

# 工作母线故障闭锁站用400伏备自投的方案探讨

赵 萌

国网咸阳供电公司 陕西 咸阳 712000

**摘要：**安全自动装置是保证电网安全稳定可靠运行的重要保证，安全自动装置的正常运行对整个电力系统来说具有举足轻重的作用和非常重要的意义。本文通过对330kV变电站站用系统低压侧母线故障无法闭锁400V备自投装置的问题进行了深入分析探讨，提出了一种满足实际要求的解决方案，确保400伏系统备自投装置可靠、正确动作。

**关键词：**备自投装置；站用变保护；跳闸；合闸；闭锁；母线故障

## 0 引言

330千伏及以上变电站站用电源低压（400伏）备自投装置是确保站用电源可靠、不间断运行的自动切换装置，即当工作电源因某种原因失去电压时，低压备自投装置能够自动、快速地将站用电负荷切换到备用电源上，确保站用电不因工作电源的消失而失去电源，因此必须在站用系统低压侧配置备自投装置并应具有自动性、正确性、可靠性。由于站用变保护无法区分故障到底是在变压器范围内还是在低压侧母线上，导致工作母线故障时备自投装置正常动作，将造成备用站用变受故障电流冲击，特殊运行方式下将造成站用系统失压等严重后果。因此，对工作母线故障闭锁400V备自投的方案

进行研究探讨，以提站用系统的供电可靠性。

## 1 330kV 变电站站用系统现状

### 1.1 330kV变电站站用系统的接线方式

按照《国家电网公司330kV变电站通用设计规范》（Q/GDW341-2009）第4.5.2.1条：330kV变电站的主变压器为两组及以上时，由主变压器低压侧引接的站用工作变压器台数不宜少于两台，并应装设一台从站外可靠电源引接的专用备用变压器。专用备用变压器的容量应与最大的工作变压器容量相同的要求。因此330kV变电站一般配置3台站用变，其中1、2号站用变接于1、2号主变低压侧35kV I、II段母线上，0号站用变（备用变）接引于外部变电站的电源，接线方式如下图一所示。

