

# 物理力学性质对尾矿坝稳定性影响研究

陈战旗<sup>1</sup>, 解道举<sup>1</sup>, 邹莉清<sup>2</sup>, 王松<sup>1</sup>, 汝鑫<sup>1</sup>

(1. 云南地质工程第二勘察院有限公司, 昆明 650218; 2. 云南地矿工程勘察集团有限公司, 昆明 650041)

**摘要:** 以元江镍矿1号尾矿坝为例, 利用极限平衡法, 在渗流和非渗流两种状态下对尾矿坝的稳定性进行研究, 并对尾矿坝的天然重度 $\gamma$ 、内摩擦角 $\varphi$ 、黏聚力 $c$ 与稳定性系数进行敏感性分析, 综合研究得出: 内摩擦角和黏聚力与尾矿坝稳定性系数均呈正相关关系; 天然重度与尾矿坝稳定性系数呈负相关关系; 非渗流作用下, 尾矿坝物理力学性质与尾矿坝稳定性系数的敏感性排序为: $\varphi > c > \gamma$ ; 渗流作用下, 尾矿坝的物理力学性质与尾矿坝稳定性系数的敏感性排序为: $\varphi > \gamma > c$ 。

**关键词:** 敏感性分析; 极限平衡法; 天然重度; 内摩擦角; 黏聚力

**中图分类号:** P694; TD167 **文献标识码:** A

## RESEARCH ON THE INFLUENCE OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES ON THE STABILITY OF TAILINGS DAM

CHEN Zhan-qi<sup>1</sup>, XIE Dao-ju<sup>1</sup>, ZOU Li-qing<sup>2</sup>, WANG Song<sup>1</sup>, RU Xin<sup>1</sup>

(1. Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., Ltd., Kunming 650218, China;  
2. Yunnan Geologic and Mineral Bureau of Exploration & Exploitation, Kunming 650041, China)

**Abstract:** Taking the No. 1 tailings dam of Yuanjiang Nickel Mine as an example, the limit equilibrium method is used to study the stability of the tailings dam in two states of seepage and non-seepage. Sensitivity analysis of cohesion and stability coefficient was carried out, and comprehensive research showed that: the internal friction angle and cohesion were positively correlated with the stability of tailings dam; the natural weight was negatively correlated with the stability coefficient of tailings dam; Under the action of seepage, the sensitivity order of the physical and mechanical properties of the tailings dam and the stability coefficient of the tailings dam is:  $\varphi > c > \gamma$ ; under the action of seepage, the sensitivity of the physical and mechanical properties of the tailings dam to the stability coefficient of the tailings dam The order is:  $\varphi > \gamma > c$ .

**Key words:** sensitivity analysis; limit equilibrium method; natural density; the angle of internal friction; cohesive forces

### 1 工程概况

尾矿库位于云南省境内南部, 普洱地区所辖的墨江县及玉溪地区所辖的元江县接壤地带。库区隶

属元江县因远镇安定村, 大板壁西侧, 其地理座标为: N23°20'~23°50', E101°35'~101°50'间; 西距墨江县城 35 km, 沿库区公路到安定村 11 km, 东距元江县城直线距离 55 km。库区有简易公路与安定相

连,交通较便利,相对位置见图1、图2。

尾矿库由初期坝和尾矿堆坝组成,初期坝于2005年堆筑完成,为碾压式石渣坝;坝顶标高1697.00 m,坝高25.0 m,坝顶长90.0 m,坝顶宽3.5 m,内外坡比均为1:2.0,初期坝建成后有效使

用库容达 $27.30 \times 10^4 \text{ m}^3$ ;该尾矿库于2015年7月停用,目前尾矿已堆积至1741.70 m标高,坝顶长度为310.50 m,堆积坝高达44.70 m,坝顶宽2.60 m,尾矿库纵深长度424.00 m,总坝高已达69.70 m;现状坝坡总体坡比约1:4.35。



图1 交通位置图



图2 尾矿坝平面位置图

## 2 地质环境条件

### 2.1 气象水文条件

库区属于亚热带气候,雨量充沛,旱雨季分明;年平均气温 $19^{\circ}\text{C}$ ,年极限最高温度为 $42.3^{\circ}\text{C}$ ,年极限最低温度为 $-0.2^{\circ}\text{C}$ ,雨季为6~10月,80%的雨量集中在该区段,雨型多为中-大雨,偶有暴雨,雨日达20 d/月;区内年平均降雨量1600 mm,月最大降

雨量350~450 mm,日最大降雨量85~120 mm。区内气温随海拔的升高而降低,海拔每升高100 m,气温降低 $1^{\circ}\text{C}$ 。

库区属于红河水系。库区内地表有一河流为板壁河支流,该河流流水主要由矿区洗矿水及各支沟泉水汇集而成,调查时为雨季,其流量约80 l/s;旱季时由于泉水的减少,流量比雨季稍小,约为雨季的75%。该河水最终汇入下游沟口出口处的板壁河,

