

[控制系统]

配电网故障定位技术系统应用

文/大庆油田有限责任公司 姚 杰

分析了配电系统的故障定位系统，介绍了系统工作原理以及故障查找原理、终端设备和故障指示器选点原则。实现故障的快速定位，减少故障巡查和故障处理时间，从而提高配电网供电可靠性、供电质量，具有良好的经济效益和社会效益。

配电系统因为分支线多而复杂，在发生短路故障时一般仅出口断路器跳闸，小电流接地系统故障查找更是困难，即使在主干线上用开关分段，也只能隔离有限的几段，要找出具体故障位置往往需耗费大量人力、物力和时间。故障查找方法在国内虽研究较多，也有各种成型产品提供，但基本上都需人工现场查找，自动化水平不高。

故障定位系统是基于故障指示器技术、GSM（手机短消息）通信技术和GIS（地理信息系统）技术的一套自动高效的故障点检测及定位系统，主要用于配电系统各种故障点的检测和定位，包括相间短路和单相接地故障。配电控制中心的故障定位软件系统与大量现场的故障检测和指示装置相配合，在故障发生后的几分钟（与当地基站转发短消息的延时有关）内即可在控制中心通过与GIS的结合，实现故障的快速定位，显示故障位置和故障时间等信息，帮助维修人员迅速赶赴现场，排除故障并恢复正常供电，大大提高供电可靠性，同时大大减少故障巡线人员，提高工作效率。此方案不需要改造一次设备，投资省、见效快、易实施、易推广，是最简单实用的自动化方案。

故障定位技术系统

1. 系统构成

配网故障自动定位系统包括故障指示器、通

信终端、中心站、主站和通信系统。故障指示器是指带动作信号远传的故障指示器，通信方式主要是无线通信方式，解决了高压绝缘问题。

通信系统包括故障指示器到通信终端之间的短距离传输系统、通信终端到中心站的GSM（手机短消息）传输系统和中心站到主站之间的串口信息传输。

如图1所示。故障指示器能检测架空裸线、架空绝缘线、电缆线路的短路故障和单相接地故障。按照使用场合不同，使用不同型号的指示器。为了检测单相接地故障，对于中性点不直接接地系统，需要在变电站中性点、母线或者某条出线上安装一台信号源装置，当单相接地故障发生时，该信号源会自动向系统注入一个特定序列信号，用于故障指示器检测。

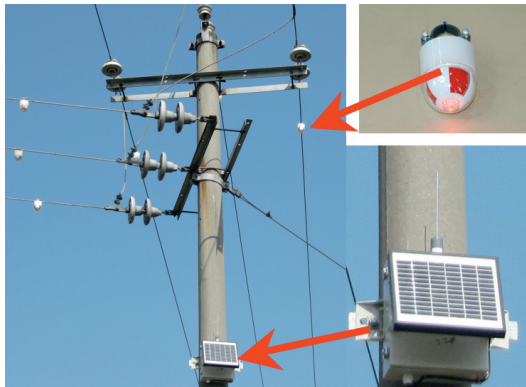


图1 故障指示器

2. 工作原理

本系统用于相间短路和单相接地故障时，仅故障检测部分不同，通信系统、故障处理及显示部分均为公用。故障指示器FI安装在各线路分支处的分支线上。故障指示器指示的相间短路和单相接地故障可由安装在变电站的零序电压或者信号源是否发出信号来区分。系统出现短路或接地故障时，FI检测到短路故障电流或特定信号电流流过，指示器动作，通过短距离通信系统，将动作信号传送给相隔0~20 m的通信终端。当线路上任何一点发生单相接地故障时，FI检测流过本线路的特定序列信号或者接地零序电流信号。

