

综合能源管理系统在公共机构节能中的应用研究

陈斌荣

宁波朗辰新能源有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 本文以公共机构能源管理需求为背景,分析了公共机构的能源消耗特点与节能需求,深入探讨了综合能源管理系统(Integrated Energy Management System, IEMS)的技术架构、功能特点及其在节能降耗中的应用路径和意义。通过案例分析,验证IEMS在优化能源使用效率、降低运营成本、减少碳排放等方面的显著效果,并提出推广建议,为公共机构实现“双碳”目标提供理论支撑与实践参考。

关键词: 综合能源管理系统;公共机构;节能降耗;互联网;碳中和

引言: 全球能源转型背景下,我国提出“碳达峰、碳中和”战略目标,公共机构作为社会示范主体,其实现绿色低碳发展显得尤为重要。公共机构(政府机关、学校、医院等)占社会总能耗的5%~10%,存在设备老化、管理粗放等问题,节能潜力巨大。而传统能源管理模式难以满足多能协同、动态优化的需求,亟需智能化解决方案。综合能源管理系统作为一种先进的能源管理工具,通过集成大数据、物联网和移动互联网技术,实现了对多种能源的实时监测、分析与优化,促进能源利用的可持续发展。

1 综合能源管理系统概述

1.1 系统定义与功能

IEMS是基于物联网(IoT)和互联网、大数据、人工智能等技术,对电力、热力(冷)、燃气、可再生能源等多能源进行数字化管理和优化的智能信息管理平台。该系统通过集成各类能源数据,实现能源消耗的实时监测、分析与管理,主要功能包括数据采集与存储、实时监测与分析、能耗预警与能效对标、报表生成与决策支持等。利用现代技术,建立了一种综合型、开放式的能源管理平台,实现了不同能源品种及供应环节之间的生产协同、管理协同、需求协同,形成能源生产和消费间的良性互动。

1.2 系统整体架构

IEMS的整体架构如图所示,其包含的四个核心模块,解决了在各个应用场景里将发挥每个能源设备的效能提高到最优状态的目标,实现节能降耗的目的。

1.2.1 数据采集层: 部署电表、水表、流量计等各类智能设备,实时采集能耗数据。

1.2.2 通信网络层: 通过5G、LoRa等实现数据网络高速传输与设备互联。

1.2.3 数据处理层: 利用云计算与边缘计算进行数据

清洗、存储与分析。

1.2.4 应用服务层: 出具协调控制策略,提供能效诊断、负荷预测、优化调度等功能^[1]。

综合能源管理系统-整体架构



1.3 系统关键技术

IEMS相对传统能源管理系统,其具有显著的智能化、集成化、可视化等特点,主要是因为其采用了以下几项关键的技术。

一是多能互补优化算法,能够协调光伏、储能、电网、热力等多能源输入,实现能源的高效利用和优化配置。通过综合考虑各种能源的特性、价格、供需状况等因素,制定出最佳的能源使用方案。

二是数字孪生技术,构建虚拟能源系统模型,实时反映实际能源系统的运行状态和参数。通过模拟不同场景下的运行策略,帮助能源管理者预测和优化系统的运行效果,实现对能源系统的实时监测和故障预警。

三是机器学习,基于历史数据预测用能需求,动态调整设备运行参数。分析历史能源使用数据,挖掘其中的规律和趋势,从而预测未来的用能需求,动态调整设备运行参数,优化能源分配和使用策略。

2 公共机构能源消耗特点、用能现状与节能需求和挑战

2.1 能耗特点

2.1.1 能耗总量大：机构数量庞大，覆盖政府机关、学校、医院、文化体育设施等多个领域，能耗总量相对较大。

2.1.2 负荷多样性：涉及空调、照明、办公设备、各类仪器等多类型负荷。

2.1.3 时段波动性：公共机构在工作日与节假日、白天与夜间用能差异显著。

2.1.4 社会责任性：公共机构需要兼顾公共服务质量与节能减排的双重要求。

2.2 用能现状

根据国管局的统计数据，2020年，全国公共机构能源消费总量1.64亿吨标准煤，用水总量106.97亿立方米，单位建筑面积能耗18.48千克标准煤/平方米，人均综合能耗329.56千克标准煤/人，人均用水量21.53立方米/人。其年能耗数值是普通居民住宅的数倍，公共机构的节能潜力是巨大的，通过采用先进的能源管理系统，提高能源利用效率，对实现“双碳”目标的意义重大。

