

## 前 言

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库位于辽宁省辽阳县兰家乡风水沟村，为“山谷型”尾矿库。闭库后该尾矿库的总坝高为 105m，总库容为  $3.45 \times 10^8 \text{m}^3$ ，尾矿库等别为二等。

该尾矿库的《闭库工程安全设施设计》由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司编制，2023 年 6 月 5 日，《安全设施设计》经辽宁省应急管理厅组织专家审查通过，2023 年 7 月 10 日，辽宁省应急管理厅下发了批复文件，2024 年 10 月 2 日，企业启动了闭库施工工作，2025 年 7 月 30 日竣工，企业组织设计、施工、监理单位进行了竣工验收。

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂为了客观、准确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，不断做好建设单位的各项安全生产工作，根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等文件的要求，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”对其所属的尾矿库闭库工程进行安全设施验收评价。

自 2025 年 9 月 16 日起至今，我公司项目组对该项目进行了多次实地勘察、测量和资料收集工作，提出现场整改意见并得到认真落实。在详细的实地考察和对竣工验收资料进行全面整理和分析的基础上，对尾矿库存在的主要危险、有害因素进行了辨识和分析，并采用了相应的评价方法进行综合分析论证，报告经过公司内部专家三级审核修改后，于 2026 年 1 月编制完成了《鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程建设项目安全设施验收评价报告（备案稿）》。

本报告的格式和内容，是按照《安全评价通则》《安全验收评价导则》《尾矿库安全规程》《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》以及《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》的要求确定的。

在安全设施验收评价过程中，得到了各级应急管理部门、专家和鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂等有关单位和人员的大力支持和协助，在此表示衷心的感谢！

# 目 录

前 言 .....	1
<b>1. 评价范围与依据 .....</b>	<b>1</b>
1.1 评价对象和范围 .....	1
1.2 评价依据 .....	2
<b>2. 建设项目概况 .....</b>	<b>9</b>
2.1 建设单位概况 .....	9
2.2 自然环境概况 .....	11
2.3 地质概况 .....	12
2.4 建设概况 .....	30
2.5 施工监理概况 .....	56
2.6 安全设施概况 .....	57
<b>3. 安全设施符合性评价 .....</b>	<b>60</b>
3.1 安全设施“三同时”程序 .....	60
3.2 尾矿坝 .....	63
3.3 防排洪系统 .....	69
3.4 安全监测设施 .....	71
3.5 辅助设施 .....	80
3.6 个人安全防护 .....	82
3.7 安全标志 .....	82
3.8 闭库后安全管理符合性评价 .....	83
<b>4.安全对策措施建议 .....</b>	<b>86</b>
4.1 周边环境单元 .....	86
4.2 尾矿坝单元 .....	86
4.3 排洪系统单元 .....	86
4.4 安全监测设施单元 .....	87
4.5 安全管理单元 .....	87

<b>5.评价结论</b> .....	<b>89</b>
5.1 各单元安全评价结论.....	89
5.2 总体评价结论.....	89
<b>6.附件</b> .....	<b>90</b>
6.1 “安全设施三同时” 相关附件.....	90
6.2 尾矿坝单元.....	90
6.3 防排洪系统单元.....	91
6.4 安全监测设施.....	91
6.5 安全管理相关附件.....	91
<b>7.附图</b> .....	<b>93</b>

## 1. 评价范围与依据

### 1.1 评价对象和范围

本次安全设施验收评价的对象为鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程建设项目。依据批复的安全设施设计，本次安全设施验收评价的范围见表 1-1 所示。

表 1-1 评价范围

序号	评价范围	备注
1	安全设施“三同时”程序	/
2	尾矿坝	拦砂子堤（终期）
		拦水子堤
		滩面排水沟
		临时拦砂子堤
		排水沟修复和续建
		植被绿化
3	防排洪系统	排洪明渠
4	安全监测设施	在线监测设施
		人工监测设施
5	辅助设施	通讯设施
		库周防护设施
		报警系统
6	个人安全防护	/
7	安全标志	/
8	闭库后安全管理	/

## 1.2 评价依据

### 1.2.1 法律法规

#### 1.2.1.1 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) 《建设工程安全生产管理条例》（国务院令〔2003〕第 393 号，2004 年 2 月 1 日施行）；

(2) 《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）；

(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) 《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号，2016年2月5日施行）；

(7) 《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（安监总管一〔2016〕49号，2016年5月30日施行）；

(8) 《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）；

(9) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2010〕第36号，根据2015年4月2日国家安全生产监督管理总局令第77号《关于修改〈生产安全事故报告和调查处理条例〉罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》修正，根据应急部公告〔2018〕12号第二次修正，2018年12月4日施行）；

(10) 《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）；

(11) 《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）；

(12) 《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）；

(13) 《国家矿山安全监察局综合司关于全面推进防范化解尾矿库安全风险重点工作的通知》（矿安综〔2022〕6号，2022年3月4日施行）；

(14) 《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）；

(15) 《尾矿污染环境防治管理办法》（生态环境部令〔2022〕第26号，2022年7月1日起施行）；

(16) 《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）；

(17) 《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）；

(18) 《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）；

(19) 《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）；

(20) 《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）；

(21) 《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）；

(22) 《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）；

(23) 《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）；

（24）《国家矿山安全监察局综合司关于进一步加强矿山隐蔽致灾因素普查工作的通知》（矿安综函〔2024〕259号，2024年10月23日施行）。

#### 1.2.1.4 地方性法规、政府规章及规范性文件

（1）《辽宁省人民政府办公厅关于印发辽宁省尾矿库安全监督管理办法的通知》（辽政办发〔2016〕3号，根据2017年11月29日辽宁省人民政府关于废止和修改一批省政府规范性文件的决定修正，2017年11月29日实施）；

（2）《省应急厅、省发展改革委、省工业和信息化厅、省财政厅、省自然资源厅、省生态环境厅、省水利厅、省气象局关于印发辽宁省防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（辽应急发〔2020〕23号，2020年7月21日实施）；

（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 技术标准和规范

##### 1.2.2.1 国家标准

（1）《厂矿道路设计规范》（GBJ22—1987）；

（2）《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）；

- (3) 《矿山安全标志》（GB/T 14161-2008）；
- (4) 《岩土工程勘察规范（2009年版）》（GB50021-2001）；
- (5) 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）；
- (6) 《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）；
- (7) 《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300-2013）；
- (8) 《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）；
- (9) 《尾矿设施施工及验收规范》（GB50864-2013）；
- (10) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (11) 《土工合成材料应用技术规范》（GB/T 50290—2014）；
- (12) 《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB51108-2015）；
- (13) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- (14) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204-2015）；
- (15) 《水工建筑物抗震设计标准》（GB 51247-2018）；
- (16) 《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）；
- (17) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）；
- (18) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
- (19) 《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/T2893.5-2020）；
- (20) 《建筑抗震设计标准（2024年版）》（GB/T 50011-2010）。

#### 1.2.2.2 行业标准

- (1) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）；
- (2) 《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）；
- (3) 《水工混凝土结构设计规范》（SL 191-2008）；
- (4) 《碾压式土石坝施工规范》（DL/T5129-2013）；
- (5) 《水电工程水工建筑物抗震设计规范》（NB 35047-2015）；
- (6) 《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL 251—2015）；
- (7) 《水工混凝土施工规范》（DL/T 5144-2015）；
- (8) 《碾压式土石坝设计规范》（SL 274-2020）；

(9) 《非煤矿山建设项目安全设施设计编写提纲 第6部分：尾矿库闭库项目安全设施设计编写提纲》(KA/T 20.6—2024)。

### 1.2.3 建设项目合法证明文件

(1) 《辽宁省应急管理厅关于鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程建设项目安全设施设计的批复》(辽应急函字〔2023〕21号, 2023年7月10日)；

(2) 《营业执照》(统一社会信用代码: 91210300941293124X, 有效期: 1993年4月23日至长期)；

(3) 《安全生产许可证》(编号: (辽)FM安许证字〔2023〕S0016, 有效期: 2023年4月19日至2026年4月18日)。

### 1.2.4 建设项目技术资料

(1) 《鞍钢矿山公司风水沟尾矿库工程地质勘察报告》、《尾矿坝稳定性评价报告》，辽宁有色勘察研究院，2008年9月；

(2) 《风水沟尾矿库1#~5#副坝工程地质勘察报告(详勘)》，沈阳建材地质工程勘察院，2011年10月；

(3) 《风水沟尾矿库6#~10#副坝工程地质勘察报告(详勘)》，鞍钢集团矿业设计研究院，2011年10月；

(4) 《鞍钢矿业集团风水沟尾矿库扩容工程安全设施设计》(以下简称《安全设施设计》)，鞍钢集团矿业设计研究院有限公司，2016年12月；

(5) 《鞍钢矿业集团公司齐大山风水沟主坝加高扩容工程三维渗流和静动力稳定性分析研究报告》，大连理工大学，2016年12月；

(6) 《风水沟尾矿库新建永久排水系统岩土工程勘察报告(详勘)》，鞍钢集团矿业设计研究院，2018年8月；

(7) 《鞍钢矿业集团风水沟尾矿库11号副坝二期排岩筑坝工程勘察报告》，鞍钢集团矿业设计研究院有限公司，2019年9月；

(8) 《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库新建排水系统及11号副坝安全设施变更设计》(以下简称《变更设计》)，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2019年10月；

- (9) 《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库“头顶库”治理工程方案设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2020年1月；
- (10) 《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库闭库岩土工程勘察报告》，东北岩土工程勘察有限公司，2022年3月；
- (11) 《鞍钢矿业集团风水沟尾矿库扩容工程安全设施验收评价报告》，沈阳万益安全科技有限公司，2022年10月；
- (12) 《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库闭库主坝及10个副坝三维渗流及静动力稳定性分析》，大连理工大学，2022年7月；
- (13) 《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库排水系统检测报告》，鞍山建博工程检测有限公司，2023年6月；
- (14) 《鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程初步设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2023年6月；
- (15) 《鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程安全设施设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2023年6月；
- (16) 《鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程安全设施设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2023年6月；
- (17) 《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库安全复核报告》，鞍钢集团矿业设计研究院有限公司，2023年7月；
- (18) 《鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程安全设施变更设计》，中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司，2025年1月；
- (19) 《施工报告》，鞍钢矿山建设有限公司，2025年9月；
- (20) 《监理报告》，河北三环工程咨询有限公司，2025年9月；
- (21) 施工图和竣工图；
- (22) 与本次安全设施验收评价相关的其他参考资料。

### 1.2.5 其他评价依据

- (1) 安全设施验收评价合同。

## 2. 建设项目概况

### 2.1 建设单位概况

#### 2.1.1 建设单位历史沿革

鞍钢集团矿业有限公司是鞍山钢铁集团有限公司的全资子公司，是我国掌握铁矿石资源最多、产量规模最大，具有先进的工艺技术、低成本的运行模式，集探矿、采矿、选矿、烧结、球团生产、采矿工艺研发设计、工程技术输出为一体，具有完整产业链的冶金矿山龙头企业。公司拥有七座大型铁矿山、六个大型选矿厂、一个现代化烧结厂、两个球团厂和石灰石、锰矿石、活性石灰等四座辅料矿山，地跨五座城市，总部设在辽宁省鞍山市中心。

#### 2.1.2 建设项目历史背景

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库最早由鞍钢集团矿业设计研究院于 1987 年完成初步设计，1989 年开始施工图设计，1994 年开始陆续完成副坝设计，为鞍钢集团矿业有限公司东部矿区四个选矿厂（分别为：齐大山选矿厂、调军台选矿厂、鞍千选矿厂和关宝山选矿厂）共用的一座尾矿库。2016 年 12 月进行了扩容设计，《扩容工程安全设施设计》经原国家安全生产监督管理总局组织专家审查通过，2017 年 4 月 17 日取得批复文件。后由于征地及施工工期等原因，对排水系统及 11 号副坝进行了变更，变更设计由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司于 2019 年 10 月完成，经应急管理部组织专家审查通过，2019 年 12 月 31 日取得批复文件，于 2022 年 7 月通过了扩容工程安全设施竣工验收。由于该尾矿库属“头顶库”，企业按照相关要求于 2020 年 1 月委托中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司进行了“头顶库”治理工程方案设计，于 2023 年 1 月通过了头顶库治理工程安全设施竣工验收。

由于该尾矿库已经接近服务末期，企业对该尾矿库开展了闭库相关工作，委托中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司负责《鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程安全设施设计》的编制工作，设计文件于 2023 年 7 月 10 日获得正式批复，目前已按设计施工完成。

### 2.1.3 地理位置及交通

鞍钢集团矿业有限公司位于辽宁省中部鞍山市，是一家主营矿产资源开发利用的国有特大型矿山企业。尾矿库地理坐标为：

东经：123°07'50"~123°09'40"

北纬：41°08'50"~41°10'90"

地权属于辽阳市宏伟区兰家镇，该库位于鞍山市区东北方向直线距离约 13.5km 的沟谷。风水沟尾矿库与四个选矿厂的位置关系分别为：齐大山选矿厂东南方向直线距离 4.3km，调军台选矿厂东北方向 6km，鞍千选矿厂北方 7.3km，关宝山选矿厂北方 9.5km。地理位置与交通见图 2-1。



图 2-1 库区交通位置图

## 2.2 自然环境概况

### 2.2.1 地形地貌

尾矿库地处中纬度的松辽平原的东南部边缘，所处地貌单元为构造侵蚀低山丘陵区，项目区原有地势地貌形态为一呈东西走向的沟谷地，在西侧加坝成库。

该区区域地貌类型主要为构造剥蚀低丘、丘间谷地。局部地形起伏较大，库区及外围山体最高标高 310.44m，最低标高 49.6m，相对高差 260.84m，植被发育，地表岩体风化强烈，表层土体厚度 0.5~1m。当地侵蚀基准面标高为 56m。

该区总体地势南北高，中间低。海拔高度 49.6~310.44m，地形坡度较陡，一般为 20~35°；组成岩性为太古代混合花岗岩等。丘坡冲沟不发育，丘坡上部为松散的耕土，厚度约 0.6~1.30m，成分以粘性土为主，不均匀，表层植被发育，含 30%坡积碎石。丘麓以陡坡与山间谷地相接，为构造剥蚀地形，植被较发育。该地貌类型为库区的主要地貌，丘坡上部为松散的碎石土，厚度约 0.5~1.0m，丘麓以陡坡与山间谷地相接，为构造侵蚀地形，植被发育。

山间谷地的谷坡坡度 10~20°，谷地平均宽度约 110m，谷地中部较平缓，地形坡度 3~5°，谷地与谷坡呈陡坡接触。谷地纵坡降 7.41%左右。以第四系上更新统坡洪积粉质粘土、砂砾石堆积为主，厚度 1~8.5m，谷地中为荒地，生长少量灌木，为剥蚀堆积地形。

### 2.2.2 气象条件

尾矿库所在区域属暖温带大陆性季风气候区。主要气候特点：四季分明，雨热同期，干冷同季，降水充沛，温度适宜，光照丰富。主要气象指标如下：

年平均温度 8.8℃，极端最高温度 36.9℃，极端最低温度-30.4℃，最热月平均气温 29.4℃，最冷月平均温度-15.5℃，最热月平均相对湿度 76%，最冷月平均相对湿度 59%，夏季平均气压 997.1mbar。

年平均降水总量 713.5mm，年最大降水总量 1042mm，年最小降水总量 384mm，小时最大降水量 93.5mm，日最大降水量 236.8mm。年平均蒸发量 1748.3 mm。最大积雪深度 0.26m，最大冻土深度 1.18m。

年平均风速 2.6m/s，极端最大风速 25.8m/s。常年盛行风向为偏南风 and 偏北风，S、

SSW 和 SW 风向频率为 33%，N、NNE 和 NE 频率为 22%，年静风频率为 13.7%；年最小频率风向为东南东(ESE)。

### 2.2.3 地震烈度

根据《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库闭库岩土工程勘察报告》（东北岩土工程勘察有限公司，2022 年 3 月）可知，场地的抗震设防烈度为 7 度，设计基本加速度值为 0.10g。

## 2.3 地质概况

### 2.3.1 坝体及库区地质情况

根据《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库闭库岩土工程勘察报告》（东北岩土工程勘察有限公司，2022 年 3 月），坝体及库区地层情况如下：

#### 一、主坝及 7 号副坝

主坝、7 号副坝坝区、沉积滩区、埡体山口场区及其坝前场地的岩性主要为天然地层、人工堆积层、尾矿堆积物构成。天然地层、人工填土构成较为简单，尾矿堆积物构成及分布较复杂。现将地层情况分别描述如下：

#### （1）第①层为人工堆积层

①<sub>1</sub>素填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：分布于副坝坝区表层，主坝及 7 号副坝初期坝。灰褐色、灰黑色，松散，稍湿~饱和，主要由粘性土、碎石、砂类土等组成，局部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝人工形成。揭露层厚 0.5~29.0m。揭露高程 107.51~160.45m。

①<sub>2</sub>杂填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布。灰褐色、灰黑色，松散，稍湿~饱和，主要由粘性土、碎石，上部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝、修建，取土后人工回填形成。揭露层厚 2.7~3.5m。揭露高程 57.11~69.81m。

#### （2）第②层为尾矿堆积物

②<sub>1</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：普遍分布。青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 1.5~28.0m。揭露高程 98.51~159.65m。

②<sub>2</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：普遍分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，中密，局部稍密，饱和，主要由尾矿砂组成，夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚

4.0~25.0m 揭露高程 71.92~136.45m。

②<sub>3</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 普遍分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 密实, 局部中密, 饱和, 主要由尾矿砂组成, 夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 3.0~59.0m 揭露高程 53.51~115.45m。

②<sub>4</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 松散~稍密, 稍湿~饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.0~30.0m。揭露高程 90.92~158.96m。

②<sub>5</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色, 中密, 局部稍密, 饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.0~15.0m。揭露高程 82.51~127.04m。

②<sub>6</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色, 密实, 局部中密, 饱和, 主要由尾矿砂组成, 夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 5.7~14.0m。揭露高程 88.07~110.78m。

②<sub>7</sub>尾粉土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色, 稍密, 饱和, 主要由尾矿粉组成。揭露层厚 2.9~24.0m。揭露高程 77.51~147.10m。

②<sub>8</sub>尾粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。红褐色, 饱和, 软塑, 主要由粘性土组成。揭露层厚 3.0~6.0m。揭露高程 75.12~82.54m。

### (3) 天然地层

③粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>): 局部分布。黄褐色, 硬可塑, 饱和, 含少量铁锰质结核, 局部含有砾石。揭露层厚 1.0~7.5m。揭露高程 53.61~74.83m。

⑤<sub>1</sub>全风化花岗岩( $\gamma$ 12): 普遍分布, 黄褐色, 风化物呈砂状, 手捻即碎。揭露层厚 2.7m。揭露高程 49.31m。

⑤<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma$ 12): 普遍分布, 黄褐色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙很发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈碎块状、短柱状, 锤击易碎。岩体基本质量等级 V 级, 属软岩, 岩体极破碎~破碎。揭露层厚 0.4~2.0m。揭露高程 46.61~126.18m。

