

永磁机构真空断路器的同步开关控制器研制

史增芳,姜棣

(河南工业职业技术学院,河南 南阳 473009)

摘要:针对电容器负载,研制了永磁操动机构真空断路器的同步开关控制器。作为一种改进供电质量的设备,可以减小在对负载进行分合闸操作时电网设备所承受的过电流或过电压,延长电路中设备的使用寿命和检修周期,有效地改善了电能质量并降低了运行成本。

关键词:永磁机构断路器;电容器负载;同步操作;控制器

中图分类号:TM56

文献标识码:B

Development of Synchronous Switching Controller of Vacuum Circuit Breaker with Permanent Magnetic Mechanism

SHI Zeng-fang, JIANG Di

(Henan Polytechnic Institute, Nanyang 473009, China)

Abstract: For the capacitor load, synchronous switch controller of vacuum circuit breakers of permanent magnetic mechanisms are developed. As the equipment modified supply electricity quality, it can reduce the over-current or over-voltage beared by the power network when opening and closing of the load are carried out and can prolong service life and overhaul period in the circuit equipment. It can improve electricity energy quality and reduce operation cost.

Key words: circuit breaker with permanent magnetic mechanism; capacitor load; synchronous operation; controller

1 引言

现代社会对供电质量和供电可靠性的要求越来越高,电力系统中各种器件和装置的工作性能是保证质量和可靠性的关键。断路器是系统中关键器件之一,起着承载、关合、分断正常电路以及切除故障电路的重要作用,其性能的优劣直接影响电力系统连续、可靠地运行。

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幅值很高的涌流和暂态过电压,给电力系统和用户设备造成危害。为此,人们采取各种措施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幅值很高的涌流和暂态过电压的最好办法。

2 国内外发展概况

目前国外生产的断路器,除小容量的外,大都装有

智能型控制器(也称脱扣器)。如法国 MG 公司的 M 系列、ABB 公司的 F 系列、德国西门子公司 3WE 系列、AE 公司的 ME 系列,以及美国 GE 公司、日本三菱电机的 AE 系列和寺崎电气公司的 AH 系列断路器等,这些断路器在我国均有应用。

随着技术不断进步,发达国家此类产品也不断更新换代。80 年代末期,以法国 MG 公司为代表的国外低压电器生产商推出了不带电磁脱扣器的电子式过电流脱扣器,采用了微机控制技术,摆脱了电磁脱扣器的束缚。加上其它一些辅助功能,如电流表、电压表、故障报警、自诊断的应用。日本寺崎电机推出了 XH 系列塑壳断路器采用了 8 位微处理器,实现了多功能。90 年代初,美国通用电气公司推出了带数字化固态脱扣器的 Power Breaker 系列塑壳断路器,其经济技术指标和保护特性均提高了一大步。

我国自 60 年代起,开发生产了 DW10 系列断路器。它的优点是结构简单、使用方便、便于维修;缺点是短路分断能力低、保护性能差、只有瞬时动作,难以

满足现代电网的配电要求。在 80 年代,为了满足电网选择性保护的需要,提高我国的断路器设计与制造水平,先后引进了一些国外技术,丰富了我国断路器系列产品,提高了断路器制造行业的工艺水平。80 年代我国开发成功 DW15 系列万能式断路器,它不仅提高了短路分断能力(50~80kA),还采用了半导体式过电流脱扣器,实现了过载长延时和短路短延时,特大短路电流瞬时动作保护,至今应用非常广泛。在现代化电站和工矿企业中,已广泛采用电子计算机监控系统,对与之配套的断路器提出了高性能、智能化的要求,并要求产品具有保护、监测、试验、自诊断、显示等功能。

目前,国外已开发研制出系列智能断路器,这些智能断路器的性能远远大于传统的断路器产品性能。我国在这方面的产品以及研究还算刚刚起步。此方面的研究人员的工作可谓任重道远。

3 控制器工作原理

并联电容器组是电网中的一种容性负载^[2],主要用于电网的无功补偿,起稳定电网电压、提高电网功率因数、减小线路损耗的作用。根据一些电网的运行经验,每发出 1kW 的有功功率,需要 1.2~1.4kV 的无功功率才能维持电网的正常工作电压^[2]。电容器组一般安装在 10kV、35kV 和 66kV 电网中,每组容量可达 5000~20000kV。电容器组投入电网时的主要问题是出现涌流,涌流的频率较高,可达几百到几千赫,幅值比电容器正常工作电流大几倍至几十倍,但持续时间很短(小于 20ms)。涌流过大可能造成高压断路器触头熔焊、烧损;涌流产生的电动力可能会使零件损坏;涌流过大还可能给电流互感器和串连电抗器造成绝缘损伤。根据电网运行情况,当电容器组需要退出电网时,同样会有暂态过程出现,而且由于容性负载的小电流等特点,如果分断相位选择不合适,可能出现重击穿等现象。

