

文章编号:1671-251X(2015)03-0028-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.03.007

黄鹤松,任程程,高翔,等.DFKG-2012型矿用低压馈电开关综合试验台设计[J].工矿自动化,2015,41(3):28-31.

DFKG-2012型矿用低压馈电开关 综合试验台设计

黄鹤松¹, 任程程¹, 高翔¹, 张昌红¹, 陈玉江²

(1. 山东科技大学 电气与自动化工程学院, 山东 青岛 266590;

2. 里能鲁西矿业有限公司 鲁西煤矿, 山东 济宁 272000)

摘要:针对现有矿用低压馈电开关的故障检测存在无专用设备及效率低等问题,设计了DFKG-2012型矿用低压馈电开关综合试验台。该试验台以PLC为控制器,结合组态技术,通过简单操控按钮,即可实现对矿用低压馈电开关过压、欠压、过载、短路、断相和漏电等保护性能参数的检测和监控。该试验台还可检测多种型号矿用低压馈电开关的性能,并能快速对开关故障作出正确判断,降低了检修人员的工作量。

关键词:矿用低压馈电开关;综合试验台;过压;欠压;过载;短路;组态技术

中图分类号:TD611 文献标志码:A 网络出版时间:2015-02-12 15:50

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150212.1550.007.html>

Design of model DFKG-2012 integrated test-bed for mine-used low-voltage feeder switch

HUANG Hesong¹, REN Chengcheng¹, GAO Xiang¹, ZHANG Changhong¹, CHEN Yujiang²

(1. College of Electrical and Automation Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China; 2. Luxi Coal Mine, Lineng Luxi Mining Group Co., Ltd., Jining 272000, China)

Abstract: In view of problems of poor tools and low work inefficiency existed in present failure detection equipment of mine-used low-voltage feeder switch, a novel model DFKG-2012 integrated test-bed for mine-used low-voltage feeder switch was designed. The test-bed takes PLC as controller, and can detect and monitor switch performances of over-voltage, under-voltage, over-load, short circuit, break, leakage and other abnormal conditions through operating buttons upon the test-bed with configuration technology. Meanwhile, the test-bed can detect performances of variety of models of mine-used low-voltage feeder switch, and can quickly judge switch failure, which reduces workload of maintenance personnel.

Key words: mine-used low-voltage feeder switch; integrated test-bed; over-voltage; under-voltage; over-load; short circuit; configuration technology

0 引言

矿用低压馈电开关作为煤矿配电系统的关键环节,长期运行可能会出现过压、欠压、过载、短路、断

相、漏电等保护性能不正常现象。目前,对于矿用低压馈电开关故障的检测,煤矿现场机电维修车间所使用的仪器和工具大多针对性不强,没有专用的检测设备实现开关自动检查,多数故障仍依靠人工凭

收稿日期:2014-07-28;修回日期:2014-08-27;责任编辑:张强。

基金项目:山东科技大学科研创新团队支持计划项目(2010KYTD101)。

作者简介:黄鹤松(1972—),男,江苏启东人,副教授,硕士,主要从事煤矿自动化及监测技术的实践与研究工作,E-mail:huang_sust@163.com。

经验进行检测或直接返送厂家^[1]。另外,虽然有些厂家根据自己生产的矿用低压馈电开关开发了相关检测平台,但基本都无法兼容其他型号的矿用低压馈电开关。

针对上述现状,本文设计了 DFKG-2012 型矿用低压馈电开关综合试验台。该试验台可检测多种型号的矿用低压馈电开关的性能状态,可用于模拟实际应用中可能发生的故障,并能快速准确地完成所测开关的故障分析,大大提高了检修人员的工作效率。

1 试验台总体设计方案

DFKG-2012 型矿用低压馈电开关综合试验台选用性能稳定的 PLC 作为控制器,结合以组态技术为基础的人机监控界面,通过对按钮的简单操控,即可完成矿用低压馈电开关的性能测试。试验台除专用定制的电压、电流、电阻发生装置和测量仪表外,还配有工业触摸一体机(即上位机),使测试系统更加人性化、数字化和可视化。试验台总体框图如图 1 所示。

关设定,然后根据设定的参数调节信号源以产生针对性的测试信号。测试信号由可编程控制器控制,通过配电盘输出端口加到矿用低压馈电开关上。被测开关发生动作后,数字电秒表开始计时并与上位机进行 RS485 通信,同时,控制器将开关动作信号传至上位机。上位机除支持数据的保存与查询功能外,还可与打印机相连,进行数据报表的打印工作。