⑤<sub>3</sub>中风化花岗岩( $\gamma$ 12): 普遍分布, 黄褐色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙较发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈柱状、短柱状, 锤击可碎。岩体基本质量等级 V 级, 属较软岩, 岩体较破碎~较完整, RQD=26~63%左右。揭露层厚 3.0~6.9m。揭露高程 44.71~135.41m

## 二、1号副坝

1号副坝坝区、沉积滩区、埡体山口场区及其坝前场地的地层结构自上而下依次为：

①<sub>2</sub>杂填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：多分布于副坝坝区表层，灰褐色、灰黑色，松散，稍湿~饱和，主要由粘性土、碎石、砂类土等组成，上部含植物根系。层厚 0.50~2.50m。

②<sub>1</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续，青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。层厚 4.00~16.10m。

②<sub>2</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：以透镜体形状分布，青灰色、灰褐色，中密，局部稍密，饱和，主要由尾矿砂组成。层厚 8.20m。

②<sub>3</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：以透镜体形状分布，青灰色、灰褐色，密实，局部中密，饱和，主要由尾矿砂组成，夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。层厚 3.30m。

③<sub>1</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：普遍分布，青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。层厚 3.70~30.20m。

③<sub>2</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续，青灰色、灰褐色，中密，局部稍密，饱和，主要由尾矿砂组成，夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。层厚 4.50~20.30m。

③尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续，青灰色、灰褐色，密实，局部中密，饱和，主要由尾矿砂组成，夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。层厚 1.20~21.40m。

④<sub>1</sub>尾粉土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：以透镜体形状分布，青灰色、灰褐色，稍密，饱和，主要由尾矿粉组成层厚 2.30~11.80m。

④<sub>2</sub>尾粉土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：以透镜体形状分布，青灰色、灰褐色，中密，饱和，主要由尾矿粉组成。层厚 3.30~3.60m。

④<sub>3</sub>尾粉土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：以透镜体形状分布，青灰色、灰褐色，密实，饱和，主要由尾矿粉组成。层厚 4.90~11.40m。

⑤尾粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：以透镜体形状分布，红褐色，饱和，软塑，主要由粘性土组成。层厚 1.40~8.00m。

以上地层均为 1#副坝人工堆积地层。

①<sub>3</sub>素填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：灰褐色，局部灰绿色，松散，稍湿，局部饱和，主要由粘性土及风化岩屑组成，含植物根系。层厚 0.8~5.3m。

⑥粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>)：局部分布，灰褐色，局部灰黑色，可塑，饱和，含少量铁锰质结核。层厚 0.80~2.90m。

⑩<sub>1</sub>全风化花岗岩( $\gamma_{12}$ )：普遍分布，黄褐色、灰褐色，风化物呈砂状，手捻即碎。

层厚 0.80~14.00m。

⑩<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布, 肉红色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙很发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈碎块状、短柱状, 锤击易碎。层厚 1.20~36.50m。

岩体基本质量等级 V 级, 属软岩, 岩体极破碎~破碎,  $RQD=0\sim 22\%$ 左右。其中 CF6#钻孔 62.7~63.0m、63.5~64.0m 为破碎带(全风化状态); CF11#钻孔 24.2~27.6m 为破碎带(全风化状态), 32~35m 为具有承压性的基岩裂隙水构造带; CFZ25#钻孔 69.1~72.7m 为破碎带(全风化状态);

⑩<sub>3</sub>中风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 肉红色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙较发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈柱状、短柱状, 锤击可碎。最大揭露层厚 9.00m。岩体基本质量等级 V 级, 属较软岩, 岩体较破碎~较完整,  $RQD=17\sim 52\%$ 左右。

### 三、2 号副坝

2 号副坝坝区、沉积滩区、垭体山口场区及其坝前场地的岩性主要为天然地层、人工堆积层、尾矿堆积物构成。天然地层、人工填土构成较为简单, 尾矿堆积物构成及分布较复杂。现将地层情况分别描述如下:

#### (1) 第①层为人工堆积层

①<sub>1</sub>素填土( $Q_4^{ml}$ ): 多分布于副坝坝区表层。灰褐色、灰黑色, 松散, 稍湿~饱和, 主要由粘性土、碎石、砂类土等组成, 局部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝人工形成。揭露层厚 0.4~0.8m。揭露高程 126.70~160.54m。

①<sub>2</sub>杂填土( $Q_4^{ml}$ ): 局部分布。灰褐色、灰黑色, 松散, 稍湿~饱和, 主要由粘性土、碎石, 上部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝、修建, 取土后人工回填形成。揭露层厚 1.0m。揭露高程 108.30m。

#### (2) 第②层为尾矿堆积物

②<sub>1</sub>尾粉砂( $Q_4^{ml}$ ): 普遍分布。青灰色、灰褐色, 松散~稍密, 稍湿~饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.0~30.5m。揭露高程 128.39~160.04m。

②<sub>2</sub>尾粉砂( $Q_4^{ml}$ ): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 中密, 局部稍密, 饱和, 主要由尾矿砂组成, 夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 6.0~23.0m。揭露高程 124.43~138.43m。

②<sub>3</sub>尾粉砂( $Q_4^{ml}$ ): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 密实,

局部中密，饱和，主要由尾矿砂组成，夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 10.40~29.1m。揭露高程 109.40~131.34m。

②<sub>4</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 局部分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.8~10.2m。揭露高程 117.36~159.63m。

②<sub>5</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色，中密，局部稍密，饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 15.0m。揭露高程 131.43m。

②<sub>7</sub>尾粉土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 局部分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，稍密，饱和，主要由尾矿粉组成。揭露层厚 1.9~4.0m。揭露高程 131.09~150.79m。

### (3) 天然地层

③粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>): 局部分布，水平方向和垂直方向不连续。黄褐色，硬可塑，局部软可塑，饱和，含少量铁锰质结核，局部含有砾石。主要集中在沟谷底部，冲洪积成因。揭露层厚 0.8m。揭露高程 119.51m。

④碎石(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>): 局部分布，水平方向和垂直方向不连续。灰褐色，稍密，饱和，磨圆较差，分选较好，一般粒径 20~90mm，含量约占 50%，混粘性土和砂类土不均匀充填，母岩成分以花岗岩为主。主要集中在沟谷底部，冲洪积成因。揭露层厚 9.0m。揭露高程 107.30m。

⑤<sub>1</sub>全风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 局部分布，水平方向和垂直方向不连续。黄褐色，风化物呈砂状，手捻即碎。揭露层厚 0.8~4.0m。揭露高程 88.13~120.40m。

⑤<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布，黄褐色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙很发育，主要矿物成份为长石、石英，岩芯多呈碎块状、短柱状，锤击易碎。岩体基本质量等级 V 级，属软岩，岩体极破碎~破碎，RQD=0~22%左右。揭露层厚 0.9~3.9m。揭露高程 87.03~127.08m。

⑤<sub>3</sub>中风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布，黄褐色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙较发育，主要矿物成份为长石、石英，岩芯多呈柱状、短柱状，锤击可碎。岩体基本质量等级 V 级，属较软岩，岩体较破碎~较完整，RQD= 17~68%左右。揭露层厚 3.0~7.5m。揭露高程 85.23~124.28m。

## 四、3号及4号副坝

3、4号副坝坝区、沉积滩区、坝体山口场区及其坝前场地的岩性主要为天然地层、

人工堆积层、尾矿堆积物构成。天然地层、人工填土构成较为简单，尾矿堆积物构成及分布较复杂。现将地层情况分别描述如下：

(1) 第①层为人工堆积层

①<sub>1</sub>素填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：多分布于副坝坝区表层，及各期坝坝体。灰褐色、灰黑色，松散，稍湿~饱和，主要由粘性土、碎石、砂类土等组成，局部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝人工形成。揭露层厚 0.4~8.1m。揭露高程 122.96~160.02m。

(2) 第②层为尾矿堆积物

②<sub>1</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：普遍分布，青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.1~27.7m。揭露高程 131.41~159.62m。

②<sub>2</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，中密，局部稍密，饱和，主要由尾矿砂组成，夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 3.3~33.40m。揭露高程 123.93~148.02m。

②<sub>3</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，密实，局部中密，饱和，主要由尾矿砂组成，夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 1.8m。揭露高程 119.64m。

②<sub>4</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 1.6~6.0m。揭露高程 137.41~159.46m。

②<sub>7</sub>尾粉土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，稍密，饱和，主要由尾矿粉组成。揭露层厚 1.9~8.0m。揭露高程 123.42~142.18m。

(3) 天然地层

③粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续。黄褐色，硬可塑，局部软可塑，饱和，含少量铁锰质结核，局部含有砾石。主要集中在沟谷底部，冲洪积成因。揭露层厚 2.2~4.5m。揭露高程 116.92~125.66m。

⑤<sub>1</sub>全风化花岗岩( $\gamma_{12}$ )：局部分布，水平方向和垂直方向不连续。黄褐色，风化物呈砂状，手捻即碎。揭露层厚 1.7~10.0m。揭露高程 112.42~122.11m。

⑤<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma_{12}$ )：普遍分布，黄褐色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙很发育，主要矿物成份为长石、石英，岩芯多呈碎块状、短柱状，锤击易碎。岩体基本质量等级 V 级，属软岩，岩体极破碎~破碎。揭露层厚 0.5~30.7m。揭露高程 109.26~131.97m。

⑤<sub>3</sub> 中风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布, 黄褐色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙较发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈柱状、短柱状, 锤击可碎。岩体基本质量等级 V 级, 属较软岩, 岩体较破碎~较完整,  $RQD=10\sim 66\%$ 左右。揭露层厚 2.5~8.5m。揭露高程 88.68~125.29m。

## 五、5 号副坝

5 号副坝坝区、沉积滩区、垭体山口场区及其坝前场地的岩性主要为天然地层、人工堆积层、尾矿堆积物构成。天然地层、人工填土构成较为简单, 尾矿堆积物构成及分布较复杂。现将地层情况分别描述如下:

### (1) 第①层为人工堆积层

①<sub>1</sub> 素填土( $Q_4^{ml}$ ): 多分布于副坝坝区表层, 灰褐色、灰黑色, 松散, 稍湿~饱和, 主要由粘性土、碎石、砂类土等组成, 局部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝人工形成。揭露层厚 0.2~0.6m。揭露高程 147.88~160.00m。

①<sub>2</sub> 杂填土( $Q_4^{ml}$ ): 灰褐色、灰黑色, 松散, 稍湿~饱和, 主要由粘性土、碎石, 上部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝、修建, 取土后人工回填形成。揭露层厚 0.4~1.7m。揭露高程 111.59~138.64m。

### (2) 第②层为尾矿堆积物

②<sub>1</sub> 尾粉砂( $Q_4^{ml}$ ): 普遍分布, 青灰色、灰褐色, 松散~稍密, 稍湿~饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 5.1~25.0m。揭露高程 129.28~159.5m。

②<sub>2</sub> 尾粉砂( $Q_4^{ml}$ ): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 中密, 局部稍密, 饱和, 主要由尾矿砂组成, 夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 3.3~30.5m。揭露高程 128.06~138.20m。

②<sub>3</sub> 尾粉砂( $Q_4^{ml}$ ): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 密实, 局部中密, 饱和, 主要由尾矿砂组成, 夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 2.8m。揭露高程 107.48m。

②<sub>4</sub> 尾细砂( $Q_4^{ml}$ ): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 松散~稍密, 稍湿~饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 1.9~12.0m。揭露高程 108.81~155.48m。

②<sub>5</sub> 尾细砂( $Q_4^{ml}$ ): 以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色, 中密, 局部稍密, 饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.4m。揭露高程 134.90m。

②<sub>6</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>):以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色,密实,局部中密,饱和,主要由尾矿砂组成,夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 14.0m。揭露高程 110.06m。

②<sub>8</sub>尾粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>):以透镜体形状分布。红褐色,饱和,软塑,主要由粘性土组成。揭露层厚 5.7m。揭露高程 104.68m。

### (3) 天然地层

③粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>):局部分布,水平方向和垂直方向不连续。黄褐色,硬可塑,饱和,含少量铁锰质结核,局部含有砾石。揭露层厚 2.2m。揭露高程 98.98m。

④碎石(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>):局部分布,水平方向和垂直方向不连续。灰褐色,稍密,饱和,磨圆较差,分选较好,一般粒径 20~90mm,含量约占 50%,混粘性土和砂类土不均匀充填,母岩成分以花岗岩为主。主要集中在沟谷底部,冲洪积成因。揭露层厚 0.7m。揭露高程 133.41m。

⑤<sub>1</sub>全风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ):局部分布,黄褐色,风化物呈砂状,手捻即碎。揭露层厚 2.4m。高程 132.71m。

⑤<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ):普遍分布,黄褐色,中粗粒结构,块状构造,节理裂隙很发育,主要矿物成份为长石、石英,岩芯多呈碎块状、短柱状,锤击易碎。岩体基本质量等级 V 级,属软岩,岩体极破碎~破碎。揭露层厚 1.0~7.2m。揭露高程 96.06~138.24m。

⑤<sub>3</sub>中风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ):普遍分布,黄褐色,中粗粒结构,块状构造,节理裂隙较发育,主要矿物成份为长石、石英,岩芯多呈柱状、短柱状,锤击可碎。岩体基本质量等级 V 级,属较软岩,岩体较破碎~较完整, RQD=17~52%左右。揭露层厚 3.3~10.6m。揭露高程 92.28~136.44m。

## 六、6 号副坝

6 号副坝坝区、沉积滩区、埡体山口场区及其坝前场地的岩性主要为天然地层、人工堆积层、尾矿堆积物构成。天然地层、人工填土构成较为简单,尾矿堆积物构成及分布较复杂。现将地层情况分别描述如下:

### (1) 第①层为人工堆积层

①<sub>1</sub>素填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>):多分布于副坝坝区表层,灰褐色、灰黑色,松散,稍湿~饱和,主要由粘性土、碎石、砂类土等组成,局部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝人工形成。揭露层厚 0.4~5.2m。揭露高程 145.06~160.22m。

### (2) 第②层为尾矿堆积物

②<sub>1</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 普遍分布。青灰色、灰褐色, 松散~稍密, 稍湿~饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 12.8~28.0m。揭露高程 154.12~159.82m。

②<sub>2</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。水平方向和垂直方向不连续, 青灰色、灰褐色, 中密, 局部稍密, 饱和, 主要由尾矿砂组成, 夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 6.4~12.4m。揭露高程 131.82~144.75m。

②<sub>4</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色, 松散~稍密, 稍湿~饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 5.6m。揭露高程 132.15m。

②<sub>7</sub>尾粉土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色, 稍密, 饱和, 主要由尾矿粉组成。揭露层厚 4.7m。揭露高程 131.94m。

②<sub>8</sub>尾粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。红褐色, 饱和, 软塑, 主要由粘性土组成。揭露层厚 2.4m。揭露高程 132.35m。

### (3) 天然地层

⑤<sub>1</sub>全风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布, 黄褐色, 风化物呈砂状, 手捻即碎。揭露层厚 2.0~3.9m。揭露高程 140.09~141.22m。

⑤<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布, 黄褐色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙很发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈碎块状、短柱状, 锤击易碎。岩体基本质量等级 V 级, 属软岩, 岩体极破碎~破碎。揭露层厚 2.6~41.2m。揭露高程 125.42~141.96m。

⑤<sub>3</sub>中风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布, 黄褐色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙较发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈柱状、短柱状, 锤击可碎。岩体基本质量等级 V 级, 属较软岩, 岩体较破碎~较完整, RQD=30~50%左右。揭露层厚 4.2~9.1m。揭露高程 100.29~124.64m。

### 七、8号副坝

1号副坝 140m 标高以下坝体方案设计时, 对 8号副坝建设进行了规划, 原规划 8号副坝与 1号副坝基础坝第 3坝段连接。目前 1号副坝已经通过调整堆积坝轴线方式进行了优化, 取消了 3号坝段建设, 在尾矿库 140~160m 加高库容时, 通过 1号副坝堆积坝轴线位置方案优化, 8号副坝取消建设。

### 八、9号副坝

9号副坝坝区、沉积滩区、埡体山口场区及其坝前场地的岩性主要为天然地层、人工堆积层、尾矿堆积物构成。天然地层、人工填土构成较为简单, 尾矿堆积物构成及分

布较复杂。现将地层情况分别描述如下：

(1) 第①层为人工堆积层

①<sub>1</sub>素填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：多分布于副坝坝区表层，灰褐色、灰黑色，松散，稍湿~饱和，主要由粘性土、碎石、砂类土等组成，局部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝人工形成。揭露层厚 0.5~1.1m。揭露高程 135.78~159.72m。

(2) 第②层为尾矿堆积物

②<sub>1</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：普遍分布，青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 8.0~29.0m。揭露高程 157.16~159.22m。

②<sub>2</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，中密，局部稍密，饱和，主要由尾矿砂组成，夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 7.9m。揭露高程 128.63m。

②<sub>4</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：局部分布，水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 7.2m。揭露高程 151.22m。

(3) 天然地层

⑤<sub>1</sub>全风化花岗岩( $\gamma_{12}$ )：局部分布，黄褐色，风化物呈砂状，手捻即碎。揭露层厚 1.1~3.7m。揭露高程 144.02~147.66m。

⑤<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma_{12}$ )：普遍分布，黄褐色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙很发育，主要矿物成份为长石、石英，岩芯多呈碎块状、短柱状，锤击易碎。岩体基本质量等级 V 级，属软岩，岩体极破碎~破碎。揭露层厚 1.9~17.8m。揭露高程 120.73~143.96m。

⑤<sub>3</sub>中风化花岗岩( $\gamma_{12}$ )：普遍分布，黄褐色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙较发育，主要矿物成份为长石、石英，岩芯多呈柱状、短柱状，锤击可碎。岩体基本质量等级 V 级，属较软岩，岩体较破碎~较完整，RQD=40.7~63%左右。揭露层厚 4.2~6.2m。揭露高程 118.83~135.92m。

## 九、10号副坝

10号副坝坝区、沉积滩区、埡体山口场区及其坝前场地的岩性主要为天然地层、人工堆积层、尾矿堆积物构成。天然地层、人工填土构成较为简单，尾矿堆积物构成及分布较复杂。现将地层情况分别描述如下：

(1) 第①层为人工堆积层

①<sub>1</sub>素填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)：多分布于副坝坝区表层，及各期坝坝体。灰褐色、灰黑色，松散，

稍湿~饱和，主要由粘性土、碎石、砂类土等组成，局部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝人工形成。揭露层厚 1.1~9.6m。揭露高程 131.27~160.25m。

(2) 第②层为尾矿堆积物

②<sub>1</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 普遍分布，青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.8~28.7m。揭露高程 140.87~158.05m。

②<sub>4</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 局部分布，水平方向和垂直方向不连续，青灰色、灰褐色，松散~稍密，稍湿~饱和，主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.5~12.0m。揭露高程 138.07~158.37m。

②<sub>7</sub>尾粉土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 以透镜体形状分布。青灰色、灰褐色，稍密，饱和，主要由尾矿粉组成。揭露层厚 5.4m。揭露高程 146.8m。

(3) 天然地层

③粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>): 局部分布，黄褐色，硬可塑，饱和，含少量铁锰质结核，局部含有砾石。揭露层厚 6.9m。揭露高程 139.98m。

