

ICS 13.020.40

CCS Z 05

# 团体标准

T/CIECCPA 081—2025

## 燃煤电厂碳管理平台技术规范

Technical specification of carbon management platform for coal-fired  
power plant

2025-06-27 发布

2025-07-01 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CLECCRA

## 目 次

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 前言 .....                   | III |
| 1 范围 .....                 | 1   |
| 2 规范性引用文件 .....            | 1   |
| 3 术语和定义 .....              | 1   |
| 4 平台架构 .....               | 2   |
| 4.1 架构组成 .....             | 2   |
| 4.2 数据采集层 .....            | 2   |
| 4.3 数据运算层 .....            | 2   |
| 4.4 管理应用层 .....            | 2   |
| 4.5 平台安全保障系统 .....         | 3   |
| 4.6 平台运行维护系统 .....         | 3   |
| 5 技术要求 .....               | 3   |
| 5.1 总体要求 .....             | 3   |
| 5.2 功能要求 .....             | 4   |
| 5.3 组织碳核算 .....            | 5   |
| 5.4 产品碳足迹量化 .....          | 6   |
| 5.5 后台运营管理系统 .....         | 7   |
| 5.6 数据接口要求 .....           | 7   |
| 5.7 安全性要求 .....            | 7   |
| 5.8 运行维护要求 .....           | 8   |
| 6 证实方法 .....               | 9   |
| 6.1 数据采集系统验证 .....         | 9   |
| 6.2 组织碳核算系统验证 .....        | 10  |
| 6.3 产品碳足迹系统验证 .....        | 10  |
| 6.4 后台运营管理系统验证 .....       | 11  |
| 6.5 数据接口验证 .....           | 11  |
| 6.6 安全性验证 .....            | 11  |
| 6.7 运行维护验证 .....           | 11  |
| 附录 A（资料性） 燃煤电厂典型工艺流程 ..... | 12  |

附录 B（规范性） 燃煤电厂产品碳足迹的碳排放生命周期量化边界 ..... 13

参考文献 ..... 14

图 1 燃煤电厂碳管理平台架构设计示例图 ..... 3

图 A.1 燃煤电厂典型工艺流程图..... 12

图 B.1 燃煤电厂产品碳足迹的碳排放生命周期量化边界图..... 13

## 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：国家能源集团泰州发电有限公司、国电环境保护研究院有限公司、浙江菲达环保科技股份有限公司、浙江省环保集团生态环保研究院有限公司、国能销售集团海拉尔能源销售有限公司。

本文件主要起草人：袁电洪、徐福斌、冉初萌、李军状、刘含笑、唐亚、校杰、马修元、叶鹏涛、杜梦、刘美玲、张斌、孙立、林熙。

本文件为首次发布。

CLECCRA

# 燃煤电厂碳管理平台技术规范

## 1 范围

本文件规定了燃煤电厂碳管理平台的平台架构和技术要求，描述了对应的证实方法。

本文件适用于燃煤电厂碳管理平台的设计、建设、运营和维护。

## 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 8567 计算机软件文档编制规范

GB/T 15629.3 信息技术 系统间远程通信和信息交换 局域网和城域网 特定要求 第3部分：带碰撞检测的载波侦听多址访问（CSMA/CD）的访问方法和物理层规范

GB/T 15629.11 信息技术 系统间远程通信和信息交换 局域网和城域网 特定要求 第11部分：无线局域网媒体访问控制和物理层规范

GB/T 18233（所有部分） 信息技术 用户建筑群通用布缆

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南

GB/T 25068（所有部分） 信息技术 安全技术 网络安全

GB/T 28452 信息安全技术 应用软件系统通用安全技术要求

GB/T 31168 信息安全技术 云计算服务安全能力要求

GB/T 31240 信息技术 用户建筑群布缆的路径和空间

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 32905 信息安全技术 SM3 密码杂凑算法

GB/T 32907 信息安全技术 SM4 分组密码算法

GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范

GB/T 35276 信息安全技术 SM2 密码算法使用规范

GB 50116 火灾自动报警设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**生命周期 life cycle**

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24040—2008，3.1]

### 3.2

#### 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。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.13]

### 3.3

#### 产品碳足迹 **carbon footprint of a product; CFP**

产品系统中的 GHG 排放量和 GHG 清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一影响类型进行生命周期评价。

注 1：产品碳足迹可用不同的图列区分和标示具体的 GHG 排放量和清除量，产品碳足迹也可被分解到生命周期的各个阶段。

注 2：产品碳足迹研究报告中记录了产品碳足迹的量化结果，以每个功能单位的二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.1]

