

# 基于智能检测的电梯限速器测试仪的设计开发\*

王云青, 王维庆, 陈志军

(新疆大学 电气工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830008)

**摘要:** 设计了电梯限速器测试仪。硬件电路以 STC89C56RD 单片机为核心, 运用旋转编码器动态地跟踪限速器的速度, 记录并在液晶显示器上显示动作速度, 测试完毕后用通信接口向上位计算机传送检测数据。软件编程完成采集数据的计算、控制存储等功能。

**关键词:** 智能检测; 限速; 程序; 频率测试

中图分类号: TU857

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)07-0110-04

## The design and development of the detector for elevator speed-limiting device based on intellegent detection

Wang Yunqing, Wang Weiqing, Chen Zhijun

(Electrical Engineering College, Xinjiang University, Urumqi 830008, China)

**Abstract:** A detector for elevator speed-limiting device is designed in the paper. The core of hardware is the STC89C56RD singlechip using rotary encoder to track the velocity of the speed-limiting device, recording and displaying motion velocity on the LED, and transmitting the detection data to the upper computer though the communication interface after detection. The software part is provided with the function of calculating, controlling and storing the gathered data.

**Key words:** intelligent detection; speed-limiting; program; frequency testing

随着电梯行业的快速发展,目前电梯的最快速度已达到 18 m/s,因此保障电梯安全运行成为重要的研究课题。电梯限速器是保障电梯安全运行的重要保护装置,它可以随时监测、控制轿厢的上限速度。当电梯运行速度达到限速器超速开关动作值时,限速器产生机械动作,切断供电电路,使曳引机制动;如果电梯制动无效,达到其额定速度的 115%时,安装在轿厢底部的安全钳动作,将轿厢强制制停在导轨上,从而避免发生人员伤亡及设备损坏事故。限速器是指令发出者,而安全钳是执行者,两者协同作用以确保搭乘电梯人员的安全。因此对限速器的动作速度进行定期测试尤为重要,它是搭乘电梯安全时最可靠最关键的保护措施。

受某特检院的委托,本系统以单片机为核心,设计了专门的硬件电路及相应的辅助电路,结合各种控制程序的功能块,使限速器测试仪的测量范围广、精度高,满足电梯的安全运行要求,出色地解决了降低控制成本和

提高控制可靠性的矛盾。本设计既适用于质量技术监督局、商检局、电梯安装部门等单位对电梯限速器的现场检测,同时又适用于电梯及限速器生产厂家的在线检测,对限速器动作速度的检测具有深远的意义及应用前景。

### 1 总体设计

本设计主要是测试安全钳的机械动作速度,在测试过程中滑轮与安全钳直接接触,故滑轮与安全钳的线速度相等,而滑轮的最大速度即为安全钳的动作速度。通过旋转编码器测得滑轮的线速度,通过测试旋转编码器产生的频率  $f$  就可以测得限速器转动的速度,限速器动作的速度即为频率的最大值。

$$V = \frac{f}{n} \times \pi \times D \quad (1)$$

其中  $V$  为限速器速度,单位为 m/s;  $f$  为旋转编码器输出频率,单位为 Hz;  $n$  为旋转编码器每转脉冲数;  $D$  为滑轮直径,单位为 m。

本设计由硬件电路和软件编程两部分组成。

\* 基金项目:新疆维吾尔自治区教育厅重点计划项目(XJEDU2010107);新疆大学校院联合资助(XY080148)

硬件部分主要包括单片机、输入模块、显示模块、信号采集模块、通信模块及电源等。通过输入模块可以进行数据的浏览、编号的设置和单位的切换以及数据的测试和保存。显示模块主要由 LCD1602 组成,主要显示测试数据和历史保存的数据。信号采集模块主要完成对旋转编码器产生的频率进行滤波和转换。通信模块主要是完成采集数据的上传,使采集的数据能及时地传入数据库保存。

