

单稳态柱上永磁机构断路器电源设计

黄新波¹,王岩妹¹,朱永灿²,朱海涛¹,王军安¹,赵伟强¹

(1. 西安工程大学 电子信息学院,陕西 西安 710048;2. 西安电子科技大学 机电学院,陕西 西安 710071)

摘要: 对柱上永磁机构真空断路器控制器的电源系统进行了研究,给出了电源系统中电源切换、电容器电压监测、IGBT 全桥驱动等功能模块的实现方法。通过微控制单元(MCU)的 I/O 口发出的脉冲来控制 IGBT 导通时间,从而控制分合闸线圈通电时间,以此完成分合闸操作。对分合闸线圈的电流波形进行分析,通过实验测试确定可靠的分合闸脉冲时间。实验结果表明:采用所设计的电源后,柱上永磁机构真空断路器的可靠分闸脉冲时间为 20 ms、合闸脉冲时间为 40 ms,在保证动作成功率的同时有效地缩短了分闸时间和合闸时间。

关键词: 断路器; 永磁机构; 装置电源; 电流波形; 脉冲时间

中图分类号: TM 56

文献标识码: B

DOI: 10.16081/j.issn.1006-6047.2015.05.025

0 引言

配电网中永磁机构断路器常安装于 10 kV 架空配电线路的责任分界点处,可以实现单相接地故障、相间短路故障的快速切除,避免同一条馈线上的其他用户停电,提高了非故障用户的供电可靠性。永磁操作机构与传统的电磁机构和弹簧机构相比,主要通过动铁芯与主轴传动拐臂直接相连,驱动动触头动作,无需机械脱、锁扣装置,简化了传动链,减少了故障率,并且机械寿命可高达 10 万次以上,机械寿命提高了 3 倍之多^[1-5]。目前市场上永磁操作机构的使用相对较少,但随着农网配电系统改造,未来市场需要更换新设备的需求量很大,为满足用户对智能控制的需求,研制配套的单稳态永磁机构断路器控制器显得尤为重要^[6-7]。

永磁机构断路器及其控制器稳定运行的前提是有可靠的电源系统。电源系统一方面给永磁机构分合闸线圈提供瞬时大电流,驱动永磁机构断路器实现分合闸操作;另一方面给控制器提供工作电源,实现断路器状态监测、人机界面显示、保护以及通信等功能^[8]。其中分合闸驱动电路对永磁机构断路器的分合闸成功率有重大影响,分合闸电流在线圈中的持续时间直接影响到断路器分合闸操作的可靠性及其机械寿命。选择最优分合闸脉冲时间,可以有效地缩短 IGBT 导通时间,解决储能电容器对分合闸线圈放电时间不准确、分散性大等问题。微控制器(MCU)

可以通过监测断路器分合闸次数与浴盆曲线的关系,改变 IGBT 导通的脉冲时间来调整分合闸操作时间,从而起到延长永磁机构断路器的机械寿命的作用。

1 永磁机构控制器电源系统的构成

控制器电源系统框图如图 1 所示。供电电源部分采用 10 kV 架空配电线路电压互感器(TV)及蓄电池组互补供电方式,通过电源管理模块实现电源的智能控制。装置电源部分采用多个独立的 DC/DC 电源模块,满足装置不同电压需求。分合闸驱动电源部分是控制器电源系统的核心,驱动永磁机构断路器实现分合闸操作,对断路器的性能起重要作用^[9]。

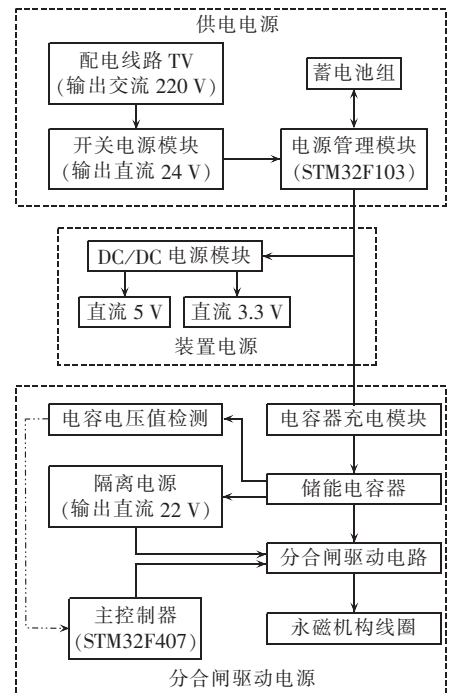


图 1 控制器电源系统

Fig.1 Power system of controller

收稿日期:2014-06-09;修回日期:2015-03-23

专利:中华人民共和国发明专利(CN103903906A);中华人民共和国实用新型专利(CN2039115910)

