

前 言

建平磷铁矿业有限公司（曾用名：建平荣田矿业有限公司）选厂尾矿库库址位于辽宁省朝阳市建平县深井镇勿兰乌苏村，属于山谷型尾矿库，设计总坝高 57.0m，总库容 $268.93 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计等别为四等库，尾矿库排洪系统采用排水井-排水涵洞型式。

建平磷铁矿业有限公司为了客观地了解并充分掌握企业自身的安全生产状况，进而更好地贯彻执行“安全第一，预防为主，综合治理”方针，不断做好企业的安全生产工作，根据《中华人民共和国安全生产法》《尾矿库安全监督管理规定》以及《尾矿库安全规程》等法律、法规、规章、标准的要求，委托沈阳万益安全科技有限公司，按双方签订的“技术服务合同”对其所属的尾矿库安全生产现状进行评价。

我公司评价组对该项目进行实地勘察、测量和资料收集工作，并提出现场整改意见，企业认真落实，在详细的实地考察、资料分析和现场调研，依据相应的法律法规和技术标准、设计文件及委托方所提供的其他资料，分析了尾矿库可能存在的主要危险、有害因素，并运用安全检查表法、定量分析法进行了评价，在评价的基础上提出了相应的措施和建议，最终得出了该项目的安全现状评价结论，于 2026 年 7 月编制完成了《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库安全现状评价报告》。

本安全现状评价报告的格式和内容，是按照《安全评价通则》（AQ 8001-2007）以及《尾矿库安全规程》（GB 39496-2020）的要求确定的。

在编写本评价报告的过程中，得到了建平磷铁矿业有限公司有关人员以及相关专家的大力支持，同时报告引用了前人的一些研究成果和数据资料，在此一并表示衷心地感谢！

目 录

1. 安全评价的目的、范围、依据与工作程序	1
1.1 安全评价的目的及范围	1
1.2 安全评价的依据	1
1.3 安全评价的工作程序	7
2. 评价项目概况	9
2.1 企业概况	9
2.2 自然环境概况	11
2.3 地质概况	11
2.4 尾矿库设计概况	15
2.5 尾矿库现状概况	28
3. 评价单元划分与评价方法选择	48
3.1 评价单元划分	48
3.2 评价方法选择	48
3.3 各评价单元采用的评价方法	49
4. 定性定量评价	51
4.1 周边环境单元	51
4.2 尾矿坝单元	53
4.3 防排洪系统单元	71
4.4 排渗设施单元	91
4.5 安全监测设施单元	86
4.6 辅助设施单元	91
4.7 个人安全防护	95
4.8 安全标志	96
4.9 安全管理单元	96
4.10 重大隐患判定单元	102
4.11 申请安全生产许可证条件判定	106

5. 建议补充的安全对策措施.....109

5.1 周边环境单元 109

5.2 尾矿坝单元 109

5.3 排洪系统单元 110

5.4 排渗设施单元 110

5.5 安全监测设施单元 110

5.6 安全管理单元 111

5.7 安全标志 111

5.8 冬季运行管理对策措施 111

6. 安全评价结论112

6.1 安全现状综合评述 112

6.2 各评价单元评价结果 112

6.3 总体评价结论 114

7. 附件115

8. 附图116

1. 安全评价的目的、范围、依据与工作程序

1.1 安全评价的目的及范围

1.1.1 安全评价的目的

安全评价目的是贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”方针，提高该尾矿库的本质安全程度和安全管理水平，减少和控制该尾矿库运行中的危险、有害因素，降低其风险，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。本次安全现状评价的主要目的如下：

（1）根据现场检查情况以及尾矿库现有技术资料，辨识、分析现状条件下尾矿库存在的主要危险有害因素及其可能导致发生事故的诱发因素。

（2）排查尾矿库存在的安全隐患，针对存在的危险有害因素及隐患情况，合理提出安全对策措施。

（3）为尾矿库运行提供参考，使建设项目的安全理由事后处置变为事先预测和预防，以实现评价对象的本质安全。

（4）为政府应急管理部门进行尾矿库安全监督、监察及安全生产许可证延续提供依据。

1.1.2 安全评价的范围

本次安全评价的范围包括：尾矿库相关安全设施及其周边环境，其中包括周边环境、尾矿坝、防排洪系统、排渗、安全监测设施、辅助设施、安全管理、重大隐患判定及申请安全生产许可证条件检查，不包括尾矿输送管道与回水管道。

1.2 安全评价的依据

1.2.1 法律法规

1.2.1.1 安全生产法律

（1）《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令〔1992〕第 65 号，根

据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》修正，2009 年 8 月 27 日施行）；

(2) 《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令〔2010〕第 39 号，2011 年 3 月 1 日施行）；

(3) 《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令〔1997〕第 88 号，根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正，2016 年 7 月 2 日施行；

(4) 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令〔2008〕第 6 号，根据 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，2021 年 4 月 29 日施行）；

(5) 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2002〕第 70 号，根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正，2021 年 9 月 1 日施行）。

1.2.1.2 行政法规

(1) 《地质灾害防治条例》（国务院令〔2003〕第 394 号，2004 年 3 月 1 日起施行）；

(2) 《安全生产许可证条例》（国务院令〔2004〕第 397 号，根据 2014 年 7 月 29 日国务院令 653 号《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订，2014 年 7 月 29 日施行）；

(3) 《生产安全事故应急条例》（国务院令〔2019〕第 708 号，2019 年 4 月 1 日施行）。

1.2.1.3 部门规章

(1) 《国家安全监管总局 国家发展改革委 工业和信息化部 国土资源部 环境保护部关于进一步加强尾矿库监督管理工作的指导意见》（安监总管一〔2012〕32 号，2012 年 3 月 12 日实施）；

(2) 《国家安全监管总局等七部门关于印发深入开展尾矿库综合治理行动方案的通知》（安监总管一〔2013〕58 号，2013 年 5 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第 38 号令，根据 2015 年 5 月 26 日国家安全监管总局令第 78 号《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》修正，2015 年 7 月 1 日实施）；

(4) 《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 75 号，2015 年 7 月 1 日施行）；

(5) 《生产经营单位安全培训规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2006〕第 3 号，根据 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号《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》第二次修订，2015 年 7 月 1 日施行）；

(6) 《国务院安委会办公室关于全面加强企业全员安全生产责任制工作的通知》（安委办〔2017〕29 号，2017 年 10 月 10 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局令〔2009〕第 20 号，根据 2015 年 3 月 23 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号《关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》修订，根据应急部公告〔2018〕12 号修正，2018 年 12 月 4 日施行）；

(8) 《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2016〕第 88 号，根据 2019 年 7 月 11 日应急管理部令第 2 号《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》修正，2019 年 9 月 1 日施行）；

(9) 《应急管理部、国家发展改革委、工业和信息化部、财政部、自然资源部、生态环境部、水利部、中国气象局关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（应急〔2020〕15 号，2020 年 2 月 21 日实施）；

(10) 《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4 号，2022 年 2 月 8 日施行）；

(11) 《国家矿山安全监察局综合司关于进一步加强矿山安全生产举报奖励工作的通知》（矿安综〔2022〕8 号，2022 年 3 月 17 日施行）；

(12) 《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 9 月 1 日施行）；

(13) 《财政部、应急部关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》（财资〔2022〕136 号，2022 年 11 月 21 日施行）；

(14) 《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》

（厅字〔2023〕21号，2023年8月25日施行）；

（15）《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，2023年9月12日施行）；

（16）《国家矿山安全监察局关于印发非煤矿山建设项目安全设施重大变更范围的通知》（矿安〔2023〕147号，2023年11月14日施行）；

（17）《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》（安委〔2024〕1号，2024年1月16日施行）；

（18）《国务院安全生产委员会关于印发<安全生产治本攻坚三年行动方案（2024-2026年）>的通知》（安委〔2024〕2号，2024年1月21日施行）；

（19）《国家矿山安全监察局关于加强矿山应急救援工作的通知》（矿安〔2024〕8号，2024年3月1日施行）；

（20）《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日施行）；

（21）《国家矿山安全监察局关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作的通知》（矿安〔2024〕70号，2024年6月28日施行）；

（22）《矿山救援规程》（应急管理部令第16号，2024年7月1日起施行）；

（23）《关于印发<安全生产责任保险实施办法>的通知》（应急〔2025〕27号，2025年4月2日施行）；

（24）《国家矿山安全监察局关于印发<矿山安全风险监测预警处置工作管理办法（试行）>的通知》（矿安〔2025〕100号，2025年8月8日施行）。

1.2.1.4 地方性法规、地方政府规章和有关规范性文件

（1）《辽宁省安全生产监督管理局关于进一步加强非煤矿山企业特种作业人员管理的通知》（辽安监管一〔2016〕29号，2016年8月16日施行）；

（2）《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7月19日施行）；

（3）《辽宁省建设项目安全设施监督管理办法》（2009年3月19日辽宁省人民政府令第229号公布，根据2021年5月18日辽宁省人民政府令第341号《辽宁省人民政府关于废止和修改部分省政府规章的决定》第二次修正，2021年5月18日施行）；

(4) 《辽宁省应急管理厅关于贯彻落实生产经营单位从业人员安全生产举报处理规定的通知》（辽应急执法〔2022〕2号，2022年3月25日）；

(5) 《辽宁省应急管理厅转发〈国家矿山安全监察局综合司关于进一步加强矿山安全生产举报奖励工作〉的通知》（辽应急执法〔2022〕3号，2022年4月15日施行）；

(6) 《辽宁省安全生产条例》（2017年1月10日辽宁省第十二届人民代表大会常务委员会第三十一次会议通过，根据2025年5月28日辽宁省第十四届人民代表大会常务委员会第十六次会议《关于修改〈辽宁省建设工程质量条例〉等五件地方性法规的决定》第三次修正，2025年5月29日施行）。

1.2.2 标准和规范

- (1) 《厂矿道路设计规范》（GB J22—1987）；
- (2) 《矿山安全标志》（GB/T 14161—2008）；
- (3) 《岩土工程勘察规范（2009年版）》（GB 50021—2001）；
- (4) 《工业企业总平面设计规范》（GB 50187—2012）；
- (5) 《尾矿设施设计规范》（GB 50863—2013）；
- (6) 《防洪标准》（GB 50201—2014）；
- (7) 《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2015）；
- (8) 《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T 50046—2018）；
- (9) 《图形符号 安全色和安全标志 第5部分：安全标志使用原则与要求》（GB/T 2893.5—2020）；
- (10) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639—2020）；
- (11) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599—2020）；
- (12) 《尾矿库安全规程》（GB 39496—2020）；
- (13) 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》（GB 39800.4—2020）；
- (14) 《个体防护装备配备规范 第1部分：总则》（GB 39800.1—2020）；
- (15) 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002—2021）；
- (16) 《工程勘察通用规范》（GB 55017—2021）；
- (17) 《尾矿堆积坝岩土工程技术标准》（GB/T 50547-2022）；
- (18) 《建筑抗震设计标准（2024年版）》（GB/T 50011—2010）；

- (19) 《水工建筑物抗冰冻设计标准（2024 年版）》（GB/T 50662—2011）；
- (20) 《安全评价通则》（AQ 8001—2007）；
- (21) 《尾矿库安全监测技术规范》（AQ 2030—2010）；
- (22) 《土石坝养护修理规程》（SL 210—2015）；
- (23) 《碾压式土石坝设计规范》（SL 274—2020）；
- (24) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第 1 部分：总则》（KA/T 22.1-2024）；
- (25) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第 3 部分：金属非金属矿山及尾矿库》（KA/T 22.3-2024）；
- (26) 《水工混凝土结构设计规范》（SL/T 191—2025）。

1.2.3 资料

- (1) 营业执照（有效期：2003 年 10 月 24 日至无固定期限）、安全生产许可证（有效期：2023 年 01 月 10 日至 2026 年 01 月 09 日）；
- (2) 《建平县荣田矿业有限公司尾矿库初步设计》，中国冶金矿业鞍山冶金设计院有限责任公司，2009 年 4 月；
- (3) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库岩土工程勘察报告》，辽宁有色勘察研究院，2016 年 10 月；
- (4) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库稳定性评价报告》，辽宁有色勘察研究院，2016 年 10 月；
- (5) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库（头顶库）改造治理工程初步设计》，山东黄金集团烟台设计研究工程有限公司，2017 年 7 月；
- (6) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库现状稳定性分析勘察报告》，辽宁辽西工程勘察院有限责任公司，2023 年 7 月；
- (7) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库安全性复核报告》，中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司，2023 年 7 月；
- (8) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库溃坝数值模拟研究报告》，南京水准科技有限公司、沈阳万益安全科技有限公司，2024 年 1 月；
- (9) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库在线监测系统设计方案》，辽宁中祥国瑞矿业工程设计有限公司，2024 年 5 月；

(10) 《建平磷铁矿业有限公司尾矿库排水系统安全检测报告》，沈阳兴禹水利建设工程质量检测有限公司，2024 年 5 月；

(11) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》，中享设计集团有限公司，2026 年 4 月；

(12) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库 2026 年调洪演算报告》，沈阳承铭工程技术有限公司，2026 年 5 月；

(13) 《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库安全设施重大变更设计》，沈阳承铭工程技术有限公司，2026 年 6 月；

(14) 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 安全评价的工作程序

本次安全评价的程序主要包括：前期准备；危险、有害因素辨识与分析；划分评价单元，选择评价方法；进行定性、定量评价；提出相应安全对策措施及建议；确定评价结论；编制安全评价报告。

具体的安全评价工作程序如图 1-1 所示。

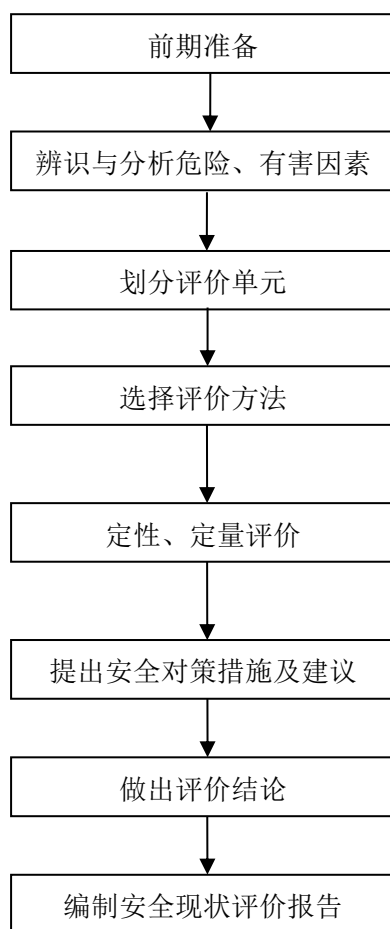


图 1-1 安全现状评价工作程序

2. 评价项目概况

2.1 企业概况

2.1.1 企业基本情况

建平磷铁矿业有限公司属于国有控股企业，前身是 1970 年 3 月组建的国营地方建平磷铁矿，2003 年 9 月转制为民营企业，2011 年 5 月转制为凌钢控股的国有股份制企业建平县荣田矿业有限公司，2013 年 6 月更名为建平磷铁矿业有限公司。自上世纪七十年代建矿以来，该公司已有五十余年开发利用低品位钛磁铁磷灰石的历史。在低品位钛磁铁磷灰石的开采及选矿方面积累了丰富的丰富经验，是我国最早开发利用低品位钛磁铁磷灰石的矿山企业。拥有东北最大低品位钛磁铁磷灰石矿区，具备大规模露天开采条件。经营范围：磷矿（含磁铁磷灰石）露天开采，磷铁矿石加工，磷矿粉、铁精粉、球团销售；复混肥料制造、销售。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动。），该企业通过开采低品位钛磁铁磷灰石，采用浮选、磁选联合工艺综合回收磷、铁资源，取得了较好的经济效益和社会效益。生产的磷精粉品位 $P_2O_5 \geq 34\%$ 、铁精粉品位 $TFe \geq 66\%$ 。是北方低品位磷矿开发利用的成功典范。

2.1.2 尾矿库项目概况

建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库属最初依据《建平县荣田矿业有限公司尾矿库初步设计》（中国冶金矿业鞍山冶金设计院有限责任公司）进行建造，后于 2017 年~2018 年依据《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库（头顶库）改造治理工程初步设计》（山东黄金集团烟台设计研究工程有限公司，2017.7）进行治理，改造治理工程 2019 年 7 月经过专家评审并验收合格；2024 年 1 月 5 日建平磷铁矿业有限公司提出“头顶库”摘帽申请，辽宁省地方矿山安全监督管理局 2024 年 4 月 9 日对其进行批复，同意将建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库调出尾矿库“头顶库”名单，不再纳入“头顶库”管理；2026 年 6 月沈阳承铭工程技术有限公司出具《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库安全设施重大变更设计》完善尾矿库安全设施。

该尾矿库于 2023 年 01 月 10 日换发安全生产许可证，《安全生产许可证》编号：（辽）FM 安许证[2024]N0058，有效期：2023 年 01 月 10 日至 2026 年 01 月 09 日。

建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库位于辽宁省建平县深井镇勿兰乌苏村，距建平磷铁矿业有限公司约 5km，公司门前有公路通过，交通较为方便。

图 2-1 尾矿库交通位置图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

该尾矿库属于山谷型，库区所在位置为低山丘陵区环状沟谷，北西东三侧环山，地形自北向南西方向倾斜，沟底高程为 681.8m，沟谷上缘山顶高程为 825.7m，高差 143.9m，沟谷上缘地形切割呈鸡爪状，沟谷内无小溪。现今由于尾矿库的建设，坡地地形地貌已经改观。

2.2.2 气象条件

建平县属半干旱季风型大陆性气候，四季分明，区内气候变化较大，夏季炎热、冬季少雨（雪），气候干燥。

降水量与蒸发量：多年平均降水量 468.1mm，其中日最大降水量达 122.2mm，降水量年际、年内变化极不均匀，多集中在 7 月，占全年的 33%，6~9 月占去年的 80%，多年平均蒸发量为 1890.3mm。

气候变化与空气湿度：多年平均气温 8.9℃，极端最高气温 40℃，极端最低气温-30.1℃，多年平均相对湿度为 70%，以 7~8 月份最大。

风力：多年平均风速为 2.3m/s，3~6 月份风速偏大，4 月份最大，达 3.3m/s；12 月份最小，为 1.7m/s。全年盛行风向及频率为南 16%，夏季盛行南风，频率为 24%，冬季盛行北风，频率为 11%。

霜冻：全年无霜期 160 天，最大积雪深度 17cm，冻土深度 1.4m，解冻期在四月初。

2.2.3 地震

尾矿库位于建平县深井镇，隶属于深井镇管辖，根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）的规定，库区地震基本烈度为 VII 度，设计地震分组为第一组，地震动峰值加速度为 0.10g，场地地震动特征周期值为 0.35s。

2.3 地质概况

根据 2023 年 7 月辽宁辽西工程勘察院有限责任公司出具的《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库现状稳定性分析勘察报告》可知，尾矿库地质概况如下：

2.3.1 地层岩性

根据钻探揭露、标贯试验和室内土工试验成果，尾矿库土层按尾矿沉积规律和土性指标进行分层，按由上至下的沉积层次依次描述如下：

(1) 尾细砂①层 (Q^{ml})：灰褐色～灰黑色，稍湿，稍密～中密状态，以尾细砂为主，夹杂尾粉砂薄层，具水平沉积层理，该层主要在 ZK17 孔揭遇。

(2) 尾粉砂②层 (Q^{ml})：灰黑色，稍湿，稍密～中密状态，以尾粉砂为主，局部夹杂尾细砂薄层，局部尾粉砂与尾细砂呈互层状产出，具水平沉积层理，该层在库内广泛分布。

(3) 尾粉质黏土③层 (Q^{ml})：灰褐色～灰黑色，硬塑状态，局部夹薄层尾粉砂夹层，该层主要分布于库内底部。

(4) 尾细砂④层 (Q^{ml})：灰褐色～灰黑色，稍湿，松散～稍密状态，局部夹薄层尾粉砂及尾粉土夹层，具水平沉积层理，该层在库内广泛分布。

(5) 尾粉质黏土⑤层 (Q^{ml})：灰褐色～灰黑色，硬塑状态，局部夹薄层尾粉砂夹层，该层主要分布于库内底部。

(6) 尾中砂④层 (Q^{ml})：灰褐色～灰黑色，稍湿，中密状态，局部夹薄层尾细砂及尾粉砂夹层，具水平沉积层理，该层主要分布于库内堆积坝底部。

(7) 素填土⑦层 (Q^{ml})：见于 3-3 剖面，为原初期坝堆填物，灰褐色～黄褐色，中密状态，成份主要为碎石土，夹杂粘性土，土质不均匀，推测为初期坝。

(8) 碎石⑧层 (Q^{ml})：黄褐色，成份主要为碎石，混杂有尾砂成份，分布于初期坝前，中密-密实状态。为拦挡坝。

(9) 强风化安山岩⑨层 ($Arjnx$)：褐色，岩石风化强烈，裂隙极发育，岩体破碎，岩芯呈碎块状，块径一般 2～5cm，锤击易碎，属软岩，岩石基本质量等级为 V 级。

上述各土层埋藏分布条件详见工程地质剖面图。

2.3.2 地质构造、不良地质作用

根据已有区域地质资料，本场地在大地构造上位于横亘山华北地台北部，属华北地台的一部分。以北票-承德深断裂为界，北为内蒙地轴南缘部分，南为燕辽台陷带（辽西古中拗陷）。

内蒙地轴突起于震旦纪以前，在震旦纪与古生代期间经过长期的侵蚀，结晶基底广

泛出露，只部分地区沉积有震旦纪至中生代各期地层。古生代末受海西运动的影响，发生复活燕山运动，产生拗陷与断裂。

燕辽台拗带是华北地台上沉降最激烈，沉积较厚地带。震旦纪期间比较活跃，古生代期间趋于稳定。中生代后期产生复活现象，表现褶皱断裂。

根据工程地质测绘、工程地质调查及收集的已有工程地质资料，库区区域上活动断裂和活动构造不发育，场区周围的山坡体稳定，区内不良地质作用不发育。

2.3.3 水文地质条件

（1）地下水

场地地下水主要为基岩风化裂隙水，在区内一般埋深 35-40m，地下水赋水性差，主要接收降水的补给，水位随季节变化较大。

本次勘察，在库区内施工的钻孔控制深度内均未见有地下水，坝体中无地下水水位。

（2）水化学特征

本次勘察在尾矿库下游民井内采集水样 2 组。在坝下游采集土易溶盐样 2 组。水检测报告及土易溶盐检测报告详见附表 8、9。

依据《岩土工程勘察规范（2009 年版）》（GB 50021—2001）中有关标准判定：按环境类型为 II 类且直接临水考虑，尾矿库库外地下水、尾矿库库外的土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋腐蚀性评价如下：

1) 尾矿库库外地下水对混凝土结构综合评价具有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋综合评价具有微腐蚀性。

2) 尾矿库库外土对混凝土结构综合评价具有微等腐蚀性，对混凝土结构中的钢筋综合评价具有微腐蚀性，对钢结构综合评价具有微腐蚀性。

（3）浸润线监测成果

通过对 2025 年 9 月至 2026 年 5 月的人工及在线浸润线监测数据进行整理分析可知，观测孔深 12.0m，人工监测未见水、在线监测浸润线埋深 11.97~11.99m，各监测点的浸润线埋深均满足控制浸润线埋深的要求（浸润线控制埋深为 3.8~7.0m，黄色预警阈值为 3.6~6.6m，橙色预警阈值为 3.4~6.3m，红色预警阈值为 3.0~5.6m），人工监测数据与在线监测数据存在一定误差，在允许范围内，符合规范要求。

2.3.4 结论与建议

(1) 结论

1) 根据本次勘察结果在勘察深度范围内, 未发现有影响场地稳定性的活动断裂、地面沉降等不良地质作用。场地是稳定的。

2) 根据《中国地震参数区划图(GB 18306-2015)》有关规定: 尾矿库场地抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度值为 0.10g, 设计地震分组为第一组, 场地土类型为中软土, II 类建筑场地, 属于对构筑物抗震不利地段。在地震条件下, 库区内尾粉砂②层液化判别为液化, 液化等级为轻微。

3) 库区水文地质条件相对简单, 根据水质分析结果, 按《岩土工程勘察规范(2009 年版)》(GB 50021—2001) 中有关标准判定: 按环境类型为 II 类且直接临水考虑, 库外地下水对混凝土具有微腐蚀性, 对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性。依据尾矿库库外土易溶盐检测报告, 库外土对混凝土结构具有微等腐蚀性, 对混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性, 对钢结构具有微腐蚀性。

4) 现尾矿库区内主坝及堆积副坝下游坡浸润线埋深(洪水运行工况)均满足《尾矿库安全规程》(GB 39496-2020) 表 6 所规定的“尾矿堆积坝下游坡浸润线最小埋深”要求。未发现有渗透水出溢坝坡的渗流破坏现象。

5) 现堆积坝顶高程 755.0m, 坝顶平台宽 7-14 m, 勘察期间该尾矿库库内无水面。

6) 按《尾矿库安全规程》(GB 39496-2020) 相关规定划分, 尾矿库等级为四等, 堆积坝为 4 级。故按四级尾矿库规定计算判别: 坝体抗滑稳定最小安全系数在正常、洪水、特殊三种工况运行时均满足规范要求, 选取堆积坝勘察剖面计算结果均为稳定状态。

(2) 建议

1) 后续尾矿库运行期间, 应严格控制库内正常水位、调洪高度、安全超高、干滩长度等, 做到分散性放矿, 避免库内滩面不均衡, 应对这些指标进行长期、定期观测: 严格控制浸润线, 发现问题及时整改。

2) 后续尾矿库运行期间, 对坝体上设置的浸润线及变形观测系统。应及时维护该套系统, 堆积坝体浸润线随季节不同处于动态变化, 应进行长期观测。并根据浸润线变化及时调整渗流、静力稳定分析结论。

3) 后续尾矿库运行期间, 对于库区内排水系统, 应校核尾矿库排洪设施的排洪能力, 以保证洪水来临时能在有关规范规定的时间内将洪水排出, 防止洪水在堆积坝体内形成

稳定的渗透压力，从而影响坝体的整体稳定，清理并疏通现有库区排水系统。

4) 后续尾矿库运行期间，为了防止尾矿堆积坝体降水入渗以及尾矿土流失，对于副坝坡面设置排水设施和覆盖种草，应勤于管理，对于局部排水设施的淤堵，也应及时疏通。

5) 堆积坝稳定性随生产堆填处于动态变动，同时影响坝体稳定的特殊、未知因素较多，应按照相关技术规范规定进行维护施工，并采用信息动态法评估设计维护。

6) 铁选厂尾矿库位于山前地带，设计采用湿式回采工艺进行生产，尾矿库属于湿式尾矿库，堆积坝体内浸润线因强降雨或排洪设施失效等极易升高，对尾矿库整体稳定性影响极大，建议企业后续生产过程中，采用机械排放尾矿，在现有基础上尾矿库改造为干式尾矿库。

2.4 尾矿库设计概况

2.4.1 原设计概况

根据业主提供资料《建平县荣田矿业有限公司尾矿库初步设计》（中国冶金矿业鞍山冶金设计院有限责任公司），尾矿库的主要构筑物是初期坝、尾矿堆积坝和排洪回水系统。

2.4.1.1 选矿厂工艺资料

- (1) 磷矿石处理量：30 万 t/a；
- (2) 年产磷精矿：3 万 t；
- (3) 年排出尾矿：27 万 t；
- (4) 选矿比：10
- (5) 尾矿堆积干容重：以 1.5t/m^3 计算；
- (6) 尾矿浆重量浓度：20%；
- (7) 选矿工艺：浮选。

