

文章编号:1671-251X(2012)10-0055-05

范炜豪,陈烨. 配电网故障定位与快速抢修系统研究[J]. 工矿自动化,2012(10):55-59.

配电网故障定位与快速抢修系统研究

范炜豪¹, 陈烨²

(1. 江苏省电力公司徐州分公司, 江苏 徐州 221008; 2. 中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:针对配电网发生故障后采用传统的人工巡线方式存在故障区段定位困难、抢修效率低的问题,设计了一种基于柱上故障定位监测终端的配电网故障定位与快速抢修系统。该系统采用柱上故障定位监测终端实时测量配电网数据,采用过流速断法判别短路故障、全电流法判别接地故障;当故障发生时,柱上故障定位监测终端通过GPRS无线通信模块将故障信息发送到监控主站,监控主站采用改进的矩阵定位算法实现故障区段的准确定位;故障类型及故障位置以短信方式通知相关工作人员并在监控主站界面上显示,从而实现故障的快速抢修。仿真结果验证了该系统的可行性。

关键词:配电网;故障定位;故障判别;过流速断法;全电流法;矩阵定位算法;故障抢修;短信通知

中图分类号:TD612 文献标志码:A 网络出版时间:2012-09-25 14:18

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120925.1418.014.html>

Research of Fault Location and Rapid Repair System of Distribution Network

FAN Wei-hao¹, CHEN Ye²

(1. Xuzhou Branch of Jiangsu Electric Power Company, Xuzhou 221008, China.

2. School of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

Abstract: In view of problems of difficult location for fault section and low efficiency of rush-repair in traditional manual patrolling mode when distribution network happens fault, a fault location and rapid repair system of distribution network based on pole fault location monitoring terminal was designed. The system uses pole fault location monitoring terminal to real-timely measure data of distribution network, and uses instantaneous over-current method to judge short-circuit fault and uses total current method to judge grounding fault. When fault happens, pole fault location monitoring terminal sends fault data to monitoring host through GPRS wireless communication module, monitoring host uses improved matrix location algorithm to realize accurate location for fault section. The fault type and position is noticed to related working personnel by message way and is displayed on interface of monitoring host to realize rapid repair for fault. The simulation result validates feasibility of the system.

Key words: distribution network, fault location, fault judgement, instantaneous over-current method, total current method, matrix location algorithm, rush-repair of fault, message notice