最终由板壁河汇入阿墨江;板壁河枯季流量 1 970 m<sup>3</sup>/d,雨季流量 19 070 m<sup>3</sup>/d,旱雨季流量变化差异极大。

### 2.2 地形地貌

尾矿库库区原始地貌为风化剥蚀-河流侵蚀沟谷,沟型呈“V”型发育,谷坡坡度 40°~50°左右,地形较为陡峻,切割深度 20~80 m 不等;主沟上发育多条支沟,发育特征与主沟形态相似,沟型呈“V”型,谷坡坡度在 30°~40°左右,切割深度 15~30 m。坝址区沟型呈“V”型发育,沟底宽度 10.0~15.0

m;岸坡地形较为陡峻,右岸坡度在 40°左右,左岸坡度在 45°左右;该坝址地段岸坡由于无规则地开采形成了多处开挖面,开挖面坡度较陡,最陡处可达 60°左右,出露中等风化基岩。

### 2.3 地层岩性条件

根据地质调查及钻探揭露,库区内出露地层主要为第四系全新统人工填堆积层(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>),下伏燕山期超基性岩体(Σ<sub>5</sub><sup>2</sup>(1))地层;人工填堆积层(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)主要为人工填土①层和尾矿堆积体②层;如图 3、表 1 所示。

表 1 库区地层分布一览表

地层成因	岩土名称及单元层代号	分布位置	
Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup>	人工填土①层 (初期坝)	褐黄、灰白、灰褐色蛇纹石化橄榄岩碎石、块石混黏性土碾压而成, 含有约 15%~25% 的粘性土, 局部达 30%~40%	
	尾矿、碎石混合土②层	尾矿、碎石混合土② <sub>3</sub> 层	褐黄色~灰褐色, 切面稍有光泽, 碎石为主, 局部夹块石, 分布于初期坝内坡部位
		人工填土① <sub>3</sub>	浅黄色、褐黄色~灰褐色, 切面稍有光泽, 为堆坝子坝组成材料
	尾矿堆积体②层	尾矿砂② <sub>1</sub> 层	尾中砂② <sub>1-1</sub> 层 灰褐色, 局部夹尾粗砂薄层, 具微层理, 无光泽反应
		尾粉砂② <sub>1-2</sub> 层	尾粉砂② <sub>1-2</sub> 层 灰褐色, 局部夹尾中砂薄层, 具微层理, 无光泽反应
		尾粉土② <sub>2</sub> 层	尾粉土② <sub>2</sub> 层 灰褐色, 局部夹尾中砂薄层, 具微层理, 无光泽反应
尾矿黏土② <sub>3</sub> 层	尾黏土② <sub>3-1</sub> 层	尾黏土② <sub>3-1</sub> 层 褐灰色、褐黄色, 具微层理, 切面稍有光泽	
	尾黏土② <sub>3-2</sub> 层	尾黏土② <sub>3-2</sub> 层 褐灰色、褐黄色, 具微层理, 切面稍有光泽	
	尾黏土② <sub>3-3</sub> 层	尾黏土② <sub>3-3</sub> 层 褐灰色、褐黄色, 具微层理, 切面稍有光泽	
Σ <sub>5</sub> <sup>2</sup> (1)	橄榄岩④	灰黑夹灰白色, 致密结构, 块状构造, 矿物成分主要为辉石、橄榄石, 中等风化, 节理裂隙一般发育, 主要有两组, 呈“X”型交错发育, 倾角 35°~50°, 裂隙面上蚀变现象明显, 蚀变为蛇纹石; 钻探岩心呈碎块状及短柱状, 少量角砾状	

