

# 110 kV 变电所单母线分段接线保护闭锁备自投分析

刘丛洲, 黄治, 汤大海, 施伟成, 杨静  
(镇江供电公司, 江苏镇江 212001)

**摘要:**江苏电网 110 kV 变电所 110 kV 侧采用单母线分段接线方式时,均采用设置 110 kV 电源进线线路保护作为闭锁 110 kV 备自投,且采用母线指向线路的典型设计。分析了这种设计存在 110 kV 母线相间故障时该保护无法动作闭锁备自投的问题,提出了改变 110 kV 电源进线线路保护的方向指向即由线路指向母线,或增设 110 kV 母线差动保护来改善保护闭锁 110 kV 备自投的配合性能。

**关键词:**变电所;单母线分段接线;保护闭锁备自投;母线保护

**中图分类号:** TM645

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-0665(2013)05-0049-03

目前,江苏省新投运的 110 kV 变电所 110 kV 侧多采用单母线分段接线方式,镇江供电公司新建的 12 座 110 kV 变电所 110 kV 侧也采用单母线分段接线方式。变电所 110 kV 每段母线有电源进线线路(简称进线线路)和负荷出线线路(简称出线线路)及 1~3 台变压器,两段母线分裂运行或两进线电源一主供一备供运行,采用 110 kV 备用电源自动投入装置(简称备自投)作为提高供电可靠性的措施<sup>[1-3]</sup>。变电所 110 kV 母线典型设计时没有配置专门的 110 kV 母线差动保护,110 kV 母线故障由上级电源侧线路保护来切除<sup>[4]</sup>;110 kV 变电所在进线线路和出线线路断路器均配置了线路保护,并且均采用距离保护的配置,保护方向采用母线指向线路的典型设计,希望用进线线路保护作为在 110 kV 母线故障时启动来闭锁 110 kV 备自投,防止备自投将运行设备误投入到运行设备上扩大事故<sup>[5]</sup>,但在实际运行中发现这种设计存在 110 kV 进线保护不能闭锁 110 kV 备自投问题。

## 1 进线保护配置及与备自投的配合

110 kV 变电所 110 kV 侧典型的单母线分段接线方式如图 1 所示。由于设计时 110 kV 母线没有配置专门的母线差动保护,110 kV 进线线路断路器和出线线路断路器配置了线路保护<sup>[1,2]</sup>,该保护由三段相间距离保护、三段接地距离保护、四段零序电流(方向)保护和三相一次重合闸组成。110 kV 主变压器保护配置了差动保护和各侧后备保护。

当 110 kV 母线故障时,为防止 110 kV 备自投动作,将正常运行的设备误投在故障设备上,保护闭锁 110 kV 备自投的任务由进线线路保护承担。

## 2 进线保护与备自投的配合

### 2.1 电压互感器(TV)断线过流保护原理

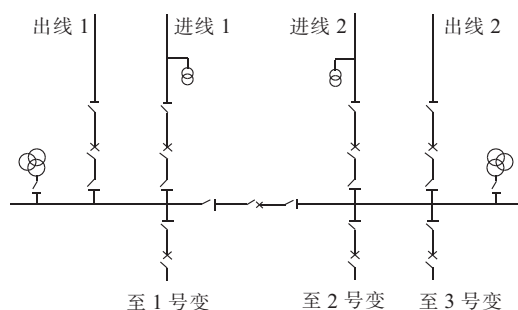


图 1 110 kV 变电所单母线分段接线

以许继电气股份有限公司生产的 WXH-811 线路保护为例,装置设有 2 种检测母线 TV 断线的判据,2 种判据都带有延时,且在线路正常运行、起动元件不起动的条件下投入;若起动元件已起动就不进行 TV 断线的检测,直到保护整组复归后重新投入。同时,TV 断线信号只在三相电压恢复正常延时 2 s 恢复正常。装置检测 TV 断线后发告警信号。

(1) 三相电压向量和大于 7 V,即自产零序电压大于 7 V,保护不启动,延时 1.0 s 发 TV 断线异常信号。

(2) 三相电压向量和小于 8 V,但正序电压小于 30 V,延时 1.0 s 发 TV 断线异常信号。

当检测 TV 断线后发告警信号后,退出相间距离保护、接地距离保护、零序方向电流 I、II 保护和控制要求退出的其他段零序方向电流保护,同时自动投入 TV 断线相过电流保护和 TV 断线零序电流保护。

### 2.2 进线保护的试验

由 TV 断线过流保护原理介绍可以看出,在 TV 正常情况下发生短路,该保护可能不会动作。为了验证这个假设,以 WXH-811B/G 装置和 PRS-711-D 装置对 TV 断线过流保护进行整组动作试验,验证 TV 断线过流保护出口动作情况。

(1) WXH-811B/G 装置。在 TV 断线情况下加 1.05 倍动作电流后 TV 断线过流一段动作,出口时间 127 ms。先加正常电压,加 1.05 倍动作电流后该保护不

