

# 《铜冶炼炉渣中有价金属回收技术规范》

## 编制说明

（送审稿）

云南铜业股份有限公司

二零二五年九月

# 行业标准《铜冶炼炉渣中有价金属回收技术规范》编制说明

## （送审稿）

### 一、工作简况

#### 1.1 任务来源

本项目是根据国家标准化技术委员会《工业和信息化部办公厅关于印发2024年第一批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科〔2024〕18号），计划编号为2024-0311T-YS，项目名称为《铜冶炼炉渣中有价金属回收技术规范》，主要起草单位为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、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，计划应完成时间为2026年3月14日。

#### 1.2 立项目的和意义

据《中国矿产资源报告2023》，我国年精炼铜产量达到1106.3万吨。经资料查阅，年产铜冶炼炉渣达2600万吨，平均含铜品位约2.0%，铜金属约52万吨，价值约310亿元，相当于一座超大型矿山年产量，此外铜冶炼炉渣中还含有金、银、铋、铂和钯等有价金属。《“十四五”循环经济发展规划》显示，2020年我国再生有色金属产量1450万吨，其中再生铜产量325万吨，2025年目标中，再生铜达到400万吨，将低品位矿、共伴生矿、难选冶矿、尾矿的综合利用列入重点任务。

另一方面，随着世界铜资源日益枯竭以及我国高速发展对金属资源需求量的增加，直接弃渣会造成资源浪费，且弃渣的堆存会占用大量耕地，造成环境污染。目前，大冶有色、紫金铜业、贵溪冶炼厂、金川有色、铜陵有色等大型冶炼厂都设有渣选厂，据调研，南国铜业、紫金铜业、广西金川、大冶有色等尾矿含铜品位均在0.2%以上，按照上述年产铜冶炼炉渣量计算，尾矿含铜品位每降低0.01个百分点，每年可以多回收约2600吨铜金属，多创造1.56亿经济效益，现在我国铜冶炼铜回收工艺已经具备将冶炼渣尾矿降低到0.2%以下的技术，但由于现场技术管理规范性不足，大多数铜冶炼渣选厂未能达到该生产水平。因此，急需提高铜冶炼炉渣中有价金属回收技术水平。具体目的意义如下：

##### （一）立项目的

### （1）解决行业技术乱象，统一回收标准

当前铜冶炼炉渣中有价金属回收领域，存在工艺选择随意、技术参数不统一、操作流程不规范等问题。部分企业采用传统火法贫化工艺时，因缺乏明确技术指导导致金属回收率偏低；湿法回收工艺（如预处理 - 浸出 - 置换 / 电积法）的操作细节、试剂用量等也无统一标准，造成不同企业回收产品质量差异显著。本标准的编写，旨在针对火法贫化、预处理 - 浮选 - 磁选、预处理 - 浸出 - 置换 / 电积等核心工艺，明确技术要求、操作规范及关键控制指标，填补行业技术标准空白，为企业 provide 清晰、可落地的技术遵循。

### （2）提升资源利用效率，减少固废污染

铜冶炼炉渣作为冶炼过程中产生的主要固废，不仅占用大量土地资源，还存在重金属渗漏风险，对生态环境构成潜在威胁。同时，炉渣中蕴含的铜、锌、金、银等有价金属，因回收技术不达标而长期被浪费。本标准通过规范回收工艺，引导企业采用高效、先进的技术手段，最大化提取炉渣中的有价金属，实现“变废为宝”；同时明确尾渣处理要求，推动尾渣资源化再利用（如用于建材生产），减少固废堆存，降低环境污染风险。

## （二）立项意义

### （1）推动行业转型升级，提升产业竞争力

本标准的实施，将倒逼行业淘汰技术落后、能耗高、污染大的回收产能，引导企业向技术密集型、绿色高效型方向转型。通过统一工艺标准与产品质量要求，推动行业技术水平整体提升，促进企业优化生产流程、降低生产成本、提高产品附加值。同时，规范的技术体系有助于形成产业集聚效应，提升我国铜冶炼炉渣有价金属回收产业在国际市场的竞争力，为行业参与全球资源循环利用合作奠定基础。

### （2）践行绿色发展理念，助力“双碳”目标实现

铜冶炼炉渣有价金属回收属于资源循环利用范畴，符合“减量化、再利用、资源化”的绿色发展要求。标准中明确火法贫化的能耗控制、湿法工艺的水循环利用率等环保指标，引导企业采用低碳、节能、环保的回收技术，减少能源消耗与污染物排放。通过提高固废资源化利用率，降低对原生矿产资源的依赖，减少矿产开采过程中的生态破坏，为实现“碳达峰、碳中和”目标提供有力支撑。

### （3）完善资源循环体系，促进产业协同发展

本标准不仅聚焦铜冶炼炉渣的有价金属回收，还关注尾渣的后续资源化利用，推动形成“铜冶炼 - 炉渣回收 - 尾渣再利用”的全链条循环体系。这一体系将铜冶炼产业与固废处理、有色金属加工、建材等产业紧密衔接，促进跨产业协

同合作，带动相关产业发展，形成新的经济增长点，同时为我国构建资源节约型、环境友好型社会提供重要技术支撑。

### 1.3 主要参加单位和工作成员所作的工作

标准主要起草人为郭芸杉、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。

郭芸杉，项目负责人，负责组织开展标准研制、标准草案框架的确定、标准任务分配、文献查阅、框架内容调整及前期生产工艺资料和技术指标的调研工作；陈会全、蒋太国、朱艳芬、唐飞、周仕庆、王云凤、曹宇、邓蕊，主要修订人员，负责协助项目负责人完成标准的编写、调研及技术指标确定工作，并负责标准的修订及审核；袁朝新、揭晓武，主要修订人员，负责参与和配合前期调研工作，参与标准框架的搭建和修改，并提供矿冶集团涉及现有铜冶炼炉渣有价金属回收技术规范工艺及技术参数资料，同时进行参数可靠性认证；简胜、赵晖、吕向文、金自钦、姜美光，主要修订人员，负责协助完成铜冶炼炉渣中有价金属相关检测方面的标准及方法的收集整理，同时协助完成框架内容调整和相关材料的编写工作；赵黎明、王文军，主要修订人员，负责参与和配合前期调研工作，参与标准框架的搭建和修改，并提供江西铜业涉及现有铜冶炼炉渣有价金属回收技术规范工艺及技术参数资料，同时进行参数可靠性认证；靳明阳、范文杰，主要修订人员，负责参与和配合前期调研工作，参与标准框架的搭建和修改，并提供金川集团涉及现有铜冶炼炉渣有价金属回收技术规范工艺及技术参数资料，同时进行参数可靠性认证；温志森、蔡创开，主要修订人员，负责参与和配合前期调研工作，并提供紫金矿业集团涉及现有铜冶炼炉渣有价金属回收技术规范工艺及技术参数资料，同时进行参数可靠性认证；牛天荣、杨得臣，主要修订人员，负责参与和配合前期调研工作，并提供北方铜业股份有限公司涉及现有铜冶炼炉渣有价金属回收技术规范工艺及技术参数资料，同时进行参数可靠性认证；王迪、王明芳，主要修订人员，负责参与和配合前期调研工作，并提供铜陵有色涉及现有铜冶炼炉渣有价金属回收技术规范工艺及技术参数资料，同时进行参数可靠性认证；刘冬根、吴成春，主要修订人员，负责参与和配合前期调研工作，并提供中金铜业涉及现有铜冶炼炉渣有价金属回收技术规范工艺及技术参数资料，同时进行参数可靠性认证。

