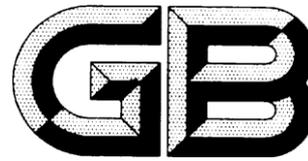


ICS 点击此处添加 ICS 号
点击此处添加中国标准文献分类号



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

铜阳极泥回收利用技术规范

点击此处添加标准英文译名

(征求意见稿)

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 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 铜阳极泥的成分	2
5 铜阳极泥回收利用方式	2
6 湿法综合回收利用技术	3
7 火法综合回收利用技术	4
8 选-冶联合综合回收利用技术	5
9 湿法—火法综合回收利用技术	6
10 环保要求	8

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由全国产品回收利用基础与管理标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：XXX、XXX。

本标准主要起草人：XXX、XXX。

铜阳极泥回收利用技术规范

1 范围

本标准规定了铜阳极泥的术语和定义、回收利用方式、回收利用技术、采样与检测、环保要求等。本标准适用于铜冶炼企业在铜电解精炼工艺过程中产生的铜阳极泥的回收及利用。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 9078 工业窑炉大气污染物排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准

GB 50988 有色金属工业环境保护工程设计规范

YS/T 87 铜铅电解阳极泥取制样方法

YS/T 745.1 铜阳极泥化学分析方法 第1部分：铜量的测定 碘量法

YS/T 745.2 铜阳极泥化学分析方法 第2部分：金和银量的测定 火试金重量法

YS/T 745.3 铜阳极泥化学分析方法 第3部分：铂量和钯量的测定 火试金富集-电感耦合等离子体发射光谱法

YS/T 745.4 铜阳极泥化学分析方法 第4部分：硒量的测定 碘量法

YS/T 745.5 铜阳极泥化学分析方法 第5部分：碲量的测定 重铬酸钾滴定法

YS/T 745.7 铜阳极泥化学分析方法 第7部分：铋量的测定 火焰原子吸收光谱法和 Na₂EDTA滴定法

YS/T 745.9 铜阳极泥化学分析方法 第9部分：铈量的测定 火焰原子吸收光谱法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铜阳极泥 cooper anode mud

铜电解精炼过程中所产生的阳极不溶物。

3.2

脱铜渣 Anode slime removing copper

铜阳极泥脱铜后的残渣。

3.3

熔炼渣 Smelting slag

铜阳极泥在还原熔炼过程中所产生的冶炼渣。

3.4

精炼渣 Refining slag

铜阳极泥在氧化精炼过程中所产生的冶炼渣。

4 铜阳极泥的成分

4.1 铜阳极泥的有价元素

铜阳极泥中主要元素有铜（Cu）、金（Au）、银（Ag）、硒（Se）、碲（Te）、铋（Bi）、铂（Pt）、钯（Pd）等有价元素。

4.2 采样与检测

4.2.1 铜阳极泥取样和制样参照 YS/T 87 规定的程序和方法进行。

4.2.2 铜阳极泥中铜量的测定按照 YS/T 745.1 的规定执行。

4.2.3 铜阳极泥中金和银量的测定按照 YS/T 745.2 的规定执行。

4.2.4 铜阳极泥中铂和钯量的测定按照 YS/T 745.3 的规定执行。

4.2.5 铜阳极泥中硒量的测定按照 YS/T 745.4 的规定执行。

4.2.6 铜阳极泥中碲量的测定按照 YS/T 745.5 的规定执行。

4.2.7 铜阳极泥中铋量的测定按照 YS/T 745.7 的规定执行。

4.2.8 铜阳极泥中钨量的测定按照 YS/T 745.9 的规定执行。

5 铜阳极泥回收利用方式

5.1 提取有价元素

5.1.1 铜阳极泥主要利用方式为提取金（Au）、银（Ag）、铂（Pt）、钯（Pd）、硒（Se）、碲（Te）、铋（Bi）、铜（Cu）等有价元素。

5.1.2 提取金、银、铂、钯主要采用湿法、火法、选冶联合、湿法-火法综合处理等技术。

5.1.3 提取硒、碲主要采用选冶联合、湿法-火法综合处理等技术。

5.1.4 提取 Bi 主要采用湿法-火法综合处理等技术。

5.2 尾渣处理

铜阳极泥在提取有价金属元素后，尾渣可返回铜冶炼系统、铅冶炼系统或委托有资质的单位集中处理。

6 湿法综合回收利用技术

6.1 流程

湿法流程工艺具有金银直收率高、生产周期短、能耗低、劳动环保条件好、经济效益好的优点，能够处理各种成分复杂的阳极泥。主要流程包括硫酸化焙烧与蒸硒、稀酸浸出脱铜、亚纳分银、氯化分金、金银电解精炼、铂钯提取流程，流程示意图见图1。

