

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

电力间接碳排放量计量系统技术规范

Technical Specifications for Electricity Indirect Carbon

Emission Metering Systems

(征求意见稿)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

国家市场监督管理总局 发布

电力间接碳排放量计量系统技术规

范

Technical Specifications for Electricity

JJF XXXX-XXXX

Indirect Carbon Emission Metering Systems

本规范经国家市场监督管理总局 20XX 年 XX 月 XX 日批准，并自
XXXX 年 XX 月 XX 日期执行。

归口单位： 全国碳达峰碳中和计量技术委员会电力计量分
技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范委托全国碳达峰碳中和计量技术委员会电力计量分技术委员会负责

解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引 言.....	I
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
4 概述.....	2
5 计量特性.....	2
6 计量条件.....	2
6.1 参比条件.....	2
6.2 计量器具配备要求.....	3
7 计量原理.....	3
7.1 发电侧.....	4
7.2 电网侧.....	4
7.3 用户侧.....	4
8 计量方法.....	5
8.1 发电侧.....	5
8.2 电网侧.....	8
8.3 用户侧.....	9
9 计量结果表达.....	10
附录 A.....	11
电力间接碳排放计量系统不确定度评定示例.....	11
附录 B.....	15
附录 C.....	16
电力间接碳排放计量系统评价原始记录格式.....	16
附录 D.....	20
证书内页参考格式.....	20

引 言

本规范依据 JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范规定了电力间接碳排放量计量系统的计量器具配备、计量原理、计算方法、计量结果表达。

本规范为首次发布。

电力间接碳排放量计量系统技术规范

1 范围

本规范规定了利用直测法测量发电直接碳排放量，并基于电力碳排放流理论的电力间接碳排放量计量系统的计量器具配备、间接碳排放量和电力碳排放因子计量方法、计量结果表达。

利用物料平衡法测量发电直接碳排放量或基于其他理论的电力间接碳排放量计量系统可参照执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 968 烟气分析仪检定规程

JJG 1169 烟气采样器检定规程

JJG 635 一氧化碳、二氧化碳红外气体分析器检定规程

JJG 596 安装式交流电能表

JJG 313 测量用电流互感器检定规程

JJG 314 测量用电力互感器检定规程

JJF 1585 固定污染源烟气排放连续监测系统校准规范

JJF XXX 电力间接碳排放量计量器具技术规范

DL/T 448 电能计量装置技术管理规程

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。

3 术语和计量单位

3.1 电力间接碳排放量 indirect carbon emissions

消耗电能所对应的二氧化碳排放量。计量单位是千克。[JJF XXXX 碳排放计量术语与定义，X.X]。

3.2 电力间接碳排放量计量系统 indirect carbon emissions measuring system

用于实现电力间接碳排放量计量的全套计量仪表和其他设备。

3.3 电碳量 electric carbon content

电碳量是电力系统中电能附着的二氧化碳排放量。

3.4 电力碳排放因子 carbon emission factor

表征单位电量对应二氧化碳排放量的系数。计量单位是千克二氧化碳每千瓦时，符号 kgCO_2/kWh 。[JJF XXXX 碳排放计量术语与定义，X.X]

3.5 电网首级节点 primary node of the power grid

直接与发电侧节点线路连接的电网侧节点。

3.6 电网末级节点 final node of the power grid

直接与用户侧节点线路连接的电网侧节点。

3.7 电力碳排放流 electricity carbon emission flow

依附于电网中有功潮流存在的一种虚拟网络流，用于表征某一支路上所流过功率对应的碳排放。

4 概述

电力间接碳排放量计量系统是用于实现电力用户间接碳排放量、电力碳排放因子计量的全套计量仪表和其他设备，主要包括：电力间接碳排放计量器具（以下简称“电碳计量器具”）、电能计量装置及用于测量发电二氧化碳排放量的软硬件设备。

电力间接碳排放量计量是将发电碳排放量附着于发电量，基于电力碳排放流理论向电网侧、用户侧传递，最终得到用户间接碳排放量、电力碳排放因子。

具体实现方法是：首先通过通信网络将发电二氧化碳排放量和发电量数据传输至电碳计量器具（发电侧），计量得到上网电力碳排放因子；然后基于电网拓扑，将各节点的电力碳排放因子和输送电量逐级传输至安装在下级节点的电碳计量器具（电网侧），计量得到各级电网节点的电力碳排放因子；最后通过通信网络将电网末级节点的输送电量和电力碳排放因子传输至电碳计量器具（用户侧），计量得到用户间接碳排放量、电力碳排放因子。

