

浅谈上游式尾矿库闭库治理措施

郭中岳

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 结合上游式尾矿库特点,分析上游式尾矿库运行常见问题及相应闭库治理措施,并以某尾矿库闭库治理为例,说明尾矿库闭库最基本的治理措施应包括尾矿坝治理措施、排洪系统治理措施和监测设施治理措施,且应根据尾矿库的具体情况有针对性的治理,使尾矿库闭库后保持长期稳定。

[关键词] 上游式尾矿库;尾矿坝;排洪系统;监测设施;治理措施

[中图分类号] TD926.4 [文献标志码] B [文章编号] 1008-5122(2021)02-0058-04

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.02.015

Discussion on the Treatment Measures of Upstream Tailing Pond Closure

GUO Zhong-yue

Abstract: Combining with the characteristics of upstream tailings ponds, the common problems in the operation of upstream tailings pond and the corresponding treatment measures were analyzed. Taking the closure treatment of a tailings pond as an example, it was shown that the most basic treatment measures for the closure treatment of tailings pond should include the treatment measures of tailings dam, flood drainage system and monitoring facilities, and targeted management should be carried out according to the specific situation of the tailings pond, so as to achieve long-term stability after the closure of tailings pond.

Key words: upstream tailings pond; tailings dam; flood drainage system; monitoring facility; governance measures

0 前言

尾矿库根据入库尾砂的状态可分为湿式尾矿库和干式尾矿库,其中对于湿式尾矿库,根据尾矿堆积坝的形成过程,尾矿坝筑坝方法分为上游式尾矿筑坝法、中线式尾矿筑坝法和下游式尾矿筑坝法。采用上游式尾矿筑坝法形成的尾矿库称为上游式尾矿库。上游式尾矿堆筑的特点是堆积坝坝顶轴线位置逐级向初期坝上游方向移升,坝体由流动的矿浆自然沉积而成。上游式尾矿库由于具有筑坝工艺简单、管理相对容易、运营费用较低等突出优点^[1],在国内外被普遍采用。但是其坝体是利用尾矿沉积特

性在尾矿排放过程中自然形成的,其堆坝尾砂的质量受尾矿排矿方式、粒度、流速、浓度、流量及药剂的影响较大。尾砂往往含较多细粒夹层,渗透性较差,在设计阶段很难准确预测实际坝体尾砂的分布形态,实际坝体尾矿分布的规律和设计的偏差较大^[2]。

根据资料统计,国内库容小于1 000万 m^3 的尾矿库占总量的95.94%,坝高低于60m的尾矿库占总量的89.76%,四、五等尾矿库占比为88.98%。这些尾矿库大部分为上游式尾矿库,服务期短,大部分已经接近服务年限。为了实现安全闭库并满足生态环保要求,开展上游式尾矿库闭库治理措施的研究显得尤为重要^[3]。

本文通过介绍上游式尾矿库运行常见问题及相应闭库治理措施,并列某上游式尾矿库闭库治理实例,为上游式尾矿库闭库治理提供参考。

[收稿日期] 2020-12-20

[作者简介] 郭中岳(1984—),男,湖南郴州人,本科,工程师,主要从事尾矿设计工作。

1 上游式尾矿库运行常见问题及闭库治理措施

1.1 尾矿坝

上游式尾矿筑坝法采用尾砂堆筑子坝,在子坝堆筑过程中,容易受人为、天气、尾砂特性等因素的影响,出现局部边坡较陡、子坝轴线弯曲等问题。此外,因尾矿堆筑过快,坝面、坝肩排水沟未同步建设完成,坡面未及时进行绿化,遇雨水天气形成坝面冲沟。

针对上述尾矿坝问题,闭库时应采取坡面治理,建设坝面、坝肩排水沟,完善坡面绿化等措施。

1.2 排洪系统

上游式尾矿库排洪系统多采用排水斜槽、排水井等需要封堵的进水构筑物来实现进水水位逐步抬升。进水构筑物在封堵过程中容易因人员操作不当出现尾砂泄漏等问题^[4];部分小型尾矿库设计年代较早,设计防洪标准过低,或排洪设施采用未进行防腐处理的钢管等易腐蚀失效材料。

