

电力线损管理及线损率波动的解决方案

沈 娟

国网江苏省电力公司镇江三新供电服务有限公司 江苏 镇江 212001

摘 要：电力线损管理旨在降低能源传输损耗，面对线损率波动，需采取综合措施。技术层面，优化电网结构，采用低损耗设备，加强无功补偿；管理层面，完善抄表与数据采集流程，加强用电稽查，建立三级核查机制。同时，依托智能电表、大数据分析等技术，开发线损智能诊断平台，探索物联网管理新模式。通过这些策略，实现电力线损的有效管控，促进能源高效利用，保障电网经济、安全运行。

关键词：电力线损管理；线损率波动；解决方案

引言：电力线损管理作为电力系统运营管理的重要环节，对于提高能源利用效率、降低运营成本具有重要意义。然而，线损率波动一直是电力行业面临的难题，其受到电网结构、设备状况、管理水平等多重因素的共同影响。因此，探索和实践有效的电力线损管理及线损率波动解决方案，不仅是提升电力系统经济性和可靠性的关键，也是推动电力行业可持续发展的必然要求。本文旨在提出一系列针对性措施，以期为解决这一问题提供参考。

1 电力线损管理基础理论

1.1 电力线损的定义与分类

电力线损是指电能 在传输、分配和使用过程中，因各种损耗而产生的电能损失。按性质可分为技术线损和管理线损。技术线损是由电力系统的固有特性决定的，是电能 在输、变、配电设备中产生的损耗，如线路电阻损耗、变压器铁损和铜损等，其大小与设备参数、电网结构及运行方式相关，可通过技术手段优化但无法完全消除。管理线损则是因管理不善导致的损耗，包括计量误差、窃电、抄表疏漏等，可通过加强管理措施降低甚至避免。二者的核心区别在于：技术线损具有客观性和必然性，管理线损具有主观性和可控性。

1.2 线损率的计算方法

（1）理论线损与实际线损的计算方法。理论线损需通过潮流计算、负荷预测等方法，结合设备参数和运行数据，按线路、变压器等元件分别计算损耗后汇总。实际线损则通过供电量与售电量的差值计算，供电量是发电厂、变电站的出线电量总和，售电量是用户计量装置记录的用电量总和。（2）线损率的计算公式及影响因素。线损率计算公式为：线损率 = (供电量 - 售电量) / 供电量 × 100%。影响因素包括：技术方面有电网结构不合理、设备老化、负荷率偏低等；管理方面有计量装置精

度不足、抄核收流程漏洞、反窃电措施不力等^[1]。

1.3 线损管理的原则与目标

（1）线损管理的基本原则。遵循技术与管理并重原则，既要通过技术改造提升电网效率，又要强化制度建设；坚持分级负责，明确各部门、各层级的管理职责；注重降损增效与安全可靠的统一，避免盲目降损影响电网稳定。（2）线损管理的目标设定。短期目标为降低管理线损，减少计量差错和窃电现象，使线损率控制在计划范围内；中期目标通过电网改造和技术升级，降低技术线损，逐步接近理论线损水平；长期目标建立高效、智能的线损管理体系，实现线损率的动态优化，提升电力系统整体经济性。

2 电力线损管理现状及问题分析

2.1 线损管理的现状

（1）供电企业线损管理的组织结构。当前供电企业普遍建立多层级管理架构，总部设市场营销部或专门的线损管理中心，负责制定整体策略和指标分解；地市供电公司设线损专责岗位，协调调度、运维、营销等部门开展工作；基层供电所配备线损管理员，承担具体的抄表、数据统计及现场核查任务。部分企业引入跨部门协作机制，如成立线损攻坚小组，整合调度、计量、稽查等专业力量，但仍存在部门间信息壁垒，协同效率有待提升。（2）线损管理的制度与流程。多数企业已建立《线损管理办法》《线损指标考核细则》等制度，明确线损率指标的分解、统计、分析及考核流程。日常管理中，通过“抄表—核算—统计—分析—整改”的闭环流程开展工作：每月由基层单位上报线损数据，经市级公司审核后，结合负荷曲线、计量数据进行异常分析，对超标台区下达整改通知。部分企业引入信息化系统支撑流程，如用电信息采集系统实现自动抄表，但数据校验、异常复核等环节仍依赖人工，流程效率存在提升空间。