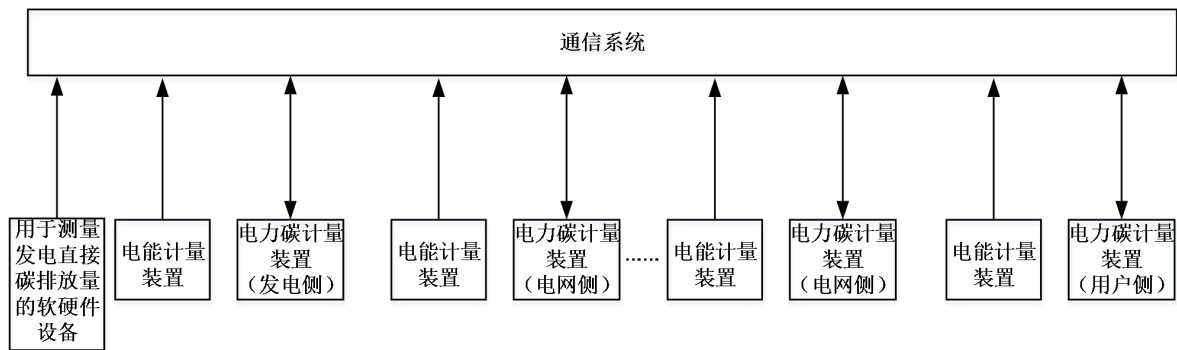


图1 电力间接碳排放量计量系统组成

5 计量特性

本规范使用用户侧电力碳排放因子的最大允许误差（MPE）表征电力间接碳排放量计量系统的计量特性，并按最大允许误差的绝对值（MPEV）分为如下4个等级：

- A 级：MPEV 为 5%；
- B 级：MPEV 为 10%；
- C 级：MPEV 为 20%；
- D 级：MPEV 为 20%以上。

6 计量条件

6.1 参比条件

确定计量性能时应满足的参比条件及允许误差不超过表1规定。

表1 参比条件

量值	参比条件	允差
环境温度	参比值	±2℃
射频电磁场30kHz~6GHz	0V/m	≤1V/m
对位置敏感仪表的工作位置	按照制造商规定的位置安装	±0.5°

6.2 计量器具配备要求

6.2.1 电能表

电能表应满足JJG 596要求，电压互感器和电流互感器应满足JJG 要求。

6.2.2 直接碳排放量设备

基于直测法，测量发电直接碳排放量的软硬件设备应满足 JJG 968、JJG 1169、JJG 635、JJF 1585要求。

6.2.3 电碳计量器具

电碳计量器具应满足JJFXXX《电力间接碳排放计量装置》的技术要求。

6.2.4 参数要求

配备的计量器具应满足表2要求。

表2 电力间接碳排放计量系统的计量器具配备要求

计量参数	MPEV			
	A 级	B 级	C 级	D 级
直接碳排放量	5%	10%	20%	20%以上
有功电量	发电侧：I类计量点配置有功0.2s级电能表，0.2级电压互感器及0.2S级电流互感器；II类计量点配置有功0.5s级电能表，0.2级电压互感器及0.2S级电流互感器。 电网侧：II类计量点配置有功0.5s级电能表，0.2级电压互感器及0.2S级电流互感器；III类计量点配置有功0.5s级电能表，0.5级电压互感器及0.5S级电流互感器。 用户侧：IV类计量点配置有功1级电能表，0.5级电压互感器及0.5S级电流互感器。			
时间（时刻）	±5min	±5min	±5min	±5min
注：计量点按照 DL/T 448 中的规定分类。				

7 计量原理

7.1 发电侧

在发电侧，安装用于测量发电直接碳排放量的软硬件设备计量发电厂二氧化碳排放量，并为发电厂二氧化碳排放量赋予时标；在发电量计量点安装电能表及电压互感器、电流互感器计量发电量数据，并由电能表为发电量赋予时标。二氧化碳排放量与发电量时标应一致。

安装电碳计量器具（发电侧），通过通信网络获取时标相同的发电厂二氧化碳排放量和发电量，计量得到该时标对应的电力碳排放因子，并为电力碳排放因子赋予与发电量相同的时标。发电厂可根据送出线与机组的对应情况配置多台电碳计量器具（发电侧）。

在发电上网计量点安装电能表及电压互感器、电流互感器计量上网电量数据，由电能表为上网电量赋予时标，并通过通信网络将时标相同的电力碳排放因子、上网电量及该时标传输至电网首级节点。

