

微机式自适应单相重合闸的判据和算法

葛耀中 索南 孔繁鹏
西安交通大学(710049)

郑建欣 赵志华
许昌继电器研究所(461000)

摘要 本文讨论了微机式自适应单相自动重合闸的判据和算法。在使用微机的条件下,推荐采用电压补偿判据。这种判据适用于 220~500kV 不带并联电抗器的线路。

关键词 输电线 自动重合闸 自适应

前言

自动重合闸是保证系统安全供电的一种有效措施,在国内外电力系统中广泛应用。统计结果表明,线路故障有 70~80%以上为单相接地短路,在单相接地短路时只跳开故障相并进行自动重合是保证系统安全稳定运行的重要措施之一。迄今电力系统中所采用的单相自动重合闸都是盲目进行的,在故障相判断器跳开后,不管是瞬时或永久性故障,都进行重合,这种做法不利于系统和设备的安全运行。为了防止重合于永久故障,在文献^{[1][2][3]}中提出了在单相和三相自动重合闸的过程中判别瞬时故障和永久故障的方法。这种方法可以为实现自适应单相自动重合闸提供了理论依据。自适应重合闸和传统重合闸的主要区别在于前者具有预测线路故障是瞬时性或是永久性的能力。如果故障是瞬时性的,允许自动重合,如果是永久性的则闭锁重合闸。

微型计算机在继电保护装置中的应用为实现单相自适应重合闸提供了更为有利的条件。本文的目的是在文献^{[1][2]}的基础上对在微机保护中实现自适应单相自动重合闸的判据和算法作进一步的讨论。

1 自适应单相自动重合闸的基本原理

自适应单相自动重合闸的特点是在传统的单相自动重合闸中增加判别故障是瞬时性或永久性的功能。其基本原理已在文献^{[1][2][3]}中提出并进行了详细的讨论。为了便于理解自适应重合闸的判据和算法,这里对区分瞬时和永久故障的基本原理作简要说明。高压输电线具有分布参数的特征,并且在各相之间具有耦合作用,因此在断开发生单相接地的故障相后,故障相的两端仍有电压,这个电压可以用来预测故障是瞬时性还是永久性的。

故障相两端的电压由两部分组成:一个是电容耦合电压,它由健全相对故障相之间的耦合电容决定,可以根据电压等级和线路参数算出^[4]。例如在 500kV 线路上,单相断开无故障的线路时,断开相上的电压约有 40kV。这个电压与线路长度无关。另一个是电感耦合电压,它由各相之间的互感和健全相上的电流决定,而互感大小又和线路长度成正比。在瞬时故障的条件下断开相上的电压由电容耦合电压和电感耦合电压合成;在永久故障条件下电容耦合电压等于零或较小,断开相上的电压只有电感耦合电压。自适应单相重合闸的基本原理就是在正确区分上述两种情况下的电压的基础上提出的。

收稿日期:1994-12-15

《继电器》1995年 第2期 7

2 判别故障性质的基本原则

由于自适应自动重合闸的基本功能是区分永久和瞬时故障,考虑到给定参数测量值和计算值均存在一定误差。致使永久和瞬时故障的边界存在一定的模糊区。不同的整定计算原则会导致不同的结果。在边界条件下,当倾向于保证不重合于永久故障时,会使某些瞬时故障时不能重合。反之,当倾向于保证瞬时故障一定重合时,就会重合到某些永久故障上。根据电力系统的实际条件来决定采用哪种原理也许是最合理的,一般情况下,则应该保证瞬时故障条件下一定重合,以免造成不应有的供电中断。当永久故障和瞬时故障电压值差较大时,则完全可以在定值上做到瞬时故障时允许重合,在永久故障时闭锁重合。

3 电压判据算法

在文献^[1]中,曾给出电压判据的计算公式为

$$U_{DZ} = K_K (Z_{0L} - Z_{1L}) I_{HA} / (1 + 2 \frac{Z_{0\Sigma}}{Z_{1\Sigma}}) \quad (1)$$

式中 U_{DZ} ——电压整定值;

Z_{0L}, Z_{1L} ——线路的零序、正序阻抗;

$Z_{0\Sigma}, Z_{1\Sigma}$ ——线路的综合零序、正序阻抗;

I_{HA} ——线路正常负荷电流;

K_K ——可靠系数; $K_K = 1.1 \sim 1.2$.

