

## 钢铁行业清洁生产评价指标体系

Evaluation index system for cleaner production in iron and steel industry

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施



# 目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 评价指标体系.....	4
5 评价方法.....	18
6 计算方法与数据来源.....	19

# 前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由江苏省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏省环境科学研究院、江苏省冶金行业协会、江苏省金属学会。

本文件主要起草人：xx。

# 钢铁行业清洁生产评价指标体系

## 1 范围

本文件规定了钢铁行业（烧结、球团、炼铁、炼钢工序）企业清洁生产的评价指标体系、评价方法、计算方法与数据来源。

本文件适用于钢铁行业（烧结、球团、炼铁、炼钢工序）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、环保领跑者等环境管理制度。

## 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 13456	钢铁工业水污染物排放标准
GB/T 18916.2	取水定额 第 2 部分：钢铁联合企业
GB 21256	粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额
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
GB13456	钢铁工业水污染物排放标准
GB 28662	钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准
GB 28663	炼铁工业大气污染物排放标准
GB 28664	炼钢工业大气污染物排放标准
GB 50632	钢铁企业节能设计规范
GB50405	钢铁工业资源综合利用设计规范
GB/T 43329	清洁生产评价指标体系编制通则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 烧结 sintering

是指把粉状物料转变为致密体，是一个传统的工艺过程。

### 3.2

#### 厚料层技术 thick layer technology

通过提高铺在烧结台车上的混合料料层的厚度，实现改善烧结矿质量、提高烧结矿强度、降低固体燃料消耗的操作工艺。

### 3.3

#### 低温烧结工艺 low temperature sintering process

是一种烧结方法，指以较低的温度（ $\leq 1280^{\circ}\text{C}$ ）烧结，以较低的燃料消耗、产生一种强度高、还原性好的针状铁酸钙为主要粘结相的烧结方法。

### 3.4

**烧结(球团)余热回收 recovery of waste heat from sintering (pellet)**

将烧结(球团)生产工序中产生的废气热量及烧结(球团)矿显热加以回收和再利用。

## 3.5

**数智化生产 digital and intelligence production**

将传统的生产过程通过数字技术、人工智能等技术的应用进行改造和升级,实现生产过程的自动化、智能化和高效化。

## 3.6

**吨产品新水消耗 tons of product new water consumption**

在一定时期内(年),生产每吨产品取自任何常规水源并被其第一次利用的水量总和。

## 3.7

**固体燃料消耗 solid fuel consumption**

烧结过程中生产每吨合格烧结矿消耗的焦粉、煤粉及其他含碳固体燃料等,以kgce/t表示。

## 3.8

**水重复利用率 water reuse rate**

工序重复利用水量与总用水量的百分比。

## 3.9

**二氧化碳排放 water reuse rate**

工序生产每吨产品的二氧化碳排放量,以tCO<sub>2</sub>/t表示。

## 3.10

**转鼓指数 drum index**

是反映烧结机械强度的物理性能指标,按国家标准方法进行试验,单次测定值指试样在专用的转鼓内进行测试后,所得粒度大于规定标准的试样重量占试样总重量的百分比,转鼓指数越大,机械强度越高。

## 3.11

**限定性指标 limiting index**

对清洁生产有重大影响或者法律法规明确规定必须严格执行、在对钢铁企业进行清洁生产水平评定时必须首先满足的先决指标。

## 3.12

**球团 pelletizing**

是把细磨铁精矿粉或其他含铁粉料添加少量添加剂混合后,在加水润湿的条件下,通过造球机滚动成球,再经过干燥焙烧,固结成为具有一定强度和冶金性能的球型含铁原料。

## 3.13

**焙烧燃料消耗 roasting fuel consumption**

球团生产过程中生产每吨合格球团矿消耗的煤粉等固体燃料和气体燃料,以kgce/t表示。

## 3.14

**高炉炼铁 blast furnace iron making process**

采用高炉冶炼设备将含铁物料(烧结矿、球团矿、块矿)、造渣溶剂(石灰石等),以及还原剂(焦炭)从高炉炉顶加入高炉内,同时向高炉炉内喷入燃料(煤粉)并由高炉风口吹入热风助燃,通过高温冶炼得到液态生铁、炉渣、高炉荒煤气的生产方法与技术。

## 3.15

**高炉煤气干法除尘配置脱酸系统 dry dust removal of blast furnace gas is equipped with deacidification system**

高炉煤气净化采用干法除尘的，配置去除煤气中氯化氢等酸性气体，用于防止后续煤气管道以及包括TRT(高炉煤气余压透平发电装置)等附属设备出现腐蚀的系统。

3.16

**高炉炉顶煤气余压利用 (TRT 或 BPRT) 装置 blast furnace top gas residual pressure utilization (TRT or BPRT) device**

高炉炉顶煤气余压利用装置包括高炉炉顶煤气余压回收透平发电装置和煤气透平与电动机同轴驱动的高炉鼓风机组两种。

高炉炉顶煤气余压回收透平发电 (Top Gas Pressure Recovery Turbine, 简称 TRT), 是利用高炉炉顶煤气的压力能, 经透平膨胀做功来驱动发电机发电。

煤气透平与电动机同轴驱动的高炉鼓风机组 (Blast Furnace Power Recovery Turbine, 简称 BPRT), 是煤气透平与电机同轴驱动的高炉鼓风能量回收成套机组。该机组中的高炉煤气透平回收能量不是用来发电, 而是直接同轴驱动鼓风机, 没有发电机的机械能转变为电能和电能转变为机械能的二次能量转换的损失, 回收效率更高。

