

附件 6

# 再生铜行业清洁生产评价指标体系

---

国 家 发 展 和 改 革 委 员 会  
生 态 环 境 部 发 布  
工 业 和 信 息 化 部

# 目 录

前 言 .....	I
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 评价指标体系.....	4
5 评价方法.....	8
6 指标解释与数据来源.....	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》，指导和推动再生铜企业依法实施清洁生产，提高资源利用率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，制定再生铜行业清洁生产评价指标体系（以下简称“指标体系”）。

本指标体系依据综合评价所得分值将清洁生产等级划分为三级，I级为国际清洁生产领先水平；II级为国内清洁生产先进水平；III级为国内清洁生产一般水平。随着技术的不断进步和发展，本评价指标体系将适时修订。

本指标体系起草单位：中国环境科学研究院、生态环境部环境保护对外合作中心、中国有色金属工业协会再生金属分会。

本指标体系起草人：李艳萍、拜冰阳、乔琦、杨奕、孙阳昭、吴广龙、张昕、赵若楠、姜晨、张青玲、王吉位、谢佳宏、刘威；

本指标体系由国家发展改革委、生态环境部会同工业和信息化部联合提出。

本指标体系由国家发展改革委、生态环境部会同工业和信息化部负责解释。

## 1 适用范围

本指标体系规定了再生铜清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产指标分为六类，即生产工艺与装备要求、资源和能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品质量指标和清洁生产管理指标。

本指标体系适用于再生铜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、环保领跑者等环境管理制度。

本指标体系不适用于本体系未涉及的含铜废渣综合利用企业，以及原生矿合并处理含铜废料的企业的清洁生产和环境管理制度。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- GB 31574 再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准
- GB 51030 再生铜冶炼厂工艺设计规范
- GB/T 467 阴极铜
- GB/T 1176 铸造铜及铜合金
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分
- GB/T 7466 水质 总铬测定 二苯碳酰二肼分光光度法
- GB/T 7469 水质 总汞的测定 高锰酸钾-过硫酸钾消解法双硫脲分光光度法
- GB/T 7470 水质 铅的测定 双硫脲分光光度法
- GB/T 7471 水质 镉的测定 双硫脲分光光度法
- GB/T 7472 水质 锌的测定 双硫脲分光光度法
- GB/T 7475 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
- GB/T 7485 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
- GB/T 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
- GB/T 11901 水质 悬浮物的测定 重量法
- GB/T 11910 水质 镍的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 11912 水质 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法
- GB/T 15555.2 固体废物 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
- GB/T 16157 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 485水质 铜的测定 乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法  
HJ 486水质 铜的测定 2,9-二甲基-1,10菲罗啉分光光度法  
HJ 535水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法  
HJ 536水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法  
HJ 537水质 氨氮的测定 蒸馏-滴定法  
HJ 694水质 汞、砷、锡、铋和锑的测定 原子荧光法  
HJ 700水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法  
HJ 540 环境空气和废气 砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法（试行）  
HJ 629 固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法  
HJ 657 空气与废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法  
HJ 685 固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法  
HJ/T 42 固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法  
HJ/T 43 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法  
HJ/T 56 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法  
HJ/T 57 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法  
HJ/T 64.1 大气固定污染源 镉的测定 火焰原子吸收分光光度法  
HJ/T 64.2 大气固定污染源 镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法  
HJ/T 64.3 大气固定污染源 镉的测定 对-偶氮苯重氮氨基偶氮苯磺酸分光光度法  
HJ/T 65 大气固定污染源 锡的测定 石墨炉原子吸收分光光度法  
HJ/T 399 水质 化学需氧量的测定 快速消解分光光度法  
YS/T 1083 阳极铜

《环境信息公开办法（试行）》（国家环境保护总局令第35号）

《国家危险废物名录》（环境保护部令第39号）

《铜冶炼行业规范条件》（工业和信息化部[2014]第29号公告）

《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）（国家发展改革委 环境保护部 工业和信息化部2013年 第33号公告）

