



中华人民共和国黄金行业标准

YS/T ××××—202×

金矿石金赋存状态测定方法

Determination methods for gold occurrence state of gold ore

(征求意见稿)

202×-××-×× 发布

202×-××-×× 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 金赋存状态分类 1

5 试剂或材料 2

6 仪器设备 2

7 样品 2

8 测定方法 2

 8.1 测定步骤 2

 8.2 颗粒金测定方法 3

 8.3 连体金测定方法 4

 8.4 包裹金测定方法 4

 8.5 吸附金测定方法 4

9 结果计算 5

10 测定报告 7

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国黄金协会提出。

本文件由全国黄金标准化技术委员会（SAC/TC 379）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

金矿石金赋存状态测定方法

1 范围

本文件规定了金矿石中金赋存状态的常见分类、测定和计算方法。
本文件适用于选冶研究和生产的金矿石中金的赋存状态分类与测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 20899.1 金矿石化学分析方法 第1部分：金量的测定

YS/T 3002 含金矿石试验样品制备技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

金赋存状态 gold occurrence state in the ore

金在样品中以颗粒金、连生金、被包裹及被吸附等形式存在的状态。

3.2

选择性溶解测定法 selective dissolution method

采用合适的溶剂，选择性分步溶解矿石中的部分组分，保留其他组分，并通过对所处理样品进行分析、鉴定，进而查清矿石中元素赋存状态的方法。

3.3

颗粒金 particle gold

通过重选可回收的，粒度大于 10 μm 的金矿物。

3.4

吸附金 adsorbed gold

呈吸附状态，采用常规浮选及氰化工艺不能直接回收的金矿物。

4 金赋存状态分类

金矿石中常见的金的存在状态见表 1。

表 1 金赋存状态分类

序号	金赋存状态	
1	颗粒金	
2	连体金	
3	包裹金	碳酸盐包裹金
		金属硫化物包裹金
		金属氧化物包裹金
		硅酸盐包裹金
4	吸附金	

5 试剂或材料

除非另有说明，在试验中仅使用确认为分析纯的试剂和二次蒸馏水或去离子水或相当纯度的水。

- 5.1 碘。
- 5.2 碘化钾。
- 5.3 盐酸： $\rho=1.19\text{ g/mL}$ 。
- 5.4 硝酸： ϕ 范围 65%~68%。

6 仪器设备

- 6.1 离心选矿机：离心加速度可达 60 G 及以上。
- 6.2 摇床。
- 6.3 烘箱：可鼓风，加热温度可调节，达到 120 °C。
- 6.4 马弗炉：加热温度达到~550 °C。

7 样品

- 7.1 按 YS/T 3002 的规定，制备有代表性的金矿石样品。
- 7.2 测试样品细度按实际需求制备。

8 测定方法

8.1 测定步骤

金赋存状态分析主要处理方法是：磨矿法、重选法、选择性溶解法、金量分析，分析步骤和流程应符合表 2、图 1 要求。

表 2 金赋存状态分析步骤

分析步骤	处理方法	金赋存状态	备注说明
步骤 1	重力选矿、金量分析	颗粒金	离心式重力选矿、摇床富集
步骤 2	碘浸出、金量分析	连生体金	—
步骤 3	盐酸浸出、碘浸出、金量分析	碳酸盐包裹金	—
步骤 4	硝酸浸出、碘浸出、金量分析	金属硫化物包裹金	—
步骤 5	盐酸浸出、碘浸出、金量分析	金属氧化物包裹金	本步骤只针对高氧化率金矿石
步骤 6	氧化焙烧、碘浸出、金量分析	吸附金	焙烧氧化、灰化
步骤 7	计算	硅酸盐包裹金	—

