

上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程

YBJ 11—86 (试行)

中华人民共和国冶金工业部部标准

关于《上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程》 颁发试行的通知

(88) 冶基设字第123号

(88) 中色基设字第159号

冶金部勘察研究总院、沈阳、武汉、成都勘察研究院、勘察研究所；中国有色金属工业总公司西安、长沙、昆明勘察院：

《冶金工业建设上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程》YBJ11—86，经有关单位审定，现颁发为冶金工业部及有色金属工业总公司所属各勘察单位的统一规程，自1987年1月1日起试行。在试行中，注意总结经验和积累资料，并将改进意见寄交冶金部勘察科学技术研究所。

冶金工业部基本建设局
中国有色金属工业总公司基本建设部

一九八六年七月七日

上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程

第一章 总 则

第1.0.1条 本规程适用于冶金企业已建的上游法尾矿堆积坝的工程地质勘察工作。

第1.0.2条 勘察目的是：

- 一、验证已建尾矿堆积坝的稳定性；
- 二、为已建尾矿堆积坝继续加高的可行性及设计提供依据；
- 三、为同类型的新建尾矿坝提供可资借鉴的工程地质资料。

第1.0.3条 勘察要求是：

- 一、查明尾矿堆积体的组成，密实程度及其沉积条件；
- 二、查明尾矿堆积体的物理力学性质，包括动力性质及高应力状况下的强度与变形性质；
- 三、查明勘察期间浸润线的位置，当渗漏较严重或因渗漏而污染自然环境时，尚应查明渗漏途径；
- 四、研究尾矿坝基的稳定性，查明各种不稳定因素，提出相应的工程措施方案。

第1.0.4条 尾矿砂及尾矿土按颗粒组成分类。尾矿砂分为：尾砾砂、尾粗砂、尾中砂、尾细砂四种；尾矿土分为：尾矿泥、尾重亚粘、尾轻亚粘、尾亚砂、尾粉砂五种。判定标准见附录四。可采用相近似的地基土图例。

第1.0.5条 尾矿库的分级按“选矿厂尾矿设施设计规程”（试行）中的规定，见本规程附1。

第二章 工程地质调查

第2.0.1条 工程地质调查以搜集研究已有资料并进行现场踏勘为主。当地质构造复杂，且存在不良地质现象时，进行工程地质测绘。

第2.0.2条 搜集资料，一般包括下列内容：

- 一、已有的工程地质资料，其中应注意老地形及水文地质条件的变化，有无不良地质现象，如：断裂及其活动性、岩溶、滑坡、泥石流、软弱土夹层、管涌等；
- 二、所在地区的地质资料及地震地质资料，地震和震害的历史记录；在强地震区还应包括主要构造带和强震震中分布图、强地震区预测图以及卫星照片等；
- 三、尾矿的来源（原矿石种类与放矿方法），全尾矿成份与粒度，放矿方式，放矿管位置；尾矿坝逐年上升高度，最终堆坝的设计高度，设计对堆坝的要求，实际堆坝状况与设计要求的对比等；
- 四、尾矿沉积的特点及粒度的变化，坝坡的稳定性，有无经受洪水、地震或其它原因致使坝体受损及其情况，其后如何修复，以及修复后的稳定性等。

第2.0.3条 现场踏勘与调查，一般包括：

一、尾矿坝的现状调查，如浸润线在坝前有无溢点，降低坝体浸润线的措施和水位情况，坝体和尾矿库周边的变形等；

二、坝体和库容外围的地质与地质构造复查，在强震区重点研究断层及其活动性；在岩溶区重点调查渗漏，以及由于渗漏引起的坝基稳定等问题；

三、库区周边调查，有无塌岸引起库容壅塞、库水漫顶的可能性。

第2.0.4条 工程地质测绘：

一、测绘范围包括尾矿坝、库区及其有关的外围。观测点可按网状布置，但需照顾到重要的点（如代表性的岩石露头、地下水露头、陷穴、溶洞等）和线（如岩层界线、地貌界线、断层线、滑波边缘等）测绘的比例尺及观测点的数量、间距参照下表：

