

电网企业供应链碳排放核算方法研究

卢兆军¹, 李晨辉², 安 鹏¹, 吴义江³

¹国网山东省电力公司, 山东 济南

²国网山东省电力公司经济技术研究院, 山东 济南

³国网英大碳资产管理(上海)有限公司, 上海

收稿日期: 2022年3月31日; 录用日期: 2022年5月24日; 发布日期: 2022年5月31日

摘 要

我国提出“碳达峰、碳中和”目标, 能源转型成为落实“双碳”的主战场, 电网企业主动承担排头兵角色, 积极推动供应链去碳化发展。全面盘查供应链碳排放有助于电网企业摸清自身排放强度, 识别出供应链全链业务排放源, 为精准制定减排策略提供支持。本文通过借鉴国内外企业碳排放核算的理论方法, 构建一套系统科学的电网供应链碳排放核算方法, 为电网企业推进供应链绿色低碳转型开好头、起好步。

关键词

电网企业, 碳排放核算, 排放源, 供应链

Research on Carbon Emission Accounting Method of Power Grid Enterprise Supply Chain

Zhaojun Lu¹, Chenhui Li², Peng An¹, Yijiang Wu³

¹State Grid Shandong Electric Power Company, Jinan Shandong

²State Grid Shandong Electric Power Company Economic and Technological Research Institute, Jinan Shandong

³State Grid Yingda Carbon Asset Management (Shanghai) Ltd., Shanghai

Received: Mar. 31st, 2022; accepted: May 24th, 2022; published: May 31st, 2022

Abstract

With the goal of “carbon peaking and carbon neutrality” presented by China, energy transformation has become the main battlefield for the implementation of “carbon peaking and carbon neutrality”. Power grid enterprises take the initiative to play the leading role and actively promote the

decarbonization of the supply chain. A comprehensive inventory of carbon emissions in the supply chain will help power grid companies to find out their own emission intensity, identify the emission sources of the entire supply chain business, and provide support for the precise formulation of emission reduction strategies. By drawing on the theoretical methods of carbon emission accounting of domestic and foreign enterprises, this paper constructs a systematic and scientific method of carbon emission accounting for the power grid supply chain, which is a good start and a good start for power grid enterprises to promote the green and low-carbon transformation of the supply chain.

Keywords

Power Grid Enterprises, Carbon Emission Accounting, Emission Sources, Supply Chain

Copyright © 2022 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

随着环境问题成为阻碍全球可持续发展的核心问题之一，我国政府做出“碳达峰、碳中和”郑重承诺，积极参与到环境保护和气候治理当中，作为世界第一大温室气体排放国，将在全球环境治理上承担重要职责[1]。电网企业贯彻国家“碳中和，碳达峰”战略部署，将推动产业链供应链绿色转型作为未来很长一段时期的工作重心，首要任务是盘查供应链排放强度，摸清自身发展水平，为精准制定减碳策略提供依据。

双碳背景下，电网企业作为供应链核心企业，以探索供应链减碳为主线，要识别排放源、配置减碳策略，基础是要全面盘查当前供应链排放强度，从而引领供应链上下游共同推动绿色低碳转型，服务国家双碳大局[2]。为全面摸清供应链排放，并建立一种常态化监控评估供应链排放变化的手段，需要设计一套适用电网企业供应链碳排放核算的科学方法，能够有效识别电网企业采购、物流与制造等核心业务环节的绿色发展水平。同时，探索供应链碳排放核算方法，推动电网企业以绿色、创新、协作的理念，打造供应链全链碳足迹跟踪的“样板”，为电力行业开展相关研究工作提供学习经验。

2. 理论方法

2.1. IPCC 理论

IPCC (联合国政府间气候变化委员会)作为评估与气候变化相关科学的国际机构，提出了一套碳排放核算的理论和框架——排放因子法(IPCC 法)。此方法根据 IPCC 所提供基于能量值不变的碳排放系数进行计算，基本原理是在确定特定碳排放源的基础上，以某种碳源的消耗量数据与其对应的碳排放系数的乘积计算该碳源的碳排量。其中碳排放系数指的是每单位经济产出或所消耗的资源能源所转化的二氧化碳数量，通常以吨为计量单位。其中其他温室气体对全球变暖的影响程度，可通过折算标准煤系数转化成二氧化碳后加入计算，也就是指每种能源燃烧或使用过程中单位能源所产生的碳排量。由于 IPCC 给出了较为详尽的排放因子数据，且计算方法简便易操作，排放因子法适用的产业范围较为广泛。

