

团 体 标 准

T/CIECCPA 131—2026

转炉高废钢比冶炼技术碳减排核算方法

Accounting method for carbon reduction in smelting technology
with high scrap ratio in converter

2026 - 03 - 23 发布

2026 - 03 - 27 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会 发 布

CLECCRA

目 次

前 言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 核算边界 3

 4.1 概述 4

 4.2 核算范围 4

5 核算步骤与核算方法 5

 5.1 碳排放及碳减排核算步骤 5

 5.2 碳排放的核算方法 5

 5.3 转炉高废钢比冶炼碳减排的核算方法 6

附录 A（资料性附录）相关参数的缺省值 7

图 1 转炉冶炼碳减排核算边界 4

表 A.1 常用化石燃料相关参数缺省值 6

表 A.2 辅料相关参数缺省值 7

表 A.3 铁水上游排放因子缺省值 7

表 A.4 其它排放因子参数缺省值 7

表 A.5 2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子 7

表 A.6 2022 年区域电力平均二氧化碳排放因子 7

表 A.7 2022 年省级电力平均二氧化碳排放因子 7

表 A.8 2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量） 8

表 A.9 2022 年区域全国化石能源电力二氧化碳排放因子 8

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。

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。

本文件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：中冶赛迪工程技术股份有限公司、鞍钢股份有限公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司、宝山钢铁股份有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司、河钢股份有限公司邯郸分公司、河钢股份有限公司唐山分公司、山东钢铁集团日照有限公司、杭州四达电炉成套设备有限公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司、首钢股份公司迁安钢铁公司、北京首钢国际工程技术有限公司、宝钢工程技术集团有限公司、本钢板材股份有限公司、内蒙古包钢钢联股份有限公司、北京科技大学、安徽工业大学、北京绿碳循环信息技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：范新库、王庆、马光宇、闫东阳、黄财德、丁国慧、王如意、宋中华、梁亮、罗刚、陈子刚、丁剑、高燕、张选峰、丁中、刘飞、徐晓亮、白真贵、吴畏、杜在会、魏国立、吴振中、王建超、薛达、武国平、邓向辉、李永忠、王权、王子铮、李岩、赵保国、于海涛、王哲、魏汝飞、吴令、甘鹏、陈露涛、尹宽、李成龙、胡希希、陈玲会、赵丽娜、张磊、苏丹、赵运锋、史彩霞、张文婷、梁晓苏、李成功。

转炉高废钢比冶炼技术碳减排核算方法

1 范围

本文件规定了转炉高废钢比冶炼技术二氧化碳减排量核算的核算边界、核算步骤与核算方法。

本文件适用于转炉高废钢比冶炼技术二氧化碳减排量的核算。钢铁生产企业转炉高废钢比冶炼技术二氧化碳排放量核算可参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中规范性的引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 223.69 钢铁及合金化学分析方法管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 3286.9 石灰石及白云石化学分析方法 第9部分：二氧化碳含量的测定 烧碱石棉吸收重量法

GB/T 4333.10 硅铁 碳含量的测定 红外线吸收法

GB/T 4699.4 硅铬合金化学分析方法红外线吸收法测定碳量

GB/T 7731.10 钨铁化学分析方法红外线吸收法测定碳量

GB/T 8704.1 钒铁化学分析方法红外线吸收法及气体容量法测定碳量

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.5-2015 温室气体排放核算与报告要求 第5部分 钢铁生产企业

GB/T 33760-2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求

RB/T 251-2018 钢铁企业温室气体排放核查技术规范

YB/T 5339 磷铁 碳含量的测定 红外线吸收法

YB/T 5340 磷铁 碳含量的测定 气体容量法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

转炉高废钢比冶炼 *smelting with high scrap ratio in converter*

废钢在转炉冶炼流程所使用原料中的占比 $\geq 30\%$ 。

3.2

转炉高废钢比冶炼流程 *smelting process with high scrap ratio in converter*

指从高炉出铁至转炉出钢结束的钢铁冶炼过程。转炉工序为必选项，铁水预处理为可选项。

3.3

碳排放强度 *carbon emission intensity*

碳排放量与转炉钢水产量的比值。

3.4

基准线情景 *baseline scenario*

同一转炉采取 15%废钢比冶炼工艺时，连续稳定时期内（6个月或1年）生产同样的产品的参照情景，作为确定项目减排量的依据。

4 核算边界

4.1 概述

4.1.1 以转炉生产系统为边界，在转炉热平衡的基础上，核算从高炉出铁至转炉出钢结束的钢铁冶炼过程产生的碳排放（不包含铁水厂界运输，不包含钢包内预加废钢及出钢过程中加的废钢，不包含炉外精炼工序加废钢）。

