



# 团 体 标 准

T/CES XXX-2022

## 微电网碳排放核算规范

Specification for carbon emission accounting of micro-grid

(征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布



## 目 次

|  |   |
|--|---|
| 前 言.....   | I |
| 微电网碳排放核算规范.....                                    | 1 |
| 1 范围.....  | 1 |
| 2 规范性引用文件.....                                     | 1 |
| 3 术语和定义.....                                       | 1 |
| 3.1 分布式电源 distributed resources                    | 1 |
| 3.2 微电网 microgrid                                  | 1 |
| 3.3 活动数据 activity data                             | 1 |
| 3.4 二氧化碳排放因子 carbon dioxide emission factor        | 1 |
| 3.5 燃料燃烧排放 fuel combustion emission                | 2 |
| 3.6 购入的电力产生的排放 emission from purchased electricity | 2 |
| 3.7 碳氧化率 carbon oxidation rate                     | 2 |
| 4 基本规定.....  | 2 |
| 4.1 编制原则.....                                      | 2 |
| 4.2 核算范围.....                                      | 2 |
| 5 核算方法和核算边界.....                                   | 2 |
| 5.1 核算方法.....                                      | 2 |
| 5.2 核算边界.....                                      | 3 |
| 6 碳排放计算.....                                       | 3 |
| 6.1 分布式电源  | 3 |
| 6.2 电网网络   | 4 |
| 6.3 固碳   | 5 |
| 6.4 微电网排放因子计算                                      | 5 |
| 附 录 A （规范性附录）.....                                 | 7 |



## 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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件主要起草单位：国网上海市电力公司电力科学研究院、上海市经济信息中心、中国华能集团有限公司华东分公司、上海电力大学、上海电器科学研究院有限公司、宝山钢铁股份有限公司。

本文件主要起草人：董真、罗袞、潘爱强、刘佳、蒋文闻、林涵、胡伟、鞠晨、张剑、王娜、程凡、赵三珊、华珉。

本文件为首次发布。



# 微电网碳排放核算规范

## 1 范围

本文件规定了微电网的碳排放量的核算步骤与方法。

本文件适用于35kV及以下电压等级的微电网运行状态下碳排放量核算，不包含其新建、改建和扩建过程。

## 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，仅所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 213-2008 煤的发热量测定方法

GB/T 476-2008 煤中碳和氢的测定方法

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.1-2015 温室气体排放核算与报告要求 第1部分：发电企业

GB/T 32151.2-2015 温室气体排放核算与报告要求 第2部分：电网企业

GB/T 33589-2017 微电网接入电力系统技术规范

GB/T 36274-2018 微电网能量管理系统技术规范

GB/T 51366-2019 建筑碳排放计算标准

DL/T 904-2015 火力发电厂技术经济指标计算方法

企业温室气体排放核算方法与报告指南 发电设备

省级温室气体清单编制指南（试行）

## 3 术语和定义

GB/T 32151.1-2015、GB/T 33589-2017和GB/T 36274-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 分布式电源 distributed resources

接入35kV及以下电压等级、位于用户附近、就地消纳为主的电源，包括分布式发电和储能。

[来源：GB/T 33589-2017，定义3.1]

### 3.2 微电网 microgrid

由分布式电源、用电负荷、监控、保护和自动化装置等组成（必要时含储能装置），是一个能够基本实现内部电力电量平衡的小型供电网络。微电网分为并网型微电网和独立型微电网。

[来源：GB/T 33589-2017，定义3.2]

### 3.3 活动数据 activity data

导致二氧化碳气体排放的生产或消费活动量的表征值。

[来源：GB/T 32151.1-2015，定义3.6]

### 3.4 二氧化碳排放因子 carbon dioxide emission factor

表征单位生产或消费活动量的二氧化碳气体排放的系数。

### 3.5 燃料燃烧排放 fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的二氧化碳气体排放。

[来源：GB/T 32151.1-2015，定义 3.4]

### 3.6 购入的电力产生的排放 emission from purchased electricity

微电网消费的购入电力所对应的电力生产环节产生的二氧化碳排放。

[来源：GB/T 32151.1-2015，定义 3.5]

### 3.7 碳氧化率 carbon oxidation rate

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

[来源：GB/T 32151.1-2015，定义 3.8]

