

附件四：

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□—200□

清洁生产标准 铜冶炼业

Cleaner production standard Copper smelting industry

（征求意见稿）

200□—□□—□□ 发布

200□—□□—□□ 实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 规范性技术要求.....	2
5 数据采集和计算方法.....	5
6 标准的实施.....	9

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》，保护环境，为有色金属工业铜冶炼企业开展清洁生产提供技术支持和导向，制定本标准。

本标准规定了在达到国家和地方污染物排放标准的基础上，根据当前的行业技术、装备水平和管理水平，铜冶炼业企业清洁生产的一般要求。本标准分为三级，一级代表国际清洁生产先进水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产基本水平。随着技术的不断进步和发展，本标准将适时修订。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准起草单位：湖南有色金属研究院、中国环境科学研究院。

本标准环境保护部 200□年□□月□□日批准。

本标准自 200□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

清洁生产标准 铜冶炼业

1 适用范围

本标准规定了铜冶炼业生产企业清洁生产的一般要求。本标准将清洁生产标准指标分成五类，即生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、污染物产生指标（末端处理前）、废物回收利用指标和环境管理要求。

本标准适用于铜冶炼业（以铜精矿为主要原料，不包括废杂铜）的企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断，以及清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度，也适用于环境影响评价、排污许可证管理等环境管理制度。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 534 工业硫酸

GB 11914—89 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

GB 21248 铜冶炼企业单位产品能源消耗限额

GB/T 16157—1996 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

HJ/T 56—2000 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法

HJ/T 57—2000 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法

YS/T 441.1—2001 有色金属平衡管理规范（铜选矿冶炼部）

《清洁生产审核暂行办法》（国家发展和改革委员会、国家环境保护总局令 第16号）

《铜冶炼行业准入条件》（国家发展和改革委员会公告 2006年 第40号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用本标准。

3.1 熔炼工序

指将含铜物料，配入适当数量的熔剂、返料、燃料，送入氧气或空气，将物料熔化，氧气与精矿内元素发生反应，产生含二氧化硫（SO₂）烟气、铜锍（冰铜）及炉渣的过程。

3.2 吹炼工序

是将铜锍中的硫和铁几乎全部氧化除去而得到粗铜，金银及铂族元素等贵金属熔于铜中的过程。吹炼的任务是将铜锍吹炼成含铜98.5%~99.5%的粗铜。

3.3 精炼工序

是以粗铜为原料，将粗铜中所含杂质去除，产出符合电解精炼要求的阳极铜的过程。

3.4 闪速熔炼

是用富氧空气或热风，将干精矿喷入闪速炉的反应空间，使精矿离子悬浮在高温氧化性气

流中，迅速发生硫化矿物的氧化反应，并放出大量的热的过程。

3.5 熔池熔炼

是将空气或富氧空气鼓入熔体中，熔池受气体激烈的搅动，加入的炉料在熔体中激烈地进行气、液、固三相间的物理化学反应，完成熔炼的过程。

3.6 粗铜

是吹炼铜锍的主要产物，其中一般含硫、铁、氧、砷等杂质以及硒、锑、碲、金、银等有价值元素，杂质含量为 0.5~1.5%，其品位为 98.5~99.5%。

3.7 转炉炉龄

指转炉的连续生产天数。

3.8 精炼周期

反射炉精炼周期指反射炉精炼作业的准备、加料、熔化、氧化、还原和浇铸等基本作业过程；大型回转炉精炼周期一般包括两次加料阶段，两次氧化阶段，其间插入保温阶段，每个阶段时间的长短取决于炉料的性质、燃料的种类、炉子容量、操作技术水平等因素。

3.9 精炼反射炉大修炉龄

反射炉的炉顶、炉墙及炉底全面翻修的时间。

3.10 污染物产生指标（末端处理前）

即产污系数，指单位产品的生产(或加工)过程中，产生污染物的量(末端处理前)。本标准主要是水污染物和大气污染物产生指标。水污染物产生指标包括污水处理装置入口的污水量和污染物种类、单排量或浓度，主要为铜冶炼过程中废水中的化学需氧产生量。大气污染物产生指标包括废气处理装置入口的废气量和污染物种类、单排量或浓度，主要包括二氧化硫、烟尘和工业粉尘。