### 3.4

#### 碳管理平台 **carbon management platform**

集数据采集、处理、分析及决策支持于一体，对企业或区域范围内的碳排放源进行实时监测并对碳排放量进行计算，具备预警、报告和审计等功能的综合性信息系统。

## 4 平台架构

### 4.1 架构组成

平台由数据采集层、数据运算层、管理应用层、平台安全保障系统和平台运行维护保障系统组成，各层级可根据实际需求自行调整。燃煤电厂碳管理平台（以下简称“碳管理平台”）架构设计示例见图 1。

### 4.2 数据采集层

4.2.1 应为其上层提供数据支持，包括能源数据、原料数据、产品数据、工艺数据、运输数据、排放数据以及外部数据。应包括但不限于原燃辅料采集、物料数据采集、生产数据采集等模块。

4.2.2 系统的网络基础应基于网络技术建设，网络设备、结构、布缆和组网等应符合 GB/T 15629.3、GB/T 15629.11、GB/T 18233 和 GB/T 31240 的规定。

4.2.3 主机、存储和安全设备应符合 GB/T 25068（所有部分）和 GB/T 28452 的规定。

### 4.3 数据运算层

对数据采集层提供的数据进行运算，并且应为管理应用层运行提供支撑，包括数据计算和数据库存储。数据计算应包括但不限于计算引擎、LCA 模型、计算标准、物料分析、数据归集、场景分析；数据库存储应包括但不限于排放因子数据库、产品模型库、消息/日志数据库、基础数据库、工序数据库、管理数据库以及其他数据库。

### 4.4 管理应用层

4.4.1 基于数据运算层提供的各项数据资源，对其进行具体应用，包括但不限于碳交易、碳边境税、EPD 认证、低碳规划、碳标签、碳中和、碳排放数据管理系统以及 LCA 云计算系统。其中碳排放数据管理系



统应包括但不限于碳核算、碳全景、碳账本、碳报告、碳结构、碳比对和工艺流程数据管理等功能；LCA 云计算系统应包括但不限于对工序数据、物料数据、运输数据的计算，以及碳足迹标识、全景图等功能。