4.1.2 生产系统包括：

a) 冶炼系统

铁水预处理、转炉冶炼等。

b) 生产辅助系统

原辅料（以加入到铁包（或鱼雷罐）、铁水预处理、转炉料仓的物料界定）供应系统、钢渣处理系统（不包括钢渣后处理）、地面车辆、行车、除尘系统、余热回收、煤气净化及回收、水处理、检化验、机修、仪表计量、照明、环保设施等。

c) 能源介质系统

供电、供水、燃气、动力用气系统等。

转炉冶炼碳减排核算边界如图 1 所示。

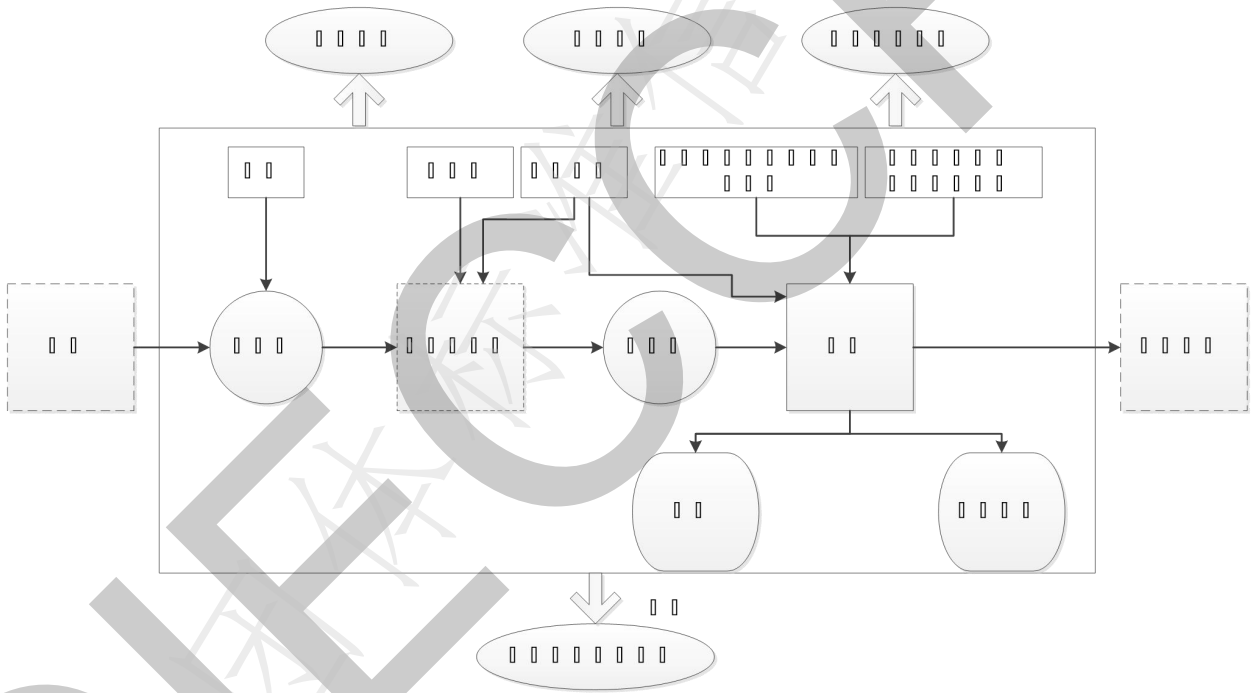


图 1 转炉冶炼碳减排核算边界

4.2 核算范围

4.2.1 原料排放

转炉冶炼生产过程的主要原料（铁水、废钢、铁块、渣钢等）氧化产生的二氧化碳排放，以及原料铁水生产过程产生的二氧化碳排放（即铁水的上游碳排放）。

4.2.2 辅料排放

由于加入的含碳辅料（如生铁、铁合金、含铁冷料、增碳剂等）和熔剂（造渣剂、冷却剂、补热剂等）分解、氧化产生的二氧化碳排放。

4.2.3 能源介质排放

铁水预处理、转炉冶炼过程以及生产辅助系统、能源介质系统消耗的电力、热力，以及烘烤装置使用的煤气、天然气等所对应的二氧化碳排放（包含铁包烘烤、废钢预热等间接排放），扣减转炉冶炼产生的煤气、蒸汽所对应的二氧化碳排放。

4.2.4 固碳产品隐含排放

转炉冶炼生产粗钢等产品中，还有小部分碳固化在其中，这部分固化在产品中的碳对应的二氧化碳排放予以扣减。

5 核算步骤与核算方法

5.1 碳排放及碳减排核算步骤

碳排放及碳减排核算工作流程包括：

- a) 确定核算边界和核算范围；
- b) 识别基准线场景和高废钢比场景；
- c) 识别碳排放源；
- d) 收集活动水平数据；
- e) 选择和获取排放因子数据；
- f) 分别计算转炉冶炼过程原料排放、辅料排放、能源介质产生的排放、固碳产品隐含的排放量；
- g) 汇总计算二氧化碳的排放总量；
- h) 项目减排量计算。

