

序号	检查项目	规定及要求	检查依据	检查结果	结论
		压坡标高约为 374.1m，压坡平均坡比约为 1:2；压坡上部堆积坝外坡比约为 1:3.6。（依据现状平面图 2017-SJ-056A-01，1#副坝平均外坡比为 1:3.5，2#副坝平均外坡比为 1:3.3）。尾矿坝最终堆积标高为 450.0m，后期坝选用上游法筑坝，采用支管分散放矿人工堆筑子坝并用机械碾压。每级子坝内、外坡比为 1:2，坝顶宽度为 5.0m。子坝高度可根据尾矿库计划排放量与尾矿库相应标高的库容及宽顶子坝、排渗设施、排水沟设置等做适当调整。筑坝时在 412.0m、420.0m、430.0m 标高错留宽约 50.0m 平台。	《设计》 (2018 年)	412.2m 标高以下马道宽 3.2m~15.6m，412.2m、421.0m、425.0m 平台宽分别为 58.1m、49.0m、5.0m。 1#拦挡坝侧的 1#副坝坝顶标高为 413.0m，分别在 397m、399m、401m、403m、407m、410m 标高设有马道，马道宽 3.3m~7.7m。各子坝外坡比为 1:1.0~1:2.6，1#副坝堆积坝平均外坡比为 1:3.5； 2#拦挡坝侧的 2#副坝堆积坝坝顶标高为 412m，分别在 399m、401m、404m、407m、410m 标高设有马道平台，马道平台宽 2.1m~6.3m。各子坝外坡比为 1:1.1~1:2.3，平均外坡比为 1:3.3。	
5	堆积坝及子坝坡比	374.0m 标高至 430m 处堆积坝外坡比 1:5.6，412.0m 至 420.0m 标高外坡比为 1:4.0，420.0m 至 430.0m 标高外坡比为 1:4.0，430m 至 450m 标高外坡比为 1:4.0。每级子坝内、外坡比为 1:2。	《扩容改造工程安全设施设计》 (2018 年)	现状堆积坝顶标高约为 425.0，标高 374.0m 压坡上部堆积坝平均外坡比约为 1:5.9。412.2m 至 421.0m 标高外坡比为 1:4.0；425.0m 标高坝顶子坝内、外坡比为 1:2.0。	符合
6		后期坝采用上游法筑坝，采用支管分散放矿人工堆筑子坝并用机械碾压。	《改造利用方案》 (2008)		符合
7	筑坝工艺	每年汛期之前先堆筑挡水堰及围堰，采用池填法，汛期前形成宽顶子坝。挡水堰在距离滩顶 70.0m 设置，由土工布包裹尾砂堆筑，高度为 3.0m，顶宽 3.0m，外坡比为 1:1.0，要求尾砂干密度大于 1.65t/m ³ 。围堰垂直挡水堰设置，采用尾砂堆筑，沿滩顶每 50.0m 设置一道。宽顶子坝应在每年汛期前形成，以满足调洪要求。若汛期前无法筑成宽顶子坝，应尽量降低库内水位，增加调洪库容，并委托设计单位进行调洪演算，根据调洪演算结果，采取相应的应急度汛措施。	《扩容改造工程安全设施设计》 (2018 年)	该库筑坝工艺采用池填法，采用人工配合机械（挖掘机、推土机）堆筑子坝。现状在库内设置有挡水围堰，挡水围堰与滩顶距离 76m~90m，围堰总长约 358.0m，断面为梯形，围堰顶标高为 424.0~424.6m，顶宽约 3m，内坡底标高 422.6m，坡比 1:2.9，外坡底标高 420.6m，坡比 1:2.1。	符合
8	堆积坝的堆筑要求	子坝及后期坝体堆筑前应进行岸坡处理，将树木、树根、草皮、坟墓及其他构筑物全部清除，清除杂物不得就地堆积，应运到库外。若遇有泉眼、	GB 39496-2020 6.3.2	每一期子坝堆筑前均进行岸坡处理，将树木、树根、草皮、废石、坟墓及其他有害构筑物全部清	符合

