



中华人民共和国国家标准

GB/T 39988—2021

全尾砂膏体制备与堆存技术规范

Technical specification for total tailings paste production and disposal

2021-05-21 发布

2022-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国黄金标准化技术委员会(SAC/TC 379)提出并归口。

本标准起草单位:北京科技大学、中国恩菲工程技术有限公司、中南大学、北京金诚信矿山技术研究院有限公司、飞翼股份有限公司、长春黄金研究院有限公司、山东黄金矿业科技有限公司、贵州川恒化工股份有限公司、伽师县铜辉矿业有限责任公司、中国有色矿业集团有限公司、长春黄金设计院有限公司、中国黄金集团内蒙古矿业有限公司。

本标准主要起草人:吴爱祥、王勇、王洪江、王贻明、尹升华、王少勇、周勃、李翠平、施士虎、张钦礼、叶平先、张泽武、严鹏、齐兆军、李子军、杨锡祥、沈家华、谭伟、黄士兵、寇云鹏、王佳才、李剑秋、周发陆、邹建伟、赵峰泽。

全尾砂膏体制备与堆存技术规范

1 范围

本标准规定了全尾砂膏体制备、堆存技术要求及其检测方法和排放工艺、堆场技术要求。
本标准适用于金属、非金属矿山全尾砂膏体(以下简称“膏体”)的制备与堆存。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 8978 污水综合排放标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50123 土工试验方法标准

GB 50863 尾矿设施设计规范

HJ 943 黄金行业氰渣污染控制技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全尾砂 total tailings

金属、非金属矿山进行矿石选别后排出的未经分选的全粒级尾砂。

3.2

全尾砂膏体 total tailings paste

以全尾砂为主要材料,配以其他骨料、胶凝材料,并与水混合而成的膏状的不分层、不沉淀、略泌水的非牛顿结构流体。

3.3

膏体堆存 paste disposal

将全尾砂膏体送至堆场进行堆存的过程。

3.4

塌落度 slump

自重状态下,膏体自然塌落的最终高度与塌落度筒高度的差值。

3.5

屈服应力 yield stress

膏体从静止状态变化到流动状态需克服的临界剪切应力。

3.6

质量浓度 mass concentration

固体质量占固体与液体质量之和的百分比。

3.7

泌水率 bleeding rate

析出水量与料浆用水的质量百分比。

3.8

絮凝剂 flocculant

带有正(负)电性的基团和水中带有负(正)电性的难于分离的一些粒子或者颗粒相互靠近,降低其电势,使其处于不稳定状态,并利用其聚合性质使得这些颗粒集中,并通过物理或者化学方法分离出来的药剂。

3.9

四周式排放 peripheral tailings discharge

多个排放口均匀地散布于四周,形成四周高、中间低的“凹”形体的排放方式。

3.10

中央式排放 central discharge

排放口置于中央,膏体从其顶端排出,并形成一定锥体的排放方式。

3.11

山谷式排放 valley discharge

排放口置于海拔高处,从上至下排放,在下游设置拦截坝的排放方式。

3.12

堆积坡度 deposit slope

任何点的单一的轮廓外切线与水平面的夹角的正切值,或是整个堆场的坡顶与坡底之间的连线与水平面的夹角的正切值。

注:通常用%来表示。

4 膏体制备

4.1 膏体制备按照图 1 所示的典型工艺流程实施。

4.2 膏体制备典型工艺流程包括必选项和可选项,在必选项的基础上,应结合矿山实际情况按需选择其他工艺流程及其仪器设备等。

4.3 膏体制备应采用重力浓密和机械压滤两种方式。

4.4 全尾砂脱水设施环境温度应大于 0℃,否则应采取保温措施。

4.5 重力浓密设备应采用立式砂仓、普通耙式浓密机、高效浓密机或深锥浓密机,底流浓度范围应满足膏体制备要求。综合考虑经济性和制备效率,膏体堆存脱水设备宜采用深锥浓密机。

