

ICS 27.060.30

J98

团 体 标 准

T/ CBWA XXXX—XXXX T/CASEI XXX-XXXX

工业锅炉产品碳足迹核算方法

Accounting method for carbon footprint of industrial
boiler products

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国锅炉及锅炉水处理协会
中国特种设备检验协会

发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 核算边界.....	3
5 碳足迹核算方法.....	5
6 数据收集.....	8
7 核算流程及报告要求.....	10
附录 A	11
附录 B	12

前 言

本文件按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。

本文件由中国锅炉与锅炉水处理协会、中国特种设备检验协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

工业锅炉产品碳足迹核算方法

1 范围

本文件规定了工业锅炉产品碳足迹核算相关的术语和定义、核算边界、核算方法、数据收集、核算报告等内容。

本文件适用于工业锅炉产品碳足迹的核算，其他锅炉可参照使用。

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/T 213 煤的发热量测定方法
GB/T 384 石油产品热值测定法
GB/T 22723 天然气能量的测定
GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉
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 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
ISO 14067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
T/CASEI XXX-XXXX 特种设备产品碳足迹核算通则
T/CBWA XXXX 锅炉温室气体排放测试与计算方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业锅炉 industrial boiler

是指利用各种能源将所盛装的液体加热到一定的参数，且对外输出的热能主要用于工业生产和/或民用的锅炉。

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，基于采用气候变化单一影响类型的生命周期评价。

[ISO 14067, 定义 3.1.1.1]

3.3

部分产品碳足迹 partial carbon footprint of a product

产品系统中一个或多个选定过程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，基于生命周期中选定的阶段和过程。

[ISO 14067, 定义 3.1.1.2]

3.4

产品碳足迹核算 accounting for carbon footprint of a product

核实计算产品碳足迹或部分产品碳足迹的活动。

3.5

温室气体 greenhouse gas

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、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

[GB/T 32150, 术语和定义 3.1]

注：如无特别说明，本文件中的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）。

3.6

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

CO₂e

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

[GB/T 32150, 定义3.16]。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

3.7

全球变暖潜势 global warming potential

GWP

指数，基于温室气体的辐射特性，测量当前大气中单位质量的给定温室气体脉冲发射后在选定时间范围内积分后的辐射强迫，相对二氧化碳的辐射强迫。

[ISO14067-2018, 定义 3.1.2.4]

3.8

温室气体排放 emission of greenhouse gases

特定时段内释放到大气中的温室气体总量（以质量单位计算）。

[GB/T 32150, 定义 3.6]

3.9

温室气体清除 greenhouse gas removal

从大气中提取温室气体。

[ISO 14067, 定义 3.1.2.6]

3.10

碳（温室气体）排放因子 carbon (greenhouse gas) emission factor

表征单位生产或消费活动量的碳（温室气体）排放的系数。

3.11

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。

[GB/T 24044, 定义 3.32]

3.12

功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[GB/T 24044, 定义 3.20]

3.13

申明单位 (declared unit)

在部分产品碳足迹量化中用作参考单位的产品数量。

[ISO 14067, 定义 3.1.3.8]

3.14

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。

[GB/T 24040, 定义 3.1]

3.15

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。

[GB/T 32150, 定义 3.12]

3.16

初级数据 primary data

对单元过程或活动进行直接测量的数据或基于原始来源的直接测量数据进行计算而得到的数据。

[ISO 14067, 定义 3.1.7.1]

3.17

次级数据 secondary data

从直接测量或基于直接测量计算以外的来源获得的数据。

[ISO 14067, 定义 3.1.7.3]

3.18

取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数据或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所作的规定。

[GB/T 24040, 定义 3.18]

3.19

产热量 heat production

在评价周期内, 锅炉使用设计燃料在额定参数下连续运行产生的总热量。

3.20

温室气体排放强度 Greenhouse gas emission intensity

稳定工况下锅炉每单位输出热量对应的温室气体排放总量。

3.21

温室气体直接排放强度 Direct greenhouse gas emission intensity

稳定工况下锅炉每单位输出热量对应的温室气体直接排放量。

4 核算边界

4.1 产品组成

工业锅炉产品系统包括锅炉本体及辅助设备与系统, 如给(补)水系统、水处理系统、鼓风机、引

风机、再循环风机、燃料制备系统、燃料供给系统、灰渣废气处理与排放系统、控制系统等。

工业锅炉产品的主要技术参数包括：

- a) 锅炉型号；
- b) 锅炉出口介质；
- c) 额定负荷；
- d) 额定压力；
- e) 出口介质温度；
- f) 进口介质温度；
- g) 设计燃料；
- h) 燃烧方式；
- i) 燃烧器型号；
- j) 锅炉热效率；
- k) 排烟温度；
- l) 排烟处过量空气系数。

4.2 生命周期系统边界

工业锅炉产品生命周期的系统边界分为两类，见图 1：

- a) 边界 1：从“摇篮”到“大门”，包括原材料获取阶段、生产阶段；
- b) 边界 2：从“摇篮”到“坟墓”，包括原材料获取阶段、生产阶段、使用阶段和处置回收阶段。