软件部分采用查询和中断相结合的方式,主要完成键盘输入的设置、对采集数据的计算、控制存储及与上位机通信等功能。

## 2 硬件设计

本设计的硬件部分主要由旋转编码器,单片机、液晶显示器、键盘、电源和通信接口组成,系统框图如图 1 所示。

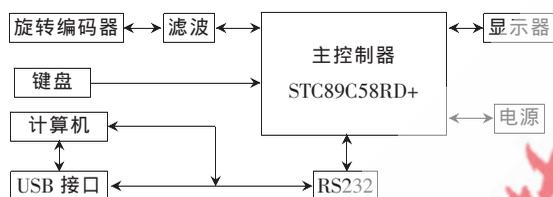


图 1 系统框图

本系统的核心采用 STC89C58RD+ 单片机,该 MCU 是 STC 公司生产的一款新型增强型单片机,它不仅兼容 89C51 单片机,还增加了许多功能,包括其内部 1280 KB RAM,32 KB 的 Flash 供用户存储程序,还有 16 KB 的 EEPROM 可以存储大量的关键数据并且内部还集成了看门狗复位电路<sup>[6]</sup>,可有效地克服干扰引起的死机,提高可靠性。这不仅简化了下位机系统结构还降低了成本。

为了提高采集精度,旋转编码器采用每转脉冲数为 1024 的光电编码器<sup>[4]</sup>。实际检测中,滑轮的直径为 0.35 cm,因此产生的误差为  $3.14 \times 0.35 / 1024 = 0.00107$  cm。液晶显示器选择通用的 LCD1602,主要用来显示测试数据,亦可浏览已保存的数据。键盘选用最常用的按钮,为了使得系统更为精巧,成本更低,总共只设计了六个按键,采用按键复用,使其具有长按和短按两种方式。通信接口采用串行的 232 接口<sup>[3]</sup>和 USB 接口相结合,方便测试完毕后向上位计算机传送信息。电源选用可充电锂电池,充电部分主要由 LM317<sup>[5]</sup>组成的恒流源充电,提高电池的使用寿命和充电量,符合便携式仪器体积小要求。

### 2.1 滤波电路

该部分主要为了解决输入信号稳定的问题,提高系统的抗干扰能力,输入信号为高速脉冲信号,但是该信号具有毛刺,不是标准的脉冲信号。为了使脉冲下降沿更陡和滤除毛刺,加入施密特滤波电路完全可以解决问题。在本设计中直接接入带有施密特触发器的反相器 74LS14,其接线图如图 2 所示,处理效果如图 3 所示。

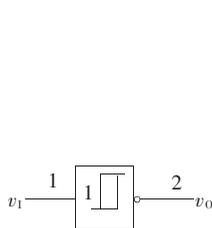


图 2 滤波接线图

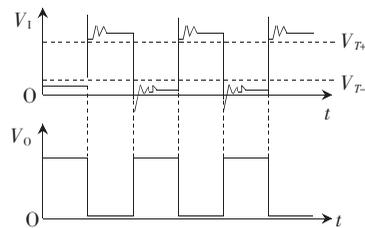


图 3 滤波效果

### 2.2 通信电路

为了使数据能及时入库,需要将采集的数据及时传入计算机,在本系统中,采用 232 接口+USB 接口方法,使得本测试仪更灵活更方便。尤其对于没有 COM 口的计算机,更具有优越性。在本部分中主要使用 PL2303 和 MAX232,其中 PL2303 是 Prolific 公司生产的一种高度集成的 RS232-USB 接口转换器。该器件内置 USB 功能控制器、USB 收发器、振荡器和带有全部调制解调器控制信号的 UART,只需外接几只电容就可实现 USB 信号与 RS232 信号的转换。它具有以下特征:完全兼容 USB1.1 协议;可调节的 3~5 V 输出电压,满足 3 V、3.3 V 和 5 V 不同应用需求;支持完整的 RS232 接口,可编程设置的波特率:75 b/s~6 Mb/s,并为外部串行接口提供电源;512 B 可调的双向数据缓存;支持默认的 ROM 和外部 EEPROM 存储设备配置信息,具有 PC 总线接口,支持从外部 Modem 信号远程唤醒;支持 Windows98、Windows2000、WindowsXP 等操作系统;28 引脚的 SOIC 封装。应用电路如图 4 所示。

