

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.02.027

基于PLC的继电器多通道耐久测试系统研究

张 婧,甘红胜*,梁 辉,赵志嵩,李广超
(上海出入境检验检疫局 机电产品检测技术中心, 上海 200135)

摘要: 针对继电器长期工作后可靠性降低、故障率上升,从而影响整机产品质量以及生产安全等问题,耐久性安全测试是十分必要的检测手段。结合基础机电继电器的国际和国内最新版本标准的新要求,研发了集继电器电气耐久和机械耐久试验于一体的多通道测试系统,该系统可同时连接电器上彼此独立的9路输出通道,实现被测样品负载或空载耐久试验的自动监控;对测试系统的技术要求做了简要介绍,给出了耐久性安全检测设备的相关设计要求;通过PLC、电流传感器以及触摸屏等自动化组件构建起了测试系统的硬件部分;软件部分主要完成了对关键试验信息(如试验模式选择、参数设定、通道选择、通断次数采集、试验异常判定与显示、声光报警等模块)的编程。研究和测试结果表明,这种新型的继电器耐久测试系统具有良好的检测效率和精度。

关键词: 基础机电继电器; 电气耐久性; 机械耐久性; PLC控制; 测试系统

中图分类号: TM58; TP23 文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2014)02-0253-04

Multi-channel endurance testing system for electromechanical relays based on PLC

ZHANG Jing, GAN Hong-sheng, LIANG Hui, ZHAO Zhi-song, LI Guang-chao
(Machinery & Electrical Products Testing Center of SHCIQ, Shanghai 200135, China)

Abstract: Aiming at the contact performance and reliability of relays after long-term working, endurance test was the very necessary measure to ensure product quality. Based on the new requirements of relevant varieties of international and national standards of the latest version, an endurance testing system integrated with electrical endurance and mechanical endurance testing ability was developed. Nine output circuits could be connected at the same time with an option of a load or no-load mode. A brief introduction to the technical requirements of the system was given. It was built up with PLC, current sensors, touch screen, and other automation components. Modules, such as mode selection, parameter setting, channel selection, on-off frequency acquisition, abnormality detection and determination, sound and light alarms, etc. were designed by software programming. The research results indicate that this new kind of testing system for relays proved to be efficient and accurate.

Key words: electromechanical elementary relays; electrical endurance; mechanical endurance; PLC control; testing equipment

0 引 言

继电器广泛应用于各类家电产品、电子电力设备及自动化控制系统中,在电路中起着自动调节、安全保护、转换电路等作用,其质量安全直接关系到各类设备能否安全有效地运行^[1],因而受到社会众多行业

及广大民众的普遍关注。据研究分析,继电器的失效通常发生于触点之间^[2],而耐久性安全检测就是检测其质量的必要手段^[3]。

目前,国际上通用的继电器检测标准为IEC 61810(ED3.0)版本,对产品提出了更高的检测要求。由于现有的检测设备仍停留在多年前的技术水平,未能及时更新升级,大大影响了测试工作的效率和准确

收稿日期: 2013-10-14

作者简介: 张 婧(1985-),女,江苏江都人,工程师,主要从事机电产品检测及科研方面的研究. E-mail: zhangjing1@shciq.gov.cn

通信联系人: 甘红胜,男,高级工程师. E-mail: ganhs@shciq.gov.cn

性^[4]。

本研究基于PLC控制技术和组态监控技术,以测试系统的开放性和自动化为特征,研制出满足继电器电气耐久和机械耐久要求的多通道测试系统,旨在提高继电器产品耐久性检测水平。

1 测试系统的技术要求

本研究所研制的继电器多通道耐久测试系统,应符合相关GB21711.1、IEC61810-1、EN61810-1、UL508、CSA C22-2 no.14等国家和地区检测标准要求,适用于标准意义范围内基础机电继电器的检测。对于所有继电器,尤其是线圈额定电压值高、工作频率高、触点负载特殊的产品,要完成电气耐久和机械耐久这两个检测项目,对检测设备提出了很高的专业要求,其必须具备频率可编程、电气耐久和机械耐久切换方便、响应快、周期寿命长等特点。

基于以上要求,该测试系统的相关输入/输出端关键技术指标如表1所示。

表1 输入/输出端技术要求

位置	对象	要求
输入端	激励电源性质	交流和直流
	激励电压范围	最大500 V
	激励控制频率	360次/h, 720次, 900次/h和其倍数
	激励周期占空比	15%, 25%, 33%, 40%, 50%, 60%
输出端	输出试验电源	交流/直流
	输出负载匹配	阻性或感性负载
	每支路负载	最大电压为500 V;最大电流为
	通断监控	50 A

