

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 558—2010

清洁生产标准 铜冶炼业

Cleaner production standard

—Copper smelting industry

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2010—02—01 发布

2010—05—01 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..... 10

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 2010 年 2 月 1 日批准。

本标准自 2010 年 5 月 1 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。

本标准适用于以硫化铜精矿为主要原料的铜的火法冶炼企业（不包括以废杂铜为主要原料的铜冶炼企业，也不包括湿法冶炼铜的企业）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 11914—89 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

GB 18599-2001 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB 18597-2001 危险废物贮存污染控制标准

GB 21248—2007 铜冶炼企业单位产品能源消耗限额

GB/T 534—2002 工业硫酸

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》（中华人民共和国国家发展和改革委员会、国家环境保护总局令 2004 年 第 16 号）

《铜冶炼行业准入条件》（中华人民共和国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 清洁生产 cleaner production

指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

3.2 熔炼 smelting procedure

指将含铜精矿，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、铜铋（冰铜）及炉渣的过程。

3.3 吹炼 blowing procedure

指通过向铜铋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。

3.4 火法精炼 pyro-refining procedure

指以粗铜为原料，在高温下向铜熔体中鼓入空气，使铜熔体的杂质与空气中的氧发生氧化反应，以金属氧化物的形态进入渣中，然后用碳氢还原剂将熔解在铜中的氧除去，最后浇铸成合格阳极的冶金过程。

3.5 闪速熔炼 flash smelting

指将粒径很小有巨大比表面积的干燥硫化铜精矿和富氧空气，喷入高温反应空间，使悬浮在氧化空气中的铜精矿颗粒在高温下迅速完成冶金反应，产生铜铋、炉渣和含二氧化硫的烟气的冶金过程。

3.6 熔池熔炼 bath smelting

指将细小硫化铜精矿加入熔体的同时，向熔体鼓入空气或富氧空气，进行熔炼的冶金过程。

3.7 污染物产生指标(末端处理前) pollutants generation indicators(before end-of-pipe treatment)

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、单位产品污染物产生量或浓度，主要为铜冶炼过程中废水中的化学需氧量的产生量。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、污染物产生量或浓度，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企业生产过程中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.主体冶炼工艺				采用富氧闪速熔炼或富氧熔池熔炼工艺				采用不违背《铜冶炼行业准入条件》的冶炼工艺			
熔炼工序		最终弃渣含铜/%		≤0.6		≤0.7		≤0.8			
		烟气二氧化硫（SO ₂ ）含量/%		≥20		≥10		≥6			
吹炼工序		粗铜含硫/%		≤0.1		≤0.2		≤0.4			
		炉龄/d		≥240		≥150		≥80			
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/%		≤1.0		≤2.5	
		燃煤/%				≤2.5		≤4		≤8	
		回 转 炉		精炼周期/h		≤6		≤8		≤12	
				渣 率		燃油/%		≤3		≤4.5	
2.制酸工艺						二转二吸（或三转三吸），转化率≥99.8%		二转二吸（或三转三吸），转化率≥99.6%		二转二吸（或三转三吸）或其他符合国家产业政策的工艺，转化率≥99.5%	
3.生产规模（单系统）/(万 t)				≥12				≥10			
4.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装置，并配套净化设施							
5.备料				采用封闭式或防扬散贮存，贮存仓库配通风设施；采用带式输送机输送，全封闭式输送廊道或采用其他全封闭式输送装置输送							
二、资源能源利用指标											
1.单位产品工艺能耗		粗铜（折标煤）/(kg/t)		≤330		≤410		≤500			
		阳极铜（折标煤）/(kg/t)		≤380		≤460		≤550			
2.单位产品综合能耗		粗铜（折标煤）/(kg/t)		≤340		≤430		≤530			
		阳极铜（折标煤）/(kg/t)		≤390		≤480		≤580			
3.铜回收率		铜冶炼总回收率/%		≥97.5				≥97			
		粗铜冶炼回收率/%		≥98.5				≥98			
4.硫的回收		硫的总捕集率/%		≥98.5				≥98			
		硫的回收率/%		≥97		≥96.5		≥96			
5.耐火材料单耗/(kg/t 粗铜)				≤10		≤15		≤50			
6.单位产品新水耗量/(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		达到 GB/T 534 一等品要求					

