

基于工业互联网标识解析技术的生产碳排放计量方法研究

顾华骏¹, 周清华², 肖 锋³

¹上海欣能信息科技发展有限公司, 上海

²国网上海市电力公司市南供电公司, 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10月16日; 录用日期: 2023年11月21日; 发布日期: 2023年11月29日

摘 要

碳排放的准确计量与分析是工业企业实现低碳转型的重要基础和前提条件。随着国家推进工业企业数字化转型和工业互联网技术的快速发展, 工业领域与工业互联网相互融合, 实现各企业、各行业、跨区域的数据信息共享与联通, 为碳排放的准确计量和数据分析提供了新的思路和方法。本文首先介绍了工业互联网标识解析技术的基础概念、主流技术, 然后对碳排放计量方法的研究现状进行了分析, 最后提出了将工业互联网标识解析技术运用到工业生产碳排放计量中, 以提升工业生产碳排放计量过程中所需计量数据的准确性以及数据之间的互联互通和共享共用。

关键词

低碳转型, 工业互联网, 标识解析技术, 碳排放计量

Research on Production Carbon Emission Measurement Methods Based on Industrial Internet Identity Resolution Technology

Huajun Gu¹, Qinghua Zhou², Feng Xiao³

¹Shanghai Xinneng Information Technology Development Co., Ltd., Shanghai

²Shinan Power Supply Company, State Grid Shanghai Municipal Electric Power Company, Shanghai

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

Received: Oct. 16th, 2023; accepted: Nov. 21st, 2023; published: Nov. 29th, 2023

Abstract

The accurate measurement and analysis of carbon emissions is an important foundation and prerequisite for industrial enterprises to realize low-carbon transformation. As the country promotes the digital transformation of industrial enterprises and the rapid development of industrial Internet technology, the industrial field and the industrial Internet are integrating with each other, realizing the data and information sharing and connectivity across enterprises, industries and regions, which provides new ideas and methods for the accurate measurement and data analysis of carbon emissions. This paper first introduces the basic concepts and mainstream technologies of industrial Internet identity resolution technology, then analyzes the current research status of carbon emission measurement methods, and finally proposes to apply industrial Internet identity resolution technology to the measurement of carbon emissions from industrial production, so as to enhance the accuracy of the measurement data required in the process of measuring carbon emissions from industrial production, as well as the interconnection and sharing of data.

Keywords

Low Carbon Transition, Industrial Internet, Identity Resolution Technology, Carbon Emission Measurement

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

工业革命以来，全球温室气体排放量急剧增加，气候变暖不断加速。控制温室气体排放与应对气候变化已成为全人类不可回避的重要议题。党的二十大报告提出加快发展方式绿色转型、积极稳妥推进碳达峰碳中和，逐步转向碳排放总量和强度“双控”制度，推动能源清洁低碳高效利用，因此准确、权威的碳排放计量成为关键[1]。

工业生产过程中产生大量碳排放，为响应国家“双碳”政策，建立准确、权威的碳排放计量体系和数字化碳管理体系，完成工业领域数字化转型和低碳转型的要求，本文基于工业互联网标识解析技术，以工业生产大数据互联互通和共享共用为前提，以具体的数据字典、数据标识、表示、理解的标准方法为支撑，对工业生产中的碳排放计量方法进行研究。本文首先介绍了工业互联网标识解析技术的基础概念、主流技术，然后对碳排放计量方法的研究现状进行分析，最后提出将工业互联网标识解析技术运用到工业生产碳排放计量中的新思路，以提升工业生产碳排放计量过程中所需计量数据的准确性以及数据之间的互联互通和共享共用。

2. 工业互联网标识解析技术

(一) 工业互联网标识解析技术的基本概念

在标识解析技术中，其中标识的本质就是识别实体、虚拟数字等对象，有利于信息管理系统的管理和控制，解析的本质就是理解数据，分析了解数据的来源、流动过程、用途等。标识解析技术作为工业互联网重要的基础技术，工业互联网标识解析区别于传统互联网标识解析，它实现了工业生产全生命周期的数据信息互通共享[2]。当今我国工业生产制造过程数字化、网络化水平日益提高，在生产、网络管

理、供应链等过程中产生了大量数据，为此引入工业互联网标识解析技术，将海量的工业大数据在跨企业、行业、地域、时间进行互联、理解和共享，来提高工业企业的生产效率。

(二) 工业互联网标识解析技术的主流技术

在工业互联网标识解析技术中，有三种主流技术，包括 Ecode (Entity Code for IOT)、OID (Object Identifier)、Handle 三大技术[3]。

1) Ecode

我国自主研发的标识编码技术，该标识编码技术特点是一物一码唯一标识，目前 Ecode 技术在我国工业生产领域中广泛应用，主要应用在产品追溯查询、防伪验证等方面，涉及茶叶、红酒、农产品、成品粮、工业装备等多种行业。

