

碳中和背景下化工能源计量仪表的优化配置 及其经济性研究

康则天 (陕西未来能源化工有限公司煤制油分公司, 陕西 榆林 719000)

摘要: 在“双碳”目标背景下, 化工行业作为能耗及碳排放的大户之一, 节能减排的压力非常大。能源计量仪表是化工企业能源管理、碳排放核算的基础, 如何合理配置能源计量仪表有利于企业能源节约、碳排放精确核算。本文先探讨了碳中和背景下的化工能源计量现状及存在问题, 随后探讨了化工能源计量仪表的优化配置策略, 并对优化配置的经济性进行研究, 旨在为化工企业在碳中和背景下的能源计量仪表配置提供理论参考。

关键词: 碳中和; 化工行业; 能源计量仪表; 优化配置; 经济性

中图分类号: TQ056.1; F426.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 005-0089-03

Optimization Configuration and Economic Analysis of Energy Measurement Instruments in the Chemical Industry under Carbon Neutrality Background

Kang Ze tian (Coal-to-Liquids Branch, Shaanxi Future Energy and Chemical Co., Ltd., Yulin Shaanxi 719000, China)

Abstract: Under the “Dual Carbon” goals, the chemical industry, as a major energy consumer and carbon emitter, faces significant pressure to save energy and reduce emissions. Energy measurement instruments serve as the foundation for energy management and carbon emission accounting in chemical enterprises. Rational configuration of these instruments is crucial for improving energy efficiency and enabling accurate carbon emission accounting. This paper first examines the current status and existing issues of energy measurement in the chemical industry within the context of carbon neutrality. It then explores optimization strategies for the configuration of energy measurement instruments and conducts an economic analysis of such optimization. The study aims to provide theoretical insights and practical guidance for the configuration of energy measurement instruments in chemical enterprises under the carbon neutrality framework.

Keywords: carbon neutrality; chemical industry; energy measurement instruments; optimization configuration; economic analysis

化工行业是国民经济的基础产业, 也是能源消费和二氧化碳排放量的重点行业, 化工行业能源利用率、碳排放量影响着我国“双碳”目标实现的速度。化工企业为实现碳中和目标必须提升能源管理水平, 增加能源利用效率, 降低单位产品碳排放强度。企业能源计量是实现能源管理的基础, 能源计量数据是开展能源消耗分析、节能潜力发掘、碳排放核算等工作的重要基础。能源计量仪表的准确性、完整性、可靠性是能源数据质量的直接决定因素, 将直接关系到企业能源管理决策的科学性和有效性。目前, 我国部分化工企业能源计量仪表配置依然存在问题, 难以支撑碳中和背景下对能源管理的精细化以及能源碳核算的精准化管理。因此, 开展化工能源计量仪表的优化配置研究, 并分析化工企业能源计量仪表配置的经济性, 具备重要的现实意义。

1 碳中和背景下化工能源计量现状与问题

1.1 计量点布局不合理, 覆盖范围不全面

目前, 部分化工企业计量点设置存在较多不合理性, 主要包括以下几方面内容: 一是能源计量点主要

集中在企业总入口及主要生产装置的能源输入端, 而对企业内部中间转换、输送及消耗等环节则设置的能源计量点较少, 无法把握企业内部能源的流动及消耗状况; 二是对于一些能耗很小但数量又多的辅助生产装置和公用工程设施, 一般都不设置相应的计量点, 造成能源消耗的计量缺失; 三是对于碳排放的相关计量点, 如化石燃料燃烧排放、工艺过程排放等计量点不全, 无法满足碳排放核算要求。

1.2 能源计量仪表精度不足, 数据可靠性差

能源计量仪表的准确性是确保获得准确的能源数据的基础。部分化工企业的能源计量仪表虽已运行多年, 由于过早更换, 采用的能源计量仪表存在精度较低、老化失准等问题。能源计量仪表在运行过程中随着使用时间的增长, 因磨损、腐蚀等因素, 其计量的误差不断积累, 因此会出现能源消耗数据误差偏大的问题。

1.3 仪表智能化水平低, 数据处理效率不高

随着工业 4.0 的发展, 智能化成为化工企业发展的必然趋势, 但是由于现阶段部分化工企业能源计量

表仪主要以机械表、模拟式仪表等为主的表计形式较多,智能化程度不高。这些表计需要人工抄表及人工记录数据,人工劳动强度大,且容易产生人工误差,数据处理速度低,而且由于缺乏必要的数据采集、传送系统,无法做到将能源数据实时上传至企业能源管理中心,企业管理人员无法实时准确地了解本单位能源消耗情况,难以对企业的能源消耗情况进行实时管控和调节。而由于智能化表计的缺失,也无法对能源数据进行分析、挖掘,为企业节能降耗决策缺少数据支持。

