

# 农村配电网降损节能技术对策研究

夏志昊

(泰州三新供电服务有限公司, 江苏 泰州 225300)

**摘要** 农村经济的发展,使农村配电网的规模越来越大,供电半径越来越长,负荷峰谷差越来越大。农村配电网的线损主要来源于两个方面:一是农网改造时没有同步规划设计建设,存在供电半径过长的问题,造成了线路损耗大;二是电网结构不合理、线径细、无功补偿不到位等造成了供电损耗大。而降低线损不仅能够提高电力企业的经济效益,还能降低用户的电费支出,促进企业与用户之间的和谐发展。本文从技术降损的角度出发,结合农村配电网降损工作现状及存在问题,从技术降损和管理降损方面提出了有针对性的措施建议。

**关键词** 农村配电网; 降损; 无功补偿; 配电变压器

中图分类号: TM7

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)02-0112-03

电能作为一种重要的能源,其对于国家的节能减排、低碳经济的实现有着十分重要的作用。在我国,低压电网的电能损耗占了整个供电系统电能损耗的50%~60%,电能的损耗与浪费相当严重。农村电网结构相当分散,线路普遍较长,拥有很多分支,负荷较为分散并且分布不均匀,负荷的功率因素低,线损率较高。农村配电网线路长、范围广、负荷密度小,因此其线路损耗占电网总损耗的比例较大。从全国范围看,我国农村电网平均线损高达30%以上,主要原因包括:一是农网改造不同步,造成部分线路建设标准低、线径细,线路末端电压低,功率因数低,造成损耗大;二是电网结构不合理,存在着变压器空载运行、配电变压器运行负荷率低、低压侧无功补偿不到位等现象;三是农网改造时没有同步规划设计建设,存在着供电半径过长的问题;四是农网改造时没有同步改造规划设计建设,存在着线路损耗大;五是电网结构不合理、无功补偿不到位等,造成了供电损耗大。虽然近年来开展的农网改造使得农村低压电网的线损率逐年下降,但是在当前仍然存在着不少的问题需要进一步改进。

## 1 农村配电网的现状存在问题

### 1.1 无功补偿容量不足

农村配电网线路较长,由于地理环境、地形、地貌、气候等因素的影响,使得部分线路电压偏低,在配电网中无功补偿容量不足,致使部分线路和变压器的功率因数过低,不利于电能质量的提升。低压侧补偿装置的安装数量较少。农村配电网的面积比较广,在无功补偿设备安装时,由于当地的经济条件、地理环境

等因素的影响,导致部分地区安装了无功补偿装置却没有使用,或者是安装了无功补偿装置但是没有进行合理的选择和配置,导致大部分农村配电网中的无功补偿容量不足。低压无功补偿装置设计不合理。由于农村配电网在建设时对于变压器和低压线路都没有进行合理的设计和规划,导致在使用时出现了电压偏低、功率因数过低、设备利用率过高等问题。由于农村配电网在建设时没有合理地安装无功补偿装置,导致农村配电网中无功功率补偿装置配置不足、安装不到位等问题普遍存在,也给农村配电网的运行管理带来了一定的困难。在对农村配电网进行运行管理时,由于农村配电网中的低压无功补偿装置相对比较少,并且管理不够规范,导致部分低压无功补偿装置不能及时地投入运行或投入时间较长而失效。低压无功补偿容量与实际负荷不匹配。在实际生活中有许多用户负荷比较大,并且没有及时地安装和使用相应的无功补偿装置进行节能降耗,导致线路出现了较多的负载损耗<sup>[1]</sup>。

### 1.2 农村电网设备陈旧, 配电变压器损耗大

农村电网采用的配电变压器均为单相变压器,其损耗的主要影响因素有:

1. 铁损: 由于铁损产生的原因是铁芯材料的含碳量高、表面含氧量高、表面氧化产生的氧化物等,因此铁损越大,变压器铁损越大。

2. 铜耗: 由于铜耗产生的原因是导线电阻大,导线截面积小,因此铜耗越大。铜损和铁损之和为变压器总损耗。据统计,农村配电网低压线路中10kV线路损耗占线路总损耗的70%以上,低压台区容量不足40%。农村配电变压器使用时间长、负荷变化频繁、空

载运行、过负荷运行等情况下会产生较大损耗, 主要原因为: 配电变压器负荷变化频繁。配电变压器主要由三部分组成: 一是主变压器; 二是配变 (包括低压线路上安装的电器设备); 三是低压线路。由于农村地区供电线路长、用电负荷变化快, 造成配电变压器负荷变化频繁, 尤其在夏季用电高峰期间, 用户用电量突增, 配电变压器负荷增加; 农村地区供电半径过长<sup>[2]</sup>。

