

尾矿库坝体变形规律初探

郭朝阳

(湖南有色冶金劳动保护研究院 湖南 长沙 410014)

摘要 受尾矿物理力学性质以及上游式尾矿堆积坝所处地理位置、特殊的水文地质环境的控制,上游式尾矿堆积坝的变形(包括沉降与水平位移)是一个比较复杂的过程,但从沉降观测的角度上看,还是有其规律性的。文章利用柿竹园烟冲沟尾矿库的工程地质勘察资料以及变形观测资料对上游式上游式尾矿堆积坝的变形规律进行了分析,以期对该类坝型的管理工作以及安全稳定性评价增添便利。

关键词 尾矿库 坝体变形规律 水平变形 时间演化特征 稳定性

中图分类号 :TD926

文献标识码 :A

文章编号 :1009-2374(2009)15-0043-03

上游式尾矿堆积坝的变形观测作为坝体稳定性监测的一个重要手段,通过对坝体在垂直与水平两个方向的变形观测,能够及时发现坝体异动,及早采取措施,保证上游式尾矿堆积坝的安全。但上游式尾矿堆积坝的变形观测数据往往比较凌乱,只凭单个的监测数据很难作出准确的判断,尤其是在安全评价时对上游式尾矿堆积坝作稳定性分析的时候,面对大量的观测数据,或者是不连续的,或者是规律性不强的,怎么去判断坝体是否趋于稳定,就必须对上游式尾矿堆积坝沉降变形的一般规律有所了解,下面以柿竹园烟冲沟尾矿库为例对上游尾矿库坝体变形规律进行探讨。

一、尾矿库简介

烟冲沟尾矿库位于南岭山脉中段北缘的低山区域,地势为南高北低,两岸多为陡峭的岩壁,部分为坡地,坡地植被发育。

该库初期坝为粘土斜墙堆石坝,坝高24m,后期采用尾矿上游法堆坝,堆积边坡1:4,设计尾矿最终堆积标高为600m,相应最大坝高102m。总库容750万立方米。该库目前已堆筑至583m标高,总坝高85米,共堆积尾矿约430万立方米。

(一)库区地层条件

根据野外钻探所揭露的地层为第四系坡积+洪积(Qdl+pl)层和泥盆系上统锡矿山组(Dx2+3)中段石灰岩。

库区内地下水分为上部水和喀斯特裂隙水两种类型。

(二)尾矿堆积体

库内尾矿可分为松散尾粉砂、稍密尾粉砂、稍密尾亚砂、软塑~流塑状态尾轻亚粘、软塑~流塑状态尾重亚粘等5层,见表1:

表1 尾矿物理力学性质统计表

土层名称	天然重度 γ (kN/m ³)	饱和重度 γ_{sat} (kN/m ³)	固结系数 C_v cm ² /ces P=100kPa	压缩模量 E_s 0.1~0.2MPa	孔隙比 e	相对密度 D_r
松散尾粉砂	20.5	21.8	53.2	13.26	0.734	0.671
稍密尾粉砂	21.2	22	53	13.977	0.682	0.823
稍密尾亚砂	21.5	22.3	52.4	14.552	0.66	0.89
尾轻亚粘	21.4	21.8	46	12.277	0.679	0.91
尾重亚粘	21.1	21.5	32	9.986	0.71	0.885

二、变形观测成果

从1990年开始,烟冲沟尾矿库大坝上陆续设置了12个坝体变形观测点,共分为三排,连续进行观测,其记录为22期,后在2004年又重新设置了四排17个观测孔,具体为:A排与B排设置于初期堆石位置,其标高为539.00m左右,C排利用1990年设置的五个观测点,其标高为555.00m,D排设置于569.00m标高位置,到2007年5月止,共进行了8期变形观测,其间隔周期从半个月到6个月不等。其主要观测成果如图1、图2所示:

