

# 电能表产品碳足迹核算及数据采集方式研究

方欢欢<sup>1</sup>, 甘 林<sup>1</sup>, 徐呈程<sup>1</sup>, 张 露<sup>1</sup>, 徐严俨<sup>1</sup>, 施家炜<sup>1</sup>, 朱 赟<sup>1</sup>, 蒋兴新<sup>1</sup>, 吴义江<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国网上海市电力公司奉贤供电公司, 上海

<sup>2</sup>国网英大碳资产管理(上海)有限公司, 上海

收稿日期: 2024年10月16日; 录用日期: 2024年11月29日; 发布日期: 2024年12月30日

## 摘 要

本文重点探讨在双碳背景下, 电网企业供应链电力设备的碳足迹核算方法及碳数据采集方式。本文以电能表产品为例, 基于LAC生命周期评价准则和ISO14067碳足迹核算标准, 全面摸清电能表原材料及生产制造环节的碳足迹构成, 构建碳足迹核算方法, 明确碳足迹核算数据需求, 并通过开展关键排放数据采集的技术手段研究, 形成电能表产品碳足迹核算数据采集方法, 支撑电网企业更精准掌握供应链电力设备碳排放情况, 对实现更高效、更精准的碳管理、助力供应链绿色转型具有重要意义。

## 关键词

电能表产品碳足迹, 碳排放计量, 碳排放数据采集

# Research on Carbon Footprint Calculation and Data Collection of Electric Energy Meter Products

Huanhuan Fang<sup>1</sup>, Lin Gan<sup>1</sup>, Chengcheng Xu<sup>1</sup>, Lu Zhang<sup>1</sup>, Yanyan Xu<sup>1</sup>, Jiawei Shi<sup>1</sup>, Yun Zhu<sup>1</sup>, Xingxin Jiang<sup>1</sup>, Yijiang Wu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fengxian Power Supply Company, State Grid Shanghai Electric Power Company, Shanghai

<sup>2</sup>State Grid Yingda Carbon Asset Management (Shanghai), Ltd., Shanghai

Received: Oct. 16<sup>th</sup>, 2024; accepted: Nov. 29<sup>th</sup>, 2024; published: Dec. 30<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

This paper focuses on the carbon footprint accounting method and carbon data collection method of power equipment in the supply chain of power grid enterprises under the background of carbon peaking and carbon neutrality. This paper takes electric energy meter products as an example,

文章引用: 方欢欢, 甘林, 徐呈程, 张露, 徐严俨, 施家炜, 朱赟, 蒋兴新, 吴义江. 电能表产品碳足迹核算及数据采集方式研究[J]. 可持续发展, 2024, 14(12): 3119-3127. DOI: 10.12677/sd.2024.1412349

based on the LAC life cycle assessment criteria and ISO14067 carbon footprint accounting standards, comprehensively understands the carbon footprint composition of electric energy meter raw materials and manufacturing links, constructs carbon footprint accounting methods, clarifies the data requirements for carbon footprint accounting, and forms a carbon footprint accounting data collection method for electric energy meter products by carrying out research on technical means of key emission data collection, so as to support power grid enterprises to more accurately grasp the carbon emissions of power equipment in the supply chain, and to achieve more efficient and accurate carbon management. It is of great significance to help the green transformation of the supply chain.

## Keywords

Energy Meter Product Carbon Footprint, Carbon Emission Measurement, Carbon Emission Data Collection

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

自我国提出“碳达峰、碳中和”目标以来,全面迈向绿色低碳发展成为未来长期奋斗的目标。党的二十大报告提出加快发展方式绿色转型,实施全面节约战略,发展绿色低碳产业,倡导绿色消费,推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式,积极稳妥推进碳达峰碳中和。国资委印发《计量发展规划(2021~2035年)》,提出强化碳排放计量应用,服务重点领域发展的任务,支撑碳达峰碳中和目标实现[1]。在此背景下,碳排放的准确计量成为全面掌握碳排放情况、制定碳减排策略的关键前提。

