

宽城全海精选有限公司
庙沟尾矿库闭库工程
安全设施验收评价报告

保定安泰评价有限公司

资质证书编号：APJ-（冀）-013

2024年12月

宽城全海精选有限公司

庙沟尾矿库闭库工程

安全设施验收评价报告

法定代表人：陈树新

技术负责人：陈树新

评价项目负责人：刘海荣

2024年12月

前言

宽城全海精选有限公司成立于 2005 年 09 月 13 日，公司类型为有限责任公司，法定代表人：李志英，注册资本：叁仟叁佰万元整，注册地址：宽城满族自治县板城镇板城村，经营范围：铁精粉加工、销售，道路货物运输，统一社会信用代码：91130827779188106C。

庙沟尾矿库位于宽城满族自治县板城镇板城村东南侧，为山谷型尾矿库，属宽城全海精选有限公司管理。

企业于 2005 年 12 月委托承德天圆环境工程设计有限责任公司编制了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库工程初步设计》，设计总坝高为 40m，总库容为 $69 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为四等库。

后在该尾矿坝堆至 468m 标高时，企业将选矿工艺由粗选改为精选，于 2011 年 6 月委托中冶沈勘秦皇岛工程技术有限公司针对该尾矿库编制了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库整改工程方案设计》，整改后的总坝高为 32m，即坝底标高约 446m，坝顶标高 478m，总库容 $78 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为四等库。

该尾矿库运行至 477.95m 标高时委托承德龙兴矿业工程设计有限责任公司编制了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库安全设施设计》，并通过审查，获得批复（冀应急函【2023】176 号）。闭库安全设施设计的主要闭库工程包括：导水口封堵及滩面平整、原排水拱涵整治、排洪设施进水口防护、修建应急排洪设施、增设安全标志等工程。

目前企业已按《闭库工程安全设施设计》的要求完成了导水口封堵及滩面平整、原排水拱涵整治、排洪设施进水口防护、修建应急排洪设施、增设安全标志等工作。

依据《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》、《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》等法律、法规的有关规定，受宽城全海精选有

限公司委托，保定安泰评价有限公司承担了对该公司庙沟尾矿库闭库工程的安全设施验收评价工作。

安全验收评价是在建设项目竣工后，检查建设项目的安全设施、设备、装置与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的情况，从整体上确定建设项目的运行状况和安全管理情况，作出安全验收评价结论的活动。

项目评价组对该建设项目现场进行调查和检查，收集相关资料并进行研究。在此基础上，对建设项目存在的危险、有害因素进行辨识、分析，依据国家有关安全生产的法律、法规、规程，对建设项目配套安全设施“三同时”落实情况，安全设施的符合性、有效性进行客观、公正的评价，同时为建设项目闭库竣工验收提供依据。

评价人员在赴现场考察、收集资料及报告编制过程中，得到了宽城龙泽矿业有限公司及有关人员的大力支持与帮助，在此表示衷心感谢！

目录

1 评价范围与依据	1
1.1 评价对象和范围	1
1.2 评价依据	1
2 建设项目概述	6
2.1 建设单位概况	6
2.2 自然环境概况	13
2.3 地质概况	14
2.4 建设概况	16
2.5 施工、监理概况	42
3 安全设施符合性评价	43
3.1 利旧工程安全设施符合性评价	43
3.2 闭库工程安全设施符合性评价	46
4 安全对策措施建议	55
4.1 制定安全对策措施建议的依据	55
4.2 制定安全对策措施建议应遵循的原则	55
4.3 安全对策措施建议	56
5 评价结论	59
5.1 符合性评价结果	59
5.2 安全验收评价结论	59
6 附件	60
7 附图	61

1 评价范围与依据

1.1 评价对象和范围

根据安全评价相关规定和与该企业签订的安全验收评价合同，该项目的评价对象为宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程安全设施（基本安全设施和专用安全设施）。

评价范围为：根据该尾矿库闭库工程安全设施设计的内容，对该尾矿库闭库工程安全设施设计中的闭库工程（导水口封堵及滩面平整、原排水拱涵整治、排洪设施进水口防护、修建应急排洪设施、增设安全标志）进行验收评价。

1.2 评价依据

1.2.1 法律、法规

评价依据法律、法规详见表 1.2-1。

表 1.2-1 法律、法规一览表

序号	名称	发文文号	实施日期
1	《中华人民共和国安全生产法》	主席令 [2021] 88 号	2021-09-01
2	《中华人民共和国消防法》(2021 年 4 月 29 日修订)	主席令[2021]81 号	2021-04-29
3	《中华人民共和国民法典》	主席令[2020]45 号	2021-01-01
4	《中华人民共和国劳动法》(2018 修正二)	主席令[2018]24 号	2018-12-29
5	《中华人民共和国职业病防治法》(2018 修正四)	主席令[2018]24 号	2018-12-29
6	《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 修正)	主席令[2018]16 号	2018-10-26
7	《中华人民共和国环境保护法》	主席令[2014]9 号	2015-01-01
8	《中华人民共和国水土保持法》	主席令[2010]39 号	2011-03-01
9	《中华人民共和国矿产资源法》(2009 年第二次修正)	主席令[2009]18 号	2009-08-27
10	《中华人民共和国矿山安全法》(2009 修正)	主席令[2009]18 号	2009-08-27
11	《中华人民共和国水污染防治法》(2017 修正)	主席令[2017]70 号	2018-01-01
12	《中华人民共和国突发事件应对法》	主席令[2007]69 号	2007-11-01

宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程安全设施验收评价

13	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》	主席令[2020]43号	2020-04-29
14	《生产安全事故应急条例》	国令[2019]708号	2019-04-01
15	《安全生产许可证条例》(2014修正二)	国令[2014]653号	2014-07-29
16	《工伤保险条例》(2010修正)	国令[2010]586号	2011-01-01
17	《特种设备安全监察条例》	国务院令 第549号	2009-05-01
18	《生产安全事故报告和调查处理条例》(2015修改版)	国务院令 第493号	2007-06-01
19	《地质灾害防治条例》	国务院令 第394号	2004-03-01
20	《生产安全事故应急预案管理办法(2019修正)》	应急部令[2019]2号	2019-09-01
21	《尾矿库安全监督管理规定》(2015年修订)	安监局令[2015]78号	2015-07-01
22	《金属非金属矿山建设项目安全设施目录(试行)》	安监局令[2015]75号	2015-07-01
23	《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》	原国家安全生产监督管理总局令[2015]第78号	2015-07-01
24	《生产经营单位安全培训规定》(2015修正二)	安监局令[2015]80号	2015-07-01
25	《安全生产培训管理办法》(2015年修正二)	安监局令[2015]80号	2015-07-01
26	《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(2018修正三)	应急部公告[2018]12号	2018-12-04
27	《安全生产十五条措施》	安委会 20220410	2022-04-10
28	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	2022-02-08
29	《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	2022-09-01
30	国家矿山安全监察局关于印发《矿山生产安全事故报告和调查处理办法》的通知	矿安(2023)7号	2023-01-17
31	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	2023-09-12
32	《用人单位劳动防护用品管理规范》(2018年修改)	安监总厅安健[2018]3号	2018-01-15
33	《国家安全监管总局关于非煤矿山安全生产风险分级监管工作的指导意见》	安监总管一[2015]第91号	2015-08-19
34	《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	2016-05-30
35	《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	2012-03-12
36	《职业病危害因素分类目录》	国卫疾控发[2015]92号	2015-11-07
37	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》	财资[2022]136号	2022-12-13
38	《河北省应急管理厅关于切实做好2021年非煤矿山安全生产双重预防机制建设工作的通知》	冀应急非煤[2020]26号	2021-03-04
39	河北省实施《中华人民共和国矿山安全法》办法(2004修正二)	冀人常[2004]25号	2004-07-22
40	《河北省非煤矿山综合治理条例》	冀人常[2020]51号	2020-10-01
41	《河北省安全生产条例》	冀人常[2024]26号	2024-06-01

42	《河北省生产安全事故报告和调查处理办法》	河北省人民政府令第 13 号	2008-02-01
43	《河北省工伤保险实施办法》	河北省人民政府令〔2011〕第 21 号	2012-03-01
44	《河北省作业场所职业卫生监督管理办法》	河北省人民政府令〔2008〕12 号	2009-02-01
45	宽城满族自治县应急管理局关于转发《承德市应急管理局关于〈河北省应急管理厅关于切实做好冬季尾矿库安全生产工作的通知〉》的通知	宽应急字〔2024〕31 号	2024-11-13

1.2.2 标准规范

评价依据标准规范详见表 1.2-2。

表 1.2-2 标准、规范一览表

序号	名称	标准文号	施行日期
1	《尾矿库安全规程》	GB 39496-2020	2021-09-01
2	《尾矿设施施工及验收规范》	GB 50864-2013	2014-06-01
3	《企业职工伤亡事故分类标准》	GB 6441-1986	1987-02-01
4	《污水综合排放标准》	GB 8978-1996	1998-01-01
5	《尾矿堆积坝岩土工程技术标准》	GB/T 50547-2022	2022-12-01
6	《安全色》	GB 2893-2008	2009-10-01
7	《矿山安全标志》	GB/T 14161-2008	2009-10-01
8	《供配电系统设计规范》	GB 50052-2009	2010-07-01
9	《工业企业设计卫生标准》	GBZ1-2010	2010-08-01
10	《建筑抗震设计规范(2016 版)》	GB 50011-2010 (2016)	2010-12-01
11	《尾矿设施设计规范》	GB 50863-2013	2013-12-01
12	《防洪标准》	GB 50201-2014	2015-05-01
13	《水工建筑物抗震设计规范》	GB 51247-2018	2015-09-01
14	《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》	GB 51108-2015	2016-02-01
15	《中国地震动参数区划图》	GB 18306-2015	2016-06-01
16	《企业安全生产标准化基本规范》	GB/T 33000-2016	2017-04-01
17	《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》	GB/T 29639-2020	2021-04-01
18	《生产过程危险和有害因素分类与代码》	GB/T 13861-2022	2022-10-01
19	《安全评价通则》	AQ 8001-2007	2007-04-01
20	《尾矿库安全监测技术规范》	AQ 2030-2010	2011-05-01
21	《生产安全事故应急演练基本规范》	AQ/T 9007-2019	2020-02-01
22	《生产经营单位生产安全事故评估指南》	AQ/T 9011-2019	2020-02-01
23	《水工混凝土结构设计规范》	NB/T 11011-2022	2023-05-04

序号	名称	标准文号	施行日期
24	《尾矿库生产运行作业规范》	DB13/T 2015-2014	2015-03-01
25	《尾矿库重大危险源辨识与分级》	DB13/T 2260-2015	2016-01-01

1.2.3 建设项目合法证明材料

(1) 河北省应急管理厅关于《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程安全设施设计》的批复（冀应急函【2023】176号）。

1.2.4 建设项目技术资料

(1) 《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库整改工程方案设计》（中冶沈勘秦皇岛工程技术有限公司，2011年6月）；

(2) 《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库整改工程方案设计宽子坝筑坝工艺补充说明》（中冶沈勘秦皇岛工程技术有限公司，2017年5月）；

(3) 《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库在线监测监控预警项目设计》（承德龙兴矿业工程设计有限责任公司，2021年4月）；

(4) 《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库排洪构筑物质量检测报告》（河北裕速建设工程检测技术有限公司，2022年4月）；

(5) 《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库2022年度汛期调洪演算》（承德龙兴矿业工程设计有限责任公司，2022年5月）；

(6) 《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库堆积坝岩土工程勘察报告》（皓筠工程设计有限公司，2022年11月）；

(7) 《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库安全设施设计》（承德龙兴矿业工程设计有限责任公司，2023年7月）；

(8) 设计、施工、监理单位资质证书及相关记录；建设项目施工记录、竣工报告及竣工图；

(9) 其他相关资料。

1.2.5 其他评价依据

(1) 营业执照（统一社会信用代码：91130827779188106C）；

- (2) 安全验收评价委托书；
- (3) 企业提供的其它相关资料。

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 建设单位概况

宽城全海精选有限公司成立于2005年09月13日，公司类型为有限责任公司，法定代表人：李志英，注册资本：叁仟叁佰万元整，注册地址：宽城满族自治县板城镇板城村，经营范围：铁精粉加工、销售，道路货物运输，统一社会信用代码：91130827779188106C。

