



朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库

安全现状评价报告

ln-LNWZ-XZPJ-2022-0003

法定代表人：杜研岩

技术负责人：马秀山

项目负责人：王 飞

2022 年 12 月 09 日
(评价机构公章)

前 言

朝阳新华铝业有限责任公司位于辽宁省西部的朝阳市喀左县中三家镇葛杖子村北部。经营范围为铝矿石、铁矿石采选、加工、销售。朝阳新华铝业有限责任公司选矿厂采用先浮选后磁选分别选出铝精矿、铁精矿的选矿工艺。

朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库二期位于选矿厂上游 1.5km 的小北沟内，为山谷型尾矿库，该尾矿库于 1989 年 2 月由鞍山矿山公司设计院编制了《新华铝矿二期尾矿库初步设计说明书》，朝阳新华铝矿建筑工程公司承建，1990 年建成并投入使用。根据《初步设计》，该尾矿库设计坝高 68.0m，设计库容 616.534 万 m³，为三等库。

2018 年 5 月由原辽宁省安全生产监督管理局为企业换发了安全生产许可证，证号：(辽)FM 安许证字[2018]YS122003 号，有效期至 2021 年 5 月 20 日。

2021 年 7 月朝阳市应急管理局开展对该尾矿库的安全检查工作，提出责令限期整改项目 6 项，企业于 2021 年 8 月已按要求全部整改完毕，并通过了朝阳市应急管理局的整改复查确认，复查文号：(朝)应急复查[2021]1016 号。

因该尾矿库由于建库较早，原设计文件及部分安全设施与现行规范和规程具有一定差距，为使设计文件符合现行规范和规程的要求，有利于企业的安全生产，有利于应急管理部门的安全监管，2022 年 7 月企业委托中冶沈勘工程技术有限公司编制了《朝阳新华铝业有限责

任公司选厂尾矿库二期升级建设项目安全设施设计》（以下简称升级设计）并通过了评审备案。《升级设计》主要解决了如下问题：1、法律、法规、规范、规程等设计依据应进行更新；2、现状堆积坝外坡比陡于设计坡比；3、原设计对副坝没有进行具体设计；4、5#溢水井存在安全隐患；5、监测设施应进行升级等。

根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》和《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》的有关规定，辽宁万泽安全技术咨询有限公司受朝阳新华铝业有限责任公司的委托，对朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库（二期）进行安全现状评价。

本安全现状评价报告主要根据相关法律、法规及朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库（二期）现状；通过现场实地勘察、收集有关资料，对朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库（二期）的安全设施、生产系统、辅助系统和安全管理状况进行了全面了解、检查和分析，针对尾矿库运营过程中存在的各种危险、有害因素，确定其危险程度；评价朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库的安全生产设施、设备、管理的合法性、可行性和有效性。通过评价，提出合理可行的安全对策措施建议，从而为其安全管理实现系统化、标准化和科学化奠定基础。

在本项目的评价过程中得到了应急管理部门及朝阳新华铝业有限责任公司有关人员的指导和大力支持，在此表示衷心感谢！

目 录

第 1 章 安全评价的目的、依据范围与程序	1
1.1 评价目的	1
1.2 评价依据	1
1.3 评价范围和程序	7
第 2 章 尾矿库概况	9
2.1 企业简介	9
2.2 尾矿库库区基本情况	9
2.3 尾矿库设计概况	15
2.4 尾矿库现状	19
2.5 尾矿库安全管理	37
第 3 章 主要危险、有害因素辨识与分析	39
3.1 尾矿库主要危险、有害因素辨识与分析	39
3.2 生产过程中的主要危险、有害因素辨识分析	45
3.3 安全管理危险、有害因素分析	47
第 4 章 评价单元划分与评价方法选择	48
4.1 评价单元划分	48
4.2 评价方法选择	48
第 5 章 定性、定量评价	50
5.1 库址及周边环境单元	50
5.2 尾矿坝单元	56
5.3 尾矿库防洪系统单元	81
5.4 尾矿库安全监测设施单元	93
5.5 尾矿库安全管理单元	94
5.6 重大安全隐患排查单元	96

第 6 章 安全对策措施及建议	99
6.1 尾矿库库址及周边环境安全对策措施	99
6.2 尾矿坝坝体安全对策措施	99
6.3 尾矿库排洪系统安全对策措施	100
6.4 尾矿库监测设施安全对策措施	100
6.5 尾矿库安全管理安全对策措施	101
第 7 章 评价结论	103
7.1 尾矿库坝体稳定性安全复核	103
7.2 尾矿库排洪系统可靠性复核	103
7.3 尾矿库安全监测评价	103
7.4 尾矿库与周边环境的相互影响评价	103
7.5 终期坝体稳定性安全复核及终期排洪系统可靠性复核	103
7.6 对策措施	103
7.7 尾矿库评价结论	105
附件目录	107
附图目录	108

第 1 章 安全评价的目的、依据范围与程序

1.1 评价目的

金属非金属矿山安全评价目的是贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”方针，提高金属非金属矿山的本质安全程度和安全管理水平，减少和控制金属非金属矿山建设项目和金属非金属矿山生产中的危险、有害因素，降低金属非金属矿山生产安全风险，预防事故发生，保护金属非金属矿山企业的财产安全及人员的健康和生命安全，辽宁万泽安全技术咨询有限公司受朝阳新华铝业有限责任公司的委托，对其选厂尾矿库（二期）安全现状进行评价。

本评价报告为监管部门进行尾矿库安全监管和更换安全生产许可证提供依据，同时为朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库（二期）的安全生产、安全技术和安全管理制度的完善提供指导。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国安全生产法》（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》，于 2021 年 9 月 1 日起施行）；

（2）《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第十八号，2009 年 8 月 27 日起实施）；

（3）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第四十二号，2002 年 9 月 1 日起实施）；

九号，2014 年 4 月 24 日通过，于 2015 年 1 月 1 日实施）；

（4）《中华人民共和国劳动法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修改，自 2018 年 12 月 29 日起施行）；

（5）《中华人民共和国职业病防治法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第四次修正，2018 年 12 月 29 日起实施）；

（6）《中华人民共和国矿产资源法》（第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修正，2009 年 8 月 27 日起实施）；

（7）《中华人民共和国电力法》（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通过第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议决定：对《中华人民共和国电力法》作出修改。）；

（8）《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 08 月 30 日发布，自 2007 年 11 月 1 日起施行）；

（9）《中华人民共和国消防法》2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《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》第二次修正）。

1.2.2 行政法规

（1）《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》（国家安全生产监督管理总局令 16 号，2008 年 02 月 01 日起实施）；

（2）《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，2009 年 6 月 8 日实施）；

（3）《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，根据 78 号令进展修改, 2015 年 7 月 1 日起施行）；

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

（5）《关于印发防范化解尾矿库安全风险》（应急〔2020〕15 号）；

（6）《国家安全监管总局关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》（国家安全生产监督管理总局令第 78 号，自 2015 年 7 月 1 日起施行）；

（7）《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（国家安全生产监督管理总局令第 80 号，2015 年 7 月 1 日起实施）；

（8）《国务院安委会办公室关于贯彻落实<国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知>精神进一步加强非煤矿山安全生产工作的实施意见》（安委办〔2010〕17 号，2010 年 08 月 27 日发布）；

（9）《国家安全监管总局关于严防十类非煤矿山生产安全事故的通知》（安监总管一〔2014〕48 号，自 2014 年 5 月 28 日起施行）；

（10）《国家安全监管总局关于印发企业安全生产责任体系五落实五到位规定的通知》（安监总办〔2015〕27 号，2015 年 3 月 16 日）；

（11）《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全设施设计编写提纲的通知》（安监总管一〔2015〕68 号，2015 年 7 月 1 日）；

（12）《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》（矿安〔2022〕

88 号，2022 年 9 月 1 日起施行）；

（13）《辽宁省安全生产条例》（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第二次修正）；

（14）《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）；

（15）《辽宁省尾矿库安全监督管理办法的通知》（辽政办〔2016〕3 号）；

（16）《辽宁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》（辽政发〔2010〕36 号，2010 年 10 月 31 日发布）；

（17）《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）；

（18）《防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（辽应急发〔2020〕23 号）；

（19）《尾矿库风险隐患治理工作总体方案》（矿安〔2022〕127 号）；

（20）《全面深入开展非煤地下矿山和尾矿库安全生产大排查》（矿安〔2021〕10 号）；

（21）《安全生产许可证条例》（《国务院关于修改部分行政法规的决定》已经 2014 年 7 月 29 日国务院第 54 次常务会议通过，现予公布，自公布之日起施行）；

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

(23) 《关于印发辽宁省防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（辽应急发〔2020〕23 号，2020 年 7 月 21 日）；

(24) 《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）；

(25) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财企〔2012〕16 号，2012 年 2 月 14 日）；

(26) 《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）；

(27) 《工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令第 586 号）；

(28) 《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）。

1.2.3 标准规范

(1) 《防洪标准》（GB50201-2014）

(2) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）

(3) 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）

(4) 《矿山安全标志》（GB14161-2008）

(5) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001<2009 年版>）

- (6) 《建筑物抗震设计规范》 (GB50011-2010<2016 年版>)
- (7) 《尾矿库安全规程》 (GB39496-2020)
- (8) 《生产经营单位安全生产事故预案编制导则》
(GB/T29639-2020)
- (9) 《安全评价通则》 (AQ8001-2007)
- (10) 《尾矿设施设计规范》 (GB50863-2013)
- (11) 《土石坝养护修理规程》 (SL210-2015)
- (12) 《水工建筑物抗震设计标准》 (GB51247-2018)
- (13) 《碾压式土石坝设计规范》 (SL274-2001)
- (14) 《岩土工程勘察技术规范》 (YS5202-2004)
- (15) 《尾矿库安全监测技术规范》 (AQ2030-2010)
- (16) 《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)
- (17) 《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》 (GB
51108-2015)
- (18) 《个体防护装备配备规范 第 1 部分: 总则》 GB
39800.1-2020;
- (19) 《个体防护装备配备规范 第 4 部分: 非煤矿山》 (GB
39800.4-2020)
- (20) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》
(GB18599-2020)
- (21) 《水工建筑物抗震设计规范》 (SL 203-1997)

(22) 《尾矿堆积坝岩土工程技术规范》(GB50547-2010)

(23) 《水电工程水工建筑物抗震设计规范》(NB35047-2015)

1.2.4 企业提供的主要相关文件

(1) 《新华铝矿二期尾矿库初步设计说明书》(鞍钢矿山公司设计院, 1989.2);

(2) 《朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库二期升级建设项目安全设施设计》(中冶沈勘工程技术有限公司, 2022.7);

(3) 《朝阳新华铝业有限责任公司尾矿库二期坝体岩土工程勘察及稳定性评价报告》(辽宁有色勘察研究院有限责任公司, 2021.06)
(以下简称《勘察与坝稳报告》);

(4) 《朝阳市新华铝业有限责任公司尾矿库岩土工程勘察与稳定性评价报告》(辽宁有色勘察研究院, 2017.03);

(5) 企业提供的图纸及其他相关资料(包括各种安全生产制度、安全生产运行记录、档案等)。

1.3 评价范围和程序

评价范围: 朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库(二期)运行现状, 包括安全生产管理、尾矿库库址及周边环境、防洪排水能力、坝体稳定性、安全监测设施。安全评价工作程序见图 1-1。

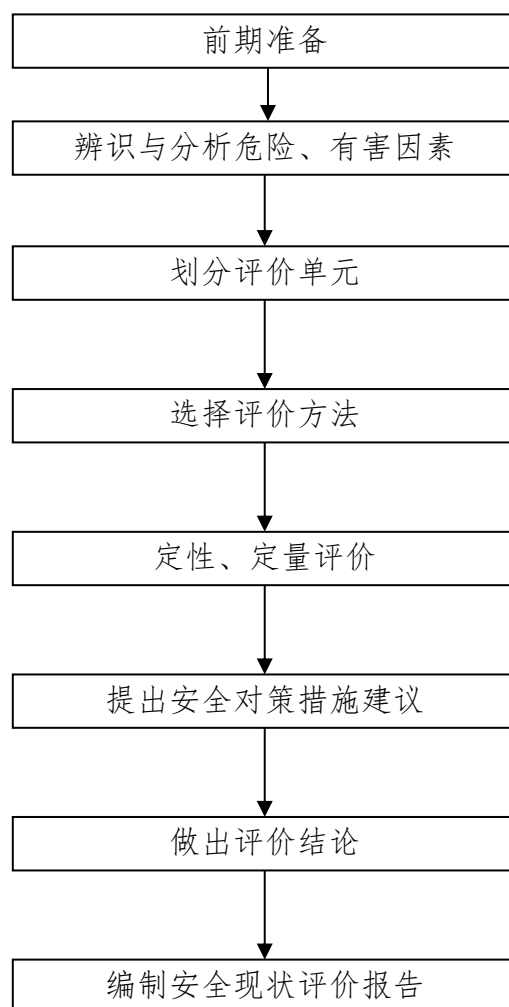


图 1-1 安全现状评价程序图

第2章 尾矿库概况

2.1 企业简介

朝阳新华钼业有限责任公司位于辽宁省西部的朝阳市喀左县中三家镇葛杖子村北部。经营范围为钼矿石、铁矿石采选、加工、销售。朝阳新华钼业有限责任公司选矿厂采用先浮选后磁选分别选出钼精矿、铁精矿的选矿工艺。

2.2 尾矿库库区基本情况

2.2.1 地理位置及交通条件

朝阳新华钼业有限责任公司选厂尾矿库（二期）位于朝阳市喀左县中三家镇轱辘井村肖家营子北 1.4km 处，矿区中心地理坐标为：东经 $119^{\circ} 49' 57''$ ，北纬 $41^{\circ} 36' 36''$ 。南距 101 国道和铁路沈承线公营子站 25km，距建平县城 49km，有县级公路直通矿区，交通便利。具体位置见图 2-1：

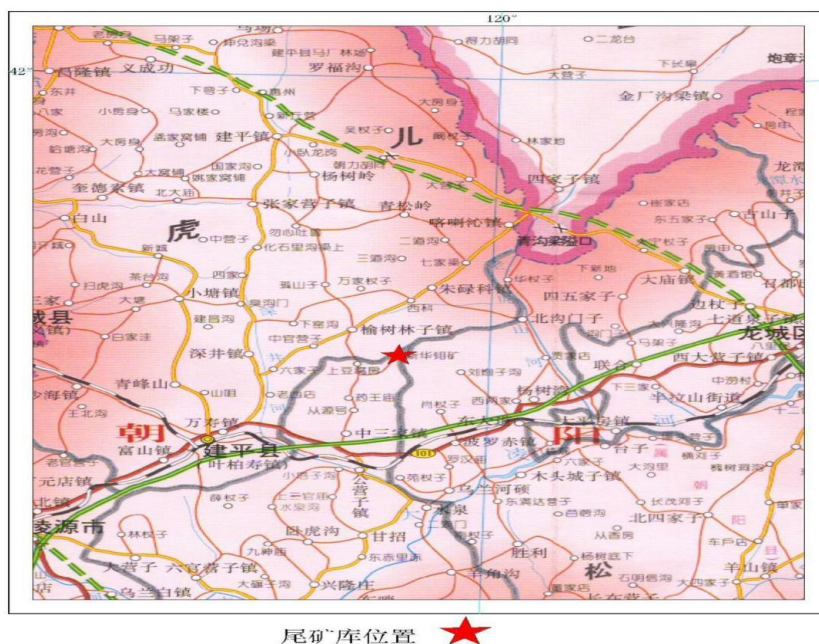


图2-1 项目交通位置图

2.2.2 尾矿库地形地貌

该选厂尾矿库属于三面环山，一面开口的侵蚀、剥蚀山地，区内岩石裸露，植被不发育，多为冲沟干谷沟底地面绝对标高介于 771.00～-803.10 米，由北东向南西逐渐倾斜，沟底坡度为 2~50°。

沟底东侧为顺向缓坡，坡度介于 14~30°，在初期坝附近为 20~25°，坡顶地面绝对标高为 963.32 米。西侧为逆向陡坡，坡度介于 30~60°，在初期坝附近为 30~33°，坡顶地面绝对标高为 865.88 米。见图 2-2。



图 2-2 库区地形地貌图

2.2.3 场地地震资料

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）规定，本地区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组属第二组，场地特征周期为 0.35s。

2.2.4 尾矿库水文气象条件

该区属北温带亚干旱气候区，为大陆性季风气候。温差大，日照长，积温高，降水少，四季分明。年平均气温 8~8.5℃，1 月平均气

温-10~-16℃, 7月平均气温 25~27℃, 该区位于冀北一辽西侵蚀中低山区, 矿区最大海拔标高 989m, 最低侵蚀基准面 730m, 相对高差 259m。年平均降水量 467.9mm, 多集中在 6~8 月份。年平均蒸发量 1887.7mm。

2.2.5 库区工程地质条件

根据《勘察与稳定性报告》中确定该尾矿库的地层由天然地层、尾矿堆积物及人工堆积层构成, 天然地层、人工堆积层较为简单, 尾矿堆积物构成及分布较复杂。现就场地各地层情况分别描述如下:

(1) 人工堆积层

①素填土: 黄褐色、灰褐色, 稍湿, 稍密, 主要成分为白云质灰岩碎石、角砾、山皮土等, 碎石一般粒径 30mm~60mm, 最大粒径 80mm, 棱角状, 充填少量中粗砂、粉土等。该层为子坝筑坝材料或覆压材料, 钻孔揭露厚度为 3.40~5.60m, 层顶深度为 0.00~3.40m, 层顶高程为 797.52~820.67m。

①₁素填土: 灰褐色, 稍湿, 松散~稍密, 主要成分为尾粉砂、少量黏性土、碎石等。该层分布在坝坡表面, 部分来源于扬尘坠落, 应适当清理。钻孔揭露厚度为 2.30~3.40m, 层顶深度为 0.00m, 层顶高程为 799.87~803.15m。

①₂素填土: 黄褐色, 稍湿, 稍密, 主要成分为碎石及黏性土, 表层含少量尾矿砂。该层分布在初期坝下, 为修建构筑物后的基槽回填物。钻孔揭露厚度为 3.30m, 层顶深度为 0.00m, 层顶高程为 773.30m。

(2) 尾矿堆积物

根据试验室颗粒分析试验结果, 该尾矿库的尾矿堆积物主要为尾

中砂、尾细砂、尾粉砂及尾粉土、尾粉质粘土及尾黏土，结合现场原始记录及原位测试成果，将现场尾矿堆积物的特征及分布情况描述如下：

②尾粉砂：灰褐色，稍湿~饱和，稍密~中密，局部夹尾细砂、尾粉土等，钻孔揭露厚度为 3.60~15.90m，层顶深度为 0.00~7.60m，层顶高程为 795.55~819.55m。

②₁尾中砂：灰褐色，稍湿，稍密，钻孔揭露厚度为 3.60~4.70m，层顶深度为 5.40~8.00m，层顶高程为 804.21~811.85m。

②₂尾细砂：灰褐色，稍湿，稍密，钻孔揭露厚度为 3.80m，层顶深度为 0.00m，层顶高程为 819.91m。

②₃尾粉质黏土：灰褐色，软塑~流塑，无摇振反应，有光泽反应，干强度中等，韧性中等。钻孔揭露厚度为 3.10m，层顶深度为 12.70m，层顶高程为 807.21m。

③尾细砂：灰褐色，稍湿~饱和，中密，局部稍密，局部夹③₁尾黏土，钻孔揭露厚度为 3.00~9.10m，层顶深度为 5.60~20.00m，层顶高程为 784.15~813.55m。

④尾粉砂：灰褐色，湿~饱和，中密，局部夹尾细砂及④₁尾黏土等，钻孔揭露厚度为 4.00~16.40m，层顶深度为 7.90~28.00m，层顶高程为 792.01~805.55m。

⑤尾粉质黏土：灰褐色，可塑~软塑，局部流塑，无摇振反应，有光泽反应，干强度中等，韧性中等。钻孔揭露厚度为 1.90~4.60m，层顶深度为 23.00~38.00m，层顶高程为 782.01~792.01m。

⑤₁尾粉土：灰褐色，湿，密实，摇振反应中等，无光泽反应，干强度低，韧性低。钻孔揭露厚度为 1.50~5.50m，层顶深度为 19.00~30.50m，层顶高程为 782.18~791.24m。

⑤₂尾黏土：灰褐色，可塑~软塑，无摇振反应，有光泽反应，干强度中等，韧性中等。钻孔揭露厚度为 1.50~6.00m，层顶深度为 21.00~32.00m，层顶高程为 788.01~789.24m。

⑤₃尾粉砂：灰褐色，饱和，中密~密实，局部夹尾细砂，钻孔揭露厚度为 9.40m，层顶深度为 32.00m，层顶高程为 787.55m。

（3）天然地层

⑥碎石：黄褐色，饱和，稍密~中密，成分为强风化及中风化白云质灰岩，棱角状，一般粒径 20-60mm，最大粒径可达 120mm，充填 20%~30%的黏性土，钻孔揭露厚度为 0.40~2.00m，层顶深度为 0.00~42.30m，层顶高程为 776.35~791.17m。

⑦粉质黏土：黄褐色，含 20%~30%的棱角状碎石，可塑，无摇振反应，有光泽反应，干强度中等，韧性中等。钻孔揭露厚度为 3.00~3.90m，层顶深度为 3.30~43.30m，层顶高程为 770.00~776.71m。

⑧₁强风化白云质灰岩：褐灰色，夹黑色燧石条带，主要矿物成分为碳酸钙、碳酸镁，隐晶质结构，中厚层状构造，节理裂隙很发育，岩芯呈碎块状，锤击可碎。钻孔揭露厚度为 1.00~3.70m，层顶深度为 0.40~9.50m，层顶高程为 767.00~797.60m。

⑧₂中风化白云质灰岩：褐灰色，夹黑色燧石条带，主要矿物成分为碳酸钙、碳酸镁，隐晶质结构，中厚层状构造，节理裂隙很发育，

岩芯呈大块状~短柱状，锤击不易碎。钻孔揭露厚度为 3.00~8.50m，层顶深度为 0.80~46.50m，层顶高程为 770.15~789.65m。

2.2.6 尾矿库水文地质条件

（1）地下水类型

该区地下水按含水层性质分为为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。松散岩类孔隙水主要赋存于尾矿堆积物中；基岩裂隙水，赋存于混合花岗岩的裂隙中。勘察期间库区存水水量不大。

（2）地下水补给、径流和排泄条件

地下水补给来源为大气降水入渗补给，排泄方式主要为排洪设施排水及蒸发作用。

尾矿库位于低山丘陵带，尾矿坝坝体为透水坝，地形坡降大，地表径流条件好，部分大气降水以地表径流形式流出区外，部分大气降水入渗补给地下含水层，沿基岩裂隙赋存和运移，直接排泄到当地最低侵蚀基准面浑河支流，另有一部分地下水以蒸发和植物蒸腾作用等方式排泄。

