

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXXXX—XXXX

铜冶炼炉渣中有价金属回收技术要求

Technical requirements for valuable metals recycling of copper smelting
slag

(送审稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

目 次..... I

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 有价金属回收工艺流程..... 2

5 有价金属回收总体要求..... 3

 5.1 工艺选择要求..... 3

 5.2 环境保护要求..... 3

6 有价金属回收技术要求..... 4

 6.1 火法贫化..... 4

 6.2 预处理..... 4

 6.2.1 炉渣冷却..... 4

 6.2.2 配矿..... 4

 6.2.3 碎磨..... 4

 6.3 选矿处理..... 5

 6.3.1 浮选..... 5

 6.3.2 磁选..... 5

 6.4 湿法处理..... 5

 6.4.1 浸出..... 5

 6.4.2 置换法回收铜..... 5

 6.4.3 净化..... 5

 6.4.4 浓缩法回收锌..... 6

 6.4.5 电积法回收铜..... 6

 6.4.6 电积法回收锌..... 6

7 主要设备要求..... 6

8 检测..... 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：云南铜业股份有限公司、昆明冶金研究院有限公司、矿冶科技集团有限公司、江西铜业股份有限公司、铜陵有色金属集团控股有限公司、金川集团股份有限公司、大冶有色金属有限责任公司、山东中金岭南铜业有限责任公司、紫金矿业集团股份有限公司、北方铜业股份有限公司。

本文件参加起草单位：

本文件主要起草人：郭芸杉、陈会全、蒋太国、简胜、袁朝新、赵黎明、赵晖、靳明阳、温志森、牛天荣、王迪、刘冬根、王云凤、朱艳芬、吕向文、揭晓武、王文军、范文杰、蔡创开、杨得臣、王明芳、吴成春、金自钦、唐飞、周仕庆、曹宇、邓蕊、姜美光。

铜冶炼炉渣中有价金属回收技术要求

1 范围

本文件规定了铜冶炼炉渣中回收有价金属的工艺流程、总体要求、技术要求、主要设备要求和检测。
本文件适用于铜冶炼企业在火法冶炼工艺过程中产生的炉渣（转炉渣、电炉渣、底吹炉渣、闪速炉渣、侧吹炉渣和多元炉渣）回收铜、锌、铁等有价金属。
本文件不适用于炉渣与其他物料协同处理回收有价金属。

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 467 阴极铜
- GB/T 666 化学试剂 七水合硫酸锌（硫酸锌）
- GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
- GB/T 6730.66 铁矿石 全铁含量的测定 自动电位滴定法
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 14260 散装重有色金属浮选精矿取样、制样通则
- GB 25466 铅、锌工业污染物排放标准
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准
- GB/T 27682 铜渣精矿
- GB/T 29520 铜冶炼安全生产规范
- GB/T 29523 锌冶炼安全生产规范（湿法）
- GB/T 29773 铜选矿厂废水回收利用规范
- GB 50616 铜冶炼厂工艺设计规范
- GB 50985 铅锌冶炼厂工艺设计规范
- HG/T 2326 工业硫酸锌
- HJ 863.3 排污许可证申请与核发技术规范 有色金属工业-铜冶炼
- HJ 1222 固体废物 水分和干物质含量的测定 重量法
- HJ 2020 袋式除尘工程通用技术规范
- JGJ/T 439 碱矿渣混凝土应用技术标准
- YS/T 441.1 有色重金属选矿冶炼金属平衡管理规范
- YS/T 921 冰铜
- YS/T 1092 有色重金属冶炼渣回收铁精粉
- YS/T 1093 再生锌原料
- YS/T 1115.1 铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法 第1部分：铜含量的测定 碘量法
- YS/T 1115.3 铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法 第3部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、锰、镁

和银含量的测定 火焰原子吸收光谱法

YS/T 1115.12 铜原矿和尾矿化学分析方法 第 12 部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁和锰量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

YS/T 1415 湿法炼锌浸出液中酸度的测定 络合掩蔽—中和滴定法

YS/T 1415.2 湿法炼锌浸出液化学分析方法 第 2 部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铜冶炼炉渣 copper smelting slag