测绘比例尺	观测点数 (km ²)	观测点间距 (km)
1:2000	50~100	0.14~0.08
1:5000	20~50	0.22~0.14

二、在工程地质测绘中，为观察和描述新构造活动痕迹和断层面特征，可进行井探、槽探工作。

三、当需查明隐伏断层线的位置、破碎带的宽度及水文地质条件等时，可进行物探工作。

第2.0.5条 根据工程地质调查的原始记录，整编（工程地质调查说明书），内容注重于不良地质现象。进行工程地质测绘的

结果，除上述说明书外，还应编成工程地质图，其上附有工程地质条件概要说明表。

第三章 勘探与原位测试

第一节 勘 探

第3.1.1条 勘探目的是：

- 一、为坝体变形与稳定性分析以及加固方案取得地质岩性剖面；
- 二、选取各种土试料以进行试验；
- 三、测定地下水位；
- 四、查明坝与库区可能渗漏的途径。

第3.1.2条 勘探方法以钻探为主，可配合少量探井：

- 一、钻探宜采用XU600、XU300或DPP100型钻机，终孔直径一般不小于108mm；
- 二、采取原状土应使用静力压入法，使用取土器的面积比不宜大于20%；
- 三、标准贯入试验孔应采用套管护壁或泥浆护壁的回转钻进法；贯入冲击装置应采用自动脱钩以保证锤自由下落；
- 四、采用少量探井，所取得土的物理力学性质指标应与钻孔的进行对比；
- 五、初期坝上的钻孔完成后，应立即用原土回填夯实，以免影响坝的稳定性；
- 六、钻探操作应遵守本规程附录2。

第3.1.3条 勘探点按勘探线布置。勘探线垂直于坝轴线的方向，其定位应考虑到放矿位置及方式对尾矿堆积体组成的影响。勘探线的间距应考虑原地形条件与堆积体的主要组成。勘探线的一端应从初期坝的下游，坝前大约30m处开始，其另一端应到达水边线。应有

不少于两条勘探线延伸到池内，每条长度不少于 50m，取得水底地形坡度，并取水底扰动尾矿土样，作分类定名试验。

第3.1.4条 勘探线与勘探点间距除特殊要求外，一般可参照下表确定：

尾矿库等级	勘探线间距 (m)		勘探点间距 (m)
	堆积坝组成以尾矿土为主	堆积坝组成以尾矿砂为主	
一至三级	不大于200	不大于250	30~60 每条勘探线上不宜少于6个点
四至五级	不大于250	不大于300	40~80 每条勘探线上不宜少于5个点

注：①表中的勘探孔系指钻孔。

②在任何情况下，勘探线总数不少于3条。

③当发现软弱夹层时，应增加勘探孔基本查明其分布，特别注意可能形成滑动面的各种夹层。

④重点勘探线上的勘探点间距取小值；一般勘探线上的勘探点间距在坝体部份取小值，在沉积滩部份加大。

⑤当需查明初期坝的密实程度、物理力学性质的变化及地下水位时，应注意沿勘探线方向在初期坝位置上有足够的勘探孔。

第3.1.5条 一般勘探孔深度应到达原自然地面，深入 1~2m；但每条勘探线上应有不少于3个控制性勘探孔，其深度以查明软弱带与可能的滑动面、管涌与渗漏等地基问题为准。控制孔深度通常可参照表3.1.5确定。

第3.1.6条 在所有钻孔中对粘性土都要采取原状土。取原状土的垂向间距一般不宜大于 2~2.5m。取原状土的数量按以下原则：

- 一、对于需统计主要力学性质指标的每种地层，不宜少于10个；
- 二、对于每种呈夹层出现的或埋藏较深的软弱土层，不宜少于6个。

第二节 静力触探与标准贯入试验

第3.2.1条 进行静力触探孔之目的是：

- 一、配合钻孔，进行力学分层；
- 二、指导从钻孔中采取原状土的深度。

第3.2.2条 用于指导从钻孔中取原状土的静力触探孔应在钻探工作之前进行。它与钻孔的距离不宜大于1.5m。

第3.2.3条 进行标准贯入试验之目的是：

- 一、评价尾矿砂的密度；
- 二、判定在地震作用下尾矿砂产生液化的可能性。

尾矿砂的密度可参照表3.2.3评定。

控制性勘探孔深度 (原自然地面以下) 表3.1.5

尾矿库等级	控制孔深度 (m)	
	位于库区	位于坝体
一至三级	5~8	15~20
四至五级	3~5	10~15

- 注: ①当在设计勘探深度以内遇到基岩时, 一般达基岩层顶。
 ②在强地震区 (地震基本烈度 ≥ 7 度) 需进行动力反应分析时, 每条勘探线上应有不少于3孔到达基岩或坚实地层, 后者指标准贯入试验的锤击数 $N_{63.5} \geq 50$ 的土层。
 ③当场地内已有地质资料时, 则上述深度可适当减少。
 ④当遇有岩溶等特殊问题时, 勘探深度不受上述限制。

