

电网企业绿色供应链数据链路机理设计及应用研究

胡永焕¹, 虞婧², 陈之浩¹, 卞龙江¹, 董凤娜³

¹国网上海市电力公司, 上海

²国网上海市电力企业经济技术研究院, 上海

³上海久隆企业管理咨询有限公司, 上海

收稿日期: 2023年4月23日; 录用日期: 2023年5月13日; 发布日期: 2023年5月24日

摘要

本文落实电网企业绿色供应链减碳发展要求, 充分运用物联网、大数据等工业互联网先进技术, 以供应链及制造侧企业的碳排放数据为研究对象, 聚焦碳排放数据链路机理方案设计和场景应用, 通过构建碳排放计算模型、数字化碳管理工具, 健全碳排放数据生成的标准和监测系统, 并由物联网传感器收集绿色供应链上下游大量的碳排放数据, 传送至电网企业数据交互中心, 采用归一化处理梳理碳排放数据来源、类型等标准化信息后, 经数据中台大数据分析获取排碳研判, 支撑绿色供应链管理人员制定利于全链减碳的策略, 助力绿色供应链上下游共同绿色数智转型。

关键词

物联网, 大数据, 链路机理, 绿色数智

Research on the Design and Application of Green Supply Chain Data Link Mechanism for Power Grid Enterprises

Yonghuan Hu¹, Jing Yu², Zhihao Chen¹, Longjiang Bian¹, Fengna Dong³

¹State Grid Shanghai Electric Power Company, Shanghai

²State Grid Shanghai Electric Power Company Economic and Technical Research Institute, Shanghai

³Shanghai Jiulong Management Consulting Co., Ltd., Shanghai

Received: Apr. 23rd, 2023; accepted: May 13th, 2023; published: May 24th, 2023

文章引用: 胡永焕, 虞婧, 陈之浩, 卞龙江, 董凤娜. 电网企业绿色供应链数据链路机理设计及应用研究[J]. 管理科学与工程, 2023, 12(3): 398-404. DOI: 10.12677/mse.2023.123046

Abstract

The paper implements the requirements of carbon reduction in the green supply chain of power grid enterprises, fully utilizes advanced technologies of the IoT, big data and other industrial Internet technologies, takes the carbon emission data of supply chain and manufacturing side enterprises as the research object, focuses on the design of carbon emission data link mechanism scheme and scenario application, constructs carbon emission calculation model, digital carbon management tools, improves the standard and monitoring system of carbon emission data generation, and by the IoT the data will be collected by sensors from the upstream and downstream of the green supply chain and transmitted to the data interaction center of the power grid enterprises. After normalization and sorting out the standardized information of carbon emission data, the data center will analyze the big data and obtain carbon emission research and judgment, supporting the green chain managers to formulate strategies that are conducive to carbon reduction in the whole chain, and helping the upstream and downstream of the green supply chain to jointly transform into green digital intelligence.

Keywords

Internet of Things, Big Data, Link Mechanisms, Green Digital Intelligence

Copyright © 2023 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

当前，国务院印发《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》，强调建立健全绿色低碳循环发展经济体系对于实现“碳达峰、碳中和”目标的重要意义，鼓励积极性高、社会影响大、带动作用强的企业开展绿色供应链试点，针对重点行业积极打造绿色供应链[1] [2]。构建绿色供应链的前提是通过碳排放数据准确掌握碳排放变化趋势，从而有效开展全链碳减排工作。2022 年，国务院在《“十四五”数字经济发展规划》中，提出加快产业数字化转型建设，通过升级数字基础设施、推进产业数字化转型、加快推动数字产业化等核心任务，充分发挥产业数据要素作用，强化工业互联网在链上企业生产经营中的深度应用[3] [4]。由此可见，绿色供应链的未来发展势必需要碳排放数据、工业互联网的坚实支撑，如何有机融合碳排放数据和工业互联网，成为健全完善绿色供应链的关键课题。

