

内蒙古自治区地方标准

DB15/T 3463—2024

双炉连续炼铜工艺技术规范

Technical specification for double-furnace continuous copper
smelting

2024-06-14 发布

2024-07-14 实施

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 窑炉装置	2
4.1 双侧吹熔池熔炼炉	2
4.2 多枪顶吹吹炼炉	3
5 生产工艺	3
5.1 工艺流程	3
5.2 技术指标要求	4
5.3 工艺控制	5

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。

本文件由内蒙古自治区工业和信息化厅归口。

本文件起草单位：赤峰云铜有色金属有限公司、内蒙古自治区质量和标准化研究院、赤峰金峰冶金技术发展有限公司。

本文件主要起草人：段秀云、张孝田、涂伟伟、贾向春、陈朝辉、胡妙卓、张崇燕、霍晓东、张博雅。

双炉连续炼铜工艺技术规范

1 范围

本文件规定了双炉连续炼铜工艺技术的窑炉装置、生产工艺等内容。

本文件适用于利用铜精矿粗铜冶炼的企业，可作为粗铜冶炼项目工程设计施工、运行与技术管理的依据。

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。

YS/T 70 粗铜

YS/T 318 铜精矿

YB/T 5011 镁铬砖

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双炉连续炼铜 double-furnace continuous copper smelting

由双侧吹熔池熔炼炉和多枪顶吹吹炼炉组成的连续炼铜生产工艺，其中双侧吹熔池熔炼炉对铜原料进行造钼熔炼作业，多枪顶吹吹炼炉对双侧吹熔池熔炼炉产出的铜钼及块状冷料进行造铜吹炼作业。

3.2

熔炼 smelting procedure

将含铜精矿，配入适当数量的熔剂、返尘、燃料，送入空气或富氧空气，将物料熔化，氧气与铜精矿内元素发生一系列复杂的物理和化学反应，产生含二氧化硫（SO₂）烟气、铜钼及炉渣的过程。

3.3

熔炼渣 smelting slag

造钼熔炼过程中，由双侧吹熔池熔炼炉产生的含Fe、SiO₂达到一定技术要求的熔体。

3.4

铜钼 copper matte

造钼熔炼过程中，由双侧吹熔池熔炼炉产生的冶金熔体，主要组成以Cu₂S-FeS为主。

3.5

吹炼 blowing procedure

通过向铜铤中鼓入空气或富氧空气，将其中的铁、硫及其他有害杂质氧化除去以获得粗铜，并将贵金属富集到粗铜中的冶金过程。

3.6

吹炼渣 blow slag

粗铜吹炼过程中，由多枪顶吹吹炼炉产生的含Fe、SiO₂达到一定技术要求铁酸钙熔渣。

3.7

粗铜 blister copper

粗铜熔炼过程中，由多枪顶吹炉产生的含铜达到98.5%以上的冶金熔体。

4 窑炉装置

4.1 双侧吹熔池熔炼炉

双侧吹熔池熔炼炉整体为长方型炉体，炉体横向整体分为三个部分，分别是渣室1、炉膛反应区2、虹吸区3。炉体纵向分布两种风口，一种在炉体中下方，称为一次风口7，其主要用于向炉内输送富氧空气；炉体上部设有二次风口4，用于向炉内输入氧浓度较低的含氧气体；炉顶盖上设有若干下料口6；炉顶一侧设有烟气出口5。示意图如图1所示：