2 测试系统硬件

2.1 设计原理

测试系统的硬件部分主要采用了西门子公司的PLC与触摸屏^[5],来实现检测过程的智能化,是基于以下几点考虑:

- (1) 产品的应用技术成熟,抗干扰能力强;
- (2) 产品易于标准化安装,使整体结构简洁、紧凑;
- (3) 产品的编程方法较易掌握^[6];
- (4) 能简化硬件设备,提高系统的可靠性。

基于继电器样品的激励控制频率和周期内占空比可编程的需求,作为测试系统输入端的触摸屏,本研究采用了前级可任意时间手动控制通断的方式,后级PLC采用按编程数据自动控制的方式,实现运算、控制输出等功能,最终完成系统的检测任务。测试系统的硬件结构图如图1所示。

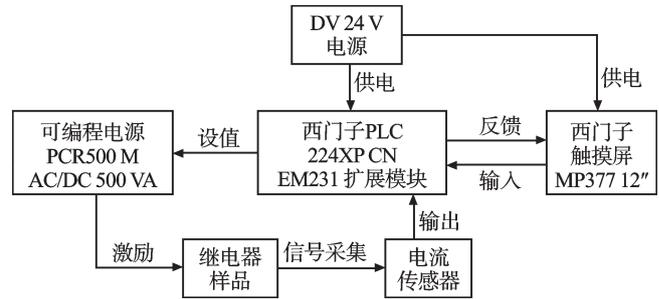


图1 系统硬件结构图

可编程电源根据PLC输入的模拟量信号,输出高速响应的交流或直流激励电压,使继电器线圈吸合,由PLC进行通断控制。继电器触点闭合时通过的电流由电流传感器进行采集,且系统将模拟量信号输出至PLC,再通过触摸屏将试验过程参数反映在界面上。如果试验过程中出现故障,则当故障次数超过设定的允许次数时,该通道的试验将中止并进行报警。

2.2 总体结构

为了实现多通道测试,本研究所研制的测试系统具备两组接口,分别用于电气耐久和机械耐久的连接。每组接口分为3路,可同时对3个样品进行检测。每一路又可分为3条支路,对具有多路输出的产品进行相关负载的匹配。9个支路均设有独立的采集端口,可以进行负载及空载状态下的监控。

2.3 PLC控制模块

测试系统采用了S7-200 CN系列中性价比较高的224 XP CN型CPU,共有24个I/O点容量,其中包括14点数字量输入端口和10点数字量输出端口。本体上还集成有2个模拟量输入端口、1个模拟量输出端口,以及2个RS-485通信接口。组成的I/O端子排能很容易地进行整体拆卸。CPU 224具有13 KB的程序和数据存储区空间、6个独立的30 kHz的高速计数器、两路独立的20 kHz的高速脉冲输出、PID控制器、点对点接口通信协议、多点接口通信协议和自由通信口。系统另外还配置了一个EM231模拟量输入扩展模块,带有4路12位模拟量输入(AI)模块,采用差分输入,最大输入电压DC 30 V,最大输入电流32 mA。

本研究对9路输入设备及输出设备分配I/O地址,其分配表如表2所示。

该控制系统充分地利用了PLC技术逻辑判断和控制能力强、抗干扰能力强、可靠性高的特点,在硬件上采用了隔离、滤波等措施,有效地抑制和消除了干扰,具有扩展性好、柔性优、可移植性的优点。在不改变硬件的情况下,本研究通过改变软件的程序就可以实现不同的功能。

表2 输入/输出分配表

编程元件	编程地址	说明
输入元件	I0.0	脉冲信号返回
	I0.1	1#触点通断检测(机械耐久)
	I0.2	2#触点通断检测(机械耐久)
	I0.3	3#触点通断检测(机械耐久)
	I0.4	4#触点通断检测(机械耐久)
	I0.5	5#触点通断检测(机械耐久)
	I0.6	6#触点通断检测(机械耐久)
	I0.7	7#触点通断检测(机械耐久)
	I1.0	8#触点通断检测(机械耐久)
	I1.1	9#触点通断检测(机械耐久)
	I1.2	备用
	I1.3	急停
	I1.4	KM1-KM3 交流接触器触点闭合信号(给3个试验继电器线圈供电)
	I1.5	KM4-KM9 交流接触器触点闭合信号(给3个试验继电器9路触点开关通断用)
输出元件	Q0.0	试验继电器通断的开关脉冲输出信号
	Q0.1	给第1个试验继电器线圈供电的控制信号
	Q0.2	给第2个试验继电器线圈供电的控制信号
	Q0.3	给第3个试验继电器线圈供电的控制信号
	Q0.4	给第1个试验继电器触点供电的控制信号
	Q0.5	给第2个试验继电器触点供电的控制信号
	Q0.6	给第3个试验继电器触点供电的控制信号
	Q1.1	报警输出