火法冶炼铜的过程中产生的炉渣，主要为转炉渣、电炉渣、底吹炉渣、闪速炉渣、侧吹炉渣和多元炉渣。

3.2

炉渣冷却 slag cooling

处于高温熔融状态的炉渣倒入渣包后，经过空冷、水冷及自然蒸发利于炉渣后续处理的过程。

4 有价金属回收工艺流程

铜冶炼炉渣有价金属回收工艺主要包含火法贫化、预处理-浮选-磁选工艺、预处理-浸出-置换法回收铜-净化-浓缩法回收锌工艺和预处理-浸出-电积法回收铜-电积法回收锌工艺工艺流程图见图1。其中预处理主要为炉渣冷却、配矿、碎磨三道工序，碎磨工序中碎矿一般使用液压破碎锤处理，再进行颚式破碎机的一段破碎或颚式破碎机+圆锥破碎机的两段破碎工艺，磨矿一般采用半自磨+溢流型球磨（SAB工艺）或格子型球磨机+溢流型球磨机的两段磨矿工艺。浮选主要分为阶段选别（快速浮选+粗选+精选+扫选）和常规浮选（粗选+精选+扫选）两种工艺。

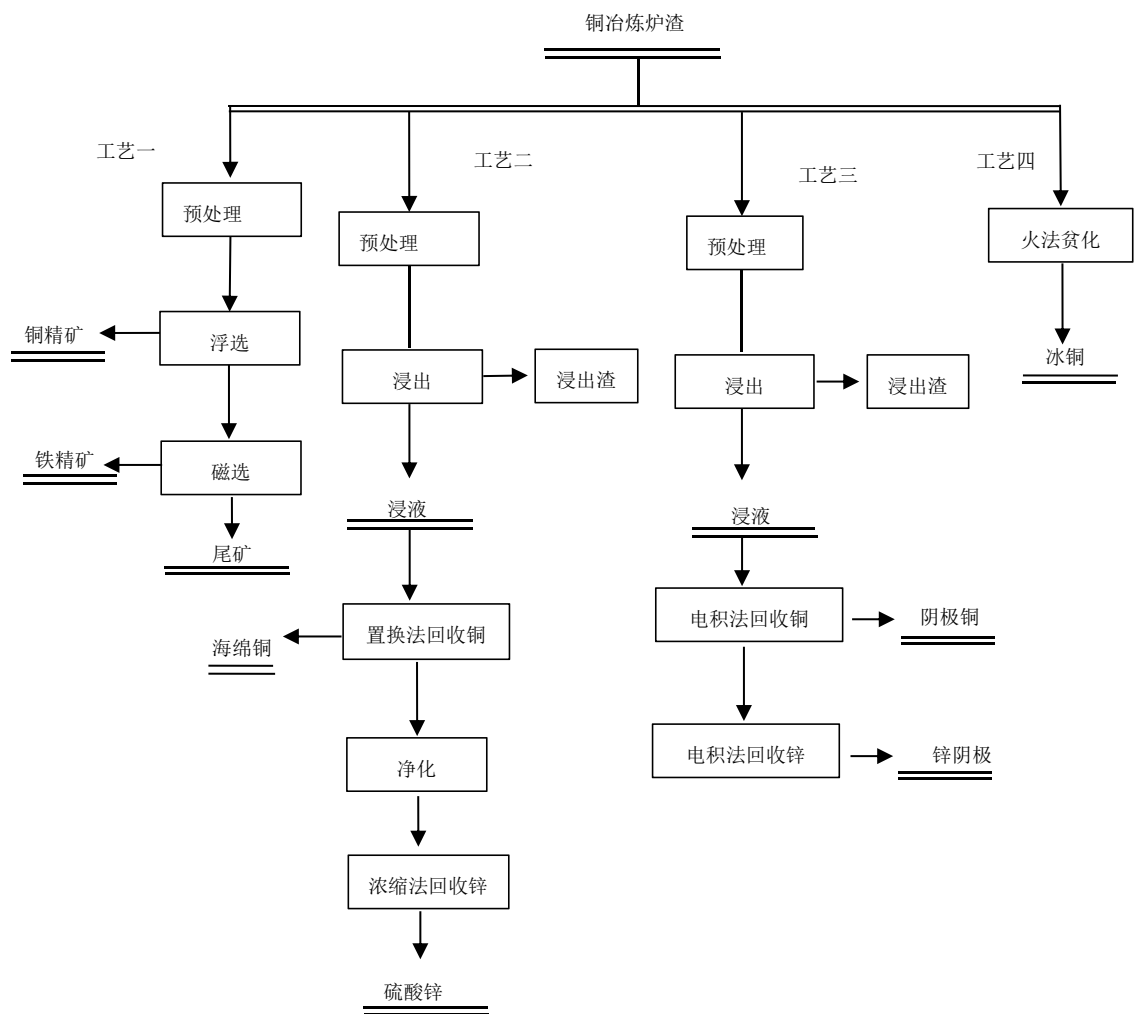


图1 铜冶炼炉渣有价金属回收工艺流程

5 有价金属回收总体要求

5.1 工艺选择要求

- 5.1.1 有价金属回收工艺流程应灵活和易于调整，并适应入选炉渣性质，其工艺流程及工艺技术参数根据炉渣性质和产品质量要求由试验研究确定，生产过程中可根据物料性质的变化，不断优化与完善原工艺流程。
- 5.1.2 入选炉渣的粒度和有用矿物的单体解离度应满足工艺要求，并应避免矿物过磨或欠磨。

