

尾矿库加固浅析

车志强¹, 朱立杰¹, 廖云清², 冯乃琦¹

(1. 河南省地质测绘总院, 河南 郑州 450006;

2. 三门峡黄金设计院有限公司, 河南 三门峡 472000)

摘要: 本文简述了尾矿库的特点及危害, 结合工程实例, 讲述了水平排渗管结合抗滑桩(梁)进行尾矿库加固的原理及方法。

关键词: 尾矿库; 水平排渗管; 抗滑桩(梁); 加固

中图分类号: TD926 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4051(2009)07-0094-02

A superficial analysis on tailing reservoir reinforcement

CHE Zhi-qiang¹, ZHU Li-jie¹, LIAO Yun-qing², FENG Nai-qi¹

(1. Henan Institute of Surveying and Mapping of Gologic, Zhengzhou 450006, China;

2. Sanmenxia Institute of Gold Design Co., Ltd, Sanmenxia 472000, China)

Abstract: This paper describes the characteristics and hazards of the tailing reservoir, combined with examples of works, expresses and discusses the principles and methods to reinforce the tailing reservoir by anti-slide pile (beam) combined with the level of drainage pipe.

Key words: tailing reservoir; level of drainage pipe; anti-slide piles (beam); reinforcement

1 尾矿库概述

我国目前有数千座尾矿库, 其中有接近60%的尾矿库尚未取得安全许可。自2005年以来, 每年都有10次左右的尾矿坝溃坝事故。2006年4月30日, 陕西安县的一个黄金尾矿库溃坝, 造成了17人死亡, 5人受伤, 冲毁了农田村庄, 还造成了水土氰化物污染。2007年11月25日, 辽宁海城尾矿库溃坝, 造成了13人死亡, 38人受伤, 还冲毁了几十间房屋。而在国际上, 比较严重的有2000年1月30日, 在罗马尼亚Baia Mare金矿, 大雨和融雪造成溃坝和泥石流, 导致污染物注入帝萨河支流, 导致鱼类大量死亡, 造成下游匈牙利境内200万人饮水中毒; 2005年4月14日, 美国密西西比州Bang Lake磷矿, 磷石膏堆积速度加快, 加上大雨导致溃坝, 64350m³泥石流下泄到沼泽地, 引起了沼泽内的植物全部死亡。

通常造成尾矿坝溃坝的主要风险在于几个方面, 首先是防洪抗洪能力不够, 有很多溃坝事故出现在大雨的情况下; 第二, 是坝体本身不够稳定,

或者堆积的尾矿超过承受能力; 第三, 是因为尾矿的性质等造成坝体容易受到渗流破坏; 第四, 坝体本身结构问题出现裂缝等; 最后, 就是人为管理水平、事故应急措施等等。

为了便于了解尾矿库的运行情况, 加强对尾矿库的管理, 大部分国家都建立起一套完整的尾矿库数据库系统。我国也由国家安监局、发改委、国土资源部、国家环保总局等联合进行了尾矿库的基本普查, 并建立起基本的尾矿数据库。但是, 在这个数据库中, 还有很多内容并不完整, 需要继续完善。

尾矿库在加强管理的同时, 对已有安全隐患的尾矿库应采取工程措施进行必要的加固, 以保证其安全运行。我院在充分研究尾矿库机理的基础上, 对河南某金矿尾矿库成功进行了加固治理。现将该实例介绍如下, 与大家分享。

2 尾矿库加固实例

该尾矿库位于河南省灵宝市小秦岭金矿区, 为灵宝某矿业有限公司一分公司选矿厂尾矿库, 尾矿库初期坝建于1998年, 高约15m, 顶宽约3.0m。该尾矿库采用上游法堆坝, 初期坝为粘土坝, 尾砂堆积坝为尾矿人工堆积而成。由于建设时间久远, 现已修建子坝, 原始隐蔽工程施工记录及原始尾矿

收稿日期: 2009-01-29

作者简介: 车志强(1971-), 男, 河南省地质测绘总院, 高级工程师。

库设计遗失。

尾矿库修建于黄土地区的冲沟里,坝体两边地形陡立。沟谷下游有数个村庄,近几百户村民,沟谷属黄河支流。随着选矿厂排入库内尾矿的增多,现有尾矿坝已不堪重负,原有的渗排水措施已部分淤积堵塞,不能满足排水需要,导致库内水位升高,尾矿堆坝浸润线位置抬升,坝体渗水饱和,背河部分初期坝体已发生垮塌,严重威胁着坝体及下游人民群众生命财产的安全。为保证尾矿库安全运行及下游村民的安全,矿业公司决定对该尾矿库进行加固处理,我院有幸承担了该项加固任务。