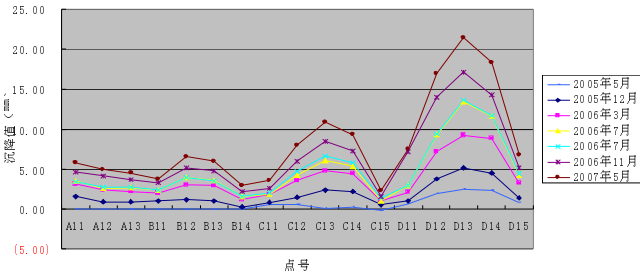


图1 后期观测各点沉降变形数值

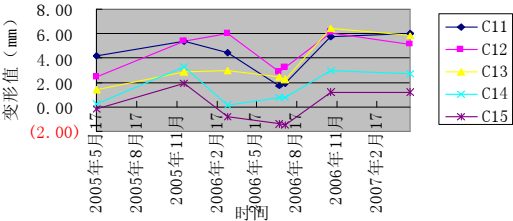


图2 后期观测C排点水平变形累积值

三、上游式尾矿堆积坝变形规律

上游式尾矿堆积坝为人工边坡,受地形、堆积时间、放矿方式、渗流压力、尾矿自重等影响,其变形较为复杂,为了方便,一般将其分为垂直沉降与水平位移两大类,其变形存在以下规律:

(一)空间分布特征

1. 沉降变形。在垂直坝轴方向上,从下至上即从A排到D排,坝面的绝对沉降值与沉降速率都在逐渐加大(见图1),其最

后一期观测沉降具体参数见表2：

表2 垂直坝轴不同剖面沉降参数对比表

点号	A12	B12	C13	D13
绝对变形值 (mm)	5	6.5	10.9	21.5
变形速率 (mm/月)	0.15	0.22	0.4	0.72

在平行坝轴方向上,中间的绝对沉降值与沉降速率明显高于两侧的绝对沉降值与沉降速率,最后一期观测沉降剖面对比见表3:

表3 C排剖面沉降参数对比

点号	C11	C13	C15
绝对变形值 (mm)	3.6	10.9	2.3
变形速率 (mm/月)	0.17	0.4	0.12

由此可知,坝体的沉降变形与坝体内压缩层(尾矿堆积体)的厚度有关,坝体沉降量与沉降速率的数值大小分布与尾矿厚度的分布范围相吻合,尾矿厚度薄,沉降量与沉降速率都比较小,随着尾矿堆积厚度的增大,其沉降量与沉降速率都在逐渐加大。

2. 水平位移。水平位移变形规律为:(1)垂直坝轴方向上,从下至上,水平位移量与变形速率逐渐加大;(2)在平行坝轴方向上,坝中间观测点水平位移与变形速率比两侧观测点大;(3)D排点受坝顶放矿控制,局部出现水平位移负值。

说明尾矿坝受坡面效应的影响,产生水平力,导致了尾矿坝逐渐向下游方向变形,同时,在上部荷载改变时,尾矿坝体现出其适应应力变化的特性,在局部产生扭曲变形,也说明了此时期该处的垂直沉降占据主要地位,水平位移只是垂直沉降的附加效应。

(二)时间演化特征

1. 沉降变形。(1)沉降大小与尾矿沉积的时间有很大的关系,沉积时间越长,其沉降值越小,速度越慢,反之,其沉降值越大,速度也越大,如C排与D排,其尾矿堆积厚度相差不大,但在沉降量上D排比C排大一倍多;(2)在同一观测点上,随时间的推移,其沉降速率逐渐降低。

随时间的推移与坝体逐渐加高,坝体沉降中心逐渐随坝轴向上游推移,下游坝体则由于其上部荷载趋于稳定,因而垂直沉降速率逐年减小。

2. 水平位移。尾矿坝的水平位移随时间的推移逐步加大,其变形速率为0.2~0.6mm/月,受雨季降水的影响,在雨季中后期由于地下水渗流压力加大,各点的水平位移速率有加大趋势,而在雨季过后,尾矿库坝体内浸润线下降,渗流压力减小,各点的水平位移速率回落,说明坝体水平位移主要受边坡不均匀应力的影响,而地下水的渗流压力的变化则会引起变形速率的振荡。

(三)特殊情况下的变形

由于该尾矿库位于喀斯特地区,坝体在570.00m标高曾多次发生坝体塌陷,在塌陷区将产生环形的变形区域,导致其附近的观测点发生较大的垂直沉降与水平位移,甚至水平方向上还发生了较大的向上游偏移的变形。

坝体排渗设施的正常与不正常导致的浸润线上下变化,同样也会加大坝体的沉降,如1998年前后540标高处的大口排渗井正常工作后,此处的浸润线得以下降,也就在此时,B排点处的沉降变形速率与水平位移速率突然加大,但此后又逐渐恢复了原有速度。

