

浅谈续建尾矿库需注意的问题

胡祥群¹ 袁朝¹ 杨利平²

(1. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038; 2. 中条山有色金属集团有限公司, 山西 垣曲 043700)

[摘要] 通过分析续建尾矿库与新建尾矿库的区别, 阐述续建尾矿库需关注新老尾矿库的衔接问题, 包括续建尾矿库的建设规划、尾矿处置规模过渡方案、选厂用水过渡方案、现有尾矿设施的利旧方案和尾矿设施运行经验借鉴, 并以某铜矿矿山的续建尾矿库工程为例, 说明实际工作中如何根据实际工程情况解决上述问题。

[关键词] 新建尾矿库; 续建尾矿库; 衔接; 尾矿规模; 利旧; 经验借鉴

[中图分类号] TD926.4⁺1 [文献标志码] B [文章编号] 1008-5122(2021)01-0071-04

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.01.015

Discussion on Problems Needing Attention to Continued-built Tailings Reservoir

HU Xiang-qun, YUAN Chao, YANG Li-ping

Abstract: By analyzing the difference between the continued-built tailings reservoir and the newly-built tailings reservoir, it was expounded that the transition from the old tailings reservoir to the continued-built tailings reservoir should be paid attention to in the construction of the continued-built tailings reservoir, including the construction planning of the continued-built tailings reservoir, the transition scheme of the tailings disposal scale, the transition scheme of the water consumption in the plant, the utilization of the existing tailings facilities and the operation experience of the tailings facilities. Taking the continued-built tailings reservoir project of a copper mine as an example, it was showed how to solve the above problems in practical work according to the actual situation.

Key words: newly-built tailings reservoir; continued-built tailings reservoir; transition; tailings scale; utilization of old facilities; experience reference

0 前言

尾矿库是堆存矿石选别后排出尾矿的场所^[1], 目前矿山行业的尾矿处置问题仍主要依靠尾矿库堆存来解决, 尾矿库作为矿山的配套工程, 是维持矿山正常生产的必要设施。

一般矿山生命周期较长, 如果一个尾矿库的服务年限满足不了需求, 则需要续建尾矿库, 这种新老尾矿库衔接工程要考虑的问题与新矿山建设配套尾矿库工程考虑的问题往往不一样。本文从设计的角

度, 结合实际工程项目, 对续建尾矿库需注意的问题进行初步探讨。

1 新建尾矿库和续建尾矿库的区别

新建尾矿库是指针对一个新的矿山, 根据资源量、采选规模和开采年限寻找地址并新建的配套尾矿库^[2]; 续建尾矿库是指针对已有矿山现有尾矿库服务年限不足的问题, 续建配套的尾矿库, 使其继续为该矿山服务。从设计的维度来看, 两者在诸多方面存在不同之处。

新建尾矿库作为新建矿山的配套工程, 可与上游采矿、选矿设施同期建设、调试、投入使用, 各个工艺流程可以统筹考虑, 互相协调, 因此出现采选尾上

[收稿日期] 2020-10-20

[作者简介] 胡祥群(1982—), 女, 湖南岳阳人, 硕士, 高级工程师, 主要从事尾矿工程咨询设计与研究工作。

游和下游设施衔接不畅的可能性较小。续建尾矿库是老尾矿库的衔接设施,其服务的矿山已处于正常达产运行状态,两库衔接过渡期要充分考虑维持矿山正常运转事宜,不能出现因为续建尾矿库的衔接不及时而致使矿山减产或停产的问题。

因此,续建尾矿库是一个延续的尾矿库建设工程,需充分考虑新老尾矿库的衔接问题,比如续建尾矿库的建设规划、新老尾矿库规模衔接方案、选厂用水过渡方案、现有尾矿设施的利旧方案、矿山多年尾矿设施运行经验数据借鉴等。

2 续建尾矿库需注意的问题

2.1 续建尾矿库的提前规划

近年来,随着国民经济的发展、人们生活水平和文化水平的提高,人们环保意识日渐加强^[3],国家大力倡导绿色矿山^[4],矿山行业的各种政策越来越严谨规范,尾矿库建设周期越来越长。因此,从响应国家政策、健康发展矿山行业的角度考虑^[5],对于已建矿山,要做到生产顺利衔接和过渡,提前进行采矿、选矿、尾矿整体规划,尤其是针对储量较大、开采年限较长、一个尾矿库不能满足整个生命周期服务年限需求的矿山,更应尽早开展续建尾矿库的选址工作,为尾矿库建设预留较为充沛的时间,以防出现采选尾设施首尾衔接不匹配问题或者矿山减产或停产的局面。

