

故障定位系统及其关键技术探讨

宋友文, 赵继光

(中国南方电网有限责任公司, 广东 广州 510623)

摘要: 基于快速复电工作的目标和基本要求, 探讨了故障定位系统; 并就故障指示器的故障判据和通信等关键技术进行了较深入的研究和探讨, 最后给出故障指示器技术进一步发展的建议。

关键词: 快速复电; 馈线自动化; 故障定位; 故障指示器; 故障判据; 取电; 通信

Abstract: Based on the objectives and basic requirements of fast restoration in Guangdong Power Grid, the fault location system is discussed. Then, the key technologies such as fault criterion and communication of fault indicator etc. are studied and discussed. Finally, the suggestions for the further development of fault indicator technology are given.

Key words: fast restoration; feeder automation; fault location; fault indicator; fault criterion; power supply; communication

中图分类号: TM734 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2012)03-0040-04

0 引言

近几年, 随着电网结构的发展和人民群众对供电质量要求的不断提高, 国家和行业对配电网的建设与运行逐渐重视, 并开始了配电网自动化试点建设。配电网故障复电是影响供电可靠性和客户满意度的关键因素, 是客户、社会衡量供电企业管理水平和服务理念的重要标准。

配电网故障快速复电包括: 故障快速报告、快速诊断、快速定位、快速隔离、非故障段快速复电和故障快速修复。根据分析, 故障定位和故障隔离时间约占总故障停电时间的33%, 利用技术手段减少故障定位和故障隔离时间是提高配电网故障快速复电效率的关键。

2010年, 广东电网公司启动了配电网快速复电机制建设, 在技术、流程等6个领域提出具体工作要求, 努力实现配电网故障的快速复电。提出了“以提高供电可靠率为总抓手, 建立配电网故障快速复电”的工作机制, 其中, 以故障定位为主的馈线自动化技术是实现快速复电工作的关键举措。

1 故障定位模式探讨

1.1 故障定位模式的选择

配电网故障定位系统是通过安装故障指示器装

置, 在配电线路发生故障时, 相关人员通过人工巡视或根据上报的故障信息, 确定故障区域的系统。该系统仅仅在故障时起作用。

综合目前国内外的故障定位建设模式, 大致可分为三类: 就地显示的故障定位模式、带有通信功能的“一遥”故障定位模式、带有遥测功能的“二遥”故障定位模式。就地显示的故障指示器没有故障信息的远传功能, 主要是通过就地显示功能减少人工巡线发现故障点的时间, 后两种模式均带通信系统, 是目前主要应用模式, 具有便于升级为三遥的优点。

以故障指示器为基础的“一遥”故障快速定位系统能实现故障点的快速、准确定位, 节约大量的故障查找时间, 是一种最经济实用的方案。可广泛应用于一般供电网络的架空、电缆线路。

以故障指示器自动检测短路故障和接地故障的功能为基础, 在此基础上增加通讯功能, 可以将故障指示器的动作状态发送到故障监控中心或配电自动化子站, 同时也可接入已有配电自动化系统后台, 在监控中心的后台系统地理图上或主接线图上直接定位故障点, 同时将定位结果以手机短信的形式分组发送给相应的管理人员和运行维护人员的手机上。大大提高了故障指示器定位故障的自动化程度和故障处理效率, 是一种最经济实用的自动化方案。故障指示器的通信可以采用 GSM 网络的短信方式、GPRS 或者 CDMA 等公共通讯平台进行通讯, 也可在这一平台上申请 VPN 等专网数据服务, 保证通讯

网络的信息安全,这两种方式均无需专门建设和维护通讯通道。

以故障指示器为基础的“二遥”故障快速定位系统是在“一遥”方案的基础上增加了负荷电流、开关状态遥信等检测功能,满足大多数配电网运行需要,不需要一次设备进行改造,实施难度小,整体性价比高。普遍适用于不易改造的电缆线路设备:环网柜、分支箱、箱式变电站和配电房。

