

配电网供电可靠性分析及提高措施

陈申

国网江西省电力有限公司赣州市赣县区供电分公司

摘要: 配电网是电力系统中直接面向用户的重要环节,其供电可靠性直接关系到电能能否安全稳定地输送到终端用户。本文聚焦配电网供电可靠性这一关键问题,分析了提高供电可靠性的重要意义。分析了配电网设备老化、线路环境恶劣、检修不足、管控缺失等制约供电可靠性提升的突出问题。在此基础上,提出了加快设备改造升级、加强线路环境治理、完善检修抢修机制、建立可靠性评估体系等一系列针对性的对策建议,以期配电网供电可靠性的全面提升提供思路和借鉴,为保障电力可靠供应和服务国民经济高质量发展贡献力量。

关键词: 配电网; 供电可靠性; 故障分析; 评估体系; 提升举措

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.12.113

引言

配电网是连接输电网络和电力用户的关键纽带,是电力系统中与用户联系最为紧密的部分。配电网的安全稳定运行直接影响到工农业生产和城乡居民生活用电,对国民经济发展和社会稳定具有十分重要的意义。然而,受设备老化、环境恶劣、管理不善等因素影响,我国配电网的供电可靠性还有待进一步提高。随着电力体制改革的深化和泛在电力物联网的建设,对配电网供电可靠性提出了更高要求。加强配电网供电可靠性分析,探索全面提升供电可靠性水平的有效路径,对于保障电力安全可靠供应,服务经济社会高质量发展具有重要意义。为此,本文拟围绕配电网供电可靠性这一问题展开深入剖析,针对性地提出行之有效的提升对策,以期配电网高质量发展提供参考。

一、提高配电网供电可靠性的重要意义

(一) 保障用户用电可靠性

电力是现代不可或缺的基础能源,是关系国计民生的重要公用事业。配电网作为电力系统中的“最后一公里”,直接决定了电能能否稳定可靠地输送到千家万户。提高配电网供电可靠性,最大限度地减少停电事故发生,能够有效保障工农业生产用电和城乡居民生活用电,让人民群众享受到更加安全可靠的电力供应,获得更高品质的电力服务,切实增强人民群众的获得感、幸福感、安全感。这对于维护社会大局稳定,保障人民美好生活具有重要意义^[1]。

(二) 提升电网运行质量和效率

供电可靠性是衡量配电网运行质量的关键指标。配电网事故停电时间长、范围广、影响大,会严重降低电网运行效率,影响电能质量,加剧电网阻塞和负荷过载等问题,引发一系列连锁反应。因此,着力提高配电网供电可靠性,能够显著改善配电网运行状况,提升供电质量和效率^[2]。通过优化网架结构、消除薄弱环节、解决“卡脖子”问题,构建安全可靠、绿色高效的现代配

网,将有力促进电力系统的安全稳定运行和提质增效,为经济社会发展提供优质高效的电力保障。

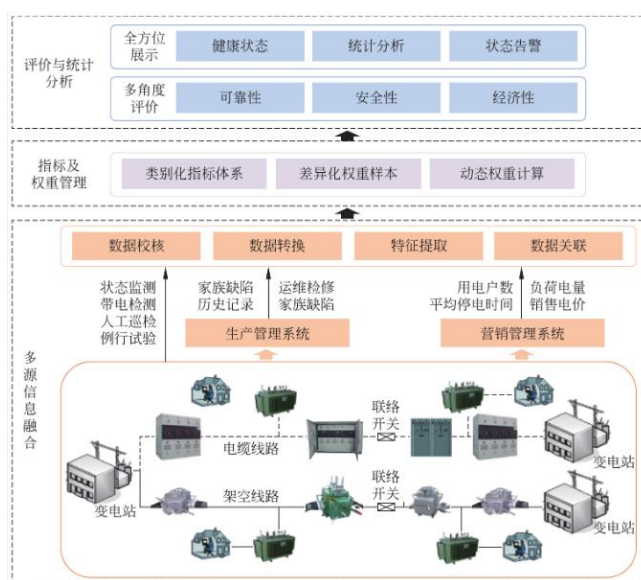


图1 配电网主设备可靠性评价系统总体架构设计

(三) 降低供电中断造成的经济损失

当前,电力在国民经济中的战略地位日益凸显,工农业生产和社会生活电气化程度不断提高,对供电可靠性的要求也越来越高。一旦发生大面积、长时间停电事故,不仅会影响居民的正常生活,而且会给工农业生产带来巨大损失^[3]。据统计,2023年全国城镇配电网户均停电时间为3.56小时,比2022年缩短0.18小时,但个别地区仍有较大提升空间。以某市为例,2022年全市配电网故障停运时间约34万小时,按每千瓦时均价0.8元估算,故障导致的电量损失约1800万千瓦时,直接经济损失达1440万元。可见,提高配电网供电可靠性,能显著降低因供电中断给国计民生造成的经济损失,对于推动经济社会平稳健康发展具有重要意义。