清洁生产指标等级			一级	二级	三级
			等品要求		
四、污染物产生指标（末端处理前）					
1. 废水	单位产品废水产生量/(m ³ /t)		≤15	≤18	≤20
	单位产品化学需氧量的产生量/(g/t)	闪速熔炼	≤3500	≤4000	≤5500
		熔池熔炼	≤700	≤900	≤1100
2. 废气	单位产品废气产生量/(m ³ /t)		≤15000	≤20000	≤22000
	单位产品二氧化硫（SO ₂ ）产生量（制酸后）/（kg/t）		≤12	≤16	≤20
	单位产品烟尘产生量/(kg/t)	闪速熔炼	≤200	≤280	≤320
		熔池熔炼	≤50	≤60	≤80
	单位产品工业粉尘产生量/(kg/t)	闪速熔炼	≤15	≤18	≤22
		熔池熔炼	≤7	≤9	≤10
	单位产品铅产生量/(g/t)	闪速熔炼	≤80		
		熔池熔炼	≤190		
	单位产品砷产生量/(g/t)		≤1100		
五、废物回收利用指标					
1. 工业用水重复利用率/%			≥97	≥96	≥95
2. 固体废物综合回收利用率/%			≥95	≥90	≥85
3. 熔炼弃渣			全部综合利用。可作为建筑材料或采矿巷道回填等用。		
4. 炉渣			未达到弃渣要求的炉渣，在各冶炼厂返回熔炼炉、或送选矿厂选铜精矿		
5. 废弃耐火材料			进行专门处理，回收铜、镁等		
6. 烟尘			回收治理		
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，审核方案全部实施并经省级环境保护主管部门进行验收；按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备		按照“清洁生产审核暂行办法”的要求进行了清洁生产审核，审核方案全部实施并经省级环境保护主管部门进行验收；对运营过程中环境因素进行控制，有严格的操作规程，建立相关方管理程序、清洁生产审核制度和环境管理制度
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		
	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

清洁生产指标等级		一级	二级	三级
	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《污染物自动监控管理办法》的规定，安装污染物排放自动监控设备，并保证设备正常运行，自动检测数据应与地方环境保护主管部门或环保部检测数据网络连接，实时上报		
5. 固体废物处理处置		一般固体废物按照 GB 18599 相关规定进行妥善处理；对危险废物（主要指酸泥、阳极泥及废水处理沉淀渣）严格按照 GB 18597 相关规定进行危险废物管理，交由持有危险废物经营许可证的单位进行处理；还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 采样和监测方法

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 污染物指标监测采样及分析方法

污染源类型	监测项目	测点位置	监测采样及分析方法	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—89）	正常生产工况下，每季度采样一次，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和分析方法（GB/T 16157—1996）	每季度采样一次，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和分析方法（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

企业的烟气二氧化硫（SO₂）含量、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。污染物产生指标以监测的年日均值进行核算。单位产品新水耗量数据可按日均值统计。

5.3 计算方法

5.3.1 最终弃渣含铜

一定计量时间内（一般为一年），熔炼工序产生的最终弃渣平均含铜率，按公式（1）或（2）计算。

$$Z = \frac{M_s}{Z_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：Z——在一定计量时间内（一般为一年，以下同），熔炼工序最终弃渣平均含铜率，%；

M_s ——同一计量时间内，全部弃渣带走的金属铜总量，t；

Z_0 ——同一计量时间内，所排放的总渣量，t。

$$Z = \frac{\sum_{k=1}^m Z_k}{m} \quad (2)$$

式中：Z——在一定计量时间内，熔炼工序最终弃渣平均含铜率，%；

Z_k ——同一计量时间内，第k次测定的含铜率，%；

m——同一计量时间内，所测定的总次数。

5.3.2 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（3）计算：

$$S_l = \frac{V_s}{V_c} \times 100\% \quad (3)$$

式中： S_l ——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，Nm³；

V_c ——熔炼炉出口气体的体积，Nm³。

5.3.3 粗铜含硫

粗铜中硫百分比，按公式（4）计算：

$$S_o = \frac{M_s}{M_t} \times 100\% \quad (4)$$

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。

5.3.4 精炼渣率

精炼工序中的产生渣量对于加入原料量的百分比，按公式（5）计算：

$$Z_I = \frac{Z_S}{Z_t} \times 100\% \quad (5)$$

式中： Z_I ——精炼的产渣率，%；

Z_S ——精炼过程产渣量，t；

Z_t ——精炼过程加料的总质量，t。

5.3.5 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（6）计算：

$$E_I = \frac{M_H}{P_Z} \quad (6)$$

式中： E_I ——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（粗铜或阳极铜）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。

