

宽城宝民矿业有限公司  
桥子沟西岔尾矿库闭库工程  
安全验收评价报告

保定安泰评价有限公司

资质证书编号：APJ-（冀）-013

2023年12月

宽城宝民矿业有限公司  
桥子沟西岔尾矿库闭库工程

## 安全验收评价报告

法定代表人：陈树新

技术负责人：王凤民

评价项目负责人：陈艳

2023年12月

宽城宝民矿业有限公司  
 桥子沟西岔尾矿库闭库工程  
 安全验收评价报告  
 评价及审核人员签字表

	姓名	资格证书号	从业登记编号	签字
项目负责人	陈艳	S011013000110192 000352	HB-PJ-2020-2992	
项目组成员	郟志鹏	S0110110001102030 00197	HB-PJ-2019-2901	
	严定一	1902000000306715	HB-PJ-2019-2921	
	陈晶	S011013000110193 000432	HB-PJ-2019-2903	
报告编制人	陈艳	S011013000110192 000352	HB-PJ-2020-2992	
	严定一	1902000000306715	HB-PJ-2019-2921	
报告审核人	刘丽丽	S011013000110192 000527	HB-PJ-2015-2266	
过程控制审核人	郭雪娇	S011013000110193 000369	HB-PJ-2019-2902	
技术负责人	王凤民	1500000000100120	HB-PJ-2012-1538	

专 家

姓名	专业	职称	签字
路亚广	安全	高级工程师	

## 前言

宽城宝民矿业有限公司成立于 2005 年 5 月 19 日，公司类型为有限责任公司，法定代表人：谷剑，注册资本：叁佰万元整，注册地址：宽城满族自治县峪耳崖镇北大丈子村，经营范围：铁原矿石加工、销售，统一社会信用代码：911308277634260422。

桥子沟西岔尾矿库位于河北省承德市宽城县北大丈子村北部一条山谷内，为山谷型尾矿库，属宽城宝民矿业有限公司管理。该尾矿库于 2006 年由承德信诚矿山工程设计有限公司完成设计工作，设计尾矿坝为透水堆石坝，坝高 15m，顶宽 3m，初期坝顶标高 460m，后期堆积坝高 40m，采用上游式筑坝，堆积坝平均坡度 1: 4.0，局部堆积坡度 1: 3.5，排洪系统为排水拱涵，断面尺寸为 0.8m×0.9m。2009 年 3 月由中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司根据现状情况提出加高扩容设计方案，将最终设计标高由原来的 500m 调整为 550m，后期筑坝平均外坡比为 1: 5.0，新增库容约  $469.78 \times 10^4 \text{m}^3$ ，总库容约  $569 \times 10^4 \text{m}^3$ ，总坝高为 122.5m，尾矿库为三等库。原排洪系统进行全线封堵，新排洪系统采用排水斜槽—溢水塔—排水管—钢管—消力池型式。

2021 年 3 月由中冶沈勘工程技术有限公司编制了《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施设计》，主要闭库工程为：排洪斜槽进水口护砌及防护、滩面平整、修建防洪陡坎、续接及修复排水明沟、植被绿化、安全标识等。

2023 年 12 月由中冶沈勘工程技术有限公司编制了《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施设计补充说明》，补充了排水斜槽进水口标高和盖板打开高度，即：排水斜槽进水口标高为 542.1m，斜槽盖板打开至 550.0m 标高，并要求企业在 465.93m 平台处将排洪钢管断开并接入西侧坝肩截水沟上。

目前企业已按《闭库安全设施设计》及《闭库安全设施设计补充说明》要求完成排洪斜槽进水口护砌及防护、滩面平整、修建防洪陡坎、续接及修复排水明沟、安全标识、植被绿化、排洪钢管改接等工作。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，受宽城宝民矿业有限公司委托，保定安泰评价有限公司承担了对该公司桥子沟西岔尾矿库闭库工程的安全验收评价工作。

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，得到了宽城宝民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！

保定安泰评价有限公司

2023年12月

## 目录

<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.....	1
<b>2 建设项目概述</b> .....	<b>5</b>
2.1 建设单位概况.....	5
2.2 自然环境概况.....	11
2.3 地质概况.....	12
2.4 建设概况.....	14
2.5 施工、监理概况.....	42
<b>3 安全设施符合性评价</b> .....	<b>43</b>
3.1 安全设施“三同时”程序.....	43
3.2 尾矿库利旧工程符合性评价.....	44
3.3 尾矿库闭库工程符合性评价.....	47
3.4 安全管理符合性评价.....	54
<b>4 安全对策措施建议</b> .....	<b>55</b>
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
<b>5 评价结论</b> .....	<b>59</b>
5.1 符合性评价结果.....	59
5.2 安全验收评价结论.....	59
<b>6 附件</b> .....	<b>60</b>
<b>7 附图</b> .....	<b>61</b>

## 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宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施（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利旧工程及闭库工程进行验收评价。

### 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
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

宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施验收评价

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
42	《河北省安全生产条例》	冀人大公告第 5 号 2017 年	2017-03-01
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	《承德市尾矿库排洪构筑物检测管理办法》	承市安监管尾字[2017]17号	2017-10-16

## 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	《防洪标准》	GB 50201-2014	2015-05-01
12	《水工建筑物抗震设计规范》	GB 51247-2018	2015-09-01
13	《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》	GB 51108-2015	2016-02-01
14	《中国地震动参数区划图》	GB 18306-2015	2016-06-01
15	《企业安全生产标准化基本规范》	GB/T 33000-2016	2017-04-01
16	《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
17	《尾矿设施设计规范》	GB 50863-2013	2013-12-01
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
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) 闭库工程安全设施设计专家评审意见

### 1.2.4 建设项目技术资料

- 1) 《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库坝体稳定性分析报告》（承德市工程勘察院，2014年4月）；
- 2) 《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库排洪构筑物检测报告》（河北天博建设科技有限公司，2022年4月）；
- 3) 《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施设计》（中冶沈勘工程技术有限公司，2021年3月）；
- 4) 《承德市应急管理局关于宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库工程安全设施设计的批复》（承市应急非煤【2021】22号）；
- 5) 《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施设计补充说明》（中冶沈勘工程技术有限公司，2023年12月）；
- 6) 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；
- 7) 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：911308277634260422）；
- 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

宽城宝民矿业有限公司成立于 2005 年 5 月 19 日，公司类型为有限责任公司，法定代表人：谷剑，注册资本：叁佰万元整，注册地址：宽城满族自治县峪耳崖镇北大丈子村，经营范围：铁原矿石加工、销售，统一社会信用代码：911308277634260422。

桥子沟西岔尾矿库位于河北省承德市宽城县北大丈子村北部一条山谷内，为山谷型尾矿库，属宽城宝民矿业有限公司管理。

2021 年 3 月由中冶沈勘工程技术有限公司编制了《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施设计》，主要闭库工程为：排洪斜槽进水口护砌及防护、滩面平整、修建防洪陡坎、续接及修复排水明沟、植被绿化、安全标识等。

2023 年 12 月由中冶沈勘工程技术有限公司编制了《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施设计补充说明》，要求企业在 465.93m 平台处将排洪钢管断开并接入西侧坝肩截水沟上。

目前企业已按《闭库安全设施设计》及《闭库安全设施设计补充说明》要求完成排洪斜槽进水口护砌及防护、滩面平整、修建防洪陡坎、续接及修复排水明沟、安全标识、植被绿化、排洪钢管改接等工作。

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 设计历史沿革

##### 1) 原设计

桥子沟西岔尾矿库于 2006 年由承德信诚矿山工程设计有限公司完成设计

工作，设计初期坝为透水堆石坝，采用上游式筑坝，堆积坝平均坡度 1:4.0，局部堆积坡度 1:3.5，排洪系统为排水拱涵，断面尺寸为 0.8m×0.9m。

## 2) 加高扩容设计

2009 年 3 月由中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司根据现状情况提出加高扩容设计方案，出具了《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库加高扩容工程初步设计》。将最终设计标高由原来的 500.0m 调整为 550.0m，后期筑坝平均外坡比为 1: 5.0，新增库容约 469.78 万 m<sup>3</sup>，总库容约 569 万 m<sup>3</sup>，总坝高为 122.5m，三等库。根据该选厂年处理铁矿石 107.8 万 t，选比 1: 14，磁选抛废石 35 万 t，年产尾矿 65 万 t 计算，增加服务年限约为 8.7 年。

堆积坝为上游法筑坝，515m 标高以上，每期子坝高度为 2.0m，顶宽为 5.0m，子坝外边坡比 1: 2.0，尾矿坝外坡平均坡为 1: 5.0。

在 496m、510m、520m、530m、540m 标高设置水平排渗体。为有效降低浸润线，在标高 469m 平台布置 24 眼虹吸井，间距 5.0m，在 460m 标高布置 3 眼水封井。

坝肩排水沟为浆砌石结构，上口宽 1100mm，底宽 500mm，高为 600mm，壁厚 400mm。坝体每上升 10m 设置一道横向排水沟，断面尺寸为 600mm×600mm，壁厚 400mm。