庙沟尾矿库位于宽城满族自治县板城镇板城村东南侧，为山谷型尾矿库，属宽城全海精选有限公司管理。

该尾矿库运行至477.95m标高时委托承德龙兴矿业工程设计有限责任公司编制了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库安全设施设计》，并通过审查，获得批复（冀应急函【2023】176号）。闭库安全设施设计的主要闭库工程包括：导水口封堵及滩面平整、原排水拱涵整治、排洪设施进水口防护、修建应急排洪设施、增设安全标志等工程。

目前企业已按《闭库工程安全设施设计》的要求完成了导水口封堵及滩面平整、原排水拱涵整治、排洪设施进水口防护、修建应急排洪设施、增设安全标志等工作。

公司设置了闭库巡查领导小组，便于闭库后尾矿库的巡查及隐患排查治理工作。

2.1.2 设计概况

2005年12月，承德天圆环境工程设计有限责任公司编制了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库工程初步设计》，设计概况如下：

初期坝为透水堆石坝，坝底标高为440m，坝顶标高为450m，坝高10m。坝顶宽度为5m，初期坝外坡坡比为1:1.75，内坡坡比为1:1.6。尾矿库后期堆积坝采中上游法筑坝，最终堆积标高为480m。堆积坝局部坡比为1:3.5，

平均坡比不小于 1:4.0。总坝高为 40m，总库容为 $69 \times 10^4 \text{m}^3$ ，等别为四等库。

该尾矿库的回水/排洪系统为钢筋混凝土拱涵结，拱涵净截面为 $0.8\text{m} \times 0.9\text{m}$ ，回水/排洪拱涵沿沟谷最低标高延伸至库内，拱涵底部设有 100mm-200mm 厚的混凝土垫层。拱涵采用 C25 钢筋混凝土现场浇筑，壁厚为 250mm。

拱涵顶部预留 $\Phi 300\text{mm}$ 的回水圆孔及排洪方孔，窗口标高每升高 0.2m 设一个，两回水/排洪窗口水平间距不大于 1.5m，回水窗口安装加盖后用 $400\text{g}/\text{m}^2$ 或 $500\text{g}/\text{m}^2$ 土工布覆盖，覆土压实。

为防止拱涵基础不均匀沉降造成纵向断裂，拱涵每 15m 设置一道沉降缝，遇地基变化时根据实际情况增设 1 至 2 道。沉降缝由特制止水橡胶带连接，缝隙填塞浸油木板。

为防止回水圆孔及排洪方孔漏砂，堵塞时用 $400\text{g}/\text{m}^2$ 土工布包裹混凝土预制塞封堵。

为使澄清水可以循环使用，同时为了防止宣泄洪水时冲毁出口，在回水/排洪拱涵出口处设置一座 $10\text{m} \times 2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ 的消力池。

后在该尾矿坝堆至 468m 标高时，企业将筑坝工艺由粗选改为精选，于 2011 年 6 月委托中冶沈勘秦皇岛工程技术有限公司针对该尾矿库编制了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库整改工程方案设计》，整改后的总坝高为 32m，即坝底标高约 446m，坝顶标高 478m。主要调整了 468m~478m 标高尾矿坝的筑坝工艺；设置排渗设施；新建坝肩、坝面排水明沟；增设观测设施等，具体如下：

(1) 尾矿坝堆筑工艺

468m~478m 标高之间为精选后的尾矿堆积坝体，采用上游法筑坝工艺，子坝外坡坡比为 1:3.0，内边坡坡比均为 1:2.0，每一级子坝高度为 2.0m，坝顶宽度为 5m，随后期坝不断升高在其外坡采用不小于 0.5m 厚的山皮土进行护坡，护坡与筑坝的上升速度同步。每年汛期前子坝宽度应加宽至不小于

40m。宽子坝的堆筑采用池填法。宽子坝的堆筑采用池填法，首先在滩顶筑坝区段上分2个小池，近长方形，池边长100m，宽50m，然后用人工或机械筑小围堤，堤高0.5m，堤顶宽0.5m，边坡1:1.0左右，再安设溢流管，溢流管采用DN50的钢管，间距5m，溢流管顶口低于堤顶0.1m，溢流口进水口设在靠近内侧围堤2m处，出口段设在堤外2m处，便于回收。待围堤筑好后，采用分散放矿向池内充填，粗粒在池内沉积，细粒随水一起由溢流管排向库内。当充填至堤顶时，停止放矿，干燥一段时间，再筑围堤，重复上述作业直至达到要求的子坝高度。

(2) 浆砌石拦挡坝

为提高尾矿库防洪能力，在尾矿库上游建设一座浆砌石拦挡坝，该浆砌石拦挡坝顶宽2m，最大高度为3m，内、外边坡坡比为1:0.5。

(3) 排渗设施

在468m标高沉积滩上距坝顶70m处沿平行坝轴线方向设置三道水平排渗管。

(4) 坝肩、坝面排水明沟

在两侧坝肩与山坡结合处设置浆砌石坝肩截水沟，过水断面为矩形，尺寸为0.6m×0.8m，壁厚400mm；在468m标高处修建纵向坝面排水明沟，坝面排水沟采用浆砌石结构，断面尺寸为0.4m×0.5m，壁厚400mm。

(5) 观测设施

在坝面上需要设置观测标点，观测标点设在458.0m和468m平台上，共8个。每个高程上在两岸山体上各设一个工作基点和一个起测基点。各6个。在坝面设置1排水位观测孔，观测孔设在458.0m和468.0m平台上，共3个。

2021年4月，由承德龙兴矿业工程设计有限责任公司出具了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库在线监测监控预警项目设计》，主要内容如下：

(1) 在线浸润线监测

现状已有在线浸润线监测点 4 个，设置在 468m（2 个）、474m（2 个）标高平台。本次设计不再增设浸润线监测点，但所有监测设备需要升级改造（利用点的位置对设备、线缆、数据采集等进行更换）。

（2）在线水位监测

在现状库水位已安装一个在线库水位监测点。本次设计更换监测设备，库水位监测点位于排水拱涵进水口附近，采用雷达液位计，监测误差小于 20mm，采用太阳能供电和无线数据传输。

库水位监测点设置在在用的排水设施附近位置，采用支架安装，为最大避免井筒对测量造成的遮拦和干扰，支架延伸长度不低于 1.5m，安装 1 套雷达液位计及其供电传输设备。

（3）在线表面位移监测

现状尾矿坝未设置在线表面位移监测点，根据规范要求在标高在 457.9m（ZBW1），478.0m（ZBW2）标高平台，设置 2 个表面位移监测点。稳定山体布设在线表面位移监测基点 1 个（ZBWJ1）。

表面监测技术采用 GNSS，基准点利用已建的在线监测系统基准点。位移监测用的平面坐标及水平高程，采用设计、施工和运行诸阶段的控制网坐标系。

（4）干滩监测

现状坝体补充滩顶高程监测设施，滩顶高程监测点沿滩顶方向布置，在子坝顶布置 2 个（TD1~2）滩顶高程监测点，后期随子坝长度增加自行增设。

现状坝体补充干滩坡度监测设施，根据坝长及水边线弯曲情况，设置 2 个（TP1~2）高程监测点，形成 2 个监测剖面，每个剖面设 2 个高程监测点，其中 1 个利用滩顶高程监测点。

（5）视频监控

现有视频监测设备需要升级改造，现状坝体在初期坝、堆积坝坝坡、沉积滩滩面、尾矿排放口及排洪系统进、出口处设置 4 个（SP1~4）视频监控

点,另外在监控室需设置 1 个拾音视频监控设备。

2023 年 7 月,由承德龙兴矿业工程设计有限责任公司出具了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库安全设施设计》,主要内容如下:

(1) 利旧工程

1) 初期坝

根勘察报告及实测图可知,初期坝为透水堆石坝,现状顶标高 457.9m,坝底标高 446m,坝高 11.9m,坝顶宽 5m(剖线处),平均外坡比为 1:1.9,初期坝结构较好,坡面完好,无明显沉陷、滑坡、裂缝、流土和管涌等现象。

根据坝体稳定性分析,坝体边坡最小安全系数均满足规范规定的坝坡抗滑稳定最小安全系数的要求,本次闭库利用现有初期坝作为闭库设施。

2) 堆积坝及坝面排水沟

现状子坝坝顶标高 477.95m,滩顶标高 477.7m,堆积坝高 20.05m,堆积坝外坡平均坡比约 1:4.0,现状尾矿库尾矿坝高 31.95m(446m-477.95m),现状坝坡坡比满足设计要求。

现状尾矿库放矿方式为池填法放矿。在平行于坝轴线距沉积滩滩顶距离约为 58.5m 处设有池填拦砂堰,垂直于坝顶中部筑有一条纵向拦砂堰,在滩面划分了 2 个放矿池,现状两侧放矿池均设有导水口。

在标高 467.98m 马道分别设有纵向排水沟,断面尺寸为 400mm×500mm,壁厚 400mm,浆砌石结构。在坝肩两侧修建坝肩截水沟,断面尺寸 600mm×800mm,壁厚 400mm,浆砌石结构,纵向排水沟与坝肩截水沟连接。

现状坝坡维护设施较完善,坝面及坝肩排水沟运行良好,本次闭库利用现有坝坡维护设施作为闭库设施。

3) 排洪系统

根据 2022 年 10 月,河北裕速建设工程检测技术有限公司对该尾矿库排洪构筑物进行检测并出具了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库排洪构筑物质量检测报告》,在检测过程中未发现排洪系统出现塌陷、变形、沉降等现

象，通过在内部对混凝土抗压强度检测、无损检测及对排洪系统影像及照片分析，排水拱涵现龄期混凝土强度推测值均大于设计值 25Mpa，钢筋分布符合设计要求。存在局部渗流清水及盖板口下边缘露筋外，未发现其他问题。排洪系统符合设计和相关规范要求，可以正常使用。

本次闭库设计利用现有排洪设施作为闭库后的排洪设施。

4) 排渗设施

在堆积坝标高 467.98m 设有排渗盲沟，在马道平台设有水平排渗导流管出水口，排渗导流管无水流出。

本次闭库设计不再增设排渗设施，保留现有排渗设施。

5) 安全监测设施

现状尾矿库设有人工和在线监测设施。

在尾矿坝坝体标高 457.9m（2 个）、467.98m（4 个）马道平台共计修建了 6 个位移观测桩，两侧山体建有位移观测点基点。

在尾矿坝坝体标高 467.98m（3 个）、474.6m（2 个）马道平台共布置 5 个人工浸润线观测设施。

在尾矿坝坝体标高 457.9m（1 个）、477.95m（1 个）马道平台共设置了 2 个在线位移观测点，在北侧山体上设置了在线位移基点。

在尾矿坝坝体在标高 467.98m（2 个）、474.6m（2 个）马道平台共设 4 个在线浸润线观设施。

在坝顶共布置 4 个干滩监测设施。

在排洪系统进水口附近已安装 1 个在线库水位监测点。

现状在值班室附近稳定地段设置了一个在线降雨量监测设施。

现状在初期坝、堆积坝外坡、放矿滩面、排洪设施进水口安装了带云台的视频监控设施，共 4 个。

本闭库工程不再增设观测设施。

(2) 闭库工程

1) 导水口封堵及滩面平整

现状在平行于坝轴线距沉积滩滩顶距离约为 58.5m 处设有池填拦砂堰，垂直于坝顶中部筑有一条纵向拦砂堰，在滩面划分了 2 个放矿池，现状两侧放矿池均设有导水口。要求闭库前将拦砂堰全部导水口进行封堵。自滩顶 0~58.5m 段沉积滩平均坡度 0.7%，59.6~170m 段沉积滩平均坡度 0.9%，170~291.8m 段沉积滩平均坡度 0.5%。滩面局部低洼处按照现状沉积滩坡度对滩面进行平整，北侧支沟由东侧向西南按 1.0% 坡度进行平整，南侧支沟由东侧向西按 1.0% 坡度进行平整，使滩面汇水尽早经排洪设施排出库外。