2.4 模拟量采集

测试系统采用了传感器进行电流模拟量的采集。传感器是基于霍尔效应及磁场平衡原理^[7],采用非接触方式进行电流的测量。每识别出控制回路中有电流通过,由外接电阻可获得电压信号。PLC根据反馈的信号进行判断,工作次数加1。若出现失效,则故障次数加1,故障次数达到5次时,则停止该路动作,等待故障清除。

2.5 人机界面

测试系统采用西门子 SIMATIC MP377 型多功能面板^[8],能满足设计的最高性能要求。12" TFT 屏幕显示,触摸操作,可实现卓越的操作员控制和监视,以及复杂机器的可视化。256色矢量图形显示功能、图形库功能、过程值和信息归档功能、可分页和缩放的强大曲线图功能应有尽有。面板采用基于 Windows 的软件 SIMATIC WinCC flexible 2008^[9],可在 PC 上直接模拟组态,无需 PLC 和 MP,简单高效。全集成自动化也是它的优点之一,通过组态时集中访问 STEP 7 数据

库,可以避免重复输入,降低工程成本。

3 测试系统软件

笔者所研究的测试系统采用了基于 Windows 平台的编程软件 STEP7-Micro/Win^[10]对 PLC 进行编程,以及用 WinCC flexible 2008 对人机界面进行设计,两款软件程序的编写、调试和存取都非常简便。

本研究根据对继电器产品的耐久性检测要求分析而绘制的耐久试验模块流程图如图2所示。试验中需要完成模式选择、参数设定、通道选择、通断次数采集、试验异常判定与显示、声光报警等功能。基于此,本研究对人机界面进行编程设计,实现相关功能模块和变量设定,并通过 PC-PPI 编程电缆连接触摸屏和组态 PC,完成触摸屏与 PLC 的通讯^[11]。初始状态下的人机交互界面如图3所示。

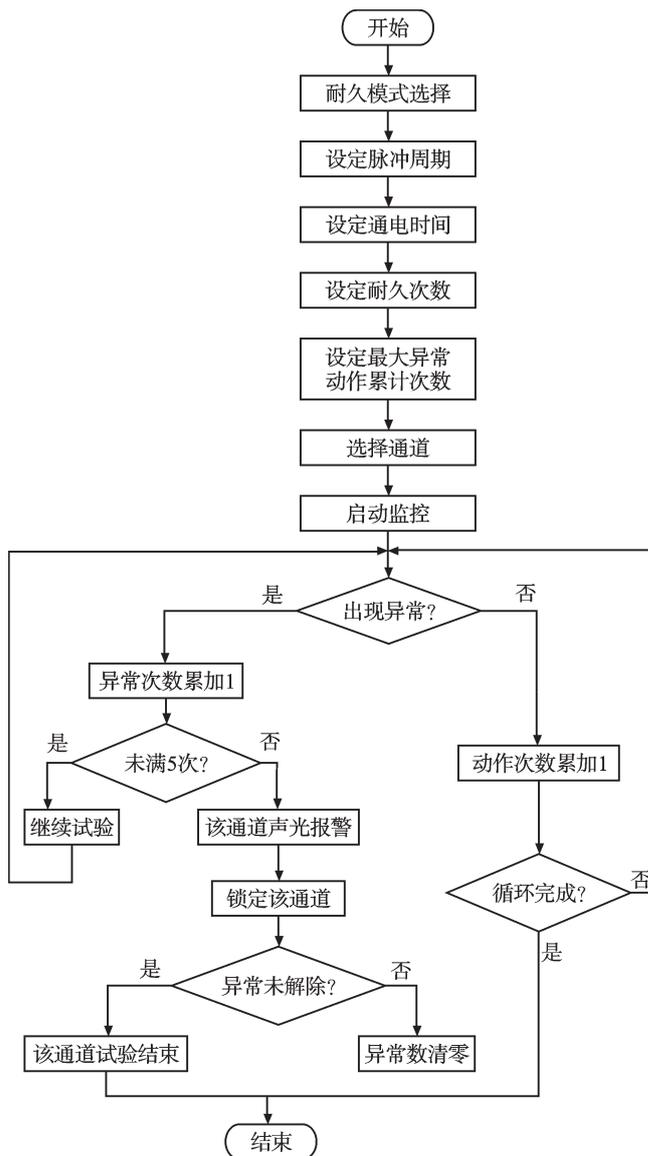


图2 耐久试验模块流程图



图3 界面显示

4 结束语

本研究所研制的继电器多通道耐久测试系统不仅实现了测试系统的开放式、模块化和集成化的特性,提高了测试精度、检测效率和自动化程度,也为出入境机电产品的检验监管和相关产品的认证提供了有力保障,有助于中国企业打破国外技术壁垒,促进国际贸易的发展。

本文引用格式:

张 婧,甘红胜,梁 辉,等. 基于PLC的继电器多通道耐久测试系统研究[J]. 机电工程,2014,31(2):253-256.