二、配电网供电可靠性较低的主要问题

(一) 配电网设备老化严重



图2 配电环节在智能电网中的作用

我国配电网主要建设于20世纪七八十年代，普遍存在设备陈旧老化、超过使用寿命的问题。经统计，截至2023年底，某市运行20年以上的10千伏配电线路占比高达78%，35千伏及以下电压等级主变压器中运行20年以上的占比达60%。老旧设备绝缘性能下降，故障率高，严重制约了配电网供电能力和供电可靠性的提升^[4]。仅2022年，某市因配电设备故障引发的停电事故就达531起，占全部停电事故的42%。其中因开关设备、电缆设备故障引发的停电事故分别为162起和149起，分别占设备故障停电事故的30.5%和28.1%。可见，加快推进配电网老旧设备的更新换代，对于从根本上提高供电可靠性至关重要。

（二）线路线架运行环境恶劣

配电网线路线架直接暴露在自然环境中，易受雷电、大风、冰雪、外力破坏等外部因素的影响，引发跳闸和停电事故。以某市为例，2022年因外力破坏导致的配电线路故障达98起，占线路故障的28.7%。其中因施工作业、交通事故、树木倒伏等造成线路受损的事故分别为42起、37起和19起，分别占外力破坏事故的42.9%、37.8%和19.4%。由于部分配电线路途径偏远山区，巡视维护不到位，事故隐患排查不及时，一旦发生线路故障，故障点查找和抢修难度大，严重影响事故恢复和供电可靠性。同时，线下架空绝缘导线普遍存在绝缘子串污秽、线夹锈蚀、导线弧垂过大等隐患，加剧了线路故障的发生^[5]。

表1 某市2022年配电线路外力破坏故障情况统计表

原因	施工作业	交通事故	树木倒伏	合计
起数	42	37	19	98
占比	42.9%	37.8%	19.4%	100%

（三）设备检修和故障抢修力度不足

配电网设备完好率和故障抢修及时性对供电可靠性有直接影响。但目前，受人员编制、业扩工程增多等因素制约，很多地方的配电设备检修周期难以保障，存在“重建设、轻检修，重投产、轻消缺”的问题。以某市

为例，2023年用于配电设备检修的人员仅占供电所总人数的20%，日常巡视频次不足，隐患排查滞后，部分设备带“病”运行现象严重，为故障埋下隐患。同时，抢修队伍专业化水平不高，抢修装备配置不足，影响抢修速度和质量。统计显示，2022年某市城区配电线路故障平均抢修时间为52分钟，农村地区高达87分钟，远高于国内先进水平。可见，加强配电设备检修力度，完善故障抢修机制，对于提高供电可靠性尤为迫切。

（四）供电可靠性评估和管控机制缺失

配电网供电可靠性管理需要可靠的数据支撑和精细化管理。然而，目前很多供电企业配电网可靠性管理还比较粗放，管理手段单一，缺少精准评估和有效管控。一方面，缺乏系统完善的配电网数据采集和处理系统，供电可靠性指标测算不准确，缺少横向对标和纵向追踪。以某市为例，仅60%的中压配电线路安装了配电自动化终端，供电可靠性数据主要靠人工统计，数据真实性有待提高。另一方面，可靠性管理要求尚未纳入供电企业内部考核和电价政策，管理部门和基层员工的可靠性管控意识淡薄。在现有电价机制下，供电可靠性提升与企业效益提升尚未实现良性耦合，可靠性资产投资动力不足，影响了配电网供电可靠性的持续提升。

三、提高配电网供电可靠性的对策措施

（一）加快配电网设备的更新改造

针对设备老化严重的问题，应制定专项规划，加大资金投入，分年度有序实施老旧设备更换和升级改造。结合配电自动化建设，加快智能开关、环网柜等一二次设备的推广应用，提高设备的自动化、智能化水平。鼓励采用新型节能环保材料，提升主设备绝缘性能和使用寿命。加快高压开关的“油改气”升级，降低设备检修和维护成本。在负荷密集区，推广应用配电自动化成套设备，提高供电能力和可靠性。以某市为例，2023年该市计划投资3.5亿元，用于更新改造121台35千伏及以下主变压器，新建改造10千伏及以下配电线路3600千米，预计每年可减少配电设备故障80起，户均停电时间降低8%。未来，应进一步加大设备改造升级力度，为配电网供电可靠性提升夯实基础。

（二）加强线路线架环境综合治理

针对线路暴露于恶劣环境的问题，应从源头治理，全面加强线路走廊环境管控和隐患排查治理。加强施工管理，严格线路保护区作业审批，防范外破事故。加大交通警示标识设置，完善车辆高度预警系统，避免超高车辆碰线。加强树木修剪，扩大线路通道净空，降低树障风险。同时，加快老旧线路绝缘化改造，更换防污型绝缘子，提高抗污闪能力。在小动物活动频繁区域，加装防鸟刺和防护罩，杜绝动物接触导线引发跳闸。在易发生山体

滑坡、泥石流等地质灾害的路段，结合实际制定防范预案，做好应急抢险准备。以某市为例，2023年该市在312条10千伏及以下线路开展环境隐患治理，完成绝缘化改造186千米，安装防小动物装置1.2万套，有效消除外力破坏隐患120余处，提升了线路供电可靠性。