2.4.1.2 库容及等别

尾矿终期堆积标高为 755m，总坝高 52m，总库容 $128 \times 10^4\text{m}^3$ ，为四等库。主要构筑

物级别为 4 级，次要构筑物级别为 5 级，防洪标准取四等库的上限，为 200 年一遇。

2.4.1.3 初期及尾矿堆积坝

(1) 初期坝

初期坝坝型为透水堆石坝，库内中风化安山岩石料丰富，埋藏较浅，部分出露地表，筑坝材料完全可以就地取材。坝顶标高 721m，坝高 18m，坝长 133.25m，坝内坡坡比 1:1.75，外坡坡比 1:2.0。

(2) 堆积坝

初期坝以上采用上游式尾矿筑坝，尾粉砂中大于 0.075mm 的颗粒占 67%，尾细砂中大于 0.075mm 的颗粒占 94.1%，说明上游式筑坝可行。子坝内坡坡比 1:1.5、外坡比 1:2.0、每 5m 高设一平台、平台宽 10.0m、尾矿堆积坝的平均坡比为 1:4.0，尾矿终期堆积标，高为 755m，总坝高 52m。

根据业主介绍，该尾矿库在运行期间经过压坡处理，主要采用尾矿砂进行压坡。

2.4.1.4 排洪系统

尾矿库排洪采用排水斜槽的排洪系统。排水斜槽为钢筋混凝土结构，断面为矩形，槽宽 1.1m，深 1.3m，敷设坡度为 10.6%。排水斜槽出口接消力池。随着子坝的不断加高、澄清水位不断上升而逐步向斜槽上游增加盖板。

2.2.1.5 浸润线及位移监测设施

在尾矿堆积坝面垂直于坝体轴线布置三条浸润线观测线和变形观测线。横向观测点间距离 40m，观测点均设置在初期坝和尾矿堆积坝外坡以及坝顶上。

2.4.2 封堵设计

根据业主提供资料《建平磷铁矿业有限公司上井尾矿库排洪涵洞封堵设计》（承德市正通环境工程设计有限责任公司），原排水涵洞（自出口向内 203m 处）发生了盖板坍塌并引发漏矿问题，已经不能作为排洪系统使用，需进行封堵。

2.4.2.1 封堵原则

通过封堵达到排洪涵洞永久安全的目的。

2.4.2.2 封堵结构形式

将排洪涵洞分为三段，下段：自出口向里 200m 处（漏矿点）为下段封堵段；反滤段：200m 处砌筑一个底边长为 3m 的三角形反滤层；上段：在漏矿点以上 150m 为上段封堵段。

下段构造（自出口向里）：0~50m 不封堵，50~110m M7.5 水泥砂浆泵送灌注 60m，110~170m M7.5 水泥砂浆泵送灌注 60m，170~200m M7.5 水泥砂浆泵送灌注 30m，200~203m 设置反滤，焊制钢筋笼，外包双层镀锌铁丝网（长 1.2m）将导流管入口包裹，铺设三角形砾石层（粒径在 3-5cm），底边长约 1.2m，高约 0.8m，斜坡面铺设 400g/m²土工布一层，并在上面均匀铺设 0.5m 厚河砂。铺设一条引流管作为封堵后的排渗导流。

203m~353m 段 M1 水泥土进行灌注。

每段封堵段之间用隔墙（使用 M10 水泥砂浆沙袋堆砌）隔开，隔墙安装通气管，浇注管，通气管直径不小于 110mm，浇注管 125mm。每段均安装监控设备，对泵送过程进行实时监控并录像。

M1 水泥土充填料配制，按照水泥：全尾砂：外加剂=1:4:0.03，质量分数 60~75。

2.4.3 治理方案概况

2017 年尾矿库处于停排状态，尾矿库堆积坝顶标高为+762.0m，部分坝体已超高，考虑现状尾矿库坝体局部较陡、尾矿库排水系统（斜槽-涵洞）已损坏废弃，部分安全设施缺失等因素，建平磷铁矿业有限公司特委托山东黄金集团烟台设计研究工程有限公司对该尾矿库进行改造工程方案设计，主要设计内容包括：尾矿库坝体改造、库内尾砂回采筑坝及填坑利用、排水系统改造、新增排渗系统、完善监测系统及附属设施等，整改工程完工后进行了备案。

2.4.3.1 选矿厂工艺资料

（1）磷矿石处理量：30 万 t/a；

- (2) 年产磷精矿：3 万 t；
- (3) 年排出尾矿：27 万 t；
- (4) 选矿比：10
- (5) 尾矿堆积干容重：以 1.5t/m^3 计算；
- (6) 尾矿浆重量浓度：20%；
- (7) 选矿工艺：浮选。

2.4.3.2 库容及等别

坝顶标高达设计最终堆积标高 760m 时，尾矿坝高 57m，尾矿库总库容为 $268.93 \times 10^4\text{m}^3$ ，为四等库。主要构筑物级别为 4 级，次要构筑物级别为 5 级，防洪标准取四等库的上限，为 200 年一遇。

2.4.3.3 尾矿坝加固整改

尾矿库进行坝体加固整改工程内容包括：新建下游拦挡坝、堆积坝整治、坝体外坡面修整、库内尾砂回采、排渗设施铺设、完善坝面排水沟、坝体护坡等内容。

旨在原设计基础上，结合现场情况，修复损坏坝体，增设必要的安全措施，为尾矿库运行提供更好的安全保障，为后期的生产管理提供可靠的条件。

(1) 新建下游拦挡坝

新建拦挡坝坝顶标高 705.00m，坝基处最低点标高 685.5m，坝轴线处最大坝高 $H=19.5\text{m}$ ，坝顶宽 $B=6\text{m}$ ，坝顶长 $L=144.6\text{m}$ 。在坝外坡标高 695.00m 处设一条马道，马道宽 $b=4\text{m}$ 。坝内外坡比均为 1:2.0，均采用块石压实护坡。坝体内坡由外至里依次为 400mm 厚块石护坡、400mm 厚渣石（30mm-50mm）垫层。

基础坝左右坝肩与山体接触部位，应将山坡松散覆盖层、粉质粘土层及植被全部清除，保障坝肩与稳定岩体的充分接触。坝肩与两侧山体之间各设长 2.0m 的坝肩结合槽（顶宽 2m，底宽 4m），以利于坝体的稳定。

库区底部自内坡脚与原坝体之间场地设过滤层，厚度 3.0m，材料采用透水性较好的毛石体，铺设前应对现场树木、杂草、腐殖土进行清理。

坝顶及外坡面马道内侧平行坝轴线方向设置坝坡排水沟，排水沟为 M7.5 浆砌石结构，断面为矩形，断面尺寸为： $B \times H=0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 。初期坝的坝顶坡向坝外坡，坡度 2%，

便于坝顶排水。在初期坝和两岸山坡结合处的山坡上顺自然地形地势设置坝肩截水沟，排水沟为 M7.5 浆砌石结构，断面尺寸为底宽 $\times$ 深=0.8m $\times$ 1.0m。

由于拦挡坝较高，为便于上坝，生产运行期间利用人行踏步和马道进行安全检查巡视和坝面维护，在坝外坡设置上坝人行踏步，踏步宽度为 1000mm，为浆砌石结构。

(2) 堆积坝整改

新建拦挡坝与现坝体之间的空间采用库区尾砂碾压填筑，填筑满后要求新筑堆积坝与现坝体连成一体，同时将尾矿库现坝体整体降高，降低尾矿库风险。

整改新筑堆积坝外坡比为 1:3.0，每 5m 为一个段高。随着坝体的堆高，每两个段高之间设一个 6m 宽的平台，以使尾矿坝的总外边坡比为 1:4.2，为方便坝体的堆筑，标高 725m 依据地形设调整平台，平台宽 14-40m。整改新建堆积坝要求一期堆筑至标高为 740m。

原坝体随着尾砂面的下落进行降高，坝体降至标高+755m，原坝体外坡 755m~740m 进行放坡处理，放坡后子坝外坡比 1:3.0，745m、750m 各设一 6m 宽安全平台。下游新建堆积坝与原坝体放坡后形成的 740m 平台要求以不小于 1%的坡度坡向下游。

后期待尾矿库整改完投入使用后，随着库内尾砂面的升高，标高 755m~760m 坝体在原坝体基础上分期堆筑，每次堆积高度 2.5m，按 0.3m 层厚分层碾压或夯实，尾矿在坝前均匀堆放，保持坝体协调上升，以便增强坝体的稳定性。每年汛期之前必须提前筑好子坝，确保所需的调洪库容。

堆积坝子坝外坡比均为 1:3.0，内坡比为 1:2.0，单级子坝顶宽 6m，及时修整各期子坝外坡。后期每 5m 为一个段高，随着坝体的堆高，每两个段高之间设一个 6m 的平台，以使尾矿坝的外边坡比为 1:4.2。待一级子坝筑好后将主管道移到子坝上，采用支管分散放矿。

坝体外沿外坡脚修建有横向排水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 150mm，侧墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 550mm，矩形断面，断面尺寸 600mm $\times$ 600mm。垂直于坝轴线方向修建有纵向排水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 150mm，侧墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 500mm，矩形断面，断面尺寸 800mm $\times$ 200mm。坝体与两侧坝肩结合处设有坝肩截水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 200mm，侧墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 600mm，矩形断面，断面尺寸 800mm $\times$ 1000mm。

为防止雨水、渗流冲蚀以及粉尘飞扬，整改后堆积坝外坡及时采用植草护坡。

2.4.3.4 尾矿库排渗

设计在堆积坝整改堆筑过程中 710m、720m、730m 标高垂直坝轴线设置排渗系统，排渗系统采用 $\varnothing$ 325mm 导渗 PE 管里端 40m 段钻孔外包土工布的方式，导渗管单长 70m，每间隔 30m 设一根。

2.4.3.5 尾矿回采、筑坝与排放

(1) 尾矿回采

由于尾矿库目前处于停排状态，库内基本无积水，考虑尾矿库现坝体部分超高且需将库内部分尾砂用于尾矿坝整改及倒运至周边坑道进行回填治理土地。本次设计尾矿库取砂至标高 748m，所取尾砂除部分(根据工勘报告所给地质剖面，尾砂主要为尾粉砂④、其次为尾细砂③用于尾矿坝整改外，其余倒运至周边坑道进行回填治理土地。

(2) 整改后尾矿排放方法

坝体整改后在 755m 标高处，尾矿输送主管沿尾矿坝轴线敷设，矿浆支管垂直于主管铺设，横向间隔为 20m，支管向库内沿坝坡铺设。采用沿坝轴线（也可采用柔性软管移动式）轮流交替分散放矿作业。放满后再堆积下一级子坝，将坝前分为冲积段、准备段、干燥段。

2.4.3.6 排洪系统改造

本设计尾矿库新增的排水设施采用“排水井-排水涵洞-明渠”型式，库区内西侧新建一座框架式排水井，尾矿库排矿之前库内尾砂面（取砂面）要求以 2%的坡度坡向该拟建排水井位置。排水井具体参数见表 2-1。

表 2-1 排水井参数表

序号	井径	井高	标高	材料	备注
1	3.0m	18m	742m~760m	C25 钢筋混凝土	框架式

排水井通过排水涵洞连接，将雨洪水导至下游。

根据地形，排水涵洞利用尾矿库原西侧溢洪道地形，将涵洞依据设计标高布置在西侧，涵洞总长度 248m，沿线，坡降 $i=0.01$ ，水工 C25 钢筋混凝土结构，涵洞为圆拱直墙型，断面尺寸为 $B \times H=1.2m \times 1.8$ ，其中直墙高 1.2m，拱高 0.6m。

排洪涵洞出口布置消力池，以防对下游明渠形成破坏性冲刷。

2.4.3.7 监测、通讯、照明和上坝道路

(1) 监测设施

1) 表面位移观测

断面选择和测点布置：监测断面宜选在最大坝高断面、有排水管通过的断面、地基工程地质变化较大的地段及运行有异常反应处。

本次设计在每个横断面约 705m、715m、725m、730m、740m、750m、760m 标高坝体各设置一组观测标点，每处标高坝体设置点间距为坝长等分，三个观测点在坝上均匀布置。在库区周边通视部位设置控制基点，用经纬仪和水准仪或全站仪进行水平和垂直位移观测，一般情况下每月观测一次，汛期增加观测次数，并做好观测记录和存档。各种基点均应布设在两岸岩石或坚实土基上。

2) 内部位移

内部位移包括内部水平位移、内部竖向位移。监测断面布置在最大坝高断面及其它特征断面(原河床、地质及地形复杂段、结构及施工薄弱段等)上，设 3 个断面。

每个监测断面上布设 3 条监测垂线，其中一条宜布设在坝轴线处。监测垂线的布置应尽量形成纵向监测断面。

监测垂线上测点的间距为 2~10m。每条监测垂线上宜布置 5 个测点。最下一个测点应置于坝基表面，以兼测坝基的沉降量。

3) 坝体渗流压力

坝体渗流压力监测，包括监测断面上的压力分布和浸润线位置的确定。监测横断面宜选在有代表性且能控制主要渗流情况的坝体横断面以及预计有可能出现异常渗流的横断面，一般不少于 3 个，并尽量与位移监测断面相结合。浸润线观测在坝顶 710m、720m、730m、740m、750m、760m 设置浸润线观测孔。

4) 干滩监测

该库四等别尾矿库，依据规范并考虑尾矿库调蓄库容的要求，尾矿库要求坝前最小干滩不小于 40m。

尾矿库滩顶高程的测点布设，应沿坝（滩）顶方向布置测点，当滩顶一端高一端低时，应在低标高段选较低处检测 3 个点；当滩顶高低相同时，应选较低处不少于 3 个点；

其它情况，每 100m 坝长选较低处检测 1~2 个点，但总数不少于 3 个点。

5) 库内水位报警装置

在尾矿库标尺处设置水位报警器，当库内水位上升到距坝顶 2m 时进行正式报警，采取应急措施。

6) 库区降水量监测

监测设备用雨量器。有条件时，可用自记雨量计、遥测雨量计或自动测报雨量计。

7) 水质监测井

在尾矿库坝体外坡脚 50m 地形最低处设置环保监测水井，库上游设置对照监测井，并定期取水样化验。以防止尾矿水通过地基渗漏处库外对周边环境产生影响。

(2) 通讯

利用尾矿库原有值班室，值班室及泵房安装有线电话各一部，按要求应给尾矿库操作、管理人员配备移动电话，并确保畅通，以便及时与选厂联系。

尾矿库区设立专门的抢险材料库，材料库内配备尾矿库事故应急救援装备，如雨衣、雨鞋、照明手电、铁锹、安全帽、土工布袋，膜袋等。

(3) 照明

设置专线用于坝上照明，并保证足够的照明度。投光灯位置设在坝肩的一侧山坡上的适当位置，分别照射坝上及库内，坝外坡及下游，作业区，排水构筑物区域。

在库区、消力池周围设置围栏和警示标志。

(4) 上坝道路

利用并完善尾矿库已有上坝道路，路面宽度 7.0m，坡度 6.0%，路面整平后，铺设碎石土或碎石，铺设厚度不小于 0.3m，以满足人员、运送物资车辆等上坝需要。

2.4.4 在线监测系统设计方案

2024 年企业委托辽宁中祥国瑞矿业工程设计有限公司编制了《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库在线监测系统设计方案》，本次设计该尾矿库在线监测系统主要为：坝体位移、浸润线、库水位、干滩、降雨量及视频监测系统组成。

(1) 坝体位移监测主要坝体表面位移监测，共计设置 4 条横剖面，4 条纵剖面，共计布设 10 个监测点，在库区东侧附近布设 1 个监测基点。在 680m 设置 1 个位移监测点；在 720m 设置 2 个位移监测点；在 725m 设置 2 个位移监测点；在 735m 设置 2 个位移监

测点；在 750m 设置 3 个位移监测点。

(2) 尾矿库横向在最大剖面布设一排监测点，纵向在坝顶布设一排测点，共计布设 12 个监测点。在 720m 设置 3 个浸润线监测点；在 725m 设置 3 个浸润线监测点；在 735m 设置 3 个浸润线监测点；在 750m 设置 3 个浸润线监测点。

(3) 尾矿库堆积坝坝前布设库水位监测点位，利用浸润线数值或者自动测报水位计计算出库水位标高。

(4) 本库区进行雨量监测只需布置 1 个雨量计观测点，布设在库区东侧值班室侧。

(5) 根据尾矿库现状进行如下点位布设：在尾矿库坝顶、坝脚、库水位监测点、排洪系统进出口、消力池、排水井附近分别布设视频监测点，共计 8 个视频监测点。

(6) 干滩监测点位布置于尾矿库现状最高坝顶前，设置在尾矿库坝体内坡侧，随着后期堆积坝坝体筑坝情况动态调整干滩长度监测点位置。

2.4.5 安全设施重大变更设计

2026 年企业委托沈阳承铭工程技术有限公司编制了《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库安全设施设计重大变更设计》，本项目尾矿库于 2009 年开始建设，2019 年 7 月完成改造治理施工，2024 年 1 月 5 日建平磷铁矿业有限公司提出“头顶库”摘帽申请，辽宁省地方矿山安全监督管理局 2024 年 4 月 9 日对其进行批复，同意将建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库调出尾矿库“头顶库”名单，不再纳入“头顶库”管理。尾矿库在施工过程中和原设计存在一定差异，主要体现在堆积坝外坡坡比及护坡形式、监测设施、防排渗设施，新增渗沥液收集池等，为了满足尾矿库安全设施现状和设计的一致性，完善尾矿库配套安全设施，需要进行本次变更设计。

2.4.5.1 库容、等别、建设标准及选矿工艺

该尾矿库为“山谷型”尾矿库，设计总坝高 57m，设计总库容为 $268.93 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计等别为四等库，该尾矿库的防洪标准按 200 年一遇设防。

(1) 磷矿石处理量： $30 \times 10^4 \text{t/a}$ ；

(2) 年产磷精矿： $3 \times 10^4 \text{t}$ ；

(3) 年排出尾矿： $27 \times 10^4 \text{t}$ ；

(4) 选矿比： 10；

- (5) 尾矿堆积干容重：以 1.5t/m^3 计算；
- (6) 尾矿浆重量浓度：20%；
- (7) 选矿工艺：浮选。

2.4.5.2 尾矿坝

(1) 初期坝及拦挡坝

初期坝为透水堆石坝，坝底标高 703.0m、坝顶标高 721.0m、坝高 18m，坝长 133.25m，坝内坡比 1:1.75，外坡比 1:2.0。

在初期坝下游建造碾压堆石坝作为拦挡坝，拦挡坝坝顶标高 705.0m，坝基处最低点标高 685.5m，最大坝高 $H=19.5\text{m}$ ，坝顶宽 $B=5\text{m}$ ，坝坝轴线长 $L=144.6\text{m}$ 。在坝外坡标高 695.0m 处设一条马道，马道宽 4m，下游坡坡比 1:2.0，上游坡坡比 1:1.75，上游坝坡自上而下依次为 400mm 厚的干砌块石护坡、200mm 厚碎石垫层、 500g/m^2 土工布、200mm 厚碎石垫层，下游坝坡设有 400mm 厚的干砌块石护坡。库区底部自拦挡坝坡脚与原坝体间场地设过滤层，厚度 3.0m，材料为透水性较好的毛石体。

拦挡坝坝顶及外坡面马道内侧平行坝轴线方向设置坝坡排水沟，排水沟为 M7.5 浆砌石砌筑，断面为矩形，断面尺寸为： $B \times H = 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 。拦挡坝的坝顶坡向坝外坡，坡度 2%，便于坝顶排水。在拦挡坝和两岸山坡结合处的山坡上顺自然地形地势设置坝肩截水沟，排水沟为 M7.5 浆砌石结构，断面尺寸为底宽 $\times$ 深 = $0.8\text{m} \times 1.0\text{m}$ 。

(2) 堆积坝

尾矿堆积坝采用上游法尾砂筑坝，坝顶标高 760.0m，坝底标高 705.0m，最大坝高处：标高 705.0m~715.0m 堆积坝子坝外坡比为 1:2.4，每 5m 为一个段高，每两个段高之间各建设了一级马道，马道分别宽 7.5m 和 8.0m；715.0m~724.5m 堆积坝子坝外坡比为 1:2.8，720.0m 标高建设一级 8.0m 马道，标高 724.5m~725.5m 建设了调整平台，平台宽 56~82m，平台坡向下游；标高 725.5m~729.0m 子坝外坡比 1:2.0，标高 729.0m~735.0m 子坝外坡比 1:10.0，顶宽 21~58m；标高 735.0m~743.0m 子坝外坡比 1:2.4，在标高 743.0m 设一级 13m 宽的马道；标高 743.0m~756.0m 子坝外坡比 1:2.0，在标高 752.0m 设一级 6.0m 宽的马道；标高 756.0m~760.0m 堆积子坝外坡比 1:3.0，坝顶宽 6.0m，尾矿坝综合坡比约 1:5.2。

在坝体外沿外坡脚修建有横向排水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 150mm，侧

墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 550mm，矩形断面，断面尺寸 600mm×600mm。垂直于坝轴线方向修建有纵向排水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 150mm，侧墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 500mm，矩形断面，断面尺寸 800mm×200mm。坝体与两侧坝肩结合处设有坝肩截水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 200mm，侧墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 600mm，矩形断面，断面尺寸 800mm×1000mm。

为防止雨水、渗流冲蚀以及粉尘飞扬，堆积坝外坡及调整平台做植草护坡。

2.4.5.3 防排洪系统

尾矿库排水设施采用“排水井-排水涵洞”型式，排水竖井上部为框架式，采用 C30 水工钢筋混凝土结构，排水井进水标高 742.0m、井顶标高 760.0m、井高 18.0m，框架部分塔直径 3.0m，塔圆周等分布置 6 根立柱，立柱在径向和环向宽度均为 400mm，塔身每升高 3m 设一道圈梁，圈梁深度为 350mm，环向宽度为 250mm。拱板沿塔环向布置，厚度 150mm。井座部分内径 2.0m，排水井井座连接排水涵洞，断面尺寸：1.2m×1.8m，为城门洞型，直墙高 1.2m，圆弧顶高 0.6m，进水口标高 739.2m、出水口标高 376.72m，采用 C25 水工钢筋混凝土结构，总长约 248m，铺设平均坡度 $i=0.01$ 。排洪涵洞出口设置了消力池，浆砌石结构，断面尺寸 5.0m×3.0m×0.5m，经人工开挖明渠排出。

2.4.5.4 安全监测设施

该尾矿库为四等库，根据相关规程要求对尾矿库监测设施进行完善，补充尾矿库人工监测和在线监测设施。按照尾矿库相关管理规定，尾矿库在现有的监测设施基础上，采用人工监测设施和在线监测设施相结合的方式，对尾矿库各项安全指标进行实时监控，当尾矿库出现险情时及时发出预警信息，保障尾矿库安全。

（1）人工监测

尾矿库人工监测设施包括坝体位移观测、浸润线观测及水位标尺监测设施。

1) 坝体表面位移监测

①监测内容

坝体表面位移包括水平位移和竖向位移。

②监测布置

断面选择和测点布置：监测断面宜选在最大坝高断面、有排水管通过的断面、地基工程地质变化较大的地段及运行有异常反应处。

尾矿坝位移监测设置 4 个位移监测纵断面，分别在 720.0m、725.0m、733.0m、752.0m 及最终坝顶标高处分别设置观测点，其中 720.0m、725.0m、733.0m 标高各设置 2 个监测点，752.0m 及最终坝顶标高设置 4 个监测点，观测点在坝上均匀布置。在各水平两岸的岩石布置了工作基点，无明显遮挡。

2) 坝体浸润线监测

尾矿坝浸润线监测设置 4 个浸润线监测纵断面，分别在 720.0m、725.0m、733.0m、标高处分别设置观测 3 个观测点，752.0m 及最终坝顶标高设置 4 个监测点，浸润线监测孔深度约 12.0m，孔径 75mm。采用测压管进行观测。

3) 干滩监测

尾矿库滩面上设置 3 个干滩长度监测点，最近一处距离滩顶 50m。

4) 水位标尺

尾矿库在排水井井壁上标注醒目的水位观测标尺。

(2) 在线监测

尾矿库设置在线监测设施，在线设施包括在线位移监测、在线浸润线监测、库水位监测、降水量监测及视频监控设施。

1) 坝体表面位移监测

尾矿坝位移监测设置 4 个位移监测纵断面，分别在 720.0m、725.0m、733.0m、752.0m 及最终坝顶标高处分别设置观测点，其中 720.0m、725.0m、733.0m 标高各设置 2 个监测点，752.0m 及最终坝顶标高设置 4 个监测点，观测点在坝上均匀布置。

2) 坝体浸润线监测

尾矿坝浸润线监测设置 4 个浸润线监测纵断面，分别在 720.0m、725.0m、733.0m、标高处分别设置观测 3 个观测点，752.0m 及最终坝顶标高设置 4 个监测点，浸润线监测孔深度约 12.0m，孔径 75mm。

3) 干滩监测

在尾矿库坝前设置干滩监测装置系统，该系统利用超声波的原理，在设定监测点处埋设两根立杆，安装超声波测距传感器，测得干滩监测点的实时高程变化，结合库区水位数据，来计算出尾矿库的干滩长度。干滩监测点位布置于尾矿库现状最高坝顶前，设

置在尾矿库坝体内坡侧，随着后期堆积坝坝体筑坝情况动态调整干滩长度监测点位置。

4) 库水位监测设施

在该尾矿库排水井处布设库水位监测点位，自动测报水位计计算出库水位标高。

2.4.5.5 排渗设施

(1) 排渗管

在尾矿库的运行过程中，随着库区水位的增高会引起浸润线的上升，坝体的浸润面与初期设计排渗体垂直距离增大，渗透阻力增大，当浸润面与原有排渗体的垂直距离大于浸润面与坝坡表面的水平距离时，坝体内的水会从阻力较小的坝坡表面溢出。因此尾矿库的运行过程中，采取有效的排渗措施，是防止浸润线上升的最佳手段。

堆积坝 715.0m、720.0m、725.0m 标高处设垂直于坝轴线方向的水平排渗管，数量分别为 4 根、2 根、4 根，排渗管为内径 325mm 的 PE 管，单根长 70m，里端 40m 采用钻孔外包土工布的方式，每间隔 30m 布置一根排渗管，铺设坡度为 2%。排渗管下铺设砾石过滤层，厚 500mm，宽 1500mm。

(2) 渗滤液收集池

在拦挡坝下游设置渗滤液收集池，采用 C30 钢筋混凝土结构，断面尺寸 5.0m×4.0m×2.0m。

2.4.5.6 尾矿排放方法

尾矿输送主管沿尾矿坝轴线敷设，矿浆支管垂直于主管铺设，横向间隔为 20m，支管向库内沿坝坡铺设。采用沿坝轴线（也可采用柔性软管移动式）轮流交替分散放矿作业。放满后再堆积下一级子坝，将坝前分为冲积段、准备段、干燥段。

2.4.5.7 辅助设施

(1) 上坝道路及通往排洪系统道路

尾矿库上坝道路位于库区西南侧，沿坝体马道修建，道路宽 7m，最大纵坡小于 6%，最小转弯半径 15m。道路铺设 0.3m 厚的碎石土或碎石，可以作为修整作业、运输人员、物资时进入库区的道路。在排洪系统侧山体处修建通往排洪系统道路，道路宽 6m，道路铺设 0.3m 厚的碎石土或碎石，可满足施工及应急抢险需求。

(2) 通讯

为值班人员配备有对讲机及移动电话，保持电话 24 小时畅通无阻。

(3) 照明

尾矿库上坝道路旁及坝顶设置简易灯杆，安装了 LED 照明灯，照明电压采用 220V。

(4) 值班室

该尾矿库库区东侧山坡设置了简易值班房，供值班人员休息。值班室处设有铁锹、编织袋、土工布等应急防汛物资。

(5) 警示标志

尾矿库应补充相应安全警示标志，在排水沟处设置“排洪设施、严禁堵塞”；在配电柜处设置“防止触电！”；在库区道路沿线醒目的地方设置“注意来车！”、“限速 20km/h”、“连续急弯”；在入库道路处设置“无关人员禁止入内！”；在坝顶边缘设置“注意防止坠落！”；在消力池及渗滤液收集池附近放置“危险、请勿靠近！”等安全警示牌。

