

电磁继电器二次吸合电压的研究与测量

杜太行, 刘振海, 耿立辉, 陆俭国

(河北工业大学电气信息学院, 天津 300130)

摘要: 首先解释继电器产生二次吸合的原因及二次吸合电压。然后依据电磁理论, 分析了继电器吸合时励磁电流的动态变化特征, 应用电子技术和计算机技术, 设计出了一种电磁继电器二次吸合电压测量系统。

关键词: 二次吸合电压; 电磁继电器

中图分类号: TM581.3

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2002)02-0051-03

1 引言

电磁继电器(本文中均指直流励磁的电磁继电器)由于其电磁机构与机械结构的特性, 在闭合过程中, 会出现两次吸合的现象。当继电器发生一次吸合时, 动静触头虽然已经闭合, 但闭合不紧密, 容易受到外界干扰而发生误动作。另外, 继电器触头的接触电阻在一次吸合时远远大于二次吸合时的接触电阻, 大大削弱了继电器的带载能力。因此, 二次吸合电压是继电器制造与应用中非常重要的一项电气指标。

2 二次吸合现象

当电磁继电器线圈上电, 随励磁线圈电流的增大, 首先出现一次动静触头的不实闭合(如图1a), 此时弹簧拉力、电磁引力和动触头弹簧片弹力达到平衡。随着励磁电流继续增大到某一值, 电磁力使连接动触头的簧片发生弹性变形, 衔铁继续向电磁线圈铁心移动并最大限度紧密接触, 形成的动静触头的更可靠接触, 称之为二次吸合。

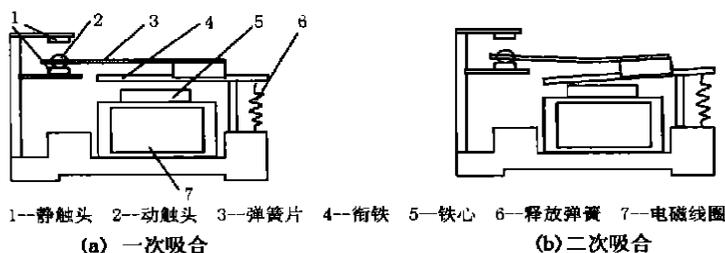


图1 电磁式继电器简图

当改变继电器励磁电压时, 使继电器发生触头初次闭合时(不实闭合)的励磁线圈两端电压称为一次吸合电压, 发生二次吸合时的电压称为二次吸合电压。以前, 二次吸合电压的测量只限于军品, 随着对继电器要求的提高, 许多民用场合也要求标定电

磁继电器二次吸合电压。因此, 一些继电器生产厂的企业内部标准将继电器二次吸合电压作为出厂检验的考核指标之一。由河北工业大学电器研究所与厦门宏发电声有限公司联合研制的115F型继电器自动检测线中的第十工位为二次吸合电压检测工位。如图2。

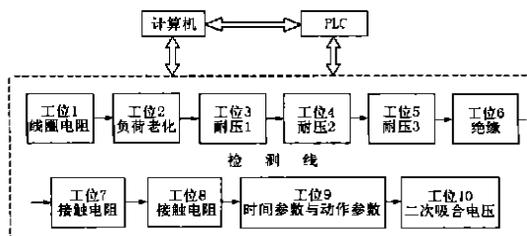


图2 自动检测线流程图

PLC控制机械手将待检测的继电器放到检测生产线, 并控制传送带运行, 到位后停车并向计算机发送检测信号, 计算机控制检测设备检测并纪录数据, 判断是否合格, 并将合格信号送到PLC, 最后由PLC分检合格与不合格产品。

3 继电器吸合时励磁电流动态过程分析

直流励磁继电器的电磁机构主要是直流电磁铁。当线圈中通入励磁电流, 电磁铁回路中产生密集的磁通。该磁通作用于衔铁, 使衔铁受到电磁吸力的作用而产生位移。图3为直流电磁铁简易模型。

