

10kV 配电线路线损管理分析

石晏超 陈晓飞
国网范县供电公司

【摘要】配电线路线损是供电企业面临的重要管理问题,不仅直接影响企业经济效益,还对供电可靠性和电网运行效率产生深远影响。尤其是10kV配电线路,其覆盖范围广、运行复杂,线损率过高的问题更为显著。随着电网现代化水平的提升,线损管理已逐渐从传统模式转向精细化和智能化管理模式。本文通过某地区供电公司线损优化案例,探讨了降低10kV配电线路线损的有效措施和显著成效,为行业提供实践经验和技术参考。

【关键词】线损管理; 10kV配电线路; 智能化技术; 优化措施

Analysis of route loss management of 10kV distribution line

Shi Yanchao Chen Xiaofei

State Grid Fan County Power Supply Company

【Abstract】 Distribution line route loss is an important management problem faced by power supply enterprises, which not only directly affects the economic benefits of enterprises, but also has a far-reaching impact on the reliability of power supply and the operation efficiency of the power grid. In particular, the 10kV distribution line has a wide coverage, complex operation and high line loss rate. With the improvement of the power grid modernization level, the line loss management has gradually shifted from the traditional mode to the refined and intelligent management mode. Through the line loss optimization case of a regional power supply company, this paper discusses the effective measures and remarkable results to reduce the route loss of 10kV distribution line, and provides practical experience and technical reference for the industry.

【Key words】 line loss management; 10kV power distribution line; intelligent technology; optimization measures

一、配电线路线损管理意义

配电线路线损管理是电力系统运行和维护中的重要环节,对提高供电企业的经济效益和技术水平具有重要意义。线损是指电能输送过程中因电阻和其他因素造成的损耗,直接影响电网的运行效率和电能质量。通过科学的线损管理,可以降低不必要的电能浪费,减少企业运营成本,同时减少碳排放,符合绿色发展理念。此外,线损管理能够提升电网的运行可靠性。通过对线路状态的实时监测和分析,可以发现设备老化、线路超负荷运行等潜在问题,从而及时进行检修和改造,保障供电的安全性。对于供电企业而言,线损管理也是衡量其管理水平的重要指标,通过优化线损率可以提高客户满意度和市场竞争力。

二、导致 10kV 配电线路线损过高的主要因素

2.1 配电变压器的损耗

配电变压器是 10kV 配电系统中的核心设备,其损耗是导致线损过高的主要因素之一。配电变压器的损耗主要包括空载损耗和负载损耗。空载损耗是变压器通电但未带负载时产生的能量损失,主要与铁芯材料和结构设计有关。如果变压器铁芯使用低效材料或者铁芯加工工艺落后,其空载损耗会显著增加。负载损耗则与变压器的负荷情况密切相关,当负载超过额定值时,损耗会呈指数增长。此外,变压器老化也是损耗增加的重要原因。长期运行的变压器可能存在线圈

绝缘老化、铁芯退磁等问题,从而导致效率降低和损耗增加。

2.2 配电线路的消耗

配电线路的损耗主要来源于线路的电阻和电磁感应等技术性因素。线路长度较长、导线截面积不足以及导线材质不佳,都会导致线路电阻增大,从而增加损耗。特别是在农村或偏远地区,由于配电线路覆盖范围广、用户分布分散,线路损耗问题更加显著。此外,线路老化也是一个重要因素,长期运行的线路可能出现接头松动、绝缘老化等问题,进一步加剧电能损耗。配电线路中的电压降也会间接导致损耗增加,尤其是在负荷较大的情况下,过大的电压降会影响供电效率和用户端设备运行稳定性。此外,无功功率的反复流动也会增加线路损耗。

2.3 计量不准确

计量不准确是非技术性损耗的重要来源,直接影响线损率的统计和管理。10kV 配电线路中常见的计量不准确问题包括计量设备老化、仪表误差过大、用户计量点设置不合理等。长期运行的计量设备容易出现测量精度下降的问题,尤其是在恶劣的环境条件下,设备的稳定性可能受到影响。此外,配电网中部分用电客户可能存在私自改装计量装置或非法定用电的现象,这不仅导致计量不准确,还使得线损数据偏高。

管理上的不足也是计量不准确的重要原因,例如缺乏对计量设备的定期校验、计量点布置不合理、用电数据采集系统的滞后性等问题。这些问题会导致实际消耗电量无法准确反映在线损率统计中,干扰线损分析和管理。

三、10kV 配电网线路损耗的有效管理措施

3.1 经济合理的运行变压器

合理运行配电变压器是降低 10kV 配电网线路损耗的重要措施之一。变压器的空载损耗和负载损耗占据了线路损耗的主要部分，因此，在变压器的选型、运行和维护中需要采取经济高效的策略。首先，应根据负荷需求科学配置变压器容量，避免因选型过大导致空载损耗过高，或因过载运行加剧负载损耗。其次，推广高效节能型变压器（如 S13 型、S14 型变压器），其损耗指标优于传统设备，能够显著降低能耗水平。此外，通过加强变压器的巡检与维护，及时发现并处理设备异常问题（如铁芯松动、绝缘老化等），可避免损耗进一步扩大。