针对上述排洪系统问题,闭库时应封堵排洪系统,或新建排洪系统。尾矿库闭库后,在正常条件下库内不应存水,因此还需要对尾矿库滩面进行治理。

1.3 监测设施

小型尾矿库因管理力量不足,易出现监测设施失效等问题,闭库时应应对尾矿库监测设施进行评估和完善。

2 某上游式尾矿库闭库治理实例

某尾矿库位于河北省承德市平泉县。尾矿库设计的最终堆积标高为815.0 m,初期坝底标高为772.0 m,尾矿坝总高为43.0 m,总库容为 $115.39 \times 10^4 \text{ m}^3$,尾矿库为四等库。

根据尾矿库现状平面图(图1)和现场实地查看,目前该堆积坝子坝坝顶标高为815.3 m,滩顶标高为815.0 m,滩面不平整,库尾有少量积水,库内水位标高为812.1 m。堆积坝平均外坡比约为1:3.3。尾矿库已停止生产,堆积坝已经堆积至最终标高,需要进行闭库处理。

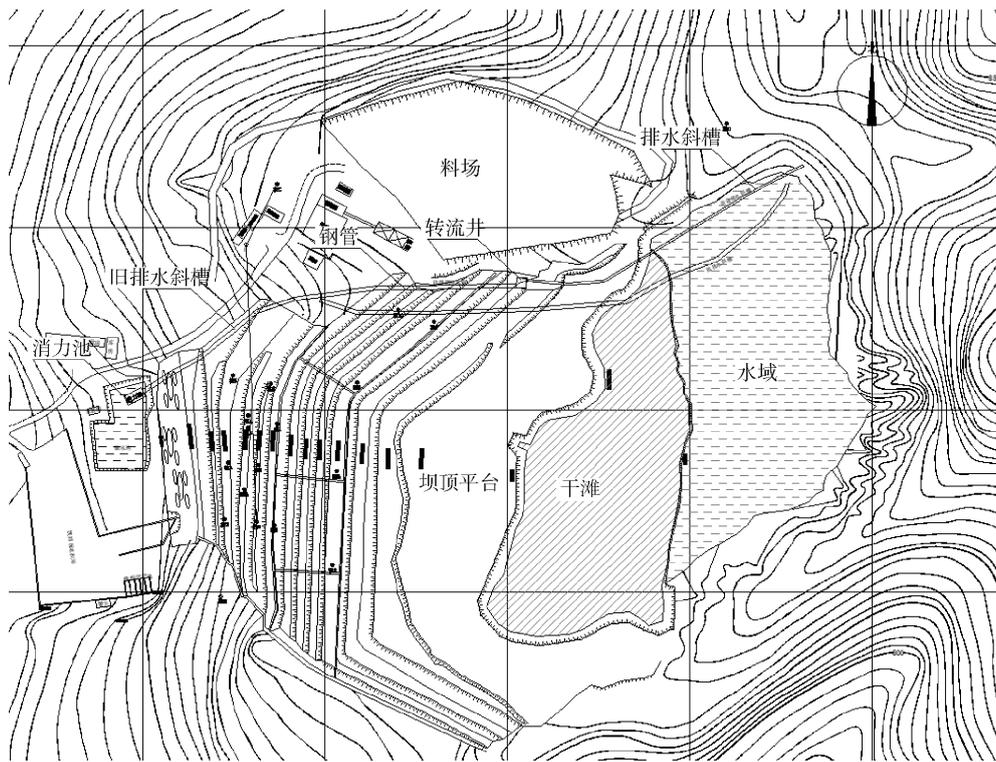


图1 尾矿库现状平面图

2.1 尾矿库目前存在问题

进行闭库整治之前,该尾矿库所属企业已经完成了《坝体稳定性分析报告》和《安全现状评价报告》。根据现场情况和上述报告,该尾矿库目前存在的主要问题为:

- 1) 在该尾矿库尾砂清运范围内,滩面与原水区水边线相交位置形成坡向朝子坝方向的陡坎。
- 2) 尾矿库干滩长度和安全超高均不满足规范要求^[5]。
- 3) 尾矿库排洪能力不满足要求。

2.2 闭库治理措施

2.2.1 尾矿坝治理措施

2.2.1.1 滩面平整

根据现场情况,针对现在滩面不平整、尾矿库干滩长度和安全超高不足等问题,闭库治理采取以下措施:1)平整堆积坝最后一级子坝,将堆积坝坝顶标高平整为 814.5 m,平整后堆积坝平均外坡比约为 1:3.6;2)平整产生的尾砂返至滩面低洼处,并平整碾压密实,在滩顶形成 50 m 宽平台,平台按 1.0% 坡度向库内倾斜,平台内侧标高为 814.0 m;3)坝顶平台与库内滩面以 1:10 缓坡衔接,库内滩面为自然放矿冲积坡,不做调整。闭库治理平面和剖面如图 2、图 3 所示。

闭库后,在正常运行期间,尾矿库内不允许储水,汛期洪水须及时通过排洪系统排走。

2.2.1.2 完善坝肩排水沟

目前北侧坝肩未修建坝肩排水沟,为了顺利导流坡面汇水,在北侧坝肩新建坝肩排水沟。坝肩排水沟为浆砌石结构,底宽 1.0 m,深 1.2 m,总长度约为 274 m,每隔 20 m 设置沉降缝,沉降缝宽 20 mm,深 50 mm,采用沥青麻筋填塞。

尾矿库的坝面排水沟较齐全,因此闭库设计不再增设,但要求闭库后加强维护,确保坝面排水沟的完好。

2.2.1.3 库区绿化

现状尾矿库库区未全部进行绿化,尾矿库闭库治理要求进行全面植被绿化。绿化可种植棉槐或沙棘等根系发达、耐寒的植物,并保证其成活率,一旦出现缺苗、少苗、死苗,应尽快补栽^[6]。

2.2.2 排洪系统治理

针对尾矿库排洪能力不满足规范要求的问题,企业已经委托监测单位对排洪系统进行了检测,检测结果如下:1)排水斜槽为现浇钢筋混凝土结构,整体结构较好,无裂缝、变形、剥蚀等情况;2)斜槽止水带封闭较好,伸缩缝处基础无变形,个别伸缩缝可见沿浸油木板正常开裂的环形裂缝,整体结构良好;3)库内排水斜槽部分地基坐于基岩之上,斜槽全程未见基础下沉现象;4)坝肩排水沟整体完整,无变形、断裂、损坏现象;5)外露钢管牢固,无腐蚀。

闭库治理要求将消力池内尾砂进行清理,并将标高 812.0 m 以上的排水斜槽盖板全部揭开,在末端设置拦污栅。拦污栅要求采用 $\Phi 10$ 钢筋焊接而成,栅条中心间距为 15 cm。尾矿库排洪沿用现状排水系统。

为避免后期排洪钢管腐蚀失效,沿现有上坝道

路修建溢洪道。溢洪道为浆砌石结构,底宽 1.0 m,深 1.2 m,总长度约为 500.0 m,每隔 20 m 设置沉降缝,沉降缝宽 20 mm,深 50 mm,采用沥青麻筋填塞。

2.2.3 监测设施治理

目前,在坝体标高为 788.4 m 和 795.4 m 的平台分别设置了坝体位移观测桩,并在两侧山体设置了观测基点;在标高为 791.5 m、797.4 m 和 807.5 m 的平台分别布置了坝体浸润线观测井。但坝体标高 795.4 m 以上无位移观测点和水位监测标尺,安全观测设施不完善。因此尾矿库闭库时,对安全观测设施进行完善。

