

文章编号:1001-1609(2005)06-0441-02

双稳态永磁机构智能控制装置的研究

付志武, 凌玉华, 廖力清

(中南大学信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410083)

Study on Intelligent Controlling Device For Bi-stable Permanent Magnetic Mechanism

FU Zhi-wu, LING Yu-hua, LIAO Li-qing

(School of Information Science & Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

摘要: 利用单片机技术对配有永磁操动机构的真空断路器控制回路进行研制,设计了一种基于MSP430F149单片机的智能控制装置。通过对电压、电流、有功功率和各开关量的实时监测,由单片机输出脉冲信号,控制由SCR和IGBT组成的电子开关通断,完成断路器的合分闸智能操作,实现了开关的智能化。

关键词: 永磁操动机构; 智能控制; 真空断路器

中图分类号: TM561

文献标识码: A

Abstract: According to the technology of single chip micro-computer, an intellectual controller for vacuum circuit-breaker with permanent-magnet mechanism is developed in this paper, and the design is based on microprocessor MSP430F149. By monitoring the signal of current, voltage, active power and switch parameters, the single chip micro-computer outputs impulse signals to control the electronic switch (close or open) consisted of SCR and IGBT. Then the intelligent control of circuit-breaker is realized.

Key words: permanent magnetic operating mechanism; intelligent control; vacuum circuit breaker

1 引言

中压断路器的操动机构主要有电磁式、弹簧式和永磁式。永磁机构是近年来发展起来的一种新型操动机构,该机构将电磁操作与永久磁铁保持结合在一起,利用永久磁铁产生的磁力将真空断路器保持在合闸位置或分闸位置,而无须任何传统的脱扣、锁扣装置^[1]。该机构体积小、零部件少和结构简单,使断路器动作可靠性大大提高。

永磁机构真空断路器的控制方式,根据逻辑部分的元件不同可分为继电器、电子和微机控制方式。采用MSP430F149单片机针对配有双稳态永磁机构的中压真空断路器设计了一种智能控制装置,将微机技术和断路器的控制有效地结合在一起。由于配有永磁机构的断路器分合闸特性不仅与线圈参数有

关,还与分合闸保持力及机构的结构等有关^[2],因此控制线圈的电量参数,同时检测动铁心的位置和线圈电流、线圈通电时间等参数,通过拨码开关调节器进行功能和参数的设置,从而实现断路器分合闸的智能控制。

2 工作原理

永磁操动机构的操作控制及故障监测和诊断功能全部由电子控制单元实现。电源为电子控制单元提供工作电源,也为储能电容器提供充电电能;储能电容器预先储备足够的能量,在进行合闸或分闸操作时,向合闸或分闸线圈释放高达数kW的脉冲电能,使断路器快速完成关合或分断操作,每次放电后能在数秒钟内重新充电;动铁心的位置和电容器的充电状态分别由位置传感器和电子电路进行监测,它们同合、分闸命令一起被送入逻辑模块;逻辑模块对这些信号和命令进行判断,闭锁误操作命令,完成相应的操作。当永磁操作机构异常时,能发出报警信号。

3 智能控制装置的设计

永磁机构智能控制装置包括4个部分:直流电源控制,信号输入输出处理,智能控制,分/合闸线圈驱动与控制单元。该装置全部由新型电子元器件组成,其结构原理见图1。

断路器分合闸操作的电源一般为直流电源,要想在较短的时间内使线圈获得较大的脉动电流,满足其分合闸速度要求,目前有两种方案:其一是采用电容器;其二是采用蓄电池。用电容器作为电源具有许多优点,如电容器的充电时间较短,可采用具有滤波或非滤波、稳压或非稳压直流输出的任何一种常规电源装置对其充电^[3]。除此之外,电容器还可以很容易地并联使用,而不会产生并联电池之间的偏置电流那样的侧流效应问题。该装置设计采用开关电

收稿日期:2005-08-07

作者简介:付志武(1981-),男,硕士研究生,从事电力系统自动化的研究工作。

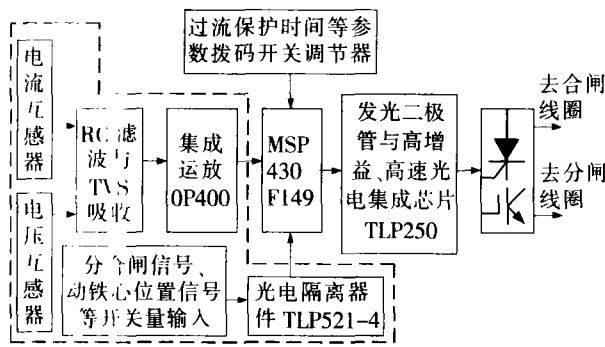


图1 控制装置结构图

注：虚线框内为信号输入单元

源为电容器充电，大容量电容平时用来为装置提供操作电源。在开关动作时瞬间为机构提供动作能量。若外部电源断电后，仍能为机构提供一次完整的分合闸操作所需的能量。

智能控制单元采用MSP430系列微控制器—MSP430F149，实现对断路器可靠分合闸操作的功能和基本的继电保护功能(如过流、速断、失压保护等)，重合闸以及线路合闸涌流保护等功能。采用微控制器能够提高装置的电磁兼容性和户内外环境适应性。

