

铜冶炼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

— 1 —

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 2

5 评价方法 17

6 指标核算与数据来源 19

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》，指导和推动铜冶炼生产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，特制定铜冶炼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级清洁生产水平为清洁生产先进（标杆）水平；II级清洁生产水平为清洁生产准入水平；III级清洁生产水平为清洁生产一般水平。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：湖南有色金属研究院有限责任公司、中国环境科学研究院、江西铜业股份有限公司、中国有色金属工业协会、中国国际工程咨询有限公司。

本指标体系起草人：陈伟、杨奕、万文玉、王兵、李艳萍、欧阳坤、王伟、曹柏林、朱安玲、邵朱强、徐春方、李丹、杨媛媛、李扬、张青玲、邓星桂。

本指标体系由国家发展和改革委员会、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和改革委员会、生态环境部会同工业和信息化部负责解释。

1 适用范围

本指标体系规定了铜冶炼企业清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产评价指标分为九类，即生产工艺及装备、能源消耗、水资源消耗、原/辅料消耗、资源综合利用、污染物产生与排放、温室气体排放、产品特征、清洁生产管理。

本指标体系适用于铜冶炼企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、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、环保领跑者等管理制度。

本指标体系适用于以原生矿或铜精矿为主要原料的铜冶炼企业，包括粗铜冶炼、粗铜精炼、铜电解、湿法炼铜企业，不适用于铜矿采选企业和再生铜冶炼企业。

2 规范性引用文件

下列文件对于本指标体系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指标体系。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指标体系。

- GB 7475 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
- GB 7470 水质 铅的测定 双硫脲分光光度法
- GB 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 17167 企业能源计量器具配备和管理导则
- 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 25323 有色重金属冶炼企业单位产品能源消耗限额
- GB 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准
- GB/T 467 阴极铜
- GB/T 534 工业硫酸
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染源采样方法
- GB/T 23331 能源管理体系要求
- GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南
- YS/T 70 粗铜
- YS/T 318 铜精矿质量标准及铜精粉质量标准
- YS/T 1083 阳极铜
- HJ/T 57 固定污染源 二氧化硫测定 定电位电解法
- HJ 629 固定污染源 二氧化硫测定 非分散红外吸收法
- HJ 657 空气和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 693 固定污染源 氮氧化物测定 定电位电解法
- HJ 694 水质 汞、砷、硒、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 863.3 排污许可证申请与核发技术规范 有色金属工业——铜冶炼

HJ 1132 固定污染源 氮氧化物测定 便携式紫外吸收法

《危险化学品安全管理条例》（国务院令第591号）

3 术语和定义

《清洁生产评价指标体系编制通则》（GB/T 43329-2023）所确立的以及下列术语和定义适用于本指标体系。

3.1 阳极铜（粗铜）火法冶炼企业

指以铜精矿作为冶炼原料，采用火法熔炼工艺，产出阳极铜或粗铜的企业。

3.2 电解铜企业

指以阳极铜为生产原料，采用电解精炼工艺，产出阴极铜的企业。

3.3 铜湿法冶炼企业

指以铜原矿或精矿为原料，采用酸性溶剂或碱性溶剂浸出，其中可辅以微生物等手段，再将浸出液中的铜提取出来，生产阴极铜的企业。

3.4 富氧熔池熔炼

将炉料直接加入熔池中，通入氧体积比大于21%的富氧空气作为介质，炉料在熔池中迅速完成气、液、固相间主要反应的熔炼方法即为富氧熔池熔炼。

4 评价指标体系

4.1 指标选取

本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，用于评价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

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应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，则根据国内铜冶炼企业近年来清洁生产所实际达到的水平确定Ⅰ级基准值、Ⅱ级基准值、Ⅲ级基准值。