### 1.4 主要工作过程

#### 1.4.1 预研阶段

2022年1月-2022年4月收集、整理分析铜冶炼炉渣综合回收利用相关资料以及国家相关法律制度，组织编制、审查、修改、完善《铜冶炼炉渣选矿技术规

范》草案、项目建议书、立项报告，并于 2022 年 5 月 18 日-5 月 19 日通过了有色金属标准项目论证会。

#### 1.4.2 立项阶段

2022 年 5 月 20 日-31 日，按秘书处要求和论证会意见修改完善《铜冶炼炉渣选矿技术规范》草案、项目建议书、立项报告等相关资料，并上报有色标委审批立项。

2024 年 3 月 6 日，根据有色标委专家评审意见，将规范名称修改为《铜冶炼炉渣中有价金属元素回收技术规范》。

2024 年 3 月，项目通过工业和信息化部办公厅立项审批后，公布于国家工业和信息化部发布的《工业和信息化部办公厅关于印发 2024 年第一批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科〔2024〕18 号）文中。

#### 1.4.3 起草阶段

2024 年 3 月-10 月完成《铜冶炼炉渣中有价金属的回收技术规范》讨论稿及任务分配工作的编写工作。

2024 年 10 月 29 日-11 月 1 日全国有色金属标准化技术委员会组织于南京召开《铜冶炼炉渣中有价金属的回收技术规范》讨论会，来自约 6 单位的 8 专家，会议主要意见包括：1）进一步修改完善工艺流程图；2）根据实际情况调整各工艺技术参数控制范围；3）按标准编写要求修改完善主要正文部分内容，确保格式正确符合要求。

2024 年 11 月-12 月按照第一次讨论会议的意见建议，完成草案修改，并下发参编单位征求意见。

#### 1.4.4 征求意见阶段

2025 年 4 月 17 日-18 日在昆明参加全国有色金属标准化技术委员会举办的“有色金属标准项目论证会暨标准制修订工作会议”，对《铜冶炼炉渣中有价金属的回收技术规范》进行预审，来自 6 单位的 8 名专家，会议主要意见包括：1）按照标准编写格式修改完善标准正文及编制说明；2）添加相关设备及检测检验相关要求；3）在编制说明中详细说明各工艺参数来源及确定依据。

2025 年 4 月 19 日-5 月 29 日根据审查意见对《铜冶炼炉渣中有价金属的回收技术规范》正文及编制说明进行修改完善，形成《铜冶炼炉渣中有价金属的回收技术规范》征求意见稿。

2025 年 5 月 30 日-9 月 30 日完成《铜冶炼炉渣中有价金属的回收技术规范》征求意见稿的意见征求工作，并对征求意见进行收集整理，按照收集意见情况对《铜冶炼炉渣中有价金属的回收技术规范》正文及编制说明进行修改完善，形成

《铜冶炼炉渣中有价金属的回收技术规范》送审稿。

## 二、编制原则、主要内容及确定依据

### 2.1 编制原则

本标准在编制过程中，认真贯彻执行工业和信息化部、全国有色金属标准化技术委员会有关行业标准制修订管理办法，遵循“面向市场、服务产业、自主修订、适时推出、及时制修订、不断完善”的原则，以科学性原则为基础，依托矿物学分析、实验数据及国际先进技术成果，确保技术指标合理可验证；紧密围绕实用性原则，针对行业痛点提出适配方案，通过优化工艺参数提升回收率与经济效益；严格遵循一致性原则，对接《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》及“双碳”目标要求，协同现有工程技术规范形成体系化标准；突出先进性原则，引入全组分梯级协同回收理念及新型分离技术，对标国际标准提升行业竞争力；注重公平性原则，通过公开技术参数、鼓励多方参与，兼顾区域资源与环保差异；强化可操作性原则，细化主要设备要求、检测方法和量化指标降低执行门槛；坚持动态性原则，建立技术迭代和政策适配机制，通过定期评估与国际标准接轨，全面推动资源高效回收、环境效益提升及行业可持续发展。

本标准起草过程中，主要按 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》进行编写。本标准的起草本着以下的依据和原则：

- (1) 遵循国家法律法规、规章制度的原则。
- (2) 遵循先进性、适用性和通用性相结合原则。
- (3) 与生产实际相结合原则。

### 2.2 标准主要技术内容的确定依据

标准编写工作组通过查阅《铜冶炼渣选矿》、《碎矿和磨矿》等有关铜冶炼炉渣中有价金属回收等书籍及文献资料，同步调研统计铜冶炼炉渣中有价金属回收生产过程中的工艺及技术数据，并按照生产工艺确定本标准以下主要 8 个章节：