在急弯、陡坡等路段及叉路口设置相应警示标志，路边临空边缘应设有警示标志、安全防护墩等安全防护设施。路面应经常清扫、维护和保养并应作好排水设施，不得占用有效路面。

2.5 尾矿库现状概况

2.5.1 尾矿库库址

建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库下游为一“L”形沟谷，尾矿库下游共有 20 户居民，常住人口共 14 人。

表 2.2 建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库下游住户情况

	地面高程 (m)	对应沟底标高 (m)	距坝脚距离 (m)	常住人口 (人)	备注
第 1 户	643.211	639.14	820	无	位于▽688m 自然山包的山脚，沟谷北侧的平台处。
第 2 户	642.604	638.37	820	无	
第 3 户	641.436	634.85	857	无	
第 4 户	641.389	633.35	877	无	位于▽688m 自然山包的山脚。沟谷北侧的平台
第 5 户	641.268	632.47	884	无	

第 6 户	642.872	631.90	894	2	处。
第 7 户	641.529	630.85	904	3	
第 8 户	641.914	629.16	921	无	
第 9 户	642.646	627.45	971	2	
第 10 户	642.152	626.79	1000	无	
第 11 户	632.194	628.69	920	无	位于沟谷的南 侧。
第 12 户	628.748	628.09	950	无	
第 13 户	632.907	630.20	875	2	
第 14 户	636.396	629.19	920	无	
第 15 户	643.606	627.45	980	2	
第 16 户	643.913	626.79	1050	2	
第 17 户	643.657	627.93	1000	2	位于沟谷的东侧 山腰。
第 18 户	647.138	638.30	880	无	
第 19 户	647.322	637.42	870	无	
第 20 户	646.448	643.50	668	无	

注：居民距坝脚距离为尾砂流经距离

根据《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库溃坝数值模拟研究报告》（南京水准科技有限公司、沈阳万益安全科技有限公司，2024 年 1 月）可知：根据计算结果显示，尾矿库在发生溃坝后，尾矿砂主要流动方向为沿着沟谷，由北向南流动，小部分尾矿砂由西南侧垭口向西流动。根据计算结果，三个工况沿沟谷往南的曲线流动长度为 659m、733m、768m，淤积深度分别为 4.4m、8.1m、11.1m，最大淤积深度均位于坝下约 200m 处，大部分尾砂沉积在坝下 300~500m 的平坦开阔地带。随溃体深度的增加，下游淤积深度明显增加，波及范围也略有增加，尾矿库下游存在一个高程为▽688m 的自然山包，对溃坝流体有明显的拦阻作用，全溃时流砂接近但未进入下游村落。沟谷东侧的第 20 户居民房屋地面与沟谷间高差为 3.0m，且不与溃坝尾砂在同一沟谷，中间有山体相隔，溃坝尾砂在此处的最大淤积深度为 1.0m，与该处居民尚有 2.0m 的高差，故该处居民不受溃坝影响。综

上所述，尾矿坝坝脚至溃坝尾砂流经路径一公里范围内无受影响的居民和设施，不属于“头顶库”。

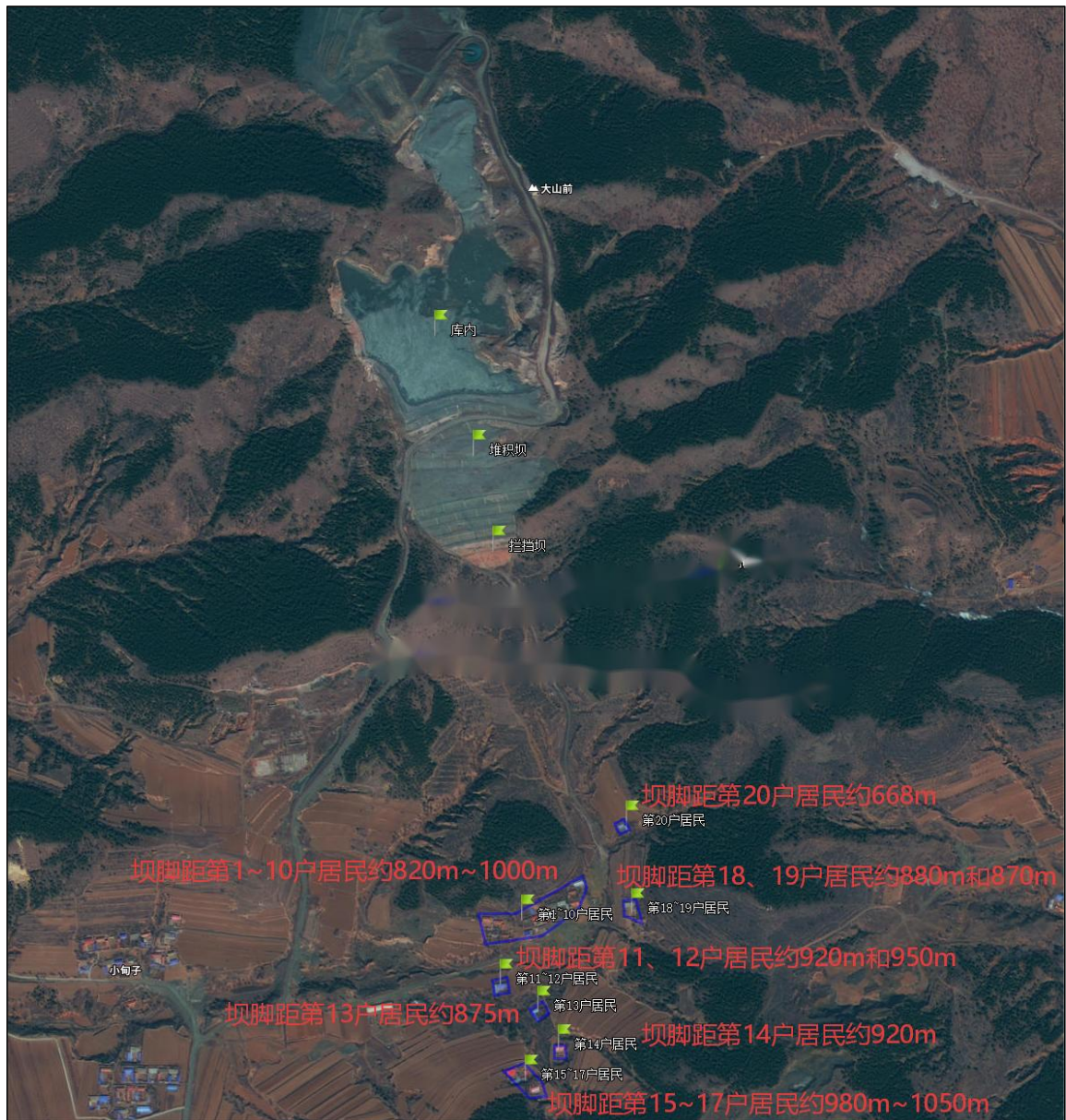


图 2-2 尾矿库周边环境示意图

2.5.2 库容、等别及建设标准

该尾矿库为山谷型，现状最大坝高处坝顶标高 756.4m，初期坝坝底标高 703.0m，现状最大坝高 53.4m，现状总库容为 $222.9 \times 10^4 \text{m}^3$ ，现状等别四等库，防洪标准按 200 年一遇洪水标准设防。

2.5.3 尾矿坝

2.5.3.1 初期坝及拦挡坝

该尾矿库初期坝为透水堆石坝，坝底标高 703.0m、坝顶标高 721.0m、坝高 18m，坝长 133.25m，坝内坡比 1:1.75，外坡比 1:2.0。

在初期坝下游建造碾压堆石坝作为拦挡坝，拦挡坝坝顶标高 705.0m，坝基处最低点标高 685.5m，最大坝高 $H=19.5\text{m}$ ，坝顶宽 $B=5\text{m}$ ，坝坝轴线长 $L=144.6\text{m}$ 。在坝外坡标高 695.0m 处设一条马道，马道宽 4m，下游坡坡比 1:2.0，上游坡坡比 1:1.75，上游坝坡自上而下依次为 400mm 厚的干砌块石护坡、200mm 厚碎石垫层、500g/m² 土工布、200mm 厚碎石垫层，下游坝坡设有 400m 厚的干砌块石护坡。库区底部自拦挡坝坡脚与原坝体间场地设过滤层，厚度 3.0m，材料为透水性较好的毛石体。

拦挡坝坝顶及外坡面马道内侧平行坝轴线方向设置了坝坡排水沟，排水沟为 M7.5 浆砌石砌筑，断面为矩形，断面尺寸为： $B\times H=0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ 。拦挡坝的坝顶坡向坝外坡，坡度 2%，便于坝顶排水。在拦挡坝坝和两岸山坡结合处的山坡上顺自然地形地势设置坝肩截水沟，排水沟为 M7.5 浆砌石结构，断面尺寸为底宽 $\times$ 深= $0.8\text{m}\times 1.0\text{m}$ 。



图 2-3 拦挡坝



图 2-4 拦挡坝马道排水沟



图 2-5 拦挡坝坝肩排水沟

2.5.3.2 堆积坝

尾矿堆积坝采用上游法尾砂筑坝，坝顶标高 755.5m~756.8m，坝底标高 705.0m，最大坝高处：坝顶标高 756.4m，标高 705.0m~715.0m 堆积坝子坝外坡比为 1:2.4，每 5m 为一个段高，每两个段高之间各建设了一级马道，马道分别宽 7.5m 和 8.0m；715.0m~724.5m 堆积坝子坝外坡比为 1:2.8，720.0m 标高建设一级 8.0m 马道，标高 724.5m~725.5m 建设了调整平台，平台宽 56~82m，平台坡向下游；标高 725.5m~729.0m 子坝外坡比 1:2.0，标高 729.0m~735.0m 子坝外坡比 1:10.0，顶宽 21~58m；标高 735.0m~743.0m 子坝外坡比 1:2.4，在标高 743.0m 设一级 13m 宽的马道；标高 743.0m~756.4m 子坝外坡比 1:2.0，在标高 752.0m 设一级 6.0m 宽的马道，尾矿坝综合坡比约 1:5.2。

在坝体外沿外坡脚修建有横向排水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 150mm，侧墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 550mm，矩形断面，断面尺寸 600mm×600mm。垂直于坝轴线方向修建有纵向排水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 150mm，侧墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 500mm，矩形断面，断面尺寸 800mm×200mm。坝体与两侧坝肩结合处设有坝肩截水沟，基础采用 C15 混凝土做垫层，厚度 200mm，侧墙为 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 600mm，矩形断面，断面尺寸 800mm×1000mm。

为防止雨水、渗流冲蚀以及粉尘飞扬，堆积坝外坡及调整平台做了植草护坡。



图 2-6 堆积坝外坡



图 2-7 堆积坝坝顶



图 2-8 堆积坝马道



图 2-9 调整平台



图 2-10 坝脚排水沟



图 2-11 坝面排水沟

2.5.4 防排洪系统

该尾矿库采用井-涵洞式排洪系统，排水竖井上部为框架式，采用 C30 水工钢筋混凝土结构，排水井进水标高 742.0m、井顶标高 760.0m、井高 18.0m，框架部分塔直径 3.0m，塔圆周等分布置 6 根立柱，立柱在径向和环向宽度均为 400mm，塔身每升高 3m 设一道圈梁，圈梁深度为 350mm，环向宽度为 250mm。拱板沿塔环向布置，厚度 150mm。井座部分内径 2.0m，排水井井座连接排水涵洞，断面尺寸：1.2m×1.8m，为城门洞型，直墙高 1.2m，圆弧顶高 0.6m，进水口标高 739.2m、出水口标高 376.72m，采用 C25 水工钢筋混凝土结构，总长约 248m，铺设平均坡度 $i=0.01$ 。排洪涵洞出口设置了消力池，浆砌石结构，断面尺寸 5.0m×3.0m×0.5m。



图 2-12 排水井



图 2-13 排水涵洞出口

沈阳兴禹水利建设工程质量检测有限公司于 2024 年 5 月出具《建平磷铁矿业有限公司尾矿库排水系统安全检测报告》，对尾矿库排水涵洞、排水井进行检测，检测结果如下：

2.5.4.1 尾矿库排水涵洞

(1) 涵洞混凝土外观质量

混凝土外观质量相对完好。

(2) 涵洞混凝土强度（回弹法）及碳化深度

排水涵洞混凝土设计强度为 C25，回弹法检测排水涵洞混凝土抗压强度 20 个测区，推定强度值为 26.3MPa 和 27.3MPa，均满足设计要求，详细数据见附件。

(3) 涵洞混凝土钢筋保护层厚度和钢筋间距检测

对尾矿库排水涵洞混凝土钢筋保护层厚度和钢筋间距进行检测，排水涵洞边墙混凝土钢筋保护层厚度设计要求大于 50mm，钢筋间距设计要求小于 150mm，测线范围内钢筋保护层厚度范围值为 67mm~91mm；测线范围内钢筋间距范围值为 106mm~142mm，均满足设计要求。

(4) 涵洞混凝土裂缝情况检测

经检查，衬砌混凝土未见明显裂缝。

(5) 涵洞混凝土剥蚀及露筋情况检测

经检查，混凝土外观质量相对完好，未见混凝土剥蚀及露筋情况。

(6) 涵洞混凝土渗漏情况检测

经检查，未发现涵洞混凝土存在渗漏情况。

(7) 涵洞混凝土伸缩缝连接情况检测

经检查，未发现涵洞伸缩缝存在漏水现象。

(8) 排洪塔拱板封堵情况检测

经检查，排洪塔拱板封堵状况良好，无吊包现象。

(9) 涵洞畅通情况检测

经检查，涵洞内无异物及杂物。



图 2-14 排水涵洞混凝土强度检测

2.5.4.2 排水井

(1) 排水井混凝土外观质量

排水井混凝土外观质量相对完好。

(2) 排水井混凝土强度（回弹法）及碳化深度

排水井混凝土设计强度为 C30，回弹法检测排水隧洞混凝土抗压强度 20 个测区，推定强度值为 30.6MPa 和 30.0MPa，拱板推定强度为 30.6MPa 和 30.9MPa，均满足设计要求。

(3) 排水井混凝土钢筋保护层厚度和钢筋间距检测

对尾矿库排水井混凝土钢筋保护层厚度和钢筋间距进行检测，排水井混凝土钢筋保护层厚度设计要求大于 50mm，钢筋间距设计要求小于 150mm，测线范围内钢筋保护层厚度范围值为 53mm~71mm；测线范围内钢筋间距范围值为 126mm~148mm，均满足设计要求。

(4) 排水井混凝土裂缝情况检测

经检查，混凝土未存在明显裂缝。

(5) 排水井混凝土剥蚀及露筋情况检测

经检查，混凝土外观相对完好，未见混凝土剥蚀及露筋情况。

(6) 排水井混凝土渗漏情况检测

经检查，发现混凝土未见明显渗漏。

(7) 排水井混凝土伸缩缝连接情况检测

经检查，未发现构筑物伸缩缝存在漏水现象。

(8) 排水井畅通情况检测

经检查，排水井内无异物及杂物。



图 2-15 排水井混凝土强度检测

2.5.5 安全监测设施

该尾矿库的监测监控系统，包括坝体位移（3 个剖面）、浸润线（3 个剖面）、库水位（1 个）、降雨量（1 个）及视频监测系统组成。该尾矿库的监测系统是由人工监测和在线监测相结合的，监测点相同布置，方便数据比对。该尾矿库人工监测设施于 2019 年建设完成，在线监测系统于 2024 年建设完成，根据监测记录对比分析，监测数据正常。

（1）人工监测

尾矿库已设置了人工监测设施，监测设施包括坝体位移观测、浸润线观测及水位标尺监测设施。

1) 坝体位移监测

该尾矿坝位移监测设置了 3 个位移监测纵断面，分别在 720.0m、725.0m、733.0m、752.0m 标高处分别设置观测点，其中 720.0m、725.0m、733.0m 标高各设置 2 个监测点，752.0m 标高设置 3 个监测点，观测点在坝上均匀布置。在各水平两岸的岩石布置了工作基点，无明显遮挡。

2) 坝体浸润线监测

该尾矿坝浸润线监测设置了 3 个浸润线监测纵断面，浸润线监测孔深度约 12.0m，孔径 75mm。在 710.0m、720.0m、730.0m、740.0m、750.0m 标高处分别布置观测点，采用测压管进行观测。

3) 干滩监测

该尾矿库滩面上设置了 3 个干滩长度监测点，最近一处距离滩顶 70m。

4) 水位标尺

该尾矿库在排水井井壁上标注了醒目的水位观测标尺。

（2）在线监测

该尾矿库已设置了在线监测设施，在线设施包括在线位移监测、在线浸润线监测、库水位监测、降水量监测及视频监控设施。

1) 表面位移监测

该尾矿坝位移监测设置了 3 个位移监测纵断面，分别在 720.0m、725.0m、733.0m、752.0m 标高处分别设置观测点，其中 720.0m、725.0m、733.0m 标高各设置 2 个监测点，752.0m 标高设置 3 个监测点，观测点在坝上均匀布置。

2) 浸润线监测

该尾矿坝浸润线监测设置了 3 个浸润线监测纵断面,720.0m、725.0m、735.0m、750.0m 标高分别设 3 个浸润线监测点,与人工监测孔共用孔位。

3) 库水位监测

该尾矿库库水位监测点 1 处,位于现状排水井井架处。

4) 在线降水量监测

雨量监测点 1 个,安装在尾矿坝顶,监测点位于开阔稳定区域。

5) 在线视频监控

企业已建立了一套全方位的视频图像系统,有若干视频探头,安装在排水出口附近、坝顶、上坝道路旁、初期坝附近,通过视频图像系统实时监控尾矿库运行。



图 2-16 位移及浸润线监测点



图 2-17 库水位检测标尺



图 2-18 干滩监测



图 2-19 雨量筒



图 2-20 排水井处摄像头



图 2-21 坝体处摄像头

2.5.6 尾矿输送和排放

尾矿库采用多管坝前均匀放矿，本评价周期内间断放矿，目前滩面均匀、平整，滩顶标高 754.2m~755.7m，剩余库容约 $46.03 \times 10^4 \text{m}^3$ 。排水井至坝前均为干滩，长度约 142.0m，安全超高 1.7m。平均坡度约 1.2%，排水井现状进水口标高约 752.5m。



图 2-22 库内干滩

2.5.7 排渗设施

堆积坝 715.0m、720.0m、725.0m 标高处设垂直于坝轴线方向的水平排渗管，数量分别为 4 根、2 根、4 根，排渗管为内径 325mm 的 PE 管，单根长 70m，里端 40m 采用钻孔外包土工布的方式，每间隔 30m 布置一根排渗管，铺设坡度为 2%。排渗管下铺设砾石过滤层，厚 500mm，宽 1500mm。

在拦挡坝下游设置渗滤液收集池，采用 C30 钢筋混凝土结构，断面尺寸 $5.0\text{m} \times 4.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 。



图 2-23 排渗管

2.5.8 辅助设施

(1) 上坝道路

尾矿库上坝道路位于库区西南侧，沿坝体马道修建，道路宽 7m，最大纵坡小于 6%，最小转弯半径 15m。道路铺设 0.3m 厚的碎石土或碎石，可以作为修整作业、运输人员、物资时进入库区的道路。

(3) 通讯

该尾矿库值班人员配备有对讲机及移动电话，尾矿库现场信号满足通讯畅通需求。

(3) 照明

该尾矿库上坝道路旁及坝顶设置了简易灯杆，安装了 LED 照明灯，照明电压采用 220V。

(4) 值班房

该尾矿库库区东侧山坡设置了简易值班房，供值班人员休息。值班室处设有铁锹、编织袋、土工布等应急防汛物资。



图 2-24 上坝道路



图 2-25 通往排洪系统道路

2.5.9 个人防护

尾矿库作业人员配备了救生衣、安全绳、水靴、手电筒、绝缘手套、帆布手套、安全帽、雨衣、防寒服等劳保用品。

2.5.10 安全标志

该尾矿库库区及上坝道路附近设置有安全警示标志。

2.5.11 安全管理

（1）证照及资质

建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库有建平县市场监督管理局核发的《营业执照》；有效期：2003 年 10 月 24 日至无固定期限；其尾矿库有辽宁省地方矿山安全监督管理局核发的《安全生产许可证》，（辽）FM 安许证[2024]N0058，有效期：2023 年 01 月 10 日至 2026 年 01 月 09 日。

（2）主要负责人、安全组织机构、安全管理人员

建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库配备了主要负责人，取得朝阳市应急管理局核发的安全生产知识和管理能力考核合格证，有效期：2025 年 03 月 26 日至 2028 年 03 月 25 日。

建平磷铁矿业有限公司对尾矿库专职安全管理人员进行任命，以文件（建磷发〔2026〕11 号）形式下发，尾矿库专职安全管理人员 2 人持有朝阳市应急管理局核发的安全生产管理人员证件，有 1 名注册安全工程师从事安全管理工作。安全管理人员持证情况如下：

表 2-3 尾矿库安全管理人员持证情况

序号	姓名	行业类别	人员类型	证书编号	证书有效期
1	张明学	金属非金属矿山 (露天矿山)	主要负责人	211322197607237271	2025.03.26~2028.03.25
2	毛汉林	金属非金属矿山 安全	注册安全工 程师	20231004655000001416	2024.09.30~2029.09.30
3	张文报	金属非金属矿山 (露天矿山)	安全生 产管理 人员	211322198910043298	2025.11.24~2028.11.23
4	徐焱新	金属非金属矿山 (露天矿山)	安全生 产管理 人员	211322197306110074	2024.12.05~2027.12.04

(3) 技术管理机构、技术管理人员及特种作业人员

建平磷铁矿业有限公司对尾矿库专职技术人员进行任命，尾矿库专职技术管理人员 1 人，人员及专业如下：

窦旭：华北科技学院、大学本科、矿物加工工程专业。

建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库配备了特种作业人员，其中低压电工 2 人、焊工 2 人、巡坝工 6 人，均持证上岗。特种作业人员持证情况如下：

表 2-4 尾矿库特种作业人员持证情况

序号	姓名	作业类别	操作项目	证书编号	证书有效期
1	郑文华	电工作业	低压电工作业	T211323196811041817	2020.08.03~2026.08.02
2	孙 鹏	电工作业	低压电工作业	T211322199706290018	2023.04.02~2029.04.01
3	谢海胜	焊接与热切割 作业	熔化焊接与热 切割作业	T21132219771212851X	2021.10.09~2027.10.08
4	刘志国	焊接与热切割 作业	熔化焊接与热 切割作业	T211322196904191017	2021.10.09~2027.10.08
5	白永国	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T211322196802112533	2023.10.24~2028.02.11
6	徐亚林	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T211322196810182515	2023.11.30~2028.10.18
7	张红玉	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T152224198904202522	2023.10.24~2029.10.23
8	董艳华	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T211322198204041025	2023.11.30~2029.11.29
9	李伟华	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T211322197612037047	2023.11.30~2029.11.29
10	孙玉田	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T21132219700724251X	2023.10.24~2029.10.23

（4）安全生产责任制、安全管理制度及安全操作规程

企业制定了全员安全生产责任制，制定了各项安全生产规章制度及岗位安全操作规程，并汇总成册，相关责任制、制度及操作规程较为齐全。安全责任制主要包括主要负责人安全生产责任制、安全生产管理人员安全生产责任制、各级人员安全生产责任制等责任制。安全管理制度主要包括安全生产方针管理办法、安全生产管理办法、安全风险分级管控办法、重大隐患治理办法、安全教育培训办法、特种作业人员管理办法、尾矿库安全检查办法、及安全生产紧急情况停产撤人管理办法等制度。安全操作规程包含水泵工工安全操作规程、尾矿工安全操作规程、电工安全操作规程、气焊工安全操作规程等安全操作规程。

（5）生产安全事故应急预案

企业编制了《安全生产事故应急预案》及相关备案材料，配备有齐全的应急物资，应急预案已于 2025 年 11 月 20 日备案，制定了应急演练方案，2026 年 5 月 13 日进行了尾矿库漫顶事故应急演练，制定有 2026 年下半年尾矿库应急演练计划；建平磷铁矿业有限公司成立兼职矿山救援队（建磷发〔2024〕13 号），设置两个分队；与建平深井矿业有限责任公司签订矿山救援协议书，签订时间：2026 年 1 月 1 日，有效期为一年。

（6）安全投入及保险

企业根据《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）制定了 2026 年安措费提取和使用计划，并按计划进行落实，为员工缴纳了工伤险及安全生产责任险。

（7）双重预防机制建设

建平磷铁矿业有限公司完成了尾矿库安全风险分级管控及隐患排查治理双重预防机制的建设，形成了尾矿库作业风险防控清单及隐患排查治理清单，按照风险等级确定责任单位及责任人，落实防控措施，定期进行隐患排查。

（8）尾矿库调洪演算、安全性复核报告

2026 年 5 月由沈阳承铭工程技术有限公司出具《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库 2026 年调洪演算报告》，结论：通过调洪演算结果可知，尾矿库现状在遭遇 200 年一遇洪水时，在上述条件下尾矿库最小安全超高和最小干滩长度均可满足规范要求，尾矿库防洪能力满足安全度汛要求。

2023 年 7 月由中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司出具《建平磷铁矿业

有限公司选厂尾矿库安全性复核报告》，复核结论：

1) 在现状条件下（坝顶标高 756.3m），该尾矿库在正常运行、洪水运行和特殊运行时处于稳定状态。

2) 通过计算在洪水位情况下得到的坝体浸润线埋深满足规范要求。

（9）其他

按规定为从业人员配备了符合国家标准或行业标准的劳动保护用品，并能督促员工上岗使用，有劳动用品发放记录。

能按期召开安全会议，定期进行安全检查，对存在的隐患进行整改，能够进行安全教育培训，定期对职工进行考核，定期对尾矿库进行巡回检查，并有相关记录。

2.5.12 近三年生产基本情况

根据现场踏勘及查阅尾矿库的相关资料可知，该尾矿库在近三年间断生产，其中 2024 年入库尾矿 15 万 t、2025 年入库尾矿 11.5 万 t；在此期间进行了 755.5m~756.8m 标高间子坝的加高，加高子坝坝体结构尺寸满足设计要求；尾矿坝在运行期间未发生过异常情况；排洪构筑物定期进行质量检测，结构完好，断面尺寸满足设计要求；安全监测系统运行正常；编制有尾矿库作业计划，严格按照作业计划生产运行，未超设计规模排放尾矿；定期对入库尾矿的指标进行检测，与设计指标偏差符合规范要求；各种安全记录保持良好。安全培训资源配备充分，培训内容完善；现场生产条件良好。安全经费计划合理，并能得到落实。现场安设安全警示标志和指示标志；为每位员工配发有劳动防护用品，并登记在册。每年组织员工进行健康体检，各项健康档案齐全。为员工缴纳工伤保险费及安全生产责任险。

2.5.13 隐蔽治灾因素普查情况

建平磷铁矿业有限公司已委托中筠国际设计集团有限公司于 2026 年 4 月出具《建平磷铁矿业有限公司尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》并经过专家评审通过，普查成果如下：

2.5.13.1 断层破碎带、溶洞（土洞）、采空区普查成果

本次工作高密度电法共完成 12 条高密度电阻率法剖面。通过以上方法的勘察工作和矿区提供资料综合研究分析，得出如下结论：

(1) 测区内地层大体相同，从电阻率数值来看，剖面曲线变化较平缓，电阻率大致呈层状变化，表层电阻率数值相对较低，推测为第四系覆盖引起，第四系厚度分布并不均匀，整体区间值约在由地表至 2.1-46.8 米区间。

(2) 第四系覆盖层下部电阻率数值相对较高，与第四系有明显分界，推测为岩石的强风化、中风化、微风化依次逐层分布引起。强风化、中风化层厚较薄，岩石主要以变质岩或火成岩基岩结构为主。

