文章编号: 1004 -5716(2005) 02 -0069 -02　　中图分类号: TD22　文献标识码: A

尾矿坝浸润线控制

赵　杰[1], 李淑英[2]
(1. 大连理工大学土木水利学院, 辽宁 大连 116024; 2. 吉林省白城市第一建筑工程总公司, 吉林 白城 137000)

摘　要: 浸润线的控制是尾矿坝筑坝技术的关键。影响坝体浸润线走势包括坝体土料的物理性质、渗透性能、干滩长度、坝体形状与结构、初期坝的透水性以及排渗设施的布置。还分析了尾矿泥夹层对浸润线走势的影响。

关键词: 尾矿坝; 渗流; 浸润线; 渗透系数; 排渗设施

尾矿坝的坝体是由透水性强弱不等的粗细尾矿砂堆筑而成。在我国[1], 尾矿坝的堆筑方式多采用上游冲填式。由于该型式主要通过冲填形成的尾砂滤水结构体排去浸入坝体内部的渗透水, 因此, 一旦滤水体结构因某些原因(如坝体内细粒级的沉积矿泥夹层过多等) 而难以形成或被破坏, 坝体内部的浸润线就会抬高, 渗透水就可能从坝坡逸出, 在坝面形成沼泽地, 甚至引起管涌。显然, 尾矿坝的这种工作状况不利于其自身稳定安全, 也是不允许出现和必须要加以防止的。因此, 尾矿坝的渗流分析是十分重要的, 应控制浸润线的高度以确保不会发生渗透破坏, 保证尾矿坝的安全运行。历史上由于尾矿坝的渗透破坏而引起的坝体失稳破坏已是屡见不鲜。

浸润线是反映坝体渗流的特征线, 浸润线的位置是坝体排水性能的综合反映。它的走势决定于坝体土料的物理性质、渗透性能、干滩长度、坝体形状与结构、初期坝的渗水性以及排渗设施的布置。

1　初期坝透水性

初期坝材料的透水性对于尾矿坝的浸润线走势有很大关系[2]。一般情况下尾矿砂的渗透系数在 10^{-4} cm/ s 左右, 当初期坝是用粘土材料筑成时, 由于粘土的渗透系数较小, 要比尾矿砂小两个数量级, 所以相对来说初期坝为不透水坝, 一旦坝体内无排渗设施或者排渗不畅, 浸润线受初期坝不透水影响, 被迫抬高, 易造成渗流沿初期坝顶逸出。当初期坝是由碎石、砾砂等材料筑成时, 由于其渗透系数较大, 比尾矿砂要大两个数量级, 相对来说为透水坝。由于初期坝的透水作用, 坝体内的渗流一般不会从坝坡上逸出。

图 1、图 2 分别是浙江兰亭尾矿坝和本钢歪头山尾矿坝的渗流分析。兰亭尾矿坝的初期坝内部是粘土心墙, 不透水。由于初期坝的阻水作用, 使得坝内的水不能从初期坝内透过到达下游, 浸润线被迫抬高, 在初期坝顶附近逸出, 导致初期坝坝面以上存在不同程度的沼泽化现象, 不利于坝体的稳定。

本钢歪头山尾矿坝的初期坝为透水风化混合料坝, 由混砾砂含少量碎石组成, 由于初期坝的透水作用, 使得浸润线不会从坝坡上逸出, 而是通过初期坝到达下游。

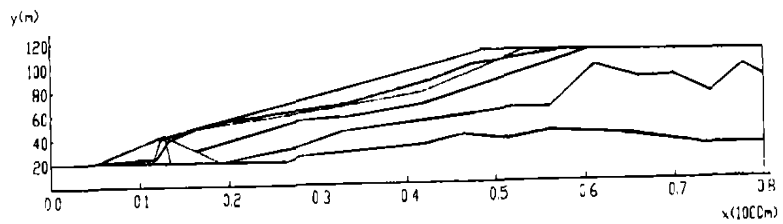

图 1　浙江兰亭尾矿坝渗流分析图

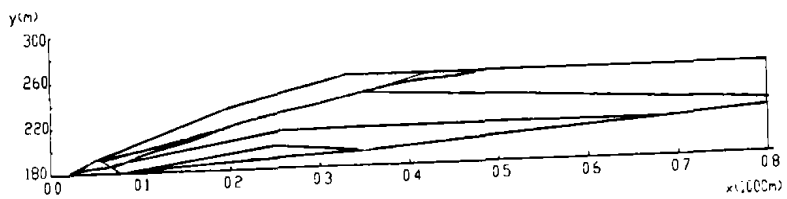

图 2　本钢歪头山尾矿坝渗流分析图

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 干滩长度的影响

干滩的长度对浸润线的走势有很大影响。对于相同的坝体材料, 干滩越长, 浸润线越高。

3 入渗区域渗透系数对浸润线的影响

在相同干滩长度的条件下, 入渗区域渗透系数不同, 浸润线的高度也不同。以兰亭尾矿坝浸润线分析为例。图 3 是在100m 干滩的条件下的渗流分析。入渗区域材料为尾粉砂, 渗透系数为 2.37×10^{-4}cm/s, 把它的渗透系数变为 2.37×10^{-5}cm/s, 二者的比较见图 3。图 4 是在200m 干滩条件下的渗流分析。入渗区域材料为尾轻亚粘土, 渗透系数为 5.05×10^{-5}cm/s, 把它的渗透系数变为 5.05×10^{-6}cm/s, 二者的比较见图 4。从计算结果分析, 入渗区域渗透系数越大, 浸润线越高; 反之, 入渗区域渗透系数越小, 浸润线越低。

