



辽阳县天利矿业有限公司

尾矿库

安全现状评价报告

(备案稿)



辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司

资质证书编号: APJ-(辽)-009

2024 年 7 月 18 日

辽阳县天利矿业有限公司
尾矿库
安全现状评价报告



法定代表人：严匡武

技术负责人：于思洋

项目负责人：薛 磊

2024 年 7 月 18 日

（安全评价机构公章）

评价人员

评价单位	辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司					
项目名称	辽阳县天利矿业有限公司尾矿库安全现状评价报告					
评价人员	姓名	资格证书号	从业登记编号	资格等级	专业能力	签 字
项目负责人	薛磊	1600000000200330	028481	二级	安全	
项目组成员	张慈	S011021000110193000520	038723	三级	采矿	
	张亭	CAWS210000230300083	043126	三级	电气	
	肖力嘉	CAWS210000230200024	023976	二级	机械	
	郭春波	S011011000110202000149	042122	二级	地质	
	都叶茂	S011021000110192000622	025446	二级	通风	
	张强	S011021000110192000806	038664	二级	水工结构	
报告编制人	薛磊	1600000000200330	028481	二级	安全	
报告审核人	徐德庆	S011021000110201000305	013470	一级	安全	
过程控制负责人	苏鑫	1700000000300467	031621	三级	安全	
技术负责人	于思洋	CAWS210000230100022	032477	一级	地质	

前言

辽阳县天利矿业有限公司企业类型为有限责任公司（法人独资），法定代表人为姜魁英。辽阳县天利矿业有限公司位于辽阳县寒岭镇黄泥岗村，行政区划隶属于辽阳县寒岭镇管辖，企业所在地交通便利。

本次评价对象为辽阳县天利矿业有限公司尾矿库，该公司选矿厂以铁矿石加工为主，企业产品为“铁精粉”。每年生产 300 天，每天 3 班，每班 8 小时，年产精矿 10 万 t。选矿工艺采用单一磁选工艺。

尾矿库属山谷型尾矿库，三面环山，一面筑坝，库区汇水面积为 0.35km²，主沟长为 1.12km，平均坡降为 1.86%。2015 年 6 月企业委托河北宏达绿洲工程设计有限公司出具了《辽阳县天利选矿厂尾矿库项目修改设计》（以下简称《修改设计》）。2018 年 6 月企业委托沈阳一方正和工程技术咨询有限公司出具了《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库“头顶库”风险治理初步设计》（以下简称《治理初步设计》），针对尾矿库标高 270m 以下进行了治理设计，企业依据治理设计对尾矿库进行了治理。

现状尾矿库坝顶标高为 270.4m，坝趾标高 231.6m，初期坝坝轴线标高 235m，尾矿库坝高 35.4m，目前堆积坝共堆筑 4 级子坝，平均外坡比 1:3，尾矿库现状等别为四等库。尾矿库采用窗口式排水井—排水管的排洪系统，设计共有 4 座排水井，目前有 1#、2#排水井已修筑完毕。

根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第十三号）、《安全生产许可证条例》（中华人民共和国国务院令 397 号）、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（国家安全生产监督管理总局令 20 号）、《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令 38 号）、《辽宁省安全生产监督管理局关于进一步规范非煤矿山安全生产行政许可管理工作的通知》（辽安监非煤〔2018〕29

号)的要求,辽阳县天利矿业有限公司委托辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司为其尾矿库进行安全现状评价,评价组于 2024 年 04 月进入现场调研,对其进行安全现状评价。评价组本着科学、公正的原则编写了《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库安全现状评价报告》。



目录

1 概述	1
1.1 安全现状评价目的	1
1.2 安全现状评价主要依据	1
1.2.1 法律法规、部门规章	1
1.2.2 标准规范	3
1.2.3 项目合法证明文件	5
1.2.4 其他依据	5
1.3 安全现状评价范围	6
1.4 安全现状评价程序	6
2 尾矿库概况	7
2.1 企业概况	7
2.1.1 企业基本情况	7
2.1.2 地理位置与交通	7
2.1.3 选矿及排尾工艺指标	8
2.2 自然环境概况	8
2.2.1 地形地貌	8
2.2.2 气象	9
2.2.3 工程地质	9
2.2.4 水文地质	10
2.2.5 地震资料	11
2.3 周边环境	11
2.4 库容、等别及建设标准	12
2.5 设计概况	13
2.5.1 尾矿坝设计	13

2.5.2 尾矿库排洪系统设计	14
2.5.3 排渗工程	16
2.5.4 尾矿库观测设施设计	16
2.6 尾矿库现状	19
2.6.1 初期坝	19
2.6.2 堆积坝	20
2.6.3 库内滩面	21
2.6.4 排水系统	21
2.7 尾矿库观测设施	25
2.7.1 人工观测设施	25
2.7.2 在线监测系统	26
2.8 其他安全设施	29
2.9 安全生产管理	31
3 危险、有害因素识别与分析	33
3.1 尾矿库运行中的主要危险、有害因素	33
3.2 安全管理中的危险、有害因素	33
3.3 其他危险、有害因素	34
3.4 尾矿库危险、有害因素的表现形式	34
3.4.1 尾矿堆积坝边坡过陡	34
3.4.2 浸润线逸出	34
3.4.3 裂缝	35
3.4.4 渗漏	35
3.4.5 滑坡	36
3.4.6 坝外坡裸露拉沟	37
3.4.7 排洪构筑物排洪能力不足	37
3.4.8 排洪构筑物堵塞	37

3.4.9 排洪构筑物错动、断裂、垮塌	37
3.4.10 干滩长度不够	38
3.4.11 安全超高不足	38
3.4.12 地震	38
3.4.13 淹溺	38
3.4.14 雷击	38
3.4.15 粉尘	38
4 评价单元的划分与评价方法的选择	39
4.1 评价单元划分	39
4.2 评价方法选择	39
4.2.1 安全检查表法简介	39
4.2.2 专家评议法简介	40
5 定性、定量评价	42
5.1 总平面布置单元	42
5.2 尾矿坝单元	43
5.3 防洪系统单元	49
5.4 监测及辅助安全设施单元	60
5.5 安全管理单元评价	62
5.6 尾矿库重大生产安全事故隐患判别单元	63
6 补充安全对策措施及建议	67
6.1 安全技术对策措施	67
6.2 安全管理对策措施	68
7 结论	69
8 附件与附图	70



力康咨询
LIKANG CONSULTING

1 概述

1.1 安全现状评价目的

尾矿库安全现状评价目的是贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，提高尾矿库的安全程度和安全管理水平，减少和控制尾矿库生产中的危险、有害因素，降低尾矿库生产安全风险，预防事故发生，保护企业的财产安全及人员的健康和生命安全。

本评价报告是应急管理部门延期换发《安全生产许可证》的依据之一，同时为应急管理部门进行矿山安全监督、监察提供依据。

1.2 安全现状评价主要依据

1.2.1 法律法规、部门规章

1、《中华人民共和国安全生产法》（2021年6月10日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》，自2021年9月1日起施行）。

2、《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第二十八号，2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订，2018年12月29日施行）。

3、《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第六十九号，2007年11月01日施行）。

4、《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令〔2004〕第394号，2004年03月01日施行）。

5、《安全生产许可证条例》（2004年1月13日中华人民共和国国务院令 第397号，2013年国务院令 第638号一次修订，2014年国务院令 第653号二次修订，2014年07月29日施行）。



6、《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第 38 号，国家安全生产监督管理总局令第 78 号令修改，2015 年 07 月 01 日施行）。

7、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（国家安全生产监督管理总局令第 20 号，国家安全生产监督管理总局令第 78 号令修改，2015 年 07 月 01 日施行）。

8、《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第 30 号，国家安全生产监督管理总局令第 80 号令修订，2015 年 07 月 01 日施行）。

9、《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全监管总局令第 88 号公布,应急管理部 2 号令修订,自 2020 年 9 月 1 日起施行）。

10、《国家矿山安全监察局关于印发《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》的通知》（矿安〔2022〕88 号，2022 年 7 月 8 日）。

11、《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补充情形》的通知》（矿安〔2024〕41 号，2024 年 4 月 23 日）

12、《辽宁省安全生产监督管理规定》（辽宁省人民政府令第 178 号，辽宁省人民政府令第 311 号修订，2017 年 11 月 29 日施行）。

13、《辽宁省人民政府办公厅关于印发辽宁省尾矿库安全监督管理办法的通知》（辽政办发〔2016〕3 号，辽政发〔2017〕53 号修改，2017 年 11 月 29 日施行）。

14、《辽宁省安全生产条例》(辽宁省第十二届人民代表大会常务委员会第 31 次会议通过。2022 年 4 月 21 日，辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，《辽宁省人民代表大会常务

委员会关于修改《辽宁省食品安全条例》等 10 件地方性法规的决定》修正)。

15、《辽宁省安全生产监督管理局关于进一步规范非煤矿山安全生产行政许可管理工作的通知》（辽安监非煤〔2018〕29 号，2018 年 07 月 19 日施行）。

16、《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号，2022 年 11 月 21 日起施行）。

17、《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》（国家矿山安全监察局矿安〔2022〕4 号，自 2022 年 2 月 8 日起施行）。

18、《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》（国务院安委会办公室 7 号，2023 年 9 月 9 日发布）。

19、《国务院安全生产委员会印发《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》的通知》（国务院安全生产委员会 1 号，2024 年 1 月 16 日发布）。

20、《国家矿山安全监察局关于印发<防范非煤矿山典型多发事故六十条措施>的通知》（矿安〔2023〕124 号）。

1.2.2 标准规范

- 1、《生产过程安全卫生要求总则》（GB12801-2008）。
- 2、《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）。
- 3、《尾矿设施施工及验收规范》（GB50864-2013）。
- 4、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）。
- 5、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）。

- 6、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2016）。
- 7、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）。
- 8、《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）。
- 9、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）。
- 10、《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）。
- 11、《混凝土结构设计规范》（2015 年版）（GB50010-2010）。
- 12、《防洪标准》（GB50201-2014）。
- 13、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）。
- 14、《尾矿堆积坝岩土工程技术规范》（GB50547-2010）。
- 15、《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）。
- 16、《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）。
- 17、《矿山安全标志》（GB14161-2008）。
- 18、《选矿安全规程》（GB18152-2000）。
- 19、《个体防护装备选用规范》（GB/T11651-2008）。
- 20、《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2009）。
- 21、《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）。
- 22、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）。
- 23、《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）。
- 24、《安全评价通则》（AQ8001-2007）。
- 25、《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）。
- 26、《水工混凝土结构设计规范》（DL/T5057-2009）。
- 27、《碾压式土石坝施工规范》（DL/T5129-2013）。
- 28、《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020）。

29、《土石坝养护修理规程》（SL210-2015）。

30、《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）。

31、《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）。

1.2.3项目合法证明文件

1、《营业执照》（统一社会信用代码：991211021MA0QE5C748，辽阳县市场监督管理局，成立日期：2016 年 05 月 06 日）。

2、《安全生产许可证》（证号：（辽）FM 安许证字（2021）BK012307 号，辽宁省应急管理厅，有效期：2021 年 06 月 30 日至 2024 年 06 月 29 日）。

1.2.4其他依据

1、《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库“头顶库”风险治理初步设计》（沈阳一方正和工程技术咨询有限公司，2018 年 6 月）。

2、《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库在线监测方案》（淄博远信电子有限公司，2021 年 10 月）。

3、《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库安全性复核报告》（智诚建科设计有限公司，2024 年 4 月）。

4、《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库调洪演算》（智诚建科设计有限公司，2024 年 4 月）。

5、《辽阳县天利选矿厂尾矿库现状坝体稳定性分析》（辽宁有色勘察研究院有限责任公司，2024 年 5 月）

6、《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库排洪系统工程质量检测》（辽宁中测建筑科技有限公司，2024 年 5 月）

7、辽阳县天利矿业有限公司提供的有关书面资料、文件和数据。



1.3 安全现状评价范围

本次安全现状评价的范围是辽阳县天利矿业有限公司尾矿库目前形成的尾矿库系统及其相关辅助设施。

具体评价范围包括：

- 1、总平面布置。
- 2、尾矿坝。
- 3、尾矿库的防洪系统。
- 4、尾矿库安全监测设施。
- 5、周边环境。
- 6、安全管理评价。

本次评价范围不包括尾矿输送系统。

1.4 安全现状评价程序

具体的安全现状评价工作程序见图 1.4-1。

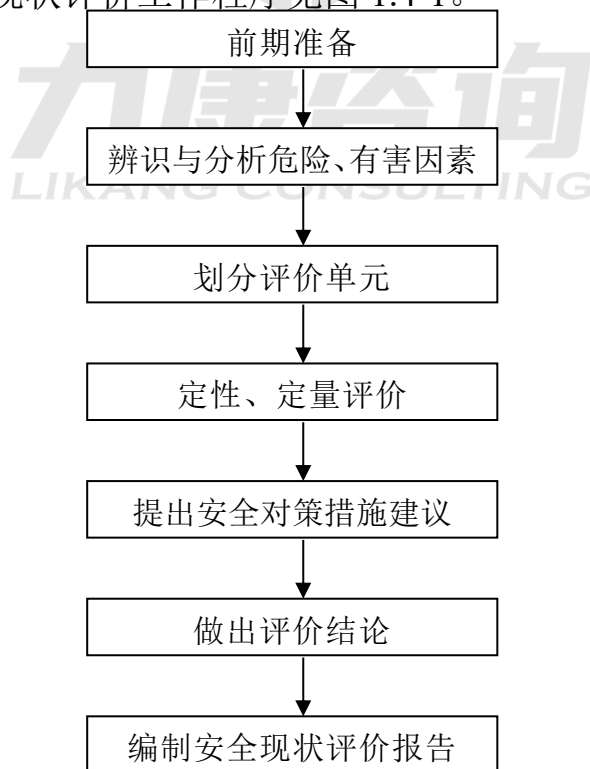


图 1.4-1 安全评价程序框图

2 尾矿库概况

2.1 企业概况

2.1.1 企业基本情况

企业名称：辽阳县天利矿业有限公司。

尾矿库名称：辽阳县天利矿业有限公司尾矿库。

营业场所：辽阳县寒岭镇黄泥岗村。

类型：有限责任公司（法人独资）。

法定代表人：姜魁英。

统一社会信用代码：991211021MA0QE5C748。

成立日期：2016 年 05 月 06 日。

工商登记机关：辽阳县市场监督管理局。

安全生产许可证编号：（辽）FM 安许证字〔2021〕BK012307 号。

发证机关：辽宁省应急管理厅。

安全生产许可证有效期：2021 年 06 月 30 日至 2024 年 06 月 29 日。

2.1.2 地理位置与交通

辽阳县天利矿业有限公司尾矿库位于辽阳县寒岭镇黄泥村东南 0.5km 山谷内，行政区划隶属于辽阳县寒岭镇管辖，库区中心点坐标为：

东经：123°35'25"；北纬：41°5'54"。

尾矿库下游西侧约 500m 为企业选矿厂，选厂自设道路与村级公路相遇，同时村级道路也直达乡级道路再经 S106 省级道路可达本辽辽高速。距辽阳县东南约 42km，交通四通八达，十分便捷。