## 4 基本规定

### 4.1 编制原则

(a) 重点核算。碳排放核算应仅考虑微电网在运行状态下碳排放量，不应考虑其新建、改建和扩建过程。

(b) 客观实测。所有采集的活动数据宜选用以正规渠道上报、公布的数据，减少人为干扰因素的影响。

(c) 科学前瞻。所建立的核算模型，应科学严谨、普遍适用，可操作、可扩展，具有实用性，且考虑分布式电源对微电网的影响。

### 4.2 核算范围

根据微电网主要构成，其二氧化碳排放主要包括以下部分：化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放、微电网购入电力产生的二氧化碳排放以及利用固碳技术减少的二氧化碳排放，如图1所示。

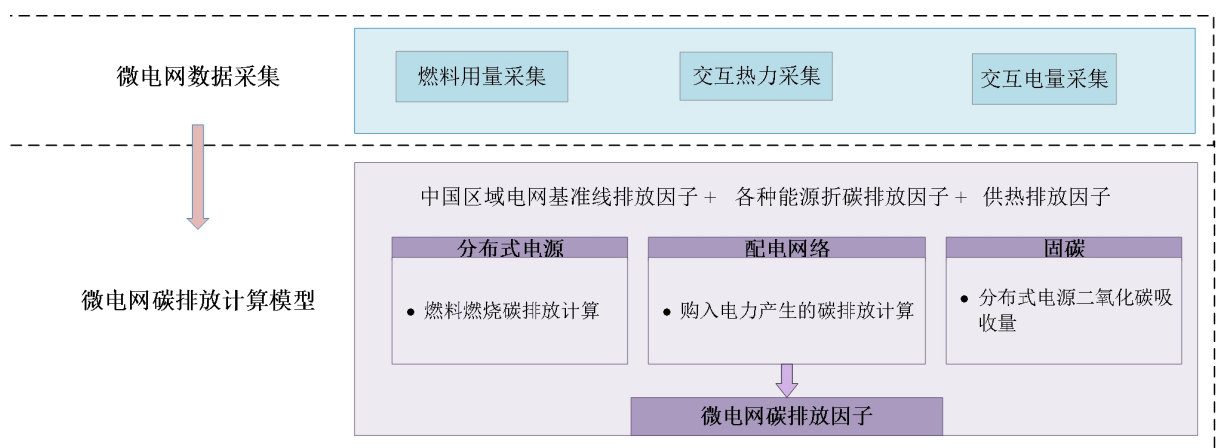


图 1 微电网碳排放构成图

## 5 核算方法和核算边界

### 5.1 核算方法



微电网二氧化碳排放主要包括化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放、外部购入电力产生的二氧化碳排放以及利用固碳技术减少的二氧化碳排放。对于分布式生物质发电和垃圾发电产生的二氧化碳排放仅统计混合燃料中化石燃料的二氧化碳排放。

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{购入}} - E_{\text{固碳}} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$E$  ——微电网二氧化碳总排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）；

$E_{\text{燃烧}}$  ——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<sub>2</sub>）；

$E_{\text{购入}}$  ——外购入电力消费的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）；

$E_{\text{固碳}}$  ——固碳技术减少的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）。

## 5.2 核算边界

碳排放计算主体以微电网接入电网的并网点为边界，核算其范围内供用电系统产生的二氧化碳排放。系统主要包括生产部分、传输部分、用户以及辅助控制部分，其中生产部分主要指分布式电源，传输部分主要指电网网络，辅助控制部分包括监控、保护和自动化装置以及储能装置等。

微电网运行模式分为独立运行模式和并网运行模式，其中在并网运行模式下微电网与外部电网之间存在电能交互，计算二氧化碳排放时需考虑购入（输出）电力产生的二氧化碳排放。

## 6 碳排放计算

### 6.1 分布式电源

#### 6.1.1 计算公式

化石燃料燃烧导致的二氧化碳排放量可按不同化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量的加总，其计算公式如：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$AD_i$  ——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。

#### 6.1.2 活动数据的获取

化石燃料燃烧的活动数据是按照年度内各种化石燃料的消耗量与平均低位发热量的乘积计算得出：

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \dots \dots \dots (3)$$

式中：

$NCV_i$  ——第*i*种化石燃料的平均低位发热量，对于固体和液体化石燃料，单位为吉焦每吨（GJ/t），对于气体化石燃料，单位为吉焦每万标立方米（GJ/10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>）；