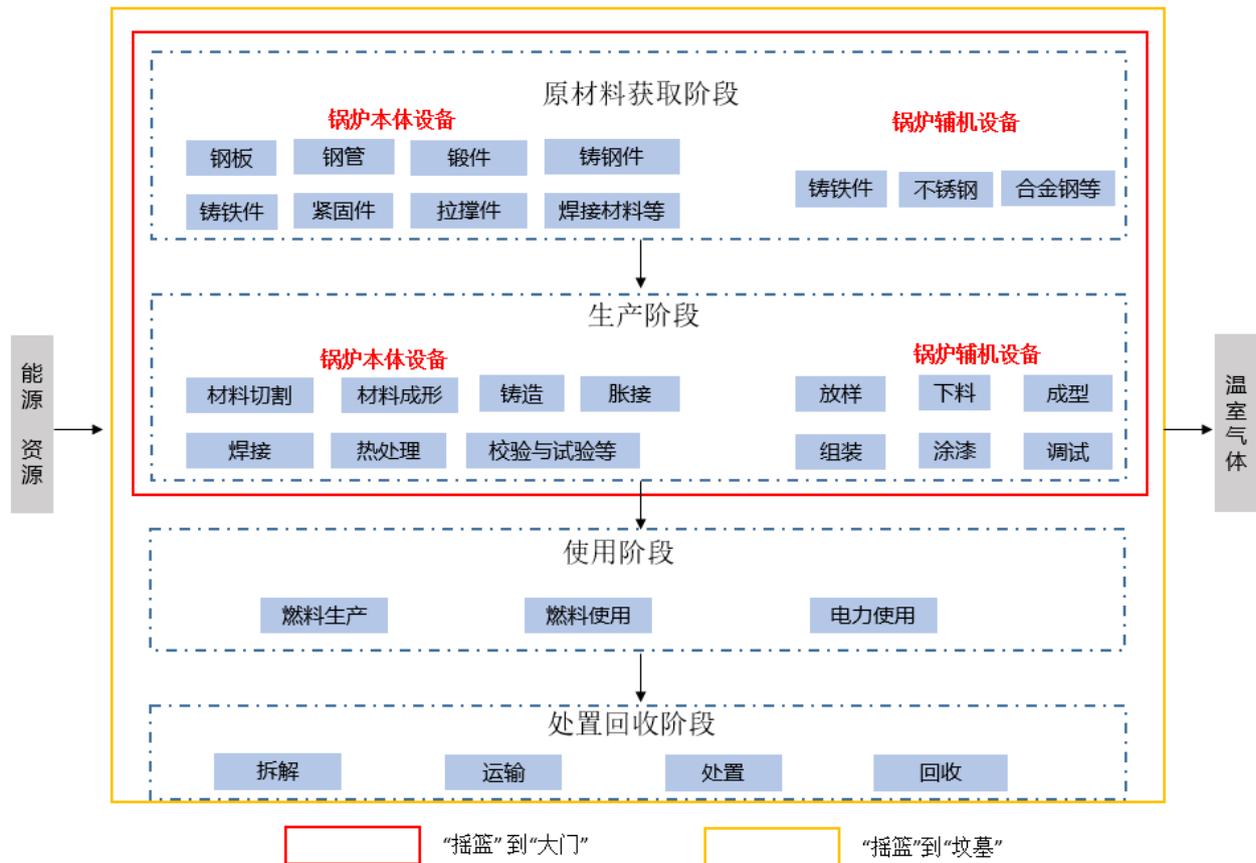


图 1 锅炉生命周期系统边界示意图

4.2.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段即资源的获取和材料的生产阶段，包括资源开采、加工提纯、生产制造等过程，不包括使用与废弃环节。

4.2.2 生产阶段

生产阶段，即锅炉本体设备的生产制造阶段，包括材料切割、材料成形、表面处理、铸造、胀接、焊接、热处理、检验与试验、包装、运输、安装等环节，还包括辅机设备的生产制造阶段，包括放样、下料、成型、组装、涂漆和调试等。

4.2.3 使用阶段

使用阶段，即锅炉本体及辅机的使用、维修保养、改造等环节。

4.2.4 处置回收阶段

处置回收阶段，即锅炉本体及辅机报废后的拆解、运输、处置、回收等环节。

4.3 申明单位和功能单位

申明单位对应的是生命周期边界 1，功能单位对应的是生命周期边界 2。

申明单位为一台工业锅炉产品。

功能单位为一台工业锅炉产品生命周期内提供 1GJ 的热量，生命周期服役年限按 20 年计算，年运行小时数为 4000 小时。

4.4 排放源

对工业锅炉产品生命周期系统边界内温室气体排放进行核算时，温室气体的排放来自各种过程，这些过程包括但不限于：

- a) 燃料燃烧，其中生物质燃料燃烧产生的温室气体排放应单独核算并在报告中给予说明，但不计入温室气体排放总量；
- b) 除燃料燃烧之外造成温室气体直接排放的物理或化学过程，其中余热锅炉使用工业废气中的温室气体应单独注明；
- c) 电力、热力的使用，如企业外购绿色电力电量，且可精确计量时，该部分电量可从外购电量中扣除。

