

ICS 77.120.99

CCS H 63



# 团体标准

T/CEATEC XXX—2025

## 钨混合精矿酸浸技术规范

Technical specification for acid leaching of tungsten mixed concentrate

2025-X-XX 发布

2025-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 原料要求 .....	2
4.1 钨混合精矿 .....	2
4.2 酸浸剂 .....	2
4.3 水 .....	2
5 酸浸工艺 .....	3
5.1 酸浸工艺流程 .....	3
5.2 酸浸工艺要求 .....	3
6 技术指标 .....	4
7 检测方法 .....	4
7.1 取样方法 .....	4
7.2 化学成分检测 .....	4
7.3 粒度检测 .....	4
7.4 水分检测 .....	5
7.5 浸出率计算 .....	5
7.6 钨损失率计算 .....	5
7.7 水质检测 .....	5
8 设备要求 .....	5
8.1 原料预处理设备 .....	5
8.2 酸浸反应设备 .....	5
8.3 加酸与计量设备 .....	5
8.4 固液分离与洗涤设备 .....	5
8.5 辅助与环保设备 .....	6
9 人员要求 .....	6
9.1 基本要求 .....	6
9.2 岗位能力要求 .....	6
9.3 管理与记录要求 .....	6
10 安全与环保要求 .....	6
10.1 安全要求 .....	6
10.2 环保要求 .....	6
10.3 应急管理 .....	6

## 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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

# 钨混合精矿酸浸技术规范

## 1 范围

本文件规定了钨混合精矿酸浸工艺的原料要求、酸浸工艺、技术指标、检测方法、设备要求、人员要求以及安全与环保要求。

本文件适用于以黑钨精矿、白钨精矿为主要成分的钨混合精矿，经酸浸处理去除钙、铁、磷等杂质的生产过程。

## 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 2007.1 散装矿产品取样、制样通则 手工取样方法
- GB/T 6150.1 钨精矿化学分析方法 第1部分：三氧化钨含量的测定 钨酸铵灼烧重量法
- GB/T 6150.2 钨精矿化学分析方法 第2部分：锡含量的测定 碘酸钾滴定法和电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 6150.3 钨精矿化学分析方法 第3部分：磷含量的测定 磷钼黄分光光度法和电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 6150.5 钨精矿化学分析方法 钙量的测定 EDTA容量法和火焰原子吸收光谱法
- GB/T 6150.6 钨精矿化学分析方法 第6部分：湿存水含量的测定 重量法
- GB/T 6150.9 钨精矿化学分析方法 铜量的测定 火焰原子吸收光谱法
- GB/T 6150.13 钨精矿化学分析方法 第13部分：砷含量的测定 原子荧光光谱法和DDTC-Ag分光光度法
- GB/T 6150.16 钨精矿化学分析方法 铁量的测定 磺基水杨酸分光光度法
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- GB 18598 危险废物填埋污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**钨混合精矿 tungsten mixed concentrate**

由黑钨矿（主要成分 $\text{FeWO}_4$ 、 $\text{MnWO}_4$ ）和白钨矿（主要成分 $\text{CaWO}_4$ ）经选矿工艺富集得到的混合物， $\text{WO}_3$ 含量为30%~65%，并含有钙、铁、磷、砷、锡等杂质。

### 3.2

**酸浸 acid leaching**

在一定温度、酸度和搅拌条件下，向钨混合精矿中加入无机酸（硫酸、盐酸等），使精矿中的钙、铁、磷等可溶性杂质与酸发生反应生成可溶性盐进入溶液，实现杂质与钨矿物分离的过程。

### 3.3

**浸出率 leaching rate**

酸浸过程中，杂质（钙、铁、磷等）从钨混合精矿中进入酸浸液的质量占原料中该杂质总质量的百分比。

**3.4****酸浸渣 acid leaching residue**

酸浸过程结束后，经固液分离得到的固体产物，主要成分包括未反应的钨矿物及部分难溶性杂质。

**4 原料要求****4.1 钨混合精矿****4.1.1 化学组成要求**

钨混合精矿的主要化学组成应符合表1的规定。

**表1 钨混合精矿主要化学组成要求**

项目	指标
WO <sub>3</sub>	≥30.0%
SiO <sub>2</sub>	≤25.0%
CaO	≤15.0%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≤12.0%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≤10.0%
P	≤0.30%
S	≤0.50%
As	≤0.20%
水分	≤6.0%

