

文章编号: 1005-0523(2010)06-0084-06

# 便携式 JSDXC-1700 型动态继电器检测仪的研究与开发

刘举平, 余为清

(华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:**以单片机为主体研究开发了便携式 JSDXC-1700 型动态继电器测试仪,可自动完成继电器的机械特性、电气特性、动态特性的测试。经实际应用证明,该仪器精度高、可靠性好、使用方便。

**关键词:**动态继电器;机械特性;电器特性;动态特性;测试

**中图分类号:**TM581.3

**文献标识码:**A

继电器是铁路信号设备的重要器件,在铁路信号的自动控制和远程控制系统中,继电器的用量很大,用它可构成逻辑电路或作为执行元件,直接监控列车的运行。动态继电器是一类故障-安全型继电器,是铁路微机联锁控制的核心器件。从发展趋势看,计算机联锁设备将会大量上道使用。由于动态继电器既有机械部分又有功能电路部分,所以在使用过程中故障率比较高<sup>[1]</sup>。JSDXC-1700 型(含 JSDXC<sub>1</sub>-1700 和 JSDXC<sub>2</sub>-1700 两种型号,由于二者在测试方法上类似,仅在控制电压上有所区别,以下统称 JSDXC-1700 型)继电器属新型动态继电器。目前,我国动态继电器检测设备以检测台为主,这种设备体积大,自动化程度较低。为实现现场对 JSDXC-1700 型继电器进行检修,利用自动测量技术以及计算机数据处理技术代替手工检修、测量和管理的模式,设计了一种全自动、便于携带的继电器检测仪器,有助于提高电务部门的检测效率与管理水平。

## 1 JSDXC-1700 型动态继电器的工作原理

JSDXC-1700 动态继电器的基本工作原理如图 1 所示。

图 1 中将 JSDXC-1700 动态继电器的 A、B 门同时给出。因为 A、B 门工作原理相同,下面以 A 门为例对 JSDXC-1700 型继电器工作原理做简要介绍。图中 51, 52, 53, 61, 62 为继电器引脚编号。

当 51 脚没有脉冲输出时,52, 61 脚通过 R<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> 向电容器 C<sub>1</sub> 充电至电源电压。这时光控晶闸管 SSMD<sub>1</sub> 没有触发信号而截止。当 51 脚入动态正脉冲时,光控三极管(TLL113)导通,电容器 C<sub>1</sub> 通过 TLL113, R<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> 对 C<sub>3</sub> 充电,经几个脉冲的作用,当 C<sub>3</sub> 两端电压足以触发光控晶闸管 S22MD<sub>1</sub> 时,光控晶闸管 S22MD<sub>1</sub> 导通,继电器 J 吸起。动态继电器对于驱动信号的频率与电压有相应的规定,当输入侧故障时可保证输出安全。

收稿日期: 2010-10-12

基金项目: 载运工具与装备教育部重点实验室资助(JS08003)

