



文章编号:1671-251X(2016)07-0001-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2016.07.001

黄鹤松,毕忠思,薛琳,等.一种新型矿用高压保护器综合测试台设计[J].工矿自动化,2016,42(7):1-4.

一种新型矿用高压保护器综合测试台设计

黄鹤松, 毕忠思, 薛琳, 张向阳

(山东科技大学 电气与自动化工程学院, 山东 青岛 266590)

摘要:设计了一种新型矿用高压保护器综合测试台,介绍了该测试台的总体结构及软、硬件设计方案。该测试台以S7-300系列PLC为控制器,可以产生短路、过流、欠压、过压、零序过压、零序过流等故障信号,并将故障信息、试验项目及相关硬件运行状态显示在上位机监控界面上,从而快速检测高压保护器的性能。以ZBT-11高压保护器电流保护功能测试为例进行了测试台功能检测,结果表明该测试台能够快速、准确地检测出高压保护器故障。实际应用验证了该测试台效果良好。

关键词:矿用高压保护器;综合测试台;故障检测

中图分类号:TD61

文献标志码:A

网络出版时间:2016-07-05 14:54

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20160705.1454.001.html>

Design of a new type of integrated test bench for mine-used high-voltage protector

HUANG Hesong, BI Zhongsi, XUE Lin, ZHANG Xiangyang

(College of Electrical and Automation Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China)

Abstract: A new type of integrated test bench for mine-used high-voltage protector was designed. The overall structure and design schemes of software and hardware of the test bench were introduced. Fault signals are provided by the test bench which takes S7-300 PLC as a controller such as short-circuit current, over current, under-voltage, over-voltage, zero sequence over-voltage, zero sequence over-current and so on. Fault information, test items and relative hardware running status are displayed on monitoring interface of upper computer so as to detect performance of high-voltage protector quickly. Function of the test bench was tested by taking current protection function test of ZBT-11 type high-voltage protector as an example. The test result shows that the test bench can detect faults of high-voltage protector quickly and accurately. The practical application verifies perfect effect of the test bench.

Key words: mine-used high-voltage protector; integrated test bench; fault detection

0 引言

矿用综合保护器是井下供电设备和用电设备的重要保护装置,具有短路保护、过流保护、过压/欠压

保护、漏电保护、绝缘监视、风电闭锁、瓦斯闭锁等功能^[1]。矿用综合保护器能否可靠运行直接影响到井下人员的人身安全和设备的正常运行。为了保证煤矿的安全生产,预防事故发生,安全生产和煤炭行业

收稿日期:2015-12-21;修回日期:2016-05-19;责任编辑:李明。

基金项目:山东省高校矿山安全检测技术与系统重点实验室支持计划资助项目(011542202)。

作者简介:黄鹤松(1972—),男,江苏启东人,教授,博士,现主要从事煤矿自动化及监测技术的研究与实践工作,E-mail:huang_sust@163.com。通信作者:毕忠思(1988—),男,山东莱芜人,硕士研究生,研究方向为智能技术与自动化装置,E-mail:bizhongsi@126.com。

主管部门规定矿用综合保护器需要定期检测^[2]。

根据保护电压等级的不同,矿用综合保护器可分为矿用高压保护器和矿用低压保护器。受某煤矿委托,笔者参与设计了一种新型矿用高压保护器综合测试台。该测试台能模拟高压开关运行中的各种故障,通过高压保护器的动作,对高压保护器的运行状态进行准确判断,节省了返厂检测费用和时间,大大提高了工作效率。该煤矿现有供电设备以 BGP9L 系列高压真空开关为主,与该系列开关配套的为 ZBT-11 高压保护器。因此,新型矿用高压保护器综合测试台以 ZBT-11 高压保护器为例进行验证,试验效果良好。该测试台可兼容其他型号的高压保护器。

1 测试台总体设计方案

新型矿用高压保护器综合测试台选用 S7-300 系列 PLC 作为控制器,结合以组态王为基础开发的监控界面,操作简单,自动化程度较高,对测试人员的专业技术要求低。测试台总体结构如图 1 所示,其中 V_1 为带有 RS485 接口的三相数字电压表, V_2 和 V_3 为带有 4~20 mA 接口的数字电压表, A 为带有 4~20 mA 接口的数字电流表, S 为带有 RS485 接口的智能数字电秒表。

