

ICS

CCS

团 体 标 准

T/CI 0XX-2022

区域能源系统碳减排核算技术规程

Technical specification for carbon emission reduction
accounting of regional energy systems

(征求意见稿)

2022-X-XX 发布

2022-X-XX 实施

中国国际科技促进会 发布

目次

前言	II
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 总体要求	2
4 区域能源系统碳减排量计算	2
5 区域能源系统碳排放总量计算	3
6 碳排放基准量计算	7
7 区域能源系统节能量计算	8
8 区域能源系统可再生能源利用率计算	9
附录 A	10
附录 B	11
引用标准名录	13
条文说明	14

前 言

为了贯彻实施能源节约、环境保护政策，落实“3060 碳达峰碳中和目标，规范区域能源系统碳减排核算方法，提高可再生能源利用率，制定本标准。

通过本文件的相关计算方法和计算因子规范区域能源碳排放计算，引导区域能源在设计阶段考虑全生命期节能减碳，推动与促进区域能源供应服务行业的有序、可持续发展。

本文件在制定过程中主要参考了 GB 50189-2015《公共建筑节能设计标准》、GB55015-2021《建筑节能与可再生能源利用通用规范》、GB/T 2589-2020《综合能耗计算通则》、GB/T 50801-2013《可再生能源建筑应用工程评价标准》等相关标准。

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》起草。

本文件由中节能城市节能研究院有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：浙江大学、中节能城市节能研究院有限公司、中节能工程技术研究院有限公司、南京大学、南京师范大学、常州市住房和城乡建设局、南京工业大学。

本文件主要起草人：杜玉吉、钟巍、周霖、钱辉金、周长江、姜小祥、唐蓓、于东海、张曦彤、朱彩飞、陈强、杨宽荣、张映波、龚延风。

本文件为首次发布。

区域能源系统碳减排核算技术规程

1 范围

本文件规定了区域能源系统碳减排量核算的具体内容及方法，包括区域能源系统碳减排量计算、碳排放基准量计算、区域能源系统节能量计算及区域能源系统可再生能源利用率计算。本文件适用于区域能源系统在设计阶段及运行阶段的碳减排量计算。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

区域能源系统 district energy system

区域能源系统是一种局域能源网络，通过该网络向区域内单一区域能源系统或综合区域能源系统物提供热水、蒸汽（区域供热）、冷水（区域供冷）、电（通常称微网）或者是综合供应。

2.2

可再生能源系统 renewable energy system

部分或全部输入能源由可再生能源提供的区域能源系统。

2.3

可再生能源利用率 renewable energy utilization

计算年度内，可再生能源利用量占总输出能量的比率。

2.4

碳排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的二氧化碳排放的系数。

2.5

活动数据 activity data

导致二氧化碳排放的生产或消费活动量的表征值。

2.6

浅表热能 shallow earth surface water heat

地表水及浅层地下水所蕴含可供利用的热能。

3 总体要求

- 3.1 区域能源系统应做到全年综合利用，根据使用地的气候特征、实际需求和适用条件，为用户供冷、供热、供生活热水或供蒸汽。
- 3.2 区域能源系统设计阶段碳减排计算时，应给出系统装机容量、各建筑业态供能量及年供冷、供热量。
- 3.3 区域能源系统运行阶段碳减排计算时，应以一个完整的日历年统计。

4 区域能源系统碳减排量计算

- 4.1 区域能源系统的碳减排量为碳排放基准量与区域能源系统碳排放量的差值，应按下式计算：

$$\Delta E = E_{\text{基准}} - E$$

式中：

ΔE ——区域能源系统二氧化碳减排量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{基准}}$ ——二氧化碳排放基准量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

E ——区域能源系统的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

4.2 区域能源系统常用技术形式

区域能源系统的常用技术形式见表 4.2.1。

表 4.2.1 区域能源系统常用技术形式

技术名称	供冷	供热	输入能源
锅炉		√	天然气/煤/电
余热回收		√	蒸汽/冷却水等
热电/冷热电联产	√	√	天然气/煤/蒸汽等
热泵/冷水机组	√	√	电+可再生能源/余热
太阳能光电/光热	√	√	太阳能

技术名称	供冷	供热	输入能源
风力发电	√	√	风能
吸收式制冷机组	√	√	电 + 余热/天然气
蓄冷/蓄热	√	√	电 + 可再生能源

5 区域能源系统碳排放总量计算

5.1 区域能源系统碳排放总量计算的内容

计算区域能源系统碳排放总量时应计算系统化石燃料燃烧产生的碳排放量与系统消耗电量折算的二氧化碳排放量。对同时存在多种输入能源的情况，应分别计算每种输入能源的碳排放量。