基金项目:陕西省重点科技创新团队计划资助项目(2014KCT-16);陕西省科学技术研究发展计划资助项目(2014XT-07);陕西省教育厅产业化培育项目(2013JC13)

Project supported by Key Technology Innovation Team Project of Shaanxi Province(2014KCT-16), Science & Technology Research and Development Program of Shaanxi Province(2014XT-07) and Educational Commission of Shaanxi Province(2013JC13)

2 电源系统的 3 个主要部分

2.1 供电电源

柱上断路器及其控制器安装在户外,没有现成的工作电源,所以本装置采用配电线路 TV 及蓄电池组互补的供电方式^[10]。配电线路正常供电时,TV 输出的交流信号经过开关电源转换为直流 24 V,在为装置供电的同时也为蓄电池组、大容量电解电容器充电。当配电线路停电或电压跌落严重而不能提供稳定电源时,24 V 蓄电池组作为后备电源给整个装置供电,保证控制器及断路器可靠工作,从而实现不间断供电的目的。其主要切换电路原理图见图 2。

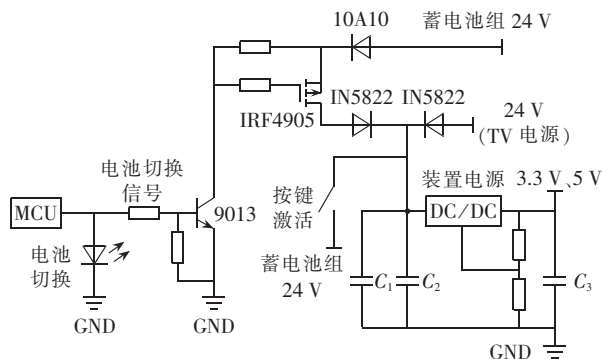


图 2 电源切换电路

Fig.2 Switching circuit of power supply

正常情况下由配电线路 TV 输出交流 220 V,经开关电源转换成直流 24 V 为装置电源供电,同时装置电源采用 DC/DC 模块供电方式,以满足 MCU (STM32F103)及其外设的供电需求。当配电线路出现短暂故障或者失压时,因开关电源内有电感,故电压是缓慢下降的,当检测到直流电压小于 18 V 时,MCU 的相应管脚发出一个高电平,使三极管 9013、功率场效应管 IRF4905 导通,实现蓄电池组给装置电源供电,从而达到硬件上电源的无间断切换的目的。当控制器在生产、运输、安装、检修时,整机处于断电状态,必须通过电池激活按键,给 MCU 一个激活信号后,才能启动控制器工作。

2.2 装置电源

装置电源中 DC/DC 电源模块采用密闭式电源转换模块,不仅可以适应户外恶劣的环境条件,同时具备较高的电源转换效率,保证整个控制器可以稳定运行。其中多处用到隔离稳压电源模块,其具有体积小、重量轻、稳压范围宽、稳压精度高、效率高等优点,为各种设备提供不受干扰的稳定电压。

2.3 分合闸驱动电源

分合闸驱动电源是驱动电源系统的核心环节,主要由瞬时大功率电源、电容器电压监测电路和 IGBT 全桥驱动电路三部分组成。

2.3.1 瞬时大功率电源

分合闸瞬时电流很大,TV 及蓄电池组都难以提供所需的瞬时功率,本控制器采用容量为 22 000 μ F、耐压 250 V 的大容量电解电容器作为断路器的储能元件,给分合闸提供瞬时大电流^[11]。当输电线路因故障断电时,储能电容器容量可满足至少一组“分-合-分”操作,以便及时、彻底地切除永久性故障^[12]。本设计采用直流 220 V 专用电容充电模块,可以以 500 mA 恒流实现在 10 s($t = \frac{Q}{I} = \frac{CU}{I} = \frac{0.022 \times 220}{0.5} = 9.68$ (s)) 内完成对储能电容器充电,同时对电容器起过压保护等作用。

