

配电自动化系统在极端天气下的可靠性提升策略

郑璐铖

内蒙古电力(集团)有限责任公司薛家湾供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要:本文聚焦配电自动化系统在极端天气下的可靠性提升策略。先概述配电自动化系统的功能与发展方向,接着分析极端天气(如暴雨、高温等)对系统设备、通信、负荷等方面的影响。随后从加强设备抗灾能力、优化网络结构、强化通信稳定性等多方面提出可靠性提升策略,并探讨物联网、人工智能与大数据、新能源与储能等技术创新应用,为保障系统稳定运行提供参考。

关键词:配电自动化系统;极端天气;可靠性;提升策略

1 配电自动化系统概述

配电自动化系统是运用现代电子技术、通信技术、计算机及网络技术,将配电网的实时运行、设备管理、用户服务等进行有机整合,实现配电网智能化监控、管理与优化的综合性系统。该系统具备多项关键功能,在数据采集与监控方面,能实时获取配电网的电压、电流、功率等运行参数,以及开关状态等信息,让运维人员全面掌握电网运行态势。故障定位与隔离功能可快速精准定位故障点,自动隔离故障区域,减少停电范围与时间,提升供电可靠性。同时系统支持负荷管理与优化,根据不同区域、时段的用电需求,合理调配电力资源,平衡负荷分布。配电自动化系统还实现了与调度自动化、营销管理等系统的信息交互与业务协同,打破了信息孤岛,提升了电力企业的整体运营效率与管理水平^[1]。随着智能电网建设的推进,配电自动化系统正朝着更加智能化、集成化、互动化的方向发展,为保障电力安全稳定供应、提升用户用电体验发挥着日益重要的作用。

2 极端天气对配电自动化系统的影响分析

2.1 设备损坏与故障率增加

极端天气如暴雨、暴雪、台风、高温等会对配电自动化系统中的设备造成不同程度的损坏,导致设备故障率显著增加。在暴雨天气中,大量的雨水可能会侵入配电终端设备内部,造成设备短路、绝缘损坏等问题。例如,一些安装在户外的配电开关柜,如果密封不严,雨水就会进入柜内,使电气元件受潮,降低绝缘性能,从而引发短路故障,影响配电自动化系统的正常运行。暴雪天气则可能会使设备覆冰,增加设备的重量和机械应力,导致设备变形、损坏。如输电线路上的绝缘子覆冰后,其绝缘性能会下降,容易发生闪络事故,进而影响与之相连的配电自动化设备的正常运行。台风天气带来的强风可能会吹倒户外的配电设备,如电线杆、配电变

压器等,造成设备物理损坏,使配电自动化系统失去对这部分设备的监测和控制能力。高温天气会使设备长期处于高温环境下运行,加速设备内部元件的老化,降低设备的性能和可靠性,增加设备故障的发生概率。

2.2 通信中断与数据传输问题

极端天气还会对配电自动化系统的通信网络造成严重影响,导致通信中断和数据传输问题。暴雨引发的洪水可能会淹没通信线路和通信设备,破坏通信基础设施,使通信信号无法正常传输。例如,一些沿河、沿海地区铺设的通信光缆,在洪水冲击下可能会出现断裂、损坏等情况,导致配电终端与配电主站之间的通信中断,无法及时上传设备的运行数据和接收主站的控制指令。台风天气中的强风可能会刮断通信线路,或者使通信天线损坏、移位,影响通信信号的接收和发送。此外,极端天气还可能会产生强烈的电磁干扰,干扰通信信号的传输质量,导致数据传输错误或丢失。例如,雷电天气产生的电磁脉冲可能会对通信设备造成干扰,使通信信号出现误码,影响配电自动化系统对数据的准确采集和分析。

2.3 系统负荷变化与供需失衡

极端天气会导致用户用电行为发生改变,从而使配电自动化系统的负荷出现较大变化,引发供需失衡问题。在高温天气下,空调等制冷设备的使用量大幅增加,导致用电负荷急剧上升。如果配电自动化系统不能及时调整供电策略,合理分配电力资源,就可能会出现局部地区供电不足的情况,影响用户的正常用电。而在暴雨、台风等恶劣天气下,部分企业可能会停产停工,居民也会减少外出,用电负荷可能会大幅下降^[2]。此时,如果发电侧不能及时根据负荷变化调整发电出力,就可能会导致电力过剩,造成能源浪费。极端天气还可能会对发电设备造成损坏,影响发电能力,进一步加剧供需

