

# 电力配电网线损降损技术分析

薛浩然<sup>1</sup> 李晨晨<sup>1</sup> 王虎<sup>2</sup>

1. 国网山东省电力公司济宁供电公司 山东济宁 272000

2. 益海嘉里(兖州)粮油工业有限公司 山东济宁 272000

**摘要:** 配电网线损是电力系统运行中不可避免的问题,它直接影响到电力系统的经济性和可靠性。本文通过对配电网线损的分类及其影响因素进行深入探讨,并提出相应的降损措施。研究表明,通过合理规划电网建设、提高运行效率、加强设备改造以及优化变压器配置等手段,可以有效降低线损率,从而提升电力系统的整体性能。此外,本文还强调了在实施降损措施过程中需考虑的实际操作性和经济效益。

**关键词:** 配电网线损; 电网建设; 运行效率; 设备改造; 变压器配置

## 引言

随着社会经济的发展和人民生活水平的不断提高,电力需求日益增长,这给电力系统的安全稳定运行带来了新的挑战。其中,配电网线损作为电力系统运行中的一个重要指标,其高低直接关系到电力企业的经济效益和社会资源的有效利用。因此,研究如何有效降低配电网线损具有重要的现实意义。

## 1 配电网线损的分类

### 1.1 技术线损

配电网中的技术线损主要由电路元件固有的电气特性决定,包括但不限于电阻损耗与电抗损耗。电阻损耗源于电路中导体的电阻效应,当电流流经导体时,必然会产生热量,这部分热量即为电阻损耗。该类损耗与电流强度的平方成正比,与导体的电阻值成正比,因此,在配电网的设计与维护阶段,选用电阻率较低的材料作为输电线材,并且合理规划电网结构以减少电流路径长度,均是降低电阻损耗的有效途径。与此同时,电抗损耗则源自电路元件的电感与电容特性,尤其是在交流电系统中,由于电感与电容的存在,会导致电流与电压之间出现相位差,进而产生无功功率流动,最终转化为热能形式散发掉。电抗损耗同样不可忽视,尤其是在高压输电与变压器等环节更为显著,采取适当的补偿措施,如安装并联电容器组来平衡系统中的无功功率分布,是抑制电抗损耗的关键措施之一。

### 1.2 管理线损

不同于技术线损所涉及的物理特性,管理线损更多地

与电力系统的运营模式相关,通常由计量误差、非授权用电活动(如窃电)以及电力设备维护不当等因素引起。计量误差的发生往往源于计量仪器的精度限制或者长期使用后的磨损老化,使得实际用电量与记录数值之间存在差异。为了解决这一问题,定期对计量设备进行校验与更新显得尤为重要。此外,非授权用电活动不仅侵犯了电力公司的合法权益,还可能导致电网的不稳定运行,甚至引发安全事故。对此,建立有效的监控机制与法律体系,加大对非法行为的查处力度,是防范此类线损的有效手段。最后,电力设备的正常运行依赖于细致周到的维护保养,任何疏忽都可能引起不必要的能耗增加,因此,制定并严格执行设备检修计划,及时排查与修复潜在故障,同样是降低管理线损不可或缺的一环。

### 1.3 综合线损

在实际应用中,技术线损与管理线损并非孤立存在,二者常常交织在一起共同作用于整个配电网系统。例如,在某些情况下,管理上的疏漏可能会间接导致技术线损的加剧,反之亦然。因此,在评估配电网线损时,应当全面考量这两类线损之间的相互影响,并采取综合性措施加以应对。具体而言,这不仅需要从技术角度出发,通过改进电网结构与设备性能来减少电阻与电抗损耗,还需要从管理层面入手,建立健全规章制度,增强员工的责任意识,提升服务质量,从而共同推动配电网线损向着更加可控与可持续的方向发展。

## 2 影响配电网线损的因素

### 2.1 电力线路不合理

电力网络的设计与布局若未能遵循科学合理的规划原

则, 极易导致电流传输路径冗长或出现网络结构上的瓶颈问题。在这种情况下, 电力传输过程中所经历的距离增加, 不仅使得电能传输效率下降, 更因为电流在较长距离内持续通过电阻较高的线路, 导致无功功率的额外消耗与电压水平的下降。电压降落现象尤其在高峰用电时段表现得尤为明显, 进一步加剧了电力系统的负担。不仅如此, 不合理布置的电力线路还可能引发局部电网的过载状况, 使得原本正常的电力分配系统面临不稳定的风险, 增加了维护难度与成本。此外, 由于电力传输路径的延长, 电力公司在进行故障定位与检修作业时也面临更大挑战, 这无疑进一步提高了电力供应的不确定性与不可靠性。

