

# 消除变压器盲区故障的继电保护方法

吴宏斌, 何云良

(金华电业局, 浙江 金华 321017)

**摘要:** 由于差动保护和后备保护的局限性, 变压器中、低侧断路器和电流互感器之间发生故障时保护可能发生拒动的情况, 给变压器和电网运行带来严重后果。为此在原有运行继电保护设备的基础上考虑增加一种以中、低侧断路器位置为辅助判据, 通过保护内部逻辑判据和更改相应的外部接线来消除此处故障的继电保护方法。根据理论判断和现场模拟, 该方法满足运行要求, 达到设计目的。

**关键词:** 变压器; 盲区故障; 逻辑程序; 辅助判据; 保护方法

## Methods of relay protection on eliminating blind fault of transformer

WU Hong-bin, HE Yun-liang

(Jinhua Electric Power Bureau, Jinhua 321017, China)

**Abstract:** Transformers are expensive and extensively used in power system, which has a bearing on steady movement of power net. Because of the limitations of the protection, relay protection may mal-operate when takes place faults between main transformer' middle-side or low-side circuit-breaker and current transformer. This situation will do harm to transformers and power net, so the paper discusses a method of relay protection which takes the site of the middle-side or low-side circuit-breaker as auxiliary judgement, increases judgement inside the protection and alters corresponding outside wiring to eliminate the blind faults. According to theoretical judgement and on-the-spot imitation, this method meets the need of movement.

**Key words:** transformer; blind faults; logic program; auxiliary criteria; method of relay protection

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)01-0125-04

## 0 引言

作为电力系统中大量使用的关键设备, 电力变压器运行的可靠性是整个电力系统安全运行的重要保证。如果变压器发生故障时, 保护装置拒动或者不能在要求时间内快速动作, 可能造成变压器不同程度的损坏, 甚至烧毁。针对变压器出现的的大部分故障类型, 目前都有较完善的保护措施。但在一些特殊运行方式中, 由于保护原理的局限性, 导致互感器和断路器之间的故障不能得到及时消除, 给变压器的正常运行带来较大的危害。因此针对电网中某些运行方式下出现保护盲区的情况进行分析, 得出系统电压无法满足保护动作的要求是出现保护盲区的关键原因。为此思考利用低压开关位置作为辅助判据的方法, 在适当改变外部接线的情况下, 用以消除故障盲区。

## 1 变压器电气量保护的配置情况

根据《继电保护和安全自动装置技术规程》(DL400-91)要求, 变压器除装设必须的气体 and 差动保护外, 对由外部相间短路引起的变压器过电流, 应按规定装设复合序电压闭锁的过流保护作为后备保护, 并与差动保护范围有一个重叠区, 保护动作后, 带时限动作于跳闸。变压器电气量保护配置见图1。

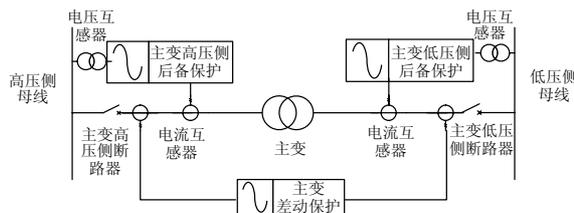


图1 变压器电气量保护配置图

Fig.1 Protection system of transformer's electric capacity

由于主变阻抗较大，在主变低压侧故障时，高压侧电压往往变化较少，导致不能有效开放电压闭锁功能，为保证故障时的动作灵敏度，在实际应用中采用高、低压侧复合序电压并联开放的方法，来保证低压侧故障时能可靠动作，即同时采用高、低压侧的电压，任何一侧复合序电压动作都能开放闭锁回路。其高压侧保护原理如图 2 所示。

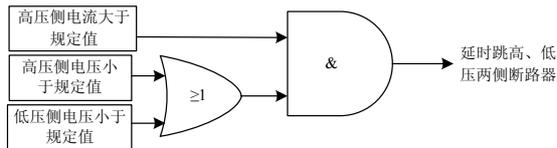


图 2 变压器高压侧后备保护逻辑图

Fig.2 Backup protection of transformer's high-side

低压侧保护原理如图 3 所示。

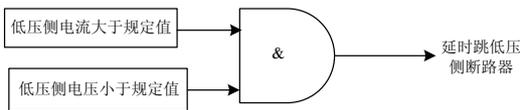


图 3 变压器低压侧后备保护逻辑图

Fig.3 Backup protection of transformer's low-side

差动保护的保护范围是差动二次电流回路互感器之间的所有设备，当其内部发生故障时瞬时跳开主变高、低压侧断路器。高、低压侧后备保护为差动保护的后备和母线故障的保护，为保证选择性，动作后延时跳开相应的断路器。当主变投产或检修复役时，为快速切除主变故障，按照运行操作的规定，必须投上主变差动保护和高、低压侧后备保护压板，将其投入运行。

