

基于LPC2103的SPI总线技术的应用*

王莹

(枣庄学院 计算机科学系, 山东 枣庄 277160)

摘要: 介绍了一种基于SPI总线技术的LPC2103对LED数码管显示实现控制的方法。采用8位74HC595串并转换芯片驱动LED数码管。结合74HC595芯片的特点给出了SPI控制的驱动电路,描述了基于SPI总线主模式的74HC595芯片的数据传输过程,给出了相关应用程序流程图及软件实现。

关键词: SPI总线; 主模式; LPC2103; 74HC595

中图分类号: TP274

文献标识码: A

Application of SPI bus technology based on LPC2103 microcontroller

WANG Ying

(Computer and Science Department, Zaozhuang University, Zaozhuang 277160, China)

Abstract: This paper introduces the way of monitoring LED digital display under LPC2103 microcontroller with SPI bus technology, puts forward of driving LED digital with 74HC595 chip, designs SPI bus driving circuit with 74HC595 chip characteristic, and puts emphasis on the process of 74HC595 chip data transmission based on SPI bus client-server, with the corresponding program flowchart and certain software realization.

Key words: SPI bus; host mode; LPC2103; 74HC595

SPI (Serial Peripheral Interface) 总线是Motorola公司提出的一个同步串行外设接口,允许MCU与各种外围器件以串行方式进行通信、数据交换。SPI可以同时发出和接收串行数据,它只需4条线就可以完成MCU与各种外围器件的通信。一般使用的4条线为:串行时钟线SCK、主机输入/从机输出数据线MISO、主机输出/从机输入数据线MOSI和低电平有效的从机选择线SSEL。这些外围器件可以是简单的TTL移位寄存器、复杂的LCD显示驱动器、Flash、RAM、A/D转换器、网络控制器及其他MCU等^[1]。

本文给出了一种基于SPI总线的LPC2103控制外围LED显示的设计方法。利用74HC595驱动静态共阳LED数码管,使用串转并的方式实现I/O口的扩展。

1 LPC2103 中的 SPI 功能特性

LPC2103是一个基于支持实时仿真的16/32位ARM7 TDMI-S CPU的微控制器,内部具有2个完全独立的SPI控制器,采用全双工的数据通信方式,最大数据位速率为外设时钟F_{pelk}的1/8。与SPI总线接口有关的专用寄存

器有:(1)SPCR控制寄存器。该寄存器包含一些可编程位来控制SPI总线的功能,而且在数据传输之前进行设定,主要有时钟相位控制、时钟极性控制、主从模式选择、字节传输移动方向及SPI中断使能;(2)SPSR状态寄存器(为只读寄存器)。用于监视SPI功能模块的状态,包括一般性功能和异常情况。主要用途是检测数据传输是否完成,通过判断SPIF位来实现,其他位用于指示异常情况;(3)SPDR数据寄存器。为SPI提供数据的发送和接收,处于主模式时,向该寄存器写入数据,将启动SPI数据传输。串行数据的发送和接收通过内部移位寄存器来实现;(4)SPCCR时钟计数器寄存器。用于设置SPI时钟分频值,SPI处于主模式时,该寄存器用于控制时钟速率,即SPI总线速率,寄存器值为1位SCK时钟所占用的PCLK周期数,并且值为偶数,必须不小于8;(5)SPINT中断标志寄存器。包含了SPI的中断标志位,由数据传输完成及发生模式错误来引发^[2]。

1.1 SPI 电气连接

利用SPI总线可在软件的控制下构成各种系统,如1

*基金项目:山东省教育厅科技计划项目(JOTWJ29)

一个主MCU和几个从MCU、几个从MCU相互连接构成多主机系统(分布式系统)、1个主MCU和1个或几个从I/O设备所构成的各种系统等。在大多数应用场合,可使用1个MCU作为主机来控制数据,并向1个或几个从外围器件传送该数据。从器件只有在主机发命令时才能接收或发送数据。同一时刻只允许有1个主机操作总线。在数据传输过程中,总线上只能有1个主机和1个从机通信。在一次数据传输中,主机总是向从机发送1个字节数据,而从机也总是向主机发送1个字节数据^[3]。图1为SPI在主模式下控制2个SPI从机的硬件连接图。

