

前 言

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库库址位于鞍山市千山区大孤山镇境内，属于“山谷型”尾矿库，设计总坝高 109.0m，最终坝顶标高 178.0m，总库容 $20853 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计等别为二等库，尾矿库排洪系统采用排水井-隧洞-管型式。

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂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 4 月编制完成了《鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团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，得到了鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂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	8
2. 评价项目概况	10
2.1 企业概况	10
2.2 自然环境概况	11
2.3 地质概况	12
2.4 尾矿库设计概况	23
2.5 尾矿库现状概况	28
3. 评价单元划分与评价方法选择	42
3.1 评价单元划分	42
3.2 评价方法选择	42
3.3 各评价单元采用的评价方法	43
4. 定性定量评价	45
4.1 周边环境单元	45
4.2 尾矿坝单元	47
4.3 防排洪系统单元	70
4.4 安全监测设施单元	85
4.5 辅助设施单元	88
4.6 个人安全防护	90
4.7 安全标志	91
4.8 安全管理单元	91
4.9 重大隐患判定单元	97
4.10 延期换发安全生产许可证条件判定	100
5. 建议补充的安全对策措施	103

5.1 周边环境单元	103
5.2 尾矿坝单元	103
5.3 排洪系统单元	104
5.4 安全监测设施单元	104
5.5 安全标志	105
5.6 安全管理单元	105
5.7 冬季运行管理对策措施	105
6. 安全评价结论	106
6.1 安全现状综合评述	106
6.2 各评价单元评价结果	106
6.3 总体评价结论	108
7. 附件	109
8. 附图	110

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、安全监测设施、辅助设施、安全管理、重大隐患判定及延期换发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) 《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T 50011—2010）；
- (18) 《水工建筑物抗冰冻设计标准（2024 年版）》（GB/T 50662—2011）；
- (19) 《安全评价通则》（AQ 8001—2007）；
- (20) 《尾矿库安全监测技术规范》（AQ 2030—2010）；
- (21) 《土石坝养护修理规程》（SL 210—2015）；
- (22) 《碾压式土石坝设计规范》（SL 274—2020）；
- (23) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第 1 部分：总则》（KA/T 22.1-2024）；
- (24) 《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）；
- (25) 《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：1993 年 08 月 31 日至长期）、安全生产许可证（有效期：2023 年 04 月 19 日至 2026 年 04 月 18 日）；
- (2) 《鞍山钢铁公司大孤山铁矿尾矿库》，原苏联国立上下水道及外部水力构筑物勘察设计院列宁格勒分院设计，1955 年；
- (3) 《鞍钢大孤山选矿厂尾矿坝原回水管线堵管工程竣工报告》，东北地质勘察局四零二队和东北地质勘察工程公司第二工程队，1991 年 10 月；
- (4) 《大孤山选矿厂尾矿库筑坝与大矿排土衔接方案设计说明书》，鞍钢集团矿业设计研究院，1999 年 5 月；
- (5) 《大孤山选矿厂尾矿库近期扩容工程方案设计说明书》，鞍钢集团矿业设计研究院，2005 年 5 月；
- (6) 《鞍钢集团矿业公司大孤山选矿厂尾矿库勘察与稳定性评价报告》，辽宁有色勘察研究院，2009 年 6 月；
- (7) 《辽宁省鞍钢集团矿业公司大球厂尾矿库扩容工程地质灾害危险性评估报告》（以下简称《地灾报告》），辽宁省矿产勘察院，2010 年 10 月；
- (8) 《大孤山尾矿输送系统改造方案设计说明书》，鞍钢集团矿业设计研究院，2013 年 4 月；
- (9) 《鞍钢集团矿业公司大孤山球团厂尾矿库新建泄洪系统工程地质勘察报告》，

沈阳建材地质工程勘察院，2014 年 1 月；

(10) 《鞍钢矿业集团大孤山球团厂尾矿库山体侧副坝二期工程方案设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2017 年 6 月；

(11) 《鞍钢矿业集团大孤山球团厂尾矿库在线监测系统工程方案设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2018 年 8 月；

(12) 《鞍钢集团矿业有限公司大球尾矿库北线 165-170m 排岩筑坝工程方案设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2019 年 08 月；

(13) 《大孤山球团厂尾矿库 165m~180m 加高扩容工程地质勘察报告》，中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，2019 年 9 月；

(14) 《鞍钢集团矿业有限公司大孤山球团厂尾矿库及周边排土场水文地质勘察报告》，辽宁水文地质工程地质勘察院，2019 年 10 月；

(15) 《鞍山钢铁集团矿业有限公司大孤山球团厂尾矿库从 165m 至 180m 坝体渗流及静动力稳定分析报告》，大连理工大学，2020 年 11 月；

(16) 《大孤山排土场勘察与稳定性评价》，中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，2021 年 12 月；

(17) 《大孤山球团厂尾矿库 7 号排水井封堵工程开工报告》，鞍钢矿山建设有限公司，2022 年 5 月；

(18) 《鞍钢集团矿业有限公司大球尾矿库 178m 排岩筑坝工程方案设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2022 年 12 月；

(19) 《鞍钢矿业大孤山球团厂 8#溢洪塔结构可靠性鉴定报告》，鞍山建博工程检测有限公司，2023 年 11 月；

(20) 《大球尾矿库局部稳定性复核项目》，鞍钢集团矿业设计研究院，2023 年 7 月；

(21) 《大球尾矿库稳定性复核》，鞍钢集团矿业设计研究院有限公司，2024 年 11 月；

(22) 《大球尾矿库泄洪涵洞出口及阀门井结构鉴定》，鞍山建博工程检测有限公司，2024 年 6 月；

(23) 《鞍钢集团矿业有限公司大孤山球团厂尾矿库 2025 年汛期调洪演算报告书》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2025 年 4 月；

(24) 《大球厂尾矿库回水结构检测报告》，上海钧测检测技术服务有限公司，2025 年 11 月；

(25) 《鞍钢集团矿业有限公司（大孤山球团厂）尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》，北京国信安科技有限公司、鞍钢集团矿业有限公司（大孤山球团厂），2025 年 12 月；

(26) 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。

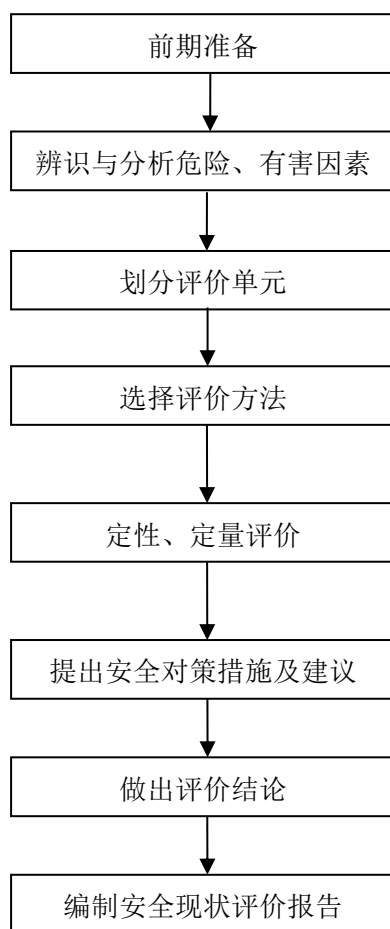


图 1-1 安全现状评价工作程序

2. 评价项目概况

2.1 企业概况

2.1.1 企业基本情况

鞍钢集团有限公司是特大型国有企业。鞍钢集团矿业有限公司是鞍钢集团有限公司的全资子公司，是鞍钢的主要原料生产基地，是集采矿、选矿、球团、烧结、机械制造、电力修造和建筑安装等多行业为一体的冶金矿山企业。鞍钢集团矿业有限公司共有 8 座大型铁矿山、7 座大型选矿厂及 4 座辅助矿山。其中大孤山选矿厂便是 7 座选矿厂中的 1 座，其厂址位于鞍山市千山区大孤山镇。

2.1.2 地理位置及交通

选矿主厂位于鞍山市东面，距离市区 9km，中心地理坐标为东经 122°25′，北纬 41°04′。大球厂尾矿库位于选矿厂东 2km、千山北侧的凹子峪沟中，中心地理坐标为东经 123°03′，北纬 41°02′。选矿厂交通十分方便，不但有公路通往鞍山市区，还有铁路通往鞍山火车站及鞍钢厂区，尾矿库与选矿厂之间有公路相通，交通较便利。



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

尾矿库位于千山山脉与下辽河冲积平原的衔接地带，总体地势为东南高西北低，自东南向西北倾斜。东南部属于千山山脉延伸部分的山区，山脉走向大致为北西-南东向，一般海拔高程为 300~600m，最高点位于岫岩县帽盔山，海拔 1141m。东部山区面积约为 5271km²，占全市总面积的 57%。中部为千山山脉向西部冲积平原的过渡地带，属低山坡岗丘陵区，一般海拔高程 50~200m，中部地带面积约为 1232km²，占全市总面积的 13%。中长铁路以西为辽河、浑河、太子河等河流冲积平原区，地势平坦，一般海拔高程 5~20m，最低海拔高程仅为 2m，冲积平原区面积约为 2749km²，占全市总面积的 30%。

2.2.2 气象条件

尾矿库地处北半球欧亚大陆东部中纬度区，南距渤海、黄海较近，属暖温带大陆性季风半湿润气候，一年四季受季风支配，春夏秋冬四季分明。总的气候特点是：雨热同步、干冷同期，温度适宜，光照充足。洪涝、干旱、风沙、冰雹、霜冻等灾害常有不同程度的发生。气候一般规律是：春季少雨多风，日照时间长，回暖快，蒸发量大，气候干燥，常有干旱现象；夏季以偏南风为主，温暖湿润，气旋北移，高温多雨，易发生洪涝；秋季南北风交替，降水适中，气候较凉爽；冬季以偏北风为主，西伯利亚寒潮濒临南侵，受高压控制，降水少，寒冷干燥。

1) 气温

尾矿库多年平均气温 8.2℃，最高年份（1975 年）为 9.2℃，最低年份（1957 年）为 7.2℃，相差 2℃。月气温以 7 月份最高，多年 7 月平均气温 24.2℃。

最冷月为 1 月份，多年 1 月平均气温 -10.1℃，高低绝对差 35℃。年平均最高气温 14.1℃，极端最高气温为 38.1℃（1937 年 7 月 26 日）；年平均最低气温 3.2℃，极端最低气温为 -30.1℃（1952 年 2 月 4 日）。依据以往气象数据，历史上未出现单月 10 天以上日最低气温低于 -25℃ 的情况，故该尾矿库所在地区不属于高寒地区。

2) 风

尾矿库地处北温带，为大陆性季风气候，常年盛行的风向是偏南风和偏北风，S、

SSW 和 SSE 风向频率合计 27.96%，N、NNE 和 NE 频率为 19.86%，静风频率为 13.70%。春季多为偏南风，最大风速曾达到 24m/s；冬季以北风为主，寒冷干燥。夏秋两季风小，风向多偏南。春末夏初，有时可见尘卷风、龙卷风，可造成灾害。

3) 降水

尾矿库雨季主要集中在 6~9 月份，多年平均降水量为 715.6mm，少于辽东，多于辽西，年平均蒸发量 1743.7mm。年最大降雨量为 1041.8mm（1985 年），月最大降雨量 429.1mm（1938 年 7 月）。全地区降水分布规律是：从东南向西北递减。岫岩县多年平均降水量为 870.1mm，海城市多年平均降水量为 715.2mm，台安县多年平均降水量为 641.2mm。尾矿库各季降水分布：春季多年平均降水量为 105.1mm，占全年降水量的 15%；夏季多年平均为 439.2mm，占全年降水量的 61%；秋季多年平均为 151.2mm，占全年降水量的 21%；冬季多年平均为 23.2mm，占全年降水量的 3%。

2.2.3 地震

场地的地震基本烈度为 7 度，设计地震分组为第一组，地震动峰值加速度为 0.1g，地震动加速度反应谱特征周期为 0.4s，根据积累的地震资料以及最新的科研成果，鞍山地区地震烈度区划Ⅶ度区 3676km² 占总面积的 40%，Ⅵ度区 5558km² 占总面积的 60%。

2.3 地质概况

2.3.1 区域地质概况

2.3.1.1 构造

鞍山地区地质构造复杂，包含复向斜、穹窿构造和回曲构造等。按照地质力学观点，鞍山地区构造体系属阴山-天山东西向复杂构造带的东延部分，位于华夏、新华夏构造体系的辽东半岛隆起带与松辽平原沉降盆地的复合部位，区域地质构造如图 2-2 所示。在大地构造位置上，该地区位于中朝准地台（Ⅰ）北东部，跨越胶辽台隆（Ⅰ₁）和华北断陷（Ⅰ₃）两个二级大地构造单元，涉及太子河-浑江台陷（Ⅰ₁₂）、营口-宽甸台拱（Ⅰ₁₃）和下辽河断陷（Ⅰ₃₁）三个三级大地构造单元。场地具体构造位置在鞍山复式向斜北东翼的西北端、西鞍山-谷首峪铁矿成矿带的中段。

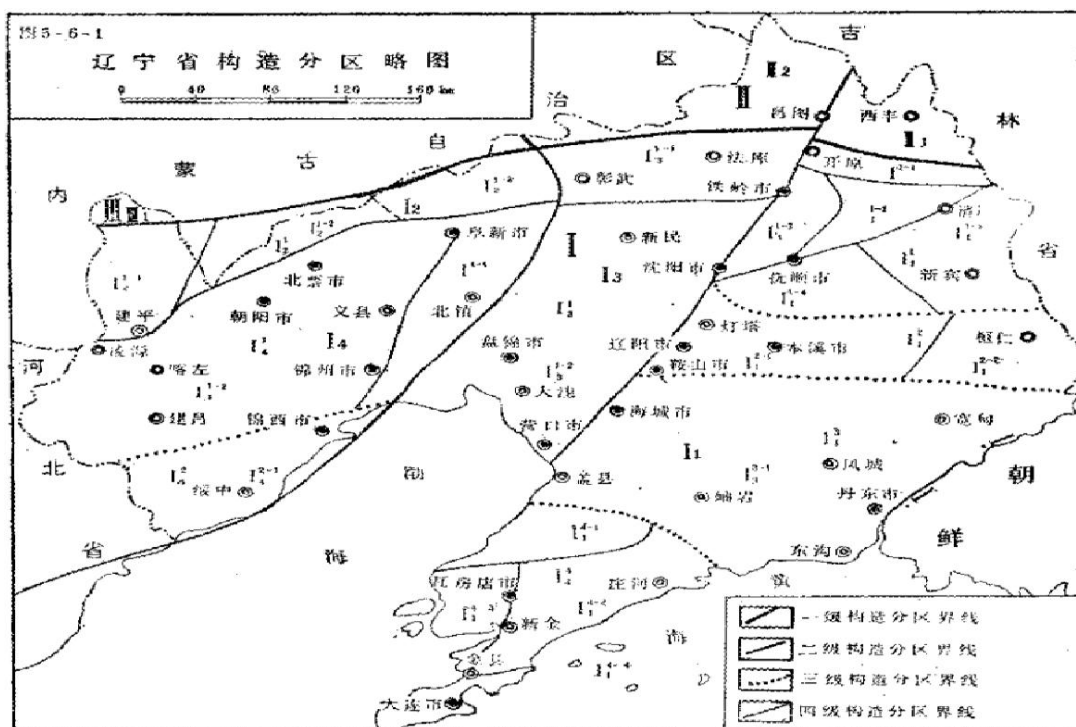


图 2-2 场地区域地质构造图

2.3.1.2 断裂

区域断裂构造发育，并以北东向为主。主要的断裂有：

(1) 太子河断裂

规模较大，由 1~3 条断层组成，北起偏岭，经本溪、孤家子、安平、东鞍山，于汤岗子一带进入辽河盆地，长度约 110km，连续性较好，总体走向为北东 50° 左右，倾角较陡 ($64^{\circ} \sim 85^{\circ}$)，为平移断裂。该断裂形成于中生代，控制中生代地层的分布。

(2) 首山断裂

为一组北西向断裂带，由 2~3 条断层组成，其走向 $305^{\circ} \sim 330^{\circ}$ ，倾角较陡，具压扭性质，长度 20 余 km，形成时代较早，规模较小。

(3) 刘二堡断裂

位于辽河盆地东部边缘地带，为第四系堆积物所覆盖的隐伏断裂，总体走向为北东 45° 左右，倾向北西，倾角较陡，全长约 70 余 km，为张性断裂。

(4) 牛居-油燕沟断裂

断裂发生在辽河断陷盆地东缘，为一隐伏断裂，走向北东 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，倾向北西，倾角 $60^{\circ} \sim 74^{\circ}$ 。其南段从营口西侧延入渤海，与郯庐断裂带衔接；向东经过佟二堡、

沈旦向北东延展与浑河断裂带东南支断裂相接，长达 100 余公里，为张性断裂。

2.3.1.3 区域地层和岩性

鞍山地区地层出露较全，除缺失上奥陶～下石炭统外，基本上从古老的鞍山群到第四系全新统均有出露，详见图 2-3。区域东部山区的出露地层有太古界鞍山群和元古界辽河群，岩性主要为变质岩和混合岩；震旦纪地层主要为石英岩；古生界寒武纪、奥陶纪地层主要为石灰岩。中部铁架山一带出露太古界混合岩和混合花岗岩；铁架山周围出露太古界鞍山群樱桃园组和下元古界辽河群浪子山组千枚岩、片岩、震旦系石英岩、寒武系碳酸盐岩等。西北部广大地区属于第四系覆盖；西部平原下部有古生界寒武纪、奥陶纪、二叠纪地层；中生界侏罗纪、白垩纪地层主要为火山岩、砾岩；新生界有第三系沉积半成岩层；最上部为第四系冲积层等。南部地区大面积出露燕山期花岗岩及震旦系石英岩和寒武系碳酸盐岩。另外还有不同时期的火成岩侵入。

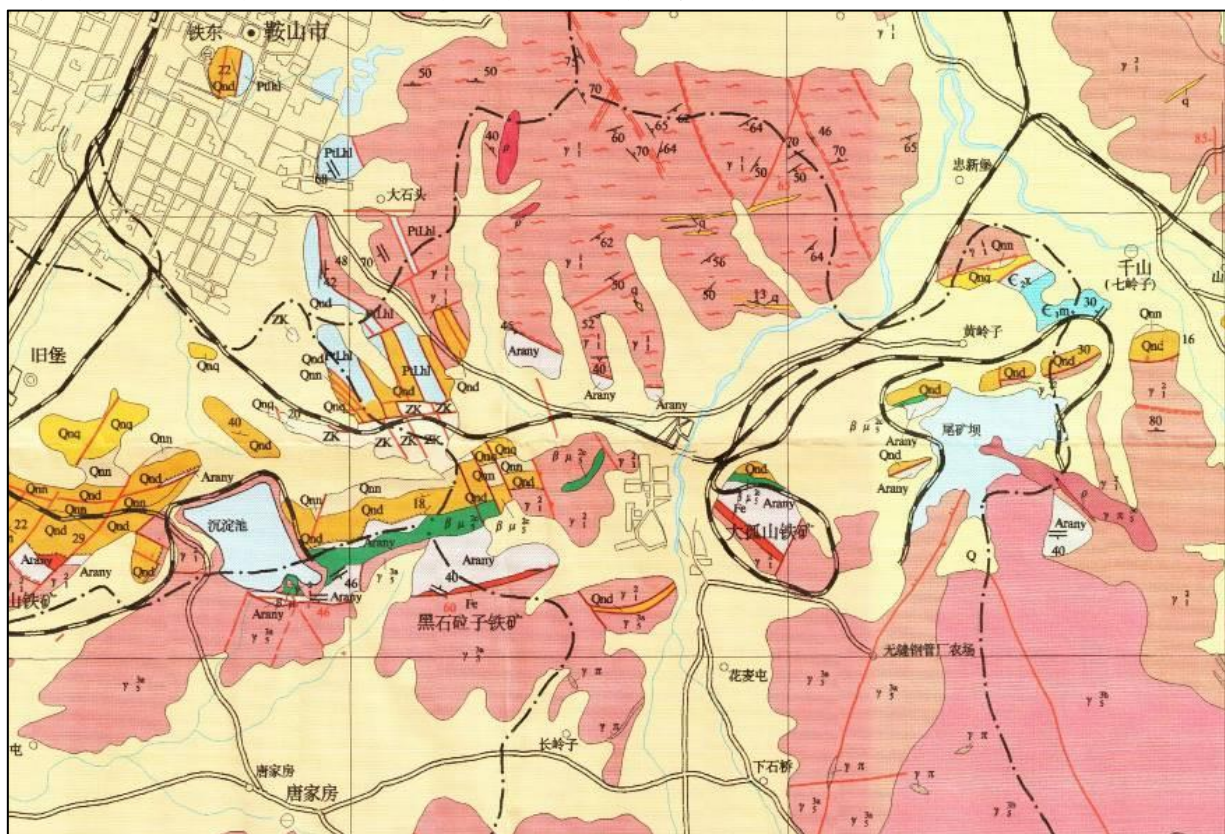


图 2-3 场地区域地质构造图

2.3.2 库区地质概况

2.3.2.1 地形地貌

地貌类型为低山、丘陵、山前坡洪积裙和山间谷地等地貌。具体如下：

(1) 低山

低山分布于鞍山市千山风景区的北部，是千山山脉的一部分，主峰海拔 708.3m，区内最高山峰标高在 500m 以上。出露的岩石为燕山期花岗岩和辽河群变质岩。山脉的整体走向与区域构造基本一致，为北北东向。由于新第三纪以来长期隆起，风化作用强烈，地形切割较深，深度达 200~400m，形成了山谷深幽、山势巍峨峻峭、峰峦起伏的自然风光。山脊呈鱼脊状，山坡上部陡峭而下部平缓，坡面平直或微凹，坡度在 20~40° 之间，上部可达 70~80° 或呈悬崖峭壁，山间沟谷大多为“V”型和“U”型。

(2) 丘陵

丘陵主要分布尾矿库东西两侧的排土场，山丘海拔高度在 100~200m 左右。坡面平缓，多为坦坡或凸形坡，坡度约 5-10°。地形切割深度在 20~100m，河谷开阔平坦，谷地缓直，谷地两侧残留有高度在 50~100m 左右的台地和残丘。低丘陵区出露岩石复杂，变质岩、花岗岩和其他岩石均有分布。表面残积层和矿渣堆积层较厚，植被发育，人类工程活动强烈。

