

# 备用电源自投装置设计、应用的若干问题

郑曲直,程颖

(昆明供电局,云南 昆明 650011)

**摘要:** 针对电力系统中备用电源自投装置在设计、应用中的若干问题进行总结,提出备自投方案设计和应用中备用电源自投的启动条件设计、线路和母线电压的取用、备自投闭锁逻辑的设计、多级备自投间和备自投与重合闸间的配合以及一些特殊情况的处理原则,对自适应备自投功能的实现逻辑进行了分析,提出微机备用电源自投装置应根据系统运行方式变化自动选择适当的动作逻辑。

**关键词:** 备用电源自投; 设计; 自适应

**中图分类号:** TM910.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1003-4897(2003)08-0018-04

## 1 概述

备用电源自投装置(备自投)是电力系统中为了提高供电可靠性而装设的自动装置,对提高多电源供电负荷的供电可靠性,保证连续供电有重要作用。备自投装置是当工作电源因故障或其他原因消失后,迅速地将备用电源或其他正常工作电源投入工作,并断开工作电源的自动装置。文献[1]对备自投装置的装设、动作逻辑等都提出了明确的要求。

随着计算机技术的发展,以单片机或可编程逻辑元件构成的微型备自投得到大量应用,其设计和运行上的灵活性为备自投装置的应用提供了新的思路。笔者近年在工作中遇到很多由于对备自投原理认识不深或限于对常规式备自投的理解,使微机备自投的特点得不到充分的发挥或引发新的问题,现将有关问题综述如下,供同行参考。

## 2 备自投逻辑方案设计

备自投装置从原理上讲基本属于简单逻辑运算。一套完善的备自投逻辑方案,除了应满足文献[1,2]提出的要求外,还应考虑装置实际运行环境的问题。备自投的设计应避免求全思想,不切实际地追求适应一切故障情况甚至臆想的稀有故障情况会导致自投逻辑过分复杂而大大降低可靠性。设计良好的备自投应该是在满足常见运行方式下,充分考虑相关环节,在系统可靠性与装置可靠性间取得合理的优化。文献[3]对各种自投方式进行了总结。

### 2.1 备自投的启动条件

工作母线失压是备自投启动的条件,但只有当工作母线电源确实无压,备自投才允许启动,故应设置启动延时躲开电压波动<sup>[4]</sup>。为防止备自投对线路

倒送电,不论进线断路器是否断开,备自投延时启动后都应再跳一次该断路器,并将检查该断路器跳位辅助触点作为启动合闸的必要条件。对进线本侧装设线路保护的变电站,可以在本侧保护跳进线断路器同时加速备自投,使备自投不经过延时合备用开关。这种情况下仍然要考虑本侧保护范围外由对侧保护切除故障(如对侧母线上的相邻元件故障),备自投启动延时应与对侧保护 II 段配合。

对侧设重合闸的系统中备自投可等待对侧重合一次失败后启动自投,也可直接自投。重合失败后自投对恢复供电较有利,但自投延时将延长一个重合闸动作周期。原则上对供电容量大、装置可靠性较高、供电线路较长、重合成功率低或对连续性供电有特殊要求的重要负荷可采用直接自投方式;对装置可靠性相对较低的常规继电器备自投的负荷可采用先重合后自投方式。

### 2.2 备自投闭锁条件

一般应考虑:1)手动断开工作电源,备自投不应动作。设计应考虑手分继电器或控制开关触点闭锁备自投。2)为防止自投在故障上,内部故障时应闭锁备自投,设计应考虑备用电源进线开关的相邻元件保护出口触点闭锁备自投。3)备自投停运。

为保证备自投只自投一次,备自投均应设置充电条件,在传统备自投上采用电容器充放电过程和瞬时动作延时返回的中间继电器实现一次合闸;在微机备自投中,一般采用逻辑判断和软件延时代替充电过程,即在所有闭锁条件均无效时,延时 10 s 允许备自投工作,“闭锁”或“退出”条件为“真”则立即放电。

这里充电时间取 10 s 主要考虑下面几个原则,避免合闸在故障上造成开关跳跃和扩大事故:1)等

待故障造成的系统扰动充分平息,认为系统已经恢复到故障前的稳定状态<sup>[5]</sup>。2)躲过对侧相邻保护最后一段的延时和重合闸最长动作周期。3)考虑一定裕度。

### 2.3 有压、无压、无流条件的选取

备自投的启动条件中检测工作母线无电压判据是最重要的判据,根据主接线方式、自投方式以及电压回路接线的不同正确选用母线电压,是备自投成功应用的前提条件。以内桥接线的备自投为例,图1是内桥接线的变电站110 kV侧电压并列回路原理接线图。

