

基于 BIM+IoT 技术的建筑园区智慧低碳 优化管理及平台应用

张晨, 张路争*

(江苏擎天工业互联网有限公司, 江苏 南京 211899)

摘要: 分析建筑园区绿色低碳发展现状, 结合“新建”与“既有”这 2 个不同的情景, 构建一种适用于当前“双碳”背景下的建筑园区智慧低碳优化管理体系, 提出基于 BIM+IoT 技术的建筑园区智慧低碳优化平台建设思路, 并结合实际案例介绍了建筑园区智慧低碳优化管理及平台的应用场景, 为园区运营单位以及平台开发单位提供参考。

关键词: BIM; IoT; 建筑园区; 智慧低碳优化

2024 年 5 月, 我国印发的《关于深化智慧城市发展 推进城市全域数字化转型的指导意见》提出, 建立城市数字化共性基础, 推动虚实共生、仿真推演、迭代优化的数字孪生场景落地; 优化绿色智慧宜居环境, 积极发展绿色智慧协同模式, 在产业园区、商务区等建设零碳智慧园区、绿色智能建筑^[1]。在此背景下, 建筑园区作为城市的重要组成部分, 其绿色低碳发展显得尤为关键。

1 建筑园区绿色低碳发展现状

近年来, 建筑园区在绿色低碳发展方面取得了显著进展。据统计, 截至 2023 年底, 全国约有 1.2 万个建筑园区, 单位建筑面积能耗、人均综合能耗、人均用水量较 2018 年分别下降了 12.5%、14.3% 和 18.2%; 园区内能源消费结构持续优化, 光伏装机容量达到 10.5 GW, 较 2018 年电力消费占比提升了 2.1%、煤炭消

费占比下降了 6.3%; 园区内绿色建筑比例显著提高, 达到了 45%, 其中部分园区已经实现了 100% 的绿色建筑覆盖率; 多家园区运营单位积极组织开展低碳园区试点, 加强用能精细化管理, 引领降本增效新风尚。但与此同时, 建筑园区也显现出一些问题。

1.1 试点示范问题

目前, 许多建筑园区在绿色低碳发展方面缺乏系统性的试点示范项目, 导致成功经验和最佳实践无法有效推广。尽管一些地方已启动“零碳园区创建”计划, 并对创建成功的园区授予了“零碳园区”荣誉称号, 但这些试点项目的覆盖面和影响力仍有限。因此, 需要进一步扩大试点范围, 建立更多具有代表性的零碳示范建筑园区, 以及通过试点项目探索和验证各种绿色低碳技术和管理措施, 为其他建筑园区提供可复制、可推广的模式和经验。同时, 鼓励更多建筑园区积极参与零碳创建活动, 提升园区的绿色低碳形象和市场竞争力。

1.2 精细化管理问题

许多建筑园区仍采用传统的“人工汇”方式进行数据收集, 涉及的环节复杂、人员众多, 导致数据不具备追溯性, 难以满足精细化管理的需求, 因此需引入智能化数据采集系统, 实现数据的实时采集、传输和分析, 提高数据的准确性和可靠性。另外, 现有的能耗监测系统大多停留在一级计量层面, 难以覆盖园区内的所有建筑楼层和设备, 还需建立多层次、全方

位的能耗监测体系，对建筑、设备、系统等各个层级的能耗数据进行全面、精准的监测和管理。

1.3 智能化管理问题

许多建筑园区尚未建立完善的智能化管理平台，无法实现对能源使用、碳排放、设备运行等多方面的综合管理，因此需构建基于BIM+IoT技术的智慧管理平台，实现对园区各项数据的实时监控、分析和优化，提高管理效率和决策科学性。

1.4 政策支持和市场机制问题

虽然国家和地方出台了一些支持城市绿色低碳发展的政策，但对建筑园区的政策支持还不够明确和具体，因此需进一步完善相关政策，提供财政补贴、技术支持等激励建筑园区主动开展绿色低碳改造。与此同时，建筑园区在绿色低碳发展方面的市场机制还不健全，缺乏有效的激励和约束机制，急需通过碳普惠、绿色金融等手段建立健全绿色低碳发展的市场机制，引导和推动建筑园区积极参与绿色低碳发展。

2 智慧低碳优化管理体系构建思路

构建基于BIM+IoT技术的智慧低碳优化管理体系是一项创新举措，旨在通过数字化、智能化手段，对建筑园区能源资源消费和碳排放数据进行实时、动态、准确的监测，支撑能源资源消费过程的可视和可控管理，提升建筑园区的绿色低碳水平。

2.1 信息化是坚实的感知基础

基于IoT技术，对建筑园区内水、电、气、热、油等各类能源资源消费，以及碳排放、新能源供应、温湿度、视频等信息进行全面的监测感知。通过安装智能传感器和数据采集设备，实现对各环节业务、设备的集中管理，以及分布式控制，确保数据的实时性和准确性。