2.2.3.1 位移监测设施

在堆积坝顶标高 814.5 m 平台布设 3 个位移监测点(图 2)。监测点结构必须坚固可靠,且不易变形;监测点底座埋入土层的深度不小于 1.0 m,且应深入冰冻层以下 0.5 m。

2.2.3.2 水位监测标尺

在排水斜槽侧壁设置水位标尺,水位标尺要求朝向滩前方向,并且清晰醒目。

2.2.4 增设值班室和安全标识牌

2.2.4.1 管理设施

由于选厂车间位于尾矿库北侧坝坡上,距离尾矿库较近,该尾矿库闭库后,可利用选厂办公室作为尾矿库的值班室。在值班室内安装通讯电话、危险报警装置,放置移动式手提强光照明设备等;在仓库内应配备应急抢险物资,包括砂袋、编织袋、土工布、铁锹、镐、警戒灯、强光灯、手电、水鞋、安全帽、铁丝、救生衣等,并列清单和数量。

2.2.4.2 安全标识牌

在库区周边显著的地方及易发生危险区域设置安全警示标识牌,严禁闲人出入库区,禁止放牧,严禁在库区进行爆破、挖砂和取石等作业活动。在沟口住户处,设置醒目的避灾标识牌,标明详细的避灾路线。

2.3 闭库治理小结

通过尾矿坝治理措施解决了该尾矿库滩面不平整、干滩长度和安全超高不满足规范要求等问题;通过排洪系统治理解决了尾矿库排洪能力不足问题;同时增设了值班室和安全标识牌,使闭库后的尾矿库更便于管理。