5.2 区域能源系统碳排放总量的计算方法

区域能源系统二氧化碳排放总量按下列公式计算：

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{电}} - E_{\text{清洁电}}$$

式中：

E ——区域能源系统计算年度内二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{燃烧}}$ ——区域能源系统计算年度内化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{电}}$ ——区域能源系统计算年度内消耗电量折算的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）。

$E_{\text{清洁电}}$ ——区域能源系统计算年度内可再生能源发电替代常规电力的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）。

区域能源系统消耗的电量既包括外购电量，也包括系统内可再生能源发电用于系统部分的电量。

5.3 化石燃料燃烧产生的碳排放量计算

5.3.1 计算公式

区域能源系统化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量是计算年度内各种化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量之和，按下列公式计算：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i * EF_i)$$

式中：

AD_i ——区域能源系统计算年度内第 i 种化石燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

EF_i ——第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）；

5.3.2 设计阶段化石燃料的活动数据

设计阶段化石燃料燃烧的活动数据分为供冷活动数据与供热活动数据，供冷活动数据为计算年度内燃料的全年供冷量与该种燃料供冷系统效率的比值。系统供热活动数据为计算年度内燃料的全年供热量与该种燃料供热系统效率的比值，按下列公式计算：

$$AD_i = \frac{Q_{ci}}{\eta_{ci}} + \frac{Q_{hi}}{\eta_{hi}}$$

式中：

Q_{ci} ——计算年度内热源为第 i 种化石能源的全年供冷量，单位为吉焦（GJ）；

Q_{hi} ——计算年度内热源为第 i 种化石能源的全年热能量，单位为吉焦（GJ）；

η_{ci} ——计算年度内热源为第 i 种化石能源的供冷系统效率，以%表示；

η_{hi} ——计算年度内热源为第 i 种化石能源的供热系统效率，以%表示。

以化石燃料为热源时的系统运行效率可采用附录 B 表 B.1 的推荐值。

5.3.3 运行阶段化石燃料的活动数据

运行阶段化石燃料燃烧的活动数据为核算年度内各种燃料的消耗量与平均低位发热量的乘积，按下列公式计算：

$$AD_i = NCV_i * FC_i$$

式中：

NCV_i ——核算年度内第 i 种燃料的平均低位发热量，对固体和液体燃料，单位为吉焦每吨（GJ/t），对气体燃料，单位为吉焦每万标准立方米（GJ/10⁴Nm³）；

FC_i ——核算年度内第 i 种化石燃料的消耗量，对固体和液体燃料，单位为吨（t），对气体燃料，单位为万标准立方米（10⁴Nm³）。

化石燃料的消耗量应根据核算主体能源消费台帐或统计报表来确定。测量器具配置应符合 GB17167 的规定。

核算主体开展化石燃料的低位发热量实测的，应符合 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 11062 等相关标准；不具备实测条件的核算主体可采用供应商提供的符合上述标准的实

测数据。如上述两种要求都不具备，其化石燃料的低位发热量应采用附录 A 表 A.1 的推荐值。

5.3.4 排放因子

化石燃料燃烧的二氧化碳排放因子按下列公式计算：

$$EF_i = CC_i * OF_i * \frac{44}{12}$$

式中：

CC_i ——第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）；

OF_i ——第 i 种化石燃料的碳氧化率，以%表示；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子量之比。

单位热值含碳量和碳氧化率应采用附录 A 表 A.3 的推荐值。

5.4 区域能源系统消耗电量折算碳排放量

消耗电量折算二氧化碳排放量按下列公式计算：

$$E_{电} = AD_{电} * EF_{电}$$

式中：

$AD_{电}$ ——区域能源系统计算年度内消耗电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{电}$ ——电网年平均供电二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO₂/MWh）。

