

基于DCS系统的逻辑控制技术 实现厂用电备自投切换功能

厂用电备用电源的自动投入功能和电动机控制中心双电源的自动切换,通常采用继电器组合或微机装置实现。介绍了利用DCS的控制逻辑技术成功实现低压备用电源的自动投入和电动机控制中心双路电源自动切换的具体方法,从而节省了设备购置费用,扩大了DCS在电气方面的应用。本方法已通过电厂的实际运行检验,确认能够满足电厂生产运行要求。

赵亮亮 邓剑宏/中国航空规划建设发展有限公司

0 引言

燃机电厂建设周期短、初期投资低及占地少,在节水、环保、发电效率及负荷调峰等方面具有较好的优越性。广东某燃机电厂建设了2套180 MW级燃气-蒸汽联合循环机组,每套机组由1台9E级燃气轮发电机组、1台三压余热锅炉和1台纯凝式汽轮发电机组构成。电厂的燃机系统、锅炉系统、汽机系统、电气系统以及辅助工艺系统的测量、过程控制和操作均纳入到集中监视分散控制系统(Distribution Control System, DCS)当中进行监视和控制,电厂的自动化水平非常高。

该厂的厂用电系统由高压厂用电6 kV和低压厂用电380/220 V两级构成。高、低压厂用电系统均采用单母线分段接线形式供电。

高压系统可采用快速切换装置,低压系统采用备用电源自动投入装置,后者简称备自投。

高压厂用电变压器的高压侧通过隔离开关引至汽轮发电机出口断路器和主变压器之间; T_1 和 T_2 低压侧各带一段6 kV分段

母线,通过装设快速切换装置,控制分段断路器QF和6 kV母线进线断路器 QF_1 和 QF_2 ,保证互为备用的两段母线能够在0.2 s(快速切换为0.2 s;同步捕捉切换为0.4~0.6 s,残压切换1~2 s;快速切换要求断路器合闸时间应小于100 ms。)内切换完毕,经设计和计算,能够满足高压电动机残压衰减过程中的自启动和厂用电系统可靠性的要求。

而低压厂用电的切换与此不同。低压厂用电系统,由2套单母线分段形式构成动力中心(Power Center, PC),4段母线1PC-A、1PC-B、2PC-A和2PC-B分别提供给不同工艺组的电动机控制中心(Motor Control Center, MCC)MCC₁、MCC₂、MCC₃和MCC₄一路电源,使每个MCC都有来自两路不同PC段的电源供电,如图1所示。

从行业标准来说,图1中PC段的分段断路器 QF_1 和 QF_2 ,以及馈线断路器MCC A和B,设置为手动切换方式,已满足了行业标准的技术要求。但是,如果利用在逻辑判断和测点方面都具有优势的DCS系统,来实现PC段分段断路器 QF_1 和 QF_2 以及MCC₁、MCC₂、MCC₃和MCC₄的进线电源A(或B)的备用电源B(或A)自动投入,将有助于提高电厂的自动化水平,减少工作人员的工作量和避免购置低压自投的装置费用和由此增加额外的电缆费用。

