

团 体 标 准

T/CDHA ××××-2024

热量制备和输送过程的碳排放责任核算标准

Standard for carbon emission responsibility accounting for generation and
transportation of heat

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中国城镇供热协会&中国制冷学会 发布

目 录

| | |
|--------------------------------|---|
| 前 言 | 1 |
| 引 言 | 1 |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 热量制备过程的碳排放责任核算 | 2 |
| 4.1 热源直接制备热量 | 2 |
| 4.2 利用热泵同时制备冷量和热量 | 2 |
| 4.3 利用火力发电输出热量 | 3 |
| 4.4 回收工业余热热量 | 4 |
| 4.5 利用热泵对热量进行参数变换 | 4 |
| 5 热量输送过程的碳排放责任核算 | 5 |
| 附录 A 各省级电网平均电力碳排放因子 | 7 |
| 附录 B 燃料燃烧的碳排放因子 | 8 |
| 附录 C 利用火力发电输出热量的能质系数计算方法 | 9 |

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。

本标准由中国城镇供热协会和中国制冷学会共同提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

引 言

热量制备和输送是建筑供暖、其他建筑用热及工业生产过程用热的重要环节，该环节的低碳转型对如期实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。随着技术的发展，热泵供热、工业余热回收利用等项目的发展也推动了供热热源不断转型。碳排放责任核算不仅可以直接量化碳排放的数据，还可以通过分析各环节碳排放的数据，找出潜在的减排环节和方式，可以为资源高效利用、能源绿色低碳发展、产业结构深度调整、生产生活方式绿色变革、经济社会发展全面绿色转型提供重要支撑。

为贯彻执行国家能源、环境保护等相关法规和政策，落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，提高供热领域碳排放责任核算的科学性，实现节能减排、清洁高效供热，中国城镇供热协会及中国制冷学会组织供热行业、电力行业等专家共同起草了本标准。本标准可为供热企业进行热量碳排放责任核算提供借鉴，并为供热行业碳交易规则的制订提供参考。

热量制备和输送过程的碳排放责任核算标准

1 范围

本标准规定了利用各种能源进行热量制备和热量输送过程的碳排放责任核算方法。

本标准适用于核算为建筑供暖、建筑其他用热和工业生产过程提供热量的热源和热量输送过程应承担的碳排放责任。

本标准适用于为了满足上述热量需求所采用各种热源形式以及热量的输送系统的碳排放责任核算。

本标准碳排放责任核算范围包括热量制备和输送过程中燃烧化石燃料产生的直接碳排放及外购电力、热力产生的间接碳排放，不包括热量制备及输送系统的设备制造、燃料生产及运输等产生的碳排放。

2 规范性引用文件

下列文件对于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 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 34913-2017 民用建筑能耗分类及表示方法

3 术语和定义

GB/T 32150-2015、GB/T 34913-2017 界定的以及下列术语、定义适用于本文件。

3.1 热量 Heat

指以被加热介质(循环水、循环液体或蒸汽等)输送的热量。以循环水或其他循环液体为介质时，热量为循环水质量流量与供回水温差及水的比热容的乘积；以蒸汽为介质时，热量为蒸汽质量流量与蒸汽以标准状态点为参照点的焓差的乘积。

3.2 标准状态点

液态水在压力为标准大气压、温度为 20℃ 下的状态。

3.3 碳排放责任 Carbon emission responsibility

供热系统各环节应承担责任的二氧化碳排放量，是对全过程实际物理碳排放总量的一种分摊。

3.4 碳排放责任核算期 Carbon emission responsibility accounting period

对应碳排放核算责任时间段内的供热期，根据碳排放责任核算要求的不同，核算期可以是一天、一个季节、一个供热采暖期或一年。

3.5 自然界低温热源 Natural low-temperature heat source

可作为热泵低温热源的自然环境中的热量。

3.6 能质系数 Energy quality coefficient

能源的焓与该能源能量的比值，其数值在 0~1 之间。

4 热量制备过程的碳排放责任核算

4.1 热源直接制备热量

4.1.1 热源直接制备热量的方式是指消耗能源且产出产品仅为热量的供热方式（如图1所示），包括利用各种燃料燃烧、电或其他能源输出热量的供热锅炉、利用热泵从自然界低温热源或生产和生活过程中低温热源提取热量、利用太阳能集热器产热、利用太阳能集热和热泵联合产热等方式。



