

# 智能电网中采集线损优化策略研究

张晓丽 赵 龙

国网石嘴山供电公司 宁夏 石嘴山 753000

**摘要：**智能电网中采集线损优化策略的研究对于提高电网运行效率、降低能源消耗和减少环境污染具有重要意义。本文深入探讨了智能电网中线损的构成与原因，详细分析了采集线损优化策略的重要性，并从技术和管理两方面提出了具体且细致的优化策略。通过应用先进的监测、控制和优化算法等技术手段，结合科学的电网规划与管理，可以有效降低线损率，提升电网的可靠性和经济性。

**关键词：**智能电网；线损优化；监测技术；管理策略

## 1 引言

随着全球能源需求的不断增长和能源资源的日益紧缺，提高能源利用效率成为了电力行业的迫切需求。智能电网作为现代电力系统的重要发展方向，通过应用先进的监测、控制和优化算法等技术手段，可以实现对电网运行状态的实时监测和管理，从而降低线损，提高电网的可靠性和经济性。线损是电力系统中电能损耗的重要指标，它直接关系到电网的运行效率和经济效益。因此，研究智能电网中的采集线损优化策略，对于推动电力行业的可持续发展具有重要意义。

## 2 智能电网中线损的构成与原因

### 2.1 线损的构成

在电力系统中，电能从发电厂发出，经过输电、变电、配电等环节最终到达用户端，在这个过程中会产生一定的电能损耗，即线损。线损主要分为技术线损和管理线损两大类。

#### 2.1.1 技术线损

**固定损失：**一般不随负荷变动而变化，只要设备带有电压，就要消耗电能，就有损失，与通过设备的功率或电流大小无关，因此也叫空载损失（铁损）或基本损失。主要包括变压器、调相机、调压器、电抗器、消弧线圈等设备的铁损及绝缘子的损失、电晕损失、电容器和电缆的介质损失、电能表电压线圈的损失等<sup>[1]</sup>。例如，变压器在运行过程中，其铁芯会产生磁滞损耗和涡流损耗，这些损耗与变压器的负载大小无关，只要变压器处于通电状态就会存在。

**变动损失：**主要包括变压器、调相机、调压器、电抗器、消弧线圈等设备的铜损，输、配电线路和接户线的铜损，电能表电流线圈的铜损。这部分损耗与通过设备的电流平方成正比，当电流增大时，损耗会显著增加。例如，输电线路的电阻会消耗电能，电流越大，电

阻上的功率损耗就越大。

**其他损失：**在供用电过程中的一些不明因素和在供用电过程中的偷、漏、丢、送等造成的损失，习惯称为不明损失或管理损失。主要包括变电所直流充电、控制及保护、信号、通风等设备消耗；电能表漏抄、电费误算等营业错误损失；电能表超差、错接线等计量损失；用户窃电损失的电量。

#### 2.1.2 管理线损

管理线损主要是由于管理不善造成的电能损耗，如电网运行设备检修质量不佳、营业工作中抄核收管理不到位（漏抄、估抄、漏计、错计现象严重）等。例如，若电网设备的检修不及时或不彻底，可能会导致设备故障频发，增加电能损耗；抄核收人员的工作失误也会造成电量的漏计或错计，从而导致管理线损的增加。

## 2.2 线损产生的原因

### 2.2.1 技术原因

**线路损耗：**电网规划不合理，电源点远离负荷中心，长距离输电使损耗升高；或因线路布局不合理，近电远供，迂回供电，供电半径过长等原因使损耗升高。例如，在一些偏远地区，由于电源点分布不合理，导致电能需要长距离输送，线路损耗较大。导线截面过大或过小，线路长期轻载、空载或过负荷运行，不能达到最佳经济运行状态引起损耗升高。如果导线截面过小，电阻较大，会增加电能损耗；而导线截面过大，则会增加投资成本，且在经济负荷以下运行时，也会造成不必要的损耗。线路老化，缺陷严重，瓷件污秽等原因引起绝缘等级降低，阻抗、泄漏增大，损耗升高。老化的线路绝缘性能下降，容易发生漏电现象，从而增加损耗。无功补偿不足或过补偿，致使无功穿越，影响了供电能力，使线路损耗升高。无功补偿不足时，电网的功率因数较低，线路和变压器的损耗会增加；而过补偿则会导

致无功功率在电网中来回流动,同样会增加损耗。

**变电主设备损耗:**高耗能主变压器不能及时更新改造。一些老旧的变压器效率较低,损耗较大,若不及时更换,会严重影响电网的经济运行。运行方式不科学,致使主变压器不能按经济运行曲线运行,造成主变过负荷运行或轻载运行。例如,在负荷低谷期,主变压器仍然满负荷运行,会造成电能的浪费;而在负荷高峰期,主变压器容量不足,又会导致过载损耗增加<sup>[2]</sup>。无功补偿容量不足,无功穿越严重,通过线路、变压器传输,造成功率因数低,电压质量差,有功损耗增加。主设备老化,缺陷不及时消除等原因使介质损耗和瓷瓶、瓷套泄漏增大,导线接头设备线夹接触电阻增大,损耗增加。