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，按符合程度进行评定。

4.3 指标体系

铜冶炼企业清洁生产评价指标体系的评价指标、评价基准值和权重值见表1～表3。

表 1 阳极铜（粗铜）火法冶炼企业清洁生产评价指标、评价基准值及权重值表

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
1	生产工艺 及装备	0.2	熔炼工艺	/	0.2	闪速熔炼或富氧熔池熔炼		
2			吹炼工艺	/	0.2	连续吹炼		转炉吹炼
3			阳极铜生产工艺	/	0.05	火法精炼直接产精铜，或粗铜经火法精炼后铸成阳极板再行电解。		
4			火法精炼设备	/	0.05	回转式阳极炉		倾动式阳极炉
5			浇铸设备	/	0.05	自动定量圆盘浇铸		圆盘浇铸
6			制酸工艺	/	0.1	配备双转双吸及以上制酸工艺，转化率 $\geq 99.8\%$ ，具备稀酸洗涤净化工序，以及尾气治理设施。		配备双转双吸烟气制酸工艺，具备稀酸洗涤净化工序，以及尾气治理设施。
7			*生产规模（单系统）	万 t	0.1	≥ 25	≥ 15	≥ 10
8			*余热利用装置	/	0.05	采用高效的余热换热器，中压等高品质余热用于发电或蒸汽拖动设备，实现蒸汽高效阶梯利用。		
9			粉状物料仓储和输送	/	0.05	采用封闭式仓储，贮存仓库配通风设施，采用封闭式输送。		
10			数字化管理系统	/	0.05	建设生产系统数字化体系，拥有覆盖全厂的信息化控制网络和视频监控系统，搭建实时数据库，实现集生产、能源、环境等于一体的数字化管理。		建设生产系统数字化体系，拥有覆盖全厂的信息化控制网络。
11			废气的收集与处理	/	0.1	炉体密闭化，具有防止废气逸出措施。在窑炉的操作工位，以及破碎、筛分等其他易产生废气无组织排放的位置，设置包围型集气设施。	炉体密闭化，具有防止废气逸出措施。在窑炉的操作工位，以及破碎、筛分等其他易产生废气无组织排放的位置，设置外部型集气设施。	

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
12	能源消耗	0.1	*单位产品综合能耗		kgce/t(阳极铜)	0.5	≤125	≤140	≤235
13					kgce/t(粗铜)	0.5	≤100	≤125	≤175
14	水资源消耗	0.05	*单位产品新鲜水耗		m³/t（阳极铜）	0.5	≤10	≤12	≤16
15			*工业用水循环利用率		%	0.5	≥98.5	≥98	
16	原/辅料消耗	0.05	铜精矿		/	0.5	达到YS/T 318标准三级品要求的铜精矿≥80%	达到 YS/T 318 标准四级品要求的铜精矿≥90%	达到 YS/T 318 标准五级品要求及以上
17			单位产品耐火材料消耗		kg/t(阳极铜)	0.5	≤10	≤20	≤40
18	资源综合利用	0.1	铜冶炼综合回收率		%	0.4	≥98.5	≥98	≥97
19			*硫回收率		%	0.3	≥98.5	≥98	≥97.5
20			一般工业固体废物综合利用率		%	0.3	≥95	≥90	≥85
21	污染物产生与排放	0.2	废水	*单位产品废水产生量	m³/t（阳极铜）	0.03	≤10	≤20	≤30
22				*单位产品废水排放量	m³/t（阳极铜）	0.04	≤1	≤2	≤4
23				单位产品化学需氧量产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤1200	≤3000	≤6000
24				*单位产品化学需氧量排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤30	≤100	≤200
25				单位产品氨氮产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤10	≤40	≤90
26				*单位产品氨氮排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤3	≤10	≤20
27				单位产品砷产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤8	≤20	≤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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
28				*单位产品砷排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤0.2	≤1.0	≤2.0
29				单位产品铅产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤6	≤15	≤30
30				*单位产品铅排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤0.2	≤1.0	≤2.0
31				单位产品镉产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤1.0	≤4.0	≤8.0
32				*单位产品镉排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤0.05	≤0.1	≤0.2
33				单位产品汞产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤0.05	≤0.2	≤0.4
34				*单位产品汞排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤0.01	≤0.05	≤0.1
35				单位产品铜产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤6	≤20	≤40
36				*单位产品铜排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤0.05	≤0.3	≤0.8
37			废气	单位产品二氧化硫产生量（制酸后）	kg/t（阳极铜）	0.03	≤5.0	≤7.0	≤8.0
38				*单位产品二氧化硫排放量	kg/t（阳极铜）	0.04	≤2.0	≤3.0	≤4.0
39				单位产品氮氧化物产生量	kg/t（阳极铜）	0.03	≤1.0	≤1.2	≤1.5
40				*单位产品氮氧化物排放量	kg/t（阳极铜）	0.04	≤0.6	≤0.8	≤1.0
41				单位产品颗粒物产生量	kg/t（阳极铜）	0.03	≤5.0	≤7.5	≤10.0
42				*单位产品颗粒物排放量	kg/t（阳极铜）	0.04	≤0.6	≤0.8	≤1.0