（三）完善设备检修和故障抢修机制

针对设备检修不到位和抢修效率低下的问题，应树立设备全生命周期管理理念，健全状态检修和预防性试验机制，将设备隐患消除在萌芽状态。建立检修人员工作量核算和绩效考核机制，调动检修人员工作积极性。加强检修人员培训，提高检修专业化水平。编制标准化的设备检修作业指导书，规范检修行为。同时，加强配电抢修队伍建设，明确各岗位职责，优化抢修流程，推广“集中抢修、错峰作业”等模式，压缩故障抢修时间。推广应用配电自动化故障定位、隔离和恢复供电技术，实现“不停电作业”。建立健全重大突发事件抢修应急预案，定期开展应急演练，提高快速响应和应急处置能力。以某市为例，通过制定35千伏及以下设备状态检修规范，每年开展油色谱、绝缘电阻等预防性试验1200余次，及时发现和消除设备隐患。大力实施“人机换防”工程，抢修队伍机械化率达85%，抢修时间同比缩短20%。

（四）建立配电网供电可靠性评估体系

针对缺乏精准评估和有效管控的问题，应以配电网自动化和智能电网建设为依托，加快构建配电网供电可靠性在线评估体系。依托配电网自动化终端和智能电表等采集设备，实时采集线路运行工况、电压电流、故障告警等数据，建立配电网运行状态数据库。运用大数据分析、机器学习等技术，对系统平均停电时间、系统平均停电频率、可用率等可靠性指标进行实时计算和趋势预测，及时预警供电风险，支撑精准风险管控和资产优化配置。完善供电可靠性管理制度和考核机制，将可靠性指标纳入电网企业内部绩效考核，加大供电可靠性权重，引导基层单位和人员自觉提升供电可靠性管理水平。在电价政策中建立可靠性电价调整机制，将供电可靠性水平与电价水平适度挂钩，调动电网企业加大可靠性投资的积极性。以某市为例，该市计划用3年时间，全面实现10千伏及以上配电网数据采集全覆盖，建成配电网可靠性在线评估系统，可靠性指标监测范围和精度不断提升。同时，制定出台供电可靠性管理办法和绩效考核细则，将可靠性指标纳入供电所综合计划和员工绩效工资核算，调动各方共同推进供电可靠性提升的积极性。

通过上述一系列举措的协同推进，可望全面实现配电网供电可靠性水平的提升。要加快完善配电网规划建设标准和评价导则，强化供电可靠性指标约束和引领作用。要着力打造“技防+人防”的智能配电网体系，通

表2 某市供电可靠性管理办法主要内容一览表

管理环节	主要内容
目标管理	分解市、县、供电所三级可靠性指标，纳入年度目标责任书
过程管控	组建可靠性管理专业团队，制定可靠性提升工作方案
考核评价	每季度开展可靠性指标完成情况评估，与绩效工资挂钩
持续改进	定期召开可靠性分析会，查找薄弱环节，制定针对性整改措施

过配电自动化、故障自愈和智能运维技术的融合应用，最大限度减少停电时间、缩小停电范围，不断满足人民群众对电力品质的新期待。要坚持共建共治共享，加强部门协同、区域协作，广泛吸纳社会力量参与配电网供电可靠性管理，共同维护电网安全稳定运行。随着新一轮电力体制改革的持续深化，市场化交易电量比重不断上升，需要进一步强化电力市场主体的供电可靠性管理责任，完善市场交易和电价政策，充分调动各方参与的积极性。可以预见，随着配电网规划建设、运行维护、管理机制等各领域的持续创新发展，我国配电网的供电可靠性必将迈上新台阶，有力保障人民美好生活用电，为全面建设社会主义现代化国家、推动高质量发展提供坚强电力支撑。

结语

配电网是电网的末梢系统，直接服务于亿万电力客户，其供电可靠性水平事关人民生活，影响国计民生。提高配电网供电可靠性，是保障电力安全可靠供应、服务经济社会发展的重要基础，对于增强人民群众的获得感、幸福感、安全感具有重要意义。本文从提高供电可靠性的重要意义出发，结合配电网运行管理实际，揭示了制约配电网供电可靠性提升的突出问题，并提出了设备改造升级、环境隐患治理、完善管理机制等系统性对策建议，对于推动解决影响配电网供电可靠性的深层次体制机制问题，具有一定的指导意义。

参考文献

- [1] 殷远东. 配电网规划中的供电可靠性措施分析[J]. 集成电路应用, 2021, 38(12): 270-271.
- [2] 黄宇辰, 曹志刚. 浅析提高10kV配电网供电可靠性的措施[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(8): 0062-0062+64.
- [3] 买晓文, 马占龙. 配电网不停电作业提高供电可靠性分析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2021(2): 0187-0187.
- [4] 吴静静. 配电网的供电可靠性精细化管理分析[J]. 集成电路应用, 2021, 38(9): 250-251.
- [5] 肖振标. 提高配电网可靠性的措施[J]. 农村电工, 2021, 29(1): 39-39.