

[控制系统]

PLC在低压两进线一母联中的应用

文/广东省顺德开关厂有限公司 杜勇潮

低压两进线一母联通常应用在一级供电负荷或二级供电负荷当中，其作用是在发生任何故障且保护装置正常时，保证至少有一个电源不中断供电。其两路进线分别取自不同的变压器，以保证供电的可靠性。在很多时候，二级负荷以上供电系统都要求进线两路必须取自不同电源，所以有不少情况会与ATS配合使用，添加后备电源。两进线一母联对每个开关分合，以及与ATS的配合有着严格的要求，通常会使用PLC来实现电气联锁及逻辑控制，并控制开关切换的时间。

在保证供电可靠性方面，低压配电通常采用典型的两进线一母联结构。低压两进线一母联通常应用在一级供电负荷或二级供电负荷当中，其作用是在发生任何故障且保护装置正常时，保证至少有一个电源不中断供电。其两路进线分别取自不同的变压器，以保证供电的可靠性。在更高要求的配电系统中，进线端会采用两路供电，而且通常会设置一路为优先级。这两路电源可以都是市电，或者一路市电，一路其他电源（如柴油发电机组，在一般情况下优先选用发电机组，这是为防止市电在失电后，供电系统不能正常运行。采用发电机组时，在市电失电状况下，会自动切换到备用的发电机组回路，保证供电系统的正常运行）。在切换两路电源时，供电系统需使用到自动负荷切换开关（ATS），方便接入两路电源，输出一路供电给负荷，另一路

作为后备使用。两进线一母联加ATS在使用过程中最典型的接线方式如图1所示。两进线一母联是两段进线柜（L1和L2），每一段进线带有一定的负载出线柜，在它们的中间有一台母线联络柜（LI2）。L1进线端的另一路电源为FL1，L2进线端的另一路电源为FL2，它们分别通过1ATS与2ATS自动切换进线线路。

在图1所示的供电系统中，断路器1QF、2QF、3QF、1ATS及2ATS之间具备完整的机械和电气联锁，保证任何时刻都只有一路电源向负荷供电。针对电气联锁，可采用电压继电器，时间继电器和中间继电器等来实现备自投。当电压继电器探测到进线开关进线侧电压低于低电压阈值（一般判断条件为70%额定电压）时，时间继电器延时发出命令，令该进线开关脱扣，将信号发

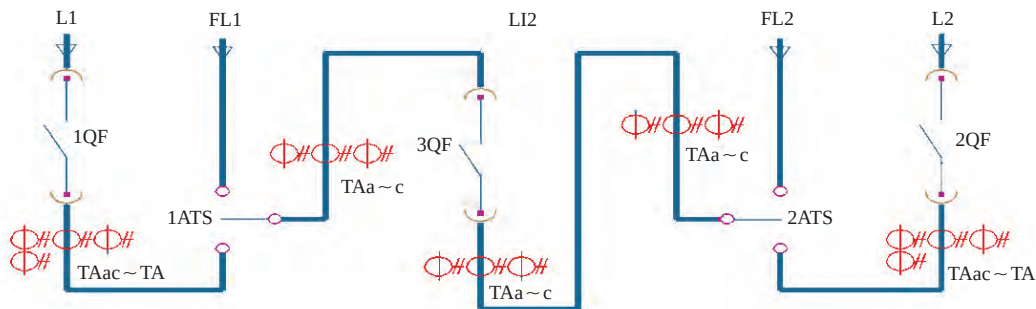


图1 典型一次方案系统图

送至各三级负荷总开关和联络开关。之所以需要延时,是为了保证电网确实掉电,而不是发生晃电。三级负荷总开关收到进线脱扣信号,并确认进线并非故障脱扣后,直接跳闸,并将跳闸信号发送至联络开关。联络开关接收到进线和各三级负荷总开关脱扣信号后,自动合闸,完成一次自备自投过程。可见,由继电器搭接而成的控制回路能够满足基本逻辑控制要求。但现今对配电可靠性要求越来越高,由于在实际应用中继电器触点容易熔焊、线路复杂等问题,很大程度上影响到低压配电系统的安全稳定运行,所以在近年里都要求选用可靠性更高的工业型PLC控制或智能模块来实现两进线一母联加两路电源的配电系统的电气联锁及电气控制要求。PLC相对智能模块在可靠性、灵活性及简洁性方面具有一定的优势,所以在实际生产中都基本采用PLC来实现这一配电系统的电气联锁及电气控制要求。

