



湖北省地方计量技术规范

JJF(鄂)149-2025

电力行业碳计量技术规范 火电机组碳排放量化

Metrological Technical Specification for Carbon Measurement in the Electric
Power Industry—Quantification of Carbon Emissions from Thermal Power Unit

2025-01-15 发布

2025-05-01 实施

湖北省市场监督管理局 发布

电力行业碳计量技术规范

火电机组碳排放量化

Metrological Technical Specification for Carbon
Measurement in the Electric Power Industry—
Quantification of Carbon Emissions from Thermal
Power Unit

JJF(鄂) 149—2025

归口单位：湖北省市场监督管理局

主要起草单位：国网湖北省电力有限公司

国网湖北省电力有限公司电力科学研究院

参加起草单位：湖北方源东力电力科学研究所有限公司

北京雪迪龙科技股份有限公司

武汉敢为科技有限公司

湖北华电江陵发电有限公司

黄冈中电大别山发电运营管理有限公司

国能长源汉川发电有限公司

本规范委托国网湖北省电力有限公司电力科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

黄 辉（国网湖北省电力有限公司电力科学研究院）
梅 欣（国网湖北省电力有限公司电力科学研究院）
李阳海（国网湖北省电力有限公司电力科学研究院）
刘 俊（国网湖北省电力有限公司电力科学研究院）
贺 俊（国网湖北省电力有限公司）

参加起草人：

徐万兵（湖北方源东力电力科学研究所有限公司）
盛 果（北京雪迪龙科技股份有限公司）
张俊龙（武汉敢为科技有限公司）
王 楠（湖北方源东力电力科学研究所有限公司）
许 涛（湖北方源东力电力科学研究所有限公司）
徐 锐（湖北华电江陵发电有限公司）
王大陆（黄冈中电大别山发电运营管理有限公司）
安建军（黄冈中电大别山发电运营管理有限公司）
饶昌健（黄冈中电大别山发电运营管理有限公司）
周 淼（国网湖北省电力有限公司电力科学研究院）
蔡文嘉（国网湖北省电力有限公司）
彭 翔（国网湖北省电力有限公司）
张海军（国能长源汉川发电有限公司）
贾庆岩（国网湖北省电力有限公司电力科学研究院）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和定义	(1)
4 火电机组烟气直测法碳排放量化技术要求	(2)
4.1 基本要求	(2)
4.2 CO ₂ 体积浓度 C_s 测量表计安装配置要求	(2)
4.3 湿烟气体积流量 Q_s 或流速测量表计安装配置要求	(2)
4.4 CO ₂ 体积浓度 C_s 测量技术要求	(2)
4.5 烟气流速测量技术要求	(3)
4.6 烟气温度测量技术要求	(3)
4.7 烟气湿度测量技术要求	(3)
4.8 烟气压力测量技术要求	(3)
4.9 其它要求	(3)
4.10 烟气直测法碳排放计算	(3)
5 物料平衡法碳排放量化技术要求	(4)
5.1 基本要求	(4)
5.2 碳氧化率计算	(4)
5.3 物料平衡法碳排放计算	(4)
6 数学模型法碳排放量化技术要求	(5)
6.1 基本要求	(5)
6.2 数学模型法碳排放计算	(5)

引 言

本规范以 JJF1001-2011《通用计量名词术语与定义》和 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》为基础性系列规范进行制定。

本规范参考了 GB/T 27025《检测和校准实验室能力的通用要求》，GB/T 31391《煤的元素分析》，GB/T 32150《工业企业温室气体排放核算和报告通则》，GB/T 32151.1《温室气体排放核算与报告要求 第1部分：发电企业》，GB/T 10184《电站锅炉性能试验规程》、环办气候函〔2022〕485号《企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施》、DL/T 2376-2021《火电厂烟气二氧化碳排放连续监测技术规范》和 CAS 454-2020《火力发电企业二氧化碳排放在线监测技术要求》等规范编制而成。

本规范是首次发布。

电力行业碳计量技术规范 火电机组碳排放量化

1 范围

本规范规定了湖北省电力行业碳计量标准体系中关于火电机组碳排放量化技术要求。包括：烟气直测法碳排放量化技术规范；物料平衡法碳排放量化技术规范；数学模型法碳排放量化技术规范等。

本规范适用电力行业以煤、油、气等为主要燃料的火电机组碳排放量化。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

- GB/T 27025 《检测和校准实验室能力的通用要求》
- GB/T 31391 《煤的元素分析》
- GB/T 32150 《工业企业温室气体排放核算和报告通则》
- GB/T 32151.1 《温室气体排放核算与报告要求 第1部分：发电企业》
- GB/T 10184 《电站锅炉性能试验规程》
- 环办气候函〔2022〕485号《企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施》
- DL/T 2376-2021 《火电厂烟气二氧化碳排放连续监测技术规范》
- CAS 454-2020 《火力发电企业二氧化碳排放在线监测技术要求》
- HJ 75-2017 《固定污染源烟气(SO₂、NO_x、颗粒物)排放连续监测技术规范》