#### 第 1 章 范围

本文件规定了铜冶炼产生的转炉渣、电炉渣、底吹炉渣、闪速炉渣、侧吹炉渣和多元炉渣回收有价金属的基本要求、工艺流程和技术要求。

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。

#### 第 2 章 规范性引用文件

本章列举了本标准的内容引用的相关标准和政府文件。

### 第3章 术语和定义

本章中对铜冶炼炉渣中有价金属回收相关的相关术语进行了定义和说明。

### 第4章 有价金属回收工艺流程

本章中对铜冶炼炉渣中有价金属回收相关工艺流程进行简要介绍

### 第5章 有价金属回收总体要求

本章中主要对铜冶炼炉渣中有价金属回收的工艺选择要求及环境保护要求进行说明。

### 第6章 有价金属回收技术要求

本章中主要对铜冶炼炉渣中有价金属回收相关工艺及技术参数要求进行明确。

### 第7章 主要设备要求

本章中主要对铜冶炼炉渣中有价金属回收过程中使用的设备相关要求进行明确。

### 第8章 检测

本章主要对铜冶炼炉渣中有价金属回收过程中工艺技术指标测定要求及不同工艺最终产品的检测方法进行明确。

## 三、试验验证分析、综述报告、技术经济论证、预期达到的经济效益、社会效益和生态效益

### 3.1 试验验证分析和综述报告

#### （一）项目的必要性阐述

《铜冶炼炉渣中有价金属回收技术规范》行业标准项目属于国家产业政策、规划重点支持发展的标准项目，同时具有显著的社会效益和经济效益，具体阐述如下：

（1）该项目属于国家产业政策、规划重点支持发展的标准项目。一是本项目已列入2024年工业和信息化部《2024年第一批行业标准制修订计划》中，项目编号2024-0311T-YS。二是属于《铜产业高质量发展实施方案（2025—2027年）》中的“加强尾矿和冶炼渣的减量化、资源化、无害化处置，推广低品位铜矿及尾矿综合利用等技术”内容，该方案由工业和信息化部等11部门联合发布，明确将铜冶炼渣资源化利用作为推动铜产业绿色化发展的重要举措。三是属于《国务院办公厅关于加快构建废弃物循环利用体系的意见》（国办发〔2024〕7号）中“促进尾矿、冶炼渣中有价组分高效提取和清洁利用”的重点任务，该意

见将冶炼渣有价值组分回收利用作为构建废弃物循环利用体系的关键环节。四是符合《加快推动工业资源综合利用实施方案》中“加快推进尾矿（共伴生矿）、冶炼渣等工业固废在有价值组分提取等领域的规模化利用”的要求，该方案提出到2025年冶炼渣综合利用率需达到73%的目标，为本标准的制定提供了明确的政策导向。

（2）本项目具有显著的社会效益和经济效益。在社会效益方面，标准的制定与实施将规范铜冶炼炉渣中有价金属回收的技术要求和操作流程，有助于提高冶炼渣综合利用水平，减少固废堆存造成的土地占用和环境污染，推动铜产业绿色低碳转型，助力实现碳达峰碳中和目标。在经济效益方面，通过标准化的技术规范提升有价金属回收效率，可增加再生铜及其他伴生金属资源的供给，降低铜产业对原生矿产资源的依赖，提高资源利用效率和产业附加值，对保障国家资源安全、促进铜产业高质量发展具有重要意义。

（二）项目的可行性阐述

本项目可行性基础坚实，依托云南铜业在炉渣资源化领域深厚的技术积淀和成熟的产业化应用（如西南铜业、云锡铜业等项目实践），其技术实力已获工信部认可并正式立项（项目编号 2024-0311T-YS）。面对巨大的炉渣存量与价值潜力，制定此标准旨在响应国家资源战略与环保政策，满足全行业对降本增效与绿色发展的迫切需求。

该标准拟核心解决行业内技术水准不一、关键指标缺失、环境风险突出及缺乏专项规范等的主要问题。其研制意义重大，将填补国内空白，为资源高效回收与污染防治提供权威技术依据，从而规范市场秩序，引领技术进步，推动我国铜冶炼行业向绿色、高效和可持续发展转型升级。

（三）试验验证分析

针对主要内容的确定，具体说明试验结果对技术指标或实验方法的支撑情况，分析报告和综述性报告宜作为附件。产品标准各指标的确定至少有来自不同单位的一百组数据进行分析。

（1）火法贫化

此部分数据来源于北方铜业股份有限公司-垣曲冶炼厂、铜陵有色金冠铜业统计数据，具体数据见表1。

表 1 火法主要工艺统计情况

单位	主要工艺
北方铜业股份有限公司-垣曲	底吹炉渣：炉内温度 1130-1200℃，氧浓 70%~75%，氧料比 130-170m³/t； 转炉渣：风量>19000m³/h，风压 50-100kPa，冷料>8t/炉次；



冶炼厂	阳极炉渣：出铜温度 1260-1280℃，含硫为 0，含氧低于 0.2%。
铜陵有色金冠铜业	拥有两套工艺：一是双闪熔炼炉和闪速吹炼炉工艺，闪速熔炼炉渣温控制 1310℃，使用天然气，单耗 2.6Nm <sup>3</sup> /t-干矿，冰铜品位 69%；闪速吹炼炉渣温控制 1260℃，使用天然气，单耗 12Nm <sup>3</sup> /t-冰铜冰铜品位，粗铜品位 99%。二是奥特麦斯炉和转炉工艺：奥炉熔池堰口温度 1210~1230℃，使用天然气，单耗 10Nm <sup>3</sup> /t-冰铜，使用煤，单耗 68kg/t 冰铜，冰铜品位 56%~63%。

根据统计数据，结合生产实际，铜渣火法贫化过程中，无论采用侧吹炉、电炉，贫化温度一般在 1300-1400℃，加入碎煤、天然气等还原剂，以及黄铁矿等硫化剂（1%~6.5%），贫化后目前渣含铜一般在 0.4%~0.5%，在 GB50616 中指出，炉渣贫化可采用电炉贫化，炉渣温度宜为 1250℃，温度过低会导致炉渣达不到熔融状态，铜回收率较低，最终确认火法贫化温度应不低于 1200℃。

## （2）预处理

### 1）冷却

为确定合适的炉渣冷却制度，对各单位的炉渣冷却制度情况进行统计，结果如下：

转炉渣冷却制度数据统计情况：

表 2 转炉渣冷却制度数据统计情况

单位名称	水冷时间（h）	空冷时间（h）	包壁温度（℃）
楚雄滇中有色金属有限责任公司	48	24	≤50
江西铜业股份有限公司	44-52	22-26	≤50
紫金矿业集团股份有限公司	50	28	≤60
北方铜业股份有限公司-恒曲	48	24	≤50
铜陵有色金属集团控股有限公司	42	33	≤50

电炉渣冷却制度数据统计情况：

表 3 电炉渣冷却制度数据统计情况

单位名称	水冷时间（h）	空冷时间（h）	包壁温度（℃）
楚雄滇中有色金属有限责任公司	32	24	≤60
铜陵有色金属集团控股有限公司	56	14	≤50

多元炉渣冷却制度数据统计情况：

表 4 多元炉渣冷却制度数据统计情况

单位名称	水冷时间（h）	空冷时间（h）	包壁温度（℃）
山东中金岭南铜业有限责任公司	48	18-24	≤70
金川集团股份有限公司（合成炉渣）	52	15	≤50