(3) 在物探剖面线控制范围内，岩石整体结构相对较完整，色块有相对差异地段的电阻率数值与周围围岩电阻率数值相差较小，推测由不同岩性的岩体或裂隙较发育赋水引起，测区剖面控制范围内未发现明显的地下采空区异常特征。

(4) 断层破碎带普查成果

本次采用物探结合钻孔验证方式，对物探圈定的低阻异常区引用钻探资料进行验证，通过钻孔岩芯资料确认是否存在断层、渗漏通道及堆积坝软弱夹层等，从而查明疑似断层区域是否存在。依据 2023 年 07 月，辽宁辽西工程勘察院有限责任公司编制的《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库现状稳定性分析勘察报告》中布置的 ZK11、ZK14 进行验证，上述钻孔均穿过物探圈定的低阻异常区与高阻异常区对应地层段，经岩芯资料核查，钻孔内岩芯完整性良好，地层岩性连续均匀，未见岩体破碎、裂隙发育及富水软化等引发电性异常的不良地质现象，也未见揭露断层破碎带、软弱夹层等地质构造缺陷。钻探地质成果与物探电性特征相互对照印证，最终可以确定本次高密度电阻率法探测所圈定的高低阻异常无不良地质现象发育。这进一步证明了测区内地质构造的均匀性和稳定性。剖面未发现有明显的断裂构造或其他不良地质现象。测区内基岩的完整性较好，整体地质结构相对稳定。在物探剖面控制范围内未发现明显的断裂构造或其他不良地质现象。探测区域内的地质体岩性单一、均匀，没有明显的构造破碎带、含水层、渗漏通道等电性异常体，是稳定、均质的地质环境。

(5) 溶洞普查：

依据相关资料可知，库区天然地层为安山岩，花岗岩的主要成分斜长石、角闪石、辉石，少量黑云母，这些矿物化学性质稳定，难以被地下水溶解，而岩溶溶洞的形成依赖岩石长期被地下水溶蚀、侵蚀，安山岩缺乏易溶成分，因此不会形成溶洞。依据本次现场调查结合以往工作资料分析，可以确定普查区内不存在溶洞。

(6) 采空区普查：

通过与企业负责人交流，同时采访老工人，在尾矿库区及外围无采空区，工程地质调绘在地表也未发现塌陷区、塌陷坑等地质灾害佐证。经调查，尾矿库周边 200m 范围内没有矿山开采，故依据本次现场调查结果，可以确定普查区内不存在采空区。

综上，通过资料分析、现场调查走访、物探勘察工作、以往钻探探查：在普查区域范围内，未发现能引发尾矿库溃坝、漫顶、漏砂等灾害的断层破碎带、溶洞（土洞）、采空区。

2.5.13.2 不稳定岸坡、泥石流

通过资料收集和野外调查：该尾矿库属于山谷型，库区所在位置为低山丘陵区环状沟谷，北西东三侧环山，地形自北向南西方向倾斜，沟底高程为 681.8m，沟谷上缘山顶高程为 825.7m，高差 143.9m，沟谷上缘地形切割呈鸡爪状，沟谷内无小溪。现今由于尾矿库的建设，坡地地形地貌已经改观。尾矿砂已经堆填满了整个沟谷，目前尾矿坝顶标 +755.50m。尾矿库内及外围 200 米内不存在不稳定的岸坡和泥石流物源。

2023 年 07 月，辽宁辽西工程勘察院有限责任公司编制的《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库现状稳定性分析勘察报告》指出：根据区域地质资料，尾矿库及其附近地段无影响工程安全的活动性构造通过，钻孔揭露范围内也未发现不良地质构造，区域稳定对工程影响不大。尾矿库区内无泥石流、断裂、崩塌、震陷等不良地质作用和地质灾害。

通过现场调查、资料分析、工程地质测绘可知：普查区内未发现潜在的不稳定岸坡和泥石流，周边山体未见滑坡、崩塌、泥石流等迹象，不具备诱发形成泥石流灾害的松散堆积物等固体物质条件。

2.5.13.3 地表水体

尾矿库位于丘陵坡地山谷之中，尾砂已经充填了整个沟谷，沟谷内无地表水体，本区内最大地表水体位于矿区西侧的深井河，距离尾矿库近 2 公里，对尾矿库无任何影响；尾矿库区上缘形成了环状分水岭，汇水面积 $F=0.257\text{km}^2$ ；由于汇水面积相对较小，降雨会产生短暂性水流，加之尾矿库排洪设施完善，对矿区尾矿库运营影响小。

综上，通过资料分析、现场调查走访：本次未普查到地表水体隐蔽致灾因素。

2.5.13.4 特殊性岩土

依据 2023 年 07 月，辽宁辽西工程勘察院有限责任公司编制的《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库现状稳定性分析勘察报告》中的相关结论与本次隐蔽致灾因素普查阶段地面调查和工程地质测绘可知：普查范围内的坝体坝基及周边未见湿陷性土、红黏土、膨胀性土、软土、冻土及坝内冰夹层等其它特殊性岩土。

2.5.13.5 尾矿库堆积坝软弱层

依据本次物探工作可知：本次物探勘察，在尾矿坝坝体设置 3 条物探剖面，即 9、10、12 高密度电法剖面线，依据 4.1.4 章节中对 3 条高密度电法剖面线的物探解译可知，现状坝体不存在电阻异常区。本次采用物探结合钻孔验证方式，对物探圈定的低阻异常区引用钻探资料进行验证，通过钻孔岩芯资料确认是否存在断层、渗漏通道及堆积坝软弱夹层等，从而查明疑似断层区域是否存在。依据 2023 年 07 月，辽宁辽西工程勘察院有限责任公司编制的《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库现状稳定性分析勘察报告》中布置的 ZK11、ZK14 进行验证，上述钻孔均穿过物探圈定的低阻异常区与高阻异常区对应地层段，经岩芯资料核查，钻孔内岩芯完整性良好，地层岩性连续均匀，未见岩体破碎、裂隙发育及富水软化等引发电性异常的不良地质现象，也未见揭露断层破碎带、软弱夹层等地质构造缺陷。

根据本次现场工作结合物探勘察工作、钻探资料分析，结合现场调查结果：尾矿库堆积坝及坝基内不存在软弱夹层。根据稳定性分析计算结果可知，现状尾矿库在正常工况、洪水工况、特殊工况运行的情况下，采用瑞典圆弧法和毕肖普法计算结果显示，其最小稳定性系数均大于规范要求的最小安全系数。因此，依据计算结果、物探勘察和资料收集与分析，现状尾矿库是安全和稳定的，尾矿库堆积坝及坝基不存在软弱夹层。

2.5.13.6 尾矿库排洪构筑物

综上所述，依据收集到的资料、地面调查和走访，对普查区排洪构筑物进行现场踏勘，现状排水井、排水涵洞、坝体排水沟外观质量良好，未见变形、裂缝、断裂、破损等现象，砂浆抗压强度均满足设计标准和相关规范要求。通过现场调查、资料分析、排洪系统检测与结构验算可知：本次未普查到排洪构筑物缺陷。

3. 评价单元划分与评价方法选择

3.1 评价单元划分

安全评价是以实现系统安全为目的，应用安全系统工程原理和方法，对系统中存在的危险、有害因素进行辨识和分析，判断系统发生事故和职业危害的可能性及其危害程度，从而为制定防范措施和管理决策提供科学依据。根据该尾矿库的特点，本次安全现状评价单元划分如下：

- (1) 周边环境单元
- (2) 尾矿坝单元
- (3) 排洪系统单元
- (4) 安全监测设施单元
- (5) 排渗设施单元
- (6) 辅助设施单元
- (7) 个人安全防护单元
- (8) 安全标志单元
- (9) 企业安全管理单元
- (10) 重大事故隐患判定单元
- (11) 申请安全生产许可证条件判定单元

3.2 评价方法选择

建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库存在的危险、有害因素既具有尾矿库的共性，也有其固有的特殊性和重点。针对实际情况和危险、有害因素性质，本次安全评价选用安全检查表法和定量分析法。

(1) 安全检查表法

安全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。

安全检查表法有如下优点：

①安全检查表示是根据法律、法规、安全技术规程和标准制定的，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，既能准确地查出隐患，又能得出确切的结论，从而保证了有关法规的全面落实。

③安全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。

（2）定量分析法

按照国家和行业技术规范标准的相关规定，利用经验公式或理论计算公式，根据设施的相关技术参数进行校验计算，得出项目安全设施是否满足安全生产的要求，进一步提出安全对策措施。

3.3 各评价单元采用的评价方法

本《安全现状评价报告》根据该尾矿库特点、尾矿库生产系统划分为 11 个评价单元，采用了多种评价方法，具体情况如下表所示。

表 3-1 各评价单元采用的评价方法一览表

序号	评价单元	评价方法	
		安全检查表法	定量分析法
1	周边环境单元	√	
2	尾矿坝单元	√	√
3	排洪系统单元	√	√
4	安全监测设施单元	√	
5	排渗设施单元	√	
6	辅助设施单元	√	
7	个人安全防护单元	√	

8	安全标志单元	√	
9	企业安全管理单元	√	
10	重大事故隐患判定单元	√	
11	申请安全生产许可证条件单元	√	

4. 定性定量评价

4.1 周边环境单元

4.1.1 周边环境检查

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对该尾矿库周边环境单元进行符合性评价，详见表 4-1。

表 4-1 库址与周边环境安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
1	不得设在风景名胜区、自然保护区、引用水源保护区。	《尾矿设施设计规范》第 3.1.1 条	该项目库址周边无风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区。	符合
2	不得设在国家法律禁止的矿产开采区域。	《尾矿设施设计规范》第 3.1.1 条	库区范围内无有工业价值的油气及固体矿产资源，不属于国家法律禁止的矿产开采区域。	符合
3	不宜位于大型工矿企业、大型水源地、重要铁路和公路、水产基地和大型居民区上游。	《尾矿设施设计规范》第 3.1.2 条	库址下游无大型工矿企业、大型水源地、重要铁路和公路、水产基地和大型居民区。	符合
4	不宜位于居民集中区主导风向的上风侧。	《尾矿设施设计规范》第 3.1.2 条	不位于居民集中区主导风向的上风侧。	符合
5	不宜位于有开采价值的矿床上面。	《尾矿设施设计规范》第 3.1.2 条	库区范围内无有工业价值的油气及固体矿产资源。	符合
6	尾矿坝上和尾矿库区不得建设与尾矿库运行无关的建、构筑物。	《尾矿库安全规程》第 6.8.1 条	尾矿坝上和尾矿库区无与尾矿库运行无关的建、构筑物。	符合
7	尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域不得进行乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	《尾矿库安全规程》第 6.8.2 条	尾矿坝上和对尾矿库产生安全影响的区域无乱采、滥挖和非法爆破等违规作业。	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
8	尾矿库库区安全检查主要内容应包括周边山体稳定性，违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。	《尾矿库安全规程》第 9.5.1 条	尾矿库周边山体稳定，无违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。	符合
9	周边山体不得存在山体滑坡、塌方和泥石流等情况。	《尾矿库安全规程》第 9.5.2 条	尾矿库周边没有出现山体滑坡、塌方和泥石流等情况。	符合
10	库区范围内不得进行危及尾矿库安全的行为，主要包括违章爆破、采石和建筑，尾矿回采、取水，外来尾矿、废水和废弃物排入，放牧和开垦等。	《尾矿库安全规程》第 9.5.3 条	库区范围内无违章爆破、采石和建筑，尾矿回采、取水，外来尾矿、废水和废弃物排入，放牧和开垦等危及尾矿库安全的行为。	符合

采用安全检查表对尾矿库周边环境进行了 10 项检查，均符合要求。检查结果表明：尾矿库库区内未发现发生大面积滑坡、塌方及泥石流迹象，库区边坡整体稳定性较好；库区范围内无违章爆破、采石、放牧、取土等危及尾矿库安全的行为，尾矿库周边环境符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，具备安全生产条件。

4.1.2 周边环境主要危险、有害因素辨识与分析

由工程勘察报告可知，本项目不存在崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面塌陷、地面沉降等地质灾害，周边环境主要危险、有害因素有地震、严寒冰冻、暴风、暴雨、雷击。

（1）地震

地震是危害较大的自然现象，地震将对建构筑物有极大的破坏，可造成坝体变形、坍塌、滑坡、裂缝，排洪构筑物坍塌、损毁，导致尾矿库整体安全性降低，有可能诱发溃坝事故。该尾矿库所在地区地震设防烈度为 7 度，尾矿库抗震等级满足要求，但仍需做好防震抗震工作。

（2）严寒冰冻

尾矿库作业人员在寒冷的环境中作业，如果劳动防护不好，容易冻伤手脚，轻则红肿疼痛，重则可能造成终身残疾。

低温可导致堆积坝冻结，形成冻土。堆积坝冻土分为表层冻土和深层冻土，表层冻土指的是在当地最大冻土深度以上的冻土，深层冻土是指在浸润线以下（一般浸润线深度大于当地最大冻土深度）的冻土。冻土会造成冻结时冻胀、融化时土体融陷，进而给尾矿库安全带来一系列问题。

企业为作业人员配发了劳动防护用品，不会造成冻伤。

（3）暴风

尾矿库粉尘主要产生于干滩表面和坝体坡面。当缺乏有效的湿润措施时，因尾矿粒度细，当缺乏有效的湿润措施，表面干化遇大风易形成扬尘；坝体坡面如缺少防护，则坡面尾矿遇大风也易形成扬尘；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。

（4）暴雨

暴雨可以形成洪水，洪水自然危害是影响尾矿库安全的主要因素之一，特别是发生超过设计防洪标准的暴雨，会导致尾矿库内水位猛涨，洪水不能及时排出造成洪水漫坝、溃坝事故；降雨会提高坝体的浸润线，导致坝体浸润线升高超过设计限值，甚至使坝面含水饱和，降低坝体抗滑稳定性，导致坝体浸润线升高超过设计限值，甚至使坝面含水饱和，降低坝体抗滑稳定性，引发坝坡滑塌事故；暴雨能引起坝面冲刷拉沟，破坏坝体的整体性和稳定性

（5）滑坡

库区周边山体滑坡可能冲击排洪构筑物，造成排洪构筑物损坏；淤积排洪设施入口，影响排洪系统的泄流能力；侵占调洪库容，导致防洪能力不足。根据现场检查及勘察报告可知，库区未发现滑坡地质灾害，发生滑坡的可能性较小。

（6）雷击

电气设备存在遭受雷击的危险，雷击可造成人员伤亡，设备设施及建筑物的损坏。

4.2 尾矿坝单元

4.2.1 初期坝检查

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对该尾矿库尾矿坝单元进行符合性评价，详见表 4-2。

表 4-2 尾矿库初期坝安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
1	尾矿坝应满足静力、动力稳定要求，坝坡抗滑稳定的安全系数不应小于《尾矿库安全规程》表 7 规定的数值，位于地震区的尾矿库，尾矿坝应采取可靠的抗震措施。	《尾矿库安全规程》第 5.3.16 条	通过查阅资料，企业委托中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司编制了安全性复核报告，报告中对坝体进行了静力、动力稳定计算，坝体稳定性满足规范要求。	符合
2	坝外坡面维护工作应按设计要求进行，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》第 6.3.11 条	尾矿坝下游坡面无积水坑，坝体无冲沟、裂缝、塌坑等现象，坝外坡采用 400mm 厚干砌块石砌筑。	符合
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，妥善处理。	《尾矿库安全规程》第 9.3.3 条	根据企业提供的尾矿库位移监测记录，初期坝监测点月最大变化量（X:8mm、Y:9mm、Z:-6mm）均小于蓝色预警值，初期坝的位移量变化均衡，无突变现象，位移量逐渐减小，已趋于稳定，变化趋势符合一般规律。	符合
4	坝体有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时，应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因，判定危害程度，妥善处理。	《尾矿库安全规程》第 9.3.4 条	经现场踏勘，坝体未发现纵、横向裂缝。	符合
5	坝体是否出现滑坡。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》第 9.3.4 条	经现场踏勘及查阅勘察报告，坝体未出现滑坡现象，未发现有滑坡迹象。	符合
6	坝体外坡及下游是否有渗漏出	《尾矿库安全规	该尾矿库初期坝为透水坝，	符合

	逸点。	程》第 9.3.5 条	经现场踏勘，初期坝坝下未见渗水。	
7	坝肩截水沟和坝坡排水沟断面尺寸是否与设计相符，是否存在衬砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内是否淤堵，沿线山体是否稳定。	《尾矿库安全规程》第 9.3.6 条	坝肩排水沟断面尺寸与设计相符，未发现衬砌变形、破损、断裂和磨蚀现象，沟内无杂物，沿线山体稳定。	符合
8	初期坝为透水堆石坝，坝底标高 703.0m、坝顶标高 721.0m、坝高 18m，坝长 133.25m，坝内坡比 1:1.75，外坡比 1:2.0；拦挡坝坝顶标高 705.0m，坝基处最低点标高 685.5m，最大坝高 19.5m，坝顶宽 5m，在坝外坡标高 695.0m 处设一条马道，马道宽 4m，下游坡坡比 1:2.0，上游坡坡比 1:1.75。	《安全设施重大变更设计》	坝体型式、结构尺寸介绍详见 2.5.3 章节，与设计相符。	符合

采用安全检查表对初期坝进行了 8 项检查，均符合要求。检查结果表明：初期坝坝体结构完好，轮廓尺寸符合设计要求，无渗漏、管涌、沼泽化、裂缝和滑坡现象，坡面护坡良好，坝体抗滑稳定性满足要求。初期坝符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，运行情况符合设计要求，具备安全生产条件。

4.2.2 堆积坝检查

表 4-3 尾矿库堆积坝安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
1	尾矿坝应满足静力、动力稳定要求，坝坡抗滑稳定的安全系数不应小于《尾矿库安全规程》表 7 规定的数值，位于地震区的尾矿库，尾矿坝应采取可靠的抗震措施。	《尾矿库安全规程》第 5.3.16 条	通过查阅资料，企业委托中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司编制了安全性复核报告，报告中对坝体进行了稳定计算，坝体稳定性满足规范要求。	符合

2	坝体抗滑稳定最小安全系数是否满足规程要求。	《尾矿库安全规程》第 6.1.9 条	经计算,坝体边坡抗滑稳定性最小安全系数满足规程要求,详见 4.2.4 节。	符合
3	子坝及后期坝体堆筑前应进行岸坡处理,将树木、树根、草皮、坟墓及其他构筑物全部清除,清除杂物不得就地堆积,应运到库外。若遇到泉眼、水井、地道、溶洞或洞穴等,应按设计要求处理。	《尾矿库安全规程》第 6.3.2 条	子坝堆筑前均对岸坡进行了处理。	符合
4	湿式尾矿库尾矿排放应满足下列要求: 1.应按设计要求排放尾矿,滩顶高程应满足生产、防汛、冬季放矿和回水要求; 2.矿浆排放不得冲刷初期坝或子坝,不得发生矿浆沿子坝上游坡脚流动冲刷坝体; 3.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》第 6.3.3 条	根据现场踏勘、查阅调洪演算报告可知: 1.现场设计要求在坝前均匀分散放矿,滩顶高程能够满足防洪、回水等要求; 2.未见矿浆冲刷子坝及矿浆沿子坝上游坡脚流动冲刷坝体的现象; 3.排放口的间距、位置、开放的数量满足要求。	符合
5	采用尾矿堆坝的湿式尾矿库尾矿排放还应满足下列要求: 1.应在坝前均匀、分散排放,维持滩面均匀上升,滩面不得出现侧坡、扇形坡或细颗粒尾矿大量集中沉积于某端、某侧; 2.坝顶及沉积滩面应均匀平整,沉积滩长及滩顶最低高程应满足防洪设计要求; 3.尾矿滩面上不得有积水坑。	《尾矿库安全规程》第 6.3.4 条	根据现场踏勘、查阅现状图及调洪演算可知: 1.现场在坝前均匀、分散放矿,滩面平整,无偏滩及扇形滩面; 2.坝顶及沉积滩面均匀平整,沉积滩长及滩顶高程能够满足防洪要求; 3.尾矿滩面上无积水坑。	符合
6	湿式尾矿库的子坝及后期坝体堆筑应满足下列要求: 1.尾矿坝堆积坡比应满足设计	《尾矿库安全规程》第 6.3.5 条	根据现场踏勘、查阅现状图纸可知: 1.尾矿堆积坝平均堆积坡	符合

	要求； 2.每期子坝的轴线位置、坝体长度、坝体高度、坝顶宽度、内外坡比等剖面尺寸应满足设计要求。		比满足设计要求； 2.每期子坝的轴线位置、坝体长度、坝体高度、坝顶宽度、内外坡比等剖面尺寸详见 2.5.3 章节，均满足设计要求。	
7	坝外坡面维护工作应按设计要求进行，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》第 6.3.11 条	尾矿坝下游坡面无积水坑，坝体无冲沟、裂缝、塌坑等现象，坝外坡按设计要求采用覆土护坡。	符合
8	坝的位移量变化应均衡，无突变现象，且应逐年减小。当位移量变化出现突变或有增大趋势时，应查明原因，妥善处理。	《尾矿库安全规程》第 9.3.3 条	根据企业提供的尾矿库位移监测记录，坝体位移量较小，趋于稳定。	符合
9	坝体有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时，应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因，判定危害程度，妥善处理。	《尾矿库安全规程》第 9.3.4 条	经现场踏勘，坝体未发现纵、横向裂缝。	符合
10	坝体是否出现滑坡。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》第 9.3.4 条	经现场踏勘，坝体未出现滑坡现象，未发现有滑坡迹象。	符合
11	坝体外坡及下游是否有渗漏出逸点。	《尾矿库安全规程》第 9.3.5 条	经现场踏勘，坝体外坡未发现有渗漏出逸点。	符合
12	坝肩截水沟和坝坡排水沟断面尺寸是否与设计相符，是否存在衬砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内是否淤堵，沿线山体是否稳定。	《尾矿库安全规程》第 9.3.6 条	坝肩及坝坡排水沟断面尺寸与设计相符，未发现衬砌变形、破损、断裂和磨蚀现象，沿线山体稳定。	符合
13	尾矿堆积坝采用上游法尾砂筑坝，尾矿堆积坝采用上游法尾砂筑坝，坝顶标高 760.0m，坝	《安全设施设计重大变更设计》	通过查阅现状实测图纸，堆积坝坝体型式、结构尺寸介绍详见 2.5.3 章节。	符合

	底标高 705.0m，尾矿坝综合坡比约 1:5.2。			
--	----------------------------	--	--	--

采用安全检查表对堆积坝进行了 13 项检查，均符合要求。检查结果表明：堆积坝坝体结构完好，轮廓尺寸符合设计要求，无渗漏、管涌、沼泽化、裂缝和滑坡现象，坡面护坡良好，坝体抗滑稳定性满足要求。堆积坝符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，运行情况符合设计要求，具备安全生产条件。

4.2.3 尾矿坝主要危险、有害因素辨识与分析

通过分析和辨识，尾矿坝单元存在的危险、有害因素为溃坝、坝坡失稳、结构破坏、高处坠落等。

4.2.3.1 溃坝

造成尾矿库溃坝的因素有：

（1）坝体边坡过陡

过陡的坝体边坡往往增加尾矿坝边坡范围内的最危险滑动面上的滑动土体的下滑力，减小阻滑力，使得尾矿坝体的安全系数减小。

（2）坝体浸润线过高

过高的浸润线不仅导致滑动土体下滑力的增加，阻滑力的减小，同时还可导致坝体渗流破坏，严重的会造成尾矿溃坝。

（3）防洪能力不足

防洪能力不足将使库水位急剧升高，库区调洪能力有限加之泄洪能力不足，会直接造成洪水漫坝，使坝体决口。由于库水位增高也将使坝体浸润线升高，从坝坡溢出，引发坝体渗流形成管涌、流土，使坝体塌滑破坏。

（4）不良的尾矿性质及不规范的放矿方法

①尾矿性质：尾矿颗粒粒度、矿物组成对尾矿坝抗剪强度有直接的影响，一般来说粗颗粒原生矿物的内摩擦角 φ 的数值比较高，强度高；细颗粒氧化黏土矿物内摩擦角 φ 的数值低，强度低。

②放矿方法：采用不同的放矿方法，尾矿堆积坝附近的沉积滩的尾矿粒度的组成和坡度是不同的，堆积坝的基础强度和坝壳的强度以及尾矿库的调洪高度等都会受到一定的影响。

（5）不合理的坝体的几何参数及坝体结构

坝体的几何参数及坝体结构对尾矿坝的安全的影响主要体现在边坡和坝体的防、排渗处理上。对于尾矿坝来说，合理的边坡、良好的坝体防渗措施是坝体稳定性的基本保证。

（6）尾矿库排洪设施的破坏

尾矿库排洪设施的破坏导致尾矿外泄的事故在尾矿工程事故中也是比较常见的事故类型之一。其原因主要是排水设施强度低，不能满足承载要求。多是设计或施工中人为造成的。

（7）不良工程地质

不良的工程地质或工程地质不清，地基处理不到位，可能造成坝体不均匀沉陷，从而造成溃坝事故的发生，造成排水构筑物坍塌。

（8）施工质量不佳

没有按照设计规范施工，或施工质量达不到规范与设计要求，如坝体施工中清基不彻底，坝体密实度不均，筑坝材料不符合要求，反滤层铺设不当，坝体边坡比陡于设计值等。

（9）安全管理不善

尾矿库的日常管理工作主要包括尾矿排放、排水设施检查维护、监测设施观测及管理，不当的管理维护工作皆可对尾矿库安全性带来不利影响。尾矿排放不当，库区无法形成设计所需的防洪库容，将导致洪水漫顶，严重时造成溃坝。排水设施维护不当发生淤堵、坍塌等事故，轻者导致漏砂、严重时造其成泄流能力不足而发生溃坝事故。尾矿库监测设施未按规定进行观测，坝体等存在事故隐患未能及时修复。

4.2.3.2 坝坡失稳

坝坡失稳造成滑坡，是尾矿坝的危险因素之一，较大规模的滑坡，往往是垮坝事故的前兆，即使是较小的滑坡也不能掉以轻心。有些滑坡时突然发生的，有的先由裂缝开始，如不及时处理，逐步扩大和蔓延，则可能造成垮坝重大事故。

造成滑坡的主要因素有：

- （1）为片面追求库容，尾矿坝边坡陡于设计值，坝体抗滑安全系数不足；
- （2）勘察时未查明坝基有淤泥层或其他高压缩性软土层，设计时未采取适当措施；

- (3) 坝面维护不善, 雨水冲刷拉沟, 严重时会造成局部坝段滑坡;
- (4) 为增加蓄水量, 提高库内水位, 造成尾矿坝安全超高不足, 降低坝体稳定性;
- (5) 尾矿库堆积到一定高度后不进行堆积坝地质勘察和稳定性分析;
- (6) 尾矿坝坝顶安全超高、沉积干滩长度不满足规范要求;
- (7) 每期子坝堆筑完毕不进行质量检查;
- (8) 每期子坝筑坝前, 岸坡上的草皮、树根等危及坝体安全的杂物不清除或清除不彻底。

4.2.3.3 结构破坏

造成尾矿坝结构破坏的因素有:

- (1) 筑坝未按设计要求施工, 施工质量没达到设计要求;
- (2) 坝体出现横向或纵向裂缝;
- (3) 地震、山体垮塌等自然灾害。

4.2.3.4 高处坠落

由于尾矿库设施和环境条件的特殊性, 在尾矿库运行时, 其作业人员和巡查人员在坝顶及其坝坡面上从事尾矿库安全巡查, 检查人员在坝顶、山坡等处进行巡查和检测工作时, 由于防护设施缺失和缺陷, 或由于人员不小心, 易于发生高处坠落(滑落)事故发生的可能性, 造成人员伤亡。

该项目现状坝体结构完整, 轮廓尺寸满足设计要求, 未发现坝坡渗水、滑坡等不良现象。坡面护坡质量完好。干滩长度及安全超高满足设计要求。尾矿坝浸润线埋深较深。排洪系统运行正常, 库内有足够的防洪库容, 现状发生溃坝、坝坡失稳、结构破坏的可能性不大。