⑤<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布，黄褐色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙很发育，主要矿物成份为长石、石英，岩芯多呈碎块状、短柱状，锤击易碎。岩体基本质量等级 V 级，属软岩，岩体极破碎~破碎。揭露层厚 3.2~10.0m。揭露高程 126.62~152.86m。

⑤<sub>3</sub>中风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布，黄褐色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙较发育，主要矿物成份为长石、石英，岩芯多呈柱状、短柱状，锤击可碎。岩体基本质量等级 V 级，属较软岩，岩体较破碎~较完整，RQD=40~70%左右。揭露层厚 2.8~5.6m。揭露高程 120.17~149.66m。

十、11号副坝

11号副坝坝区、沉积滩区、埡体山口场区及其坝前场地的岩性主要为天然地层、人工堆积层、尾矿堆积物构成。天然地层、人工填土构成较为简单，尾矿堆积物构成及分布较复杂。现将地层情况分别描述如下：

(1) 第①层为人工堆积层

①<sub>1</sub>素填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 分布于副坝初期坝坝体。灰褐色，松散，稍湿~饱和，主要由粘性土、碎石、砂类土等组成，局部含植物根系。该层主要为尾矿坝筑坝人工形成。揭露层厚 17.6m。揭露高程 129.89m。

(2) 第②层为尾矿堆积物

②<sub>1</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 普遍分布, 青灰色、灰褐色, 松散~稍密, 稍湿~饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.0~24.0m。揭露高程 140.31~154.36m。

②<sub>2</sub>尾粉砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 中密, 局部稍密, 饱和, 主要由尾矿砂组成, 夹尾粉土及尾粉质黏土薄层。揭露层厚 4.0m。揭露高程 129.72m。

②<sub>4</sub>尾细砂(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>): 局部分布, 水平方向和垂直方向不连续。青灰色、灰褐色, 松散~稍密, 稍湿~饱和, 主要由尾矿砂组成。揭露层厚 2.0~3.0m。揭露高程 142.31~155.31m。

### (3) 天然地层

⑤<sub>1</sub>全风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 局部分布。黄褐色, 风化物呈砂状, 手捻即碎。揭露层厚 1.0m。揭露高程 125.72m。

⑤<sub>2</sub>强风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布。黄褐色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙很发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈碎块状、短柱状, 锤击易碎。岩体基本质量等级 V 级, 属软岩, 岩体极破碎~破碎。揭露层厚 1.0~2.7m。揭露高程 112.29~138.31m。

⑤<sub>3</sub>中风化花岗岩( $\gamma_{12}$ ): 普遍分布。黄褐色, 中粗粒结构, 块状构造, 节理裂隙较发育, 主要矿物成份为长石、石英, 岩芯多呈柱状、短柱状, 锤击可碎。岩体基本质量等级 V 级, 属较软岩, 岩体较破碎~较完整, RQD=10~24%左右。揭露层厚 2.0~6.8m。揭露高程 109.59~137.31m。

## 2.3.2 不良地质作用及地质灾害

根据《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库闭库岩土工程勘察报告》(东北岩土工程勘察有限公司, 2022年3月)可知, 主坝及各副坝区域无滑坡、危岩、崩塌、采空区、地面沉降、沉陷、液化、泥石流等不良地质作用及地质灾害。未发现主坝及各副坝坝体、坝基存在异常带。

## 2.3.3 水文地质条件

### (1) 钻孔及浸润线观测孔水位情况

#### ①主坝及 7 号副坝

勘察期间钻孔水位埋深 1.0~25.80m, 标高在 53.71~154.02m 之间, 水位埋深总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水,

排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 430.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然后于低凹处流出。

与长期浸润线观测情况比较，水位埋深高出 6.0m 左右，影响因素主要为尾矿库区内放矿因素，次要因素为观测时段的不同，造成坝体浸润线提升。

### ②1 号副坝

本次勘察期间，1 号副坝典型剖面堆积坝体外坡浸润线埋深在 6.5~7.5m，标高在 122.88-143.65 米之间，坝体浸润线总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。

勘察期间钻孔水位埋深 1.0~25.80m，标高在 53.71~154.02m 之间，水位埋深总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水，排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 430.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然后于低凹处流出。

### ③2 号副坝

勘察期间钻孔水位埋深 0.6~7.4m，标高在 107.70~152.89m 之间，水位埋深总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水，排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 226.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然后于低凹处流出。

尾矿库区内放矿时，造成库区浸润线提升。

### ④3 号及 4 号副坝

勘察期间钻孔水位埋深 2.8~8.5m，标高在 147.86~154.52m 之间，水位埋深总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水，排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 130.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然

后于低凹处流出。

尾矿库区内放矿时，造成库区浸润线提升。

#### ⑤5号副坝

勘察期间钻孔水位埋深 1.2~15.7m，标高在 111.59~152.59m 之间，水位埋深总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水，排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 240.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然后于低凹处流出。

与长期浸润线观测情况比较，水位埋深相差不大，影响因素为孔内护壁泥浆未清洗彻底，及尾矿库区内放矿等因素，造成坝体浸润线小幅度提升。

#### ⑥6号副坝

勘察期间钻孔水位埋深 2.2~7.2m，标高在 138.09~155.24m 之间，水位埋深总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水，排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 100.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然后于低凹处流出。

尾矿库区内放矿时，造成库区浸润线提升。

#### ⑦9号副坝

勘察期间钻孔水位埋深 1.3~5.6m，标高在 154.12~155.86m 之间，水位埋深总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水，排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 220.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然后于低凹处流出。

尾矿库区内放矿时，造成库区浸润线提升。

#### ⑧10号副坝

勘察期间钻孔水位埋深 6.7~16.4m，标高在 143.85~148.62m 之间，水位埋深总体由

沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水，排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 170.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然后于低凹处流出。

尾矿库区内放矿时，造成库区浸润线提升。

#### ⑨11 号副坝

勘察期间钻孔水位埋深 2.6~18.1m，标高在 111.79~151.12m 之间，水位埋深总体由沉积滩—子坝—初期坝逐渐降低。地下水补给来源为大气降水、库内地表水和矿浆水，排泄方式主要为排水管道排水、坝体渗流及蒸发。勘察期间现状干滩长度约为 210.0m。库区内地下水多为潜水型地下水，局部有上层滞水，基岩以裂隙水为主，两者互相贯通。其水位受大气降水、放矿、坝下渗水回收等补给，通过排泄渠道自高处向谷底迳流，然后于低凹处流出。

尾矿库区内放矿时，造成库区浸润线提升。

#### (2) 坝体地下水补给

坝体内的水体补给主要是放矿补给和大气降水补给。从空间分布上看，大气降水属于面状补给，范围普遍且较均匀，放矿补给属于线状或点状补给，局限于库区内；从时间分布比较，大气降水持续时间有限，而放矿补给持续时间较长且是经常性的。放矿量和降水量的多与少，将直接影响坝体地下水水位的变化。

(3) 尾矿堆积坝系采用上游法充填堆筑而成，由于水流的分选作用，形成了尾矿堆积坝体的特殊地层结构（尾矿渣与水的混合物用矿浆泵通过管道输送到堆积坝顶，再通过支管道排放到堆积坝内侧干滩，任其流向上游水域，随着干滩的增高，不断筑新一级堆积坝，不断向上游推进）。该尾矿堆积体系人工粉碎矿石经选矿水力排出而成，受水力的影响，从管口到水域（由近及远）尾矿砂的沉积的颗粒由粗到细，即由管口的细砂到水域深处的尾粉砂。其主要成分为尾矿砂。尾矿砂磨圆度差，颗粒多呈粒状，并见有片状、针状、棱角状，粒度不甚均匀。在同一级堆积坝上，由于放矿管位置在横向上不规律的移动变化，每排放一次，形成一个小冲积扇，即从冲积扇中间向两边、由上游向下游，颗粒由粗变细。在同一级堆积坝上冲积扇之间呈无规律的相互迭瓦状。从而形成了距堆积坝垂直距离相同的一定地段的剖面上显示出粒度粗细交替的变化特征，从

而形成了较典型的韵律结构。此外，放矿流量的变化也能引起搬运作用的一些变化，即流量大时，冲力也大，则相同粒径的颗粒搬运较远，流量小时，相同粒径颗粒搬运较近。从而在剖面上也可能形成一些粗细相间的夹层和互层的韵律结构。其结构特征为：沉积状态复杂，有许多小型冲积扇错综交叠，从而形成了许多大大小小的、粒径差异较大无序的透镜状韵律结构。即含水的砂体与弱含水的泥质体（隔水体）互相交叠，从而削弱了堆积体内地下水垂直方向与水平方向的径流。在每个小型冲积扇的中上部，颗粒较粗，透水性、含水性较好，而在两侧及下游，颗粒较细，透水性含水性较差，从而形成了尾矿堆积坝独特的水文地质条件。

从总体来看，沿堆积坝轴线横向上形成冲积扇的叠瓦状结构随着新堆积坝的堆筑，且逐级向上推进，便构成了在纵剖面上自下游向上游逐级分布，即由透镜体状含水体与隔水体构成的叠瓦状结构体出现错落排列。

综上所述，尾堆积坝体垂向上由沉积滩面向谷底呈现出总体粒度逐渐变细的特征，水平方向上由沉积滩面到水域也存在同样的沉积规律，只是其层位变化的间距远大于垂直方向。所以堆积体内垂向渗透系数远小于水平渗透系数，垂向渗透性能差。因此，这种特殊的尾矿砂与尾矿泥所构成的韵律结构地质体，不利于尾矿砂体中水的排泄和尾矿泥中水的渗出

#### （4）现状尾矿堆积坝浸润线特征

##### ①主坝及7号副坝

（2）经本次勘察期间钻孔简易水文观测，主坝典型剖面堆积坝体外坡浸润线埋深在 20.4~25.8m，标高在 86.61~134.24m 之间，坝体浸润线总体由子坝—初期坝逐渐降低。干滩长约为 430.0m，浸润线在尾矿库干滩中降落缓慢，坝坡中水力坡度逐渐增大，进入初期坝后形成陡降。浸润线出露位置低于坝脚，未从坡面溢出，有利于坝坡的稳定，现状渗透稳定性较好。

##### ②1号副坝

经本次勘察期间钻孔简易水文观测，1号坝典型剖面堆积坝体外坡浸润线埋深在 6.4~15.7m，标高在 132.98~147.70m 之间，坝体浸润线总体由子坝—初期坝逐渐降低。干滩长约为 240.0m，浸润线在尾矿库干滩中降落缓慢，坝坡中水力坡度逐渐增大，进入初期坝后形成陡降。浸润线出露位置低于坝脚，未从坡面溢出，有利于坝坡的稳定，现状渗透稳定性较好。

### ③2号副坝

经本次勘察期间钻孔简易水文观测，坝体浸润线埋深在 5.1~11.5m，标高在 125.26~148.95m 之间，坝体浸润线总体由子坝—初期坝逐渐降低。干滩长约为 226.0m，浸润线在尾矿库干滩中降落缓慢，坝坡中水力坡度逐渐增大，进入初期坝后形成陡降。浸润线出露位置低于坝脚，未从坡面溢出，有利于坝坡的稳定，现状渗透稳定性较好。

### ④3号及4号副坝

经本次勘察期间钻孔简易水文观测，3、4号副坝典型剖面堆积坝体外坡浸润线埋深在 5.0~8.5m，标高在 147.86~154.52m 之间，坝体浸润线总体由子坝——初期坝逐渐降低。干滩长约为 130.0m，浸润线在尾矿库干滩中降落缓慢，坝坡中水力坡度逐渐增大，进入初期坝后形成陡降。浸润线出露位置低于坝脚，未从坡面溢出，有利于坝坡的稳定，现状渗透稳定性较好。

### ⑤5号副坝

经本次勘察期间钻孔简易水文观测，5号坝典型剖面堆积坝体外坡浸润线埋深在 6.4~15.7m，标高在 132.98~147.70m 之间，坝体浸润线总体由子坝—初期坝逐渐降低。干滩长约为 240.0m，浸润线在尾矿库干滩中降落缓慢，坝坡中水力坡度逐渐增大，进入初期坝后形成陡降。浸润线出露位置低于坝脚，未从坡面溢出，有利于坝坡的稳定，现状渗透稳定性较好。

### ⑥6号副坝

经本次勘察期间钻孔简易水文观测，6号副坝典型剖面堆积坝体外坡浸润线埋深在 2.3~6.9m，标高在 152.62~153.45m 之间，坝体浸润线总体由子坝—初期坝逐渐降低。干滩长约为 100.0m，浸润线在尾矿库干滩中降落缓慢，坝坡中水力坡度逐渐增大，进入初期坝后形成陡降。浸润线出露位置低于坝脚，未从坡面溢出，有利于坝坡的稳定，现状渗透稳定性较好。

### ⑦9号副坝

经本次勘察期间钻孔简易水文观测，9号副坝因仅有一个坝体钻孔，测得典型剖面堆积坝体外坡浸润线埋深为 5.6m，标高为 154.12m，结合长期观测孔记录，坝体浸润线总体由子坝—初期坝逐渐降低。干滩长约为 220.0m，浸润线在尾矿库干滩中降落缓慢，坝坡中水力坡度逐渐增大，进入初期坝后形成陡降。浸润线出露位置低于坝脚，未从坡面溢出，有利于坝坡的稳定，现状渗透稳定性较好。

### ⑧10号副坝

经本次勘察期间钻孔简易水文观测，10号副坝因仅有一个坝体钻孔，测得典型剖面堆积坝体外坡浸润线埋深为16.4m，标高为143.85m之间，结合其它钻孔水位变化规律，坝体浸润线总体由子坝—初期坝逐渐降低。干滩长约为170.0m，浸润线在尾矿库干滩中降落缓慢，坝坡中水力坡度逐渐增大，进入初期坝后形成陡降。浸润线出露位置低于坝脚，未从坡面溢出，有利于坝坡的稳定，现状渗透稳定性较好。

### 2.3.4 勘察报告结论及建议

根据东北岩土工程勘察有限公司提交的《鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库闭库岩土工程勘察报告》，对勘察报告主要结论及建议进行简述。

#### (1) 勘察报告主要结论

①本次勘察工作是严格按照相关国家、行业法规、规范、标准执行的，所取得相关成果是真实有效的，能够满足风水沟尾矿库闭库的稳定性评价及闭库设计的要求。

②本次勘察查明，在钻探所达深度范围内自上而下分布着素填土、杂填土、尾粉砂、尾细砂、尾粉土、尾粉质黏土、粉质黏土、碎石土、花岗岩。

③根据风水沟尾矿库前期建坝勘察资料及本次勘察钻探成果显示，场地覆盖层厚度0.8~10.5m，估算场地等效剪切波速值平均值为262.0m/s，依据《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）规定，综合判定：风水沟尾矿库场地类别为II类，场地土类型属于中硬土。场地抗震设防烈度为7度，设计地震分组为第一组，场地基本地震动峰值加速度值为0.10g；反应谱特征周期为0.35s。

④本次勘察期间，经现场踏勘及钻探，坝址区域无滑坡、危岩、崩塌、采空区、地面沉降、沉陷、失陷、液化、泥石流等不良地质作用及地质灾害。根据高密度法测试数据解析显示，6号副坝与9号副坝发现坝基存在2条异常带，结合钻探结果及前人资料，该异常带为岩层破碎带，为强风化花岗岩层。判断对尾矿库安全无影响。

⑤根据前人对各坝建坝时期的勘察、设计资料所显示，断裂破碎带仅为渗水层，不存在安全隐患；各初期坝建设时，坝基位置已根据勘察资料进行了避让，针对断裂破碎带也进行了防渗处理。

⑥本场地主要受辽阳莲花状地质构造影响，该断裂为非活动性断裂。

⑦判定地下水对混凝土结构有弱腐蚀性；按地层渗透性评价，地下水对混凝土结构

有微腐蚀性；在干湿交替作用时，地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋有中腐蚀性。尾矿砂对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

⑧本次勘察期间，尾矿库放矿正常排放，与勘察施工交替进行，导致库区与坝体地下水位不稳定，对地下水位观测造成一定的影响。

⑨采用钻孔标准贯入试验方法判断尾矿砂液化，判定在饱和状态下，坝区及库区尾矿砂不具液化现象。

## (2) 勘察报告主要建议

①排查初期坝及各期子坝是否存在安全隐患，及时处理，真正做到防微杜渐。

②完善尾矿库周边排水渠等排水设施，以保证尾矿库、尾矿库周侧、尾矿库上游汇水顺利排泄。

③目前风水沟尾矿库仍在运行，严格控制库内正常水位、调洪高度、安全超高、干滩长度等；严格控制浸润线，发现问题及时整改；严格按设计要求进行生产，及时调整运行参数。

④尾矿砂（土）是否液化、液化等级与地下水位有很大的关系。建议严格控制地下水位、浸润线位置，使库区与坝体有足够厚度的非饱和尾矿砂（土）层覆盖，防止液化。

## 2.4 建设概况

### 2.4.1 尾矿库库址

该尾矿库位于辽阳县兰家乡风水沟村，尾矿库主坝西北侧为齐大山铁矿排土场，西南侧为许东沟采场排土场，与尾矿库最近距离约 330m，中间有山梁相隔。

尾矿库主坝下游北侧距离坝脚约 20m 有一个地方小选厂，目前处于停产状态，1#副坝下游约 858m 有一个养殖场。2#副坝下游约 900m 为前林子村，共 200 户，715 人，3#副坝下游距离坝脚约 30m 为宏大公墓，4#副坝下游约 80m 为亚丁农场，6#副坝东北侧约 350m 为辽阳垃圾场，有山梁相隔，10#副坝下游约 830m 为辽阳新时代化工原料地面制备厂。



图 2-2 尾矿库周边环境示意图

#### 2.4.2 库容、等别及建设标准

闭库后尾矿坝坝顶标高为 160m，总坝高 105m，总库容  $3.45 \times 10^8 \text{m}^3$ ，为二等库，主坝的级别为 2 级，9 号、10 号副坝级别为 4 级，其余副坝级别均为 3 级。防洪标准为 2000 年一遇。控制浸润线埋深见下表。

表 2-1 闭库后滩顶标高 160m 时典型剖面控制浸润线埋深表

主坝测点标高 (m)				
89	108	122	135	155
18.7	17.2	16.6	14.1	16.8
1 号副坝测点标高 (m)		2 号副坝测点标高 (m)		
140	155	130	147.5	
3.0	7.2	3.5	4.4	
3 号副坝测点标高 (m)		4 号副坝测点标高 (m)		

外坝脚	160	外坝脚	160
2.0	2.0	2.0	2.0
5号副坝测点标高 (m)		6号副坝测点标高 (m)	
147.5	160	外坝脚	160
2.0	7.6	2.0	2.0
9号副坝测点标高 (m)		10号副坝测点标高 (m)	11号副坝测点标高 (m)
外坝脚	160	160	外坝脚
2.0	2.0	2.0	2.0