排洪系统采用排水斜槽~排水井~排水管~钢管~消力池型式。排水斜槽为盖板式，过水断面尺寸为 0.8m×1.0m，壁厚 250mm，C30 钢筋混凝土结构。排水井设置 2 座，井内径为 2.0m，窗口式，井高为 17m，C30 钢筋混凝土结构。转流井断面尺寸为 2.5m，壁厚 400mm。排水管内径为 1.0m，壁厚 0.25m，C30 钢筋混凝土结构。排水管出口处消力池断面尺寸为 8.0m×3.0m×2.5m。

位移观测标点 8 个，起测基点 8 个，位移观测点 9 个。浸润线沿坝体布置三排观测孔，共 14 个。

### 3) 补充设计

2020年4月,中冶沈勘工程技术有限公司出具了《宽城满族自治县宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库补充设计》,补充设计主要明确尾矿库的防洪高度、安全超高、调洪高度、控制浸润线埋深、各项预警值,汛期和非汛期运行控制等数据参数。

### 4) 闭库安全设施设计

#### (1) 尾矿库主要构筑物现状

现状尾矿库滩顶标高 548.3m,坝高为 120.8m,库容约 500 万  $m^3$ ,库等别为三等。

##### ①初期坝

初期坝以上已被废石压覆,不可见,根据实测图纸,初期坝为透水堆石坝,坝脚标高 425.14m,坝轴线底标高 427.5m,初期坝顶标高 436.5m,坝高 9.0m,初期坝外边坡已被碎石压坡,压坡后初期坝外侧坡比 1:2.27,压坡后在 450.50m 标高设有一座宽 4.8m 平台,初期坝现状符合设计要求。

##### ②堆积坝及筑坝

堆积坝目前堆筑至 548.3m 标高,尾砂堆积坝采用上游法筑坝,自初期坝下游碎石压坡至 465.93m。现状最高一级子坝顶标高 549.96m,每期子坝高度约为 1.5~2.5m,473.78m 至 504.67m 标高坝顶宽度为 4.1m~7.9m,506.67m 至 525.26m 标高坝顶宽度为 8.4m~15.7m,527.96m 至 548.3m 坝顶宽度为 4.3m~7.4m,尾矿坝外坡平均坡比为 1:4.43,其中 479.44m 至 548.10m 标高平均坡比为 1:5.11,库区干滩长度 286.5m,现状水区长度为 142.2m,现状防洪高度 6.1m。现场勘察尾矿坝体无明显裂缝、冲沟,无变形,坝体无渗流现象,尾矿坝体整体情况良好。

##### ③排洪系统

排洪系统采用排水斜槽~转流井~排水管~排水井~排水管~转流井~钢管~消力池型式。排水斜槽为盖板式,过水断面尺寸为 0.8m×1.0m,

壁厚 250mm, C30 钢筋混凝土结构。排水井 2 座(均已封堵), 井内径为 2.0m, 窗口式, 井高为 17m, C30 钢筋混凝土结构。转流井 2 座, 内径为 2.5m, 壁厚 400mm。排水管内径为 1.0m, 壁厚 0.25m, C30 钢筋混凝土结构。排洪系统出坝体部分采用钢管与下游消力池连接, 钢管直径 1.0m, 出口处消力池断面尺寸为 8.0m×3.0m×2.5m。现状排水斜槽正常进水。

#### ④坝面及坝肩排水沟

坝肩排水沟采用浆砌石结构, 实测断面为 (1160mm~1220mm) 宽×(760mm~830mm) 高, 厚 700mm~720mm。库区共设有 6 道坝面横向排水明沟, 实测断面为 920mm×690mm, 厚 500mm~560mm; 设置 5 道纵向排水明沟, 实测断面为 540mm×(490mm~520mm), 厚 500mm~560mm; 坝面横向、纵向排水明沟均采用浆砌石结构。现有坝肩及坝面排水明沟结构完整, 无塌陷、破损、淤堵等现象。

#### ⑤尾矿坝排渗

在 497.43m 设置两道、506.67m 设置三道、515.32m 设置两道、525.26m 设置三道、536.88m 设置两道水平排渗设施, 排渗管口接到坝面排水沟, 而后通过纵向排水沟、坝肩排水沟排至库外。在 470.21m 标高设置 24 眼虹吸井, 457.44m 标高设置 3 眼水封井, 虹吸井和水封井之间采用虹吸管连接。排渗设施符合设计要求。

#### ⑥安全监测

现状监测设施采用在线监测和人工观测相结合的方式。在线: 在 529.890m、512.330m、512.316m 设置 3 座在线位移观测点。在 484.290m、503.309m、503.140m、527.680m 共设置 4 座浸润线位移在线监测装置, 对位移及浸润线定期进行观测、形成记录。在 528.754m 设置一座在线雨量观测点。在初期坝侧和水区设置有视频监控点, 实现对排洪设施出口、坝顶放矿和尾矿滩面水域等部位进行 24h 监控。库区内设有一处水位标尺, 观测库区水位情况。人工: 在 450.946m、450.855m、450.853m、480.580m、479.379m、

498.050m、497.748m、505.560m、505.480m、515.463m、515.218m、526.263m、525.778m、537.300m、537.179m、536.762 m、543.960m、543.861m 共设置有 18 座人工位移观测桩，山体两侧相应位置共设置 12 座观测基点。

在 488.250m、488.140m、504.660m、504.850m、505.150m、512.880m、513.270m、517.144m、517.772m、527.343m、527.728m、528.150m、536.500m、548.710m 共设置 14 座人工浸润线观测管。现有监测设施运行正常，根据企业提供的浸润线监测记录显示，浸润线最小埋深 8m。

## (2) 尾矿库闭库整治工程

闭库安全设施设计中主要闭库工程为：排洪斜槽进水口护砌及防护、滩面平整、修建防洪陡坎、续接及修复排水明沟、植被绿化、安全标识等。

### ①排洪系统进水口护砌及防护

经过调洪演算并参考排洪系统检测报告中的结论，现状库内排洪系统可以满足闭库后的泄洪要求，本次设计利用现有排洪系统。

尾矿库停止放矿后，应缓慢放空库内积水，待库内积水放空后，将出露的排水斜槽盖板全部打开至 500.0m 标高，采用 M7.5 浆砌石对斜槽两侧边坡进行护砌，护砌宽度不小于 1.5m，浆砌石厚度 400mm，为避免淤泥区施工作业困难，必要时可预先铺设一层土工布，避免施工人员陷入淤泥。

为避免杂物进入，在斜槽进水口设置拦污栅。在进水口四周围绕护砌范围设置一道铁丝网栅栏，并设置安全警示牌，防止人、畜掉入坑内，避免发生伤亡事故。

### ②滩面平整

本次设计闭库标高为 550.0m。尾矿库由现状 548.3m 至最终堆积标高 550.0m 期间，仍然采用坝前分散放矿的上游式筑坝工艺。

尾矿库库区东侧山体距离主坝约 150m 处有一小埕口，最低处标高为 546.4m，放矿时应在此处预先堆筑一级子坝，子坝顶标高 550.0m，坝高 3.6m，顶宽 3.0m，外坡比 1:3.0，内坡比 1:1.5。该子坝堆筑完成后，应在该处优

先放矿，放矿时应有专人看管，确保滩面整体坡向库尾水区。埡口处子坝内侧堆满后，为充分利用剩余库容，提高尾矿库有效利用系数，可向库内逐渐续接主坝和埡口子坝处放矿支管放矿，保证埡口处子坝距水区的最短距离不小于 125m，当库内水位标高达到 547.5m 时，立即停止放矿，缓慢排空库内积水。

尾矿库服务年限已经接近尾期，应通过调整放矿管路的方式控制尾矿库沉积滩面坡度，避免后期较大的机械平整作业；同时应预先设置防洪陡坎位置、标高标识，关注防洪陡坎位置的坡度变化，为停止放矿后修建防洪陡坎创造条件。

闭库设计对于滩坡度不做具体要求，要求主坝滩面及埡口方向滩面坡向防洪陡坎，同时确保滩面平整，不出现反坡。

滩面平整面积约 6.5 万 m<sup>2</sup>。

### ③修建防洪陡坎

修建防洪陡坎，陡坎顶标高 549.0m，底标高 547.5m，陡坎高 1.5m，顶宽 1.0m，底宽 1.0m，坡度 1:1.5，厚度 0.5m，采用 M7.5 浆砌石结构。防洪陡坎与尾砂交界部位铺设一层 400g/m<sup>2</sup> 复合土工膜，土工膜与浆砌石之间设置 200mm 厚卵石或碎石保护层。

### ④续接及修复排水明沟

现有坝面、坝肩排水明沟结构形式及断面尺寸满足设计要求，利用现有坝面、坝肩排水明沟，仅需要续接两侧坝肩排水明沟至滩顶 550.0m 标高，断面尺寸为 0.8m×1m，壁厚 500mm，采用 M7.5 浆砌石结构。

