

三极相控真空断路器相控精度保障

佟 利

(国网北京朝阳供电公司, 北京 朝阳 100026)

摘要: 通过对三极相控真空断路器组成结构及工作原理、同步关合时序控制流程、影响相控精度因素的分析, 提出相控精度的保障要有合理的驱动机械设计、要设计一套具有自学习能力的控制器等措施, 提出了电容性负载中性线接地时及不接地时的投、切相位点的选择, 并用实验验证保障措施的有效性。

关键词: 三极相控真空断路器; 选相开关; 同步关合

中图分类号: TM56

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2014)02-0026-02

三极相控真空断路器(或称选相开关,下同)是以50 Hz 电力供电相位为参考,每相机构均可在 $0 \sim 360^\circ$ 相角范围内受控接通与断开,从而实现断路器的相控功能。在用于配电系统投切电容器组时,可有效地减少电容器组投入系统时产生的涌流与过电压。

1 三极相控真空断路器组成结构

三极相控真空断路器由三极独立操控的永磁机构真空断路器,三极选相智能控制器,机构驱动电源,同步信号提取及相序检测、电容残压检测的互感器,就地操作及远程通信等部件组成,如图1所示。同步关合程序控制流程如图2所示。

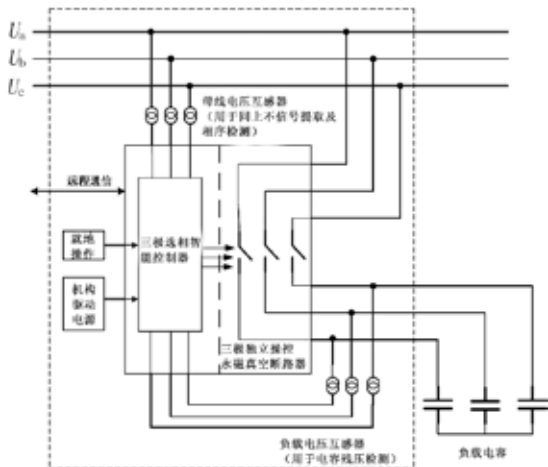


图1 三极相控真空断路器组成框图

2 影响断路器相位控制精度的主要因素

由于永磁真空断路器是机电一体化元件,其相控精度主要与机构驱动电压、使用环境温度、母线电压品质等因素相关。

2.1 机构驱动电压对相位控制精度的影响

断路的动作是由永磁机构将电能转换为机械能推动完成的,驱动电压直接影响机构的运动时间。表1是对某三极永磁真空断路器A相机构在驱动电压90~115 V状态

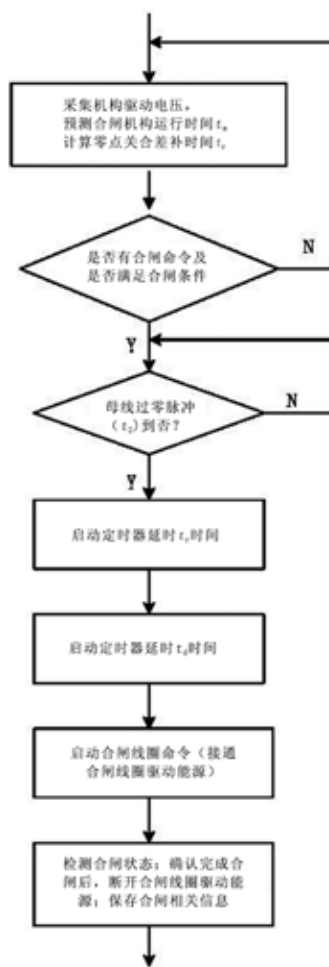


图2 同步关合程序控制流程图

下合分闸时间的测试记录。

表1 合分闸时间的测试记录

项目	90 V	...	115 V	相位变化
合闸时间/ms	30.820	...	24.04	$0 \sim 126^\circ$
分闸时间/ms	15.224	...	11.74	$0 \sim 62^\circ$

2.2 环境温度对相位控制精度的影响

温度对真空断路器的机械部件应力有直接的影响,能够导致机械形变及连接关节阻尼变化,及储能电容容量的

变化, 综合影响开关的合分闸时间。表 2 是对某三极永磁真空断路器 A 相机构在驱动电压一定的情况下运动时间的测试结果记录。

表2 某三极永磁真空断路器A相机构运动时间的测试结果记录

项目	60℃	0℃	-10℃	-20℃	-30℃	-40℃	相位变化
合闸时间/ms	46	47	48	50	56	59	0~234°
分闸时间/ms	16	16	16	18	18	20	0~72°