2.1 加固方案

该尾矿库由于排水不畅,导致尾矿坝浸润线过高,坝体含水饱和,部分地段已发生垮塌。鉴于尾矿坝目前状况,任何一种单独的治理措施都难以彻底解决坝体安全问题,必须采用多种措施相结合的办法,对尾矿坝进行综合治理,才能确保尾矿坝安全。经研究,最终确定采用抗滑桩支挡、水平滤管排渗等工程措施,以达到除险加固的目的。具体施工步骤为:

2.1.1 带连接梁的抗滑桩施工

(1) 带连接梁抗滑桩技术原理

当边坡的稳定性不能满足要求时,就需要采取工程措施来进行边坡加固。边坡加固的本质,在于改变滑动体滑面上的平衡条件,提高抗滑能力。边坡加固形式可分为直接加固和间接加固,直接加固如挡墙、带连接梁的抗滑桩、锚杆、锚喷护面等,间接加固如削坡卸载、排水降压、地面防渗等。本工程拟采用抗滑桩配合锚杆对初期坝体进行加固除险。

抗滑桩是利用桩埋入稳固的岩土体内,使其承受滑体的部分下滑力,并将其传递到下部稳固的岩土体中,以起到稳固滑体的作用。抗滑桩抗滑能力强,能克服挡土墙在滑面较深时难以抵挡的困难;桩位灵活,可设置在抗滑的最佳部位;可单独设置,也可与其它治理工程配合使用,安全可靠;依据弯矩大小合理配筋,根据滑坡推力大小和滑面深度变化设计桩的截面尺寸和桩长。

(2) 带连接梁的抗滑桩设计

经过验算并结合工程实际情况,拟在初期坝顶沿坝体长度方向布设2排抗滑桩,沿坝体长度方向间距4m,两排之间的间距1.5m,共20根抗滑桩。每根桩顶用边长为400mm钢筋混凝土梁联系到一起,以加大抗滑能力。抗滑桩采用钻孔灌注桩,桩径800mm,桩端进入坝体下部天然地层中10m左

右,桩端尽可能置于强度较高的岩土层中。根据尾矿库物探测量工作报告,导水涵洞距离顶面地表埋深约15.0~16.5m,抗滑桩须高出地面0.5m,为以后连接梁的施工,初步设计桩长30m。

2.1.2 水平滤管施工

(1) 降水原理

水平滤管降水是消除浸润线过高的有效方法,可以长期使用,不需要人工过多的维护与管理,常被用于尾矿坝病害治理。该法是在尾矿坝外坡上采用水平钻机,按照一定仰角(10~50°)向坝内钻孔,同步跟进套管。套管到位后,拔出钻杆,洗净孔内的残沙,将预先制作好的滤管用钻机推进孔内,最后拔出套管,坝内孔隙水由于压力流向滤水管,然后由滤管流出,从而降低库内坝前地下水位,降低坝体浸润线位置。

(2) 施工设计方案

经过对现场踏勘及坝体的初步调查,根据渗透系数等基础数据分析,综合考虑,本次降水工程沿坝长方向共布设2排水平滤管,一排在子坝顶部平台前沿,纵向间距6m;另一排在初期坝坝坡中部,纵向间距4m,水平滤管长45m,成孔直径100mm,滤管直径75mm。共布设17个滤管。井管全孔均采用具有轻质、隔热、保温、防潮、阻燃、经济实用性、施工简便等特点pvc滤水管,直径75mm,管与孔壁之间填入砾料。

具体施工工艺流程为:①定位:根据平面设计图测量并定出井位,井位偏差小于0.1m。②钻孔:安装好钻机,钻机一径到底,跟套管钻进,成孔后洗净套管内沉沙。钻孔要求正、圆、直,仰角3度,严禁钻成俯角。③下管:成孔后立即用钻机推进滤管。滤管应事先制作好,花管段开孔率应不小于15%,外用无纺土工布包裹两层,然后用铁丝扎紧。滤管推到底后拔出套管。

浸润线观测孔。为有效监测尾矿库浸润线的变化,本次加固工程还根据现场情况,设计了三个浸润线观测孔,孔深分别为:15m、10m和8m。

2.2 加固工程施工

水平滤管施工。考虑到尾矿库浸润线较高的原因,首先进行了水平滤管的施工,目的是为了尽快降低尾矿库浸润线。

施工中采用的是HT-20L非开挖定向钻机,根据场地条件及施工机械特点,滤水管采用PE管,在成孔前将滤水管制作完成(包括打孔、土工布包扎等),成孔后用定向钻机将滤水管拉入孔内

(下转第98页)