4.2.4 坝体稳定性分析

4.2.4.1 计算条件

(1) 尾矿坝级别

尾矿坝作为主要构筑物, 根据尾矿坝坝高及对应库容分别确定其重要性级别, 尾矿库现状等别为四等库。

(2) 安全指标选取

根据《尾矿库安全规程》(GB 39496-2020), 坝坡抗滑稳定最小安全系数如下表所

示。

表 4-4 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	1.05

(3) 典型运行期选取

根据《尾矿库安全规程》（GB 39496-2020）规定，安全现状评价应对现状及下个评价周期期间尾矿库坝体的稳定性进行复核，现状尾矿坝坝顶标高 755.5m~756.8m，最大坝高 53.4m；下个周期坝高将达到 55.5m，坝顶标高 758.5m。故本次现状评价选取最大坝高处 756.4m 标高作为坝体稳定性分析的典型运行标高，下周期现状评价选取 758.5m 标高，分别选取坝体最大坝高剖面进行计算。

(4) 物理力学指标

根据《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库现状稳定性分析勘察报告》（辽宁辽西工程勘察院有限责任公司，2023 年 7 月），本次勘察揭遇的各岩土层物理力学指标见表 4-5 所示。

表 4-5 尾矿库各类地基土的物理力学性质参数表

岩土层名称	天然重度	饱和重度	抗剪强度		渗透系数 (cm/s)
			C 粘聚力	Ψ 内摩擦角	
尾细砂①层	18.5	(19.2)	水上 10.2	水上 23.0	3.6×10 ⁻³
			水下 (9.1)	水下 (22.3)	
尾粉砂②层	18.4	(19.1)	水上 10.5	水上 22.3	1.5×10 ⁻³
			水下 (10.2)	水下 (21.6)	
尾粉质粘土③层	19.0	(19.3)	水上 23.4	水上 10.7	3.1×10 ⁻⁶

			水下 (24.0)	水下 (9.4)	
尾细砂④层	18.5	(19.3)	水上 10.3	水上 23.0	3.1×10^{-3}
			水下 (9.6)	水下 (22.1)	
尾粉质粘土⑤层	19.4	(19.8)	水上 19.9	水上 13.3	3.9×10^{-6}
			水下 (18.3)	水下 (10.4)	
尾中砂⑥层	19.3	(19.5)	水上 12.3	水上 23.6	8.0×10^{-3}
			水下 (11.4)	水下 (22.3)	
初期坝⑦	(18.5)	(19.1)	(4)	(31)	(5.2×10^{-2})
拦挡坝⑧	(20.5)	(20.5)	(5)	(32)	(2.8×10^{-2})
强风化安山岩⑨层	(22)	(22)	(30)	(40)	(3.6×10^{-4})

本表中 () 内数值为经验值

4.2.4.2 渗流稳定计算

(1) 计算方法

对于渗流稳定,符合达西定律的非均各向异性二维渗流场,水头势函数满足微分方程:

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

式中:

$\varphi = \varphi(x, y)$ 为待求水头势函数;

x, y 为平面坐标;

k_x, k_y 为 x, y 轴方向的渗透系数。

水头 φ 还必须满足一定的边界条件,经常出现以下几种边界条件:

①在上游边界上水头已知

$$\varphi = \varphi_n$$

②在逸出边界水头和位置标高相等

$$\varphi = Z$$

③在某边界上渗流量 q 已知

$$k_x \frac{\partial \varphi}{\partial x} l_x + k_y \frac{\partial \varphi}{\partial y} l_y = -q$$

其中 l_x , l_y 为边界表面向外法线在 x , y 方向的余弦。

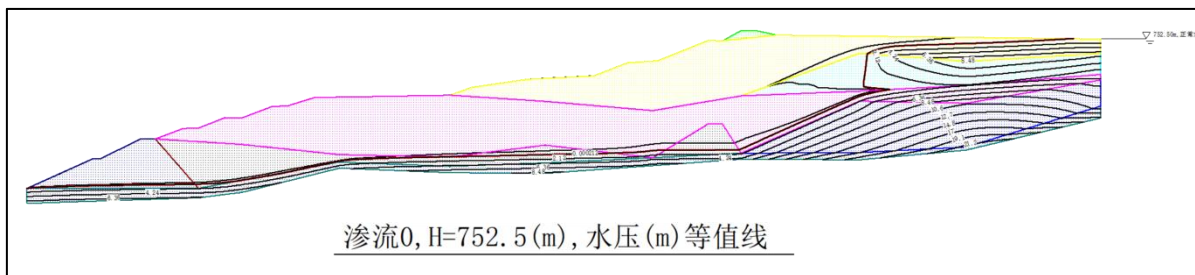
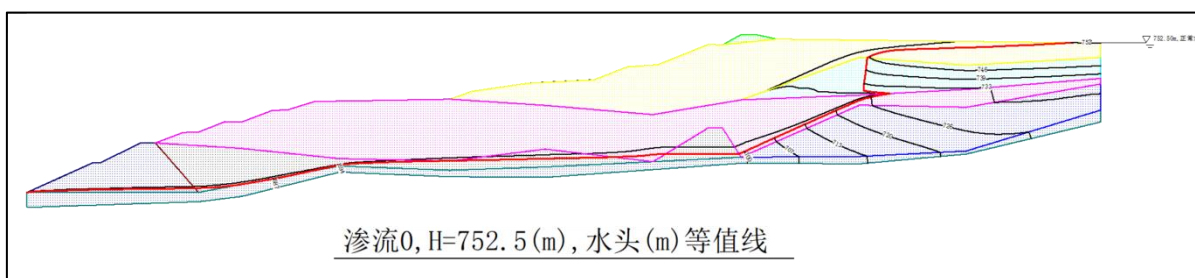
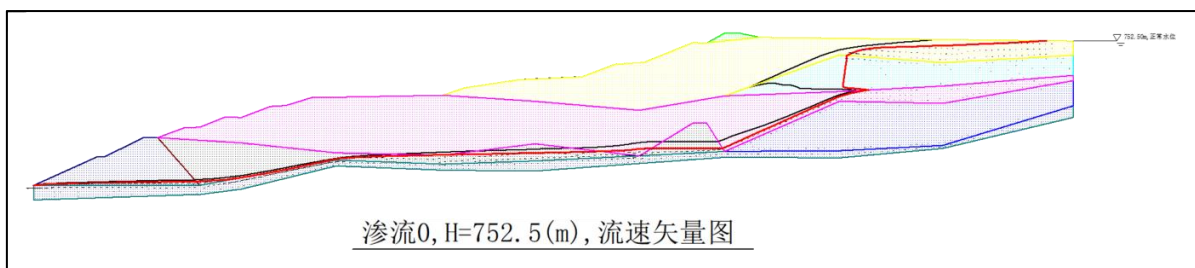
将渗流场用有限元离散, 假定单元渗流场的水头函数势 φ 为多项式, 由微分方程及边界条件确定问题的变分形式, 可导出线性方程组:

$$[H]\{\varphi\} = \{F\}$$

式中: $[H]$ —渗透矩阵; $\{\varphi\}$ —渗流场水头; $\{F\}$ —节点渗流量。求解以上方程组可以得到节点水头, 据此求得单元的水力坡降、流速物理量。求解渗流场的关键是确定浸润线的位置, Autobank7.7 采用节点流量平衡法通过迭代计算自动确定浸润线位置和渗流量。

(2) 渗流量计算结果

浸润线位置见图 4-1~4-4, 从计算结果可以看出本次现状评价选取 756.4m 标高、下一周期现状评价选取 758.5m 标高, 正常运行工况和洪水运行工况下尾矿坝坝体各处浸润线埋深均满足规范要求, 尾矿坝渗流稳定。



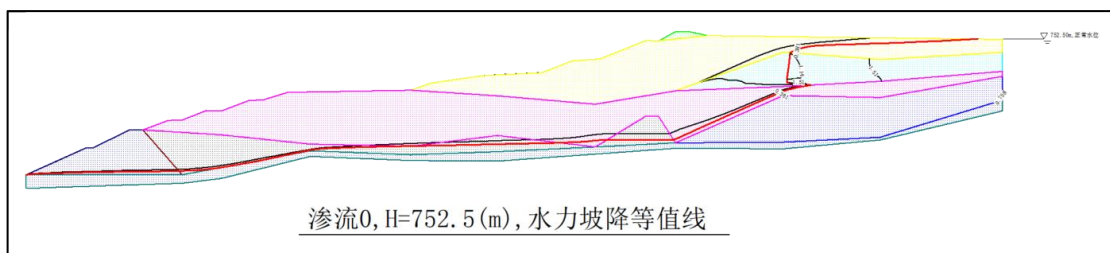


图 4-1 现状正常运行 (756.4m 标高)

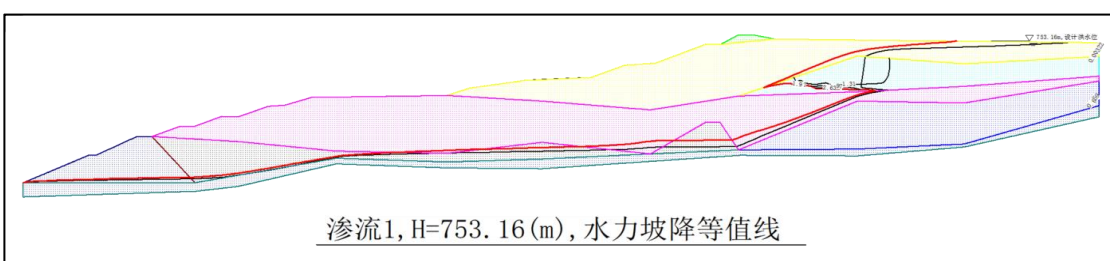
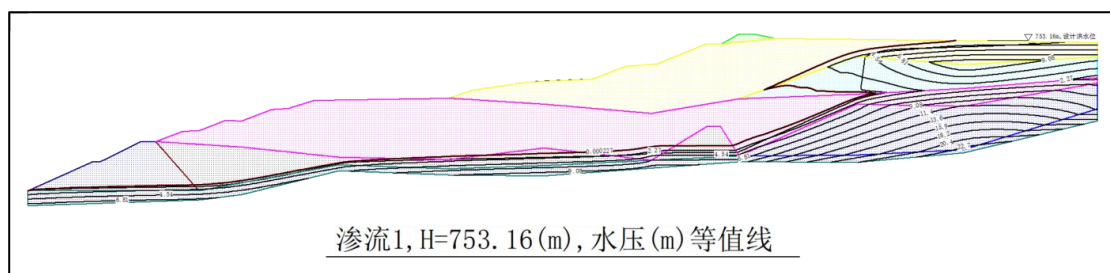
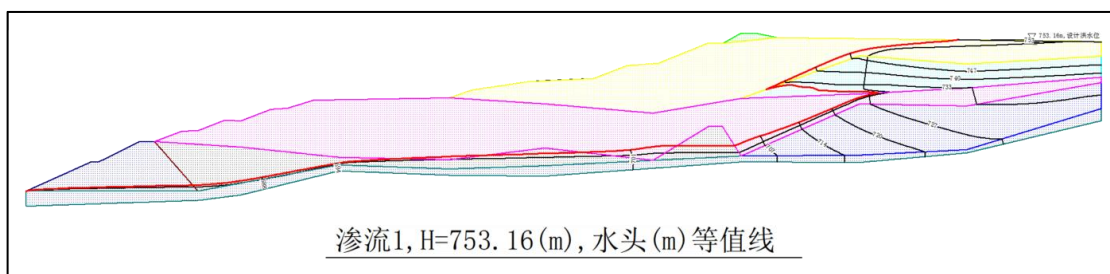
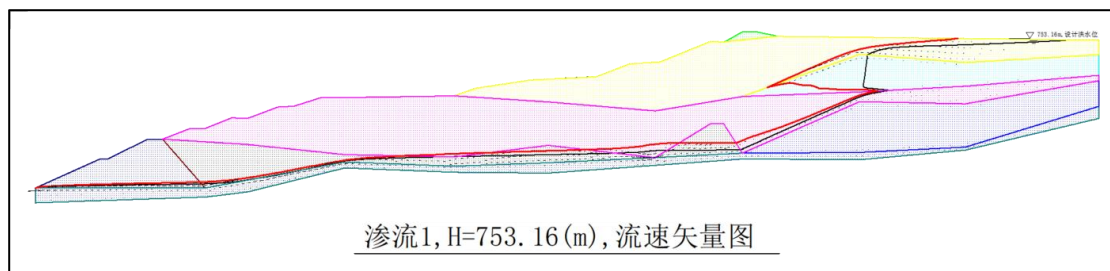
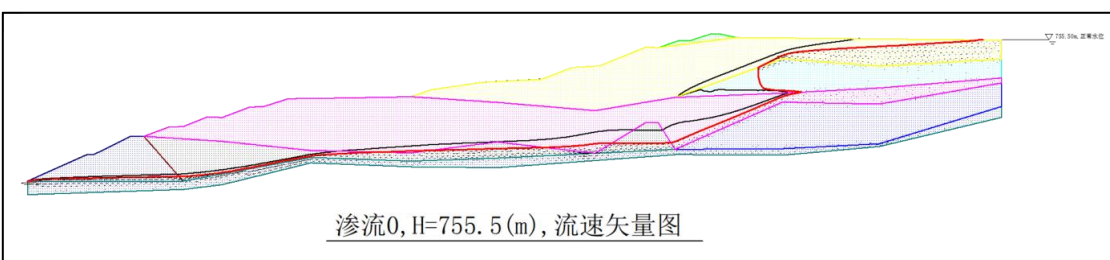


图 4-2 现状洪水运行 (756.4m 标高)



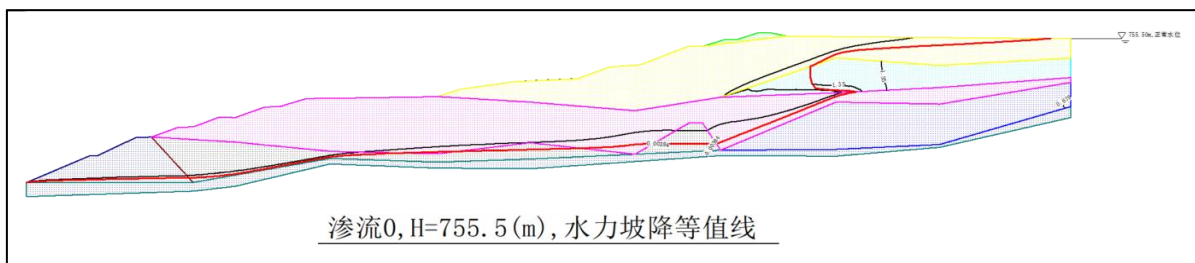
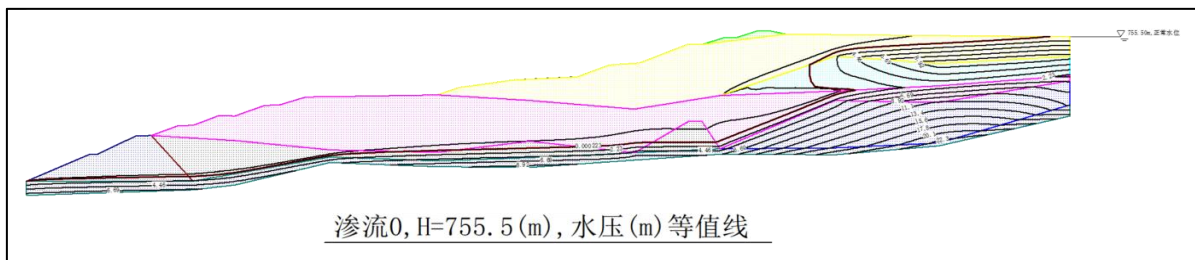
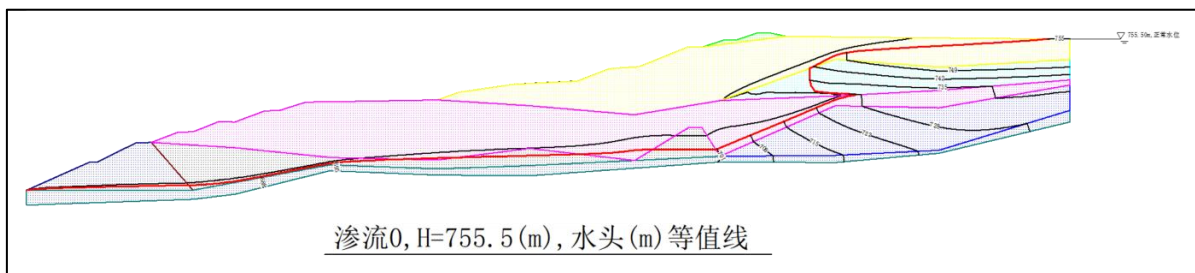
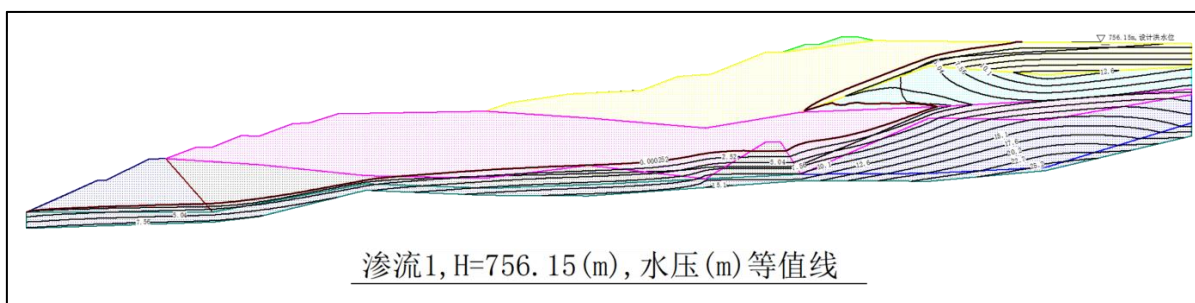
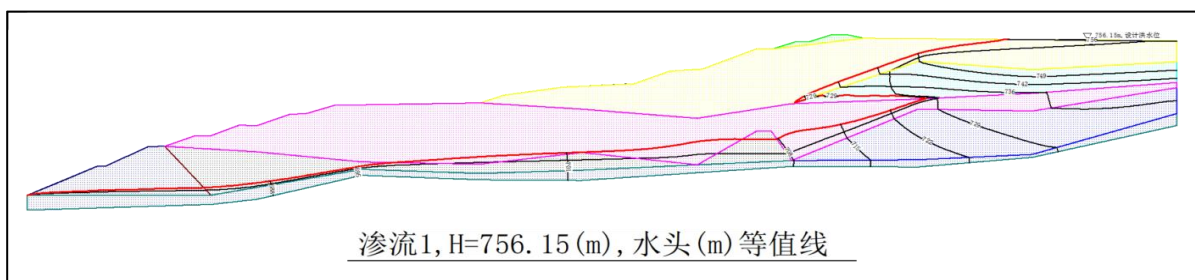
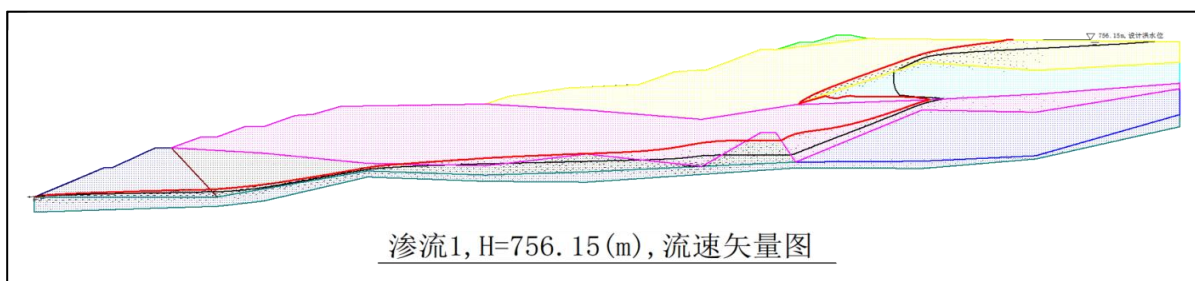


图 4-3 下一评价周期正常运行 (758.5m 标高)



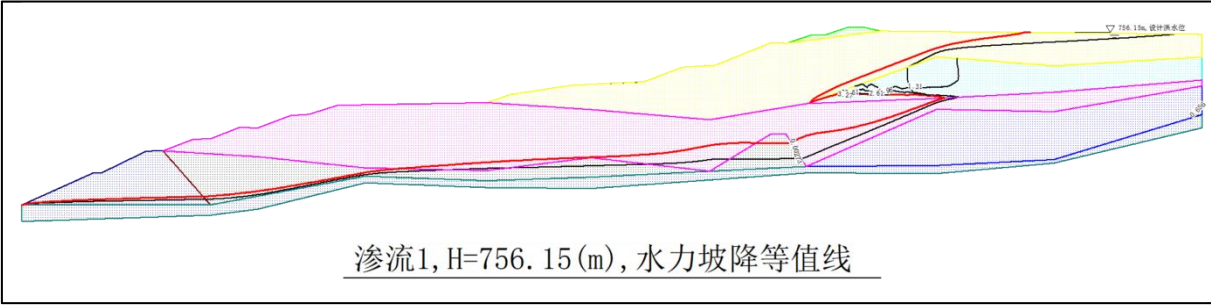


图 4-4 下一评价周期洪水运行（758.5m 标高）

4.2.4.3 边坡抗滑稳定性计算

(1) 荷载组合

根据《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013），坝体稳定计算荷载组合如下表 4-6：

表 4-6 尾矿坝稳定计算荷载组合

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

注：1 荷载类别 1 系指正常库水位时的稳定渗流压力；
2 荷载类别 2 系指坝体自重；
3 荷载类别 3 系指坝体及坝基中的孔隙水压力；
4 荷载类别 4 系指设计洪水位时有可能产生的稳定渗流压力；
5 荷载类别 5 系指地震荷载，本项目取 0.10g。

(2) 计算方法

尾矿坝稳定性分析的方法主要包括极限平衡分析方法和数值分析法，其中，极限平衡分析法主要是基于刚体极限平衡理论的条分法，如瑞典圆弧法、毕肖普法、简布法和摩根斯坦-普利斯法等等；数值分析法主要是有限元法、有限差分法、变分法以及离散元

法等。在本报告中，将采用规范推荐的毕肖普法和瑞典圆弧法对主坝的稳定性作出分析。

A. 毕肖普法计算公式为：

$$K = \frac{\sum \{[(W \pm V) \sec \alpha - ub \sec \alpha] \tan \varphi + cb \sec \alpha\} [1/(1 + \tan \alpha \tan \varphi/k)]}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_c/R]}$$

式中：

W—土条重量；

Q—水平地震惯性力；

V—垂直地震惯性力；

u—作用于土条底面的孔隙压力，采用总应力法计算时，u=0；

α —条块重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角；

b—土条宽度；

C、 φ —土条底面的总应力抗剪强度指标；

M_c —水平地震惯性力对圆心的力矩；

R—圆弧半径。

B. 瑞典圆弧法计算公式为：

$$K = \frac{\sum \{C \cdot \sec \alpha + [(\sum W_k - \sum D_v) \cdot \cos \alpha - \sum D_h \cdot \sin \alpha] \cot \varphi\}}{\sum \left[(\sum W_h - \sum D_v) \sin \alpha + \frac{M_c}{R_0} \right]}$$

$$M_c/R_0 = \sum D_h \cdot \cos \alpha - \sum D_h/2R_0$$

式中：

R_0 —滑弧半径；

M_c —水平向地震惯性力（ $\sum D_h$ ）对圆心的力矩；

$\sum D_h$ —某一土条的水平地震惯性力总和；

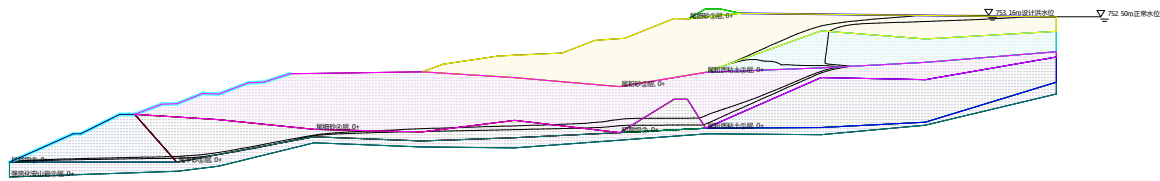
$\sum D_v$ —某一土条的垂直地震惯性力总和；

α —土条底面中点处切线与水平线的夹角；

$\sum W_k$ —计算抗滑力时单位宽度土条的重量；

$\sum W_h$ —计算滑动力单位宽度土条的重量；

C、 φ —固结不排水剪应力强度指标。



计算断面的材料分区

图 4-5 坝体稳定计算模型

(3) 计算结果

坝坡抗滑稳定计算结果见表 4-7，最危险滑弧位置见图 4-6~4-17，根据计算结果分析，尾矿坝在正常运行、洪水运行及特殊运行条件下，坝坡抗滑稳定最小安全系数均大于规范规定值，表明在现状尾矿坝坡度条件下，尾矿坝能够满足各运行条件下坝坡抗滑稳定的要求。

表 4-7 稳定性计算最小安全系数表

运行阶段		瑞典圆弧法	简化毕肖普法	最小安全系数	结论
756.4m 标高	正常运行	1.72	1.77	1.15/1.25	稳定
	洪水运行	1.71	1.76	1.05/1.15	稳定
	特殊运行	1.45	1.52	1.05/1.10	稳定
758.5m 标高	正常运行	1.69	1.75	1.15/1.25	稳定
	洪水运行	1.68	1.73	1.05/1.15	稳定
	特殊运行	1.50	1.58	1.05/1.10	稳定

