

高损台区线损成因分析与应对策略探究

聂源, 李豪杰, 段凯然

国网阿克苏供电公司, 新疆 阿克苏 843000

DOI:10.61369/WCEST.2025030018

摘 要 : 在电力系统中, 台区作为供电结构的基础单元, 其线损情况直接影响电力企业的经济效益与供电质量。高损台区的存在造成了大量电能浪费与经济损失。本文深入剖析高损台区线损的成因, 涵盖技术、管理、设备等多个层面, 并结合实际案例阐述, 旨在为降低台区线损、提升电力系统运行效率提供理论支撑与实践指导。

关 键 词 : 高损台区; 线损成因; 技术线损; 管理线损

Analysis of the Causes of Line Loss in High Loss Areas and Exploration of Response Strategies

Nie Yuan, Li Haojie, Duan Kairan

State Grid Aksu Power Supply Company, Aksu, Xinjiang 843000

Abstract : In the power system, as the basic unit of the power supply structure, the line loss situation of the substation directly affects the economic benefits and power supply quality of the power enterprise. The existence of high loss areas has caused significant energy waste and economic losses. This article deeply analyzes the causes of line loss in high loss substations, covering multiple levels such as technology, management, and equipment, and combines practical cases to explain, aiming to provide theoretical support and practical guidance for reducing line loss in substations and improving the operational efficiency of power systems.

Keywords : high loss area; causes of line loss; technical line loss; manage line loss

引言

随着我国经济迅猛发展与城乡电网建设规模持续扩张, 电力需求呈显著上升态势。然而, 高损台区线损问题日益突出, 已成为影响电力系统运行与供电质量的关键因素。高损台区线损异常会引发线路漏电大、变压器损耗严重、配变温升高等一系列问题, 不仅使供电企业经济效益受损, 还影响用户用电体验与电网安全稳定。在此背景下, 深入研究高损台区线损成因并设计有效治理方案, 对降低线损率、提升电网运行效率与供电质量、推动电力系统可持续发展具有重要现实意义。

一、高损台区线损成因分析

(一) 技术层面

1. 线路问题

供电半径与线径: 当低压线路供电半径过大, 如在一些偏远农村地区, 供电线路可能长达数公里, 而导线截面过小, 无法满足负荷流量的要求。根据电阻定律线路过长、线径过细会使电阻增大, 在电流通过时产生大量的热量, 造成电能损耗增加。^[1]

线路老化与接触不良: 线路长期运行会出现老化现象, 绝缘性能下降, 容易引发漏电问题。同时, 线路各连接部位可能因安装工艺不佳、长期受风吹日晒等原因, 出现接触不紧密的情况, 导致接触电阻增大。根据焦耳定律, 接触电阻增大将使电能损耗大幅增加。如某老旧城区的台区, 部分线路运行年限超过 20 年, 老化严重, 部分导线绝缘层破损, 且部分接头处存在松动现象, 该台区线损率比同类正常台区高出 8% 左右。

2. 设备问题

配变相关问题:

容量与负荷不匹配: 存在“大马拉小车”或“小马拉大车”的现象。当配变容量过大, 而实际负荷较小时, 变压器的空载损耗占比增大; 反之, 当配变容量过小, 无法满足负荷需求时, 变压器长时间过载运行, 绕组电阻损耗增加。例如, 某工业园区的一台配变, 容量为 1000kVA, 但实际负荷长期在 200kVA 左右, 导致空载损耗过大, 台区线损率偏高。

三相负荷不平衡: 在三相四线制供电系统中, 若各相负荷分配不均匀, 会导致中性线电流增大。由于中性线也存在电阻, 电流通过时会产生额外的电能损耗。同时, 三相负荷不平衡还会影响变压器的运行效率, 降低供电质量, 进一步增加线损。某台区三相负荷不平衡度达到 30%, 中性线电流明显增大, 台区线损率比正常情况下高出 5% 左右。^[2]

