浅析发电机 变压器 线路组保护配置特点

刘文
(中南电力设计院, 湖北 武汉 430071)

摘要: 主要介绍发电机 -变压器 -线路组接线形式下的发变组主保护、后备保护配置情况以及重合闸的设置、失灵保护的实现等方面的特点,为类似工程提供借鉴。

关键词: 发变线组; 主保护; 后备保护; 重合闸; 失灵保护

中图分类号: TM772 **文献标识码**: B **文章编号**: 1003-4897(2005)15-0018-03

0 引言

在近几年的电力建设中,由于"厂网分开"以及"竞价上网"等诸多因素,许多新建发电厂在设计上简化高压配电装置接线形式,采用了发电机 -变压器 -线路组的接线方式。

本文以 300 MW机组采用发电机 -变压器 -线路组形式接入 220 kV系统 (发电机出口回路不装设断路器)的典型接线为例,简要分析发变线组方式下的保护配置等方面的特点和需要注意的几个问题。

1 发变线组保护分析

1.1 主保护的配合

根据二十五项反事故措施的要求,大型机组的发变组保护需要采用"双主双后备"的保护配置方式,220 kV及以上电压等级的线路保护也需要采用双重化的保护配置方案。所以,发变组一般设置有发电机差动保护、主变差动保护和发变组差动保护等主保护,并实现双重化设置。线路保护一般配置两套独立的线路保护,分别设置全线速动的主保护和后备保护。根据各地运行习惯,两套保护有采用相同原理的,也有采用不同原理的。

设计中,工程技术人员一般采用如图 1的 CT引接方式。发变组保护和线路保护分别交叉引接 CT6和 CT5两组 CT,保护范围交叉,消除保护死区。(图 1中仅示意单套保护的情况,另一套保护类似。)

实际上,当如图 1中的 K1处发生短路故障时,发变组保护会迅速动作跳开断路器,切断发电机提供的短路电流。但对于线路保护而言,此处短路为主保护区外故障,线路保护的主保护不会动作,系统还会继续向 K1点提供短路电流。此时,只能通过线路后备保护延时跳开对侧断路器来切除故障电流。显然,继电保护所要求的"快速性"没有得到很好的实现,对设备的损伤较大。

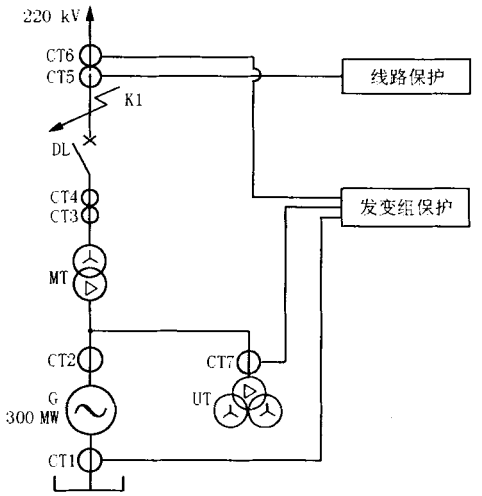

图 1 一般差动保护配置图

Fig 1 General configuration of differential protection

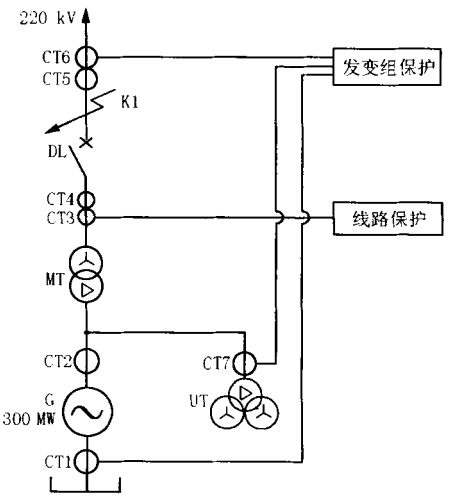

图 2 修改后差动保护配置图

Fig 2 Revised configuration of differential protection

在工程中可以采用图 2的接线方式来解决上述问题,即发变组保护和线路保护分别引接断路器两侧的 CT6、CT3,对于 K1的短路,各自的主保护能迅速动作,切除故障电流。当断路器采用罐式断路器时,CT6和 CT3采用断路器两侧的 CT;当断路器采用柱式断路器时,CT3可以采用主变套管 CT。