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 术语和定义

3.1 燃料燃烧碳排放 carbon emission from fuel combustion

煤、油、气等燃料在氧化燃烧过程中产生的二氧化碳排放。

3.2 火电机组碳排放 total carbon emission from thermal power unit

火电机组燃料燃烧碳排放和外购电力碳排放之和。

3.3 排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

3.4 活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：例如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量等。

3.5 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。

3.6 烟气直测法 Direct smoke measurement method

通过连续排放监测系统(CEMS)，直接测量排放气体的流速和浓度等参数来计算碳排

放量。

3.7 物料平衡法 Material balance method

又称核算法，是碳平衡的运用，基于煤炭、飞灰和炉渣含碳量等数据，计算碳排放量。

3.8 数学模型法 Mathematical model method

基于大数据算法获取到机组碳排放量与火电机组负荷、燃料耗量、煤质、供热等自变量的函数关系，利用函数关系计算机组碳排放量。

4 火电机组烟气直测法碳排放量化技术要求

4.1 基本要求

4.1.1 采用烟气直测法进行火电机组碳排放量化的结果是指火电机组烟气排放总出口位置烟气携带的直接碳排放量，不包括外购电力携带的间接碳排放量。

4.1.2 火电机组燃料燃烧碳排放量化应同时对机组烟气总出口位置的干烟气中 CO_2 体积浓度 C_s 、湿烟气体积流量 Q_s 或流速、烟气温度 t 、烟气静压 P 、烟气湿度 X_{sw} 等参数进行测量，测量仪表应定期进行比对校准，不少于每季度一次。

4.1.3 在火电机组烟气总出口位置进行参数测量时，测量表计宜安装在烟囱上，且测点安装位置距离烟囱入口烟道中心标高位置应不少于 6 倍烟囱直径；若烟囱安装条件不具备且必须安装在烟囱入口烟道时，则应尽量在足够长直管道位置安装。

4.2 CO_2 体积浓度 C_s 测量表计安装配置要求

4.2.1 可采用非分散红外吸收法、傅立叶变换红外光谱法、可调谐激光法等。

4.2.2 具备条件的，宜采取间隔 90° 或 120° 夹角的方式多点布置；条件不具备的，可采取单点布置。

4.3 湿烟气体积流量 Q_s 或流速测量表计安装配置要求

4.3.1 可采用矩阵式流量计、超声波流量计、比托管等。

4.3.2 应配置自动清灰、防堵功能。

4.3.3 矩阵式流量计应满足 HJ 75 规定要求安装配置。安装在烟囱上时，流量计宜不少于 4 套，且每套不少于 2 个测点；安装在烟道上时，流量计应符合 HJ 75 要求。

4.3.4 超声波流量计应不少于 2 套。

4.3.5 比托管应采用 3 点以上的多点布置方式。

4.4 CO_2 体积浓度 C_s 测量技术要求

4.4.1 测量范围：燃煤机组烟气中二氧化碳浓度测量上限应在 $20\% \sim 25\%$ ，燃气机组烟气中二氧化碳浓度测量上限应在 $6\% \sim 14\%$ 。

4.4.2 示值误差：测量表计与标准气体标称值的相对误差不超过 $\pm 5\%$ 且绝对误差不超过 $\pm 0.5\%$ 。

4.4.3 测量精度：应不超过满量程的 $\pm 1\%$ 。

4.4.4 24 小时零点漂移和量程漂移：应不超过满量程的 $\pm 1\%$ 。

4.4.5 不确定度：表计 B 类相对不确定度应不超过 2%。

4.5 烟气流速测量技术要求

4.5.1 测量范围：表计量程上限宜为 30m/s~40m/s。

4.5.2 示值误差：烟气流速测量相对误差不超过±8%。

4.5.3 测量精度：应不超过满量程的±1.5%。

4.5.4 不确定度：表计 B 类相对不确定度应不超过 2%。

4.6 烟气温度测量技术要求

4.6.1 示值误差：测量绝对误差应不超过±3℃。

4.6.2 测量精度：应不超过满量程的±2%。

4.6.3 不确定度：表计 B 类相对不确定度应不超过 2%。

4.7 烟气湿度测量技术要求

4.7.1 测量精度：>5%时，相对误差≤±25%；≤5%时，绝对误差≤±1.5%。

4.7.2 不确定度：表计 B 类相对不确定度应不超过 2%。

4.8 烟气压力测量技术要求

4.8.1 测量精度：应不超过满量程的±0.5%。

4.8.2 不确定度：表计 B 类相对不确定度应不超过 2%。

4.9 其它要求

4.9.1 表计 B 类相对不确定度按照公式（1）计算：

$$U_{relB} = \sqrt{(X_1/\sqrt{3})^2 + (X_2/\sqrt{3})^2 + (X_3/\sqrt{3})^2} \quad (1)$$

