

# 110kV 变电站备自投装置应用分析

倪靖猛

(徐州供电公司邳州县域检修分公司, 江苏 邳州 221300)

**摘 要:** 内桥接线、单母分段接线等变电站一般都配有 110kV 备用电源自动投入装置(以下简称备自投)来提高供电可靠性。内桥接线单主变运行情况下,若发生 110kV 母线故障,因重合闸和备自投动作,可能多次对故障点进行送电,使得设备受损程度加重,并造成全站失电,本文详细地分析了这种情况,并提出了改进方法。单母分段接线方式变电站在继电保护配置、继电保护范围等方面与内桥接线方式存在差别,本文通过分析指出备自投装置在单母分段接线方式中应用存在的问题,并提出解决措施。

**关键词:** 变电运行; 备自投; 内桥; 单母分段接线; 改进措施

## 0 引言

在电力系统中,因为故障或其他原因,工作电源断开以后,将备用电源、备用设备或其他电源自动地迅速投入工作,令用户能尽快恢复供电的自动控制装置,简称备自投装置。采用备自投装置可以提高供电可靠性、简化继电保护配置、限制短路电流并提高母线残压。随着用户对供电可靠性要求的提高,备自投装置得到了广泛应用,是电力部门为保证用户连续可靠供电的重要手段。

## 1 备自投原理

备用电源自动投入装置是提高供电可靠性、保证连续供电的一种有效手段,主要用于 110kV 及以下电压等级的系统中。目前电网应用的备自投装置一般具有几种典型方案:母联或桥开关备自投、进线备自投、线路开关备自投、变压器备自投等,针对不同的电网接线形式,通过整定,适用于各种场合的要求。新型的备自投装置还研发了可以与电网接线自适应的动作方案,通过对开关辅助接点开入量的判断,得出变电站的实际运行方式,从而智能地切换到与之相适应的备自投方式,不必由现场人员手动操作。

不论采取哪种方案,备自投装置基本上都遵循以下原则:(1)只有工作电源切实被断开后,备用电源才能投入。工作电源失压时,不论其进线开关是否断开,备自投装置要先断开该开关,确认该开关在分位后,备自投逻辑才能进行下去。(2)正确选取备自投装置的充电、放电和启动条件,保证备自投装置只动作一次。(3)充分考虑备自投装置的

闭锁条件,防止备自投发生不正确动作。(4)备自投装置的整定时间必须与线路重合闸、线路后备保护和上下级备自投装置动作时间的配合,并考虑相应的延时和闭锁功能。(5)备自投动作投入备用电源,若备用电源投于故障,应具有加速跳闸功能。

(6)备自投的放电条件应考虑必要的延时,以防止系统扰动、故障等短时异常条件造成备自投闭锁。备自投的应用应考虑全站电源的分布情况,防止电网的非同期并列。(7)手动或遥控断开主供电源开关时,备自投装置不应该动作。

## 2 内桥接线方式单主变运行故障分析

### 2.1 故障分析

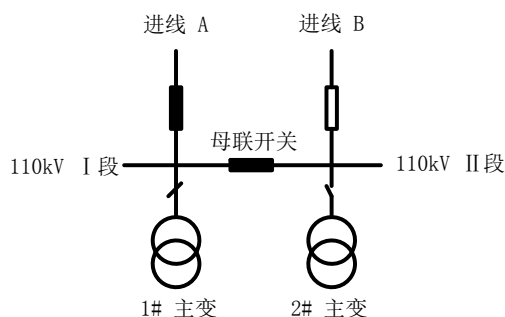


图 1 进线 A 带全站负荷

110kV 内桥接线单主变运行时,运行方式一般考虑一回进线供全站负荷,另一回进线开关热备用,110kV 备自投投入。在如图 1 方式下,考虑 110kV II 段母线故障,设备不在 1#主变差动及高后备保护范围内,则 1#主变差动及高后备保护均不启动,进线 A 线路对侧保护动作跳闸,重合不成功,进线 A 线路及本站 110kV I、II 段母线失压。此时,110kV