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
43				单位产品砷产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤ 25	≤ 60	≤ 90
44				单位产品砷排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤ 1.5	≤ 3.0	≤ 5.0
45				单位产品铅产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤ 15	≤ 30	≤ 50
46				*单位产品铅排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤ 2.0	≤ 4.0	≤ 6.0
47				单位产品汞产生量	g/t（阳极铜）	0.03	≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 2.0
48				*单位产品汞排放量	g/t（阳极铜）	0.04	≤ 0.1	≤ 0.15	≤ 0.2
49			工业固体废物	单位产品一般工业固体废物产生量	t/t（阳极铜）	0.01	≤ 3.5	≤ 4.0	≤ 5.0
50				单位产品危险废物产生量	t/t（阳极铜）	0.01	≤ 0.08	≤ 0.10	≤ 0.14
51	温室气体排放	0.05	碳减排管理		/	1	定期开展主要产品碳足迹评价和碳盘查		定期开展碳盘查
52	产品特征	0.1	粗铜		/	0.35	按照 YS/T 70 的要求，产品合格率 $\geq 95\%$	按照 YS/T 70 的要求，产品合格率 $\geq 90\%$	按照 YS/T 70 的要求，产品合格率 $\geq 85\%$
53			阳极铜		/	0.35	按照 YS/T 1083 的要求，产品合格率 $\geq 95\%$	按照 YS/T 1083 的要求，产品合格率 $\geq 90\%$	按照 YS/T 1083 的要求，产品合格率 $\geq 85\%$
54			硫酸		/	0.3	按照 GB/T 534 的要求，产品合格率 $\geq 95\%$	按照 GB/T 534 的要求，产品合格率 $\geq 90\%$	按照 GB/T 534 的要求，产品合格率 $\geq 85\%$
55	清洁生产管理	0.15	*环保法律法规执行情况		/	0.1	符合国家和地方有关环境法律、法规，企业污染物排放总量及能源消耗总量满足国家及地方政府相关标准，满足环评批复、环保“三同时”制度、总量控制和排污许可证管理要求。		

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
56			*产业政策符合性	/	0.1	生产规模符合国家和地方相关产业政策，不采用国家限制、淘汰类的生产工艺、装备，不生产国家限制、淘汰类的产品。		生产规模符合国家和地方相关产业政策，不采用国家明令淘汰类的生产工艺、装备，不生产国家禁止类产品。
57			清洁生产管理	/	0.1	按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，建有专门负责清洁生产的领导机构，各成员单位及主管人员职责分工明确；有健全的清洁生产管理制度和奖励管理办法，有执行情况检查记录；制定有清洁生产工作规划及年度工作计划，对规划、计划提出的目标、指标、清洁生产方案，认真组织落实；资源、能源、环保设施运行统计台账齐全；建立、制定环境突发性事件应急预案（预案要通过相应环保部门备案）并定期演练。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。		
58			清洁生产审核	/	0.1	按政府规定要求，制订清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥80%。	按政府规定要求，制订清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥60%。	按政府规定要求，制订清洁生产审核工作计划，原料及生产全流程中部分生产工序定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥50%。
59			节能管理	/	0.1	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥90%。	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥70%。	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥50%。
60			污染物排放监测	/	0.1	满足国家相关监测技术规范要求；按照排污许可证规定的自行监测方案自行或委托第三方监测机构开展监测工作，安排专人专职对监测数据进行记录、整理、统计和分析，公开自行监测信息。		
61			*危险化学品管理	/	0.1	符合《危险化学品安全管理条例》相关要求。		
62			计量器具配备情况	/	0.05	计量器具配备满足符合国家标准 GB17167、GB24789 三级计量配备要求。		

