

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—20XX

火力发电厂运营碳中和通用规范

General specification for carbon neutralization operation of thermal
power plants

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

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 总体要求	1
5 组织保障	2
6 碳减排实施	2
7 碳温室气体排放量化	4
8 碳抵消	5
9 碳中和评价	5
10 碳中和声明	6
附录 A（规范性附录） 火力发电厂运营活动温室气体排放核算方法	7
附录 B（资料性附录） 碳中和评价报告	12
参 考 文 献	16

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、华能（福建）能源开发有限公司福州分公司、昆明理工大学、浙江工业职业学院、华电郑州机械设计研究院有限公司、华电青岛发电有限公司、四川华电珙县发电有限公司、嘉兴新嘉爱斯热电有限公司。。

本文件主要起草人：朱俊杰、祝金涛、吴昊、翁武强、许赫男、徐迅、李法社、倪梓皓、隋 猛、惠相君、岳建楠、贾天翔、郝宗鹏、安冬冬、任鹏伟、何田、谢明均、冯宏、吴斌。

火力发电厂运营碳中和通用规范

1 范围

本文件规定了火力发电厂运营过程实施碳中和活动的总体要求、组织保障、碳减排实施、碳排放量化、碳抵消、碳中和评价以及碳中和声明等。

本文件适用于火力发电厂日常运营阶段的碳中和管理。

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 32151.1 温室气体排放核算与报告要求 第1部分发电企业

JR/T 0244 碳金融产品

ISO 14065:2020 环境信息审定与核查机构通用原则和要求 General principles and requirements for bodies validating and verifying environmental information

3 术语和定义

JR/T 0244界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

火力发电厂 thermal power plant

装备火力发电机组，燃烧煤、石油、天然气等化石燃料，生产电能的发电厂。

3.2

火力发电厂运营 operation of thermal power plant

火力发电厂运营包括运行控制、巡检和日常维护、异常运行及故障处理等。

3.3

排放因子 emission factor

活动数据表征单位生产或消费活动量的碳排放的系数。

[来源：GB/T 32151.1，定义3.7，有修改]

3.4

碳中和 carbon neutrality

在一定时间与范围内，通过人为二氧化碳移除与人为二氧化碳排放量相抵消，达到“净零排放”状态。

4 总体要求

4.1 减排优先

火力发电厂自主减排优先，再通过碳抵消方式中和其不可避免的最终温室气体排放量，实现碳中和。

4.2 完整准确

火力发电厂确保碳排放、碳汇量核算所选择和确定的活动数据、排放因子准确，碳排放和碳汇量计算结果准确，碳中和评价结果完整准确。

4.3 公开透明

火力发电厂碳中和实施过程中温室气体的相关信息宜公开透明，使相关方及时有效获取。

5 组织保障

5.1 火力发电厂应设置专门的碳中和工作管理机构，负责有关制度建设、实施、考核及奖励工作，建立目标责任制。

5.2 碳中和工作管理机构应结合火力发电厂运营过程中温室气体量化结果制定碳中和计划、目标及实施方案，并形成文件。

5.3 火力发电厂所属组织的最高管理者应作出碳中和承诺，分配相关职责与权限，并确保相关资源的获得。

6 碳减排实施

6.1 采用节能降碳技术

6.1.1 能效提升

围绕火电厂生产全链条，通过技术升级、精细管理、数字化赋能深度融合，系统性提升发电效率，降低供电煤耗与碳排放强度，主要包括：

- a) 聚焦主辅机节能改造、燃烧与热力系统提效、余热余能回收及环保设施协同优化，通过设备升级、工艺改进和系统匹配，夯实能效提升硬件基础；
- b) 强化运行优化、启停节能、指标管控和检修质量，推行全流程燃料管理与预防性检修，以精细化运维保障机组高效可靠运行；
- c) 搭建能效管理平台，运用大数据、在线监测与智能算法，实现能耗实时分析、设备预测维护和全流程闭环优化，提升能效管控智能化水平。