动作。采用状态序列,从正常态到两相短路加 1.05 动作电流该保护也不动作。

(2) PRS-711-D 装置。在 TV 断线情况下加 1.05 倍动作电流后 TV 断线过流一段动作,出口时间 117 ms。先加正常电压,加 1.05 倍动作电流后该保护不动作。采用状态序列,从正常态到两相短路加 1.05 动作电流该保护也不动作。

### 2.3 保护闭锁备自投性能分析

从上述试验结果可见,当变电所发生 110 kV 母线相间故障时,110 kV 进线线路保护装置的 TV 断线过流保护不能动作,现运行单母线分段接线的变电所保护闭锁备自投方案存在安全隐患。

## 3 保护闭锁备自投的改进

将该保护的电流互感器的极性反过来接入保护装置,即把保护方向改为由线路指向母线,当 110 kV 母线相间故障时,相间距离 I 段保护就能够立即动作,从而可防止上述保护不能闭锁备自投、备自投将运行设备误投入到故障设备上的安全隐患。

### 3.1 进线保护的整定配合

在变电所 110 kV 母线相间故障时能够迅速动作闭锁备自投的保护是相间距离 I 段、接地距离 I 段和零序电流 I 段保护,因此进线保护的整定主要以这 3 个 I 段保护进行整定<sup>[2]</sup>。

(1) 距离 I 段保护。相间距离 I 段、接地距离 I 段保护按躲过变电所最大容量变压器中、低压侧母线故障整定:

$$Z_{zd} \leq K_k K_Z Z_B \quad (1)$$

式中: $Z_{zd}$  为 110 kV 线路距离保护相间距离 I 段保护整定值; $Z_B$  为最大容量 110 kV 变压器 110 kV 侧至中压侧或低压侧的正序等值电抗; $K_k$  可靠系数,取 0.7~0.8; $K_Z$  为 110 kV 主电源对其他电源的最小助增系数。

(2) 零序电流 I 段保护。110 kV 变压器中性点一般为不接地方式,采用经间隙接地方式。为防止零序电流 I 段保护电源线路发生接地故障,110 kV 变压器中性点间隙击穿时的误动作,可将零序方向元件启用;若 110 kV 变压器中性点为接地方式,则零序方向元件必须启用。零序电流 I 段保护整定策略为与上级电源侧线路保护零序电流 I 段或 II 段整定值配合整定:

$$I_{zd.0} \leq I_{zd.0}^1 / K_{ph} \quad (2)$$

式中: $I_{zd.0}$  为零序电流 I 段整定值; $I_{zd.0}^1$  为上级电源侧线路保护零序电流 I 段或 II 段整定值; $K_{ph}$  为配合系数,一般取 1.1~1.2。

### 3.2 进线保护与备自投配合分析

采用上述整定策略,在变电所 110 kV 母线相间故

障或接地故障时,均有保护可靠动作去闭锁 110 kV 备自投,防止了 110 kV 备自投误将运行设备误投入到运行上去;同时在变压器中、低侧故障时,该保护不会动作误闭锁备自投。在变压器高压侧故障时,虽然变压器差动保护动作切除了故障,但该保护仍存在会动作误闭锁备自投的问题。

### 3.3 进线保护闭锁备自投启用方向元件

采用进线保护作为闭锁备自投的保护时,还要注意将零序电流 I 段保护的方向元件启用。系统供 110 kV 石狮变的一次主接线如图 2 所示,供电方式为 220 kV 华阳变 110 kV 华狮 759 线供 110 kV 福地变 1 号变、并供 110 kV 石狮变全部负荷;220 kV 华阳变 110 kV 华福 753 线供 110 kV 福地变 2 号变、并作为石狮变的备电源;110 kV 石狮变一次方式为:759、753 开关运行(1 号变压器由 759 线供电),700 开关热备用,110 kV 备自投启用,投 700 开关。

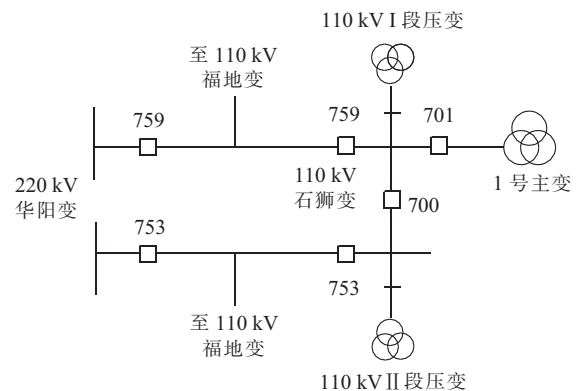


图 2 系统供 110 kV 石狮变的一次主接线

2012 年 5 月 12 日 22 时 02 分,一辆拖运施工机具的车辆超高碰触导线,导致华阳变华狮 759 线路 C 相永久性接地故障,华狮 759 开关距离 I 段、零序电流 I 段保护动作跳闸,重合不成。石狮变 110 kV 备自投拒动。现场检查发现,石狮变 1 号变压器中性点放电间隙有放电痕迹,1 号变压器中性点间隙在本事故击穿时提供了零序电流,使进线线路保护零序电流 I 段保护动作,误闭锁了备自投。

