

T/CIECCPA XXX—20XX
ICS XXXXXX
CCS X XXX

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—20XX

特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁评
价标准

Low carbon and clean production evaluation standard of vacuum induction
smelting process in special-steel enterprises
(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

目 次

前言 I

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 2

5 评价方法 7

6 计算方法与数据来源 8

参 考 文 献 11

表 1 特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁评价指标体系技术要求表 3

表 2 特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁水平判定表 8

前 言

本标准按照 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：上海鑫蓝海自动化科技有限公司

本文件主要起草人：陈子宏、

特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁评价标准

1 范围

本文件规定了特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁评价的术语、定义、评价总则、评价指标。

本文件适用于特钢企业真空感应熔炼工序的低碳清洁审核、低碳清洁生产潜力与机会的判断、低碳清洁生产绩效评定和低碳清洁生产绩效公告制度，也适用于环境影响评价和排污许可证等环境管理制度。

2 规范性引用文件

下列文件对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/T 2589 综合能耗计算通则

GB 8978 污水综合排放标准

GB 13456 钢铁工业水污染物排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

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 21256 粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额

GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南

《钢铁行业（炼钢）清洁生产评价指标体系》（国家发展改革委、生态环境部、工业和信息化部 2018 年 第 17 号）

3 术语和定义

GB/T 2589、GB 8978、GB 13456、GB 16297、GB 18597、GB 18599、GB 21256、GB/T 24001、《钢铁行业（炼钢）清洁生产评价指标体系》（国家发展改革委、生态环境部、工业和信息化部 2018 年 第 17 号）界定的及其下列术语和定义适用于本文件。

3.1

特钢企业 SPECIAL-STEEL ENTERPRISE

以生产高合金含量特殊用途钢（轴承钢、不锈钢、合结钢、弹簧钢、模具钢、高速工具钢、耐热钢和耐蚀合金等）的钢铁企业

3.2

真空感应熔炼 VACUUM INDUCTION SMELTING

在真空条件下采用中频感应熔炼炉冶炼特钢。

3.3

低碳清洁 LOW CARBON AND CLEAN PRODUCTION

通过不断改进工艺技术与装备、改变能源消耗结构、固废综合利用、改善管理等措施，降低二氧化碳等温室气体的排放，提高资源利用效率，减少或避免生产过程中污染物的产生和排放，减轻或消除对人类健康或环境的危害，达到可持续发展的要求。

4 评价指标体系

特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁评价指标体系技术要求内容见表1。

表 1 特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁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)
装备水平要求	0.20	1	优化供电节电技术	0.15	采用优化供电节电技术		
		2	基础自动化、生产过程自动化和资源与能源管理等三级计算机管理功能	0.20	基础自动化、生产过程自动化和资源与能源管理等三级计算机管理功能	基础自动化和生产过程自动化二级计算机管理功能	基础自动化计算机管理功能
		3	烟气、气化冷却等余热回收技术	0.15	采用烟气、气化冷却等余热回收技术		
		4	真空中频感应熔炼炉除尘方式,及除尘设备同步运行率	0.20	采用炉内排烟+密闭罩+屋顶罩方式补集,高效袋式除尘器净化,除尘设备同步率100%	采用炉内排烟+密闭罩或炉内排烟+屋顶罩方式补集,高效袋式除尘器净化,除尘设备同步率100%	采用炉内排烟+屋顶罩方式补集,高效袋式除尘器净化,除尘设备同步率100%
		5	除真空中频感应熔炼炉外的各系统除尘设施,及除尘设备同步运行率	0.1	上料系统和车间其他散尘点设有除尘装置,除尘设备同步率100%,生产工艺过程无可见烟粉尘外溢		上料系统和车间其他散尘点设有除尘装置,除尘设备同步率100%
		6	散状物料封闭储存	0.1	散状物料采用料仓、储罐密闭储存		散状物料密闭储存
		7	散状物料密闭输送	0.1	散状物料采用管状带式输送机、气力输送设备、罐车等方式密闭输送		散状物料密闭输送
资源与能源利用指标	0.20	1	钢铁料消耗/ $\text{KG}\cdot\text{T}^{-1}$	0.25	≤ 1060	≤ 1080	≤ 1100
		2	工序能耗/ $\text{KGCE}\cdot\text{T}^{-1}$	0.25	≤ 51	≤ 56	≤ 61
		3	年吨钢新水耗量/ $\text{M}^3\cdot\text{T}^{-1}$	0.2	≤ 2.4	≤ 2.8	≤ 3.2

