



# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 559—2010

---

## 清洁生产标准 铜电解业

**Cleaner production standard  
—Copper electrolytic industry**

2010-02-01 发布

2010-05-01 实施

---

环 境 保 护 部 发 布

中华人民共和国国家环境保护标准  
清洁生产标准 铜电解业  
HJ 559—2010

\*

中国环境科学出版社出版发行  
(100062 北京崇文区广渠门内大街16号)

网址: <http://www.cesp.com.cn>

电话: 010-67112738

北京市联华印刷厂印刷

版权所有 违者必究

\*

2010年6月第1版 开本 880×1230 1/16

2010年6月第1次印刷 印张 1

字数 40千字

统一书号: 135111·077

定价: 15.00元

# 中华人民共和国环境保护部 公 告

2010 年 第 10 号

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，提高企业清洁生产水平，现批准《清洁生产标准 铜冶炼业》等三项标准为国家环境保护标准，并予发布。

标准名称、编号如下：

- 一、清洁生产标准 铜冶炼业（HJ 558—2010）；
- 二、清洁生产标准 铜电解业（HJ 559—2010）；
- 三、清洁生产标准 制革工业（羊革）（HJ 560—2010）。

以上标准自 2010 年 5 月 1 日起实施，由中国环境科学出版社出版，标准内容可在环境保护部网站（bz.mep.gov.cn）查询。

特此公告。

2010 年 2 月 1 日

## 目 次

前 言.....	iv
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.....	4
6 标准的实施.....	6

## 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》，为铜电解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、装备水平和管理现状，提出了铜电解企业清洁生产的一般要求。本标准分三级，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 铜电解业

## 1 适用范围

本标准规定了铜电解业清洁生产的一般要求。本标准将清洁生产标准指标分成六类，即生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、产品指标、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。

本标准适用于铜电解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 7475—87 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法

GB 7485—87 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法

GB 11912—89 水质 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法

GB 11914—89 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB 21248 铜冶炼企业单位产品能源消耗限额

GB/T 467—1997 阴极铜

GB/T 534—2002 工业硫酸

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB/T 4920—85 硫酸浓缩尾气硫酸雾的测定 铬酸钡比色法

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

《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）

《污染源自动监控管理办法》（国家环境保护总局令 第 28 号）

《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 2004 年 第 16 号）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 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 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，指单位产品生产（或加工）过程中，产生污染物的量（末端处理前）。包括废水产生量、废气产生量和固体废物产生量等指标。废水产生量是指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。废气产生量是指废气处理装置入口的废气量和污染物种类、单位产品污染物产生量或浓度。

## 3.3 铜电解精炼 electrolytic refining of copper

指利用铜和杂质的电位序不同，在直流电的作用下，阳极上的铜既能电化溶解，又能在阴极上电化析出，而杂质部分进入电解液，部分进入阳极泥的过程。

## 4 规范性技术要求

## 4.1 指标分级

本标准给出了铜电解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

铜电解业清洁生产指标要求见表 1。

表 1 铜电解业清洁生产指标要求

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. 备料工艺与装备	电解槽	无衬聚合物混凝土电解槽	混凝土结构，内衬软聚氯乙烯塑料、玻璃钢或 HDPE 膜防腐	
	阴极技术	永久不锈钢	Cu 始极片	
	硫酸等辅料的贮存、输送与投放	硫酸的输送和贮存符合 GB/T 534—2002 规定，加入量有仪表控制；电解铜工艺作业场所设置强制通风设施；工作现场备有应急水源；有事故应急预案		
	压滤设备	选用能满足企业正常生产的浆泵；高压隔膜压滤机		
	防腐防渗措施	生产车间地面采取防渗、防漏和防腐措施；车间内墙面和天花板采取防腐措施；电解液储槽及污水系统具备防腐防渗措施		
2. 剥离工艺与装备	剥离方式	机械化自动剥离		手工剥离
	包装、储运	按照 GB/T 467—1997 执行		
二、资源能源利用指标				
1. 电流效率/%		≥98	≥95	≥93
2. 单位产品综合能耗（折标准煤）/（kg/t）		≤130	≤170	≤220
3. 单位产品直流电耗/[（kW·h）/t]		≤240	≤260	≤280
4. 单位产品蒸汽消耗/（t/t）		≤0.40	≤0.65	≤0.75
5. 铜的回收率/%		≥99.8	≥99.5	≥99.0
6. 残极率/%	大阳极板（350 kg）	≤16	≤18	
	小阳极板（250 kg）	≤18	≤20	
7. 吨铜耗水量/（m <sup>3</sup> /t）		≤3.5	≤4.0	≤5.0
三、产品指标				
1. 高纯阴极铜		按照 GB/T 467—1997 执行		
2. 标准阴极铜				
四、污染物产生指标（末端处理前）				
1. 废气	单位产品硫酸雾产生量/（kg/t）	≤0.5	≤0.6	≤0.7
	单位产品废水产生量/（m <sup>3</sup> /t）	≤1.2	≤1.5	≤2.0
2. 废水	单位产品化学需氧量（COD）产生量/（g/t）	≤60	≤70	≤90