4.6 浓密机内应添加絮凝剂,添加前 4 h~12 h 开始配置絮凝剂溶液,质量浓度应控制在 0.1%~1%,宜经二次稀释至 0.01%~0.1%。

4.7 应通过静态絮凝沉降实验,确定絮凝剂种类、絮凝剂浓度、絮凝剂单耗、尾矿最佳入料浓度等参数。

4.8 应通过动态沉降实验,确定浓密机单位处理能力、尾矿浆最小脱水时间、极限脱水浓度、扭矩等参数。

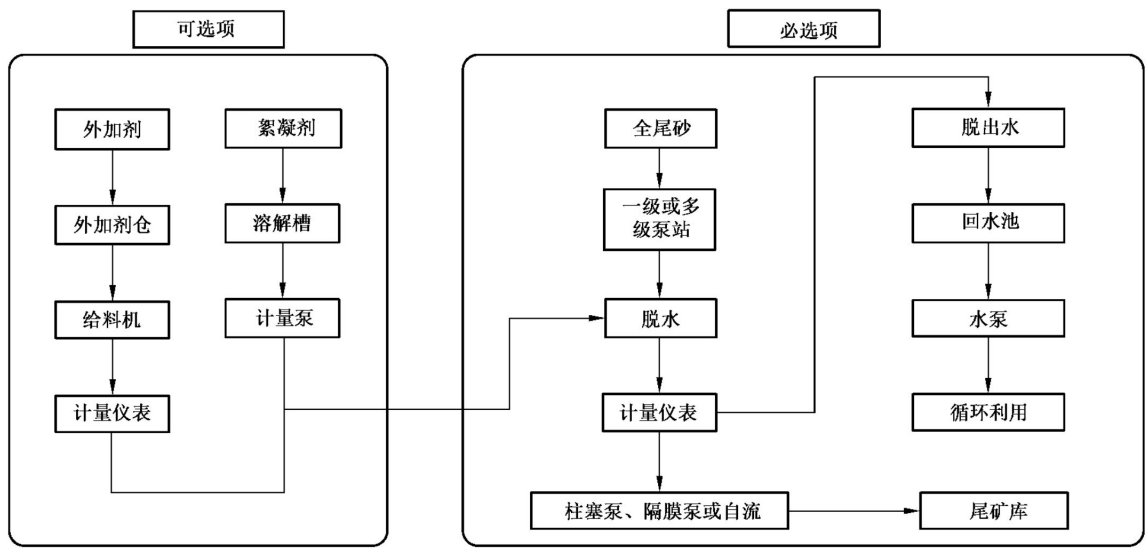


图 1 全尾砂膏体制备典型工艺流程图

5 膏体堆存技术要求及其检测方法

5.1 膏体堆存技术要求应符合表 1 的规定。

表 1 全尾砂膏体堆存技术要求

项目	泌水率/%	屈服应力/Pa	小于 20 μm 颗粒含量/%
技术要求	5~10	30~100	≥15

5.2 膏体堆存技术要求的测试应采用如下方法：

- a) 按照 GB/T 50123 的规定测试全尾砂密度；
- b) 按照 GB/T 50123 的规定测试全尾砂粒级组成；
- c) 按照 GB/T 50123 的规定测试膏体料浆质量浓度；
- d) 按照 GB/T 50080 的规定测试膏体料浆泌水率；
- e) 按照 GB/T 50080 的规定测试膏体料浆塌落度；
- f) 膏体料浆的屈服应力测试方法见附录 A。