无功补偿不足: 台区配变功率因数低会导致电网无功功率增

加。功率因数是衡量电气设备效率的重要指标，当功率因数低时，意味着电网中有较多的无功功率流动，这些无功功率虽然不对外做功，但会在线路中产生电流，导致线路损耗增加，降低电网的运行效率。例如，某台区功率因数长期低于 0.8，无功功率补偿不足，致使线路损耗显著增加，线损率居高不下。

计量设备故障：台区总表或用户表计出现故障，如失压、接线错误、表计精度下降等，会导致电量计量不准确。例如，某台区总表 B 相电压连片松脱，造成 B 相电压无法正常计量，导致该台区电量少计，线损率异常升高。

（二）管理层面

1. 用电信息采集问题

采集覆盖率与成功率不足：若用电信息采集系统对台区内电能表的覆盖率不足，部分电能表数据无法采集，或者采集成功率低，经常出现数据丢失、错误等情况，会影响线损计算的准确性。例如，某台区用电信息采集系统覆盖率仅为 80%，部分用户电能表数据无法实时采集，只能依靠人工抄表，导致线损计算偏差较大，无法真实反映台区实际线损情况。

采集时间不同步：电能表时钟出现异常，导致总表与户表电量不同期。若台区下客户电能表采集码非每日零点冻结，供、售电量数据便不同期，进而导致台区呈现高损。例如，某台区部分电能表时钟出现偏差，采集表码时间不一致，使得供、售电量统计存在时间差，造成台区线损率虚高。^[3]

2. 人员管理与稽查问题

工作人员责任心不强：台区营抄员责任心不强，工作积极性不高，抄表不及时、不准确，甚至存在漏抄、估抄现象。部分抄表人员未严格按照制订的抄表日程进行抄表，而是根据自己的时间随意安排，造成部分台区不是每月固定抄表，导致线损数据波动较大，无法准确反映台区真实线损情况。

稽查力度不够：对台区的稽查力度不足，不能及时发现和查处偷、漏电及违约用电行为。个别营抄人员为了图省事，没有加大稽查和处罚力度，导致偷、漏电形成恶性循环，增加了台区线损。例如，某台区附近一些小作坊存在窃电行为，由于长期未被发现和查处，导致该台区线损率长期处于高位。

（三）外部环境层面

1. 自然环境因素

恶劣天气影响：在一些恶劣天气条件下，如暴雨、大风、暴雪等，可能会对线路和设备造成损坏。例如，大风可能导致架空线路与树木等障碍物接触，引发放电现象，造成电能损耗；暴雨可能引发洪涝灾害，淹没配电设备，导致设备短路、漏电等故障，增加线损。在一次暴雨灾害后，某台区部分线路被水浸泡，绝缘性能下降，出现漏电现象，该台区线损率在灾害发生后的一个月内比平时高出 15% 左右。

地理环境复杂：在山区、丘陵等地理环境复杂的地区，线路架设难度大，供电半径往往较长，且维护难度高。同时，这些地区的树木生长茂盛，容易与架空裸导线接触，引发放电，增加线路损耗。例如，某山区台区，由于地理环境复杂，供电半径长达 600m，且部分线路周边树木较多，经常出现导线与树枝放电的情况，导致该台区线损率一直居高不下。^[4]

2. 用户用电行为因素

季节性用电变化：一些用户的用电具有季节性特点，如农村

地区的灌溉用电，在灌溉季节用电量大幅增加，而在非灌溉季节用电量则很少。这种季节性用电变化会导致配变负荷波动较大，当负荷过低时，变压器的空载损耗占比增大，从而增加台区线损。例如，某农村台区，在灌溉季节过后，配变负荷急剧下降，线损率比灌溉季节高出 10% 左右。

临时用电管理不善：部分临时用电未纳入系统核算，如一些建筑工地、临时活动场所等的用电，没有安装正规的计量装置，或者计量装置不准确，导致电能量的流失，从而使台区线损上升。例如，某建筑工地在施工期间，临时用电未进行规范计量，私自搭接线路，导致附近台区线损率明显升高。^[5]