电压、电流和电阻的信号发生源的可调范围严格按照开关检测的性能要求设定,从而保证了参数检测的精度与准确性。电压测试信号通过测试接口进行电压取样后,试验电压表经 RS485 通信,将采集的模拟信号传送至上位机;电流、电阻测试信号通过测试接口送入测量仪表取样,测量仪表在显示信号的同时将采集的模拟信号转换为 4~20 mA 标准信号传至 PLC,PLC 进行 AD 转换后将信号传送至上位机。其中,静态电阻测试信号由电阻箱调节产生,1 kΩ 动态电阻是进行动态漏电保护性能试验时模拟的人体电阻。

2 试验台硬件电路设计

2.1 插件供电电路

目前,许多厂家均自主独立生产矿用低压馈电开关,不同厂家、不同型号的矿用低压馈电开关配置难免有所差异,这致使某些单一检测设备无法兼容检测。根据对煤矿现场的矿用低压馈电开关使用类型调研,可将开关分为两类:一类开关的插件需外界供电,另一类开关的插件则由开关自身供电。因此,本试验台设计了独立的插件供电电路,可根据矿用低压馈电开关的实际情况选择使用。

2.2 电压信号采集电路

按照 GB 8286—2005 国家标准^[2],矿用隔爆移动变电站所用的低压馈电开关额定电压为 380, 660,1 140,3 300 V。而在大多数煤矿的实际应用中,所使用的矿用低压馈电开关的最高电压等级一般为 1 140 V,参考 GB 8286—2005 中对矿用低压馈电开关过压/欠压信号的规定,系统中将电压发生器的调压范围设定为 0~1500 V。电压信号的采集电路主要由试验调压器和三相变压器组成,如图 2 所示。试验调压器的一次侧输入 0~380 V 的电源电压,二次侧输出的 0~430 V 可调电压作为三相变压器的一次侧输入电压,从而使变压器输出

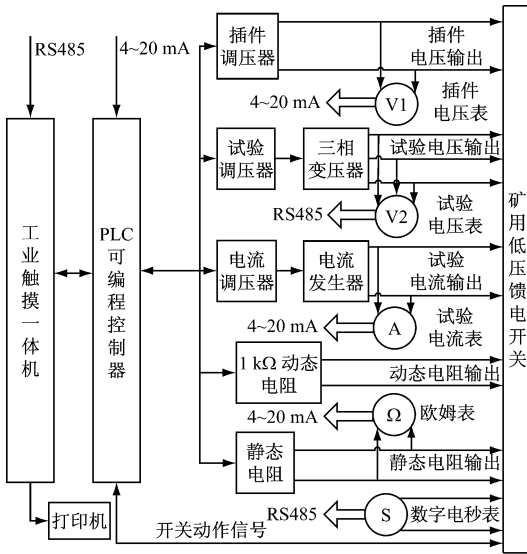


图 1 矿用低压馈电开关综合试验台总体框图

试验台中的电压、电流、电阻信号采集电路均采用模块化设计,其性能试验分为 3 类:电压试验、电流试验和漏电试验。其中,电压试验包括对矿用低压馈电开关欠压和过压性能的检测,电流试验包括对开关短路、过载和断相性能的检测,漏电试验包括对开关漏电闭锁和动态漏电性能的检测。

在进行相关测试前,工业触摸一体机可根据被测开关的型号对开关的电压等级和插件电压进行相

0~1 500 V 可调三相线电压和 0~300 V 可调电压。其中,0~300 V 可调电压信号接入试验电压表,电压表将采集的电压信号按 5 倍的比例显示出来,以确保显示的电压值与输出的三相线电压值一致。