电网企业作为国内首要能源消耗企业,在推动供应链绿色低碳转型方面发挥重要作用。电力设备的碳足迹是电网企业供应链碳排放重要组成部分,其碳排放量是影响供应链绿色转型进程的关键因素,亟需掌握电力设备碳排放情况,为实现精准降碳提供依据。本项目以电能表为例,通过对其产品碳足迹核算及碳数据采集方法研究,摸清电网物资电力设备从原材料获取到生产制造等生命周期的碳排放构成,提升碳排放采集和计量准确度,帮助电网企业掌握电力设备碳足迹排放情况,为电网企业实施绿色采购,引领电工装备制造企业绿色转型,实现链上企业共同降碳夯实基础。

## 2. 理论与技术研究

### 2.1. 碳排放核算方法

#### 2.1.1. LAC 生命周期评价方法学

生命周期(Life Cycle Assessment, LCA)是根据 ISO 国际标准化组织指定的用于评估一个产品从原材料开采及生产、使用和报废等整个生命周期对环境影响程度的评价框架。LAC 评价流程分目标和范围的定义、清单分析、影响评价和结果解释四个阶段进行,对目前环境过程定量评估、工艺环境效应评价、产品设计优化等诸多方面产生了深远的影响,被广泛应用于碳排放、碳足迹核算[2]。

#### 2.1.2. ISO14067 碳足迹核算标准

《ISO14067: 2018 温室气体 - 产品碳足迹 - 量化要求及指南》是 2018 年由国际标准化组织发布的,用于量化产品原料取得、制造、运输、销售、使用以及废弃等生命周期阶段过程中直接与间接产生的温

室气体排放的通用标准[3]。旨在根据产品碳足迹量化结果来评估一种产品对全球变暖的潜在影响。ISO14067 产品碳足迹认证流程分为四个步骤：确定认证边界、功能单位、收集生命周期评价数据、采用数据库核算产品碳足迹、编制产品碳足迹核算报告。该标准适用于评估所有商品及服务活动生命周期内的温室气体排放，是有效推动绿色商品或服务评价的工具。

## 2.2. 数据采集方法

物联传感技术是一种将特定的被测信号，按一定规律转换成可用信号输出的器件和装置，以满足信息传输、处理、记录、显示和控制等需要。传感器赋予终端用能设备信息采集能力，是能耗监测和排放数据采集的重要组件[4]。供应链能耗感知作为排放数据采集的源端窗口，为排放数据分析和应用提供必要的支撑。

## 3. 碳足迹核算方法研究

通过参考 IPCC 碳排放核算指南等国际通用的碳排放核算理论及测算方法，结合碳足迹数据采集需求，开展电能表产品碳足迹核算方法研究。主要分为明确核算边界、识别碳排放源、编制核算清单、配置计算方法和制定数据采集清单五个步骤，支撑开展电能表碳足迹核算和排放数据采集方法研究。

### 3.1. 明确核算边界

摸清电能表产品碳足迹的首要工作是明确碳排放边界。通过深入调研电能表生产企业，对电能表生产经营过程排放活动构成进行分析，参考业务范围、原材料清单、用能设施设备及生产工艺流程图，确定电能表产品碳足迹由原料采购、生产制造 2 个主要单元构成，形成具体的碳足迹核算范围和边界。

### 3.2. 识别碳排放源

根据已明确的生产制造排放系统边界，与电能表生产企业联合开展调研工作，深入生产制造全过程、排摸全环节碳排放源，以供应商企业生产原材料消耗和工艺全流程为调研主线，分别梳理产品制造及出厂试验、厂内仓储、厂内运输等生产配套等关键排放环节，以及电能表原材料及制造过程中原材料损耗，准确识别上述环节的排放行为及能源类型，为碳排放源梳理奠定基础。