### 1.3 电压分布不均衡

在我国农村配电网中, 由于农村经济发展水平和人口分布等因素, 导致部分地区电压分布不均衡, 而这一情况对农村配电网的运行和降损工作产生了较大影响。农村地区人口密集, 经济发展水平较低, 供电半径过长, 使得供电距离较远的居民住宅区域、大型工厂和企业区域等负荷过大, 由于供电半径较长, 导致供电电压在时间和空间上均出现不均匀现象。同时, 由于农村地区电压分布不均衡导致了负荷中心与电压低的节点之间出现较大的用电差异。因此, 在农村配电网降损工作中必须充分考虑到这一问题, 采取有效的措施进行解决。通过对我国部分地区农村配电网的实际运行情况进行分析发现, 目前我国农村配电网存在以下主要问题:

1. 电压分布不均衡: 随着我国社会经济的不断发展, 我国农村地区的经济水平也在不断提高。在这种情况下, 部分地区居民用电需求量也随之增加。但是由于农村配电网电压分布不均衡导致了用户用电需求与供电能力之间存在一定的矛盾。

2. 设备老化: 目前我国农村配电网中仍然存在部分老旧设备和陈旧线路。在这些老旧设备和陈旧线路中, 电力变压器、低压电抗器、低压架空导线等设备老化现象较为严重, 且这些设备也未得到及时的更新和改造, 从而导致了用电负荷的增长速度与配电变压器容量不匹配的情况出现。

3. 无功补偿不足: 在农村配电网中, 由于缺乏相应的无功补偿设施和技术水平, 导致配电网中无功补偿装置不能起到补偿作用, 从而使得农村配电网中电压分布不均衡现象严重。

### 1.4 线路及配变老化, 线径小

目前, 农村配电网中的线路及配变老化、线径小问题严重, 尤其是低压线路损耗比较大, 很多低压线路的线径只有 3mm~5mm, 甚至更小。这主要是因为农村配电网的建设过程中没有考虑到运行安全和经济问题, 只注重了设备的数量、容量以及造价等因素, 没有注

意到配电网建设的经济性和实用性, 为了满足农村用电需求而盲目增加了负荷密度, 造成了线径小、损耗大等问题<sup>[3]</sup>。

农村配电网中的线损出现问题后, 会严重影响供电企业的经济利益和形象, 导致供电企业利润减少、效益下滑。因此, 农村配电网线损问题是目前农村配电网中的一项重要问题。在农村中, 线损主要由以下几个方面引起: 导线截面过小会导致导线发热严重、影响绝缘强度、导线与配电变压器之间的距离太近等。若导线截面过小, 线路上将会出现过负荷现象, 导致电流过大或电压降增大, 最终出现电能损耗增大的问题。短路故障主要由线路接头接触不良、线路绝缘损坏、接地不良等引起。若短路故障发生在电力变压器处时会出现电流增大现象; 若短路故障发生在低压配电柜处时会出现电压降低现象。配电变压器容量选择不合理: 农村中配电变压器容量选择不合理也是导致农村配电网线损高的重要因素之一。一般情况下, 配变容量越大线损越小。若配电变压器容量选择过大会增加线损; 若配电变压器容量选择过小会降低线损效率。无功补偿配置不合理: 农村中无功补偿装置配置不合理也会导致农村配电网线损增大<sup>[4]</sup>。

### 1.5 降损措施

在农村地区配电网中, 经常存在低压配电网结构不合理、负荷分布不均匀、台区与主干线距离较远的问题。通过优化农村配电网结构, 能够有效地提高农村地区的供电能力, 提高配电网的电能质量。将低压配电网建设成环型网络, 使各低压配电所的出线形成环形供电, 使负荷的分配更加均匀, 减少无功补偿设备的投资和运行维护费用。合理规划和布局低压电网, 避免重复建设、重复供电, 使其能够合理分布在区域内的负荷中心, 有效地减少了线损。在农村地区选择合适的配变容量, 保证变压器可以适应负荷的变化; 合理布置变压器的位置和台数, 并保持负荷中心和低压干线之间距离合适; 配置功率因数补偿装置, 提高功率因数可以有效降低无功损耗; 适当调整农村地区线路的截面、长度、分支数等参数以保证导线在线路中传输的电能质量; 在农村地区推广使用新型节能型配变和新型节能型配电变压器; 合理选用导线材料以提高导线自身线径及降低电阻率来降低无功损耗; 充分利用低压配电网线路上无功补偿装置, 提高无功功率输送能力; 安装低压配电网保护装置, 定期进行巡视检查<sup>[5]</sup>。

