

电力系统故障录波装置使用中的几个问题

孙淑东

(黄埔发电厂, 广东 广州 510730)

摘要: 在总结运行经验的基础上,探讨有关电力系统故障录波装置使用中的几个技术问题,如装置的特点,起动判据及其整定,对录制结果的分析等。

关键词: 电力系统故障; 电力系统故障录波装置; 故障过程; 起动判据

中图分类号: TM711 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2000)08-0059-03

电力系统故障录波装置在电力系统发生短路故障时,用于记录系统电压、电流、频率、开关量等的全变化过程。原电力工业部规定,220~500kV电网均应装设录波装置。这种装置,在监测继电保护与安全自动装置的动作行为,判定故障类型,分析故障性质等方面,是不可或缺的重要辅助工具。对于从事电力系统运行工作的工程技术人员来说,如何用好故障录波装置,使其充分发挥作用,显然是一个很重要的问题,但人们却较少在刊物上讨论它。有的人认为,通过对故障当中已经记录下来的电压电流波形的观察,不难进行有关分析,得出相应的结论。判定发生了何种故障,好象并非难事。笔者多年从事电力系统实际运行工作,对如何用好故障录波装置也观察了多年,颇感对此问题有进一步探讨的必要。特别是当前由于微电脑技术的迅猛发展,大部分电厂和变电站都已采用微机型故障录波装置,取代了旧式的光线记录型装置。这样一来,录波装置不仅具备波形记录功能,而且显然还具有自动分析功能。从用户角度看,装置应具备哪些实用性更强的分析功能,对这些功能如何用好,一定是生产者 and 使用者都感兴趣的问题。现将笔者对此问题的一些看法陈述如下,供有关方面参考。

1 故障录波装置判定故障的特点

为了方便,这里将主要针对电力系统在运行中发生的电气短路以及系统振荡等故障来讨论,不泛指任何其它非电气类故障。从用户角度看,在系统中运行的线路发生短路故障时,要求录波装置根据已记录的波形和其它数据,自动给出故障发生的开始时间,故障持续时间;判别出故障线路,故障类型,故障地点;给出故障前故障中故障后的电压电流值以及相关保护在故障过程中的动作情况。此外,还要能够区分是一般性电压波动、过负荷过流还是真

正的短路。在因短路或其它原因诱发系统振荡的情况下,要求装置至少能以包络线形式记录下振荡波形,并分析得出振荡周期及持续时间等数据。

与继电保护装置不同,录波装置中对故障的判定,可能要容易一些。首先,在实时性要求上就没有那么严格。在电力系统发生扰动或故障时,录波装置均应能自动起动,并记录下来电压电流变化波形和其它必需数据。然后,对故障的具体分析工作,可在事故后进行,无须象继电保护那样必须在故障当时即刻准确判定。录波装置的作用是事后对继电保护和安全自动装置的动作行为进行验证。它起监察作用,而非执行作用。

在起动判据上,两者也各有异同;在纪录内容的要求上,更大相径庭。录波装置的起动判据应比继电保护更灵敏。凡是继电保护能动作的场合,录波装置也应能起动。而对动作准确性的要求就不必那么严格,因为它起动后只录波,不执行跳合闸。重要的是,一套功能齐备的录波装置,应能记录故障的全过程。不仅应记录故障进行过程中的波形,还应记录故障发生前几个周波的波形或数据,还应录下系统基本恢复至正常后的一些电量数据。这些要求,对微机型录波装置更是必不可少的。一般而言,在微机型录波装置中,总会开辟一定容量的环形内存缓冲区,装置工作时不断地采集被录对象数据,并不断地以最新的内容刷新这个环形缓冲区,同时检测这些数据。一旦发现故障,便首先将已存放的缓冲区内容,包括故障前和此后的故障过程数据,全部永久保存起来,直到故障结束。由于录波装置不需执行跳闸动作,它在故障判定的快速性上,也不必那么严格。只要在时间上来得及记录下所需数据就可以了。