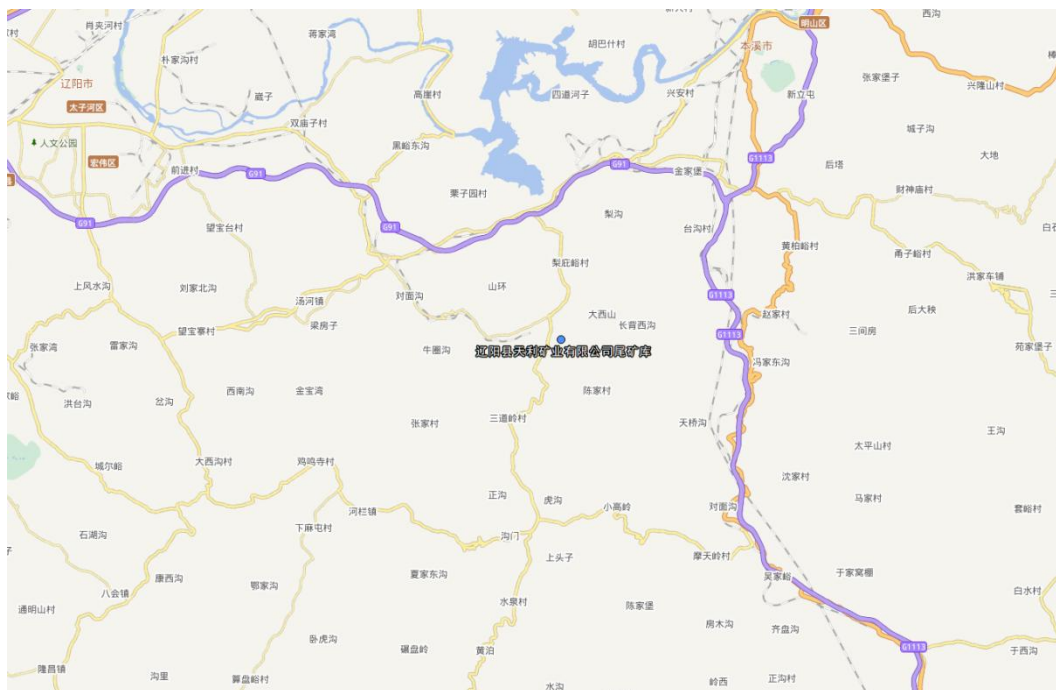


图 2.1-1 尾矿库交通位置图

2.1.3 选矿及排尾工艺指标

选厂年工作天数为 300d，每天 3 班，每班 8h。选厂年排尾矿量 20 万 t，尾矿密度 2.85t/m^3 ，尾矿浆浓度 20%，尾矿库粒度-200 目占 65%。

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

本区地貌类型为构造剥蚀丘陵区 and 山间谷地。

1、构造剥蚀丘陵：丘陵尖——浑圆状，地形坡度 $15\sim 35^\circ$ ，地形绝对标高 416~200m 之间。相对高差 216.7m。地势南高北低，局部斜坡岩层陡峭，坡面冲沟不发育，山坡多呈凹坡，被残坡积物覆盖，覆盖物厚度变化较大，山坡顶部约 0.5~1.0m，坡底及坡角处约 1.5~3.0m。最大侵蚀基准面标高为 190m。区内植被较发育。

2、山间谷地：谷地宽度 20~90m，与构造剥蚀丘陵呈陡坡接触，谷地横向坡度较缓（ 5° 左右），谷地纵向坡度 $10\sim 30^\circ$ ，部分谷地间有季节性溪流，谷地堆积物为坡积、坡洪积粘性土含碎石和坡洪积碎石

层，厚度 2~3m。其中粘性土含碎石分布在河谷两侧的坡脚处，碎石层分布在沟谷的中间部位。

综上，本区地貌类型较简单。

2.2.2 气象

本地区气候属北温带半湿润季风型大陆气候，其特点为冬季多西北风，夏季多东南风，温度变化比较大，四季冷暖干湿分明。根据辽阳市气象站 1961~2000 年气象资料统计，多年平均气温 8.6℃，极端最低气温-35.6℃，平均相对湿度在 51%~78%之间，多年平均降水量为 720.7mm，24 小时最大降雨量 98mm，历史上最大一次降水发生在 1985 年 8 月 18 日，降水量为 85.47mm，多年平均蒸发量 1659.1mm，多年平均风速 3.0m/s，最大风速 20.7m/s，年大风日约 99 天，风向为 SSE。降雨量集中在 6、7、8 月份，植物生长季在 4~9 月。

2.2.3 工程地质

根据企业提供的《辽阳县天利选矿厂尾矿库现状坝体稳定性分析》（辽宁有色勘察研究院有限责任公司，2024 年 5 月）可知：

场地地层由人工堆积层（①回填碎石）、尾矿堆积物（②尾细砂、③尾粉砂）、和天然地层（④强风化混合花岗岩）组成。描述如下：

①人工回填碎石（Q4a1）：灰绿色、黄褐色。松散~稍密，湿，一般粒径 20~100mm，个别粒径达 140mm 左右，含量 50%~55%。成份以岩浆岩、变质岩为主，呈棱角状和次棱角状，由岩石碎屑充填，局部疏密不均。重型动力触探 2.0~15.0 击，平均值为 8.5 击。厚度为 1.5~12.1m。层底深度 1.5~12.1m，层底标高 234.54~274.75m。

②尾细砂（Q4a1）：饱和，灰绿色，棱角状，均粒结构，颗粒级配差，松散~稍密。标准贯入击数值 2.0~25.0 击，平均值 13.5 击，厚度为 7.8~23.10m。层底深度 15.0~26.50m，层底标高为 243.38~260.81m。

③尾粉砂（Q4a1）：饱和，灰绿色，棱角状，均粒结构，颗粒级配差，松散~稍密。标准贯入击数值 4.0~19.0 击，平均值 11.5 击，厚度为 2.1~16.50m。层底深度 14.7~20.0m，层底标高为 255.81~260.13m。

④强风化混合花岗岩（Ar）：浅黄色，主要由石英、长石和云母组成，其中长石和云母等矿物已风化成次生矿物。变晶结构，块状构造。岩芯呈碎块状、砂状。节理裂隙很发育。岩石为较软岩，岩体极破碎，岩体基本质量等级为 V 级。重型动力触探 16.0~60.0 击，平均值 38 击，控制厚度为 2.0~3.7m。层顶深度为 1.5~26.5m，层顶标高为 234.54~260.13m。

2.2.4 水文地质

区内地下水按赋存条件可分为两种类型：松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

1、松散岩类孔隙水含水层岩性为碎石、砾卵石等松散堆积物直接覆盖于基岩之上。稳定水位深度为 0.7m~1.0m，稳定性标高为 -0.85m~0.7m。含水层厚度 1m~1.5m，成分的粒径不均匀，分选性差，在粘土或块石透镜体中以潜水为主，地下水的富水性较差，实为上层滞水，其补给来源于大气降水。地下水类型属重碳酸钙钠型水，主要分布在河谷中。

2、基岩裂隙水主要含水层介质为基岩的风化裂隙和构造裂隙，含水的风化裂隙自地表向地下，其发育程度逐渐减弱，风化厚度 3m~9m，含水层富水性受岩石的风化程度控制。不同的基岩构造部位其富水性变化较大。本区仍属地下水水量贫乏区。地下水类型为重碳酸钙钠型水。

3、地下水补给、径流与排泄条件：地下水的主要补给来源于大气降水，主要补给方式为垂向补给。以径流、蒸发的方式排泄。本区所处位置地形较陡峭，起伏变化较大，诸多因素都有利于地下水的径流

排泄，高处的径流对沟谷出的出孔隙水（裂隙水）有所补给。

水文地质条件简单。

2.2.5 地震资料

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）规定，本地区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组属第一组，场地设计特征周期为 0.35s。

2.3 周边环境

尾矿库依托山谷内地势三面依山，一面筑坝。正下游西北侧 0.5km 以外至 1.5km 范围内有黄泥岗村居民 36 户共计 113 人、耕地、村级道路等，其中黄泥岗村庄和耕地地区主要为居民生活区。下游西侧约 500m 半山腰处为该企业的选矿厂，车间及办公室。除此之外尾矿库影响范围内无省级以上风景名胜区，自然保护区、饮用水源保护区，附近没有影响尾矿库安全的采矿活动。



图 2.3-1 周边环境图

2.4 库容、等别及建设标准

根据《尾矿设施设计规范》，尾矿库的等级标准按下表确定。

表 2.4-1 尾矿库等级表

等级	全库容 $V \times 10^4 m^3$	坝高 $H (m)$
一	$V \geq 50000$	$H \geq 200$
二	$10000 \leq V < 50000$	$100 \leq H < 200$
三	$1000 \leq V < 10000$	$60 \leq H < 100$
四	$100 \leq V < 1000$	$30 \leq H < 60$
五	$V < 100$	$H < 30$

根据《尾矿设施设计规范》，尾矿库的防洪标准按下表确定。

表 2.4-2 尾矿库防洪标准表

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

根据《尾矿设施设计规范》，尾矿库的主要构筑物等别按下表确定。

表 2.4-3 尾矿库构筑物的级别

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

五	5	5	5
---	---	---	---

现状尾矿库堆积坝坝顶标高为 270.4m，初期坝坝轴标高为 235m，尾矿库坝高 35.4m，库容约 120 万 m^3 ，根据以上信息可知，尾矿库现状等别为四等库，由于该尾矿库下游存在居民，故提高一个等级设防，按三等库标准设防。

2.5 设计概况

2015 年 6 月河北宏达绿洲工程设计有限公司出具的《辽阳县天利选矿厂尾矿库项目修改设计》（以下简称《修改设计》）可知坝体总高度为 52m，总库容 172.94 万 m^3 。辽阳县天利矿业有限公司于 2018 年 6 月委托沈阳一方正和工程技术咨询有限公司编制了《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库“头顶库”风险治理初步设计》（以下简称《治理初步设计》）报告，《治理初步设计》针对坝体 270m 以下标高进行了治理设计，270m 以上标高以《修改设计》为准，具体内容如下。

2.5.1 尾矿坝设计

根据《治理初步设计》，尾矿库类型属山谷型尾矿库，对初期坝进行压坡加固处理，在距现有初期坝坝体外坡角 45m 处新筑土石堆堆体，土石堆堆体由下向上游逐渐分层碾压堆筑，加固土石堆堆体总堆积高度为 17m，加固后的平均外坡比为 1:2.0。完成初期坝的整治工程后，对标高 252m 以上的堆积坝坝体进行削坡加固处理并同时坝顶进行规整找平。修整后的堆积坝坝体坝底标高为 252m，坝顶标高 269m，堆积坝坝高 17m，平均外坡坡比为 1: 3。一级子坝坝顶标高 258m，坝宽 2m，坝高 6m，外坡比为 1:2.5；二级子坝坝顶标高 263m，外坡比为 1:2.5，顶宽 4m，坝高 5m；三级子坝坝顶（即坝体顶部）标高 269m，外坡比为 1:2.5，顶宽 10m，坝高 6m，坝顶长 101m。

治理尾矿坝坝高 34m，尾矿库总库容 27.5 万 m^3 ，尾矿库属于四等库。根据《修改设计》可知该尾矿库设计最终总坝高为 52m，最终总库容为 172.9 万 m^3 ，该尾矿库并未达到设计坝高和库容，故待尾矿坝完成以上整治工程后可继续按设计要求进行堆筑，后期堆筑每级子坝外坡比 1: 3.5，马道宽 8m，堆积坝坝顶宽 10m。

除此之外，加固土石堆体与原坝体外坡两者材料间用 $400\text{g}/\text{m}^2$ 的土工布做反滤。土工布之间搭接 300mm 双边缝合，且上下各甩出 300mm~500mm 的外边进行压固。

尾矿坝上采用横向和纵向排水沟排水，为防止积水冲击坝肩，在尾矿坝两侧坝肩也设有排水沟。坝上横向排水沟修在与坝坡接壤一侧但不要与坝坡相连中间至少留出 0.5m 的间距，坡度为 1% 坡向坝中间的纵向排水沟或坝肩排水沟，而坝坡面上排水沟坡度则与坝坡面坡度一致。排水沟为浆砌石结构，断面为矩形，尺寸为：宽 0.5m，深 0.5m，衬砌厚度 0.2m。排水沟长度视坝体结构尺寸而定。

2.5.2 尾矿库排洪系统设计

由于该尾矿库为山谷型尾矿库，三面山坡汇水进入库区，汇水面积较大，故设计库内和库外分别进行修建排洪设施，实现库内和库外联合排洪。

2.5.2.1 库内排洪系统

库内现在无永久排洪设施，但经与企业沟通考虑到新建一套排洪设施投入较大，故设计将现有的库内排洪设施进行改造升级。经现场勘查现有库内排洪设施为铁制的井—管，现场可见 2 个（分别用 1#和 2#表示）铁制排水井，1#、2#铁制排水井出露（即滩面以上）高度分别为 3 和 5m，经企业介绍该套排洪设施排水管线埋深较浅且施工时排