$$\mu_d = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2}$$

式中 G_d ——动剪切模量 (kp.);
 μ_d ——动泊松比;
 V_p ——纵波速度 (m/s);
 V_s ——横波速度 (m/s);
 ρ ——介质密度 (t/m^3)。

根据动剪切模量 G_d 和动泊松比 μ_d 可以计算动弹性模量 E_d , 公式如下:

$$E_d = 2G_d (1 + \mu_d) \quad (3.3.1-3)$$

第3.3.2条 测定波速可用检层法或跨孔法。

第3.3.3条 波速孔的位置应在有代表性的地段上, 沿垂直于坝轴线的剖面布设, 剖面数量不应少于2条。

波速是在不同的深度施测的。波速测点的位置一般设在地质岩性的分界面处。当遇到厚层时, 可在层中部增加施测点, 或按深度间距一般为2~4m进行施测。

第3.3.4条 波速测定完成后, 应按不同深度提出各测孔下列成果的图表与说明:

- 一、纵、横波速, 即 V_p 和 V_s ;
- 二、相应的动力参数, 即动剪切模量 G_d 和动泊松比 μ_d 。

第四节 十字板剪力试验

第3.4.1 当尾矿土或地基中的软土厚度大于0.5m时, 可在钻孔中进行十字板剪力试

尾矿砂密度评定 表3.2.3

尾矿砂密度分级	标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$
松散	< 4
稍密	4~10
中密	$> 10 \sim 30$
密	$> 30 \sim 50$
很密	> 50

注: 本表适用于 $d_{50} > 0.074$ mm 的尾矿砂。

第三节 地震法波速测定

第3.3.1条 进行人工激震的波速测定, 其目的是求动剪切模量和动泊松比, 计算公式如下:

$$G_d = \rho V_s^2 \quad (3.3.1-1)$$

$$(3.3.1-2)$$

验，其目的是测定抗剪强度。

第3.4.2条 测试次数按试验层厚度，每1.0~1.5m测一个点。对同一层位的软土，其测定总数不宜少于3个。

第3.4.3条 当试验深度较大时，必须注意安装好导正系统及测试设备，拧紧接箍，以消除人为的与机械的误差。

第五节 抽水与注水试验

第3.5.1条 进行抽水试验之目的，是获取综合的渗透系数，同时也获得涌水量、影响半径及下降漏斗形状。

第3.5.2条 钻孔抽水试验方法可按《供水水文地质勘察规范TJ27—78》进行。

第3.5.3条 进行注水试验之目的，是测定地层的垂直渗透系数。注水试验方法可按《冶金工业建设工程地质勘察技术规程及方法指南》进行。

第四章 室内试验

第一节 物理及力学性质试验

第4.1.1条 室内土工试验一般包括下列指标：

一、尾矿砂：颗粒分析、天然容重、天然含水量、比重、饱和度、孔隙比、相对密度、抗剪强度、渗透系数、天然休止角、毛细上升高度（粉细砂）等。

二、尾矿土：天然容量、天然含水量、比重、饱和度、孔隙比、液限与塑限、塑性指数、液性指数、抗剪强度、渗透系数。

三、从探井中采取尾矿土原状样，进行垂直和水平两种渗透试验。

四、当坝基存在粘性土且需计算沉降时，应进行高压（垂直压力不少于1.0Mp_a）固结试验，求压缩指数、固结系数和先期固结压力。

五、对尾矿土（尤其是软弱土）应进行固结不排水剪试验，测孔隙水压力，提供总应力法及有效应力法的抗剪强度指标。

六、为进行非线性静应力分析，作固结排水剪试验，提供主应力差（ $\sigma_1 - \sigma_3$ ）与轴向应变 ϵ_α 关系曲线以及体应变 ϵ_v 与轴向应变 ϵ_α 关系曲线。采用至少三种侧向主应力 σ_3 ，其中最大的 σ_3 值应与坝高大体相适应。