5.2 环境保护要求

- 5.2.1 铜冶炼炉渣有价金属回收过程中污染物排放应符合 HJ 863.3 的规定。
- 5.2.2 铜冶炼炉渣有价金属回收过程中产生的废气应符合 GB 25466、GB 25467 的规定。

- 5.2.3 铜冶炼炉渣有价金属回收过程中产生的废水回收利用应符合 GB/T 29773 的规定。
- 5.2.4 铜冶炼炉渣有价金属回收过程中产生的固体废物应根据 GB 5085.7 进行鉴别，经鉴别不再具有危险特性的，按照一般 I 类工业固体废物管理，优先考虑综合利用，并在收集、贮存过程中应采取相应防治措施。
- 5.2.5 铜冶炼炉渣有价金属回收过程中产生的噪声应符合 GB 12348 的规定。
- 5.2.6 铜冶炼炉渣有价金属回收的金属平衡管理应符合 YS/T 441 的规定。
- 5.2.7 铜冶炼炉渣有价金属回收的冷却渣包管理应符合 GB/T 29520 的规定。
- 5.2.8 铜冶炼炉渣有价金属回收过程中应符合国家及行业有关质量、安全、卫生、消防等方面的规定。

6 有价金属回收技术要求

6.1 火法贫化

- 6.1.1 火法贫化温度应不低于 1200℃，采用贫化电炉进行火法贫化时相关参数要求应符合 GB 50616 的相关规定。
- 6.1.2 火法贫化宜用的药剂为硫化剂、还原剂和造渣剂，硫化剂宜采用黄铁矿、低品位铜矿、硫磺、石膏渣等，还原剂宜采用焦炭、煤等，造渣剂宜采用二氧化硅和氧化钙。
- 6.1.3 冰铜应符合 YS/T 921 的要求。

6.2 预处理

6.2.1 炉渣冷却

- 6.2.1.1 根据炉渣类型、炉渣性质选择适宜的冷却工艺，避免倒渣时出现渣包爆炸现象。
- 6.2.1.2 渣包的配置须满足炉渣冷却工艺的要求。
- 6.2.1.3 炉渣冷却推荐工艺参数见表 1。

表 1 渣包冷却推荐工艺参数

渣型	空冷时间 h	水冷时间 h	最终包壁温度 ℃
转炉渣	24~33	42~52	≤60
电炉渣	14~24	32~56	≤60
底吹炉渣	7~24	15~56	≤70
闪速炉渣	6~20	38~50	≤60
侧吹炉渣	≥20	≥40	≤65
多元炉渣	15~28	48~52	≤70

6.2.2 配矿

入选前，应根据炉渣产量、种类、铜品位和铁硅比进行配矿，配矿后铜品位宜不低于 1%，铁硅比值宜控制在 1.6~1.7。

6.2.3 碎磨

- 6.2.3.1 常规碎矿工艺流程产品粒度宜不超过 12mm。
- 6.2.3.2 SAB 工艺流程粗碎产品粒度宜不超过 300mm。

- 6.2.3.3 阶段磨矿一段磨矿产品-0.074mm 的含量宜不低于 60%，二段磨矿产品-0.045mm 含量宜不低于 75%。其他磨矿工艺流程最终产品-0.045mm 含量宜不低于 75%。
- 6.2.3.4 半自磨机磨矿介质充填率宜控制在 5%~15%，磨矿浓度宜控制在 75%~85%。
- 6.2.3.5 格子型球磨机磨矿介质充填率宜控制在 40%~45%，磨矿浓度宜控制在 75%~85%。
- 6.2.3.6 溢流型球磨机磨矿介质充填率宜在 25%~45%，磨矿浓度宜控制在 70%~80%。

6.3 选矿处理

6.3.1 浮选

- 6.3.1.1 粗选矿浆浓度宜控制在 30%~55%，精选矿浆浓度宜不大于 20%，扫选矿浆浓度宜控制在 25%~55%；阶段选别快浮矿浆浓度宜控制在 40%~55%，粗选矿浆浓度宜控制在 35%~50%，精选矿浆浓度宜不高于 20%。
- 6.3.1.2 外售铜渣精矿主铜品位应符合 GB/T 27682 的要求。
- 6.3.1.3 调整剂、捕收剂、起泡剂根据试验确定的药剂制度进行添加，并结合生产实际进行调整。
- 6.3.1.4 作为矿渣混凝土的渣浮选尾矿应符合 JGJ/T 439 的要求。