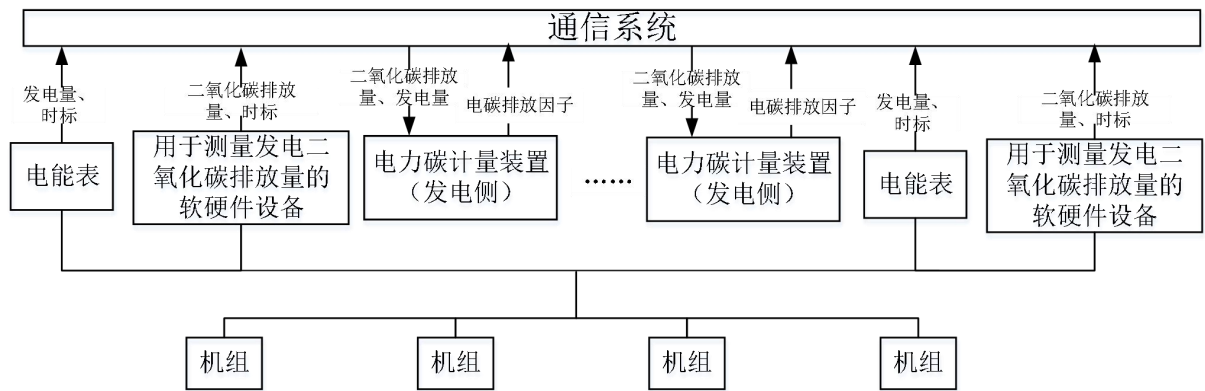


图2 发电侧碳计量原理图

7.2 电网侧

在电网首级节点，安装电碳计量器具（电网侧），通过通信网络获取发电侧输出电量、电力碳排放因子和时标，计量得到本级节点该时标的电力碳排放因子。

在本级节点输出计量点安装电能表及电压互感器、电流互感器计量得到本级节点输送电量，并由电能表为输送电量赋予时标。通过通信网络将同一时标对应的电力碳排放因子、输送电量及该时标传输至下级节点。

电网侧各级节点按照上述过程，逐级计量得到本级节点电力碳排放因子和输送电量直至电网末级节点。

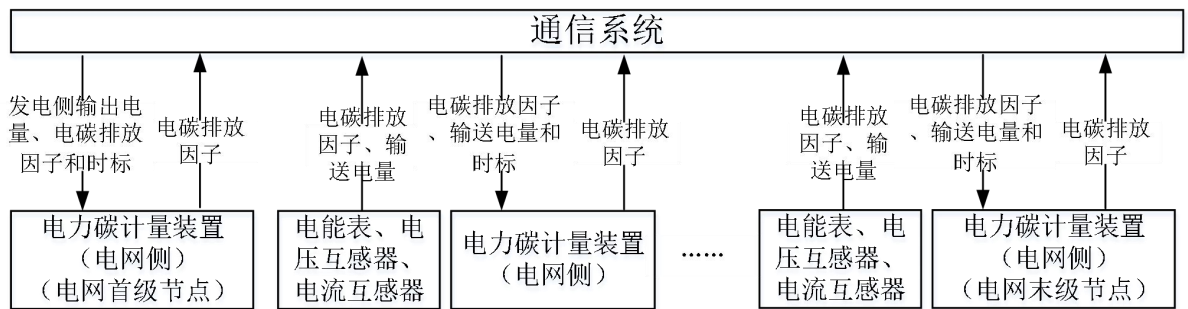


图3 电网侧碳计量原理图

7.3 用户侧

在用户侧，安装电碳计量器具（用户侧），通过通信网络获取电网末级节点输送电量、电力碳排放因子和时标，计量得到用户该时标的净购入电力碳排放因子和电力间接碳排放量。

如有发电设施，则安装用于测量发电二氧化碳排放量的软硬件设备计量发电设施二氧化碳排放量，并为发电设施二氧化碳排放量赋予时标；在发电量计量点安装电能表及电压互感器（按需安装）、电流互感器（按需安装）计量发电量数据，并由电能表为发电量赋予时标。发电设施二氧化碳排放量与发电量时标应一致。电碳计量器具（用户侧）通过通信网络获取用户发电设施二氧化碳排放量、发电量和时标，计量得到用户该时标的全部用电量电力碳排放因子和全部用电量电碳排放量。

如向电网输送电量，在输出电量计量点安装电能表及电压互感器（按需安装）、电流互感器（按需安装）计量输送电量数据，由电能表为输送电量赋予时标，并通过通信网络将时标相同的全部用电量电力碳排放因子、输送电量及该时标传输至电网首级节点。

