

[继电器]

继电器辅助触点动作测试仪的设计

文/国网山西省电力公司检修分公司 文振江 张 恺 王亚文 张 鑫
大运汽车股份有限公司 文振山

针对变电站现场继电器辅助触点瞬时动作情况检测困难的问题，利用继电器技术设计辅助触点动作测试仪，对辅助触点瞬时动作情况进行捕捉和检测，利用继电器自锁技术实现对检测结果的保持输出直至复归。经仿真和试验，本测试仪功能设计正确。

随着500 kV电压等级的变电站数量逐年增加，由继电器辅助触点故障引起的事故和二次回路故障占的比例相对较多；二次回路存在接线复杂、点多面广、运行环境差且回路缺陷隐蔽性强的特点；当二次回路及继电器辅助触点出现故障，现场没有直接检测继电器辅助触点瞬时动作情况及二次回路故障的仪器，只有先对故障进行归类，再利用间接方法进行排查。为了弥补现有工作现场存在的不足，提出一种携带方便，操作简单，有助于现场作业标准化、流程化，并提高工作效率的继电器辅助触点动作测试仪。

测试仪设计组成

本测试仪的研制目标是能实现对变电站使用继电器的多组辅助触点（常开触点和常闭触点）瞬时动作情况进行测试，并将动作信号保持，方便信号捕捉并分析，实现辅助故障诊断。按照模块化的设计思路，本测试仪分为电源模块、检测电路模块、报警模块和产品设计模块，电源模块又分为整流电路、滤波电路和过载过电压保护电路；检测电路模块分为常开触点检测电路和常闭触点检测电路；报警模块包含声音报警电路和灯光报警电路；产品设计模块包含测试仪的外观等

整体设计。测试仪总体设计框图如图1所示。

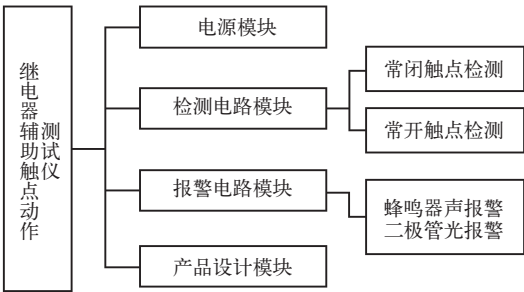


图1 测试仪总体设计框图

测试仪分模块设计

1. 电源模块设计

电源模块为装置正确工作提供了满足要求的电压与功率，板载电源模块包括整流电路、滤波电路和过电流、过电压保护电路。桥式整流电路将交流转变为板载直流电压，并通过 $L-R-C$ 滤波电路滤去整流输出直流电压中的纹波，为检测电路模块和报警模块提供可用稳定直流电源。图2所示为电源设计原理图。

n 次单调谐振电路在角频率的阻抗为

$$Z = R + j \left(n\omega L - \frac{1}{n\omega C} \right) \quad (1)$$

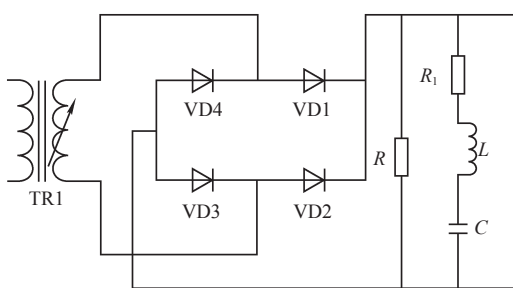


图2 电源设计原理图

式中， w 是额定工频角频率； R 是 n 次谐波电阻； Z 是 n 次谐波阻抗。

在理想谐振状态下

$$nwL - \frac{1}{nwC} = 0 \quad (2)$$

即 $R=Z$ ，谐振角频率 w 。 n 次谐波将流过低阻值 R ，很少流入系统中，因而该次谐波电压大大下降。由于 Z 远大于 R ，其他次谐波被滤波电路分流很少，实现了谐波的滤除，保证供电电源质量。

