

配网运行状态的监测与优化

黄豪翔 袁 悦 李英昊

国网浙江省电力有限公司平湖市供电公司 浙江 嘉兴 314200

摘 要：随着电力系统的快速发展，配电网作为电力系统中与用户直接相连的重要环节，其运行状态直接影响到供电的可靠性和安全性。本文详细探讨了配电网运行状态的监测与优化方法，旨在通过先进的监测技术和优化策略，提高配电网的运行效率和供电质量。

关键词：配电网；运行状态监测；优化策略；供电可靠性；智能感知

引言

配电网作为电力系统的末端环节，承担着将电能安全、可靠地输送到用户的重要任务。然而，随着城市化进程的加速和电力需求的不断增长，配电网的运行面临着诸多挑战，如设备老化、负荷波动、外力破坏等。因此，对配电网运行状态的实时监测与优化显得尤为重要。

1 配电网运行状态监测技术

1.1 智能感知设备

智能感知设备，作为配电网监测体系的最前端，其功能和精度直接关系到整个监测系统的效能。智能电表，作为其中的佼佼者，不仅具备高精度的电量计量功能，更融入了先进的传感技术，能够实时监测电压、电流、功率因数、有功功率、无功功率等关键电气参数，以及电能质量指标，如谐波含量、电压波动与闪变等。这些数据为电网的负载均衡、能效优化及故障定位提供了详实的基础。故障指示器，则是配电网中的“前沿哨兵”。它们被巧妙地安装在配电线路的关键节点，如分支线、环网点等，能够迅速响应线路中的异常信号，如短路、接地故障等，并通过闪烁灯光或无线信号向运维人员发出警报，大大缩短了故障发现与处理的时间，提高了供电恢复的速度和可靠性。在线监测终端，更是将监测范围扩展到了设备内部。它们集成了温度、湿度、局放（局部放电）、振动等多种传感器，能够实时监测变压器、开关柜、电缆接头等关键设备的运行状态，以及周围环境的变化，为设备的预防性维护、寿命评估及故障预警提供了科学依据。

1.2 物联网技术

物联网技术，以其强大的连接能力，将配电网中的各类设备、传感器及监控中心紧密相连，构建了一个无缝覆盖的监测网络。RFID技术，作为物联网的重要组成部分，为电网资产管理带来了革命性的变化。通过在设备上贴附RFID标签，运维人员可以轻松获取设备的身份

信息、位置信息、维护记录等，大大提高了资产管理的效率和准确性。而Zigbee、LoRa等低功耗广域网技术，则以其低功耗、远距离、大容量的特点，成为了配电网传感器网络的首选。它们能够稳定、可靠地传输电气参数、环境参数及故障信息，实现了对配电网的实时、远程监控。特别是在偏远地区或复杂地形下，这些技术的优势更加凸显^[1]。此外，4G/5G、Wi-Fi等无线通信技术的引入，更是为配电网监测插上了“翅膀”。它们不仅提供了高速的数据传输通道，还支持实时视频监控，使得运维人员能够“身临其境”地了解电网运行状态，为应急响应和故障处理提供了强有力的支持。

1.3 数据分析与处理

面对海量的监测数据，数据分析与处理技术成为了挖掘数据价值、驱动智慧决策的关键。云计算平台，凭借其强大的计算能力和海量的存储空间，能够轻松应对大规模数据的处理需求。通过构建大数据模型，云计算平台能够对历史数据进行深度挖掘，发现配电网运行的潜在规律、异常模式及发展趋势，为故障预测、运维策略制定及电网规划提供了科学依据。边缘计算技术，则更加注重实时性和响应速度。它通过在数据产生的源头进行初步处理和分析，减少了数据传输的延迟，实现了对电网状态的即时监测和预警。在配电网监测中，边缘计算技术可以应用于实时数据分析、异常检测及故障快速响应等场景，有效提高了电网的可靠性和安全性。在数据处理过程中，各种先进的算法被广泛应用。数据清洗算法能够去除数据中的噪声和异常值，保证数据的准确性和可靠性；数据压缩算法则能够减少数据的存储和传输成本，提高数据处理的效率；特征提取算法则能够从复杂的数据中提取出关键特征，为后续的机器学习模型训练提供高质量的输入。通过机器学习算法，如聚类分析、时间序列分析、异常检测等，数据分析与处理技术能够从海量的数据中挖掘出潜在的价值信息。这些信