5.3 膏体在堆场单元中从排放开始到结束的循环时间应为 3 d~5 d,每个循环周期排放厚度不宜超过 30 cm。

5.4 在潮湿气候条件下应减小膏体的堆存厚度,提高堆存的稳定性。

5.5 膏体堆存原材料、堆体应符合 GB 18599、GB 8978 的规定。黄金氰渣膏体堆存同时应符合 HJ 943 的规定。

6 膏体排放工艺

6.1 膏体输送

6.1.1 通过水力学计算,对膏体管道输送过程各种管道规格的摩阻损失进行计算。

6.1.2 根据不同压力和流量选用隔膜泵、柱塞泵或离心泵进行泵压输送。

6.1.3 输送管道暴露环境温度低于零下 10℃时宜采用保温输送。

6.2 膏体排放方式

6.2.1 膏体排放方式应采用中央式排放、四周式排放、山谷式排放三种。

6.2.2 对排放口间距、排放管管径和布料厚度等关键参数应进行设计；布料应均匀，尽量减小布料厚度，加快干燥固结速度。

6.2.3 中央式排放应遵守下列原则：

- a) 平地型、傍山型尾矿堆存宜采用中央式排放方式，如图 2 所示；
- b) 浓密尾矿宜通过立管排放，当库区面积较大时，立管及管路的布置和架设方式应做稳定性分析；
- c) 应利用边界筑堤坝，堤坝与边界间预留一定安全距离，形成的库容应满足尾矿库回水及防排洪安全的要求；
- d) 当坝体浸润线抬高至危及坝体稳定性时，应考虑更改为四周式排放形式，将汇水区集中到库区中央，从而降低浸润线埋深，浸润线埋深应小于设计值。

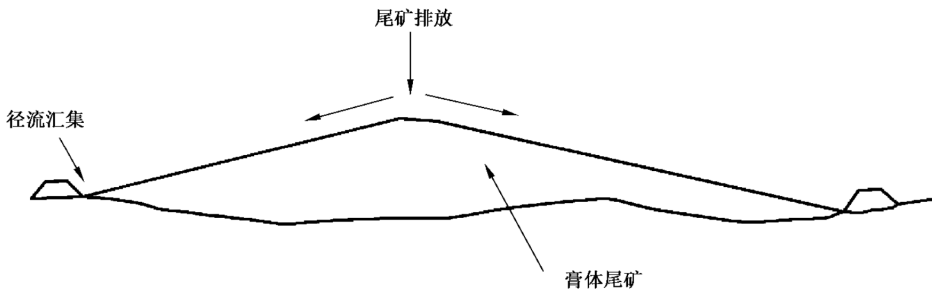


图 2 中央式排放示意图

6.2.4 四周式排放应遵守下列原则：

- a) 宜在平地型、盆地型及露天废弃矿坑中使用，排放形式如图 3 所示；
- b) 在盆地使用，宜在盆地的四周直接安置排放口进行排放；
- c) 在弃用的露天矿坑使用，排矿周期内应定期对矿坑边坡做稳定性分析。

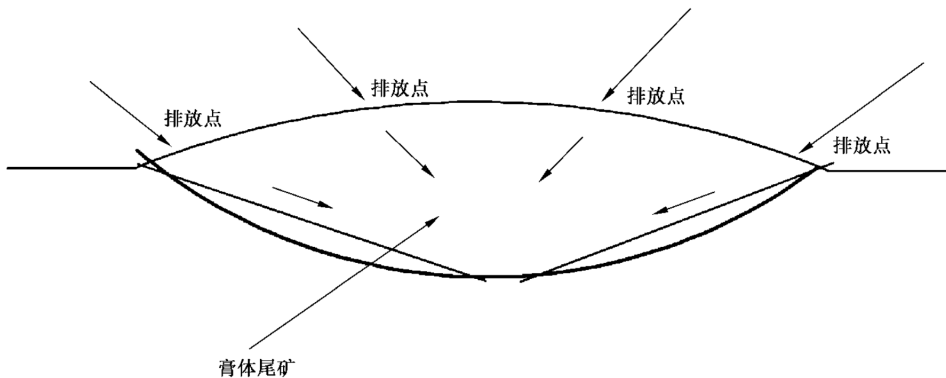


图 3 四周式排放示意图

6.2.5 山谷式排放应遵守下列原则：

- a) 宜选择在下游分期筑坝进行一次建坝，如图 4 所示；
- b) 山谷式排放设施应建设具有排水功能的工程堤；
- c) 排矿初期排放点宜布置于上游。当坝体浸润线抬高至危及坝体稳定性时，应考虑更改为四周