2.2 数字化是关键引领和路径

运用大数据、人工智能等关键技术，实现建筑园区能源资源消费物理空间与数字空间的有机融合。通过BIM技术，构建监护建筑园

区的三维数字孪生模型，实现能源及碳排放全生命周期的可视化管理，所见即所得地了解能源及碳排放动态。

2.3 低碳化是运行监管的最终目标

基于数字化转型和服务，最终实现能源资源消费的精细化管理、技术改造、能效优化、碳计量和碳中和服务，支撑能碳管理全过程的常态化闭环监管。通过建立节能诊断制度，定期开展节能诊断工作，发现能源问题，实施目标跟踪方式，提升节能降碳水平。构建符合建筑园区特性的能源及碳排放预测模型，从事后统计向事前预测、事中监控转变，提高能源管理水平，实现经济用能、合理用能。

2.4 绩效考核机制

优化管理和考核流程，实现扁平化、制度化、体系化、高效化的管理，提高建筑园区管理水平。通过构建绩效考核机制，明确各责任主体，确保任务落实到位，形成全员参与的节能降碳氛围。

2.5 系统集成与数据共享

实现对建筑园区已有第三方应用系统的集成，并预留未来系统的集成能力，打通内部信息壁垒、数据孤岛，盘活数据资源，深挖数据价值，让数据为智慧低碳优化平台的建设服务。

2.6 运管值班室的无人值守

通过智慧化碳优化平台，实现运管值班室的无人值守，降低人力成本；同时，利用远程监控和自动化控制技术，以及线上巡检、运管工单，确保运管值班室的高效、安全运行。

3 基于BIM+IoT技术的建筑园区智慧低碳优化平台

有好的平台，才能有好的园区^[2]，因此智慧低碳优化平台是基于BIM+IoT技术的建筑园区智慧低碳优化管理体系的主要抓手。智慧低碳优化平台是融合BIM和IoT技术打造的三维可视化平台，以及采用B/S架构和系统菜单设计的“1平台驾驶舱+1碳专题+1数据中

心 + 3 子系统”且可通过网页进入智慧低碳优化管理系统。

3.1 平台驾驶舱

常规视角下，结合项目全景对能耗、碳排放态势进行大屏可视化管理，不仅能够实现对建筑园区能源总量、碳排放总量、能效指标、能源结构、能耗趋势、能耗定额、建筑信息、环境状况等多元素的展示，还能对建筑园区能源利用效率、水利用效率进行综合评价。BIM 视角下，首页驾驶舱可查看建筑园区大楼 BIM 模型，以及通过设置好的路径对大楼内外场景进行自动化漫游查看，为运营人员快速了解建筑空间分布提供了直观、便捷的工具。

3.2 碳专题

碳计量，支持计量器具台账管理，以及展示碳排放总量、碳排放强度、减少碳排放量、碳排放趋势、碳排放占比。碳流图，支持以图形化方式展示提供能量、能源的使用、出口能源、其它碳排信息。碳积分，支持碳积分管理办法查看、个人碳积分排名，可记录碳普惠信息。零碳会议，支持会议基本信息统计、零碳信息统计、会议详情查看。零碳出行，支持电动汽车、电动自行车、自行车数据统计分析。碳盘查，支持导出《温室气体盘查报告书》报告。碳排放管理 - 碳中和，支持查看碳中和证书、碳资产账户信息。

3.3 数据中心

录入数据，对暂无法自动采集的能源种类，可按月度录入到系统数据中心。其中，修改系统参数，可对系统业务应用中的数据支撑进行修改，如将建筑物、区域、人员信息及各种用能量折成标准煤计算；管理通信，可对采集台账配置、采集结构配置、采集数据状态监测、采集数据监测及导出。

3.4 能源监管子系统

分析能耗，从时间、空间、分项、分类、重点设备、待机等多维度对能耗数据进行统计汇总和对比分析，不仅可及时发现用能异常，还能通过数据挖掘与分析准确定位异常情况。

分析能效，可对单位面积能耗、单位人均能耗、单位人均水耗、建筑重点系统（设备）进行能效分析。公示能耗，能对各区域、各类能源消耗数据进行定期公示，并支持公示数据文件导出。梳理能耗流程，可对各类能源数据关系，按照“总、总 = 分 + 分”的逻辑顺序进行正确的流程梳理。指标预警，通过对需要分析的核心指标进行监管，实现对相关数据 24 h 的无缝观察，当数值达到预先设定的阈值后，可提供多级预警信息。能源审计，可对能源审计报告进行数字化管理，不仅能够上传、查看、导出报告文件，而且也能够按照系统自带模板样式导出年度能源审计报告。监测环境，可对 PM_{2.5}、PM₁₀、温度、湿度、TVOC、CO₂、CO 等实时监测，当平台实时监测区域环境参数出现超标时会自动触发工单。节能控制，可通过标准接口、通讯协议对接各类空调、空开、控制器等，展示系统、设备运行信息，并配有控制策略模型，做到反向单点控制、策略控制、智能巡检。需求响应，支持选择空调、照明、储能、光伏等设备及系统，设定需求响应规则，可制定响应计划与时长，并对响应内容模拟测试、响应过程监控、响应效果分析。上报能耗，支持与不同主管部门进行数据对接，可按照规定的格式定期自动、手动进行上报。