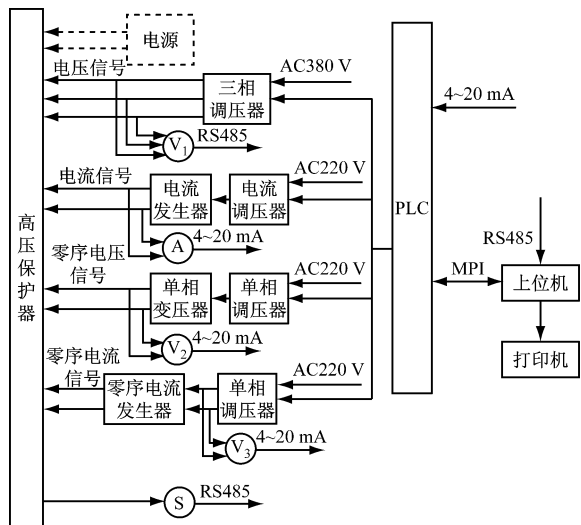


图 1 新型矿用高压保护器综合测试台总体结构

测试台各部分电路均采用模块化设计,按功能可划分为电压试验电路、电流试验电路、漏电试验电路和非电量试验电路。电压试验电路主要检测高压保护器对过压信号、欠压信号的动作情况;电流试验电路主要检测高压保护器对短路信号、过流信号、过载信号的动作情况;漏电试验电路主要检测高压保护器在零序过压信号、零序过流信号和绝缘电阻降

低情况下的动作情况;非电量试验电路主要检测高压保护器的风电闭锁和瓦斯闭锁功能。电源为可选模块,根据高压保护器电源类型的不同而更改、添加。各模块之间通过 PLC 的控制相互联系,密切配合,很好地模拟了设备运行过程中的各种故障信号。

在进行测试之前,操作人员根据被测高压保护器内部设定值,在监控界面相应区域输入各项整定值,在不改变高压保护器内部参数的情况下,检测高压保护器的工作状况。在整个测试过程中,PLC 通过控制信号发生装置,实现各故障信号的产生和配置。

测试台还配有数字电秒表。在测试过程中,电秒表记录从故障信号产生到高压保护器发出动作信号所用的时间,作为判断高压保护器运行状况的依据。测试台选用具有触摸功能的工业一体机作为上位机,其具有数据保存、数据查询功能,还可与打印机连接,根据需要打印测试数据。

2 测试台硬件设计

2.1 电源及电压试验电路

现有的高压保护器电源主要有 2 种形式:① 共用电源接口和电压信号输入接口,即在高压保护器内部集成整流、滤波、稳压电路;② 具有独立的电源接口,需要为其提供匹配的电源。本文中测试台可兼容这 2 种形式的高压保护器。以 ZBT-11 高压保护器为例,其电源和电压信号接口是共用的,额定电压为 AC100 V。

由于电压等级的差异,高压保护器不能直接读取电路中的电压信号。高压保护器的电压信号接口都是通过电压互感器接入主回路,标准的电压互感器输出为 AC100 V。测试台输入电源为三相 AC380 V,电源电压信号经过定制的输入为 AC 380 V、输出为 AC0~150 V 的电动三相调压器转换为高压保护器所需的工作电压。在试验过程中调节三相调压器,可以产生过压和欠压信号。

2.2 电流试验电路

高压真空开关正常工作时,输入高压保护器的电流信号为 0~5 A。参照 GB 8286—2005 对矿用高压真空开关短路和过载信号的规定,设计了 0~50 A 可调电流发生器。电流试验电路如图 2 所示。电流发生器二次侧通过 50:5 的精密电流互感器 TA1,接入到测试台仪表盘上的电流表,同时该电流表产生 4~20 mA 信号。该信号接入 PLC,实现 PLC 对电流信号的实时采集。考虑到电流发生器

不能开路运行,在电流发生器和高压保护器之间加入自锁继电器 KA1。在进行电流试验时,KA1 闭合,将电流信号接入高压保护器;不进行电流试验时,KA1 常闭触点接通电流发生器的输出端,以防止误操作而损害电流发生器。

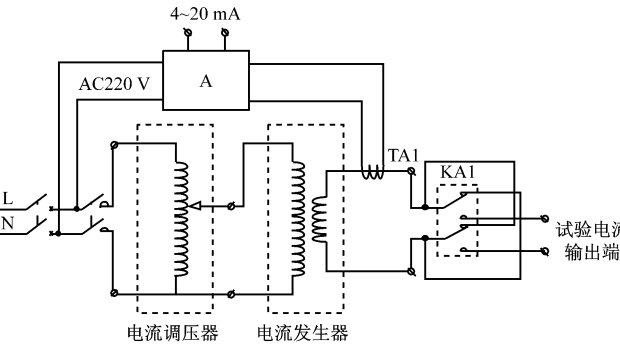


图2 电流试验电路

2.3 漏电试验电路

高压保护器通过采集零序电压和零序电流信号,判断当前是否处于漏电状态^[3]。为了防止误动作,高压保护器内部增加了漏电方向保护功能,只有在零序电压和零序电流同时存在且方向正确时,高压保护器内部的漏电保护功能才能启动^[4]。

