

真伪 1 元硬币识别检测器

于春和, 黄 川, 张 超, 白 莹

(沈阳航空航天大学, 沈阳 110136)

摘 要:利用涡流检测原理,设计了一种 1 元硬币真伪识别检测器,以解决自动投币机器因投入伪币所带来的经济损失。该检测器包括 LC 振荡电路、信号处理电路、微处理电路及外围控制电路四个组成部分。检测器通过测量硬币对振荡电路频率改变量的大小来识别硬币真伪。为了克服温漂、元器件老化及环境瞬时干扰的影响,引入了背景频率更新及中值滤波算法。试验结果表明,检测器稳定可靠,准确率高。

关键词:涡流检测;硬币检测;假硬币;中值滤波

中图分类号:TP29;TG115.28

文献标志码:A

文章编号:1000-6656(2011)02-0056-03

A Type of Detecting True and False Coin Device

YU Chun-He, HUANG Chuan, ZHANG Chao, BAI Ying

(Shenyang University of Aeronautics and Astronautics, Shenyang 110136, China)

Abstract: In order to reduce the loss of an automatic coin machine for using a 1-Yuan false coin, a device is designed applying the eddy current theory. The device includes four modules: LC oscillating circuit, signal processing unit, microprocessor unit and External control circuit, which identifies false coins by the quantity of the circuit oscillation frequency changing. For overcoming temperature drift, component aging and environment disturbance, the algorithm adopts the technology of background frequency updating and Median filter. The experiment shows the device has the character of stability, reliability and high accuracy.

Keywords: Eddy current testing; Coin detection; False coin; Median filter

自动售货机、投币电话和投币摇摆机等都有 1 元硬币投入口。为解决投掷假币或游戏币所造成的经济损失,需要在投币口处安装硬币真伪识别装置。目前针对硬币真伪检测的方法主要有涡流法^[1-4],它通常通过检测硬币材质、厚度等^[1]参数以鉴别其真伪。实现的方法多采用差动线圈测量方法^[2],以克服温漂带来的影响。但这种电路较复杂,易受到电源电压波动的影响,因此检测效果不理想。此外,还有采用硬币图像方法进行真伪检测^[5-6],但检测成本高,对于高仿真度的硬币检测无能为力。

涡流传感器已经在各个领域中有所发展,如对车辆泊位检测^[7-8]等,它具有检测速度快、精度高、

性价比高等优点。笔者拟采用涡流检测原理,对硬币的材料及表面特征进行检测,以鉴别 1 元硬币真伪。介绍了硬币涡流检测原理和检测系统的设计(包括硬件及软件算法设计),在不同励磁频率下进行了硬币检测试验,验证了所设计检测器的有效性。

1 硬币涡流检测原理

硬币真伪识别主要根据其材质及表面图案的特征,为此硬币真伪检测器可依据涡流检测原理进行设计。传感器电路采用电容三点式 LC 振荡电路,其中 L 为硬币检测线圈。电路工作时,检测线圈周围将产生一个与 LC 振荡电路频率相同的交变磁场。当有硬币进入线圈时,硬币表面因涡流效应而感生出涡流,此涡流继而产生新的磁场,其方向与原磁场方向相反。两者产生的磁场相互作用,将使电路中振荡电流的频率发生改变。产生涡流的大小与

收稿日期:2010-02-21

作者简介:于春和(1976—),男,副教授,主要从事无损检测及智能交通系统研究。

硬币线圈距离、材质及表面图案等因素有关,为此只要检测电路中振荡频率的改变量,就可获得硬币的相关信息,其检测等效电路如图1所示。图中 L_0 为线圈电感,决定于其几何尺寸及匝数; R_0 为线圈电阻; r 为硬币涡流回路中的等效电阻; L 为硬币涡流回路中的等效电感; M 为互感系数,取决于硬币与线圈靠近程度。

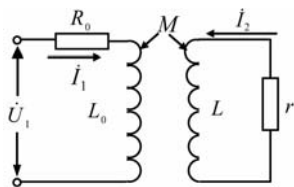


图1 涡流检测器
等效电路图

设电路中的电流频

率为 ω 时,根据基尔霍夫定律,存在如下关系:

$$R_0 \dot{I}_1 + j\omega L_0 \dot{I}_1 - j\omega M \dot{I}_2 = \dot{U}_1 \quad (1)$$

$$-j\omega M \dot{I}_1 + r \dot{I}_2 + j\omega L \dot{I}_2 = 0 \quad (2)$$

由式(1)和(2)可得:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{\left[R_0 + \frac{\omega^2 M^2}{r^2 + (\omega L)^2} r \right] + j \left[\omega L_0 - \frac{\omega^2 M^2}{r^2 + (\omega L)^2} \omega L \right]} \quad (3)$$

$$\dot{I}_2 = j\omega \frac{M \dot{I}_1}{r + j\omega L} = \frac{M \omega_2 L \dot{I}_1 + j\omega M r \dot{I}_1}{r^2 + (\omega L)^2} \quad (4)$$