0 引言

我国中压等级的配电网多数采用中性点非有效接地方式,发生故障后采用人工巡线方式,存在故障区段定位困难^[1]、抢修流程不科学等问题,不仅耗费

大量的人力物力,而且还延长了停电时间,影响供电可靠性^[2-3]。因此,设计一种切实可行的配电网故障定位与抢修系统非常重要。

本文针对徐州10 kV配电网实际运行结构,设计了一种基于柱上故障定位监测终端(安装在

10 kV电线杆上)的配电网故障定位与快速抢修系统,并通过搭建 PSCAD 仿真模型验证了该系统的可行性。

1 系统结构

配电网故障定位与快速抢修系统分为监控主站、GPRS 通信管理机及柱上故障定位监测终端 3 层,其结构如图 1 所示。

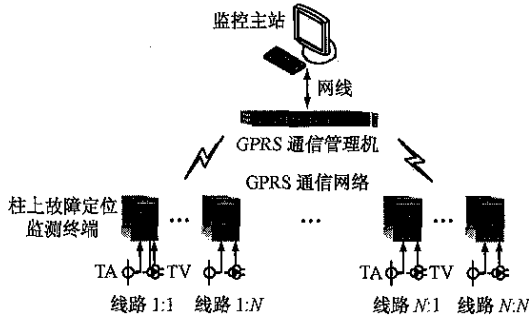


图 1 配电网故障定位与快速抢修系统结构

柱上故障定位监测终端实时测量电网数据,经 AD 转换后送入核心处理模块,处理器采用过流速断法判别短路故障、采用全电流法判别接地故障;当故障发生时,柱上故障定位监测终端把故障信息以 GPRS 无线传输方式发送到监控主站;监控主站实时接收柱上定位监测终端上传的故障信息,将数据解析后,监控主站采用可实现故障区段快速定位的改进的矩阵算法,对故障信息编排矩阵进行逻辑运算,得出故障区段,从而实现故障区段的精确定位;系统自动将故障类型及故障位置短信通知供电部门相关工作人员并在监控主站界面上显示,并与专家抢修管理系统相联系,由监控中心的系统软件按照标准抢修流程引导抢修人员实现故障的快速抢修,从而实现故障后的快速抢修和供电恢复。

2 柱上故障定位监测终端设计

柱上故障定位监测终端从单线路电压互感器 TV、电流互感器 TA 上连续采集三相电压、三相电流、零序电压模拟量,经过相关计算,实现测量、故障判别等功能,利用 GPRS 无线通信方式实现测量量与故障量的实时上传,为监控主站提供基础信息。

2.1 硬件结构

柱上故障定位监测终端主要由采集模块、核心处理模块、无线通信模块、电源模块等部分组成,其硬件结构如图 2 所示。

(1) 核心处理模块

核心处理模块采用高性能、低功耗的 ADSP-

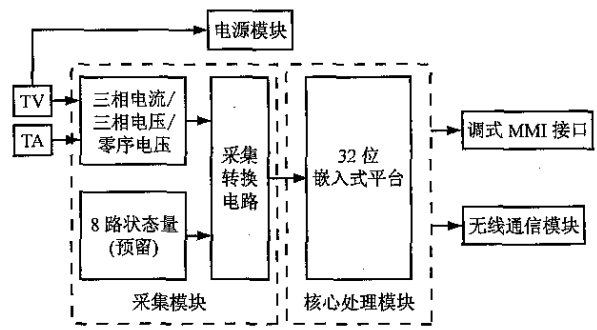


图 2 柱上故障定位监测终端硬件结构

BF518 芯片,它从片外 FLASH 中读取采集到的电压、电流等信号,经过计算得到所需的测量量及故障信息量,然后通过 GPRS 无线通信模块上传给监控主站。

(2) 采集模块

采集模块采用 AD7606 芯片,它是 16 位同步采样模数数据采集系统(DAS),8 个采集通道均以 200 kSPS 速率进行采样,同时输入端箝位保护电路可承受±16.5 V 的电压。

(3) 电源模块

电源模块采用 TV+蓄电池的供电方式保证柱上故障定位监测终端的用电需求。TV 上的交流电压经整流、滤波后变成直流电压,再经稳压模块转换成稳定的+24 V 电压。线路正常时,该模块一方面经变压器给终端供电,一方面给蓄电池充电;线路失电时,则由蓄电池经变压器给终端供电。

(4) 无线通信模块

GPRS 无线通信模块数据传输速率理论上为 171.2 kbit/s,实际应用为 40~100 kbit/s,可满足柱上故障定位监测终端对数据收发的需要。

2.2 故障判别

(1) 短路故障判别

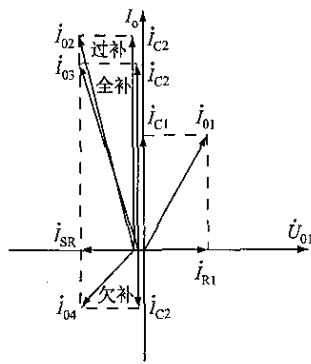
采用过流速断法来判断短路故障的发生,即通过判断线路电流是否大于整定值来判断配电网是否发生短路故障^[4]。

为了防止重合闸期间,非故障线路因重合闸涌流导致误动,柱上故障定位监测终端增加了充电判据环节,即只有带电稳定运行 30 s 后才开始检测故障;为了防止合闸涌流,柱上故障定位监测终端增加了停电判据环节,即只有检测到线路停电(无流无压)后才会确定短路故障发生。