当测量电压大于整定值 U_{DZ} 时,允许重合。显然式 1 是在防止重合于永久故障的前提下确定的。此外,还要按照在系统中可能出现的 $I_{HA} / (1 + 2 \frac{Z_{0\Sigma}}{Z_{1\Sigma}})$ 的最大值进行计算。这种整定计算方法比较麻烦而和实际情况差别也较大。但是在传统保护中,可只用电压继电器即可实现,因此有其优越性。

在使用微机的条件下,则可以充分利用微机本身的实时计算能力,根据线路单相接地故障跳开故障相后的实际电流和给定参数进行计算,电压判据可表示为:

$$CV = U / U_{XL} = U / I_0 (Z_0 - Z_1) L \quad (2)$$

式中 U ——故障相断开后,故障相两端的电压;

U_{XL} ——由线路互感产生的电压;

Z_0, Z_1 ——线路单位长度的零序、正序阻抗;

L ——线路长度;

I_0 ——故障相断开后的零序电流。

式 2 中 U 和 I_0 为故障相断开后实测及计算得出的相电压和零序电流,完全与当时的实际条件相符。 Z_0, Z_1 和 L 则可事先设定。判据的动作条件是:

$CV \geq 1$ 时判定为瞬时故障,允许重合;

$CV < 1$ 时判定为永久故障,闭锁重合。

按上述动作条件实现重合闸时,不需进行离线整定计算。此外,也较式 1 计算结果更为准确。

显然,满足这一动作条件能够保证在瞬时故障情况下一定重合,但也有可能在边界条件下重合于永久故障上。例如线路 mn 上 n 端出口处发生 A 相接地故障,线路 A 相跳开后, n 端的 CV 值远小于 1,判断正确,闭锁 n 端重合闸。m 端的 CV 值可能等于、大于或小于 1。当 $CV \geq$

1 时判定为瞬时故障,允许重合,于是重合于永久故障,如果误差使 $CV < 1$,则判断正确,闭锁重合。当单相接地故障点离 n 端较远时,m 端即可作出正确判断,防止重合于永久故障。由此可见,按上述动作判据实现的自适应单相自动重合闸,在线路任一端的对端有可能存在有一小段误动区,可能将永久故障判为瞬时故障。由于故障点在合闸端的线路对端,因此,即使重合于永久故障对系统冲击不会太大。

为了保证在瞬时故障能可靠允许重合,则必然满足 $CV \geq 1$ 。由式 2 可见,CV 值与零序电流和线路长度成反比关系。在一相断线条件下零序电流与负荷电流成正比,由此可根据不同电压等级的线路参数和负荷条件计算出保证瞬时故障可靠允许重合的线路长度。表 1 给出了适用线路长度的参考值^[1]。表 1 中的适用长度是在对无并联电抗器补偿的线路传送自然功率的条件下估算出的。当传送功率变小时,适用长度增大。

表 1

电压(kV)	线路传送功率(MW)	适用长度(km)	
		电压判据	电压补偿判据
220	121	153.5	307
330	376.8	126.8	253.6
500	969	161.3	322.6

4 电压补偿判据的算法

由表 1 可见,电压判据的应用受到适用长度的限制。为了扩大自适应单相重合闸的适用范围,可采用电压补偿判据,其算法表示为

$$CVB = |U - \frac{1}{2}(Z_0 - Z_1)L| / |\frac{1}{2}(Z_0 - Z_1)L| \quad (3)$$

判据的动作条件是:

$CVB \geq 1$ 时判定为瞬时故障,允许重合;