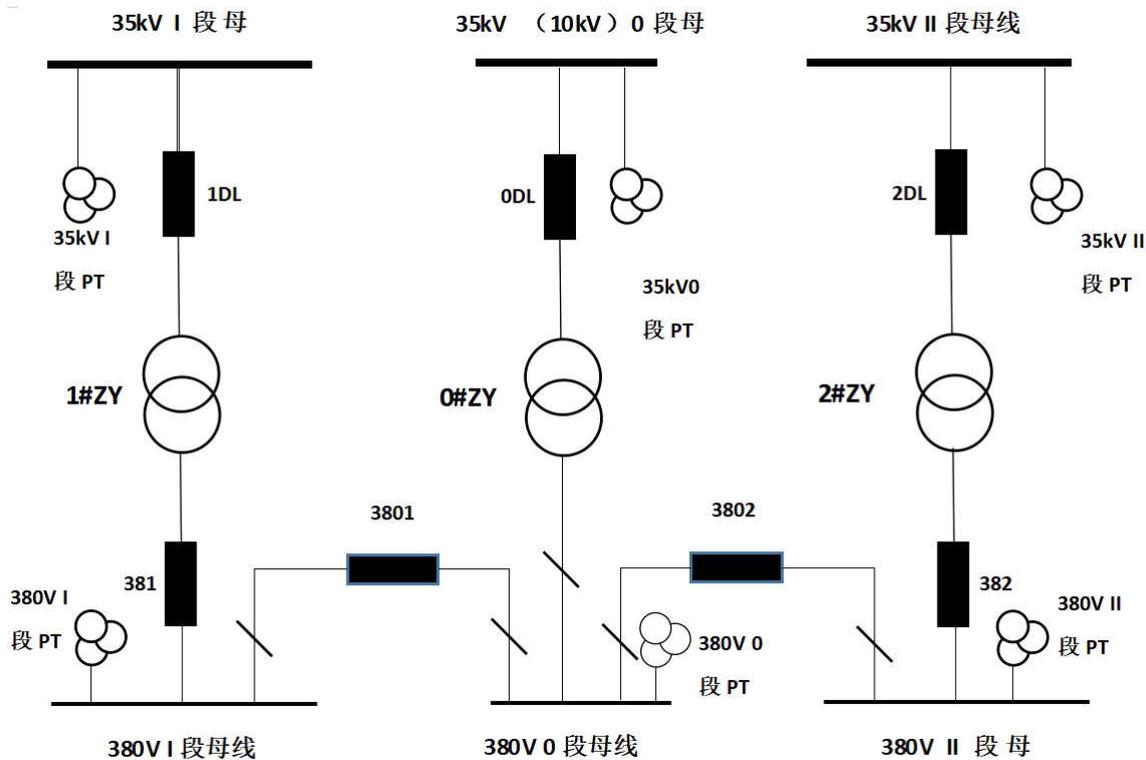


图1 330千伏变电站站用系统一次接线简图

1DL、2DL、0DL分别是1、2、0号站用变高压侧开关；381、382是1、2号站用变低压侧开关，3801、3802开关是0号站用变分支开关，0号站用变低压侧一般不设开关仅用隔离与0段母线连接。

### 1.2 330kV变电站站用系统备自投配置及运行方式

330kV变电站站用400V系统经常运行方式是380V两段母线独立运行，0段母线长期热备用，即381、382合位各带一段母线运行，0段母线运行，3801、3802分支开关热备用。配置两套微机备用电源自动投入装置，用于实现380V I段失电自动将负荷投入0段母线和380V II段失电自动将负荷投入0段母线的功能。

### 1.3 站用系统备自投运行中存在的问题

《220kV-500kV变电所用电设计技术规程》(DL/T5155-2002)和《继电保护和安全自动装置技术规程》(GB/T 14285-2006)对备自投装置的要求基本一致，如下：

- (1) 保证工作电源的断路器断开后，工作母线无电压，且备用电源电压正常的情况下，才投入备用电源；
- (2) 自动投入装置应延时动作，并只动作一次。
- (3) 当工作母线故障时，自动投入装置不应起动。
- (4) 手动断开工作电源时，不起动自动投入装置。

经现场对330kV站用系统备自投功能检查与核对，第(1)、(2)条要求均能够满满足，第(4)条现场装置满足条件，只需要完善相关回路即可实现。但第(3)条“工作母线故障闭锁备自投装置”这点，由于低压母线未装设母线快速保护所以无法实现对备自投的闭锁。下来就对该问题及解决方案进行探讨。

## 2 工作母线故障闭锁备自投装置方案探讨

### 2.1 工作母线故障备自投动作的影响

#### (1) 造成0号备用变失压

以图一为例，站用系统为正常运行方式。假如380V I段母线故障，站用变保护跳开1DL和381开关，造成工作母线失压，这时400V备自投装置I动作，发381开关跳闸命令，检查开关跳位后，合上0号站用变分支1开关3801，由于故障点依然存在造成0号站用变保护动作，同时跳开高压侧开关和两个分支开关，导致380V II段母线的备用电源丢失，若此时380V II母失压，将造成全站站用系统失压。

#### (2) 造成全站站用系统失压

以图一为例，站用系统为非正常运行方式。假如380V 2号站用变检修，0号站用3802分支2开关带380V II段母线运行，1号站用变运行带380V I段母线运行，0号站用变分支13801开关热备用。若此时380V I段母线故障，1号站用变保护跳开高低压侧开关，造成380V I段母线失

压，备自投装置I动作，合上备用电源3801开关，由0号站用变分支1带380V I段母线，但由于故障点依然存在，0号站用变保护动作跳开高压侧和两个低压侧分支开关，造成380V I、II段母线失压。