对现有坝面、坝肩排水明沟进行检查，有破损、淤堵等情况应及时修复并清理，保证排水明沟畅通。

### ⑤植被绿化

该尾矿库 545.93m 标高以下已经完成绿化，要求对 545.93m 标高至 550.0m 标高坝体及滩面至尾矿库防洪陡坎区域进行植被绿化，绿化面积约

7.7 万 m<sup>2</sup>。

灌木栽植宜采用沙棘或棉槐，行、株距间距 1.0m。春秋季栽植，栽后浇水，栽植 2~3 年后，视长势情况，秋季进行平茬。根系发达的杂草类植物在灌木内插布置。

### 5) 闭库安全设施设计补充说明

2023 年 12 月由中冶沈勘工程技术有限公司编制了《宽城满族自治县宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库工程安全设施设计补充说明》，主要内容为：

(1) 补充了排水斜槽进水口标高和盖板打开高度，即：排水斜槽进水口标高为 542.1m，斜槽盖板打开至 550.0m 标高。

#### (2) 完善行洪通道

企业现状排水斜槽出口端为直径 1.0m 的钢管接入下游消力池，尾矿库运行时消力池集水用泵输送至选厂回用，消力池未设置出水口，尾矿库闭库后，水泵停用，消力池集水无法直接排出至下游。因此，本次补充说明中为保证尾矿库排洪系统排洪顺畅，要求企业在 465.93m 平台处将该排洪钢管断开并接入西侧坝肩截水沟上并排出库外。

(3) 设计中防洪陡坎与尾砂交界处的复合土工膜为 400g/m<sup>2</sup>。

## 2.2 自然环境概况

### 1) 地形地貌

桥子沟西岔尾矿库位于一条横断面呈“V”字形的山间沟谷内，库区属侵蚀构造中低山区，沟内山势较陡。其东、北、西三面环山，东南面为沟口，为山谷型尾矿库。库区纵深方向近似于东南-西北向，地势总体呈西北高东南低之势，由西北向东南的谷底平均坡降约 7%-10%。沟底有少量坡洪积物，以角砾为主；库区两侧山坡植被较发育，冲沟两岸局部基岩裸露，山体倾角约为 30° ~40° 。

## 2) 自然气候条件

该区属暖温带大陆性季风气候区。

年平均气温 8.6℃，一月平均气温为-9℃，七月平均气温 23.9℃，极端最高气温为 41.5℃，极端最低气温为-25.5℃。

风向及风速：历年最多风向为静风和西北风，最多风向频率：静风 52%，西北风 6%。平均风速 1.3m/s，十分钟最大风速 21.3m/s，瞬时最大风速 26m/s。

经查阅相关资料，历年最大降雨量为 835.9mm，最小降水量为 326.7mm，平均降水量 557.9mm，24 小时最大降水量为 151.4mm，连续最大降水量 223mm（5 天）。年平均蒸发量为 1516mm。

全年雷暴日数为 50.8d。

历年最大积雪深度为 27cm，雪压 1.8g/cm<sup>2</sup>。

该区域最大冻土深度为 126cm。

## 3) 地震烈度

根据《中国地震动参数区划图》和《建筑抗震设计规范》附录 A，尾矿库库区位于抗震设防烈度 6 度区，设计基本地震加速度值为 0.05g，所属的设计地震分组为第三组。

## 2.3 地质概况

### 2.3.1 工程地质条件

#### 1) 地质构造

该区地处中朝准地台（I<sub>2</sub>）、燕山台褶带（II<sub>2</sub><sup>2</sup>）、马兰峪复式背斜（III<sub>2</sub><sup>7</sup>）、宽城凹断束中（IV<sub>2</sub><sup>24</sup>），密云-喜峰口大断裂以北，平坊-桑园大断裂东部。尾矿库库区为花岗片麻岩，层位稳定，棕褐色-黄褐色，巨厚，致密坚硬。该库区无大的褶皱构造和大的断层通过，也未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用。历史上也没有大的地震活动记录，库区两侧山体十分稳定。

#### 2) 地层岩性

根据承德市工程勘察院 2014 年 4 月出具的《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库坝体稳定性分析报告》，宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库库区范围内，地层岩性根据性质及成因可分为三个阶段，即初期坝、天然地层和尾矿堆积层。

初期坝为透水堆石坝；天然地层表层为角砾层。

尾矿砂：由于尾矿沉积分选性不强，库区面积太大，不能完全均匀放矿，尾矿砂中普遍存在尾粉土夹层（3~10cm），且在同平面上不连续，呈透镜体状，但从整体上看仍存一定规律。

垂直层序上存在上粗下细的规律；水平层序上由堆积子坝向库区内由粗变细。

该区尾矿砂中大部分为尾中砂、尾细砂。尾矿土主要成分为角闪石、云母为主，局部夹尾细砂薄层。

各场区地层岩性特征详见表 2.3-1。

表2.3-1地层岩性特征一览表

地质年代及成因	岩土层		描述	厚度变化 m	标高变化 m	分布情况	
	类别	土层编号					岩土名称
Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup>	堆积坝	②	尾中砂	灰黑色，松散-稍密，稍湿，主要矿物成分为石英、长石，颗粒棱角状-次棱角状，粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量 50%，局部夹有尾粉土薄层。	4.0~30.0	448.9~518.3	尾矿库内
		③	尾细砂	灰黑色，松散-稍密，稍湿，水位以下饱和，主要矿物成分为石英、长石，颗粒棱角状-次棱角状，粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 85%，局部夹有尾矿土。	3.0~17.0	442.9~511.7	尾矿库内
		④	尾粉土	灰黑色，稍密-中密，稍湿-湿，无光泽，韧性低，主要矿物成分以长石、石英为主。	1.4~11.0	440.0~509.3	尾矿库内
		①	初期坝	主要为中风化、微风化花岗片麻岩岩块、棱角状筑坝材料	高 9m		初期坝
	碎		黄褐色，主要成分为碎石，人工堆砌，含少	0~9	425~469	初期	

			石	量砂土和粉土。			坝及堆积坝坝面
Q <sub>4</sub> <sup>dl</sup>	天然地层	⑤	角砾	黄褐色，稍密，稍湿，骨架颗粒成分以花岗片麻岩等为主，砾石呈棱角状-次棱角状，粘性土充填，分选性差	0.7~ 3.5	420.5~ 508.2	坝基谷底
Ar	天然地层	⑥ <sub>1</sub>	花岗片麻岩	强风化：棕黄色，岩芯碎块状及粉末状，节理裂隙发育，片麻状构造，主要矿物以石英、长石为主，可见鳞片状角闪石、云母等矿物，属弱透水不含水层。	1.2~ 2.1	418.4~ 506.8	坝基谷底
		⑥ <sub>2</sub>	花岗片麻岩	中风化：浅黄-黄褐色，致密，坚硬，节理裂隙较发育，片麻状构造，主要矿物以石英、长石为主，可见鳞片状角闪石、云母等矿物，属相对隔水层。	1.3~ 5.4	413.0~ 505.3	坝基谷底

### 3) 不良地质作用

该库区无大的褶皱构造和大的断层通过，也未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用。

### 2.3.2 水文地质条件

宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库处于V型沟谷内，库底为花岗片麻岩，第四系覆盖层为角砾，沟口筑坝。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，地下水类型为基岩裂隙水，但含水层渗透性极弱，根据区域水文地质资料属弱透水层。尾矿水的补给量和回收量大体稳定，影响库内水位变化突出的主要因素是季节性大气降水。

## 2.4 建设概况

### 2.4.1 尾矿库闭库设计前现状

#### 1) 初期坝

初期坝以上已被废石压覆，不可见，根据实测图纸，初期坝为透水堆石

坝，内坝坡采用粗砾砂、砾石加土工布反滤层，压坝坝脚标高 425.14m，坝轴线底标高 427.5m，初期坝顶标高 536.5m，坝高 9.0m，初期坝外边坡已被碎石压坡，压坡后初期坝外侧坡比 1: 2.27，压坡后在 450.50m 标高设有一座宽 4.8m 平台。

## 2) 堆积坝

尾砂堆积坝采用上游法筑坝，自初期坝下游碎石压坡至 465.93m。堆积坝目前堆筑至 548.10m 标高，每期子坝高度约为 1.5-2.5m，473.78m 至 504.67m 标高坝顶宽度为 4.1m-7.9m，506.67m 至 525.26m 标高坝顶宽度为 8.4m-15.7m，527.96m 至 548m 坝顶宽度为 4.3m-7.4m，尾矿坝外坡平均坡比为 1: 4.43，其中 479.44m 至 548.10m 标高平均坡比为 1: 5.11，库区干滩长度 197.21m，水区长度为 234.31m，防洪高度 6.44m。尾矿坝体无明显裂缝、冲沟，无变形，坝体无渗流现象，尾矿坝体整体情况良好。

## 3) 坝面、坝肩排水沟

坝肩排水沟采用浆砌石结构，实测断面为 (1160-1220mm) 宽 × (760-830mm) 高，厚 700-720mm。库区在 479m、497m、506m、515m、525m、536m 共设有 6 道横向坝面排水沟，坝面横向排水沟采用浆砌石结构，实测断面为 920mm × 690mm，厚 500-560mm。库区共设置 5 道纵向排水沟，采用浆砌石结构，实测断面为 540mm × (490-520) mm，厚 500-560mm。