闪速炉渣冷却制度数据统计情况：

表 5 闪速炉渣冷却制度数据统计情况

单位名称	水冷时间（h）	空冷时间（h）	包壁温度（℃）
江西铜业股份有限公司	38-46	6-8	≤50
紫金矿业集团股份有限公司	50	20	≤60

底吹炉渣冷却制度数据统计情况：

表 6 底吹炉渣冷却制度数据统计情况

单位名称	水冷时间（h）	空冷时间（h）	包壁温度（℃）
山东中金岭南铜业有限责任公司	48	18-24	≤70
北方铜业股份有限公司-恒曲	32	24	≤60
金川集团股份有限公司	56	15	≤50

侧吹炉渣冷却制度数据统计情况：

表 7 侧吹炉渣冷却制度数据统计情况

单位名称	水冷时间（h）	空冷时间（h）	包壁温度（℃）
北方铜业股份有限公司-侯马 北铜有限公司	≥46	≥26	≤65

炉渣空冷时间或水冷时间较短则会导致所得炉渣在后续浮选所得指标较差，同时导致渣包出现红心现象，进而在倒渣时会出现爆炸现象，存在较大安全风险；而炉渣空冷时间或水冷时间过长则会使得渣包停放时间较长，大幅降低矿的处理效率。因此，根据上述指标统计情况，最终确定渣包冷却推荐工艺参数如下：

表 8 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

## 2) 配矿

不同类型的炉渣中铜的品位及物相组成差异较大，铜冶炼渣的典型成分为 Fe29%~40%、SiO<sub>2</sub>30%~40%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤10%、CaO≤11%、Cu0.42%~4.6%；不同的冶炼方法其组成有所差别，具体情况如下：

表 9 典型熔炼炉渣的化学成分

熔 炼 方 法	Cu	Fe	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	S	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
密闭鼓风炉熔炼	0.42	29	—	38	—	7.50	11	0.74
奥托昆普闪速熔炼（渣不贫化）	1.50	44.40	11.80	26.60	1.60	—	—	—
奥托昆普闪速熔炼（电炉贫化）	0.78	44.06	—	29.70	1.40	7.80	0.60	—
INCO 闪速炉熔炼	0.90	44	10.80	33	1.10	4.72	1.73	1.61
诺兰达熔炼	2.60	40	15	25.10	1.70	5	1.50	1.50
瓦纽科夫熔炼	0.50	40	5	34	—	4.20	2.60	1.40
白银法熔炼	0.45	35	3.15	35	0.70	3.30	8	1.40
特尼恩特转炉熔炼	4.60	43	20	26.50	0.80	—	—	—
奥斯麦特熔炼	0.65	34	7.50	31	2.80	7.50	5	—
三菱法熔炼	0.60	38.20	—	32.20	0.60	2.90	5.90	—
云铜艾萨熔炼（电炉贫化）	0.737	41.28	8.25	29.05	0.001	3.86	3.74	1.15

表 10 典型熔炼渣物相组成及含量

炉渣种类	指标	铜 物 相				铁 物 相							
		硫化铜	氧化铜	金属铜	其他铜	全铜	硅酸铁	磁铁矿	赤褐铁	硫化铁	金属铁	其他铁	全铁
大冶诺兰达炉渣	含量	3.38	0.23	0.93	0.04	4.58	20.22	18.68	1.89	0.96	0.53	1.6	43.88
	分布率	73.8	5.02	20.31	0.87	100	46.08	42.57	4.31	2.19	1.21	3.65	100
大冶奥斯麦特炉渣	含量	0.46	0.1	0.08	0.12	0.76	20.22	18.58	1.89	0.96	0.49	—	42.14
	分布率	60.53	13.16	10.53	15.79	100	47.98	44.09	4.49	2.28	1.16	—	100
白银炉渣	含量	1.03	0.02	0.06	0.07	1.18	—	—	—	—	—	—	—
	分布率	87.13	1.97	5.27	5.63	100	—	—	—	—	—	—	—
祥光悬浮熔炼炉渣	含量	0.22	0.63	0.11	0.154	1.114	3.39	13.87	23.50	0.16	—	—	40.92
	分布率	19.75	56.55	9.87	13.82	100	8.28	33.90	57.43	0.39	—	—	100
贵冶闪速熔炼炉渣	含量	0.53	0.3	—	—	0.83	28.58	16.45	—	0.96	—	—	45.99
	分布率	63.86	36.14	—	—	100	62.14	35.77	—	2.09	—	—	100

对于同时处理 2 种及以上的冶炼炉渣的渣选厂，需要做到均衡给料，确保物料性质的稳定，进而便于后续浮选和浸出相关药剂及工艺参数的调控，利于指标优化提升。若入选时铜品位较低，则导致后续有价金属回收难度较大，后续处理工艺花费成本较高，同时，《冶炼渣选矿》中通过系统调研对比，从冶炼和选矿综合考虑，Fe/Si 比值宜控制在 1.6~1.7，并且铜浮选回收率与渣含铜品位存在正

比关系，根据附表 2 中统计的各家单位配矿方式，确定：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%，Fe/Si 比值宜控制在 1.6~1.7。

3) 碎磨

碎磨是预处理中能耗最高，对生产指标影响较大，科学的碎磨工艺及参数设定，可以大幅降低生产成本，提高生产效率。《碎矿与磨矿》中提到常规碎矿产品最大块径在 5-30mm 之间，进一步结合附表 2 中统计的各家单位碎矿产品的粒度情况，确定：①常规碎矿工艺流程产品粒度不宜超过 12mm。②SAB 工艺流程粗碎产品粒度不宜超过 300mm。

《冶炼渣选矿》中提到半自磨机的充填率一般在 5%~12%，特殊情况可以高达 20%，格子型球磨机充填率一般在 40%~45%，溢流型球磨机充填率一般在 35%~40%，此外，最适宜的磨矿浓度在 60%~83%。粗磨时，磨矿浓度稍大些，一般控制在 75%~83%；细磨时，磨矿浓度可低些，约在 65%~75%。进一步结合各家生产单位实际情况，确定：①半自磨机磨矿介质充填率一般控制在 5%~15%，磨矿浓度宜控制在 75%~85%；②格子型球磨机磨矿介质充填率一般控制在 40%~45%，磨矿浓度宜控制在 75%~85%；③溢流型球磨机磨矿介质充填率一般要求在 25%~45%，磨矿浓度宜控制在 70%~80%。

由于磨矿细度为生产过程中的一个重要技术参数，现场通常通过测定磨矿细度来判断工艺的运行情况，根据磨矿细度测量结果来进行生产调试，确保生产指标的稳定，根据附表 2 中统计的各家单位磨矿细度控制情况，确定：阶段磨矿一段磨矿产品-0.074mm 的含量不宜低于 60%，二段磨矿产品-0.045mm 含量不宜低于 75%。其他磨矿工艺流程最终产品-0.045mm 含量不宜低于 75%。