2.2. 温室气体排放标准

ISO14064 温室气体排放标准作为一个温室气体量化、报告与审验的实用工具，旨在以一个中性的标

准来提升温室气体量化与报告的可靠性和一致性，以提升报告结果的可比性。该标准规定了国际上最佳的温室气体资料和数据管理、汇报和验证模式。可通过使用标准化的方法，计算和验证排放量数值，确保 1 吨二氧化碳的测量方式在全球任何地方都是一样的。ISO14064 由三部分组成，分别为《第一部分：在组织层面温室气体排放和移除的量化和报告指南》《第二部分：在项目层面温室气体排放减量和移除增量的量化、监测和报告指南》以及《第三部分：有关温室气体声明审定和核证指南》。其中，《第三部分：有关温室气体声明审定和核证指南》详细阐述了核查审核流程，明确规定了从前期准备、核查团队筛选、核查计划、核查实施、核查完成、独立评估到核查意见发表等各阶段中的要求和注意事项。

2.3. 碳排放核算国家标准

《温室气体排放核算与报告要求》(GB/T 32151)国家标准是由国家发展与改革委员会应对气候变化司提出，中国标准化研究院牵头编制。标准包括了通则和发电、钢铁、民航等 10 个重点行业，规定了企业温室气体排放核算与报告的基本原则、工作流程、核算边界、核算步骤与方法、质量保证、报告内容。该标准第二部分主要规定了电网企业温室气体排放量的核算和报告相关术语、核算边界等内容。从事电力输配的企业可按照该部分提供的方法核算温室气体排放量，编制电网企业温室气体排放报告。该方法为各个行业提供了一套碳排放核算的理论和框架，明确基于企业生产经营活动中排放活动量与该活动排放因子的乘积核算总排放量。

本文通过对 IPCC 法及国内外碳排放核算标准的研究，结合电网企业供应链运营特点，综合借鉴 IPCC 理论及碳排放核算国内外标准，决定以某种碳源的消耗量数据与其对应的排放因子的乘积计算电网供应链运营全环节碳源的碳排放量。

3. 测算方案

本文所研究的供应链碳测算方法的开展路径是应用国内外通用的碳排放核算方法，结合电网企业供应链业务特点与运营模式，提出如下设计思路，分别由制定核算清单、形成计算方法以及构建测算模型三部分组成。

3.1. 制定核算清单

核算清单是开展供应链排放核算的首要工作，首先需要明确电网企业供应链碳排放核算边界，再系统识别供应链全环节碳排放源，形成核算清单。

3.1.1. 确定核算边界

确定核算边界是根据电网企业供应链结构特点，锁定招标采购、物资供应、质量监督为主要排放核算环节，从整体流程切入，细化供应链运营全过程流程节点，围绕计划环节、采购环节、合同环节、仓储环节、配送环节、质量监督环节、应急保障环节、废旧处置环节及供应商管理环节开展排放核算。

3.1.2. 形成核算清单

编制核算清单的必要条件是梳理碳排放源，通过分析识别电网企业供应链全环节用能耗能情况，将能源消耗划分为三种类型，范围 1 是指自有或控制的 CO₂ 排放源所产生的直接排放量，包含柴油消耗、汽油消耗等一次能源的消耗；范围 2 是外购电力或热力所产生的 CO₂ 间接排放源；范围 3 是供应链所产生的其他间接排放量。

根据电网企业供应链全环节排放行为进行分类，属于范围 1 的排放源有仓储作业设备柴油消耗、质检作业设备柴油消耗以及办公车辆汽油消耗；属于范围 2 的排放源包括办公室电耗、仓库运营电耗、质量检测电耗以及办公室热耗；属于范围 3 的排放源包括商旅能耗、办公纸张能耗、物流配送车辆油耗以