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
63			*固体废物处理处置	/	0.1	通过当地环保主管部门组织的危险废物规范化管理考核，综合评估结果为“达标”。按照 GB 18599 相关规定对暂时不利用或者不能利用的一般工业固体废物进行贮存或处置。		
64			土壤污染隐患排查	/	0.1	属于土壤污染重点监管单位的企业应参照国家有关技术规范，建立土壤污染隐患排查制度，保证持续有效防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。		
65			运输方式	/	0.05	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气），或新能源汽车比例不低于70%，其他车辆达到国四排放标准； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械。	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气），或新能源汽车比例不低于70%，其他车辆达到国四排放标准； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械比例不低于70%。	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气），或新能源汽车比例不低于50%，其他车辆达到国四排放标准； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械比例不低于50%。
注：（1）带*的指标为限定性指标。 （2）单位产品特征污染物产生量（废气）的计算节点为余热回收设施之后、收尘设施之前，其中制酸工序的单位产品特征污染物产生量（废气）的计算节点为制酸设施之后、脱硫设施之前。								

表 2 电解铜企业清洁生产评价指标、评价基准值及权重值表

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
1	生产工艺 及装备	0.15	压滤设备	/	0.4	配备高压隔膜压滤机		
2			硫酸雾的收集与处理	/	0.3	电解车间设有硫酸雾收集、处理装置		
3			防腐防渗措施	/	0.3	生产车间地面采取防渗、防漏、和防腐措施；污水系统具备防腐防渗措施		
4	能源消耗	0.15	*单位产品综合能耗	kgce/t(阴 极铜)	0.5	≤70	≤85	≤110
5			单位产品电耗	kW·h/t(阴 极铜)	0.2	≤320	≤380	≤500
6			电流效率	%	0.3	≥98	≥96	≥94
7	水资源消 耗	0.1	单位产品新鲜水耗	m ³ /t(阴 极铜)	0.5	≤2.5	≤3.0	≤4.0
8			*工业用水循环利用率	%	0.5	≥98.5	≥98.0	
9	资源综合 利用	0.15	铜冶炼综合回收率	%	0.4	≥99.7	≥99.6	≥99.4
10			阳极泥综合利用率	%	0.3	100	≥98	≥95
11			电解液循环利用率	%	0.3	≥99.5		
12	污染物产 生与排放	0.1	硫酸雾产生浓度	mg/m ³	0.5	≤50	≤60	≤80
13			*硫酸雾排放浓度	mg/m ³	0.5	≤20	≤30	≤40
14	温室气体 排放	0.1	碳减排管理	/	1	定期开展主要产品碳足迹评价和碳盘查		定期开展碳盘查
15	产品特征	0.1	阴极铜	/	0.5	按照 GB/T 467 的要求，产 品合格率≥95%	按照 GB/T 467 的要求，产 品合格率≥90%	按照 GB/T 467 的要求，产 品合格率≥85%
16			残极率	%	0.5	≤14	≤15	≤18

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
17	清洁生产 管理	0.15	*环保法律法规执行情况	/	0.1	符合国家和地方有关环境法律、法规，企业污染物排放总量及能源消耗总量满足国家及地方政府相关标准，满足环评批复、环保“三同时”制度、总量控制和排污许可证管理要求。		
18			*产业政策符合性	/	0.1	生产规模符合国家和地方相关产业政策，不采用国家限制、淘汰类的生产工艺、装备，不生产国家限制、淘汰类产品。		生产规模符合国家和地方相关产业政策，不采用国家明令淘汰类的生产工艺、装备，不生产国家禁止类产品。
19			清洁生产管理	/	0.1	按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，建有专门负责清洁生产的领导机构，各成员单位及主管人员职责分工明确；有健全的清洁生产管理制度和奖励管理办法，有执行情况检查记录；制定有清洁生产工作规划及年度工作计划，对规划、计划提出的目标、指标、清洁生产方案，认真组织落实；资源、能源、环保设施运行统计台账齐全；建立、制定环境突发性事件应急预案（预案要通过相应环保部门备案）并定期演练。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。		
20			清洁生产审核	/	0.1	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥80%。	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥60%。	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，原料及生产全流程中部分生产工序定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥50%。
21			节能管理	/	0.1	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率为 90%。	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥70%。	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥50%。
22			污染物排放监测	/	0.1	满足国家相关监测技术规范要求；按照排污许可证规定的自行监测方案自行或委托第三方监测机构开展监测工作，安排专人专职对监测数据进行记录、整理、统计和分析，公开自行监测信息。		