4 规范性技术要求

4.1 指标分级

本标准共给出了铜冶炼业生产过程清洁生产水平的三级技术指标：

一级：国际清洁生产先进水平；

二级：国内清洁生产先进水平；

三级：国内清洁生产基本水平。

4.2 指标要求

铜冶炼业企业清洁生产技术指标要求见表 1。

表 1 铜冶炼业清洁生产技术指标要求

清洁生产指标等级	一级	二级	三级
一、生产工艺与装备要求			
1. 工艺选择			

清洁生产指标等级				一级	二级	三级
1.1 主体冶炼工艺				采用国际先进冶炼工艺	采用国内先进的冶炼工艺	采用不违背《铜冶炼行业准入条件》的冶炼工艺
1.1.1 熔炼工序	废渣含铜/%			≤0.6	≤0.7	≤0.8
	烟气二氧化硫（SO ₂ ）含量/%			≥15	≥10	≥6
1.1.2 吹炼工序	粗铜含硫/%			≤0.1	≤0.2	≤0.4
	炉龄/d			≥240	≥150	≥80
1.1.3 精炼工序	反射炉	精炼周期/h		≤10	≤15	≤20
		大修炉龄/a		≥10	≥8	≥4
		渣率	燃油/%	≤0.5	≤1.5	≤2.5
			燃煤/%	≤2.5	≤4	≤8
	回转炉	精炼周期/h		≤12	≤16	≤24
		渣率	燃油/%	≤3	≤4.5	≤6
1.2 制酸工艺			二转二吸，转化率≥99.8%不需要尾气吸收 可达到排放标准	二转二吸，转化率≥99.6%	单次接触、二转二吸或其他符合国家产业政策的工艺，转化率≥99.5%	
2. 装备						
2.1 生产规模（单系统）/(万 t)				≥12		≥10
2.2 废气的收集与处理				炉体密闭化，具有防止废气逸出措施。在易产生废气无组织排放的位置设有废气收集与净化装置		
2.3 备料				采用封闭式或防扬散贮存，贮存仓库配通风设施；采用带式输送机传输，全封闭式输送廊道		
二、资源能源利用指标						
1. 单位产品工艺能耗	粗铜工艺（折标煤）/(kg/t)			≤330	≤410	≤500
	阳极铜工艺（折标煤）/(kg/t)			≤380	≤460	≤550
2. 单位产品综合能耗	粗铜工艺（折标煤）/(kg/t)			≤340	≤430	≤530
	阳极铜工艺（折标煤）/(kg/t)			≤390	≤480	≤580
2. 铜回收率	铜冶炼系统回收率/%			≥97.5		≥97
	粗铜冶炼回收率/%			≥98.5		≥98
3. 硫的回收	硫的总捕集率/%			≥98.5		≥98
	硫的回收率/%			≥97	≥96.5	≥96
4. 镁砖单耗/(kg/t)				≤10	≤15	≤50
5. 新水耗量/(t/t)				≤20	≤23	≤25
三、产品指标						
1. 粗铜中杂质含量				达到 YS/T 70—2001 一级品要求	达到 YS/T 70—2001 二级品要求	
2. 硫酸中的汞、砷含量				达到 GB/T 534 优等品要求	达到 GB/T 534 一等品要求	
四、污染物产生指标（末端处理前）						
1. 废	废水产生量/(m ³ /t)			≤15	≤18	≤20