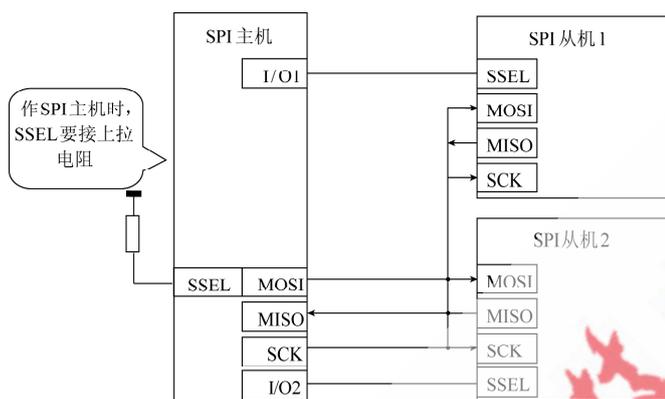


图1 SPI主模式硬件连接图

1.2 SPI 数据传输

在SPI数据传输中,SPCR控制寄存器的CPHA和CPOL位作用非常关键。CPHA为时钟相位控制,该位决定SPI传输时数据和时钟的关系,并控制从机传输的起始和结束,该位为1,时钟前沿数据输出,后沿数据采样;为0,时钟前沿数据采样,后沿数据输出。CPOL为时钟极性控制,为1时,SCK为低电平有效;为0时,SCK为高电平有效^[4]。

图2为SPI的4种不同数据传输格式时序,描述的是8位数据传输。该时序图水平方向分成3部分:(1)描述SCK和SSEL信号;(2)描述CPHA为0时的MOSI和MISO信号;

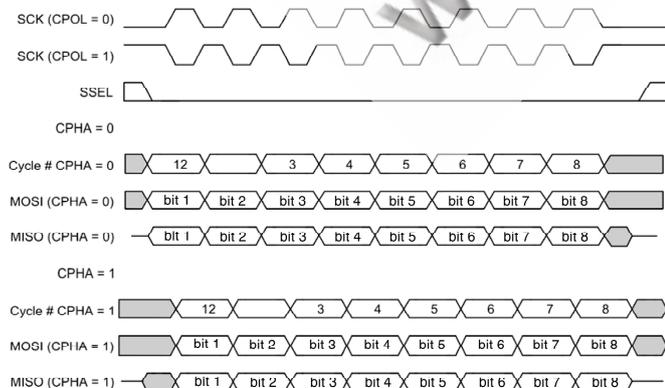


图2 SPI数据传输格式时序

号;(3)描述CPHA为1时的MOSI和MISO信号。SSEL信号为低电平,说明SPI工作在从模式。其中,MOSI和MISO信号中的bit1~bit8表示传输的第几位数据。

2 74HC595 扩展 I/O 接口电路

SPI是一个串行输入输出的接口,使用串转并的接口芯片可以实现扩展I/O口。74HC595芯片为一种常用的8位串转并移位寄存器芯片,本系统利用74HC595来驱动静态共阳LED数码管。74HC595的主要优点:具有数据存储寄存器,在移位过程中,输出端的数据可以保持不变。这在串行速度慢的场合很有用处,数码管没有闪烁感。LPC2103工作在SPI主模式下。

图3为74HC595逻辑图。图中,SI为串行数据输入引脚,用来连接LPC2103的MOSI功能引脚;SCK为移位寄存器的时钟输入,连接LPC2103串行时钟线SCK;SCLR为清移位寄存器引脚;RCK为锁寄存器锁存时钟引脚;即输出触发端与SSEL连接;OE为输出使能引脚;SQ_H为串行数据输出引脚,连接MISO;Q_A~Q_H引脚为并行输出。当SCLR为高电平、OE使能接低时,SCK产生一个上升沿,SI引脚当前电平值将在移位寄存器中左移1位,在下一个上升沿到来时移位寄存器中的所有位都会向左移1位,同时SQ_H引脚也会串行输出移位寄存器中的高位的值。当RCK产生上升沿时,移位寄存器的值将会被锁存到锁存器里,并从Q_A~Q_H引脚输出。

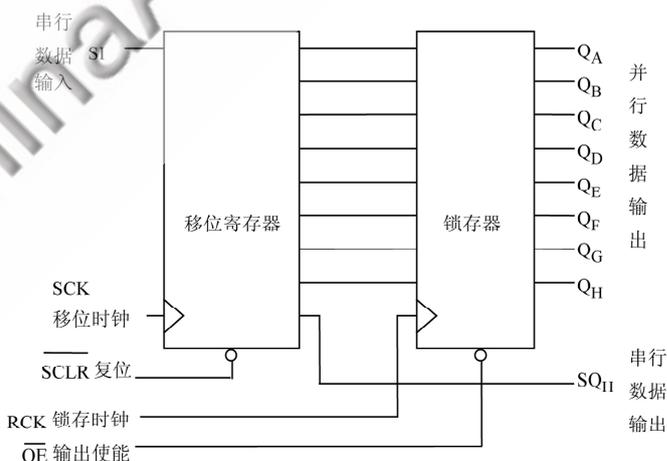


图3 74HC595逻辑图

图4为SPI接口与74HC595的连接原理图。其中Q_A~Q_H分别连接共阳LED数码管的8个段。在SPI输出1个字节的数据时,SSEL产生1个低电平,SPI主机串行地发该字节的各个位,各个位都依次被锁存在74HC595的移位寄存器内,当1个字节的数据传输完成后,SSEL由低电平变为高电平,从而使74HC595的移位寄存器的值被锁存到74HC595的锁存器并从其Q_A~Q_H引脚输出;在SPI输出1个字节数据的同时,74HC595移位寄存器之前的值也通过MISO引脚被SPI主机读回。

