

ICS 75.160.10

CCS H 32

CISA

团 体 标 准

T/CISA 473—2024

T/CCIAA 32—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 冶
金焦炭

Greenhouse gas Quantitative methods and requirements for product carbon
footprint Smelter coke

(发布稿)

2024-11-01 发布

2025-01-01 实施

中国钢铁工业协会
中国炼焦行业协会 发布

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 量化目的.....	3
5 量化范围.....	4
6 清单分析.....	5
7 影响评价.....	7
8 结果解释.....	13
9 产品碳足迹比较.....	13
10 产品碳足迹绩效追踪.....	13
11 产品碳足迹报告.....	14
12 产品碳足迹声明.....	14
附 录 A（规范性） 产品碳足迹量化数据收集表.....	15
附 录 B（资料性） 数据质量评估方法.....	19
附 录 C（资料性） 产品碳足迹报告（模板）.....	22
附 录 D（资料性） 全球变暖潜势值.....	27
附 录 E（资料性） 常用参数参考值.....	28

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。

本文件由中国钢铁工业协会、中国炼焦行业协会联合提出。

本文件由中国钢铁工业协会产品碳足迹标准化工作组（CISA/SWG6）归口。

本文件起草单位：中冶焦耐（大连）工程技术有限公司、冶金工业经济发展研究中心、欧冶云商股份有限公司、攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、中钢集团鞍山热能研究院有限公司、大连商品交易所、内蒙古包钢钢联股份有限公司、河南利源集团燃气有限公司、沂州科技有限公司、鞍钢集团钢铁研究院、江苏省镇鑫钢铁集团有限公司、太原钢铁（集团）有限公司、煤炭科学技术研究院有限公司、首钢技术研究院、鞍钢集团朝阳钢铁有限公司、马鞍山钢铁股份有限公司煤焦化公司、山西焦化集团有限公司、山西沁新能源集团股份有限公司、山西兴高能源集团股份有限公司、河北省冶金行业协会、平顶山天安煤业股份有限公司。

本文件主要起草人：张爽、李拥军、王小干、郭跃华、王明登、史慧恩、张明明、宫成云、张海峰、李亚娜、徐秀丽、林滔、张利军、高明星、栾玉元、甘秀石、吴建中、迟桂友、王晓臣、李献宏、魏东旭、许为、董明、钱伟、梅亚光、林力、宋志浩、王可、王美婷、邢梅峦、郭晓松、王岩、李东涛、钱虎林、师晋恺、孙占龙、霍英斌、李怀亮、韩群亮。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 冶金焦炭

1 范围

本文件规定了冶金焦炭产品碳足迹量化的基本规则和要求,包括术语和定义、量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹比较、产品碳足迹绩效追踪、产品碳足迹报告和产品碳足迹声明等。

本文件适用于冶金焦炭的产品碳足迹评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性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 21342 焦炭单位产品能源消耗限额
- GB/T 24025 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序
- GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB/T 32151.13 碳排放核算与报告要求 第13部分:独立焦化企业
- T/CSES 41-2021 二氧化碳捕集利用与封存术语

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

温室气体 greenhouse gas; GHG

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

注:如无特别说明,本标准中的温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化合物(HFCs)、全氟碳化合物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)和三氟化氮(NF₃)。

【来源:GB/T 32150-2015, 3.1】

3.2

产品碳足迹 carbon footprint of a product; CFP

产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

注 1：产品碳足迹可用不同的图例区分和标示具体的温室气体排放量和清除量（见表 1），产品碳足迹也可被分解到其生命周期的各个阶段。

注 2：产品碳足迹研究报告中记录了产品碳足迹的量化结果，以每个功能单位的二氧化碳当量表示。

【来源：GB/T 24067，3.1.1】

3.3

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

【来源：GB/T 24040-2008，定义3.1】

3.4

全球变暖潜势 global warming potential; GWP

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强度影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

【来源：GB/T 32150-2015，3.15】

3.5

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO₂e

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强度的单位。

注：给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

【来源：GB/T 32150-2015，3.16，有修改】

3.6

声明单位 declared unit

用来量化部分产品碳足迹的基准单位。

【来源：GB/T 24067，3.3.8】

3.7

系统边界 system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

【来源：GB/T 24044-2008，3.32，有修改】

3.8

共生产品 co-product

同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。

【来源：GB/T 24044-2008，3.10】

3.9

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

注 1：初级数据并非必须来自所研究的产品系统，因为初级数据可能涉及其他与所研究的产品系统具有可比性的产

品系统。

注 2：初级数据可以包括温室气体排放因子或温室气体活动数据。

【来源：GB/T 24067，3.6.1】

3.10

现场数据 site-specific data

从产品系统内部获得的初级数据。

注 1：所有现场数据均为初级数据，但并不是所有初级数据都是现场数据，因为数据可能是从不同产品系统内部获得的。

注 2：现场数据包括场地内一个特定单元过程的温室气体排放量和温室气体清除量。

【来源：GB/T 24067，3.6.2】

3.11

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注 1：次级数据是经权威机构验证且具有可信度的数据，可来源于数据库、公开文献、国家排放因子、计算估算数据或其他具有代表性的数据，推荐使用本土化数据库。

注 2：次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

【来源：GB/T 24067，3.6.3】

3.12

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

【来源：GB/T 32150-2015，3.12】

3.13

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

【来源：GB/T 32150-2015，3.13】

3.14

二氧化碳捕集利用与封存 carbon dioxide capture utilization and storage; CCUS

将二氧化碳从大气、工业或能源相关的排放源中分离或直接加以利用或封存，以实现二氧化碳减排或消除的工业过程。

【来源：T/CSES 41-2021，3.1】

4 量化目的

量化冶金焦炭产品生命周期所有显著的温室气体排放量和清除量（以二氧化碳当量（CO_{2e}）表示），基于本文件开展碳足迹量化的目的包括但不限于以下方面：

a) 评价产品对气候变化的潜在影响；

- b) 用于生产者与上下游供应链或消费者之间的温室气体排放信息沟通；
- c) 用于企业了解自身冶金焦炭产品碳足迹，改进生产工艺，降低排放；
- d) 用于产品宣传，提升产品附加值和竞争力，提升企业形象；
- e) 用于建立碳标签制度，以应对国际绿色贸易壁垒，提高产品低碳竞争力和贸易竞争优势。

5 量化范围

5.1 冶金焦炭

灰分和硫分含量低、强度高、粒度及性能稳定，可用于高炉炼铁、冶炼铁合金和有色金属的焦炭的总称。

5.2 声明单位

冶金焦炭的声明单位为 1 吨（1000 千克）焦炭。

5.3 系统边界

冶金焦炭产品系统边界为“从摇篮到大门”，即包括从原料洗精煤获取开始，经过精煤运输、备煤、炼焦、熄焦、筛焦等工序完成生产并运出焦炭生产工厂大门这一过程，包括精煤运输至焦化厂及厂内运输，化工产品回收工序（截止到焦炉煤气净化过程，焦炉煤气进一步深加工生产甲醇、合成氨等生产过程不包含在本边界内），同时也包括了内部能源与公辅工序。