水管线的基础强度较高，故设计将库内现有排洪设施改造成现浇筑钢筋混凝土窗口式排水井~排水管，排水管规格为内径 1m 的 C25 钢筋混凝土管，壁厚 0.2m，排水管道洞底坡度为 3.5%，长 390m，坡向出口。排水井 2 座，排水井与排水管相衔接，排水井为窗口式排水井，排水井内径 $D=1.5\text{m}$ 圆柱体，壁厚 0.15m，梅花形排水孔，每层 6 孔，层距 0.25m，内孔孔径 250mm，外孔孔径 300mm。井高均为 12m，均为钢筋混凝土现场浇制结构，排水井井筒混凝土标号 C30，井座 C25，垫层 C15。排水井进水口，随着水面的上升逐层进行封堵（用土工布包裹预制混凝土楔形塞进行封堵）。排水井前应设栏污栅，并随水位上升而上移，以防止水中漂积物堵塞入水口。在汛期前，调整库内水深，降至最低点，留出足够的调洪库容，用以贮存洪水。随着尾矿库的加高后期堆筑高度超过 2#排水井前应按《辽阳县天利选矿厂尾矿库项目修改设计》及时完成后续 4#和 5#排水井的修筑。

2.5.2.2 库外排洪

设计增设截洪沟作为库外的排洪设施，在库区周边山体上挖设截洪沟将库外汇水截出以此来减小库内排洪的压力。截洪沟无衬砌，断面为矩形底宽 1.2m，深 1.2m，总长约为 370m，敷设坡度最小为 3%，截洪沟随着尾矿坝的不断加高根据地形位置要适时进行调整以保证库外的汇水不进入库内。为了更好的将截洪沟内的水顺利排出，在截洪沟出口处铺设了内径 0.9m 的预制钢筋混凝土排水管与截洪沟相连，铺设的长度为 420m，敷设坡度最小为 3%，排水管与截洪沟连接处设置保护罩，连接处的截洪沟采用浆砌石衬砌并尽量增大坡向排水管的坡度，衬砌距离不小于为 2m。排水管通向坝下将水排到库外。

2.5.3排渗工程

由于原尾矿库内无排渗设施，在日后生产运行中坝体内部浸润线可能过高，为保证后期坝体的稳定性，在后期堆筑子坝前的现状堆积坝坝顶和后期堆筑的子坝坝顶上分别沿主沟方向布置排渗设施，采用水平排渗管导流（初期投资少，施行速度快；软体护管可沿随最佳设计走向）。排渗管以 2% 的坡度坡向下游，长度为 100m，水平间距为 20m，每个平台设置 5 根，采用“平埋式”。

排渗管：采用直径 110mm 壁厚 7mm 聚乙烯管材，管壁布置滤水孔，滤水孔孔径 10mm，孔间距 50mm，共布置 12 列，呈梅花形交错布置，每一水平面保证有 6 个滤水孔。管外包裹两层 80 目钢丝网，木工骑马钉固定。排渗管下游出水端直接连到坝上排水沟。在距下游出水端 20m 内滤水管采用封闭形式，不设滤水孔。

2.5.4尾矿库观测设施设计

2.5.3.1 人工观测设施

1、位移观测设施

坝体位移观测设施：主要以坝体表面位移为主。为掌握尾矿坝坝体的位移情况，设计了坝体位移观测设施。通过定期的、系统的观测记录资料来掌握坝体的稳定情况，如有异常情况应及时复测，并根据复测结果提出处理意见。

（1）位移观测基点桩

在坝体两侧不受坝的变形影响，不受外来机械破坏及便于观测的地方设置位移观测基点桩。

（2）位移观测标点桩

在坝体关键点位设置位移观测标点桩，现有高度仅需布置在坝体

标高 252m 和 263m 的平台上，共设置 6 个位移观测标点桩。用以观测坝体水平位移和沉降。

2、浸润线观测

尾矿库为三面环山的山谷库，设计两排浸润线观测设施与位移观测点相结合。

(1) 在坝体标高 252m 和 263m 平台垂直坝轴线共设置两排 6 个常规浸润线观测孔。

(2) 观测管采用 $\Phi 100\text{mm}$ 厚壁工程塑料管，地下管埋长大于 4m，将其下底端封闭，在封闭端管壁上钻孔，孔径 $\Phi 15\text{mm}$ ，孔距 50mm，每周 4 孔梅花布孔，钻孔段长 1.5m，钻孔段外包裹 400g/m^2 土工布一层，用尼龙线缠牢固。

(3) 观测管上部用长 1.2m $\Phi 108\text{mm}$ 钢套管进行保护，观测管顶端安装带折页孔盖。

(4) 待测出每个水位观测孔的水位后，将各水位标高与坝上游库水位依次连线即为浸润线。

(5) 观测每月一次，汛期增加观测次数，做好记录登记成册。

3、水位观测

在尾矿库内排洪设施附近，应设置清晰醒目的水位标尺。由尾矿工随时观测。

2.5.3.2 在线监测系统设计

2021 年 10 月企业委托淄博远信电子有限公司针对在线监测系统出具了《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库在线监测方案》，根据方案可知尾矿库的在线监测方案如下：

1、坝体位移

基础站：为了方便管理及后期维护，设置 1 处基础站位于办公室前方地质稳定处，且不影响办公区日常工作位置。

监测站：在初期坝坝顶 252m 标高布置 1 条监测纵剖面、在堆积坝 269m 标高布置 1 条监测纵剖面、设计最终坝顶 294m 布置 1 条监测纵剖面。初期坝坝长约 70m，堆积坝坝顶长 70~101m，取测点间距 30m。为了能反映最可能滑移的位置情况，表面位移监测点靠近坝体中心对称线布置（最大坝高处）。

2、浸润线监测

依据尾矿库现状及施工条件，设计垂直坝体轴线布置 3 条监测横剖面，剖面间距约 30m。

每个监测剖面内布置 3 个监测点，点位分别布置在 252m 平台、269 平台及设计最终坝顶 294m。监测孔深一般为 7m。为了能反映最可能的渗流情况，浸润线监测点靠近坝体中心对称轴布置（最大坝高处）。

因该库现状未达设计最终坝高，因此针对现状条件布置一期监测点位。依据尾矿库现状及施工条件，设计垂直坝体轴线布置 3 条监测横剖面，剖面间距约 30m。

每个监测剖面内布置 2 个监测点，点位分别布置在 252m 平台、269m 平台。监测孔深一般为 7m，为了能反映最可能的渗流情况，浸润线监测点靠近坝体中心对称轴布置（最大坝高处）。

3、库水位监测

在尾矿库内东南排水井处布设一个超声波液位计，并随水位的升高而升高。

4、干滩监测

干滩监测子系统包括滩顶高程、库水位、干滩坡度，其中滩顶高程和干滩坡度是通过人工测量出来的。滩顶高程根据滩顶上升情况，



定时做好检测，随时掌握滩顶高程，汛前必须检测一次。干滩坡度根据坡度变化情况，一季度检测一次，随时掌握干滩坡度，汛前必须检测一次。

5、降雨量监测

在尾矿库附近开阔处布置雨量计进行降雨量观测。通过雨量计自动获取雨量数据，以及根据降雨量的情况预测库水位发展趋势，绘制历史降雨量曲线图。

6、视频监控

视频监控点位分别布置在:初期坝顶 252m、现状坝顶 269m(联合监控放矿系统及干滩)、库水位监测点位附近。待堆积至设计最终坝高处加设一处视频监控点。整体布置 3 个视频监测点，后期布置 4 个视频监测点。除此之外为了保证夜间摄像头的良好运行，还应在坝上及视频监测点附近修建探照灯。

2.6 尾矿库现状

该尾矿库为山谷型尾矿库，东、南、西三面环山，北面筑坝，坝体以上汇水面积为 0.326km²，沟内比较平坦，平均坡度 26.7%，出口较宽。该尾矿坝坝趾标高 231.6m，初期坝坝轴线标高 235m，现状坝顶标高 270.4m，坝体总高 35.4m。

2.6.1 初期坝

初期坝由山皮土堆筑，经过治理后，初期坝外坡由废石压坡加固，初期坝坝轴线标高 235m，坝顶标高 252.4m，初期坝坝高 17.4m，坝顶宽 4.5m，坝长 103m，并分别在标高 236m、239m、244m 和 248m 处设有马道，每级马道宽 4~6m，平均外坡坡比为 1:2.8。外坡面至坝脚采用碎石护坡，坝体外部轮廓良好。初期坝坝体表面平整干燥，为不透

水坝，无渗水溢出点。



图 2.6-1 初期坝坝底

2.6.2 堆积坝

现堆积坝坝顶标高 270.4m，堆积坝总坝高 18m，共形成了四级子坝，一级子坝坝顶标高 258.69m，坝长 103m，坝宽 6.8m；二级子坝坝顶标高 264.5m，坝长 108m，坝宽 6.7m；三级子坝坝顶标高 269.08m，坝长 105m，坝宽 6.2m；四级子坝（即现状坝顶）坝顶标高 270.4m，坝长 108m，坝宽 26m，堆积坝平均外坡坡比为 1:3。库区西侧有上坝道路，路宽 5m。该尾矿库坝体堆筑高度规整，坝体外坡表面未发现因渗漏、渗水而造成沼泽化等情况，植被覆盖率达到 85%以上。现库容约为 120 万 m^3 ，现状为四等库。

坝面设置有排水沟排水，排水沟为浆砌石结构，断面为矩形，尺寸为宽 0.5m，深 0.5m，衬砌厚度 0.2m。在尾矿坝西侧坝肩也设有坝肩排水沟。



图 2.6-2 堆积坝坝体

2.6.3 库内滩面

根据企业提供的《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库调洪演算》（智诚建科设计有限公司，2024 年 4 月）可知，库内沉积滩滩面标高约 260.2m，干滩长度约为 120m，干滩坡比约为 1.0%，滩面平整可满足安全生产要求。

2.6.4 排水系统

1、库内排洪设施

根据企业提供的《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库排洪系统工程质量检测》（辽宁中测建筑科技有限公司，2024 年 5 月）可知，现库内采用排水井-排水管排洪系统，排水井 2 座，排水井与排水管相衔接，排水管实测内径 1.003m 的混凝土管，排水井为窗口式排水井，1#排水井实测内径 $D=1.503\text{m}$ ，实测壁厚 0.153m，2#排水井实测内径 $D=1.501\text{m}$ ，

实测壁厚 0.155m，检测结果表明该尾矿库排水井、排水管尺寸符合原设计。1#排水竖井现龄期混凝土抗压强度推定区间为 30.6MPa～32.2MPa，2#排水竖井现龄期混凝土抗压强度推定区间为 31.7MPa～32.9MPa，符合原设计 C30 强度等级。排水管现龄期混凝土抗压强度推定区间为 25.0MPa～26.2MPa。



图 2.6-31#排水井



图 2.6-42#排水井



图 2.6-5 排水管

2、库外排洪设施

根据《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库排洪系统工程质量检测》（辽宁中测建筑科技有限公司，2024 年 5 月）可知，尾矿库库区周边设有截洪沟。截洪沟无衬砌，断面为矩形底宽 1.2m，深 1.2m，在截洪出口处铺设了内径 0.9m 的排水管与截洪沟相连，铺设的长度为 420m，敷设坡度最小为 3%，排水管与截洪沟连接处设置保护罩，连接处的截洪沟采用浆砌石衬砌。



图 2.6-6 截洪沟照片



图 2.6-7 坝面排水沟

2.7 尾矿库观测设施

2.7.1 人工观测设施

1、位移观测设施

(1) 位移观测基点桩

在坝体两侧山体上设置 1 个位移观测基点桩。

(2) 位移观测标点桩

在坝体标高 252m 和 263m 的平台上,共设置 6 个位移观测标点桩。用以观测坝体水平位移和沉降。

2、浸润线观测

在坝体标高 252m 和 263m 平台垂直坝轴线共设置两排 6 个常规浸润线观测孔。



图 2.7-1 位移监测设施

2.7.2 在线监测系统

1、坝体位移

基础站：位于办公室前方地质稳定处设置 1 处基础站。

监测站：在初期坝坝顶 252m 标高布置 1 条监测纵剖面、在堆积坝 269m 标高布置 1 条监测纵剖面。

2、浸润线监测

依据尾矿库现状及施工条件，垂直坝体轴线布置 3 条监测横剖面，剖面间距约 30m。

每个监测剖面内布置 2 个监测点，点位分别布置在 252m 平台、269m 平台。

3、库水位监测

在尾矿库内东南 2#排水井旁布设一个超声波液位计，并随水位的升高而升高。

4、干滩监测

干滩监测子系统包括滩顶高程、库水位、干滩坡度，其中滩顶高程和干滩坡度是通过人工测量出来的。滩顶高程根据滩顶上升情况，定时做好检测，随时掌握滩顶高程，汛前必须检测一次。干滩坡度根据坡度变化情况，一季度检测一次，随时掌握干滩坡度，汛前必须检测一次。

5、降雨量监测

在尾矿库附近开阔处布置雨量计进行降雨量观测。通过雨量计自动获取雨量数据，以及根据降雨量的情况预测库水位发展趋势，绘制历史降雨量曲线图。

6、视频监控

视频监控点位分别布置在:初期坝顶 252m、现状坝顶 269m(联合监控放矿系统及干滩)、库水位监测点位附近。整体布置 3 个视频监测点。



图 2.7-2 在线监测系统



图 2.7-3 位移监测系统



图 2.7-4 视频监控和库水位监控系统

2.8 其他安全设施

尾矿库库区设有值班室，并配备值班人员，值班人员配备有厂内对讲机，24 小时畅通。尾矿库库区设置有必要的警示标志，尾矿库周围的照明设施，库区检修道路等均满足要求。



图 2.8-1 尾矿库值班室



图 2.8-2 尾矿库上坝道路



图 2.8-3 警示标志

2.9 安全生产管理

(1) 证照及资质

企业具有辽阳县市场监督管理局颁发的《营业执照》，成立日期为2016年05月06日，统一社会信用代码为991211021MA0QE5C748。企业法人、主要负责人及安全管理人员均具备相应的安全管理资格证。企业尾矿工具有相关证件，且有效。