### 2.4.3 尾矿坝及闭库治理

#### 2.4.3.1 尾矿坝

##### (1) 设计概况

尾矿库主坝及各个副坝静、动力稳定性及坝体抗滑稳定性能够满足规范要求，尾矿库闭库后可长期稳定运行。闭库设计未对尾矿坝坝体进行治理。

##### (2) 建设概况

该尾矿库初期为三面环山，一面筑坝的“山谷型”尾矿库，当主坝达到 110m 标高时，陆续在尾矿库的北侧、东侧和南侧的山体豁口处修建副坝，共建设完成了 1 座主坝及 10 座副坝。

主坝的初期坝为透水堆石坝，坝顶标高 76m，坝底标高 55m，坝高 21m，坝顶宽度 4m，上游坡坡比 1:1.85，下游坡坡比 1:2.0，坝外坡 66m 标高处设有一条 3m 宽马道。堆积坝采用上游法尾矿筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 84m，坝顶宽 15m，坝外坡 83m、89m、96m、102m、108m、115m、122m、129m、135m、140m、145m、150m、155m 标高处分别设有宽 10m~48m 的马道，子坝外坡比为 1:2.0，堆积坝外坡平均坡比为 1:5.0，有植被护坡。

1#副坝基础坝为透水堆石坝，坝顶标高 130m，坝底标高 119.5m，坝高 10.5m，坝顶宽度 4m，上下游坡比均为 1:2.0。堆积坝采用上游法尾矿筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 30m，坝顶宽 15m，坝外坡 140m、145m、150m、155m 标高处分别设有宽 15m

的马道，子坝外坡比为 1:2.0，堆积坝外坡平均坡比为 1:5.0，有植被护坡。

2#副坝基础坝为不透水堆石坝，坝顶标高 125m，坝底标高 107m，坝高 18m，坝顶宽度 4m，上下游坡比均为 1:2.0，坝内坡铺设土工膜防渗层。堆积坝采用上游法尾矿筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 35m，坝顶宽 15m，坝外坡 130m、140m、145m、150m、155m 标高处分别设有宽 15m 的马道，子坝外坡比为 1:2.0，堆积坝外坡平均坡比 1:5.0，有植被护坡。

3#、4#副坝基础坝均为浆砌石坝，坝顶标高均为 155m，3#副坝坝底标高 124m，坝高 31m，4#副坝坝底标高 123m，坝高 32m。坝顶宽均为 6.87m，上游坡比 1:0.35，下游坡比 1:0.7，采用 M12.5 水泥砂浆砌块石结构。3#、4#副坝堆积坝采用上游法尾砂筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 5m，坝顶宽 15m，内外坡比均为 1:2.0，为植被护坡，在基础坝前（155m 标高）留有 50m 宽尾砂平台，现两座副坝已连为一体。

5#副坝基础坝为不透水堆石坝，坝顶标高 140m，坝底标高 116.3m，坝高 23.7m，坝顶宽度 5m，上游坡比 1:2.0，下游坡比 1:1.75，坝内坡铺设土工膜防渗层，坝外坡 127m 标高处设一条 3m 宽马道。堆积坝采用上游法尾矿筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 20m，坝顶宽 15m，坝外坡 143m、148m、155m 标高处分别设有宽 3~22m 宽的马道，子坝外坡比为 1:2.0，堆积坝外坡平均坡比为 1:5.0，有植被护坡。

6#副坝基础坝为砌石混合坝，坝顶标高 155m，坝底标高 131.5m，坝高 23.5m，坝顶宽度 6m，上游坡比 1:0.5，下游坡比 1:1.5，坝内坡设混凝土防渗面板，外坡采用 0.4m 厚干砌块石护坡，外坡 145m 标高设置 1 条 2m 宽的马道。堆积坝采用上游法尾砂筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 5m，内外坡比均为 1:2.0，有植被护坡，在基础坝前（155m 标高）留有 50m 宽尾砂平台，与 3 号、4 号副坝已连为一体。

7#副坝基础坝为采场废石碾压坝，坝底标高 141m，坝顶标高 155m，最大坝高 14m，坝顶宽 10m，上下游边坡比均为 1:2.0。坝体上游侧设置一层 HDPE 防渗土工膜防渗层，土工膜两侧设置 400mm 厚砂砾石保护层，坝体内外坡表面覆盖 400mm 厚片石保护层。堆积坝采用上游法尾砂筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 5m，内外坡比均为 1:2.0，与主坝堆积坝连为一体。

9#副坝基础坝为砌石混合坝，坝顶标高 155m，坝底标高 147.4m，坝高 7.6m，坝顶宽 4m，上游坡比 1:0.5，下游坡比 1:1.5，坝内坡设混凝土防渗面板，外坡采用 0.4m 厚干砌块石护砌。堆积坝采用上游法尾砂筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 5m，坝顶宽

15m，内外坡比均为 1:2.0，有植被护坡。

10#副坝坝脚设置排渗棱体，棱体顶标高 150m，平均坝高 5m，上游坡比 1:1.6，下游为直墙型式。棱体上下游坝坡设置两层 500g/m<sup>2</sup>土工布作为反滤层，土工布两侧分别用 200mm 厚和 300mm 厚碎石作为保护层，棱体上、下游坝坡及坝顶设置 400mm 厚干砌块石砌护。堆积坝采用上游法尾砂筑坝，坝顶标高 160m，堆积坝高 10m，坝顶宽 15m，坝外坡 155m 标高处设宽 15m 的马道，子坝外坡比为 1:2.0，堆积坝外坡平均外坡比为 1:5.0，有植被护坡。

11#副坝为采场废石碾压坝，采用一次性建坝方式。现状坝顶标高 160m，坝底标高 129.8m，上游边坡坡比 1:2.0，下游边坡坡比 1:1.8，坝体下游侧 150m、140m 和 130m 标高各设置一道宽 10m 的马道。

#### 2.4.3.2 库容优化

##### (1) 设计概况

为最大化利用库容，闭库设计通过优化放矿及堆筑子堤方式在滩面外侧形成 160m 标高终期宽顶平台，同时通过堆筑拦水子堤的方式形成满足防洪要求的最小调洪区域，最终使库容达到最大化利用。

待滩顶标高达 160m 后，沿主坝、各个副坝及滩面与山体连接线位置由库外向库内每间隔 100m 修建一道平行于坝轴线的拦砂子堤，沿着与坝轴线垂直方向间隔 100m 修建分隔子堤，形成方形分隔池，然后通过在各个分隔池内分散放矿，逐步填满分隔池，填满后向库内迁移，逐步形成 300~600m 宽顶平台。拦砂子堤和分隔子堤采用人工配合机械就近均匀取砂的方式堆筑形成，拦砂子堤顶宽 5.0m，高 2~2.5m，子堤内、外坡比均为 1:2，分隔子堤顶宽 2.0m，高度不超过 2.5m，内外坡比均为 1:1。

拦水子堤共设置 2 道，1 号拦水子堤位于主坝和 1 号副坝方向，轴线长度约为 1880m，2 号拦水子堤位于 5 号副坝和 11 号副坝方向，轴线长度约为 912m。待子堤位置滩面抬升至 156m 标高后，将两道子堤合拢。拦水子堤堆筑材料采用山体清挖废石土或排岩废石等，堤顶标高不低于 156.5m，顶宽 6.0m，子堤内外坡比不小于 1:1，考虑现场施工条件，拦水子堤可分期实施。

##### (2) 建设概况

库容利用过程中堆筑的拦砂子堤和分隔子堤已与尾砂形成一体，现场已不可见，形

成了 300~600m 宽的宽顶平台。拦水子堤采用排岩废石堆筑，分两期堆筑，一期拦水子堤堤顶标高 153.5m，堤顶宽度 6.0m，内外坡比均为 1:1，目前已被掩埋，现场已不可见。二期拦水子堤堤顶标高 156.5m，堤顶宽度 6.0m，内外坡比均为 1:1。



图 2-3 拦水子堤

#### 2.4.3.3 滩面排水沟

##### (1) 设计概况

为进一步提升尾矿库的防洪能力，对滩面排水沟进行了变更设计，设计在距主坝及各副坝最终坝顶内沿 50~350m 处，采用尾砂堆筑一道临时拦砂子堤，子堤顶宽 5.0m，内外坡比均为 1:1.5，子堤顶部铺设 0.5m 厚碎石垫层。坝顶至拦砂子堤间滩面设置坡向库外的排水沟。主坝及 7 号副坝现状滩面约 200~350m 区域按照 0.007~0.01 坡度向库外方向设置网格状排水沟，纵向排水沟布置在主坝及 7 号副坝之间滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 设置。1 号副坝现状滩面约 170~280m 区域按照 0.007~0.013 坡度向库外方向设置网格状排水沟，纵向排水沟布置在 1 号副坝之间滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 设置。2 号副坝现状滩面约 160~180m 区域按照 0.014~0.016 坡度向库

外方向设置网格状排水沟，纵向排水沟布置在 2 号副坝之间滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 设置。3 号副坝现状滩面约 50~330m 区域按照 0.009~0.016 坡度向库外方向设置网格状排水沟，纵向排水沟布置在 3 号副坝之间滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 设置。4 号副坝现状滩面约 60~90m 区域按照 0.023~0.03 坡度向库外方向设置网格状排水沟，纵向排水沟布置在 4 号副坝之间滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 设置。6 号副坝现状滩面约 50~200m 区域按照 0.011~0.013 坡度向库外方向设置网格状排水沟，纵向排水沟布置在 6 号副坝之间滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 设置。9 号副坝现状滩面约 180~230m 区域按照 0.007~0.01 坡度向库外方向设置网格状排水沟，纵向排水沟布置在 9 号副坝之间滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 设置。10 号副坝现状滩面约 50~100m 区域按照 0.021~0.027 坡度向库外方向设置网格状排水沟，纵向排水沟布置在 10 号副坝之间滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 设置。纵向排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm，坡向两侧竖向排水沟。竖向排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，9 号副坝区域和 6 号副坝区域分别有 4 条和 6 条排水沟的净断面尺寸：1.6m（宽）×1.4m（深），侧墙厚 150~250mm，底板厚 250mm，其余排水沟的净断面尺寸：1.2m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm，排水沟坡度不小于 0.5%。

## （2）建设概况

主坝及各副坝坝前 50~350m 区域滩面设置了纵向、竖向排水沟，纵向排水沟布置在滩面中间部位，竖向排水沟间隔 100~200m 布置。排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，纵向排水沟净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm，9 号副坝区域和 6 号副坝区域分别有 4 条和 6 条竖向排水沟的净断面尺寸：1.6m（宽）×1.4m（深），侧墙厚 150~250mm，底板厚 250mm，其余竖向排水沟净断面尺寸：1.2m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm。纵向排水沟坡向两侧竖向排水沟，坡度为 0.5%，竖向排水沟坡向库外，主坝及 7 号副坝区域竖向排水沟坡度为 0.007~0.01，1 号副坝区域竖向排水沟坡度为 0.007~0.013，2 号副坝区域竖向排水沟坡度为 0.014~0.016，3 号副坝区域竖向排水沟坡度 0.009~0.016，4 号副坝区域竖向排水沟坡度 0.023~0.03，6 号副坝区域竖向排水沟坡度 0.011~0.013，9 号副坝区域竖向排水沟坡度 0.007~0.01，10 号副坝区域竖向排水沟坡度 0.021~0.027。



图 2-4 纵向排水沟



图 2-5 横向排水沟

#### 2.4.3.4 坝面排水沟

##### (1) 设计概况

主坝及各个副坝的坝肩排水沟需要修建至 160m 标高。续建区段坝肩排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：1.0m（宽）×1.2m（深），壁厚 150mm。

坝面竖向排水沟需续建至最终闭库标高 160m，续建区段竖向排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm。

主坝 90~108m 标高纵向排水沟需要延伸至右侧坝肩部位并接入坝肩排水沟，续建区段纵向排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：0.6m（宽）×0.8m（深），壁厚 150mm。

主坝早期局部排水沟需进行修复加固，修复长度约 700m。修复的排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，竖向排水沟净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm。纵向排水沟净断面尺寸：0.6m（宽）×0.8m（深），壁厚 150mm。

##### (2) 建设概况

已按照设计要求将主坝及各个副坝两侧的坝肩排水沟续建至 160m 标高，为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：1.0m（宽）×1.2m（深），壁厚 150mm。

已按照设计要求将主坝及各个副坝的坝面竖向排水沟续建至 160m 标高，为钢筋混凝土结构，净断面尺寸：0.6m（宽）×0.8m（深），壁厚 150mm。

已按照设计要求将主坝的纵向排水沟续建至两侧坝肩排水沟，为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：0.6m（宽）×0.8m（深），壁厚 150mm

已按照设计要求将主坝已破损的坝面排水沟进行拆除重建，重建总长度约 700m，为钢筋混凝土结构，矩形断面，竖向排水沟净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm。纵向排水沟净断面尺寸：0.6m（宽）×0.8m（深），壁厚 150mm。

#### 2.4.3.5 植被绿化

##### (1) 设计概况

闭库时需要在风水沟尾矿库外坝坡和滩面进行抑尘绿化处理，坝外坡和滩面均采用植被绿化方式，首先覆盖一层 300mm 厚山皮土，再在山皮土上种植灌木植物和播撒草种绿化。

##### (2) 建设概况

尾矿坝外坡和滩面均进行了覆土植被绿化，覆土厚度 300mm。

## 2.4.4 防洪系统

### 2.4.4.1 洪水计算及排洪能力验算

#### (1) 洪水计算

依据《闭库工程安全设施变更设计》，优化调洪区域后，尾矿库可分为以下几个汇水分区：1) 库区的总汇水面积减小至 5.05km<sup>2</sup>；2) 主坝南侧山体区段、6 号副坝南侧山体区段和 5 号副坝东侧山体区段死水区；3) 主坝及各副坝坝前滩面区域。闭库后该尾矿库的等别为二等，防洪标准取 2000 年一遇，各汇水分区的水文计算结果如下。

表 2-2 库内区域洪水计算结果

陆面	按辽宁水文资料公式	洪峰流量 $Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	62.03
		参与调洪的洪量 $W_{调p}$ (万 m <sup>3</sup> )	10.84
	按简化推理公式计算	洪峰流量 $Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	128.94
		$W_{24p}$ (万 m <sup>3</sup> )	13.40
水面洪水总量 (万 m <sup>3</sup> )			187.14
水、陆综合洪水总量			200.54

表 2-3 死水区洪水计算结果

序号	项目	主坝南侧山体区段	6 号副坝南侧山体区段	5 号副坝东侧山体区段
1	汇水面积 $F$ (km <sup>2</sup> )	0.22	0.06	0.25
2	设计洪水重现期 $P$ (a)	50	50	50
3	径流系数	0.80	0.80	0.80
4	设计洪峰流量 $Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	4.14	4.70	1.13

表 2-4 主坝及各副坝坝前滩面洪水计算结果

序号	区域	洪峰流量 $Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)
1	主坝及 7 号副坝区域	1.49

2	1号副坝区域	1.35
3	2号副坝区域	0.94
4	3号副坝区域	1.25
5	4号副坝区域	0.86
6	5号副坝区域	1.01
7	6号副坝区域	1.57
8	9号副坝区域	1.13
9	10号副坝区域	0.70
10	11号副坝区域	0.52

(2) 排洪能力验算

《闭库工程安全设施变更设计》中采用水量平衡法进行了调洪演算，调洪演算结果见表 2-5 和表 2-6。

表 2-5 调洪演算结果表

计算标高 (m)	160
起调水位 (m)	156.0
允许最高洪水位 (m)	158.5
调洪高度 (m)	2.5
实有调洪库容 (万 m <sup>3</sup> )	333.13
所需调洪库容 (万 m <sup>3</sup> )	190.55
一次洪水总量 (万 m <sup>3</sup> )	200.53
计算最高洪水位 (m)	157.43
计算调洪高度 (m)	1.43
计算最大下泄流量 (m <sup>3</sup> /s)	22.08
计算安全超高 (m)	2.57

表 2-6 主坝和副坝对应干滩长度值

坝体名称	起调水位 156.0m 对应干滩长度 (m)	计算洪水位 157.43m 对应干滩长度 (m)
------	------------------------	--------------------------

主坝	952	779
1号副坝	1093	866
2号副坝	779	629
3号副坝	945	780
4号副坝	843	654
5号副坝	420	347
6号副坝	1158	1006
7号副坝	1346	1092
9号副坝	1280	1086
10号副坝	1210	1095
11号副坝	282	254

调洪演算结果显示，按照治理后的滩面条件，在排水系统正常运行条件下，一次24小时设计频率洪水入库后，尾矿库最小安全超高和最小干滩长度均可满足规范要求，尾矿库防洪能力可满足安全度汛要求。

采用明渠均匀流公式对排洪明渠的泄流能力进行了复核，在排洪明渠底宽1.6m，深度1.4m，坡度按照0.005控制条件下，排洪明渠泄流量为5.10m<sup>3</sup>/s，大于设计洪峰流量，能够满足排洪要求。

采用明渠均匀流公式对排水沟的泄流能力进行了复核，在排水沟底宽1.2m，沟内水深取0.7m，纵向坡度为0.5%，排水沟泄流量为1.65m<sup>3</sup>/s，大于计算洪峰流量1.49m<sup>3</sup>/s，能够满足排洪要求。

#### 2.4.4.2 库内排水设施

##### (1) 设计概况

排洪系统能够满足尾矿库闭库后稳定运行需求，闭库设计未对库内排水设施进行治疗。

##### (2) 建设概况

闭库后库内所用排水系统为5号框架式排水井和6号窗口式排水井。5#排水井布置

在 11#副坝西侧山沟内，排水井通过排洪管与排水隧洞相接，隧洞沿主坝南侧的山体内布置，出口位于主坝下游，与主坝间有一道山梁相隔，隧洞出口通过排水明渠与消力池相接，洪水最终排入下游自然河道。6 号回水井与 5#排水井相邻布置，回水井通过回水管与回水钢管相接，回水钢管布置在排水隧洞内。

5#排水井内径 4.1m，设 8 根立柱，立柱尺寸 410mm×500mm，圈梁厚度 350mm，圈梁间距 3m，排水井最低进水标高 151.5m，井顶标高 163.5m，井架高 12m。排水井与排水隧洞间采用排洪管连接，排洪管洞外长度 12m，洞内长度 15m，过水净断面为圆拱直墙型，净宽 2m，净高 2.5m，侧墙及底板厚均为 500mm，坡度 4%。排水隧洞进口标高 146.5m，出口标高 125m，纵坡约 1.3%，圆拱直墙型式，净宽 3m，直墙高 1.9m，净高 3.4m。排水隧洞进口采用扩大断面，净宽 5.1m，净高 4.05m，进口扩大段与常规洞段之间设置渐变段，长度为 15m。排水隧洞进、出口采用钢筋混凝土衬砌，衬砌壁厚 400mm，其余段根据围岩情况确定，I、II 类围岩不衬砌，III 类围岩采用锚喷支护，壁厚 100mm，IV、V 类围岩采用钢筋混凝土衬砌，衬砌壁厚 400mm。排水隧洞通过排水明渠与消力池相接，排水明渠为矩形断面，净断面尺寸：底宽 3m，深 3.4m，侧墙及底板厚度均为 400mm，基础设 100mm 厚垫层。消力池长 28m，宽 5m，呈台阶状布置，自下而上分为 5 个区段，1 号区段长度 10m，深度 3.4m；2 号区段长度 5m，深度 3.5m，3 号区段长度 5m，深度为 5m；1 号~3 号区段消力池壁厚和底板厚度均为 0.4m；4 号区段长度为 5m，深度为 6m，侧壁顶部厚度 0.4m，侧壁底部厚度 0.6m，底板厚度 0.6m；5 号区段长度为 3m，深度为 9m，侧壁顶部厚度 0.4m，侧壁底部厚度 0.8m，底板厚度 0.8m。