图1 热量制备装置的能源输入输出形式

4.1.2 热量制备装置的碳排放责任按下式计算：

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^n (QF_i \times R_i) + Q_d \times H_d + W \times D}{Q_o} \quad \#(1)$$

式中：

CR ——输出热量对应的碳排放责任，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）；

QF_i ——输入第 i 种燃料燃烧产生的供热量，单位为吉焦（ GJ ）；

R_i ——输入第 i 种燃料的碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ），见附录 B；

Q_d ——作为驱动热源的高温热量，单位为吉焦（ GJ ）；

H_d ——作为驱动热源的高温热量的单位热量碳排放责任，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）；

W ——输入的电力值，单位为兆瓦时（ MWh ），此处应包括系统所有用电量，包括热量制备系统中的风机、循环水泵、热泵、电锅炉、补水系统等设备的电量；

D ——输入电力对应的单位电力碳排放责任，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ tCO_2/MWh ），计算方式见附录 A；

Q_o ——输出热量，单位为吉焦（ GJ ）。

4.2 利用热泵同时制备冷量和热量

4.2.1 利用热泵同时制备冷量和热量的方式是指消耗电力或燃气、蒸汽、高温热水等作为驱动热源，且产出产品既有热量又有冷量的供能方式（如图2所示）。

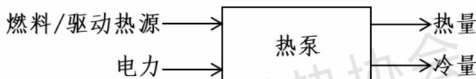


图2 利用热泵同时制备冷量和热量的能源输入输出形式

4.2.2 利用热泵同时制备冷量和热量时，应由被利用的冷量和热量分摊对应的碳排放责任，未利用的冷量和热量不参与分摊碳排放责任。

4.2.3 利用热泵同时制备冷量和热量在核算期内碳排放责任按下式计算:

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^n (QF_i \times R_i) + Q_d \times H_d + W \times D}{Q_h + Q_c} \quad \#(2)$$

式中:

CR ——系统单位热量的碳排放责任, 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ);

QF_i ——输入第 i 种燃料燃烧产生的供热量, 单位为吉焦 (GJ);

R_i ——输入第 i 种燃料的碳排放因子, 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ), 见附录 B;

Q_d ——作为驱动热源的高温热量, 单位为吉焦 (GJ);

H_d ——作为驱动热源的高温热量的单位热量碳排放责任, 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ);

W ——输入的电力值, 单位为兆瓦时 (MWh), 此处应包括系统所有用电量, 包括热泵系统中的风机、循环水泵、补水系统等设备的电量;

D ——输入电力对应的单位电力碳排放责任, 单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO_2/MWh), 计算方式见附录 A;

Q_h ——输出且被利用的热量, 单位为吉焦 (GJ);

Q_c ——输出且被利用的冷量, 单位为吉焦 (GJ)。

4.3 利用火力发电输出热量

4.3.1 利用火力发电输出热量的方式是指回收火力发电产生的余热作为热源的供热方式 (如图 3 所示)。

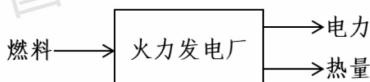


图 3 利用火力发电输出热量的能源输入输出形式

4.3.2 利用火力发电输出热量时, 应由系统输出的电力和热力共同分摊碳排放责任。

4.3.3 利用火力发电输出热量在核算期内的碳排放责任按下式计算:

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^n (QF_i \times R_i)}{Q_o + 3.6 \times W_o / \lambda} \quad \#(3)$$

式中:

CR ——利用火力发电输出单位热量的碳排放责任 CR , 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ);

QF_i ——输入第 i 种燃料燃烧产生的供热量, 单位为吉焦 (GJ);

R_i ——输入第 i 种燃料的碳排放因子, 单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ), 见附录 B;

λ ——输出热量的能质系数, 见附录 C;

Q_o ——输出的蒸汽和热水的热量总和, 单位为吉焦 (GJ);

W_0 ——上网电量，单位为兆瓦时（MWh）。

4.4 回收工业余热热量

4.4.1 回收工业余热热量的方式是指回收工业生产过程中产生的余热作为热源的方式（如图4所示），投入电力或其他高品位热量，从而获得更多的热量输出。

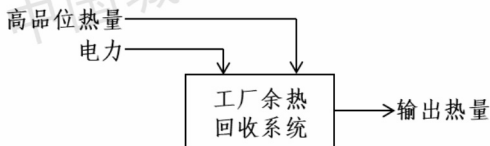


图4 回收工业余热的能源输入输出形式

4.4.2 回收工业余热时，余热回收流程不影响正常工业生产过程，回收的低品位余热其碳排放责任为零。所输出热量仅承担余热回收系统运行消耗电力及高温热量导致的碳排放量，包括水泵、热泵、自备电厂蒸汽等。