6.1.2 生物柴油替代

宜推广采用电站锅炉生物柴油微油点火稳燃技术，具体实施路径如下：

- a) 掺混比例优化：通过实验确定生物柴油与柴油的最佳掺混比例，兼顾燃烧性能、排放控制与经济性。
- b) 燃油系统适配：优化喷嘴、雾化器等关键部件，确保生物柴油在微油点火系统中的高效稳定燃烧。
- c) 低负荷稳燃：利用生物柴油含氧特性，增强煤粉着火稳定性。

6.1.3 碳捕集利用与封存

宜采用碳排放在线监测技术以及碳捕获、利用与封存技术，全方位降低温室气体排放。

6.1.4 生物质掺烧

宜采用生物质制备与供给、锅炉适应性改造及混烧控制技术，将农、林业废弃物等零碳属性生物质资源直接替代部分化石燃料，实现煤炭消费量的有效削减与碳排放强度的显著降低。

6.1.5 绿氨掺烧

宜采用绿氨合成、储运及锅炉协同燃烧控制技术，将可再生能源电力制氢合成绿氨作为零碳燃料直接替代部分化石燃料，有效降低燃煤发电产生的二氧化碳排放量。

6.2 绿色运营

6.2.1 应就近雇佣电站运营工作人员，减少通勤排放。

6.2.2 宜采用无人机巡检、智能化少人值守，提高巡检效率，节约人工。

6.2.3 运营车辆宜以电力或清洁能源为动力。

6.2.4 应加强厂区污染防控与噪音治理，规范粉尘、污水、固废管控，采取降噪减振措施，降低环境影响。

6.2.5 应强化设备全生命周期管理，规范检修维护、废旧物资回收处置，推进可复用部件循环利用。

6.2.6 宜推进厂区绿色生态融合，实施绿化美化、水土保持，构建生态友好型厂区环境。

6.2.7 应运用数字化平台对厂区能耗、排放、资源消耗等环境绩效指标进行实时监测与智能分析，支撑绿色运营决策

6.3 绿色办公

6.3.1 节约用电

节约用电的措施包括但不限于：

- a) 屋顶加装光伏板、垂直轴风机，以清洁能源接入用电系统；
- b) 倡导人走灯灭关机断电理念，辅以人工检查，做到避免浪费；
- c) 推广使用高效节能的LED照明产品，非高频活动区域均采用感应照明；
- d) 优先采购一级能效的空调、电脑、打印机、开水器等用电设备；
- e) 办公区空调温度设限，冬季不高于20度，夏季不低于26度，减少空调能耗；

6.3.2 节约用水

卫生间全面使用节水设施，并在用水设施和器具醒目位置张贴节约用水标识与提示信息，积极推行节水行动。

6.3.3 节约用纸

推广日常无纸化、信息化办公，日常办公中尽量采用双面打印、使用旧打印纸等方式减少纸张消耗。

6.3.4 绿色出行

鼓励员工优先选择公共交通、步行和自行车等绿色出行方式。

6.3.5 节能习惯养成

倡导全员参与的行为节能，将绿色理念融入日常工作的每一个细节，促使节能习惯的养成。

6.3.6 绿色食堂

打造绿色节约型食堂，科学配餐，根据每日需量动态调整配餐量，杜绝食品浪费。

6.3.7 垃圾分类与资源回收

垃圾分类与资源回收包括但不限于：

T/CIECCPA XXX—20XX

- a) 分类投放：按标准在公共区域、办公区设置分类垃圾桶（可回收物、其他垃圾、有害垃圾、厨余垃圾），引导员工正确分类投放。
- b) 专项回收：设立打印机墨盒、废弃灯管、废旧电池等有害/特殊废弃物的专门回收点；对于废弃电子产品、报纸杂志等可回收物，统一规范处置。

