排水隧洞泄洪：排水井

1座，圆形，钢筋混凝土结构，直径 $D=3.0\text{m}$ ，井座高程 $+261.0\text{m}$ ，井高 12.0m ；排水隧洞为圆拱直墙型， $B\times H=2.2\text{m}\times 2.2\text{m}$ ，进、出口底高程分别为 $+258.5\text{m}$ 和 $+237.35\text{m}$ ，长 784.0m ，平均底坡 2.7% ，全程采用钢筋混凝土衬砌，混凝土厚度为 25cm 。隧洞出口与明渠相连：明渠长 50.0m ，宽 3.0m ，高 1.7m ，出口底高程 $+236.0\text{m}$ ，平均底坡 2.7% 。明渠末端接长 5.0m ，宽由 3.0m 渐变为 6.0m ，高 1.7m ，平均底坡 40% 的陡坡段。陡坡段下游接消力池：消力池长 10.0m ，宽由 6.0m 渐变为 10.0m ，高 2.0m ；与陡坡段相连处边墙厚 1.5m 、出口处边墙厚 2.0m 、两侧边墙厚 1.0m ，均为M5水泥砂浆浆砌块石结构；底板从下至上分别为 0.3m 厚M5水泥砂浆浆砌块石和 0.25m 厚C20钢筋混凝土。

新建的贯通排洪隧洞为圆拱直墙型，断面为 $1.5\text{m}\times 1.8\text{m}$ ，C25钢筋砼结构，进、出口高程分别为 $+266.71\text{m}$ 和 $+265.84\text{m}$ ，长约 156m ，其中隧洞进口距干滩面仅 60m 。

初期坝右坝肩位于当地石壁溪冲沟的下游。平时山溪水流量很小，约 $0\sim 120\text{l/s}$ ，洪水季节流量增至 $3\sim 10\text{m}^3/\text{s}$ 。1984年以前，溪水沿尾矿坝西北端山墙外侧排向尾矿库下游；1984年以后，由于上游民采小钨矿泛滥，其废弃的尾砂、废石随洪水卷下，将原有山墙完全覆盖并形成新的废石堆积体，使得溪水开始直接流向尾矿库右坝肩。

为避免溪水对尾矿库右坝肩的冲刷，采用截洪沟+隧洞的方式将溪水引向库内，具体为：截洪沟净断面 $1.5\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，长约 80.1m ，底坡 0.64% ，M7.5水泥浆砌块石结构，进、出口底高程分别为 $+286.35\text{m}$ 和 $+285.84\text{m}$ ，出口即为隧洞进口；隧洞为圆拱直墙型，净断面 $1.4\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，长约 48.0m ，纵坡 1.85% ，出口底高程为 $+284.95\text{m}$ ，全程C25钢筋砼衬砌。隧洞出口距现有尾砂堆积坝

顶（+285.0m高程）约50m。

（3）2012年设计

本尾矿库汇水面积较大， $F=6.90\text{km}^2$ ，其中库内汇水面积 5.57km^2 ，石壁溪冲沟汇水面积 1.33km^2 。若尾矿库继续加高扩容，2008年江西省冶金设计院提出新建的拦砂坝一排洪隧洞排洪设施难以继续承担导洪任务，需另外新建排洪设施；石壁溪冲沟现有排洪设施无法排泄500a一遇的洪水，需新建排洪设施将洪水引走：

①库内新建排洪设施：将原排洪隧洞往库尾延伸，并在库尾新建排水井与延伸的排洪隧洞相连。新建排水井为圆形，位于尾矿库左侧，距现有沉积滩顶约1480m，直径 $D=3.0\text{m}$ ，井座高程+271.0m，井高21m；新建排洪隧洞为圆拱直墙型， $B\times H=2.2\text{m}\times 2.2\text{m}$ ，进口与新建排水井相连，出口与原排洪隧洞相连，连接处距原隧洞进口100m，底高程+255.8m，长约1200m，全程采用C25钢筋混凝土衬砌。

新建库内排洪系统施工期仍采用现有库内排洪设施排洪；新建排洪设施建成后对原排水井进行封堵。

②库外新建排洪设施（尾矿坝右侧石壁溪沟）：将现有截洪沟拆除重建，并沿上坝公路往初期坝脚下游延伸，在截洪沟出口处设消力池。改造完成后，尾矿坝右侧石壁溪区域的汇水不进入尾矿库，直接排至库下游河道。

新建截洪沟采用C25钢筋混凝土结构，底宽1.5m，高1.7m，内、外侧边坡均为1：0.5，壁厚及底板厚均为30cm（施工图为0.2m），进、出口底高程分别为+275.0m和+237.0m，长约400m，平均底坡9.5%。

消力池长16m，底宽3.0m，高1.1m；底板及边墙厚均为1.0m，材料为

C25混凝土，在底板以下铺设0.2m厚C10素混凝土垫层；在消力池池底设置圆形排水孔，直径 $D=0.1\text{m}$ ，梅花形布置，横、纵向间距均为2m，深度至底部混凝土垫层。

对原石壁溪冲沟排水隧洞进行封堵：施工前需将钢筋混凝土隧洞部分凿毛，现浇混凝土段长10m；其下游接长2m的浆砌块石挡板，并在挡板的底部和顶部分别铺设一根DN75×6的排水管和通气管。

原排水井采用C25素混凝土对井座进行全断面封堵，原排水隧洞采用C25素混凝土封堵全断面封堵。

（二）现状情况

（1）建库时，浒坑钨矿自当地村名为白云坳的一沟谷起，一直沿杨家店尾矿库右侧山坡修建了一条引水渠，分别流至选厂高位水池、选厂精选水池供选厂生产用，同时兼顾起截洪、雨污分流作用。引水渠采用钢筋砼结构，矩形断面，宽0.62、高0.60m。

（2）早期的井+管排水系统在2008年设计的排水系统投入使用时即封堵。原尾矿坝右侧石壁溪冲沟排水隧洞（位于现浒坑钨矿尾矿库管理站处）已按设计要求进行了封堵，并对现有的石壁溪冲沟进行了改造改道，沿上坝公路往初期坝脚下游延伸，在截洪沟出口处设消力池，自此石壁溪区域的汇水不再入库。截洪沟采用C25钢筋混凝土结构，矩形断面，石壁溪源头段宽2.1m、高2.1m，中部宽1.5m，高1.5m，上坝公路段宽1.6m，高1.7m。

2008年的排洪系统（排水井+涵管、排洪隧洞）均已按设计要求进行了封堵，拦砂坝（坝顶高程为+273.0m）已被尾砂填埋。原排水井+排洪隧洞均已按设计要求进行了封堵。经现场检查，上述已封堵的排洪系统出水口均未见漏砂、跑浑等现象。

目前使用的是2012年隐患治理设计时新建的排洪系统，即排水井+排洪隧洞进行库内排洪、排水，排水井为圆形六柱框架式钢筋砼结构排水井，位于杨家店尾矿库库尾左侧，距现有沉积滩顶约1480m，直径D=3.0m，井座面高程+271.0m，井高12m；前往排水井设有钢筋混凝土结构渡桥，桥两侧设有安全护栏。排洪隧洞为圆拱直墙型，B×H=2.2m×2.2m，进口与新建排水井相连，出口与原排洪隧洞相连，连接处距原隧洞进口100m，底板高程+255.8m，长约1800m，全程采用C25钢筋混凝土衬砌。

隧洞出口与明渠相连：明渠长50.0m，宽3.0m，高1.7m，出口底高程+236.0m，平均底坡2.7%。明渠下游设有分洪闸，暴雨季节关小分洪闸，将多余山洪水排往下游溪流，另外的水历经一小段钢筋砼结构明渠（宽0.5m，高0.7m）再接长30.0m、宽15.0m、深6.67m的消力池（浆砌块石+钢筋砼结构，容积3000m³），消力池四周设有约1.2m高的钢管安全护栏，安设有三台回水泵，将上游山水泵扬至选矿车间高位水池。

浒坑钨业对排水井附近原先开挖了的山体（主要是修路遗留的人工切坡），采用素砼喷浆进行了硬化、护坡，防止了山体滑坡。

上述排水构筑物均未出现沉陷、坍塌、裂缝、变形、腐蚀或磨蚀、堵塞、漏砂等现象，运行工况正常、安全可靠。

浒坑钨业根据有关文件要求，委托上海同纳建设工程质量检测有限公司对排水构筑物（排水井、排水隧洞）进行了检测。2021年5月14日，上海同纳建设工程质量检测有限公司提交了《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库现状评估检测项目 杨家店尾矿库排洪系统检测报告》，检测成果表明：

（1）抽取5处位置进行混凝土强度检测，所测混凝土强度范围为17.1~21.4MPa。

(2) 抽取4处位置进行钢筋保护层检测，钢筋保护层平均值为40.7~42.3mm。

(3) 抽取5处位置进行钢筋锈蚀检测，钢筋锈蚀平均电位值为：-310~-468mV，最大值为：-283~-411mV，最小值为：-332~-513mV。

(4) 抽取4处位置进行碳化深度检测，混凝土碳化深度为4.0~6.0mm。

(5) 现场观察，排水隧洞、排洪井，排水畅通、运行正常，隧洞进出口周边山体或场地皆稳定，未见滑坡、泥石流隐患。

(6) 综上分析得出杨家店尾矿库排洪系统（排水隧洞、排洪井）目前无结构性病害，能满足安全使用要求。

2023年5月份，浒坑钨业委托宜春市国投建工建材检测有限公司对新浇筑的排水井拱板进行了混凝土抗压强度检测，结果均为30MPa（设计值C30）。

与上一轮评价相比，排水构筑物没变化，仅库内水位上升了0.3m。

三、安全监测设施

（一）设计情况

1.人工观测设施

（1）浸润线观测孔

在+285.0m、+288.0m 高程及+292.0m 高程的最终尾砂堆积坝顶靠近坝轴线中心处各设置 2 个浸润线观测点，并将这 6 个浸润线观测点连成 2 条观测纵剖面。

（2）坝体位移观测装置

在+271.34m 堆石体平台、+282.22m 初期坝顶和最终+292.0m 尾砂堆积坝顶各布置一排 4 个位移观测孔（2 个基准点观测孔，2 个位移沉降观测点）。

（3）水位观测标尺

库内应设置醒目、清晰和牢固的水位观测标尺，标明正常运行水位和渡汛警戒水位。在排水井的正面从井座至井顶帖一排瓷砖，每块瓷砖 $b \times l = 10\text{cm} \times 10\text{cm}$ ，每上升至 50cm 倍数处瓷砖的颜色采用彩色且相邻颜色尽量不重复，其余均采用白色，这样可以根据井的框架横梁和露出水面瓷砖的块数来确定库内水位。

（4）水位报警装置

本工程需要在库内设置水位报警装置。本工程按三等库设防，防洪安全超高为 0.7m。当库内水位离滩顶 1.5m 时发出预警，尾矿库滩顶 10m 位置袋装尾砂充填子坝系统，准备在 20min 内建起应急防洪子坝；当库内水位离开坝顶 1.0m 时发出警报，矿方应立即停止生产；当库内水位离开坝顶 0.7m 时发出紧急警报，撤离坝上作业人员并要求下游危险区范围居民全部撤离。

2.在线监测设施

中国瑞林工程技术有限公司 2012 年 12 月提交了《江西稀有金属钨业控股集团有限公司浒坑钨矿杨家店尾矿库在线监测系统方案设计》，杨家店尾矿库在线监测系统设置的监测项目包括：坝体表面位移监测、坝体内部位移监测、浸润线监测、干滩监测、库水位监测、降雨量监测、渗流量监测、视频监控。

（1）表面位移监测

采用 GPS 法进行监测。设 3 个监测纵断面，即在初期坝 271.34m 高程平台布设 1 个监测纵断面，该断面布设 3 个监测点，在现有初期坝坝顶布设 1 个监测纵断面，该断面布设 2 个监测点，以及在尾矿库最终堆积坝坝

顶即 292.00m 高程再设 1 个监测纵断面，根据坝面长度该断面布设 3 个监测点。另外在监测管理中心的楼顶设一个位移监测基点。

(2) 内部位移监测

在尾矿库堆积坝面竖直向下钻测斜孔，在孔内分段布置固定测斜仪传感器（与测斜管结合使用），把钻孔进入基岩的最下面点作为固定点，与电压电流模块相连后，通过监测系统软件测得孔内各点的相对位移，从而监测坝体结构内部的倾斜状态。采用双轴垂直固定测斜传感器，精度：0.2%FS。

在尾矿库堆积坝上布设 1 个纵断面，在该断面中央位置布设 1 个内部位移监测点，垂直钻孔深度约 60m。监测孔每隔 10m 深设 1 个固定测斜仪传感器，安装于内径 70mm 的高强度 PVC 管内。

(3) 浸润线监测

在浸润线监测点处竖直向下钻孔，安装测压管及振弦式渗压计。通过测量渗压计的压力，转化为水头高度（高程），结合安装深度以及孔口高程即可得到坝体的浸润线高度（高程）。渗压计通过通信电缆连接振弦测量模块，监测系统软件通过测得断面内各渗压计的渗流水压力，将各点压力值换算为水位值，连成曲线得出浸润线。

布设 3 个浸润线监测横断面，其中一个沿坝体最大横断面布设。每个监测横断面上设 3 个监测点，共设 9 个。设计要求将渗压计垂直埋深至稳定地下水位下 1.0~2.0m 处。

(4) 干滩监测

采用超声液位计测量技术来测量多点干滩面高程，然后再经过相关计算得出滩顶高程、干滩长度及安全超高，测量范围 0~5m，测量误差小于

5mm。

视坝长及水边线弯曲情况，选干滩长度较短处布设 2 个断面。测量断面应尽量垂直于坝轴线布置，在几个测量结果中，选最小者作为该尾矿库的沉积滩干滩长度。每个断面布设 3 个干滩高程监测点，同时也为干滩坡度监测点，一个布设在靠近子坝内坡脚附近，另外一个布设在滩内 70m 附近，还有一个布设在滩内 150m 附近。

（6）库水位监测

在排水井位置安装 1 个振弦式渗压计，与浸润线监测原理相同，通过测量渗压计的压力，转化为浸没深度，根据初始安装高程即可得到库水位高程。

（7）降水量监测

采用容栅式雨量计。分辨率 0.01mm，小于±2%。

（8）渗流量监测

在初期坝坝脚渗流出水口位置布设矩形量水堰堰槽，在槽上安装一个超声液位计，通过超声液位计自动测得量水堰堰上水头，再根据公式算出渗流量。测量范围 0~5m，测量误差小于 5mm。

（8）视频监控

视频监控设备全部采用带红外照明的高清智能网络摄像机。设备主要性能要求：200 万像素，实时录像、回放、定时定点巡航，白天观测距离 300m（球机），100m（枪机），夜晚红外照射距离 150m（球机）50m（枪机）。经工程优化，在库内排水井、堆积坝、隧洞排水口等重要区域设置视频监控设施，共布设了 4 个视频监控点，基本覆盖整个库区。

（9）监测管理中心

将监测管理中心设在尾矿库右侧的选厂内，用于库区在线监测和视频监控。由中心机房、硬件设备、软件设备、供电及照明设备、消防设备、防雷设备等组成。现场监测设备采集的数据传输至监测管理中心服务器后，监测数据可以通过大屏幕实时显示，系统数据通过网络适时发布。所有监测数据保存于系统硬盘中，保存时限按要求设定。监测管理中心预留通讯接口，便于日后与上级安全管理部门的监控平台对接。

（二）实际情况

经现场检查，杨家店尾矿库人工观测设施有：

（1）坝体位移观测桩：在+271.34m堆石体平台和+292.0m最终尾矿堆积坝顶各布置一排4个位移观测桩（2个基准点观测桩，2个位移沉降观测点）；同时，为加强对削坡后的废石堆进行管理，分别在S1废石堆顶+310.23m、S2废石堆顶+305.64m和S3废石堆顶+316.28m各布置了一排2个位移观测桩（1个基准观测点、1个位移沉降观测点）。浒坑钨业每3个月观测一次，近些年的观测数据可知，尾矿坝位移值在0.002~0.006m之间，符合尾矿坝沉降规律，尾矿坝坝体安全稳定。