## 2 主变保护盲区故障的产生

### 2.1 变压器操作过程中出现的盲区故障

变压器检修复役的操作过程是在低压侧断路器断开的基础上，合上高压侧断路器冲击主变，当主变冲击正常后合上低压侧断路器送出负荷。如果冲击主变时，低压侧断路器和电流互感器之间发生短路故障（如地刀没有拉开，检修工具遗漏等），差动保护将无法动作，而高压侧后备保护所取的高压侧母线电压由于主变阻抗较大无法动作开放，低压侧母线由于电压正常也不能通过并联启动回路开放高压侧过流保护，将导致其不能快速的切除故障，引起主变烧毁损坏。此处即为主变保护的盲区，如图 4 所示。

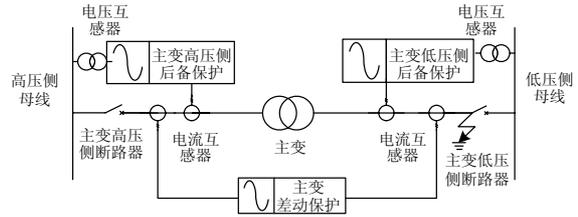


图 4 变压器低压侧开关和电流互感器之间故障示意图

Fig.4 Fault between transformer's low-side circuit-breaker and current transformer

### 2.2 变压器运行过程中出现的盲区故障

在变压器运行过程中，如低压侧断路器和电流互感器之间发生故障，变压器低压侧保护将在低压侧母线电压降低和电流增大的情况下以较短时延动作跳开主变低压侧断路器，使得低压侧母线电压恢复正常。但此时故障点并没有隔离，短路电流由高压侧母线通过主变继续输送到故障点，虽然高压侧故障电流较大，但高压侧电压由于主变阻抗较大而无法可靠动作开放，同样导致其不能快速的切除故障，造成保护盲区。

## 3 消除主变盲区故障的继电保护方法

从主变保护的构成和盲区产生的原因可以知道，主变阻抗较大导致高压侧复合序电压无法可靠动作是导致其产生的主要原因，因此需要针对这种故障发生时的特点进行逻辑补充和完善。从两种盲区产生时低压侧断路器均在断开位置的情况，可以考虑利用这个特点来开放复合序电压的闭锁功能。

### 3.1 高压侧后备保护动作逻辑改进方法

在两圈变压器主变高压后备保护中，增加一与门电路，其动作逻辑为：当低压侧断路器断开，并且高压侧电流大于规定值时，按规定时间跳高压侧断路器，其逻辑电路如图 5 所示。

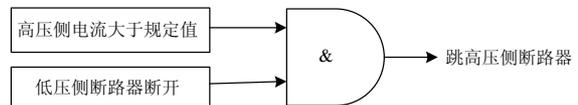


图 5 两圈变压器高压侧后备保护增加逻辑

Fig.5 Backup protection increase logic of two-ring transformer's high-side

在三圈变压器主变高压后备保护中，设置一与或门电路，其动作逻辑为：当低压侧断路器或中压侧断路器断开，并且高压侧电流大于规定值时，按规定时间跳高、中、低压三侧断路器。其中压侧故障故障示意如图 6 所示，逻辑电路如图 7 所示。

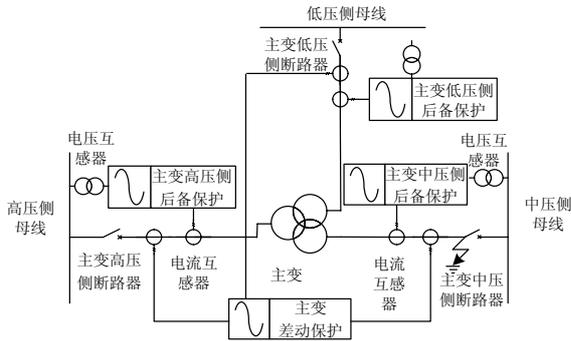


图 6 三圈变压器中压侧断路和电流互感器之间故障示意图  
Fig.6 Fault between three-ring transformer's middle-side circuit-breaker and current transformer