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
23			*危险化学品管理	/	0.1	符合《危险化学品安全管理条例》相关要求		
24			计量器具配备情况	/	0.05	计量器具配备满足符合国家标准 GB17167、GB24789 三级计量配备要求		
25			*固体废物处理处置	/	0.1	通过当地环保主管部门组织的危险废物规范化管理考核，综合评估结果为“达标”。按照 GB 18599 相关规定对暂时不利用或者不能利用的一般工业固体废物进行贮存或处置。		
26			土壤污染隐患排查	/	0.1	属于土壤污染重点监管单位的企业应参照国家有关技术规范，建立土壤污染隐患排查制度，保证持续有效防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。		
27			运输方式	/	0.05	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气），或新能源汽车比例不低于70%，其他车辆达到国四排放标准； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械。	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气），或新能源汽车比例不低于50%，其他车辆达到国四排放标准； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械比例不低于70%。	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气），或新能源汽车比例不低于50%，其他车辆达到国四排放标准； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械比例不低于50%。
注：带*的指标为限定性指标。								

表3 铜湿法冶炼企业清洁生产评价指标、评价基准值及权重值表

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级清洁生产水平基准值	II级清洁生产水平基准值	III级清洁生产水平基准值
1	生产工艺及装备	0.15	湿法炼铜工艺	/	0.2	直接浸出-萃取-电积		焙烧-浸出-萃取-电积
2			浸出工艺	/	0.2	搅拌浸出或原地堆浸		
3			萃取工艺	/	0.2	混合澄清萃取箱	离心萃取器	萃取塔
4			硫酸雾的收集与处理	/	0.2	设有硫酸雾收集、处理装置		
5			防腐防渗措施	/	0.2	生产车间地面采取防渗、防漏、和防腐措施；污水系统具备防腐防渗措施		
6	能源消耗	0.1	单位产品电耗	kW·h/t (阴极铜)	1	≤1800	≤2500	≤3000
7	水资源消耗	0.1	*单位产品新鲜水耗	m ³ /t(阴极铜)	0.5	≤10	≤12	≤16
8			*工业用水循环利用率	%	0.5	≥99	≥98.5	≥98
9	原/辅料消耗	0.1	单位产品酸耗	t/t(阴极铜)	0.3	≤1.0	≤1.2	≤1.6
10			单位产品萃取剂耗	kg/t(阴极铜)	0.3	≤3	≤5	≤8
11			铜浸出率	%	0.4	≥98	≥92	≥85
12	资源综合利用	0.15	铜冶炼综合回收率	%	0.2	≥95	≥90	≥84
13			一般工业固体废物综合利用率	%	0.2	≥90	≥85	≥75
14			浸出液循环利用率	%	0.2	≥98	≥95	
15			萃取液循环利用率	%	0.2	≥98	≥95	
16			电积母液循环利用率	%	0.2	≥98	≥96	≥94