### 2.2 接户线线径小

在电力配送系统中, 接户线作为连接终端用户与主干电网的最后环节, 其截面积的选择至关重要。倘若接户线径过小, 那么在电力需求高峰期, 尤其是当用户端负载急剧增加时, 较小直径的导线将难以承受瞬时电流的冲击, 从而产生显著的电压降现象。电压降不仅影响用户端电器设备的正常运作, 还会导致电力传输效率低下。更重要的是, 电流通过截面积不足的导线时会产生额外的热能损失, 这种热损耗既减少了电能的有效利用率, 也对电力系统的安全构成威胁。随着时间推移, 持续的高温环境还可能加速接户线材料的老化过程, 降低其使用寿命, 增加维修频率, 最终形成恶性循环, 使电力公司面临更高的运营成本。

### 2.3 计量装置陈旧

在电力系统运行过程中, 计量装置承担着准确记录电力消耗量的重要职责。然而, 当这些装置因技术落后或长时间服役而变得陈旧时, 便无法精确地测量实际使用的电量。这种精度缺失不仅表现在读数上的偏差, 还在于计量装置自身运行过程中所消耗的电能。这些额外的能耗尽管看似微不足道, 但在大规模应用背景下, 累积起来却是一笔不小的数目。此外, 由于测量结果的不准确, 电力公司在电费结算、需求预测等方面的工作都会受到负面影响, 进而影响到电力市场的公平竞争与资源的有效配置。长期以往, 陈旧计量装置的存在还将削弱用户对电力服务的信任度, 损害电力公司的公众形象。

### 2.4 供电半径过大

供电区域的广泛分布意味着电力从发电站传输到最终用户的过程中需要跨越更长的距离。这一方面增加了电力传

输线路的总长度, 导致单位距离内的电阻损耗随之增加; 另一方面, 由于电力传输距离的延长, 电网末端用户的电压稳定性受到了显著影响。在极端情况下, 电压波动可能超出允许范围, 严重影响用户的用电体验, 甚至引发设备损坏。此外, 供电半径的扩大还使得电力公司在电网维护与应急响应方面的难度加大, 增加了电力系统整体的脆弱性。在极端气候条件下, 这种脆弱性将变得更加明显, 电力中断的风险也随之上升, 对社会生产和居民生活造成不利影响。

### 2.5 变压器容量过小

变压器作为电力配送系统中的关键组件, 负责调整电压等级以适应不同用户的需求。然而, 若变压器的容量设计偏小, 则在实际运行中容易遭遇重载或超载状态。这种状态下, 变压器内部的铁芯与绕组将承受更大的电磁应力, 导致铁损和铜损显著增加。铁损主要来源于磁滞损耗与涡流损耗, 而铜损则是电流通过绕组时产生的电阻损耗。两者共同作用下, 不仅降低了电力转换效率, 还加速了变压器的老化过程。此外, 变压器频繁处于调节状态, 以适应变化的负荷需求, 这种频繁调节同样会增加机械磨损, 缩短设备寿命, 并增加电力系统运行的不确定性和风险。

## 3 降低配电网线损的对策

### 3.1 加快配电网建设

配电网建设步伐的加快旨在通过科学规划与合理布局, 从根本上改善现有电网结构, 实现缩短供电距离的目标, 进而有效减少无功功率在传输过程中的损耗。这一措施的核心在于对电力需求趋势进行精准预测, 并据此制定出既能满足当前电力负荷又能适应未来发展的电网建设方案。通过运用先进的电力负荷预测模型和技术, 能够准确把握地区经济发展对电力需求的变化趋势, 从而指导电网扩建与改造的方向。科学规划还包括对电网拓扑结构的优化, 通过合理配置变电站位置与数量、调整线路走向与连接方式, 确保电力传输路径最短, 减少无功功率的损耗。通过优化电网架构, 不仅能够提升电力传输的效率, 还能在一定程度上缓解由于电力输送距离延长而导致的电压降问题。电压降不仅影响电力服务质量, 还增加了电网的运行成本。缩短供电距离, 可以有效降低电压降幅度, 提高电力供应的可靠性和稳定性。此外, 合理规划还包括对电网扩展区域的选择与设计, 确保新建线路能够最大程度地覆盖目标用户群体, 同时考虑到地理环境因素的影响, 尽可能避免穿越地形复杂的区域, 从而降

低施工难度与后续维护成本。

### 3.2 提高配电网线路的运行效率

采用高效节能的导线材料与优化电网调度策略相结合的方式,旨在提升配电网线路的传输效率。新材料的应用,如铝合金复合材料等,相较于传统铜铝导线具有更低的电阻率与更好的机械强度,能够在相同条件下减少电阻损耗,提高电能传输的质量。与此同时,通过引入先进的智能电网技术,实现对电力负荷动态变化的实时监测与快速响应,有助于在保障供电可靠性的前提下,最大限度地减少因电阻产生的热能损失。此策略还涉及到对电力调度算法的优化,确保电网在不同时间段内均能保持较高水平的运行效率,减少无效电能消耗,实现能源利用的最大化效益。