2. 检测电路模块设计

继电器的辅助触点分为常开触点（NO）和常闭触点（NC）。当被测继电器常闭触点与常开触点接入检测电路时，检测电路接入的触点部分状态会不同，应当分别针对常闭触点和常开触点设计不同电路。

（1）常开触点检测电路设计

图3为常开触点检测电路图，本电路利用继电器自锁回路能检测并保持住被测继电器辅助触点动作信号。

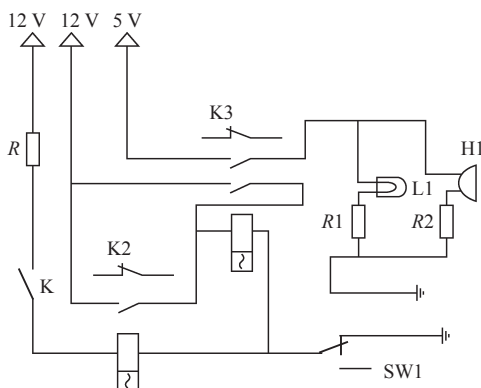


图3 常开触点检测电路

SW1在复归位置（下侧），被测继电器辅助触点（K）接入检测电路，由于被测继电器K辅助触点为常开触点，并不影响电路原始电路。由 R 、 $K2$ 常开触点和SW1组成的回路为断开状态。

SW1在启动位（上侧），原电路状态不变。当被测继电器辅助触点动作，即K闭合，检测电路

中继器K2控制回路通电，K2辅助触点闭合，由 $R1$ 、 $K2$ 常开触点和SW1组成的回路导通，检测到被测继电器辅助触点动作。

被测继电器辅助触点（K）瞬时动作复归后，由于继电器的自锁功能，使得 $R1$ 、 $K1$ 常开触点和SW1组成的回路仍然为导通状态，K1继电器控制线圈保持，能保持住被测继电器辅助触点动作信号，直到SW1至复位归。

（2）常闭触点检测电路设计

图4为常闭触点检测电路图。本电路利用继电器自锁回路能检测并保持住被测继电器辅助触点动作信号。

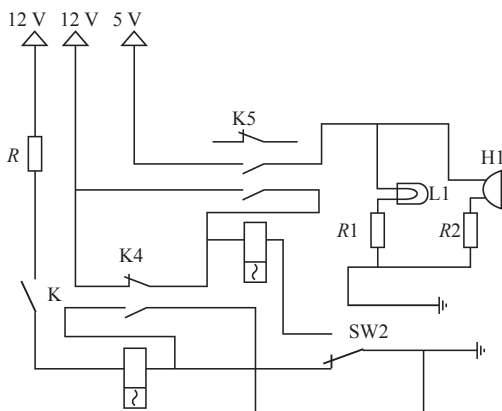


图4 常闭触点检测电路

SW2在复归位置（下侧）。被测继电器辅助触点（K）接入检测电路，由于被测继电器辅助触点（K）为常闭触点，K4继电器控制回路导通，RL4继电器常开触点闭合、常闭触点断开。由K4常闭触点和SW2组成的回路为断开状态。

SW2按在启动位置（上侧）。K4由于自锁功能，控制线圈经过K4的常开触点一直带电，并不会失电，K4继电器常开触点仍然闭合、常闭触点仍然断开，由K4常闭触点和SW2组成的回路继续为断开状态。

被测继电器辅助触点动作，即K断开，K4控制线圈失电，RL4继电器常开触点、常闭触点复归，由RL4常闭触点和SW2组成的回路为导通状态。检测到被测继电器辅助触点动作。

被测继电器辅助触点复归时，即K闭合，由于SW2按在启动位置（右侧）、K2的常开触点已复归，控制回路不会导通，K2继电器控制线圈不会励磁，由 $R1$ 、 $K2$ 常闭触点和SW2组成的回路继续为导通状态，故能够保持住被测继电器辅助触点动作信号，直到复归按钮复归。