（3）地下水的动态

尾矿库内水位受雨水、排矿、回水等影响变化幅度较大。勘察期间，在库内的 10 个钻孔中均遇到地下水，稳定水位埋深 2.03~30.21m，稳定水位标高 213.29~230.87m。

（4）地下水按环境类型水对混凝土结构有微腐蚀性，按地层渗透性水对混凝土结构有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋有微腐蚀性。

2.3 尾矿库设计概况

该选厂尾矿库始建于 1989 年，由鞍钢矿山公司设计院设计，朝阳新华铝业建筑工程公司承建，1990 年建成并投入使用。本库设计坝高 68.0m，设计库容 616.534 万 m^3 。按坝高为三等库，按库容为四等库，所以本库等别为三等。

2022 年 7 月企业委托中冶沈勘工程技术有限公司编制了《朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库二期升级建设项目安全设施设计》。主要解决了如下问题：1、法律、法规、规范、规程等设计依据应进行更新；2、现状堆积坝外坡比陡于设计坡比；3、原设计对副坝没有进行具体设计；4、5#溢水井存在安全隐患；5、监测实施应进行升级等。

2.3.1 尾矿坝

2.3.1.1 初期坝设计

根据《升级设计》，初期坝为透水堆石坝，采用碎石筑坝，坝高为 20m，坝底标高为 772.00m，坝顶标高为 792.00m，初期坝内、外坡比 1: 2。坝外坡在标高 782.00m 处设置了一条马道，马道宽 5.0m，在初期坝外坡用干砌块石护坡。在初期坝上游坡面设置反滤层（两层加筋土工布夹河卵石），并与坝两侧中间段的排渗盲沟相接；初期坝坝肩及外坡坡脚设置了排水明沟。

2.3.1.2 堆积坝设计

根据《升级设计》，该尾矿堆积坝采用上游式筑坝法堆筑，现状坝高 28m，坝底标高 792.00m，坝顶标高为 820.00m，子坝高 3m 或 4m，子坝外坡比 1: 2，平台宽 5m，平均外坡比为 1: 3.5；后期坝高 20m，

坝底标高 820.00m，坝顶标高 840.00m，子坝高 4m，子坝外坡比 1: 4，平台宽 5m，平均外坡比 1: 5。终期尾矿堆积坝高 48m，平均外坡比 1: 4；子坝平台覆碎石，厚 300mm；子坝外坡面覆土厚 300mm,种草和灌木。为有利于库区尾矿水澄清，生产运行过程中宜采用池填法堆筑宽顶子坝，降低尾矿运移速度，促进尾矿沉积和尾矿水澄清。

（1）排水沟

根据《升级设计》，为预防坝体表面冲刷，在坝面平台设置水平排水沟，坝面排水沟为浆砌石矩形排水沟，尺寸为 0.5m(宽)×0.5m(高)×0.4m（壁厚）；坝面排水沟中间高，两侧底，坝面水通过排水沟流入两侧坝肩沟；必要时，坝面设置竖向排水沟，排水沟尺寸同水平排水沟，间距 100m；坝肩排水沟沿坝肩和坝底设置，采用浆砌石矩形排水沟，尺寸为 0.9m(宽)×0.8m(高)×0.4m（壁厚）。块石强度 Mu30，砌筑砂浆标号 M10，沟顶和内测抹灰厚 20mm，抹灰砂浆采用 1: 1 水泥砂浆。

（2）子坝堆筑

根据《升级设计》，标高 820.00m 以上子坝采用碎石土或尾砂堆筑，子坝高 4m。子坝堆筑使分层堆筑，分层碾压，分层厚度 1m，采用施工作业机械碾压，碾压遍数不少于 2 遍。

（3）尾矿排放

根据《升级设计》，尾矿排放采用坝前多支管分散均匀放矿，以免造成偏滩现象。尾矿输送管沿地面敷设，放矿支管设排尾阀门，支管间距 15m。主输送管采用 DN380PE 管，放矿支管采用 DN110PE 管。

主管道有一定的坡度敷设， $i=0.01$ 左右。放矿支管垂直于总管布置，接至坝脚处，避免放矿时尾矿浆冲击坝内坡及坝脚，影响坝体稳定和安全。放矿时设有专人进行安全巡查，遇紧急情况时能够及时上报。放矿时能够做到粗粒尾矿沉积于坝前，细粒尾矿排至库内，在沉积滩范围内无大面积矿泥沉积；坝顶及沉积滩面均匀平整，干滩坡度 $i=0.01$ 。

冬季不堆筑子坝，采用库内独管放矿或冰下放矿，尽量不采用坝前均匀放矿。

2.3.1.3 副坝设计

根据《升级设计》，1#副坝位于库尾，采取混合砂砾料芯墙坝与混凝土重力坝相结合的型式，混合砂砾料芯墙坝采用混凝土防渗结构，重力坝及坝体防渗结构落至中风化基岩。该坝坝长 200m，最大坝高 26m，坝底标高为 814.00m，坝顶标高为 840.00m。桩号 K0+000～K0+097 段坝体采用混凝土重力坝，坝基落至强风化岩层上，混凝土强度等级采用 C25，抗冻等级 F300，防渗等级 W6，混凝土宜采用三级配低水化热水泥，顶宽 3.5m，迎水侧直立，背水侧坡比为 1:0.6，坝顶标高 840.00m，坝底最低标高 817.02m，最大坝高 22.98，坝底内外两侧设齿墙，齿墙高 1m，内外坡比 1: 0.2。混凝土重力坝每 10m 设置伸缩缝，缝内填充苯板，伸缩缝处设置 651 橡胶止水。其余段坝体采用碾压式砂砾料芯墙坝，坝基落至强风化岩层上，最低坝基标高为 814.00m，最大坝高 26m，坝顶宽 3.5m，上下游坡在标高 830.00m 处各设置一条马道，宽 1.5m，上下游坡比均为 1:2。芯墙混凝土强度等级采用 C25，抗冻等级 F300，防渗等级 W6，芯墙宽 1.00m，顶标高

839.00m，最低基础底标高 813.00m。芯墙每 10m 设置伸缩缝，缝内填充 2cm 厚沥青木板，伸缩缝处设置 651 橡胶止水。坝体填筑压实度不小于 97%。坝体施工严格按施工规范进行。

根据《升级设计》，堆至 837.00m 标高时应增建第二处副坝，2#副坝位于库中，采用 C25 混凝土重力坝，为不透水坝，坝长 20m，高 3m，坝底标高为 837.00m，坝顶标高为 840.00m，坝内坡比 1: 0.2，坝外坡比 1: 0.6，顶宽 2.5m。坝底内外两侧设齿墙，齿墙高 1m，内外坡比 1: 0.2。混凝土重力坝每 10m 设置伸缩缝，缝内填充苯板，伸缩缝处设置 651 橡胶止水。

2.3.2 尾矿库排洪系统

根据《升级设计》，该选厂尾矿库排洪系统采用溢流井接排水管再接排水隧洞的排洪形式，1#~3#溢水井已停止使用并进行了封堵处理，4#溢流井、排水隧洞、排水管保持不变、继续使用，5#溢流井拆除重建。

4#溢水井为 2.8m×2.8m 的方形 8 柱框架井，框架柱截面尺寸 400mm（高）×400mm（宽），每层井架净高 1.8m，梁高 300mm，宽 500mm，档板壁厚 300mm，用 1: 1 水泥砂浆填缝，井高 10.5m，井架底标高 413.50m，井架顶标高 424.00m，单孔进水口尺寸 0.85m×1.8m，现状进水标高 818.00m。

5#溢水井为 8 柱钢筋混凝土框架塔，其中 6 孔为框架，2 孔为窗口；井架内径 3m，框架柱截面尺寸 400mm（宽）×400mm（高），每层井架高 2.5m，梁截面尺寸 400mm（宽）×350mm（高），拱板壁厚

200mm，拱板与井架柱用 1: 1 水泥砂浆填缝胶接，井架高 15m，进水口底标高 823.00m，井顶标高 838.00m，框架单孔进水口尺寸 0.77m(宽)×2.15m(高)；窗口采用固定拱板开孔泄水，泄水孔内侧直径 150mm，外侧直径 200mm，泄水孔水平间距 463mm，竖向间距 487.5mm；混凝土强度等级 C30，防渗等级 W6，抗冻等级 F300，钢筋采用 HRB400 级。

1#~3#井管长 480m，直径 1.6m，壁厚 0.3mm，管底坡度 4.5%，3#~4#井管长 80m，直径 1.2m，壁厚 0.20mm，管底坡度 13%，4#~5#井管长 40m，直径 1.2m，壁厚 0.20m，管底坡度 25%，1#排水井以下排水管下接排水隧洞，隧洞局部加固段为圆拱直墙型，直墙高 1.3m，拱高 0.5m，底宽 1.5m，隧洞入水底标高 781.00m，出水口底标高 773.0m，隧洞底最小坡度 2%，长 430m。

2.4 尾矿库现状

2.4.1 周边环境及相互影响情况

2.4.1.1 周边环境

该选厂尾矿库为“山谷型”尾矿库，位于该公司选矿厂上游西北方向 0.5km 的小北沟内，在矿区西北 1.5km，库区纵深方向大体呈南北向，纵深长度 1.3km，库内东、北、西三面环山，该沟谷较长，建有一期库和二期库，一期库西南侧下游为二期库，本次安全现状评价为二期库，库汇水面积 0.538km²。尾矿库南部下游 0.5km 为该公司选矿厂、办公室及辅助设施（职工食堂、宿舍等），尾矿库初期坝下游 1 公里范围内无居民及重要设施。



图 2-3 尾矿库周边环境图

2.4.1.2 一期库与二期库相互影响情况

目前，一期库正在闭库，二期库水面已高过一期库初期坝，一期库初期坝压经过压坡后，与二期库相连的上游一期库现状坝体稳定（见 5.1.2 一期库坝体稳定性分析），库内防洪安全；且闭库后一期库洪水由一期库库尾排出，不再与二期库共用同一条管道排洪，减轻了二期库的排洪压力，上游一期库闭库与下游二期库互不影响。



图 2-4 一期尾矿坝压坡工程现状图



图 2-5 一期尾矿库与二期尾矿库相对位置

2.4.2 库容、等别及设计标准

据《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）尾矿库各使用期的设计等别应根据尾矿库的最终全库容和最终坝高按下表确定。尾矿库各使用期的设计等别应根据该期的全库容和坝高分别按照下表确定。当按尾矿库的全库容和坝高分别确定的尾矿库等别的等差为一等时，应以高者为准；当等差大于一等时，应按高者降一等确定。除一等库外，对于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灾害者，经充分论证后，其设计等别可提高一等。

该选矿厂二期尾矿库现状全库容约为 225 万 m^3 ，总坝高为 48.0 m，该尾矿库现状等别为IV等尾矿库。

表 2-1 尾矿库等别

等 别	全库容 V (10000 m ³)	坝 高 H (m)
一	$V \geq 50000$	$H \geq 200$
二	$10000 \leq V < 50000$	$100m \leq H < 200m$
三	$1000 \leq V < 10000$	$60m \leq H < 100m$
四	$100 \leq V < 1000$	$30m \leq H < 60m$
五	$V < 100$	$H < 30m$

依据《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）规定，尾矿库的防洪标准应根据各使用期库的等别，综合考虑库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害等因素，分别按表 2-2 确定。

表 2-2 尾矿库防洪标准

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

注：PMF 为最大洪水。

据《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013），尾矿坝的最小安全超高与最小滩长按表 2-3 确定。

表 2-3 上游式尾矿坝的最小安全超高与最小滩长

坝的等别	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

该选厂尾矿库现状等别为四等库，该尾矿库的防洪标准为 100~200 年一遇洪水，考虑到该尾矿库正处于使用中期，尾矿库下游有厂房，因此本次调洪计算防洪标准采取上限，以 200 年一遇洪水设防。按表 2-3 目前尾矿坝规范要求的安全超高为 0.5 m，最小安全滩长为 50.0 m。但考虑到滩面坡比为 11.0%，要想保证 50.0 m 最小安全滩长要求，必须保持最小安全超高 0.55 m。

2.4.3 尾矿坝现状

2.4.3.1 初期坝

初期坝为透水堆石坝，采用碎石筑坝，坝高为 20m，坝底标高为 772.00m，坝顶标高为 792.00m，初期坝内、外坡比 1: 2。坝外坡在标高 782.00m 处设置了一条马道，马道宽 5.0m，初期坝外坡用干砌块石护坡。在初期坝上游坡面设置反滤层（两层加筋土工布夹河卵石），并与坝两侧中间段的排渗盲沟相接；初期坝坝肩及外坡坡脚设置了排水明沟。

为便于尾矿更有效的固结，初期坝内设置两道排渗体，排渗体由水平排水管和横向集水盲沟组成，排渗管均采用直径 500mm 的无砂混凝土管，水平管长约 60m，横向集水管平行坝轴线 布置。排水管出口设置在坝面排水沟处；排渗集水盲沟长约 120m，无砂混凝土管外包土工布。排水管和集水盲沟坡比均不小于 1%，该排渗体目前管口无水渗出，坝体浸润线较深，满足设计和规程要求，坝体稳定。

2.4.3.2 堆积坝

堆积坝采用上游式筑坝法堆筑，堆积坝现状坝高 28m，坝底标高 792.00m，坝顶标高为 820.00m。

目前已堆筑子坝 8 级，其中 1~3 级子坝由尾矿砂堆筑，表层覆压碎石，而 4~8 级子坝由碎石土筑坝，最大坝长为 283m，子坝高 3m 或 4m，子坝外坡比小于 1: 2，平台宽大于 5m，平均外坡比为 1: 3.5，根据坝体稳定性安全复核，坝体稳定（见 5.2.2 章节）。

子坝平台覆碎石，厚 300mm。尾矿坝外坡面已经进行覆土，部分

植树种草。堆积坝无坍塌、沉陷、裂缝、位移和坝面渗流破坏情况。



图 2-6 标高 820m 坝顶



图 2-7 堆积坝外坡

(1) 坝面排水沟级坝肩排水沟

为预防坝体表面冲刷，该选厂尾矿库在坝面平台设置水平排水沟，坝面排水沟为浆砌石矩形排水沟，尺寸为 0.5m(宽)×0.5m(高)×0.4m(壁厚)；坝面排水沟中间高，两侧底，坝面水通过排水沟流入两侧

坝肩沟；坝肩排水沟沿坝肩和坝底设置，采用浆砌石矩形排水沟，尺寸为 0.9m(宽)×0.8m(高)×0.4m（壁厚）。块石强度 Mu30，砌筑砂浆标号 M10，沟顶和内测抹灰厚 20mm，抹灰砂浆采用 1:1 水泥砂浆。



图 2-8 排水沟

（2）尾矿筑坝、排放

目前已堆筑子坝 8 级，其中 1~3 级子坝由尾矿砂堆筑，表层覆压碎石，4~8 级子坝由碎石土筑坝。

该选厂尾矿排放采用坝前多支管分散均匀放矿。尾矿输送管沿地面敷设，放矿支管设排尾阀门，支管间距 15m。主输送管采用 DN380PE 管，放矿支管采用 DN110PE 管。主管道有一定的坡度敷设， $i=0.01$ 左右。放矿支管垂直于总管布置，接至坝脚处。放矿时设有专人进行安全巡查，遇紧急情况时能够及时上报。放矿时能够做到粗粒尾矿沉积于坝前，细粒尾矿排至库内，在沉积滩范围内无大面积矿泥沉积；坝顶及沉积滩面均匀平整，干滩坡度 $i=0.01$ 。

冬季不堆筑子坝，采用库内独管放矿或冰下放矿，尽量不采用坝

前均匀放矿。



图 2-9 坝前放矿

2.4.3.3 副坝

目前，1#副坝位于库尾，采取混合砂砾料芯墙坝与混凝土重力坝相结合的型式。混合砂砾料芯墙坝采用混凝土防渗结构，重力坝及坝体防渗结构落至中风化基岩。重力坝迎水侧直立，背水侧坡比为 1:0.6，坝底内外两侧设齿墙，齿墙高 1m，内外坡比 1: 0.2，重力坝每 10m 设置伸缩缝，缝内填充苯板，伸缩缝处设置 651 橡胶止水。芯墙坝最低坝基标高为 814.00m，芯墙宽 1.00m，坝顶宽 3.5m，上下游坡在标高 830.00m 处各设置一条马道，宽 1.5m，上下游坡比均为 1:2，芯墙每 10m 设置伸缩缝，缝内填充 2cm 厚沥青木板，伸缩缝处设置 651 橡胶止水。



图 2-10 1#副坝

2.4.4 尾矿库排洪、回水设施

2.4.4.1 排洪设施

库区排洪采用溢水井-排水管-排水隧洞的形式，溢水井为外边尺寸 2.8m×2.8m 的 8 柱框架式钢筋混凝土排水井，柱截面尺寸 400mm（宽）×400mm（高），梁截面尺寸 400mm（宽）×300mm（高），挡板截面尺寸 250mm（宽）×145mm（高），库内共设置了 5 座溢水井，目前 1#、2#、3#溢流井已停止用，4#溢流井正在使用，5#溢流井为重建溢水井未投入使用。

1#、2#、3#溢流井已停止使用，并采用钢筋混凝土在井底基座处进行了封堵（根据企业提供的资料，溢水井封堵方法为：先在基座上平铺一层 20B 工字钢，而后在工字钢上面铺设一层 500g/m² 的土工布，然后再在土工布上浇筑 1m 厚的 C30 钢筋混凝土，混凝土布设双层钢筋网，钢筋直径 20mm，间距 0.2m），目前溢水井已被淹没。

库区现使用 4#溢水井进行排洪及回水，4#溢水井前期进行了结构加固处理。加固方法为：安装后的拱板内壁抹 50mm 厚的 1:1 水泥砂浆，内嵌直径 8mm 钢筋网，钢筋间距 0.2m；圈梁内壁浇筑 100mm 厚的钢筋混凝土，混凝土强度等级 C30，防渗等级 W6，抗冻等级 F300，钢筋采用 HRB400 级，梁内壁纵向钢筋直径 16mm，间距 150mm，横向钢筋直径 8mm，间距 150mm，其余部位不配筋。现状 4#溢水井为 2.8m×2.8m 的方形 8 柱框架井，框架柱截面尺寸为 400mm(高)×400mm(宽)，每层井架净高 1.8m，梁高 300mm，宽 500mm，档板壁厚 300mm，用 1:1 水泥砂浆填缝，井高 10.5m，井架底标高 413.50m，井架顶标高 424.00m，单孔进水口尺寸 0.85m×1.8m，现状进水标高为 818.00m。该溢水井原施工产生的局部蜂窝、麻面等缺陷已加固处理完毕。

5#溢水井为重建溢水井，目前尚未投入使用，待库内水位达到标高 823.00m 后投入使用，5#溢水井现状为 2.8m×2.8m 的 8 柱框架式钢筋混凝土排水井，柱截面尺寸 400mm(宽)×400mm(高)，梁截面尺寸 400mm(宽)×300mm(高)，挡板截面尺寸 250mm(宽)×145mm(高)，高 16.8m，井架底标高 823.00m，井顶标高 839.80m，进水口尺寸 0.85m(宽)×1.8m(高)。

溢水井底部接排水管，排水管为现浇钢筋混凝土圆管，1#~3#井管长 480m，内径 1.6m，壁厚 0.3m，管底坡度 4.5%，3#~4#井管长 80m，内径 1.2m，壁厚 0.2m，管底坡度 13%，4#~5#井管长 40m，内径 1.2m，壁厚 0.2m，管底坡度 25%，排水管下接排水隧洞，排水隧洞为直墙圆拱隧洞，裸洞高 2m，宽 2m，局部衬砌后直墙高 1.3m，拱高 0.5m，底

宽 1.5m，隧洞内局部进行了混凝土衬砌，现状隧洞长 430m，隧洞坡度为 2.0%。该排洪系统由辽宁省建设科学研究院有限责任公司完成检测（检测报告见附件）。



图 2-11 4#溢水井

2.4.4.2 回水设施

库区排洪系统在非汛期时兼回水系统。尾矿水经回水箱用水泵抽水返回选厂循环使用。



图 2-12 排水隧洞



图 2-13 回水泵房



图 2-14 排水泵

2.4.5 尾矿库内滩面

该选厂尾矿库滩面系坝上放矿管自流自然沉积而成，库内滩面较

为平整，干滩长度 215m，坡度 $i=0.01$ ，现状坝前干滩长度满足设计要求。



图 2-15 现状滩面

2.4.6 尾矿库安全监测设施

2.4.6.1 在线监测

该选厂尾矿库已建立了在线监测系统，包括坝体表面位移监测系统、浸润线监测系统、库水位及干滩指标监测系统、影像监控系统以及在线监测综合分析预警系统。监测点数量如下：

（1）表面位移监测在主坝建立 GPS 的 3 个监测剖面，主坝中心剖面 2 个监测点，即标高 793.00m 和 812.00m 平台各 1 个，其它 2 个剖面各 1 个监测点，即标高 802.00m 平台 2 个；

（2）浸润线监测在主坝建立 3 个监测剖面，共 6 个监测点，即 793.00m 平台 1 个，802.00m 平台 3 个，812.00m 平台 2 个；

（3）库水位监测点 1 个；

- (4) 雨量监测点 1 个；
- (5) 视频图像系统 3 个动点摄像头；
- (6) 干滩通过计算得出。

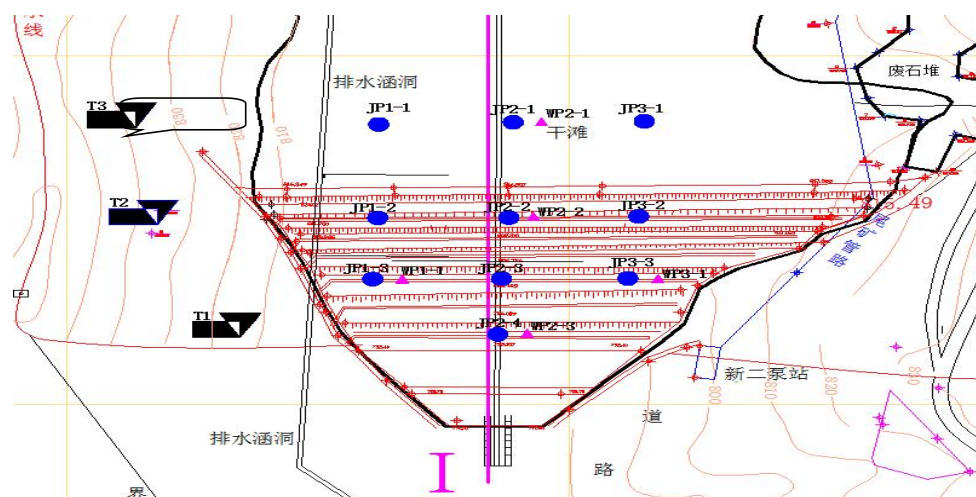


图 2-16 安全监测设施布置图



图 2-17 安全监测设施

2.4.6.2 人工观测

企业已在尾矿库内设置了人工观测设施，观测设施包括坝体位移观测、浸润线观测、干滩长度及水位标尺监测设施。

(1) 表面位移监测在主坝建立 3 个监测剖面，主坝中心剖面 2 个监测点，即标高 793.00m 和 812.00m 平台各 1 个，其它 2 个剖面各 1 个监测点，即标高 802.00m 平台 2 个；

