

Design and Implementation of Fault Location Technology Analysis and Rapid Restoration System in Zhongshan Power Distribution Network

Xinjia Zhang, Minshan Zhu

Zhongshan Power Supply Bureau of Guangdong Power Grid Co, Ltd., Zhongshan Guangdong
Email: zhangxinjia1314@126.com, 278079666@qq.com

Received: Dec. 5th, 2015; accepted: Dec. 18th, 2015; published: Dec. 30th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Rapid restoration system has lacked adequate technical support to low voltage fault location ever since. This paper designs and realizes a fault location technology analysis and rapid restoration system, based on data which are provided by grid model of information integration platform and fault information from distribution network automation system, and variable terminal real-time information. According to the user alarm information, fault information and terminal data, this system can automatically find out low-voltage fault location, offer technical support to customer service's first-hand blackout range information, and also support effective guide to salvage crews restoring electricity. Research results set an example and are applied in Zhongshan power supply bureau, having a good effect.

Keywords

Distribution Automation System, Fast Recovery, Fault Location

中山配网故障定位分析快速复电系统的设计与实现

张新佳, 朱敏珊

广东电网有限责任公司中山供电局, 广东 中山
Email: zhangxinjia1314@126.com, 278079666@qq.com

收稿日期: 2015年12月5日; 录用日期: 2015年12月18日; 发布日期: 2015年12月30日

摘要

快速复电系统对低压故障定位一直以来缺乏足够的技术手段支撑, 本文基于营配信息集成平台的电网模型数据、配网自动化系统故障信息和配变终端实时信息设计并实现配网故障定位分析快速复电系统。根据用户报障信息、电网故障信息和配变数据实现低压故障自动定位, 为客户服务人员掌握第一手停电范围信息提供技术支持, 有效指导抢修人员快速复电。研究成果在中山供电局进行示范应用, 效果良好。

关键词

配网自动化系统, 快速复电, 故障定位

1. 引言

低压电网作为输配电的最后一个环节, 直接面对客户, 低压电网故障停电已成为影响供电可靠性的重要因素。如何在停电发生后快速确定停电范围, 锁定故障点是缩短客户停电时间、提升供电可靠性的关键。快速复电系统经过几年的功能完善及移动设备升级改造, 实用化水平不断提高, 但对于低压故障定位一直以来缺乏足够的技术手段。近年来, 中山供电局不断加强电能量数据的管理和系统建设, 计量自动化系统已实现地市局 10 kV 的专变、公变的全面覆盖, 终端在线率、数据采集成功率和营配信息“站-变-户”拓扑关系准确率不断提高, 有效的提高了配网监测水平。通过配变监测计量终端的监测功能能够快速验证现场设备运行情况, 可以为低压故障定位提供有效技术支持, 将配变监测计量终端监测功能与配网自动化系统故障信息相结合, 开发配网故障定位分析快速复电系统为故障定位技术研究指明了方向。

2. 快速复电系统应用现状

随着对供电稳定性和客户满意度重视的提高, 供电企业陆续建设了配网故障快速复电系统, 但投入使用后逐渐暴露出一些问题, 主要表现在以下几个方面:

1) 报障重复多, 无效报障堆积。客户服务中心、供电分局在收到客户报障后, 缺乏有效的信息筛选过滤手段, 无法在庞大的数据信息中找到有效的信息, 造成故障重复报障、无效报障信息堆积等问题, 使得抢修人员收到大量无效工单, 工作量加大。

2) 自动化信息少, 查找故障时间长 [1]。目前主要依赖人工查询故障点, 没有综合利用计量自动化系统的实时数据来辅助排查故障, 使得故障判断和故障点定位耗时长, 有时需要巡视线路设备才能定位故障点, 耗费人力物力, 延误了故障处理时间。

3) 部门之间沟通效率不高, 现场抢修进度信息反馈滞后, 缺乏对抢修过程的有效监控 [2]。调度中心、客户服务中心和供电分局现场抢修人员只通过电话进行联系, 通报现场抢修进度, 缺乏对现场运行情况实时监控的有效手段。客户服务中心不能及时了解现场抢修情况, 无法对客户询问的细节问题进行作答。

3. 配变监测计量终端故障定位技术

3.1. 配变监测计量终端功能

配变监测计量终端是公用配电变压器综合监测终端, 实现公变侧电能信息采集, 包括电能量数据采集, 配电变压器运行状态监测, 供电电能质量监测, 并对采集的数据实现管理和远程传输 [3]。配变监测计量终端具备分相交流电压、电流测量功能, 且可以实现相关数据的远程召测, 如图 1 所示。同时主站可以召测终端记录电能表或终端本身所产生的重要事件, 如表 1 所示。