1.4 计量管理体系不完善,人员素质有待提高

建立健全的计量管理体系是顺利开展能源计量工作的有力保证,而部分化工企业在能源计量管理上重视不够,计量管理体系尚未健全,不具备独立的计量管理部门和专门的计量管理人员,计量管理制度不健全,计量器具的检定、校准、维护缺少标准化的流程和规范,计量器具处于无序管理的状态,并且计量管理人员和操作人员素质有待提高,一些人员对计量仪表原理、操作、维护等了解不足,不能正确地使用和维护计量仪表,影响到能源计量数据的质量。^[1]

2 化工能源计量仪表的优化配置策略

2.1 科学规划计量点布局,实现全流程覆盖

针对当前化工企业计量点布局存在的不合理问题,需遵循“全面覆盖、重点突出”原则进行科学规划,确保能源流转全流程可监测、可追溯。在能源输入环节,应在企业的总体能源输入端和分厂(车间)能源输入端二者均加计量点,实现企业重点能源(例如电、煤、油、天然气)汇总计量,保证企业在总体能源控制方面的数据来源;在能源转换环节,在燃烧型设备(比如锅炉)、电力生成环节(比如发电机)、热能转化环节(比如换热器)设置能源转换关键点的计量点,在燃烧型设备输入端和输出端、电力生成环节输入端和输出端以及热能转化环节输入端和输出端均加设计量点,通过计量点收集各类能源转换环节的数据,强化能源的转换应用。在能源输送环节,在能源输送管道的头部和末端加计量装置,做好输送过程中的损耗统计,以防止输送过程中的跑冒滴漏,进一步做好能源管道的检查工作;在能源消耗环节,以化工企业的装置、辅助装置和公用工程装置等为主要统计节点,在其消耗口加计量点,强化对企业能源消耗的计量,做好对能源消耗定额的统计,为全面精细化消耗提供数据支持。

2.2 合理选择计量仪表类型,提高计量精度

依据能源类型、工艺条件及计量标准的差异,合理甄选计量仪表类型,是提升计量精度的核心环节。

对于电力计量,采用0.5级以上电能表,要求智能电能表计量精确,具有分时计量、数据传输采集功能、数据存储分析功能,能够满足企业对于用电负荷变化的实时监控功能;对于煤炭、石油等固体及液体燃料计量,可根据燃料性质(粒度、粘度)、运送形式(皮带输送、管道输送)进行选择,皮带计量装置、刮板计量装置可针对固体燃料连续计量,容积、质量类流量计可针对液体燃料进行计量,计量仪表精度均达到或大于GB/T 19001等标准规定的等级精度。对于天然气、蒸汽等气体及蒸汽计量,根据实际生产条件对计量仪表选用涡街流量计、孔板流量计、超声波流量计等仪表,必须充分考虑介质压力、温度的变化等因素,计量表计下游安装压力变送器、温度计等补偿装置,使计量表计数据不受负荷条件影响。^[2]

2.3 推进计量仪表智能化升级,实现数据实时采集与分析

为了实现对能源计量数据更高效及更深层次的管理与分析,必须提高化工能源计量仪表的数字化进程。首先,逐步淘汰传统机械表与模拟式仪表,推广数字化仪表,如数字化电能表、数字化流量计、数字化变送式压力表。数字化仪表能够实现自动采集、就地存储以及远程传输的功能,从而实时地将能源数据传输回去,从根本上解决传统仪表采集数据相对滞后的以及人工抄录容易产生误差的问题。

其次,建立健全能源数据采集与传输系统,借助工业以太网、物联网等技术,建立起全厂各计量节点的传输系统,把分散的各节点能源计量数据采集传递至企业能源管理中心,实现对各用能单位电力、蒸汽、水等能源的在线监测及报警。

最后,注重研发以及应用能源管理信息系统,并利用系统将大量的采集数据进行集成、统计、分析和挖掘,并最终生成相应的能源消耗报表、曲线图及同比、环比的分析图等,为上级管理层提供准确、可靠和实时的数据支持,如利用系统准确测算各生产装置实际运行的能源消耗定额完成情况,及时寻找到能源消耗超标或潜力较大的问题所在,从而为有针对性地采取有效的节能改进方案奠定基础。

2.4 建立健全计量管理体系,提高人员素质

能源计量管理是实现能源计量仪表合理配置的保障。首先,应建立计量化验管理专业机构,落实一名专业管理人员,设置清晰的部门责任分工及岗位说明书,明确计量管理和使用、设备维护等分工及人员责任,建立“集中管理、职能分工”的管理机制。

其次,制定计量管理规定,建立计量器具从采购到报废整个过程的全过程管理,明确计量器具从采购

论证的计量参数、验收计量的检定校准性能、运行期间检定校准的监督管理、使用过程中异常故障的维护修理到报废环节的报废技术评定和销毁监督等制度体系,使每一台计量器具均在制度规定的合法、准确的状态下运转。

