

农村电力线路降损技术措施及管理对策分析

李 鑫

(内蒙古电力(集团)有限责任公司呼和浩特和林供电分公司, 内蒙古 呼和浩特 011500)

摘 要 当前农村电网线损率居高不下, 主要源于设备老化严重、无功补偿不足及管理机制缺位等问题。基于此, 本文阐述了以技术升级与管理强化协同发力的降损方案, 涵盖计量升级、电网升压改造及人员素质提升等关键措施, 并结合实际案例加以验证, 从技术与管理双维度提出系统性解决方案, 以期为促进农村经济发展及实现“双碳”战略目标提供有益参考。

关键词 农村电网; 降损技术; 智能电表

中图分类号: TM75

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.26.035

0 引言

农村电网作为我国电力系统的重要组成部分, 承担着保障农村地区生产生活用电的关键职能。然而, 当前农村电网线损率偏高的问题日益凸显, 已成为制约农村电力系统高质量发展的主要问题之一。基于此, 本文从技术优化与管理创新等维度系统探讨农村电力线路降损的关键措施, 为破解农村电网高损难题以及推动农村电力系统的可持续发展提供参考。

1 农村电力线路降损技术的重要性

在农村电网领域, 降损技术可以直接减少电力传输过程中的能量损耗, 有效提升电网的运行效率, 且采用科学的规划手段和设备升级的策略能够均衡电网负载分布的同时, 还可以延长电力设备的使用寿命, 进一步降低整体的运营成本。国家“十四五”规划明确提出将农村电网线损率控制在 6% 以下的目标, 为实现这一目标, 智能电表和无功补偿等关键技术能够精准识别高损耗环节, 为建立智能化的电网提供数据支撑, 因为高线损问题不仅影响电力企业的经营效益, 还会导致电价成本的上升, 因此, 应用降损技术在减少电力企业的收入流失的同时又能够降低终端用户的电价, 这又从另一方面促进了农村经济的发展和乡村振兴战略的实施。降损技术还与国家“双碳”目标高度契合, 通过降低电力传输的损耗能够有效减少发电的煤炭消耗和污染物的排放, 对推动能源结构低碳转型具有显著的促进作用^[1]。

2 农村电力线路线损现状

2.1 设备老化, 技术滞后

农村电网的部分用户自行架设的线路和农业灌溉用电的线路, 普遍还存在使用劣质导线或老旧导线甚

至违规分匝接线的情况, 这不仅增大了线路的电阻, 还容易导致漏电致使进一步增加电能的损耗。而农村电网中仍有大量高损耗变压器正在运行, 这些变压器的能效很低, 加上无功补偿又不足, 导致功率因数偏低且末端电压下降, 这样的方式在一定程度上影响了用电的质量, 还加剧了电能的浪费。同时, 绝缘子和线路防污的能力严重不足, 受潮、积污或鸟粪堆积很容易引发污闪放电的现象, 造成电能泄漏与损率^[2]。

2.2 无功补偿不足

农村电网的无功负荷主要集中在低压线路, 但分散补偿和集中补偿措施没有经过有效地落实, 从而导致功率因数偏低和可变损耗的大幅增加。而且, 电网电压的调节能力比较差, 供电电压的波动没有依照线损的特性进行优化电压控制的策略, 使得电能浪费的问题更加突出。

2.3 用电管理难度

农村电网的窃电现象在农村地区较为普遍且手段隐蔽, 比如私拉电线或挂线窃电等方式, 增加了监管和查处的难度, 直接造成了电力的流失。另外, 农村用电负荷特性主要以照明和农业灌溉为主, 用电负荷率偏低且灌溉用电季节性强, 导致变压器长期处于低效运行的状态, 空载损耗的占比明显升高。

2.4 运维管理缺位

农村电网的线路长期缺乏定期的检修, 且设备超负荷运行与锈蚀或绝缘老化的问题比较突出, 直接影响了线路的传输效率, 导致电能损耗增加。而外部环境的隐患也没有得到充分的治理, 比如说树木生长茂盛却没有及时进行修剪, 雷雨天气频发容易产生线路不稳定的状态, 这些外部因素在增加了线路的异常损

耗的同时还可能引发短路或者跳闸等此类的安全事故，进一步影响电网稳定性和能效水平^[3]。

2.5 电网布局不合理

农村电网的变电站分布不均，供电线路常出现迂回、T接的现象，电能传输的距离被拉长导致电阻损耗也随之增加；而部分偏远地区供电半径超过了500米的合理范围，线路压降和功率损耗的现象显著上升；同时，农村用电负荷分散且不平衡，三相负荷差异大导致中性线电流异常增大，进一步增加了线路损耗。