在运行管理中，还可以根据负荷变化灵活调整变压器的运行方式，例如在负荷低谷期停用部分变压器，减少空载损耗。同时，通过安装在线监测设备，实时掌握变压器运行状态，优化运行效率。这些措施的实施，不仅能够降低线损，还能延长设备使用寿命，提升供电企业的经济效益。

3.2 合理优化配电网网架结构

优化配电网网架结构是降低线路损耗的基础性措施。传统配网设计中，由于供电半径较大、线路路径冗长，导致线路损耗较高。通过合理规划和优化网架结构，可以有效缩短线路长度，减少电能传输中的电阻损耗。具体措施包括：加强供电主干线路的改造，提高输送能力；合理设置分支线路，优化供电分区；减少线路交叉和冗余设计，降低损耗。

此外，提升配电网自动化水平，通过智能化设备优化电网运行方式，也是重要的管理手段。例如，安装分布式电压调节器和无功补偿装置，可以有效降低电压降，提高功率因数，减少无功损耗。同时，通过分布式能源接入（如光伏、风能）和微电网技术，可以在用户端分担部分负荷，降低线路损耗。整体来看，优化配电网网架结构不仅能够减少线损，还能提高供电可靠性和灵活性，为现代电网的高效运行奠定基础。

3.3 加强计量工作管理

计量工作的精确性直接影响线损统计的准确性和管理决策的科学性，因此，加强计量管理是降低线损的关键环节之一。首先，应全面推广智能计量装置，实现对用户电量的实时监控与精确计量。这类装置具备远程数据传输功能，可以及时发现异常用电行为并提供可靠的数据支持。其次，应定期对现有计量设备进行校验和升级，确保设备运行的准确性和稳定性。

针对用电盗窃和违规用电现象，供电企业应加强巡查与打击力度，利用大数据分析技术对异常用电模式进行识别，并快速采取措施。同时，优化计量点的布置，确保关键节点的电能计量数据完整可靠，有助于更加精确地分析线损来源并采取针对性措施。通过这些手段的实施，不仅能够减少非技术性损耗，还能提升供电企业的管理水平和客户服务质量。

3.4 提高配电网线路运维水平

配电网线路的运行与维护水平直接影响线损管理的效果。

针对线路损耗问题，应建立完善的巡检和维护机制，及时发现并消除线路老化、接头松动和设备损坏等隐患。引入无人机巡检和红外热成像技术，可以提高巡检的效率和准确性，避免传统人工巡检中存在的盲区和疏漏。同时，通过加强线路清障工作，确保线路周围的树木和障碍物不会对输电效率产生影响。

此外，推广配电网智能化运维技术，通过安装在线监测设备，实现对线路电压、电流和温度等关键参数的实时监控。结合大数据分析，可以提前预测潜在故障并采取预防措施，降低因设备异常导致的线损增加风险。在运维管理中，还应加强人员培训，提高技术人员的专业能力，确保各项措施的有效实施。通过提高配电网线路的运维水平，不仅可以减少技术性损耗，还能提高供电可靠性，进一步提升线损管理的整体效果。

四、保障措施

4.1 建立健全线损管理体系

建立完善的线损管理体系是保障 10kV 配电网线路损耗管理效果的基础性措施。一个科学高效的管理体系应涵盖制度建设、人员配置和技术支持等多个方面。首先，企业应制定线损管理相关的规章制度和考核标准，将线损率控制作为绩效评估的重要指标之一，激励各部门主动参与线损优化工作。其次，设立专业的线损管理团队，明确职责分工，确保从规划设计到运行维护各环节都有专人负责。

在技术支持方面，应依托信息化技术，建立线损管理平台，实现对线损数据的实时监控、分析和评估。平台应具备数据采集、统计分析、异常报警等功能，为线损优化提供数据支撑。同时，企业应加强线损管理的知识培训，提高员工的专业水平和技术能力，确保管理体系的高效运作。通过建立健全的线损管理体系，可以实现线损管理工作的制度化和规范化，为其他保障措施的落实提供基础保障。

4.2 推进智能化技术应用

智能化技术的应用是现代配电网线路损耗管理的重要保障手段。通过引入物联网、大数据、人工智能等技术，可以实现对线路状态的实时监控和精确管理。例如，物联网技术可以将配电网线路的运行状态数据实时上传到云端，为线损分析提供全面的数据支持；大数据分析技术可以对采集的线损数据进行深度挖掘，找出损耗的关键原因并优化管理策略；人工智能技术则能够通过机器学习预测未来线损趋势，帮助制定更科学的运行方案。

