

【文章编号】: 1672 - 4011 (2007) 02 - 0172 - 02

大尖山尾矿坝稳定性分析

刘 才 华

(广州穗监工程质量安全检测中心)

【摘 要】: 目前尾矿坝作为金属矿山和非金属矿山的特殊构筑物, 已经引起矿山安全生产的广泛注意。本文以大尖山为例, 介绍对尾矿坝这一特殊构筑物稳定性分析的方法和步骤。

【关键词】: 浸润线; 荷载组合; 参数; 稳定性

【中图分类号】: TU641/649 【文献标识码】: B

1 浸润线的计算

大尖山尾矿坝野外勘察发现两点: 其一, 尾矿坝下游水位较高, 在下游马道处有水出露; 其二, 干滩长约 85 m。根据《选矿厂尾矿设施设计规范》, 3级及 3级以下尾矿坝的渗流计算按附录三进行。计算方法过程简述如下:

首先, 确定化引滩长 L 及相应的化引库水位, 并放矿水覆盖绝大部分滩面, 此时, 化引滩长计算公式为

$$L_i = 3.3 L_c^{0.48} \tag{1}$$

式中 L_i 为化引滩长; L_c 为计算条件下的实际滩长。

化引库水位计算公式为

$$H_i = H + \frac{L_c - L_i}{m_0} \tag{2}$$

式中 H_i 为化引库水位; H 为计算条件下实际库水位; m_0 为沉积滩坡度系数 (即沉积滩坡度为 1: m_0)。浸润线位置参照尾矿设施设计参考资料确定。

$$h_i = H_i - Z \tag{3}$$

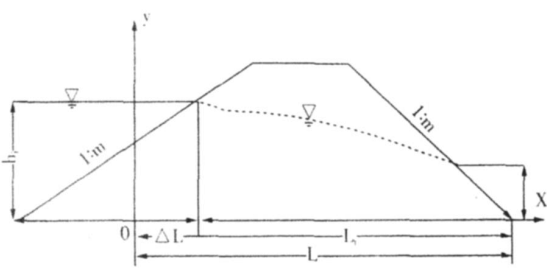


图 1 坝基不透水、无排渗设施的简化渗流计算示意图

将尾矿坝视为坝基不透水的均质坝, 当无排渗设施且下游无水时, 浸润线方程可表示为

$$y = (h_i^2 - \frac{h_i^2 - a^2}{L - m a} x)^{1/2} \tag{3}$$

式中 a 为出逸点高度, 按下式计算

$$a = \frac{L}{m} - \left[\left(\frac{L}{m} \right)^2 - h_i^2 \right]^{1/2} \tag{4}$$

$$L = L_1 + L_i; \quad L = \frac{m_0 h_i}{2m_0 + 1} \tag{5}$$

式中 m 为下游坡坡度系数。根据尾矿坝运行情况计算所得的浸润线逸出高程见表 1。这里计算工况取正常运行水位和洪水水位两种。

表 1 正常运行下浸润线计算参数统计表 (单位: m)

坝顶 高程 H_d	库水位 H	计算 滩长 L_c	化引 滩长 L	化引 水位 H_i	L_1	L	L_i	a	溢出 高程
507.3	506.52	85	27.8378	506.9773	249.05	34.12	27.84	17.68	455.68

计算结果见表 2和绘制了图 1。

表 2 不同水平位置的水位

水平坐标 X (m)	水位 Y (m)
50	61.73
100	54.10
150	45.19
200	34.03
210	31.33
220	28.36
230	25.05

注: 表中的坐标采用图 1中的坐标系。

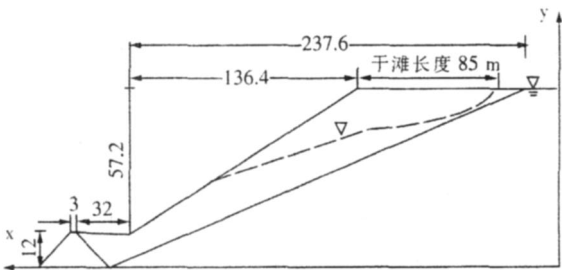


图 2 正常运行时浸润线位置

浸润线是坝体稳定计算的关键, 采用目前规范规定方法或其他方法计算浸润线后, 都必须与实测浸润线进行对比。根据上述野外勘察观测可知, 按此方法计算出的浸润线基本上能和实测浸润线吻合。下游马道有水出露的原因可能是因为大尖山尾矿坝下游坡度平缓, 上游堆积的尾矿厚度较薄。另一个原因是该尾矿坝为设置排水棱体, 使得

上游积水无法及时排泄。

2 稳定性计算

2.1 尾矿堆积坝的稳定计算

大尖山尾矿库的初期坝坝型为碾压式石渣坝，坝顶标高为海拔 450 m，坝高 12 m，坝长 33 m，上、下游坡平均为 1 1.5，库容 0.75 万 m³。堆满后用沉积尾矿堆筑子坝，边堆边存，堆积坝最终坝高 80 m，下游坡比为 1 2.0，最终堆集标高为 542 m，总库容 90 万 m³，总坝高 92 m，平均坡度为 1 6。本次评价主要对堆积坝现状标高进行稳定性计算。

