

园区综合能源智慧管理运营中心建设探究

刘聪硕^{1,2} 杜欢^{1,2} 杨朋勃^{1,2} 王存雷¹ 任军戈¹

1. 河北鲲鹏电力工程咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

2. 河北省分布式能源应用技术创新中心, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着新型智慧园区建设持续推进, 能源系统从单一能源供给转变为多能互补、智能协同、高效运营的综合模式。园区综合能源智慧管理运营中心是统筹各类能源资源的中枢平台, 负责能源监测、调度、控制、运维等, 推动能源数字化、智能化、低碳化转型。本文围绕园区综合能源智慧管理, 探讨建设思路、系统架构、功能设计、运营管理机制, 为园区能源系统升级提供理论参考和实践路径。

[关键词]园区能源管理; 综合能源系统; 智慧运营中心

DOI: 10.33142/sca.v8i7.17143

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Exploration on the Construction of Comprehensive Energy Intelligent Management and Operation Center in the Park

LIU Congshuo^{1,2}, DU Huan^{1,2}, YANG Pengbo^{1,2}, WANG Cunlei¹, REN Junfa¹

1. Hebei Kunneng Power Engineering Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

2. Hebei Province Distributed Energy Application Technology Innovation Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous promotion of the construction of new smart parks, the energy system has transformed from a single energy supply to a comprehensive model of multi energy complementarity, intelligent collaboration, and efficient operation. The comprehensive energy intelligent management and operation center of the park is a central platform for coordinating various energy resources, responsible for energy monitoring, scheduling, control, operation and maintenance, and promoting the digital, intelligent, and low-carbon transformation of energy. This article focuses on the intelligent management of comprehensive energy in the park, exploring construction ideas, system architecture, functional design, and operational management mechanisms, providing theoretical references and practical paths for the upgrading of the park's energy system.

Keywords: park energy management; comprehensive energy system; intelligent operations center

引言

在“碳达峰、碳中和”这样的国家战略大背景之下, 园区属于我国能源消费方面极为重要的空间承载场所, 其能源管理的实际水平跟绿色发展目标能否达成有着直接的关联。传统的能源系统往往存在着诸多问题, 像是信息孤岛现象较为严重、响应速度比较迟缓以及调度不够优化等, 这些问题使得它很难契合当下绿色低碳以及智能化发展的相关需求。综合能源系统把电、热、冷、气等多种不同的能源形态给整合到了一起, 借助信息物理融合的相关手段, 进而达成多能协同的状态并实现高效运行的效果。智慧管理运营中心在系统运行当中充当着“大脑”的角色, 它将先进的信息技术和能源技术予以集成, 针对园区里各类能源系统展开集中化的监控操作、更为优化的调度安排以及更加科学合理的管理举措。本文紧扣园区综合能源智慧管理运营中心的建设这一主题来展开较为系统的探讨研究工作, 从总体思路层面、系统设计方面一直到实施路径以及运营机制等方面, 都为其最终能够实现园区能源的集约化利用、高效运行以及绿色环保提供相应的支撑助力。

1 园区综合能源智慧管理运营中心的建设思路

园区综合能源智慧管理运营中心在建设之时, 应当秉持系统性、集成性还有可持续性方面的原则, 并且紧紧围绕着“多能协同、智能调度、绿色低碳以及降本增效”这四个目标来开展相关工作。需要对园区内部的电力、热能、冷能以及天然气等多种不同类型的能源载体加以统筹安排, 进而构建起一个具备开放融合特性的综合能源体系。要把智慧感知以及数据驱动当作基础支撑, 依靠物联网、大数据以及人工智能等数字技术, 针对能源系统的实际状态展开全面细致的感知活动, 做到实时的监控以及动态的调控操作。除此之外, 建设的思路还要充分考虑到不同类型园区在功能定位以及能源需求方面存在的差异情况, 从而促使园区能源系统能够从原本分散且粗放的状态逐步向着更为集约并且高效的态势去演进发展。最终达成园区内部能源供需能够实现高度的匹配程度, 能源利用效率也能得到较为显著的提升效果, 同时运营管理也能完成智能化的升级转变。