（2）浸润线观测孔：在尾矿坝+285.0m、+288.0m、+292.0m高程靠近坝轴线中心处各设有2个浸润线观测孔，并将这6个浸润线观测孔连成2条观测纵剖面，人工浸润线观测孔与在线浸润线监测孔合并一起监测。从每月一次监测结果看，各浸润线埋深值在23.0~28.5m范围内，符合规程规范要求。

（3）水位观测标尺：在排水井立柱的一侧帖有一排瓷砖、库水位标尺，每块瓷砖 $b \times l = 10\text{cm} \times 10\text{cm}$ ，每上升至50cm倍数处瓷砖的颜色采用彩色且相邻颜色尽量不重复，其余均采用白色。现库内水位在+271.4m高程。

(4) 水位报警装置：购置有手动报警器。

杨家店尾矿库的在线监测设施有：

(1) 表面位移监测：共布设有 3 个监测纵断面，即在初期坝+271.34m 高程平台布设 1 个监测纵断面，该断面布设 3 个监测点；在现有初期坝坝顶布设 1 个监测纵断面，该断面布设 2 个监测点；以及在尾矿库最终堆积坝坝顶即+292.00m 高程再设 1 个监测纵断面，根据坝面长度该断面布设 3 个监测点，安设有 GNSS 接收机。另外在浒坑钨矿尾矿库管理站的楼顶设一个位移监测基点。

(2) 内部位移监测：在尾矿堆积坝中央位置布设了 1 个纵断面、1 个内部位移监测点，垂直钻孔深度约 38m。监测孔每隔 10m 深设 1 个固定测斜仪传感器，安装于内径 70mm 的高强度 PVC 管内。

(3) 浸润线监测：共布设有 3 个浸润线监测横断面，其中一个沿坝体最大横断面布设。每个监测横断面上设 3 个监测点，共设 7 个渗压计。渗压计垂直埋深至稳定地下水位下 1.0~2.0m 处。

(4) 干滩监测：在库内沉积滩滩面上布设有 2 个断面，每个断面设 2 个干滩高程监测点，同时也为干滩坡度监测点，安设有干滩长度监控仪。

(5) 库水位监测：在库内排水井位置布设 1 个监测点，安设了库水位监控仪。

(6) 降雨量监测：在浒坑钨矿尾矿库管理站屋顶布设 1 个监测点，安设有雨量计。

(7) 渗流量监测：在初期坝坝脚渗流出水口处布设 1 个监测点。

(8) 视频监控：在库内排水井、尾矿堆积坝坝顶、尾矿坝+285m 平台、隧洞出水口附近等重要区域设置视频监控设施，共布设了 4 个视频监控点，

覆盖了整个库区。

上述在线监测设施均设有避雷装置。

(9) 监测管理中心

杨家店尾矿库在线监测监控房设在尾矿库右侧的安全生产调度指挥中心内，用于库区在线监测和视频监控。由中心机房、硬件设备、软件设备、供电及照明设备、消防设备、防雷设备等组成。该系统已与省厅尾矿库安全生产风险监测预警平台联网。

目前杨家店尾矿库在线监测系统运行正常有效、维护较好。

2.8 尾矿库辅助设施

(1) 库区值班房、应急物资库：在杨家店尾矿库右侧山坡上设有浒坑钨矿尾矿库管理站，即为库区值班房，并设有应急物资库。安排尾矿工 24h 值守、巡查尾矿库，配有值班移动电话。应急物资库摆放有耙子、土箕、编织袋、土工布、土工膜、彩文布、塑料薄膜、木桩、尼龙绳、救生圈、救生衣、安全帽、雨衣、雨裤、冲锋舟、喊话器、应急柴油发电机、潜水泵等应急物资。

(2) 通讯设施：利用移动电话联系，通信可靠性能得到保障。值班室张贴有内部联系电话表。

(3) 坝上照明，在尾矿堆积坝+282.22m 平台、+292m 高程坝顶上以及排水井上安装有照明设施，值班室配有移动照明，以满足夜间检查、监测和应急救援的需要。

(4) 上坝道路：有直通尾矿坝、排水井和排水隧洞出水口等处的库区道路，可通车，便于人员出入尾矿库，满足尾矿库管理需要。

(5) 尾矿库供电由矿山总变电所架设一条 6kV 高压线路到尾矿库变电

房，安装变压器一台，型号为 S₁₁-M-315-6.3/0.4，容量为 315kVA，专供尾矿库库区生产、照明、应急供电。

(6) 在杨家店尾矿库入库显眼处树立有尾矿库安全运行牌、安全警示牌、“一图一排三清单”，在尾矿坝、积水区附近、出入排水井路口、排水隧洞出水口等处设立有安全警示牌。

2.9 放矿工艺

浒坑钨业选矿车间选矿工艺没发生变化。杨家店尾矿库尾矿输送采用砂泵经两条 DN325mm、内衬高分子聚乙烯钢管扬送至尾矿堆积坝坝顶，再沿内坡面多条 DN150mm 分散放矿支管伸入沉积滩面放矿，防止尾矿浆冲刷内坡脚，做到了分散、均匀放矿。

2.10 安全综合管理

2.10.1 安全机构设置

浒坑钨业建立了较完善的安全管理体系：设有安全生产委员会，由党委书记、执行董事任主任，党委副书记、总经理，生产副总经理任副主任，成员由公司高层管理人员、各科室部门、二级生产单位主要负责人、外聘施工单位主要负责人、医疗代表和员工代表组成。安委会全面负责公司安全生产工作。下设安委办，挂靠在安全环保部，负责全公司安全生产日常工作。

二级生产单位设有专职安全员，负责本单位安全生产日常工作。

浒坑钨业配有安全管理人员 8 人，负责全公司的安全、环保、防尘工作。

选矿车间设有安全组，设有兼职安全员，负责杨家店尾矿库的现场安全管理，由护坝组直接负责管理。尾矿工实行 24h 值班巡查、交接班制度，

安全管理人员及尾矿工手机 24h 开机，保持通讯畅通。

2.10.2 安全生产责任制

浒坑钨业建立了包括主要负责人、其他分管负责人、安全生产管理人员、职能部门及岗位作业人员在内的安全生产责任制。并就各级安全生产责任制落实情况进行了严格的奖惩考核。

2.10.3 安全生产管理制度

浒坑钨业制定了安全检查制度、安全教育培训制度、职业危害预防制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患整改制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度等包括尾矿库安全管理在内的各种安全生产规章制度，制定了各工种操作规程（含尾矿工安全技术操作规程）和作业安全规程。各项规章制度、规程落实得较好。

2.10.4 安全生产应急救援与措施

浒坑钨业成立了由党委书记、执行董事担任总指挥，党委副书记、总经理，分管安全副总经理担任副总指挥，各部门负责人及各单位主管领导为成员的应急救援总指挥部，下设现场指挥组，现场抢救组，安全警卫组，后期保障组，通信联络组等工作小组。建立了预警、通信报告、接警处置、应急启动、现场抢救、善后处理等应急管理网络，制定了各部门职责，明确了各成员的责任。配备了各类应急救援物资器材。

浒坑钨业于 2022 年 9 月份重新修订、颁布了《江西浒坑钨业有限公司生产安全事故应急预案》。该应急预案于 2022 年 10 月 27 日，由安福县应急管理局出具了《生产经营单位生产安全事故应急预案备案登记表》，备案编号为：AF【2022】03。浒坑钨业与宜春市专业森林消防支队（原宜春市矿山救护队）签订了《非煤矿山救护协议书》，有效期壹年（自 2023 年

4月13日起至2024年4月12日止)。2023年6月29日,浒坑钨业组织开展了杨家店尾矿库溃坝事故应急演练活动。演练结束后,对演练情况进行了评估和总结,保留有演练记录、影像资料。

2.10.5 安全教育培训

浒坑钨业较重视职工的安全教育培训工作,实行公司、车间、班组三级安全教育培训制度,有安全宣传教育室,安全管理人员及特种作业人员均经培训获得相应安全资质。落实安全教培工作制度化、常态化,采取内请与外聘教培相结合,2023年度教培1989课时、566人次;尾矿工3人参加了特种作业培训、考核,做到了100%持证上岗。

2.10.6 安全措施费用

浒坑钨业制定了2023年安全措施费用提取与使用计划,计划提取、使用530万元。2023年1~10月已使用198.7万元,主要用于地下矿山、尾矿库安全设施整改,设备更新,安全教育、应急演练、安全评价、检测检验等,做到了安全费用专款专用。

2.10.7 安全检查与隐患排查、风险管控

浒坑钨业正常开展公司级、车间级、班组级安全检查工作,有公司级、车间级、班组级安全检查情况及隐患整改情况记录。

浒坑钨业下发了《关于成立隐患排查治理机构的通知》《江西浒坑钨业有限公司关于印发安全生产风险分级管控及事故隐患排查治理集中行动方案的通知》《江西浒坑钨业有限公司关于印发安全风险管控制告知及应急处置卡的通知》,建立了《生产安全事故隐患排查治理体系》和《风险管控体系》,建立健全以企业内部隐患排查治理责任清单、隐患排查分级标准、隐患闭环管理和奖惩制度(如《事故隐患排查与整改制度》《隐

患排查治理管理制度》《隐患排查治理考核办法》)等为核心的一系列隐患排查治理制度,并得到严格执行。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。

2023年浒坑钨业共进行了16次月度安全大检查和专项的安全大检查及日常的安全检查,共上报隐患排查治理体系88条隐患,其中杨家店尾矿库6条安全隐患,对检查出来的安全隐患全部及时整改完成,隐患整改率100%,做到了隐患自查自改自报闭环销号管理。并指定专人负责落实“两个15天”(每15天登录使用一次系统、每15天至少进行一次新增隐患登记)的工作要求,将本企业隐患排查治理的情况及时汇总并录入江西省安全生产监管信息系统,实现隐患整治各环节信息清晰、可控、闭环管理。

浒坑钨业组织有关人员为员工进行了危险源辨识和风险分级管控专项培训,对地下矿山、尾矿库的设备设施、作业环境、人员行为等方面存在的安全风险进行了全方位、全过程辨识,通过辨识后,填写了相应的危险源辨识表,汇编了《江西浒坑钨业有限公司安全风险分级管控措施及责任清单》,绘制了地下矿山、尾矿库风险点四色(红、橙、黄、蓝四种颜色)分布图,设置了安全风险公告栏。

2.10.8 安全生产标准化

浒坑钨业于2010年3月启动了安全生产标准化创建工作,2010年7月安全生产标准化工作进入试运行,2011年4月,经原江西省安全生产协会组织专家进行了验收,地下矿山和尾矿库都通过了标准化创建二级。2016年1月,经原江西省安全生产协会组织专家进行了地下矿山(重评)和尾矿库标准化复评验收,对选矿厂进行标准化初评验收,地下矿山、尾矿库、选矿厂均通过了标准化创建二级。2019年10月,进行了地下矿山(重评)

和尾矿库标准化验收，对选矿车间进行标准化复评验收，地下矿山、尾矿库、选矿车间均通过了标准化创建二级，2020年5月11日，取得了江西省应急管理厅颁发的杨家店尾矿库二级安全生产标准化证书，证书编号：赣AQBW II [2020] 021，有效期叁年。

2023年6月底，江西省矿检安全科技有限公司组织专家组开展了杨家店尾矿库安全生产标准化复评评审工作，浒坑钨业已按专家组评审意见落实了整改，评审资料已申报，待定级。

2.10.9 事故情况

杨家店尾矿库自投入使用以来未发生人员伤亡和设备设施事故，保持了良好的安全生产态势。

2.11 周边环境

杨家店尾矿库左侧山坡上为钨品加工厂的厂房，在隐患综合治理工程设计、施工时，考虑了杨家店尾矿库堆积坝不影响钨品加工厂的堆筑方式。

杨家店尾矿库下游 1km 范围内，共有人口 169 户，人员 348 人，分布情况为：在杨家店尾矿坝方位角 $202^{\circ} 37' 30''$ 、高差 33.2m（均以初期坝坝顶标高+273.0m 为基准）、间距 761m 处，有浒坑钨业总变电所及家属民房共计 238 幢，住有居民 78 户、261 人；在杨家店尾矿坝方位角 $271^{\circ} 17' 50''$ 、高差 29.2m、间距 361.5m 处，有浒坑钨业产品检验办公室、维修房及其他民房共计 129 幢，住有居民 32 户、58 人；在杨家店尾矿坝方位角 $233^{\circ} 11' 33''$ 、高差 32m、间距 295.1m 处，有民房 76 幢，现有居住 19 户、29 人。

杨家店尾矿库下游沟谷河道宽度为 3m，深度为 1.2m，属浒坑河，流入安福县泸水河，最终流入赣江。

初期坝坝脚下游右角 20m 处为选矿车间办公室、砂泵房及蓄水池，初期坝右角上方山坡高程+276.0m 为选矿车间厂房。

以下是与杨家店尾矿库有关的废石堆、原盗采矿硐现状情况。

(1) 废石堆

在杨家店尾矿库尾矿坝左侧库区有 S1、S2、S3 三处废石堆。废石堆均按杨家店尾矿库隐患综合治理设计要求完成了治理，2015 年，与杨家店尾矿库隐患综合治理工程一并通过竣工验收。

S1 废石堆距尾矿坝约 260m，干砌块石护坡，坡脚设高与宽均为 1.5m 的干砌块石挡墙，外坡面每隔 15m 高差设有一道宽 2.0m 的马道，外坡比为 1：2.0m。在废石堆周边有排水沟。

S2 废石堆距尾矿坝约 600m，干砌块石护坡，坡脚设高与宽均为 1.5m 的干砌块石挡墙，外坡面每隔 15m 高差设有一道宽 2.0m 的马道，外坡比为 1：2.0m。在废石堆周边有排水沟。

S3 废石堆距尾矿坝约 800m，干砌块石护坡，坡脚设高与宽均为 1.5m 的干砌块石挡墙，外坡面每隔 15m 高差设有一道宽 2.0m 的马道，外坡比为 1：2.0m。在废石堆周边有排水沟。

废石堆相关参数见表 2-6。

表 2-6 废石堆相关参数一览表

废石堆编号	顶标高 (m)	顶宽 (m)	马道高程 (m)	底标高 (m)
S1	+310.6	25.2	+295.6 、+280.6	+277.3
S2	+305.6	30.8	+290.6	+267.0
S3	+317.2	43.6	+302.2、+287.2	+271.6

(2) 原盗采矿硐

原 1#、2#盗采矿硐（以下简称 1#硐、2#硐）位于杨家店尾矿库尾矿坝

右侧库区范围内，其中：1#硐距离尾矿坝约 500m，硐口高程为+274.5m。1#硐断面为圆形，直径 $D=0.8\text{m}$ ，进口垂直段长 1.5m、水平段长 4.0m，之后通过倾角为 75° 、直径 $D=1.2$ 的斜洞与矿区+240m 坑洞相连；先前已在 1#硐长约 1.5m 的垂直段和长约 2.0m 水平段被 C20 素混凝土封堵，且在进口加盖了直径 $D=1.5\text{m}$ 、厚约 25cm 的 C20 钢筋混凝土盖板。

2#硐距离尾矿坝约 470 m，硐口高程为+288.9m。2#硐断面为圆形，直径 $D=0.9\text{m}$ ，进口垂直段长 1.64m、水平段长 7.0m，之后通过倾角为 75° 、直径 $D=1.2$ 的斜洞与矿区+240m 坑洞相连。先前已在 2#硐长约 1.64m 的垂直段和长约 2.0m 水平段被 C20 素混凝土封堵，且在进口加盖了直径 $D=1.7\text{m}$ 、厚约 30cm 的 C20 钢筋混凝土盖板。