另外一种解决方法就是将 CT移到断路器靠近变压器的一侧。

1.2　后备保护的设置

1.2.1　对后备保护的要求

随着系统容量的不断增加和单台机组容量越来越大,发电机机端和升压变压器高压侧发生不对称短路故障时短路电流非常大,其中的负序电流分量会通过两倍频的旋转磁场在发电机的转子表层产生较大的电流,造成发电机转子表层发热。由于大型汽轮发电机转子表层发热允许的时间一般比较短,这就需要保护能在其允许的时间内切除故障。所以应提高发变组后备保护动作时间,以减轻损害。

再者,大型汽轮发电机轴向长度与直径之比明显加大、转轴刚度下降,在发生短路故障或系统振荡后,轴系扭振现象导致机组损伤的可能性加大,故从机械方面考虑,对后备保护完整性和快速性也有很高的要求。

另外,因为线路保护均按双重化配置,所以一般不要求发变组装设相邻线路的后备保护。

1.2.2　后备保护的配置

在工程中,一般配置如下后备保护:

1)反映定子绕组故障的保护,如接地保护、匝间保护、过电压、过负荷等。

2)反映定子铁芯过激磁的发电机过激磁保护。

3)反映转子表层 (负序)过负荷的不对称过负荷。

4)反映励磁系统故障的保护,如励磁绕组过负荷、转子一点、两点接地、失磁保护等。

5)反映发电机异常运行的保护,如逆功率、低频、失步等保护。

6)对发电机外部相间短路故障和作为主保护的后备,还设置阻抗保护或复合电压过电流保护,或者记忆过流等保护。

定子绕组过负荷、转子表层 (负序)过负荷、励磁绕组过负荷等三套过负荷保护都有定时限和反时限两部分,在灵敏度和延时方面,都不与其他短路保护配合,以发电机的发热状况作为其整定的唯一根据,保障机组在各种异常运行情况下的安全。

1.2.3　主变零序保护的配置

220 kV电网为中性点直接接地系统,由于厂内没有配电装置,无法通过控制厂内的几台主变压器接地方式来实现系统零序电流分布的稳定。所以主变压器的投入与退出都影响系统的零序电流分布。

主变压器的零序保护配置方案一般为:当主变中性点直接接地时,设置有零序电流保护 (二段 4时限);当主变中性点不接地时,设置有零序过电压和间隙零序过流共同组成的零序电流电压保护,这两种保护可根据运行方式的不同,进行切换。

2　重合闸的探讨

2.1　断路器选型

在非全相运行的情况下,发电机中将流过负序电流,如果靠反映负序电流的反时限保护动作来切除故障,则由于动作时间较长,会考验发电机承受负序过负荷能力,所以对于非全相运行需装设非全相保护。

根据二十五项反措要求,在发变组的断路器出现非全相运行时,首先应采取发电机降出力措施,然后由经快速返回的“负序或零序电流元件”闭锁的“断路器非全相判别元件”,以独立的时间元件为第一时限,启动独立的跳闸回路重跳本断路器一次,并发出“断路器三相位置不一致”的动作信号。若此时断路器的故障仍然存在,还需要采取解除断路器失灵保护的复合电压闭锁,同时经判据判断后启动失灵保护,跳相关的断路器。可见非全相保护判据较多,时限配合复杂。

运行经验表明:220 kV电压等级的分相操作的断路器发生非全相运行的情况是比较多见的。所以为减少非全相运行的几率,发变组 220 kV断路器一般采用三相机械联动或三相电气联动形式。

2.2　重合闸

由于架空线路绝大多数的故障都是瞬时的,主要是由雷电等所引起的闪络,所以线路一般采用自动重合闸,可以提高供电的安全性,减少停电损失。在发变线组的接线方式下,断路器重合于三相故障,特别是重合于机组近区的三相或两相接地故障时,可能引起机组重大的轴疲劳损伤,因此在这种情况下,不能采用三相重合闸。再者,由于发变组断路器采用三相机械联动或三相电气联动的形式,不适合单相重合闸。