4.4.2 采用云计算技术架构，安全服务能力应符合 GB/T 31168 的规定。

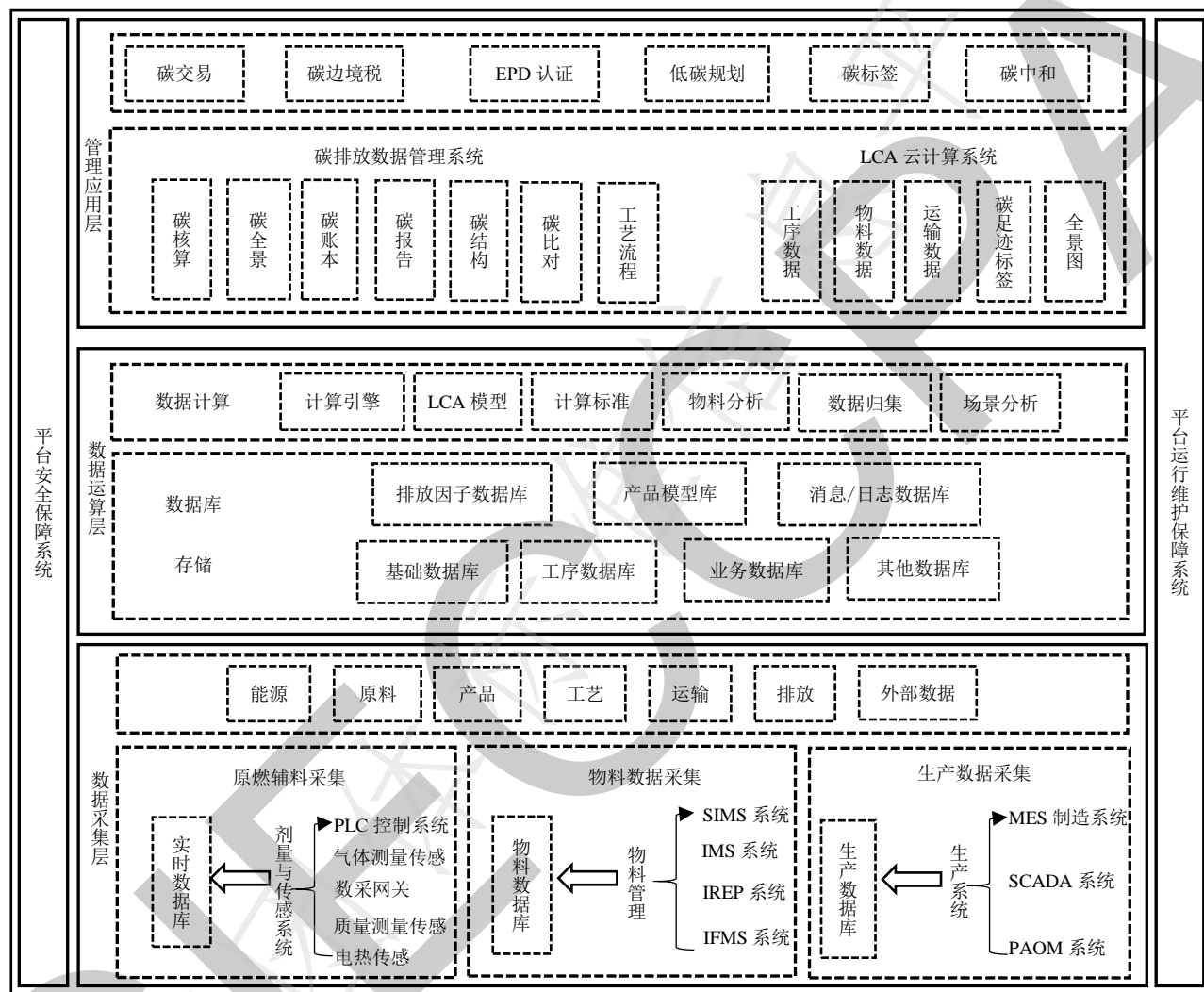


图1 燃煤电厂碳管理平台架构设计示例图

#### 4.5 平台安全保障系统

应贯通系统的各层面，监控系统各层运行状态，为系统各层提供全面的安全监控服务，平台安全等级应符合 GB/T 22239 第三级的规定。

#### 4.6 平台运行维护系统

应建立完善的运行维护管理与服务机制，运用运行维护管理技术保障平台稳定与高效的运行。

### 5 技术要求

#### 5.1 总体要求

5.1.1 碳管理平台应实现对数据进行有效、统一管理。

- 5.1.2 总体设计应统筹规划，充分考虑与企业现有软件系统及各类数据资源的共享和互联互通。
- 5.1.3 应采用模块化设计，便于碳排放数据采集、数据计算及报告分析功能的扩展升级。
- 5.1.4 应提供清晰、简洁、友好的中文人机交互界面，操作应易学易用，便于管理。
- 5.1.5 应满足开放性要求，应提供整个系统内部各应用、各管理模块间的信息交换和共享服务，支持系统外数据交换服务。
- 5.1.6 基础数据采集及核算应符合 GB/T 32151.1 的规定。
- 5.1.7 应建立平台安全保障体系，从数据采集、存储、处理和应用等各个环节，加强数据生命周期保护。
- 5.1.8 应建立完善的运行维护保障机制，配备专门的常态化运行维护队伍，保障平台的稳定运行。
- 5.1.9 相关设备安装及部署应考虑消防安全问题，防火系统应符合 GB 50116 的要求。

## 5.2 功能要求

### 5.2.1 基本要求

碳管理平台功能要求应至少包含数据采集、组织碳核算、产品碳足迹量化和后台运营管理的功能。

数据采集应收集和存储各类碳排放相关数据，支持多种数据采集方式，进行数据质量控制，并对数据进行清洗；组织碳核算应包括但不限于对碳数据进行分析管理、评估碳报告、生产碳报表、对碳核算的结果进行比对分析、管理碳账本、进行碳全景展示等功能；产品碳足迹量化应包括但不限于工序模型建立与维护、主生产工序碳足迹量化、能辅工序碳足迹量化、运输过程碳足迹量化以及数据库维护等功能；后台运营管理应包括但不限于用户权限管理、日志管理、系统维护管理等功能。

燃煤电厂碳足迹平台核算功能应精确到具体子工序。

### 5.2.2 数据采集内容

应对燃煤电厂各工艺环节、各管理系统生产过程的产品、副产品、原辅料消耗、能源消耗、水消耗、固体废弃物、气体污染物排放、废水排放等进行数据采集。燃煤电厂典型工艺流程见附录 A。

### 5.2.3 数据采集方法

#### 5.2.3.1 人工采集

通过人工填报和人工导入等方式获得数据。

#### 5.2.3.2 系统采集

通过系统自动录入方式获得数据，满足下列要求：

- 支持实时或定时增量数据采集：宜提供实时同步、定时采集、数据订阅和日志采集等服务；
- 支持条件过滤：应按照指定条件进行指定过滤采集，例如字段内容；
- 支持数据标签：应依据数据清洗要求为数据标记数据标签；
- 支持数据建模：应提供基于不同管理需求进行数据建模功能。

