

# 220 kV 变电站主变后备保护与 10 kV 侧出线保护 配合问题的探讨

赵敏<sup>1</sup>, 王素华<sup>2</sup>

(1. 辽宁省沈阳职业技术学院, 辽宁 沈阳 110045; 2. 河南省电力公司商丘供电公司, 河南 商丘 476000)

**摘要:** 随着 220 kV 变电站的主变压器容量越来越大, 保证供电可靠性和设备的安全, 是继电保护的重要任务。10 kV 系统电压低, 线路保护配置简单, 但是整定配合难度却很大。结合实践经验, 针对出线保护与主变后备保护配合上存在的问题及特点, 从主变压器后备保护整定方案入手, 探讨整定参数的选择, 提出了解决问题的方案和实验数据, 供同行参考。

**关键词:** 后备保护; 整定; 方案; 新思路

## Discussion on coordination of 220 kV substation main transformer back-up protection and the protection of 10 kV side

ZHAO Min<sup>1</sup>, WANG Su-hua<sup>2</sup>

(1. Liaoning Shenyang Vocational and Technical Institute, Shenyang110045, China; 2. Shangqiu Electric Power Company, Shangqiu476000, China)

**Abstract:** With the 220kV substation main transformer capacity becoming more and more large, it is an important task to ensure supply reliability and equipment safety of relay protection. 10kV system voltage is low, line protection configuration easy, but the setting difficulty is great. Combined with practical experience, this paper introduces the coordination of protection and main transformer backup protection. It studies the main transformer protection setting program and puts forward solutions to the problem for peer reference.

**Key words:** back-up protection; program setting; scheme; new ideas

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)07-0095-03

## 0 引言

220 kV 变电站的主变压器是电网中的主要元件之一, 也是局部保证供电可靠性的重要设备。近年来随着城市的快速发展, 供电网络结构趋向复杂, 一些 220 kV 变电站的主变压器越来越多地承担起城郊或城区的部分供电任务。由于 10 kV 线路故障机率比较高, 如果故障线路自身的保护装置或断路器拒动, 可能引发主变跳闸或故障, 从而造成大面积停电或主变损坏。本文针对一些 10 kV 线路过长, 末端故障时短路电流小, 变压器的高、低压侧复压过流保护可能因为电压值设置灵敏度不够, 闭锁无法解除, 导致不能及时切除故障点, 危及主变压器和系统运行安全等问题展开讨论, 着重就相间故障时主变和 10 kV 线路的保护整定配合问题, 提出了一些解决措施, 供大家参考。

## 1 变压器相间后备保护概况

### 1.1 变压器保护的基本配置原则

为了反映变压器外部故障引起的过电流, 以及作为变压器内部短路的后备, 变压器均应装设电流保护作为后备。根据变压器容量大小及短路电流水平, 考虑到保护灵敏度的要求, 变压器相间短路的后备保护一般设置为复合电压闭锁过流保护(I段、II段可带方向, III段无方向)、变压器过负荷保护、变压器零序保护、间隙保护等几方面功能。

### 1.2 复压闭锁过流的配置和整定原则

复合电压闭锁元件是利用正序低电压和负序过电压反映系统故障, 是防止保护误动作的对称序电压测量元件。主变过电流保护作为反映变压器外部故障而引起的变压器绕组过电流或变压器内部故障时差动保护和瓦斯保护的后备。为提高过电流保护的灵敏度, 尽可能地降低启动电流, 主变多采用经复合电压闭锁的过电流保护, 以区分各种原因引起的过负荷而便于整定低值。低电压整定值一般应小

于正常运行情况下母线上可能出现的最低工作电压,根据《电力系统继电保护规程汇编》(第二版),通常整定为0.6~0.7倍母线额定运行电压值。复合电压中的负序电压,是为了利用不对称故障时负序电压的出现提高电压闭锁的灵敏度。负序电压元件的启动电压按躲过正常运行方式下可能出现的最大不平衡电压来整定,根据运行经验,一般取为4~8 V(额定值为100 V)。