3.17

**平均热风温度 average hot air temperature**

高炉在一定时间内实际使用的平均热风温度。

3.18

**燃料比 fuel ratio**

高炉冶炼每吨合格生铁所消耗的燃料量。燃料量指入炉的干焦、干焦丁、煤粉、重油总量。

3.19

**入炉焦比 charge coke ratio**

高炉冶炼每吨合格生铁所消耗的干焦炭量。

3.20

**高炉喷煤比 blast furnace coal injection ratio**

高炉冶炼每吨合格生铁所消耗的煤粉量。

3.21

**渣铁比(干基) slag to iron ratio**

高炉冶炼每吨合格生铁所产生的炉渣量(干基)。

3.22

**炼钢 steel making**

将炉料(如铁水、废钢、海绵铁、铁合金等)熔化、升温、造渣提纯、凝固成型, 使之符合成分和纯净度及坯型要求的过程, 涉及的生产工艺包括: 铁水预处理、冶炼、炉外精炼和浇铸(连铸)。冶炼方式主要分为转炉冶炼和电炉冶炼。

3.23

**转炉炼钢工序 converter steelmaking process**

转炉炼钢工序包括铁水预处理、转炉冶炼、炉外精炼和浇铸(连铸)生产。

3.24

**电炉炼钢工序 electric furnace steelmaking process**

电炉炼钢工序包括电炉冶炼、炉外精炼和浇铸(连铸)生产。

3.25

**自动化控制系统 automatic control system**

在无人直接参与下可使生产过程或其他过程按期望规律或预定程序进行的控制系统, 分为生产管理级、过程控制级和基础自动化级三级控制。

## 3.26

**钢铁料消耗 Iron and steel consumption**

转炉或电炉炼钢生产每吨合格钢水需投入的生铁料量与废钢铁料量之和。

## 3.27

**转炉余能余热回收量 recovery amount of waste energy and heat of converter**

转炉工序生产每吨合格钢水所回收的转炉煤气量、余热蒸汽量折标准煤量之和。

## 3.28

**电炉余热回收技术 waste heat recovery technology of electric furnace**

电炉炉内排出高温烟气经燃烧沉降室、汽化冷却烟道、余热锅炉回收余热，生产一定压力的蒸汽供生产生活使用的技术。

## 3.29

**钢水合格率 qualified rate of molten steel**

合格钢水产量占钢水总产量的百分比，钢水总产量含合格量和废品量。

## 3.30

**吨钢产渣量 slag production per ton of steel**

转炉炼钢工序或电炉炼钢工序生产每吨钢水所产生的钢渣量。

## 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

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。在行业清洁生产评价指标体系中，评价基准值分为Ⅰ级基准值、Ⅱ级基准值和Ⅲ级基准值三个等级。其中Ⅰ级基准值代表清洁生产先进（标杆）水平，Ⅱ级基准值代表清洁生产准入水平，Ⅲ级基准值代表清洁生产一般水平。

### 4.3 指标体系

钢铁行业烧结、球团、高炉炼铁、转炉炼钢、电炉炼钢工序清洁生产评价指标体系技术要求内容分别见表1-表6。

表1 钢铁行业(烧结工序)清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值(1.0)	II级基准值(0.8)	III级基准值(0.6)	
生产工艺装备及技术	0.2	1	装备配置	0.22	360m <sup>2</sup> 及以上烧结机,配置率≥75%	280m <sup>2</sup> 及以上烧结机,配置率≥60%	180m <sup>2</sup> 及以上烧结机,配置率100%	
		2	厚料层技术	0.11	≥900mm	≥800mm	≥700mm	
		3	低温烧结工艺	0.08	采用该技术			-
		4	余热回收利用装备(回收量以蒸汽计)	0.12	建有烧结余热回收利用装置,余热回收量≥10kgce/t矿	建有烧结余热回收利用装置,余热回收量≥8kgce/t矿	建有烧结余热回收利用装置,余热回收量≥4kgce/t矿	
		5	降低漏风率技术	0.11	采用降低漏风率的技术,使漏风率不超过35%	采用降低漏风率的技术,使漏风率不超过43%	采用降低漏风率的技术,使漏风率不超过50%	
		6	烟气综合净化技术	0.12	采用烧结机头脱硫、脱硝、脱二噁英及重金属的烟气综合净化技术	采用烧结机头脱硫、脱硝烟气净化技术		
		7	除尘设施	0.13	机头、机尾、整粒、筛分等主要工序配备有齐全的除尘装置,确保无可见烟粉尘外逸;所有物料储存、物料输送、生产工艺过程控制措施满足超低排放要求			
		8	数智化生产	0.11	建立信息化系统,实现物料投放、污染排放、碳排放、用水、能源等智慧化精细化管控			实现自动化生产
能源消耗	0.12	1	工序能耗*, kgce/t矿	0.75	≤45	≤50	≤55	
		2	电力消耗, kwh/t矿	0.25	≤40	≤45	≤50	
水资源消耗	0.08	1	吨产品新水消耗*, m <sup>3</sup> /t矿	1	≤0.18	≤0.22	≤0.38	
原/辅	0.05	1	固体燃料消耗, kgce/t	1	≤41	≤43	≤55	