2.3.2 电容器电压监测电路

电容器电压监测电路采用 LM2903 构成 2 路比较器电路,储能电容器上 220 V 电压通过电阻分压后与基准电压进行比较,输出的开关信号通过光耦隔离后送给 MCU,从而实现对电容器电压的实时监测。本装置中通过电阻匹配后,设定闭锁电压范围为 170~180 V,当电容器两端的电压低于 170 V 时,MCU 对断路器分合闸操作进行低电压闭锁,防止因为电容器储能不足导致分合闸失败;当电容电压高于 180 V 时,MCU 对电容器解除低电压闭锁,可以进行分合闸或自动重合闸等操作。电容器电压监测电路如图 3 所示,图中 U_{OP} 为电容器操作电压。

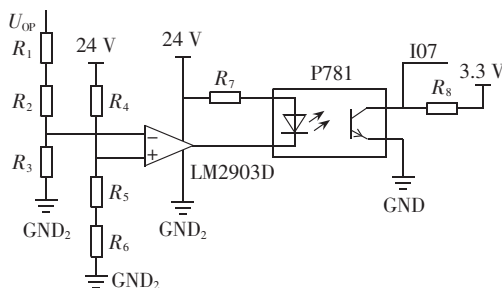


图 3 电容器电压监测电路

Fig.3 Capacitor voltage monitoring circuit

2.3.3 IGBT 全桥驱动电路

IGBT 全桥驱动电路采用快速开断的大功率 G160N60 型 IGBT,当需要进行分合闸操作时,MCU 发出脉冲信号,驱动对应 IGBT 导通或关断,控制永磁机构完成分合闸操作^[13]。合闸操作时电流通路为: U_{OP} (电容器) $\rightarrow V_{T1} \rightarrow$ 线圈 $L \rightarrow V_{T2} \rightarrow GND_2$ 。断电后通过与 IGBT 并联的二极管形成续流回路进行放电。续流回路为:线圈 $L \rightarrow V_{D3} \rightarrow U_{OP}$ (电容器) $\rightarrow V_{D4}$ 。分闸操作时电流通路和续流通路与合闸相对应。IGBT 全桥驱动电路^[14]见图 4。

3 分合闸实验分析

单稳态永磁机构断路器主要由动触头、静触头、永久磁铁、分合闸线圈、驱动杆等部分组成。当断路

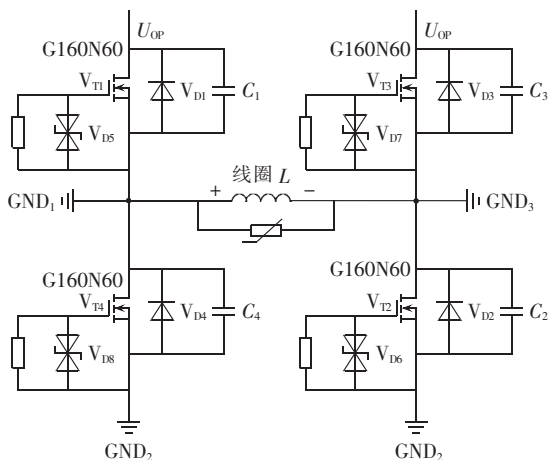


图 4 IGBT 全桥驱动电路
Fig.4 IGBT full-bridge driving circuit

器处于分闸状态时,由分闸弹簧提供保持力使动触头保持在分闸位置;当断路器处于合闸状态时,由永磁铁提供保持力,使动触头保持在合闸位置。单稳态永磁机构断路器分合闸时间对保证断路器操作可靠性和运行寿命具有重要意义。分合闸脉冲时间过短,操作失败的可能性增大;分合闸脉冲时间过长,电源功耗增加,线圈发热严重,设备寿命将受到影响。