I、II 母线失压、进线 B 线路有压，进线 A 线路无流，满足备自投动作条件，经延时跳进线 A 开关，合进线 B 开关，向本站 110kV 母线供电，由于故障点仍然存在，则进线 B 线路对侧保护动作开关跳闸，并进行一次重合闸，对故障母线再次冲击，后加速跳开，110kV 变电站全站失电。

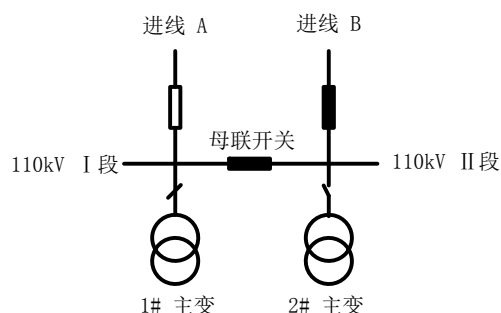


图2 进线B带全站负荷

如图2方式下，考虑110kV II段母线故障，同理，情况和图1方式下一样，110kV II段母线故障时，不仅无法恢复110kV系统的送电，而且，由于多次对故障点进行送电，可能引起设备的受损程度加重，甚至扩大事故。

## 2.2 改进措施

由上文分析，在110kV II段母线故障时，只有把连接这段母线上的各侧进电电源开关跳开，才能将故障隔离。据此得到以下四种改进建议，并进行了母线故障分析。

(1) 备自投动作跳母联开关。可以考虑将运行方式调整为如图2所示，进线A热备用，进线B运行，110kV母联开关运行，110kV备自投投入，但备自投动作不是跳进线B开关，而是跳母联开关，合进线A开关，即母联开关主供，进线A备用，进线A与进线B开关不能互备。此方式下，当110kV II段母线或进线B线路故障，进线B线路对侧保护动作开关跳闸，重合不成后加速跳开，同时，由于备自投满足动作条件，跳母联开关，合进线A开关，隔离故障点，恢复1#主变送电。当进线A永久性故障，进线A对侧开关跳闸，或当110kV I段母线故障时，1#主变差动保护动作跳开母联开关，这两种情况下，110kV II段母线仍带电，不满足备自投动作条件，备自投是不会动作的。本方法需调整跳闸回路，或原先即设置跳闸回路由压板投退，这将造成二次回路复杂。

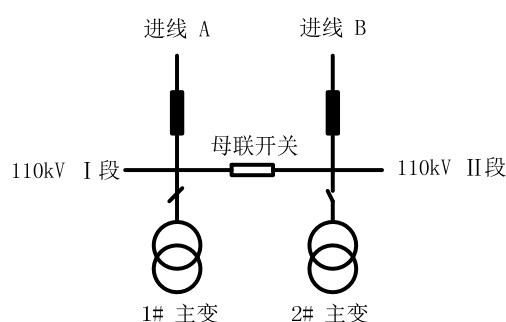


图3 桥备自投方式运行方式

(2) 备自投仅投入110kV II段对110kV I段桥备自投方式。内桥接线变电站，2#主变检修停役时，运行方式调整为：进线A开关运行，送110kV I段及1#主变，进线B开关运行送110kV II段，110kV母联开关热备用作为备用电源开关。如图3所示。当110kV II段母线或进线B线路故障，进线B线路对侧保护动作开关跳闸，重合不成后加速跳开。同时，由于备自投方式是仅投入110kV II段对110kV I段自投方式，110kV母联备自投不会动作，本站110kV系统送电情况基本不受影响。当进线A永久性故障时，备自投动作，跳开进线A开关，合上母联开关，恢复1#主变送电。这种备自投单方式选择性投入，目前仅部分设备可通过运行操作实现，另有一部分需改定值实现。

(3) 进线开关增设过流判别。运行方式采用如图3的方式，备自投投入，当110kV II段母线发生故障时，进线B开关会有故障电流流过，而在线路B故障时，进线B开关是没有故障电流流过的，基于这点，可考虑在备自投逻辑环节中增设一进线开关过流闭锁条件。线路B故障时，进线B开关无过流出现，备自投正常动作。而在110kV II段母线发生永久故障时，进线B开关流过故障电流，则闭锁备自投，减少对故障母线的冲击次数，同时可帮助调度员判断出故障点应在母线上，以便快速有效地处理事故。在如图3的运行方式下，以进线过流代替母差保护并仅用于闭锁母分备自投，原理上可行，但有些装置仅接入一相进线电流，需增加电流接入并修改备自投逻辑。

