

# 智能电网背景下电力监控系统的智能化升级路径分析

张 慧 张 璇

内蒙古电力(集团)有限责任公司薛家湾供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

**摘 要:** 智能电网背景下, 电力监控系统面临功能与性能的双重升级需求。本文深入分析智能电网对电力监控系统的核心需求, 包括功能需求升级与性能指标要求。从感知层、网络层、平台层、应用层四方面提出智能化升级技术路径, 并给出强化核心技术研发、优化管理体系、培养人才队伍、拓宽融资渠道、优化政策监管等保障措施, 旨在为电力监控系统智能化升级提供全面参考。

**关键词:** 智能电网; 电力监控系统; 智能化升级; 物联网

引言: 智能电网作为能源领域的发展趋势, 其双向互动、分布式能源接入等特性, 对电力监控系统提出更高要求。传统电力监控系统已难以适应智能电网复杂场景, 功能与性能亟待升级。在此背景下, 探究电力监控系统智能化升级路径, 对保障智能电网安全稳定运行、提升能源利用效率、推动能源转型具有重要意义, 本文将就此展开深入分析。

## 1 智能电网对电力监控系统的核心需求分析

### 1.1 功能需求升级

智能电网的双向互动、分布式能源接入等特性, 推动电力监控系统功能需求全面升级。传统监控系统以数据采集和故障报警为主, 已无法适配智能电网的复杂运行场景。升级后的系统需具备全场景感知功能, 不仅能监测发电、输电、配电、用电各环节的运行参数, 还需精准捕捉分布式光伏、储能系统、电动汽车充电桩等多元主体的实时状态。同时, 要实现主动预警与故障溯源功能, 通过对运行数据的实时分析, 提前识别线路过载、设备老化等潜在风险, 并快速定位故障点及影响范围<sup>[1]</sup>。另外, 需强化协同控制能力, 基于全局运行状态动态调整分布式电源出力、储能充放策略及用户用电模式, 实现源网荷储协同优化, 保障电网在高比例新能源接入场景下的安全稳定运行, 支撑智能电网的灵活调度与高效运行。

### 1.2 性能指标要求

智能电网海量数据处理与实时调控需求, 对电力监控系统性能指标提出严苛要求。数据处理能力方面, 系统需具备每秒百万级数据的采集与处理能力, 适配新能源发电、用户用电等多源数据的爆发式增长, 确保数据传输无延迟、无丢失。实时响应性能上, 针对电网故障、功率波动等突发情况, 系统从数据采集、分析到发出控制指令的总延迟需控制在毫秒级, 保障对故障的快

速隔离与电网运行状态的即时调整。可靠性指标要求系统全年平均无故障运行时间不低于8760小时, 具备冗余备份机制, 在单一设备或链路故障时能快速切换, 避免监控中断。系统需具备高度扩展性, 支持新增分布式电源、微电网等监控对象的无缝接入, 同时满足不同区域电网监控规模扩大的需求, 为智能电网的规模化发展提供稳定性能支撑。

## 2 电力监控系统智能化升级技术路径

### 2.1 感知层升级: 多源异构数据融合

感知层作为电力监控系统的数据源头, 升级核心在于构建多源异构数据融合体系。通过部署高精度传感设备实现数据采集维度拓展, 在输电线路部署微风振动传感器、覆冰传感器, 在配电台区安装智能电表、电压电流传感器, 同时接入新能源电站的发电数据、储能系统的充放数据及用户用电信息, 形成涵盖电、热、力、环境等多维度数据采集网络。针对不同来源、不同格式的数据, 采用标准化预处理技术, 通过数据清洗剔除噪声数据, 利用格式转换实现异构数据统一编码。构建基于深度学习的融合模型, 对结构化的设备参数数据与非结构化的视频监控数据、传感器波形数据进行深度融合, 挖掘数据间的关联关系。通过边缘节点实现部分数据的实时处理与本地决策, 减少冗余数据上传, 提升数据采集与处理的协同效率, 为后续智能分析提供高质量数据支撑。

### 2.2 网络层升级: 5G+TSN确定性传输

网络层升级以5G与TSN技术融合为核心, 构建确定性传输网络。依托5G技术的大带宽、低时延特性, 解决传统网络在海量数据传输中的带宽瓶颈, 实现监控数据的高速传输<sup>[2]</sup>。引入TSN时间敏感网络技术, 通过精确时间同步机制将网络节点时间偏差控制在微秒级, 为不同类型数据分配差异化传输优先级, 确保故障预警、控制

