

距离保护在区外故障时先启动后TV断线误动作的应对策略

输电线路的距离保护在区外故障时先启动后再发生TV二次回路断线,将可能导致使用母线TV电压的多回线路的距离保护误动作,存在母线全停的风险。针对上述问题分析了当前广泛使用的距离保护TV断线闭锁判据在区外故障时先启动后TV断线的条件下无法闭锁保护的原因,提出了防止距离保护在上述情况下误动作的新型TV断线闭锁判据。

薛峰 殷伟 潘琪 谢夏寅 王伟/国网苏州供电公司

0 引言

距离保护是以电流为动作量,电压为制动量的欠量式保护,在TV断线后失去电压制动量时,测量阻抗趋向于零,距离保护将在区外穿越故障电流或负荷电流作用下误动作。目前广泛采用的防止误动作的方法是进行TV断线失电压判别,通常用三相电压相量和不为零来检测一相或两相TV断线;用正序电压低的方法来检测三相TV断线,一般延时1~2 s闭锁保护并发出告警信号,且一般都是自恢复的。上述判据的前提是保护装置不起动。目前普遍认为一旦系统发生故障,起动元件起动后就不再判TV断线,因为任何一种故障都是有TV断线特征的情况。

实际运行情况表明系统故障与TV断线绝对同时发生的可能性很小,但是由于系统故障的诱因导致在短时间内(20 ms后)相继发生TV断线的事故已多次出现,且使同母线运行的多回线路距离保护误动作,严重威胁系统安全运行。因此有必要提出对距离保护TV断线判据进

行完善,使距离保护在起动后继续对TV断线进行判别,防止区外故障时距离保护误动作。

1 距离保护先启动后TV断线保护误动作的情况分析

双母线接线变电站如图1所示,线路1、2、3和4均为系统联络线,双母线并列运行,当I母线TV检修时,将两组母线TV二次电压回路并列,使线路1、2、3和4的距离保护全部使用II母线TV二次电压。但此时若II母线发生故障,线路1、2、3和4距离保护都会起动,当母线保护动作切除II母线所有元件时,将导致I母线上线路1、2的距离保护在起动后失去测量电压,由于保护装置起动展宽时间一般在5~7 s,此时在负荷电流作用下线路1、2的距离保护均存在误动作的可能,即存在导致全站失电的风险。同理,当故障点在线路1或线路2出线上,但出线断路器拒动作时,也将导致同样的后果。

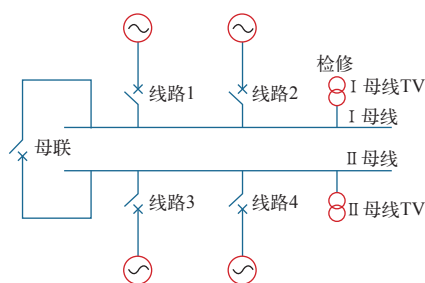
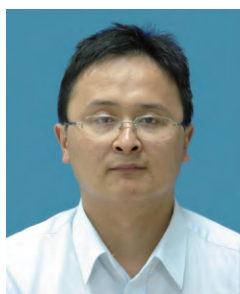


图1 接线示意图

间隙性的TV断线也将导致线路距离保护在先启动后失电压的情况下误动作。现场经常会遇到电压二次回路接线



薛峰/高级工程师

关键词/Keywords

距离保护 ·
区外故障 ·
TV断线 ·
闭锁判据 ·

螺钉松动或二次线接触不良导致TV断线的现象，有时这种断线现象时有时无，间隙性发生，若此时区外发生故障，距离保护启动后再间隙性发生TV断线，则相关的线路距离保护将在穿越性质的短路电流作用下误动作，即便区外故障被切除，在负荷电流作用下保护装置启动展宽期间内间隙性的TV断线仍然使距离保护存在误动作的风险。

母线TV二次电压回路一般均需设置防止TV二次向一次反充电的电压重动回路，该回路一般用TV刀开关常开辅助触点驱动重动中间继电器实现。当TV退出运行且一次刀开关打开时，继电器释放，二次电压回路与TV断开；当TV投入运行且一次刀开关闭合时，该重动继电器励磁，二次电压回路自动接入TV二次侧。重动继电器工作电源使用变电站直流系统的电源。该电源回路的运行可靠性直接关系到母线TV电压保护设备运行的可靠性。实际运行中多次发生电压重动回路的直流工作电源在一次系统发生故障后相继失去，主要原因：①有的是一次系统故障后直流信号回路故障导致直流断路器越级跳闸；②系统故障时的外部干扰导致直流断路器跳闸；③系统故障后直流系统蓄电池浮充电源失去，蓄电池断路导致直流电源失去。一次系统故障成为二次直流系统失电的直接诱因，此种情况下同母线运行的距离保护全部存在误动作的风险，2007年某特大型城市市区一220 kV变电站全站失电，其原因就是站内110 kV系统故障后直流信号回路短路导致直流断路器越级跳闸，使220 kV TV二次重动电源失电后，四回220 kV电源线路的距离保护在启动后失去测量电压，并在负荷电流作用下相继跳闸。事故负荷损失严重，教训惨痛。

