

## 尾矿库初期坝勘查要点分析评价

## Analysis and Evaluation of Key Points of Initial Dam Exploration for Tailings Reservoir

田超 陈志雄 喻永昌

Chao Tian Zhixiong Chen Yongchang Yu

西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司 中国·云南昆明 650051

Southwest Nonferrous Kunming Exploration Surveying and Designing (Institute) Inc, Kunming, Yunnan, 650051, China

**摘要:** 通过对会东县尾矿库岩土工程勘察及调查过程中的要点进行分析, 论文总结尾矿库初期坝勘查过程中的注意事项, 在总结勘查要点之后, 通过本项目开展后的情况说明勘查方法的可行性, 为以后尾矿库初期坝建设项目勘查提供参考依据。

**Abstract:** By analyzing the key points in the geotechnical engineering survey and investigation process of Huidong County tailings pond, this paper summarizes the precautions in the initial dam exploration process of the tailings pond, after summarizing the exploration points, the feasibility of the exploration method is explained through the implementation of this project, providing a reference basis for the exploration of the initial dam construction project of the tailings pond in the future.

**关键词:** 尾矿库; 勘察; 调查; 物探; 初期坝

**Keywords:** tailing pond; prospect; investigation; geophysical prospecting; initial dam

**DOI:** 10.12346/etr.v6i2.9051

## 1 引言

该尾矿库位于凉山彝族自治州会东县, 尾矿库属于河谷型尾矿库, 属于新建尾矿库。该尾矿库设计终期总坝高 87m, 设计总库容  $253 \times 10^4 \text{m}^3$ , 初期坝高 37m, 坝轴线长 160m, 坝型采用碾压式土石分区坝, 堆积坝总高 50m, 按照相关规范该尾矿库属于三等库。由于该尾矿库地处岩溶发育区, 且有断层通过, 为了更准确地查明初期坝建设位置的工程地质条件, 需要在勘查过程中通过多种手段进行分析评价, 以便提供准确资料<sup>[1-2]</sup>。

## 2 区域地质条件

如图 1 所示, 初期坝所在位置属于典型的河谷型地貌区, 周边斜坡坡度为  $20^\circ \sim 60^\circ$  不等, 沟谷呈“V”型, 周边植被较发育, 植被覆盖率 60%, 局部见水土流失现象。根据钻孔资料显示, 拟建初期坝位置地表分布有第四系耕植土、素填土、粘土等, 沟底分布有卵石, 厚度约为 7.40m, 下伏地层为白云岩和板岩地层。勘察范围内局部见小型溶洞(高度小于 1.0m)分布, 由于溶洞埋深较大, 且顶板厚度大,

