

# 罐笼升降过程位置显示装置设计

周信

(中国矿业大学机电工程学院, 江苏 徐州 221116)

**摘要:** 本文以 C8051F020 芯片为核心, 结合霍尔元件以及光电耦合器等器件, 设计了罐笼升降过程中高度的内部显示装置。给出了电气设计原理图, 介绍了装置的硬件组成和软件的设计方法。详细叙述了装置的工作原理。与现有的罐笼位置检测方法相比, 提出的新方法更加简便易行, 且准确可见, 更加人性化。

**关键词:** 罐笼位置; C8051F020; 霍尔元件; 互锁; 脉冲处理

中图分类号: TD538

## Position Display Device During Lift-Down process of The Cage

Zhou Xin

(School of Mechanical and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Jiangsu XuZhou 221116)

**Abstract:** This paper take C8051F020 chip as the core, combine with the Hall element and the optical coupler devices, designed the position display device in the cage during the lift-down process. Electrical design schematic is given in the text. The paper Introduce the hardware device and software design, and describe the working principle of the device in detail. Compared with existing detection methods of the cage, the new method is more simple and more humanness, accuracy and visible.

**Keywords:** Cage location; C8051F020; Hall element; Interlock; Pulse treatment

## 0 引言

随着信息技术的发展和应用, 煤矿机电中的信息化程度也不断提高。实现信息化的前提是获得及时可靠的信号信息, 将获得的信息传送至控制中心进行汇总分析, 得出分析结果, 便于采取正确的措施, 最终达到统筹控制的目的。

罐笼被称为矿井里的提升机, 一般用于矿井的副井提升, 提升人员、矿石、设备和材料等。对于中小型矿井, 罐笼还可以作为主井提升, 作提升煤炭使用。罐笼作为矿井提升中的重要设备之一, 对其位置实现准确监测是必需的。目前已有的监测技术主要有磁性标记技术、红外检测技术和电容传感器技术<sup>[1-3]</sup>。但是已有的技术一方面存在着或可靠性差, 或精度低等缺点, 不能够准确反映罐笼的位置的问题, 另一方面, 罐笼内部的人员对自身所处的位置无从得知。对此, 本文提出了一种罐笼位置显示装置, 装置能够在罐笼内部显示当前的高度位置。

## 1 装置组成部分和设计思想

### 1.1 主要组成部分

装置的主要组成部分包括: 霍尔传感器、光电耦合器、集成电路板、LED 显示器、电源等。

---

**作者简介:** 周信(1987-), 2009年毕业于中国矿业大学机械工程及自动化专业, 现为中国矿业大学机电工程学院在读研究生, 方向为机械电子工程. E-mail: cumtzhouxin@163.com

## 1.2 基本设计思想

各组成部分作用如下,霍尔元件获得脉冲信号,经过光电耦合器处理,传送至 C8051F020 芯片;脉冲信号经过芯片内部程序计算处理,输出位置高度,显示于 LED 显示器。其中,光电耦合器、C8051F020 芯片以及 LED 显示器等元件通过集成电路集成在同一块板上。电源为整个装置提供电压或电流。

## 2 霍尔元件与脉冲信号

罐笼位置显示装置要求在罐笼下降和上升过程中都能够准确地显示罐笼的实际所处的位置。所以,设计的装置应该具有双向显示功能。

### 2.1 霍尔脉冲

本装置中,将霍尔传感器安装在罐笼的滚轮罐耳外壳上固定不动,将磁钢安装在滚轮上,在罐笼上升或者下降的过程中,磁钢随着滚轮的旋转而旋转,霍尔元件和磁钢之间产生相对运动,霍尔传感器在磁钢连续靠近和远离的过程中,输出脉冲信号。

### 2.2 滚轮正反转和中断脉冲

霍尔元件配合磁钢可以产生一定频率的脉冲这一特性已经被广泛用于各个领域的速度和位置测试当中去,但是能够很好地实现脉冲的增减计数,实现速度和位置的双向测试的应用还很少见。常用的方法是使用带双霍尔的探头,即将两个霍尔元件封装在一起,工作时可以产生两路信号,根据这两路信号的相位关系,判定工作件的旋转方向。

但是这种方法有很大的局限性:其一,封装的两个霍尔元件的输出脉冲信号必须存在重叠<sup>[4]</sup>,否则不能判定方向,如图 1 所示:

