

钢铁“双碳最佳实践能效标杆示范”

数据验证手册

（试行）

中国钢铁工业协会
冶金工业信息中心

2025年3月

前言

2024年“双碳最佳实践能效标杆示范”验收工作，申请验收企业与参与验收专家付出艰辛努力。同时，国标修订团队、T/CISA 293与T/CISA 416团标编制专家以及重点工序能效对标数据填报系统开发、维护人员也积极投入贡献力量。中国钢铁工业协会领导以及科技环保部、信息统计部等部门，高度重视能效数据治理工作，参与其中，大力推进。参与验收的钢铁企业普遍反馈，通过验收，企业自身在能效数据基础管理和能源体系管理能力方面均得到了显著提升。

鉴于2024年15家能效标杆示范企业验收实际情况以及参与验收专家提出的“数据验证前置”流程要求，中国钢铁工业协会与冶金工业信息中心牵头，汇聚行业各方智慧，春节前后近4个月时间，组织30余次研讨，广泛征求了宝武集团、鞍钢集团、首钢集团、河钢集团、中信集团、沙钢集团、宁波钢铁等积极参与“能效标杆示范培育”企业的宝贵意见，同时也吸纳了东北大学、清华大学、北京科技大学等高校专业研究团队的建议，共同精心编制形成了《钢铁“双碳最佳实践能效标杆示范”数据验证手册》。本手册全面综合了钢铁能效相关的国家标准、行业标准、团体标准、能源平衡表编制要求、国家统计局的规定，以及新出台的《企业温室气体排放核算与报告指南 钢铁行业》等内容。

本手册编制的主要目的在于，为“双碳最佳实践能效标杆示范”验收提供科学、专业的数据规范，引导企业自主完成数据验证，为企业进入碳市场做好能碳一体数据基础准备。本手册试行期间，解释权归中国钢铁工业协会所有。

目 录

1.适用范围.....	1
2.数据验证原则.....	1
2.1 验收主体.....	1
2.2 数据要求.....	1
2.3 资质能力要求.....	1
3.数据验证依据.....	2
4.数据验证规范.....	2
4.1 能源管理水平.....	2
4.2 能耗边界.....	5
4.3 能源计量.....	6
4.4 能源检化验.....	7
5.能源计算.....	8
5.1 各工序/设备工序能耗计算公式.....	9
5.2 高炉工序碳氮平衡验证.....	21
6.数据溯源验证.....	22
6.1 炼焦工序.....	22
6.2 高炉工序.....	28
6.3 转炉工序.....	35
6.4 电弧炉工序.....	40
7.数据合理性说明.....	43
7.1 炼焦工序.....	43
7.2 高炉工序.....	44
7.3 转炉工序.....	44
7.4 电弧炉工序.....	44
8.数据验证流程.....	45
9.数据验证报告模板.....	47

1.适用范围

本手册适用于已申报并纳入中国钢铁工业协会“双碳最佳实践能效标杆示范”的培育企业，申请验证主体可以是具备“双碳最佳实践能效标杆示范”验收条件的全部生产工序，部分生产工序或高炉、焦炉、转炉、电弧炉各单体设备。未申报中钢协“双碳最佳实践能效标杆示范企业”培育的企业，可主动参与能效数据对标系统填报，申请验收主体是具备验收条件的部分生产工序或高炉、焦炉、转炉、电弧炉各单体设备。

2.数据验证原则

2.1 验收主体

企业申请验收的设备不应包含《产业结构调整指导目录》中淘汰类及限制类设备。企业申请验收数据为“重点工序能效对标数据填报系统”中连续四个季度累计运行数据，并自评估达到能效标杆水平。

2.2 数据要求

能耗计算数据应确保真实性、完整性、可追溯性、合理性、一致性。现场验收数据与企业数据验证报告数据矛盾时，该企业自验收申请之日起，6个月内不得申请“双碳最佳实践能效标杆示范验收”验收评审。

2.3 资质能力要求

企业的能源和测量管理体系应通过认证并处于有效期内。企业的产量数据及主要能源消耗，应通过生产管理系统及能源管理系统在线获取。企业自身或委托的检化验机构应具备 CMA 认定或 CNAS 认证资质，验收要求的检测项目应在认证范围内；未经认证的检验数据或验证存疑的数据应提供具有 CMA 认定或 CNAS 认证资质的第三方检化验比对数据证明合理性。

3.数据验证依据

钢铁“双碳最佳实践能效标杆示范”数据验证应符合中国钢铁工业协会制定的《钢铁“双碳最佳实践能效标杆示范”验收办法（试行）》等相关规定，数据验证参考规范性文件如下：

- 《钢铁行业能效标杆三年行动方案》（钢协科〔2022〕53号）；
- 《重点工序能效对标数据填报系统》（钢协科〔2024〕4号）；
- 《钢铁企业重点工序能效标杆对标指南》（T/CISA 293）；
- 《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范》（T/CISA 416）；
- 《中国钢铁工业生产统计指标体系 指标解释》；
- 《焦炭单位产品能源消耗限额》（GB 21342）；
- 《粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额》（GB 21256）；
- 《电弧炉冶炼单位产品能源消耗限额》（GB 32050）；
- 《测量管理体系 测量过程和测量设备的要求》（GB/T 19022）；
- 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB 17167）；
- 《钢铁企业能源计量器具配备和管理要求》（GB/T 21368）；
- 《企业温室气体排放核算与报告指南 钢铁行业》（CETS—AG—03.01—V01）
- 《能源管理体系 要求及使用指南》（GB/T 23331）。

4.数据验证规范

4.1 能源管理水平

企业应建立、实施并保持满足 GB/T 23331 要求的能源管理体系并通过能源管理体系第三方认证。

企业产量数据和主要能源数据应通过生产管控系统和能源管控系统在线获取，并提供在线获取证明材料。各种能源介质应有完善原始记录，健全统计台账，严格数据统计口径，确保能源消耗数据的真实性、完整性及可追溯性。

各能源介质供用差及损失率应控制在合理范围内，煤、焦炭损失率合理范围为 2%以内，焦炉煤气放散率 $\leq 0.2\%$ 、高炉煤气放散率 $\leq 0.5\%$ 、转炉煤气回收量

≥25 kgce/t。如未实现上述指标，企业应提供合理性说明。

4.1.1 能源数据比对

验收期的重点工序使用的原燃料量数据宜采用入炉计量数据，并与购销存数据进行验证。企业提供的煤、焦和煤气的能源平衡报表，固体燃料购销存表，高炉工序数据验证补充填报表中数据应与申请验收的工序/设备数据一致，或互为交叉验证。

4.1.2 固体燃料损失计算

固体燃料能源损失，企业需提供以厂界计量（二级计量）数据作为成本结算数据，或以实际入炉数据+损耗数据作为成本结算数据。损失率超出合理范围时，超出合理范围的损失量应折算进各工序能耗计算中。计算表格见表 1。

4.1.3 重点数据交叉验证

在数据验证中，对企业煤、焦等固体燃料以及煤气等申报数据与企业能源平衡表中相应数据进行交叉验证。

4.1.3.1 数据一致性

数量一致性：查看申报数据中的煤、焦、煤气等数据与能源平衡表中对应项的数据是否能够相互验证，包括购入量、消费量、库存量等，明显的差异如煤、焦损耗等，需要深入调查、分析原因。

4.1.3.2 逻辑合理性

流向逻辑：检查申报数据中燃料的流向与能源平衡表是否相符，在能源平衡表中应能体现相应的分配和使用去向。

- 煤、焦及煤气数据验证应同步关注烧结、自备电厂等非重点工序能耗指标的合理性。
- 焦炭、焦粉焦丁与 CDQ 粉的购销存数据结合数据来源表计量进行验证，满足物料平衡并在数据合理范围内；若入炉量数据不合理，应采用入厂计量和检化验数据进行交叉验证。

消耗逻辑：结合企业的生产工艺和产能，分析煤、焦、煤气等数据是否在合理范围内。

表 1：固体燃料能源损失率计算表

购入量+盘库损失作为成本结算数据/以厂界计量（二级计量）数据作为成本结算数据														
购销存台账(万吨)					能源消耗台账(成本中心报表)(万吨)		工序能耗计算数据(实际入炉数据)(万吨)				损耗量(万吨)	损耗率		
洗精煤		购入量	消耗量	库存差(期初-期末)	盘库损失	焦化厂消耗		焦炉入炉				A6	A7	
		A1	A2	A3	A0	A4		A5						
喷吹煤		购入量	消耗量	库存差		盘库损失	炼铁厂消耗	其它工序消耗	高炉消耗	烧结消耗	石灰窑消耗	其它消耗		
		B1	B2	B3		B0	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
	烟煤													
	无烟煤	C1	C2	C3		C0	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
焦炭		产量/外购量	消耗量	外销量	库存差	盘库损失	炼铁厂消耗(含 CDQ 粉)	其它工序消耗	炼铁厂消耗		其它工序消耗	CDQ 粉(计入喷煤)		
		D1	D2	D3	D4	D0	D5	D6	D7		D8	D9	D11	D12
	外购焦炭													
	自产焦炭													
	外购焦粉													

备注：

- 原则上购销存台账中的消耗量与能源消耗台账（成本中心报表）保持一致，即 $A2=A4$ ， $B2=B4+B5$ ， $C2=C4+C5$ ， $D2=D5+D6$ 。
- 以厂界计量（二级计量）数据，或以实际入炉数据+损耗数据作为成本结算数据：
 - 损耗量计算为 $A6=A4-A5$ ， $B10=B4+B5-B6-B7-B8-B9$ ， $C10=C4+C5-C6-C7-C8-C9$ ， $D11=D5+D6-D7-D8-D9$ 。
 - 损失率为损失量除以全厂总消耗量， $A7 = A6/A2$ ， $B11 = B10/B2$ ， $C11 = C10/C2$ ， $D12 = D11/D2$ 。