### 3 术语和定义

《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）所确立的以及下列术语和定义适用于本指标体系。

#### 3.1 再生铜

再生铜是指以废杂铜为原料，即以生产和消费领域产生的铜及铜合金废料如铜及铜合金加工过程产生的屑末、残次品、边角、料头等加工余料；或消费领域产生的废铜及合金线缆、零部件

等，经过火法熔炼或电解精炼生产、加工工艺，获得阳极铜、阴极铜产品。

### 3.2 清洁生产

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。

### 3.3 污染物产生指标（末端处理前）

即单位产品污染物产生量，指单位产品生产（或加工）过程中产生的、在末端处理装置（企业污水处理厂、脱硫装置）进口处污染物的量。

### 3.4 指标基准值

为评价清洁生产水平所确定的指标对照值。

### 3.5 指标权重

衡量各评价指标在清洁生产评价指标体系中的重要程度。

### 3.6 限定性指标

限定性指标是对节能减排有重大影响的指标，或者法律法规明确规定严格执行的指标，主要包括但不限于单位产品能耗限额、单位产品取水定额、有毒有害物质限量，行业特征污染物，行业准入性指标，以及二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮等污染物的产生量。

### 3.7 清洁生产综合评价指数

根据一定的方法和步骤，对清洁生产评价指标进行综合计算得到的数值。

### 3.8 火法熔炼

指以燃料燃烧或电能为热源，在高温下应用冶金炉把有价金属提炼出来的工艺过程。

### 3.9 电解精炼

以阳极铜为原料，采用电解工艺生产阴极铜的过程。因铜与杂质的电位不同，以硫酸铜-硫酸溶液为电解液，在直流电的作用下，阳极铜电化溶解，而纯铜从阴极上析出。

### 3.10 电解液

指电极板浸入其中的作为离子导体的硫酸铜-硫酸溶液。

### 3.11 新鲜水消耗量

从各种水源取得的水量，用于供给企业用过的原水水量。

### 3.12 最终弃渣

指厂区内不再进行任何利用，并将运出厂区外处理或处置的废渣。

## 4 评价指标体系

### 4.1 指标选取说明

本评价指标体系根据清洁生产的原则要求和指标的可度量性，进行指标选取。根据评价指标的性质，可分为定量指标和定性指标两种。

定量指标选取了有代表性的、能反映“节能”、“降耗”、“减污”和“增效”等有关清洁生产最终目标的指标，综合考评企业实施清洁生产的状况和企业清洁生产程度。

定性指标根据国家有关推行清洁生产的产业发展和技术进步政策、资源环境保护政策规定以及行业发展规划选取，用于考核企业对有关政策法规的符合性及其清洁生产工作实施情况。

### 4.2 指标基准值及其说明

在定量评价指标中，各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合清洁生产基本要求的评价基准。本评价指标体系确定各定量评价指标的评价基准值的依据是：凡国家或行业在有关政策、规划等文件中对该项指标已有明确要求的就执行国家要求的数值；凡国家或行业对该项指标尚无明确要求的，则选用国内重点大中型再生铜企业近年来清洁生产所实际达到的中上等以上水平的指标值。因此，本定量评价指标体系的评价基准值代表了再生铜行业的清洁生产水平。