(3) 山前坡洪积裙

山前坡洪积裙位于山麓丘前地带，构成环带状或舌状等平缓微凹地形，由南向北倾斜。标高 40~70m 左右，坡面平缓倾斜，上部坡度较大，可达 5~10°；下缘坡很缓，接近水平，与平原谷地相连。表面多被水流切割成浅“V”字型或“U”字型河谷和冲沟，河谷、冲沟多被人工改造成排水沟，与平原河道沟通。区内覆盖厚度 10~30m 的亚粘土、含碎石亚粘土等。

(4) 山间谷地

山间谷地分布于丘陵低山间，呈狭长的谷地地形，由冲洪积物组成，即上部为亚砂土或亚粘土，下部为砂砾石，厚度一般 5~10m。谷地纵向坡降较大，谷地的分布方向一般与北西向的构造线一致，主要发育在工作区南部。

2.3.2.2 地层岩性

(1) 前第四系地层

库区出露地层由老至新有：太古界鞍山群樱桃园组、上元古界青白口系、古生界寒武系。具体见图 2-4 库区地质图。

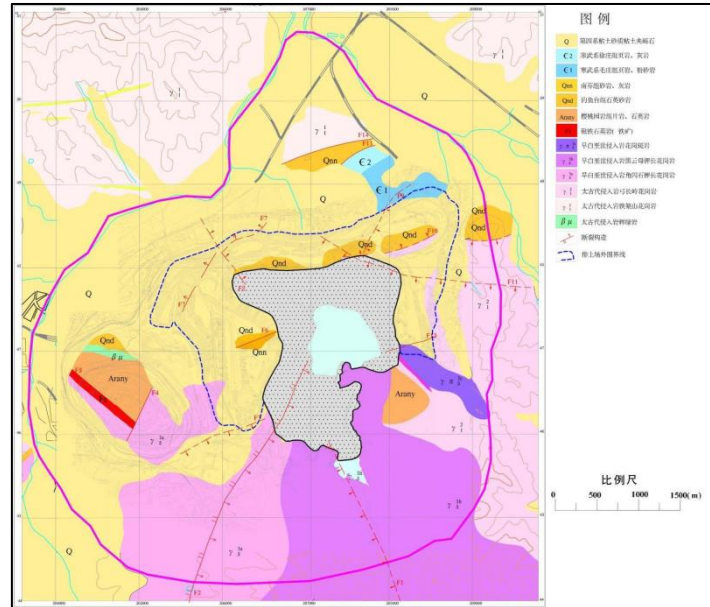


图 2-4 库区地质图

自下而上分述如下：

①鞍山群樱桃园组（Arany）：大致呈近东西向分布，走向 $280\sim 310^\circ$ ，倾向北东，倾角 $45\sim 80^\circ$ 。岩层自下而上分述如下：

(a) 下部绿泥石英片岩层

由于太古代花岗岩的侵入，仅有部分地段有该岩层，厚 20m 左右，下盘与太古代花岗岩为断层接触，上盘与条带状含铁石英岩层整合接触，岩性为绿泥石英片岩；下部条带状含铁石英岩层：厚 200~300m，最厚可达 334m，为本矿床大孤山区铁矿层，下盘与太古代花岗岩为断层接触，上盘与绿泥石英片岩为整合接触，本层东南端与千山花岗岩，西北端与太古代花岗岩均以断层接触，该铁矿层主要由磁铁石英岩、角闪磁铁石英岩组成，有少量赤铁石英岩、假像赤铁石英岩以及极贫矿和含铁石英岩。

(b) 中部绿泥石英片岩层

中部绿泥石英片岩层出露于大孤山区铁矿层上盘，与矿层为整合接触。走向 320° 左右，倾向北东，倾角 $50\sim 80^\circ$ 。岩性为绿泥石英片岩，夹两层磁铁石英岩，厚 10~40m。

(c) 上部条带状含铁石英岩层

上部条带状含铁石英岩层厚 200~300m, 最厚可达 334m, 为本矿床小孤山区铁矿层。上、下盘均与绿泥石英片岩为整合接触。本层东南端与太古代花岗岩以断层接触, 西北端与绿泥石英片岩层以断层接触, 中部被断层错断成 2 个矿段。该铁矿层主要由磁铁石英岩、磁铁假像赤铁石英岩、磁铁菱铁假像赤铁石英岩和菱铁石英岩等组成; 上部绿泥石英片岩层: 厚大于 600m。出露于小孤山区铁矿层上盘, 与铁矿层为整合接触。走向 320°左右, 倾向北东, 倾角 50~80°, 岩性为绿泥石英片岩, 绿泥石英片岩镜下观察具变斑状构造。主要矿物成分有石英、绿泥石、黑云母和斜长石等。

②上元古界青白口系

(a) 南芬组 (Q_{nm})

仅出露在矿床西北部小孤山西侧, 岩性主要为砂岩、石灰岩。走向 300~350°, 倾向北东, 倾角 10~60°。东西延长 250m, 厚约 50m。与下伏辽河群呈不整合接触。

(b) 钓鱼台组 (Q_{nd})

仅出露在矿床西北部小孤山西侧, 岩性主要为白色石英砂岩。走向 300~350°, 倾向北东, 倾角 10~60°。东西延长 250m, 厚约 50m。与下伏辽河群呈不整合接触。

③古生界寒武系

(a) 寒武系下统 (ϵ_1)

出露于黄岭子村, 岩性主要为石灰岩、页岩夹石灰岩。

(b) 寒武系中统 (ϵ_2)

出露于黄岭子村-吴家窑一带, 岩性主要为灰岩夹砂岩、页岩及鲕状灰岩等。

(2) 第四系

在库区内广泛分布, 主要由矿渣和冲积、坡积松散堆积物组成。

①全新统素填土(矿渣) (Q_4^{ml})

主要分布在铁矿采场和尾矿库四周的山体上, 形成 4 级台阶排土场, 由铁矿石分选后的废渣组成, 呈灰色、肉红色、松散, 矿渣岩性主要为花岗岩、片岩等, 堆积厚度为 30~150m 不等, 最大堆积厚度位于坝址线外的西北部。

②全新统冲积、洪积松散堆积物 (Q_4^{al+pl})

主要分布在沟谷及坡麓, 呈黄褐色、松散, 岩性多为粉质粘土、中粗砂等, 分布厚度极不均匀, 厚 1.10~35.20m。

③上更新统冲积、坡积、残积松散堆积物 ($Q_3^{al+dl+el}$)

分布在南沙河两侧山坡，地表未出露，下伏于全新统冲积、坡积松散堆积物，呈黄褐色、松散，岩性多为粉质粘土、角砾等，分布厚度极不均匀，厚 2.70~13.90m。

(3) 岩浆岩

库区内岩浆岩较为发育，按照侵入时代可分为：太古代花岗岩、白垩纪花岗岩及花岗斑岩、闪长玢岩、辉绿岩等脉岩。

①太古代花岗岩广泛出露于矿床的南西部和北西部，岩石呈灰白色或浅黄色，中至粗粒花岗变晶结构，块状构造或略显片麻状、条纹状构造。矿物成分有长石、石英、白云母、绢云母等。长石主要为钠长石和更长石。应属铁架山花岗岩。

②白垩纪花岗岩即“千山花岗岩”，主要分布在矿区的东南部，与铁矿体呈断层接触。岩性以钾长花岗岩为主。岩石呈较深的肉红色，粗粒花岗结构，块状构造。矿物成分有钾长石、斜长石、石英、黑云母等。

③辉绿岩主要分布于矿区北部绿泥石英片岩层中，脉宽一般为 20~30m，最宽达 60m 左右。岩脉延长数百 m，最长 530m 左右。辉绿岩为灰绿~黑绿色，辉绿结构，块状构造。主要组成矿物有斜长石（50%左右）、普通辉石（35%左右）、黑云母（10%左右），及少量绿泥石、绿帘石等蚀变矿物。

④花岗斑岩脉岩石呈灰白色，斑状构造。斑晶由长石、石英组成。

2.3.2.3 地质构造

库区一级构造单元为中朝准地台（I），二级构造单元为胶辽台隆（I₁），三级构造单元为太子河-浑江台陷（I₁₂），四级构造单元为辽阳-本溪凹陷（I₁₂₋₁）。

库区域断裂带构造有两条：海城-草河口岩石圈断裂带、寒岭-偏岭岩石圈断裂带。海城-草河口岩石圈断裂带位于海城小女寨-辽阳亮甲-甜水-本溪草河口-凤城宫家堡一线，呈东西向舒缓波状，延长 130km 以上，宽 1~1.5km，构成辽阳-本溪凹陷之南界，由断续相连平行展布的数条断裂组成，挤压片理、构造透镜体、断层泥发育，沿断裂有基性、超基性岩体群分布，断裂的重力场显东西向变异常，该断裂距离库区约 30km。寒岭-偏岭岩石圈断裂带位于东鞍山-本溪寒岭-本溪市-偏岭-新宾马圈子线，呈北东向展布，长约 120km，切割白垩系及更老的地层和岩石，挤压作用强烈，构造透镜体发育，断裂南盘向东滑动，北盘向西滑动，属压-压剪性断裂，该断裂距离库区约 5km。

受寒岭断裂带影响，库区内断裂构造比较发育，发育有近东西向、北西向和北东向

断裂构造。

根据《鞍钢集团矿业有限公司大孤山球团厂尾矿库及周边排土场水文地质勘察报告》（辽宁水文地质工程地质勘察院，2019 年 10 月），库区内断裂构造共计 14 条，其中 F1、F5、F8、F11 断裂走向为北西向，F2、F4、F7、F9 断裂为走向为北东向，F3、F6、F10、F12、F13、F14 断裂走向近东西向。推测 F1 与 F8 为同一条断裂，推测 F2 与 F9 也是同一条断裂，二者相交并互相切断。

根据《鞍钢集团矿业有限公司大孤山球团厂尾矿库 165m~180m 加高扩容工程地质勘察》（中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司、辽宁水文地质工程地质勘察院、沈阳建材地质工程勘察院有限公司，2019 年 9 月），尾矿库周边范围存在 5 处渗水点，渗水点的位置及流量情况：Q₁ 位于排土场东侧朱家裕村，坐标为 X: 4547787.98、Y: 508663.00、H=84.40m，由于常年渗水已形成河流，水体清澈、无味，在河流上、中、下游进行地表测流，采用矩形堰、三角堰等测量方法，枯水期最大流量分别为 2445t/d、丰水期流量为 2750t/d，利用塑料圆筒采取水样静置 24h 后，水筒底部沉淀少许细颗粒矿粉；Q₂ 位于排土场东北侧吴家窑村，坐标为 X: 4549020.14、Y: 508325.79、H=68.77m，该渗水点已被人工开挖呈水井，水位埋深约 0.3m，水位标高约 68.47m，以泉的形式向外溢出，流量小于 0.12L/S（10t/d），水体清澈、无味，利用塑料圆筒采取水样静置 24h 后，水筒底部无明显沉淀；Q₃ 位于排土场北侧中部黄岭子村，坐标为 X: 4548394.03、Y: 506898.05、H=67.57m，在坡脚以线状向北侧渗水，可见长度约 50m，汇入人工渠道，在渠道下游汇入集水坑，采用潜水泵向北选供水，在上游采用矩形堰方法测流，枯水期最大流量约为 Q=3600t/d、丰水期流量约 Q=2900t/d，水体清澈、无味，利用塑料圆筒采取水样静置 24h 后，水筒底部沉淀少许细颗粒矿粉；Q₄ 位于排土场西北侧，北选厂东侧空地，坐标为 X: 4548390.60、Y: 505956.25、H=62.85m，渗水区域已开挖成大口井，采用潜水泵向北选供水，与 Q₃ 采用一个回水管道，枯水期流量约为 1400t/d，丰水期流量约 850t/d，水体清澈、无味，利用塑料圆筒采取水样静置 24h 后，水筒底部沉淀少许细颗粒矿粉；Q₅ 位于大孤山铁矿矿坑南侧岩壁，坐标为 X: 4545785.85、Y: 505516.25、H=81.57m，在渗水区域建设泵房，泵量为 300t/h，24h 抽水，将水抽到矿坑南侧约 50m 的集水坑内，枯、丰水期抽水量约 6500-7000t/d。一部分水供洒水车使用，每天用量约 300-500t，另一部分水从集水坑南侧设溢水口流出，沿明沟排入河道，水体清澈、无味，利用塑料圆筒采取水样静置 24h 后，水筒底部沉淀少许细颗粒矿粉。

通过地面调查、钻探、物探、连通试验等原位测试手段，基本查明了 5 个渗水点的渗水原因：Q₁ 渗水点其渗水原因主要是库内水体沿原始山体深部的 F11 断裂进行运移，在河谷低洼处，沿岩石裂隙顶托至地表形成 Q₁ 渗水点；Q₂ 主要补给来源为地下水，通过 F9 断裂运移，在低洼处形成泉点；Q₃ 渗水原因主要是地下水、库区水体沿初期筑坝线和原始基岩裂隙向外运移，在地表低洼处形成 Q₃ 渗水点；Q₄ 渗水点位于 F7 和 F8 下游交汇处，渗水原因主要是库内水体沿原始山体深部的 F8 断裂进行运移，水量在 F7 和 F8 交汇处得到释放，沿裂隙、破碎带顶托补给第四系，在地表河谷低洼处形成 Q₄ 渗水点；Q₅ 渗水原因主要是库内水体沿原始山体深部的 F3 断裂进行运移，沿岩层裂隙、破碎带溢出地表，在山间低洼处形成 Q₅ 渗水点。

从推测的断裂与渗水点位置来看，渗水区域均在断裂的下游，说明断裂构造与地下水渗水问题紧密相关。见图 2-5 调查区地质构造推测图。

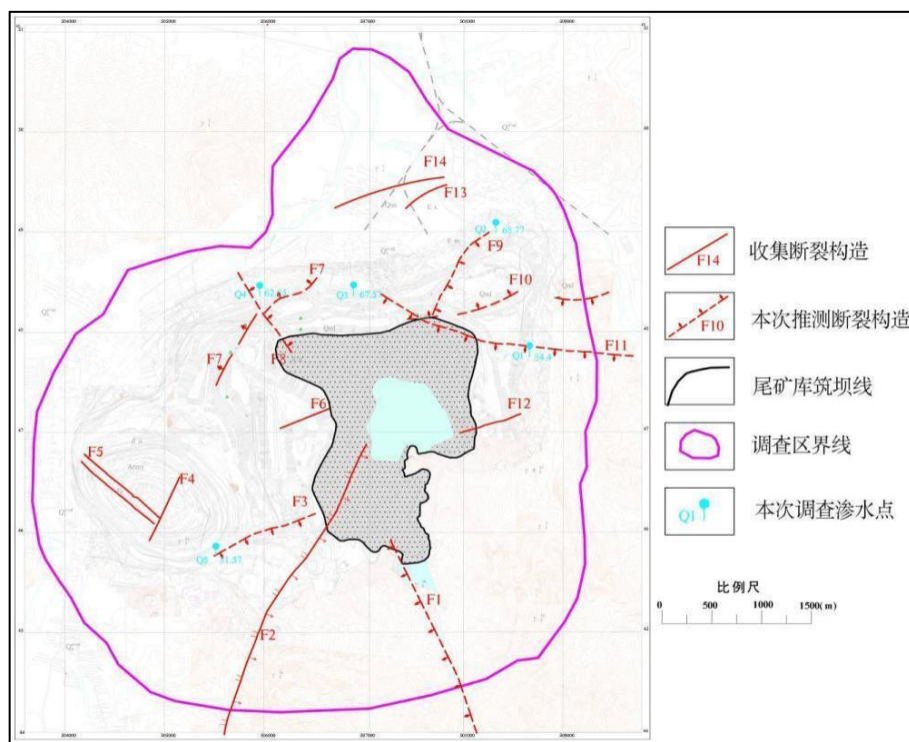


图 2-5 调查区地质构造推测图

2.3.3 尾矿库工程地质概况

(1) 依据 2010 年《辽宁省鞍钢集团矿业公司大球厂尾矿库扩容工程地质灾害危险性评估报告》，库区岩土体工程地质类型划为岩浆岩建造岩浆岩类工程地质岩组和松散岩建造松软类岩工程地质岩组。

1) 岩浆岩建造岩浆岩类工程地质岩组：库区内岩性主要为花岗岩等。地表岩体风化强烈，节理裂隙发育，风化层厚度 5~10m，全风化层厚度 3~5m，强风化层厚度 5~7m，其地基土承载力特征值(f_{ak})全风化岩层 300~350kpa，中等风化岩层 800~1000kpa，是坝基良好的持力层。

2) 松散岩建造松软类岩工程地质岩组：主要岩性为粉质粘土、碎石，粉质粘土以黄褐色为主，粘粒含量大于 75%，湿~稍湿，可塑状态，地基土承载力特征值(f_{ak})为 150~160kpa，碎石成分以花岗岩碎屑为主，粒径 10~20mm，大者大于 30mm，含量大于 50%，厚度 0.5~1.0m，地基土承载力特征值(f_{ak})为 200~300kpa。

(2)依据 2019 年《大孤山球团厂尾矿库 165m~180m 加高扩容工程地质勘察报告》，库区地层主要由尾细砂、尾粉砂、尾粉土、尾粉质黏土、碎石、粉质黏土、砾砂、基岩组成，基岩为灰岩、千枚岩、砂岩、花岗岩，详情见下表 2-1。

表 2-1 工程地质分层表

地层代号	岩性	描述
1-1-1	杂填土	杂填土：杂色；松散；稍湿；主要由碎石和块石组成，成分为花岗岩和片麻岩等。
1-1-2	碎石	碎石：采矿排放的岩石，杂色；次棱角状；不均匀；松散；稍湿；粒径大小不一，最大粒径大于 25cm，原岩主要为花岗岩、片麻岩、千枚岩，空隙充填片麻岩、千枚岩、风化碎屑。
1-2-1	尾细砂	尾细砂：灰色；含石英、长石质，湿。
1-2-2	尾粉砂	尾粉砂：灰色；含石英、长石质，湿。
1-2-3	尾粉土	尾粉土：灰色；含石英、长石质，湿。
1-2-4	尾粉质黏土	尾粉质黏土：灰色至褐色；含石英、长石质，湿。
1-2-5	尾黏土	尾黏土：灰色至褐色；含石英、长石质，湿。
2-1	粉质黏土	粉质黏土：黄褐；饱和；可塑；含少量铁锰结核。
2-2	圆砾	圆砾：黄褐；稍密-中密；饱和；次棱角状、一般粒径 2-20mm，占 60% 左右，最大粒径 45mm 左右，局部为中粗砂和粘性土夹层，主要为花岗岩和石英岩。
2-3	碎石土	碎石土：黄褐；稍密-中密；湿；次棱角状、一般粒径 2-30mm，占 70% 左右，最大粒径 45mm 左右，局部为中粗砂和粘性土夹层，主要为花岗岩和石英岩。
3-1	全风化花岗岩	全风化花岗岩：风化呈砂状，手捏即碎，主要成分为石英和长石。
3-2	强风化花岗岩	中风化花岗岩：肉红；中粗粒结构、块状构造，裂隙发育，岩芯较破碎，岩芯呈块状或短柱状。

3-3	中风化花岗岩	中风化花岗岩：肉红；中粗粒结构、块状构造，裂隙较发育，岩芯较破碎，岩芯呈块状或长柱状。
4-1	强风化灰岩	石灰岩：灰色；隐晶质结构，块状构造，岩块较坚硬，岩芯呈块状至短柱状。溶蚀明显，一般充填粘性土或碎石土。
4-2	中风化灰岩	石灰岩：灰色；隐晶质结构，块状构造，岩块坚硬，岩芯呈短柱状至长柱状。
4-3	中风化泥质灰岩	石灰岩：灰白至褐色；隐晶质结构，块状构造，岩块较坚硬，岩芯呈柱状。
5-1	强风化砂岩	砂岩：灰白-肉红色；中粗粒结构，岩芯呈碎块状，锤击易碎。
5-2	中风化砂岩	砂岩：灰白-肉红色；中粗粒结构，岩芯呈短柱状至长柱状，锤击不易碎。
6-1	全风化千枚岩	全风化千枚岩：灰白至灰绿色；岩芯无岩石结构，一般呈土块状，夹杂部分粘性土。
6-2	强风化千枚岩	强风化千枚岩：灰白至灰绿色；鳞片变晶结构，千枚状构造。矿物成分主要有绢云母、石英、绿泥石、碳质。岩心成碎裂状至片状。
6-3	中风化千枚岩	中风化千枚岩：灰白至灰绿色；鳞片变晶结构，千枚状构造。矿物成分主要有绢云母、石英、绿泥石、碳质。岩心成碎裂状至短柱状，部分长柱状。岩心结构面轴向夹角 $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ， $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

2.3.4 尾矿库水文地质概况

（1）地下水类型

库区地下水按赋存条件主要为基岩裂隙水。该类型地下水主要含水介质为花岗岩的风化裂隙和构造裂隙，岩石的风化裂隙自地表向下发育程度逐渐减弱，风化厚度 5m 左右，含水层富水性受岩石的风化程度控制。裂隙受区域构造的影响富水空间分布不均，地下水富水性差，不均匀。根据区域水文地质资料，泉水涌水量 $0.001 \sim 0.1 \text{ L/s}$ 。地下水类型为重碳酸钙钠型水。

（2）地下水补给、径流与排泄条件

地下水的主要补给来源为大气降水，主要补给方式为垂向补给，以径流、蒸发的方式排泄。评估区所处位置地形起伏较大，地势都有利于地下水径流，排泄顺畅，主要是顺坡向下径流并补给沟谷处孔隙、裂隙水。

综上所述，库区水文地质条件简单。

2.4 尾矿库设计概况

2.4.1 库容、等别、建设标准

该尾矿库为山谷型尾矿库，设计总坝高 109m，设计总库容为 $20853 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计等别为二等库，该尾矿库的防洪标准按 1000 年一遇设防。

2.4.2 尾矿坝

大孤山球团厂尾矿库于 1955 年由原苏联国立上下水道及外部水力构筑物勘察设计院列宁格勒分院设计，并于 1956 年建成投入使用。尾矿库最终设计堆积坝坝顶标高 140m，总坝高 71m，等别为三等。初期坝为均质土坝，筑坝材料为不透水的粘土，坝底标高 69m，坝顶标高 88m，坝顶宽 5m，外坡坡比 1:2.0，内坡坡比 1:3.0。初期坝下游坡脚设有排水棱体高约 3.0m，顶标高为 74.0m，顶宽为 1.5m，上游边坡为 1:1.25，下游边坡为 1:1.5。

