

国内外尾矿库建设标准的差异探讨

高峰 郑学鑫 宋会彬

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 本文从尾矿库寿命定义、尾矿库等别定义、尾矿库防排洪、抗震计算等方面对比国内外尾矿库标准差异,其中国外标准以澳大利亚标准为例。在尾矿库寿命方面,国内标准要求尾矿库到达服务年限后,及时进行闭库复垦;而澳大利亚标准更倾向于尾矿库长期存在,保持长期安全稳定状态。至于尾矿库等别的确定,国内标准考虑库容、坝高及尾矿库失事后的影响等因素;而澳大利亚标准则考虑尾矿库失事后产生的各种影响的程度,采用风险评估工具综合确定。在防排洪方面,国内标准要求设计洪水及时排出库外;而澳大利亚标准要求尽量通过水平衡管理减少洪水外排量,通过回水、蒸发等措施逐步消耗洪水。中澳两国尾矿库抗震计算的要求基本一致,重要水工建筑物的抗震都要采用设计、校核两级设防。

[关键词] 尾矿库; 中国标准; 澳大利亚标准; 尾矿库寿命; 尾矿库等别; 尾矿库防排洪; 抗震; 水工建筑物

[中图分类号] TD924.6 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-5122(2021)03-0011-03

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.03.003

Discussion on the Difference between Domestic and Foreign Tailings Reservoir Construction Standards

GAO Feng, ZHENG Xue-xin, SONG Hui-bin

Abstract: The differences between domestic and foreign tailings standards were compared from the aspects of tailings life definition, tailings classification definition, tailings flood control and drainage, anti-seismic calculation. Among them, foreign standards took Australia standards as an example. In terms of tailing pond life, the domestic standards required that the tailing pond should be closed and require reclamation in time after reaching the service life, the Australian standard was more inclined to the long-term existence of tailings and maintain long-term safety and stability. In terms of tailings pond classification, the domestic standards considered storage capacity, dam height and the influence of tailings pond accident, the Australian standard took into account the extent of the impact of the tailings dam accident. In terms of flood control and discharge, the domestic standards required the flood to discharge out of the reservoir in time, the Australian standard required reducing flood discharge through water balance management as far as possible, and gradually consuming flood through measures such as return water and evaporation. The anti-seismic calculation requirements of China and Australia were basically the same, and the seismic design and verification of important hydraulic structures should be adopted.

Key words: tailings reservoir; Chinese standard; Australian standard; tailings life; tailings classification; tailings flood control and drainage; anti-seismic; hydraulic structures

[收稿日期] 2020-12-08

[基金项目] 国家重点研发计划项目(2017YFC0804600)

[作者简介] 高峰(1982—),男,北京市人,硕士,高级工程师,主要从事矿山配套尾矿库工程设施的设计与研究。

[引用格式] 高峰,郑学鑫,宋会彬. 国内外尾矿库建设标准的差异探讨[J]. 有色冶金节能,2021,37(2):11-13.

0 前言

尾矿库作为选矿厂的配套设施,在矿山建设中是不可或缺的。但由于尾矿库建设对周边环境和社区安全存在一定的影响,矿山所在国或投资方对尾矿库的建设都比较重视。尾矿库的建设往往要遵守相关标准或规范,在建设的各个阶段(如规划、设

计、施工、运行管理、闭库和复垦等),均要遵循一定的基本规律和管理要求,以及注意一些事项。

有别于国内尾矿库建设所采用的中国标准和规范,国外尾矿库建设往往参照和采用一些矿业发达国家(如澳大利亚、加拿大等)或国际组织所编制的尾矿库建设标准和指南。为了使中国标准更好地与国际标准接轨,推动中国积极参与并引领国际法规和技术标准的制定,大力推进中国标准“走出去”国家战略,本文以澳大利亚标准为例,将其与中国标准进行比较,总结两国标准之间的差异。

1 国内外尾矿库建设标准差异

国内尾矿库建设标准大多为强制性国家标准,包括设计规范^[1]、施工规范^[2]、安全规程等,编制的原则是保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全和满足社会经济管理的基本要求,更加注重尾矿库的本质安全,所以在涉及尾矿库安全设施(如尾矿坝、排洪设施、排渗设施等)的设计、施工和运行管理过程中,均存在需要遵守的强制性要求。