2) OID

由 ISO/IEC、ITU 国际标准组织共同提出的标识机制，适用于对实体对象、数字对象以及概念或者“事物”进行全球无歧义、唯一命名，该命名具有永久性。目前 OID 标识机制在医疗卫生、信息安全等领域中广泛应用。

3) Handle

Handle 技术的一个特点是在全球设立若干的根节点，根节点之间平等互通；另一个特点是从用户角度出发，为部分用户提供自定义的编码能力，有利于用户根据实际的需求自定义编码规则。目前 Handle 技术在国内产品溯源、数字图书馆等领域广泛应用。

3. 基于互联网技术的碳排放计量方法研究现状

(一) 国外研究现状

为研究和评估美国加州区域的温室气体排放趋势，同时帮助建立更精准的区域温室气体排放清单，美国建立了一种基于互联网技术的温室气体监测网络。该网络应用以下三种碳排放监测计量方法：一是采用大气反演方法获得独立的温室气体排放清单；二是利用排放溯源技术，更好地掌握温室气体的排放情况。三是示踪分析法，通过分析监测点采集到的相应气体数据，预测监测区域温室气体的排放趋势。

IEA、EDGAR、UNEP 等国外研究碳排放计量的机构企业、国际组织相继开发了基于互联网技术的碳管理平台和碳核算系统等，这些系统可以通过在线监测和记录企业的碳排放数据，并为企业提供碳排放管理和碳减排措施。

(二) 国内研究现状

在国内，随着国家“双碳”目标的提出和推动企业数字化转型的要求，越来越多的企业和研究机构开始关注基于互联网技术的碳排放计量方法，在我国生产制造、交通运输、环境监测等领域都有所涉及。在生产制造领域，建立了基于互联网技术的碳排放监测系统，该系统通过传感器采集生产制造过程中物品的基本信息和确定碳排放量的原始数据，采集物品的原始数据信息通过物联网送至服务器，服务器通过对数据的分析处理，监测和计量生产制造过程中的碳排放量；在交通运输领域，通过分别获取待监测区域中道路交通行驶车辆信息及其对应的第一排放系数和客运枢纽站车辆信息及其对应的第二排放系数，得出最终待监测区域的交通碳排放量；在环境检测领域，建立了连续排放监测系统，该系统分有专门监测气态污染物、颗粒物、烟气的子系统，以及由数据采集器和计算机系统组成的相关数据采集处理和通讯子系统。

4. 基于互联网标识解析的生产碳排放计量方法

(一) 互联网标识解析在生产碳排放计量中的优势

研究生产过程碳排放计量方法，有利于实现生产过程中的碳排放规模，为制定企业的碳减排方案提

供支撑。工业企业生产全过程为：生产订单环节，设计、工艺、计划环节，仓储、采购物流环节，生产装配环节，质量服务环节。

通过将工业企业生产各个环节所需所有的设备进行标识解析，将数据进行统一分类和解析，形成准确的数据映射，数据上传至标识解析系统云端平台，可以直接查询生产设备及其用能类型等信息，作为生产碳排放计量的数据前提，形成一个准确完善的生产设备数据库。同时，利用标识解析系统的数据共享互联的优势，对比相同的生产设备在不同生产环境下的设备可靠性和用能类型，有利于明确核算边界，省去现场调研环节，提高碳排放核算效率和推进工业企业数字化转型。

(二) 基于互联网标识解析的生产碳排放计量方法的实施架构

本文对工业生产全过程所需设备进行工业互联网标识，由于 HMI (人机接口)具备实时显示设备运行数据和对数据进行分析报告的功能，与 PLC (可编程逻辑控制器)共同将数据上传至将数据通过互联网技术上传至 SCADA (数据采集与监视控制系统)、工业计算机平台和准确完善的工业设备数据信息库，然后与 MES (生产信息化管理系统)相联接，实现生产设备数据信息统一管理，对之后工业生产碳排放计量工作提供精准完善的数据前提。在整个互联网标识解析的生产碳排放计量的实施架构中，互联网工业软件与生产设备是数据流转的主体，在传统工业软件数据库的基础上，通过对数据采用统一标识，完成数据从企业内到企业外的转换，实现了数据的互联共享，增强了数据的流通性和生产企业的数字化水平。

