

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXXX.4—20XX

焙烧钼精矿化学分析方法  
第4部分：锡含量的测定  
原子荧光光谱法

Methods for chemical analysis of roasted molybdenum concentrate—  
Part 4: Determination of stannum content—  
Atomic fluorescence spectrometry

(送审稿)

20XX-XX-XX发布

20XX-XX-XX实施

中华人民共和国工业和信息化部发布



## 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。

本文件是 YS/T ××××《焙烧钼精矿化学分析方法》的第4部分。YS/T ××××分为如下部分：

- 第1部分：钼含量的测定；
- 第2部分：氨不溶钼含量的测定；
- 第3部分：铋含量的测定；
- 第4部分：锡含量的测定；
- 第5部分：锑含量的测定；
- 第6部分：铅、铜含量的测定；
- 第7部分：钾含量的测定；
- 第8部分：钙、镁含量的测定；
- 第9部分：磷含量的测定；
- 第10部分：硅含量的测定；
- 第11部分：钨含量的测定；
- 第12部分：碳、硫含量的测定。

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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：金堆城钼业股份有限公司、国家钨与稀土产品质量监督检验中心、广东省工业分析检测中心、XXXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

## 引言

焙烧钼精矿，又名工业氧化钼、钼焙砂。焙烧钼精矿不仅是添加于合金的主要钼产品，而且是生产钼铁和生产钼酸铵的原料，属于国家战略储备物资。但国内外仍缺少焙烧钼精矿的检验标准，因此通过实验研究并建立一套完整且切实可行的焙烧钼精矿化学分析方法标准已是行业急需。本标准拟由十二部分组成。

——第 1 部分：钼含量的测定。目的在于建立重量法测定焙烧钼精矿中钼含量的方法。

——第 2 部分：氨不溶钼含量的测定。目的在于建立分光光度法测定焙烧钼精矿中氨不溶钼含量的方法。

——第 3 部分：铋含量的测定。目的在于建立火焰原子吸收光谱法和原子荧光光谱法测定焙烧钼精矿中铋含量的方法。

——第 4 部分：锡含量的测定。目的在于建立原子荧光光谱法测定焙烧钼精矿中锡含量的方法。

——第 5 部分：锑含量的测定。目的在于建立原子荧光光谱法测定焙烧钼精矿中锑含量的方法。

——第 6 部分：铅、铜含量的测定。目的在于建立火焰原子吸收光谱法测定焙烧钼精矿中铅、铜含量的方法。

——第 7 部分：钾含量的测定。目的在于建立火焰原子吸收光谱法测定焙烧钼精矿中钾含量的方法。

——第 8 部分：钙、镁含量的测定。目的在于建立火焰原子吸收光谱法测定焙烧钼精矿中钙、镁含量的方法。

——第 9 部分：磷含量的测定。目的在于建立分光光度法测定焙烧钼精矿中磷含量的方法。

——第 10 部分：硅含量的测定。目的在于建立分光光度法测定焙烧钼精矿中硅含量的方法。

——第 11 部分：钨含量的测定。目的在于建立电感耦合等离子体原子发射光谱法测定焙烧钼精矿中钨含量的方法。

——第 12 部分：碳、硫含量的测定。目的在于建立高频燃烧红外吸收法测定焙烧钼精矿中碳、硫含量的方法。

本标准填补了国内外在焙烧钼精矿检验领域的空白，对完善焙烧钼精矿的生产产业链，提高焙烧钼精矿的生产能力具有积极的指导意义。

# 焙烧钼精矿化学分析方法

## 第4部分：锡含量的测定

### 原子荧光光谱法

警示——使用本文件的人员应有正规实验室工作经验。本文件并未指出所有的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

#### 1 范围

本文件规定了焙烧钼精矿中锡含量的测定方法。

本文件适用于焙烧钼精矿中锡含量的测定。测定范围：0.0001%~0.050%。

#### 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 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

#### 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

#### 4 原理

试样经氨水分解，在酸性介质中，四价锡和硼氢化钾作用生成锡的氢化物，并由载气带入原子化器中进行原子化，以锡空心阴极灯为光源，在原子荧光光度计上测定锡的荧光强度。在一定范围内，荧光强度与锡含量成正比。