2.2 新老尾矿库规模衔接方案

续建尾矿库与老尾矿库在尾矿处置规模上,一般有以下三种衔接方案:

1) 续建尾矿库建成后,矿山所有尾矿从老尾矿库转入续建尾矿库,老尾矿库闭库或者作为事故备用库留存。

2) 续建尾矿库建成后,矿山尾矿分步转入续建尾矿库,续建尾矿库接受尾矿的规模不断扩大,直至接受全部尾矿。老尾矿库最终闭库或者作为事故备用库留存。

3) 续建尾矿库与老尾矿库共同承担尾矿处置任务直至同时闭库。

在实际的尾矿库工程中,通常需要结合老尾矿库剩余库容、续建尾矿库筑坝方式、坝体上升速度、尾矿库运行成本等因素综合确定衔接方案。如果老尾矿库剩余库容很小,一般采取全部尾矿直接转入续建尾矿库的方案;如果老尾矿库尚有一定的库容、续建尾矿库要利用尾矿筑坝且堆积坝前期上升速度

较快时,一般采取尾矿分步转入续建尾矿库的方案;如果老尾矿库剩余库容较大、续建尾矿库运行成本相对于老尾矿库较高时,可采取两个尾矿库同时承担排尾任务直至同时闭库的方案。其中第二个衔接方案涉及续建尾矿库处置规模由小到大的变化,需要在设计续建尾矿库时对尾矿输送和回水设施的各工况进行复核,以满足各种规模尾矿的运行需求。

2.3 选厂用水过渡方案

续建尾矿库建成后,从接受尾矿排放到具备库内回水条件一般需要一段时期,而选厂生产持续,用水不会间断,因此这段时期的选厂用水需要提前做好规划,一般可从以下几个方面着手:

1) 提前建好续建尾矿库,在尾矿库接受排尾之前将库内水位蓄至起始回水标高。先根据库区地形和回水澄清距离,确定起始回水标高,再结合水下库容、尾矿库所处地区降雨量和径流系数,估算所需蓄水时间,从而确定续建尾矿库的建成时间。

2) 阶段性增加矿山新水系统取水能力。这具体与矿山新水系统的型式和配置相关,可以通过复核新水系统的取水和输送能力,研究其最大取水和输送能力,以实现过渡期增大新水供应能力从而减轻尾矿库回水压力的需求。

3) 利用老尾矿库的调蓄功能解决过渡期选厂的用水需求。对于续建尾矿库工程,可以充分利用老尾矿库的调蓄能力,在保证老尾矿库防洪安全前提下提前适当多蓄水,以解决续建尾矿库短期内不能提供回水的问题。具体而言,根据续建尾矿库接受排尾到回水能力达产的时间,推算出老尾矿库需要提前蓄积的水量,然后根据老尾矿库的水面面积和水深,推算其是否具备相应的调蓄功能。如可行,则在保证老尾矿库防洪安全的前提下,通过调整库内排洪系统封堵标高来调节尾矿库蓄水量,以达到过渡期从老尾矿库回水的目的。

采用上述方法,单独一种不足以解决问题时,可以采取两种或三种组合的方式来缓解选厂用水问题。

2.4 已有尾矿设施的利旧方案

从经济学的角度考虑,续建尾矿库一般都要摸清已有尾矿设施,并在此基础上,结合续建尾矿库的尾矿处置工艺、输送线路等情况,充分考虑已有尾矿设施是否可以利旧。利旧不仅能节约场地、减少投资,还能缩减工期,便于尾矿库运行管理。

当两个尾矿库所处方位相对于选厂位置一致、

尾矿处置工艺相似时,应优先考虑厂区浓密机、尾矿输送泵站、尾矿输送流槽或管道、输送隧洞和桥梁、尾矿回水泵站和管道等尾矿浓密、输送和回水设施是否可以利旧。

当两个尾矿库位置相邻时,可以考虑尾矿库上游拦排洪、尾矿库排洪和回水、尾矿库联络道路等设施的全部利旧或者局部利旧。

2.5 经验数据甄别和应用

设计续建尾矿库尾矿设施时,应充分借鉴老尾矿库的经验数据,尤其是新老尾矿库的处置工艺相似时,可以借鉴的经验更多。可借鉴的经验包括定性和定量两个层面,也包括失败的教训和成功的经验,要加以甄别选用。具体而言,针对国内90%以上的湿式堆存尾矿库,可借鉴的经验大体包括以下几方面:

1) 干滩,包括干滩长度和坡度、水下沉积滩长度和坡度。这些经验数据可用于优化续建尾矿库的调洪演算、库容利用系数等。

2) 尾矿浓密设施,包括絮凝剂消耗量、浓密设施额定能力、底流浓度、运行状况等。这些经验数据可用于优化浓密设施选型、确定尾矿输送浓度等。

3) 尾矿输送设施,包括输送浓度、输送设备、管材和管径、流速、水力坡降等。这些经验数据可用于优化输送设备选型、管道规格和管材。

4) 库内尾矿水澄清距离、pH值和渗水水质。库内尾矿水澄清距离是布置库内取水构筑物时需考虑的关键因素;库内尾矿水pH值是确定库内构筑物、设备、材料抗腐蚀性能的重要依据;同时,库内尾矿水pH值和渗水水质是与环保密切相关的重要数据,对库区防渗形式选择的影响较大。

5) 尾矿坝,包括坝高、坝坡、上游式尾矿筑坝法尾矿堆积坝上升速度、中线式尾矿筑坝法粗砂控制产率、浸润线埋深、堆积容重、尾砂分区及相应力学指标和渗透系数等。这些数据可用于优化尾矿坝的设计内容。

6) 排洪系统,包括排洪构筑物型式、泄流量、封堵管理是否方便、运行过程中是否存在渗水现象及渗水部位等。这些数据可以用来指导排洪设施选型、优化结构尺寸和细节处理等。

3 应用实例分析

下面以国内某铜矿矿山的续建尾矿库工程为例,细述实际工程中如何根据实际情况解决上述

问题。

江西某铜矿矿山共有两个选厂,选厂规模分别为9.2万t/d和3.8万t/d,总生产规模为13万t/d。截至2010年底,矿山保有矿石量尚能产出尾矿约15.6亿t,需尾矿库有效库容约12.0亿 m^3 ,当时老尾矿库剩余库容约3.4亿 m^3 ,需新增有效库容约8.6亿 m^3 。为了实现矿山的可持续发展,于2011年开展续建尾矿库可研工作,续建尾矿库库容为10.313亿 m^3 ,最大坝高222m。续建尾矿库建成后,新老尾矿库能容纳前述所产全部尾矿。

3.1 新老尾矿库衔接方案

缘于以下几点,续建尾矿库排尾计划采取了尾矿处置规模逐渐过渡的方案,从6.95万t/d逐渐过渡到9.2万t/d,再到13万t/d。

1) 开始设计续建尾矿库时,老尾矿库剩余库容较大,按13万t/d选厂规模考虑,尚能为矿山承担6年多时间的尾矿处置任务,可降低续建尾矿库初期的尾矿处置压力。

2) 尾矿库上游、下游均采用中线式尾矿筑坝法,为了降低尾矿库前期坝体上升速度,以增强坝体稳定性,尾矿库前期排尾规模不宜过大。

3) 该矿山规模较大,新老尾矿库逐渐过渡有利于矿山的运行管理和降低尾矿设施风险。

3.2 选厂用水过渡方案

另外,在解决续建尾矿库与老尾矿库过渡期的选厂用水问题上,主要依赖老尾矿库的调蓄能力来解决。这是因为一方面采取了尾矿处置规模逐渐过渡的方案,从源头减轻了续建尾矿库前期的回水压力;另一方面,通过核算续建尾矿库起始回水标高以下的库容,可知续建尾矿库在接受排尾后约50d才能提供回水,这段时期选厂需要的回水量约为600万 m^3 ,这可以通过老尾矿库的调蓄来解决。

3.3 利旧方案

最后,在利旧和经验借鉴方面,续建尾矿库在尾矿输送和回水方面均对老尾矿库已有设施进行了利旧,并充分借鉴了老尾矿库的一些设计经验。例如,对9.2万t/d规模的选厂厂区及附近的尾矿输送设施进行利旧,于合适的地方寻找切入点,对输送线路进行延伸;对3.8万t/d选厂的尾矿输送设施几乎全盘利用,于老尾矿库坝肩寻找切入点,对输送线路进行延伸。此外,续建尾矿库回水设施供应9.2万t/d规模的选厂时,充分利用了选厂内老尾矿库的回水加压泵站,对其进行了适当改造;续建尾矿库回