1 备自投的基本原理、原则及特点

备自投的每一个动作逻辑的重要条



赵亮亮/高级工程师

关键词/Keywords

DCS ·
动力中心 ·
电动机控制中心 ·
备用电源自投 ·

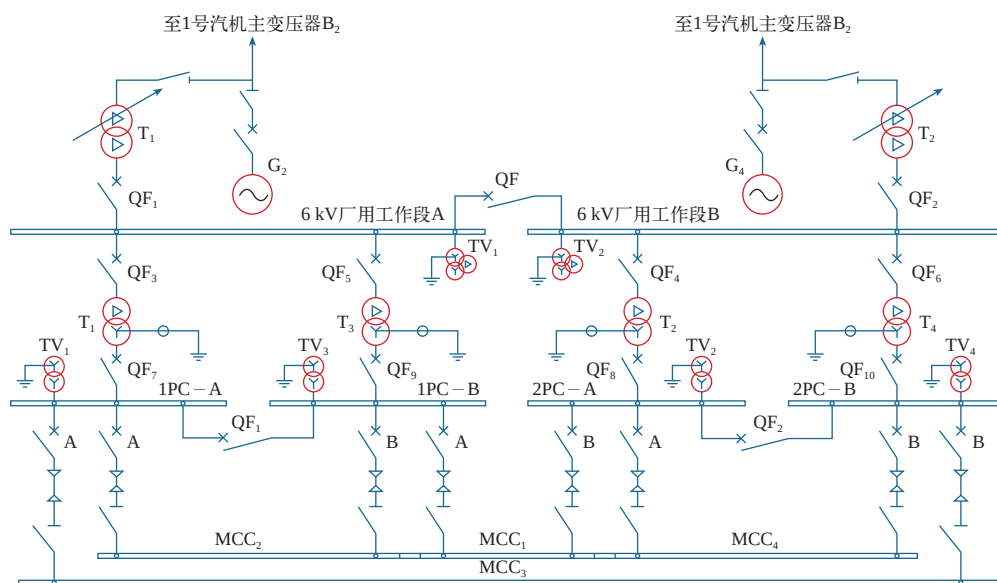


图1 某燃机电厂厂用电系统

件为：允许条件、闭锁条件和一次性操作条件。当允许条件满足，而闭锁条件不满足时，自投动作出口，同时通过“充电”计数器或者类似断路器控制回路中的交叉闭锁来保证操作的一次性。本文DCS中的逻辑采用的是利用交叉闭锁来实现操作的一次性。另外，有些自投装置还增加了检查条件，进一步保证了允许条件和闭锁条件的准确性。

自投切换按照事件的起因可分为：

1) 正常手动切换。由运行人员手动操作起动，自投（快切）装置按事先设定的切换方式进行分合闸操作。

2) 事故自动切换。由保护接点起动。发变组、厂用变压器和其他保护出口跳工作电源开关的同时，起动自投/快切装置，按事先设定的切换方式进行分合闸操作。

3) 不正常情况自动切换。有两种不正常情况：一是母线失电压，母线电压低于整定电压达整定延时后，装置自行起动，并按自动方式进行切换；二是工作电源开关误动作，由工作开关辅助触点起动装置，在切换条件满足时合上备用电源。