式中：

U_{relB} ——表计 B 类相对不确定度；

X_1 ——表计的测量精度；

X_2 ——表计的零点漂移；

X_3 ——表计的量程漂移。

4.9.2 干烟气中 CO₂ 体积浓度 C_s 、湿烟气体积流量 Q_s 或流速、烟气温度 t 、烟气静压 P 、烟气湿度 X_{sw} 等参数测量表计其它性能要求应满足 DL/T2376-2021《火电厂烟气二氧化碳排放连续监测技术规范》相关要求。

4.10 烟气直测法碳排放计算

火电机组烟气直测法碳排放量化结果，按照公式（2）计算：

$$G_{h,火} = C_s \times \frac{44}{22.4} \times Q_s \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P_0+P}{101325} \times (1 - X_{sw}) \quad (2)$$

式中：

$G_{h,火}$ ——碳排放量瞬时质量流量，t/h；

C_s ——实测干烟气中 CO₂ 体积浓度；

- Q_s —— 实测烟气体积流量, kNm^3/h ;
 t —— 实测烟气温度, $^{\circ}\text{C}$;
 P_o, P —— 实测大气压, 烟气静压, Pa ;
 X_{sw} —— 为烟气中含湿量。

5 物料平衡法碳排放量化技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 采用物料平衡法进行火电机组碳排放量化的结果是指通过燃料消耗量、元素碳、碳氧化率等参数计算的燃料燃烧碳排放量, 不包括外购电力携带的间接碳排放量。

5.1.2 燃煤元素碳为收到基元素碳, 应采用通过 CNAS 认可或 CMA 认定检测机构检测结果。具备条件的宜每日开展入炉煤元素碳检测; 条件不具备的应至少每月开展一次入炉煤元素碳检测, 每日采集入炉煤缩分样品, 每月将日缩分样品合并混合, 用于检测元素碳; 如 1 月内入炉煤质波动较大, 则应在每次更换有较大波动煤种前开展元素碳检测。若发电机组未按规定检测入炉煤元素碳, 则依据《企业温室气体排放方法与报告指南 发电设施》规定, 采用单位热值含碳量缺省值和入炉煤低位热值计算得到入炉煤元素碳。

5.1.3 燃油、燃气应至少每月开展 1 次元素碳检测, 可由发电企业自行检测或委托外部有资质检测机构检测。若发电机组未按规定检测元素碳, 则依据《企业温室气体排放方法与报告指南 发电设施》规定, 采用缺省值计算元素碳。

5.2 碳氧化率计算

5.2.1 燃煤机组优先按照公式 (3) 计算。

5.2.2 燃煤发电机组未检测未燃尽物时, 则采用缺省值, 燃煤碳氧化率取 0.99, 燃油碳氧化率取 0.98; 燃气碳氧化率取 0.99。

$$OF_{煤} = 1 - \frac{A_{ar}}{C_{ar}} \times \left(\frac{0.9 \times C_{fh}}{1 - C_{fh}} + \frac{0.1 \times C_{lz}}{1 - C_{lz}} \right) \quad (3)$$

式中:

- A_{ar} —— 原煤中收到基灰, % (煤质化验数据);
 C_{fh} —— 飞灰含碳量, % (在线飞灰仪测量数据或每日飞灰化验报表);
 C_{ar} —— 原煤中收到基碳, % (煤质化验数据);
 C_{lz} —— 炉渣含碳量, % (每日炉渣化验报表)。

5.3 物料平衡法碳排放计算

火电机组物料平衡法碳排放量化结果, 按照公式 (4) 计算:

$$G_{h火} = \sum_{i=1}^n \left(FC_i \times C_{ar,i} \times OF_i \times \frac{44}{12} \right) \quad (4)$$

式中:

- FC_i —— 第 i 种化石燃料消耗量, 单位 t/h ;

$C_{ar,i}$ —— 第 i 种化石燃料收到基元素碳，单位 (%)；

OF_i —— 第 i 种化石燃料碳氧化率，以%表示。

6 数学模型法碳排放量化技术要求

6.1 基本要求

6.1.1 采用数学模型法进行火电机组碳排放量化的结果是指通过燃料量、负荷、煤质特性、供热量等参数计算的碳排放量。

6.1.2 燃料量参数获取方式与上述物料平衡法一致，负荷参数由电度表计读取。

6.2 数学模型法碳排放计算

火电机组碳排放量化结果，按照公式 (5) 计算：

$$G_{h,火} = k_1 \times k_2 \times k_3 \times f(x_1, x_2 \dots x_n) \quad (5)$$

式中：

k_1 —— 机组容量修正系数；

k_2 —— 锅炉燃烧煤质修正系数；

k_3 —— 锅炉燃烧方式修正系数；

$x_1, x_2 \dots x_n$ —— 模型中与碳排放量相关的因变量，如燃料量、负荷、煤质特性、供热量等。