再次,落实计量器具检定校准规范,根据计量法律法规和企业单位管理办法,编制年度能源计量器具的检定校准计划,委托第三方有相应计量检定资质的计量机构或单位的自检计量检定装置,每年按周期对能源计量器具的性能进行检定和校准,使能源计量器具性能满足能源计量规定,从制度上避免因能源计量不准而造成企业能源管理不清的情况发生。

最后,加强计量人员队伍建设,定期对计量管理人员和一线操作人员进行专题培训,培训内容包括计量法律法规、计量基础知识、智能仪表的工作原理及操作、能源管理信息系统操作使用等,采取理论授课与实操练习相结合的方法,提高相关人员的综合素质及业务能力,确保人员会用、会调、会修,能够熟练进行仪表的操作、数据的采集、仪表的检修等相关工作,为能源计量工作的高质量展开提供人才支持。^[3]

3 化工能源计量仪表优化配置的经济性分析

3.1 投资成本分析

优化配置化工能源计量仪表需要一定的投资成本,投资成本包括计量仪表购置费、安装调试费、智能化系统建设费等。不同的计量仪表类型、不同的计量仪表精度价格相差悬殊,智能化程度越高的计量仪表价格越高,比如一套普通的机械式流量计价格在几千元,而一套高精度的智能化质量流量计价格达几万元甚至十几万元之多,而安装调试费以及智能化系统建设费也会因为企业的规模和需求不同而有所差异,对于大型化工企业,能源计量仪表的优化配置的投资成本甚至可以高达百万元乃至上千万元,而对于中小型的化工企业,由于投资规模较小,投资成本相对偏低,投资成本在几十万元甚至十几万元也是比较普遍的,投资企业在进行投资决策时,要结合本企业的实际以及经济实力,合理制定投资规模。

3.2 运行成本分析

能源计量仪表优化配置之后的运行成本主要包括仪表维护费、校准费、系统运行费等。维护费主要包括仪表日常养护、故障修复等费用;校准费主要是仪表周期性校准所产生费用;系统运行费主要包括智能化系统硬件维护、软件升级、网络通讯等费用。优化配置后的能源计量仪表相比传统的计量方式运行成本会有一定程度上升,智能型的仪表和系统对维护费和校准费要求比较高。但是从长期看,随着企业管理水

平的提升和节能新技术的应用,长期运行成本趋于稳定。^[4]

3.3 投资回收期分析

投资回收期是反映能源计量仪表优化配置经济效益的重要指标。投资回收期=投资成本/年节约能源。假设某化工企业能源计量仪表优化配置投资成本为500万元,年节约能源费用为100万元,则投资回收期为5年。不同的企业的投资回收期均受投资成本、年节约能源费用等差异的影响,就一般化工企业而言,能源计量仪表优化配置投资回收期为3~7年。对一些节能潜力大的企业,能源计量仪表优化配置投资回收期更短。^[5]

4 结论

在碳中和背景下,需要以优化配置化工能源计量仪表,进一步实现化工企业能源高效利用和精准碳核算。我国化工企业当前能源计量存在计量点布局不科学、计量仪表精度低、自动化程度低、计量管理体系薄弱等问题,需通过优化化工能源计量仪表计量点布局、优化化工能源计量仪表的类别及结构配置、实现计量仪表智能化升级、优化建立化工企业计量管理体系等优化配置措施,进一步解决这些问题。经济分析指出,化工能源计量仪表优化配置的投资回报期和净现值指标均符合较优经济性标准。未来,随着物联网、大数据、人工智能等新兴信息技术发展,化工领域能源计量仪表将呈现高度智能化、精准化、网络化发展趋势。因此,化工行业应积极关注能源计量技术发展及产品新技术的变化,不断提升能源计量水平,为碳中和目标实现保驾护航。

参考文献:

- [1] 韩方玲,张莉莉,牛巧萍.节能降耗理念下化工能源计量仪表的应用及改造策略[J].山西化工,2024,44(6):212-215.
- [2] 孙树炜.推进能源计量管理的策略研究[J].中国石油和化工,2024(3):81-83.
- [3] 祝镜,于海刚,谭继凯.从计量角度浅谈企业的碳排放[J].中国质量监管,2024(6):69-70.
- [4] 张嘉梁,王煦,张超.流量计量在石油化工能源计量领域中的应用分析[J].中国质量监管,2024(2):94-95.
- [5] 李鹏.现代测试计量技术及仪器的发展[J].大众标准化,2024(23):182-184.

作者简介:

康则天(1981-),男,汉族,甘肃武威人,本科,中级工程师,研究方向为化工仪表。