5 碳足迹核算方法

5.1 锅炉产品碳足迹

锅炉生命周期系统边界 1 碳足迹按公式（1）计算，系统边界 2 碳足迹按公式（2）计算：

$$E_1 = E_m + E_p \quad (1)$$

式中：

E_1 —锅炉生命周期系统边界 1 的碳足迹，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

E_m —单台锅炉原材料获取阶段温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

E_p —单台锅炉生产阶段温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$$E_2 = (E_m + E_p + E_u + E_r)/Q \times 10^3 \quad (2)$$

式中：

E_2 —锅炉生命周期系统边界 2 的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每吉焦（kgCO₂e/GJ）；

E_u —单台锅炉使用阶段温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

E_r —单台锅炉处置回收阶段温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

Q —产热量，单位为吉焦（GJ）。

5.2 锅炉生命周期各阶段的温室气体排放

5.2.1 原材料获取阶段的温室气体排放

原材料获取阶段温室气体排放按公式（3）计算：

$$E_m = \sum_i AD_{m,i} \times EF_{m,i} \quad (3)$$

式中：

$AD_{m,i}$ —第 i 种原材料的消耗量，单位为吨（t）；

$EF_{m,i}$ —第 i 种原材料对应的生命周期温室气体排放因子（摇篮到大门），单位为吨二氧化碳当量/吨（tCO₂e/t）；

i —原材料种类。

5.2.2 生产阶段的温室气体排放

生产阶段温室气体排放按公式（4）计算：

$$E_p = E_f + E_e + E_h + E_t \quad (4)$$

式中：

E_f —燃料消耗产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

E_e —外购电力产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

E_h —外购热力产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

E_t —焊接保护气二氧化碳逃逸排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

燃料消耗产生的温室气体排放量按公式（5）计算：

$$E_f = \sum_x (AD_x \times EF_x + AD'_x \times EF'_x) \quad (5)$$

式中：

x —燃料种类；

AD_x —第 x 种燃料的净消耗量，单位为吨（t）、万立方米（10⁴m³）等，根据具体能源品种确定；

EF_x —第 x 种燃料生产过程对应的生命周期温室气体排放因子（摇篮到大门），单位为吨二氧化碳当量/吨（tCO₂e/t）、吨二氧化碳当量/万立方米（tCO₂e/10⁴m³），根据具体能源品种确定；

EF'_x —第 x 种能源使用的温室气体排放因子，单位为吨二氧化碳当量/吨（tCO₂e/t）、吨二氧化碳当量/万立方米（tCO₂e/10⁴m³）等，根据具体能源品种确定，按公式（6）计算：

$$EF'_x = NCV_x \times CC_x \times OF_x \times 44/12 \times 10^{-2} \quad (6)$$

式中：

NCV_x —第 x 种燃料的低位发热量，单位为吉焦/吨（GJ/t）或吉焦/万立方米（GJ/10⁴m³）；

CC_x —第 x 种燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/吉焦（tC/GJ）；

OF_x —第 x 种燃料的碳氧化率，单位为%。

外购电力产生的温室气体排放量按公式（7）计算：

$$E_e = AD_e \times EF_e \quad (7)$$

式中：

AD_e —外购电力用量，单位为兆瓦时（MWh）；

EF_e —电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳当量/兆瓦时（tCO₂e/MWh）。

外购热力产生的温室气体排放量按公式（8）计算：

$$E_h = AD_h \times EF_h \quad (8)$$

式中：

AD_h —外购热力用量，单位为吉焦（GJ）；

EF_h —热力供应排放因子，单位为吨二氧化碳当量/吉焦（tCO₂e/GJ）。

注：如企业外购绿色电力电量，且可精确计量时，该部分电量可从外购电量中扣除。外购电力和热力温室气体排放因子的缺省值见附录B表B.2。

焊接保护气二氧化碳逃逸排放量按公式（9）计算：

$$E_t = \sum_k \left(\frac{P_k \times W_k}{22.4} \times 44 \times 10^{-8} \right) \quad (9)$$

式中：

P_k —第 k 种混合保护气体中 CO₂ 的体积百分比，单位为%；

W_k —第 k 种混合保护气的体积，单位为升（L）；

k —保护气类型。

5.2.3 使用阶段的温室气体排放

使用阶段的温室气体排放按公式（10）或（11）计算，优先选用（10）：

$$E_u = Q \times E_a / 1000 + C_m \times EF_m \quad (10)$$

$$E_u = Q \times E_{ad} / 1000 + C_m \times EF_m + AD_{eu} \times EF_e \quad (11)$$