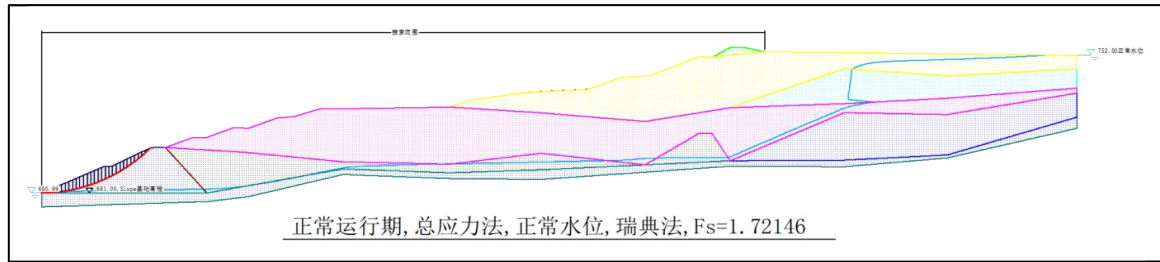


图 4-6 756.4m标高正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

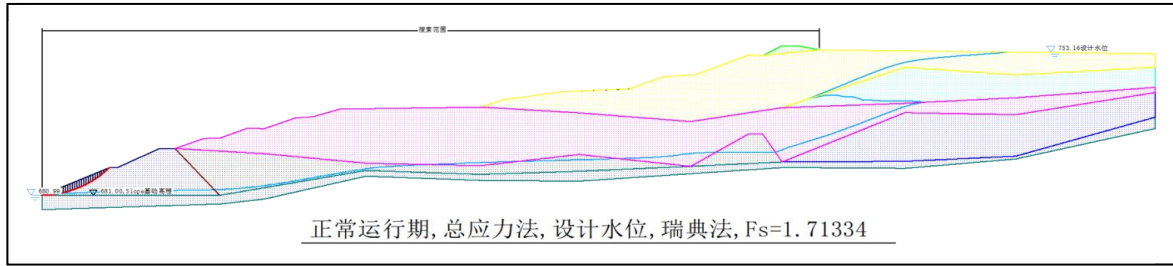


图 4-7 756.4m标高洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

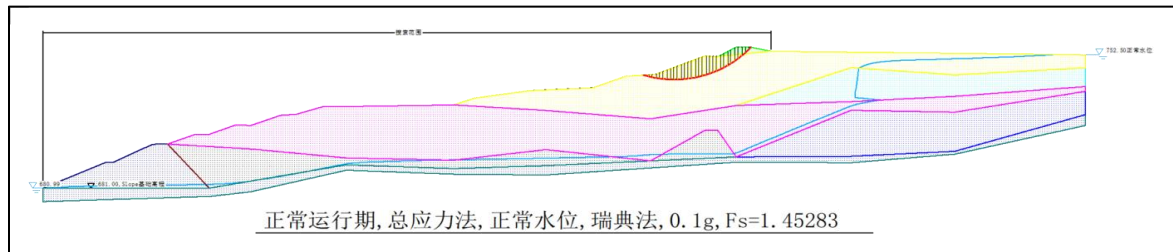


图 4-8 756.4m标高特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

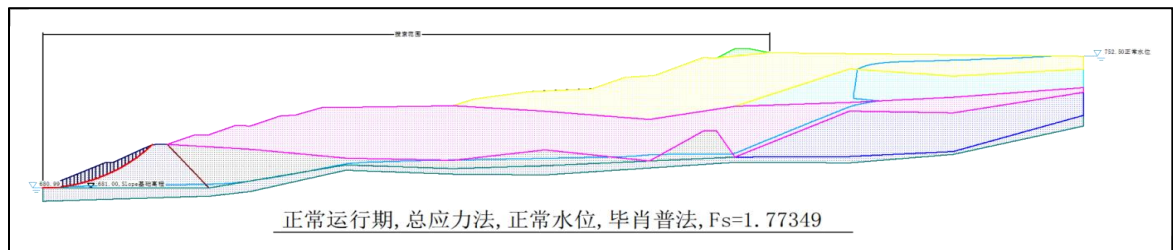


图 4-9 756.4m标高正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

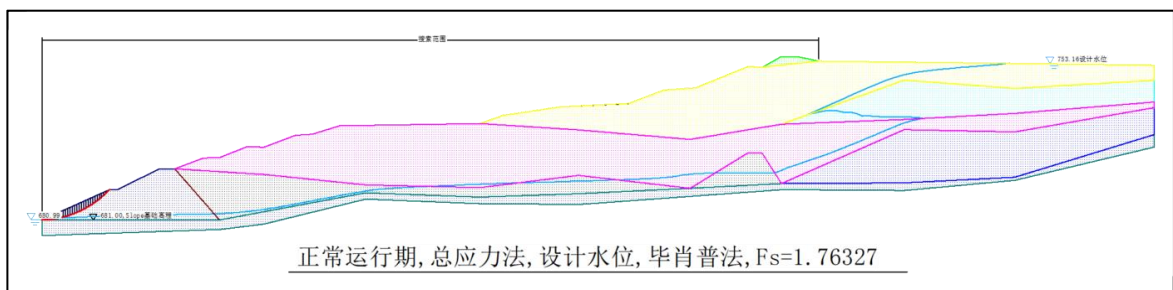


图 4-10 756.4m标高洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

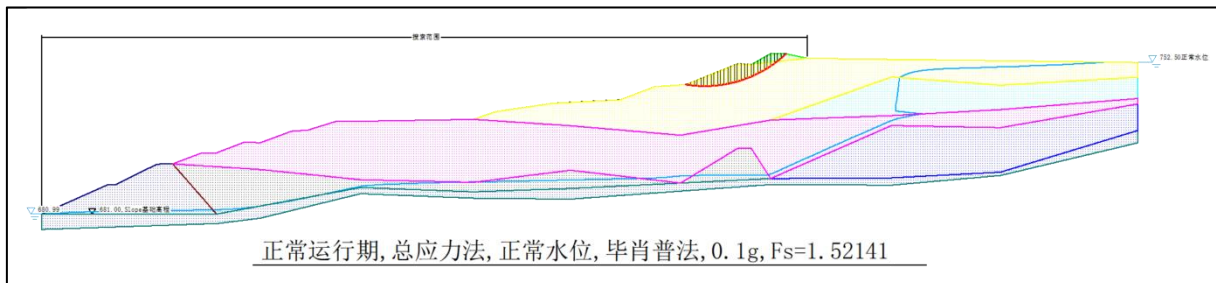


图 4-11 756.4m标高特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

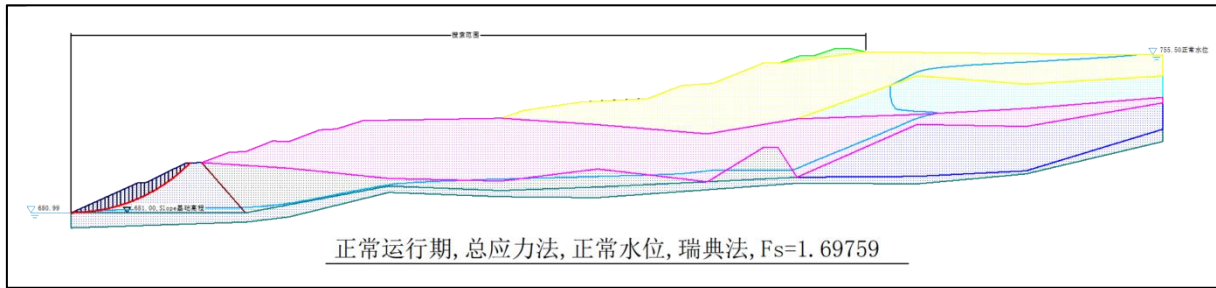


图 4-12 758.5m标高正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

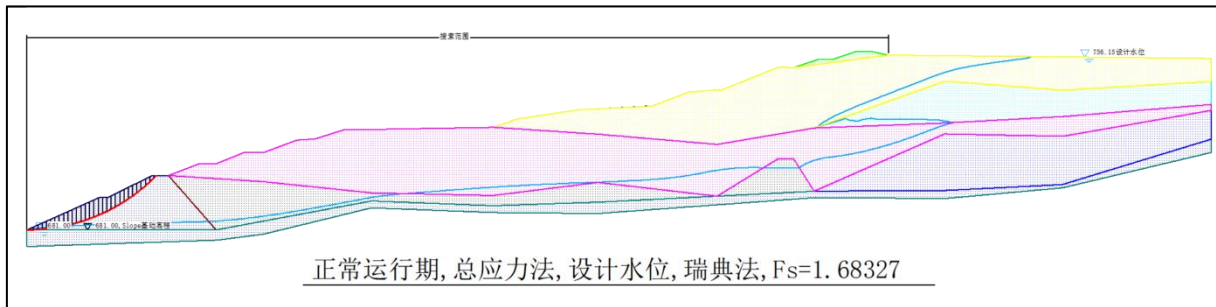


图 4-13 758.5m标高洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

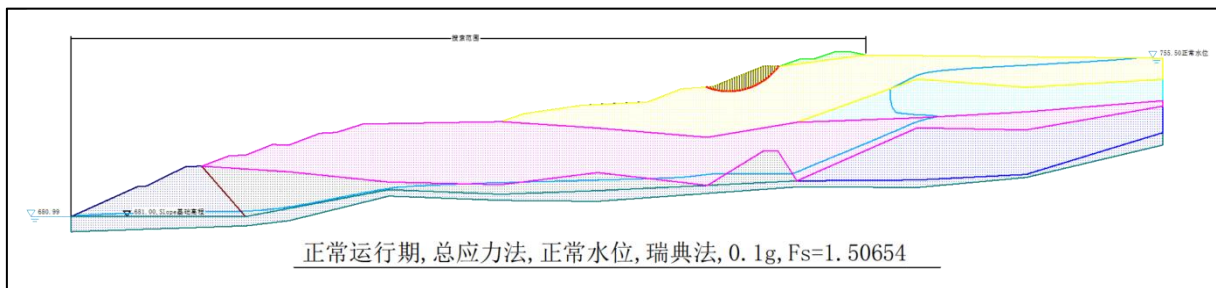


图 4-14 758.5m标高特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

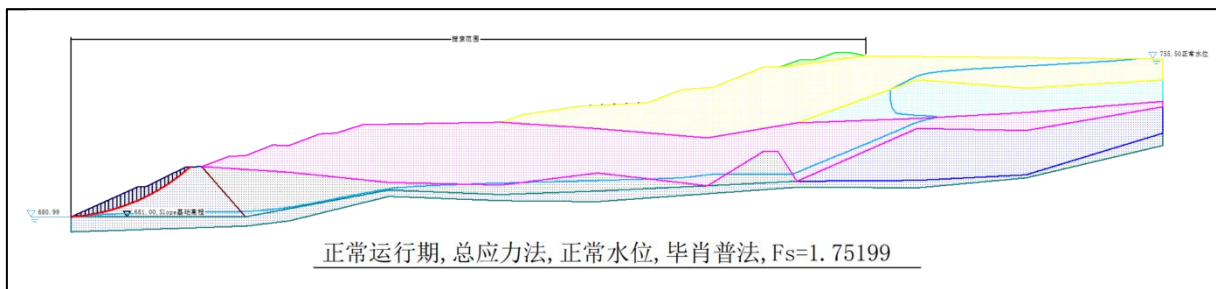


图 4-15 758.5m标高正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

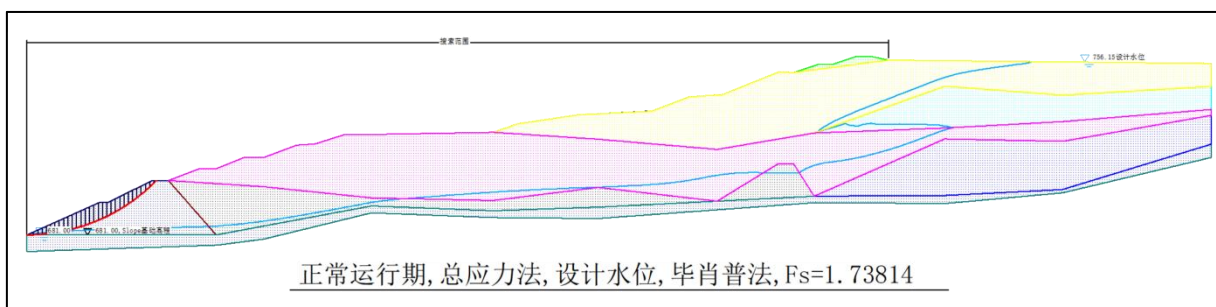


图 4-16 758.5m标高洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

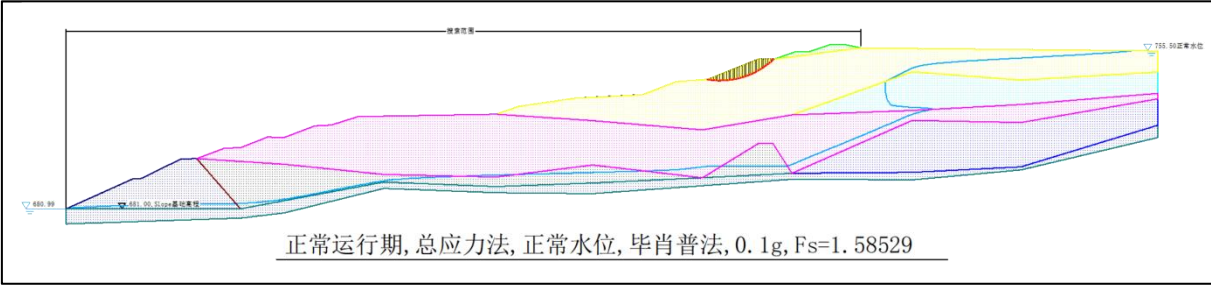


图 4-17 758.5m标高特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

4.2.5 评价单元小结

通过对尾矿坝单元进行定性定量评价及评价组通过查阅岩土工程勘察报告及现场踏勘分析；该尾矿库坝体结构完好，轮廓尺寸符合设计要求，无渗漏、管涌、沼泽化、裂缝和滑坡现象。尾矿坝在现状渗流稳定性良好，浸润线不从坝坡逸出，不会发生渗流破坏。尾矿坝在现状及下个评价周期间边坡抗滑稳定性满足设计及规范要求。尾矿坝符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，具备安全生产条件。

4.3 防排洪系统单元

4.3.1 排水设施检查

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对该尾矿库排洪系统单元进行符合性评价，详见表 4-8。

表 4-8 尾矿库防洪、排水构筑物安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	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》第 5.4.2 条	尾矿库采用框架式排水井-涵洞形式排洪，排洪能力满足要求。	符合
2	排洪构筑物的基础应避免设置在工程地质条件不良或填方地段。无法避开时，应进行地基处理设计。排洪构筑物基础不得直接坐落在尾矿沉积滩上。	《尾矿库安全规程》第 5.4.11 条	查阅该尾矿库《勘察报告》《改造治理方案》《安全设施重大变更设计》等技术资料，排洪构筑物基础不位于工程地质条件不良和填方地段，不直接坐落在尾矿沉积滩上。	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
3	生产经营单位每年汛前应委托设计单位根据尾矿库实测地形图、水位和尾矿沉积滩面实际情况进行调洪演算,复核尾矿库防洪能力,确定汛期尾矿库的运行水位、干滩长度、安全超高等安全运行控制参数。	《尾矿库安全规程》第 6.4.2 条	沈阳承铭工程技术有限公司 2026 年 5 月出具《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库调洪演算报告》,对尾矿库的防洪能力进行复核,确定了安全运行控制参数。	符合
4	湿式尾矿库库内水位控制应遵循下列原则: 1.在满足防洪安全、回水水质和水量要求的前提下,尽量降低库水位; 2.不得用常规子坝挡水。	《尾矿库安全规程》第 6.4.3 条	根据现场踏勘、查阅现状平面图可知: 1.尾矿库始终保持低水位运行; 2.坝前干滩长度满足防洪要求,不用常规子坝挡水。	符合
5	尾矿库内应设置清晰醒目的水位观测标尺。	《尾矿库安全规程》第 6.4.5 条	库水位监测标尺位于排水井井架上。	符合
6	排洪构筑物的封堵预制件制作与安装应满足下列要求: ——预制件应按设计要求制作并妥善保存; ——预制件内壁表面应平整光滑,局部凸坎高度不应大于 5mm,并按 1:10 坡度打磨,长度的允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$,厚度不得出现负值。 ——安装前应对预制件的强度、表面平整度等进行质量检查,保证用于安装的预制件质量满足设计要求。 ——预制件应按设计要求安装,并确保安装质量。	《尾矿库安全规程》第 6.4.6 条	通过现场检查和查阅资料,封堵拱板按设计要求制作,混凝土强度、钢筋配置、保护层厚度、结构尺寸等均符合设计要求。拱板内壁表面平整光滑,尺寸和厚度的偏差在允许范围内。	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
7	洪水过后应对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》第 6.4.7 条	通过查阅资料，洪水过后对排洪构筑物进行了全面检查，存有安全检查记录。	符合
8	排洪构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵，排水能力是否满足要求等。	《尾矿库安全规程》第 9.2.5 条	排洪构筑物无变形、位移、损毁、淤堵，排水能力满足要求。	符合
9	排水井检查内容应包括内径、窗口尺寸及位置，井壁剥蚀、脱落、渗漏、最大裂缝开展宽度，井身倾斜度和变位，拱板放置、断裂、最大裂缝开展宽度，拱板之间以及拱板与井壁之间的防漏充填物、漏砂，进水口水面漂浮物，停用井封堵方法及措施，排水井拱板安装辅助设施设置情况。	《尾矿库安全规程》第 9.2.6 条 《改造治理方案》 《安全设施设计重大变更设计》	目前在用的排水井通过现场勘察、测量和查阅相关竣工图纸及排洪系统检测报告，排水井内径、尺寸及位置与安全设施设计一致，具体结构尺寸详见 2.5.4 章节。井壁无剥蚀、脱落、渗漏、裂缝等现象。井身无倾斜和变位。拱板无断裂、裂缝现象，拱板安装按设计要求进行。进水口周边无杂物。根据隐蔽致灾因素普查报告可知：原排水斜槽已按设计要求实施封堵，堵施工符合设计要求，封堵结构完整、密实，封堵质量满足安全使用要求，未发现封堵不密实、渗漏、开裂、变形等结构性缺陷，封堵效果可靠，不存在因封堵不当引发的渗流等致灾隐患。	符合
10	排水管的断面尺寸是否与安全设施设计相符。排水管是否有变形、破损、断裂、磨蚀、裂缝、渗漏等现象。排水管内是否淤堵。	《尾矿库安全规程》第 9.2.8 条 《改造治理方案》 《安全设施设计重大变更设计》	通过现场勘察、测量和查阅相关竣工图纸及排洪系统检测报告，排水管的断面尺寸与设计相符，具体结构尺寸详见 2.5.4 章节。	符合

采用安全检查表对库内常用排水设施进行了 10 项检查，均符合要求。检查结果表明：

该尾矿库防洪标准符合要求，干滩长度、安全超高均满足设计要求的控制指标，在用的库内排水设施运行正常，无淤堵、破损、剥蚀、裂缝等现象；排洪构筑物结构安全可靠，能够保持稳定运行。库内常用排水设施符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，运行情况符合设计要求，具备安全生产条件。

4.3.2 防排洪系统主要危险、有害因素辨识与分析

通过分析和辨识，防排洪系统单位存在的危险、有害因素为洪水漫顶、结构破坏、坍塌、淹溺。

4.3.2.1 洪水漫顶

造成洪水漫顶的因素有：

(1) 设计防洪标准过低、洪水计算错误、尾矿库调洪计算有误、排水设施布置不当或尺寸不足导致设计泄洪能力不足。

(2) 排水设施因施工质量不佳或后期维护管理不善造成堵塞、损坏，丧失部分或全部泄洪能力。

(3) 库区水位控制不善，造成汛前库内水位过高。

(4) 尾矿库放矿不当，未形成设计要求的沉积滩坡度或干滩长度，或形成严重的偏滩、扇形滩。

4.3.3.2 结构破坏

尾矿库排洪设施多为混凝土结构，结构受损、失事比例较高，应是排洪设施安全检查和重点维护之一。按照国家工程结构可靠度设计统一标准，必须满足承载能力、正常使用、耐久性和坚固性四项功能要求。

混凝土建筑物病害的主要现象有三种：裂缝、渗漏和剥蚀。

1) 裂缝：裂缝对水工混凝土建筑物的危害程度不一，严重的裂缝不仅危害建筑物的整体性和稳定性，而且还会产生大量的漏水，使坝体及其他水工建筑物的安全运行受到严重威胁。另外，裂缝往往会引起其他病害的发生与发展，如渗漏溶蚀、环境水侵蚀、冻融破坏及钢筋锈蚀等。这些病害与裂缝形成恶性循环，会对水工混凝土建筑物的耐久性产生很大危害。

2) 渗漏：水工混凝土建筑物的主要任务是挡水、引水、输水和泄水，因此，渗漏也是水工混凝土建筑物常见的主要病害之一。渗漏会使建筑物内部产生较大的渗透压力和浮托力，甚至危及建筑物的稳定与安全；渗漏还会引发溶蚀、侵蚀、冻融、钢筋锈蚀、地基冻胀等病害，加速混凝土结构老化，缩短建筑物的使用寿命。

3) 剥蚀：水工混凝土产生剥蚀破坏是由于环境因素（包括水、气、温度、介质）与混凝土及其内部的水化产物、砂石骨料、掺合料、外加剂、钢筋相互之间产生一系列机械的、物理的、化学的复杂作用，从而形成大于混凝土抵抗能力（强度）的破坏应力所致。

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。造成排洪系统结构破坏的因素有：

- (1) 未进行设计或设计强度不足；
- (2) 未按设计规范施工或施工质量不满足规范要求；
- (3) 沿线地质条件不佳，地基处理不当；
- (4) 超高堆存尾矿，造成排洪系统荷载增加；
- (5) 出现不均匀或集中荷载。

4.3.3.3 坍塌

尾矿库运行过程中发生坍塌的因素主要有以下几方面：

- (1) 排洪等设施施工过程中，因管理疏忽、违反安全生产规程引起的坍塌；
- (2) 排洪系统的结构因水汽、冰融腐蚀、钢筋锈蚀、强度受损、年久失修等造成的坍塌；
- (3) 因地震引起的建、构筑物等的变形、破坏和坍塌。

企业应根据上述情况，做好相应工作，避免发生坍塌事故。

4.3.3.4 淹溺

汛期尾矿库内可能存有洪水，工作人员在进行排水井作业时，由于防护设施缺失和缺陷，或由于人员不小心，易于发生淹溺事故，造成人员伤亡。

该项目排洪系统运行正常，结构完好，现阶段堆积标高下调洪库容远大于洪水总量，调洪库容充足，一旦遇到超设计频率洪水，其库容也可在应急状态下进行防洪，现状发生洪水漫顶、结构破坏的可能性较小。

4.3.3 洪水计算

4.3.3.1 计算条件

(1) 防洪标准

根据《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）规定，各使用期的防洪标准根据使用期库的等别、库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害程度等因素确定，各运行阶段的防洪标准选取情况见表 4-9 所示。

表 4-9 尾矿库各运行期的防洪标准

运行阶段	坝顶标高（m）	全库容（10 ⁴ m ³ ）	总坝高（m）	设计等别	防洪标准（a）
现状	756.4	222.9	53.4	四等	200
下一周期	758.5	240.9	55.5	四等	200

(2) 安全指标选取

该尾矿库采用上游式尾矿筑坝，根据《尾矿库安全规程》（GB 39496-2020）规定，洪水运行工况下最小安全超高及最小干滩长度见表 4-10。

表 4-10 最小安全超高与最小干滩长度（m）

项目	最小安全超高（m）	最小干滩长度（m）
尾矿库	0.5	50

(3) 典型运行期选取

根据《尾矿库安全规程》（GB 39496-2020）规定，安全现状评价应对现状及下个评价周期间尾矿库的防洪能力进行复核，故本次现状评价选取现状滩顶标高和按设计排尾量计算得出的三年后的滩顶标高作为本次防排洪分析的典型运行标高。按设计 27×10⁴t/a 的选矿规模及选厂提供生产计划计算，在下个评价周期间，滩顶将由现状 754.2m 标高（相应子坝顶标高 756.4m）上升至 756.8m 标高（相应子坝顶标高 758.5m）。

4.3.3.2 洪水计算方法

该尾矿库为四等库，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，计算公式如下：

(1) 洪峰流量:

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

式中: Q_p —设计频率 P 的洪峰流量, m^3/s ;

S_p —频率为 P 的暴雨雨力, mm/h ;

φ_p —设计洪峰径流系数;

τ_p —一定频率下的汇流历时, h ;

n_p —暴雨递减指数;

F —汇水面积, km^2 。

(2) 洪水总量:

$$\begin{aligned} W_{\text{三}p} &= 0.1 \times \alpha_{\text{三}p} \times P_{\text{三}p\text{面}} \times F \\ W_{(\text{三}-24)p} &= 0.1 \alpha_{(\text{三}-24)p} \times (P_{\text{三}p\text{面}} - P_{24p\text{面}}) \times F \\ W_{24p} &= W_{\text{三}p} - W_{(\text{三}-24)p} \end{aligned}$$

式中: $W_{\text{三}p}$ 、 $W_{(\text{三}-24)p}$ 、 W_{24p} 分别为不同频率下的设计洪量、前峰洪量、主峰洪量 (即 24 小时洪量), 以 $10^4 m^3$ 计; $P_{\text{三}p\text{面}}$ 、 $P_{24p\text{面}}$ 为不同频率三日、24 小时设计面暴雨量, 以 mm 计; $\alpha_{\text{三}p}$ 、 $\alpha_{(\text{三}-24)p}$ 为不同频率的三日洪量迳流系数和前峰洪量迳流系数; F 为汇水面积, 以 km^2 计。

(3) 洪水过程线

a、主峰洪水过程线形状系数

$$r_p = \frac{W_{24p}}{Q_p \times 52 \times 0.36}$$

b、调洪计算参数

小汇水面积, 其洪水是由 24 小时以内的短历时暴雨所形成。小面积设计洪水过程线的洪量应为参与调洪的洪量 $W_{\text{调}}$, 而参与调洪的洪量 $W_{\text{调}}$ 是 24 小时洪量中主峰 τ 时段及其以前的那部分洪量, 根据设计雨型, 小面积洪水的主峰基本发生在最大 24 小时暴雨产生的洪水过程的 $2/3$ 处, 因此主峰 τ 时段以前的洪量为最大 24 小时暴雨所产生的洪量 W_{24} 减去主峰 τ 时段产生的洪量 W_{τ} 后剩余部分的 $2/3$, 所以

$$\begin{aligned} W_{\text{调}} &= \frac{2}{3} (W_{24} - W_{\tau}) + W_{\tau} = 0.67 W_{24} + 0.33 Q_p \times \tau \\ T &= 5.56 \frac{W_{\text{调}}}{Q_m} \end{aligned}$$

式中： W_{24} 以 10^4m^3 计， Q_m 以 m^3/s 计， τ 汇流历时以小时计。

根据该尾矿库的所在地区，确定计算参数，见表 4-11、4-12。

表 4-11 洪水计算参数表（一）

水文分区	V_2		
点面折减系数 K_F	1.0		
年最大 10 分钟暴雨量均值 H_{10m}	15		
年最大 1 小时暴雨量均值 H_{1h}	30		
年最大 6 小时暴雨量均值 H_{6h}	52		
年最大 24 小时暴雨量均值 H_{24h}	70		
年最大三日暴雨量均值 $H_{\text{三日}}$	71		
年最大 10 分钟暴雨变差系数 C_{V10}	0.45		
年最大 1 小时暴雨变差系数 C_{V1}	0.52		
年最大 6 小时暴雨变差系数 C_{V6}	0.57		
年最大 24 小时暴雨变差系数 C_{V24}	0.62		
年最大三日暴雨变差系数 $C_{V\text{三日}}$	0.62		
C_s/C_v	3.5		
200 年一遇设计洪水径流系数	$\alpha_{\text{三日}P}$	$\alpha_{(\text{三日}-24)P}$	Φ_P
	0.64	0.35	0.77

表 4-12 洪水计算参数（二）

设计频率 P (%)	0.5
汇水面积 F (km^2)	0.257
主沟长度 L (km)	0.795
主沟坡降 J (‰)	151
$K_{\text{三日}P}$	3.74
三日面雨量 $P_{\text{三日}P}$ (mm)	265.54
K_{24P}	3.74

24h 面雨量 P_{24p} (mm)	261.80
K_{6p}	3.45
6h 面雨量 P_{6p} (mm)	179.40
K_{1p}	2.83
1h 面雨量 P_{1p} (mm)	94.80
K_{10p}	3.16
10h 面雨量 P_{10p} (mm)	41.85
P_{10p}/P_{1p}	0.44
P_{1p}/P_{6p}	0.53
P_{6p}/P_{24p}	0.69
n_{0p}	0.54
n_{1p}	0.64
n_{2p}	0.73
τ (h)	0.096
P_{tp} (mm)	32.28
i_p (mm/h)	335.75

4.3.3.3 洪水计算结果

选取现状标高及下一评价周期标高 200 年一遇的洪水进行计算，水文计算结果及洪水过程线见表 4-13-4-14，洪水过程线如图 4-17 所示。

表 4-13 水文计算结果表

设计频率 P (%)	0.5
$Q_p(m^3/s)$	18.47
W_{24p} (万 m^3)	4.33
W_{3p} (万 m^3)	4.37
$W_{调p}$ (万 m^3)	3.12

