

# 主变后备保护闭锁备自投装置的目的、意义分析

王同发

(连云港供电公司, 江苏 连云港 222004)

**摘 要:** 为了保证电力系统安全、稳定、连续运行, 不中断对用户的供电。在大多数变电站都配置备用电源自投装置, 当工作电源故障时, 自动将用电负荷切换到备用电源上。但是, 备自投装置动作时要保证不能投到故障设备上, 否则会造成故障范围扩大, 也可能由于对故障点再次送电, 引起设备损坏。本文依据变电站常用备自投装置的动作原理、动作过程, 详细分析主变后备保护闭锁备自投装置的目的和意义。

**关键词:** 备自投; 后备保护; 放电; 闭锁

## 0 引言

变电站采用备用电源自投装置后, 当工作电源因为故障失去后, 供电负载能自动切换到备用电源上, 使用户不中断供电, 提高供电可靠性和电力系统稳定性。但是, 如果是主变后备保护动作切除故障引起失电, 在一些情况下必须闭锁备自投装置, 否则备用电源将自投到故障设备上, 造成故障范围扩大, 甚至损坏设备。目前, 生产现场使用的备自投装置大多是一套设备中既能实现分段(桥)备自投, 也能实现主变(进线)备自投, 至于采用那种备自投方式, 由设备运行方式确定。主变后备保护动作后, 是闭锁一套装置中的所有备自投方式, 还是仅仅闭锁某一种备自投方式呢? 另外主变后备保护动作常常有三个动作时限, 第一时限跳母联(分段)开关, 第二时限跳本侧开关, 第三时限跳主变各侧开关, 究竟是主变后备保护动作就闭锁备自投还是其中的某一个动作时限需要闭锁备自投? 下面进行详细分析。

## 1 典型接线及备自投动作运行方式

### 1.1 主接线方式及备自投动作过程

下面以一个典型的变电站接线为例进行分析, 其他接线方式类似。变电站安装两台主变, 35kV 采用单母线分段接线, 两台主变配置双套的主后一体化保护装置, 主变主保护按常规配置, 35kV 后备保护有: 速断过流保护, 作为 35kV 母线和母线上出线保护 I 段的后备保护, 它有两个动作时限, 第一时限跳开 35kV 母联开关, 第二时限跳开相应主变

35kV 侧开关; 复合电压过流保护, 作为相应母线上出线的后备保护, 其保护范围为母线上最长线路末端, 设有三个动作时限, 第一也是跳 35kV 母联开关, 第二动作时限跳开对应主变低压侧开关, 第三时限跳开主变各侧开关。两套保护的动作时限都是第一时限最短, 第二时限长于第一时限, 第三时限最长。为了保证供电可靠性, 装设一套备用电源自投装置, 它能实现 1 号主变 301 开关备自投、2 号主变 302 开关、35kV 母联 310 开关备自投功能。变电站主接线如图 1 所示。

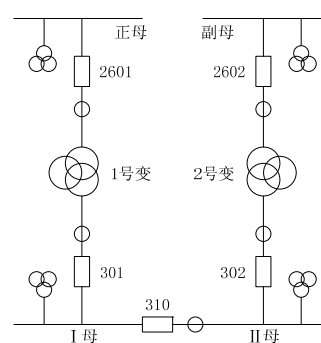


图 1 主接线示意图

当 1 号主变运行, 即 2601 开关、301 开关在合闸位置, 35kV 母联 310 开关也处于合闸位置, 2 号主变 2602 开关、302 开关处于热备用状态, 也就是将 1 号主变带 35kV I、II 母线上所有负荷, 2 号主变处于明备用状态, 启用 2 号主变备自投, 将这种运行方式称为备自投方式 1。

如果 2 号主变运行, 即 2602 开关、302 开关处于合闸位置, 35kV 母联 310 开关也在合闸位置, 1 号主变 2601 开关可以是热备用状态, 也可以是运行

状态,1 号主变低压侧 301 开关热备用,即 35kV I、II 母线上负荷都由 2 号主变带,1 号主变作为明备用,启用 1 号主变备自投,将这种运方称为备自投方式 2。

假如 1 号主变 2601 开关、301 开关都在运行状态,即 1 号主变带 35kV I 段母线运行;2 号主变 2602 开关、302 开关也都处于运行状态,也就是 2 号主变带 35kV II 段母线运行,35kV 母联 310 开关处于热备用状态,此时满足母联 310 开关备自投对运行方式的要求,经过延时备自投装置充电。母联备自投有两种动作过程,分别对应于备自投装置的方式 3 和方式 4。

1.2 备自投的放电（闭锁条件）

要保证备自投装置正确动作,达到预想的效果,当出现一些特殊的情况时需要对备自投装置进行放电,即闭锁备自投,闭锁备自投的条件有以下一些,这些条件是或门关系,只要其中一个条件满足备自投就放电。