(2) 浸润线监测在主坝建立 3 个监测剖面，共 6 个监测点，即 793.00m 平台 1 个，802.00m 平台 3 个，812.00m 平台 2 个；

(3) 库水位监测点 1 个，在 4#溢水井上设置明显的水位标尺；

(4) 在干滩上每隔 10m 设置了一根距离标杆；

(5) 企业已在库区排水井上标注了醒目的水位观测标尺，以示正常生产水位和洪水警戒水位；尾矿库干滩处设置干滩长度标杆，实现对干滩长度的有效监测。



图 2-18 视频监控设施

2.4.7 辅助设施

库区辅助设施主要包括照明设施、值班室、通信设施及矿区道路等。

2.4.7.1 照明

坝上照明沿堆积坝坝顶设置，用于尾矿库夜间照明。照明电源引至选厂生产用电，照明电压为 220V，采用穿管埋线，灯间距 50m，满足用电规范要求。



图 2-19 照明设施

2.4.7.2 值班室及通信

该尾矿库北侧设有库区管理站，并配备有 2~4 个值班人员轮流值班，值班人员配备有厂内对讲机、固定电话及移动电话，24 小时畅通。



图 2-20 值班室

2.4.7.3 运输道路

内部及外部运输均采用自卸汽车运输，运输道路等级为Ⅲ级，碎石路面，采用单车道加局部错车道形式，路面宽 6m，限制坡度 8%，最小转弯半径 15m。外部运输利用库区东北侧道路可与矿区附近道路相通。



图 2-21 运输道路

2.4.7.4 供配电

该选厂尾矿库用电来自选矿厂供电线路，供电线路采用埋杆架线，供照明、排水等设备用电。

2.4.7.5 浮桥

浮桥采用聚乙烯空心箱组合而成，方便运输和排水井施工作业，安全性好。



图 2-22 浮桥

2.4.7.6 安全标志

企业根据已按规范要求在庫区各工作场所，根据工作性质设置安全标志，库区周边设置了禁止进入、禁止野浴、禁止放牧、库区防汛物资栏及库区风险公告栏等安全标志、标识，且放在醒目固定的地方，并定期检查以保证安全标志不缺失、不遮挡，同时库区在日常培训中加强了工人对安全标志的熟悉培训。安全标志符合设计规范的要求。



图 2-23 安全警示标识



图 2-24 安全风险告知牌

2.5 尾矿库安全管理

朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库（二期）建立了安全生产管理组织机构，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操作规程等。

具备合法的营业执照、安全生产许可证，且有效。

主要负责人、安全管理人员及特种作业人员均具备资格证和特种作业证并有效。

按规定进行了安全措施经费提取，有年度安全经费提取计划。

从业人员缴纳工伤保险费用的证明材料。

从业人员培训及非煤矿山企业从业人员安全教育培训计划，发放了劳动保护用品等，有记录。

制定了较详细的安全生产事故应急救援预案，并建立了与下游居民的预警联动机制，预案较完善，配备有较齐全的防洪物资和救援设施。预案备案文号 211324-KS-2022-001。

第3章 主要危险、有害因素辨识与分析

危险因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损坏的因素；有害因素是指能影响人身体健康，导致疾病或对物造成慢性损坏的因素。

由于尾矿库在自然条件和环境等方面的复杂性和特殊性，作为一个人工形成的尾矿库高位泥石流危险源在生产运行过程中，存在较多危害和事故隐患，且经常受到很多不确定性因素的影响。在已基本上掌握尾矿库通常存在的危险源并不断探索的基础上，通过现场调研，弄清轻、重、缓、急，辨识出该尾矿库存在的主要危险、有害因素，有针对性地进行防范，消除各种事故隐患，最大程度地杜绝和减少尾矿库泄漏、溃坝、坍塌等各类事故的发生，保障尾矿库的安全运行和下游居民财产的安全。

3.1 尾矿库主要危险、有害因素辨识与分析

3.1.1 坝体主要危险、有害因素辨识与分析

坝体是尾矿库的基础设施，坝体的质量决定着整个尾矿库的安全运行，现场调研未发现坝体明显沉陷、滑坡、裂缝、流土和管涌现象发生，具体分析如下：

坝体主要危险、有害因素

（1）坝体裂缝危险、有害因素：

- 由于坝体、坝基不均匀沉陷或滑坡。
- 坝体施工质量差。
- 坝身结构及断面尺寸设计不当。
- 坝体滑移或遭遇暴雨或低温冰冻。

（2）坝体滑坡危险、有害因素：

- 施工时坝体坡度过陡，填筑质量差，坝体与岸坡间接合不好。
- 持续暴雨使坝体饱和，风浪淘刷使坝坡形成陡坡。
- 地震使坝体浆化。
- 附近爆破或坝体上堆重物料等。

（3）坝体渗漏危险、有害因素分析

设计、施工、使用、维护的每个环节不到位都会产生渗漏。

设计方面：设计时未能采取有效的防渗措施，造成坝基渗漏；设计坝体单薄，边坡太陡渗水从坝体逸出。

施工方面：回填土碾压方式不当，砂石料质量和级配未达到设计要求。

管理方面：根据当地的气候，干滩夏季容易晒裂，放矿前未处理，矿浆沿裂缝渗透。

接触渗漏主要原因：渗漏按部位分有坝体、坝基的接触渗漏。

基础清理不好，未做接合槽或做的不彻底；坝体两端与山坡接合处的坡面过陡等。

（4）坝体管涌危险、有害因素分析

管涌是坝体、坝基在较大渗透压力作用下，在坝体的薄弱环节或渗漏较深的地点出现的险情。

浸润线的位置过高,尾矿沉积干滩长度过短,坝面或下游发生沼泽化,导致坝体、坝肩和不同材料结合部位有渗流水流出,渗流量增大,一旦达到浸润线处,就使渗水与库内储水相通,若不采取有效措施就会

恶化，产生管涌等事故。若发现不及时，控制处理不当，易发生溃坝事故。

（5）坝体渗流破坏危险、有害因素：

- 尾矿坝体与山坡接触地段结合不好。
- 坝体防渗层在施工或生产中受到损坏导致外坡出现渗流。
- 浸润线的位置过高。
- 尾矿沉积滩的长度过短。
- 排放尾矿过程中使矿泥在滩面上大面积沉积形成不透水夹层。
- 发现异常现象未及时采取补救措施。

（6）地震液化危险、有害因素：

- 坝体处于饱和状态。
- 尾矿库设计抗震标准低于规范标准。
- 尾矿沉积滩干滩长度和尾矿坝的安全超高不能满足安全要求。

（7）洪水漫顶危险、有害因素：

- 溢流井损坏。
- 尾矿库出现超出设计标准的洪峰流量时，水位急剧升高，回水设施不能满足回水要求。

- 设计洪水资料偏低，泵回水能力小，不能满足排洪需求。
- 发生回水系统危害后不及时采取补救措施。
- 库内水位达到警戒水位，无专人负责管理和检查水位情况。
- 缺乏必要的防洪抢险措施。

本项目特点：

初期坝为透水堆石坝，利于降低浸润线；本选厂尾矿库库长较长，现状坝体结构完整，轮廓尺寸满足设计要求，浸润线得到有效控制，没有出现子坝外坡渗流溢出现象；坝面种植植被护坡，坝面排水系统能正常工作。

3.1.2 库内放矿引发的主要危险、有害因素辨识与分析

（1）库内放矿引发危险的原因

- 不按规定操作，责任心不强，随意排放尾矿；
- 从库后放矿，使细泥砂在坝前沉积；
- 在库侧放矿冲刷坝体；
- 尾矿管长时间向一个地点泄矿，放矿管重量大移动有困难；
- 放矿时无人管理、滩面出现侧坡、扇形坡；
- 细粒尾矿或矿泥沉积于一端或一侧；
- 尾矿操作工未经培训，无证作业，不懂操作技术。

（2）库内放矿引发危险的场所

主要在坝体内侧、库区内部、坝前场地。

（3）库内违章放矿引发的后果

不按规定放矿，会使坝前沉砂颗粒不均，甚至造成细砂、矿泥在坝前沉积，使坝体沉积的承重能力降低。多年使用运行中，轻则会使坝体部分变形，产生局部隆起或塌陷甚至发生管涌、流土等；严重时会使整个坝体位移变形，坝体稳定性降低，造成溃坝事故。

本项目特点：

采用坝前均匀分散放矿，定期改变放矿点及放矿管位置，尾矿操

作工均经培训持有特种作业人员证且有效。

3.1.3 排洪设施引发的主要危险、有害因素辨识与分析

该选厂尾矿库采用溢流井~排水管~排水隧洞进行排洪。如排洪系统出现问题，严重时导致库内洪水漫坝而出，甚至导致溃坝。尾矿库排洪系统失效产生的主要原因通常有以下几点：

1、排洪系统依据水文资料不全，设计过水能力不足、标准偏低，将造成尾矿库在暴雨季节的汇水无法利用排洪系统进行排泄，直接对尾矿库坝体构成威胁；

2、随意变更排水系统的型式、布置及尺寸。

3、溢流井、排水管、排水隧洞设计施工不具备相应资质，施工质量低劣。

4、由于滚石、滑坡、低温冰冻、构建质量低劣等引起地基产生不均匀沉陷等导致排水构筑物泄洪能力降低、失效、断裂，最终引起排洪系统故障。

5、溢流井、排水管、排水隧洞抗压强度不够，造成变形、破损、断裂。

6、溢流井、排水管、排水隧洞进水口由漂浮物堵塞，造成排水不畅。

本项目特点：该系统运行多年，运行效果良好，能够满足防洪及回水要求。

3.1.4 尾矿输送与回水利用的主要危险、有害因素辨识与分析

（1）尾矿浆输送与回水引发的危险、有害因素。

- 尾矿管磨漏，矿浆冲刷坝体；
- 尾矿管漏浆；
- 回水管漏水冲刷坝体；
- 尾矿输送管道淤堵破损不及时维修、更换；

（2）引发危险的场所

- 尾矿输送管道的沿途；
- 尾矿库坝体渗水水流的沿途；
- 尾矿坝坡面；
- 尾矿库内。

（3）尾矿排放引发危险、危害产生的后果

输送管道漏浆，会污染厂区，管道从尾矿坝上敷设经过的区段漏浆会对坝体造成冲沟，及时发现将垮坝。

3.1.5 自然灾害引发的主要危险、危害因素辨识与分析

1、主要几种自然灾害

（1）特大暴雨

特大暴雨会引发河道暴涨冲击坝坡，同时大暴雨还会直接冲刷坝顶、坝坡、造成坝体坡面拉沟，甚至使库内洪水超过坝顶安全超高破坏直至漫顶。特大暴雨还会直接导致溃坝现象发生。

（2）地震

地震是自然灾害中破坏力较大的一种，它可造成初始坝体断裂。尤其对该区受坝体轴向处抗震能力差，极易造成坝体渗漏坍塌。

（3）雷击

雷击是自然灾害中造成损坏比较大的一种，电气设备或附近高导电体受电击损坏直至发生爆炸，均对所在库区产生高温灼热的破坏。

该项目为山谷型尾矿库，地处山区，地势相对较高，雷雨天气雷电会对库区内的设备、人员造成伤害。有雷击危险时，应立即停止作业；人员应转移到安全地点。

2、自然灾害引发的后果

此类各种自然灾害接连发生有对尾矿坝造成严重破坏，后果严重。

3.2 生产过程中的主要危险、有害因素辨识分析

3.2.1 物体打击

尾矿系统生产过程中发生的物体打击事故一方面是在高处作业操作人员违反操作规程乱放工具或工具没放稳，工具落下而导致砸伤人，另一方面是在检修过程中发生的物料或构件等飞出或下落等造成的物体打击事故。转动的机械设备零件有崩出造成物体打击伤人的危险，大型物件放置不稳会发生倾倒伤人，翻转管道、更换管道、移动尾矿出口支架或其它物品时击伤人体。

造成物体打击事故原因很多，主要原因是工作场所狭窄，缺乏躲避空间，检查不细，没有及时处理危险部分；指挥失误、违反操作规程；疲劳作业，不按规则佩戴和使用劳动防护用品、用具等以及在筑坝过程中用铁钎等手工工具，操作不慎等均会发生物体打击伤害。

3.2.2 高处坠落

坠落伤害主要发生在尾矿库边坡、坝顶等作业场所，在尾矿库的

运行、管理和维护过程中，作业人员要经常在庫区坡岸、坝顶等作业范围内巡检、维修，存在发生坠落事故的危险。造成坠落伤害事故的原因有人员注意力不集中、地面湿滑、疲劳作业等。例如：筑坝时人在外坡、坝顶施工有发生坠落的危险；

3.2.3 淹溺伤害

库区内存有大量的尾矿水，作业人员在检查、维修、封堵排洪或回水设施时，有发生淹溺事故的可能；外来人员误入，亦可能造成淹溺事故。因此，应严格管理，加强人员安全教育培训，避免此类事故的发生。

3.2.4 机械伤害

该项目生产、筑坝和维护过程中将使用挖掘机等机械设备，存在发生机械伤害的危害。

3.2.5 电气伤害

该项目在排放尾砂和回水时均使用电气设备，坝上设有照明设施。当电气设备及线路绝缘损坏时，就会发生漏电现象，此时人与之接触，易造成触电事故。

3.2.6 尾矿库扬尘

尾砂是在矿山选矿生产过程中产生的细粒状矿物，一般尾砂颗粒越细，受库内干滩含水量，库区有无植被和有无湿土覆盖、坝外坡未护坡或覆盖率较低等条件影响越大，将直接导致尾矿库扬尘情况发生。

尾砂的粒度较小，且库内干滩面积较大，因表面干化，遇大风易形成扬尘，若不采取有效措施，将严重污染工作环境和大气，对人体

有较大危害。从业人员吸入大量的粉尘，导致尘肺病。

3.3 安全管理危险、有害因素分析

企业经营管理者是尾矿库安全生产第一责任人，大量的事故统计数据表明，安全技术措施落实不得力，筑坝不按设计施工是与领导者的管理素质缺陷分不开的，重生产轻安全，对发生事故存有侥幸心理是一部分管理者的通病。

安全生产规章制度是为了要求领导和职工有章可循，不违章指挥，不违章作业，在生产与安全发生矛盾时首先保证安全，要让国家的“安全第一、预防为主、综合治理”的安全方针深入人心，并贯彻落实到生产实践中去。

由于管理不当所造成的尾矿库危险性通常有以下几点：

（1）没有清醒认识到尾矿库的危险性，一旦出现事故会造成严重后果。

（2）尾矿库建成以后不重视其日常运行管理，包括放矿管理，库内水位和干滩长度控制，浸润线及坝体位移等监测设施无人管理。

（3）发现隐患未立即上报，及时采取措施。

（4）没有建立尾矿库应急救援预案。

（5）尾矿库管理人员未进行专门的培训，持证上岗。

第 4 章 评价单元划分与评价方法选择

4.1 评价单元划分

评价单元就是在危险、有害因素分析的基础上，根据评价目标和方法的需要，将系统分成有限、确定范围进行评价的单元。划分评价单元的目的在于便于现状评价工作的有序进行，并有利于提高现状评价工作的准确性。

通过对该选厂尾矿库及其附属设施中存在的危险、有害因素的分析，结合尾矿库的特点和现状的具体情况，本次现状评价按工艺流程并兼顾平面布置及其附属设施中存在的危险、有害因素的相似特性等划分现状评价单元。

本次安全现状评价体系分为 6 个单元：尾矿库库址及周边环境单元、尾矿坝单元、防洪系统单元、安全监测设施单元、安全生产管理单元、重大安全隐患排查单元。

表 4-1 评价单元及评价方法

序号	评价单元	评价方法
1	尾矿库库址及周边环境单元	安全检查表法、专家评议法
2	尾矿坝单元	安全检查表法、专家评议法
3	尾矿库防洪系统单元	安全检查表法、专家评议法
4	尾矿坝安全监测设施单元	安全检查表法
5	尾矿库安全生产管理单元	安全检查表法
6	重大安全隐患排查单元	安全检查表法

4.2 评价方法选择

安全系统工程的主要内容包括事故成因理论、系统安全分析、安全评价和安全措施四个方面。安全评价是对系统存在的危险性进行定性或定量的分析，得出系统存在的危险点、系统发生的可能性和后果

程度，以预测出被评价系统的安全状况。正确的安全评价必须有科学的安全理论做指导，使之能真正揭示安全状况变化的规律并予以准确描述，并以一种可辨识度量的信息显示出来。

安全评价方法就是以安全理论、系统科学理论、现代数学和控制理论等作为理论基础，用来分析、评价系统危险危害因素的工具，根据评价目的或采用的基本理论的不同，评价方法有数十种之多，各有优缺点。

本次安全现状评价主要采用安全检查表法和专家评议法。

4.2.1 安全检查表法

安全检查表法是定性的安全评价方法。其检查目的明确，内容具体，易于实现安全要求。对检查对象进行详细调查研究和全面分析的过程，也是对系统危险、有害因素辨识、评价的过程，既能准确地发现问题，也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。

4.2.2 专家评议法

尾矿库安全评价属专项安全评价，其中尾矿坝体的稳定性及排洪系统排洪能力是涉及尾矿库安全的重要因素。因此，本次评价依据相应设计规范的要求，采用定量计算手段对稳定性及排洪系统的排洪能力进行校核。从而对尾矿坝体的稳定性及排洪系统的排洪能力可靠性做出分析和评价，也为今后尾矿库运营管理提供依据。

第5章 定性、定量评价

根据该选厂尾矿库现场实际情况，选择方法按安全检查表法依照评价单元对其进行评价。

5.1 库址及周边环境单元

5.1.1 库区环境安全检查

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价。详见下表。

表 5-1 尾矿库库址选择及周边环境安全检查表

序号	检查内容	检查依据	项目相关情况	检查结果
1	尾矿库不应设在下列地区： 1. 国家法律、法规规定禁止建设尾矿库的区域； 2.尾矿库失事将使下游重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受严重威胁区域。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 5. 2. 1 条	尾矿库南部下游 0.5km 为该公司选矿厂、办公室及辅助设施，此外库内无居民、无农田、无经济林、库底不压矿，下游无其他村庄。	符合要求
2	尾矿库库址选择应根据汇水面积、工程地质及水文地质、库长、库区周边环境等因素经多方案技 术经济比较综合确定，并应符合下列要求： 1.汇水面积小，并有足够的库容； 2.避开不良地质现象严重区域； 3.上游式尾矿库有足够的初、终期库长； 4.上游式尾矿库库底平均纵坡不得陡于 20%。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 5. 2. 2 条	该尾矿库设立符合相关规定。	符合要求

3	尾矿场宜靠近选矿厂，选择在建坝条件好的荒山、沟谷。	《工业企业总平面设计规范》 第 3.6.5 条	尾矿库距选厂较近，建在沟谷内。	符合要求
4	尾矿库库区周边山体是否稳定，有无违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 9.5.1 条	周边山体稳定，无违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。	符合要求
5	尾矿库区范围内无危及尾矿库安全的违章爆破、采石和建筑，有无外来废石、废水以及放牧等。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 9.5.3 条	库区内无违章爆破、采石和建筑，无外来废石、废水以及放牧等。	符合要求

5.1.2 一期库坝体稳定性安全复核

本次渗流计算及稳定性分析所用岩土物理力学参数是按照室内土工试验结果并结合以往经验综合选取，其中渗流计算中将实测浸润线和计算浸润线进行多番对比、拟合，以验证、反演渗流参数，以为进一步稳定性计算提供合理的数据支持。其计算参数如下：

表 5-2 尾矿坝岩土体物理力学参数

项目	天然重度 γ (kN/ m ³)	内聚力 c (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)	渗透系数 K_v (cm/s)
① ₁ 素填土	19.5	0.0	32.0	3.0×10^{-3}
① ₂ 素填土	19.2	3.0	30.0	1.0×10^{-2}
②尾粉砂	20.7	12.6	29.3	3.0×10^{-3}
② ₁ 尾粉土	19.6	18.0	20.0	4.5×10^{-5}
② ₂ 尾粉质黏土	19.8	29.0	15.0	3.6×10^{-5}
③尾粉质黏土	20.3	32.0	18.0	3.3×10^{-5}
④角砾	20.5	5.0	32.0	5.00×10^{-2}
⑤ ₁ 强风化凝灰岩	21.0	5.0	35.0	--
⑤ ₂ 中风化凝灰岩	22.0	20.0	40.0	--