(2) 安全组织机构及从业人员

企业成立了安全生产管理组织机构，并以正式文件形式下发。企业同时设置了技术管理机构，并配备了相关技术人员。企业特种作业人员配备齐全，均在有效期内。

表 2.9-1 企业资质从业人员一览表

序号	姓名	安全资格证类型	证书编号	有效期至
1	姜魁英	主要负责人	210321198707010418	2025-01-06
2	谢文彬	安全管理人员	2112231976070608171	2026-10-31
3	王英琳	安全管理人员	211005197812162157	2026-10-24
4	刘扬	尾矿作业	T210423198603183419	2029-11-09
5	郝强	尾矿作业	T210423197712283414	2029-11-09
6	宋启江	焊接与热切割作业	T210423196901113436	2029-01-10
7	修阳	电工作业	T211005199206122111	2029-06-25
8	刘启超	电工作业	T210423200109112017	2027-09-12
9	许祥钢	矿物加工工程师	0119A32213	无期限
10	张强	土木工程师	CMZD20236920	无期限
11	赵明生	水利工程师	CMZD20236922	无期限

(3) 安全生产责任制及规章制度

企业制定了较为齐全的安全生产责任制、安全生产规章制度及岗位安全操作规程。

(4) 事故应急救援预案

企业已制定了尾矿库事故应急救援预案，预案已经监管部门备案，备案编号：辽县急矿山预案备字 2024-04。预案对生产过程中的危险有害因素分析比较全面，建立了预警机制，保障措施到位，应急物资和人员得到落实，进行了应急预案演练，基本能够满足应急救援的需要。

（5）其他

企业已签订了救护协议，为职工办理了安全生产责任险和工伤保险，按规定提取了安全技术措施专项经费，对职工进行了安全生产教育培训，并考核合格。安全生产检查、安全会议和隐患整改记录齐全。



3 危险、有害因素识别与分析

本次危险、有害因素识别，依据周边环境、总平面布置、生产工艺流程、辅助生产设施、公用工程、作业环境、场所特点或功能分布等进行辨识与分析。

根据所确定的危险、有害因素识别的依据，结合项目的实际情况，对项目实际存在和潜在的危险、有害因素辨识如下。

3.1 尾矿库运行中的主要危险、有害因素

(1) 尾矿库运行使用过程中发生的尾矿库边坡、坝体的坍塌和滑坡危害。

(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) 尾矿库泥石流危害：尾矿库坝体因发生边坡滑动、跨塌、坍塌以及所引发的泥石流等对尾矿库本身及其下游地区的安全所造成危害。

(4) 长期对排洪构筑物不进行检查、维修，致使堵塞、露筋、塌陷等陷患未能及时发现。

(5) 不良气候条件气候因素的危害：如集中暴雨生成的洪水灌入尾矿库内或暴雨长时间冲刷坝面造成坝体危害。

3.2 安全管理中的危险、有害因素

(1) 无尾矿排放安全操作规程和尾矿库运行安全管理机构、人员与制度。

(2) 尾矿库设施、设备管理维护措施不当，制度不健全，导致其损坏与报废，如排洪设施等的损坏等。

(3) 洪涝和地震灾害抢险应急救援预案与演练制度不健全。

3.3 其他危险、有害因素

- (1) 尾矿库内的干滩在冬春的干旱大风季节会产生扬尘。
- (2) 运输车辆、推土机等设备，存在发生车辆伤害的危险。
- (3) 尾矿库库区照明电器、线路、电源开关、或其它电器，由于绝缘层老化、开裂引发的触电事故。
- (4) 在露天作业，在雷雨季节，可能发生雷击伤害。
- (5) 边坡作业可能会引起高处坠落事故。

3.4 尾矿库危险、有害因素的表现形式

危险因素是直接造成人员伤亡和财产损失的因素。尾矿库事故的主要表现形式为溃坝。溃坝会造成大量的人员伤亡、建筑物损毁和环境污染。在尾矿库安全监督管理中，直接导致尾矿库事故的主要原因有：尾矿坝边坡过陡，浸润线逸出，裂缝，渗漏，滑坡，坝外坡拉沟，排洪构筑排洪能力不足，排洪构筑物堵塞，排洪构筑物错动，干滩长度不够，安全超高不足等。

3.4.1 尾矿堆积坝边坡过陡

尾矿堆积坝边坡直接决定其稳定性。造成尾矿堆积坝边坡过陡的主要原因有：放矿工艺不合理；为增加库容人为改陡坡比。造成坝体边坡过陡的主要原因有：盲目节省投资，人为改陡坡比；有的堆石坝是用生产废石进行堆坝，没有控制陡坡比。

3.4.2 浸润线逸出

浸润线的高低和变化直接决定其稳定。浸润线从坝外逸出，说明坝坡的稳定性，有可能发生滑坡事故。造成浸润线逸出主要原因有：无排渗设施；排渗设计不合理；排渗设施施工质量不良；排渗设施管

理不当。

3.4.3 裂缝

裂缝是尾矿坝较为常见的危险因素。某些细小的横向裂缝有可能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。裂缝的主要原因有：坝基随载能力不均衡；坝体施工质量差；坝身结构及断面尺寸设计不当。

3.4.4 渗漏

渗漏是尾矿库常见的危险因素，严重的会导致垮坝事故，氰化物中毒等。按渗漏的部位可分为：坝体渗漏、坝基渗漏、接触渗漏和绕坝渗漏。

坝体渗漏的主要原因包括设计和施工两个方面。

设计方面的主要原因有：对坝址的地质勘探工作做得不够，设计时未能采取有效的防渗措施；采用的坝基防渗措施不能满足抗渗的需要。

施工方面的主要原因有：岩基的强风化层及破碎带未处理，或混凝土截水墙未按设计要求做到新鲜基岩上；岩基上部的冲积层未按设计要求彻底清理；土坝分层填筑时，碾压不实，致使每层填土上部密实，下部疏松，库内放矿后形成水平渗水带；土料含砂砾太多，渗透系数大；没有严格要求控制或及时调整填筑土料的含水量，致使碾压达不到设计要求的密实度；在分段进行填筑时，土层厚薄不同，上升速度不一致，相邻两段的接合部位出现少压或漏压的松土带；在冬季施工中，对碾压后的冻土层没有彻底处理，或把大量冻土块填在坝内，形成软弱夹层，成为坝体渗漏的通道。

管理方面的主要原因有：坝前干滩裸露暴晒而开裂，尾矿放矿水

从裂缝渗漏；对防渗设施养护、维修不善，出现问题后亦未及时进行处理，下游逐渐出现沼泽化，甚至可能形成管涌；在坝后任意取土，也可能影响地基的稳定。

其它方面的原因有：白蚁、獾、蛇、鼠等动物在坝体打洞营巢，造成坝体集中渗漏；地震会引坝体或防渗体发生贯穿性的横向裂缝而产生渗漏。

接触渗漏的主要原因有：基础清理不好，未做接合槽或做得不彻底；土坝两端与山坡接合部分的坡面过陡，而且基础清理不彻底，或未做防渗墙；涵管与坝体接触处回填夯实质量差，或未做截水环（墙）及其它止水措施，造成渗水沿此薄弱面渗漏。

绕坝渗漏的主要原因有：与土坝两端连接的岸坡属条形山或覆盖层单薄的山坡，而且有砂砾石透水层；山坡的岩石破碎，节理发育，或有断层通过；施工取土或库内存水后由于风浪的淘刷，岸坡的天然铺盖被破坏；溶洞以及生物洞穴或植物根茎腐烂后形成的孔洞等。

3.4.5 滑坡

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；有的是先由裂缝开始，如不及时处理，逐步扩大和漫延，则可能造成垮坝重大事故。

产生滑坡的主要原因有勘探设计和施工两个方面。在勘探时，没有查明基础有淤泥层或其它高压缩性软土层，设计时未能采取适当措施；选择坝址时，没有避开位于坝脚附近的水塘，筑坝后由于坝脚处于过大沉陷而引起滑坡；设计未采取防渗措施，产生绕坝渗漏，使局部坝体浸润饱和而引起滑坡；设计中稳定分析所选择的计算指标偏高，

或对地震考虑不够，排水设计不当等。在施工中，碾压土坝时，铺土太厚，碾压不实，或土壤含水量不合要求，密度没有达到设计标准等；土坝填筑时没有严格按照施工技术要求，造成施工质量不好；采用风化程度不同的残积土筑坝时，将黏性较大、透水性较小的土料填在土坝下部，而上部又填黏性较小、透水性较大的土料，放尾矿后，背水坡上部湿润饱和；尾矿堆筑坝与基本坝二者之间或各期堆筑坝坝体之间没有很好结合，在渗水饱和后，造成背水坡滑坡。

3.4.6坝外坡裸露拉沟

坝外坡裸露，遇暴雨冲刷造成坡面拉沟，影响坝体的稳定性，严重时导致决口溃坝。其主要原因有：坝坡太陡；地表水未拦截或拦截不彻底；坝坡未植被覆盖。

3.4.7排洪构筑物排洪能力不足

排洪构筑物不能及时排泄洪水，导致库水位升高，安全超高不够，甚至漫顶溃坝。其主要原因有：设计洪水标准低于现行标准；人为缩小排洪系统断面尺寸；排洪通道存在限制性“瓶颈”。

3.4.8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。其主要原因有：进水口杂物淤积；构筑物垮塌。

3.4.9排洪构筑物错动、断裂、垮塌

排洪构筑物断裂造成大量泄漏，垮塌造成堵塞，排洪能力急剧下降，危及坝体安全。其主要原因有：无设计或设计不合理；未按设计要求施工；地基不均匀沉陷；出现不均匀或集中荷载等。

3.4.10 干滩长度不够

干滩长度不够的主要原因有：坝前放矿不均匀，滩顶高程不一；库水位控制不当。

3.4.11 安全超高不足

库水位接近坝顶时，干滩面过短，导致上游式尾矿堆积坝浸润线过高，使坝体处于饱和状态。其主要原因有：库水位控制不当；调洪库容不足；滩顶高程不一；排洪设施能力不足。

3.4.12 地震

地震是人类无法控制和消除的自然灾害。它对尾矿库的破坏是致命性的，强烈地震将导致尾矿坝坝体滑坡、裂缝，排洪构筑物错位、变形、倒塌，还可能引起库内水面大波浪冲击坝顶而造成洪水漫顶垮坝。

3.4.13 淹溺

操作人员在进行库内回水等作业时，不慎坠入水中，将造成人员淹溺事故。

3.4.14 雷击

护坝人员在雷雨天气巡坝检查时，有可能造成雷击事故，导致人员伤亡。

3.4.15 粉尘

尾矿是经破碎磨细选矿后丢弃的矿渣，粒度细，表面干燥无覆盖时，遇大风将导致尾矿飞扬，形成砂尘，污染环境；人过量吸入，则可能导致尘肺病。

4 评价单元的划分与评价方法的选择

4.1 评价单元划分

本次划分评价单元本着科学、合理的原则，以尾矿库整个生产系统为评价对象，根据生产工艺功能、生产设施设备相对空间位置，将其划分为七个评价单元：总平面布置单元、尾矿坝单元、防洪系统单元、安全度单元、安全监测设施单元、周边环境单元、安全管理单元。

4.2 评价方法选择

根据生产工艺、生产设施的特性，按照科学、合理、适用的原则，本次现状评价选择的评价方法概括如下：

表 4.2-1 评价方法选用表

评价方法 单元	安全检查表法	专家评议法	其他
总平面布置/周边环境	选用	选用	
尾矿坝	选用		数值分析法
防洪系统	选用		数值分析法
监测及辅助安全		选用	
安全管理	选用		
重大生产安全事故隐患	选用		

4.2.1 安全检查表法简介

检查表法是定性的安全评价方法，可用于评价项目的任何时期。通过对检查对象进行详细调查研究和全面分析，所制定出来的安全检查表比较系统、完善，能包括控制事故发生的各种因素，可避免检查过程中的走过场和盲目性，从而提高安全检查工作的效果和质量。

检查表法有如下优点：

- (1) 安全检查表是根据有关法规、安全规程和标准制定的，因



此检查目的明确，内容具体，易于实现安全要求。

(2) 安全检查表对所拟定的检查项目进行逐项检查的过程，也是对系统危险因素辨识、评价和制定出措施的过程，既能准确地查处隐患，又能得出确切的结论，从而保证了有关法规的全面落实。

(3) 检查表是与有关责任人紧密相联系的，所以易于推行安全生产责任制，检查后能够做到事故清、责任明、整改措施落实快。

(4) 安全检查表使用起来简单易行，易于安全管理人员和广大职工掌握和接受，可经常自我检查。

4.2.2 专家评议法简介

专家评议法是一种吸收专家参加，根据事物的过去、现在及发展趋势，进行积极的创造性思维活动，对事物的未来进行分析、预测的方法。

采用专家评议法应遵循以下步骤：

- (1) 明确具体分析、预测的问题。
- (2) 组成专家评议分析、预测小组，小组组成应由专业领域的专家、推断思维能力强的演绎专家等组成。
- (3) 举行专家会议，对提出的问题进行分析、谈论和预测。
- (4) 分析、归纳专家会议的结果。

方法特点和适用范围：对于安全评价而言，专家评议法简单易行，比较客观，所邀请的专家在专业理论上造诣较深、实践经验丰富，而且由于有专业、安全、评价、逻辑方面的专家参加，将专家的意见运用逻辑推理的方法进行综合、归纳，这样所得出的结论一般是比较全面、正确的。特别是专家质疑通过正反两方面的讨论，问题更深入、更全面和透彻，所形成的结论性意见更科学、合理。

专家评议法适用于类比工程项目、系统和装置的安全评价，它可以充分发挥专家丰富的实践经验和理论知识。运用该评价方法，可以将问题研究讨论的更深入、更透彻，并得出具体执行意见和结论，便于进行科学决策。



