

继电器动态电阻在线检测系统设计

胡博文 张志 廖乐平 陈文芾

(厦门大学机电工程系, 福建 厦门 361005)

摘要: 以继电器触点动态电阻作为研究对象, 提出了一种动态电阻在线定性检测的方案, 其创新点在于利用微分回路与比例回路将继电器触点动态电阻的峰值与稳定值检测分开。该系统经实验及应用结果表明所提出的继电器动态电阻检测方案可行。

关键词: 继电器; 动态电阻; 在线监测

中图分类号: TM58 TM934.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4801(2012)04-067-03

国内外关于继电器电参数的测试方法及设备都已经有很成熟的方案, 但是这些方案检验参数全面, 检测周期长, 适用于实验室环境下, 主要用来对新研发的继电器产品进行型式检测, 或者对出厂的产品进行抽样检测, 很难应用于在线检测。而继电器在出厂时, 根据相关标准, 必须对每一个产品进行有关电参数的测试, 因此开发在线检测设备具有相当大的意义与必要性。本文研发一套与生产线配套的在线检测系统, 对汽车继电器进行动态接触电阻等参数的检测。

1 动态电阻检测原理

1.1 检测原理

本文提出这样的设计思路: 设计两路检测通道, 一路通道由微分回路构成, 对动态电阻峰值进行检测; 另一路由比例回路构成, 对动态电阻的稳定值进行检测。首先需要设计一个信号产生回路, 该回路的电参数能够明显反映出动态电阻的峰值与稳定值信息, 且容易提取, 然后设计检测电路来对这个参数进行检测。

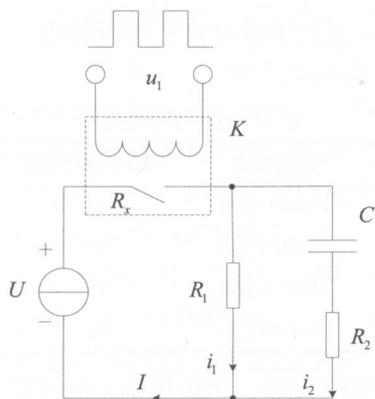


图1 信号产生回路

1.2 信号产生回路

本系统设计了如图1所示的信号产生回路。

图中 K 为继电器, R_x 为继电器常开触点接触电阻, I 为检测电流, C 、 R_2 组成微分回路, R_2 为比例回路, 且为微分通路提供放电路径。以只包含常开触点的继电器为例进行分析, 给继电器线圈提供周期性的矩形脉冲电压。

分析电路可得:

$$R_{MAX} = \frac{U}{I_{MAX}} - \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

$$R_w = \frac{U}{I_w} - R_1 \quad (2)$$

式中, R_{MAX} 、 R_w 为动态接触电阻 R_x 的峰值和稳定值, 相应的 I_{MAX} 、 I_w 为检测电流 I 的峰值和稳定值。

显然, 检测电流 I 中的峰值 I_{MAX} 和稳定值 I_w 能够反映出动态电阻 R_x 中的峰值 R_{MAX} 和稳定值 R_w 。

1.3 检测电路结构

电流信号 I 包含了动态接触电阻的信息, 其峰值电流 I_{MAX} 体现了动态接触电阻的峰值, 稳定值 I_w 则体现了动态接触电阻的稳定值, 检测过程中必须将它们分开。为此, 设计两路检测回路分别对电流的峰值与稳定值进行检测(如图2所示)。峰值电流 I_{MAX} 由高通滤波分离出来并经调理电路整形, 由于本项目要求只要分辨出被测产品是否合格, 不需要获得产品实际动态电阻实际数值, 因此通过与预先设定好的阈值比较, 判断是否符合要求, 而稳定值 I_w 检测先经过低通滤波。这样做减小相互间的影响, 同时减小稳定值检测时电