在定性评价指标体系中，衡量该项指标是否贯彻执行国家有关政策、法规的情况，按“是”或“否”两种选择进行评定。

### 4.3 指标体系

再生铜行业清洁生产评价指标体系，见表 1。

表 1 再生铜行业清洁生产评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺和装备指标	0.2	*废杂铜选取		0.1	选取纯净的铜废料，不含绝缘层，如去皮的电线电缆等；对漆包线等除漆需要焚烧的，须采用烟气治理设施完善的环保型焚烧炉。			
2			熔炼工序	生产规模	0.05	≥10万吨	≥5万吨		
3				熔炼炉	0.05	采用烟气治理设施完善的炉型如NGL炉、旋转顶吹炉、精炼摇炉、倾动式精炼炉、100吨以上的改进型反射炉及其他先进的熔炼炉。			
4				*燃料	0.15	天然气	煤气、重油		
5				*熔炼工艺	0.1	富氧助燃（含氧量80%以上）	富氧助燃	空气助燃	
6				熔炼还原剂	0.05	天然气	碳还原剂(含硫量小于1%)		
7				*烟气治理装备	0.1	具有先进的脱硫、除尘、除二噁英技术装备，其脱硫效率≥95%、除尘效率≥98%、二噁英去除率≥97%；同时采用低氮燃烧技术	具有良好的脱硫、除尘、除二噁英技术装备，其脱硫效率≥90%、除尘效率≥95%、二噁英去除率≥95%；同时采用低氮燃烧技术	具有良好的脱硫、除尘技术装备，其脱硫效率≥90%、除尘效率≥95%	
8				自动化控制系统	0.05	自动控制进料和冶炼过程，具有炉温、压力、流量、气体成分等在线监测参数与自动报警装置	手动控制进料和冶炼过程，具有炉温、压力、流量等监测参数		
9				废气无组织排放处理	0.05	熔炼炉密闭生产，炉门逸出气体通过单独烟气处理系统收集			
10				烟尘收集和处理	0.05	采用脉冲袋式除尘设备	采用袋式除尘、旋风除尘或其他除尘设备		
11				粉状物料储运	0.05	具有仓库储存粉料，贮存仓库配通风设施，封闭输送粉料，粉料输送过程需配套收尘系统	具有仓库储存粉料，贮存仓库配通风设施，封闭输送粉料		
12			余热利用装置	0.1	具有高效的余热锅炉，用于供给热水、热空气或发电				
13			电解工序	自动化水平	0.05	全过程自动化水平高。采用永久阴极电解技术。生产过程具备酸雾抑制措施	自动化水平较高。阳极板浇铸自动化控制，阴、阳极自动排距；生产过程具备酸雾抑制措施	自动化水平一般。阳极板浇铸，阴、阳极自动排距需要人工参与；生产过程具备酸雾抑制措施	
14				电解槽	0.05	混凝土结构，内衬软聚氯乙烯塑料、玻璃钢或HDPE膜防腐；具备酸雾抑制措施			
15	资源和能	0.2	熔炼工序	单位产品还原剂消耗（煤粉）	kg/t	0.1	≤15	≤25	≤35

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值		
16	源消耗指标		*单位产品综合能耗（阳极铜）	kgce/t	0.2	≤220	≤290	≤360		
17			电解工序	单位产品浓硫酸消耗	kg/t	0.1	≤2	≤4	≤6	
18				单位产品直流电耗	kW·h/t	0.1	≤240	≤260	≤280	
19					单位产品综合能耗（直接利用）	kgce/t	0.15	≤60	≤80	≤100
20					*单位产品综合能耗（阴极铜）	kgce/t	0.2	≤290	≤360	≤430
21					单位产品新鲜水用量	m³/t	0.15	≤10	≤15	≤20
22	资源综合利用指标	0.1	铜总回收率	%	0.3	≥98		≥96		
23			最终弃渣处置率	%	0.2		100			
24			电解液循环利用率	%	0.2		100			
25			*废水重复利用率	%	0.3		≥95	≥90		
26	产品质量指标	0.1	阴极铜	%	1	符合 GB/T 467				
27			阳极铜	%		符合 YS/T 1083				
28	污染物产生指标	0.2	废水	单位产品废水产生量	m³/t	0.05	≤1			
29				废水中金属物质（总 Cu、Zn、Pb、As、Ni、Cd、Cr、Sb、Hg 等）	g/t	0.05	Cu: ≤4; Zn: ≤20; Pb: ≤4; As: ≤2; Ni: ≤2; Cd: ≤0.2; Cr: ≤10; Sb: ≤6; Hg: ≤0.2			
30				*氨氮	g/t	0.1	≤10	≤20	≤40	
31				*化学需氧量	g/t	0.1	≤100	≤300	≤500	
32				总磷	g/t	0.025	≤1	≤3	≤5	
33				悬浮物	g/t	0.025	≤100	≤200	≤300	
34				石油类	g/t	0.025	≤10	≤20	≤30	
35			废气		单位产品烟气产生量	m³/t	0.1	≤10000		
36					*二氧化硫	kg/t	0.1	≤5	≤10	≤15
37					*氮氧化物	kg/t	0.1	≤1	≤2	
38					烟尘（颗粒物）	kg/t	0.05	≤5	≤10	≤15
39					烟尘中的金属（Pb、As、Cr、Cd、Sn、Sb等）	g/t	0.05	Pb: ≤400; As: ≤80; Cr: ≤200; Cd: ≤10; Sn: ≤200; Sb: ≤200		
40					硫酸雾	mg/m³	0.025	≤20		
41					*二噁英	μg TEQ/t	0.1	≤50	≤100	