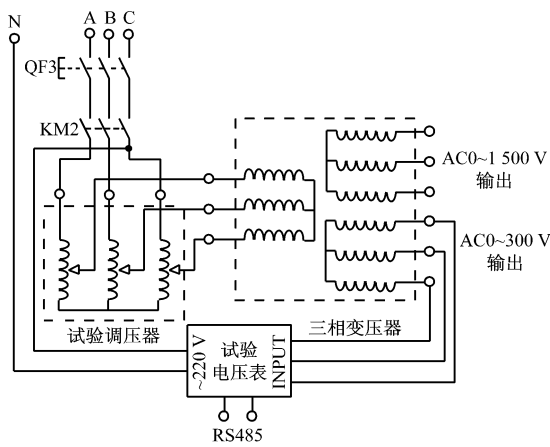


图 2 电压信号采集电路

2.3 电流信号采集电路

由于大多数煤矿所使用的矿用低压馈电开关的额定电流为 50~200 A, 参照 GB 8286—2005 国家标准对矿用低压馈电开关短路和过载信号的相关规定, 设计了 0~2 000 A 可调电流发生器。考虑到不同型号开关的短路和过载试验电流需求值相差较大, 为保证足够的精度, 试验台在电流调压器前引入 220 V 转 110 V 的降压变压器以供选择, 并将调流刻度盘改为 0~1 000 A 和 0~2 000 A 两种刻度值, 电流发生器二次侧输出的电流信号经 2 000:5 的电流互感器采样进入试验电流表, 电流表将输出的 4~20 mA 标准信号传送至 PLC^[3]。电流信号采集电路如图 3 所示, 其中 TA 为 2 000:5 精密电流互感器。

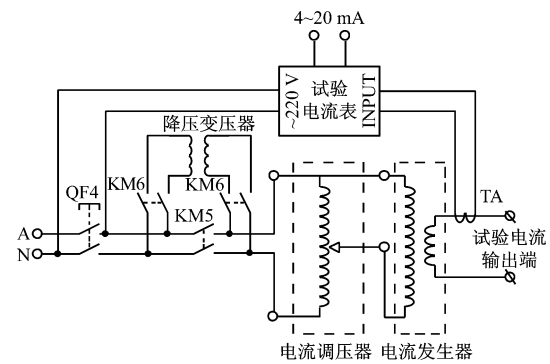


图 3 电流信号采集电路

2.4 静态漏电试验电路

参照国家标准 GB 8286—2005 相关规定, 静态

漏电阻信号由 0~99 kΩ 可调电阻箱产生, 考虑到电阻值不能带电测试, 静态漏电试验电路采用继电器 KA8 和 KA10 互锁设计, 如图 4 所示。当调节静态漏电阻阻值的阻值时, KA8 常开触点闭合, 常闭触点断开, KA10 常开触点断开, 常闭触点闭合, 此时欧姆表显示所调电阻值; 当 KA8 常开触点断开, 常闭触点闭合, KA10 常开触点闭合, 常闭触点断开时, 电阻箱接入矿用低压馈电开关的主回路, 进行漏电检测。

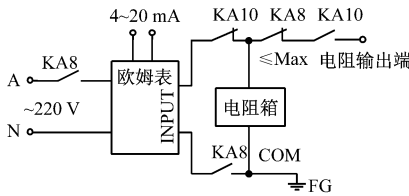


图 4 静态漏电试验电路

3 试验台软件设计

3.1 控制器软件设计

在矿用低压馈电开关综合试验台的主回路中, 电压、电流、电阻信号的采集与 AD 转换, 矿用低压馈电开关合闸、分闸信号的传送等均由控制器完成。试验台选用了 S7-300 系列 PLC 作为控制器, 该系列 PLC 性能可靠, 易于维护。PLC 控制电压、电流和电阻信号的发生装置进行动作, 并控制试验中的插件电压、试验电压、试验电流和电阻的相应指示灯和测量仪表将参数状态显示出来, PLC 控制器输出点与外围设备的连接对应情况见表 1。

表 1 控制器输出点与外围设备的连接对应情况

输出点	00	01	03	04	05
地址	Q4.0	Q4.1	Q4.3	Q4.4	Q4.5
外围设备	试验调压器	插件电压指示	试验电压指示	插件调压器	电流调压器
输出点	06	08	09	11	12
地址	Q4.6	Q5.0	Q5.1	Q5.3	Q5.4
外围设备	试验电流指示	试验电阻指示	电阻箱	电秒表	1 kΩ 电阻

试验台控制器的程序均利用梯形图指令编写, 程序块结构主要包括主循环程序模块 OB1、插件电压输入模块 FC201、试验电压检测模块 FC202、电流检测模块 FC203、漏电闭锁检测模块 FC204、动态漏电检测模块 FC205、电秒表计时与复位模块 FC206 以及数据转换模块 FC105 等。通过试验台面板上

的按钮控制继电器动作,实现对插件调压器、试验调压器、电流调压器、电阻箱、1 k Ω 电阻以及相应指示灯的控制,并将组态监控界面所需的数据由各测量仪表传送至 PLC^[4]。