实际上,当线路发生区内故障,保护动作跳开断路器,此时断路器跳闸后会联动热工保护,执行甩负

荷、关主汽门等操作;但由于热工执行机构的动作时间一般大于电气设备的动作时间,显然在执行机构动作过程中进行重合闸操作会对机组运行造成影响。

所以,对于发变线组接线方式,线路不适合应用自动重合闸。

3 断路器失灵保护和远跳实现

3.1 线路侧失灵保护原理

断路器失灵定义为被保护设备发生故障时,当保护发出跳闸命令后,而断路器由于机械方面的原因不能跳闸。线路发生故障而断路器又失灵时,断路器失灵保护无时限重跳本断路器,同时通过线路保护发停信信号到线路对侧,对侧保护接收到停信信号而又判断正方向有故障,则跳开对侧断路器。

可见线路侧断路器失灵保护有以下特点:

1)系统发生了故障,断路器失灵保护相电流判别元件启动。

2)保护已经动作,但瞬时复归的出口继电器动作不返回。

3)线路对侧断路器的跳闸依赖于线路保护的停信指令和就地的故障判据。

3.2 发变组的断路器失灵保护

考虑到发电机故障时,发电机保护可能延时返回,为了提高安全性,断路器失灵保护的判别元件采用双重化构成方式。失灵保护一般采用以下措施:

1)采用"零序或负序电流"动作,配合"保护动作"和"断路器合闸位置"3个条件组成的与逻辑,经第一时限去解除断路器失灵保护的复合电压闭锁回路。

2)同时再采用"相电流"、"零序或负序电流"动作、配合"断路器合闸位置"两个条件组成的与逻辑经第二时限去启动断路器失灵保护。

3.3 远跳回路

在发变线组接线方式下,断路器失灵保护出口单独设置。如上所述线路起动失灵保护的判据与发变组起动失灵保护的判据不相同,工程实际中可以将各自的判据分别设置在线路保护和发变组保护中。

长期以来我国电网中通信通道质量不良,容易误发信号,故远方跳闸接收端必须加就地故障判据,造成发变组故障起动失灵保护跳闸无法通过线路保护停信手段实现远跳。而现阶段线路保护大量采用双重化的光纤通道,通道质量很高,可以在与当地调度部门达成共识的情况下取消就地的故障判据,实现发变组保护起动失灵后的远跳功能。

4 总结

综上所述,发电机变压器线路组的接线方式下,发变组保护的配置以及重合闸的取舍、失灵保护的实现等方面都有自己的特点,工程实际中应认真对待,力求达到最优化配置方案。

参考文献:

[1] 国电调[2002]138号,防止电力生产重大事故的二十五项重点要求继电保护实施细则[S].
State Grid Corporation of China, 2002. No. 138, Detailed Rules for Protection Implementation, 25 Key Requirement to Prevent Serious Accident of Power Production[S].

[2] GB14285-93, 继电保护和安全自动装置技术规程[S].
GB14285-93, Technical Code for Relay Protection, Security and Automatic Equipment[S].

[3] 王维俭, 候炳蕴. 大型机组继电保护理论基础[M].北京:水利电力出版社, 1989.
WANG Wei-jian, HOU Bing-yun. Principle of Relay Protection for Large Generator and Transformer[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1989.

收稿日期: 2004-11-15; **修回日期**: 2005-02-11

作者简介:

刘 文(1971-),男,高级工程师,从事发电厂及变电站电气部分的设计及研究工作。E-mail: liuwen@csepdi.com

Configuration features of protection for generator-transformer-line band

LIU Wen

(Central Southern China Electric Power Design Institute, Wuhan 430071, China)

Abstract: The selection and application of main protection and backup protection for generator-transformer-line band are introduced. The characteristics of reclosing and circuit breaker failure should be paid attention in the process of project design. The experience is to be shared in similar projects.

Key words: generator-transformer-line band; main protection; backup protection; reclosing; circuit breaker failure