

基于用电信息采集系统的配网故障诊断技术

郑经豪¹ 刘益武²

1. 国网浙江省电力有限公司平阳县供电公司, 浙江 温州 325400

2. 国网浙江省电力有限公司温州供电公司, 浙江 温州 325000

[摘要]为适应国家电网公司精细化管理配电网的要求,针对当前配网自动化监控设备不足的现状 & 配网故障诊断的实际需求,从用电信息采集系统等电网主营业务系统中获取数据,并在新开发的软件中与现有的 10k V 配网地理接线图进行融合。根据特定的故障诊断逻辑进行编程,实现了配网故障信息的及时判断及可视化。应用表明,该技术为配网故障的快速诊断,提供了有效依据。同时,通过对配网用户功率、电压、电流等数据的实时监测,提高了配电网调度的自动化水平。

[关键词]用电信息采集系统;配网故障诊断;诊断技术

DOI: 10.33142/hst.v7i12.14690

中图分类号: TM727

文献标识码: A

Fault Diagnosis Technology for Distribution Network Based on Electricity Information Collection System

ZHENG Jinghao¹, LIU Yiwu²

1. Pingyang County Power Supply Company of State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325400, China

2. SWenzhou Power Supply Company of State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract: In order to meet the requirements of State Grid Corporation of China's refined management of the distribution network, and in response to the current shortage of distribution network automation monitoring equipment and the practical needs of distribution network fault diagnosis, data is obtained from the main business systems of the power grid, such as the electricity information collection system, and integrated with the existing 10kV distribution network geographic wiring diagram in the newly developed software. By programming based on specific fault diagnosis logic, timely judgment and visualization of distribution network fault information have been achieved. The application shows that this technology provides effective basis for rapid diagnosis of distribution network faults. At the same time, real-time monitoring of power, voltage, current and other data of distribution network users has improved the automation level of distribution network scheduling.

Keywords: electricity information collection system; distribution network fault diagnosis; diagnostic technology

引言

随着社会经济的快速发展及用电需求的持续增长,配电网作为电力系统的核心组成部分,面临着日益复杂的运行环境及管理挑战。电力供应的可靠性与稳定性可能会受到配电网故障的严重影响,且随之而来的一系列安全隐患与经济损失也不可忽视。由此,提升配电网故障诊断的效率与准确性,及时发现并排除故障,已经成为电力系统优化与现代化进程中亟待解决的关键课题。传统的配网故障诊断方法,主要依赖于人工巡检与经验判断,其存在响应速度慢、效率低下及准确性不足等问题。然而,随着智能化技术的迅速发展,基于用电信息采集系统的故障诊断技术,逐渐成为一种新的有效解决方案。通过实时采集电网运行数据,结合大数据分析 & 智能算法,电网状态能够被有效监控,故障的类型与位置得以迅速识别,故障响应的速度与准确性显著提高。本文将深入探讨基于用电信息采集系统的配网故障诊断技术的原理、方法与实施方案,此外,还将分析该技术在提高配网运行效率、降低故障率及优化电力资源配置等方面的巨大应用潜力。

1 配网故障的类型与特征

配网故障是指配电网在运行过程中,由多种因素引起的电力供应中断或电能质量下降的情况。依据故障的不同性质,配网故障可分为线路故障、设备故障及电能质量故障等几类。线路故障通常表现为接地故障、短路故障或断线故障,电流的异常波动、保护装置的跳闸或系统的失效,往往是其主要特征。设备故障则涉及变压器、开关设备、电缆等关键设施的损坏,这可能导致部分或全部用户的停电。电能质量故障则主要指电压波动、频率异常或谐波污染等问题,尽管这些故障通常不会直接导致停电,但它们对用户设备的正常运行 & 用电安全却会产生不容忽视的影响。不同类型的故障表现出各自独有的特征,如电流、电压或频率的突变,或波形的畸变等。因此,必须结合实际运行数据进行深入的分析 & 诊断,以确保对故障类型及其成因的准确判断。