1#、2#硐均已按杨家店尾矿库隐患综合治理设计要求进行了封堵、密实，隔断了其与地表尾砂、水、采空区和采矿坑道之间的联系。2015 年，与杨家店尾矿库隐患综合治理工程一并通过了竣工验收。具体封堵措施为：

采用 C25 混凝土将 1#硐的进口段和水平人行通道进行封堵：将矿硐周边的岩石凿毛，现浇混凝土水平段长 7.0m，其下游接长 2.0m 的浆砌块石挡板，并在挡板的顶部铺设了一根 DN75×6 的通气管，混凝土封堵段完全密实后关闭了通气管进口阀门。

采用 C25 混凝土将 2#硐的进口段和水平人行通道进行封堵：将矿硐周边的岩石凿毛，现浇混凝土水平段长 2.5m，其下游接长 2.0m 的浆砌块石挡板，并在挡板的顶部铺设了一根 DN75×6 的通气管，混凝土封堵段完全密实后关闭了通气管进口阀门。

（3）+240m 坑道封堵

240m 坑道走向为向库外西北方向延伸。为进一步提高现有采矿坑道的安全性，截断杨家店尾矿库与现有采矿区之间的联系，隐患综合治理工程

实施时，在“63 穿 1 沿 1”采空区与+240m 坑道交点附近增设一道封堵段，长 10m，封堵材料为 C25 混凝土，将矿硐周边的岩石凿毛，并在现浇混凝土段上游接长 2.0m 的浆砌块石挡板，在挡板的顶部铺设一根 DN75×6 的通气管，混凝土封堵段完全密实后关闭了通气管出口阀门。

(4) 1#、2#硐与采场采空区和正在使用的采矿巷道之间的相互联系

① 库区只有 1#、2#硐与“63 穿 1 沿 1”采空区相连；

② “63 穿 1 沿 1”采空区、废弃的 240 坑道和正在使用的采矿坑道均位于库区的西侧，库区底部无矿脉存在，亦无采矿坑道通过；废弃的+240m 坑道和正在使用的+90m、+40m、-10m、-60m、-110m 等五个采矿坑道与地面之间的联系通道为 1#、2#竖井；

③ “63 穿 1 沿 1”采空区上部及周边的岩石为中风化和强风化白云母花岗岩，中粒~中细粒结构，致密块状，硬度分数为 12~13，矿脉顶底板坚硬而稳固，无大型构造裂隙带存在。

经现场查看，S1、S2、S3 三处废石堆未遭外力破坏，均无滑坡、塌陷等不良现象，也未见新增废石或人工取石现象，处于安全稳定状态，现状运行良好。

杨家店尾矿库设计尾砂最终堆积高程+292.0m，正常蓄水位+284.0m，最高洪水位+288.4m，比 1#硐口高出 13.9m，略低于 2#硐口。目前杨家店尾矿库尾矿坝滩顶高程为+285.5m，库水位高程为+271.4m，水位与滩顶高差为 14.1m、与 1#、2#硐分别相差为 3.1m、17.5m。1#、2#硐已封堵，与杨家店尾矿库相互之间无安全影响，1#、2#硐未遭外部因素破坏，状况良好。

3 辨识与分析危险、有害因素

尾矿库是矿山的一项重要生产设施，它的运行状况好坏，直接关系到矿山的安全生产和人民生命财产的安全。据统计，在世界上的各种重大灾害中，尾矿库灾害仅次于发生地震、霍乱、洪水和氢弹爆炸而居于第 18 位。它一旦发生事故，必将对下游地区居民的生命和财产造成巨大灾害，并对环境造成严重污染。

3.1 尾矿库病害的产生原因

尾矿库从勘察、设计、施工到使用的全过程中，任何一个环节有毛病，都可能导致尾矿库不能正常使用。其中，由于生产管理不善、操作不当或外界环境因素干扰所造成的病害比较容易检查发现；而勘察、设计、施工或其它原因造成隐患，在使用初期不易显现出来，这些常被人忽视的隐患往往属于很难补救和治理的病害。

3.1.1 勘察因素造成的病害

对库区、坝基、排洪管线等处的不良地质条件未能查明，就可能造成库内滑坡、坝体变形、坝基渗漏、排洪涵管断裂、排水井倒塌等病害。

对尾矿堆坝坝体及沉积滩的勘察质量低劣，则导致稳定分析、排洪能力等结论的不可靠。

3.1.2 设计因素造成的病害

设计质量低劣表现在基础资料不确切、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。尽管目前设计单位资质齐全，但上述因素造成尾矿库带病运行的现象屡见不鲜。由此造成的隐患大多为坝体在中、后期稳定性和防洪能力不能满足设计规范的要求。其次，排水构筑物出现断裂、气蚀、倒塌

等病害也可能是由于设计人员技术不高或经验不足所造成。

3.1.3 施工因素造成的病害

初期坝施工中清基不彻底、坝体密实度不均、坝料不符合要求、反滤层铺设不当等，会造成坝体沉降不均、坝基或坝体漏矿、后期坝局部塌陷；排洪构筑物有蜂窝、麻面或强度不达标，当负荷逐渐增大时，会造成掉块、漏筋、断裂、甚至倒塌等病害。

3.1.4 操作管理不当造成的病害

在长期生产过程中，由于操作不当造成的常见病害和隐患如下：

- 1.放矿支管开启太少，造成沉积滩坡度过缓，导致调洪库容不足；
- 2.未能均匀放矿，沉积滩此起彼伏，造成局部坝段干滩过短；
- 3.长期独头放矿，致使矿浆顺坝流淌，冲刷子坝坡脚，且易造成细粒尾矿在坝屑大量聚积，严重影响坝体稳定；
- 4.长时间不调换放矿点，造成个别放矿点的矿浆外溢，冲刷坝体；
- 5.巡查不及时，放矿管件漏矿冲刷坝体；
- 6.坝面维护不善，雨水冲刷拉沟，严重时会造成局部坝段滑坡；
- 7.每级子坝高度堆筑太高，致使坝前沉积厚层抗剪强度很低、渗透性极差的矿泥，抬高了坝体内的浸润线，对坝体稳定十分不利；
- 8.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。

由于管理不当造成的问题主要表现在未能有效地对勘察、设计、施工和操作进行必要的审查和监督；对设计意图不甚了解，片面追求经济效益，未按设计要求指导生产；对防洪、防震问题抱有侥幸心理；明知有隐患，不能及时采取措施消除；未经原设计同意，擅自修改设计等。

3.1.5 其他因素造成的病害

暴雨、地震之后可能对坝体、排洪构筑物造成病害：

1.由于矿石性质或选矿工艺流程变更，引起尾矿性质（粒度组成、粒径、比重、矿浆浓度等）的改变，而这种改变如果对坝体稳定和防洪不利时，自然会成为隐患；

2.因工农关系未协调好，而产生的干扰常常造成尾矿库隐患。如农民在库区上游甚至于在库区以内乱采、滥挖等。

根据实际发生事故的统计资料，各种尾矿库事故发生的原因与比例见表 3-1。

表 3-1 尾矿库失事的主要原因分析表

失事原因	洪水漫顶	坝身渗漏 (包括管涌)	基础渗漏 (包括管涌)	排洪或 泄水工程	其他
比例 (%)	28	19	22	16	15

通过统计分析可知，洪水漫顶和渗漏破坏造成的失事几率较大。洪水漫顶的主要原因：

- (1) 排水系统能力不够；
- (2) 尾矿库的调洪能力和安全超高过小；
- (3) 用子坝挡水；
- (4) 管理中的失误造成排水系统堵塞。

坝身渗漏的主要原因：

- (1) 尾矿坝无排渗设施；
- (2) 尾矿干滩长度和澄清距离过短；
- (3) 尾矿坝下游坝面坡度过陡；
- (4) 从库侧或库后排矿。

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。

排洪或泄水工程发生事故的主要原因：

- (1) 排水设施的施工质量不符合设计要求；
- (2) 排水工程基础不稳而未进行处理；
- (3) 管理措施不当或误操作引发。

事故分析还表明，地基渗漏失事多发生在 4 年坝龄以前，而 50% 发生在运行的第一年里；坝身渗漏造成失事的有三分之一发生在竣工后 5 年之内；溢洪泄水构筑物破坏有 1/3 发生在施工后的一年之内，而泄流失事的有 60% 在泄流时发生；坝坡或坝肩滑动而失事的，96% 在竣工 15 年后发生；因不均匀变形，贯穿性裂缝而失事的，60% 以上是在坝体竣工后很快发生。

3.1.6 尾矿库失事实例

实例 1：2003 年 6 月，因大杨家店地区普降大雨，8 日槽对坑尾矿库东侧下游山体因土体水饱和而产生滑坡，导致溢洪道的陡坡段中部出现断裂和导流管中间折断，尾矿库的排洪通道受到严重影响。

实例 2：湖北省大冶有色金属公司龙角山铜矿尾矿库溃坝，死亡 28 人，失踪 3 人。

实例 3：大厂鸿图尾矿库倒塌，导致 28 人死亡，56 人受伤、70 多间房屋倒塌的重大事故。

实例 4：2006 年 4 月 30 日 18 时 24 分，陕西省商洛市镇安县黄金矿业有限责任公司尾矿库在加高坝体扩容施工时发生溃坝事故，外泄尾砂量约

20 万 m³，冲毁居民房屋 76 间，22 人被淹埋，5 人获救，17 人失踪。

实例 5：2006 年 12 月 27 日，贵州紫金矿业股份有限公司贞丰县水银洞金矿尾矿库子坝发生塌溃事故，约 20 万 m³ 尾矿下泄，造成 1 人轻伤，下游 2 座水库受到污染，其中，约 17 万 m³ 尾矿排入小厂水库(废弃水库)，3 万 m³ 尾矿溢出小厂水库后进入白坟水库（农灌水库）。

实例 6：2008 年 9 月 8 日山西省襄汾县新塔矿业公司尾矿坝溃坝，死亡 281 人。

3.2 尾矿库危险、有害因素分析

3.2.1 滑坡（坝坡失稳）

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。

经现场检查，杨家店尾矿库尾矿坝无此现象。

3.2.2 洪水漫顶

洪水漫顶是造成尾矿库事故的主要危险因素，造成洪水漫顶的原因有：

- 1.排水系统能力不够；

2.尾矿库的调洪能力和安全超高过小；

3.管理中的失误造成排水系统堵塞。

经现场检查，杨家店尾矿库无此现象。

3.2.3 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。

（1）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。

（2）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。

经现场检查，杨家店尾矿库无此现象。

3.2.4 排水、泄洪构筑物破坏

1.排洪构筑物堵塞

排洪构筑物堵塞导致排洪能力急剧下降，库水位上升，安全超高不够，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。

2.排洪构筑物错动、断裂、气蚀、垮塌

排洪构筑物错动、断裂常常造成大量泄漏，垮塌造成堵塞，排洪能力急剧下降，直接危及坝体安全。

排洪构筑物断裂、垮塌常由下列原因引起：

(1) 未按设计要求施工；

(2) 排洪管线等地的地基不均匀沉陷；出现不均匀或集中荷载；水流流态改变等；

(3) 排洪构筑物有蜂窝、麻面或强度不达标，当负荷逐渐增大时，会造成掉块、漏筋、断裂、甚至倒塌等病害。

3.排洪构筑物排洪能力不足

排洪构筑物排洪能力不足就不能及时排泄设计频率暴雨的洪水，库水位上升，危及坝体安全。

导致排洪构筑物排洪能力不足的主要原因有：

(1) 原设计洪水标准低于现行标准；

(2) 为节约投资，人为缩小排洪通道断面尺寸；

(3) 排洪通道存在限制性“瓶颈”。

经现场检查，杨家店尾矿库排水构筑物无此现象。

3.2.5 调洪库容不足

调洪库容不足将降低尾矿库的防洪能力，遇大洪水时将造成溃坝事故。导致调洪库容不足的原因有：汛期保持高水位运行，造成调洪库容不足。经现场检查，杨家店尾矿库无此现象。

3.2.6 裂缝

裂缝是尾矿坝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.坝基承载能力不均衡；
- 2.坝体施工质量差；
- 3.坝身结构及断面尺寸设计不当。

经现场检查，杨家店尾矿库无此现象。

3.2.7 淹溺

操作人员进行排水井预制件添加等作业时，不慎坠入水中，及人员在巡查尾矿库时意外坠入水中，或误入汇水区域游泳发生意外，将造成人员淹溺窒息。

3.2.8 高处坠落

高处坠落是指在 2m 以上高处作业中发生坠落造成的伤亡事故。本项目主要是指在库区（包括排水井、尾矿坝等处）巡查、排水井预制件添加时，思想麻痹、身体、精神状态不良等意外发生高处坠落事故。

3.2.9 粉尘

在干旱季节和久晴未雨的情况下，遇上刮风时尾矿堆积坝的下游坡和尾矿库的干滩面上部分粒径较小的尾砂将会被风扬起，产生扬尘，对人体产生危害，或对环境产生污染。

3.2.10 库区山体滑坡、塌方和泥石流

库区山体滑坡、塌方和泥石流会阻塞库内排洪系统造成洪水漫顶，对

尾矿库的安全产生不利影响。杨家店尾矿库排水井上方山体经人工开挖，在持续暴雨季节易塌方，造成排水井堵塞。

经现场检查，库区内人工开挖地段已采用素砼喷浆方式进行了硬化、护坡，或已恢复了植被，山体滑坡、塌方和泥石流发生的可能性很小。原先遗留的废石堆也在隐患综合治理工程中，得以全面整治，经多年运行、检查情况表明，废石堆一直保持稳定状态、无滑塌迹象。

3.2.11 放矿不当

杨家店尾矿库属山谷型尾矿库，如果放矿不均匀的话，堆积坝坝顶高程将不能保持基本一致，容易导致沉积滩长度或滩顶最低高程不满足防洪设计要求，造成洪水漫顶甚至溃坝事故。

现杨家店尾矿库已达最终设计堆坝高程，已按设计要求在尾矿堆积坝内坡面一定距离，均匀分散放矿，不存在放矿不当现象。

3.2.12 严寒冰冻

库区最低气温 - 8.3℃，冬天有霜冻，年无霜期 279d，最长 323d，最短 247d。

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。

3.2.13 台风

库区春、夏两季有大风，属热带风暴，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。

3.2.14 雷电

库区地处山林区，暴雨时，一般夹击雷电现象，尤其是夏季，为雷电多发期。雷电多发生在尾矿库空旷地带，如初期坝、堆积坝、沉积滩、供电线路沿线等处，雷电通过闪电形成强大电流、高温对人、建构筑物、树木等进行破坏，造成人员伤亡、火灾、建构筑物损坏。

3.2.15 车辆伤害

杨家店尾矿库设有检查便道、林区运输便道，人员一般乘坐汽车进入库区检查，或当地林户运输砍伐下来的竹木，虽然只是在库区内进行作业，但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以及道路状况差（路面坑坑洼洼、偏窄、弯多，无转弯镜、回车道、限速标志）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。

3.2.16 物体打击

安装或拆卸排水井拱板作业过程中，若操作人员注意力不集中、不专心或作业现场条件不良，拱板滚落伤人。

3.2.17 触电

杨家店尾矿库库内架设有照明、在线监测设施供电线路，存在着触电危害。

触电危害的主要原因：

1. 电器设备、线路在设计、安装上存在缺陷，或在运行中缺乏必要的检维修维护，造成漏电、短路、接头松脱、绝缘失效等；

- 2.没有必要的安全技术措施（如漏电保护等）或安全技术措施失效；
- 3.雷雨时期，需要巡库，可能发生雷击伤害事故；
- 4.运行管理不当，管理制度不完善，组织措施不健全；
- 5.操作失误，或违章作业等。

危害后果：

触电伤害是由电流的能量造成的，当电流流过人体时，人体受到局部电能作用，使人体内细胞的正常工作受到不同程度的破坏。会引起压迫感、打击感、痉挛、疼痛、呼吸困难、血压异常、昏迷、烧伤、严重的会引起窒息、心室颤动导致死亡。

