

电力技术

电力配电网运行中存在的问题和安全运行措施

王亚楠 赵远
国网阿勒泰供电公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i3.8783

[摘要] 配电网作为连接电源与终端用户的枢纽环节，其运行状态直接关乎供电可靠性与电能质量。伴随能源结构转型的深化及分布式电源的大规模渗透，配电网的潮流分布与故障特征日趋复杂，运行环境面临前所未有的挑战。同时，部分区域仍存在网架结构薄弱、设备老化失修等问题，导致安全隐患积聚、故障风险攀升，严重威胁电网安全与用户正常用电。因此，系统辨识配电网运行中的薄弱环节，并研究制定科学有效的安全管控策略，已成为当前电力行业亟待突破的关键课题。

[关键词] 电力；配电网；安全运行

Problems in Power Distribution Network Operations and Safety Measures

Wang Yanan Zhao Yuan

State Grid Altay Power Supply Company

[Abstract] As the critical link connecting power sources and end-users, the operational status of distribution networks directly impacts power supply reliability and power quality. With the deepening energy structure transition and large-scale integration of distributed energy sources, the power flow distribution and fault characteristics of distribution networks have become increasingly complex, posing unprecedented challenges to operational environments. Meanwhile, certain regions still face issues such as weak grid infrastructure and aging equipment requiring maintenance, leading to accumulated safety hazards and escalating fault risks that severely threaten grid security and normal power supply for users. Therefore, systematically identifying vulnerable links in distribution network operations and developing scientifically effective safety management strategies have become critical challenges requiring urgent breakthroughs in the power industry.

[Key words] Power; Distribution network; Safe operation

引言：

当前配电网在技术水平、管理模式与智能化水平等方面仍面临一系列挑战，若未能有效应对，将制约系统的可靠性和抗灾能力。本文立足实际运行数据与典型案例，深入剖析配电网现存的主要问题，并从网架优化、智能化升级、应急管理等多维度探讨安全运行措施，旨在为提升配电网的韧性与安全稳定水平提供理论依据与实践参考。

1 电力配电网运行中存在的问题

1.1 配电器和电路设备配置落后

配电设备及线路的配置滞后是影响配电网安全运行的关键制约因素。一方面，大量线路与电气设备服役年限过长，老

化现象突出，绝缘性能与机械强度下降，给电网带来隐性运行风险。另一方面，部分设备因原材料质量不达标或制造工艺缺陷，在高电压环境下难以承受正常电气应力，易诱发短路甚至爆炸事故，严重威胁电网结构完整。此外，配置滞后还体现在能耗层面：线路阻抗过大导致电能输送损耗偏高，加之三相负载不平衡现象普遍，当用户增容时将进一步加剧线路损失。上述问题相互交织，成为制约配电网可靠性的重要瓶颈。

1.2 电力配电网结构规划不合理

配电网结构规划不合理是制约其供电可靠性的重要因素。首先，变压器布点与容量配置缺乏前瞻性，在负荷高峰期易导致供电能力不足，引发用户端电压偏低甚至停电。其次，开关

设备布设密度不足，难以在故障发生时精准隔离局部缺陷，扩大了停电波及范围。此外，杆架线路普遍采用同杆架设方式，线路间相互干扰与制约突出，不仅增加了检修作业的难度与安全风险，还容易引发多条线路同时中断。上述规划层面的短板，亟待通过系统性优化与科学布局加以解决。

1.3 电力配电网的运行环境混乱

配电网的运行环境日益复杂，外部人为因素干扰已成为影响其安全性的重要变量。一方面，城乡结合部等区域私拉乱接现象频发，各类线路无序搭挂不仅增加了运维检修的难度，更因缺乏专业规范而易引发电气火灾或触电事故，严重威胁公共安全。另一方面，受经济利益驱动，部分违章建筑擅自占压电力走廊，甚至出现破坏电力设施的行为，直接导致线路安全间距不足，绝缘水平下降。这种外部环境的无序状态，极大地增加了配电网运行的外部风险，亟需通过政企协同治理予以规范。

2 电力配电网安全运行措施

2.1 配电设备的检修和维护

配电设备的检修与维护是保障配电网安全稳定运行的基础性工作，其成效直接决定设备可用率与系统供电可靠性。从运行实践来看，这一工作并非孤立的操作环节，而是一项涉及计划管理、技术应用、人员素养与资产更新的系统性工程。

建立科学规范的检修维护体系是设备健康运行的基础前提。电力企业须依据设备类型、运行工况及历史数据，制定差异化的巡检周期与作业方案。通过常态化的例行巡视与预防性试验，有助于及时发现绝缘老化、连接松动等潜在缺陷，将故障消除于萌芽状态。同时，检修周期的确定需兼顾设备实际健康状况与使用寿命规律，避免因过度检修造成资源浪费或因检修不足导致设备带病运行。在具体作业中，引入红外热成像、超声波检测等先进带电检测技术，能够实现故障的精准定位与早期预警，显著提升诊断效率与准确性，有效减少停电时间。