2) 原排水拱涵整治

排水拱涵为现浇 C25 钢筋混凝土结构，过水断面尺寸为 0.8m×0.9m，壁厚 250mm。排水拱涵顶部预留 500mm×400mm 的回水方孔。由于尾矿库滩面坡度平缓，库尾滩面标高 475.6m，将排水拱涵周围 5m 范围内淤泥进行清挖，清挖至标高 475.0m，并将标高 475.5m 以上拱涵顶部顶板打开至标高 477.2m，形成宽为 0.8m，长约 6.0m 的进水口，进水口设拦污栅，为防止排水拱涵周围杂草丛生影响排水拱涵进水口进水，在排水拱涵进水口两侧 5m 范围铺设毛石（排水拱涵进水口与铺设毛石顶齐平），防止排水拱涵周围淤泥、杂草植被淤堵排水拱涵进水口，毛石铺设厚度为 0.5m。

3) 修建应急排洪设施

设计在尾矿库南侧滩面与山体交接处修建应急排洪设施。应急排洪设施采用明渠型式，进水口设置在滩面 70m 处，进水口底标高 476.5m，出水口底标高 475.7m，总长度 83.0m，纵坡 1.0%。应急排洪设施底宽 0.6m，高 0.8m，侧壁及底板厚均为 0.2m，采用现浇 C30 钢筋混凝土结构。在应急排洪设施入口处设八字形进水口，并在进水口设置 0.5m 厚块石护坦，防止排泄洪水时冲刷尾砂。应急排洪设施出水口与原有坝肩截水沟相连接。

应急排洪设施基础应位于密实的角砾层上，应急排洪设施标准节为 9m，

地质变化段必须增设伸缩缝，尾砂一侧边坡开挖后进行夯实并采用干砌块石进行防护，厚度不小于 300mm，山体一侧石质边坡开挖坡度不小于 1:0.5，对开挖后的边坡浮石进行清理。土质边坡开挖坡度不小于 1:1.0，对开挖后的边坡夯实。

4) 安全标志

增设尾矿库避灾、概况、平台标高、警示等安全标志 20 个。

2.2 自然环境概况

(1) 地形地貌

库区属侵蚀构造中低山区，沟谷纵深走向近东西向，地势东高西低。库区三面环山，标高 430.0m-548.0m。库区周边山体植被较为茂盛，未发现不良地质条件。库区位于荒山沟谷中，沟谷纵横沟谷横断面呈 V 型，属于山谷型尾矿库。库区大致呈东西走向。山谷和冲沟两岸的山坡上有少量第四系覆盖层，两岸基本对称。

(2) 自然气候条件

该地区属大陆性季风气候，冬季长而寒冷，夏季短而炎热，多年平均气温 9.1℃，最热月（7 月）平均气温 24.4℃，最冷月（1 月）平均气温 -9.4℃，极端最高气温 41.5℃，极端最低气温 -24.2℃，最大日温差 23.8℃，历年最多风向为静风和西北风，最多风向频率，静风 52%，西北西 6%，平均风速 1.3m/s，10min 最大风速 21.3m/s，瞬时最大风速 26m/s。历年最大降水量 835.9mm，最小降水量为 326.7mm，平均降水量为 557.9mm，月最大降水量 382.8mm，24h 最大降水量为 151.4mm，1h 最大降水量为 55.0mm，10min 最大降水量为 24.4mm，连续最大降水量 223.0(5 天)。历年最大积雪深度为 270cm。电线积冰厚度 25mm，该区标准冻结深度 1.26m。

(3) 地震烈度

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）查得该区内的地震动

峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期 0.45s，该尾矿库位于地震设防烈度 VI 度区。

2.3 地质概况

2.3.1 工程地质条件

(1) 地质构造

尾矿库大地构造单元处于中朝准地台 (I_2)，燕山台褶带 (II_2^{22})，马兰峪复式背斜 (III_2^{27})，宽城凹褶束 (IV_2^{24})，密云-喜峰口断裂以北。马兰峪复式背斜整体为一近东西向的宽缓式背斜构造，四周被断裂所截，背斜核部主要由太古代基底组成，宽城凹断束在复式背斜的北翼，平面呈东段向北东弯曲的近东西向带状。该区中、上元古界极为发育，元古界之上，主要被中侏罗纪火山岩建造及类磨拉斯建造不整合覆盖。

区内地质岩层主要以片麻岩为主。山体多由较硬岩组成，山体无崩塌、滑坡、泥石流存在，库区内无不良地质作用。

根据勘察成果及前人资料分析，库区无大的褶皱构造，库区所在地为相对稳定的地区，属对建筑抗震一般地段。

(2) 地层岩性

根据皓筠工程设计有限公司2022年11月出具的《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库堆积坝岩土工程勘察报告》，宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库内主要分布有第四系全新统 (Q_4) 松散沉积地层（包括素填土、尾中砂、尾细砂、尾粉砂、尾粉土、碎石）及太古代迁西群上川组 (Arc) 片麻岩。

①素填土 (Q_4^{ml})：灰黑色，松散，稍湿，主要为尾矿库施工开挖堆积的碎石和砂土，该层仅zk1揭露，层底标高441.52m，揭露层厚1.2m。

②尾中砂 (Q_4^{ml})：灰黑色，稍密~中密，稍湿~饱和，主要矿物成分为角闪石、云母、石英、和长石，级配良好，砂质较纯，局部夹极薄层尾粉土，具水平层理，层底标高448.52~466.89m，揭露层厚0.98~19.42m，平均层

厚7.38m。

③尾细砂 (Q_4^{ml})：灰黑色，稍密~密实，湿~饱和，主要矿物成分为角闪石、云母、石英和长石，级配一般，砂质较纯，局部夹极薄层尾粉土，具水平层理，层底标高447.0~470.91m，揭露层厚1.42~14.30m，平均层厚7.39m。

④尾粉砂 (Q_4^{ml})：灰色~灰黑色，中密~密实，湿~饱和，主要矿物成分为角闪石、云母、石英、和长石，级配不良，砂质不纯，局部夹极薄层尾粉土，具水平层理，层底标高449.62~473.29m，揭露层厚1.75~11.07m，平均层厚5.35m。

⑤尾粉土 (Q_4^{ml})：灰色，中密~密实，饱和，摇振反应中等，干强度、韧性差，切面无光泽，土质较均匀，局部夹极薄层尾粉土，底标高457.12~471.63m，揭露层厚1.0~2.08m，平均层厚1.46m。

⑥碎石 (Q_4^{al+pl})：黄褐色，稍密~中密，饱和，母岩成分主要为片麻岩，以次棱角状为主，中风化，一般粒径20~60mm，最大粒径110mm，充填物主要为角砾及中粗砂，该层主要分布于沟底，层底标高438.42~470.42m，揭露层厚1.0~3.10m，平均层厚1.45m。

⑦强风化片麻 (Arc)：灰黑色，中粒粒状变晶结构，块状构造，主要矿物成分为斜长石、角闪石，强风化，节理裂隙发育，岩体破碎，岩芯呈碎块状至短柱状，库区范围内全场区分布。层底标高436.62~469.03m，揭露层厚1.22~1.80m，平均层厚1.58m。

⑧中风化片麻 (Arc)：灰黑色，中粒粒状变晶结构，块状构造，主要矿物成分为斜长石、角闪石，中风化，节理裂隙较发育，岩体较破碎，岩芯呈短柱状~长柱状，库区范围内全场区分布。勘探作业未揭穿该层，钻孔最大揭露层厚5.99m。

(3) 不良地质

库区所在场地地质岩层主要以片麻岩为主。山体多由较硬岩组成，库区

无大的褶皱构造，库区所在地为相对稳定的地区，山体无崩塌、滑坡、泥石流存在，库区内无不良地质作用。

2.3.2 水文地质条件

库区内沟谷较短，汇水面积小，478m 标高以上库区汇水面积 0.12km^2 ，坡降大。植被不甚发育，大部基岩裸露，不利于地表水入渗，无地表水体，无泉点出露及人工井点。整个库区可视为一个独立水文地质单元，其地表水和地下水的补给来源，主要是季节性大气降水及正常生产期经常性的尾矿水。水文地质条件简单。

该区地下水的补给来源主要是大气降水，无论是地表水还是地下水，均汇入到附近的河流、谷地中赋存或补给下游。

2.4 建设概况

2.4.1 尾矿库闭库设计前现状

根据设计资料，闭库前现状尾矿库堆积坝子坝顶标高 477.95m，滩顶标高 477.7m，尾矿坝高 31.95m。

(1) 初期坝

初期坝采用透水堆石坝，初期坝坝底标高 446m，坝顶标高 457.9m，坝高 11.9m，坝顶宽约 5m（剖线处），外坡比 1:1.9。

(2) 堆积坝

现状堆积坝子坝坝顶标高 477.95m，滩顶标高 477.7m，尾矿坝高为 31.95m（446m~477.95m），库容约为 76.5万 m^3 ，等别为四等。堆积坝外坡总平均坡比为 1:4.0，标高 457.9m~467.98m 段外坡阶段坡比为 1:3.2，在 467.98m 标高设有 8.8m（剖线处）宽的平台；标高 467.98m~477.95m 段外坡阶段坡比为 1:4.6，在 470.34m、472.63m、474.6m、476.6m、477.95m 标高分别设有 2.0m、2.8m、2.5m、4.4m、5.6m（均为剖线处）宽的平台。堆积

坝外坡进行了植被护坡，植被状况较好。

尾矿库放矿方式为池填法放矿。在平行于坝轴线距沉积滩滩顶约为 58.5m 处设有池填拦砂堰，垂直于坝顶中部筑有一条纵向拦砂堰，在滩面划分了 2 个放矿池，两侧放矿池均设有导水口。

拦砂堰顶标高 477.66m，内侧堰脚滩面标高 477.3m，外侧堰脚滩面标高 477.1m，内外高差 0.2m，自滩顶 0~58.5m 段沉积滩平均坡度 0.7%，59.6~170m 段沉积滩平均坡度 0.9%，170~291.8m 段沉积滩平均坡度 0.5%。现状库内无水。

(3) 排洪系统

排洪系统采用排水拱涵-消力池型式。排水拱涵为现浇 C25 钢筋混凝土结构，过水断面尺寸为 0.8m×0.9m，壁厚 250mm。排水拱涵顶部预留 500mm×400mm 的回水方孔，相邻两回水孔高差 0.11m，水平间距 1.0m，现状最低点 52#进水口标高为 476.56m、最高点 59#进水口标高为 478.98m。排水拱涵出口连接消力池，消力池为 C25 钢筋混凝土结构，结构尺寸为 11m×12m×6.5m。在 480.4m 标高设有浆砌石拦挡坝，顶宽约 2m。

2022 年 10 月河北裕速建设工程检测技术有限公司对尾矿库排洪构筑物进行检测并出具了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库排洪构筑物质量检测报告》，排洪系统符合设计和相关规范要求，可以正常使用。

现状在 467.98m 马道平台处设有坡面纵向排水沟，断面尺寸为 0.4m×0.5m，浆砌石结构。纵向排水沟连接至两侧坝肩截水沟。在尾矿堆积坝两侧坝肩处设置坝肩截水沟，坝肩截水沟采用浆砌石结构，断面为 0.6m×0.8m。坝肩截水沟出口连接至坝脚纵向排水沟，最后通至消力池。