序号	检查项目	规定及要求	检查依据	检查结果	结论
		水井、地道、溶洞或洞穴等，应按设计要求处理。		除。	
9		每期子坝堆筑完毕，应进行质量检查，检查记录需经主管技术人员签字后存档备查。主要检查内容：a)子坝长度、剖面尺寸、轴线位置及内外坡比；b)新筑子坝的坝顶及内坡趾滩面高程、库内水位；c)尾矿筑坝质量。	冀安监管一〔2017〕186号	根据子坝堆筑的记录显示：每期子坝堆筑完毕，进行质量检查，检查记录经主管技术人员签字后存档备查。	符合
10		为防止雨水冲刷破坏坡面，随堆积坝不断升高，堆积坝外坡面及时进行植被绿化。	《扩容改造工程安全设施设计》(2018年)	堆积坝外坡面进行了植被绿化。	符合
11		尾矿滩面及尾矿坝下游坡面上不得有积水坑。	GB 39496-2020 6.3.4	尾矿库当前未生产，滩面及尾矿坝下游坡面上无积水坑，滩面干燥无水。	符合
12	滩面及安全超高	上游式尾矿堆积坝沉积滩顶与设计洪水位的高差应符合表3的最小安全超高值的规定。 滩顶至设计洪水位水边线的距离应符合表3的最小干滩长度值的规定。 表3上游式尾矿堆积坝的最小安全超高与最小干滩长度(单位为米)	GB 39496-2020 5.3.8	根据尾矿库现状及调洪演算结果安全超高1.43m，洪水位时对应干滩长度89米，尾矿库满足最小安全超高0.7m，最小干滩长度70m的要求。	符合
13	坝肩及坝面排水沟	清理、修复现有坝肩、坝面排水沟，防止雨水冲刷坝坡，两侧坝肩与山坡结合处应修建排水沟，坝肩排水沟过水断面尺寸为0.8m(宽)×0.8m(深)，壁厚400mm；在405.1m、412.0m、420.0m、430.0m、440.0m标高平台内侧修建纵向排水沟，沿着纵向排水沟每隔100.0m设置一道竖向排水沟，坝面排水沟过水断面尺寸为0.6m(宽)×0.8m(深)，壁厚400mm，采用M7.5浆砌石结构。	《扩容改造工程安全设施设计》(2018年)	现状已清理、修复原有排水沟。两侧坝肩与山坡结合处已修建排水沟，坝肩排水沟过水断面尺寸为0.8m(宽)×0.8m(深)，壁厚0.4m。 在408.0m、412.2m、421.0m标高平台内侧修建纵向排水沟，沿纵向排水沟每隔100m设置一道竖向排水沟，过水断面尺寸为0.6m(宽)×0.8m(深)，壁厚0.4m，采用浆砌石结构。	符合
14	放矿计划	生产经营单位应编制尾矿库年度、季度作业计划和详细运行图表，严格按照作业计划生产运行，做好记录并长期保存。	GB 39496-2020 6.1.2	企业编制了年度作业计划。	符合
15	坝体安全性复核报告	采用尾矿堆坝的尾矿库，应在运行期对尾矿坝做全面的安全性复核，以验证最终坝体的稳定性和确定后期的处理措施；尾矿坝安全性复核前应对尾矿坝进行全面的岩土工程勘察，安全	GB 39496-2020 6.1.9	2023年4月，该企委托河北恒昇永筑建设工程有限公司编制了《秦皇岛市富贵鸟矿业有限公司尾矿库工程岩土工程勘察	符合

序号	检查项目	规定及要求	检查依据	检查结果	结论
		性复核工作应由设计单位根据勘察结果完成。安全性复核应满足下列原则： ——三等及三等以下的尾矿库在尾矿坝堆至1/2~2/3最终设计总坝高时，应对坝体做全面的安全性复核； ——尾矿性质、放矿方式与设计相差较大时，应对尾矿坝体进行全面的安全性复核。		报告》。 2025年10月，该企业委托铜源国际工程设计研究有限公司编制了《秦皇岛市富贵鸟矿业有限公司宏源尾矿库坝体安全性复核报告》。坝体抗滑稳定计算结果表明，尾矿库主副坝现状标高及最终标高在正常运行、洪水运行及特殊运行工况下，尾矿坝抗滑稳定安全系数均能满足规范要求。	
16		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。设计单位应当具有金属非金属矿山工程设计资质。安全评价单位应当具有尾矿库评价资质。施工单位应当具有矿山工程施工资质。施工监理单位应当具有矿山工程监理资质。尾矿库的勘察、设计、安全评价、施工、监理等单位除符合前款规定外，还应当按照尾矿库的等别符合下列规定： 一等、二等、三等尾矿库建设项目，其勘察、设计、安全评价、监理单位具有甲级资质，施工单位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	河北恒昇永筑建设工程有限公司具有“工程勘察专业类岩土工程勘察甲级,工程勘察专业类岩土工程设计甲级,工程勘察专业类工程测量乙级”资质。 铜源国际工程设计研究有限公司具有“冶金行业(冶金矿山工程)专业甲级”资质。	符合
17	采取的工程措施	尾矿库运行期间应加强浸润线监测，严格按设计要求控制浸润线埋深。	GB 39496-2020 6.5.1	尾矿库运行期间企业按要求进行浸润线监测，严格按设计要求控制浸润线埋深。	符合
		尾矿库运行期间，坝体浸润线埋深小于控制浸润线埋深时，应增设或更新排渗设施。	GB 39496-2020 6.5.2	经现场检查和查阅企业检查记录，未发现坝体浸润线埋深小于控制浸润线埋深的情况。	符合
18		尾矿坝安全检查	GB 39496-2020 9.3.1	根据企业提供的尾矿坝巡检记录，检查内容包括坝的变形，裂缝、滑坡和渗漏，坝面维护设施等。	符合
19			GB 39496-2020 9.3.3	根据企业提供的坝体位移检查记录，企业对坝体设置的位移监测点进行全面测量，并结合日常监测数据分析坝的位移量变化趋势。坝的位移量变化均衡，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，即时处理。	符合
20			GB 39496-2020	检查坝体时，未发现坝体有纵、横向裂缝和滑坡迹象。	符合