电容器组关合的最佳时刻是在系统电压过零点时,对于中性点接地和不接地的电容器组来说,控制策略是不一样的。中性点接地的电容器组投入时,其两端承受的电压即是相对地电压,其最佳控制策略是在每相电压过零点时相应地投入该相电容器组;在中等电压等级系统中,并联电容器组经常采用中性点不接地星型连接方式,此时电容器组投入顺序是:在某两相电压之差为零时,同时投入该两相的补偿电容器组,此时电容器组中性点电压为该两相电压的平均值,此中性点电压经过 90°后将为零,此时也是第三相电压过

零点的时刻,这时投入第三相电容器组,这样将大大减小过电压。电容器组分断的最佳时刻是在保证不发生重燃的情况下,使燃弧时间最短。具体的控制策略可根据系统而定。实现过程则是根据控制策略选择相应的检测点。

现以关合电容器为例,说明具体控制策略的一种。当控制器接收到外部关合命令时,开始检测电网中电压波形的过零点,在检测到过零点之后,在预定的控制策略下,经过一段延迟时间,发出合闸命令,再经过动作时间后,断路器合闸到位,实现预定的控制策略。实际过程中,还需有一定的措施对温度、控制电压等条件进行补偿。图 2 和图 3 为断路器的同步关合过程。

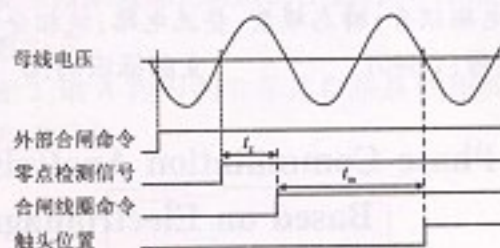


图 1 断路器的同步关合过程

其中 t_1 是检测到电压过零点之后,到控制器实际发出合闸命令之间的延时, t_2 是命令发出后的传输延迟和断路器的动作时间。

4 控制器硬件结构

同步开关控制器是实现数据检测、处理,相关算法和最终控制的核心设备。其总体硬件结构如图 2 所示。

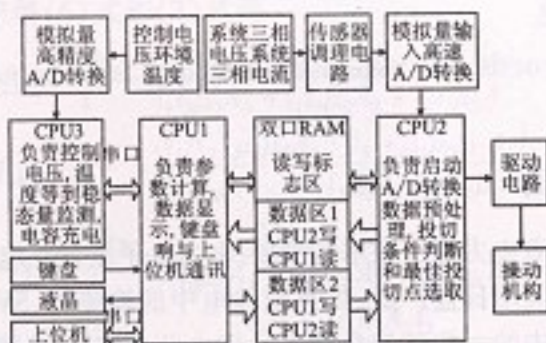


图 2 控制器硬件结构框图

控制器的硬件结构分为五个模块:交流信号测量模块、高速 A/D 转换及数据处理模块、高精度 A/D 转换及数据处理模块、主处理模块和驱动模块。

交流信号测量模块:完成对变压器低压侧三相电压、电流信号的测量。该模块由三路电压传感器和

(下转第 26 页)

路电流传感器组成,可将 $0 \sim 500\text{V}$ 的交流电压和 $0 \sim 5\text{A}$ 的交流电流信号转换为 $\pm 5\text{V}$ 内的电压信号,作为

后续模块的输入信号,同时实现电网与控制器在电气上的隔离。

高速 A/D 转换及数据处理模块:完成数据连续采集、关键点检测、同步操作执行。对传感器输出的测量信号进行调理、完成模/数转换、数据预处理和基本参数的计算。当有同步操作命令时,执行操作条件的判断和关键点的检测以及命令的执行。它与主处理模块之间通过双口 RAM 交换信息,由相应的标志位决定读写使能。

高精度 A/D 转换及数据处理模块:对环境稳态量信号进行调理、完成模/数转换、数据处理;当检测到控制电压低于下限值或有同步操作命令时,执行对电容间、电容和电源间连接开关的控制。它与主处理模块之间通过串口交换信息。

主处理模块:在接收两模块数据处理结果的基础上,完成液晶显示和键盘扫描功能,在接收到同步操作命令时负责投切关键点的计算和相关命令的下达。接收并响应主站计算机的数据请求命令,将数据处理结果和现场开关状态量远传;此外,该模块还负责接收并执行主站的控制命令,实现对现场断路器的远程控制。

驱动模块:主要是放大同步操作的执行命令信号,触发断路器执行相应的分合闸动作;并接收手动非同步分合闸命令。

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,它控制开关选相合分闸,可有效抑制并联电容器组投切过程中的涌流和过电压,从而提高电网供电质量。

参考文献

- [1] 李利,徐建源.真空断路器的同步关合控制[J].华北电力大学学报,2002,29(5):104-107.
- [2] 游一民.真空断路器永磁机构的优化设计与电容器组同步关合策略的研究[J].西安交通大学,2003,11.
- [3] 曹静,吴浩,等.真空断路器机械性能测试系统的参数采集接口电路设计[J].实验室研究与探索,2007,26(7):67-71.
- [4] 王瑞雪.断路器的电气控制回路原理及工程问题研究[J].热电技术,2007,(2):48-49.

收稿日期:2009-02-07

作者简介:史增芳(1973-)男,硕士,讲师,主要从事单片机与 PLC 的教学与科研工作。