

面向复杂用电环境的用电信息采集稳定性优化策略

张晓东

江阴长仪集团有限公司 江苏 江阴 214432

摘要: 在电力系统智能化发展进程中,用电信息采集系统是支撑智能电网高效运行的关键环节,对电力供应的精确控制与管理意义重大。但当下复杂的用电环境,如高谐波干扰的工业场所、通信条件恶劣的偏远区域等,严重威胁着用电信息采集的稳定性,诸如数据丢包、采集偏差等问题频发。

关键词: 复杂用电环境;用电信息采集;稳定性提升;优化策略;智能电网

引言:用电信息采集系统作为智能电网的神经末梢,负责实时、准确地收集用户的用电数据,是实现电力精细化管理的基础。通过对海量用电数据的深度分析,电力企业能够精准掌握用户的用电规律和需求,实现科学合理的电力调度、优化电费结算方式、开展有效的需求侧管理等。然而,现实中的用电环境千差万别,复杂多变。在工业生产领域,大量的电力电子设备产生的电磁干扰,严重影响了采集设备的数据传输质量;在偏远山区和农村地区,由于地理环境的限制,通信网络覆盖不足,导致数据传输不畅;而在商业和居民混合区域,用电负荷的多样性和波动性,也给准确的用电信息采集带来了诸多挑战。

1 优化用电信息采集稳定性的经济与社会价值

优化用电信息采集稳定性具有显著的经济与社会价值。从经济层面看,稳定的采集系统能减少因数据不准确、采集中断导致的电力资源错配,降低企业运营成本。电力公司可依据精准数据制定更合理的发电、输电计划,避免过度发电或电力不足情况,提高能源利用效率,节约能源采购资金。在社会层面,这有助于保障电力供应的可靠性。居民能享受稳定的用电服务,减少停电次数与时长,提升生活质量;工业生产因电力稳定得以持续高效运转,避免因电力不稳造成的生产停滞与设备损耗,推动社会经济平稳发展,维护社会秩序稳定,对构建和谐社会意义非凡。

2 复杂用电环境对用电信息采集系统的影响分析

2.1 复杂用电环境的特征

复杂用电环境呈现多元特征。地理环境差异显著,山区地势复杂,用电分布零散,电力设施建设与维护难

度大;城市用电集中且负荷高,各类电器设备交织;农村用电则具有季节性、分散性特点。分布式能源接入使情况更复杂,光伏受光照、风电受风力影响,其发电不稳定,并入电网后易造成电压波动。通信干扰因素丛生,工业场所中大量电力电子设备产生的电磁干扰,会破坏通信信号;而在网络使用高峰时段,网络拥堵致使通信延迟,影响用电信息的及时传输,这些因素共同构成了复杂用电环境的独特面貌。

2.2 系统稳定性问题的具体表现

在复杂用电环境下,系统稳定性问题频发。数据采集成功率低,常因信号不佳或设备故障,导致大量用电数据无法准确采集。数据延迟或丢失情况也屡见不鲜,使得电力公司难以及时掌握用户用电情况。通信中断频率增加,一旦遭遇强电磁干扰或网络拥堵,通信链路就会中断。误码率升高,干扰让传输数据出现错误,降低数据准确性。设备长期在复杂环境中运行,故障率上升,频繁维修不仅耗费人力物力,还增加了维护成本,严重影响用电信息采集系统的稳定运行。

2.3 影响因素的关联性分析

复杂用电环境下,各影响因素紧密关联。通信网络质量直接关乎数据传输可靠性,优质网络可保障数据快速、准确传输,减少延迟与丢失;一旦网络拥堵或受干扰,数据传输就会受阻。设备抗干扰能力与数据采集精度紧密相连,抗干扰能力强的设备,能在复杂电磁环境下稳定工作,保证采集数据精准;若设备易受干扰,采集精度必然下降。系统架构也影响稳定性,合理分层分布式架构利于分散风险,降低局部故障影响,方便维护管理;不合理架构则会增加维护难度,提高设备故障率,削弱系统稳定性。

3 用电信息采集系统稳定性优化策略

3.1 通信技术优化

在复杂用电环境中,通信技术优化至关重要。多模

作者简介: 张晓东(1984年11月11日—),男,汉族,江苏如东人,本科,高级工程师,2007年毕业于淮海大学电子信息工程专业。研究方向:用电信息采集及电能计量。

通信技术融合可显著提升通信可靠性, 光纤以其高速、大容量及抗干扰优势, 适用于数据传输量大的核心区域; 无线载波则在长距离、复杂地形下能较好覆盖; 微功率无线方便在用户端灵活部署, 多种技术协同互补。通信协议优化方面, 低功耗广域网LPWAN能耗低、覆盖广, 适合偏远地区数据传输; MQTT协议凭借轻量级、灵活特性, 有效提升数据传输效率。冗余通信路径设计是保障通信不间断的关键, 通过备份线路与多通道切换, 当主通信链路遭遇干扰或故障时, 系统能迅速切换至备用链路, 确保用电信息采集数据传输的持续稳定。