式中：

E_a —温室气体排放强度，单位为千克二氧化碳当量每吉焦（kgCO₂e/GJ）；

E_{ad} —温室气体直接排放强度，单位为千克二氧化碳当量每吉焦（kgCO₂e/GJ）；

C_m —锅炉使用阶段的燃料消耗量，单位为吨(t)或万立方米(10⁴m³)，

EF_m —燃料生产的温室气体排放因子，单位为吨二氧化碳每吨（tCO₂e/t）或吨二氧化碳每万立方米（tCO₂e/10⁴m³）；

AD_{eu} —锅炉产品系统耗电量，单位为兆瓦时（MWh）。

锅炉服役（使用）阶段产热量按公式（12）-（13）计算：

对于热水或有机热载体锅炉为：

$$Q = 3.6\beta \cdot Q_r \cdot hr \cdot yr \quad (12)$$

式中：

β —锅炉平均运行负荷率，一般取 70%；

Q_r —锅炉额定热功率，单位为兆瓦（MW）

hr —锅炉运行小时数，单位为小时每年（h/a）；

yr —锅炉运行年数，单位为年（a）。

对于蒸汽锅炉为：

$$Q = \beta \cdot D_r \cdot (h_{st} - h_{fw}) \cdot 10^{-6} \cdot hr \cdot yr \quad (13)$$

D_r —锅炉额定蒸发量，单位为千克每小时 (kg/h)；
 h_{st} —设计参数下蒸汽焓，单位为千焦每千克 (kJ/kg)；
 h_{fw} —设计参数下给水焓，单位为千焦每千克 (kJ/kg)。
 锅炉使用阶段的燃料消耗量按照公式 (14) 计算：

$$C_m = \frac{100Q}{\eta \cdot NCV} \quad (14)$$

NCV —燃料收到基低位发热量，单位为吉焦每吨 (GJ/t) 或吉焦每万立方米 (GJ/10⁴m³)；
 η —锅炉效率，单位为%。

5.2.4 处置回收阶段温室气体排放

处置回收阶段温室气体排放按公式 (15) 计算：

$$E_r = \sum_n AD_{r,n} \times EF_{r,n} - AD_c \times EF_c \quad (15)$$

式中：

$AD_{r,n}$ —第 n 种材料处置回收的量，单位为吨 (t)；

$EF_{r,n}$ —处置回收第 n 种材料的温室气体排放因子(只包含废弃、回收运输、拆卸与废弃物最终处置，不包含材料的再生过程)，单位为吨二氧化碳当量/吨 (tCO₂e/t)；

n —处置回收材料种类；

AD_c —锅炉产品可回收部件中的原材料含量，单位为吨(t)；

EF_c —锅炉产品可回收部件中所含原材料的生命周期温室气体排放因子(“摇篮”到“大门”系统边界)，单位为吨二氧化碳当量每吨(tCO₂e/t)。

6 数据收集

6.1 数据收集原则

应按照本文件中各类数据获取要求，结合现有条件，建立数据管理制度。明确数据的计量、检测、记录、计算、报告和管理工作的负责部门及其职责、具体工作要求、工作流程等。

现场数据应收集产品功能单元统计期内的所有生产数据。

数据记录应涵盖数据来源和原始凭证，保持其可追溯，便于核查。

6.2 数据质量控制

对于锅炉产品系统边界内的所有过程，应优先收集现场检测初级数据；当对某一过程收集现场检测初级数据不可行时，计算过程可使用与该过程相关的次级数据予以补充。

对于由供货商提供的产品碳足迹报告数据，首先应明确其核算边界为“摇篮”到“大门”系统边界，不得将循环再生过程纳入上游产品的碳足迹核算过程；其次，仅当供货商提供的产品碳足迹数据经独立第三方认证或供货商可提供完整的数据溯源证明文件时，才可考虑是否将其视为初级数据。如无法提供相关材料，则供货商提供的碳足迹报告数据只可被视为次级数据。

对于由数据库中直接获取的次级数据，应从数据背景信息描述清晰的规范数据库中予以选取。首先应选取区域代表性、技术代表性等可识别，且与核算过程所涉及活动水平相一致的相关数据；其次考虑选取其他区域或其他技术水平下的相关数据；最后考虑选取完全不具备区域代表性和技术代表性的相关数据。

6.3 数据取舍原则

应在核算目标和内容确定阶段确定关于允许省略哪些次要过程的取舍准则，并描述选定的取舍准则对核算结果产生的影响。对于产品生命周期内的排放，设定以下取舍准则：

- a) 各阶段中若某材料或能源的排放估测值小于或等于该阶段碳排放估测值的1%，则可进行删减；
- b) 所有删减项目的温室气体排放估测值合计不得超过该阶段碳排放估测值的5%。

6.4 数据分配原则

在系统边界设置或数据收集时，若某一个过程的输出包含多个产品，则该过程的总排放量需要在相应产品间进行分配。

分配的原则如下：通过细化过程或扩展系统边界，尽量避免进行数据分配；如不可行，优先使用生产过程的物理关联（包括但不限于物料平衡关系方法、生产量、生产工时等）进行分配；若物理关联难以建立时，则依据经济价值进行分配；若使用其他分配方法，须提供所使用的基准参数及计算说明。