1981 年 7 月，由鞍山冶金矿山公司矿山设计院完成了《大孤山尾矿输送系统改造方案设计说明书》，在该方案设计中确定尾矿堆积标高为 165m。

1999 年 5 月，鞍钢集团鞍山矿山公司设计院完成了《大孤山选矿厂尾矿库筑坝与大矿排土衔接方案设计说明书》，设计采用排岩筑坝方法进行扩容，最终设计标高为 178m，尾矿库等别为二等。

2008 年鞍钢集团矿业设计研究院提交了《大孤山选矿厂尾矿库近期扩容工程方案设计》，设计将尾矿库西侧与汽车、胶带排土场之间两个大坑采用尾矿充填。截止到 2010 年 6 月，两个大坑已用尾砂充填完毕，并与原尾矿库连成一体。

2013 年 4 月，鞍钢集团矿业设计研究院完成了《大孤山球团厂尾矿库加高工程山体侧副坝一期工程施工图》，该施工图设计副坝坝体采用碾压式混合堆石坝，坝顶标高为 160.0m，1 号副坝坝高为 14.8m~18.3m，2 号副坝坝高为 16.3~18.3m，坝体顶宽 68~107m 不等，上游坝坡（库区侧）坡度 1:2.0，下游坝坡（山体侧）坡度 1:1.5，上、下游坝坡均采用干砌石护坡。坝体采用粘土斜心墙防渗型式，1 号副坝 AB-EF 坝段斜心墙厚度 1.5m，两侧为 1.0m 厚的过渡层；1 号副坝 EF 坝段-2 号副坝斜心墙厚度 4.0m，两侧分别为 1.0m 厚的砂反滤层和 1.0m 厚的过渡层。

2017 年 6 月，大孤山球团厂根据《大孤山尾矿输送系统改造方案设计说明书》完

成了《鞍钢矿业集团大孤山球团厂尾矿库山体侧副坝二期工程施工图》，该施工图设计坝体采用碾压式混合堆石坝，筑坝标高为 160.0m~165.0m，高度 5.0m，顶宽 64.5m，坝体库区侧坡度 1:2.0，东侧沿山体侧坡比 1:1.5，南侧水区侧坡比 1:2.0，上、下游坝坡均采用干砌石护坡。坝体采用复合土工膜心墙防渗型式，筑坝材料就地选取，采用大孤山露天采场剥离的围岩。

2019 年 8 月，大孤山球团厂编制了《鞍钢集团矿业有限公司大球尾矿库北线 165-170m 排岩筑坝工程方案设计》，坝体采用碾压式混合堆石坝，筑坝高度 5.0m，顶宽 9m，坝体内侧坡比 1:2.0（局部因外侧排土场限制内侧坡比为 1:1.5），外侧坡比 1:1.5。坝体上游防渗采用天然钠基膨润土防水毯，筑坝采用大孤山露天采场剥离的围岩。

2020 年 12 月，大孤山球团厂编制了《鞍钢集团矿业有限公司大球尾矿库南线 165-170m 筑坝工程施工图》，南线 165~170m 坝体共分为 1 号副坝和 2 号副坝，两座副坝均采用碾压式混合堆石坝型式，坝体高度均为 5.0m，顶宽介于 47~52m 之间，1 号副坝南侧水区区段坝体内、外侧坡比均为 1:2.0（南侧水区区段），其余坝段坝体内坡比 1:2，外坡比 1:1.5，下游坝坡均采用干砌石护坡。坝体防渗采用复合土工膜型式，南、北连接坝段坝体采用上游铺设天然钠基膨润土防水毯防渗，筑坝岩石取自库区西侧大矿高阶段排土场。

2022 年 6 月，大孤山球团厂编制了《鞍钢集团矿业有限公司大球尾矿库北线 170-174m 排岩筑坝工程方案设计》，坝体采用碾压式混合堆石坝，筑坝高度 4.0m，顶宽 9m，坝体内侧坡比 1:2.0（局部因外侧排土场限制内侧坡比为 1:1.5），外侧坡比 1:1.5。坝体上游防渗采用天然钠基膨润土防水毯，筑坝采用大孤山露天采场剥离的围岩。

2022 年 12 月，大孤山球团厂委托中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司编制完成《鞍钢集团矿业有限公司大球尾矿库 178m 排岩筑坝工程方案设计》。北线筑坝区段是在现有 170~174m 标高排岩筑坝施工基础上进行 174~178m 排岩筑坝方案，坝体上游防渗采用天然钠基膨润土防水毯，筑坝材料采用尾矿库周边排岩场石料；南线筑坝区段是在现有南山 1 号副坝和 2 号副坝 170m 标高基础上完成 170~178m 标高排岩筑坝，南线坝体筑坝材料来源与北线一致。南线坝体防渗采用复合土工膜心墙防渗型式。

2.4.3 排洪系统

1955 年尾矿库建库时，库内设有 3 座回水塔，每座塔高 11.0m，内径 2.0m。1#塔

塔底标高 76.2m，塔顶标高 87.2m；2#塔塔底标高 87.8m，塔顶标高 98.2m；3#塔塔底标高 98.2m，塔顶标高 109.2m。库内设有钢筋混凝土回水管线长 1209.0m，管内径 1.0m，用于连接 1#~3#塔。

1964 年由鞍山冶金矿山公司矿山设计院设计了 4#塔，4#塔高 22.0m，塔顶标高 129.71m。

1967 年由鞍山冶金矿山公司矿山设计院设计了 5#塔，5#塔高 11.0m，塔顶标高 137.71m。钢筋混凝土回水管线长 815.0m，管内径 1.0m。

1982 年 8 月，由鞍山冶金矿山公司矿山设计院完成了《大孤山矿尾矿坝回水设施改造及坝体防渗设计说明书》，设计废除原有回水系统，新建 2 座回水塔（6#、7#），其内径 2m、高 25m；回水管为直径 1m 的钢筋混凝土管长 430m；隧洞长 500m（B×H=2.0m×2.5m）；钢筋混凝土涵洞长 350m；卷焊钢管长 4000m；粘土斜墙坝一座，最大坝高 10m，坝长 100m。待库内水位升至 124m 时开始使用新的回水系统。

1991 年 10 月，东北地质勘查局四零二队和东北地质勘察工程公司第二工程队对 1#~5#塔之间的回水管线进行封堵，封堵完成后编制《鞍钢大孤山选矿厂尾矿坝原回水管线堵管工程竣工报告》。依据报告，其封堵流程主要有：①采用钻孔验证，确认 13#钻孔为回水管线中心位置，按此位置施工投料井；②采用直径 159mm 内平法兰钻杆套在 13#钻孔的直径 108mm 的套管外，导向钻至回水管表面后，下入直径 450mm 套管至回水管上，并在套管外投入黄土，已封堵套管与回水管接触部位；③对堵塞头安装位置进行土石挖掘并支护，锤击法敲碎管路，安装排水设备进行排水；④在回水管路 393.15m 处安装最大活动直径 1.2m 的堵塞头，堵塞头与 159mm×10mm 的无缝钢管连接，单管之间用厚壁外接箍焊接，每 6~8m 加一个支撑架，以防顶管弯曲；⑤另外在回水管路出口内 1.5m 和 5m 处各顶进 10mm 厚钢板焊接的圆锥形密封塞头，两塞头之间夹实填塞物，从塞头内焊接出 3 根 2 寸水道管（长度分别为离出水口 90.37m、30.35m、10m），在 159mm 的无缝钢管上割眼用于注浆孔，并在 4 根管的末端安装止水门，既是导流管又是注浆管；⑥通过投料井往管内投放矿粉、砾石块、土工布等降低流速，在投料井、回水管路 170m、90.37m、30.35m、10m 处进行水泥灌浆，回水管路末端用混凝土封牢并加固。工程竣工后漏失水量近于 0，满足设计要求。

2003 年由鞍钢集团矿业设计院完成了 8#塔设计，8#塔高 20.0m，塔顶标高 182.25m。新增钢筋混凝土回水管 51.0m，内径 1.0m，连接 7#塔。

6#塔在 7#塔封堵之前已按照封堵设计进行封堵。

2022 年 4 月，大球尾矿库对 7#塔进行封堵工作，封堵主要内容有：1) 封堵前对 7#塔周边进行尾砂袋回填处理；2) 井座顶部预先设置一道钢筋防护网，封堵时，首先用预制钢筋混凝土盖板在井座上部码放整齐，之后采用 200mm 厚 C30 细石混凝土压实；3) 在细石混凝土上部再做一层土工布反滤层；4) 井座封堵工作完成后，井筒部位采用干尾砂充填密实。依据企业提供的《大孤山球团厂尾矿库 7 号排水井封堵工程竣工验收证明》，封堵工程已由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司验收，竣工工程符合设计要求。

2.4.4 在线监测系统

2011 年，大孤山球团厂尾矿库在尾矿坝南线安装了部分在线监测设施，随着坝体加高和副坝修筑，已有在线监测点不能覆盖整个库区，难以满足规定和规范要求，需进行完善升级。

因此在 2018 年，依据尾矿坝及周边排土场的情况，结合《鞍钢矿业集团大孤山球团厂尾矿库 165-180m 加高扩容工程可行性研究报告》和已有的在线监测系统点位布设情况，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司设计并编制完成了《鞍钢矿业集团大孤山球团厂尾矿库在线监测系统工程方案设计》，设计现状坝高(北侧坝顶标高约 163m)条件下结合现有的监测系统补充设置一期在线监测系统，尾矿库由现状坝高运行至后期规划标高 180m 时，随着坝体堆筑同步实施二期在线监测系统。在线监测系统监测的主要指标包括坝体位移、干滩长度、库水位、降雨量和视频监控。在线监测系统布设位置如图 2-6 所示。

1) 坝体位移监测

现状坝高条件下结合现有的监测系统补充设置一期在线监测系统，共布设 14 个在线位移监测点，其中 7 个测点为利用现有测点移设，7 个测点为新增测点。尾矿库二期在线位移监共布设 12 个测点，二期在线位移监测点可随着坝体堆筑同步实施，新筑子坝后已经布置测点应随着坝体升高同步移设。

2) 干滩长度监测

采用超声液位计同时结合水位等其他监测基础数据计算干滩长度、滩顶高程及干滩坡度等数据。在设定的监测点(滩顶和 200m 干滩长度处)埋设立杆，安装超声波液位

计，共 5 个监测点位 10 个装置。在线干滩监测点需在二期建设完成，后期随着坝体起筑逐步抬升。

3) 库水位监测

尾矿库现有排水井的外壁上，设 1 个在线水位监测点。库外山体侧汇水和库内外渗的尾矿水汇集于南侧库外区域，故在尾矿库南侧水区布设一个在线水位监测点，共计 2 个。在线库水位监测点需在二期建设完成。

4) 降雨量监测

雨量计安装于尾矿库的监控室或者值班房的顶部，并保证雨量计上方 45° 的仰角范围内无遮挡物。降雨量监测设施需在二期建设完成。

5) 视频监控

现状坝上有 5 个视频监控设备可用，一期在排水系统出口位置新增 1 个视频监控点，二期随着坝体堆筑逐步安装 11 个视频监控点，部分视频监控可从现状标高移设至 180m 标高。



图 2-6 在线监测系统布设位置示意图

2.5 尾矿库现状概况

2.5.1 尾矿库库址

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库位于选矿厂东 2km，尾砂输送距离较近，经济性较好。现状库区北侧、东侧的铁路排土场最大顶标高约为 160~200m；库区西侧的胶带、汽车排土场现状排土场最大标高约为 220~270m，该区域排土场规划最终排岩标高约为 270m；库区西南侧为大球厂选矿分厂，该区域排土场标高约为 165~170m；库区南侧、东侧为自然山体，属剥蚀性丘陵地貌，其海拔高度一般在 134.2~382.1m。



图 2-7 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 178m，初期坝坝底标高 69m，现状最大坝高 109m，现状总库容为 $19096 \times 10^4 \text{m}^3$ ，现状等别二等库，防洪标准按 1000 年一遇洪水标准设防。

2.5.3 尾矿坝

2.5.3.1 初期坝及堆积坝

初期坝坝顶标高 88m，坝底标高 69m，坝高宽 5m，外坡坡比 1:2.0，内坡坡比 1:3.0，目前初期坝已经全部被排岩体掩埋。堆积坝采用下游式排岩筑坝，坝顶标高 178m，坝顶宽 9m，坝体内侧坡比 1:2.0，外侧坡比 1:2.0，筑坝材料采用尾矿库周边排岩场石料，上游防渗采用天然钠基膨润土防水毯。



图 2-8 西侧坝体



图 2-9 北侧坝顶

2.5.3.2 副坝

南线 1 号副坝坝顶标高 178m，坝顶宽 6m，坝顶处设置 0.3m 厚碎石垫层结构层，外侧设置防护栏。南侧正对水区坝段内、外坝坡坡比均为 1:2.0，其余坝段内坝坡坡比 1:2.0，外坝坡坡比 1:1.5，下游坝坡设置 0.4m 厚干砌石护坡，子坝标高 170m 标高处有一不少于 2m 宽马道。

南线 2 号副坝坝顶标高 178m，坝顶宽 6m，坝顶处设置 0.3m 厚碎石垫层结构层，内坝坡坡比 1:2.0，外坝坡坡比 1:1.5，下游坝坡设置 0.4m 厚干砌石护坡。

南线 3 号副坝坝顶标高 178m，坝顶宽 9m，坝体内、外坡坡比均为 1:2.0。副坝外坡与现有绿化区边界之间空间进行排岩废石压坡处理。排岩压坡体顶标高 178m，外坡坡比为 1:2，压坡体坡脚线距绿化边界线水平距离不小于 2m。



图 2-10 副坝外坡



图 2-11 副坝坝顶

2.5.4 防排洪系统

现状库区采用排水井-排水管-隧洞-排洪钢管组成的排洪系统。其中 1 号~5 号排水井为一条排水线路，6 号~8 号排水井为一条排水线路。6 号排水井通过排水管与隧洞相连。7 号排水井通过下部竖井、排水管与隧洞相连。8 号排水井与 7 号排水井之间通过钢筋混凝土排水管（内径 1.0m，长约 51.0m，每隔 4~8m 设置伸缩缝）连接，如图 2-3 所示，7 号排水井下部连接竖井（深 16.0m，内径 1.4m，壁厚 0.3m，底板厚 0.75m），竖井下游连接排水管（城门洞型，宽 1.4m，高 2.1m，壁厚 0.25m），之后连接排水隧洞（城门洞型，宽 1.9m，高 2.1m，衬砌厚度 0.25m），隧洞总长度约 1155.0m，排水隧洞出口连接回水钢管（内径 0.63m）和排洪钢管（内径 1.024m）。

1~5#排水井及其之间的回水管线已经封堵，6#排水井已经封堵，7#排水井封堵井座和井筒，8#窗口式排水井目前在用。

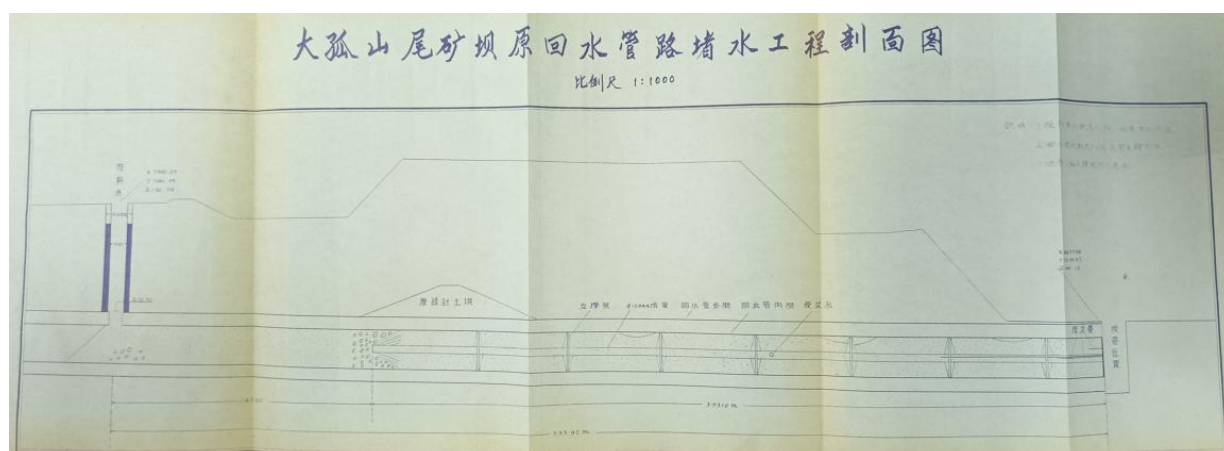


图 2-12 回水管路封堵工程示意图

8 号窗口式排水井为钢筋混凝土结构，井筒内径 2.0m，壁厚为 0.15m，井筒底标高

为 162.25m，顶标高 182.25m。8 号窗口式排水井每层六个窗口，第一排窗口进水标高为 163.25m，最后一排窗口进水标高为 181.45m，排水孔孔径 0.3m，上、下层孔间距 0.65m。

目前企业在库区南侧水区设置有临时取水泵站，用来进行渗水回收及尾矿坝滩面抑尘。

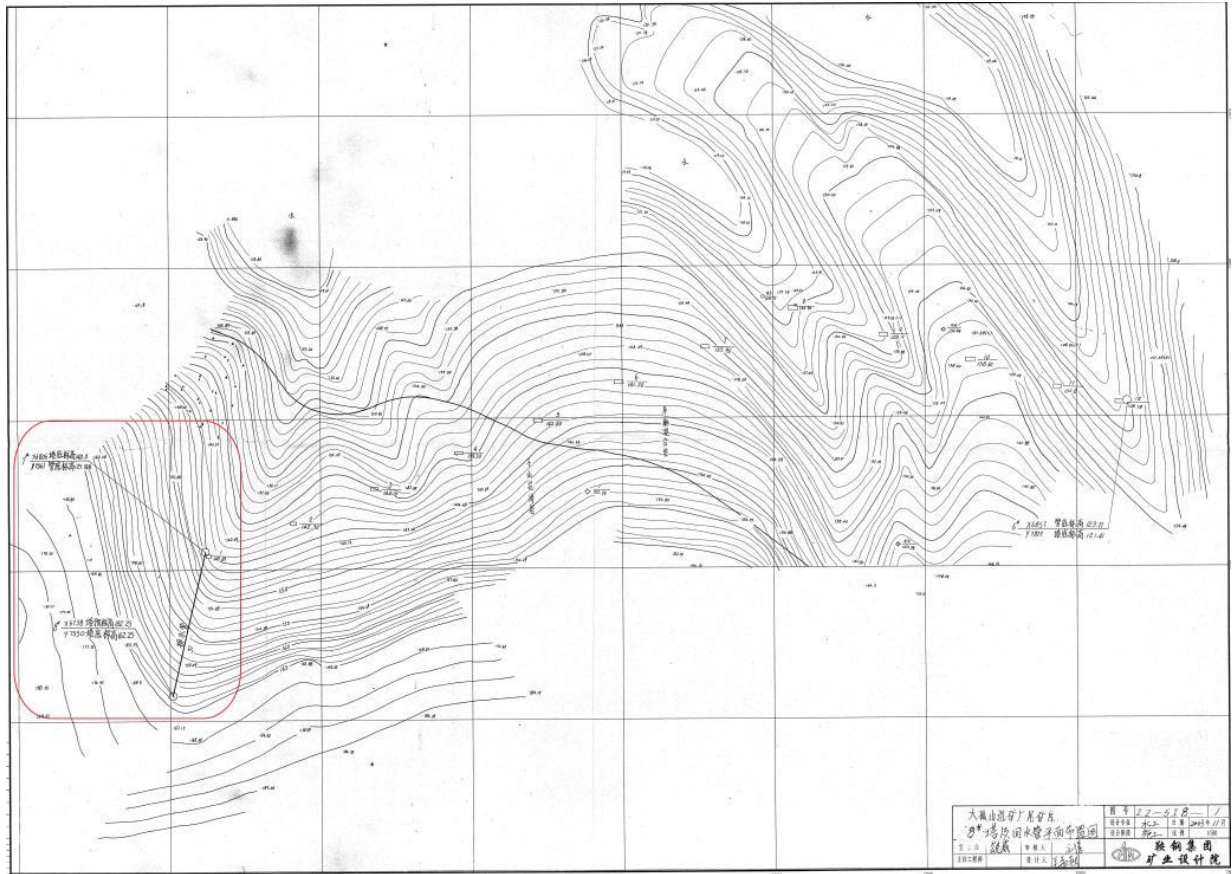


图 2-13 7#、8#排水井位置关系示意图



图 2-14 8#排水井



图 2-15 排水井窗口

2.5.5 安全监测设施

按监测项目参数的性质划分，现场监测仪器设备主要有以下几部分组成：

(1) 坝体表面位移监测：27 个监测点（含 2 个基站），采用 GNSS 接收机实时监测平面和竖向位移变化，监测中心服务器 GNSS 数据处理软件实时差分解算出各监测点三维坐标，并与初始坐标进行对比而获得该监测点变化量。

(2) 干滩监测：5 个剖面 10 个监测点，雷达物位计，在库区的一个剖面设立两个监测点，其中第一监测点设置在靠近坝体的干滩滩顶处，第二监测点则对应地设置在从坝体向库区水位方向按国家标准规定的距离位置，测定雷达物位计的高程及相对距离，再结合水面高度来计算干滩长度。

(3) 库水位监测：2 个监测点，雷达物位计。

(4) 降水量监测：1 个监测点，翻斗式雨量计来进行雨量的测量。

(5) 15 个监测点位，高清红外网络摄像机（库区、坝体、排洪设施）。

(6) 设计尾矿库采用排岩筑坝，排土场边坡即为尾矿库坝体，尾矿库未进行浸润线监测。



图 2-16 坝体表面位移监测点



图 2-17 干滩监测点



图 2-18 降雨量监测点



图 2-19 库水位监测点



图 2-20 在线表面位移监测点



图 2-21 人工表面位移监测点



图 2-22 库水位监测设施



图 2-23 干滩监测设施

2.5.6 尾矿输送和排放

根据尾矿库 2026 年监测数据及现状地形图可知：库区滩顶标高约为 173.0m，库区干滩长度最短约为 308m；库区北侧干滩长度最短约为 406m；库区东侧干滩长度最短约为 335m；库区南侧干滩长度最小约为 390m。库区现状水位标高约为 171.3m，库外南侧水区标高约为 159.8m。