4.1.3.3 数据完整性

涵盖范围：确认申报数据和能源平衡表是否涵盖了企业所有涉及煤、焦、煤气的活动和环节，数据需完整反映整体情况。

附属信息：关注相关的附属信息是否合理，如燃料的品质参数、煤气的成分等，交叉验证数据合理性。

4.2 能耗边界

各工序中机修、检验化验、计量、运输、生产管理和调度系统、照明等辅助生产系统都需统计在数据验证的能耗边界中。对于全厂统一管理中能源消耗情况，按照工序能耗占比进行分摊。

4.2.1 炼焦工序

炼焦工序能耗边界以原料（洗精煤）、能源及耗能介质的输入为起点，以终产品焦炭、焦炉煤气及副产品焦油、粗苯、蒸汽等输出为终点。包含备煤、炼焦、熄焦（含干熄焦、湿熄焦及焦处理）、煤气净化及化工产品回收（含冷凝鼓风、脱硫脱氰、氨回收、苯回收、油库）、循环水、焦化污水处理、烟气净化等。

不包含的能耗如下：

- （1）附属生产系统（食堂、保健站等）；
- （2）洗煤、解冻库、煤调湿、煤气储配站、焦油深加工、苯精制及焦炉煤气资源化利用、焦化废水反渗透后的浓水处理、脱硫废液及硫泡沫制酸系统、无水氨蒸馏系统、（燃用各种燃料的）锅炉等的能耗；
- （3）协同处置社会固废的能耗。

4.2.2 高炉工序

高炉工序能耗边界以原料、能源及耗能工质输入为起点，以终产品铁水及副产品炉渣、煤气、瓦斯灰（泥）（同含碳除尘灰）、电能、蒸汽等输出为终点。包含高炉本体、热风炉、煤粉制备及喷吹、供上料及装料、出铁场及渣处理、水循环系统、煤气净化、鼓风、矿焦槽除尘、出铁场除尘、余热余能回收系统等。

不包含的能耗如下：

- （1）附属生产系统（食堂、保健站等）；

(2) 协同处置社会固废的能耗。

4.2.3 转炉工序

转炉工序边界以原料（铁水及废钢等）、能源及耗能工质的输入为起点，以终产品钢水、副产品钢渣，以及外供的煤气和蒸汽的输出为终点，包括铁水预处理（铁水预处理剂的上料、处理过程、铁水扒渣、渣处理、辅助设备、除尘设施等，其中渣处理不包括炉渣后处理）、转炉冶炼（转炉本体、炼钢原料供应系统、煤气净化及回收系统、除尘系统、钢渣处理系统、水处理系统以及钢包、铁包和鱼雷罐烘烤系统、废钢和合金烘烤系统等，其中钢渣处理系统不包括钢渣后处理）。

不包含的能耗如下：

- (1) 附属生产系统（食堂、保健站等）；
- (2) 精炼、连铸/模铸、精整过程；
- (3) 协同处置社会固废的能耗。

4.2.4 电弧炉工序

电弧炉工序边界以原料、能源及耗能工质的输入为起点，以终产品钢水、副产品钢渣，以及外供蒸汽的输出为终点。电弧炉冶炼（电弧炉本体、废钢预热、原料供应系统等）、烟气净化、除尘系统、钢渣处理系统（不含钢渣后处理）、水处理系统等。

不包含的能耗如下：

- (1) 与生产无关的用于生活目的的能耗；
- (2) 炉外精炼；
- (3) 二噁英处理系统；
- (4) 协同处置社会固废的能耗。

4.3 能源计量

企业应建立、实施并保持满足 GB/T 19022 要求的测量管理体系，且企业测量管理体系应通过第三方认证。

统计各重点工序使用的原燃料量和产品产量的计量装置在配备率、精度、计量管理等方面需符合 GB 17167 或 GB/T 21368 相关要求。能源计量“两表一图”

完整，应与实际保持一致，能源计量配备率和计量器具准确度等级应符合标准要求。

焦炉炉组、高炉单体设备、转炉炉组及电炉炉组应配备独立计量（固体燃料、煤气等主要用能及回收）。位于同一厂区且无法提供单体设备能效相关数据的焦炉、转炉、电弧炉可按炉组填报数据。

煤气计量设备应全部配备温度、压力检测设备并实时进行合理的在线温压修正算法。各工序设备/炉组煤气消耗量计量应按次级用能单位计量器具实施管理，并采用温压补偿，定期维护校准并留有记录。

4.4 能源检化验

数据验证所需要的检化验报告需有具备 CMA 认定或 CNAS 认证资质的单位提供，或具备相关检化验能力并且数据经过具有 CMA 认定或 CNAS 认证资质单位提供的数据进行比对。各重点工序检化验内容需满足以下要求，不涉及对标调整的检化验数据，不进行数据验证。

4.4.1 炼焦工序

炼焦用洗精煤成分，按批次（船次、车次）或按入炉混合煤进行取样检测。

如按批次，洗精煤的灰分、挥发分、水分，每批次至少取样化验 1 个；干基低位发热量按 GB 21342 计算。如按入炉混合煤，灰分、挥发分、水分，每天至少化验 1 次。

冶金焦 M_{40} 、 M_{10} 、灰分、干基低位发热量，焦粉、含碳除尘灰、CDQ 粉干基低位发热量，至少每周化验 2 次（2 次取样时间间隔大于等于 2 天，下同）。

4.4.2 高炉工序

自产烧结矿、球团矿的品位，每天至少化验 1 次，外购烧结矿、球团矿、块矿的品位，每个批次至少检测 1 次，要求多点取样；使用钒钛磁铁矿、稀土矿的企业，钒钛磁铁矿、稀土矿的成分，按批次进行取样，每批次至少化验 1 个。

自产焦炭 M_{40} 、 M_{10} 、灰分、干基低位发热量，至少每周化验 2 次。外购焦炭 M_{40} 、 M_{10} 、灰分、干基低位发热量，按批次进行取样，每批次至少化验 1 个。

高炉喷吹用煤、入炉兰炭、CDQ 粉等干基低位发热量，按批次（或船次、

车次) 进行取样检测每批次至少化验 1 个。入炉混合煤每周至少化验 1 次, 一周内配煤比例有变化, 需重新化验干基低位发热量。

4.4.3 转炉工序

钢水终点含碳量及钢水的成分, 每炉化验 1 次。

4.4.4 电弧炉工序

钢水终点含碳量及钢水的成分, 每炉化验 1 次; 入炉碳粉干基低位发热量, 按批次进行取样检测, 每批次至少化验 1 次; 如不具备条件, 可采用供应商提供的成分数据。

4.4.5 气体燃料

高炉煤气、转炉煤气、焦炉煤气低位发热量可采用在线热值分析或离线检测。采用在线热值分析时, 同时进行成分离线化验至少每两周 1 次, 并对离线化验结果与在线热值分析结果进行交叉验证, 若结果偏差较大, 需进行交叉验证, 高炉煤气离线检测推荐使用气相色谱分析或光谱分析; 若企业没有在线热值分析, 成分离线化验至少每周 1 次, 若热量数据与行业经验值偏差过大, 需进行交叉认证。

煤气成分检测取样点要有代表性, 且应与流量计量检测位置一致, 或煤气流量计量点状态应与热值检测取样点状态一致(干对干、湿对湿)。

外购天然气低位发热量, 需要按月进行取样检测或者按供应商提供的可溯源数据。

5. 能源计算

所有能源介质的折标系数, 应和能源消耗数据统计期保持一致; 各工序煤气的折标系数应采取在线或离线实测热值, 如某月有多于 1 次实测数据时, 取算术或加权平均值为该月数值; 年度平均低位发热量由每月平均低位发热量加权计算得到, 权重按月度消耗量计算; 蒸汽的折标系数应根据企业实测温度、压力, 查焓值表进行计算; 氧气、氮气、压缩空气、电力、水(新水、工业水、软水、除盐水)等耗能工质, 其折标系数采用 GB 21256、GB 21342 推荐值。每千克标准煤(kgce)热值为 29307.6 kJ。

5.1 各工序/设备工序能耗计算公式

各工序/设备计算公式如下：

5.1.1 炼焦工序

$$e_{\text{炼焦}} = \frac{\sum E_{\text{炼焦消耗}} - \sum E_{\text{炼焦回收}} - \sum E_{\text{炼焦绿电}}}{\text{炼焦工序产量 (t)}} - e_{\text{炼焦超低排}} - \sum e_{\text{炼焦对标调整}}$$

式中：

- $e_{\text{炼焦}}$ —— 炼焦工序/设备单位产品能耗（kgce/t）；
- $\sum E_{\text{炼焦消耗}}$ —— 炼焦工序/设备各种能源消耗总和（kgce）；
- $\sum E_{\text{炼焦回收}}$ —— 炼焦工序/设备各种能源回收总和（kgce）；
- $\sum E_{\text{炼焦绿电}}$ —— 炼焦工序/设备绿电消耗量（kgce）；
- $e_{\text{炼焦超低排}}$ —— 炼焦工序/设备超低排消耗的单位产品能耗（kgce/t）；
- $\sum e_{\text{炼焦对标调整}}$ —— 炼焦工序/设备单位产品能耗对标调整量总和（kgce/t）。

5.1.1.1 炼焦工序产量

炼焦工序的产量：炼焦产品回收量，是指焦炭产品回收的总量。

5.1.1.2 炼焦工序消耗项

$$\sum E_{\text{焦化消耗}} = \sum E_{\text{煤}} + \sum E_{\text{煤气}} + E_{\text{氮气}} + E_{\text{压缩空气}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{蒸汽}} + E_{\text{水}} + E_{\text{其他项}}$$

- (1) $\sum E_{\text{煤}} = \text{煤实物量} \times \text{煤折标系数 (kgce/kg)}$ ；
- (2) $\sum E_{\text{煤气}} = \text{煤气实物量} \times \text{煤气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；
- (3) $E_{\text{氮气}} = \text{氮气实物量} \times \text{氮气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；
- (4) $E_{\text{压缩空气}} = \text{压缩空气实物量} \times \text{压缩空气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；
- (5) $E_{\text{电力}} = \text{电力实物量} \times \text{电力折标系数 (kgce/k}\cdot\text{Wh)}$ ；
- (6) $E_{\text{蒸汽}} = \text{蒸汽实物量} \times \text{蒸汽折标系数 (kgce/kg)}$ ；

