

简易母线保护在新一代智能变电站中的应用

新一代智能变电站的应用使得获取全站范围内的保护启动信号、刀闸位置和电流电压采样值等信息更为便利，这为简易母线保护的实现搭建了新的平台。本文描述了两种应用于新一代智能变电站的简易母线保护，采用相电流判据的简易母线保护和采用不完全差动判据的简易母线保护，描述了它们的保护逻辑及其实现中应考虑的问题，并比较了这两种简易母线保护。

王寅丞¹ 李伟² 潘书燕¹ 成浩^{1/1} 1. 国电南瑞科技股份有限公司
2. 中国电力科学研究院

0 引言

35 kV及以下电压等级的母线保护通常采用过电流门槛加闭锁信号的保护形式来加速切除母线故障，这样的保护就是简易母线保护。在此之前，35 kV及以下电压等级的母线故障一般是由变压器低压侧后备保护来切除，动作时间较长，威胁变压器及低压侧一次设备的安全。

1 常规简易母线保护的实现

常规简易母线保护有三种实现形式：①使用母线差流，将母线各支路及分段的电流引入简易母线保护，使用差电流判据，可经母线电压闭锁，这种实现方法需要电流互感器为母差保护提供额外的线圈，且由于低压母线挂接支路较多，需要较多电缆；②利用母线挂接的各支路保护的附加硬接点，在母线区外故障时闭锁简易母线保护，在母线区内故障时开放简易母线保护并快速动作，这种实现方法的问题是，若为单母分段接线，由于未考虑分段开关位置的

影响，易造成出线及相邻母线相继故障时，相邻母线保护拒动；③弧光检测，通过检测母线故障时开关柜内的弧光并经光电转换后送予简易母线保护作为判断依据，此方法需要额外安装感光探头，费用高，可靠性低^[1]。

2 新一代智能变电站对简易母线保护的影响

新一代智能变电站采用全站层次化保护控制模式及网络通信方式，能方便地获取全站范围内的保护启动信号、刀闸位置、电流和电压采样值等信息，如图1所示。简易母线保护可从站控层网络获取闭锁信号，从过程层网络获取SV采样值和开关位置，这样的结构为简易母线保护的实现搭建了良好的平台。首先光纤网络代替了电缆，原来靠电缆传输的简易母线保护闭锁信号及开关位置信号改由光纤来传输，简化了二次回路，节省了成本，并且提高了信号的传输量和传输能力；其次软件逻辑处理代替了硬接点及辅助开关，更可靠、更便利，保护逻辑也更加灵活；由于能获取全站大量电量信息，无须再依靠非电量信息来实现简易母线保护，更加简洁可靠。

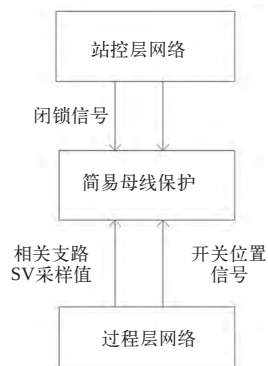


图1 新一代智能站简易母线保护信号示意图



王寅丞/工程师

关键词/Keywords

简易母线保护 ·
新一代智能变电站 ·

3 简易母线保护在新一代智能变电站中的应用

3.1 经出线保护启动信号闭锁的相电流判据简易母线保护

配置简易母线保护的目的是为了提高低压母线故障时的切除速度，但若仅依靠主变支路的相电流过流判据，在低压母线挂接的其他出线发生故障时，简易母线保护将会失去选择性，因此加入了出线保护启动信号做为简易母线保护的闭锁开入。式（1）描述了这种简易母线保护的逻辑。当相电流大于定值，且 $K=0$ 时，简易母线保护出口跳闸。

$$\begin{cases} I_p I_{set} \\ \bigcup_i K_i = K \end{cases} \quad (1)$$

式中， I_p 为低压母线主变支路相电流； K_i 为第 i 个简易母线保护闭锁开入信号，值取0或1； K 为所有闭锁开入取或逻辑之后的值。

这里采用的是启动信号做为闭锁开入，而不是用动作信号做为闭锁开入，原因是动作信号往往受动作延时的影响，使得在出线发生故障时，

简易母线保护不能被及时闭锁而误动。

考虑到出线的开关可能会失灵，所以出线保护启动后，不能一直发闭锁信号，应在躲过出线快速保护动作及操作回路、开关跳闸的时间后，停止闭锁信号的发送，这个时间一般取200 ms。