指令等关键数据的优先传输,保障传输时延的确定性。构建“骨干网+接入网”的分层网络架构,骨干网采用5G核心网与光纤网络协同模式,实现区域间监控数据的高速互联;接入网采用5G专网结合TSN技术,覆盖配电台区、新能源电站等终端节点,实现终端数据的实时接入。部署网络安全防护体系,通过加密传输、访问控制等技术防范数据传输过程中的安全风险,形成高速、可靠、安全的确定性传输网络,支撑监控系统的实时交互需求。

### 2.3 平台层升级:云边协同智能分析

平台层升级聚焦构建云边协同的智能分析架构,实现数据处理与分析能力的优化配置。边缘节点部署轻量级智能分析模块,针对实时性要求高的任务,如设备故障实时诊断、功率波动即时调控等,通过边缘计算快速完成数据处理与决策输出,减少数据传输至云端的延迟,提升本地响应速度。云端平台构建大规模数据存储与深度学习分析中心,利用云计算的强大算力对边缘节点上传的历史数据、全局运行数据进行深度挖掘,开展电网运行趋势预测、设备寿命评估、优化调度策略制定等非实时性任务。建立云边数据协同机制,边缘节点将处理后的关键数据上传至云端,云端将优化后的模型参数、控制策略下发至边缘节点,实现云边数据双向交互与能力互补。同时,搭建标准化数据中台,实现不同业务系统数据的互联互通,为上层应用提供统一的数据与算法支撑,提升平台的综合服务能力。

### 2.4 应用层升级:AI驱动的智能决策

应用层升级以AI技术作为核心驱动力,全力构建全场景智能决策体系,深度赋能电力监控系统各环节。在设备运维领域,借助先进的深度学习算法,对设备运行过程中产生的海量数据进行细致分析,构建精准的设备故障诊断模型。该模型能够敏锐捕捉设备振动、温度等关键参数的异常特征,提前发出故障预警,并精准定位故障点,为运维人员争取宝贵的维修时间。结合设备长期运行积累的历史数据,构建科学合理的设备寿命预测模型,提前预估设备剩余寿命,指导运维人员制定预防性维护计划,有效避免设备突发故障对电网运行造成的影响。在电网调度方面,搭建AI驱动的调度决策系统,该系统综合考量新能源发电预测数据、负荷数据以及电网实时运行状态等多方面因素,运用智能算法动态优化发电计划与输电方案,在确保电网安全稳定运行的前提下,实现经济运行,提高能源利用效率。在用电服务领域,通过用户用电行为分析模型,精准识别用户的用电习惯和需求,为用户提供个性化的用电建议,提升用户

用电体验。另外,构建智能应急决策模块,在面对电网故障、自然灾害等突发情况时,快速生成科学合理的故障隔离、负荷转移等应急方案,显著提升电网的应急处置能力。

## 3 电力监控系统智能化升级的保障措施

### 3.1 强化核心技术研发与应用

强化核心技术研发与应用是推动电力监控系统智能化升级的关键支撑。聚焦感知、传输、分析、决策等关键技术环节,设立专项研发基金,重点攻关高精度传感设备、异构数据融合算法、确定性传输协议、AI决策模型等核心技术,突破国外技术垄断。建立“企业+高校+科研机构”的协同研发机制,整合各方技术资源,开展联合攻关,加快技术研发进程<sup>[3]</sup>。搭建技术试点示范平台,选择不同规模、不同类型的电网场景开展试点应用,如在新能源富集区域试点多源数据融合监控系统,在城市配电网试点5G+TSN传输技术,通过试点验证技术可行性与适用性。建立技术成果转化机制,将成熟的研发成果纳入技术标准体系,推动技术规模化应用,同时加强知识产权保护,鼓励企业开展原创性技术研发,形成技术研发与应用的良好循环。

### 3.2 优化升级管理体系

优化升级管理体系为电力监控系统智能化升级提供制度保障。建立全流程管理机制,明确升级项目的规划、设计、实施、验收等各环节的责任主体与工作标准,确保升级工作有序推进。构建动态评估体系,制定涵盖技术性能、安全水平、运行效率等维度的评估指标,定期对升级后的系统进行评估,及时发现运行过程中存在的问题并进行优化调整。完善数据管理制度,规范数据采集、存储、传输、使用等各环节的管理要求,明确数据权属与使用规范,保障数据安全与合规使用。建立跨部门协同管理机制,加强电力企业内部运维、调度、技术等部门的沟通协作,同时强化与通信运营商、设备供应商等外部单位的协同配合,形成工作合力。此外,推行精益化管理模式,对升级项目的成本、进度、质量进行精细化管控,提升升级工作的整体效益。