不需要对其进行处理。

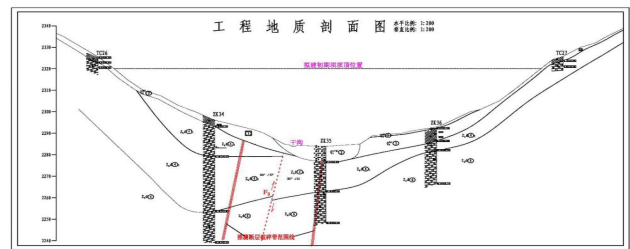


图 1 初期坝建设位置工程地质剖面图

### 2.1 根据剖面资料可知, 初期坝建设位置揭露地层情况

①素填土: 主要分布在河谷谷底位置, 整体呈松散一稍密状, 成分以碎石土为主, 局部为砂土、粘性土, 力学性质不均匀。

②耕植土: 分布于河谷两岸缓坡位置, 厚度小, 呈可塑状, 以粘性土为主, 含有腐殖质。

③卵石: 分布在河谷中部的河床位置, 中密状为主, 卵石主要呈亚圆状、圆状, 局部含有少量圆砾等, 充填物主要

【作者简介】田超(1988-), 男, 中国河北唐山人, 硕士, 工程师, 从事地质灾害、工程地质、环境地质研究。

为粘性土，局部为粉土、粉砂等。

④粘土：分布在河床及缓坡位置，可塑状，含有岩石风化碎块，局部夹粉质粘土等。

⑤红粘土：分布在河床及缓坡位置，可一硬塑状，含有少量白云岩风化碎块。

⑥全风化白云岩：埋藏较深，呈稍密一中密状，风化程度高，力学性质较高。

⑦强风化白云岩：埋藏较深，呈砂状及砾砂状，局部短柱状，岩石破碎。

⑧中风化白云岩：主要呈短柱状，局部碎块状，岩石节理裂隙发育，局部见小溶洞发育，高度小于 1.0m。

⑨强风化板岩：呈碎石状及碎块状，局部夹短柱状。

⑩中风化板岩：呈短柱状为主，局部碎块状。

## 2.2 初期坝建设位置断裂发育情况

根据物探资料可知，初期坝建设位置采用了“高密度电法”进行了探测工作，并取得了如下结论。

根据地质资料及现场踏勘，结合本次物探勘察成果资料综合分析，其特征表现为：

①覆盖层为第四系残坡积层，厚度为 0~12m。

②基岩为白云岩，风化带厚度为 7~14m，风化层电阻率为 200~1000Ω·m。

③剖面 200~240 段有低电阻区，电阻率值为 50~1200Ω·m，基岩风化程度高，岩层较破碎，推测可能为断层破碎带引起。

如图 2 所示，结合钻探资料及调查资料综合推测，初期坝位置分布有一条逆断层。

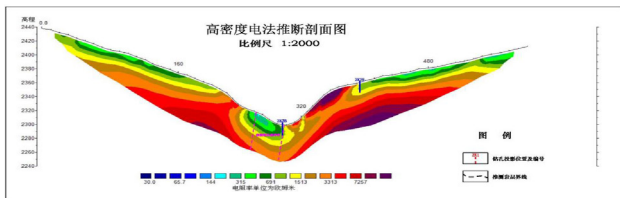


图 2 高密度电法推测断层剖面图

## 2.3 初期坝建设位置水文地质条件情况

初期坝所在的河谷中近三年内未见稳定的地表水分布，地下水类型主要为松散层孔隙型上层滞水、基岩裂隙水和岩溶水。

松散层孔隙型上层滞水主要分布在第四系冲洪积层中，空间上多呈带状或块状分布，整体连通性差。该层水主要受大气降水补给，以渗透形式向四周低洼处排泄。根据钻探资料可知，地下水无统一的水位，总体富水性弱。

基岩裂隙水主要分布在板岩中，含水层主要为强风化及中风化的板岩，由于岩石节理裂隙发育，该层岩石的富水性弱一中等。该层地下水主要受大气降水及第四系松散层孔隙型上层滞水补给，以散流或泉水形式溢出。

岩溶水主要赋存于库区的碳酸盐岩中，整体埋藏较深，整体富水性弱。主要受大气降水及第四系松散层孔隙型上层滞水补给，沿着溶洞及溶蚀裂隙等排泄。

## 2.4 初期坝周边不良地质条件

### 2.4.1 红粘土

初期坝地基范围内分布有厚度不等的红粘土，根据自由膨胀率数据分析可知，该层土的自由膨胀率  $\delta_{ef}=20\% \sim 33\%$ ，说明红粘土为非膨胀土。但是由于红粘土本身具有一定的胀缩性，主要表现在失水收缩，一般浸水膨胀不明显，因此在边坡开挖过程中，红粘土边坡失水干缩产生的收缩裂缝易形成导水通道，雨季时地表水易沿着裂缝深入软化坡体而导致边坡失稳。

### 2.4.2 岩石风化

场地岩体受断层影响，整体节理裂隙发育，岩石呈现破碎状，整体风化作用强烈，在地表形成一定厚度的风化层。工程建设过程中，风化岩在差异性风化现象的影响下，地基可能产生不均匀变形。此外，在地表水下渗影响下，风化岩体易发生软化，从而形成滑坡、崩塌等地质灾害。

### 2.4.3 现状地质灾害

初期坝建设位置所在的沟谷原为小型泥石流沟，属于汛期暴雨激发沟谷型低频泥石流，至今未造成人员伤亡及较大的财产损失等。在泥石流的形成区位置设置了多处谷坊坝等，有效降低了泥石流发生的可能性。

### 2.4.4 冲沟

距离初期坝较近的位置分布有 1 条冲沟，冲沟断面呈“V”型，两侧沟岸坡度为  $20^\circ \sim 45^\circ$ ，冲沟中下游沟床位置出露红粘土，沟床位置多被开垦成农田，上游基岩出露。冲沟整体植被发育较好，且形成区汇水面积较小，沟内无明显松散堆积物，发生泥石流灾害的可能性小。

### 2.4.5 人工边坡

人工边坡位于初期坝一侧的公路边上，属于采石形成的人工边坡，边坡走向  $87^\circ$ ，倾向  $357^\circ$ ，边坡坡度  $65^\circ \sim 70^\circ$ ，边坡面高约 18~29m，长约 95m，边坡面岩石差异性风化明显，未采取支护措施。边坡面岩层产状为  $285^\circ \angle 23^\circ$ ，边坡面发育 2 组节理裂隙， $J_1: 315^\circ \angle 75^\circ$ ， $J_2: 75^\circ \angle 68^\circ$ 。如图 3 所示，根据持平投影图分析可知，该段边坡岩层面倾向与边坡面倾向夹角  $72^\circ$ ，属于基本有利组合，但是  $J_1$ 、 $J_2$  结构面， $J_2$  结构面与岩层面组合棱体交线与边坡面呈顺倾不利组合，边坡面总体基本稳定，局部稳定性较差。

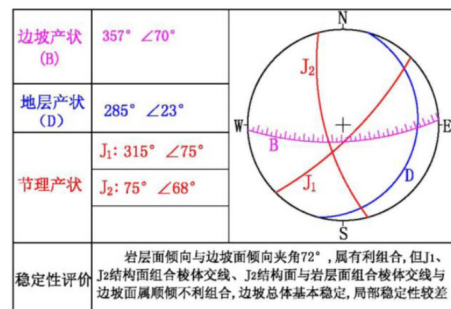


图 3 持平投影图

#### 2.4.6 岩溶

根据钻探资料及调查资料综合分析,初期版建设范围内分布溶洞内均见可塑状粘性土填充,溶洞顶板厚度为2.20~10.30m,且以中风化岩层为主,部分为强风化,洞顶岩体稳定。