以石岐供电分局配变监测计量终端 88320499 为例, 对该终端电压、电流实时数据进行召测, 返回信息如表 2 所示。

3.2. 故障定位技术

以配变监测计量终端监测功能为基础的配网故障定位分析快速复电系统, 通过与配网自动化系统、计量自动化系统等数据接口进行数据整合, 实现停电的监控与分析, 可以弥补现有快速复电系统的不足, 实现停电故障的快速定位, 缩短停电时间, 提高供电可靠性。

配网故障定位分析快速复电系统的故障定位主要通过两种方式实现:

1) 自动故障定位方式, 系统根据配网自动化故障信息和配变监测计量终端的失压信号自动定位故障, 如图 1 所示。

2) 结合报障信息定位故障, 根据用户报障信息, 参照配变监测计量终端的实时数据信息和配网自动化开关实时数据, 结合基于 GIS 的“线-变-户”拓扑关系, 可快速确定用户所属线路, 通过计量自动化系统对报障点所在 10 kV 线路所有变压器进行测量点参数信息检查, 分析变压器的运行情况, 并结合配网自动化系统开关实时数据对停电事件进行分析, 可为判定低压故障发生范围提供定量依据。

以石岐区的岐乐线和家盈线两条拉手线路为例, 两条线路的联络开关为怡景阁 9 号 1 座公用配电站 G01 开关。线路的主网方式图如图 2 所示。

岐乐线和家盈线的分接箱或配电站已安装故障指示器, 在馈线某段发生故障时, 相关故障指示器会将告警信息上送到配网主站, 通过采集配网自动化系统的开关故障分闸信号和保护信号, 结合计量自动化系统报警中的公变停电告警信息, 系统对负荷管理终端和配变监测计量终端采集的电流和电压等信息进行停电事件判断并迅速定位故障点。

系统同时通过两种方式实现故障定位, 相互结合, 互为补充。一方面, 对于通过自动故障定位方式定位的故障, 系统会参照配变监测计量终端的实时数据信息和配网自动化开关实时数据进行验证和检查, 提升故障定位的准确性; 另一方面, 对于通过报障信息定位的故障, 系统会通过接口召测报障点所在 10 kV 线路所有变压器的事件记录作为故障定位参照数据。在接收到多个客户报障反映多个点故障时, 客服人员根据客户的描述将相关信息录入系统可以确定发生故障用户的位置。对于同一台区下的客户一次报障, 集成配变监测计量终端实时监测后, 通过终端反馈的信息, 可以进一步提高故障判断的准确度。结合终端历史测量值, 可以确切判断整个台区是否停电, 或部分相线的停电, 定位故障点; 同时, 对于同一台区下的客户二次报障, 利用一次报障的查询结果, 直接回复客户的咨询请求。

3.3. 系统应用价值

配网故障定位分析快速复电系统的应用可以解决现有快速复电系统报障重复多, 无效报障堆积, 自动化信息少, 现场抢修进度信息滞后等问题, 达到故障快速响应并及时定位, 快速复电和及时沟通的效果。

