

# 低压居民生活用电的线损分析

冯嘉琦

镇江三新供电服务有限公司 江苏 镇江 212000

**摘要：**低压居民生活用电的线损分析是电力供应管理的关键内容。其影响因素包括电网结构、设备性能、负荷特性和计量准确性等。分析方法涵盖实地测量、模拟仿真和统计分析等，以准确评估线损情况。为降低线损，需采取优化电网结构、选用节能设备、加强负荷管理和提高计量准确性等措施，以提高电力供应效率，降低居民用电成本，促进能源高效利用。

**关键词：**低压；居民生活用电；线损分析

引言：低压居民生活用电的线损分析在电力系统管理中占据举足轻重的地位。随着电力需求的不断增长，如何有效减少电力传输和分配过程中的能量损失，成为提高能源利用效率、降低运营成本的关键。线损不仅影响电力企业的经济效益，也直接关系到居民用电的可靠性和经济性。因此，对低压居民生活用电的线损进行深入分析，识别其影响因素，提出有效的降损措施，对于提升电力系统运行效率、实现可持续发展具有重要意义。

## 1 低压居民生活用电及线损概述

低压居民生活用电是电力供应的重要组成部分，直接关系到千家万户的日常生活。其具有明显的特点。用电负荷呈现出较强的周期性，如在早晚用电高峰时段，用电量显著增加，而夜间和中午则相对较少。具有随机性，居民的用电行为受个人生活习惯、季节和天气等多种因素影响，难以精确预测。居民用电分布较为分散，单个用户的用电量相对较小，但总体规模庞大。线损是指在电能传输和分配过程中，由于电阻、电感等因素导致的电能损失。在低压居民生活用电中，线损同样不可忽视。线损可分为技术线损和管理线损<sup>[1]</sup>。技术线损主要由电网的物理特性和设备的运行状况决定，例如导线的电阻导致的电能发热损耗，变压器铁芯的磁滞和涡流损耗等。管理线损则主要源于电力企业的管理不善，如计量误差、偷电漏电、抄表错误以及档案记录不准确等。线损通常以线损率来衡量，即线损电量占供电量的百分比。合理控制线损对于提高电力企业的经济效益、保障供电质量以及实现能源的有效利用具有重要意义。过高的线损不仅意味着能源的浪费，还可能影响电网的稳定性和供电可靠性，增加电力企业的运营成本。

## 2 低压居民生活用电线损的影响因素

### 2.1 电网结构和设备

低压居民生活用电线损的影响因素中，电网结构和

设备占据了重要位置，电网结构的设计直接关系到电能的传输效率和损耗程度。不合理的电网结构，如过长的传输距离、过多的分支线路或迂回的供电路径，都会增加电阻性损耗和磁场性损耗，导致线损率上升。电网设备的性能和质量也对线损产生显著影响，导线材料的电阻率、绝缘材料的绝缘性能、变压器的效率等，都会直接影响电能传输过程中的损失。老旧的设备、低质量的材料或设计不合理的设备，都可能增加电能传输的阻力，导致线损增加。电网设备的运行状态和维护情况也是影响线损的重要因素，设备故障、维护不及时或维护不当都可能导致电能损失增加。

### 2.2 负荷特性

低压居民生活用电线损的影响因素中，负荷特性是一个关键因素，负荷特性指的是电力系统中负荷随时间变化的规律，包括负荷的大小、波动性和分布情况等。负荷大小直接影响线损的大小，当负荷增大时，电流也随之增大，导线中的电阻性损耗和磁场性损耗都会相应增加，从而导致线损率上升，因此在用电高峰时段，低压居民生活用电的线损通常会更高。负荷的波动性也会对线损产生影响，如果负荷波动较大，电力系统需要不断调整电压和电流以满足负荷需求，这会增加电能传输过程中的损失。特别是在负荷快速变化的情况下，如频繁开启和关闭大功率电器，会导致电压和电流波动加剧，进一步增加线损<sup>[2]</sup>。负荷的分布情况也会影响线损，如果负荷分布不均匀，某些区域的负荷过重，而另一些区域负荷较轻，那么重负荷区域的电网设备可能会承受更大的压力，导致线损增加。

### 2.3 计量误差

计量误差主要是指在电力计量过程中，由于设备故障、人为操作不当或环境因素等原因导致的电量测量不准确。计量设备的准确性和稳定性是保证计量准确的

基础,如果计量设备存在故障或老化现象,其测量精度会受到影响,从而导致电量测量不准确。这种情况下,即使电网的实际运行状况良好,也可能因为计量误差而使得统计的线损值偏高。人为操作不当也是导致计量误差的一个重要原因,在抄表过程中,如果抄表员对设备不熟悉或工作态度不严谨,可能会出现读数错误或遗漏等情况,这些都会导致电量统计不准确,进而影响到线损的计算。环境因素也可能对计量设备产生影响,如温度、湿度、电磁干扰等。这些因素可能会干扰计量设备的正常运行,导致电量测量出现偏差。