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
17	污染物产生与排放	0.15	单位产品电解废液产生量	m ³ /t(阴极铜)	0.05	≤1.8	≤2	≤2.5
18			浸出渣中含铜	%	0.05	≤0.5	≤0.8	≤1.5
19			单位产品阳极泥产生量	%	0.06	≤0.8	≤1.0	≤1.4
20			硫酸雾产生浓度	mg/m ³	0.06	≤50	≤60	≤80
21			*硫酸雾排放浓度	mg/m ³	0.06	≤20	≤30	≤40
22			*单位产品废水产生量	m ³ /t(阴极铜)	0.06	≤40	≤60	≤120
23			*单位产品废水排放量	m ³ /t(阴极铜)	0.06	≤1	≤2	≤4
24			单位产品化学需氧量产生量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤3000	≤5000	≤7800
25			*单位产品化学需氧量排放量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤35	≤100	≤200
26			单位产品砷产生量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤12	≤25	≤50
27			*单位产品砷排放量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤0.08	≤0.5	≤1
28			单位产品铅产生量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤8	≤15	≤30
29			*单位产品铅排放量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤0.1	≤0.5	≤2
30			单位产品镉产生量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤1.2	≤3.0	≤5
31			*单位产品镉排放量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤0.01	≤0.08	≤0.15
32			单位产品铜产生量(废水)	g/t(阴极铜)	0.06	≤15	≤30	≤60

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
33			*单位产品铜排放量（废水）	g/t（阴极铜）	0.06	≤0.1	≤0.5	≤1.5
34	温室气体排放	0.05	碳减排管理	/	1	定期开展主要产品碳足迹评价和碳盘查		定期开展碳盘查
35	产品特征	0.05	阴极铜	/	1	按照 GB/T 467 的要求，产品合格率≥95%	按照 GB/T 467 的要求，产品合格率≥90%	按照 GB/T 467 的要求，产品合格率≥85%
36	清洁生产管理	0.15	*环保法律法规执行情况	/	0.1	符合国家和地方有关环境法律、法规，企业污染物排放总量及能源消耗总量满足国家及地方政府相关标准，满足环评批复、环保“三同时”制度、总量控制和排污许可证管理要求。		
37			*产业政策符合性	/	0.1	生产规模符合国家和地方相关产业政策，不采用国家限制、淘汰类的生产工艺、装备，不生产国家限制、淘汰类的产品。		生产规模符合国家和地方相关产业政策，不采用国家明令淘汰类的生产工艺、装备，不生产国家禁止类产品。
38			清洁生产管理	/	0.1	按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，建有专门负责清洁生产的领导机构，各成员单位及主管人员职责分工明确；有健全的清洁生产管理制度和奖励管理办法，有执行情况检查记录；制定有清洁生产工作规划及年度工作计划，对规划、计划提出的目标、指标、清洁生产方案，认真组织落实；资源、能源、环保设施运行统计台账齐全；建立、制定环境突发性事件应急预案（预案要通过相应环保部门备案）并定期演练。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。		
39			清洁生产审核	/	0.1	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥80%。	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥60%。	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，原料及生产全流程中部分生产工序定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥50%。
40			节能管理	/	0.1	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率为 90%。	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥70%。	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥50%。

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值
41			污染物排放监测	/	0.1	满足国家相关监测技术规范要求；按照排污许可证规定的自行监测方案自行或委托第三方监测机构开展监测工作，安排专人专职对监测数据进行记录、整理、统计和分析，公开自行监测信息。		
42			*危险化学品管理	/	0.1	符合《危险化学品安全管理条例》相关要求。		
43			计量器具配备情况	/	0.05	计量器具配备满足符合国家标准 GB17167、GB24789 三级计量配备要求。		
44			*固体废物处理处置	/	0.1	通过当地环保主管部门组织的危险废物规范化管理考核，综合评估结果为“达标”。按照 GB 18599 相关规定对暂时不利用或者不能利用的一般工业固体废物进行贮存或处置。		
45			土壤污染隐患排查	/	0.1	属于土壤污染重点监管单位的企业应参照国家有关技术规范，建立土壤污染隐患排查制度，保证持续有效防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。		
46			运输方式	/	0.05	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气）或新能源汽车； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械。	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气），或新能源汽车比例不低于70%，其他车辆达到国四排放标准； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械比例不低于70%。	物料公路运输和厂内运输车辆全部使用达到国五及以上排放标准的重型载货车辆（含燃气），或新能源汽车比例不低于50%，其他车辆达到国四排放标准； 厂内非道路移动机械全部达到国三及以上排放标准或使用新能源机械比例不低于50%。
注：带*的指标为限定性指标。								