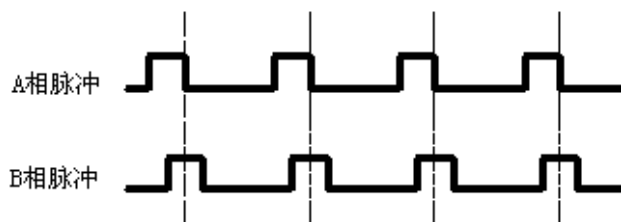


图 1 脉冲重叠示意图  
Fig1 Schematic of pulse overlap

其二,即使输出脉冲信号实现了重叠要求,但是由于两个霍尔元件时封装在一起的,在工作的过程中,不可不免地会出现两个霍尔元件的相互干扰问题;

第三,增加了成本。对于使用霍尔元件时的判向问题,至今还没有一个比较好的解决办法。

本文提出了一种方法,该方法使用霍尔元件时的与单片机编程语言配合,不使用传统意义上对脉冲进行计数处理方法,而是把脉冲作为中断信号,通过单片机语言在片内设置逻辑变量,并通过一定的数学运算,使得霍尔元件的单周期脉冲双向输出具有自锁性,将所得结果单独保存,通过程序对控制脉冲信号的处理,达到输出数据的增减显示目的,从而实现了罐笼提升过程中的上升和下降位置显示功能。

使用该方法,不仅能够很好地解决霍尔元件使用时的判向问题,还使得磁钢的安装精度要求大大降低。在原来的方法当中,两个霍尔元件的脉冲输出信号必须存在重叠,这就要求

磁钢或者传感器本身在安装时要有很高的位置精度。而通常在运动件的一个运动周期中，霍尔传感器产生脉冲的持续时间是很短暂的，如图 2 所示：

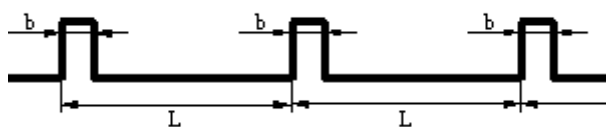


图 2 实际脉冲宽度示意图  
Fig2 Schematic of actual pulse width

其中， $L \gg b$ 。

如上图所示， $b$  为磁钢沿与轴径向垂直的方向上的长度，即磁场宽度； $L = 2\pi r$  为磁钢所在圆周周长。实际过程中， $b$ 、 $L$  的值相差很大，产生的脉冲宽度是很小的，这就增加了原有方法中两路脉冲信号实现重叠的难度，也增加了维护的难度。本文提出的方法，只要有正常脉冲信号输出，就能按照要求工作。

霍尔元件在安装时，应与磁钢所在位置对应，使二者所在圆周相对位置在圆柱截面上重合。如图 3 所示：

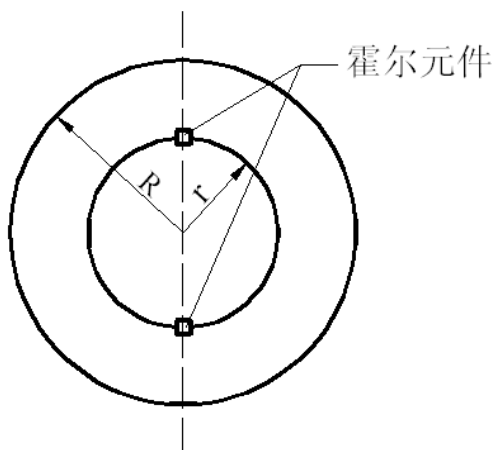


图 3 霍尔元件安装位置  
Fig3 The position of hall components installation

图中， $R$  为滚轮窝耳半径， $r$  为磁钢和霍尔元件安装位置所在圆周半径。把霍尔传感器固定在靠近磁钢间距不超过  $1\text{cm}$ ，用环氧树脂将磁钢固定在滚轮上。

### 2.3 稳定的脉冲信号

为了使 C8051F020 芯片获得稳定的脉冲信号，本文使用了光电耦合器配合晶体管构成整形电路，获得稳定的方波信号。光电耦合器是一种由发光器件和光敏器件组成的光电器件。它能实现电-光-电信号的转换，并且输入信号与输出信号是隔离的。如图 4 所示：