4.4.3 回收工业余热热量在核算期内的碳排放责任按下式计算：

$$CR = \frac{Q_d \times H_d + W \times D}{Q_r} \#(4)$$

式中：

CR ——输出热量对应的碳排放责任，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）；

Q_d ——工厂余热回收系统使用的高温热量，单位为吉焦（ GJ ）；

H_d ——工厂余热回收系统使用的高温热量的单位热量碳排放责任，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）。当高温热量的热源为锅炉时，计算方法见4.1。当高温热量的热源为电厂时，计算方法见4.3；

W ——输入的电力值，单位为兆瓦时（ MWh ），此处应包括系统所有用电量，包括余热回收系统中的循环水泵、热泵等设备的电量；

D ——输入电力对应的单位电力碳排放责任，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ tCO_2/MWh ），计算方式见附录A；

Q_r ——输出的热量，单位为吉焦（ GJ ）。

4.5 利用热泵对热量进行参数变换

4.5.1 利用热泵对热量进行参数变换是指利用热泵改变热量温度的过程和通过热泵等设备制取蒸汽的过程。

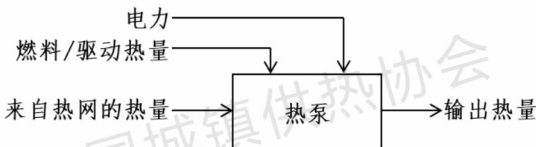


图5 利用热泵对热量进行参数变换的能源输入输出形式

4.5.2 利用热泵对热量进行参数变换,变换后热量的碳排放责任应在来自热网的热量碳排放责任的基础上加入燃料、驱动热量、电力对应的碳排放责任。

4.5.3 利用热泵对热量进行参数变换,变换后热量在核算期内的碳排放责任按下式计算:

$$CR = \frac{Q_{in} \times H_{in} + Q_d \times H_d + \sum_{i=1}^n (QF_i \times R_i) + W \times D}{Q_o} \quad \#(5)$$

式中:

CR ——输出热量对应的碳排放责任,单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ);

Q_{in} ——输入的参数变换前的热量,单位为吉焦 (GJ);

H_{in} ——输入热量的单位热量碳排放责任,单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ);

Q_d ——作为驱动热源的高温热量,单位为吉焦 (GJ);

H_d ——作为驱动热源的高温热量的单位热量碳排放责任,单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ);

QF_i ——输入第 i 种燃料燃烧产生的供热量,单位为吉焦 (GJ);

R_i ——输入第 i 种燃料的碳排放因子,单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO_2/GJ),见附录 B;

W ——输入的电力值,单位为兆瓦时 (MWh),此处应包括系统所有用电量,包括热泵、循环水泵、补水系统等设备的电量;

D ——输入电力对应的单位电力碳排放责任,单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO_2/MWh),计算方式见附录 A;

Q_o ——输出热量,单位为吉焦 (GJ)。

5 热量输送过程的碳排放责任核算

5.1 热量接收点热量的碳排放责任应在热源碳排放责任的基础上增加输送耗能对应的碳排放责任,并考虑管网热损失。

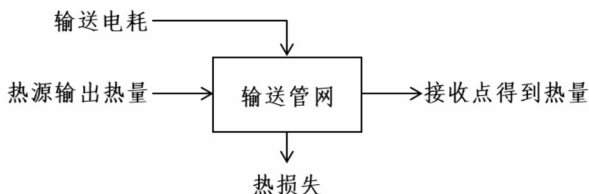


图6 热量输送过程的能源输入输出形式

5.2 对于集中供热管网连接多个热源的情况,应分别计算各个热源的碳排放责任量,再相加得到热源的碳排放责任总量。

5.3 对于集中供热管网连接多个热量接收点的情况,应统一核算所有热源的总输出热量,所有循环水泵(包括中继泵、加压泵)的总电耗,和所有热量接收点接收到的总热量。不对每个热量接收点分别核算。

5.4 多热源多用户系统热量接收点的碳排放责任按下式计算:

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{o,i} \times CR_{s,i}) + W \times D}{\sum Q_j} \quad \#(6)$$

式中：

CR ——各热量接收点单位热量的碳排放责任，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）；

$Q_{o,i}$ ——热源 i 输出的热量，单位为吉焦（ GJ ）；

$CR_{s,i}$ ——热源 i 输出热量的单位热量碳排放责，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）；