6.5 生命周期各阶段的数据收集

6.5.1 概述

锅炉产品碳足迹核算，应收集每个阶段排放源的温室气体排放核算所涉及各类数据。

6.5.2 排放量相关数据收集

6.5.2.1 原材料获取阶段数据收集

a) 原材料的消耗量，如钢管、钢板、锻件、铸钢件、铸铁件、紧固件、拉撑件、焊接材料等消耗量，应采用初级数据，优先收集企业台帐或统计报表数据；

b) 原材料生命周期温室气体排放因子数据指单位上述原材料对应的从“摇篮”到“大门”的温室气体排放量，采用次级数据，优先收集供应商提供的碳足迹报告。

6.5.2.2 生产阶段数据收集

a) 能源的消耗量，如煤、石油、天然气、电力、热力等消耗量，应采用初级数据，优先收集企业实际测量数据；

b) 能源生命周期温室气体排放因子数据指单位上述能源对应的从“摇篮”到“大门”的生命周期温室气体排放量，采用次级数据；对于燃料使用的碳排放因子，低位发热量宜优先收集初级数据，即企业实际测量数据，具体应遵循 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 等相关标准要求，如数据不可得，则选用本文件提供的推荐值，参见附录 B 表 B.1；单位热值含碳量、碳氧化率可采用推荐值，参见附录 B 表 B.1；

c) 焊接保护气净使用量应采用初级数据，优先收集企业实际计量数据，如数据不可得，则采用计算数据；

d) 焊接保护气中各气体体积百分比，应从保护气瓶上标识的数据获取，或由保护气供应商提供。

6.5.2.3 使用阶段数据收集

a) 锅炉产热量采用锅炉设计参数进行计算；

b) 使用阶段温室气体直接排放强度、锅炉效率，采用初级数据（对于电锅炉，其本体电力消耗相应的温室气体间接排放强度也参照此执行）；温室气体排放强度，优先采用初级数据；锅炉辅机设备用电量，优先采用初级数据，如初级数据不可得，可采用额定功率计算，运行时间数据参见 4.3。

c) 锅炉年运行小时数，参见 4.3；

d) 锅炉生命周期服役年限，参见 4.3；

e) 燃料收到基低位发热量等采用设计数据。

6.5.2.4 处置回收阶段数据收集

a) 锅炉可处置回收的各类材料质量，回收过程中的能源消耗量，应根据实际情况确定，优先采用

初级数据；

- b) 排放因子数据指材料处置回收阶段的排放因子，应采用次级数据。

7 核算流程及报告要求

7.1 核算流程

开展工业锅炉产品碳足迹核算和报告的工作流程分为五大步骤：

- a) 目的和范围定义。根据开展核算和报告工作的目的，确定产品的系统边界、功能单位、取舍准则等。
- b) 进行碳足迹清单分析，具体包括：
 - 1) 识别温室气体源与温室气体种类；
 - 2) 选择核算方法；
 - 3) 选择与收集数据，包括直接测量的温室气体排放数据、活动水平数据和排放因子数据；
 - 4) 分配数据；
 - 5) 将数据关联到单元过程和功能单位或申明单位；
 - 6) 计算各类温室气体排放量；
- c) 碳足迹影响评价。用各类温室气体的排放值乘以其全球变暖潜势，统一转化为二氧化碳当量，汇总各类温室气体的排放总量。
- d) 产品碳足迹解释。
- e) 撰写工业锅炉产品碳足迹核算报告。

7.2 报告要求

工业锅炉产品碳足迹报告应包含以下内容：

- a) 产品名称和描述；
- b) 申明单位或功能单位；
- c) 产品碳足迹的类型(部分或全部)；
- d) 各种潜在用途的相关限制的免责声明；
- e) 生命周期各阶段的描述；
- f) 系统边界、取舍准则、排除及其排除理由；
- g) 数据收集信息，包括数据源、数据统计期、数据说明等；
- h) 考虑的温室气体清单；
- i) 选定的分配程序；
- j) 碳足迹计算及影响评价；
- k) 碳足迹解释；
- l) 其他需要说明的情况。

附录 A

(资料性)

温室气体全球变暖潜势值参照表A.1中的规定。

表 A.1 不同温室气体的全球变暖潜势

温室气体分类	温室气体种类	化学分子式	100 年变暖潜势
二氧化碳	二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	甲烷-生物	CH ₄ - biogenic	27.0
	甲烷-化石-燃烧	CH ₄ - fossil - combustion	27.0
	甲烷-化石-逃逸和过程排放	CH ₄ - fossil - fugitive and process	29.8
氧化亚氮	氧化亚氮	N ₂ O	273
氢氟碳化物	HFC-23	CHF ₃	14590
	HFC-32	CH ₂ F ₂	770
	HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1526
	HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3744
	HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5807
	HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	164
	HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3602
	HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8689
	HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	962
	HFC-365mfc	CF ₃ CH ₂ CH ₃ CF ₂	913
	HFC-43-10-mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1599
全氟碳化物	PFC-14	CF ₄	7379
	PFC-116	C ₂ F ₆	12410
	PFC-218	C ₃ F ₈	9289
	PFC-31-10	C ₄ F ₁₀	10022
	PFC-41-12	C ₅ F ₁₂	9218
	PFC-51-14	C ₆ F ₁₄	8617
	PFC-6-1-16	C ₇ F ₁₆	8409
	PFC-318	c-C ₄ F ₈	13902
六氟化硫	六氟化硫	SF ₆	25184
三氟化氮	三氟化氮	NF ₃	17423