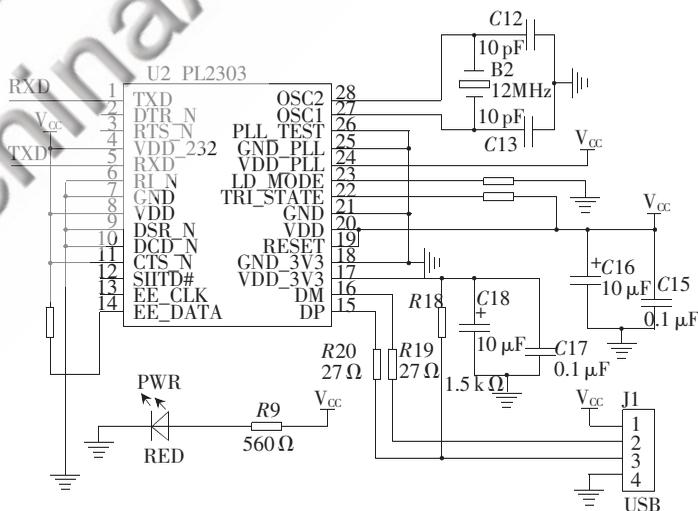


图 4 PL2303 应用电路

## 3 软件设计

软件设计主要完成与上位机通信、键盘输入、显示输出和对输入脉冲信号的频率进行采集以及计算。

### 3.1 串口通信程序

在进行数据处理时,若要将信息上传到上位机的数据库,则采用串口中断设计,其流程图如图 5 所示。

### 3.2 主程序

主程序主要解决按键处理、显示和参数的设置。在

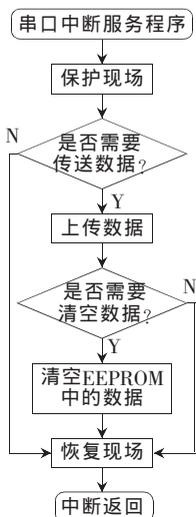


图5 串口中断处理流程图

进行按键处理时需注意：(1) 采用软件消抖<sup>[1]</sup>的方法，使得按键更加可靠。(2) 区分本次按键是属于长按还是单点，最简单的方法是判断键盘按下的时间，长按的时间一般在2s以上，因此2s内为单点，2s外为长按。(3) 在键盘处理完后首先需要判断键盘是否还原到初始状态，尤其是对于长按，要求有判断键盘弹起的程序，否则会出现误处理的现象。(4) 按键处理总共涉及到了两级菜单功能。一级菜单实现数据浏览、设置单位、删除数据等功能，二级菜单实现电梯编号的设置和测试以及对测试的数据进行保存删除等功能。其处理流程图如图6所示。