图 2-24 放矿管路

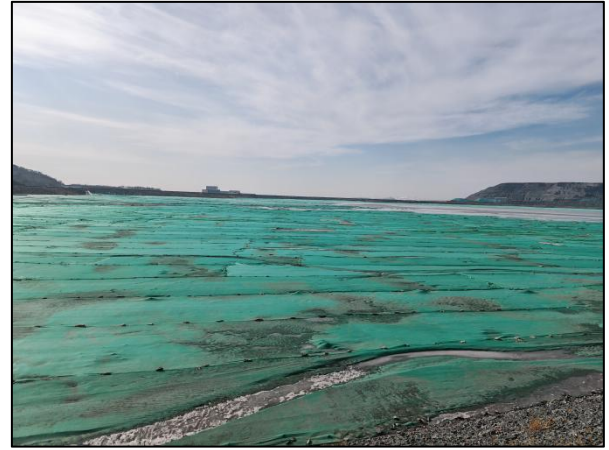


图 2-25 干滩

2.5.7 辅助设施

(1) 交通道路

该尾矿库上坝道路畅通，尾矿库有巡视道路，道路可通至尾矿坝坝顶、管理站、库内排洪系统，可达到巡视库区、排洪设施的目的，道路路面均平整、畅通，满足库区巡视、上坝等要求。



图 2-26 通往排水井应急道路



图 2-27 浮桥

(2) 通讯

管理站位于西侧坝体外侧，设固定电话，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。

（3）照明

库区供电由尾矿库车间统一供给，坝上及回水区域设有照明设施，能够满足夜间生产作业、巡视检查及应急抢险的要求。

2.5.8 个人安全防护

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。

2.5.9 安全标志

为防止外来人员误入尾矿库内，在尾矿库周边和易发生危险位置设有安全警示标志。

2.5.10 安全管理

（1）证照及资质

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂有鞍山市市场监督管理局核发的《营业执照》；有效期：1993年08月31日至无固定期限；其尾矿库有辽宁省应急管理厅核发的《安全生产许可证》，（辽）FM安许证[2023]S0021，有效期：2023年04月19日至2026年04月18日。

（2）主要负责人、安全组织机构、安全管理人员

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库配备了主要负责人，取得辽宁省应急管理厅核发的安全生产知识和管理能力考核合格证。

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂对尾矿库专职安全管理人员进行任命，以文件（安委发〔2024〕5号）形式下发，尾矿库专职安全管理人员4人持有鞍山市应急管理局核发的安全生产管理人员证件，有1名专职安全管理人员取得注册安全工程师。安全管理人员持证情况如下：

表 2-2 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	李长亮	金属非金属矿山 （露天矿山）	主要负责人	210311197008060937	2023.12.29~2026.12.28

2	王林	金属非金属矿山 (露天矿山)	安全生产管 理人员	/	2024.10.09~2027.10.08
3	李经典	金属非金属矿山 (露天矿山)	安全生产管 理人员	/	2024.10.09~2027.10.08
4	邱荣欣	金属非金属矿山 (露天矿山)	安全生产管 理人员	/	2025.04.14~2028.04.13
5	李恩强	金属非金属矿山 (露天矿山)	安全生产管 理人员 注册安全工 程师	/ 03320241021000000685	2025.04.14~2028.04.13 /

(3) 技术管理机构、技术管理人员及特种作业人员

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂对尾矿库专职技术人员进行任命，以文件（安委发〔2024〕6号）形式下发，尾矿库专职技术管理人员2人，人员及专业如下：

董文俊：武汉冶金科技大学、大学本科、选矿工程专业；

韦思明：武汉冶金科技大学、大学本科、选矿工程专业。

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库配备了特种作业人员，其中电工3人、焊工2人、尾矿工8人，均持证上岗。特种作业人员持证情况如下：

表 2-3 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	韩 东	电工作业	高压电工作业	T211321197612301972	2025.09.15~2031.09.14
2	许朝亮	电工作业	高压电工作业	T211321197712281972	2025.09.15~2031.09.14
3	王广宇	电工作业	低压电工作业	T210311197702180912	2021.10.26~2027.10.25
4	张明红	焊接与热切割 作业	熔化焊接与热 切割作业	T210311197607291235	2024.04.15~2030.04.14
5	马连钢	焊接与热切割 作业	熔化焊接与热 切割作业	T210311196808300930	2025.09.16~2029.07.30
6	黄东魁	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T210311198109030934	2025.03.21~2031.03.20
7	任 鑫	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T210302199303123016	2025.03.21~2031.03.20
8	刘立平	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T152324197711144312	2025.08.19~2031.08.18
9	印明洋	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T210311198306280916	2025.08.19~2031.08.18
10	杨 宇	金属非金属矿 山安全作业	尾矿作业	T210311198512130919	2025.03.21~2031.03.20

11	艾仲志	金属非金属矿山安全作业	尾矿作业	T210311198505040915	2025.08.19~2031.08.18
12	陈献智	金属非金属矿山安全作业	尾矿作业	T210311197005110919	2025.01.06~2031.01.05
13	张 鑫	金属非金属矿山安全作业	尾矿作业	T210303198101012715	2025.07.09~2031.07.08

（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。安全操作规程包含尾矿作业工岗位安全操作规程、尾矿泵站岗位安全操作规程、电工岗位安全操作规程、电气焊岗位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 2026 年 1 月 8 日在辽宁省应急管理厅备案，制定了应急演练方案，2025 年 5 月 17 日进行了尾矿库防汛应急演练，制定有 2026 年尾矿库应急演练计划；与鞍矿智维（辽宁）科技有限公司签订矿山救护服务协议书，有效期：2024 年 1 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日。

（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 2025 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

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂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

2025 年 4 月由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司出具《鞍山钢铁集团有

限公司大孤山球团厂尾矿库 2025 年汛期调洪演算报告书》，通过计算可知：在库水位不高于 170.5m 条件下，汛期之前可通过优先放矿确保滩前 150m 长度位置滩面标高不小于 171.3m，同时确保滩顶最低标高不低于 172.8m，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。

2024 年 11 月由鞍钢集团矿业设计研究院有限公司出具《鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库安全性复核报告》，复核结论：通过计算各剖面稳定性均符合规范要求。

2025 年 11 月由上海钧测检测技术服务有限公司出具《大球厂尾矿库回水结构检测报告》主要检测结论如下：1) 本次缺陷检测共有 4 个构筑物，其中 8#溢流塔和 8#溢流塔下部 5m 长排水管的混凝土构件基本完好；朱家裕泄洪阀门井楼板混凝土存在露筋、钢筋锈蚀现象；阀门井出口 200m 长隧洞顶部混凝土存在水渍、翘皮现象。2) 8#溢流塔整体倾斜南北向最大倾斜率为向北 1.78‰，东西向最大倾斜率为向西 1.08‰，未超过《工业可靠性鉴定标准》（GB 50144-2019）中表 9.4.9 中关于“大于 10m 的钢筋混凝土支筒结构倾斜率不大于 6‰要求。3) 8#溢流塔抽检构件龄期修正后混凝土强度推定值为 21.3MPa；8#溢流塔下部 5m 长排水管抽检构件龄期修正后混凝土强度推定值为 20.4MPa；朱家裕泄洪阀门井及阀门井出口 200m 长隧洞抽检构件龄期修正后混凝土强度推定值为 21.6MPa~22.3MPa 之间，均符合原设计强度等级要求。4) 现场采用钢筋检测仪对各构筑物混凝土构件钢筋配置及混凝土保护层厚度进行检测，所检各构筑物混凝土构件钢筋配置基本符合原设计图纸要求。

（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。

2.5.11 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正常生产；在此期间进行了东侧坝体加高，坝体已达到最终坝高，加高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。

2.5.12 隐蔽治灾因素普查情况

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂已委托北京国信安科技有限公司于 2025 年 12 月出具《鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库隐蔽致灾因素普查报告》并经过评审，普查成果如下：

2.5.12.1 断层破碎带

依据断层破碎带位置、大孤山排土场稳定性评价结果以及小节坝体失稳风险分析结果可知，各断层对坝体稳定性产生影响较小。

2.5.12.2 地表水系

通过核查尾矿库正射影像及卫星图，同时分析尾矿库库水位监测数据，尾矿库库区上游及周边未有影响尾矿库的河流、湖泊、水库等地表水系和有关水利工程。

2.5.12.3 潜在不稳定岸坡

通过对尾矿库坝肩、库区及周边 200 米范围进行现场踏勘及无人机航测，未发现尾矿库两侧山体存在滑坡、塌方和泥石流及山体开裂、下沉和松动的情况。因此，在普查范围内不存在潜在不稳定岸坡。

2.5.12.4 泥石流

进一步通过对大孤山球团厂尾矿库正射影像及卫星图进行核查，尾矿库坝脚上游流域山体较为平缓、且植被覆盖率较高，不易成为泥石流灾害来源。因此，在坝脚上游流

域内不存在泥石流情况。

2.5.12.5 溶洞（土洞）、采空区

依据现场踏勘、无人机航测情况以及以往资料分析，坝基尾矿库库区及周边 200m 范围内不存在溶洞（土洞）、采空区。

2.5.12.6 特殊性岩土

依据以往资料，尾矿坝基揭露有全风化、强风化花岗岩、强风化石灰岩、强风化泥灰岩、强风化砂岩、强风化千枚岩，分布于尾矿坝坝基，平均厚度为 0.9~22.4m。排洪构筑物基础揭露有强风化及全风化花岗岩、强风化石灰岩、强风化泥灰岩、强风化砂岩及强风化千枚岩。特殊性岩土形成成因系太阳辐射、大气、水等要素共同作用下发生的风化现象。

2.5.12.7 尾矿堆积坝软弱层

依据收集的现有资料可知，在影响坝体稳定性的区域未发现有明显的尾矿堆积坝软弱层。通过对物探测线的数据进行反演处理后，绘制了视电阻率等值线断面图，尾矿砂沉积较好，结构较稳定，未发现明显的尾矿堆积坝软弱层。

2.5.12.8 地下排洪构筑物缺陷

依据以往资料分析、现场调查及物探分析结果可知，8#溢洪塔、泄洪涵洞出口及阀门井已按照以往鉴定报告中的建议对缺陷进行了修缮。普查结果表明泄洪涵洞出口及阀门井存在 2 处裂缝和 3 处混凝土内部空洞、不密实、低强度区域，裂缝 A 长度约 4.5m，宽度超过 5mm，裂缝 B 长度约 70cm，宽度未超过 5mm，本次所检位置背后空洞长度均不大于 3m、面积均不大于 1m²，可将本次所检隧洞的健康度评定为 2 级，故排洪构筑物不密实缺陷对排洪构筑物结构安全影响较小；本次调查位置的裂缝健康度为 3 级，故排洪构筑物裂缝缺陷对排洪构筑物结构安全影响较小。

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) 辅助设施单元
- (6) 个人安全防护单元
- (7) 安全标志单元
- (8) 企业安全管理单元
- (9) 重大事故隐患判定单元
- (10) 延期换发安全生产许可证条件判定单元

3.2 评价方法选择

鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团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 10 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	辅助设施单元	√	
6	个人安全防护单元	√	
7	安全标志单元	√	
8	企业安全管理单元	√	
9	重大事故隐患判定单元	√	

10	延期换发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、引用水源保护区。	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	大球厂尾矿库位于选矿厂东 2km、千山北侧的凹子峪沟中，不在国家法律禁止的矿产开采区域。	符合
3	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
4	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
5	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
6	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
7	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
8	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

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
9	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 9 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

由隐蔽致灾因素普查报告可知，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。

低温可导致尾砂冻结，形成冻土。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）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、后期坝及副坝

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，企业委托鞍钢集团矿业设计研究院有限公司编制了尾矿库安全性复核报告，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，主坝及副坝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	该尾矿库采用废石筑坝，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要求； 2.每期子坝的轴线位置、坝体长度、坝体高度、坝顶宽度、	《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	符合

	内外坡比等剖面尺寸应满足设计要求。		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，西、北坝体外侧分别被胶带排土场、汽车排土场、铁路排土场压覆。	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 2025 年在线监测系统运行报告，共计 29 个位移监测点，每季度选取月 5 日位移累计偏移量最大值，坝体位移量均位于警戒范围值内。	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，坝体外坡未发现渗漏出逸点。	符合

采用安全检查表对堆积坝进行了 11 项检查，均符合要求。检查结果表明：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，坝体抗滑稳定性满足要求。坝体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 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。

4.2.2.1 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，坝体附近的沉积滩的尾矿粒度的组成和坡度是不同的，尾矿库的干滩长度及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等，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。

4.2.2.2 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坝体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。

4.2.2.3 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。

4.2.2.4 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。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。

4.2.3 坝体稳定性分析

4.2.3.1 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 4-3 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，尾矿库现状坝顶标高 178m，已经达到设计最终标高，滩顶标高约 173.0m，库容约 1.91 亿 m^3 ，每年排放约 500 万吨尾矿，下一评价周期滩顶标高将达到 176.0m。故本次现状评价选取滩顶 173.0m 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滩顶 176.0m 标高作为坝体稳定性分析的典型运行标高。

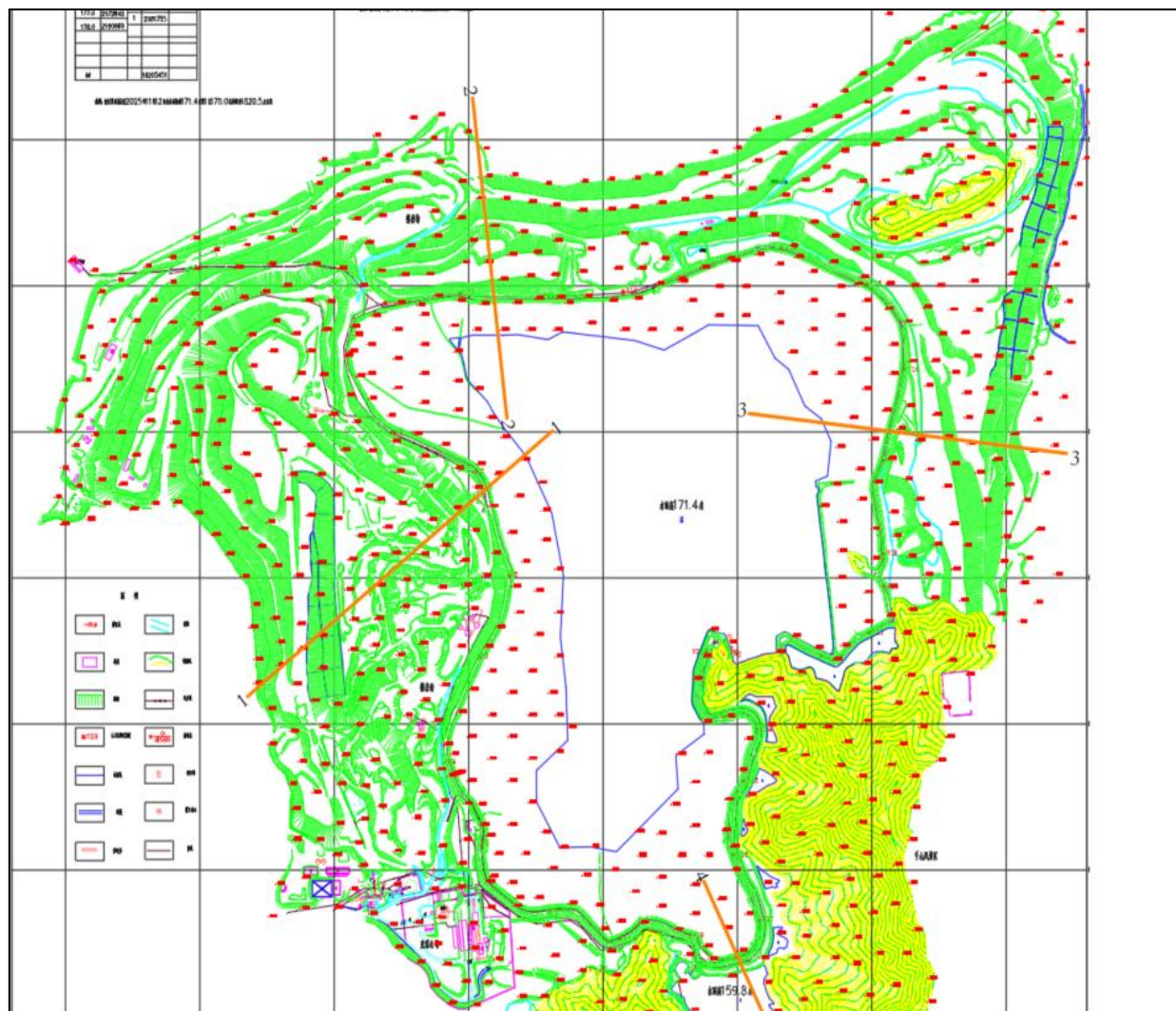


图 4-1 剖面选取示意图

（4）物理力学指标

材料力学系数来自收集到的研究报告及地勘报告资料（《鞍山钢铁集团矿业有限公司大孤山球团厂尾矿库从 165m 至 180m 坝体渗流及静动力稳定分析报告》，2020 年 11 月，大连理工大学；《大孤山排土场勘察与稳定性评价》，2021 年 12 月，中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司），本次勘察揭遇的各岩土层物理力学指标见表 4-4 所示。

表 4-4 尾矿库各类地基土的物理力学性质参数表

岩土名称	内聚力 c/kPa	内摩擦角 φ/°	天然容重 kN/m ³	饱和容重 kN/m ³	渗透系数/cm/s	
					水平	竖直
尾粉砂	0.0	25.7	19	19.5	9.7×10 ⁻⁴	4.7×10 ⁻⁴
尾粉土	0.3	23.4	20.3	20.6	5.8×10 ⁻⁴	1.7×10 ⁻⁴
尾粉质粘土	4.5	19.9	19.4	20.2	2.8×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁶
碎石	5	35	22	22.5	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³
圆砾	5	33	20	20.5	6.8×10 ⁻³	6.8×10 ⁻³
全风化混合花岗岩	50	33	25.5	26	2.5×10 ⁻³	2.5×10 ⁻³
强风化混合花岗岩	155	34	26.5	27	2.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴
中风化混合花岗岩	170	39	26.8	27.3	2.6×10 ⁻⁵	2.6×10 ⁻⁵

4.2.3.2 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：

φ=φ(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, 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 4-2~4-17, 从计算结果可以看出本次现状评价选取现状滩顶 173.0m 标高、下一周期现状评价选取 176.0m 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。