2 系统架构与功能设计

2.1 智慧能源管理系统总体架构

智慧能源管理系统遵循集中管控以及分布协同的原

则来搭建其架构，具体构建起“感知层-传输层-平台层-应用层”这样的四级结构体系。感知层会部署多种智能终端设备，借助这些设备来采集用能方面的数据，从而达成对园区内各类能源系统运行状态进行全时段且全方位感知的目的。传输层依靠稳定可靠的通信网络，以此来保障数据能够高效地进行传输，并且还能开展边缘处理相关工作。平台层对数据资源加以整合，同时构建起数据中心以及能效管理平台，进而实现对数据的存储、建模、分析等一系列操作，还能给予调度方面的支持。应用层是面向园区的用户以及管理者来服务的，会提供诸如能源监控、能效评估、碳排管控等多种功能模块，由此实现从底层的数据采集一直到高层的决策这一整个过程的闭环管理。

2.2 系统部署模式与网络结构

系统部署模式需要依据园区规模、功能布局以及能源结构的不同情况来灵活确定，可采用“集中式部署加上分布式管理”这样一种复合型的方式。把核心控制平台统一安排部署在园区智慧能源运营中心当中，借此达成数据的集成处理以及调度指令的下发目的；至于各类分布式能源子系统，其会凭借边缘计算网关来完成局部的优化操作以及协同控制事宜。在构建网络结构的时候，要打造出一个由光纤主干部分、无线通信环节还有物联网协议构成的多层级网络体系，以此来保证数据传输能够具备较高的可靠性并且延迟时间较短。就网络安全这块而言，得采用多级的身份验证手段、数据加密的相关技术以及访问控制的具体机制，从而确保系统在处于开放的那种条件下依然可以安全地运行。

2.3 功能模块设计

2.3.1 能源监测与计量系统

能源监测与计量系统属于智慧能源管理范畴内的基础部分，其主要是借助智能仪表、传感器以及边缘采集设备来达成对电、水、气、热等各类能源介质的精确监测以及实时采集的目的。该系统拥有远程读表、数据对时以及故障报警等多种功能，能够针对用能数据展开动态的统计分析工作，从而能够识别出用能过程中出现的异常情况以及波动呈现出的趋势，进而为后续的能效管理以及优化控制给予相应的数据方面的有力支撑。

2.3.2 多能协同与优化调度系统

多能协同与优化调度系统借助构建园区能源供需动态模型的方式，达成不同能源间的合理分配以及高效协同运行这一目标。该系统依据对园区用能负荷所做的实时预测以及历史数据展开的分析，同时结合能效约束、运行成本、碳排放指标等诸多维度的目标，运用多目标优化算法（像是遗传算法、粒子群优化、线性规划等等），针对电、热、冷、气等多种能源资源实施统一调度与动态调整操作，切实有效地解决了能源出现冗余、调配不够均衡以及调度存在滞后的诸多问题。此系统不但能够提高能源的利用效率并提升其经济性，而且还能依据用户需求的波动情况以及能源价格的变化状况实时地去优化调度策略，从而实现

经济性与可靠性之间的平衡状态。与此该系统还对分布式新能源（比如光伏、风能）以及储能装置的接入管理工作予以支持，借助灵活地去配置储能放电策略、开展削峰填谷以及负荷移位等一系列方式，进一步增强了整个能源系统的柔性调节能力以及运行稳定性，有力地推动了园区能源体系朝着低碳、高效、智能的方向不断升级发展。

2.3.3 能效评估与节能控制系统

该系统把实时数据当作基础，针对园区里面的各类用能单元展开能效方面的评估工作，从而找出那些高能耗的区域以及低效运行的环节。在建立起能效基准模型之后，系统能够自动地生成节能优化方面的建议还有控制策略，并且还能与终端设备联动起来，去执行节能控制的相关指令，进而达成动态节能的目的。系统还能够依据季节的变化情况以及负荷的具体特性来对控制参数做出相应的调整，以此提高节能措施所具有的适应性以及实际效果。