2. 背景和意义

电网企业作为能源产业供应链的核心企业，充分评估“双碳”目标和数字化转型的发展形势，依托现代智慧供应链体系建设成果，发挥在产业链上下游积累的数据资产价值，探索应用物联网、大数据等工业互联网技术，打造基于传感器感知的碳排放数据监控系统和基于大数据分析的数据中台，联通产业链上下游企业生产过程中的碳排放数据，并建立供应链全生命周期碳排放数据的计算模型，实现动态监控产业链供应链碳足迹，为行业和国家提供产业链碳排放数据，为链上企业精准降碳提供分析数据支持，进而形成电网企业碳排放数据链路机理方案，带动产业链供应链上下游共同推动能源清洁低碳转型。具体意义在于：

一是通过研究绿色供应链标准体系,基于绿色供应链的链路机理,识别出电力物资供应链全环节上下游企业间的各个节点的业务模式,挖掘碳排放点,结合国内外成熟的碳排放研究经验,全面摸清碳排放因子,为我国电力行业碳排放计算标准、碳排放管控等方面提供基础研究的支撑。

二是通过在供应链各环节布置碳排放传感器实时监控企业碳排放,再将数据汇总至数据处理平台,最终通过碳排放测算模型计算出碳排放标准值。协助供应链生产企业了解自身碳排放水平,为制定今后发展策略提供支持,更能够建立行业碳排放数据对比模型推动行业制定一套行业碳排放标准。

三是通过打造电力行业碳排放数据采集和应用的技术解决方案,形成企业碳排放数据生成、数据采集、数据分析应用的完整链路,结合国家工业互联网构建原理,推动供应链上下游企业建立企业节点,推动自身碳排放数据上链共享,健全行业节点数据类型和规模,助力国家工业互联网建设。

3. 技术理论研究

3.1. 大数据采集技术

大数据采集是指从传感器和智能设备、企业在线系统、企业离线系统、社交网络和互联网平台等获取数据的过程。数据包括 RFID 数据、传感器数据、用户行为数据、社交网络交互数据及移动互联网数据等各种类型的结构化、半结构化及非结构化的海量数据。不同来源的数据存在种类多、类型杂、数量大,并且产生的速度快等特点,传统的数据采集方法完全无法胜任。所以,大数据采集技术面临着许多技术挑战,一方面需要保证数据采集的可靠性和高效性,同时还要避免重复数据[5][6]。

为保障大数据采集模式的快速发展,彰显优于传统采集的特点,技术领域专家通过多元化数据采集手段,包括扩充 Redis、MongoDB 和 HBase 等 NoSQL 数据库、搜集企业业务平台所有日志数据、采用网络爬虫或网站公开 API 等方式从网站上获取数据信息过程、运用传感器、摄像头等智能终端自动采集非结构化数据等途径,推动行业加快数智化转型节奏,贯通各行业数据之间的壁垒,即时分享产业数据,进而形成服务产业链的大数据采集库,不断提升产业链各环节数智化水平。

3.2. 物联网技术

物联网是物与物、人与物之间的信息传递与控制。在物联网应用中主要涉及以下关键技术。一是传感器技术,绝大部分计算机处理的都是数字信号。自从有计算机以来就需要传感器把模拟信号转换成数字信号计算机才能处理;二是 RFID 标签,是融合了无线射频技术和嵌入式技术为一体的综合技术,RFID 在自动识别、物品物流管理有着广阔的应用前景;三是嵌入式系统技术,是综合了计算机软硬件、传感器技术、集成电路技术、电子应用技术为一体的复杂技术。如果把物联网用人体做一个简单比喻,传感器相当于人的眼睛、鼻子、皮肤等感官,网络就是神经系统用来传递信息,嵌入式系统则是人的大脑,在接收到信息后要进行分类处理;四是智能技术,是为了有效地达到某种预期的目的,利用知识所采用的各种方法和手段。通过在物体中植入智能系统,可以使得物体具备一定的智能性,能够主动或被动的实现与用户的沟通[7][8]。

