

主变零序保护在运行使用中的几个问题及解决方法

葛洲坝二江电厂 李毅军

摘要

本文分析了由零序电压元件和零序电流元件组成的主变零序保护在运行使用中所出现的几个问题,并说明了解决的方法。

一 前 言

在中性点直接接地的电网中,大部分故障都是接地短路。因此,在大接地电流系统中需要给变压器装设反映接地故障的零序保护,作为变压器本身保护的后备保护和相邻元件接地故障的后备保护。

目前,新型的变压器零序保护一般由零序电压元件和零序电流元件两部分组成。其特点是装置内设有 $t_3 > t_2 > t_1$ 的三段时限,当发生接地故障时,保护先以最短时限 t_1 跳开母线联络断路器,将故障系统与非故障系统分开,而故障系统中的中性点不接地变压器由其零序保护中的零序电压元件以 t_2 时限切除,中性点接地变压器则由其零序保护中的零序电流元件以 t_3 时限切除。这样就可防止故障系统在故障切除前失去接地中性点,避免变压器的过电压损害。这种原理的主变零序保护其优点在于运行比较灵活,当变压器的接地中性点由一台切换至另一台时,不需对保护作任何改动,就可保证正确工作。

但在使用这种保护时有些问题应引起足够的重视。下面就这种类型的保护在葛洲坝二江电厂运行使用中所出现的几个问题进行分析,并说明解决的方法。

二 葛洲坝二江电厂主变零序保护的运行使用情况简介

二江电厂共有七台主变,分别配置了许继生产的BBH—3型变压器零序保护(1~2号主变)和阿继生产的BBH—1A型变压器零序保护(3~7号主变)。这两种保护的原理基本相同,均由一段零序电流保护与低定值的零序电压保护构成。保护的接入情况见图1。保护由母线电压互感器的开口三角取得零序电压,由主变中性点电流互感器获得零序电流。正常运行时,两条母线上各有一台主变中性点接地运行,而其余主变中性点不接地,母联断路器将I、II母联络运行。发生接地故障时,先由接地变压器的零序保护以 $t_1 = 4$ 秒跳母联断路器,然后由故障母线上不接地变压器的零序保护以 $t_1 =$

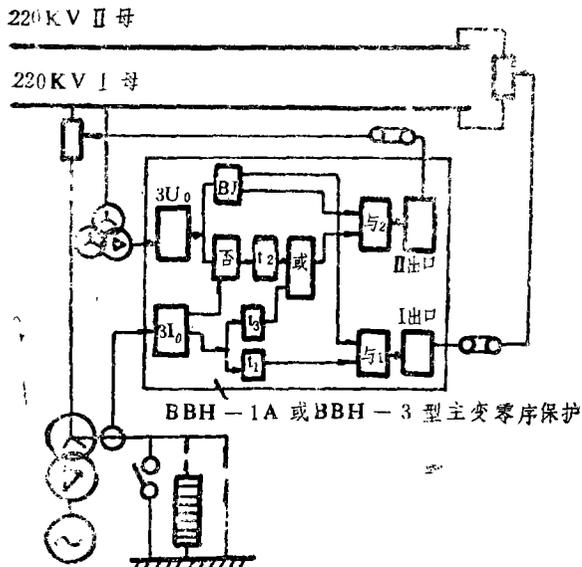


图1 主变零序保护的配置

开口三角由于电压互感器本身故障、二次回路故障、系统电压不平衡及其它干扰等原因使得零序电压误出时，只要超过保护动作整定值，则不管变压器中性点接地与否，保护都将动作切除变压器。葛洲坝二江电厂的主变零序保护就曾因上述原因出现过几次动作。

1982年12月29日，在一次系统处于正常运行的情况下，运行于220kV II母的2、4号机（当时II母上只有这两台机组运行）突然同时跳闸。这两台机组的保护装置只有主变零序保护动作信号，因而可以肯定这两台机组的跳闸是由于主变零序保护动作而引起的。在事故时发现零序电压回路中出现过较大的电压值，据此可推断零序保护的动作为此而引起，但当时未查到产生该电压的真正原因。直到1983年4月29日2、4号机组的主变零序保护再次同时动作后，才找到了真正原因。

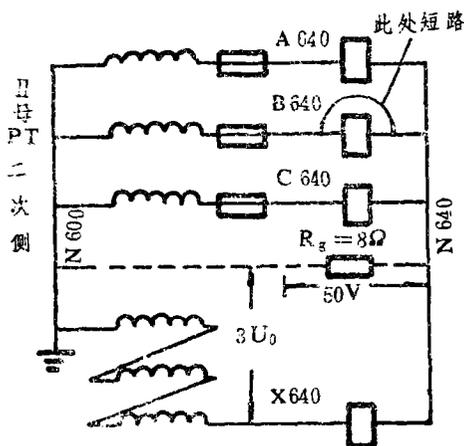


图2 PT开口三角误出电压的原因示意图

4.5秒将不接地变压器切除，最后由接地变压器零序保护将故障母线上的接地变压器切除。

三 主变零序保护在运行中的几个问题

1. 主变零序电压保护因母线电压互感器开口三角误出零序电压而动作。

由于主变零序保护中的零序电压元件的动作电压通常是按躲过正常运行时的最大不平衡电压整定的，而零序电压保护又无其它闭锁条件，这样当一次系统无故障，而保护所接的电压互感器

