

电碳计量技术规范

Technical specification for electrical carbon measurement

2026-01-15 发布

2026-02-15 实施

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 基本原则 2

5 数据要求 2

6 基于电力流的碳排放计量体系 3

7 基于电力流的碳排放计量模型 4

8 基于电力流的碳排放计量系统 6

9 电碳计量设备 7

附录 A（规范性） 电碳计量核算数据明细表..... 10

附录 B（规范性） 电碳计量核算报告模板..... 11

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。

本文件由内蒙古自治区市场监督管理局归口。

本文件起草单位：内蒙古电力（集团）有限责任公司、电能计量公司、内蒙古电力科学研究院、呼和浩特供电公司、包头供电公司、鄂尔多斯供电公司、蒙电资本控股公司。

本文件主要起草人：许晓斌、杨万春、仝晨华、尹卿、张忠、王永利、燕伯峰、刘宇鹏、张勇、李程琛、黄欣、武睿、宋俊亮、陈仟、秦瑜、石浩渊、王建强、黄文韬、武时雨、许飞宇、连雯卓、韩瑞、陈富强、张洋、惠真真、樊浩研、雷少波。

电碳计量技术规范

1 范围

本文件规定了电碳计量技术要求、方法及实施流程。

本文件适用于电力行业和电力用户的碳排放计量工作，旨在为内蒙古自治区碳排放管理及涉碳产业提供标准化支持。

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/T 17215.211 电测量设备（交流）通用要求、试验和试验条件 第11部分：测量设备

GB/T 17215.321 电测量设备（交流）特殊要求 第21部分：静止式有功电能表（A级、B级、C级、D级和E级）

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

DL/T 698.45 电能信息采集与管理系统 第4-5部分：通信协议一面向对象的数据交换协议

ISO 14067 温室气体产品的碳足迹量化要求和指南

GHG Protocol 温室气体核算体系

3 术语和定义

GB/T 32151.2界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电力流 powerflow

电力系统在运行时，在电源电势激励作用下，从电源通过电力系统各元件流入负荷的功率或能量。

3.2

基于电力流的碳排放计量 measurement of carbon emission based on powerflow

基于对电力系统中电力流的追踪与分析，对输配电线路损耗电量和电力用户消耗电量对应的发电环节产生的温室气体折算二氧化碳排放量的量值测量。

3.3

电力碳排放因子 electricity carbon emission factor

每单位电能所产生的二氧化碳排放量。

3.4

发电侧上网关口 power generation gateway

发电企业与电网企业之间进行电能量结算的计量点。

3.5

电碳计量系统 metrology system for electricity carbon emission

具备对电厂、变电站、变压器、低压用户等发电侧、供电侧、配电侧和用户侧电能数据和碳排放数据采集、监测和分析等功能的系统。

3.6

绿色电力交易 green electricity trading

以绿色电力和对应绿色电力环境价值为标的物的电力交易品种，用以满足发电企业、售电公司、电力用户等出售、购买绿色电力的需求。

3.7

电碳计量表 carbon-electricity meter

具有电能量计量、电碳排放量计量、信息处理和存储、实时监测、自动控制、信息交互等功能的电碳计量设备。

3.8

电碳计量终端 carbon-electricity metering unit

与电碳计量表及电碳计量系统进行通信，具备电碳数据采集、传输、电碳因子管理等功能的终端。

4 基本原则

可测量原则：电力碳排放量核算工作以源侧实时记录的各类型机组的燃料消耗情况或发电烟气排放数据为直接碳排放量的计量基础，以碳排放流理论为间接碳排放分摊方法实现碳排放溯源，间接碳排放基于电力系统潮流，具有“可测量”性。

可报告原则：通过碳排放流理论，结合电力市场交易确定全网的碳排放量，具备广泛公平性，具有“可报告”性。

可核查原则：通过引入电碳计量装置等措施，保障数据的不可篡改性和透明度，确保碳排放数据及计量核算过程“可核查”。

5 数据要求

5.1 电碳拓扑结构

电碳拓扑结构图见图1。

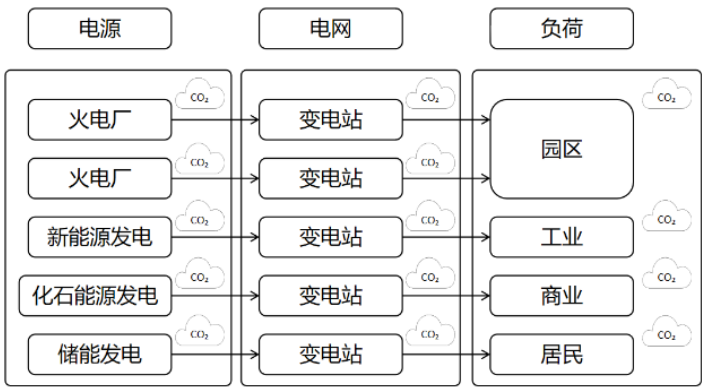


图1 电碳拓扑结构图

5.2 数据采集

通过实时监测设备或数据共享等渠道，获取发电侧燃料消耗量、发电侧碳排放因子、电力碳排放量、电量、电力交易数据、电力潮流数据等。电碳计量核算所需数据明细按照附录A的规定执行。