料消耗							
资源综合利用	0.1	1	脱硫副产物利用率, %	0.4	100	≥99	≥90
		2	水重复利用率, %	0.3	≥98	≥95	≥90
		3	粉尘综合利用率, %	0.3	100	≥99.5	≥99.0
污染物排放产生与排放	0.2	1	颗粒物排放量*, kg/t 矿	0.25	≤0.02	≤0.08	≤0.15
		2	二氧化硫排放量*, kg/t 矿	0.3	≤0.05	≤0.1	≤0.15
		3	氮氧化物(以二氧化氮计)排放量*, kg/t 矿	0.25	≤0.08	≤0.1	≤0.14
		4	原料选取	0.2	控制易产生二噁英物质的原料, 包括采用低氯无烟煤、选用含铜量低的铁矿石原料、不再喷 CaCl <sub>2</sub> 溶液		-
温室气体排放	0.1	1	二氧化碳排放, tCO <sub>2</sub> /t 矿	1	≤0.22	≤0.25	≤0.28
产品特征	0.05	1	烧结矿品位, %	0.4	≥58	≥56	≥54
		2	烧结内循环返矿率, %	0.2	≤17	≤20	≤27
		3	转鼓指数, %	0.2	≥83	≥78	≥74
		4	产品合格率, %	0.2	≥99.9	≥99.0	≥98.0
清洁生产管理	0.1	详见表 6					

说明: 1、表中带“\*”的指标为限定性指标。2、能耗核算边界结合国家能效相关要求调整。3、二氧化碳排放核算以《企业温室气体排放核算与报告填报说明 钢铁生产》相关要求为准。

表2 钢铁行业(球团工序)清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值(1.0)	II级基准值(0.8)	III级基准值(0.6)
生产工艺装备及技术	0.2	1	装备配置	0.28	建有链算机-回转窑或带式焙烧装置,单套设备球团生产规模≥300万t	建有链算机-回转窑或带式焙烧装置,单套设备球团生产规模≥200万t	建有链算机-回转窑或带式焙烧装置,单套设备球团生产规模≥120万t
		2	烟气综合净化技术	0.2	采用该技术,烟气脱硫脱硝		
		3	余热回收利用装备	0.2	采用该技术		
		4	除尘设施	0.21	焙烧、配料、转运、成品除尘及精矿干燥等主要工序配备有齐全的除尘装置,确保无可见烟粉尘外逸;所有物料储存、物料输送、生产工艺过程控制措施满足超低排放要求		
		5	数智化生产	0.11	建立信息化系统,实现物料投放、污染排放、碳排放、用水、能源等智慧化精细化管控		实现自动化生产
能源消耗	0.12	1	工序能耗*, kgce/t 矿	0.7	≤15	≤24	≤36
		2	电力消耗, kWh/t 矿	0.3	≤16	≤26	≤36
水资源消耗	0.08	1	吨产品新水消耗*, m <sup>3</sup> /t 矿	1	≤0.11	≤0.14	≤0.34
原/辅料资源消耗	0.05	1	焙烧燃料消耗, kgce/t 矿	1	≤17	≤27	≤34
资源综合利用	0.1	1	脱硫副产物利用率, %	0.4	100	≥99.0	≥95
		2	水重复利用率, %	0.3	≥98.0	≥96.0	≥90.0
		3	粉尘综合利用率, %	0.3	100	≥99.5	≥99.0
污染物产生与	0.2	1	颗粒物排放量*, kg/t 矿	0.3	≤0.04	≤0.08	≤0.1
		2	二氧化硫排放量*, kg/t 矿	0.4	≤0.07	≤0.1	≤0.3

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值(1.0)	II级基准值(0.8)	III级基准值(0.6)	
排放		3	氮氧化物(以二氧化氮计)排放量*, kg/t 矿	0.3	≤0.1	≤0.15	≤0.5	
温室气体排放	0.1	1	二氧化碳排放, tCO <sub>2</sub> /t 矿	1	≤0.16	≤0.18	≤0.2	
产品特征	0.05	1	产品合格率, %	0.4	≥99.9	≥99.0	≥98.0	
		2	球团矿品位, %	0.3	≥64	≥62	≥61	
		3	转鼓指数, %	0.3	≥95	≥93	≥91	
清洁生产管理	0.1	详见表 6						

说明： 1、表中带“\*”的指标为限定性指标。2、表中工序能耗和电力消耗指标评价不适用于碱性球团矿生产。3、能耗核算边界结合国家能效相关要求调整。4、二氧化碳排放核算以《企业温室气体排放核算与报告填报说明 钢铁生产》相关要求为准。