6.3.8 环保采购与绿色供应链

宜提倡环保采购和绿色供应，具体措施包括但不限于：

- a) 绿色产品优先：在采购办公用品、清洁用品、耗材时，优先选择获得环境标志认证、节能认证或可再生利用的产品。
- b) 包材减量：要求供应商简化商品包装，优先采购可循环包装或大包装规格的商品，减少一次性包装废弃物的产生。

7 温室气体排放量化

7.1 核算边界

核算边界应包括火力发电站运营控制的物理区域，涵盖经营管理、机组启停、发电运行、设备巡检、日常维护、定期检修、燃料接收与储存、灰渣处理等全部相关活动产生的碳排放，不含原料、燃料上游的排放。时间范围为自然年1月1日至12月31日。若首次核算不足一年，则按实际运营时间核算。

7.2 核算步骤与方法

7.2.1 核算步骤

碳中和工作管理机构进行企业运营温室气体排放核算的工作流程包括以下步骤：

- a) 识别排放源。按照碳排放三个范围分为直接排放和间接排放：
 - 1) 直接排放包括化石燃料燃烧排放、燃煤机组脱硫过程的二氧化碳排放；
 - 2) 间接排放包括外购电力、外购热力、员工通勤和商务出差，由其他组织负责的产品、原料、人员或废物的运输，以及由其他组织按合同生产所产生的排放。
- b) 收集活动数据；
- c) 选择和获取排放因子数据；
- d) 分别计算各项温室气体活动产生的二氧化碳排放量；
- e) 汇总计算企业温室气体排放量。

7.2.2 核算方法

碳中和工作管理机构应根据识别出的温室气体源与温室气体种类，按照附录A（规范性）采用排放因子法核算火力发电站运营活动所产生的温室气体排放量，见公式（1）：

$$E = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i \times GWP_i) \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- E ——温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；
- AD_i ——第*i*种温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；
- EF_i ——第*i*种温室气体排放因子，单位与活动数据的单位相匹配；
- GWP_i ——第*i*种温室气体的全球变暖潜势。

7.2.3 获取活动数据与排放因子

按照本文件附录 A（规范性），收集温室气体活动数据，选取相应的排放因子，记录数据来源并保存相关证据文件。

7.2.4 计算与汇总温室气体排放

按照本文件附录 A（规范性），核算火力发电厂运营活动产生的直接排放和间接排放并汇总。所有温室气体排放量均应折算为二氧化碳当量。

8 碳抵消

8.1 原则

火力发电厂应积极执行碳中和计划，实施碳减排行动，并通过新建林业项目产生碳汇量或（和）购买碳配额、碳信用量的方式，抵消运营活动产生的温室气体排放。

8.2 碳配额、碳信用抵消

火力发电厂实施碳配额、碳信用实施碳中和时，可使用但不限于以下类型：

- a) 全国碳市场的碳配额（CEA）；
- b) 中国温室气体自愿减排项目产生的“核证自愿减排量”（CCER）；
- c) 国际黄金标准减排项目（GS）签发的中国项目碳信用；
- d) 国际自愿减排项目（VCS）签发的中国项目碳信用；
- e) 市级及以上应对气候变化主管部门认可的碳减排或碳普惠项目产生的减排量。

8.3 新建碳汇林抵消

火力发电厂采用新建碳汇林实施碳中和时，应满足如下要求：

- a) 新建碳汇林项目开始时间不得早于火力发电站正式运营开始时间；
- b) 新建碳汇林产生的碳汇量宜参照国家规定的核算标准和技术规范实施，并经具有造林/再造林专业领域资质的温室气体自愿减排交易审定与核证机构核证；
- c) 新建碳汇林项目用于火力电厂运营碳中和之后，不得再作为温室气体自愿减排项目或者其他减排机制项目重复开发，也不可再用于抵消其他活动或项目的温室气体排放；
- d) 项目业主宜在公共渠道对外公示新建碳汇林项目的信息，包括但不限于地理位置、坐标范围、树种、造林/再造林计划、监测养护、碳汇量及对应时间段。