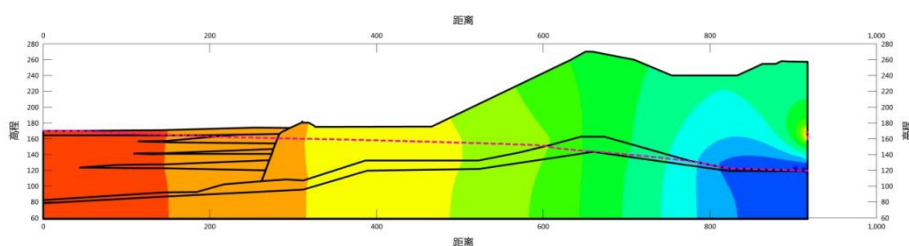


图 4-2 1-1 剖面现状正常运行

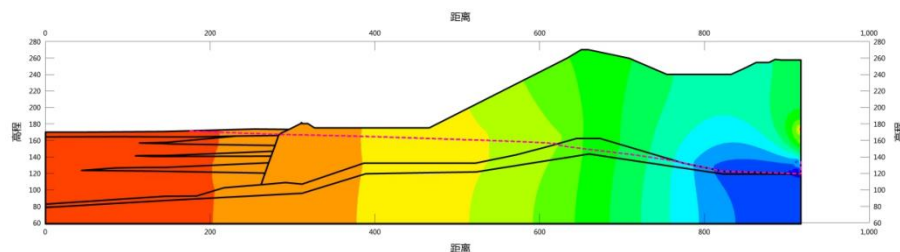


图 4-3 1-1 剖面现状洪水运行

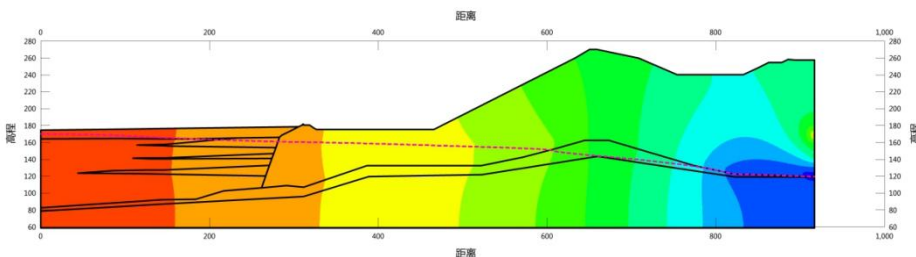


图 4-4 1-1 剖面下一周期正常运行

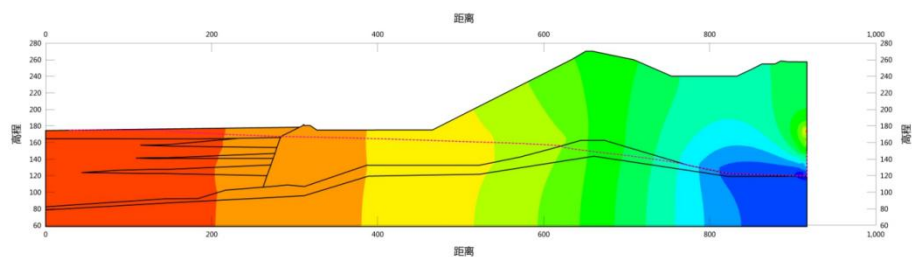


图 4-5 1-1 剖面下一周期洪水运行

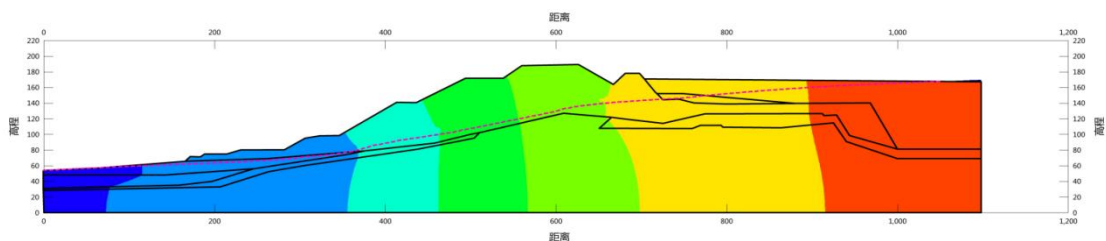


图 4-6 2-2 剖面现状正常运行

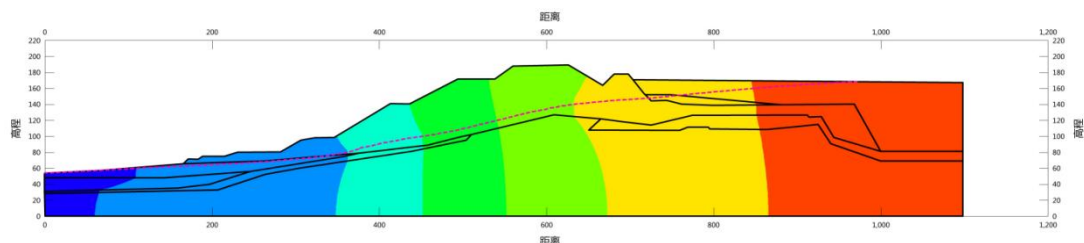


图 4-7 2-2 剖面现状洪水运行

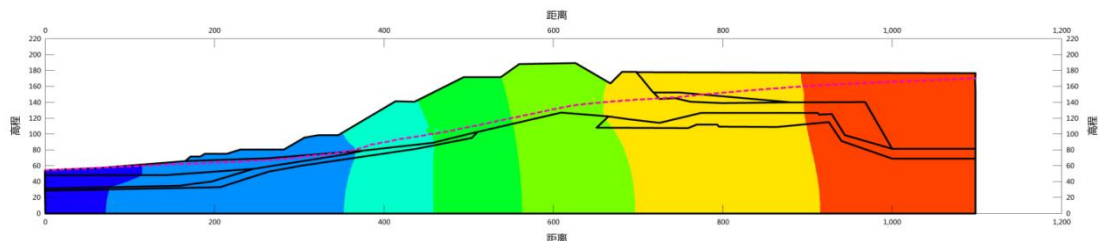


图 4-8 2-2 剖面下一周期正常运行

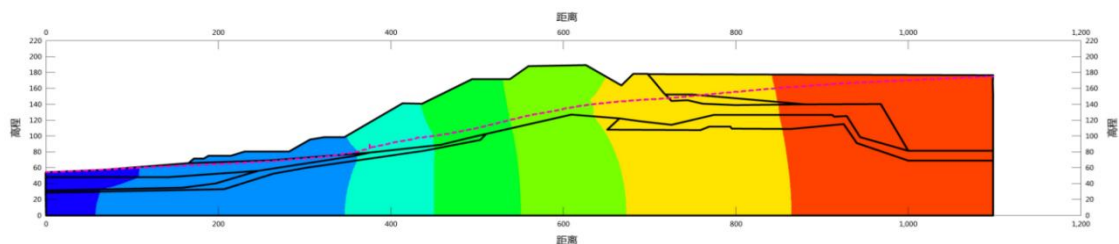


图 4-9 2-2 剖面下一周期洪水运行

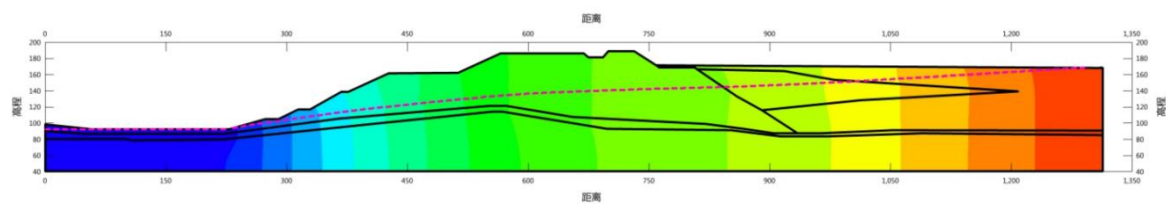


图 4-10 3-3 剖面现状正常运行

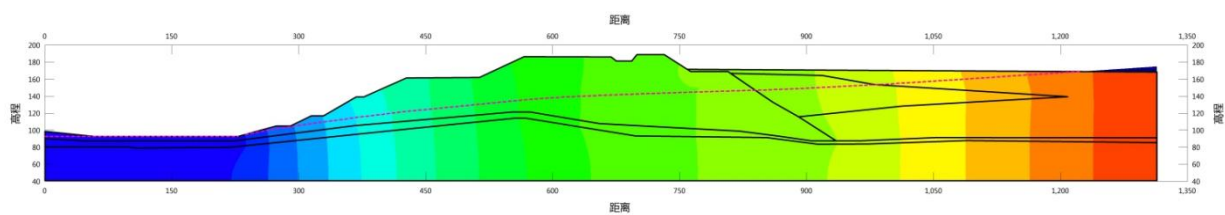


图 4-11 3-3 剖面现状洪水运行

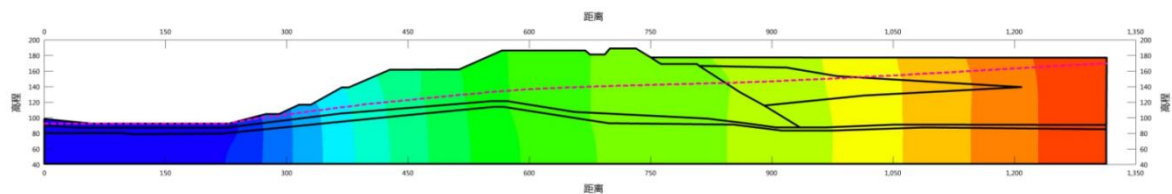


图 4-12 3-3 剖面下一周期正常运行

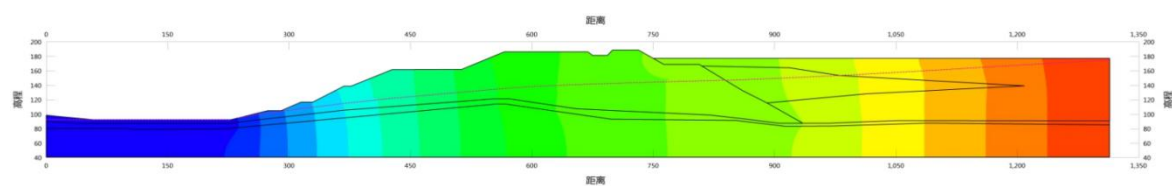


图 4-13 3-3 剖面下一周期洪水运行

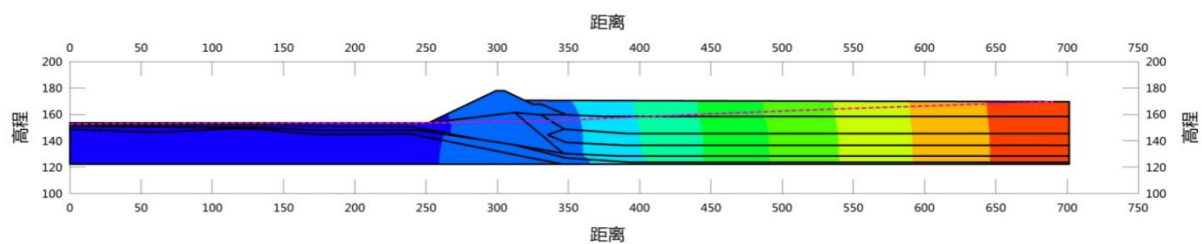


图 4-14 3-3 剖面现状正常运行

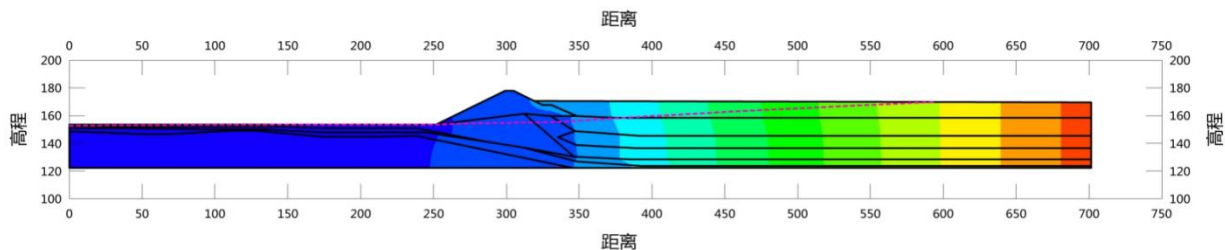


图 4-15 3-3 剖面现状洪水运行

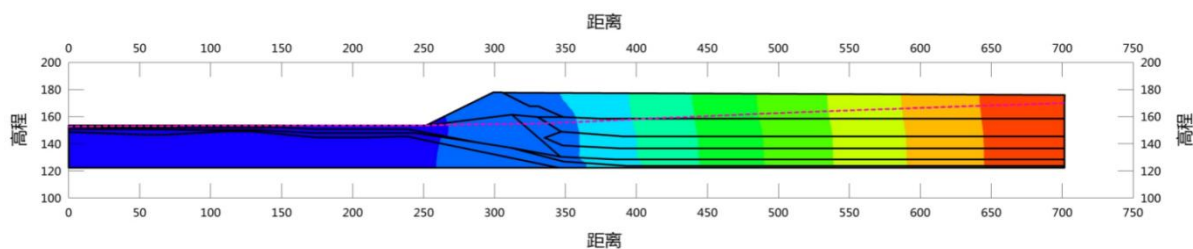


图 4-16 3-3 剖面下一周期正常运行

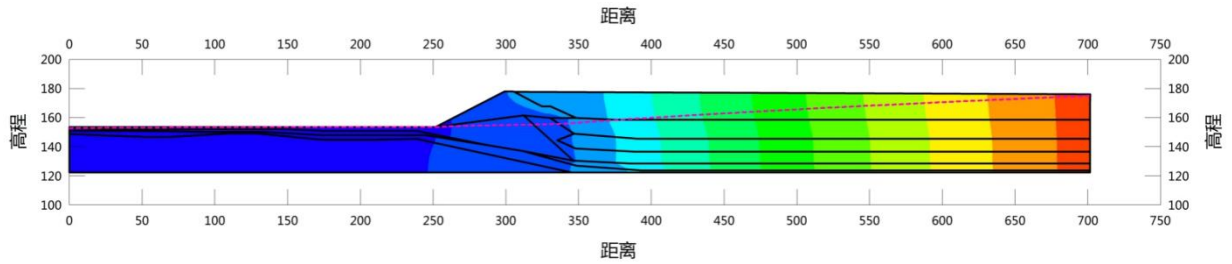


图 4-17 3-3 剖面下一周期洪水运行

4.2.3.3 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 4-5：

表 4-5 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。

(3) 计算结果

坝坡抗滑稳定计算结果见表 4-6, 最危险滑弧位置见图 4-18~4-65, 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 4-6 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
滩顶 173.0m 标高	1-1 剖面	正常运行	1.457	1.482	1.25/1.35	稳定
		洪水运行	1.457	1.482	1.15/1.25	稳定
		特殊运行	1.178	1.199	1.05/1.15	稳定
	2-2 剖面	正常运行	1.275	1.464	1.25/1.35	稳定
		洪水运行	1.263	1.45	1.15/1.25	稳定
		特殊运行	1.09	1.258	1.05/1.15	稳定
	3-3 剖面	正常运行	1.789	1.866	1.25/1.35	稳定
		洪水运行	1.746	1.858	1.15/1.25	稳定
		特殊运行	1.411	1.471	1.05/1.15	稳定
	4-4 剖面	正常运行	1.312	1.61	1.25/1.35	稳定
		洪水运行	1.304	1.601	1.15/1.25	稳定
		特殊运行	1.063	1.298	1.05/1.15	稳定
滩顶 176.0m 标高	1-1 剖面	正常运行	1.457	1.482	1.25/1.35	稳定
		洪水运行	1.457	1.482	1.15/1.25	稳定
		特殊运行	1.178	1.199	1.05/1.15	稳定
	2-2 剖面	正常运行	1.274	1.463	1.25/1.35	稳定
		洪水运行	1.261	1.447	1.15/1.25	稳定
		特殊运行	1.089	1.258	1.05/1.15	稳定
	3-3 剖面	正常运行	1.79	1.866	1.25/1.35	稳定
		洪水运行	1.743	1.855	1.15/1.25	稳定
		特殊运行	1.412	1.471	1.05/1.15	稳定

	4-4 剖面	正常运行	1.312	1.61	1.25/1.35	稳定
		洪水运行	1.304	1.60	1.15/1.25	稳定
		特殊运行	1.063	1.298	1.05/1.15	稳定