低压母线保护可能会挂接并联电容器或小电源，在母线区内故障时，它们会向故障点提供短路电流，出线保护也可能启动导致误闭锁简易母线保护，因此并联电容器及小电源支路本身的保护必须带方向。

在图2中，考虑Ⅱ母的简易母线保护，当分段开关合上时，Ⅱ母和Ⅲ母应视作一条母线，此时原挂在Ⅲ上的出线 L_{10} 也应视作是Ⅱ母的出线，即此时 L_{10} 的启动信号也应做为闭锁开入信号送给Ⅱ母的简易母线保护，才能保证在 L_{10} 发生故障时，不致引起Ⅱ母的误动。反之， L_9 的启动信号也应作为Ⅲ母简易母线保护的闭锁开入。因此分段开关的开断，会影响简易母线保护的闭锁关系，故必须将分段开关位置信号引入简易母线保护。

考虑在图2中分段开关与CT间的 K_4 点，即分段死区故障的情况，简易母线保护跳开关应按先

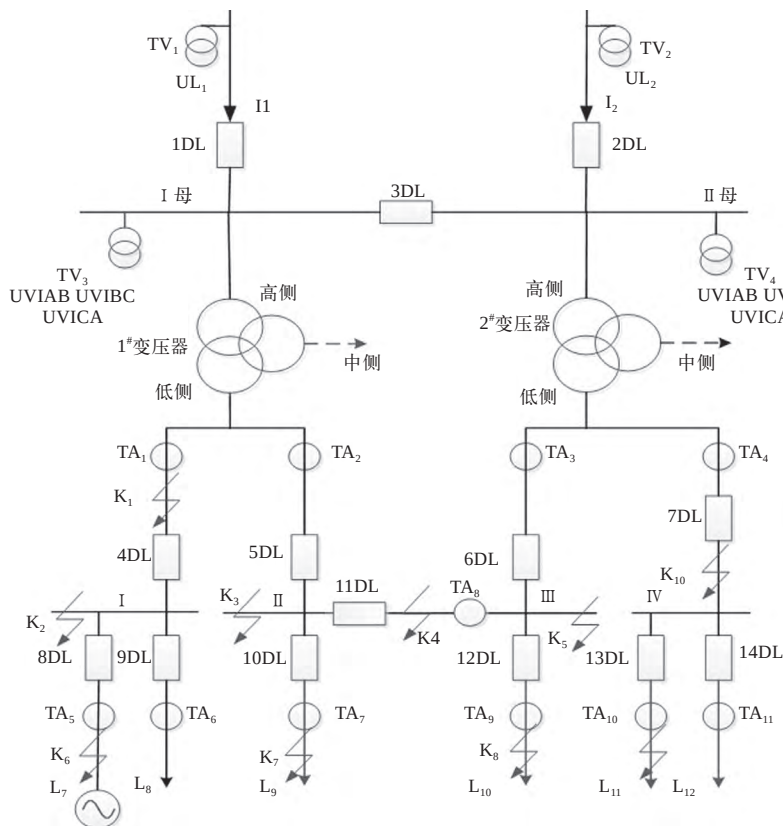


图2 新一代智能站简易母线保护信号示意图

跳分段、后跳分支开关的顺序,以保证死区故障时跳闸的选择性。因为在分段开关跳开后,非故障母线的简易母线保护会因故障电流消失而复归,故障母线的简易母线保护将动作跳闸。