#### 3.2.1. 原材料获取环节

通过研究，识别原材料获取环节主要涉及以下几种碳排放源：

- (1) 直接原材料。直接原材料是生产电能表所需要的零部件，包括计量专用芯片、微控制器芯片、隔离芯片、存储芯片、液晶显示器、储能器件、电池、变压器等 25 种原材料。
- (2) 间接原材料。间接原材料是生产电能表所需辅助性材料，包括助焊剂、三防漆等 5 种原材料。
- (3) 生产线设备耗材。生产线设备耗材是日常生产过程中生产设备所需的辅助性耗材，包括润滑油、清洗剂 2 种原材料。

#### 3.2.2. 生产制造环节

识别出生产制造环节主要涉及以下几种碳排放源：

- (1) 产品制造。产品生产制造过程中生产设施、设备作业产生的燃油、电力能源排放。
- (2) 出厂试验。产品在出厂前进行厂内质量检测过程中，质检设备产生的电力能源排放。
- (3) 仓储保管。产品在厂内因货物收货、理货盘点、存储等仓储保管过程中所产生的燃油、电力能源排放。
- (4) 厂内运输。产品装卸搬运物流等相关设施设备作业过程中燃油及电力能源排放。

3.3. 编制排放清单

根据电能表产品碳足迹全环节排放源梳理结果，形成排放核算清单，清晰列明从电能表生产制造全过程碳排放链路。碳足迹排放清单内容具体如下表 1、表 2 所示：

**Table 1.** Discharge list of raw material acquisition for energy meter  
**表 1.** 电能表原材料获取环节排放清单

| 序号 | 排放环节    | 二级业务     | 排放源   | 描述          |
|----|---------|----------|-------|-------------|
| 1  | 直接原材料   | 计量专用芯片   | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 2  |         | 微控制器芯片   | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 3  |         | 隔离芯片     | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 4  |         | 存储芯片     | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 5  |         | RS485 芯片 | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 6  |         | 时钟芯片     | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 7  |         | 液晶显示器    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 8  |         | 压敏电阻器    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 9  |         | 电流互感器    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 10 |         | 晶体谐振器    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 11 |         | 瞬变二极管    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 12 |         | 电阻器      | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 13 |         | 电解电容器    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 14 |         | 片式电容器    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 15 |         | 储能器件     | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 16 |         | 电池       | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 17 |         | 电源转换芯片   | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 18 |         | 负荷开关     | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 19 |         | 变压器      | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 20 |         | 印制电路板    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 21 |         | CPU 卡    | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 22 |         | ESAM 模块  | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 23 |         | 电源接线     | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 24 |         | 卡座       | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 25 |         | 表壳       | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 26 | 间接原料    | 助焊剂      | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 27 |         | 三防漆      | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 28 |         | 锡条       | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 29 |         | 锡丝       | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 30 |         | 锡膏       | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 31 | 生产线设备耗材 | 润滑油      | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |
| 32 |         | 清洗剂      | 原材料使用 | 原材料消耗产生的碳排放 |

Table 2. Emission list of production process of energy meter  
表 2. 电能表生产制造环节排放清单