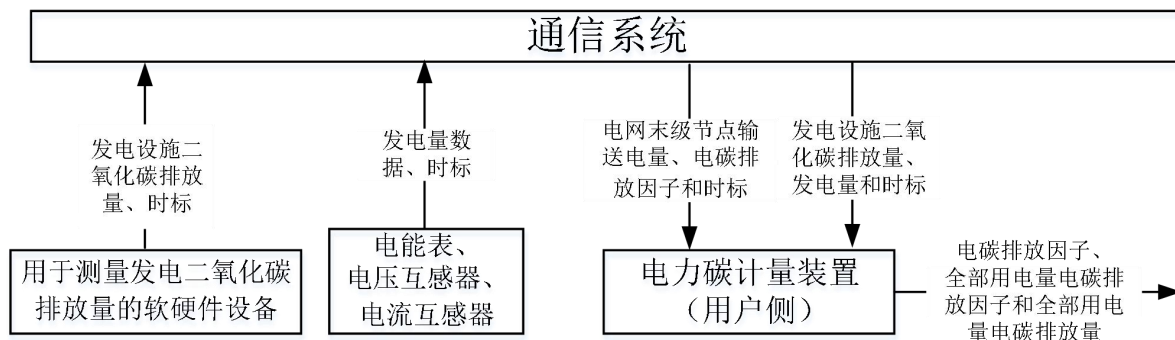


图4 用户侧碳计量原理图

8 计量方法

8.1 发电侧

8.1.1 发电侧碳排放因子计算

发电侧碳排放因子计算使用电碳计量器具（发电侧），其技术要求应满足JJFXXX（《电力间接碳排放计量器具技术规范》）。

发电侧电力碳排放因子通过输入的直接碳排放量和电量数据由式（1）计算得到：

$$\lambda_{\text{发电侧}} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n E_i} \quad (1)$$

式中：

$\lambda_{\text{发电侧}}$ ——发电厂电力碳排放因子；

F_i ——发电直接碳排放量；

E_i ——上网关口电能表电量乘以电压、电流互感器变比之后的有功电量；

n ——为机组数量。

8.1.2 直接碳排放量计量

直接碳排放量计量使用用于测量发电直接碳排放量的软硬件设备，其测量不确定度或准确度等级应满足JJG 968、JJG 1169、JJG 635、JJF 1585要求，安装应符合用于测量发电直接碳排放量的软硬件设备相应规范或标准要求。

直接碳排放量通过对火电机组烟道中的二氧化碳浓度、烟气流量、温度、压力、湿度等参数的实时监测，通过公式计算、转换和积分最终得到。

(1) 烟气二氧化碳排放浓度计算

标准状态下烟气二氧化碳质量浓度按公式（2）计算。

$$C_{\text{sn}} = C_s \times \frac{44}{22.4} \times 10 \quad (2)$$

式中：

C_{sn} ——标准状态下二氧化碳质量浓度，单位为克每立方米（ g/m^3 ）；

C_s ——测得的二氧化碳体积浓度，单位为体积百分比（%）。

注：公式（1）中质量浓度和体积浓度干湿基状态应相同。
标准状态下二氧化碳干基质量浓度和湿基质量浓度转换按公式（3）计算。

$$C_d = \frac{C_w}{1 - X_{sw}} \quad (3)$$

式中：

C_d ——标准状态下二氧化碳干基质量浓度，单位为克每立方米（g/m³）；

C_w ——标准状态下二氧化碳湿基质量浓度，单位为克每立方米（g/m³）；

X_{sw} ——烟气含湿量。

（2）烟气体积流量计算

湿烟气平均流速按公式（4）计算。

$$\bar{V}_s = KV \times \bar{V}_p \quad (4)$$

式中：

\bar{V}_s ——测定断面的湿烟气平均流速，单位为米每秒（m/s）；

KV——速度场系数；

\bar{V}_p ——测定断面流速 CMS 测得的湿烟气平均流速，（m/s）。

实际工况下湿烟气流量按公式（5）计算。

$$Q_s = 3600 \times F \times \bar{V}_s \quad (5)$$

式中：

Q_s ——实际工况下湿烟气流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

F ——测定断面的面积，单位为平方米（m²）。

标准状态下干烟气体积流量按公式（6）计算。

$$Q_{sn} = Q_s \times \frac{273}{273 + t_s} \times \frac{B_a + P_s}{101325} \times (1 - X_{sw}) \quad (6)$$

式中：

Q_{sn} ——标准状态下干烟气体积流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

t_s ——烟气温度，单位为摄氏度（℃）；

B_a ——大气压力，单位为帕斯卡（Pa）；

P_s ——烟气静压（表压），单位为帕斯卡（Pa）。

（3）二氧化碳排放质量流率计算

二氧化碳排放质量流率按公式（7）计算。

$$G_h = C_d \times Q_{sn} \times 10^{-6} \quad (7)$$

式中：

G_h ——烟气二氧化碳排放质量流率，单位为吨每小时（t/h）。

(4) 二氧化碳排放量计算
二氧化碳的累积排放量按公式(8)~公式(10)计算。

$$G_d = \sum_{i=1}^{24} G_{hi} \quad (8)$$

式中:

G_d ——二氧化碳天排放量;

G_{hi} ——该天中第*i*分钟二氧化碳排放量;

8.1.3 有功电量计量

有功电量计量使用电能表应符合JJG 596要求, 电流互感器应符合JJG 313要求, 电压互感器应符合JJG 314要求。

8.2 电网侧

8.2.1 电网侧电力碳排放因子计算

电网侧碳排放因子计算使用电碳计量器具(电网侧), 其技术要求应满足JJFXXX(《电力间接碳排放计量器具技术规范》)。

电网侧电力碳排放因子通过输入的电力碳排放因子、电量计算得到:

(1) 判断各输入电量的符号:

$$W_i = W_i^+ - W_i^- \quad (9)$$

式中:

W_i ——第*i*个上级节点输送的有功电量;

W_i^+ ——第*i*个上级节点对应电能表中的正向有功电量;

W_i^- ——第*i*个上级节点对应电能表中的反向有功电量。

(2) 输送有功电量符号为负的, 该输送有功电量及所对应的电力碳排放因子, 不参与计算。

(3) 输送有功电量符号为正的, 该输送有功电量及所对应的电力碳排放因子用于计算:

$$\lambda_{\text{电网侧}} = \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_i E_i}{\sum_{i=1}^m E_i} \quad (10)$$

式中:

$\lambda_{\text{电网侧}}$ ——电网侧电力碳排放因子;

λ_i ——输送有功电量为正的上级节点电力碳排放因子;

m ——输送有功电量为正的上级节点数量。

8.2.2 有功电量计量

有功电量计量使用电能表应符合JJG 596要求, 电流互感器应符合JJG 313要求, 电压互感器应符合JJG 314要求。

8.3 用户侧

8.3.1 用户侧电力碳排放因子、间接碳排放量计算

用户侧净购入电力间接碳排放量、净购入电力电力碳排放因子、全部用电量电碳排放量和全部用电量电力碳排放因子，通过输入的电力碳排放因子、电量、直接碳排放量计算得到：

(1) 采用式(9)判断各输入电量的符号。

(2) 输送有功电量符号为负的，该输送有功电量及所对应的电力碳排放因子，不参与计算。

(3) 输送有功电量符号为正的，该输送有功电量及所对应的电力碳排放因子用于计算：

$$F_{\text{用电间接}} = \sum_{i=1}^{m-n} \lambda_i E_i \quad (11)$$

$$\lambda_{\text{用电间接}} = \frac{F_{\text{用电间接}}}{\sum_{i=1}^{m-n} E_i} \quad (12)$$

$$F_{\text{用电全量}} = F_{\text{用电间接}} + \sum_{j=1}^n F_j \quad (13)$$

$$\lambda_{\text{用电全量}} = \frac{F_{\text{用电全量}}}{\sum_{i=1}^{m-n} E_i + \sum_{j=1}^n E_{F_j}} \quad (14)$$

式中：

$F_{\text{用电间接}}$ ——用户净购入电力间接碳排放量；

$\lambda_{\text{用电间接}}$ ——用户净购入电力电力碳排放因子；

$F_{\text{用电全量}}$ ——用户全部用电量电碳排放量；

$\lambda_{\text{用电全量}}$ ——用户全部用电量电力碳排放因子；

m ——输送有功电量为正的上级节点数量；

n ——用户发电设施的数量；

λ_i ——输送有功电量为正的上级节点电力碳排放因子；

F_j ——用户发电设施的发电直接碳排放量；

E_{F_j} ——用户发电设施的有功电量。

8.3.2 用电侧碳排放因子计算

用电侧碳排放因子计算使用电碳计量器具（用电侧），其技术要求应满足JJFXXX（《电力间接碳排放计量器具技术规范》）。

8.3.3 有功电量计量

有功电量计量使用电能表应符合JJG 596要求，电流互感器应符合JJG 313要求，电压互感器应符合JJG 314要求。

8.3.4 发电直接碳排放量计量

应满足7.2.1.2的要求。

9 计量结果表达

电力间接碳排放计量结果为电力间接碳排放量及其相对扩展不确定度 U_{rel} 和MPEV，详见附录A和附录B。

附录 A

电力间接碳排放计量系统不确定度评定示例

A.1 概述

以图 A.1 系统拓扑为例进行电力间接碳排放计量系统不确定度计算。其中 G1、G3、G4 为火电机组，G2 为风电机组。各级计量点所装电能表为 0.2s 级，G1、G2、G3、G4 火电机组用于测量发电直接碳排放量的软硬件设备碳排放量不一致性为 20%。各发电机组在一个时段内发电量和碳排放量情况如表 A.1 所示，各计量点电能值如表 A.2 所示：