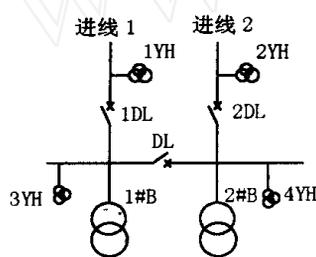


图1 变电站主接线

Fig.1 Substation's main circuit

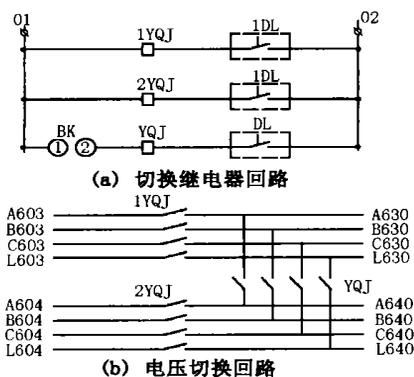


图2 电压切换回路原理图

Fig.2 Voltage-switch circuit

对内桥接线的变电站,检母线无压应尽量选取母线PT 3YH、4YH的二次电压,检进线有压回路应选取进线PT 1YH、2YH二次不经切换的电压A603、B603、C603。

如果母线未装设PT,则应选取进线PT经过进线开关位置切换继电器1YQJ、2YQJ触点切换后的电压A603、B603、C630和A604、B604、C640模拟母线PT 3YH、4YH的电压(如图2)。

为防止主供电源PT断线引起误动,应设PT断线闭锁。对单相或两相PT断线,检无压判据如果采用三相电压 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 均小于门槛,单相断线不会误动,对三相PT断线,则必须通过检测进线CT无

流条件闭锁。无流检查可以采用固定门槛常规算法,也可以采用自适应门槛的算法提高灵敏度。具备条件的变电站应尽可能接入电流闭锁条件。

检测备用电源有电压是备自投动作成功的必要条件。一般逻辑上对备用电源有电压检测处理有两种方式:一是在备自投启动前检查备用电源有电压;二是在跳开进线断路器后检测备用电源有电压。前者优点是,备自投失败后由主供电源对侧恢复供电的操作简单,缺点是在主供线路永久性故障以及其它不允许带线路送电的情况下不适用;后者与前者相反。考虑目前变电站主备电源的区别不严格和无人值班技术的进步,建议采用后一种方式,即跳开进线断路器后再检备用电源有压。

### 2.4 备自投的一些特殊问题处理

#### (1) 过负荷联切问题

在很多场合备用电源不能满足全部供电容量要求,则应在自投于备用电源前有选择地切除部分负荷,同时应闭锁这些线路的重合闸。

#### (2) 解列有源线路、调相机问题

如果负荷侧部分线路有并网的小电源,则应考虑解列小电源线路,站内有调相机应解列调相机,防止自投在备用线路上造成非同期并列对小电源侧造成冲击。如果采用等待预先设定解列点的自动装置解列后自投,则应认真核算小电源支撑下备自投动作延时时间和低电压定值,当低电压元件无法满足灵敏度或延时过长,文献[3]提出采用主供电源断路器辅助触点加无电流条件代替低电压元件。如果必须带小电源合闸则应考虑增加同期检测功能,把“同期检测”作为自投条件,文献[3]提出利用线路重合闸实现同期的方案。

#### (3) 站内无功补偿电容器的处理问题

电容器保护如果设有低电压保护,则当主供电源消失时,低电压保护应先切除电容器,再合备用电源,两者应考虑配合;如果电容器未设低电压保护,则备自投应先切除电容器,再合备用电源。

#### (4) 母线上的接地变压器和带消弧线圈自投的问题

在备自投跳进线开关同时,如果母线上有接地变压器带消弧线圈,应核算备自投动作后消弧线圈的脱谐度;如果存在谐振过电压可能则应切除接地变压器。110 kV及以上中性点有效接地的系统中,要防止备自投动作中对失去中性点接地的变压器充电和电源切换后上一电压等级的系统失去有效的中性点接地<sup>[6]</sup>。