- 1) 手动拉开运行状态的开关;
- 2) 手动合上热备用的自投开关;
- 3) 工作母线失压,但是又不满足自投动作的无流条件,延时闭锁备自投;
- 4) 备自投开关合闸弹簧未储能;
- 5) 备自投开关控制回路断线;
- 6) 备自投装置已经出口;
- 7) 作为备用的电源失压;
- 8) 2 号主变备自投有闭锁方式 1 开入;1 号主变备自投有闭锁方式 2 开入;母联 310 开关备自投有闭锁方式 3、闭锁方式 4 开入。

闭锁备自投的最后一个条件是本文要分析的重点,因为主变后备保护闭锁备自投装置是接到备自投装置的外部闭锁备自投端子上的。通常情况下一套备自投装置有四个外部闭锁开入端子:

- 1) 闭锁备自投开入端子,这一端子有开入信号时,一套备自投装置能实现的自投方式都被闭锁,即闭锁 1 号主变备自投、2 号主变备自投和母联 310 开关备自投。
- 2) 闭锁备自投方式 1 开入端子,该端子有开入信号时,只闭锁 2 号主变备自投,不闭锁 1 号主变和母联 310 开关备自投。
- 3) 闭锁备自投方式 2 开入端子,这一端子检测到输入信号后,仅仅闭锁 1 号主变备自投,不闭

锁 2 号主变和母联 310 开关备自投。

4) 闭锁备自投方式 3、方式 4 开入端子,如果这个端子存在输入信号,闭锁母联 310 开关备自投,不闭锁 1 号主变、2 号主变备自投装置。备自投装置外部闭锁开入端子功能如表 1 所示。

表 1 外部闭锁各开入端子功能

项目	母联备自投	1 号主变备自投	2 号主变备自投
闭锁备自投	闭锁	闭锁	闭锁
闭锁方式 1	不闭锁	不闭锁	闭锁
闭锁方式 2	不闭锁	闭锁	不闭锁
闭锁方式 3、4	闭锁	不闭锁	不闭锁

主变后备保护动作究竟是要接到一套备自投装置的外部四个闭锁端子的那一个?一个总的原则是保证备自投装置动作后,不会造成对故障点送电,当前现场运行人员只笼统知道主变后备保护动作需要闭锁备自投装置,至于说为什么需要闭锁,是应该闭锁母联自投,还是闭锁主变自投不是特别清楚。

2 主变 35kV 后备保护动作行为及闭锁备自投意义分析

2.1 单台主变带两段母线运行

以 1 号主变带 35kV I、II 母线运行为例,分析主变 35kV 侧后备保护动作行为,1 号主变运行带 35kV 母线所有负荷时,2 号主变 2602 开关、302 开关热备用,此时启用 2 号主变备自投,即备自投装置方式 1 充电条件满足,经过给定延时,备自投充电,具备动作条件。在这种运行方式下假如 35kV II 段母线上一条出线故障,该出线保护或开关拒动,另外一种情况是 35kV II 段母线故障,1 号主变 35kV 侧后备保护动作,动作后第一时限跳开母联 310 开关,310 开关跳开后,故障被切除,后果是 35kV II 段母线失电,I 段母线正常运行。备自投的方式 1 虽然充满电,但是不满足 35kV I、II 母线都失压,1 号主变 301 开关流变二次无流的动作条件,所以这种运方下,热备用主变一侧母线上出线故障其开关拒动或这侧母线主变,运行主变后备保护动作,跳母联开关时段,无需闭锁备自投装置。

1 号主变带 35kV I、II 母线负荷情况下,当故障点发生在 35kV I 母线上或者 I 段母线上出线故障,但是相应的开关拒动,此时 1 号主变后备保护动作,第一时限跳开母联 310 开关,可是因为故障在 I 段母线上,310 开关跳开后,故障点仍然存在,1 号主变后备保护的第三时限跳开 301 开关,故障

被切除。造成的后果是 35kV I、II 母线都失压，同时 1 号主变 301 开关流变二次无流，满足了 2 号主变备自投的动作条件，在 1 号主变后备保护动作的跳母联时限和跳本侧时限都不闭锁备自投的情况下，2 号主变备自投动作，合上 2 号主变 2602、302 开关，35kV II 段母线恢复运行，保住了其中一条母线。因此，这种故障情况下主变后备保护的跳母联时限、跳本侧开关时限都不应闭锁主变备自投。假如使用跳母联时限或者跳本侧时限闭锁主变备自投，发生运行主变一侧母线故障或出线故障，相应开关拒动，都将造成两段母线都失电，扩大停电范围。

单台主变带 35kV I、II 母线所有负荷，启动主变备自投，主变后备保护动作第一、第二动作时限都不闭锁备自投装置，通过分析有积极意义。但是，当热备用主变一侧母线故障，主变后备保护动作，第一时限跳母联开关，若母联开关拒动，则第二时限跳运行主变 35kV 侧开关，故障被切除，那么备自投满足运行电源无压、无流，备用电源有压的动作条件，备自投装置动作，备用电源投入到故障设备上，使系统再一次受到冲击。那么投入主变备自投时，运行主变后备保护动作究竟是闭锁主变备自投还是不闭锁？该如何取舍。第二动作时限闭锁，运行主变一侧母线故障或出线故障开关拒动，备自投将不动，停电范围扩大；不闭锁的话，热备用主变侧母线故障或出线故障，开关拒动，第一时限跳母联，母联开关跳不开，将自投到故障设备上，考虑到系统发生故障的同时，母联开关又拒动的概率很小，主变后备保护动作的第一、第二动作时限还是不闭锁主变自投。为了防止母联开关拒动，造成自投动作，投入故障设备，可以采用母联开关控制回路断线信号，闭锁主变备自投的方案，从而在一定程度上避免发生主变备自投动作于故障设备的情况。另外监控运行人员、现场运维人员，需要加强设备监视和现场检查，发现母联开关控制回路断线或其他异常，应立即采取相应措施。