由式(3)可得线圈阻抗为:

$$Z = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} = \left[R_0 + \frac{\omega^2 M^2}{r^2 + (\omega L)^2} r \right] + j \left[\omega L_0 - \frac{\omega^2 M^2}{r^2 + (\omega L)^2} \omega L \right] \quad (5)$$

可知线圈等效电感 L_{eq} 为:

$$L_{eq} = L_0 - \frac{\omega^2 M^2}{r^2 + (\omega L)^2} L \quad (6)$$

由式(6)可知电路参数 L_{eq} 为 r, L, M 及 ω 的函数,其中 r, L 与硬币的材质及表面图案有关,若 M 及 ω 保持不变,可以通过 L_{eq} 进行硬币真伪检测。

LC振荡电路频率为 $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{eq} C}}$,当 C 为常数时,

频率 f 只取决于 L_{eq} 。为此只要检测频率 f ,就可获取硬币的真伪信息。当检测线圈没有硬币通过时,

其频率表示为 $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_0 C}}$ 。

2 硬币检测系统设计

2.1 硬件电路组成

硬币检测器由LC振荡电路、信号处理电路、微处理器及外围电路四个模块组成,系统硬件结构框图如图2所示。LC振荡电路采用并联电容三点式结构,为检测线圈提供励磁电流,同时拾取硬币材料

及表面图案信息;信号处理电路完成正弦波到方波的变换及分频任务,为微处理器测频提供合适信号;微处理器控制整个检测器的运行,负责实现系统的初始化、信号采集、实时数据处理及外围电路控制等功能;外围电路由红外传感器及继电器电路等构成,负责完成硬币进入及离开检测槽的检测,并对真伪硬币进行分选等功能。

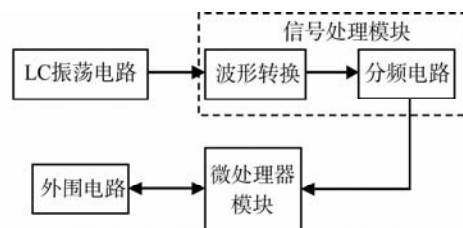


图2 涡流硬币检测器硬件结构框图

2.2 LC振荡电路

传感器电路采用并联电容三点式振荡器,电路原理如图3所示。该电路具有波形好,频率稳定等优点,振荡频率为 $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$,其中 $C =$

$\frac{1}{1/C_1 + 1/C_2}$,设计选取 $C_1/C_2 = 1/2 \sim 1/8$ 。电感 L 作为拾取硬币信息的重要部件,采用两个线圈并联制作而成,它们分别位于硬币检测槽的两侧,以克服硬币两面图案不同对电路测量带来的影响,并可利用检测槽固定硬币与线圈之间的检测距离。

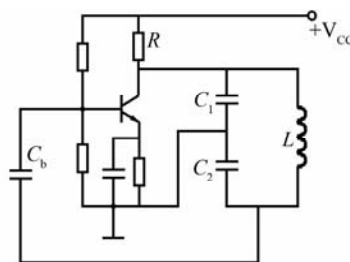
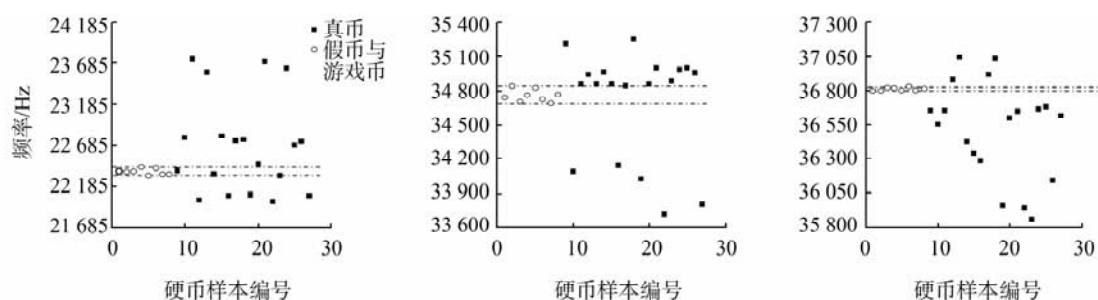