5.3.6 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（7）计算：

$$E_Z = E_I + E_F \quad (7)$$

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。

5.3.7 铜冶炼总回收率

火法精炼最终产品（阳极铜）含铜量相对于投入铜冶炼生产的铜精矿原料含铜量与回收品含铜量差值的百分比，按公式（8）计算：

$$N_C = \frac{M_{yj}}{M_O - M_u} \times 100\% \quad (8)$$

式中： N_C ——铜冶炼系统铜的回收率，%；

M_{yj} ——阳极铜含铜量，t；

M_o ——投入粗铜生产的铜原料含铜量，t。

M_u ——回收品含铜量，t；

5.3.8 粗铜冶炼回收率

粗铜中含铜量相对于投入粗铜生产的铜原料量与回收品含铜量差值的百分比，按公式（9）计算：

$$N_p = \frac{M_h}{M_o - M_f} \times 100\% \quad (9)$$

式中： N_p ——粗铜冶炼的回收率，%；

M_h ——粗铜中含铜量，t；

M_o ——投入粗铜生产的铜原料含铜量，t。

M_f ——回收品含铜量，t；

5.3.9 硫的总捕集率

原料中的含硫总量减去无组织排放和通过尾气排放的硫总量的差值与原料中含硫总量的百分比，按公式(10)计算：

$$S_d = \frac{S_a - (S_w + S_x)}{S_a} \times 100\% \quad (10)$$

式中： S_d ——硫的总捕率，%；

S_a ——原料中的含硫总量，t；

S_w ——无组织排放的硫量，t；

S_x ——通过尾气排放的硫量，t。

5.3.10 硫的回收率

形成产品的工业硫酸、硫酸铵、硫酸铜等产品含硫量与冶炼过程中原料含硫量的百分比，按公式（11）计算：

$$S_h = \frac{S_c}{S_m} \times 100\% \quad (11)$$

式中： S_h ——硫的回收率，%；

S_c ——形成含硫产品的含硫总量，t；

S_m ——投入原料的含硫量，t。

5.3.11 耐火材料单耗

产出一吨粗铜消耗的耐火材料（含镁砖、铬砖等）量，按公式（12）计算：

$$M_{gd} = \frac{M_{gx}}{M_c} \quad (12)$$

式中： M_{gd} ——在一定计量时间内，耐火材料单耗，kg/t；

M_{gx} ——同一计量时间内，耐火材料消耗量，kg；

M_c ——同一计量时间内，粗铜的产量，t。

5.3.12 单位产品新水耗量

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（以净水厂供水计量）、地下水、城镇供水工程以及企业从市场购得的其他水或水的产品（如蒸汽、热水、地热水等）。不包括企业自取的海水和苦咸水等以及企业为外供给市场的水的产品（如蒸汽、热水、地热水等），按公式（13）计算：

$$V_{uj} = \frac{V_j}{Q} \quad (13)$$

式中： V_{uj} ——生产每吨阳极铜的取水量， m^3/t ；

V_j ——同一计量时间内，铜冶炼生产取水量， m^3 ；

Q ——同一计量时间内，阳极铜产量，t；

5.3.13 单位产品废水产生量

铜冶炼生产的全过程中，生产每吨阳极铜产生的废水量，按公式（14）计算：

$$V = \frac{V_g}{Q} \quad (14)$$

式中： V ——生产每吨阳极铜产生的废水量， m^3/t ；

V_g ——同一计量时间内，废水产生量， m^3 ；

Q ——同一计量时间内，阳极铜产量，t；

5.3.14 单位产品化学需氧量（COD）产生量

铜冶炼生产的全过程中，生产每吨阳极铜的化学需氧量的量，按公式（15）计算：

$$C_{Di} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \times V_i)}{Q} \quad (15)$$

式中： C_{Di} ——生产每吨阳极铜的 COD 产生量，g/t；

C_i ——在一定计量时间内，铜冶炼生产过程第 i 个工序产生的 COD 的测量均值，g/ m^3 ；

V_i ——在同一计量时间内，铜冶炼生产过程第 i 个工序废水量的平均值， m^3 ；

Q ——在同一计量时间内，阳极铜产量，t；

n ——阳极铜的生产工序数，个。

5.2.15 单位产品废气产生量

铜冶炼生产的全过程中，生产每吨阳极铜的废气产生量，按公式（16）计算：

$$L = \frac{L_g}{Q} \quad (16)$$

式中：L——生产每吨阳极铜产生的废气量，m³/t；

L_g ——同一计量时间内，废气产生量，m³；

Q——同一计量时间内，阳极铜产量，t；

5.2.16 单位产品二氧化硫产生量

铜冶炼生产的全过程中，生产每吨阳极铜的SO₂产生量，按公式（17）计算：

$$S_{Dj} = \frac{\sum_{j=1}^n (S_j \times V_j)}{Q} \quad (17)$$

式中： S_{Dj} ——生产每吨阳极铜的SO₂产生量，kg/t；

S_j ——在一定计量时间内，铜冶炼生产过程第j个工序产生的SO₂的测量均值，kg/m³；

V_j ——在同一计量时间内，铜冶炼生产过程第j个工序废气量的平均值，m³；

Q——在同一计量时间内，阳极铜产量，t；

n——阳极铜的生产工序数，个。

注：单位产品烟尘产生量、单位产品工业粉尘产生量、单位产品铅产生量、单位产品砷产生量计算方法参照单位产品二氧化硫产生量指标。

5.3.17 工业用水重复利用率

在一定的计量时间（年）内，生产过程中使用的重复利用水量与总用水量之比，按公式（18）计算：

$$R_w = \frac{V_r}{V_r + V_i} \times 100\% \quad (18)$$

式中： R_w ——工业用水重复利用率，%；

V_r ——一定计量时间内，生产全过程重复用水量，包括净循环水、浊循环水、复用水及其它重复利用水，m³；

V_i ——同一计量时间内，企业生产全过程取用新鲜水总量，m³。

5.2.18 固体废物综合回收利用率

在一定计量时间（一般为一年）内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（19）计算：

$$R_R = \frac{P_R}{S_R} \times 100\% \quad (19)$$

式中： R_R ——废物回收利用率，%；

P_R ——同一计量时间内，企业年废物利用量，t；

S_R ——同一计量时间内，阳极铜生产全过程废物产生总量，t。

6 标准的实施

本标准由县级以上人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。