2.3 母线电压畸变对相位控制精度的影响

永磁机构励磁的起点直接与母线电压基波的零点相关, 母线电压畸变会直接影响开关控制基波同步点的确立, 因而过零点的检测误差将会直接被带入相控到误差中。

3 相位控制精度的保证措施及电容投切控制策略

3.1 相位控制精度的保证措施

要确保相位控制精度, 一要有合理的驱动机械设计, 减少合分闸时间离散性及温度对机构运行时间的影响。二要设计一套具有自学习能力的控制器, 在调试阶段, 恒定温度的情况下, 调整机构驱动电压由低到高作一定次数的合、分闸操作, 建立供电电压下的合分闸电压—机构运动时间矩阵, 预存在控制器内; 在驱动电压一定的情况下, 将开关置于恒温箱中, 在规定的温度范围内由低到高作一定次数的合、分闸操作, 建立温度与机构运动时间矩阵, 预存在控制器内; 将电压、温度与机构运行时间融合。三要对电压同步信号实施硬件和软件滤波, 以排除电网中的噪声、谐波分量、瞬态脉冲等干扰的影响, 确保电压过零点的检测精度。四要采用系统内每次合分闸时间的测量功能, 结合采集的温度、驱动电压等参数, 对下次合分闸时间运行参数进行预测和修正。

3.2 电容投切控制策略

相控真空断路器在投切电容时, 依据负载中性线是否接地的条件, 采用不同的控制策略, 以达到电容器投切时的抑制涌流及过压目的, 具体简述如下。

3.2.1 电容性负载中性线接地时的投、切相位点的选择

电容性负载中性线接地时, 负载投入时, 其两端承受的电压即是相对地的电压, 其最佳投入时刻在每相电压过零点时投入; 在每相电流过零点时切断负载电容。

3.2.2 电容性负载中性线不接地时的投、切相位点的选择

在配电系统中, 常采用负载电容中性线不接地的星型连接方式。在电容投入时, 采用某两相电压差为零时, 投入该两相电容负载, 第 3 相的中性点电压为零时, 投入第 3 相电容。在某两相电压差相位为 90° 时断开一极开关(同参考电压极), 再经过 90°, 断开另两极开关, 实现切断三相电容负载。

4 试验及验证

依据上述原理, 在 MDS2B 永磁真空断路器基础上, 研制配套控制器并进行 10 kV 电压下的电容投切实验, 实验采集的波形及数据如图 3 所示、表 3 所示。

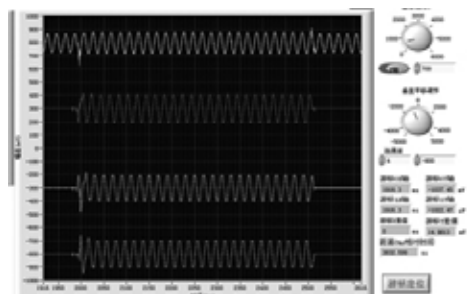


图3 10 kV 电压投切电容器实验波形图

表3 实验采集波形数据

机构驱动电压/V	95	100	105
A相电流过0点时间/ms	-0.321	0.153	-0.482
B相电流过0点时间/ms	-0.321	0.153	-0.482
C相电流过0点时间/ms	5.384	5.581	5.26
A相涌流	205.993	224.719	220.974
B相涌流	288.39	318.352	303.371
C相涌流	277.154	348.315	299.625
A相额定电流/A	194.775	194.775	194.775
B相额定电流/A	194.775	194.775	194.775
C相额定电流/A	194.775	194.775	194.775
A相涌流倍数	1.057595	1.153736	1.134509
B相涌流倍数	1.480631	1.63446	1.557546
C相涌流倍数	1.422944	1.788294	1.538313

从实验结果看, 采用相位控制精度的保证措施的断路器, 在电容投入时, 相位误差在允许范围内, 涌流得以有效抑制。同时也可看出, 驱动电源对选相精度的影响基本被消除。两个季度后, 再次重复上述测试, 结果与上表无本质的区别, 说明温度对选相精度的影响也基本可被消除。

5 结束语

电力系统中, 电容器组的投切是一项非常频繁的操作, 在对电容器组投入和切除时, 如果不能掌控投切的时机(相位), 其引起的暂态过电压和涌流将不仅对系统设备不利, 还会引起电能质量的下降以及综保系统的误动作。根据影响断路器合分闸时间因素的分析, 有针对性地开发和研制相关控制单元, 可有效地解决传统电力系统中电容器组投切中存在的难题。

参考文献

- [1] 王季梅. 真空开关技术与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [2] 司正生. 浅谈永磁机构真空断路器的性能指标[J]. 科技与企业, 2005; (08).

(责任编辑: 刘艳玲)