2.3.4 碳排放监测与环保管理模块

碳排放监测模块会实时去采集园区里面各个能源系统的碳排放因子以及排放量，依照国家标准来自动算出碳排放的总量还有强度指标。该系统还能够支持可视化的展示以及趋势方面的分析，以此来帮助园区去制定碳减排的具体路径以及达标的相关方案。与此它还集成了环保管理方面的功能，针对排放源展开分类式的监管，并且和环保监管平台进行对接，达成数据上传以及合规评估的目的，进而推动园区朝着绿色低碳的发展目标去努力前行。

2.3.5 智能运维与故障预警系统

智能运维系统把设备健康管理以及运行风险预警功能整合到了一起。该系统会持续采集设备运行参数、环境变量等方面的数据，并且对其进行建模操作，进而达成对故障发展趋势的预测以及对异常行为的识别目的。一旦设备运行状态出现异常情况，系统能够自动启动报警机制，同时还会自动生成维护工单，并且和运维人员联动起来，促使他们去执行相应的处置流程。如此一来，便能让设备运行的可靠性得到显著提升，管理效率也得以大幅提高，同时还能够让非计划停运的风险有所降低。

2.3.6 数据分析与可视化平台

数据分析与可视化平台会把多源异构数据加以融合处理，借助图表、热力图、趋势曲线等手段来直观呈现园区能源的运行状态。该平台可支持自定义报表的生成以及指标的监控，方便用户针对用能状况展开多维度分析并实现决策优化。与此系统还给出了数据挖掘与人工智能算法接口，能够支持用户去开展能耗预测、行为分析以及运营模拟，进而为运营中心给予智能化的支持工具。

3 实施路径与运营管理机制

3.1 建设流程与阶段划分

园区综合能源智慧管理运营中心在建设方面，一般会划分成四个不同阶段来推进相关工作。首先是前期调研以及规划阶段，在这个阶段当中，重点是要去做能源结构方

面的调查事宜,同时还要对用户的实际需求展开相应的分析,并且要明确好目标定位等相关事项。接着是系统设计以及建设阶段,在此阶段,需要完成软硬件方面的选型工作,另外还要开展架构设计方面的相关事宜,当然功能配置方面的工作也同样不能忽视。然后进入到试运行以及优化阶段,在这一阶段里,关键是要把系统联调这项工作做好,与此参数优化以及功能验证这两项工作也是需要重点关注的。最后是正式运行以及运维阶段,在这个阶段,日常维护方面的工作得切实抓好,数据分析方面的事情也得认真去落实,持续优化相关事宜同样必不可少,只有这样才能保证系统能够实现长期、稳定且高效的运行状态。

3.2 软硬件集成与平台搭建

系统建设当中,软硬件集成属于极为关键的核心环节。这一环节涉及多种多样的设备协同集成,像传感器、智能仪表、控制终端以及通信设备等都包含在内,当然还有平台软件。在平台搭建这件事情上,得依照模块化、开放性还有扩展性这些原则来着手构建统一的数据管理平台以及业务应用系统,进而达成各类能源数据和业务流程能够无缝对接起来的目的^[1]。该系统务必要支持标准通信协议以及相应的接口,以此来保证不同厂商所生产的设备之间能够实现互联互通,并且能够得到统一化的管理。

3.3 设备接入与数据对接

在设备接入这个环节当中,得依据园区里面现有的能源设备的具体类型以及它们所具备的通信能力状况,去制定出一套统一的接入方面的规范,同时还要制定好相应的数据采集方面的策略。借助边缘计算节点还有协议转换模块这两样东西,达成把各类老旧设备的数据接入起来并且实现兼容整合这样的目的。就数据对接这一方面而言,务必要将数据的格式、采集的频率以及质量所要达到的标准都给明确清楚了,以此来确保平台所拥有的数据具备完整性、实时性以及一致性这些特点,进而能够为上层开展决策分析相关工作给予可靠的数据方面的基础支撑。