欲使长度为 S 的煤体移动, 须先要满足 $P_x \geq F_1$ 的条件, 即

$$M(\sigma_s + \lambda\sigma_M) \geq S\sigma_c + f(\sigma_M + Mr)S$$

由上式知, 使煤壁整体外移的最小垂直应力为

$$\sigma_M = (S\sigma_c + fMrS - M\sigma_s) / (M\lambda - fS) \quad (9)$$

同样, 以大同矿区煤峪口矿 307 盘区回风巷道为例, 其参数不变, 则 $\sigma_M = 81.54 \text{ MPa}$ 。

(3) 如果煤层与顶板间没有产生离层。水平方向的主动作用力仍为

$$P_x = M(\sigma_s + \lambda\sigma_M)$$

煤体移动需克服的力为:

$$F_1 = 2S\sigma_c + f(\sigma_M + Mr)S \quad (10)$$

欲使长度为 S 的煤体移动, 须先要满足 $P_x \geq F_1$ 的条件, 即:

$$M(\sigma_s + \lambda\sigma_M) \geq 2S\sigma_c + f(\sigma_M + Mr)S$$

由上式知, 使煤壁整体外移的最小垂直应力为

$$\sigma_M = (2S\sigma_c + fMrS - M\sigma_s) / (M\lambda - fS) \quad (11)$$

同样, 以大同矿区煤峪口矿 307 盘区回风巷道为例, 其参数不变, 则 $\sigma_M = 248.21 \text{ MPa}$ 。

综上所述, 在煤层与顶板已经离层的条件下, 发生煤体整体移动所需的垂直应力的值很小, 因此, 就容易发生煤体被挤出、整体向外移动的现象。而如果煤层与顶板间没有产生离层, 发生煤体

整体移动所需的垂直应力的值就很大, 发生煤体被挤出、整体向外移动的可能性就很小。

大同矿区“三硬”煤层巷道煤壁整体推出型冲击地压发生后, 能观测到煤层与顶板离层的现象。如: 煤峪口矿 307 盘区回风巷道出现了顶板离层, 煤壁整体外移大约 1m 多。实践证明, “三硬”煤层巷道出现煤层与顶板离层, 易发生煤壁整体推出型冲击地压。

3 结论

建立了大同矿区“三硬”煤层巷道煤壁整体推出型冲击地压的数学力学模型, 研究了两帮发生整体推出现象时的力学机理。认为在煤层与顶板已经离层的条件下, 发生煤体整体移动所需的垂直应力的值很小, 易发生煤体被挤出、整体向外移动的特殊冲击现象。

参考文献

- [1] 杨双锁. 回采巷道围岩控制理论及锚固结构支护原理 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2004.
- [2] 赵本钧. 冲击地压及其防治 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1995.
- [3] 窦林名, 何学秋. 冲击地压防治理论与技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.

(上接第 95 页)

预定位置, 填实孔壁间隙完成水平滤管施工。

抗滑桩施工采用 GPS-300 钻机成孔, 混凝土采用钻机自灌设备进行浇注。抗滑桩施工前, 应对其孔位进行准确定位, 以免与水平滤管交叉而将水平滤管打断。

抗滑桩的施工应严格按有关规范规程进行, 成孔深度、泥浆护壁及清孔应符合设计要求, 钢筋笼制作、混凝土搅拌与浇注应严格按规范规程进行施工。施工过程中, 应严格按质检程序进行报验, 保证成桩质量。

抗滑桩施工, 完成后在桩顶浇注连接梁, 增加抗滑桩的整体性, 连接梁尺寸为 400×250 , 混凝土等级与抗滑桩相同。

3 经验与教训

本项目的施工在业主的支持及监理单位的严格监督下, 通过努力顺利完成。通过该工程的实施, 该尾矿库坝得到了有效加固, 汛期未出现渗漏现

象。但是在施工中, 仍存在值得改进的地方: ①水平滤管和抗滑桩的施工顺序问题: 先施工水平滤管可以加快尾矿库的排水降低浸润线, 但给抗滑桩的施工增加了困难, 稍有不慎就可能将水平滤管打断; ②施工场地的协调调度问题: 在尾矿库上施工, 抗滑桩、水平滤管施工场地是个在问题, 如何有效协调施工工序、使场地得到有效利用, 加快施工进度值, 得在今后的施工中进一步探索。

参考文献

- [1] 中华人民共和国建设部. 选矿厂尾矿设施设计规范 (ZBJ1-90) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990.
- [2] 中国有色金属工业总公司. 尾矿设施施工及验收规程 (中色投字 [1995] 0641 号) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1994.
- [3] 彭承英. 尾矿库事故及预防措施 [J]. 有色矿山, 1996, (5): 38-402.
- [4] 徐宏达. 我国尾矿库病害事故统计分析 [J]. 工业建筑, 2001, (1): 69-713.