W ——输入的电力值，单位为兆瓦时（ MWh ），此处应包括输送系统所有循环水泵（包括中继泵、加压泵）的总电量；

D ——输入电力对应的单位电力碳排放责任，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ tCO_2/MWh ），计算方式见附录 A；

Q_j ——热量接收点 j 得到的热量，单位为吉焦（ GJ ）。

中国城镇供热协会

中国城镇供热协会

附录 A

(规范性)

各省级电网平均电力碳排放因子

A.1 各省级电网平均电力碳排放因子按下表选取：

| 省份 | 2020 年电网碳排放因子 (tCO ₂ /MWh) | 省份 | 2020 年电网碳排放因子 (tCO ₂ /MWh) |
|-----|--|----|--|
| 辽宁 | 0.910 | 河南 | 0.738 |
| 吉林 | 0.839 | 湖北 | 0.316 |
| 黑龙江 | 0.814 | 湖南 | 0.487 |
| 北京 | 0.615 | 重庆 | 0.432 |
| 天津 | 0.841 | 四川 | 0.117 |
| 河北 | 1.092 | 广东 | 0.445 |
| 山西 | 0.841 | 广西 | 0.526 |
| 内蒙古 | 1.000 | 海南 | 0.459 |
| 山东 | 0.742 | 贵州 | 0.420 |
| 上海 | 0.548 | 云南 | 0.146 |
| 江苏 | 0.695 | 陕西 | 0.641 |
| 浙江 | 0.532 | 甘肃 | 0.46 |
| 安徽 | 0.763 | 青海 | 0.095 |
| 福建 | 0.489 | 宁夏 | 0.872 |
| 江西 | 0.616 | 新疆 | 0.749 |

注：数据取值来源为《中国区域电网二氧化碳排放因子研究（2023）》。

附 录 B

(规范性)

燃料燃烧的碳排放因子

B.1 各种燃料的单位热值含碳量及对应的碳氧化率原则上需要通过实际测试获得。如实测数据无法获得，应采用 B.2 中缺省值计算燃料燃烧的二氧化碳排放因子：

$$R_i = CF_i \times OF_i \times \frac{44}{12} (B1)$$

式中：

R_i ——化石燃料 i 的碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦 (tCO₂/GJ) ；

CF_i ——化石燃料 i 的单位热值含碳量，单位为吨碳/吉焦 (tC/GJ) ；

OF_i ——化石燃料 i 的碳氧化率；

B.2 各种燃料的单位热值含碳量及对应的碳氧化率缺省值按下表选取：

| 燃料品种 | | 单位热值含碳量 (吨碳/GJ) | 燃料碳氧化率 |
|-------|---------|-----------------------|--------|
| 固体燃料 | 无烟煤 | 27.4×10^{-3} | 94% |
| | 烟煤 | 26.1×10^{-3} | 93% |
| | 褐煤 | 28.0×10^{-3} | 96% |
| | 洗精煤 | 25.4×10^{-3} | 93% |
| | 其他洗煤 | 25.4×10^{-3} | 90% |
| | 型煤 | 33.6×10^{-3} | 90% |
| 液体燃料 | 焦炭 | 29.5×10^{-3} | 93% |
| | 原油 | 20.1×10^{-3} | 98% |
| | 燃料油 | 21.1×10^{-3} | 98% |
| | 汽油 | 18.9×10^{-3} | 98% |
| | 柴油 | 20.2×10^{-3} | 98% |
| | 一般煤油 | 19.6×10^{-3} | 98% |
| | 石油焦 | 27.5×10^{-3} | 98% |
| | 其它石油制品 | 20.0×10^{-3} | 98% |
| | 焦油 | 22.0×10^{-3} | 98% |
| 气体燃料 | 粗笨 | 22.7×10^{-3} | 98% |
| | 炼厂干气 | 18.2×10^{-3} | 99% |
| | 液化石油气 | 17.2×10^{-3} | 99% |
| | 液化天然气 | 17.2×10^{-3} | 99% |
| | 天然气 | 15.3×10^{-3} | 99% |
| | 焦炉煤气 | 13.6×10^{-3} | 99% |
| | 高炉煤气 | 70.8×10^{-3} | 99% |
| | 转炉煤气 | 49.6×10^{-3} | 99% |
| | 密闭电石炉炉气 | 39.5×10^{-3} | 99% |
| 生物质燃料 | 其它煤气 | 12.2×10^{-3} | 99% |
| | 农林废弃物 | 0 | - |
| | 生活垃圾 | 0 | - |

