

电力管理中降低线损的措施探究

郭超军

杭州大有供电服务有限公司桐庐白云源分公司 浙江 杭州 311500

摘要：本文深入探讨了电力管理中降损的关键措施，概述了线损概念及其受电网结构、变压器配置、负荷特性、功率因数等因素的影响。从技术维度，提出了电网结构优化、变压器经济运行、无功补偿提升、负荷管理优化及新技术应用等措施；从管理维度，强调了完善线损管理制度、强化计量装置管理、开展用电检查与反窃电工作的重要性。这些综合措施的实施，旨在帮助供电企业有效降低线损，提升电能利用效率，促进电力行业节能降耗。

关键词：电力管理；降低线损；措施探究

1 线损的基本概念

线损，即线路损耗，是指电能在从发电厂传输至用户的整个流程中，因输电线路、变压器等电力设备存在电阻、电抗等特性，导致电能转化为热能等形式而造成的损耗。在电力系统运行中，线损是不可避免的，但可通过科学管理和合理技术手段加以控制。线损主要分为技术线损和管理线损，技术线损由电力系统固有特性和设备参数等技术因素导致，如输电线路电阻损耗、变压器铁损和铜损等，可通过优化电网结构、采用先进设备等技术手段降低。管理线损则源于电力管理过程中的不完善因素，如计量装置误差、抄表延迟、窃电等，可通过加强管理、规范流程等措施减少。

线损通常以线损率表示，即线损电量占总供电量的百分比。计算公式为：线损率 = (线损电量 ÷ 总供电量) × 100%。准确计算线损率是掌握线损状况、制定降损措施的基础。通过对不同时间段、不同区域线损率的统计分析，能及时发现线损异常，为后续降损工作提供明确方向^[1]。

2 影响线损的主要因素

2.1 电网结构与布局

电网结构与布局是否合理，对线路损耗有着直接且显著的影响。若电网布局不合理，如供电半径过长，输电线路的电阻会随着距离的增加而增大，根据焦耳-楞次定律，在电流通过线路时，电能损耗会大幅增加。例如，一些偏远农村地区，由于用户分布分散，供电线路不得不延伸较长距离，导致线损率明显高于城市地区。另外，线路迂回也是造成线损增加的重要原因。部分区域由于初期规划不当，线路走向存在迂回现象，不仅增加线路的长度，还使得电流在传输过程中受到的阻力增大，从而加剧了电能损耗。

2.2 变压器配置与利用效率

变压器是电力系统中实现电压转换的关键设备，其配置与利用效率对线损有着重要影响。若变压器容量选择不当，会出现“大马拉小车”或“小马拉大车”的情况。当变压器容量过大而实际负荷较小时，变压器的铁损占比会增加，因为铁损与负荷大小无关，主要取决于变压器的铁芯参数，此时变压器的运行效率较低，导致线损增加；而当变压器容量过小，无法满足实际负荷需求时，变压器会处于过载运行状态，铜损会急剧上升，同样会使线损率升高。另外，变压器的布点也很关键。若变压器布点不合理，距离负荷中心较远，会增加低压线路的传输距离，造成低压线路的损耗增大。

2.3 负荷特性与三相负荷平衡性

负荷特性是影响线损的重要因素之一，负荷的大小、波动情况以及用电时间分布等都会对线损产生影响。当负荷处于较低水平时，线路和变压器的利用率不高，此时设备的固定损耗占比相对较大，导致线损率升高；而当负荷过高时，线路和变压器中的电流增大，可变损耗会随之增加，也会使线损率上升^[2]。在三相交流电力系统中，若三相负荷不平衡，会导致中性线出现电流，产生额外的损耗。而且，三相负荷不平衡还会使变压器的运行效率降低，各相的电压和电流不对称，进一步加剧电能损耗。

2.4 功率因数与无功补偿情况

功率因数是衡量电力系统中电能利用效率的重要指标，功率因数过低会导致线路中的无功电流增大，从而增加线路的有功损耗。因为在输电过程中，线路不仅要传输有功功率，还要传输无功功率，无功电流的增大使得线路中的电流总量增加，根据公式 $P = I^2 R$ （其中 P 为功率损耗，I 为电流，R 为线路电阻），线路的有功损耗会随之增加。无功补偿情况直接影响着功率因数的高低，若无功补偿不足，无法为感性负荷提供足够的无功功

率，就会导致功率因数偏低，进而增加线损。反之，合理的无功补偿能够提高功率因数，减少线路中的无功电流，降低电能损耗。但如果无功补偿过度，也会导致功率因数超前，同样会对电力系统的运行产生不利影响，增加线损。