6#回水井内径 4.1m，井座顶标高 151.5m，井筒顶标高 161.5m，井高 10m，进水孔为楔形，内径 0.3m，外径 0.35m，每层设 12 个进水孔，每隔 350mm 高差设置一排进水孔。回水井与回水钢管间采用回水管连接，回水管洞外长度 16m，洞内长度 15m，过水净断面为圆形，内径 1.4m，底板厚 500mm，壁厚 350mm，坡度 4%。回水钢管为 D1420×16 螺旋焊钢管。

鞍山建博工程检测有限公司于 2023 年 6 月 5 日对该尾矿库排洪构筑物进行了质量检测，检测结论：鞍钢集团矿业有限公司风水沟尾矿库排水系统检测范围内混凝土结构现状基本完好。消力池、回水井、排水井等主体尺寸符合设计要求，结构表面平整光滑，未发现混凝土脱落及钢筋外露情况，未见结构变形、破坏、断裂、磨蚀、裂缝等现象；

排水隧洞主体结构未发现损坏、裂纹、变形、坍塌、磨蚀等情况；未发现淤堵等现象。尾矿库构筑物混凝土保护层厚度基本满足设计要求；尾矿库构筑物的混凝土强度不小于C30标准，满足设计要求。结构截面尺寸及配筋基本满足原设计要求。6号回水井井口至水面垂直度偏差为35mm。

通过现场踏勘和查阅排洪系统检测报告可知，该尾矿库排洪系统运行正常，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。

#### 2.4.4.3 排洪明渠

##### (1) 设计概况

根据滩面实际情况，在主坝南侧山体区段、6号副坝南侧山体区段和5号副坝东侧山体区段容易形成死水区。因此需要在以上部位增设排洪明渠。排洪明渠为钢筋混凝土结构，底宽1.6m，深度1.4m，侧壁顶宽0.15m，侧壁底宽0.25m，底板厚0.25m，坡度不小于0.005。

##### (2) 建设概况

在主坝南侧山体区段、6号副坝南侧山体区段和5号副坝东侧山体区段修建有排洪明渠。排洪明渠为钢筋混凝土结构，底宽1.6m，深度1.4m，侧壁顶宽0.15m，侧壁底宽0.25m，底板厚0.25m，坡度0.005。排洪明渠基础设100mm素混凝土垫层，每间隔20m设有一道伸缩缝，缝宽20mm，采用沥麻丝填塞。

#### 2.4.5 排渗设施

##### (1) 设计概况

闭库设计未新增排渗设施。

##### (2) 建设概况

主坝初期坝上游侧铺设指状排渗盲沟，沿主沟及支沟沟谷布设，梯形断面，底宽3m，顶宽6m，高度2m，主体结构为砾石，外包两层500g/m<sup>2</sup>土工布，盲沟上部铺设规格为500×1000×250mm无砂混凝土砌块，并在砌块上层铺设300mm的保护层。堆积坝108m标高滩面内设有竖向排渗井，为钢筋混凝土结构，底部与排渗盲沟连接，排渗井顶标高106m，共计111眼。堆积坝128.05m标高和135.5设有水平排渗设施，由渗水收集管及渗水导排管组成。堆积坝145m、155m标高设有水平排渗盲沟，盲沟采用砾石填

充，内部设置一道渗水钢管，钢管侧壁人工梅花形钻孔，外包一层 250g/m<sup>2</sup>土工布。渗水钢管与导水钢管采用三通连接，导水钢管间距 200m。

1 号副坝基础坝顶 130m 标高平台设有 1 眼辐射井，井深 9m，内径 3m，壁厚 300mm，结构型式采用 C25 钢筋混凝土结构，在辐射井上游侧水平面内均匀布置 18 根排渗管。排渗管长度 55m，以坡度 3%向井内倾斜。在堆积坝外坡设有槽孔管排渗设施，槽孔管排渗采用 PE 管，外径 75mm，壁厚 6mm，外裹白铁网，管壁平行于排渗管轴线方向开有 12 个渗流槽，槽宽 10mm，槽底间隔 100mm 设有直径 8mm 的渗水孔。槽孔管共布设 13 根。堆积坝 140m、150m 标高设有水平排渗盲沟，结构型式与主坝 140m、155m 标高排渗盲沟相同。

2 号副坝堆积坝 130m 标高平台设有水平排渗设施，由渗水收集管及渗水导排管组成。堆积坝 130m 标高平台设有 1 眼辐射井，井深 13m，内径 3m，壁厚 300mm，结构型式采用 C25 钢筋混凝土结构，在辐射井上游侧水平面内均匀布置 32 根排渗管，排渗管长度 20~100m，以坡度 3%向井内倾斜。堆积坝 140m、147.5m 和 155m 标高设有水平排渗盲沟，结构型式与主坝 140m、155m 标高排渗盲沟相同。

3 号、4 号副坝补建浆砌石坝基位置设有纵横向排渗盲体，纵向排渗盲体间距 3.5m，共布置 5 道，横向排渗盲体间距 15m，排渗盲体内径均为 0.2m，外包一层 250g/m<sup>2</sup>土工布。坝前堆积坝体内部 142m 标高各设置有一道排渗盲沟，盲沟采用砾石填充，内部设置一道内径 0.2m 的塑料排渗盲体，外包一层 250g/m<sup>2</sup>土工布。排渗盲管与导流管连接，导流管间距 30m。沿排渗盲沟轴线每隔 10m 设有一道竖向排渗体。堆积坝 155m 标高设置有一道排渗盲沟，盲沟采用砾石填充，内部设置一道内径 0.2m 的塑料排渗盲体，外包一层 250g/m<sup>2</sup>土工布。排渗盲管与导流管连接，导流管间距 30m。

5 号副坝 147.5m 标高尾砂平台设有 1 眼辐射井，井深 16m，内径 3m，壁厚 300mm，结构型式采用 C25 钢筋混凝土结构，在辐射井上游侧水平面内均匀布置 18 根排渗管。排渗管长度 55m，以坡度 3%向井内倾斜。在堆积坝外坡设有槽孔管排渗设施，槽孔管排渗采用 PE 管，外径 75mm，壁厚 6mm，外裹白铁网，管壁平行于排渗管轴线方向开有 12 个渗流槽，槽宽 10mm，槽底间隔 100mm 设有直径 8mm 的渗水孔。槽孔管共布设 11 根。在尾砂平台内部 138m 标高设置有一道水平排渗沟，渗水井与排渗沟连通，渗水井底标高 137m，顶标高 140.5m，井高 3.5m。堆积坝 140m、147.5m 和 155m 标高设有水平排渗盲沟，结构型式与主坝 140m、155m 标高排渗盲沟相同。

6号副坝浆砌石坝顶面 155m 标高尾砂平台设有 4 眼渗水井，在尾砂平台内部 151m 标高设置一道水平排渗盲沟，渗水井与排渗盲沟连通。渗水井底部标高 150m，顶部标高 155.5m，井高 5.5m。堆积坝 155m 标高设有一道水平排渗盲沟，结构型式与 3 号、4 号副坝 155m 标高排渗盲沟相同。

9号副坝初期坝顶面 155m 标高尾砂平台设有 1 眼渗水井，在尾砂平台内部 151m 标高设置一道水平排渗盲沟，渗水井与排渗盲沟连通。渗水井底部标高 150m，顶部标高 155.5m，井高 5.5m。堆积坝 155m 标高设有一道水平排渗盲沟，结构型式与主坝 140m、150m 标高排渗盲沟相同。

11号副坝二期基础坝底部设有一道碎石排渗盲沟，倒梯形，底宽 4m，高 2m，两侧边坡比 1:0.5，采用级配碎石填充，碎石外包 250g/m<sup>2</sup>土工布。

## 2.4.6 安全监测

### (1) 设计概况

#### ①人工位移监测设施

主坝最终堆积标高 160m 布设 3 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 3 个监测点。1 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。2 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。3 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。4 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。5 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。6 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。9 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。10 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。11 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。

在主坝与 1 号副坝交界位置、10 号副坝左侧及 11 号副坝右侧、6 号副坝右侧、主坝左侧以及 9 号副坝右侧设置 6 个工作基点。

#### ②人工浸润线监测设施

主坝 155m 标高平台布设 3 个浸润线监测孔，1 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，2 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，3 号副坝 155m 标高平台布

设 2 个浸润线监测孔，4 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，5 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，6 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，9 号副坝 155m 标高平台布设 1 个浸润线监测孔，10 号副坝 160m 标高平台布设 1 个浸润线监测孔，11 号副坝下游坝脚附近布设 1 个浸润线监测孔。

主坝观测孔深 20m，1 号副坝和 5 号副坝观测孔深 12m，2 号副坝观测孔深 8m，3 号~10 号副坝观测孔深 6m。

### ③在线表面位移监测设施

主坝最终堆积标高 160m 布设 3 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。1 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。2 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。3 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。4 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。5 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。6 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。9 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点。10 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点。11 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点。基准点利用现有在线监测设施基准点。

### ④在线内部位移监测设施

主坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，1 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，2 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，5 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点。每个内部位移监测点附近设置一个监测分站，内部设置一台数采，通道数量与传感器数量相匹配，共 5 台采集仪，30 支测斜仪。

### ⑤在线浸润线监测设施

主坝堆积坝 90m、108m、121m、135m 及 155m 标高平台各增设 1 个监测点，1 号副坝 155m 标高平台布设 2 个监测点，2 号副坝 147.5m 和 160m 标高平台各增设 2 个监测点，3 号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，4 号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，5 号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，6 号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，9 号副坝 155m 标高平台布设 1 个监测点，10 号副坝 160m 标高平台布设 1 个监测点，11 号副坝下游坝脚附近布设 1 个监测点。

主坝观测孔深 20m，1 号副坝和 5 号副坝观测孔深 12m，2 号副坝观测孔深 8m，3

号~10号副坝观测孔深6m。

⑥干滩监测

将在线干滩监测点移设至临时拦砂子堤附近。

⑦视频监控

在160m宽顶平台内边线增设7套视频监控，在进出尾矿库道路路口增设5个视频监控。排水井和值班室内设置的视频监控更换为带有拾音和对讲功能的视频监控。

(2) 建设概况

①人工位移监测设施

主坝160m标高布设有3个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有3个监测点。1号副坝160m标高布设有2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有2个监测点。2号副坝160m标高布设有2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有2个监测点。3号副坝160m标高布设有2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有2个监测点。4号副坝160m标高布设有2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有2个监测点。5号副坝160m标高布设有2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有2个监测点。6号副坝160m标高布设有1个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有1个监测点。9号副坝160m标高布设有1个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设有1个监测点。10号副坝160m标高布设有1个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设有1个监测点。11号副坝160m标高布设有1个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设有1个监测点。

在主坝与1号副坝交界位置、10号副坝左侧及11号副坝右侧、6号副坝右侧、主坝左侧以及9号副坝右侧设置6个工作基点。

位移监测点和基准点均为C20钢筋混凝土结构，监测点地面以上高度1.2m，地面以下至冻土层以下0.5m。基准点地面以上高度1.2m，地面以下高度0.5m。

②人工浸润线监测设施

主坝155m标高平台布设有3个浸润线监测孔，监测孔深20m。1号副坝155m标高平台布设有2个浸润线监测孔，监测孔深12m。2号副坝155m标高平台布设有2个浸润线监测孔，监测孔深8m。3号副坝155m标高平台布设有2个浸润线监测孔，监测孔深6m。4号副坝155m标高平台布设有2个浸润线监测孔，监测孔深6m。5号副坝155m标高平台布设有2个浸润线监测孔，监测孔深12m。6号副坝155m标高平台布设有2个浸润线监测孔，监测孔深6m。9号副坝155m标高平台布设有1个浸润线监测孔，

监测孔深 6m。10 号副坝 160m 标高平台布设有 1 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。11 号副坝下游坝脚布设有 1 个浸润线监测孔。

观测孔成孔直径 300mm，内设滤水管，管周回填砂滤料。滤水管为 DN100PVC 塑料管，每间隔 100mm 开一排孔，孔径 20mm，外包 250g/m<sup>2</sup>土工布，管外填充 100mm 厚粗砂滤料。

### ③在线表面位移监测设施

主坝 160m 标高布设有 3 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶设有 1 个监测点。1 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。2 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。3 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。4 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点。5 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。6 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。9 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点。10 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点。11 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点。基准点利用现有在线监测设施基准点。

### ④在线内部位移监测设施

主坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，1 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，2 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，5 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点。每个内部位移监测点附近设置一个监测分站，内部设置一台数采，通道数量与传感器数量相匹配，共 5 台采集仪，30 支测斜仪。

### ⑤在线浸润线监测设施

主坝堆积坝 90m、108m、121m、135m 及 155m 标高平台各增设 1 个监测点，1 号副坝 155m 标高平台布设 2 个监测点，2 号副坝 147.5m 和 160m 标高平台各增设 2 个监测点，3 号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，4 号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，5 号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，6 号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，9 号副坝 155m 标高平台布设 1 个监测点，10 号副坝 160m 标高平台布设 1 个监测点，11 号副坝下游坝脚附近布设 1 个监测点。

主坝观测孔深 20m，1 号副坝和 5 号副坝观测孔深 12m，2 号副坝观测孔深 8m，3 号~10 号副坝观测孔深 6m。

### ⑥干滩监测

22 个干滩监测点均已移设至临时拦砂子堤附近。

### ⑦视频监控

在 160m 宽顶平台内边线设有 7 套视频监控，在进出尾矿库道路路口设有 5 个视频监控。排水井和值班室内设置的视频监控已更换为带有拾音和对讲功能的视频监控。

### (3) 监测数据分析

通过对在线位移监测与人工位移监测数据对比分析可知，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。

通过在线浸润线监测与人工浸润线监测数据对比分析可知，各监测点的浸润线埋深均满足控制浸润线埋深的要求，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。



图 2-6 人工表面位移监测点



图 2-7 表面位移监测基点



图 2-8 人工浸润线观测孔



图 2-9 在线表面位移监测点



图 2-10 在线浸润线监测点



图 2-11 在线内部位移监测点



图 2-12 在线浸润线监测点



图 2-13 在线浸润线监测点

#### 2.4.7 辅助设施

##### (1) 设计概况

##### ①交通道路

风水沟尾矿库主坝、11号坝、5号坝、2号副坝、原集中泵站位置已设有上坝道路，且库区已建成160m标高的联络道路，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。

##### ②通讯设施

尾矿库环库在主坝和各个副坝位置均设置有值班室，共计11个。每个值班室都有固定电话一部、对讲机系统一套，可以满足尾矿库闭库后的需要。建议将对讲机系统进行补充和完善，实现全覆盖。

##### ③照明设施

在尾矿坝坝顶设有电杆照明设施，能够满足夜间巡视检查及应急抢险的要求。

##### ④管理站

企业于2019年新建了集控室，建筑面积为562.3m<sup>2</sup>。集控室为框架结构多层建筑，

一层为厨房、餐厅、值班、更衣、沐浴、会议等生活设施，二层为办公室、集控室、值班室等办公设施，三层为水箱间。集控室生活用水由专用水车送至用水地点，经供水泵供至楼顶生活水箱。集控室固定电话通过数字中继线引自厂区电话网。

现有尾矿生产管理设施可以满足闭库后的需要。

#### ⑤报警系统

风水沟尾矿库主坝和各个副坝值班室均设置有报警系统，库区现有报警系统及相关配套设施齐全，已使用多年。设计在进、出尾矿库道路路口增加 5 个报警器。

#### ⑥防护栏

在主坝、1 号副坝、2 号副坝、5 号副坝、9 号副坝、10 号副坝及 11 号副坝坝肩部位及 6 号副坝东侧区域设置库周防护栏。

### (2) 建设概况

#### ①交通道路

尾矿库设有上坝道路及 160m 标高环库道路，道路连接主坝及各副坝坝顶、管理站、库内排洪系统，不位于尾矿坝外坡及生产安全事故影响区域。库内排水井与道路间采用浮桥连接，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。

#### ②通讯设施

尾矿库环库在主坝和各个副坝位置均设置有值班室，共计 11 个。每个值班室都有固定电话一部、对讲机系统一套，可覆盖全库区。

#### ③照明设施

在尾矿坝坝顶设有电杆照明设施，能够满足夜间生产作业、巡视检查及应急抢险的要求。

#### ④管理站

在主坝南侧建有尾矿库管理站，建筑面积为 562.3m<sup>2</sup>。为框架结构多层建筑，一层为厨房、餐厅、值班、更衣、沐浴、会议等生活设施，二层为办公室、集控室、值班室等办公设施，三层为水箱间。生活用水由专用水车送至用水地点，经供水泵供至楼顶生活水箱。集控室固定电话通过数字中继线引自厂区电话网。

#### ⑤报警系统

主坝和各个副坝值班室均设置有报警系统，在进、出尾矿库道路路口设有 5 个报警

器。

#### ⑥防护栏

在主坝、1号副坝、2号副坝、5号副坝、9号副坝、10号副坝及11号副坝坝肩部位及6号副坝东侧区域设有库周防护栏。



图 2-14 防护栏

### 2.4.8 个人安全防护

#### (1) 设计概况

为所有工作人员配备安全帽、一般防护服（每年一套）、绝缘鞋（每年一双）、手套（每月一副）、口罩等。

#### (2) 建设概况

建设单位为尾矿库管理人员配备了防尘口罩、手套、胶鞋、劳保服、安全帽等劳动保护用品。

### 2.4.9 安全标志

#### (1) 设计概况

为加强闭库后尾矿库的安全管理，企业在库区周边显著的地方及易发生危险位置设有安全标识牌，包括尾矿库概况、警示牌及避灾路线。

#### (2) 建设概况

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。

警示牌内容包括“禁止放牧”“禁止采石”“禁止驶入”“当心坠落”等。在进库入口处设置有尾矿库概况标识牌和避灾路线图。

#### 2.4.10 安全管理

##### (1) 企业证照

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂有鞍山市工商行政管理局核发的《营业执照》，有效期限：1993年4月23日至长期；其尾矿库有辽宁省应急管理厅核发的《安全生产许可证》。有效期：2023年4月19日至2026年4月18日。均在有效期内。

企业主要负责人及安全管理人员有安全管理人员资格证，尾矿工、电工、焊工有特种作业操作证，均在有效期内。

##### (2) 安全管理机构、安全管理人员及注册安全工程师配备

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂成立了安全生产管理机构—安全管理室，以红头文件齐选安委发[2024]3号形式下发。安全管理室配备了4名安全管理人员，有2名注册安全工程师参与安全管理工作。