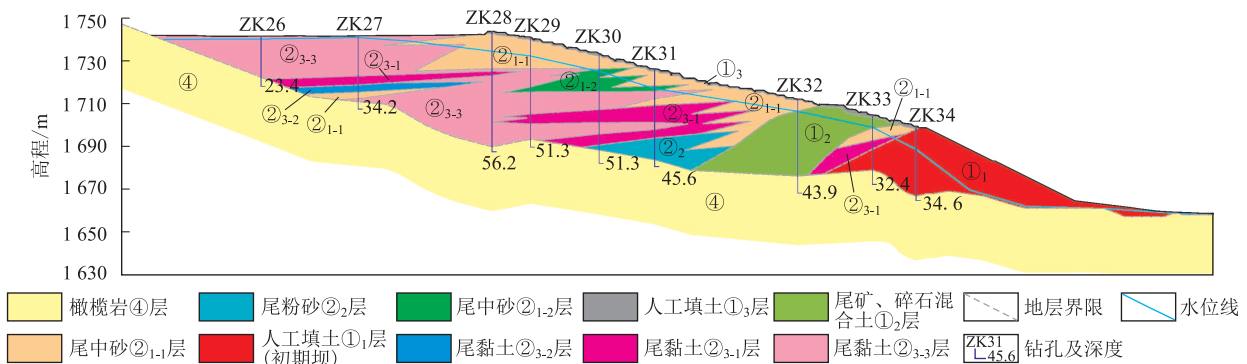


图 3 尾矿库工程地质剖面图

### 2.4 地质构造

库区位于青、藏、滇、缅、印尼“歹”字型构造体系东支中段,经历了多次构造变动,构造行迹较为复杂;属于哀牢山褶皱带,为“歹”字型构造东侧边缘构造,其大致沿红河西岸发育。从构造迹象可以看出,区内主构造应力场主压应力方向为北东-南北方向;主张应力为北东-南西方向,断裂主要为北西向。距离库区较近的断层为马呼洞断层⑤(约 2.5 km)、风丫口断裂⑥(约 3.2 km),均为非活动性断裂,对库区影响小(见图 4)。

库区地震活动较少,地震基本烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.1 g(第二组)。

### 2.5 水文地质条件

地下水含水层及其特征:

尾矿库库区地下水的补给来源包括降雨补给和岩浆岩风化裂隙水地下径流的补给;山体斜坡区的基岩裂隙水受弱风化岩层阻碍,向谷内迳流,成为谷内地下水的补给源,最终向下游板壁河迳流排泄,少量以下降泉的形式向库区沟谷排泄(图 5);尾矿库库区地下水类型主要包括:松散岩类孔隙水和岩浆

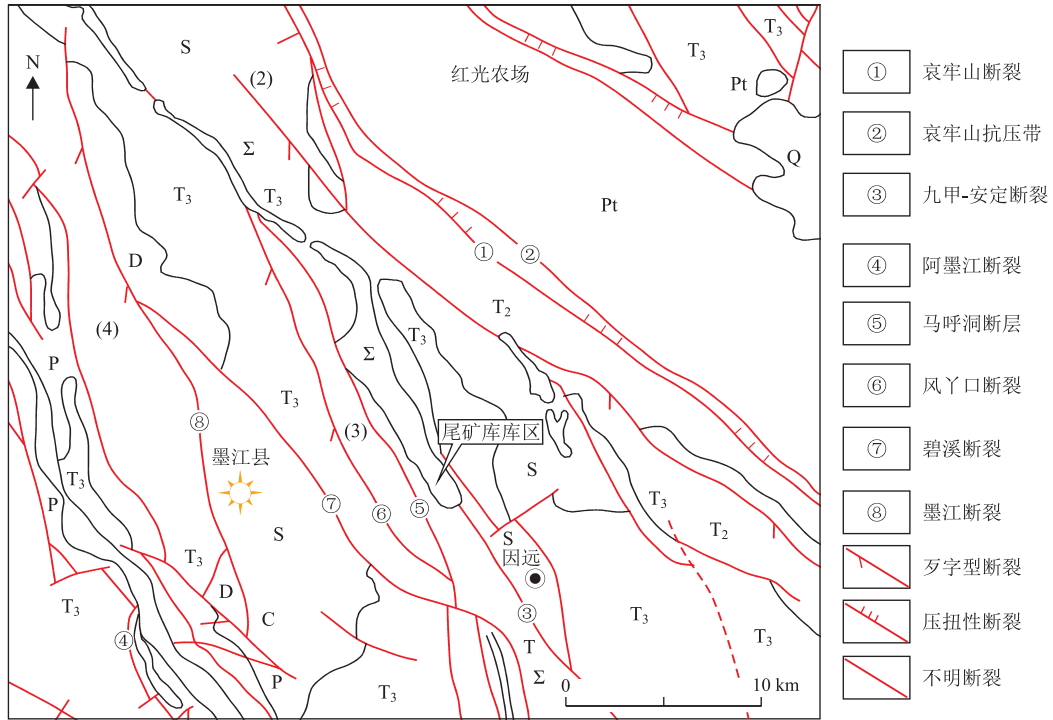


图 4 构造体系略图

岩风化裂隙水。

(1) 松散岩类孔隙水

为上层滞水,主要分布于第四系全新统人工填堆积层(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>),为初期坝和尾矿堆坝的组成材料,分布于整个尾矿库的库区;在尾矿库干滩区域地下水位在 1.8~4.5 m,子坝区域地下水位为 6~10 m,初期坝区域为 9~18 m;主要接受大气降雨与相邻含水层的补给;富水性弱。

