

电力物资生产制造过程能耗数据采集技术研究

郑东润¹, 洪芳华¹, 肖 锋²

¹国网上海市电力公司物资公司, 上海

²上海久隆企业管理咨询有限公司, 上海

收稿日期: 2023年12月14日; 录用日期: 2024年4月7日; 发布日期: 2024年5月22日

摘 要

在“碳达峰、碳中和”和绿色制造的背景下, 电力物资生产制造过程中的生产设施会产生大量能源消耗, 该过程是电力物资供应链重要的碳排放渠道, 电力物资生产制造过程中能耗数据采集技术的研究是电力物资生产企业进行碳排放核算的基础碳排放数据的前提条件。本文简要阐述了生产制造领域数据采集技术的研究现状和概述了传感器技术, 梳理了电力物资生产制造能耗采集步骤, 为电力物资生产制造企业进行碳排放核算奠定数据基础, 降低企业的碳排放成本, 助力企业的低碳转型。

关键词

绿色制造, 碳排放, 传感器技术, 能耗采集

Research on Energy Consumption Data Collection Technology in the Production and Manufacturing Process of Electric Power Materials

Dongrun Zheng¹, Fanghua Hong¹, Feng Xiao²

¹State Grid Shanghai Electric Power Company Materials Company, Shanghai

²Shanghai Jiulong Enterprise Management Consulting Co. Ltd., Shanghai

Received: Dec. 14th, 2023; accepted: Apr. 7th, 2024; published: May 22nd, 2024

Abstract

Under the background of “Carbon Peak, Carbon Neutral” and green manufacturing, the production

facilities in the manufacturing process of electric power materials will generate a large amount of energy consumption, and this process is an important carbon emission channel in the supply chain of electric power materials, and the study of energy consumption data collection technology in the manufacturing process of electric power materials is a prerequisite for the carbon emission accounting of electric power material production enterprises prerequisite for basic carbon emission data. This paper briefly describes the current status of research on data acquisition technology in the field of manufacturing and outlines the sensor technology, and combs the steps of energy consumption acquisition in the production and manufacturing of electric power materials to lay a data foundation for carbon emission accounting for electric power material production and manufacturing enterprises, reduce the carbon emission cost of enterprises, and help enterprises in the low-carbon transformation.

Keywords

Green Manufacturing, Carbon Emissions, Sensor Technology, Energy Consumption 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

随着国家提出“碳中和、碳达峰”目标以及制造领域信息化水平的迅速发展，电力物资生产制造企业为积极响应减排政策，必须进行企业内部的碳排放核算，通过最后得出的企业碳排放量制定相应的减排措施和目标，而进行碳排放核算的数据前提是确定生产制造过程中设备的能源消耗量，如何高效、准确地采集生产制造过程的能耗数据成为各制造企业首要解决的问题[1]。目前的一些生产制造企业中，部分生产设备的能耗数据仍通过工作人员现场记录的方式进行采集，使得所采集的能耗数据的准确性、完整性和时效性大大降低，不能满足当今生产制造企业信息化水平迅速发展的要求。随着传感器技术的应用发展，该技术具有采集数据准确性、时效性和完整性等优势，为制造企业的能耗数据采集提供了高效的解决方案。本文对电力物资生产制造过程中能源消耗数据采集范围进行梳理，然后选择适合设备能耗采集的传感器对生产设施能耗数据进行采集，同时能耗数据采集的频率和时间进行设定，确保电力物资企业进行碳排放核算所用到的能耗数据的准确性和完整性，在电力物资生产制造过程能耗数据采集方面提供方法参考。

2. 国内外研究现状

(一) 国内研究现状

在“双碳”背景下，物联网、大数据等信息技术的不断发展的同时，生产制造企业为了降低碳排放，对能耗数据采集技术也在逐步发展。制造企业可以通过自动化仪表、传感器等技术对生产制造过程设备的能源消耗进行实时地监测和数据采集，然后对能耗数据进行分析，有助于企业制定减排方案，提高企业对能源的合理利用和降低碳排放成本。以国家高新技术企业广东新华粤石化公司为例，该企业与中国电信合作，开展企业生产过程能耗数据检测工作，最终在企业中应用了生产能效管控场景。该能耗数据检测工作利用电表、水表、蒸汽测量仪等计量设备对企业的电、水、汽等能源消耗数据进行采集，数据采集的频率从分钟级提升到了秒级，使得检测工作效率大大提高，显著提升了数据采集效率。然后通过