2 用电信息采集系统的作用与优势

在现代配电网中,至关重要的作用由用电信息采集系统发挥。该系统通过实时监控用户用电情况、设备运行状

态以及电网各项运行参数,为故障诊断、负荷预测、电能计量与管理等提供了宝贵的数据支持。通过自动采集用电数据并进行远程传输,实时信息得以随时被电力公司获取,从而优化电力调度,提高能源利用效率。系统不仅具备故障预警与异常检测功能,还能够及时识别电网中的潜在问题,为运维人员提供有效的决策依据,从而降低事故发生的风险。与传统人工巡检方式相比,用电信息采集系统大幅度提高了工作效率,减少了人工成本,确保了数据的精准性与实时性^[1]。借助数据分析与处理,系统还能提供用电趋势预测与电力需求分析,帮助电力公司科学规划资源配置,进一步提升电网的安全性、可靠性及经济性。

3 基于用电信息采集系统的配网故障诊断方法实现

3.1 获取与存储配电网运行数据

配电网运行数据的获取与存储,作为基于用电信息采集系统实现配网故障诊断的关键环节,涵盖了从数据采集、传输到存储的完整流程。在配电网中,运行数据的实时采集由各类关键设备(如变压器、开关、线路等)与用户终端通过智能电表和传感器完成,所采集的参数包括电流、电压、功率、频率、负荷等。数据经由无线或有线通信网络传输至数据采集中心,采用物联网技术与现代通信协议,以确保数据传输的及时性与可靠性。为应对不同环境中的数据采集需求,系统需要具备冗余设计与故障恢复能力。当通信中断或设备故障发生时,数据能够及时被缓存并恢复传输,避免数据丢失。大量采集的数据在存储方面依赖于高效的数据库系统进行管理。目前,基于云计算平台的分布式存储技术已被广泛应用,以满足大规模数据存储的需求,并确保数据的安全性与可访问性。此外,数据存储系统需具备高并发读写能力及高效查询性能,从而确保在实时故障诊断时能迅速获取所需的运行数据。在此基础上,存储的数据需要进行统一标准化处理,包括数据清洗与格式转换等步骤,以确保数据的一致性与准确性,并为后续的故障分析与决策提供有力支持。

3.2 基于物理逻辑辅助故障诊断

基于物理逻辑辅助的故障诊断,作为配网故障诊断中的一项重要技术手段,结合了物理原理与逻辑推理,能够帮助迅速定位故障源并分析故障类型。该方法依托配电网的物理模型、系统拓扑结构以及实时运行数据,利用逻辑推理算法分析异常数据,从而识别潜在的故障点。具体而言,配电网的物理模型包括电力线路的电气参数(如电流、电压、阻抗等)及其相互关系,而这些参数在发生故障时往往会呈现出明显的变化。通过分析电网各节点与支路的物理量变化,并结合系统的运行规律,物理逻辑辅助故障诊断能够有效识别故障的位置与类型。在实际应用中,基于物理逻辑的故障诊断方法通常通过构建数学模型,对配电网的运行状态进行仿真,并与实时采集的数据进行对比。

例如,当系统检测到某一线路的电流异常升高时,结合物理模型中该线路的负荷特性及历史数据,故障是否由过载、短路或设备故障引起,可以被有效推测。此外,系统还能够通过逻辑推理,将电网各部分之间的物理联系进行建模,利用拓扑分析排除非故障区域,从而有效缩小故障定位的范围,提升诊断精度。与传统的单一物理故障诊断方法相比,基于物理逻辑的诊断方法不仅充分挖掘了配电网运行数据的丰富性与复杂性,还通过多维度的综合分析,确保故障诊断不局限于电气参数本身,而能够结合电网的运行规律与设备的工作状态。由此,增强了故障诊断的可靠性与实时性。