3.2 采用不完全差动判据的简易母线保护

采用主变压器低压侧电流和低压母线分段电流的差流为主判据,辅之以本母线出线闭锁开入信息,这样的简易母线保护就是不完全差动简易母线保护。

称其不完全差动,是因为合成的差流采用的是母线的主变支路电流和分段电流,而未计及母线的其他支路电流,那么在正常运行时将会有差流存在,这就需靠整定简易母线保护动作定值来躲过系统的最大运行工况。式(2)描述了这种简易母线保护的逻辑。当不完全差流大于定值,且 $K=0$ 时,简易母线保护出口跳闸。

$$\begin{cases} I_p + I_{fd} = I_d I_{set} \\ \bigcup_i K_i = K \end{cases} \quad (2)$$

式中, I_p 为低压母线主变压器支路电流; I_{fd} 为分段电流; I_d 为不完全差流; K_i 为第*i*个简易母线保护闭锁开入信号(仅本段母线出线的闭锁开入),取0或1; K 为所有闭锁开入取或逻辑之后的值。

采用不完全差动判据的简易母线保护要考虑同步的问题,因为基于新一代智能变电站的简易母线保护的SV采样是组网形式,在支路或分段电流合并单元失去同步时,应闭锁保护。

图2中,在 K_4 点,即分段死区故障时,由于采用不完全差动判据,Ⅱ母简易母线保护会误动,而Ⅲ母简易母线保护将拒动。为避免这种情况,必须引入分段开关位置,若分段为分位,则合成差流时不计及分段电流。这样在 K_4 点故障时,Ⅱ母简易母线保护1时限跳开分段开关后,分段电流不再计入差流,Ⅲ母简易母线保护返回。Ⅲ母差流只计算低压分支电流,保护动作跳开Ⅲ母相关开关,正确切除故障。

3.3 两种简易母线保护的比较

经出线保护启动信号闭锁的相电流判据简易母线保护需引入的闭锁信号较多。如图3所示,Ⅱ母带了两个分段断路器,每段母线所带出线可多至10~20回,若Ⅱ母采用相电流判据的简易母线保

护,则需引入Ⅰ~Ⅲ母线上的所有闭锁开入信号,数量较多,这使得智能站的站控层IEC 61850模型组态工作变得复杂。

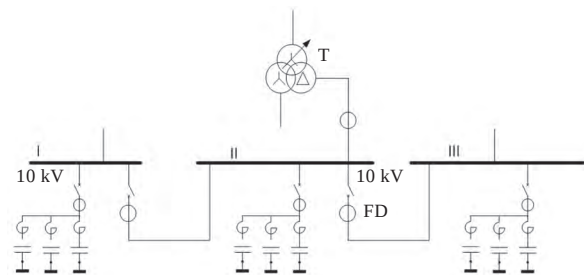


图3 简易母线保护故障分析图

若采用不完全差动的简易母线保护,则Ⅱ母线只需引入本段母线出线的闭锁开入信号,智能站组态简洁,易于工程化。当然,采用不完全差动的简易母线保护须引入分段断路器的电流,这增加了过程层SV网络通信量及简易母线保护装置的采样通道数,对装置的SV处理能力要求更高。但实际应用中,部分相电流判据简易母线保护也引入了分段断路器的电流用作开关位置的自动校正判据,相比于这些工程应用,采用不完全差动判据的简易母线保护则未增加任何硬件成本。

4 结束语

新一代智能变电站为简易母线保护的应用搭建了新的平台,采用相电流判据的简易母线保护判据简单,但需引入较多的闭锁开入信号,系统组态复杂。采用不完全差动判据的简易母线保护判据较前者复杂,硬件要求较前者高,但由于只需本段母线上闭锁开入信号,使得IEC 1850模型组态简单,更易于工程化。

参考文献

- [1] 梁煜. 10 kV简约型微机母线保护方案的可行性探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(11): 140-143.

(收稿日期: 2015-03-30) EA

作者简介

王寅丞(1986-), 男, 工程硕士, 工程师, 主要从事电力系统继电保护的研究。

李伟(1983-), 男, 博士, 工程师, 主要从事电力系统继电保护的研究工作。