$FC_i$  ——第*i*种化石燃料的净消耗量，对于固体和液体化石燃料，单位为吨（t），对于气体化石燃料，单位为万标立方米（10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>）。

化石燃料消耗量应根据燃料消耗实际测量值来确定，具体测量器具应符合 GB17167 的相关要求。

燃料低位发热量的测量和计算宜按照以下原则，在不方便测量时可参照附录表 A.1 中参考值。

燃煤低位发热量具体测量方法和仪器应符合 GB/T 213-2008 相关规定，频率每天一次，燃煤年平均低位发热量由日平均低位发热量加权平均计算得到，其权重是燃煤日消耗量。

燃油低位发热量具体测量方法和仪器应符合 DL/T 567.8-2016 相关规定。燃油的低位发热量按每批次测量。燃油年平均低位发热量由每批次燃油平均低位发热量加权平均计算得到，其权重是每批次燃油消耗量。

天然气低位发热量具体测量方法和仪器应符合 GB/T 11062-2020 相关规定。天然气的低位发热量可由供应商提供，也可自行测量，每月至少一次。如果该微电网某月有几个低位发热量数据，取其算术平均值作为该月的低位发热量。

生物质混合燃料发电机组以及垃圾焚烧发电机组中燃料的低位发热量应参考上述燃煤、燃油和燃气机组的低位发热量的测量和计算。

### 6.1.3 排放因子数据的获取

燃料燃烧二氧化碳排放因子计算公式为：

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$CC_i$  ——第*i*种化石燃料的单位热量含碳值，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO<sub>2</sub>/GJ）；

$OF_i$  ——第*i*种化石燃料的碳氧化率，以%表示。

#### 6.1.3.1 单位热值含碳量

燃煤燃料碳含量的测量应符合 GB/T 476 要求，燃煤月平均单位热值含碳量计算公式为：

$$CC_{煤} = \frac{C_{煤}}{NCV_{煤}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$C_{煤}$  ——燃料月平均碳元素含量，以%表示；

$NCV_{煤}$  ——燃料月平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）；

$CC_{煤}$  ——燃料月平均单位热量含碳值，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）。

燃煤的年平均单位热值含碳量通过燃煤每月的单位热值含碳量加权平均计算得出，其权重为燃烧煤的月活动数据。燃油和燃气的单位热值含碳量可采用推荐表。

对于生物质混合燃料发电机组以及垃圾焚烧发电机组中化石燃料单位热值含碳量，可参考上述公式。

#### 6.1.3.2 碳氧化率

燃煤的碳氧化率不区分煤种取 98%。

燃油和燃气的碳氧化率采用附录表 A.1 中各类燃料品种对应的缺省值。

对于生物质混合燃料发电机以及垃圾焚烧发电机组中化石燃料的碳氧化率应参考上述推荐值。

## 6.2 电网网络

### 6.2.1 购入电力产生的碳排放量计算

#### 6.2.1.1 计算公式

对于购入电力消费所对应的电力生产环节产生的二氧化碳排放量,用购入电量乘以该区域电网平均供电排放因子,其计算公式如:

$$E_{\text{购入}} = AD_{\text{购入}} \times EF_{\text{购入}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$AD_{\text{购入}}$ ——微电网购入电量,单位为兆瓦时(MWh);

$EF_{\text{购入}}$ ——区域电网年平均供电排放因子,单位为吨二氧化碳每兆瓦时( $\text{tCO}_2/\text{MWh}$ )。

微电网购入电量可用调入与调出电量的差值得到,其计算公式如:

$$E_{\text{购入}} = E_{\text{调入}} - E_{\text{调出}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$E_{\text{调入}}$ ——微电网调入电量,单位为兆瓦时(MWh);