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值
			废渣	*最终弃渣含铜量					
42			废渣	*最终弃渣含铜量	%	0.1	≤0.6	≤0.8	≤1
43	清洁生产 管理 指标	0.2	*环境法律法规标准执行情况			0.2	符合国家和地方有关环境法律、法规，废水、废气、噪声等污染物排放符合国家和地方排放标准；污染物排放应达到国家和地方污染物排放总量控制指标和排污许可证管理要求，符合行业产业政策各项要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度		
44			开展清洁生产审核			0.05	通过国家和地方要求的清洁生产审核		
45			固体废物处理处置			0.05	采用符合国家规定的废物处置方法处理废物；一般固体废物按照GB18599进行妥善处理；危险固体废物根据《国家危险废物名录》的相关要求，按照GB18597相关规定执行		
46			环境管理体系制度			0.05	按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，环境管理程序文件及作业文件齐备		
47			污染物排放监测			0.05	按《污染源自动监控管理办法》规定，安装污染物排放自动监控设备，且与环保主管部门的监控系统联网，装置能正常运行		
48			废水处理设施管理			0.05	建有废水处理设施运行中控系统，建立治污设施运行台账	建立治污设施运行台账	
49			环境管理制度和组织机构			0.05	有完善的环境管理制度和机构以及专业的环境管理人才		
50			污水排放口管理			0.05	排污口符合《排污口规范化整治技术要求（试行）》相关要求		
51			环境信息公开			0.05	按照《环境信息公开办法（试行）》要求公开环境信息		
52							按照 HJ 617 编写企业环境报告书		
53			环境应急			0.05	制定意外事故的防范措施和应急预案，开展重大环境污染事故应急演练，建立重大事故应急预案机制，应急预案必须经过评审备案		
54						0.1	对所有原辅材料均有质检制度和消耗定额管理制度；对所有生产工序有操作规程，主要岗位有作业指导书		
55						0.1	硫酸的输送和贮存符合GB/T 534的要求		
56						0.1	电解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，电解液贮槽和污水系统具有防腐、防渗措施。		
57				0.05	按行业无组织排放监管的相关政策要求，加强对无组织排放的防控措施，减少生产过程无组织排放				

注：带\*的指标为限定性指标

## 5 评价方法

### 5.1 指标无量纲化

各清洁生产指标因量纲不同，不能直接比较，需建立原始指标的函数，如公式 5-1 所示。

$$Y_{g_k}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, x_{ij} \in g_k \\ 0, x_{ij} \notin g_k \end{cases} \quad (5-1)$$