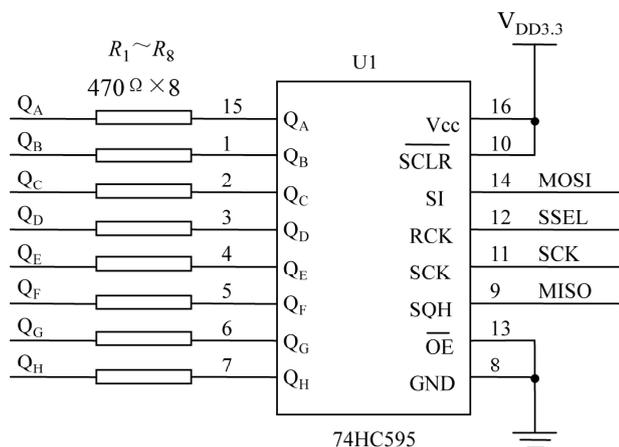


图4 SPI接口与74HC595的连接原理图

3 软件设计^[5]

软件设计包括：进行I/O口初始化，设置SPI引脚连接，启用LPC2103的SPI 0总线，设置GPIO的P0.4、P0.5、P0.6、P0.7为SPI 0总线的SCK0、MISO0、MOSI0、SSEL0特殊功能，置74HC595片选端的I/O口为输出功能。其代码如下：

```
PINSEL0=0x00005500; //设置SPI引脚连接
PINSEL1=0x00000000;
IODIR=HC595_CS; //设置片选端I/O口为输出
```

3.1 SPI 总线操作初始化

图5为SPI总线操作流程。使用LPC2103的SPI总线主模式下实现对74HC595的数据传输，用来驱动外围LED数码管。设置SPI时钟，在SPI主模式下，SPCCR寄存器控制SCK的频率，SPI速率为 $F_{\text{pelk}} / \text{SPCCR}$ 。通过SPCR控制寄存器设置时钟相位、时钟极性、主模式控制、字节移动方向及SPI中断使能等。代码实现如下：

```
Void MSpiIni(void)
```

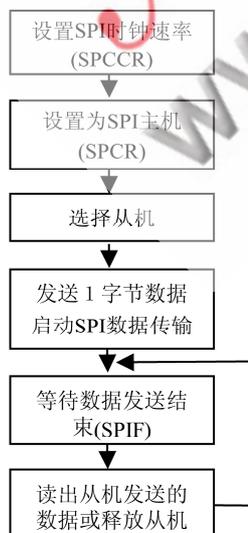


图5 SPI总线操作流程

```
{ SPI_SPCCR = 0x52; //设置SPI时钟分频
  SPI_SPCR = (0<<3)| //CPHA=0,数据再从SCK
  //的第一时钟沿采样
  (1<<4)| //CPOL=1,SCK为低有效
  (1<<5)| //MSTR=1,SPI处于主模式
  (0<<6)| //LSBF=0, SPI数据传输
  //MSB(位7)在先
  (0<<7); //SPIE=0, SPI中断被禁止
}
```

3.2 SPI 总线主模式下数据发送过程

首先选择从机，设置片选。选择74HC595为从机，置片选端SSEL为低有效。将发送的数据写入SPDR，发送出去。等待SPIF置位，即数据发送完毕。最后可从SPDR读取收到的数据。以下为发送函数：

```
uint8 MSendData(uint8 data)
{ IOCLR=HC595_CS; //片选端，由LPC2103指定的
  //I/O口置位
  SPI_SPDR=data;
  while(0==(SPI_SPSR&0x80)); //等待SPIF置位，即
  //等待数据发送完毕
  IOSET=HC595_CS; //片选置高无效，结束发送
  return(SPI_SPDR); //返回接收到的数据
}
```

3.3 控制LED数码管主函数

主函数使用LPC2103的SPI接口输出给74HC595，用来控制LED数码管显示。DISP_TAB[]为LED显示0-F字模的16进制码表。MSendData()实现每一字节数据的发送。

```
#define HC595_CS 0x00000100 //P0.8口为74HC595
//的片选
uint8 const DISP_TAB[16]={0xC0,0xF9,0xA4,0xB0,0x99,
0x92,0x82,0xF8,0x80,0x90,0x88,0x83,0xC6,0xA1,0x86,0x8E};
int main(void)
{ uint8 rcv_data;
  uint8 i;
  PINSEL0=0x00005500; //设置SPI引脚连接
  PINSEL1=0x00000000;
  IODIR=HC595_CS; //设置LPC2103片选I/O口为
  //输出功能
  MSpiIni(); //初始化SPI接口
  while(1)
  { for (i=0;i<16;i++)
    {rcv_data=MSendData(DISP_TAB[i]); //发送显示数据
      DelayNS(50); //延时
    }
  }
}
```

```
return(0);
}
```