表3 钢铁行业(高炉炼铁)清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值(1.0)	II级基准值(0.8)	III级基准值(0.6)	
生产工艺装备及技术	0.25	1	高炉炉容	0.2	2000m <sup>3</sup> 以上高炉,配置率100%	1500m <sup>3</sup> 以上高炉,配置率100%	1200m <sup>3</sup> 以上高炉,配置率100%	
		2	高炉煤气干法除尘配置脱酸系统	0.15	高炉煤气干法除尘装置配置率100%,脱酸系统配置率100%,净化后H <sub>2</sub> S浓度≤10mg/m <sup>3</sup>		高炉煤气干法除尘装置配置率100%,脱酸系统配置率75%,净化后H <sub>2</sub> S浓度≤10mg/m <sup>3</sup>	
		3	高炉炉顶煤气余压利用(TRT或BPRT)装置配置	0.13	TRT装置配置率100%,发电量≥45kWh/t铁;或BPRT装置配置率≥50%,节电量≥40%	TRT装置配置率100%,发电量≥42kWh/t铁;或BPRT装置配置率≥30%,节电量≥30%	TRT装置配置率100%,发电量≥35kWh/t铁;或BPRT装置配置率≥30%,节电量≥20%	
		4	平均热风温度,℃	0.14	≥1240	≥1200	≥1160	
		5	除尘设施	0.15	高炉环境除尘及矿槽除尘配备有齐全的除尘装置,确保无可见烟粉尘外逸;所有物料储存、物料输送、生产工艺过程控制措施满足超低排放要求			
		6	炉顶均压煤气回收	0.11	采用该技术			-
		7	数智化生产	0.12	建立信息化系统,实现物料投放、污染排放、碳排放、用水、能源等智慧化精细化管控			实现自动化生产
能源消耗	0.12	1	工序能耗*, kgce/t 铁	1	≤361	≤380	≤400	
水资源消耗	0.1	1	吨产品新水消耗*, m <sup>3</sup> /t 铁	1	≤0.24	≤0.42	≤1.09	
原/辅料资源	0.08	1	高炉燃料比, kg/t 铁	0.2	≤495	≤515	≤530	
		2	入炉焦比, kg/t 铁	0.15	≤315	≤340	≤365	

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值(1.0)	II级基准值(0.8)	III级基准值(0.6)
消耗		3	高炉喷煤比, kg/t 铁	0.15	≥170	≥155	≥140
		4	入炉铁矿品位, %	0.22	≥60	≥58.5	≥57.0
		5	入炉料球团矿比例, %	0.13	≥30.0	≥20.0	≥15.0
		6	炼铁金属收得率, %	0.15	≥95.0	≥90.0	≥88.0
资源综合利用	0.1	1	水重复利用率, %	0.2	≥98.0	≥97.5	≥97.0
		2	高炉煤气放散率, %	0.3	≤0.2	≤0.5	≤1.0
		3	高炉渣回收利用率, %	0.2	100	100	≥99
		4	高炉瓦斯灰/泥回收利用率, %	0.2	100	100	≥95
		5	高炉冲渣水余热回收利用	0.1	配备余热回收装置并利用		-
污染物产生与排放	0.15	1	颗粒物排放量*, kg/t 铁	0.27	≤0.06	≤0.1	≤0.2
		2	二氧化硫排放量*, kg/t 铁	0.27	≤0.06	≤0.09	≤0.12
		3	氮氧化物(以二氧化氮计)排放量*, kg/t 铁	0.23	≤0.1	≤0.12	≤0.26
		4	渣铁比(干基), kg/t 铁	0.23	≤300	≤320	≤350
温室气体排放	0.1	1	二氧化碳排放, tCO <sub>2</sub> /t 铁	1	≤0.66	≤0.73	≤1.2
清洁生产管理	0.1	详见表 6					

说明： 1、表中带“\*”的指标为限定性指标。2、能耗核算边界结合国家能效相关要求调整。3、二氧化碳排放核算以《企业温室气体排放核算与报告填报说明 钢铁生产》相关要求为准。

表4 转炉炼钢清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值(1.0)	II级基准值(0.8)	III级基准值(0.6)	
生产工艺装备及技术	0.22	1	转炉公称容量	0.25	180 t 以上转炉配置率≥65%	150 t 以上转炉配置率≥60%	100t 以上转炉配置率 100%	
		2	炉衬寿命, 炉	0.13	≥15000	≥13000	≥10000	
		3	转炉煤气净化装置	0.22	采用干法除尘技术	采用改进型湿法除尘技术		
		4	除尘设施	0.22	配备转炉一次烟气、二次烟气、三次烟气除尘设施; 铁水预处理、炉外精炼装置、上料系统、废钢切割系统、钢渣处理及车间内其他散尘点设有除尘设施; 所有物料储存、物料输送、生产工艺过程控制措施满足超低排放要求			
		5	铁-钢高效衔接技术	0.15	采用该技术, 铁水温降≤80℃	采用该技术, 铁水温降≤100℃	采用该技术, 铁水温降≤130℃	
		6	自动化控制系统	0.18	采用生产管理级、过程控制级和基础自动化级三级计算机控制	采用基础自动化级和过程控制级两级计算机控制	采用基础自动化级计算机控制	
能源消耗	0.15	1	煤气、蒸汽余能余热回收量, kgce/t 钢	0.37	≥38	≥33	≥28	
		2	工序能耗*, kgce/t 钢	0.63	≤-30	≤-25	≤-20	
水资源消耗	0.08	1	吨产品新水消耗*, m <sup>3</sup> /t 钢	1	≤0.3	≤0.5	≤0.7	
原/辅料资源消	0.05	1	钢铁料消耗, kg/t 钢	1	≤1060	≤1070	≤1080	

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)
耗							
资源综合利用	0.1	1	水重复利用率, %	0.34	≥98	≥97	≥96
		2	钢渣综合利用	0.33	钢渣综合利用率 100%, 设有钢渣微粉等深度处理设施	钢渣综合利用率 100%	
		3	含铁尘泥综合利用	0.33	设有含铁尘泥集中加工处理设施, 含铁尘泥综合利用率 100%		含铁尘泥综合利用率 100%
污染物产生与排放	0.15	1	颗粒物排放量*, kg/t 钢	0.4	≤0.08	≤0.10	≤0.12
		2	吨钢产渣量, kg/t 钢	0.3	≤80	≤90	≤100
		3	钢渣堆场污染控制措施	0.3	钢渣堆场地面满足 GB18599 防渗等要求, 周边设有地下水监测井、定期监测地下水水质	钢渣堆场地面满足 GB18599 防渗等要求	
温室气体排放	0.1	1	二氧化碳排放, tCO <sub>2</sub> /t 钢	1	≤-0.16	≤-0.13	≤-0.1
产品特征	0.05	1	钢水合格率, %	0.5	≥99.9	≥99.8	≥99.7
		2	连铸坯合格率, %	0.5	≥99.9	≥99.85	≥99.70
清洁生产管理	0.1	详见表 6					