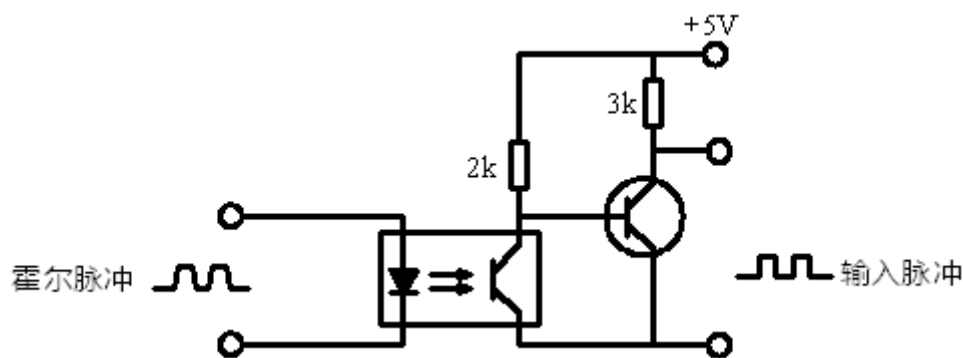


Fig4 Schmidt plastic circuit

上图所示是一种施密特整形电路，不管输入是失真方波、正弦波还是锯齿波，在输出端均能够得到方波。使用该电路 C8051F020 芯片能够获取稳定的脉冲信号。

### 3 C8051F020、外部中断和 I/O 口

本文以 C8051F020<sup>[5]</sup>芯片作为装置的控制核心，完成脉冲信号的采集和位置数据的显示。主要用到的功能为外部中断，数据显示通过 I/O 接口实现。

#### 3.1 外部中断

C8051F020 芯片共有 4 个外部中断，其中两个外部中断源/INT0 和/INT1 可以被配置为低电平触发或者下降沿触发输入，触发方式由特殊功能寄存器 IT0 和 IT1 的设置决定。IE0 和 IE1 分别为外部中断/INT0 和/INT1 的中断标志。外部中断 6 和外部中断 7 为边沿触发输入，可以被配置为下降沿触发或者上升沿触发。

本文选择使用了外部中断 0 和外部中断 1，通过特殊功能寄存器设置触发方式为下降沿触发，中断功能需配置中断允许寄存器允许中断开，设置程序如下：

```
EA=1;          //CPU 开放中断
EX0=1;         //开外部中断 0, 1
EX1=1;
```

#### 3.2 I/O 口与数据显示

C8051F020 微处理器是高度集成的混合信号片上系统，有按 8 位端口组织的 64 个数字 I/O 引脚。其中，低端口 P0、P1、P2、P3 既可以按位寻址也可以按字节寻址；高端口 P4、P5、P6、P7 只能按字节寻址。通过使用优先权交叉开关译码器，低端口可以使用 C8051F020 芯片中大量地数字资源，P0、P1、P2、P3 既可以作为通用的端口 I/O 引脚使用，还可以分配给一个数字外设或者功能。

基于此考虑，为了方便系统将来能有足够的扩展空间，且考虑到现有输出要求，本文选用高端口 P4、P5、P6、P7 作为数据显示的输出端口。并通过优先权交叉开关译码器配置中断/INT0 和/INT1 输入端口。配置程序如下：

```
EMIFLE=0;      //配置交叉开关
XBR0=0x00;
XBR1=0x14;
XBR2=0x40;
```

脉冲经过处理输入 C8051F020 芯片，经过内部程序计算，得出计算结果，输出显示。

装置采用七位 LED 数码管共阴极接法显示。使用时，共阴极数码管公共端接地，共阳极数码管公共端接电源。每段发光二极管需 5~10mA 的驱动电流才能正常发光，使用时采用限流电阻控制电流的大小。根据需要，装置选用 10K $\Omega$  排阻作为上拉电阻，达到正常显示的目的。

数码管显示方式选择静态显示。静态显示的显示驱动电路应具有输出锁存功能，高端口 P4、P5、P6、P7 将所要显示的数据送出去后，数码管始终显示该数据，到下一次显示时，再传送一次新的显示数据。静态显示的接口电路采用一个并行口接一个数码管，具有显示数据稳定，无闪烁，占用 CPU 时间少等优点。

### 3.3 程序设计

软件设计主要完成的任务有两项，其一，完成 C8051F020 在装置中的应用设置；其二，完成应用程序的设计和编写。上文已经陈述了使用前单片机需要完成的设定，下面是应用程序的设计过程。程序流程图如图 5 所示：