9 碳中和评价

9.1 评价方法

电厂运营核算边界内年度温室气体排放总量小于等于用于抵消的碳汇、碳配额、碳信用量或其组合时，可判定碳中和达成，反之则碳中和不达成。

9.2 评价方式

火力发电厂应委托第三方机构开展碳中和评价，第三方机构应符合 ISO 14065:2020 中相关要求。

9.3 评价过程

开展碳中和评价流程如下：

- a) 成立评价小组；
- b) 制定评价计划；
- c) 评审文件和现场访问；
- d) 编制、复核和批准评价报告；
- e) 保存评价记录及相关证据文件。

9.4 评价报告

碳中和评价报告可参考附录 B（资料性），宜包含但不限于：

- a) 火力发电厂基本信息；
- b) 碳中和评价依据；
- c) 核算边界和报告边界；
- e) 温室气体排放源类型、排放因子以及排放量；
- d) 实现碳排放减量所采用的策略及实际减排量；
- e) 实现碳中和所采用的碳抵消方式及抵消量；
- f) 核算边界内的其他信息，包括活动数据来源、主要排放设施、核算期运营情况以及数据质量管理等；
- g) 碳中和评价结果。

10 碳中和声明

火力发电厂被判定达成碳中和后，宜发布碳中和公开声明，声明应由项目业主最高管理者或授权代表签署并注明日期，其内容包括但不限于：

- a) 项目业主名称；
- b) 火力发电站基本信息；
- c) 实施的温室气体减排策略与减排量；
- d) 温室气体排放核算边界、时间范围以及排放量；
- e) 碳中和抵消方式以及实现日期；
- f) 碳中和评价过程；
- g) 第三方机构名称及评价结论。

附录 A (规范性附录)

火力发电厂运营活动温室气体排放核算方法

A.1 温室气体源与温室气体种类识别

火力发电厂运营活动温室气体排放源与温室气体种类应至少包含表A.1列出的内容。

表 A.1 火力发电厂运营活动温室气体排放源

核算范围	温室气体活动	温室气体源识别
直接排放	化石燃料燃烧	化石燃料燃烧排放
	脱硫过程	脱硫过程排放
间接排放	企业购入电力	电站主体外输入电力的排放
	使用外购热力	电站主体外输入热力、热水或蒸汽的排放
	员工通勤、商务差旅	交通工具化石燃料燃烧排放
	由其他组织负责的产品、原料、人员或废物的运输	运输车辆化石能源燃烧排放
	由其他组织按合同生产所产生的排放	委外施工产生的排放

A.2 直接排放

A.2.1 化石燃料燃烧排放

化石燃料燃烧排放包括煤、石油、天然气等化石燃料在各种类型的固定或移动燃烧设备（如车辆、发电机等）中发生氧化燃烧过程产生的温室气体排放，按公式 A.1 计算。

$$E_{\text{化石燃料}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \dots \dots \dots \quad (\text{A.1})$$

式中：

$E_{\text{化石燃料}}$ ——消耗的化石燃料燃烧产生的 CO_2 排放，单位为吨二氧化碳当量 (tCO_2e)；

AD_i ——第 i 种化石燃料的活动数据，单位为吉焦 (GJ)；

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

i ——化石燃料种类。

其中，化石燃料的活动数据 AD_i 和温室气体排放因子 EF_i 分别按照公式 A.2 和 A.3 计算：

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \dots \dots \dots \quad (\text{A.2})$$

式中：

NCV_i ——第 i 种化石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，单位为吉焦每万标立方米 ($\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$)，可采用表 A.2 的推荐值；

FC_i ——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，单位为万标立方米 ($\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$)。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times 44/12 \dots \dots \dots \quad (\text{A.3})$$