第4.1.2条 当需要综合研究尾矿性质时，可进行矿物化学分析及镜下鉴定。

第4.1.3条 为使试样尽量少受运输扰动影响，应在进行钻探的现场设立土工试验间，进行含水量、容重、直剪等项目的测定。

第二节 动力性质试验

第4.2.1条 当勘察场地地震基本烈度等于大于7度时，应进行动力性质试验，测定动模量、阻尼比以及液化应力比、动强度等项指标。

第4.2.2条 对粘性土试验应采用天然结构的原状样品。对砂类可使用按照规定密度要求重塑样品，但在试验报告中必须注明制备试样的方法。

第4.2.3条 在尾矿堆积坝坝体上，应采取有代表性的尾矿砂样不少于二种，尾矿土样不少于一种以进行动三轴试验。试验方法应采取施加反压等措施保证试样饱和。每种试样的

采取数量如下：

一、当动三轴试验的样品规格为： $\Phi 3.91 \times 8\text{cm}$ ，野外取原状土的规格为 $\Phi 10 \times 20\text{cm}$ 时，则：

为抗液化及动强度试验，一般需用20个土柱；

为动模量及阻尼比试验，一般需用8个土柱。

二、当需使用制备的样品进行试验时，每种土样应采取不少于30kg。

第4.2.4条 对于送往试验室进行动三轴试验的土样，除应提出要求试验项目外，还必须说明进行试验的条件包括：制备样品采取的密度，进行试验采用的主应力比和侧向主应力等。一般情形下，可参照以下条款：

一、均等固结条件适用于模拟水平地面下土体的静应力状态，主应力比 $K_c = 1$ 。非均等固结条件用于模拟倾斜地面下土体静应力状态，通常可选取主应力比 $K_c = 1.0, 1.5, 2.0$ 三种。

二、侧向主应力通常可选用 $\sigma_3 = 100, 150, 200\text{kPa}$ 三种。但当进行模量、阻尼试验时，应考虑坝高，尽可能选用较大的 σ_3 值。

三、当制备尾矿砂样品进行试验时，应在密度与力学性质呈线性关系（通常为相对密度 $0.30 \sim 0.70$ ）范围内，对1~3级坝采用两种控制性密度，一种高于、另一种低于平均密度；对4~5级坝采用一种有代表性的密度，或坝体实测的平均密度。

第4.2.5条 根据震级，试验的等效循环次数按下表采用：

里氏震级	7	7.5	8
等效循环次数	10	20	30

第4.2.6条 动三轴试验完成后，一般情形应提以下成果：

一、对于无初始剪应力的情形，用主应力比 $K_c = 1$ ，提出液化应力比 τ_d/σ_3 与循环周数（取对数）关系曲线；式中 τ_d ——液化剪应力， σ_3 ——固结应力；

对于有初始剪应力情形，应采用不少于三个主应力比（例如可用 $K_c = 1.0, 1.5, 2.0$ ），进行非均等固结后的振动试验，提出试验结果，当需要时，根据委托书，还可以提出液化破坏时的动剪应力 τ_d 与初始剪应力比 αsf 关系曲线。

二、根据试验结果，提出的以下曲线：

动应力 σ_d ——动应变 ϵ_d 关系曲线；

动模量 E_d ——动应变 ϵ_d 关系曲线。

当需要时，根据委托书，还可以提出归一化的模量——动应变关系，以及表达动模量与平均主应力的指数关系的指标。

三、绘制每级动应力下的应力——应变滞回圈，从中算出阻尼比 λ 。提出不同固结应力下的阻尼比 λ ——动应变 ϵ_d 关系曲线。

四、当需要时，根据委托书，还可以分别绘制总应力及有效应力莫尔圆，求出相应的动强度指标：

指 标	总应力法	有效应力法
动粘聚力	c_d	c_d'
动内摩擦角	ϕ_d	ϕ_d'