3.2 数据处理与存储优化

数据处理与存储优化能增强系统性能。边缘计算技术将数据预处理与故障研判下沉至本地, 大幅减少数据传输量, 提高响应速度, 快速处理异常用电情况。数据压缩与加密传输, 利用先进压缩算法减少带宽占用, 同时加密确保数据在传输过程中的安全, 防止数据泄露。数据质量检测与自动校正, 通过智能算法识别异常值, 分析其产生原因并自动修复, 如电压、电流数据出现突变时, 系统可快速定位并校正, 保障用电数据的准确性, 为电力公司后续分析与决策提供可靠依据。

3.3 设备可靠性提升

设备可靠性提升是稳定采集的基础。高质量传感器与采集终端选型尤为关键, 选用精度高、稳定性强的设备, 能精准采集各类用电参数, 减少误差。冗余设计与备份设备配置可降低设备故障影响, 当主设备出现问题时, 备份设备立即投入工作, 保障采集工作不间断。设备抗干扰能力增强可通过电磁屏蔽与滤波技术实现, 为设备添加屏蔽罩阻挡外部电磁干扰, 利用滤波电路滤除杂波, 使设备在复杂电磁环境下稳定运行, 减少故障发生概率, 提升用电信息采集设备的整体可靠性。

3.4 系统架构优化

系统架构优化有助于提高系统整体性能。分布式架构设计实现负载均衡, 将采集任务分散到多个节点处理, 避免单点故障, 当某一区域用电数据量剧增时, 系统自动调配资源, 保障数据处理高效; 同时实现故障隔离, 局部故障不影响其他区域正常工作。模块化与可扩展性使系统能轻松适应不同规模与需求, 根据用户数量增长、新业务拓展, 灵活添加或更换功能模块。动态资源调度依据用电负荷实时调整系统资源分配, 用电高峰时加大数据处理与传输资源投入, 确保用电信息及时准确采集。

3.5 维护管理优化

维护管理优化保障系统长期稳定运行。定期巡检与故障预警机制通过定时检查设备状态, 利用智能算法分

析设备运行数据, 提前发现潜在故障隐患并预警, 降低设备突发故障概率。用户培训与技术支持提升用户操作规范性, 减少因用户误操作引发的系统问题, 提高用户用电体验。数据分析驱动的维护决策, 借助历史数据挖掘设备故障规律, 预测设备故障时间, 合理安排维护计划, 提高维护效率, 降低维护成本, 确保用电信息采集系统稳定运行。

3.6 政策与标准支持

政策与标准支持为用电信息采集系统发展提供保障。完善用电信息采集系统相关技术标准, 统一设备接口、通信协议、数据格式等, 促进不同厂家设备互联互通, 提高系统兼容性与稳定性。推动跨区域协同维护机制建设, 打破地域限制, 整合各方维护资源, 在发生重大故障时能快速响应、协同处理。强化数据安全与隐私保护法规, 规范数据采集、存储、传输与使用流程, 增强用户对系统信任, 为用电信息采集系统的广泛应用与持续发展营造良好政策环境。

4 优化策略的协同性与可行性分析

4.1 技术协同性

通信技术、数据处理与设备可靠性的协同优化机制是提升用电信息采集稳定性的关键。通信技术负责数据传输, 为数据处理提供“运输通道”, 其稳定性决定了数据能否及时、准确抵达处理环节。数据处理技术则对采集到的数据进行分析与校正, 确保数据质量, 这又反过来要求通信传输的数据真实可靠, 二者相互依存。设备可靠性保障了数据采集源头的稳定, 只有可靠的设备采集到准确数据, 通信与数据处理才有意义。同时, 系统架构与维护管理存在紧密的联动效应。合理的系统架构方便维护管理, 如分布式架构利于故障隔离, 降低维护难度; 而高效的维护管理能及时发现并解决架构运行中出现的问题, 保障系统架构持续稳定运行, 各环节相辅相成, 共同提升系统性能。

4.2 经济可行性

优化策略的成本效益分析显示出良好的经济可行性。设备升级虽需前期投入一定成本, 购置高精度传感器、抗干扰能力强的采集终端等, 但从长远看, 能大幅降低维护成本。因设备可靠性提升, 故障发生次数减少, 维修频次与时长降低, 人力、物力资源消耗随之下降。同时, 稳定的用电信息采集助力电力公司精准调度, 减少能源浪费, 带来潜在经济效益。在资金保障方面, 政府补贴与企业自筹结合的模式切实可行。政府为推动智能电网建设, 对用电信息采集系统优化给予补贴, 减轻企业资金压力; 企业通过自身盈利积累与合理