3 结束语

结合上游式尾矿库的特点,分析了上游式尾矿库运行常见问题和相应治理措施,并例举某尾矿库闭库治理实例进行了说明。通过分析认为,上游式

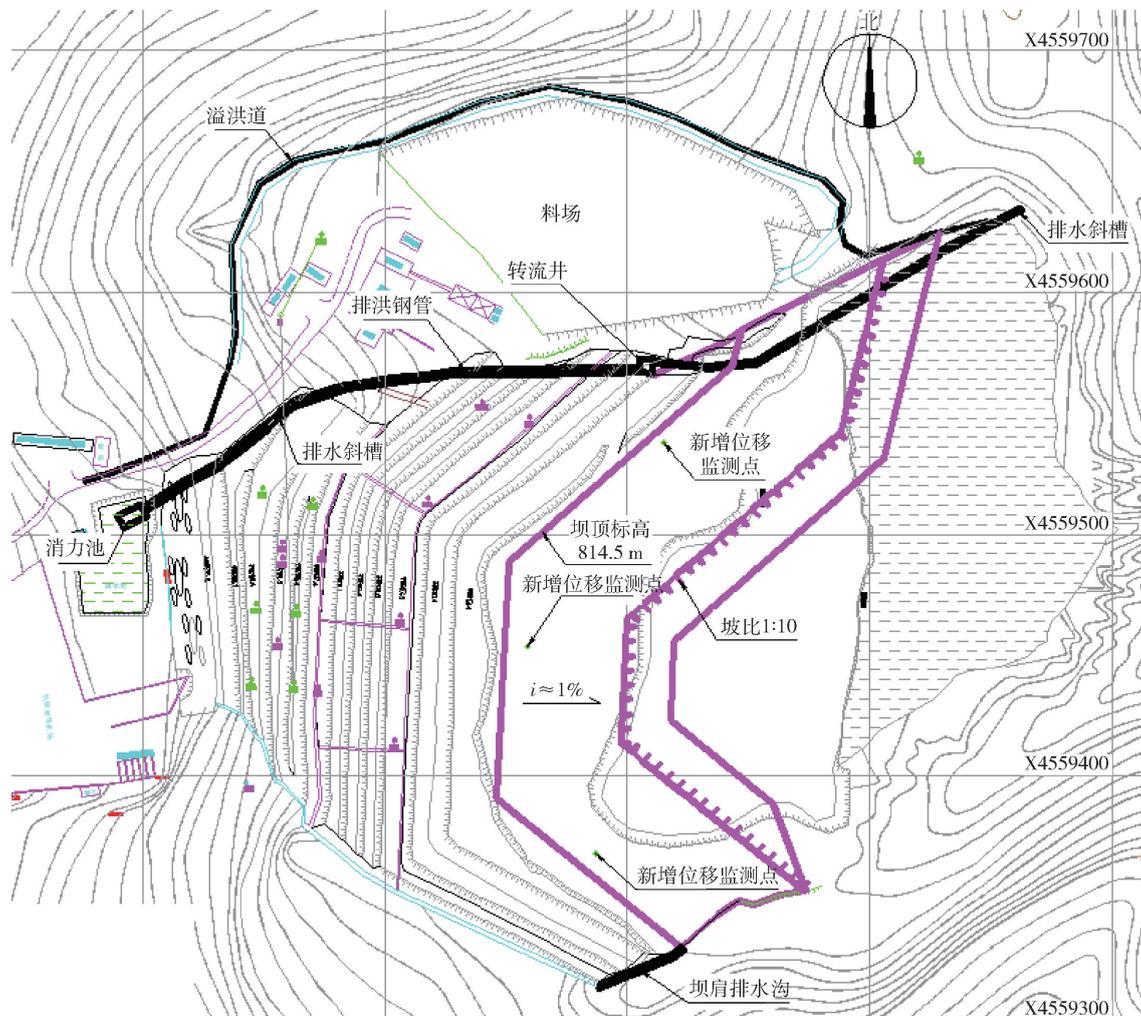


图2 尾矿库闭库治理平面图

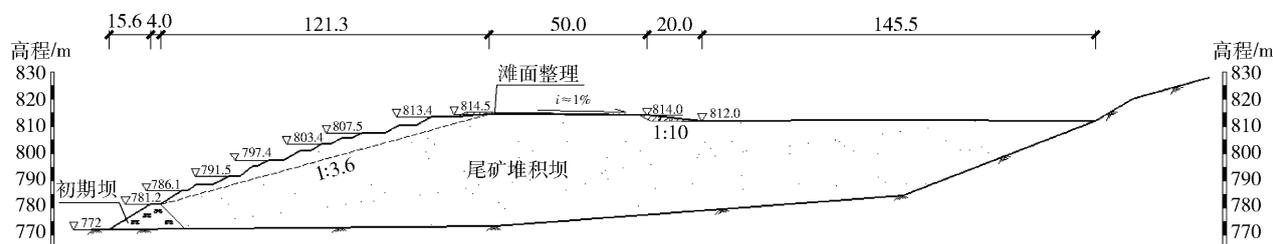


图3 尾矿库闭库治理剖面图

尾矿库闭库治理至少应包含尾矿坝治理措施、排洪系统治理措施和监测设施治理措施,同时应根据每个尾矿库存在的具体问题进行针对性的治理,使尾矿库闭库后实现长期稳定。

[参考文献]

- [1] 李全明,谢旭阳,陈守仁,等.尾矿库安全监测关键点[J].劳动保护,2008(12):97-99.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.尾矿设施设计规范:GB 50863—2013[S].北京:中国计划出版社,2013.

- [3] 谢旭阳,田文旗,王云海,等.我国尾矿库安全现状分析及管理对策研究[J].中国安全生产科学技术,2009,5(2):5-9.
- [4] 高峰,马艳晶,盛金昌.某上游式尾矿库高速筑坝下渗流固结特性研究[J].中国矿山工程,2020,49(3):65-67,70.
- [5] 高振兴.某尾矿坝稳定性数值分析[J].科协论坛,2013(6):11-12.
- [6] 陈旻,王旭,宋会彬.关于尾矿库闭库和光伏及生态修复相结合的研究[J].中国矿山工程,2020,49(2):61-64.