(2) 接地故障判别

采用全电流法判别单相接地故障。在中性点经消弧线圈并电阻接地系统中,当消弧线圈发生过补偿、全补偿和欠补偿故障时,流过故障支路的零序无

功电流矢量的方向在 y 轴正半轴,当欠补偿的程度比较大时,流过故障支路的零序无功电流矢量的方向在 y 轴负半轴。考虑消弧线圈电阻和线路对地绝缘电阻等造成的有功电流分量,故障支路的零序全电流(零序无功电流分量与有功电流分量的合成矢量)在第二或第三象限;非故障支路的零序全电流在第一象限。当有功电流分量很小时,考虑零序互感器测量的角度误差,故障支路的零序全电流可能落在第四象限^[5]。因此,全电流故障选线原理根据零序全电流所在的象限即可判别故障支路,全电流在第一象限的支路判定为非故障支路,否则,判定为故障支路。全电流故障选线的电流矢量关系如图3所示。



i_{SR} —故障支路的零序有功电流分量; i_{C2} —故障支路的零序无功电流分量; i_{R1} —非故障支路的有功电流分量; i_{C1} —非故障支路的无功电流分量; i_{01} —非故障支路的全电流合成矢量; i_{02} 、 i_{03} 、 i_{04} —消弧线圈在全补偿、过补偿和欠补偿方式下的故障支路的全电流合成矢量

图3 全电流故障选线的电流矢量关系

3 系统软件设计

3.1 软件功能模块

配电网故障定位与快速抢修系统软件采用 C 语言开发,基于 B/S 架构,包括监测 SCADA 模块、故障定位模块、故障处理与分析模块、抢修模块、管理模块。

(1) 监测 SCADA 模块

该模块主要完成的功能:绘制电力系统图形平台、故障符号动态图形显示、GPRS 通信管理、故障信息发送及历史数据查询、报表导出。当故障发生时,该模块可迅速在图形界面上定位故障位置、管理保护装置及保护定值。

(2) 故障定位模块

该模块主要完成的功能:故障数据保存和故障区段计算。当发生故障时,以一次系统图为基础,采

用故障快速定位算法进行故障区段判定、故障区段推出、在系统图符号化显示故障类型,并永久记录故障数据。

(3) 故障处理及分析模块

该模块主要完成的功能:保存、发送故障数据、故障处理专家协商故障处理方案、生成具体处理方案和故障处理完成后录入处理结果。

(4) 抢修模块

该模块主要完成的功能:故障内容与抢修物资对应管理、故障内容与抢修人员对应管理和抢修信息发布。故障发生后,根据系统生成的故障处理方案完成抢修物资的快速取出、抢修人员的合理调配,以及抢修完成后相关抢修结果的数据录入和对应的抢修信息的网上发布,使物资和人员能以最快的速度到达故障现场,完成抢修任务。

(5) 管理模块

该模块主要完成的功能:用户权限管理和数据管理。完成运行时涉及到的各级管理人员的信息、故障发生时对应的管理分工以及物资管理等人员管理功能,完成各模块对应的数据备份、历史数据管理、管理分工等。

3.2 故障快速定位软件实现

柱上故障定位监测终端根据全电流判别法判断出所发生的故障后会生成故障信息,并通过 GPRS 无线通信模块把故障信息上传到监控主站,监控主站通过改进的矩阵定位算法判断出故障区域。改进的矩阵定位算法主要以图论知识为基础,首先根据配电网的拓扑模型生成网络描述矩阵,然后根据柱上故障定位监测终端上传来的故障信息生成故障判定矩阵,最后根据统一的判定准则定位出故障发生在哪两个柱上故障定位监测终端之间。