2.2 线损管理存在的问题

(1) 技术方面的问题。配电网布局不合理表现为部分区域线路迂回供电、供电半径过大,导致线路损耗增加;设备老化问题突出,大量运行超过15年的变压器、导线仍在使用,其损耗率较新型设备高20%—30%;无功补偿不足普遍存在,尤其农村台区和偏远地区,因补偿装置配置不足或投切不及时,功率因数偏低,增加线路有功损耗。此外,智能计量设备覆盖率不均,部分台区仍使用机械表,计量精度低且无法实时监测。(2) 管理方面。抄表核算失误包括估抄、漏抄现象,尤其在偏远地区或复杂台区,人工抄表易出现数据偏差;窃电行为呈现隐蔽化趋势,如通过改装电表、私拉乱接等方式偷电,查处难度加大;管理漏洞体现在指标考核与实际工作脱节,部分单位为完成考核指标虚报数据,且对整改措施的跟踪问责机制不健全,导致同类问题反复出现。同时,基层人员专业能力不足,对线损异常数据的分析深度不够,影响问题解决效率。

3 线损率波动的原因分析

3.1 技术因素导致的线损率波动

(1) 电网设备老化是核心诱因之一,运行年限超标的变压器、断路器等设备,其绝缘性能下降、电阻值升高,在同等负荷下损耗显著增加,尤其在高温天气或负荷高峰时,设备过热导致损耗率骤升。(2) 线路截面偏小的问题在城乡结合部尤为突出,随着居民用电负荷增长,线路长期处于过载状态,电阻损耗随电流平方增长,线损率随负荷波动呈现锯齿状起伏。(3) 负荷波动的影响同样显著,农业灌溉、工业生产等季节性用电负荷骤增时,电网潮流分布失衡,部分线路轻载、部分线路重载,导致整体线损率偏离稳定区间,如夏季空调负荷激增可使局部台区线损率上升3-5个百分点。

3.2 管理因素导致的线损率波动

(1) 抄表不同期直接引发线损率异常,若供电量抄表时间早于售电量,会导致统计周期内售电量偏小、线损率虚高;反之则线损率虚低,尤其在月末、月初负荷波动较大时段,抄表时差带来的误差可达5%以上。(2) 数据采集质量问题不容忽视,智能电表通信故障导致数据缺失、采集系统时钟同步偏差等,会造成电量统计失真,如某台区因采集终端离线,连续3天漏报售电量,导致线损率陡增至20%。(3) 营配贯通质量不足也会引发波动,电网拓扑与营销数据不匹配时,线路与用户对应关系错误,导致线损统计范围偏差,例如新建小区用户未及时纳入对应线路档案,造成该线路线损率异常偏低^[2]。

3.3 其他因素导致的线损率波动

(1) 用户用电行为的突发性变化影响显著,大型工业用户停产检修时,台区负荷骤降,变压器空载损耗占比上升,线损率随之升高;而商业集中区节假日用电负荷激增,若配套线路容量不足,线损率会因过载损耗增加而波动。(2) 外部环境变化的影响具有季节性,暴雨、台风等恶劣天气可能造成线路绝缘受损、树障短路,导致瞬时高损耗;覆冰天气会使线路阻抗增大,持续低温则会降低设备散热效率,二者共同推高线损率。此外,新能源并网发电的不稳定性也会引发波动,分布式光伏、风电的间歇性出力导致电网潮流反向或波动,传统线损计算模型难以适配,造成线损率统计偏差。

4 电力线损管理及线损率波动的解决方案

4.1 技术改进措施

(1) 优化配电网布局与结构。针对现有配电网存在的线路迂回、供电半径过大等问题,应结合城市规划与负荷增长预测,开展电网拓扑重构。重点对负荷密度高的区域实施“网格化”供电改造,缩短供电半径至规范值以内(如城市台区半径控制在500米内);对偏远地区采用“小容量、多布点”的变压器配置模式,减少线路传输损耗。同时,通过负荷转供优化,实现线路负荷均衡分配,避免部分线路重载、部分线路轻载的现象,提升电网整体运行效率。(2) 推广使用新型低损耗设备。全面淘汰运行年限超标的高损耗变压器、老旧导线,优先选用S13及以上型号节能变压器、铜芯绝缘导线,此类设备的空载损耗可降低30%以上,负载损耗降低20%左右。在新建及改造工程中,推广应用智能化开关设备与无功补偿装置,减少设备操作损耗;对配电台区的计量装置进行升级,采用宽量程、高精度的智能电表,降低计量误差带来的线损波动^[3]。(3) 加强无功补偿装置的建设与管理。按照“分级补偿、就地平衡”原则,在变电站、配电线路及用户端分层配置无功补偿设备。变电站侧采用SVG静止无功发生器,实现动态无功补偿;线路侧安装柱上无功补偿装置,根据负荷变化自动投切;用户端对大型工业负荷强制要求安装就地补偿装置,确保功率因数达到0.9以上。建立无功补偿设备运行监测机制,定期校验装置精度,及时更换故障设备,避免因补偿不足或过补偿导致线损率异常波动。