5 定性、定量评价

根据辽阳县天利矿业有限公司尾矿库生产实际情况和所选择的評價方法，按照划分的评价单元对其进行定性、定量评价如下。

5.1 总平面布置单元

1.总平面布置单元采用安全检查表法评价如下：

表 5.1-1 总平面布置单元检查表

序号	检查内容	评价依据	检查情况记录	检查结果
1	尾矿库不应设在尾矿库失事将使下游重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受严重威胁区域。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）5.2.1 及《尾矿设施设计规范》第 3.1.2 条	尾矿库没有设在尾矿库失事将使下游重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受严重威胁区域。	符合要求
2	避开不良地质现象严重区域	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 5.2.2 条及《尾矿设施设计规范》第 3.1.2 条	该尾矿库选址无地质构造复杂、不良地质现象严重区域。该尾矿库位于工程地质和水文地质简单区。	符合要求
3	选择库址宜避开岩溶、流沙、淤泥、湿陷性黄土、断层、塌方、泥石流、滑坡等不良地质地段	《选矿安全规程》GB18152-2000 第 5.1.2 条	尾矿库库区不位于以上地质不良地段。	符合要求
4	国家法律、法规规定禁止建设尾矿库的区域；	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 5.2.1 条及《尾矿设施设计规范》第 3.1.2 条	库址不位于国家法律、法规规定禁止建设尾矿库的区域；	符合要求
5	汇水面积小，并有足够的库容	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 5.2.2 条及《尾矿设施设计规范》第 3.1.2 条	库区上游沟谷较长，满足坝高达到设计坝高时的扩展长度。	符合要求
6	选矿厂必须有完善的尾矿设施，严禁尾矿排入江、河、湖、海	《尾矿设施设计规范》1.0.3	该选厂有完善的尾矿设施（尾矿库），尾矿水通过尾矿库循环至选厂回水池内循环利用。尾矿未排入至江、河、湖、海	符合要求

7	充分利用荒地和贫瘠土地，不占、少占和缓占农田，有条件时可考虑造地还田和闭库后复田	《尾矿设施设计规范》1.0.5	该尾矿库位于低缓丘陵地带中，不占农田，地理条件优越，尾矿库到使用服务年限后有条件造地还田及闭库后复田	符合要求
8	工程、水文地质条件好	《尾矿设施设计规范》2.0.1	查阅勘察提供的资料，该区无不良地质现象发生，工程地质条件，水文地质条件简单。	符合要求

2.采用专家评议法对尾矿库周边环境单元进行评价如下：

尾矿库依托山谷内地势三面依山，一面筑坝。正下游西北侧 0.5km 以外至 1.5km 范围内有黄泥村居民 36 户共计 113 人、耕地、村级道路等，其中黄泥村村庄和耕地地区主要为居民生活区。下游西侧约 500m 半山腰处为该企业的选矿厂，车间及办公室。除此之外尾矿库影响范围内无省级以上风景名胜区，自然保护区、饮用水源保护区，附近没有影响尾矿库安全的采矿活动。

该尾矿库提高一级管理，与周边环境间的影响可以控制在可接受范围之内。

3.评价小结

对尾矿库平面布置单元的 8 项检查及评价组对现场周边环境的勘察可知，辽阳县天利矿业有限公司尾矿库下游 1km 范围内无风景名胜，国际自然保护区或军事设施，无通讯、无国家级公路、铁路和桥梁等设施。该尾矿库的总平面布置和周边环境安全设施满足安全生产的需要。

5.2 尾矿坝单元

1.采用安全检查表方法对尾矿坝单元评价如下：

表 5.2-1 尾矿坝安全检查表

序号	检查内容	评价依据	检查情况记录	检查结果
1	尾矿坝坝址选择应以避免不良工程地质和水文地质条件为原则。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 5.3.1 条	该区无不良地质现象发生,工程地质条件,水文地质条件简单。	符合要求
2	应按照设计要求排放尾矿, 滩顶高程应满足生产、防汛、冬季放矿和回水要求。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.3.3 条	尾矿库按设计采用坝前分散放矿, 滩顶高程满足生产、防汛和回水要求。	符合要求
3	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。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.3.3 条	坝体的位移量经周期性观测无变化。	符合要求
4	检查坝体有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时, 应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因, 判定危害程度。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.3.4 条	坝体现场观察无裂缝, 拉沟等现象。	符合要求
5	检查坝体是否有渗漏现象, 水质是否符合要求。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.3.5 条	现场勘察, 坝体没有渗漏现象。	符合要求
6	坝体轮廓尺寸是否符合设计要求、坝体有无变形、裂缝、滑坡和渗漏现象。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.3.1 条	坝体轮廓尺寸总体符合设计要求、坝体无变形、裂缝、滑坡和渗漏现象。	符合要求
7	尾矿坝下游坡面上不得有积水坑。坝体出现冲沟、裂缝、塌坑等现象时, 应及时处理。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.3.11 条	现场勘查, 坝面未发现冲沟、裂缝、塌坑等现象。	符合要求
8	检查排矿筑坝方式是否符合设计要求。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 9.4.2 条	经现场踏勘, 排矿筑坝方式是符合设计要求。	符合要求
9	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》 (GB39496-2020) 第 6.8.2 条	经现场踏勘, 周边和坝上未发现乱采、滥挖和非法爆破等违规作业等现象。	符合要求
10	尾矿库运行期间, 坝体浸润线埋深小于控制浸润线埋深时, 应增设或更新排渗设施。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 第 6.5.2 条	未发生上述情况。	符合要求
11	对初期坝进行压坡加固处理, 在距现有初期坝坝体外坡角 45m 处新筑土石堆堆体, 土石堆堆体由下向上游逐渐分层碾	《治理初步设计》第 6.2.1 条	初期坝经过压坡处理, 加固后平均坡比为 1:2.8。	符合要求

序号	检查内容	评价依据	检查情况记录	检查结果
	压堆筑，加固土石堆堆体总堆积高度为 17m，加固后的平均外坡比为 1:2.5。			
12	修整后的堆积坝坝体坝底标高为 252m，坝顶标高 269m，堆积坝坝高 17m，平均外坡坡比为 1：3。	《治理初步设计》第 6.2.1 条	现状堆积坝底为 252.4m，坝顶标高 270.4m，平均外坡坡比为 1：3。	符合要求
13	尾矿坝上采用横向和纵向排水沟排水，为防止积水冲击坝肩，在尾矿坝两侧坝肩也设有排水沟。	《治理初步设计》第 6.4.4 条	坝面设置有排水沟，排水沟为浆砌石结构，断面为矩形。	符合要求

由以上检查表可知，该尾矿坝现状坝面无渗漏、管涌、沼泽化、裂缝和滑坡现象，坝面护坡良好，基本满足安全要求。

2.尾矿坝稳定性计算

根据《辽阳县天利选矿厂尾矿库现状坝体稳定性分析》（辽宁有色勘察研究院有限责任公司，2024 年 5 月）可知：

（1）稳定性计算模型的建立

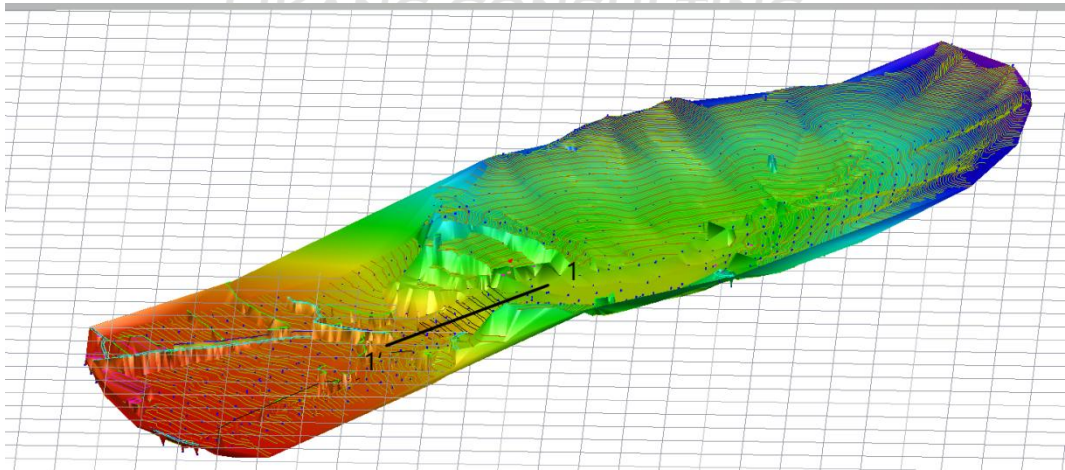


图 5.2-1 尾矿坝三维立体模型

（2）计算参数的选取

表 5.2-2 稳定性计算参数

岩土类别	天然重度 (kN/m^3)	内摩擦角 ($^\circ$)	内聚力 (kPa)	渗透系数 (m/s)
回填碎石	20.5	20	2	6.5×10^{-2}
尾细砂	18.9	27.6	6.3	1.05×10^{-3}
尾粉砂	19.3	28.1	6.2	5.79×10^{-4}
强风化混合花岗岩	24.9	32	22	1.35×10^{-5}

(3) 正常工况下稳定性计算结果

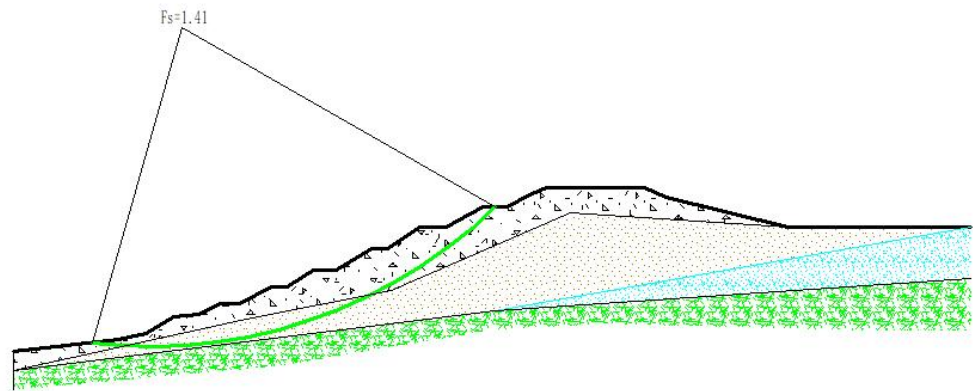


图 5.2-2 正常运行尾矿坝 Bishop 法稳定性计算结果

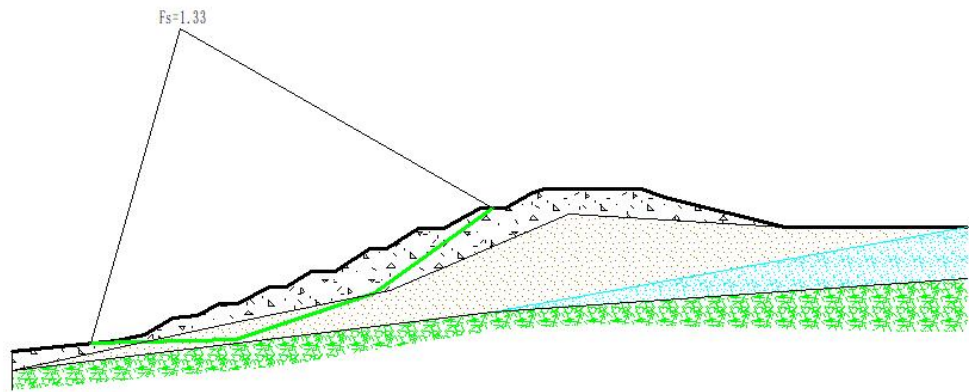


图 5.2-3 正常运行尾矿坝瑞典圆弧法稳定性计算结果

表 5.2-3 正常工况下稳定性计算结果

剖面编号	滑动模式	计算方法	滑动半径	稳定性系数	安全系数限值
尾矿坝 A 剖面	内部滑动	Bishop 法	48	1.41	1.30

		瑞典圆弧法	48	1.33	1.20
--	--	-------	----	------	------

(4) 洪水工况下稳定性计算结果

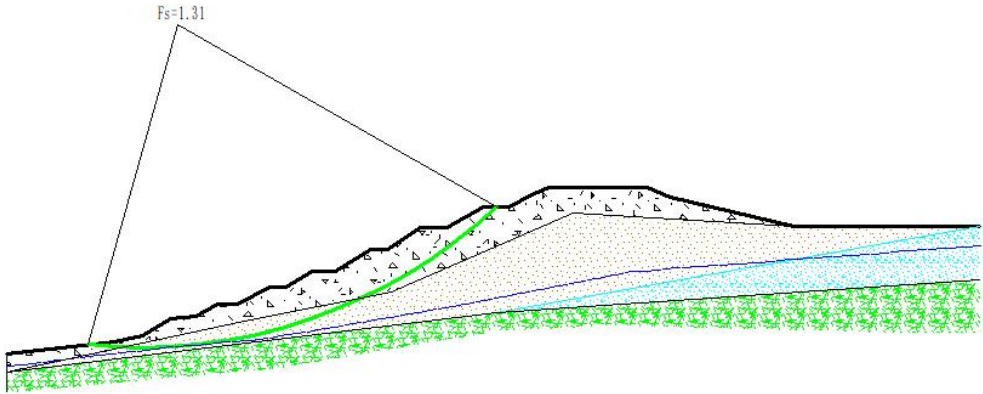


图 5.2-4 洪水工况尾矿坝 Bishop 法稳定性计算结果

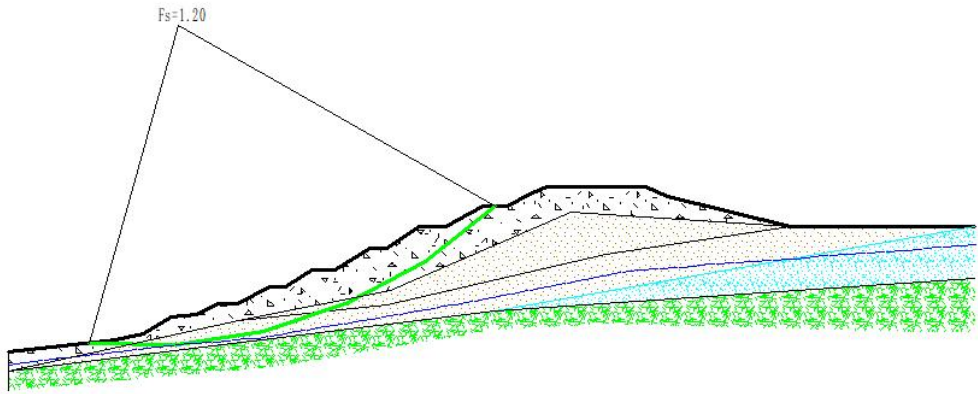


图 5.2-5 洪水工况尾矿坝瑞典圆弧法稳定性计算结果

表 5.2-4 洪水工况下稳定性计算结果

剖面编号	滑动模式	计算方法	滑动半径	稳定性系数	安全系数限值
尾矿坝 1 剖面	内部滑动	Bishop 法	48	1.31	1.20
		瑞典圆弧法	48	1.20	1.10