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)，可采用表 A.2 的推荐值；

OF_i ——第 i 种化石燃料的碳氧化率，无量纲，以%表示，宜采用表 A.2 的推荐值。

表 A.2 常用化石燃料相关参数推荐值

燃料品种		计量单位	低位发热量 (GJ/t 或 GJ/10 ⁴ ×Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	燃料碳氧化率 %
固 体 燃 料	无烟煤	t	26.7	27.4×10 ⁻³	89.5
	烟煤	t	22.4	26.1×10 ⁻³	83.6
	褐煤	t	14.1	28.0×10 ⁻³	83.6
	洗精煤	t	26.334	25.41×10 ⁻³	90
	其他洗煤	t	12.545	25.41×10 ⁻³	90
	型煤	t	17.460	33.6×10 ⁻³	90
	其他煤制品	t	17.460	33.6×10 ⁻³	98
液 体 燃 料	燃料油	t	41.816	21.1×10 ⁻³	98
	汽油	t	44.8	18.9×10 ⁻³	98
	柴油	t	43.3	20.2×10 ⁻³	98
	一般煤油	t	44.8	19.6×10 ⁻³	98
	液化天然气	t	41.9	17.2×10 ⁻³	98
	液化石油气	t	47.3	17.2×10 ⁻³	98
	其他石油制品	t	40.2	20.0×10 ⁻³	98
气 体 燃 料	天然气	10 ⁴ ×Nm ³	389.31	15.3×10 ⁻³	99
	焦炉煤气	10 ⁴ ×Nm ³	179.81	13.58×10 ⁻³	99
	管道煤气	10 ⁴ ×Nm ³	158.0	12.2×10 ⁻³	99
	其他煤气	10 ⁴ ×Nm ³	52.270	12.2×10 ⁻³	99

A.2.2 脱硫过程排放

燃煤机组应考虑脱硫过程的二氧化碳排放，通过碳酸盐的消耗量乘以排放因子得出。按公式 A.4 计算。

$$E_{\text{脱硫}} = \sum_{k=1}^n (CAL_k \times EF_k) \dots \dots \dots (A.4)$$

式中：

$E_{\text{脱硫}}$ —— 脱硫过程产生的 CO₂ 排放，单位为吨二氧化碳当量 (tCO_{2e})；

CAL_k —— 核算年中第 k 种脱硫剂中碳酸盐消耗量，单位为吨 (t)；

EF_k —— 第 k 种脱硫剂中碳酸盐的排放因子，单位为吨二氧化碳每吨 (tCO₂/t)；

k —— 脱硫剂类型。

其中，脱硫剂中碳酸盐消耗量（以年为单位） CAL_k 和排放因子 EF_k 分别按照式 A.5 和 A.6 计算：

$$CAL_k = \sum_m (B_{k,m} \times I_k) \dots \dots \dots (A.5)$$

式中：

$B_{k,m}$ —— 脱硫剂在全年某月的消耗量，单位为吨 (t)；

I_k —— 脱硫剂中碳酸盐含量，单位为百分数 (%)；

k —— 第 k 种脱硫剂类型；

m —— 核算年中的某月。

脱硫过程所使用的脱硫剂（如石灰石等）的消耗量可通过每批次或每天测量值相加和得到，记录每个月的消耗量。若企业没有进行测量或者测量值不可得时可使用结算发票替代。

有条件的企业，还可以自行或委托有资质的专业机构定期检测脱硫剂中碳酸盐含量，不具备条件的企业，脱硫剂中碳酸盐含量取推荐值 90%。

$$EF_k = EF_{k,t} \times TR \dots \dots \dots (A.6)$$

式中：

$EF_{k,t}$ —— 完全转化时脱硫过程的排放因子，单位为吨二氧化碳每吨（tCO₂/t），宜选用表 A.3 的推荐值；

TR —— 转化率，单位为百分数（%），脱硫过程的转化率宜取 100%。

表 A.3 碳酸盐排放因子推荐值

碳酸盐	排放因子（tCO ₂ /t）
CaCO ₃	0.440
MgCO ₃	0.522
Na ₂ CO ₃	0.415
BaCO ₃	0.223
Li ₂ CO ₃	0.596
K ₂ CO ₃	0.318
SrCO ₃	0.298
NaHCO ₃	0.524
FeCO ₃	0.380