5.4.1 设计阶段系统消耗电量

5.4.1.1 设计阶段区域能源系统全年消耗电量为系统以电为驱动能源的全年供冷耗电量与全年供热耗电量之和，按下列公式计算：

$$AD_{电} = \frac{Q_{冷}}{COP_{sc}} + \frac{Q_{热}}{COP_{sh}}$$

式中：

$Q_{冷}$ ——以电作为驱动能源的制冷机组全年供冷量，单位为兆瓦时（MWh）；

$Q_{热}$ ——以电作为驱动能源的供热机组全年供热量，单位为兆瓦时（MWh）；

COP_{sc} ——以电作为制冷机组驱动能源的供冷系统能效比；

COP_{sh} ——以电作为供热机组驱动能源的供热系统能效比。

区域能源系统以电作为驱动能源的主机全年供冷量与全年供热量应依据项目特点由负荷模拟得出。

5.4.1.2 以电作为制冷机组驱动能源的供冷能效比为设计冷负荷与设计工况下的系统输入电功率的比值，按下列公式计算：

$$COP_{sc} = \frac{Q_{cl}}{P_{cm} + P_{cp}}$$

式中：

Q_{cl} ——区域能源系统电驱动制冷机组设计冷负荷，单位千瓦（kW）；

P_{cm} ——区域能源系统制冷设计工况下所有电驱动供冷主机输入电功率总和，单位为千瓦（kW）；

P_{cp} ——区域能源系统制冷设计工况下电驱动供冷主机的所有附属水泵输入电功率总和，单位为千瓦（kW）。

5.4.1.3 以电作为供热机组驱动能源的供热能效比为设计热负荷与设计工况下的系统输入电功率的比值，按下列公式计算：

$$COP_{sh} = \frac{Q_{hl}}{P_{hm} + P_{hp}}$$

式中：

Q_{hl} ——区域能源系统电驱动供热机组设计热负荷，单位千瓦（kW）；

P_{hm} ——区域能源系统供热设计工况下所有电驱动供热主机输入电功率总和，单位为千瓦（kW）；

P_{hp} ——区域能源系统制热设计工况下电驱动供热主机的所有附属水泵输入电功率总和，单位为千瓦（kW）。

5.4.2 运行阶段系统消耗电量

运行阶段区域能源系统全年消耗电量以电表记录的读数与统计为准。

5.4.3 排放因子

电网年平均供电二氧化碳排放因子，采用主管部门最新发布的数据或采用本标准的推荐值 0.604tCO₂/MWh。

5.5 可再生能源发电的碳减排量计算

区域能源系统计算年度内可再生能源发电的二氧化碳减排量按下列公式计算：

$$E_{\text{清洁电}} = AD_{\text{清洁电}} * EF_{\text{电}}$$

式中：

$AD_{\text{清洁电}}$ ——区域能源系统计算年度内可再生能源的发电量，单位为兆瓦时（MWh）；

设计阶段区域能源系统可再生能源的发电量采用年设计发电量，运行阶段区域能源系统可再生能源的发电量采用发电系统的年计量发电量。

6 碳排放基准量计算

6.1 计算区域能源系统的碳减排量时应以传统系统作为比较对象，传统系统的碳排放量为本标准中的碳排放基准量。区域能源系统制冷时作为比较基准的传统系统为常规水冷冷水空调系统，供热时作为比较基准的传统系统为燃气锅炉供热系统。

6.2 碳排放基准量的计算方法

二氧化碳排放基准量按下列公式计算：

$$E_{\text{基准}} = E_{\text{基准冷}} + E_{\text{基准热}}$$

式中：

$E_{\text{基准冷}}$ ——常规水冷冷水空调系统计算年度内二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{基准热}}$ ——燃气锅炉供热系统计算年度内二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

6.3 常规空调系统二氧化碳排放量计算

常规水冷冷水空调系统二氧化碳排放量是系统全年电力消耗量与电力碳排放因子的乘积。按下列公式计算：

按下式计算：

$$E_{\text{基准冷}} = AD_{\text{基准电}} * EF_{\text{电}}$$

式中：

$AD_{\text{基准电}}$ ——常规空调系统计算年度内的电力消耗量，单位为兆瓦时（MWh）；

常规空调系统计算年度内的耗电量应按下列公式计算：

$$AD_{\text{基准电}} = \frac{Q_c}{COP_{\text{sys}}}$$

式中：

Q_c ——区域能源系统全年供冷量，单位为兆瓦时（MWh）；

COP_{sys} ——常规制冷空调系统能效比；

常规制冷空调系统能效比应按附录 B 表 B.2 确定。

6.4 燃气锅炉供热系统二氧化碳排放量计算

燃气锅炉供热系统二氧化碳排放量是系统全年天然气活动数据与天然气碳排放因子的乘积。按下列公式计算：

$$E_{\text{基准热}} = AD_{\text{基准气}} * EF_{\text{燃气}}$$

式中：

$AD_{\text{基准气}}$ ——燃气锅炉系统计算年度内天然气的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{燃气}}$ ——天然气二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ）；