## 4) 排洪系统

排洪系统采用排水斜槽—溢水塔—排水管—钢管—消力池型式。排水斜槽为盖板式，C30 钢筋混凝土结构，过水断面尺寸为 0.8m × 1.0m，壁厚 250mm。溢水塔设置 2 座，C30 钢筋混凝土结构，塔内径为 2.0m，窗口式，孔径 300mm，每排 6 孔，孔距 0.45m，塔高为 17m。转流井断面尺寸为 2.5m，壁厚 400mm。557.3m 设置了一座拦挡坝。排水管为 C30 钢筋混凝土结构，内径为 1.0m，壁厚 0.25m。排水管出口处消力池断面尺寸为 8.0m × 3.0m × 2.5m。

## 5) 排渗设施

在 497.43m 设置两道、506.67m 设置三道、515.32m 设置两道、525.26m 设置三道、536.88m 设置两道水平排渗设施，排渗管口接到坝面排水沟，而后通过纵向排水沟、坝肩排水沟排至库外。在 470.21m 标高设置 24 眼虹吸井，457.44m 标高设置 3 眼水封井，虹吸井和水封井之间采用虹吸管连接。排渗设施的布置总体符合设计要求。

根据现场浸润线监测数据，浸润线设置的参数值 7.580-19.190m，基础值为 0，未在浸润线过高提示状态，同时现场观察排渗出水口，没有渗水流出。

#### 6) 监测设施

现状监测设施采用在线监测和人工观测相结合的方式。在线：在 529.890m、512.330m、512.316m 设置 3 座在线位移观测点。在 484.290m、503.309m、503.140m、527.680m 共设置 4 座浸润线位移在线监测装置，对位移及浸润线定期进行观测、形成记录。在 528.754m 设置一座在线雨量观测点。在初期坝侧和水区设置有视频监控点，实现对排洪设施出口、坝顶放矿和尾矿滩面水域等部位进行 24h 监控。库区内设有一处水位标尺，观测库区水位情况。人工：在 450.946m、450.855m、450.853m、480.580m、479.379m、498.050m、497.748m、505.560m、505.480m、515.463m、515.218m、526.263m、525.778m、537.300m、537.179m、536.762 m、543.960m、543.861m 共设置有 18 座人工位移观测桩，山体两侧相应位置共设置 12 座观测基点。在 488.250m、488.140m、504.660m、504.850m、505.150m、512.880m、513.270m、517.144m、517.772m、527.343m、527.728m、528.150m、536.500m、548.710m 共设置 14 座人工浸润线观测管。现有监测设施运行正常，根据企业提供的浸润线监测记录显示，浸润线最小埋深 8m。

### 2.4.2 尾矿库库址

#### 1) 库区位置及地形地貌

桥子沟西岔尾矿库位于河北省承德市宽城县北大丈子村北部一条山谷内，地方道路与库区相连接，交通便利。

桥子沟西岔尾矿库位于一条横断面呈“V”字形的山间沟谷内，库区属侵蚀构造中低山区，沟内山势较陡。其东、北、西三面环山，东南面为沟口，为山谷型尾矿库。库区纵深方向近似于东南-西北向，地势总体呈西北高东南低之势，由西北向东南的谷底平均坡降约 7%-10%。

## 2) 库区周边环境

尾矿库下游约 160m 为该公司桥子沟西岔选厂及办公室，库区南侧距承一秦公路约 660m，该尾矿库区及下游无全国和省重点保护名胜古迹；避开了地质构造复杂、不良地质现象严重区域；尾矿库下没有开采价值的矿床；周围无铁路、水库等环境敏感设施。

### 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	$V \geq 50000$	$\geq 200$
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 122.5m (427.5m~550m)，总库容为  $569 \times 10^4 m^3$ ，设计等别为三等；现状总坝高为 122.5m (427.5m~550m)，总库容约  $562 \times 10^4 m^3$ ，尾矿库现状等别为三等库。

### 2.4.4 尾矿库闭库利旧工程

#### 2.4.4.1 尾矿坝

##### 1) 初期坝

现场踏勘，原初期坝已被废石覆盖，不可见。根据现状实测图纸及前期基础资料，压坡前初期坝坝顶标高 436.5m，坝底标高 427.5m，坝高 9.0m。压坝坝脚标高 425.14m，现状废石压坡顶标高 465.93m，下游坡在标高 450.5m、457.43m 分别设有宽度为 4.8m、5.6m 的平台。

经现场查看，初期坝外坡使用块石进行护坡，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，闭库安全设施设计中未提出初期坝相关闭库整治工程。

## 2) 堆积坝

堆积坝现状坝顶标高 550m，现状总坝高为 122.5m（427.5m~550m）。堆积坝废石压坡顶 465.93m 标高以上共形成 35 级子坝，子坝高度 1.5m~2.5m，顶宽 3.2m~15.7m。现状堆积坝标高 484.44m~标高 550m 平均外坡比为 1:5.29，现状库内无水。

现场勘察，尾矿坝体无明显沉陷、滑坡、裂缝、流土、管涌，无沼泽化和较多(大)的冲沟等现象，坝面无水出逸。

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未提出堆积坝相关闭库整治工程。

## 3) 库尾土石堆体及裸沟

根据现场踏勘及现状实测图，在库尾排水斜槽上游有一土石堆体，该堆体高约 16.94m（564.52m~581.46m）。堆体现有 3 个平台，第一个平台高约 2.43m（564.52m~566.95m），宽 1.68m~4.32m，坡比为 1:0.95；第二个平台高约 7.57m（566.95m~574.52m），宽 2.22m~3.89m，坡比为 1:1.37；第三个平台高约 6.94m（574.52m~581.46m），宽 3.05m~7.59m，坡比为 1:1.61。

根据现场踏勘和企业介绍，该土石堆体已存在多年，目前堆体上长满了杂草。在堆体坡脚处设有一座浆砌石挡墙，顶标高为 564.6m。

在库尾排水斜槽西侧有一条宽约 1.0m 的裸沟，沟口通至库内。

闭库安全设施设计中未提出土石堆体相关闭库整治工程。

#### 4) 排渗设施

该库在 497.43m 标高设置两道水平排渗设施，在 506.67m 标高设置三道水平排渗设施，在 515.32m 标高设置两道水平排渗设施，在 525.26m 标高设置三道水平排渗设施，在 537.08m 标高设置两道水平排渗设施，排渗管口接到坝面排水沟，而后通过纵向排水沟、坝肩排水沟排至库外。在 470.21m 标高设置 24 眼虹吸井，457.43m 标高设置 3 眼水封井，虹吸井和水封井之间采用虹吸管连接。排渗设施符合设计要求。

勘察现场时排渗管无渗流水流出。

现状排渗设施情况与闭库设计前现状相符，闭库安全设施设计未提出排渗设施闭库整治工程。

排渗出水口见图 2.4-1。



图 2.4-1 排渗出水口

坝体稳定性计算:

### 1) 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

$$h = z$$

$\Gamma_1$  和  $\Gamma_2$  构成了三向空间流场的全部边界。

## (2) 计算参数

根据承德市工程勘察院 2014 年 4 月出具的《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库坝体稳定性分析报告》选取相应的渗透系数针对现状滩顶标高 549.96m 进行渗流稳定计算，洪水工况渗流计算结果见图 2.4-2。

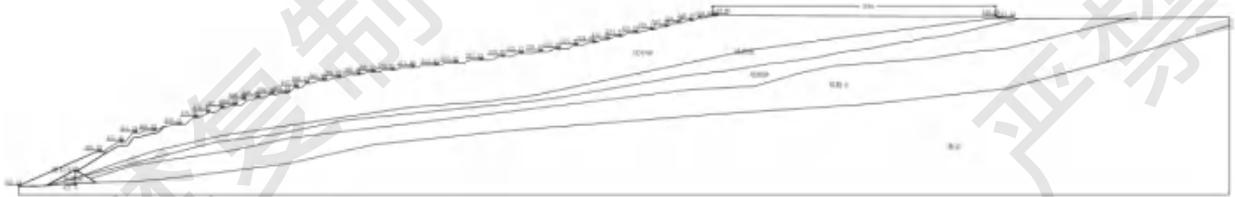


图 2.4-2 549.96m 滩顶标高坝体洪水工况浸润线图

渗流计算结果见表 2.4-2。

表 2.4-2 渗流计算结果汇总表

滩顶标高 (m)	浸润线埋深值 (m)
	洪水工况
549.96	16.7

渗流计算结果表明，该库在现状 549.96m 滩顶标高时，在洪水工况下拟合浸润线能满足设计要求。

## 2) 边坡稳定计算

该尾矿库现状滩顶标高为 549.96m，评价单位使用理正软件对尾矿库现状滩顶标高 549.96m 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：

$$K = \frac{\sum W_i \cos \alpha \tan \theta + cl}{\sum W_i \sin \theta \alpha_i}$$

式中：K—抗滑安全系数；

$W_i$ —各土条重量。稳定渗流期坝体浸润线以下，对于滑动力按饱和容重计算，对于抗滑力按浮容重计算；浸润线以上则均按湿容重计算，kN；

$N_i$ —各土条法向应力, Pa;

$a_i$ —过各土条中线的滑弧半径与过滑弧圆心的法线间的夹角, °;

$l$ —滑弧长度, m;

