

基于物联网的分布式储能设备智能监控方案

夏思东

杭州研智科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：随着能源行业的飞速发展，分布式储能在提升能源利用效率、保障能源供应稳定性方面的作用日益凸显。但分布式储能设备分布广泛且分散，传统监控方式面临诸多挑战。一方面，数据采集效率低，无法实时获取设备状态，难以及时发现故障隐患；另一方面，不同品牌、型号设备通信协议不统一，导致系统集成困难，难以实现集中化、智能化管理。基于此，本文针对基于物联网的分布式储能设备智能监控方案展开深入分析。从物联网技术、储能设备原理等基础理论出发，精心设计涵盖系统架构、通信网络的总体监控方案，详细规划数据采集传输、设备状态监测、数据分析决策等功能模块。并提出方案实施步骤、性能保障措施。以期实现对分布式储能设备的实时、精准监控，提升设备管理效率，保障能源稳定供应，为能源行业智能化发展提供技术支撑与实践参考。

关键词：物联网；分布式储能设备；智能监控；能源管理

1 引言

在“双碳”目标引领下，全球能源领域正经历深刻变革，分布式储能作为平衡能源供需、稳定电网运行的关键环节，其重要性愈发凸显。可再生能源大规模接入电网，给电力系统的稳定性和可靠性带来挑战，分布式储能设备可在用电低谷时储存电能，高峰时释放，有效缓解电力供需矛盾，促进能源高效利用。但目前，分布式储能设备的监控面临诸多难题。设备星罗棋布，地域跨度大，依赖人工巡检不仅耗时费力，还难以保证及时性，设备故障难以及时排查修复。同时，不同厂商的设备在通信协议、数据格式上各不相同，难以互联互通，无法实现统一的智能化管理，限制了分布式储能系统整体效能的发挥。物联网技术的成熟，为打破这些困境提供了新路径。通过物联网构建智能监控方案，能让分布式储能设备监控管理更高效，对推动能源清洁化、智能化转型意义深远。

2 关键技术基础

2.1 物联网技术核心要点

物联网技术通过各类传感器、通信模块等，将物理世界中的设备、物品连接到互联网，实现数据的采集、传输与交互。其核心在于感知层，众多传感器像环境传感器、电量传感器等，负责采集分布式储能设备的运行数据，如温度、电压、电流等，为监控提供基础信息。网络层是数据传输的桥梁，运用Wi-Fi、4G/5G、LoRa等通信技术，将感知层收集的数据快速、稳定地传输到平台层。其中，低功耗广域网技术LoRa适合远距离、低速率数据传输，可满足偏远地区储能设备的数据回传；而5G凭借高速率、低延迟特性，能保障大量数据实时、精

准传输。平台层则承担数据处理、存储与分析任务，借助云计算、大数据技术，对海量数据深度挖掘，为设备监控与管理决策提供有力支持，实现对分布式储能设备的智能化、精细化管控^[1]。

2.2 分布式储能设备工作原理

分布式储能设备是将电能以化学能、电磁能等形式储存起来，在需要时释放的装置。在分布式能源系统里，当光伏发电量过剩，多余电能可充入储能设备；用电高峰或光伏电力不足时，储能设备放电补充，稳定电力供应。同时，其还具备功率调节功能，能根据电网需求，快速调整充放电功率，参与电网的频率和电压调节，增强电网稳定性。不同类型的分布式储能设备，如超级电容器储能响应速度快，适用于短时间、大功率的电能存储与释放场景；而抽水蓄能容量大、成本相对较低，在大规模储能调峰领域发挥重要作用。

2.3 智能监控基础理论知识

智能监控以数据为驱动，融合自动化控制、机器学习、数据分析等多学科知识。基于自动化控制理论，通过预设的控制策略，依据储能设备的实时状态和电网需求，自动控制设备的充放电操作，确保设备运行在最佳状态。机器学习算法在其中用于数据挖掘与模式识别，如利用神经网络对设备运行数据进行分析，建立故障预测模型，提前判断设备潜在故障隐患。数据分析理论则帮助从海量运行数据中提取关键信息，通过统计分析、关联分析等方法，评估设备性能，找出设备运行规律，优化设备管理策略。例如，分析不同季节、时段的充放电数据，合理调整储能设备的充放电计划，提高能源利用效率，实现对分布式储能设备全方位、智能化的监控