(1) 首先进行坝体浸润线的计算，将计算结果与勘察描绘浸润线进行比对，以校核，计算结果如图 5-1 所示。

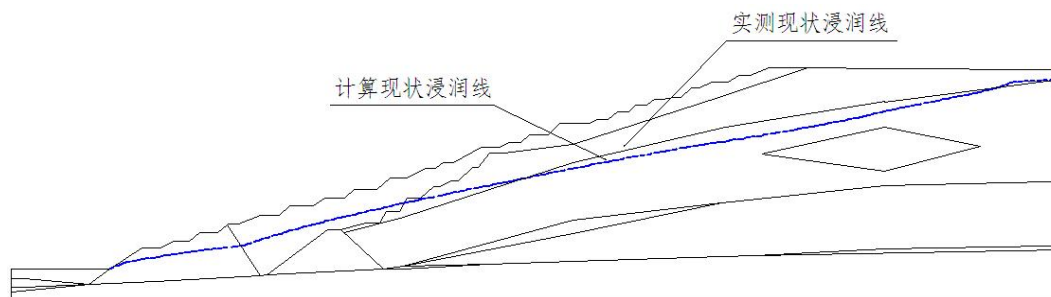


图 5-1 实测与计算浸润线对比示意图

从计算结果来看浸润线由坝脚处溢出，总体来看计算结果与实测结果基本吻合，说明参数选择合理，可为后续洪水位运行和特殊运行浸润线的推算分析所采用。

(2) 洪水位运行条件下浸润线计算结果如图 5-2 示。

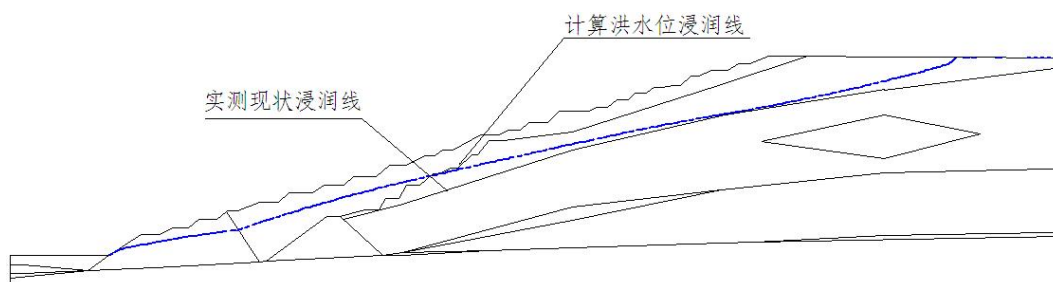


图 5-2 洪水位下计算浸润线

从图中可以看到，在洪水位情况下坝体浸润线有所抬高，仍从坝脚处溢出，但应进行定时观测，一旦发生跑浑，立即采取措施进行处理，以免坝体发生渗流破坏。

(3) 正常运行条件下稳定性计算结果

正常运行时坝体稳定性计算结果分别见图 5-3、5-4 及表 5-3。

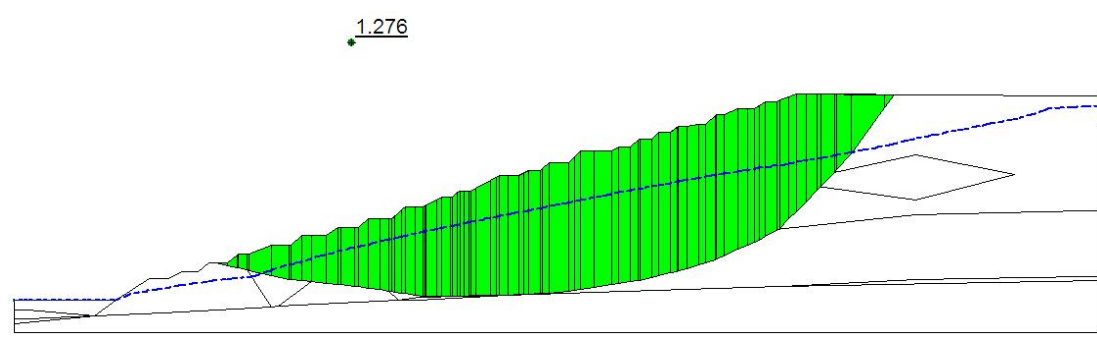


图 5-3 坝体瑞典圆弧法稳定性计算结果图

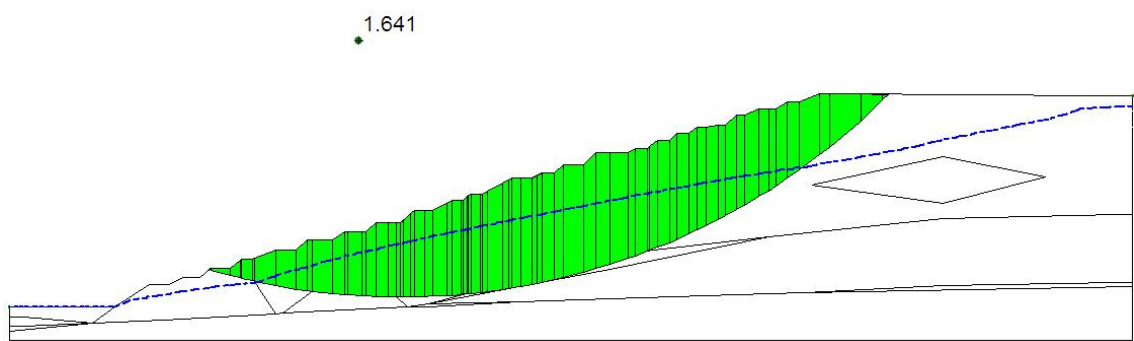


图 5-4 坝体毕肖普法稳定性计算结果图

表 5-3 正常运行时尾矿坝坝坡稳定性计算结果表

计算方法	运行工况	最危险滑 弧滑动中心	最危险滑 弧滑动半径	计算最小稳 定性系数	规范要求三等库 最小安全系数
瑞典圆弧法	正常运行	(180.954, 191.396)	116.681	1.276	1.20
毕肖普法	正常运行	(180.954, 191.396)	176.331	1.641	1.30

在正常运行的情况下，本次复核采用瑞典圆弧法和毕肖普法分别对该尾矿坝的稳定性进行了计算，计算结果显示，其最小稳定性系数均大于规范要求的最小安全系数。因此，依据本次复核计算结果，该尾矿坝在现状情况下处于稳定状态。

（4）洪水条件下稳定性计算结果

洪水条件下采用最小干滩长度 50m 进行坝体稳定性计算，计算结果分别见图 5-5、图 5-6 及表 5-4。

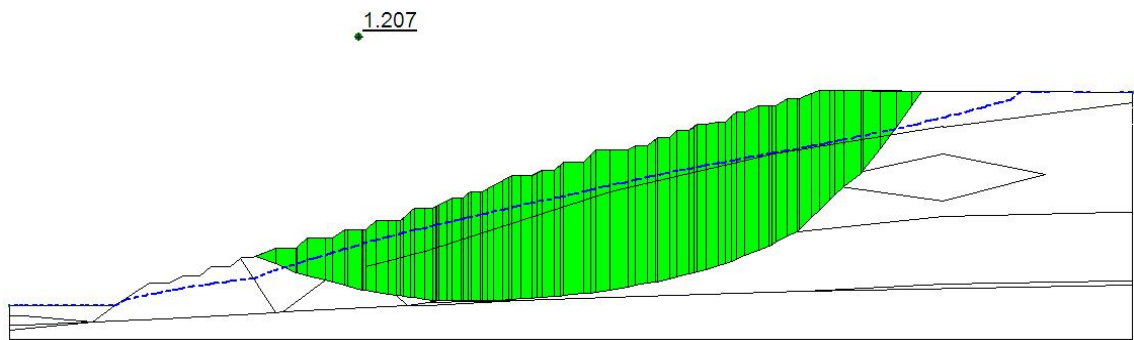


图 5-5 坝体瑞典圆弧法稳定性计算结果图



图 5-6 坝体毕肖普法稳定性计算结果图

表 5-4 洪水位条件下尾矿坝稳定性计算结果表

计算方法	运行工况	最危险滑 弧滑动中心	最危险滑 弧滑动半径	计算最小稳 定性系数	规范要求三等库 最小安全系数
瑞典圆弧法	洪水运行	(180. 954, 191. 396)	111. 3046	1. 207	1. 10
毕肖普法	洪水运行	(180. 954, 191. 396)	176. 331	1. 494	1. 20

在洪水位条件下（最高洪水位+坝体自重），本次复核采用瑞典圆弧法和毕肖普法分别对该尾矿坝的稳定性进行了计算，计算结果显示，其最小稳定性系数均大于规范要求的最小安全系数。因此，依据本次复核计算结果，该尾矿坝在洪水位运行情况下是稳定的。

（5）特殊条件下稳定性计算结果

由于地震对边坡的破坏主要是由水平地震力引起的，因此，本次复核在考虑地震条件下的尾矿坝稳定性计算中仅考虑水平方向地震力的影响。本次复核计算将采用《水电工程水工建筑物抗震设计规范》

和《尾矿堆积坝岩土工程技术规范》所建议的拟静力法来考虑地震力。地震作用下拟静力分析法的基本思想是在静力计算的基础上再考虑地震惯性力的作用，即将地震作用采用一个附加的地震惯性力来代替。该库区设计基本地震加速度值为 0.05g。

特殊条件下（正常水位+坝体自重+地震的荷载组合）稳定性计算结果分别见图 5-7、图 5-8 及表 5-5。

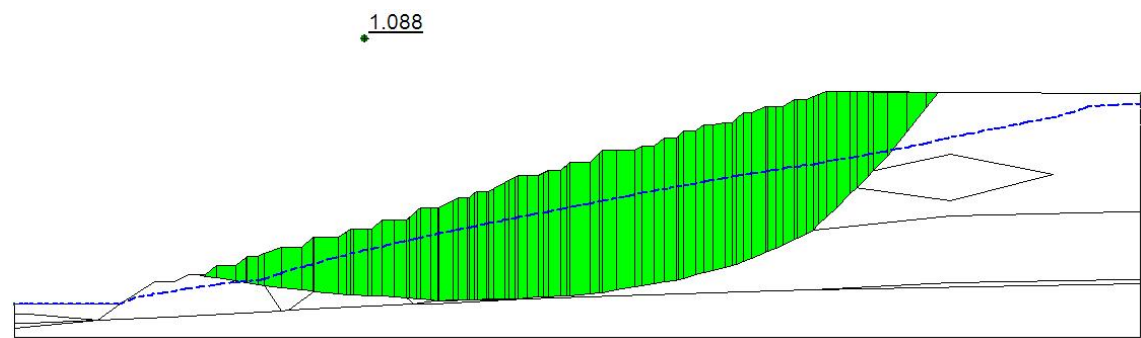


图 5-7 坝体瑞典圆弧法稳定性计算结果图

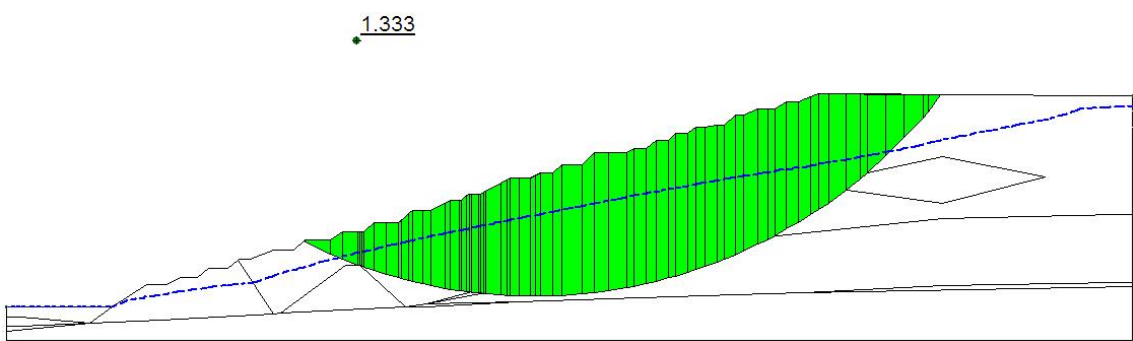


图 5-8 坝体毕肖普法稳定性计算结果图

表 5-5 特殊条件下尾矿坝稳定性计算结果表

计算方法	运行工况	最危险滑 弧滑动中心	最危险滑 弧滑动半径	计算最小稳 定性系数	规范要求三等库 最小安全系数
瑞典圆弧法	特殊运行	(180.954, 191.396)	121.5085	1.088	1.00
毕肖普法	特殊运行	(180.954, 191.396)	176.331	1.333	1.10

特殊运行条件下（正常水位+坝体自重+地震的荷载组合），本次复核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，其最小稳定性系数均大于规范要求的最小安全系数。

因此，依据本次复核计算结果，该尾矿坝在特殊情况下运行是稳定的。

5.1.3 库址及周边环境单元小结

该选厂尾矿库为山谷型，通过安全检查表分析，检查 5 项，全部符合相关规定。

目前该尾矿库周边环境良好，尾矿库初期坝下游 1 公里范围内无居民及重要设施。周边山体稳定，无违章建筑、违章施工和违章采选作业，无危及尾矿库安全的违章爆破、采石和建筑，无影响尾矿库安全的设施及作业。

目前，一期库正在闭库，二期库水面已高过一期库初期坝，一期库初期坝经过压坡后，经一期库坝体稳定性安全复核，与二期库相连的上游一期库现状坝体稳定，闭库后一期库洪水由一期库库尾排出，不再与二期库共用同一条管道排洪，减轻了二期库的排洪压力，上游一期库对下游二期库无安全影响。

5.2 尾矿坝单元

5.2.1 尾矿坝体与排放安全度评价分析

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价。详见下表。

表 5-6 尾矿坝体与排放安全检查

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
1	尾矿坝堆积坡比应符合设计要求。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.3.5 条	现状坝高 28m，坝底标高 792.00m，坝顶标高为 820.00m，子坝高 3m~4m 或 4m，子坝外坡比 1:2，平台宽 5m，平均外坡比为 1: 3.5；与《升级设计》中堆积坝坡比参数一致。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
2	每一期子坝堆筑前必须进行岸坡处理,将树木、树根、草皮、废石及其他有害构筑物全部清除。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.3.2 条	每期子坝堆筑前进行岸坡处理。	符合要求
3	坝顶及沉积滩面应均匀平整,沉积滩长度及滩顶最低高程必须满足防洪设计要求。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.3.4 条	坝顶和沉积滩较平整,沉积滩长度及滩顶最低高程满足防洪设计要求。	符合要求
4	排放口的间距、位置、开放的数量和时间等应按设计要求和作业计划进行操作,并做好放矿记录	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.3.3 条	该尾矿库排放采用坝前多支管分散均匀放矿,冬季冰下放矿,按照设计要求有计划的放矿。并做好放矿记录。	符合要求
5	坡面植草或灌木类植物	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 5.3.20 条	子坝外坡面覆土厚 300mm,种草和灌木。	符合要求
6	每期子坝筑坝完毕,应进行质量检查。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.3.5 条	筑坝完毕均进行了质量检查,有检查记录。	符合要求
7	当坝坡出现冲沟、裂缝、塌坑、滑坡现象时,应及时妥善处理。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.3.11 条	坝面保持完好,无冲沟、裂缝、塌坑等现象出现。	符合要求
8	洪水过后应对坝体和排洪设施进行全面检查,发现问题及时处理。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.4.7 条	洪水过后,企业对坝体和排洪设施进行全面认真的检查与清理,发现问题及时修复。	符合要求

5.2.2 二期库坝体稳定性安全复核

尾矿坝的稳定性计算及分析对尾矿库的安全运行十分重要,本次尾矿坝稳定性安全核参数依据辽宁有色勘察研究院有限责任公司出具的《朝阳新华铝业有限责任公司尾矿库二期坝体岩土工程勘察及稳定性评价报告》。

尾矿库按三等库标准进行管理,本地区抗震设防烈度为 6 度,设计基本地震加速度值为 0.05g。计算软件采用理正岩土软件进行计算。

5.2.2.1 现状主坝稳定性计算复核

现状稳定性计算采用辽宁有色勘察研究院编制的《朝阳新华铝矿有限责任公司尾矿库二期坝体岩土工程勘察及稳定性评价报告》的成果。

1、概化分区

选择最大坝高剖面作为稳定性计算剖面，概化分区图见图 5-9。

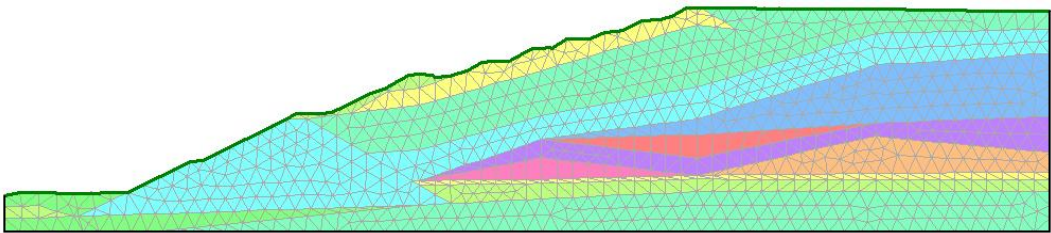


图5-9 尾矿库概化分区图

2、计算参数

- (1) 坝高：48m；
- (2) 基本地震烈度 6°，地震加速度值为 0.05g；
- (3) 坝体和地基的物理力学性质指标，参考《朝阳新华铝矿有限责任公司尾矿库二期坝体岩土工程勘察及稳定性评价报告》（辽宁有色勘察院，2021.6）的推荐值。

表 5-7 岩土体物理力学参数推荐表

项目	天然重度 γ (kN/ m ³)	内聚力 c (kPa)	内摩擦角 φ (°)	渗透系数 K _v (cm/s)
①素填土（初期坝）	20.5	5.0	33.0	3.0×10 ⁻²
① ₁ 素填土	20.0	5.0	30.0	3.0×10 ⁻²
① ₂ 素填土	20.5	5.0	32.0	3.0×10 ⁻²
②尾粉砂	20.1	11.4	28.3	6.3×10 ⁻⁴
② ₁ 尾中砂	19.1	15.0	31.7	7.0×10 ⁻⁴
② ₂ 尾细砂	20.9	8.0	29.8	2.5×10 ⁻³
③尾细砂	20.8	11.2	29.8	2.5×10 ⁻³

项目	天然重度 γ (kN/m ³)	内聚力 c (kPa)	内摩擦角 φ (°)	渗透系数 K_v (cm/s)
④尾粉砂	20.3	12.0	29.3	6.3×10^{-4}
⑤尾粉质黏土	18.9	28.0	10.0	5.6×10^{-5}
⑤ ₁ 尾粉土	20.7	15.0	25.0	3.0×10^{-5}
⑤ ₂ 尾黏土	18.1	33.0	5.0	2.0×10^{-5}
⑤ ₃ 尾粉砂	20.6	12.5	28.1	6.3×10^{-4}
⑥碎石	20.6	5.0	32.0	3.0×10^{-2}
⑦粉质黏土	19.0	16.0	24.7	5.6×10^{-5}
⑧ ₁ 强风化白云质灰岩	21.0	5.0	35.0	3.0×10^{-4}
⑧ ₂ 中风化白云质灰岩	22.0	20.0	40.0	5.0×10^{-5}

3、坝体渗流分析

(1) 基本原理

本次稳定性计算，采用勘察提供的地层和参数，进行二维稳定渗流计算，计算得到的坝体浸润线与勘察实测的浸润线进行拟合，拟合良好表明计算所用地层和参数可用，以此浸润线为正常工况条件下的浸润线；然后取最小干滩长度为 50m 计算洪水工况条件下的坝体浸润线；特殊运行工况条件下的浸润线采用正常工况条件下的浸润线为准。

① 渗流控制方程

渗流计算依据的基本定律是达西(Darcy)定律，表达式为：

$$q = k \cdot i$$

式中， q 是断面流速， k 是材料的渗透系数， i 是水力坡降。

对于二维平面稳定渗流，控制方程为：

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) = 0$$

式中， K_x 、 K_y 是 x 、 y 方向的渗透系数， H 是总水头。当材料是

各向同性时， $K_x=K_y$ ；当材料为各向异性时， $K_x \neq K_y$ 。

总水头为：

$$H = \frac{u_w}{\gamma} + z,$$

其中 u_w 孔隙水压力， γ 为水的重度， z 是位置水头。

② 边界条件

已知水头边界条件：

$$H = \bar{H}$$

其中 $\bar{H}$ 为已知水头值。

不透水边界： $k \frac{\partial H}{\partial n} = 0$

在浸润边界上：

$$H = z, \quad \frac{\partial H}{\partial n} = 0$$

4、渗流计算结果

(1) 首先进行坝体浸润线的计算，将计算结果与勘察浸润线进行比对，以校核，计算结果如图 5-10 所示。

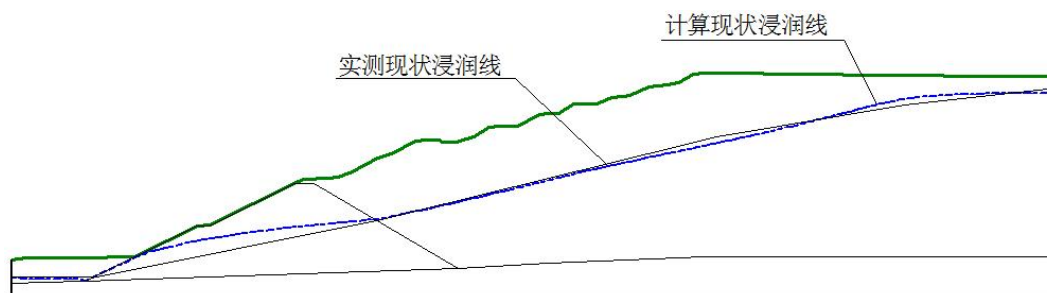


图5-10 实测与计算浸润线对比示意图

从图中可以看到，计算结果与实测结果基本吻合，说明参数选择合理，可为后续洪水水位运行浸润线的推算分析所采用。

从计算和实测结果可以看到浸润线在初期坝脚进入地下。

(2) 洪水位运行条件下浸润线计算结果如图 5-11 示。

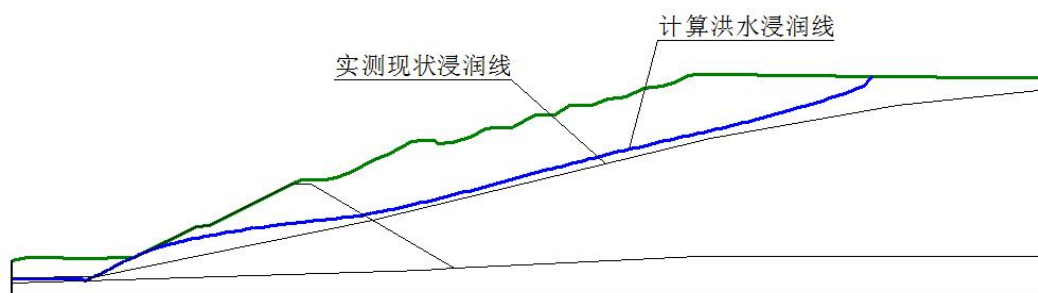


图5-11 洪水位下计算浸润线

表 5-8 规范要求尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深

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

依据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），尾矿库要求浸润线最小埋深应不小于 4~6m，由计算结果可知：正常时浸润线最小埋深为 13.5m，洪水时浸润线最小埋深为 11.8m，满足相关要求。

5、坝坡抗滑稳定性计算

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），该坝坡抗滑稳定复核计算采用瑞典圆弧法和简化 Bishop 法，分三种运行情况：即正常运行、洪水运行及特殊运行工况。

(1) 计算公式

瑞典圆弧法（总应力法）计算公式：

$$k = \frac{\sum \{(W \pm V) \cos \alpha - Q \sin \alpha\} g \phi + c b \sec \alpha}{\sum \left[(W \pm V) \sin \alpha + \frac{M_c}{R} \right]}$$

简化毕肖普法（总应力法）计算公式：

$$k = \frac{\sum \{(W \pm V) \sec \alpha\} g \phi + c b \sec \alpha}{\sum \left[(W \pm V) \sin \alpha + \frac{M_c}{R} \right]} [1 + \tan \alpha \cdot \tan u / k]$$