四、变形机理分析

尾砂堆积物属欠固结土层,在自重应力下仍要固结压密,而使地面缓慢下沉。其主要特性为压缩性与固结性以及其它特性。

(一)压缩性

尾矿是三相体,在荷载作用下的压缩包括尾矿颗粒的压缩、孔隙中水的压缩和孔隙的减小。在一般情况下,尾矿颗粒和水本身的压缩是可以忽略不计的,因此,尾矿沉积层的压缩变形主要是由于水和空气从孔隙中排出引起的。

尾矿砂与尾矿泥之间的物理力学性质差异是影响压缩指数的最基本因素,另一重要因素是尾矿砂和尾矿泥在沉积层中的密度或孔隙比,初始状态越疏松或越软弱,在荷载作用下压缩越大。由于尾矿处于松散沉积状态,具高棱角性和独特的级配特性,它们的压缩性都比类似的天然土大。尾矿亚粘与尾重亚粘中因粘粒含量较高,孔隙的连通性较差,透水性小,压缩性强,是尾矿坝沉降的最主要地层。

(二)固结

固结既引起坝体和基础沉降,又控制坝体和基础稳定性,是尾矿库工程中最重要工程性质之一。

按照太沙基理论,材料固结的时率可分作主固结和次固结阶段。

主固结控制常荷载下孔隙压力消散的速度,尾矿砂主固结发生很迅速,尾矿泥的固结系数处于与天然土相同的量级。

大多数类型尾矿,在常荷载下,甚至在主固结引起的孔隙压力消散基本完成之后,次压缩常产生连续变形,是由于荷载作用下连续的颗粒重新排列和颗粒间滑动造成的。

(三)其他

由于尾矿库区的工程地质与水文地质条件发生突变,或由于不良工程地质条件的影响等,都有可能使尾矿堆积坝产生异常的沉降与水平位移,就烟冲沟尾矿库而言,影响最大的不良工程地质条件就是岩溶造成的坝体塌陷导致异常变形。

另外可能导致异常变形的还有坝体排渗设施失效所导致的坝体浸润线升高,地表水流的冲蚀,人为破坏,地震、洪水等自然灾害的影响。

五、变形与稳定性关系

1. 尾矿的沉降与固结将使尾矿的物理力学性质逐渐好转,对增强上游式尾矿堆积坝的稳定性非常有利。

2. 在空间上,坝体下游比上游沉降小,坝体两侧比坝中间部分沉降量小,再者受尾矿堆积层的物理力学性质控制,软弱层厚度大的地点其绝对变形值与变形速度都会较大,这些变形规律是我们研究上游式尾矿堆积坝稳定性的重要依据。

3. 随着时间的推移,上游式尾矿堆积坝的变形将逐步变缓,尾矿库停用后,其变形也将逐步趋于稳定,在此过程中,发生的任何异常变形都可能是尾矿坝失稳或出现其他事故的预兆,应引起足够的重视。

六、结语

上游式尾矿堆积坝的变形遵循一定的规律,其与尾矿堆积规律、堆积时间以及尾矿库所在地的水文工程地质条件等有密切的联系。

要想在工作中搞清楚上游式尾矿堆积坝变形,为尾矿库的管理与安全评价等提供准确的信息,就必须查明尾矿库区的水

下运伸缩胶带输送机圆周力的计算与选型

张 磊

(上海能源拓特机械制造厂 上海 201400)

摘要 文章根据伸缩胶带输送机的使用特点,通过确定复杂工况下下运伸缩胶带输送机的各种极端运行工况,对各种极端工况下的圆周力进行分析计算,从而确定最大圆周力及最大电机功率,以便于进行输送机各部件的选型设计及强度校核,并针对下运伸缩胶带输送机的选型阐述了选型时的注意事项,以保证胶带输送机选型的准确性及输送机的运行安全可靠。