息不仅能够帮助运维人员快速定位故障点、预测设备寿命及优化电网运行策略,还能够为决策层提供智能化的建议和支持,如负荷预测、电价制定及能源调度等。

2 配电网运行优化策略

2.1 网络结构优化

网络结构优化,作为提升配电网运行效率与可靠性的核心策略,其重要性不言而喻。它旨在通过科学规划与设计,构建一个既经济又高效的电网结构,从而最大限度地减少电能传输过程中的损耗,提升供电的稳定性和可靠性。在网络结构优化的过程中,首要任务是进行细致的负荷预测与规划。这要求运维人员深入分析历史负荷数据,结合地区经济发展趋势、人口增长情况及用电习惯等因素,科学预测未来负荷的分布与增长趋势。基于这一预测结果,可以合理规划配电网的布局与容量,确保电网能够满足未来负荷的需求,避免过度建设或容量不足的问题。接下来,优化策略着重于减少电网中的迂回与冗余线路。通过调整线路走向、合并相近的供电区域、优化变电站的布局等措施,可以显著缩短供电半径,降低线路损耗。同时,这也有助于提高电网的灵活性,使得在故障或检修时,能够更快速地切换供电路径,减少停电时间与范围^[2]。此外,网络结构优化还注重提升电网的互联互通性。通过加强不同供电区域之间的联络线建设,形成多个供电环路,可以确保在某一区域发生故障时,其他区域能够迅速提供支援,实现负荷的转移与再分配。这种“手拉手”的供电模式,大大提高了电网的供电可靠性和抗风险能力。

2.2 设备选型与升级

在设备选型阶段,应深入市场,对各类电气设备进行细致的比对与分析。以变压器为例,应关注其能效等级、空载损耗、负载损耗等关键指标,优先选择那些采用新型材料、具有高效节能特性的产品。同时,考虑到配电网中可能存在的谐波问题,还应选择具有较好谐波抑制能力的变压器,以减少谐波对电网的污染。对于开关柜,则需关注其绝缘性能、灭弧能力、操作灵活性以及智能化水平。特别是随着智能电网的发展,具有远程监控、故障自诊断功能的开关柜已成为主流选择。这些设备能够实时监测自身运行状态,一旦发现异常便立即发出警报,为运维人员提供宝贵的故障处理时间。在设备升级方面,应针对老旧设备的具体状况,制定差异化的升级策略。对于那些因技术落后而无法满足现代电网需求的设备,如老式油浸式变压器,应果断进行更换,选择干式变压器或更先进的非晶合金变压器等替代品。而对于那些仍具有一定使用价值但性能有所下降的设

备,如开关柜的触点磨损,则可以通过更换关键部件或进行技术改造来恢复其性能。在升级过程中,还应充分考虑设备的兼容性与可扩展性。例如,在升级自动化系统时,应确保新系统与现有保护系统、监控系统的无缝对接,以实现数据的共享与联动控制。同时,还应预留足够的接口与扩展空间,以便未来根据电网发展需求进行进一步的升级与扩展。

2.3 负荷管理与调度

实时监测是负荷管理的基础。利用先进的传感器技术和数据采集系统,对配电网中的负荷进行实时监测,获取准确的负荷数据。这些数据不仅反映了当前负荷的大小和分布情况,还为后续的负荷预测提供了重要依据。通过实时监测,能够及时发现负荷异常,如突增或突减,从而迅速作出响应,调整电网运行状态。负荷预测则是负荷管理的核心。结合历史负荷数据、天气情况、节假日因素等多维度信息,运用先进的预测算法,对未来一段时间的负荷进行精准预测。这有助于提前了解负荷的变化趋势,为发电计划和检修计划的制定提供科学依据。通过合理的发电计划,能够确保在负荷高峰期有足够的电力供应;而通过科学的检修计划,则能够在负荷低谷期进行设备检修,减少对用户用电的影响。在负荷调度方面,根据负荷预测结果和电网实际运行情况,制定合理的调度策略。通过调整发电机的出力、优化电网的潮流分布、投切无功补偿装置等措施,能够确保电网在负荷高峰期不过载运行,提高供电的可靠性和稳定性。同时,还通过需求侧管理,引导用户合理用电,避免在负荷高峰期集中用电,从而减轻电网的压力^[3]。此外,负荷管理与调度还注重与新能源的协调配合。随着新能源的大量接入,配电网的负荷特性变得更加复杂多变。通过建立新能源发电预测模型,实时跟踪新能源发电情况,并将其纳入负荷管理与调度的范畴中,确保新能源与常规能源之间的协调互补,提高整个电网的能效和环保水平。