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)
		4	生产水重复利用率/ %	0.2	≥99.9	≥99.5	≥99
		5	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	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		
产品指标	0.05	1	钢水合格率/%	1	≥99.9	≥99.5	≥99
碳排放量指标	0.15	1	年吨钢二氧化碳排放量/ TCO ₂ ·T ⁻¹ *	1	≤1.68	≤1.78	≤1.88
污染物产生指标	0.15	1	年吨钢废水COD排放量/ KG·T ⁻¹	0.10	≤0.01	≤0.02	≤0.03
		2	年吨钢废水氨氮排放量/ KG·T ⁻¹	0.10	≤0.003	≤0.004	≤0.005
		3	年吨钢有组织颗粒物排放量/ KG·T ⁻¹	0.10	≤0.3	≤0.4	≤0.5
		4	年吨钢二氧化硫排放量/ KG·T ⁻¹	0.10	≤0.1	≤0.2	≤0.3
		5	年吨钢氮氧化物排放量/ KG·T ⁻¹	0.10	≤0.609	≤0.709	≤0.809
		6	年吨钢烟粉尘排放量/ KG·T ⁻¹	0.10	≤0.2	≤0.3	≤0.4
		7	年吨钢危废产生量/ / KG·T ⁻¹	0.10	≤2.0	≤2.3	≤2.6
		8	无组织排放达到环保相关要求	0.10	无组织排放满足国家及地方政府相关规定要求		

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)
		9	工序废气污染物排放满足超低排放要求	0.10	工序废气污染物排放满足国家及地方政府相关规定要求		
		10	车间有害因素满足职业接触限制要求	0.10	车间有害因素满足国家和地方对工作场所所有有害因素职业接触限值		
固废回收利用指标	0.10	1	工序固废综合利用率/ %	0.5	≥99.9	≥99.5	≥99
		2	含铁尘泥回收利用率/ %	0.5	设有含铁尘泥集中加工处理设备，含铁尘泥回收利用率100%		含铁尘泥回收利用率100%
环境管理要求	0.15	1	建立与低碳清洁相关的常态化运行组织	0.1	建有低碳清洁领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确，定期开展低碳清洁审核活动，有开展低碳清洁工作记录	建有低碳清洁领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确，定期开展低碳清洁审核活动	建有低碳清洁领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确
		2	低碳清洁运行绩效	0.1	有低碳清洁管理制度和奖励管理办法		有低碳清洁管理制度
		3	低碳清洁相应运行维护人员的配置	0.1	低碳清洁相应运行维护人员占工序配置人员比例≥15%	低碳清洁相应运行维护人员占工序配置人员比例≥10%	低碳清洁相应运行维护人员占工序配置人员比例≥5%
		4	年吨钢环境保护成本(含环保设备运行、折旧、管理费用、资源回收)/元·T ⁻¹	0.1	≥200	≥150	≥100
		5	年吨钢环境保护新设施投入费用(含空气、水、土壤、回收利用)/元·T ⁻¹	0.1	≥150	≥100	≥50
		6	年低碳清洁资金投入占工序总投	0.1	≥30	≥20	≥10

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)
			入百分比/ %				
		7	建立能源成本管理体系	0.1	有能源成本管理制度及能源管理信息系统		有能源成本管理制度
		8	建立环境清洁管理系统	0.1	有环境清洁管理制度及环境清洁管理信息系统		有环境清洁管理制度
		9	建立碳管理体系及碳管理信息系统	0.1	有碳管理制度及碳管理信息系统		有碳管理制度
		10	管理系统具备分析与评价	0.1	管理系统能够对运行效果进行评价，发现存在的问题和不足，并提出改进和优化建议	管理系统能够对运行效果进行评价，发现存在的问题和不足	管理系统能够对运行效果进行评价