(7) $E_{\text{水}} = \text{水实物量} \times \text{水折标系数 (kgce/t)}$ 。

(8) $E_{\text{其他项}} = \sum_{i=1}^n E_{i\text{其他项}} \text{ (kgce)}$ 。

注：

- 煤、焦炭、焦粉焦丁、焦油、粗苯等需采用皮带秤或磅秤等计量重量；
- 蒸汽需区分高压、中压和低压蒸汽；
- 水需区分新水、工业水、软水和除盐水。

5.1.1.3 炼焦工序回收项

$$\sum E_{\text{焦化回收}} = E_{\text{焦粉、焦丁}} + E_{\text{煤气}} + E_{\text{粗苯}} + E_{\text{焦油}} + E_{\text{焦炭}} + E_{\text{蒸汽}} + E_{\text{其他项}}$$

(1) $E_{\text{焦粉、焦丁}} = \text{焦粉、焦丁实物量} \times \text{焦粉、焦丁折标系数 (kgce/kg)}$ ；

(2) $E_{\text{焦炉煤气}} = \text{焦炉煤气实物量} \times \text{焦炉煤气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；

(3) $E_{\text{粗苯}} = \text{粗苯实物量} \times \text{粗苯折标系数 (kgce/kg)}$ ；

(4) $E_{\text{焦油}} = \text{焦油实物量} \times \text{焦油折标系数 (kgce/kg)}$ ；

(5) $E_{\text{焦炭}} = \text{焦炭实物量} \times \text{焦炭折标系数 (kgce/kg)}$ ；

(6) $E_{\text{蒸汽}} = \text{蒸汽实物量} \times \text{蒸汽折标系数 (kgce/kg)}$ ；

(7) $E_{\text{其他项}} = \sum_{i=1}^n E_{i\text{其他项}} \text{ (kgce)}$ 。

注：

- 焦炭、焦粉、焦丁折标系数原则上采用验收统计期内实测低位发热量的加权平均值；
- 焦炭和焦粉、焦丁需采用皮带秤或磅秤等计量重量，焦炭和焦粉、焦丁折标系数原则上采用验收统计期内实测低位发热量的加权平均值；
- 煤气流量计量点与成分检测取样点应保持一致；
- 蒸汽需区分高压、中压和低压蒸汽，折标系数通过蒸汽温度压力查焓值表进行计算；
- 其它项中包含 CDQ 粉、含碳除尘灰等需采用皮带秤或磅秤等计量重量。

5.1.1.4 炼焦工序另计项

(1) $e_{\text{焦化超低排}}$ —— 企业通过中国钢铁工业协会超低排放改造并公示的企业可以扣减 4.5 kgce/t；公示企业超低排放消耗能耗计入消耗；

(2) $E_{\text{焦化绿电}} = \text{绿电实物量} \times \text{电力折标系数 (kgce/k·Wh)}$ 。

注：

- 未通过超低排放全流程（有组织、无组织、清洁运输）公示企业不参与抵扣；
- 需根据全厂绿电分配的比例计算出炼焦工序绿电使用实物量或直接使用炼焦工序绿电电量；
- 绿电扣除按照分摊原则进行，企业绿电使用量统计范围包括直供企业使用且未并入市政电网和企业自发自用的非化石能源电量，企业通过电力交易中心购买的风电、光伏绿色电力以及国家能源局颁发的可再生能源绿色电力证书，并提供省级电力交易中心或电网公司出具的绿电消费证明材料、非化石能源合同结算单、企业自发自用非化石能源实际发生量计量等证明材料。各生产工序占全厂总用电量的比例，乘以总绿电量计入对应生产工序绿电使用量予以扣除。

5.1.1.5 炼焦工序能耗对标调整

$$\sum e_{\text{焦化对标调整}} = e_{\text{焦炉加热原料}} + e_{\text{入炉煤挥发分}V_d} + e_{\text{入炉煤水分}M_t} + e_{\text{炉龄}}$$

$e_{\text{焦炉加热原料}}$ —— 顶装焦炉混合煤气（焦炉煤气混入量不超过 10%）
扣减 8 kgce/t；
捣固焦炉混合煤气（焦炉煤气混入量不超过 10%）
扣减 12 kgce/t；

$e_{\text{入炉煤挥发分}V_d}$ —— 顶装焦炉以 25%为基准，26%扣减 2.45 kgce/t，27%
扣减 5.53 kgce/t，28%扣减 10.16 kgce/t；
捣固焦炉以 27%为基准，28%扣减 4.96 kgce/t，29%
扣减 8.21 kgce/t，30%扣减 11.49 kgce/t；

- $e_{\text{入炉煤水分}M_t}$ —— 顶装焦炉以 10%为基准,变化量+ 1%扣减 3.67 kgce/t;
捣固焦炉以 10.5%为基准,变化量+ 1%扣减 3.71 kgce/t;
- $e_{\text{炉龄}}$ —— 炉龄大于 15 年,小于等于 25 年,扣减 2.5 kgce/t;
炉龄大于 25 年,扣减 5.2 kgce/t。

5.1.2 高炉工序

$$e_{\text{高炉}} = \frac{\sum E_{\text{高炉消耗}} - \sum E_{\text{高炉回收}} - \sum E_{\text{高炉绿电}}}{\text{高炉工序产量 (t)}} - e_{\text{高炉超低排}} - \sum e_{\text{高炉对标调整}}$$

式中:

- $e_{\text{高炉}}$ —— 高炉工序/设备单位产品能耗 (kgce/t) ;
- $\sum E_{\text{高炉消耗}}$ —— 高炉工序/设备消耗各种能源消耗总和 (kgce) ;
- $\sum E_{\text{高炉回收}}$ —— 高炉工序/设备回收各种能源回收总和 (kgce) ;
- $\sum E_{\text{高炉绿电}}$ —— 高炉工序/设备绿电消耗量 (kgce) ;
- $e_{\text{高炉超低排}}$ —— 高炉工序/设备超低排消耗的单位产品能耗 (kgce/t) ;
- $\sum e_{\text{高炉对标调整}}$ —— 高炉工序/设备对标调整量总和 (kgce/t) 。

5.1.2.1 高炉工序产量

合格铁水应采用轨道衡、台车称等计量重量。如高炉出铁后存在添加废钢情况,废钢量应从铁水产量中给予扣除。若铁水无实际计量,则需做交叉验证。

5.1.2.2 高炉工序消耗项

$$\begin{aligned} \sum E_{\text{高炉消耗}} = & \sum E_{\text{煤}} + E_{\text{兰炭}} + E_{\text{CDQ粉}} + E_{\text{自产焦炭}} + E_{\text{外购焦炭}} + E_{\text{焦粉、焦丁}} \\ & + \sum E_{\text{煤气}} + E_{\text{天然气}} + E_{\text{氧气}} + E_{\text{氮气}} + E_{\text{压缩空气}} + E_{\text{高炉鼓风}} + E_{\text{电力}} \\ & + E_{\text{蒸汽}} + E_{\text{水}} + E_{\text{其他项}} \end{aligned}$$

(1) $\sum E_{\text{煤}} = \text{煤实物量} \times \text{煤折标系数 (kgce/kg)}$;

- (2) $E_{\text{兰炭}} = \text{兰炭实物量} \times \text{兰炭折标系数 (kgce/kg)}$;
- (3) $E_{\text{CDQ粉}} = \text{CDQ粉实物量} \times \text{CDQ粉折标系数 (kgce/kg)}$;
- (4) $E_{\text{自产焦炭}} = \text{自产焦炭实物量} \times \text{自产焦炭折标系数 (kgce/kg)}$;
- (5) $E_{\text{外购焦炭}} = \text{外购焦炭实物量} \times \text{外购焦炭折标系数 (kgce/kg)}$;
- (6) $E_{\text{焦粉、焦丁}} = \text{焦粉、焦丁实物量} \times \text{焦粉、焦丁折标系数 (kgce/kg)}$;
- (7) $\sum E_{\text{煤气}} = \text{煤气实物量} \times \text{煤气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$;
- (8) $E_{\text{天然气}} = \text{天然气实物量} \times \text{天然气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$;
- (9) $E_{\text{氧气}} = \text{氧气实物量} \times \text{氧气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$;
- (10) $E_{\text{氮气}} = \text{氮气实物量} \times \text{氮气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$;
- (11) $E_{\text{压缩空气}} = \text{压缩空气实物量} \times \text{压缩空气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$;
- (12) $E_{\text{高炉鼓风}} = \text{高炉鼓风实物量} \times \text{高炉鼓风折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$;
- (13) $E_{\text{电力}} = \text{电力实物量} \times \text{电力折标系数 (kgce/k}\cdot\text{Wh)}$;
- (14) $E_{\text{蒸汽}} = \text{蒸汽实物量} \times \text{蒸汽折标系数 (kgce/kg)}$;
- (15) $E_{\text{水}} = \text{水实物量} \times \text{水折标系数 (kgce/t)}$;
- (16) $E_{\text{其他项}} = \sum_{i=1}^n E_{i\text{其他项}} \text{ (kgce)}$ 。

注:

- 煤用实测干基低位发热量加权平均值进行计算，如其中包含兰炭、CDQ粉等，需分别按实测低位发热量计算；
- 煤的实物量计量点位和干基低位发热量检测点位状态应保持一致（干对干、湿对湿）；或煤采用皮带秤、仓秤、罐称等计量重量采用槽下入炉喷煤量（不含兰炭、CDQ粉等碳基燃料）作为消耗量的，该计量应按次级用能单位计量器具实施管理，入炉喷煤的折标系数根据干基低位发热量计算后可以乘 0.8571，但是不能低于 0.8571；
- 兰炭采用皮带秤、仓秤、罐称等计量重量采用槽下入炉量作为消耗量的，