注：上述碳酸盐排放因子推荐值为二氧化碳与碳酸盐的分子量之比。

A.3 间接排放

A.3.1 购入电力产生的排放

对于购入电力消耗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得出，按公式 A.7 计算：

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电}} \dots \dots \dots (A.7)$$

式中：

$E_{\text{购入电}}$ —— 核算期内购入电力消耗所对应的电力生产环节产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$AD_{\text{购入电}}$ —— 核算期内的购入电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电}}$ —— 电网排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO₂/MWh）。

购入电力的活动数据以发电企业电表记录的读数为准，如果没有，可采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证上的数据。

电网年平均供电排放因子应选用国家主管部门最近年份公布的相应区域数据。

A.3.2 使用外购热力产生的排放

火力发电厂运营过程中，购入热力产生的能源间接排放，按照公式 A.8 计算：

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{热}} \dots \dots \dots (A.8)$$

式中：

$E_{\text{购入热}}$ —— 核算期内火力发电厂购入热力所产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$AD_{\text{购入热}}$ —— 核算期内的购入热力量，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热}}$ —— 热力供应的排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ），取缺省值 0.11。

A.3.3 员工通勤、商务差旅产生的排放

火力发电厂运营过程中，员工通勤和商务差旅等乘坐交通工具产生的温室气体排放，按照公式 A.9 进行计算。

$$E_{交通} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i \times N_i \times 10^{-3}) \dots \dots \dots (A.9)$$

式中：

$E_{交通}$ —— 核算期内火力发电厂人员乘坐交通工具产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

AD_i —— 核算期内火力发电厂人员乘坐第 i 种交通工具的行驶里程，单位为千米（km）；

EF_i —— 乘坐第 i 种交通工具的排放因子，单位为千克二氧化碳每千米每人次[kgCO₂/(km·人次)]，取值如表 A.4 所示；

N_i —— 核算期内火力发电厂人员乘坐第 i 种交通工具的人次数，单位为人次；

i —— 交通工具种类。

表 A.4 乘坐交通工具温室气体排放因子表

交通工具	排放因子[kgCO ₂ /(km·人次)]
长途航空 (>3700km)	0.09374
短途航空 (<3700km)	0.08821
高铁	0.0313
地铁	0.0536
大巴车	0.02829
中(小)巴车	0.11902
出租车	0.0632

注：数据来源为《成都市会展活动碳足迹核算与碳中和实施指南》（DB5101/T 41-2018）。

A.3.4 由其他组织负责的产品、原料、人员或废物的运输

火力发电厂运营过程中，项目业主以外的其他组织负责为火力发电厂运营所承担的设备或废物的运输产生的温室气体排放，按照公式 A.10 进行计算。

$$E_{外部运输} = \sum_{i=1}^n (M_i \times EF_i \times D_i \times 10^{-3}) \dots \dots \dots (A.10)$$

式中：

$E_{外部运输}$ —— 核算期内电站外部组织负责的运输所产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

M_i —— 核算期内电站外部组织运输的第 i 种产品的总重量，单位为吨（t）；

EF_i —— 第 i 种运输方式的排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吨每千米[kgCO₂/(t·km)]，取值如表 A.5 所示；

D_i —— 核算期内电站外部组织运输的第 i 种产品的运输距离，单位为千米（km）；

i —— 运输方式类型。

表 A.5 常用运输方式的碳排放因子参考值

运输方式类别	排放因子[kgCO _{2e} /(t·km)] ^a
轻型汽油货车运输（载重 2t）	0.334
中型汽油货车运输（载重 8t）	0.115
重型汽油货车运输（载重 10t）	0.104
重型汽油货车运输（载重 18t）	0.104
轻型柴油货车运输（载重 2t）	0.286
中型柴油货车运输（载重 8t）	0.179
重型柴油货车运输（载重 10t）	0.162
重型柴油货车运输（载重 18t）	0.129
重型柴油货车运输（载重 30t）	0.078
重型柴油货车运输（载重 46t）	0.057