式排放形式,将汇水区集中到库区中央,浸润线埋深应小于设计值。

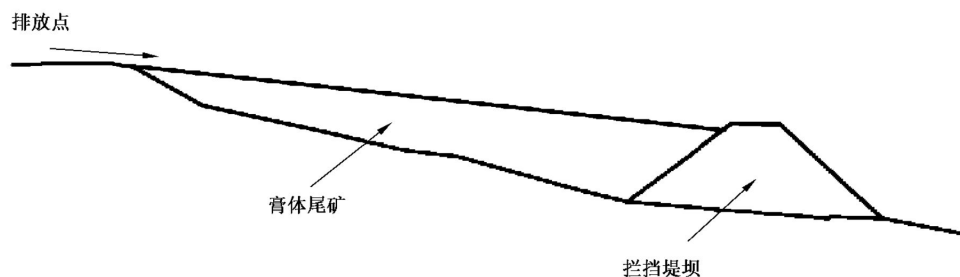


图4 山谷式排放示意图

7 膏体堆场技术要求

7.1 尾矿库的建设和选址、堆场周边要求按照 GB 50863 执行。

7.2 膏体堆场的库容一般应满足设计服务年限内的尾矿储存需求。当一个堆场库容不能满足要求时,应采用多库建设方案,每期堆场服务年限不应少于 5 年。

7.3 库前式堆存标高在坝高以下的情况,膏体堆场总库容可按公式(1)计算:

$$V = \frac{WN}{\rho\eta} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

V ——选矿厂在生产服务年限内所需膏体堆场的总容积,单位为立方米(m^3);

W ——选矿厂每年排入膏体堆场的尾矿量,单位为吨每年(t/a);

N ——选矿厂生产服务年限,单位为年(a);

ρ ——尾矿膏体的平均堆积密度,单位为吨每立方米(t/m^3);

η ——堆场的终期库容利用系数。

7.4 在干旱以及热带气候下宜选用可控制的连续薄层小于 15 cm 干堆排放系统。

7.5 在季节性蒸发干燥的温带气候下宜选用积累的厚层约 60 cm~100 cm 半连续湿堆排放系统。

7.6 膏体堆场堆积坡度不应超过 10%。条件允许时,应尽量增大膏体的堆积坡度,增加膏体堆积层的厚度。宜采用逐层堆积的方式堆存膏体尾矿,膏体固结后逐步堆积至设计厚度。

7.7 膏体堆场的防排洪设施应符合 GB 50863 的规定。除雨水天气外,膏体堆场内不应长时间存水,尾矿浆体带入的水应采取有效措施进行回收利用。

7.8 年降雨量小于蒸发量的地区宜按照可以满足当地最大降雨量的容量设计储水库,库内水位应高于蓄水库水位。

7.9 当细粒级尾矿含量较大,或尾矿库地区终年伴有强季风,膏体堆场应设抑制扬尘措施。抑制扬尘主要措施如下:

a) 喷洒化学粉尘抑制剂;

b) 采用薄层卵石覆盖或就地选取其他适宜材料。

7.10 膏体堆场闭库后宜采用直接复垦、薄层砾石覆盖、单层土壤覆盖、不易脱落土壤覆盖、增加隔离层再进行土壤覆盖等措施进行维护。

附录 A (规范性附录)

全尾砂膏体料浆的屈服应力测试方法

A.1 仪器及原理

采用 R/S 桨式转子流变仪(软固流变仪)控制剪切速率法测试膏体屈服应力,测试原理如图 A.1。桨叶克服浆体的屈服应力转动,使周围一定区域内的浆体发生剪切作用,转子转动时剪切应力与扭矩关系如公式(A.1)所示。