二、高损台区线损的影响

（一）经济影响

高损台区造成大量电能的浪费，直接增加了电力企业的生产成本。一方面，电力企业需要支付更多的发电成本来满足用户的用电需求，而这些额外损耗的电能并未带来相应的经济效益；另一方面，高损台区还可能导致电力企业面临罚款等经济处罚，进一步增加了企业的经济负担。例如，某电力企业由于部分台区线损过高，每年额外支付的发电成本高达数百万元，严重影响了企业的盈利能力。

（二）供电质量影响

线损过高会导致线路电压降增大，影响供电电压的稳定性和质量。用户端电压过低或过高，都可能对用户的用电设备造成损害，影响设备的正常运行和使用寿命。同时，三相负荷不平衡还可能导致部分用户的用电设备无法正常工作，降低用户的用电体验。例如，某工厂由于所在台区电压不稳定，经常出现设备停机、损坏等情况，给企业的生产经营带来了严重影响。

三、高损台区线损治理策略

（一）技术改进策略

1. 优化线路布局

根据台区负荷分布情况，合理规划线路走向，缩短供电半径，减少线路迂回和交叉。对于供电半径过长的线路，可考虑增设分段开关或进行线路改造，优化电网结构。例如，对某供电半径过大的台区，通过新建一条分支线路，将供电半径从 800m 缩短至 400m，改造后该台区线损率下降了 8 个百分点。

2. 升级设备

配变改造：根据台区实际负荷情况，合理选择配变容量，避免“大马拉小车”或“小马拉大车”现象。对于三相负荷不平衡的台区，可采用智能配变终端等设备，实时监测和调整三相负荷，使三相负荷趋于平衡。同时，加大对老旧配变的更换力度，推广使用节能型配变，降低变压器自身损耗。例如，某台区将一台老旧的 S7 型配变更换为新型的 S13 型节能配变，并安装了智能配变终端对三相负荷进行调整，改造后台区线损率下降了 6 个百分点。

计量设备更新：选用高精度、可靠性强的电能表和互感器，并定期进行校验和维护，确保计量准确。同时，推广使用智能电表，实现远程抄表和电量实时监测，提高用电信息采集的准确性

和及时性。例如，某台区将所有机械式电能表更换为智能电表后，用电信息采集成功率从原来的 80% 提高到 98% 以上，线损计算更加准确，通过分析数据发现并解决了一些计量异常问题，台区线损率有所下降。^[6]

3. 加强无功补偿

根据台区无功功率需求，合理配置无功补偿装置，如电容器、电抗器等。通过无功补偿，提高功率因数，降低线路中的无功电流，从而减少线路损耗。例如，某台区在安装了无功补偿电容器后，功率因数从原来的 0.75 提高到 0.92，线路损耗明显降低，台区线损率下降了 5 个百分点。

（二）管理提升策略

1. 完善档案与数据管理

加强营销档案与现场实际情况的核对，确保“变与户”关系准确无误。建立档案信息实时更新机制，当用户用电情况发生变化时，及时在营销系统和采集系统中更新档案信息。同时，加强对数据的审核和分析，通过比对不同系统的数据，及时发现和纠正数据错误，确保线损计算数据的准确性。例如，某供电公司组织人员对辖区内所有台区的营销档案进行了全面梳理和核对，纠正了大量“变与户”关系错误的信息，之后台区线损计算的准确性得到了显著提高。

2. 强化用电信息采集管理

提高用电信息采集系统的覆盖率和成功率，对未覆盖的电能表及时进行补装采集模块，确保所有电能表数据能够实时采集。加强对采集系统的维护和管理，定期检查采集设备的运行情况，及时处理数据采集异常问题。同时，统一电能表采集时间，确保总表与户表电量同期采集，提高线损计算的准确性。例如，某供电公司通过优化用电信息采集系统，增加采集设备投入，使采集覆盖率达到 99% 以上，采集成功率稳定在 98% 以上，台区线损计算更加准确可靠。