改进的矩阵定位算法是故障区间定位的充分条件,无需传统的短路故障矩阵算法中复杂的规格化处理,即能准确、快速地定位出故障发生区段。下面以图4所示的徐州市拾屯变电站的配电网拓扑为例进行描述。图4中1~8节点为柱上故障定位监测终端位置。

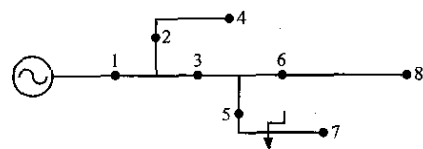


图4 配电网拓扑

(1) 网络描述矩阵 D 的生成原则:节点 i 有子节点 j ,则 $D_{ij} = 1$,其余皆为 0,末端节点全部置为

零。根据该原则可得图4的网络描述矩阵 D 为

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(2) 故障判定矩阵 P 生成原则:若第 i 个节点检测到故障,则 $D_{ii}=1$,否则不变,最后 D 生成的新矩阵即为 P 。如图4中节点5、7之间发生故障,则节点1、3、5能够检测到故障,故生成的故障判定矩阵 P 为

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(3) 故障区段判据:当 $P_{ii}=1$,而 $P_{ij}(i \neq j)$ 全部为0,则故障发生在 i 节点后的末端位置;当 $P_{ii}=1$,则计算 $P_i = \sum_{j \neq i} P_{ij} | P_{ij} = 1$,如果 $P_i=0$,则故障发生在 i 节点和 j 节点之间,否则不在它们之间。因此,根据该判断准则可以判断出故障发生区段是节点5和7之间。

4 系统测试分析

2012年3月,采用配电网故障定位与快速抢修系统对徐州市拾屯变电站所属线路进行了测试,并用电力系统专业仿真软件 PSCAD 进行了仿真实验。搭建的仿真模型结构如图5所示,其中,配电网为10 kV 中性点经消弧线圈接地系统,仿真线路全长为200 km,单位长度零序电容为 $0.038 \mu\text{F}$,经计算,消弧线圈全补偿时,电感值为 0.445 H ,且消弧线圈与 2300Ω 的电阻相并联可以增大有功分量。

图5中,L1~L11每段线路上都安装一个柱上故障定位监测终端装置,统一编号,构建配电网故障定位与快速抢修系统,各装置分别作为一个节点,故障发生后监控中心根据改进的矩阵定位算法判断故障发生区段。假设在区段L11处发生单相经 $3 \text{ k}\Omega$

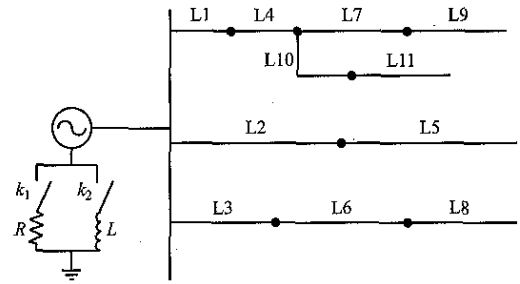


图5 仿真模型结构

电阻接地故障,故障发生后,所属线杆上故障定位监测终端成功检测到相应故障信息,并通过 GPRS 无线通信模块将故障信息传送到监控主站,监控主站显示了故障信息。

为验证监测到的故障信息的可靠性,将现场放置在故障处的故障定位监测终端同时检测到线路 L10、L4、L1 以零序电压为基准的零序全电流相位变化曲线如图6所示,其他线路零序全电流相位变化曲线如图7所示。