第五章 长期观测点的设置

第一节 一般规定

第5.1.1条 对三级以上以及四级以下但安全度较低的尾矿坝坝体，应有计划地设置长期观测系统，从而掌握坝的使用状态，以验证设计的正确性，保证尾矿坝的安全运行。

需进行长期观测的项目及其要求，应由设计单位提出。勘察单位根据委托，负责观测点的设置。有条件时，宜设置自动观测与记录系统。

第5.1.2条 观测工作应按专门合同进行。勘察单位将埋设各种观测点的数据资料，作为技术档案交给建设单位。建设单位将观测成果送交勘察及设计单位。

第5.1.3条 长期观测包括：位移与变形观测、浸润线观测、孔隙水压力观测以及渗透流量与浑浊度观测等。

第5.1.4条 观测时间分为日测、旬测、月测及季测等。应根据工程条件及设计要求，在合同内规定。遇有渗漏、裂隙等险情，应及时报告并处理。

第5.1.5条 在观测点和基点的四周宜设置砖石护栏，以资保护。

第二节 位移与变形观测

第5.2.1条 位移观测分为垂直位移和水平位移两种，两者可以合并埋设为一个标点。点的布设可按照垂直于和平行于坝轴线。基点应设在坚实不移的土中或岩石上，以防止变形或位移。观测点和基点都用水泥制品制成。观测点的埋深不应少于2m，同时亦不应少于地基土的冻结深度。

第5.2.2条 在观测位移期间，如果坝体出现裂缝，应分别记录其位置、大小、深度、宽度以及出现日期。对于规模较大的裂隙，应作出素描图。如果裂隙发展迅速，应及时报警。

第三节 浸润线观测

第5.3.1条 在坝体内设置水位观测管，以了解浸润线的变化规律。观测点应布设在垂直于坝轴线的断面上，一般情形可设三条。根据勘测期间已获知的浸润线数据，确定观测点的数量与间距，以能反映浸润线的形状及其变化为原则。

第5.3.2条 观测管内径不宜小于6.35cm；其埋设深度应考虑到地下水的变动，应使过滤管的下端位于最低水位以下3m；其下端应设置沉淀管，上端则将逐段接高。透水管段（一般长2~3m）应充填以过滤料。在管口上应加盖并紧固，以防止落物将管堵塞。

第四节 孔隙水压力观测

第5.4.1条 观测孔隙水压力是为了解其压力的分布和消散状况。观测点应布置在选定的横断面上，以便于绘制孔隙水压力等值线图。横断面位置应设在尾矿土分布的地段上。

第五节 渗透流量与浑浊度观测

第5.5.1条 在排水设施的下游或其它出现渗透水流处，设置渗透量与浑浊度观测点。

点位按区段布设。当水量不太大时，可设堰观测流量。除记录水量外，对渗水的浑浊程度也应记录，并要查明其浑浊的原因及其它情况。

第六章 资料整理及报告书编写

第6.0.1条 下列原始资料由工程负责人整编后，由主任工程师或审核人验收，作为检查报告书与图件的依据：

- 一、钻孔记录；
- 二、勘探点座标标高原始数据；
- 三、工程地质调查结果的说明书；
- 四、设计单位或建设单位提供的任务书及平面图。

第6.0.2条 勘察资料最终整理的结果，应根据工程的性质及所需说明的问题确定。般情况应包括下列报告与图件：

- 一、工程地质勘察报告书；
- 二、勘探点平面位置图；
- 三、钻孔、探井柱状图；
- 四、地质剖面图；
- 五、勘探点主要数据一览表；
- 六、土试验结果报告表；
- 七、室内各种试验的曲线与图表；
- 八、原位测试曲线图表；
- 九、其它图表，如区域地质图等。

注：标准贯入试验锤击数，可表示于钻孔柱状图中；静力触探试验结果，可表示于地质剖面图中，亦可另提专门图表。

第6.0.3条 报告书内容一般应包括：尾矿沉积条件和分层特征；初期坝、堆积坝和坝基各部分土的物理力学性质，提供为设计使用的代表性数据；现有坝的稳定性及加高坝的可行性的初步评价，应采取的加固坝体以及降低浸润线等工程措施建议。

报告书的章节，可以安排如下：

- 一、序言；
- 二、场地位置及概述；
- 三、地貌及地质条件；
- 四、初期坝及尾矿堆积坝使用以来的稳定性情况；
- 五、初期坝坝体土质条件；
- 六、堆积坝土的组成、结构及其物理力学性质；
- 七、浸润线条件；
- 八、工程分析；
- 九、结论与工程建议。