注: 来源 IPCC 第六次评估的全球增温潜势。数据仅供参考, 在开展工业锅炉产品碳足迹核算时, 应采用 IPCC 提供的最新数据。

附录 B

(资料性)

化石燃料相关参数缺省值参见表B.1。

表 B.1 化石燃料相关参数缺省值

燃料品种	单位热值含碳量	低位热值	碳氧化率
无烟煤	27.4tC/TJ ^a	23.21×10 ⁻³ TJ/t ^b	94% ^a
烟煤	26.1tC/TJ ^a	22.35×10 ⁻³ TJ/t ^b	93% ^a
褐煤	28.0tC/TJ ^a	14.08×10 ⁻³ TJ/t ^b	96% ^a
其他煤制品	33.6tC/TJ ^a	17.46×10 ⁻³ TJ/t ^b	90% ^a
焦炭	29.5tC/TJ ^a	28.435×10 ⁻³ TJ/t ^b	93% ^a
原油	20.1tC/TJ ^a	42.62×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
汽油	18.9tC/TJ ^a	44.8×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
柴油	20.2tC/TJ ^a	43.33×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
燃料油	21.1tC/TJ ^a	40.19×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
一般煤油	19.6tC/TJ ^a	44.75×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
喷气煤油	19.5tC/TJ ^a	44.59×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
其他石油制品	20.0tC/TJ ^a	40.2×10 ⁻³ TJ/t ^c	98% ^a
天然气	15.3tC/TJ ^a	38.93×10 ⁻⁶ TJ/m ³ ^b	99% ^a
液化石油气	17.2tC/TJ ^a	47.31×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
焦炉煤气	13.6tC/TJ ^a	17.406×10 ⁻⁶ TJ/m ³ ^b	99% ^a
其他煤气	12.2tC/TJ ^b	15.7584×10 ⁻⁶ TJ/m ³ ^b	99% ^a
炼厂干气	18.2tC/TJ ^a	46.05×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
液化天然气	17.2tC/TJ ^a	41.868×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
石脑油	20.0tC/TJ ^a	45.01×10 ⁻³ TJ/t ^b	98% ^a
石油焦	27.5tC/TJ ^a	32.5×10 ⁻³ TJ/t ^c	98% ^a

a 数据来源《省级温室气体清单编制指南(试行)》表1.7。

b 数据来源《中国温室气体清单研究》(2007)。

c 数据来源《IPCC国家温室气体清单指南》(2006)。

上述参数优先适用各具体行业产品中的缺省值,若企业有实测值且该实测值符合相应国家标准要求,按照实测值进行核算。

电力和热力温室气体排放因子缺省值参见表B.2。

表 B.2 电力和热力温室气体排放因子缺省值

名称	缺省值
电力温室气体排放因子	全国电网平均排放因子 (采用国家最新值)
热力温室气体排放因子	0.11tCO ₂ e/GJ

T/CASEI XXX-2023 《工业锅炉产品碳足迹核算方法》编制说明

1. 工作简况

1.1 任务来源

应对气候变化、推进绿色低碳发展是我国实现可持续发展的内在要求，也是作为负责任大国的使命担当。2020年9月22日，国家主席习近平在第75届联合国大会上宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。

工业锅炉是国民经济发展和民生保障的重要基础设施，其生产厂家多、产品种类多、数量大、分布广，涉及生产、生活的方方面面，在促进经济社会发展中占有重要地位。2020年，全国共有工业锅炉34.23万台，能源消费量约5亿吨标准煤，是主要的碳排放源之一。2021年3月10日，欧洲议会在全体会议上投票通过了“碳边境调节机制（CBAM）”议案，对欧盟进口的部分商品征收碳税，后CBAM经历了多轮的修正，于2022年6月22日在欧洲议会正式投票通过，将从2027年（2023-2026年为过渡期）起开始实行该机制，涵盖电力和能源密集型工业部门，如钢铁、电力、铝、水泥、化肥、有机化学品、塑料等行业。因此，准确量化产品碳排放对于应对国际贸易壁垒具有重要意义。