## 4 专用母线保护闭锁备自投方式

变电所 110 kV 母线上有 110 kV 出线线路时,当 110 kV 出线线路发生相间故障或接地故障时,变电所 110 kV 进线保护与出线保护会同时动作,无论是相间距离 I 段保护还是接地距离 I 段或是零序电流 I 段保护,均无法判断是该变电所 110 kV 母线发生了故障还是 110 kV 出线线路发生了故障,会误闭锁 110 kV 备自投,且上下级保护之间的配合无法协调,因此 110 kV 进线保护与 110 kV 备自投配合变得很困难。而 110 kV 母线差动保护有明确的保护范围,并能区分是

母线故障还是 110 kV 出线线路故障,是第一段母线故障还是第二段母线故障。因此,应配置 110 kV 母线差动保护,用跳第一段母线断路器的出口继电器代替进线 1 保护闭锁 110 kV 备自投,跳第二段母线断路器的出口继电器代替进线 2 保护闭锁 110 kV 备自投。

设置 110 kV 母线差动保护后,第一段母线故障时,母线差动保护的第一段母线小差动保护和总差动保护会动作,跳第一段母线上断路器的同时闭锁备自投;第二段母线故障同第一段母线故障。在 110 kV 出线线路上或变电所变压器高压侧故障或进线线路故障时,第一段或第二段母线小差动保护和总差动保护都不会动作去误闭锁备自投,从而使保护闭锁备自投的配合性能达到最佳。

## 5 结束语

当 110 kV 变电所采用单母线分段接线方式且任一段 110 kV 母线上有 110 kV 出线线路时,应优先装设 110 kV 母线差动保护作为闭锁 110 kV 备自投的措施,不仅增加了母线故障的保护,还可以使保护闭锁备自投的配合性能达到最佳。对于没有装设 110 kV 母线差动保护但 110 kV 母线上没有 110 kV 负荷线路时,可以采用电源进线线路保护作为闭锁 110 kV 备自投

的临时措施,但保护的方向应由线路指向母线,该方案已在镇江电网 12 座单母线分段接线的 110 kV 变电所得到实施,取得了良好的运行效果。

### 参考文献:

- [1] GB/T 14285—2006, 继电保护和安全自动装置技术规程[S].
- [2] DL/T584—2007, 3~110 kV 电网继电保护运行整定规程[S].
- [3] 吴金玉,高金伟,张 帅.常规备用电源自投装置适应双母线接线的措施[J].电力系统自动化,2012,36(05):112-115
- [4] 周洪益.地区电网单母分段接线变电站 110 kV 母线故障分析[J].今日科苑,2010(14):58.
- [5] 朱英杰,潘朝文.110 kV 变电站防误设计探讨[J].江苏电机工程,2011,30(4):39-41.

### 作者简介:

- 刘丛洲(1986),男,江苏镇江人,助理工程师,从事变电生产管理工  
作;  
黄 治(1978),男,江苏镇江人,工程师,从事电网调度运行管理工  
作;  
汤大海(1963),男,江苏镇江人,高级工程师,从事电网继电保护运  
行管理工作;  
施伟成(1966),男,江苏镇江人,高级工程师,从事电网调度运行工  
作;  
杨 静(1974),男,江苏镇江人,工程师,从事电网继电保护运行维  
护工作。

## Analysis on Blocking Automatic Switchover for Sectionalized Single-bus Protection in 110 kV Substation

LIU Cong-zhou, HUANG Zhi, TANG Da-hai, SHI Wei-cheng, YANG Jing  
(Zhengjiang Power Supply Company, Zhengjiang 212001, China)

**Abstract:** The inlet feeder protection is widely used to block automatic switchover in case of its mis-operation in the 110 kV substations with sectionalized single-bus configurations. However, the protection would act improperly to fail to block automatic switchover when a phase-to-phase fault occurs. To improve the cooperation of the protection and switchover, the method of changing protection's direction from line to bus is proposed. Also, the way of adding a bus differential protection to improve the cooperation is proposed.

**Key words:** 110 kV substations; automatic switchover with protective blocking; sectionalized single-bus configuration; bus protection

(上接第 48 页)

刘 剑(1983),男,江苏徐州人,工程师,从事风力发电控制技术  
研究工作;

潘 晨(1985),男,湖北宜昌人,工程师,从事风力发电控制技术  
研究工作。

## Design of Backup Power based on Super-capacitor for Pitch System

LU Bin, TIAN Wei, LIU Jian, PAN Chen  
(State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** This paper first introduces the operational principal of the backup power for pitch system. With considering the characteristics of low-temperature resistance and long service time, a super-capacitor based backup power for pitch system is designed and built. The testing results suggest that the proposed backup power is qualified for various operational conditions of pitch system. The proposed backup power can improve the poor low-temperature performance and prolong the service time of traditional lead-acid batteries. It will also reduce the maintenance cost and increase the profit of wind turbines.

**Key words:** super-capacitor; lead-acid battery; pitch system; backup power