(5) 特殊工况下稳定性计算结果

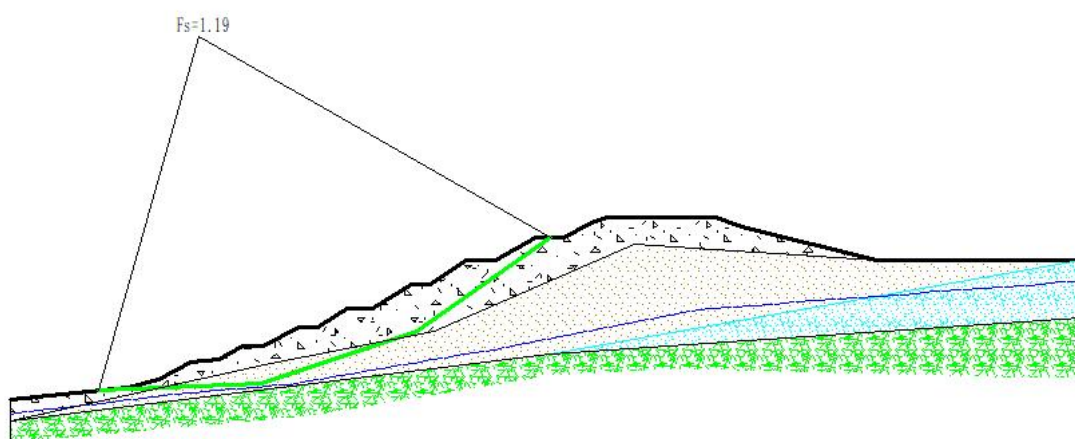


图 5.2-6 特殊工况尾矿坝 Bishop 法稳定性计算结果

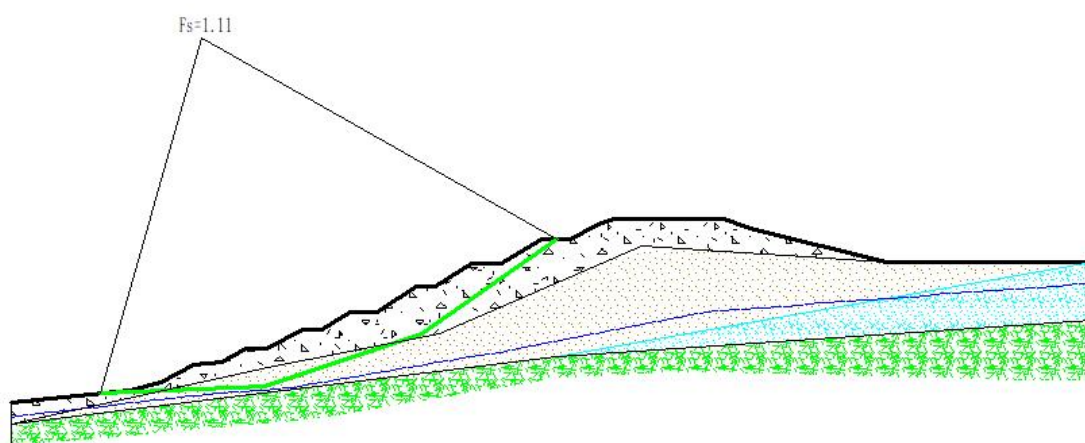


图 5.2-7 特殊工况尾矿坝瑞典圆弧法稳定性计算结果

表 5.2-5 特殊工况下稳定性计算结果

剖面编号	滑动模式	计算方法	滑动半径	稳定性系数	安全系数限值
尾矿坝 1 剖面	内部滑动	Bishop 法	48	1.19	1.15
		瑞典圆弧法	48	1.11	1.05

计算结果表明：本次分别采用瑞典圆弧法和毕肖普法对该尾矿坝的稳定性进行计算，计算结果显示，正常工况、洪水工况和特殊运行条件下，其最小稳定性系数均大于规范要求的最小安全系数。因此，依据计算结果，该尾矿坝在特殊情况下运行是稳定的。

5.3 防洪系统单元

1.采用安全检查表法对防洪系统单元评价如下：

表 5.3-1 尾矿库排洪系统安全检查表

序号	检查内容	评价依据	检查结果	检查结果
1	尾矿库应设置排洪设施，排洪设施的排洪能力不应包括机械排洪的排洪能力。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020)5.4.2	尾矿库设置的排洪设施，经过现状水文计算和排水能力校核满足防洪要求，且不包含机械排洪。	符合要求
2	尾矿库的一次洪水排出时间应小于 72h。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 5.4.6	尾矿库的一次洪水排出时间小于 72h。	符合要求
3	尾矿库排洪构筑物型式及尺寸应根据水力计算和调洪计算确定，并应满足设计流态、日常巡检维修和防洪安全要求。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 5.4.8	尾矿库内排洪系统采用排水井-排水管，库外采用溢洪道-排水管，经计算满足排洪要求。	符合要求
4	排水构筑物的基础应避免设置在工程地质条件不良或需要填方的地段。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 5.4.11	根据岩土工程勘察报告资料确定排水构筑物的基础未设置在工程地质条件不良地段。	符合要求
5	排洪构筑物应无变形、位移、损毁、淤堵等情况。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 9.2.5	排水构筑物无变形、位移、损毁、淤堵现象。	符合要求

通过对本项目排洪系统的检查，可以认定，该项目排洪系统满足排洪要求。

2.调洪演算

根据企业提供的《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库调洪演算》（智诚建科设计有限公司，2024 年 4 月）可知。

（1）库区内水文计算

本库区位于辽阳县寒岭镇黄泥村境内，水文计算按《辽宁省中小河流(无资料地区)设计暴雨洪水计算方法》(1998 年版)给出的相关水文参数进行计算，计算公式采用推理公式辽宁法。

库区水文分区为Ⅲ₄区， $C_s=3.5C_v$ ，地区参数： $x=0.96$ ， $y=0.73$ 。

该尾矿库为山谷型尾矿库，三面山坡汇水进入库区，汇水面积较大 $F=0.326\text{km}^2$ ，根据现状库区所在位置沟谷汇水面积比较分析汇水面分成库内和库外两部分进行计算，库内汇水 $F_1=0.227\text{km}^2$ ，库外汇水为 $F_2=0.099\text{km}^2$ 。具体如下示意图。

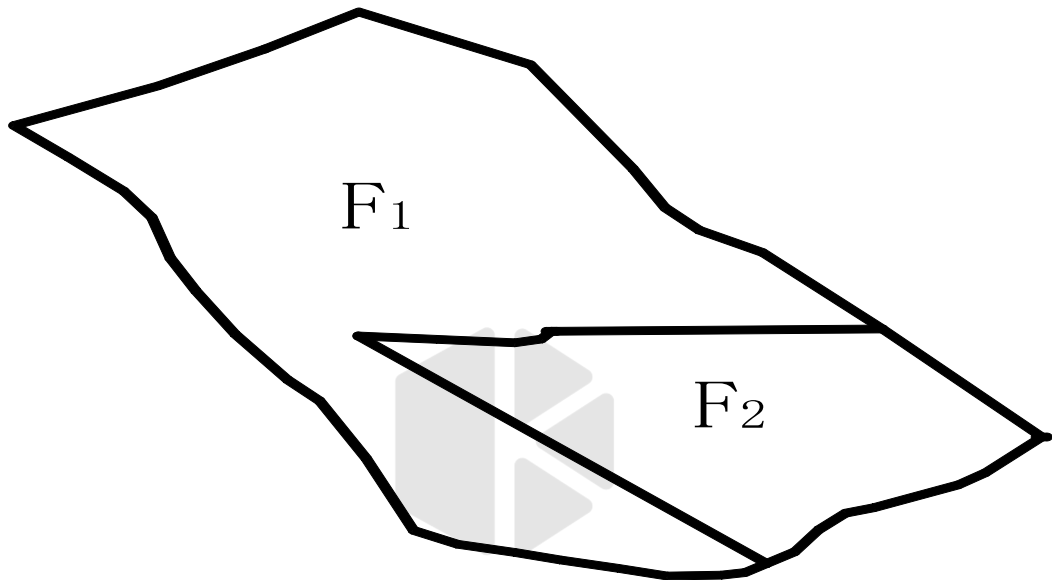


图 5.3-1 汇水面积分区示意图

降雨均值和变差系数：

$$\bar{P}_{\text{三日}}=120\text{mm}, C_v=0.55;$$

$$\bar{P}_{24}=90\text{mm}, C_v=0.55;$$

$$\bar{P}_6=63\text{mm}, C_v=0.52;$$

$$\bar{P}_1=32\text{mm}, C_v=0.50;$$

$$\bar{P}_{10}=15\text{mm}, C_v=0.40。$$

洪峰流量计算

$$Q_p=0.278\phi_p \cdot i_p \cdot F$$

$$i_p = \frac{P_{\tau P_{\text{面}}}}{\tau}$$

$$\tau = x \left(\frac{L}{J} \right)^y$$

式中： Q_p ——设计洪峰流量(m^3 / s)；



ϕ_p ——设计洪峰径流系数；

i_p ——相当于汇流时间 τ 的设计面暴雨强度(mm / h)；

F ——汇水面积(km^2)；

$P_{\tau p}$ 面——一定频率下 τ 历时的设计面暴雨(mm)；

τ ——汇流时间(h)；

L ——控制地点以上的河流长度(km)；

J ——河道平均坡度；

x, y ——地区汇流参数。

洪水总量计算

设计洪水总量按下列公式计算：

$$W_p = 0.1 \alpha_p \cdot P_{P \text{ 面}} \cdot F$$

式中： W_p --设计洪水总量，(万 m^3)

α_p --洪水总量径流系数

$P_{P \text{ 面}}$ --定频率下的面雨量，(mm)

F ——汇水面积，(km^2)

表 5.3-2 库内 F1 汇水区域尾矿库水文计算结果

$P(\%)$	0.2	0.5	1
P_{24p}	344.7	300.6	266.4
K_p	3.83	3.34	2.96
P_{3p}	459.6	400.8	355.2
K_p	3.83	3.34	2.96
P_{6p}	228.06	199.08	178.29
K_p	3.62	3.16	2.83
P_{1p}	111.36	97.92	87.68
K_p	3.48	3.06	2.74
P_{10minp}	42.3	37.95	34.65

K_p	2.82	2.53	2.31
P_{10min}/P_1	0.380	0.388	0.395
P_1/P_6	0.488	0.492	0.492
P_6/P_{24}	0.662	0.662	0.669
n_{0p}	0.460	0.470	0.490
n_{1p}	0.6	0.6	0.6
n_{2p}	0.7	0.7	0.71
τ	0.12	0.12	0.12
$P_{\text{面}}$	31.13	29.47	27.72
i_p	253.87	240.30	226.09
ϕ_p	0.86	0.84	0.83
$\alpha_{\text{三}}$	0.73	0.71	0.69
$\alpha_{(\text{三}-24)P}$	0.29	0.25	0.21
F	0.227	0.227	0.227
Q_p	13.778	12.738	11.842
W_{3p}	7.616	6.866	6.278
$W_{\text{三}-24p}$	0.756	0.604	0.478
W_{24p}	6.860	6.261	5.800
$W_{\text{调}p}$	4.799	4.383	4.060
T_t	1.936	1.913	1.906
γ_p	0.0266	0.0263	0.0267

经过计算 $r_p < 0.05$ ，采用简化三角形洪水过程线。

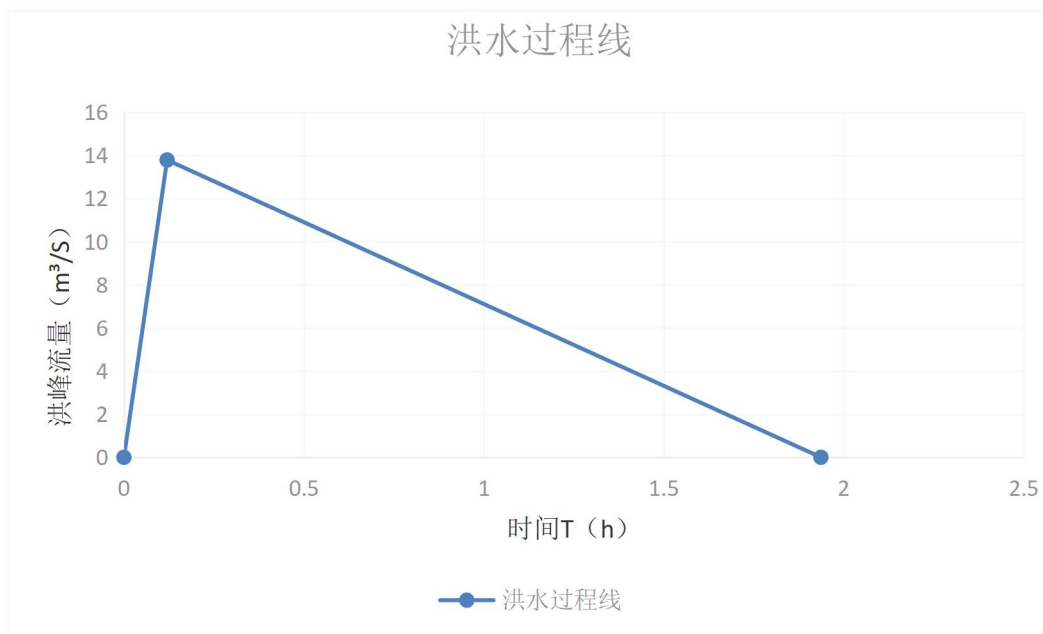


图 5.3-2 洪水过程线 (P=0.2%)

(2) 尾矿库的调洪计算

1) 调洪库容曲线

在地形图上，画出滩顶标高为 260.2m 尾矿沉积坡面线，便可得到滩顶标高为 260.2m 时的水位——调洪库容曲线（水上坡比 1:100，水下坡比 1:50），如下图所示。