### 5.2.4 数据质量控制

对数据的质量控制应贯穿整个采集过程，应遵循但不限于以下原则：

- 完整性：包含数据规则要求的数据的必要元素；
- 准确性：真实反映数据所描述的实体；
- 一致性：保证数据与其他特定上下文中使用的数据无矛盾；

- 时效性：保证数据发生变化后及时被更新；
- 可访问性：保证数据在需要时能被安全访问；
- 可追溯性：保证数据能够被跟踪和管理。

### 5.2.5 数据清洗

数据清洗过程管理包括但不限于：

- 数据分析：应对数据源进行分析，及时发现数据源存在的质量问题；
- 定义清洗规则：应包括空值的检查和处理、非法值的检测和处理、不一致数据的检测和处理、相似重复记录的检测和处理等；
- 执行数据清洗规则：应依据定义的清洗规则，补足残缺/空值、纠正不一致、完成数据拆分、数据合并或去重、数据脱敏和数据除噪等；
- 清洗结果验证：应对定义的清洗方法的正确性和效率进行验证与评估，对不满足清洗要求的清洗方法进行调整和改进。数据清洗过程应多次迭代并进行分析、设计和验证。

## 5.3 组织碳核算

### 5.3.1 总体要求

燃煤电厂组织碳足迹的碳排放核算边界、核算周期和核算方法应符合 GB/T 32151.1 的规定。

组织碳核算系统应对燃煤电厂各生产过程进行全面碳盘查，精准地量化电厂组织碳排放总量、碳排放结构、碳排放强度和碳排放密度。

### 5.3.2 碳数据分析管理

碳数据分析管理模块应对燃煤电厂各生产环节，形成数据采集、统计分析等的信息流，串联各单位的信息流，提升自动化碳管理水平。

### 5.3.3 碳报告评估

碳报告评估模块应包括但不限于对应的排放填报、盘查校核、报告生成、统计分析等相关功能。

燃煤电厂组织碳排放报告应符合 GB/T 32151.1 的规定。

### 5.3.4 碳比对分析

碳比对分析模块应通过碳核算结果对比分析，用直观形象的图表进行对比展示，应包含但不限于对各个工序进行碳排放贡献率对比、碳排放强度对比、碳排放强度变化趋势、碳排放密度对比、碳排放总量对比和碳排放结构对比在内的多重图表对比，多维度比较。

### 5.3.5 碳账本数字管理

碳账本数字化管理模块应对燃煤电厂碳资产实施精准化的数字化管理，详细记录燃煤电厂碳排放情况，涵盖各种碳排放源和减排措施的数据。

### 5.3.6 碳全景动态展示

碳全景动态展示模块应直观清晰掌控电厂碳排放全景画面和实时动态，应支持电厂各流程碳流向结构查询，碳全景图应包括但不限于现阶段企业碳排放总量、碳排放的结构以及分解到每个具体的生产工序流程的碳排放总量、碳排放的结构、累计碳产值数据、累计碳排放贡献率。

## 5.4 产品碳足迹量化

### 5.4.1 总体要求

燃煤电厂产品碳足迹的碳排放生命周期量化边界应为“从摇篮到大门”，应包括上游环节和核心环节。

a) 上游环节具体应包括以下过程：

1) 建筑材料和机器设备供给：包括从自然界开采到进一步加工为建筑材料和机器设备组件的过程，以及过程中的设施设备维护、废物运输、处理和综合利用，还包括建筑材料和机器设备组件的运输过程。建筑材料包括钢材、水泥、木材、塑料、隔热材料和玻璃等，机器设备包括发电设施主机、辅机及环保设施等；

2) 煤炭供给：井工开采、露天开采及加工等过程中的温室气体排放，以及甲烷燃烧或氧化产生的二氧化碳并扣减甲烷的燃烧和回收利用，煤炭开采、加工和精洗过程中的设施设备维护以及产生的废物运输、处理和综合利用，还包括煤炭运输过程；

3) 辅料和水供给：包括电厂运行发电所需辅料和水的生产和运输过程，辅料包括助燃剂、烟气净化辅料、发电过程中使用的辅料和化学品，如柴油、絮凝剂、润滑油、盐酸、氨、石灰石、降噪材料和滤袋等；

4) 能源供给：包括建筑材料和机器设备供给、煤炭供给和辅料供给中的生产加工输入能源的开采和消耗。

b) 核心环节具体应包括以下过程：

1) 电厂建设：建筑材料和机器设备组件的建造和组装过程，以及建造和组装过程中产生的废物运输、处理和综合利用，还包括建造和组装过程中输入能源的开采和消耗；

2) 运行发电：锅炉（含启动锅炉）消耗的化石燃料燃烧，脱硫脱硝等装置使用化石燃料加热烟气，以及应急柴油发电机组、移动源等其他设施消耗化石燃料。电厂运行发电过程中输入能源的开采和消耗；