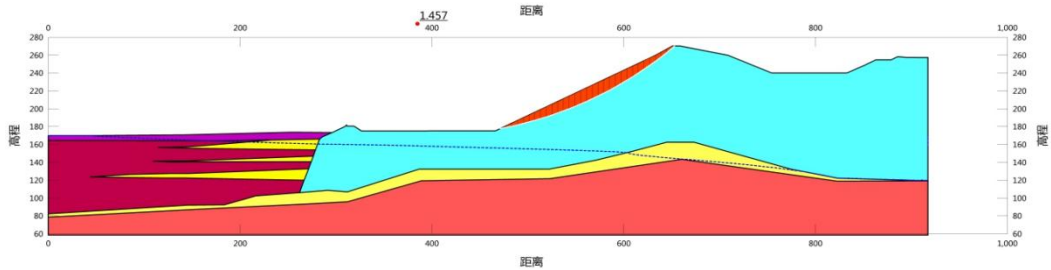


图 4-18 现状1-1剖面正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

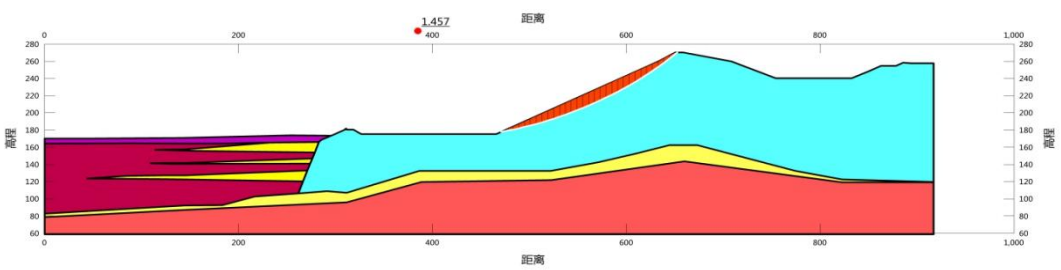


图 4-19 现状1-1剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

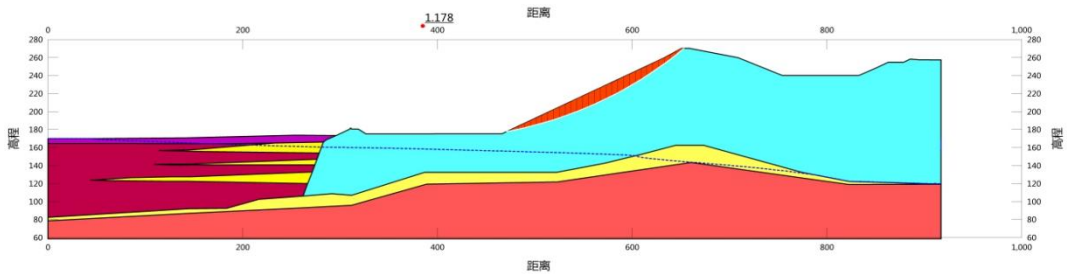


图 4-20 现状1-1剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

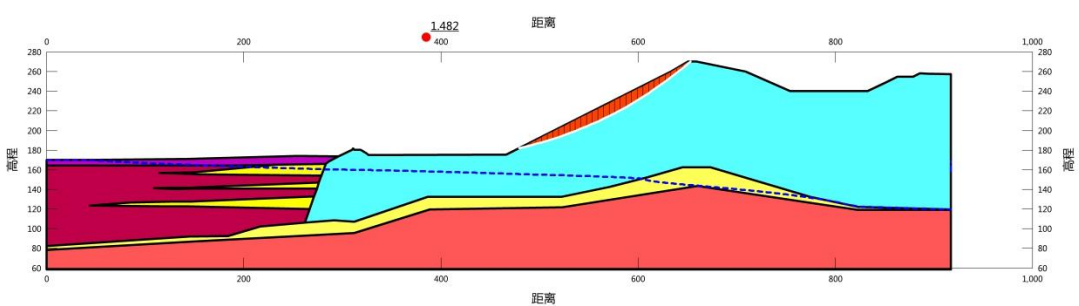


图 4-21 现状1-1剖面正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

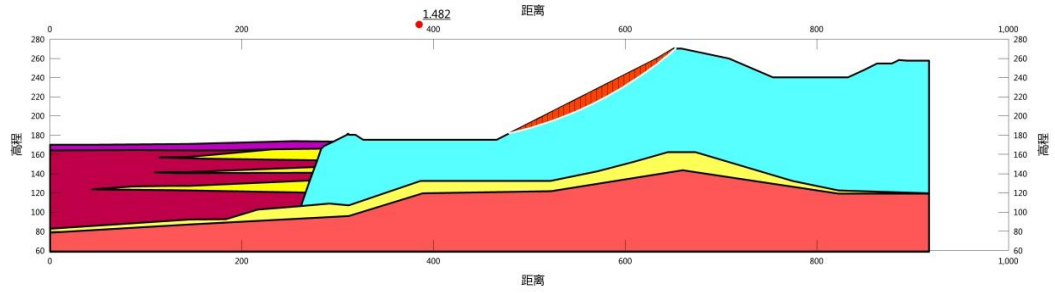


图 4-22 现状1-1剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

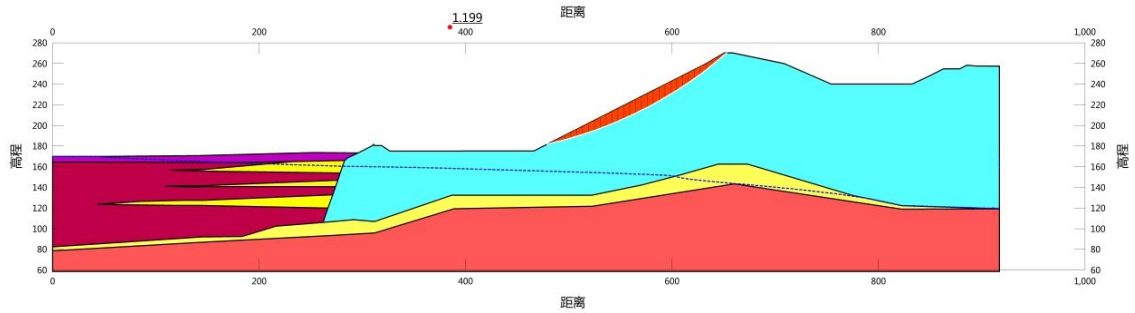


图 4-23 现状1-1剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

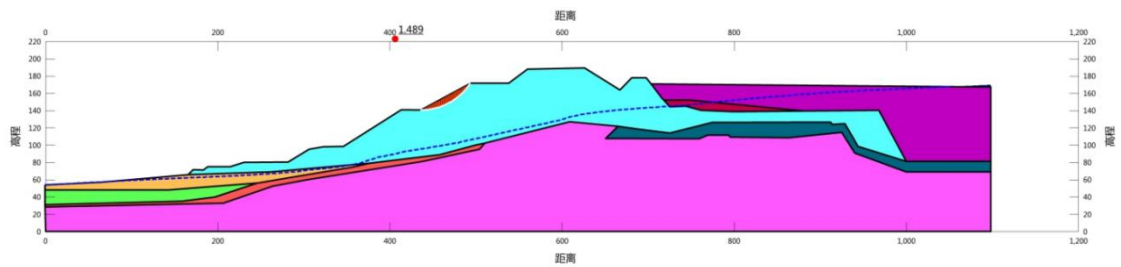


图 4-24 现状2-2剖面正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

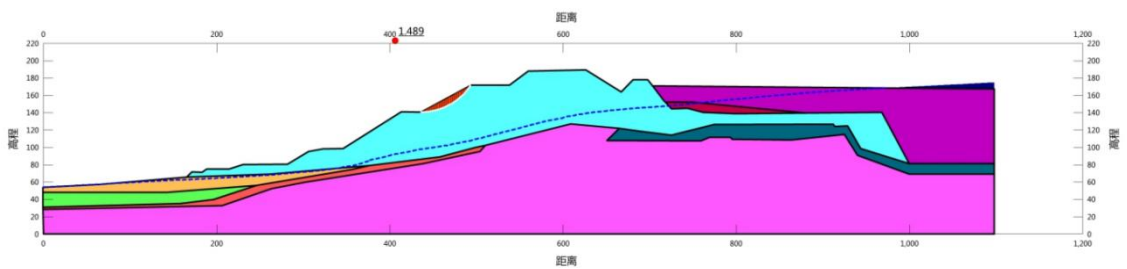


图 4-25 现状2-2剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

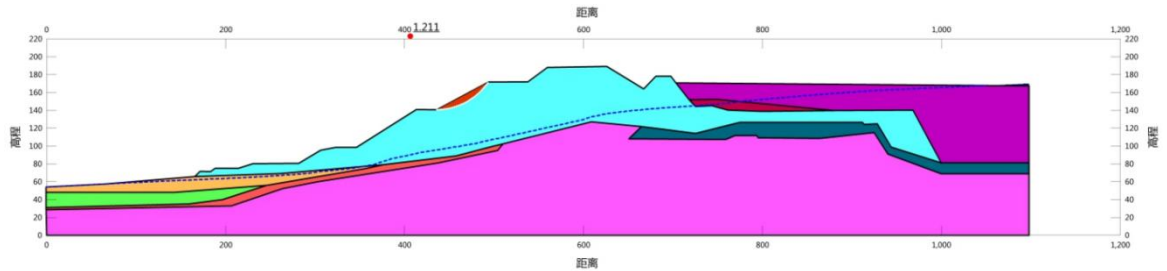


图 4-26 现状2-2剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

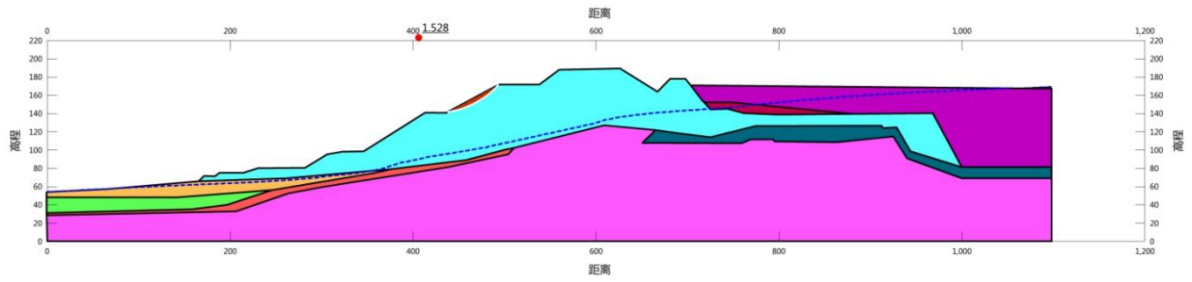


图 4-27 现状2-2剖面正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

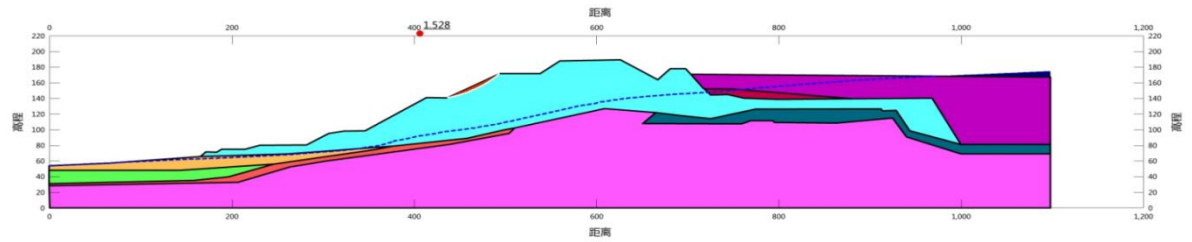


图 4-28 现状2-2剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

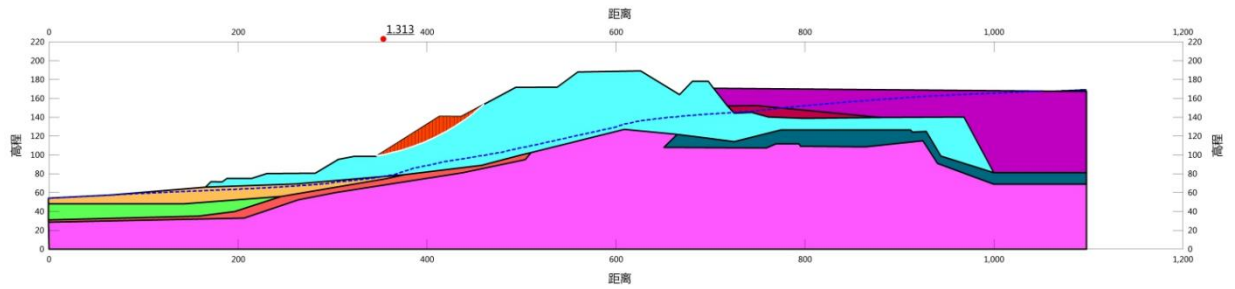


图 4-29 现状2-2剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

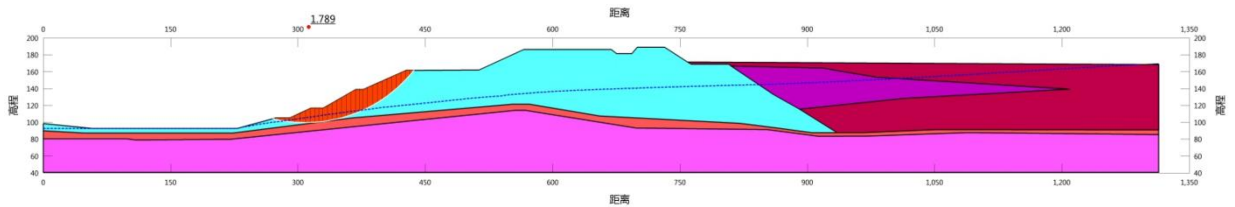


图 4-30 现状3-3剖面正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

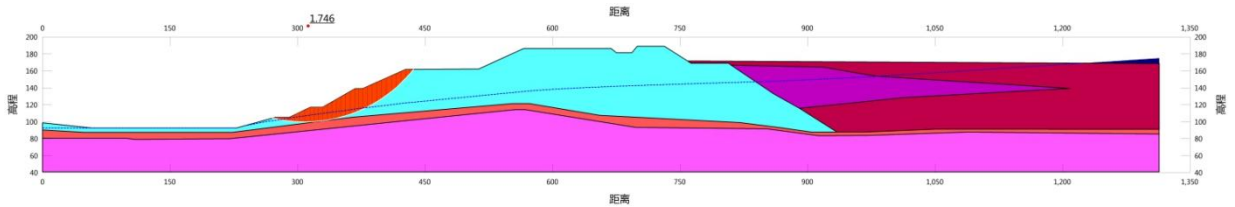


图 4-31 现状3-3剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

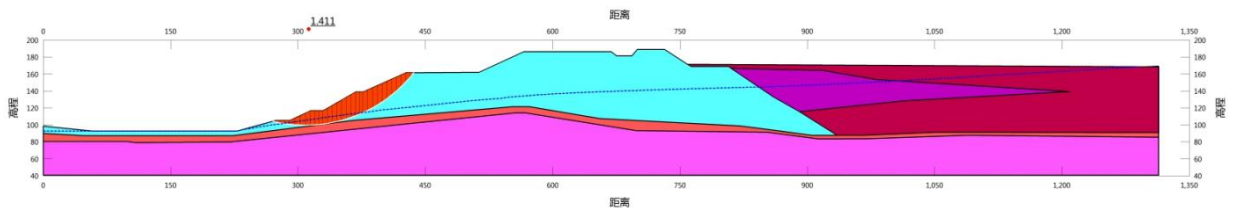


图 4-32 现状3-3剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

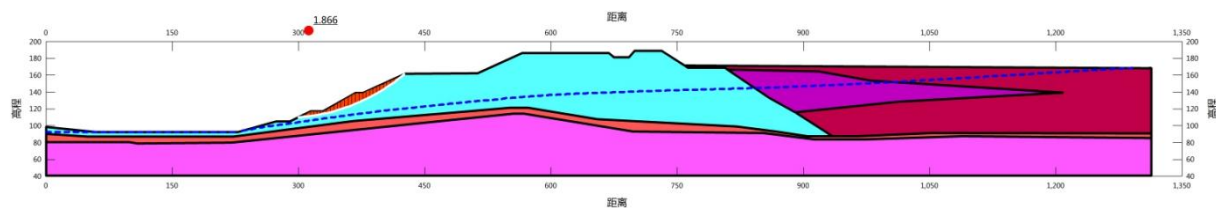


图 4-33 现状3-3剖面正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

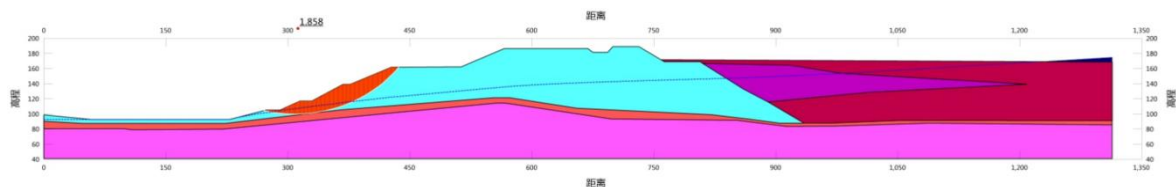


图 4-34 现状3-3剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

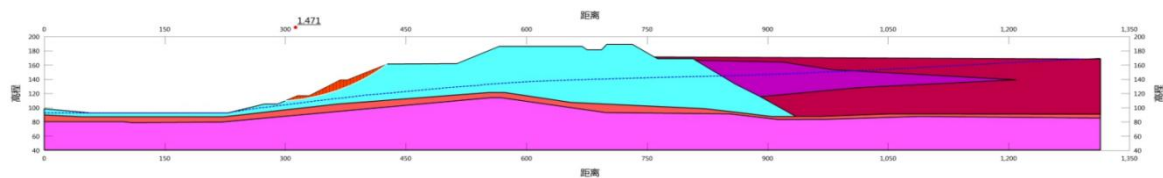


图 4-35 现状期3-3剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

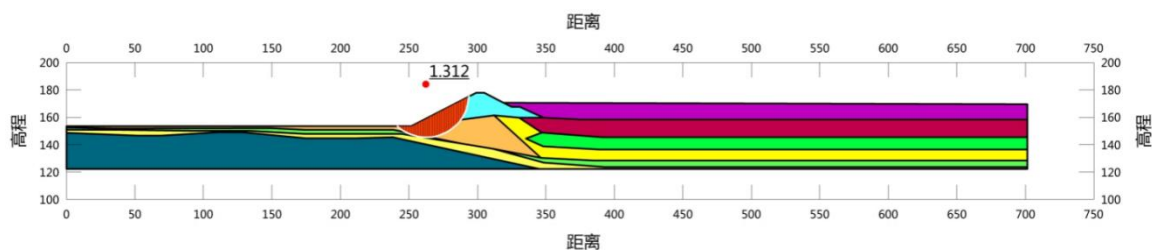


图 4-36 现状4-4剖面正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

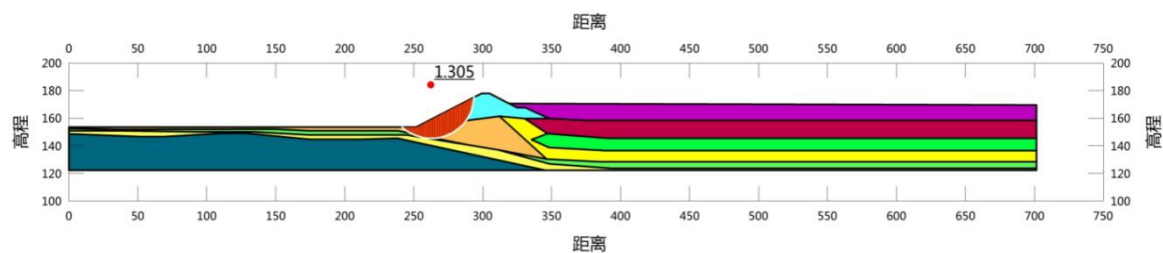


图 4-37 现状4-4剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

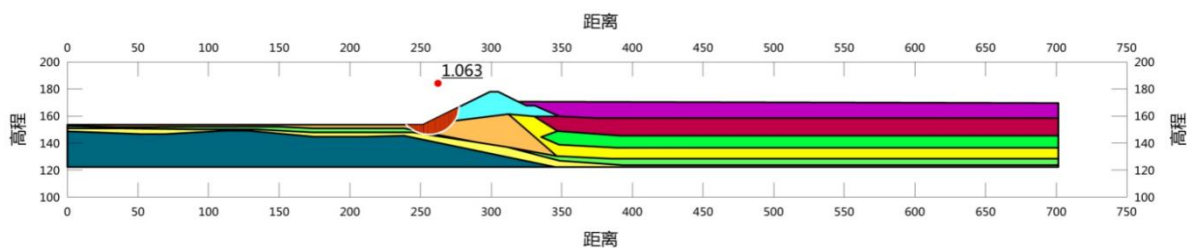


图 4-38 现状4-4剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

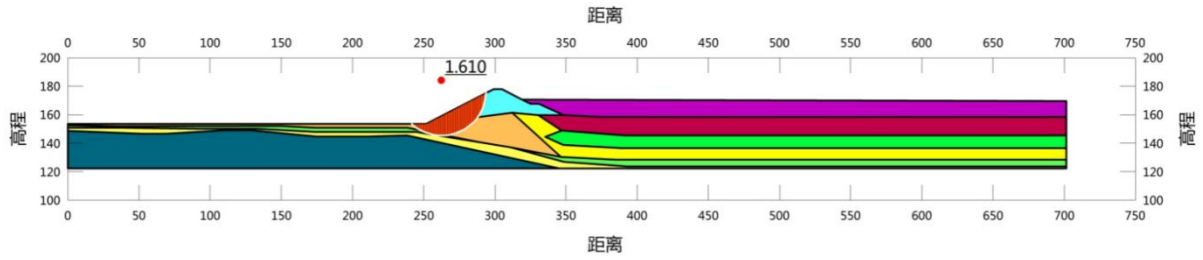


图 4-39 现状4-4剖面正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

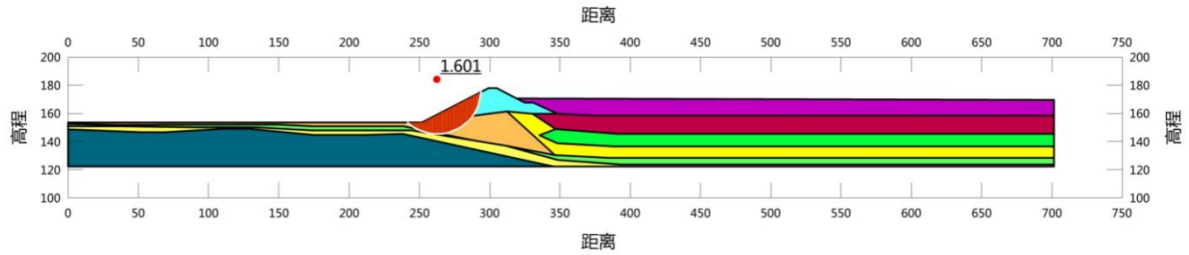


图 4-40 现状4-4剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

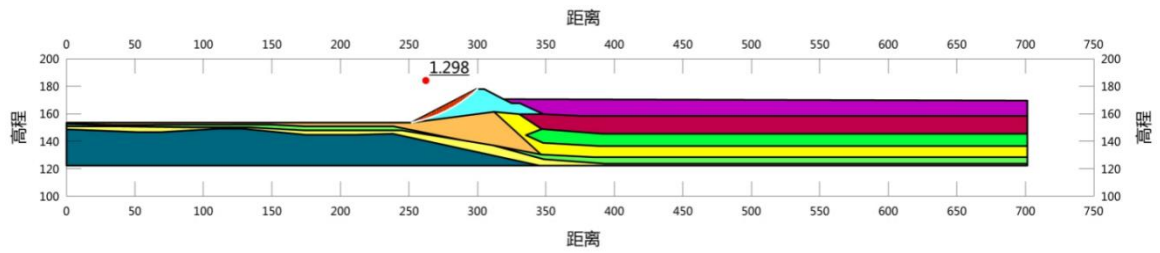


图 4-41 现状4-4剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

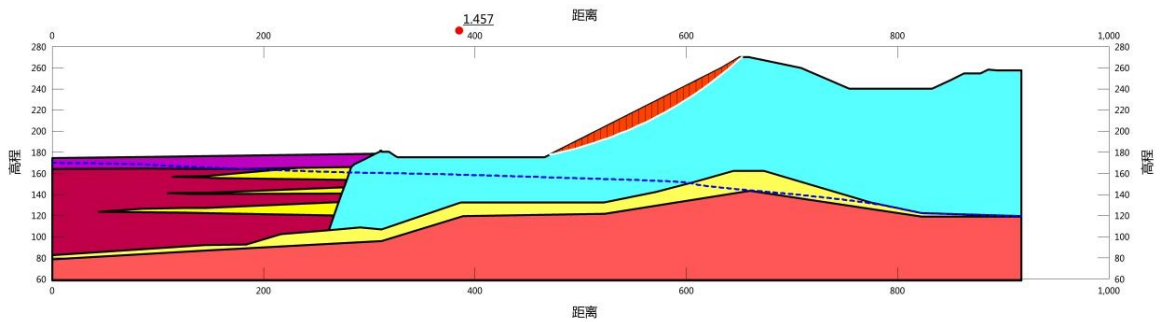


图 4-42 下一周期1-1剖面正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

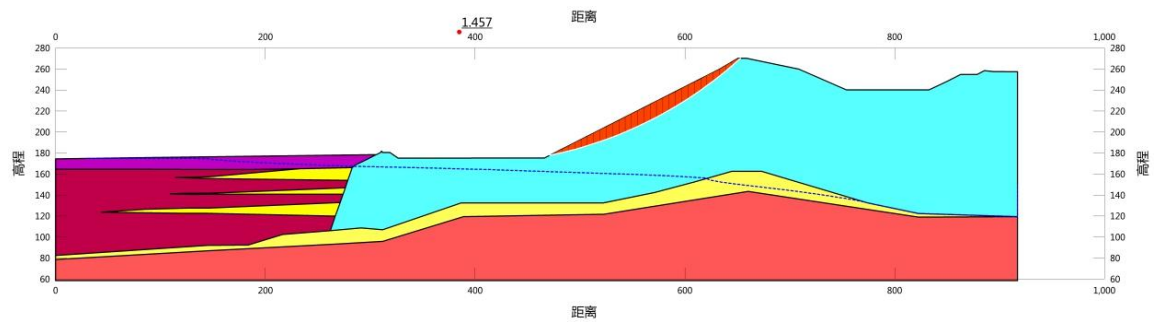


图 4-43 下一周期1-1剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

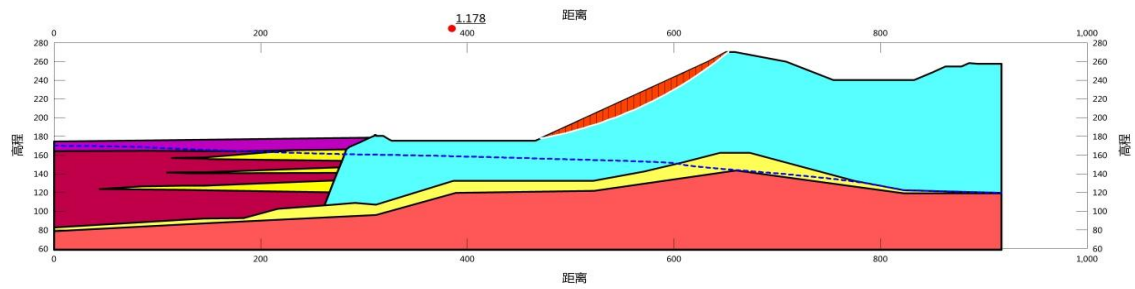


图 4-44 下一周期1-1剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

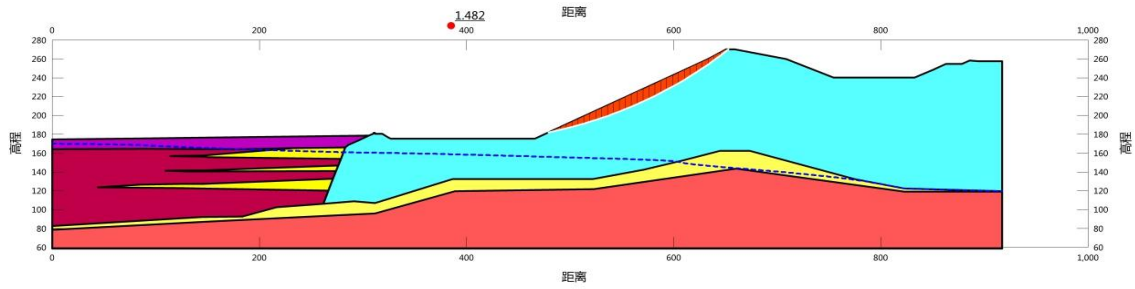


图 4-45 下一周期1-1剖面正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

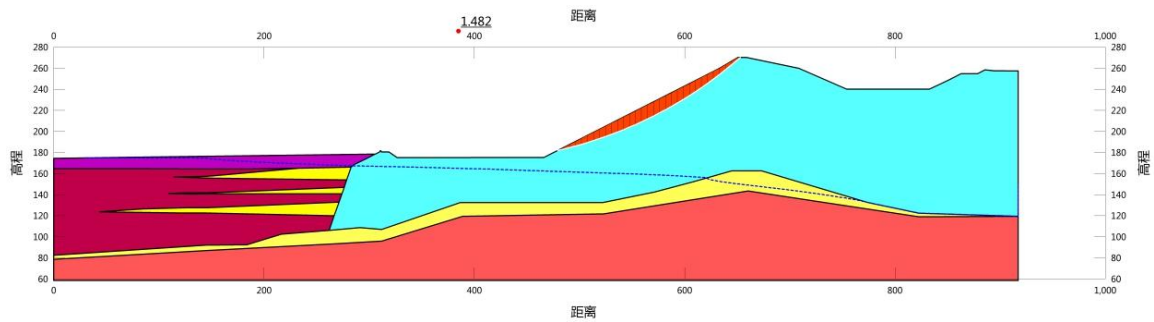


图 4-46 下一周期1-1剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

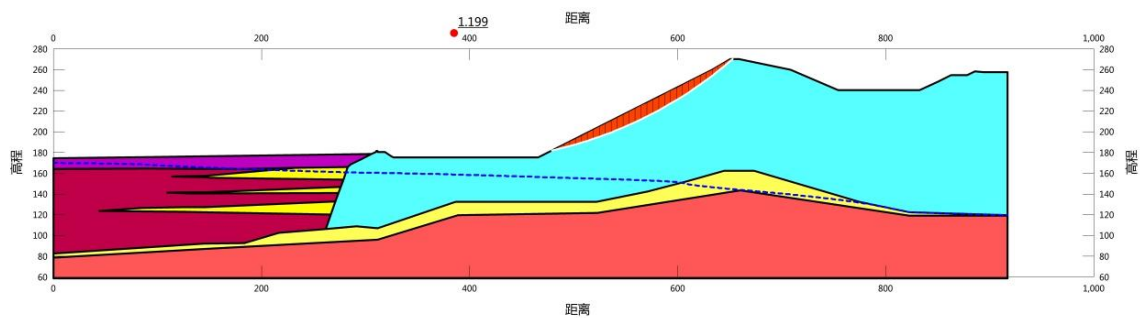


图 4-47 下一周期1-1剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

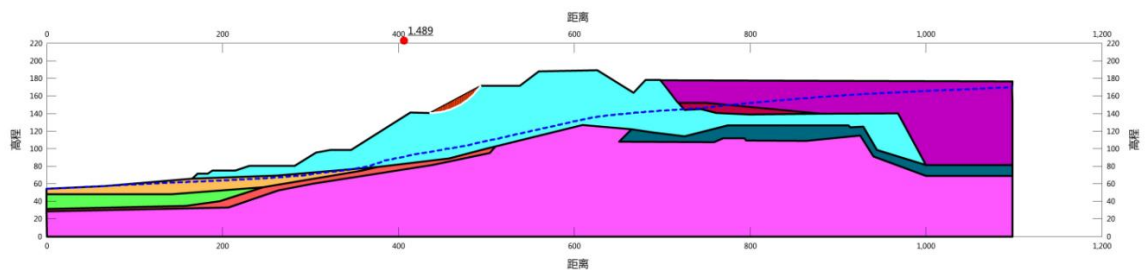


图 4-48 下一周期2-2剖面正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

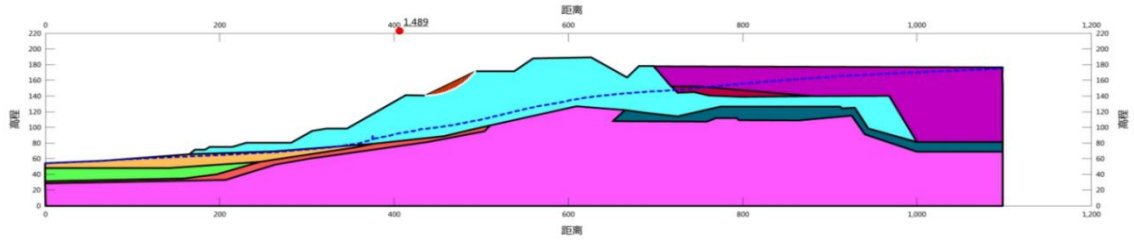


图 4-49 下一周期2-2剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

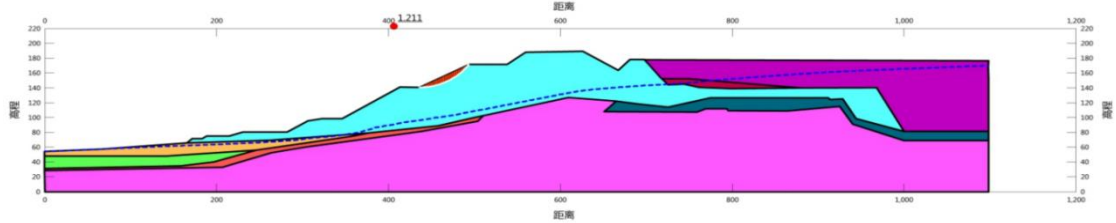


图 4-50 下一周期2-2剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

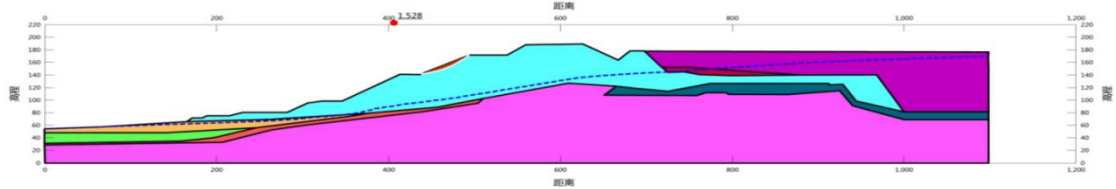


图 4-51 下一周期2-2剖面正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

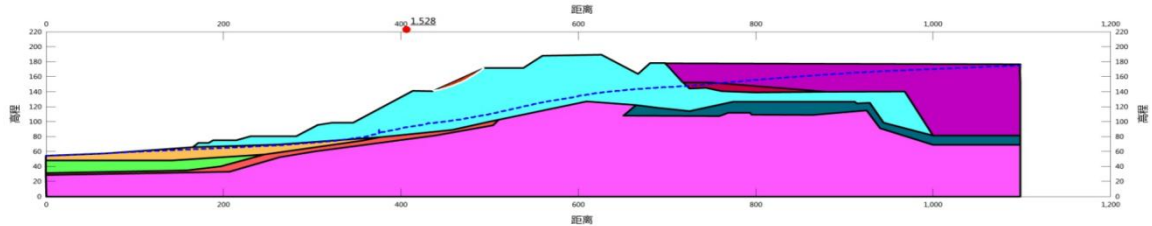


图 4-52 下一周期2-2剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

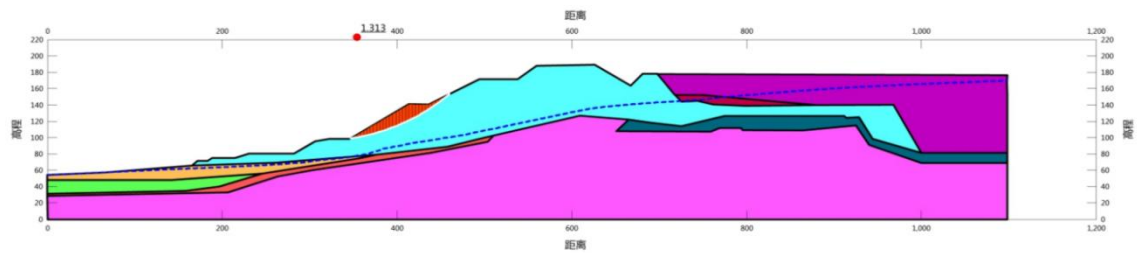


图 4-53 下一周期2-2剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

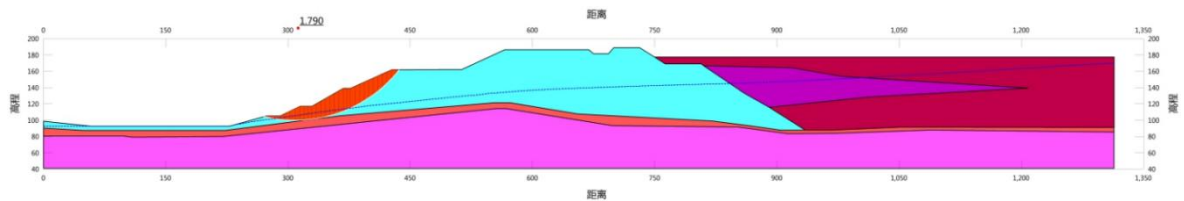


图 4-54 下一周期3-3剖面正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

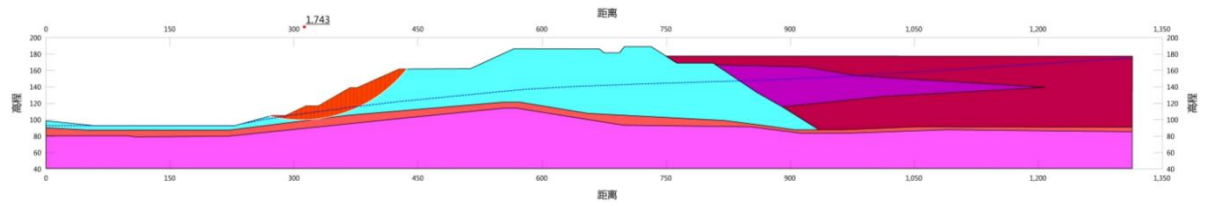


图 4-55 下一周期3-3剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

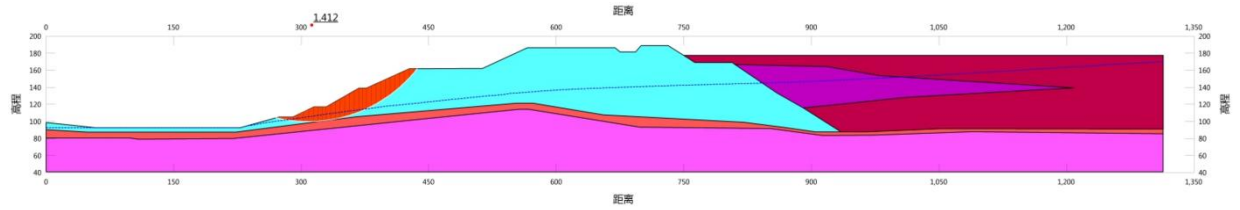


图 4-56 下一周期3-3剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

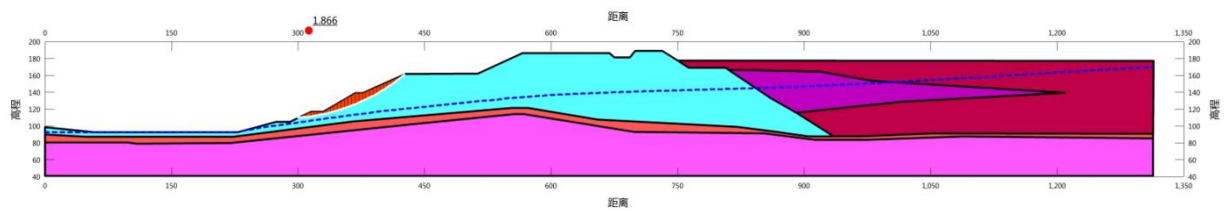


图 4-57 下一周期3-3剖面正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

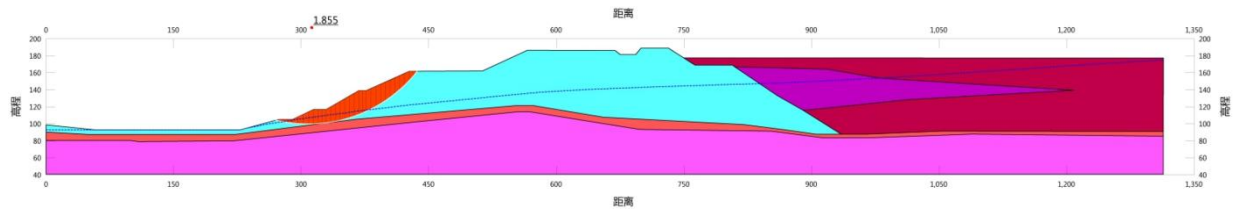


图 4-58 下一周期3-3剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

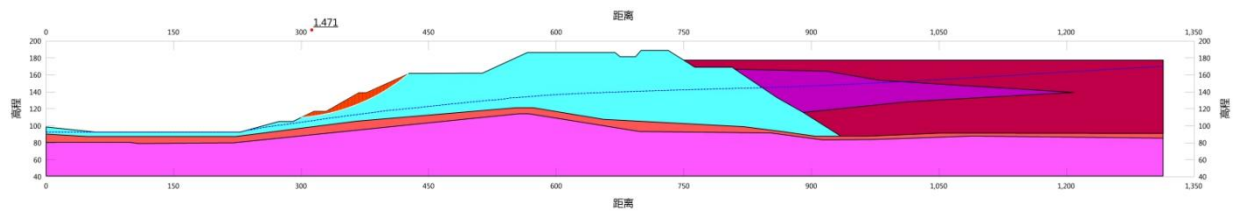


图 4-59 下一周期3-3剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