(4) 母联开关加装充电保护。充电保护的特点就是其自动瞬时投入性，经短暂延时后又能自动退出运行。在保护开放的时间内保护起作用，一旦充电过程结束，保护则自动退出运行。如图3的运行方式，110kV备自投投入。当110kV II段母线发生永久性故障，进线B对侧开关跳闸，重合失败，这

时备自投动作,跳开进线 B 开关,合上母联开关,合于故障点,故母联充电保护动作,瞬时跳开母联开关,切除故障,避免了进线 A 对侧开关的跳闸并重合,此方法必须基于进线 A 对侧保护与母分充电保护时限上相配。

### 3 备自投装置在单母分段接线中的应用

### 3.1 存在问题

对于 110kV 单母分段这种简单接线方式, 一般作为终端变电站, 其线路和母线不配置保护, 主变差动保护范围为从主变开关的电流互感器到主变本体, 如图 4 中, 主变保护的的保护范围是不包括母线的。若 110kV 母线故障, 则依靠对侧线路保护动作来隔离故障。此时备自投无法判别是线路故障还是母线故障造成母线失电, 备自投装置会动作, 将备用电源自动盲目投入, 如果此时故障是由母线相连设备产生, 自投于故障, 扩大故障范围。为了避免此情况发生, 备自投设置闭锁放电条件之一就是母差保护动作等闭锁信号开入, 但 110kV 电压等级及以下系统变电站的母线大部分没有安装母线差动保护, 也就是没有母线保护动作开入闭锁备自投, 造成了备自投装置盲目合闸缺陷。因此, 必须增加母线故障闭锁备自投的条件。

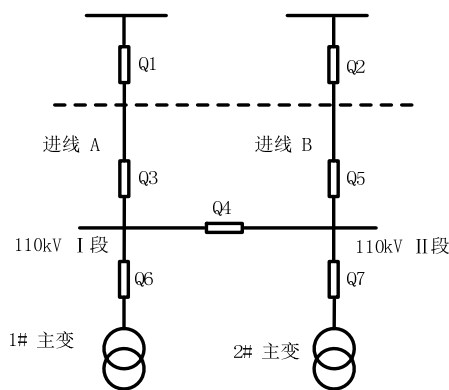


图 4 单母分段接线图

### 3.2 解决措施

对接线简单的终端变电站，母线不配置任何保护，为了解决母线故障闭锁备自投的问题，在两个线路上分别增加一套线路保护，配置Ⅰ段反方向保护，其方向为线路指向母线，当母线故障时线路保护动作闭锁各自投保护，而当线路故障时由于方向为母线指向线路，与保护设置的方向相反，线路保护不会动作闭锁备自投。增加线路保护的措施能解决母线故障闭锁备自投的问题，但并不是最终的解

决方案, 仍然存在问题需要解决。如图 4, 在进线备自投方式中, 进线 A 带两台主变运行, Q5 开关在热备用, 此时, 若 110kV I 段母线发生故障, 进线 A 线路保护动作闭锁备自投, 导致全站的负荷丢失。也就是说在进线备自投的方式中线路保护对母线失去选择性, 无法区分是 I 段母线故障还是 II 段母线故障, 一旦母线有故障则闭锁备自投, 这样就不能满足对供电可靠性的要求。为了解决这个问题, 必须在进线备自投的动作逻辑中增加母线故障选择性判断, 即增加判断是哪段母线故障的逻辑条件。