(4) 排渗设施

在堆积坝标高 467.98m 马道平台有水平排渗导流管出水口，排渗导流管无水流出。

(5) 监测设施

现状尾矿库监测设施采取人工监测和在线监测相结合的方式布置。

在尾矿坝坝体标高 457.9m（2 个）、467.98m（4 个）马道平台共计修建了 6 个位移观测桩，两侧山体建有位移观测点基点。

在尾矿坝坝体标高 467.98m（3 个）、474.6m（2 个）马道平台共布置 5 个人工浸润线观测设施。

在尾矿坝坝体标高 457.9m（1 个）、477.95m（1 个）马道平台共设置了 2 个在线位移观测点，在北侧山体上设置了在线位移基点。

在尾矿坝坝体在标高 467.98m（2 个）、474.6m（2 个）马道平台共设 4 个在线浸润线观设施。

在坝顶共布置 4 个干滩监测设施。

在排洪系统进水口附近已安装 1 个在线库水位监测点。

现状在值班室附近稳定地段设置了一个在线降雨量监测设施。

在初期坝、堆积坝外坡、放矿滩面、排洪设施进水口安装了带云台的视频监控设施，共 4 个。

在线监测设施已接入省、市、县的智能监测平台，运行正常，浸润线最小埋深 11.87m。

2.4.2 尾矿库库址

（1）库区位置及地形地貌

宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库位于宽城满族自治县板城镇板城村东南侧，庙沟属构造剥蚀低山区沟谷地貌，沟谷近东-西走向。沟谷横断面多呈“V”字型，库区三面环山，标高 430.0m~548.0m。库区植被较发育，属低中山地形，该库属山谷型尾矿库。

库区周边山体植被较为茂盛，未发现不良地质条件。库区位于荒山沟谷中，沟谷纵横沟谷横断面呈 V 型，库区大致呈东西走向。山谷和冲沟两岸的山坡上有少量第四系覆盖层，两岸基本对称。

（2）库区周边环境

尾矿库位于板城村东的庙沟南岔沟内，库区上游三面环山，西面筑坝，属于山谷型尾矿库。尾矿库下游主要有农田和杂草相隔，尾矿库下游 1200m 为宽凌（宽城-凌源）公路，板城村位于宽凌公路的北侧，距尾矿库约 1200m；兆丰集团住宅楼位于宽凌公路的南侧，距尾矿库 1100m。

尾矿库上空有一路 35kV 高压线（板城变电站至天宝集团宝丰矿业）大致呈南北向通过，高压线弧垂最低处距现状堆积坝顶垂直高度约 12m。

除此之外，尾矿库下游 1km 范围内无其他村庄、工矿企业、重要建筑设施，没有重要工程和文物保护单位，无国家和省重点保护名胜古迹，无不良地质现象，尾矿库下无有开采价值的矿床等。

库区周边环境见图 2.4-1。

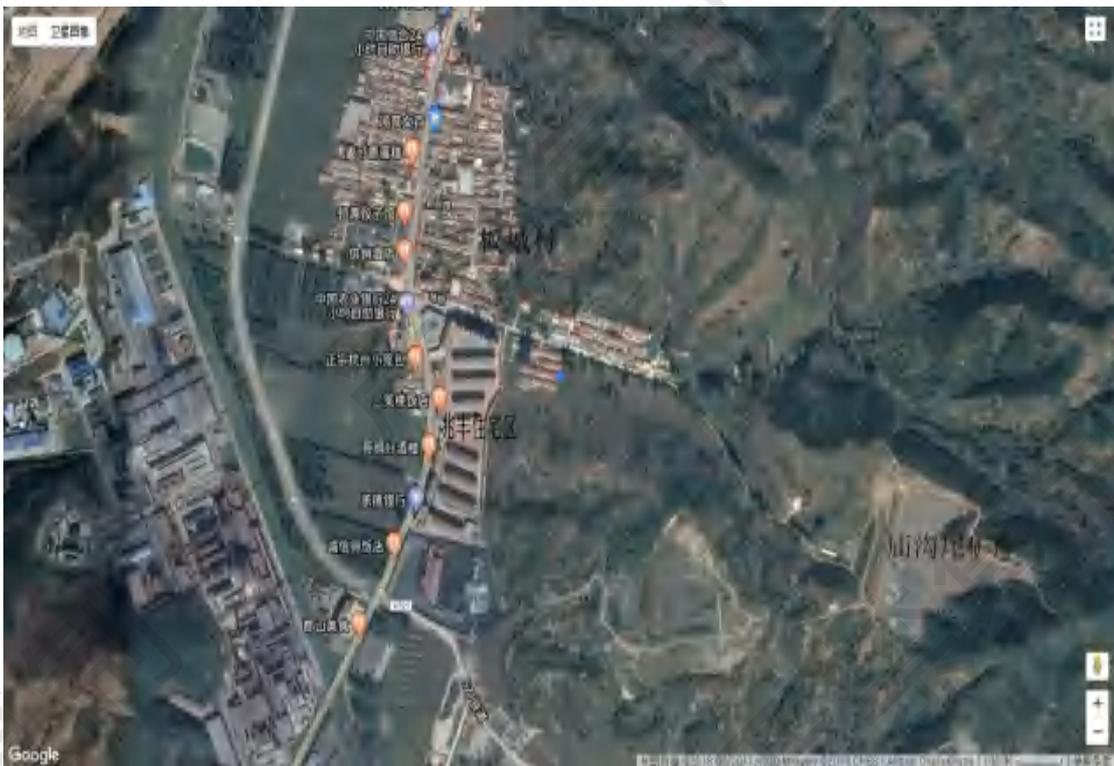


图 2.4-1 尾矿库周边环境图

2.4.3 库容、等别及建设标准

依据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）3.3.1 条：“尾矿库等别应按照最终全库容及最终坝高确定，尾矿库各使用期的设计等别应根据该期的全库容和坝高分别确定。当按尾矿库的全库容和坝高分别确定的尾矿库等

别的等差为一等时，应以高者为准；当等差大于一等时，按高者降一等确定”，尾矿库等别详见表 2.4-1。

表 2.4-1 尾矿库等别

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

该尾矿库设计总坝高 32m，总库容为 $78 \times 10^4 m^3$ ，设计等别为四等；现状尾矿坝高为 31.95m（446m~477.95m），总库容约 $72.4 \times 10^4 m^3$ ，尾矿库现状等别为四等库。

2.4.4 尾矿库闭库利旧工程

2.4.4.1 尾矿坝

(1) 初期坝

根据现场踏勘、现状实测图纸及前期基础资料，该库初期坝为透水堆石坝，初期坝外坝脚标高 443.9m，初期坝坝底标高 446m，坝顶标高 457.9m，坝高 11.9m，坝顶宽约 5m，外坡比 1:1.9。

经现场查看，初期坝结构较好，坡面完好，无明显沉陷、滑坡、裂缝、流土和管涌等现象。

现状初期坝情况与闭库设计前现状相符。

(2) 堆积坝

堆积坝现状坝顶标高 477.95m，现状堆坝高度 20.05m（457.9m~477.95m），现状尾矿坝高为 31.95m（446m~477.95m）。

在 467.98m、在 470.34m、472.63m、474.6m、476.6m 标高分别设有宽 8.8m、2.0m、2.8m、2.5m、4.4m 的平台。子坝外坡比在 1:3.26~1:2.53 之间，堆积坝平均外坡比为 1:4.0。

堆积坝外坡进行了植被护坡，植被状况较好。

现状堆积坝情况与闭库设计前现状相符。

《闭库安全设施设计》中提出了滩面平整的整治工程，详见 2.4.5 章节。

(3) 坝肩截水沟和坝面排水沟

在尾矿堆积坝两侧坝肩处设置坝肩截水沟，坝肩截水沟采用浆砌石结构，断面为 $0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$ 。坝肩截水沟出口连接至坝脚纵向排水沟，最后通至消力池，消力池内设置有抽水泵，尾矿水排入消力池后由抽水泵排至企业选矿厂循环使用，溢流部分排入下游自然河道。

在 467.98m 马道平台处设有坡面纵向排水沟，断面尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，浆砌石结构。纵向排水沟连接至两侧坝肩截水沟，通过坝肩截水沟统一将洪水排入消力池，溢流部分排入下游自然河道。

现状利旧排水沟情况与闭库设计前现状相符。

(4) 排渗设施

在尾矿坝 467.98m 标高平台铺设水平排渗设施，渗流水通过坝面纵向排水沟及坝肩截水沟排至库外。

现状排渗设施情况与闭库设计前现状相符。

坝体稳定性计算：

渗流稳定计算：

(1) 计算原理

渗流是水在介质孔隙中的流动，但实际尾矿砂的颗粒是大小不均的，尾矿砂的介质孔隙也不是有规则可循的，因此尾矿库的渗流问题是非常复杂的。尾矿砂堆积体的空隙受很多因素的影响，包括其密实度、尾矿砂颗粒大小等等，因此无论是从理论上还是实验中都无法准确的确定其实际的渗透能力。所以尾矿库的渗流模拟计算采用的是理想化的渗流模型，即用平均值来描述实际的渗流运动。

理想化的渗透模型中，忽略了土颗粒的存在和渗流水的曲折流动，将渗流场视作连续水流，并且只考虑主要的渗流方向，其实质是将实体内的渗流

场视为是连续介质的运动。

地下水运动方程的推导过程和一般流体运动方程推导过程一样，先将孔隙中水流真实速度转化为断面上的平均渗流速度，再把多孔隙介质中孔隙水流运动速度作为水质点运动速度代入流体运动方程，即可推导出渗流的微分方程。

由达西定律可知，各方向的渗透速度可表示为：

$$v_x = -k_x \frac{\partial H}{\partial x}$$

$$v_y = -k_y \frac{\partial H}{\partial y}$$

考虑水和土不可压缩，即 $\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0$

上式为不可压缩流体在刚体介质中流动的连续性方程，说明在任意点的单位流量或流速的净有改变量等于零；也就是说，单元体中水体质量的净有改变率是零，对于单元体在某一方向的改变必须与其他方向相反符号的改变相平衡。

稳定渗流的基本方程：

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

当渗透系数为常数时，上式为：

$$k_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0$$

当 $k_x = k_y$ 时，即变为拉普拉斯方程：

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0$$

结合渗流自由面的边界条件，即可求解有渗流自由面的稳定渗流。

边界条件原则上可区分为流场的几何边界形状位置与边界上起支配作用的条件。从描述液体流动的数学模型上看，分为三类边界条件：①第一类边界条件为边界上给定的位势函数或水头分布，或称为水头边界条件，是最常见的情况；②第二类边界条件为在边界上给出的位势函数或水头的法向导数，或称为流量边界条件；③第三类边界条件为混合边界条件，是指含水层边界的内外水头差和交换的流量之间保持一定线性关系。

对于求解稳定渗流的定解条件，只需满足第一、二类边界条件。

第一类边界上水头是已知的，即

$$h|_{\Gamma_1} = h(x, y, z)$$

在第二类边界上流量等于零，即

$$k_x \frac{\partial h}{\partial x} \cos(n, x) + k_y \frac{\partial h}{\partial y} \cos(n, y) + k_z \frac{\partial h}{\partial z} \cos(n, z) \Big|_{\Gamma_2} = 0$$

由于渗流自由面上的水头压力等于大气压力，测压管高度等于零，自由面上任一点水头 h 等于该点的位置高度。为保证存在唯一解，在自由面上应满足条件

$$h = z$$

Γ_1 和 Γ_2 构成了三向空间流场的全部边界。

(2) 计算参数

根据皓筠工程设计有限公司 2022 年 11 月出具的《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库堆积坝岩土工程勘察报告》选取相应的渗透系数，尾矿坝各层堆积材料渗透系数见表 2.4-2。

表 2.4-2 尾矿库库区各岩土层渗透系数

层号	岩土名称	渗透系数 (m/s)			
		方向	最大值	最小值	平均值
2	尾中砂	垂直 K_v	2.23×10^{-5}	7.53×10^{-6}	1.1×10^{-5}
		水平 K_H	3.46×10^{-5}	1.38×10^{-5}	2.5×10^{-5}
3	尾细砂	垂直 K_v	1.72×10^{-5}	5.16×10^{-6}	8.0×10^{-6}

		水平 K_H	2.62×10^{-5}	7.53×10^{-6}	1.5×10^{-5}
4	尾粉砂	垂直 K_V	2.73×10^{-6}	9.26×10^{-7}	1.9×10^{-6}
		水平 K_H	4.69×10^{-6}	1.86×10^{-6}	3.5×10^{-6}
5	尾粉土	垂直 K_V	1.86×10^{-6}	6.33×10^{-7}	1.0×10^{-6}
		水平 K_H	1.99×10^{-6}	7.17×10^{-7}	1.2×10^{-6}