### 2.2 站用变保护动作时备自投装置动作分析

以下图二为例分析，站用变保护及备自投装置动作情况。

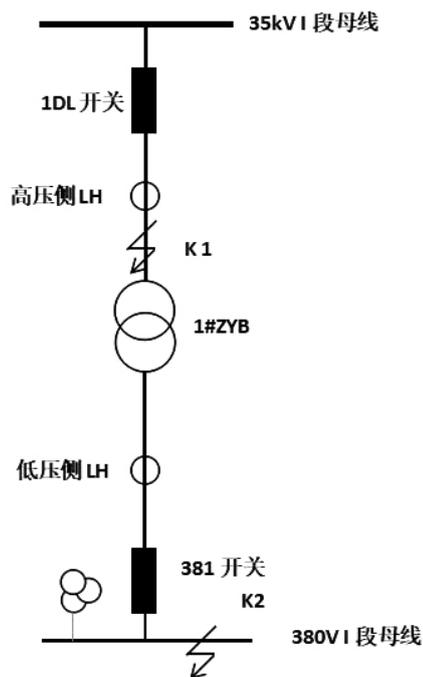


图2 站用变不同故障点保护动作分析图

1) 非电量保护动作，说明故障点在站用变本体，站用变保护动作跳开1DL和381低压侧开关，隔离故障，400V备自投装置应正确动作，合上备用电源开关，确保380V I段母线继续供电。

2) 速断保护动作，说明故障点在站用变保护出口到站用变范围内，以K1点为例。站用变保护动作瞬时跳开1DL和381高低压侧开关，故障电流消失，过流保护返回。此时，低压侧工作母线失压，且无电流闭锁，备自投装置经电压鉴定元件动作后，发跳令跳381低压开关，检测到381开关分位并且0段备用母线有电压，合上备用电源开关，确保380V I段母线继续供电。

3) 过流保护动作，说明故障点在站用变范围以外，以K2点为例(故障点在380V母线上时)，经过0.6秒延时后过流保护动作跳开1DL和381高低压侧开关，此时故障电流消失，过流保护返回，低压侧工作母线失压，且无电流闭锁，备自投装置动作后，发跳令跳381低压开关，检测到381开关分位并且0段备用母线有电压，合上备用电源开关。由于380V I段母线上的故障点并未消失，造成

0号站用变受故障电流冲击，最终由0号站用变保护装置动作跳开0号站用变高低压侧开关0DL和3801开关，造成380V II段负荷无备用电源。因此工作母线故障时必须对备自投装置进行闭锁。

### 2.3 工作母线故障时闭锁备自投装置方法

通过上述分析，站用变速断保护动作是不会造成400V备自投将备用电源投入到故障母

线上的，仅考虑过流保护动作情况。因此只需要在过流保护动作时将故障点是在低压母线上还是母线外区分出来就可以实现备自投的正确动作。

#### 2.3.1 区分低压母线故障的思路

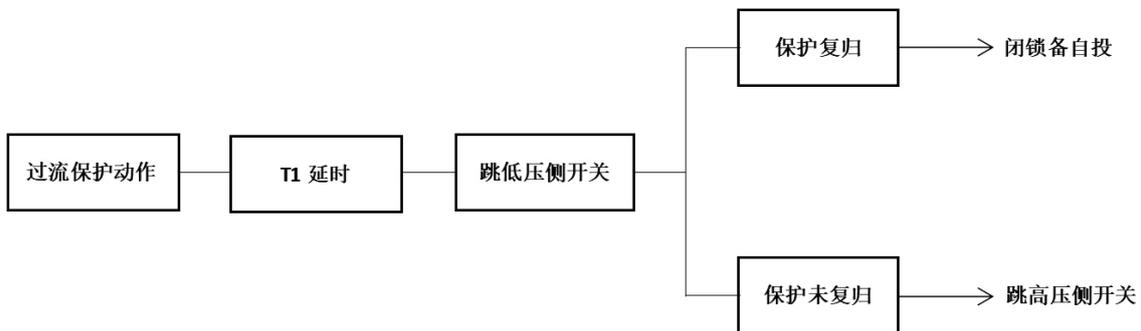


图3 工作母线故障闭锁备自投装置逻辑框图

#### 2.3.2 需要考虑的问题

(1) 400V备自投装置与站用变保护和主变低后备保护的时间配合

设站用变过流保护动作跳低压侧开关时限为 $T_1$ ，过流保护动作跳高压侧开关的时限为 $T_2$ ，主变低后备保护动作为 $T_{低}$ ，备自投装置跳开工作开关的时间为 $T_{备}$ 。站用变过流保护要与主变低后备保护进行配合，即站用变及站用母线等部位故障时应由站用变保护动作切除故障，而不能越级由主变低后备动作切除故障，所以必须满足 $T_2 < T_{低}$ ，即站用变过流保护动作 $T_2$ 在整定时应考虑低压侧开关跳闸时间及站用变过流保护的复归时间，因此 $T_2 = T_1 + \text{低压开关跳闸时间} + \text{保护复归时间}$ ，这样就避免了越级故障，现场运行中的330kV主变低后备过流一段时限一般在1.5-1.7s之间，而站用变过流保护 $T_1$ 一般整定为0.5-0.6s，因此 $T_2$ 可整定在1.0-1.2s范围内（低压侧开关跳闸时间一般为0.4s，而保护复归基本是瞬时），是可以满足 $T_2 < T_{低}$ 这个条件的。