(2) 岩浆岩风化裂隙水

主要分布于燕山期超基性岩体(Σ<sub>2</sub><sup>2</sup>(1)),主要岩性为橄榄岩,主要呈中风化,局部强风化,地下水化学类型为 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + SO<sub>4</sub><sup>-</sup> - Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>,矿化度低,基本无侵蚀性;库区附近共发现 3 个泉点,大泉流量为 3.42 l/s,为中等富水性;泉点情况如下:

① Q<sub>1</sub> 泉:侵蚀下降泉,长期观测的平均水量为 1.06 l/s,水量较小,水质清澈,无色无味,该地段岩层较破碎,主要接受浅表部的风化裂隙水补给。

② Q<sub>2</sub> 泉:侵蚀下降泉,长期观测的平均水量为

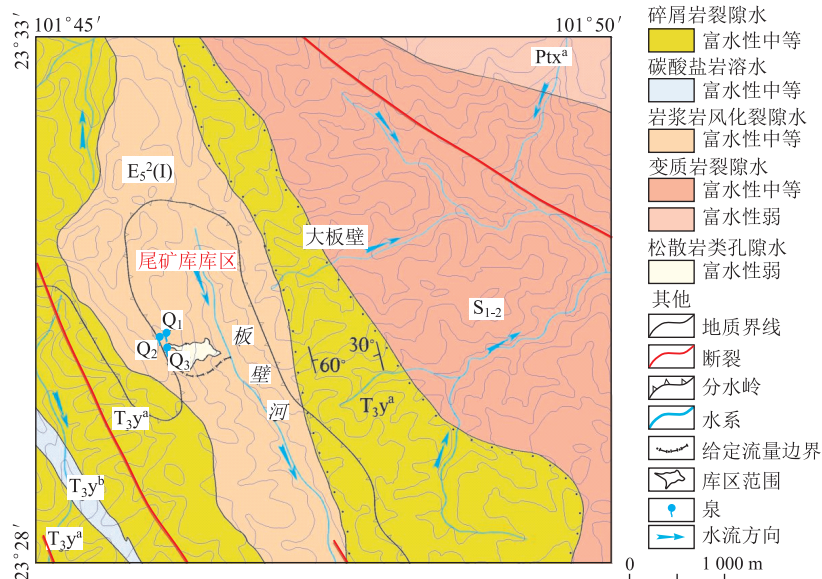


图 5 区域水文地质图

3.42 l/s,水量较丰富,水质清澈,无色无味,主要供矿山生活及饮用水用,该地段岩层较破碎,主要接受浅表部的岩浆岩风化裂隙水补给。

③  $Q_3$  泉:侵蚀下降泉,长期观测的平均水量为0.81 l/s,水量较小,水质清澈,无色无味,该地段岩层较破碎,主要接受浅表部的风化裂隙水补给。

### 3 库区岩土体工程特性

根据研究区内的地层、岩土体结构和类型、组合

特征、稳定性、完整性及坚硬程度等因素,将研究区地层划分为一个岩体类型和两个土体类型:分别为第四系全新统人工填堆积层( $Q_4^{ml}$ )、第四系坡残积层( $Q_4^{dl+el}$ ),燕山期超基性岩体(中风化橄榄岩)( $\Sigma_5^2(1)$ )地层,如图3所示;其中,人工填堆积层( $Q_4^{ml}$ )主要为人工填土①层(初期坝堆积体、尾矿碎石混合土层、人工填土)和尾矿堆积体②层(尾中砂、尾粉砂、尾粉土、尾黏土②<sub>3-1</sub>层、尾黏土②<sub>3-2</sub>层、尾黏土②<sub>3-3</sub>层),详述如表2。

表2 尾矿库岩土体物理力学参数表

岩土名称	天然重度 $\gamma$ /kN·m <sup>-3</sup>	干重度 $\gamma_d$ /kN·m <sup>-3</sup>	弹性模量 E/MPa	抗剪强度指标	
				粘聚力 $c$ /kPa	内摩擦角 $\varphi$ /°
人工填土① <sub>1</sub> (初期坝)	21.5	21	80	10.0	32.0
尾矿、碎石混合土① <sub>2</sub>	20	19	65	25.0	17.0
人工填土① <sub>3</sub>	18.0	13.0	30	35.0	10.0
尾中砂② <sub>1-1</sub>	水上	17.5	13.0	30	25.0
	水下	18.0	13.5	35	24.0
尾粉砂② <sub>1-2</sub>	水上	17.0	12.0	28	30.0
	水下	17.5	12.5	31	29.0
尾粉土② <sub>2</sub>	16.5	11.0	32	40.0	21.0
尾黏土② <sub>3-1</sub>	15.2	8.5	33	45.0	16.0
尾黏土② <sub>3-2</sub>	15.0	8.0	35	40.0	9.0
尾黏土② <sub>3-3</sub>	14.5	7.5	36	20.0	6.0
橄榄岩④	25.0	24.0	4 000	100.0	35.0