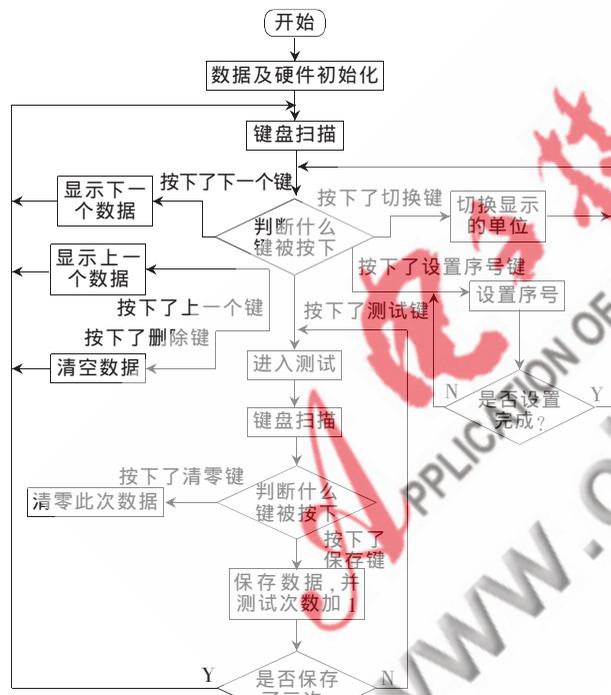


图6 主程序处理流程图

### 3.3 脉冲频率测试及处理程序

为节约成本，采用单片机的控制接口进行脉冲频率的采集，因此采集精度的高低完全取决于软件控制。为了减少测量误差，提高速度的动态性能，通过反复实验将测量周期定为10ms，并采用脉冲同步技术<sup>[7]</sup>。对于这种高速的频率测试，需要采用单片机标准的计数器，为了使得时间更为精准，采用了单片机标准的定时器，该部分中主要采用中断控制，可以提高系统的实时性。脉冲同步主要采用计数器1中断实现，将计数器的初值设置得很大，如初值为65526，因此当外来脉冲再来10个

时，计数器1将产生中断，此时正好是输入脉冲的下降沿，也为下一个脉冲的起始位，在此时启动定时器0，就可以解决脉冲同步的问题。当定时器0中断到来时即为10ms时间结束，在此时关闭计数器1，而在计数器1内部寄存器TH1和TL1的值为10ms内频率的个数。通过相应的计算可以计算出当前的频率和相应的速度，经过反复的测量和比较找出其最大频率即为当前限速器的动作速度。其流程图如图7所示。

脉冲同步技术是利用单片机的定时器和计数器中断来实现的，两中断配合程序如下所示：

#### (1) 计数器1中断处理程序

该中断处理程序主要完成脉冲同步。将计数初值设为 $65536-10=65526$ ，这样当脉冲到来时很快可以取得同步。计数器1产生中断时，表示刚采集到信号的下降沿，此时需要关闭计数器1中断，并打开定时器0，表示采集开始。为了减少指令执行时的误差将启动定时器指令放在中断入口处。

```

org 001bh
setb tr0 ;;(一旦进入中断将打开定时器)
ljmp dsq1_interrupt
.
.
.
dsq1_interrupt:
    clr tf0
    clr tf1
    setb et0
    clr et1
    reti
    
```

#### (2) 定时器0中断处理程序

该程序主要完成测量周期的精确定时。本设计的定时时间为10ms，晶振频率为11.0592MHz，因此定时器初值x的计算公式为<sup>[1]</sup>：

$$\frac{12}{11.0592 \times 10^6} \times (65536 - x) = 10 \times 10^{-3} \quad (2)$$

由式(2)可得定时器初值为 $x=65536-9126=56410$ 。为了提高采集频率的精度，减少指令执行带来的误差，将关闭计数器1的指令放在中断入口处。在定时器中断处理程序中主要完成对当前速度的采集和下一次采集的初始化，主要是定时器0和计数器1的初始化。处理程序如下：

```

org 000bh
    
```

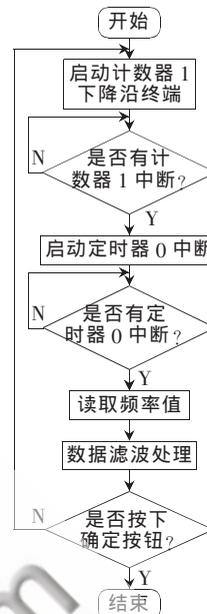


图7 频率采集流程图

```

clr tr1 ;;(关闭计数器 1)
clr tf0
ljmp dsq0_interrupt ;; 进入中断处理程序
:
:
:

```

#### 4 采集精度测试和频率采集效果

为了验证单片测试速度精度和脉冲同步技术的优点,将采集信号端接标准的信号发生器,从单片机读取速度,由于采用 10 ms 间隔,所以  $f=100 \times (TH1 \times 256 + TL1)$  (Hz),通过式(1)可以得出相应的速度。其测试效果如图 8 所示,其中曲线 1 表示没有加脉冲同步技术的误差曲线,曲线 2 表示加了脉冲同步技术的误差曲线。