2.3 节能需求

国家对公共机构节能给予了高度重视，设定了一系列节能目标。专门对公共机构出台了《公共机构节能条例》，明确了节能管理职责、节能措施、监督检查等内容。建立了节能考核体系，对公共机构的节能工作进行评估和考核，确保节能目标的实现^[2]。国管局出台印发《“十四五”公共机构节约能源资源工作规划的通知》《节约型机关创建行动方案》《关于深入推进节约型机关建设的指导意见》等政策性文件，指导落实公共机构的节能降碳工作。这要求公共机构不仅要加强节能管理，还要积极采用新技术、新设备，提高能源利用效率，降低能源消耗。

3 公共机构能源管理中 IEMS 解决方案

3.1 建筑节能中的运用

3.1.1 空调系统：以温湿度传感器与模糊控制算法为基础，通过人体感应技术和管理系统的结合实现了当人体离开房间时，系统会自动将空调切换到节能模式提高设定温度，以减少能耗并保持室内适宜的温度。最终实现动态温度调节，降低空调用电达10%~30%。

3.1.2 照明系统：通过感光技术，实时调整照明光线强度结合自然光强度与人员活动监测，自动调节照明亮度，实现了人走灯灭。

3.1.3 办公设备和仪器：一方面通过数据采集，大数据分析，识别能耗，使能源浪费清楚地显现；另一方面通过智能系统预设控制策略，对一些暂时无操作的设备主动待机。

3.2 可再生能源整合

利用屋顶光伏+储能系统，实现电力的“自发自用，余电上网”，平滑了用电负荷曲线。比如，某政府大楼安装500kW光伏系统，年发电量达60万度，覆盖15%日间用电需求，同时通过储能系统的配合实现了谷电与峰电的转换，改善了用电的峰谷比，平滑了用电负荷曲线。不但降低了整个区政府的用电成本和综合能耗，还大幅降低了政府大楼变压器的负载率。

3.3 需求响应管理

在电力市场化改革的大背景下，虚拟电厂和负荷聚合的概念不断地完善和具体化，逐步开始了市场化的商业模式。IEMS可以作为接入负荷聚合或虚拟电厂的一个平台，很好地将公共机构纳入电力负荷调节的市场环境下，在电网负荷高峰时段，自动切换至储能供电或削减非必要负荷，实现额外的收益。作为能耗强度较高的公共机构，它是一个需求响应管理的合适对象。

4 公共机构节能中使用 IEMS 的案例和效益分析

4.1 案例介绍

4.1.1 项目背景：某区政府机关，总建筑面积12.59万平方米，年耗电总量超600万度，用水量超7万吨，蒸汽超9000吨，天然气超3500立方，面临着能源消耗量大、能源利用效率低的问题。

4.1.2 路径与技术：在设备方面，改造老旧空调、安装智能电表、水表、各类传感器以及智能阀门和开关。在系统方面，构建涵盖电力、燃气、蒸汽、水的综合能源管理平台，实现了数据采集、实时监控和远程控制等功能。在策略方面，通过数字孪生技术，基于AI算法模拟出不同场景下的运行策略。

4.1.3 实施效果：改造完成后，成功实现了对各类能源的实时监控、精细化管理和协同控制，同时将IEMS接入了区域负荷聚合的平台，实现了需求响应，产生了额外收益。

4.2 效益分析

4.2.1 经济效益：IEMS通过实时监控和分析能源消耗数据，精准识别能源浪费点，指导公共机构采取针对性的措施，从而直接降低能源消耗和能源成本。以上述节能改造为例，投入费用约512万元，每年降低能源成本约100万元，以下是改造前后的数据对比：

结合市场上的案例，一般使用IEMS的公共机构平均节能率可达10%以上，虽然初期投资较大，包括设备购置、改造施工、系统集成、软件开发等方面，但是带来的长期经济收益，在商业模式上是完全可行的。

能源指标	实施前	实施后	降幅
年用电量	645万度	559万度	13.3%
年天然气用量	3.61万方	3.39万方	6.1%
年蒸汽用量	9108吨	8612吨	5.5%
年自来水用量	7.7万吨	7.1万吨	7.8%
碳排放量	6580t	5917t	10.1%
用能费用	873万元	775万元	11.2%