清洁生产指标等级			一级	二级	三级
水	化学需氧产生量/(kg/t)	闪速熔炼	≤3.5	≤4.0	≤5.50
		熔池熔炼	≤0.7	≤0.9	≤1.1
2. 废气	废气产生量/(m ³ /t)		≤15000	≤20000	≤22000
	二氧化硫（SO ₂ ）产生量（制酸后）/（kg/t）		≤12	≤16	≤20
	烟尘产生量/(kg/t)	闪速熔炼	≤200	≤280	≤320
		熔池熔炼	≤50	≤60	≤80
	6 工业粉尘产生量/(kg/t)	闪速熔炼	≤15	≤18	≤22
		熔池熔炼	≤7	≤9	≤10
五、废物回收利用指标					
1. 水的循环利用率/%			≥97	≥96	≥95
2. 固体废物综合回收利用率/%			≥95	≥90	≥85
3. 熔炼弃渣			水淬渣多作为水泥的配料、道渣和地下开采矿井的充填料，鼓励开发新用途		
4. 炉渣			仍含有一定品位的铜，在各冶炼厂或返回熔炼炉、或送选矿厂选铜精矿		
5. 烟尘			回收治理		
6. 废水处理沉淀渣			交有资质的厂家进行无害处理，不得与其他一般废渣堆放，不得擅自填埋		
7. 生产作业面废水			处理后回用	进入废水处理系统	
8. 生产区初期雨水			处理后回用	进入废水处理系统	
六、环境管理要求					
1. 环境法律法规标准			符合国家和地方有关环境法律、法规，污染物排放达到国家排放标准、总量控制和排污许可证管理要求		
2. 组织机构			设专门环境管理机构和专职管理人员		
			健全、完善并纳入日常管理		
3. 环境审核			按照“清洁生产审核暂行办法”的要求进行了清洁生产审核，并全部实施了无、低费方案		
4. 生产过程环境管理	原料用量及质量		规定严格的检验、计量控制措施		
	生产设备的使用、维护、检修管理制度		有完善的管理制度，并严格执行	对主要设备有具体的管理制度，并严格执行	
	生产工艺用水、电、气管理		所有环节安装计量仪表进行计量，并制定严格定量考核制度	对主要环节安装计量仪表进行计量，并制定定量考核制度	
	环保设施管理		记录运行数据并建立环保档案		
	污染源监测系统		按照国家和地方的有关规定，安装主要污染物排放自动监控设备，并保证企业端设备正常运行		
5. 固体废物处理处置			对一般废物进行妥善处理，对危险废物按照有关要求进行无害化处置。应制定并向所在地县级以上地方人民政府环境行政主管部门备案危险废物管理计划（包括减少危险废物产生量和危害性的措施以及危险废物贮存、利用、处置措施），向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门申报危险废物产		

清洁生产指标等级	一级	二级	三级
	生种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。应针对危险废物的产生、收集、贮存、运输、利用、处置，制定意外事故防范措施和应急预案，并向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门备案		
6. 相关方环境管理	对原材料供应方、生产协作方、相关服务方提出环境管理要求		

5 数据采集和计算方法

5.1 监测方法

本标准各项指标的采样和监测按照国家标准监测方法执行。见表 2。

废气和废水污染物产生指标是指末端处理之前的指标，应分别在监测各个车间或装置后进行累计。所有指标均按采样次数的实测数据进行平均。

表 2 废水污染物各项指标监测采样及分析方法

污染源类型	监测项目	测点位置	方法名称及标准编号	监测频次，测试条件及要求
废水污染源	化学需氧量（COD）	废水处理站入口	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法（GB 11914—1996）	正常生产工情况下，每半月采样一次，每次至少采集三组以上样品
废气污染源	烟尘	熔炼车间 吹炼车间	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法（GB/T 16157—1996）	每半月采样一次，每次连续，每天在正常运行分别检测
	工业粉尘	熔炼车间 吹炼车间	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法（GB/T 16157—1996）	
	二氧化硫（SO ₂ ）	熔炼车间 吹炼车间	固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法（HJ/T 56—2000） 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法（HJ/T 57—2000）	
注：采用计算的污染物平均浓度应为每次实测浓度的废水流量的加权平均值。				