## 2 220 kV 变电站低压侧及 10 kV 出线保护配置问题探讨

### 2.1 220 kV 站低压侧及出线保护配置现存问题

220 kV变电站都接在地区电网的主网架中,系统阻抗比较小,低压侧出口或母线三相故障,短路电流会特别大,有的可达到40kA甚至更多。为适应开关和母线的承受能力,特别是防止变压器绕组在故障时电流过大而变形,多在主变和10 kV母线间装有限流电抗器。这种设计增加了220 kV和110 kV侧母线与10 kV母线间的阻抗,造成低压母线故障时高中压侧的电压变化不大,致使上一级过流保护的复压灵敏度不够,低压侧一旦拒动主变将失去后备保护功能。为解决这个矛盾,目前典型设计均采用主变三侧复压闭锁元件并联运行的方式。

### 2.2 220 kV 变电站 10 kV 出线保护的常规整定

出线保护配置目前一般按三段式电流保护设置:

过流 I 段,即速动保护,整定原则按大方式下躲开线路最短分支末最大短路电流,校验时只要满足在常见的大方式下,被保护线路出口故障灵敏系数不小于1即可投运。

过流 II 段是限时速断保护,应按与用户第一高压开关速动保护配合整定。整定值则要对本线全长有规定的灵敏度外(近后备50 km以下  $\geq 1.5$ ,二级后备  $\geq 1.2$ ),还要考虑与下级电流保护和电压保护相配合。尤其保护未配置方向元件又用在双电源的线路上,须与两侧线路保护配合。

过流 III 段,也就是过流保护,作为线路保护的最后一道门槛,除要有规定的足够的灵敏度外,还要考虑躲最大负荷电流整定,在受线路输送能力限制时,也可按输电线路所允许的最大安全电流整定,同时还要兼顾保护CT,电缆等的承载能力,时限按与下级第一开关保护最长允许时间配合整定,一般不超过1.5 s,同时也方便配电柱上开关的配合。

### 2.3 变压器低后备保护与 10 kV 出线保护配合解决对策

220 kV变电站10 kV出线中线路长、负荷重的线

路末端故障时,线路首端所在母线电压可能达不到复压整定值。现设复压闭锁的定值低压为70 V,负序电压为6.5 V,并以10 kV出线为LGJ-240导线的实例计算证明。近年来城网改造虽然将市区的10 kV出线多数更换为架空绝缘线,但对广大农网线路,多数还是钢芯铝绞线。首先计算该线路距离10 kV母线何处故障,电压可以达到设定的复压整定值而致保护开放。

一般情况下,10 kV按三角排列的LGJ-240导线,线间距离0.7 m,每公里的正序阻抗为:

$Z_0=0.132+ j0.357=0.381 \Omega/\text{km}$ ,同时,可得每公里的标么阻抗值为:

$$Z_0^*=0.381 \times 100/10.52=0.3455 \quad (1)$$

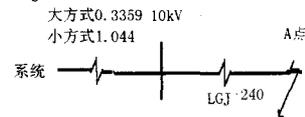


图1 系统接线图

Fig.1 Diagram of power system

图1是一个简化的系统,由系统和主变的阻抗构成系统等值阻抗,10 kV母线到线路故障点A点所形成的为线路阻抗 $X^*$ 。不考虑系统阻抗及线路阻抗的相角差,若上图中A点在最大方式下发生三相短路,则10 kV母线处二次电压若要降到70V以下(额定值为100 V)时,则下列比例式成立:

$$\frac{X^*}{0.3359 + X^*} \leq \frac{70}{100} \quad (2)$$

式中: $X^*$ 为要求解的10 kV线路的标么阻抗值,这样可以得出 $X^*=0.784$ ,由此可以计算出线路可能启动低电压闭锁的短路点距离母线的距离最大值为:

$$0.784/0.3455=2.3 \text{ km} \quad (3)$$

也就是说,对于LGJ-240导线的线路,短路点距10 kV母线大于2.3 km时,母线的残压就会在70 V的整定值以上,低电压闭锁肯定不能开放。

复合电压闭锁中,负序电压也是可以解除闭锁的,所以,需要计算负序电压启动值对应的线路距离,下面我们仍然依照上面的例子计算线路何点故障时10 kV母线二次负序电压大于设定的负序电压。在不对称的两相短路时,设LGJ-240线路阻抗为 $X_2^*$ 的故障时,母线的负压可以达到整定值6.5 V。