3. 加强人员培训与考核

加强对台区营抄员和相关工作人员的培训，提高其业务水平和责任心。定期组织业务培训，学习抄表、计量、线损分析等专业知识和技能，提高工作质量。建立健全人员考核机制，将台区线损指标与工作人员的绩效挂钩，对工作表现优秀、台区线损治理成效显著的人员给予奖励，对工作不力、导致台区线损过高的人员进行处罚，充分调动工作人员的积极性和主动性。例如，某供电所通过加强人员培训和考核，台区营抄员的工作质量明显提高，抄表及时率和准确率均达到 99% 以上，台区线损治理工作取

得了良好成效。

（三）外部环境应对策略

1. 加强与用户沟通合作

通过多种渠道，如宣传册、短信、社区活动等，向用户宣传安全用电、合理用电知识，提高用户的节能意识和规范用电意识。对于季节性用电变化较大的用户，引导其合理安排用电时间，降低用电峰谷差。同时，加强与用户的沟通，及时了解用户的用电需求和问题，共同解决用电过程中出现的问题，减少因用户用电行为不当导致的线损增加。例如，某供电公司针对农村灌溉用户，在灌溉季节前组织技术人员深入农村，为用户讲解安全用电和节能灌溉知识，并帮助用户检查和维护用电设备，有效降低了灌溉季节的台区线损。

2. 优化临时用电管理

加强对临时用电的管理，对所有临时用电用户进行登记备案，安装规范的计量装置，并定期进行检查和维护。严格执行临时用电审批制度，要求用户在申请临时用电时提供详细的用电计划和安全措施，经审核批准后方可接入电网。同时，加大对临时用电的稽查力度，严厉打击私自搭接线路、窃电等违法行为，确保临时用电规范有序，减少临时用电对线损的影响。例如，某地区加强临时用电管理后，临时用电导致的线损率下降了 3 个百分点。

四、结束语

高损台区线损问题是一个复杂的系统性问题，涉及技术、管理、外部环境等多个层面。通过对高损台区线损成因的深入分析可知，线路老化、设备故障、档案数据错误、用电信息采集不准确、人员管理不到位以及外部环境因素等都可能导致台区线损升高。高损台区线损不仅给电力企业带来经济损失，还影响供电质量和电力系统运行稳定性。为有效治理高损台区线损，需要采取综合措施，从技术改进、管理提升和外部环境应对等方面入手，优化线路布局，升级设备，完善档案与数据管理，强化用电信息采集管理，加强人员培训与考核，加强与用户沟通合作，优化临时用电管理等。只有这样，才能降低台区线损，提高电力系统的运行效率和经济效益，为社会提供更加稳定、可靠、优质的电力供应。在未来的电力系统发展中，应持续关注高损台区线损问题，不断探索新的技术和管理方法，实现电力系统的可持续发展。

参考文献

- [1] 甄会军. 高损台区线损成因分析及治理策略[J]. 张江科技评论, 2024, (07): 87-89.
- [2] 彭志峰. 线路线损及台区线损降低管理研究[J]. 科技创新与应用, 2020, (23): 195-196.
- [3] 蔡雨晴, 朱丽雪, 郭琳. 低压配电线路台区线损治理分析[J]. 农村电气化, 2022, (08): 92-94.
- [4] 熊德智, 彭凯, 廖青春, 等. 高损台区监测与信息动态处理[J]. 大众用电, 2023, 38(03): 27-29.
- [5] 马帅, 储昭亮, 彭玄之, 等. 高损台区线损治理预期评估[J]. 科技与创新, 2022, (03): 85-87+90.
- [6] 熊欣, 程胜. 浅析配电台区反窃电降损治理[J]. 农村电气化, 2022, (01): 92.