3 电力管理中降低线损的技术措施

3.1 电网结构优化与升级

合理规划电网布局，根据负荷分布情况和未来发展趋势，调整变电站和输电线路的位置，缩短供电半径。对于供电半径过长的区域，可考虑新增变电站或对现有变电站进行扩容，使电力供应更加接近负荷中心，减少电能在长距离传输过程中的损耗。其次，对迂回线路进行改造，简化线路走向。通过实地勘察，找出线路中的迂回段，制定合理的改造方案，将迂回线路改为直供线路，减少线路长度，降低线路电阻，从而减少线损。根据不同区域的负荷需求，优化电压等级配置，避免电压等级过多或不合理的情况，提高电网的整体输电效率。另外，对于一些老旧线路，要及时进行升级改造，更换为截面积更大、导电性能更好的导线。大截面积导线能够降低线路电阻，减少电流通过时的有功损耗。在改造过程中，还可以采用新型的架空绝缘导线或电缆，不仅能降低线损，还能提高线路的安全运行水平。

3.2 变压器经济运行与合理配置

在变压器配置方面，要根据负荷的大小和特性，科学选择变压器的容量和型号。避免出现变压器容量与负荷不匹配的情况，通过对负荷进行详细的统计和预测，选择容量合适的变压器，使变压器能够在经济负荷区间内运行。优先选用能效等级高的节能型变压器，这类变压器的铁损和铜损都相对较低，能够有效降低自身的损耗。在变压器运行管理方面，要合理安排变压器的运行方式，对于多台变压器并列运行的变电站，根据负荷的变化情况，及时调整运行变压器的台数。当负荷较低时，停运部分变压器，减少变压器的总铁损；当负荷较高时，投入足够的变压器，避免变压器过载运行。还要定期对变压器进行维护和检修，确保变压器的各项性能指标正常，提高变压器的运行效率，优化变压器的布点，使变压器尽量靠近负荷中心^[3]。通过合理调整变压器的位置，缩短低压线路的长度，降低低压线路的损耗，对于一些负荷较为分散的区域，可以采用小型化、分布式的变压器布置方式，提高供电的灵活性和经济性。

3.3 无功补偿与功率因数提升

无功补偿是提高功率因数、降低线损的有效技术手段。（1）合理选择无功补偿装置的类型和容量。根据电

网的负荷特性和无功需求，可采用电容器组、静止无功发生器等无功补偿装置。对于集中补偿，可在变电站的低压侧安装大容量的电容器组，对整个电网进行无功补偿；对于分散补偿，可在配电线路、配电变压器或用户端安装小型电容器，针对局部区域进行无功补偿。（2）科学确定无功补偿的地点。遵循“就近补偿、分级补偿”的原则，将无功补偿装置安装在无功负荷较为集中的地方，减少无功功率的远距离传输。例如，在大型工业用户的配电室、配电变压器的低压侧等位置安装无功补偿装置，能够有效提高局部电网的功率因数，降低线路损耗。（3）实现无功补偿的自动控制。采用先进的无功补偿控制器，根据电网中功率因数的变化情况，自动投切无功补偿装置，确保功率因数始终保持在合理的范围内（一般要求功率因数不低于0.9）。避免出现无功补偿不足或过度补偿的情况，提高无功补偿的效果和经济性。

3.4 负荷管理与调度优化

加强负荷管理与调度优化，能够有效降低线损。做好负荷预测工作，通过对历史负荷数据的分析和对未来用电需求的预测，掌握负荷的变化规律。根据负荷预测结果，合理安排电网的运行方式，优化机组的出力和线路的潮流分布，避免线路出现重载或轻载运行的情况，提高电网的整体运行效率；实施需求侧管理，引导用户合理用电。通过制定合理的电价政策，鼓励用户在用电低谷时段用电，转移高峰负荷，平衡电网的负荷曲线。例如，对工业用户实行峰谷分时电价，促使其调整生产班次，减少高峰时段的用电负荷，降低线路在高峰时段的电流，从而减少可变损耗；优化电网的调度运行，实现潮流的合理分配。利用先进的调度自动化系统，实时监控电网的潮流分布情况，及时调整变压器的分接头、线路的开关状态等，使潮流能够按照最优路径传输，避免线路出现过负荷或潮流迂回的情况，降低线路损耗。

3.5 采用新技术与新设备

在输电线路方面，可采用同塔多回输电技术、紧凑型输电技术等，提高线路的输送容量，减少线路走廊的占用，同时降低线路的损耗。在配电网方面，推广应用智能配电自动化系统，实现对配电线路和设备的实时监控、故障诊断和远程控制，提高配电网的运行可靠性和经济性。在计量设备方面，普及智能电表。智能电表具有计量准确、数据传输及时等优点，能够实时采集用户的用电信息，为线损分析和管理提供准确的数据支持。智能电表还具有防窃电功能，能够有效减少窃电行为造成的线损；引入电力电子技术，如静止同步补偿器、统一潮流控制器等，这些设备能够快速调节电网的