与管理。

3 监控方案总体设计

3.1 设计原则与目标

本方案遵循可靠性、高效性、可扩展性和安全性原则进行设计。可靠性是方案的基石，选用高稳定性的硬件设备和成熟的通信技术，确保数据采集与传输的准确性和连续性，避免因设备故障或通信中断导致监控失效。高效性体现在数据处理和系统响应上，采用先进的数据处理算法和高性能服务器，快速分析处理海量设备数据，实时反馈设备状态，及时响应控制指令。可扩展性着眼未来，系统架构设计灵活，能方便地接入新的分布式储能设备，适应储能规模的扩大和技术的更新换代。安全性至关重要，从数据加密、访问权限控制等多方面保障设备和数据安全，防止数据泄露与非法操作^[2]。

3.2 系统架构设计

系统架构采用分层设计理念，分为感知层、网络层、平台层和应用层。感知层由大量分布在各个储能设备上的传感器和智能终端组成，负责采集设备的运行参数，如电压、电流、温度、SOC（荷电状态）等，这些传感器就像系统的“触角”，时刻感知设备状态。网络层作为数据传输的纽带，融合多种通信技术，近距离采用Wi-Fi、蓝牙实现设备与本地网关的连接，远距离则利用4G/5G、LoRa等技术将数据传输至云端服务器。这种混合通信方式兼顾了不同场景下的通信需求，保障数据稳定传输。平台层是系统的核心，承担数据存储、处理和分析任务。运用云计算技术搭建服务器集群，实现海量数据的高效存储与并行计算。通过大数据分析工具对采集的数据进行深度挖掘，建立设备状态模型和故障预测模型。应用层则为用户提供直观的交互界面，运维人员可通过PC端或移动端实时查看设备状态、接收报警信息，还能远程下达控制指令，实现对分布式储能设备的便捷管理。

3.3 通信网络规划

通信网络规划综合考虑分布式储能设备的分布特点和数据传输需求。对于集中式的储能电站，采用有线通信方式，如光纤以太网，利用其高速、稳定的特性，保障大量数据的可靠传输，满足实时性要求高的监控数据传输。在分布式储能设备较为分散的场景，如居民分布式储能、偏远地区储能站点，引入无线通信技术作为补充。4G/5G网络适用于数据量较大、对实时性要求较高的设备，确保数据快速上传至监控平台；LoRa低功耗广域网技术则凭借其远距离传输、低功耗、低成本的优势，负责采集对实时性要求相对较低但分布广泛的设备数据。

4 功能模块详细设计

4.1 数据采集与传输模块

数据采集与传输模块是整个智能监控方案的信息源头和传输纽带。在数据采集环节，依据分布式储能设备的运行特性，部署多样化传感器。电压、电流传感器实时捕捉设备的电信号参数，精准反映充放电状态；温度传感器密切监测电池组温度，防止因过热引发安全隐患；荷电状态（SOC）传感器则用于测量电池剩余电量，为合理调度提供关键依据。这些传感器被巧妙安装在储能设备的关键部位，以确保采集数据的准确性与全面性。采集到的数据需高效传输至监控平台。模块采用混合传输策略，对于实时性要求极高的控制指令和关键状态数据，借助4G/5G等高带宽、低延迟网络，实现毫秒级传输，保障设备响应及时性。而对于大量的历史运行数据和非关键信息，可利用LoRa等低功耗广域网技术，在保证数据完整性的同时，降低传输成本和功耗^[3]。为提升数据传输稳定性，采用数据缓存与重传机制。当网络出现短暂波动时，数据先缓存于本地，待网络恢复后自动重传，确保数据不丢失，使监控平台能获取完整、连续的设备运行数据，为后续分析与决策筑牢基础。

4.2 设备状态监测模块

设备状态监测模块是时刻紧盯分布式储能设备运行状况的“瞭望塔”。通过实时采集的数据，运用阈值判断法，对设备关键参数设定合理阈值范围。一旦电压、电流、温度等参数超出阈值，系统立即发出预警信号，提示运维人员设备可能存在异常。同时，利用数据分析算法对设备运行数据进行趋势分析。通过绘制历史数据曲线，预测设备性能变化趋势，提前发现潜在故障隐患。

4.3 数据分析与决策模块

数据分析与决策模块是智能监控方案的“智慧大脑”，深度挖掘采集数据的价值，为设备管理提供科学决策依据。运用数据挖掘算法，对海量历史数据进行关联分析，找出设备运行参数之间的潜在关系。例如，分析不同季节、时段的充放电功率与环境温度、电价政策的关联，为优化充放电策略提供参考。基于数据分析结果，构建智能决策模型。该模型根据电网实时需求、储能设备状态以及电价波动等因素，自动生成最优充放电方案。在电价低谷时段，控制储能设备充电；高峰时段放电，实现削峰填谷，降低用电成本的同时，提升电网稳定性。同时，针对设备故障诊断，利用机器学习算法建立故障诊断模型，通过对比正常运行数据与故障数据特征，快速准确判断故障类型和位置，为运维人员提供详细的故障处理建议，大幅缩短故障排查与修复时间，