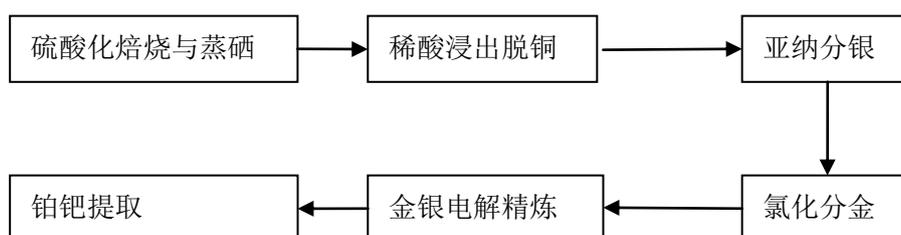


图1 湿法流程图

6.2 技术要求

6.2.1 硫酸化焙烧与蒸硒

- 铜阳极泥含水率控制在 25% 以下；
- 焙烧时铜镍等金属在 250℃ 下转变为水溶性硫酸盐；
- 硒化物硫酸反应生成硒酸盐时温度控制在在 240~300℃；
- 硒酸盐分解成 SeO₂ 时温度控制在 500~650℃；
- 单体硒经真空蒸馏生产出的精硒（精硒（Se:99.95%）（YS/T223-1996）品位应大于 99.95%。

6.2.2 稀酸浸出脱铜

- 焙烧后的铜阳极泥一焙沙中的硫酸盐需用稀硫酸浸出，得到分铜渣和分铜液；
- 分铜液需加入 NaCl，以 AgCl 的形式沉淀析出银。

6.2.3 亚纳分银

- 分铜渣中溶解 AgCl 需加入加入亚硫酸钠溶液；
- 亚硫酸钠浸出液得到银粉可选用甲醛、水合联氨或亚硫酸钠还原。

6.2.4 氯化分金

- 进入分金的原料氧化剂选用氯气或氯酸钠；
- 溶解分金时需在有 HCl-NaCl 溶液或 H₂SO₄-NaCl 溶液中；
- 浸出液中还原得到金粉时需通入 SO₂ 气体或者加入草酸。

6.2.5 金银电解精炼

将银粉、金粉分别铸成银阳极板、金阳极板，放于电解液中进行电解时需控制好电流密度和同极中心距。

6.2.6 铂钯提取

- a) 铂钯精矿需通过焙烧、酸浸除杂进一步提取金；
- b) 还原含钯滤液时需使用水合肼，并烘干后才可得到纯度较高的海绵钯；
- c) 铂精矿加水浆化后加入水合肼还原，需再加入王水溶解，加热氧化水解，最终用氯化铵沉铂得到铂盐，煅烧、洗涤、烘干即可得到纯度较高的海绵铂。

7 火法综合回收利用技术

7.1 流程

火法流程工艺成熟、易于操作控制、对原料适应性强、适于大规模集中生产。主要包括硫酸化焙烧与蒸硒、稀酸浸出脱铜、还原熔炼、氧化精炼、金银电解精炼、铂钯提取流程，流程示意图见图2。

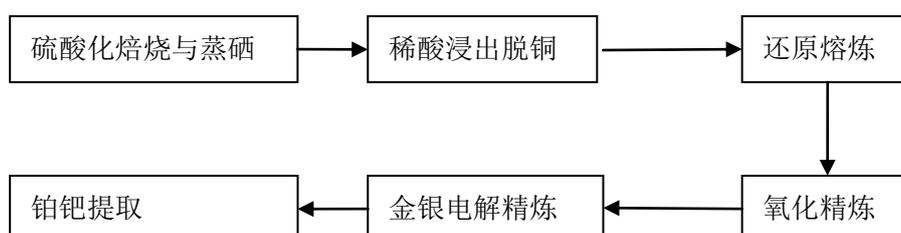


图2 火法流程图

7.2 技术要求

7.2.1 硫酸化焙烧与蒸硒

- a) 铜阳极泥含水率控制在 25%以下；
- b) 焙烧时铜镍等金属在 250℃ 下转变为水溶性硫酸盐；
- c) 硒化物硫酸反应生成硒酸盐时温度控制在在 240~300℃；
- d) 硒酸盐分解成 SeO_2 时温度控制在 500~650℃；
- e) 单体硒经真空蒸馏生产出的精硒（精硒（Se:99.95%）（YS/T223-1996）品位应大于 99.95%。