### 3 低压居民生活用电线损分析方法

#### 3.1 实地测量法

低压居民生活用电线损分析方法中,实地测量法是一种直接而有效的手段,该方法通过实际测量电力系统中的电压、电流、功率等参数,结合电网结构和负荷特性,对低压居民生活用电的线损进行计算和分析。实地测量法的优点在于数据真实可靠,能够直接反映电网的实际运行状况,通过实地测量,可以获取到各个节点的电压、电流数据,进而计算出线路上的电阻性损耗和磁场性损耗。同时,结合负荷特性,还可以分析出不同时间段、不同负荷水平下的线损情况。在进行实地测量时,需要注意测量设备的准确性和精度,以及测量方法的正确性,同时还需要考虑测量时间的选择,以确保测量数据的代表性和有效性。实地测量法还可以结合其他分析方法一起使用,如比较法、仿真法等,以提高线损分析的准确性和全面性,通过综合应用多种分析方法,可以更全面地了解低压居民生活用电的线损情况,为制定有效的降损措施提供科学依据。

#### 3.2 模拟仿真法

低压居民生活用电线损分析方法中,模拟仿真法是一种重要的技术手段,该方法通过构建电力系统仿真模型,模拟电网的实际运行状况,进而对低压居民生活用电的线损进行预测和分析。通过仿真模型,可以模拟出不同负荷特性、不同电网结构下的运行情况,从而预测和分析线损的大小和分布。这种方法可以节省实地测量的时间和成本,并且可以对多种方案进行比较和评估,为制定降损措施提供科学依据。在进行模拟仿真时,需要准确建立电网的仿真模型,包括电网结构、设备参数、负荷特性等。同时,还需要选择合适的仿真软件和算法,以确保仿真结果的准确性和可靠性<sup>[3]</sup>。此外,仿真过程中的参数设置和边界条件的选择也会对仿真结果产生影响,因此需要仔细考虑和验证。通过模拟仿真法,我们可以更加深入地了解低压居民生活用电的线损特

性,发现潜在的问题和瓶颈,为优化电网结构、提高电力传输效率提供有力支持。

#### 3.3 统计分析法

统计分析法的核心在于对大量数据的挖掘和分析,通过收集长期的历史数据,可以观察到不同时间段、不同负荷条件下线损的变化趋势。利用统计学的原理和方法,可以对这些数据进行处理和分析,如计算平均线损率、分析线损率的波动情况等,从而揭示出线损与负荷特性、设备状态等因素之间的关系。统计分析法还可以结合其他分析方法一起使用,如回归分析、聚类分析等,以进一步探索影响线损的关键因素。通过建立数学模型,可以预测未来低压居民生活用电的线损情况,为制定降损措施提供决策支持。统计分析法是一种基于数据和统计原理的线损分析方法,它能够帮助我们深入了解低压居民生活用电的线损情况,为优化电网运行、降低能源损耗提供科学依据。

### 4 降低低压居民生活用电线损的措施

#### 4.1 优化电网结构

##### 4.1.1 合理规划配电网布局

根据低压居民的分布情况和用电需求,进行科学的配电网规划。充分考虑居民区的发展趋势,预留足够的供电容量和线路通道。避免线路迂回、交叉等不合理布局,减少电能传输过程中的损耗。

##### 4.1.2 缩短供电半径

过长的供电半径会导致电压降增大,线损增加。通过增设变电站或配电变压器,将供电半径控制在合理范围内,一般来说,低压线路的供电半径不宜超过250米。这样可以有效减少线路损耗,提高供电质量。

##### 4.1.3 更换大容量导线

选择合适截面积的导线对于降低线损至关重要。对于负荷较大的区域,应采用截面积较大的导线,以降低电阻,减少电能损耗。同时,要考虑导线的材质,如采用铜导线或铝合金导线,提高导电性能。

##### 4.1.4 平衡三相负荷

在低压配电网中,尽量保证三相负荷的平衡。如果三相负荷不平衡,会导致中性线电流增大,从而增加线损。通过定期监测和调整三相负荷,使其尽量均衡分布,降低线路损耗。

##### 4.1.5 提高无功补偿水平

增加无功补偿装置,如电容器组,提高功率因数。功率因数的提高可以减少无功电流在电网中的流动,降低线路的无功损耗。合理配置无功补偿装置,根据负荷变化自动投切,实现无功的就地平衡,优化电网的电能