4 坝体材料各向异性对浸润线的影响

尾矿坝尾砂沉积规律为: 自上而下一般为尾中砂、尾细砂、尾粉砂、少量尾亚砂、尾轻亚粘土、尾矿泥。由于尾矿的排放方式及沉积作用, 产生了坝体材料渗透系数各向异性问题。

一般认为水平向与垂直向渗透系数之比约为 2~ 6[3]。渗透系数的各向异性, 必然要直接影响到尾矿坝体内浸润线的位置。经过对实例的计算分析, 得出结论: 坝体材料水平向与垂直向渗透系数比越大, 浸润线越高。

5 排渗设施对浸润线的影响

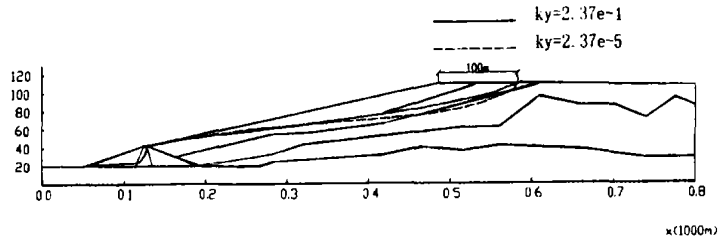

图 **3** 兰亭 **100m** 干滩的渗流分析图

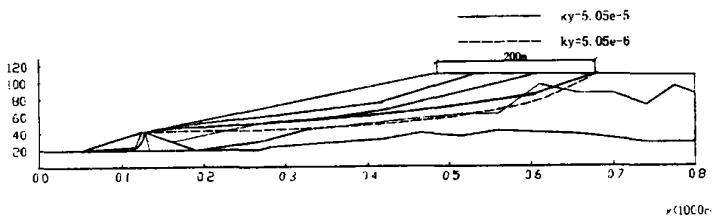

图 **4** 兰亭 **200m** 干滩的渗流分析图

尾矿坝为了降低坝体浸润线, 减少坝体渗透压力, 提高上游式尾矿坝的动力稳定性, 一般在尾矿坝填筑过程中, 布置了排渗工程设施[4]。常见的排渗设施有: 深挖盲沟、虹吸井、轻型井点、沉井、辐射井及垂直水平联合排渗等。排渗设施可以大幅度降低浸润线位置, 有利于防止坝坡渗流破坏、地震液化、保证坝体稳定。合理的布置排渗设施是保证尾矿坝渗流安全的关键, 排渗设施不宜太高, 也不宜太低。太高则使排渗作用微弱, 太低则使筑坝工程造价增高, 在经济上趋于不合理。

在渗流数值计算中, 模拟排渗设施的作用有多种方法。当采用有限元方法时, 若排渗设施为水平排渗盲沟或者排渗管, 可以在划分的网格单元中排渗体所在的位置加水头边界条件; 若排渗设施为排渗井, 排渗井中有自由水面, 在自由水面以下可以设为已知水头边界条件, 自由水面以上设为自由逸出面。

6 尾矿泥夹层对浸润线影响

尾矿砂层内常有渗透性差的尾矿泥夹层存在, 当尾矿泥夹层比较狭长时, 尾矿泥上部的浸润线会被抬高, 夹层越厚, 浸润线抬高越明显。同时, 由于尾矿泥透水性差, 浸润线会在尾矿泥内发生折转。

当尾矿坝内尾矿泥沿水平方向分布很长时, 浸润线被迫抬高会在坝坡上逸出, 这时就应当增加排渗设施, 降低坝体浸润线, 以保证坝体安全稳定。

7 结语

(1) 尾矿坝的浸润线控制是筑坝技术的关键, 应控制浸润线的高度以确保不会发生渗透破坏, 保证尾矿坝的安全运行。

(2) 尾矿坝浸润线走势的影响因素主要包括坝体土料的物理性质、渗透性能、干滩长度、坝体形状与结构、初期坝的渗水性以及排渗设施的布置。

(3) 尾矿泥夹层对浸润线走势的影响不容忽略。

参考文献:

[1] 赵坚, 沈振中. 尾矿坝复杂排水系统渗流计算方法的改进[J]. 河海大学学报, 1997, 25.

[2] 孙希乐. 治理尾矿坝渗流降低坝体浸润线实践[J]. 有色矿山, 1994.

[3] 杨四海. 贮灰场灰坝浸润线控制[J]. 东北水利水电, 1995.

[4] 卜训政. 上游式尾矿坝安全隐患分析[J]. 化工矿物与加工, 2001, 6.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net