7.2.2 稀酸浸出脱铜

- a) 焙烧后的铜阳极泥—焙沙中的硫酸盐需用稀硫酸浸出，得到浸出渣和浸出液；
- b) 浸出液需加入 NaCl ，以 AgCl 的形式沉淀析出银，得到分铜渣和分铜液。

7.2.3 还原熔炼

- a) 加入还原剂、溶剂和返料需根据浸出渣与铅阳极泥成分、还原炉的渣型与渣量，按比例加入；
- b) 物料的加热、融化、分解、还原等反应，需待反应充分后部分高挥发性物质或以单质或化合物形态挥发进入烟气，炉内生成贵铅沉于炉底，将上层的熔炼渣排出，即可得到贵铅。

7.2.4 氧化精炼

通过氧化法将贵铅中的易氧化杂质（如Sb、As、Pb等）造渣除去，得到金银合金板含金、银需在97%以上。

7.2.5 金银电解精炼

将银粉、金粉分别铸成银阳极板、金阳极板，放于电解液中进行电解时需控制好电流密度和同极中心距。

7.2.6 铂钯提取

- a) 铂钯精矿需通过焙烧、酸浸除杂进一步提取金；
- b) 还原含钯滤液时需使用水合肼，并烘干后才可得到纯度较高的海绵钯；
- c) 铂精矿加水浆化后加入水合肼还原，需再加入王水溶解，加热氧化水解，最终用氯化铵沉铂得到铂盐，煅烧、洗涤、烘干即可得到纯度较高的海绵铂。

8 选-冶联合综合回收利用技术

8.1 流程

选-冶联合流程具有设备处理能力高、可综合回收铅、工艺流程好、烟尘量少等优点。主要包括湿法处理工序、浮选、分银炉熔炼、金银电解精炼、铂钯提取等工序，流程示意图见图3。

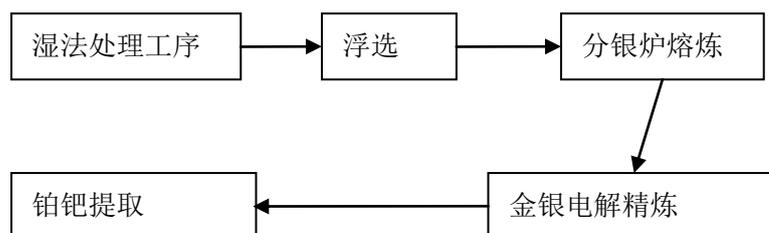


图3 选-冶联合流程图

8.2 技术要求

8.2.1 湿法处理工序

8.2.1.1 常压浆化

将阳极泥加入常压浆化反应釜时加入硫酸需控制好固液比和酸度。

8.2.1.2 高压浸出

用泵将浆化浸出后液打入高压浸出釜时需不断搅拌，并通入蒸汽和氧气，并且在高温高压的工况条件下进行搅拌浸出。

8.2.1.3 沉硒、银

高压浸出液需通入常压反应釜，加入铜粉以置换其中的硒和银。

8.2.1.4 沉碲

硒银置换后液再通入后续常压反应釜，加入铜粉置换回收碲化铜，碲置换后液与常压浸铜液混合后，送铜的铜电积工序。

8.2.1.5 铜电积

铜阳极泥经常压浸出和高压脱铜后经置换脱碲后的含铜溶液，在铜电积储液槽中调节好铜离子浓度进行电积法脱铜，采用一定的电流密度和槽电压，可在阴极铜。

8.2.2 浮选

向脱铜硒渣中加入硫酸和水调成浓度为30%的矿浆，加入捕收剂和少量松醇油浮选得到含银40%~50%的精矿。

8.2.3 分银炉熔炼

含银精矿适当配入苏打、炭粉、石英砂、萤石等，在分银炉中熔炼，铸成含金、银97%以上金银合金板。

8.2.4 金银电解精炼

通过氧化法将贵铅中的易氧化杂质（如Sb、As、Pb等）造渣除去，得到金银合金板含金、银需在97%以上。

8.2.5 铂钯回收

- a) 铂钯精矿需通过焙烧、酸浸除杂进一步提取金；
- b) 还原含钯滤液时需使用水合肼，并烘干后才可得到纯度较高的海绵钯；
- c) 铂精矿加水浆化后加入水合肼还原，需再加入王水溶解，加热氧化水解，最终用氯化铵沉铂得到铂盐，煅烧、洗涤、烘干即可得到纯度较高的海绵铂。。