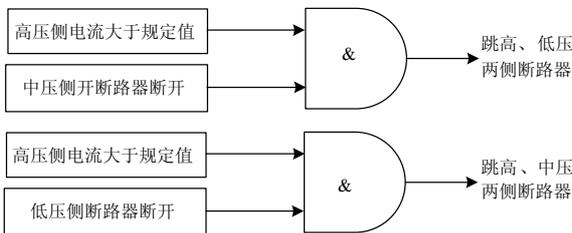


图 7 三圈变压器高压侧后备保护增加逻辑  
Fig.7 Backup protection increase logic of three-ring transformer's high-side

3.2 中低压侧后备保护动作逻辑改进方法

在两圈变压器主变低压后备保护中, 设置一与门电路, 其动作逻辑为: 当低压侧断路器断开, 并且低压侧电流大于规定值时, 按规定时间跳高压侧断路器。逻辑电路如图 8 所示。

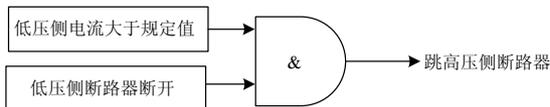


图 8 两圈变压器低压侧后备保护增加逻辑

Fig.8 Backup protection increase logic of two-ring transformer's low-side

在三圈变压器主变中(低)压后备保护中, 设置有一与门电路, 其动作逻辑为: 当中(低)压侧断路器断开, 并且中(低)压侧电流大于规定值时, 按规定时间跳高、中(低)压侧断路器。逻辑电路如图 9 所示。

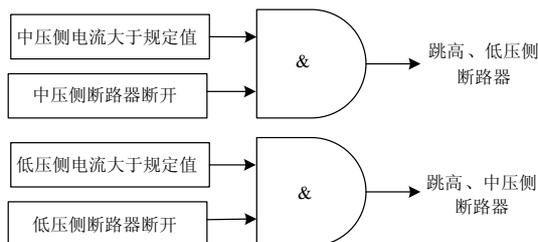


图 9 三圈变压器中、低压侧后备保护增加逻辑  
Fig.9 Backup protection increase logic of three-ring transformer's middle-side or low-side

上述两种方法利用中、低压侧断路器位置和相应侧电流的大小能够有效的判别中、低压断路器和电流互感器之间的故障, 避免发生因此处短路故障而导致主变损坏的情况。

4 保护装置外部接线的配合改动和应用

对于实际装置而言, 为了达到上述目的, 还需要进行必要的开入量配置定义和增加相应的外部接线。现以南瑞继保公司的 110 kV 变压器高后备保护 RCS-9681 和低后备保护 RCS-9682 为例, 进行解释和说明。

4.1 配合高压侧后备保护动作逻辑的接线图

此方法对主变保护和操作回路的相关硬件不需做任何改动, 增加的部分是将低压侧断路器的一副备用跳闸位置触点引入高压侧后备保护的一组备用断路器量输入回路中, 并在高压侧后备保护中定义此端子的输入量为低压侧断路器位置, 以供增加的逻辑使用。

在更改完主变高压侧后备保护逻辑和相应的接线后, 首先检查高压侧后备保护内的低压侧断路器位置开入量是否正确; 其次在两侧电压均正常, 高压侧电流量大于整定值的情况测试回路和逻辑的正确性。

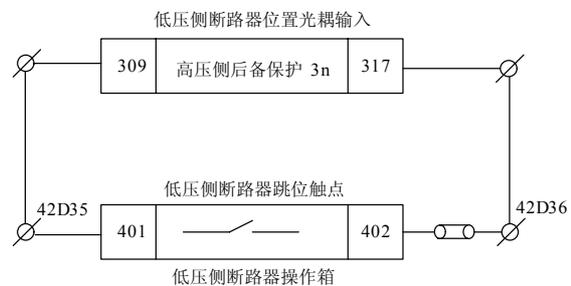


图 10 低压侧断路器位置输入高压侧保护触点联系图  
Fig.10 Site of low-side circuit-breaker imports junction of high-side's protection

4.2 配合低压侧后备保护动作逻辑的接线图

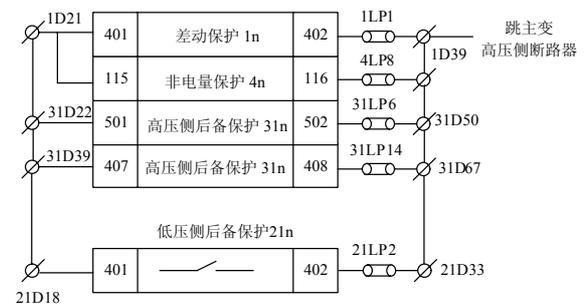


图 11 低压侧后备保护出口跳高压侧开关触点  
Fig.11 Exit of low-side's backup protection trip-outs the junction of high-side circuit-breaker