说明： 1、“\*”表示限定性指标。2、能耗核算边界结合国家能效相关要求调整。3、二氧化碳排放核算以《企业温室气体排放核算与报告填报说明 钢铁生产》相关要求为准。

表5 电炉炼钢清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值(1.0)	II级基准值(0.8)	III级基准值(0.6)	
生产工艺装备及技术	0.22	1	电炉公称容量	0.28	100t以上电炉(合金钢电炉50t)配置率100%	100t以上电炉(合金钢电炉50t)配置率80%	100t以上电炉(合金钢电炉50t)配置率60%	
		2	电极消耗, kg/t 钢	0.16	≤1.3	≤1.5	≤2	
		3	除尘设施	0.22	采用炉内排烟+密闭罩+屋顶罩方式捕集, 高效袋式除尘器净化; 上料系统、精炼系统、废钢切割、钢渣处理、车间其他散尘点设有除尘装置; 所有物料储存、物料输送、生产工艺过程控制措施满足超低排放要求			
		4	废钢分拣预处理	0.1	对带有涂层及含氯物质的废钢原料进行预处理, 以减少二噁英物质的产生			
		5	自动化控制	0.14	采用生产管理级、过程控制级和基础自动化级三级计算机控制	采用基础自动化级和过程控制级两级计算机控制	采用基础自动化级计算机控制	
		6	电炉烟气余热回收	0.1	采用电炉烟气余热回收技术			
能源消耗	0.15	1	工序能耗*(全废钢法) kgce/t 钢①	1	≤61	≤64	≤72	
		2	工序能耗*(30%铁水热装) kgce/t 钢②		≤45	≤55	≤65	
水资源消耗	0.08	1	吨产品新水消耗*, m <sup>3</sup> /t 钢	1	≤0.3	≤0.4	≤0.5	
原/辅料资源消耗	0.05	1	钢铁料消耗, kg/t 钢	1	≤1060	≤1080	≤1100	
资源综	0.1	1	水重复利用率, %	0.34	≥98	≥96	≥94	

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)
合利用		2	电炉钢渣利用率	0.33	钢渣综合利用率 100%，设有钢渣微粉等钢渣深度处理设施	钢渣综合利用率 100%	
		3	电炉尘泥利用率	0.33	设有含铁尘泥集中加工处理设施，	含铁尘泥综合利用率 100%	含铁尘泥综合利用率 100%
污染物产生与排放	0.15	1	颗粒物排放量*, kg/t 钢	0.4	≤0.09	≤0.10	≤0.12
		2	电炉渣堆场污染控制措施	0.3	钢渣堆场地面满足 GB18599 防渗等要求，周边设有地下水监测井、定期监测地下水水质	钢渣堆场地面满足 GB18599 防渗等要求	
		3	废钢放射性物质检测	0.3	废钢预处理配置放射性物质检测装置		
温室气体排放	0.1	1	二氧化碳排放（全废钢法）， tCO <sub>2</sub> /t 钢	1	≤0.3	≤0.45	≤0.5
		2	二氧化碳排放（30%铁水热装）， tCO <sub>2</sub> /t 钢		≤0.1	≤0.18	≤0.3
产品特征	0.05	1	钢水合格率， %	0.5	≥99.9	≥99.8	≥99.7
		2	连铸坯合格率， %	0.5	≥99.9	≥99.85	≥99.7
清洁生产管理	0.1	详见表 6					

注：1、“\*”表示限定性指标。2、“①”不包括 Consteel 炉，且指无预热电弧炉，全废钢法炉料组成应为 85%废钢、15%生铁每减少或增加生铁 1%，则能耗指标相应增加或减少 0.1475kgce/t 钢。炉料中若配加直接还原铁(金属化率 93.1%~96.3%)，每增加 10%直接还原铁，能耗指标相应增加 0.7620kgce/t 钢。3、“②”不包括 Consteel 炉，且指无预热电弧炉，铁水比不大于 50%时，配加铁水量每增加或减少 1%，相应能耗减小或增加 0.5727kgce/t 钢。炉料中若配加直接还原铁(金属化率 93.1%~96.3%)，每增加 10%直接还原铁，能耗指标相应增加 0.7620kgce/t 钢。4、能耗核算边界结合国家能效相关要求调整。5、二氧化碳排放核算以《企业温室气体排放核算与报告填报说明 钢铁生产》相关要求为准。