在实际运行中,零序电压整定值一般都比较低。为了提高零序电压的控制精度,需要先产生一定倍数的电压信号,再经变压器接入高压保护器中。为了适应不同类型的高压保护器,设计了零序电流发生器。图3为漏电试验电路。

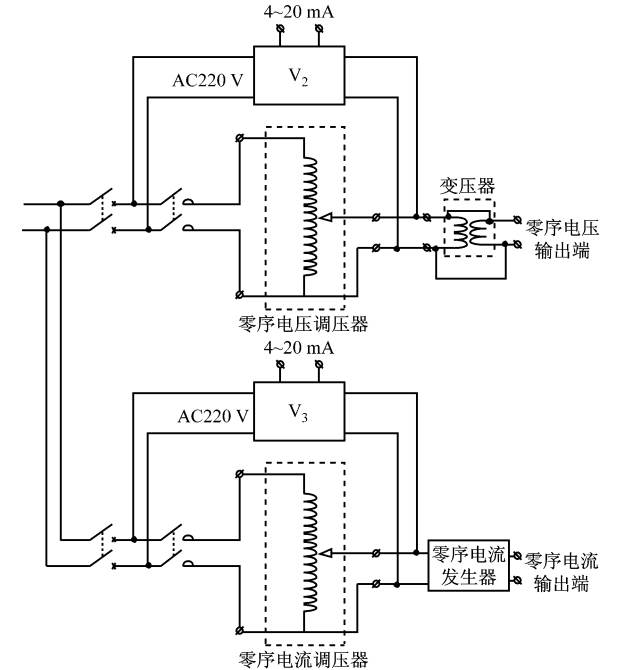


图3 漏电试验电路

以 ZBT-11 高压保护器为例,首先经单相调压

器产生 5 倍的电压信号,再经过变比为 220:44 的变压器接入高压保护器零序电压输入端。零序电流发生器产生的零序电流信号与输入该发生器的电压成正比,PLC 通过采集电压信号即可计算出零序电流信号值。

测试台中零序电流和零序电压可以独立调节,能够模拟多种故障状态下的零序电压和零序电流信号,实现对高压保护器漏电保护性能的全面检测。

2.4 非电量试验电路

为了更好地模拟矿用高压保护器的运行环境,在高压保护器外围添加了风电闭锁、瓦斯闭锁和绝缘监视等按钮。

2.5 PLC 模块

测试台控制器选用 S7-300 系列 PLC,其抗干扰能力强,易于维护。选用 6ES7 314-1AG14-0AB0 型 CPU,32 点 DC24 V 扩展的 321 系列数字量输入模块、322 系列数字量输出模块,以及 14 位高速瞬时值转换的 331 系列模拟量输入模块。

3 测试台软件设计

3.1 PLC 软件

PLC 控制电流、电压及漏电故障信号的产生,并通过监控界面和各仪表将故障信号显示出来。此外,PLC 还会读取高压保护器的动作信号,利用内部算法判断该动作是否符合整定要求。

上位机安装了 STEP7 V5.5 软件,用于 PLC 程序的编写、修改及对 PLC 运行情况的实时监控。PLC 程序由梯形图指令和语句表指令配合编写,主要包括主程序模块、电压试验模块、电流试验模块、漏电试验模块、复位与计时模块、公共数据模块、电压试验数据模块、电流试验数据模块、漏电试验数据模块等。PLC 程序充分考虑了用户的体验,测试台操作简单方便,测试人员选择好高压保护器型号,设定好试验项目和整定值,调节旋钮产生需要的故障信号值后,测试台会自动判断高压保护器相应动作的性能。

在测试过程中,PLC 通过各个模块采集大量数据,并通过通信电缆读取监控界面中的设定值。在数据处理和运算过程中又会产生大量附加数据,为了防止数据管理出现混乱,使程序更加清晰,给每一项试验添加了各自专用的数据块。