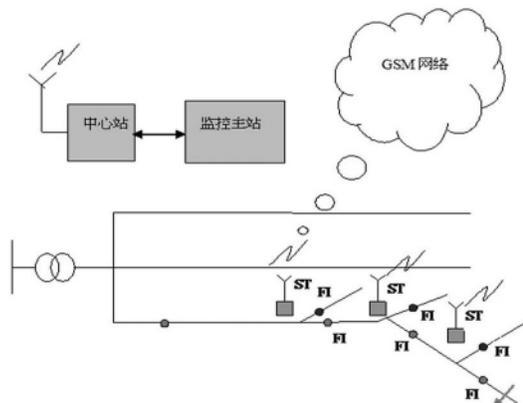


图1 带通信功能的故障定位系统示意图

1.2 故障指示器的故障判据

故障指示器的判据应该考虑全面,以减少拒动作和误动作的可能性。下面是过负荷跳闸的线路情况,故障指示器需要正确判断,以防止误动。其中的电流值和其持续时间应该根据各地区的线路和负荷情况具体设置,见表1。

其他有可能使指示器拒动的线路情况如表2所示。

表1 可能引起误动的线路情况

线路工况	描述
正常负荷波动	线路正常运行过程中负荷存在一定幅度的波动,在线路正常分闸停电时不得引起故障指示器误动。
大负荷投切	电力线路上所带的大功率负载投切过程中,如果线路仍在带电运行,其所产生的电流突变不得引起故障指示器误动。
过负荷跳闸	当电力线路因所带负载过大,导致过负荷跳闸时,其线路上安装的故障指示器不得误动。
负载电源	当电力线路发生短路故障跳闸停电时,线路上所带的大功率旋转动力负载转变为短时电源向故障点反送电,所形成的突变电流不得引起故障指示器误动。
涌流	电力线路在初上电时的充电电流和负载励磁涌流所产生的电流突变不得引起故障指示器误动作。

表2 可能引起拒动的线路情况

线路工况	描述
过流保护	当电力线路发生非金属性短路或线路末端短路导致过流跳闸时,故障指示器应正常动作。
区外故障	当电力线路发生区外故障导致较长时间过流跳闸时,故障指示器应正常动作。
速断保护	当电力线路发生短路故障导致速断保护动作或熔断器保护快速熔断时,故障指示器应正常动作。
重载线路故障	当大负荷线路发生短路故障导致过流跳闸或速断跳闸时,故障指示器应正常动作。
空载线路故障	当空载(或较小负载)线路发生短路故障导致过流跳闸或速断跳闸时,故障指示器应正常动作。

2 故障定位关键技术

2.1 故障定位系统的取电技术

2.1.1 故障指示器取电

故障指示器取电,主要有两种取电方式:太阳能电池板方式和线圈取电方式。

太阳能电池板方式是直接在故障指示器上加装小型太阳能板,但考虑到故障指示器的体积较小,而且需要专用的工具带电挂装,其结构较难处理,在现实的使用中不好操作。

线圈取电方式下,为了方便挂接故障指示器,都是采用结构简单的硅钢片。这种方式导致线圈不能完全闭合,漏磁严重,磁能转换的效率低,线路的负载要达到10A以上才能正常工作。而架空线的分布广泛,很多支线的电流达不到10A,这种结构的故障指示器就不能完全覆盖整条线路。而且在需要检测电流上传后台,两遥方案时,精度过低不能达到要求。

采用高精度线圈,需要重新设计故障指示器的外形和结构,故障指示器采用双磁芯TA,一组检测故障电流,一组专门用于取电,在安装完全正确的情况下,线路上只需要2A的负载电流就可正常工作,而且测量精度达到1%,能满足两遥的要求。

2.1.2 通信终端取电

由于通信终端是通过抱箍固定在高压杆上,它的体积和结构不会受到太大限制,取电相对简单。现在最常用最成熟的取电方案时使用太阳能电池板

供电 配备大容量充电锂电池。在夜晚或阴雨天气时,由电池供电。电池在充足电后的情况下,可以维持子站连续 15 d 工作而不需补充能量。在日照不是太充足的地方,为进一步确保电源的可靠性,可以考虑加装风能发电装置。

2.2 故障定位系统的选点技术

故障指示器在架空线的布置原则,是在主干线上分段安装,同时,在每个线路的分支点安装,这样能在故障发生时有效区分故障区域。通信终端起的仅是传递信息的作用,其位置和数量直接由故障指示器的位置决定;它们之间常用的通信方式是通过 2.4 G 或 433 MHz 频段,通信距离有限。前者最多只有几十米,后者由于功耗所限只有 1~200 m。在实际应用中,基本上是一套故障指示器配一个通信终端,而通信终端的成本是故障指示器的 2~3 倍。所以作为中转信息的通信终端,应该是数量越少越好。要减少通信终端的数量,就要增加通信终端与故障指示器之间的通信距离,使一个终端尽可能与更多故障指示器通信。

