

# 电流相位比较式母差保护整组校验程序和运行注意事项

宁夏电力局中调所 李仲明

**摘要** 样本文依据多年来多次在110~220kV母线保护的区内、外发生故障时,电流相位比较式母差保护动作的情况,从统计分析的得知,正确动作率低,给电力系统安全运行造成威胁,值此个人提出其整组校验程序和运行注意事项,其目的是对曾发生误动与拒动单位有借鉴作用,共同为提高电流相位比较式母差保护装置可靠运行而努力。

## 1 概述

母线故障虽不常见,但却是电气设备最严重的故障之一,因为它将使与故障母线联接的所有元件被迫停电。此外,母线故障也可能破坏系统的稳定,从而扩大事故范围,危及整个电力系统的稳定运行。发生母线故障的主要原因是:由于空气污秽,导致母线绝缘子、断路器套管以及装设在母线上的避雷器、电压和电流互感器的支持绝缘子和套管闪络;或者由于这些支持绝缘子和套管的损坏;或者由于运行人员的误操作,例如带地线误合闸和带负荷拉隔离开关产生电弧造成母线单相接地或相间短路故障等。

电流相位比较式母线差动保护,从原理上克服了双母线固定联接母线差动保护运行方式的不灵活的缺点,它不受引出线联接方式的影响,具有较高的选择性和可靠性,目前在11~220kV电力系统中已获得广泛应用。我们要求母线保护具有完善的工作原理和正确的接线设计外,还需要对母线保护作仔细和严格的校验,以及提高运行维护水平和设备质量,这样可以大大减少母线故障的次数,值此个人提出对电流相位比较式母差保护的整组校验程序和运行注意事项的粗浅意见,供现场试验和运行中参考。

## 2 基本工作原理简述

电流相位比较式母线差动保护的原理是比较母线联络断路器回路的电流与总差动电流的相位关系,该保护的单相原理接线图示于图1。

它的主要元件是起动元件CJ,接于所有引出线的总差动电流,它的作用是区分两组母线的内部和外部短路

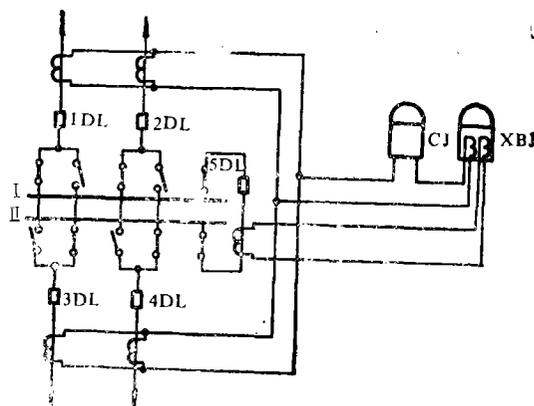


图1 电流相位比较式母线差动保护单相原理接线图

故障；只有在母线发生短路时起动元件作后整组母线保护才得以起动，并电流相位比较元件才被投入工作。选择元件XBJ的两个绕组分别接入母线联络断路器回路的电流和总差动回路的电流，通过比较这两个回路中电流的相位来获得选择性，如以总差动回路中的电流相位作为参考量，则在不同母线上短路时，母线联络断路器回路中的电流相位正好改变了 $180^\circ$ ，据此可以清楚地判别出I组或II组母线的故障。当任一连接元件在两组母线之间进行切换时，则不论哪组母线发生短路，由该连接元件供给的短路电流不会影响总差动电流的向量，因此，不论各联接元件是怎样切换，电流比相元件总是可以正确地判别出故障母线的。

### 3 整组母线保护接线的校验程序

3.1 对于母线保护中所使用的电流差动继电器，电流相位比较继电器，电流继电器、复合电压继电器、时间和中间、信号继电器等均应按照各种继电器的校验规程进行检查、调整和整定，使之处于良好的工作状态。

3.2 电流互感器的误差校验：

在发生外部短路时，如果电流互感器的误差超过规定的要求，母线保护将会发生误动作，须根据实际的负载阻抗和短路电流倍数来进行验算，如不能满足10%误差时，则应采取**措施**，例如更换特性良好的电流互感器，增大电缆的截面或增大电流互感器的变流比等。