4.3 强化线损管理的协同机制

线损管理是一项系统性工程，涉及规划、设计、运行、维护等多个环节，需要各部门之间的协同配合。因此，建立健全的协同机制是保障线损管理效果的重要措施之一。首先，企业应建立跨部门协同工作机制，例如定期组织技术部门、运维部门和营销部门召开线损分析会，共同研究解决方案，确保各环节无缝衔接。其次，加强信息共享，通过构建企业级数据平台，实现规划设计数据、运行监控数

据和用户用电数据的实时共享,为线损优化提供全面的信息支持。

五、实际案例应用

5.1 案例背景

某地区供电公司发现其 10kV 配电线路的线损率长期处于较高水平,导致企业经济效益下降,并影响了供电可靠性和用户满意度。为此,公司成立了线损管理专项小组,实施了一系列优化措施,涵盖配电变压器运行优化、网架结构改造、智能化技术应用及计量管理提升等多个方面。通过系统化的线损管理,最终实现了线损率的显著降低和运营效率的全面提升。

5.2 线损管理的具体措施

5.2.1 配电变压器运行优化

配电变压器作为配电系统中的核心设备,其运行效率对线损率的影响尤为显著。专项小组通过全面排查发现,部分变压器存在选型过大、负荷分配不均以及设备老化等问题。针对这些问题,首先更换了一批高能耗老旧变压器,统一选用 S13 型节能型变压器。其次,根据不同区域的负荷特点重新配置变压器容量,避免过载和空载运行的损耗。此外,小组根据用电负荷的高峰和低谷特点,实施分时优化运行方案。在用电低谷时,通过暂时停用部分变压器有效减少空载损耗。通过这些措施,配电变压器的运行效率显著提高,变

压器的空载和负载损耗均有明显下降,为线损的整体优化奠定了基础。

5.2.2 配电网架结构优化

首先,缩短供电半径,通过增加分支线路和分布式供电点,合理分配负载,减少线路上的电压降。其次,优化主干线路布局,减少不必要的线路交叉和冗余设计,提高输电效率。在技术改造中,还加装了无功补偿设备和分布式电压调节器,以改善线路功率因数并减少无功功率的流动损耗。这些优化措施显著降低了配网的技术性损耗,同时提升了供电的可靠性,为用户提供了更加稳定的电力服务。

5.2.3 智能化技术应用

引入智能化技术是本次线损管理优化中的一大亮点。公司在配电线路上安装了智能监测设备,用于实时采集电流、电压和功率因数等关键数据。通过这些设备,公司能够精确定位线损的来源,并对运行状态进行动态分析。同时,推广使用智能断路器和故障定位装置,能够在线路故障发生时快速切断电源并准确定位故障点,大幅缩短了检修时间,减少了因非计划停电带来的额外损耗。

5.3 管理成效

经过一年的优化管理,该地区 10kV 配电线路的线损率从 8.5% 降至 5.8%,实现了技术性和非技术性损耗的全面控制。具体成效如下:

表 1 配电线路的线损率管理成效

指标	优化前	优化后	变化	成效说明
平均线损率	8.5%	5.8%	-2.7%	线损率显著降低,提高企业经济效益
空载损耗(千瓦时/月)	500,000	350,000	-30%	更换节能型变压器,降低空载损耗
配电网功率因数	0.85	0.93	+9.4%	安装无功补偿设备,优化功率因数
非技术性损耗(千瓦时/月)	120,000	50,000	-58.3%	智能电表推广和用电监管加强
停电损耗(小时/年)	150	80	-46.7%	智能设备应用减少非计划停电影响
投资回收周期(年)	—	2	—	投资改造后实现了快速成本回收

六、结束语

本案例充分证明了科学的线损管理措施在提升配电网运行效率和经济效益中的重要作用。通过系统化优化和智能化技术的深度应用,企业不仅实现了线损率的显著下降,还提升了供电服务质量和用户满意度。未来,线损管理应持

续向智能化、动态化方向发展,结合现代信息技术进一步优化资源配置和运行模式。本文的经验和成果为供电企业应对类似问题提供了有价值的借鉴,也为电网高质量发展指明了方向。

参考文献

- [1] 田园, 宋绍成. “管理降损+技术降损” 管控模式下的配电网线损管理[C]//中国电力企业管理创新实践(2021年). 国网内蒙古东部电力有限公司克什克腾旗供电分公司, 2023: 3. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.005521.
- [2] 贺瑞卿, 刘羽. 10kV 及以下供配电线路线损问题研究[J]. 中国科技投资, 2021, (08): 113+118.
- [3] 刘波, 王大鹏, 朱春山, 等. 基于“降损增效” 创新与实践的研究[C]//中国电力企业管理创新实践(2019年). 国网内蒙古东部电力有限公司供电服务监管与支持中心, 2020: 4. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2020.020508.
- [4] 张钊, 曹赵炯. 基于无功检验的输电线路临界负损治理策略[J]. 电力与能源, 2019, 40(06): 775-778.
- [5] 曾楚云. 10kV 配电线路线损管理分析[J]. 花炮科技与市场, 2019, (04): 104.