**4.1.2 粒度要求**

粒度应适于进行破碎和磨矿处理，不应含有影响设备运行的超大块矿石或异物，精矿中最大粒径宜不大于10mm。

**4.1.3 均匀性要求**

钨混合精矿在入浸前应充分混合，批次间成分波动可控，原料中不应存在明显结块、分层或局部富集现象。

**4.2 酸浸剂****4.2.1 酸种选择**

酸浸剂可选用盐酸、硫酸或以其为主的混合酸体系，酸种选择应综合考虑钨矿物类型、伴生元素组成、设备耐腐蚀性能及后续钨回收工艺要求。

**4.2.2 质量要求**

所用酸浸剂应为工业级及以上质量等级，其主要技术指标应符合表2的规定。

**表2 常用酸浸剂质量要求**

酸种	质量分数或浓度	杂质控制要求
盐酸（HCl）	≥30%（或按工艺稀释使用）	Fe≤0.02%
硫酸（H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ）	≥98%（或按工艺稀释使用）	Fe≤0.03%
混合酸	按等效酸度折算	不应引入有害金属离子

**4.2.3 使用要求**

酸浸剂在使用前应进行必要的检测或核验，不应使用已明显污染、变质或成分不明的酸液。配酸和加酸过程应具备计量控制条件，酸浓度应稳定可控。

**4.3 水****4.3.1 水质要求**

酸浸工艺用水宜采用工业软化水、除盐水或去离子水，其水质应满足表3的要求。

表3 酸浸工艺用水质量要求

项目	指标
电导率	$\leq 50 \mu\text{S/cm}$
悬浮物	$\leq 5\text{mg/L}$
油类	不应检出
有机物	不应显著影响酸浸反应

#### 4.3.2 使用要求

工艺用水不应含有会与酸浸剂或矿物发生副反应的成分，不同工序用水应分类管理，防止交叉污染。

## 5 酸浸工艺

### 5.1 酸浸工艺流程

钨混合精矿酸浸工艺的具体工艺流程如图1所示。

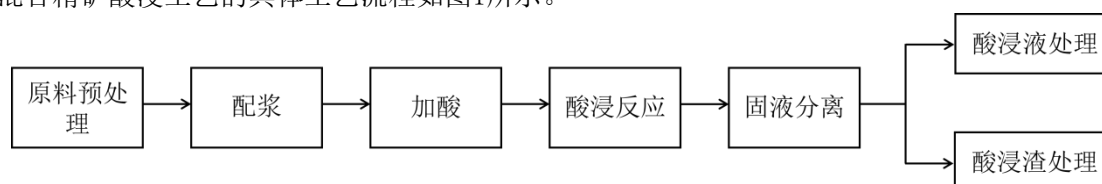


图1 钨混合精矿酸浸工艺流程图

### 5.2 酸浸工艺要求

#### 5.2.1 原料预处理

原料预处理要求如下：

- 钨混合精矿在入浸前应进行破碎、磨矿等预处理；
- 预处理后原料粒度应满足-200目占比应不低于85%；
- 预处理过程中产生的-10 $\mu\text{m}$ 细泥含量应不大于20%。

#### 5.2.2 配浆

配浆工序应符合以下要求：

- 配浆液固比应控制在1.0:1~3.0:1 (L/kg)；
- 矿浆固体质量浓度应控制在200g/L~450g/L；
- 配浆时间宜为10min~30min，矿浆均匀稳定；
- 配浆完成后矿浆应保持良好流动性，不应出现明显沉降。

#### 5.2.3 加酸

加酸工序应符合以下要求：

- 酸浸剂应在搅拌条件下加入矿浆中；
- 酸的初始加入量应按矿石中碳酸盐及可反应组分计算；
- 加酸过程中矿浆体系pH应控制在0.5~2.0；
- 加酸时间宜为20min~60min，避免局部酸度突变。