电力机车运输	0.010
内燃机车运输	0.011
铁路运输（中国市场平均）	0.010
液货船运输（载重 2000t）	0.019
干散货船运输（载重 2500t）	0.015
集装箱船运输（载重 200T EU）	0.012
注：数据来源于《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366-2019）。	

A.3.5 由其他组织按合同生产所产生的排放

火力发电厂运营过程中，委托外部组织按合同生产或特许经营进行的运营相关活动产生的排放，应按照上述相同方法核算。

A.4 温室气体排放总量

火力发电厂运营过程的温室气体排放总量应按照公式 A.11 进行计算。

$$E = E_{\text{化石燃料}} + E_{\text{脱硫}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} + E_{\text{交通}} + E_{\text{外部运输}} + E_{\text{其他组织}} + \dots \quad (\text{A.11})$$

附录 B
(资料性附录)
碳中和评价报告

下面给出了碳中和评价报告的示例。

[项目名称] 碳中和评价报告
报告编号: [例如: CN-202X-001]
编制单位: [您的公司名称/评价机构名称]
报告日期: [XXXX 年 XX 月 XX 日]

一、项目业主基本信息

项目	内容
业主名称	[企业/组织/个人全称]
统一社会信用代码	[代码]
法定代表人	[姓名]
地址	[详细注册或联系地址]
联系人	[姓名]
联系电话	[电话]
项目性质	[例如: 大型活动 / 组织运营 / 产品 / 建筑 / 会议]
评价周期	[起始日期] 至 [结束日期]

二、碳中和评价依据

本次碳中和评价工作主要依据以下标准及规范:

1. 国际/国家标准:

xxxx

2. 行业核算指南:

xxxx

3. 其他参考文件:

xxxx

三、核算边界和报告边界

3.1 核算边界

组织边界: 采用 [股权比例/控制权] 法, 涵盖 [具体地理名称, 如××市××区××路××号厂区] 内的所有设施。

运营边界: 本次核算涵盖的温室气体排放范围如下:

范围一(直接排放): [是否包含, 如: 固定源燃烧、移动源燃烧、过程排放、逸散排放]

范围二（间接排放）： [是否包含，如：外购电力、热力]

范围三（其他间接排放）： [如有，请列出，如：员工通勤、上游运输、废弃物处理]（注：可选，但建议明确是否纳入）

3.2 报告边界

本报告覆盖的温室气体种类包括：[CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆、NF₃]（按实际核算的勾选）。核算结果统一折算为二氧化碳当量（CO_{2e}）。

四、核算边界内的所有信息

信息类别 **详细描述**

活动数据来源 [例如：电费发票、油料采购台账、生产报表、车辆里程记录等]

主要排放设施 [列出主要耗能设备或排放源，如：锅炉、发电机、空调系统、车队]

核算期运营情况 [简述核算期内生产状况、业务量或活动规模，如：产量 XX 吨、参会人数 XX 人]

数据质量管理 [描述数据收集、审核流程，确保数据的准确性、完整性和一致性]

五、温室气体排放源类型、排放因子以及排放量

5.1 排放源与排放因子

排放范围	排放源类型	活动数据(A)	排放因子 (EF)	数据来源/标准
范围一	[如：天然气燃烧]	[XX 万 Nm ³]	[XX tCO _{2e} /万 Nm ³]	[省级电网/国家/国际数据库]
范围二	[如：外购电力]	[XX MWh]	[XX tCO _{2e} /MWh]	[生态环境部发布的最新区域电网基准线排放因子]
...