系统边界图如图 1 所示。

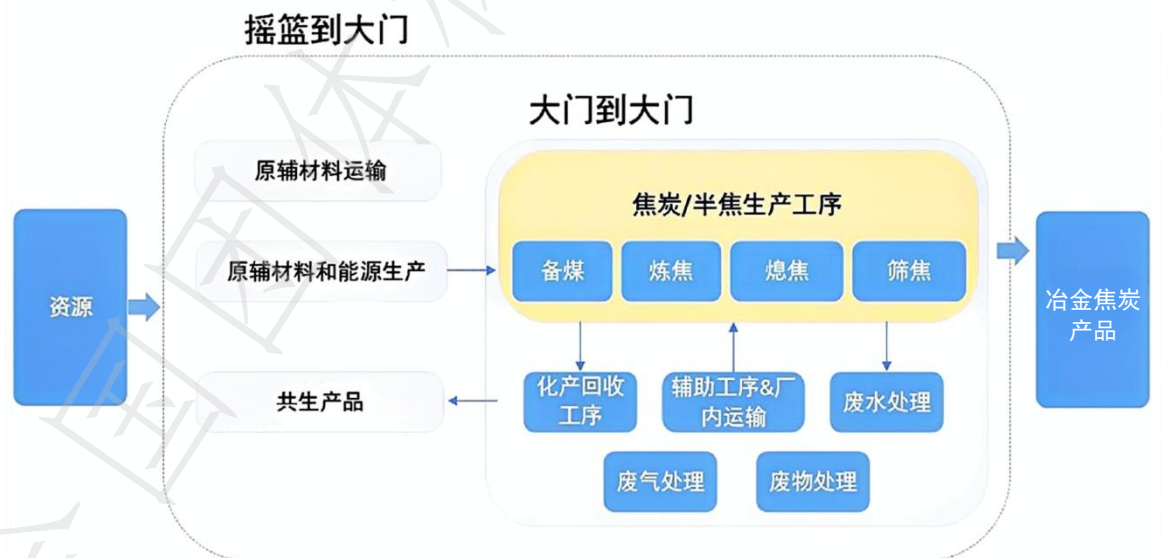


图 1 冶金焦炭产品系统边界图

本文件产品碳足迹系统边界包括原材料获取阶段、原材料运输阶段和产品生产阶段，不包括产品出厂后的使用阶段和废弃阶段。

原材料获取阶段指各类原料、辅料的生产。原材料运输阶段指主要原材料从材料生产企业到焦化企业的实际运输环节。产品生产阶段主要考虑冶金焦炭生产企业在产品生产过程所带来的环境影响。

6 清单分析

6.1 数据收集和审定

6.1.1 数据的收集

- 6.1.1.1. 现场数据是从评估产品生产的焦化厂收集的数据，以及从生命周期其他部分追溯到所评估的产品系统的数据，例如，由签约供应商提供的实际生产和运输数据。所收集的现场数据应具有代表性，现场数据可按附录 A 收集。
- 6.1.1.2. 非现场数据可使用次级数据，次级数据宜经第三方评审，同时数据格式应满足相关标准要求。次级数据可来源于国家数据库、公开文献或其他具有代表性的数据。
- 6.1.1.3. 对数据获得方式和来源应予以说明，活动数据及排放因子数据获取应满足 GB/T 32151.13 中相关要求。

6.1.2 数据质量要求

6.1.2.1. 现场数据的质量要求如下：

- a) 代表性（时间、地域、技术）：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据，数据统计的时间段一般为 1 年，年限应为近 3 年。若包括多个地域、多个工厂，应在碳足迹报告中描述，并采用基于产品的加权平均；
- b) 完整性：现场数据应按 6.2 的原则，收集生产现场数据；
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应来自于生产单元的实际生产统计记录，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等；
- d) 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等；
- e) 数据来源：现场数据可来源于测量、工程计算、采购记录等。
- f) 数据颗粒度：现场数据应按照工序单元进行数据收集。

6.1.2.2. 次级数据的质量要求

次级数据的质量要求如下：

- a) 代表性（时间、地域、技术）：次级数据的选择应与实际生产的时间一致或接近，优先选择所属区域与实际生产一致或接近，对应的生产技术也需要保持一致。
- b) 完整性：在产品系统建模层面，要满足的取舍准则是：至少定性覆盖 95% 的能源、物质和整体与环境相关的流，生命周期清单数据集原则上应涵盖所有对影响类别产生相应程度影响的基本流。
- c) 准确性：参考年份应尽可能是最新的，应优先选择原材料供应商提供的符合要求的、经第三方独立验证的上游产品生命周期评价报告中的数据。若无，应优先选择代表中国国内平均生产水平的生命周期评价数据，数据的参考年限应优先选择近年数据，一般不超过 10 年。如没有符合要求的中国国内数据，可选择国外同类技术数据作为次级数据；
- d) 一致性：应将次级数据转换为一致的物质名录后再进行计算。同一验证机构对同类产品碳足迹评估的次级数据选择应该保持一致，如果次级数据更新，则碳足迹评估报告也应更新。

6.1.2.3. 数据质量评估方法参照附录 B。

6.1.3 数据审定

数据采集过程中，应验证数据的有效性，通过物料平衡、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式，确认数据的准确性与合理性。对于异常数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足6.1.2条数据质量要求。

6.2 数据分配

共生产品是同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。对共生产品的处理按照以下程序进行分配：

(1) 尽量避免或减少出现分配。如可能，应通过将单元过程划分为两个或多个子过程并收集与这些子过程相关的环境数据，以避免分配。

(2) 如无法划分两个或多个子过程进行收集相关环境数据，需分别用物理分配法和经济分配法计算分配结果，扣除主产品的环境负荷。物理分配法是根据产品的热值（根据产品低位发热量和产品数量进行计算）进行环境负荷分配，对于无热值的产品，采用截断法，不参与分配环境负荷。经济分配法是依据每种产品的市场价值进行环境负荷的分配。表 2 为物理分配法分配原则，表 3 为经济分配法分配原则。

表 2 炼焦和熄焦工序中主要共生产品的物理分配法分配原则

工序	序号	共生产品	分配方法	分配原则
炼焦	1	焦炉煤气	物理分配法	按焦炉煤气热值占炼焦工序产品总热值比例进行分配
	2	焦油	物理分配法	按焦油热值占炼焦工序产品总热值比例进行分配
	3	粗苯	物理分配法	按粗苯热值占炼焦工序产品总热值比例进行分配
	4	硫铵/硫磺/硫酸	截断法	不参与分配
熄焦	1	焦粉	物理分配法	按焦粉热值占熄焦工序产品总热值比例进行分配
	2	除尘灰	物理分配法	按除尘灰热值占熄焦工序产品总热值比例进行分配
	3	蒸汽	物理分配法	按蒸汽热值占熄焦工序产品总热值比例进行分配
	4	干熄焦余热电	物理分配法	按电力热值占熄焦工序产品总热值比例进行分配