失衡问题。例如，台风可能会破坏风电场的风力发电机组，暴雨可能会淹没水电站的水轮机等设备，导致发电量减少，无法满足用户的用电需求。

3 配电自动化系统在极端天气下的可靠性提升策略

3.1 加强设备抗灾能力

为了提高配电自动化系统设备在极端天气下的抗灾能力，需要从设备选型、设计和安装等方面入手。在设备选型时，应优先选择具有良好抗灾性能的设备，如具备防水、防尘、防腐蚀、防覆冰等功能的设备。例如，对于户外安装的配电终端设备，可以采用密封性能良好的外壳，并在外壳表面涂覆防水、防腐蚀涂层，以提高设备的防护等级。在设备设计方面，应充分考虑极端天气的影响，采用加固设计、冗余设计等手段提高设备的可靠性。例如，对于输电线路上的绝缘子，可以采用防污闪设计，增加绝缘子的爬电距离，提高其绝缘性能；对于配电变压器，可以采用双备份设计，当一台变压器出现故障时，另一台变压器能够立即投入运行，保障供电的连续性。在设备安装过程中，应严格按照安装规范进行操作，确保设备安装牢固、可靠。

3.2 优化网络结构与布局

优化配电自动化系统的网络结构与布局可以提高系统在极端天气下的运行可靠性和灵活性。可以采用环网结构、双电源供电等方式，增加系统的冗余度。环网结构可以使电力在多个路径上传输，当某一条线路出现故障时，系统能够自动切换到其他线路供电，保障用户的用电需求。双电源供电则为重要用户提供更加可靠的电力保障，当其中一个电源出现故障时，另一个电源可以立即投入运行，确保用户的用电不中断。此外，还应合理规划配电设备的布局，避免将设备集中安装在容易受到极端天气影响的区域。例如，在暴雨多发地区，应避免将配电终端设备安装在低洼地带；在台风多发地区，应将户外设备安装在避风良好的位置，并采取加固措施，减少台风对设备的影响。

3.3 强化通信系统稳定性

通信系统是配电自动化系统的重要组成部分，其稳定性直接影响到系统的正常运行。为了强化通信系统在极端天气下的稳定性，可以采用多种通信方式相结合的方式，构建冗余通信网络。例如，可以采用光纤通信、无线通信、电力线载波通信等多种通信方式互为备份，当一种通信方式出现故障时，系统能够自动切换到其他通信方式，确保通信的连续性。同时，还应加强对通信设备的防护，提高通信设备的抗灾能力。例如，为通信设备配备不间断电源（UPS），防止因停电导致通信中

断；对通信线路进行加固处理，采用防雷、防电磁干扰等措施，保障通信信号的稳定传输。还应建立完善的通信监测系统，实时监测通信网络的运行状态，及时发现和处理通信故障，确保通信系统的正常运行。

3.4 提升数据处理与分析能力

在极端天气下，配电自动化系统会产生大量的运行数据，如何快速、准确地处理和分析这些数据，为系统的运行决策提供支持，是提高系统可靠性的关键。可以采用大数据技术、人工智能技术等先进的数据处理和分析方法，对系统产生的数据进行实时采集、存储、分析和挖掘。通过对历史数据和实时数据的分析，可以建立设备故障预测模型、负荷预测模型等，提前预测设备可能出现的故障和负荷变化趋势，为系统的运行维护和调度提供科学依据^[3]。例如，通过对设备运行数据的分析，可以及时发现设备的异常状态，提前安排检修计划，避免设备故障的发生；通过对负荷数据的预测，可以合理调整发电出力和电力分配，保障供需平衡。

3.5 完善应急响应机制

建立完善的应急响应机制是提高配电自动化系统在极端天气下可靠性的重要保障。应制定详细的应急预案，明确在极端天气发生时各部门的职责和工作流程，确保应急响应工作能够迅速、有序地开展。应急预案应包括设备抢修、通信恢复、负荷调整、用户通知等多个方面的内容。同时，还应定期组织应急演练，提高应急人员的应急处置能力和协同作战能力。在极端天气来临前，应提前做好各项防范措施，如加强对设备的巡检、储备必要的应急物资等。在极端天气发生时，应及时启动应急预案，组织应急人员赶赴现场进行抢修和处理，尽快恢复系统的正常运行，还应加强与气象部门的沟通与合作，及时掌握极端天气的变化情况，为应急响应工作提供准确的信息支持。