5.3 数据传输

将采集到的数据传输至电碳计量系统，经核算后下发电力碳排放因子至电碳计量设备。

5.4 数据处理

对采集到的数据进行统计、分析、存储等处理，与上、下游节点的监测数据进行交互和比对，主要对数据做以下处理：

- a) 数据清洗：去除异常数据和噪声数据；
- b) 数据转换：将采集到的数据转换为统一的格式；
- c) 数据存储：将处理后的数据存储到数据库中，数据储存时间周期不少于五年。

5.5 数据安全

数据安全应当依照法律、行政法规的规定和国家标准的强制性要求，在网络安全等级保护的基础上，确保数据免遭篡改、泄露或者非法获取、非法利用。

6 基于电力流的碳排放计量体系

6.1 计量方法

基于电力流的碳排放计量方法是通过建立准确追踪电力生产侧碳排放流向电力消费侧的数学模型，将电力生产侧碳排放公平分摊到电网侧和消费侧，实现电网侧和消费侧的电力碳排放的准确计量。

6.2 体系架构

基于电力流的碳排放计量体系的典型架构见图2。基于电力流的碳排放计量体系包括电碳计量模型、电碳计量设备和电碳计量系统。

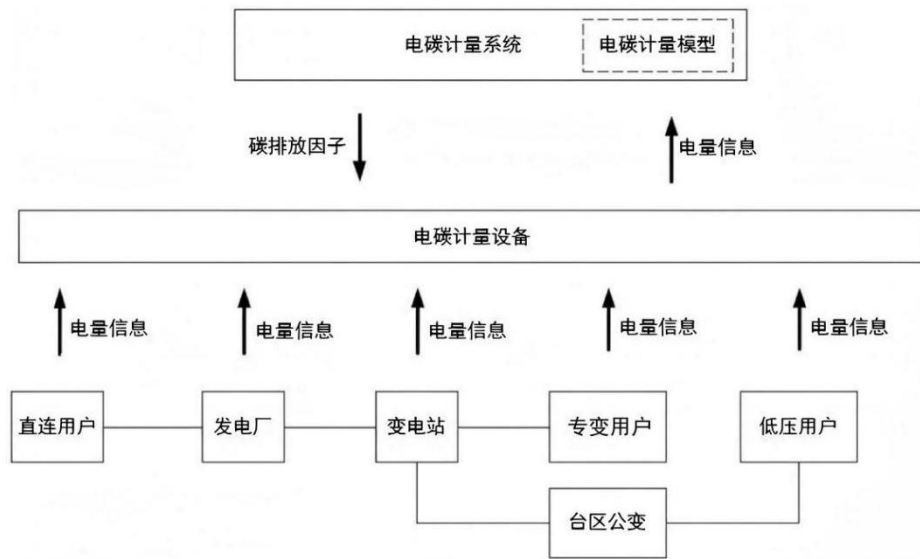


图2 基于电力流的碳排放计量体系框架图

7 基于电力流的碳排放计量模型

7.1 电力系统节点碳排放计量模型

图3为电力系统节点碳排放流传输示意图。每一节点的电力碳排放量，输入、输出（包括节点消耗碳排放量）达到实时平衡。

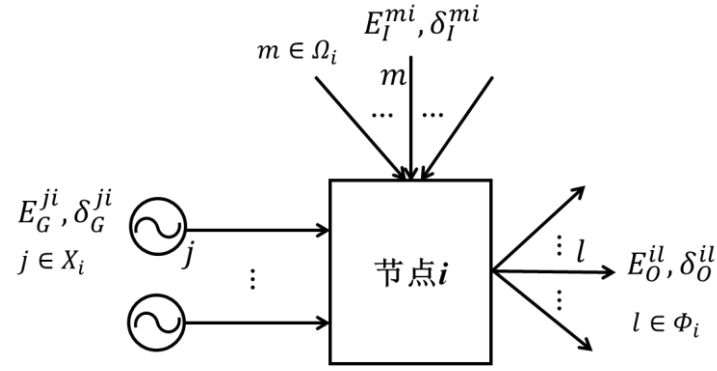


图3 电力系统节点碳排放流传输示意图

电力系统中任意节点*i*的碳排放量输入等于其碳排放量输出，且流出节点*i*的各线路的碳排放因子相等。流出节点*i*的线路碳排放因子 δ_o^{il} 计算方法如下公式（1）、公式（2）：