## 4 尾矿坝稳定性及敏感性研究

### 4.1 稳定性计算方法的确定

极限平衡法是岩土工程最常用的边坡稳定性评价法。是分析极限平衡状态下,尾矿坝在外部施加的破坏力、尾矿坝岩土体在重力作用下产生的下滑力与自身抗力之间的静力平衡,通过尾矿坝的抗滑力与下滑力之间的比值来判断尾矿坝的稳定性,主要根据摩尔-库伦强度准则计算尾矿坝在极限平衡状态的方法。有多种计算方法<sup>[3]</sup>,包括:费伦纽斯(Fellenius)法<sup>[3]</sup>、余推法、Janbu法、瑞典圆弧法和Bishop法等。

### 4.2 极限平衡法计算实例

#### 4.2.1 稳定性计算方法

根据上述分析:极限平衡法<sup>[5]</sup>主要分为3种,即Bishop法、瑞典条分法、Janbu法,结合本文尾矿坝工程实际情况,最终选用Bishop法、瑞典圆弧法作为本文尾矿坝稳定性计算方法。

#### 4.2.2 稳定性计算参数的选取

根据各种室内外土工试验,并结合相关工程技术研究规范,库区主要岩土体物理力学参数数据如表2。

#### 4.2.3 计算剖面选择与确定

根据尾矿坝平面图,2-2'剖面完全贯穿尾矿堆坝和初期坝,最适合作为二维计算剖面(图6),运用Bishop法进行稳定性分析与计算。

#### 4.2.4 稳定性计算

本次计算选用 Rocscience slide 软件,是20世纪70年代由美国 Rocscience 公司开发的专门的岩土计算分析研究软件,主要用来计算安全系数和评价岩土边坡稳定性。该软件具有以下特征:①可以利用圆弧法和折线法自动搜索滑动面;②能够考虑地震荷载、集中荷载各种不同的外加荷载;③可以对安全系数进行反分析;④可以对材料的各向异性进行准确的反映;⑤可以通过大量的参数(Ru系数、浸润面、孔隙水压力等)进行对地下水的分析计算<sup>[1]</sup>,计算结果见表3、图7~图10。

表3 现状堆积条件下稳定性计算结果统计表

坝顶高程	计算方法	计算状态	稳定性系数 $F_s$
1 741.70	Bishop法	非渗流	1.774
		渗流	1.586
	瑞典条分法	非渗流	1.696
		渗流	1.512

由表3可以得出:尾矿坝处于稳定状态,非渗流状态下 Bishop法、瑞典条分法稳定性系数为1.774、

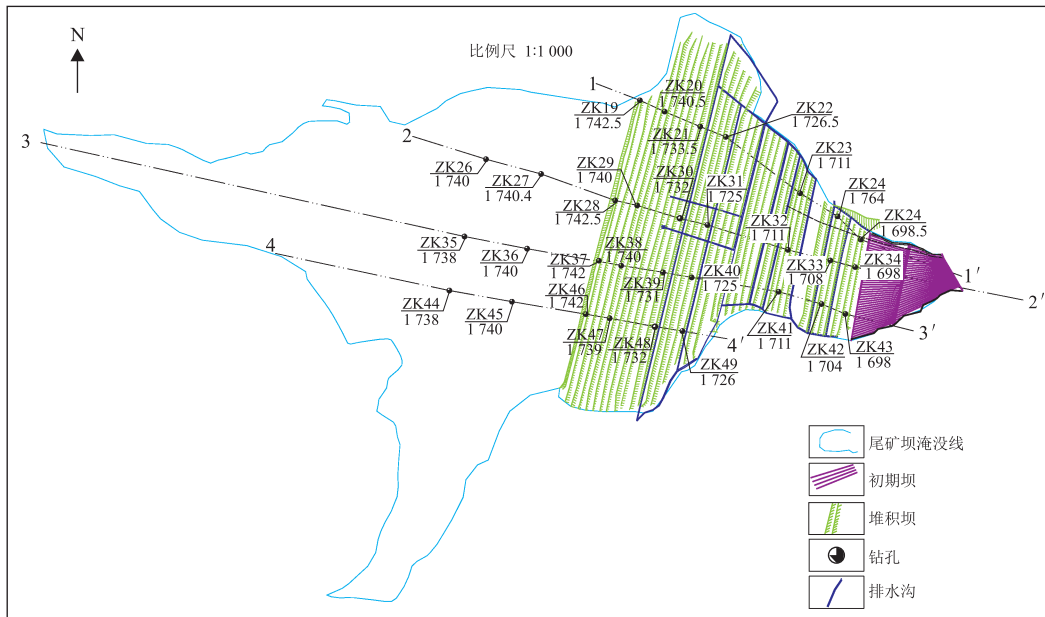


图 6 尾矿库纵剖面平面图

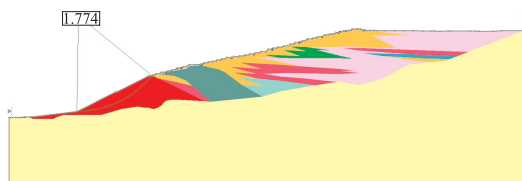


图 7 Bishop 法稳定性计算结果(非渗流)