$c$ 、 $\theta$ —总应力抗剪强度指标;

根据承德市工程勘察院 2014 年 4 月出具的《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库坝体稳定性分析报告》中的相关参数进行选取, 该尾矿堆积层各土层的物理力学指标见表 2.4-3。

表 2.4-3 各土层的物理力学指标一览表

类别	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘聚力 C (kPa) 水上/水下	内摩擦角 $\Phi$ (°) 水上/水下
尾中砂	18	18.7	3/2	32/31
尾细砂	18.5	19.2	5/4	30/29
尾粉土	19.7	20.1	7	20
角砾	20	20.5	4/0	40/39
基岩	25	25	30	50
初期坝	22	22	0	37/36
碎石	19.5	20	2	37/36

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549.96m洪水运行工况下坝体稳定性复核结果

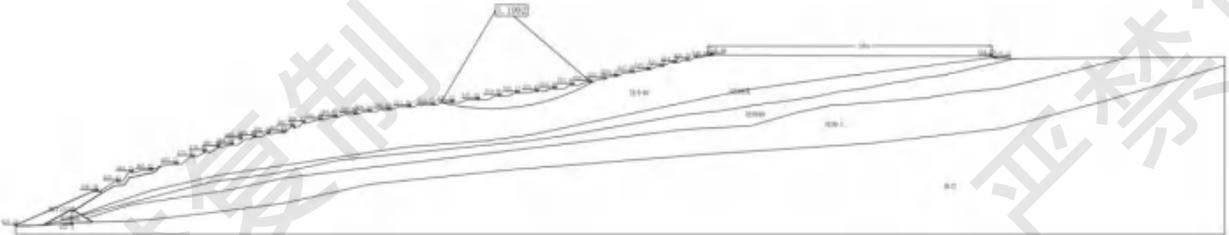


图2.4-4现状滩顶标高549.96m特殊工况下坝体稳定性复核结果

经计算，现状滩顶标高549.96m洪水运行工况下抗滑稳定系数为1.2908，特殊运行工况下抗滑稳定系数为1.1992，均满足《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）中最小抗滑安全系数1.15（洪水运行）、1.05（特殊运行）（考虑到下游距离选厂较近，按实际等别提高一等进行考虑）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 排洪系统

排洪系统采用排水斜槽～转流井～排水管～排水井～排水管～转流井～钢管～消力池型式。根据企业提供资料及现场踏勘，排水斜槽为盖板式，过水断面尺寸为0.8m×1.0m，壁厚250mm，C30钢筋混凝土结构。排水井2座（均已封堵），井内径为2.0m，窗口式，井高为17m，C30钢筋混凝土结构。转流井2座，内径为2.5m，壁厚400mm。排水管内径为1.0m，壁厚0.25m，C30钢筋混凝土结构。

根据河北天博建设科技有限公司2022年4月出具的《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库排洪构筑物检测报告》，在宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库排洪构筑物检测过程中未发现排水系统断裂、塌陷、变形、淤堵等问题。通过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、钢筋间距和钢筋混凝土保护层厚度检

测结果均符合设计要求。

现状排洪系统情况与闭库设计前现状相符。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

在标高 450.964m、450.855m、450.853m、480.580m、479.379m、498.050m、497.748m、505.560m、505.480m、515.463m、515.218m、526.263m、525.778m、537.300m、537.179m、536.762m、543.960m、543.861m 共设有 18 座位移观测桩。

在山体两侧标高 452.641m、481.782m、480.262m、498.289m、469.180m、506.844m、504.118m、513.704m、517.376m、526.573m、525.672m、536.579m 共设置 12 座位移观测基点。

在标高 488.250m、488.140m、504.660m、504.850m、505.150m、512.880m、513.270m、517.144m、517.772m、527.343m、527.728m、528.150m、536.500m、548.710m 共设有 14 座浸润线人工观测管。

##### 2) 在线监测

在标高 484.290m、491.690m、503.300m、483.850m、491.500m、503.150m 共设置 6 座在线浸润线监测装置；

在标高 529.890m、512.316m、512.330m 共设有 3 座在线位移监测装置；

在标高 528.754m 设有一座在线雨量监测点；

在堆积坝一侧、滩面一侧山坡上和集水井附近设有视频监控点。

现状安全监测情况与闭库设计前现状相符，闭库安全设施设计中未提出安全监测相关闭库整治工程。

人工浸润线观测见图 2.4-5，在线雨量监测见图 2.4-6。



图 2.4-5 人工浸润线观测



图 2.4-6 在线雨量监测

#### 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。

#### 2.4.5 尾矿库闭库整治工程

##### 2.4.5.1 排洪系统进水口护砌及防护

##### 闭库安全设施设计情况：

将出露的排水斜槽盖板全部打开至 550.0m 标高，采用 M7.5 浆砌石对斜槽两侧边坡进行护砌，护砌宽度不小于 1.5m，浆砌石厚度 400mm。

为避免杂物进入，在斜槽进水口设置拦污栅。

在进水口四周围绕护砌范围设置一道铁丝网栅栏，并设置安全警示牌，防止人、畜掉入坑内，避免发生伤亡事故。

##### 现状情况：

企业已按闭库安全设施设计要求将出露的排水斜槽盖板全部打开至 550.0m 标高，并对斜槽两侧边坡进行了护砌。经测量，护砌宽度在 1.8m~3.5m，浆砌石厚度 400mm，并在斜槽进水口处设置了拦污栅。在进水口四周围绕护砌范围设置了防护栏，并设有安全警示牌。

详见图 2.4-7、2.4-8、2.4-9。



图 2.4-7 拦污栅



图 2.4-8 斜槽护砌及进水口处防护栏杆



2.4-9 安全警示标志牌

#### 2.4.5.2 修建防洪陡坎

##### 闭库安全设施设计情况：

在滩面距坝顶 200m 处修建防洪陡坎。陡坎顶标高 549.0m，底标高 547.5m，陡坎高 1.5m，顶宽 1m，底宽 1m，坡度 1:1.5，厚度 0.5m，采用 M7.5 浆砌石结构。防洪陡坎与尾砂交界部位铺设一层复合土工膜，土工膜与浆砌石之间设置 200mm 厚卵石或碎石保护层。

##### 现状情况：

现场踏勘，企业已按闭库安全设施设计要求在滩面距坝顶 200m 处修建了防洪陡坎。经测量并结合现状实测图纸及施工、监理记录，防洪陡坎底标高 547.5m，顶标高 549.03m，陡坎高 1.53m，底宽 1.0m，顶宽 1.0m，厚度 0.5m，浆砌石结构。防洪陡坎与尾砂交界部位铺设有一层 400g/m<sup>2</sup> 复合土工膜，土工膜与浆砌石之间设有 200mm 厚碎石保护层。

现场踏勘情况见图 2.4-10、2.4-11。



图 2.4-10 防洪陡坎



图 2.4-11 现场测量

### 2.4.5.3 滩面平整

#### 闭库安全设施设计情况：

闭库设计对于滩坡度不做具体要求，要求主坝滩面及坝口方向滩面坡向防洪陡坎，同时确保滩面平整，不出现反坡。

#### 现状情况：

现场踏勘时，滩面较为平整，未发现反坡。根据企业提供的现状实测图，现状干滩长度434.31m，其中0-70m平均坡度0.5%，70m-120m平均坡度0.52%，0m-200m平均坡度0.5%，200m-434.31m平均坡度1.99%，干滩平均坡度1.81%。滩面较为平整，未发现反坡。

干滩滩面见图 2.4-12。



图 2.4-12 干滩滩面

#### 2.4.5.4 续接及修复排水明沟

##### 闭库安全设施设计情况:

现有坝面、坝肩排水明沟结构形式及断面尺寸满足设计要求,利用现有坝面、坝肩排水明沟,仅需要续接两侧坝肩排水明沟至滩顶 550.0m 标高,断面尺寸为 0.8m×1.0m,壁厚 500mm,采用 M7.5 浆砌石结构。

对现有坝面、坝肩排水明沟进行检查,有破损、淤堵等情况应及时修复并清理,保证排水明沟畅通。

##### 现状情况:

坝肩排水沟采用浆砌石结构,实测断面为(1160-1220mm)宽×(760-830mm)高,厚 700-720mm。库区在 479m、497m、506m、515m、525m、536m 共设有 6 道坝面纵向排水沟,坝面纵向排水沟采用浆砌石结构,实测断面为 920mm×690mm,厚 500-560mm。库区共设置 5 道竖向排水沟,采用浆砌石结构,实测断面为 540mm×(490-520)mm,厚 500-560mm。

现场踏勘,企业已按闭库安全设施设计要求将两侧坝肩排水明沟续接至滩顶 550m 标高,断面尺寸为(880-900)mm×(1000-1080)mm,壁厚 520-600mm,为浆砌石结构,并对破损、淤堵的排水沟进行了修复、清理。