5G 网络将数据上传至企业能源管理平台，管理平台可实时监测各生产设备电流、电压等运行参数，通过用电趋势、用电异常监测等途径，能够实时掌握能耗情况，运用大数据技术预测能源消耗量，助力企业的节能减排，降低企业的生产成本。

(二) 国外研究现状

在国外生产制造领域中，数据采集技术应用较多，例如英特尔公司采用传感器与数据分析技术，对其生产车间的能源消耗进行实时监测和数据采集，通过数据分析可以优化企业的生产流程、降低能源消耗和提高企业的生产效率；特斯拉工厂采用传感器和机器学习技术，对工厂车间生产设备和出厂测试车辆的能源消耗进行实时监测和数据采集，通过分析生产设备能耗数据来降低生产能耗成本和提高能源的利用效率，通过分析出厂测试车辆的能耗数据，来优化电动汽车的电池管理和充电系统，进一步提高电动汽车的续航水平。

3. 传感器技术

(一) 传感器技术概述

传感器技术是一种能够感受规定的被测量并按照一定的规律转换成输出信号的器件或装置的技术。传感器技术作为当今获取数据信息的一种技术，与通信技术、计算机技术共同被称为信息领域的三大主流技术[2]。同时传感器也是一种换能装置，将一种能量转换成另一种能量，通常传感器可以将声能、光能或者化学能等能量转换成电能，例如压电传感器当受到外界压力作用时，压电材料产生形变，导致其内部电荷分布发生变化而产生电势差，压电传感器测量出电势差并转换成电信号输出，从而实现将机械能转换为电能[3]。

传感器主要由敏感元件和转换原件两部分组成，其中敏感元件是用来直接接触被测量物，转换原件功能是把敏感元件所感知的被测量转换成便于测量的能量[4]。由于传感器输出的电能信号很微弱导致信号很难被检测到，因此传感器内部通常含有信号放大电路，将弱的电能信号放大，传感器组成框图见图 1。传感器技术在工业生产、汽车电子、航空航天、医疗诊断、环境监测等领域广泛应用，随着物联网、人工智能等技术的迅速发展，传感器技术也将会有更好的应用前景。