6.3.2 磁选

- 6.3.2.1 铁精粉应符合 YS/T 1092 的要求。

6.4 湿法处理

6.4.1 浸出

- 6.4.1.1 浸出方式可采取常压浸出、常压氧化浸出或加压氧化浸出，具体推荐药剂及工艺参数见表 2。
- 6.4.1.2 固液分离宜选用压滤机进行分离。
- 6.4.1.3 浸出渣中可溶性铜含量应小于 0.3%。

表 2 浸出推荐药剂及工艺参数

项目		常压浸出	加压浸出
氧化剂		氧气、富氧、空气、双氧水等	氧气、富氧或空气
压力		常压	0.3MPa~0.4MPa（氧分压）
浸出剂		稀硫酸、氨水或氨盐	稀硫酸、氨水或氨盐
温度	浸出剂为稀硫酸时	70℃~100℃	150℃~200℃
	浸出剂为氨水或氨盐时	50℃~70℃	80℃~120℃

6.4.2 置换法回收铜

- 6.4.2.1 置换宜控制在 40℃~60℃下进行。
- 6.4.2.2 置换剂实际量宜为溶液中铜置换理论量的 1.2 倍。
- 6.4.2.3 置换时, 溶液 pH 值不大于 3。
- 6.4.2.4 置换后液中铜的质量浓度应不大于 1 g/L。
- 6.4.2.5 海绵铜宜返回铜冶炼系统。

6.4.3 净化

- 6.4.3.1 净化处理后溶液中含铁不大于 5mg/L, 锰不大于 15mg/L, 含酸不大于 5g/L, 含镉不大于 1mg/L。

6.4.3.2 中和处理时,中和剂宜采用氧化锌、次氧化锌、石灰,硫化剂宜采用硫化氢、硫化钠、硫氰化钠。

6.4.4 浓缩法回收锌

6.4.4.1 制备一水硫酸锌时离心温度宜为 60℃。

6.4.4.2 七水硫酸锌应符合 GB/T 666 的规定。

6.4.4.3 一水硫酸锌应符合 HG/T 2326 的规定。

6.4.5 电积法回收铜

6.4.5.1 电积应为二次电积或多次电积。

6.4.5.2 电压宜为 1.8V~2.5V。

6.4.5.3 电积铜应符合 GB/T 467 的规定。否则,应返回铜冶炼系统进行精炼。

6.4.6 电积法回收锌

6.4.6.1 电积应分为一、二次电积,相关安全生产要求符合 GB/T 29523。

6.4.6.2 锌电积废含锌离子浓度及酸锌比($\text{H}_2\text{SO}_4:\text{Zn}^{2+}$ 的质量比)应符合 GB 50985 的相关要求。

6.4.6.3 电积密度宜为 $350\text{A}/\text{m}^2 \sim 500\text{A}/\text{m}^2$ 。

6.4.6.4 电积槽温度宜为 35℃~45℃。

6.4.6.5 锌电积新液含锌宜控制在 100g/L~160g/L,电积后液含锌宜控制在 45g/L~65g/L,残酸宜控制在 120g/L~180g/L,电积后液返回浸出工序。

6.4.6.6 锌锭应符合 YS/T 1093 的要求。

7 主要设备要求

7.1 选用的设备应质量可靠、运行稳定、高效节能、绿色环保,以及便于运行维护与管理。

7.2 浸出反应设备宜选用衬有防腐层的槽、罐,并配套搅拌器、加热器。

7.3 收集容器应选用密封、防漏容器。

7.4 浸出渣和浸出液宜选用压滤机、离心机等分离。

7.5 除尘设备选型宜依据 HJ 2020 的规定。

8 检测

8.1 铜冶炼炉渣的取样、制样宜按照 GB/T 14260 的规定进行。

8.2 铜冶炼炉渣尾矿中铜含量的测定宜按照 YS/T 1115.1 的规定进行,锌含量的测定宜按照 YS/T 1115.3 的规定进行,铁含量的测定宜按照 GB/T 6730.66 的规定进行。

8.3 磨矿浓度、矿浆浓度测定宜按照 HJ 1222 的规定进行。

8.4 浸出渣中可溶性铜含量、置换后液铜浓度测定宜按照 YS/T 1115.1 或 YS/T 1115.12 的规定进行,净化处理后溶液中含铁、锰、酸、镉含量测定宜按照 YS/T 1415.2 的规定进行。

8.5 锌电积液含锌、含酸及锌电积废酸浓度的测定宜按照 YS/T 1415 的规定进行。