5.2 温室气体排放量汇总

经核算，在评价周期内，项目共排放温室气体 [XXX.XX] 吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）。

排放范围	排放量 (tCO _{2e})	占比
范围一	[XXX.XX]	[XX%]
范围二	[XXX.XX]	[XX%]
范围三（若有）	[XXX.XX]	[XX%]
总计	[XXX.XX]	100%

六、实现碳排放减量所采用的策略及实际减排量

6.1 减排策略

为了实现碳减排，项目方实施了以下措施：

节能技改： [例如：更换 LED 节能灯、安装变频器、优化生产工艺]

能源替代： [例如：厂区屋顶安装光伏发电系统、将燃油叉车更换为电动叉车]

运营优化： [例如：推行无纸化办公、优化物流路径、提高员工节能意识]

其他措施： [如购买绿证（注：绿证通常不算直接减排，但可算作范围二减排的凭证，需谨慎描述）]

6.2 实际减排量

T/GIECCPA XXX—20XX

通过与基准线情景（[基准年或基准情景描述]）对比，核算期内共实现直接/间接减排量 [XXX.XX] tCO_{2e}。

注：此部分主要用于展示主动减排的努力。核算出的总排放量已体现实际排放情况。

七、实现碳中和所采用的碳抵消方式及抵消量

7.1 残余排放量

经过上述减排措施后，核算期内不可避免的残余温室气体排放量为 [XXX.XX] tCO_{2e}。（此数值通常等于第五章的总排放量，除非在核算边界外单独扣除了物理减排）。

7.2 碳抵消方式

为了中和残余排放量，项目方通过购买并注销碳信用（碳抵消额度）的方式实现碳中和。

抵消项目类型：[例如：林业碳汇项目 / 可再生能源项目 / 甲烷回收项目]

碳信用标准：[例如：VCS (Verified Carbon Standard) / GS (Gold Standard) / CCER (中国核证自愿减排量)]

抵消量：[XXX] tCO_{2e}

碳信用编号：[填写已注销的碳信用凭证编号，如：注销账号或交易 ID]

注销证明：见附件 [附件 X]

7.3 抵消量与排放量平衡对比

项目	数量 (tCO _{2e})
需中和的温室气体排放总量 (A)	[XXX. XX]
购买的碳抵消额度总量 (B)	[XXX. XX]
中和差额 (B - A)	[0. 00]

注：为实现碳中和，抵消量应大于等于排放量。

八、碳中和评价结果

基于上述核算与抵消，本评价机构/小组对 [项目业主名称] 的 [项目名称] 做出如下评价结论：

在 [XXXX 年 XX 月 XX 日] 至 [XXXX 年 XX 月 XX 日] 的评价周期内，该项目/组织的温室气体排放总量为 [XXX. XX] 吨二氧化碳当量。通过实施有效的节能减排措施，并对剩余的 [XXX. XX] 吨二氧化碳当量排放，通过注销等量的 [碳信用类型] 进行了抵消。

依据 [第二章所列的评价依据]，本项目/组织符合碳中和评价要求，确认实现“碳中和”（PAS 2060 或相关标准定义的碳中和状态）。

有效期：[通常为一年，或注明该评价结果仅针对特定活动/报告期有效]

编制人： [签名]

审核人： [签名]

批准人： [签名]（盖章）

日期： [XXXX 年 XX 月 XX 日]

附件

温室气体排放核算明细表

活动数据来源证明（如发票、台账复印件）

碳信用额度注销证明

其他支持性文件

参 考 文 献

- [1] 碳排放权交易管理办法(试行)(中华人民共和国生态环境部令第19号)
 - [2] 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》
 - [3] GB/T 32150-2015 《工业企业温室气体排放核算和报告通则》
 - [4] GB/T 51366-2019 《建筑碳排放计算标准》
 - [5] DB43/T 2872-2023工业企业碳中和实施指南
 - [6] DB5101/T 41-2018 《成都市会展活动碳足迹核算与碳中和实施指南》
 - [7] PAS 2060
 - [8] 关于印发《绿色工厂梯度培育及管理暂行办法》的通知(工信部节〔2024〕13号)
-