大尖山尾矿坝属四等尾矿坝，根据《选矿厂尾矿设施设计规范》第 3.3.1 条规定，三级及三级以下的尾矿坝可不进行渗流稳定性计算，从而只需进行抗滑稳定性计算。

2.2 计算参数选取

大尖山尾矿坝初期坝坝型为碾压式石渣坝，堆满后用沉积尾矿堆筑子坝，边堆边存。因而稳定性计算材料包括石渣、尾矿砂两种材料。野外勘察表明，大尖山尾矿坝矿砂中粒径大于 0.25 mm 的颗粒超过全重的 70%，依据《选矿厂尾矿设施设计规范》附录一该种尾矿砂定名为尾中砂，其参数选取参考此规范中的附表 4.1。稳定性计算参数见表 3。

表 3 稳定性计算参数表

土层特性	天然容重 r (kN/m ³)	饱和容重 r_{sat} (kN/m ³)	天然状态		饱和状态	
			凝聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)	凝聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)
尾中砂	20.2	21.0	0	30	17.0	0
原始坝体材料	19.4	19.8	19	23	17	20.5

2.3 荷载组合及安全系数

大尖山尾矿库工程抗震设防类别属乙类水工建筑物，基本烈度作为设计烈度。本地的基本烈度为 6 度，因此设计烈度为 6 度，所以稳定计算不考虑地震荷载。

表 4 荷载的组合

荷载类别		荷载组合				
		1	2	3	4	5
正常运行	总应力法	有	有			
	有效应力法	有	有	有		
洪水运行	总应力法		有		有	
	有效应力法		有	有	有	

大尖山尾矿坝属四等尾矿坝，根据《选矿厂尾矿设施设计规范》坝体稳定计算有以下两种荷载组合见表四：

正常运行 = 正常水位 + 坝体自重，采用瑞典法计算，当尾矿库为四等尾矿库时安全系数 $K = 1.15$ ；

洪水运行 = 最高洪水水位 + 坝体自重，采用瑞典法计算，当尾矿库为四等尾矿库时安全系数 $K = 1.05$ 。

3 现状坝体稳定性计算及评价

3.1 工况组合

坝体目前标高正常运行荷载组合

这一工况我们采用第一节中的计算的浸润线，浸润线是按 85.0 m 干滩考虑，浸润线逸出点在 455.68 m 标高处。

坝体目前标高洪水运行荷载组合

这种工况采取假定尾矿坝全部饱水。

3.2 稳定性计算结果及评价

根据《选矿厂尾矿设施设计规范》第 3.4.1 条，采用瑞典法对大尖山尾矿坝各种运行情况进行稳定性评价，同时采用 Bishop 法与之进行对比。稳定性计算参数采用表 3 中数值，计算结果见图 3 和表 5。

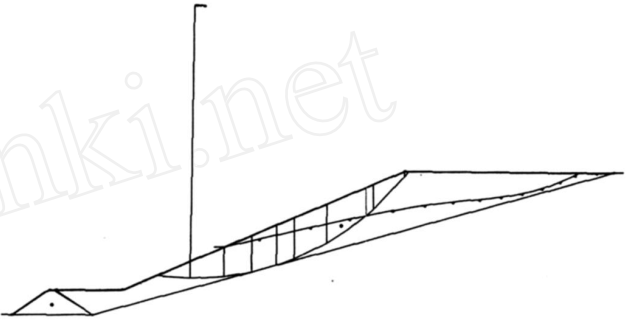


图 3 正常运行时最危险潜在滑面

表 5 稳定性计算成果表

运行情况	圆心			瑞典法	Bishop 法
	X (m)	Y (m)	半径 (m)		
正常运行	87.24	147.40	129.66	1.336	1.396
洪水运行	79.72	175.19	158.20	0.883	0.816

表 5 结果表明，正常运行下大尖山尾矿坝是稳定的，两种方法计算的稳定性系数均超过《选矿厂尾矿设施设计规范》表 3.4.3 所规定的安全系数；而洪水期稳定性较低，均小于 1.0，因此在暴雨情况下可能发生破坏。降雨导致该尾矿坝稳定性降低的原因主要有以下两个方面：地下水位上升，增大倾向坡外的渗透力；降低岩土体的抗剪强度。建议加强。

4 结 语

尾矿坝作为金属矿山和非金属矿山的特殊构筑物，对其稳定性常规的计算方法是采用拟静力法，即在各种荷载组合下，通过计算评价该构筑物的稳定性。本文结合工程实例介绍尾矿稳定性评价的方法和步骤。

[D: 2998]

参 考 文 献

[1] 《尾矿设施设计》冶金工业出版社 2004 年 9 月
[2] 《矿山选矿设计手册》北京矿业出版社 2006 年 9 月
[3] 行业标准《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1 - 90) 1990
[4] 《水工建筑物抗震设计规范》(DL5073 - 2000) 2000