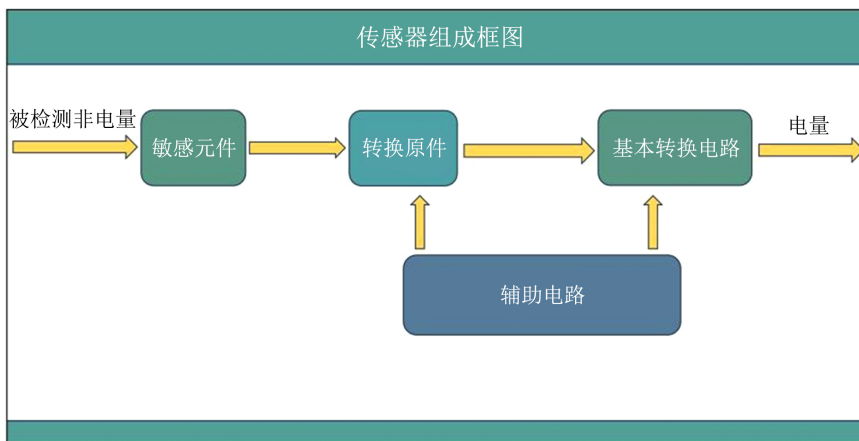


Figure 1. Sensor composition block diagram
图 1. 传感器组成框图

(二) 传感器技术优势

传感器技术主要包括自动化、高效性、远程控制、实时性、可靠性、精确性、安全性、节约成本等

优势[5]。其中，传感器可以自动检测和感知周围环境的变化，从而减少人工干预和操作，提高数据采集的自动化水平；传感器可以快速检测和传输数据，使得控制系统能够及时地作出响应与调整，提高数据采集效率；通过工业互联网技术，传感器可以远程传输数据和控制设备，使得设备维护、设备预警和数据管理更加方便和高效；传感器可以实时地获取数据信息，使得所采集的数据更准确、更完整；传感器具有高可靠性和稳定性，可以在恶劣环境下长时间稳定运行，从而保证数据传输与控制的可靠和稳定；高精度的传感器可以提供更精确的数据和更准确的控制，从而保证生产效率和产品质量；传感器可以提供安全预警和保护功能，保障工作人员和设备的安全；应用传感器技术可以降低人力物力的投入，降低成本。

(三) 传感器的种类

传感器通常按照被测量的类型、输出信号的类型、测量原理对进行分类[6]。

1) 被测量的类型

按被测量类型分为物理量、化学量和生物量传感器，物理量传感器如压力传感器、位移传感器、真空度传感器、可见光传感器、温度传感器、磁传感器等；化学量传感器如气体传感器、湿敏传感器、离子传感器等；生物量传感器如酶传感器、免疫传感器、DNA 传感器等。

2) 输出信号的类型

按输出信号的类型分为模拟传感器和数字传感器，其中，数字传感器是将非电学量转换成模拟电信号；数字传感器是将非电学量转换成数字输出信号(包括直接和间接转换)。

3) 测量原理

按测量原理分为物理型和化学型传感器，物理型传感器如压阻、压电、光电、热释电等；化学型传感器如电化学电流型、电化学电位型、混成电位型等。

4. 电力物资生产制造过程能耗数据采集

基于上述传感器技术，采用适合的传感器对电力物资生产制造的能耗数据进行采集，其中能耗数据采集步骤主要包括确定能耗数据采集范围、选择适合能耗设备和能耗车辆的传感器、设定数据采集的频率和时间、进行数据采集和存储四个环节，以下对具体内容进行说明：

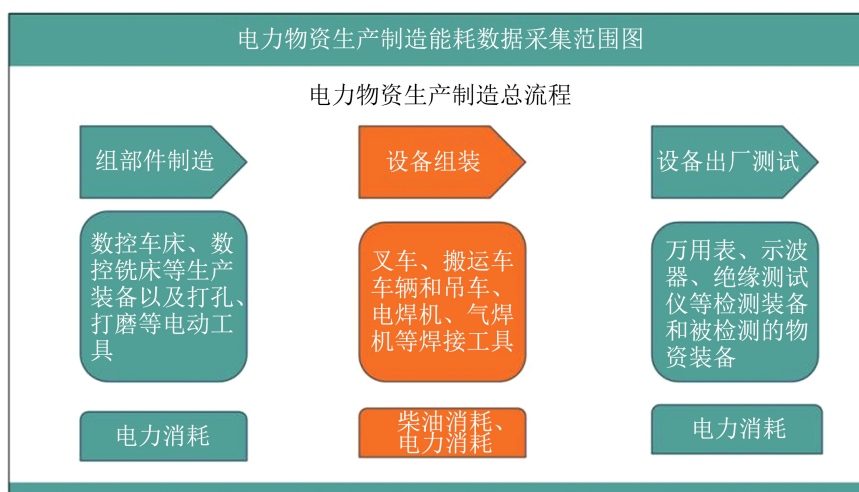


Figure 2. Scope of energy consumption data collection for electric power material production and manufacturing

图 2. 电力物资生产制造能耗数据采集范围图

(一) 确定能耗数据采集的范围

确定电力物资生产制造各环节，物资设备的组部件制造、物资设备组装、物资设备出厂测试三个部分组成[7]，首先确定生产制造过程中的能耗类型，能耗数据主要为电力消耗和燃料消耗，其中采集电力生产制造设备的运行状态和电力消耗情况，如数控车床、数控铣床等生产装备，打孔、打磨等电动工具，电焊机、气焊机等焊接工具，万用表、示波器、绝缘测试仪等检测装备和被检测的电力装备以及吊车等能耗设备；采集燃料消耗设备的运行状态和燃料消耗情况，如叉车、搬运车等能耗车辆。图 2 为电力物资生产制造能耗数据采集范围图。