### (5) 断路器拒动检查和自动(远方手动)复归问题

断路器拒动是指备自投动作逻辑正确,但由于断路器原因断路器未动作,主电源断路器未断开或备用电源断路器未合上,使备用电源装置处于等待状态。有两种处理办法:一是保持跳合闸脉冲,装置不复归,直到断路器动作或人员干预整组复位进行重启动;二是装置从发出跳合闸脉冲后计时一定时间内如果断路器不动则收回跳合闸脉冲并同时发出信号。笔者曾遇到一种情况:某厂生产的备自投装置在主电源断路器跳开后,备用电源断路器拒动,从而使备自投装置程序进入等待合闸的死循环,不能收回跳主电源断路器的跳闸令,造成主电源不能恢复和跳闸线圈烧毁。一般来说,断路器操作回路中有跳闸自保持继电器,备自投动作跳闸后只要输出跳闸脉冲 200 ms 就可以启动该继电器。后要求厂家对备自投逻辑进行完善:发出主电源跳闸令 200 ms 后及时收回,备用电源断路器合闸失败后,应具备断路器拒动告警、备自投装置自动复归和远方手动复归功能。

### (6) 断路器偷跳的处理问题

对母线无 PT 的变电站,启动备自投有两种办法:利用进线 PT 三相电压分别经进线断路器位置触点串连后代替母线 PT 电压接入和利用断路器位置启动备自投。笔者不建议采用断路器位置启动的方式,该方式受直流电源的影响并且单一的断路器辅助触点相对可靠性较差,容易因振动等造成备自投误动作。

### (7) 合闸过程中投入母联保护问题

对单母线分段接线进线保护,一般短延时跳分段开关,长延时跳进线开关。备用电源投到故障母线上时,必须快速切除故障段母线,减小短路冲击和防止保护越级造成两段母线停电。为此有的厂家生产的备自投装置在合闸过程中就将母联开关速断保护短时投入,这样当备用电源投到故障母线速断保护时就会快速切除。这种设计相当于母联保护双重化,对防止事故扩大有积极作用,但备自投必须引入母联电流,其接线和逻辑复杂,实际运行动作表明该方式的相对可靠性差。我们认为,如果站内可以利用母线保护或母线后备保护(如主变复合电压闭锁过流等)出口触点闭锁备自投,则不必增设母联速断;如果不便利用母线保护或母线后备保护(如主变复合电压闭锁过流等)出口触点闭锁备自投,则必须考虑合闸过程中投入母联保护来避免事故扩大。

### (8) 备用电源的 PT 断线监视功能

备用电源的线路 PT 断线或保险熔断将使检有压条件为假,造成备自投启动后自投失败。因此,备用电源线路 PT 断线监视功能十分重要。原理上发生三相 PT 断线或只装设单相 PT 时,断线与对侧停电只依靠检验电压是不能区分的,所以应同时监视 PT 二次回路的空气开关辅助触点,但从根本上来讲应加强 PT 二次回路的可靠性。

### (9) 多级备自投的配合问题

当系统中存在多级备自投时,应考虑各级备自投间的关系。原则上高电压等级、高可靠性、影响面大的备自投先动作,低电压等级的、低可靠性、影响面小的备自投按躲过上级备自投整定。但是,低电压等级线路事故率高,在可靠性要求很高的情况下,为了缩短延时,笔者主张各备自投可以同时动作,并且从运行方式上考虑避免多级备自投顺序自投。例如:昆明供电局 1999 年世界园艺博览会的场地供电工程中,有 220 kV 变电站进线、220 kV 变电站 110 kV 母线、110 kV 变电站进线、110 kV 变电站 35 kV 母线、用户 35 kV 进线、380 V 母线备自投共六级备自投。按照常规配合,380 V 母线备自投将延时 6 s 动作,这对连续供电造成极大影响。因此,采取 110 kV 到 380 V 全部分列运行,全部采用桥开关备自投方式,这样任何一个电压等级故障,下级所有备自投同时动作,只要 4 级备自投中任何一套备自投动作成功,均可以在 1~2 s 内恢复供电。

## 3 备自投自适应功能的实现

备自投的动作逻辑与变电站的运行方式密切相关,传统备自投在运行方式调整后人员必须现场改动连线或整定逻辑控制字。随着大量变电站采用无人值班,给运行增加了大量的工作,备自投根据系统运行方式变化自动选择适当的动作逻辑已经成为必要的功能。从原理上讲,只要引入有关的全部开关状态自动识别当前运行方式,启动相应的充电条件即可。在目前微机备自投的基础上针对不同运行方式准备多套自投方案是可行的。以内桥接线为例(接线如图 1),装置对应桥备自投和进线备自投运行方式启动不同的充电条件(如图 3),采取不同的动作逻辑(图 4):

