

Research on the Application of Artificial Intelligence in Smart City Energy Management System

Yu Han Xiao Zhang Yunfei Zhang Lidan Zheng Yan Zhou

Qingdao City University, Qingdao, Shandong, 266106, China

Abstract

This study aims to explore the application of artificial intelligence in smart city energy management system, and use case analysis method to study the smart city energy management system based on artificial intelligence. Firstly, understand the development background and current situation of smart city energy management systems; Secondly, analyze the key technologies of smart city energy management system, including energy prediction and optimization algorithm, energy monitoring and control technology; Finally, describe and analyze the application of artificial intelligence in smart city energy management system combined with actual cases. The results show that the application of artificial intelligence in smart city energy management system has achieved some results. The application of this technology can further improve energy efficiency, reduce energy consumption cost and improve environmental quality.

Keywords

artificial intelligence; smart city; energy management system; Internet of things; big data

人工智能在智慧城市能源管理系统中的应用研究

韩玉 张效 张云飞 郑丽丹 周燕

青岛城市学院, 中国·山东 青岛 266106

摘要

本研究旨在探讨人工智能在智慧城市能源管理系统中的应用, 采用案例分析法对基于人工智能的智慧城市能源管理系统进行深入研究。首先, 了解智慧城市能源管理系统的发展背景和现状; 其次, 对智慧城市能源管理系统的关键技术进行分析, 包括能源预测与优化算法、能源监控与控制技术等; 最后, 结合实际案例, 对人工智能在智慧城市能源管理系统中的应用进行具体描述和分析。结果表明, 人工智能在智慧城市能源管理系统中的应用已经取得了一定的成果。该技术的应用能够进一步提高能源利用效率、降低能耗成本、改善环境质量。

关键词

人工智能; 智慧城市; 能源管理系统; 物联网; 大数据

1 引言

随着科技的飞速发展, 人工智能已经逐渐渗透到人们生活的各个领域, 为现代社会带来了前所未有的变革^[1]。在智慧城市建设中, 能源管理作为其核心组成部分, 正面临着如何提高效率、降低成本、实现可持续发展的迫切需求。

2 基于人工智能的智慧城市能源管理系统概述

2.1 智慧城市能源管理系统含义

智慧城市能源管理系统是一款全新的城市能源管理解决方案, 旨在提高城市能源使用效率、降低环境污染、提升城市可持续发展水平^[2]。该系统采用先进的人工智能技术, 通过对城市能源数据、环境数据等多源数据的融合分析和挖

掘, 实现了对城市能源供需平衡、环境污染监测、节能减排等方面的智能化管理。基于城市电网的能源管理系统见图1。

2.2 智慧城市能源管理系统功能

第一, 智能化能源供需管理通过对城市能源数据的实时监测和分析, 智慧城市能源管理系统能够预测未来能源需求, 优化能源供给方案, 实现能源的智能化调度和分配。第二, 智能化环境污染监测通过与环境监测设备的联动, 智慧城市能源管理系统能够实时监测城市环境质量, 对环境污染进行预警和溯源, 为城市环境治理提供有力支持。第三, 智能化节能减排通过对城市能源消耗的实时监测和数据分析, 智慧城市能源管理系统能够发现能源浪费和无效使用的情况, 为节能减排提供智能化建议和优化方案。第四, 智能化决策支持。通过对城市能源和环境数据的深度分析和挖掘, 智慧城市能源管理系统能够为城市管理者提供智能化决策支持, 帮助制定更加科学、合理的城市能源和环境管理政策。

【作者简介】韩玉(1998-), 中国山东青岛人, 本科, 从事自动化技术、人工智能、高等教育研究。

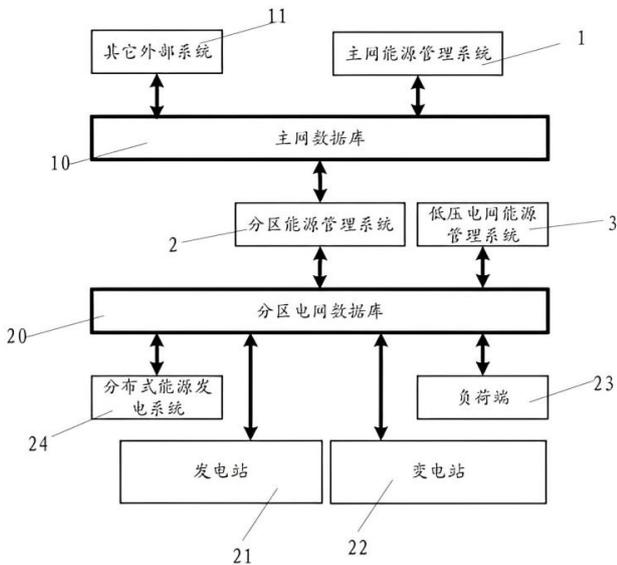


图1 基于城市电网的能源管理系统

3 智慧城市能源管理系统的核心技术

3.1 数据采集与处理技术

在智慧城市能源管理系统中，为了实现高效、准确的数据采集，现代智慧城市能源管理系统通常采用物联网设备，如传感器、智能电表等，与数据库管理系统如 MySQL 相结合，实现对各种能源数据的实时收集、整合和存储^[3]。这种结合能够实现数据的快速处理和存储，同时也能保证数据的安全性和可靠性。