在控制器的信号输入单元中，反映断路器状态与就地分/合闸控制命令信号通过光电隔离器件实现隔离与处理。对来自CT与PT的模拟量信号先进行隔离变换、滤波、超值保护与量化等处理。进入CPU进行A/D转换之前，电量信号需转换为0~2.5V的电压信号。

信号输出单元用于指示断路器的运行状态，输出的信号有断路器的分合闸状态、断路器动作执行情况、操作电压是否满足分合闸要求、开关电源的输入电压是否正常以及断路器操动机构故障报警信号等。

为了适应不同厂家的永磁操作机构动作特性而设置各种参数，在永磁机构控制装置控制面板上设计了拨码开关，通过拨码开关的开与关的位置组合来设置不同的参数值。拨码开关的功能表，见表1。

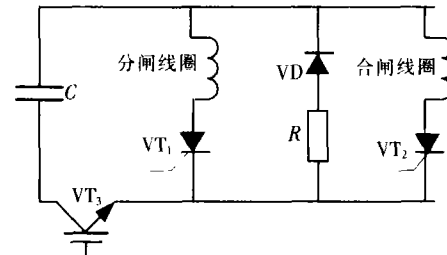
表1 拨码开关功能表

	6 On	6 Off	10 On	10 Off	12 On	12 Off
5 On	0.2 s	0.3 s				
5 Off	0.5 s	1.0 s				
9 On			70 A	80 A		
9 Off			90 A	100 A		
11 On					20 ms	30 ms
11 Off					40 ms	50 ms

注：5-6——过流保护时间 9-10——操作电流设定
11-12——线圈通电时间

分/合闸线圈驱动和控制单元中，控制分合闸线圈脉动电流通断的电子开关由晶闸管和绝缘栅双极型晶体管(IGBT)等元器件组成^[4]，晶闸管和IGBT的保护电路由阻容电路和压敏电阻构成。来自智能控制单元的分合闸信号，通过光电隔离器件驱动电子

开关导通，合闸线圈通电，操动机构动作。当合闸到位后，电子接近开关检测到到位信号，控制装置及时关断电子开关，从而迅速切断线圈的电流。驱动与控制单元电路原理见图2。



VT₁和VT₂——晶闸管 VT₃——IGBT器件
VD和R——构成一个线圈放电回路

图2 驱动与控制单元电路原理图

4 控制装置的试验

通过对控制装置和操动机构进行调整，合理配置各个参数，分别用本控制装置(HR/CSU-K300)与ABB电子装置配ABB原装永磁操动机构VM1真空断路器进行了单分闸、单合闸以及分合分重合闸实验。测试分闸和合闸速度是否满足技术要求，以及电容电压降是否在正常范围以及弹跳是否正常等。在分合分和重合闸实验中，验证了整个装置在连续工作时，是否能正常分闸和合闸。测试数据见表2。

表2 试验数据对照

开距/mm	电容电压/V	时间/ms	三相同期性/ms	相序/123	平均速度/度·m·s ⁻¹	电容压降/V	弹跳/ms
ABB合闸	8.0	80	10.2	0.9	BCA	0.78	7
ABB分闸	8.0	80	6.3	0.9	ACB	1.26	2
HR/CSU-K300合闸	8.0	100	9.8	0.7	BCA	0.81	9
HR/CSU-K300分闸	8.0	100	6.0	0.9	CBA	1.33	2

分合分闸实验中，当线圈通电时间为20ms时能合分成功。0-0.3s-CO中最后一个分闸速度为1.18m/s，整个过程中电容电压降约为10V(两电容并联)；重合闸实验中，按照0-0.3s-CO-180s-CO的顺序做3个循环的重合闸实验，均能正常分闸和合闸。

5 结语

笔者研究设计了一种基于MSP430F149微控制器的实用中压真空断路器配双稳态永磁机构智能控制装置。除了已实现类似ABB电子控制器所具有的对断路器可靠分合闸操作的功能外，还具有基本的继电保护、重合闸以及线路合闸涌流保护等功能。尤其是可通过内部参数设定适应不同厂家的永磁操动机构动作特性。经过实验，该装置能有效地检测故障并作出及时处理，在很大程度上减少了故障时间。

(下转第448页)

元件绕制紧密度较低,中轴附近不可避免存在气隙,畸变的电场引起的局部放电形成一种沿自愈点边沿扩大的串联形的自愈形状,图6(b)很明显地表明了这种情况。虽然其只占外面几十层,但由于其自愈严重,应该也是元件电容量下降的不可忽视的因素。

图8所示的两种现象其原因可归结为膜在绕制过程中出现褶皱,前者形成了贯穿整个电极的自愈形式,而后者在褶皱处出现了大块的片状自愈点。

由以上分析可知,单个元件的损坏引起了电容器失效,减少了整台电容器的寿命。由于端部接触不良,造成热应力增大而引起元件喷金层的脱落,进一步增大金属膜电极边缘的喷金厚度能有效解决该问题。改进后的电容器寿命延长,且没有再出现元件喷金层脱落。