$$\sum_{j \in X_i} E_G^{ji} \cdot \delta_G^{ji} + \sum_{m \in \Omega_i} E_l^{mi} \cdot \delta_l^{mi} = (\sum_{l \in \Phi_i} E_o^{il}) \cdot \delta_o^{il} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 X_i ——接入节点*i*的电源集合；
 E_G^{ji} ——电源*j*在某一段时间内输送给节点*i*的有功电量，单位为千瓦时（kWh）；
 δ_G^{ji} ——电源*j*的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；

Ω_i ——流入节点 i 的线路集合；
 E_I^{mi} ——在某一段时间内通过线路 m 流入节点 i 的有功电量， $E_I^{mi} \geq 0$ ，单位为千瓦时（kWh）；
 δ_I^{mi} ——线路 m 的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；
 Φ_i ——流出节点 i 的线路集合；
 E_O^{il} ——通过线路 l 流出节点 i 的有功电量， $E_O^{il} \geq 0$ ，单位为千瓦时（kWh）；
 δ_O^{il} ——线路 l 的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）。

$$\delta_O^{il} = \frac{\sum_{j \in X_i} E_G^{ji} \cdot \delta_G^{ji} + \sum_{m \in \Omega_i} E_I^{mi} \cdot \delta_I^{mi}}{\sum_{j \in X_i} E_G^{ji} + \sum_{m \in \Omega_i} E_I^{mi}} = \frac{\sum_{j \in X_i} E_G^{ji} \cdot \delta_G^{ji} + \sum_{m \in \Omega_i} E_I^{mi} \cdot \delta_I^{mi}}{\sum_{l \in \Phi_i} E_O^{il}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

δ_O^{il} ——线路 l 的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；
 X_i ——接入节点 i 的电源集合；
 E_G^{ji} ——电源 j 在某一段时间内输送给节点 i 的有功电量，单位为千瓦时（kWh）；
 δ_G^{ji} ——电源 j 的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；
 Ω_i ——流入节点 i 的线路集合；
 E_I^{mi} ——在某一段时间内通过线路 m 流入节点 i 的有功电量， $E_I^{mi} \geq 0$ ，单位为千瓦时（kWh）；
 δ_I^{mi} ——线路 m 的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；
 Φ_i ——流出节点 i 的线路集合；
 E_O^{il} ——通过线路 l 流出节点 i 的有功电量， $E_O^{il} \geq 0$ ，单位为千瓦时（kWh）。

7.2 各个场景下碳排放计量模型

7.2.1 发电侧上网关口碳排放计量模型

发电厂 i 在某一时段内向电网输送的碳排放量 C_{gi} 为公式 (3)：

$$C_{gi} = \sum_{j \in M} \delta_i E_{ij}, \quad i \in N_g \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M ——发电厂 i 的上网关口电能计量点集合；
 δ_i ——发电厂 i 的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；
 E_{ij} ——发电厂 i 的上网关口电能计量点 j 的有功电能，单位为千瓦时（kWh）；
 N_g ——发电厂集合。

7.2.2 输配环节碳排放计量模型

电网侧第 i 个输配环节在某一时段内的碳排放量 C_{di} 为公式 (4)：

$$C_{di} = \Delta E_i \delta_{di}, \quad i \in N_l \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ΔE_i ——电网侧第 i 个输配环节的损耗电量，单位为千瓦时（kWh）；
 δ_{di} ——电网侧第 i 个输配环节的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；
 N_l ——电网侧输配环节集合。

7.2.3 用电侧碳排放计量模型

7.2.3.1 基于电力流计量模型

用电负荷节点*i*在某一时段内的碳排放量 C_{li} 为公式（5）：

$$C_{li} = \delta_{gi} E_{gi} + \delta_i E_i, \quad i \in N_d \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