现阶段，根据 SENSORO x TDengine 的数据库调研显示，物联网大数据平台（TDengine）的空间占用只有 JDBC 组件（Druid）的 60%，这个数据还没有计算 Druid 使用的 Deep Storage。这意味着使用 TDengine 能够更加高效地存储和管理大量的能源数据，从而节省更多的存储空间和成本。在智慧城市能源管理系统中，使用 TDengine 作为数据存储和管理平台，不仅能够提高数据采集的效率和准确性，同时还能降低存储成本和运营成本。因此，TDengine 在智慧城市能源管理系统中具有广泛的应用前景。

3.2 能源预测与优化算法

能耗数据管理系统可以看作是智慧城市能源管理系统的一个重要分支。它的主要功能是收集、分析和处理各种设备的能耗数据，帮助城市管理者更好地了解和控制能源消耗，从而实现能源的高效利用和节约。

能源预测公式如下：

$$E_t = Q_{t0}M_t - Z_t \quad (1)$$

式（1）中， E_t 为预测年能源需求量； Q_{t0} 为基期年单位产值（产量）能耗； M_t 为预测年产值； Z_t 为预测年计划节能量。若能给出节能率，则可按以下公式计算预测年能源需求量：

$$E_t = Q_{t0} \times (1 - R) \times M_t + Z_t \quad (2)$$

式（2）中， R 为节能率，即能源需求量减少的比例。

若无法给出节能率，则可按以下公式计算预测年能源需求量：

$$E_t = Q_{t0} \times M_t + Z_t \quad (3)$$

式（3）中， Q_{t0} 为基期年单位产值（产量）能耗； M_t 为预测年产值； Z_t 为预测年计划节能量。无论哪种情况，都需要对基期年单位产值（产量）能耗进行合理估算，并考虑预测年产值和预测年计划节能量对能源需求量的影响。

综合上述公式通过学习和分析历史数据，能够预测未来的能源需求趋势，为城市管理者提供精准的能源调度和分配方案。同时，通过对环境数据的监测和分析，能够及时发现环境污染问题，为环境治理提供有力支持。

3.3 能源管理决策支持系统

城市能源管理决策支持系统采用了模块化设计思路，包括了数据采集与传输、数据存储与分析、能源监测与控制、决策支持等多个模块。

其中，数据采集与传输模块负责从各种传感器和设备中收集城市能源数据，并将其传输到数据中心进行存储和分析；数据存储与分析模块则可以对这些数据进行高效处理和挖掘，提取出有用的信息和知识；能源监测与控制模块可以实时监测城市能源设备的运行状态和工作效率，及时发现和处理异常情况；而决策支持模块则可以根据数据分析结果和决策者的需求，提供个性化的决策建议和方案。

当前，系统能够支持人工智能的数据获取，包括移动端 APP、小程序、WEB 端等，接入的智能设备分布广，数量大，能够根据实际需求和网络情况，实现有线和无线混合组网模式，能够实现对各种能源的数据进行采集、分析和优化控制管理。

4 实际案例分析

4.1 项目背景

国家电投总部办公大楼作为集团的核心办公场所，其日常运营和管理涉及众多方面，与集团的综合智慧能源发展策略紧密相连。随着科技的飞速发展和国家对于绿色、低碳、智慧能源的不断重视，传统的楼宇管理方式已难以满足现代化、高效化、绿色化的需求。在此背景下，国家电投决定对总部办公大楼进行智慧化改造，以响应国家的“双碳”政策，并提升楼宇的运营效率与员工的工作环境。能源网主要关注清洁、低碳的应用场景，涵盖了屋顶光伏、地面光伏、幕墙光伏、微风风机、智慧照明、智慧冷暖和储能七个领域。具体而言，主楼南侧立面采用 BIPV 幕墙光伏技术，主楼和裙楼屋顶、园区东侧停车场和岗亭则采用分布式光伏系统。大楼南侧广场则安装了微风风机。这些设施的总装机容量约为 327kW，每年可产生约 30 万 kW·h 的绿色电力，占大楼总用电量的 7%，从而实现 2 号楼的零碳运行。

4.2 存在问题

国家电投总部办公大楼能耗监测的二级计量方案，一

级按照建筑的不同区域进行划分,二级则按照楼层或特定功能区(如会议室、办公区等)进行更为细致的划分。这种方案有助于更准确地识别和定位能源消耗的具体情况。然而,在实际应用中,由于传感器可能出现故障、数据传输发生错误等问题,导致采集到的能耗数据存在一定的误差。这可能会影响我们对建筑实际能耗情况的准确判断。