(3) 计算结果

针对现状滩顶标高 477.81m 进行渗流稳定计算，洪水工况渗流计算结果见图 2.4-2。



图 2.4-2 477.81m 滩顶标高坝体洪水工况浸润线图

渗流计算结果见表 2.4-3。

表 2.4-3 渗流计算结果汇总表

滩顶标高 (m)	浸润线埋深值 (m)
	洪水及特殊工况
477.81	11.8

渗流计算结果表明，该库在现状 477.81m 滩顶标高时，在洪水工况下拟合浸润线能满足设计要求。

边坡稳定计算：

该尾矿库现状滩顶标高为 477.81m，评价单位使用理正软件对尾矿库现状滩顶标高 477.81m 洪水运行工况下及特殊工况下（考虑地震荷载情况）的抗滑稳定性进行了复核计算，具体如下：

瑞典圆弧法计算公式：

$$K = \frac{\sum [(W \pm V) \cos \alpha - ub \sec \alpha - Q \sin \alpha] [\tan \phi' + c' b \sec \alpha]}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_e / R]}$$

式中：K—抗滑安全系数；

W—土条重力 (kN)；

Q —地震水平惯性力 (kN) ;

V —地震垂直惯性力 (kN) ;

u —作用于土条底面的孔隙水压力 (kPa) ;

a —一条块重力线与通过此条底面中点的半径之间的夹角 ($^{\circ}$) ;

b —土条宽度 (m) ;

c' —土条底面的有效应力抗剪强度凝聚力标准值 (kPa) ;

ϕ' —土条底面的有效应力抗剪强度摩擦角标准值 ($^{\circ}$) ;

M_c —地震水平惯性力对圆心的力矩 (kN·m) ;

R —圆弧半径 (m) 。

根据皓筠工程设计有限公司 2022 年 11 月出具的《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库堆积坝岩土工程勘察报告》，该尾矿堆积层各土层的物理力学指标见表 2.4-4。

表 2.4-4 各土层的物理力学指标一览表

参数 岩土名称	k_n (m/s)	k_v (m/s)	容重 (KN/m ³)	饱和容重 (KN/m ³)	(水上) c (KPa)	ϕ ($^{\circ}$) (水上)	(水下) c (KPa)	(水下) ϕ ($^{\circ}$)
尾中砂	2.5×10^{-5}	1.1×10^{-5}	18.2	19	6.6	34	4.2	32.5
尾细砂	1.5×10^{-5}	8.0×10^{-6}	18.3	19.1	7.2	32.5	7.2	30.5
尾粉砂	3.5×10^{-6}	1.9×10^{-6}	18.9	19.7	9.3	29.1	9.3	27.6
尾粉土	1.2×10^{-6}	1.0×10^{-6}	19.7	20.5	10.5	28.6	10.5	26.5
碎石 (经验值)	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	20	21.5	0	38	0	36
强风化片麻 岩 (经验值)	3.2×10^{-6}	3.2×10^{-6}	23	24	20	36	20	34
中风化片麻 岩 (经验值)	1.0×10^{-11}	1.0×10^{-11}	25	25.8	50	38	30	36
素填土	$3.5.0 \times 10^{-5}$	2.1×10^{-5}	19.3	20.2	1	35	0	35

圆弧稳定分析条件选取:

采用瑞典条分法, 根据各层级参数及分层拐点坐标, 考虑渗流影响因素。

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待。

稳定计算目标：自动搜索最危险滑裂面。

采用规范：通用方法。

计算目标：安全系数计算。

滑裂面形状：圆弧滑动法。

计算结果见图2.4-3和图2.4-4。

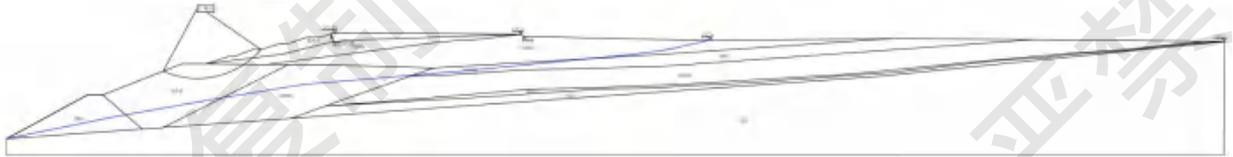


图2.4-3现状滩顶标高477.81m洪水运行工况下坝体稳定性复核结果



图2.4-4现状滩顶标高477.81m特殊工况下坝体稳定性复核结果

经计算，现状滩顶标高477.81m洪水运行工况下抗滑稳定系数为1.8814，特殊运行工况下抗滑稳定系数为1.6992，满足《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）中最小抗滑安全系数1.05（洪水运行）、1.05（特殊运行）的要求，尾矿库现状坝体稳定性可以实现安全运行。

2.4.4.2 防洪系统

尾矿库排洪系统采用排水拱涵~消力池型式。

排水拱涵终点铺设标高498.73m，现浇钢筋混凝土结构。拱涵过水断面 $0.8\text{m} \times 0.9\text{m}$ ，壁厚0.25m。

排水拱涵通至消力池。坝下设有两座消力池，长11.6m，宽12.2m，钢筋混凝土结构。

在480.4m标高设有浆砌石拦挡坝，顶宽约2m。

现场勘察，该尾矿库排洪构筑物无变形、位移、损毁、淤堵等问题，排水拱涵无明显破损、裂缝等情况，排洪系统完好

2022年04月，宽城全海精选有限公司委托河北裕速建设工程检测技术有限公司对排洪系统进行了检测，检测结果表明：宽城全海精选有限公司庙

沟尾矿库排洪构筑物在检测过程中未发现排洪系统出现塌陷、变形、沉降等现象，通过在内部对混凝土抗压强度检测、无损检测及对排洪系统影像及照片分析，排水拱涵现龄期混凝土强度推测值均大于设计值 30MPa，钢筋分布符合设计要求。排洪系统符合设计和相关规范要求，可以正常使用。

为了更好的排洪，《闭库安全设施设计》中提出了相应的闭库整治工程，详见 2.4.5 章节。

2.4.4.3 安全监测

(1) 人工观测设施

1) 人工位移观测设施

在山体 462.71m、470.312m 标高共设置 2 个人工位移观测基点；在坝面 458.07m、458.22m、458.07m、468.1m、468.02m、468.3m 标高共设置 6 个人工位移观测点。

2) 人工浸润线观测设施

在 467.98m、467.81m、468.05m、474.94m、474.76m 标高共设置 5 座人工浸润线观测管，浸润线观测管埋深为 10.1m~10.5m，埋深范围内无水。

(2) 在线监测设施

1) 在线浸润线监测设施

在 467.92m、467.94m、475.04m、474.6m 标高共设置 4 座浸润线在线监测点，埋深为 11.0m~12.2m，目前浸润线埋深范围内均显示无水。

2) 在线位移监测设施

在初期坝顶和堆积坝顶各设置 1 个在线位移监测点。在北侧山体上设置了 1 个在线位移监测基点。

3) 库水位在线监测

在排水拱涵进水口附近设置了库水位在线监测设施。

4) 在线干滩监测

在坝顶共布置 2 个干滩监测设施。

5) 视频监控

在初期坝两侧山体、堆积坝北侧山体、排洪设施进水口附近共安装 4 个视频监控设施。

6) 降雨量在线监测

现状在值班室附近稳定地段设置了一个在线降雨量监测设施，现状安全监测情况与闭库设计前现状相符。

2.4.4.4 库内船只

该库目前已进入闭库阶段，原库内船只已停止使用并搬离库区。

2.4.4.5 辅助设施

(1) 上坝道路

在尾矿库一侧修筑了上坝道路，上坝道路与现状堆积坝顶连通。现场勘察未发现有挖砂，放牧、采矿等人为破坏现象。

(2) 照明

现状坝顶设置有照明装置，后期照明装置如不能使用，巡查人员可持手电筒进行照明。

2.4.5 尾矿库闭库整治工程

2.4.5.1 导水口封堵及滩面平整

闭库安全设施设计情况：

现状在平行于坝轴线距沉积滩滩顶距离约为 58.5m 处设有池填拦砂堰，垂直于坝顶中部筑有一条纵向拦砂堰，在滩面划分了 2 个放矿池，现状两侧放矿池均设有导水口。要求闭库前将拦砂堰全部导水口进行封堵。自滩顶 0~58.5m 段沉积滩平均坡度 0.7%，59.6~170m 段沉积滩平均坡度 0.9%，170~291.8m 段沉积滩平均坡度 0.5%。滩面局部低洼处按照现状沉积滩坡度对滩面进行平整，北侧支沟由东侧向西南按 1.0%坡度进行平整，南侧支沟由东侧向西按 1.0%坡度进行平整，使滩面汇水尽早经排洪设施排出库外。

现状情况:

根据现场踏勘，企业已按设计要求将原放矿池导水口使用袋装尾砂封堵，上面使用土工布进行覆盖。封堵完成后对滩面进行了平整。提供的现状实测图，现状滩顶标高 477.81m，滩顶至排水拱涵段的干滩长度为 291.8m，自滩顶 0~58.5m 段沉积滩平均坡度 0.9%，59.6m（拦砂堰外底角）~170m 段沉积滩平均坡度 0.9%，170m~291.8m 段沉积滩平均坡度 0.5%，干滩总平均坡度 0.7%。

根据施工单位提供的闭库工程竣工图，现状北侧支沟干滩东侧向西南侧的坡度为 1.0%，南侧支沟干滩东侧向西侧的坡度为 1.0%，符合闭库安全设施设计要求。

平整后的滩面见图 2.4-5。



图 2.4-5 滩面

2.4.5.2 原排水拱涵整治

闭库安全设施设计情况：

排水拱涵为现浇 C25 钢筋混凝土结构，过水断面尺寸为 0.8m×0.9m，壁厚 250mm。排水拱涵顶部预留 500mm×400mm 的回水方孔。由于尾矿库滩面坡度平缓，库尾滩面标高 475.6m，将排水拱涵周围 5m 范围内淤泥进行清挖，清挖至标高 475.0m，并将标高 475.5m 以上拱涵顶部顶板打开至标高 477.2m，形成宽为 0.8m，长约 6.0m 的进水口，进水口设拦污栅，为防止排水拱涵周围杂草丛生影响排水拱涵进水口进水，在排水拱涵进水口两侧 5m 范围铺设毛石（排水拱涵进水口与铺设毛石顶齐平），防止排水拱涵周围淤泥、杂草植被淤堵排水拱涵进水口，毛石铺设厚度为 0.5m。

现状情况：

根据现场踏勘，企业已按安全设施设计要求将排水拱涵顶部板打开，现状形成了一个矩形进水口，进水口设有拦污栅，进水口两侧铺设有毛石。

根据现场测量情况，矩形进水口长约 6.6m，宽约 0.83m。拦污栅网格尺寸为 16cm×21cm。

根据查阅施工资料，毛石铺设厚度为 0.5m。

原排水拱涵拱涵整治情况符合闭库安全设施设计要求。

现场踏勘情况见图 2.4-6，现场测量情况见图 2.4-7、2.4-8。



图 2.4-6 排水拱涵进水口及防护



图 2.4-7 进水口现场测量情况（长度）



图 2.4-8 进水口现场测量情况（宽度）

2.4.5.3 修建应急排洪设施

闭库安全设施设计情况：

在尾矿库南侧滩面与山体交接处修建应急排洪设施。应急排洪设施采用明渠型式，进水口设置在滩面 70m 处，进水口底标高 476.5m，出水口底标高 475.7m，总长度 83.0m，纵坡 1.0%。应急排洪设施底宽 0.6m，高 0.8m，侧壁及底板厚均为 0.2m，采用现浇 C30 钢筋混凝土结构。在应急排洪设施入口处设八字形进水口，并在进水口设置 0.5m 厚块石护坦，防止排泄洪水时冲刷尾砂。应急排洪设施出水口与原有坝肩截水沟相连接。

应急排洪设施基础应位于密实的角砾层上，应急排洪设施标准节为 9m，地质变化段必须增设伸缩缝，尾砂一侧边坡开挖后进行夯实并采用干砌块石进行防护，厚度不小于 300mm，山体一侧石质边坡开挖坡度不小于 1:0.5，对开挖后的边坡浮石进行清理。土质边坡开挖坡度不小于 1:1.0，对开挖后