5 评价方法

5.1 指标无量纲化

不同清洁生产指标由于量纲不同，不能直接比较，需要建立原始指标的隶属函数，如公式 5-1 所示。

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

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， ω_{ij} 为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的权重，其

中 $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$ ， m 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_{g1} ——等同于 Y_I ， Y_{g2} 等同于 Y_{II} ， Y_{g3} 等同于 Y_{III} 。

当企业实际生产过程中某类一级指标项下某些二级指标不适用于该企业时，需对该类一级指标项下二级指标权重进行调整，调整后的二级指标权重值计算公式为：

$$\omega'_{ij} = \frac{\omega_{ij}}{\sum \omega_{ij}} \quad (5-3)$$

式中：

ω'_{ij} ——调整后的二级指标权重；

$\sum \omega_{ij}$ ——参与考核的指标权重之和。

5.3 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 ，当综合评价指数得分 $Y_I \geq 85$ 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评价指数得分 $Y_I < 85$ 分时，则进入第二步计算。

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} ，当综合评价指数得分 $Y_{II} \geq 85$ 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评价指数得分 $Y_{II} < 85$ 分时，则进入第三步计算。

新建企业或新建项目不再参与第三步计算。

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，当综合评价指数得分 $Y_{III} = 100$ 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评价指数得分 $Y_{III} < 100$ 分时，表明企业未达到清洁生产要求。

5.4 铜冶炼企业清洁生产水平的评定

对新建铜冶炼企业或新扩改建项目、现有铜冶炼企业清洁生产水平的评价，是以其清洁生产综合评价指数为依据，对达到一定综合评价指数的企业，分别评定为清洁生产先进（标杆）水平、清洁生产准入水平和清洁生产一般水平。根据目前我国铜冶炼行业的实际情况，不同等级的清洁生产企业的综合评价指数判定值规定见表4。

表4 铜冶炼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：清洁生产先进（标杆）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； ——非限定性指标全部满足Ⅱ级基准值要求。
Ⅱ级：清洁生产准入水平	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：清洁生产一般水平	满足 —— $Y_{III} = 100$ 。

按照现行环境保护政策法规以及产业政策要求，凡被地方生态环境主管部门认定为主要污染物排放未“达标”（指总量未达到控制指标或主要污染物排放超标），或被地方工业和信息化主管部门认定生产淘汰类产品或仍继续采用要求淘汰的设备、工艺进行生产的企业，不能参与

清洁生产等级评价。

6 指标核算与数据来源

6.1 指标核算

6.1.1 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗是指冶炼出单位产品所消耗的能源总和折标煤。

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n E_i + E_f}{P} \quad (6-1)$$

式中：

E ——单位产品综合能耗折标煤，kgce/t；

E_i ——统计期内各工序能耗折标煤，kgce；

E_f ——统计期内其他辅助生产系统能耗折标煤，kgce；

P ——统计期内产品产量，t。

6.1.2 单位产品新鲜水耗

单位产品新鲜水耗是指每生产单位产品在每个工段中所取新鲜水的总和。

$$w = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{P} \quad (6-2)$$

式中：

w ——单位产品新鲜水耗，m³/t；

W_i ——统计期内 i 工序新鲜水耗，m³；

P ——统计期内产品产量，t。

6.1.3 工业用水循环利用率

工业水循环利用率是指在一定的计量时间内（年），在生产过程中使用的总循环利用水量与总用水量的百分比。

总用水量是指生产过程中取用新鲜水量和总循环利用水量之和。

循环水每循环一次计一次量，多次循环则累计计算。

$$R = \frac{W_r}{W_t + W_r} \times 100\% \quad (6-3)$$

式中：

R ——工业水循环利用率，%；

W_r ——总循环利用水量（包括循环用水量和串联使用水量），m³；

W_t ——总生产过程中新鲜水量，m³。

6.1.4 铜冶炼综合回收率

指采用铜精矿生产粗铜或阳极铜的企业，产品中的铜元素质量占铜精矿中此种元素质量的

百分比。

$$R_i = \frac{C_i}{Z_i} \quad (6-4)$$

式中：

R_i ——元素铜综合回收率，%；

C_i ——在一定计量时间内，产品中元素铜含量，t/a；

Z_i ——同一计量时间内，原料中元素铜含量，t/a。

6.1.5 硫回收率

原料中的硫在冶炼过程中通过各种回收方式进行综合利用所达到的回收率，不包括进入炉渣中的硫、废气末端治理产生的废渣及尾气排入环境中的硫；废气中低浓度二氧化硫治理回收生产副产品，计入硫回收率。