图3 并联电容三点式LC振荡电路原理图

2.3 硬币检测算法

算法根据硬币对振荡频率改变量的大小进行真伪识别。因为真币材质及图案大致相同(不同版本差别不大),其改变频率量应在某个范围内,而假币或游戏币在此范围之外。由公式(6)可知,当没有硬币进入时, f_0 作为背景频率应为常数,但检测器全天候工作,会受到来自外界温度、电路元件老化及瞬时干扰等因素影响,将导致 f_0 发生改变,为此需要及时对背景频率的更新。算法采用中值滤波方法^[9],对5s内无硬币投入时的频率进行中值滤波,



(a) 励磁频率为 21.185 kHz 时 (b) 励磁频率为 247.68 kHz 时 (c) 励磁频率为 258.58 kHz 时

图 4 不同励磁频率下硬币与电路振荡频率关系图

作为当前背景频率。为消除瞬间干扰对电路的影响,在钱币进入检测槽时连续采样三个数据 b_1, b_2, b_3 , 设真币检测阈值范围为 T , 检测算法如下 ($F=0$ 表示真币, $F=1$ 表示伪币):

if(cov(b_1, b_2, b_3) $> T_1$)

$F=1$, goto false_process;

(如果数据 b_1, b_2, b_3 方差大于阈值 T_1 , 则认为有干扰存在, //判断硬币为伪币, 并转到伪币处理程序)

$a = \text{med}(b_1, b_2, b_3)$;

(对数据 b_1, b_2, b_3 进行中值滤波, 以选取一个最佳数据)

if $|a - f_0| < T$; then $F=0$, goto true_process;

(转到真币处理程序)

if $|a - f_0| \geq T$; then $F=1$, goto false_process;

(转到伪币处理程序)

end

3 硬币励磁频率试验

为了检验涡流检测器性能, 进行了 3 组励磁频率下真伪硬币的检测, 试验结果如图 4 所示。第一组在 21.185 kHz 励磁频率下, 有 3 个伪币落入真币检测的范围内, 其中 1 个伪币处于真币检测范围边缘, 没能对硬币真伪进行准确识别。

第二组试验在 247.68 kHz 励磁频率下, 真币基本能够与伪币区分开, 但是效果不是很明显。第三组试验 258.88 kHz 励磁频率下, 信号波形经过 8 分频后测得硬币与频率之间的关系如图 4(c) 所示。由图可以看出, 在该励磁频率下, 真币完全能够与伪币区分开, 且效果明显。

试验表明, 电路励磁频率越高, 检测的效果越明显。这是因为部分伪币的材料可能与真币相同, 但表面图案有所区别。由于涡流集肤效应, 励磁频率越高, 涡流越集中在硬币表面, 越能将硬币的表面特

征量反映出来。

4 结论

设计了 1 元硬币涡流检测器, 在适合的励磁频率下, 该装置可以很好地判别硬币的真伪。算法采用背景频率更新及中值滤波方法, 对测量数据进行实时分析处理。试验证明, 该硬币检测器具有良好的温度稳定性及抗干扰特性, 且检测准确率高。目前该检测器已在儿童摇摆机等自动投币玩具中使用, 效果良好, 有望应用在更多的自动投币场合。

参考文献:

- [1] 杨浩, 刘洋. 硬币检测传感器[J]. 电子测量技术, 2004(6): 25—26.
- [2] 赵以强. 公交车投币箱硬币鉴别及币值识别系统设计[J]. 农业装备与车辆工程, 2009, 211(2): 34—36.
- [3] 王春芳, 林金表, 郑子武, 等. 基于 AT89C51 单片机的硬币高速检伪机[J]. 机电工程技术, 2006, 35(4): 29.
- [4] 武斌, 龙在云, 张一哲. 用于硬币鉴伪的固频涡流传感方法[J]. 无损检测, 2008, 30(8): 491—493.
- [5] 毕晓君, 孙晓霞. 基于蚁群算法的硬币识别研究[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2006, 27(6): 883—885.
- [6] 刘美佳, 张迅航, 王岩. 基于神经网络的硬币识别研究技术[J]. 黑龙江工程学院学报(自然科学版), 2007, 21(2): 58—60.
- [7] 于春和, 刘济林. 一种新型车辆泊位检测器[J]. 传感技术学报, 2004(4): 693—695.
- [8] Yu C H, Zhang D P, Guo R. Occupancy Sensors in Carpark Based on Wireless Network[C]. The 9th International Conference on Signal Processing, 2008, Beijing: 2808—2811.
- [9] Yang X H, Toh P S. Adaptive fuzzy multilevel median filter[J]. IEEE Trans On Image Processing, 1995, 4(5): 680—682.