#### 2.4.7 水土流失

初期坝周边斜坡边坡分布有厚度不一的多红粘土,土体遇水易软化,水稳定性较差,在地表水及重力作用下易产生坡面泥石流造成水土流失。

### 3 初期坝勘查要点

尾矿库初期坝的稳定性关系着尾矿库周边及下游行人财产等安全,一旦发生事故将会对居民的生命财产构成严重威胁,并且由于矿渣的特殊性,极易使生态环境受到破坏<sup>[3]</sup>,通过调查分析大量野外资料可知,初期版勘查主要有以下几点需要认真查明:

①调查、分析初期版周边的区域地质条件、气象水文条件、洪水及地震活动情况,特别是工程区附近有无活动断裂及活动断裂的分布规律。

②根据初期版布置位置,查明坝区河床覆盖层厚度,层次结构,下伏基岩地层岩性、岩体完整程度。

③查明软弱岩层、软弱夹层,特别是缓倾角软弱夹层、断层和裂隙等分布、性质、厚度、产状、延续性和组合关系。

④查明地下水的分布规律、有无侵蚀性等。

⑤对坝区的工程地质条件进行评价。

上述条件是否准确关系着初期坝建设的稳定性和安全性。尤其是本次勘查位置除分布有断层之外,尚有各种不良地质现象及现状地质灾害等。

### 4 初期版勘查过程中注意的要点及处理措施

本次勘查过程中,采取了钻探、槽探、原位测试、注水试验、波速测试等手段,结合物探资料,通过资料间的相互印证,以求满足初期勘查的要求。

#### 4.1 断层的勘查

由于该断层属于隐藏式断层,地表范围内未见断层露头,因此采取物探方式进行相关信息的探测和收集,由于钻探过程中未能揭露断层所在位置的岩土体,不能通过钻探资料判断断层的特点,所以通过物探的方法对断层的分布特点进行探测,通过物探资料可以大致探明断层的位置,结合钻探资料,判断断层的性质。

#### 4.2 风化岩体的调查

由于初期坝建设位置属于山区,周边不良地质现象发育,尤其是岩体风化现象明显,表层岩体风化情况可知根据工程地质调查进行资料的收集,埋藏较深的基岩需要结合物探和钻探资料综合分析说明相关情况。钻探资料可以直观地认识

岩石的风化情况,通过结合室内试验方法,可以进一步佐证野外的判断。除此之外,可以结合物探资料,根据电阻率高低进行判断,电阻率越低说明岩石风化程度越高。

#### 4.3 岩土体透水性的调查

通过钻孔常水头注水试验方法进行岩土体渗透系数的统计计算,针对初期版位置岩土体的不同状态、不同岩土体种类进行注水试验,以得到各类岩土体的渗透系数,为后期库区防渗提供准确的设计参数。

#### 4.4 其他特殊情况的调查

红粘土胀缩性的判断需要室内试验查明其胀缩性。现状地质灾害、人工边坡及水土流失等,需要通过工程地质调查进行现场判断。

### 5 勘察实际效果

通过项目的开展,结合上述手段对初期坝各类地质条件进行了收集判断,在钻探、槽探、室内试验等常规方式的开展工作之外,结合物探方法进行了对比分析,取得了很好的勘察成果,为初期坝的后期设计、施工提供了完整的所需资料。

### 6 结论

①尾矿库初期坝一般建设在山沟位置,复杂的地质环境加大了尾矿库建设的难度,同时对尾矿库的地质勘查也提出了更高的要求。勘查过程中要通过多种手段查明尾矿库建设的各类注意事项,通过对比分析,综合评价尾矿库建设的可行性和稳定性分析。

②尾矿库初期坝的建设是为了尾矿的堆积服务,其稳定性关系着周边人和物的安全,除了评价其稳定性之外,还要考虑其渗漏带来的环境问题,因此在勘查过程中,需要充分考虑初期坝建设位置的岩土体渗透问题,需要采取不同的手段对岩土体的完整性、渗透系数进行试验分析。

③尾矿库初期坝的勘查不只是钻探、物探和原位测试等,同时区域工程地质调查对初期坝建设和运营的影响起到了极大的影响,尤其是对周边地质环境的准确评估,对区域地质资料的合理利用是影响初期坝运营过程中安全的重要因素。因此,多手段的应用在初期坝勘查中是起到至关重要作用的。

#### 参考文献

- [1] 武兴龙,赵永清,潘湘和,等.尾矿坝勘察中的坝体稳定性分析[J].世界有色金属,2021(10):207-208.
- [2] 郝深志.大沟河赤泥库初期坝工程地质评价[J].西部探矿工程,2023,35(2):12-14+22.
- [3] 郑鹏.浅谈尾矿库边坡失稳原因及处理措施[J].冶金与材料,2022,42(6):122-124.