ZHANG Jing, GAN Hong-sheng, LIANG Hui, et al. Multi-channel endurance testing system for electromechanical relays based on PLC[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(2): 253-256. [《机电工程》杂志: http://www.meem.com.cn](http://www.meem.com.cn)

(上接第252页)

- [3] 马洪飞,徐殿国,陈希有. PWM逆变器驱动异步电动机采用长电缆时电压反射现象的研究[J]. 中国电力工程学报,2001,21(11):109-113.
- [4] MELFI M. Effect of surge voltage risetime on the insulation of low-voltage machines fed by PWM converters [J]. **IEEE Transactions on Industry Applications**, 1998, 34(4):766-775.
- [5] 廖荣辉. 长线传输感应电机系统过电压滤波器的研究[J]. 电气传动,2012,31(6):47-51.
- [6] 周克定. 电磁场与电磁波[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [7] 姜艳妹,崔 博,徐殿国. 一种消除PWM逆变器输出共模电压的前馈有源滤波器[J]. 电机与控制学报,2003,7(1):70-74.
- [8] 薛向党,吴 倩,李国民. SPWM逆变器死区效应机理分析与数字仿真[J]. 天津大学学报,1999,32(1):9-14.
- [9] 万健如,刘英培,周海亮. 基于传输线理论电力高频脉冲在电缆上的传输与反射研究[J]. 物理学报,2010,59(5):

参考文献(References):

- [1] 马存宝,成 功,胡云兰. 继电器可靠性影响因素分析[J]. 河南:电力系统保护与控制,2006,34(4):66-68.
- [2] 周峻峰. 继电器触点接触失效物理浅析[J]. 电子产品可靠性与环境试验,1999(1):25-30.
- [3] 宫豫燕,李志刚,杨晨光. 继电器操作故障模拟装置[J]. 电力系统保护与控制,2007,35(11):57-59.
- [4] 陆俭国. 继电器试验与检测技术[J]. 机电元件,2005(1):34-37.
- [5] 吴家任,张桂香. 基于PLC-触摸屏的电控柜检测系统设计[J]. 微机计算机信息,2012(2):25-27.
- [6] 胡海滨. PLC的编程技巧[J]. 机电工程,2006,23(7):56-58.
- [7] 吴金宏,倪向阳,吴 昊. 霍尔电流电压传感器/变送器模块的性能及应用[J]. 国外电子元器件,2001(1):12-15.
- [8] 西门子(中国)有限公司自动化驱动集团. SIMATIC HMI设备MP377(WinCC flexible)操作说明[M]. 北京:SIEMENS公司,2007.
- [9] 刘雅俊. 西门子Wincc flexible人机界面软件在矫直机中的应用[J]. 山西:山西冶金,2010(1):37-39.
- [10] 张玉红. 在Step7和WinCC软件中实现单体设备控制的模块化和标准化——全国冶金自动化信息网2013年会论文集[J]. 冶金自动化,2013(S1):584-589.
- [11] 余 丹,于建顺. STEP7模拟调试及实现与WinCC连接的仿真[J]. 现代电子技术,2010(14):81-83.

[编辑:李 辉]

- 2948-2951.
- [10] 张 磊,邓 飙. 基于定量反馈的电液伺服同步加载系统的鲁棒控制[J]. 液压气动与密封,2012(8):14-17.
- [11] AKAGI H, MATSUMURA I. Overvoltage mitigation of inverter-driven motors with long cable of different lengths [J]. **IEEE Transactions on Power Electronics**, 2011, 47(4):1741-1748.
- [12] SUN Ya-xiu, ESMAELI A, SUN Li. A New Method to Mitigate the Adverse Effects of PWM Inverter [C]//1st IEEE Conference on Industrial Electronics and Application. Singapore: [s.n.], 2006: 1-4.
- [13] SOZER Y L, TORREY D A, REVA S. New inverter output filter topology for PWM motor drives [J]. **IEEE Transactions on Power Electronics**, 2000, 6(15):1007-1017.
- [14] 冯卫国. 积分变换[M]. 上海:上海交通大学出版社,2000.

[编辑:李 辉]