表 4-14 洪水过程线

P%	
0.5	
洪水历时 T (h)	洪水流量 Q (m³/s)
0.00	0.00
0.10	18.47
0.94	0.00

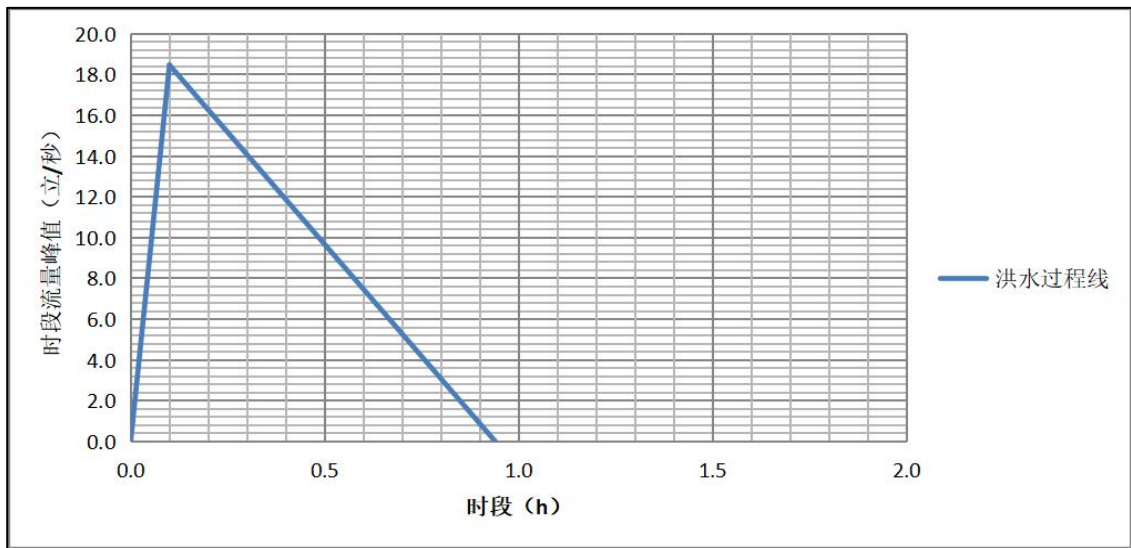


图 4-18 洪水过程线 (P=0.5%)

4.3.3.4 调洪演算

(1) 调洪演算原理

调洪计算就是求解尾矿库任意时段的水量平衡方程式的过程，任意时段的水量平衡方程式为：

$$\frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\Delta t - \frac{1}{2}(q_1 + q_2)\Delta t = V_2 - V_1$$

式中：Q₁、Q₂—时段始、终尾矿库的来洪量；

q₁、q₂—时段始、终尾矿库的泄洪量；

V₁、V₂—时段始、终尾矿库的蓄洪量。

随库水位上升，排洪系统的泄洪量和库内的蓄洪量（调洪库容）逐渐改变，水量平衡关系处于动态变化中。

(2) 调洪库容

在现状地形图上绘出现状坝高 756.4m（下一评价周期 758.5m），滩顶标高 754.2m（756.8m）的尾矿沉积坡面线，便可得到滩顶标高为 754.2m（756.8m）时的水位—调洪库容。

(3) 排水井泄流能力计算

井—管式排洪系统的工作状态，随泄流水头的大小而异。当水头较低时，泄流量较小，排水井内水位低于最低工作窗口的下缘，此时为自由泄流；当水头增大，井内被水充满，但排水管尚未呈满管流，泄流量受排水管的入口控制，此时为半压力流；当水头继续增大，排水管呈满管流时，即为压力流。不同工作状态时的泄流量按以下公式计算。

1) 自由泄流

a. 水位未淹没框架圈梁时

$$Q_a = n_c m \varepsilon b_c \sqrt{2g} H_y^{1.5}$$

b. 水位淹没圈梁时

$$Q_b = 1.8 n_c \varepsilon b_c H_0^{1.5} + 2.7 n_c \omega_c \sum \sqrt{H_i}$$

c. 水位淹没井口时

$$Q_c = \varphi \omega_s \sqrt{2g} H_j$$

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_4 + \zeta_5 f_6^2}}$$

2) 半压力流

$$Q = \varphi F_s \sqrt{2gH}$$

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda_j \frac{1}{d} f_2^2 + \zeta_2 + \zeta_3 f_1^2 + \zeta_4 f_1^2 + \zeta_5 f_7^2}}$$

3) 压力流

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

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

式中： H_y —溢流堰泄流水头，m。

H_0 —最上层未淹没工作窗口的泄流水头，m；

H_i —第*i*层全淹没工作窗口的泄流计算水头，m；

H_j —井口泄流水头，m；

H —计算水头，为库水位与排水入口断面中心标高之差，m；

H_z —计算水头，为库水位与排水管下游出口断面中心标高之差，m；

ω_c —一个排水窗口的面积， m^2 ；

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

ω_j —排水井井筒横断面面积， m^2 ；

ω_l —框架立柱和圈梁之间的过水净空面积， m^2 ；

ω —井中水深范围内的窗口总面积， m^2 ；

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

F_e —排水管入口断面面积， m^2 ；

F_x —排水管下游出口断面面积， m^2 ；

ζ —排水管线上的局部水头损失系数；

ζ_2 —排水井入口局部水头损失系数，直角入口， $\zeta_2=0.5$ ，圆角或斜角入口，

$\zeta_2=0.2\sim0.25$ ，喇叭口入口， $\zeta_2=0.1\sim0.2$ ；

ζ_3 —排水井中水流转向局部水头损失系数；

ζ_4 —排水井进口局部水头损失系数；

ζ_5 —框架局部水头损失系数，为立柱、横梁的局部水头损失系数之和，即

$$\zeta_5 = \sum \zeta^1 = \sum \beta K_1$$

β —梁、柱形状系数，矩形断面 $\beta=2.42$ ，圆形断面 $\beta=1.79$ ；

K_1 —梁、柱有效断面系数，按其净空间距与中心间距的比值查取。

ε —侧向收缩系数, $\varepsilon=1-0.2\zeta_0H_0/b_c$;

ε_b —断面突然收缩系数;

d —排水井内径, m;

D —排水管计算管段的内径, m;

L —排水管计算管段的长度, m;

m —堰流量系数;

$\frac{\delta}{H_y} < 0.67$ 时, 按薄壁堰计算, $m = 0.405 + \frac{0.0027}{H_y}$

$0.67 < \frac{\delta}{H_y} < 2.5$ 时, 按实用堰计算, $m = 0.36 + 0.1 \left(\frac{2.5 - \frac{\delta}{H_y}}{1 + \frac{2\delta}{H_y}} \right)$

λ_g —排水管沿程水头损失系数, $\lambda=8g/C^2$;

λ_j —排水井沿程水头损失系数, $\lambda=8g/C^2$;

n_c —同一个横断面上排水口的个数;

b_c —一个排水口的宽度, m;

$$f_1 = \frac{F_s}{\omega_j}; \quad f_2 = \frac{F_s}{\omega}; \quad f_3 = \frac{F_x}{F_g}; \quad f_5 = \frac{F_x}{\omega_j}; \quad f_6 = \frac{\omega_s}{\omega_l}; \quad f_7 = \frac{F_s}{\omega_l}; \quad f_8 = \frac{F_x}{\omega_l}; \quad f_9 = \frac{F_x}{F_e}$$

(4) 调洪演算结果

1) 现状标高调洪演算结果

①边界条件

现状滩顶标高为 754.2m, 进水口标高为 752.5m, 安全超高为 1.7m, 干滩长度为 142.0m, 滩面平均坡度约 1.2%

②泄流量计算

经计算, 排水井随库水位升高的泄流量见表 4-15 所示。

表 4-15 排水井泄流量

H (m)	752.5	752.7	752.9	753.1	723.3
Q (m³/s)	0	1.11	3.05	5.43	8.12

③调洪库容

根据尾矿库现状实测地形图及沉积滩实测坡比圈测尾矿库的调洪库容, 见表 4-16 所

示。

表 4-16 调洪库容

标高（m）	面积（m ² ）	库容（m ³ ）	累计库容（m ³ ）
752.5	15878.03	0.00	0.00
753.0	32457.25	12083.81	12083.81
753.5	49036.50	20373.44	32457.25
754.0	65615.75	28663.06	61120.26

④调洪演算结果

调洪演算结果见表 4-17 所示

表 4-17 调洪演算结果表

项目	单位	数值	允许值
滩顶标高	m	754.2	/
洪水重现期	%	0.5	/
起调水位	m	752.5	/
调洪高度	m	0.66	/
最高洪水位	m	753.16	/
最大下泄流量	m ³ /s	6.11	/
调洪库容	10 ⁴ m ³	7.31	/
安全加高	m	1.04	0.5
干滩长度	m	86.7	50

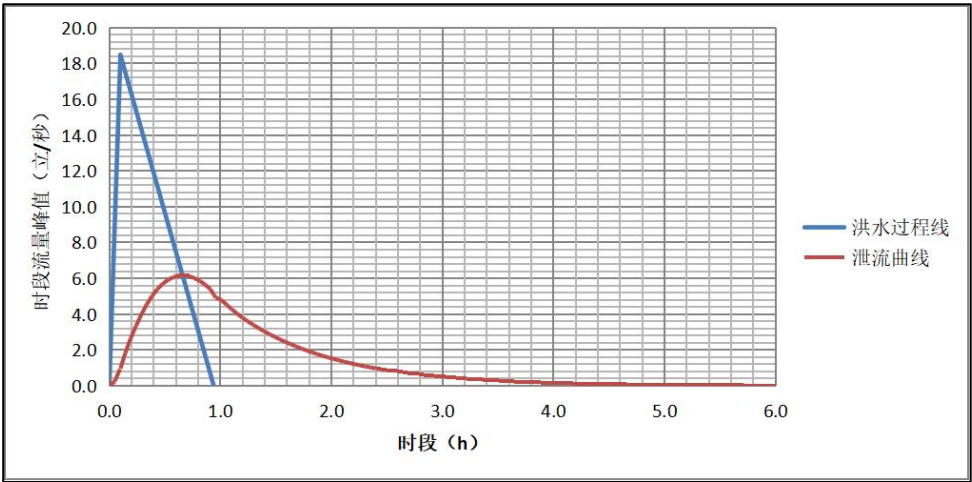


图 4-19 尾矿库调洪演算

2) 下一评价周期标高调洪演算结果

①边界条件

下一评价周期滩顶标高为 756.8m，进水口标高为 755.5m，安全超高为 1.3m，干滩长度为 130.0m，滩面平均坡度约 1.0%

②泄流量计算

经计算，排水井随库水位升高的泄流量见表 4-18 所示。

表 4-18 排水井泄流量

H (m)	755.5	755.7	755.9	756.1	726.3
Q (m³/s)	0	1.11	3.05	5.44	8.12

③调洪库容

根据尾矿库现状实测地形图及沉积滩实测坡比圈测尾矿库的调洪库容，见表 4-19 所示。

表 4-19 调洪库容

标高 (m)	面积 (m²)	库容 (m³)	累计库容 (m³)
755.5	14965.24	0.00	0.00
756.0	31237.25	11550.62	11550.62
756.5	47867.38	19776.16	31326.78
757.0	63895.63	27940.75	59267.53

④调洪演算结果

调洪演算结果见表 4-20 所示

表 4-20 调洪演算结果表

项目	单位	数值	允许值
滩顶标高	m	756.8	/
洪水重现期	%	0.5	/
起调水位	m	755.5	/
调洪高度	m	0.65	/
最高洪水位	m	756.15	/

最大下泄流量	m ³ /s	6.05	/
调洪库容	10 ⁴ m ³	7.02	/
安全加高	m	0.65	0.5
干滩长度	m	65.0	50

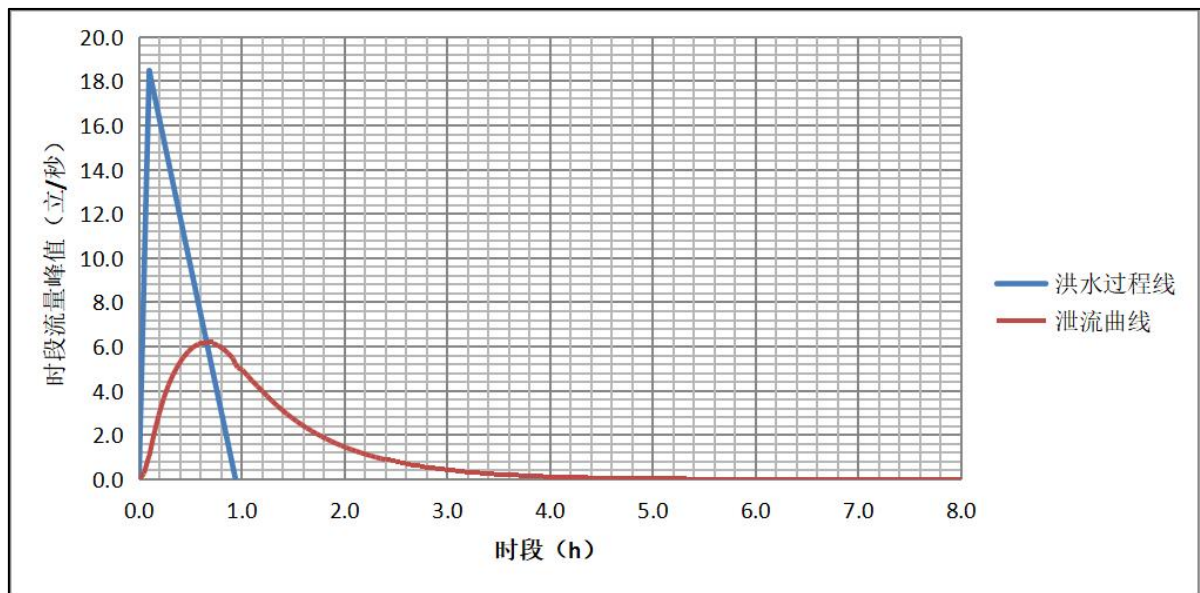


图 4-20 尾矿库调洪演算

4.3.4 评价单元小结

通过对防排洪系统单元进行定性定量评价及评价组通过查阅调洪演算报告等资料及现场踏勘分析：该尾矿库排洪系统结构完好，断面尺寸符合设计要求，排洪构筑物运行正常。尾矿库在现状防洪能力符合设计及规范要求，经现状及下个评价周期进行调洪演算可知完全满足要求。防排洪系统符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，具备安全生产的基本条件。

4.4 安全监测设施单元

4.4.1 安全设施检查

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对该尾矿库安全监测设施单元进行符合性评价，详见表 4-21。

表 4-21 安全设施安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
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。	《尾矿库安全监测技术规范》第 4.4.1 条 《安全设施设计重大变更》	尾矿库为四等库，在线安全监测项目如下：坝体表面位移、浸润线、干滩监测、库水位监测、视频监控。人工监测项目如下：坝体表面位移、浸润线、干滩、库水位等。符合设计要求，具体布设方式详见 2.5.5 节	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。	《尾矿库安全监测技术规范》第 4.4.2 条	采取与人工巡查和安全检查相结合的方式。	符合
3	运行期间应做好监测系统和全部监测设施的检查、维护、校正、监测资料的整编、监测报告的编写以及监测技术档案的建立。	《尾矿库安全监测技术规范》第 4.4.3 条	企业制定了相关监测管理制度，监测数据能够及时整理。	符合
4	人工位移监测在监测设施安装初期每半月进行一次，在坝体趋于稳定时，可逐步减至每月一次。	《尾矿库安全监测技术规范》第 5.1.3 条	企业对人工位移进行监测，监测频率为每月一次，满足要求监测数据能够及时整理，建立了监测技术档案。	符合
5	各种基点均应布设在两岸岩石或坚实土基上。	《尾矿库安全监测技术规范》第 5.2.2 条	工作基点布设在坚实基础上。	符合
6	监测断面宜选在最大坝高断面、有排水管通过的断面、地基工程地质变化较大的地段及运行有异常反应处。	《尾矿库安全监测技术规范》第 5.2.2 条	最大坝高断面设置有监测断面。	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
7	在线安全监测频率应符合下列规定： 1.当尾矿库处于正常状态时，在线安全监测频率宜为1次/10min~1次/24h。 2.当尾矿库安全状况处于非正常状态时，在线安全监测频率宜为1次/5min~1次/30min。	《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》 第4.5.4条	在线监测设施实时进行监测，监测频率为1次/min。	符合
8	监测预警值的设置是否满足设计要求。	《尾矿库安全规程》 第9.6.2条	通过查阅资料，表面位移预警值、浸润线埋深的要求、库水位预警值均按设计要求设置四色预警。监测预警值的设置满足设计要求。	符合
9	监测设施的设置是否满足设计要求，监测设施是否有损坏，是否运行正常。	《尾矿库安全规程》 第9.6.2条	监测设施运行正常，能够满足设计要求。	符合

采用安全检查表对安全监测进行了9项检查，均符合要求。检查结果表明：该尾矿库安全监测系统运行正常，监测设施无损坏，监测点布置、监测内容及预警值符合设计及规范要求。安全监测符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，运行情况符合设计要求，具备安全生产条件。

4.4.2 监测数据分析

(1) 坝体表面位移监测

通过对2025年9月至2026年5月的人工及在线位移监测数据进行整理分析可知，各监测点的位移变化量较为均衡，无不均匀沉降现象。各监测点的位移速率均小于设计要求。通过人工与在线对比数据分析，监测数据存在一定误差，考虑到人工监测和仪器测量误差，误差在允许范围内，符合规范要求。坝体位移及沉降总值在可控范围内，表明坝体整体稳定性较好，坝体的沉降受季节、温差影响，在相对时间段出现监测数据波动，

在规范允许范围内。

尾矿库近三个月的人工和在线表面位移监测数据见表 4-22 所示。

表 4-22 表面位移监测数据

位移点编号		2026.3.25			2026.4.24			2026.5.25		
		X	Y	H	X	Y	H	X	Y	H
2#	人工 (mm)	4	2	-2	5	3	-4	0	2	-2
	在线 (mm)	4	3	-3	4	2	-3	4	3	-3
	差值 (mm)	0	-1	1	1	1	-1	2	-1	1
3#	人工 (mm)	3	4	-2	5	6	-2	7	7	-1
	在线 (mm)	4	5	-2	3	2	-3	5	5	-2
	差值 (mm)	-1	-1	0	2	4	1	2	2	1
4#	人工 (mm)	8	9	-6	9	9	-4	7	7	-6
	在线 (mm)	8	8	-7	7	8	-3	8	8	-6
	差值 (mm)	0	1	1	2	1	-1	-1	-1	0
5#	人工 (mm)	2	4	-18	3	5	-16	2	4	-15
	在线 (mm)	2	3	-19	2	7	-19	1	3	-16
	差值 (mm)	0	1	1	1	-2	3	1	1	1
6#	人工 (mm)	4	4	-14	4	6	-13	4	5	-13
	在线 (mm)	3	3	-15	2	3	-14	2	3	-12
	差值 (mm)	1	1	1	2	3	1	2	2	1
7#	人工 (mm)	3	2	-3	3	1	-1	3	3	-2
	在线 (mm)	3	3	-3	3	4	-5	2	3	-5
	差值 (mm)	0	-1	0	0	-3	4	1	0	3
8#	人工 (mm)	11	12	-11	10	11	-9	11	11	-11
	在线 (mm)	12	13	-12	11	12	-10	11	12	-10
	差值 (mm)	-1	-1	1	-1	-1	1	0	-1	-1
9#	人工 (mm)	7	7	-11	7	9	-10	8	9	-13

	在线（mm）	8	8	-13	6	7	-13	7	9	-10
	差值（mm）	-1	-1	2	1	2	3	1	0	-3
10#	人工（mm）	2	2	-1	2	1	-2	2	4	-5
	在线（mm）	3	2	-1	2	3	-1	1	3	-2
	差值（mm）	-1	0	0	0	-2	-1	1	1	-3
11#	人工（mm）	3	1	-12	3	2	-11	3	3	-10
	在线（mm）	3	2	-14	3	2	-13	3	2	-11
	差值（mm）	0	-1	2	0	0	2	0	1	1

（2）浸润线监测

通过对 2025 年 9 月至 2026 年 5 月的人工及在线浸润线监测数据进行整理分析可知，各监测点的浸润线埋深均满足控制浸润线埋深的要求（浸润线控制埋深为 3.8~7.0m，黄色预警阈值为 3.6~6.6m，橙色预警阈值为 3.4~6.3m，红色预警阈值为 3.0~5.6m），人工监测数据与在线监测数据存在一定误差，在允许范围内，符合规范要求，说明在线监测数据准确可靠。

尾矿库近三个月的人工和在线浸润线监测数据见表 4-23 所示。

表 4-23 浸润线监测数据

浸润 线编 号	控制浸 润线埋 深 (m)	2026.3.25			2026.4.24			2026.5.25		
		人工 (m)	在线 (m)	差值 (m)	人工 (m)	在线 (m)	差值 (m)	人工 (m)	在线 (m)	差值 (m)
1#	4	12	11.98	0.02	12	11.99	0.01	12	11.97	0.03
2#	4	12	11.99	0.01	12	11.99	0.01	12	11.99	0.01
3#	4	12	11.99	0.01	12	11.98	0.02	12	11.98	0.02
4#	4	12	11.98	0.02	12	11.97	0.03	12	11.97	0.03
5#	4	12	11.97	0.03	12	11.98	0.02	12	11.98	0.02
6#	4	12	11.99	0.01	12	11.99	0.01	12	11.98	0.02
7#	4	12	11.99	0.01	12	11.99	0.01	12	11.99	0.01
8#	4	12	11.97	0.03	12	11.98	0.02	12	11.99	0.01
9#	4	12	11.98	0.02	12	11.97	0.03	12	11.99	0.01

10#	4	12	11.99	0.01	12	11.97	0.03	12	11.97	0.03
11#	4	12	11.98	0.02	12	11.98	0.02	12	11.98	0.02
12#	4	12	11.99	0.01	12	11.99	0.01	12	11.99	0.01

(3) 干滩监测及库水位

通过对 2025 年 9 月至 2026 年 5 月的人工及在线滩顶高程、干滩长度监测及库水位数据进行整理分析可知，现状干滩长度满足设计要求的控制指标，库内未见水，人工监测数据与在线监测数据存在一定误差，考虑到人工监测和仪器测量误差，误差在允许范围内，符合规范要求。

4.5 排渗设施单元

4.5.1 排渗设施检查

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对该尾矿库排渗设施单元进行符合性评价，详见表 4-24。

表 4-24 尾矿库排渗设施安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
1	尾矿库运行过程中应根据设计要求进行排渗设施的施工，施工后对排渗效果进行检查。	《尾矿库安全规程》第 6.3.12 条	堆积坝建有排渗设施，符合《安全设施重大变更设计》要求，具体结构尺寸详见 2.5.6 章节。根据现场勘察及查阅资料可知，排渗效果良好。	符合
2	尾矿库运行期间应加强浸润线监测，严格按设计要求控制浸润线埋深。	《尾矿库安全规程》第 6.5.1 条	根据浸润线监测数据分析，浸润线埋深小于控制浸润线埋深（3.8~7.0m）。	符合
3	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》第 6.5.2 条	通过查阅浸润线监测记录，尾矿库运行期间未发生坝体浸润线埋深小于控制浸润线埋深的情况。	符合
4	尾矿堆积坝下游坡浸润线的	《尾矿设施设计	通过查阅浸润线监测记	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
	最小埋深除应满足坝坡抗滑稳定的条件外，尚应满足以下要求： （1）堆积坝高度 $H < 30.0\text{m}$ ，浸润线最小埋深为 2.0m 。 （2）堆积坝高度 $60.0\text{m} > H \geq 30.0\text{m}$ ，浸润线最小埋深为 $2.0\text{m} \sim 4.0\text{m}$ 。	规范》第 4.3.3 条	录，坝体最小浸润线埋深为 11.97m ，均满足要求。	

采用安全检查表对排渗进行了 4 项检查，均符合要求。检查结果表明：该尾矿库排渗设施结构完整，符合设计要求，现状排渗效果良好，运行正常。排渗符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，运行情况符合设计要求，具备安全生产条件。

4.5.2 排渗主要危险、有害因素辨识与分析

通过分析和辨识，排渗设施单元存在的危险、有害因素为渗流破坏。

尾矿水受重力作用，由高水位区向低水位区流动，水在尾矿坝体、坝肩和坝基土中的运动，称作尾矿坝的渗流。尾矿坝是一种散粒体堆筑的水工构筑物，当上游存在高势能水位时，坝体内必然形成复杂的渗流场。在渗流作用下，坝体有可能发生渗流破坏，严重时将导致溃坝，渗流破坏主要有四种破坏形式，即管涌、流土、接触冲刷和接触冲砂。但无论何种形式引起的渗流破坏，导致尾矿坝溃决，总是表现为集中渗流，发展成管涌、流砂，冲刷周边通道不断坍塌、扩大，管涌无法控制而最终溃坝。当尾矿坝渗、漏水“跑浑”或下游坝面出现管涌、流土迹象时，应及时处理，以避免加剧渗流破坏。渗流破坏的主要类型有：①坝面局部管涌、流土、隆起、坍塌；②后期坝下游坡面、沉积滩面或库水区出现陷坑；③坝肩和岸坡接触处出现裂缝；④坝体下游坡面或坝肩渗水量增加或渗透水浑浊；⑤坝顶高不一致；⑥坝底、坝基漏砂。

造成渗流破坏的因素有：

- （1）筑坝未按设计要求施工，施工质量没达到设计要求；
- （2）每一期堆积坝冲填之前，坝肩和岸坡接触面没做妥善处理或清理不彻底。

- (3) 坝肩和岸坡接触面没做妥善处理或清理不彻底;
- (4) 排渗、反滤层等重要措施设计不能满足渗流要求;
- (5) 排渗设施在运行过程中出现淤塞或局部破损;
- (6) 尾矿排放违规, 方式不当;
- (7) 坝体沉降、裂缝或塌陷等形成集中渗流;
- (8) 干滩长度达不到要求、库内蓄水水位过高, 造成坝面、坝坡渗流出逸, 坝面出现沼泽化;
- (9) 管理不善, 没有认真的经常性检查与观测, 没能及时发现问题, 及时采取措施, 防止事故发生。

4.6 辅助设施单元

4.6.1 辅助设施检查

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定, 借鉴同类尾矿库的经验, 运用安全检查表的评价方法对该尾矿库安全监测设施单元进行符合性评价, 详见表 4-25。

表 4-25 辅助设施安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
1	是否按设计要求设置交通道路。	《安全设施重大变更设计》	尾矿库设有上坝及排洪系统道路, 道路可通至尾矿坝坝顶及排洪系统, 可达到巡视库区目的, 道路路面均平整、畅通, 满足库区巡视、上坝、应急抢险等要求。	符合
2	是否按设计要求设置照明设施。	《安全设施重大变更设计》	尾矿坝有照明设施, 够满足夜间巡视检查及应急抢险的要求。	符合
3	是否按设计要求设置通讯设施。	《安全设施重大变更设计》	尾矿库管理人员与值班人员配备有移动通讯设备, 能够确保通讯畅通。	符合
4	是否按设计要求设置尾矿库管理站。	《安全设施重大变更设计》	通过现场检查, 尾矿库管理站位于西侧山坡上, 设置于	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
			尾矿库最终边界线之外。	

采用安全检查表对辅助设施进行了 4 项检查，均符合要求。检查结果表明：该尾矿库已按设计要求建设尾矿库管理站、上坝道路、库区通讯、等设施，各设施安全有效，符合规范及设计要求，运行情况符合设计要求，具备安全生产条件。

4.6.2 辅助设施主要危险、有害因素辨识与分析

通过分析和辨识，辅助设施单元存在的危险、有害因素为触电、火灾、机械伤害、车辆伤害。

4.6.2.1 触电

该尾矿库有照明设施、监测设施等用电设施，可能造成触电事故，造成触电事故的因素有：

- (1) 电工作业不遵守规章制度，不执行安全操作规程；
- (2) 使用不合格的绝缘工具；
- (3) 移动使用的配电箱、板及所用导线不符合要求，未使用漏电保护器；
- (4) 在潮湿环境工作不使用安全电压，不穿绝缘鞋，无绝缘垫，无监护人；
- (5) 电气装置的绝缘损坏、老化；
- (6) 变配电装置安全防护距离不足，带电设备附近作业安全距离不足；
- (7) 设备接地线损坏，缺少接地、漏电保护等防护。

