

补偿电容器组同步开关控制器的研制

雷颖, 牟京卫, 游一民

(西安高压电器研究所, 陕西 西安 710077)

Development of the Synchronous Circuit Breaker Controller for Compensation Capacitor Banks

LEI Ying, MU Jing-wei, YOU Yi-min

(Xi'an High Voltage Apparatus Research Institute, Xi'an 710077, China)

摘要: 介绍了新研制的中压补偿电容器组同步开关控制器的工作原理和基本结构, 该控制器将控制和驱动永磁机构, 以实现开关的选相合、分闸, 从而有效地抑制投切并联电容器组时引起的过电压及涌流。

关键词: 同步开关; 控制单元; 永磁机构

中图分类号: TMS71 **文献标识码:** A

Abstract: A new synchronous circuit breaker (SCB) controller for compensation capacitor banks is developed which can be used on the control of a permanent magnetic actuator. The principle of the new controller is described as well as its architecture. The electronic controller together with the VCB driven by a permanent magnetic actuator forms SCB, which can realize the synchronous switching, hence reducing the overvoltage and/or inrush current when switching capacitor banks.

Key words: synchronous circuit breaker(SCB); control unit; permanent magnetic actuator

1 引言

并联电容器组已被广泛应用于电力系统中, 以补偿无功功率损失, 稳定系统电压, 提高电网供电质量。但是随机投切并联电容器组又很可能引起暂态过电压、高频涌流和低压侧过电压升高, 给电力系统和用户的设备造成危害。为此, 人们采取各种办法来抑制这些暂态过程。研究表明, 用同步开关实现选相合、分闸是减小投切并联电容器组时引起的过电压及高频涌流的最好办法^[1]。

2 国内外发展概况

同步分合技术的概念已经提出许多年了。由于补偿电容器组投切时的暂态过程与系统电压和电流的相角密切相关, 所以选相分、合闸可以有效抑制这

一过程中的过电压和涌流。这就要求投切电容器的开关合、分闸时间稳定, 分散性必须小于 1 ms^[2,3], 且三相有各自独立的操动机构。传统操动机构的传动环节多, 累计运动公差大, 使其响应动作时间的分散性很大, 无法实现合分闸时刻电压或电流相角的准确定位, 从而制约了同步分合技术的发展。

近年来, 随着电力电子、微电子、数据处理、光电传感器技术的飞速发展, 尤其是永磁操动机构的应用, 为同步开关的研制提供了有利条件。永磁机构将电磁机构和永久磁铁有机地组合起来, 无需传统的机械脱扣、锁扣装置, 所以零部件少, 动作时间分散性小, 特别是它可以由电子线路(控制器)进行驱动, 动作准确度可达到 1 ms, 并能通过软件实现在任何目标相位上的合分闸操作。

目前国外已开发出同步开关产品。高压、中压断路器及接触器均有相应产品, 如 ABB 公司于 20 世纪 90 年代研制成功配有由三个独立的分相模块组成的 CAT 模块式电子装置的 HPA 型高压 SF₆ 断路器(智能操作)、在 VD4 基础上发展的采用永磁机构的 VM1 型中压真空断路器(同步开关)及 H 型中压 SF₆ 断路器等^[4]。

国内许多大专院校和研究机构也开始了这方面的研究工作, 但由于多种原因, 如国内生产的操动机构机械特性分散性较大, 虽然永磁机构机械特性一致性较好, 但其电子控制器的可靠性不很理想等, 所以目前还没有形成产品, 更没有同步开关投入运行, 在这方面, 我国同国外尚有较大的差距。

3 控制器工作原理

(1)同步合闸的目标是在电压过零点合上开关。如图 1 所示。当同步开关控制器在 t_1 时刻接收到随机发来的合闸命令后, 控制器根据操作历史记录预测开关合闸时间 T_c , 计算出合闸触发信号的触发延时 $T_d, T_d = NT - T_c$ (T 为工频信号的半个周期)。然后检

测来自系统电压互感器的电压信号的零点 t_2 , 经延时 T_d 后, 在 t_3 时刻控制器发出合闸指令, 驱动永磁机构开始动作, 由于机构的合闸时间为 T_c , 因此, 开关将在预期的电压零点 t_4 闭合。