3) 废物处理：产生的废水经处理后利用或达标后外排的过程。产生的固体废物综合利用或填埋处理过程。烟气净化处理过程，包括脱硫、脱硝和除尘等，废物处理过程中输入能源的开采和消耗；

4) 电力并网：电力因并网产生的损耗。

燃煤电厂产品碳足迹的碳排放生命周期量化边界见附录B。

### 5.4.2 系统部署

应根据燃煤电厂进行总体布局，将平台所有应用系统部署到燃煤电厂内部。

### 5.4.2 数据工序模型建立与维护

应包含工序数据梳理、数据接口处理和数据校验模型以及后续维护。

### 5.4.3 主生产工序碳足迹量化

应对燃煤锅炉等主要电厂工序进行碳足迹量化。

### 5.4.4 能辅工序碳足迹量化

应对脱硝处理、除尘处理、脱硫处理、工业水系统、工艺水系统进行碳足迹量化。

### 5.4.5 运输过程碳足迹量化

应包括原辅料厂外运输及厂内运输过程的碳足迹量化。

#### 5.4.6 数据库部署及维护

应将涵盖电力行业上下游相关产品的背景数据集成数据库，并进行更新与维护。

### 5.5 后台运营管理系统

#### 5.5.1 用户权限管理

用户权限管理应包括但不限于以下功能：

- 前、后台用户权限统一分配和管理；
- 用户管理具有新增、修改、删除、查询和角色分配等功能；
- 角色管理具有新增、修改、删除、查询和权限分配等功能；
- 权限管理具有新增、修改、删除和查询等功能。

#### 5.5.2 日志管理

日志管理应包括但不限于以下功能：

- 具有后台日志功能，自动生成用户操作日志、系统运行日志和错误信息日志、数据接口日志等；
- 具有日志查询、查看功能和分析统计，可通过日志时间、类型和内容等条件查询各类日志信息。

#### 5.5.3 系统维护管理

系统维护管理应包括但不限于以下功能：

- 具有工序管理功能，可新增、修改和删除；
- 具有物料自定义功能各类介质可新增、修改和删除；
- 工序对应物料可配置，因子可维护，模型可变更；
- 报表模板可新增、修改和删除。

### 5.6 数据接口要求

#### 5.6.1 数据交互安全协议

应设计统一的数据接口，允许燃煤电厂内部满足数据在线收集条件的 SIS 系统将碳排放相关数据上传至碳管理平台。碳管理平台与第三方应用平台之间的数据接口应采用安全的 HTTPS 协议进行数据传输。宜使用 POST 请求方法提交数据，数据请求和响应宜采用 JSON 格式。

#### 5.6.2 敏感数据的加密处理

在传输过程中，所有敏感数据应经过加密处理，以确保数据安全和隐私保护。加密应遵循 GB/T 35276、GB/T 32905 和 GB/T 32907 的要求，采用国家密码管理局推荐的 SM2、SM3 和 SM4 加密算法。

### 5.7 安全性要求

#### 5.7.1 基本安全标准

平台安全等级应符合 GB/T 22239 第三级的规定，并按照 GB/T 22240 的二级安全防护标准进行设计。此外，还需通过第三方检测机构的安全性评估。

#### 5.7.2 应用系统安全

##### 5.7.2.1 访问控制机制

5.7.2.1.1 应实施严格的权限管理，确保用户根据其角色和职责获得对数据和管理功能的适当访问权限。

访问控制应覆盖 URL 地址、Service 接口、IP 地址，并包括会话超时控制。

5.7.2.1.2 登录失败超过 10 次，当天不能登陆。

#### 5.7.2.2 数据库系统安全

5.7.2.2.1 通过分层的权限管理（系统权限、数据权限和角色权限）来强化数据库系统的安全。确保管理前端不直接与数据库交互，而是通过 Web 服务器或专门的接口服务器进行，从而设置更为严格的数据库访问控制。