在4月29日保护动作后的检查中，发现了如下几个问题：①220kV线路葛潜线（当时在II母运行）保护装置B相阻抗选相元件的电压线圈烧毁短路（与保护屏仍绝缘）。②220kV II母PT中性线N600米上保护屏而在PT端子箱直接接地。查找故障时测得二次电压负载中性线N640回路对地电压有50伏，电阻为8欧。根据这些测量结果并籍助于图2可进行如下分析：

由于II母PT中性线N600米直接上保

保护屏而在PT端子箱接地，当葛潜线阻抗选相元件B相电压线圈短路时，造成了B640与N640短路，使Ⅱ母PT的B相经地中电阻 R_g 构成回路，该短路电流不能使B相熔断器熔断，但其在 R_g 上形成的电压降致使Ⅱ母PT开口三角出现了50伏的电压，该电压值远大于主变零序电压保护的動作电压值，因而造成了Ⅱ母上所有运行机组的主变零序保护动作。依此类推，1982年12月29日的2、4机组主变零序保护同时动作也是由于当时二次电压回路出现了类似的故障而引起的。

2. 当同一母线上所运行的变压器阻抗值不同时，主变零序电压保护与主变零序电流保护配合，在定值整定上有困难。

当变压器接地运行而系统发生接地故障时，在主变零序电流保护能动作的同时要求主变零序电压保护也能动作，因而零序电压定值与零序电流定值应相配合，即应满足 $U_{zd} = 3 I_0 X_0$ 的关系式。但由于二江电厂的1~2号主变与3~7号主变的型号、参数不同，有如下两个原因使得零序电压保护定值与零序电流保护定值难以配合。

①大机（1、2号机）主变接地与小机（3~7号机）主变接地时要求零序电压整定值不一样。

大机主变接地时，二次侧零序电压整定值为： $U_{zd.大} = 3 I_{0.大} \cdot X_{0.大} / n_{PT} = 20V$

小机主变接地时，二次侧零序电压整定值为： $U_{zd.小} = 3 I_{0.小} \cdot X_{0.小} / n_{PT} = 23V$

②在上述计算式中的 $X_{0.大}$ 与 $X_{0.小}$ 均取为其正序阻抗值，实际上变压器的零序阻抗均小于其正序阻抗，一般为 $X_0 = (0.85 \sim 1) X_1$ ，具体的值视变压器的结构而定。因此，按 $X_0 = X_1$ 整定零序电压动作值时，很明显当零序电流恰为整定值而动作时零序电压保护将拒动。

葛洲坝二江电厂就曾出现过主变零序电压保护拒动的事故。83年4月，二江电厂220kV葛胡线故障，线路保护拒动，由于3号主变的零序电压值整定不当，造成了主变零序保护拒动，接地主变先行跳闸，使3号主变中性点过压，棒间隙击穿。

3. 当断路器和电流互感器之间发生接地故障时（见图3）母差保护立即动作，使断路器DL跳闸，这样就使母线PT开口三角的零序电压立即消失，这样对于中性点不接地运行的变压器，其主变零序保护将拒动。对于中性点接地运行的变压器，主变零序保护中的零序电流元件虽可动作，但因受到零序电压元件的闭锁，同样也不能出口跳闸。

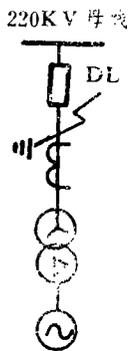


图3 断路器和CT之间发生接地故障示意图

四 解决方法

上面列举了主变零序保护在运行中存在的几个问题。对此，我们采取了如下几个解决方法：

1. 主变零序保护出口回路加负序电流闭锁

若主变零序保护无闭锁条件,则当某一母线PT开口三角误出零序电压时,会引起接于该母线所有主变的零序保护动作,造成该母线上所接机组全部跳闸。因此,对于低定值的变压器零序电压保护,装设闭锁元件是完全必要的。我厂根据以往的事故教训,给主变零序保护的出口回路加装了负序电流闭锁,其构成见图4。图中BLJ为主变零

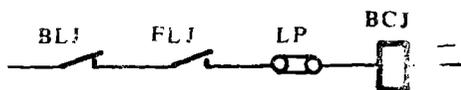


图4 主变零序保护出口回路加负序电流闭锁

序保护的出口触点,FLJ为发电机负序电流保护中的负序过负荷元件(其动作值按发电机额定电流二次值的0.1倍整定)的动合触点。BCJ为保护装置出口中间。实践证明,这是一条防止主变零序保护使机组误跳闸的极为有效的措施。