表 3 炼焦和熄焦工序中主要共生产品的经济分配法分配原则

工序	序号	共生产品	分配方法	分配原则
炼焦	1	焦炉煤气	经济分配法	按焦炉煤气经济价值占炼焦工序产品总经济价值比例进行分配
	2	焦油	经济分配法	按焦油经济价值占炼焦工序产品总经济价值比例进行分配
	3	粗苯	经济分配法	按粗苯经济价值占炼焦工序产品总经济价值比例进行分配
	4	硫铵/硫磺/硫酸	经济分配法	按硫铵/硫磺/硫酸经济价值占炼焦工序产品总经济价值比例进行分配
熄焦	1	焦粉	经济分配法	按焦粉经济价值占熄焦工序产品总经济价值比例进行分配
	2	除尘灰	经济分配法	按除尘灰经济价值占熄焦工序产品总经济价值比例进行分配
	3	蒸汽	经济分配法	按蒸汽经济价值占熄焦工序产品总经济价值比例进行分配
	4	干熄焦余热电	经济分配法	按电力经济价值占熄焦工序产品总经济价值比例进行分配

注：共生产品的分配仅考虑实际使用的产品，未进行使用的产品不进行环境收益的抵扣。

6.3 取舍准则

单元过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，取舍原则如下：

- 能源的所有输入均列出；
- 原料的所有输入均列出；
- 辅助材料质量小于原料总消耗 1% 的项目输入可忽略；
- 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放均可忽略；
- 取舍准则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中；
- 系统中被忽略的物料总量，不得超过质量、能量或环境排放的 5%。

6.4 清单计算

对所收集的数据进行分析、汇总和处理，可得到全部输入与输出物质和温室气体排放清单。冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表可参考附录 A。

7 影响评价

7.1 概述

冶金焦炭全生命周期碳排放应按照原辅料获取、运输、产品生产等阶段分别进行计算，同时扣除共生产品碳足迹及 CCUS 工艺的净固碳量，冶金焦炭产品生命周期碳足迹按公式（1）计算：

$$CFP = CFP_M + CFP_T + CFP_P - CFP_{COP} - CFP_{CCUS} \quad (1)$$

式中：

- CFP — 产品碳足迹，单位为吨二氧化碳当量每吨焦（t CO₂ e/t焦）；
- CFP_M — 产品在原材料获取阶段的碳足迹，单位为吨二氧化碳当量每吨焦（t CO₂ e/t焦），按式（2）计算；
- CFP_T — 产品在原材料运输阶段的碳足迹，单位为吨二氧化碳当量每吨焦（t CO₂ e/t焦），按式（3）计算；
- CFP_P — 产品在生产阶段的碳足迹，单位为吨二氧化碳当量每吨焦（t CO₂ e/t焦），按式（5）计算。
- CFP_{COP} — 共生产品碳足迹，单位为吨二氧化碳当量每吨焦（t CO₂ e/t焦），根据共生产品的分配规则进行取值或计算。
- CFP_{CCUS} — CCUS工艺的净固碳量，单位为吨二氧化碳当量每吨焦（t CO₂ e/t焦）。

在数据收集与确认完成后，将现场数据和非现场数据折算为统一的功能单位，进行产品碳足迹核算，计算公式见式（3）及式（5）。

7.2 原材料获取

$$CFP_M = \sum(M_j \times CEF_j) \quad (2)$$

式中：

M_j — 第j种原料或能源的消耗量，单位吨(t)或立方米(m³)；

CEF_j — 第j种原料或能源的生命周期温室气体排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吨(tCO₂e/t)或吨二氧化碳当量每立方米(tCO₂e/m³)。

7.3 原材料运输

$$CFP_T = \sum_i (CFP_{T,i} \times GWP_i) \quad (3)$$

式中：

$CFP_{T,i}$ — 产品在原辅料运输阶段的第i类温室气体排放量，单位为吨每吨焦 (t/t焦)，按式(4)计算；

GWP_i — 第i类温室气体的全球变暖潜势值，采用IPCC给出的100年全球变暖潜势值，见表C.1。

$$CFP_{T,i} = \sum(M_j \times D_{j,k} \times TEF_{i,k})/1000 \quad (4)$$

式中：

M_j — 第j种原料或能源（仅包含燃料）消耗量，单位为吨 (t)；

$D_{j,k}$ — 第j种原料或能源（仅包含燃料）的第k种运输方式对应的加权运输距离，单位为千米 (km)；

$TEF_{i,k}$ — 第k种运输方式对应的第i种温室气体排放因子，单位为千克每吨每千米[kg/(t km)]，见表D.1。

7.4 生产

$$CFP_P = \sum_i (CFP_{P,i} \times GWP_i) \quad (5)$$

式中：

$CFP_{P,i}$ — 产品在生产阶段的第i类温室气体排放量，单位为吨每吨焦 (t/t焦)，按式(6)计算；

GWP_i — 第i类温室气体的全球变暖潜势值，采用IPCC给出的100年全球变暖潜势值，见表C.1。

焦炭生产过程温室气体排放包括化石燃料燃烧所产生的二氧化碳排放量、工业生产过程产生的二氧化碳排放量，以及企业消费的购入电力、热力所对应的二氧化碳排放量之和，同时扣除二氧化碳回收利用量和输出的电力、热力所对应的二氧化碳排放量，按公式(6)计算：

$$CFP_{P,i} = (E_{\text{燃烧}, i} + E_{\text{过程}, i} + E_{\text{购入电}, i} + E_{\text{购入热}, i} - R_{\text{CO}_2\text{回收}} - E_{\text{输出电}, i} - E_{\text{输出热}, i}) / Q \quad (6)$$

式中：

- $E_{\text{燃烧}, i}$ — 产品生产阶段化石燃料燃烧产生的第*i*类温室气体排放量，按式(7)计算，单位为吨(t)；
- $E_{\text{过程}, i}$ — 产品生产阶段产生的第*i*类温室气体排放量，按式(11)计算，单位为吨(t)；
- $E_{\text{购入电}, i}$ — 购入电力所产生的第*i*类温室气体排放量，按式(16)计算，单位为吨(t)；
- $E_{\text{购入热}, i}$ — 购入热力所产生的第*i*类温室气体排放量，按式(17)计算，单位为吨(t)；
- $E_{\text{CO}_2\text{回收}}$ — 二氧化碳回收利用率，按式(14、15)计算，单位为吨(t)；
- $E_{\text{输出电}, i}$ — 输出电力所产生的第*i*类温室气体排放量，按式(18)计算，单位为吨(t)；
- $E_{\text{输出热}, i}$ — 输出热力所产生的第*i*类温室气体排放量，按式(19)计算，单位为吨(t)；
- Q — 产品产量，单位为吨(t)。