该计量应按次级用能单位计量器具实施管理，兰炭的折标系数不能乘 0.8571；

- CDQ 粉采用皮带秤、仓秤、罐称等计量重量采用槽下入炉量作为消耗量的，该计量应按次级用能单位计量器具实施管理，CDQ 粉的折标系数不能乘 0.8571；
- 焦炭采用槽下称称重计量，采用槽下入炉量作为消耗量的，该计量应按次级用能单位计量器具实施管理；
- 焦粉、焦丁采用皮带秤、仓秤、罐称等计量重量；
- 若为外购天然气，需根据交易凭证中热值计算折标系数；
- 蒸汽需区分高压、中压和低压蒸汽；
- 水需区分新水、工业水、软水和除盐水。

5.1.2.3 高炉工序回收项

$$\sum E_{\text{高炉回收}} = E_{\text{焦粉、焦丁}} + E_{\text{高炉煤气}} + E_{\text{TRT}} + E_{\text{炉渣显热(蒸汽)}} + E_{\text{炉渣显热(热量)}} + E_{\text{废烟气显热}} + E_{\text{其他项}}$$

- (1) $E_{\text{焦粉、焦丁}} = \text{焦粉、焦丁实物量} \times \text{焦粉、焦丁折标系数 (kgce/kg)} \times 1000$ ；
- (2) $E_{\text{高炉煤气}} = \text{高炉煤气实物量} \times \text{高炉煤气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；
- (3) $E_{\text{TRT}} = \text{TRT 实物量} \times \text{TRT 折标系数 (kgce/k}\cdot\text{Wh)}$ ；
- (4) $E_{\text{炉渣显热(蒸汽)}} = \text{炉渣显热(蒸汽)实物量} \times \text{炉渣显热(蒸汽)折标系数 (kgce/kg)}$ ；
- (5) $E_{\text{炉渣显热(热量)}} = \frac{\text{炉渣显热(热量) (kJ)}}{29307.6 \text{ kJ/kgce}}$ ；
- (6) $E_{\text{废烟气显热}} = \frac{\text{废烟气显热 (kJ)}}{29307.6 \text{ kJ/kgce}}$ ；
- (7) $E_{\text{其他项}} = \sum_{i=1}^n E_{i\text{其他项}} \text{ (kgce)}$ 。

注：

- 焦粉、焦丁需采用皮带秤或磅秤等计量重量；
- 煤气流量计量点与成分检测取样点应保持一致；
- 炉渣显热外供（入量）计入回收项不包含本工序，本工序公辅用热等，具体以准确计量为准；

- 热风炉燃烧烟气用于喷煤煤粉干燥，不计入废烟气显热回收。

5.1.2.4 高炉工序另计项

(1) $e_{\text{高炉超低排}}$ —— 企业通过中国钢铁工业协会超低排放改造并公示的企业可以扣减 3.2 kgce/t;

(2) $E_{\text{高炉绿电}} = \text{绿电实物量} \times \text{电力折标系数 (kgce/k·Wh)}$ 。

注：

- 未通过超低排放全流程（有组织、无组织、清洁运输）公示企业不参与抵扣；
- 需根据全厂绿电分配的比例计算出高炉工序绿电使用实物量；
- 绿电扣除按照分摊原则进行，企业绿电使用量统计范围包括直供企业使用且未并入市政电网和企业自发自用的非化石能源电量，企业通过电力交易中心购买的风电、光伏绿色电力以及国家能源局颁发的可再生能源绿色电力证书，并提供省级电力交易中心或电网公司出具的绿电消费证明材料、非化石能源合同结算单、企业自发自用非化石能源实际发生量计量等证明材料。各生产工序占全厂总用电量的比例，乘以总绿电量计入对应生产工序绿电使用量予以扣除。

5.1.2.5 高炉工序能耗对标调整

$$\sum e_{\text{高炉对标调整}} = e_{\text{入炉矿品位}} + e_{\text{焦炭M}_{40}} + e_{\text{焦炭M}_{10}} + e_{\text{焦炭灰分}} + e_{\text{入炉钒钛磁铁矿比例}}$$

$e_{\text{入炉矿品位}}$ —— 以 62%为基准，变化量- 1%，扣减 3.61kgce/t;

$e_{\text{焦炭M}_{40}}$ —— 以 85%为基准，变化量- 1%，扣减 2.71 kgce/t;

$e_{\text{焦炭M}_{10}}$ —— 以 6%为基准，变化量+ 1%，扣减 3.61 kgce/t;

$e_{\text{焦炭灰分}}$ —— 以 12%为基准，变化量+ 1%，扣减 2.71 kgce/t;

$e_{\text{入炉钒钛磁铁矿比例}}$ —— 以 0%为基准，变化量+ 1%，扣减 0.45 kgce/t;

$e_{\text{入炉稀土矿比例}}$ —— 以 0%为基准，变化量+ 1%，扣减 0.45 kgce/t。

5.1.3 转炉工序

$$e_{\text{转炉}} = \frac{\sum E_{\text{转炉消耗}} - \sum E_{\text{转炉回收}} - \sum E_{\text{转炉绿电}}}{\text{转炉工序产量 (t)}} - e_{\text{转炉超低排}} - \sum e_{\text{转炉对标调整}}$$

式中：

- $e_{\text{转炉}}$ —— 转炉工序/设备单位产品能耗 (kgce/t)；
- $\sum E_{\text{转炉消耗}}$ —— 转炉工序/设备各种能源消耗总和 (kgce)；
- $\sum E_{\text{转炉回收}}$ —— 转炉工序/设备各种能源回收总和 (kgce)；
- $\sum E_{\text{转炉绿电}}$ —— 转炉工序/设备绿电消耗量 (kgce)；
- $e_{\text{转炉超低排}}$ —— 转炉工序/设备超低排消耗的单位产品能耗 (kgce/t)；
- $\sum e_{\text{转炉对标调整}}$ —— 转炉工序/设备单位产品能耗对标调整量总和 (kgce/t)。

5.1.3.1 转炉工序产量

转炉工序的入炉铁水、废钢、生铁块装入量和合格钢水等，用电子秤计量，按照每炉计量重量。若无直接计量的钢水产量，可采用合格钢坯产量除以当年重点统计钢铁企业连铸坯钢水收得率平均值折算合格钢水。连铸坯和模铸锭无直接计量数据时，可根据钢坯及钢锭的规格尺寸和密度，采用理论计算方式获取产量数据。企业应配套建立数据台账，记录从连铸坯、模铸锭规格尺寸到连铸坯、模铸锭重量的计算过程，每月对各品种规格的连铸坯、模铸锭进行密度（质量称重/体积）校验。如有实际计量数据可以与理论值进行交叉验证。

5.1.3.2 转炉工序消耗项

$$\sum E_{\text{转炉消耗}} = \sum E_{\text{煤气}} + E_{\text{天然气}} + E_{\text{氧气}} + E_{\text{氮气}} + E_{\text{压缩空气}} + E_{\text{氩气}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{水}} + E_{\text{其他项}}$$

- (1) $\sum E_{\text{煤气}} = \text{煤气实物量} \times \text{煤气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；
- (2) $E_{\text{天然气}} = \text{天然气实物量} \times \text{天然气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；
- (3) $E_{\text{氧气}} = \text{氧气实物量} \times \text{氧气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；

- (4) $E_{\text{氮气}} = \text{氮气实物量} \times \text{氮气折标系数} (\text{kgce}/\text{m}^3)$;
- (5) $E_{\text{压缩空气}} = \text{压缩空气实物量} \times \text{压缩空气折标系数} (\text{kgce}/\text{m}^3)$;
- (6) $E_{\text{氩气}} = \text{氩气实物量} \times \text{氩气折标系数} (\text{kgce}/\text{m}^3)$;
- (7) $E_{\text{电力}} = \text{电力实物量} \times \text{电力折标系数} (\text{kgce}/\text{k}\cdot\text{Wh})$;
- (8) $E_{\text{水}} = \text{水实物量} \times \text{水折标系数} (\text{kgce}/\text{t})$;
- (9) $E_{\text{其他项}} = \sum_{i=1}^n E_{i\text{其他项}} (\text{kgce})$ 。

注:

- 天然气用实测低位发热量算术平均值进行计算，若包含外购天然气，需根据交易凭证中热值计算折标系数；
- 铁水包烘烤、鱼雷罐烘烤、废钢烘烤能耗应计入转炉工序计算；
- 其中水需根据新水、工业水、软水和除盐水进行区分。

5.1.3.3 转炉工序回收项

$$\sum E_{\text{转炉回收}} = E_{\text{中压蒸汽}} + E_{\text{低压蒸汽}} + E_{\text{转炉煤气}} + E_{\text{炉渣显热(热量)}} + E_{\text{其他项}}$$

- (1) $E_{\text{中压蒸汽}} = \text{中压蒸汽实物量} \times \text{中压蒸汽折标系数} (\text{kgce}/\text{kg})$;
- (2) $E_{\text{低压蒸汽}} = \text{低压蒸汽实物量} \times \text{低压蒸汽折标系数} (\text{kgce}/\text{kg})$;
- (3) $E_{\text{转炉煤气}} = \text{转炉煤气实物量} \times \text{转炉煤气折标系数} (\text{kgce}/\text{m}^3)$;
- (4) $E_{\text{炉渣显热(热量)}} = \frac{\text{炉渣显热(热量)} (\text{kJ})}{29307.6 \text{ kJ}/\text{kgce}}$;
- (5) $E_{\text{其他项}} = \sum_{i=1}^n E_{i\text{其他项}} (\text{kgce})$ 。

注:

- 蒸汽折标系数通过蒸汽温度压力查焓值表进行计算；
- 其中煤气流量计量点与成分检测取样点状态应保持一致；
- 炉渣显热外供（入量）计入回收项不包含本工序，本工序公辅用热等，具体以准确计量为准。

5.1.3.4 转炉工序另计项

(1) $e_{\text{转炉超低排}}$ —— 企业通过中国钢铁工业协会超低排放改造并公示的企业可以扣减 1.5 kgce/t;

(2) $E_{\text{转炉绿电}} = \text{绿电实物量} \times \text{电力折标系数 (kgce/k·Wh)}$;

注:

- 未通过超低排放全流程（有组织、无组织、清洁运输）公示企业不参与抵扣;
- 需根据全厂绿电分配的比例计算出转炉工序绿电使用实物量;
- 绿电扣除按照分摊原则进行，企业绿电使用量统计范围包括直供企业使用且未并入市政电网和企业自发自用的非化石能源电量，企业通过电力交易中心购买的风电、光伏绿色电力以及国家能源局颁发的可再生能源绿色电力证书，并提供省级电力交易中心或电网公司出具的绿电消费证明材料、非化石能源合同结算单、企业自发自用非化石能源实际发生量计量等证明材料。各生产工序占全厂总用电量的比例，乘以总绿电量计入对应生产工序绿电使用量予以扣除。

5.1.3.5 转炉工序能耗对标调整

$$\sum e_{\text{转炉对标调整}} = e_{\text{转炉装料废钢比}} + e_{\text{钢种}} + e_{\text{钢水终点含碳量}}$$

$e_{\text{转炉装料废钢比}}$ —— 以 12%为基准，变化量+ 1%扣减 0.23 kgce/t;

$e_{\text{钢种}}$ —— (1) 以普碳钢为主，不扣减;
(2) 以优质碳素结构钢为主，扣减 0.8 kgce/t;
(3) 以优质轴承钢、齿轮钢、硬线钢、工模具钢等为主，扣减 1.2 kgce/t;
(4) 以深冲钢、超深冲钢、管线钢等为主，扣减 1.5 kgce/t;

$e_{\text{钢水终点含碳量}}$ —— 以 0.1%为基准，变化量+ 0.1%，扣减 0.88 kgce/t。

- (2) (3) (4) 三类钢种合计占比超过 50%可参与扣减。若其中一类钢种占比超过 50%，按该类钢种扣减；若各类钢种占比都未达 50%，按扣减量低

的钢种扣减。

5.1.4 电弧炉工序

$$e_{\text{电弧炉}} = \frac{\sum E_{\text{电弧炉消耗}} - \sum E_{\text{电弧炉回收}} - \sum E_{\text{电弧炉绿电}}}{\text{电弧炉工序产量 (t)}} - e_{\text{电弧炉超低排}} - \sum e_{\text{电弧炉对标调整}}$$

式中：

- $e_{\text{电弧炉}}$ —— 电弧炉工序/设备单位产品能耗 (kgce/t)；
- $\sum E_{\text{电弧炉消耗}}$ —— 电弧炉工序/设备各种能源消耗总和 (kgce)；
- $\sum E_{\text{电弧炉回收}}$ —— 电弧炉工序/设备各种能源回收总和 (kgce)；
- $\sum E_{\text{电弧炉绿电}}$ —— 电弧炉工序/设备绿电消耗量 (kgce)；
- $e_{\text{电弧炉超低排}}$ —— 电弧炉工序/设备超低排消耗的单位产品能耗 (kgce/t)；
- $\sum e_{\text{电弧炉对标调整}}$ —— 电弧炉工序/设备单位产品能耗对标调整量总和 (kgce/t)。

5.1.4.1 电弧炉工序产量

电弧炉工序的废钢、生铁块、铁水、碳粉、直接还原铁加入量、合格钢水等，用电子秤计量，按照每炉计量重量。若无直接计量的钢水产量，可采用连铸坯、模铸锭、铸造用液体钢计量，除以当年重点统计钢铁企业连铸坯钢水收得率平均值折算合格钢水。连铸坯和模铸锭无直接计量数据时，可根据钢坯及钢锭的规格尺寸和密度，采用理论计算方式获取产量数据。企业应配套建立数据台账，记录从连铸坯、模铸锭规格尺寸到连铸坯、模铸锭重量的计算过程，每月对各品种规格的连铸坯、模铸锭进行密度（质量称重/体积）校验。如有实际计量数据可以与理论值进行交叉验证。

5.1.4.2 电弧炉工序消耗项

$$\sum E_{\text{电弧炉消耗}} = E_{\text{碳粉}} + E_{\text{氧气}} + E_{\text{氮气}} + E_{\text{燃气}} + E_{\text{氩气}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{其他项}}$$

(1) $E_{\text{碳粉}} = \text{碳粉实物量} \times \text{碳粉折标系数 (kgce/kg)}$ ；

(2) $E_{\text{氧气}} = \text{氧气实物量} \times \text{氧气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；

(3) $E_{\text{氮气}} = \text{氮气实物量} \times \text{氮气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$ ；

(4) $E_{\text{燃气}} = \text{燃气实物量} \times \text{燃气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$;

(5) $E_{\text{氩气}} = \text{氩气实物量} \times \text{氩气折标系数 (kgce/m}^3\text{)}$;

(6) $E_{\text{电力}} = \text{电力实物量} \times \text{电力折标系数 (kgce/k}\cdot\text{Wh)}$;

(7) $E_{\text{其他项}} = \sum_{i=1}^n E_{i\text{其他项}} \text{ (kgce)}$ 。

注:

- 碳粉采用实测低位发热量加权平均值；燃气用实测低位发热量平均或加权平均值进行计算。

5.1.4.3 电弧炉工序回收项

(1) $E_{\text{其他项}} = \sum_{i=1}^n E_{i\text{其他项}} \text{ (kgce)}$ 。

5.1.4.4 电弧炉工序另计项

(1) $e_{\text{电弧炉超低排}}$ —— 企业通过中国钢铁工业协会超低排放改造并公示的企业可以扣减 3.0 kgce/t;

(2) $E_{\text{电弧炉绿电}} = \text{绿电实物量} \times \text{电力折标系数 (kgce/k}\cdot\text{Wh)}$ 。

注:

- 未通过超低排放全流程公示企业不参与抵扣;
- 需根据全厂绿电分配的比例计算出电弧炉工序绿电使用实物量;
- 绿电扣除按照分摊原则进行，企业绿电使用量统计范围包括直供企业使用且未并入市政电网和企业自发自用的非化石能源电量，企业通过电力交易中心购买的风电、光伏绿色电力以及国家能源局颁发的可再生能源绿色电力证书，并提供省级电力交易中心或电网公司出具的绿电消费证明材料、非化石能源合同结算单、企业自发自用非化石能源实际发生量计量等证明材料。各生产工序占全厂总用电量的比例，乘以总绿电量计入对应生产工序绿电使用量予以扣除。

5.1.4.5 电弧炉工序能耗对标调整

$$\sum e_{\text{电弧炉对标调整}} = e_{\text{铁水加入量}} + e_{\text{直接还原铁加入量}} + e_{\text{钢种}} + e_{\text{钢水终点含碳量}}$$

- $e_{\text{铁水加入量}}$ —— 以 0%为基准，变化量+ 1%增加 0.8 kgce/t;
- $e_{\text{直接还原铁加入量}}$ —— 以 0%为基准，变化量+ 1%扣减 0.15 kgce/t;
- $e_{\text{钢种}}$ —— (1) 以普碳钢为主，不扣减；
 (2) 以优质碳素结构钢为主，扣减 8 kgce/t；
 (3) 以优质轴承钢、齿轮钢、硬线钢及工模具钢等为主，扣减 15 kgce/t;
- $e_{\text{钢水终点含碳量}}$ —— 以 0.1%为基准，变化量+ 0.1%扣减 0.88 kgce/t。

➤ (2) (3) 两类钢种合计占比超过 50%可参与扣减。若其中一类钢种占比超过 50%，按该类钢种扣减；若两类钢种占比都未达 50%，按扣减量低的钢种扣减。

5.2 高炉工序碳氮平衡验证

企业需填写表 2 高炉工序数据验证补充申报表，需按高炉工序中每台设备及验收期内各月份进行数据录入。所有补充数据均为必填项，基于企业所提交的数据，对高炉工序进行碳-氮平衡计算，并根据碳-氮平衡结果，对企业的高炉能耗数据状况进行评估。同时对燃料比、高炉煤气发生量、鼓风量、富氧率、高炉煤气理论折标系数等相关指标进行逻辑关系验证，数据经元素平衡理论验证（输入项减输出项）应合理。

表 2：高炉工序数据验证补充申报表

企业名称	高炉名称	产量	
序号	参数名称	单位	补充填报
1	吨铁鼓风量（入炉冷风）	m ³ /t	
2	入炉热风湿度	g/m ³	
3	吨铁富氧量	m ³ /t	
4	吨铁喷煤 N ₂ 载气量	m ³ /t	
5	炉顶煤气产生量（干基）	m ³ /t	
	炉顶煤气含 H ₂	%	
	炉顶煤气含 CO	%	
	炉顶煤气含 CO ₂	%	
	炉顶煤气含 N ₂	%	

	炉顶煤气含 O ₂	%	
6	全焦比（焦炭与焦丁）	kg/t	
7	喷煤比	kg/t	
8	焦炭固定碳量	%	
9	混合煤固定碳含量	%	
	混合煤挥发分含量	%	
10	吨铁熔剂量	kg/t	
	熔剂中含 CO ₂ 质量分数	%	
11	铁水含碳量	%	
12	吨铁炉尘量	kg/t	
	炉尘含碳量	%	

6.数据溯源验证

企业需提交申请钢铁“双碳最佳实践能效标杆示范验收”验收期内的所有能效计算数据，数据验证根据上述规范对企业提交的数据、“重点工序能效对标数据填报系统”数据开展数据验证工作。

企业提交所有参与能效计算的数据的证明材料，需能证明所有数据来源的真实性和可追溯性。同时企业需提供煤、焦、煤气能源平衡报表进行数据溯源验证。

核验各工序各耗能工质消耗数据来源，是采用精准计量还是二级计量数据分摊，查验分摊原则。

6.1 炼焦工序

企业申报炼焦工序可根据自身实际情况将同一厂区内多台设备按炉组申报（指输入输出能源介质没有单独计量，无法拆分）。具体能耗计算数据要求如下。

6.1.1 累计产品产量

需提供验收期内每个月生产系统中的产量的截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的产量数据完全对应。