及检测设备电耗[3]。以上三个范围共涉及 11 个排放源。

3.2. 配置计算方法

根据国内外通用的碳排放核算框架，建立适用电网企业供应链排放的计算规则，并锁定计算因子及用于碳排放量计算所需的各项计算参数，为供应链核算碳排放量提供支撑。计算公式的配置分为供应链总碳排放量计算公式、各排放源碳排放量计算公式以及确定计算因子三部分。

3.2.1. 供应链总碳排放量计算公式

核算电网企业物资供应链碳排放量，需要针对核算清单所列的全部碳排放源，逐一为每一个排放源匹配计算方法，将每一个排放源的碳排放量进行累加，测算出供应链总减排量[4]。即，全年供应链管理总碳排放量等于全年仓储作业设备柴油消耗碳排放量、全年质检作业设备柴油消耗碳排放量、全年办公车辆汽油消耗碳排放量、全年办公室电耗碳排放量、全年仓储环节仓库运营电耗碳排放量、全年质量检测电耗碳排放量、全年办公室热力碳排放量、全年人员差旅碳排放量、全年办公室纸张消耗碳排放量、全年第三方物流配送车辆油耗碳排放量、全年第三方检测机构电耗碳排放量累加计算得出[5]。

3.2.2. 各排放源碳排放量计算公式

基于排放核算框架，形成电网企业供应链各环节排放计算公式，即排放源碳排放量等于能源消耗量乘以相应能源碳排放因子[6]。并以排放源——办公车辆燃油消耗为例，配置计算公式，办公车辆燃油消耗碳排放量 = 全年所有办公车辆燃油消耗总量 × 汽/柴油排放因子。

其中，办公车辆燃油消耗碳排放量是指电网企业各业务环节自有或能够控制的办公车辆全年运行过程中的燃油消耗量，对应汽油消耗排放的二氧化碳量(吨二氧化碳)。汽/柴油排放因子则是指每一种能源燃烧或使用过程中单位能源所产生的碳排放数量。其余排放量计算均按照此法，文中不再赘述。

3.2.3. 确定计算因子

供应链碳排放计算公式中涉及到的各类能源碳排放因子均取自于国际标准以及第三方权威机构公布的数据，再具体排放核算时，能够转化各种类型能源对应的二氧化碳排放量，便于进行计量。本文所用能源排放因子如图 1 所示。

各类能源碳排放因子参数		
能源品类	排放因子	单位
一、化石燃料燃烧排放 (tCO ₂)		
柴油	3.0959	tCO ₂ /t
汽油	2.9251	tCO ₂ /t
二、净购入电力产生的排放 (tCO ₂)		
电力	0.5839	tCO ₂ /MWh
三、净购入热力产生的排放 (tCO ₂)		
热力	0.11	tCO ₂ /GJ
四、其他排放 (tCO ₂)		
单张纸	3*10 ⁻⁷	tCO ₂ /张
商务旅行	0.00012	tCO ₂ /公里

Figure 1. Parameter table of carbon emission factors of various energy sources

图 1. 各类能源碳排放因子参数表

3.3. 构建测算模型

为提升核算便利性以及可操作性，根据本文设计各个碳排放源计算公式，筛选对应排放因子，以及每一项排放量计算所需的参数，完成供应链排放量测算模型的设计。进一步明确设定测算模型的运算机理，从基础数据导入、计算参数与排放因子应用至输出测算结果，完成碳测算模型搭建，应用 Excel 工具呈现计算步骤，形成初期的实用小工具，帮助提升供应链碳测算模型核算效率及应用体验。详见图 2 所示。