式中， $x_{ij}$ ——第  $i$  个一级指标下的第  $j$  个二级评价指标；

$g_k$ ——二级指标基准值，其中  $g_1$  为 I 级水平， $g_2$  为 II 级水平， $g_3$  为 III 级水平；

$Y_{g_k}(x_{ij})$ ——二级指标  $x_{ij}$  对于级别  $g_k$  的隶属函数。

如公式 (5-1) 所示，若指标  $x_{ij}$  属于级别  $g_k$ ，则隶属函数的值为 100，否则为 0。

### 5.2 综合评价指数计算

通过加权平均、逐层收敛可得到评价对象在不同级别  $g_k$  的得分  $Y_{g_k}$ ，如公式 (5.2) 所示。

$$Y_{g_k} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{g_k}(x_{ij})) \quad (5-2)$$

式中， $w_i$ ——第  $i$  个一级指标的权重， $\omega_{ij}$  为第  $i$  个一级指标下的第  $j$  个二级指标的权重，其

$$\text{中 } \sum_{i=1}^m w_i = 1, \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1, m \text{ 为一级指标的个数；}$$

$n_i$ ——第  $i$  个一级指标下二级指标的个数；

$Y_{g_1}$ ——等同于  $Y_I$ ， $Y_{g_2}$  等同于  $Y_{II}$ ， $Y_{g_3}$  等同于  $Y_{III}$ 。

### 5.3 再生铜行业清洁生产企业的评定

本标准采用限定性指标评价和指标分级加权评价相结合的方法。在限定性指标达到 III 级水平的基础上，采用指标分级加权评价方法，计算行业清洁生产综合评价指数。根据综合评价指数，确定清洁生产水平等级。

根据目前我国再生铜行业的实际情况，不同等级的清洁生产企业综合评价指数见表 2。

### 5.4 综合评价指数计算步骤

第一步：将新建企业或新建项目、现有企业相关指标与 I 级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 I 级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分  $Y_I$ ，当综合指数

得分  $Y_I \geq 85$  分时，可判定企业清洁生产水平为 I 级。当企业相关指标不满足 I 级限定性指标要求或综合指数得分  $Y_I < 85$  分时，则进入第 2 步计算。

第二步：将新建企业或新建项目、现有企业相关指标与 II 级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 II 级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分  $Y_{II}$ ，当综合指数得分  $Y_{II} \geq 85$  分时，可判定企业清洁生产水平为 II 级。当企业相关指标不满足 II 级限定性指标要求或综合指数得分  $Y_{II} < 85$  分时，则进入第 3 步计算。

新建企业或新建项目不再参与第 3 步计算。

第三步：将现有企业相关指标与 III 级限定性指标基准值进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 III 级基准值进行逐项对比，计算综合指数得分，当综合指数得分  $Y_{III} = 100$  分时，可判定企业清洁生产水平为 III 级。当企业相关指标不满足 III 级限定性指标要求或综合指数得分  $Y_{III} < 100$  分时，表明企业未达到清洁生产要求。

表 2 行业不同等级清洁生产企业综合评价指数

企业清洁生产水平	清洁生产综合评价指数
I 级（国际清洁生产领先水平）	同时满足： —— $Y_I \geq 85$ ； 限定性指标全部满足 I 级基准值要求。
II 级（国内清洁生产先进水平）	同时满足： —— $Y_{II} \geq 85$ ； 限定性指标全部满足 II 级基准值要求及以上。
III 级（国内清洁生产一般水平）	同时满足： —— $Y_{III} = 100$ ； 限定性指标全部满足 III 级基准值要求及以上。