#### 5.2.4 酸浸反应

酸浸反应要求如下：

- 酸浸反应温度应控制在50 $^{\circ}\text{C}$ ~90 $^{\circ}\text{C}$ ；
- 酸浸反应时间应控制在2h~6h；
- 搅拌转速应控制在60r/min~150r/min；
- 反应过程中矿浆应处于连续悬浮状态，不应发生结块或沉积。

#### 5.2.5 固液分离

固液分离要求如下：

- 固液分离应在酸浸反应结束后30min内进行；
- 过滤或沉降后的浸出液悬浮物含量应不大于5g/L；

- c) 酸浸渣含液率应不大于35%;
- d) 固液分离过程中不应引入新的机械杂质。

#### 5.2.6 酸浸渣处理

酸浸渣处理要求如下:

- a) 采用逆流洗涤工艺洗涤酸浸渣, 依次经过3~5级洗涤, 洗涤液与酸浸液合并处理;
- b) 每级洗涤液固比控制在(2.0~3.0):1, 搅拌速率60r/min~80r/min, 洗涤时间15min~30min。

#### 5.2.7 酸浸液处理

酸浸液处理要求如下:

- a) 酸浸液及洗涤液合并后, 送入中和反应池, 加入石灰乳或氢氧化钠溶液进行中和, 中和至pH值6.5~8.5;
- b) 中和过程中搅拌速率50r/min~80r/min, 温度控制在25℃~40℃;
- c) 中和后加入0.1%~0.3%的絮凝剂(聚丙烯酰胺), 静置沉降2h~4h, 上清液经检测达标后排放或回收利用, 沉淀污泥按危险废物处置。

## 6 技术指标

钨混合精矿酸浸工艺技术指标应符合表4的规定。

表4 钨混合精矿酸浸工艺技术指标

项目	指标要求	
主要杂质浸出率 (CaO、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、SiO <sub>2</sub> 等)	≥70%	
酸耗 (以HCl计)	≤180kg·t <sup>-1</sup>	
浸渣中钨 (WO <sub>3</sub> ) 质量分数	≥97%	
钨损失率	≤1.5%	
产品稳定性	同一批次酸浸渣主要成分波动	≤±0.5%
	不同批次酸浸渣主要成分波动	≤±1%

## 7 检测方法

### 7.1 取样方法

原料、酸浸渣应按GB/T 2007.1的规定进行取样, 取样应具有代表性, 每批次原料取样量应不少于500g, 酸浸渣每班次取样量不少于300g, 酸浸液每2h取样一次, 每次取样量不少于200mL。

### 7.2 化学成分检测

#### 7.2.1 WO<sub>3</sub>含量测定

应按照GB/T 6150.1的规定执行。

#### 7.2.2 CaO含量测定

应按照GB/T 6150.5的规定执行。

#### 7.2.3 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量测定

应按照GB/T 6150.16的规定执行。

#### 7.2.4 磷含量测定

应按照GB/T 6150.3的规定执行。

#### 7.2.5 砷含量测定

应按照GB/T 6150.13的规定执行。

#### 7.2.6 锡含量测定

应按照GB/T 6150.2的规定执行。

#### 7.2.7 铜含量测定

应按照GB/T 6150.9的规定执行。

### 7.3 粒度检测

采用标准筛析法，称取100g试样，置于200目标准筛中，振动筛分10min，称量筛下物质量，计算-200目占比。

#### 7.4 水分检测

应按照GB/T 6150.6的规定执行。

#### 7.5 浸出率计算

浸出率应按照公式（1）计算。

$$\text{浸出率} = \frac{(\text{原料中杂质含量} - \text{酸浸渣中杂质含量})}{\text{原料中杂质含量}} \times 100\% \quad (1)$$

#### 7.6 钨损失率计算

钨损失率应按照公式（2）计算。

$$\text{钨损失率} = \frac{(\text{原料中WO}_3\text{含量} \times \text{原料质量} - \text{酸浸渣中WO}_3\text{含量} \times \text{酸浸渣质量})}{(\text{原料中WO}_3\text{含量} \times \text{原料质量})} \times 100\% \quad (2)$$