2. 同期电压回路与保护用零序电压回路隔离分开

母线电压互感器开口三角侧接同期回路降低了零序电压回路的可靠性,增加了电压互感器开口三角侧由于二次回路故障误产生零序电压的几率。对此,我们采取了将同期电压回路与保护用零序电压回路隔离分开的措施,见图5所示。

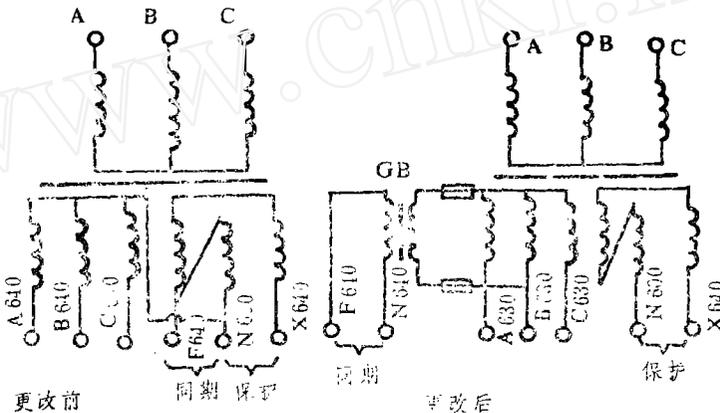


图5 同期电压回路与保护用零序电压回路隔离分开

3. 防止断路器的非全相切、合

机组出口、母线联络、联络变压器等的断路器在运行时不需要分相的投、切操作。为了减少和避免断路器的非全相运行或不对称操作给保护装置带来的影响,将所有这些断路器的操作均改为三相同步操作,即分别将断路器跳、合闸线圈三相并联。

4. 增加间隙电流保护和零序过电压保护

在采取上述三条措施后,主变零序电压保护仍存在如下三个问题:

①给主变零序电压保护加装负序电流闭锁,虽然可防止误动,但负序电流闭锁元件也降低了零序电压保护的灵敏度。经计算表明,采用负序电流闭锁后,若葛洲坝220kV出线末端接地故障时,主变零序电压保护将不能出口动作,失去了线路保护远后备的作

判断线路零序方向继电器接线的方法

湖北孝感地区电业局 刘子清

零序功率方向继电器接入线路后，由于正常运行情况下不存在零序电流及零序电压分量。所以，保证其接线正确有一定困难。判断零序功率方向保护接线是否正确关键在于获得正确极性的 $3\dot{I}_0$ 和 $3\dot{U}_0$ 。作者摸索一种简便方法，只需在保护装置投入前搞清 $-3\dot{I}_0$ 、 $+3\dot{U}_0$ 、 $-3\dot{U}_0$ 、 $+3\dot{I}_0$ 四个接线极性端子，可一次正确接入继电器电压线圈和电流线圈。下面给于介绍，供参考。

$-3\dot{I}_0$ 和 $+3\dot{I}_0$ 极性端子确定

对于零序电流互感器连接方式，可用负荷电流做六角图方法确定电流回路的 $-3\dot{I}_0$ 、 $+3\dot{I}_0$ 极性端子，如图 1 所示。

用。

- ②主变零序电压保护与零序电流保护配合，在定值整定上有困难。
- ③当断路器和电流互感器之间发生接地故障时，零序电压保护会拒动。

鉴于以上三点，作为弥补主变零序电压保护的不足，配置棒间隙电流保护和零序过电压保护是很有必要的。具体的配置是保留原有的各机组主变零序保护不变，新增加由继电器 IA、IS 及 IIU₀、IIS 组成的棒间隙零序电流保护和零序过电压保护，作为变压器中性点不接地时，零序电压保护的后备保护。具体原理接线及整定值见图 6。

经过数年运行后的情况表明，上述对策是必要且行之有效的。自从采取上述措施后，我厂再也未出现过因上述原因导致的主变零序保护动作而跳闸停机的事故。

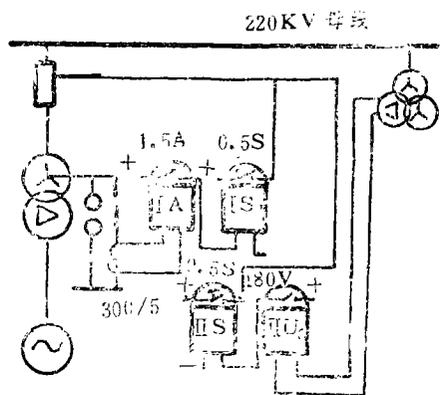


图 6 主变间隙零序电流和零序过电压保护原理接线