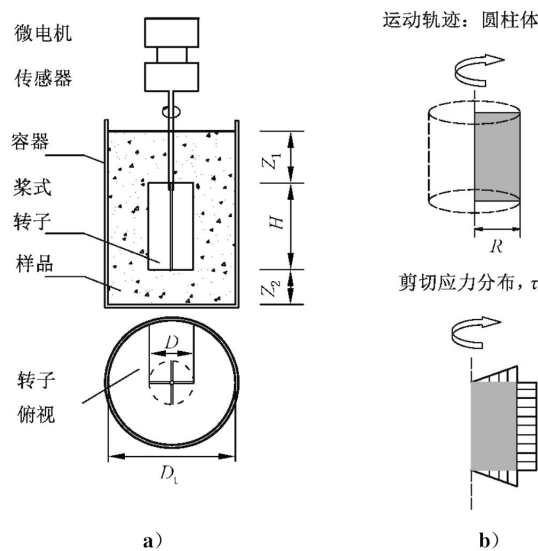


图 A.1 桨式流变仪控制剪切速率法测量原理

$$T = \left(\frac{1}{2} \pi D^2 H + \frac{1}{6} \pi D^3 \right) \cdot \tau \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:
 T —— 桨叶所受扭矩,单位为牛米(N·m);
 τ —— 浆体所受的剪切应力,单位为帕(Pa);
 D —— 转子直径,单位为米(m);
 H —— 转子高度,单位为米(m)。

A.2 测试步骤

A.2.1 根据矿山实际膏体流速范围 $v_1 \sim v_2$ 和管道内径 D ,按照公式(A.2)计算膏体管道输送剪切速率,得到膏体管道输送剪切速率范围 $\gamma_1 \sim \gamma_2$ 。

$$\gamma = 8v/D \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:
 γ —— 膏体在管道内剪切速率,单位为每秒(s^{-1});
 v —— 膏体流速,单位为米每秒(m/s);

D ——管道内径,单位为米(m)。

A.2.2 根据膏体管道输送剪切速率范围 $\gamma_1 \sim \gamma_2$, 设置测试仪器剪切速率由 $0 \text{ s}^{-1} \sim \gamma_3$ 线性增加, 剪切时间 $t_3 = \gamma_3 / (1 \text{ s}^{-1})$, 其中 $\gamma_3 \geq \gamma_2$ 。形成剪切应力-剪切速率曲线, 典型剪切应力-剪切速率曲线如图 A.2 所示。

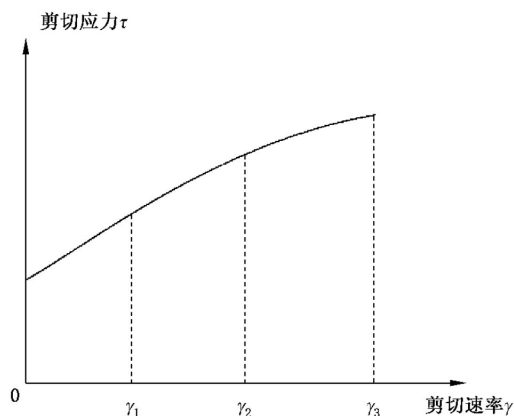


图 A.2 典型剪切应力-剪切速率曲线

A.2.3 在搅拌容器内配置不同配比的测试料浆, 并搅拌不少于 5 min。将搅拌好的料浆快速倒入测试容器, 启动仪器开始测试。容器的尺寸与转子插入的深度应符合公式(A.3)。

$$\begin{bmatrix} D_t/D > 2.0 \\ Z_1/D > 1.0 \\ Z_2/D > 0.5 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中:

D_t ——容器内径,单位为米(m);

D ——转子直径,单位为米(m);

Z_1 ——转子上端距离浆体表面的距离,单位为米(m);

Z_2 ——转子下端距离浆体底部的距离,单位为米(m)。

A.2.4 选取图 A.2 中剪切速率为 $\gamma_1 \sim \gamma_2$ 时的剪切应力-剪切速率, 根据宾汉姆(Bingham)模型, 按照公式(A.4)回归计算膏体屈服应力。

$$\tau = \tau_0 + \mu_B \gamma \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

式中:

τ ——剪切应力,单位为帕(Pa);

τ_0 ——屈服应力,单位为帕(Pa);

μ_B ——塑性黏度,单位为帕秒(Pa·s);

γ ——剪切速率,单位为每秒(s^{-1})。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
全尾砂膏体制备与堆存技术规范

GB/T 39988—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2021年5月第一版

*

书号: 155066 · 1-67059

版权专有 侵权必究



GB/T 39988-2021



码上扫一扫 正版服务到