续接后的坝肩排水沟见图 2.4-13,测量尺寸见图 2.4-14;修复的排水沟见图 2.4-15,清理后的排水沟见图 2.4-16。



图 2.4-13 续接后的两侧坝肩排水沟



图 2.4-14 实测续接坝肩排水沟的深度、宽度及壁厚



图 2.4-15 修复后的排水沟



图 2.4-16 清理后的排水沟

## 调洪演算：

该尾矿库现状滩顶标高 549.96，尾矿库等别为三等。考虑到下游距离选厂较近，现状尾矿库按实际等别提高一等进行设防，洪水设防标准采用 1000 年一遇。

## 洪水计算：

查用《承德水文图集》（1989 年 3 月），洪水计算参数为  $C_v/C_s=3.5$ ， $C_v \times 1.11=0.52$ ， $H_{24}=107\text{mm}$ ， $n_2=0.5$ ，汇水参数分区 VI 区， $H=1.148$ ， $B=0.52$ ， $X=0.015$ ， $Y=1.38$ ，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 1.60（1000 年一遇）。

## 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 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )；

0.278 -- 单位换算系数；

$i$  -- 暴雨强度 ( $\text{mm}/\text{h}$ )；

$\mu$  -- 产流历时内平均入渗率 ( $\text{mm}/\text{h}$ )；

$F$  -- 流域面积 ( $\text{km}^2$ )；

## 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 ( $\text{mm}$ )；

$F$  -- 流域面积 ( $\text{km}^2$ )。

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 ( $\times 10^4 m^3$ ) ；

$Q_{mp}$  —— 设计频率的洪峰流量 ( $m^3/s$ ) ；

0.36 —— 单位换算系数；

$\alpha$  —— 洪水历时系数。

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 2.4-4。

表 2.4-4 洪水计算结果

高程 (m)	频率 (%)	$Q$ ( $m^3/s$ )	$W_p$ ( $\times 10^4 m^3$ )	$T$ (h)
549.96	0.1%	15.98	7.66	7.04

根据排洪系统的布置及现状实测图，对该库进行调洪计算。

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

式中： $V_1$  —— 时段起点库水位的蓄水量， $m^3$ ；

$V_2$  —— 时段终点库水位的蓄水量， $m^3$ ；

$q_1$  —— 时段起点库水位的泄流量， $m^3/s$ ；

$q_2$  —— 时段终点库水位的泄流量， $m^3/s$ ；

$Q_1$  —— 时段起点库的来水量， $m^3/s$ ；

$Q_2$  —— 时段终点库的来水量， $m^3/s$ ；

$\Delta t$  —— 计算时段，h。

计算结果见表 2.4-5。

表 2.4-5 尾矿库调洪计算结果

滩顶标高 (m)	549.96m
库等别	三等
设计洪水频率 (%)	0.1
起调水位 (m)	542.1
最高洪水位 (m)	543.72
调洪高度 (m)	1.62
安全超高 (m)	6.24
计算洪水位沉积滩长度 (m)	200
一次洪水排空时间 (h)	9.89

注：本次调洪演算按现状干滩长度和坡度即干滩长度 434.31m，干滩坡度 0~70m 为 0.5%；70~120m 为 0.52%；0m~200m 平均坡度 0.5%；200~434.31m 为 1.99%。

调洪结果说明：该尾矿库在闭库后，设计频率洪水入库后尾矿库安全超高和干滩长度均可以满足要求，72h 内能够排出一次洪水，尾矿库现状防洪能力满足要求。

#### 2.4.5.5 植被绿化

##### 闭库安全设施设计情况：

该尾矿库 545.93m 标高以下已经完成绿化，要求对 545.93m 标高至 550.0m 标高坝体及滩面至尾矿库防洪陡坎区域进行植被绿化，绿化面积约 7.7 万 m<sup>2</sup>。

灌木栽植宜采用沙棘或棉槐，行、株距间距 1m。春秋季栽植，栽后浇水，栽植 2~3 年后，视长势情况，秋季进行平茬。根系发达的杂草类植物在灌木内插布置。

##### 现状情况：

现场踏勘，企业已按闭库安全设施设计要求，完成 545.93m 至 550.0m 标高坝体及滩面至尾矿库防洪陡坎区域的绿化。

#### 2.4.5.6 排洪钢管改接

### 闭库安全设施设计补充说明情况：

企业现状排水斜槽出口端为直径 1.0m 的钢管接入下游消力池，尾矿库运行时消力池集水用泵输送至选厂回用，消力池未设置出水口，尾矿库闭库后，水泵停用，消力池集水无法直接排出至下游。为保证尾矿库排洪系统排洪顺畅，要求企业在 465.93m 平台处将该排洪钢管断开并接入西侧坝肩截水沟上并排出库外。

### 现状情况：

现场踏勘，企业已按闭库安全设施设计补充说明的要求将 465.93m 平台处的钢管断开并接入至西侧坝肩截水沟，闭库后，雨季时库内雨水会通过斜槽进水口进入，后通过钢管流入坝肩截水沟，最后排出库外。

改接后的钢管见图 2.4-17。



图 2.4-17 改接后的钢管

## 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、值班室、排洪系统附近，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、土工布等物资。

## 2.4.7 个人防护

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 安全标志

在库区内显著位置设有尾矿库概况标识牌、避灾线路标识牌、安全警示语标识牌等。见图 2.4-18。



图 2.4-18 尾矿库标识牌

## 2.4.12 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：911308277634260422；营业执照核准的企业经营范围为：铁原矿石加工、销售；营业期限：2005年5月19日至2025年5月19日。

### 2) 三项制度

根据相关法律、法规和标准、规范的要求，结合实际，企业制定了一系列闭库后巡查组人员的安全生产责任制、安全管理制度以及岗位安全操作规程，以保证闭库后的安全巡查工作。

### 3) 安全管理机构设置及安全管理人员配备

宽城宝民矿业有限公司设置了以法人代表为组长的闭库巡查组，配备组员7名。

组长：谷剑

副组长：刘学龙

组员：刘国有 杨志华 张伟 谭景烺 何金山 王国良 孙秀波  
刘长力

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。

#### 4) 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，该企业主要负责人刘学龙、巡查组成员刘国有、杨志华、何金山、张伟、谭景烺、何金山、王国良、孙秀波、刘长力均已经培训考核合格，详见表 2.4-6。

表 2.4-6 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	刘学龙	主要负责人	130827198502063650	2026-09-04
2	刘国有	安全管理人员	130827198208163618	2026-09-05
3	杨志华	安全管理人员	132622198004110417	2026-09-05
4	张伟	安全管理人员	132622197612232819	2024-10-19
5	谭景烺	安全管理人员	130827200009102636	2026-06-14
6	何金山	尾矿作业	T130827197512143617	2027-05-06
7	王国良	尾矿作业	T132622196809072017	2027-06-10
8	孙秀波	尾矿作业	130827199002163633	2027-12-08
9	刘长力	尾矿作业	T132622196807043650	2027-12-06

#### 5) 从业员工工伤保险缴纳情况

企业已依法为巡查组成员办理了工伤保险，详见报告附件。

#### 6) 应急预案和应急救援

企业编制了《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔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：130827-2020-0010。

企业已经与承德骏达应急救援中心签订矿山企业救护服务协议，有效期至 2023 年 12 月 31 日。

### 2.4.13 安全设施投入

该闭库工程投资约为 77.17 万元，其中建筑工程费 55.00 万元（包含排洪系统进水口护砌及防护 5 万元，滩面平整 10 万元，修建防洪陡坎 20 万元，续接及修复排水沟 5 万元，安全标识 5 万元，植被绿化 10 万元），预备费 7.02 万元，其它费用 15.05 元。

## 2.5 施工、监理概况

宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库工程施工单位为承德鸿阳矿山工程有限公司，监理单位为中科宏泰工程项目管理有限公司。

### 1) 施工单位、监理单位资质情况

#### (1) 施工单位

承德鸿阳矿山工程有限公司具有矿山工程施工总承包壹级资质，证书编号：D213020006。

#### (2) 监理单位

中科宏泰工程项目管理有限公司具有矿山工程监理甲级资质证书，证书编号：E213001606。

### 2) 建设项目开工、竣工日期

经翻阅工程施工技术资料，该尾矿库闭库工程于 2023 年 6 月 19 日开始施工，2023 年 12 月 20 日竣工。

### 3) 工程质量及验收记录

该项目隐蔽工程和分项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》要求的排洪斜槽进水口护砌及防护、滩面平整、修建防洪陡坎、续接及修复排水明沟、安全标识等工程。

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 安全设施“三同时”程序

2021年4月12日承德市应急管理局下发了《承德市应急管理局关于宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库工程安全设施设计的批复》（承市应急非煤【2021】22号），接收到批复后，企业委托承德鸿阳矿山工程有限公司于2023年6月19日开始施工，于2023年12月20日竣工，监理单位为中科宏泰工程项目管理有限公司。

根据《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〔2015〕第77号）对安全设施“三同时”程序进行符合性评价。详见表3.1-1。

表 3.1-1 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	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	委托中冶沈勘工程技术有限公司完成设计和安全设施设计。设计单位资质符合要求。	符合要求
2	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、规范施工，并对安全设施的工程质量负责。	《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	施工单位为承德鸿阳矿山工程有限公司，资质等级符合要求。施工单位能够按照安全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。	符合要求
3	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	监理单位为中科宏泰工程项目管理有限公司。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
4	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	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》	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