δ_{gi} ——节点*i*接入的发电关口碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；

E_{gi} ——节点*i*接入的发电关口输出的有功电能，单位为千瓦时（kWh）；

δ_i ——节点*i*的输配电线路的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；

E_i ——节点*i*的电能计量点的有功电能，单位为千瓦时（kWh）；

N_d ——用电负荷集合。

注1：假定某负荷节点在某段时间内的自发电量大于用电量，则公式5中 E_i 等于0。

注2：负荷侧储能设备充电状态下等同于用电负荷，负荷侧储能设备放电状态下的碳排放因子等于0。

7.2.3.2 市场交易计量模型

针对全市场交易用户的碳排放核算需求，结合电力市场交易（特别是绿色电力交易）特性，可构建以下计算模型：

市场交易用户在某一时段内的碳排放量 C_d 为公式（6）：

$$C_d = \sum_{j \in M} \delta_j E_j \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

M ——电力交易类型集合(如燃煤电、风电、光伏等)；

δ_j ——电力交易类型*j*的碳排放因子，单位为千克每千瓦时（kg/kWh）；

E_j ——电力交易类型*j*的购买电量，单位为千瓦时（kWh）。

8 基于电力流的碳排放计量系统

8.1 系统构成及功能

8.1.1 电碳数据融合与建模

系统实现多源异构数据的标准化接入与治理，具备对电网运行、交易及燃料数据的清洗、校验与质量监控功能。建立电网时空统一数据模型，支持多时间尺度数据映射，并实现电网拓扑与行政区划的空间关联及碳排放属性的扩展。

8.1.2 计量与溯源

系统核心计量引擎核算分时分区电力碳排放因子，并计及新能源波动、网架及交易影响。集成“物理流”与“交易流”双流溯源算法，实现碳足迹全链路追溯与绿电可验证溯源。

8.1.3 产品碳足迹核算

系统提供基于电力碳排放因子的产品全生命周期碳足迹核算功能，核算应符合ISO 14067、GHG Protocol等相关国际标准；内置标准排放因子数据库，支持第三方数据集成，并提供典型产品核算模型与标准服务接口。

8.1.4 企业碳排放管理

系统依据国际标准实现企业碳排放的标准化核算。提供多情景碳排放预测与达峰路径分析工具，输出达峰时点、峰值及减排路径。电碳计量核算报告模板按照附录B的格式执行。

8.2 性能要求

系统具备不低于15 min级核算功能，应符合DL/T 698.45中的规定，保障系统数据和运行的安全，数据通信协议统一，可接入各类电碳计量设备。

9 电碳计量设备

9.1 电碳计量表

9.1.1 总体要求

应符合GB/T 17215.211和GB/T 17215.321要求。电碳计量功能采用模组化设计，符合电能表扩展模组要求。具备电碳量计量、冻结、存储、显示等功能，且支持与电碳计量终端通信，应符合DL/T 698.45要求，实现电力碳排放因子接收与电碳量数据上传。

9.1.2 外观和标识

除符合GB/T 17215.211和GB/T 17215.321要求，增加如下标注：

- a) 电力碳排放因子的计量单位，单位一般为千克每千瓦时（kg/kWh）；
- b) 电碳量的计量单位，单位一般为千克（kg）、吨（t）。

9.1.3 显示项目

除符合GB/T 17215.211和GB/T 17215.321要求，增加如下项目：

- a) 当前电力碳排放因子；
- b) 当前正、反向电碳量；
- c) 上1日～上30日的正、反向日冻结电碳量，单位一般为千克（kg）、吨（t）；
- d) 上1月～上12月的正、反向月冻结电碳量，单位一般为千克（kg）、吨（t）。

9.1.4 电碳计量准确度要求

当电碳计量表工作在规定的参比条件下，由电流和功率因数在表1～表2给出的范围内，百分数误差不应超过表1～表2中给定的相应准确度等级的极限。默认电碳计量系统下发的电力碳排放因子为标准值。

表1 单相电碳计量表百分数误差极限

电流 I	功率因数	仪表各等级的百分数 误差极限/%
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 1.0
	0.5 L 到 1 到 0.8 C	± 1.0
$I_{min} \leq I \leq I_{tr}$	1	± 1.5
	0.5 L 到 1 到 0.8 C	± 1.5
$I_{st} \leq I \leq I_{min}$	1	$\pm 1.5 I_{min}/I$

表2 三相电碳计量表百分数误差极限

负载类型	电流 I	功率因数	仪表各等级的百分数误差极限/%	
			C	D
平衡负载 不平衡负载	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.5	± 0.2
		0.5 L 到 1 到 0.8 C	± 0.6	± 0.3
	$I_{min} \leq I \leq I_{tr}$	1	± 1.0	± 0.4
		0.5 L 到 1 到 0.8 C	± 1.5	± 0.5
平衡负载	$I_{st} \leq I \leq I_{min}$	1	$\pm 1.0 I_{min}/I$	$\pm 0.4 I_{min}/I$