3.2.18 动植物危害

杨家店尾矿库地处林区，可能有蛇、虫、土蜂以及荆棘等，人员巡库过程中，容易诱发蛇、虫、土蜂及荆棘意外咬、刺伤。

3.3 重大危险源辨识与重大生产安全事故隐患识别

1.重大危险源辨识

《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》（安监管协调字〔2004〕56号）曾经将四等及以上的尾矿库纳入重大危险源进行监督管理。《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）中，已将《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》宣布失效，即取消了尾矿库进行重大危险源申报登记工作。依据《中华人民共和国安全生产法》和《危险化学品重大危险源辨识》，“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，但浒坑钨业选矿车间排放的尾矿属于 I 类一般

工业固体废物，不在危险物品之列，杨家店尾矿库目前不属于重大危险源范畴。但尾矿库是矿山企业重要的危险源，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。企业仍应登记建档、定期检测、评估、监控，并制定应急预案，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，并报应急部门备案。

2.重大生产安全事故隐患识别

依据《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》，对杨家店尾矿库进行重大事故隐患识别，识别结果如下：

表3-2 杨家店尾矿库重大事故隐患识别情况表

序号	重大事故隐患	现场现场检查情况	识别结果
1	库区或者尾矿坝上存在未按设计进行开采、挖掘、爆破等危及尾矿库安全的活动。	无此现象	无重大隐患
2	坝体存在下列情形之一的： 1.坝体出现严重的管涌、流土变形等现象； 2.坝体出现贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象； 3.坝体出现大面积纵向裂缝，且出现较大范围渗透水高位出逸或者大面积沼泽化。	无此现象	无重大隐患
3	坝体的平均外坡比或者堆积子坝的外坡比陡于设计坡比。	尾矿坝的外坡比符合设计值	无重大隐患
4	坝体高度超过设计总坝高，或者尾矿库超过设计库容贮存尾矿。	无此现象	无重大隐患
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。	无设计要求。	无重大隐患
6	采用尾矿堆坝的尾矿库，未按《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第6.1.9条规定对尾矿坝做全面的安全性复核。	进行了全面安全性复核。	无重大隐患
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。	浸润线埋深在23.0~28.5m范围内。	无重大隐患
8	汛前未按国家有关规定对尾矿库进行调洪演算，或者湿式尾矿库防洪高度和干滩长度小于设计值，或者干式尾矿库防洪高度和防洪宽度小于设计值。	进行了调洪演算。	无重大隐患
9	排洪系统存在下列情形之一的： 1.排水井、排水井、排水管、排水隧洞、拱板、盖板等排洪构筑物混凝土厚度、强度或者型式不满足设计要求； 2.排洪设施部分堵塞或者坍塌、排水井有所倾斜，排水能力有所降低，达不到设计要求； 3.排洪构筑物终止使用时，封堵措施不满足设计要求。	排洪系统符合设计要求，无堵塞、坍塌、倾斜现象。排洪系统均处于正常运行状况。终止使用的排洪构筑物按设计要求封堵，无异常现象。	无重大隐患
10	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	无此现象	无重大隐患
11	多种矿石性质不同的尾砂混合排放时，未按设计进行排放。	无此现象	无重大隐患
12	冬季未按设计要求的冰下放矿方式进行放矿作业。	无此现象	无重大隐患

13	安全监测系统存在下列情形之一的： 1.未按设计设置安全监测系统； 2.安全监测系统运行不正常未及时修复； 3.关闭、破坏安全监测系统，或者篡改、隐瞒、销毁其相关数据、信息。	运行正常	无重大隐患
14	干式尾矿库存在下列情形之一的： 1.入库尾矿的含水率大于设计值，无法进行正常碾压且未设置可靠的防范措施； 2.堆存推进方向与设计不一致； 3.分层厚度或者台阶高度大于设计值； 4.未按设计要求进行碾压。	无此项。	无重大隐患
15	经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数小于国家标准规定值的 0.98 倍。	经验算，尾矿坝坝体在各类工况均处于安全稳定状态。	无重大隐患
16	三等及以上尾矿库及“头顶库”未按设计设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，或者应急道路无法满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	设有应急道路。	无重大隐患
17	尾矿库回采存在下列情形之一的： 1.未经批准擅自回采； 2.回采方式、顺序、单层开采高度、台阶坡面角不符合设计要求； 3.同时进行回采和排放。	无此现象（无此项）。	无重大隐患
18	用以贮存独立选矿厂进行矿石选别后排出尾矿的场所，未按尾矿库实施安全管理的。	开展了尾矿库安全管理活动。	无重大隐患
19	未按国家规定配备专职安全生产管理人员、专业技术人员和特种作业人员。	配有安全管理人员、专业技术人员、尾矿工。	无重大隐患

经现场检查，杨家店尾矿库不存在上述重大生产安全事故隐患，故杨家店尾矿库目前无重大生产安全隐患。

3.4 危险、有害因素分析结论

3.4.1 危险、有害因素产生的原因

- 1.勘察因素造成；
- 2.设计因素造成；
- 3.施工因素造成；
- 4.操作管理不当造成；
- 5.其他因素造成。

3.4.2 危险、有害因素分析结果

- 1.杨家店尾矿库不属于重大危险源，无重大事故隐患。

2.杨家店尾矿库可能存在：滑坡（坝坡失稳），洪水漫顶，渗漏，排水、泄洪构筑物破坏，调洪库容不足，裂缝，淹溺，高处坠落，粉尘，库区山体滑坡、塌方和泥石流，触电、车辆伤害、物体打击，动植物危害等不良环境因素及其他因素造成的病害。其中坝坡失稳、排水构筑物破坏、淹溺、库区山体滑坡为本库主要危害因素，在日常管理过程中应引起高度重视。

4 安全评价单元划分和选择

4.1 评价单元划分

按照评价单元划分原则和方法，考虑杨家店尾矿库实际情况和尾矿库中危险、有害因素的危害程度，划分为以下五个单元：

- 1.安全综合管理单元
- 2.尾矿坝体单元
- 3.防洪排水系统单元
- 4.安全监测设施单元
- 5.库区环境单元

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特点、具体条件和需要，考虑评价对象的特征以及评价方法的特点而确定的。根据该尾矿库危险、有害因素的特征以及安全评价导则的要求，本评价报告采用尾矿库调洪演算、坝体稳定计算、安全检查表法。

表 4-1 评价方法一览表

评价单元	评 价 方 法
综合安全管理	安全检查表法
尾矿坝体	安全检查表法、坝体稳定计算、事故树分析
防洪排水系统	安全检查表法、尾矿库调洪演算、事故树分析
安全监测设施	安全检查法
库区环境	安全检查表法

5 定性、定量安全评价

5.1 综合安全管理单元

5.1.1 安全检查表评价

运用《江西省尾矿库安全检查表》（已按现行规程规范要求进行了修订，下同），对杨家店尾矿库整个系统的综合安全管理单元进行评判，具体情况如表 5-1 所示。

表 5-1 综合安全管理单元安全检查表

项目	检查内容	检查依据	检查方法及地点	检查记录	标准分值	评分标准	得分	
1. 安全许可	1.1安全生产许可证合法性。	《安全生产许可证条例》第二条	查有效证件	有效	否决项	任一项不符合即否决	/	
	1.2安全生产许可证有效性。							
2. 设计与评价	1.3安全生产许可证是否年检。							
	2.1尾矿库的勘察、设计、安全评价、施工及施工监理等工作必须由具有相应资质的单位承担。	《尾矿库安全监督管理规定》第十条	查设计文件、有效证书	有	否决项		符合	
	2.2尾矿坝堆积至设计最终坝高的1/2~2/3高度时，应对尾矿堆积坝进行工勘和稳定性分析。	《尾矿库安全规程》第6.1.9条	查工勘和稳定性分析文件	暂未堆筑堆积坝。		否决项		符合
	2.3在用尾矿库进行回采再利用或闭库、停用的尾矿库重新启用或改作他用时，必须按照尾矿库建设的规定进行工程设计、安全评价和审批。	《尾矿库安全规程》第4.1、7.1、7.2、7.10、8.2条；《尾矿库安全监督管理规定》第二十七条	1.查有关资料、文件、制度及规程、规范 2.查工勘和稳定性分析文件	无此项	否决项	无设计或设计未经批准的否决，出现影响安全的倒扣6分	/	
2.4进行回采再利用时，必须严格按照批准的设计规划进行回采、排砂和排水，不得影响继续使用的尾矿坝和排洪设施的安全。								
3. 安全管理	3.1应有实测的尾矿库现状图（尾矿坝平、剖面图、排洪及排水设施系统图，实测图纸有效期为六个月内）及尾矿年排放计划	《尾矿库安全规程》第11.1.3条	对照设计、现状查图纸资料	有	否决项	无图纸的否决，无计划的倒扣3分	符合	
	3.2建立和健全各级各岗位人员安全生产责任制	《尾矿库安全规程》第6.1.1条；《安全生产法》《安全生产许可证条例》国	1.查有关资料、文件、制度及规程、规范 2.查有效	有	10	缺1项扣2分	10	
	3.2.1尾矿库主要负责人安全生产责任制；							
	3.2.2尾矿库分管负责人安全生产责任							

	制； 3.2.3尾矿库安全生产管理人员安全生产责任制； 3.2.4尾矿库职能管理部门安全生产责任制； 3.2.5尾矿工岗位安全生产责任制。	家安监局、煤监局第9号令；《金属非金属矿山安全规程》第4.1.2条	证件、证书					
3. 安全管理	3.3企业应建立各项安全生产管理制度 3.3.1尾矿库日常和定期的检查制度； 3.3.2尾矿库应急管理制度 3.3.3隐患排查与整改制度； 3.3.4特殊状况安全检查制度； 3.3.5安全评价制度； 3.3.6尾矿库事故管理制度； 3.3.7监控、监测制度。	《尾矿库安全规程》第6.1.1条；《安全生产许可条例》；《金属非金属矿山安全规程》第4.1.2、4.2.2、4.2.3、4.3.1、4.5.1、4.5.5、	1.查有关资料、文件、制度及规程、规范 2.查有效证件、证书	无3.3.4、且无运行记录	14	制度缺1项扣1分；1项制度未运行或运行差扣1分	12	
	3.4制定各工种岗位安全操作规程。	4.4.2、4.1.8条；《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》；《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》；《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》		有	2	缺1项扣1分	2	
	3.5主要负责人、分管安全工作负责人和安全管理人員经过安全培训，考核合格，持证上岗。	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》		有	否决项	任一类人员无证就否	符合	
	3.6特种作业人员经有关部门考核合格，取得上岗资格。	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》		有	否决项	尾矿工无证就否	符合	
	3.7对从业人员进行安全知识培训，新员工、转岗员工应接受三级安全教育。	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》		有	3	不符合不得分	3	
	3.8制定应急救援预案及进行不定期演练有与邻近应急救援组织签订的救护协议。	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》		符合	5	不符合不得分	5	
	3.9按规定提取和使用安全技术措施费用； 3.9.1有保证安全生产投入的文件； 3.9.2有安全投入使用计划； 3.9.3有购置安全设施设备等实物证明。	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》		无3.9.3	5	缺1项扣1分	4	
	3.10从业人员按规定穿戴和使用劳动防护用品与用具。	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》		符合	2		2	
	3.11参加安全生产保险； 3.12有为从业人员缴纳安全生产责任保险证明； 3.13保险人数与从事尾矿库管理、尾矿工的的实际人数相符。	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》		符合	5	不符合不得分	5	
	3.14应有防震与抗震措施。	《构筑物抗震设计规范》		查记录	有制度	5		5
	3.15建立安全生产标准化体	《金属非金属矿山安全标		查记录	有记录，			符合

	系。	准化规范 导则》		证书有效			
	3.16 开展隐患排查、风险管控双体系预防机制。	《江西省安委会办公室关于推动生产经营单位构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制的指导意见》	查记录	有隐患排查整改台账、有风险管控“一图一牌三清单”			符合
小计					51		48

5.1.2 综合安全管理单元评价小结

经检查，浒坑钨业于 2006 年取得了原江西省安全生产监督管理局颁发的杨家店尾矿库安全生产许可证，证书编号：(赣)FM 安许证字[2006]M0164 号，进行了延期换证，处有效期内。浒坑钨业设有安全管理机构，配备有专职安全管理人员，安全管理体系健全，制定了各种安全生产管理规章制度、安全生产责任制和应急救援预案，安全管理措施落实较好；主要负责人和安全管理人员经安全培训机构培训、考核合格，持有安全资格证，有尾矿工 3 人，全部持证上岗，符合规范要求；尾矿库勘察、设计、评价均由有资质单位承担，符合相关规范要求；尾矿库有实测图纸且在有效期内，浒坑钨业为员工办理了工伤保险、安全生产责任险。尾矿库现场安全管理较为规范。经安全检查表分析、评判，杨家店尾矿库综合安全管理单元应得分 51 分，实际分 48 分，得分率为 94.12%，杨家店尾矿库综合安全管理单元符合安全生产条件。

5.2 尾矿坝体单元

5.2.1 安全检查表评价

运用《江西省尾矿库安全检查表》对杨家店尾矿库的尾矿坝坝体现状进行评判，对其安全性进行评述，具体见表 5-2。

表 5-2 尾矿坝体安全检查表

项目	检查内容	检查依据	检查方法及地点	检查记录	标准分值	评分标准	得分
初期坝、拦挡坝、堆积坝、副坝、拦水坝坝体和排水棱体	1.初期坝、拦挡坝、堆积坝、副坝、拦水坝坝体和排水棱体 1.1顶高程必须符合设计要求 1.2顶宽度必须符合设计要求 1.3筑坝材料必须符合设计要求 1.4内外坡比必须符合设计要求，当坝坡陡于设计值时，其稳定性必须符合规范要求	《尾矿库安全规程》第5.6.2、6.1.5、6.1.6条	对照设计、稳定性分析文件 查现场	坝顶高程、顶宽、内外坡比均与设计一致，稳定性符合要求	10	任1项不符合就不得分	10
	1.5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。	《尾矿库安全规程》第6.9条	查现场	无此现象	危库		—
	1.6经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数小于规范值的0.95。	查稳定性分析文件	大于规范值			—	
	1.7坝体出现浅层滑动迹象。	《尾矿库安全规程》第6.9条	查现场	无此现象	险库		—
	1.8经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数小于规范值的0.98。		查稳定性分析文件	大于规范值		—	
	1.9坝体出现大面积纵向裂缝，且出现较大范围渗透水高位出逸，出现大面积沼泽化。		查现场	无此现象		—	
	1.10经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数满足规范规定值，但部分高程上堆积边坡过陡，可能出现局部失稳。		查稳定性分析文件和现场	无此现象	病库	—	
	2.1坝体应设位移、沉降和浸润线安全监测设施。	《尾矿库安全规程》第5.5.2条	对照设计查现场	符合	5	不符合不得分	5
	2.2浸润线位置局部过高，有渗透水逸出，坝面局部出现沼泽化。	《尾矿库安全规程》第6.9条	查观测记录、现场	无此现象	病库		正常库
	2.3坝面出现纵向或横向裂缝。	查现场	无裂缝			正常库	
2.4马道的高程、宽度必须符合设计要求。	《尾矿设施设计规范》第4.5.5、4.5.7条，《尾矿库安全规程》第5.3.20条	对照设计查现场	符合	4	不符合不得分	4	
2.5坝面排水沟的数量、尺寸必须符合设计要求，并保持畅通。		畅通	4	4			
2.6上游式尾矿坝的堆积坝下游坡面上，应结合排渗设施每隔6~10m高差设置排水沟。	对照设计、规范查现场	有排水沟	3	3			
2.7坝面未按设计设置排水沟，冲蚀严重，形成较多或较大的冲沟。	《尾矿设施设计规范》第4.5.9条，《尾矿库安全规程》第6.9条、第5.3.20条	查现场	无冲沟	病库		正常库	
2.8尾矿堆积坝下游坡与两岸山坡结合处的山坡上设置的截水沟应符合设计要求，并畅通。	对照设计查现场	有坝肩沟			正常库		
2.9堆积坝外坡未按设计覆土、植被。	第5.3.20条		覆土、			正常	