#### 7.7 水质检测

洗涤用水及排放水的水质检测应按照以下方法进行：

- a) 电导率测定：采用电导率仪进行测定，测定前应使用标准电导率溶液对仪器进行校准，将电极浸入水样中，待读数稳定后读取电导率值；
- b) pH值测定：采用pH计进行测定，测定前应使用标准缓冲溶液对仪器进行校准，将电极插入水样中，待读数稳定后读取pH值；
- c) 悬浮物含量测定：采用过滤法或离心法进行测定，取一定体积水样，通过滤膜过滤或离心分离后，将所得沉淀物干燥至恒重，按单位体积水样计算悬浮物含量。

### 8 设备要求

#### 8.1 原料预处理设备

原料预处理设备应符合以下要求：

- a) 破碎与磨矿设备应能将钨混合精矿处理至满足工艺要求的粒度范围，并具备稳定的处理能力；
- b) 设备运行过程中不应产生影响后续酸浸反应的金属污染或异常细泥。

#### 8.2 酸浸反应设备

酸浸反应设备应符合以下要求：

- a) 酸浸反应设备宜采用耐酸材料或采取有效防腐措施，常用材质包括耐酸钢、衬胶碳钢、聚合物衬里等；
- b) 酸浸反应釜（槽）应配备搅拌装置，其搅拌能力应使矿浆在反应过程中保持均匀悬浮状态；
- c) 反应设备应具备温度监测与调控条件，酸浸反应应在规定温度范围内进行。

#### 8.3 加酸与计量设备

加酸与计量设备应符合以下要求：

- a) 加酸系统应具备计量和调节功能，加酸过程应平稳可控；
- b) 加酸设备及管路应密封良好，不应发生泄漏或跑冒滴漏现象。

#### 8.4 固液分离与洗涤设备

固液分离与洗涤设备应符合以下要求：

- a) 固液分离设备（过滤、沉降或离心设备）应满足处理能力要求，并应能有效降低浸出液悬浮物含量；
- b) 洗涤设备应适用于多级逆流洗涤工艺，酸浸渣洗涤效果应稳定。

## 8.5 辅助与环保设备

辅助与环保设备应符合以下要求：

- a) 中和、沉降及污泥处理设备应满足酸浸液处理和环保要求；
- b) 生产区域应配备必要的通风、排酸雾及应急处置设施。

## 9 人员要求

### 9.1 基本要求

工作人员应符合以下基本要求：

- a) 酸浸工艺操作人员应经过专业培训，熟悉钨混合精矿酸浸工艺流程及操作要点；
- b) 从事酸浸、加酸、中和及检测等岗位的人员，应具备相应的安全操作能力。

### 9.2 岗位能力要求

岗位能力要求如下：

- a) 原料处理与酸浸操作人员应掌握配浆、加酸、反应控制等关键工艺参数的调节方法；
- b) 化学检测人员应熟悉相关分析方法，并能够按照标准要求开展取样和检测工作。

### 9.3 管理与记录要求

管理与记录要求如下：

- a) 生产过程应建立操作记录制度，记录内容包括原料批次、工艺参数、酸耗及异常情况；
- b) 应定期对操作人员进行技术培训和安全教育，培训记录应完整可查。

## 10 安全与环保要求

### 10.1 安全要求

安全要求如下：

- a) 酸浸作业区域应设置明显的安全警示标识，防止无关人员进入；
- b) 加酸、配酸及中和操作应采取防护措施，操作人员应佩戴防酸手套、防护眼镜等防护用品；
- c) 酸浸过程中应防止酸液飞溅、泄漏及酸雾扩散，发现异常应及时处理。

### 10.2 环保要求

环保要求如下：

- a) 酸浸液、洗涤液及中和后废水应经处理达标后排放或回用，其排放应符合国家及地方相关环保法规要求；
- b) 酸浸渣若为一般工业固体废物，应按GB 18599的规定进行贮存和处置；中和沉淀污泥属于危险废物，应按GB 18598的规定进行收集、贮存，委托有资质的单位进行处置；
- c) 干燥、酸浸过程中产生的酸雾和粉尘应经吸收塔（采用碱液吸收）处理后排放，尾气中颗粒物含量应符合GB/T 16157的要求。

### 10.3 应急管理

应急管理要求如下：

- a) 应制定酸液泄漏、设备故障等突发事件的应急处置预案；
- b) 应定期检查安全与环保设施的运行状态；
- c) 生产过程中产生的废气、废液和固体废物应建立台账管理制度。