3.4 运营管理制度与人员配置

要让系统能够高效、稳定并且可以持续地运行下去,就需要去构建一套运营管理制度,这套制度要把系统运行、设备维护、数据管理、能效优化以及故障响应等全生命周期各个环节都涵盖进去^[2]。在这个制度当中,得把各个岗位的职责分工说清楚,业务流程的标准也要明确,信息传递的机制和应急响应的策略同样需要确定下来,以此来保证运维工作有系统性并且是高效的。还得建立起科学的绩效考核以及激励机制,把能源使用效率、系统运行稳定性、故障响应时效还有数据完整性这些核心指标都纳入到评估体系里,促使管理朝着规范化的方向发展,实现流程化操作,并且达到精细化的程度。在人员配置这块,要根据系统的规模、功能模块复杂的程度以及技术集成的水平来合理设置岗位结构,配备那些有着能源工程背景的系统管理人员、对信息系统运维比较熟悉的 IT 技术人员,还有

掌握能耗分析以及建模能力的数据分析师等关键人物,进而构建起一支技术上复合、职责上清晰、协同起来高效的运维团队,从而达成园区综合能源智慧管理中心能够长期稳定地运行并且不断优化的目标。

3.5 网络安全与数据保护措施

网络安全对于智慧能源系统的稳定运行而言,属于基础保障以及前提条件范畴,其重要性在系统规划、建设、运维以及升级的各个阶段均有体现。要有效应对来自外部的网络威胁以及内部的信息安全隐患,就需要构建以纵深防御作为核心的多层次安全防护体系,该体系包含物理安全、边界防护、入侵检测、访问控制、身份认证、日志审计以及数据加密等关键环节,进而形成将事前防御、事中监控以及事后追溯相互结合的全流程防护机制,以此来有效抵御恶意攻击、病毒植入以及非法入侵等安全事件。在数据保护方面,要依据数据的重要程度以及敏感程度,制定出科学的数据分类分级管理策略,针对核心运行数据、用户隐私数据以及能效决策数据实施差异化的访问权限控制、传输加密以及存储隔离机制,并且还要建立起定期备份以及灾难恢复体系,保证关键数据在遭受破坏或者丢失的时候具备可追溯性以及可恢复性^[3]。所有的网络安全与数据保护措施都应当严格依照国家《网络安全法》《数据安全法》等相关法律法规以及行业标准来执行,确保园区综合能源智慧管理系统在开放性与互联性持续增强的过程中,始终拥有强大的安全韧性以及数据保障能力。

4 结语

园区综合能源智慧管理运营中心是推动园区能源数字化转型以及绿色低碳发展的重要载体,在战略层面有着重要意义,并且具备实际应用价值。本文全面深入地探讨了其建设思路、系统架构、功能设计以及实施机制等方面,给出了一套基于信息技术与能源技术相互融合的综合解决办法。在往后的日子里,伴随技术持续向前演进以及相关政策不断推进落实,园区能源智慧管理于多能融合、智能调度、低碳运维等诸多方面都将迈向更高的水准,进而为构建起绿色、安全、高效的新型园区能源体系贡献出自己的力量。

基金项目:河北省分布式能源应用技术创新中心资助项目(SG20182050)。

[参考文献]

- [1]郝阳.高耗能工业园区综合能源管理方法研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2024.
- [2]李欣欣.计及碳排放的园区综合能源管控平台设计与开发[D].济南:山东建筑大学,2024.
- [3]席周成.园区综合能源系统能源管理优化研究[D].武汉:华中科技大学,2024.

作者简介:刘聪硕(1991.2—),毕业于河北工程大学科信学院,电子信息工程,单位:河北鲲鹏电力工程咨询有限公司,电气二次设计,工程师。