5 结语

通过设计研制一种自愈式高储能密度脉冲电容器,并对其进行了寿命试验及失效分析。结果表明,元件采用内串结构、金属膜取较高的方阻值是提高金属化膜脉冲电容器储能密度的关键;而金属膜电极

(上接第444页)

6 结语

(1)对分接开关传动机构的结构原理进行了理论上的分析。通过应用数学软件(SIGMAPLOT 2000)对已采集的数据进行零点漂移、限幅及数字滤波处理,在较好地保留采样信号局部特性的前提下,可完全解决现场采集数据存在的噪声污染问题,具有很好的实用价值。可离线和在线检测扭矩曲线,可预防和检测到扭矩异常,能详细了解分接开关的储能过程。

(2)正常的测量原始数据中包含有一定的干扰成分,在经过数字处理后得到的扭矩曲线与推导出的理论曲线很好地相符合。

(3)正常的分接开关操作时,获得的扭矩波形仅为图中的一个周期,但图8已表明,测量系统能很好地监测到图中的连动现象。

(4)实测数据显示,标准^[6]中所写的扭矩为最大值,而现场实测数据通常只有15 N·m,新型的更小;如何评估这些曲线,可使用力矩指纹图技术。通过周期性获得的实际曲线和指纹图相比较,关键是有多少偏差是危险的,这一问题可通过积累现场数据解决。

(上接第442页)

参考文献:

- [1] Lammers A J W, Leufkens P P, Shoonenbery G C. MV Vacuum Switchgear Based on Magnetic Actuators [A]. IEE Conference Publication[C], No. 459, London, 1998.
- [2] 林 苹. 永磁机构与真空断路器[M]. 北京:机械工业出版社,

端部的加厚处理是提高电容器通流能力、改善电极端部与喷金层接触的有效途径;电容器元件外层薄膜自愈严重及其薄膜中轴附近的贯通性自愈是造成单支元件电容量下降的主要原因。

参考文献:

- [1] Sarjeant W J, Zirnheld J, MacDougall F W. Capacitors[J]. IEEE Trans. on Plasma Science, 1998, 26(5): 1368-1392.
- [2] Bramoull M. Evolution of the DC Capacitors [A]. 12th IEEE International Pulsed Power Conference [C], Monterey (USA), 1999: 106.
- [3] 林福昌. 高储能密度脉冲电容器的研究 [J]. 高电压技术, 2002, 28(7): 34-37.
- [4] Maurizio Rabuffi, Guido Picci. Status Quo and Future Prospects for Metallized Polypropylene Energy Storage Capacitors[J]. IEEE Trans. on Plasma Science, 2002, 30(2): 1939-1942.
- [5] 马 野. 从方阻值谈自愈式低压并联电容器元件的设计和改造[J]. 电力电容器, 1996(4): 8-10.
- [6] 冯锦华. 如何选择金属化铝膜方阻值[J]. 电子元件与材料, 1997, 16(2): 53-55.
- [7] 林福昌, 李 劲, 姚宗干. 电磁发射兵器用电容器的选取[J]. 兵工学报, 2003, 24(3): 416-418.

(5)传动过程发生异常时,可通过安装在传动轴上的力矩传感器来检测。该结果是在复合式V型分接开关上获得的,但也可应用到电网中其它电压等级和类型的分接开关。

参考文献:

- [1] 张德明. 变压器有载分接开关 [M]. 辽宁科学技术出版社, 1998.
- [2] 李赞群, 赵支列. 有载分接开关电动机常见故障的诊断及处理[J]. 变压器, 1999, 36(10): 32-38.
- [3] Naoki Amano. Recent Trends in Ultralarge-capacity Three-phase Transformer Technology [J]. Hitachi Review, 2002, 51(5): 164-168.
- [4] La M L, Park S Y, Lin C C. Mechanical Failure Detection of Circuit Breakers [J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 1988, 3(4): 1724-1731.
- [5] MR公司. V型有载分接开关使用说明书[K]. 2002.
- [6] DL/T 574-1995. 有载分接开关运行维修导则[S].
- [7] 孟 臣. JN338智能数字式转矩转速传感器及其应用 [J]. 国外电子元器件, 2003(11): 56-58.
- [8] 刘广臣, 张惠安, 贾爱宾. 数字信号处理中的加窗问题研究 [J]. 湖南:长沙大学学报, 2003, 17(4): 59-62.
- [9] 瞿潮庆. 扭矩传感器的测量结果不确定度评定 [J]. 上海计量测试, 1988, 3(4): 1724-1731.

2002.

- [3] 游一民, 陈德桂, 候建新, 等. 永磁操动机构的发展和应用[J]. 高压电器, 2003, 39(6): 54-56.
- [4] 张俊民, 徐国政, 钱家骊, 等. 一种永磁操动机构的智能控制与电子驱动装置的研制[J]. 高压电器, 2003, 39(1): 27-33.