燃气锅炉系统计算年度内天然气的活动数据应按下列公式计算：

$$AD_{\text{基准气}} = \frac{Q_h}{\eta_{\text{sys}}}$$

式中：

Q_h ——区域能源系统全年供热量，单位为吉焦（GJ）；

η_{sys} ——燃气锅炉供热系统效率，以%表示。

燃气锅炉供热系统效率应按附表附录 B 表 B.1 确定。天然气二氧化碳排放因子应按本标准第 5.3.4 节的要求进行计算。

7 区域能源系统节能量计算

7.1 计算区域能源系统的节能量时应以传统系统作为比较对象，传统系统的能耗量为本标准的能源消耗基准量。区域能源系统可能存在多种输入能源，因此计算区域能源系统的节能量时应折算成标准煤。

7.2 区域能源系统节能量的计算方法

区域能源系统节能量按下列公式计算：

$$EC = EC_{\text{基准}} - EC_{\text{区域}}$$

式中：

EC——计算年度内区域能源系统节能量，单位为吨标准煤（tce）；

$EC_{\text{基准}}$ ——计算年度内传统系统的能源消耗量，单位为吨标准煤（tce）；

$EC_{\text{区域}}$ ——计算年度内区域能源系统的能源消耗量，单位为吨标准煤（tce）。

7.3 区域能源系统的能源消耗量计算

计算年度内区域能源系统的能源消耗量时应将各种输入能源分别折算成标准煤，按下列公式计算：

$$EC_{\text{区域}} = \sum_{i=1}^n \frac{AD_i}{q_s} + AD_{\text{外购电}} * \varphi_{\text{电}}$$

式中：

AD_i ——区域能源系统计算年度内第*i*种化石燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

q_s ——标准煤热值，单位为吉焦每吨标准煤（GJ/tce），本标准取 $q_s=29.3076\text{GJ/tce}$ ；

$AD_{\text{外购电}}$ ——区域能源系统计算年度内外购电力电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$\varphi_{\text{电}}$ ——电力的折标准煤系数，参考附录 A 表 A.2。

7.4 能源消耗基准量计算

能源消耗基准量即为传统系统的能源消耗量，按下列公式计算：

$$EC_{\text{基准}} = \frac{AD_{\text{基准气}}}{q_s} + AD_{\text{基准电}} * \varphi_{\text{电}}$$

8 区域能源系统可再生能源利用率计算

8.1 可再生能源

本标准所称可再生能源是指风能、太阳能、浅表热能、地热能、空气能等非化石能源。

8.2 可再生能源利用率的计算方法

8.2.1 计算区域能源系统可再生能源利用率时，应按下列公式计算：

$$REP = \frac{EP_h + AD_{\text{清洁电}} * f}{Q_c + Q_h + ES * f}$$

式中：

REP——区域能源系统可再生能源利用率，以%表示；

EP_h——区域能源供热系统计算年度内的可再生能源利用量，单位为兆瓦时（MWh）；

ES——区域能源系统计算年度内供给用户终端的电量，单位为兆瓦时（MWh）；

Q_c——区域能源系统全年供冷量，单位为兆瓦时（MWh）；

Q_h——区域能源系统全年供热量，单位为兆瓦时（MWh）；

f——可再生能源发电的能源换算系数，本标准取 f=2.6。

8.2.2 区域能源供热系统的可再生能源利用量，应按下列公式计算：

$$EP_h = EP_{\text{地源}} + EP_{\text{水源}} + EP_{\text{空气源}} + EP_{\text{光热}}$$

式中：

EP_{地源}——地源热泵供热系统年可再生能源利用量，单位为兆瓦时（MWh）；

EP_{水源}——水源热泵供热系统年可再生能源利用量，单位为兆瓦时（MWh）；

EP_{空气源}——空气源热泵供热系统年可再生能源利用量，单位为兆瓦时（MWh）；

EP_{光热}——太阳能光热供热系统年可再生能源利用量，单位为兆瓦时（MWh）。

附录 A

（资料性附录）

表 A.1 化石燃料单位热值含碳量与碳氧化率推荐值

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
无烟煤	t	20.304	27.49×10^{-3}	85%
一般烟煤	t	19.57	26.18×10^{-3}	85%
燃料油	t	40.19	21.10×10^{-3}	98%
汽油	t	44.8	18.90×10^{-3}	98%
柴油	t	43.33	20.20×10^{-3}	98%
液化石油气	t	47.31	17.20×10^{-3}	98%
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31	15.30×10^{-3}	99%
其它煤气	10 ⁴ Nm ³	52.27	12.20×10^{-3}	99%

