

ICS 73.060.01

D 30/39

团 体 标 准

T/MMAC XXX—XXXX

金属矿山尾矿充填检测方法

Detection method of tailings filling in metal mines

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国冶金矿山企业协会发布

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 试验报告内容	4
5 取样及试样的制备	4
6 坍落度检测	5
7 凝结时间测定	6
8 泌水与压力泌水检测	7
9 抗压强度检测	9
10 干缩率	11

前 言

本团体标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准由中国冶金矿山企业协会团体标准化工作委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：

本标准主要起草人：

本标准为首次发布。

金属矿山尾矿充填检测方法

1 范围

本标准规定了金属矿山尾矿充填料浆及充填体性能检测的仪器、材料、试验条件、操作步骤和结果计算等。同时列入代用的标准尾砂，当代用标准尾砂存在异议时以基本方法为准。标准内容包括取样及试样制备、坍落度检测、凝结时间检测、泌水与压力泌水检测、抗压强度检测和收缩率检测。

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，引用下列文件的条文便变成本文件的条文。凡是注日期的引用文件，仅所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）适用于本文件。

- GB50771 有色金属采矿设计规范
- GB/T2419 水泥胶砂流动度测定方法
- GB/T17671 水泥胶砂强度检测方法（ISO法）（idt ISO679:1989）
- GB/T1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法（eqv ISO9597:1989）
- GB50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- JC-T-603 水泥胶砂干缩试验方法
- JGJ 70 建筑砂浆基本性能试验方法
- JG 3021 混凝土坍落度仪

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

尾矿 tailing

选矿分选作业的产物中，有用目标组分含量较低而无法用于生产的部分称为尾矿。

3.2

收缩率 shrinkage ratio

刚制备好的浆体体积与浆体固化脱模后的体积差与原体积的比。

3.3

坍落度 slump

坍落度是指充填浆体的和易性,具体来说就是充填浆体的保水性、流动性和粘聚性的综合表现形式。

4 试验报告内容

4.1 委托单位试验报告

需含有以下内容:

- (1) 委托单位名称;
- (2) 要求检测项目;
- (3) 原材料及充填料浆配合比;
- (4) 要说明的其它内容。

4.2 检测单位试验报告

需含有以下内容:

- (1) 试样编号;
- (2) 试验日期及时间;
- (3) 仪器设备的名称、型号及编号;
- (4) 环境温度和湿度;
- (5) 原材料及充填料浆配合比及相应的试验编号;
- (6) 搅拌方式;
- (7) 检测结果;
- (8) 说明的其它内容。

5 取样及试样的制备

5.1 取样

5.1.1 现场取样应在充填料浆制浆稳定后取样,取样量应多于试验所需量的 1.5 倍,且不易小于 20 升。

5.1.2 充填料浆的取样应具有代表性,宜采用多次采样的方法,从第一次取样到最后一次取样不宜超过 15min,然后人工搅拌均匀;

5.1.3 从取样完毕到开始做各种试验不宜超过 5min。

5.2 试样的制备

5.2.1 试模内表面应涂一薄层矿物油或其他不与充填料浆发生反应的脱模剂;

5.2.2 充填料浆用小勺均匀的加入试模内，至添加的料浆高于试模上沿，如果半小时内由于沉淀，料浆面低于试模上沿，则补加料浆至高于试模上沿；

5.2.3 实验室拌和充填料浆，材料用量应以质量计，称量精度：尾矿（尾矿浆）为 $\pm 1\%$ ，胶凝材料、水均为 $\pm 0.5\%$ ；

5.2.4 试件可在温度为 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中成型，成型后应立即用不透水的薄膜覆盖表面，并静置一昼夜至二昼夜，也可在标准养护箱中成型，然后编号、拆模。拆模后应立即放入温度为 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为95%的标准养护箱或养护室中养护，养护试块应放在支架上的塑料盒中，彼此间隔10~20mm，试块表面应保持潮湿。