					植被			库
	2.10尾矿坝下游坡面上,不得有积水坑存在。	《尾矿库安全规程》第6.3.11条	查现场	无此现象	3			3
拦挡坝	3.1尾矿库拦挡坝在设计洪水水位时,其安全超高不得小于最小安全超高、最大风雍水面高度和最大风浪爬高三者之和。地震雍浪高度可根据抗震设防烈度和水深确定,可采用0.5~1.5m。	《尾矿设施设计规范》第4.2.3条,《尾矿库安全规程》第5.3.11、5.3.12条	对照设计查现场	无此项	5	不符合不得分		—
	3.2挑流鼻坎应与设计的相符,施工质量合格,下泄水不得冲刷坝脚。	《尾矿库安全规程》第5.6.2条	对照设计查现场	无此项	5			—
初期坝	4.1上游式尾矿堆积坝的初期透水堆石坝坝高与总坝高之比值不宜小于1/8。	《尾矿设施设计规范》第4.1.3条,《尾矿库安全规程》第5.3.3条	查设计与现场并进行验算	无此项	5			—
初期坝、拦挡坝、堆积坝、副坝、水坝和堆积坝	4.2透水初期坝上游坡面采用土工布组合反滤层时,土工布嵌入坝基及坝肩的深度不得小于0.5m,并需用土料填塞密实。	《尾矿设施设计规范》第4.5.4条	查设计文件、竣工、监理报告、现场	无此项	5			—
	4.3初期坝高度的确定除满足初期堆存尾矿、澄清尾矿水、尾矿库回水和冬季放矿要求外,还应满足初期调蓄洪水要求。	《尾矿设施设计规范》第4.1.3条,《尾矿库安全规程》第5.3.3条	查设计与场察	符合	7			7
	5.1坝上必须配备有通讯照明设备、各种安全监测设施、救生设备。	《尾矿库安全规程》第9.7.1条	查现场	符合	2			2
	5.2每一期筑坝充填作业之前,必须进行岸坡处理。岸坡处理应做隐蔽工程记录,如遇泉眼水井、地道或洞穴等,要采取有效措施进行处理,经主管技术人员检查合格后方可充填筑坝。	《尾矿库安全规程》第6.3.3条	查尾矿库工程档案、现场	符合	3		不符合不得分	3
	5.3每期子坝堆筑完毕,应进行质量检查,检查记录需经主管技术人员签字后存档备查。	《尾矿库安全规程》第6.1.6、6.3.5条	查现场查尾矿库工程档案	符合	2			2
	5.4坝下游坡面不得有冲刷、拉沟现象。	《尾矿库安全规程》第6.3.11条	查现场	少量拉沟	4			0
	5.5若同一尾矿库内,建有一座或几座尾矿堆积坝体时,不得将细粒尾矿排至尾矿堆积坝前。	《冶金矿山尾矿设施管理规程》第4.2.9条	查现场	无此项	7			—
	5.6坝面不得出现局部隆起、塌陷、流土、管涌、渗水量增大或渗水变浑等异常情况。	《尾矿库安全规程》第6.9条	查记录、现场	无此现象	7			7
	5.7上游式尾矿筑坝,应于坝前均匀分散放矿(修子坝或移动放矿管时除外)。在沉积滩范围内不允许有大面积矿泥沉积;沉积滩顶应均匀平整;沉积滩坡度及长度应符合设计要求;矿浆排放不得冲刷初期坝和子坝,严禁矿浆沿子坝内坡趾流动冲刷坝体;放矿是否有专人管理。	《尾矿库安全规程》第6.3.4条	查尾矿库工程档案、现场	无此现象	7		不符合不得分	7

	5.8坝体较长时应采用分段交替放矿作业,使坝体均匀上升,滩面不得出现侧坡、扇形坡或细颗粒尾矿大量集中沉积于一端或一侧。	《尾矿库安全规程》第6.3.4条		无此现象	6	不符合不得分	6
小计					67		63

5.2.2 尾矿坝稳定性分析

江西省天久地矿建设工程院于2021年6月提交了《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库尾矿坝稳定性分析(水文)地质勘察工程地质勘察报告》,直接引用其成果。

(一) 稳定性分析相关规范规定

现杨家店尾矿库坝高55.0m,已堆存库容398.0万 m^3 ,按《尾矿库安全规程》《尾矿设施设计规范》的规定,目前杨家店尾矿库属于四等库,但其下游为浒坑镇,因此杨家店尾矿库等级提高一等定为三等。三等尾矿库坝坡抗滑稳定的安全系数不应小于表5-3中的数值。

表 5-3 坝坡抗滑稳定安全系数

运用情况	安全系数
正常运行	1.20
洪水运行	1.10
特殊运行	1.05

稳定计算中采用的各种荷载组合情况详见下页表5-4。

表 5-4 坝体稳定性计算荷载组合

运行条件	荷载类别	1	2	3	4	5
	计算方法					
正常运行	总应力法	有	有	—	—	—
	有效应力法	有	有	有	—	—
洪水运行	总应力法	—	有	—	有	—
	有效应力法	—	有	有	有	—
特殊运行	总应力法	有	有	—	—	有
	有效应力法	有	有	有	—	有

1.荷载类别1系指运行期正常库水位时的稳定渗透压力;2.荷载类别2系指坝体自重;3.荷载类别3系指坝体及坝基中的孔隙水压力;4.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;5.荷载类别5系指地震荷载。

（二）坝体稳定性分析计算

1. 坝体稳定分析

（1）计算剖面确定

计算剖面采用最大坝高横断面，现状尾矿库坝顶高程为+292.0m，库内水位+271.4m，浸润线埋深 23.0~28.5m。

（2）渗流计算

经室内渗透系数试验，库内尾中粗砂渗透系数最大值为 9.73×10^{-3} ，最小值为 6.35×10^{-3} ，属中透水性粗粒砂；尾细砂渗透系数最大值为 4.63×10^{-3} ，最小值为 1.35×10^{-3} ，属中透水性细粒砂；角砾渗透系数最大值为 6.71×10^{-2} ，最小值为 4.17×10^{-2} ，属强透水性角砾。

以杨家店尾矿库现状为例，根据《尾矿设施设计规范》的规定，浸润线计算方法和计算结果如下：

$$\text{化引滩长: } L_h = 3.3 \times L_0^{0.48} = 3.3 \times 680^{0.48} = 75.53m$$

$$\text{化引库水位: } 285.0 - 75.53 \times 2.5\% = 283.11m$$

$$\text{计算水头: } H = 283.11 - 261.80 = 21.31m$$

$$\text{渗透长度: } L = 2.78 * 3.5 + 75.53 - 20.42 * 1.65 = 51.57m$$

$$\text{坝体单宽流量: } q = k(\sqrt{l^2 + H^2} - l) = 0.36L/s$$

$$\text{浸润线在 } y \text{ 轴上的截距 } a_1: a_1 = \frac{q}{k} = \sqrt{l^2 + H^2} - l = 4.23$$

$$\text{尾砂堆积边坡处浸润线方程: } y = \sqrt{a_1^2 + 2a_1x} = \sqrt{17.89 + 8.46x}$$

$$\text{干滩面处浸润线方程: } y = \log_a x = \frac{\lg x}{\lg a} = \frac{\lg x}{1.43}$$

（当 $x=1$ 时， $y=4.23$ ；当 $x=656$ 时， $y=268.0 - 261.8 - 4.23=1.97$ ）

式中： k ——尾矿或土的渗透系数， $8.44 \times 10^{-3}m/s$ 。

据此，现状坝体正常工况时，坝前浸润线埋深计算值约 19m，与实测

浸润线埋深 23.0~28.5m 基本吻合。

(3) 坝体稳定计算采用瑞典圆弧法，分正常工况、洪水工况、特殊工况分别计算坝体稳定最小安全系数，坝坡稳定性验算断面选择最大坝高处断面。根据《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库尾矿坝稳定性分析（水文）地质勘察工程地质勘察报告》《尾矿设施设计规范》附录 C “坝体尾矿平均物理力学性质指标”以及相关类似工程，稳定计算各地层物理力学指标取用情况详见下表 5-5。

表 5-5 各土层物理力学指标取用表

土层名称	状态	天然含水率 w (%)	天然密度 ρ (g/cm^3)	土粒比重 G_s	天然孔隙比 e_0	液性界限 w_L (%)	塑性界限 w_p (%)	液性指数 I_p	塑性指数 I_L	压缩系数 $0.1-0.2$ (MPa^{-1})	压缩模量 E_s (MPa)	渗透系数 K_H (cm/s)	内摩擦角 φ ($^\circ$)	黏聚力 c (kPa)
均质粘土	/	/	18.9	/	/	/	/	/	/	4.4	/	5.0×10^{-5}	20	25
尾细砂	稍密	14.63	1.89	2.69	0.63	/	/	/	/	0.42	3.95	3.05×10^{-3}	32.34	7.72
尾中粗砂	稍密	17.47	2.06	2.69	0.54	/	/	/	/	0.32	4.83	8.10×10^{-3}	32.19	6.51
初期坝加高废石体	/	/	1.90	/	/	/	/	/	/	/	/	1.0×10^{-2}	38	0
角砾	稍密	15.78	2.15	2.68	0.42	/	/	/	/	0.21	6.91	5.55×10^{-2}	34.28	8.01
强风化千枚岩	/	/	2.50	/	/	/	/	/	/	/	/	5.0×10^{-4}	40	100
中风化千枚岩	/	/	2.60	/	/	/	/	/	/	/	/	5.0×10^{-5}	42	130

稳定验算结果见表 5-6。

表 5-6 尾矿坝抗滑稳定安全系数计算结果表

工况	尾矿坝	
	瑞典圆弧法	规范值
正常运行	5.997	1.15
洪水运行	4.946	1.05
特殊运行	3.474	1.00

从上述计算结果可知，杨家店尾矿库尾矿坝在正常运行、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，杨家店尾矿库的坝体是稳定、安全的。

5.2.3 坝体垮塌事故树分析评价

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。

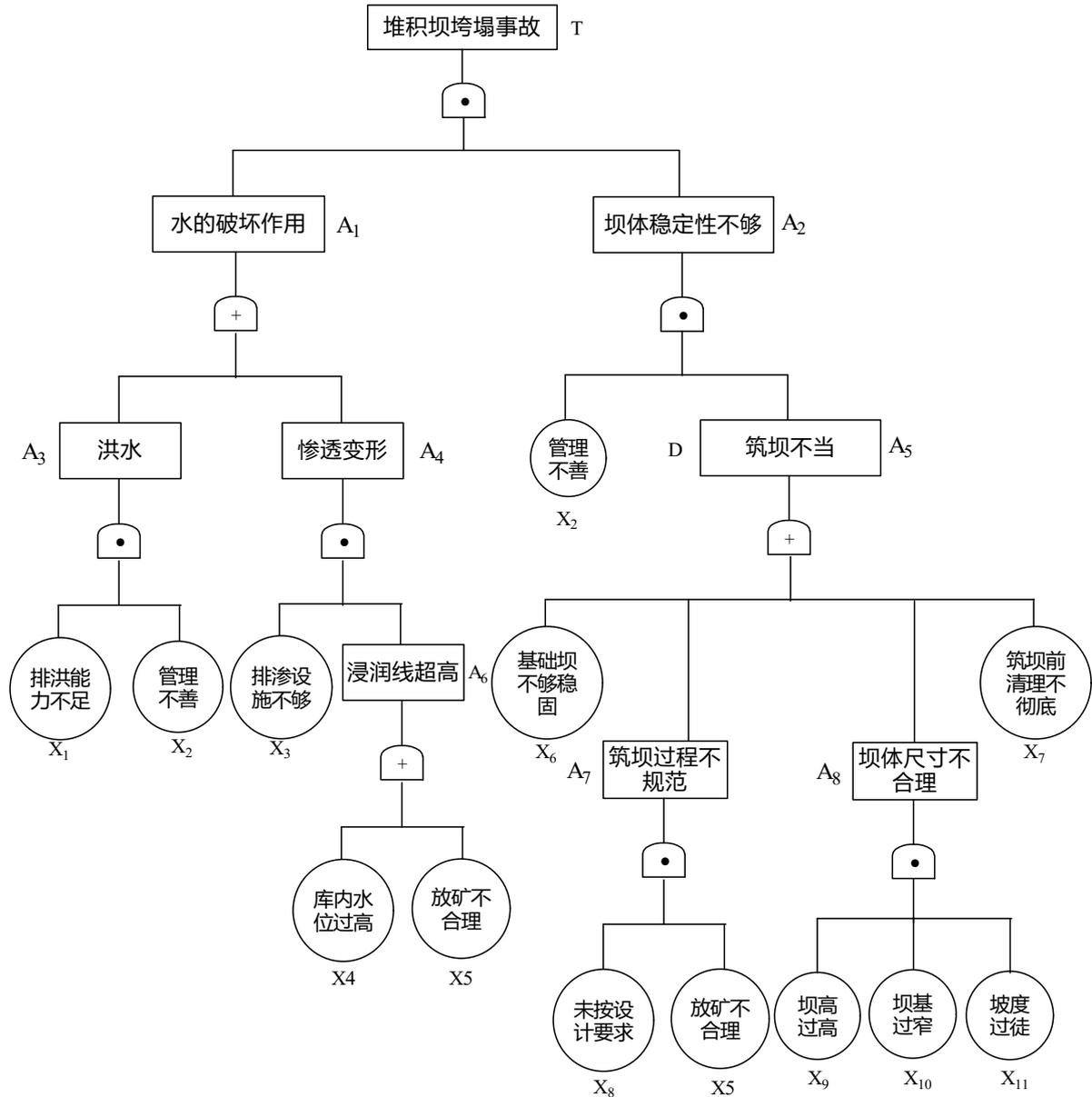


图 5-1 坝体垮塌事故树图

2. 最小割集和结构重要度

(1) 求最小割集

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

求出最小割集有 18 个： $K_1 = \{X_1, X_2, X_6\}$ ； $K_2 = \{X_1, X_2, X_7\}$ ；
 $K_3 = \{X_1, X_2, X_9\}$ ； $K_4 = \{X_1, X_2, X_{10}\}$ ； $K_5 = \{X_1, X_2, X_{11}\}$ ；
 $K_6 = \{X_1, X_2, X_5, X_8\}$ ； $K_7 = \{X_2, X_3, X_4, X_6\}$ ； $K_8 = \{X_2, X_3, X_4, X_7\}$ ；
 $K_9 = \{X_2, X_3, X_4, X_9\}$ ； $K_{10} = \{X_2, X_3, X_4, X_{10}\}$ ； $K_{11} = \{X_2, X_3, X_4, X_{11}\}$ ；
 $K_{12} = \{X_2, X_3, X_5, X_6\}$ ； $K_{13} = \{X_2, X_3, X_5, X_7\}$ ； $K_{14} = \{X_2, X_3, X_5, X_8\}$ ；
 $K_{15} = \{X_2, X_3, X_5, X_9\}$ ； $K_{16} = \{X_2, X_3, X_5, X_{10}\}$ ；
 $K_{17} = \{X_2, X_3, X_5, X_{11}\}$ ； $K_{18} = \{X_2, X_3, X_4, X_5, X_8\}$ 。

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很重要；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。

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。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。

5.2.4 评价单元小结

(1) 经现场检查，杨家店尾矿库的初期坝、尾矿堆积坝均符合设计要求，未发生坝体位移、沉陷、裂缝、坍塌、渗透水、沼泽化等现象，尾矿坝体单元应得分 67 分，实际得分 63 分，得分率为 94.03%，尾矿坝体单元符合安全要求。