5.2 统计核算

污染物产生指标系指末端处理之前的指标，以监测的年日均值进行核算。取水量数据可按日均值统计。

5.3 计算方法

企业的原材料、新鲜水及能源消耗、产品产量等均以法定月报表或者年报表为准。各项指标的计算方法如下：

5.3.1 烟气二氧化硫（SO₂）含量

铜精矿熔炼过程中，熔炼炉出炉烟气中二氧化硫（SO₂）含量，按公式（2）计算：

$$S_1 = \frac{V_s}{V_c} \times 100\% \quad \text{..... (1)}$$

式中：S₁——熔炼炉出口二氧化硫（SO₂）的含量，%；

V_s——熔炼炉出口二氧化硫（SO₂）的体积，m³；

V_c——熔炼炉出口气体的体积，m³。

5.3.2 粗铜含硫

粗铜中硫百分比，按公式（2）计算：

$$S_o = \frac{M_s}{M_t} \times 100\% \quad \text{..... (2)}$$

式中：S_o——粗铜中的含硫率，%；

M_s——粗铜的含硫量，t；

M_t——粗铜的总质量，t。

5.3.3 渣率

精炼工序中的产生渣量对于加入原料量的百分比，按公式（3）计算：

$$Z_1 = \frac{Z_s}{Z_t} \times 100\% \quad \text{..... (3)}$$

式中：Z₁——吹炼炉的产渣率，%；

Z_s——吹炼过程产渣量，t；

Z_t——吹炼过程加料的总质量，t。

5.3.4 单位产品工艺能耗

某工艺（工序）生产过程中生产单位合格产品消耗的能源量，按公式（4）计算：

$$E_1 = \frac{M_H}{P_Z} \quad \text{..... (4)}$$

式中：E₁——某产品工艺（工序）能源单耗（折标准煤计算），kg/t；

M_H——某工序直接消耗的各种能源实物量折标煤之和，kg；

P_Z——某工序产出的合格产品（粗铜、阳极铜、阴极铜）总量，t。

注1：粗铜工艺（铜精矿—粗铜）产品能耗计算范围：包括熔炼工序、吹炼工序和车间、分厂内部的直接辅助能耗分摊量。计算过程参见GB 21248。

注2：阳极铜工艺（铜精矿—阳极铜）产品能耗计算范围：包括熔炼工序、吹炼工序或熔炼吹炼连续工序、火法精炼工序和车间、分厂内部的直接辅助能耗分摊量。计算过程参见GB 21248。

5.3.5 单位产品综合能耗

工艺能源单耗与工艺产品辅助能耗及损耗分摊量之和，按公式（5）计算：

$$E_Z = E_1 + E_F \quad \text{..... (5)}$$

式中： E_Z ——某产品综合能源单耗（折标准煤计算），kg/t；

E_I ——某产品工艺（工序）能源单耗（折标准煤计算），kg/t；

E_F ——某产品间接辅助能耗及损耗分摊量（折标准煤计算），kg/t。

注1：粗铜工艺（铜精矿—粗铜）产品能耗计算范围：包括熔炼工序、吹炼工序和车间、分厂内部的直接辅助能耗分摊量。计算过程参见GB 21248。

注2：阳极铜工艺（铜精矿—阳极铜）产品能耗计算范围：包括熔炼工序、吹炼工序或熔炼吹炼连续工序、火法精炼工序和车间、分厂内部的直接辅助能耗分摊量。计算过程参见GB 21248。

5.3.8 铜冶炼系统回率

火法精炼最终产品（阳极铜）相对于铜精矿中铜的百分比，按公式（6）计算：

$$N_C = \frac{M_{yj} + M_u}{M_o} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中： N_C ——铜冶炼系统铜的回收率，%；

M_{yj} ——阳极铜含铜量，t；

M_u ——回收品含铜量，t；

M_o ——装入原料的含铜量，t。

5.3.9 粗铜冶炼回收率

粗铜中含铜量相对于铜精矿中铜的百分比，按公式（7）计算：

$$N_p = \frac{M_c}{M_o} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中： N_p ——粗铜冶炼的回收率，%；