注：工程分析一章是在需要的情况下，根据委托书进行的，内容包括：地震稳定性分析、渗流分析等。

附1 尾矿库等级指标

尾矿库等级 附表1.1

级别	库容(兆立方米)	坝高(m)	工程规模
二	>1.0	>100	大型
三	1.0~0.1	100~60	中型
四	0.1~0.01	<60~30	小一型
五	<0.01	<30	小二型

注：①库容系指校核洪水位以下尾矿库容积；

②坝高系指尾矿堆积标高与初期坝轴线处坝底标高的差；

③坝高与库容分级指标分属不同级别时，以其中高的级别为准；级别差二级时，以高的级别降一级为准；

④当有下列情况之一者，按上表确定的尾矿库等级可提高一级：

- 1) 当尾矿库失事时，将使下游的重要城镇、工矿企业与铁路干线遭受严重灾害者；
- 2) 下游有重点保护历史文物、古迹且拆迁不易者；
- 3) 当工程地质及水文地质条件特别复杂经地基处理后，尚认为不够彻底者（洪水标准不予提高）。

时，须经钻探负责人同意。当变动较大时，须经工程负责人或上级批准。

2. 当进行抽水试验或其它技术难度较大的试验项目时，必须有地质技术人员参加。

3. 井口的尾矿砂较为松散。在水、泥浆的作用下，加上机械振动，井口易坍塌。应加井口护壁管（管长2~3m）。

4. 当用静力压入岩心管时，若反力不够或泥浆不能在提钻中迅速流入孔底时，可采用上下串动岩心管的方法进行钻进。

5. 下述几种情况是形成孔斜的主要原因，应加以预防及处理：

- (1) 机台的尾矿垫层有不均匀沉降；
- (2) 钻机重心偏斜；
- (3) 钻进压力或取土压力超过负荷，致使机台被顶起，压力不沿钻机中心线传递；
- (4) 变换孔径；
- (5) 不连续作业、塌孔或埋钻。

6. 钻探时要缓压慢提。泥浆要经常保持与孔口平。每次钻程不宜超过1m，以减少孔

附2 尾矿堆积坝工程地质钻探细则

(一) 总 则

1. 本细则适用于冶金企业尾矿堆积坝工程地质钻探工作。

2. 根据勘察任务书对钻探工作的要求，编制钻探任务书、及钻探施工方案。

当有一个以上的队同在一个现场作业时，应有统一的钻探施工方案，并有钻探负责人统一管理钻探技术。

(二) 施工准备

1. 钻探负责人应参加现场踏勘，一同收集有关地层岩性资料，同时了解现场施工条件。

2. 钻探开工前，先由工程负责人向钻探人员传达工程技术要求（包括钻孔的平面位置），介绍地层岩性及钻孔的预计深度；钻探负责人传达钻探施工方案（包括工作量、钻探技术要求、开工竣工时间等）。

3. 对于易损、易耗件及必需的附属部件和材料必须充分准备。

4. 钻探开始前，应对钻机与泥浆泵进行严格检查，以确保安全与正常生产。

(三) 技术要求与管理

1. 钻探过程中，需改变原钻探方案

中浮土。

7. 钻头与取土器不得长时间停留于孔底，以免尾矿沉淀或孔壁塌陷而埋钻。

8. 当钻进中或取土要提钻时，开始的速度应稍慢，并应马上加入泥浆，以确保孔内泥浆护壁压力。

9. 未见地下水之前，一般不应加浆钻进。

10. 由于尾矿堆积体比较松软且含水量大易于扰动，在钻进中容易发生翻砂及坍孔等现象，故水下钻进一般应采用泥浆支护孔壁。

11. 一般情况下，泥浆浓度为 1m^3 水加白泥 $50\sim 75\text{kg}$ ；对于松散地层或处于钻孔易塌的部位，可增加到 100kg 左右。

一般情况下，每立方米水加碱 $1\sim 2\text{kg}$ ，夏季可用 1kg ，冬季增多。当气温在摄氏负 25° 以下时，碱量可增加到 $3\sim 4\text{kg}$ 。