$CVB < 1$ 时判定为永久故障,闭锁重合。

采用电压补偿判据时,除适用长度为表 1 所给出的长度 2 倍外(见表 1),并无其它不同。

电压 U 和零序电流 I_0 均可实时进行测量及计算出,而且计算量也比式 1 多一次减法,因此在使用微机的条件下,采用电压补偿判据比电压判据更为合理。

由表 1 可见,电压补偿判据所适用的线路长度一般只能满足无并联电抗器补偿线路的要求。对于有并联电抗器补偿的长线路,则可采用组合电压补偿判据^[2]。

5 采样数据的选取

在自适应单相自动重合闸中应该按对正确判别瞬时或永久故障最为有利的条件选取采样数据。在单相自动重合闸过程中由故障切除到发出重合闸脉冲一般有 0.5~1s 的时间,这个时间主要是根据保证可靠灭弧的条件决定的。而在电弧未熄灭前,故障点呈永久接地故障状态。为了确保作出正确判断,应该选用邻近重合脉冲发出时刻前的采样数据进行计算。例如可利用前两周波的采样数据,连续计算两次以确定是否允许重合。

另外一种可行的方法是在线路断路器跳闸后即不断进行计算,一旦发现满足允许合闸的条件,再加上保证绝缘恢复所需的时间,即发出合闸命令。这种方法有实时监视故障线路的功能,有可能达到缩短重合时间的效果。

自适应单相自动重合闸已在“八五”科技攻关项目“超高压线路新型微机高频(下转 32 页)

考虑到微机保护装置正常运行时报文较少的原因为,该集中管理系统可采用离线运行方式。即正常保护装置运行而集中管理系统中的 PC 机并未投入运行,如停机或执行其他任务。当需要调看微机保护装置的报文时,才将 PC 机投入集中管理系统的运行(即运行 PC 机的集中管理软件)。这样的话,不会影响调看保护装置的报文。由于 WXH-11、15 型系列微机线路保护装置配置有新的带液晶显示的接口插件,各微机保护装置的故障报告全部存入 E²PROM 芯片中,所以,各保护装置中的故障报告首先以最快速度存入 E²PROM 芯片之中,即使掉电故障报告也不会丢失。由于这种存贮速度比经通信存入 PC 的磁盘中的速度更快,所以,整个方案的处理更充分地保证了故障报告的安全性。基于这样一种方案,PC 机的离线运行亦不会导致丢失保护动作跳闸的故障报告。这样的工作方式对于 PC 机来说更有效可行,更灵活。

5 结论

由以上简要介绍,不难看出该微机线路保护装置的 PC 机集中管理系统,实现了变电站的微机线路保护装置的局部通信联网和集中管理,同时人机对话界面清晰,友好且操作方便可靠,为微机线路保护装置的运行提高了一个新的阶段。该集中管理系统的推广还将更方便用户的运行管理,对电力系统故障的事后分析也提供了更有力的支持。

参考文献

- 1 华北电力学院编. 11 型微机高压线路保护装置软件设计说明
- 2 许继电气股份有限公司编. WXH-11, WXH-15 系列装置产品说明书
- 3 北京科海培训中心编. 微机通信技术大全
- 4 科海培训中心编. PC 系列机系统开发与应用(上)、(下)
- 5 Joe campbell. [美]串行通信编程指南
- 6 谭亚军,王娟. 图形用户界面技术及其程序设计. 北京大学出版社
- 7 北京科海培训中心. Turbo C 使用大全(第一册~第三册)

(上接第 9 页)保护”中实现,可供用户根据具体条件选用。

6 结论

本文讨论了微机式自适应单相自动重合闸的判据和算法。说明了微机的应用为实现自适应重合闸提供了更为有利的条件。指出,在使用微机的条件下,采用电压补偿判据更为合理,同时阐述对算法所用采样数据的选取的基本观点。

参考文献

- 1 葛耀中. 在单相自动重合闸过程中判别瞬时故障和永久故障的方法. 西安交通大学学报, 1984 年 4 月
- 2 Ge Yaozhong, Suifenghai, Xiaoyuan. "Prediction Methods for Preventing Single-phase Reclosing on Permanent Fault". IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 4, No. 1, January 1989
- 3 Ge Yaozhong, Xiaoyuan etc. Adaptive Auto-reclosing for EHV-UHV Transmission Lines. International Conference on New Development in Power System Protection & Local Control, 1994, Beijing
- 4 葛耀中. 高压输电线路高频保护. 北京:水利电力出版社,1987