基于SPI总线的数据通信技术已经广泛应用在MCU与各种外围设备的串行通信中。如存储系统、A/D转换系统、网络控制器和多MCU构成的分布式系统。本文给出了74HC595芯片驱动LED数码管显示的电路,采用SPI总线技术实现对LED显示的数据传输,方便快捷、准确性高、速度快,满足了复杂微控制系统对外围设备控制的要求。

参考文献

[1] 广州周立功单片机发展有限公司. EasyARM2103教材. 2007:

98-108.

- [2] 华卓立,姚若河. 一种通用SPI总线接口的FPGA设计与实现[J]. 微计算机信息, 2008, 24(6): 212-213.
- [3] 周立功. ARM嵌入式系统基础教程. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005: 350-354.
- [4] 张经爱,许凯华,刘玉华. 基于MSP430的模拟SPI串口通信的实现[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(5): 1169-1171.
- [5] 蔡尧,崔峰,贺玉成,等. Linux环境下基于MPC8250的SPI接口驱动程序开发[J]. 电子元器件应用, 2007, 9(11): 12-15.

(收稿日期: 2009-01-12)

(上接第19页)

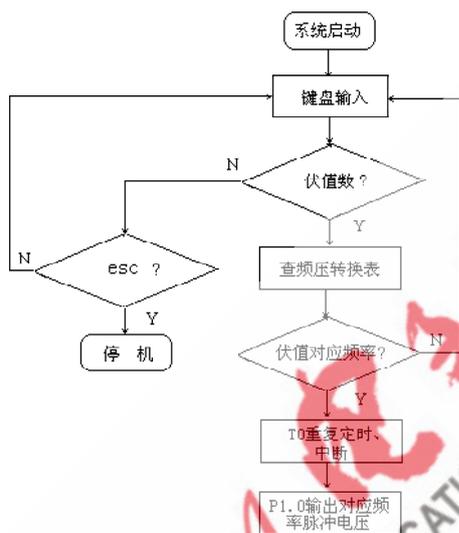


图6 主控程序流程图

89C51单片机的定时/计数器和P1.0口编程。其主控程序流程图如图6所示^[2]。

本设计的特点是实现了单片机与静电技术的结合,用数字化计算机控制技术替代了模拟电子控制技术,使高压静电发生器的输入、输出信号显示从模拟化变成了数字化,且应用C语言编程和频压转换技术使单片机产生不同频率的脉冲电压,从而产生相对应的静电高压并输出。

参考文献

- [1] 赵依军,胡戎. 单片微机接口技术. 北京: 人民邮电出版社, 1989.
- [2] 陈龙山. 8051单片机C语言控制与应用. 北京: 清华大学出版社, 1999.

(收稿日期: 2008-12-17)

(上接第17页)

温度、烟尘密度、振动强度、压力、气体流量等相关数据获取的有效性、实时性。对数据进行分类汇总,并实时存储到数据库中进行数据挖掘是整个系统的关键所在。

数据挖掘技术在焦化除尘中的应用研究为提高出焦质量、减少烟尘和粉尘排放、建设节约型工业提供了一种新的尝试方法。同时,提高了PLC焦化出焦除尘系统的抗干扰能力和运行稳定性,改进生产,节约资金和维护费用。

参考文献

- [1] 劳有兰,曾文波,宁常红,等. 基于PLC焦化出焦除尘控制系统的设计. 广西工学院学报, 2005, 16(3).
- [2] 叶清,赵守庭. PI-C在焦化出焦除尘控制系统中的应用[J]. 基础自动化, 2000(2): 39-41.

- [3] 舒世则,王红玉,常士忠,等. PLC控制在焦炉出焦除尘系统中的应用. 河南冶金, 2001(5).
- [4] 范明,孟小峰. 数据挖掘概念与技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [5] 康晓东. 基于数据仓库的数据挖掘技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [6] 范明,范宏建. 数据挖掘导论[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [7] HAN Jia Wei, KAMBER M. Data Mining Concepts and Techniques [M]. China Machine Press, 2005.
- [8] LECH Polkowski, SHUSAKU Tsumoto, TSAU Y. Lin. Rough Set Method and Applications: New Developments in Knowledge Discovery in Information Systems. Physica-Verlag, 2000, 56: 649-681.
- [9] 李萌. 基于粗集理论的数据挖掘的数据预处理研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2004.

(收稿日期: 2009-02-11)