2.3 故障定位系统的通信技术

目前的配电网自动化系统中,普遍采用 GPRS 公网无线技术作为主站与终端之间的数据传输技术,除了无线公网的安全性问题之外,GPRS 通信业务一般采用按流量计费的方式收取月套餐费,超出套餐内的流量限制后资费快速上升,当终端数量上千甚至上万的时候,每个月需要交给电信运营商的流量费用是惊人的。

表 3 若干配电网自动化项目中 GPRS 通信业务的收费方式

项目名称/地区	收费方式
北京配电网自动化项目	12 元/月,包 50 MB 流量,超出部分 0.01 元/KB,500 元封顶
深圳配电网自动化项目	28 元/月,包 50 MB 流量,超出部分 0.01 元/KB,500 元封顶
广州配电网自动化项目	15 元/月,包 10 MB 流量,超出部分 0.01 元/KB,500 元封顶

因此,结合 2.2 中最优选点的原则,当大规模地进行故障定位系统建设的时候,需要考虑的一个重要问题就是远程通信终端的成本和每月的运营费用问题,如何选择合适的通信组网模式,使得故障定位系统的经济性与通信可靠性并重,是目前的一个技术难点。

传统的组网方案:架空故障指示器内置 2.4 G 通信模块,通过短距离无线编码信号与通信终端架空子站通信,通信距离在 3~10 m 之间。通信终端一般安装在线路分支点处,它只能接收两套故障指示器的编码信息,收到的动作信息通过处理后,经过地址编码和时序控制,通过 GSM 通信装置发送给中心站。

由于故障指示器与通信终端的通信距离有限,一个通信终端最多只能覆盖两个故障检测点,一条典型 10 kV 线路按主干线加分支线共 30 个故障检测点计算,必须至少配备 $15 + 3 = 18$ 台通信终端,其中 3 台为冗余配置。

改进的组网方案:目前有技术采用长、中、短距离相结合的通信组网模式,若干套(每套含 A、B、C 三相)故障指示器通过中距离 RF490 信道与单模式通信终端进行信息交互,按照配电网线路的结构走向,每两个单模式通信终端之间放置一个双模式通信终端,单模式通信终端与双模式通信终端通过 RF490 信道通信,最后由多模式通信终端通过 GSM/GPRS 无线通信方式发送至远方监控中心。

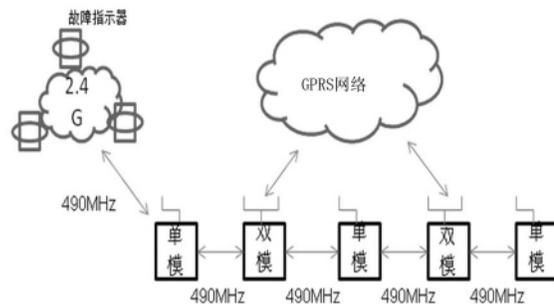


图 2 故障定位系统新型通信组网模式示意图

通过中距离 490 MHz 的无线单模基站的数据汇聚和转发,可以大大减少双模通信基站的数量,仅需要 10 台左右的基站,其中单模和双模交替分布,可大大降低通信系统的建设费用和后期的公网无线通道运营费用。

该方案存在的问题:通信模式的混合采用,导致了通信可靠性的不足,实际运行中通信通道发生故障的问题较多,而且也较难排查出故障点,给运行维护带来较大问题;另外,该种方案扩展性不强,每次有新的故障监测点加入的时候,都要求通信通道进行相应的扩展。

因此,如何进行更合理地布点和组网,使得在以可靠性为基本的同时,能够兼顾到建设与运维的经

济性,以及系统后期的可扩展性,是需要进一步深入研究的问题。

3 结 语

故障定位系统直接减少故障定位时间、故障隔离时间,与其他模式比较具有明显的经济性,适合处在配电自动化建设起步阶段的地区使用。故障指示器是故障定位系统的核心部件,目前仍需在故障判

据、取电和通信等技术问题上进一步发展完善。

参考文献

- [1] 秦丝 胡厚欲. 电缆故障指示器的应用经验[J]. 广东输电与变电技术, 2008 4(12): 49-52.
- [2] 袁钦成. 配电系统故障处理自动化技术综述[J]. 电力设备, 2007 8(12): 1-5.