由于内部逻辑已经更改完毕，低压后备保护的电流量输入和断路器位置输入回路已经具备，所以在此仅需将低压盲区保护动作触点通过外部接线引到跳高压侧断路器的回路中。由于盲区保护不同于一般的低压后备保护，所以如果故障点不在盲区，即动作逻辑是由复合电压回路开放，则此回路不会导通，因此在试验中应将两者区分清楚，以免出现误跳的情况。

#### 4.3 实际应用中需要考虑的问题和应对措施

在实际应用中，由于运行方式的不同，会引起保护装置的误判断，为此需要实施针对性的措施。

在两圈变中，当低压侧开关断路器处冷备用或检修，而高压侧断路器和主变运行时，为防止低压侧断路器位置变化引起高压侧保护频繁启动，应设置一块低压侧断路器位置输入压板(如图 10 所示)，在此时应断开以避免干扰。当低压侧开关热备用和运行后则要及时放上此压板。

在三圈变中，除了有两圈变同样的问题外，还需要考虑高、中(低)压侧断路器运行而低(中)压侧断路器热备用的情况下，可能会发生中(低)压侧线路短路引起高压侧保护过流启动，在低(中)压侧断路器断开位置下动作跳开高、中(低)压侧断路器的情况，因此需要注意动作时限的配合。对三圈变建议采用改变中(低)压侧保护逻辑和接线的方法，以避免出现这种情况。

(上接第 114 页 continued from page 114)  
及无功功率减少(或增加)的现象。现场试验时，确认退出AGC及其它对机组出力的自动调整，采取可靠手段改变原动机出力，变化量可选10%  $P_N$ ，变化速率按照设定的正常调节最大速率，记录并观察有PSS情况下机端电压、有功功率及无功功率的波动情况，波动范围应在允许范围内。

试验中机组带 80%  $P_N$ ，少量无功，在 PSS 投入的情况下，电厂正常运行情况下最速度的先增加有功功率至 90%  $P_N$ ，然后再以同样的速度将减少有功功率至 80%  $P_N$ ，同时，录取发电机有功无功波形，发现发电机机端电压、无功功率无明显波动，说明 PSS 无“反调”现象。

#### 4 结语

本文介绍的汽轮发电机组自并励励磁系统 PSS 投运现场试验的顺利完成及明显的阻尼振荡的效果，表明了 PCS-9410 励磁调节器 PSS2A 模型及参数整定的合理性，该模型已先后在多台机组上应用，效果良好，参数整定方便，试验流程简单清晰，具

#### 5 结语

多年来，主变的运行安全一直受到高度的重视，许多专家和专业人员对主变内部故障机理进行了多方面、多层次的研究。但主变的外部故障同样会带来较大的损害，因此需要考虑在各种运行条件下故障的可能性和保护的動作情况，发现可能存在的问题，并及时的处理和解决。

#### 参考文献

- [1] 电力系统继电保护典型故障分析 / 国家电力调度中心 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.  
State Electric Power Dispatching Center. Tapical Fault Analysis of the Relay Protection in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.
- [2] 王世阁, 钟洪壁. 电力变压器故障分析与技术改进[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.  
WANG Shi-ge, ZHONG Hong-bi. Fault Analysis and Tecnological Improvement of Power Transformer[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.

收稿日期: 2009-01-12; 修回日期: 2009-03-04

#### 作者简介:

吴宏斌(1976-), 男, 本科, 工程师, 从事继电保护技术监督、检修维护和整定计算工作; E-mail: jhepw@163.com

何云良(1964-), 男, 硕士、高级工程师, 从事电力系统管理和电网分析工作。

有较强适应性和通用性，对各类机组 PSS 的参数整定起到了很好的借鉴作用。

#### 参考文献

- [1] 刘取. 电力系统稳定性及发电机励磁控制 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [2] 竺士章. 发电机励磁系统试验 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [3] DL/T650—1998, 大型汽轮发电机自并励静止励磁系统技术条件[S].
- [4] 陈新琪, 郑翔, 徐波. 嘉兴电厂600MW机组励磁系统模型参数校核和PSS整定试验分析 [J]. 中国电力, 2007, 40(8):15-19.  
CHEN Xin-qi, ZHENG Xiang, XU Bo. Parameter Verifying of Mathematical Model for 600 MW Generator Excitation System in Jiaying Power Plant and Parameter Setting and Analysis of Its PSS[J]. Electric Power, 2007, 40(8):15-19.

收稿日期: 2009-01-15; 修回日期: 2009-03-02

#### 作者简介:

杨立环(1977-), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为发电机励磁系统研究和试验. E-mail: yanglh@nari-relays.com