5.2 碳排放的核算方法

5.2.1 碳排放总量计算公式

转炉冶炼吨钢钢水碳排放总量计算

$$E_{CO_2} = E_{原料} + E_{辅料} + E_{能源} - E_{固碳} \quad (1)$$

式中：

E_{CO_2} ——转炉冶炼吨钢钢水的碳排放总量，单位为吨（ $t_{CO_2}/t_{钢水}$ ）；

$E_{原料}$ ——核算边界内吨钢钢水消耗各类原料的碳排放量，单位为吨（ $t_{CO_2}/t_{钢水}$ ）；

$E_{辅料}$ ——核算边界内吨钢钢水消耗各类辅料的碳排放量，单位为吨（ $t_{CO_2}/t_{钢水}$ ）；

$E_{能源}$ ——核算边界内吨钢钢水消耗各类能源介质折算的碳排放量，单位为吨（ $t_{CO_2}/t_{钢水}$ ）；

$E_{固碳}$ ——核算边界内吨钢钢水所产生的固碳产品隐含的碳排放量，单位为吨（ $t_{CO_2}/t_{钢水}$ ）。

5.2.2 各子项碳排放量的计算公式

5.2.2.1 原料碳排放量计算

$$E_{原料} = \sum_{i=1}^n M_i \times EF_i + M_{iron} \times E_{iron} \quad (2)$$

式中：

M_i ——核算边界内，冶炼一吨钢水消耗的第 i 种原料量，单位为吨（ $t_{原料}/t_{钢水}$ ）；

M_{iron} ——核算边界内，冶炼一吨钢水消耗的铁水量，单位为吨（ $t_{铁水}/t_{钢水}$ ）；

EF_i ——生产或购入的第 i 种原料的 CO_2 排放因子，单位为吨（ $t_{CO_2}/t_{原料}$ ）；

E_{iron} ——铁水生产过程的 CO_2 排放因子，单位为吨（ $t_{CO_2}/t_{铁水}$ ）。

5.2.2.2 辅料碳排放量计算

$$E_{辅料} = \sum_{i=1}^n S_i \times EF_i \quad (3)$$

式中：

S_i ——核算边界内，冶炼一吨钢水消耗的第 i 种辅料量，单位为吨（ $t_{辅料}/t_{钢水}$ ）；

EF_i ——生产或购入的第 i 种辅料的 CO_2 排放因子，单位为吨（ $t_{CO_2}/t_{辅料}$ ）。

5.2.2.3 能源介质折算碳排放量计算

$$E_{\text{能源介质}} = \sum_{i=1}^n AD_i \times EF_i - \sum_{i=1}^n AE_i \times EF_i \dots\dots\dots (4)$$

式中：

AD_i ——核算边界内，冶炼一吨钢水消耗的第 i 种能源介质量，单位为 GJ/吨（GJ/t_{钢水}）；

AE_i ——核算边界内，冶炼一吨钢水产生的第 i 种能源介质量，单位为 GJ/吨（GJ/t_{钢水}）；

EF_i ——生产或购入的第 i 种能源介质的 CO₂ 排放因子，单位为吨（t_{CO2}/GJ）。

5.2.2.4 固碳产品隐含碳排放量计算

$$E_{\text{固碳产品}} = \sum_{i=1}^n P_i \times EF_i \dots\dots\dots (5)$$

式中：

P_i ——核算边界内，冶炼一吨钢水产生的第 i 种固碳产品量，单位为吨（t_{固碳产品}/t_{钢水}）；

EF_i ——产生的第 i 种固碳产品的 CO₂ 排放因子，单位为吨（t_{CO2}/t_{固碳产品}）。

5.2.3 排放因子数据获取

5.2.3.1 企业可采用《企业温室气体排放核算与报告填报说明 钢铁生产》中的相关缺省值作为排放因子的选取依据。详见附录 A。

5.2.3.2 具备条件的企业也可委托有资质的专业机构进行检测或采用与相关方结算凭证中提供的检测值。

5.2.3.3 石灰石、白云石排放因子检测应遵循标准进行；含铁物质排放因子可由相对应的含碳量换算而得，含铁物质含碳量检测应遵循 GB/T 223.69、GB/T 223.86、GB/T 4333.1、GB/T 4699.4、GB/T 7731.10、GB/T 8704.1、YB/T 5339、YB/T 5340 等标准的相关规定。