12. 当用管钻（抽筒）钻进时，必须紧跟套管并在孔内注满水，以保护超前孔壁并压住翻砂。

13. 当地层变化复杂时，每回次进尺应取得全部岩心样。

（四）取样与描述要求

1. 应严格按照任务书所要求的深度取土。取土的操作要稳要准，注意防止土因受振而脱落。

2. 卸取土器的动作要迅速，并确保试样结构不受意外的因素而扰动。土样应由专人负责送到试验室。

3. 对于尾矿样的描述，建议参照《冶金工业建设工程勘察技术规程及方法指南》，按相近似的地基土类进行。应注意尾矿的特点，如微层理等，作好描述与分层。

（五）安全技术管理

1. 钻探安全技术管理应参照《冶金工业建设工程地质勘察技术规程及方法指南》中的安全守则进行。

2. 当需要在坝内沉积滩上进行钻探作业时，应事先充分了解放矿方法和放矿量的变动，以避免发生设备或人身事故。还应确定沉积滩的地基承载力是否能保证钻探作业。当沉积滩的承载力低时，必须采取安全防护措施。

3. 在尾矿钻探工程中，应对人员及设备提供规定的防护措施和劳动保护。当在有放射性或毒害的尾矿坝上进行作业时，更必须加强这方面的措施。

附3 根据标准贯入试验判定尾矿砂液化

1. 对于标准贯入试验的要求：

（1）地下水位（浸润线）以下的标准贯入试验钻孔，应用泥浆支护孔壁。

（2）进行试验处的孔底沉砂厚度不应大于 10cm 。

（3）标准贯入试验应以自动落锤方式进行。

（4）在预打 15cm 之后，标准贯入试验的记录可分二挡，记录每贯入 15cm 的击数，也可分三挡，记录每贯入 10cm 的击数。

（5）对于尾粉砂、尾亚砂、尾轻亚粘，都应从标准贯入器中取代表性样品，进行颗粒分析（包括粘粒含量）。

2. 在沉积滩面以下, 深度15m范围内, 平均粒径大于0.074mm, 且粘粒含量小于1%的饱和砂, 可按照工业与民用建筑抗震设计规范TJ11—78中的公式判定液化。

附4 尾矿分类

尾矿分类表

附表4.1

类别	判定标准	名称
尾矿砂	>2.0mm占10~50%	尾砾砂
	>0.50mm占>50%	尾粗砂
	>0.25mm占>50%	尾中砂
	>0.10mm占>75%	尾细砂
尾矿土	<0.005mm占>30%	尾矿泥
	<0.005mm占>15~30%	尾重亚粘
	<0.005mm占>10~15%	尾轻亚粘
	<0.005mm占>5~10%	尾亚砂
	<0.005mm占<5%	尾粉砂

附5 若干问题的说明

(一) 关于勘察目的

本规程是针对自70年代以来对于已建成的上游法尾矿堆积坝所进行的工程地质勘察工作而编写的。这种勘察包括:

1. 对于已堆积到一定高度的坝, 检验其稳定性; 如果确系稳定, 则还要研究其加高的可行性, 并为加高设计提供依据。

2. 在已建尾矿堆积坝的附近, 拟修建尾矿条件与其相类似的上游法新坝。对老坝进行勘探与试验的成果, 可以为新坝的设计提供尾矿的物理力学性质以及可资比较的地质剖面图。

但是, 老坝的地基条件一般说来不同于新坝。老坝与地基相关连的其它稳定性问题, 只能作为新坝的参考, 不能够取代新坝的全部勘察工作。

(二) 关于尾矿分类

从选矿的观点所作的尾矿分类, 显然不能适应工程地质工作。如果按地基分类法, 对于尾矿(尤其是尾矿土)就不很确切, 因为尾矿的分类原则, 应以颗粒组成为主。

因此采用冶金建筑研究总院建议的, 以颗粒组成为依据的分类, 但稍事修整, 将五种尾矿砂归纳为四种, 即: 尾砾砂、尾粗砂、尾中砂、尾细砂; 尾矿土仍保持原来的五种。这样修整后, 大体上可与新近修订的地基规范中的土分类呈近似的对照。

(三) 关于使用钻机的种类以及对取土器的要求

根据操作经验, 为保证勘察工作质量, 应对使用钻机的种类和取土器的主要规格给予规定。钻机种类的选择以保证下压力使能在尾矿堆积体中, 从予定的深度顺利取样为主。以目前的品种而言, 建议采用油压600、油压300或汽车钻DPP100。