式中：R—滑弧半径；

M_c —水平向地震惯性力对圆心的力矩；

Q、V—分别为某一土条的水平向和垂直向地震惯性力（向上为负，向下为正）；

α —土条底面中点处切线与水平线的夹角；

W—条块重量，水面以下取浮容重计算，水面以上根据情况取干容重或湿容重计算；

C、 ϕ —固结不排水剪应力强度指标。

$$\frac{M_c}{R} = \sum Q \cdot \cos \alpha - \sum Q / 2R$$

$$W = W_1 + W_2$$

（2）计算荷载组合及安全系数

①荷载组合

根据《尾矿设施设计规范》，坝体稳定计算有以下三种荷载组合：

- 正常运行=正常水位+坝体自重；
- 洪水运行=最高洪水位+坝体自重；
- 特殊运行=正常水位+坝体自重+地震（6度）。

②抗滑稳定最小安全系数

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）坝坡抗滑稳定最小安全系数如下表所示：

表 5-9 坝坡抗滑稳定最小安全系数

计算方法		1	2	3	4.5
简化毕肖普法	正常运行	1.50	1.35	1.30	1.25
	洪水运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	特殊运行	1.20	1.15	1.15	1.10
瑞典圆弧法	正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
	特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.00

③计算简图

•正常运行

正常运行稳定性计算见图 5-12 图 5-13。

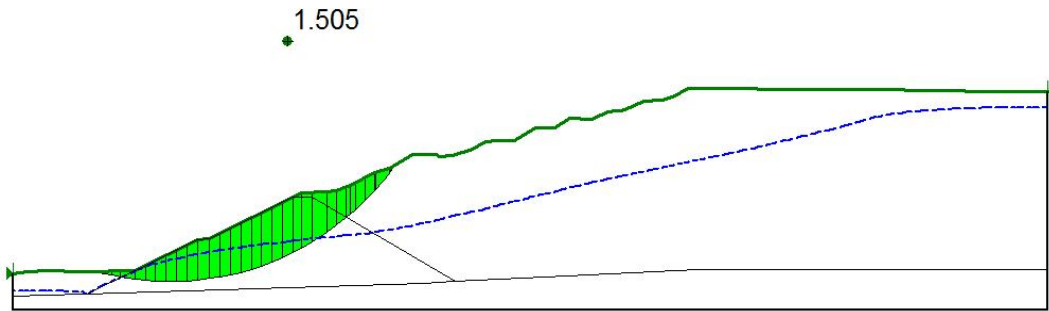


图5-12 正常运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

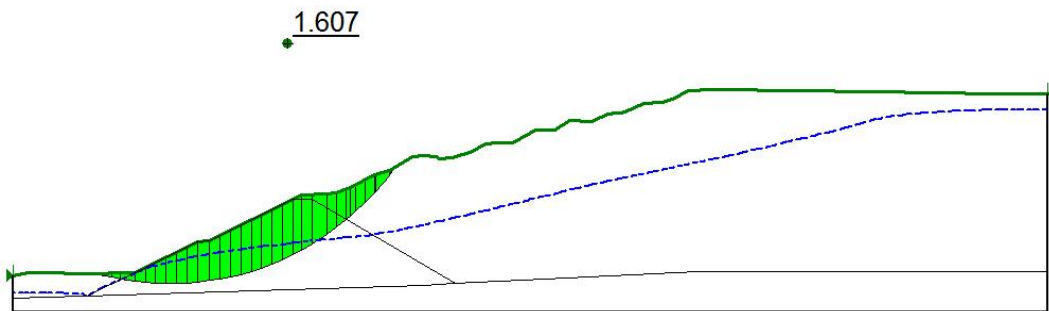


图5-13 正常运行简化Bishop法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

•洪水运行

洪水运行稳定计算见图 5-14 图 5-15。

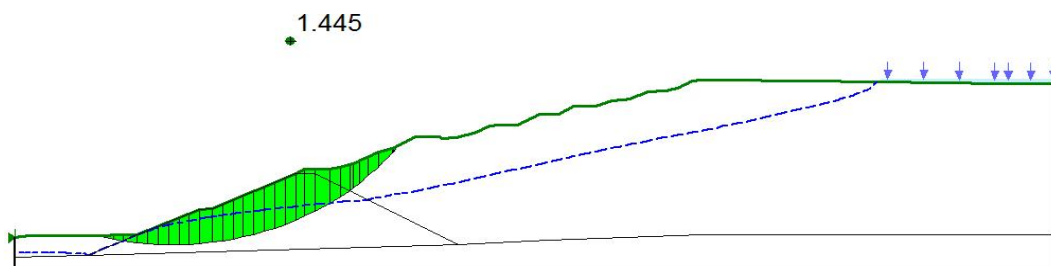


图5-14 洪水运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

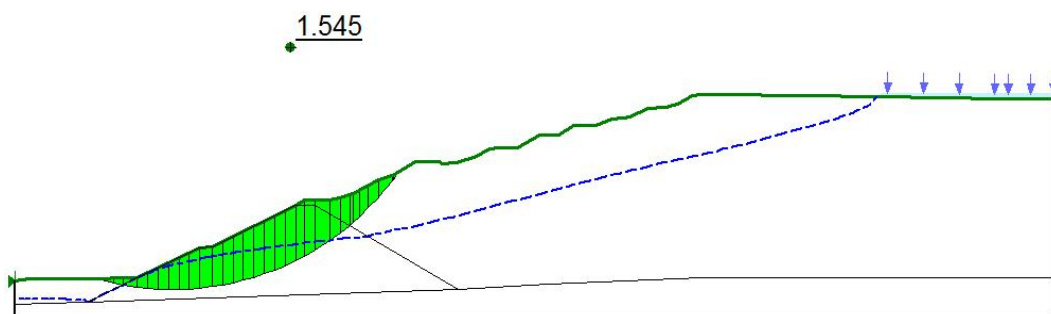


图5-15 洪水运行简化Bishop法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

•特殊运行：根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）划分，本尾矿库所处地区抗震设防烈度为 6° ，设计基本地震加速度值为 $0.05g$ 。按《水工建筑物抗震设计规范》（SL203-97）相关要求进行计算，特殊运行见图 5-16 图 5-17。

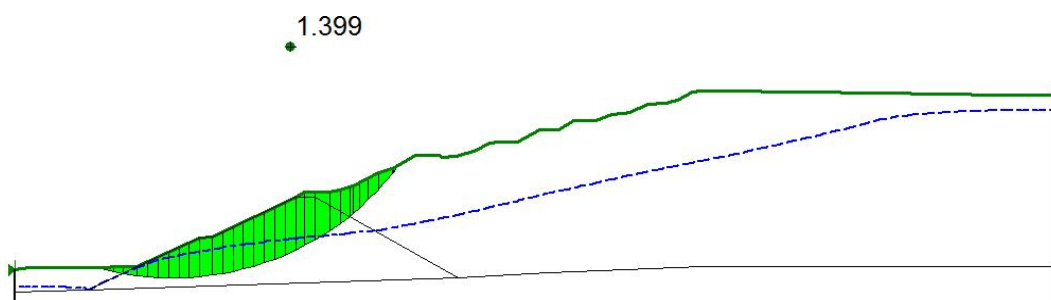


图5-16 特殊运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

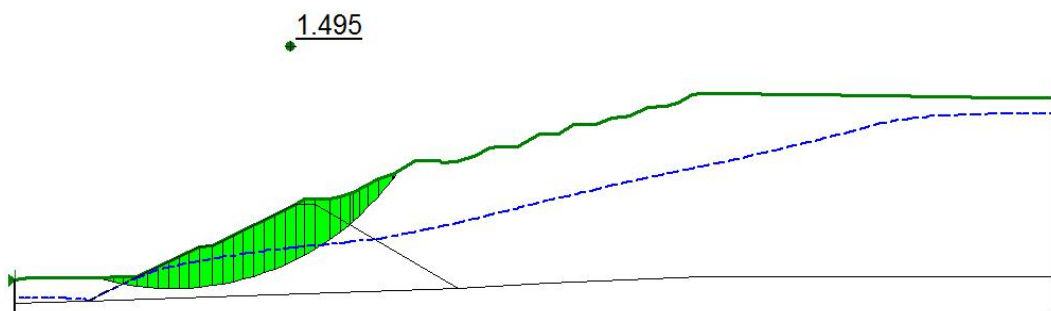


图5-17 特殊运行简化Bishop法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

④稳定性计算小结

现状尾矿库坝坡抗滑最小安全系数计算结果见表 5-10。

表 5-10 现状坝坡抗滑最小安全系数计算结果

序号	计算剖面	运行情况	稳定性分析计算 所得安全系数		规范规定三等库 最小坝坡抗滑安全系数		是否符合 规范要求
			瑞典圆弧 法	Bishop 法	瑞典圆弧 法	Bishop 法	
1	最大	正常	1.505	1.607	1.20	1.30	符合
2	最大	洪水	1.445	1.545	1.10	1.20	符合
3	最大	特殊	1.399	1.495	1.05	1.15	符合

注：《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）

经计算，正常运行，洪水运行及特殊运行条件下的坝体安全系数均符合规范规定的坝坡抗滑最小安全系数，坝体稳定。

5.2.2.2 终期主坝稳定性安全复核

本计算参考辽宁有色勘察研究院编制的《朝阳新华铝业有限责任公司尾矿库二期坝体岩土工程勘察及稳定性评价报告》中的地层及其参数。

1、概化分区

选择最大坝高剖面作为稳定性计算剖面，概化分区图见图 5-18。

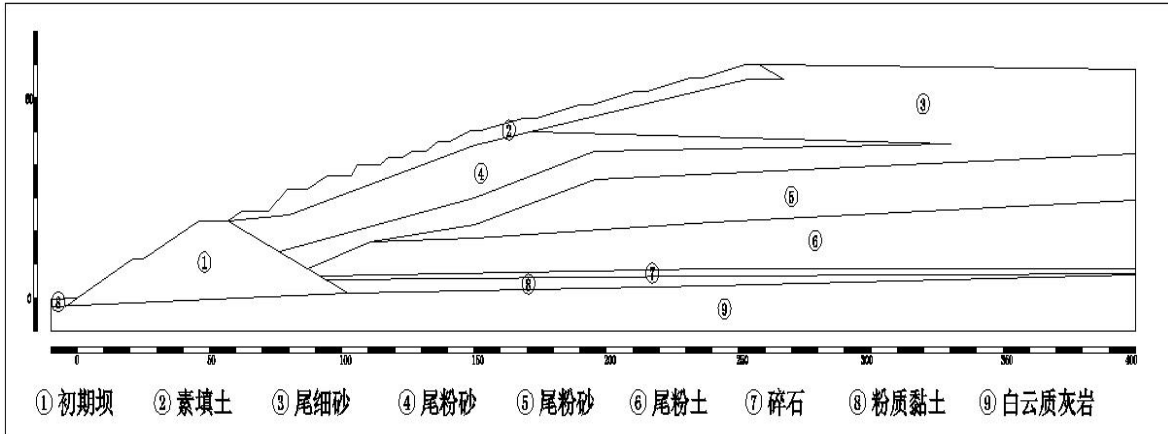


图5-18 尾矿库概化分区图

2、计算参数

- 坝高：68m ；
- 基本地震烈度 6°，地震加速度值为 0.05g；

•坝体和地基的物理力学性质指标，参考《朝阳新华铝业有限责任公司尾矿库二期坝体岩土工程勘察及稳定性评价报告》（辽宁有色勘察院，2021.6）的推荐值。

表 5-11 岩土体物理力学参数推荐表

项目	天然重度 γ (kN/ m ³)	内聚力 c (kPa)	内摩擦角 φ (°)	渗透系数 K_v (cm/s)
①初期坝	20.5	5.0	33.0	3.0×10^{-2}
②素填土	20.5	5.0	32.0	3.0×10^{-2}
③尾细砂	20.1	11.4	28.3	2.5×10^{-3}
④尾粉砂	20.8	11.2	29.8	6.3×10^{-4}
⑤尾粉砂	20.3	12.0	29.3	2.0×10^{-4}
⑥尾粉质黏土	18.9	28.0	10.0	5.6×10^{-5}
⑦碎石	20.6	5.0	32.0	3.0×10^{-2}
⑧粉质黏土	19.0	16.0	24.7	6.0×10^{-5}
⑨白云质灰岩	21.0	5.0	35.0	3.0×10^{-4}

3、坝体渗流分析

（1）基本原理

尾矿库终期的坝体渗流计算采用勘察报告提供的参数，通过二维稳定渗流分析，计算尾矿坝在此运行条件下的浸润线。正常工况条件下的浸润线采用正常运行条件下的库水位进行模拟计算；洪水工况条件下的浸润线采用最小干滩长度 70m 时的洪水位进行模拟计算；特殊工况条件下的浸润线采用正常运行条件下的浸润线。

①渗流控制方程

渗流计算依据的基本定律是达西(Darcy)定律，表达式为：

$$q = k \cdot i$$

式中， q 是断面流速， k 是材料的渗透系数， i 是水力坡降。

对于二维平面稳定渗流，控制方程为：

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) = 0$$

式中， K_x 、 K_y 是 x 、 y 方向的渗透系数， H 是总水头。当材料是各向同性时， $K_x=K_y$ ；当材料为各向异性时， $K_x \neq K_y$ 。

总水头为：

$$H = \frac{u_w}{\gamma} + z,$$

其中 u_w 孔隙水压力， γ 为水的重度， z 是位置水头。

②边界条件

已知水头边界条件：

$$H = \bar{H}$$

其中 $\bar{H}$ 为已知水头值。

不透水边界：

$$k \frac{\partial H}{\partial n} = 0$$

在浸润边界上:

$$H = z, \quad \frac{\partial H}{\partial n} = 0$$

(2) 渗流计算结果

①采用正常运行条件下的库水位模拟计算正常水位运行条件下的坝体浸润线，计算结果如图 5-19 所示。

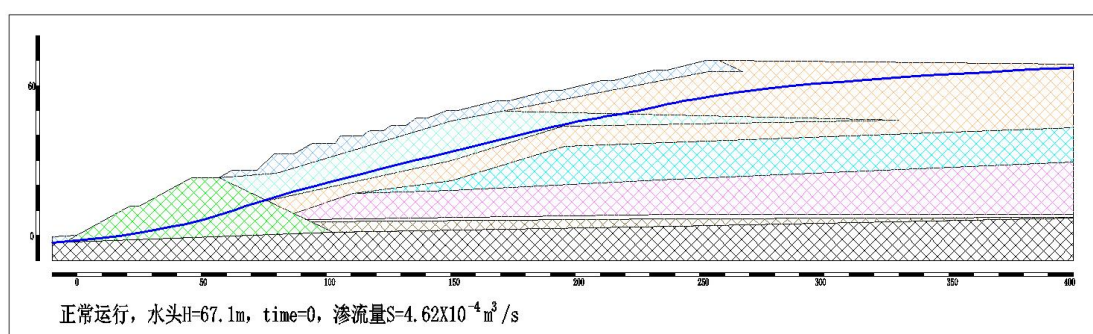


图5-19 正常工况计算浸润线示意图

从计算结果可以看到浸润线在初期坝脚进入地下。

②为安全起见，采用最小干滩长度为 70m 时的库水位计算洪水位运行条件下的浸润线，计算结果如图 5-20 示。

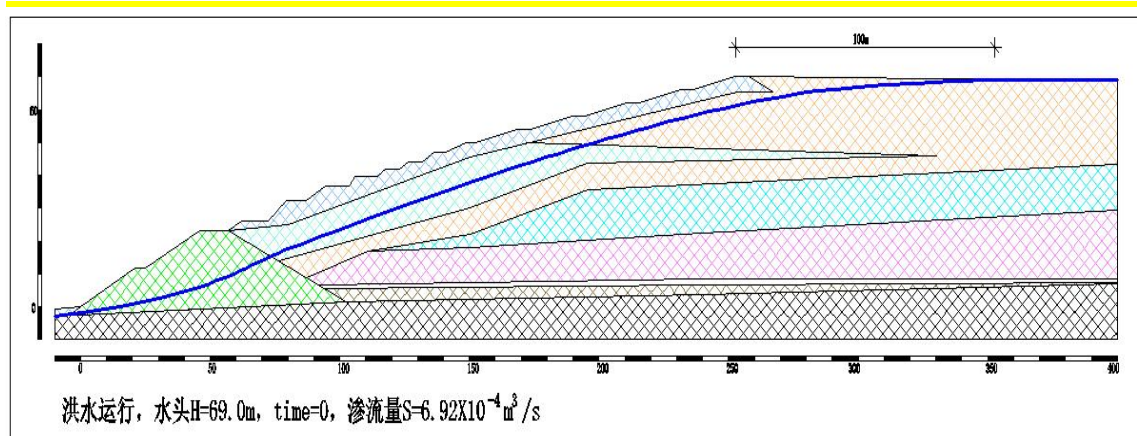


图5-20 洪水位下计算浸润线

表 5-12 规范要求尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深

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

依据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），尾矿库要求浸润线最小埋深应不小于 6~8m，由计算结果可知：正常时浸润线最小埋深为 12.3m，洪水时浸润线最小埋深为 7.6m，满足相关要求。

4、坝坡抗滑稳定性计算

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），该坝坡抗滑稳定计算采用瑞典圆弧法和简化 Bishop 法，分三种运行情况：即正常运行、洪水运行及特殊运行工况。

（1）计算公式

瑞典圆弧法（总应力法）计算公式：

$$k = \frac{\sum \{(W \pm V) \cos \alpha - Q \sin \alpha\} \tan \phi + cb \sec \alpha}{\sum \left[(W \pm V) \sin \alpha + \frac{M_c}{R} \right]}$$

简化毕肖普法（总应力法）计算公式：

$$k = \frac{\sum \{(W \pm V) \sec \alpha\} \tan \phi + cb \sec \alpha}{\sum \left[(W \pm V) \sin \alpha + \frac{M_c}{R} \right]}$$

式中：R—滑弧半径；

M_c —水平向地震惯性力对圆心的力矩；

Q、V—分别为某一土条的水平向和垂直向地震惯性力（向上为负，向下为正）；

α —土条底面中点处切线与水平线的夹角；

W—土条重量，水面以下取浮容重计算，水面以上根据情况

取干容重或湿容重计算；

C、 ϕ —固结不排水剪应力强度指标。

$$\frac{M_c}{R} = \sum Q \cdot \cos \alpha - \sum Q / 2R$$

$$W = W_1 + W_2$$

(2) 计算荷载组合及安全系数

①荷载组合

根据《尾矿设施设计规范》，坝体稳定计算有以下三种荷载组合：

- 正常运行=正常水位+坝体自重；
- 洪水运行=最高洪水位+坝体自重；
- 特殊运行=正常水位+坝体自重+地震（6度）。

②抗滑稳定最小安全系数

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）坝坡抗滑稳定最小安全系数如下表所示：

表 5-13 坝坡抗滑稳定最小安全系数

计算方法		1	2	3	4.5
简化毕肖普法	正常运行	1.50	1.35	1.30	1.25
	洪水运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	特殊运行	1.20	1.15	1.15	1.10
瑞典圆弧法	正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
	特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.00

③计算简图

- 正常运行

正常运行稳定性计算见图 5-21 图 5-22。

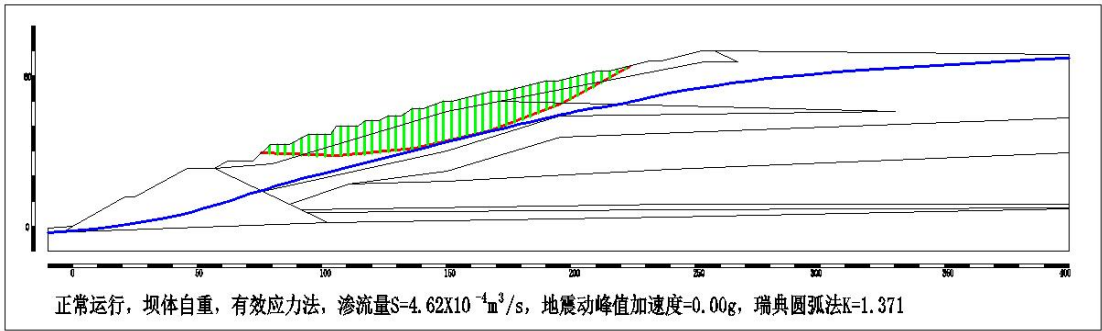


图5-21 正常运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

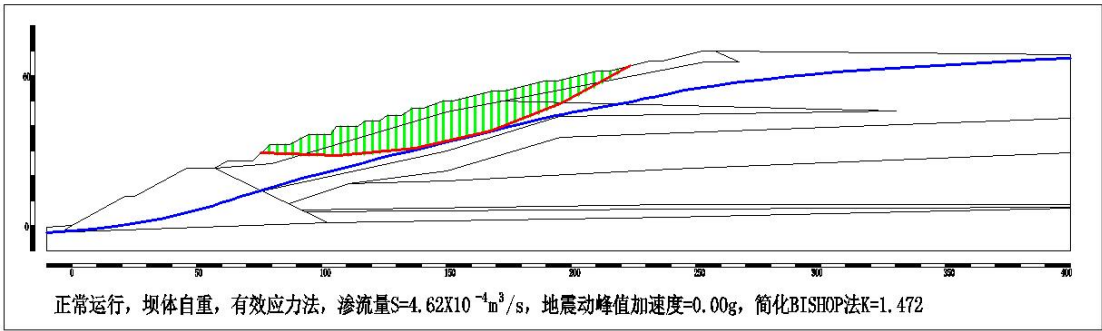


图5-22 正常运行简化Bishop法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

•洪水运行

洪水运行稳定计算见图 5-23 图 5-24。

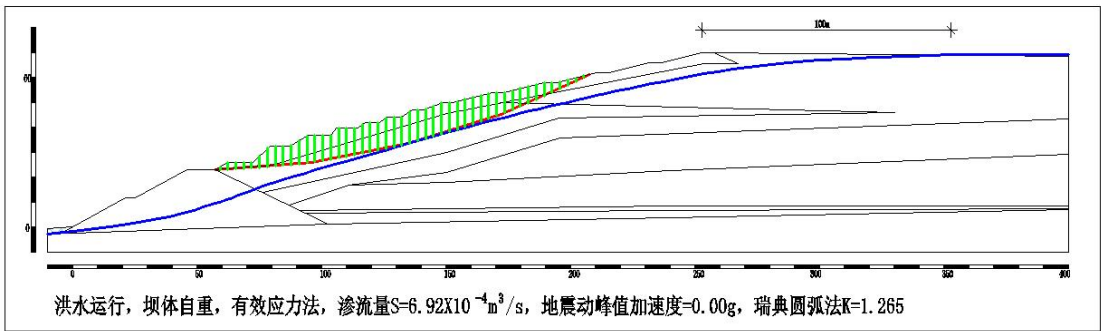


图5-23 洪水运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

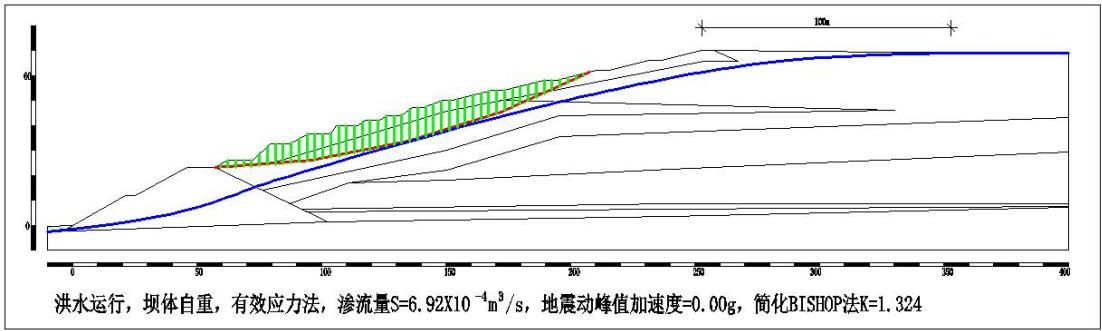


图5-24 洪水运行简化Bishop法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

•特殊运行

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）划分，本尾矿库所处地区抗震设防烈度为6°，设计基本地震加速度值为0.05g。按《水工建筑物抗震设计规范》（SL203-97）相关要求进行计算，特殊运行见图 5-25 图 5-26。