3.1 实验平台的搭建

实验中通过一个四通道示波器,同时对合闸位置、分闸位置、分合闸线圈电流进行录波。通过分合闸位置信号的跳变,分析动触头动作时间和完成动作的时间;合闸过程中电流呈马鞍形状分布,分闸过程中电流以“近 V”形状分布^[15-16],分合闸过程电流波形均可分 4 个阶段进行分析,以此可判断出断路器分合闸操作过程是否有故障,并可监测出故障出现在哪个阶段。实验系统接线原理图如图 5 所示。

3.2 分合闸电流波形分析

断路器分合闸回路简化后等效电路模型^[17]如图

6 所示。图 6 中, C 为储能电容器, K 为 IGBT 分合闸开关, L 为断路器分合闸线圈, R 为回路等效电阻。

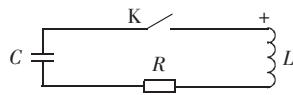


图 6 等效电路模型
Fig.6 Equivalent circuit model

分合闸操作实验测得的合闸电流波形见图 7。

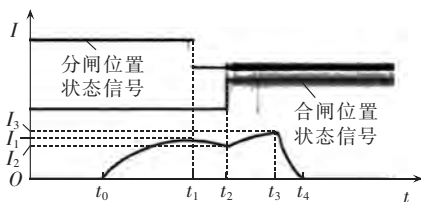


图 7 合闸时线圈电流波形

Fig.7 Coil current waveform during close operation

a. t_0 时刻,MCU 发出合闸脉冲信号,IGBT 导通(开关 K 闭合),回路电流从 0 开始逐渐上升。

b. $t_0 \sim t_1$ 阶段,电容器 C 相当于电压源,即 $t=0$ 时,等效电路相当于一阶零状态响应电路,此时电流从线圈 L 的正极流向负极。由基尔霍夫定律可得:

$$U_c = I_0 R + L \frac{dI_0}{dt} \tag{1}$$

其中, U_c 为电容器两端电压; I_0 为分合闸时的电流。此时 $I_0=0$ 为初始条件,可解出一阶微分方程式(1)的特解为:

$$I_0 = \frac{U_c}{R} (1 - e^{-Rt/L}) \tag{2}$$

所以,在此阶段电流成指数形式上升,永磁铁和线圈所产生向上的合力 F_s 小于弹簧对动铁芯向下的保持力 F_x ,动触头保持静止状态^[18]。

c. t_1 时刻, $F_s = F_x$,动铁芯达到动态平衡状态,此时动铁芯开始驱动动触头动作。

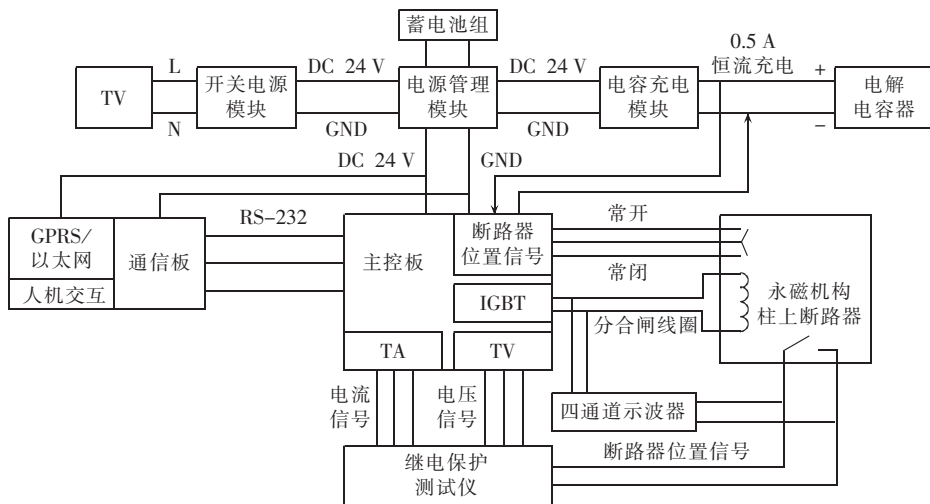


图 5 实验系统接线电路图
Fig.5 Wiring diagram of test system

d. $t_1 \sim t_2$ 阶段, $F_s > F_x$, 动铁芯驱动动触头向上运动, 同时给分闸弹簧和触头弹簧储能, 为分闸做好准备, 所以电流呈一定程度的衰减。