4.2.2 社会效益

IEMS在公共机构节能中的应用可产生广泛的社会效益；不但有助于减少能源消耗和排放，减轻大气污染、水体污染等环境问题，而且通过提高能源利用效率，减少能源浪费，有助于缓解能源供需矛盾，保障国家能源安全，同时促进节能技术的推广，推动绿色、低碳、循环发展理念深入人心，对社会的可持续发展和“双碳”目标的实现产生积极影响^[3]。

4.2.3 管理效益

IEMS在提升公共机构能源管理水平方面发挥重要作用，是推动建筑群整体参与电力需求响应和调峰的重要手段。其能够根据公共机构的实际情况和需求，提供个性化的管理方案，优化资源配置，提高能源使用效率。另外，系统的应用增强了公共机构的节能意识，促进节能文化的形成和传播。

5 综合能源管理系统在公共机构节能中面临的挑战与对策

5.1 主要障碍

5.1.1 初期投资高：IEMS改造是一个综合性的改造工程，涉及大量硬件投入。比如空调、照明灯具的改造，智能化设备的投入。同时公共机构是面向公共服务的，改造工作又不能影响到其正常运营，改造成本相对较高，部分公共机构也确实存在改造资金短缺的问题。

5.1.2 技术挑战高：IEMS在公共机构节能中的应用面临技术成熟度、数据安全及兼容性问题。一是IEMS作为一个平台其稳定性和可靠性仍待进一步提升。二是有些能源数据涉及公共机构机密，确保数据传输、存储和处理过程中的安全，是系统必须考虑的关键点。三是公共机构中存在多种不同子系统，IEMS必须实现向下的兼容，确保系统间能够无缝对接和数据交互。

5.1.3 管理惯性：由于公共机构的能源管理一直未得到有效重视，传统粗放式管理模式难以快速转变。部分公共机构尚未构建完善的节能管理制度与流程，致使节能举措难以切实落地。同时，公共机构存在能源管理人才匮乏或培训欠缺的状况，对系统的正常运转以及节能成效产生了不利影响。

5.2 对策建议

5.2.1 政策支持：一是制定更加完善的针对公共机构节能的政策和法规，强化对政策的引导，鼓励公共机构积极应用IEMS。二是提供专项补贴或税收优惠，为系统建设与运行提供资金保障。三是加强法规执行力度，加强对公共机构节能工作的监督与检查，培养公共机构的节能意识和节能文化^[4]。

5.2.2 标准化建设：一是加大技术研发力度，提高系统的稳定性和可靠性，结合AI技术优化算法和数据处理能力，适应更复杂的应用场景。二是加强数据安全防护，采用先进的加密技术和安全协议，确保数据的安全。三是制定IEMS技术规范与数据接口标准，提高系统兼容性，实现与各种子系统的无缝对接和数据交互。

5.2.3 多方协同：应引入能源服务公司（ESCO）参与投资与运营，专业的事情交给专业的队伍解决，通过能源合同管理的模式，解决公共机构的能源管理难题。同时加强对公共机构相关管理人员的技术培训，提升操作人员的专业技能水平，确保系统正常运行并充分发挥节能功效。

结束语

综上所述，综合能源管理系统在公共机构节能中发挥着重要作用。通过实时监测、精准分析和智能优化，不仅提升了公共机构的能源利用效率，降低了能源消耗，还带来了显著的经济效益、社会效益和管理效益。未来，随着节能措施的持续实施和系统功能的不断完善，IEMS将在公共机构节能领域发挥更加重要的作用，为社会的可持续发展贡献力量，为“碳达峰、碳中和”目标的实现提供了路径支持。

参考文献

[1]姚刘奕,何文萱,唐海亮.企业能源管理系统的设计与应用[J].智能制造,2023,(04):110-112.
[2]李晓东,陈堃,赵锡正.多能互补分布式能源与综合能源管理系统优化调度[J].电力系统装备,2021(22):25-26.
[3]朱思瞳.综合能源管理系统:CN202410727535.2[P].2024-08-23.
[4]朱文林.基于互联网技术的工厂能源管理系统设计与应用[J].中国新通信,2023,25(11):43-45.