6.1.2 输入项

6.1.2.1 洗精煤

实物量：需提供验收期内每个月生产系统中的洗精煤消耗干基量截图，将每

个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的洗精煤实物量数据完全对应。

折标系数：需根据验收期内检化验系统洗精煤灰分算术平均值选取，以灰分 10%（洗精煤热值为 29727 kJ/kg）为基准，小于等于 10%，折标系数为 1.0143；大于 10%，灰分每增加 1%，热值相应减少 335 kJ/kg。

6.1.2.2 焦炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的焦炉煤气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m³ 为单位。

6.1.2.3 高炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的高炉煤气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的高炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m³ 为单位。

6.1.2.4 氮气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氮气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氮气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氮气推荐的折标系数 0.0169 kgce/m³。

6.1.2.5 压缩空气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的压缩空气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的压缩空气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA

416) 中压缩空气推荐的折标系数 0.0152 kgce/m^3 。

6.1.2.6 电力

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的电力消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的电力实物量数据完全对应。电力消耗应包含除尘系统消耗，以及超低排放另计能耗。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中电力推荐的折标系数 $0.1229 \text{ kgce/kW}\cdot\text{h}$ 。

6.1.2.7 中压蒸汽

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的中压蒸汽消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的中压蒸汽实物量数据完全对应。

折标系数：根据中压蒸汽实测温度和压力查焓值表确定焓值，温度和压力需提供一个月以上算术平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.1.2.8 低压蒸汽

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的低压蒸汽消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的低压蒸汽实物量数据完全对应。

折标系数：根据低压蒸汽实测温度和压力查焓值表确定焓值，温度和压力需提供一个月以上算术平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.1.2.9 新水

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的新水消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的新水实物量数据完全对应。

折标系数：企业需确认使用水的种类，使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中新水推荐的折标系数 0.0414 kgce/t 。

6.1.2.10 工业水

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的工业水消耗量截图，将每个月

的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的工业水实物量数据完全对应。

折标系数：企业需确认使用水的种类，使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中工业水推荐的折标系数 0.0475 kgce/t。

6.1.2.11 软水

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的软水消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的软水实物量数据完全对应。

折标系数：企业需确认使用水的种类，使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中软水推荐的折标系数 0.1890 kgce/t。除盐水按照软水推荐的折标系数 0.1890 kgce/t。

6.1.2.12 其它项

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的其它项能源介质消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的其它项能源介质实物量数据完全对应，备注中需填写指标项的实物量和折标系数。

折标系数：需实测低位发热量的能源介质需提供系统低位发热量的截图，计算对应折标系数；《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中有推荐折标系数的则采用推荐值。

6.1.3 回收项

6.1.3.1 焦粉、焦丁

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的焦粉、焦丁回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦粉、焦丁实物量数据完全对应。

折标系数：根据验收期内检化验系统中实测焦粉、焦丁干基低位发热量，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.1.3.2 焦炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的焦炉煤气发生量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦炉煤气实物量

数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m^3 为单位。

6.1.3.3 粗苯

实物量：需提供验收期内每个月系统中的粗苯回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的粗苯实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中粗苯推荐的折标系数 1.4286 kgce/kg ，或采用实测值。如采用实测值，每周检测 1 次。

6.1.3.4 焦油

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的焦油回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦油实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中焦油推荐的折标系数 1.1429 kgce/kg ，或采用实测值。如采用实测值，每周检测 1 次。

6.1.3.5 焦炭

实物量：需提供验收期内每个月系统中的焦炭回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦炭实物量数据完全对应。

折标系数：根据验收期内检化验系统中实测焦炭干基低位发热量，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.1.3.6 电力

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的发电量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的电力实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中电力推荐的折标系数 $0.1229 \text{ kgce/kW}\cdot\text{h}$ 。

6.1.3.7 蒸汽

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的蒸汽发生量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的蒸汽实物量数据完全对应。

折标系数：根据蒸汽实测温度和压力查焓值表确定焓值，温度和压力需提供一个月以上算术平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.1.3.8 其它项

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的其它项能源介质回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的其它项能源介质实物量数据完全对应。

折标系数：需实测低位发热量的能源介质需提供系统低位发热量的截图，计算对应折标系数；《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中有推荐折标系数的则采用推荐值。

6.1.4 另计项

6.1.4.1 超低排能耗

通过超低排放改造的企业需提供中国钢铁工业协会官网公示页的截图，通过的企业炼焦工序能耗可扣减 4.5 kgce/t。

6.1.4.2 绿电影响

实物量：企业需提供生产或购买绿电的凭证以及系统记录的绿电电量，并根据全厂绿电分配的比例计算出炼焦工序绿电使用实物量。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中电力推荐的折标系数 0.1229 kgce/kW·h。

6.1.5 对应工序能耗的操作水平

6.1.5.1 焦炉加热燃料

根据企业设备实际情况选择顶装或捣固焦炉，并对应选择是焦炉煤气还是混合煤气。

6.1.5.2 入炉煤挥发分 V_d

根据企业设备实际情况选择顶装或捣固焦炉，并提供验收期内入炉煤挥发分 V_d 检化验数据系统截图，在 EXCEL 表格中计算验收期内平均值，并与计算表填写数据完全对应。

6.1.5.3 入炉煤水分 M_t

根据企业设备实际情况选择顶装或捣固焦炉，并提供验收期内入炉煤水分 M_t 检化验数据系统截图，在 EXCEL 表格中计算验收期内平均值，并与计算表填写数据完全对应。

6.1.5.4 炉龄

企业需提供焦炉投产时间等相关证明材料，并根据证明材料计算炉龄。

6.2 高炉工序

企业申报高炉工序，需以单炉座为单位进行数据验证，具体能耗计算数据要求如下。

6.2.1 产品产量

需提供验收期内每个月生产系统中的产量的截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的产量数据完全对应。如高炉出铁后存在添加废钢情况，废钢量应从铁水产量中给予扣除。若铁水无实际计量，则需做交叉验证。

6.2.2 输入项

6.2.2.1 喷吹煤

实物量：需提供验收期内每个月生产系统中的煤消耗干基量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的煤实物量数据完全对应。

折标系数：根据验收期内检化验系统中实测煤干基低位发热量，折标系数以 kgce/kg 为单位，计算后的折标系数乘 0.8571 作为喷吹煤的折标系数。

注：输入的喷吹煤中含兰炭、CDQ 粉等碳基燃料（不含协同处置社会固废

的能耗），需对兰炭、CDQ 粉等碳基燃料（不含协同处置社会固废的能耗）单独进行干基低位发热量检测，折标系数计算时不能乘 0.8571。

6.2.2.2 自产焦炭

实物量：需提供验收期内每个月生产系统中的自产焦炭消耗干基量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的自产焦炭实物量数据完全对应。

折标系数：根据验收期内检化验系统中实测自产焦炭月加权干基低位发热量平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。高炉工序自产焦炭需与炼焦工序焦炭折标系数一致。

6.2.2.3 外购焦炭

实物量：需提供验收期内每个月生产系统中的外购焦炭消耗干基量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的外购焦炭实物量数据完全对应。系统计量数据需采用槽下称重计量。

折标系数：根据验收期内检化验系统中实测外购焦炭月加权干基低位发热量平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.2.2.4 焦粉、焦丁

实物量：需提供验收期内每个月生产系统中的焦粉、焦丁消耗干基量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦粉、焦丁实物量数据完全对应。

折标系数：根据验收期内检化验系统中实测焦粉、焦丁月加权干基低位发热量平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.2.2.5 焦炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的焦炉煤气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m³ 为单位。

6.2.2.6 高炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的高炉煤气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的高炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m^3 为单位。

6.2.2.7 转炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的转炉煤气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的转炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m^3 为单位。

6.2.2.8 天然气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的天然气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的天然气实物量数据完全对应。

折标系数：需根据实测低位发热量，折标系数以 kgce/m^3 为单位。若为外购天然气，需根据交易凭证中热值计算折标系数。

6.2.2.9 氧气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氧气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氧气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氧气推荐的折标系数 $0.0802 \text{ kgce}/\text{m}^3$ 。

6.2.2.10 氮气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氮气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氮气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氮气推荐的折标系数 0.0169 kgce/m³。

6.2.2.11 压缩空气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的压缩空气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的压缩空气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中压缩空气推荐的折标系数 0.0152 kgce/m³。

6.2.2.12 高炉鼓风

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的高炉鼓风消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的高炉鼓风实物量数据完全对应，电动鼓风消耗按照电耗或鼓风量折标计算。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中高炉鼓风推荐的折标系数 0.0088 kgce/m³。

6.2.2.13 电力

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的电力实物量数据完全对应。电力消耗应包含除尘系统消耗，以及超低排放另计能耗。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中电力推荐的折标系数 0.1229 kgce/kW·h。

6.2.2.14 中压蒸汽

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的中压蒸汽消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的中压蒸汽实物量数据完全对应。

折标系数：根据中压蒸汽实测温度和压力查焓值表确定焓值，温度和压力需提供一个月以上算术平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.2.2.15 低压蒸汽

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的低压蒸汽消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的低压蒸汽实物量数据完全对应。

折标系数：根据低压蒸汽实测温度和压力查焓值表确定焓值，温度和压力需提供一个月以上算术平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.2.2.16 新水

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的新水消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的新水实物量数据完全对应。

折标系数：企业需确认使用水的种类，使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中新水推荐的折标系数 0.0414 kgce/t。

6.2.2.17 工业水

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的工业水消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的工业水实物量数据完全对应。

折标系数：企业需确认使用水的种类，使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中工业水推荐的折标系数 0.0475 kgce/t。

6.2.2.18 软水

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的软水消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的软水实物量数据完全对应。

折标系数：企业需确认使用水的种类，使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中软水推荐的折标系数 0.1890 kgce/t。

6.2.2.19 其它项

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的其它项能源介质消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的其它项能源介质实物量数据完全对应。

折标系数：需实测低位发热量的能源介质需提供系统低位发热量的截图，以 kJ 为单位， $1 \text{ kgce} = 29307.6 \text{ kJ}$ 计算折标系数；《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中有推荐折标系数的则采用推荐值。