2.6 计量管理漏洞

农村电网在电能表安装与校验的标准不统一，部分电表因长期未校验或老化损坏而产生计量失准的现象，从而造成一定的数据偏差；而抄表管理比较松散，人工抄表易出现漏抄或者估抄的现象，集抄系统的推广力度严重不足，同时反窃电措施非常薄弱，偷电行为频频发生又进一步加剧了用电的损耗；部分供电所对线损指标的管理还流于形式，其目标责任分工不明确，缺乏有效的考核机制，从而导致降损措施难以进行落地执行。

3 农村电力线路降损技术措施

3.1 提高计量准确性

在提升计量准确性方面，首先可以通过设备的升级来增强基础计量的精度，也就是说逐步淘汰老旧型号的电能表，全面换装为精度更高的全电子式电能表。其次，优化计量系统的配置，针对专线供电用户加装失压记录的装置以监测电压异常的情况，并推广使用具备数据存储功能的IC卡预付费电表，也就是不再等到电费用完停电了之后再行缴费，避免了停电的误工情况的出现。同时要引入智能化的管理手段，通过部署集中式的自动抄表系统实现远程实时数据的采集，这样能够实现及时计算功率因数等关键指标，又能避免人工抄表而导致的误差，从设备的升级到系统配置的优化再到智能管理的手段三个维度来确保计量数据的精确可靠^[4]。

3.2 变压器节点降损技术

在降低变压器能耗方面可以从四个关键环节进行优化改进：一是选用高效能的变压器，虽然非晶合金等新型变压器的初始采购成本较高，但其空载损耗能够大幅降低，长期运行的话能显著节省电费的支出，综合经济效益的结果更加的突出。二是要科学匹配变压器的容量，要根据实际的用电负荷特点来确定容量的合适，以季节性农业排灌为例，建议配置为平均负荷的两倍，并可采用子母变压器进行组合供电的方式，

这样的方式在保障了高峰用电需求的同时，也能够避免轻载运行而造成的能源浪费。三是优化变压器的安装位置，通过布点规划需满足低压线路供电半径不超过500米的要求，优先考虑靠近负荷中心的位置，同时要综合考虑地形地貌、进出线的便利性以及交通运输条件等因素，确保供电的安全可靠。四是要通过运行方式的优化来实现节能降损，要实施电网升压的改造，通过提升电压等级来降低线路的电流，从而减少传输过程中的能量损耗；也要动态调整主变压器的投切策略，根据实际负荷的变化灵活控制运行的台数，确保变压器始终处于最佳的经济运行状态。

3.3 合理配置无功补偿

在优化电网无功补偿方面，核心目标就是提升功率因数并减少无功功率的损耗。可以在变电站低压侧母线、低压配电线路中部以及负荷密集区域安装集中式的电容器组进行统一补偿，同时针对大容量的电动机等冲击性负荷实施就地安装电容器组的就地平衡补偿方案。通过这种综合措施来建立覆盖全网的动态无功支撑体系，这样能够有效降低电网传输过程中的无功损耗，从而提升电能的质量。

内蒙古电力（集团）有限责任公司在合理配置无功补偿方面有诸多实践，以包头高新供电公司为例，其针对包头市英思特稀磁新材料股份有限公司用电情况开展无功补偿优化工作。2023年，包头高新供电公司上门走访发现该企业生产线刚启动运行，用电负荷不稳定且存在力率调整电费支出较高的问题。随后，包头供电公司主动服务，对企业用电设备进行排查，通过数据分析制定针对性的补偿方案。并通过优化无功补偿的配置，使该企业功率因数达到0.97，在有效降低供电线损的同时切实降低了企业电费的支出，提升了企业的经济效益。

3.4 电网升压改造

实施电网升压改造的状况可以在负荷功率保持不变的情况下有效降低电网元件中的负荷损耗。可以将升压改造与旧电网改造进行结合，通过减少电压等级与简化接线的方式让电网结构更加的合理，这样能更好地适应负荷增长的需求，同时还能显著降低线损，其主要措施包括分流负荷、调整负荷中心、优化电网结构、改造不合理线路布局、更换大截面导线以及更新高损主变等多个方面^[5]。