5.7.2.2.2 应建立完整的数据操作审计日志，跟踪和记录所有对数据库的操作。

#### 5.7.2.3 身份认证和授权

应采用信息加密、数字签名和身份认证技术来确保信息的保密性、完整性和真实性，以及操作的不可否认性。

#### 5.7.3 运行环境安全

##### 5.7.3.1 网络与边界保护

应部署防火墙、入侵检测系统等安全设备，防止未授权的网络访问和攻击，保障网络环境的安全稳定。

##### 5.7.3.2 主机系统安全

应选择使用国产操作系统，并定期进行系统安全漏洞扫描及修补。采用国产防病毒软件和主机防护系统来增强主机安全性。

#### 5.7.4 数据安全措施

5.7.4.1 应实施全面的数据备份策略，包括定期全备份、差异备份、增量备份及异地备份。

5.7.4.2 应对敏感数据如密码进行加密存储，并对个人数据进行脱敏处理。

5.7.4.3 应将加密密钥与加密数据分开存放，并严格控制对密钥的访问。

5.7.4.4 应遵循 GB/T 35273 的要求，加强用户信息的安全处理和隐私保护。

#### 5.8 运行维护要求

##### 5.8.1 网络基础设施

应定期评估网络基础平台的性能，并制定故障维护预案，以便及时发现并解决潜在的网络问题，确保路由设备、网络交换设备等网络基础设施的安全性、可靠性和可用性。

##### 5.8.2 数据存储

5.8.2.1 应定期评估存储设施及软件平台的性能，确认数据存储的安全等级，保证数据存储设施如服务器设备、集群系统、存储阵列和存储网络等以及支撑数据存储设施运行的软件平台的安全性、可靠性和可用性，保证存储数据的安全。

5.8.2.2 应制定详尽的故障应急响应计划，准备应对数据存储系统的潜在问题，保障信息系统的连续性和稳定性。

##### 5.8.3 平台系统

对于系统平台，包括操作系统、数据库和中间件等，应持续进行安全性评估并在发现安全漏洞时迅速应对。

#### 5.8.4 风险评估

应进行全面的风险评估，识别和分析潜在的安全威胁和薄弱环节，开发相应的风险管理策略和缓解措施。

#### 5.8.5 病毒防护

应制定和执行有效的病毒防护策略，定期对抗病毒措施的有效性进行评估，并准备好针对病毒攻击的紧急处理方案。

#### 5.8.6 数据维护

应持续监控数据的完整性和安全性，确保数据存储和传输的安全，同时，制定和执行数据备份及恢复策略。

#### 5.8.7 文档与档案管理

5.8.7.1 应遵守 GB/T 8567 的规定。

5.8.7.2 应建立并遵循严格的档案管理规范，确保所有文档和记录的准确性、完整性和可追溯性。

### 6 证实方法

#### 6.1 数据采集系统验证

##### 6.1.1 数据采集内容

通过现场调研和系统文档检查，确认是否涵盖了燃煤电厂所有关键环节及管理系统的产品、副产品、原辅料消耗等指标；核对采集指标列表与标准规定的指标列表是否一致；现场抽查关键环节采集数据的完整性和准确性。

##### 6.1.2 数据采集方法

分别测试用户通过人工填报和人工导入数据记录验证导入模板、字段校验、数据入库过程，进行模拟填报，检测数据录入的准确性和便利性；

测试用户调用系统自动采集接口、查看系统采集模块与外部接口调用记录；验证人工录入数据与实际监测数据的一致性；验证系统对数据打标签功能的实施情况，审查标签定义及应用；检查系统是否支持实时同步、定时采集、数据订阅及日志采集功能，通过系统日志和采集配置进行验证；审查数据建模功能，确认是否支持基于管理需求建立灵活的数据模型，验证模型准确性和适用性。

##### 6.1.3 数据质量控制

通过抽样核查数据，检测完整性（必填字段是否齐全）、准确性（与实际情况对比）、一致性（不同系统间数据对比）；验证时效性，通过变更记录和更新时间戳查看数据更新及时性；测试数据访问权限控制，确保数据安全访问；通过日志和审计功能验证数据追溯能力。

##### 6.1.4 数据清洗

测试用户测试人工或系统复核流程记录、验证清洗结果准确性。

审核清洗规则定义文档，确保空值、非法值、不一致和重复数据均有处理方案；进行清洗规则执行测试，验证空值补足、异常纠正、数据拆分合并、脱敏及除噪等功能有效性；评估清洗结果，通过对比清洗前后数据质量指标证明清洗效果。