(2) 通过尾矿坝稳定分析计算来看，杨家店尾矿库的坝体在各类工况均处于安全稳定状态，现状也是安全稳定的。

(3) 经尾矿坝事故树分析，引起坝体垮塌事故的渠道主要有 18 种，其中：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很重要；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) 放矿管虽然比一般的无缝钢管耐磨，但还是会被磨穿的（如法兰盘垫片或放矿管底部磨穿），如果尾矿工巡查不勤快，一旦尾矿浆泄漏，容易冲刷尾矿坝，造成垮坝事故。因此，浒坑钨业应督促尾矿工加强尾矿放矿过程中巡查责任心，选矿车间做好主放矿管定期翻边和放矿

管更换工作（均在放矿管上做好相应记号）。一旦放矿管出现意外，尾矿工应立即通知选矿厂停止生产，及时更换垫片或放矿管。

（5）浒坑钨业应对入库尾矿进行检测，至少每周一次，提供入库尾矿的比重、浓度、粒度检测成果。

5.3 防洪排水系统单元

5.3.1 安全检查表评价

运用《江西省尾矿库安全检查表》，对杨家店尾矿库防洪排水系统单元进行评判，具体见表 5-7。

表 5-7 防洪排水系统单元安全检查表

项目	检查内容	检查依据	检查方法及地点	检查记录	标准分值	评分标准	得分
防洪排水	1.调洪库容与安全超高、最小干滩长度 1.1当尾矿库调洪库库容严重不足，在设计洪水水位时，安全超高和最小干滩长度都不满足设计要求，将可能出现洪水漫顶。	《尾矿库安全规程》第6.9.3条	对照设计查现场、图纸	满足设计要求	重大险情		--
	1.2当尾矿库调洪库库容不足，在设计洪水水位时安全超高和最小干滩长度均不满足设计要求。	《尾矿库安全规程》第6.9.2条	对照设计查现场	满足设计要求	重大隐患		--
	1.3当尾矿库调洪库库容不足，在设计洪水水位时不能同时满足设计规定的安全超高和最小干滩长度要求。	《尾矿库安全规程》第6.9.1条		满足设计要求	一般隐患		--
	2.排洪系统 2.1尾矿库防洪能力低于设计能力（排洪、排水构筑物结构尺寸低于设计要求） 2.2排洪系统严重堵塞或坍塌，不能排水或排水能力急剧下降。 2.3排水井显著倾斜，有倒塌的迹象。	《尾矿库安全规程》第6.9.3条		排洪系统符合设计，运行良好	重大险情	有1项符合，就为重大险情	---
	2.4排洪系统部分堵塞或坍塌，排水能力有所降低，达不到设计要求。 2.5排水井有所倾斜。	《尾矿库安全规程》第6.9.2条	查现场	排洪系统完好	重大隐患	有1项符合，就为重大隐患	---
	2.6排水系统出现不影响安全使用的裂缝、腐蚀或磨损。	《尾矿库安全规程》第6.9.1条		排洪系统完好	一般隐患		---
	3.1库内应在适当地点设置清晰醒目的水位观测标尺，并标明正常运行水位和警戒水位。	《尾矿库安全监测技术规范》第 8.2.1 条，《尾矿库安全规程》第 5.5.4、6.4.5 条	查现场	未标明警戒水位	2	缺1项扣1分	1
	3.2尾矿库水边线应与坝轴线基本保持平行。	《尾矿库安全生产标准化评分办法》	查现场	不符合	3	不符合不得分	0

3.3应疏浚库区内截洪沟、坝面排水沟及下游排洪（渠）道；	《尾矿库安全规程》第6.4.3条	查现场	符合	6	1项不符合扣2分	6
3.4按设计确定的排洪底坎高程，将排洪底坎以上1.5倍调洪高度内的档板全部打开；						
3.5清除排洪口前水面漂浮物；						
3.6应备足抗洪抢险所需物资，落实应急救援措施；	《尾矿库安全规程》第6.1.10、9.7.2、9.7.4、10.8条	查现场和记录	物资偏少、3.8落实差	7	不达标前2项有1项扣3分，后1项扣1分	3
3.7应确保上坝道路、通讯、供电及照明线路可靠和畅通；						
3.8及时了解和掌握汛期水情和气象预报情况。						
3.9不得在尾矿滩面设置泄洪口。	《冶金矿山尾矿设施管理规程》第4.3.5条	查现场	无此现象	7		7
3.10尾矿库排水构筑物停止使用后，是否按照设计要求进行封堵。	《尾矿库安全规程》第6.4.8条	查设尾矿库工程档案和现场	无此现象	5	不符合不得分	—
3.12排水系统是否有变形、位移、损坏现象。	《尾矿库安全规程》第9.2.5条	查现场	完好	7		7
3.13未经技术论证，不得用常规子坝拦洪。	《尾矿库安全规程》第6.4.3条	对照设计、现场检查	无此现象	4		4
小计				36		28

5.3.2 尾矿库调洪演算

金建工程设计有限公司于2023年3月提交了《江西萍坑钨业有限公司杨家店尾矿库调洪演算报告》，本次直接引用其调洪演算成果。

杨家店尾矿库为三等库，主要构筑物按3级建筑物考虑、次要构筑物和临时构筑物均按5级建筑物考虑，洪水标准取为500a一遇，最小安全超高大于0.7m，最小干滩长度70m。

1.洪水计算

杨家店尾矿库汇水面积较大， $F=6.90\text{km}^2$ ，其中库内汇水面积 5.57km^2 ，石壁溪冲沟汇水面积 1.33km^2 。根据1:10000地形图量测尾矿库和石壁溪冲沟地形特征系数见表5-8。

表 5-8 尾矿库地形特征系数表

项目	汇水面积（ km^2 ）	流域长度（km）	流域坡降（%）
尾矿库（+292.0m以内）	5.57	2.53	0.23
石壁溪冲沟	1.33	1.75	0.277

由《江西省暴雨洪水查算手册》（江西省水文总站2010年）查得

历时暴雨资料见表 5-9。

表 5-9 暴雨计算结果表

T (h)		1/6	1	6	24	72
Ht (mm)		18	45	70	110	140
Cv		0.35	0.40	0.42	0.45	0.40
Cs		Cs=3.5 Cv				
P=0.2%	Kp	2.52	2.82	2.95	3.14	2.82
	Htp	45.36	126.90	206.50	345.40	394.80
	n		0.426	0.728	0.629	0.878

根据《江西省暴雨洪水查算手册》，按推理公式法推求洪峰流量及洪水过程线。推理公式为： $Q = 0.278 * h * F / \tau$ ， $\tau = 0.278 * L / mJ^{1/3} Q^{1/4}$ ， $m = 0.245 \theta^{0.26}$ ， $\theta = L / J^{1/3}$ ， $W = 0.1 * h_{24} * F$ ，

式中：Q——洪峰流量，m³/s；

h——某设计频率时 τ 时间内的降雨量【当 $10\text{min} \leq \tau \leq 60\text{min}$ ，

$H_{tp} = H_{10} / (t/10)^{(1-n)}$ ； $1\text{h} \leq \tau \leq 6\text{h}$ ， $H_{tp} = H_{10} / (t/10)^{(1-n)}$ 】，mm；

F——汇水面积，km²；

τ ——汇流时间，h；

L——流域长度，km；

J——流域坡降；

m——汇流参数；

W——洪水总量， $\times 10^4\text{m}^3$ 。

根据以上公式及表 5-8 与表 5-9 的数据，推求洪峰计算结果见表 5-10。

表 5-10 洪峰计算结果表

项目	频率 P (%)	汇水面积 (km ²)	汇流时间 (h)	洪峰流量 (m ³ /s)	24h 洪水总量 ($\times 10^4\text{m}^3$)
尾矿库(+292.0m 以内)	0.2	5.56	0.73	224.09	192.04
石壁溪冲沟	0.2	1.33	1.23	40.40	52.51

据此求得 500a 一遇洪水情况下，杨家店尾矿库现状洪水过程线见表 5-11、图 5-2。

表 5-11 洪水过程线

序号	时间		Q _{地面} (m ³ /s)	Q _{地下} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)
	t (h)	Δt (h)			
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.83	0.83	22.41	0.80	23.21
3	2.07	1.24	224.09	2.00	226.09
4	4.14	2.07	44.82	4.00	48.81
5	8.29	4.14	0.00	7.98	7.98
6	9.29	1.00		7.02	7.02
7	10.29	1.00		6.06	6.06
8	11.29	1.00		5.10	5.10
9	12.29	1.00		4.13	4.13
10	13.29	1.00		3.17	3.17
11	14.29	1.00		2.21	2.21
12	15.29	1.00		1.25	1.25
13	16.29	1.00		0.28	0.28

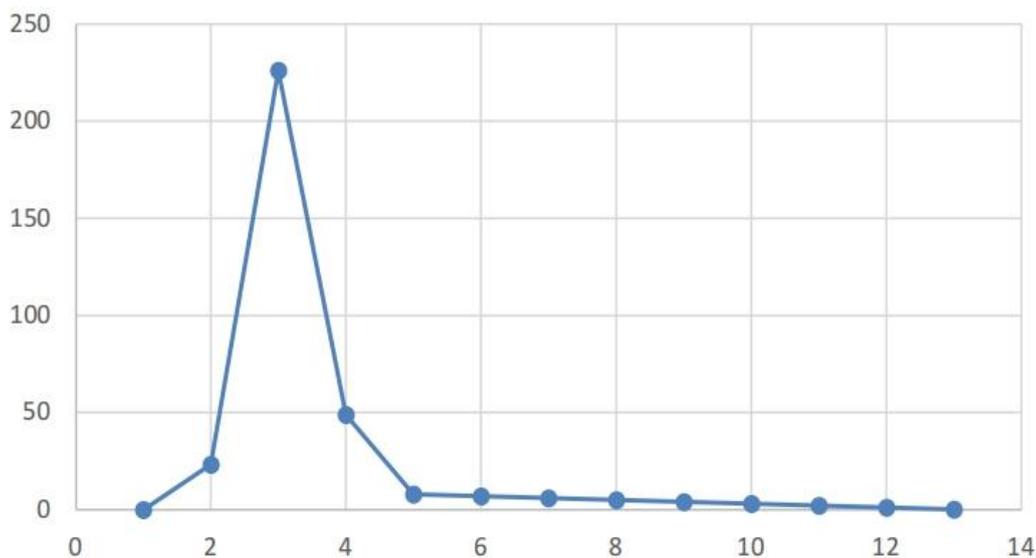


图 5-2 500a 一遇洪水过程线

2. 库内排洪设施泄洪能力复核

库内排洪设施采用排水井—排水隧洞形式，《尾矿设施设计参考资料》提供的泄流计算公式为：

(1) 自由泄流

① 水位未淹没框架式圈梁时： $Q = n_c m \epsilon b_c \sqrt{2g} H_y^{1.5}$

$$\textcircled{2} \text{水位淹没圈梁时: } Q_b = 2.7n_c \omega_c \sum \sqrt{H_i} + 1.8n_c m \varepsilon b_c H_0^{1.5}$$

$$\textcircled{3} \text{水位淹没井口时: } Q = \varphi \omega_s \sqrt{2gH_j}; \quad \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_4 + \xi_5 f_6^2}}$$

$$(2) \text{半压力流: } Q = \varphi F_s \sqrt{2gH}; \quad \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda_i \frac{l}{d} f_2^2 + \xi_2 + \xi f_1^2 + \xi f_1^2 + \xi f_7^2}}$$

$$(3) \text{压力流: } Q = \mu F_x \sqrt{2gH_z}$$

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \lambda_g \frac{L}{D} f_3^2 + \sum \xi f_3^2 + \xi f_9^2 + \xi f_3^2 + \xi f_5^2 + \xi f_8^2}}$$

式中： H_i ——第 i 层全淹没工作窗口的泄流计算水头，m；

H_0 ——最上层未淹没工作窗口的泄流水头，m；

H ——计算水头，为库水位与排水管入口断面中心的标高差，m；

H_z ——计算水头，为库水位与排水管下游出口断面中心的标高差，当

下游有水时，为库水位与下游水位的标高差，m；

H_y ——溢流堰泄流水头，m；

H_j ——井口泄流水头，m；

ω_c ——一个排水窗口的面积， m^2 ；

ω_s ——井口水流收缩断面面积， m^2 ， $\omega_s = \varepsilon_b \omega_j$ ；

ω_l ——框架立柱和圈梁之间的过水净空总面积， m^2 ；

ω ——井中水深范围内的窗口总面积， m^2 ；

ω_j ——排水井井筒横断面面积， m^2 ；

ω_1 ——排水井窗口总面积， m^2 ；

ω_2 ——排水井井筒外壁表面积， m^2 ；

F_s ——排水管入口水流收缩断面面积， m^2 ， $F_s = \varepsilon_b F_e$ ；

F_e ——排水管入口断面面积， m^2 ；

F_x ——排水管下游出口断面面积， m^2 ；

F_g ——排水管计算管段断面面积， m^2 ；

ξ ——排水管线上的局部水头损失系数；

ξ_0 ——系数；

ξ_1 ——排水窗口局部水头损失系数， $\xi_1 = (1.707 - \omega_1/\omega_2)^2$ ；

ξ_2 ——排水管入口局部水头损失系数，直角 0.5，圆角或斜角 0.2~0.25，喇叭口 0.1~0.2；

ξ_3 ——排水井中水流转向局部水头损失系数；

ξ_4 ——排水井进口局部水头损失系数；

ξ_5 ——框架局部水头损失系数，为立柱、横梁的局部水头损失系数之和；

ε ——侧向收缩系数；

ε_b ——断面突然收缩系数；

d ——排水井内径，m；

D ——排水管计算管段的内径，m；

l ——排水井内管顶以上的水深，m；

L ——排水管计算管段的长度，m；

A ——系数；

R_g ——排水管计算管段的水力半径，m；

R_i ——排水井井筒断面的水力半径，m；

m ——堰流量系数；

b_c ——一个排水口的宽度，m；

n_c ——同一个横断面上排水口的个数；

λ_j ——排水井沿程水头损失系数， $8g/c^2$ ；

λ_g ——排水管沿程水头损失系数， $8g/c^2$ ；

C——谢才系数；n——糙率；

$$f_1 = F_s / \omega_j ; f_2 = F_s / \omega ; f_3 = F_x / F_g ; f_4 = F_x / \omega ; f_5 = F_x / \omega_j ; f_6 = \omega_s / \omega_l ;$$

$$f_7 = F_s / \omega_l ; f_8 = F_x / \omega_l ; f_9 = F_x / F_e。$$

排水隧洞糙率取 0.02（全程衬砌），按 500a 一遇洪水设防，目前库内水位为+271.40m，与排水井正常进水口高程+271.4m 一致，因此按照 +271.4m 作为起调水位。根据上述公式，计算尾矿库泄流能力分别见表 5-12 和图 5-3。

表 5-12 排水井—排水隧洞泄流能力计算成果表

库内泄流水深 (m)	泄流能力 (m ³ /s)	流态	库内泄流水深 (m)	泄流能力 (m ³ /s)	流态
+271.4	0.00		+277.4	21.46	压力流
+271.9	6.71	堰流	+277.9	21.57	压力流
+272.4	15.57	孔流	+278.4	21.68	压力流
+272.9	19.10	孔流	+278.9	21.80	压力流
+273.4	20.52	压力流	+279.4	21.93	压力流
+273.9	20.64	压力流	+279.9	22.05	压力流
+274.4	20.76	压力流	+280.4	22.16	压力流
+274.9	20.88	压力流	+280.9	22.28	压力流
+275.4	21.00	压力流	+281.4	22.40	压力流
+275.9	21.11	压力流	+281.9	22.53	压力流
+276.4	21.23	压力流	+282.4	22.64	压力流
+276.9	21.34	压力流	+282.9	22.79	压力流