作者简介: 刘举平(1979-)男,讲师,硕士,主要研究方向为机电一体化、测试技术仪器仪表的研究与开发。

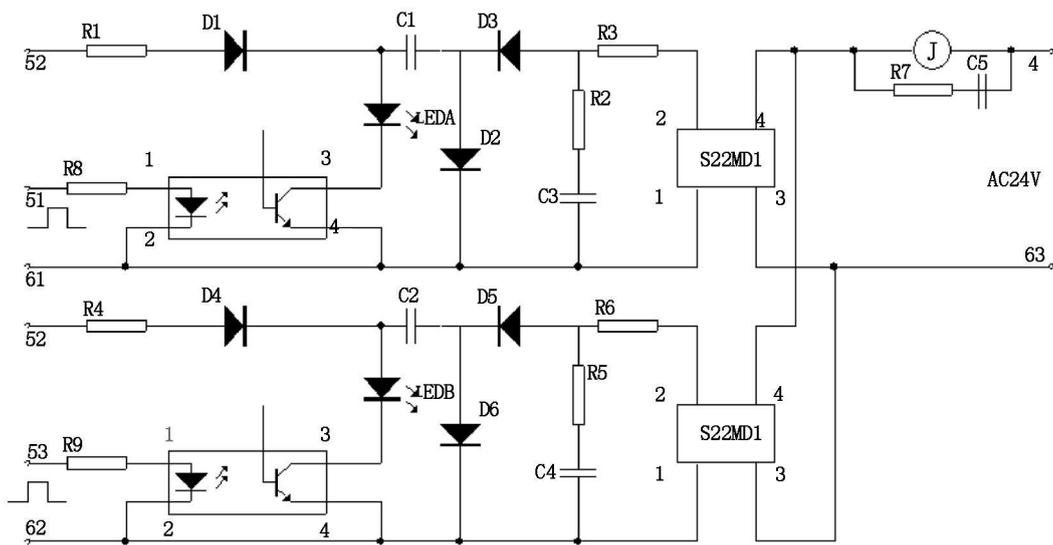


图 1 JSDXC-1700 型动态继电器原理图

## 2 动态继电器检测仪测量参数的工作原理

对继电器的检测,就是对继电器机械特性、电气特性、动态特性三特性的测试。便携式动态继电器测试仪在测试原理上依据 GB/T 6902-2001 规定的继电器三特性测试方法<sup>[2]</sup>。

### 2.1 继电器机械特性测试

继电器机械特性测试主要是对继电器接点电阻进行测试,继电器接点电阻是指继电器的动接点与前接点或动接点与后接点的接触电阻<sup>[3]</sup>。检修规程按图 2 连接进行测试。

首先将开关 K1 合上,调整变阻器 R1,使继电器良好吸起。然后断开 K1,闭合 K2,调整变阻器 R1,使之通过接点的电流值达到 0.5~1 A 左右,此时再闭合开关 K1 毫伏表上即可读到该接点上电压降值,利用开关 K2 与每组接点顺序接触,在毫伏表上则相应地读到每组接点电压降值。在开关 K2 与每组接点转换过程中,开关 K1 应断开,这样可避免毫伏表由于过载而损坏。根据所测得的数据利用欧姆定律,按下列公式计算即可求得每组接点的接触电阻

$$R = V/I - R_C \quad (1)$$

式中:R 为接点电阻值,Ω;R<sub>C</sub> 为测量导线电阻值,Ω;V 为毫伏表读数,mV;I 为毫安表读数,mA。式中测量导线电阻可利用直流电桥测试得到。

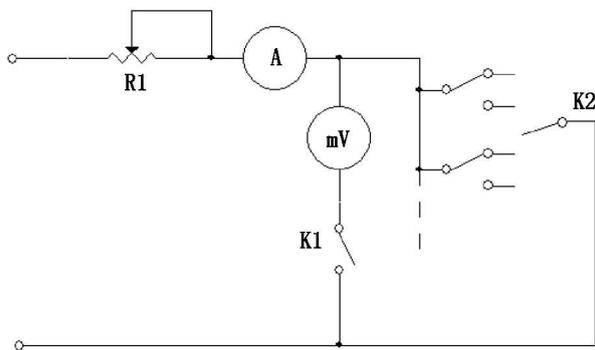


图 2 继电器接点电阻测量原理图

便携式 JSDXC-1700 型动态继电器检测仪采用恒流四线法对动态继电器的前后接点电阻进行检测,四线法的采用降低了导线电阻对测量精度的影响,提高了测量的精确性。

### 2.2 电气特性测试

主要是检查继电器的正向和反向释放值、工作值及极性保持继电器的转极值是否符合电气特性要求。检修规程测试电路如图 3 所示,图中的闸刀开关是作为转换电源极性时用。图中 B 为指示灯,指示灯应每组接点设一个。

(1) 释放值和工作值的测试

将图 3(a)中开关 K 闭合,调整电源电压至继电器的充磁值,为了测试释放值或转极值,应先使继电器的磁极磁化,向继电器线圈通以几倍的工作值或转极值,根据 GB/T 6902-2001 铁路

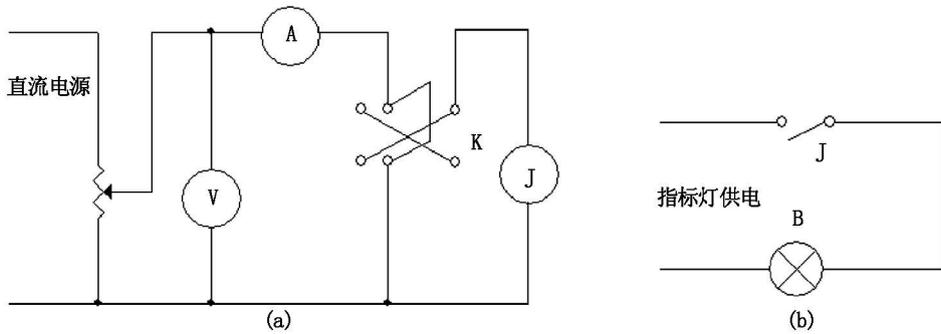


图 3 电气特性测量原理图

信号继电器试验方法的标准统计<sup>[4]</sup>,多数继电器的充磁值取 3 倍左右的工作值。然后,逐渐降低电源电压,当继电器前接点和动接点刚分离时(以(b)中指示灯熄灭为准),仪表上所测得的值,即为该继电器的释放值。