说明：“*” 按世界钢铁工业协会范围1和范围2计算（WORLD STEEL SCOPE 1 AND 2）。

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。

5.2.1 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：

$$D_{ij} = \omega_{ij} Z_{ijk} Y_{gk}(x_{ij}) \quad (5-1)$$

$$\text{其中, } Y_{gk}(x_{ij}) = \begin{cases} 1, & x_{ij} \in g_{ijk} \\ 0, & x_{ij} \notin g_{ijk} \end{cases} \quad (5-2)$$

式中, D_{ij} 表示为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的得分; ω_{ij} 为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的权重。 $Y_{gk}(x_{ij})$ 为二级指标 x_{ij} 对于级别 g_{ijk} 的隶属函数。 x_{ij} 表示第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标; g_{ijk} 表示为第 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} 隶属 g_{ijk} 函数, 则取值为 100, 否则取值为 0。 Z_{ijk} 表示为第 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; 其中 $k=2$ 时, Z_{ij2} 取 0.8; 其中 $k=3$ 时, Z_{ij3} 取 0.6。

5.2.2 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的得分, 如公式所示。

$$Y_{gk} = \left(\sum_{i=1}^m (w_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Z_{ijk} Y_{gk}(x_{ij})) \right) \times 100 = \left(\sum_{i=1}^m (w_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} D_{ij}) \right) \times 100 \quad (5-3)$$

式中 w_i 为第 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

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1, \quad \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1, \quad m \text{ 为一级指标的个数; } n_i \text{ 为第 } i \text{ 个一级指标下的二级指标个数。另外, } Y_{g1}$$

等同于 Y_I (一级水平综合评价指数得分), Y_{g2} 等同于 Y_{II} (二级水平综合评价指数得分), Y_{g3} 等同于 Y_{III} (三级水平综合评价指数得分)。

5.2.3 二级指标权重值调整

当特钢企业真空感应熔炼工序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:

$$\omega'_{ij} = \omega_{ij} \cdot \left(1 / \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} \right) \quad (5-4)$$

公式中, ω'_{ij} 为调整后的二级指标项分权重值, $\sum_{j=1}^{n_i} \omega'_{ij} = 1$, ω_{ij} 为原二级指标项分权重值; ω'_{ij} 为

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 为一级指标项数； j 为二级指标项数， $j=1.....n$ 。

5.3 综合评价指数计算步骤

第一步根据相关指标分别计算二级单项指标得分值（ D_{ij} ）；第二步计算综合评价指数值（ Y_{gk} ）；第三步确定工序达到限定性指标的级别是哪一级；第四步根据工序达到限定性指标的级别和综合评价指数值（ Y_{gk} ），结合表 3 确定工序达到的低碳清洁水平级别。

5.4 特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁水平评定

不同等级低碳清洁水平综合评价指数判定值规定见表 2。

表 2 特钢企业真空感应熔炼工序低碳清洁水平判定表

低碳清洁水平	低碳清洁综合评价指数
国际低碳清洁领先水平	全部达到 I 级限定性指标要求，同时 $100 \geq Y_{gk} \geq 90$
国内低碳清洁先进水平	全部达到 II 级限定性指标要求，同时 $90 > Y_{gk} \geq 80$
国内低碳清洁一般水平	全部达到 III 级限定性指标要求，同时 $80 > Y_{gk} \geq 70$

6 计算方法与数据来源

6.1 计算方法

6.1.1 钢铁料消耗

$$Msi = \frac{(Mi + Mw)}{Mes} \tag{6-1}$$

式中： Msi —钢铁料消耗， $KG \cdot T^{-1}$ ；
 Mi —生铁料量， KG ；
 Mw —废钢铁料量(含回收利用的含铁资源量)， KG ；
 Mes —合格钢产量， T 。