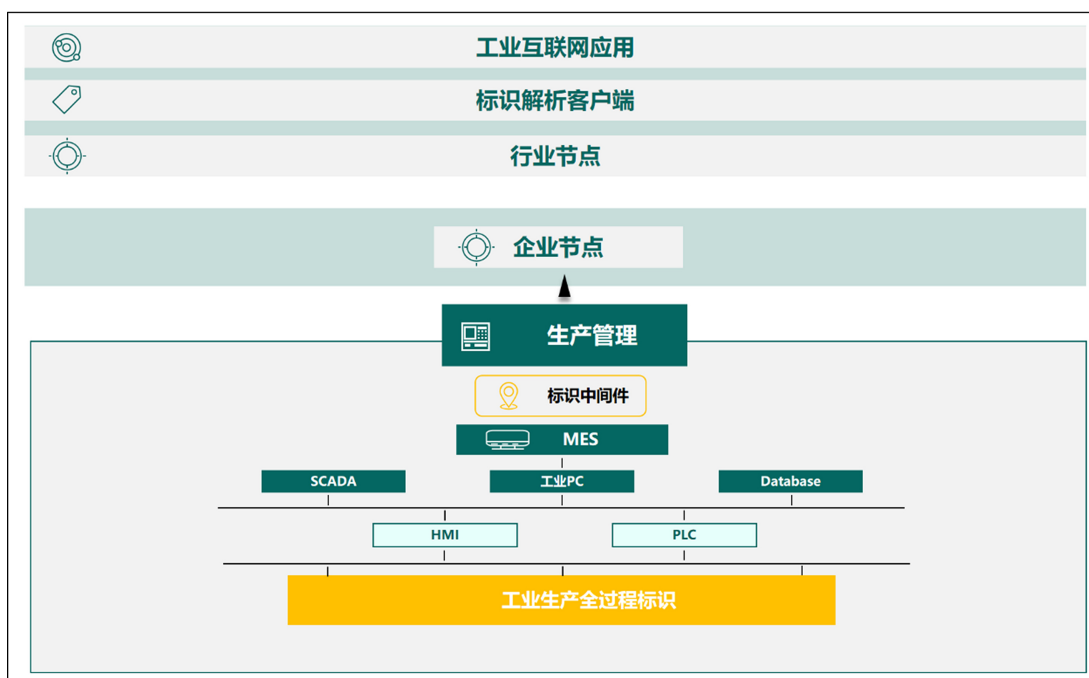


Figure 1. Implementation architecture diagram

图 1. 实施架构图

(三) 采用 Ecode 技术建立生产设备标识解析体系

1) 确定生产设备的标识方案

本文采用工业互联网标识解析技术中的 Ecode 标识编码技术，该技术由版本、编码体系标识和主码构成。根据主码有无语义信息，Ecode 编码结构可分为标头编码和通用编码 2 类标识方案，具体见表 1 所示，其中标头编码结构的主码包含工业生产设备的厂商、项目、校验等语义信息，通用编码结构的主码则不含语义信息。因此，对工业生产所需的设备进行标识时，未编码的设备使用标头编码结构进行标识[4]。

Table 1. Identification scheme
表 1. 标识方案

标识方案	编码结构	命名空间	解析方式	标识对象
标头编码结构	版本 + 编码体系标识 + 主码, 主码包含语义信息	部分版本有界命名空间, 部分版本无界命名空间	标识结构解析	针对未编码对象
通用编码结构	版本 + 编码体系标识 + 主码, 主码不包含语义信息	有界命名空间	通用结构解析	针对已在其他体系注册的对象

2) 明确解析机制

Ecode 的解析体系由应用客户端、编码体系解析服务器、编码数据结构解析服务器和主码解析服务器四部分构成[5], 总体架构如图 1 所示, 由于 Ecode 可分为标头编码结构和通用编码结构 2 种标识方案, 因此存在两种解析形式。标头编码结构解析中, 按照图 2 所示的系统总体架构, 从应用客户端到查询编码体系解析服务器、编码数据结构解析服务器和主码解析服务器, 最终迭代出解析结果; 通用编码结构解析中, 仅从应用客户端到查询编码体系解析服务器和主码解析服务器, 编码体系解析服务器首先根据生产设备的版本和编码体系标识给出当前编码结构的编码体系[6]。