根据磁路欧姆定律:

$$= \frac{F}{\sum_{k=1}^n R_{mk}} \quad \text{其中, } R_m = \frac{l}{\mu_s}$$

—磁通量, R_m —磁阻, l —磁路长度,

μ ——磁导率, S ——磁路截面积, $F = NI$ ——安匝数

图3电磁铁磁路可分为3段,电磁铁心、衔铁和气隙,磁阻 $R_m = \sum_{k=1}^3 R_{mk} = R_{mx} + R_{mt} + R_{mq}$ 。继电器闭合过程中,只有气隙段磁路的长度改变,即 R_{mx}, R_{mt} 为常数, R_{mq} 改变,其中 $R_{mq} = \frac{2l}{\mu_q S}$, μ_q 为气隙磁导系数。所以

$$= \frac{Ni}{R_{mx} + R_{mx} + \frac{2l}{\mu_q S}}$$

根据励磁电路电压平衡方程式: $U = iR + L \frac{di}{dt} + NS \frac{d}{dt}$, 有 $L \frac{di}{dt} = U - iR - NS \frac{d}{dt}$, 其中, U ——励磁电源电压, R ——励磁线圈电阻, L ——励磁线圈电感, S ——电磁线圈截面积。

随着励磁电压的升高,继电器励磁电流的动态变化如下:

(1) 当电磁铁的电磁力增加到足以克服释放弹簧拉力时,衔铁快速向电磁铁心移动,此时气隙 l 迅速减小,使 R_m 减小,从而磁通量 Φ 增大,使 $\frac{di}{dt} < 0$, 励磁电流 i 产生突降。如图4ab段。

(2) 动触头与静触头接触,阻碍了衔铁运动,气隙不能继续减小, $\frac{d}{dt}$ 减小,励磁电流又上升。如图4bc段。

(3) 励磁电流继续增大,当电磁力足以克服释放弹簧拉力与连接动触头的弹簧片弹力之和时,弹簧片弯曲,衔铁继续向电磁铁移动,使励磁电流又一次产生突降。如图4cd段。

(4) 衔铁与铁心紧密接触,气隙长度达最小值, $\frac{d}{dt}$ 减小,励磁电流上升,最终励磁回路平衡,方程式变为 $U = iR$ 。如图4de段。

根据上述分析,继电器的两次吸合对应励磁电

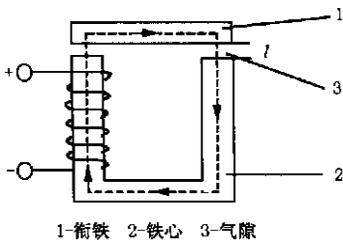


图3 直流电磁铁的工作原理

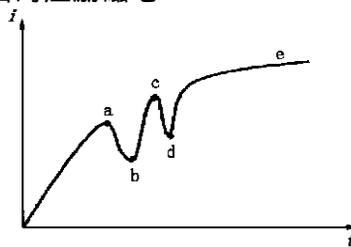


图4 继电器闭合时励磁电流动态变化过程

流的两次突然下降,通过检测励磁电流的两次下降,可以检测继电器的二次吸合电压。

4 继电器二次吸合电压测量系统原理

本系统分为计算机、可调电源和信号处理电路三部分。可调电源的电压输出可由计算机控制。可调电源给继电器励磁线圈供电,通过检流电路将电流信号转换为电压信号。电压信号经过信号处理电路处理。信号处理包括:信号放大,然后进行微分,使在电流下降处出现两个脉冲,用电压比较电路将脉冲标准化为数字脉冲,之后送到触发保持电路将脉冲信号保持。用计算机控制可调电源,以一定速率给励磁线圈线性加压,同时监视脉冲出现的时刻,记录第二个脉冲出现时的电压,此电压值即为二次吸合电压。系统框图如图5所示。

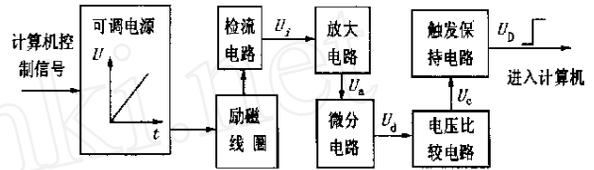


图5 继电器二次吸合电压测量系统原理框图

5 信号处理硬件电路设计

本系统中的信号处理电路是本系统的关键部分,它由检流电路、反向放大电路、微分电路、电压比较电路和触发保持电路5部分组成。

(1) 检流电路 主要用于检测继电器励磁回路电流,可用检流电阻或电流互感器等实现。如用检流电阻,要求串入的检流电阻对回路电流不能造成太大影响,所以检流电阻应尽量小。

(2) 放大电路 一般继电器励磁电流都不大(最大几十mA),所以检流电路输出的电压信号很小,要经过一级放大。本系统采用ICL7650芯片,组成放大倍数为14的放大电路。