序号	检查项目	规定及要求	检查依据	检查结果	结论
		坝体出现裂缝时,应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因,判定危害程度;发现坝体出现滑坡迹象时,应查明潜在滑坡位置、范围和形态以及滑坡的动态趋势。	9.3.4	象。	
21		检查坝体渗漏时,应包括坝体浸润线,坝体外坡及下游渗漏,坝体排渗设施。坝体浸润线检查应查明浸润线的位置、形态;坝体外坡及下游渗漏检查应查明坝体外坡及下游有无渗漏出逸点,出逸点的位置、形态、流量及含砂量等;坝体排渗设施检查应查明排渗设施是否完好、排渗效果及排水水质。	GB 39496-2020 9.3.5	检查坝体渗漏时,包括坝体浸润线,坝体外坡及下游渗漏,坝体排渗设施。坝体浸润线检查查明浸润线的位置、形态;坝体外坡及下游渗漏检查查明坝体外坡及下游均无渗漏出逸。	符合
22		检查坝面维护设施时,应检查坝肩截水沟和坝坡排水沟断面尺寸,衬砌变形、破损、断裂和磨蚀,沟内淤堵,沿线山坡稳定性等;应检查坝坡土石覆盖等护坡实施情况。	GB 39496-2020 9.3.6	检查坝面维护设施时,核实了坝肩截水沟和坝坡排水沟断面尺寸,符合设计要求。 坝面排水沟局部有尾砂淤堵。	不符合
23	放矿安全检查	尾矿库放矿安全检查应重点检查放矿及筑坝方式是否符合设计要求。对于寒冷地区的尾矿库,还应检查是否采取冬季放矿措施及冬季是否具备正常运行的条件。	GB 39496-2020 9.4.1	尾矿库现在未生产,设计冬季放矿时采用独管冰下集中放矿。	符合

小结: 尾矿坝不良地质作用的治理、初期坝型式/结构参数、拦挡坝型式/结构参数、堆积坝型式/结构参数、堆积坝及子坝坡比、筑坝工艺、堆积坝的堆筑要求、滩面及安全超高、坝肩及坝面排水沟、放矿计划、稳定性专项评价、采取的工程措施、尾矿坝安全检查、放矿安全检查符合相关设计资料及《尾矿库安全规程》等规范的要求。

存在问题:

(1) 坝面排水沟局部有尾砂淤堵。

5.2.2 坝体稳定性分析

5.2.2.1 尾矿库的等别及标准

宏源尾矿库设计最终标高 450.0m, 最终坝高 96.0m, 总库容 1235.9 万 m³, 尾矿库等别为三等库。现状尾矿库坝顶标高为 425.0m, 等别为三等, 其相应主要构筑物的等级为 3 级。按《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)、《尾

矿库安全规程》（GB39496-2020）的要求，本报告分别对现状尾矿坝（坝顶高程 425.0m）和下个评价周期尾矿库典型时期（坝顶高程 436.5m）尾矿坝的典型特征剖面进行稳定计算。对正常运行、洪水运行以及特殊运行三种运行条件下，计算分析坝体在静力、地震条件下的抗滑稳定性。为了得到更准确可信的结果，采用简化毕肖普法和瑞典圆弧法两种计算方法，以验证现状及下个评价周期内尾矿坝的整体稳定性。