(3) 选矿处理

1) 浮选

各种炉渣的浮选都有它最适宜的矿浆浓度，与炉渣性质和浮选条件有关，据《冶炼渣选矿》所述：常见金属矿物浮选的矿浆浓度为：粗选 25%~45%，精选 10%~20%，扫选 20%~40%。粗选最高时可达 50%~55%，精选最低时可达 6%~8%，但铜冶炼渣选矿浮选矿浆浓度比一般矿石浮选矿浆浓度要高，为确保指标的可行性，对国内几家大型企业渣选厂生产指标进行统计，统计结果如下：

表 9 国内几家大型企业渣选厂生产指标统计情况

单位	原矿配比	原矿品位 (%)	尾矿品位 (%)	粗选浓度 (%)	精选浓度 (%)	扫选浓度 (%)
----	------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

楚雄滇中有色金属 有限责任公司	电：转=4:1	3.12	0.195	32-36	12-15	30-35
山东中金岭南铜业 有限责任公司（多 元）		3.8	0.247	40-50		27-35
江西铜业股份有限 公司	闪：转=3~4:1	闪速渣 0.9-1，转炉 渣 3.0-5.6	0.22-0.24	32-36	18-25	34-38
山东中金岭南铜业 有限责任公司渣选 厂（多元）		2.8-4.4	0.21-0.33	45-55		30-35
紫金铜业选矿厂	配比闪：转=3:1。	闪炉渣 0.65-1，转炉 渣 2-6	0.21	35-45		35-55
北方铜业股份有限 公司-侯马北铜有限 公司（转炉）		1.1-1.6	0.20	30-37	12-15	27-35
金川集团铜贵有限 公司铜选矿分厂	合成炉渣+转炉渣 4: 1	配矿后 1.5-2；底吹 炉渣 4-5	≤0.22	快选 55-65， 一粗 35±3	精选 8-15	
铜陵有色金冠铜业	配比熔炼：电：转 =10:4: 1。	熔炼渣 1.7， 电炉渣 0.9-1，转炉 渣 4.5	0.182	39-43	29-30	39-43

结合统计结果，确定：粗选矿浆浓度宜控制在 30%-55%，精选矿浆浓度不宜高于 20%，扫选矿浆浓度宜控制在 25%-45%；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%，精选矿浆浓度不宜高于 20%。浮选所得铜精矿大多返回冶炼环节进行处理，若需外售则按照 GB/T 27682 的要求进行生产。

## 2) 磁选

磁选工艺一般有以下几种用途：（1）用于渣浮选尾矿磁性铁的回收。用于该用途时，主要放于浮选之后，通过对浮选后的尾矿进行磁选，实现磁性铁的回收，用于生产铁精矿；（2）用于回收炉渣中的自然铜（铜片），适用于处理自然铜含量较高的铜炉渣；（3）用于处理浮选后的铜渣精矿，除去浮选渣精矿中

的部分磁性铁，进而提高浮选渣精矿的铜品位。上述三种用途中用于渣浮选尾矿磁性铁的回收的较为普遍，故本规范只对该用途进行说明，且由于磁选参数需根据原料性质及设备型号，通过试验研究进行确定，无一个统一标准，故此处只对产品进行规定。

#### （4）湿法处理

此部分内容的参数要求及内容均来源于《云南铜业股份有限公司西南铜业分公司搬迁项目初步设计报告》中的“湿法”+“火法”联合处理铜烟尘综合回收处理工艺，该厂现已按照设计建设完毕，主要处理化学成分以 Cu、Pb、Zn、Bi 四种金属成分为主的铜烟尘、熔炼渣、铅滤饼。

##### 1) 浸出

对于属于“原矿含铜品位 $>2\%$ ”的铜冶炼渣，参照 GB50616 中湿法炼铜中的“原料浸出”的要求，进行破碎-磨矿-搅拌浸出的方式进行处理。而搅拌浸出方式根据需求分为常压浸出、常压氧化浸出和加压氧化浸出，根据 GB50616 中的要求，贫化后渣含铜不宜高于  $0.7\%$ ，进一步结合生产企业相关要求，确定浸出渣中可溶性铜含量应小于  $0.3\%$ ，同时，确定氧分压为  $0.3\text{MPa}\sim 0.4\text{MPa}$ 。

浸出剂分为酸性浸出剂和碱性浸出剂两类，酸性浸出剂为硫酸，常用于氧化铜矿的浸出、锌焙砂浸出、镍铈和硫化锌精矿的氧压浸出等；碱性浸出剂为氨水或氨盐，常用于炼铜烟尘提锌。根据《有色金属科学与工程》2023 年 2 月发表的《从铜冶炼阳极炉精炼渣中提取铜工艺研究》中，通过废酸氧化浸出实验，在常压下控制温度  $90^{\circ}\text{C}$  时，铜浸出率达  $85.32\%$ ，验证了中高温（ $85\sim 95^{\circ}\text{C}$ ）对难溶铜矿物的强化作用。实验中对比了不同温度（ $50\sim 90^{\circ}\text{C}$ ）对 Cu、Fe、As 浸出率的影响，结果表明温度升高可显著提升铜回收率，但需平衡酸雾挥发与设备腐蚀风险，结合生产实际情况确定硫酸做浸出剂时常压浸出温度范围为  $70^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

昆明理工大学李存兄教授团队在《中国有色金属学报》2025 年 6 月的研究中，采用氧压酸浸工艺处理多金属铜渣，其温度控制在  $120\sim 160^{\circ}\text{C}$ ，并且江西铜业处理的神滤饼（含铜  $12\%\sim 15\%$ ）所用卧式反应釜温度范围为  $110\sim 120^{\circ}\text{C}$ ，与紫金矿业处理的硫化渣（含铜  $8\%\sim 10\%$ ）所用立式高压釜温度范围为  $140\sim 150^{\circ}\text{C}$  两个工艺所得铜回收率稳定在  $85\%\sim 92\%$ ，且铜渣为高铁渣，浸出过程中需尽可能的控铁，一般产出赤铁矿的温度在  $160^{\circ}\text{C}$  以上，故综合考虑确定加压浸出温度控制范围为  $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

当使用氨水或氨盐作为浸出剂时，温度主要受到氨的挥发性影响，在常压下，如果温度过高（例如超过  $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ ），氨气会大量逸出，因此，为了在反应速率和氨挥发控制之间取得平衡，工业上常压氨浸的温度通常严格控制在  $50^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$  的范围内。在这个温度下，可以对炉渣中的金属铜、氧化铜等易溶组分进行有效