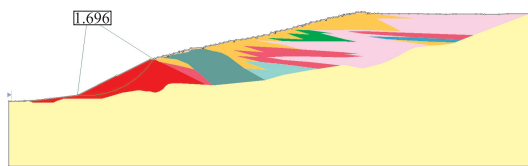


图 8 瑞典条分法稳定性计算结果(非渗流)

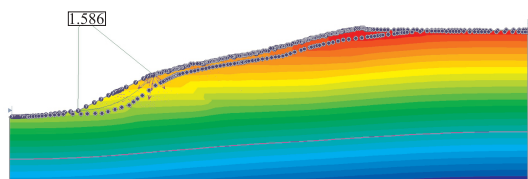


图 9 Bishop 法稳定性计算结果(渗流)

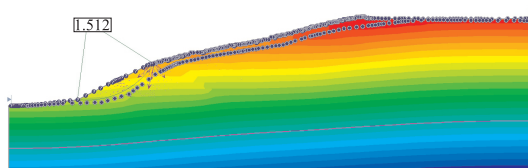


图 10 瑞典条分法稳定性计算结果(渗流)

1.696, 满足规范要求; 渗流状态下 Bishop 法、瑞典条分法稳定性系数为 1.586、1.512, 分别比非渗流

状态下降低 0.188、0.184; 下降百分比分别为 10.54%、10.67%; 由此可以得出: 渗流与尾矿坝稳定性呈负相关关系。

#### 4.2.5 物理力学性质对尾矿坝稳定性的影响

尾矿坝岩土体的物理力学性质包括: 尾矿坝的物理力学性质主要反映为尾矿坝组成材料的天然重度( $\gamma$ )、内摩擦角( $\varphi$ )和粘聚力( $c$ )的取值大小, 也就是尾矿坝的稳定性受  $\gamma$ 、 $c$  和  $\varphi$  控制; 根据莫尔-库仑定律, 尾矿堆积坝尾矿的抗剪强度如公式如下:

$$\tau = \sigma \tan \varphi + c$$

式中,  $\tau$  为材料的抗剪强度;  $c$  为材料的粘聚力;  $\varphi$  为材料内摩擦角;  $\sigma$  为在滑动面上的正应力。

利用 Slide 软件中的敏感性分析模块<sup>[1]</sup> (Sensitivity Analys), 在渗流和非渗流状态下, 对尾矿坝的 3 个重要物理力学参数(天然重度、内摩擦角、粘聚力)与稳定性系数进行敏感性研究。计算结果如下:

不考虑渗流作用时, 尾矿坝的物理力学参数与稳定性系数的关系如图 11~图 14。①粘聚力与尾矿坝稳定性系数的相关关系为正相关, 粘聚力从 8 kPa 到 34 kPa 时, 稳定性系数增加了 0.449, 由 1.570 增加到 2.019, 粘聚力平均每增加 1 kPa 稳定性系数增加 0.017。②天然重度与尾矿坝的稳定性系数呈负相关, 天然重度从 15 kN/m<sup>3</sup> 到 27 kN/m<sup>3</sup> 时, 尾矿坝稳定性系数减小了 0.196, 由 1.910 减小到 1.714, 天然容重平均每增加 1 kN/m<sup>3</sup> 尾矿坝稳定性系数减小 0.016。③内摩擦角与尾矿坝稳定性系数呈正相关, 内摩擦角从 12°~30°时, 尾矿坝稳定

性系数增加了 0.841,由 0.829 增加到 1.670,内摩擦角平均每增加  $1^\circ$ 尾矿坝稳定性系数增加 0.047。  
④内摩擦角和粘聚力与尾矿坝稳定性均呈正相关关系,但内摩擦角的斜率明显比粘聚力斜率大的多,因此内摩擦角对尾矿坝稳定性影响远远大于黏聚力。天然重度与尾矿坝稳定性系数呈负相关关系,结合图 11 和图 12,天然重度的斜率略小于粘聚力的斜率,说明天然容重对尾矿坝稳定性影响略小于粘聚力。