序号	业务环节	能源类型										
		范围1-直接排放		范围2-间接排放				范围3-其它排放				
		柴油消耗 (升)	汽油消耗 (升)	电力消耗 (kwh)	热力消耗 (GJ)	商务旅行 (人次)	纸张消耗 (张)	物流服务车辆油耗 (升)	第三方检测耗电 (kwh)			
		统计2021年柴油消耗量，用于核算排放规模。	统计2021年汽油消耗量，用于核算排放规模。	统计2021年电力消耗数据，用于核算排放规模。	统计2021年热力消耗数据，用于核算排放规模。	统计2021年差旅人次，用于核算排放规模。	统计2021年办公纸张消耗量，用于核算排放规模。	统计2021年第三方物流车辆油耗，用于核算排放规模。	统计2021年各类检测项目耗电量，用于核算排放规模。			
		仓库作业设备油耗	质检作业设备油耗	办公车辆油耗	办公室用电	仓库运营用电	质量检测用电	办公室用电	人员差旅次数	办公用品消耗	物流配送车辆油耗	检测项目耗电
		采集仓储作业设备燃油消耗数据，如：叉车、堆垛设备等，用于核算仓储作业产生的排放。	采集质检作业的设备燃油消耗数据，用于核算质检作业产生的排放。	采集省公司物资部办公车辆全年油耗数据，按各业务人员分拆，核算各环节产生的排放。	采集省公司物资部办公设施用电的电量数据，按各业务人员分拆，核算各环节产生的排放。	采集全年仓库设施用电数据，用于核算各环节产生的排放。	检测设备运行、检测数据，用于核算各环节产生的排放。	采集省公司物资部办公设施用电的电力消耗数据，按各业务人员分拆，核算各环节产生的排放。	采集省公司物资部全部因公出差人次数据，核算各业务产生的差旅活动排放。	采集地市公司物资管理部门办公用品消耗数据，按各部门人员分拆，核算各环节产生的排放。	采集第三方物流车辆燃油消耗数据，用于核算公司外购物流服务产生的排放。	统计第三方检测机构各检测项目耗电，用于核算公司采购设备检测服务产生的排放。
1	计划环节											
2	采购环节											
3	合同环节											
4	仓储环节											
5	配送环节											
6	质量监督环节											
7	应急响应环节											
8	废旧处理环节											
9	供应链管理环节											
	消耗量合计	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	碳排放因子	3.0969tCO ₂ /t	3.0969tCO ₂ /t	2.9261tCO ₂ /t	0.7038tCO ₂ /MWh	0.7038tCO ₂ /MWh	0.7038tCO ₂ /MWh	0.11tCO ₂ /t	0.0002tCO ₂ /公里	0.0000003tCO ₂ /张	2.9261tCO ₂ /t	0.7038tCO ₂ /MWh
	碳排放量 (吨)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	碳排放量合计 (万吨)	0										

Figure 2. Carbon emission accounting model of power grid enterprises

图 2. 电网企业碳排放核算模型

4. 结论

本课题通过研究借鉴国内外有关供应链碳排放核算的理论方法，探索设计了适用于电网企业供应链的碳排放核算方法。一方面，研究成果形成一套核算模型工具，为电力行业开展供应链碳排放核算提供示范样板；另一方面，参照国内外通用的碳排放核算理论方法，构建了专属电网企业的供应链碳排放核算标准，固化了核算程序及核算所需的计算参数、排放因子，支撑企业高效便捷开展碳排放核算。

参考文献

- [1] 郑青亭. 国际形势动荡不利全球低碳转型中国绿色发展经验意义重大[N]. 21 世纪经济报道, 2022-03-18(006).
- [2] 龚昕. 企业温室气体排放核算和减碳方案的误区与建议[J]. 环境保护与循环经济, 2022, 42(1): 107-110.
- [3] 刘杨, 刘鸿斌. 山东省农业碳排放特征、影响因素及达峰分析[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2022, 30(4): 558-569.
- [4] 姜晓红, 陈莎, 张毅. 物流企业碳排放总量与效率测算方法[J]. 交通运输系统工程与信息, 2022, 22(2): 313-321. <https://doi.org/10.16097/j.cnki.1009-6744.2022.02.032>
- [5] 张陶新, 李岩. 典型农区乡镇的农业碳排放测算及达峰研究: 以湖南省东安县为例[J]. 邵阳学院学报(自然科学版), 2022, 19(1): 89-96.
- [6] 舒洋, 郭娇宇, 周梅, 管立娟, 张今奇. 基于 IPCC 法大兴安岭兴安落叶松人工林碳计量参数研究[J]. 温带林业研究, 2022, 5(1): 30-35+47.