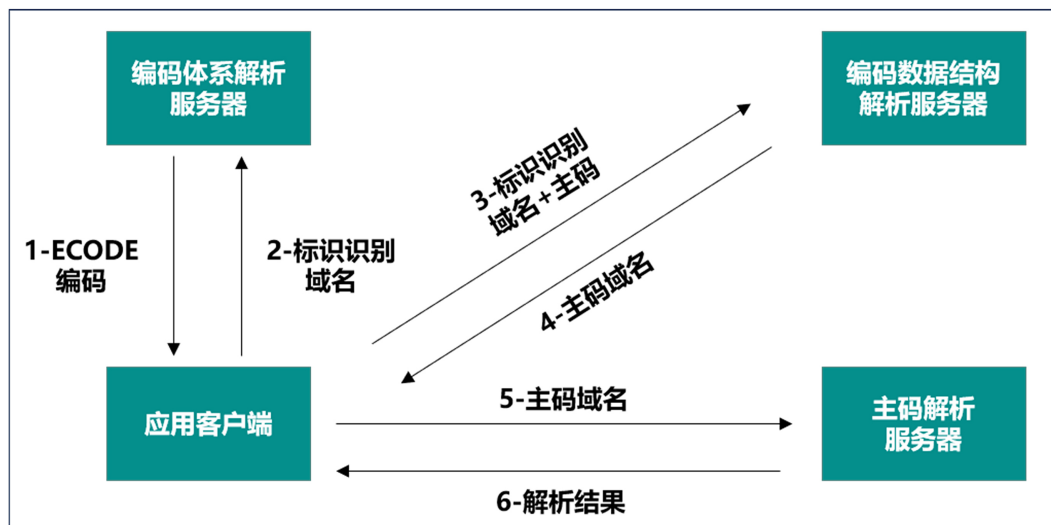


Figure 2. Diagram of the Ecode parsing architecture
图 2. Ecode 解析架构图

3) 上传云平台

在前两部分的基础上得出最终解析结果, 将工业生产所需的作业设备及其用能类型等数据通过 HMI 和 PLC 上传数据采集与监视控制系统、工业计算机平台和设备数据信息库, 最终到企业生产设备信息化管理系统的云平台[7], 实现生产过程中的设备数据信息互通互联互享, 降低了在生产过程碳排放数据采集工作的复杂度和提高了数据的完整性和准确性, 支撑下一步生产碳排放计量工作。工业企业可以通过该云平台可以实时监控工业设备的运行状态和数据, 包括温度、压力、转速等关键参数, 还可以通过云平台链接生产供应链各环节的数据, 实现数据信息的实时共享和协同作业, 同时 Ecode 码作为单品标识, 可以在云平台实现产品追溯查询和防伪验证等。

(四) 基于标识解析的生产碳排放计量方法的方法

基于标识解析的生产碳排放计量方法的具体步骤为[8]: 第一步是对工业生产全过程各环节所需的作

业设备采用标识解析技术,最终在标识解析系统的云端平台,根据标识直接查询所需设备和用能类型等相关信息,掌握工业产生过程中的各类排放源,支撑排放清单编制;第二步通过互联网标识解析技术的数据共享和互联,明确生产过程中的排放源,然后编制准确完善的碳排放清单;第三步是根据所编制的碳排放清单,针对生产全过程各环节中每一个排放源,配置计算方法,应用 IPCC 提供的排放因子法作为核算方法配置基础,设置适用的计算公式、确定相应的计算参数、选择设备耗能所对应的碳排放因子,确保核算清单中所列各排放源可量化计算;第四步是锁定基础数据,通过上述步骤并借助基于互联网标识解析技术的企业生产设备信息化管理系统云平台,可以准确、迅速地锁定生产各个环节数据采集范围,然后建立最终的碳排放核算数据采集清单,通过数据采集清单,建立碳排放计量模型,然后通过碳排放计量模型来计算、汇总生产过程中各碳排放源的碳排放数据,得到最后的总碳排放量,反复验证修正模型,形成基于互联网标识解析的生产碳排放计量方法模型。

5. 结束语

研究绿色低碳发展趋势下的生产碳排放计量方法,对于支撑我国工业生产领域构建更加合理、有效的统一碳计量理论体系,更加有针对性地制定工业企业低碳转型规划方案,助力工业低碳转型具有重大意义。本文提出将工业互联网标识解析技术运用到工业生产碳排放计量中,以提升工业生产碳排放计量过程中所需计量数据的准确性以及数据之间的互联互通和共享共用,为我国构建和完善生产碳排放计量与分析体系提供借鉴和参考,助力我国工业领域的数字化转型和低碳转型。

参考文献

- [1] 田川. “双碳”愿景: 实现可持续发展的内在需要[N]. 社会科学报, 2021-09-09(001).
- [2] 任语铮, 谢人超, 曾诗钦, 等. 工业互联网标识解析体系综述[J]. 通信学报, 2019, 40(11): 138-144.
- [3] 谢家贵, 齐超, 朱佳佳. 工业互联网标识解析体系架构及部署进展[J]. 信息通信技术与政策, 2020(10): 10-17.
- [4] 刘阳, 韩天宇, 谢滨, 等. 基于工业互联网标识解析体系的数据共享机制[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(12): 3032-3042.
- [5] 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]. 通信与信息技术, 2023(5): 63-65.
- [6] 田娟. 中国智能制造的新势力——Ecode 标识构建工业互联网生态体系[J]. 中国自动识别技术, 2017(2): 50-52.
- [7] 王泓霖. 工业互联云上云平台建设方案研究[J]. 河南科技, 2023, 42(14): 31-34.
- [8] 刘竹, 关大博, 魏伟. 中国二氧化碳排放数据核算[J]. 中国科学: 地球科学, 2018, 48(7): 878-887.