产品碳足迹是温室气体排放在产品层面的量化，是碳排放定量化管理的有效工具。工业锅炉作为重要的热能动力设备，其生命周期包括生产、使用等环节，消耗大量的原材料、煤、油、天然气以及电力等能源资源，造成大量温室气体排放。通过碳足迹核算，企业可以了解其产品供应链、生产、使用等各阶段的碳排放量，分析能源使用和资源利用上存在的不足，优化改进产品设计和生产工艺流程，从而减少能源资源消耗和碳排放。此外，通过碳足迹数据，采购方可方便的比较不同产品的碳排放水平，从而发挥绿色低碳消费对供给侧的引导作用，改写现有的市场竞争规则，对于推动产业转型升级、促进形成绿色低碳的生产方式具有重要意义，也是应对国际“碳贸易壁垒”的重要手段。因此，亟需研制锅炉碳足迹核算标准。

目前，国际上已有产品碳足迹核算的标准，其中最为权威最有代表性的主要有3项，分别是：（1）英国标准协会(BSI)2008年发布的“PAS2050：2008 产品与服务生命周期温室气体排放的评价规范”，该标准是世界上首个针对产品碳足迹的标准，也是目前使用率最高的标准；（2）世界资源研究所(WRI)和世界可持续发展工商理事会(WBCSD)2011年联合发布的“GHG Protocol 产品生命周期核算和报告标准”；（3）国际标准化组织(ISO)2018年发布“ISO14067：2018 温室气体-产品碳足迹量化要求和指南”。该标准因其发布单位的国际权威性而被视作更具普适性的标准。国内目前关于产品碳足迹的研究已涉及电子、纺织、化工、建材、机械等多个领域，也相继发布了一些行业、地方和团体标准，如 SJ/T 11717-2018《产品碳足迹产品种类规则 液晶显示器》、SJ/T 11718-2018《产品碳足迹 产品种类规则 液晶电视机》、DB11/T 1860-2021《电子信息产品碳足迹核算指南》、DB44/T 1503-2014《家用电器碳足迹评价导则》、T/DZJN 77-2022《锂离子电池产品碳足迹评价导则》、T/DZJN 003-2019《电器电子产品碳足迹评价移动通信手持机》等。但在工业锅炉领域，目前还没有统一规范的产品碳足迹核算方法。

为改善现状，中国特种设备检测研究院开展了院重点项目“工业锅炉生命周期碳排放量化与评价关

键技术”研究，为本标准的制定奠定了基础。

1.2 参与单位及负责的内容

表 1 标准起草组成员及任务分工

序号	姓名	职称	职务	工作单位	任务分工
1	笪耀东	高级工程师	所长/组长	中国特种设备检测研究院	项目总负责
2	孙博学	高级工程师	副教授/副组长	北京工业大学	组织调研，组织起草标准和编制说明，负责标准第五、六章节的编制，开展处置回收阶段碳排放核算研究并确定核算方法，参与收集原材料排放因子数据收集
3	侯娜娜	工程师	组员	中国特种设备检测研究院	组织调研，组织起草标准和编制说明，负责标准第四、七章节的编制
4	唐进	高级工程师	研究院院长/组员	北京中创碳投科技有限公司	参与调研及起草标准，负责标准附录的编制
5	赵钦新	高级工程师	教授/组员	西安交通大学	参与调研及起草标准，负责生产阶段以及辅机等碳排放核算研究
6	王婧	高级工程师	秘书长助理兼部门主任/组员	机械工业节能与资源利用中心（机械工业技术发展基金会）	参与调研及起草标准，负责收集工业锅炉温室气体（N ₂ O、CH ₄ ）排放相关的数据及资料
7	胡鹏军	高级工程师	高级主管/组员	易派客电子商务有限公司	参与调研及起草标准
8	韩曙东	高级工程师	总经理/组员	北京伊碳协创能源科技有限公司	参与调研及起草标准，负责标准第二、三章节的编制
9	齐国利	正高级工程师	组员	中国特种设备检测研究院	参与调研及起草标准，负责标准第一章节的编制
10	于吉明	工程师	组员	中国特种设备检测研究院	参与调研及起草标准，协助标准第一章节的编制
11	盛建平	工程师	总裁/组员	克雷登热能设备(浙江)有限公司	参与调研及起草标准，负责典型型号燃油、燃气盘管锅炉设计、制造及性能测试等资料
12	赵欣刚	高级工程师	常务副总经理/组员	浙江特富发展股份有限公司	参与调研及起草标准，负责典型型号燃气、燃煤锅炉设计、制造及性能测试等资料
13	张鄂婴	高级工程师	首席技术总监/组员	江苏四方锅炉有限公司	参与调研及起草标准，负责典型型号燃煤、燃气及生物质锅炉设计、制造及性能测试等资料
14	傅文军	高级工程师	总经理/组员	三浦工业（中国）有限公司	参与调研及起草标准，负责提供典型型号燃油、燃气贯流锅炉的设计、制造及性能测试等资料
15	雷钦祥	高级工程师	首席专家/组员	江苏双良锅炉有限公司	参与调研及起草标准，负责典型型号电加热锅炉、燃气锅炉设计、制造及性能测试等资料
16	陈征宇	高级工程师	组员	浙江省特种设备科学研究院	参与调研及起草标准
17	刘雪敏	高级工程师	组员	中国特种设备检测研究院	参与调研及起草标准