4.6.2.2 火灾

造成火灾事故的因素有：

- (1) 明火引起的火灾
 - ①明火照明、明火取暖；
 - ②吸烟；未熄灭的烟头引燃可燃物；
 - ③油棉纱等自燃引起火灾；
 - ④明火引发机油着火；

- ⑤设备检修时用汽油擦洗设备；
- ⑥焊接作业防护不当，作业结束后未及时清理现场。

(2) 电气火灾

- ①未对电气线路、照明灯具、电气设备进行定期检查；
- ②电气线路特别是临时线路接触不良；
- ③避雷装置覆盖范围不够或接地电阻大；
- ④超负荷用电；
- ⑤重要电气设备场所缺少消防器材。

4.6.2.3 机械伤害

造成机械伤害的因素有：

- (1) 水泵等高速转动部位缺少防护装置或安全防护装置损坏；
- (2) 违章操作，穿戴不符合安全规定的服装；
- (3) 在检修工作时，机器突然被别人随意启动；
- (4) 在不安全的机械旁停留；
- (5) 操作、搬运、架设、拆除设备、管道时受到磕碰、撞击、挤压、割划等伤害。

4.6.2.4 车辆伤害

造成车辆伤害的因素有：

- (1) 车辆带病运行，安全设施失效；
- (2) 高堤道路外侧未设置护栏、挡车土堆等；
- (3) 夜间筑坝作业场所无照明；
- (4) 雨天路面湿滑，雨雾天、大风扬尘造成司机视线不清；
- (5) 司机精力不集中，违章作业。

4.7 个人安全防护

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对该尾矿库个人安全防护进行符合性评价，详见表 4-26。

表 4-26 个人安全防护安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
1	生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《安全生产法》第四十五条	通过查阅劳保用品发放记录，尾矿管理部为尾矿库作业人员发放了防尘防毒口罩、单面挂胶手套、普通防尘口罩、防护眼镜等劳动防护用品。	符合

采用安全检查表对个人安全防护进行了 1 项检查，符合要求。检查结果表明：个人安全防护符合规范及设计要求，具备安全生产条件。

4.8 安全标志

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对该尾矿库安全标志进行符合性评价，详见表 4-27。

表 4-27 安全标志安全检查表

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
1	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》第 6.1.7 条	该尾矿库库区及上坝道路附近设置有安全警示标志。	符合

采用安全检查表对安全标志进行了 1 项检查，符合要求。检查结果表明：安全标志符合规范及设计要求，但库区需增加重大隐患判定标准、举报奖励等公示牌。

4.9 安全管理单元

4.9.1 组织与制度

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对该尾矿库安全管理单元进行符合性评价，详见表 4-28。

表 4-28 安全管理检查表

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
1	生产经营单位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规程，	《尾矿库安全规程》第 6.1.1 条	建立健全了全员安全生产责任制、安全管理制度、安全操作规	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
	对尾矿库实施有效的安全管理		程。	
2	生产经营单位应开展安全风险辨识，建立安全风险分级管控体系，建立健全尾矿库安全生产隐患排查治理制度，及时发现并清除事故隐患。事故隐患排查治理情况应如实记录，并向从业人员通报。	《尾矿库安全规程》 第 6.1.3 条	通过现场检查，企业完成了尾矿库安全风险分级管控及隐患排查治理双重预防机制的建设，形成了尾矿库作业风险防控清单及隐患排查治理清单，按照风险等级确定责任单位及责任人，落实防控措施，定期进行隐患排查。	符合
3	生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员应当依照有关规定经培训考核合格并取得安全资格证书后，方可任职。	《尾矿库安全监督管理规定》第六条	通过查阅资料，尾矿库主要负责人杨勇持有朝阳市应急管理局核发的主要负责人、安全生产管理人员证件，尾矿库设有安全管理机构，尾矿库专职安全管理人员 2 人持有朝阳市应急管理局核发的安全生产管理人员证件。	符合
4	直接从事尾矿库放矿、筑坝、巡坝、排洪和排渗设施操作的作业人员必须取得特种作业操作证书，方可上岗作业。	《尾矿库安全监督管理规定》第六条	通过查阅资料，尾矿库共配备低压电工 2 人、焊工 2 人、尾矿工 6 人，均持有特种作业人员操作证。	符合
5	经营单位应当按照规定提取和使用安全生产费用，专门用于改善安全生产条件。安全生产费用在成本中据实列支。	《安全生产法》第二十三条	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司按当月入库尾矿量计提安全生产费用，计提标准为 5 元/吨，存有提取记录及使用明	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
			细。	
6	生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训,保证从业人员具备必要的安全生产知识,熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程,掌握本岗位的安全操作技能,了解事故应急处置措施,知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员,不得上岗作业	《安全生产法》第二十八条	通过查阅资料,企业制定了安全生产教育培训制度,每年年初制定年度培训计划,对从业人员进行安全生产教育和培训,对培训情况进行考核,确保从业人员熟悉相关的安全生产规章制度和安全操作规程,掌握本岗位的安全操作技能,了解事故应急处置措施,知悉自身在安全生产方面的权利和义务。从业人员均经安全生产教育和培训合格后上岗。	符合
7	生产经营单位必须依法参加工伤保险,为从业人员缴纳保险费。 属于国家规定的高危行业、领域的生产经营单位,应当投保安全生产责任保险。	《安全生产法》第五十一条	为职工缴纳了工伤险及安全生产责任险。	符合
8	非煤矿山企业必须依法设立安全管理机构或者配备专职安全生产管理人员,应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。四等及以上尾矿库专职安全生产管理人员应当不少于2人。特种作业人员数量能够满足实际生产需求,并持证上岗。	矿安〔2022〕4号第十条	通过查阅资料,尾矿库设有安全管理机构,尾矿库专职安全管理人员2人,注册安全工程师毛汉林从事安全管理工作。尾矿库共配备低压电工2人、焊工2人、尾矿工6人,均持有特种作业人员操作证,数量能够满足实际生产需求。	

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
9	尾矿库应当配备水利、土木或者选矿（矿物加工）等尾矿库相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员，其中四、五等尾矿库专职技术人员应当不少于1人。	矿安〔2022〕4号第十一条	通过查阅资料，配备尾矿库专职技术管理人员1人，为大学本科、矿物加工工程专业。有注册安全工程师从事安全生产管理工作。	符合

采用安全检查表对组织与制度进行了9项检查，均符合要求。检查结果表明：建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库的组织与制度比较健全，符合相关法律、法规、规范及设计要求，具备安全生产条件。

4.9.2 安全运行管理

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对安全运行管理进行符合性评价，详见表4-29。

表 4-29 安全运行管理检查表

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
1	生产经营单位应编制尾矿库年度、季度作业计划和详细运行图表，严格按照作业计划生产运行，做好记录并长期保存。	《尾矿库安全规程》第6.1.2条	通过查阅资料，编制有尾矿库年度、季度作业计划并严格按照计划生产运行。	符合
2	湿式尾矿库尾矿排放应满足下列要求： 1.应按设计要求排放尾矿，滩顶高程应满足生产、防汛、冬季放矿和回水要求； 2.矿浆排放不得冲刷初期坝或子坝，不得发生矿浆沿子坝上游坡脚流动冲刷坝体； 3.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》第6.3.3条	根据现场踏勘、查阅调洪演算报告可知： 1.现场按设计要求在坝前均匀、分散放矿，滩顶高程能够满足防洪、回水等要求。 2.未见矿浆冲刷子坝及矿浆沿子坝上游坡脚流动冲刷坝体的现象。 3.排放口的间距、位置、开放的数量和时间等按设计要求和作业计划进行操	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
			作。	
3	采用尾矿堆坝的湿式尾矿库尾矿排放还应满足下列要求： 1.应在坝前均匀、分散排放，维持滩面均匀上升，滩面不得出现侧坡、扇形坡或细颗粒尾矿大量集中沉积于某端、某侧； 2.坝顶及沉积滩面应均匀平整，沉积滩长及滩顶最低高程应满足防洪设计要求； 3.尾矿滩面上不得有积水坑。	《尾矿库安全规程》第 6.3.4 条	根据现场踏勘、查阅调洪演算报告可知： 1.现场按设计要求在坝前均匀、分散放矿，滩面平整，无偏滩及扇形滩面。 2.坝顶及沉积滩面均匀平整，沉积滩长及滩顶高程能够满足防洪要求。 3.尾矿滩面上无积水坑。	符合
4	入库尾矿量、排尾浓度、入库尾矿粒度等指标是否符合设计要求。	《安全设施重大变更设计》	通过对 2023 年 12 月至 2026 年 5 月入库尾矿的检测记录进行整理分析可知，现状入库尾矿粒度、比重、浓度与设计指标的偏差均在在 5%以内，符合设计要求。	符合

采用安全检查表对安全运行管理进行了 4 项检查，均符合要求。检查结果表明：建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库安全运行管理较为规范，符合相关法律、法规、规范及设计要求，具备安全生产条件。

4.9.3 应急救援

根据有关法律、法规、技术标准的相关规定，借鉴同类尾矿库的经验，运用安全检查表的评价方法对应急救援进行符合性评价，详见表 4-30。

表 4-30 安全运行管理检查表

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
1	矿山企业应当根据有关法律、法规、规章和相关标准，针对本单位存在的风险以及可能发生的生产安全事故的特点和危害，编制	矿安（2024）8 号第一条	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司编制有《生产安全事故综合应急预案》《尾矿库溃坝事故专项应急预案》等。	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
	应急预案。			
2	矿山企业应当至少每半年组织 1 次生产安全事故应急预案演练。	矿安 (2024) 8 号第二条	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司于 2026 年 5 月 13 日进行了尾矿库漫顶事故应急演练，制定有 2026 年下半年尾矿库应急演练计划。	符合
3	矿山企业应当每 3 年至少进行一次应急预案评估，修订后的应急预案要按程序重新报备。	矿安 (2024) 8 号第三条	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司于 2025 年 11 月对应急预案进行了修订，应急预案已于 2025 年 11 月 20 日备案。	符合
4	矿山企业应当按照有关规定建立矿山应急救援队伍，加强队伍标准化建设，保障资金投入，配备救援装备。不具备设立矿山救援队伍的企业，应当设置兼职救援队伍，并与就近的矿山救援队伍签订救援协议。	矿安 (2024) 8 号第四条	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司成立兼职矿山救援队（建磷发〔2024〕13 号），设置两个分队；与建平深井矿业有限责任公司签订矿山救援协议书，签订时间：2026 年 1 月 1 日，有效期为一年。	符合
5	矿山企业应当根据本单位可能发生的生产安全事故的特点和危害，配备必要的灭火、排水、通风等救援装备和物资。	矿安 (2024) 8 号第五条	通过现场检查，在尾矿库设有应急物资库房，储备了十字铁镐、编织袋、救生衣、救生圈、潜水泵等关键的应急救援物资，应急物资齐全，每月进行保养维护。	符合
6	矿山企业应当定期组织开展本单位的应急预案、应急知识、自救互救、避险逃生技能和路线的培训，保证管理人员和从业人员了解应急预案内容，熟悉应急职责，熟练掌握自救器等救援装备使用和应急处置措施。	矿安 (2024) 8 号第六条	通过查阅资料，企业开展了应急救援的相关培训，管理人员和从业人员均了解应急预案内容，熟悉应急职责，熟练掌握自救器等救援装备使用和应急处置措施。	符合

采用安全检查表对应急救援进行了 6 项检查，均符合要求。检查结果表明：建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库应急救援比较完善，符合相关法律、法规、规范及设计要

求，具备安全生产条件。

4.10 重大隐患判定单元

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》的通知》（矿安〔2022〕88号）、《国家矿山安全监察局关于印发<金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形>的通知》（矿安〔2024〕41号）文件要求，对照现场实际，采用安全检查表法对重大生产安全事故隐患进行判定。如表 4-31 所示。

表 4-31 重大事故隐患判定检查表

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	库区或者尾矿坝上不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。	符合
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	根据现场踏勘及查阅资料，未见上述现象。	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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	坝体平均外坡比为尾矿坝综合坡比约 1:5.2，满足设计坡比。	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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	坝高及库容均未超过设计要求。	符合
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	查阅设计资料，近三年尾矿坝上升 1.3m 上升速率符合设计要求。	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	2023年7月由中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司出具《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库安全性复核报告》对尾矿坝做全面的安全性复核。	符合
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	查阅在线、人工浸润线监测记录并对比分析，浸润线最小埋深为11.97m，满足控制浸润线埋深。	符合
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	2026年5月由沈阳承铭工程技术有限公司出具《建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库2026年调洪演算》，通过计算，该尾矿库排洪系统能力满足200年一遇设防标准，可保证尾矿库2026年安全度过汛期。	符合
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	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	2024年5月由沈阳兴禹水利建设工程质量检测有限公司出具《建平磷铁矿业有限公司尾矿库排水系统安全检测报告》，满足设计要求。	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
	不满足设计要求。			
10	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	未见设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	不涉及
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	按设计性质尾砂进行排放。	符合
12	冬季未按设计要求的冰下放矿方式进行放矿作业。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	通过现场检查和查阅资料，按设计要求进行放矿。	符合
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	已按设计设置安全监测系统，正常运行。 查阅在线监测系统运行记录，监测设施运行不正常时均技术进行了修复。无关闭、破坏安全监测系统或篡改、隐瞒、销毁其相关数据、信息的情况。	符合
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	该尾矿库湿式排放。	不涉及

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	根据 4.2.4 节计算，坝体抗滑稳定最小安全系数满足规范要求。	符合
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	该尾矿库为四等库，不为“头顶库”，不涉及。	不涉及
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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	该尾矿库评价期间未见回采情况。	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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	该尾矿库库用以贮存选厂生产尾矿。	不涉及
19	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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	通过查阅资料，配备了 2 名专职安全生产管理人员、1 名专业技术人员、6 名尾矿工、2 名低压电工和 2 名焊工，安全生产管理人员、专业技术人员和特种作业人员均符合国家规定。	符合
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实的，或封堵体设置在井顶、井身段或斜槽顶、槽身段。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》	过现场检查和查阅资料，拱板之间和拱板与框架之间采用水泥砂浆填缝密实。	符合
21	遇极端天气尾矿库未及时停止作业、撤出现场作业人员。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》	制定有遇极端天气尾矿库及时停止作业撤出现场作业人员制度。	符合

采用安全检查表对重大生产安全事故隐患判定单元进行 21 项检查，除 4 项不涉及外，其他项均符合要求，通过检查说明，建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库不存在重大生产安全事故隐患，具备安全生产条件。

4.11 申请安全生产许可证条件判定

根据《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局令〔2009〕第 20 号，根据 2015 年 3 月 23 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号《关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》修订，根据应急部公告〔2018〕12 号修正，2018 年 12 月 4 日施行)，本次评价对该尾矿库是否具备申请发安全生产许可证的条件进行符合性评价，如表表 4-32。

表 4-32 尾矿库申请安全生产许可证条件复核表

序号	申请安全生产许可证的条件	实际情况	结论
1	建立健全主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制；制定安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患整改制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度等规章制度；制定作业安全规程和各工种操作规程。	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司制定有安全管理制度汇编、全员安全生产责任制、安全操作规程。各项安全生产责任制、安全管理制度及操作规程较为健全。	符合
2	安全投入符合安全生产要求，依照国家有关规定足额提取安全生产费用。	通过查阅资料，按当月入库尾矿量计提安全生产费用，计提标准为 5 元/吨，存有提取记录及使用明细。	符合
3	设置安全生产管理机构，或者配备专职安全生产管理人员。	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库配备了 2 名专职安全生产管理人员。	符合
4	主要负责人和安全生产管理人员经安全生产监督管理部门考核合格，取得安全资格证书。	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司的法定代表人(尾矿库的主要负责人)具有资格证书。尾矿管理部配备的 2 名专职安全管理人员均具有安全管理人员资格证书。	符合

5	特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书。	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司尾矿库共配备了 6 名尾矿工，2 名低压电工，2 名焊工，均持有特种作业人员操作证。	符合
6	其他从业人员依照规定接受安全生产教育和培训，并经考试合格。	通过查阅资料，企业制定了安全生产教育培训制度，每年年初制定年度培训计划，对从业人员进行安全生产教育和培训，对培训情况进行考核，确保从业人员熟悉相关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处置措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。从业人员均经安全生产教育和培训合格后上岗。	符合
7	依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司为从业人员缴纳了工伤保险及安全生产责任险。	符合
8	制定防治职业危害的具体措施，并为从业人员配备符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。	通过查阅资料，建平磷铁矿业有限公司为从业人员配发了符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。	符合
9	新建、改建、扩建工程项目依法进行安全评价，其安全设施经验收合格；	通过查阅资料，尾矿库建设完成后进行了安全设施验收评价，安全设施验收合格。《改造治理方案设计》进行了安全设施验收评价，安全设施验收合格。	符合
10	危险性较大的设备、设施按照国家有关规定进行定期检测检验	尾矿库无危险性较大的设备、设施，无需检测检验。	不涉及
11	制定事故应急救援预案，建立事故应急救援组织，配备必要的应急救援器材、设备；生产规模较小可以不建立事故应急救援组织的，应当指定兼职的应急救援人员，并与邻近的矿山救护队或者其他应急救援组织签订救护协议。	通过现场检查和查阅资料，企业制定有《建平磷铁矿业有限公司生产安全事故应急救援预案》，在尾矿库管理站应急物资库内储备了充足的应急救援物资，每月进行维护保养。建平磷铁矿业有限公司成立	符合

		兼职矿山救援队（建磷发〔2024〕13号），设置两个分队；与建平深井矿业有限责任公司签订矿山救援协议书，签订时间：2026年1月1日，有效期为一年。	
--	--	--	--

采用安全检查表对申请安全生产许可证条件进行了11项检查，10项符合符合要求，1项不涉及。检查结果表明：建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库具备申请安全生产许可证的条件。

5. 建议补充的安全对策措施

针对该尾矿库存在的危险、有害因素和安全分析与评价结果，依据国家相关安全法律、法规、标准和规范的要求，借鉴类似尾矿库的安全生产经验，分单元提出以下对应的安全对策措施建议。

5.1 周边环境单元

(1) 加强库区周边环境的巡视检查，发现滑坡及异常现象及时处理。坝顶及库区内严禁设计以外的其他任何建筑物或设施的建设。

(2) 严禁在尾矿库周边特别是下游开采砂石，禁止外来尾砂入库。

(3) 加强对上坝道路的维护和道路运输安全管理，确保上坝道路通畅和运输安全，冰雪或多雨季节道路较滑时，应有防滑措施并减速行驶。

(4) 加强库区周边的安全警示标志和坝上照明设施的巡视检查，确保其完整性和适应性，发现破损、丢失的，及时更换。

5.2 尾矿坝单元

(1) 后期应严格按照设计进行尾矿排放和运行管理。

(2) 后期子坝的堆筑应严格按照设计要求堆筑，做好坝基处理工作，以保证坝体整体的稳定性。

(3) 经常检查坝体位移和坝体沉降。要求坝体位移量和沉降量变化应均衡，无突变现象，且应逐年减小。当位移量和沉降量变化出现突变或有增大趋势时，应查明原因，妥善处理。

(4) 经常检查坝体有无纵、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，判断危害程度，妥善处理。

(5) 应于坝前均匀放矿，冬季放矿应符合规程要求。实际放矿过程中，要充分考虑库内尾矿沉积坡度和堆积方法，保证排洪设施正常运行。

(6) 企业应定期对入库尾矿的浓度、粒度等进行检测，检测频率不得低于每周一次，排尾浓度与设计指标的偏差不得大于 5%，入库尾矿粒度与设计指标的偏差不得大于 5%。

(7) 定期进行工程地质勘察,了解尾矿坝的实际运行状态,发现异常情况及时采取措施。

5.3 排洪系统单元

(1) 加强对排水构筑物的动态监测,并委托专业队伍经常检查防洪、排水系统,发现异常情况应及时处理。

(2) 加强汛期库、坝的防汛工作,了解和掌握汛期水情和气象预报,切实落实防汛措施。对排洪系统及坝体必须进行详细检查和维护,疏浚排洪通道。对检查中发现的问题要立即采取有效措施进行解决,确保尾矿库安全度汛。

(3) 尾矿库在正常使用过程中,必需保证尾矿库的水面标高与坝顶的安全超高及最小滩长满足设计要求的控制指标。

(4) 洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查与清理,发现问题及时修复,同时,采取措施降低库内水位,防止连续降雨后发生溃坝事故。

(5) 每年汛期前应进行调洪演算,复核尾矿库的防洪能力,提出防洪安全控制参数。

(6) 排水井预制拱板的制作、安装及封堵应严格按照安全设施设计、施工图进行施工。

5.4 安全监测设施单元

(1) 监测设施作为重要的安全设施,应建立健全相应的定期观测、观测数据记录与分析、设施维护等各项管理制度和档案;发现诸如坝体变形及检测数据有突变或逐年增大等问题时,要及时分析研究,查明原因,采取有效措施,妥善处理。

(2) 由于各种影响因素的不确定性,建议在尾矿库运行过程中,结合人工观测及在线监测系统,加强对坝内浸润线观测,并保证排洪设施有效工作。一旦发现坝体浸润线达不到设计要求,应查明原因,及时采取措施。

(3) 严格按设计要求设置安全监测设施。

5.5 排渗设施单元

(1) 严格按设计要求设置排渗设施。加强坝体浸润线的观测,发现异常情况应查明

原因，妥善处理。

(2) 尾矿库运行期间应加强浸润线监测，严格按设计要求控制浸润线埋深，若发现浸润线异常升高，应查明原因，及时采取措施。

(3) 加强日常巡查，若发现排渗管出水异常或排水出现浑浊现象，应查明原因，及时采取措施。

5.6 安全标志

(1) 企业现场增设尾矿库风险公告牌、举报奖励公告牌、矿山典型多发事故六十条措施及重大隐患判定标准公告牌等安全标识。

5.7 安全管理单元

(1) 后续的安全管理要求应及时按照现行的法律法规进行更新和完善。

(2) 加强生产运行期间的管理，严格巡查制度，发现安全隐患及时处理，做好抢险应急预案及演练工作。

(3) 加强建设单位法人是尾矿库安全生产第一责任人、对尾矿库的安全生产负主要责任的意识。

(4) 加强尾矿库管理机构各岗位人员的培训工作，培训内容包括：尾矿库安全管理方面的各项管理制度、岗位职责、尾矿库专业知识，掌握设计文件及有关规定，了解尾矿处理的工艺，熟悉国家或部门有关标准及规定、规范等。

(5) 结在日常工作中应注重预案的演练工作，不断提高各级人员的应变能力和事故处理能力，并根据演练结果不断完善应急预案。

5.8 冬季运行管理对策措施

(1) 备用或暂时停用的尾矿输送管线，应将尾矿浆排空，防止在管线内结冰堵塞。

(2) 冬季尾矿库的排洪、回水系统应经常检查进出口结冰情况，及时破除排水井周边浮冰，破冰时应避免对排水系统结构造成破坏。

6. 安全评价结论

6.1 安全现状综合评述

通过本次安全评价可以确认，建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库安全设施健全，安全生产管理满足要求，尾矿库具有本质安全程度。

6.2 各评价单元评价结果

（1）周边环境单元

评价组通过现场勘察及周边环境的定性、定量评价结果分析：该尾矿库区域构造稳定，库区周边没有发现诸如爆破、采石、挖砂、取水、放牧、开垦等违章活动。尾矿库区内未发现发生大面积滑坡、塌方及泥石流迹象，库区边坡整体稳定性较好，尾矿库与周边环境的相互影响在可控范围内。周边环境单元满足规范、规程要求，具备继续生产运行的安全生产条件。

（2）尾矿坝单元

评价组通过现场勘察及尾矿库坝体的定性、定量评价结果分析：该尾矿库坝体结构完好，轮廓尺寸符合设计要求，无渗漏、管涌、沼泽化、裂缝和滑坡现象，坡面护坡良好。尾矿坝在现状及下个周期期间的渗流稳定性良好，浸润线不从坝坡逸出，不会发生渗流破坏。尾矿坝在现状及下个评价周期期间边坡抗滑稳定性满足设计及规范要求。尾矿坝位移、浸润线满足设计要求的控制指标，粗砂产率满足设计要求，能够保证粗砂区和细泥区平衡上升。尾矿坝符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，具备继续生产运行的安全生产条件。

（3）排洪系统单元

评价组通过现场勘察及防排洪系统的定性、定量评价结果分析：尾矿库排洪系统断面尺寸符合设计要求，结构安全可靠，可保持稳定运行。尾矿库在现状及下个评价周期期间的防洪能力均符合设计及规范要求。干滩长度、安全超高、干滩坡度满足设计要求的控制指标。防排洪系统符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，运行情况符合设计要求，具备安全生产条件。

（4）安全监测设施单元

评价组通过现场勘察及安全监测的定性、定量评价结果分析：该尾矿库安全监测系统运行正常，监测设施无损坏，监测点布置、监测内容及预警值符合设计及规范要求。堆积坝浸润线埋深均大于允许最小浸润线埋深，位移量较小且无突变现象，坝体逐渐趋于稳定。安全监测设施符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，具备继续生产运行的安全生产条件。

（5）排渗设施单元

评价组通过现场勘察及排渗的定性、定量评价结果分析：该尾矿库排渗设施结构完整，符合设计要求，现状排渗效果良好，运行正常。排渗符合有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的规定，运行情况符合设计要求，具备安全生产条件。

（6）辅助设施单元

评价组通过现场勘察及辅助设施的定性、定量评价结果分析：现状该尾矿库已按设计要求建设尾矿库管理区域、值班房、上坝道路、库区通讯等设施，各设施安全有效，符合规范及设计要求，具备继续生产运行的安全生产条件。

（7）个人安全防护

评价组通过现场勘察及个人安全防护的定性、定量评价结果分析：个人安全防护符合规范及设计要求，具备安全生产条件。

（8）安全标志

评价组通过现场勘察及安全标志的定性、定量评价结果分析：企业现场增设尾矿库风险公告牌、举报奖励公告牌、矿山典型多发事故六十条措施及重大隐患判定标准公告牌等安全标识。

（9）安全管理单元

采用安全检查表法对尾矿库安全管理单元进行评价，企业成立了安全管理机构，配备了专职安全管理人员，制定了全员安全生产责任制、安全生产管理制度和安全操作规程，制定有应急预案并已在应急管理部门备案，并定期组织应急演练。职工上岗经过安全教育培训，特种作业人员持证上岗，管理人员和技术人员具有丰富的实践经验。安全管理单元满足规范、规程要求，具备继续生产运行的安全生产条件。

（10）重大隐患判定单元

采用安全检查表法对尾矿库重大隐患判定单元进行评价，现状该尾矿库不存在重大安全隐患，具备继续生产运行的安全生产条件。

(11) 申请安全生产许可证条件

评价组通过现场勘察及定性、定量评价结果分析：该尾矿库具备申请安全生产许可证的条件。

6.3 总体评价结论

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，根据国家及地方政府的相关法律、法规、标准、规程的规定，本次安全生产许可证期间尾矿库按照安全设施设计组织生产。本次评价认定，建平磷铁矿业有限公司选厂尾矿库现状具备生产运行的安全生产条件，符合申请安全生产许可证的要求。

7. 附件

- (1) 现场合影
- (2) 营业执照
- (3) 安全生产许可证
- (4) 全员安全生产责任制
- (5) 安全管理制度及岗位操作规程目录清单
- (6) 成立安全管理机构及技术管理机构的文件
- (7) 主要负责人、安全管理人员证件
- (8) 特种作业人员证件
- (9) 技术人员专业证书
- (10) 注册安全工程师证书
- (11) 安全教育培训
- (12) 劳保用品发放记录
- (13) 保险缴费凭证
- (14) 安全生产费用提取计划及落实情况
- (15) 应急预案备案登记表
- (16) 应急演练、应急救援协议及应急救援队文件
- (17) 2026 年度下半年排尾计划

8. 附图

- 1、尾矿库现状平面图
- 2、尾矿库坝体剖面图
- 3、排洪涵洞纵剖面图
- 4、排洪系统结构图