5.2.5 从试样制备结束到各项性能测试不宜超过5min。

5.3 实验记录

5.3.1 取样记录

应包括下列内容：

- (1) 取样日期和时间；
- (2) 取样地点；
- (3) 取样方法；
- (4) 试样编号；
- (5) 试样数量；
- (6) 养护方式及条件。

5.3.2 在实验室制备充填料浆时，除应记录以上内容外，还应记录一下内容：

- (1) 实验室温度；
- (2) 各种原材料名称、规格、产地；
- (3) 充填料浆配合比和制备料浆的材料用量。

6 坍落度检测

6.1 坍落度与坍落扩展法

6.1.1 本方法适用于尾矿最大粒径1mm，坍落度不小于10mm的尾砂（尾砂浆）、胶凝材料和水拌合物或充填料浆的坍落度检测。

6.1.2 坍落度与坍落扩展度法检测所用坍落度仪应符合标准JG 3021《混凝土坍落度仪》中有关技术要求的规定。

6.2 坍落度与坍落扩展度检测

6.2.1 湿润坍落度筒及底板，在坍落度筒内壁和底板上应无明水；底板应放置在坚实水平面上，并把筒放在底板中心，然后用脚踩住二边的脚踏板，坍落度筒在装料时应保持固定的位置。

6.2.2 把按要求取得的充填料浆试样用小勺均匀地装入筒内，直至筒满，静置 20min，如静置过程中料浆沉落到低于筒口，则应随时添加；刮去顶层多余的料浆，并用抹刀抹平。

6.2.3 清除筒边底板上的料浆后，垂直平稳地提起坍落度筒，坍落度筒的提离过程应在 5~10s 内完成。

6.2.4 提起坍落度筒后，测量筒高与坍落后充填料浆/拌合物试样最高点之间的高度差，即为该充填料浆/拌合物的坍落度；坍落度筒提离后，若料浆发生崩坍或一边剪坏现象，则应重新取样另行测定；如第二次试验仍出现上述现象，则表示该充填料浆/拌合物和易性不好，应予记录备查。坍落度筒提起后如有较多的稀浆从底部析出，锥体部分的充填料浆因失浆而尾砂外露，则表明此充填料浆/拌合物的保水性能不好；如坍落度筒提起后无稀浆或仅有少量稀浆自底部析出，则表示此充填料浆/拌合物保水性良好。

6.2.5 当充填料浆的坍落度大于 220mm 时，用钢尺测量充填料浆/拌合物扩展后最大直径和最小直径，在这两个直径之差小于 50mm 的条件下，用其算术平均值作为坍落扩展度值，若大于 50mm，此次试验无效；如果发现粗尾砂在中央集堆或边缘有稀浆析出，表示此充填料浆抗离析性不好，应予记录。

6.2.6 充填料浆坍落度和坍落扩展度值以毫米为单位，测量精确至 1mm，结果表达修约至 5mm。

7 凝结时间测定

7.1 试验前准备工作

7.1.1 料浆试样筒上口径为 160mm，下口径为 150mm，净高为 150mm 刚性不透水的 stainless steel 金属圆筒，并配有盖子。

7.1.2 调整凝结时间测定仪的试针接触玻璃板时指针对准零点。

7.2 试件的准备

按充填料浆的实际配料比制备料浆，装料浆筒刮平后，立即放入湿气养护箱中，记录胶凝材料全部加入水中的时间作为凝结时间的起始时间。

7.3 初凝时间的测定

试件在湿气养护箱中养护至加水后 30min 进行第一次测定。从湿气养护箱中取出试模放到试针下，降低试针与充填砂浆表面接触，拧紧螺丝 1~2s 后，突然放松，试针垂直自由地沉入充填料浆中，观察试针停止下沉或释放试针 30s 时指针的读数。临近初凝时间时每隔 5min（或更短时间）测定一次，当

试针沉至距底板 $4\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 时，为胶凝材料达到初凝状态；由胶凝材料全部加入水中至初凝状态的时间为胶凝材料的初凝时间，用 min 表示。

7.4 终凝时间的测定

为了准确观测试针沉入的状况，在终凝针上安装了一个环形附件，在完成初凝时间测定后，立即将试模连同浆体以平移的方式从玻璃板取下，翻转 180° ，直径大端向上，小端向下放在玻璃板上，再放入湿气养护箱中继续养护，临近终凝时间时每隔 15min（或更短时间）测定一次，当试针沉入试体 0.5mm 时，即环形附件开始不能在试体上留下痕迹时，为胶凝材料达到终凝状态。由胶凝材料全部加入水中至终凝状态的时间为胶凝材料的终凝时间，用 min 表示。