6.1.2 工序能耗

$$Eu = \frac{Es - Eo}{Mes} \tag{6-2}$$

式中： Eu —生产合格钢水所消耗的能源量， $KGCE \cdot T^{-1}$ ；
 Es —生产合格钢水所投入的能源量， $KGCE$ ；
 Eo —煤气、蒸汽等余能回收外供量， $KGCE$ ；
 Mes —合格钢水产量， T 。

说明：电力折标系数取 $0.1229 \text{ KGCE} \cdot kWh^{-1}$ 。

6.1.3 年吨钢新水耗量

$$V_{ui} = \frac{V_i}{Q} \quad (6-3)$$

式中： V_{ui} —年吨钢新水耗量， $M^3 \cdot T^{-1}$ ；
 V_i —年生产钢水所消耗新水量， M^3 ；
 Q —年生产钢水的产量，T。

6.1.4 生产水重复利用率

$$W = \frac{W_r}{W_r + W_n} \times 100\% \quad (6-4)$$

式中： W —水重复利用率，%；
 W_r —在一个年度单位时间内，工序在炼钢生产过程中的重复用水量， M^3 ；
 W_n —在一个年度单位时间内，工序在炼钢生产过程中的新水补充量， M^3 。

6.1.5 钢水合格率

$$Se = \frac{M - Md}{M} \times 100\% \quad (6-5)$$

式中： Se —钢水合格率，%；
 M —钢水总产量，T；
 Md —各种原因造成的金属损失量，T。

6.1.6 污染物产生指标

$$Cl = \frac{Csl}{Ms} \quad (6-6)$$

式中： Cl —污染物排放量， $KG \cdot T^{-1}$ ；
 Csl —某污染物年排放量，KG；
 Ms —合格钢水年产量，T。

6.1.7 工序固废综合收利用率

$$R = \frac{Ch}{C} \times 100\% \quad (6-7)$$

式中： R —工序固废综合利用率，%；
 Ch —在一个年度单位时间内，工序在炼钢生产过程中回收利用的固废量，T；
 C —在一个年度单位时间内，工序在炼钢生产过程中产生的固废总量，T。

6.1.8 含铁尘泥回收利用率

$$R = \frac{Sc}{Sd} \times 100\% \quad (6-8)$$

式中： R —含铁尘泥回收利用率，%；
 Sc —在一个年度单位时间内，工序在炼钢生产过程中利用的含铁尘泥量，T；
 Sd —在一个年度单位时间内，工序在炼钢生产过程中产生的含铁尘泥总量，T。

6.2 数据来源

6.2.1 低碳清洁评价应以报告期内的实际检测、监测、统计数据为依据。一般报告期为一个自然经营

T/CIECCPA XXX—20XX

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，按国家有关污染源监测技术规范的规定执行。

6.2.3 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。

参 考 文 献

- [1] GB/T 21368-2008 钢铁企业能源计量器具配备和管理要求
 - [2] GB/T 23331-2012 能源管理体系要求及使用指南
 - [3] GB/T 24001-2016 环境管理体系要求及使用指南
 - [4] GB 24789-2009 用水单位水计量器具配备和管理通则
 - [5] GB 28664-2012 炼钢工业大气污染物排放标准
 - [6] GB 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
 - [7] GB/T 32326-2015 工业固体废弃物综合利用技术评价导则
 - [8] GB/T 32327-2015 工业废水处理与回用技术评价导则
 - [9] GB/T 36132-2018 绿色工厂评价通则
 - [10] GB 50632-2010 钢铁企业节能设计规范
 - [11] 国家发展改革委、生态环境部、工业和信息化部 2018 年 17 号《钢铁行业（炼钢）清洁生产评价指标体系》
 - [12] YB/T 4360-2014 钢铁企业能源管理中心技术规范
 - [13] 生态环境部、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、财政部、交通运输部文件《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气[2019]35 号）
-