### 1.6 合理调整负荷

(1) 合理调整负荷: 通过对负荷的分析, 确定最小负荷和最大负荷, 调整各时段的负荷分配, 使得电压分布合理。(2) 实施无功补偿: 在进行无功补偿时, 应优先考虑采用高压补偿的方式, 根据无功损耗的情况以及电网的实际情况, 合理选择补偿容量、方式和地点。(3) 合理配置无功功率: 根据电网的实际情况, 对其进行合理配置, 对有功功率和无功功率进行合理配置。(4) 正确选择变压器容量: 根据电网的实际情况, 按负载率与供电半径确定变压器容量。(5) 安装无功补偿设备: 根据负荷的大小和地区气候等因素, 选择适当的无功补偿装置。(6) 合理选择导线截面: 根据电网的实际情况及经济运行要求, 合理选择导线截面。(7) 建立完善的监测系统: 对配电网中的各台变压器进行实时监控, 及时掌握各台变压器负载情况, 并将其与配电线路负荷情况进行对比分析, 为电网运行提供数据支撑。(8) 利用计算机技术进行负荷预测: 通过计算机对未来一段时间内用电需求进行预测, 结合实际用电情况调整线路运行参数及容量。(9) 对用户电压质量进行检测: 定期对用户电压质量进行检测分析, 为降低电能损耗提供数据支撑。(10) 积极开展无功补偿技术工作: 在配电网中安装电容器、电抗器等无功补偿设备。通过上述措施的实施可以使电压分布更加合理、电压质量得到提升, 使得配电线路的损耗大幅降低。为了使以上措施更加有效地实施, 还需对以下问题进行深入研究: 从技术的角度看, 提高配电网中功率因数(特别是无功功率的利用率)是降低线路损耗的主要途径。从理论上讲, 只要在一定范围内增加配电网中的无功补偿容量, 就可以提高功率因数。但目前农村配电网的无功补偿容量一般是按变压器容量的15%~25%配置, 远不能满足用电负荷增长的需要。因此, 需要对配电网进行综合分析, 确定最佳补偿容量。

目前农村配电网中普遍采用无功就地平衡和集中补偿相结合的补偿方式, 提高配电网中的功率因数。在农村配电网中主要采用并联电容器和并联电抗器两种无功补偿装置, 前者可通过直接补偿或集中补偿两种方式实现, 后者则一般采用集中补偿方式。从技术上看, 提高功率因数可以通过两种途径实现, 即增加无功功率和降低线路损耗。增加无功功率主要有两种途径: 一是提高变压器电压等级和容量; 二是在变压器空载时投切电容器进行无功补偿。从技术上看, 降

低线路损耗主要有三种途径: 一是采取合理架设架空线路以减少导线长度; 二是提高供电半径以减少导线截面; 三是在配电变压器低压侧装设无功补偿装置。

从技术上看, 提高配电变压器效率可以采用以下两种途径: 一是在配电变压器低压侧装设无功补偿装置; 二是对配电网中的变压器进行经济运行管理。降低功率因数的措施: 科学管理用电, 首先是要做好电力负荷预测工作。供电企业在进行电力负荷预测时, 要充分考虑农村的特点, 科学制定供电方案。其次是加强用电设备管理, 提高电能质量。为了保证用电设备的运行安全可靠, 必须加强对用电设备的管理和维护, 及时消除设备的不正常现象。对配电变压器应合理分布, 安装必要的变压器及无功补偿装置; 对线路、电杆、导线等要加强维护管理, 防止因绝缘老化、线路发热而导致绝缘能力降低, 从而产生相间短路、接地短路等现象; 对有载调压分接开关、电容器等电气设备要进行定期检查维护, 保证其良好运行; 对电压互感器、电流互感器和避雷器要定期进行校验。

## 2 结论

通过加强配电网建设改造, 合理安排配电网的建设、运行方式, 可提高配电网运行的稳定性和可靠性, 减少短路电流, 从而减少电能损耗。具体来讲: 加强无功功率平衡控制, 在保证系统电压稳定的前提下, 尽可能提高系统中无功功率的利用率, 提高电压合格率; 合理选择导线截面, 优先选用新型节能导线; 加强配电变压器的运行管理, 防止变压器空载损耗; 做好农村配电网规划设计, 优化变电站布局及变电站台数, 合理选择线路供电半径、导线截面及台数; 推广使用新型节能型变压器, 安装无功补偿装置并保证其正常运行; 合理选择配电线路导线截面, 选用合适的线径并选择合适的导线类型; 加强用电管理。

## 参考文献:

- [1] 商学斌. 基于精益化管理的配网节能降耗新模式[J]. 农村电气化, 2023(10):49-51.
- [2] 金诚, 姚奔, 钱宇昊, 等. 基于数据中台的配电网线损对策分析[J]. 电子技术, 2023, 52(08):64-65.
- [3] 钟文彬. 10kV配电网线损分析及节能降耗措施[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(07):325-327.
- [4] 王争冕. 考虑分布式电源接入的有源配电网线损及重构研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2023.
- [5] 牛雨, 李欢欢, 张建宾, 等. “双碳”背景下配电网线损管控研究[J]. 河南科技, 2023, 42(06):5-13.