**配网损耗:**配电变压器容量与负荷不匹配,造成“大马拉小车”或“小马拉大车”,引起损耗增加。如果配电变压器容量过大,在负荷较低时,变压器的损耗占比较大;而容量过小,则会导致过载运行,增加损耗。配电变压器安装位置偏离负荷中心。这会使电能传输距离增加,从而增加线路损耗。低压无功补偿不合理,高峰欠补,低谷过补。无功补偿不合理会导致电网的功率因数不稳定,增加损耗。电压等级设置不合理。高耗能配电变压器没有及时更换。低压线路三相负荷不平衡,引起中性线电流增大,损耗增加;因低压线路过长引起末段压降过高使损耗增加;接户线过细、过长,破损严重使损耗升高。

**计量误差损耗:**电流互感器角误差不符合规定要求,精度不够。二次线截面过小,二次压降过大。这会导致电能计量不准确,造成损耗误差。用电负荷小,计量设备容量大,长期轻载或空载计量,使计量误差增大。

#### 2.2.2 管理原因

电网运行设备检修质量对线损的影响。如果检修质量不佳,设备在运行过程中容易出现故障,导致电能损耗增加。营业工作中抄核收管理不到位,漏抄、估抄、漏计、错计现象严重。这会直接导致电量统计不准确,影响线损的计算和分析。

### 3 采集线损优化策略的重要性

#### 3.1 提高电网运行效率

降低线损率意味着减少电能在传输和分配过程中的损耗,从而提高电网的运行效率。这不仅可以减少能源的浪费,还能提高电网的供电能力和可靠性,满足经济社会发展的电力需求。例如,通过降低线损,可以使电网在相同的发电容量下,为更多的用户提供电力服务。

#### 3.2 降低能源消耗

线损是电力系统中不可避免的电能损耗,但过高的

线损率会导致大量的能源浪费。通过采集线损优化策略的实施,可以有效降低线损率,减少能源消耗,对于缓解能源紧缺问题具有重要意义。以某地区为例,通过实施线损优化策略,每年可减少大量的煤炭消耗,降低了对环境的压力。

#### 3.3 减少环境污染

电力生产过程中的能源消耗往往伴随着环境污染,如燃煤发电会产生大量的二氧化碳、硫氧化物和氮氧化物等污染物。降低线损率可以减少电力生产过程中的能源消耗,进而减少环境污染,推动电力行业的绿色发展。例如,减少煤炭消耗可以降低二氧化碳的排放,有助于应对全球气候变化。

### 4 智能电网中采集线损优化策略

#### 4.1 技术策略

##### 4.1.1 加强电网改造

针对电网规划不合理、电源点远离负荷中心、线路布局不合理等问题,通过调整网络结构,优化电源分布,减少长距离输电和迂回供电现象,从而降低线损。例如,合理规划电源点的位置,使电能能够更直接地输送到负荷中心。简化电压等级,提高电网的输电能力和运行效率。通过提高电压等级,可以减少电流在输电线路中的损耗,降低线损率。例如,将部分输电线路的电压等级从110kV升高到220kV,可以显著降低线路损耗。采用先进的输电技术和设备,如高温超导电缆、柔性交流输电系统(FACTS)等,提高电网的输电效率和可靠性,降低线损。高温超导电缆具有零电阻的特性,可以大大减少电能传输过程中的损耗。

##### 4.1.2 提高输电容量,优化利用发电资源

根据电力负荷的增长和分布情况,合理规划建设新的输电线路,提高电网的输电容量和可靠性。例如,在负荷增长较快的地区,建设新的输电线路,以满足电力需求。通过提高电压等级、增加导线截面积及每相的分裂导线数或采用耐高温线材等方式,提高现有线路的输电容量,使其逼近热稳定极限运行,从而降低线损<sup>[3]</sup>。通过智能电网的监测和控制功能,实现对发电资源的优化配置和调度,提高发电效率和可靠性,减少因发电资源利用不当造成的线损。例如,根据负荷需求和发电成本,合理安排不同类型发电厂的发电计划。

##### 4.1.3 优化无功补偿

根据电网的无功负荷和功率因数情况,合理确定无功补偿容量,避免无功补偿不足或过补偿现象的发生。可以通过理论计算和实际测量相结合的方法,确定最佳的无功补偿容量。采用变电站集中补偿、10kV配电线路