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
	进行验收评价，并编制建设项目安全验收评价报告。	(国家安全生产监督管理总局令[2015]第77号) 第二十二條		

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4项，各检查项均符合要求，该评价单元合格。

### 3.2 尾矿库利旧工程符合性评价

使用安全检查表法对尾矿库相关利旧工程进行检查、评价。详见表3.2-1。

表 3.2-1 尾矿库利旧工程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	初期坝以上已被废石压覆，不可见，根据实测图纸，初期坝为透水堆石坝，内坝坡采用粗砾砂、砾石加土工布反滤层，压坝坝脚标高425.14m，坝轴线底标高427.5m，初期坝顶标高536.5m，坝高9.0m，初期坝外边坡已被碎石压坡，压坡后初期坝外侧坡比1:2.27，压坡后在450.50m标高设有一座宽4.8m平台。	《闭库安全设施设计》	现场踏勘，原初期坝已被废石覆盖，不可见。根据现状实测图纸及前期基础资料，压坡前初期坝坝顶标高436.5m，坝底标高427.5m，坝高9.0m。压坝坝脚标高425.14m，现状废石压坡顶标高465.93m，下游坡在标高450.5m、457.43m分别设有宽度为4.8m、5.6m的平台。 经现场查看，初期坝外坡使用块石进行护坡，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	尾砂堆积坝采用上游法筑坝，自初期坝下游碎石压坡至465.93m。堆积坝目前堆筑至548.10m标高，每期子坝高度约为1.5-2.5m，473.78m至504.67m标高坝顶宽度为4.1m-7.9m，506.67m至525.26m标高坝顶宽度为8.4m-15.7m，527.96m至548m坝顶宽度为4.3m-7.4m，尾矿坝外坡平均坡比为1:4.43，其中479.44m至548.10m标高平均坡比为1:5.11，库区干滩长度197.21m，水区长度为234.31m，防洪高度6.44m。尾矿坝体无明显裂缝、冲沟，无变形，坝体无渗流现象，尾矿坝体	《闭库安全设施设计》	闭库设计时企业还在生产，现已达到闭库标高停止生产。现状堆积坝坝顶标高550m，现状总坝高为122.5m(427.5m~550m)。堆积坝废石压坡顶465.93m标高以上共形成35级子坝，子坝高度1.5m~2.5m，顶宽3.2m~15.7m。现状堆积坝标高484.44m~标高550m平均外坡比为1:5.29，现状库内无水。 现场勘察，尾矿坝体无明显沉陷、滑坡、裂缝、流土、管涌，无沼泽化和较多(大)的冲沟等现象，坝面无水出逸。	符合要求

	整体情况良好。			
3	在497.43m设置两道、506.67m设置三道、515.32m设置两道、525.26m设置三道、536.88m设置两道水平排渗设施，排渗管口接到坝面排水沟，而后通过纵向排水沟、坝肩排水沟排至库外。排渗设施的布置总体符合设计要求。	《闭库安全设施设计》	该库在497.43m标高设置两道水平排渗设施，在506.67m标高设置三道水平排渗设施，在515.32m标高设置两道水平排渗设施，在525.26m标高设置三道水平排渗设施，在537.08m标高设置两道水平排渗设施，排渗管口接到坝面排水沟，而后通过纵向排水沟、坝肩排水沟排至库外。	符合要求
4	根据企业提供的2023年12月最新实测图及现场踏勘发现，闭库排水斜槽上游库尾存在一个土石堆体，该堆体高约16.94m（564.52m~581.46m），堆体上现有3个平台，第一个平台高约2.43m（564.52m~566.95m），宽1.68m~4.32m不等，坡比为1:0.92；第二个平台高约7.57m（566.95m~574.52m），宽2.22m~3.89m不等，坡比为1:1.37；第三个平台高约6.94m（574.52m~581.46m），宽3.05m~7.59m不等，坡比为1:1.6。根据现场踏勘情况和企业介绍，该土石堆体已存在多年、堆体上已长满杂草，较为稳定，且企业已在堆体坡脚处自行建设一座浆砌石拦挡坝，拦挡坝坝顶标高为564.6m高于堆体的外坡脚564.52m标高，因此该土石堆体较为稳定。	《闭库安全设施设计补充说明》	根据现场踏勘及现状实测图，在库尾排水斜槽上游有一土石堆体，该堆体高约16.94m（564.52m~581.46m）。堆体现有3个平台，第一个平台高约2.43m（564.52m~566.95m），宽1.68m~4.32m，坡比为1:0.95；第二个平台高约7.57m（566.95m~574.52m），宽2.22m~3.89m，坡比为1:1.37；第三个平台高约6.94m（574.52m~581.46m），宽3.05m~7.59m，坡比为1:1.61。根据现场踏勘和企业介绍，该土石堆体已存在多年，目前堆体上长满了杂草。在堆体坡脚处设有一座浆砌石挡墙，顶标高为564.6m。	符合要求
5	排洪系统采用排水斜槽~转流井~排水管~排水井~排水管~转流井~钢管~消力池型式。排水斜槽为盖板式，过水断面尺寸为0.8m×1.0m，壁厚250mm，C30钢筋混凝土结构。排水井2座（均已封堵），井内径为2.0m，窗口式，井高为17m，C30钢筋混凝土结构。转流井2座，内径为2.5m，壁厚400mm。排水管内径为1.0m，壁厚0.25m，C30钢筋混凝土结构。	《闭库安全设施设计》	根据企业提供资料及现场踏勘，排水斜槽为盖板式，过水断面尺寸为0.8m×1.0m，壁厚250mm，C30钢筋混凝土结构。2座排水井均已封堵，井内径为2.0m，窗口式，井高为17m，C30钢筋混凝土结构。转流井2座，内径为2.5m，壁厚400mm。排水管内径为1.0m，壁厚0.25m，C30钢筋混凝土结构，与闭库前现状一致。根据河北天博建设科技有限公司2022年4月出具的《宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库排洪构筑物检测报告》，在宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库排洪构筑物检测过程中未发现排水系统断裂、塌陷、变形、淤堵等问题。通过对混凝土抗压强度检测、无损检测及对排洪系统影像及	现状排洪系统利旧符合设计要求具备利旧条件

宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库闭库安全设施验收评价

			照片分析,排水拱涵现龄期混凝土强度、钢筋间距和钢筋混凝土保护层厚度检测结果均符合设计要求。该尾矿库排洪系统整体质量较好,未发现安全隐患,运行正常。	
6	验收踏勘现场发现,库尾排水斜槽西侧存在一条宽1.0m左右的裸沟,由企业自行设置。由于裸沟西侧山体覆盖层较厚,该裸沟可将西侧山坡汇水引至排水斜槽进水口较远端处再进入库内,有效避免泥沙、树枝等杂物直接进入排水斜槽进水口,影响排水斜槽进水能力。	《闭库安全设施设计补充说明》	在库尾排水斜槽西侧有一条宽约1.0m的裸沟,沟口通至库内。	符合要求
7	在529.890m、512.330m、512.316m设置3座在线位移观测点。	《闭库安全设施设计》	在标高 529.890m、512.316m、512.330m 共设有 3 座在线位移监测装置。	符合要求
8	在 484.290m 、 503.309m 、 503.140m、527.680m共设置4座浸润线位移在线监测装置。	《闭库安全设施设计》	在标高 483.850m、484.290m、491.690m、491.500m、503.300m、503.150m 共设置 6 座在线浸润线监测装置。	符合要求
9	在528.754m设置一座在线雨量观测点。	《闭库安全设施设计》	在标高 528.754m 设有一座在线雨量监测点。	符合要求
10	在初期坝侧和水区设置有视频监控点,实现对排洪设施出口、坝顶放矿和尾矿滩面水域等部位进行24h监控。	《闭库安全设施设计》	在堆积坝一侧、滩面一侧山坡上和集水井附近设有视频监控点。	符合要求
11	在 450.946m 、 450.855m 、 450.853m、480.580m、479.379m、498.050m、497.748m、505.560m、505.480m、515.463m、515.218m、526.263m、525.778m、537.300m、537.179m、536.762 m、543.960m、543.861m共设置有18座人工位移观测桩。	《闭库安全设施设计》	在标高 450.964m、450.855m、450.853m、480.580m、479.379m、498.050m、497.748m、505.560m、505.480m、515.463m、515.218m、526.263m、525.778m、537.300m、537.179m、536.762m、543.960m、543.861m 共设有 18 座位移观测桩,现状人工位移观测设施设置情况与闭库设计前现状相符。	符合要求
12	山体两侧相应位置共设置12座人工位移观测基点。	《闭库安全设施设计》	在 山体 两 侧 标 高 452.641m、481.782m、480.262m、498.289m、469.180m、506.844m、504.118m、513.704m、517.376m、526.573m、525.672m、536.579m 共设置 12 座位移观测基点,现状人工位移观测基点的设置情况与闭库设计前现状相符。	符合要求
13	在 488.250m 、 488.140m 、 504.660m、504.850m、505.150m、512.880m、513.270m、517.144m、517.772m、527.343m、527.728m、528.150m、536.500m、548.710m共设置14座人工浸润线观测管。	《闭库安全设施设计》	在 标 高 488.250m、488.140m、504.660m、504.850m、505.150m、512.880m、513.270m、517.144m、517.772m、527.343m、527.728m、528.150m、536.500m、548.710m 共设有 14 座浸润线人工观测管,现状人工浸润线观测管的设置情	符合要求