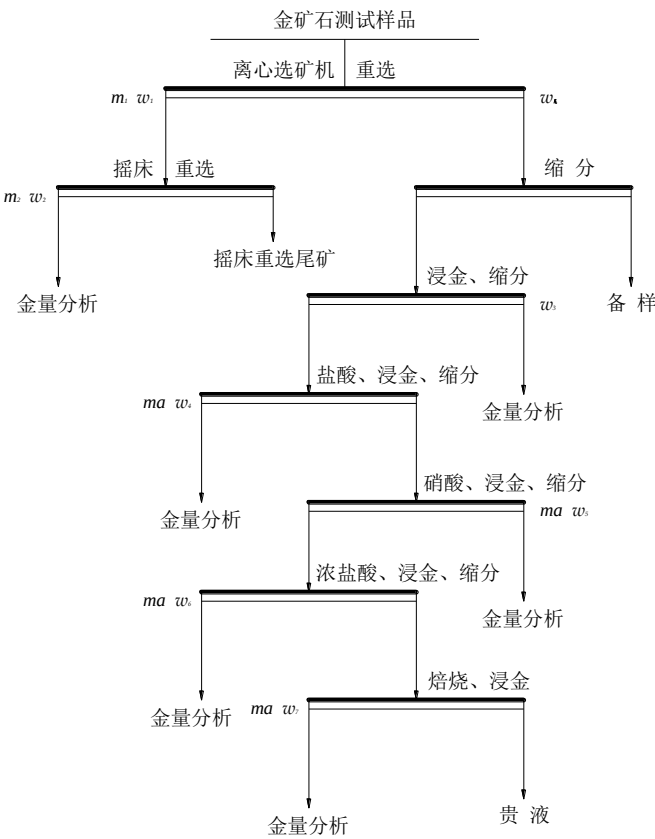


图 1 金赋存状态分析流程图

8.2 颗粒金测定方法

- 8.2.1 离心式重力选矿：取 7.2 所得的试样同质量两份，质量不低于 6 kg，在矿浆液固比不小于 6：1，离心力不小于 60 G 条件下，利用离心选矿机（6.1）分离出离心选矿机重选精矿一、离心选矿机重选精矿二和离心选矿机重选尾矿。对离心选矿机重选精矿烘干、称重、记录质量为 m_1 。
- 8.2.2 摇床重力选矿：将 8.2.1 获得的离心选矿机重选精矿用摇床（6.2）分离出摇床重选精矿和摇床重选尾矿，对摇床重选精矿烘干。
- 8.2.3 金量分析：按 GB/T 20899.1 的规定对 8.2.2 离心选矿机重选精矿二（全量分析）、8.2.2 摇床

重选精矿（取样分析）、8.2.1 离心选矿机重选尾矿（取样分析）样品进行金量分析，分别得到金含量为 w_1 、 w_2 、 $w_{\text{尾矿}}$ 。

8.3 连体金测定方法

8.3.1 样品制备：8.2.1 离心选矿机重选尾矿，在 100℃~105℃条件下的烘箱（6.3）中烘干、称重、记录，缩分出 200 g 试样备用。

8.3.2 金浸出：将 8.3.1 试样，在液固质量比不小于 4:1、碘（5.1）质量浓度 5%、碘化钾（5.2）质量浓度 10% 条件下，搅拌浸出或振荡浸出 3 h；

8.3.3 固液分离，洗净样品，加水过滤，过滤至滤液无颜色，再加两次清水，每次 100 mL 以上。过滤渣在 100℃~105℃条件下全部烘干。

8.3.4 金量分析：对 8.3.3 的浸渣混匀、缩分、取样量 m_a ， m_a 的范围为 10 g~30 g，按 GB/T 20899.1 的规定对样品进行金量分析，分析得金含量为 w_3 。

8.4 包裹金测定方法

8.4.1 碳酸盐包裹金测定方法

8.4.1.1 盐酸浸出：将 8.3.3 金量分析取样后剩余浸渣样品称重，记录质量为 m_3 ，在液固比不小于 4:1，盐酸（5.3）体积浓度 5%~10% 条件下，搅拌浸出或振荡浸出，反应至不起泡，固液分离，洗净矿石，在 100℃~105℃条件下的烘箱（6.3）中烘干、称重、记录质量为 m_4 。

8.4.1.2 金浸出：操作按 8.3.2 的规定进行。

8.4.1.3 固液分离：操作按 8.3.3 的规定进行。

8.4.1.4 金量分析：取 8.4.1.3 样，操作按 8.3.4 的规定进行，分析得金含量为 w_4 。

8.4.2 金属硫化物包裹金测定方法

8.4.2.1 硝酸浸出：将 8.4.1.3 金量分析取样后剩余浸渣样品称重，记录质量为 m_4 减去 m_a ；在液固比不小于 4:1，硝酸（5.4）体积浓度 65% 条件下，搅拌浸出或振荡浸出 2 h；固液分离，洗净矿石，在 100℃~105℃条件下的烘箱（6.3）中烘干、称重、记录质量为 m_5 。

