

分布式发电设备接入对台区线损影响的研究与优化方案设计

蒋峰

(苏州三新供电服务有限公司)

【摘要】文章针对分布式发电设备接入对台区线损的影响进行了研究,并设计了优化方案。研究发现,分布式发电设备的接入方式、位置和容量对线损有显著影响。通过合理规划接入位置、优化接入容量和采用智能化调度策略,可有效降低线损,提高电网运行效率。实际案例分析表明,优化方案使线损率大幅下降,供电质量提升,并带来显著经济效益。

【关键词】分布式发电设备;台区线损;接入方式;优化方案;电网运行效率

中图分类号: TM73

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.173

Research on the Impact of Distributed Power Generation Equipment Access on Line Loss in the Transformer Area and the Design of Optimization Schemes

JIANG Feng

(Suzhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd.)

【Abstract】This paper studies the impact of distributed power generation equipment access on the line loss of the transformer area, and designs an optimization scheme. The study has found that the access method, location and capacity of distributed power generation equipment have a significant impact on line loss. By rationally planning the access location, optimizing the access capacity and adopting intelligent scheduling strategies, line loss can be effectively reduced and the operation efficiency of the power grid can be improved. Actual case analysis shows that the optimization plan has greatly reduced the line loss rate, improved the quality of power supply, and brought significant economic benefits.

【Keywords】distributed power generation equipment; line loss of the transformer area; access method; optimization scheme; power grid operation efficiency

1 引言

分布式发电设备作为一种新型的能源供应方式,已成为电力系统的重要组成部分。然而,分布式发电设备的接入不可避免地对台区线损产生影响。台区线损作为衡量电网运行效率的重要指标,直接关系到电网的经济性和可靠性。因此,研究分布式发电设备接入对台区线损的影响,并提出相应的优化方案,对于提高电网运行水平、促进分布式发电技术的广泛应用具有重要的理论意义和实践价值。

2 分布式发电设备接入对台区线损的影响分析

2.1 分布式发电设备接入方式

分布式发电设备接入常采用与馈线直接相连的方式,其优势在于设备输出电压与馈线电压匹配度

高,电压降相对较小。但该方式易使馈线电流增大,导致线路电阻损耗上升;同时会改变功率流动方向,引发线损重新分布。

相比之下,经变压器接入可更好地匹配设备输出电压与电网电压,减少电压降,但会引入额外的变压器损耗,该损耗在台区线损计算中需重点考量^[1]。尽管如此,变压器接入对提升系统短路容量与稳定性仍具有积极作用。

母线接入方面,因母线是系统核心环节,该接入方式可能导致电流分布不均,进而增加线损。

2.2 影响因素

分布式发电设备对台区线损的影响因素包括设备类型、接入位置及接入容量。光伏、风电、燃气轮机等不同类型设备,对线损的影响存在差异;接入位置的选择亦尤为关键;接入容量增大,则会显著加剧对台区线损的影响。分布式发电设备接入配电网

后,潮流分布改变是影响线损的核心机理,主要体现在:设备直接为负荷供电,可降低线路负载,进而减少线损;设备接入可能改变线路电流方向,该变化对线损产生直接影响;设备接入虽提升配电网供电能力,但也增加系统复杂性,可能导致线损上升。

3 分布式发电设备接入台区线损优化方案设计

3.1 优化目标

提升分布式发电设备接入台区的效率是优化核心目标。通过优化接入位置实现设备最优分布,减少位置不当引发的线损^[2];调整接入容量以匹配台区负荷需求,降低容量失配造成的线损;同时优化设备运行策略,实现与电网协同调度,提升设备整体利用率。

采用先进线损监测技术实时掌握台区线损状态并提供数据支撑,结合人工智能算法实现线损预测与优化,推动线损率持续下降。提升电网运行稳定性同样重要:通过优化电网调度策略,促进设备与电网协同运行,增强电网抗扰动能力;强化设备监控与维护,确保设备安全稳定运行。

3.2 优化措施

3.2.1 优化分布式发电设备接入位置以降低线损率

为降低线损,需根据台区负荷特性合理规划分布式发电设备的接入位置^[3]。首先,建立台区负荷特性分析模型,通过公式计算台区的平均负荷密度 λ ,公式如下。

$$\lambda = \frac{P_{total}}{A} \quad (1)$$

式(1)中: P_{total} 为台区总负荷功率, A 为台区供电面积。然后再利用以公式计算各候选接入点的线损率 ρ :公式如下:

$$\rho = \left(\frac{P_{loss,i}}{P_{total,i}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

式(2)中: P_{loss} 为线路损耗功率, P_{total} 为通过该接入点的总负荷功率。再采用以下目标函数进行优化,以最小化总线损率:公式如下:

$$\text{Minimize} \sum_{i=1}^n P_{loss,i} \quad (3)$$

式(3)中: n 是候选接入点的总数。 $P_{loss,i}$ 是第 i 个接入点的线路损耗功率。在优化分布式发电设备接入台区线损的过程中,需充分考虑以下约束条件以

保障电网的稳定与安全。第一,接入点的选择必须遵循电网的运行规则,确保位于电网的合适位置,以满足电网运行的安全要求。第二,分布式发电设备的容量需控制在电网承载能力范围内,避免超负荷运行。第三,接入点的确定应兼顾电网当前结构及其未来发展规划,确保优化方案的长远可行性和灵活性^[4]。