表6 钢铁行业清洁生产管理评价指标体系

指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值（1.0）	II级基准值（0.8）	III级基准值（0.6）
清洁生产管理	0.1	1	产业政策符合性*	0.15	项目应符合生态环境保护相关法律法规、法定规划以及相关产业结构调整、区域及行业碳达峰碳中和目标等政策要求。未采用国家明令禁止和淘汰的生产工艺、装备		
		2	达标排放*	0.15	污染物排放满足国家及地方政府相关规定要求		
		3	总量控制*	0.15	污染物许可排放量、二氧化碳排放量及能源消耗量满足国家及地方政府相关规定要求		
		4	突发环境事件预防*	0.15	按照国家相关规定要求，建立健全环境管理制度及污染事故防范措施，无重大环境污染事件发生		
		5	清洁运输	0.1	进出企业的大宗物料和产品采用铁路、水路、管道或管状带式输送机等清洁方式运输量比例达到80%及以上；或清洁方式运输量比例达不到80%但进出企业公路运输车辆全部采用新能源汽车或国六排放标准的汽车。厂内非道路移动机械满足地方非道路移动机械排放控制区等相关要求。	采用清洁运输方式，减少公路运输比例	
		6	建立健全环境管理体系	0.05	建有环境管理体系，并取得认证，能有效运行；全部完成年度环境目标、指标和环境管理方案，并达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效	建有环境管理体系，能有效运行；完成年度环境目标、指标和环境管理方案≥80%，达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效	建有环境管理体系，能有效运行；完成年度环境目标、指标和环境管理方案≥60%，部分达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备
		7	固体废物处置	0.05	建立有固体废物管理制度。危险废物贮存设有标识，转移联单完备，制定有防范措施和应急预案，无害化处理后综合利用率≥80%	建立有固体废物管理制度。危险废物贮存设有标识，转移联单完备，制定有防范措施和应急预案，无害化处理后综合利用率≥70%	建立有固体废物管理制度。危险废物贮存设有标识，转移联单完备，制定有防范措施和应急预案，无害化处理后综合利用率≥50%

指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)
		8	清洁生产机制建设与清洁生产审核	0.1	建有清洁生产领导机构，成员单位与主管人员职责分工明确；有清洁生产管理制度和奖励管理办法；定期开展清洁生产审核活动，清洁生产方案实施率≥90%；有开展清洁生产工作记录	建有清洁生产领导机构，成员单位与主管人员分工明确；有清洁生产管理制度和奖励管理办法；定期开展清洁生产审核活动，清洁生产方案实施率≥70%；有开展清洁生产工作记录	建有清洁生产领导机构，成员单位与主管人员分工明确；有清洁生产管理制度和奖励管理办法；定期开展清洁生产审核活动，清洁生产方案实施率≥50%；有开展清洁生产工作记录
		9	碳减排机制建设与节能减碳活动	0.1	定期开展主要产品碳足迹评价和碳盘查；建立钢铁生产全过程碳排放数据管理体系；建有节能减碳领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确；与所在企业同步建立有能源与低碳管理体系并有效运行；制定有节能减碳年度工作计划，组织开展节能减碳工作，年度管控目标完成率≥90%；年度节能减碳任务达到国家要求	定期开展主要产品碳足迹评价和碳盘查；建有节能减碳领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确；与所在企业同步建立有能源与低碳管理体系并有效运行；制定有节能减碳年度工作计划，组织开展节能减碳工作，年度管控目标完成率≥80%；年度节能减碳任务达到国家要求	定期开展碳盘查；建有节能减碳领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确；与所在企业同步建立有能源与低碳管理体系并有效运行；制定有节能减碳年度工作计划，组织开展节能减碳工作，年度管控目标完成率≥70%；年度节能减碳任务基本达到国家要求



## 5 评价方法

### 5.1 计算方法

本指标体系采用限定性指标评价和指标分级加权评价相结合的方法。

### 5.2 计算公式

#### 5.2.1 二级单项指标得分计算公式

二级单项指标得分计算公式如下：

$$D_{ij} = \omega_{ij} Z_{ij} Y_{gk}(x_{ij}) \quad (5.1)$$

$$Y_{gk}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \in g_{ijk} \\ 0, & x_{ij} \notin g_{ijk} \end{cases} \quad (5.2)$$

其中，

式中：

$D_{ij}$ ——第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标的得分；

$\omega_{ij}$ ——第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标的权重；

$Z_{ijk}$ ——第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标基准值的系数值，其中  $k=1$  时， $Z_{ij1}$  取 1.0； $k=2$  时， $Z_{ij2}$  取 0.8； $k=3$  时， $Z_{ij3}$  取 0.6。

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

$x_{ij}$ ——第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标；

$g_{ijk}$ ——第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标基准值，其中  $k=1$  时， $g_{ij1}$  为 I 级水平； $k=2$  时， $g_{ij2}$  为 II 级水平； $k=3$  时， $g_{ij3}$  为 III 级水平。

如公式（5.2）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。

#### 5.2.2 综合评价指数计算

通过加权平均、逐层收敛可得到烧结、球团、高炉炼铁、转炉炼钢、电炉炼钢工序清洁生产水平在不同级别的得分，如公式（5.3）所示。

$$Y_{gk} = \left( \sum_{i=1}^m (W_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Z_{ijk} Y_{gk}(x_{ij})) \right) \times 100 = \left( \sum_{i=1}^m (W_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} D_{ij}) \right) \times 100 \quad (5.3)$$

式中：

$W_i$ ——第*i*个一级指标的权重；

$\omega_{ij}$ ——第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标的权重，其中  $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$ ；

$m$ ——一级指标的个数；

$n_i$ ——第*i*个一级指标下二级指标的个数。

另外， $Y_{g1}$ 等同于 $Y_I$ ， $Y_{g2}$ 等同于 $Y_{II}$ ， $Y_{g3}$ 等同于 $Y_{III}$ 。

### 5.2.3 二级指标权重值调整

当企业实际生产过程中某类一级指标项下二级指标项数少于表1中相同一级指标项下二级指标项数时，需对该类一级指标项下各二级指标分权重值进行调整，调整后的二级指标分权重值计算公式为：

$$\omega'_{ij} = \omega_{ij} \cdot (1 / \sum_{j=1}^n \omega''_{ij}) \quad (5.4)$$