8.4.2.2 金浸出：操作按 8.3.2 的规定进行。

8.4.2.3 固液分离：操作按 8.3.3 的规定进行。

8.4.2.4 金量分析：取 8.4.2.3 样，操作按 8.3.4 的规定进行，分析得金含量为 w_5 。

8.4.3 金属氧化物包裹金测定方法

8.4.3.1 盐酸浸出：将 8.4.2.3 金量分析取样后剩余浸渣样品称重，记录质量为 m_5 减去 m_a ；在液固比不小于 4:1，盐酸（5.3）体积浓度 65% 条件下，搅拌浸出或振荡浸出 2 h；固液分离，洗净矿石，在 100℃~105℃条件下的烘箱（6.3）中烘干、称重、记录质量为 m_6 。

8.4.3.2 金浸出：操作按 8.3.2 的规定进行。

8.4.3.3 固液分离：操作按 8.3.3 的规定进行。

8.4.3.4 金量分析：取 8.4.3.3 样，操作按 8.3.4 的规定进行，分析得金含量为 w_6 。

8.5 吸附金测定方法

8.5.1 氧化焙烧：将 8.4.3.3 金量分析取样后剩余浸渣样品称重，记录质量为 m_6 减去 m_a ；放入马弗炉（6.4）中，于 550℃ 条件下搅动氧化 2 h，确保灰化完全后冷却，称重，记录质量为 m_7 。

8.5.2 金浸出，操作按 8.3.2 的规定进行。

8.5.3 固液分离：操作按 8.3.3 的规定进行。

8.5.4 金量分析：取 8.5.3 样，操作按 8.3.4 的规定进行，分析得金含量为 w_7 。

9 结果计算

9.1 按式（1）计算金矿石的金含量：

$$w_{Au} = \frac{m_1 \cdot \omega_1 + (m_{总} - m_1) \cdot \omega_{尾矿}}{m_{总}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

w_{Au} ——金矿石的金含量，单位为克每吨（g/t）；

m_1 ——离心选矿机重选精矿的质量，单位为克（g）；

ω_1 ——离心选矿机重选精矿的金含量，单位为克每吨（g/t）；

$m_{总}$ ——试验样品的总质量，单位为克（g）；

$\omega_{尾矿}$ ——离心选矿机重选尾矿的金含量，单位为克每吨（g/t）。

9.2 按式（2）计算金矿石中单体金的相对质量分数：

$$w_{颗粒金} = \frac{m_1 \cdot (\omega_1 - \omega_2)}{m_{总} \cdot \omega_{Au}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$w_{颗粒金}$ ——金矿石中颗粒金的相对质量分数，用百分数表示（%）；

m_1 ——离心选矿机重选精矿的质量，单位为克（g）；

ω_1 ——离心选矿机重选精矿的金含量，单位为克每吨（g/t）；

ω_2 ——摇床重选精矿的金含量，单位为克每吨（g/t）；

$m_{总}$ ——试验样品的总质量，单位为克（g）；

w_{Au} ——金矿石的金含量，单位为克每吨（g/t）。

9.3 按式（3）计算金矿石中连生金的相对质量分数：

$$w_{连生金} = (1 - \frac{\omega_3}{\omega_{Au}} - w_{单体金}) \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$w_{连生金}$ ——金矿石中连生金的相对质量分数，用百分数表示（%）；

ω_3 ——第一次浸金渣的金含量，单位为克每吨（g/t）；

$w_{单体金}$ ——金矿石中单体金的相对质量分数，用百分数表示（%）；

w_{Au} ——金矿石的金含量，单位为克每吨（g/t）。

9.4 按式（4）计算金矿石中碳酸盐包裹金的相对质量分数：

$$w_{碳酸盐包裹金} = (\frac{\omega_3}{\omega_{Au}} - \frac{m_4 \cdot \omega_4}{m_3 \cdot \omega_{Au}}) \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$w_{碳酸盐包裹金}$ ——金矿石中碳酸盐包裹金的相对质量分数，用百分数表示（%）；