充电条件 1:桥自投 1DL、2DL 合闸,进线、各供一段母线,桥开关 DL 分闸热备用。

充电条件 2:进线 2 主供,进线 1 热备用,1DL 分闸,2DL 合闸。

充电条件3:进线1主供,进线2热备用,2DL分闸,1DL合闸。

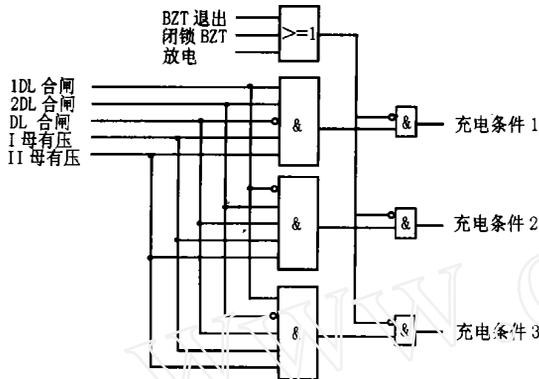


图3 充电条件逻辑

Fig. 3 Logic of charging condition

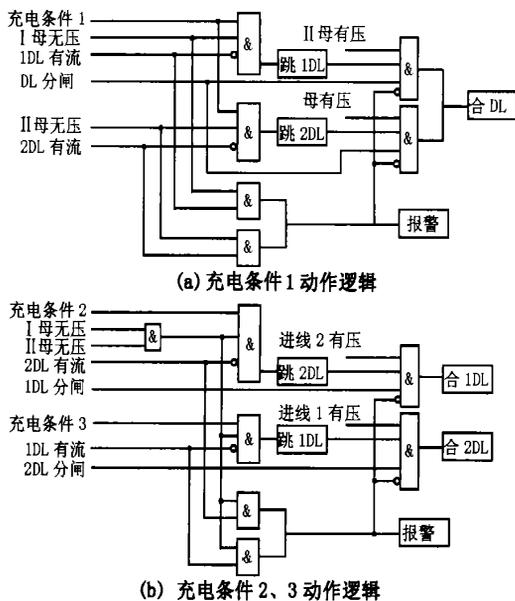


图4 不同充电条件下的动作逻辑

Fig. 4 Diagrams of the actuating logic under different charging conditions

对其他接线方式下的备自投原理也可以类似处理,例如:扩展内桥接线的旁路断路器备自投;线路、变压器组接线的母线相邻备自投;单母线分段接线的分段备自投等。

#### 4 结束语

备自投是保障电网安全、供电可靠的重要装置,微机技术的发展运用,为我们实现更高可靠性、更灵活的智能型备自投成为可能。备自投的逻辑简单,但应用中涉及的元件和系统因素较多,如何不断提高备自投的动作成功率和可靠性,仍然需要不断总结经验,对各种问题深入研究,提高可靠性,保证电网安全运行。

#### 参考文献:

- [1] DL400 - 91 继电保护和安全自动装置技术规程[S]. 能源部,1991.
- [2] DL/T 526 - 93 静态备用电源自动投入装置技术条件[S]. 电力工业部,1993.
- [3] 王凤华,黄海. 列西变110 kV系统备用电源自投方案研究[J]. 电力自动化设备,2000,20(6):53 - 55.
- [4] 崔家佩,孟庆炎,陈永芳,等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京:中国电力出版社,1999.
- [5] 电力系统稳定计算暂行规定[Z]. 能源部,1987.
- [6] 要焕年,曹梅月. 电力系统谐振接地[M]. 北京:中国电力出版社,2000.

收稿日期: 2002-08-06; 修回日期: 2002-12-24

#### 作者简介:

郑曲直(1971 - ),男,大学本科,从事电力系统继电保护及自动化方面的工作;

程颖(1977 - ),女,大学本科,从事电力系统继电保护及自动化方面的工作。

### A summarization on design and application of backup power switchover unit

ZHENG Qu - zhi ,CHENG Ying

(Kunming Power Supply Bureau in Yunnan Province , Kunming 650011 ,China)

**Abstract:** This paper studies several problems on design and application of backup power switchover unit , gives some principles of the design and the application of backup power switchover unit ,such as design of start conditions ,using of transmission line and main bus voltage ,design of blocking logic ,questions of matching between multi-level backup power switchover units and matching between backup power switchover unit and auto-reclosing unit and some other special problems. This paper also analyzes the realizability of adaptive backup power switchover unit , indicates that the microprocessor-based backup power switchover unit should be able to automatically select proper actuating logic according to the operating manners of power system.

**Key words:** backup power switchover unit ; design ; adaptive