式中：

$\omega'_{ij}$ ——调整后的二级指标项分权重值， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega'_{ij} = 1$ ；

$\omega_{ij}$ ——原二级指标分权重值；

$\omega''_{ij}$ ——实际参与考核的属于该一级指标项下的二级指标分权重值

$i$ ——一级指标项数；

$j$ ——二级指标项数， $j=1,2,\dots,n$ 。

### 5.3 综合评价指数计算步骤

第一步计算烧结（球团、炼铁、炼钢）工序的综合评价指数值（ $Y_{gk}$ ）；第二步计算各工序综合评价指数值（ $Y_{gk}$ ）的算术平均值，第三步确定企业达到限定性指标的级别；第四步结合5.4确定企业达到的清洁生产水平级别。

### 5.4 钢铁企业清洁生产等级划分条件

I级清洁生产水平[清洁生产先进（标杆）水平]应同时满足以下条件：

—— $Y_I \geq 85$ ；

——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级清洁生产水平（清洁生产准入水平）应同时满足以下条件：

—— $Y_{II} \geq 85$ ；

——限定性指标全部满足 II 级基准值要求；

——非限定性指标全部满足 III 级基准值要求。

III级清洁生产水平（清洁生产一般水平）应满足以下条件：

—— $Y_{III} = 100$ 。

## 6 计算方法与数据来源

### 6.1 计算方法

#### 6.1.1 生产装备配置率

$$Z = \frac{Z_Y}{Z_T} \times 100\%$$

(6.1)

式中：

$Z$ ——生产装备配置率，%；

$Z_Y$ ——烧结（球团、炼铁、炼钢）工序使用指定规格的装置数(台/座)；

$Z_T$ ——烧结（球团、炼铁、炼钢）工序所有不同规格的装置数(台/座)。

## 6.1.2 余能余热回收量

$$E_Y = \frac{E_Z}{T} \quad (6.2)$$

式中:

$E_Y$ ——余热回收量, kgce/t;

$E_Z$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序生产过程中回收的二次能源折标准煤量总和, kgce;

$T$ ——合格成品生产量, t。

## 6.1.3 工序能耗

$$E_{SD} = \frac{E_S - E_{SR}}{T} \quad (6.3)$$

式中:

$E_{SD}$ ——工序能耗, kgce/t;

$E_S$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序消耗的各种能源折标准煤量总和, kgce;

$E_{SR}$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序回收的二次能源折标准煤量, kgce;

$T$ ——合格成品生产量, t。

注: 能耗核算边界结合国家能效相关要求调整。

## 6.1.4 电力消耗

$$EL = \frac{EL_S}{T} \quad (6.4)$$

式中:

$EL$ ——电力消耗, kWh/t;

$EL_S$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序消耗的总电量(不含空压电站电力消耗), kWh;

$T$ ——合格成品生产量, t。

注: 电力消耗核算边界与能源核算边界一致。

## 6.1.5 固体燃料消耗

$$G = \frac{G_S}{T} \quad (6.5)$$

式中:

$G$ ——固体燃料消耗(包括所有固体含碳燃料, 如焦粉、煤粉、含碳除尘灰等), kgce/t;

$G_S$ ——烧结矿生产过程中所消耗的固体燃料总量, kgce;

$T$ ——合格成品烧结矿生产量, t。

## 6.1.6 焙烧燃料消耗

$$P = \frac{P_S}{T} \quad (6.6)$$

式中:

$P$ ——焙烧燃料消耗, kgce/t;

$P_S$ ——球团矿生产过程中所消耗的燃料总量, kgce;

$T$ ——合格成品球团矿生产量, t。

## 6.1.7 吨产品新水消耗

$$V = \frac{V_S}{T} \quad (6.7)$$

式中:

$V$ ——吨产品新水消耗,  $m^3/t$ ;

$V_S$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)生产工序所消耗的总新水消耗量(不含企业自取的海水、苦咸水、排出厂外的废水、回用的酚氰废水和浓盐水), 新水消耗量包括工序生产有直接关系的主要生产用水、辅助生产用水(包括辅助生产设施等)以及附属生产用水(包括基本建设和技改、科研用水等)等水量,  $m^3$ ;

$T$ ——合格成品生产量,  $t$ 。

#### 6.1.8 水重复利用率

$$W = \frac{W_r}{W_r + W_n} \times 100\% \quad (6.8)$$

式中:

$W$ ——水重复利用率, %;

$W_r$ ——一段时间内, 烧结(球团、炼铁、炼钢)工序生产过程中的重复用水量,  $m^3$ ;

$W_n$ ——一段时间内, 烧结(球团、炼铁、炼钢)工序生产过程中的新水补充量,  $m^3$ 。

#### 6.1.9 资源综合利用率

$$R_{PD} = \frac{S_{PD}}{S_P} \times 100\% \quad (6.9)$$

式中:

$R_{PD}$ ——资源综合利用率, %;

$S_{PD}$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序生产过程中脱硫副产物(粉尘、高炉渣、高炉瓦斯灰/泥、钢渣、含铁尘泥等)综合利用量,  $t$ ;

$S_P$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序生产过程中脱硫副产物(粉尘、高炉渣、高炉瓦斯灰/泥、钢渣、含铁尘泥等)产生总量,  $t$ 。