ω_3 ——第一次浸金渣的金含量，单位为克每吨（g/t）；

- m_4 ——经稀盐酸浸出后样品的质量，单位为克（g）；
 w_4 ——第二次浸金渣渣的金含量，单位为克每吨（g/t）；
 w_{Au} ——金矿石的金含量，单位为克每吨（g/t）；
 m_3 ——经稀盐酸浸出前样品的质量，单位为克（g）。

9.5 按式（5）计算金矿石中金属硫化物包裹金的相对质量分数：

$$w_{\text{金属硫化物包裹金}} = \left(\frac{m_4 \cdot w_4}{m_3 \cdot w_{Au}} - \frac{m_5 \cdot w_5}{(m_4 - m_a) \cdot w_{Au}} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $w_{\text{金属硫化物包裹金}}$ ——金矿石中金属硫化物包裹金的相对质量分数，用百分数表示（%）；
 m_4 ——经稀盐酸浸出后样品的质量，单位为克（g）；
 w_4 ——第二次浸金渣渣的金含量，单位为克每吨（g/t）；
 m_5 ——经硝酸浸出后样品的质量，单位为克（g）；
 w_5 ——第三次浸金渣渣的金含量，单位为克每吨（g/t）；
 m_3 ——经稀盐酸浸出前样品的质量，单位为克（g）；
 w_{Au} ——金矿石的金含量，单位为克每吨（g/t）；
 m_a ——金量分析的取样质量，单位为克（g）。

9.6 按式（6）计算金矿石中金属氧化物包裹金的相对质量分数：

$$w_{\text{金属氧化物包裹金}} = \left(\frac{m_5 \cdot w_5}{(m_4 - m_a) \cdot w_{Au}} - \frac{m_6 \cdot w_6}{(m_5 - m_a) \cdot w_{Au}} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $w_{\text{金属氧化物包裹金}}$ ——金矿石中金属氧化物包裹金的相对质量分数，用百分数表示（%）；
 m_5 ——经硝酸浸出后样品的质量，单位为克（g）；
 w_5 ——第三次浸金渣渣的金含量，单位为克每吨（g/t）；
 m_6 ——经盐酸浸出后样品的质量，单位为克（g）；
 w_6 ——第四次浸金渣渣的金含量，单位为克每吨（g/t）；
 m_4 ——经稀盐酸浸出后样品的质量，单位为克（g）；
 m_a ——金量分析的取样质量，单位为克（g）；
 w_{Au} ——金矿石的金含量，单位为克每吨（g/t）。

9.7 按式（7）计算金矿石中硅酸盐包裹金的相对质量分数：

$$w_{\text{硅酸盐包裹金}} = \frac{m_7 \cdot w_7}{(m_6 - m_a) \cdot w_{Au}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $w_{\text{硅酸盐包裹金}}$ ——金矿石中硅酸盐包裹金的相对质量分数，用百分数表示（%）；
 m_7 ——经焙烧后样品的质量，单位为克（g）；
 w_7 ——第五次浸金渣渣的金含量，单位为克每吨（g/t）；
 m_6 ——经盐酸浸出后样品的质量，单位为克（g）；
 m_a ——金量分析的取样质量，单位为克（g）；
 w_{Au} ——金矿石的金含量，单位为克每吨（g/t）。

9.8 按式（8）计算金矿石中吸附金的相对质量分数：

$$w_{\text{吸附金}} = w_{\text{金属氧化物包裹金}} - w_{\text{硅酸盐包裹金}} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- w 吸附金 ——金矿石中吸附金的相对质量分数，用百分数表示（%）；
- w 金属氧化物包裹金 ——金矿石中金属氧化物包裹金的相对质量分数，用百分数表示（%）；
- w 硅酸盐包裹金 ——金矿石中硅酸盐包裹金的相对质量分数，用百分数表示（%）。

9.9 输出结果列入表 3。

表 3 金赋存状态分类

赋存状态		相对含量/%
颗粒金		
连体金		
包裹金	碳酸盐包裹金	
	金属硫化物包裹金	
	金属氧化物包裹金	
	硅酸盐包裹金	
吸附金		
合计		100.00

10 测定报告

- 测定报告至少应给出以下内容：
- 试样本身必要的详细说明；
 - 本文件编号；
 - 所使用的方法；
 - 测定结果及其表示；
 - 与基本测定步骤的差异；
 - 测定中观察到的异常现象；
 - 测定日期。