| 序号 | 排放环节 | 二级业务      | 排放源        | 描述                                  |
|----|------|-----------|------------|-------------------------------------|
| 1  | 产品制造 | 喷条形码      | 生产设备用电     | 喷条形码对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。        |
| 2  |      | 丝印        | 生产设备用电     | 丝印环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。        |
| 3  |      | 芯片程序下载    | 生产设备用电     | 芯片程序下载环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。    |
| 4  |      | 贴片        | 生产设备用电     | 贴片工序对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。        |
| 5  |      | 回流焊       | 生产设备用电     | 回流焊工序对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。       |
| 6  |      | 贴片修补      | 生产设备用电     | 贴片修补环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。      |
| 7  |      | 插件        | 生产设备用电     | 插件环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。        |
| 8  |      | 波峰焊       | 生产设备用电     | 波峰焊环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。       |
| 9  |      | 超声波清洗     | 生产设备用电     | 超声波清洗环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。     |
| 10 |      | 三防漆涂覆     | 生产设备用电     | 三防漆涂覆环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。     |
| 11 |      | 手工补焊      | 生产设备用电     | 手工补焊环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。      |
| 12 |      | FCT 测试    | 生产设备用电     | FCT 测试环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。    |
| 13 |      | PCBA 老化   | 生产设备用电     | PCBA 老化环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。   |
| 14 |      | 组装        | 生产设备用电     | 组装环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。        |
| 15 |      | 交流电压试验    | 生产设备用电     | 交流电压试验环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。    |
| 16 |      | 功能检       | 生产设备用电     | 功能检环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。       |
| 17 |      | 调校        | 生产设备用电     | 调校环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。        |
| 18 |      | 上罩盖       | 生产设备用电     | 上罩盖环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。       |
| 19 |      | 高温老化      | 生产设备用电     | 高温老化环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。      |
| 20 | 生产配套 | 成品检验      | 生产设备用电     | 成品检验环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。      |
| 21 |      | 抽查        | 生产设备用电     | 抽查环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。        |
| 22 |      | 包装        | 生产设备用电     | 包装环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。        |
| 23 |      | 包装检验      | 生产设备用电     | 包装检验环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。      |
| 24 |      | 成品入口及过程检查 | 生产设备用电     | 成品入口及过程检查环节对应的产品制造过程生产设施和设备运行产生的排放。 |
| 25 |      | 厂内仓储      | 仓库设备用电     | 厂区内产品存放产生的仓库设施运行排放。                 |
| 26 |      | 厂内运输      | 厂内装卸搬运设备用电 | 厂区内产品装卸搬运移动产生的装运设备运行排放。             |

3.4. 配置计算方法

依据电能表原材料获取、生产制造全环节碳排放源梳理情况，以排放核算清单为基础，应用 ISO14067 产品碳足迹核算标准作为核算方法配置基础，围绕物质流，计算原材料损耗，围绕能源流计算电碳损耗，针对每一个排放源设置适用的计算公式，汇总获取电能表碳足迹[5]。

电能表碳足迹公式如下：

$$E = E_m + E_p \tag{1}$$

$E$  为电能表的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>)；

$E_m$  为电能表原材料获取阶段的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>)；

$E_p$  为电能表生产阶段的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>)；

根据调研反馈情况，结合排放因子法的计算框架和逻辑，明确了生产制造项目能耗量与对应排放因子的乘积来计算每一个排放源的碳排放量。计算方法如下：

(1) 原材料获取阶段

$$E_m = \sum_{i=1}^n (AD_{c,i} * EF_{c,i}) + \sum_{i=1}^n (AD_{t,i} * L_i * EF_{t,i}) \tag{2}$$

$AD_{c,i}$ ——电能表原材料获取过程中第  $i$  种原材料的活动水平数据，单位视具体原材料类型确定；

$EF_{c,i}$ ——电能表原材料获取过程中第  $i$  种原材料的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克(kgCO<sub>2</sub>e/kg)。优先使用上游原辅料供应商提供的碳排放因子，如无法获取，可根据原材料选择附录 B 中提供的碳排放因子缺省值计算；

$AD_{t,i}$ ——电能表原材料获取过程中第  $i$  种原材料的活动水平数据，单位视具体原材料类型确定；

$L_i$ ——电能表原材料运输过程中第  $i$  种原材料的运输距离，单位为千米(km)；

$EF_{t,i}$ ——电能表原材料运输过程中第  $i$  种原材料的碳排放因子，单位为(kgCO<sub>2</sub>/kg·km)。

(2) 生产阶段

$$E_p = E_b + E_{dl} + E_w \tag{3}$$

$E_b$ ——电能表生产阶段化石燃料燃烧产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>)；

$E_{dl}$ ——电能表生产阶段净购入电力的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>)