#### 5 试剂或材料

除非另有说明，在分析中仅使用确认为优级纯的试剂。

5.1 水，GB/T 6682，二级及以上。

5.2 硫酸（ $\rho=1.84$  g/mL）。

5.3 盐酸（ $\rho=1.19$  g/mL）。

5.4 氨水（ $\rho=0.91$  g/mL）。

5.5 过氧化氢（ $\rho=1.10$  g/mL）。

5.6 硫酸溶液：将1体积的硫酸（5.2）缓慢加入3体积的水中，并不断搅拌。

5.7 酒石酸溶液：称取8 g酒石酸溶于100 mL水中。

5.8 酒石酸溶液：称取2 g酒石酸溶于100 mL水中。

5.9 硼氢化钾溶液（20 g/L）：称取1 g氢氧化钠溶于水，待溶解完全后，再加入4 g硼氢化钾，定容至200 mL，混匀。用时现配。

5.10 锡标准贮存溶液：称取0.1000 g金属锡（质量分数不小于99.95%）于300 mL烧杯中，加入230 mL盐酸（5.3），待完全溶解后再加入20 mL盐酸（5.3），将溶液移入1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含100  $\mu$ g锡。或者购买相应浓度的有证标准物质。

- 5.11 锡标准溶液：移取1.00 mL锡标准贮存溶液（5.10），置于100 mL容量瓶中，用酒石酸溶液（5.7）稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1  $\mu\text{g}$ 锡。
- 5.12 钼基体溶液：称取7.4977 g高纯氧化钼（ $\omega_{\text{sn}} \leq 0.00001\%$ ），于100 mL的烧杯中，加入100 mL氨水（5.4），低温加热溶解，用氨水（5.4）稀释到100 mL，摇匀待用。此溶液1 mL含有50 mg钼。
- 5.13 硫酸（1+99）。
- 5.14 氩气：体积分数不小于99.99%。

## 6 仪器设备

原子荧光光度计，附高强度锡空心阴极灯。

## 7 样品

应粉碎并通过0.090 mm标准筛网，并在105  $^{\circ}\text{C}$ ~110  $^{\circ}\text{C}$ 烘至恒重。

## 8 试验步骤

### 8.1 试料

称取0.2 g试样，精确至0.0001 g。

### 8.2 平行试验

平行做两份试验，试验结果取其平均值。

### 8.3 空白试验

移取与试料等量钼的钼基体溶液（5.12），随同试料做空白试验。

### 8.4 测定

8.4.1 将试料（8.1）置于200 mL烧杯中，以10 mL水润湿。加入1 mL氨水（5.4），盖上表皿，低温加热溶解试料3分钟~5分钟。加入50 mL水加热至溶液沸腾，再加入2 mL过氧化氢（5.5），继续煮沸3分钟~5分钟。取下冷却至室温，将溶液移入100 mL容量瓶中，加入8 mL硫酸溶液（5.6），再加入3 mL酒石酸溶液（5.8），用水稀释至刻度，混匀，干过滤。

8.4.2 按照表1移取试液（8.4.1）或空白试液（8.3）于100 mL容量瓶中，加入8 mL硫酸溶液（5.6），再加入3 mL酒石酸溶液（5.8），用水稀释至刻度，混匀。

表1

锡的质量分数 %	试液（8.4.1）和空白溶液（8.3）移取量 mL
0.0001~0.0020	全量
>0.0020~0.010	20.00
>0.010~0.020	10.00
>0.020~0.050	4.00