7.4.1 化石燃料燃烧排放

7.4.1.1 化石燃料燃烧二氧化碳排放量

化石燃料燃烧二氧化碳排放量等于各种焦炉的燃料燃烧二氧化碳排放量以及其他燃烧设备化石燃料燃烧的二氧化碳排放量之和，按式(7)计算：

$$E_{\text{燃烧}, i} = E_{\text{常规焦炉}, i} + E_{\text{热回收焦炉}, i} + E_{\text{其他燃烧设备}, i} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $E_{\text{常规焦炉}, i}$ — 常规焦炉化石燃料燃烧产生的第*i*类温室气体排放量，按式(8)计算，单位为吨(t)；
- $E_{\text{热回收焦炉}, i}$ — 热回收焦炉化石燃料燃烧产生的第*i*类温室气体排放量，按式(9)计算，单位为吨(t)；
- $E_{\text{其他燃烧设备}, i}$ — 除炼焦炉之外的其他燃烧设备化石燃料燃烧产生的第*i*类温室气体排放量，按式(10)计算，单位为吨(t)。

7.4.1.2 常规焦炉燃料燃烧二氧化碳排放量

常规焦炉化石燃料燃烧CO₂排放按式(8)进行计算：

$$E_{\text{常规焦炉}, i} = \sum_j \left(AD_j \times CC_j \times OF_j \times \frac{44}{12} \right) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- AD_j — 进入常规焦炉燃烧室的各个气体燃料品种*j* (包括焦炉煤气、高炉煤气、转炉煤气等) 的消费量，单位为万标立方米 (10⁴Nm³)；
- CC_j — 燃料品种*j*的含碳量，单位为吨碳每万标立方米 (tC/10⁴Nm³)；

OF_j — 燃料品种 j 的碳氧化率，%。

7.4.1.3 热回收焦炉化石燃料燃烧二氧化碳排放量

热回收焦炉化石燃料燃烧的二氧化碳排放量按式（9）计算：

$$E_{\text{热回收焦炉}, i} = [\sum_r (PM_r \times CC_r) - COK \times CC_{COK}] \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (9)$$

式中：

PM_r — 进入到热回收焦炉炭化室的炼焦原料 r （分别指炼焦煤及各种配料）的消费量，单位为吨（t）；

CC_r — 炼焦原料 r 的含碳量，单位为吨碳每吨（tC/t）；

COK — 热回收焦炉产出的焦炭量，单位为吨（t）；

CC_{COK} — 焦炭的含碳量，单位为吨碳每吨（tC/t）。

注：对热回收焦炉后的余热锅炉，如果不涉及补燃，不视为燃烧设备；如果涉及补燃，仅需计算余热锅炉补充燃料的化石燃料燃烧排放。

7.4.1.4 其他燃烧设备化石燃料燃烧温室气体排放量

除焦炉之外的其他燃烧设备化石燃料燃烧温室气体排放量按式（10）计算：

$$E_{\text{其他燃烧设备}, i} = \sum_j \sum_k (AD_{j,k} \times CC_{j,k} \times OF_{j,k} \times \frac{44}{12}) \dots \dots \dots (10)$$

式中：

$AD_{j,k}$ — 进入燃烧设备 k 的第 j 种化石燃料的消费量，对固体或液体燃料，单位为吨（t），对气体燃料，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；

$CC_{j,k}$ — 进入燃烧设备 k 的第 j 种化石燃料的含碳量，对固体和液体燃料，单位为吨碳每吨（tC/t），对气体燃料，单位为吨碳每万标立方米（ $\text{tC}/10^4 \text{Nm}^3$ ）；

$OF_{j,k}$ — 燃烧设备 k 中化石燃料 j 的碳氧化率，%。

7.4.2 过程排放

7.4.2.1 工业过程二氧化碳排放量

企业的工业过程二氧化碳排放量等于生产环节各种工业过程的二氧化碳排放量之和，按式（11）计算：

$$E_{\text{过程}, i} = E_{\text{炼焦过程}, i} + E_{\text{脱硫过程}, i} \dots \dots \dots (11)$$

式中：

$E_{\text{炼焦过程}, i}$ — 常规焦炉炼焦过程的第 i 类温室气体排放量，按式（12）计算，单位为吨（t）；

$E_{\text{脱硫过程}, i}$ — 脱硫过程碳酸盐分解产生的二氧化碳排放量，按式（13）计算，单位为吨（t）。

7.4.2.2 炼焦过程二氧化碳排放量

焦炉炼焦过程温室气体排放，按式（12）计算：

$$E_{\text{炼焦过程}, i} = \left[\sum_r (PM_r \times CC_r) - COK \times CC_{COK} - COG \times CC_{COG} - \sum_p (BY_p \times CC_p) \right] \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- PM_r — 进入到焦炉炭化室的炼焦原料 r （分别指炼焦煤及各种配料）的消费量，单位为吨（t）；
- CC_r — 炼焦原料 r 的含碳量，单位为吨碳每吨（tC/t）；
- COK — 焦炉产出的焦炭量，单位为吨（t）；
- CC_{COK} — 焦炭的含碳量，单位为吨碳每吨（tC/t）；
- COG — 净化回收的焦炉煤气量（包括其中回炉燃烧的焦炉煤气部分），单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；
- CC_{COG} — 焦炉煤气的含碳量，单位为吨碳每万标立方米（tC/ 10^4Nm^3 ）；
- BY_p — 煤气净化过程中回收的除焦炭及焦炉煤气外其他副产品 p （如煤焦油、粗苯、萘等）的产量，单位为吨（t）；
- CC_p — 副产品 p 的含碳量，单位为吨碳每吨（tC/t）。

7.4.2.3 脱硫过程二氧化碳排放量

脱硫过程碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，按式（13）计算：

$$E_{\text{脱硫过程}, i} = \sum_m \sum_n (AD_m \times PUR_{m,n} \times F_n \times \eta_{m,n}) \dots\dots\dots (13)$$

式中：

- AD_m — 第 m 种（批）碳酸盐原料用作脱硫剂的消耗量，单位为吨（t）；
- $PUR_{m,n}$ — 第 m 种（批）碳酸盐原料中碳酸盐组分 n 的含量，%；
- F_n — 碳酸盐组分 n 的二氧化碳质量分数，单位为吨二氧化碳每吨碳酸盐组分 n （tCO₂/t）；
- $\eta_{m,n}$ — 第 m 种（批）碳酸盐原料中碳酸盐组分 n 的分解率，%。

7.4.3 二氧化碳回收利用率

企业回收且免于排放到大气中的二氧化碳量，其中气体形态的按式(14)计算，液体形态的按式(15)计算：

$$R_{CO_2\text{回收}} = Q_{CO_2} \times PUR_{CO_2} \times 19.77 \dots\dots\dots (14)$$

$$R_{CO_2\text{回收}} = M_{CO_2} \times PUR_{CO_2} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