PLC 采用循环扫描方式对程序和数据进行处理,其扫描周期由指令数目和 CPU 执行每条指令所用的时间决定^[5]。为了减少 PLC 因串行工作产

生的延时,提高 PLC 对故障信号和高压保护器动作信号的响应速度,在程序中加入了立即操作指令。

为了保证高压保护器的正常运行,减少长时间工作在故障状态下对高压保护器带来的损害,当高压保护器发出故障保护信号后,相应的故障信号会被立即切除。

3.2 监控界面

测试台监控界面以组态王为平台进行开发。组态王充分利用了 Windows 的图形编辑功能,为用户提供了丰富的图形元素,还具有报警窗口、趋势曲线和报表功能,使用户能方便地绘制监控界面,并以动画方式显示控制设备的状态^[6]。丰富的设备驱动程序和灵活的组态方式是组态王的另一大特点,能与多种型号的 PLC、板卡、变频器、智能模块、智能仪表等进行通信。

在测试前,试验人员需要选择高压保护器的型号、检测项目、额定电压值及每项试验中高压保护器内部的设定值。监控界面如图 4 所示,其中数据显示窗口为高压保护器设定值的输入区域,试验人员可根据高压保护器的具体情况输入相应的设定值。试验结束后,单击“画面复位”按钮,可清除监控界面中的故障信号。

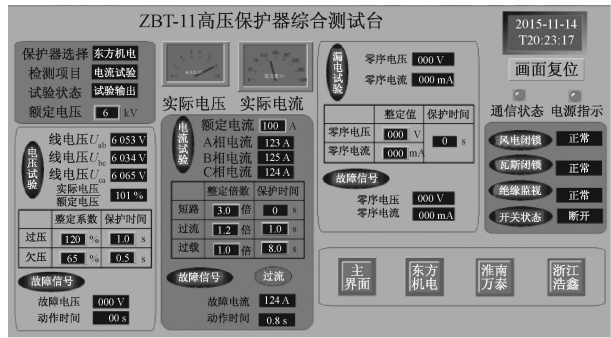


图 4 监控界面

PLC 与上位机之间通过 MPI 电缆连接,在实现通信前,需要在组态王的设备配置向导中选择 S7-300(MPI)并配置好端口、地址及通信参数。

测试台选用的三相电压表和数字电秒表都具有 RS485 接口,其通信协议为 ModbusRTU。三相电压表和数字电秒表经 UT-2201 型 RS485 转 RS232 接口与上位机相连,将电压信号和动作时间传送给监控界面。

4 测试台功能验证

以 ZBT-11 高压保护器电流保护功能为例进行测试台功能检测。按照该煤矿要求设置整定参数:额定电流为 100 A;过流整定倍数为 1.2 倍,保护时间为 1.0 s;过载整定倍数为 1.0 倍,保护时间

为 8.0 s。表 1 为电流保护功能检测结果,当测试台提供 120 A 过流信号时,高压保护器的动作时间为 2.5 s,远大于设定值。在实际应用中,该高压保护器无法及时切断过流线路,造成极大的安全隐患。因此,测试台判定该保护器的过流保护功能存在异常。

表 1 测试台过流保护功能检测结果

试验电流/A	保护器动作时间/s	测试台判定结果
150	0.9	正常
120	2.5	异常
100	7.6	正常

由于高压保护器之间存在差异,高压保护器中各元件的精度也不同,根据高压保护器出厂规定,允许高压保护器存在±5%的误差。测试台对于其他保护功能的检测与之类似,可实现对高压保护器所设保护功能的逐一检测,判定每一项保护功能是否完好。

测试台特点:① 测试台产生的故障信号稳定,精确度高;② 相关硬件的运行情况可通过图形或表格形象、直观地显示在监控界面中;③ 在进行不同试验时,监控界面中能够显示当前进行的试验项目及操作台上的各种仪表,不会因为试验状态不明确而造成误操作;④ 高压保护器动作后,监控界面中会立即有报警信息提示,同时显示故障原因及动作时刻的故障信号值,方便测试人员分析高压保护器的状态;⑤ 测试台软件具有自动保存、数据查询和打印等功能,测试人员可随时查询和打印所需数据。

5 结语

新型矿用高压保护器综合测试台用于检测矿用高压保护器工作性能,可检测多种型号的矿用高压保护器,并能快速、准确地判断高压保护器的故障。该测试台已在某煤矿现场试运行,效果良好。

参考文献:

[1] 刘天野. 矿用综合保护器在用测试技术研究[D]. 太原:中北大学,2014.

[2] GB 8286—2005 矿用隔爆型移动变电站[S].

[3] 贺鹏. 煤矿井下漏电保护技术研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2011.

[4] 吴慎山,苏本庆,谢鸿凤,等. 漏电检测与智能鉴相漏电保护器的研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2005,33(1):53-55.

[5] 廖常初. S7-300/400 PLC 应用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2008.

[6] 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.