2 号主变带 35kV I、II 段母线运行，1 号主变 2601、301 开关热备用。备自投装置方式 2 满足条件，经给定延时充电，采用上述同样方法分析，得出的结论和 1 号主变带 I、II 段母线时相同，这里不再赘述。

2.2 两台主变分别带一段母线运行

当运行方式为 1 号主变带 I 段母线运行，2 号

主变带 II 段母线运行，母联 310 开关热备用时，满足母联备自投对运行方式的要求，经过设定的延时，备自投方式 3、方式 4 充电。在这种运行方式下，假如发生 I 段母线上出线故障，对应开关拒动，或者故障点就在 I 段母线上，则 1 号主变后备保护动作，第一时限给母联 310 开关发跳闸命令，由于 310 开关本来就在分闸位置，后备保护的第二时限动作，跳开 1 号主变低压侧 301 开关，故障被成功切除，35kV I 段母线无压，1 号主变 301 开关流变二次无流，35kV II 段母线有压，满足了母联备自投方式 3 的动作条件，此时如果不给母联备自投开入外部闭锁信号，那么，母联 310 备自投动作，自投到故障设备，造成故障范围扩大。因此，这种方式下 1 号主变后备保护动作的第二时限在跳 301 开关的同时，给母联 310 开关备自投发一个外部闭锁信号，使得母联 310 开关备自投放电，避免备自投装置对故障设备送电。

还是两台主变各带一段母线，启用母联开关备自投的运行方式，如果 35kV II 段母线或者 II 段母线上出线故障，相应开关拒动，那么 2 号主变后备保护动作，第一个动作时限发令跳母联 310 开关，但是 310 开关本来就处于热备用状态，2 号主变后备保护的第二个动作时限发令跳 302 开关，302 开关跳开后，故障点被隔离，后果是 35kV II 段母线失电，2 号主变 302 开关流变二次无流，此时 35kV I 段母线有压，刚好满足母联 310 开关备自投动作条件，假如不给母联备自投发一个外部闭锁信号，备自投方式 4 动作，310 开关合闸，势必造成 1 号主变后备保护动作，再跳开 310 开关，使系统多经受一次故障电流冲击。因此，在 2 号主变后备保护给 302 开关发跳闸命令的同时，发一个闭锁信号，开入到母联自投的外部闭锁方式 3、方式 4 端子，使母联备自投放电，闭锁母联 310 开关备自投。

综合上述分析，主变后备保护闭锁备自投的结论如表 2 所示。

表 2 主变后备保护闭锁备自投情况

项目	闭锁方式 1	闭锁方式 2	闭锁方式 3、4
复压闭锁过流 T1	不闭锁	不闭锁	不闭锁
复压闭锁过流 T2	不闭锁	不闭锁	闭锁
复合闭锁过流 T3	不闭锁	不闭锁	不闭锁
速断 T1 时限	不闭锁	不闭锁	不闭锁
速断 T2 时限	不闭锁	不闭锁	闭锁
母联控制回路断线	闭锁	闭锁	

### 3 结论

主变后备保护动作,必须闭锁母联(分段)开关备自投,而不要闭锁主变备自投,以充分发挥备自投装置的功能。实现主变后备保护动作闭锁母联(分段)备自投的方法是:在主变后备保护动作跳本侧开关的时限,给一个闭锁信号,开入到备自投装置的闭锁方式 3、方式 4 的外部闭锁端子,主变后备保护发本侧开关命令的同时,备自投装置的方式 3、方式 4 放电,避免备自投动作于故障设备,特别注意不是开入到备自投装置的闭锁备自投端子,因为假如接到闭锁备自投端子,端子有开入时,四种备自投动作方式都被闭锁。为了防止主变备自投在母联(分段)开关拒动时,备自投对故障设备

送电,可以将母联(分段)开关控制回路断线信号开入到备自投装置的闭锁方式 1 和闭锁方式 2 的外部开入端子。文章以 35kV 系统作为研究对象,其结论对 110kV、10kV 系统同样适用。

#### 参考文献:

- [1] 江苏省电力公司.电力系统继电保护原理与实用技术[M].北京:中国电力出版社,2006.
- [2] 国家电网公司人力资源部.继电保护[M].北京:中国电力出版社,2010.

#### 作者简介:

王同发(1963-),男,江苏连云港人,工程师/高级技师,长期从事变电运行及生产现场技能培训工作。