- Q_{CO_2} — 回收利用的二氧化碳气体体积，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；
- 19.77 — 标准状况下二氧化碳气体的密度，单位为吨二氧化碳每万标立方米（ $\text{tCO}_2/10^4\text{Nm}^3$ ）；
- M_{CO_2} — 回收利用的二氧化碳液体质量，单位为吨（t）；
- PUR_{CO_2} — 二氧化碳纯度，气体形态指摩尔浓度，单位为%（V/V）；液体形态指质量浓度，单位为%（W/W）。

7.4.4 购入和输出的电力、热力产生的排放

7.4.4.1 购入电力产生的排放

企业消费的购入电力所产生的二氧化碳排放量按公式（16）计算：

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电力}} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

- $AD_{\text{购入电}}$ — 核算和报告年度内的外购电力，单位为兆瓦时（MW·h）；
- $EF_{\text{电力}}$ — 全国电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时[$\text{t CO}_2/(\text{MW}\cdot\text{h})$]。

7.4.4.2 购入热力产生的排放

企业消费的购入热力所生产的二氧化碳排放量按公式（17）计算：

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{热力}} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

- $AD_{\text{购入热}}$ — 核算和报告年度内的外购热力，单位为吉焦（GJ）；
- $EF_{\text{热力}}$ — 热力消费的排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ $\text{t CO}_2/\text{GJ}$ ）。

7.4.4.3 输出电力产生的排放

企业输出的电力所产生的二氧化碳排放量按公式（18）计算：

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \times EF_{\text{电力}} \dots\dots\dots (18)$$

式中：

$AD_{\text{输出电}}$ — 核算和报告年度内的输出电力，单位为兆瓦时（MW·h）；

$EF_{\text{电力}}$ — 全国电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时[t CO₂/（MW·h）]。

7.4.4.4 输出热力产生的排放

企业输出的热力所产生的二氧化碳排放量按公式（19）计算：

$$E_{\text{输出热}} = AD_{\text{输出热}} \times EF_{\text{热力}} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

$AD_{\text{输出热}}$ — 核算和报告年度内的输出热力，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热力}}$ — 热力消费的排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（t CO₂/GJ）。

8 结果解释

8.1 产品碳足迹研究的生命周期结果解释阶段应包括以下步骤：

- a) 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的产品碳足迹的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程或流）；
- b) 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- c) 结论、局限性和建议的编制。

8.2 应根据产品碳足迹研究的目的是范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

- 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- 详细记录选定的分配程序；
- 说明产品碳足迹研究的局限性。

9 产品碳足迹比较

产品碳足迹量化结果可用于比较研究，如果要进行比较应遵循以下要求：

- a) 产品功能、技术性能和用途是相同的；
- b) 声明单位是相同的，系统边界的选取是等同的；
- c) 数据的收集与确认是等同的（包括数据的描述、取舍准则、数据质量要求）；
- d) 产品碳足迹的量化方法是相同的（包括数据审定、分配和产品碳足迹影响评价）。

10 产品碳足迹绩效追踪

T/CISA 473—2024

T/CCIAA 32—2024

针对同一组织的某一特定产品，宜基于本文件针对连续的数据统计周期对产品碳足迹进行绩效追踪，以改进冶金焦炭产品碳足迹对全球变暖的潜在影响。

11 产品碳足迹报告

12.1 产品碳足迹宜以报告、声明、证书和（或）标签的形式描述碳足迹量化结果，且应以声明单位的二氧化碳当量进行表述。若采用产品碳足迹证书和（或）产品碳足迹标签，宜同时出具产品碳足迹报告。如碳足迹量化结果应用于下游供应链，则应分别报送产品各生命周期阶段的量化结果，避免下游供应链碳足迹结果的重复计算。

12.2 依据本文件编制的产品碳足迹报告应符合 GB/T 24067 第 7 章的要求，冶金焦炭产品碳足迹核算报告模板可参考附录 C。

12 产品碳足迹声明

如需声明时，可按照 GB/T 24025 的规定进行，相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附录 A
(规范性)
产品碳足迹量化数据收集表

冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集情况见表 A.1~表 A.9。

表 A.1 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（原料部分）

原材料类型	项目	单位	数值	数据来源
洗精煤	消耗量	t		
	排放因子	tCO ₂ e/t		
	产地	/		/
	运输方式	/	汽运、火车或船运	/
	加权运输距离	km		
碳酸盐	消耗量	t		
	排放因子	tCO ₂ e/t		
	产地	/		/
	运输方式	/	汽运、火车或船运	/
	加权运输距离	km		
……				

表 A.2 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（常规焦炉燃烧室燃料燃烧部分）

燃料品种	项目	单位	数值	数据来源
焦炉煤气	燃烧量	10 ⁴ Nm ³		
	含碳量	吨碳/10 ⁴ Nm ³		
	低位发热量	GJ/10 ⁴ Nm ³		
	碳氧化率	%		
高炉煤气	燃烧量	10 ⁴ Nm ³		
	含碳量	吨碳/10 ⁴ Nm ³		
	低位发热量	GJ/10 ⁴ Nm ³		
	碳氧化率	%		
转炉煤气	燃烧量	10 ⁴ Nm ³		
	含碳量	吨碳/10 ⁴ Nm ³		
	低位发热量	GJ/10 ⁴ Nm ³		
	碳氧化率	%		
.....				

表 A.3 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（热回收焦炉燃料燃烧部分）

燃料品种	项目	单位	数值	数据来源
进入热回收焦炉的碳	炼焦洗精煤	活动数据	吨	
		含碳量	吨碳/吨	
		低位发热量	GJ/吨	
	其他配料	活动数据	吨	
		含碳量	吨碳/吨	
		低位发热量	GJ/吨	
输出热回收焦炉的碳	焦炭	活动数据	吨	
		含碳量	吨碳/吨	
		低位发热量	GJ/吨	
.....				

表 A.4 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（其他燃烧设备化石燃料燃烧部分）

燃料品种	项目	单位	数值	数据来源
无烟煤	燃烧量	t		
	含碳量	tC/t		
	低位发热量	GJ/t		
	碳氧化率	%		
烟煤	燃烧量	t		
	含碳量	tC/t		
	低位发热量	GJ/t		
	碳氧化率	%		
焦炭	燃烧量	t		
	含碳量	tC/t		
	低位发热量	GJ/t		
	碳氧化率	%		
燃料油	燃烧量	t		
	含碳量	tC/t		
	低位发热量	GJ/t		
	碳氧化率	%		
汽油	燃烧量	t		
	含碳量	tC/t		
	低位发热量	GJ/t		
	碳氧化率	%		
柴油	燃烧量	t		
	含碳量	tC/t		
	低位发热量	GJ/t		
	碳氧化率	%		
天然气	燃烧量	10 ⁴ Nm ³		
	含碳量	tC/10 ⁴ Nm ³		
	低位发热量	GJ/10 ⁴ Nm ³		
	碳氧化率	%		
炼厂干气	燃烧量	10 ⁴ Nm ³		
	含碳量	tC/10 ⁴ Nm ³		
	低位发热量	GJ/10 ⁴ Nm ³		
	碳氧化率	%		
其他能源品种	燃烧量	t 或 10 ⁴ Nm ³		
	含碳量	tC/t, 或 tC/10 ⁴ Nm ³		
	低位发热量	GJ/t, 或 GJ/10 ⁴ Nm ³		
	碳氧化率	%		