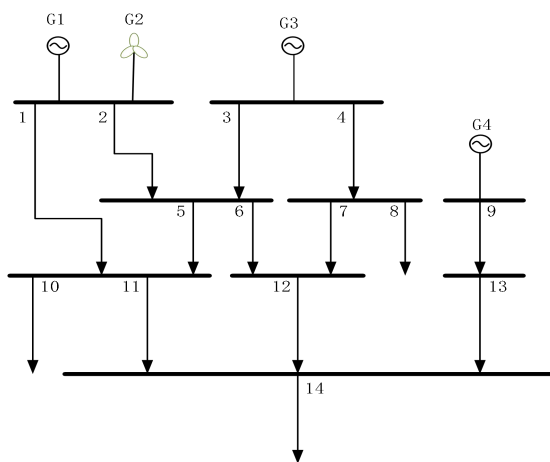


图 A.1 系统拓扑

表 A.1 各机组发电量及碳排放情况

机组	G1	G2	G3	G4
上网电量 (kWh)	100	60	120	80
碳排放量 (kgCO ₂)	80	0	80	60

表 A.2 各计量点输送电能情况 (kWh)

计量点 1	计量点 2	计量点 3	计量点 4	计量点 5
90	70	60	60	59
计量点 6	计量点 7	计量点 8	计量点 9	计量点 10
69	29.5	30	80	56
计量点 11	计量点 12	计量点 13	计量点 14	
92	97.5	79.5	268	

A.2 测量模型

电力间接碳排放计量中电力碳排放因子传播可以归纳为发电侧、电网侧用户侧节点

2 个测量环节。

A.2.1 发电侧碳排放因子

在电厂，一段时间内电力碳排放因子 λ_{gnt} 为：

$$\lambda_{\text{gnt}} = \frac{C_{\text{gnt}}}{E_{\text{gnt}}} \quad (\text{A.1})$$

式中：

C_{gnt} —用于测量发电直接碳排放量的软硬件设备的碳排放量；

E_{gnt} —对应机组发出的电能量。

A.2.1 电网侧用户侧节点因子

在节点，当有多条支路输入节点时，节点输入的附着碳量 $C_{\text{nd_in}}$ 为：

$$C_{\text{nd_in}} = \sum_{i=1}^n \lambda_{\text{in}_i} E_{\text{nd_in}_i} \quad (\text{A.2})$$

式中：

n —输入节点支路数量，

λ_{in_i} —节点第 i 条输入支路的电碳因子，

$E_{\text{nd_in}_i}$ —节点第 i 条输入支路的电量。

电网侧用户侧电力碳排放因子 λ_{nd} 为：

$$\lambda_{\text{nd}} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{\text{in}_i} E_{\text{nd_in}_i}}{\sum_{i=1}^n E_{\text{nd_in}_i}} \quad (\text{A.3})$$

节点输出支路的电碳因子 $\lambda_{\text{nd_out}}$ 与节点电碳因子 λ_{nd} 相等。

A.3 不确定度分量评定

A.3.1 发电侧电力碳排放因子不确定度

由于用于测量发电直接碳排放量的软硬件设备与电厂出线关口电能表相互独立，因此发电侧输出电力碳排放因子的相对标准不确定度为：

$$u_{\text{rel}_\lambda_{\text{gnt}}} = \sqrt{u_{\text{rel}_C_{\text{gnt}}}^2 + u_{\text{rel}_E_{\text{gnt}}}^2} \quad (\text{A.4})$$

式中：

$u_{\text{rel}_C_{\text{gnt}}}$ —用于测量发电直接碳排放量的软硬件设备的相对标准不确定度；

$u_{\text{rel}_E_{\text{gnt}}}$ —电厂出线关口电能表的相对标准不确定度。

测量发电直接碳排放量的软硬件设备碳排放量不一致性为 5%，由于碳排放计量不一致性由多种因素综合产生，根据中心极限定理应服从正态分布，可视为 $k=3$ 时的相对扩展不确定度，即碳排放计量的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}_C_{\text{gnt}}} = 6.7\%$ 。

电能计量误差均由多种因素综合产生，根据中心极限定理应服从正态分布，可视为电厂出线关口电能表在 $k=3$ 时的相对扩展不确定度，即电碳表电能计量部分相对标准不确定度 $u_{\text{rel}_E_{\text{ent}}} = 0.067\%$ 。

发电侧输出电力碳排放因子的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}_\lambda_{\text{ent}}} = \sqrt{u_{\text{rel}_C_{\text{ent}}}^2 + u_{\text{rel}_E_{\text{ent}}}^2} = 0.0667\%$ 。