1.3 工作过程

1.3.1 起草阶段

2022年7月，中国特种设备检测研究院成立了筹备工作组，负责筹备组织工作。筹备组首先根据任务要求，提出了工作设想及实施框架方案，收集了相关标准，并到制造企业、设计研究单位、特种设备检验、检测机构进行了调研。经过六个多月的洽谈沟通、筛选、评审，确定了文件起草工作组成员单位名单，并报中国特种设备检验协会批准，成立起草组。

2022年7月，文件编制工作组召开第一次全体会议，讨论并通过了《工业锅炉产品碳足迹核算方法》团体标准制定工作方案，明确任务分工和进度安排，细化了现场调研的具体安排，以及编写文本格式（参照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》）。

2022年8月至2023年4月，文件起草组根据第一次全体会讨论结果，开展对管理规定、标准、文献等相关资料调研工作，主要有：国内外相关方法标准的查阅；国内外相关文献及研究成果；拟制订方法标准在国内使用情况；开展了相关工业锅炉制造厂生产工艺、设备制造及碳排放的调研工作，并对3台工业锅炉进行了生命周期碳足迹核算。

2023年5月，文件起草组根据调研咨询及相关法规标准、政策等资料，结合特种设备检验、检测机构、工业锅炉制造企业的现状与未来发展趋势，编写完成了《工业锅炉产品碳足迹核算方法》草案。

2023年5月，文件编制工作组在江苏江阴市召开全体会议，对草案进行集中讨论。

2023年6月，文件编制组进一步补充和完善文件的各项技术内容，编制完成文件征求意见稿和编制说明；中国特种设备检验协会组织召开工作组讨论会议，形成文件征求意见稿和编制说明。

1.3.2 征求意见阶段

2023年6月，通过以下方式对征求意见稿收集意见。

针对会员单位和锅炉能效测试机构及有关专家，将征求意见稿上传至中国特种设备检验协会官网（www.casei.org.cn）。

将征求意见稿发给各参加起草单位、专家征求意见。

2.标准编制原则和主要内容

本标准推荐为推荐性标准，所引用的规范性文件均为推荐性标准，不涉及强制性标准。本标准制订将严格遵循现行法律法规的要求。

本标准的制定主要为工业锅炉产品提供一种碳足迹核算方法，填补行业的空白。

2.1 名称

本文件名称为《工业锅炉产品碳足迹核算方法》

2.2 范围

本文件规定了工业锅炉产品碳足迹核算相关的术语和定义、核算边界、核算方法、数据收集、核算报告等内容。

本文件适用于工业锅炉产品碳足迹的核算，其他锅炉可参照使用。

2.3 规范性引用文件

本文件中引用、参考了国内最新版本的标准，大致分为3类：

第一类为国际标准，主要涉及产品碳足迹量化方面的要求及指南，如《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》；

第二类为国家推荐性标准，主要涉及生命周期评价、工业企业温室气体排放及锅炉术语等方面的标准。如《环境管理 生命周期评价 原则与框架》、《环境管理 生命周期评价 要

求与指南》、《工业企业温室气体排放核算和报告通则》、《电工名词术语 锅炉》、《煤的发热量测定方法》、《石油产品热值测定法》、《天然气能量的测定》；

第三类为团体标准，主要涉及特种设备产品碳足迹、温室气体排放等方面的标准。如：《特种设备产品碳足迹核算通则》、《锅炉温室气体排放测试与计算方法》。

这些文件的引用，充分保证了本文件条款的可依性和可行性。

2.4 术语和定义

为理解本方法的原理，本文参考《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》(ISO 14067:2018)和《环境管理 生命周期评价 原则与框架》(GB/T 24040-2008)、《环境管理 生命周期评价 要求与指南》(GB/T 24044-2008)、《工业企业温室气体排放核算和报告》(GB/T 32150-2015)、《电工名词术语 锅炉》(GB/T 2900.48-2008)中的规定，本文件列出了工业锅炉、产品碳足迹等的术语和定义。

2.5 核算边界

介绍了工业锅炉碳足迹的系统边界、功能单位、排放源等。

2.6 碳足迹核算方法

给出了工业锅炉生命周期各个阶段的碳排放核算方法。

2.7 数据收集

介绍了数据收集的原则、质量控制、取舍准则及分配原则等，并列出了生命周期各个阶段收集的数据清单。

2.8 核算流程及报告要求

主要介绍了工业锅炉产品碳足迹核算和报告的工作流程及产品碳足迹报告应包含的内容。

3、涉及专利情况

本标准涉及一项发明专利《一种工业锅炉碳足迹核算方法》，目前已经受理，进入实审阶段。

4、贯彻标准的要求和措施建议

本标准推荐为推荐性标准，提供一种工业锅炉产品的碳足迹核算方法，可供工业锅炉制造、使用、检验检测等单位参考使用。