$E_w$ ——电能表生产阶段废弃物处置产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>)。

3.5. 制定数据采集清单

依据碳排放源梳理情况，以排放清单为基础，针对每一个排放源用能情况，确定电能表原材料获取、生产制造环节能耗数据清单，明确能源类型和数据要求，支撑排放相关数据采集，保障电能表产品碳足迹核算。(表 3)

Table 3. Energy meter data collection checklist

表 3. 电能表数据采集清单

| 序号 | 业务环节  | 排放环节  | 二级业务     | 排放源   | 能源类型 | 数据要求 |
|----|-------|-------|----------|-------|------|------|
| 1  | 原材料获取 | 直接原材料 | 计量专用芯片   | 原材料使用 | 原材料  | 件    |
| 2  |       |       | 微控制器芯片   | 原材料使用 | 原材料  | 件    |
| 3  |       |       | 隔离芯片     | 原材料使用 | 原材料  | 件    |
| 4  |       |       | 存储芯片     | 原材料使用 | 原材料  | 件    |
| 5  |       |       | RS485 芯片 | 原材料使用 | 原材料  | 件    |
| 6  |       |       | 时钟芯片     | 原材料使用 | 原材料  | 件    |

续表

|    |         |         |        |     |    |
|----|---------|---------|--------|-----|----|
| 7  |         | 液晶显示器   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 8  |         | 压敏电阻器   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 9  |         | 电流互感器   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 10 |         | 晶体谐振器   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 11 |         | 瞬变二极管   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 12 |         | 电阻器     | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 13 |         | 电解电容器   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 14 |         | 片式电容器   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 15 |         | 储能器件    | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 16 |         | 电池      | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 17 |         | 电源转换芯片  | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 18 |         | 负荷开关    | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 19 |         | 变压器     | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 20 |         | 印制电路板   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 21 |         | CPU 卡   | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 22 |         | ESAM 模块 | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 23 |         | 电源接线    | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 24 |         | 卡座      | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 25 |         | 表壳      | 原材料使用  | 原材料 | 件  |
| 26 |         | 助焊剂     | 原材料使用  | 原材料 | 升  |
| 27 |         | 三防漆     | 原材料使用  | 原材料 | 升  |
| 28 | 间接原料    | 锡条      | 原材料使用  | 原材料 | Kg |
| 29 |         | 锡丝      | 原材料使用  | 原材料 | Kg |
| 30 |         | 锡膏      | 原材料使用  | 原材料 | 升  |
| 31 | 生产线设备耗材 | 润滑油     | 原材料使用  | 原材料 | 升  |
| 32 |         | 清洗剂     | 原材料使用  | 原材料 | 升  |
| 33 |         | 喷条形码    | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 34 |         | 丝印      | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 35 |         | 芯片程序下载  | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 36 |         | 贴片      | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 37 |         | 回流焊     | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 38 |         | 贴片修补    | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 39 | 生产制造    | 插件      | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 40 | 产品制造    | 波峰焊     | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 41 |         | 超声波清洗   | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 42 |         | 三防漆涂覆   | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 43 |         | 手工补焊    | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 44 |         | FCT 测试  | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 45 |         | PCBA 老化 | 生产设备用电 | 电能  | 度  |
| 46 |         | 组装      | 生产设备用电 | 电能  | 度  |

续表

|    |      |           |            |    |   |
|----|------|-----------|------------|----|---|
| 47 |      | 交流电压试验    | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 48 |      | 功能检       | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 49 |      | 调校        | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 50 |      | 上罩盖       | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 51 |      | 高温老化      | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 52 |      | 成品检验      | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 53 |      | 抽查        | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 54 |      | 包装        | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 55 | 生产配套 | 包装检验      | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 56 |      | 成品入口及过程检查 | 生产设备用电     | 电能 | 度 |
| 57 |      | 厂内仓储      | 仓库设备用电     | 电能 | 度 |
| 58 |      | 厂内运输      | 厂内装卸搬运设备用电 | 电能 | 度 |