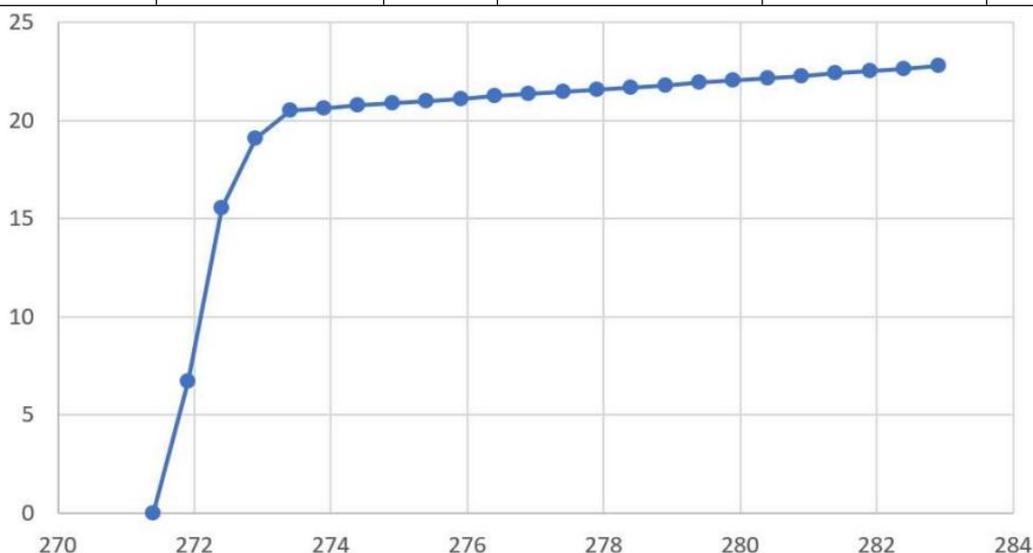


图 5-3 排洪构筑物泄流能力曲线

3.尾矿库调洪演算

(1) 调洪库容

根据库区现状地形图计算，目前杨家店尾矿库现状滩顶高程为+285.5m，正常运行时水位为+271.40m，尾矿沉积滩干滩长度 526m，干滩平均坡度为 0.0268，考虑排水井盖板的影响，排洪系统调洪演算排水井起调水位即为+271.40m。

表 5-13 杨家店尾矿库现状调洪库容计算表

标高 (m)	面积 (m ²)	平均面积 (m ²)	高差 (m)	库容 (m ³)	累计库容 (m ³)
271.4	123760				
272	145345	134552.5	0.6	80731.5	80731.5
274	175162	160253.5	2	320507	401238.5
276	209326	192244	2	384488	785726.5
278	247748	228537	2	457074	1242801
280	290694	269221	2	538442	1781243
282	341026	315860	2	631720	2412963
284	378318	359672	2	719344	3132307
285	397290	387804	1	387804	3520111

调
洪

库容 V (m³)

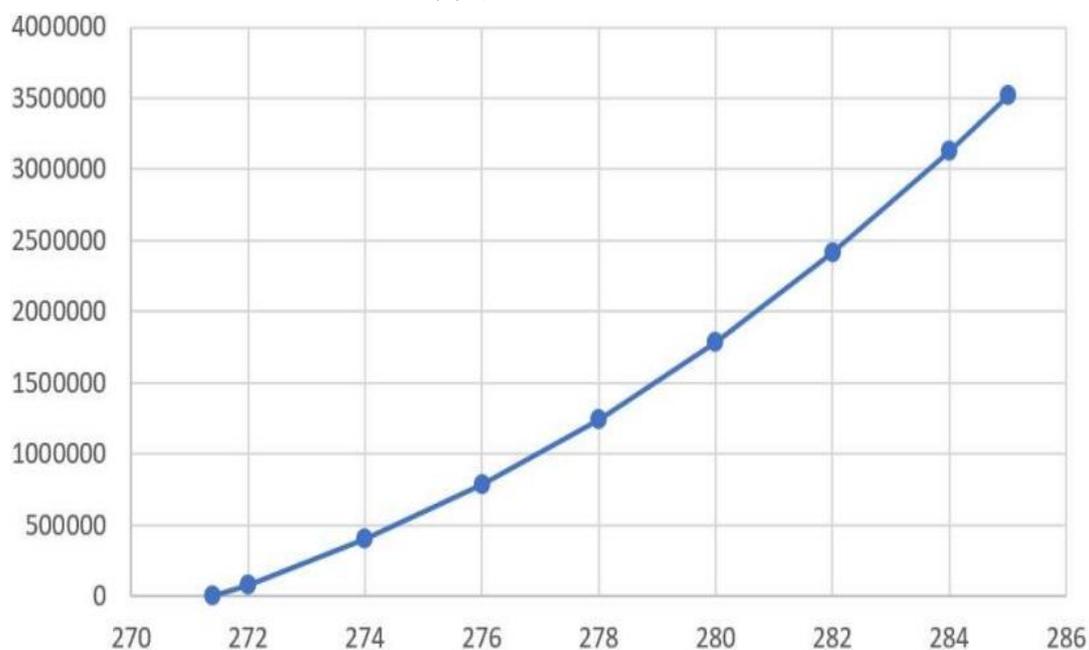


图 5-4 现状工况的调洪库容曲线

(2) 调洪演算

根据水量平衡法进行调洪演算，即尾矿库内任一时段 Δt 的水量平衡方程式为： $(Q_s+Q_z) \Delta t/2 - (q_s+q_z) \Delta t/2 = V_z - V_s$

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_z 、 V_s ——时段始、终尾矿库的蓄洪量， m^3/s 。

令 $\bar{Q} = (Q_s+Q_z) / 2$ ，将其代入上述公式，整理后得：

$$V_z + q_z \Delta t / 2 = \bar{Q} \Delta t + (V_s - q_s \Delta t / 2)$$

表 5-14 尾矿库现状工况调洪演算表

t (h)	Q (m^3/s)	\bar{Q} (m^3/s)	$\bar{Q}\Delta t$ (m^3)	$V + \frac{1}{2}q\Delta t$ (m^3)	q (m^3/s)	$V - \frac{1}{2}q\Delta t$ (m^3)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	51.02	25.51	91843.5	91843.5	7.89	63427.2
2.00	214.64	132.83	478190.3	541617.6	20.79	466764.5
3.00	146.44	180.54	649943.2	1116707.7	21.43	1039555.8
4.00	60.80	103.62	373036.3	1412592.2	21.70	1334470.2
5.00	40.35	50.57	182067.8	1516538.0	21.79	1438083.0
6.00	30.51	35.43	127546.4	1565629.5	21.84	1487006.2
7.00	20.67	25.59	92127.6	1579133.8	21.85	1500463.7
8.00	10.83	15.75	56708.8	1557172.5	21.83	1478578.6
9.00	7.30	9.07	32636.8	1511215.4	21.79	1432777.4
10.00	6.34	6.82	24546.2	1457323.7	21.74	1379058.4
11.00	5.38	5.86	21090.2	1400148.7	21.69	1322066.6
12.00	4.41	4.89	17621.5	1339688.0	21.64	1261791.0
13.00	3.45	3.93	14147.5	1275938.4	21.58	1198234.4
14.00	2.49	2.97	10686.2	1208920.7	21.52	1131441.1
15.00	1.53	2.01	7230.2	1138671.4	21.45	1061436.6
16.00	0.56	1.04	3761.5	1065198.1	21.38	988240.6
17.00		0.08	274.7	988515.3	21.30	911834.2
18.00				908616.9	21.22	832215.1
19.00				825505.8	21.13	749427.9
20.00				739226.6	21.04	663499.0
21.00				571044.3	22.29	490790.5
22.00				473605.2	22.22	393618.1
23.00				372940.8	22.11	293336.1

24.00				269166.8	19.67	198363.3
25.00				170702.0	15.19	116020.7
26.00				84867.4	6.67	60843.1
27.00				26197.8	2.06	18781.7
28.00						0.0

由上表可知，杨家店尾矿库现状滩顶高程为+285.5m，库内起调水位+271.40m，尾矿沉积滩干滩平均坡度为 0.0268 时，库内最高洪水水位出现在洪水历时开始后 7 时序，对应的最大下泄流量约为 21.85m³/s，此时库水位为+279.10m，安全超高 6.4m，干滩长度约 238.8m，对应的调洪库容约为 153.98×10⁴m³。此时，库内滩长和安全超高能满足最小干滩长度（70m）和最小安全超高（1.88m）要求。

4.石壁溪冲沟新建排洪设施及防洪安全分析

杨家店尾矿库经隐患综合治理工程改造后，尾矿坝右侧石壁溪区域的汇水不进入尾矿库，直接排至尾矿库下游，因此需要单独对该区域进行防洪核算。

石壁溪冲沟目前采用截洪沟的方式将溪水引向库内，已建截洪沟采用 C25 钢筋混凝土结构，平均底宽 1.5m，平均高 1.7m，平均底坡 9.5%，其泄洪能力计算结果见表 5-15。

表 5-15 石壁溪冲沟排洪设施泄流能力计算结果

过流净断面 B×H (m)	过水面积 (m ²)	湿周 (m)	水力半径 R (m)	坡降 (i)	糙率 (n)	断面最大下泄流量 (m ³ /s)	最大流速 (m/s)
1.5×1.4	3.08	4.63	0.67	0.095	0.017	42.55	13.82

由表 5-15 知，已建截洪沟最大下泄流量 42.55m³/s，大于 500a 一遇产生的洪峰 40.40m³/s，满足要求；C25 钢筋混凝土抗冲流速可达 25m/s，大于截洪沟最大下泄流速 13.82m/s，满足要求。

5.3.3 洪水漫顶事故树分析

1. 画出事故树

以洪水漫顶作为顶上事件，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 5-5。

2. 最小割集和结构程度

(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： $K_1 = \{X_1\}$ ， $K_2 = \{X_1, X_2\}$ ， $K_3 = \{X_1, X_3\}$ ， $K_4 = \{X_1, X_4\}$ ， $K_5 = \{X_1, X_5\}$ ， $K_6 = \{X_2, X_5\}$ ， $K_7 = \{X_3, X_5\}$ ， $K_8 = \{X_4, X_5\}$ ， $K_9 = \{X_4, X_6\}$ ， $K_{10} = \{X_1, X_4, X_6\}$ ， $K_{11} = \{X_2, X_4, X_6\}$ ， $K_{12} = \{X_3, X_4, X_6\}$ ， $K_{13} = \{X_1, X_6, X_7\}$ ， $K_{14} = \{X_2, X_6, X_7\}$ ， $K_{15} = \{X_3, X_6, X_7\}$ ， $K_{16} = \{X_4, X_6, X_7\}$ 。

(2) 结构重要度分析

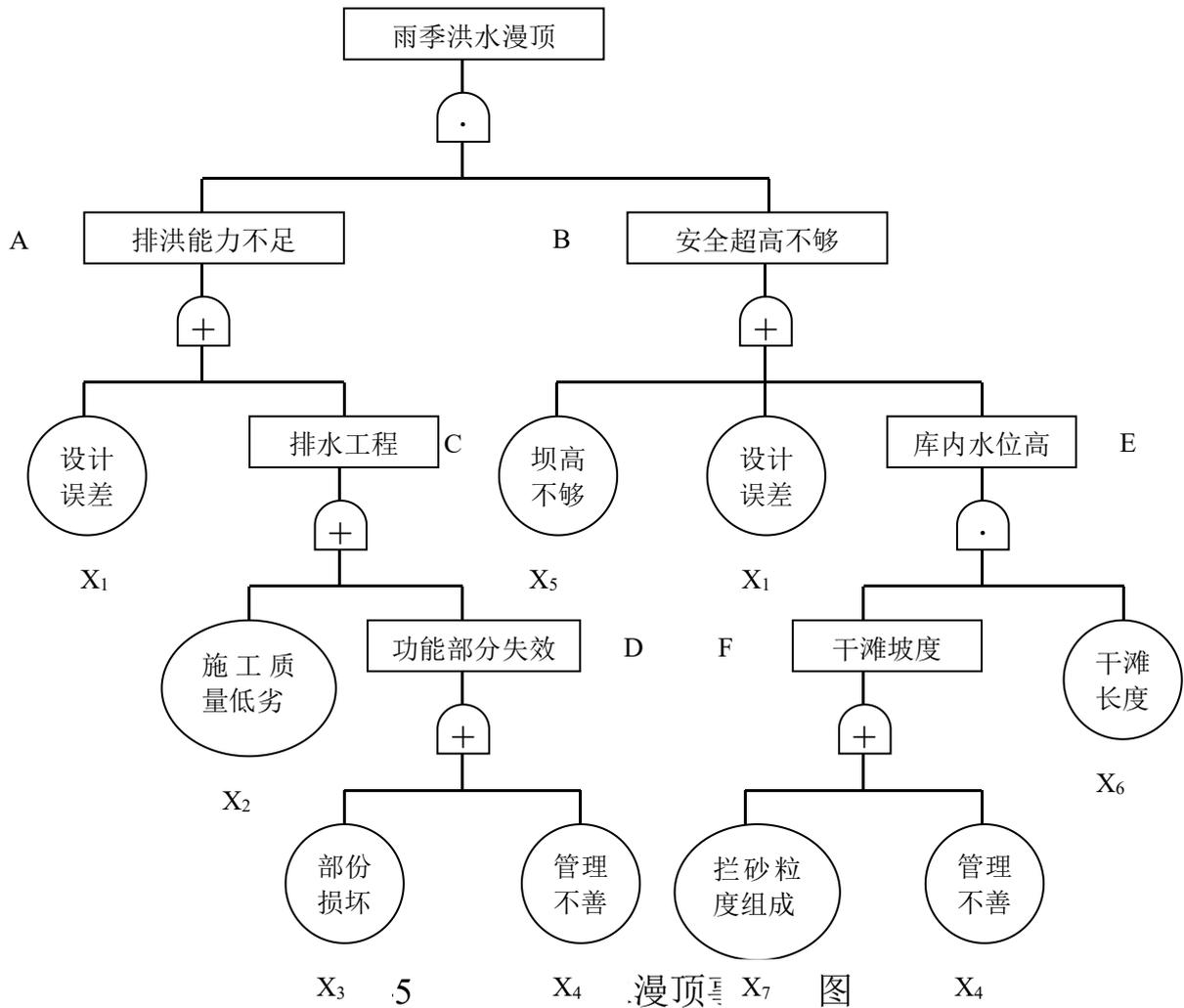
通过事故树分析对尾矿库雨季洪水漫顶事故的评价，可以看出，引发事故有 7 个基本事件，16 种途径。按上述计算结果，利用最小割集分析判断方法，得出结构重要度排序如下： $X_1 > X_4 > X_2 = X_3 = X_5 > X_6 = X_7$ 。

①影响最大的基本事件是 X_1 ，即从结构重要度分析看是：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。尽管进行了大量探索研究，但尚没有一个系统理论。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，经过填重选择，但难免与实际投产后有出入，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。这是所说管理，主要是如检测、观测、控制坝内水位，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。

③对其他的基本事件理论引发的事故要引起重视，不断观察，不断改进，确保安全。



5.3.4 评价单元小结

(1) 经现场检查，杨家店尾矿库防洪排水系统的构筑材料、结构、参数（断面尺寸）均符合设计要求、运行状况良好，排水井、排水隧洞无倾斜、变形、裂缝、坍塌、漏砂、淤堵等现象，拱板无脱落、断裂、错位、漏砂等现象，浒坑钨业作业人员能及时清除水面漂浮物。截洪沟无裂缝、垮塌、漏砂、淤堵等现象，防洪排水单元应得分 36 分，实际得分 28 分，得分率 77.78%，防洪排水系统运行工况良好、安全可靠、符合安全泄流要求，防洪排水单元符合安全要求。