3.3 测试电流互感器的变比：

该母差保护对所有联接元件的电流互感器要求变比完全一致，否则应采用中间变流器进行补偿，并且必须通过带负荷检查，如某组电流互感器的实际变比与图纸或铭牌值不一致时，出现的现象为A、B、C相的差动回路中的电流 $\Sigma \dot{I}_A$ 、 $\Sigma \dot{I}_B$ 、 $\Sigma \dot{I}_C$ 回路将出现电流，并且是对称的电流，但中性线回路只有不平衡电流。要判别某一组电流互感器的变比是否存在问题，可以从潮流中推算，或从该联接元件其他已知变流比的二次电流中推算出来。

3.4 测试电流互感器的极性

如果电流互感器二次侧的标示不清楚或脱落，就有可能将极性接错。极性是否正确，可采用测试六角图的办法来检查，有关具体试验方法在此不述。

3.5 电流互感器的接线校验

在正常运行情况下，用低内阻交流毫安表测量各相电流差动回路中的不平衡电流，即 $\Sigma \dot{I}_A$ 、 $\Sigma \dot{I}_B$ 、 $\Sigma \dot{I}_C$ 和 $\Sigma 3 \dot{I}_0$ 回路的电流。在正常负载情况下，上述回路的不平衡电流一般不大于 $10\sim 20\text{mA}$ ，差动继电器动作线圈上的不平衡电压，要求不大于 $150\text{mV}$ 。但由于电流互感器的变比不同或极性和接线的错误，都会导致不平衡电流增大。应对每个电流互感器的一次和二次线圈进行极性、变比等测试、并加上标示牌，再通入电流来测试电流互感器的实际变比，然后才能按照施工图进行接线。确认所有接线准确无误后，才能将母线保护投入运行。

3.6 直流回路的校验

仔细检查直流回路的接线、使接线正确无误；检查各个继电器在正常状态下和动作状态下其常闭、常开触点的接触情况，均处于良好的工作状态；保证直流电源的可靠接入。

3.7 模拟交流电流回路的故障

模拟交流电流回路的各相断线，观察电流回路断线闭锁回路的动作情况。

3.8 模拟交流电压回路的故障

模拟各种短路与断线情况，观察电压闭锁中间继电器的动作。

### 3.9 利用负荷电流模拟母线故障

在母差电流互感器总回路中，将任意 I 组或 II 组母线中，选一大的负载元件（即选取有功功率 P 和无功功率 Q 均自母线流向线路时为正值）二次电流回路侧，在户外母线保护用的电流端子箱中，分别将 A、B、C 相与中性线短接，并与母差保护回路断开，此时母差保护差回路有电流，若差电流小于起动元件的动作值，可将临时减小起动元件的动作电流，或短接起动元件的触点，用改变运行方式的方法使母联电流由 I 母线流向 II 母线时，此时相当于 II 母线故障，即 II 母线选择元件应动作，再人为地使电压闭锁元件动作，此时跳开母联和 II 母线所联接的断路器，其相对应的重合闸闭锁，断路器不应重合。

在上述情况下，如使母联断路器中负载电流由 II 母线流向 I 母线时，此时相当于 II 母线故障，即 I 母线选择元件应动作，再人为地使电压闭锁元件动作，此时跳开母联和 I 母线所联接的断路器，其相对应的重合闸闭锁，断路器不应重合。

在试验时应注意：如果断开的负载电流自线路流入母线（即有功功率 P 和无功功率 Q 均由线路流向母线时为负值）的电流互感器二次侧，将使判断的结果产生错误，恰好相反。其次如为了试验而临时减小了起动元件的动作电流，而在试验完毕后应将动作电流恢复到原来的数值。

### 3.10 母联断路器的电流互感器极性校验

当母联断路器兼作旁路断路器时，应在母联断路器代替线路断路器的情况下校验电流回路接线的正确性。此时将母联断路器电流互感的二次侧与相位比较元件的回路断开，按照图纸改接到差动回路，在出现较大的负载电流时测量起动元件差回路中的不平衡电流，即  $\Sigma \dot{I}_A$ 、 $\Sigma \dot{I}_B$ 、 $\Sigma \dot{I}_C$  和  $\Sigma 3 \dot{I}_0$  回路的电流近似为零。差动继电器动作线圈上的不平衡电压近似为零。即接线正确，如出现较大的电流、电压，则应检查母联断路器电流互感的接线所错之处。