由于 PLC 采用循环扫描的工作方式对信息进行串行处理,这种方式必定会导致输入、输出延迟响应,产生滞后现象。PLC 的扫描周期不固定,它取决于 CPU 执行指令的速度、执行每条指令占用的时间和程序中指令条数的多少,其典型值在 0.5~100 ms 之间。按照国家标准 GB 8286—2005 相关规定,矿用低压馈电开关的性能检测参数中短路保护动作时间应小于 100 ms、漏电保护动作时间应小于 200 ms。为了确保检测开关的通断时间在较为精确的范围内,数字电秒表直接通过中间继电器与检测开关相连,PLC 只将读取的开关合闸、分闸信号传送至上位机。另外,为了缩短 PLC 的响应时间,在程序中添加了 I/O 立即刷新指令,确保监控界面与实际开关动作的一致性。

3.2 监控软件设计

本试验台的人机监控界面由组态王软件系统开发。组态王是运行于 Microsoft Windows 98/NT 中文平台的组态软件,采用多线程、COM 组件等技术,可实现实时多任务,软件系统运行稳定可靠。它充分运用了 Windows 图像功能完备、界面一致性好、易学易用的特点,通用性高,可与各大知名企业生产的 PLC、板卡、变频器、智能模块、智能仪表等进行通信,大大缩短了项目开发周期。

(1) 测量仪表与监控界面之间的通信。试验台选用三相电压表来测量电源电压和试验电压,使用的电压表测量精度为 0.5 级,具有 RS485 数字接口和 ModbusRTU 通信协议。三相电压表与 HS-1 数字电秒表一起,经 RS485 转 RS232 接口与工业触摸一体机连接,采用 ModbusRTU 通信协议成功实现与上位机监控界面的通信,将测得的三相电源线电压、试验线电压和开关动作时间等信号传送至监控界面。

(2) PLC 与监控界面之间的通信。为实现 PLC 与监控界面之间的数据交换,工业触摸一体机需要首先安装 STEP7 V5.5 编译软件,完成对 PLC 的硬件设置。然后 PLC 才能通过 S7-300 系列的 MPI 通信协议与监控软件完成通信,并将插件电压、试验电流、试验电阻以及矿用低压馈电开关的开

关状态等数据上传至监控界面^[5],如图 5 所示。

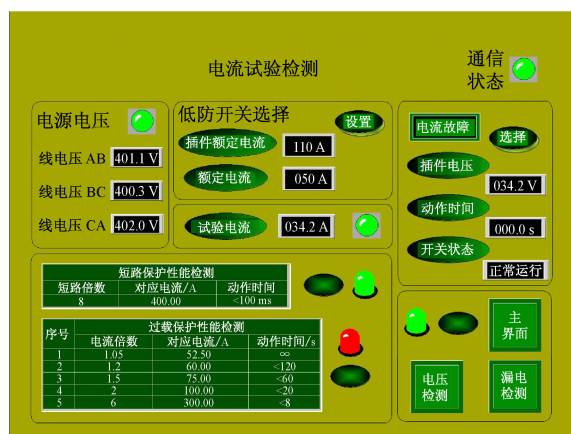


图 5 电流试验检测界面

该监控软件具有如下特点:① 对相关硬件的控制、连接可在界面上通过图形显示,形象直观、易懂;② 选择相应的电压等级、电流故障时,操作界面均有对应指示灯,各测量仪表在操作界面上也均有相应指示灯,避免因试验状态不明确而进行误操作;③ 自动计算并保存相关电压、电流值,免去工人繁杂的计算工作;④ 界面实时反映矿用低压馈电开关的状态,并能显示相应故障并进行报警;⑤ 每项试验完成后,软件自动生成性能检测报表,并支持保存、查询和打印功能。

4 结语

DFKG-2012 型矿用低压馈电开关综合试验台是一款用于检测矿用低压馈电开关过压、欠压、过载、短路、断相和漏电等保护性能的试验台。该试验台可检测多种型号的矿用低压馈电开关的性能,能够快速对开关故障做出正确判断,大大减轻了检修人员的劳动强度,节省了检修时间。该试验台已在山东某煤矿运行,现场反馈性能稳定,具有良好的推广价值。

参考文献:

- [1] 王飞挺,马建峰,徐肯,等.移动变电站低压馈电开关烧毁事故分析[J].煤矿机电,2005(5):1-3.
- [2] GB 8286—2005 矿用隔爆型移动变电站[S].
- [3] 马新国.防爆电气开关出厂试验区域及综合试验台的安全性设计[J].电气开关,2001(6):1-3.
- [4] 廖常初.S7-300/400 PLC 应用技术[M].2版.北京:机械工业出版社,2008:142-176.
- [5] 韩晓新,邢绍邦,刘海燕.从基础到实践——PLC 与组态王[M].北京:机械工业出版社,2011.