(2) 经洪水复核，杨家店尾矿库的防洪排水系统能满足 500a 一遇的

洪水泄流要求。

(3) 经事故树分析,造成尾矿库洪水漫顶最大的基本事件是设计误差。其次是管理不善。对其他的基本事件也要引起重视。

(4) 由于库区地处山区、林区,枯树败枝容易堵塞排水井,浒坑钨业应督促尾矿工定期检查排水井进水口、及时清除进水口附近的漂浮物。

(5) 排水井立柱的库水位刻度采用红漆标识,风吹日晒雨淋容易褪色,浒坑钨业应督促管理人员及时刷新,并根据设计参数在排水井适当地点标明警戒水位。

(6) 由于排水井拱板较重,给拱板的添加或拆除带来不便,浒坑钨业应加强尾矿工的安全意识培养,配置安全带、安全绳和救生衣等劳动防护用品,提供竹排、吊杆、手拉葫芦等作业工具,并培训、督促尾矿工正确使用劳动防护用品和作业工具。

(7) 排水井拱板就近摆放在排水井一侧,建议浒坑钨业应加强拱板添加过程中的监督检查,按设计要求对号入座盖封拱板;将缺边掉角、蜂窝麻面、露筋露骨料等浇筑质量差的拱板予以剔除、损毁,不得使用;添加或拆除拱板时,尾矿工应穿戴好劳动防护用品和正确使用作业工具,确保人身安全。

(8) 检查排水隧洞时,应派驻至少 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、竹棍进入隧洞内进行检查。对隧洞内可能裂缝、孔洞、鼓包、渗漏等重要部位摄像时,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。

5.4 安全监测设施单元

5.4.1 安全检查法评价

经我中心评价组评价人员现场安全检查，杨家店尾矿库安全监测设施（包括人工观测设施和在线监测设施）设置的位置、数量与设计相符，观测频率符合规定要求。安全监测设施运行状况均正常，浒坑钨业较好的落实了安全监测设施检查、维护和定期观测工作，并保存了观测记录。根据企业提供的浸润线观测成果反映，尾矿坝各观测点浸润线埋深在 23.0~28.5m 之间波动。不同观测时间，各观测点的人工浸润线埋深呈上下波动现象，浸润线埋深波动幅度较小，数据均符合规范值要求。

由企业提供的坝体位移观测记录可知，坝体沉降位移波动幅度较小，已趋于稳定状态，在测量允许误差范围内。

浒坑钨业仍应继续加强安全监测设施的日常检查、维护和观测、记录、分析比对工作，保留好相应记录。若发现异常现象，如数据波动较大，或与现场不一致，或设备设施故障等，应尽快修护或联系在线监测系统设计（安装调试）单位商议维修事宜，便于监测设施正常运行、发挥功效。若在线监测设施长时间维修不好，应发挥人工监测设施的作用，做到观测记录不断档。另一方面，浒坑钨业应加强员工责任心教育和尾矿库在线监测系统应用及维护培训，及时采购相关电子元件，做到“小故障自行解决，系统问题专业单位处理”。

5.5 库区环境单元

5.5.1 安全检查表评价

运用《江西省尾矿库安全检查表》，对杨家店尾矿库的库区环境单元进行评判，具体见表 5-16。

表 5-16 库区环境单元安全检查表

项目	检查内容	检查依据	检查方法及地点	检查记录	标准分值	评分标准	得分
库区安全	1.1周边山体失稳,随时有可能滑动、坍塌影响尾矿库安全。	《尾矿库安全规程》第9.5.2条	查现场	周边山体较稳定	病库		满足要求
	1.2库区是否存在违章爆破、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、放牧和开垦和炸鱼等危害尾矿库安全的活动。	《尾矿库安全规程》第9.5.3条		符合	7	不符合不得分	7
	1.3库区生产道路是否通畅,临时及永久性安全警示标识是否定期完备、清晰。						
小计					7		7

5.5.2 评价单元小结

(1) 经现场检查,杨家店尾矿库周边的山体稳定,无滑动、坍塌等影响尾矿库安全情况,库区内不存在违章爆破、采石和建筑;无违章进行尾矿回采、取水;也无外来尾矿、废石、废水和废弃物排入、放牧和开垦和炸鱼等危害尾矿库安全的活动,尾矿库周边安全状况良好。库区环境单元应得分7分,实际得分7分,得分率为100%,杨家店库区环境符合安全要求。

(2) 杨家店尾矿库地处林区,周边林地有季节性砍伐现象,库区附近的枯枝败叶容易随山洪水带入排水井,尾矿工应加大排水井周边漂浮物的清理工作力度,防止排水井被堵塞。

(3) 由于历史遗留问题,杨家店尾矿库与周边村庄距离较近,但建库58年以来,未发生过重大安全事故和环境污染事件。鉴于杨家店尾矿库下游有居民,浒坑钨业应跟当地气象站建立联系,对矿区进行有效的天气预报。并加强与当地人民政府及村民小组的联系,在适当地段设置警报器或

广播，或配备锣鼓、喊话器，以便将险情信息及时传达和提醒下游村民；在显眼处张贴避灾线路图和紧急疏散指南，并对村民进行宣传和培训；组织应急协助队伍，专人专责，户户落实制，落实撤离对象，尾矿库应急预案按安全撤离 30 分钟进行，及时将淹没范围内的村民转移至安全区域。检查、维护好自动雨量计，当 10 分钟降雨量大于设计雨量时发出紧急警报。并不定期组织当地村民一并参加尾矿库生产安全事故应急演练，做好下游群众的宣传教育、紧急疏散和救护等工作。

(4) 杨家店尾矿库属于“头顶库”，根据《江西省安监局转发《国家安监总局关于印发〈遏制尾矿库“头顶库”重特大事故实施方案〉的通知》的通知》，浒坑钨业按“一库一策”的原则，并结合当地实际情况，编制了《江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库“头顶库”治理方案》，主要是在 2015 年完成了隐患综合治理工程，基本上消除了尾矿库原有安全隐患，提升了本质安全程度，采取了加强内部安全管理和强化外部应急联动机制的治理方式，降低尾矿库险情的危害程度。

浒坑钨业已按江西省应急管理厅有关文件的精神要求，编制了杨家店尾矿库“一库一策”实施方案，通过了专家组审查，主要在以下方面的加强了安全管理要求：

①沉积滩坡度保持在 2.0% 以上，汛期前保证库内水位低于滩顶 8.0m 以上，暴雨时检查排水系统是否畅通，以便及时排走库内洪水。

②与当地气象部门建立了信息传送机制及时掌握气象信息。

③在库内设置水位报警装置。按三等库设防，防洪安全超高为 0.7m。当库内水位离滩顶 1.5m 时发出预警，尾矿库滩顶 10m 位置袋装尾砂充填子坝系统，准备在 20min 内建起应急防洪子坝；当库内水位离开坝顶 1.0m 时

发出警报，公司立即停止生产；当库内水位离开坝顶 0.7m 时发出紧急警报，撤离坝上作业人员并要求下游危险区范围居民全部撤离。

④浒坑钨业钨业与浒坑镇人民政府建立了联动机制，共同确保下游人民群众的人身与财产安全。

⑤建立了交通、通信、电力综合保障机制：

在杨家店尾矿库尾矿坝+271.3m 标高平台，有一条上坝公路与浒宜公路相通，在尾矿库库尾浒宜公路上有一简易应急公路通往排水井处，并一直保持畅通。

杨家店尾矿库库区全面覆盖移动、联通信号，通过移动电话可与外部方便联络。尾矿库设 3 名尾矿工和 2 名水泵工，每人配置手机，值班室配有电话机一部，报警机一个，及时更新相关人员的通讯录，规定要求上至公司最高管理层，下至每一位抗洪抢险队员手机 24h 不关机，保证尾矿库 24h 人员值守。

在尾矿坝右侧设有尾矿库管理站，占地面积 80m²，分为值班室、休息室和应急物质仓库。为保证夜间和不良天气条件下的正常生产运行，在坝顶设置了探照灯，照明范围应覆盖整个库区。

杨家店尾矿库供电系统由太浒线 6.3kV 高压经浒坑钨业总变电所降压供给，电力充裕；另浒坑钨业自配柴油发电机组一台，每年汛期前组织发电测试，并备足了油料、专业技术人员和操作人员。

以上隐患治理方案均已在 2017 年年初实施完成，并通过了专家现场竣工验收。

5.6 综合安全评价

5.6.1 概述

本节采用安全检查表分析法对杨家店尾矿库的综合安全状况进行评价，该检查表对尾矿库系统状况的安全综合情况进行检查，并对各项检查内容赋予了分值，依据尾矿库所得分值，将尾矿库分成四个安全等级，以此来确定尾矿库的安全生产现状。

5.6.2 评价标准说明

表 5-17 评价标准说明见表

类型	概念	条件
A类库	安全生产条件较好，生产活动有安全保障。	得分率在90%以上
B类库	安全生产条件一般，能满足基本的安全生产活动。	得分率在76%~90%之间
C类库	安全生产条件较差，不能完全保证安全生产活动，需要限期整改。	得分率在60%~75%之间
D类库	不具备基本的安全生产条件，或未通过验收，需要责令停产整顿的尾矿库。	得分率在60%以下
备注	1.表中带“*”号的项目为否决项：达不到“**”项目要求的，归为D类库；达不到“*”号项目要求的，归为C类库。 2.本表评价内容，采用百分制。 3.尾矿库分类，采用得分率。因尾矿库型式不同，没有涉及的项目，可不予评估，总分为实际评价项目的分值总和。最后得分采用得分率，即：实际评价得分÷实际评价项目的分值总和×100%。 4.评价方法及扣分尺度，评价人员根据实际情况具体掌握。	标准分120分

5.6.3 尾矿库综合评分表

表 5-18 尾矿库综合评分表

序号	评价项目	应得分	实得分	得分率(%)
1	综合安全管理单元	51	48	94.12
2	尾矿坝体单元	67	63	94.03
3	防洪排水系统单元	36	28	77.78
4	库区环境单元	7	7	100
合计		161	146	90.68

5.6.4 评价结论

杨家店尾矿库用安全检查表法评价得分率为90.68%，属于安全生产条件较好、安全生产活动有保障的尾矿库，为正常库。

6 安全对策措施建议

6.1 安全管理对策措施建议

(1) 根据尾矿库现状，制定切实可行的各种尾矿库事故应急预案，建立应急联动机制，加强与当地气象站、镇人民政府及村民小组的联系，在适当地段设置警报器，或配备锣鼓、喊话器，以便将险情信息及时传达、提醒下游村民；并定期演练，做好下游村民的宣传教育工作和正确引导下游村民疏散撤离，不断完善应急预案，使之具有针对性、有效性和及时性及可操作性。

(2) 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。

(3) 配备选矿、水工、土木工程、地质等专业技术人员管理尾矿库。尾矿工人数偏少，应增加并派其至专门培训机构进行培训、考核合格取证。

(4) 制定年度尾矿排放计划和防汛度汛方案，并切实落实。

(5) 重视和加强尾矿库的建设和管理资料的归档和保管工作。

(6) 全面推行、持续改进尾矿库安全生产标准化体系建设工作，深化隐患排查治理体系、风险管控体系建设和全面推进班组建设。

6.2 安全技术对策措施建议

1.加强尾矿库的维护与管理，汛期来临之前，应做好：

(1) 检查大坝的稳定性和防洪排水系统的防、泄洪能力，发现隐患，及时处理消除；

(2) 及时清除库区排洪设施、块石和树木杂草，尤其要做好库区排水

口的清堵除堵工作，避免汛期因排洪设施进水口淤积而出现洪水漫顶现象；

(3) 备好充足的抗洪抢险器材和物质，配备救生设备；

(4) 汛期应加强库区巡查，及时发现并处理事故隐患，及时发现并清除尾矿库排水设施的淤堵，确保排洪系统通道畅通。

2.严格控制库内水位，确保有足够的超高。

(1) 在满足生产需要的前提下，尽量降低库水位。

(2) 水边线应与坝轴线基本保持平行。

(3) 当回水与坝体安全对干滩滩长和超高的要求有矛盾时，应确保坝体安全。

(4) 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。

3.应对入库尾矿进行检测，至少每周一次，提供入库尾矿的比重、浓度、粒度检测成果。

4.做好主放矿管定期翻边、更换工作，并做好现场放矿巡查工作，防止放矿管跑冒滴漏现象。

5.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。并定期砍除过于茂密的杂草。若坡面拉沟严重，应及时取土回填。

6.每年汛期前，委托设计单位依据尾矿库现状情况，实施调洪演算。每3年实施一次排水构筑物检测检验工作。

7.密切关注库内水位高程变化以及水域澄清面积，及时刷新排水井立柱的库水位刻度，在排水井适当地点标明警戒水位。

8.为尾矿工配置安全带、安全绳、救生衣等劳动防护用品和吊杆、手拉

葫芦、浮船或竹排等作业工具，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。

9.按设计要求对号入座盖封排水井拱板；将缺边掉角、蜂窝面膜、露筋等浇筑质量差的拱板予以剔除、损毁，不得使用。

10.检查排水隧洞时，应派驻至少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、竹棍进入隧洞内进行检查。对隧洞内可能裂缝、孔洞、鼓包、渗漏等重要部位摄像时，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。

11.配备专职技术人员进行安全监测设施管理。及时按设计要求构建尾矿堆积坝的人工安全监测设施和在线监测设施。并加强安全监测设施、在线监测设施的日常检查、维护和观测、记录、分析比对工作，保留好相应记录。

12.加强尾矿库监测设施（含避雷、接地装置）维护、检查，一旦出现故障或损坏，密切联系在线监测安装调试单位，及时修复。并加强员工责任心教育和监测系统应用和维护培训，实现尾矿库潜在危险的提前预警、快速上报和高效处理。

13.应加强库区山体巡查，详细观察周边山体有无异常和急变，尤其是排水井附近有无滑坡、塌方和泥石流以及放牧、开垦、砍伐等情况。杨家店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。

7 安全评价结论

本次评价根据国家已颁布的有关安全生产法律、法规及相关文件精神，本着科学、公正、合法、自主的原则对江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库在运营过程中存在的主要危险、有害因素的种类及危害程度进行了分析，得出如下结论：

(1) 江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库不属于重大危险源，无重大事故隐患，但企业仍应加强监管。

(2) 江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库运营期间存在滑坡（坝坡失稳），洪水漫顶，渗漏，排水、泄洪构筑物破坏，调洪库容不足，裂缝，淹溺，高处坠落，粉尘，库区山体滑坡、塌方和泥石流，触电、车辆伤害、物体打击，动植物危害等不良环境因素及其他因素造成的病害，其危险等级为II~IV，其中坝坡失稳、排水构筑物破坏、淹溺、库区山体滑坡为本库主要危害因素，在日常管理过程中应引起高度重视。

(3) 江西浒坑钨业有限公司安全管理机构健全，人员配备到位，尾矿库安全管理制度完善，安全管理措施落实较好。江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库的尾矿坝符合设计要求，运行状况良好，坝体稳定性满足规范要求；排水构筑物符合设计要求，运行状况良好，其排洪能力经复核，满足安全泄流要求。安全监测设施符合设计要求，运行状况良好，库区环境无不良地质现象。

(4) 经采用安全检查表法、安全检查法对江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库综合评价，得分率为 90.68%，属于安全生产条件较好、安全生产活动有保障的尾矿库，为正常库。

(5) 江西浒坑钨业有限公司应认真考虑本报告中分析的危险、有害因

素，积极落实所提出的各项预防对策措施和建议，按照国家安全生产法律、法规、行业规程要求进行完善，全面推动、持续改进安全生产标准化工作，提高尾矿库的本质安全程度，实现安全生产。

结论：江西浒坑钨业有限公司杨家店尾矿库属正常库，其安全设施现状和安全管理符合安全生产条件。

8 附图附件

8.1 附图

- (1) 杨家店尾矿库平面布置图
- (2) 杨家店尾矿库坝体剖面图
- (3) 杨家店尾矿库排水系统纵断面图
- (4) 杨家店尾矿库放矿图
- (5) 杨家店尾矿库库容曲线图

8.2 附件

江西浒坑钨业有限公司提供的营业执照、尾矿库安全生产许可证、主要负责人、安全管理人员、尾矿工等证件和其他材料

附：评价人员与企业安全管理人员现场合影