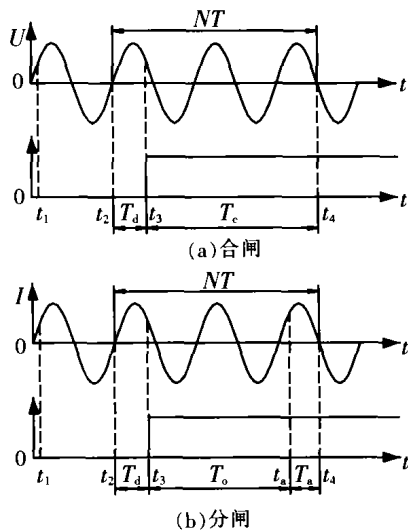


图1 同步控制时序

(2)与合闸过程不同,同步分闸的目标是在电流过零点前 $5\sim 7\text{ms}$ 将开关的触头分开,以保证当电流过零熄弧时有足够长的触头开距,从而大大减小重燃的几率^[3]。当同步开关控制器在 t_1 时刻接收到随机发来的分闸命令后,控制器将根据操作历史记录预测开关固有分闸时间 T_o ,计算出分闸触发信号的触发延时 T_d , $T_d = NT - T_o - T_a$ (T_a 为燃弧时间)。然后检测来自系统电流互感器的电流信号的零点 t_2 , 经延时 T_d 后,在 t_3 时刻控制器发出分闸指令,驱动永磁机构开始动作,由于机构的固有分闸时间为 T_o ,因此触头将在 t_4 时刻分开,经 $5\sim 7\text{ms}$ 的短燃弧后,在电流零点 t_4 切断电路。

(3)系统保留若干次的合分闸操作记录,每次操作完毕,即刻预测出下一次操作的合分闸时间,并存储在 EEPROM 中。

4 控制器硬件结构

同步开关控制器的硬件结构见图2。硬件结构由开关电源、微处理器、开关量输入接口、电压/电流传感器接口、功率驱动输出接口和储能电容器等组成。

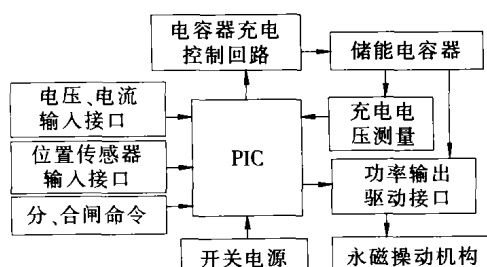


图2 同步控制器硬件结构

(1)微处理器采用高性能的 PIC16F877, 具有 $8\text{kB}\times 14$ 个片内 Flash 程序存储器、 $368\text{kB}\times 8$ 个片内数据存储器 (RAM)、 $256\text{kB}\times 8$ EEPROM 数据存储器及 10 位多通道 A/D 转换器。由于采用 PIC16F877 可以无需其它许多外围元器件, 所以控制器的硬件线路简单, 而且大大提高了可靠性。

(2)来自电压互感器和电流互感器的信号经电压和电流隔离变换器、低通滤波、比较器和光电隔离后进入微处理器单元。

(3)开关分、合闸位置传感器采用无触点的接近式感应辅助开关, 当开关连杆上带有的感应元件运动到接近开关操作面时, 输出 10V 电平信号, 易与微处理器接口。接近开关的所有元件密封在一个金属管内, 能有效地阻止外界污秽及电磁场的影响, 可靠性高、机械寿命长。

(4)采用储能电容器给永磁机构的合、分闸线圈供电。在充电过程中, 微处理器一直检测充电电压, 当达到预定值时, 停止充电操作, PIC 给功率驱动回路发出合、分闸指令, 实现开关合、分闸操作。

(5)电容充电控制回路和功率输出驱动回路都采用无触点的电力电子器件, 来自 PIC 的合、分闸信号通过光耦使驱动回路的电子开关导通, 合分闸线圈通电, 永磁机构开始动作。当合分闸到位时, PIC 检测到接近开关的信号, 进而关断电子开关。

该同步开关控制器已通过国家高压电器质量监督检验中心的 EMC 试验。

5 结语

目前智能开关电器正在蓬勃发展, 而同步开关的研发正适应了这一潮流。笔者所研制的补偿电容器组同步开关控制器结构简单、工作可靠, 它控制开关选相分闸, 可有效抑制并联电容器组投切过程中的过电压和涌流, 从而提高电网供电质量。

参考文献:

- [1] 张美娟, 辛成山, 杨俊乾. 并联电容器投入瞬态过程及限制方法[J]. 北方交通大学学报, 1998, 22(4): 109-114.
- [2] 段雄英, 邹积岩, 方春恩, 等. 相控真空开关同步关合电容器组控制策略及其实现[J]. 大连理工大学学报, 2003, 43(4): 457-460, 465.
- [3] Working Group 13.07. Controlled Switching of HAVC Circuit Breakers Guide for Application Lines, Reactors, Capacitors, Transformers (Part I)[J]. Electra, 1999, 183(4): 43-73.
- [4] C Cereda, C Gemme, C Reuber. Synchronous MV Circuit Breaker with Magnetic Drive and Electronic Control [J]. ABB Review, 1999(6): 13-21.

作者简介: 雷颖(1970-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事高压电器的设计与研究工作。