两进线一母联电气联锁要求

两进线一母联的电气联锁及控制要求按其实现方式可分为:手动运行方式;自投不自复方式;自投自复方式;故障时刻;ATS开关切换条件;自投不自复或自投自复方式。每一部分又有各自的电气联锁及电气控制要求。

(1) 手动运行方式

任何情况下只能三合二,进线开关失电时,自动分失电开关,母联手动合闸。

(2) 自投不自复方式

两进线1QF、2QF正常运行(均在合闸状态),当L1变失电,1QF自动分闸($t=2\text{ s}$),3QF延时合闸($t=2.5\text{ s}$),2QF保持合闸,当L1变恢复供电时,1QF保持分闸状态。反之L2变失电时,2QF自动分闸($t=2\text{ s}$),3QF延时合闸($t=2.5\text{ s}$),1QF保持合闸,当L2变恢复供电时,2QF保持分闸状态。

(3) 自投自复方式

两进线1QF、2QF正常运行(均在合闸状态),当L1变失电,1QF自动分闸($t=2\text{ s}$),3QF延时合闸($t=2.5\text{ s}$),当L1变恢复供电时,3QF开关自动分闸($t=2\text{ s}$),1QF延时合闸($t=2.5\text{ s}$)。反之L2变失电时,2QF自动分闸($t=2\text{ s}$),3QF延时合闸($t=2.5\text{ s}$),当L2变恢复供电时,3QF开关自动分闸($t=2\text{ s}$),2QF延时合闸($t=2.5\text{ s}$)。

(4) 故障时刻

1QF或(2QF)进线开关故障时,1QF或

(2QF)故障开关跳闸,闭锁3QF母联开关和1ATS或(2ATS)。解除故障(转换开关在手动状态),故障解除,1QF(2QF)进线开关、3QF母联开关可以三合二。

(5) ATS开关切换条件

1) 当L1变失电,1QF自动分闸(无故障状态)且3QF处于分闸状态,投入1ATS发电侧供电;L2变恢复供电,1QF合闸后,1ATS(开关20 s后)切换到市电侧供电。

2) 当L2变失电,2QF自动分闸(无故障状态)且3QF处于分闸状态,投入2ATS发电侧供电;L2变恢复供电,2QF合闸后,2ATS切换(开关20 s后)到市电侧供电。

3) 当L1变失电、L2变失电,1QF、2QF、3QF自动分闸(无故障状态),投入1ATS、2ATS。

(6) 自投不自复或自投自复方式

L1变、L2变失电时,1QF、2QF自动分闸($t=1.5\text{ s}$)、3QF自动分闸($t=1.5\text{ s}$),然后1ATS、2ATS自动投入。

在开关切换过程中需加入延时,这主要是继电器需要动作时间,后备电源(发电机)电力感应器确认线路失电时间,开关动作过程也需要一定的时间。为避免母联3QF合闸瞬间,造成进线两端或后备电源共同带电造成事故,所以开关切换过程需要添加一定的时间间隔。

二次控制方案设计

根据信号采集与控制要求,计算出PLC的输入点最少需要15个,输出点最少需要6个,这里选用西门子的可编程序控制器举例(使用一个CPU和一个扩展模块)。配置PLC的I/O分配及控制原理图如图2所示。信号源主要从开关1QF和2QF两路进线中取,其信号源包含了开关的状态,开关的操作按钮,两路进线的电压信号,开关的故障信号,开关操控方式,后备电源闭锁信号;输出端为1QF、2QF和3QF的分闸与合闸控制继电器。

PLC编程设计

根据电气联锁要求,两进线一母联加ATS切换开关之间有着复杂的逻辑关系,为方便理清控制要求与联锁要求,编写出两进线一母联加ATS切换开关系统要求的真值表如下表所示。根据控制的方式不同,程序可分为主程序与子程序,三个子程序分别为手动操作、自投自复和自投不自复。