e. t_2 时刻, 动静触头接触到位, 完成合闸操作。

f. $t_2 \sim t_3$ 阶段, 电容器 C 继续给线圈通电, 所以其电流波形与 $t_0 \sim t_1$ 阶段类似, 仍以指数形式上升。

g. t_3 时刻, MCU 翻转脉冲信号, IGBT 截止, 电容器 C 停止给线圈通电。

h. $t_3 \sim t_4$ 阶段, IGBT 关断, 线圈 L 是储能元件, 电路中有续流电流 I_d 流过, 其等效电路相当于图 6 中电容器 C 短路, 只有 LR 组成的一阶电路零输入响应。此时电流可表示为: $I = I_0 e^{-tR/L}$ 。

此时的续流电流 I 以指数形式下降, 直到续流电流为零结束。

分合闸操作实验测得的分闸电流波形见图 8。

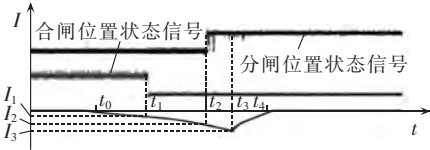


图 8 分闸线圈电流波形

Fig.8 Coil current waveform during open operation

由于本装置断路器为单稳态, 分闸操作时线圈所通电流方向与合闸操作时线圈所通电流方向相反^[19], 所以图 8 电流方向与图 7 方向相反, 只是受力方向不同, 且各阶段电流波形分析相似, 在此不再复述。

3.3 分合闸时间分析

断路器操作时的分合闸时间是其机械特性的重要参数, 其值的大小直接影响断路器分合闸操作的可靠性及主要机械寿命。本断路器分合闸操作时, 线圈的通电时间由 IGBT 导通时间决定, IGBT 导通时间又由 MCU I/O 口发出的脉冲时间最终决定。如果分合闸时间过长, 一方面断路器线圈的通电时间相应增长, 致使线圈发热严重, 甚至会出现线圈烧毁的情况, 缩短了断路器的寿命; 另一方面则会使动静触头之间燃弧时间增长, 动静触头接触面遭受电弧侵蚀后产生的粗糙颗粒和熔化坑道越多, 出现的变形也越严重, 甚至会使触头发热烧损, 发生爆炸的危险。如果分合闸时间过短, 动铁芯受到线圈与弹簧的合力不足以克服永磁体的保持力, 致使断路器分合闸操作失败, 使电网的事故范围扩大。所以, 断路器稳定工作后选择适当的分合闸时间显得尤为重要。

基于此, 本文通过断路器分合闸操作各 100 次的情况下, 改变脉冲时间来统计其可靠工作次数及其故障次数, 以此来判断断路器分合闸操作是否满足其机械特性及机械寿命指标。不同脉冲时间下的分闸和合闸数据分别如表 1、2 所示, 不同脉冲时间下分闸和合闸电流波形图如图 9、10 所示。

表 1 不同脉冲时间下的分闸数据

Table 1 Open operation data for different pulse widths

分闸脉冲时间/ms	分闸线圈电流/A	可靠分闸次数	故障次数
15	15	99	1
20	27	100	0
25	36	100	0
30	42	100	0
35	43	100	0

表 2 不同脉冲时间下的合闸数据

Table 2 Close operation data for different pulse widths

合闸脉冲时间/ms	合闸线圈电流/A	可靠合闸次数	故障次数
30	40	73	27
35	40	99	1
40	40	100	0
45	40	100	0
50	40	100	0
55	40	100	0