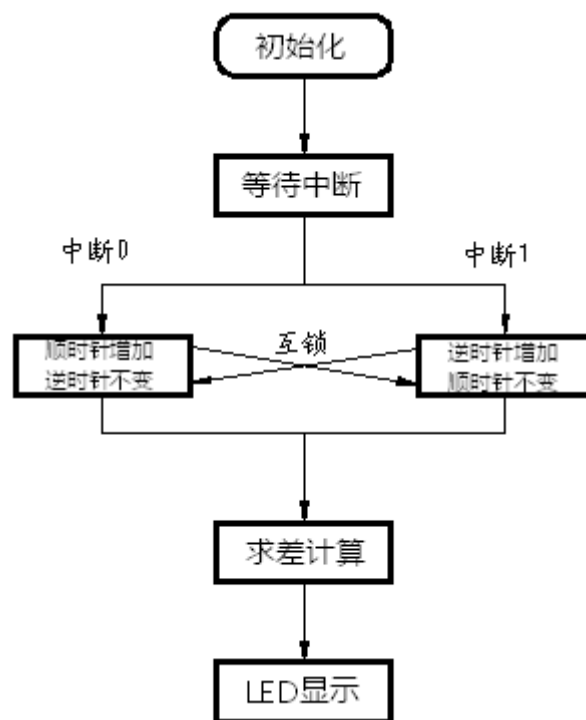


图 5 程序设计流程图  
Fig5 Programming flowchart

部分程序如下：

```
void cw() interrupt 0
{
    c1=1;    //c1、c2 在主程序中清零
    if (c2!=1)
    {
        cw1++;
    }
}
void acw() interrupt 1
```

```
{
    c2=1;
    if(c1!=1)
    {
        acw1++;
    }
}
```

## 4 电气部分设计

### 4.1 电气原理图的设计

在整个装置组成中，印制电路板作为 C8051F020、LED 显示器以及各种电子元件的载体，占有重要的地位。而电气原理图是印制电路板在原理上的体现，所绘制的原理图由各种元件组成，它们通过导线或者总线（BUS）等建立电气连接关系，整个电气原理图应该能够和最终的 PCB 相对应。本装置中电气原理图设计<sup>[6]</sup>如图 6 所示：

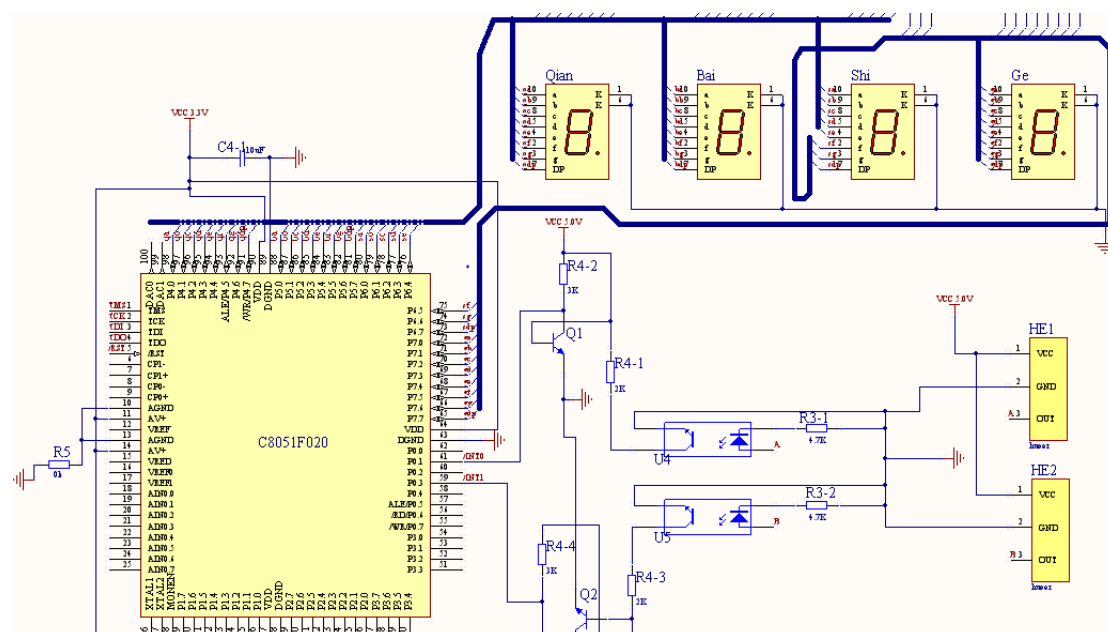


图 6 电气原理图  
Fig6 Electrical diagram

### 4.2 其它部分设计

#### 4.2.1 电源设计

整个装置初步设计采用锂电池供电，使用稳压电路向各个部分提供所需要的电源。其中，+5V 电源作为驱动器和其它芯片的逻辑电源；+3.3V 电源给 C8051F020 芯片供电。本文中采用 LM2576HVS-3.3 芯片为系统单片机 C8051F020 提供 3.3V 电压。