无功功率和潮流分布，提高电网的稳定性和电能质量，降低线损。利用大数据、人工智能等技术对电网的运行数据进行分析和挖掘，实现对电网线损的精准预测和优化控制。

4 电力管理中降低线损的管理措施

4.1 完善线损管理制度与流程

完善的线损管理制度与流程是降低线损的重要保障，建立健全线损管理责任制，明确各部门、各岗位在线损管理工作中的职责和任务。将线损指标分解到各个基层单位和相关人员，实行目标管理，对完成线损指标的单位和个人给予奖励，对未完成指标的进行问责，充分调动员工降低线损的积极性和主动性。制定科学合理的线损管理流程，规范线损的统计、分析、考核等工作。明确线损数据的采集方式和时间，确保数据的准确性和及时性。定期对线损率进行分析，找出线损异常的原因，并制定相应的整改措施，建立线损考核机制，将线损指标纳入各部门和人员的绩效考核体系，使线损管理工作与员工的切身利益相结合；加强线损管理的信息化建设，建立线损管理信息系统^[4]。利用信息系统对不同区域、不同线路的线损情况进行监控和比较，及时发现线损问题，为线损管理决策提供支持。

4.2 加强计量装置管理

合理选择计量装置，根据用户的用电负荷和电压等级，选择精度等级高、性能稳定的计量表计和互感器。对于大用户和重要用户，应选用高等级的计量装置，确保计量的准确性。要定期对计量装置进行校验和检定，按照国家相关规定的周期，委托具有资质的机构对计量表计和互感器进行校验，及时更换不合格的计量装置。严格按照安装规范进行计量装置的安装，确保接线正确、牢固，避免因安装不当导致计量误差。定期对计量装置进行巡视和检查，及时发现并处理计量装置的故障和异常情况，如表计停走、倒走、接线松动等。做好计量装置的防窃电措施，采用防窃电表箱、封印等，防止计量装置被人为破坏或篡改。建立计量装置台账，对计量装置的型号、规格、安装位置、校验时间等信息进行详细记录，实现对计量装置的全生命周期管理。通过台账管理，能够及时掌握计量装置的运行状况，为计量装置的维护和更换提供依据。

4.3 开展用电检查与反窃电工作

开展用电检查与反窃电工作是减少管理线损的重要措施，定期开展用电检查工作，组织专业人员对用户的用电情况进行检查，重点检查用户的计量装置是否正常、接线是否正确、是否存在违章用电行为等。对于发现的问题，要及时下达整改通知，督促用户限期整改。建立用电检查档案，对检查情况进行详细记录，为后续的用电管理提供参考；加大反窃电工作力度，严厉打击窃电行为。加强对窃电行为的监测和识别，利用智能电表、用电信息采集系统等技术手段，实时监控用户的用电数据，及时发现异常用电情况，如用电量突然大幅下降、电流电压异常等，为反窃电工作提供线索。对于发现的窃电行为，要按照相关法律法规进行严肃处理，追补电费和违约金，情节严重的要移交司法机关处理；加强与公安、工商等部门的合作，建立反窃电联动机制。通过部门之间的信息共享和协同配合，形成反窃电工作的合力，提高反窃电工作的效率和效果；开展反窃电宣传教育活动，通过媒体、社区宣传等方式，向用户宣传窃电的危害性和相关法律法规，提高用户的法律意识和诚信意识，营造良好的用电环境。

结束语

综上所述，降低线损是提升电力企业管理水平、促进节能减排的重要途径。通过实施电网结构优化、变压器合理配置、无功补偿提升等一系列技术措施，以及完善管理制度、强化计量装置管理和反窃电工作等管理措施，供电企业能够显著降低线损率，提高电力传输和分配的效率。未来，随着技术的不断进步和管理水平的提升，降低线损的工作将更加高效和精准，为电力行业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 邓渝亭,唐小慧.电力管理中降低线损的措施探究[J].模型世界,2023(22):69-71.
- [2] 何烨.电力营销管理中降低线损的措施探究[J].善天下,2021(12):79-80.
- [3] 王斌.电力营销管理中降低线损的措施探究[J].建筑与施工,2023,2(24):87-89.
- [4] 谈虹雨,丁玮.电力系统线损管理中存在的问题及其优化措施分析[J].汽车博览,2021(32):40-41.