3.6 引入智能监测与预警技术

引入智能监测与预警技术可以实时监测配电自动化的运行状态，及时发现潜在的问题和故障隐患，并提前发出预警信息，为系统的运行维护提供有力支持。可以采用传感器技术、物联网技术等对设备的运行参数、环境参数等进行实时监测，并将监测数据传输到监控中心进行分析处理。当监测数据超过预设的阈值时，系统能够自动发出预警信息，提醒运行人员及时采取措施进行处理。例如，通过在配电设备上安装温度传感器、湿度传感器等，可以实时监测设备的运行环境，当环境温度过高或湿度过大时，系统能够及时发出预警，防止设备因环境因素而损坏。同时还可以利用智能监测

与预警技术对极端天气进行监测和预警，提前做好防范措施，减少极端天气对配电自动化系统的影响。

4 配电自动化系统可靠性提升的技术创新应用

4.1 物联网技术的应用

物联网技术通过将各种信息传感设备与互联网连接起来，实现物与物、人与物之间的信息交换和通信，为配电自动化系统可靠性提升提供了新的技术手段。在配电自动化系统中，可以利用物联网技术实现对设备的实时监测和远程控制。通过在配电设备上安装各种传感器，如电流传感器、电压传感器、温度传感器等，可以实时采集设备的运行数据，并将这些数据通过无线通信网络传输到监控中心。监控中心可以对采集到的数据进行分析处理，及时发现设备的异常状态，并发出预警信息。运行人员还可以通过物联网技术对设备进行远程控制，如远程分合闸、调整设备参数等，提高设备的运行效率和可靠性。另外，物联网技术还可以实现设备的智能化管理，通过对设备运行数据的长期积累和分析，为设备的维护和更新提供科学依据，延长设备的使用寿命。

4.2 人工智能与大数据技术的应用

人工智能与大数据技术在配电自动化系统中的应用日益广泛，为系统的可靠性提升提供了强大的支持。大数据技术可以对系统产生的大量运行数据进行存储、管理和分析，挖掘数据中隐藏的价值信息。通过对历史故障数据、运行参数数据等的分析，可以建立设备故障预测模型、负荷预测模型等，提前预测设备可能出现的故障和负荷变化趋势，为系统的运行维护和调度提供科学依据。人工智能技术则可以通过机器学习、深度学习等算法，对系统进行智能控制和优化决策。例如，利用人工智能算法可以实现配电网的智能重构，根据实时负荷情况自动调整网络结构，提高供电可靠性和运行效率；还可以实现故障的智能诊断和定位，快速准确地找出故障点，缩短故障抢修时间。

4.3 新能源与储能技术的应用

随着新能源的快速发展，如太阳能、风能等，将新能源接入配电自动化系统已成为发展趋势。新能源的接入可以增加系统的能源供应多样性，提高能源利用效率，但同时也给系统的运行管理带来了新的挑战。储能技术可以有效解决新能源发电的间歇性和波动性问题，提高新能源的消纳能力^[4]。在配电自动化系统中，可以合理配置储能设备，如电池储能系统、超级电容储能系统等，在新能源发电过剩时储存电能，在新能源发电不足时释放电能，保障系统的供需平衡。储能技术还可以提高系统的应急供电能力，在极端天气导致电网停电时，储能设备可以为重要用户提供临时电力支持，保障用户的用电需求。另外，新能源与储能技术的结合还可以实现分布式能源的优化调度，提高配电自动化的运行可靠性和经济性。

结束语

极端天气对配电自动化的可靠性构成严峻挑战，提升其可靠性是保障电力稳定供应的关键。本文提出的加强设备抗灾、优化网络布局等策略，以及物联网、人工智能等技术创新应用，为应对挑战提供了思路。未来，随着技术不断进步，需持续探索创新，完善系统可靠性提升方案，以更好地适应复杂多变的极端天气，为用户提供安全可靠的电力服务。

参考文献

- [1]贾轶峰.配网自动化对配电网供电可靠性影响分析[J].科技资讯,2025,23(03):105-107
- [2]闫洪起,丁保贺.电气自动化在电力工程技术中的应用[J].光源与照明,2025,(01):210-212.
- [3]王实,李华龙,汪昭辰,等.一种基于5G通信技术的配电自动化通信改造方案[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2024,29(04):42-47.
- [4]俞腾飞.配电自动化技术在提升供电可靠性中的应用研究[J].自动化应用,2024,65(23):141-144.