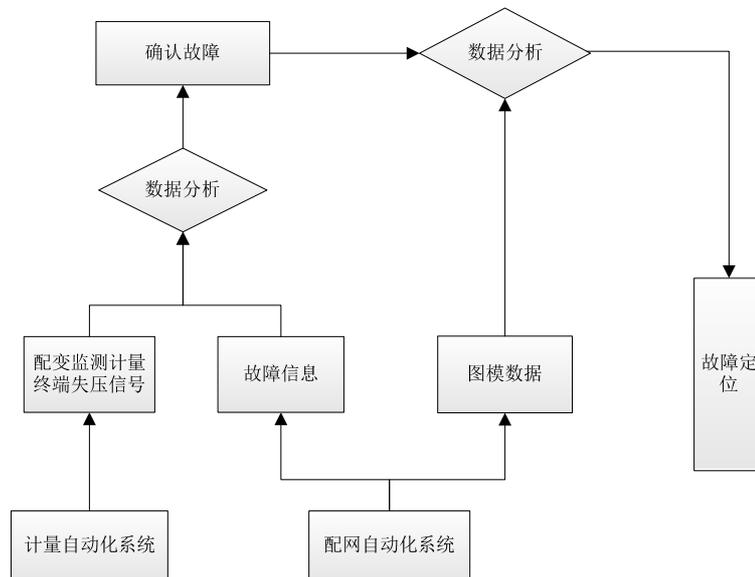


Figure 1. Low voltage fault automatic location

图 1. 故障自动定位流程

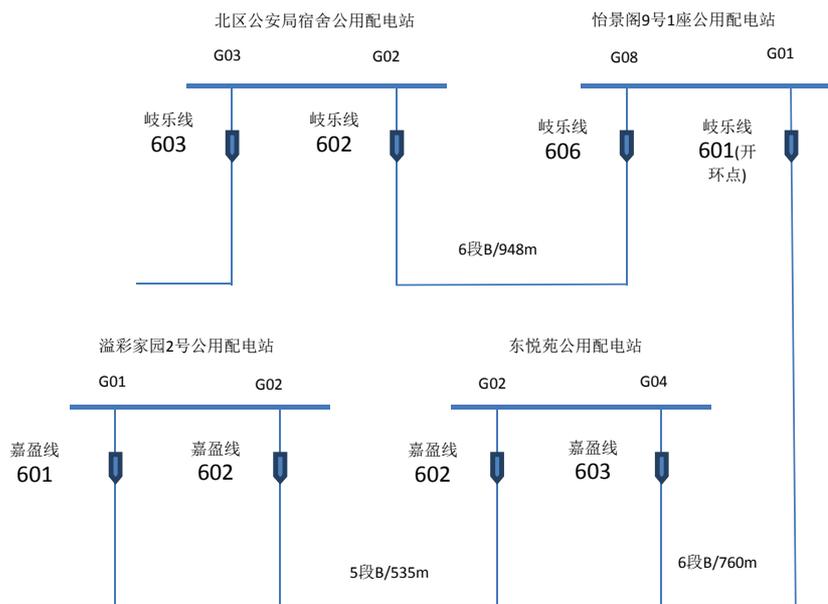


Figure 2. Operating mode of feeder

图 2. 线路运行方式图

Table 1. Incident record

表 1. 事件记录

序号	数据项	数据源	
		终端	台区总表
1	失压记录	√	√
2	失流记录	√	√
3	断相记录	√	√
4	终端掉电/上电记录	√	

Table 2. Terminal realtime information

表 2. 终端实时数据

序号	逻辑地址	测量点号	电表名称	数据项名称	数值	状态
1	88320499	0	G1665 兴中花园公用配电站 1#配变	A 相电压	224 V	成功
2	88320499	0	G1665 兴中花园公用配电站 1#配变	B 相电压	224 V	成功
3	88320499	0	G1665 兴中花园公用配电站 1#配变	C 相电压	225 V	成功
4	88320499	0	G1665 兴中花园公用配电站 1#配变	A 相电流	1.16 A	成功
5	88320499	0	G1665 兴中花园公用配电站 1#配变	B 相电流	1.02 A	成功
6	88320499	0	G1665 兴中花园公用配电站 1#配变	C 相电流	0.68 A	成功

首先, 配网故障定位分析快速复电系统可以为客户 95598 服务人员判断低压故障发生的范围提供定量的依据; 通过用户报障的信息, 预知故障范围, 及时答复客户的报障请求。

其次, 配网故障定位分析快速复电系统可以为故障快速复电抢修人员确定故障地点, 缩短巡线和故障修复时间。

再次, 配网故障定位分析快速复电系统可以配合配电自动化系统验证故障情况, 对配电自动化系统不能处理的特殊故障进行有效的补充和判断。

对于某些特殊的 10 kV 线路故障, 如跳线、断线等, 在没有发生相间短路或单相接地情况下, 配电自动化设备并不能正确动作, 通过参照计量自动化系统中配变监测计量终端的实时在线信息, 可以快速初步判断跳线、断线位置范围, 大大缩短故障查找时间。

4. 系统设计

4.1. 系统总体设计

配网故障定位分析快速复电系统由后台分析程序和前端界面程序组成。后台分析程序通过数据接口获取电网模型数据、配网自动化系统故障信息和配变终端实时信息, 进行实时分析判断低压故障事件, 确定故障位置。前端界面程序采用 B/S 架构, 客服人员可以通过 web 界面登记客户报障信息, 管理低压停电事件, 通过单线图监视故障范围, 对停电用户进行查询。

4.2. 系统技术架构

配网故障定位分析快速复电系统的技术架构为多层体系应用架构, 基于跨平台技术实现, 应用系统可部署于各主流服务器操作系统(Unix/Linux/HP-UX/AIX/Windows)。系统采用 Unix 服务器操作系统和 tomcatWEB 发布平台保证系统的高可靠性, 客户端应用 Windows 平台, 提供给用户友好界面。技术架构包括分析决策层、业务支持层、基础支撑层、数据支持层、IT 基础设施层, 如图 3 所示。

4.3. 系统功能设计

配网故障定位分析快速复电系统主要由数据接口、低压故障事件管理、故障点图形定位、失压客户查询、快速复电等五个功能组成。

4.3.1. 数据接口功能设计

数据接口是配网故障定位分析快速复电系统功能实现的基础, 负责从配网自动化系统获取配网模型信息、馈线单线图信息、配网实时运行信息、配网故障信息等数据; 从调度自动化系统获取电网模型信