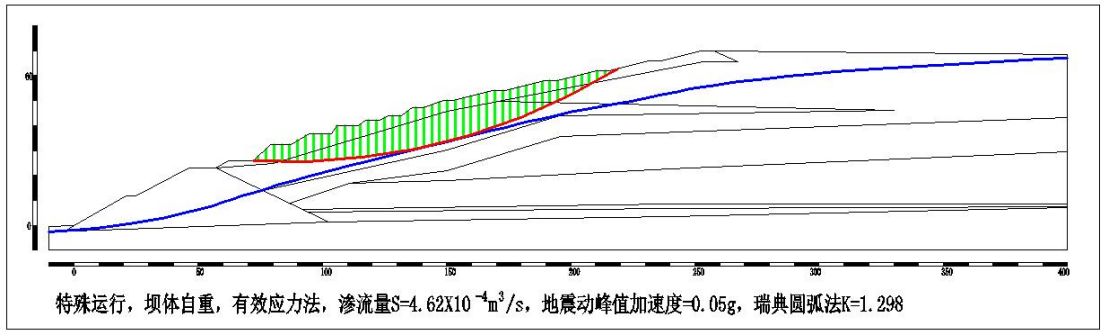


图5-25 特殊运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

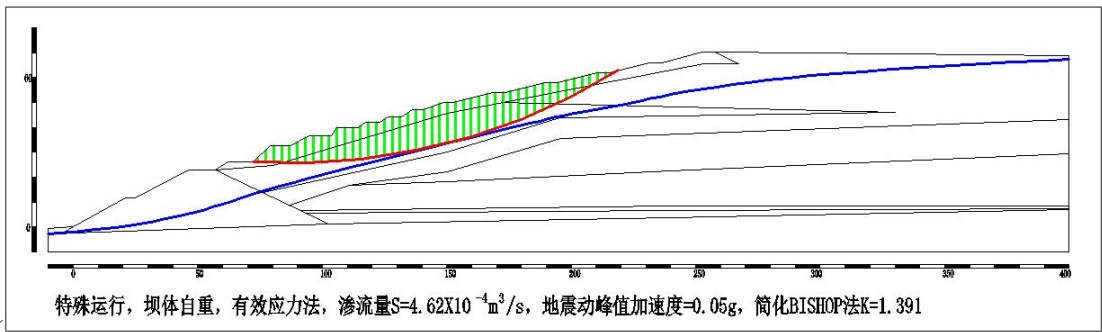


图5-26 特殊运行简化Bishop法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

④稳定性计算小结

终期尾矿库坝坡抗滑最小安全系数计算结果见表 5-14。

表 5-14 终期坝坡抗滑最小安全系数计算结果

序号	计算面	运行情况	稳定性分析计算 所得安全系数		规范规定二等库 最小坝坡抗滑安全系数		是否符合 规范要求
			瑞典圆弧 法	Bishop 法	瑞典圆弧 法	Bishop 法	
1	最大	正常	1.371	1.472	1.20	1.30	符合
2	最大	洪水	1.265	1.324	1.10	1.20	符合
3	最大	特殊	1.298	1.391	1.05	1.15	符合

注：《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）

经计算，正常运行，洪水运行及特殊运行条件下的坝体安全系数均符合规范规定的坝坡抗滑最小安全系数，坝体稳定。

5.2.2.3 1#芯墙副坝稳定性计算复核

1#芯墙副坝为混凝土心墙碎石土坝，坝长 200m，坝顶宽 3.5m，最大坝高 26m，由于墙后为尾矿和水，为挡水坝。为安全起见，提高安全标准，采用 2 级尾矿坝标准，与主坝相同。正常运行时安全超高 2m，洪水运行时最小安全超高 1.0m，尾矿高度 23m，静水高度 26.3m，基础埋深 1.5m，基础持力层为中风化基岩。

本复核计算相关参数参考辽宁有色勘察研究院编制的《朝阳新华钼矿有限责任公司尾矿库二期坝体岩土工程勘察及稳定性评价报告》的成果。

1、概化分区

选择最大坝高剖面作为稳定性计算剖面，概化分区图见图 5-27。

概化分区如下：

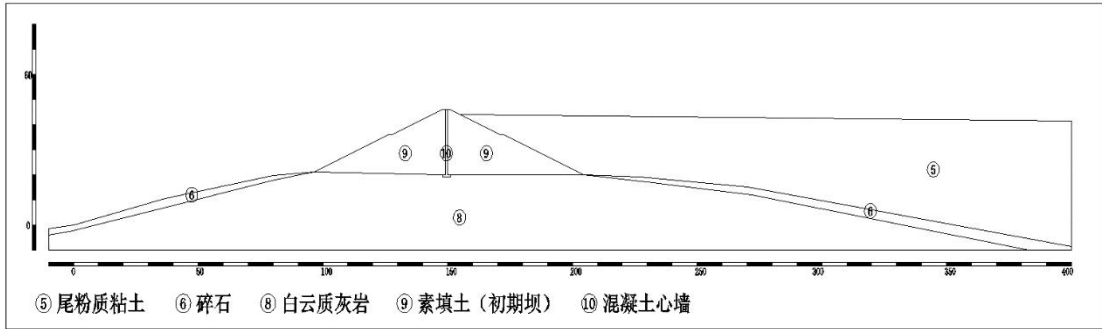


图 5-27 1#芯墙副坝概化分区图

2、计算参数

- 坝高：26m；
- 基本地震烈度 6°，地震加速度值为 0.05g；

•坝体和地基的物理力学性质指标，参考《朝阳新华铝矿有限责任公司尾矿库二期坝体岩土工程勘察及稳定性评价报告》（辽宁有色勘察院，2021.6）的推荐值。

表 5-15 岩土体物理力学参数推荐表

项目	天然重度 γ (kN/ m ³)	内聚力 c (kPa)	内摩擦角 φ (°)	渗透系数 K_v (cm/s)
⑤尾粉质黏土	18.9	28.0	10.0	5.6×10^{-5}
⑥碎石	20.6	5.0	32.0	3×10^{-2}
⑧白云质灰岩	21.0	5.0	35.0	3×10^{-4}
⑨素填土（坝体）	21.0	7.0	40	3×10^{-2}
⑩混凝土心墙	24.0	500	48.0	-----

注：上述建议值一般取试验值中的标准值、个别为经验值。

3、坝坡抗滑稳定性计算

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），该坝坡抗滑稳定计算采用瑞典圆弧法分三种运行情况：即正常运行、洪水运行及特殊运行工况。

（1）计算公式

瑞典圆弧法（总应力法）计算公式：

$$k = \frac{\sum \{[(W \pm V) \cos \alpha - Q \sin \alpha] \lg \phi + cb \sec \alpha\}}{\sum \left[(W \pm V) \sin \alpha + \frac{M_c}{R} \right]}$$

简化毕肖普法（总应力法）计算公式：

$$k = \frac{\sum \{[(W \pm V) \sec \alpha] \lg \phi + cb \sec \alpha\} [1 + \tan \alpha \cdot \tan u / k]}{\sum \left[(W \pm V) \sin \alpha + \frac{M_c}{R} \right]}$$

式中：R—滑弧半径；

M_c —水平向地震惯性力对圆心的力矩；

Q、V—分别为某一土条的水平向和垂直向地震惯性力（向上为负，向下为正）；

α —土条底面中点处切线与水平线的夹角；

W—条块重量，水面以下取浮容重计算，水面以上根据情况取干容重或湿容重计算；

C、 ϕ —固结不排水剪应力强度指标。

$$\frac{M_c}{R} = \sum Q \cdot \cos \alpha - \sum Q / 2R$$

$$W = W_1 + W_2$$

（2）计算荷载组合及安全系数

①荷载组合

根据《尾矿设施设计规范》，坝体稳定计算有以下三种荷载组合：

- 正常运行=正常水位+坝体自重；
- 洪水运行=最高洪水位+坝体自重；
- 特殊运行=正常水位+坝体自重+地震（6度）。

②抗滑稳定最小安全系数

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）坝坡抗滑稳定最小安全系数如下表所示：

表 5-16 坝坡抗滑稳定最小安全系数

计算方法		1	2	3	4.5
简化毕肖普法	正常运行	1.50	1.35	1.30	1.25
	洪水运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	特殊运行	1.20	1.15	1.15	1.10
瑞典圆弧法	正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
	洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
	特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.00

(3) 计算简图

稳定性计算结果见图 5-28、5-29、5-30。

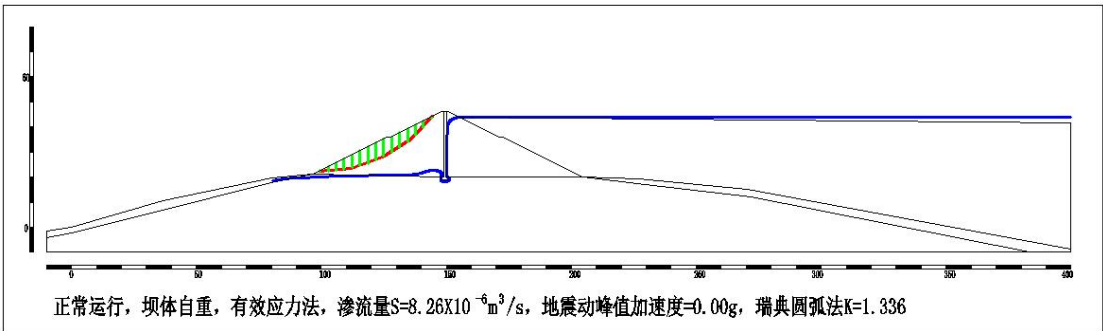


图5-28 正常运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

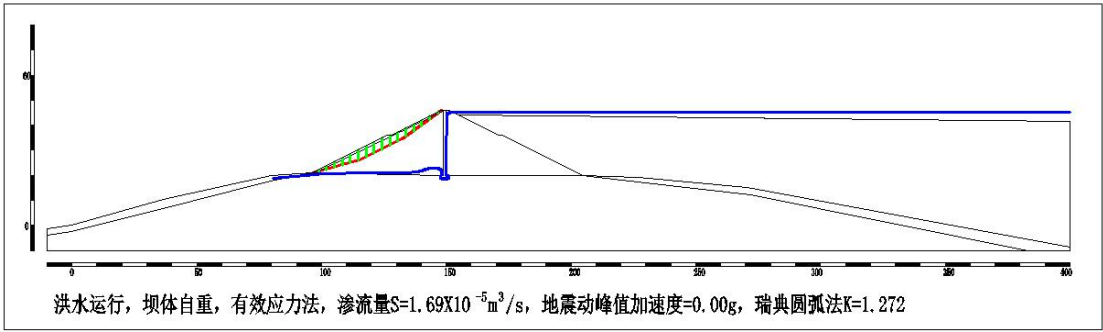


图5-29 洪水运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

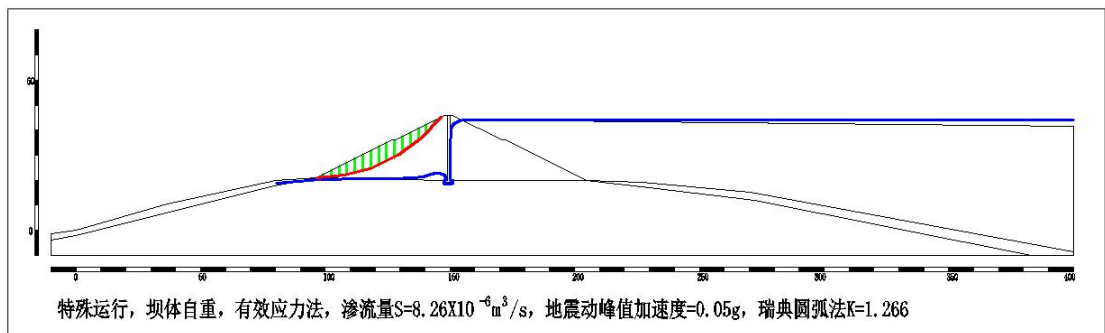


图5-30 特殊运行瑞典圆弧法坝坡抗滑安全系数及滑裂面

（4）稳定性计算小结

尾矿库坝坡抗滑最小安全系数计算结果见下表。

表 5-17 坝坡抗滑最小安全系数计算结果

序号	计算剖面	运行情况	稳定性分析计算 所得安全系数	规范规定三等库 最小坝坡抗滑安全系数	是否符合 规范要求
			瑞典圆弧法	瑞典圆弧法	
1	最大	正常	1.336	1.20	符合
2	最大	洪水	1.272	1.10	符合
3	最大	特殊	1.266	1.05	符合

注：《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）

经计算，正常运行，洪水运行及特殊运行条件下的坝体安全系数均符合规范规定的坝坡抗滑最小安全系数，坝体稳定。

5.2.2.4 1#重力副坝稳定性计算复核

1#重力副坝为混凝土坝，最大坝高 22.98m，墙后为尾矿和水，尾矿高度 20m，静水高度 19.5m，正常工况安全超高 2m，洪水工况最小安全超高 1.0m，基础埋深 1.5m，基础持力层为中风化基岩。坝体稳定计算采用规范推荐的公式进行计算。稳定性计算，按坝顶标高 840.00m 最大断面进行计算。

1、概化分区

概化分区如下：

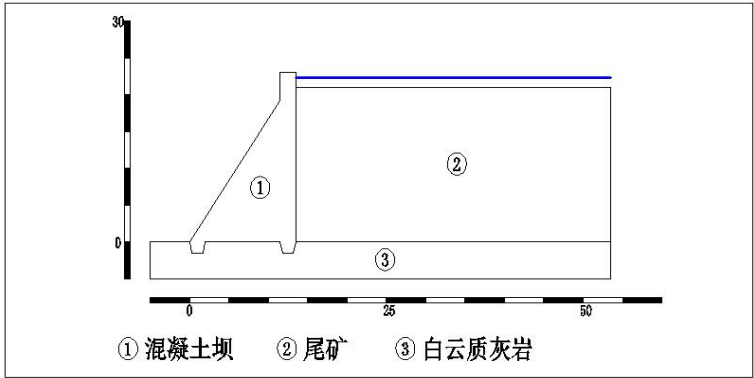


图5-31 1#重力副坝概化分区图

2、地层参数

各分区材料的参数见下表。

表 5-18 各分区材料参数指标建议值表

项目	天然重度 γ (kN/ m ³)	内聚力 c (kPa)	内摩擦角 φ (°)	渗透系数 K_v (cm/s)
①混凝土	24.0	500	48.0	
②尾矿	18.9	28	10	3.5×10^{-4}
③中风化灰岩	22.0	20	40	1.0×10^{-5}

注：上述建议值一般取试验值中的标准值、个别为经验值。

3、计算参数选取

挡墙计算高度：H=22.98m；

墙顶静荷载：q=0；

墙背垂直 $\alpha=90$ ；

墙后填土顶面水平角 $\beta=0$ ；

墙后光滑 $\delta=0$ ；

墙底摩擦系数 $\mu=0.9$ ；

墙后尾矿高度 20m；

墙后静水高度 22.28m。

4、计算工况

洪水运行：安全超高 1.0m。

5、计算公式

(1) 土压力计算

主动土压力合力可按式计算：

$$E_a = \frac{1}{2} \psi_a \gamma H^2 K_a$$

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin^2 \alpha \sin^2(\alpha + \beta - \phi - \delta)} \left\{ K_q [\sin(\alpha + \beta) \sin(\alpha - \delta) + \sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)] \right. \\ \left. + 2\eta \sin \alpha \cos \phi \cos(\alpha + \beta - \phi - \delta) - 2\sqrt{K_q \sin(\alpha + \beta) \sin(\phi - \beta) + \eta \sin \alpha \cos \phi} \right. \\ \left. \times \sqrt{K_q \sin(\alpha - \delta) \sin(\phi + \delta) + \eta \sin \alpha \cos \phi} \right\}$$

$$K_q = 1 + \frac{2q \sin \alpha \cos \beta}{\gamma H \sin(\alpha + \beta)}$$

$$\eta = \frac{2c}{\gamma H}$$

式中： E_a —主动土压力合力（kN/m）；

K_a —主动土压力系数；

ψ_a —主动土压力增大系数，取 1.2；

H —挡土墙高度（m）；

γ —填土重度（kN/m³）；

c —土的粘聚力（kPa）；

ϕ —土的内摩擦角（°）；

q —地表均布荷载（kN/m²）；

δ —土对挡土墙墙背的摩擦角（°）；

β —填土表面与水平面的夹角（°）；

α —墙背与水平面的夹角（°）；

θ —滑裂面与水平面的夹角（°）。

（2）倾覆稳定性验算

挡土墙倾覆稳定性是以稳定力矩与倾覆力矩的比值 K_q 来表示，按下式计算：

$$K_q = \frac{G \cdot b + E_y \cdot a}{E_x \cdot h} \geq 1.5$$

式中： K_q —抗倾覆安全系数；

G —挡土墙的重力（kN/m）；

E_x 、 E_y —分别为土压力的水平分力和竖向分力（kN/m）；

h 、 b 、 a —分别为 E_x 、 E_y 、 G 对墙外下角的力臂（m）；

当计算的 K_q 小于1.5时，可改变墙面或墙背的坡度，以减少主动土压力，或在墙背设置减压平台，以增加稳定力矩。

（3）滑动稳定性验算

挡土墙滑动稳定性是以抵抗滑动的力与引起滑动的力的比值 K_h 来表示，按下式计算：

$$K_h = \frac{(G + E_y)\mu}{E_x} \geq 1.3$$

式中： K_h —抗滑安全系数；

G —挡土墙的重力（kN/m）；

E_x 、 E_y —作用于挡土墙背面的主动土压力的水平分力和垂直分力（kN/m）；

μ —土对挡土墙基底的摩擦系数。

当验算 $K_h < 1.3$ 时，可将基底面做成锯齿形或逆坡，以增强抗滑能力；当基底下有软弱夹层时，应按圆弧滑动面进行地基稳定性验算。

6、计算结果

（1）抗倾覆稳定性验算

$K_q = 4.91 \geq 1.5$ ，坝体抗倾覆稳定性满足要求。

（2）抗滑动稳定性验算

$K_h = 2.42 \geq 1.3$ ，坝体抗滑稳定性满足要求。

7、1#重力副坝稳定计算结论

由以上计算可知：墙后洪水达到最小超高时，坝体抗倾覆稳定性、抗滑稳定性安全系数均符合规范要求，坝体稳定。

5.2.3 尾矿坝单元小结

在尾矿尾矿坝体与排放评价单元里共检查了 8 项，全部符合要求。经二期尾矿库坝体稳定性安全复核可知现状主尾矿坝及 1#副坝处于稳定状态，坝体运行情况良好。

经尾矿库终期坝体稳定性安全复核，该尾矿库终期坝体稳定性满足规范要求。

5.3 尾矿库防洪系统单元

5.3.1 尾矿库防洪安全度评价分析

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价。详见下表。

表 5-19 防洪排水系统安全检查表

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
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》GB 39496-2020 第 5.4.2	尾矿库排洪采用溢流井-排水管-隧洞的形式。	符合要求
2	尾矿库的一次洪水排出时间应小于 72 h。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 5.4.6	该尾矿库现状为四等库,经调洪计算,200 年一遇洪水排出时间为 15.2h。	符合要求
3	不得用常规子坝挡水。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.4.3	该尾矿库现状干滩 215m,不存在用子坝挡水情况。	符合要求
4	洪水过后应对坝体和排洪设施进行全面检查,发现问题及时处理。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.4.7	洪水过后,该企业定期对排水构筑物进行检查和清理。能做到发现问题及时处理。	符合要求
5	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》GB 39496-2020 第 5.4.8	现状排洪构筑物完好,经排水系统能力复核,满足要求。	符合要求
6	汛期应加强对排洪设施检查,确保排洪设施畅通。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 6.4.5	汛期前都对排洪设施检查,有检查记录,排洪设施运行正常,畅通。	符合要求
7	按照“应检尽检,能检尽检”的原则,对排水井、排水斜槽、排水管、排水隧洞、拱(盖)板等排洪构筑物进行一次全面质量检测,并形成影像资料和质量检测报告。	矿安(2021)10 号	企业已进行排洪构筑物检测,有检测报告和影像资料。	符合要求

5.3.2 尾矿库排洪系统可靠性复核

5.3.2.1 库区水文计算方法复核

本库区位于朝阳市喀左县境内,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),水文参数如下:

$$\overline{P}_{24} = 68mm; C_V = 0.62; C_S = 3.5C_V;$$
$$\overline{P}_{3日} = 73mm; C_V = 0.62; C_S = 3.5C_V;$$
$$\overline{P}_6 = 50mm; C_V = 0.57; C_S = 3.5C_V;$$
$$\overline{P}_1 = 30mm; C_V = 0.52; C_S = 3.5C_V;$$
$$\overline{P}_{10} = 15mm; C_V = 0.50; C_S = 3.5C_V。$$

其中， $\overline{P}_{24}$ 、 $\overline{P}_{3日}$ 、 $\overline{P}_6$ 、 $\overline{P}_1$ 和 $\overline{P}_{10}$ 分别为年最大 24 小时、3 日、6 小时、1 小时和 10 分钟暴雨均值； C_V 和 C_S 分别为年最大暴雨变差系数和偏态系数。

表 5-20 二期尾矿库水文计算参数

尾矿库	二期尾矿库
现状坝体标高（滩顶）	820m
汇水面积（km ² ）	0.538
主沟坡降 J（‰）	68.93
主沟长度 L（km）	0.976

（1）洪峰流量：

依据《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）洪峰流量按下式计算：

$$Q_p = 0.278\varphi_p i_p F = 0.278 \frac{\varphi_p S_p}{\tau_p^{n_p}} F$$

式中：当 $\tau_p \leq 1$ 小时， $n_p = n_{0p}$ ；当 $1 \leq \tau_p \leq 6$ 小时， $n_p = n_{1p}$ 。

$$i_p = \frac{P_{\tau p \text{面}}}{\tau_p} \qquad \tau = x \times \left(\frac{L}{\sqrt{J}}\right)^y$$