对于架空系统，通过无线通信系统将检测结果发送给通信终端。通信终端安装在线路的分支处，可以接收6只FI（分别在两个分支的6相线路上）发送过来的动作信息。

通信终端在收到动作信息后，将动作分支的FI地址信息通过GSM（或GPRS）通信系统发给主站（后台）系统，主站（后台）系统进行网络拓扑计算分析，将故障信息以短信方式通知有关人员，并与地理信息系统相结合，可以直接显示出故障点地理位置信息，并在地理背景上显示出来，还可以打印出地理位置信息。运行维修人员可以直接到故障点排除故障。

基于架空线路的故障定位系统如图2所示。

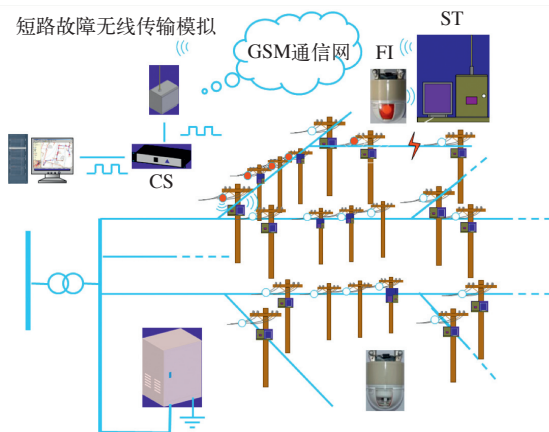


图2 基于架空线路的故障定位系统示意图

FI—故障指示器 ST—Sub—通信终端
CS—中心站

故障查找原理

作为故障定位系统的最核心部分，故障指示器的动作准确性是非常重要的，尤其是接地故障的检测。

1. 相间短路故障检测

自适应型的故障指示器动作判据原理是根据配电线路故障时，线路电流一般会有变化，如图3所示。

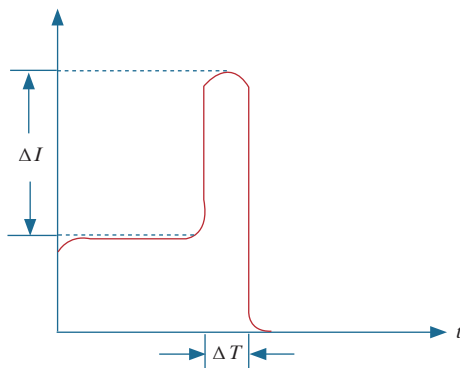


图3 线路故障时电流变化

1) 从运行电流突增到故障电流，即有一个正的 ΔI 变化。

2) 上级断路器的电流保护装置会驱动断路器跳闸或熔断器的熔丝熔断，其故障电流维持时间是断路器的故障电流清除时间（=保护装置动作时间+开关动作时间+故障电流息弧时间），或熔断器的熔位熔断及燃弧时间。

3) 线路停电，电流和电压下降为零。

根据这个特征，自适应型短路故障指示器的短路故障检测判据可概括为以下几点。

- 1) $\Delta I_F > I_{set}$ 。
- 2) $T_1 < \Delta T < T_2$ 。
- 3) $I_H = 0$ 、 $U_H = 0$ 。

其中， ΔI_F 为故障电流分量，或电流变化量； I_{set} 是内部默认值，不同型号的指示器根据使用的场合不同会略有差别； ΔT 为故障持续时间， T_1 、 T_2 是内部默认值，由配电系统的保护、开关性能等决定： T_1 为故障可能切除的最快时间； T_2 为故障被清除所需的最大可能时间； I_H 、 U_H 为故障后的电流和电压值。

上述判据可以描述为：当线路上的电流突然发生一个正的突变，且其变化量大于一个设定值，然后在一个很短的时间内电流和电压又下降为零，则判定这个线路电流为故障电流。显然它只与故障时短路电流分量有关，而与正常工作时的线路电流的大小没有直接关系。因此是一种能适应负荷电流变化的故障检测装置。它的判据比较全面，可以大大减少误动作的可能性。