		况与闭库设计前现状相符。	
--	--	--------------	--

单元评价小结：通过对该项目尾矿库利旧工程符合性评价，共检查了 13 项，各检查项均符合要求，该评价单元合格。

### 3.3 尾矿库闭库工程符合性评价

#### 3.3.1 尾矿坝

使用安全检查表法对尾矿坝进行检查、评价。详见表 3.3-1。

表 3.3-1 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	闭库设计对干滩坡度不做具体要求，要求主坝滩面及埡口方向滩面坡向防洪陡坎，同时确保滩面平整，不出现反坡。	《闭库安全设施设计》	现场踏勘，滩面较为平整，未发现反坡。根据企业提供的现状实测图，现状干滩长度 434.31m，其中 0-70m 平均坡度 0.5%，70m-120m 平均坡度 0.52%，0m-200m 平均坡度 0.5%，200m-434.31m 平均坡度 1.99%，干滩平均坡度 1.81%。现场踏勘，滩面较为平整，未发现反坡。	符合要求
2	现有坝面、坝肩排水明沟结构形式及断面尺寸满足设计要求，利用现有坝面、坝肩排水明沟，仅需要续接两侧坝肩排水明沟至滩顶550.0m标高，断面尺寸为0.8m×1m，壁厚500mm，采用M7.5浆砌石结构。对现有坝面、坝肩排水明沟进行检查，有破损、淤堵等情况应及时修复并清理，保证排水明沟畅通。	《闭库安全设施设计》	坝肩排水沟采用浆砌石结构，实测断面为(1160-1220mm)宽×(760-830mm)高，厚700-720mm。库区在479m、497m、506m、515m、525m、536m共设有6道坝面纵向排水沟，坝面纵向排水沟采用浆砌石结构，实测断面为920mm×690mm，厚500-560mm。库区共设置5道竖向排水沟，采用浆砌石结构，实测断面为540mm×(490-520)mm，厚500-560mm。现场踏勘，企业已按闭库安全设施设计要求将两侧坝肩排水明沟续接至滩顶550m标高，断面尺寸为(880-900)mm×(1000-1080)mm，壁厚520-600mm，为浆砌石结构，并对破损、淤堵的排水沟进行了修复、清理。	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》的要求完成滩面平整、续接排水沟及修复、清理排水沟等工作，符合《闭库安全设施设计》的要求，该评价单元合格。

平整后的滩面、续接后的排水沟及修复、清理后的排水沟见下图：



平整后的滩面



续接后的两侧坝肩排水沟



清理后的排水沟

### 3.3.2 防排洪系统

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价，详见表 3.3-2。

表 3.3-2 防排洪系统安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查结果	结论
1	现状库内排洪系统可以满足闭库后的泄洪要求，本次设计利用现有排洪系统。 尾矿库停止放矿后，应缓慢放空库内积水，待库内积水放空后，将出露的排水斜槽盖板全部打开至 500.0m 标高，采用 M7.5 浆砌石对斜槽两侧边坡进行护砌，护砌宽度不小于 1.5m，浆砌石厚度 400mm，为避免淤泥区施工作业困难，必要时可预先铺设一层土工布，避免施工人员陷入淤泥。为避免杂物进入，在斜槽进水口设置拦污栅。在进水口四周围绕护砌范围设置一道铁丝网栅栏，并设置安全警示牌，防止人、畜掉入坑内，避免发生伤亡事故。	《闭库安全设施设计》	企业已按闭库安全设施设计要求将出露的排水斜槽盖板全部打开至 550.0m 标高，并对斜槽两侧边坡进行了护砌。经测量，护砌宽度在 1.8m~3.5m，并在斜槽进水口处设置了拦污栅。在进水口四周围绕护砌范围设置了防护栏，并设有安全警示牌。	符合要求
2	修建防洪陡坎，陡坎顶标高 549.0m，底标高 547.5m，陡坎高 1.5m，顶宽 1.0m，底宽 1.0m，坡度 1:1.5，厚度 0.5m，采用 M7.5 浆砌石结构。防洪陡坎与尾砂交界部位铺设一层复合土工膜，土工膜与浆砌石之间设置 200mm 厚卵石或碎石保护层。	《闭库安全设施设计》	现场踏勘，企业已按闭库安全设施设计要求在滩面距坝顶 200m 处修建了防洪陡坎。经测量并结合现状实测图纸及施工、监理记录，防洪陡坎底标高 547.5m，顶标高 549.03m，陡坎高 1.53m，顶宽 1m，厚度 0.5m，浆砌石结构。	符合要求
3	本次补充说明中为保证尾矿库排洪系统排洪顺畅，要求企业在 465.93m 平台处将该排洪钢管断开并接入西侧坝肩截水沟上并排出库外。	《闭库安全设施设计补充说明》	现场踏勘，企业已按闭库安全设施设计补充说明的要求将 465.93m 平台处的钢管断开并接入至西侧坝肩截水沟，闭库后，雨季时库内雨水会通过斜槽进水口进入，后通过钢管流入坝肩截水沟，最后排出库外。	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》及《闭库安全设施设计补充说明》的要求完成排洪系统进水口护砌及防护、修建防洪陡坎以及排洪钢管改接的工作，符合《闭库安全设施设计》及《闭库安全设施设计补充说明》的要求，该评价单元合格。

修建的防洪陡坎、排洪系统进水口护砌及防护、安全警示标志牌、拦污栅及排洪钢管改接见下图：



防洪陡坎



斜槽护砌及进水口处防护栏杆



安全警示标志牌



拦污栅



改接后的排洪钢管

### 3.3.3 植被绿化

本单元采用安全检查表的方法进行检查、评价。详见表 3.3-3。

表 3.3-3 植被绿化检查表

序号	检查要求	检查依据	检查结果	结论
1	该尾矿库 545.93m 标高以下已经完成绿化，要求对 545.93m 标高至 550.0m 标高坝体及滩面至尾矿库防洪陡坎区域进行植被绿化，绿化面积约 7.7 万 m <sup>2</sup> 。 灌木栽植宜采用沙棘或棉槐，行、株距间距 1m。春秋季栽植，栽后浇水，栽植 2~3 年后，视长势情况，秋季进行平茬。根系发达的杂草类植物在灌木内插布置。	《闭库安全设施设计》	现场踏勘，企业已按闭库安全设施设计要求，完成 545.93m 至 550.0m 标高坝体及滩面至尾矿库防洪陡坎区域的绿化。	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》要求完成植被绿化工作，符合《闭库安全设施设计》的要求，该评价单元合格。

### 3.4 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 3.4-1。

表 3.4-1 安全管理检查表

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，每三个月定期对尾矿库各项检查项目进行检查记录及分析，汛期前、中、后增加检查次数；确保闭库尾矿库安全。	《闭库安全设施设计》	宽城宝民矿业有限公司设置了以法人代表为组长的闭库巡查组，配备组员 7 名。	符合要求
2	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
3	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
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。

#### 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、有害因素隔离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) 该尾矿库下游约 160m 为该公司桥子沟西岔选厂及办公室，距离较近，闭库后仍需按照要求定期进行应急预案演练并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，通知下游工作人员进行转移并报告有关部门。

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，建立值班、巡查和下游居民撤离方案等各项制度，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水沟的淤泥和杂物，确保排洪设施畅通。

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) 企业要加强对库尾土石堆体的巡查、监测，发现问题后要及时进行处理，以免影响排水斜槽进水能力。

10) 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。

11) 严禁外来废水入库，严禁超标的水向下游排放。

12) 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；

13) 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；

14) 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中冶沈勘工程技术有限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鸿阳矿山工程有限公司，监理单位为中科宏泰工程项目管理有限公司。施工及监理单位资质符合要求。安全设施设计中提出的排洪斜槽进水口护砌及防护、滩面平整、修建防洪陡坎、续接及修复排水明沟、安全标识、植被绿化、排洪钢管改接等内容，通过查看施工、监理记录并结合现场勘察情况，总体已落实。

2) 尾矿库闭库工程质量总体符合设计要求，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，宽城宝民矿业有限公司桥子沟西岔尾矿库符合闭库安全竣工验收条件。

## 6 附件

- F1: 安全评价委托书;
- F2: 营业执照;
- F3: 闭库安全设施设计专家意见及修改说明;
- F4: 闭库安全设施设计批复;
- 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: 竣工验收报告单;
- F11: 隐蔽工程验收记录;
- F12: 闭库后巡查组成立文件;
- F13: 巡查组成员资格证书;
- F14: 三项制度目录;
- F15: 应急预案备案表;
- F16: 工伤保险缴纳记录;
- F17: 救援协议;
- F18: 排洪系统检测报告封皮、资质及结论。

## 7 附图

附图 1：闭库竣工平面图；

附图 2：竣工闭库坝体断面图；

附图 3：安全标识牌；

附图 4：尾矿库现状图（实测）；

附图 5：尾矿库剖面图 A-A'（实测）。

---