Figure 3. System technology architecture
图 3. 系统技术架构

息、电网实时运行信息、10 kV 出线故障信息；从计量自动化系统获取配变电流信息、配变功率信息、配变电压信息等相关数据。

4.3.2. 低压故障事件管理功能设计

低压故障事件管理是系统建设的核心。一方面通过电网故障信息实现低压停电事件的自动判断，另一方面通过用户报障实现停电事件的登记，作为低压停电事件判断的补充。低压故障事件管理功能包含客户报障、故障自动判断和失压范围分析。客户报障功能实现包含客户名称、户号、地址等信息的报障信息录入、报障信息的列表展现和客户报障信息的甄别功能。故障的自动判断功能是提升现有系统功能利用率，缩短故障点巡视时间，缩短停电时间的关键。系统根据 10 kV 出线开关跳闸信息、保护动作信息、配变电流信息等自动识别故障区间，形成故障事件。系统通过列表展现自动判断的故障事件，技术人员可通过按钮对系统自动生成的故障事件进行确认、删除或依据故障事件、故障地点、故障设备等关键字进行检索查询。失压范围分析功能根据客户报障信息自动识别故障设备和受故障影响的用户列表。

4.3.3. 故障图形定位功能设计

故障点图形定位功能基于配网自动化系统的单线图，通过在单线图上拓扑着色显示停电区域实现故障点的定位和展现，方便相关人员确定故障位置。

4.3.4. 失压用户查询功能设计

失压用户查询功能可以根据故障事件查询失压用户列表，可以根据报障用户名称、用户户号、住址等查询关联的故障事件列表。

4.3.5. 快速复电功能设计

快速复电功能主要实现以下两个功能：

1) 短信通知功能：系统监测到电网发生故障时，自动将故障事件和低压故障点通过短信发送给抢修人员，提高抢修效率。客服人员接到用户报障后，选择故障事件时可以将故障信息、故障地点和转供恢复信息通过短信信息发送指定的抢修人员，指导抢修人员快速复电。

2) 转供路径搜索功能：在确认失压配变后，系统通过自动检索转供路径，提供转供策略，并通过图形展现，提示需要操作的开关。

5. 实用性分析

配网故障定位分析快速复电系统目前在石岐供电分局几条线路进行试运行, 效果理想, 当前该系统正在逐步完善和推广。以9月24日系统数据为例, 用户9900****32反映早上8时30分左右出现停电, 工作人员将相关信息录入系统, 系统识别用户所在线路为华捷站东盛线, 所属的基边新村#*公用配电站配变在9月24日08时35分51秒有停电告警信息上送, 结合配变监测计量终端的实时数据缺失和配网自动化系统的开关信息, 确定该变压器停电。监测其临近变压器运行正常, 锁定停电故障发生范围为该变压器所在分段。整个过程, 工作人员只需录入用户报障信息, 进行处理就可以第一时间掌握故障点和故障范围, 查找故障点所需的时间大大缩短, 整个抢修复电的时间也将大幅压缩。

配网故障定位分析快速复电系统方便实用具备社会效益和经济效益。系统的应用可以提高供电可靠性, 缩短客户停电时间, 进一步挖掘现有系统的应用潜力, 提升客户满意度, 体现了电网公司以客户为中心的服务理念。同时, 系统可以减轻一线员工的工作量, 提高劳动效率, 降低故障判断的成本。

6. 结语

随着电力体制的改革和电力需求的增长, 伴随的光伏项目的陆续接入, 配网设备不断向先进化、复杂化转变, 负荷信息时刻变化, 采用传统方法对停电故障点判定的难度越来越大。深刻挖掘现有设备潜力, 完善故障处理流程, 快速复电才能提高客户满意度。通过配网故障定位分析快速复电系统的应用, 可以实现重复报障的过滤和故障的监控和分析。将计量自动化系统、调度系统和配网自动化系统进行信息整合共享, 可以实现故障的快速响应, 但是在系统的构建和应用中, 仍然存在一些缺陷和不足, 需要广大同行进一步的研究和探讨。

参考文献 (References)

- [1] 赵获帆, 赵宇龙, 路鑫, 李永恒. 探讨配网故障快速复电系统的建设与应用[J]. 江西建材, 2014(7): 210.
- [2] 马超然. 浅谈配网复电指挥中心在提升配网故障抢修水平中的意义[J]. 城市建设理论研究, 2012(23): 2.
- [3] 中国南方电网有限责任公司. Q/CSG11109007-2013 配变监测计量终端技术规范[S]. 广州: 中国南方电网有限责任公司, 2013.