ICS 59.100.20

Q51

**团体标准**

T/CNIA XXXX—XXXX

|  |
| --- |
|       |

再生铜原料净化除杂制备无氧铜铸锭技术规范

Technical specification for preparation of oxygen-free copper ingot by purifying and impurity removal from recycling materials for copper

|  |
| --- |
| （送审稿） |
|  |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国有色金属工业协会

中国有色金属学会

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。

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。

本标准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：铜陵有色金属集团股份有限公司、中国科学院过程工程研究所、铜陵市卓翔铜材科技有限公司。

本文件主要起草人：胡铜生、钱国余、王之平、沈涛、王志、李会泉、曹胜利、陶世清、董阳。

**再生铜原料净化除杂制备无氧铜铸锭技术规范**

1 范围

本文件规定了再生铜原料净化除杂制备无氧铜铸锭技术的原理、原料要求、净化除杂工艺要求、环境保护等要求。

本文件适用于通过预处理烘干、保护熔炼、净化除杂和全连续铸造等方法流程，用再生铜原料作为原料生产无氧铜铸锭。

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 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB 8978 污水综合排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18599 一般工业固体废弃物储存和填埋污染控制标准

GB/T 38471-2023 再生铜原料

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素

GBZ 2.2 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素

YS/T 482 铜及铜合金分析方法 火花放电原子发射光谱法

3 术语与定义

本文件没有需要界定的术语和定义

4 原理

选用符合要求的再生铜原料，通过预处理烘干、保护熔炼、净化除杂等方法生产无氧铜铸锭。各方法简述如下：

1. 预处理烘干：通过加热烘干方式，将金属表面残留的水分蒸发去除，避免水气以氢和氧原子的状态进入金属熔体造成的污染。
2. 保护熔炼：通过向金属熔体表层加入木炭等覆盖剂，通过隔离环境中氧的方式，避免金属熔炼过程吸氧；与此同时，利用木炭等覆盖剂在金属熔体表面与氧发生氧化反应，达到脱氧作用。
3. 净化除杂：通过向金属熔体中吹入氮气等保护性气体形成气泡，在气泡上浮过程中将氧化夹杂物和氢原子带出液面。

5 原料要求

5.1 再生铜原料的技术要求应符合GB/T 38471—2023的规定，化学成分要求见表1。

表1 化学成分要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 原料名称 |  | 化学成分（质量分数）/% |
| Cu+Ag， | P | Fe | Zn | Sn | As | Bi | Sb | Ni | S | Pb |
| 再生铜  | ≥99.95 | 0.002 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.003 |

5.2 无氧铜铸锭制备企业宜对再生铜原料进行成分检测、分类、打包、防尘保护，防止再生铜原料被污染，提高后续无氧铜铸锭成分控制精度。

6 净化除杂工艺要求

6.1 工艺流程

应选用符合要求的再生铜原料，经分类收集后，首先通过成分分析确定其成分符合表1要求，然后通过预处理烘干，获得干燥的原料，随后采用木炭等覆盖剂进行保护熔炼，获得铜熔体，接着再通过底吹惰性气体的净化除杂方式去除铜熔体中的氧和氢气体，获得净化后无氧铜熔体，最后经过全连续铸造方式获得无氧铜铸锭，推荐流程图见图1。生产过程取样制样方法及化学分析方法参见附录A。



**图1 再生铜原料净化除杂制备无氧铜铸锭推荐流程**

6.2 工艺方法

6.2.1 再生铜原料化学成分分析

再生铜原料化学成分分析参照GB/T 38471—2023附录C

6.2.2 再生铜原料预处理烘干

a) 采用烘烤炉对再生铜原料进行烘烤去除水分；

b) 再生铜原料在烘烤炉之内加热到400℃并保持3.5小时，去除表面的水分和油污；

c) 对烘烤后的再生铜原料，按照一定规格进行打包，做防尘处理后备用。

6.2.3 再生铜原料保护熔炼

对于符合要求的再生铜原料，在保护熔炼过程中用木炭等覆盖进行脱氧，采用以下方式或方法：

a) 再生铜原料中含有O和H等杂质，为防止再生铜原料熔炼过程吸氧和吸氢，同时对熔融后再生铜原料熔体中O2进行初步去除，采用保护熔炼方式控制再生铜原料熔炼过程气体杂质，保护熔炼过程中取样和化学成分分析参照附录A；