不同于国内尾矿库建设标准多为强制性标准,国外尾矿设施建设标准大多为指南或导引。多数指南从尾矿库事故和尾矿沉积规律研究入手,总结归纳尾矿设施建设各阶段(包括规划、设计、施工、运行、闭库和复垦等阶段)的基本规律、注意事项和管理要求。这些指南不是规范,而是为相关从业人员提供的操作指导,强制性条文规定较少。在应用过程中,具体到每一个尾矿库工程项目,工程师仍要发挥自己的专业技术特长和判断力,根据实际情况谨慎采用。

为对比澳大利亚和中国两个国家标准体系的差异,从尾矿库寿命定义、尾矿库等别定义、尾矿库防排洪要求、抗震计算等几方面进行比较。

1.1 尾矿库寿命定义

在国内标准中,并没有定义尾矿库寿命这个概念。国内尾矿库建设通常划分为设计、施工、验收、运行管理、闭库复垦和销号等几个阶段。其中设计、施工、验收这三个阶段通常定义为建设期;从尾矿库投产运营到闭库复垦的阶段为尾矿库的服务期。服务期往往与矿山生产年限相对应,通常矿山会修建一座或多座尾矿库,以满足从投产到开采完毕的尾矿堆存需求,尾矿库服务年限一般为十几年或几十年。当尾矿库到达服务年限后,需要及时地进行闭库复垦^[3];尾矿库闭库复垦后按照相关规定进行销号,不得再作为尾矿库使用,政府相关部门不再对其进行监管。

在国外标准中,尾矿库的建设期、服务期定义与国内基本一致,但尾矿库闭库复垦后不进行销号处

理,而是提出了“尾矿库寿命”这个概念,通常这个时间非常长或可能是“永久的”。澳大利亚标准综合美国、欧盟等国家的标准将尾矿库寿命定义为1000年。

综上所述,国内标准更倾向于尾矿库闭库后不在作为尾矿库监管,及时复垦为耕地、林地或园林用地等其他土地形式继续使用,以实现资源节约和土地循环利用。而国外标准定义了“尾矿库寿命”这个概念后,更倾向于尾矿库闭库复垦后,仍作为尾矿库监管,对周边环境和社区仍然要长时间保持安全稳定状态。

1.2 尾矿库等别定义

在国内标准中,尾矿库等别根据尾矿库的库容及坝高两个因素来确定,共分为五等。当库容和坝高分别确定的尾矿库等别的等差为一等时,以高者为准。当等差大于一等时,按高者降一等确定^[4]。此外,国内标准对尾矿库等别的确定还考虑了尾矿库失事后的影响程度,对于失事会导致下游重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受严重灾害的尾矿库,经充分论证后,其等别可提高一等。

在澳大利亚标准中,尾矿库等别通过风险评估工具评估尾矿坝失事产生的影响来确定等别。往往尾矿库的监管方、投资方、承建方通过协商(或根据尾矿库对社区及周边环境的影响评价)来共同商讨确定尾矿库的影响及影响权重。尾矿库的影响通常包括:周边环境影响(包括范围、程度及持续时间)、社区安全影响、经济损失、社会公众影响等。咨询单位通过模拟典型尾矿库事故(如渗透破坏、溃坝等),分析尾矿库失事造成的各种影响的程度,综合确定尾矿库的风险等别。当然在所有影响中,人身安全是最重要的考虑权重。风险等别分为:风险程度低(Low)、风险程度高(High,从High C~High A逐渐升高)、风险程度极端高(Extreme)。

对比中外两个标准差异可知,国内标准中尾矿库等别的确定更关注尾矿库工程本身的安全性,强调尾矿库的本质安全。尾矿库库容越大,坝高越高,失事后的影响就越大,因此等别就越高。而澳大利亚标准中尾矿库等别的确定主要从多角度考虑,采用风险管理工具(如事故树等),通过分析尾矿库产生的各种影响的程度(权重),综合确定尾矿库等别。

1.3 尾矿库防排洪

在国内标准中,尾矿库的防洪标准根据等别、库容、坝高、使用年限及可能对下游造成的危害等因素来确定。尾矿库等别越高,防洪标准越高。同时从尾矿库本质安全考虑,规定尾矿库必须设置排洪设

施。此外,对排洪设施的型式也有具体要求:除库尾排矿的干式尾矿库外,三等及三等以上的尾矿库不得采用截洪沟排洪。同时规定尾矿库的一次洪水排出时间应小于72 h,保证有足够的调洪库容来容纳下一次洪水。