表 A.5 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（常规焦炉炼焦过程）

燃料品种		项目	单位	数值	数据来源
进入炭化室的碳	炼焦洗精煤	活动数据	t		
		含碳量	tC/t		
	其他配料	活动数据	t		
		含碳量	tC/t		
输出炭化室的碳	焦炭	活动数据	t		
		含碳量	tC/t		
	焦粉	活动数据	t		
		含碳量	tC/t		
	焦炉煤气	活动数据	10 ⁴ Nm ³		
		含碳量	tC/10 ⁴ Nm ³		
	煤焦油	活动数据	t		
		含碳量	tC/t		
	粗苯	活动数据	t		
		含碳量	tC/t		

表 A.6 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（脱硫过程碳酸盐分解部分）

碳酸盐原料种类（批次）	用作脱硫剂的消耗量（t 碳酸盐原料）	碳酸盐组分	碳酸盐组分的含量(%)	碳酸盐组分的二氧化碳质量分数（tCO ₂ /t 碳酸盐组分）	分解率(%)
		CaCO ₃			
		MgCO ₃			
		Na ₂ CO ₃			

表 A.7 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（二氧化碳回收利用部分）

液态二氧化碳回收利用量（t）	液态二氧化碳质量浓度（%）	气态二氧化碳回收利用量（10 ⁴ Nm ³ ）	气态二氧化碳摩尔浓度（%）	气态二氧化碳密度（t/10 ⁴ Nm ³ ）

表 A.8 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（购入和输出的电力部分）

项目	电量(MWh)	排放因子(tCO ₂ /MWh)	排放量(tCO ₂)
购入			
输出			

表 A.9 冶金焦炭产品碳足迹量化数据收集表（购入和输出的热力部分）

项目	热量(GJ)	排放因子(tCO ₂ /GJ)	排放量(tCO ₂)
购入			
输出			

附录 B
(资料性)
数据质量评估方法

数据收集后，应对所收集数据的有效性进行检查，确保数据符合质量要求。

现场数据的数据质量等级通过以下公式 (B.1) 计算：

$$DQR_{AD} = \frac{TiR_{AD} + TeR_{AD} + GeR_{AD} + P_{AD}}{4} \quad \text{式 (B.1)}$$

式中：

- DQR_{AD} — 现场数据质量等级；
- TiR_{AD} — 现场数据的时间代表性；
- TeR_{AD} — 现场数据的技术代表性；
- GeR_{AD} — 现场数据的地理代表性；
- P_{AD} — 现场数据的准确性。

针对现场数据的实际情况，根据表 B.1 对 TiR_{AD} 、 TeR_{AD} 、 GeR_{AD} 、 P_{AD} 四项参数进行评分：

表 B.1 现场数据 TiR_{AD} 、 TeR_{AD} 、 GeR_{AD} 、 P_{AD} 四项参数评分表

分值 (分)	参数			
	TiR_{AD}	TeR_{AD}	GeR_{AD}	P_{AD}
1	采用最近一年度的数据	能准确反映工序采用的技术	能准确反映工序的使用地区	测量/计算并通过外部验证
2	采用最近两年度的数据	可以代表工序采用的技术	大致能反映工序的使用地区	测量/计算并且内部验证，可信度经过审查
3	采用最近三年度的数据	不适用	不适用	测量/计算/参考文献，并且可信度未经过审查，或者有一定程度的估算但经过审查
4~5	不适用	不适用	不适用	不适用

评分后，将 TiR_{AD} 、 TeR_{AD} 、 GeR_{AD} 、 P_{AD} 四项参数的分值代入公式进行计算，要求最终 $DQR_{AD} \leq 1.5$ 分，则认为收集的现场数据质量合格。

次级数据的数据质量等级通过以下公式 (B.2) 计算：

$$DQR_{EF} = \frac{TiR_{EF} + TeR_{EF} + GeR_{EF}}{3} \quad \text{式 (B.2)}$$

式中：

- DQR_{EF} — 次级数据质量等级；
- TiR_{EF} — 次级数据的时间代表性；
- TeR_{EF} — 次级数据的技术代表性；
- GeR_{EF} — 次级数据的地理代表性；

T/CISA 473—2024

T/CCIAA 32—2024

针对次级数据的实际情况，根据表 B.2 对 TiR_{EF} 、 TeR_{EF} 、 GeR_{EF} 三项参数进行评分：

全国团体标准信息平台

表 B.2 背景数据 TiR_{EF} 、 TeR_{EF} 、 GeR_{EF} 三项参数评分表

分值 (分)	参数		
	TiR_{EF}	TeR_{EF}	GeR_{EF}
1	背景数据在有效期内	背景数据对应的技术与实际使用的技术完全相同	背景数据对应的技术与实际使用的技术在同一国家有应用
2	背景数据发布日期不超过有效期 2 年	背景数据对应的技术包括在实际使用的技术中	背景数据对应的技术与实际使用的技术在同一地区有应用
3	背景数据发布日期不超过有效期 4 年	背景数据对应的技术部分包括在实际使用的技术组合中	背景数据对应的技术只在实际使用的技术覆盖的其中一个地区有应用
4	背景数据发布日期不超过有效期 6 年	背景数据对应的技术与实际使用的技术类似	背景数据对应的技术不属于实际使用技术的覆盖地区，但是专家对地区间的相似性进行了充分评估
5	背景数据发布日期超过有效期 6 年或有效期不明确	背景数据对应的技术与实际使用的技术不同	背景数据对应的技术不属于实际使用技术的覆盖地区

评分后，将 TiR_{EF} 、 TeR_{EF} 、 GeR_{EF} 三项参数的分值代入公式进行计算，要求最终 $DQR_{EF} \leq 3.0$ 分，则认为采用的背景数据质量合格。

针对收集来的现场生产数据，企业应根据各工序化学反应特点进行元素平衡核算，如进行碳平衡核算，各项平衡核算允许相对偏差值为 $\pm 5\%$ 以内，系统总的物料平衡允许相对偏差值、碳元素允许相对偏差值均应在 $\pm 5\%$ 以内。

附录 C
(资料性)
产品碳足迹报告 (模板)

产品碳足迹报告 (模板)

产 品 名 称 : _____

产 品 规 格 型 号 : _____

生 产 者 名 称 : _____

报 告 编 号 : _____

编 制 人 员 : _____

出具报告机构(如有) : _____ (盖章)