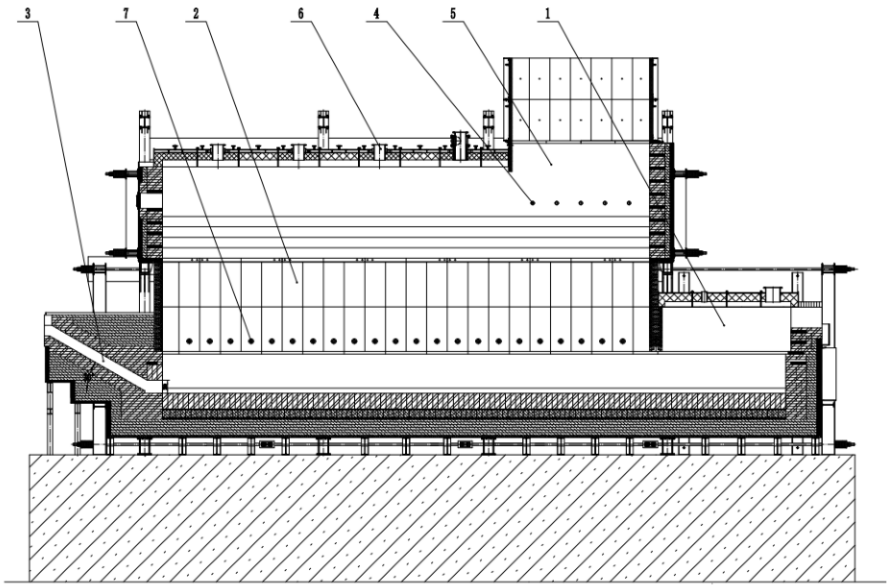


图1 双侧吹熔池熔炼炉装置示意图

炉底由耐火材料砌筑分五层砌筑，耐火材料通常为镁铬砖和粘土质砖，镁铬砖中 Cr₂O₃ 含量范围为12%~22%，理化指标应符合 YB/T 5011 相关要求。由下至上第五层为工作层，工作层为镁铬砖砌筑。

炉膛区侧墙为砖墙，砖墙内设有多个铜水套，铜水套沿砖墙的高度方向布置；炉膛区由耐火材料

砌筑而成，并设置不同结构形式的铜水套对耐火材料进行保护。

铜水套自下而上布置，依次是底平水套、立水套、斜水套和顶平水套。

风眼布置在立水套上。

炉顶由不锈钢水套组成。不锈钢制成的水套壳体，内砌镁制捣打料。在部分炉顶水套上设置若干下料口。

4.2 多枪顶吹吹炼炉

多枪顶吹吹炼炉横截面为圆形、椭圆形或长方形，炉体与双侧吹熔池熔炼炉近端设有铜铤入口 1，图号对应通过溜槽将熔炼炉与吹炼炉连接；与铜铤入口相对一端设有粗铜放出口 2；在炉体外壳相对中部位置设有观察口 3；相对于观察口对面位置设有吹炼渣放出口 4，具体位置由炉体尺寸及周边设备确定。在吹炼炉顶部与熔炼炉平行方向，设有喷枪口 5；在炉顶设有熔剂加入口及残极加入口 6、烟气出口 7。