水设施供应 3.8 万 t/d 规模的选厂时,回水经续建尾矿库送至老尾矿库后,充分利用了老尾矿库库内的自流回水设施,回送至选厂。

3.4 经验借鉴

续建尾矿库设计过程中,坝体排渗垫层、拦砂坝、排洪设施、回水设施的布置型式,以及尾矿坝粗砂控制产率、堆积容重、坝体分区力学指标及渗透系数等参数的选择均充分吸收了老尾矿库的经验,并结合老尾矿库多年的运行管理经验进行了适当优化。

3.5 续建尾矿库运行情况

续建尾矿库一次性投资分四期建设,历经 8 年多的时间,一期工程建完,于 2019 年 9 月投入使用。目前,续建尾矿库已运行 1 年多,安全设施及环保设施分别顺利通过竣工验收,项目各项指标均达到了设计要求,平稳实现了新老尾矿库的衔接过渡。

4 结束语

续建尾矿库与新建尾矿库不同,其服务的矿山已处于正常达产运行状态,要充分考虑两库衔接事

宜,以防矿山减产或停产。通过实例说明续建尾矿库需注意的问题,包括续建尾矿库的建设规划、新老尾矿库规模衔接方案、选厂用水过渡方案、对现有尾矿设施的利旧方案、矿山多年尾矿设施运行经验数据借鉴等,具有一定的实际参考意义。

[参考文献]

- [1] 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.
- [2] 《尾矿设施设计参考资料》编写组. 尾矿设施设计参考资料[M]. 北京:冶金工业出版社,1980.
- [3] 李香梅,华邵广,王玮. 矿山“环保管家”新模式[J]. 现代矿业,2019,35(12):256-258,261.
- [4] 候华丽,柳晓娟,郭冬艳,等. 全国绿色矿山名录分析与政策建议[J]. 中国矿业,2020,29(6):1-7.
- [5] 国土资源部,财政部,环境保护部,国家质量监督检验检疫总局,中国银行业监督管理委员会,中国证券监督管理委员会. 关于加快建设绿色矿山的实施意见[EB/OL]. (2017-05-12) [2020-04-30]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-05-12/content_5192929.htm.

(上接第 57 页)

发送端的 LPWAN 终端布置在厂房的高处,实现收发对视,以避免电磁屏蔽及干扰。或者在厂区内每隔 300 m 左右部署 1 个 LoRa 集中接收装置,与各个终端节点通信,再进行数据的汇总与转发,与厂级信息化平台对接,或者与公网基站连接。这种部署方式虽前期有一定投资,但与线缆连接对比,后期的维护费用和通信故障率大大降低,适合在冶金类厂区推广应用。

[参考文献]

- [1] 赵小飞. 低功耗广域网络产业现状及国内市场前景[J]. 信息通信技术,2017(1):60-65.
- [2] 崔平. 物联网技术在铜冶炼设备点检中的应用[J]. 有色冶金设计与研究,2020,41(1):22-24.
- [3] 李强. 关于电气工程中自控设备电磁干扰的思考[J].

科学与信息化,2019(35):61,65.

- [4] 谭华,林克,吴飞. LPWAN 联网方案技术分析[J]. 海峡科技与产业,2018(6):41-45.
- [5] 闫宁,杨磊. 关于物联网 NB-IoT 和 LoRa 的技术分析[J]. 中国新通信,2019,21(9):58-59.
- [6] 张呈龙,庄浩然,张永安,等. 一种基于 LoRa 的多层分布式 LPWAN 数据无线传输系统[J]. 电子世界,2018(14):140-141.
- [7] 李志勇. NB-IoT 技术在钢铁行业应用的研究[J]. 冶金自动化,2020(S1):21-22.
- [8] 肖灿,任鹏,唐立军. LoRa 组网的数据传输速率与距离均衡性研究[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2020,20(8):16-20.
- [9] 杨贵新,张燕芬,吴新. 基于 LoRa 的广域无线传输系统的设计[J]. 计算机与网络,2020,46(10):56-59.
- [10] 杨超,高珉. 变频器电磁干扰常见抑制措施[J]. 科技视界,2018(26):33-34,3.