#### 6.1.10 污染物排放量

$$W_L = \frac{W_{SL}}{T} \quad (6.10)$$

式中:

$W_L$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序生产过程中某种污染物排放量,  $kg/t$ ;

$W_{SL}$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序生产过程中某种污染物年排放量,  $kg$ ;

$T$ ——合格成品年生产量,  $t$ ;

注: 此处污染物包括生产过程中各个有组织源排放的颗粒物、 $SO_2$ 、 $NO_x$ (以 $NO_2$ 计)。

#### 6.1.11 烧结矿(球团矿)品位

$$F = \frac{Q_F}{T} \times 100\% \quad (6.11)$$

式中:

$R_T$ ——烧结矿(球团矿)品位, %;

$T_R$ ——烧结矿(球团矿)含铁量,  $t$ ;

$T$ ——合格成品烧结矿(球团矿)生产量,  $t$ 。

#### 6.1.12 烧结内循环返矿率

$$R_T = \frac{T_R}{T_R+T} \times 100\% \quad (6.12)$$

式中:

$R_T$ ——烧结返矿率, %;

$T_R$ ——烧结生产过程中, 烧结矿经过破碎、筛分后返回烧结过程的量(内循环返矿, 不含高炉筛下返矿), t;

$T$ ——合格成品烧结矿生产量, t。

#### 6.1.13 转鼓指数

$$M = \frac{T_M}{T_{MT}} \times 100\% \quad (6.13)$$

式中:

$M$ ——转鼓指数, %;

$Q_M$ ——试样测验后烧结矿粒度大于规定标准的重量总和, kg;

$Q_{MT}$ ——烧结矿试样重量总和, kg。

#### 6.1.14 产品合格率

$$Q = \frac{Q_Q}{Q_{QT}} \times 100\% \quad (6.14)$$

式中:

$Q$ ——产品合格率, %;

$Q_Q$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序产品检验合格量, t;

$Q_{QT}$ ——烧结(球团、炼铁、炼钢)工序产品检验总量, t。

#### 6.1.15 高炉燃料比

$$G = \frac{G_S}{T} \quad (6.15)$$

式中:

$G$ ——高炉燃料比, kg/t;

$G_S$ ——年燃料耗用总量, 其中燃料包括入炉的干焦、干焦丁、煤粉和重油等燃料总量,

kg;

$T$ ——合格成品生铁产出量, t。

#### 6.1.16 入炉焦比

$$K = \frac{Q_s}{p} \quad (6.16)$$

式中:

$K$ ——入炉焦比, kg/t;

$G_s$ ——年干焦耗用量, kg;

$P$ ——合格成品生铁产出量, t。

#### 6.1.17 入炉铁矿品位

$$F = \frac{Q_F}{Q} \times 100\% \quad (6.17)$$

式中:

$F$ ——入炉铁矿品位，%；

$Q_F$ ——入炉铁矿(人造块铁矿和天然铁矿石)含铁总量，t；

$Q$ ——入炉铁矿(人造块铁矿和天然铁矿石)实物总量，t。

#### 6.1.18 高炉煤气放散率

$$J = \frac{Q_{FS}}{Q_M} \times 100\% \quad (6.18)$$

式中：

$J$ ——高炉煤气放散率，%；

$Q_{FS}$ ——高炉煤气年放散量(不包括因正常生产工艺要求放散的高炉煤气量)， $m^3/a$ ；

$Q_M$ ——高炉煤气年总产生量， $m^3/a$ 。

#### 6.1.19 钢铁料消耗

$$M_{Si} = \frac{(M_i + M_w)}{M_{es}} \quad (6.19)$$

式中：

$M_{Si}$ ——钢铁料消耗，kg/t；

$M_i$ ——生铁料量，kg；

$M_w$ ——废钢铁料量(含回收利用的含铁资源量)，kg；

$M_{es}$ ——合格钢产量，t。

#### 6.1.20 钢水合格率

$$Se = \frac{M - M_d}{M} \times 100\% \quad (6.20)$$

式中：

$Se$ ——钢水合格率，%；

$M$ ——钢水总产量，t；

$M_d$ ——各种原因造成的金属损失量，t。

### 6.2 数据来源

6.2.1 清洁生产评价应以报告期内的实际检测、监测、统计数据为依据。报告期为一个自然经营年度，并与自然经营年度同步。

6.2.2 污染源及污染物监测的频次、采样时间等要求，按国家和江苏省有关污染源监测技术规范的规定执行。

6.2.3 本文件各项指标的采样和监测按照国家和江苏省相关标准监测方法执行。

## 参 考 文 献

- [1] 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（国家发展改革委2023年第7号令）
- [2] 《钢铁行业清洁生产评价指标体系》（国家发展改革委、环境保护部、工业和信息化部2014年第3号公告）
- [3] 《钢铁行业（烧结、球团）清洁生产评价指标体系》（国家发展改革委、环境保护部、工业和信息化部2018年第17号公告）
- [4] 《钢铁行业（高炉炼铁）清洁生产评价指标体系》（国家发展改革委、环境保护部、工业和信息化部2018年第17号公告）
- [5] 《钢铁行业（炼钢）清洁生产评价指标体系》（国家发展改革委、环境保护部、工业和信息化部2018年第17号公告）
- [6] 《关于做好钢铁企业超低排放评估监测工作的通知》（环办大气函〔2019〕922号）
- [7] 《企业温室气体排放核算与报告填报说明 钢铁生产》