在发电厂和变电所中，应按如下原则装设备自投装置：

1) 装有备用电源的发电厂厂用电电源和变电所所用电源。

2) 由双电源供电且其中一个电源经常断开以

作为备用的变电所。

3) 有备用变压器或有互为备用的母线段的降压变电所。

4) 有备用机组的某些重要辅机。

备用电源自动投入均有如下相同的特点：

1) 工作电源确实断开后，备用电源才投入。

2) 备用电源自动投入切除工作电源断路器必须经过延时。

3) 手动跳开工作电源时，备用电源自动投入装置不应动作。本文DCS中是利用联动靶标加以区分。

4) 应具有闭锁备用电源自动投入装置的功能。

5) 备用电源不满足有压条件，备用电源自动投入装置不应动作。

6) 工作母线失电压时还必须检查工作电源无电流，才能起动备用电源自动投入装置，以防止TV二次侧三相断线造成误投。本文DCS逻辑图中，未显示采用工作电流的监测。

7) 备用电源自动投入装置只允许动作一次。

2 PC段分段断路器QF₁ (QF₂) 的控制逻辑

以T₁和T₃的PC段为例，其正常运行方式为：T₁带1PC-A，T₃带1PC-B，QF₇和QF₉均在合上位置（见图1）。

根据备用电源自动投入装置的要求，PC段分段断路器QF₁的DCS控制逻辑图如图2所示，PC段

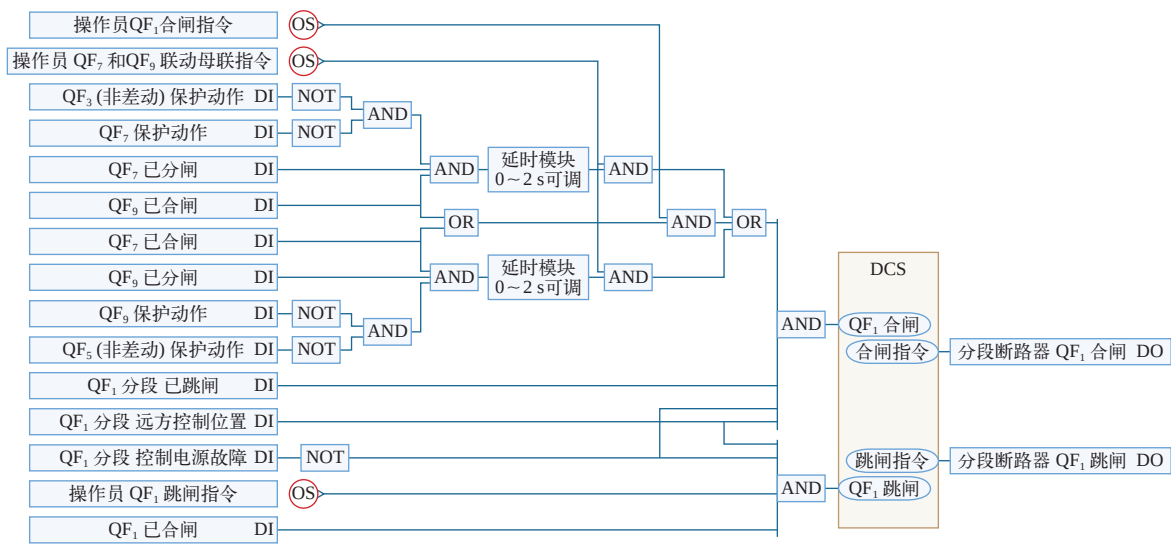


图2 PC段分段断路器 DCS控制逻辑图

进线断路器QF₇的DCS控制逻辑图如图3所示。

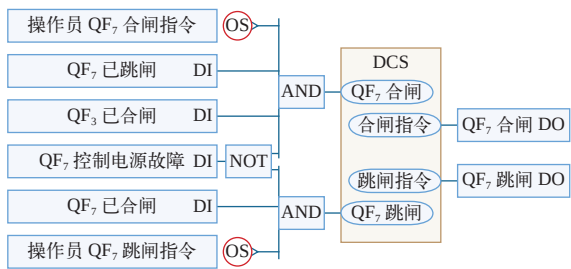


图3 PC-A段进线断路器DCS控制逻辑图

执行合闸、分闸断路器QF₁的操作前提是该断路器在远方控制位置 and 没有控制电源故障。其中合闸取已跳闸 or 分闸取已合闸作为闭锁，保证操作的一次性。此处切换分析如下：

- 1) 正常手动合闸。操作员执行QF₁合闸操作指令，分段断路器QF₁在人为判断下确保允许合闸操作。
- 2) 事故自动切换。当QF₇和QF₉联动母联靶标投上后，由T₁ (T₃) 低压厂用变压器的差动保护而非其他保护动作起动，跳开断路器QF₇ (QF₉)，DCS接收到QF₇ (QF₉) 分闸信号后，判断QF₉ (或QF₇) 已合闸且QF₁已分闸，起动合闸指令。
- 3) 不正常情况自动切换。QF₇ (QF₉) 误动作。由QF₇ (QF₉) 已分闸，起动控制逻辑，合上分段断路器QF₁，完成切换。
- 4) QF₂的控制逻辑与上述类似。

3 电动机控制中心进线电源MCC A（或B）的控制逻辑

图1中，MCC的正常工作方式：MCC的进线隔离开关（图中未标出）均在合入位置，进线断路器A和B根据运行情况仅有一个断路器在合闸位置。

执行合闸和分闸MCC A断路器的操作前提是断路器非控制电源故障。其中合闸取已跳闸 or 分闸取已合闸作为闭锁，保证操作的一次性。当MCC A和B联动靶标退出时，闭锁自动投切换功能。当MCC A和B联动靶标投入时，起动自动投切换功能。控制逻辑图如图4所示。对于图4分析如下：

- 1) 正常手动合闸。将MCC A和B联动靶标退出，操作员执行MCC A合闸操作指令，MCC A在人为判断下确保允许合闸操作，再将MCC A和B联动靶标投入。
- 2) 事故自动切换。由MCC A断路器保护动作是不允许切换的，因MCC A断路器保护动作的原因很有可能是MCC系统出现故障，如进线电缆故障、MCC柜本体故障或MCC内下级开关拒动作越级故障等。如果带故障切换将导致故障范围扩大，影响生产。
- 3) 不正常情况自动切换。MCC A和B联动靶