3 配电网运行状态监测与优化的挑战与对策

3.1 数据安全与隐私保护

在配电网运行状态监测的广阔图景中,数据安全与隐私保护如同一道坚固的防线,守护着电网的平稳运行和用户的信息安全。随着监测技术的不断进步,海量数据在采集、传输、处理和存储过程中,其安全性和隐私性成为了亟待解决的关键问题。为了应对这一挑战,必须采取一系列综合措施。首先,强化数据加密技术是保护数据安全的核心。应采用先进的加密算法,确保数据在传输和存储过程中的安全性,防止数据被非法窃取或

篡改。同时,建立多重防护机制,如防火墙、入侵检测系统等,以抵御外部攻击和内部泄露的风险。其次,完善访问控制与权限管理机制是保障数据隐私的关键。通过设定严格的访问权限,确保只有经过授权的人员才能访问特定数据,并对所有访问行为进行记录和审计。这样,一旦发生数据泄露事件,可以迅速追溯和定位,及时采取措施防止损失扩大。此外,加强数据隐私保护意识教育与培训也是不可或缺的一环。通过定期举办培训活动,提高工作人员对数据安全和隐私保护的认识,让他们了解数据安全性的重要性,并学会如何正确处理和保护数据。同时,建立数据泄露应急响应机制,确保在发生数据泄露时能够迅速、有效地应对。

3.2 技术标准与规范制定

配电网运行状态监测与优化技术的快速发展,带来了设备多样化、系统复杂化的新挑战。为了推动技术的规范化和标准化,必须制定统一的技术标准和规范,以确保不同设备和系统之间的互操作性和兼容性。在制定技术标准时,应充分考虑配电网的实际情况和发展需求,确保标准具有实用性和前瞻性。这些标准应涵盖数据采集与传输协议、数据处理与分析方法、设备接口与通信规范等多个方面,为技术的研发和应用提供明确的指导^[4]。同时,建立标准测试与认证体系也是推动技术标准实施的重要手段。通过对符合技术标准的设备和系统进行测试和认证,可以确保它们的性能和质量符合统一要求,从而提高整个配电网的协同运行能力。此外,加强国际合作与交流也是推动技术标准与规范制定的有效途径。通过与国际同行分享经验、交流技术,可以借鉴他们的先进做法,共同推动技术标准与规范的完善和发展。

3.3 人才培养与队伍建设

配电网运行状态监测与优化是一项高度专业化的工作,需要高素质的专业人才支撑。然而,当前我国在这方面的人才储备还相对不足,因此加强人才培养与队伍建设显得尤为重要。为了培养更多专业人才,应加强与高校和

科研机构的合作,推动相关学科的建设和发展。通过设立奖学金、提供实习机会等方式,鼓励更多学生投身于配电网运行状态监测与优化领域的学习和研究。同时,还应注重在职人员的培训和提升。通过举办培训班、研讨会等活动,为工作人员提供持续学习的机会,帮助他们掌握最新的技术和方法,提升专业技能和综合素质。此外,建立合理的激励机制和职业发展通道也是吸引和留住优秀人才的关键。应提供具有竞争力的薪资待遇、良好的工作环境和广阔的发展空间,让工作人员能够安心工作、积极创新,为配电网运行状态监测与优化事业贡献自己的力量。最后,还应加强国际合作与人才引进工作。通过与国际知名企业和研究机构建立合作关系,共同开展科研项目和技术开发,可以快速提升我国配电网运行状态监测与优化领域的技术水平。同时,积极引进国外优秀人才,为他们提供优厚的待遇和良好的工作环境,让他们在我国配电网建设中发挥更大的作用。

结语

配电网运行状态的监测与优化是提高供电可靠性和安全性的重要途径。通过采用先进的监测技术和优化策略,可以实现对配电网运行状态的实时监测和有效管理,提高配电网的运行效率和供电质量。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,配电网运行状态监测与优化技术将发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]李得源.基于电力大数据技术的配电网运行安全监测系统研究[J].电子元器件与信息技术,2024,8(09):132-134.
- [2]徐登科.基于多数据融合的配电网电力运行数据可视化监测系统[J].自动化与仪器仪表,2022,(12):263-267.
- [3]黄秀平.基于多传感信息融合的智能配电网线路运行在线监测方法[J].电工技术,2024,(17):56-58+61.
- [4]田玉军.智能传感器网络在配电网监测与管理中的应用[J].集成电路应用,2024,41(06):186-187.