表 A.2 电力折标准煤系数

能源名称	折标煤系数
电力（当量值）	0.1229 kgce/ (kW·h)
电力（等价值）	按上年电厂发电标准煤耗计算

附录 B

（资料性附录）

表 B.1 以化石燃料为热源时的系统运行效率 (%)

常规能源类型	采暖系统	热力制冷空调系统
煤	0.78	—
天然气	0.86	0.97

表 B.2 常规制冷空调系统能效比 (W/W)

机组容量 (kW)	系统能效比 COP _{sys}
<528	2.3
528~1163	2.6
>1163	2.8

引用标准名录

- 1 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189-2015
- 2 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015-2021
- 3 《二氧化碳排放核算和报告要求热力生产和供应业》 DB11/T 1784-2020
- 4 《热泵热水机(器)能效限定值及能效等级》 GB 29541-2013
- 5 《水（地）源热泵机组》 GB/T 19409-2013
- 6 《综合能耗计算通则》 GB/T 2589-2020
- 7 《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801-2013
- 8 《近零能耗建筑技术标准》 GB/T 51350-2019

区域能源系统碳减排核算技术规程

条文说明

征求意见稿

1 范围

碳排放的量化是国家寻求低碳发展路径的重要基础，不仅可为低碳路径研究提供数据基础，根据碳排放计算结果，还能进一步探明城市排放的碳源，确定各行业领域相应的低碳化路径及适用的低碳技术。

要实现不同层面的碳减排目标，必须建立相应的碳排放核算体系。现行的碳排放核算标准应用于区域能源系统具有局限性，规范碳减排数据计算方法，区域能源系统的碳排放核算将更加科学有序地展开，在区域能源系统设计周期内具有全程指导意义。

2 术语和定义

2.1 区域能源系统由能源站、输送管网、用能末端、自动控制四部分构成。能源站的构成，包括但不限于分布式能源系统、各类热泵系统、电制冷系统、蓄能系统、太阳能系统、余热利用系统等技术形式中的一种或多种综合应用。

3 总体要求

3.1 区域能源系统应根据使用地的气候特征、资源条件及用户需求确定技术形式。通过对不同设计方案的全生命周期碳排放量进行计算比较，可优选设计方案和能源系统方案，为系统建造和运行提供技术依据。

4 区域能源系统碳减排量计算

4.2 太阳能光伏、光热发电及风力发电等可再生能源发电技术耦合空调、热泵技术为区域能源供冷供热，是区域能源系统常用的技术形式。

5 区域能源系统碳排放总量计算

5.1 设计阶段计算区域能源碳排放量时，是依据负荷计算及运行策略来预测系统全年能耗，进而计算碳排放量。而运行阶段计算区域能源碳排放量时，是根据系统内能量计量装置的实测量来计算碳排放量。

5.2 区域能源系统消耗电量既包括外购电量也包括可再生能源发电量中用于系统内部的电量。

5.3 化石燃料燃烧排放包括天然气、燃油、煤炭等化石燃料在各种类型燃烧设备中发生氧化燃烧过程产生的二氧化碳排放。

5.4.1 区域能源系统供冷与供热时可能存在多种输入能源，例如供冷系统同时存在电制冷机组与吸收式制冷机组，供热系统同时存在热泵机组与燃气锅炉等，输入能源既有电力又有天然气。因此计算全年供冷耗电量与供热耗电量时应只考虑电作为驱动能源的系统部分。

6 碳排放基准量计算

6.1 广义的传统供冷、供热系统技术形式多样，本标准为了统一基准量，方便计算采用最常用的传统技术形式作为比较对象。

8 可再生能源替代碳排放量计算

8.1 本标准中浅表热能指的是地表水及浅层地下水所蕴含可供利用的热能。

8.2.1 电力是高品位能源，在计算可再生能源利用率时应折算成等价值进行计算。

区域能源系统的发电量中可能有部分电量作为系统内部集中供冷供热机组、水泵等供能设备的驱动能源。因此系统提供给用户终端的电量与系统的发电量可能并不相等。