5.3 转炉高废钢比冶炼碳减排的核算方法

$$E_{\text{减排}} = E_{\text{CO2, 基准线}} - E_{\text{CO2, 高废钢比}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$E_{\text{CO2, 基准线}}$ ——基准线场景下，转炉冶炼的吨钢钢水的碳排放总量，单位为吨（t_{CO2}/t_{钢水}）；

$E_{\text{CO2, 高废钢比}}$ ——高废钢比场景下，转炉冶炼的吨钢钢水的碳排放总量，单位为吨（t_{CO2}/t_{钢水}）。

附录 A

(资料性附录)

相关参数的缺省值

相关参数推荐值见表 A.1、表 A.2、表 A.3、表 A.4、表 A.5、表 A.6、表 A.7、表 A.8、表 A.9。

表 A.1 常用化石燃料相关参数缺省值

能源名称	计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	碳氧化率 (%)
无烟煤	t	26.7 ^c	0.0274 ^c	98
烟煤	t	23.736 ^d	0.0261 ^b	
褐煤	t	11.9 ^c	0.028 ^b	
洗精煤	t	26.344 ^a	0.02541 ^b	
其他洗煤	t	12.545 ^a	0.02541 ^b	
其他煤制品	t	17.46 ^d	0.0336 ^b	
焦炭 ^f	t	28.435 ^a	0.0295 ^b	
原油	t	41.816 ^a	0.02008 ^b	98
燃料油	t	41.816 ^a	0.0211 ^b	
汽油	t	43.070 ^a	0.0189 ^b	
煤油	t	43.070 ^a	0.0196 ^b	
柴油	t	42.652 ^a	0.0202 ^b	
其他石油制品	t	41.031 ^d	0.0200 ^c	
液化石油气	t	50.179 ^a	0.0172 ^c	
液化天然气	t	51.498 ^a	0.0172 ^c	
炼厂干气	t	45.998 ^a	0.0182 ^b	
焦油	t	33.453 ^a	0.0220	
粗苯	t	41.816 ^a	0.0227	
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^a	0.01532 ^b	99
焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	173.54 ^d	0.0121 ^c	
高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.00 ^d	0.0708 ^c	
转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.00 ^d	0.0496 ^c	
其它煤气	10 ⁴ Nm ³	52.27 ^a	0.0122 ^c	

注：^a数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2021》。

^b数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》。

^c数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》。

^d数据取值来源为《中国温室气体清单研究》。

^e数据取值来源为 GB/T 2589《综合能耗计算通则》。

^f使用兰炭作为燃料的，可参考使用焦炭的数据取值。

表 A.2 辅料相关参数缺省值

名称	二氧化碳排放因子 (tCO ₂ /t)
石灰/石灰石	0.440
白云石	0.471
电极	3.663
生铁	0.172
直接还原铁	0.073
镍铁合金	0.037
铬铁合金	0.275
钼铁合金	0.018

表 A.3 铁水上游排放因子缺省值

名称	上游排放因子 (tCO ₂ /t)
铁水	1.855

表 A.4 其它排放因子参数缺省值

名称	单位	二氧化碳排放因子
热力	(tCO ₂ /GJ)	0.11
粗钢	(tCO ₂ /t)	0.0154
转炉炉渣	(tCO ₂ /t)	0.073

表 A.5 2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子

	因子 (kgCO ₂ /kWh)
全国	0.5366

表 A.6 2022 年区域电力平均二氧化碳排放因子

	因子 (kgCO ₂ /kWh)
华北	0.6776
东北	0.5564
华东	0.5617
华中	0.5395
西北	0.5857
南方	0.3869
西南	0.2268

表 A.7 2022 年省级电力平均二氧化碳排放因子

	因子 (kgCO ₂ /kWh)
北京	0.5580

天津	0.7041
河北	0.7252
山西	0.7096
内蒙古	0.6849
辽宁	0.5626
吉林	0.4932
黑龙江	0.5368
上海	0.5849
江苏	0.5978
浙江	0.5153
安徽	0.6782
福建	0.4092
江西	0.5752
山东	0.6410
河南	0.6058
湖北	0.4364
湖南	0.4900
广东	0.4403
广西	0.4044
海南	0.4184
重庆	0.5227
四川	0.1404
贵州	0.4989
云南	0.1073
陕西	0.6558
甘肃	0.4772
青海	0.1567
宁夏	0.6423
新疆	0.6231

表 A.8 2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）

	因子 (kgCO ₂ /kWh)
全国	0.5856

表 A.9 2022 年全国化石能源电力二氧化碳排放因子

	因子 (kgCO ₂ /kWh)
全国	0.8325

参考文献

- [1] ISO 14404-1-2024 钢铁生产过程中二氧化碳排放强度的计算方法--第 1 部分：配高炉的炼钢厂中国
钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）
- [2] 企业温室气体排放核算与报告填报说明 钢铁生产