M_c ——粗铜中含铜量，t；

M_o ——装入原料的含铜量，t。

5.3.10 硫的总捕集率

冶炼过程产生的二氧化硫（ SO_2 ）量减去二氧化硫（ SO_2 ）的排放量相对于熔炼过程中产生的 SO_2 的百分比，按公式（8）计算：

$$S_d = \frac{S_c}{S_a} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中： S_d ——硫的总捕率，%；

S_a ——转化为二氧化硫的硫量，t；

S_c ——转化为硫酸的硫量，t；

5.3.11 硫的回收率

制酸过程回收的二氧化硫（ SO_2 ）量相对于熔炼过程中加入原料中含硫量的百分比，按公式（9）计算：

$$S_h = \frac{S_c}{S_m} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中： S_h ——硫的回收率，%；

S_c ——转化为硫酸的硫量，t；

S_m ——装入原料的含硫量，t。

5.3.12 镁砖单耗

产出一吨粗铜消耗的镁砖量，按公式（10）计算：

$$M_{gd} = \frac{M_{gx}}{M_c} \dots\dots\dots (10)$$

式中： M_{gd} ——镁砖单耗，kg/t；

M_{gx} ——在一定计量时间内镁砖消耗量，kg；

M_c ——在一定计量时间内粗铜的产量，t。

5.3.13 新水耗量

产出每吨最终产品消耗的新水。新水指从各种水源取得的水量，用于供给企业用水的源水水量。各种水源包括取自地表水、地下水、城镇供水工程以及从市场购得的蒸汽等水的产品。但不包括企业自取的海水和苦咸水，按公式（11）计算：

$$V_{ui} = \frac{V_i}{Q} \dots\dots\dots (11)$$

式中： V_{ui} ——生产每吨阳极铜的取水量， m^3/t ；

V_i ——在一定计量时间内铜冶炼生产取水量， m^3 ；

Q ——在一定计量时间内铜冶炼产量，t。

5.3.14 水的循环利用率

在一定计量时间（一般为一年）内指工业企业循环冷却水的循环利用量和废水利用量之和与外补新鲜水量、循环水利用量和废水利用量之和的比值，按公式（12）计算：

$$R = \frac{V_r + V_s}{V_r + V_s + V_i} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中： R ——水循环利用率，%；

V_r ——在一定计量时间（一般为一年）内重复用水量， m^3 ；

V_s ——在一定计量时间（一般为一年）内废水用水量， m^3 ；

V_i ——在一定计量时间（一般为一年）内外补新鲜水量， m^3 。

5.2.15 废物回收利用率

在一定计量时间（一般为一年）阳极铜生产全过程年废物利用量占废物产生总量的比率，按公式（13）计算：

$$R_R = \frac{P_R}{S_R} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

式中： R_R ——废物回收利用率，%；

P_R ——在一定计量时间（一般为一年）内企业年废物利用量，t；

S_R ——在一定计量时间（一般为一年）内阳极铜生产全过程废物产生总量，t。

5.3.16 吨铜废水产生量

铜冶炼生产的全过程中，生产每吨阳极铜产生的排放废水量，按公式（14）计算：

$$V_j = \frac{V_g}{M_z} \dots\dots\dots (14)$$

式中： V_j ——生产每吨阳极铜产生的排放废水量， m^3/t ；

V_g ——在一定计量时间（一般为一年）内企业废水产生量， m^3 ；

M_z ——在一定计量时间（一般为一年）内企业阳极铜产量，t；

5.3.17 污染物产生指标

铜冶炼生产的全过程中，生产每吨合格阳极铜的污染物产生量，按公式（15）计算：

$$C_1 = \frac{C_{sl}}{M_{es}} \dots\dots\dots (15)$$

式中： C_1 ——生产每吨合格阳极铜的污染物产生量， kg/t ；

C_{sl} ——在一定计量时间（一般为一年）内企业某污染物年排放量， kg ；

M_{es} ——在一定计量时间（一般为一年）内企业合格阳极铜年产量，t。

注：污染物指标指铜冶炼生产全过程产生的废水中所含污染物质的量，该量可在各工序排放口处进行测定；其中二氧化硫制酸工艺后的产生量。

6 标准的实施

本标准由各级人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。