3.3. 理论小结

随着大数据技术的成熟应用,企业改变以往传统数据存储、采集、处理等单一模式,深度融合大数据理念,通过扩充 Redis、MongoDB 和 HBase 等 NoSQL 数据库来填补单一数据源,通过采集非结构、半结构等多元化数据来拓宽数据面,能够提升电网企业绿色供应链的碳排放数据链路分析的准确性,为管理者制定精准的减碳策略提供数据支撑。同时,应用物联网智能终端如 RFID 标签、传感器等设备,自动搜集企业运营平台日志、生产经营等数据,为电网企业绿色供应链链路机理运用提供数据传输保障,

推动绿色供应链实现动态监测碳排放变化。

4. 碳排放数据链路方案

基于大数据、物联网等工业互联网前沿技术的成熟推广，结合绿色供应链发展趋势，电网企业深入挖掘绿色供应链现存或潜在碳排放数据的实用价值，以供应链减排、服务社会减碳为核心要点，聚焦全链及制造侧碳排放数据的全周期过程，包括碳排放数据的生成、采集、处理(存储)等阶段，明确各阶段所应用的工业互联网技术，细化碳排放数据在各阶段呈现的成果形式，摸清各阶段碳排放数据流转的关键点，从而构建客观反映电网企业绿色供应链建设成效、深度融合基于工业互联网技术的碳排放数据链路机理方案，有效监测分析碳排放数据的变化趋势，精准定位绿色供应链减碳痛点，为管理者制定减碳策略提供数据支撑。

根据碳排放数据链路机理的设计思路，逐一将碳排放数据链路全过程具体方案落实到位，并清晰化各阶段涉及的技术应用场景，以实现碳排放数据链路和工业互联网技术融合效果，达到电网企业绿色供应链持续减碳的目的。具体方案如下所示：

首先，碳排放数据链路始于供应链碳排放数据的生成，其关键任务是建立一套符合电网企业绿色供应链特点的碳排放计算模型。基于电网企业绿色供应链碳管理发展要求，碳排放数据监测平台的功能开发，明确绿色供应链各专业及制造侧的碳排放源和能耗类型，选用国内外广泛使用的 IPCC 法，摘取权威文件发布的能源排放因子，统一能源活动数值的计量单位，从而构建碳排放数据计算模型(见图 1)，并测试修正计算模型的非标准化内容，使碳排放数据更适配碳排放数据监测平台中数字化碳管理工具的开发功能。通过运用数字化碳管理工具，监测供应链及制造侧的碳排放总体变化，加强电网企业对绿色供应链碳管理强度，提高碳排放数据链路生成前端的数字化程度，也为后续碳排放数据采集链路做好数据生成的基础保障。



Figure 1. Schematic diagram of the model for calculating carbon emissions data
图 1. 碳排放数据计算模型示意图

其次，在完成供应链及制造侧碳排放数据生成的基础上，继续扩展碳排放数据链路延伸至采集阶段，该阶段的重点任务是搭建企业碳排放数据采集的技术路径，结合物联网传感技术开展碳排放数据感知布点方案研究，针对供应链及制造侧生产经营环节的碳排放行为，应用物联网传感技术采集绿色供应链上下游企业碳排放，通过在企业生产经营关键环节包括生产设备、MES 系统、供应商平台等，布点传感器如 RFID 标签、图像感知器、环境传感器等设备，以数字采集碳排放计算模型数据为主导，通过传感器

采集企业生产经营全周期的碳排放数据生成结果,并传送至电网企业数据交互中心梳理后,存储到数据中台以备后续分析应用(见图2)。此外,传感器除了收集结构化的碳排放计算模型数据,还采集 NoSQL 数据库、图片、视频、系统日志等非结构化数据,提升数据中心运用大数据分析的精准性。