A.3.2 电网侧用户侧节点电力碳排放因子不确定度

A.3.2.1 通讯线路不确定度

电碳计量器具在接收数据时，若通讯规约约定的有效位数与传输量值有效位数不一致将造成截断误差，引入不确定度分量。通讯线路输入量值服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则数据通讯传输引入电力碳排放因子的标准不确定度分量为：

$$u_{\text{in}} = \frac{L_{\text{in}}}{\sqrt{3}} \quad (\text{A.5})$$

式中：

L_{in} 一通信规约约定的最低有效位。

通讯最小有效位数按 5 位计算，因此通信线路标准不确定度分量为：

$$u_{\text{in}} = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} = 5.8 \times 10^{-5}$$

A.3.2.2 电碳计量器具不确定度

电碳计量器具不确定度评定不考虑因输入信号不符合通信规约、输入信号丢失或错误、电碳表内部故障、人为因素破坏等异常，仅考虑电碳表正常时输出量值的不确定度。由于电碳表中计算芯片的存储单元字长有限，超过存储单元字长的数据位数直接舍弃。通讯线路输入量值服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则电碳计量器具输出引入电力碳排放因子的标准不确定度分量为：

$$u_{\text{ig}} = \frac{L_{\text{m}}}{\sqrt{3}} \quad (\text{A.6})$$

式中：

L_{m} 一存储单元字长的最低有效位。

电碳计量器具的传输最小有效位数按 4 位计算，服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则数据通讯传输引入的标准不确定度分量为：

$$u_{\text{in}} = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} = 5.8 \times 10^{-5}$$

A.3.2.3 电碳计量算法不确定度

在电碳计量算法不确定度评定中，由于各支路传输的电能值由不同的关口电能表计量，可视为相互独立，因此系统中节点输出电力碳排放因子的相对标准不确定度 $u_{\text{rel},\lambda_{n+1}}$ 为：

$$u_{\text{rel},\lambda_{n+1}}^2 = \sum_{j=1}^m \left(\frac{\lambda_{n-j} E_j \sum_{i=1}^m E_i - E_j \sum_{i=1}^m E_i \lambda_{n-i}}{\sum_{i=1}^m E_i \lambda_{n-i} \sum_{i=1}^m E_i} \right)^2 u_{\text{rel},E_j}^2 + \sum_{j=1}^m \left(\frac{E_j \lambda_{n-j}}{\sum_{i=1}^m E_i \lambda_{n-i}} \right)^2 u_{\text{rel},\lambda_{n-j}}^2 + 2 \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{j=i+1}^m \frac{E_k \lambda_{n-k}}{\sum_{i=1}^m E_i \lambda_{n-i}} \frac{E_j \lambda_{n-j}}{\sum_{i=1}^m E_i \lambda_{n-i}} r(\lambda_{n-k}, \lambda_{n-j}) u_{\text{rel},\lambda_{n-k}} u_{\text{rel},\lambda_{n-j}}$$
(A.7)

对于各级节点之间，参与节点输出电力碳排放因子计算的是通信线路传输的上级电力碳排放因子和关口电能表计量电能，由于通信线路传输、上级电力碳排放因子计算和关口电能表计量相互独立，因此式中 $u_{\text{rel},\lambda_{n-j}}$ 、 u_{rel,E_j} 应分别为：

$$u_{\text{rel},\lambda_{n-j}} = \sqrt{\left(\frac{u_{\text{in}}}{X_t} \right)^2 + u_{\text{rel},\text{meter}_C}^2}$$
(A.8)

$$u_{\text{rel},E_j} = \sqrt{\left(\frac{u_{\text{in}}}{X_t} \right)^2 + u_{\text{rel},\text{meter}_E}^2}$$
(A.9)

式中， $u_{\text{rel},\text{meter}_E}$ —关口电能表电能计量相对标准不确定度。

A.3.2.4 电力间接碳排放量计量系统合成标准不确定度

由于电碳计量算法不确定度和电碳计量器具不确定度相互独立，则用户侧（第n级节点）电碳表输出电力碳排放因子的相对标准不确定度为：

$$u_{\text{rel},\text{meter}_C} = \sqrt{u_{\text{rel},\lambda_n}^2 + \left(\frac{u_{\text{ig}}}{\lambda_n} \right)^2}$$
(A.10)

根据图 A.1 系统拓扑，将表 A.1、表 A.2 数据带入公式 A.4-A.10 中，可得计量点 1-14 的相对标准不确定度。

表 3 各计量点相对标准不确定度

计量点 1	计量点 2	计量点 3	计量点 4	计量点 5
0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0472
计量点 6	计量点 7	计量点 8	计量点 9	计量点 10
0.0472	0.0667	0.0667	0.0667	0.0537
计量点 11	计量点 12	计量点 13	计量点 14	
0.0537	0.0503	0.0667	0.0385	