关键词 :下运 ;伸缩胶带输送机 ;圆周力计算 ;选型 ;工况

中图分类号 :TH133

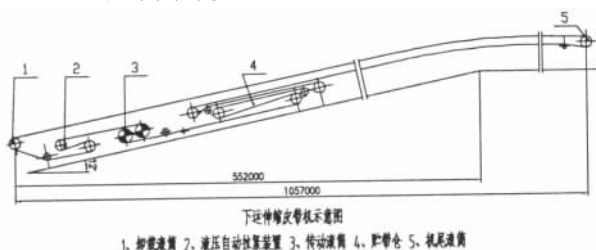
文献标识码 :A

文章编号 :1009-2374(2009)15-0045-02

一、概述

伸缩胶带输送机主要用于中厚煤层综合机械化采煤工作面的顺槽运输,或一般采煤工作面的顺槽和巷道掘进运输系统。伸缩胶带输送机是以胶带作为牵引承载机构的连续运输设备,它与普通胶带输送机相比增加了贮带装置、快速可拆中间架等。当游动小车向机尾一端移动时,胶带进入贮带装置内,机尾回缩,反则机尾延伸,因而使胶带输送机具有可伸缩性。因此,伸缩胶带输送机特别是下运伸缩胶带输送机设计计算时,必须充分考虑各种运行工况,并对各种运行工况圆周力进行计算分析,从而确定电机功率及胶带最大张紧力并进行选型设计。

上海能源股份公司龙东煤矿原7612工作面,由于采煤工作面条件限制,需采用如图布置的下运伸缩胶带输送机。其设计参数为:皮带总长度 $L=1057\text{m}$,其中 12° 倾斜段长度 $l_1=552\text{m}$,水平段长度 $l_2=505\text{m}$,输送能力 $Q=450\text{ t/h}$,带速 $V=2.5\text{ m/s}$,带宽 $B=1000\text{ mm}$ 。如下图所示:



由于伸缩胶带输送机随着工作面的推进,其长度也在不断变化,因此,必须对各种极端工况进行分析计算。其中主要包括:满载运行工况、最大负功率工况、空载运行工况、最大正功

率运行工况、空载启动工况、满载制动工况以及随着采煤工作面的推进,当胶带输送机缩至 12° 倾斜段(552m段)时上述的各种工况。

下面仅对上述各种工况时的圆周力、电机功率及胶带张紧力进行计算。

二、各种工况圆周力的计算与选型:

(一)满载运行工况圆周力 F_u (12° 倾斜段、水平段均满载)

$$F_u = C f L g (q_{RO} + q_{RU} + 2q_B + q_G) - q_G H g$$

1. 承载分支托辊每米旋转质量:上托辊选用 $\phi 108$ 三联托辊,1.2m一组 $q_{RO}=12.21/1.2=10.18\text{ Kg/m}$ 。

2. 回程分支托辊每米旋转质量:下托辊选用 $\phi 108$ 平托辊,3m一组 $q_{RU}=10.43/3=3.47\text{ Kg/m}$ 。

3. 每米输送带质量:胶带型号选用PVC1000

$$q_B = 14.4\text{ Kg/m}$$

4. 每米物料质量 $q_G = Q/3.6v = 450/(3.6 \times 2.5) = 50\text{ Kg/m}$

5. 其他参数:

系数 $C=1.09$

摩擦系数 $f=0.015$

重力加速度 $g=9.81\text{ m/s}^2$

落差 $H=115\text{ m}$

6. 满载运行圆周力 $F_u = C f L g (q_{RO} + q_{RU} + 2q_B + q_G) - q_G H g$

$$F_u = 1.09 \times 0.015 \times 1057 \times 9.81 \times (10.18 + 3.47 + 2 \times 14.4 + 50) - 50 \times 115 \times 9.81 = -40733.9\text{ N}$$

7. 滚筒轴功率 $P_A = 10^{-3} F V = 10^{-3} \times (-40733.9) \times 2.5 = -10183\text{ KW}$
匹配电机功率:

文地质与工程地质条件,查明尾矿的沉积规律及沉积时间,这就要求在尾矿库的日常管理中必须建立尾矿库的动态管理数据库,建立一个比较固定的评价模式,从而使分析工作简单化、快速化。

参考文献

[1]陈祥福.沉降计算理论及工程实例[M].北京:科学出版

社,2005.

[2]金钟集,等.现代尾矿设施设计与管理维护技术及尾矿资源综合利用实用手册[M].北京:北京矿业大学出版社,2005.

作者简介 郭朝阳(1971-)男,广东韶关人,湖南有色冶金劳动保护研究院水工环地质工程师,注册土木(岩土)工程师,注册安全工程师,一级建造师,研究方向:尾矿库、水文工程地质。