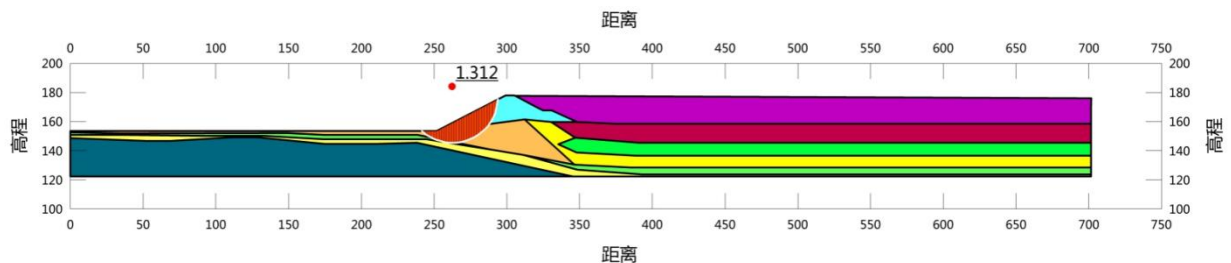


图 4-60 下一周期4-4剖面正常工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

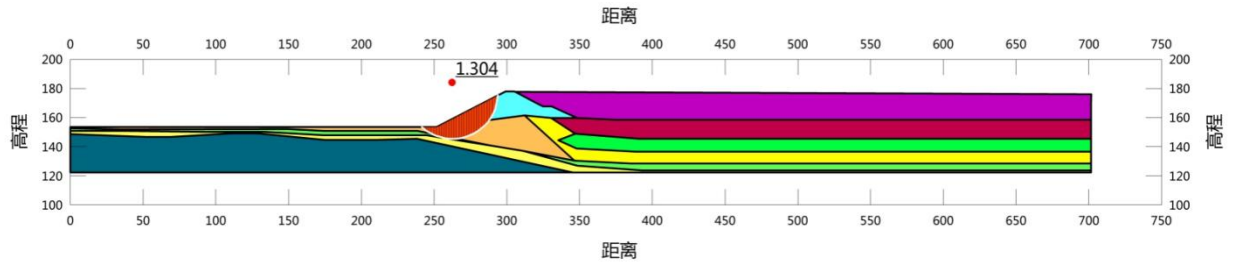


图 4-61 下一周期4-4剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

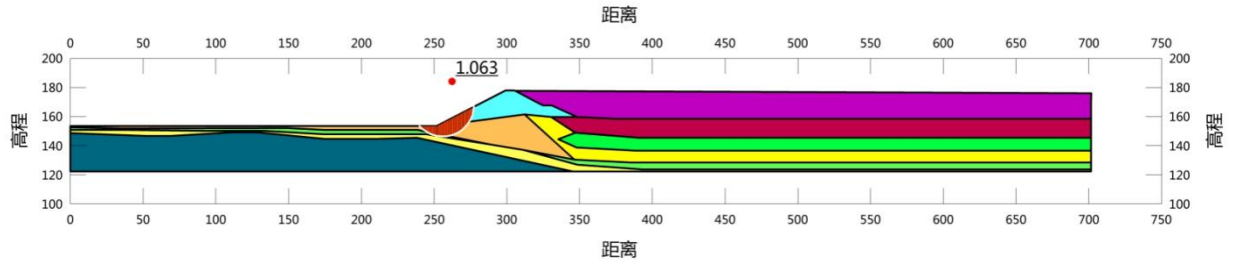


图 4-62 下一周期4-4剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（瑞典圆弧法）

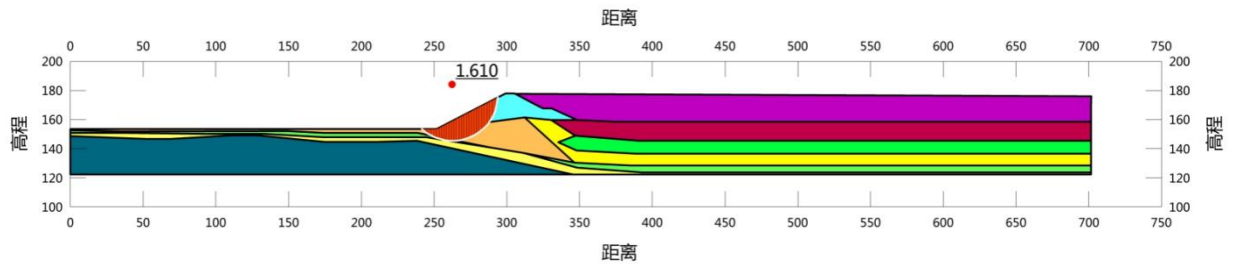


图 4-63 下一周期4-4剖面正常工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

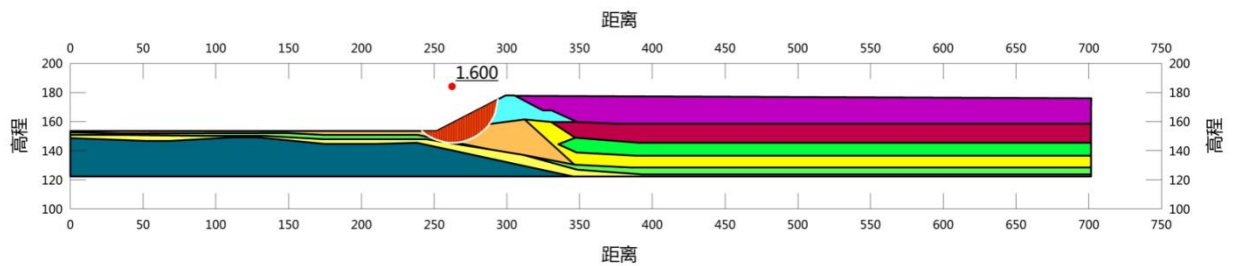


图 4-64 下一周期4-4剖面洪水工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

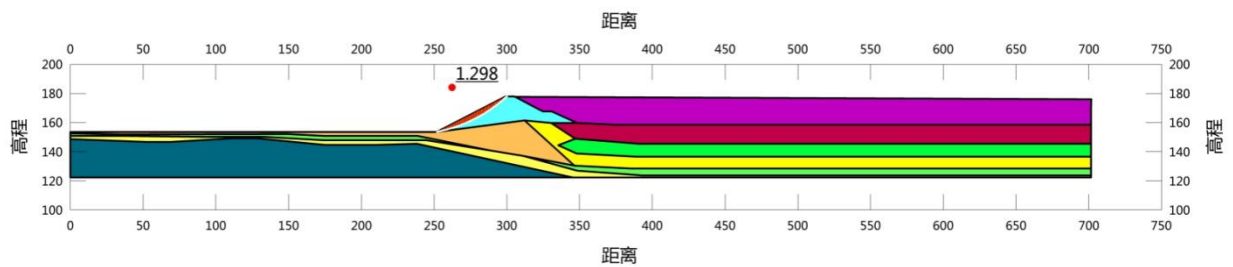


图 4-65 下一周期4-4剖面特殊工况坝体稳定计算结果图（毕肖普法）

4.2.4 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，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 4-7。

表 4-7 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	现状库区采用排水井-排水管-隧洞-排洪钢管组成的排洪系统，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、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
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	中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司 2025 年 4 月出具《鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库 2025 年度调洪演算报告书》，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

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
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 8#排水井井架上。	符合
6	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
7	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
8	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 《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。进水口周边无杂物。8#溢流塔整体倾斜南北向最大倾斜率为向北 1.78%，东西向最大倾斜率为向西 1.08%，未超过 6%规范值。	符合
9	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 《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

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
10	排水隧洞的断面尺寸是否与安全设施设计相符。排水隧洞是否有洞内塌方，衬砌变形、破损、断裂、剥落、磨蚀、裂缝是否开展宽度检测，伸缩缝、止水及充填物是否完好，洞内是否渗漏尾砂，洞内及排水孔是否淤堵等。	《尾矿库安全规程》 第 9.2.9 条 《设计》	隧洞断面尺寸是否与安全设施设计相符，详见检测报告。	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 and 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

查和维护的重点之一。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设计规范要求；
- (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 4-8 所示。

表 4-8 尾矿库各运行期的防洪标准

运行阶段	滩顶标高 (m)	全库容 (10^4m^3)	总坝高 (m)	设计等别	防洪标准 (a)
现状	173.0	20853	109	二等	1000
下一周期	176.0				

(2) 安全指标选取

该尾矿库采用下游式排岩筑坝，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 4-9。

表 4-9 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	1.5	100

(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 500 万 t/a 的选矿规模及选厂提供生产计划计算，在下个评价周期，滩顶将由现状 173.0m 标高上升至 176.0m 标高，因现状及下一周期调洪库容变化不大（下一周期调洪库容稍大），故调洪演算选取现状工况即可。

4.3.3.2 洪水计算方法

根据实测地形图计算，现状尾矿库总汇水面积约为 7.06km²。库区南侧副坝均已堆筑至 178m 标高，该副坝将尾矿库汇水分隔为两个区域，其中：1）库内区域总汇水面积约为 4.21km²；2）库内区域陆面汇水面积为 3.07km²，水区面积为 1.14km²，水面面积占总汇水面积的 27.08%，超过流域面积的 10%，库内水面和陆面区域的汇流分别计算；3）库外南侧区域总汇水面积约为 2.85km²，南侧水区面积为 0.080km²，水面面积占总汇水面积的 2.80%，未超过流域面积的 10%，该区洪水按陆面面积计算。

本次洪水计算按《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。

（1）库内汇水区域陆面洪水计算

1) 洪峰流量

计算公式采用推理公式辽宁法，计算公式如下：

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

式中：Q_p—设计频率 P 的洪峰流量，m³/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，km²。

2) 洪水总量：

$$W_{\text{三}p} = 0.1 \times \alpha_{\text{三}p} \times P_{\text{三}p\text{面}} \times F$$

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

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

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 10^4m^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

$$r_p = \frac{W_{24p}}{Q_p \times 51 \times 0.36}$$

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

$$W_{\text{调}} = \frac{2}{3}(W_{24} - W_{\tau}) + W_{\tau} = 0.67W_{24} + 0.33Q_p \times \tau$$

$$T = 5.56 \frac{W_{\text{调}}}{Q_m}$$

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 4-10、4-11。

表 4-10 库内陆面洪水计算参数表（一）

水文分区	III ₄
点面折减系数 K_F	0.988
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}	35
年最大 6 小时暴雨量均值 H_{6h}	65
年最大 24 小时暴雨量均值 H_{24h}	90
年最大三日暴雨量均值 $H_{\text{三}}$	120
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}	0.50		
年最大 6 小时暴雨变差系数 C_{V6}	0.55		
年最大 24 小时暴雨变差系数 C_{V24}	0.55		
年最大三日暴雨变差系数 $C_{V\equiv}$	0.55		
C_s/C_v	3.5		
1000 年一遇设计洪水径流系数	$\alpha_{\equiv P}$	$\alpha_{(\equiv-24)P}$	Φ_P
	0.75	0.37	0.86

表 4-11 库内陆面洪水计算参数表（二）

坝顶标高 (m)	178.0
滩顶标高 (m)	173.0
最大坝高 (m)	109.0
尾矿库等别	二等
设计频率 P (%)	0.1
汇水面积 F (km ²)	3.07
路面各区主沟长度 L (km)	0.6
路面各区主沟坡降 J (‰)	285.66
$K_{\equiv p}$	4.19
三日面雨量 $P_{\equiv p}$ (mm)	497.33
K_{24p}	4.19
24h 面雨量 P_{24p} (mm)	373.00
K_{6p}	4.19
6h 面雨量 P_{6p} (mm)	269.39
K_{1p}	3.79
1h 面雨量 P_{1p} (mm)	130.97
K_{10p}	3.40
10min 面雨量 P_{10p} (mm)	50.41
P_{10p}/P_{1p}	0.38

P_{1p}/P_{6p}	0.49
P_{6p}/P_{24p}	0.72
n_{0p}	0.47
n_{1p}	0.60
n_{2p}	0.77
τ (h)	0.08
P_{tp} (mm)	34.98
i_p (mm/h)	416.76