其中： Q_p 为设计洪峰流量， m^3/s ； φ_p 为设计洪峰径流系数； i_p 为相对于汇流时间 τ_p 的设计面暴雨强度， mm/h ； S_p 为设计最大时雨量， mm ，各种频率的雨量 $S_p = K_p \overline{P}_1 = P_{1p}$ ； $P_{\tau p \text{面}}$ 为一定频率下 τ_p 历时的设计面暴雨量， mm ； τ_p 为一定频率下的汇流历时，小时； a_p 为设计洪量

径流系数； x 、 y 为地区汇流参数； J 为主沟平均坡比； L 为控制地点以上的河流长度； F 为汇水面积， km^2 。

(2) 洪水总量：

设计洪水总量按下列公式计算：

$$W_{\text{三P}} = 0.1 \times K_F \times K_P \times \bar{P}_{\text{三}} \times \alpha_{\text{三P}} \times F = 0.1 \times \alpha_{\text{三P}} \times P_{\text{三P面}} \times F$$

$$W_{(\text{三-24})\text{P}} = 0.1 \times \alpha_{(\text{三-24})\text{P}} \times (P_{\text{三P面}} - P_{\text{24P面}}) \times F$$

$$W_{\text{24P}} = W_{\text{三P}} - W_{(\text{三-24})\text{P}}$$

式中： $W_{\text{三P}}$ 、 $W_{(\text{三-24})\text{P}}$ 和 W_{24P} 分别为不同频率的设计三日洪量、前峰洪量和主峰洪量（即 24 小时洪量），万 m^3 ； $\alpha_{\text{三P}}$ 和 $\alpha_{(\text{三-24})\text{P}}$ 分别不同频率的三日洪量径流系数和前峰洪量径流系数； $P_{\text{三P面}}$ 和 $P_{\text{24P面}}$ 分别为不同频率三日、24 小时设计面暴雨量， mm ； F 为汇水面积， km^2 。

(3) 洪水过程线推求

根据《辽宁省中小河流（无资料地区）设计暴雨洪水计算方法》当洪水过程线形状系数 r_p 小于 0.05 时洪水过程线为以 Q_p 为高，以 T_t 为洪水过程线的总历时，以 τ_0 为洪水上涨历时的三角形， $W_{\text{调P}}$ 为洪水过程线的面积。当 r_p 大于 0.05 时洪水过程线按水文手册给定的过程线。

洪水过程线形状系数为： $\gamma = W / (QP \cdot T \times 0.36)$

式中： QP 为洪峰流量， m^3/s ； W 为洪水总量，万 m^3 ； T 为主峰洪水历时，东部 II、III、IV 区： $T=51$ 小时；西部 V、VI 区 $T=52$ 小时。

对于该公司选矿厂二期尾矿库，洪水过程线形状系数为：

$$\gamma_{0.5\%} = \frac{W_{\text{24P}}}{Q_{0.5\%} \times T \times 0.36} = \frac{9.133}{35.167 \times 52 \times 0.36} = 0.0139 < 0.05$$

$$\gamma_{1\%} = \frac{W_{24p}}{Q_{1\%} \times T \times 0.36} = \frac{7.287}{29.04 \times 52 \times 0.36} = 0.0134 < 0.05$$

通过上述计算可以看出，该公司选二期尾矿库洪水计算过程线形状系数 γ 小于 0.05，本次调洪计算均采用以 Q_p 为高，以 T_t 为洪水过程线的总历时，以 τ_0 为洪水上涨历时的三角形概化过程线。

（4）水文计算结果如下：

表 5-21 尾矿库水文计算结果表

尾矿库	二期尾矿库	
$P(\%)$	0.500	1.000
$P_{24p}(\text{mm})$	254.320	223.720
K_p	3.740	3.290
$P_{\text{≡}p}(\text{mm})$	273.020	240.170
K_p	3.740	3.290
$P_{6p}(\text{mm})$	172.500	152.750
K_p	3.450	3.055
$P_{1p}(\text{mm})$	94.800	84.900
K_p	3.160	2.830
$P_{10p}(\text{mm})$	45.900	41.100
K_p	3.060	2.740
P_{10}/P_1	0.484	0.484
P_1/P_6	0.550	0.556
P_6/P_{24}	0.678	0.683
n_{0p}	0.594	0.594
n_{1p}	0.670	0.676
n_{2p}	0.718	0.723
τ_0	0.142	0.142
$P_{\text{tp}}(\text{mm})$	42.888	38.409
$i_p(\text{mm/h})$	302.550	270.954
φ_p	0.770	0.710
$a_{\text{≡}p}$	0.640	0.580
$a_{\text{≡}24p}$	0.350	0.310
$Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	35.167	29.040
$W_{\text{≡}p}(\text{万 m}^3)$	9.488	7.564
$W_{(\text{≡}24)p}(\text{万 m}^3)$	0.355	0.277
$W_{24p}(\text{万 m}^3)$	9.133	7.287
$W_{\text{调}p}$	6.717	5.376
T_t	1.062	1.029

表 5-22 尾矿库洪水过程线

二期尾矿库	0.500		1.000		备注
	T (h)	Q (m³/s)	T (h)	Q (m³/s)	洪水过程线形状系数： $\gamma<0.05$
	0	0	0	0	
	0.142	35.167	0.142	29.040	
	1.062	0	1.029	0	

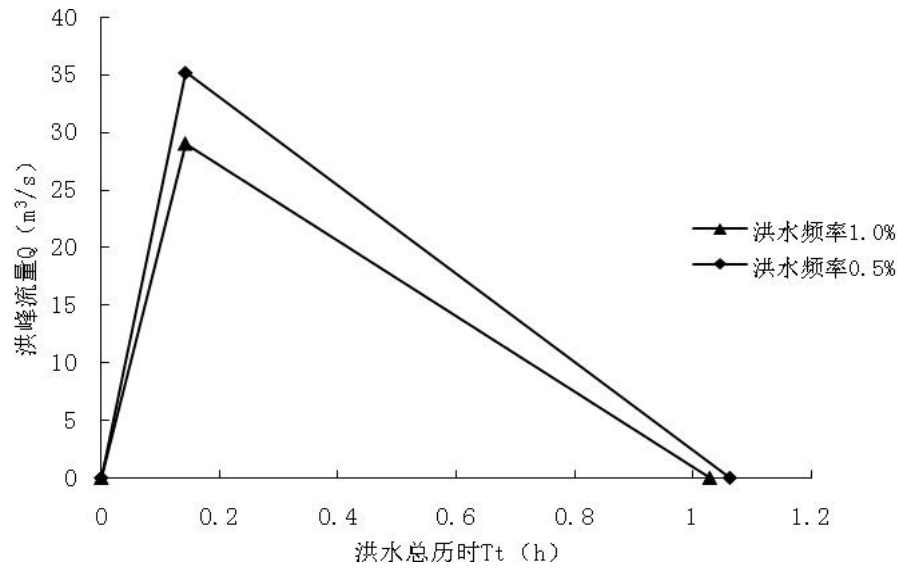


图 5-32 洪水过程线

(6) 终期水文计算结果

终期坝顶标高 840.00m，为三等库，防洪标准取三等库上线洪水重现期为 500 年一遇，尾矿库区汇水面积 $F=0.510\text{Km}^2$ ，主沟长 $L=0.918\text{km}$ ，平均水力坡降 $J=61.73\text{‰}$ 。

水文计算结果如下：

表 5-23 尾矿库水文计算结果表

尾矿库	二期尾矿库
$P(\%)$	0.200
$P_{24p}(\text{mm})$	295.800
K_p	4.350
$P_{\text{≡}p}(\text{mm})$	317.550
K_p	4.350
$P_{6p}(\text{mm})$	199.000
K_p	3.980
$P_{1p}(\text{mm})$	108.600
K_p	3.620

$P_{10p}(\text{mm})$	52.200
K_p	3.480
P_{10}/P_1	0.481
P_1/P_6	0.546
P_6/P_{24}	0.673
n_{0p}	0.591
n_{1p}	0.666
n_{2p}	0.713
τ_0	0.141
$P_{tp}(\text{mm})$	48.764
$i_p(\text{mm/h})$	345.375
φ_p	0.820
$a_{\equiv p}$	0.690
$a_{\equiv 24p}$	0.400
$Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	40.153
$W_{\equiv p}(\text{万 m}^3)$	11.175
$W_{(\equiv 24)p}(\text{万 m}^3)$	0.444
$W_{24p}(\text{万 m}^3)$	10.731
$W_{\text{调 } p}$	7.870
T_t	1.090

表 5-24 尾矿库洪水过程线

二期尾矿库	0.200		备注
	$T(\text{h})$	$Q(\text{m}^3/\text{s})$	洪水过程线形状系数： $\gamma < 0.05$
	0	0	
	0.141	40.153	
	1.092	0	

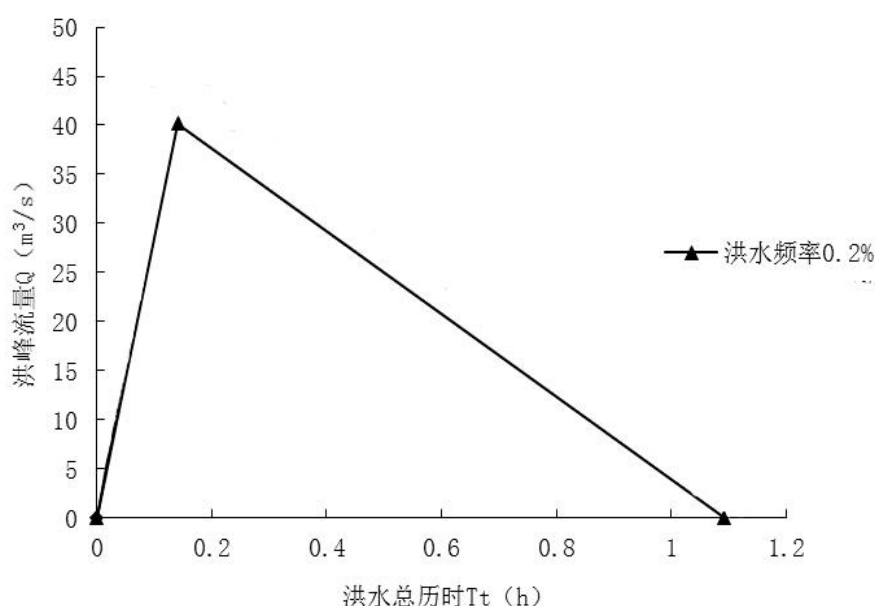


图 5-33 洪水过程线

5.3.2.2 调洪演算复核

调洪计算的基本原理是任一时段内入库水量减去出库水量等于该时段内水库蓄水量的变化量。

$$(Q_1+Q_2)/2*\Delta t-(q_1+q_2)/2*\Delta t=V_2-V_1=\Delta V$$

式中： Q_1 为时段初的入库流量(m^3/s)； Q_2 为时段末的入库流量(m^3/s)； q_1 为时段初的出库流量(m^3/s)； q_2 为时段末的出库流量(m^3/s)； V_1 为时段初尾矿库蓄水量(m^3)； V_2 为时段末为库蓄水量(m^3)； Δt 为时段长。其大小一般可视入库流量的变化幅度而定。陡涨陡落的小河取 1~6h，变化平缓的大河取 12~24h。

在以上方程中 Q_1 、 Q_2 可由洪水过程线上查得， Δt 可根据具体情况选定， q_1 及 V_1 根据起调条件确定。 q_2 和 V_2 是未知数。一个方程包括两个未知数不能求解，必须建立水库下泄流量 q 与蓄水量 V 的关系。

$$q=f(V)$$

以上两式组成一个方程组，这个方程组表达了入库洪水过程、下泄流量过程和尾矿库蓄水量变化过程三者之间的定量关系。

5.3.2.3 现状标高调洪演算复核

本次调洪计算针对现状堆积标高，即尾矿堆积标高（滩顶标高）为 820m 时（尾矿库为Ⅳ等），根据企业提供现场实测数据加权平均滩面坡比为 1.10%，按此数据计算出的调洪库容见下表：

表 5-25 二期尾矿库调洪库容

标高（m）	面积（m ² ）	高差（m）	库容（m ³ ）	累积库容（万 m ³ ）
817.3	48549			0.00
817.8	55782	0.5	26082.70	2.61
818.3	66074	0.5	30463.95	5.65
818.8	77159	0.5	35808.26	9.24
819.3	92865	0.5	42505.86	13.49
819.8	111412	0.5	51069.03	18.59
820.0	121375	0.2	23278.63	20.92

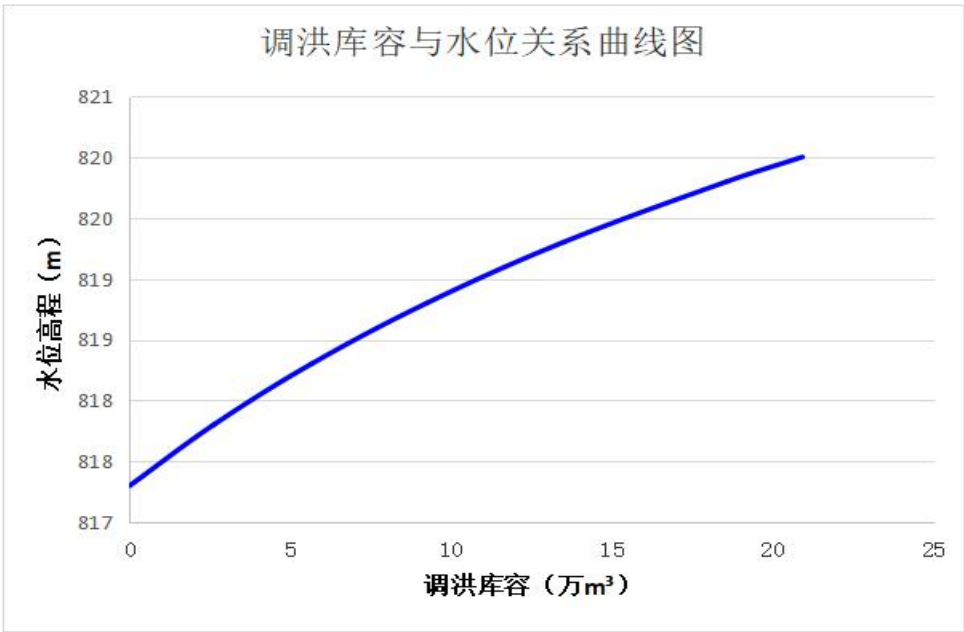


图5-34 调洪库容与水位关系曲线图

表 5-26 二期尾矿库排洪系统泄流量计算结果表

调洪高度/水位高程（m）		0.0/818	0.5/818.5	1.0/819	1.5/819.5	2.0/820
泄水量 （m³/s）	自由流	0.00	4.16	8.83	14.83	22.85
	半压力流	—	5.84	7.67	9.55	11.73
	压力流	—	7.02	7.73	8.29	8.86

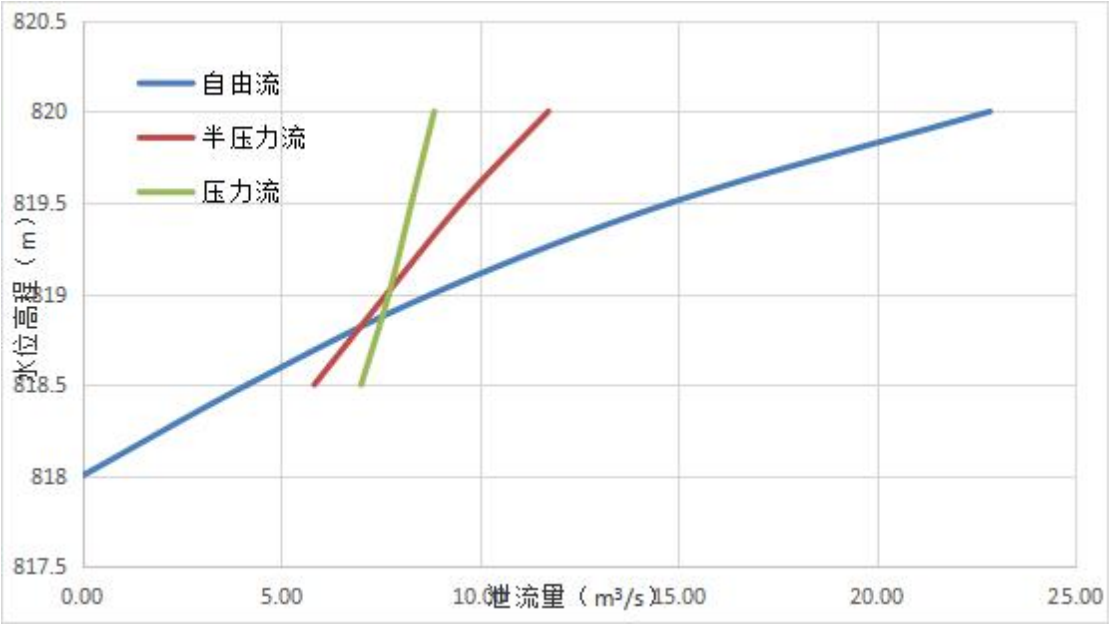


图5-35 库水位与泄流量关系曲线图

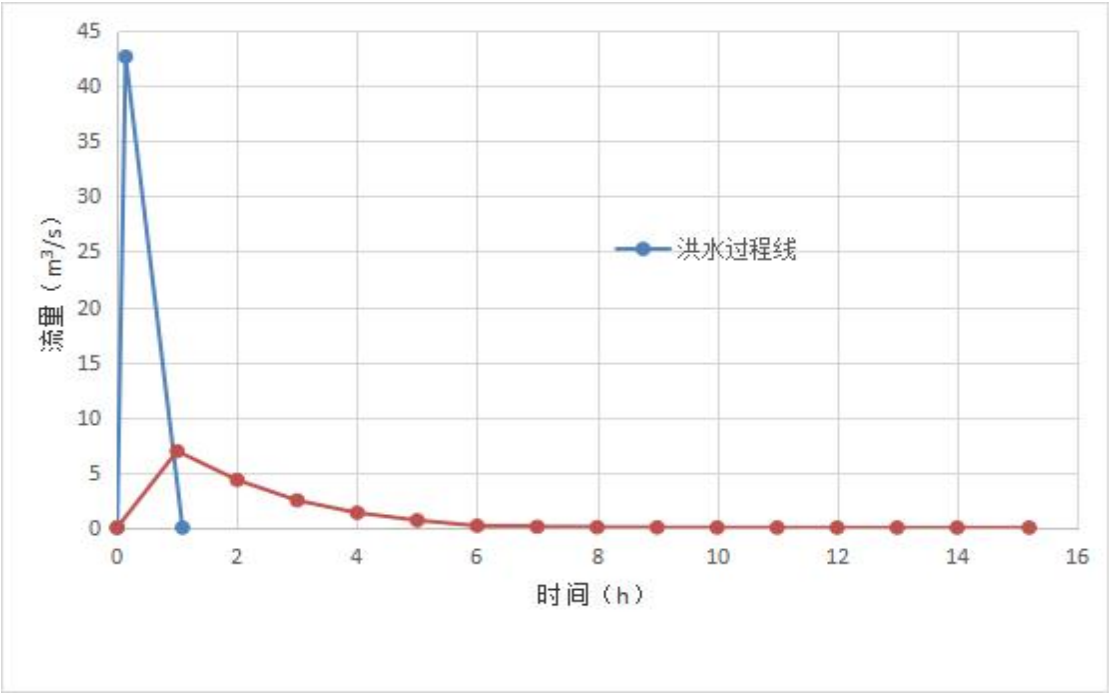


图5-36 820.00m标高调洪过程线图

表 5-27 二期尾矿库 200 年一遇洪水调洪计算结果

滩顶标高 (m)	等别	起调水位 (m)	最高水位 (m)	洪水升高 (m)	安全超高 (m)	安全滩长 (m)	最大泄流量 (m³/s)	所需调洪库容 (万 m³)
820	IV	817.3	818.20	0.90	2.40	218.18	7.1	5.0
	IV	818.3	819.02	0.72	1.58	143.64	5.8	5.3

5.3.2.3 终期标高调洪演算复核

终期坝顶标高 840.00m，为三等库，防洪标准取二等库下线洪水重现期为 500 年一遇，干滩内坡比 1%，正常工作水位为 838.00m。

调洪计算结果如下所示：

表 5-28 二期尾矿库终期时调洪库容

标高 (m)	面积(m²)	高差 (m)	库容 (m³)	累积库容(万 m³)
838.0	78515			0.00
838.5	94296	0.5	43202.63	4.32
839.0	110308	0.5	51150.92	9.44
839.5	127499	0.5	59451.77	15.38
840.0	147419	0.5	68729.60	22.25

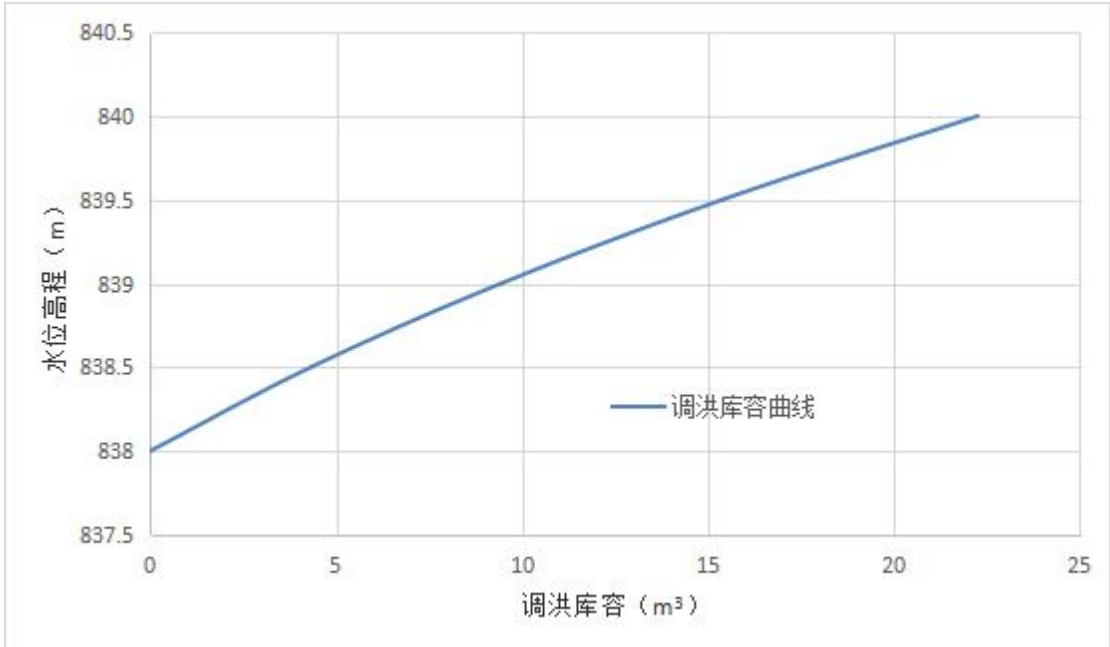


图5-37 调洪库容与水位关系曲线图

表 5-29 二期尾矿库排洪系统泄流量计算结果表

调洪高度/水位高程 (m)		0.0/818	0.5/818.5	1.0/819	1.5/819.5	2.0/820
泄水量 (m³/s)	自由流	0.00	4.16	8.83	14.83	22.85
	半压力流	—	5.72	7.73	9.64	11.41
	压力流	—	7.42	8.25	8.97	9.51