3.2.2 优化分布式发电设备接入容量

首先,构建台区负荷需求模型,通过简洁的公式来计算实时负荷。公式如下:

$$L_t = L_d + L_s + L_l \quad (4)$$

式(4)中: L_t 代表总负荷,而 L_d 、 L_s 、 L_l 分别代表居民、商业和工业负荷。随后,定义优化目标函数,以线损最小化为目标,公式为:

$$\text{Minimize} P_{loss} = \sum_i (r_i P_i^2) \quad (5)$$

式(5)中: P_{loss} 是线路总损耗功率, r_i 是线路电阻, P_i 是线路功率。

3.2.3 采用智能化调度策略

基于多目标优化算法的智能化调度策略,依托先进信息技术实现分布式发电设备与配电网的实时监控及优化调度,旨在协同优化线损最小化、供电质量提升、运行成本降低等目标。

智能化调度策略构建中,设定三个目标函数:一是最小化线路总损耗功率;二是提升供电质量,以最小化电压偏差为实现路径;三是降低运行成本,聚焦减少分布式发电设备运行成本。同时,策略实施需兼顾供需平衡、设备运行约束、电网运行约束等多类约束条件。优化流程基于改进遗传算法实现,从种群初始化出发,经适应度评价、选择、交叉、变异操作迭代优化,直至满足终止条件,最终输出帕累托最优解集^[5]。

4 案例分析

4.1 台区基本情况

某台区地处城市中心繁华地带,承担着为周边商业设施及居民区提供稳定电力供应的重要职责。其配电网架构呈现出多层次、多环网的特点,涵盖了若干条不同电压等级的馈线以及分布广泛的配电室。在接入分布式发电设备前,该台区的线损率长期维持在5.2%的较高水平。

4.2 分布式发电设备接入情况

根据本文提出的优化方案,台区先后接入了两台光伏发电设备和一台小型风力发电设备。光伏发电设备分别安装在两个商业建筑的屋顶,风力发电设备则安装在台区附近的空地上。接入方式采用本文推荐的优化接入方式,即通过变压器接入,以减少电压降和线路电阻损耗(见图1)。

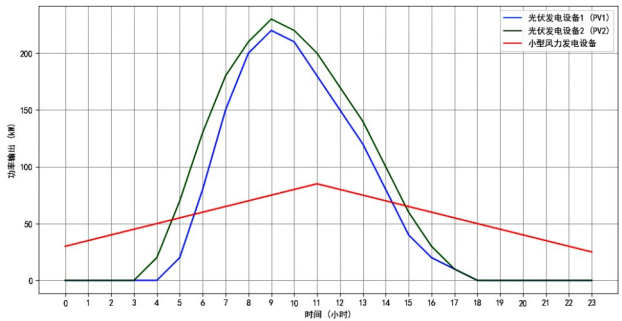


图1 分布式发电设备接入实施细节与运行效果分析

4.3 优化方案实施效果

4.3.1 线损率降低

通过实施优化方案,台区的线损率由原来的4.9%降低至3%左右,降幅达到37.5%。这一显著的变化表明,分布式发电设备的接入和优化方案的实施在降低线损方面发挥了重要作用。同时,这也进一步揭示了分布式发电技术在提升电网运行效能方面的巨大潜力,为未来电网的可持续发展提供了有力的数据支撑和重要参考(见表1)。

表1 台区线损率显著下降

时间段	优化前线损 /%	优化后线损率 /%	线损率变化 /%
一个月前	4.9	-	-
优化方案实施后	-	3.0左右	降1.9

4.3.2 供电质量提升

根据监测数据,台区电压合格率由原来的97%提高至99%。此外,供电质量的提升还体现在电压波动的减小和供电稳定性的增强,这对于保障敏感负荷的可靠运行和提升用户满意度具有重要意义。

4.3.3 经济效益分析

线损降低后,台区的经济损失减少。按照电价0.5483元/千瓦时计算,每年可节约电费约20万元。

在此基础上,经济效益的提升还体现在电网运行维护成本的下降和能源利用效率的提高,进而促进了电力系统的整体经济性和市场竞争力。

5 结语

分布式发电设备的接入对台区线损具有显著影响,通过合理规划接入位置、优化接入容量和采用智能化调度策略,可以有效降低线损,提高电网运行效率。实际案例分析表明,优化方案的实施使台区线损率大幅下降,供电质量得到提升,同时带来了显著的经济效益。

本文的研究成果为分布式发电设备接入配电网提供了有益的参考,对于推动我国分布式发电技术的应用和发展具有重要意义。在此基础上,未来还需进一步探讨分布式发电设备与电网的深度融合,以实现更高水平的能源利用和电网运行优化。

参考文献

[1] 赵晶晶.含分布式发电的配电网优化运行研究[D].重庆:重庆大学,2009.

[2] 钱其三.配电网中分布式发电优化配置研究[D].甘肃:兰州理工大学,2014.

[3] 徐超.分布式电源接入城市配电网的线损影响研究[D].江苏:东南大学,2017.

[4] 翟学,郭紫昱,曲名新,等.分布式光伏发电系统接线方案优化[J].电气应用,2020,39(12):87-93.

[5] 彭志峰.线路线损及台区线损降损管理研究[J].科技创新与应用,2020(23):195-196.