此外,国家电投总部办公大楼作为一栋智能建筑,其内部包含了众多子系统和设备,如照明、空调、电梯等,它们的能耗数据需要被统一集成到能耗监测系统中。但是,由于这些系统和设备可能采用不同的数据格式和通信协议,导致系统集成面临挑战,难以实现全面和准确的能耗数据监测。当前的能耗监测系统通常只能提供基础的能耗数据,对于数据背后的原因和影响因素缺乏深入的分析功能。例如,当系统发现某个楼层或功能区的能耗异常时,可能无法自动提供具体的原因分析,需要人工介入进行进一步的排查和处理。这种数据分析的不足可能会影响到我们制定和实施针对性节能措施的效果。尽管已在国家电投总部办公大楼实施了二级计量方案,但如果大楼内的员工对节能的重要性及必要性认识不足,或者因为操作不便等原因,可能会导致员工参与度低,从而影响到整体节能措施的计划实施。

4.3 应对举措

对于传感器故障、数据传输错误导致的数据误差问题,应定期进行设备巡检和维护,确保传感器和数据传输设备的正常工作。同时,引入先进的数据清洗和校正技术,对采集到的原始数据进行处理,以减小误差,提高数据的准确性。

为了实现不同系统和设备的能耗数据统一集成到能耗监测系统中,需要制定统一的数据格式和通信协议标准。对于不符合标准的设备和系统,可以加装转换装置或进行升级改造的方式,使其符合统一标准,从而实现数据的无缝对接和集成。

针对当前能耗监测系统数据分析功能不足的问题,引入先进的数据分析和挖掘技术,对历史能耗数据进行深入挖掘和分析,找出影响能耗的关键因素和潜在规律。同时,可以建立异常能耗预警模型,当发现异常能耗情况时,能够自动提供可能的原因分析,为人工排查和处理提供有力支持。

根据能耗监测和分析结果,制定针对性的节能措施和优化方案。优化照明系统的开关时间和亮度设置,调整空调系统的温度和风速设置,引入先进的节能技术和设备,如高效节能灯具、智能空调控制系统等,进一步提高节能效果。

尽管数据采集量大,采集点分散,传输距离远,但由于采用了先进的技术手段,如工业级数据采集通信管理机,能够有效地克服信号衰减等问题。经过工程师的现场勘察和

与施耐德工程师的确认,利用现有的UNC交换机网口,利用BA系统的配置工具,启用BACnet功能,以方便地获取室内外温度和中央空调的启停数据,并将这些数据开放给能耗管理系统。

4.4 试验结果分析

该项目由国家电投投资建设,A公司负责项目的整体建设和运营。项目投用后,国家电投总部大楼每年将自发绿电30万kW·h,每年节电60万kW·h,占大楼年用电量的13%。年发电节能相当于节省标准煤261t,减少二氧化碳排放729t。国家电投总部智慧楼宇成为国家电投落实国家“双碳”政策的先行示范点,为能源地产、园区、场站等客户在践行碳战略的背景下提供可落地技术领先的实践案例。天枢一号为基础,打造楼宇能源网、管理网、服务网“三网融合”,实现楼宇空间、人、物的融合联动,助力数字综合体与现实综合体全过程、全要素的数字化管理。通过建筑物物联网类操作系统,实现“一图全面感知、一体运行联动、一屏智享生活”,使能源流、物质流、信息流、价值流、服务流“五流合一”,致力成为能源领域智慧楼宇运营的标准制定者。

5 结论

人工智能在智慧城市能源管理系统中的应用已经取得了具体的成果。在智慧城市能源管理系统中,通过应用人工智能技术,实现了对电力、水务、燃气等多个领域的综合监控和管理,有效降低能耗成本,提高能源利用效率。国家电投总部智慧楼宇正是该领域的成功实践,结合了智能照明、节能空调等先进技术,实现了能源高效利用与低碳排放,提供了舒适便捷的工作环境。同时,该系统还能够根据天气预报、节假日等因素进行智能调度,确保城市的能源供应稳定可靠。这一实践不仅支撑了国家电投的可持续发展,更为其他企业提供了宝贵经验。

综上所述,人工智能在智慧城市能源管理系统中的应用具有重要的意义和广阔的前景。展望未来,结合大数据、云计算、区块链等技术,智慧城市能源管理将助力绿色低碳,向更高效、更智能的方向发展。

参考文献

- [1] 王成山,董博,于浩,等.智慧城市综合能源系统数字孪生技术及应用[J].中国电机工程学报,2021,41(5):1597-1608.
- [2] 张彩波.智慧系统及其在智慧城市应用的前沿技术分析[J].科学技术与工程,2021,21(10):3877-3886.
- [3] 鲁刚,王雪,陈昕,等.城市能源变革下智慧能源系统建设研究[J].电力需求侧管理,2018,20(2):1-4.