与发电厂变电站自动化监控系统中的事件顺序记录功能相比,故障录波装置一般地可以取代前者。

在记录功能上,后者涵盖了前者。在既有自动化监控系统又有录波装置的场合,希望录波装置提供与监控系统的通信接口。这可以通过本地的计算机局域网实现,也可经由计算机上必备的串行端口实现。此时,录波装置还要配备相应的通信软件,以便将录制的数据和分析结果及时传送给监控系统。目前,具备上述功能的录波装置还不多。希望生产厂家,生产出使用户更满意的产品。

2 需记录的电量及其整定上的问题

录波装置的起动判据比继电保护装置的要简单些,实现起来也容易些。拟制起动判据的基本考虑是:动作要灵敏,但不必苛求确保满足准确性和选择性原则。

原电力部发布的《220~500kV 电力系统故障动态记录技术准则(DL/T 553-94)》中,对被录对象范围以及需记录的电量内容,均有原则规定。本文从运行实践角度,就此问题谈论一些个人看法。

一般录波装置需记录的电量有四种:交流电压量,交流电流量,系统频率量和开关量。有的还可能包含高频保护收发信机的动作信号或者收发信机发送和接收的高频信号。后者用以检测线路高频保护的行为。开关量用以记录继电保护动作情况或断路器的跳合闸情况。

交流电压电流量是需记录的主要量。现场提供这些量并不困难。需要指出的是,电压电流互感器的使用,最好与继电保护所用的分开。对于在系统中处于重要地位的变电站更应如此。一来,可防止由于它的接入影响继电保护的工作;二来,它作为对继电保护的监测装置,分别取自不同电压电流源显然也是合理的。此外,录波装置接入后,还需验算所需负载是否满足电压电流互感器测量精度的要求。不仅考虑正常运行,还应考虑短路故障情况。短路故障时,在大电流作用下,用于录波装置的电流互感器的测量误差,不应低于继电保护对误差的要求,即至少幅差不大于10%,角差不大于7°。而在故障的暂态过程中,对非周期分量和高次谐波分量的传送,应尽量保持不失真。在录波装置中,从电压电流互感器二次到装置采样变换,也应不失真。

在输电线路采用高频保护的情况下,录波装置都要具备录制高频信号的功能。有时开关量通道,可以用来记录高频保护收发信机的动作信号,当然,这种信号应以开关量的形式提供给录波装置。用开关量记录收发信机的动作信号时,可能会引起达毫

秒级的记录时间的误差。但由于它的实现比较简单,所以常常使用。在要求更高的情况下,可以改用录波装置中的模拟量通道,亦即将高频信道上的载波信号作为模拟量接入。不过,载波信号的频率,一般都在40~500kHz之间(常见的是100~250kHz),而录波装置中对模拟量的采样频率,大都不超过1~4kHz;如果直接将载波信号接入,必然引起采样的失真。为解决此一困难,应对其进行预先检波处理:将检波后信号作为模拟量接入。现在厂家生产的高频保护收发信机都已备有将高频载波收发信信号经检波后输出的端子,录波装置可直接使用它。万一收发信机不备有检波后输出端子,那就得要求录波装置生产厂家,配备相应的检波装置。检波装置的输入端,直接接至高频载波信号,其输出端则作为模拟量通道的输入。这时要特别注意,检波装置的输入端接至高频信道后,一定不允许对高频信道有任何分流或干扰作用,并应在现场经过实地测试,验证。未经现场实地检验,最好不要冒然使用。

在对录波装置起动判据的整定方面,应根据部颁技术准则(DL/T 553-94)的要求和厂家提供的装置硬件软件条件进行。对起动判据整定工作的管理和实施,各地作法不完全一样。有的由装置所在单位负责,有的和管理继电保护一样统一由电网调度部门负责。