6.2.3 回收项

6.2.3.1 焦粉、焦丁

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的焦粉、焦丁回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦粉、焦丁实物量数据完全对应。

折标系数：根据验收期内检化验系统中实测焦粉、焦丁干基低位发热热值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.2.3.2 高炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的高炉煤气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的高炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m³ 为单位。高炉煤气离线实测值需与在线实测值对比分析，要求离线与在线相对偏差不大于 3%，否则需更换计量设备。

6.2.3.3 TRT

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的 TRT 发电量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的 TRT 实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中 TRT 推荐的折标系数 $0.1229 \text{ kgce/kW}\cdot\text{h}$ 。

6.2.3.4 炉渣显热、废烟气显热

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的炉渣、废烟气显热利用量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的炉渣、废烟气显热实物量数据完全对应。

6.2.3.5 其它项

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的其它项能源介质回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的其它项能源介质实物量数据完全对应。

折标系数：需实测低位发热量的能源介质需提供系统低位发热量的截图，计算对应折标系数；《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中有推荐折标系数的则采用推荐值。

6.2.4 另计项

6.2.4.1 超低排能耗

通过超低排放改造的企业需提供中国钢铁工业协会官网公示页的截图，通过的企业高炉工序能耗可扣减 3.2 kgce/t。

6.2.4.2 绿电影响

实物量：企业需提供生产或购买绿电的凭证以及系统记录的绿电电量，并根据全厂绿电分配的比例计算出高炉工序绿电使用实物量。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中电力推荐的折标系数 0.1229 kgce/kW·h。

6.2.5 对应工序能耗的操作水平

6.2.5.1 入炉矿品位

需提供系统记录实际入炉矿石的种类，含铁量截图，并附上入炉矿品位的计算过程和结果，计算需用加权平均，过程中使用的数据需能与系统截图完全对应，计算结果需能与计算表完全对应，高炉内加废钢需计入品位计算。可按照废钢含铁量进行品位计算。

6.2.5.2 焦炭 M₄₀

需提供焦炭 M₄₀（外购和自产焦炭）检化验结果验收期加权平均值的系统截图，并与计算表数据完全对应。

6.2.5.3 焦炭 M₁₀

需提供焦炭 M₁₀（外购和自产焦炭）检化验结果验收期加权平均值的系统截

图，并与计算表数据完全对应。

6.2.5.4 焦炭灰分

需提供焦炭灰分（外购和自产焦炭）检化验结果验收期加权平均值的系统截图，并与计算表数据完全对应。

6.2.5.5 入炉原料中钒钛磁铁矿比例

需提供系统中入炉原料总计实物量和入炉原料钒钛磁铁矿消耗实物量截图，并提供计算过程和结果，过程中使用的数据需能与系统截图完全对应，计算结果需能与计算表完全对应。

6.3 转炉工序

企业申报转炉工序，可根据自身实际情况将同一厂区内多台设备按炉组申报（指输入输出能源介质没有单独计量，无法拆分）。具体能耗计算数据要求如下。

6.3.1 产品产量

需提供验收期内每个月生产系统中的合格钢水或连铸坯产量的截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的产量数据完全对应。转炉工序的入炉铁水、废钢、生铁块装入量和合格钢水等，用电子秤计量，按照每炉计量重量。若无直接计量的钢水产量，可采用合格钢坯产量除以当年重点统计钢铁企业连铸坯钢水收得率平均值折算合格钢水。连铸坯和模铸锭无直接计量数据时，可根据钢坯及钢锭的规格尺寸和密度，采用理论计算方式获取产量数据。企业应配套建立数据台账，记录从连铸坯、模铸锭规格尺寸到连铸坯、模铸锭重量的计算过程，每月对各品种规格的连铸坯、模铸锭进行密度（质量称重/体积）校验。如有实际计量数据可以与理论值进行交叉验证。

6.3.2 输入项

6.3.2.1 焦炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的焦炉煤气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的焦炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m^3

为单位。

6.3.2.2 天然气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的天然气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的天然气实物量数据完全对应。

折标系数：需根据实测低位发热量，折标系数以 kgce/m^3 为单位。若为外购天然气，需根据交易凭证中热值计算折标系数。

6.3.2.3 转炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的转炉煤气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的转炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m^3 为单位。

6.3.2.4 氧气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氧气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氧气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氧气推荐的折标系数 $0.0802 \text{ kgce}/\text{m}^3$ 。

6.3.2.5 氮气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氮气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氮气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氮气推荐的折标系数 $0.0169 \text{ kgce}/\text{m}^3$ 。

6.3.2.6 氩气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氩气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氩气实物量数据完全对应。

数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氩气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氩气推荐的折标系数 0.8872 kgce/m³。

6.3.2.7 压缩空气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的压缩空气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的压缩空气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中压缩空气推荐的折标系数 0.0152 kgce/m³。

6.3.2.8 电力

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的耗电量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的电力实物量数据完全对应。电力消耗应包含除尘系统消耗，以及超低排放另计能耗。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中电力推荐的折标系数 0.1229 kgce/kW·h。

6.3.2.9 水

实物量：首先需确认使用水的种类是新水、工业水、软水或除盐水。再需提供验收期内每个月能源系统中的水消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的水实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中新水推荐的折标系数 0.0414 kgce/t，工业水推荐的折标系数 0.0475 kgce/t，软水推荐的折标系数 0.1890 kgce/t，除盐水使用软水推荐的折标系数 0.1890 kgce/t。

6.3.2.10 其它项

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的其它项能源介质消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的其它项能源介质实物量数据完全对应。转炉工序使用的煤、焦、橡胶粉等需计入输入工序

能耗。

折标系数：需实测低位发热量的能源介质需提供系统低位发热量的截图，计算对应折标系数；《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416)中有推荐折标系数的则采用推荐值。

6.3.3 回收项

6.3.3.1 中压蒸汽

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的中压蒸汽回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的中压蒸汽实物量数据完全对应。

折标系数：根据中压蒸汽实测温度和压力查焓值表确定焓值，温度和压力需提供一个月以上算术平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.3.3.2 低压蒸汽

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的低压蒸汽回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的低压蒸汽实物量数据完全对应。

折标系数：根据低压蒸汽实测温度和压力查焓值表确定焓值，温度和压力需提供一个月以上算术平均值，折标系数以 kgce/kg 为单位。

6.3.3.3 转炉煤气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的转炉煤气发生量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的转炉煤气实物量数据完全对应。

折标系数：根据在线或离线实测热值的月加权平均值，折标系数以 kgce/m³ 为单位。低位发热量推荐采用在线热值分析，同时成分离线化验至少每两周 1 次，若没有在线热值分析，成分离线化验至少每周 1 次。

6.3.3.4 炉渣显热（热量）

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的炉渣显热利用量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的炉渣显热实物量数据完全对应。

6.3.3.5 其它项

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的其它项能源介质回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的其它项能源介质实物量数据完全对应。

折标系数：需实测低位发热量的能源介质需提供系统低位发热量的截图，计算对应折标系数；《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中有推荐折标系数的则采用推荐值。

6.3.4 另计项

6.3.4.1 超低排能耗

通过超低排放改造的企业需提供中国钢铁工业协会官网公示页的截图，通过的企业转炉工序能耗可扣减 1.5 kgce/t。

6.3.4.2 绿电影响

实物量：企业需提供生产或购买绿电的凭证以及系统记录的绿电电量，并根据全厂绿电分配的比例计算出转炉工序绿电使用实物量。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中电力推荐的折标系数 0.1229 kgce/kW·h。

6.3.5 对应工序能耗的操作水平

6.3.5.1 转炉装料废钢比

需提供系统记录的入炉废钢实物量和入炉铁水实物量截图，并提供转炉装料废钢比计算过程，计算过程中使用的数据需能与系统截图完全对应，计算结果需能与计算表完全对应。入炉铁水、废钢（包括废钢、废铁、渣钢、氧化废料、铸余等）用电子秤计量，按照每炉计量重量。

6.3.5.2 钢种

需按（1）普碳钢（2）优质碳素结构钢（3）优质轴承钢、齿轮钢、硬线钢及工模具钢（4）深冲钢、超深冲钢、管线钢，四种钢种对产品进行分类并计算占比，提供相应系统截图证明。

6.3.5.3 钢水终点含碳量

需提供验收期内钢水终点含碳量检化验结果平均值的系统截图，并与计算表数据完全对应。

6.4 电弧炉工序

企业申报电弧炉工序可根据自身实际情况将同一厂区内多台设备按炉组申报（指输入输出能源介质没有单独计量，无法拆分）。具体各能源介质要求如下：

6.4.1 产品产量

需提供验收期内每个月生产系统中的合格钢水产量的截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的产量数据完全对应。电弧炉工序的废钢、生铁块、铁水、碳粉、直接还原铁加入量、合格钢水等，用电子秤计量，按照每炉计量重量。若无直接计量的钢水产量，可采用连铸坯、模铸锭、铸造用液体钢计量，除以当年重点统计钢铁企业连铸坯钢水收得率平均值折算合格钢水。连铸坯和模铸锭无直接计量数据时，可根据钢坯及钢锭的规格尺寸和密度，采用理论计算方式获取产量数据。企业应配套建立数据台账，记录从连铸坯、模铸锭规格尺寸到连铸坯、模铸锭重量的计算过程，每月对各品种规格的连铸坯、模铸锭进行密度（质量称重/体积）校验。如有实际计量数据可以与理论值进行交叉验证。

6.4.2 输入项

6.4.2.1 碳粉

实物量：需提供验收期内每个月生产系统中的碳粉消耗干基量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的碳粉实物量数据完全对应。

折标系数：根据验收期内检化验系统中实测碳粉干基低位发热量，折标系数以 kgce/kg 为单位。计算出碳粉的折标系数。入炉碳粉低位发热量，按批次进行取样检测，每批次至少化验 1 次。

6.4.2.2 氧气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氧气消耗量截图，将每个月的

数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氧气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氧气推荐的折标系数 0.0802 kgce/m^3 。

6.4.2.3 氮气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氮气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氮气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氮气推荐的折标系数 0.0169 kgce/m^3 。