9.1.5 功能要求

9.1.5.1 数据存储要求

应能存储以下数据：

- a) 存储上 1 日～上 30 日的正、反向日冻结电碳量；
- b) 存储上 1 月～上 12 月的正、反向月冻结电碳量；
- c) 存储上 1 日 96 点电碳量增量和上 1 日电碳量；
- d) 存储 365 日的电力碳排放因子和电碳量。

9.1.5.2 通信要求

与电碳计量终端通信，并支持以下功能：

- a) 支持按 15 min 间隔接收系统下发的电力碳排放因子；
- b) 支持日冻结电碳量和月冻结电碳量数据上送至电碳计量系统。

9.2 电碳计量终端

9.2.1 技术要求

应符合电碳计量终端所安装地区电力公司的相关要求，同时还应具备对电碳计量表数据进行采集、存储、处理和电碳核算等功能。支持每15 min接收主站下发的电力碳排放因子，实时转发至所辖电碳计量表。通信协议应符合DL/T 698.45要求，扩展定义电力碳排放因子、碳排放量等数据对象，支持电力碳排放因子安全传输与多源数据交互。

9.2.2 电力碳排放因子下发及数据采集

支持按15 min间隔接收经主站下发的电力碳排放因子并转发至电碳计量表，对各类电碳计量表数据进行采集、存储，并在主站召测时发送给主站。电碳计量终端记录的电碳计量表数据，应与所连接的电碳计量表显示的相应数据一致。

9.2.3 处理器主要性能指标要求

电碳计量终端主控 CPU 应为国产工业级芯片，CPU 主频不低于 1 GHz，内存不低于 1 GByte，数据存储器不低于 4 GByte。

附 录 A
(规范性)
电碳计量核算数据明细表

电碳计量核算数据明细表见表A. 1。

表A. 1 电碳计量核算数据明细表

序号	数据项名称	数据指标	数据频率 (日/时/分)	数据周期 (日/月/年)	数据字段类型
1	发电侧发电量数据 ^a	厂站发电量 ^a	15 min	日	String/Float
		电网发电总量	15 min	日	Float
		全区火电发电总量	15 min	日	Float
		全区新能源发电总量	15 min	日	Float
		各供电区域火电发电总量 ^b	日	月	Float
		各供电区域新能源发电总量	日	月	Float
2	电网侧节点潮流电量数据 ^a	110 kV及以上输电线路潮流电 量	15 min	日	Float
		35 kV及以下配电线路潮流电 量	15 min	日	Float
		各供电区域关口电能量 ^c	持久	年	Float
3	用电侧用电量数据 ^a	全区用电总量	日	月	Float
		各供电公司区域用电总量	日	月	Float
		用户用电总量 ^d	15 min	日	String/Float
4	电力交易数据 ^e	用户新能源购电电量	月	年	String/Float
		用户火电购电电量	月	年	String/Float
<div><div>^a 厂站发电量数据要求附发电厂站名称、机组编号。</div><div>^b 各供电区域按照自治区盟市级供电公司供电区域划分。</div><div>^c 各供电区域关口指各盟市级供电区域间电能计量关口。</div><div>^d 用户用电总量数据要求附用电用户名称、用电户号等基本信息。</div><div>^e 发电侧发电量数据、电网侧节点潮流电量数据由内蒙古电力（集团）有限责任公司及国家电网蒙东电力有限公司电网调度控制部门提供；用电侧用电量数据由内蒙古电力（集团）有限责任公司及国家电网蒙东电力有限公司营销部门提供；电力交易数据由内蒙古电力（集团）有限责任公司及国家电网蒙东电力有限公司电力交易部门提供。</div></div>					

附 录 B
(规范性)
电碳计量核算报告模板

编号：_____

内蒙古自治区
电碳计量核算报告

申请单位：_____
编制：_____
审核：_____
批准：_____

目 录

- 一. 企业基本情况
- 二. 核算边界
- 三. 核算方法与依据
- 四. 数据采集与处理
- 五. 核算结果
- 六. 分析与评价
- 七. 结论
- 八. 附件清单

一、企业基本情况

二、核算边界

1. 生产厂区范围：_____
2. 核算周期：____年__月__日至____年__月__日

（一）核算内容

1. 购入电力产生的间接碳排放
2. 自备电厂产生的直接碳排放（如有）

三、核算方法与依据

（一）核算标准及依据

（二）排放因子确定方法

四、数据采集与处理

（一）数据来源清单

（二）数据质量控制

五、核算结果

（一）年度总体情况

（二）月度、季度等明细表

（三）清洁能源情况

六、分析与评价

七、结论

八、附件清单