### 3.11 利用外加一次电流校验母线保护的接线

对于新建发电厂或变电所的母线保护，不能利用负载电流来校验母线保护的接线，可采用在一次侧通入外加电流方法来检验。试验时可将一个发电机变压器组（或用升流器代替）接在 II 组母线上，将其他联接元件切换到 I 组母线上。即将 I 组母线上的各个联接元件，在电流互感器靠线路侧人为地三相短路，合上母联断路器，再合上其中一个联接元件的断路器，调整发电机或升流器的电流，此时启动元件差回路中的不平衡电流，即  $\Sigma \dot{I}_A$ 、 $\Sigma \dot{I}_B$ 、 $\Sigma \dot{I}_C$ 、 $\Sigma 3 \dot{I}_0$  回路电流近似为 0，差动继电器动作线圈上的不平衡电压近似为 0，即接线测量该联接元件二次电流的六角图参数，作出相应的电流相量图。再逐个分别合其他联接元件的断路器，测量各电流的六角图参数。然后分析各联接元件电流回路接线的正确性。

在上述情况下，模拟 I 组母线故障，拆去各联接元件的短路线，人为地在 I 组母线上短路，调整发电机或升流器的电流，此时 I 组母线保护应动作，跳开母联断路器和联接在 I 组母线上的断路器。

同理，在上述情况下，模拟 II 组母线故障，人为地在 II 组母线上短路，调整发电机或升流器的电流，此时 II 组母线保护应动作，跳开母联断路器和联接在 II 组母线上的断路器。利用这一方法可同时校验母线保护直流回路接线的正确性。

## 4 运行注意事项

由于电流相位比较式母线差动保护是用所有母线上联接元件的差电流作为起动条件，用母联电流的方向作为选择条件，因此该保护投入运行时应注意以下几点：

- 4.1 为保证电流相位比较继电器的动作灵敏度，要求通过母联的故障电流足够大，即是说，每组母线上必须联接有足够大的电源，（母线上元件可以不固定分配）。在这种情况下，母联开关合上双母线运行应将母联二次电流投入比相回路，母差保护投入有选择，无选择性刀闸PK处于断开位置。
- 4.2 当母线上仅一组母线上接有电源元件，或者双母线运行时进行倒闸操作（有开关串接操作时母差保护应退出）以及母线处于单母线运行状态，母差保护均应投入无选择，将无选择刀闸PK合上。这样任一组母线故障均切除二组母线上所有连接元件。
- 4.3 母联作旁路开关代其他元件开关运行时，对母联二次电流回路应接入差回路，母差保护也应投入无选择，将PK刀闸合上。
- 4.4 利用母联开关向另一组母线充电时，对不具有母联合闸瞬间自动退出母差选择跳闸功能的母差保护，应将母差保护投入有选择，将PK刀闸断开。
- 4.5 当“交流电流回路异常”发信号，应检查包括母联开关在内的电流互感器二次回路是否有断线或其他故障，母联二次电流回路切换片的连接是否正确。当“交流电压回路异常”发信号，应检查电压互感器二次回路是否有断线、短路或其他故障。
- 4.6 当“直流电源消失”光字牌燃亮时，应检查直流保险是否熔断、交流电流断线闭锁中间的常闭触点接触是否良好，检查时均应退出母差保护。
- 4.7 正常运行不得在母差电流互感器二次回路上进行工作，否则应将母差保护退出。双母线运行时，任一组母线电压互感器因故停用时，（此时该组电压闭锁回路发断线信号）应将其复合电压闭锁回路通过连接片切换到运行的那组母线电压互感器的复合电压闭锁回路上。
- 4.8 母差保护所跳开关的压板位置，必须与开关所联的母线组别相对应。以保证当母线故障时，故障母线上的元件均能跳开，而健全母线上的元件能正常运行。
- 4.9 正常运行应定期测量不平衡电流，当不平衡电流超过允许值时应退出进行检查。否则差动回路可能启动母差保护，造成区外故障误动。

### 【参 考 文 献】

- 【1】 电流相位比较式LXB型母线差动保护说明书。
- 【2】 王春生等编著。母线保护。