各单位研制的取土器正在陆续投产, 目前尚无完整的系列, 只能规定其主要参数: 面积比。按照湛江取土技术会议(1980)的要求, 根据国内现有的材质及加工条件, 此值不应大于20%。关于样土的操作, 规定用静力压入法。

(四) 关于勘探工作量

1. 通过勘探工作所取得的地质剖面图, 应能够作为进行工程分析之用。故勘探线的一端应从坝前30m处开始, 另一端应到达水边线。还应有少数勘探线向池内延伸, 测出水下的地形断面, 并取得水底的扰动土样, 作分类定名试验。这样才能保证研究坝的稳定和渗流条件。

2. 尾矿库的等级划分是参照了水工标准。水工的库容为1兆立方米者为三级, 属于中型。但是, 这样的尾矿库已属于大型的。故在表3.1.4及表3.1.6中, 尾矿库一至三级划为上挡, 四至五级为下挡。

3. 根据勘探的经验数据,在表3.1.4、表3.1.6中规定了勘探点的间距、深度等。但这都属于一般情况,如果设计单位有特殊要求则不受此限。

4. 控制性勘探孔的深度是以能够查明各种地基稳定性问题为准,例如:软弱带、管涌、渗漏、岩溶等,不应受表3.1.6限制,后者仅是一般情况的参考值。

5. 不能用静力触探孔取代钻孔。

(五) 关于室内试验

1. 室内试验这一章的内容是说明:当地质(或岩土)人员取土送到试验室时,要求试验室作那些试验项目,也包括试验室应向地质人员提供那些成果。

2. 关于抗剪强度的部分,与国家各种规范相适应,规定以三轴试验为主。但在现场设置的试验间没有进行三轴试验的条件时,也还要进行直剪试验。

3. 静三轴试验应采用与坝高相适应的侧压力。动三轴的液化部分不必采用大的侧压力,因液化都发生在浅层。动三轴的模量、阻尼部份所能采取的侧压力受到现有各种设备的条件限制,只能说:尽可能采用与坝高适应的较大的侧压力。

4. 对于尾矿砂一般仍使用制备的样品进行试验。对于一至三级坝,宜使用高、低两种密度,以便于在实际应用中取值。对于四至五级坝,为简化工作量,可采用一种代表性的或平均的密度。无论采用那种密度,都应处于线性关系的范围(即相对密度为0.3~0.7)以内。

(六) 关于工程分析

工程分析的主要内容是指进行了动三轴试验之后,不仅是把它们当作一堆死的数据提出来,而且还要进行活的运用:地震反应分析,它的成果是能指明坝的那些部位稳定、那些部位尚不稳定,需要加固。工程分析还包括渗流试验与降低浸润线的措施。在国外,这项工作属于岩土工程公司的业务范围。在国内则通常由研究院、所或高等院校承担。他们是把土的动力性质试验与相应的计算当作统一的环节来实现的。

根据我国现行的勘察设计体制,关于地震稳定性以及其它各方面的稳定性工程措施都是由设计院负责的。因此对工程分析这项业务的归属尚难确定。国内已有一些勘察院、所,沿袭研究院、所的模式,把土的动力性质试验与动力分析计算当作不可分割的一项业务开展了,并且已经在南芬铁矿等重要的尾矿坝工程中应用于实际。

根据这些情况,“工程分析”的内容暂不列入本规程。但还应考虑到现实,在报告书章节中,安排有工程分析,其下注明:当需要时,根据委托书,可以进行这项工作,包括地震稳定性分析,渗流分析等。

(七) 关于用标准贯入试验确定砂土液化

在本规程附三中提到“工业与民用建筑抗震设计规范”中,用标准贯入试验的锤击数N值判断砂土液化的方法,适用于水平地面的情形。这种情形大体上可以认为相当于尾矿坝的沉积滩的部分。

我国的已建的尾矿坝大都具备有一段较长的干滩。已往地震时期观察到的喷砂冒水现象,往往发生在干滩末端近于水边的部位。因此用标准贯入试验锤击数判断液化的方法,对尾矿坝虽然有局限性,但仍然是有用的。