提高分布式储能设备的运维效率和可靠性,推动能源系统智能化运行^[4]。

5 方案实施与性能保障

5.1 实施步骤与流程

方案实施遵循严谨的步骤与流程,确保系统顺利搭建与稳定运行。在前期准备阶段,对分布式储能设备进行全面清查,梳理设备型号、数量、地理位置及通信接口等信息,据此制定详细的设备接入计划。同时,完成监控平台硬件设备的选型与采购,搭建服务器集群,安装操作系统和基础软件,为后续工作奠定基础。

在设备接入与调试环节,按照接入计划,依次将储能设备与感知层的传感器、智能终端连接,并接入通信网络。对每台设备进行通信测试,确保数据能准确传输至监控平台。利用模拟数据对数据采集与传输模块、设备状态监测模块进行初步调试,检查数据显示的准确性和预警功能的有效性。

5.2 安全性与可靠性保障措施

安全性与可靠性是分布式储能设备智能监控系统的生命线。在数据安全方面,采用加密传输技术,对传输中的数据进行加密处理,防止数据在传输过程中被窃取或篡改。在监控平台存储数据时,采用多重加密存储,设置严格的访问权限,只有授权人员才能访问特定数据,保障数据不泄露。针对设备安全,在硬件层面,选用高品质、高可靠性的设备和部件,提高设备自身抗干扰能力和稳定性。安装过压、过流、过热保护装置,当设备运行参数异常时,自动切断电路,避免设备损坏。在软件层面,设置多重安全防护机制,定期进行漏洞扫描与修复,防止恶意软件入侵。为保障系统可靠性,采用冗余设计。在通信网络中设置备用链路,确保数据传输不间断。在服务器集群中,采用冗余服务器,保证系统持续运行。同时,建立完善的故障预警与应急处理机制,实时监测系统运行状态,一旦发现故障隐患,及时发出预警并启动应急预案,最大限度降低故障影响。

5.3 性能测试与优化策略

性能测试是评估系统是否满足设计要求的关键环节。采用专业测试工具,模拟不同规模的分布式储能设备接入,对系统的数据处理能力、响应时间、通信带宽利用率等性能指标进行测试。在数据处理能力测试中,

向系统注入大量实时数据,监测平台能否在规定时间内完成数据存储、分析与处理。根据性能测试结果制定针对性优化策略。若数据处理速度慢,可优化服务器配置,增加内存、升级处理器,或优化数据处理算法,提高数据处理效率^[5]。同时,定期对系统进行性能评估,根据实际运行情况不断调整优化策略,确保系统始终保持良好性能,满足分布式储能设备智能监控的需求,为能源系统的稳定运行提供有力支撑。

6 结语

本文围绕基于物联网的分布式储能设备智能监控方案展开研究,成功搭建完整的监控体系,涵盖总体设计、功能模块开发以及实施保障措施。实现了对分布式储能设备高效的数据采集、实时状态监测与智能分析决策,有效解决了传统监控方式的效率低下、系统集成难等问题,大幅提升了设备管理水平,保障能源稳定供应。但研究仍存在一定局限。一方面,面对复杂多样的应用场景和储能技术的快速迭代,方案在兼容性和扩展性上还有提升空间,难以完全适配新型储能设备与特殊工况。另一方面,物联网安全防护虽有布局,但随着网络攻击手段日益复杂,数据安全和设备防护需进一步强化。展望未来,随着物联网、人工智能等技术的不断突破,有望持续完善监控方案。后续可深入研究跨平台兼容技术,加强网络安全防护体系建设,为能源行业智能化发展提供更有力的支持。

参考文献

- [1]李东波,饶桐,杜肖,张岩,蒋绍华.基于物联网的变电站设备监控与故障预防[J].机电产品开发与创新,2025,38(1):131-133.
- [2]宋晓栋,魏巍.面向智能电网设备监控的物联网系统设计[J].通信电源技术,2024,41(13):34-36.
- [3]邓少寅,曹宇超.分布式光伏电站电能智能计量与监控系统研究[J].通信电源技术,2024,41(9):25-27.
- [4]郑宇,程乐峰,孟科,余涛,张睿,李正佳.能源互联网分布式设备协调控制软件系统平台方案设计[J].新型工业化,2016,6(11):15-34.
- [5]孙嘉杰,王慧琦,赵洪生,肖雨亭,邹璨.基于物联网技术的智能电力系统远程监控与管理平台设计与实现[J].电气技术与经济,2024(7):278-280.