$$R_s = \frac{P_s}{S_s} \times 100\% \quad (6-5)$$

式中：

R_s ——硫回收率，%；

P_s ——冶炼过程中得到回收利用的硫总量，t/a；

S_s ——原料中含硫量，t/a。

6.1.6 污染物产生与排放

分别为污染物的产污系数和排污系数，产污系数指单位产品生产（或加工）过程中，在末端处理装置（具体指企业污水处理厂、除尘装置）进口产生的污染物的量。排污系数指在企业废水、废气的总排口排出的污染物的量。二氧化硫的产污量指制酸系统后的二氧化硫的量。

$$p_{wx} = \frac{D_{wx} \times F_w}{P} \quad (6-6)$$

式中：

p_{wx} ——废水中污染物x的产生/排放指标，g/t；

D_{wx} ——废水处理站进口/排口污染物x的浓度，mg/L；

F_w ——统计期内废水产生/排放量，m³；

P ——统计期内产品总量，t。

$$p_{gy} = \frac{D_{gy} \times F_g}{P} \quad (6-7)$$

式中：

p_{gy} ——废气中污染物y的产生/排放指标，g/t；

D_{gy} ——废气治理设施进口/排口废气污染物y的浓度，其中二氧化硫进口浓度取制酸之后的浓度，mg/m³；

F_g ——统计期内废气产生/排放量, m^3 ;

P ——统计期内产品总量, t。

6.1.7 一般工业固体废物综合利用率

在一定的计算时间(年)内,企业一般工业固体废物综合回收利用量与同期工业固废产生量的百分比。

$$R_s = \frac{S_r}{S_m} \times 100\% \quad (6-8)$$

式中:

R_s ——一般工业固体废物综合利用率, %;

S_r ——一定时间内综合利用的一般工业固体废物量, t;

S_m ——一定时间内产生的工业固体废物量, t。

6.2 数据来源

6.2.1 统计

企业的原材料及能源使用量、产品产量、废水、废气和固体废物产生量及相关技术经济指标等,以年报或考核周期报表为准。

废水污染物的产生量以企业废水处理站进口数据统计,排放量以废水对外排口排出的总量统计;废气污染物的产生量以进入烟气处理设施的有组织烟气的总量数据统计,其中二氧化硫产生量以制酸后的烟气量统计,废气污染物的排放量以烟气从各个烟囱排出的总量数据统计;固体废物以企业实际产生量统计。

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 监测要求

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。其中单位产品特征污染物产生量(废水)的采样点为污酸处理后汇入废水处理站进口处;单位产品特征污染物产生量(废气)的采样点为余热回收设施之后、收尘设施之前,制酸工序的单位产品特征污染物产生量(废气)的采样点为制酸设施之后、脱硫设施之前。污染物排放指标是指污染物经末端处理设施处理后污染物的浓度或总量指标,其采样点应设在末端处理设施总排放口处。本指标体系污染物产生和排放的监测要求按照相关技术规范执行,并采用国家或行业标准采样和分析方法,详见表5。

表 5 污染物指标采样及分析方法

监测项目		采样及分析方法
废水	化学需氧量	HJ 828

监测项目		采样及分析方法
	氨氮	HJ/T195、HJ535 或 HJ536
	铅	GB 7475、或 HJ 700
	镉	GB 7475 或 HJ 700
	砷	GB 7485、HJ 700 或 HJ 694
	铜	GB 7475
废气	颗粒物	GB/T 16157 或 HJ 836
	氮氧化物	HJ 1132 或 HJ 693
	二氧化硫	HJ 629 或 HJ/T 57
	铅及其化合物	HJ 538 或 HJ 657
	砷及其化合物	HJ 540 或 HJ 657
	汞及其化合物	HJ 543