## 6 指标解释与数据来源

### 6.1 指标解释

#### 6.1.1 单位产品还原剂消耗

该指标是指生产单位产品需要的焦炭或无烟煤的量。按公式 6-1 计算：

$$m_{ui} = \frac{m_i}{Q} \quad (6-1)$$

式中： $m_{ui}$ ——单位产品还原剂（焦炭或无烟煤）的消耗量，kg/t；

$m_i$ ——在一定计量时间内，消耗焦炭或无烟煤的量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

### 6.1.2 单位产品浓硫酸消耗

该指标是指生产单位产品需要浓硫酸的量。按公式6-2计算：

$$m_{ui} = \frac{m_i}{Q} \quad (6-2)$$

式中： $m_{ui}$ ——单位产品浓硫酸的消耗量，kg/t；

$m_i$ ——在一定计量时间内，消耗浓硫酸的量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

### 6.1.3 单位产品直流电耗

指生产单位阴极铜所耗直流电能，按式6-3计算：

$$Z = \frac{U}{N \times c} \times 10^3 \quad (6-3)$$

式中： $Z$ ——直流电耗，kW·h/t；

$U$ ——槽电压，V；

$N$ ——电流效率，%；

$c$ ——铜电化当量，1.186 g/(A·h)。

### 6.1.4 单位产品综合能耗

#### (1) 单位产品综合能耗（直接利用）

指直接利用废杂铜生产1吨的铸造铜或铜合金在每个工序中的各种能耗的总和（折合标准煤计算），公式如6-4所示。

#### (2) 单位产品综合能耗（阳极铜）

指生产1吨的阳极铜产品在每个工序中的各种能耗的总和（折合标准煤计算），公式如6-4所示。

#### (3) 单位产品综合能耗（阴极铜）

指生产1吨的阴极铜产品在每个工序中的各种能耗的总和（折合标准煤计算），公式如6-4所示。

$$E_{ui} = \frac{E_i}{Q} \quad (6-4)$$

式中： $E_{ui}$ ——单位产品综合能耗，kgce/t；

$E_i$ ——在一定计量时间内，消耗的各种能源量，经标煤综合计算得到的总能耗量，kgce；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

注：综合能耗，按照 GB/T 2589 计算，其主要包括一次能源（如煤、石油、天然气等）、二次能源（如蒸汽、电力等）和直接用于生产的能耗工质（如冷却水、压缩空气等），但不包括用于动力消耗（如发电、锅炉等）的能耗工质。

### 6.1.5 单位产品新鲜水用量

单位产品新鲜水用量是指生产 1 吨的产品在每个工段中所取新鲜水的总和。按公式 6-5 计算：

$$m_{ui} = \frac{m_i}{Q} \quad (6-5)$$

式中： $m_{ui}$ ——单位产品取水量，kg/t；

$m_i$ ——在一定计量时间内，生产取水量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.6 铜总回收率