3.3 配置标准计算机辅助诊断图形

配置标准计算机辅助诊断图形,作为实现配网故障高效、精确诊断的重要工具,通过将配电网的物理拓扑结构、电气参数及设备状态以图形化方式呈现,能够帮助运维人员直观掌握电力系统的运行状况,并迅速定位故障区域及其原因。标准计算机辅助诊断图形通常包括电网地理位置图、线路图、变电站设备状态图及负荷分布图等多个视图,全面展示配网的实时运行状态。设计这些图形时,不仅需要精确反映电网的实际布局,还必须具备动态更新能力,以便实时响应配网运行数据的变化。故障发生时,系统通过图形界面突出显示故障所在的区域、设备及线路,结合电流、电压等参数异常,自动识别并提示可能的故障类型,如短路、过载或设备故障,从而帮助运维人员迅速确定故障源及其影响范围。标准计算机辅助诊断图形还应具备交互性与智能分析功能。例如,用户通过点击某一设备或线路,可获取该部分的详细运行数据、历史故障记录及维护状态,进一步辅助故障定位与原因分析^[2]。系统同样能够根据采集的数据自动推演可能的故障模式,展示多种故障情境的图形分析,帮助运维人员评估不同处理方案的可行性。结合数据分析与物理模型,计算机辅助诊断图形可在故障发生时,呈现故障对电网其他部分的影响,从而优化应急处理方案。系统还应集成报警机制,在检测到异常情况时,及时通知工作人员,并通过图形界面标明异常点,减少人工判断的误差,提高故障响应速度。

3.4 采集与判断配网故障信息

配网故障信息的采集与判断,作为基于用电信息采集系统实现故障诊断的核心环节,涉及故障信息的获取、数据分析以及故障类型的判定。智能电表、传感器及监测设备在配网中实时采集电流、电压、功率、频率等电气参数,并将这些数据传输至集中监控平台。所采集的数据反映了电网的瞬时运行状态,进而为后续的故障诊断提供了必要的依据。一旦出现故障,系统能够迅速捕捉到电气参数的异常变化,如电压骤降、电流过载或频率波动等。这些异常数据通常表现出与正常运行状态显著不同的特征。通过对这些数据的实时监控与对比,潜在的故障区域及其类型

可被系统快速识别。在数据采集的基础上,内置的故障判定算法对信息进行深入分析。通过与历史数据、物理模型以及运行规律的比对,系统能够精准判断故障发生的位置、类型(如短路、接地故障、开路等),以及故障的严重程度。例如,若电流突然上升并超过预设阈值,系统便可根据电网拓扑结构及负荷分布推测故障可能发生的线路,并结合其他参数(如电压与频率的变化)进一步确认故障类型。同时,系统通过数学模型和逻辑推理分析,判断故障是否由设备故障、线路损坏或外部因素(如恶劣天气)引起,从而确保诊断结果的高准确性与可靠性。

4 辅助功能

4.1 计划停电管理

计划停电管理在配网故障诊断与维护中扮演着关键辅助角色,主要涉及在配电网进行定期检查、设备维护或系统升级时,安排与协调的停电工作。通常,计划停电在非紧急情况下进行,旨在确保电网的长期稳定与安全运行。通过用电信息采集系统,电力公司能够提前获取各区域的用电负荷、设备状态及运行情况,为停电安排提供数据支持。根据实时数据与历史运行记录,系统分析各区域负荷变化趋势及设备健康状态,从而合理规划停电的时机与范围,最大限度地减少对用户的影响。例如,停电安排可以在负荷较低的时段进行,或根据需要在不同区域按时间段进行轮换,确保电网供电的连续性与稳定性。在计划停电实施过程中,停电区域内设备状态与负荷变化可通过用电信息采集系统实时监控,确保停电期间不会引发其他突发故障。系统还可与用户进行有效沟通,提前发送停电通知及恢复时间预告,从而减少用户的不便^[3]。对关键设备的远程监控与控制是系统的一项重要功能,实时获取设备运行状态,以确保停电操作的安全性与可控性。此外,计划停电管理系统具备应急调整功能,在突发情况下,能够迅速调整停电计划,并及时恢复供电,保障电网的高效运转。

4.2 辅助分析配网电能质量

辅助分析配网电能质量是配电网管理中至关重要的一项功能,主要通过实时监控与分析电网中的电能质量指标,帮助运维人员全面了解电网的运行状态,并及时识别潜在的电能质量问题。涉及电能质量的内容包括电压波动、谐波、频率波动、暂态扰动等多个方面,这些因素不仅影响电力设备的正常运行,还可能导致工业生产、商业活动以及居民用电设备的损坏或故障。对于保障电力系统的稳定性与可靠性,电能质量的监测与分析显得尤为重要。利用用电信息采集系统,配电网内的各类监测设备可以实时采集电压、电流、频率、功率因数等关键数据。这些数据在传输至监控平台后,经过高级数据分析与处理,生成详细的电能质量分析报告。通过这一过程,系统能够检测并识别电能质量问题,并精确定位故障发生的区域。例如,电压波动一旦超过预定范围,系统会自动生成告警,并标