8.4.3 以硫酸（5.13）为载流，以硼氢化钾（5.9）为还原剂，于原子荧光光度计上测定锡的荧光强度，自工作曲线上查得相应的锡浓度。

### 8.5 工作曲线的绘制

移取与待测溶液（8.4）等量钼的钼基体溶液（5.12）六份于一组100 mL容量瓶中，移取0 mL、0.50 mL、1.00 mL、2.00 mL、3.00 mL、4.00 mL锡标准溶液（5.11），加入8 mL硫酸（5.6），用水稀释至刻度，摇匀。与试样测定相同的条件，测量标准溶液的荧光强度，以锡浓度为横坐标，荧光强度为纵坐标，绘制工作曲线。线性相关系数不小于0.999。

## 9 试验数据处理

锡含量以锡的质量分数  $w_{\text{Sn}}$  计，按公式（1）计算：

$$w_{\text{Sn}} = \frac{(\rho_1 - \rho_2) \times V_0 \times 10^{-6}}{m_0 \times V_1} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$V_0$ ——试液总体积，单位为毫升（mL）；

$V_1$ ——分取试液的体积，单位为毫升（mL）；

$\rho_1$ ——自工作曲线上查得的试液中锡的含量，单位为微克每升（ $\mu\text{g/L}$ ）；

$\rho_2$ ——自工作曲线上查得的空白溶液中锡的含量，单位为微克每升（ $\mu\text{g/L}$ ）；

$m_0$ ——试料的质量，单位为克（g）。

当计算结果小于 0.0010%，保留一位有效数字；当计算结果不小于 0.0010%，保留两位有效数字。按 GB/T 8170 的规定修约。

## 10 精密度

### 10.1 重复性

精密度数据是由 3 家实验室对锡含量的 5 个不同水平样品进行共同试验确定的。每个实验室对每个水平的锡含量在重复性条件下独立测定 11 次。精密度试验原始数据见附录 A。在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在表 2 给出的平均值范围内，两个测试结果的绝对差值不超过重复性限（ $r$ ），超过重复性限（ $r$ ）情况不超过 5%。重复性限（ $r$ ）按表 2 数据采用线性内插法或外延法求得。

表 2 重复性限

$w_{\text{Sn}}/\%$	0.0001	0.0004	0.0009	0.0066	0.045
$r/\%$	0.00002	0.00002	0.00005	0.0005	0.002

### 10.2 再现性

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在表 3 给出的平均值范围内，两个测试结果的绝对差值不超过再现性限（ $R$ ），超过再现性限（ $R$ ）情况不超过 5%。再现性限（ $R$ ）按表 3 数据采用线性内插法或外延法求得。

表 3 再现性限

$w_{\text{Sn}}/\%$	0.0001	0.0004	0.0009	0.0066	0.045
$R/\%$	0.00004	0.00005	0.0002	0.0016	0.002

## 11 试验报告

试验报告至少应给出以下几个方面的内容：

- a) 试验对象；
- b) 使用的标准（包括发布或出版年号）；
- c) 分析结果及其表示；
- d) 观察到的异常现象；
- e) 试验日期。

## 附录 A

(资料性)

## 精密度试验原始数据

精密度数据是在 2021 年由 3 家实验室对锡含量的 5 个不同水平样品进行共同试验确定的。每个实验室对每个水平的锡含量在重复性条件下独立测定 11 次，测量的原始数据见表 A.1。

表 A.1 精密度试验原始数据

水平数	实验室	n										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002
	2	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
	3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	1	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
	2	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
	3	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
3	1	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009
	2	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0009
	3	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009
4	1	0.0068	0.0071	0.0067	0.0068	0.0069	0.0071	0.0070	0.0070	0.0069	0.0069	0.0071
	2	0.0060	0.0059	0.0061	0.0061	0.0060	0.0058	0.0061	0.0059	0.0060	0.0059	0.0060
	3	0.0071	0.0069	0.0068	0.0068	0.0067	0.0067	0.0068	0.0064	0.0069	0.0072	0.0071
5	1	0.045	0.044	0.045	0.046	0.046	0.043	0.045	0.044	0.045	0.046	0.045
	2	0.045	0.046	0.044	0.045	0.046	0.045	0.046	0.045	0.047	0.046	0.046
	3	0.045	0.046	0.046	0.046	0.047	0.046	0.046	0.045	0.045	0.045	0.045