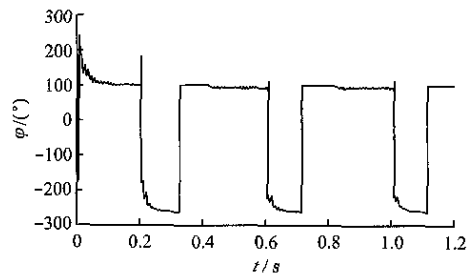


图6 线路L10、L4、L1的零序全电流相位变化曲线

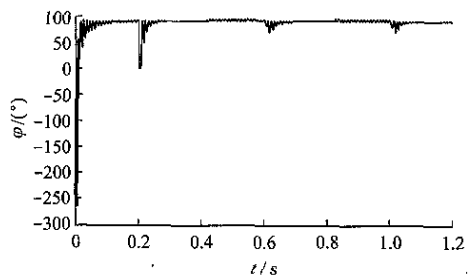


图7 其他线路的零序全电流相位变化曲线

从图6、图7可看出,当线路 L11 发生故障时,其父节点线路 L10、L4、L1 以零序电压为基准的零序全电流相位平均为 97.7° ,大于 90° ,说明有故障发生;而其余节点相位平均为 88.7° ,小于 90° ,说明无故障,完全符合全电流判别法原理。

5 结语

针对目前配电网存在故障定位与抢修的难题,设计了一种故障定位与快速抢修系统及相应的故障判别算法和故障区段定位算法。当配电网发生故障时,监控主站依靠快速定位矩阵算法可快速、准确地



文章编号:1671-251X(2012)10-0059-04

梁鹏. 矿用区域温度监测系统研制[J]. 工矿自动化, 2012(10): 59-62.

矿用区域温度监测系统研制

梁鹏

(安徽省煤炭科学研究院, 安徽 合肥 230001)

摘要:针对现有的火灾探测器仅能对已发生的火灾进行探测,而在火灾发生前、环境温度较低时,却无法发出报警信号的问题,设计了一种可应用于非煤矿山的基于测温电缆的区域温度监测系统。该系统采用线状温度传感器连续监测探测区域的最高温度,在火灾未发生时即可发出预警信号,从而避免事故发生或引起火灾。试验结果验证了该系统的可行性。

关键词:非煤矿山; 火灾探测; 测温电缆; 线状温度传感器; 预警

中图分类号:TD752.1 文献标志码:A 网络出版时间:2012-09-25 14:19

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120925.1419.015.html>

Development of Mine-used Region Temperature Monitoring System

LIANG Peng

(Coal Science Research Institute of Anhui Province, Hefei 230001, China)

Abstract: In view of problem that current fire detector can only detect occurred fire, but cannot send alarm signal before fire happens and environment temperature is lower, a region temperature monitoring system based on temperature measurement cable used in non-coal mines was designed. The system uses line temperature sensor to continuously monitor the highest temperature of detected region and can send early-warning signal before fire happens, so as to avoid occurrence of accident or inducing fire. The test result validates feasibility of the system.

Key words: non-coal mine, fire detection, temperature measurement cable, line temperature sensor, early-warning

收稿日期:2012-06-28

作者简介:梁鹏(1979-),男,安徽安庆人,工程师,现主要从事煤矿安全监控系统及其相关设备的研发工作。E-mail:lpwind@ustc.edu

定位出故障发生区段,并结合科学化抢修管理流程有效解决了配电网故障区域定位难、抢修效率低的难题。仿真结果验证了该系统所采用的故障判别算法的可行性。

参考文献:

- [1] 蔡建新,刘健.基于故障投诉的配电网故障定位不精确推理系统[J].中国电机工程学报,2003,23(4):57-61.
- [2] 张利,杨以涵,杨秀媛,等.移动式比相法配电网接地故

障定位研究[J].中国电机工程学报,2009,29(7):91-97.

- [3] 司冬梅,齐郑,钱敏,等.10 kV配电网故障定位的研究和实现[J].电力系统保护与控制,2008,36(18):24-28.
- [4] 牟龙华.零序电流有功分量方向接地选线保护原理[J].电网技术,1999,23(9):60-62.
- [5] 弋东方.关于6~10 kV电网中性点接地方式的讨论[J].电网技术,1998,22(7):27-30.