续表

清洁生产指标等级		一级	二级	三级
2. 废水	单位产品铜 (Cu <sup>2+</sup> ) 产生量/ (g/t)	≤0.23	≤0.25	≤0.28
	单位产品铅 (Pb <sup>2+</sup> ) 产生量/ (g/t)	≤3.2	≤3.5	≤4.0
	单位产品镍 (Ni <sup>2+</sup> ) 产生量/ (g/t)	≤0.080	≤0.085	≤0.100
	单位产品总砷产生 量/ (mg/t)	≤16	≤18	≤20
五、废物回收利用指标				
1. 阳极泥及黑铜粉利用率/%		100		
2. 电解槽冲洗及阴极铜表面清洗水		沉淀后回用至电解液循环系统, 循环使用		
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		
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行政主管部门进行验收; 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行政主管部门进行验收; 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. 废物处理处置		采用符合国家规定的废物处理处置方法处置废物; 一般固体废物按照 GB 18599 的相关规定执行; 对含砷污泥等危险废物, 要严格按照 GB 18597 的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; 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。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		
5. 生产过程环境管理	原料用量及质量	规定严格的检验、计量措施		
	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	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《污染源自动监控管理办法》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行政主管部门或环保部检测数据网络连接, 实时上报		
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		
注: 1. 单位产品综合能耗根据 GB/T 2589 的规定应达到《铜冶炼行业准入条件》和 GB 21248 的能耗限额准入值。 2. 污染物产生指标指吨产品阴极铜污染物产生。				



## 5 数据采集和计算方法

## 5.1 采样和监测方法

本标准的各项指标的采样和检测按照国家标准检测方法执行，见表 2。污染物指标系末端处理之前的指标，应分别在检测各个车间或装置后进行累计。

表 2 废水、废气污染物各项指标监测采样及分析方法

污染源类型	生产工序	监测项目	测点位置	监测采样及分析方法	测试条件及要求
废气 无组织排放	电解	硫酸雾	电解车间	硫酸浓缩尾气硫酸雾的测定 铬酸钡比色法 (GB/T 4920—85)	正常生产工况下，每个采样点应该至少选取三组以上样品进行数据分析
废水 污染源	压滤、清洗	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)	
		铜 (Cu <sup>2+</sup> )		水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法 (GB 7475—87)	
		铅 (Pb <sup>2+</sup> )		水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法 (GB 7475—87)	
		镍 (Ni <sup>2+</sup> )		水质 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法 (GB 11912—89)	
		总砷		水质 砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法 (GB 7485—87)	

## 5.2 计算方法

企业的原材料、新鲜水及能源使用量、产品产量、工序能耗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。各项指标的计算方法如下。

## 5.2.1 电流效率

电流效率是指实际铜产量和理论铜产量（按法拉第定律计算所得阴极铜量）的百分比，按式（1）计算：

$$\eta = \frac{P}{q \times I \times t} \times 100\% \quad (1)$$

式中： $\eta$ ——电流效率，%；

$P$ ——阴极铜实际产量，g；

$q$ ——铜的电化当量为 1.186，g/(A·h)；

$I$ ——电流强度，A；

$t$ ——电解时间，h。

## 5.2.2 单位产品综合能耗

生产单位阴极铜产品的综合能源消耗量（按标准煤折算），按式（2）计算：

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i \times p_i)}{P_s} \quad (2)$$