浸出。

加压浸出是在密闭的高压反应釜（高压釜）中进行，通过充入空气或氧气等气体来维持高于大气压的压力在加压条件下，加压氨浸的典型温度范围是80~120℃。在某些条件下，甚至可以达到150℃或更高，但这需要对设备材质和压力等级有更高要求，需进行经济性权衡，综合考虑确定其加压浸出温度范围为80~120℃。

## 2) 置换（铜）

该工艺主要是生产海绵铜，主要返回到冶炼端进行再次回收，对产品品质无过多要求，置换工艺主要参数为反应体系 pH，通常控制在 1.5~3.0，同时考虑到生产工艺的适配性，最终确定置换时，溶液 pH 值不大于 3，而中国地质大学江丽等人在《铁屑置换沉淀海绵铜动力学研究》中表明：温度对置换指标的影响较小，但从工艺和指标方面考虑，常规置换温度宜控制在 40~60℃，温度过低（<40℃）：置换反应速率慢（反应活化能不足），铜回收率低；温度过高（>60℃）：会加速  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，且可能导致海绵铜颗粒团聚（多孔结构被破坏），影响后续酸洗除铁效果。同时为使铜浸出液中的铜尽量置换出来，置换剂的用量一般要略高于理论值，根据《云南铜业股份有限公司西南铜业分公司搬迁项目初步设计报告》，置换剂实际量一般为溶液中铜置换理论量的 1.2 倍。

## 3) 净化

该工艺主要是用于处理置换铜后的浸出液，为后续锌的浓缩回收做准备，主要是降低溶液中的铁、锰、镉等离子，并且对酸含量有一定要求，根据《云南铜业股份有限公司西南铜业分公司搬迁项目初步设计报告》，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。为使酸度和各元素含量满足上述要求，需采用中和剂和硫化剂，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。

## 4) 浓缩法（锌）

对净化处理后的浸出液进行浓缩法回收锌，该工艺较为成熟，主要控制参数为离心温度，为了便于生产，只对一水硫酸锌的离心温度进行规定，按照《云南铜业股份有限公司西南铜业分公司搬迁项目初步设计报告》，确定制备一水硫酸锌时离心温度宜为 60℃，同时所生产的七水硫酸锌和一水硫酸锌分别符合 GB/T 666 和 HG/T 2326 的相关规定要求。

## 5) 电积法（铜）

铜电积法的相关参数在 GB50616 中有所提及，并且常规电积分为二次电积和多次电积，具体次数根据各厂对产品要求进行确定，电积电压参考《云南铜业股份有限公司西南铜业分公司搬迁项目初步设计报告》最终确定铜电积电压为

1.8V~2.5V, 电积铜产品则需符合 GB/T 467 规定的 2 号标准铜(Cu-CATH-3)标准。否则,应返回铜冶炼系统进行精炼。

#### 6) 电积法 (锌)

由于锌的析出电位与  $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  差异小, 杂质易共沉积, 锌电积因杂质敏感性更高, 对溶液净化的要求远严于铜电积, 工艺复杂度也更高, 且锌电积工艺较为成熟, 主要为一次、二次电积回收工艺, 根据需求进行选择, 具体工艺及相关要求在 GB 50985 中有详细说明, 其中该标准的锌电积废液含锌离子浓度及酸锌比 ( $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{Zn}^{2+}$  的质量比)、锌电积新液含锌、电积后液含锌、残酸含量需满足 GB 50985 相关要求, 并结合云南铜业股份有限公司西南铜业锌电积相关工艺, 最终确定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, 并根据云南铜业股份有限公司西南铜业锌电积工艺设计参数信息, 确定锌电积密度宜为 350A/m<sup>2</sup>~500A/m<sup>2</sup>, 电积槽温度为 35℃~45℃。

#### (5) 主要设备要求

在铜冶炼炉渣中有价金属回收过程中, 预处理及选矿和选矿处理对设备的使用没有明确的要求, 故此部分主要对铜冶炼炉渣中有价金属回收过程中通用性较高且要求较高的浸出、除尘设备的相关选择要求及原则进行明确。

#### (6) 检测

此部分主要对铜冶炼炉渣的取样、制样及尾矿中铜、锌、铁等元素的化验相关要求进行了明确。

### (四) 标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益

#### 4.1 先进性、创新性

该标准通过明确火法贫化、预处理 - 浮选 - 磁选及多类浸出回收工艺的关键技术要求与质量管控节点, 系统性解决传统工艺中资源回收不彻底、产品杂质超标等问题, 推动再生铜锌及稀贵金属产品品质实现质的提升。通过规范回收金属的纯度、杂质含量等核心指标, 确保再生材料性能与高端产品适配性, 为战略产业供应链自主可控提供基础支撑。在产业效能提升方面, 标准倡导的短流程、高回收效率工艺路径, 能充分激活铜冶炼炉渣这一固废资源的利用价值, 带动火法、湿法处理等相关装备产能利用率提升, 有效消化国内有色金属行业部分闲置产能, 同时推动尾渣资源化等协同产业发展, 形成“冶炼 - 回收 - 再利用”的循环经济闭环。

#### 4.2 经济效益

对标准实施后预期产生的经济效益进行分析。



### 4.3 社会效益

对标准实施后预期产生的社会效益进行分析。

### 4.4 生态效益

如果对节能减排、环境保护等方面有预期作用和效益的，还应对节能量、减排量、环境贡献等重点进行阐述。

## 四、与国际标准和国外先进标准技术内容的对比

——未采用国际或国外先进标准。

## 五、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

1. 本规范遵守的现行法律、法规。
2. 本规范与强制性国家标准及相关标准协调配套情况。

通过工标网查询，目前为止未查询到国家、行业、地方有《铜冶炼炉渣中有价金属回收技术规范》相关技术标准。

## 六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 七、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利问题。（若标准中涉及专利，需要在附件中提供必要专利信息披露表、已披露的专利清单、必要专利实施许可声明表等材料。）