### 3.3 母线故障选择性判据及定值整定的考虑

如图 4, 若 110kV I 段母线故障, 则母联开关中不会流过故障电流, 若 110kV II 段母线故障, 则母联开关中将流过故障电流, 因此, 可以利用母联开关中是否流过故障电流来判断是哪段母线故障。母联开关流过故障电流的判断可以采用过流判据, 此时过流定值的整定应考虑躲过主变最大负荷电流, 即任一相电流大于主变的额定电流; 或者采用故障相电流突变量判据。如图 4, 在进线备自投方式中, 进线 A 带两台主变运行, Q5 开关在热备用, 若 110kV I 段母线故障, 此时母联开关相电流的突变量为负荷电流的变化量, 若 110kV II 段母线故障, 此时母联开关相电流的突变量为故障相电流的变化量。故障相电流突变量判据比过流判据更灵敏, 但过流判据可以利用备自投保护原有的母联过流保护来实现。同理, 根据 Q6, Q7 开关有无故障电流情况可以判断是变压器差动区域故障还是母线区域故障, 从而节省运行人员巡查和迅速隔离故障的时间。

如图 4, 在进线备自投方式中, 进线 A 带两台主变运行, Q5 开关在热备用, 改进后备自投动作逻辑如图 5 所示。

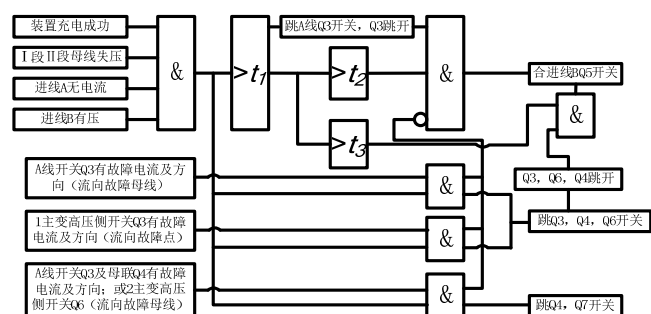


图 5 改进后备自投动作逻辑

上述的解决措施能够解决备自投装置在单母分段接线方式中应用存在的问题,但仍然有一个问题

需要注意。线路保护的方向为线路指向母线，若主变保护范围内发生故障，线路保护也会动作，若让保护出口跳闸断路器，必然会造成越级跳闸，因此线路保护只能利用其功能闭锁备自投，但绝对不能让其出口跳闸断路器，避免故障越级跳闸的发生。

#### 4 结论

在本人变电运维班所辖变电站中，内桥接线的占了一半以上，当一台主变处于检修状态，检修主变所在的母线发生永久性故障时，根据目前所用的备自投装置的逻辑，将会造成变电站的全站失电，并且会多次对故障点进行冲击，可能引起设备的受损程度加重。经过一次系统运行方式及 110kV 备自投方式的调整，可以确保在停役主变所在段母线故障时，能有效隔离故障点，及时恢复送电，同时还可减少对故障母线的冲击次数，明显提高地区电网 110kV 系统供电可靠性。随着供电可靠性要求的不断提高，一些非内桥接线的 110kV 终端变电站也要求装设备自投装置，本文通过对单母分段接线运行方式、继电保护配置、保护范围的分析，指出备自投装置在单母分段接线中应用存在的问题：由于母线没有配置保护，当母线故障时无法闭锁备自投装置。本文提出加装带反方向的线路保护保证母线故障时可靠闭锁备自投保护，同时在进线各自投逻辑中增加母线故障选择性判断是哪段母线故障来保证

母线故障有选择性的闭锁备自投保护，满足提高供电可靠性的要求。对母线故障选择性判断，本文提出可以采用母联流变过流判据，也可以采用更为灵敏的故障相电流突变量判据。

#### 参考文献：

- [1] 宋国堂,于海鹏,赵文静. 备用电源自动投入装置应用中的误动问题分析及应对措施[J]. 电力自动化设备, 2010,30(7):147-150.
- [2] 国家电力调度通信中心. 国家电网公司继电保护培训教材[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [3] 南京南瑞继保电气有限公司. RCS-9000 分散式保护测控装置技术说明书[Z]. 南京: 南京南瑞继保电气有限公司,2002.
- [4] 深圳南瑞科技有限公司. ISA 变电站综合自动化系统说明书[Z]. 深圳南瑞科技有限公司, 2001.
- [5] 刘云.110kV变电站备自投装置应用分析[J].中国新技术新产品, 2012(14):128-129.
- [6] 郭碧媛,张 丰. 110 kV 扩大内桥接线备自投逻辑分析[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(7):124-127.

#### 作者简介：

倪靖猛（1985-），男，江苏徐州人，硕士研究生，从事变电运维工作。