融资, 自筹部分资金, 双管齐下, 为优化策略的实施提供充足资金保障, 确保项目顺利推进。

4.3 社会可行性

用户接受度与操作便利性是社会可行性的重要考量。简化用户界面, 采用直观易懂的设计, 降低用户使用门槛, 如家庭用户能轻松查看用电信息、操作相关设备, 提升用户体验, 进而提高用户对用电信息采集系统优化的接受度。政策支持为行业协作搭建了桥梁, 电力公司与通信运营商的合作成为可能。在政策引导下, 双方可共享通信资源, 通信运营商为电力公司提供更优质通信服务, 电力公司则为通信运营商拓展业务场景, 双方优势互补, 共同推动用电信息采集系统在复杂环境下的稳定性提升, 促进智能电网与通信行业协同发展, 具有广泛的社会可行性。

5 优化策略的实施路径与保障措施

5.1 实施路径

(1) 短期: 现有系统升级

短期内, 主要围绕现有系统升级展开。将易受干扰、性能欠佳的通信模块, 替换为抗干扰能力强、传输效率高的模块, 减少通信中断, 保障数据传输稳定。同步优化数据处理算法, 借助先进算法快速清洗数据, 精准识别并修正异常值, 提升数据质量。对采集终端设备开展全面维护, 更新软件、检修硬件, 消除潜在隐患, 以最小成本投入, 快速提升现有系统性能, 保障用电信息采集工作稳定、高效开展, 为后续深入优化奠定基础。

(2) 中期: 新技术试点应用

步入中期, 积极推进新技术试点。在数据传输需求大的区域引入5G通信技术, 凭借其高速率、低延迟特性, 实现用电数据实时快速传输, 提高采集效率。同时, 运用AI故障诊断技术, 通过对设备运行数据深度分析, 构建故障预测模型, 提前精准判断设备故障, 及时安排维护, 降低设备故障率。在试点中总结经验, 优化技术应用, 为后续大规模推广做好充分准备。

(3) 长期: 系统重构与标准化建设

从长期来看, 需对系统进行重构与标准化建设。构建全新分布式架构, 实现负载均衡, 隔离故障, 增强系统稳定性与扩展性。依据统一技术标准, 规范设备接口、通信协议和数据格式, 促进系统与设备互联互通。搭建统一数据管理平台, 实现数据集中存储、分析与共享。经长期努力, 打造出性能卓越、兼容性强、便于维护的用电信息采集系统, 契合智能电网长远发展需求。

5.2 保障措施

(1) 技术保障

技术保障依赖产学研紧密合作来推动创新。高校与科研机构专注前沿研究, 凭借理论知识与实验资源, 针对复杂用电环境难题, 研发新型通信、数据处理及设备技术。电力企业深度参与, 依据实际运营反馈, 让研究成果贴合行业需求。三方合力加速技术成果转化, 将新研发的高效抗干扰通信技术、精准数据处理算法等, 快速应用于用电信息采集系统, 持续为系统稳定性优化提供坚实技术支撑, 助力攻克技术难关。

(2) 资金保障

资金保障采取政府补贴与企业自筹协同模式。政府基于智能电网战略意义, 设立专项补贴资金, 减轻企业优化系统的资金压力, 激发企业积极性。企业一方面从日常运营盈利中合理预留资金, 另一方面拓展融资途径, 如向金融机构申请贷款、发行企业债券等。通过政府与企业双渠道发力, 确保在系统升级、新技术试点及长期重构等各阶段, 都有充足资金保障项目稳步推进, 为优化工作提供有力资金后盾。

(3) 人才保障

人才保障重点在于强化专业技术人才培养。电力企业联合高校开设针对性专业课程, 围绕用电信息采集的通信、数据、设备运维等知识, 系统培育专业人才。同时, 定期组织企业内部培训, 邀请行业专家讲学, 分享前沿技术与实践经验, 提升员工技能。鼓励员工参与行业交流与技能认证, 营造良好学习氛围。经内外部培养, 打造一支技术过硬、业务精通的人才队伍, 为系统稳定性优化注入核心动力。

结语

在复杂用电环境的挑战下, 用电信息采集稳定性优化迫在眉睫。本文从复杂用电环境特征、稳定性问题表现及影响因素出发, 深入探讨了通信技术、数据处理、设备可靠性等多维度的优化策略。通过短期现有系统升级、中期新技术试点应用以及长期系统重构与标准化建设的实施路径, 配合技术、资金、人才的全方位保障措施, 有望显著提升用电信息采集的稳定性。这不仅助力电力企业实现精准电力调度、降低运营成本, 更能为用户提供稳定可靠的电力服务, 推动智能电网向更高水平发展。

参考文献

- [1]赵强,孙丽.分布式能源接入对用电信息采集系统稳定性的影响及优化[J].电力科学与技术学报,2021(5):78-84.
- [2]张伟,李明.复杂环境下用电信息采集系统的抗干扰技术研究[J].电力系统自动化,2023(12):45-51.
- [3]王芳,陈刚.基于多模通信的用电信息采集系统稳定性提升方案[J].电网技术,2022(8):12-18.