智能化技术的深度应用正在重塑设备运维模式。通过在关键节点部署在线监测装置，可实时采集设备运行参数，借助数据分析与人工智能算法识别异常趋势，实现状态预警与预测性维护。智能系统还能支撑远程控制与调度，在故障发生时快速隔离区域、调整运行方式，大幅提升应急响应速度与管理效能。这种从被动检修向主动预警、从人工巡检向智能监控的转变，是提升配电网安全韧性的关键技术路径。

人员专业素养与管理水平是运维成效的关键保障。电力企业需构建常态化培训机制，强化一线人员对新技术、新设备的掌握程度，同时提升其安全意识与故障研判能力。完善的管理制度应明确岗位职责与操作规范，确保检修工作有章可循、责任到人。此外，定期开展应急演练，提升人员在突发事件中的协同处置与应变能力，是缩短故障处理时间、控制事故扩大的

必要举措。

设备的更新改造是保持配电网健康水平的持续手段。随着运行年限增加，设备性能自然衰减，需结合技术发展及时淘汰高耗能、低可靠性老旧设备，引入节能环保、智能化程度高的新型装备。通过自动化控制技术与先进设备的深度融合，不仅提升运行效率，也增强了电网对复杂运行环境的适应能力。

2.2 合理规划配电网

合理规划配电网是保障其安全稳定运行的基础性举措，其核心在于通过前瞻性布局与系统性设计，实现电网结构优化与资源配置平衡。规划工作并非静态的蓝图绘制，而是需要综合考量负荷特性、供电可靠性、网架容量等多重因素的动态平衡过程。规划的首要任务在于科学预测用电需求并据此优化网架结构。不同区域的用电特征存在显著差异，城市地区负荷高度集中，对供电可靠性要求严苛，需通过环网供电、多电源点布设等方式强化网架联络；农村地区负荷分布零散，则应注重合理供电半径与线路分段，避免末端电压过低。这种差异化规划策略，有助于提升电网对复杂需求场景的适应能力。

负荷平衡与容量配置是规划中的关键技术环节。电网容量需与中长期负荷增长相匹配，避免因裕度不足导致高峰时段供电卡口。同时，三相负荷不平衡是引发线路损耗与设备异常的重要原因，规划阶段需通过合理分配相序、优化供电方案来维持系统动态平衡，从而降低运行风险、提升电能利用效率。

智能技术与自动化装置的融入，正在赋予规划工作新的内涵。在传统网架规划基础上，同步部署配电自动化终端与在线监测系统，可实现电网运行状态的实时感知与故障快速隔离。智能化规划强调一次网架与二次系统的协同，使电网不仅具备坚强的物理结构，更拥有灵活的自愈能力，显著提升对异常工况的响应速度。

由此可见，合理规划是一项贯穿负荷预测、结构设计、容量配置与技术选型的系统性工程。唯有将安全理念融入规划全过程，以差异化策略应对区域特征，以智能化手段赋能传统网架，方能构建起结构坚强、运行灵活、适应未来发展的现代配电网。

2.3 合理安排线路检修工作

合理安排线路检修工作是保障配电网安全运行的基础性环节，其核心在于通过科学统筹实现设备健康水平与供电可靠性的动态平衡。检修策略的制定需摒弃“一刀切”模式，转而依据线路的重要性等级、运行工况及历史故障数据进行差异化设计。对于承担主干输电任务、负荷密集且供电范围广泛的重要线路，由于其一旦发生故障将波及较大区域，理应纳入重点管控范畴，适当加密检修频次并引入在线监测等手段强化状态感知，以及时消除潜在隐患。针对老化严重或故障记录频发的

线路，则需采取预防性维修与设备更换相结合的方式，遏制缺陷累积演变为系统性风险。而对于次要供电线路或非关键联络线，可在风险评估基础上适度延长检修周期，通过巡视与抽查相结合的方式维持其健康水平，从而减少非必要停电对用户的影响。此外，检修计划的编排还需将季节性因素纳入考量。在雷雨、冰冻等恶劣天气高发期前，应提前开展专项排查与加固处理，增强线路抵御自然灾害的能力。这种基于线路分级、状态评估与环境适应的动态检修管理模式，有助于在有限资源下实现安全效益的最大化，为配电网长周期稳定运行提供支撑。