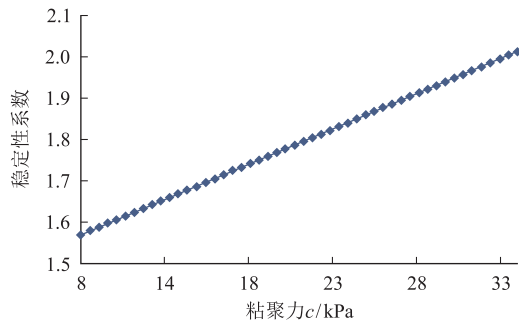


图 11 粘聚力与稳定性系数的关系图(非渗流)

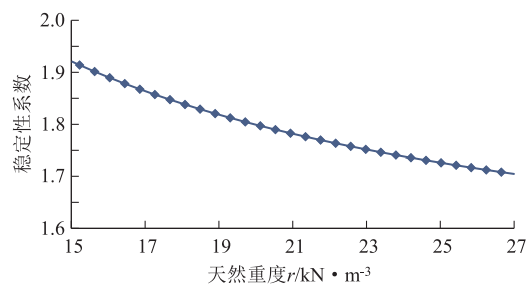


图 12 天然重度与稳定性系数的关系图(非渗流)

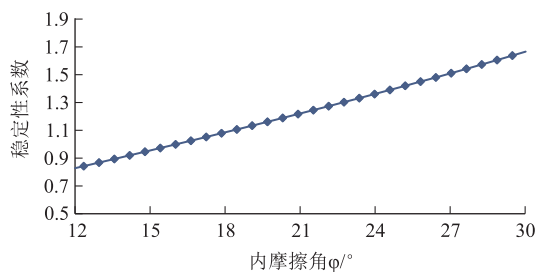


图 13 内摩擦角与稳定性系数的关系图(非渗流)

渗流作用下尾矿坝初期坝的物理力学性质与尾矿坝稳定性系数的关系如图 15~图 18。  
①粘聚力与尾矿坝稳定性呈正相关关系,粘聚力从 8 kPa 到 34 kPa 时,尾矿坝稳定性系数增加了 0.442,由 1.408 一直增加到 1.850,粘聚力平均每增加 1 kPa 安全尾矿坝稳定性系数增加 0.017。  
②天然重度与尾矿坝稳定性呈负相关关系,天然重度从 15 kN/m<sup>3</sup> 到 27 kN/m<sup>3</sup> 时,尾矿坝稳定性系数减小了 0.215,

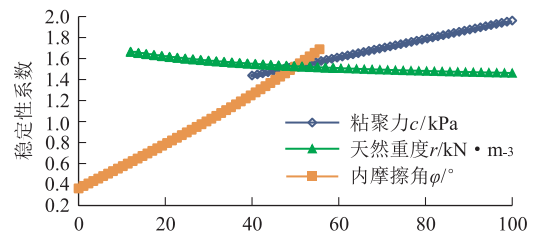


图 14  $\varphi$ 、 $c$ 、 $\gamma$  与稳定性系数的关系图(非渗流)

由 1.757 一直减小到 1.542,天然容重平均每增加 1 kN/m<sup>3</sup>尾矿坝稳定性系数减小 0.018。  
③内摩擦角与尾矿坝稳定性呈正相关关系,内摩擦角从  $12^\circ$  升高到  $30^\circ$ 时,尾矿坝稳定性系数增加了 0.956,由 0.825 增加到 1.781,内摩擦角平均每增加  $1^\circ$ 尾矿坝稳定性系数增加 0.053。  
④内摩擦角和粘聚力与尾矿坝稳定性均呈正相关关系,但内摩擦角的斜率明显比粘聚力斜率大的多,因此内摩擦角对尾矿坝稳定性影响远远大于黏聚力。天然重度与尾矿坝稳定性呈负相关关系,结合图 15 和图 16 可以得出,天然重度的斜率略大于粘聚力的斜率,说明天然容重对尾矿坝稳定性影响略大于粘聚力。

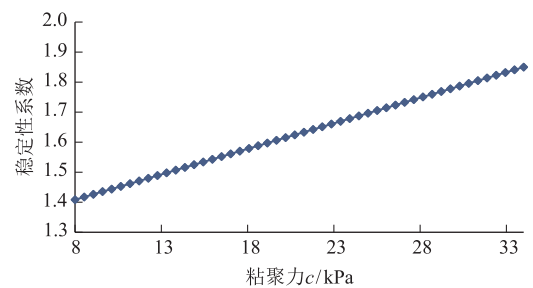


图 15 粘聚力与稳定性系数的关系图(渗流)

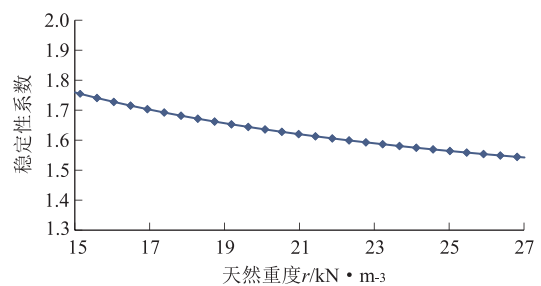


图 16 天然重度与稳定性系数的关系图(渗流)