本报告对尾矿库坝体的抗滑稳定性分析采用二维数值计算模型，并将渗流场与坝体稳定性计算相耦合，计算手段采用水工结构有限元分析系统 AutoBank7.7。按照现行有关技术规范所规定的坝体在不同运行工况下的抗滑稳定最小安全系数的要求，分析坝体的抗滑稳定性。计算采用公式如下：

简化毕肖普公式：

瑞典圆弧法采用公式：

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

式中：K——边坡稳定系数；

W——土条重量，(kN)；

Q、V——分别为水平和垂直地震惯性力（向上为负，向下为正）；

u——作用于土条底面的孔隙压力，kN/m；

α ——条块重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角，(°)；

b——土条宽度，m；

c' ——土条底面的有效应力抗剪强度指标，凝聚力，kPa；

φ' ——土条底面的有效应力抗剪强度指标，内摩擦角，(°)；

M_c ——水平地震惯性力对圆心的力矩，kN·m；

R ——圆弧半径, (m)。

5.2.2.2 计算工况、荷载组合及各土层的物理力学指标

(1) 计算断面概化的依据

本报告确定了现状高程(坝顶高程 425.0m)的尾矿坝典型特征剖面(主坝 A-A 剖面、副坝 B-B 剖面、副坝 C-C 剖面)以及下个安全评价周期高程(坝顶高程 436.5m)的尾矿坝典型特征剖面(主坝 A-A 剖面)作为稳定分析二维数值计算模型。

本次稳定分析计算典型剖面按最危险剖面原则选取,剖面选取尾矿坝纵断面(最不利断面)。尾矿坝典型计算剖面的确定:选取垂直初期坝坝轴线的特征剖面作为本次尾矿坝稳定性分析的典型剖面。

依据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)、《尾矿库安全规程》(GB39496-2020),尾矿坝稳定计算断面根据尾矿的颗粒粗细程度和固结度进行概化分区,尾矿坝计算断面概化分区根据勘察资料确定。随着沉积时间的增长与埋深的不断增加,尾矿砂层的颗粒粒度呈现出自坝顶向库尾、自上而下颗粒粒度逐渐变细的规律。根据尾矿砂颗粒粒度的变化,按照物理力学性质相近的原则,将尾矿砂分为尾中砂、尾粉细砂和尾粉质黏土。

(2) 各种荷载的组合

本次尾矿库坝体稳定计算包括正常运行、洪水运行、特殊运行三种运行条件。尾矿坝稳定性计算的荷载分下列 5 类,可根据不同运行条件按下表进行组合。本报告计算方法采用总应力法。

表 5.2.2.2-1 尾矿坝稳定计算的荷载组合

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

- 注：1 荷载类别 1 系指运行期正常库水位时的稳定渗透压力；
 2 荷载类别 2 系指坝体自重；
 3 荷载类别 3 系指坝体及坝基中的孔隙水压力；
 4 荷载类别 4 系指设计洪水位时有可能形成的稳定渗透压力；
 5 荷载类别 5 系指地震荷载。

正常运行条件下尾矿坝稳定计算的荷载组合有：运行期正常库水位时的稳定渗透压力、坝体自重；

洪水运行条件下尾矿坝稳定计算的荷载组合有：坝体自重、设计洪水位时有可能形成的稳定渗透压力；

特殊运行条件下尾矿坝稳定计算的荷载组合有：运行期正常库水位时的稳定渗透压力、坝体自重、地震荷载。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）附录A，宏源尾矿库库区位于抗震设防烈度7度区，设计基本地震加速度值为0.10g，所属的设计地震分组为第三组。

（3）各土层的物理力学指标

选取的各土层的物理力学指标依据的是河北恒昇永筑建设工程有限公司编制的《秦皇岛市富贵鸟矿业有限公司尾矿库工程岩土工程勘察报告》（2023年4月），详细参数见下表。

边坡稳定计算中正常和特殊工况浸润线埋深按照正常工况渗流稳定拟合结果进行计算，洪水工况浸润线埋深按照洪水工况渗流稳定拟合结果进行计算。库区位于抗震设防烈度7度区，设计基本地震加速度值取0.10g。

表 5.2.2.2-2 各土层的物理力学性质指标表

编号	岩土层名称	重度 γ (kN/m ³)	饱和重度 γ_{sat} (kN/m ³)	黏聚力C (kPa)		内摩擦角 ϕ (°)	
				水上	水下	水上	水下
①	废石	20.5	21.0	0.0	0.0	35.0	33.0
②	尾中砂	18.0	19.5	1.3	0.0	28.5	26.5
③	尾粉细砂	18.2	19.6	2.6	0.0	27.0	25.0
④	尾粉细砂	19.0	20.2	3.1	0.0	29.0	27.0
④1	粉质黏土	19.5	19.6	10.1		19.8	
⑤	尾中砂	18.5	20.0	2.1	0.0	30.0	28.0
⑤1	尾粉细砂	19.0	20.2	3.1	0.0	29.0	27.0