4. 电能表碳足迹数据采集方法研究

碳排放数据的准确计量是碳足迹核算的重要基础和前提。根据碳足迹数据采集清单，明确了每一个碳源排放类型及对应的核算数据要求。通过借鉴物联传感、云计算等技术方法[6]，针对产品碳足迹链路重点排放环节，搭建电网企业碳管理体系架构，形成电能表产品碳足迹排放数据感知、采集、传输、计算及应用机制。

4.1. 碳管理体系框架

以电能表碳足迹排放链路为基础，结合排放数据从感知到应用全过程路径，明确碳管理体系由终端设备用能数据采集、数据网络传输、云端数据计算与应用三个层级组成。(图 1)



Figure 1. Carbon management system framework for power grid enterprises  
图 1. 电网企业碳管理体系框架

4.2. 排放数据采集

根据电能表产品碳足迹清单，排放数据的采集需要深入原材料获取、生产制造具体环节，获取终端

设备的具体用能数据。目前用能数据主要通过系统导入和计量装置两种方法进行采集。系统导入法是依据碳核算数据清单,按照关键信息定位原材料采购、生产管理、数据库等平台数据,筛选并抓取所需字段和数据。计量装置法是通过在生产制造环节碳排放源用能终端设备上安装用能计量硬件设备,应用传感技术获取终端设备实时能耗,实现碳排放数据采集。

### 4.3. 数据网络传输

通过计量装置内置的通讯模块,或企业生产区域所布置的网络设施联入互联网,将采集到的碳排放数据实时、安全地传输至电网企业碳管理服务平台数据库[7],实现平台相关数据互联共享。

### 4.4. 数据计算与应用

通过碳管理服务平台,实时掌握电能表产品碳足迹各排放源用能数据,并在云端平台嵌入电能表碳足迹计算公式,锁定活动数据、排放因子等计算参数,形成计算模板,实现电能表产品碳足迹实时精准核算。并通过碳管理平台数据深化数据应用场景,进一步开发供应链排放监测、碳足迹跟踪、企业碳盘查等应用,实现排放数据价值深度挖掘[8]。

## 5. 结束语

本文以电能表为例,开展电力设备产品碳足迹核算和数据采集方法的研究,围绕电能表原材料及生产制造各业务环节,应用国际通用的碳排放测算方法,完成了从电能表制造全环节的碳排放源摸排和识别,建立了一套电能表产品碳足迹核算方法。并根据碳足迹核算数据需求,形成了碳排放数据感知、采集到应用的解决方案。为电网企业电力设备产品碳足迹测算提供了借鉴和参考样板,在落实国家双碳战略、推动供应链绿色化、数智化转型,支撑电网企业碳管理工作具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 席云华,黎立丰,董楠. 电网企业碳排放核算存在问题及建议[J]. 中国电业, 2021(4): 88-89.
- [2] 张森林. “双碳”背景下优化调整电网碳排放因子的思考[J]. 中国电力企业管理, 2022(10): 56-60.
- [3] 师华定,齐永青,梁海超,等. 电力行业温室气体排放核算方法体系研究[J]. 气候变化研究进展, 2010, 6(1): 40-46.
- [4] 曾大明,唐波. 基于工业互联网标识解析的全生命周期管理应用实践[J]. 计通信与信息技术, 2023(5): 63-65.
- [5] 堵祖荫. 关于工业行业能耗统计的计算方法和建议[J]. 能源化工, 2016, 37(1): 43-47.
- [6] 刘欣,李向东,耿立校,等. 工业互联网环境下的工业大数据采集与应用[J]. 物联网技术, 2021, 11(8): 62-65, 71.
- [7] 王泓霖. 工业互联网上云平台建设方案研究[J]. 河南科技, 2023, 42(14): 31-34.
- [8] 张宁,李姚旺,黄俊辉,等. 电力系统全环节碳计量方法与碳表系统[J]. 电力系统自动化, 2023, 47(9): 2-12.