出波动发生的具体时间、地点及原因,从而帮助运维人员迅速采取措施。同时,通过对谐波含量和频率稳定性进行分析,电能质量的标准是否符合可以由系统评估,提前发现可能对设备造成损害的因素,防止因电能质量问题导致设备故障。此外,辅助分析电能质量还具备长期数据积累功能,能够识别电能质量的趋势与周期性波动,从而为电力公司提供更加精准的调度与维护参考。例如,在某些高负荷时段,电能质量可能受到负荷剧增的影响,而系统能够提前预测并建议优化调度,从而避免因电能质量问题导致设备过载或故障。

5 系统优化与未来发展方向

配电网的系统优化与未来发展方向,主要集中在提升智能化、自动化水平,以及增强系统的自愈能力,以适应复杂负荷变化的挑战。随着用电信息采集技术、物联网、大数据分析、人工智能等新兴技术的不断进步,配电网正朝着更加智能、灵活、精确的方向发展。未来,优化配网系统的关键在于如何有效利用大量的实时数据,并结合先进的分析算法与智能决策系统,提升故障诊断、负荷预测、调度优化等方面的能力。在故障诊断领域,人工智能算法的深度学习能力将被进一步增强,使得配电网能够实现更加高效的故障预测与定位。系统将在故障发生之前,潜在风险的预判与自动调整将被实现,从而减少停电时间,并提高电网的可靠性。面对电动汽车、分布式能源等新型用电负荷的普及,负荷管理将成为配网优化的关键方向。随着负荷波动性和复杂性不断增加,配电网将通过需求响应管理与分布式能源接入技术,灵活调配不同类型的负荷,缓解电网高峰负荷的压力,并实现更高效的能源利用^[4]。此外,集成储能技术的应用,将使电网能够在低负荷时段储存多余电能,在需求高峰时释放储备,从而有效平衡供需关系,确保电力供应的稳定性与经济性。在未来的发展中,配电网将更加注重绿色智能化建设,推动清洁能源的接入及电力市场的互动。随着太阳能、风能等可再生能源比例的增加,配网需要具备更强的灵活性与应变能力,以应对可再生能源波动带来的影响。同时,电力市场的逐步开放,要求配电网在调度管理上更加精准与高效,以实现多方协调,促进电力资源的优化配置。

6 结语

基于用电信息采集系统的配网故障诊断技术,依托实时数据采集、智能分析与自动决策,故障诊断的效率与准确性能够显著提升。在增强电网运行可靠性的同时,资源配置的优化与维护成本的降低也能实现。随着智能化技术及大数据分析技术的不断进步,配网故障诊断将进一步朝着精确化、实时化与智能化的方向发展,逐步成为电力系统中不可或缺的核心技术。展望未来,随着更多先进技术的融合与应用,基于用电信息采集系统的故障诊断能力将得到进一步完善,技术支持的坚实基础将为实现智能电网、

绿色电力及可持续发展目标提供。随着该技术的持续研发与推广应用,配电网的运行效率、稳定性与安全性将得到极大提升,电力保障的可靠性将为社会经济的发展提供更加坚实的支撑。

[参考文献]

[1]和晓华,何蜜蜂,杨建洲,等.基于用电信息采集系统的配网故障诊断技术[J].电气技术与经济,2024,12(8):81-84.

[2]李菲.用电信息采集系统设计与实际应用[D].山东:山东大学,2016.

[3]高圣贵.基于用电信息采集系统的配网线损管理研究[J].中国高新技术企业,2015,11(17):142-143.

[4]陈靖,吴春洋,何麟.基于用电信息采集系统的配网故障诊断技术及应用[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2015,20(1):13-19.

作者简介:郑经豪(1994.11—),毕业院校:嘉兴大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:国网浙江省电力有限公司平阳县供电公司,职称级别:中级;刘益武(1986.9—),毕业院校:长春工程学院,所学专业:电气工程及其自动化。