(二) 选择安装适合能耗设备的传感器

根据上述电力物资生产制造能耗数据采集范围，收集所采集生产制造设备的能耗类型和参数。根据电力物资生产设备的标准出厂功率参数，选择安装合适的功率传感器采集能耗；根据生产制造过程中车辆的燃油种类以及车辆油箱容量，选择合适的油耗传感器采集能耗，使得电力物资生产制造过程中能耗数据能够准确、完整、高效地采集[8]，表 1 为电力物资生产制造能耗数据采集表。

Table 1. Energy consumption data collection table for power material production and manufacturing

表 1. 电力物资生产制造能耗数据采集表

生产制造环节	能耗设施	能耗类型	安装传感器类型
组部件制造	数控车床、数控铣床等生产装备以及打孔、打磨等电动工具	电力消耗	合适设备的功率传感器
物资设备组装	叉车、搬运车等车辆和吊车、电焊机、气焊机等焊接工具 万用表、示波器	燃料消耗和电力消耗	合适车辆的油耗传感器、 合适设备的功率传感器
物资设备出厂测试	绝缘测试仪等检测装备和被检测的物资装备	电力消耗	合适设备的功率传感器

(三) 设定数据采集的频率和时间

根据电力物资生产制造能耗数据采集表中的能耗设备型号和传感器型号，按照电力物资生产制造企业指定的能耗数据采集目标和范围，给相对应的传感器设定数据采集的频率和时间，便于数据管理和确保数据时效性。

(四) 采集数据上传与存储

电力物资生产制造过程中传感器类型包括功率传感器和油耗传感器，按照企业设定的采集频率和时间，采集的被测信号通过传感器的敏感元件传输到传感器的转换原件，然后转换原件将非电信号转换成电信号继续进行数据传输，然后通过基本转换电路将信号放大，最后通过通信模块上传企业计算机数据管理平台，便于企业对生产能耗数据的检测、管理和制定低碳减排目标，为电力物资制造企业进行碳排放核算工作奠定精准、完整的数据基础，助力企业低碳转型。

5. 结束语

本文对电力物资生产制造过程能耗数据采集范围进行梳理，确定能耗设备及其能耗类型，基于传感器技术，选择适合的传感器对生产过程中能耗数据进行实时、高效地采集，并根据企业能耗数据采集目标设定传感器的采集频率和时间，最终上传至企业计算机数据库存储。随着电力供应链低碳和绿色制造的不断深入发展，传感器等数据采集技术研究为企业进行碳排放核算提供基础数据支撑，有助于电力物

资生产制造企业制定减排和节能计划，推动电力供应链绿色低碳转型。

参考文献

- [1] 郑慧, 吴玉明, 周懿. 传统制造业绿色低碳转型的挑战和策略[J]. 山西财经大学学报, 2023, 45(S2): 59-61.
- [2] 任丰原, 黄海宁, 林闯. 无线传感器网络[J]. 软件学报, 2003, 14(7): 1282-1291.
- [3] 赵金兰, 李娅, 岳庆玲, 等. 无线传感器网络技术的应用及前景分析[J]. 江苏科技信息, 2021(35): 51-53.
- [4] 王岩. 无线传感器网络数据分发与收集的信息安全研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2017.
- [5] 张少锋. 基于无线传感器网络的化工装备数据采集技术研究[J]. 无线互联科技, 2023, 19(2): 109-110.
- [6] 蔡型, 张思全. 短距离无线通信技术综述[J]. 现代电子技术, 2004, 70(3): 65-76.
- [7] 刘曾琪. 智慧制造在钢铁企业生产中的应用研究[J]. 智慧中国, 2023(11): 22-23.
- [8] 顾佰和, 谭显春, 谭显波, 等. 制造系统生产单元碳排放核算模型[J]. 中国管理科学, 2018, 26(10): 123-131.