作者简介: 胡博文(1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向: 机械电子工程。

流信号中毛刺的影响，增强检测的准确性。

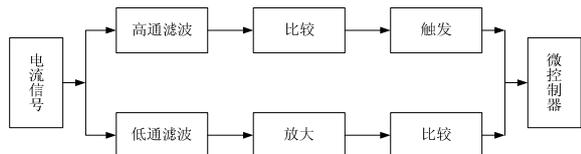


图2 检测回路框图

2 系统设计

2.1 总体设计

本系统对车辆继电器的吸合与断开动作时的触点状态实行在线定性检测，判断是否合格，进而与机械构件，PLC 控制部分配合进行筛选。系统包括试验回路、电流检测、信号调理、控制部分、通信部分和 LCD 显示等(如图 3 所示)。

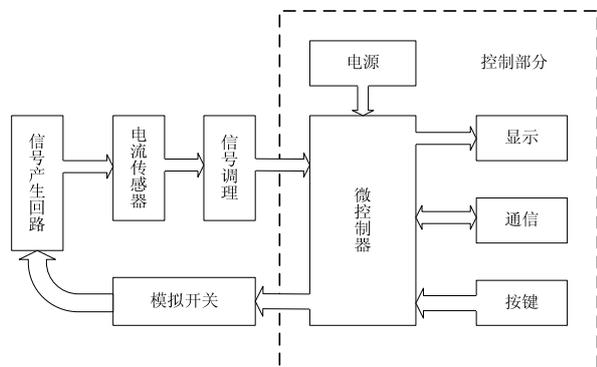


图3 系统总体设计

其中信号产生回路、电流检测、信号调理与模拟开关部分的电路板安装位置与控制部分分开。在设计中为这些模块单独设计了电源模块。

2.2 动态电阻检测电路

汽车继电器的动态电阻检测电路包括信号采集回路、电源、模拟开关和待测继电器(如图 4 所示)。

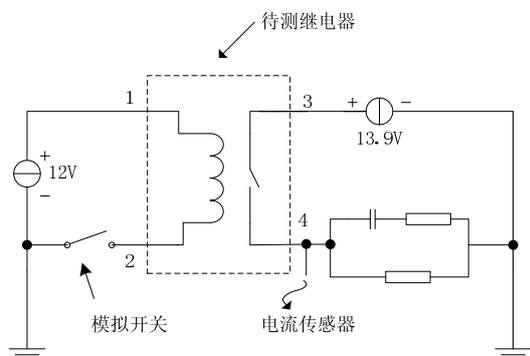


图4 检测电路

系统采用无触点的 MOS 管 IRF540 导通与截止来实现模拟开关，由微控制器发出的 CLK 信号

控制，通过光电耦合对线圈回路中的 MOS 管进行相应的控制，实现线圈的通电与断电。

系统采用 Allegro 公司霍尔集成电子器件 ACS713ELCTR-20A-T 对电流进行检测。该电流检测模块不但精度足够高，在回路电流范围内有良好的线性，而且可靠性高。

2.3 控制部分

控制部分主要完成继电器检测过程中的模拟开关闭合与断开的控制；对信号处理部分输出信号的判断；与 PLC 的通信，完成生产线自动化设备对待检继电器的装夹与剔除；LCD 输出显示。控制部分主要是由 ATMAGE16L 微控制器为核心构成的控制系统。

2.4 通信模块

UART 异步串行通信是单片机经常用到的一种通信模式，可以实现微控制器之间、微控制器与 PC 机之间以及微控制器与其它类型控制器之间的数据传输。异步串行通信具有使用方便、数据传输可靠、适用于远距离通讯的特点，在工业监控、数据采集、检测等系统中有着广泛的应用。

本系统中，与 PLC 和 LCD 屏幕的通信都通过该单元来完成，为了不让三方的通信互相干扰，提供系统可靠性，采取门电路来分别对单片机所发出的信息通道进行选取与屏蔽。

3 实验结果

系统研制完成后，与机械部分联机统调，各种动作协调顺畅。接收实验由接收方进行，实验方法是在一周内进行四次检测，每次检测准备 10000 个良品和 100 个不良品混搭在一起，检测结果如表 1 所示。

表1 样品检测结果

检测时间	检测样品	不良品检出数	检出率
2011.1.3	10000+100	98	98%
2011.1.4	10000+100	99	99%
2011.1.5	10000+100	100	100%
2011.1.6	10000+100	98	98%