7.5 测定注意事项

测定时应注意，在最初测定的操作时应轻轻扶持金属柱，使其徐徐下降，以防试针撞弯，但结果以自由下落为准；在整个测试过程中试针沉入的位置至少要距试模内壁 10mm。临近初凝时，每隔 5min（或更短时间）测定一次，临近终凝时每隔 15min（或更短时间）测定一次，到达初凝时应立即重复测一次，当两次结论相同时才能确定到达初凝状态，到达终凝时，需要在试体另外两个不同点测试，确认结论相同才能确定到达终凝状态。每次测定不能让试针落入原针孔，每次测试完毕必须将试针擦净并将试模放回湿气养护箱，整个测试过程要防止试模受振。

注：可以使用能得出与标准中规定方法相同结果的凝结时间自动测定仪，有矛盾时以标准规定方法为准。

8 泌水与压力泌水检测

8.1 泌水检测

8.1.1 应用湿布湿润试样筒内壁后立即称量，记录试样筒的质量，再将充填料浆试样装入试样筒，记录试样筒和充填料浆试样的总质量。

8.1.2 在以下吸取充填料浆/拌合物表面泌水的整个过程中，应使试样筒保持水平，不受振动，除了吸水操作外，应始终盖好盖子，室温保持在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

8.1.3 从计时开始后 60min 内，每隔 10min 吸取 1 次试样表面渗出的水，60min 后，每隔 30min 吸 1 次水，直至认为不再泌水为止。为了便于吸水，每次吸水前 2min，将一片 35mm 厚的垫块垫入筒底一侧，使其倾斜，吸水后平稳地复原，吸出的水放入量筒中，记录每次吸水的水量并计算累计水量，精确至 1ml。

8.1.4 泌水量结果计算

泌水量按下式计算：

$$B_a = V_w / G_w$$

式中：

B_a ：泌水量（%）；

V_w ：泌水总量（ml）；

G_w ：试样质量（g）。

G_w 按下式进行计算：

$$G_w = G_1 - G_0$$

式中：

G_1 ：试样筒及试样总质量（g）；

G_0 ：试样筒质量（g）；

G_w ：充填料浆总用水量（ml）。

8.1.5 泌水率结果计算：

泌水率按下式计算：

$$B = \frac{V_w}{(W/G) \cdot G_w} \times 100\%$$

式中：

V_w ：泌水总量（ml）；

G_w ：试样质量（g）；

W ：充填料浆/拌合物总用水量（ml）；

G ：充填料浆/拌合物总质量（g）。

8.1.6 计算说明

计算应精确至 1%，泌水率取三个试样测值的平均值。三个测值中的最大值或最小值，如果有一个与中间值之差超过中间值的 15%，则以中间值为试验结果；如果最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时，则此次试验无效。

8.1.7 充填料浆泌水试验记录及其报告内容除应满足本标准第 6.1 条要求外，还应包括以下内容：

- (1) 充填料浆/拌合物总用水量和总质量；
- (2) 试样筒质量；

- (3) 试样筒和试样的总质量；
- (4) 每次吸水时间和对应的吸水量；
- (5) 泌水量和泌水率。

8.2 压力泌水检测

8.2.1 充填料浆应分两层装入压力泌水仪的缸体容器内，每层的插捣次数应为 20 次。捣棒由边缘向中心均匀地插捣，插捣底层时捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层时，捣棒应插透本层至下一层的表面，直至拌合物表面插捣孔消失并不见大气泡为止，并使拌合物表面低于容器口以下约 30mm 处，用抹刀将表面抹平。

8.2.2 将容器外表擦干净，压力泌水仪按规定安装完毕后应立即给充填料浆试样施加压力至 3.2MPa，打开泌水阀门开始计时，保持恒压，泌出的水接入 200mL 量筒里，加压至 10s 时读取泌水量 V_{10} 加压至 140s 时读取泌水量 V_{140} 。

$$B_V = \frac{V_{10}}{V_{140}} \times 100\%$$

式中：

- B_V ：压力泌水率（%）；
- V_{10} ：加压至 10s 时的泌水量（ml）；
- V_{140} ：加压至 140s 的泌水量（ml）。

压力泌水率的计算应精确至 1%。

8.2.3 计算说明

计算应精确至 1%，泌水率取三个试样测值的平均值。三个测值中的最大值或最小值，如果有一个与中间值之差超过中间值的 15%，则以中间值为试验结果；如果最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时，则此次试验无效。