## 八、实施国家标准的要求以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准建议作为推荐性行业标准发布，发布六个月后实施。

## 九、其他应当说明的事项。

无。

《铜冶炼炉渣中有价金属回收技术规范》

标准编制组

2025 年 9 月 30 日

附件 1 云铜冶炼单位技术参数

	东南铜业	赤峰云铜	滇中有色	易门铜业
冷却	<p>1.Cu&lt;2%, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>≤12%, 缓冷 17h, 水冷 46h, 最终包壁温度≤65℃。</p> <p>2.Cu&lt;2%, 12%&lt;Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>≤16%, 缓冷 19h, 水冷 46h, 最终包壁温度≤65℃。</p> <p>3.2%≤Cu&lt;3%或 16%&lt;Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>&lt;18%, 缓冷 21h, 水冷 46h, 最终包壁温度≤65℃。</p> <p>4.3%≤Cu&lt;4%, 缓冷 25h, 水冷 46h, 最终包壁温度≤65℃。</p> <p>5.Cu≥4%, 或含硫≥1%, 或含 Zn≥3.8%, 或含 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>≥18%, 缓冷 29h, 水冷 46h, 最终包壁温度≤65℃。</p>	渣包外壁温度≤400℃, 空冷 24h, 水冷时间≥60h	<p>1.电炉渣, 缓冷 24h, 水冷 32h, 最终包壁温度≤60℃。</p> <p>2.转炉渣, 缓冷 24h, 水冷 48h, 最终包壁温度≤50℃。</p>	<p>1.底吹炉, 缓冷 18h, 包壁温度, 水冷 42h, 最终包壁温度≤65℃。</p> <p>2.转炉渣, 缓冷 24h, 水冷 48h, 最终包壁温度≤50℃。</p>
碎磨	<p>碎矿产品粒度: -12mm</p> <p>磨矿产品细度: -0.045mm≥80%</p> <p>半自磨充填率: 8%~15%, 磨矿浓度 78%±3%</p> <p>溢流型球磨充填率: 30%~35%, 磨矿浓度 75%±3%</p>	<p>磨矿产品细度: -0.045mm≥80±5%</p> <p>球磨机浓度: 75%~80%。</p>	<p>碎矿产品粒度: -12mm</p> <p>磨矿产品细度: -0.045mm≥68%</p> <p>格子型球磨机充填率: 45%~50%, 磨矿浓度 80%~85%</p> <p>溢流型球磨充填率: 35%~40%, 磨矿浓度 72%~78%</p>	<p>碎矿产品粒度: -12mm</p> <p>一段磨矿产品细度: -0.074mm≥45%</p> <p>二段磨矿产品细度: -0.045mm≥70%</p> <p>格子型球磨机充填率: 40%~45%, 磨矿浓度 80%~85%</p> <p>溢流型球磨充填率: 40%~45%, 磨矿浓度 72%~78%</p>
浮选	<p>粗选浓度: 37%~43%</p> <p>扫选浓度: 37%~43%</p>	粗选浓度: 35%~40%	<p>粗选浓度: 32%~36%</p> <p>精选浓度: 12%~15%</p> <p>扫选浓度: 30%~35%</p>	<p>粗选浓度: 32%~36%</p> <p>精选浓度: 15%~20%</p> <p>扫选浓度: 30%~35%</p>

附件 2 参编单位技术参数							
参编单位	预处理（冷却、碎矿、磨矿）工艺参数	浮选工艺参数	磁选工艺参数	火法工艺参数	湿法工艺参数	其他工艺参数	其他要求
云南铜业滇中有色冶炼厂	<p>(该项为预处理工艺的工艺流程及工艺参数要求,如冷却时间、冷却要求、产品粒度、磨矿浓度、磨矿细度、磨机充填率等参数)</p> <p>例：该厂预处理工艺主要为冷却+碎矿+阶段磨矿阶段选别工艺。冷却：电炉渣：缓冷 24h，水冷 32h，最终包壁温度≤60℃；空冷：转炉渣，缓冷 24h，水冷 48h，最终包壁温度≤50℃；碎矿产品粒度：-12mm；磨矿产品细度：一段磨矿-0.074mm≥70%，二段磨矿-0.045mm≥68%；格子型球磨机充填率：45%～50%，磨矿浓度 80%～85%；溢流型球磨充填率：35%～40%，磨矿浓度 72%～78%。</p>	<p>(该项为浮选工艺参数要求，如入选细度、浮选浓度、尾矿含铜品位、入选原矿品位、产品要求等参数)</p> <p>例： 浮选采用一次快速浮选、一次粗选二次扫选三次精选作业流程。 原矿品位：电炉渣 0.65%，转炉渣 6%～7%，配比电：转=4:1。尾矿品位 0.23%；粗选浓度：32%～36%；精选浓度：12%～15%；扫选浓度：30%～35%；</p>	<p>(该项为磁选工艺的生产工艺概述及参数要求，如磁场强度、磁偏角、产品要求等参数)</p>	<p>(该项为火法工艺的生产工艺概述及参数要求，如温度、使用气体情况、产品要求等)</p>	<p>(该项为湿法工艺的生产概述及参数要求，如温度、pH、压力、药剂名称、产品要求等)</p>	<p>(该项为其他工艺参数要求,如微生物浸出 pH、温度、药剂名称、产品要求等)</p>	<p>（该项为工艺过程中的其他要求，例：环境保护（如：工艺过程中产生的废水、危废物、固体废弃物、噪声、粉尘等）、主要设备（设备选择、选型）及检验检测应符合的要求）</p>
山东中金岭南铜业有限责任公司	<p>公司渣选分厂预处理工艺主要为缓冷+碎矿+阶段磨矿阶段选别工艺。冷却：底吹炉渣、多元炉渣：自然缓冷 18-24h，水冷 48h，总冷却时间 75h 以上，最终包壁温度≤70℃；碎矿产品粒度：-10mm；磨矿产品细度：一段磨矿-200 目 70%～75%，二段磨矿细-325 目 88%～92%；溢流型球磨充填率：35%～40%，磨矿浓度 75%～85%。</p>	<p>浮选采用二次粗选三次扫选作业流程。 原矿品位：3.8%，尾矿品位 0.247%；粗选浓度：40%～50%；扫选浓度：27%～35%；</p>					
江西铜业贵溪冶炼厂	<p>该厂预处理工艺主要为冷却+碎矿+磨矿（半自磨机+球磨机）+分级+浮选+脱水工艺。冷却：闪速炉渣自然缓冷：6-8h，水冷 38-46h，最终包壁温度≤50℃；转炉渣自然缓冷：22-26h，水冷 44-52h；最终包壁温度≤50℃。碎矿产品粒度：-135mm；磨矿产品细度：一段磨矿-0.074mm≥28%，二段磨矿-0.045mm≥48%；半自磨机充填率：8%～10%，磨矿浓度 75%～78%；溢流型球磨充填率：30%～32%，磨矿浓度 76%～80%。</p>	<p>浮选采用两粗二扫三精选别流程。 原矿品位：闪速渣 0.9%～1%，转炉渣 3.0%～5.6%，配比闪：转=3~4:1。尾矿品位 0.22%～0.24%；粗选浓度：32%～36%；精选浓度：18%～25%；扫选浓度：34%～38%；</p>					