综上所述，距离保护先启动后失去测量电压的情况虽然发生的概率不算太大，但是一旦发生往往会使同母线运行的多条线路距离保护相继误动作，存在全站失电的风险，严重威胁系统安全。因此很有必要在保护原理上着手进行防范。

2 应对策略

(1) 装置先启动，后发生三相TV断线的闭锁

判据

从几起区外故障时先启动后失电压的误动作事故案例分析中得知，TV二次均为三相失电压，且从其录波数据分析，二次残余的杂散电压很低，二次值最大一般不超过2 V。同时失电压的发生时刻一般滞后电流量突变启动时刻20 ms以上。

装置先启动后发生三相TV断线的判据原理框图如图2所示。

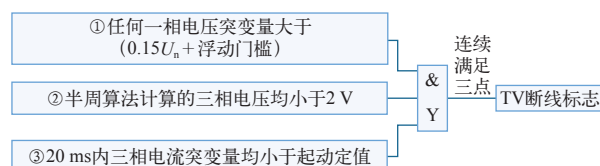


图2 装置先启动后发生三相TV断线的判据原理框图

条件①：发生三相TV断线时，电压会有一些的突变量，而且会较大，如果振荡过程中突变量门槛值取得过低导致误判，则突变量的门槛要大于最小振荡周期时的电压突变量，即系统振荡周期按照最小200 ms考虑，计算一周波内的电压最大突变量为

$$2\sin(10 \times 360 / 200) = 0.618U_n \quad (1)$$

增加浮动门槛后，一周波内电压的最大突变量为

$$0.618 - (\sin 54 - \sin 18) = 0.11U_n \quad (2)$$

考虑到门槛放一定的裕度，所以门槛值取 $0.15U_n$ ，同时考虑到有可能区外已经发生一相或两相故障，再发生三相TV断线时，仅健全相的电压存在突变量。因此，检测到三相电压任意一相电压有突变量时满足条件。

条件②：当发生TV断线时，一周波内能感受到电压的突变量，但是基于全周傅里叶算法傅里叶窗的原因，电压傅里叶值还不能降为0，如用半周算法，则在TV断线的10 ms后，计算的电压傅里叶值为0，所以利用半波算法计算三相电压傅里叶值。以三相电压稳态幅值小于2 V作为TV发生三相失电压的条件。

条件③：由于该条件不考虑TV断线的同时发生故障，因此在电压有突变量时电流没有任何变化量，所以增加了三相电流突变量均小于启动定

值的条件,该条件主要用于区分是故障造成的电压降低还是仅仅发生了TV断线。

当以上三个条件均满足且持续三个采样点时,就可以判别为启动后线路又发生了TV断线。

(2) 正方向区外发生不对称故障,装置启动与TV断线同时发生的闭锁判据

当正方向区外发生不对称短路故障又发生TV断线时(20 ms以内),此时电压和电流突变量条件同时满足,上述判据失效。此时使用的判据如图3所示。

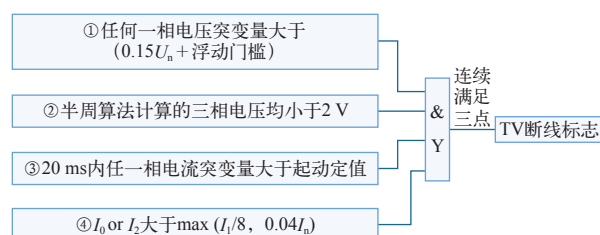


图3 正方向区外发生不对称故障,装置启动与TV断线同时发生的闭锁判据

条件①:同上。

条件②:同上。

条件③:该条件考虑系统发生故障的同时发生TV断线失电压,因此在电压有突变量时电流也会有变化量,所以增加了三相电流突变量大于启动定值的条件。

条件④:由于该判据的前提是区外发生不对称故障,因此三相电压同时小于2 V是三相短路特征,此时应该没有零序或负序电流,因此若出现零序或负序电流则认为是TV断线。门槛值可以取0.04倍额定电流与1/8正序电流的较大值。