## 5 结论

(1) 渗流与尾矿坝稳定性呈负相关关系;渗流状态下 Bishop 法、瑞典条分法稳定性系数分别比非渗流状态下降低 0.188、0.184;下降百分比分别为 10.54%、10.67%。

(2) 内摩擦角和粘聚力与尾矿坝稳定性均呈正

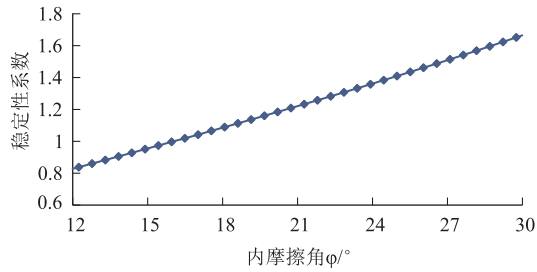
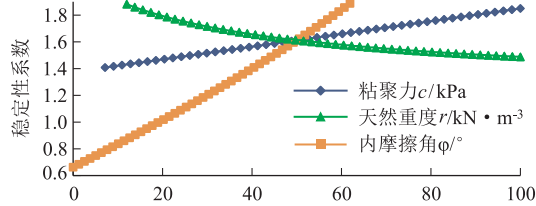


图 17 内摩擦角与稳定性系数的关系图(渗流)

图 18  $\varphi$ 、 $c$ 、 $\gamma$  与稳定性系数的关系图(渗流)

相关关系;天然重度与尾矿坝稳定性系数呈负相关关系。

(3) 非渗流作用下,尾矿坝的天然重度、内摩擦角、粘聚力与尾矿坝稳定性系数的敏感性排序为:内

摩擦角 > 粘聚力 > 天然容重。

(4) 渗流作用下,尾矿坝的天然重度、内摩擦角、粘聚力与尾矿坝稳定性系数的敏感性排序为:内摩擦角 > 天然容重 > 粘聚力。

#### 参考文献

- [1] 陈战旗. 云南元江镍矿 1 号尾矿坝稳定性研究[D]. 导师:王瑞雪;徐世光. 昆明理工大学, 2020.
- [2] 眭素刚, 徐世光, 刘文连, 等. 某渣场污染物在非饱和岩土介质中的迁移模拟研究[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2013, 44(5): 2173-2180.
- [3] Zhang K, Cao P, Bao R. Progressive failure analysis of slope with strain-softening behaviour based on strength reduction method[J]. 浙江大学学报: A 卷英文版, 2013, 14(2): 101-109.
- [4] Tang P. The Stability Analysis of The High Rock Slope of The Abutment in Kala Hydropower Project [J]. 2012, (6): 146-151.
- [5] 王晓东, 李小萌, 黄海云. 基于渗流分析对某尾矿库坝体稳定性研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2017, 28(2): 70-73.
- [6] 李刚, 李恩兴. 某堆积体斜坡变形特征及稳定性分析[J]. 地质灾害与环境保护, 2020, 31(3): 66-71+76.
- [7] 陈战旗, 王瑞雪, 徐世光, 等. 温州某边坡稳定性分析[J]. 地质灾害与环境保护, 2019, 30(1): 30-36.

作者简介: 陈战旗(1991—), 男, 河南开封人, 硕士研究生学历, 助理工程师, 主要从事灾害地质、水文地质等工作。

E-mail: 1109243009@qq.com

## 《地质灾害与环境保护》征订启事

本刊主管单位:四川省教育厅;主办单位:成都理工大学、地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室。学术性期刊,季刊。1990年创刊,国内外公开发行人。大16开,每期112页,约22万字。欢迎订阅。

**定价:** 2008~2023年每期定价15元,全年4期,年定价60元;2005~2007年每期定价10元,全年4期,年定价40元;1991~2004年过刊每套定价154元(包括:总第3期~总28,30~53期,计42册);也可分年分期选订:1991~1993年,半年刊,每册定价1.00元;1994~1997年,季刊,每册定价2.00元;1998~1999年,季刊,每册定价3.00元;2000~2001年,季刊,每册定价4.00元;2002~2004年,季刊,每册定价5.00元。

#### 订阅办法

1. 2000年起开始邮发,邮发代号62-140,可在全国各地邮局订阅。
2. 本刊已参加“全国非邮发报刊联合征订”,代号5314号。
3. 向本刊编辑部订阅: 请用邮局汇款。收款单位:《地质灾害与环境保护》编辑部。

地址:成都市成华区二仙桥东三路1号 成都理工大学;邮政编码:610059。

编辑部联系电话:(028)84078481。

《地质灾害与环境保护》编辑部

2023年6月25日