上面已说过,具体整定工作比对保护装置的整定来得简单。但是也常常出现一些令人烦恼的问题,需要注意。在装置起动判据中,一般都提供有三相正序过电压和零序电压的过电压及突变量的判据。对正序过电压,一般可整定为 $110\%U_n$;对正序低电压,可整定为 $90\%U_n$;对负序过电压,可整定为 $3\%U_n$;对零序过电压,可整定为 $2\%U_n$ 。这些整定值,正好符合部颁技术准则的要求,也符合其灵敏度高过保护的愿望。但是,现场运行情况是千差万别的。投入运行后,系统稍有波动装置便会起动。装置的灵敏度得到了证明。然而,有的变电站有时一天里竟然启动了十几次,甚至几十次之多,这就令运行人员不能忍受了。究其原因,大都与所在地区负荷性质有关。与装置采样精度和序量的计算精度也可能有关。笔者进行过初步计算。假定装置采样速率为1200Hz,即每个工频周期采样24点(此采样速率符合部颁准则的规定)。不采取补偿措施,按一个周期内各个采样点计算得出的三相正序或负序分量的计算误差,就可达到3%左右,后者随采样点时刻的不同而变。因为每两采样点之间的间隔折成电角,等

于15°,采样点时刻误差最大可达7.5°。有兴趣的读者不妨验证一下看。

在电流起动判据上,如过度强调灵敏度时,也可能发生类似的频繁起动情况。

为避免频繁产生上述误动现象,建议在确证装置本身无误的情况下,通过必要的申请途径,由有关人员予以修改。

3 装置分析结果中的问题

有些装置给出的分析结果不能令人满意。例如故障所在线路有时不准,短路类型也可能判断失误。特别是,故障测距结果不准,更是常有的事。关于故障测距问题,已有许多文章讨论过。笔者暂不参加这个大合唱。只谈论以下一两个人们较少谈及的问题。

首先,有的装置记录时间不准确,常常令使用者不快,是急待厂家解决的问题。当前,全球卫星定位系统GPS已开始电力系统中普遍推广使用。这为全网调度系统时钟的统一精度,提供了可能。在未采用GPS以前,为保证网内各点上的时间误差不超过1ms,人们不知已经花费了多少努力!现在终于可以解决了。最近,有的录波装置上也已经安装了GPS。这对解决录波时间的准确性,显然是巨大进步。希望其他厂家在硬件软件方面,也能提供接收GPS对时信号的可能。我们知道,GPS对时精度可以达到微秒级,如果在同一条线路两端的录波装置上都采用GPS之后,用两端装置上得到的波形数据,综合判断故障,并进行故障测距,一定会收到满意结果。当然,这时的录波装置也不再以一台一台个体的型式出现,至少安装在同一条线路上的装置

要组成一个统一体。这个日期已经不远了。

有的装置判不准故障线路,甚至于判不准故障类型。在这种情况下,笔者建议,可按是否引起了保护动作跳闸,来最终确定某条线路是否是真正的故障线路。在多条线路过电流判据都起动的条件下,只有跳过闸(单相跳闸或三相跳闸)的线路,才可能是真正出了故障。再顺便说一下,判断断路器跳闸,诚然可根据来自断路器跳闸的信号。但有时有些电厂或变电站,并未将断路器跳闸信号作为开关量接入,从而造成无法判断。这时,可根据该线路上的电流变化来判断。因短路而跳闸的线路中,其电流必然先是突增,后又突然消失。根据电流的突然变化,还可以判断线路按相重合闸的动作情况,也不难判断发生的是瞬时故障,还是永久性故障。

上面所述,若由人通过观察波形来判断,那是很简单的事。但把这一切工作,交由装置来自动完成,就不简单了。因此,所述内容对制造厂家也许有用。

参考文献:

- [1] 贺家李,葛耀中. 超高压输电线的故障分析与继电保护. 科学出版社,1987.
- [2] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术. 电力工业出版社,1990.
- [3] 张文涛等: GPS及其在电力系统中的应用. 电网技术, 1995,(5).
- [4] 中华人民共和国电力行业标准. 1DL/T553-94,220-500kV 电力系统故障动态记录技术准则.

收稿日期: 1999-12-22

作者简介: 孙淑东(1961-),男,工程师,主要从事电厂的运行工作。

Some problems in the use of power system fault recorders

SUN Shu-dong

(Huangpu Power Plant, Guangzhou 510730, China)

Abstract: Based on the long experience with power system operation, some technical problems have been discussed in this paper, such as features of the fault recorder, starting criteria of the recorder and its setting, and automatic analysis of results by the recorder.

Keywords: power system fault; power system fault recorder; fault procedure; starting criteria

发扬创新求实精神 勇攀科学技术新高峰