以内蒙古电力（集团）有限责任公司乌拉特后旗500千伏输变电工程为例，该工程通过将220千伏开闭站升压为500千伏，优化了电网结构层级。这一改造

过程中的一系列措施强化了蒙西电网主网架结构,提升了巴彦淖尔北部地区新能源汇集能力,为地区供电稳定性和可靠性提供了重要的支撑。

4 农村电力线路降损管理对策

4.1 提高人员素质

为加强农电工队伍的综合能力,首先,应建立系统化的培训体系,定期组织农电工参与各种类型的专项培训,并且要通过理论与实操相结合的立体化教学模式,帮助从业人员全面掌握岗位所需的核心技能。其次,设立县级或区域级电力培训中心,将岗位技能认证与薪酬待遇直接挂钩,依据业务考核结果划分工资等级,从根本上激发农电工主动提升业务水平的内生动力。最后,针对农村地区窃电行为隐蔽性强且查处难度大的特点,重点培训农电工识别异常用电的特征,并且要学会运用检测设备及时进行取证,依法合规地处理窃电案件等实战技能的实行,同步加强相关法律法规的教育,以确保执法全过程的合法合规。

4.2 完善管理体制

为全面提升农村电力管理水平,需从制度建设和执行监督两个维度完善管理体系:首先,通过建立标准化的操作手册来确保电量数据采集、电费核算以及线损分析等关键环节的精准度。并成立专职线损管理的小组,通过采用日常监测和专项督查的模式对高损线路以及异常台区进行动态跟踪,发现问题要及时分析原因并落实整改,形成良好的管理闭环处置机制。其次,定期对总表运行状态进行校验维护,随机抽查分表计量的准确性,并通过红外检测与数据比对等技术手段严格排查漏电隐患和计量误差。规定每日固定时段集中抄录数据,不能产生因时间差而导致的计量争议,并通过安装视频监控来建立抄表轨迹的追溯系统,规范抄表人员日常行为。最后,每季度开展普查行为,对用电量波动异常的大客户实施重点排查,对查实的窃电行为除了要追缴电费及违约金以外,还要依法采取停电整改并且纳入征信黑名单的惩戒措施,而对于能够举报违规用电且协助查处案件的群众要给予现金奖励,形成全民监督的防控网络。

4.3 加强线损管理责任落实

为降低农村电网线损率,需要建立责任到人、考核到岗、措施到位的全流程管控网络:第一,要按照责任到人的原则将低压线损管理细化至从片区到线路再到村的管理模式,将线损指标完成情况与个人绩效工资和日常评优评先直接挂钩,对线损率连续超标的

责任区域启动问责机制,形成人人有责任的工作氛围。第二,建立多维度的指标评价体系,综合考虑台区因客观性的原因以及季节因素的变量,科学地测算各区域间理论线损的基准值,并设置合理的浮动区间。对因电网改造或极端天气等客观因素而导致的线损波动,可以申请免责机制,从而兼顾实际情况确保考核结果^[6]。第三,组织专业队伍定期修剪电力走廊超高树木,同步安装防撞警示标识,降低外力破坏的风险,确保设备健康运行。第四,组建专职抄表班组采用GPS定位的方式进行抄表,并引入智能电费核算系统进行自动筛查异常电量的数据,对电量突变或零度户等可疑情况实时进行预警,杜绝人为干预核算的过程来保证核算结果的准确性。内蒙古电力(集团)有限责任公司在低压线损管理责任细化方面,所属单位按照“分级管控、责任到人”的原则建立了管理机制,例如:部分农村区域试点推行片区、线路、台区的三级管理体系,由专职人员负责责任片区线损指标并将线损率达标情况纳入绩效考核体系。该管理模式实施后,试点区域的线损率实现显著下降,有效提升了电网经济的运行水平。

5 结束语

农村电力线路降损技术的应用可减少电力传输损耗,而管理优化则能有效抑制人为因素导致的额外损耗,二者协同可产生倍增的效应。因此,应推进智能电网技术的深度应用,通过实时监测与动态优化来实现电网运行的自适应调节,强化资金支持力度,加快农村电网数字化、低碳化转型的步伐,为乡村振兴战略的深入推进提供强有力的能源保障。

参考文献:

- [1] 周桐. 电力线路降损技术措施及管理对策分析[J]. 长江科技评论, 2024(05):76-78.
- [2] 殷秀梅. 农村电力线路降损技术措施及管理措施关键分析[J]. 农村实用技术, 2020(11):183-184.
- [3] 汤海燕, 杨海燕. 电力线路降损技术措施及管理对策分析[J]. 中国设备工程, 2019(23):222-223.
- [4] 徐育涛. 电力线路降损技术措施及管理对策探讨[J]. 低碳世界, 2019,09(11):200-201.
- [5] 张欢. 电力线路降损技术措施及管理措施探析[J]. 中国新技术新产品, 2019(19):131-132.
- [6] 潘崇杰. 电力线路降损技术措施及管理对策分析[J]. 中国新技术新产品, 2019(14):122-123.