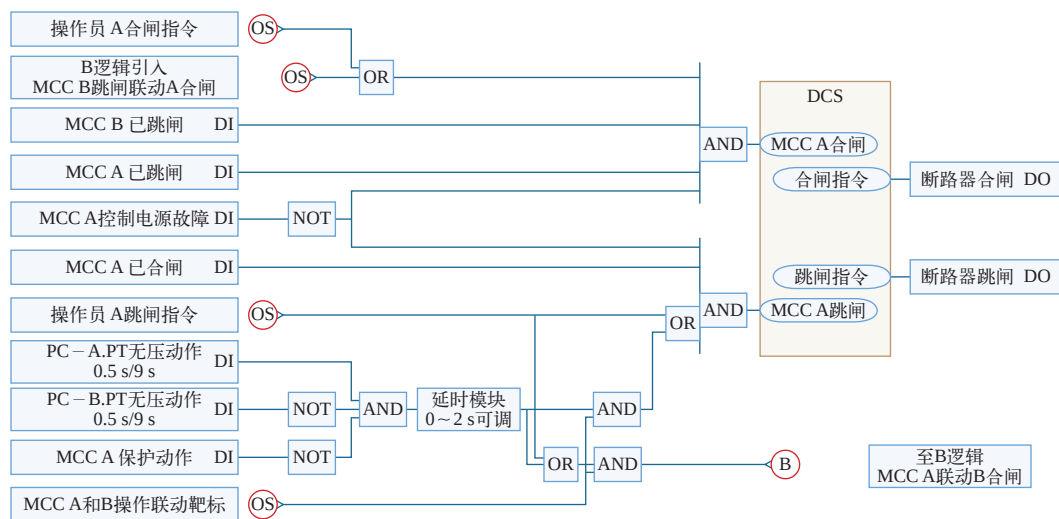


图4 MCC A断路器DCS控制逻辑图

标投上后,若PC-A段0.5 s或9 s无压动作则起切换,此时要求非MCC A保护动作,非PC-B段无压0.5 s或9 s动作和MCC A在合闸位置等条件满足,起动MCC A跳闸,同时联动MCC B合闸,完成不正常情况下的切换。此处MCC A的断路器误跳闸无法引用,因此此切换不具备该功能。

4) MCC B的控制逻辑与此类似。

此逻辑中,没有设计工作电源的电流检测,在实际中也可以利用DCS中电流限值等逻辑模块加入此功能作为检测条件,进一步完善该投切的性能。

4 结束语

备用电源自动投入装置是发电厂和变电所常用的自动装置之一,从以往的继电器或者是微机单片机为主构成的备用电源自投装置在生产使用过程中来看,技术和功能已经相当成熟,都能够满足实际的要求。随着DCS在国内的普及和技术的提高,为达到实现备用电源自动投入这一功能,DCS带来了崭新的设计方式,提供了第三种设计途径,为设计者增加了可选择的空间。

由继电器、微型单片机构成的备自投和利用DCS组态控制逻辑实现的备自投各自的优缺点如下:

- 1) 由继电器构成的备自投装置,继电器之间接线复杂,有可能存在寄生回路,但价格便宜。
- 2) 由微型单片机构成的备自投装置,响应速

度快,执行准确,界面简单,价格较昂贵,且需要外接电流、电压和各类接点等,导致接线复杂且麻烦。

3) 利用DCS组态控制逻辑实现的备自投装置,不需要额外采购备自投装置,也不需要增加额外的接线,控制逻辑灵活多变。

由此可见,利用由DCS组态构成备自投,不但节省投资,同时更体现设计单位的技术水平。

文中介绍的两种自投功能均已在该燃机电厂DCS内实现,通过近10年的实践应用,运行切换状况良好。

参考文献

- [1] 卓乐友. 电气工程电气设计200例 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [2] DL/T 5174—2003 燃气—蒸汽联合循环电厂设计规定 [S].
- [3] DL/T 5153—2002 火力发电厂厂用电设计技术规定 [S].
- [4] 能源部西北电力设计院, 编. 电力工程电气设计手册 (电气二次部分) [M]. 北京: 水利电力出版社, 1989.
- [5] 丁书文. 电力系统微机型自动装置 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

(收稿日期: 2015-06-15) EA