日 期 : _____ 年 _____ 月 _____ 日

一、概况

1、生产者信息

生产者名称：_____

地 址：_____

统一社会信用代码：_____

法定代表人：_____

授权人（联系人）：_____

联系电话：_____

企业概况：_____

2、产品信息

产品名称：_____

产品执行标准：_____

产品功能：_____

产品介绍：_____

产品生产周期产量：_____

产品图片：_____

3、量化方法

依据标准：_____

二、量化目的

三、量化范围

1、声明单位

以_____为声明单位。

2、系统边界

对冶金焦炭碳足迹的核算涵盖了产品生命周期从摇篮到大门阶段，属于从摇篮到厂门模式，确定生命周期包括以下 3 个阶段。

——原材料获取

T/CISA 473—2024

T/CCIAA 32—2024

——原材料运输

——生产

据此建立系统边界图，如图 1：

图 1 冶金焦炭产品碳足迹量化系统边界图

3、取舍准则

采用的取舍准则以_____为依据，具体规则如下：

4、时间范围

_____年度。

四、清单分析

1、数据来源说明

初级数据：_____

次级数据：_____

2、分配原则与程序

分配依据：_____

分配程序：_____

具体分配情况如下：

3、清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 1。

表 1 冶金焦炭产品生命周期碳排放清单说明

	生命周期阶段	活动数据	排放因子	温室气体量 (kg/t 焦)
原材料获取	精煤			
	洗油			
	碳酸钠			
	碳酸钙			
	碳酸氢钠			
	……			
	小计		/	/
原材料运输	精煤			
	洗油			

		碳酸钠			
		碳酸钙			
		碳酸氢钠			
		……			
		小计	/	/	
生产	燃烧	焦炉煤气			
		高炉煤气			
		柴油			
		……			
	过程	精煤			
		焦炭			
		焦粉			
		焦炉煤气			
		煤焦油			
		粗苯			
		碳酸钠			
		碳酸钙			
		碳酸氢钠			
	……				
		购入电			
		购入热			
		CO ₂ 回收			
		输出电			
		输出热			
		小计	/	/	

4、数据质量评价（可选项）

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的初级数据和次级数据进行评价，具体评价内容包括：数据来源、完整性、数据代表性（时间、地理、技术）和准确性。

五、影响评价

1、影响类型和特征化因子选择

一般选择政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的最新 100 年全球变暖潜势（GWP）。

2、产品碳足迹结果计算

说明冶金焦炭产品应用本文件计算公式进行碳足迹计算的过程。

3、附加环境信息（如有）

六、结果解释

1、结果说明

_____公司（填写产品生产者的全名）生产的_____（填写所评价的产品名称，每声明单位的产品），从_____（填写某生命周期阶段）到_____（填写某生命周期阶段）生命周期碳足迹为_____kgCO₂e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 2 和图 2 所示。

表 2 冶金焦炭产品生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹（kg CO ₂ e/t 焦）	百分比（%）
原料获取阶段		
原料运输阶段		
产品生产阶段		
总计		

图 2 冶金焦炭各生命周期阶段碳排放分布图

注：具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或是柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

2、假设和局限性说明（可选项）

结合量化情况，对范围、数据选择、情景设定等相关的假设和局限进行说明。

3、改进建议

4、产品碳足迹绩效追踪（如有）

附 录 D
(资料性)
全球变暖潜势值

温室气体全球变暖潜势见表 D.1。

表 D.1 部分温室气体的全球变暖潜势

气体名称	化学分子式	100 年的全球变暖潜势(截至出版时)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
六氟化硫	SF ₆	23900
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8690
全氟碳化物 (PFCs)		
全氟甲烷(四氟甲烷)	CF ₄	7380
全氟乙烷(六氟乙烷)	C ₂ F ₆	12400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8620
注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于 IPCC 《气候变化报告 2021：自然科学基础 第一工作组对 IPCC 第六次评估报告的贡献》		

附录 E
(资料性)
常用参数参考值

相关参数缺省值见表 E.1~表 E.4。

表 E.1 常见化石燃料相关参数的缺省值

燃料品种	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)	燃料碳氧化率 (%)	
固体燃料	无烟煤	t	26.7	27.4×10 ⁻³	94
	烟煤	t	19.570	26.1×10 ⁻³	93
	褐煤	t	11.9	28×10 ⁻³	96
	炼焦洗精煤	t	29.727 (灰分 10%)	25.41×10 ⁻³	90
	其他洗煤	t	12.545	25.41×10 ⁻³	90
	型煤	t	17.460	33.6×10 ⁻³	90
	其他煤制品	t	17.460	33.6×10 ⁻³	98
	焦炭	t	28.435	29.5×10 ⁻³	93
	石油焦	t	32.5	27.50×10 ⁻³	98
液体燃料	原油	t	41.816	20.1×10 ⁻³	98
	燃料油	t	41.816	21.1×10 ⁻³	98
	汽油	t	43.070	18.9×10 ⁻³	98
	柴油	t	42.652	20.2×10 ⁻³	98
	一般煤油	t	43.070	19.6×10 ⁻³	98
	液化天然气	t	51.498	15.3×10 ⁻³	98
	液化石油气	t	50.179	17.2×10 ⁻³	98
	石脑油	t	44.5	20.0×10 ⁻³	98
	焦油	t	33.453	22.0×10 ⁻³	98
	粗苯	t	41.816	22.7×10 ⁻³	98
	其他石油制品	t	41.031	20.0×10 ⁻³	98
气体燃料	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31	15.3×10 ⁻³	99
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.00	70.80×10 ⁻³	99
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.00	49.60×10 ⁻³	99
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	179.81	13.58×10 ⁻³	99
	炼厂干气	t	45.998	18.2×10 ⁻³	99
	其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.270	12.2×10 ⁻³	99

数据取值来源于《碳排放核算与报告要求 第 13 部分：独立焦化企业》(GB/T 32151.13-2023)。

表 E.2 常见碳酸盐的二氧化碳质量分数

序号	碳酸盐	二氧化碳质量分数 (tCO ₂ /t 碳酸盐)
1	CaCO ₃	0.440
2	MgCO ₃	0.522
3	Na ₂ CO ₃	0.415
4	NaHCO ₃	0.524
5	FeCO ₃	0.380
6	MnCO ₃	0.383
7	BaCO ₃	0.223
8	Li ₂ CO ₃	0.595
9	K ₂ CO ₃	0.318
10	SrCO ₃	0.298
11	CaMg(CO ₃) ₂	0.477