2. 接地故障检测原理

单相接地故障检测是采用信号注入法。在

发生单相接地故障后，安装在变电站的信号源主动向母线注入一个特殊的编码电流信号，这个特殊的信号在接地点和信号源的构成回路上流过，故障指示器检测到这个特殊信号后翻转指示接地故障，本装置检测单相接地故障属于主动检测。

信号注入法是唯一不受系统运行方式、拓扑结构、中性点接地方式以及故障随机因素等

的影响的方法，不需要给故障指示器设定阈值，只需在发生单相接地故障后主动发送信号检测单相接地故障。本装置是在发生单相接地时主动发出特殊的信号，故障指示器检测信号源发出的信号作为判断单相接地故障的依据，对于现场干扰不敏感，具有较强的鲁棒性。不仅可以实现变电站接地故障选线、也可以实现线路上的接地故障点定位。

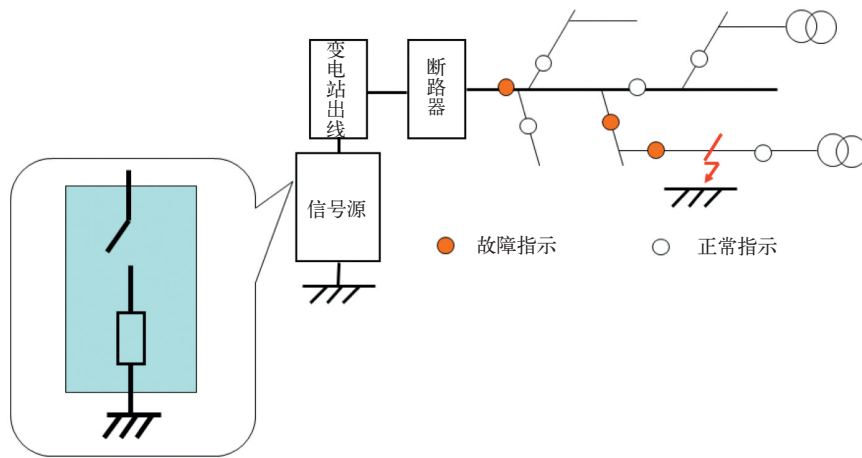


图4 接地故障检测原理

终端设备和故障指示器选点原则

故障点位置的判断与安装故障指示器的位置有密切的关系。首先，在线路上安装的故障指示器数量越多，定位的故障区段就越精确。其次，在合理的位置安装故障指示器可以更快更准确地定位故障点。

1. 变电站出口

在变电站出口处安装故障指示器，可判明站内或站外的故障，以及故障选线

2. 主干线路分段

(1) 架空线路

1) 长线路的主干线中段。对于架空线路长线路1 km采用故障指示器认为分段，可以缩小故障区段范围。

2) 线路重要分支处。对于支线长度超过0.5 km或者支线承担重要负荷时，采用故障指示器指示线路故障分支。

(2) 电缆线路

可在所有具备安装条件的环网柜、开闭所及配电房等进出线处安装故障指示器。

3. 线路分段和分支开关

线路上装设了分段开关、支线开关、跌落式

熔断器等具备开断能力的设备后侧，应装设故障指示器以确认后段故障点。

4. 电缆线与架空线连接处

可区分故障是否在电缆段。

5. 产权分界点

所有用户专线、专用支线、专用变压器等产权归属他人的用电设备处，须安装故障指示器以确认故障责任。

结束语

配电网故障定位技术可实现故障的快速定位，减少故障巡查和故障处理时间，不需要改造一次设备、投资省、见效快、容易实施和推广。该技术适用于6~10 kV配电系统，尤其是在一些不带开关、或原为手动开关不准备（或暂不适合）改造为电动开关的架空线主干线及分支处，实现对电缆线路及架空线路故障点的自动定位，从而提高配电网供电可靠性、供电质量，具有良好的经济效益和社会效益。EA

（收稿日期：2015.03.13）

（编辑：杨得润）