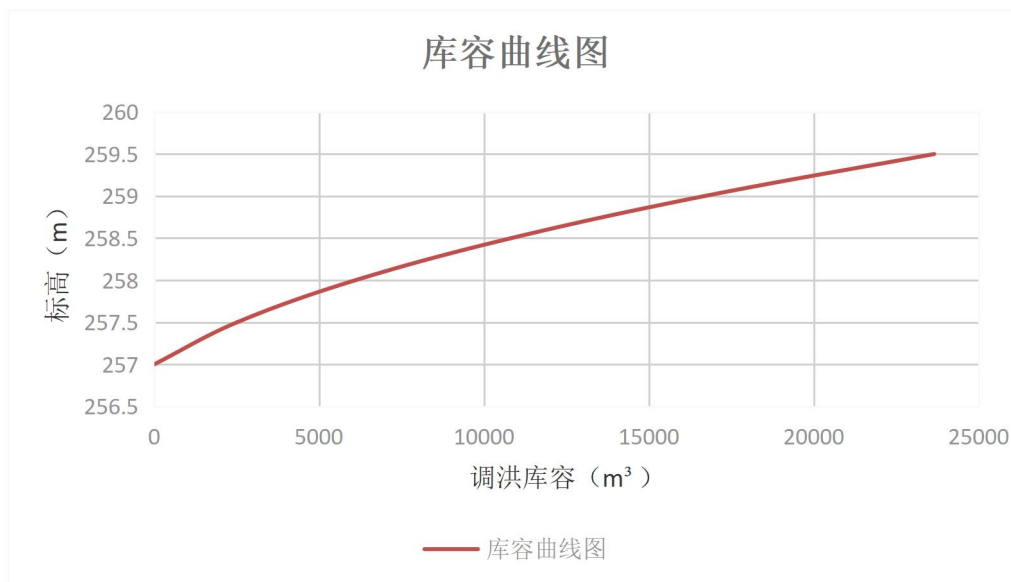


图 5.3-3 库水位—调洪库容曲线

2) 排洪系统泄流量曲线

窗口式溢水井的下泄能力计算公式：

① 自由泄流

$$Q_1 = 2.7n_c\omega_c \sum \sqrt{H}$$

n_c —每层孔口个数；

ω_c —一个排水窗口面积；

H —工作窗口的泄流计算水头 m。

$$Q_2 = n_c A D_c^{2.5}$$

n_c —每层孔口个数；

$D_c^{2.5}$ —流量系数；

A —井口泄流水头（m）。

$$Q = Q_1 + Q_2$$

② 半压力流：

$$Q = F_s \sqrt{2gH} , \quad = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda_j \frac{l}{d} f_2^2 + \zeta_2 + \zeta_3 f_1^2 + \zeta_4 f_1^2 + \zeta_5 f_7^2}}$$

③ 压力流：

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

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

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，库水位与排水管入口断面中心标高之差，m；

H_z —计算水头，库水位与排水管下游出口断面中心标高之差，m；

H_y —溢流堰泄流水头，m；

H_j —井口泄流水头，m；

w_c —一个排水窗口的面积， m^2 ；

w_s —井口水流收缩断面面积， m^2 ；

w —井中水深范围内的窗口总面积， m^2 ；

w_j —排水井井筒横断面面积， m^2 ；

F_s —排水管入口水流收缩断面面积， m^2 ；

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 ；

ζ —排水管线上的局部水头损失系数；

ζ_0 —系数；

ζ_1 —排水窗口局部水头损失系数；

ζ_2 —排水管入口局部水头损失系数；

ζ_3 —排水井中水流转向局部水头损失系数；

ζ_4 —排水管进口局部水头损失系数；

ζ_5 —局部水头损失系数；

ε —侧向收缩系数；

d —排水井内径，m；

D —排水井计算管段的内径，m；

L —排水管计算管段的长度，m；

m —堰流量系数；

b_c —一个排水口的宽度，m；

n_c —同一个横断面的排水口个数；

λ_j —排水井沿程水头损失系；

λ_g —排水管沿程水头损失系；

$$f_1 = \frac{F_s}{w_j} ; \quad f_2 = \frac{F_s}{w} ; \quad f_3 = \frac{F_x}{F_g} ; \quad f_4 = \frac{F_x}{w} ; \quad f_5 = \frac{F_x}{w_j} ; \quad f_6 = \frac{w_s}{w_l} ; \quad f_7 = \frac{F_s}{w_l} ;$$

$$J_8 = \frac{\sigma}{w_l} ; \quad J_9 = \frac{\sigma}{F_e} ;$$

根据尾矿库相关设计参数，以及类比工程的相关系数，可得到尾矿库在滩顶标高为 260.2m 标高的泄流量—库水位曲线，如下图所示。

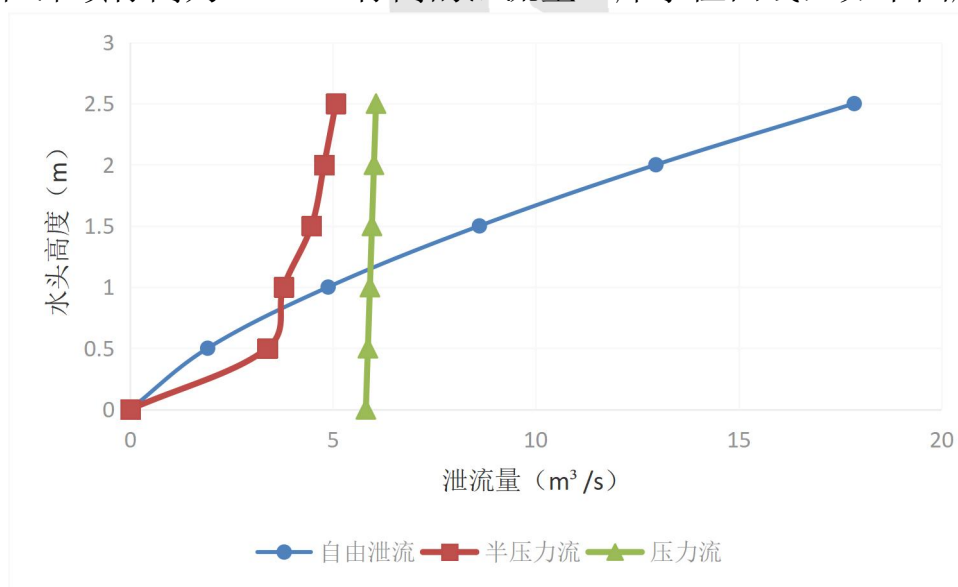


图 5.3-4 库水位—泄流量关系曲线

3) 调洪演算校核

① 计算辅助曲线

将库水位泄流量图曲线(图 5.3-5)及相应的调洪库容曲线(图 5.3-3)列于表 5.3-3 中的 1、2、3 栏，取 $\Delta t=450s$ 计算 $V+1/2q\Delta t$ 和 $V-1/2q\Delta t$ 列于 5、6 栏。根据计算结果绘出辅助曲线如图 5.3-6。

表 5.3-3 辅助曲线计算表

H (m)	q (m ³ /s)	V (m ³)	V (万 m ³)	1/2q△t (m ³)	V+1/2q△t (m ³)	V-1/2q△t (m ³)
257	0	0	0.000	0	0.000	0.000
257.5	1.91	2511.96	0.251	429.75	2941.710	2082.210
258	3.78	6097.65	0.610	850.5	6948.150	5247.150
258.5	4.47	10819.81	1.082	1005.75	11825.560	9814.060
259	4.78	16674.17	1.667	1075.5	17749.670	15598.670
259.5	5.07	23646.11	2.365	1140.75	24786.860	22505.360

辅助曲线

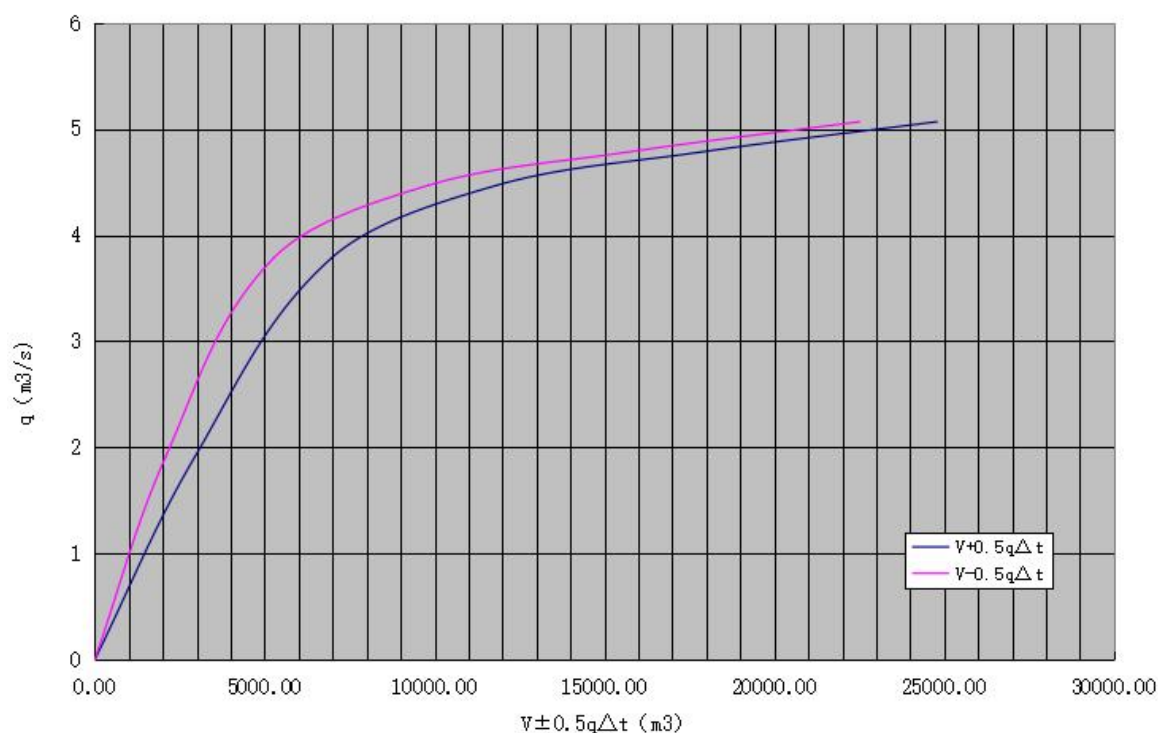


图 5.3-6 q —— $\pm \frac{1}{2} q \Delta t$

(3) 调洪演算

按下式列表进行调洪演算：

$$V_z + \frac{1}{2} q_z \Delta t = \bar{Q} \Delta t + (V_s - \frac{1}{2} q_s \Delta t)$$

式中： Q_s 、 Q_z ——时段始、终尾矿库的来洪流量，m³/s；

q_s 、 q_z ——时段始、终尾矿库的泄洪流量， m^3/s ；

V_s 、 V_z ——时段始、终尾矿库的蓄洪量， m^3 。

将求得的洪水过程线 $Q-t$ 数据列于表 5.3-4 中的 1、2 栏，其余各栏计算按水量平衡公式进行计算。

表 5.3-4 调洪演算表

t	Q (m^3/s)	$Q'_{\text{平均}}$ (m^3/s)	$Q'_{\text{平均}} \Delta t$ (m^3)	$V+1/2q\Delta t$ (m^3)	q (m^3/s)	$V-1/2q\Delta t$ (m^3)
0	0.01	0	0	0	0	0
0.125	13.74	6.88	3093.75	3093.75	1.981	2202.32
0.25	12.79	13.27	5969.25	8171.57	3.953	6392.68
0.375	11.84	12.32	5541.75	11934.43	4.476	9920.37
0.5	10.89	11.37	5114.25	15034.62	4.638	12947.55
0.625	9.95	10.42	4689.00	17636.55	4.774	15488.22
0.75	9.00	9.48	4263.75	19751.97	4.863	17563.83
0.875	8.05	8.53	3836.25	21400.08	4.930	19181.39
1	7.10	7.58	3408.75	22590.14	4.979	20349.38
1.125	6.15	6.63	2981.25	23330.63	5.010	21076.13
1.25	5.20	5.68	2553.75	23629.88	5.022	21369.84
1.375	4.26	4.73	2128.50	23498.34	5.02	21240.73
1.5	3.31	3.79	1703.25	22943.98	4.99	20696.66
1.625	2.36	2.84	1275.75	21972.41	4.95	19743.10
1.75	1.41	1.89	848.25	20591.35	4.90	18387.65
1.875	0.46	0.94	420.75	18808.40	4.82	16637.77
1.936	0.00	0.23	103.50	16741.27	4.73	14614.01
2.125	0.00	0.00	0.00	14614.01	4.62	12536.85
2.25	0.00	0.00	0.00	12536.85	4.51	10508.60
2.375	0.00	0.00	0.00	10508.60	4.28	8580.94

						
				0	0	0

从表 5.3-4 计算可得到最大泄流量出现于时序 1.25 小时， $q_m=5.022\text{m}^3/\text{s}$ ，所需调洪库容可由此时序的 $V+1/2q\Delta t$ 确定，即：

$$V = (V + 1/2q\Delta t) - 1/2q\Delta t = 23629.88 - 0.5 \times 5.022 \times 450 = 22500.38\text{m}^3。$$

(4) 结论

表 5.3-5 调洪演算成果表

滩顶 标高 (m)	设计 等别	防洪 标准 (年)	正常 水位 (m)	起调水位(汛 前限制水位) (m)	最高 洪水位 (m)	洪水 升高值 (m)	安全 超高 (m)	最大 泄量 (m^3/s)	调洪 库容 (万 m^3)
260.2	三	500	258.5	257	259.44	2.44	0.76	5.022	2.25

表 5.3-6 上游式尾矿堆积坝的最小安全超高与最小干滩长度

坝的级别	1	2	3	4	5
最小安全超高 (m)	1.5	1.0	0.7	0.5	0.4
最小干滩长度 (m)	150	100	70	50	40

由计算可知，尾矿库当遭遇设计洪水时，尾矿库内最高水位 259.44m，相应的调洪库容为 2.25 万 m^3 ，在此工况条件下：安全超高 0.76m，最小干滩长度 76m，满足规范和规程要求。