4.2 管理改进措施

(1) 加强线损管理的宣传与培训。定期组织全员线损管理专项培训,内容涵盖线损理论、数据分析方法、反窃电技巧等,提升基层员工的专业能力;通过内部宣传栏、微信公众号等渠道,宣传降损增效典型案例与奖惩制度,强化“人人关注线损、人人参与降损”的意

识。针对管理层,开展线损指标管控与决策分析培训,确保管理策略科学合理。(2)制定明确的线损管理目标与计划。结合电网实际与历史数据,将线损率指标分解至各部门、各台区,制定年度、季度及月度降损目标,明确不同层级的责任主体。计划中需包含具体的技术改造项目(如线路升级、设备更换)、管理优化措施(如抄表流程改进)及完成时限,建立目标完成情况与绩效考核挂钩的机制,确保各项措施落地见效。(3)完善抄表制度,提高数据采集质量。推行“同期抄表、智能采集”模式,统一供电量与售电量的抄表时间,误差控制在15分钟以内;扩大智能电表与用电信息采集系统的覆盖范围,实现偏远台区全覆盖,确保数据采集实时性与准确性。建立数据质量审核机制,每日对采集数据进行完整性、逻辑性校验,对异常数据及时派单核查,杜绝估抄、漏抄现象。(4)加强用电稽查力度,打击窃电行为。组建专业稽查团队,运用用电信息采集系统的负荷曲线分析功能,识别窃电嫌疑用户(如夜间负荷突增、表计停走等异常曲线);采用红外测温、用电检查仪等技术手段,开展台区突击检查,重点排查高损台区与历史窃电用户。对查实的窃电行为,依法追补电量与罚款,并建立窃电用户黑名单,实施重点监控^[4]。(5)建立线损三级核查机制,落实管理责任。构建“班组自查-部门复查-公司督查”的三级核查体系:班组每日核查台区线损数据,对超标台区24小时内完成现场排查;部门每周汇总分析线损异常情况,协调解决跨专业问题;公司每月开展线损指标审计,对整改措施落实情况进行跟踪问责。将线损管理成效纳入部门及个人绩效考核,对连续3个月未达标的单位负责人进行约谈,确保管理责任层层传递。

4.3 创新技术应用

(1)应用高精度智能电表与传感器。推广具有宽量程、防窃电功能的智能电表,支持电压、电流、功率等参数实时采集,计量误差控制在0.2级以内;在配电线路、变压器等关键节点安装物联网传感器,实时监测温度、负荷、功率因数等运行数据,为线损分析提供精准

数据支撑。通过电表与传感器的协同联动,实现线损异常的实时预警,缩短故障排查时间。(2)开发线损智能诊断平台与大数据分析系统。依托电力调度云平台,整合营销、运检、调度等多源数据,构建线损智能诊断模型。该系统可自动识别高损台区、异常线路,通过大数据算法分析损耗成因(如设备老化、窃电、计量故障等),并生成针对性整改建议;利用历史数据预测线损率变化趋势,为目标制定与资源调配提供决策支持。

(3)探索基于物联网技术的线损管理新模式。构建“设备-台区-线路-变电站”全链条物联网管理体系,通过智能终端实现设备状态自动感知、负荷数据实时上传、异常情况主动报警。例如,在配电台区安装边缘计算终端,对采集数据进行本地化分析,快速识别表计故障或窃电行为,并自动触发远程断电或工单派发;利用无人机巡检线路,结合AI图像识别技术,及时发现树障、导线过热等隐患,避免因设备故障导致的线损率波动。

结束语

综上所述,电力线损管理及线损率波动问题的解决需要从技术改进、管理优化和创新技术应用等多方面入手。通过实施电网结构优化、设备升级、无功补偿等措施,以及加强抄表管理、用电稽查、建立核查机制等,我们能够显著提升电力线损管理水平,有效控制线损率波动。同时,借助智能电表、大数据分析和物联网技术等创新手段,我们将进一步推动线损管理的智能化、精细化发展,为电力行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]吴翔峰.浅析线损率波动原因及改进方法[J].中国新技术新产品,2020,(06):62-63.
- [2]庄建川.浅析线损率波动主要原因及改进方法[J].中国新技术新产品,2021,(10):97-98.
- [3]吕艳军.论电力线损管理及线损率波动的解决办法[J].建筑工程技术与设计,2020,(14):86-87.
- [4]肖纲.论电力线损管理及线损率波动的解决办法[J].城市建设理论研究(电子版),2021(10):127-128.