[控制系统]

基于单片机的数字式主变跳闸出口测试辅助装置的研制与应用

文/胜利油田电力管理总公司　郑春生　荣　伟

目前，220 kV主变跳闸逻辑复杂，现场工作检验过程中需多人配合多次合跳各侧断路器及相应母联断路器，易对断路器等设备造成损坏并且效率低下。利用单片机为逻辑控制芯片，采用同步计时功能，并同步检测跳闸出口动作情况，研制了一种数字式跳闸出口测试辅助装置，避免了工作过程中断路器的频繁合跳并且提升了检修和验收工作的工作效率。

在进行电力系统继电保护装置校验时，最重要的一个环节就是利用整组传动试验，来检验保护模块、二次回路及开关之间传动的正确性和断路器跳合闸回路的可靠性。但面对像220 kV主变这种高电压等级的设备来说，其继电保护配置复杂，每种类型的保护又分I、II、III段，每段又分多个时限，这样每次再进行校验时，需要多次分合断路器并需要多人配合观察跳闸时限，这样频繁合跳不仅容易对断路器造成损坏，而且这种重复性的工作造成人力、时间的浪费并且容易出错。

在用220 kV主变跳闸出口检验测试方式

220 kV主变继电保护配置较为复杂，保护出口较多，需要多次不同时限跳各侧断路器，如胜利油田某220 kV变电站主变保护跳闸逻辑表如表1所示。

表1　某220 kV变电站主变跳闸逻辑表

保护功能	跳闸时限/s	跳高压侧开关	跳中压侧开关	跳低压侧开关	跳高压侧母联	跳中压侧母联	跳低压侧母联
差动	0	✓	✓	✓			
220 kV侧复压过电流	带方向 5				✓		
	带方向 5.5	✓					
	不带方向 5.5	✓	✓	✓			
110 kV侧复压过电流	不带方向 4					✓	
	不带方向 4.5		✓				
35 kV侧复压过电流	2						✓
	2.5			✓			
220 kV侧零序	I段 3	✓					
	II段 5	✓	✓	✓			
110 kV侧零序	I段 1.5					✓	
	I段 2		✓				
	II段 2					✓	
	II段 2.5		✓				
220 kV侧放电间隙	0.5	✓	✓	✓			

对于上述保护的校验需跳各断路器20余次，而220 kV主变保护均为双保护配置方式，显然现场进行保护校验和整组传动是非常烦琐的，且会对断路器造成损害。

检验跳闸出口测试方式的改进思路

在现场进行出口压板检验时，检修人员通常采用继电保护测试仪的一对常闭接点串入出口回路中，当保护动作不同出口接点闭合时，测试仪会显示相应接点的闭合时限，并结合后台动作情况判断保护逻辑动作的正确性示，但如此的试验方法，接线较为复杂，并且继电保护测试仪接点有其自身的限制，给验收和检修工作带来诸多不便。

如上所述的试验方法，需要大量更换不同的出口接点，繁复且容易出错，而且给工作造成大量时间的浪费，针对上述等诸多问题，提出了新的试验方法。

1）首先对于每相出口跳闸都进行一次整组传动校验，以保证各相跳闸出口至断路器跳闸机构之间回路的正确性。

2）其次需要能同时监测到其他各保护逻辑跳闸时，跳闸出口电位以及达到该电位所用的时间。

这样就可以完成对各类保护的模拟跳闸工作。

测试辅助装置的设计要求

根据以上问题，基于对出口测试装置的设计应满足如下几点要求。

1）应能在开始校验时同时计时，并在各不同保护出口动作后同时停止计时，且时间记录要精确到毫秒级。

2）可以同时实现多路开关的测量检验工作，在一种保护逻辑跳闸时，可以同时对多路需要跳闸的断路器进行检验。

3）能与保护校验保持同步性，在校验同时启动装置，误差小于毫秒级。

测试辅助装置的设计方案

1．装置整体面板设计

根据胜利油田变电站现场需求和设备的便于使用等情况，该装置设为4路通道，主要针对高、中、低三侧断路器和母联断路器，每路通道相当于一个独立模块，均自带启、停、复位和同步计时功能。

2．装置模块设计

对于每个子模块，均采用统一设计方式来达到同步启动和同步计时功能，对于主控逻辑芯片采用PIC16F72型号单片机，其程序控制逻辑原理如图1所示。

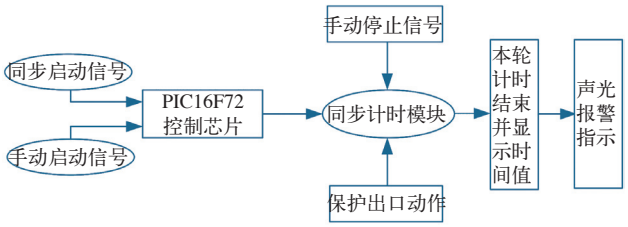


图1　单片机逻辑控制原理流程图

根据上述控制原理，对PIC16F72控制芯片的电路设计简图如图2所示，在正常工作时，可通过外部干接点或开始按钮同时控制芯片启动，芯片正常数据接口START－1为低有效启动，在不工作时被置于高电平，当电平被拉低或通过外部干接点的闭合驱动使芯片启动，芯片启动后，同时使用同步接口启动外接数码管开始进行时间计时，当外部＋110 V输入检测接点检测到相应信号时，则发送一个中断，停止时间计时，并输出信号使外接声光系统启动，发出声光报警信号。