吹炼炉炉体由镁铬砖及铜水套间隔砌筑，烟气出口及残极加入口均为铜水套。示意图如图2下：

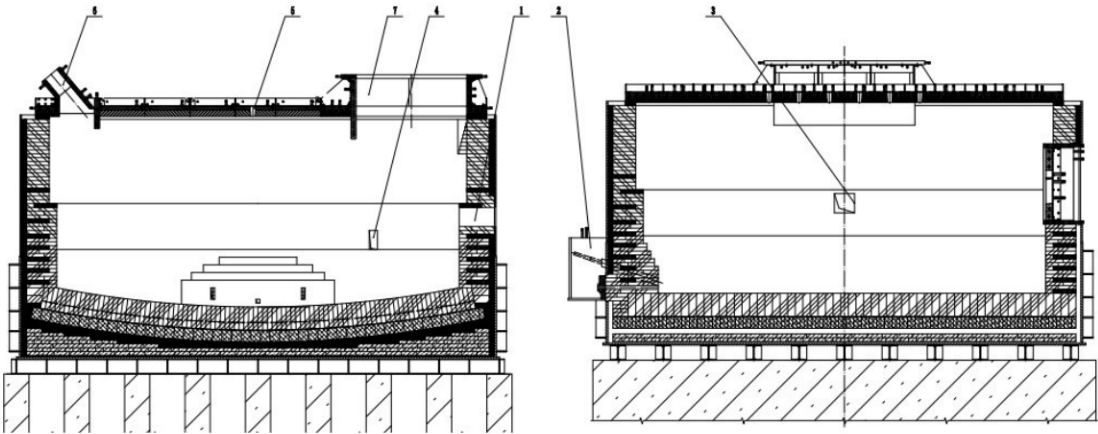


图2 多枪顶吹吹炼炉装置示意图

炉体由铬镁质耐火材料分层砌筑，耐火材料通常为镁铬砖，镁铬砖中 Cr_2O_3 的含量范围为 16%~22%，理化指标应符合 YB/T 5011 相关要求。

放铜口和铜铤入口为铜水套。

在炉顶水套轴线上设置氧枪口。

5 生产工艺

5.1 工艺流程

工艺流程图如图3所示。

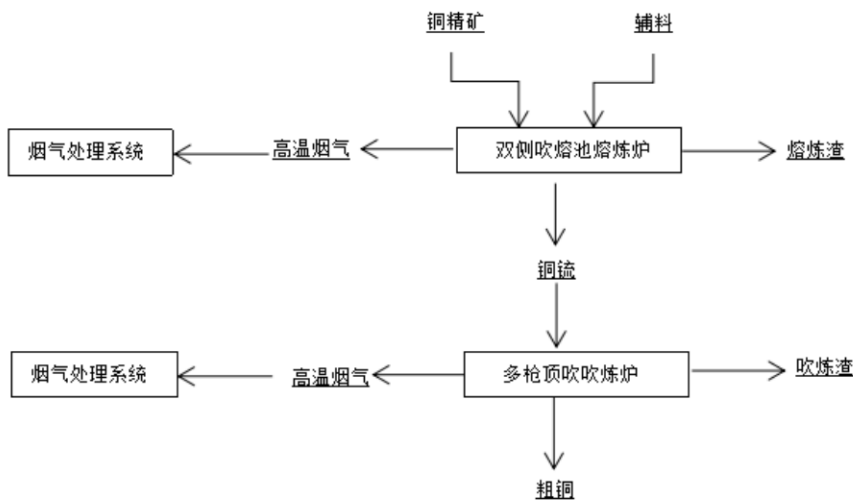


图3 双炉连续炼铜工艺流程图

5.2 技术指标要求

5.2.1 双侧吹熔池熔炼炉

双侧吹熔池熔炼炉技术指标应符合如下要求：

a) 入炉铜精矿铜含量范围为 16%~35%，成分应符合 YS/T 318 的要求；其它成分要求如表 1 所示：

表1 双侧吹熔池熔炼炉入铜炉精矿成分

项目	Cu	Fe	S	Pb	Zn	CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃
指标 (%)	16~35	20~35	20~35	≤1	≤2	≤2	5~15	≤3	≤3
项目	Sb	Bi	Ni	H ₂ O	Cd	F	Hg	As	Cl
指标 (%)	≤0.05	≤0.05	≤0.05	8~12	≤0.01	≤0.5	≤0.01	≤0.5	≤0.1

b) 双侧吹熔池熔炼炉的床能率为 90 t/m²·d~120 t/m²·d；

c) 一次风的氧气浓度 70%~90%，一次风量按公式（1）计算：

$$Q_1 = \eta_1 \times M_1 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q₁——每小时进入双侧吹熔池熔炼炉一次风量，Nm³/h；

η₁——每小时进入双侧吹熔池熔炼炉含铜物料的风料比，Nm³/t，取值为 150~220；

M₁——每小时进入双侧吹熔池熔炼炉含铜物料，t/h，根据全年生产规模及生产小时数确定；

d) 工艺氧气和一次风压力不低于 0.12 MPa；

e) 双侧吹熔池熔炼炉温度以熔炼渣温为参考，熔炼渣温控制在 1200 ℃~1350 ℃；

f) 熔炼渣中 Fe 和 Si 的比值 1.6~2.5；

g) 铜锬品位 70%~76%；

h) 燃料率 1%~2%，按公式（2）计算：

$$\gamma = 100 \times \frac{M}{m} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

γ ——燃料率, %;

M——每小时进入双侧吹——熔池熔炼炉含铜物料的燃料, t/h;

M——每小时进入双侧吹熔池熔炼炉含铜物料, t/h。

i) 熔炼渣含铜 1%~3%;

j) 双侧吹熔池熔炼炉炉出口烟气中含氧量 $\leq 5\%$ 。

5.2.2 多枪顶吹吹炼炉

多枪顶吹吹炼炉技术指标应符合如下要求:

a) 鼓风入炉风压 80 kPa~400 kPa;

b) 鼓风氧气浓度 21%~40%, 鼓风量由公式 (1) 计算:

$$Q_2 = \eta_2 \times M_2 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

Q_2 ——每小时进入多枪顶吹吹炼炉的风量, Nm^3/h ;

η_2 ——每小时进入多枪顶吹吹炼炉的风料比, Nm^3/t , 取值为 120~180;

M_2 ——每小时进入多枪顶吹吹炼炉的铜铕量, t/h。

c) 粗铜品位不低于 98.5%, 应符合 YS/T 70 要求;

d) 粗铜含硫量不高于 0.4%;

e) 吹炼渣含铜 20%~40%;

f) 粗铜温度 1200 $^{\circ}\text{C}$ ~1300 $^{\circ}\text{C}$;

g) 多枪顶吹炼炉炉出口烟气中 SO_2 浓度 15%~30%;

h) 多枪顶吹吹炼炉炉出口烟气中含氧量 $\leq 5\%$ 。

5.3 工艺控制

5.3.1 双侧吹熔池熔炼炉控制

双侧吹熔池熔炼炉过程控制应符合如下要求:

a) 铜铕品位控制:

通过控制入炉铜精矿量与工艺氧量的配比来控制铜铕品位。

b) 熔炼渣型控制:

在双炉连续炼铜生产中, 要求熔炼渣中 Fe 和 SiO_2 的比值 1.6~2.5。在生产中通过控制熔剂的加入量来控制渣型。

c) 熔炼炉炉温控制:

使用一次性热电偶或红外测温仪测量熔体温度, 控制燃料的加入量来调节炉温。

5.3.2 多枪顶吹吹炼炉控制

多枪顶吹吹炼炉过程控制应符合如下要求:

a) 粗铜品位及渣型的控制:

根据进入多枪顶吹吹炼炉的铜铕的品位和铜铕量, 计算需要的工艺风量来控制粗铜品位。

b) 多枪顶吹吹炼炉炉温控制:

使用一次性热电偶或红外测温仪测量熔体温度, 通过调节供风氧浓度、冷料投入量来调节炉温。

c) 吹炼渣排放:

由于多枪顶吹吹炼炉渣量较小, 采取了间断排出的方式进行排放, 一个作业班排放一次。

d) 喷枪:

在多枪顶吹吹炼炉生产过程中,通过喷枪向炉内鼓风。喷枪在使用中要保持旋转状态。

5.3.3 联锁控制

5.3.3.1 双侧吹熔炼炉物料输送皮带控制

双侧吹熔炼炉物料输送皮带控制应符合以下要求:

- a) 输送皮带启停除手动控制外,还具有组启组停功能(以下输送皮带的编号为示例,以现场实际为准):
 - 1) 启动顺序: 3#输送皮带—2#输送皮带—1#输送皮带—称重皮带(输送皮带启动前响警铃,提醒附近人员注意安全);
 - 2) 停止顺序: 称重皮带—1#输送皮带—2#输送皮带—3#输送皮带。
- b) 皮带停止联锁:
 - 1) 3#输送皮带运行信号为零时,停止所有输送皮带及称重皮带。顺序为: 称重皮带—1#输送皮带—2#输送皮带—3#输送皮带;
 - 2) 2#输送皮带运行信号为零时,停止 2#、1#输送皮带、称重皮带。顺序为: 称重皮带—1#输送皮带—2#输送皮带;
 - 3) 1#输送皮带运行信号为零时,停止 1#输送皮带及称重皮带。顺序为: 称重皮带—1#输送皮带。
- c) 任意称重皮带发生故障停止时,其前方(去往炉体区域)的所有仓自动停止运行;输送皮带可视故障时间长短来决定是否停止运行。控制室操作顺序: 先通过排空阀放风,在放风的同时拴风眼,然后停止生产;
- d) 所有料仓、输送皮带等均设置自动和手动操作,根据生产需要进行切换;
- e) 所有的联锁功能要有可选择性,部分功能要根据现场的工艺需要来具体操作。

输送流程简图如图 4 所示:

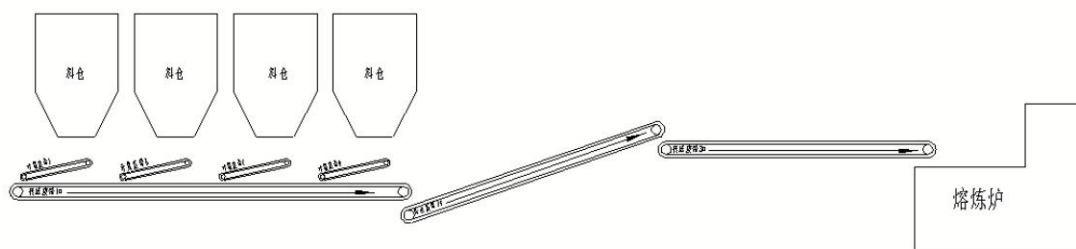


图4 双侧吹熔炼炉物料输送流程简图

注: 输送皮带的编号以现场实际为准。

5.3.3.1 吹炼物料输送皮带控制

吹炼物料输送皮带控制应符合以下要求:

- a) 正常生产时熔剂仓、输送皮带的启动顺序为: 输送皮带—熔剂仓;
- b) 当白钨溜槽发生故障时,若炉里液面超过标高,则提枪停止生产;
- c) 其他故障或计划停止生产时,熔剂仓、输送皮带的停止顺序为: 熔剂仓—输送皮带。