(3) 正方向区外发生三相短路故障,且本线为短线路,装置启动与TV断线同时发生的闭锁判据

当正方向区外发生三相短路故障且本线为短线路,同时又发生TV断线时(20 ms以内),此时以上两个判据均失效,此时使用的判据如图4所示。

条件①:同上。

条件②:同上。

条件③:同上。

条件④:同上。

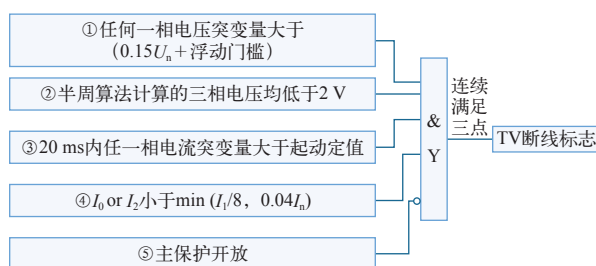


图4 正方向区外发生三相短路故障,且本线为短线路,同时又发生TV断线时的闭锁判据

条件⑤:由于无法可靠区分出口处三相短路与短线区外三相短路故障,所以增加了主保护开放条件来闭锁。可以使用分相电流差动的低值差动元件来闭锁,也可以使用允许式纵联保护的对侧允许信号来闭锁,甚至可以使用闭锁式纵联保护的闭锁信号来闭锁。需要说明的是,加入纵联保护开放闭锁条件后会对出口处三相短路故障时距离I段的固有动作时间造成影响。因此该功能只在短线路上使用,只要最大运行方式下区外三相短路故障本线路保护测量电压不小于2 V,则该功能可不使用。因此若装置不设纵联主保护,对于短线应考虑退出距离I段保护。

(4) 利用线路侧TV二次电压来判别母线侧TV二次断线

当线路保护接入线路TV二次电压 U_x 时,装置启动前通过 U_x 的大小及相位来识别 U_x 接入的是线电压还是相电压,以及是哪一相电压。如果启动前的 U_x 低于线路电压有压门槛,则退出此判据,可以通过比较母线TV对应相电压幅值和 U_x 的幅值来判别是否发生了母线TV断线(以线路电压接入的A相电压为例),如图5所示。



图5 利用线路侧TV二次电压来判别母线侧TV二次断线的判据

条件①:发生三相TV断线时,三相电压均几乎为零。

(下转第85页)

3 结束语

通过以上比较分析,可以得出结论:目前,我国高效电动机(即达到GB 18613—2012的2级以上指标)的市场占有率很低,达到1级指标的电动机更低,高效电动机的推广与发达国家存在一定差距。

机械工业“十三五规划”中提出:到2020年末,中小电动机产品中能效“领跑者”(能效指标达能效标准中1级能效指标)达到7%^[2]。为了实现这一目标,缩小与发达国家的差距,一方面,应积极优化财政补贴政策,提高企业生产高效电动机的积极性,提升高效电动机的生产比例;另一方面,应严格执行强制性能效标准,加大落后机电设备的检查淘汰力度,严禁企业采用国家明令淘汰的落后电动机,形成公开、公正和长效管理的监督检查机制。

参考文献

- [1] 周胜,赵凯.电机系统节能实用指南[M].北京:机械工业出版社,2009.
- [2] GB 18613—2012 中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级[S].
- [3] IEC 60034—30 Rotating electrical machines-part 30: efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE code), Edition 1.0, 2008-10 [S].
- [4] JISC 4034—30: 2011 回転電気機械—第30部:単一速度三相かご形誘導電動機の効率クラス(IEコード)[S].
- [5] 陈伟华,金惟伟.电机行业提升给电机行业带来转型升级机遇[J].电机控制与应用,2015,42(1).
- [6] 傅丰礼.高效异步电动机的国际发展动态[J].电机技术,2009(4):1-5.

(收稿日期:2016-09-01) **EA**

(上接第65页)

条件②:发生母线三相TV断线时,线路侧电压与母线侧对应相电压存在一定的幅值差异,并且要大于线路电压的无压门槛。

条件③:只有三相开关在合位时才能够投入母线电压与线路抽取电压的比较逻辑,否则退出该逻辑。

3 结束语

在起动的过程中,如果判别发生了TV断线,则闭锁距离保护,而且整个起动过程中不再进行TV断线的判别,直到保护整组复归之后,再用常规的TV断线判据继续TV断线的判别。

当前,以光纤分相电流差动保护为主导的纵联保护是高压输电线路的主保护,也是电网安全稳定运行的重要保证。作为后备保护的阶段式

距离、零序保护又是高压输电线路保护必要的补充,只有提高后备保护的可靠性,才能体现出主保护的强大优势,对保障电网安全运行意义重大。

参考文献

- [1] 朱声石.高压电网继电保护原理与技术[M].3版.北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 许正亚.变压器及中低压网络数字式保护[M].北京:中国水利水电出版社,2004.
- [3] 陈德树,张哲,尹项根.微机继电保护基础[M].北京:中国电力出版社,2000.
- [4] 高中德.超高压电网继电保护专题分析[M].北京:中国电力出版社,1990.
- [5] GB/T 14285—2006 继电保护和安全自动装置技术规程[S].

(收稿日期:2015-11-02) **EA**