经过实验表明，在机械部分稳定的前提下，即继电器装夹位置准确的前提下，该检测系统能准确检测出不良并通知 PLC 进行剔除，而且重复性好。
(下转第 71 页)

器初级峰值电流(A), A_g 为磁心有效截面积(cm^2), ΔB_m 为脉冲磁感应增量(T)。

4) 确定各个绕组匝数及线径。初级绕组匝数计算 $N_1 = 10^4 \Delta B_m L_g / (0.4 \cdot \pi \cdot I_1)$, 次级绕组匝数 $N_2 = N_1 / n$, 确定导线规格 $d_i = 1.13 \cdot \sqrt{I_i / J}$, **错误!未指定书签。** 式中 d_i 为各绕组导线直径(mm), I_i 为各绕组有效电流(A), J 为电流密度。最终设计选定的变压器磁芯为 EE22, $L_1 = 2.0 \text{ mH}$, $L_g = 0.032 \text{ cm}$, $N_1 = 251$, $N_2 = 11$, $d_1 = 0.23 \text{ mm}$, $d_2 = 1.45 \text{ mm}$ 。

2.6 保护模块

LD7575 芯片内部带有过压保护和过载保护。过压保护是指当 VCC 端的电压过高时, 从 IC 内部送出关断调整管的信号并由泻流回路对 VCC 泻流。目前多数片外 MOS 管的栅源电压 V_{gs} 的最

大耐压为 30 V。为防止 V_{gs} 过压, 当 VCC 电压高于阈值时, 输出栅驱动电路将关闭 MOS 管。LD7575 的 VCC 过压保护功能是一种自恢复类型的保护。当 VCC 电压低于低压锁定电压时, 芯片重启, 进入“打嗝”模式。在过载保护情况下, 反馈系统将迫使电压环路趋向饱和, COMP 脚电压升高。当 COMP 的电压达到阈值电压 5.0 V 并保持 30 ms 后, 输出关断 MOS 管信号, 30 ms 的延迟时间用来防止触发信号误动作^[5]。

3 结束语

该电源经使用证明, 电源设计合理, 输入电压范围广, 输出稳定, 工作可靠, 性价比高, 在单体大容量锂电池充电, 及其他需要低压大电流的场合, 具有很强的实际应用价值和广阔的前景。

参考文献:

- [1] 林晓伟.单端反激开关电源原理与设计[J].电子工程师,2007,33(5),33-35.
- [2] 季海涛,陈松立,王琳,等.基于 UC3842 的单端反激式电源设计[J].电源技术,2008(10): 65-66.
- [3] 胡江毅.反激变换器的应用研究[D].南京:南京航空航天大学,2003.
- [4] 王全保.新编电子变压器手册[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2007.
- [5] 张杰.PWM 开关电源的实用分析与设计技术[D].苏州:苏州大学,2009.
- [6] 曲学基,王增福,曲敬铠,等.新编高频开关稳压电源[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [7] Milanovic, M.; Korelic, J.; Hren, A.; Mihalic, F.; Slibar, P.; , "The RC-RCD clamp circuit for fly-back converter," [J]. Proceedings of the IEEE International Symposium on , vol.2,pp. 547- 552,2005

(上接第 68 页)

4 结语

本文通过对继电器触点接触电阻测试方法的研究, 提出了一种采用微分与比例回路测量继电器动态电阻的检测方法, 并以此为基础设计制造了继电器动态电阻检测系统, 实现了继电器, 触

点动态电阻进行定性在线检测。系统实际运行可靠, 检测准确, 获得厂家肯定, 替换了之前的自动化程度不够高的检测环节, 降低了人工成本, 极大提高了生产效率。

参考文献:

- [1] GuofuZhai,WeiweiFan,WeiyanLiang.Study on Contact Resistance Dynamic Characteristics of Space Electromagnetic Relay[J].Computational Engineering in Systems Applications.2006(10):1074-1081.
- [2] 陈鹏,陆俭国,姚芳,等.动态接触电阻测量及触点失效预测研究[J].电工电能新技术,2005(3):27-30.
- [3] 荣命哲,贾申利,王小华.电器设备状态检测[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [4] 车新生,高金龙.继电器触点电阻的动态测试[J].可靠性分析与研究,2007(12):40-42.