(5) 库外洪水计算

库外汇水面积 $F_2=0.099\text{km}^2$ 泄流量计算结果

$$Q_p=0.278(S_p-1)F$$

S_p —设计频率的雨力，毫米/小时

F —排水块的汇水面积，公里²

$$S_p = \frac{H_{24p}}{24^{1-n_2}}$$

$$H_{24p} = K_p \cdot \bar{H}_{24}$$

式中： Q_p ——设计洪峰流量，单位为 m^3/s ；

S_p ——设计频率的雨量，单位为 mm/h ；

F ——汇水面积，单位为 km^2 ；

H_{24p} ——频率为 24 小时降雨量，单位为 mm ；

$\bar{H}_{24}$ ——年最大 24 小时降雨均值，单位为 mm ；

n_2 ——暴雨递减系数。

经计算可知对应 $Q_{F2p}=3.63m^3/s$ 。

库外截洪沟排洪设施泄流量计算

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$

式中： Q -泄洪流量；（ m^3/s ）

A -过流面积；（ $1.15m^2$ ）

R -水力半径；（ 0.37 ）

C -谢才系数；（ 41.25 ）

n -粗糙系数；

i -坡降；（ 3% ）

计算结果： $Q_{\text{截}}=4.94m^3/s > Q_{F2p}=3.63m^3/s$ 。

经计算，经计算构筑物排洪能力大于 Q_{F2p} ，构筑物满足尾矿库排洪需要。

5.4 监测及辅助安全设施单元

根据国家的相关法律、法规、规程和文件，制定出安全检查表，对辽阳县天利矿业有限公司尾矿库其监测及辅助安全设施单元进行直接、全面的评价如下，见下表。

检查表编制说明：

1、“检查内容”主要根据国家的相关法律、法规、文件、标准和规

范及该项目相关资料制定的，但并非按其规定一字不变进行套用，其中存在增减。

2、“检查依据”中只列出 1 个依据，其他法律、文件等有同样规定的，本检查表并不一一写明。

3、表中：《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》GB51108-2015，简称《监测规范》。

表 5.4-1 监测及辅助安全设施安全检查表

项目	序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
安全监测	1	一等、二等、三等、四等尾矿库应监测位移、浸润线、干滩、库水位、降水量。五等尾矿库应监测位移、浸润线、干滩、库水位。	《监测规范》第 4.4.1 条	该尾矿库按三等库标准进行管理，设置了库水位监测，并且设置了位移、浸润线、降雨量在线监测系统。	符合
	2	尾矿库安全监测，应与人工巡查和尾矿库安全检查相结合	《监测规范》第 4.4.2 条	尾矿库配置了相关人员进行巡查和尾矿库安全检查。	符合
	3	到 2022 年 6 月底前，所有湿排尾矿库要实现对坝体位移、浸润线、库水位等的在线监测和重要部位的视频监控，干式堆存尾矿库要实现对坝体表面位移的在线监测和库区视频监控，实现尾矿库潜在危险的提前预警，快速上报和高效处理。	《辽宁省防范化解尾矿库安全风险工作方案》（辽应急发〔2020〕23 号）	本尾矿库已经建设了在线安全监测系统。	符合
安全标志	4	必须在企业醒目位置设置公告栏，在存在安全生产风险的岗位设置告知卡，分别标明本企业、本岗位主要危险危害因素、后果、事故预防及应急措施、报告电话等内容。	《企业安全生产风险公告六条规定》第一条	设置了安全警示标识。	符合
库区道路	5	尾矿库应设置可靠的上坝道路。选矿企业场内支道路宽 4.5m~3.0m，在寒冷冰冻、积雪地区，纵坡不应大于 8 %。	《厂矿道路设计规范》	建设了上坝道路，道路最小宽度约 5m，纵坡小于 8%，便于通行。	符合
坝上照明	6	设计尾矿库采用投光灯照明，投光灯安装在灯杆上。	《治理初步设计》	在尾矿坝体设置了照明灯，为尾矿工配置了移动照明工具。	符合

项目	序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
通讯安全		班室设调度值班电话，24 小时有人接听，通过有线电话、移动电话联系，满足尾矿库生产作业人员、巡视人员与安全生产管理机构通讯畅通。	《治理初步设计》	安全管理人员和尾矿工均佩带无线电话，场区信号满足通讯要求。	符合

对尾矿库检测及辅助安全设施进行了 7 项检查，7 项均符合要求，合格率 100%。

检查结果表明，该尾矿库的监测及辅助安全设施满足安全生产的需要。

5.5 安全管理单元评价

对安全管理单元的评价，采用安全检查表法具体评价如下：

表 5-7 安全管理单元检查表

序号	检查内容	评价依据	检查结果	检查结果
1	应指定或设立相应的安全生产管理机构（安全生产领导小组），并直接主管安全生产管理机构。	《治理初步设计》	建立安全管理机构、配备安全管理人员。	符合要求
2	明确防汛安全生产责任制，建立值班、巡查和下游居民撤离方案等各项制度，组建防洪抢险队伍。	《治理初步设计》	建立安全生产责任制、应急预案中包含撤离方案。	符合要求
3	洪水后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查和清理。发现问题应及时修复，同时，采取措施降低库水位，防止连续暴雨后发生垮坝事故。	《治理初步设计》	建立尾矿坝安全检查制度和尾矿库排洪设施安全管理制度。	符合要求
4	应建立健全尾矿库全员安全生产责任制，建立健全安全生产规章制度和安全技术操作规程，对尾矿库实施有效的安全管理。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）6.1.1	尾矿设施安全管理制度较健全，从事尾矿库作业的特种作业人员都已进行培训。并取得了资格证书。	符合要求
5	生产经营单位应在尾矿库库区设置明显的安全警示标识。	《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）6.1.7	在库尾设置了安全警示标志。	符合要求

序号	检查内容	评价依据	检查结果	检查结果
6	生产经营单位应落实尾矿库应急管理主体责任,建立健全尾矿库生产安全事故应急工作责任制和应急管理规章制度,制定应急救援预案,并及时发放到尾矿库各部门、岗位和应急救援队伍。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 10.1	编制了应急救援预案,已备案。并健全尾矿库生产安全事故应急工作责任制和应急管理规章制度。	符合要求
7	按要求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、范围和形态以及滑坡的动态趋势。	《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020) 9.3.4	定期检查并建立了检查制度。经现场踏勘未发现体裂缝和滑坡等现象。	符合要求
8	特种作业人员培训获证情况。	《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安全生产监督管理总局令第30号)	尾矿库作业人员获得了特种作业操作证。	符合要求
9	生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上,设置明显的安全警示标志。	《中华人民共和国安全生产法》第二十八条	库区设置安全警示标示牌。	符合要求

尾矿库的安全管理从安全管理机构的设置、安全管理人员的资格证书、安全生产责任制和安全管理制度、安全生产教育和培训等方面都符合相关安全生产法律法规、标准、规章、规范的要求。

5.6 尾矿库重大生产安全事故隐患判别单元

对尾矿库现场是否存在重大生产安全事故隐患,采用安全检查表法具体评价如下:

表 5.6-1 尾矿库重大生产安全事故隐患判别表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
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	矿安(2022)88号	该尾矿库库区和尾矿坝上不存在非法开采、挖掘、爆破等活动	符合要求

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
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。	矿安 (2022) 88号	该尾矿库坝体未出现管涌、流土变形等现象；坝体未出现贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象；坝体未出现大面积纵向裂缝，未发现渗透水位逸出，无大面积沼泽化。	符合要求
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。	矿安 (2022) 88号	该尾矿库平均外坡比符合设计坡比要求。	符合要求
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。	矿安 (2022) 88号	该尾矿库现状条件下坝高未超过设计坝高，库容未超设计库容。	符合要求
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率	矿安 (2022) 88号	尾矿堆积坝上升速率不大于设计堆积上升速率。	符合要求
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。	矿安 (2022) 88号	2024年4月，企业委托智诚建科设计有限公司完成了《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库安全性复核报告》。	符合要求
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。	矿安 (2022) 88号	浸润线埋深大于控制浸润线埋深。	符合要求
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。	矿安 (2022) 88号	进行了调洪演算，尾矿库防洪高度和干滩长度满足设计要求。	符合要求
9	排洪系统存在下列情形之一的： 1.排水井、排水斜槽、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。	矿安 (2022) 88号	根据《辽阳县天利矿业有限公司尾矿库排洪系统工程质量检测》可知洪设施未出现堵塞、坍塌、倾斜等现象，排水能力、强度满足要求。	符合要求
10	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	矿安 (2022) 88号	该尾矿库仅排放本单位选厂尾矿。	符合要求
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。	矿安 (2022) 88号	企业将尾砂按设计进行排放。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
12	冬季未按设计要求的冰下放矿方式进行放矿作业。	矿安(2022)88号	放矿作业符合设计要求。	符合要求
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。	矿安(2022)88号	安全监测系统满足设计要求，运行正常，数据接入辽宁省尾矿库监测管理系统。	符合要求
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。	矿安(2022)88号	该尾矿库为湿排。	不涉及
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。	矿安(2022)88号	根据《辽阳县天利选矿厂尾矿库现状坝体稳定性分析》（辽宁有色勘察研究院有限责任公司，2024年5月）计算可知，特殊工况下坝体抗滑稳定最小安全系数为1.11，大于国家标准规定值1.05。	符合要求
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。	矿安(2022)88号	该尾矿库为“头顶库”，并且按三等库标准，有应急道路，可以满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	符合要求
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。	矿安(2022)88号	未对尾矿库进行回采作业。	不涉及
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。	矿安(2022)88号	按照尾矿库进行了安全管理。	符合要求
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。	矿安(2022)88号	该企业配备了选矿工程师、土木工程师和水利工程师，安全管理人员取得了相应的资格证书，尾矿工取得了特种作业操作证。	符合要求
20	尾矿库排洪构筑物拱板（盖板）与周边结构缝隙未采用设计材料充满充	矿安(2024)	尾矿库排洪系统为窗口式排水井，不涉及拱板及	不涉及

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
	实的，或封堵体设置在井顶、井身段或斜槽顶、槽身段。	41 号	盖板。	
21	遇极端天气尾矿库未及时停止作业、撤出现场作业人员。	矿安 (2024) 41 号	该企业在生产过程中遇到极端天气及时停止作业。	符合要求

依据判定标准，对辽阳县天利矿业有限公司尾矿库是否存在重大生产安全事故隐患进行了判定，判定结论为：评价组通过现场与文件逐条比对，辽阳县天利矿业有限公司尾矿库不存在重大生产安全事故隐患。



6 补充安全对策措施及建议

该尾矿库在安全生产方面采取了一定的安全管理措施和技术措施，取得了一定的效果，但根据国家有关法律、法规、规程和文件的要求，针对实际危险、有害因素的性质和存在部位，本着针对性、可操作性和经济合理性的原则，依据《尾矿库安全技术规程》等标准、规范，建议补充以下安全对策措施。

6.1 安全技术对策措施

- (1) 加强人工检测与在线监测数据对比。
- (2) 严禁未经设计并审查批准擅自加高尾矿库坝体。
- (3) 当坝坡出现冲沟时，应以土石及时分层夯实填平，并增设排水沟。
- (4) 现有排洪系统应加强维护，保持良好排洪状态。
- (5) 在日常排尾工作中应该严按照设计执行，加强尾矿库日常管理。
- (6) 严禁在库区和尾矿坝上进行滥挖等非法作业。
- (7) 加强尾矿坝日常管理工作，当发现坝体出现变形、裂隙、滑坡和渗漏等异常情况时，必须查明原因，并及时采取措施进行处理。检查情况和隐患处理情况做好记录，存档备查。
- (8) 每年汛期前应进行调洪演算，尽量低水位运行，并备好排水泄洪抢险物资。汛期前应对排洪系统（排水井、排水管及坝面排水沟等）进行全面检查，洪水过后对损坏的部位及时进行修整。汛期应注意收听当地天气预报，增加对库内水位的监测次数，做好必要的抢险准备工作，确保安全度汛，汛期前应采取下列措施做好防汛工作：
 - 1) 明确防汛安全生产责任制，建立值班、巡查和撤离方案等各项制度，组建防洪抢险队伍。

- 2) 备足抗洪抢险所需物质，落实应急救援人员和措施。
- 3) 及时了解和掌握汛期水情和气象预报情况，确保上坝道路、通讯、供电及照明线路可靠和畅通。
- 4) 洪水过后应对坝体和排洪设施进行全面认真的检查与清理。发现问题应及时修复。

6.2 安全管理对策措施

- (1) 严格按照《尾矿库安全监督管理规定》和设计文件的要求，做好尾矿库堆存筑坝、防汛度汛、抗震等日常安全生产管理。
- (2) 做好日常巡检和观测，并进行及时、全面的记录，发现安全隐患时，应立即采取应急措施并及时向上级报告。
- (3) 企业应联合下游黄泥岗村居民对应急预案的内容进行演练，演练后总结演练过程中的不足，并做好演练记录。
- (4) 应定期记录尾矿库各构筑物的运行记录。
- (5) 定期对应急预案进行修订，告知从业人员和相关人员在紧急情况下应采取的应急措施。

7 结论

经过危险有害因素识别与分析，可以确定该尾矿库存在的主要危险、有害因素是尾矿坝边坡过陡，裂缝，渗漏，滑坡，坝外坡裸露拉沟，排洪构筑排洪能力不足，排洪构筑物堵塞，排洪构筑物错动、断裂、垮塌，感叹长度不够，安全超高不足需要特别引起注意。其次是抗震能力不足，淹溺，雷击，坝面扬砂危险性较小，但也应引起注意。

综上，企业在以后的生产过程中要重点落实以下安全对策措施：

- （1）对已有的排洪、排水设施要定期进行经常性维护，确保畅通，保持良好的排洪、排水状态。
- （2）严禁在库区和尾矿坝上进行滥挖等非法作业。
- （3）尾矿库应定时、定期进行巡回检查。
- （4）汛期前应做好调洪计算。

按照科学、严谨、客观、公正的原则，本着对工作高度负责的精神，依据相关法律、法规、标准、规程的规定，本次评价认定，辽阳县天利矿业有限公司尾矿库按目前生产运行状态至下个评价周期内坝体稳定性和防洪能力满足规程要求，尾矿库具备继续生产运行的安全条件。

8 附件与附图

- (1) 安全生产许可证
- (2) 营业执照
- (3) 安全生产责任制，操作规程及管理制度
- (4) 关于成立安全科的文件
- (5) 主要负责人、安全管理人员资格证书
- (6) 关于成立技术科的文件及相关证书
- (7) 特种作业人员操作资格证书
- (8) 安全经费提取计划及落实情况
- (9) 保险凭证
- (10) 互救协议与应急预案备案登记表
- (11) 安全教育培训记录
- (12) 劳动保护用品发放登记表
- (13) 应急演练记录
- (14) 在线与人工监测对比记录
- (15) 附图