山东中金岭南铜业有限责任公司 渣选分厂	预处理工艺主要为冷却+碎矿+阶段磨矿阶段选别工艺。 冷却：底吹炉渣：3m³渣包 自然缓冷 7 小时，水冷 15 小时；6m³渣包自然缓冷 15 小时，水冷 31 小时。最终包壁温度≤60℃。 多元炉渣：自然缓冷 28h，水冷 50h，最终包壁温度≤60℃； 碎矿产品粒度：-12mm； 磨矿产品细度： 一段磨矿细度-74μm≥70%， 二段磨矿细度-43μm≥90%； 溢流型球磨机充填率：35%～45%，磨矿浓度 75%～82%。	浮选采用一段粗选，二段扫选作业流程。 原矿品位：2.8%～4.4%，尾矿品位 0.21%～0.33%； 粗选浓度：45%～55%； 扫选浓度：30%～35%；					
紫金铜业选矿厂	（该项为预处理工艺的工艺流程及工艺参数要求，如冷却时间、冷却要求、产品粒度、磨矿浓度、磨矿细度、磨机充填率等参数） 预处理工艺主要为冷却+碎矿+阶段磨矿阶段选别工艺。冷却：闪炉渣：缓冷 20h，水冷 50h，最终包壁温度≤60℃； 空冷：转炉渣，缓冷 28h，水冷 50h，最终包壁温度≤60℃； 碎矿产品粒度：-150mm； 磨矿产品细度：一段磨矿（半自磨）-0.074mm≥40%，二段磨矿 -0.045mm≥45%； 半自磨磨机充填率：15%～29%，磨矿浓度 70%～84%； 溢流型球磨充填率：25%～35%，磨矿浓度 70%～82%。	浮选采用一次快速浮选、二次粗选二次扫选作业流程。 原矿品位：闪炉渣 0.65%～1%，转炉渣 2%～6%，配比闪：转=3:1。尾矿品位 0.21%； 粗选浓度：35%～45%； 扫选浓度：35%～55%；					
北方铜业股份有限公司-侯马北铜有限公司	侯马北铜有限公司预处理工艺主要为： 冷却、粗碎+SAB+快速浮选+再磨+一粗三扫二精浮选工艺。 冷却：侧吹炉渣，缓冷≥26h，水冷≥46h，最终包壁温度≤65℃； 碎矿产品粒度：250mm； 磨矿产品细度：一段磨矿-0.074mm≥70%，二段磨矿-0.037mm≥75%； 半自磨机充填率：5%-15%，磨矿浓度 72%-78%； 溢流型球磨充填率：26%～37%，磨矿浓度 77%～82%。	浮选采用一次快速浮选、一次粗选三次扫选二次精选作业流程。 原矿品位：1.1%-1.6%； 尾矿品位：0.200%； 粗选浓度：30%-37%； 精选浓度：12%-15%； 扫选浓度：27%-35%					

北方铜业股份有限公司-垣曲冶炼厂	1.底吹炉渣预处理工艺主要为冷却+碎矿+阶段磨矿。冷却：缓冷 24h，水冷 32h，最终包壁温度≤60℃； 2.转炉渣：缓冷 24h，水冷 48h，最终包壁温度≤50℃，破碎粒度≤50mm。 3.阳极炉渣：无需缓冷，直接加入转炉。			底吹炉渣：炉内温度 1130-1200℃，氧浓 70%～75%，氧料比 130-170m³/t； 转炉渣：风量>19000m³/h，风压 50-100kPa，冷料>8t/炉次； 阳极炉渣：出铜温度 1260-1280℃，含硫为 0，含氧低于 0.2%			
金川集团铜贵有限公司铜选矿分厂	预处理工艺：自然缓冷+喷淋缓冷+一段破碎+两段磨矿两段分级 缓冷：①合成炉渣-自然缓冷时间 15h，喷淋缓冷时间 52h，翻包温度≤50℃；②转炉渣-自然缓冷时间 15h，喷淋缓冷时间 56h，翻包温度≤50℃；③底吹炉渣-自然缓冷时间 15h，喷淋缓冷时间 56h，翻包温度≤50℃； 破碎：一段颚式破碎机，产品粒度≤170mm； 磨矿：①一段磨矿分级-半自磨、660 旋流器，充填率 10%，介质φ120mm 钢球，分级溢流细度-325 目≥50%；②二段磨矿分级-球磨机、200 旋流器，充填率 28%，介质φ60mm 钢球，分级溢流细度-325 目≥70%。	工艺流程：快选+两粗+两扫+中矿再磨+两精 原矿品位：合成炉渣+转炉渣 4: 1 配矿后 1.5%-2%；底吹炉渣 4%-5%。 浮选浓度：快选 55%-65%，一粗 35±3%，精选 8%-15% 指标：精矿品位≥16%，尾矿品位≤0.22%	工艺：四级磁选 磁场强度：2800GS-2000GS-1800GS-1800GS； 磁偏角：146° 产品要求：TFe≥50%				
铜陵有色金冠铜业	该厂预处理工艺主要为冷却+碎矿+阶段磨矿阶段选别工艺。冷却：熔炼渣：空冷 14h，水冷 44h，最终包壁温度≤50℃；电炉渣：空冷 14h，水冷 56h，最终包壁温度≤50℃；转炉渣，缓冷 33h，水冷 42h，最终包壁温度≤50℃； 碎矿产品粒度：-150mm； 磨矿产品细度：一段磨矿-0.074mm≥40%，二段磨矿-0.045mm≥80%； 半自磨充填率：10%，磨矿浓度 75%～80%； 溢流型球磨充填率：25%～35%，磨矿浓度 75%～80%。	浮选采用两次粗选三次扫选三次精选作业流程。 原矿品位：熔炼渣 1.7%，电炉渣 0.9%～1%，转炉渣 4.5%，配比熔炼:电:转=10:4:1。尾矿品位 0.182%； 粗选浓度：39%～43%； 精选浓度：29%～30%； 扫选浓度：39%～43%；		拥有两套工艺：一是双闪熔炼炉和闪速吹炼炉工艺，闪速熔炼炉渣温控制 1310℃，使用天然气，单耗 2.6Nm3/t-干矿，冰铜品位 69%；闪速吹炼炉渣温控制 1260℃，使用天然气，单耗 12Nm3/t-冰铜冰铜品位，粗铜品位 99%。二是奥特麦斯炉和转炉工艺：奥炉熔池堰口温度 1210～1230℃，使用天然气，单耗 10Nm3/t-冰铜，使用煤，单耗 68kg/t-冰铜，冰铜品位 56%～63%。			