的边坡夯实。

现状情况：

根据现场踏勘，在尾矿库南侧滩面与山体交接处修建了应急排洪明渠，钢筋混凝土结构。排洪明渠入水口为八字形，入水口处设有块石护坦和拦污栅栏，出水口接入原有坝肩截水沟。排洪明渠临尾砂侧采用干砌块石进行了防护。

根据现场测量，排洪明渠宽 0.6m~0.62m，高 0.8m~0.82m，壁厚 0.2m。

根据企业提供的竣工图纸，排洪明渠进水口标高 476.5m，出水口标高 475m，长度约 78m，坡度 1.9%。

根据查阅竣工资料，排洪明渠进水口块石护坦约 0.5m，临尾砂侧干砌块石厚度为 300mm。

修建的应急排洪明渠总体上符合闭库安全设施设计的要求。

现场踏勘情况见图 2.4-9、2.4-10，现场测量情况见图 2.4-11、2.4-12。



图 2.4-9 排洪明渠



图 2.4-10 临尾砂侧干砌块石护坡



图 2.4-11 排洪明渠宽度



排洪明渠高度



图 2.4-12 排洪明渠壁厚

调洪演算：

尾矿库现状为四等库，该阶段排洪系统设计的防洪标准按 200 年一遇。现状滩顶标高 477.81m，现状汇水面积约 0.099km²。

(1) 洪水计算

查用《承德水文图集》（1989 年 3 月），洪水计算参数为 $C_v/C_s=3.5$ ， $C_v \times 1.11=0.65$ ， $H_{24}=110\text{mm}$ ， $n_2=0.5$ ，汇水参数分区 VI 区， $H=1.148$ ， $B=0.52$ ， $X=0.0036$ ， $Y=1.88$ ，产流分区 II 区，洪水过程线分区 III 区，洪水历时系数 5.2，洪峰流量换算系数 1.18（200 年一遇）。

(2) 洪峰流量计算

$$Q_{1\%} = 0.278 \times (i - \mu) \times F$$

式中：

$Q_{1\%}$ —— 设计频率下的洪峰流量（m³/s）；

0.278-- 单位换算系数;

i -- 暴雨强度 (mm/h);

μ -- 产流历时内平均入渗率 (mm/h);

F -- 流域面积 (km²);

(3) 洪水总量计算

$$W_p = 0.1 \times H_R \times F$$

式中:

W_p -- 设计频率洪水总量 ($\times 10^4 \text{m}^3$);

0.1-- 单位换算系数;

H_R -- 设计频率面雨量产生的径流深 (mm);

F -- 流域面积 (km²)。

(4) 洪水历时计算

$$T_m = \frac{W_p}{0.36Q_{mp}} \times \alpha$$

式中:

T_m -- 设计洪水历时 (h);

W_p -- 设计频率洪水总量 ($\times 10^4 \text{m}^3$);

Q_{mp} -- 设计频率的洪峰流量 (m³/s);

0.36-- 单位换算系数;

α -- 洪水历时系数。

(5) 洪水计算结果

计算得到设计洪峰流量 Q_{24P} 、洪水总量 W_{24P} 及洪水总历时 T 见表 2.4-5。

表 2.4-5 洪水计算结果

滩顶高程 (m)	频率 (%)	Q (m ³ /s)	W _p (×10 ⁴ m ³)	T (h)
477.7	0.5%	6.99	2.67	5.50

根据尾矿库现状实测图，按水量平衡方程进行调洪演算。

$$1/2(Q_1+Q_2)\Delta T-1/2(q_1+q_2)\Delta T=V_2-V_1=\Delta V$$

式中： V_1 ——时段起点库水位的蓄水量，m³；

V_2 ——时段终点库水位的蓄水量，m³；

q_1 ——时段起点库水位的泄流量，m³/s；

q_2 ——时段终点库水位的泄流量，m³/s；

Q_1 ——时段起点库的来水量，m³/s；

Q_2 ——时段终点库的来水量，m³/s；

Δt ——计算时段，h。

计算结果见表 2.4-6。

表 2.4-6 尾矿库调洪演算计算结果表

滩顶标高 (m)	477.81
等别	四等
设计洪水频率 (%)	0.5
防洪高度 (m)	2.31
正常水位 (m)	475.5
正常水位沉积滩长度 (m)	291.8
调洪库容 W (×10 ⁴ m ³)	0.61
最大泄流量 q (m ³ /s)	2.48
最高洪水位 (m)	476.29
调洪高度 (m)	0.79
安全超高 (m)	1.52
计算洪水位沉积滩长度 (m)	135.7
一次洪水排空时间 (h)	16.07

注：本次调洪演算按现状滩面布置进行复核计算，即自滩顶 0~58.5m 段沉积滩平均坡度 0.9%，拦砂堰内外高差 0.3m，59.6m~170m 段沉积滩平均坡度 0.9%，170m~291.8m 段沉积滩平均坡度 0.5%，干滩总平均坡度 0.7%，现状排洪拱涵进水口高程 475.5m。

调洪结果说明：该尾矿库在现状坝高、滩面控制条件下，设计频率洪水运行的最小干滩长度和安全超高均满足《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）的规定（最小干滩长度 50m，最小安全超高 0.5m），72h 内能够排出一次洪水。

宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库现状防洪能力满足要求。

2.4.5.4 增设安全标志牌

闭库安全设施设计情况：

补充设置避灾线路标识牌、尾矿库概况安全标识牌、堆积平台标高标识牌、安全警示语标识牌、交通安全标志。

现状情况：

企业按照闭库安全设施设计要求补充设置了避灾线路标识牌、尾矿库概况安全标识牌、堆积平台标高标识牌、安全警示语标识牌、交通安全标志。

现场踏勘情况见图 2.4-13。



图 2.4-13.1 避灾线路标志牌

2.4.6 辅助设施

(1) 上坝道路

该尾矿库库区内已经修建了一条应急巡查道路，该巡查道路能够抵达尾矿坝、排洪系统、值班室，并与外部道路连通，能够满足后期巡查使用要求。

(2) 通讯

在值班室设有对讲机，库区通讯信号良好，通讯采用对讲机或手机进行联络。

(3) 照明

夜间需要巡查时采用手持照明工具。

(4) 防汛器材库、值班室

在尾矿库库区设置有值班室、应急救援物资库，物资库内配有铁锹、草袋、编织袋、土工布、应急灯等物资。

(5) 报警系统设置

尾矿库值班室设有报警器 1 台，报警器报警声音能够覆盖包括整个库区及下游的村庄。

2.4.7 个人安全防护

该库现已停止排尾作业，后期为巡查组人员提供雨鞋、手套、防尘口罩等个人防护用品。

2.4.8 闭库后企业安全管理

(1) 营业执照

该企业在宽城满族自治县行政审批局依法登记，统一社会信用代码：91130827779188106C；经营范围为铁精粉加工、销售，道路货物运输。

(2) 安全管理机构设置及安全管理人员配备

宽城全海精选有限公司设置了闭库巡查组，配备组员 7 名。

组长：王宏林

组员：付清波 李桂岐 刘保亮 张文江 王利武 刘文贺

该尾矿库闭库后由巡查组人员定期进行安全检查、维护工作。

(3) 主要负责人和安全管理培训合格证书

根据企业提供的资料，该企业主要负责人李志英、巡查组成员王宏林、付清波、李桂岐、刘保亮、张文江、王利武、刘文贺均已经培训考核合格，详见表 2.4-8。

表 2.4-8 企业主要负责人、安全管理人员一览表

序号	姓名	安全资格证类型	证书编号	有效期至
1	李志英	主要负责人	132622197703162617	2025-07-19
2	王宏林	安全管理人员	132622198102050032	2026-06-04
3	李桂岐	安全管理人员	132622197006272618	2026-06-04
4	付清波	安全管理人员	130821198402051515	2027-09-12
5	刘保亮	尾矿作业	T132622196706122616	2027-04-02
6	张文江	尾矿作业	T132622197008132619	2027-05-06
7	王利武	尾矿作业	T132622196906142611	2027-06-10
8	刘文贺	尾矿作业	T132622197108242612	2027-06-10

(4) 从业人员工伤保险缴纳情况

企业已依法为巡查组成员办理了工伤保险，并投保了安全生产责任保险，详见报告附件。

(5) 应急预案

企业编制了《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库生产安全事故专项应急预案》，已办理备案手续，备案号：130827-2024-0011。

2.4.9 安全设施投入

该工程为尾矿库闭库工程，闭库工程项目工程费总投资约为 26.67 万元，工程费用 8.26 万元，预备费用 0.68 万元，其他费用 17.73 万元。

2.5 施工、监理概况

宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程施工单位为承德邦鼎建筑工程有限公司，监理单位为中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司。

(1) 施工单位、监理单位资质情况

1) 施工单位

承德邦鼎建筑工程有限公司具有矿山工程施工总承包贰级资质，证书编号：D213391689。

2) 监理单位

中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司具有工程监理综合资质证书，证书编号：E113003813-4/1。

(2) 建设项目开工、竣工日期

经查阅工程施工技术资料，该尾矿库闭库工程于2024年6月25日开始施工，2024年9月18日竣工。

(3) 工程质量及验收记录

该项目工程严格按设计实施，监理单位对施工全过程进行监理。该项目已完成《闭库安全设施设计》要求的导水口封堵及滩面平整、原排水拱涵整治、排洪设施进水口防护、修建应急排洪设施、增设安全标志等工程。

建设单位组织设计单位、施工单位、监理等单位对已完工的工程进行验收，各方认为施工单位能够按照国家有关法律、法规、相关规范及施工图纸要求施工，工程质量合格。

3 安全设施符合性评价

3.1 利旧工程安全设施符合性评价

3.1.1 尾矿坝

使用安全检查表法对尾矿坝利旧部分进行检查、评价。详见表 3.1-1。

表 3.1-1 尾矿坝评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	初期坝采用透水堆石坝，初期坝坝底标高446m，坝顶标高457.9m，坝高11.9m，坝顶宽约5m（剖线处），外坡比1:1.9。	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘、现状实测图纸及前期基础资料，该库初期坝为透水堆石坝，初期坝外坝脚标高 443.9m，初期坝坝底标高 446m，坝顶标高 457.9m，坝高 11.9m，坝顶宽约 5.0m，外坡比 1:1.9。 经现场查看，初期坝结构较好，坡面完好，无明显沉陷、滑坡、裂缝、流土和管涌等现象。 现状初期坝情况与闭库设计前现状相符。	符合要求
2	现状堆积坝子坝坝顶标高 477.95m，滩顶标高477.7m，总坝高为31.95m（446m~477.95m），库容约为76.5万m ³ ，等别为四等。堆积坝外坡总平均坡比为1:4.0，标高457.9m~467.98m段外坡阶段坡比为1:3.2，在467.98m标高设有8.8m（剖线处）宽的平台；标高467.98m~477.95m段外坡阶段坡比为1:4.6，在470.34m、472.63m、474.6m、476.6m、477.95m标高分别设有2.0m、2.8m、2.5m、4.4m、5.6m（均为剖线处）宽的平台。	《闭库安全设施设计》	堆积坝现状坝顶标高 477.95m，现状堆积坝高 20.05m（457.9m~477.95m），现状尾矿坝高为 31.95m（446m~477.95m）。 在 467.98m、在 470.34m、472.63m、474.6m、476.6m 标高分别设有宽 8.8m、2.0m、2.8m、2.5m、4.4m 的平台。子坝外坡比在 1:3.26~1:2.53 之间，堆积坝平均外坡比为 1:4.0。现状堆积坝情况与闭库设计前现状相符。	符合要求
3	在467.98m马道平台处设有坡面纵向排水沟，断面尺寸为0.4m×0.5m，浆砌石结构。纵向排水沟连接至两侧坝肩截水沟。在尾矿堆积坝两侧坝肩处设置坝肩截水沟，坝肩截水沟采用浆砌石结构，断面为0.6m×0.8m。坝肩截水沟出口连接至坝脚纵向排水沟，最后通至消力池。	《闭库安全设施设计》	在尾矿堆积坝两侧坝肩处设置坝肩截水沟，坝肩截水沟采用浆砌石结构，断面为 0.6m×0.8m。坝肩截水沟出口连接至坝脚纵向排水沟，最后通至消力池，消力池内设置有抽水泵，尾矿水排入消力池后由抽水泵排至企业选矿厂循环使用，溢流部分排入下游自然河道。 在 467.98m 马道平台处设有坡面纵向排水沟，断面尺寸为	符合要求