## 6.2 组织碳核算系统验证

### 6.2.1 总体要求

燃煤电厂组织碳足迹的碳排放核算边界、核算周期和核算方法按 GB/T 32151.1 执行；

测试用户将样例数据导入系统，使用标准方法进行人工与系统对比计算，确保误差不应大于 1%。

### 6.2.2 碳数据分析管理

检查数据采集和统计分析功能是否有效联动，信息流是否顺畅；

测试自动化碳管理流程，验证数据的自动采集、分析和发布是否符合设计要求。

### 6.2.3 碳报告评估

测试用户通过平台创建报告/报表、检查报告字段、测试报告导出功能；

报告内容按 GB/T 32151.1 执行。

### 6.2.4 碳报表生成

报表及补充报表内容按 GB/T 32151.1 执行；验证报表数据的完整性和准确性。

### 6.2.5 碳比对分析

测试图表功能，验证碳排放贡献率、强度、趋势和结构等多维度的直观展示；审核分析结果，确认数据来源和计算逻辑正确。

### 6.2.6 碳账本数字管理

审查碳资产数据记录、管理流程和权限控制；验证碳排放源和减排措施数据的详细完整性及更新机制。

### 6.2.7 碳全景动态展示

检查系统是否能实时展现碳排放全景和各流程碳流向；通过演示验证碳排放总量、结构、工序碳排放及累计指标的数据准确性和动态刷新效果。

## 6.3 产品碳足迹系统验证

### 6.3.1 数据工序模型建立与维护

检查工序数据整理及接口处理流程和模型校验机制；通过模拟数据验证模型维护的有效性和准确性。

### 6.3.2 系统部署

验证软件部署位置，确认所有应用系统均部署在燃煤电厂内部网络环境；审查系统安全策略，确保符合内部部署要求。

### 6.3.3 主生产工序碳足迹核算

审核核算方法，确认符合标准要求；验证对燃煤锅炉等主工序碳足迹核算的准确性和完整性。

### 6.3.4 能辅工序碳足迹核算

检查脱硝、除尘、脱硫等能辅工序的碳足迹数据采集和核算流程；通过比对实际能源消耗数据验证核算结果。

### 6.3.5 运输过程碳足迹核算

审核厂外及厂内运输碳足迹核算流程；验证运输距离、运输工具及燃料消耗数据的采集和核算准确性。

### 6.3.6 数据库部署及维护

检查背景数据库覆盖范围和数据更新维护机制；通过数据库查询核实背景数据的完整性和时效性。



## 6.4 后台运营管理系统验证

### 6.4.1 用户权限管理

测试用户在平台上执行新建、编辑、停用、删除账号，密码重置，权限调整等操作。

### 6.4.2 日志管理

测试用户检查系统日志内容、系统参数维护、数据备份与恢复、系统状态监控。

### 6.4.3 系统维护管理

新增/修改工序和物料，验证关联配置是否生效；修改因子或模型参数，检查相关计算模块的输出是否更新；上传自定义报表模板，导出数据验证格式与内容是否匹配。

## 6.5 数据接口验证

可用抓包工具检查接口是否仅通过 HTTPS 传输，请求方法是否为 POST，数据格式是否为 JSON；模拟 SIS 系统上传数据至平台，验证接口兼容性及数据解析准确性；使用国密算法检测工具验证传输数据是否采用 SM2/SM3/SM4 加密；检查数据库存储字段是否为密文。

## 6.6 安全性验证

尝试未授权访问受控资源，验证系统是否拦截；触发登录失败 10 次后检查账户锁定逻辑；查看数据库连接日志，确认前端仅通过 Web 服务器/接口服务器访问数据库；检查审计日志是否记录所有增删改操作；使用漏洞扫描工具检查防火墙规则、入侵检测系统是否阻断异常流量；审查操作系统是否为国产，检查防病毒软件日志是否定期更新。

## 6.7 运行维护验证

检查网络故障应急文档，模拟路由器宕机场景测试切换流程耗时；检查备份记录是否符合全备份、差异备份、增量备份计划；模拟数据丢失场景，测试异地备份恢复时间和完整性；模拟病毒文件上传或恶意脚本执行，验证防病毒系统是否实时拦截。

附 录 A

(资料性)