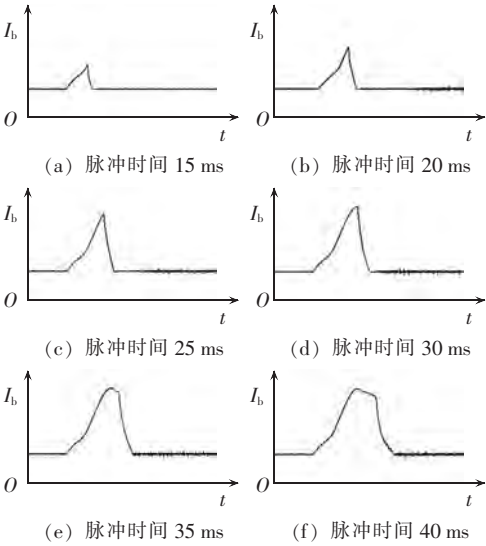


图 9 不同脉冲时间下的分闸电流波形

Fig.9 Current waveform during open operation for different pulse widths

分析表 1 和图 9 可知, 15~40 ms 的分闸脉冲均可以完成分闸操作, 当分闸脉冲时间超过 20 ms 时, 随着分闸脉冲时间的增长, $t_0 \sim t_2$ 阶段的波形无变化, 只有 $t_2 \sim t_4$ 阶段的波形会随分闸脉冲时间的增长有所变化, 并且此时间的延长对断路器分闸操作无影响。从图 8 中波形分析可知, 分闸脉冲时间只需大于 t_2 即可完成分闸操作。因此本控制器选定柱上永磁机构真空断路器的分闸脉冲时间为 20 ms。且根据断路器机械特性参数中触头开距为 (9 ± 1) mm, 实验中测得分闸操作中动触头动作时间(即 $t_1 \sim t_2$ 时间)为 8 ms, 计算出其平均分闸速度为 1.2 m/s, 此数据满足断路器机械特性参数要求及其机械寿命的条件, 从而验证了此脉冲时间可以可靠地进行分闸操作。

分析表 2 和图 10 可知, 30 ms 的脉冲不能可靠

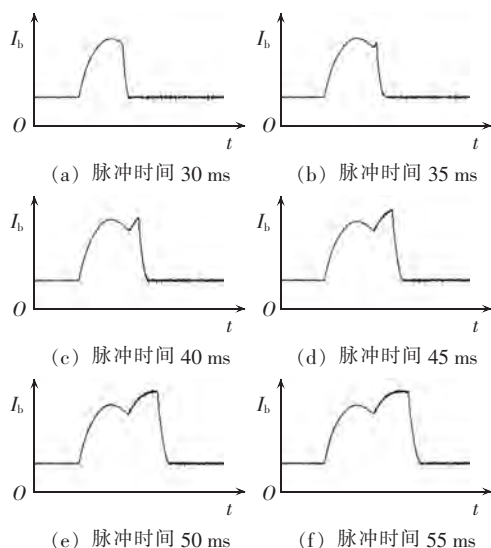


图 10 不同脉冲时间下的合闸电流波形

Fig.10 Current waveform during close operation for different pulse widths

完成合闸操作,35~55 ms 的合闸脉冲均能可靠地完成分闸操作。随着合闸脉冲时间的增长, $t_1 \sim t_2$ 阶段波形无变化,只有 $t_2 \sim t_4$ 阶段的波形会随合闸脉冲时间的增长有所变化,并且此时间的延长对断路器合闸操作无影响。从图 7 中波形分析可知,合闸脉冲时间只需大于 t_2 即可完成合闸操作。因此本控制器选定柱上永磁机构真空断路器的合闸脉冲时间为 40 ms。且根据断路器机械特性参数中触头开距为 (9 ± 1) mm,实验中测得合闸操作中动触头动作时间(即 $t_1 \sim t_2$ 时间)为 14 ms,计算出其平均合闸速度为 0.67 m/s,该数据满足断路器机械特性参数要求及其机械寿命的条件,从而验证了此脉冲时间可以可靠地进行合闸操作。

根据断路器故障率随时间变化的浴盆曲线关系可知,随着断路器分合闸操作次数的不断增加以及现场工况的不断变化,电磨损和机械磨损越来越严重,促使触头动作速度变慢,分合闸操作的时间相应加长,因此断路器机械寿命将逐渐缩短。基于此,分合闸时间存在一定的分散性问题,MCU 可通过监测断路器分合闸次数与其机械寿命的关系,控制 IGBT 导通时间来调整分合闸操作时间,从而延长断路器的机械寿命。针对永磁机构可靠分合闸等指标对断路器机械寿命的影响,将在今后的工作中对其相关问题进行研究与分析。