			0.4m×0.5m，浆砌石结构。纵向排水沟连接至两侧坝肩截水沟，通过坝肩截水沟统一将洪水排入消力池，溢流部分排入下游自然河道。现状利旧排水沟情况与闭库设计前现状相符。	
--	--	--	---	--

单元评价小结：本单元共检查 3 项，3 项均符合设计要求，该评价单元合格。

3.1.2 防洪系统

使用安全检查表法对防洪系统利旧部分进行检查、评价。详见表 3.1-2。

表 3.1-2 防洪系统评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	排洪系统采用排水拱涵-消力池型式。排水拱涵为现浇C25钢筋混凝土结构，过水断面尺寸为0.8m×0.9m，壁厚250mm。排水拱涵顶部预留500mm×400mm的回水方孔，相邻两回水孔高差0.11m，水平间距1.0m，现状最低点52#进水口标高为476.56m、最高点59#进水口标高为478.98m。排水拱涵出口连接消力池，消力池为C25钢筋混凝土结构，结构尺寸为11m×12m×6.5m。在480.4m标高设有浆砌石拦挡坝，顶宽约2m。	《闭库安全设施设计》	尾矿库排洪系统采用排水拱涵~消力池型式。排水拱涵终点铺设标高498.73m，现浇钢筋混凝土结构。拱涵过水断面0.8m×0.9m，壁厚0.25m。排水拱涵通至消力池。坝下设有两座消力池，长11.6m，宽12.2m，钢筋混凝土结构。在480.4m标高设有浆砌石拦挡坝，顶宽约2m。现场勘察，该尾矿库排洪构筑物无变形、位移、损毁、淤堵等问题，排水拱涵无明显破损、裂缝等情况，排洪系统完好	符合要求

单元评价小结：本单元共检查 1 项，1 项符合设计要求，该评价单元合格。

3.1.3 安全监测

使用安全检查表法对安全监测利旧部分进行检查、评价。详见表 3.1-3。

表 3.1-3 安全监测评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	在尾矿坝坝体标高457.9m（2个）、467.98m（4个）马道平台共计修建了6个位移观测桩，两侧山体建有位移观测点基点。	《闭库安全设施设计》	在山体 462.71m、470.312m 标高共设置 2 个人工位移观测基点；在坝面 458.07m、458.22m、458.07m、468.1m、468.02m、	符合要求

			468.3m 标高共设置 6 个人工位移观测点。	
2	在尾矿坝坝体标高 467.98m（3 个）、474.6m（2 个）马道平台共布置 5 个人工浸润线观测设施。	《闭库安全设施设计》	在 467.98m、467.81m、468.05m、474.94m、474.76m 标高共设置 5 座人工浸润线观测管，浸润线观测管埋深为 10.1m~10.5m，埋深范围内无水。	符合要求
3	在尾矿坝坝体标高 457.9m（1 个）、477.95m（1 个）马道平台共设置了 2 个在线位移观测点，在北侧山体上设置了在线位移基点。	《闭库安全设施设计》	在初期坝顶和堆积坝顶各设置 1 个在线位移监测点。在北侧山体上设置了 1 个在线位移监测基点。	符合要求
4	在尾矿坝坝体在标高 467.98m（2 个）、474.6m（2 个）马道平台共设 4 个在线浸润线观设施。	《闭库安全设施设计》	在 467.92m、467.94m、475.04m、474.6m 标高共设置 4 座浸润线在线监测点，埋深为 11.0m~12.2m，目前浸润线埋深范围内均显示无水。	符合要求
5	在排洪系统进水口附近已安装 1 个在线库水位监测点。	《闭库安全设施设计》	现状在排水拱涵进水口附近设置了库水位在线监测设施。	符合要求
6	现状在值班室附近稳定地段设置了一个在线降雨量监测设施。	《闭库安全设施设计》	现状在值班室附近稳定地段设置了一个在线降雨量监测设施，	符合要求
7	在初期坝、堆积坝外坡、放矿滩面、排洪设施进水口安装了带云台的视频监控设施，共 4 个。	《闭库安全设施设计》	现状在初期坝两侧山体、堆积坝北侧山体、排洪设施进水口附近共安装 4 个视频监控设施。	符合要求

单元评价小结：本单元共检查 7 项，7 项均符合设计要求，该评价单元合格。

3.1.4 排渗设施

使用安全检查表法对排渗设施利旧部分进行检查、评价。详见表 3.1-4。

表 3.1-4 排渗设施评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	在堆积坝标高 467.98m 马道平台有水平排渗导流管出水口，排渗导流管无水流出。	《闭库安全设施设计》	在尾矿坝 467.98m 标高平台铺设水平排渗设施，渗流水通过坝面纵向排水沟及坝肩截水沟排至库外。	符合要求

单元评价小结：本单元共检查 1 项，1 项符合设计要求，该评价单元合格。

3.2 闭库工程安全设施符合性评价

3.2.1 安全设施“三同时”程序

2023年8月16日河北省应急管理厅下发了河北省应急管理厅关于《宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程安全设施设计》的批复（冀应急函【2023】176号）。接收到批复后，企业委托承德邦鼎建筑工程有限公司于2024年6月25日开始施工，2024年9月18日竣工，监理单位为中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司。

根据《尾矿库安全监督管理规定》（2015年修订）、《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[2015]第77号）对安全设施“三同时”程序进行符合性评价。详见表3.2-1。

表 3.2-1 安全设施“三同时”程序评价单元检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	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。	《尾矿库安全监督管理规定》（2015年修订）第十条	宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程勘察单位为皓筠工程设计有限公司，具有工程勘察专业类（岩土工程（勘察）、工程测量）乙级资质。	符合要求
2	生产经营单位在建设项目初步设计时，应当委托有相应资质的初步设计单位对建设项目安全设施同时进行设计，编制安全设施设计。	《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[2015]第77号）第十条	企业委托承德龙兴矿业工程设计有限责任公司完成了庙沟尾矿库的《闭库设计》和《闭库安全设施设计》。设计单位资质符合要求。	符合要求
3	闭库安全设施设计应当经有关安全生产监督管理部门审查批准。	《尾矿库安全监督管理规定》（2015年修订）第二十九条	宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程安全设施设计于2023年8月16日获得批复（冀应急函【2023】176号），于2024年6月25日开始施工，2024年9月18日竣工。	符合要求
4	建设项目安全设施的施工应当由取得相应资质的施工单位进行，并与建设项目主体工程同时施工。施工单位应当严格按照安全设施设计和相关施工技术标准、规范施	《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[2015]第77号）第十七条	庙沟尾矿库闭库工程施工单位为承德邦鼎建筑工程有限公司，具有矿山工程施工总承包贰级资质，资质等级符合要求。施工单位能够按照安全	符合要求

	工,并对安全设施的工程质量负责。		设施设计和相关施工技术标准、规范施工,并对安全设施的工程质量负责。	
5	工程监理单位应当审查施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案是否符合工程建设强制性标准。工程监理单位、监理人员应当按照法律、法规和工程建设强制性标准实施监理,并对安全设施工程的工程质量承担监理责任。	《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[2015]第77号)第十九条	庙沟尾矿库闭库工程监理单位为中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司,具有工程监理综合资质证书,资质符合要求。通过查看监理报告,委托的监理单位能够按照法规要求对安全设施工程的质量负责。	符合要求
6	建设项目安全设施竣工后,生产经营单位应当委托具有相应资质的安全评价机构对安全设施进行验收评价,并编制建设项目安全验收评价报告。	《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[2015]第77号)第二十二条	由具备资质的保定安泰评价有限公司进行安全验收评价。	符合要求

单元评价小结:通过对建设项目安全设施“三同时”程序符合性评价,共检查了6项,各检查项均符合要求,该评价单元合格。

3.2.2 尾矿坝

使用安全检查表法对尾矿坝进行检查、评价。详见表3.2-2。

表3.2-2 尾矿坝评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	自滩顶0~58.5m段沉积滩平均坡度0.7%,59.6~170m段沉积滩平均坡度0.9%,170~291.8m段沉积滩平均坡度0.5%。滩面局部低洼处按照现状沉积滩坡度对滩面进行平整,北侧支沟由东侧向西南按1.0%坡度进行平整,南侧支沟由东侧向西按1.0%坡度进行平整,使滩面汇水尽早经排洪设施排出库外。	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘及企业提供的现状实测图,现状滩顶标高477.81m,滩顶至排水拱涵段的干滩长度为291.8m,自滩顶0~58.5m段沉积滩平均坡度0.9%,59.6m(拦砂堰外底角)~170m段沉积滩平均坡度0.9%,170m~291.8m段沉积滩平均坡度0.5%,干滩总平均坡度0.7%。根据施工单位提供的闭库工程竣工图,现状北侧支沟干滩东侧向西南侧的坡度为1.0%,南侧支沟干滩东侧向西侧的坡度为1.0%,符合闭库安全设施设计要求。	符合要求

单元评价小结:通过采用安全检查表的方法进行评价可知,企业已按《闭库安全设施设计》的要求对滩面进行了平整,该评价单元合格。

平整后的滩面见下图：



平整后的滩面

3.2.3 防排洪系统

本单元使用安全检查表法对防排洪系统进行检查、评价。详见表 3.2-3。

表 3.2-3 防排洪系统评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	将排水拱涵周围5m范围内淤泥进行清挖，清挖至标高475.0m，并将标高475.5m以上拱涵顶部顶板打开至标高477.2m，形成宽为0.8m，长约6.0m的进水口。	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘，企业已按安全设施设计要求将标高475.5m以上排水拱涵顶部板打开至标高477.2m。现状形成了一个矩形进水口，根据现场测量，矩形进水口长约6.6m，宽约0.83m。	符合要求
2	排洪拱涵进水口设拦污栅，采用B12钢筋间距200mm制作而成的钢筋网。	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘，在拱涵进水口处设置了拦污栅，现场测量拦污栅网格尺寸为16cm×21cm。根据施工、竣工资料，拦污栅为Φ12的钢筋制作而成。	符合要求
3	进水口两侧采用浆砌石砌护，周围5m范围内进行毛石硬化。毛石铺设厚度为0.5m。	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘，进水口两侧进行了砌护，周围5m范围内铺设了毛石，根据查阅施工资料，	符合要求

宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程安全设施验收评价

			毛石铺设厚度为 0.5m。	
4	设计在尾矿库南侧滩面与山体交接处修建应急排洪设施。	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘，在尾矿库南侧滩面与山体交接处修建了应急排洪明渠。	符合要求
5	应急排洪设施基础应位于密实的角砾层上。如遇到软弱地基则应采取换填、强夯等有效工程措施处理排洪设施基础。	《闭库安全设施设计》	根据查阅相关的施工、竣工资料，应急排洪明渠基础挖至了角砾层。	符合要求
6	应急排洪设施控制点坐标东南-西北依次为：X：4496173.1，Y：385796.3；X：4496211.9，Y：385731.3。	《闭库安全设施设计》	根据查阅企业提供的竣工图纸，应急排洪设施控制点坐标东南-西北依次为：X：4496173.1，Y：385796.3；X：4496211.9，Y：385731.3。	符合要求
7	应急排洪设施采用 C30W6F150 钢筋砼 (抗渗等级为 W6、抗冻等级 F150)，垫层采用 C20 混凝土。	《闭库安全设施设计》	根据查阅相关的施工、竣工资料，应急排洪明渠采用 C30 商砼浇筑而成。所用商砼预拌厂家为宽城兆丰新型建材有限公司宽城满族自治县分公司，经取样检测，其强度、抗渗等级、抗冻等级均符合要求。	符合要求
8	应急排洪设施钢筋选用 HRB400，钢筋的抗拉及抗压强度设计值 360N/mm。所有材料强度标准值的保证率不小于 95%；钢筋接头采用焊接，焊接长度不小于 10d。钢筋保护层厚度为 30mm。	《闭库安全设施设计》	根据查阅相关的施工、竣工资料，应急排洪明渠所用钢筋均具有出厂合格证和取样检测合格报告，钢筋伸拉性能均符合设计要求。	符合要求
9	应急排洪设施进水口底标高 476.5m，出水口底标高 475.7m，总长度 83.0m，纵坡 1.0%。	《闭库安全设施设计》	根据企业提供的竣工图纸，应急排洪明渠进水口底标高为 476.5m，出水口底标高 475m，总长度 78m，坡度 1.9%。	符合要求
10	应急排洪设施底宽 0.6m，高 0.8m，侧壁及底板厚均为 0.2m。	《闭库安全设施设计》	根据现场测量，排洪明渠宽 0.6m~0.62m，高 0.8m~0.82m，壁厚 0.2m。	符合要求
11	在应急排洪设施入口处设八字形进水口，并在进水口设置 0.5m 厚块石护坦。	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘，在应急排洪明渠进水口处设有八字形进水口，设有块石护坦。经查阅施工、竣工资料，护坦厚 0.5m，为 M7.5 浆砌石。	符合要求
12	应急排洪设施出水口与原有坝肩截水沟相连接。	《闭库安全设施设计》	应急排洪明渠出水口接入原有坝肩截水沟。	符合要求
13	应急排洪设施标准节为 9m，每节接口采用 651 型止水带连接。	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘，应急排洪明渠每隔约 9m 设有伸缩缝。根据查阅相关施工、竣工资料，伸缩缝采用闭孔泡沫板进行充填，并设有 651 止水带。止水带有出厂合格证和取样检测合格报告。	符合要求
14	应急排洪设施临尾砂一侧采用干砌块石进行防护，厚度	《闭库安全设施设计》	根据现场踏勘，应急排洪明渠临尾砂侧设有块石护坡。根据	符合要求

<p>不小于300mm，选用边长大于200mm的毛石，石料抗压强度不小于40MPa，软化系数不小于0.85。</p>	<p>查阅相关施工、竣工资料，毛石边长大于200mm，经取样检测，石料抗压强度为48.3MPa，软化系数0.89，铺设厚度300mm。</p>
--	---

单元评价小结：通过采用安全检查表的方法进行评价可知，企业已按《闭库安全设施设计》的要求完成原排水拱涵整治、修建应急排洪设施的工作，符合《闭库安全设施设计》的要求，该评价单元合格。

原排水拱涵整治和修建的应急排洪明渠见下图：



原排水拱涵整治



修建的应急排洪明渠

3.2.4 安全标志

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价。详见表 3.2-4。

表 3.2-4 安全标志评价单元检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	补充设置避灾线路标识牌、尾矿库概况安全标识牌、堆积平台标高标识牌、安全警示语标识牌、交通安全标志。	《闭库安全设施设计》	企业按照闭库安全设施设计要求补充设置了避灾线路标识牌、尾矿库概况安全标识牌、堆积平台标高标识牌、安全警示语标识牌、交通安全标志。	符合要求

单元评价小结：通过采用安全检查表的方法进行评价可知，企业已按《闭库安全设施设计》的要求设置了安全标志牌，符合《闭库安全设施设计》要求，该评价单元合格。

安全标志牌见下图：



平台标高及警示标志牌

3.2.5 安全管理符合性评价

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价。详见表 3.2-5。

表 3.2-5 安全管理评价单元检查表

序号	检查要求	检查依据	检查结果	结论
1	闭库的尾矿库应设立专门的管理机构，由专人管理。	《闭库安全设施设计》	宽城全海精选有限公司设置了闭库巡查组，配备组员 7 名。该尾矿库闭库后由巡查组人员定期进行安全检查、维护工作。	符合要求
2	尾矿库生产经营单位（以下简称生产经营单位）应当建立健全尾矿库安全生产责任制，建立健全安全生产规章制度和安全技术操作规程，对尾矿库实施有效的安全管理。	《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令[2011]第 38 号）第四条	企业建有包含尾矿库安全管理主要工作的各项安全规章制度与操作规程。	符合要求
3	生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。	《中华人民共和国安全生产法》第二十七条	企业主要负责人及安全生产管理人员均已经培训考核合格。	符合要求
4	生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。	《中华人民共和国安全生产法》第三十条	尾矿工已取得特种作业人员操作资格证。	符合要求
5	生产经营单位应当制定本单位的生产安全事故应急救援预案，与所在地县级以上地方人民政府组织制定的生产安全事故应急救援预案相衔接，并定期组织演练。	《中华人民共和国安全生产法》第八十一条	企业制定了生产安全事故应急救援预案，并定期演练。	符合要求

单元评价小结：通过采用安全检查表的方法进行评价可知，本单元共检查 5 项，各检查项均符合要求，该评价单元合格。

4 安全对策措施建议

4.1 制定安全对策措施建议的依据

本章主要依据《中华人民共和国安全生产法》、《尾矿库安全规程》、《尾矿库安全监督管理规定》、《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》等相关法律、法规、标准、文件，提出相应的安全对策措施及建议。

4.2 制定安全对策措施建议应遵循的原则

(1) 安全技术措施等级顺序

当安全技术措施与经济效益发生矛盾时，应优先考虑安全技术措施上的要求，并应按下列安全技术措施等级顺序选择安全技术措施。

1) 直接安全技术措施。生产设施本身应具有本质安全性能，不出现任何事故和危害。

2) 间接安全技术措施。若不能或不完全能实现直接安全技术措施时，必须为生产设备设计出一种或多种安全防护装置(不得留给用户去承担)，最大限度地预防、控制事故或危害的发生。

3) 指示性安全技术措施。间接安全技术措施也无法实现或实施时，须采用检测报警装置、警示标志等措施，警告、提醒作业人员注意，以便采取相应的对策措施或紧急撤离危险场所。

4) 若间接、指示性安全技术措施仍然不能避免事故、危害发生，则应采用安全操作规程、安全教育、安全培训和个体防护用品等措施来预防、减弱系统的危险、危害程度。

(2) 制定安全对策措施的原则

1) 消除。通过合理的设计和科学的管理，尽可能从根本上消除危险、有害因素。

2) 预防。当消除危险、有害因素有困难时，可采取预防性技术措施，

预防危险、危害的发生。

3) 减弱。在无法消除危险、有害因素和难以预防的情况下,可采取降低危险、危害的措施。

4) 隔离。在无法消除、预防、减弱的情况下,应将人员与危险、有害因素隔开和将不能共存的物质分开。

5) 连锁。当操作者失误或设备运行一旦达到危险状态时,应通过连锁装置终止危险、危害的发生。

6) 警告。在易发生故障和危险性较大的地方,应设置醒目的安全色、安全标志;必要时设置声、光或声光组合报警装置。

4.3 安全对策措施建议

(1) 尾矿库的闭库安全技术要严格按照《尾矿库安全规程》(GB 39496-2020)、《尾矿库安全监督管理规定》(2015年修订)(安监局令[2015]78号)的要求执行。

(2) 该尾矿库闭库后仍需按照要求对尾矿坝进行相应的监测,检查观测都应详细记录。发现坝面局部隆起、坍塌、流土、管涌、渗水量增大或渗透水混浊等异常情况时,应立即采取处理措施,并报告有关部门。

(3) 企业须建立健全巡坝护坝制度和排洪系统检查制度,明确防汛安全生产制度,建立值班、巡查等各项制度,设置警报信号,组建防洪抢险队伍。

(4) 汛前应对排水沟及坝体的安全情况进行详细检查和可靠的维护,确保泄洪畅通。

(5) 闭库后应经常疏通清理排洪设施及排水沟的淤泥和杂物,确保排洪、排水设施畅通。

(6) 经常检查排洪设施有无变形、气蚀、位移、损毁、淤堵、裂缝、渗漏及其开展宽度、长度;进水口水面有无漂浮物等。

(7) 应备足抗洪抢险所需物资。

(8) 汛期期间应时常关注气象预报，了解并掌握汛期水情。

(9) 洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查和清理，若发现问题应及时修复，同时采取措施，降低库内水位，以防暴雨接踵而来。

(10) 严禁外来废水入库，严禁超标的水向下游排放。

(11) 停用的尾矿库经闭库设计及闭库工程的落实，只能为其长期安全稳定打下一个坚实的基础，但闭库后的尾矿库仍然是一个危险源，要维持尾矿库长期安全稳定还必须进行长期维护管理。闭库后的尾矿库安全维护、管理的重点：

1) 初期坝、堆积坝的监测和维护，对坡面经雨水形成的冲沟应及时进行处理，保证其安全稳定；

2) 排洪设施的监测和维护，保证其安全畅通；

3) 视频监控设施的维护，保证其有效可靠；

4) 尾矿库周边环境的监测和维护，避免尾矿库受到自然和人为的破坏；

5) 闭库后的尾矿库必须做好坝体及排洪设施的维护，严禁库区蓄水，严禁在尾矿坝和库内进行爆破、乱采、滥挖、违章建筑和违章作业等危害尾矿库安全的活动，以免发生溃坝和泥石流等事故；

6) 闭库后的尾矿库，未经设计论证和批准，不得重新启用或改作它用；

7) 未经技术论证和审批不得在尾矿库下部采矿，并及时清理库区及尾矿库下部开采的矿点，避免造成人员伤亡事故；

8) 在已闭库尾矿库的下游，未经允许不得建住宅和其它设施；

9) 在库区周边显眼的地方、易发危险位置设置警示标志。在易发危险的时间企业要加强管理，警示人员远离易发危险的中心。库区不种植庄稼和果树，尽量减少人员和牲畜进入库区的机会。在其危险的部位和区域可设置铁丝网护栏，杜绝人员和牲畜进出；

(12) 尾矿库进行回采、再利用，必须按照相关规定，委托有技术资质的部门进行技术论证、工程设计、安全评价。在尾矿库再利用过程中必须确

保尾矿库安全。闭库后的尾矿库，正常运行条件下库内不应存水；

(13) 尾矿库发生险情或事故后，生产经营单位应立即启动应急救援预案，科学组织抢险救援，并按有关规定报告事故情况。

5 评价结论

5.1 符合性评价结果

(1) 该尾矿库闭库工程委托承德龙兴矿业工程设计有限责任公司完成闭库设计和安全设施设计，委托的施工单位为承德邦鼎建筑工程有限公司，监理单位为中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司。施工及监理单位资质符合要求。安全设施设计中提出的导水口封堵及滩面平整、原排水拱涵整治、排洪设施进水口防护、修建应急排洪设施、增设安全标志等工程，通过查看施工、监理记录并结合现场勘察情况，已全部落实。

(2) 尾矿库闭库工程质量符合设计要求，尾矿坝现状安全性和防洪能力满足设计要求。

(3) 尾矿库在闭库工程施工期间未发生安全事故。

5.2 安全验收评价结论

通过查看施工、监理资料并结合现场勘察情况，宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库闭库工程的安全设施符合安全设施设计和施工图的要求，各安全设施完好、有效。

宽城全海精选有限公司庙沟尾矿库具备闭库竣工验收条件。

6 附件

- F1: 安全评价委托书;
- F2: 营业执照;
- F3: 闭库安全设施设计批复;
- F4: 设计单位资质;
- F5: 施工单位资质;
- F6: 竣工总结报告;
- F7: 监理单位资质;
- F8: 质量评估报告;
- F9: 监理工作总结;
- F10: 隐蔽工程验收记录;
- F11: 材料检验报告;
- F12: 竣工验收报告单;
- F13: 闭库后巡查组成立文件;
- F14: 巡查组成员资格证书;
- F15: 应急预案备案表;
- F16: 应急预案演练记录;
- F17: 工伤保险缴纳记录。

7 附图

附图 1：总平图；

附图 2：应急排洪设施结构图；

附图 3：应急排洪设施进水口结构断面图；

附图 4：排水拱涵整治图；

附图 5：尾矿库现状实测图；

附图 6：尾矿库剖面图。