当测完释放值时,继续调整电源电压至 0,断电 1 s,再逐渐升高电源电压,当继电器衔铁止片与磁极接触时,在仪表上所测得的值,即为该继电器的工作值。

JSDXC-1700 型动态继电器的交流驱动电压规定为 24 V 交流,为避免市电波动对测量结果造成影响,仪器采用了正弦合成的方法产生出标准的 24 V 交流电压。测量电压采用由微控制器与 D/A 变换器等组成的程控电压源,实现了电压的自动连续平滑调节。

## (2) 线圈电阻的测试

继电器线圈电阻是指环境温度为 20 °C 时线圈的直流电阻。线圈电阻的测试可以利用欧姆表,为了数据准确,一般采用电桥进行测试。测试后根据当时的环境温度,再换算为 20 °C 的电阻值。

## 2.3 动态特性测试

由于继电器线圈是带有铁心的,所以它的电感量比较大。当继电器接通电源或断开电源时,线圈的铁心中就产生涡流,涡流所产生的磁通与线圈所产生的磁通方向相反,这样就使磁通的变化落后于电流的变化,对衔铁的吸起有延缓作用。这样继电器就存在缓吸时间和缓放时间,现场对这两个量是采用电秒表进行测量,继电器时间特性的检规测试如图 4 所示。

图 4 中电秒表的 I、III 接通开始计时,I、II 接通停止计时<sup>[3-4]</sup>。由于 JSDXC-1700 型继电器不需要测量缓放时间,所以不需要微控制器进行计时操作,但仍然需要对接合状态做出判断。

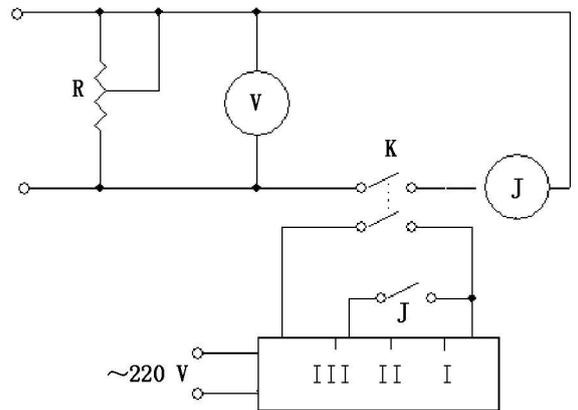


图 4 时间特性测量原理图

由于便携式动态继电器检测仪对 JSDXC-1700 型动态继电器的三特性测试是依据 GB/T 6902-2001 检测规定进行,测试方法及参数合理性具有说服力。

## 3 动态继电器检测仪的硬件和软件设计

### 3.1 动态继电器检测仪的硬件设计

便携式 JSDXC-1700 型动态继电器检测仪的总体方案框图,如图 5 所示。动态继电器检测仪硬件采用

模块化设计,主要由以下模块组成:微控制器模块、系统供电电路模块、直流数控电压模块、稳幅交流输出模块、控制电压发生模块、恒流源及电阻检测模块、译码选接点模块、温度测试模块以及外设模块,包括 LCD 显示模块、键盘模块和串行口通信模块。

动态继电器检测仪包括检测仪主体和笔记本电脑两部分,检测仪主体是动态继电器检测仪的核心和关键。检测仪主体以凌阳 16 位微控制器 SPCE061A<sup>[3]</sup>为主控单元,通过外围接口器件、功能电路实现对动态继电器的检测。