燃煤电厂典型工艺流程

燃煤电厂典型工艺流程见图 A.1。

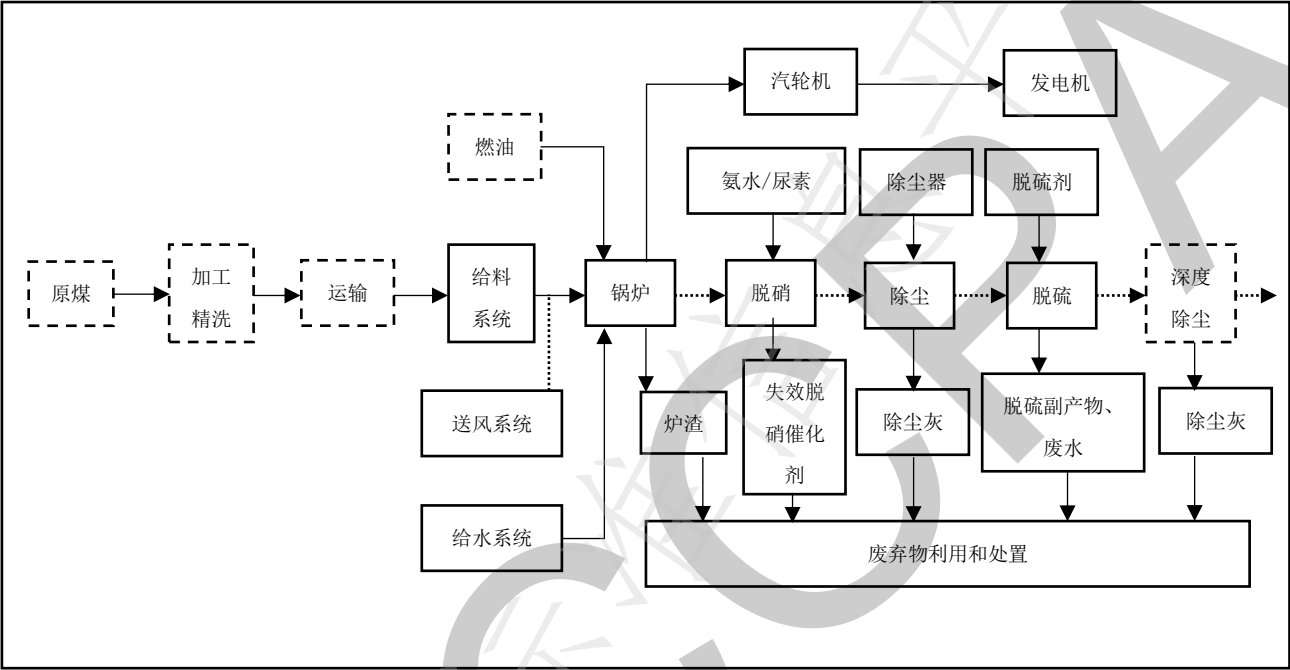


图 A.1 燃煤电厂发电典型工艺流程图

## 附录 B

(规范性)

## 燃煤电厂产品碳足迹的碳排放生命周期量化边界

燃煤电厂产品碳足迹的碳排放生命周期量化边界见图 B.1。

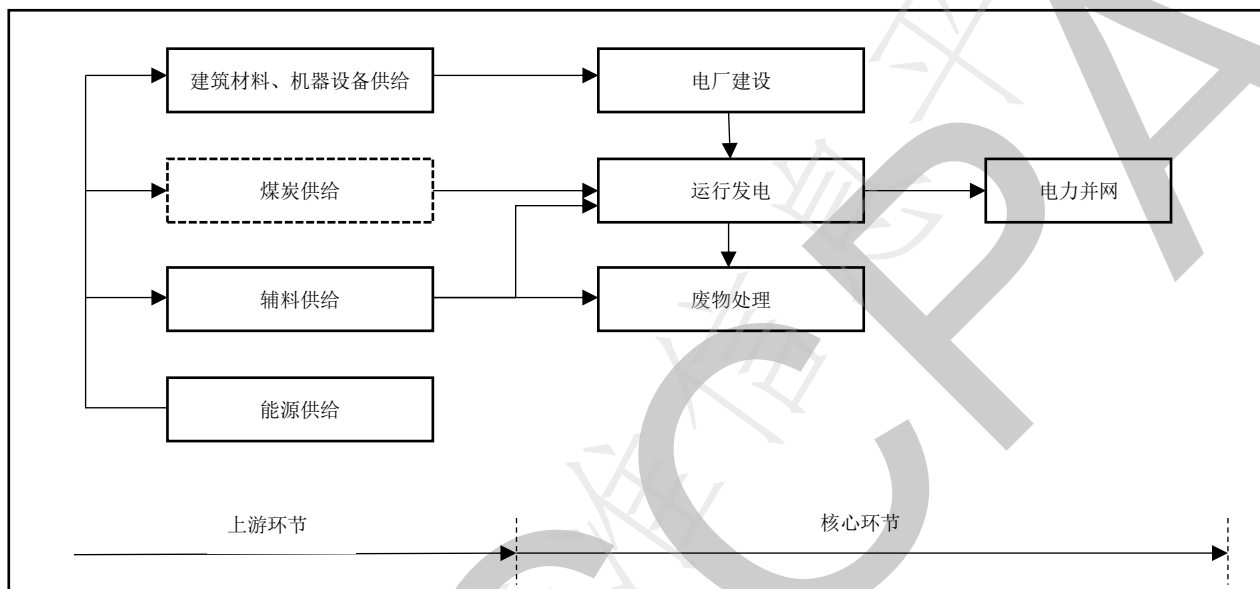


图 B.1 燃煤电厂产品碳足迹的碳排放生命周期量化边界图

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
  - [2] GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
  - [3] GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
  - [4] GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
  - [5] T/CIECCPA 055—2023 燃煤发电产品碳足迹量化与评价方法
-