##### (3) 技术管理人员

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂配备有2名尾矿库专业技术人员，技术人员基本信息如下：

李刚：毕业于武汉工程大学，矿物加工工程专业，本科学历，具备选矿工程师技术职称。

刘新刚：毕业于山东理工大学，矿物资源工程专业，本科学历，具备选矿工程师技术职称。

##### (4) 安全生产责任制、安全管理制度及安全操作规程

企业编制有全员安全生产责任制、安全管理制度及岗位安全操作规程，相关责任制、制度及操作规程较为齐全。安全生产责任制主要包含各级领导、职能部门、员工岗位的安全生产责任制。安全管理制度主要包括日常安全检查制度、防汛及度汛工作制度、消防制度及档案管理制度。安全操作规程包含尾矿工岗位安全操作规程、电工岗位安全操作规程等。

##### (5) 生产安全事故应急预案

企业于2025年9月5日对《生产安全事故综合应急预案》《尾矿库事故专项应急

预案》等预案进行了修订，修订后的应急预案已在辽宁省应急管理厅备案，成立了应急救援组织机构，设置了应急救援抢险人员，配备有齐全的应急物资。于 2025 年 5 月 15 日进行了尾矿库事故应急演练，对演练情况进行了评估，存有演练记录。

(6) 双重预防机制建设情况

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿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。在尾矿库区域设置了安全风险公告栏、安全风险四色分布图等标志标识。

(7) 安全生产标准化

该尾矿库由沈阳万益安全科技有限公司于 2024 年 5 月进行了安全生产标准化复评，达到二级安全生产标准化要求。

(8) 保险

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂为尾矿库员工缴纳了工伤保险及安全生产责任险。

(9) 其他

建立了职工健康档案；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。

2.4.11 安全设施投入

安全设施总投资额 27041.41 万元。

表 2-7 安全设施投入

序号	工程或费用名称	价值（万元）
1	拦水子堤	16552.58
2	拦砂子堤	813.78
3	排水沟	4900.31
4	滩面抑尘及坝坡绿化	4241.04

5	安全监测设施	402.70
6	辅助设施及应急器材等	76.00
7	安全标志及库周防护设施	55.00
15	合计	27041.41

#### 2.4.12 设计变更

变更内容见表 2-8。

表 2-8 设计变更内容

变更 1：排水沟变更
自现状坝顶标高 160m 起对现状滩面约 50~350m 区域按照 0.7%~1.0%坡度向库外方向设置排水沟。
变更 2：增设库外排洪明渠
在主坝南侧山体区段、6 号副坝南侧山体区段和 5 号副坝东侧山体区段增设排洪明渠。
变更 3：拦水子堤
取消拦水子堤临尾砂侧反滤结构层，其余参数不变。
变更 4：监测设施
<p>(1) 将 2 号副坝 130m 标高平台上的在线浸润线监测点位 S25 和 S26 迁移至 160m 标高。</p> <p>(2) 人工位移监测点及工作基点详图进行优化调整，详见施工图。</p> <p>(3) 因变更设计 160m 标高滩面变化，受影响的在线监测基础需要移设调整。</p> <p>(4) 增设 17 个人工位移监测点，6 个在线表面位移监测点和 3 个观测基点。</p> <p>(5) 因变更设计 160m 标高滩面变化，将在线干滩监测点位置进行优化调整。</p> <p>(6) 调整及新增的监测设施详见施工图。</p>

#### 2.5 施工监理概况

该尾矿库闭库工程的施工单位为鞍钢矿山建设有限公司，该公司具有矿山工程施工总承包壹级资质，资质满足要求，资质证书及安全生产许可证均在有效期内，编制了施工总结报告；监理单位为河北三环工程咨询有限公司，该公司具有工程监理综合资质，资质满足要求，资质证书在有效期内，编制了监理总结报告。

此次闭库工程施工内容包括：（1）通过修建拦砂子堤和拦水子堤最大化利用库容；（2）滩面修建纵向排水沟和竖向排水沟；（3）坝面排水沟续建和修复；（4）覆土植被绿化；（5）排洪明渠；（6）新增人工和在线监测设施；（7）库周防护栏。工程开工日期为 2024 年 10 月 2 日，竣工日期为 2025 年 7 月 30 日。

工程开工前，施工单位编制了周密的施工组织计划工作，并做了施工前期的测量和试验工作。施工过程中，定期对工程进行测量定位、试验验证施工质量，及时对工程用材料、分部、分项工程、隐蔽工程组织验收，有较完整的施工日志和技术资料。监理单位每月编制监理月报，总结工程进度和施工质量等问题，保证工程顺利进行。

鞍钢矿山建设有限公司在施工过程中按照规定对原材料进行了检测、检验，出具了检测检验报告单，合格率为 100%。为本项目配备了项目经理、项目副经理、项目总工，下设工程管理部、综合部、合同经营部、物资管理部、质量管理部、安全环保部等职能部门。投入了挖掘机、推土机、振捣棒、坡面夯实器等机械设备。河北三环工程咨询有限公司施工过程进行了全方位的监理，发现问题及时提出，及时解决，保证了施工质量达到要求，经监理单位人员检查，施工单位内业资料齐全，工程质量合格。

工程竣工后，监理及施工单位积极进行施工资料的整理收集，做出了施工档案和监理档案，为尾矿库的验收提供了较为完整的材料。由工程竣工验收结论可知：该工程资料真实齐全规范，评定合格，建设单位组织各单位对工程进行验收，工程施工与设计相符，工程质量符合国家施工验收标准、规范及强制性条文标准，该工程质量等级符合国家标准，同意该工程竣工验收交付使用。

详细内容见施工档案和监理档案。

## 2.6 安全设施概况

表 2-9 安全设施目录表

基本安全设施	备注	
1 尾矿坝	主坝	利旧
	1 号副坝	利旧
	2 号副坝	利旧
	3 号副坝	利旧

	4号副坝	利旧
	5号副坝	利旧
	6号副坝	利旧
	7号副坝	利旧
	9号副坝	利旧
	10号副坝	利旧
	11号副坝	利旧
	临时拦砂子堤	新建
	拦水子堤	新建
2 尾矿库库内排水设施	排水井	利旧
	排水隧洞	利旧
	消力池	利旧
	排洪明渠	新建
3 尾矿库库周截排洪设施	无	
4 坝面防护设施	护坡	利旧
	坝面排水沟	利旧和新建
	坝肩排水沟	利旧和新建
	滩面排水沟	新建
5 辅助设施	尾矿库交通道路	利旧
	尾矿库照明设施	利旧
	通信设施	利旧
专用安全设施		
1 尾矿库地质灾害与雪崩防护设施	无	
2 尾矿库安全监测设施	库区气象监测设施	利旧

	库水位监测设施	利旧
	干滩监测设施	利旧
	坝体表面位移监测设施	利旧和新建
	坝体内部位移监测设施	利旧和新建
	坝体渗流监测设施	利旧和新建
	视频监控设施	利旧和新建
	在线监测中心	利旧
3 尾矿坝坝体排渗设施	自流式排渗管	利旧
	辐射井	利旧
	排渗盲沟	利旧
4 干式尾矿汽车运输	无	
5 干式尾矿皮带运输	无	
6 库内回水浮船、运输船防护设施	无	
7 辅助设施	尾矿库管理站	利旧
	报警系统	利旧和新建
	库区安全护栏	新建
	矿山、交通、电气安全标志	利旧和新建
8 应急救援器材及设备	略	
9 个人安全防护用品	略	

### 3. 安全设施符合性评价

根据施工图、设计变更、变更通知单、安全设施设计和有关法律、法规、标准、规范等有关规定，结合现场实际检查、竣工验收资料、施工记录、监理记录等相关资料，针对建设项目实际方案，对各个单元选用安全检查表法进行评价。主要检查安全设施、设备、装置、安全措施和管理等是否符合规定，分析评价其安全有效性，对各评价单元评价总结。

#### 3.1 安全设施“三同时”程序

根据国家相关的法律、法规、标准和规范的相关要求，采用安全检查表法对尾矿库建设单位的合法证件，对项目安全设施设计、勘察、施工及监理等建设程序和相关资质的合法性进行评价，详见表 3-1。

表 3-1 安全设施“三同时”程序合法性检查表

序号	检查项目	检查类别	检查内容及检查方法	检查依据	检查情况	检查结果
1	“三同时”情况					
1.1	安全现状评价	△	检查内容：是否进行闭库前的安全现状评价。	《尾矿库安全监督管理规定》第二十九条	委托沈阳万益安全科技有限公司进行了尾矿库闭库前的安全现状评价。	合格
1.2	安全设施设计	■	检查内容：安全设施设计是否经过相应的安全监管部门审批；存在重大变更的，是否经原审查部门审查同意。 检查方法：查阅安全设施设计批复文件及重大	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》第十四条、第十五条	《闭库工程建设项目安全设施设计》经辽宁省应急管理厅组织专家审查通过，2023年7月10日取得了《辽宁省应急管理厅关于鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库	合格

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程建设项目安全设施验收评价报告

序号	检查项目	检查类别	检查内容及检查方法	检查依据	检查情况	检查结果
			设计变更批复文件。		工程建设项目安全设施设计的批复》（辽应急函字〔2023〕21号），该项目设计变更中无重大设计变更。	
1.3	项目完工	■	检查内容：建设项目竣工验收前，是否按照批准的《安全设施设计》完成全部的安全设施，单项工程验收合格。 检查方法：查阅单项工程验收资料。	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》第二十三条	该尾矿库已按照批复的《闭库工程建设项目安全设施设计》完成全部的安全设施，2025年7月30日组织了交工验收，单位工程验收合格，共8个分部工程均验收合格，达到竣工验收要求。	合格
2	相关单位资质					
2.1	设计单位	■	检查内容：《安全设施设计》是否由具有相应资质的设计单位编制。 尾矿库的设计单位应当具有金属非金属矿山工程设计资质，一等、二等、三等尾矿库建设项目，其设计单位应当具有甲级资质。 检查方法：查阅施工设计资质证书。	《尾矿库安全监督管理规定》第十条	该尾矿库等别为二等，《闭库工程建设项目安全设施设计》由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司编制，该公司具有工程设计冶金行业甲级资质，有效期至2029年11月19日。	合格
2.2	施工单位	■	检查内容：安全设施是否由具有相应资质的施工单位施工。 尾矿库的施工单位应当具有矿山工程施工资质，一等、二等、三等尾矿库建设项目，其施工单位应当具有总承包一级或者特级资质。	《尾矿库安全监督管理规定》第十条	该尾矿库等别为二等，闭库工程的施工单位为鞍钢矿山建设有限公司，该公司具有矿山工程施工总承包壹级资质，证书编号：D121048204，有效期至2028年12月22日。	合格

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程建设项目安全设施验收评价报告

序号	检查项目	检查类别	检查内容及检查方法	检查依据	检查情况	检查结果
			检查方法：查阅施工单位资质证书。			
2.3	监理单位	△	<p>检查内容：施工过程是否由具有相应资质的监理单位进行监理。</p> <p>尾矿库的监理单位应当具有矿山工程监理资质，一等、二等、三等尾矿库建设项目，其监理单位应当具有甲级资质。</p> <p>检查方法：查阅监理单位资质证书。</p>	《尾矿库安全监督管理规定》第十条	该尾矿库等别为二等，闭库工程的监理单位为河北三环工程咨询有限公司，该公司具有工程监理综合资质，证书编号：E113003783-4/1，有效期至2028年12月11日。	合格
3	工程地质勘察	△	<p>检查内容：是否由具有相应资质地质勘察单位进行工程地质勘察。</p> <p>尾矿库的勘察单位应当具有矿山工程或者岩土工程类勘察资质。一等、二等、三等尾矿库建设项目，其勘察单位应当具有甲级资质。</p> <p>检查方法：查阅勘察单位资质证书。</p>	《尾矿库安全监督管理规定》第十条	该尾矿库等别为二等，由东北岩土工程勘察有限公司进行了闭库工程地质勘察，该公司具有工程勘察综合资质，资质证书编号：B121015844-6/1，有效期至2030年5月12日。	合格
4	建筑材料质量保证资料	△	<p>检查内容：建筑材料有无具有出厂合格证，检测检验是否符合国家有关规定。</p> <p>检查方法：查阅建筑材料出厂合格证及其他由检测部门出具的检测合格报告。</p>	《尾矿设施施工及验收规范》第1.0.7条	钢筋具有产品质量证明书，进场后进行了见证取样检测，由鞍山建博工程检测有限公司出具了检测合格报告。混凝土为商品混凝土，具有出厂合格证。PVC管具有产品合格证和出厂检验报告。高精度ABS测斜管具有产品合格证和出厂检验报告。防护网具有产品合格证和出厂检测报告。	合格

注：检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

**小结：**

依据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第36号）、《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第38号）及《国家安监总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的指导意见》（安监总管一〔2016〕14号）等文件要求，通过查阅相关文件、资料和档案，对该尾矿库建设项目安全设施“三同时”程序的符合性进行了7项检查，全部合格，故评价组综合评价认定，该尾矿库建设项目程序合法，具备竣工验收的必备条件。

**3.2 尾矿坝**

本单元采用安全检查表法对尾矿坝进行符合性评价，详见表 3-2。

表 3-2 尾矿坝工程符合性检查表

序号	检查项目	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
1	拦砂子堤（终期）					
1.1	平面位置	△	终期拦砂子堤轴线控制点坐标见施工图 SZ5-2022N009ST03JC01-29。	《施工图》 《安全设施设计》	终期拦砂子堤轴线位置与施工图一致，控制点坐标详见竣工图。	合格
1.2	宽顶平台	△	拦砂子堤和分隔子堤形成分隔池，在分隔池内分散放矿，逐步填满分隔池，填满后向库内迁移，逐步形成 300~600m 宽顶平台。	《施工图》 《安全设施设计》	宽顶平台已形成，宽度 300~600m。	合格
2	拦水子堤					

鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程建设项目安全设施验收评价报告

序号	检查项目	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
2.1	坝址	△	一期拦水子堤轴线控制点共 14 个，二期拦水子堤轴线控制点共 14 个，控制点坐标详见施工图 SZ5-2022N009ST01JC01-03、05。	《施工图》 《安全设施设计》	一期、二期拦水子堤轴线位置与施工图一致，控制点坐标详见竣工图。	合格
2.2	坝体型式	△	透水堆石坝。	《施工图》 《安全设施设计》	透水堆石坝。	合格
2.3	结构尺寸	△	一期拦水子堤堤顶标高 153.5m，堤顶宽度 6.0m，内外坡比不小于 1:1。二期拦水子堤堤顶标高 156.5m，堤顶宽度 6.0m，内外坡比不小于 1:1。	《施工图》 《变更通知单》 《安全设施设计》	一期拦水子堤堤顶标高 153.5m，堤顶宽度 6.0m，内外坡比均为 1:1。二期拦水子堤堤顶标高 156.5m，堤顶宽度 6.0m，内外坡比均为 1:1。	合格
2.4	坝基处理	△	采用废石进行抛填挤淤，厚度约为 1.0m。	《施工图》 《安全设施设计》	采用废石进行抛填挤淤，厚度大于 1.0m。	合格
2.5	筑坝材料	△	采用山体清挖废石土或排岩废石，石料粒径 40~200mm。	《施工图》 《安全设施设计》	采用排岩废石，石料粒径 40~200mm。	合格
3	滩面排水沟					
3.1	平面位置	△	滩面纵向排水沟控制点共 142 个，竖向排水沟控制点共 136 个，控制点坐标详见施工图 SZ5-2025N017ST01JC01-07~08。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	滩面纵向和竖向排水沟平面位置与施工图一致，控制点坐标详见竣工图。	合格
3.2	型式	△	纵向和竖向排水沟。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	纵向和竖向排水沟。	合格

序号	检查项目	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
3.3	结构尺寸	△	纵向排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚150mm，坡向两侧竖向排水沟，坡度不小于0.5%。竖向排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，9号副坝区域和6号副坝区域分别有4条和6条排水沟的净断面尺寸：1.6m（宽）×1.4m（深），侧墙厚150~250mm，底板厚250mm，其余排水沟的净断面尺寸：1.2m（宽）×1.0m（深），壁厚150mm，坡向库外，主坝和7号副坝区域坡度0.7~1.0%，1号副坝区坡度0.7~1.3%，2号副坝区域坡度1.4~1.6%，3号副坝区域坡度0.9~1.6%，4号副坝区域坡度2.3~3.0%，6号副坝区域坡度1.1~1.3%，9号副坝区域坡度0.7~1.0%，10号副坝区域坡度2.1~2.7%。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	纵向排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚150mm，坡向两侧竖向排水沟，坡度0.5%。竖向排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，9号副坝区域和6号副坝区域分别有4条和6条排水沟的净断面尺寸：1.6m（宽）×1.4m（深），侧墙厚150~250mm，底板厚250mm，其余排水沟的净断面尺寸：1.2m（宽）×1.0m（深），壁厚150mm，坡向库外，主坝和7号副坝区域坡度0.7~1.0%，1号副坝区坡度0.7~1.3%，2号副坝区域坡度1.4~1.6%，3号副坝区域坡度0.9~1.6%，4号副坝区域坡度2.3~3.0%，6号副坝区域坡度1.1~1.3%，9号副坝区域坡度0.7~1.0%，10号副坝区域坡度2.1~2.7%。	合格
3.4	钢筋、混凝土的强度	△	HPB300钢筋，C30混凝土。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	隐蔽工程验收记录显示施工中使用的钢筋强度等级为HRB400，大于设计要求。施工中使用的混凝土为商品混凝土，出厂合格证、混凝土配合比设计报告、开盘鉴定报告显示混凝土的强度等级为C30，由鞍山建博工程检测有限公	合格

序号	检查项目	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
					司对混凝土试块进行了抗压强度检测，检测结果合格。	
3.5	混凝土的抗冻、抗渗	△	抗渗等级 W6，抗冻等级 F200。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	施工中使用的混凝土为商品混凝土，出厂合格证、混凝土配合比设计报告、开盘鉴定报告显示混凝土的抗渗等级为 W6，抗冻等级为 F200，由鞍山建博工程检测有限公司对混凝土试块进行了抗渗、抗冻检测，检测结果合格。	合格
3.6	基础处理	△	基础设 100mm 厚 C15 混凝土垫层。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	基础设有 100mm 厚 C15 混凝土垫层。	合格
3.7	伸缩缝	△	每隔 20~25m 设一道伸缩缝，伸缩缝用沥青油麻填塞，宽 20mm，深 50mm。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	排水沟每隔 20m 设一道伸缩缝，缝宽 20mm，深 50mm，缝内采用沥青油麻填塞。	合格
4	临时拦砂子堤					
4.1	平面位置	△	临时拦砂子堤轴线控制点坐标见施工图 SZ5-2025N017ST01JC01-19。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	临时拦砂子堤轴线位置与施工图一致，控制点坐标详见竣工图。	合格
4.2	筑坝材料	△	筑坝材料为尾砂。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	筑坝材料为尾砂。	合格