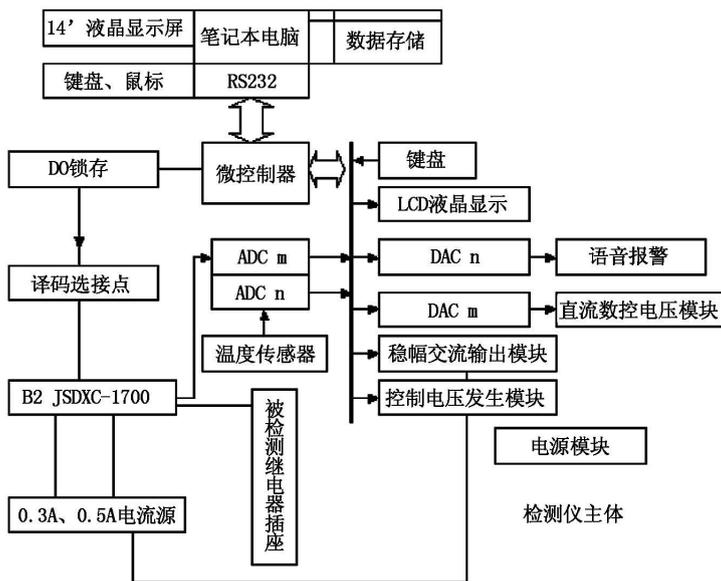


图 5 便携式 JSDXC-1700 型动态继电器检测仪硬件框图

动态继电器的检测过程为,被检测继电器插入继电器检测插座中,启动自动检测按钮,自动进行流程选择。DO(数字量输出)锁存电路与直流电压调整及稳幅交流电路模块工作,获得一个连续的数字可调的局部电压;由控制电压发生单元产生可调幅和调频的方波信号,微控制器通过 AD 信号采集电路获得相应电压、温度等物理量;利用内部定时器进行精确计时或对接点状态做出判断。继电器检测仪获得的信息可通过 LCD 液晶屏进行显示,也可以选择利用笔记本作为交互工具。当被检测继电器参数不合格时,可自动进行语音报警。继电器的测试数据可以通过串行通讯口传送到笔记本电脑分析和存储。

动态继电器检测仪在使用上分为检测仪主体独立运行和检测仪主体附加笔记本电脑两种模式。

### 3.2 动态继电器检测仪软件设计

微控制器作为下位机测量控制的核心,对仪器的整体性能影响极大。在设计时选用了 16 位微控制器 SPCE061A。该芯片资源丰富,可方便地用于复杂的数字信号处理,又比常用的 DSP 芯片更便宜,因而具有较高的性价比。系统软件框图如图 6 所示。

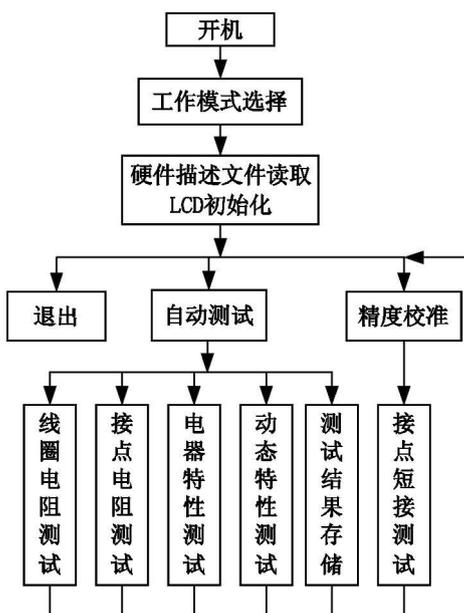


图 6 系统软件框图

便携式动态继电器检测仪需要自动测试 JS-DXC-1700 型动态继电器,所以首先要对 JSDXC-1700

型动态继电器的各种测试所需数据(如接点位置、电气参数、线圈电阻、测试标准等)进行统计,以16进制的形式存储数据文件,作为测试使用的控制数据。这些数据在测试过程中可根据需要随时更新、补充、不断完善。

测试内容分为自动测试和精度校准(接点电阻)两项。动态继电器检测仪开机后,首先进行工作模式识别,当得到启动信号后,调入相应的硬件描述文件,而后进行自动测试或精度校准。自动测试部分又包含机械特性、电气特性、动态特性的三特性测试模块,以及相应的温度检测、数据处理等模块,微控制器可以自动按照GB/T 6902-2001规定的测试程序进行操作。精度校准模块,主要利用标准电阻对接点电阻测试模块进行标定,通过自动修正SPCE061A内部Flash ROM中的参数进行软件方式校准。精度校准模式的进入需要管理员的口令,以防止误操作。

## 4 系统测试与分析

在完成动态继电器检测仪硬件组装后、向检测仪主体导入程序,对JSDXC-1700型动态继电器进行实测调试和数据分析。

测试设备:FLUCK17B数字万用表,Tektronix TDS1002(数字存储示波器),精密电阻测量仪(精度 $1\text{ m}\Omega$ ),200V DC手调稳压电源(电子工业部26研究所)。