3.5 行为考核子系统

总量考核，可对综合能源、水资源消耗进行定额指标配置，并按照时间维度用以考核，同时对年度能源费用支出进行分析。区域考核，能对区域能源、资源消耗进行定额指标配置，并按照月度进行排名。人员考核，可对人员能源、资源消耗进行定额指标配置，并按照月度进行排名。管理机构，能对节能管理的工作小组、主要职能、经费保障、专业岗位进行可视化管理。管理制度，能对节能管理制度进行数字化管理，支持上传、查看、下载。培训考核，可对参与培训的人员学习情况进行考核，支持打分管管理。物业考核，能对物业及运营单位节能工作情况进行监督、考核。评分管理，能对

国家、省级的评分指标体系进行在线录入、自动计算，并标记、存储。

3.6 运营管理子系统

安全管理，可对各类设备报警规则进行设置，能够第一时间对设备状态、设备参数异常情况进行告警，并对告警信息进行跟踪、存档。技改管理，能通过对节能技改信息跟踪管理，把控节能改造进度，助力实现节能技改量化管理。业务培训，可通过线上培训库对节能知识进行定期培训，并做好相应的培训记录。宣传推广，能建立线上宣传库，对节能的成效进行宣传、对节能案例进行推广。工单管理，支持系统生成工单、人工新建工单，工单类型覆盖预警提醒、报警处理、维修保养、日常巡检、优化调控等。运维管理，支持运营人员对设施设备建立全生命周期档案，自动提醒维保信息，并对维修进行工单管理，使维修内容可追溯。

4 案例初探

4.1 既有建筑园区智慧低碳优化

江苏省某建筑园区于2020年建成使用，总建筑面积约11万 m^2 ，共有4栋建筑，其中1栋为高层建筑，其他栋为多层建筑。高层建筑采用太阳能热水、地源热泵和风冷多联机系统，建筑末端的大空间采用空调箱供应、小空间采用风机盘管+新风系统，同时应用围护结构隔热保温技术、雨水回收技术、屋顶绿化、BIM技术等经济适用的绿色技术。

目前，江苏省某建筑园区已建设的智能化能源管理系统有能耗监测、智能照明控制、楼宇自动化等系统，可通过低碳园区综合管理平台开展低碳指挥中心、零碳会议中心、零碳酒店试点、低碳公区智慧运行4项场景应用，实现园区智慧低碳精细化运行管理，节电率达5%。同时，还建设了基于BIM+IoT技术的建筑园区智慧低碳优化平台，开展了系统集成、硬件设备采购及安装、碳中和服务。

4.2 新建建筑园区智慧低碳优化

山东省某建筑园区于2024年建成使用，

总建筑面积0.7万 m^2 ，共有2栋建筑。规划阶段设计采用多联机系统，未配套智能化能源管理相关系统。装饰阶段，根据业主提出的要求及结合办公楼大楼的实际情况，增加了智慧BIM能碳服务平台、能源精细化管理系统、空调节能优化控制系统、照明设备节能优化控制系统、环境监测系统、设备管理系统等智慧低碳优化建设内容，既实现了数据信息与服务资源的综合集成，又提高了建筑的运维管理水平和综合服务能力。

5 结束语

在“双碳”背景下，建筑园区通过基于BIM+IoT技术的智慧低碳优化管理及平台构建，帮助运营人员全面及时地掌握能源及碳排放情况，实现科学分析、直观管理、辅助决策，切实提升了能效、碳效和综合管理水平。未来，零碳园区试点的推广和基于BIM+IoT技术的建筑园区智慧低碳优化平台应用，将可在为我国绿色低碳高质量发展提供示范的同时，助力“双碳”目标顺利实现。

参考文献

- [1] 国家发展改革委,国家数据局,财政部,等.关于深化智慧城市发展推进城市全域数字化转型的指导意见[J].安装,2024(6):1-3.
- [2] 陈应.浅谈绿色低碳园区平台的建设[J].智能建筑,2021(7):33-35.

作者简介

张晨(1991—),男,汉族,江苏南京人,工程师,硕士,主要研究方向为低碳信息化。

通信作者

张路争(1995—),男,汉族,江苏南京人,工程师,大学本科,主要从事建筑节能、能源管理、碳计量等工作。

加工编辑:冯为为

收稿日期:2024-10-18