序号	检查项目	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
4.3	结构尺寸	△	子堤内外坡比均为 1:1.5，堤顶宽度 5.0m，堤顶铺设 0.5m 厚碎石垫层。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	子堤内外坡比均为 1:1.5，堤顶宽度 5.0m，堤顶铺设 0.5m 厚碎石垫层。	合格
5	排水沟修复和续建					
5.1	平面位置	△	主坝及各个副坝两侧坝肩排水沟和坝面竖向排水沟需要续建至标高 160m。主坝 90~108m 标高纵向排水沟需要延伸至右侧坝肩部位并接入坝肩排水沟。主坝早期局部排水沟需进行修复加固，修复长度约 700m。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	主坝及各个副坝两侧坝肩排水沟和坝面竖向排水沟已续建至标高 160m。主坝 90~108m 标高纵向排水沟已延伸至右侧坝肩部位并接入坝肩排水沟。主坝局部破损的排水沟进行了拆除重建，总长度约 700m。	合格
5.2	结构尺寸	△	续建坝肩排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：1.0m（宽）×1.2m（深），壁厚 150mm。续建和修复的纵向、竖向排水沟断面尺寸相同，钢筋混凝土结构，矩形断面，竖向排水沟净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm，纵向排水沟净断面尺寸：0.6m（宽）×0.8m（深），壁厚 150mm。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	续建坝肩排水沟为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：1.0m（宽）×1.2m（深），壁厚 150mm。续建和修复的纵向、竖向排水沟断面尺寸相同，钢筋混凝土结构，矩形断面，竖向排水沟净断面尺寸：0.8m（宽）×1.0m（深），壁厚 150mm，纵向排水沟净断面尺寸：0.6m（宽）×0.8m（深），壁厚 150mm。	合格
5.3	钢筋、混凝土的强度	△	HPB300 钢筋，C30 混凝土。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	隐蔽工程验收记录显示施工中使用的钢筋强度等级为 HRB400，大于设计要求。施工中使用的混凝土为商品混凝土，出厂合格证、混凝土	合格

序号	检查项目	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
					配合比设计报告、开盘鉴定报告显示混凝土的强度等级为 C30，由鞍山建博工程检测有限公司对混凝土试块进行了抗压强度检测，检测结果合格。	
5.4	混凝土的抗冻、抗渗	△	抗渗等级 W6，抗冻等级 F200。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	施工中使用的混凝土为商品混凝土，出厂合格证、混凝土配合比设计报告、开盘鉴定报告显示混凝土的抗渗等级为 W6，抗冻等级为 F200，由鞍山建博工程检测有限公司对混凝土试块进行了抗渗、抗冻检测，检测结果合格。	合格
5.5	基础处理	△	基础设 100mm 厚 C15 混凝土垫层。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	基础设有 100mm 厚 C15 混凝土垫层。	合格
6	植被绿化	△	滩面覆盖一层厚度不小于 300mm 的山皮土，再在山皮土上种植灌木植物和播撒草种进行绿化。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	滩面覆土厚度不小于 300mm，种植灌木植物和播撒草籽进行绿化。	合格

注：检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

#### 小节：

依据《施工图》《设计变更》《变更通知单》《安全设施设计》、竣工图、实际施工记录、现场检查及测量和查阅竣工验收资料，并参照相关法律、法规、规程、规范要求，对尾矿坝工程主要项目的设计符合性共进行了 21 项检查，全部合格，故评价组综合评价认定，

尾矿坝工程按照设计施工，施工质量合格。

### 3.3 防排洪系统

本单元采用安全检查表法对防排洪系统进行符合性评价，详见表 3-3。

表 3-3 防排洪系统符合性检查表

序号	检查对象	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
1	排洪明渠					
1.1	平面位置	△	主坝南侧山体区段、6号副坝东侧、南侧山体区段和5号副坝东侧山体区段增设排洪明渠。主坝南侧排洪明渠控制点共36个，6号副坝东侧排洪明渠控制点共30个，6号副坝南侧排洪明渠控制点共72个，5号副坝东侧排洪明渠控制点共42个，控制点坐标详见施工图SZ5-2025N017ST01JC01-13~16。	《施工图》 《变更设计》 《变更通知单》 《安全设施设计》	主坝南侧排洪明渠、6号副坝东侧、南侧排洪明渠和5号副坝东侧排洪明渠平面位置与施工图一致，控制点坐标详见竣工图。	合格
1.2	结构尺寸	△	排洪明渠为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：1.6m（宽）×1.4m（深），侧墙厚150~250mm，底板厚250mm，坡度不小于0.5%。	《施工图》 《变更设计》 《变更通知单》 《安全设施设计》	排洪明渠为钢筋混凝土结构，矩形断面，净断面尺寸：1.6m（宽）×1.4m（深），侧墙厚150~250mm，底板厚250mm，坡度0.5%。	合格

序号	检查对象	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
1.3	钢筋、混凝土的强度	△	HPB300 钢筋，C30 混凝土。	《施工图》 《变更设计》 《变更通知单》 《安全设施设计》	隐蔽工程验收记录显示施工中使用的钢筋强度等级为 HRB400，大于设计要求。施工中使用的混凝土为商品混凝土，出厂合格证、混凝土配合比设计报告、开盘鉴定报告显示混凝土的强度等级为 C30，由鞍山建博工程检测有限公司对混凝土试块进行了抗压强度检测，检测结果合格。	合格
1.4	混凝土的抗冻、抗渗	△	抗渗等级 W6，抗冻等级 F200。	《施工图》 《变更设计》 《变更通知单》 《安全设施设计》	施工中使用的混凝土为商品混凝土，出厂合格证、混凝土配合比设计报告、开盘鉴定报告显示混凝土的抗渗等级为 W6，抗冻等级为 F200，由鞍山建博工程检测有限公司对混凝土试块进行了抗渗、抗冻检测，检测结果合格。	合格
1.5	基础处理	△	基础设 100mm 厚 C15 混凝土垫层。	《施工图》 《变更设计》 《安全设施设计》	基础设有 100mm 厚 C15 混凝土垫层。	合格

注：检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

### 小结：

依据《施工图》《变更设计》《安全设施设计》、竣工图、实际施工记录、现场检查及测量和查阅竣工验收资料，并参照相关法律、法规、规程、规范要求，对防排洪系统工程主要项目的设计符合性共进行了 5 项检查，全部合格，故评价组综合评价认定，防排洪系统

工程按照设计施工，施工质量合格。

### 3.4 安全监测设施

本单元采用安全检查表法对安全监测设施进行符合性评价，详见表 3-4。

表 3-4 安全监测设施符合性检查表

序号	检查对象	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果																																																																		
1	在线监测设施																																																																							
1.1	干滩监测设施	△	将原有干滩监测设施移设至拦砂子堤前和堤前滩面。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>点位</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>GT1</td><td>4555798.48</td><td>512128.05</td></tr> <tr><td>GT2</td><td>4555812.38</td><td>512227.07</td></tr> <tr><td>GT3</td><td>4556229.29</td><td>512070.55</td></tr> <tr><td>GT4</td><td>4556240.26</td><td>512170.93</td></tr> <tr><td>GT5</td><td>4556724.59</td><td>512558.68</td></tr> <tr><td>GT6</td><td>4556627.22</td><td>512581.85</td></tr> <tr><td>GT7</td><td>4556878.05</td><td>512942.93</td></tr> <tr><td>GT8</td><td>4556790.46</td><td>512991.66</td></tr> <tr><td>GT9</td><td>4556813.27</td><td>513275.67</td></tr> <tr><td>GT10</td><td>4556734.28</td><td>513213.68</td></tr> </tbody> </table>	点位	X	Y	GT1	4555798.48	512128.05	GT2	4555812.38	512227.07	GT3	4556229.29	512070.55	GT4	4556240.26	512170.93	GT5	4556724.59	512558.68	GT6	4556627.22	512581.85	GT7	4556878.05	512942.93	GT8	4556790.46	512991.66	GT9	4556813.27	513275.67	GT10	4556734.28	513213.68	《施工图》 《变更设计》 《变更通知单》 《安全设施设计》	现有 22 个干滩监测点均已移设至拦砂子堤前和堤前滩面。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>点位</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>GT1</td><td>4555798.48</td><td>512128.05</td></tr> <tr><td>GT2</td><td>4555812.38</td><td>512227.07</td></tr> <tr><td>GT3</td><td>4556229.29</td><td>512070.55</td></tr> <tr><td>GT4</td><td>4556240.26</td><td>512170.93</td></tr> <tr><td>GT5</td><td>4556724.59</td><td>512558.68</td></tr> <tr><td>GT6</td><td>4556627.22</td><td>512581.85</td></tr> <tr><td>GT7</td><td>4556878.05</td><td>512942.93</td></tr> <tr><td>GT8</td><td>4556790.46</td><td>512991.66</td></tr> <tr><td>GT9</td><td>4556813.27</td><td>513275.67</td></tr> <tr><td>GT10</td><td>4556734.28</td><td>513213.68</td></tr> </tbody> </table>	点位	X	Y	GT1	4555798.48	512128.05	GT2	4555812.38	512227.07	GT3	4556229.29	512070.55	GT4	4556240.26	512170.93	GT5	4556724.59	512558.68	GT6	4556627.22	512581.85	GT7	4556878.05	512942.93	GT8	4556790.46	512991.66	GT9	4556813.27	513275.67	GT10	4556734.28	513213.68	合格
点位	X	Y																																																																						
GT1	4555798.48	512128.05																																																																						
GT2	4555812.38	512227.07																																																																						
GT3	4556229.29	512070.55																																																																						
GT4	4556240.26	512170.93																																																																						
GT5	4556724.59	512558.68																																																																						
GT6	4556627.22	512581.85																																																																						
GT7	4556878.05	512942.93																																																																						
GT8	4556790.46	512991.66																																																																						
GT9	4556813.27	513275.67																																																																						
GT10	4556734.28	513213.68																																																																						
点位	X	Y																																																																						
GT1	4555798.48	512128.05																																																																						
GT2	4555812.38	512227.07																																																																						
GT3	4556229.29	512070.55																																																																						
GT4	4556240.26	512170.93																																																																						
GT5	4556724.59	512558.68																																																																						
GT6	4556627.22	512581.85																																																																						
GT7	4556878.05	512942.93																																																																						
GT8	4556790.46	512991.66																																																																						
GT9	4556813.27	513275.67																																																																						
GT10	4556734.28	513213.68																																																																						

序号	检查对象	检查类别	设计要求			检查依据	检查情况			检查结果
			GT11	4556409.63	513649.64		GT11	4556409.63	513649.64	
			GT12	4556337.43	513580.24		GT12	4556337.43	513580.24	
			GT13	4556089.08	514143.42		GT13	4556089.08	514143.42	
			GT14	4556011.39	514073.57		GT14	4556011.39	514073.57	
			GT15	4555619.48	514716.42		GT15	4555619.48	514716.42	
			GT16	4555541.86	514653.37		GT16	4555541.86	514653.37	
			GT17	4554839.88	514709.61		GT17	4554839.88	514709.61	
			GT18	4554924.03	514655.30		GT18	4554924.03	514655.30	
			GT19	4554965.33	513716.59		GT19	4554965.33	513716.59	
			GT20	4555063.32	513736.55		GT20	4555063.32	513736.55	
			GT21	4554899.47	513240.67		GT21	4554899.47	513240.67	
			GT22	4554964.43	513200.50		GT22	4554964.43	513200.50	
1.2	坝体表面位移监测设施	△	主坝最终堆积标高 160m 布设 3 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。			《施工图》 《变更设计》 《变更通知单》 《安全设施设计》	主坝 160m 标高布设有 3 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶设有 1 个监测点。			合格
点位	X	Y	点位	X	Y					
W15	4555574.558	511885.239	W15	4555574.558	511885.239					
W16	4555948.202	511831.739	W16	4555948.202	511831.739					
W17	4556297.942	511782.428	W17	4556297.942	511782.428					
W32	4555969.53	512094.03	W32	4555969.53	512094.03					
			1 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。			1 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。				
点位	X	Y	点位	X	Y					
W18	4556941.348	512491.148	W18	4556941.348	512491.148					

序号	检查对象	检查类别	设计要求			检查依据	检查情况			检查结果
			W19	4557250.879	512854.222		W19	4557250.879	512854.222	
			W33	4556748.78	512607.57		W33	4556748.78	512607.57	
			2号副坝最终堆积标高160m 布设2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设1个监测点。				2号副坝160m 标高布设有2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有1个监测点。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			W21	4556721.313	513643.174		W21	4556721.313	513643.174	
			W22	4556592.168	513775.071		W22	4556592.168	513775.071	
			W34	4556446.47	513629.15		W34	4556446.47	513629.15	
			3号副坝最终堆积标高160m 布设2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设1个监测点。				3号副坝160m 标高布设有2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有1个监测点。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			W23	4556289.173	514377.373		W23	4556289.173	514377.373	
			W24	4556122.577	514452.189		W24	4556122.577	514452.189	
			W35	4556008.50	514344.53		W35	4556008.50	514344.53	
			4号副坝最终堆积标高160m 布设2个监测点。				4号副坝160m 标高布设有2个监测点。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			W25	4555736.423	514782.454		W25	4555736.423	514782.454	
			W26	4555605.460	514921.921		W26	4555605.460	514921.921	
			5号副坝最终堆积标高160m 布设2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设1个监测点。				5号副坝160m 标高布设有2个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有1个监测点。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			W29	4554780.341	513808.179		W29	4554780.341	513808.179	

序号	检查对象	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果				
			W30	4554817.139	513660.746		W30	4554817.139	513660.746	
			W37	4554959.56	513693.79		W37	4554959.56	513693.79	
			6号副坝最终堆积标高160m 布设1个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设1个监测点。				6号副坝160m 标高布设有1个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有1个监测点。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			W27	4555335.604	515351.179		W27	4555335.604	515351.179	
			W36	4555272.69	515252.05		W36	4555272.69	515252.05	
			9号副坝最终堆积标高160m 布设1个监测点。				9号副坝160m 标高布设有1个监测点。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			W20	4557174.596	513571.539		W20	4557174.596	513571.539	
			10号副坝最终堆积标高160m 布设1个监测点。				10号副坝160m 标高布设有1个监测点。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			W28	4554621.971	514778.453		W28	4554621.971	514778.453	
			11号副坝最终堆积标高160m 布设1个监测点。				11号副坝160m 标高布设有1个监测点。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
W31	4554700.976	513251.446	W31	4554700.976	513251.446					
1.3	内部位移监测设施	△	主坝最终堆积标高160m 布设2个监测点，监测孔深60m，每个监测孔设7个测斜仪。	《施工图》 《安全设施设计》	主坝160m 标高布设有2个监测点，监测孔深60m，每个监测孔设7个测斜仪。					
点位	X	Y	点位		X		Y			
NW13	4555962.946	511833.067	NW13		4555962.946		511833.067			
NW14	4556309.616	5118780.776	NW14		4556309.616		5118780.776			
1号副坝最终堆积标高160m 布设1个监测点，			1号副坝160m 标高布设有1个监测点，监测孔							

序号	检查对象	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果																																										
			监测孔深 41m，每个监测孔设 5 个测斜仪。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>NW15</td> <td>4556938.252</td> <td>512477.570</td> </tr> </table> 2 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，监测孔深 53m，每个监测孔设 6 个测斜仪。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>NW16</td> <td>4556602.348</td> <td>513764.623</td> </tr> </table> 5 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，监测孔深 44m，每个监测孔设 5 个测斜仪。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>NW17</td> <td>4554819.505</td> <td>513648.617</td> </tr> </table>	点位	X	Y	NW15	4556938.252	512477.570	点位	X	Y	NW16	4556602.348	513764.623	点位	X	Y	NW17	4554819.505	513648.617		深 41m，每个监测孔设 5 个测斜仪。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>NW15</td> <td>4556938.252</td> <td>512477.570</td> </tr> </table> 2 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点，监测孔深 53m，每个监测孔设 6 个测斜仪。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>NW16</td> <td>4556602.348</td> <td>513764.623</td> </tr> </table> 5 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点，监测孔深 44m，每个监测孔设 5 个测斜仪。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>NW17</td> <td>4554819.505</td> <td>513648.617</td> </tr> </table>	点位	X	Y	NW15	4556938.252	512477.570	点位	X	Y	NW16	4556602.348	513764.623	点位	X	Y	NW17	4554819.505	513648.617							
点位	X	Y																																														
NW15	4556938.252	512477.570																																														
点位	X	Y																																														
NW16	4556602.348	513764.623																																														
点位	X	Y																																														
NW17	4554819.505	513648.617																																														
点位	X	Y																																														
NW15	4556938.252	512477.570																																														
点位	X	Y																																														
NW16	4556602.348	513764.623																																														
点位	X	Y																																														
NW17	4554819.505	513648.617																																														
1.4	浸润线监测设施	△	主坝堆积坝 90m、108m、121m、135m 及 155m 标高平台各增设 1 个监测点，监测孔深 20m。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>S17</td> <td>4555912.618</td> <td>511459.978</td> </tr> <tr> <td>S18</td> <td>4555925.148</td> <td>511532.072</td> </tr> <tr> <td>S19</td> <td>4555937.820</td> <td>511604.983</td> </tr> <tr> <td>S20</td> <td>4555955.598</td> <td>511707.270</td> </tr> <tr> <td>S21</td> <td>4555973.649</td> <td>511811.131</td> </tr> </table> 1 号副坝 155m 标高平台布设 2 个监测点，监测孔深 12m。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> </table>	点位	X	Y	S17	4555912.618	511459.978	S18	4555925.148	511532.072	S19	4555937.820	511604.983	S20	4555955.598	511707.270	S21	4555973.649	511811.131	点位	X	Y	《施工图》 《设计变更》 《安全设施设计》	主坝堆积坝 90m、108m、121m、135m 及 155m 标高平台各增设了 1 个监测点，监测孔深 20m。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>S17</td> <td>4555912.618</td> <td>511459.978</td> </tr> <tr> <td>S18</td> <td>4555925.148</td> <td>511532.072</td> </tr> <tr> <td>S19</td> <td>4555937.820</td> <td>511604.983</td> </tr> <tr> <td>S20</td> <td>4555955.598</td> <td>511707.270</td> </tr> <tr> <td>S21</td> <td>4555973.649</td> <td>511811.131</td> </tr> </table> 1 号副坝 155m 标高平台布设有 2 个监测点，监测孔深 12m。 <table border="1"> <tr> <td>点位</td> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> </table>	点位	X	Y	S17	4555912.618	511459.978	S18	4555925.148	511532.072	S19	4555937.820	511604.983	S20	4555955.598	511707.270	S21	4555973.649	511811.131	点位	X	Y	合格
点位	X	Y																																														
S17	4555912.618	511459.978																																														
S18	4555925.148	511532.072																																														
S19	4555937.820	511604.983																																														
S20	4555955.598	511707.270																																														
S21	4555973.649	511811.131																																														
点位	X	Y																																														
点位	X	Y																																														
S17	4555912.618	511459.978																																														
S18	4555925.148	511532.072																																														
S19	4555937.820	511604.983																																														
S20	4555955.598	511707.270																																														
S21	4555973.649	511811.131																																														
点位	X	Y																																														