无功补偿、配电变压器无功补偿、电力用户分散补偿等多种方式相结合的无功补偿策略,提高无功补偿的效果和可靠性。例如,在变电站安装集中补偿装置,对无功功率进行集中补偿;在配电线路上安装分散补偿装置,实现就地补偿。通过智能电网的监测和控制功能,实时监测无功补偿装置的运行状态,及时调整补偿容量和方式,确保无功补偿装置的有效运行。

#### 4.1.4 应用先进的监测技术

在电网的关键节点和设备上安装智能监测设备,如智能电表、传感器等,实时监测电网的运行状态和电能损耗情况。智能电表可以精确测量电能消耗,传感器可以实时监测电压、电流、功率因数等参数。通过数据采集和分析系统,对智能监测设备采集到的数据进行实时处理和分析,为线损优化策略的制定和实施提供数据支持。例如,利用大数据分析技术,挖掘数据背后的规律和问题。利用大数据和人工智能技术,对电网的运行数据进行深度挖掘和分析,发现线损产生的规律和原因,为线损优化策略的优化和调整提供依据。例如,通过机器学习算法,预测线损的变化趋势。

#### 4.1.5 优化电网运行方式

根据电网的负荷情况和运行要求,合理调整电网的运行电压,减少因电压过高或过低造成的电能损耗。例如,在负荷低谷期,适当降低运行电压,减少电能损耗。通过智能电网的负荷预测和控制功能,优化负荷曲线,减少负荷峰谷差,降低因负荷波动造成的线损。例如,采用需求侧管理手段,引导用户在低谷期用电。针对低压线路三相负荷不平衡问题,通过智能电网的监测和控制功能,实现三相负荷的平衡分配,减少因三相负荷不平衡造成的中线电流损耗。

### 4.2 管理策略

#### 4.2.1 加强计量管理

定期对供电设备、线路和计量装置进行检修和养护,确保其正常运行和准确计量。例如,制定详细的检修计划,定期对设备进行巡检和维护。对残旧、性能不达标的电能计量设备进行及时更换,提高计量的准确性和可靠性。定期对电能表进行校验和轮换,确保其计量准确可靠。采用先进的电能计量设备和技术,提高计量的精度和可靠性,预防窃电、漏电等问题。例如,推广使用智能电能表,具有远程抄表、防窃电等功能。

#### 4.2.2 加强用电检查

加强对窃电行为的打击力度,依照国家相关法规对窃电行为进行核查和惩处,提高反窃电管理能力。对于必要的人工抄表工作,制定专门的抄表制度,规范抄表

人员的行为,提高其技术水平和职业道德素质。定期对抄表人员进行培训,提高其业务水平和职业素养,杜绝错抄、漏抄现象的发生。

#### 4.2.3 合理应用智能电表和抄表系统

智能电表具有用户端控制功能、数据传输功能、防盗电功能等一系列智能化功能,可以实现对电网运行情况的实时监测和数据收集。通过建立抄表系统,实现对电能计量数据的自动采集和传输,提高抄表效率和准确性<sup>[4]</sup>。管理人员可以根据智能电表的反馈数据,及时了解电网的运行状态和线损情况,对供电技术作出相应的调整和优化。

#### 4.2.4 建立科学的线损管理体系

根据电网的实际情况和运行要求,制定科学合理的线损管理目标和计划,明确线损管理的重点和方向。通过建立线损监测和分析机制,实现对线损情况的实时监测和分析,及时发现线损异常和问题。例如,建立线损分析模型,对线损数据进行深入分析。根据线损监测和分析结果,制定线损优化策略和调整方案,并付诸实施。定期对线损管理效果进行评估和总结,发现问题及时改进和完善线损管理体系。

### 结语

智能电网中采集线损优化策略的研究对于提高电网运行效率、降低能源消耗和减少环境污染具有重要意义。通过技术策略和管理策略的结合应用,可以有效降低线损率,提高电网的可靠性和经济性。未来,随着智能电网技术的不断发展和完善,采集线损优化策略将更加智能化和精细化。大数据、人工智能等先进技术的应用将为线损优化提供更加精准的数据支持和决策依据。同时,随着可再生能源的大规模接入和分布式能源的发展,智能电网的线损优化将面临新的挑战 and 机遇。因此,需要不断加强对智能电网中采集线损优化策略的研究和探索,为电力行业的可持续发展做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1]张晴.智能电网中的线损管理技术分析[J].集成电路应用,2024,41(08):364-365.
- [2]姚闯.智能电网技术在低压台区线损治理中的应用[J].电气技术与经济,2025,(01):101-103+107.
- [3]王京宇.智能电网中的线损管理系统分析[J].集成电路应用,2024,41(10):316-317.
- [4]李博,李伟明.智能电网背景下的线损精细化管理策略研究[C]//中国电力设备管理协会.全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(三).国网河北省电力有限公司孟村回族自治县供电分公司,2024:10-12.