3. 报警电路模块设计

报警电路是检测继电器辅助触点动作情况的直观结果显示。考虑工程实际应用便捷性，采用二极管与蜂鸣器结合的声光报警形式。测试仪设计6组报警电路，分别对应3组常开触点和3组常闭触点的动作情况检测结果反馈。图6为报警电路设计原理图，将蜂鸣器应用电路与发光二极管应用电路并联接入工作电源两端，当被测继电器辅助触点动作，蜂鸣器发声、二极管发光。

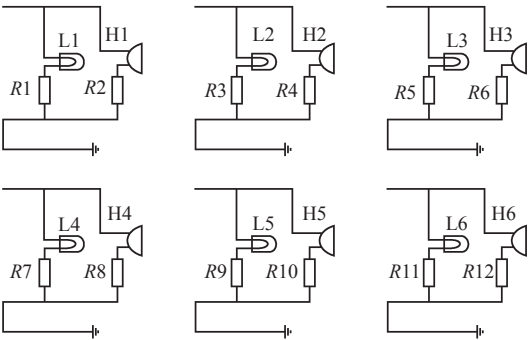


图5 报警电路原理图

试验

1. 仿真

在Proteus平台中搭建本测试仪的仿真模型，完整模拟对3组NC触点与3组NO触点瞬时动作情况的检测。将6组被测继电器辅助触点K接入本测试仪，将SW按钮由复位档设置到启动档位，等待6组被测对象K瞬时接通，记录仿真试验结果。从仿真结果可以看出（见表），本测试仪能正确实现对多组辅助触点瞬时动作情况的同时测量，并能将结果保持输出，直至复归。

2. 试验

利用本测试仪对RELECO C4-A40型号继电器进行测试。选取继电器的3组常开触点接入测试

仪，当继电器动作后，记录测试仪的检测结果。随后选取继电器的3组常闭触点进行测试。通过试验，本测试仪可以实现对继电器辅助触点瞬时动作情况的正确检测，且响应速度快，检测结果可保持，满足测试仪的设计要求。



图6 测试仪界面示意图

表 仿真与试验结果统计表

方式	方案	次数	响应次数	响应时间/ms	响应成功率(%)
仿真	3组NC	5	5	23.9	100
	3组NO	5	5	23.4	100
	6组	5	5	25.7	100
试验	3组NC	10	10	49.8	100
	3组NO	10	10	47.6	100
	6组	10	10	54.3	100

结束语

本文设计的继电器辅助触点动作测试仪，利用微型继电器实现对6组继电器辅助触点动作情况的同时检测，并采用自锁技术实现了对检测结果的信号保持。在实际应用中，不仅可以实现多组触点的同时测量，而且有效避免了二次回路接线复杂，测试重复性强度大，现场测试接线难度大等弊端，且测试仪携带方便，操作简便，有非常大的实际应用意义。EA

（收稿日期：2020.08.19）

（上接第42页）

差，在 u_L 上升到 Z_1 的导通电压后， Z_1 导通， C_1 通过 Z_1 连接到 Q_3 两端，RC缓冲电路抑制反向电动势尖峰，消除过高电压。当反向电动势能量逐步释放且MOS管已经切断，后端电路 u_L 将降低至 Z 关断电压， Z_1 关断后， R_2 与 C_1 连接经短路处泄放 C_1 内的能量。

经过RCD组合电路的综合保护，在发生短路后， Q_3 快速切断，限制后端线路的反向电动势，消除电压尖峰避免，MOS因电压过高击穿。

结束语

文本介绍分析了基于固态开关的短路限流式保护装置，对本装置的原理和短路保护电路组成进行了介绍，分析了固态开关保护电路组成和工作原理。通过对固态开关的分析，验证了固态开关能预防短路电弧产生，减少短路火花引起的电气火灾，拥有短路瞬时限流防越级跳闸功能。EA

（收稿日期：2020.08.19）