8.2.3 充填料浆压力泌水试验记录及其报告内容除应满足本标准第 6.1 条要求外，还应包括以下内容：

- (1) 加压至 10s 时的泌水量 V_{10} 和加压至 140s 时的泌水量 V_{140} ；
- (2) 压力泌水率。

9 抗压强度检测

9.1 实验室和设备

9.1.1 实验室

实验室温度应保持在 20 室温度应，相对湿度应不低于 50%，胶凝材料、尾矿浆、仪器和用具的温度应与实验室一致，试体带模养护的养护箱或雾室温度保持在 20 持在护箱，相对湿度应不低于 90%。实验室空气温度和相对湿度至少每四小时记录一次，在自动控制的情况下记录次数可以酌减至一天记录二次，在温度给定范围内，控制所设定的温度应为此范围中值。

9.1.2 搅拌机

搅拌机应符合 JC/T 681 要求，搅拌叶片与筒壁最小距离应每月检查一次。

9.1.3 试模

试模由三个水平的模槽组成，可同时成型三块 70.7 个水平的模槽组成，可的正方形试块，其材质和制造尺寸应符合 JC/T 726 要求。当试模的任何一个公差超过规定要求时，就应更换，在组装备用的干净模型时，应用黄干油等密封材料涂覆模型的外接缝。试模的内表面应涂上一薄层模型油或机油。

9.1.4 抗压强度试验机

抗压强度试验机在较大的五分之四量程范围内使用时记录的荷载应有±压强精度，并具有按 200N/s 按在较 N/s 速率的加荷能力，应有一个能指示试件破坏时载荷并把它保持到试验机卸荷以后的指示器，可以用表盘里的峰值指针或显示器来达到，人工操纵的试验机应配有一个速度动态装置以便控制荷载增加。试验机压板由维氏硬度不低于 HV600 硬质钢制成，厚度不小于 10mm，长度、宽度不小于 100mm 度不小于小于，压板和试件接触的表面平面度公差应为 0.01mm，表面粗糙度 (R_a) 应在 0.1~0.8 之间。

(注：试验机的最大荷载以 20~40kN 为佳，可以有二个以上的荷载范围，其中最低荷载范围的最高值大致为最高荷载范围的五分之一，宜采用具有加荷速度自动调节和自动记录结果的压力机。)

9.2 试件制备

试块按 6.2 制备。育龄期为一天、三天、七天和二十八天，也可根据实际情况确定育龄期。

9.3 抗压强度测定

9.3.1 试块从养护地点取出后应及时进行实验，将试块表面与上下承压板面擦干净；

9.3.2 将试块安放在试验机的下压板或垫板上，试件的承压面应与成型时的顶面垂直。试块的中心应与试验机下压板中心对准，开动试验机检测。

9.3.3 试体抗压强度试验结果计算：

$$f = \frac{F}{A}$$

式中：

f —充填料浆试块抗压强度 (MPa)；

F —试块破坏荷载 (N)；

A —试块承压面积 (mm²)。

充填料浆立方体抗压强度计算应精确至 0.01MPa。

9.3.4 抗压强度测量方法的再现性，是同一个充填料浆样品在不同实验室工作的不同操作人员，在不同的时间，用不同套设备获得实验结果误差的定量表达。对于抗压强度的测定，在合格实验室之间的再现性，用变异系数表示，可要求不超过 6%。这意味着不同实验室之间获得的两个相应实验结果的差可要求（概率 95%）小于约 12%。

10 干缩率

10.1 试块制备

按 6.2 制备试块，标准养护 28 天后，进行测量。

10.2 干缩率

10.2.1 用游标卡尺测量试块顶面与底面之间高度，取顶面最低、中间和最高点三个点为测量点，精确至 1mm，以三个高度的算术平均值为测量高度；

10.2.2 干缩率计算：

$$S_{28} = \frac{H_0 - H_1}{H_0} \times 100\%$$

式中：

H_0 —试模内高 70.7mm；

H_1 —试块实测高度 (mm)。