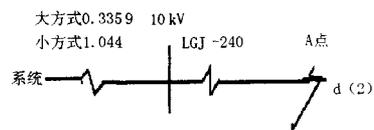


图2 系统接线图

Fig.2 Diagram of power system

两相短路时, 故障点的负序电压最高, 电源点的负序电压为0。

若A点在最大方式下发生两相短路, 则10 kV母线处二次负序电压若达到6.5 V(额定值为100 V)时, 则有这样的比例式:

$$\frac{0.3359}{0.3359 + X_2^*} \times 57.5 \geq \frac{6.5}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

这样可得  $X_2^* = 4.832$ , 并可以计算出线路可能

的短路点距离母线的最大距离为:

$$4.832/0.3455=13.98 \text{ km} \quad (5)$$

也就是说, 对于 LGJ-240 导线的线路来说短路点小于 13.98 km 后, 母线的负序电压就会在 6.5 V 的整定值以上, 主变的低压侧就会开放主变的过流保护; 超过 13.98 km 后, 负序电压有可能会低于整定值而闭锁主变过流。依照上述方法, 可以分别计算出常规 10 kV 线路故障时首端复压开放保护的最小长度如表 1。

表 1 常规 10 kV 线路故障距离参考表  
Fig.1 Traditional 10 kV line fault distance

| 线路型号    | 低压=70 V 时<br>线路长度/km | 负压=6.5 V 时<br>线路长度/km | 线路每公里阻抗值      |
|---------|----------------------|-----------------------|---------------|
| LGJ-240 | 2.3                  | 13.98                 | 0.132+ j0.357 |
| LGJ-185 | 2.15                 | 13.23                 | 0.17+ j0.365  |
| LGJ-150 | 2.02                 | 12.47                 | 0.21+ j0.372  |
| LGJ-120 | 1.85                 | 11.44                 | 0.27+ j0.379  |
| LGJ-95  | 1.74                 | 10.73                 | 0.33+ j0.371  |
| LGJ-70  | 1.46                 | 9                     | 0.45+ j0.382  |

### 3 结论

主变压器的复合电压闭锁元件由低压和负序电压构成或门, 从表1可以看出, 线径越小, 线路等效阻抗越大, 复压开放对应的线路距离越短, 保护范围越小。低压线路中两相短路的机率较多, 但又要兼顾三相短路, 这是低压线路保护整定配合的难点。在确保继电保护装置正确动作情况下, 要提高供电可靠性, 防止扩大停电范围, 宜采取以下措施:

(1) 220 kV 变电站主变低压侧无出线时, 往往不配置母联, 这时宜取消后备保护的复压闭锁, 可提高保护动作可靠性。但是低压侧复压值必须按规程整定, (取消低压侧复压闭锁通过本侧后备保护中的控制字来实现), 防止高中压侧复压取三侧复压并联时因低压侧复压定值不用(低压值取最大, 负压值取最小时)而导致高、中两侧的复压闭锁也起不到相应作用, 而使整个主变后备处于复压闭锁解除状态而导致保护误动。

(2) 主变低压侧有出线, 低压侧母联宜分段运行, 这样在降低短路电流的同时, 还可以考虑取消主变 10 kV 侧后备的复压闭锁, 以提高后备保护动作的可靠性。若母联开关运行且负荷不太重时, 仍然建议退出低压侧复压闭锁功能。必须使用主变 10 kV 侧复压闭锁时, 一定与线路保护相配合, 防止主变

后备保护拒动作。

(3) 与配电出线柱上开关定值配合时, 除按阶梯原则整定, 还要考虑线路参数, 正确选择第一柱上开关距离电源点的长度, 既保证了装置的动作可靠性, 还能起到快速切除故障点, 缩小停电范围, 保障主网安全稳定的效果。

(4) 可在低压侧装设备投装置, 除去主变后备保护动作作为闭锁备投的条件外, 其它原因引起的低压侧失压问题(如差动动作跳各侧后)也可以通过备投来保障供电可靠性。

### 参考文献

- [1] 电力系统继电保护规定汇编(第二版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [2] 继电保护和自动装置技术规程[M]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [3] 继电保护和自动装置技术规程[S].
- [4] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996.

收稿日期: 2008-11-11; 修回日期: 2008-12-30  
作者简介:

赵敏(1966-), 女, 副教授, 主要从事电力系统自动化教学及研究工作; E-mail: sy-zm001@163.com

王素华(1971-), 女, 技师, 继电保护专责。