$E_{\text{调出}}$ ——微电网调出电量,单位为兆瓦时(MWh)。

### 6.2.1.2 活动数据的获取

购入电力活动数据以电表记录读数为准,若无电表或读数不可用,可采用电费发票或结算单等凭证上数据。

### 6.2.1.3 排放因子数据的获取

电网排放因子应根据生产地址国家主管部门公布的相应电网排放因子计算,若无所在地区排放因子可取省级或区域电网排放因子。

## 6.3 固碳

### 6.3.1 计算公式

在分布式电源中,宜通过计量固碳物质前后质量,计算得出吸收二氧化碳量:

$$E_{\text{固碳}} = W_{\text{后}} - W_{\text{前}} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$W_{\text{前}}$ ——分布式电源固碳物质吸收前质量,单位为吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ );

$W_{\text{后}}$ ——分布式电源固碳物质吸收后质量,单位为吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )。

### 6.3.2 活动数据的获取

固碳数据以发电侧记录数据为准,也可采用具备资质机构提供的测量数据证明。

## 6.4 微电网排放因子计算

### 6.4.1 并网型微电网排放因子

并网型微电网排放因子可直接选择生产所在地国家主管部门公布的相应电网排放因子计算,若无所在地区排放因子可取省级或区域电网排放因子。

### 6.4.2 独立型微电网排放因子

独立型微电网排放因子宜取前一年微电网平均排放因子,计算公式如下:

$$EF = \frac{E}{\sum E_{\text{供电}i} + \sum E_{\text{热电}i} + AD_{\text{购入}}} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$E$  ——微电网燃料燃烧二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$E_{\text{供电}i}$  ——微电网第  $i$  个分布式电源发电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$E_{\text{热电}i}$  ——微电网第  $i$  个分布式电源供热量折算对应的电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$AD_{\text{购入}}$  ——微电网购入电量，单位为兆瓦时（MWh）。

供电量是发电设备发电量减去与生产有关的辅助设备的消耗电量，应符合 DL/T 904 的要求，根据电表记录的读数获取或计算。

发电设备的发电量和供电量不包括应急柴油发电机的发电量，如果存在应急柴油发电机所发的电量供给发电机组消耗的情形，那么应急柴油发电机所发电量应计入厂用电量，在计算供电量时予以扣除。

供热量数据可直接读取计量热量的数据，也可凭结算凭证上的数据。

## 附录 A (规范性附录)

### A.1 常用化石燃料相关参数

表 A.1 常用化石燃料相关参数推荐表

| 能源名称                       | 计量单位                            | 低位发热量<br>GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> | 单位热值含碳量<br>tC/GJ        | 碳氧化率             |
|----------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|------------------|
| 燃煤                         | t                               | ---  | ---                     | 98% <sup>b</sup> |
| 原油                         | t                               | 41.816 <sup>a</sup>                                | 20.1*10 <sup>-3b</sup>  | 98% <sup>b</sup> |
| 燃料油                        | t                               | 41.816 <sup>a</sup>                                | 21.1*10 <sup>-3b</sup>  |                  |
| 汽油                         | t                               | 43.070 <sup>a</sup>                                | 18.9*10 <sup>-3b</sup>  |                  |
| 柴油                         | t                               | 42.652 <sup>a</sup>                                | 20.2*10 <sup>-3b</sup>  |                  |
| 炼厂干气                       | t                               | 45.998 <sup>a</sup>                                | 18.2*10 <sup>-3b</sup>  |                  |
| 天然气                        | 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> | 389.31 <sup>a</sup>                                | 15.3*10 <sup>-3b</sup>  | 99% <sup>b</sup> |
| 焦炉煤气                       | 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> | 179.81 <sup>a</sup>                                | 13.58*10 <sup>-3b</sup> |                  |
| 其他煤气                       | 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> | 52.27 <sup>a</sup>                                 | 12.2*10 <sup>-3b</sup>  |                  |
| a 数据取值来源《中国能源统计年鉴》(2020)   |                                 |  |                         |                  |
| b 数据取值来源《省级温室气体清单编制指南》(试行) |                                 |  |                         |                  |

### A.2 购入电力相关参数

表 A.2 购入电力排放因子和推荐参数值

| 名称   | 单位                    | CO <sub>2</sub> 排放因子 |
|------|-----------------------|----------------------|
| 购入电力 | tCO <sub>2</sub> /MWh | 选用国家主管部门公布电网碳排放因子    |

### A.3 热电折算参考系数

表 A.3 热电折算参考系数

| 名称 | 折电量换算系数         |
|----|-----------------|
| 热量 | 0.2776 兆瓦时/百万千焦 |