9 湿法—火法综合回收利用技术

9.1 流程

湿法—火法综合处理工艺易于操作控制，对物料的适应性强，具有工艺流程短，工艺设备少，占地面积小，工业废水量小等优点，能够在处理过程中回收全部的有价元素。主要包括湿法处理、火法处理、贵金属精炼、稀散及其他金属提取工序，流程示意图见图4。

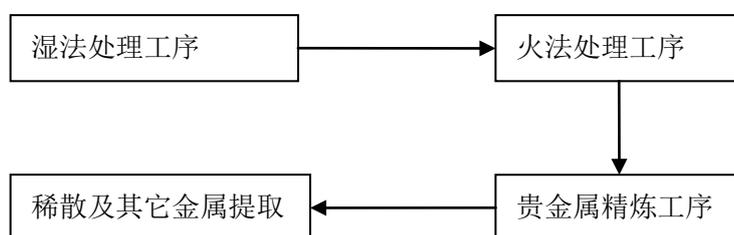


图4 湿法—火法综合处理流程图

9.2 技术要求

9.2.1 湿法处理工序

同 6.2。

9.2.2 火法处理工序

9.2.2.1 回转窑干燥

采用回转式干燥窑对脱铜渣加进行脱水，需使其含水量达到入炉要求。

9.2.2.2 脱铜渣混合配料

根据阳极泥的成分和底吹还原炉的渣型、渣量，将阳极泥脱铜渣、还原剂、溶剂和返料按比例在精矿仓进行混合配料。

9.2.2.3 还原熔炼反应

- a) 加入还原剂、溶剂和返料需根据浸出渣与铅阳极泥成分、还原炉的渣型与渣量，按比例加入；
- b) 物料的加热、融化、分解、还原等反应，需待反应充分后部分高挥发性物质或以单质或化合物形态挥发进入烟气，炉内生成贵铅沉于炉底，将上层的熔炼渣排出，即可得到贵铅。

9.2.2.4 氧化吹炼反应

通过氧化法将贵铅中的易氧化杂质（如 Sb、As、Pb 等）造渣除去，得到的贵铅合金中合金、银需在 80% 以上，铅在 10% 以下。

9.2.2.5 氧化精炼反应

通过氧化法将贵铅中的易氧化杂质（如 Sb、As、Pb 等）造渣除去，得到金银合金板含金、银需在 97% 以上。

9.2.3 贵金属精炼工序

9.2.3.1 银电解反应

将多尔合金浇铸成的银阳极板放于电解液中进行封闭式自热电解时需控制好电流密度和同极中心

距，即可在阴极得到银粉，将银粉收集烘干后铸成银锭。

9.2.3.2 金萃取反应

将银电解阳极泥在氯化分金釜中氯化浸出，分金液进行二级萃取，三级酸洗和一级草酸铵还原，可产出 99.99% 的金粉，经洗涤--烘干--铸型即可生产出符合 IC-Au (Au : 99.99%) (GB/T4134-2003) 的国标 1#金锭，后液进行铂、钯提取。

9.2.3.3 铂钯提取

同 8.2.5。

9.2.4 稀散及其它金属提取工序

9.2.4.1 碲的提取

- a) 将碲化铜移入常压反应釜，加入水和 NaOH，需同时通入氧气进行氧化碱浸。
- b) 浸出液需进行硫化除杂得到二氧化碲，二氧化碲需进行碱溶电解可得到阴极碲，经水洗后铸熔后得到碲锭。

9.2.4.2 硒的回收

- a) 工艺烟气进入二级动力波，在动力波中 SeO_2 被硫酸溶液吸收成为亚硒酸，用泵打入压滤机，滤渣返回火法处理，滤液打入反应釜，通入 SO_2 进行还原；
- b) 用真空泵经抽滤筒抽滤得到品味 95% 以上的粗硒；
- c) 粗硒经真空蒸馏可生产出品位大于 99.95% 以上的精硒（精硒 (Se:99.95%) (YS/T223-1996)）。

9.2.4.3 铋的回收

- a) 精炼得到的含铋炉渣需经粉碎后，再加入反应釜，添加 HCl 进行反应；
- b) 反应后进行压滤得到 $BiCl_3$ 液和渣，渣需返回火法处理， $BiCl_3$ 液进行水解沉铋得到氯氧铋。

10 环保要求

10.1 技术的选择、工程的设计、建设和运行管理应符合 GB 50988 等国家标准的的要求。

10.2 噪声排放标准应符合 GB 12348 的要求。

10.3 工业水污染排放应符合 GB 25467 的要求。

10.4 大气排放应执行相关国家及省排放物标准。

10.5 过程中产生的废渣，根据其性质属性，按一般废物或危险废物管理制度管理。属于一般固体废物应符合 GB 18599 的要求。