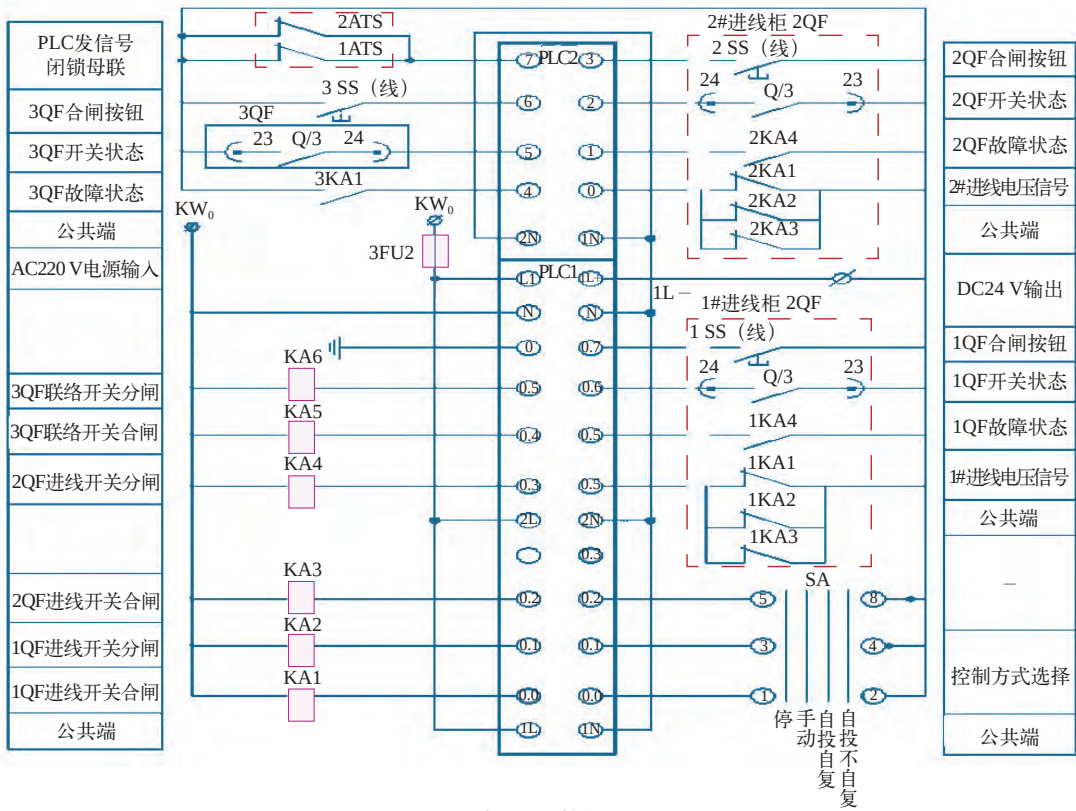


图2 I/O分配及控制原理图

表 控制逻辑真值表

		手动操作	1#, 2#进线电压正常	1#进线失电, 1#正常	1#进线恢复电压, 2#正常	2#进线失电 1#正常	2#进线恢复电压, 1#正常	1#进线电压正常, 2#不供电	2#进线电压正常, 1#不供电
PLC输入	0.0 手动	0	×	×	×	×	×	×	×
	0.1 自投自复	×	0	0	0	0	0	0	0
	0.2 自投不自复	×	0	0	×	0	×	0	0
	0.4 1#进线电压	0	0	×	0	0	0	0	×
	0.5 1QF故障								
	0.6 1QF合状态		×	0	×	0	0	×	×
	0.7 1QF手动合闸		无效	无效	无效	无效	无效	无效	无效
	0 2#进线电压	0	0	0	0	×	0	×	0
	1 2QF故障								
	2 2QF合状态		×	0	0	0	×	×	×
PLC输出	3 2QF手动合闸		无效	无效	无效	无效	无效	无效	无效
	4 3QF故障								
	5 3QF合状态		×	×	0	×	0	×	×
	6 3QF手动合闸		无效	无效	无效	无效	无效	无效	无效
	0.0 1QF合闸		0 (延时2 s)	×	0 (延时2 s)	×	×	0 (延时2 s)	X
	0.1 1QF分闸	无效	×	0 (延时3 s)	×	×	×	×	×
	0.2 2QF合闸		0 (延时2 s)	×	×	×	0 (延时2 s)	×	0 (延时2 s)
	0.3 2QF分闸	无效	×	×	×	0 (延时3 s)	×	×	×
	0.4 3QF合闸		×	0 (延时2.5 s)	×	0 (延时2.5 s)	×	0 (延时2.5 s)	0 (延时2.5 s)
	0.5 3QF分闸	无效	×	×	0 (延时1 s)	×	0 (延时1 s)	×	×

依照真值表，编写PLC控制程序。

线工作量，使烦杂的电气联锁工作可以简便的实现，所以其在实际中得到了广泛应用。EA

(收稿日期：2015.04.14)

结束语

使用PLC可以减少使用继电器，减少二次接

(编辑：杨得润)