式中： $E$ ——阴极铜综合能源单耗（折标准煤），kg/t；

$e_i$ ——在一定计量时间内（一般为一年）生产和服务活动中消耗的第  $i$  种能源实物量，kg；

$p_i$ ——第  $i$  种能源的折算系数，按能量的当量值或能源等价值折算；

$P_s$ ——在同一计量时间内（一般为一年）阴极铜成品总量，t；

$n$ ——能源种数。

### 5.2.3 单位产品直流电耗

生产单位阴极铜产品的直流电消耗，按式（3）计算：

$$W_d = \frac{W_t}{P_s} \quad (3)$$

式中： $W_d$ ——单位重量阴极铜直流电耗，kW·h/t；

$W_t$ ——在一定计量时间内（一般为一年）消耗直流电总量，kW·h；

$P_s$ ——在同一计量时间内（一般为一年）阴极铜成品总量，t。

### 5.2.4 单位产品蒸汽消耗

生产单位产品阴极铜所消耗的蒸汽量，按式（4）计算：

$$Q_{st} = \frac{Q_s}{P_s} \quad (4)$$

式中： $Q_{st}$ ——在一定计量时间内（一般为一年）生产单位重量阴极铜消耗蒸汽量（热值），t/t，低压蒸汽换算系数取 3 763 MJ/t；

$Q_s$ ——在同一计量时间内（一般为一年）消耗蒸汽总量（热值），t；

$P_s$ ——在同一计量时间内（一般为一年）阴极铜成品总量，t。

### 5.2.5 铜的回收率

在一定计量时间内（一般为一年）阴极铜含铜量与消耗阳极含铜总量减去回收品含铜量的差的比率，按式（5）计算：

$$\eta_h = \frac{P_{Cu}}{P_c - P_h} \times 100\% \quad (5)$$

式中： $\eta_h$ ——在一定计量时间内（一般为一年）铜回收率，%；

$P_{Cu}$ ——在同一计量时间内（一般为一年）阴极铜含铜总量，t/a；

$P_c$ ——在同一计量时间内（一般为一年）消耗阳极含铜总量，t/a；

$P_h$ ——在同一计量时间内（一般为一年）回收品含铜总量，t/a。

### 5.2.6 残极率

在一定计量时间内（一般为一年）未被电溶解的残余阳极总量占投入生产阳极铜总量的比率，按式（6）计算：

$$\eta_c = \frac{P_c}{P_z} \times 100\% \quad (6)$$

式中： $\eta_c$ ——残极率，%；

$P_c$ ——在一定计量时间内（一般为一年）未被电溶解的残余阳极总量，t；

$P_z$ ——在同一计量时间内（一般为一年）投入生产阳极铜总量，t。

### 5.2.7 单位产品硫酸雾产生量

生产单位产品阴极铜所产生的硫酸雾的量，按式（7）计算：

$$W_s = \frac{W_{LS}}{P_s} \quad (7)$$

式中： $W_s$ ——生产单位产品阴极铜所产生的硫酸雾的量，m<sup>3</sup>/t；

$W_{LS}$ ——在一定计量时间内（一般为一年）硫酸雾产生总量，m<sup>3</sup>；

$P_s$ ——在同一计量时间内（一般为一年）阴极铜成品总量，t。

### 5.2.8 单位产品废水产生量

生产单位产品阴极铜所产生的废水量，按式（8）计算：

$$W = \frac{W_f}{P_s} \quad (8)$$

式中： $W$ ——单位重量阴极铜产生废水量， $\text{m}^3/\text{t}$ ；

$W_f$ ——在一定计量时间内（一般为一年）废水产生总量， $\text{m}^3$ ；

$P_s$ ——在同一计量时间内（一般为一年）阴极铜成品总量， $\text{t}$ 。

#### 5.2.9 单位产品化学需氧量（COD）产生量

生产单位产品阴极铜所产生的化学需氧量（COD），该量可在各工序排放口处进行测定，按式（9）计算：

$$W_u = \frac{W_r}{P_s} \quad (9)$$

式中： $W_u$ ——生产单位重量阴极铜成品化学需氧量（COD）产生量， $\text{g}/\text{t}$ ；

$W_r$ ——在一定计量时间内（一般为一年）化学需氧量（COD）产生总量， $\text{g}$ ；

$P_s$ ——在同一计量时间内（一般为一年）阴极铜成品总量， $\text{t}$ 。

#### 5.2.10 单位产品铜（ $\text{Cu}^{2+}$ ）产生量

生产单位产品阴极铜所产生的铜（ $\text{Cu}^{2+}$ ），该量可在各工序排放口处进行测定，按式（10）计算：

$$W_{yt} = \frac{W_y}{P_s} \quad (10)$$

式中： $W_{yt}$ ——生产单位重量阴极铜成品铜（ $\text{Cu}^{2+}$ ）产生量， $\text{g}/\text{t}$ ；

$W_y$ ——在一定计量时间内（一般为一年）铜（ $\text{Cu}^{2+}$ ）产生总量， $\text{g}$ ；

$P_s$ ——在同一计量时间内（一般为一年）阴极铜成品总量， $\text{t}$ 。

注：单位产品铅（ $\text{Pb}^{2+}$ ）产生量、单位产品镍（ $\text{Ni}^{2+}$ ）产生量、单位产品总砷产生量的计算方法参照单位产品铜（ $\text{Cu}^{2+}$ ）产生量指标。

## 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。