铜总回收率是指，最终产品中的铜含量与原料中铜含量的百分比。按式6-6计算：

$$R_{Cu} = \frac{P_{Cu}}{S_{Cu}} \times 100\% \quad (6-6)$$

式中： $R_{Cu}$ ——铜总回收率，%；

$P_{Cu}$ ——在一定计量时间内，产品中的铜含量，t/a；

$S_{Cu}$ ——同一计量时间内，原料中铜含量，t/a。

#### 6.1.7 最终弃渣处置率

按式 6-7 计算：

$$R_r = \frac{P_r}{S_r} \times 100\% \quad (6-7)$$

式中： $R_r$ ——废渣处置率，%；

$P_r$ ——在一定计量时间，企业废渣处置量，t/a；

$S_r$ ——同一计量时间内，废渣的产生总量，t/a。

注：废渣是指在再生铜生产过程中，最终处理的冶炼弃渣。

#### 6.1.8 电解液循环利用率

电解过程中，电解液的循环利用率按公式 6-8 计算：

$$\eta = \frac{m_a}{m_0} \times 100\% \quad (6-8)$$

式中： $\eta$ ——电解液循环利用率，%；

$m_a$ ——在一定计量时间内，电解液的重复利用量，kg；

$m_0$ ——同一计量时间内，电解液的总量，kg。

#### 6.1.9 废水重复利用率

废水重复利用率，按公式 6-9 计算：

$$R = \frac{V_r}{V_i} \times 100\% \quad (6-9)$$

式中： $R$ ——废水重复利用率，%；

$V_r$ ——在一定计量时间内，经处理后工业废水的回用量， $m^3$ ；

$V_i$ ——同一计量时间内，各生产环节的废水产生量， $m^3$ 。

#### 6.1.10 单位产品废水产生量

按公式 6-10 计算：

$$W_i = \frac{W}{Q} \quad (6-10)$$

式中：W<sub>i</sub>——单位产品废水产生量，m<sup>3</sup>/t；

W——在一定计量时间内，企业生产废水产生量，m<sup>3</sup>；

Q——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.11 单位产品废气产生量

按式 6-11 计算：

$$D_i = \frac{D}{Q} \quad (6-11)$$

式中：D<sub>i</sub>——单位产品烟气产生量，m<sup>3</sup>/t；

D——在一定计量时间内，生产过程中的烟气体积，m<sup>3</sup>；

Q——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.12 单位产品污染物产生量

按公式 6-12 计算：

$$Q_i = W_i \times C_i \quad (6-12)$$

式中：Q<sub>i</sub>——废水或废气中，单位产品各类污染物的产生量，g/t、kg/t 或 μg TEQ/t；

W<sub>i</sub>——单位产品废水或废气产生量，m<sup>3</sup>/t；

C<sub>i</sub>——同一计量时间内，在末端处理装置（企业污水处理厂、脱硫装置）进口处监测的各类污染物的浓度，mg/L、mg/m<sup>3</sup> 或 μg TEQ/m<sup>3</sup>。

#### 6.1.13 单位产品废渣产生量

按式 6-13 计算：

$$R_i = \frac{R}{Q} \quad (6-13)$$

式中：R<sub>i</sub>——单位产品废渣产生量，kg/t；

R——一定计量时间内，生产过程中的废弃渣产生量，kg；

Q——同一计量时间内，产品的产量，t。

## 6.2 数据来源

### 6.2.1 统计

企业的产品产量、原材料消耗量、取水量、重复用水量、能耗及各种资源的综合利用量等，以年报或考核周期报表为准。

### 6.2.2 实测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用特征指标也可以在考核周期内用实测方法取得，考核周期一般不少于一个月。

### 6.2.3 采样

污染物产生指标是指污染物进入末端处理设施前污染物的浓度或总量指标，其采样点应设在

末端处理设施进口处。本体系各项指标的采样和监测按照国家标准监测方法执行，详见表 4。

表 3 污染物的测定及参考标准

污染物监测项		测定位置	标准号或文件
废气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、烟尘（颗粒物）及烟尘中的 Pb、As、Cr、Cd、Sn、Sb，二噁英等	烟气末端处理装置进口 <sup>[a]</sup>	GB/T 15264; GB/T 16157; HJ 629; HJ/T 56; HJ/T 57; HJ/T 42; HJ/T 43; HJ/T 64.1; HJ/T 64.2; HJ/T 64.3; HJ/T 65; HJ 657 ; HJ 540; HJ 629; HJ 685; HJ77.2等
废水	COD <sub>Cr</sub> 、悬浮物、氨氮、总磷、Pb、PH、废水中的金属（总 Cu、Zn、Pb、As、Ni、Cd、Cr、Sb、Hg等）	企业污水处理站的进口	GB/T 7466; GB/T 7469; GB/T 7470; GB/T 7471; GB/T 7472; GB/T 7475; GB/T 7485; GB/T 11893; GB/T 11901; GB/T 11910; GB/T 11912; HJ/T 399; HJ 485; HJ 486; HJ 535; HJ 536; HJ 537; HJ 694; HJ 700等
废渣	废渣中的铜	最终弃渣	GB/T 15555.2
[a] 单位时间单位产品SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 和颗粒物以及颗粒物中的金属的产生量均在脱硫装置进口测定。			