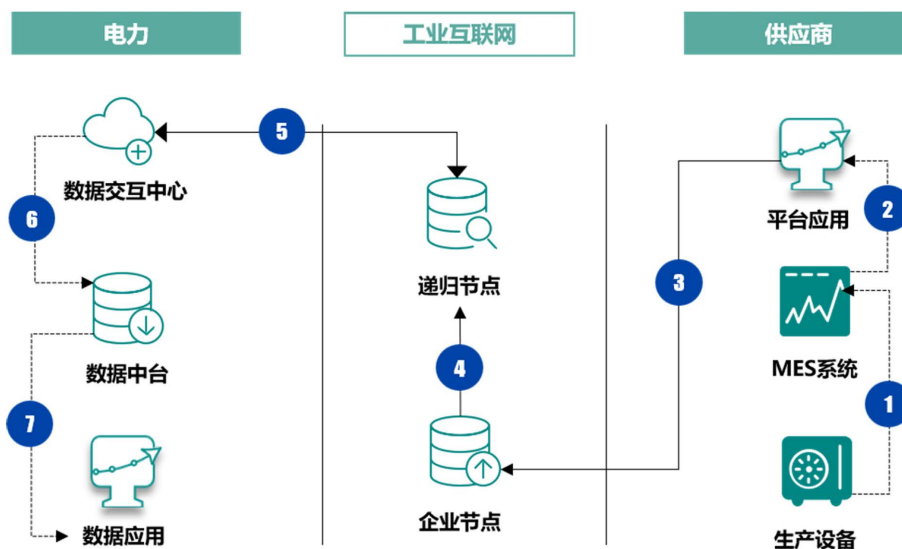


Figure 2. Carbon data collection technology pathway
图2. 碳排放数据采集技术路径

最后,电网企业数据交互中心负责链路处理阶段的碳排放数据梳理职能,通过明确碳排放数据采集来源和应用方向,对各类传感器采集的碳排放数据进行归一化算法处理,使绿色供应链上下游企业的碳排放数据得到标准化统一,最终转化为可直接使用的碳排放标准数据。同时,数据交互中心记录碳排放数据的偏差、缺失等问题,以供物联网技术、碳排放计算模型设计等团队人员开展追溯调查。数据中台负责链路处理阶段的碳排放数据分析职能,运用大数据技术研究分析碳排放标准数据,宏观上研究绿色供应链上下游碳排放变化趋势,微观上精准定位链上企业减碳薄弱点,随后碳排放标准数据及其分析结论存储到数据中台的碳排放数据库内。通过数据交互中心和数据中台对碳排放数据的高效处理,协助绿色供应链管理者深挖减碳提升空间,对减碳发展现状做出精准决策性建议,进而推动绿色供应链上下游企业融入工业互联网,共享碳排放关键数据,共同实现可持续绿色转型。

5. 碳排放数据链路应用

电网企业绿色供应链逐步加快绿色数智转型,聚焦物联网、大数据等工业互联网技术深度应用,以供应链及制造侧的碳排放数据为切入点,构建符合生产经营环节特点的碳排放计算模型,推动链上企业运用传感器高效传输碳排放数据,将制造侧和电网企业系统组成网路数据联合体,分析并共享碳排放数据变化趋势和减碳成效,协助企业管理者基于绿色供应链发展形势制定精准的减碳策略,构成碳排放数据生成、采集、处理(存储)等阶段的链路机理,并形成方案应用具体如下:

根据碳排放链路机理的生成阶段方案设计,其关键点在于应用碳排放计算模型,通过识别出供应链生产经营全过程的碳排放情况,包括排放源、能耗类型等,并锁定用于碳排放计算的全形态数据类型,包括排放因子、单位换算等,以明确碳排放计算模型的数据采集标准和规范,形成上下游企业碳排放数据生成的基础;同时,为将碳排放计算模型输入各级单位的碳排放监测平台中的数字化碳管理工具,深入电网企业绿色供应链各业务部门,调研各项基础数据统计口径及来源,并与各平台运维团队联系,查