计量点 14 为最末级用户侧（第 n 级节点）电碳表输出电力碳排放因子的相对标准不确定度 $u_{\text{rel_meter_C}} = 0.0385$ 。

A.3 拓展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则拓展不确定度为：

$$U = ku_{\text{rel_meter_C}} \quad (\text{A.11})$$

该拓扑电力间接碳排放量计量系统输出电力碳排放因子拓展不确定度为 $U = 0.077$ 。

A.7 校准结果的表述

该拓扑电力间接碳排放量计量系统输出电力碳排放因子的测量不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 0.08, k = 2。$$

附录 B

电力间接碳排放计量系统 MPEV 示例

由表 1，附录 A 中图 A.1 拓扑的电力间接碳排放计量系统准确度等级为 C 级。

附录 C

电力间接碳排放计量系统评价原始记录格式

校准日期： 年 月 日

委托单位		委托单位地址	
证书编号		记录编号	
评价依据		评价地点	
系统配备的计量器具			
电能表			
器具名称1		制造单位1	
型号规格1		出厂编号1	
准确度等级1		检定证书编号1	
器具名称2		制造单位2	
型号规格2		出厂编号2	
准确度等级2		检定证书编号2	
直接碳排放测量设备			
器具名称1		制造单位1	
型号规格1		出厂编号1	
准确度等级1		检定证书编号1	
器具名称2		制造单位2	
型号规格2		出厂编号2	
准确度等级2		检定证书编号2	
电碳表			
器具名称1		制造单位1	
型号规格1		出厂编号1	
准确度等级1		检定证书编号1	
器具名称2		制造单位2	
型号规格2		出厂编号2	
准确度等级2		检定证书编号2	

系统拓扑

评价：

记录：

校核：

直接碳排放测量设备输入量值		kgCO ₂ /kWh	
直接碳排放测量设备1		直接碳排放测量设备2	
直接碳排放测量设备3		直接碳排放测量设备4	
直接碳排放测量设备5		直接碳排放测量设备6	
直接碳排放测量设备7		直接碳排放测量设备8	

电能表输入量值		kWh	
电能表1		电能表2	
电能表3		电能表4	
电能表5		电能表6	
电能表7		电能表8	
电能表9		电能表10	
电能表11		电能表12	
电能表13		电能表14	
电能表15		电能表16	
电能表17		电能表18	

节点不确定度		k=2	
节点1		节点2	
节点3		节点4	
节点5		节点6	
节点7		节点8	
节点9		节点10	

用户不确定度		k=2	
用户1		用户2	
用户3		用户4	
用户5		用户6	

评价结果
电力间接碳排放量计量系统准确度： 不确定度：

附录 D

证书内页参考格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

<评定机构授权说明>			
不确定度的评估和表述均负荷JJF 1059.1的要求			
系统配备的电能表			
器具名称1		制造单位1	
型号规格1		出厂编号1	
准确度等级1		检定证书编号1	
器具名称2		制造单位2	
型号规格2		出厂编号2	
准确度等级2		检定证书编号2	
系统配备的直接碳排放测量设备			
器具名称1		制造单位1	
型号规格1		出厂编号1	
准确度等级1		检定证书编号1	
器具名称2		制造单位2	
型号规格2		出厂编号2	
准确度等级2		检定证书编号2	
系统配备的电碳表			
器具名称1		制造单位1	
型号规格1		出厂编号1	
准确度等级1		检定证书编号1	
器具名称2		制造单位2	
型号规格2		出厂编号2	
准确度等级2		检定证书编号2	
不确定度评价所依据的技术文件（代号、名称）：			

系统拓扑

评价结果

直接碳排放测量设备输入量值				kgCO ₂ /kWh
直接碳排放测量设备1		直接碳排放测量设备2		
直接碳排放测量设备3		直接碳排放测量设备4		
直接碳排放测量设备5		直接碳排放测量设备6		
直接碳排放测量设备7		直接碳排放测量设备8		

电能表输入量值				kWh
电能表1		电能表2		
电能表3		电能表4		
电能表5		电能表6		
电能表7		电能表8		
电能表9		电能表10		
电能表11		电能表12		
电能表13		电能表14		
电能表15		电能表16		
电能表17		电能表18		

用户不确定度				k=2
用户1		用户2		
用户3		用户4		
用户5		用户6		

评价结果
电力间接碳排放量计量系统准确度： 不确定度：
声明： 1. 仅对加盖“XXXXXX校准专用章”的完整证书负责。 2. 本证书的校准结果仅对本次所评价系统有效。

校准员：

核验员：