分析方法:动态继电器检测仪自动测试结果,与依照《信号维护规则》规定的手动测试方法所测试结果进行对比,测试结果如表1。

表1 测试结果

测试项目	全自动检测模式	手动测试模式	偏差	备注
前圈电阻值	857.6 $\Omega$	857.7 $\Omega$	-0.1 $\Omega$	
后圈电阻值	841.7 $\Omega$	841.9 $\Omega$	-0.2 $\Omega$	
释放值	5.6 V	5.5 V	+0.1 V	
工作值	7.7 V	7.8 V	-0.1 V	
一组前接点电阻	0.012 $\Omega$	0.011 $\Omega$	+0.001 $\Omega$	
一组后接点电阻	0.009 $\Omega$	0.009 $\Omega$	0	
二组前接点电阻	0.011 $\Omega$	0.011 $\Omega$	0	
二组后接点电阻	0.008 $\Omega$	0.008 $\Omega$	0	
三组前接点电阻	0.012 $\Omega$	0.012 $\Omega$	0	
三组后接点电阻	0.009 $\Omega$	0.010 $\Omega$	-0.001 $\Omega$	
四组前接点电阻	0.013 $\Omega$	0.012 $\Omega$	+0.001 $\Omega$	
四组后接点电阻	0.008 $\Omega$	0.009 $\Omega$	-0.001 $\Omega$	
二组激励下吸起否	吸	吸	无	1 Hz/24 V

从实际测试的结果看,便携式动态继电器检测仪的测试精度和准确度都很高。与手动测试结果产生偏差的主要原因是由于在测试过程中温度是实时变化的,而普通的检测设备在测量电阻时,没有进行温度修正。另外,在测试过程中,发现即使是同一继电器的同一组接点,每次测试的值也有变化,关于接触电阻与操作次数的关系,很多专家都做过研究<sup>[6-10]</sup>。

## 5 结语

本文研究开发的动态继电器检测仪,体积小、重量轻,便于携带使用,检测数据准确,自动化、智能化程度高,可以满足动态继电器现场检测的需要。仪器试用效果良好,从而验证了理论设计的合理性。

**参考文献:**

- [1] 陈幼忠,何柳鸣.动态继电器返修超标的原因与对策[J].铁道通信信号,2004,40(11):4-6.
- [2] GB/T 6902-2001,铁路信号继电器实验方法[S].北京:中国铁道出版社,2001.
- [3] 安文.继电器智能检测台设计[D].成都:西南交通大学电气工程学院,2003.
- [4] 中华人民共和国铁道部.信号维护规则[S].北京:中国铁道出版社,2000.
- [5] 薛钧义,张彦斌,虞鹤松,等.凌阳十六位单片机原理及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [6] LEUNG C H, ANTHONY L. Contact erosion in automotive DC relays[J]. IEEE Transactions on Components, Hybrids, and Manufacturing Technology, 1991, 14(1): 101-108.
- [7] 刘向军,费鸿俊.电接触的接触电阻研究进展[J].上海电器技术,1999(3):3-6.
- [8] 姚芳,李志刚,李玲玲,等.继电器触点失效预测的研究[J].继电器,2004,32(16):28-31.
- [9] 张宏琴,刘维泰.电磁继电器触点参数测试[J].大学物理实验,2003,16(2):22-23.
- [10] 李奎.继电器触点接触可靠性研究[D].福州:福州大学,1996:25-35.

## Development and Research of Portable JSDXC-1700 Dynamic Relay Testing Instrument

Liu Juping, Yu Weiqing

(School of Mechanical and Electrical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** A kind of portable dynamic relay testing instrument with the single chip for JSDXC-1700 is developed. The instrument can test automatically mechanical, electrical and dynamic characteristics of relay. Practical application proves that the instrument is easy to use with high precision and reliability.

**Key words:** dynamic relay; mechanical characteristics; electrical characteristics; dynamic characteristics; measurement  
(责任编辑 王建华)

(上接第 74 页)

## Hydraulic Crane Monitoring and Management System Based on S7-300 and WinCC

Yu Dan, Yang Hui, Lu Rongxiu

(School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** Aiming at improving safety operation of crane, strengthening monitoring and diagnosis of electrical failure, adopting distributed system structure, Siemens S7-300 series PLC and configuration software WinCC 6.2 are applied to design waste hydraulic crane monitoring and management system. According to requirements of system, system network structure, PLC hardware, main four modules of PC software in monitoring and management system are designed. Then three set of PLC can control three different bridge cranes, and a stage crew can monitor and manage the overall information of the three cranes.

**Key words:** PLC; WinCC; system structure; hardware; module design

中国知网 <https://www.cnki.net>

(责任编辑 王建华)