### 3.3 培养复合型人才队伍

培养复合型人才队伍是电力监控系统智能化升级的人才支撑。构建多层次人才培养体系,针对现有技术人员开展智能化技术专项培训,内容涵盖AI算法、5G通信、云边协同等前沿技术,通过理论教学与实操训练相结合的方式,提升现有人员的技术能力。与高等院校合作开设电力智能化相关专业,优化课程设置,增设智能电网、电力监控系统、大数据分析等课程,培养具备扎

实理论基础的储备人才。建立人才引进机制，面向行业内外招聘具备电力系统知识与智能化技术背景的复合型人才，重点引进AI算法研发、网络安全、智能调度等领域的高端人才。搭建人才发展平台，设立技术攻关项目、技能竞赛等载体，为人才提供展示才华与成长的空间。完善人才激励机制，将技术成果、项目贡献与薪酬福利、晋升发展挂钩，激发人才创新创造活力。

### 3.4 拓宽多元融资渠道

拓宽多元融资渠道，是电力监控系统智能化升级不可或缺的资金保障举措。政府资金应充分发挥引导作用，一方面，积极争取国家在智能电网、新基建等重点领域的专项补贴资金，这些资金犹如“及时雨”，能为升级项目提供初始动力与关键支持；另一方面，地方政府需配套设立智能化升级专项基金，聚焦本地重点项目建设，精准发力，为项目的顺利推进筑牢资金基础。强化银行信贷支持也至关重要，电力企业要与商业银行建立长期稳定的合作关系，银行则需针对升级项目的独特特点，精心设计专项信贷产品，优化贷款审批流程，减少不必要的环节与时间成本，同时提供优惠贷款利率，降低企业融资成本，切实满足项目建设的中长期资金需求。鼓励社会资本参与是拓宽融资渠道的重要途径。通过PPP模式、特许经营等方式，吸引社会资本投入电力监控系统智能化升级项目。在此过程中，要明确各方权责与收益分配机制，保障社会资本的合法权益，让社会资本“放心投”“安心赚”。利用资本市场融资工具同样不可或缺，支持符合条件的电力企业通过发行债券、股票增发等方式募集资金，扩大直接融资规模。建立严格的资金使用监管机制，确保资金专款专用，提高资金使用效率，为升级项目的顺利推进提供稳定且充足的资金支持。

### 3.5 优化政策与监管环境

优化政策与监管环境，能为电力监控系统智能化升级营造良好的发展氛围。政府部门应出台针对性扶持政策，明确智能化升级的发展目标、重点任务与保障措

施，并将其纳入地方能源发展规划，为电力企业指明升级方向，引导其加大升级投入。完善技术标准体系是保障升级质量的关键，制定电力监控系统智能化技术规范、数据接口标准、安全防护标准等一系列标准，统一技术要求，规范升级过程。这不仅能保障系统的兼容性，使不同设备与系统之间无缝对接，还能提升系统的安全性，防止数据泄露与恶意攻击<sup>[4]</sup>。构建科学监管机制必不可少，建立线上线下相结合的监管平台，对升级项目的建设进度、技术应用、安全运行等情况进行动态监管，及时发现潜在问题并排查整改安全隐患，确保升级项目安全可靠推进。优化监管流程能提高项目推进效率，简化升级项目的审批环节，推行并联审批、告知承诺制等便捷服务，减少企业等待时间，加快项目落地速度。加强行业交流与合作同样重要，组织开展技术研讨会、经验交流会等活动，推广先进升级案例与技术成果，让企业相互学习、共同进步，营造协同发展的行业环境，推动电力监控系统智能化升级有序开展。

### 结束语

智能电网背景下电力监控系统的智能化升级是必然趋势。通过功能与性能需求分析，明确升级方向，从技术路径到保障措施，构建了全面升级体系。未来，随着技术发展，需持续优化升级策略，强化各环节协同。各方应共同努力，推动电力监控系统智能化升级，助力智能电网建设，为能源可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]吴志军.智能制造背景下拖动系统的优化与重构[J].自动化应用, 2023(4): 55-60.
- [2]孙韬备.智能电网中的电力工程关键技术研究[J].智慧中国,2025,(06):90-91.
- [3]宋帅.电力储能技术在智能电网中的应用与发展趋势[J].光源与照明, 2025, (05):247-250.
- [4]刘海成.智能电网中的电力系统自动化技术研究[J].光源与照明, 2024, (12):210-212.