4 结论

本文通过对单稳态永磁机构断路器的特点分析,设计了一种控制器专用驱动电源,可以实现控制器电源切换、电容器电压监测、断路器分合闸驱动等功能。

a. 控制器电源采用配电线路 TV 及蓄电池组互补供电方式,正常时采用 TV 电源,故障时自动切换到蓄电池组供电。

b. 针对单稳态永磁机构的特点,设计了由 IGBT 构成的全桥驱动电路,实现了对单稳态永磁机构断路器的分合闸控制。

c. 本控制器在实际拓展应用中,可以根据断路器型号及其操作机构的不同,对其有效分合闸脉冲时间进行实验测试,确定其可靠分合闸脉冲时间。同时 MCU 可通过监测断路器分合闸次数与其机械寿命的关系,控制 IGBT 导通时间来调整分合闸操作时间,从而延长断路器的机械寿命。

参考文献:

- [1] 林莘. 永磁机构与真空断路器[M]. 北京:北京机械工业出版社, 2002:5-18.
- [2] 王法,宋澜. 永磁操作机构的发展及初步研究[J]. 机械与电子, 2011(3):37-39.
WANG Fa, SONG Lan. Development and preliminary study on permanent magnetic operating mechanism[J]. Machinery & Electronics, 2011(3):37-39.
- [3] 黄新波,王霄宽,方寿贤,等. 智能变电站断路器状态监测 IED 设计[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(22):95-99.
HUANG Xinbo, WANG Xiaokuan, FANG Shouxian, et al. Intelligent substation circuit breaker condition monitoring IED design [J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(22):95-99.
- [4] 付万安,宋宝谊. 高压断路器永磁操作机构的研究[J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(8):21-26.
FU Wan'an, SONG Baoyi. Research on PM actuator of HV switchgear[J]. Proceedings of the CSEE, 2000, 20(8):21-26.
- [5] 黄新波. 变电设备在线监测与故障诊断[M]. 北京:中国电力出版社, 2008:276-289.
- [6] 林莘,徐建源,高会军. 永磁操动机构动态特性计算与分析[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(6):85-88.
LIN Xin, XU Jianyuan, GAO Huijun. Calculation and analyses of permanent magnetic actuator dynamic behavior[J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22(6):85-88.
- [7] 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):27-29.
ZHANG Junmin, XU Guozheng, QIAN Jiali, et al. Development of intelligent controlling and electronic driving device for permanent magnetic operating mechanism[J]. High Voltage Apparatus, 2003, 39(1):27-29.
- [8] 曾庆军,金升福,黄巧亮,等. 关于万能式断路器智能控制器[J]. 电力自动化设备, 2004, 24(2):79-83.
ZENG Qingjun, JIN Shengfu, HUANG Qiaoliang, et al. On intelligent controller of conventional circuit breaker [J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24(2):79-83.
- [9] 卢佳慧. 单稳态永磁操动机构的控制电路[J]. 机电技术, 2013, 8(4):17-19.
LU Jiahui. Monostable permanent magnetic operating mechanism of control circuit[J]. Mechanical and Electrical Technology, 2013, 8(4):17-19.
- [10] 缪传海. 基于 GPRS 的智能型永磁真空断路器的研究[D]. 阜新:

- 辽宁工程技术大学,2011.
- MIU Chuanhai. Research on intelligent permanent magnetic vacuum circuit breaker based on GPRS[D]. Fuxin:Liaoning Technical University,2011.
- [11] 张继华,邓研. 永磁操作机构真空断路器的智能控制器的设计[J]. 辽宁工程技术大学学报,2011,30(5):751-756.
- ZHANG Jihua,DENG Yan. Design of controller for permanent magnetic actuator vacuum circuit breaker[J]. Journal of Liaoning Technical University,2011,30(5):751-756.
- [12] 马炜,张旭宁,马小珍. 一种改进的永磁真空断路器二次回路控制方案[J]. 华北电力技术,2010(10):39-41.
- MA Wei,ZHANG Xuning,MA Xiaozhen. An improved secondary loop permanent magnet vacuum circuit breaker control system[J]. North China Electric Power Technology,2010(10):39-41.
- [13] 李斌,郭凤仪,王智勇. 双稳态永磁机构优化设计及职能控制器[J]. 电工技术学报,2013,28(10):83-89.
- LI Bin,GUO Fengyi,WANG Zhiyong. Bi-state PMA optimization design and intelligent controller[J]. Transactions of China Electrotechnical Society,2013,28(10):83-89.
- [14] 李平,武建文,辛超,等. 带能量回馈功能的永磁机构驱动控制器[J]. 电工技术学报,2014,29(9):174-180.
- LI Ping,WU Jianwen,XIN Chao,et al. Driving controller with energy feedback for permanent magnet actuator[J]. Transactions of China Electrotechnical Society,2014,29(9):174-180.
- [15] 马诚,付周兴,李忠,等. 永磁真空断路器在线监测的探讨[J]. 低压电器,2013(12):25-29.
- MA Cheng,FU Zhouxing,LI Zhong,et al. Discussion of online monitoring of permanent magnet vacuum circuit breaker[J]. Low Voltage Electrical Appliances,2013(12):25-29.
- [16] 吕锦柏,王毅,谢将剑,等. 基于线圈电流的永磁真空断路器控制方法[J]. 高电压技术,2014,39(4):860-868.
- LÜ Jinbo,WANG Yi,XIE Jiangjian,et al. Control method for permanent magnetic vacuum circuit breaker based on coil current[J]. High Voltage Engineering,2014,39(4):860-868.
- [17] LÜ Jinbo,WANG Yi,XIE Jiangjian,et al. An efficient method for improving switching reliability of permanent magnetic vacuum circuit breaker[C]//2011 1st International Conference on Electric Power Equipment-switching Technology. Xi'an, China:ICEPE,2011:321-323.
- [18] 娄建勇,荣命哲,邹洪超,等. 线圈单稳态永磁式接触器机构动力学特性仿真分析[J]. 中国电机工程学报,2004,24(4):120-124.
- LOU Jianyong,RONG Mingzhe,ZOU Hongchao,et al. Simulation on mechanism dynamic characteristics of single coil and single stable position contactor with permanent magnet[J]. Proceedings of the CSEE,2004,24(4):120-124.
- [19] 吕锦柏,王毅,常广,等. 优化的永磁真空断路器分合闸控制方法[J]. 高电压技术,2013,39(11):2836-2844.
- LÜ Jinbo,WANG Yi,CHANG Guang,et al. Optimal closing control of permanent magnetic vacuum circuit breaker[J]. High Voltage Engineering,2013,39(11):2836-2844.

作者简介:



黄新波(1975—),男,山东海阳人,教授,博士后,研究方向为电网在线监测理论与技术、无线网络传感器等;

王岩妹(1986—),女,河南巩义人,硕士研究生,研究方向为智能电网在线监测理论与关键技术(E-mail:49785733@qq.com);

黄新波

朱永灿(1986—),男,河南濮阳人,博士研究生,研究方向为输电线路覆冰及智能电网在线监测技术;

朱海涛(1986—),男,湖北鄂州人,硕士研究生,研究方向为智能电网在线监测理论与关键技术;

王军安(1985—),男,陕西渭南人,硕士研究生,研究方向为智能电网在线监测理论与关键技术;

赵伟强(1991—),男,山西保德人,硕士研究生,研究方向为智能电网在线监测理论与关键技术。

Design of power supply for pole-mounted circuit breaker with permanent magnetic actuator

HUANG Xinbo¹,WANG Yanmei¹,ZHU Yongcan²,ZHU Haitao¹,WANG Jun'an¹,ZHAO Weiqiang¹

(1. Xi'an Polytechnic University,Xi'an 710048,China;2. Xidian University,Xi'an 710071,China)

Abstract: The power supply system for the controller of pole-mounted circuit breaker with permanent magnetic actuator is studied and the implementation methods of its functional modules are given,such as source switching,capacitor voltage monitoring,IGBT full-bridge driving,etc. The MCU(MicroController Unit) sends the pulse via its I/O port to control the IGBT conducting time of the open/close coil to realize the open/close operation. The current waveforms of open/close coil are analyzed and the reliable open or close pulse width is determined by experiments. Results show that,with the designed power supply,the reliable open and close pulse widths for the pole-mounted circuit breaker with permanent magnetic actuator are 20 ms and 40 ms respectively,which are effectively shortened while the operation success rate is guaranteed.

Key words: electric breakers; permanent magnetic actuator; electric power supplies to apparatus; current waveform; pulse width