6.4.2.4 燃气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的燃气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的燃气实物量数据完全对应。

折标系数：需根据实测低位发热量，折标系数以 kgce/m^3 为单位。

6.4.2.5 氩气

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的氩气消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的氩气实物量数据完全对应。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中氩气推荐的折标系数 0.8872 kgce/m^3 。

6.4.2.6 电力

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的耗电量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的电力实物量数据完全对应。电力消耗应包含除尘系统消耗，以及超低排放另计能耗。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》（T/CISA 416）中电力推荐的折标系数 $0.1229 \text{ kgce/kW}\cdot\text{h}$ 。

6.4.2.7 其它项

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的其它项能源介质消耗量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的其它项能源介质实物量数据完全对应。

折标系数：需实测低位发热量的能源介质需提供系统低位发热量的截图，计算对应折标系数；《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中有推荐折标系数的则采用推荐值。

6.4.3 回收项

6.4.3.1 其它项

实物量：需提供验收期内每个月能源系统中的其它项能源介质回收量截图，将每个月的数据汇总在 EXCEL 表格中算出最终结果，并与计算表中的其它项能源介质实物量数据完全对应。

折标系数：需实测低位发热量的能源介质需提供系统低位发热量的截图，计算对应折标系数；《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中有推荐折标系数的则采用推荐值。

6.4.4 另计项

6.4.4.1 超低排能耗

通过超低排放改造的企业需提供中国钢铁工业协会官网公示页的截图，通过的企业电弧炉工序能耗可扣减 3.0 kgce/t。

6.4.4.2 绿电影响

实物量：企业需提供生产或购买绿电的凭证以及系统记录的绿电电量，并根据全厂绿电分配的比例计算出电弧炉工序绿电使用实物量。

折标系数：使用《钢铁企业重点工序能效标杆评估规范团体标准》(T/CISA 416) 中电力推荐的折标系数 0.1229 kgce/kW·h。

6.4.5 对应工序能耗的操作水平

6.4.5.1 铁水加入量

需提供系统中废钢加入量和铁水加入量的截图，并提供电炉铁水加入量计算

过程，计算过程中使用的数据需能与系统截图完全对应，计算结果需能与计算表完全对应。用电子秤计量，按照每炉计量重量。

6.4.5.2 直接还原铁加入量

需提供系统中直接还原铁加入量的截图，并提供直接还原铁加入量计算过程，计算过程中使用的数据需能与系统截图完全对应，计算结果需能与计算表完全对应。用电子秤计量，按照每炉计量重量。

6.4.5.3 钢种

需按（1）普碳钢（2）优质碳素结构钢（3）优质轴承钢、齿轮钢、硬线钢及工模具钢，三种钢种对产品进行分类并计算占比，提供相应系统截图证明。

6.4.5.4 钢水终点含碳量

需提供验收期钢水终点含碳量检化验结果平均值的系统截图，并与计算表数据完全对应。钢水终点含碳量及钢水的成分，每炉化验 1 次。

7.数据合理性说明

数据验证时，需根据行业平均水平，以及相关经验参数重点关注各工序重点能源介质的合理性。

7.1 炼焦工序

洗精煤消耗量、成焦率、焦炭折标系数、焦炭平衡、焦炉煤气放散率、煤气消耗量、焦炉煤气低位发热量及发生量、焦炉煤气检化验频次及流量和成分的计量点位、回收蒸汽量、粗苯焦油回收量等。

- 炼焦成焦率超过 78%；
- 焦炉煤气回收折标煤量大于 280 kgce/t；
- 挥发分（ V_d ）高于 27%。

若能耗指标超出上述范围，应结合元素平衡，综合考虑指标的合理性，并出具书面解释说明。炼焦工序回收的焦炭、焦粉、焦丁与用于高炉及其他工序使用的自产焦炭、焦粉、焦丁应保持平衡。

7.2 高炉工序

煤比、焦比、燃料比、高炉煤气低位发热量、高炉煤气发生量及利用率、高炉煤气检化验频次及流量和成分的计量点位、富氧率、鼓风量、TRT 发电量、高炉工序碳氮平衡、多参数相互间的逻辑关系等。

- 入炉焦干基低位发热量计算的折标系数低于 0.97 kgce/kg;
- 高炉煤气回收折标煤量大于 180 kgce/t;
- 高炉煤气利用率低于 46.5%。

若能耗指标超出上述范围，应结合元素平衡，综合考虑指标的合理性，并出具书面解释说明。高炉工序回收的焦粉、焦丁应明确后续用途，回收及使用数据应体现出物料平衡。

7.3 转炉工序

氧气、燃气消耗量、转炉煤气低位发热量及发生量、转炉煤气检化验频次及流量和成分的计量点位蒸汽回收量等。

- 转炉煤气回收折标煤量超过 31 kgce/t;
- 蒸汽回收折标煤量超过 10 kgce/t;
- 煤气使用量低于 1 kgce/t。

若能耗指标超出上述范围，应结合元素平衡，综合考虑指标的合理性，并出具书面解释说明。

7.4 电弧炉工序

燃气、电力、碳粉消耗量、余热回收量等。

8.数据验证流程

鼓励企业自主开展能效标杆示范创建的数据整理和材料准备工作，自主完成数据验证，提升企业自身能效数据基础管理和能源体系管理能力。

数据验证流程如下图所示。

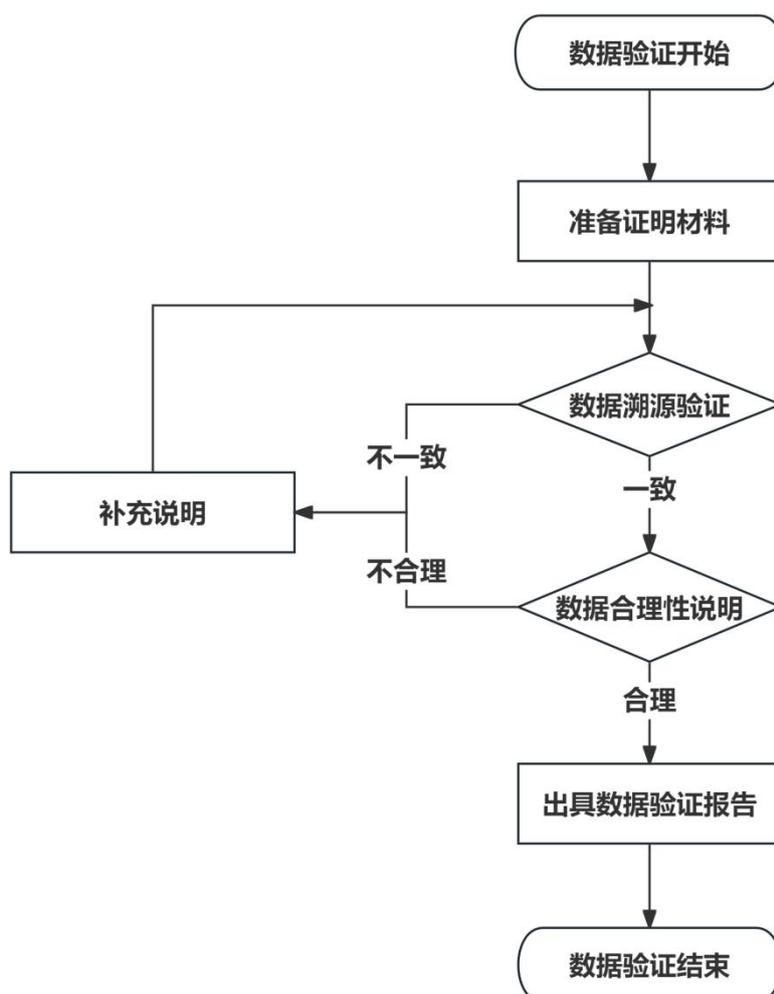


图 1：数据验证流程图

准备证明材料：企业需按《钢铁“双碳最佳实践能效标杆示范验收”数据验证手册》要求准备相应证明材料，能证明申报各工序能耗计算表中各项能源介质实物量、折标系数、另计项及操作水平真实且可追溯。

数据溯源验证：企业根据《钢铁“双碳最佳实践能效标杆示范验收”数据验证手册》，将证明材料和能耗计算表数据，逐项核对。若不一致，因相关能源介质分摊或统计范围错误等问题，企业需进行修正，并提供整改证明材料或提供补充

说明，并将数据溯源验证结果和相关说明附在最终数据验证报告中。

数据合理性说明：企业根据《钢铁“双碳最佳实践能效标杆示范验收”数据验证手册》，对各工序能耗计算表中各项能源介质进行数据合理性说明。若部分数据存在不合理情况，则企业需进行整改或提供补充说明，并将数据合理性说明结果和相关说明附在最终数据验证报告中。

出具数据验证报告：企业根据数据溯源验证和数据合理性说明结果，出具数据验证报告，数据验证报告需企业法人签字、盖章。若数据验证由企业与技术服务机构共同完成，则需企业法人和技术服务机构法人共同签字、盖章。数据验证报告具体格式见第 9 章数据验证报告模板。企业申报数据经过数据验证后为专家现场验收数据。

9.数据验证报告模板

《双碳最佳实践能效标杆示范企业数据验证报告》

- 一、企业申报验收设备情况
- 二、企业系统填报数据情况（验收期及验收期前至少连续四个季度数据）
- 三、企业申请验收数据情况（申请验证数据与“重点工序能效对标数据填报系统”验收期工序/设备数据不一致时需提供，并对相应指标项标注并说明。）
- 四、计算过程及数据溯源
- 五、数据合理性说明
- 六、佐证材料（在不影响报告完整性的前提下，尽可能以电子版形式提供）
 - （一）能耗数据实物量、折标系数佐证材料（实物量系统截图及实物量统计表、折标系数计算过程、热值系统截图及统计表、对标调整量系统截图和统计表等）。
 - （二）固体燃料购销存表。
 - （三）煤、焦炭、煤气等主要能源介质能源平衡报表。
 - （四）高炉工序数据验证补充填报表。
 - （五）其他说明文件。