b) 再生铜原料精炼过程中污染物排放应满足GB 18599的要求；

c) 再生铜进行精炼提纯期间，熔体表面采用覆盖剂对熔液进行保护；

d) 再生铜进行精炼提纯后，熔体表面采用木炭覆盖，进行脱氧。

6.2.4 再生铜原料净化除杂

对于符合要求的再生铜原料，宜采用炉底透气砖方式通入氮气将铜液中气体杂质去除，以达到无氧铜成分要求：

1. 氮气的要求：

氮气质量：确保氮气的纯度越高越好。通常，氮气的纯度应控制在99.99%以上；

氮气压力和流量：在熔炼过程中，需要控制氮气的压力和流量，以保证净化除气效果处于最佳，氮气压力一般应保持在0.1-0.5MPa；

监测与控制：在熔炼过程中，要对氮气的压力、流量、熔炼温度等参数进行实时监测，并根据实际情况进行调整；

1. 将氮气按照一定的流量通过透气砖吹入铜液中，气泡内的氢气分压为零,而溶于气泡附近熔体中的氢气分压远大于零,基于氢气在气泡内外分压力之差,使溶于熔体中的氢不断向气泡扩散，并随着气泡的上升和逸出而排到大气中,从而达到除气的目的。

6.2.5 全连续铸造

净化除气后的铜液通过结晶器实现连续铸造，采用以下方式或方法：

a) 设定合理的工艺参数：铸造速度、铸造温度、冷却水强度；

b) 宜采用整体石墨结晶器、浇铸管全埋的浇铸方式；

c) 结晶器覆盖剂应经过烘烤，保持覆盖剂的干燥；

d) 铸锭表面无明显缺陷：无弯曲、裂纹、夹杂等。

7 环境保护要求

7.1 再生铜原料制备无氧铜铸锭过程中的水污染排放应符合GB 8978的要求。

7.2 再生铜原料制备无氧铜铸锭过程中的大气污染物排放应符合GB 16297的要求。

7.3 再生铜原料制备无氧铜铸锭过程中的一般固废应符合GB 18599的要求。

7.4 再生铜原料制备无氧铜铸锭过程中对于生产过程中尚不能完全消除的生产性粉尘、生产性噪声及高温等职业性有害因素，应采取综合控制措施，使工作场所职业性有害因素符合GBZ 2.1和GBZ 2.2的要求。

附 录 A

（规范性）

生产过程取样制样方法及化学分析方法

A.1 取样

A.1.1熔体取样：

1) 取样量：熔炼炉每炉至少取1个样，保温炉每铸一个铸锭至少取2次（浇铸前1次，铸造到铸锭的一半时取1次）。

2) 取样工具：石墨勺取样。

3) 取样方法：金属熔化完后，用石墨棒搅拌金属熔液，待金属熔液充分混合均匀后，用取样工具在熔体中间取样，快速倒入试样模并用水急冷。样品出水时表面温度小于80℃。

3) 样品尺寸及重量：（Ф35mm～Ф45mm）×（20mm～40 mm）。样品重量部不大于400克。

A.1.2铸锭取样：

1) 铸锭取样时，样品宽度应不小于120 mm。

2) 铸造制品在浇口端横向切取宏观试验或者根据检验目的切取其它试样，厚度应不于25 mm。

3) 断口检验试样应在欲折断部位进行锯切、刻槽或加工成锲形槽，要求断裂载面为原始载面的三分之一到三分之二为宜。

4) 检验铸造制品表面用原始表面，其他要求被检验面均需铣削加工，加工后的表面粗糙度（*Ra*）不大于3.2um，同时应防止过热。

5) 试样放在压力机上折断、撕裂或采用其他方法，应一次完成，不许反复多次。

6) 加工后的试样和折断、撕裂断口的表面应保持洁净，不允许受到污染或损伤。

7) 断口组织检验可从每批铸锭中任取一锭，由底部锯至锭厚的1/2处打断，用肉眼进行检查。

8) 检验锭坯径向组织变化规律的试样垂直于锭坯轴线方向的载面载取。

9) 分析缺陷的试样，应在缺陷部位或缺陷附近取样，并同时在正常部位取样，以便进行对比。

10) 取样时应避免样品变形，温度过高等，为此，取样时可采用水、机油或乳液加以冷却。

A.2 制样

A.2.1 化学分析试样制作：

1) 将取出的样品破碎到粒度不大于5mm后采用二分器缩分，缩分后的试样不少于200g，按以下两种方法之一进行制样，作为分析样品。

2) 将分析样品用磁铁吸去铁粉后用碳化钨磨合制样，制样后的试样全部通过0.149mm标准筛。

3) 用普通制样机制成粒度为0.600mm的试样后，用磁铁吸去铁粉，用玛瑙球磨机或用玛瑙研钵研磨，研磨后的试样应全部通过0.149mm标准筛。

A.2.2光谱试样加工

1）根据试样的材料选用合适的车刀。

2）将来样用车床将表面车成粗糙度（*Ra*）介于50μm－200μm之间的平面。

3）将试样的尾部及四周的瘤结等车掉，保证样品干净。

4）加工后的试样高度不得超过45mm。直径为33mm－48mm。

A.3 化学成分分析方法

推荐铸锭的化学成份分析方法按GB/T 5121(所有部分）或YS/T 482的规定进行。