⑤2	尾中砂	18.5	20.0	2.1	0.0	30.0	28.0
⑥	粉质黏土	19.5	19.6		10.1		19.8
⑥1	尾粉细砂	19.0	20.2	3.1	0.0	29.0	27.0
⑦	含黏性土碎石	19.5	20.5	3.0	0.0	33.0	28.0
⑧	强风化砂岩	23.0	23.2	60.0	50.0	40.0	35.0
⑩	浆砌石挡墙	23.0	23.0	230		30	

5.2.2.3 渗流稳定分析

依据河北恒昇永筑建设工程有限公司编制的《秦皇岛市富贵鸟矿业有限公司尾矿库工程岩土工程勘察报告》，库区各岩土层渗透系数如下表 5.2.2.3-1。

表 5.2.2.3-1 库区各岩土层渗透系数

编号	岩土层名称	渗透系数 (cm/s)	
		水平 kH	竖向 kV
①	废石	0.3	0.3
②	尾中砂	1.0×10^{-3}	6.0×10^{-4}
③	尾粉细砂	3.5×10^{-4}	1.1×10^{-4}
④	尾粉细砂	2.8×10^{-4}	1.0×10^{-4}
④1	粉质黏土	3.5×10^{-6}	3.5×10^{-6}
⑤	尾中砂	3.0×10^{-4}	1.1×10^{-4}
⑤1	尾粉细砂	2.8×10^{-4}	1.0×10^{-4}
⑤2	尾中砂	3.0×10^{-4}	1.1×10^{-4}
⑥	粉质黏土	3.5×10^{-6}	3.5×10^{-6}
⑥1	尾粉细砂	2.8×10^{-4}	1.0×10^{-4}
⑦	含黏性土碎石	1.2×10^{-5}	1.2×10^{-5}
⑧	强风化砂岩	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-9}
⑩	浆砌石挡墙	1.0×10^{-5} 主坝 1.2×10^{-3} 副坝	1.0×10^{-5} 主坝 1.0×10^{-6} 副坝

尾矿坝渗流稳定计算软件采用水工结构有限元分析系统 AutoBank7.7，对堆积坝主坝（A-A 剖面）运行期间的浸润线进行了计算，包括正常运行和洪水运行两种工况。渗流计算结果见下表 5.2.2.3-2。

表 5.2.2.3-2 A-A 剖面渗流量结果表

项目 运行状态	坝顶高程 (m)	库水位 (m)	渗透流量 (m ³ /s)
正常运行	425.0	420.1	1.06×10^{-9}
洪水运行		422.46	8.78×10^{-6}
正常运行	436.5	433.5	6.10×10^{-9}

洪水运行		435.78	1.39×10^{-5}
------	--	--------	-----------------------

《尾矿库安全规程》(GB39496-2020)第5.3.14款规定,尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深除满足坝坡抗滑稳定的条件外,尚应满足下表5.2.2.3-3的要求。

表5.2.2.3-3尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深(单位:m)

堆积坝高度H	H>150	150>H>100	100>H>60	60>H>30	H<30
浸润线最小埋深	10~8	8~6	6~4	4~2	2

堆积坝高度应按各垂直坝轴线剖面所在位置分别取值。
位于初期坝坝段的堆积坝高度按堆积高度取值,位于其余坝段的堆积坝高度按尾矿堆积坝坝顶与坡脚的高差取值。
任意高度堆积坝的浸润线最小埋深可用线性插值法确定。

渗流计算结果表明,正常运行以及洪水运行工况下,浸润线均未在堆积坝上逸出,坝体浸润线的埋深满足渗流稳定和最小埋深等安全构造要求,尾矿坝不会产生渗透破坏。

5.2.2.4 尾矿坝抗滑稳定计算

本报告分别对2个高程(坝顶高程425.0m和436.5m)的尾矿坝典型特征剖面、不同运行条件(正常运行、洪水运行、特殊运行)进行了计算。

计算结果详见典型剖面的尾矿坝抗滑稳定计算简图。不同条件下尾矿坝的坝坡抗滑稳定计算结果如表5.2.2.4-1所示。

(1) 现状尾矿坝稳定性计算

现状尾矿坝(坝顶高程425.0m)的典型剖面(主坝A-A剖面、副坝B-B剖面、副坝C-C剖面)的正常运行、洪水运行和特殊运行三种工况下的抗滑稳定计算结果见下图。