4) 陆面洪水计算结果

表 4-12 库区陆面洪水计算结果表

Q_p (m ³ /s)	305.89
$W_{\Xi p}$ (万 m ³)	114.51
$W_{(\Xi-24)p}$ (万 m ³)	14.12
W_{24p} (万 m ³)	100.39
$W_{调p}$ (万 m ³)	70.34
T (h)	1.28
过程线形状系数 γ_p	0.018

(2) 库内水面洪水计算

水面洪水即暴雨直接入库形成洪水，不经过植物截留、填洼和入渗等损失。考虑到雨期蒸发量很小，本次计算忽略不计。

1) 主峰面雨量

$$P_{3P} = P_{24P} \times 24^{n_{2P}-1} \times 6^{n_{1P}-n_{2P}} \times 3^{1-n_{2P}}$$

$$P_{6P} = P_{24P} \times 24^{n_{2P}-1} \times 6^{1-n_{2P}}$$

$$P_{9P} = P_{24P} \times 24^{n_{2P}-1} \times 9^{1-n_{2P}}$$

$$P_{12P} = P_{24P} \times 24^{n_{2P}-1} \times 12^{1-n_{2P}}$$

$$P_{15P} = P_{24P} \times 24^{n_{2P}-1} \times 15^{1-n_{2P}}$$

$$P_{18P} = P_{24P} \times 24^{n_{2P}-1} \times 18^{1-n_{2P}}$$

$$P_{21P} = P_{24P} \times 24^{n_{2P}-1} \times 21^{1-n_{2P}}$$

$$P_{24P} = P_{24P} \times 24^{n_{2P}-1} \times 24^{1-n_{2P}}$$

2) 前锋面雨量

$$P_{18P} = P_{3P} - P_{24P}$$

$$P_{3P} = P_{18P} \times 18^{n_{2P}-1} \times 6^{n_{1P}-n_{2P}} \times 3^{1-n_{2P}}$$

$$P_{6P} = P_{18P} \times 18^{n_{2P}-1} \times 6^{1-n_{2P}}$$

$$P_{9P} = P_{18P} \times 18^{n_{2P}-1} \times 9^{1-n_{2P}}$$

$$P_{12P} = P_{18P} \times 18^{n_{2P}-1} \times 12^{1-n_{2P}}$$

$$P_{15P} = P_{18P} \times 18^{n_{2P}-1} \times 15^{1-n_{2P}}$$

$$P_{18P} = P_{18P} \times 18^{n_{2P}-1} \times 18^{1-n_{2P}}$$

3) 雨型分配

按《辽宁省中小河流（无资料地区）设计暴雨洪水计算方法》附表 1-3 的排位顺序和各时段同频率控制的分配方法将计算得到的相应于设计频率的 3 小时主峰面雨量置于排位 1，6 小时主峰面雨量减去 3 小时主峰面雨量置于排位 2，9 小时主峰面雨量减去 6 小时主峰面雨量置于排位 3，依此类推，其雨型分配结果列于表 4-13。

表 4-13 设计暴雨 3 小时时段雨量分配表

时段顺序	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	4	3	2	1	5	6	8	7	4	3	2	1	5	6
主峰雨量分配过程							11.51	12.85	20.70	26.90	65.58	203.80	17.05	14.61
前锋雨量分配过程	7.38	9.59	23.39	72.68	6.08	5.21								

4) 水面洪水计算结果

尾矿库库内水区面积约为 1.14km²，根据设计暴雨 3 小时时段雨量分配表计算可知，现状条件下水面区域 1000 年一遇 24 小时入库洪水总量为 42.52 万 m³。

5) 库区陆面、水面洪水综合计算结果

库区陆面和水面洪水计算结果综合整理可知：若陆面洪水按 24 小时以内的短历时暴雨复核，其洪量应计算参与调洪的洪量 $W_{调}$ 即可，此时库区 1000 年一遇 24 小时入库洪水总量为 112.86 万 m^3 。

(3) 库外南侧汇水区域陆面洪水计算

库外南侧区域洪水计算方法参见 (1)。该区域汇水面积约为 2.85 km^2 ，河道长度为 1.60km，主沟坡降为 153.13‰。该区域 1000 年一遇洪水计算结果见表 4-14。

表 4-14 库外南侧区域洪水计算结果表

Q_p (m^3/s)	182.73
$W_{三p}$ (万 m^3)	106.30
$W_{(三-24)p}$ (万 m^3)	13.11
W_{24p} (万 m^3)	93.19
$W_{调p}$ (万 m^3)	67.17
T (h)	2.04
过程线形状系数 γ_p	0.028

4.3.3.3 调洪演算

本次调洪演算共分两部分验算：1) 库区调洪演算；2) 南侧水区防洪能力复核。

(1) 调洪库容

该尾矿库现状坝高为 109m，现状库容约 1.91 亿 m^3 ，根据《尾矿设施设计规范》(GB 50863-2013)，确定现状尾矿库等别为二等，允许最高洪水位时干滩长度应不小于 100m，安全超高应不小于 1.0m。根据《构筑物抗震设计规范》(GB 50191-2012)，尾矿坝需满足抗震构造要求，干滩长度不应小于坝体高度，且不应小于 40m。综合以上要求，允许最高洪水位时尾矿库最小干滩长度按 110m 进行控制，安全超高应不小于 1.1m，经计算，现有调洪库容约为 118.3 万 m^3 。

(2) 库区现有排水系统泄流能力

井一隧洞-管式排水系统的工作状态，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（隧洞）管尚未呈满管流，泄流量受排水入口控制，此时呈半压力流；当水头继续增大，排水管呈满流时，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.当水位在两层窗口之间时

$$Q_a = Q_2 = 2.7n_c\omega_c \sum \sqrt{H_i}$$

b.当水位在窗口部位时

$$Q_b=Q_1+Q_2, \text{ 其中 } Q_1 \approx n_c A D_C^{2.5}$$

②半压力流

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

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda_j \frac{l}{d} f_1^2 + \zeta_1 f_2^2 + \zeta_2 + 2\zeta_3 f_1^2}}$$

③压力流

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

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \lambda_g \frac{L}{D} f_3^2 + \sum \zeta f_3^2 + \zeta_1 f_4^2 + \zeta_2 f_9^2 + 2\zeta_3 f_5^2}}$$

式中： H_i ——第 i 层全淹没工作窗口的泄流计算水头，m；

H_0 ——最上层未淹没工作窗口的泄流水头，m；

H ——计算水头，为库水位与排水（隧洞）管入口断面中心标高之差，m；

H_z ——计算水头，为库水位与排水（隧洞）管下游出口断面中心标高之差，

当下游

有水时，为库水位与下游水位的高差，m；

ω_c ——一个排水窗口的面积， m^2 ；

ω ——井中水深范围内的窗口总面积， m^2 ；

ω_j ——排水井井筒横断面面积， m^2 ；

ω_1 ——排水井窗口总面积， m^2 ；

ω_2 ——排水井井筒外壁表面积， m^2 ；

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

F_e ——排水（隧洞）管入口断面面积， m^2 ；

F_x ——排水（隧洞）管下游出口断面面积， m^2 ；

F_g ——排水（隧洞）管计算段断面面积， m^2 ；

ζ ——排水（隧洞）管线上的局部水头损失系数；

ζ_0 ——系数；

ζ_1 ——排水窗口局部水头损失系数， $\zeta_1 = \left(1.707 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2$ ；

ζ_2 ——排水（隧洞）管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 $\zeta_2=0.2\sim 0.5$ ，喇叭口入口 $\zeta_2=0.1\sim 0.2$ ；

ζ_3 ——排水井中水流转向局部水头损失系数；

β ——梁、柱形状系数；

K_1 ——梁、柱有效断面系数；

ε ——侧向收缩系数， $\varepsilon = 1 - 0.2\zeta_0 H_y / b_c$ ；

ε_b ——断面突然收缩系数；

d ——排水井内径， $d = 4R_j$ ， m ；

D ——排水（隧洞）管计算管段的内径， m ，对于非圆管取 $D=4R_g$ ；

l ——排水井内管顶以上的水深， m ；

L ——排水（隧洞）管计算管段的长度， m ；

A ——系数；

R_g ——排水（隧洞）管计算段的水力半径， m ；

R_j ——排水井井筒断面的水力半径， m ；

m ——堰流量系数；

δ ——堰顶宽， m ；

b_c ——一个排水口的宽度， m ；

n_c ——同一个横断面上排水口的个数；

λ_j ——排水井沿程水头损失系数， $\lambda_j = \frac{8g}{C^2}$ ；

λ_g ——排水（隧洞）管沿程水头损失系数， $\lambda_g = \frac{8g}{C^2}$ ；

C ——谢才系数；

n ——（隧洞）管壁粗糙系数。

$$f_1 = \frac{F_s}{\omega_j}; \quad f_2 = \frac{F_s}{\omega}; \quad f_3 = \frac{F_x}{F_g}; \quad f_4 = \frac{F_x}{\omega}; \quad f_5 = \frac{F_x}{\omega_j}; \quad f_9 = \frac{F_x}{F_e}$$

经计算，在调洪幅度范围内，排水系统的泄流能力见表 4-15，泄流曲线见图 4-66。

表 4-15 现状排水系统泄流能力计算表

水位 Z(m)	自由流泄量 q(m ³ /s)	半压力流泄量 q(m ³ /s)	压力流泄量 q(m ³ /s)	综合泄量 q(m ³ /s)
171.40	0.00	5.47	4.46	0.00
171.60	0.19	5.52	4.47	0.19
171.80	0.42	5.57	4.48	0.42
172.00	0.55	5.64	4.49	0.55
172.20	0.77	5.69	4.49	0.77

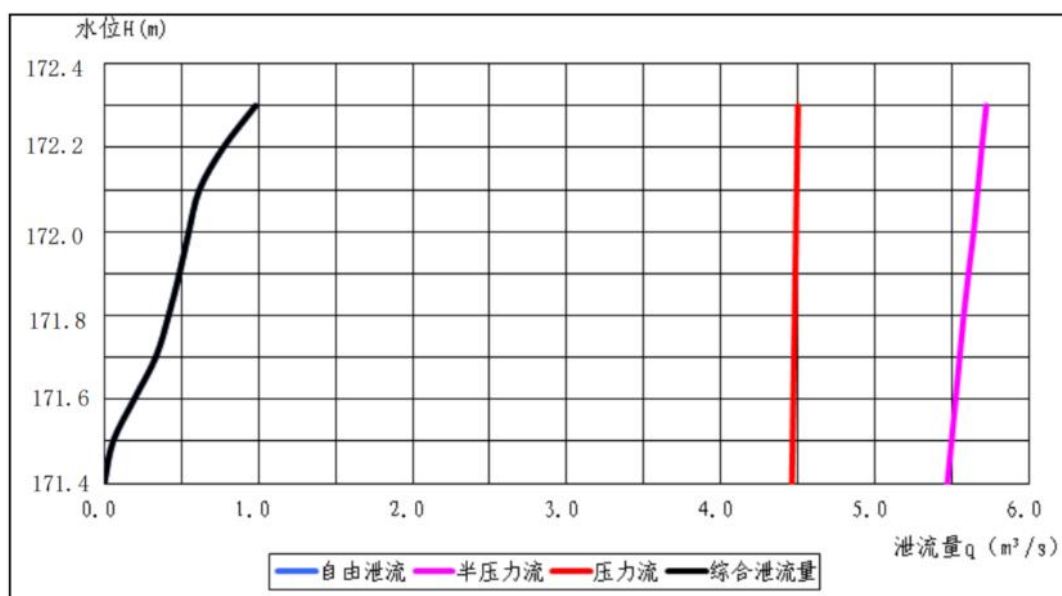


图 4-66 泄流曲线图

(3) 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。

4.3.3.4 库区调洪演算结果

表 4-16 库区调洪演算结果表

滩顶 标高 (m)	正常 水位 (m)	最高 洪水位 (m)	洪水 上升高度 (m)	最小 安全超高 (m)	最小 干滩长度 (m)	所需 调洪库容 (万 m ³)	实有 调洪库容 (万 m ³)	最大 下泄流量 (m ³ /s)
173.0	171.4	172.2	0.8	5.8	150.9	110.7	118.3	0.82

4.3.3.5 南侧水区调洪演算

库区南侧现有一取水泵站，该泵站场平标高为 164.5m。为确保泵站正常使用，同时结合地界情况，南侧水区汛期时水面应不高于 164m 标高。

目前南侧库外水区现状水面标高约为 159.8m。为了确保汛期时南侧水区标高不超地界，同时最大限度利用南侧水区范围自有的调蓄功能，正常生产尤其是汛期时需要通过泵站控制南侧水区水位不超过 159m 标高。南侧水区自标高 159m 至 164m 之间库容约为 68.05 万 m³，该区域 1000 年一遇 24 小时入库洪水总量为 67.17 万 m³，该区域可容纳 1 次 1000 年一遇 24 小时洪水。

在遇到连续暴雨或超标洪水时，为保证南侧水区水位不超过 164m 标高，在一次降水后可通过泵站及时将南侧水区蓄存汇水抽排至库内水区，并最终利用现有排洪系统排出库外。

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 4-17。

表 4-17 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》	尾矿库为二等库，在线安全监测项目如下：坝体表面位移、干滩监测、库水位监测、视频监控。具体布置方式详见 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。

2025年第四季度10-12月五日位移累计偏移量最大值如下表所示，人工水平位移为

x、y 方向水平位移，矢量为 x 轴夹角，见表 4-18 所示。

表 4-18 表面位移监测数据

监测点名称	X 轴偏移 (警戒值 6mm)	Y 轴偏移 (警戒值 6mm)	Z 轴偏移 (警戒值 12mm)	状态	人工对应观测点位	水平位移	垂直位移	人工差值 校验
w1	0.324	-0.108	-0.432	正常	W5	0.48	0.16	正常
w2	0.768	0.062	0.33	正常	W6	0.86	0.32	正常
w3	0.187	-0.31	-0.166	正常	W7	0.24	-0.08	正常
w4	0.466	-0.744	-0.727	正常	W8	0.58	-0.84	正常
w5	1.914	-0.514	-0.578	正常	W9	2.46	-0.5	正常
w6	0.167	-0.315	-0.291	正常	W10	0.14	-0.28	正常
w9	1.661	0.197	0.358	正常	W11	1.58	0.36	正常
w11	-0.533	-0.848	-0.955	正常				
w12	-1.31	-0.437	-0.253	正常	W21	-0.94	-0.18	正常
w13	-0.389	-0.336	-0.177	正常	W20	-0.24	-0.2	正常
w14	-1.22	-0.443	-0.354	正常				
w15	1.7483	0.351	0.558	正常	W12	1.34	0.48	正常
w16	-0.389	-0.115	0.185	正常	W13	-0.24	0.12	正常
w17	1.217	-0.922	0.531	正常	W14	1.64	0.5	正常
w18	0.621	-0.017	0.797	正常	W15	0.6	0.74	正常
w19	-0.27	0.583	0.836	正常	W16	-0.14	0.98	正常
w20	0.212	0.456	0.391	正常	W17	0.18	0.54	正常
w21	0.112	-0.167	0.372	正常	W19	0.08	0.5	正常
w22	-1.46	-0.515	-0.286	正常	W22	-1.54	-0.24	正常
w23	0.424	0.378	-0.421	正常	W23	0.46	0.48	正常
w24	0.071	0.089	0.642	正常	W24	0.06	0.44	正常
w25	0.21	0.142	0.48	正常	W29	0.12	0.46	正常
w26	0.189	0.015	0.255	正常	W1	0.26	0.34	正常
w27	0.629	-0.229	-0.219	正常	W2	0.54	-0.12	正常
w28	0.151	-0.198	0.024	正常	W3	0.06	0.04	正常
w29	-0.568	-0.112	0.555	正常	W4	-0.4	0.46	正常

(2) 干滩监测

通过对 2025 年 1 月至 12 月监测数据进行整理分析可知，7-9 月干滩长度月最小如下表。

表 4-19 干滩长度监测数据

监测点名称	最小长度 (m)	警戒值 (m)	状态	人工校验
GT1	385	120	正常	正常
GT2	306	120	正常	正常
GT3	310	120	正常	正常
GT4	400	120	正常	正常
GT5	330	120	正常	正常

(3) 降雨量

通过对 2025 年 1 月至 12 月的监测数据,系统监测到 2025 年 7 月 29 日测得 126.5mm,超过暴雨黄色警戒值 50mm,工作人员采取相应措施。

4.5 辅助设施单元

4.5.1 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 4-20。

表 4-20 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。	《设计》	该尾矿库上坝经过西侧坝体,道路畅通,尾矿库有巡视道路,道路可通至尾矿坝坝顶、管理站、库内排洪系统,可达到巡视库区、排洪设施的目的,道路路面均平整、畅通,满足库区巡视、上坝等要求。	符合
2	是否按设计要求设置照明设施。	《设计》	库区供电由尾矿库车间统一供给,坝上及回水区域设有照明设施,能够满足夜间生产作业、巡视检查及应急抢险的要求。	符合

序号	检查项目	检查依据	实际情况	结论
3	是否按设计要求设置通讯设施。	《设计》	管理站设固定电话,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。	《设计》	管理站位于西侧坝体外侧。	符合

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。

4.5.2 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。

4.5.2.1 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。

4.5.2.2 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。

4.5.2.3 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。

4.5.2.4 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。

4.6 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 4-21。

表 4-21 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。

4.7 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 4-22。

表 4-22 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	为防止外来人员误入尾矿库内，在尾矿库周边和易发生危险位置设有安全警示标志。	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，具备安全生产条件。

4.8 安全管理单元

4.8.1 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 4-23。

表 4-23 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	《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	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
	生产规章制度和安全技术规程，对尾矿库实施有效的安全管理		制度、安全操作规程。	
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，及时发现并消除事故隐患。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管理人員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，尾矿库主要负责人李长亮持有辽宁省应急管理厅核发的主要负责人证件，尾矿库设有安全管理机构，尾矿库专职安全管理人员 4 人持有鞍山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，尾矿库共配备电工 3 人、焊工 2 人、尾矿工 8 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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂按当月入库尾矿量计提安全生产费用，计提标准为 4 元/吨，存有提取记录及使	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
			用明细。	
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	为职工缴纳了工伤保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4人，注册安全工程师李恩强从事安全管理工作。尾矿库共配备电工3人、焊工2人、尾矿工8人，均持有特种作业人员操作证，数量能满足实际生产需求。	符合

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，其中三等及以上尾矿库专职技术人员应当不少于2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2人，为大学本科、选矿工程专业。	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：鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团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。

4.8.2 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4-24。

表 4-24 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作。	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
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。	《设计》	通过对 2025 年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 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：鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团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。

4.8.3 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 4-25。

表 4-25 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，编制应急预案。	矿安〔2024〕8 号第一条	通过查阅资料，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂编制有《生产安全事故综合应急预案》《尾矿库事故专项应急预案》等。	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库于 2025 年 5 月 17 日进行了尾矿库溃坝事故应急演练，制定有 2026 年应急演练计划，上下半年各 1 次。	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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂于 2026 年 1 月对应急预案进行了修订，应急预案已于 2026 年 1 月 8 日在辽宁省应急管理厅备案。	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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂成立矿山救援队；与鞍矿智维（辽宁）科技有限公司签订矿山救护服务协议书，签订时间：2024 年 1 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日。	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：鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团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。

4.9 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 4-26 所示。

表 4-26 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满足设计要求、详见 2.5.3 节。	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，尾矿坝已达到最终设计坝高。	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。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	2024 年 11 月由鞍钢集团矿业设计研究院有限公司出具《鞍山钢铁集团有限公司大	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
			孤山球团厂尾矿库安全性复核报告》对尾矿坝做全面的安全性复核。	
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》	企业现场检测，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》	2025 年 4 月由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司出具《鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库 2025 年汛期调洪演算报告书》，通过计算，该尾矿库排洪系统能力满足 1000 年一遇设防标准，可保证尾矿库 2025 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，封堵措施不满足设计要求。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	2025 年 11 月由上海钧测检测技术服务有限公司出具《大球厂尾矿库回水结构检测报告》，满足设计要求。	符合
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

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
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，监测设施运行正常。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
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》	该尾矿库为二等库，设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，应急道路满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	实际情况	结论
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4名专职安全生产管理人员、2名专业技术人员、8名尾矿工、3名电工和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,封堵体按设计封堵。	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,鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团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。

4.10 延期换发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延期换发安全生产许可证的条件进行符合性评价，如表表 4-27。

表 4-27 尾矿库延期换发安全生产许可证条件复核表

序号	延期换发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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂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 4 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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库配备了 4 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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂的法定代表人（尾矿库的主要负责人）具有资格证书。尾矿管理部配备的 4 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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库共配备了 8 名尾矿工，3 名电工，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，	符合

		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。	
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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂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。	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。	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 2026 年 1 月 8 日在辽宁省应急管理厅备案，制定了应急演练方案，2025 年 5 月 17 日进行了尾矿库防汛应急演练，制定有 2026 年尾矿库应急演练计划；与鞍矿智维（辽宁）科技有限公司签订矿山救护服务协议书，签订时间：2024 年 1 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日。	符合

采用安全检查表对延期换发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：鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库具备延期换发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) 持续对排土场进行监测，加强防护措施，发现问题及时上报并采取合适措施，保证尾矿库安全运行。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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%。

(6) 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) 针对排洪构筑物存在的不同缺陷类型，采取相应治理措施：对于内部空洞及不密实缺陷，可选用钻孔注浆、局部凿除修补或增设防水层等方法；对于裂缝缺陷，可选用表面处理、灌浆、结构加固或充填等方式进行处理；若出现混凝土脱落、破损或钢筋外露腐蚀，应先进行基面清理，根据损坏范围与程度采用混凝土修复或钢板加固等手段，并同步做好防水防腐处理与后续定期维护；此外，对排洪隧洞周边风化岩体，可通过锚杆、锚索结合喷射混凝土等方式进行加固，以提升其强度及承载能力。

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 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。

5.6 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。

5.7 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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团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）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。

（6）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。

（7）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：企业在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。

（8）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。

（9）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。

（10）延期换发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：该尾矿库具备延期换发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，鞍山钢铁集团有限公司大孤山球团厂尾矿库现状具备继续生产运行的安全生产条件，符合延期换发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及应急救援协议
- (16) 2026 年排尾计划
- (17) 人工及在线监测记录

8. 附图

- 1、尾矿库现状平面图
- 2、尾矿库坝体剖面图
- 3、排洪系统结构图