数据取值来源于《碳排放核算与报告要求 第13部分：独立焦化企业》（GB/T 32151.13-2023）。

表 E.3 饱和蒸汽热焓表

压力 (MPa)	温度 (°C)	焓 (kJ/kg)	压力 (MPa)	温度 (°C)	焓 (kJ/kg)
0.001	6.98	2513.8	1.00	179.88	2777.0
0.002	17.51	2533.2	1.10	184.06	2780.4
0.003	24.10	2545.2	1.20	187.96	2783.4
0.004	28.98	2554.1	1.30	191.6	2786.0
0.005	32.90	2561.2	1.40	195.04	2788.4
0.006	36.18	2567.1	1.50	198.28	2790.4
0.007	39.02	2572.2	1.60	201.37	2792.2
0.008	41.53	2576.7	1.40	204.3	2793.8
0.009	43.79	2580.8	1.50	207.1	2795.1
0.010	45.83	2584.4	1.90	209.79	2796.4
0.015	54.00	2598.9	2.00	212.37	2797.4
0.020	60.09	2609.6	2.20	217.24	2799.1
0.025	64.99	2618.1	2.40	221.78	2800.4
0.030	69.12	2625.3	2.60	226.03	2801.2
0.040	75.89	2636.8	2.80	230.04	2801.7
0.050	81.35	2645.0	3.00	233.84	2801.9
0.060	85.95	2653.6	3.50	242.54	2801.3
0.070	89.96	2660.2	4.00	250.33	2799.4
0.080	93.51	2666.0	5.00	263.92	2792.8
0.090	96.71	2671.1	6.00	275.56	2783.3
0.10	99.63	2675.7	7.00	285.8	2771.4
0.12	104.81	2683.8	8.00	294.98	2757.5
0.14	109.32	2690.8	9.00	303.31	2741.8
0.16	113.32	2696.8	10.0	310.96	2724.4
0.18	116.93	2702.1	11.0	318.04	2705.4
0.20	120.23	2706.9	12.0	324.64	2684.8
0.25	127.43	2717.2	13.0	330.81	2662.4
0.30	133.54	2725.5	14.0	336.63	2638.3
0.35	138.88	2732.5	15.0	342.12	2611.6
0.40	143.62	2738.5	16.0	347.32	2582.7
0.45	147.92	2743.8	17.0	352.26	2550.8
0.50	151.85	2748.5	18.0	356.96	2514.4
0.60	158.84	2756.4	19.0	361.44	2470.1
0.70	164.96	2762.9	20.0	365.71	2413.9
0.80	170.42	2768.4	21.0	369.79	2340.2
0.90	175.36	2773.0	22.0	373.68	2192.5

表 E.4 过热蒸汽热焓表

单位: kJ/kg

温度	压力											
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa
0°C	0	0.1	0.5	1	3	5	7.1	10.1	14.1	20.1	25.1	30
10°C	42	42.1	42.5	43	44.9	46.9	48.8	51.7	55.6	61.3	66.1	70.8
20°C	83.9	84	84.3	84.8	86.7	88.6	90.4	93.2	97	102.5	107.1	111.7
40°C	167.4	167.5	167.9	168.3	170.1	171.9	173.6	176.3	179.8	185.1	189.4	193.8
60°C	2611.3	251.2	251.2	251.9	253.6	255.3	256.9	259.4	262.8	267.8	272	276.1
80°C	2649.3	335	335.3	335.7	337.3	338.8	340.4	342.8	346	350.8	354.8	358.7
100°C	2687.3	2676.5	419.4	419.7	421.2	422.7	424.2	426.5	429.5	434	437.8	441.6
120°C	2725.4	2716.8	503.9	504.3	505.7	507.1	508.5	510.6	513.5	517.7	521.3	524.9
140°C	2763.6	2756.6	589.2	589.5	590.8	592.1	593.4	595.4	598	602	605.4	603.1
160°C	2802	2796.2	2767.3	675.7	676.9	678	679.2	681	683.4	687.1	690.2	693.3
180°C	2840.6	2835.7	2812.1	2777.3	764.1	765.2	766.2	767.8	769.9	773.1	775.9	778.7
200°C	2879.3	2875.2	2855.5	2827.5	853	853.8	854.6	855.9	857.7	860.4	862.8	856.2
220°C	2918.3	2914.7	2898	2874.9	943.9	944.4	945.0	946	947.2	949.3	951.2	953.1
240°C	2957.4	2954.3	2939.9	2920.5	2823	1037.8	1038.0	1038.4	1039.1	1040.3	1041.5	1024.8
260°C	2996.8	2994.1	2981.5	2964.8	2885.5	1135	1134.7	1134.3	1134.1	1134	1134.3	1134.8
280°C	3036.5	3034	3022.9	3008.3	2941.8	2857	1236.7	1235.2	1233.5	1231.6	1230.5	1229.9
300°C	3076.3	3074.1	3064.2	3051.3	2994.2	2925.4	2839.2	1343.7	1339.5	1334.6	1331.5	1329
350°C	3177	3175.3	3167.6	3157.7	3115.7	3069.2	3017.0	2924.2	2753.5	1648.4	1626.4	1611.3
400°C	3279.4	3278	3217.8	3264	3231.6	3196.9	3159.7	3098.5	3004	2820.1	2583.2	2159.1
420°C	3320.96	3319.68	3313.8	3306.6	3276.9	3245.4	3211.0	3155.98	3072.72	2917.02	2730.76	2424.7
440°C	3362.52	3361.36	3355.9	3349.3	3321.9	3293.2	3262.3	3213.46	3141.44	3013.94	2878.32	2690.3

T/CISA 473—2024
T/CCIAA 32—2024

温度	压力											
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa
450°C	3383.3	3382.2	3377.1	3370.7	3344.4	3316.8	3288.0	3242.2	3175.8	3062.4	2952.1	2823.1

表 D.5 过热蒸汽热焓表 (续)

单位: kJ/kg

温度	压力											
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa
460°C	3404.42	3403.34	3398.3	3392.1	3366.8	3340.4	3312.4	3268.58	3205.24	3097.96	2994.68	2875.26
480°C	3446.66	3445.62	3440.9	3435.1	3411.6	3387.2	3361.3	3321.34	3264.12	3169.08	3079.84	2979.58
500°C	3488.9	3487.9	3483.7	3478.3	3456.4	3433.8	3410.2	3374.1	3323	3240.2	3165	3083.9
520°C	3531.82	3530.9	3526.9	3521.86	3501.28	3480.12	3458.6	3425.1	3378.4	3303.7	3237	3166.1
540°C	3574.74	3573.9	3570.1	3565.42	3546.16	3526.44	3506.4	3475.4	3432.5	3364.6	3304.7	3241.7
550°C	3593.2	3595.4	3591.7	3587.2	3568.6	3549.6	3530.2	3500.4	3459.2	3394.3	3337.3	3277.7
560°C	3618	3617.22	3613.64	3609.24	3591.18	3572.76	3554.1	3525.4	3485.8	3423.6	3369.2	3312.6
580°C	3661.6	3660.86	3657.52	3653.32	3636.34	3619.08	3601.6	3574.9	3538.2	3480.9	3431.2	3379.8
600°C	3705.2	3704.5	3701.4	3697.4	3681.5	3665.4	3649.0	3624	3589.8	3536.9	3491.2	3444.2

全国团体标准信息平台