400V备自投装置动作跳开工作电源的时间要与主变低后备保护动作的时间配合，即备自投装置动作时间必须大于主变低后备保护动作时间，确保后备保护动作后造成工作母线失压情况下，备自投装置才可动作，即要满足 $T_{低} < T_{备}$ 个条件，现场运行中主变低后备 $T_{低}$ 一般在

在站用变保护装置中，将过流段保护动作出口跳闸设置为两个时限 $T_1$ 和 $T_2$ ，在过流保

护动作时先由 $T_1$ 时限跳开381开关，381开关跳开后如果保护装置返回，则说明故障点已切除，便可判断故障点在母线范围内，此时由站用变保护给备自投装置发送闭锁信号闭锁400V备自投装置，即可实现工作母线故障闭锁备自投装置的功能。若381开关跳开后，站用变保护仍动作不返回，则说明故障点不在380V母线上应以 $T_2$ 时限跳开站用变高压侧开关，不闭锁备自投装置。逻辑图如下图所示。

1.5-1.7s之间，而 $T_{备}$ 一般时间整定在5s以上，所以满足该条件。

#### (2) 延时跳闸与站用变热稳定指标的配合

站用变的故障分为内部和外部两种故障。内部故障主要靠瓦斯、速断等主保护来切除变压器，设备是否损坏主要取决于变压器的动稳定性。而站用变低压侧母线及其相连间隔的引出设备故障时，则只能靠站用变后备保护过流保护动作跳开相应开关使变压器脱离故障，因过流保护带延时动作，所以站用变必然要承受一定时间段内的区外故障造成的过电流，在此时间段内变压器是否损坏主要取决于变压器的热稳定性。GB1094.5-2003电力变压器承受短路能力标准中要求“对称短路电流I的持续时间：当使用部门未提出其它要求时，用于计算承受短路耐热能力的电流I的持续时间为2s”，因 $T_2$ 时限可整定在1.0-1.2s小于2s，所以以 $T_2$ 延时跳开站用变高压侧是满足热稳定要求的。

### 3 400V 备自投装置运行中的几点建议

(1) 400V备自投装置及站用变保护装置应该从原理、设计、施工进行统一化、标准化；要明确站用备自投装置、站用变保护装置定值下达单位；明确运行部门、检修部门对于备自投装置的运维、检修范围及职责。

(2) 400V备自投装置应严格执行继电保护及安全自

动装置定期检验规程，并建议在进行站用变保护装置定检的同时连同400V备自投装置一起进行联调，确保备自投装置与站用变保护的配合。

(3) 从运行操作的便利性与安全性角度考虑，在进行站用系统倒负荷时，是否考虑将“手跳低压侧开关闭锁400V备自投装置”功能取消，这样在确保0号备用变电压正常的情况下可通过备自投装置将负荷快速导致备用电源，缩短了停电时间，减少了操作风险。

#### 结束语

随着330kV及以上变电站无人值守业务开展以来，站用交、直流系统的供电可靠性已经成为变电站设备安全、可靠运行的关键。本文通过理论分析提出了一种解决400V备自投装置不具备“工作母线故障闭锁备自投装置”功能的解决思路，但未经过实践检验，下一步还需与

保护装置厂家进一步研究、讨论该方案的可操作性与运行的可靠性，确保330kV变电站站用系统可靠、安全运行。

#### 参考文献

- [1] Q/GDW341-2009 国家电网公司330kV变电站通用设计规范
- [2] GB/T 14285-2006 继电保护和安全自动装置技术规程
- [3] DL/T584-2007 3-110KV 电网继电保护装置整定运行规程
- [4] DL/T5155-2002 220kV-500kV变电所所用电设计技术规程
- [5] GB1094.5-2003 电力变压器 第5部分：承受短路的能力
- [6] 国家电力调度通信中心 国家电网公司继电保护培训教材