(3) 微分电路 采用OP37芯片组成微分电路,对放大电路输出信号微分,在励磁电流下降时刻对应出现脉冲。

(4) 电压比较电路 本部分选用LM339芯片组成电压比较电路,其作用是将微分电路产生的脉冲标准化为幅值为5V的脉冲。

(5) 触发保持电路 本部分由反向器7404、J-K触发器74LS112和双向D触发器7474组成,其中D触发器接

成移位寄存器的形式。本电路作用是在励磁电流下降时刻向计算机提供上升沿电平变化。计算机根据电平变化信号判断继电器的吸合动作。

信号处理过程如图6。

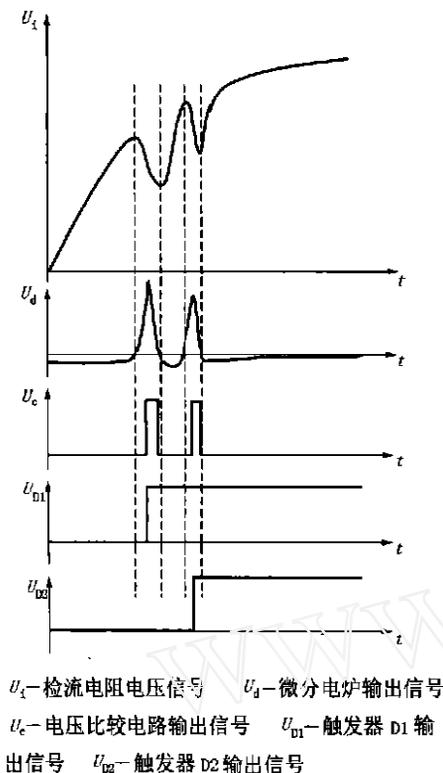


图6 信号处理过程

工作要处理,因此采用了硬件定时中断处理的方法。软件处理过程如图7。

7 结论

应用本系统可以精确、简便地测量继电器(直流励磁)的二次吸合电压。由于采用计算机控制,可以方便地与其它自动化设备接口,适用于工业在线测量。本系统在厦门宏发公司应用,效果良好。

参考文献:

- [1] 张冠生,丁明道.常用低压电器及其应用[M].机械工业出版社,1992,11.
- [2] 骆燕燕,李志刚,陆俭国.继电器可靠性试验装置的软件设计[J].低压电器,1998,(5).
- [3] 李炳兴.汽车继电器生产自动检测流水线的计算机控制[J].微型机与应用,1998,(6).

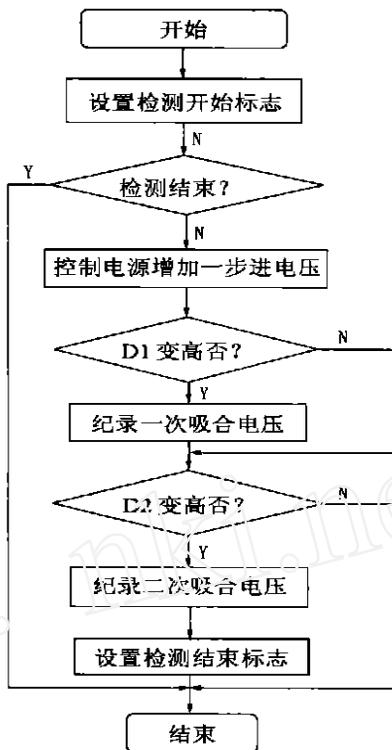


图7 程序框图

6 软件设计

计算机采用C语言编程,对于检测二次吸合电压工位来说,主要任务是控制可调电源以一定速度给试品线圈加压,并反复读取触发保持电路的电平(U_{D1} 、 U_{D2})变化信息。由于计算机还有其他工位的

收稿日期: 2001-06-11

作者简介: 杜太行(1963-),男,硕士,在职博士,副教授,主要从事计算机控制技术、低压电器的研究。

Study and measurement of relay second-time close voltage

DU Tai-hang, LIU Zhen-hai, GENGLi-hui, LU Jian-guo

(School of Electrical Engineering & Information Technology, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

Abstract: Firstly this paper explains relay's second-time close voltage; According to the theory of electromagnetism, analyses the dynamic process of relay's excitation current when close. Then using electronics and computer technology, designed a measuring system of second-time close voltage.

Keywords: second-time close voltage; relay

热烈祝贺《继电器》杂志首批入选中国期刊方阵双效科技期刊