2.4 加强防雷工作

加强防雷工作是保障配电网安全运行的关键环节，其重要性源于雷电这一自然现象对电力设备与线路的潜在破坏性。雷电冲击具有瞬时高电压、大电流的特征，若缺乏有效防护，极易引发绝缘击穿、设备损毁甚至大面积停电事故。因此，构建系统化的防雷体系是提升配电网抵御自然灾害能力的基础。

防雷工作的核心在于建立完善的防护架构。这首先体现在科学规划避雷装置与接地系统，通过合理布局将雷电流有效导入大地，降低对设备本体的侵袭强度。同时，防雷设施并非一劳永逸，需建立常态化的检测与维护机制，确保接地电阻值始终处于合格范围，避免因腐蚀或松动导致防护功能失效。这种从设计到运维的全周期管理，是防雷体系持续发挥效用的保障。针对关键设备与线路的差异化保护同样不可忽视。对于变压器、开关等重要节点，加装避雷器可有效钳制过电压幅值；对于输电线路，在雷害频发区段增设避雷线或降低杆塔接地电阻，能够显著减少雷击跳闸率。此外，线路绝缘水平的定期监测与评估，有助于及时更换老化绝缘子，消除薄弱环节。在高雷区，适度加密防雷设施布设密度，可进一步提升电网的整体耐雷水平。

人员能力建设是防雷工作中容易被忽视却至关重要的维度。运维人员需要掌握雷电活动规律与防护原理，具备识别防雷设施缺陷的能力，并在雷雨季节前后开展专项巡视与隐患排查。通过应急演练提升其对雷击事故的快速响应与处置能力，确保在灾害发生时能够有序应对、精准隔离。

综上所述，防雷工作是一项涵盖设施建设、设备防护与人员培训的系统性工程。唯有通过多层次、全方位的综合施策，才能有效削弱雷电对配电网的冲击，保障电力供应的持续稳定。

2.5 强化停电作业管理

强化停电作业管理是保障配电网安全运行的关键环节，其重要性源于停电作业本身所涉及的风险性与复杂性。每一次有计划或故障性的停电，都直接关联着设备检修、技术改造乃至用户供电的连续性，因此必须建立严谨规范的管理体系，以过程管控保障作业安全。停电作业管理的核心在于制度的系统化

与执行的刚性化。这要求从作业申请、审批、实施到恢复供电的全流程建立闭环管控机制。审批环节需综合评估作业必要性、风险等级及影响范围，杜绝无序停电；实施环节则必须严格执行操作票制度与标准化作业流程，确保每一步操作有据可依。同时，作业人员的专业素养是决定安全的关键变量，通过常态化培训与考核，使其熟练掌握操作规程并内化安全意识，方能从执行层面降低人为失误风险。

全过程记录与档案管理是作业管理的重要支撑。每一次停电作业的起因、范围、时长、操作人员及异常情况均应详细记录在案，形成可追溯的技术档案。这些数据不仅为后续类似作业提供经验参考，更能在发生事故时厘清责任链条，推动管理持续改进。现场监督与动态检查则是确保制度落地的保障措施，通过定期巡视与随机抽查，及时发现并纠正作业过程中的违规行为，对隐患立查立改，防止小问题演变为大事故。此外，停电作业往往涉及调度、运维、营销乃至用户等多方主体，协调沟通机制的有效性直接影响作业效率与安全。提前通报作业计划、明确各方职责、建立应急联络渠道，有助于减少因信息不对称引发的配合失误，确保作业在协同有序的状态下完成。总之，强化停电作业管理是一项涵盖制度规范、人员管控、技术支撑与协同联动的系统性工作，其根本目标在于实现作业安全与供电可靠性的统一。

3 结语

综上所述，配电网的安全运行是一项涉及多维度、多层次的系统性工程。通过对设备维护、网架规划、线路检修、防雷保护及停电作业管理等环节的深入剖析可知，单一的技术改进或管理优化已难以应对当前复杂的运行环境。唯有坚持系统思维，将前瞻性的规划设计、智能化的运维手段、精细化的管理制度与专业素养过硬的人员队伍深度融合，才能实现从被动应对故障向主动防御风险的转变。随着能源转型的持续深入与负荷特性的深刻演变，未来配电网的建设与运行更应注重韧性提升与智能化赋能。通过持续完善安全运行体系，不断夯实电网硬件基础与管理软实力，方能为社会经济发展提供更加可靠、优质的电力保障，推动电力系统向更高水平迈进。

[参考文献]

- [1]张亚平,徐红宇,柴琛皓,等.基于电力大数据技术的配电网运行安全监测系统设计研究[J].光源与照明,2025,(02):82-84.
- [2]林楚.2022年我国电力系统及设备总体保持稳定运行[N].机电商报,2023-10-16(A06).
- [3]戴众一.配电网的运行风险与安全措施分析[J].集成电路应用,2021,38(12):244-245.