对于防洪标准的确定,澳大利亚标准与中国标准相似,都是根据尾矿库等别来确定的。但对于排洪设施的设置,国外标准规定只要尾矿库留有足够的调洪库容,设计洪水可以存蓄于库内,不一次排出,通过水平衡计算分析逐渐消耗。在尾矿库运行期间可不设置排洪设施,尽量减少尾矿库外排水对环境的影响^[5];尾矿库闭库复垦后再设置溢洪道等排洪设施,确保在没有足够调洪库容时和回水后尾矿库的运行安全。此外,由于增加了复垦措施,尾矿库的外排水对环境的影响将大大减少。

由上述分析可知,中国标准和澳大利亚标准中防排洪要求的差异,更多的是制定角度和出发点的不同。国内标准更为注重尾矿库的本质安全,所以要求设计洪水及时排出库外,以保证尾矿库的运行安全,因为一旦发生安全事故将引起更为严重的环境影响;而澳大利亚标准更为注重尾矿库外排水对周边环境的影响,要求尽量通过水平衡管理减少洪水外排量,通过回水、蒸发等措施逐步消耗洪水。

1.4 抗震计算

国内标准尾矿坝抗震计算主要参照了国标规范《水工建筑物抗震设计规范》(SL 203—97),采用一级设防,即采用基本烈度作为设防烈度。在2008年汶川地震后,中国抗震计算也逐步与国际接轨,《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247—2018)修订后,抗震改为采用两级设防,规定甲类水工建筑物(需要专门进行场地地震安全性评价)除按设计地震动峰值加速度进行抗震设计外,还应考虑“最大可信地震”(MCE,是基于地震和地质证据,某个震源合理预期可能发生的最大地震)并进行校核。国内尾矿标准要求尾矿坝抗震计算参考《水工建筑物抗震设计标准》,所以对于一、二级尾矿坝等高坝大库,考虑其重要性,设防烈度也应按两级设防。

澳大利亚标准中,抗震计算采用澳大利亚大坝协会(ANCOLD)2019年编制的《大坝和附属结构抗震设计指南》(*Dams and Appurtenant Structures for Earthquake*)。抗震采用两级设防,采用基准地震(OBE)设计,以安全评估地震(SEE)校核。其中,基准地震发生概率为475年一遇,安全评估地震一般采用最大可信地震。标准要求基准地震下坝体受损不严重,不影响运行且可修复;在安全评估地震下

尾矿坝不发生溃坝。

通过对比发现,国内抗震标准修订后,中澳两国的尾矿库抗震计算要求基本一致,重要建筑物的抗震都要采用设计、校核两级设防。

2 结论

本文以澳大利亚标准为例,从尾矿库寿命定义、尾矿库等别定义、尾矿库防排洪、抗震计算等方面对比国内和国外的尾矿库标准。通过对比不难发现,国内外标准之间制定的角度和出发点是不同的。

1)对比尾矿库寿命,国内标准更倾向于节约土地资源和土地循环利用;而澳洲标准更倾向于尾矿库要长期存在,从周边环境和社区社考虑,要保持长期安全稳定状态。

2)对比尾矿库等别,可以看出国内标准更注重尾矿库本身的安全性,强调尾矿库的本质安全,对于安全因素考虑的比较更多;而澳大利亚标准是从尾矿库的周边环境(包括范围、程度及持续时间)、社区安全影响、经济损失、社会公众影响等多方面考虑,采用风险评估工具进行综合确定。

3)在防排洪方面,国内标准要求设计洪水及时排出库外,以保证尾矿库的运行安全;而澳大利亚标准更为注重尾矿库外排水对周边环境的影响,要求尽量通过水平衡管理减少洪水外排量,通过回水、蒸发等措施逐步消耗洪水。

4)中澳两国尾矿库抗震计算的要求基本一致,重要水工建筑物的抗震都要采用设计、校核两级设防。

虽然中国标准与国外标准之间存在很多不同点,但并无优劣之分。差异是由地域、经济发展程度和安全、环保等监管要求不同而产生的。对比两国标准差异的目的是为了更好地突破技术壁垒,因为技术壁垒阻碍当前国际投资和矿业开发。

[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] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 尾矿设施施工及验收规范:GB 50864—2013[S]. 北京:中国计划出版社,2013.
- [3] 陈颢,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.
- [4] 蓝蓉. 尾矿库常见安全隐患排查[J]. 劳动保护,2020(11):66-68.
- [5] 胡群祥,高峰. 德兴铜矿五号尾矿库回水方案选择的经验探讨[J]. 有色设备,2020,34(6):14-18.