找数据源,精确到字段,编制完成如基础数据溯源表等台账,为后续链路传感器采集数据奠定了基础。

运用完成碳排放模型导入数字化碳管理工具后,根据碳排放链路机理的采集阶段方案设计,以碳排放计算模型数据为采集应用方向,在绿色供应链及制造侧企业的生产经营全环节部署较为成熟的物联网传感器,对各种碳排放参量进行数据采集和简单加工处理,并依照网络固有协议,将数据传送给物联网网络端处理。如使用 RFID 读取产品碳足迹标签、使用 GPS 得到物体位置信息等,随后碳排放数据经计算模型生成结果,并在数字化碳管理工具中加以展示成效(见图 3)。为支撑后续大数据分析,通过 Redis、MongoDB 和 HBase 等 NoSQL 数据库、企业 MES 系统、业务平台产生的大量日志数据,通过网络爬虫或网站公开 API 等方式从网站上获取数据信息等途径,扩大采集非结构、半结构的数据以提高大数据分析的精准性。

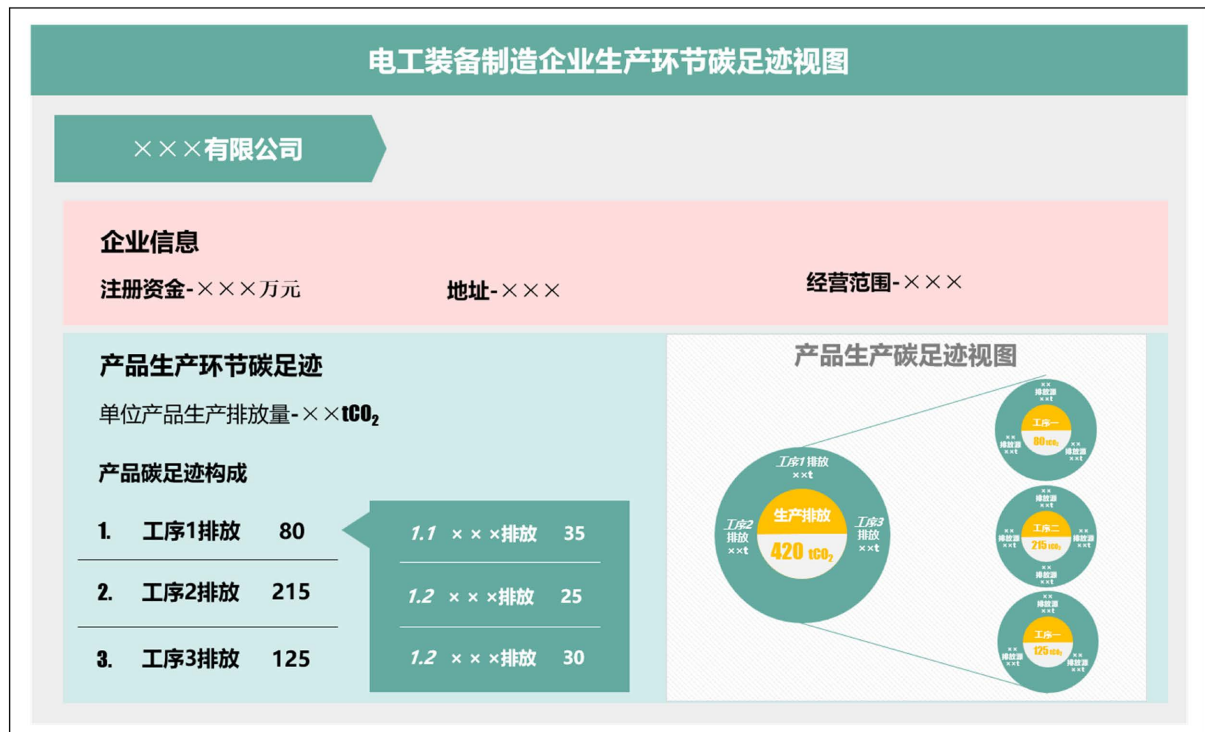


Figure 3. Example diagram of a digital carbon management tool

图 3. 数字化碳管理工具示例图

在绿色供应链上下游通过物联网传感器收集碳排放数据后,根据链路机理处理(存储)阶段的方案设计,将所有碳排放数据汇总到数据交互中心进行归一化处理,通过规整各级单位及制造侧企业的碳排放数据,高效同步多来源数据来源和数据类型,实现数据动态采集、标准化处理、精准调用的目标,为数据中台开展大数据分析梳理,并构建碳排放数据存储库提供碳排放数据标准化预处理;数据中台遵循“中台 + 应用”的架构设计要求,其开发功能包括同步沉淀“减排计算器”、“碳排分析报告”等业务应用,支撑其它业务系统碳排放指标的计算和信息收集;数据中台通过数据集成、数据功能应用场景开发等中台服务能力,开展数据统计分析和与其他业务系统的数据集成;数据中台接入统一权限公共能力,数据中台通过统一服务调度调用业务中台、技术中台以及其他业务系统发布的应用编程接口(API)。最终,数据中心将大数据分析结论以看板形式提供给电网企业管理者(见图 4),并将碳排放数据的来源、类型、趋势等信息以及分析结论都存储到碳排放数据库内,为制定减碳策略和数智转型提供数据支撑,助力绿色供应链上下游共同绿色数智转型。