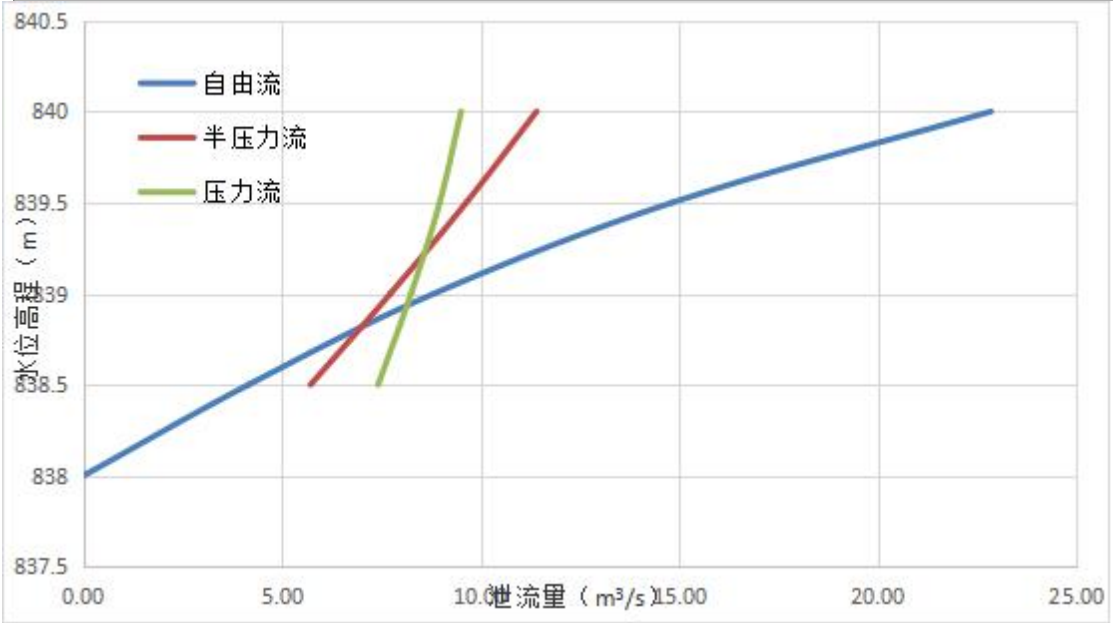


图5-38 库水位与泄流量关系曲线图

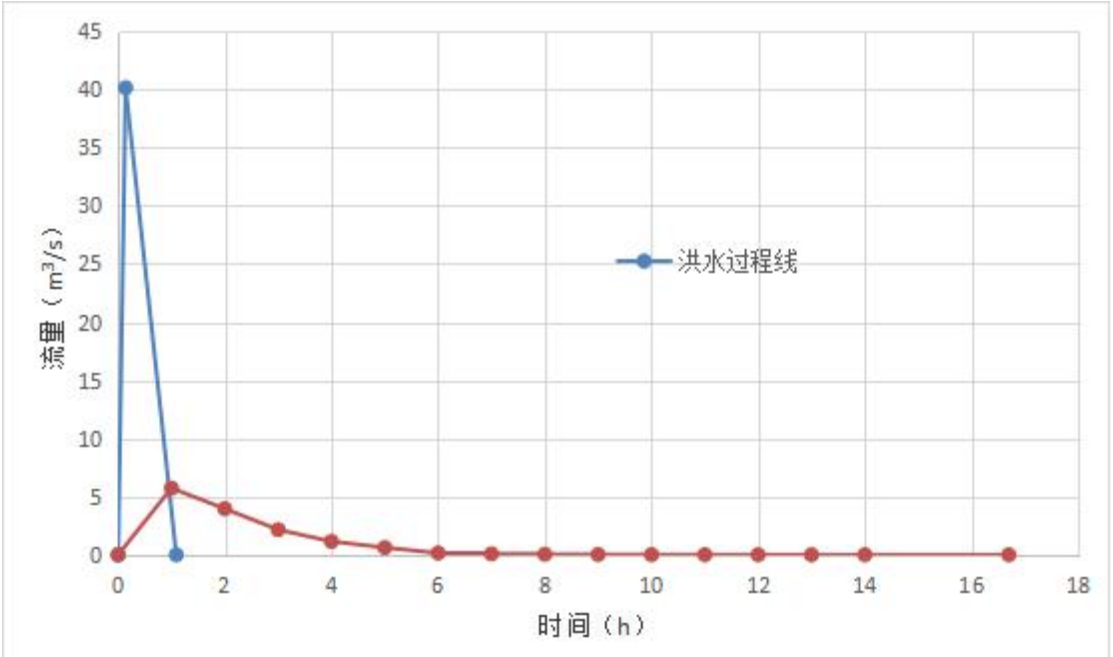


图5-39 840.0m标高调洪过程线图

表 5-30 二期终期尾矿库 500 年一遇洪水调洪计算结果

滩顶标高 (m)	等别	起调水位 (m)	最高水位 (m)	洪水升高 (m)	安全超高 (m)	安全滩 长 (m)	最大泄流 量 (m ³ /s)	所需调洪库 容 (万 m ³)
840.00	二	838.00	838.76	0.76	1.24	124.00	5.73	6.9

5.3.3 尾矿库防洪系统单元小结

在防洪排水系统评价单元里共检查了 7 项，全部符合要求。

由以上调洪计算复核可以看出，滩顶标高 820.00m 时，当正常工作水位为 818.3m 时，遭遇 200 年一遇频率洪水时，库内最高水位 819.02m，相应的调洪库容为 5.3 万 m³，排水井最大泄量 5.8m³/s，此时安全超高 0.98m，干滩长度 143.64m，一次洪水排空时间 15.2h。经复核，满足规程要求。

最终坝顶标高 840.00m，当正常工作水位为 838.00m 时，遭遇 500 年一遇频率洪水时，库内最高水位 838.76m，相应的调洪库容为 6.9 万 m³，排水井最大泄量 5.7m³/s，此时安全超高 1.24m，干滩长度 124m，一次洪水排空时间 16.70h。经复核，满足规程要求。

5.4 尾矿库安全监测设施单元

5.4.1 尾矿库安全监测单元评价

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价。详见下表。

表 5-31 安全监测系统安全检查表

序号	检查内容	评价依据	检查结果	检查结果
1	一等、二等、三等尾矿库应安装在线监测系统。	《尾矿库安全监督管理规定》第八条	该尾矿库设计为三等库，已完成在线监测系统的安装并正常运行。	符合要求

序号	检查内容	评价依据	检查结果	检查结果
2	库区设水位标尺，以备汛期控制坝前水位及干滩长度。	《升级设计》	库区内设有水位标示杆和最高警戒标识，随时能观测库区水位情况。	符合要求
3	监测设施的布置应全面反映尾矿库的运行状态。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 5.5.1 条	该尾矿库布置了在线监测和人工观测。能全面反应尾矿库的运行状态。	
4	湿式尾矿库监测项目应包括坝体位移，浸润线，干滩长度及坡度，降水量，库水位，库区地质滑坡体位移及坝体、排洪系统进出口等重要部位的视频监控。	《尾矿库安全规程》GB 39496-2020 第 5.5.2 条	该尾矿库布置了视频监控、坝体位移监控、浸润线监测、库水位监测、降雨量监测。满足相关要求。	

5.4.2 尾矿库安全监测单元小结

根据以上安全检查表，共计检查 4 项，检查结果均为符合要求。

该选厂尾矿库设计等别为三等库，按三等库标准进行管理。采用人工观测设施和在线监测设施同时运行。

5.5 尾矿库安全管理单元

5.5.1 尾矿库安全管理单元评价

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价。详见下表。

表 5-32 安全管理安全检查表

评价项目	项目序号	安全检查内容	检查情况	结果
企业证明与资料	1	企业法人营业执照。	有合法的营业执照。	符合要求
	2	主要负责人安全生产资格证。	有资格证。	符合要求
	3	尾矿坝工、安全员等特种作业证。	有安全员、特种作业证。	符合要求

评价项目	项目序号	安全检查内容	检查情况	结果
设计资料	4	有资质的设计单位提交的尾矿库设计。	有资质的设计单位提供了设计资料。	符合要求
安全管理机构	5	安全生产管理机构。	有安全生产管理机构。	符合要求
	6	有专职尾矿库安全管理人员。	有专职尾矿库安全管理人员。	符合要求
安全教育与培训	7	新工人上岗前经三级安全教育和考试合格后上岗。	新工人上岗前经三级安全教育和考试合格后上岗。	符合要求
	8	对员工每年进行一次安全教育。	有记录。	符合要求
	9	应急救援培训、演习	有记录。	符合要求
管理制度	10	全员安全生产责任制； 安全办公会议制度； 安全检查制度； 安全奖惩制度； 安全教育培训制度； 安全档案管理制度； 操作规程； 事故统计报告制度等。	经查阅该公司已制定全员安全生产责任制，安全生产规章制度和操作规程。	符合要求
尾矿库运行观测	11	尾矿库运行资料； 观测记录； 事故处理资料； 应急救援人员、物资、资金、通讯及道路得到落实； 通讯保障。	有相关记录及尾矿库运行资料。	符合要求
安全投入	12	安全投入符合安全生产要求，按照有关规定提取安全技术措施专项经费。	该公司有安全生产费用提取计划及财务台账。	符合要求
劳动保护	13	依法参加工伤保险，为从业人员缴纳工伤保险和安全责任险。	有为从业人员缴纳工伤保险费的缴纳凭证及安全生产责任险的缴纳凭证。	符合要求

5.5.1 尾矿库安全管理单元小结

在安全管理评价单元里共检查了 13 项， 13 项均符合要求。

5.6 重大安全隐患排查单元

5.6.1 重大安全隐患排查单元评价

根据《国家矿山安全监察局关于印发《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》矿安〔2022〕88 号，对该矿重大生产安全事故隐患进行采用安全检查表进行排查，检查评价情况见下表。

表 5-33 重大生产安全事故隐患安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
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。	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》矿安〔2022〕88 号的通知	经现场勘查不存在此现象。	符合
2	坝体存在下列情形之一的： --坝体出现严重的管涌、流土变形等现象； --坝体出现贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象； --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。		经现场勘查坝体未见出现变形现象；无贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象；坝体未出现大面积纵向裂缝及较大范围渗透水高位出逸或者大面积沼泽化。	符合
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。		坝外坡坡比符合设计要求。	符合
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。		坝体未超过设计坝高，库容未超过设计库容。	符合
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。		尾矿堆积坝上升速率不大于设计堆积上升速率。	符合
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。		已进行了全面的安全性复核。	符合
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。		浸润线埋深大于控制浸润线埋深。	符合

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
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。		企业已在汛期前进行了调洪演算，最小防洪超高和干滩长度满足设计要求。	符合
9	排洪系统存在下列情形之一的： --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； --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； --排洪构筑物终止使用时，封堵措施不满足设计要求。		该企业已由辽宁省建设科学研究院有限责任公司出具排水设施检测报告（见附件），经现场检查，排洪设施无堵塞或者坍塌，排水井无倾斜，排水能力无降低情况。	符合
10	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。		经现场勘查无此现象。	符合
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。		经现场勘查无混合排放现象。	符合
12	冬季未按设计要求的冰下放矿方式进行放矿作业。		经现场勘查询问，冬季按设计要求采用的冰下方矿。	符合
13	安全监测系统存在下列情形之一的： --未按设计设置安全监测系统； --安全监测系统运行不正常未及时修复； --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。		经现场勘查无此现象。	符合
14	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。		经复核，坝体抗滑稳定最小安全系数大于国家标准规定值的 0.98 倍。（复核结果见表 5-17）。	符合
15	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。		该尾矿库有通往坝顶、排洪系统的应急道路，道路符合相关规定要求。	符合
16	尾矿库回采存在下列情形之一的： --未经批准擅自回采；		经现场勘查无此现象。	符合

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
	--回采方式、顺序、单层开采高度、台阶坡面角不符合设计要求； --同时进行回采和排放。			
17	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。		该尾矿库为非独立选矿厂。	符合
18	未按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。		企业配备了专职安全生产管理人员、专业技术人员和特种作业人员。	符合

5.6.2 重大安全隐患排查单元小结

重大安全隐患排查单元共检查 18 项内容，18 项合格。

重大安全隐患排查单元现状符合安全生产条件。

第6章 安全对策措施及建议

评价组依据《尾矿库安全规程》、《尾矿库安全监督管理规定》等法律、法规要求，对该项目运行中存在的危险有害因素提出安全对策措施。

本章从尾矿库库址及周边环境、尾矿坝稳定性、防洪系统可靠性、安全监测设施及安全生产管理五个方面进行分析评价。

6.1 尾矿库库址及周边环境安全对策措施

(1) 企业应有防范尾矿库各项事故的有效措施，避免人员、设施受到伤害和损失。在以后的生产过程中，应根据尾矿库实际运行情况不断修改、完善尾矿库应急预案，以防止尾矿库出现事故时将失事后的人员伤亡和财产损失降到最低。

(2) 汛期时，建议企业安排专门尾矿工 24h 不间断对尾矿库巡视，一旦发现险情及时处理。

6.2 尾矿坝坝体安全对策措施

(1) 加强日常对坝体的巡护工作，尤其是汛期，应安排专人对坝体进行检查，以防雨水对坝体造成损坏。

(2) 坝体必须保证足够的安全超高、沉积干滩长度和下游坝面坡度。

(3) 企业应按照设计要求采用坝前均匀分散放矿，不得任意从库后或库侧放矿；同时满足以下要求：

- 粗颗粒尾矿沉积于坝前，细颗粒排至库内，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；
- 沉积滩坡度及长度等应符合设计的要求；
- 放矿矿浆不得冲刷坝坡；
- 放矿应有专人管理。

(4) 严禁在坝体及坝脚、坝肩处进行挖掘、采矿等活动。

(5) 应针对现状条件下堆积坝坝体外坡坡比较陡的情况，严格按照《升级设计》中提出的处理方法，在堆筑 820m 以上子坝时，按照设计要求进行堆筑，使得平均坡比降低至 1:4。

6.3 尾矿库排洪系统安全对策措施

(1) 对坝面排水沟及坝肩排水沟应定期全面清理维护，发现有淤堵及损坏部分及时清理修复，保证坝面及坝肩排水系统正常工作。

(2) 日常确保排水沟的通畅，及时清理杂物，经常检查排洪设施，保证排水设施的安全可靠。

(3) 控制库内水位，保持干滩长度，汛期应尽量降低库内水位，增加干滩长度，保证坝体的稳定。

6.4 尾矿库监测设施安全对策措施

(1) 应定期进行人工观测，并与在线监测数据进行比对，保证监测数据的稳定性，一旦监测系统反映出尾矿库出现问题，应及时处理。

(2) 应定期检查在线监测设施的完好性，如发现有不能正常工作的在线监测设施应及时进行维修，保证在线监测系统运行正常，数据准确有效。

(3) 日常对在线监测系统、监测点进行维护，防止设施损坏影响监测数据的准确性。

6.5 尾矿库安全管理安全对策措施

尾矿库的安全管理，必须严格按《尾矿库安全监督管理规定》、《尾矿库安全规程》及《土石坝养护修理规程》等相关规定执行。

对尾矿库的安全管理，评价组提出如下建议：

6.5.1 尾矿库维护

(1) 企业经营者是尾矿库安全生产第一责任人，应在规定管辖范围内，设立相应的机构并建立健全岗位责任制，负责实施国家和当地政府关于尾矿库安全所规定的各项要求，组织制定规章制度，配备与实际工作相适应的专业技术人员，进行尾矿库安全管理工作；

(2) 在正常运行期间及停产期间，应对坝体进行定期的检查，其内容包括：坝体轮廓尺寸，变形、裂隙、滑坡和渗漏等；

(3) 严禁在库区爆破、滥挖尾矿等危害尾矿库安全的活动；

(4) 尾矿沉积面应均匀平整，沉积滩坡度应符合设计要求；应经常对尾矿库库区进行检查，其内容包括：周边山体稳定性，违章建筑、违章施工和违章采选活动等；

(5) 定期维护尾矿库安全警示标识。

6.5.2 尾矿库水位控制与防汛

(1) 在满足回水水质和水量要求的前提下，应尽量降低库存水位；

(2) 明确防汛安全生产责任制；建立值班、巡查等各项制度；组建防洪抢险队伍；

(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) 尾矿库运行期间应加强观测，注意坝体水出溢点的变化情况和分布状态，防止坝体管涌与流土现象发生。

6.5.3 应急救援预案

日常加强应急救援预案的演练，并做好记录，根据每次演练的情况及时修订、更新应急救援预案。

6.5.4 尾矿库的档案管理

尾矿库建库服务年限较长，相关资料应管理规范，厂方应将所有尾矿库的技术资料进行整理，统一集中归档。归档的材料应包括：

- (1) 建设文件及有关原始资料；
- (2) 组织机构和规章制度的建设；
- (3) 防洪抢险组织和防洪物资的准备情况；
- (4) 尾矿库抗洪抢险措施；
- (5) 尾矿库各构筑物运行指标和实测。

第7章 评价结论

7.1 尾矿库坝体稳定性安全复核

通过坝体稳定性安全复核，该选厂尾矿库（二期）坝体稳定，满足规范及设计要求。

7.2 尾矿库排洪系统可靠性复核

通过对排洪系统可靠性的分析，该选厂尾矿库（二期）排洪系统满足规范及设计要求。

7.3 尾矿库安全监测评价

通过对安全监测系统的分析，该选厂尾矿库（二期）的安全监测系统满足规范及设计要求。

7.4 尾矿库与周边环境的相互影响评价

通过对尾矿库与周边环境的分析，该选厂尾矿库（二期）工程地质条件较好，周边环境良好，周边无影响尾矿库安全的设施及作业，该二期尾矿库对周边环境无影响。另外上游一期库正在进行闭库，一期库坝体处于稳定，一期库与二期库互不影响。

7.5 终期坝体稳定性安全复核及终期排洪系统可靠性复核

通过坝体稳定性计算及分析，该选厂尾矿库（二期）终期坝体稳定，满足规范及设计要求。

通过对终期排洪系统可靠性的分析，该选厂尾矿库（二期）终期排洪系统可靠，满足规范及设计要求。

7.6 对策措施

（1）企业应有防范尾矿库各项事故的有效措施，避免人员、设施

受到伤害和损失。在以后的生产过程中，应根据尾矿库实际运行情况不断修改、完善尾矿库应急预案，以防止尾矿库出现事故时将失事后的人员伤亡和财产损失降到最低。

(2) 汛期时，建议企业安排专门尾矿工 24h 不间断对尾矿库巡视，一旦发现险情及时处理。

(3) 加强日常对坝体的巡护工作，尤其是汛期，应安排专人对坝体进行检查，以防雨水对坝体造成损坏。

(4) 坝体必须保证足够的安全超高、沉积干滩长度和下游坝面坡度。

(5) 企业应按照设计要求采用坝前均匀分散放矿，不得任意从库后或库侧放矿；同时满足以下要求：

- 粗颗粒尾矿沉积于坝前，细颗粒排至库内，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；
- 沉积滩坡度及长度等应符合设计的要求；
- 放矿矿浆不得冲刷坝坡；
- 放矿应有专人管理。

(6) 严禁在坝体及坝脚、坝肩处进行挖掘、采矿等活动。

(7) 应针对现状条件下堆积坝坝体外坡比较陡的情况，严格按照《升级设计》中提出的处理方法，在堆筑 820m 以上子坝时，按照设计要求进行堆筑，使得平均坡比降低至 1:4。

(8) 对坝面排水沟及坝肩排水沟应定期全面清理维护，发现有淤

堵及损坏部分及时清理修复，保证坝面及坝肩排水系统正常工作。

（9）日常确保排水沟的通畅，及时清理杂物，经常检查排洪设施，保证排水设施的安全可靠。

（10）控制库内水位，保持干滩长度，汛期应尽量降低库内水位，增加干滩长度，保证坝体的稳定。

（11）应定期进行人工观测，并与在线监测数据进行比对，保证监测数据的稳定性，一旦监测系统反映出尾矿库出现问题，应及时处理。

（12）应定期检查在线监测设施的完好性，如发现有不能正常工作的在线监测设施应及时进行维修，保证在线监测系统运行正常，数据准确有效。

（13）日常对在线监测系统、监测点进行维护，防止设施损坏影响监测数据的准确性。

（14）尾矿库的安全管理必须严格按《尾矿库安全监督管理规定》、《尾矿库安全规程》及《土石坝养护修理规程》等相关规定执行。

7.7 尾矿库评价结论

综上所述，朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库（二期）的坝体稳定性、排洪能力等方面状况均达到安全要求，辽宁万泽安全技术咨询服务有限公司经评价认为：**朝阳新华铝业有限责任公司选厂尾矿库（二期）具备继续生产运行的安全生产条件。**在今后的生产及安全管理过程中，企业应严格执行国家有关安全生产法律、法规和有关标准、规范，合理采纳本报告提出的安全技术措施和安全管理措施，不

断持续完善现有的安全条件，以确保尾矿库的安全运行。

附件目录

- 附件 1：企业法人营业执照
- 附件 2：安全生产许可证
- 附件 3：全员安全生产责任制
- 附件 4：各项安全管理规章制度和操作规程目录清单
- 附件 5：设置安全生产管理机构的文件
- 附件 6：主要负责人、安全管理人员资格证书
- 附件 7：特种作业操作资格证书
- 附件 8：尾矿库应急救援预案备案表
- 附件 9：尾矿库应急演练记录
- 附件 10：工伤保险凭证
- 附件 11：安全生产责任险凭证
- 附件 12：劳保用品发放记录
- 附件 13：安全生产费用提取及落实情况
- 附件 14：安全培训试卷
- 附件 15：救护协议
- 附件 16：尾矿库排洪系统监测报告

附图目录

附图 1：尾矿库现状平面布置图

附图 2：尾矿坝剖面图

附图 3：尾矿库排洪系统设计剖面图

附图 4：安全监测平面图