注 1：对 CO₂ 排放因子：《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》；《中国能源统计年鉴 2022》；《省级温室气体清单指南（试行）》等。

注 2：对碳氧化率：《省级温室气体清单指南（试行）》等。

利用火力发电输出热量的能质系数计算方法

C.1 当火力发电输出热量的介质为热水时，能质系数按下式计算：

$$\lambda_{water} = 1 - \frac{T_0}{T_g - T_h} \times \ln \frac{T_g}{T_h} \#(C1)$$

式中：

λ_{water} ——热水的能质系数；

T_0 ——标准状态点温度，单位为开尔文（K）；

T_g ——平均供水温度，单位为开尔文（K）；

T_h ——平均回水温度，单位为开尔文（K）。

C.2 当火力发电输出热量的介质为蒸汽时，能质系数按下式计算：

$$\lambda_{steam} = 1 - \frac{T_0(s - s_0)}{h - h_0} \#(C2)$$

式中：

λ_{steam} ——蒸汽的能质系数；

T_0 ——标准状态点温度，单位为开尔文（K）；

s ——蒸汽对应输出温度和压力下的熵，单位为千焦每千克开尔文[kJ/(kg·K)]；

s_0 ——标准状态点下水的熵，单位为千焦每千克开尔文[kJ/(kg·K)]；

h ——蒸汽对应输出温度和压力下的焓，单位为千焦每千克(kJ/kg)；

h_0 ——标准状态点下水的焓，单位为千焦每千克(kJ/kg)。

C.3 当火力发电输出热量的参数在核算期内存在变化，且介质既有蒸汽又有热水时，平均能质系数按下式计算：

$$\lambda = \frac{\sum_t (\lambda_{steam,t} \times Q_{steam,t}) + \sum_t (\lambda_{water,t} \times Q_{water,t})}{\sum_t (Q_{steam,t} + Q_{water,t})} \#(C3)$$

式中：

λ ——碳排放责任核算期内输出热量的平均能质系数；

$\lambda_{steam,t}$ ——时段 t 内蒸汽的能质系数；

$Q_{steam,t}$ ——时段 t 内输出蒸汽的热量，单位为吉焦（GJ）；

$\lambda_{water,t}$ ——时段 t 内热水的能质系数；

$Q_{water,t}$ ——时段 t 内输出热水的热量，单位为吉焦（GJ）；

C.4 当火力发电输出热量的介质为热水时，放热至标准状态点的能质系数可按下表选取：

| 供水温度（℃） | 回水温度（℃） | | | | |
|---------|---------|------|------|------|----|
| | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 60 | 0.06 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | - |

| | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|
| 70 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.12 | 0.13 |
| 80 | 0.09 | 0.10 | 0.12 | 0.13 | 0.14 |
| 90 | 0.10 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.16 |
| 100 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.17 |
| 110 | 0.13 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.18 |
| 120 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.18 | 0.19 |

C.5 当火力发电输出热量的介质为蒸汽时，放热至标准状态点的能质系数可按下表选取：

| 蒸汽温度 (°C) | 蒸汽压力 (MPa) | | | | | | | |
|-----------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 140 | 0.26 | - | - | - | - | - | - | - |
| 150 | 0.26 | - | - | - | - | - | - | - |
| 180 | 0.26 | 0.28 | 0.31 | 0.32 | - | - | - | - |
| 200 | 0.26 | 0.28 | 0.31 | 0.32 | - | - | - | - |
| 250 | 0.27 | 0.29 | 0.31 | 0.32 | 0.35 | 0.37 | - | - |
| 300 | 0.27 | 0.30 | 0.32 | 0.33 | 0.35 | 0.37 | 0.38 | 0.39 |
| 350 | 0.28 | 0.30 | 0.32 | 0.33 | 0.36 | 0.38 | 0.39 | 0.40 |
| 400 | 0.29 | 0.31 | 0.33 | 0.34 | 0.37 | 0.38 | 0.39 | 0.40 |
| 450 | 0.30 | 0.32 | 0.34 | 0.35 | 0.37 | 0.39 | 0.40 | 0.41 |
| 500 | 0.31 | 0.33 | 0.35 | 0.36 | 0.38 | 0.40 | 0.41 | 0.42 |

C.6 输出热量的能质系数按结算点的介质状态计算。