#### 4.2.2 复位电路

C8051F020 芯片外部/RST 引脚提供了使用外部电路强制执行进入复位状态的手段。在 /RST 引脚上加一个低电平有效信号将使得 MCU 进入复位状态。每次当罐笼位置到达井口时，可以通过复位按钮，使显示装置恢复到初始零状态。这样一来，可以及时清除累积误差，

使得高度显示更加准确。

复位电路如图 7 所示：

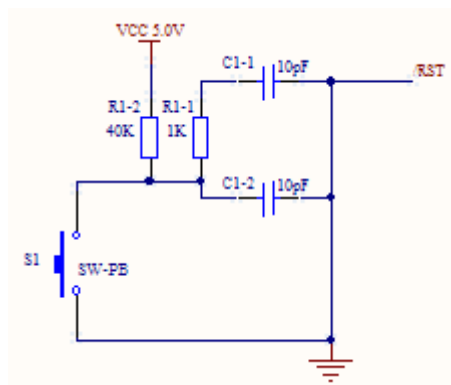


图 7 复位电路  
Fig7 Reset circuit

一般要求，/RST 引脚的低电平持续时间应不小于时间常数  $\tau$ ， $\tau = \sqrt{RC} \geq 24$  个时钟周期。本文中，C8051F020 的时钟频率为 25MHz，则：

$$T = \frac{12}{25\text{MHz}} = \frac{12}{25 \times 10^6} \approx 0.48 \mu\text{s} = 4.8 \times 10^{-5} \text{s}$$

即低电平持续时间应不小于  $1.152 \times 10^{-3} \text{s}$ ，手动复位完全能够实现。

#### 4.2.3 仿真电路

C8051F020 系列具有片内 JTAG 边界扫描和调试电路。JTAG 接口使用 MCU 上的四个专用引脚，分别是 TCK、TMS、TDI 和 TDO。通过 4 脚 JTAG 接口并使用安装在应用系统中就可以进行非侵入式、全速的在系统调试。在调试时所有的模拟和数字外设都正常工作。当 MCU 单步执行或遇到断点而停止运行时，所有的外设（ADC 和 SMBus 除外）都停止运行，以保持与指令执行同步。JTAG 仿真器调试电路如下所示：

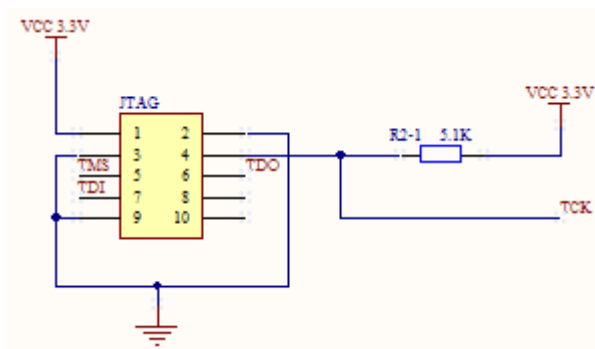


图 8 JTAG 仿真器调试电路  
Fig8 JTAG simulators Debug circuit

## 5 应用前景和存在问题

到目前为止，罐笼提升过程尚没有准确可靠的监测技术。这对于整个煤矿机电系统的信息化是不完整的。基于此提出了基于 C8051F020 芯片的罐笼提升位置显示的新方法，对于实现煤矿机电设备的信息化具有一定的意义。在设计过程中，还预留了 C8051F020 芯片的一些资源，以期将来能够在功能方面有更多的扩展，例如将测试数据准确传送至控制中心等。

但是, 还有一些问题没有解决。如电源的选择, 如何使在实际使用过程中延长电源使用时间, 如何减少干扰等问题, 还需要进一步地研究和完善。

#### **[参考文献] (References)**

- [1] D.C.刘易斯, H.奥蒙特洛特. 用磁性标记钢丝绳检测罐笼位置. 煤矿机电[J].1982.(04):58-63
- [2] 何永清. 罐笼提升位置的红外检测. 煤矿自动化[J],2000,(03):7
- [3] 王新辉. 电容传感器用于检测矿井罐笼的位置. 工业仪表及自动化装置[J].1999.(06):61-62
- [4] 徐群, 秦川等. 基于霍尔元件的布匹长度自动记录与控制仪. 自动化仪表[J],2004,(06):22-24
- [5] 潘琢金, 译. Silicon Laboratories 公司. C8051F020/1/2/3 混合信号 ISP FLASH 微控制器数据手册[M]. 沈阳: 新华龙电子有限公司
- [6] 陈学平. Protel 2004 快速上手[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005