(收稿日期:2012-02-13)

(上接第10页)

时,异步风力发电机对电网发出无功功率。在风速突变时刻,对应双馈式风机和直驱风机均有向电网吸无功的趋势,且直驱风机较明显。

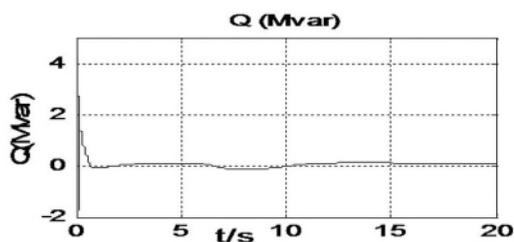


图16 双馈式异步风力发电机组无功功率

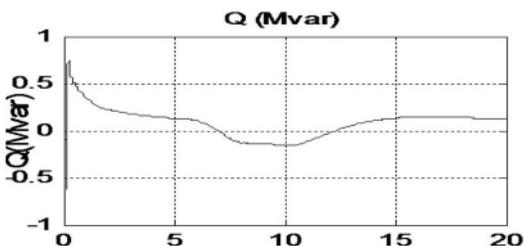


图17 直驱风力发电机组无功功率

从仿真结果图形中,对比可知在引入同一突变风速,对同一接入电网时,电压方面,双馈式风力发电机组和直驱风电机组电压波动较小,对电压影响较小。电流方面,双馈式异步风力发电机组和直驱风力发电机组电流均随风速增大而增加,异步风电机组在保护动作前也是电流随风速增大而增大。相较直驱风电机组对风能利用率较高。

针对的是等值风电场,风电场的容量相对较小,在实际中,风电场的容量将是数十倍、数百倍的容量。当在此类的风电场风速突变时,将形成的效果和影响会更大。

4 结 论

(1) 由文中的动态仿真结果,基于风电场风速年突变率和风电场对接入电网的影响及对自身的安

全,在建设的风电场中,要考虑当风速年突变率较高时,基于电压、电流、有功、无功波动和风能利用率考虑时,应选直驱式风力发电机型,其电压在风速突变时较缓和,对此时的风能利用率较高。

(2) 异步风电机组在风速突变(风速突增)时,电压下降,当风速突变到某一值时,由于电压低于风力机低电压保护整定值,继电器动作,切除该风电场,这将对电网安全造成很大的影响。例如2011年4月甘肃酒泉某风电场由于低电压穿越能力不行,风电场解列,对西北电网造成巨大影响。风电场的异步风力发电机组应注重在风速突变时,风电机组的电压跌落问题。

参考文献

- [1] 范高峰,于德龙,任普春,等. 变动风速作用下风电场对电网电压的影响[J]. 电网技术, 2006 30(4): 231-233.
- [2] 汤宏,吴俊玲,周双喜. 包含风电场电力系统的小干扰稳定分析建模和仿真[J]. 电网技术, 2004 28(1): 38-41.
- [3] 崔杨,穆钢,刘玉,等. 风电功率波动的时空分布特性[J]. 电网技术, 2011(2): 110-114.
- [4] 叶杭治. 风力发电系统的设计、运行与维护(第一版)[M]. 北京:电子工业出版社, 2010: 90-94, 183-187.
- [5] 张志英,赵萍,李银凤,等. 风能与风力发电技术(第二版)[M]. 北京:化学工业出版社, 2010: 65-73, 290-299.
- [6] 吴学光,张学成,印永华,等. 异步风力发电系统动态稳定分析的数学模型及其应用[J]. 电网技术, 1998, 22(6): 68-72.

作者简介:

罗庆(1987),男,硕士研究生,研究方向为洁净能源与并网技术;

晁勤(1959),女,教授,博士生导师,主要从事电力系统综合自动化和并网风力发电系统稳定性等方面的研究和教学;

袁铁江(1976),男,讲师,博士研究生,研究方向为风力发电及其并网技术。

(收稿日期:2012-02-22)