在芯片工作期间，可随时采用停止按钮STOP对芯片发送停止信号，使其中断停止工作，时间显示为从开始到停止瞬间的计时时间，可通过RESET按钮对芯片进行复位，相应的时间显示也被重新复位为0。

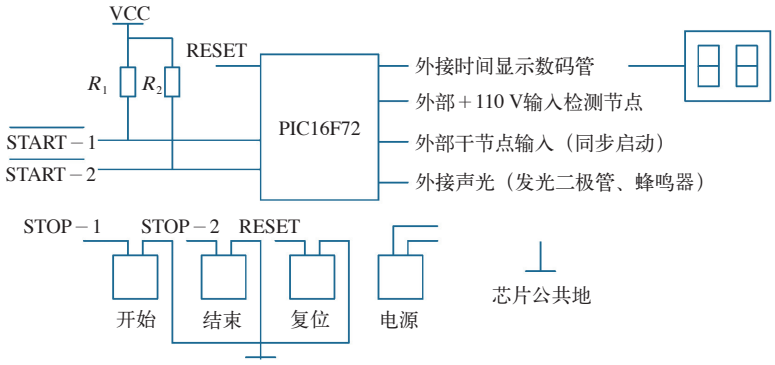
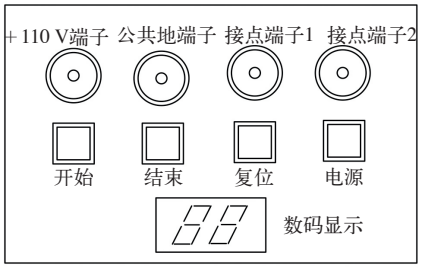


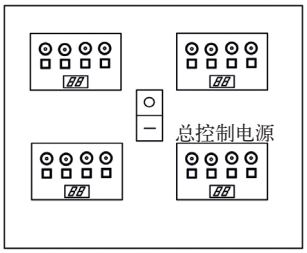
图2　测试装置内部电路及控制芯片设计图

3．模块面板布局

数字式主变跳闸出口辅助装置的单模块面板设计本着设计按键简单直观，布局简洁的原则，其模块布局构造如图3所示，主要包括开始、结束、复位、电源4个主要按键，以及＋110 V接口、公共地接口和一对输入节点接口。设计好每个模块单元后，将一组4个模块装入设计好的铝合金箱中，便于携带和就地使用。



（a）子模块布局设计图



（b） 总板布局设计图

图3 子模块及装置整体布局

主变跳闸出口辅助测试装置的现场应用

为了验证设计的测试装置的可靠性和准确性，在某220 kV主变检修时进行了现场试验，首先将测试装置的公共地端子与保护屏的接地铜排连接，然后接通电源，电源指示灯点亮，并将110 V正接线端子接于各需要进行测量的出口跳闸压板首端并把相应跳闸压板打开，将继电保护校验仪的一对节点接到测试装置的节点端子上并设置好，则接线准备工作完成，接线方式如图4所示。

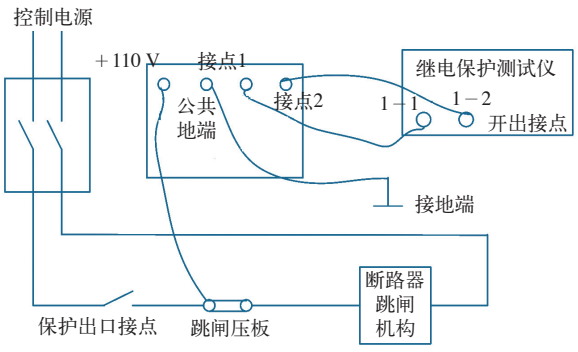


图4 测试装置工作接线图

进行试验前，先通过各个通道的复位按钮将各路模块复归，然后开始使用继电保护校验仪加入故障模拟量，在加入模拟量的同时，节点接通，测试装置同步启动，开始计时，当相应保护出口动作时，指定跳开的断路器跳闸压板首端被检测到高电位＋110 V，此时相应通道计时停止并发动声光报警，完成对相应跳闸逻辑的测试，试验完毕后，可将各通道模块进行复归。

为检测所设计研制的跳闸出口测试辅助装置的可靠性与准确性，以某220 kV变电站1#主变后备保护为例进行了试验，现场试验情况如图5所示，各通道指示结果与定值的对照如表2所示，均在误差要求之内。

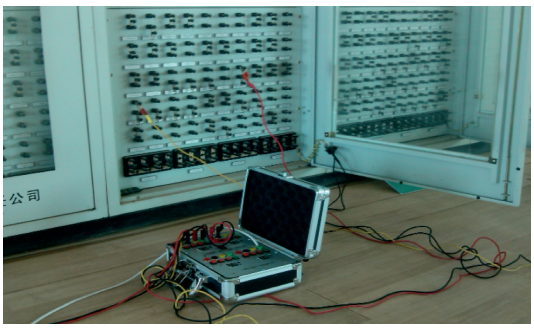


图5 数字式跳闸出口测试辅助装置现场试验图

表2 测试结果与定值对照表

断路器动作情况	定值/s	实测值/s
跳110 kV母联	4	4
跳110 kV侧断路器	4.5	4.5

结束语

数字式主变跳闸辅助测试装置的研制提高了220 kV主变检修与验收工作的效率，可以通过该装置便捷地验证主变跳闸逻辑的正确性，提升工作效率的同时还加大了保护校验的正确性。并且有效降低了开关的合跳次数，避免因开关的频繁合跳使机构出现问题或损坏，提高了系统的可靠性，在实际应用中取得了良好的效果。**EA**

（收稿日期：2015.10.09）

（编辑：杨得润）