质量和降低线损。

#### 4.2 选用节能设备

选用节能设备能够有效减少电能损失，提高供电效率，降低用电成本，改善供电环境，实现可持续发展。节能设备通常具有更高的能源利用效率和性能参数，能够减少电力输送及使用环节中的能量损耗，将电能转化为更多的有效能量，从而提高电力系统的总体效率，降低线路阻抗和功率损失，有效降低线损率，改善供电质量。由于节能设备的性能更加优越，电能利用率更高，用户在使用节能设备时通常可以减少用电成本。较低的能耗意味着更少的电费支出，对于长期居住在住宅区的居民来说，选用节能设备将降低其用电开支，提高经济效益。传统设备的能效低下会导致电力系统大量能耗和二氧化碳排放，而选择节能设备对减少温室气体排放、保护环境、降低碳足迹具有重要意义<sup>[4]</sup>。通过降低能源消耗，选用节能设备有利于维护生态环境，为绿色低碳发展做出贡献。实际落实中，要多方面考虑，包括根据住宅区的用电负荷特点选择合适的节能设备类型、规格和数量，严格执行节能设备的安装及使用标准，引入和推广最新的节能技术和管理手段，如智能电表、高效变压器、节能灯具等，以提高节能设备的整体效益和运行性能。

#### 4.3 加强负荷管理

降低低压居民生活用电线损的措施中，加强负荷管理是一项至关重要的环节。以下是关于加强负荷管理的具体措施：（1）负荷预测与规划：通过对历史用电数据的分析，预测未来负荷变化趋势，为电网规划和设备配置提供科学依据。这有助于确保电网供电能力与负荷需求相匹配，减少因过载或轻载导致的额外线损。（2）负荷平衡调整：合理调整不同区域的负荷分布，避免某些区域负荷过重而其他区域负荷过轻的情况。通过优化负荷平衡，可以减少电网中的传输损耗，提高整体供电效率。（3）分时电价策略：实施分时电价策略，引导用户在用电高峰时段减少用电量，转移至低谷时段用电。这有助于降低电网的峰值负荷，减轻电网压力，从而减少线损。（4）负荷监控与调度：利用智能电表和远程监控技术，实时监测用户用电情况，并根据需要进行负荷调度。通过合理安排用电时间和用电方式，可以减少不必要的电能浪费，降低线损。（5）用户教育与宣传：加强用户节能教育和宣传，提高用户的节能意识和用电效率。通过向用户普及节能知识和技巧，鼓励用户采取节

能措施，如使用节能电器、合理设置空调温度等，从而减少用电量，降低线损。

#### 4.4 提高计量准确性

准确的计量不仅有助于精确评估电网的能耗状况，还能为制定有效的降损策略提供有力支持。选用高精度、高稳定性的计量设备是关键。这些设备具有更高的测量精度和更低的误差率，能够更准确地反映电能的消耗情况。加强计量设备的维护和校准工作，定期对计量设备进行巡视和检查，确保其处于良好的工作状态。定期对计量设备进行校准，消除因设备老化、磨损等原因导致的误差。通过及时的维护和校准，可以确保计量设备的准确性和可靠性。利用现代科技手段提高计量准确性，采用智能电表等智能化计量设备，可以实现远程抄表、实时监测和数据传输等功能。这些设备具有更高的测量精度和更丰富的功能，能够更准确地反映电能的消耗情况，并为电网管理提供有力的数据支持。加强计量数据的管理和分析，建立完善的计量数据管理系统，对计量数据进行收集、整理和分析。

#### 结语

未来，随着智能电网技术的迅猛发展和电力行业的持续创新，低压居民生活用电的线损管理将迎来全新的变革。借助先进的信息技术和大数据分析，我们将能够实现更加科学、精准的线损管理，实时监测电网运行状态，快速响应负荷变化，有效减少能源浪费。这不仅将推动电力行业的可持续发展，还将为居民提供更加稳定、高效的电力服务，为构建美好生活提供坚实保障。

#### 参考文献

- [1] 张建平, 张敬民. 基于改进证据推理的低压居民用户用电故障诊断[J]. 电力系统保护与控制, 2023,51(23):159-166.
- [2] 李林耘, 葛斐, 黄海琴等. 分布式电源接入下低压居民用户用电异常智能辨识方法[J]. 电网技术, 2023,47(10):3479-3486.
- [3] 王俊, 杨诗雨, 贺海轮等. 面向台区的边缘计算场景下低压居民用户用电量异常检测方法[J]. 电力学报, 2023,38(05):369-379.
- [4] 刘文福, 林韩, 尹项根等. 面向碳中和目标的低压居民汇集式储能系统运行控制策略[J]. 电力建设, 2023,44(11):156-163.