Figure 4. Example diagram of big data analytics in the data centre
图 4. 数据中台大数据分析示例图

6. 总结

本文落实电网企业绿色供应链发展要求，充分运用物联网、大数据等工业互联网先进技术，以供应链及制造侧企业的碳排放数据为研究对象，聚焦碳排放数据链路机理方案设计和场景应用，通过构建碳排放计算模型、数字化碳管理工具，健全碳排放数据生成的标准和监测系统，并由物联网传感器收集绿色供应链上下游大量的碳排放数据，传送至电网企业数据交互中心，采用归一化处理梳理碳排放数据来源、类型等标准化信息后，经数据中台大数据分析获取碳排放研判，支撑绿色供应链管理人员制定利于全链减碳的策略，助力绿色供应链上下游共同绿色数智转型。

参考文献

[1] 刘嘉. 解读《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》[J]. 中国人造板, 2021, 28(4): 1-3.

[2] 赵腾飞. “双碳”目标与企业碳管理体系[J]. 中国质量, 2021(12): 41-44.

[3] 张振. 加快“十四五”数字经济高质量发展——国家发展改革委负责同志就《“十四五”数字经济发展规划》答记者问[J]. 中国经贸导刊, 2022(3): 10-11.

[4] 唐韬. “十四五”规划指引数字经济发展——以浙江省数字经济促进条例为例[J]. 中国市场, 2022(12): 191-193.

[5] 杨善林, 丁帅, 顾东晓, 等. 医疗健康大数据驱动的知识发现与知识服务方法[J]. 管理世界, 2022, 38(1): 219-229.

[6] 赵延超, 李鹏, 吴涛, 等. 大数据可视化预测分析引擎在煤矿水害监测预警中的应用研究[J]. 煤炭与化工, 2022, 45(5): 53-62.

[7] 李少年, 李毅, 魏列, 等. 基于改进卡尔曼数据融合算法的温室物联网采集系统研究[J]. 传感技术学报, 2022, 35(4): 558-564.

[8] 江航, 苏毅方, 周金辉, 等. 面向配电物联网的中低压配电网拓扑建模[J]. 电力系统及其自动化学报, 2022, 34(4): 58-63.