### 3.3 加大配电网设备的改造力度

针对电力系统中显现功能衰退迹象或技术落后的设备,实施系统化的更新换代计划,特别是聚焦于那些能耗水平偏高且故障频发的装置,及时引入性能优越的新一代产品予以替换。这一策略不仅能够有效抑制设备运行期间的能耗水平,减少由于设备老化而引发的维护开支与非计划性停机事件,而且从根源上消除了电力传输环节中存在的非必要损耗。值得注意的是,新一代设备普遍集成高度智能化与自动化技术,不仅提升了单体设备的工作效能,还促进了电力系统整体运行的协调一致与响应速率,进一步优化了电网的运作状态。智能化与自动化的深度融合,不仅简化了电网管理流程,增强了电力系统的稳定性与可靠性,还为未来电力系统的智能化转型奠定了坚实基础。

### 3.4 优化变压器容量及选址

针对电力系统中显现功能衰退迹象或技术落后的设备,实施系统化的更新换代计划,特别是聚焦于那些能耗水平偏高且故障频发的装置,及时引入性能优越的新一代产品予以替换。这一策略不仅能够有效抑制设备运行期间的能耗水平,减少由于设备老化而引发的维护开支与非计划性停机事件,而且从根源上消除了电力传输环节中存在的非必要损耗。例如,老旧的变压器和开关设备由于设计上的局限,往往在重载条件下表现出较高的铁损和铜损,导致整体能效下降。通过采用新型高效变压器和其他先进电力设备,可以在保证电力供应质量的同时,大幅度降低能耗。新一代电力设备普遍集成了高度智能化与自动化技术,不仅提升了单体设备的工作效能,还促进了电力系统整体运行的协调一致与响

应速率,进一步优化了电网的运作状态。例如,智能断路器和带有远程监控功能的变电站自动化系统,能够实时监测电网状态,快速识别故障点,并自动执行保护动作,从而减少故障对电网稳定性的负面影响。

### 3.5 增强电力计量准确性

通过定期校验与适时更新不符合现行技术标准的计量装置,确保电力消费数据采集工作的准确无误,杜绝由于计量误差所引发的额外线损现象。此举措要求建立起一套行之有效的计量设备检测与维护制度,涵盖从初始安装调试到后续定期校正的全过程管理。同时,积极推广使用具备更高精度与更好稳定性的新型计量器具,逐步淘汰那些因技术落后或长期使用而逐渐失准的老旧设备。此外,还需加强对计量人员的专业培训与考核,提升其业务素质与操作技能,确保每一项计量操作都能严格按照规范执行,保障电力计量工作的公正性与权威性。

### 3.6 强化电网管理与维护

构建完善的管理体系,涵盖电网设施的日常巡查、预防性维护以及应急抢修等多个方面,确保电网处于良好运行状态。这一策略要求制定详尽的操作规程与应急预案,明确各岗位职责分工,落实责任到人,确保每一环节都有专人负责,每一个细节都不被忽略。在此基础上,还应充分利用现代信息技术手段,如物联网平台、大数据分析工具等,实现对电网状态的全天候监控与智能化诊断,提前预警潜在故障点,减少突发事件对电力供应的影响。通过强化管理与维护工作,不仅能够提高电网的安全可靠性,还能从根本上减少由于设备故障或人为失误造成的电力损耗。

## 4 结语

综上所述,降低配电网线损是一个系统工程,需要从多方面入手,既要注重电网基础设施建设和设备升级,也要强化电网运维管理水平。只有综合施策,才能有效地控制和减少配电网线损,实现电力资源的高效利用。同时,随着技术的进步,不断探索新的降损技术和方法也将成为未来工作的重要方向。

### 参考文献:

- [1] 许婉珊. 电力配电网线损降损技术分析 [J]. 电力设备管理, 2024,(16):262-264.
- [2] 孙宏. 电力配电网线损的降损技术研究 [J]. 科学技术创新, 2020,(16):34-35.

[3] 梁志刚. 电力配电网线损的降损技术探析 [J]. 电子制作, 2017,(12):84-85.

[4] 石刚, 张振, 宋强, 等. 基于大数据的配电网线损检测与降损改善措施 [J]. 信息技术与信息化, 2024,(09):132-135.

[5] 巩磊. 台区线损故障及降损中的电能计量技术应用 [J]. 集成电路应用, 2024,41(09):282-283.

#### 作者简介:

薛浩然(1989—),男,汉族,山东省济宁市,中级工程师,硕士研究生 研究方向 配电网精益化运维管理方向。

李晨晨(1990—),男,汉族,山东省济宁市,中级工程师,硕士研究生 研究方向 配电网精益化运维管理方向。

王虎(1986—),男,汉族,山东省济宁市,高级工程师,大学本科 研究方向 电网节能。