序号	检查对象	检查类别	设计要求			检查依据	检查情况			检查结果
			S22	4556956.927	512488.249		S22	4556956.927	512488.249	
			S23	4557262.556	512840.470		S23	4557262.556	512840.470	
			2号副坝 147.5m 和 160m 标高平台各增设 2 个监测点，监测孔深 8m。				2号副坝 147.5m 和 160m 标高平台各增设了 2 个监测点，监测孔深 8m。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			S25	4556592.17	513775.07		S25	4556592.17	513775.07	
			S26	4556509.33	513858.10		S26	4556509.33	513858.10	
			S27	4556630.644	513807.127		S27	4556630.644	513807.127	
			S28	4556546.196	513896.335		S28	4556546.196	513896.335	
			3号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，监测孔深 6m。				3号副坝 160m 标高平台布设有 2 个监测点，监测孔深 6m。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			S29	4556276.869	514381.452		S29	4556276.869	514381.452	
			S30	4556134.772	514453.549		S30	4556134.772	514453.549	
			4号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，监测孔深 6m。				4号副坝 160m 标高平台布设有 2 个监测点，监测孔深 6m。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			S31	4555742.732	514772.840		S31	4555742.732	514772.840	
			S32	4555659.463	514898.870		S32	4555659.463	514898.870	
			5号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，监测孔深 12m。				5号副坝 160m 标高平台布设有 2 个监测点，监测孔深 12m。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	

序号	检查对象	检查类别	设计要求			检查依据	检查情况			检查结果
			S36	4554776.824	513824.908		S36	4554776.824	513824.908	
			S37	4554816.271	513667.256		S37	4554816.271	513667.256	
			6号副坝 160m 标高平台布设 2 个监测点，监测孔深 6m。				6号副坝 160m 标高平台布设有 2 个监测点，监测孔深 6m。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			S33	4555501.043	515253.084		S33	4555501.043	515253.084	
			S34	4555339.690	515346.046		S34	4555339.690	515346.046	
			9号副坝 155m 标高平台布设 1 个监测点，监测孔深 6m。				9号副坝 155m 标高平台布设有 1 个监测点，监测孔深 6m。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			S24	4557181.994	513558.655		S24	4557181.994	513558.655	
			10号副坝 160m 标高平台布设 1 个监测点，监测孔深 6m。				10号副坝 160m 标高平台布设有 1 个监测点，监测孔深 6m。			
			点位	X	Y		点位	X	Y	
			S35	4554660.300	514749.370		S35	4554660.300	514749.370	
11号副坝下游坝脚附近布设 1 个监测点。			11号副坝下游坝脚附近布设有 1 个监测点。							
点位	X	Y	点位	X	Y					
S38	4554577.107	513271.222	S38	4554577.107	513271.222					
1.5	视频监控设施	△	在 160m 宽顶平台内边线增设 7 套视频监控，在进出尾矿库道路路口增设 5 个视频监控。排水井和值班室内设置的视频监控更换为带有拾音和对讲功能的视频监控。			《施工图》 《安全设施设计》	拦砂子堤堤顶设有 7 套视频监控，在进出尾矿库道路路口增设了 5 个视频监控。排水井和值班室内设置的视频监控已更换为带有拾音和对讲功能的视频监控。			

序号	检查对象	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
2	人工监测设施					
2.1	表面位移监测	△	<p>主坝最终堆积标高 160m 布设 3 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 3 个监测点。</p> <p>1 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。</p> <p>2 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。</p> <p>3 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。</p> <p>4 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。</p> <p>5 号副坝最终堆积标高 160m 布设 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 2 个监测点。</p> <p>6 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。</p> <p>9 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。</p> <p>10 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。</p> <p>11 号副坝最终堆积标高 160m 布设 1 个监测点。</p>	<p>《施工图》</p> <p>《变更设计》</p> <p>《变更通知单》</p> <p>《安全设施设计》</p>	<p>主坝 160m 标高布设有 3 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 3 个监测点。</p> <p>1 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 2 个监测点。</p> <p>2 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 2 个监测点。</p> <p>3 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 2 个监测点。</p> <p>4 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设有 2 个监测点。</p> <p>5 号副坝 160m 标高布设有 2 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 2 个监测点。</p> <p>6 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点，滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。</p> <p>9 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。</p> <p>10 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点。滩前拦砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。</p> <p>11 号副坝 160m 标高布设有 1 个监测点。滩前拦</p>	合格

序号	检查对象	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
			滩前拦砂子堤堤顶布设 1 个监测点。 位移监测设施为 C20 钢筋混凝土结构，地面以上高度 1.2m，地面以下至冻土层以下 0.5m。		砂子堤堤顶布设有 1 个监测点。 位移监测设施为 C20 钢筋混凝土结构，地面以上高度 1.2m，地面以下至冻土层以下 0.5m。	
2.2	浸润线监测	△	主坝 155m 标高平台布设 3 个浸润线监测孔，监测孔深 20m。 1 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，监测孔深 12m。 2 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，监测孔深 8m。 3 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。 4 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。 5 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，监测孔深 12m。 6 号副坝 155m 标高平台布设 2 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。 9 号副坝 155m 标高平台布设 1 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。 10 号副坝 160m 标高平台布设 1 个浸润线监测	《施工图》 《变更设计》 《变更通知单》 《安全设施设计》	主坝 155m 标高平台布设有 3 个浸润线监测孔，监测孔深 20m。 1 号副坝 155m 标高平台布设有 2 个浸润线监测孔，监测孔深 12m。 2 号副坝 155m 标高平台布设有 2 个浸润线监测孔，监测孔深 8m。 3 号副坝 155m 标高平台布设有 2 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。 4 号副坝 155m 标高平台布设有 2 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。 5 号副坝 155m 标高平台布设有 2 个浸润线监测孔，监测孔深 12m。 6 号副坝 155m 标高平台布设有 2 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。 9 号副坝 155m 标高平台布设有 1 个浸润线监测孔，监测孔深 6m。 10 号副坝 160m 标高平台布设有 1 个浸润线监测	合格

序号	检查对象	检查类别	设计要求	检查依据	检查情况	检查结果
			孔，监测孔深 6m。 11 号副坝下游坝脚附近布设 1 个浸润线监测孔。 浸润观测孔成孔直径 300mm，内设滤水管，管周回填沙滤料。滤水管采用 DN100PVC 塑料管，每间隔 100mm 开一排孔，孔径 20mm，外包 250g/m <sup>2</sup> 土工布，滤水管外填充 100mm 厚粗砂滤料。		孔，监测孔深 6m。 11 号副坝下游坝脚布设有 1 个浸润线监测孔。 浸润观测孔成孔直径 300mm，内设滤水管，管周回填沙滤料。滤水管采用 DN100PVC 塑料管，每间隔 100mm 开一排孔，孔径 20mm，外包 250g/m <sup>2</sup> 土工布，滤水管外填充 100mm 厚粗砂滤料。	

注：检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

### 小结：

依据《施工图》《设计变更》《变更通知单》《安全设施设计》、竣工图、实际施工记录、现场检查及测量和查阅竣工验收资料，并参照相关法律、法规、规程、规范要求，对安全监测设施工程主要项目的设计符合性共进行了 7 项检查，全部合格，故评价组综合评价认定，安全监测设施工程按照设计施工，施工质量合格。

### 3.5 辅助设施

本单元采用安全检查表法对交通道路、坝上照明、值班房、安全护栏等辅助设施进行符合性评价，详见表 3-5。

表 3-5 辅助设施符合性检查表

序号	检查对象	检查类别	检查内容及检查方法	检查依据	检查情况	检查结果
1	基本安全辅助设施					
1.1	通讯设施	△	将对讲机系统进行补充和完善，实现全覆盖。	《施工图》 《安全设施设计》	尾矿库环库在主坝和各个副坝位置均设置有值班室，共计 11 个。每个值班室都有固定电话一部、对讲机系统一套，可覆盖全库区。	合格
2	专用安全辅助设施					
2.1	库周防护栏	△	在主坝、1 号副坝、2 号副坝、5 号副坝、9 号副坝、10 号副坝及 11 号副坝坝肩部位及 6 号副坝东侧区域设置库周防护栏。	《施工图》 《安全设施设计》	在主坝、1 号副坝、2 号副坝、5 号副坝、9 号副坝、10 号副坝及 11 号副坝坝肩部位及 6 号副坝东侧区域设有库周防护栏。	合格
2.2	报警系统	△	在进、出尾矿库道路路口增加 5 个报警器。	《施工图》 《安全设施设计》	在进、出尾矿库道路路口增设了 5 个报警器。	合格

注：检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

**小结：**

依据《施工图》《安全设施设计》、竣工图、实际施工记录、现场检查及测量和查阅竣工验收资料，并参照相关法律、法规、规程、规范要求，对辅助设施主要项目的设计符合性共进行了 3 项检查，检查结果均为合格，故评价组综合评价认定，辅助设施基本按照设计施工，施工质量合格，需进一步完善尾矿库的照明设施。

### 3.6 个人安全防护

本单元采用安全检查表法对个人安全防护进行符合性评价，详见表 3-6。

表 3-6 个人安全防护符合性检查表

序号	检查对象	检查类别	检查内容及检查方法	检查依据	检查情况	检查结果
1	个人安全防护用品	△	为所有工作人员配备安全帽、一般防护服（每年一套）、绝缘鞋（每年一双）、手套（每月一副）、口罩等。	《安全设施设计》	建设单位为尾矿库管理人员配备了防尘口罩、手套、胶鞋、绝缘鞋、劳保服、安全帽等劳动保护用品。	合格

注：检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

#### 小结：

根据《安全设施设计》、查阅发放记录，个人安全防护符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

### 3.7 安全标志

本单元采用安全检查表法对尾矿库库区及周边设置安全标志情况进行符合性评价，详见表 3-7。

表 3-7 安全标志符合性检查表

序号	检查对象	检查类别	检查内容及检查方法	检查依据	检查情况	检查结果
1	安全标志	△	检查内容：尾矿库库区安全标志设施的设置是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：现场检查。	《安全设施设计》	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。警示牌内容包括“禁止放牧”“禁止采石”“禁止驶入”“当心坠落”等。为进入尾矿库道路路口设有尾矿库概况标识牌和避险路线图。	合格

注：检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

**小结：**

根据《安全设施设计》、现场检查，安全标志的布置符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

**3.8 闭库后安全管理符合性评价**

本单元采用安全检查表法对组织与制度进行符合性评价，详见表 3-8。

表 3-8 组织与制度符合性检查表

序号	检查对象	检查类别	检查内容及检查方法	检查依据	检查情况	检查结果
1	组织与制度					
1.1	安全管理机构	△	闭库后的尾矿库保留专门的管理机构。	《安全设施设计》	尾矿库专门的管理机构为安全管理室。	合格

序号	检查对象	检查类别	检查内容及检查方法	检查依据	检查情况	检查结果
1.2	人员配备	△	配置 4 名专职安全管理人员，2 名专业技术人员，4 名巡坝工，6 名特种作业人员，2 名在线监测系统调度维护人员。	《安全设施设计》	配备了 4 名专职安全管理人员，2 名专业技术人员，13 名特种作业人员从事巡坝、在线监测系统调度、维护工作。	合格
1.3	规章制度	△	针对闭库尾矿库特点对日常安全检查制度、防汛及度汛工作制度、消防制度及档案管理制度等进行完善和细化。	《安全设施设计》	根据闭库尾矿库的特点对日常安全检查制度、防汛及度汛工作制度、消防制度及档案管理制度等进行了修订。	合格
2	应急救援					
2.1	矿山救护	△	与地方政府联合协作。	《安全设施设计》	与兰家镇政府和齐大山街道均签订了联防协议书。	合格
2.2	应急预案	△	针对闭库后的尾矿库运行情况制定尾矿库应急救援预案，并报安全监管部门备案。	《安全设施设计》	编制有《综合应急预案》《尾矿库事故专项应急预案》，于 2025 年 9 月对应急预案进行了修订，修订后的应急预案已在辽宁省应急管理厅备案。	合格
2.3	应急演练	△	定期进行应急演练，演练结束后进行点评和总结。	《安全设施设计》	于 2025 年 5 月 15 日进行了尾矿库事故应急演练，演练结束后进行了总结评估。	合格
2.4	技术装备	△	配备必要的应急救援器材和设备。	《安全设施设计》	配备有潜水泵、铁锹、编织袋、救生衣等应急救援物资，应急救援物资充足。	合格

注：检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

小结：

根据《安全设施设计》、查阅相关文件、记录，闭库后安全管理单元均符合要求，符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

## 4.安全对策措施建议

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。

### 4.1 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。

(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。

### 4.2 尾矿坝单元

(1) 定期检查坝体有无纵、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。

(2) 定期检查坝体位移。要求坝体位移量变化应均衡，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。

(3) 关注坝体浸润线埋深变化情况，严格按设计要求控制。当堆积坝面出现集中渗流、流土、管涌、大面积沼泽化、渗水量增大或渗水变浑等异常状况，应按照相关规程要求采取措施及时处理。

### 4.3 排洪系统单元

(1) 加强对截水沟、滩面排水沟等防排洪构筑物的检查，定期检查防排洪系统，发现异常情况及时处理。

(2) 在汛期应做好防汛工作，根据汛期水情和气象预报，加强检查频次，切实落

实防汛措施，确保该尾矿库安全度汛。

(3) 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，发现问题及时处理。

(4) 加强滩面植被管护措施，提高草籽发芽和成活率，保证尾矿库闭库复垦效果。

(5) 尾矿库闭库后，仍应每三年进行一次排洪系统质量检测，发现问题及时修复，确保排洪系统始终处于良好的运行状态。

(6) 对排洪系统的关键部位，如排水井、排水隧洞等，应设置明显的标识和警示标志，防止无关人员误操作或破坏。

#### 4.4 安全监测设施单元

(1) 建立完善的监测设施维护管理制度。定期对监测设施进行检查和维护，确保其正常运行。

(2) 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。

(3) 闭库后，应每月至少对坝体位移及浸润线观测一次，待坝体位移和浸润线趋于稳定后可每半年观测一次。

(4) 应进行人工与在线监测数据的对比分析，以确保数据的准确性和可靠性。当发现人工监测数据与在线监测数据存在较大差异时，要第一时间对导致差异出现的原因进行排查。

#### 4.5 安全管理单元

(1) 加强有关安全措施及管理制度的落实工作，促进安全检查、检测和记录等的管理，进一步完善和提高管理水平，发现事故隐患，及时妥善处理。

(2) 抗震工作应贯彻预防为主方针，企业应制定相应的防震和抗震的应急预案。当接到震情预报时，应根据实际情况结合防震、抗震预案，做好人员、物资、交通、通讯、照明、报警、抢险和救护等工作。

(3) 做好尾矿库闭库后的风险辨识和防控工作。

(4) 闭库后设置专门的安全管理机构，由专人管理，定期对尾矿库各项检查项目进行巡视检查，汛期时增加检查次数，并做好记录。

## 5.评价结论

### 5.1 各单元安全评价结论

(1) 依据《安全设施设计》及相关文件的要求，通过查阅相关文件、资料和档案，对尾矿库安全设施“三同时”程序的合法性进行检查分析，均符合要求。尾矿库闭库项目程序合法，具备竣工验收的必备条件。

(2) 依据《安全设施设计》、实际施工记录、现场检查及测量和查阅竣工验收资料，尾矿坝符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

(3) 依据《安全设施设计》、实际施工记录、现场检查及测量和查阅竣工验收资料，防排洪系统符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

(4) 依据《安全设施设计》、实际施工记录、现场检查及测量和查阅竣工验收资料，安全监测设施符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

(5) 依据《安全设施设计》及现场检查，辅助设施基本符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

(6) 依据《安全设施设计》及查阅劳动防护用品发放记录，个人安全防护符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

(7) 依据《安全设施设计》及现场检查，安全标志符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

(8) 依据《安全设施设计》、查阅相关文件、记录，闭库后安全管理符合设计及相关法律、法规、规程、规范要求。

### 5.2 总体评价结论

依据《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）附表《尾矿库安全设施竣工验收表》，该项目检查对象中有4项为否决项、51项为一般项，共计55项。其中，否决项检查结论均为“合格”；一般项检查结论均为“合格”。鞍山钢铁集团有限公司齐大山选矿厂尾矿库闭库工程建设项目质量均在合格等级以上；安全设施符合闭库工程施工图、设计变更、变更通知单、安全设施设计要求，满足安全验收条件，具备闭库条件。

## 6.附件

### 6.1 “安全设施三同时” 相关附件

- 1.现场踏勘照片
- 2.安全设施验收评价报告评审意见
- 3.安全设施竣工验收意见
- 4.安全设施设计批复文件
- 5.设计变更
- 6.工程竣工验收证书
- 7.单位工程验收记录
- 8.施工总结报告
- 9.监理总结报告
- 10.质量评估报告
- 11.设计单位资质证书
- 12.施工单位资质证书
- 13.监理单位资质证书
- 14.勘察单位资质证书
- 15.钢筋质量证明书、检测报告
- 16.PVC管出厂合格证和检测报告
- 17.ABS测斜管出厂合格证和检测报告
- 18.防护网出厂合格证和检测报告

### 6.2 尾矿坝单元

- 1.拦砂子堤定位测量记录
- 2.排水沟混凝土抗压强度检测报告
- 3.排水沟混凝土抗渗检测报告
- 4.排水沟混凝土抗冻检测报告
- 5.排水沟钢筋隐蔽工程验收记录

### 6.3 防排洪系统单元

- 1.排洪明渠定位测量记录
- 2.排洪明渠混凝土抗压强度检测报告
- 3.排洪明渠混凝土抗渗检测报告
- 4.排洪明渠钢筋隐蔽工程验收记录
- 5.排洪系统检测报告

### 6.4 安全监测设施

- 1.隐蔽工程验收记录
- 2.监测设备出厂合格证
- 3.试运行报告

### 6.5 安全管理相关附件

- 1.营业执照
- 2.安全生产许可证
- 3.全员安全生产责任制
- 4.安全管理制度目录清单
- 5.操作规程目录
- 6.成立安全管理机构的文件
- 7.主要负责人资格证书
- 8.安全管理人员资格证书
- 9.注册安全工程师证书
- 10.特种作业人员操作证
- 11.技术人员职称证
- 12.成立救护队的文件
- 13.联防协议书
- 14.应急预案备案登记表
- 15.应急物资清单

- 16.应急演练记录及演练效果评估
- 17.劳保用品发放记录
- 18.安全生产责任保险缴费凭证

## 7.附图

- 1.总平面布置图（竣工图）
- 2.终期拦砂子堤平面布设图（竣工图）
- 3.最后一期拦砂子堤控制点坐标表（竣工图）
- 4.排水沟平面布置图（竣工图）
- 5.临时拦砂子堤断面图（竣工图）
- 6.库内临时拦砂子堤控制点坐标表（竣工图）
- 7.滩面竖向排水沟结构图（竣工图）
- 8.滩面纵向排水沟结构图（竣工图）
- 9.排洪明渠结构图（竣工图）
- 10.库周防护栏平面布置图（竣工图）
- 11.库周防护栏控制点坐标表一（竣工图）
- 12.库周防护栏控制点坐标表二（竣工图）
- 13.库周防护栏控制点坐标表三（竣工图）
- 14.库内临时拦砂子堤平面布置图（竣工图）
- 15.监测设施平面布置图（竣工图）