



# nRF905 模块和 SPI 接口的 点对点无线通信系统

■ 广东工业大学 李治龙 曾碧

**摘要** 介绍一种利用无线射频收发器 nRF905 模块<sup>①</sup>和单片机 SPI 接口实现的无线数据传输系统;给出单片机 PIC16F876 控制 nRF905 模块通过 SPI 口进行数据交换,以及它们之间电路连接和软件设计方法。该系统数据传输速度快、可靠性高、可移植性强,可广泛应用于各类无线数据通信中。

**关键词** nRF905 模块 单片机 PIC16F876 无线数据通信 SPI 接口

## 引言

在某些环境监测、安防警报等环境下,不便进行有线线路的铺设,而采用无线数据通信方式。采用一般的无线传输方式时可能因为环境噪声大,干扰信号强而导致接收数据的准确性很低。针对这种情况,设计一种低成本、高准确率的无线数据传输系统——基于 PIC16F876(简称为“16F876”)的 SPI 和 nRF905 模块的点对点无线通信系统。利用 16F876 和 nRF905 模块直接进行 SPI 数据交换,时序同步性好,程序编写简单。16F876 通过相应的 I/O 口连接到编程器,可直接进行在线调试。鉴于无线通信环境中噪声大,信号干扰大的特点,采用的 nRF905 模块

引入自动重发,高抗干扰 GFSK 调制和最高 16 位 CRC 校验机制,确保了数据传输的可靠性。

## 1 硬件电路规划

16F876、nRF905 模块及编程器接头 J1 之间的电路连接,220 V—5 V 电路实现,5 V—3 V 电压转换电路如图 1、图 2、图 3 所示。

在图 1 中,单片机 16F876 输入/输出与 nRF905 模块相应接口连接情况:RC7~nRF905 模块时钟分频输出,RC6~nRF905 模块地址匹配输出 AM,RC5~MISO,RC4~MOSI,RC3~SCK,RC2~CSN, RB7&RB6&RB3~J1 编程器连接线, RB5~nRF905 模块数据就绪输出 DR, RB2~PWR, RB1~TXEN, RB0~TRX\_CE。单片机通过 RB7、RB6 和 RB3 与编程器相连,可进行在线编程;由 RC5 输出数据到 nRF905 模块,由 RC4 从 nRF905 模块输入数据。由一个 4 MHz 陶瓷晶体振荡器为单片机提供

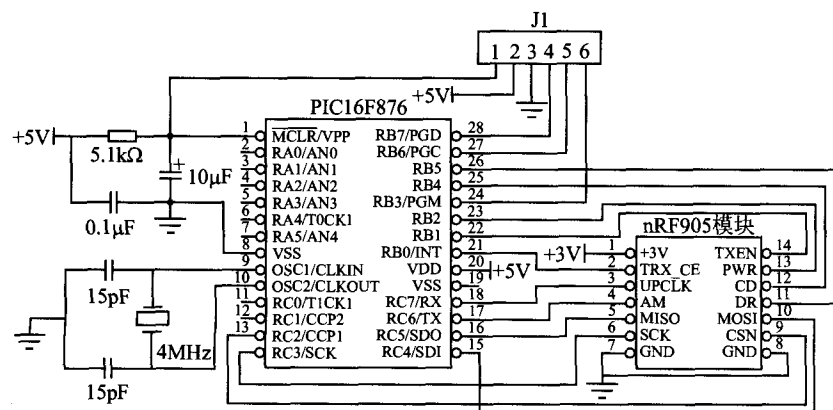


图 1 PIC16F876、nRF905 模块及编程器之间的电路连接

<sup>①</sup> 本系统所用的 nRF905 模块系指迅通科技公司的一个 nRF905 无线通信模块。此模块在与单片机 PIC16F876 相连时,只用了核心芯片 nRF905 的 14 个引脚(见图 1)。

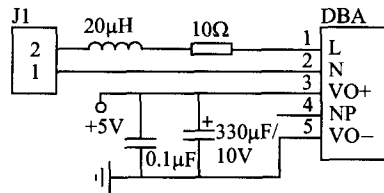


图 2 220 V—5 V 电压转换电路

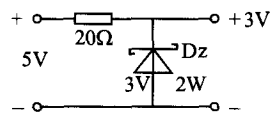


图 3 5 V—3 V 电压转换电路



时钟输入。16F876 的工作电压是 4.5~5.5 V,通过图 2 中的 DBA 元件实现从 220 V 市电到 5 V 电压的转换。由于 nRF905 模块的工作电压是 1.9~3.6 V,需从 5 V 电压转换得到一个符合 nRF905 模块正常工作的稳定电压。考虑使用分压电阻与 3 V 稳压管串联分压,从稳压管两端可得到一个稳定的 3 V 电压输出,如图 3 所示。

## 2 软件设计

考虑到 nRF905 模块内置完整的通信协议和 CRC,软件设计工作主要集中在如何实现对 nRF905 模块的有效初始配置,以及 16F876 与 nRF905 模块之间 SPI 通信的实现。其中须保证 16F876 与 nRF905 模块时序的一致,并充分考虑 nRF905 模块对时序的要求。SPI 时序如图 4 所示。

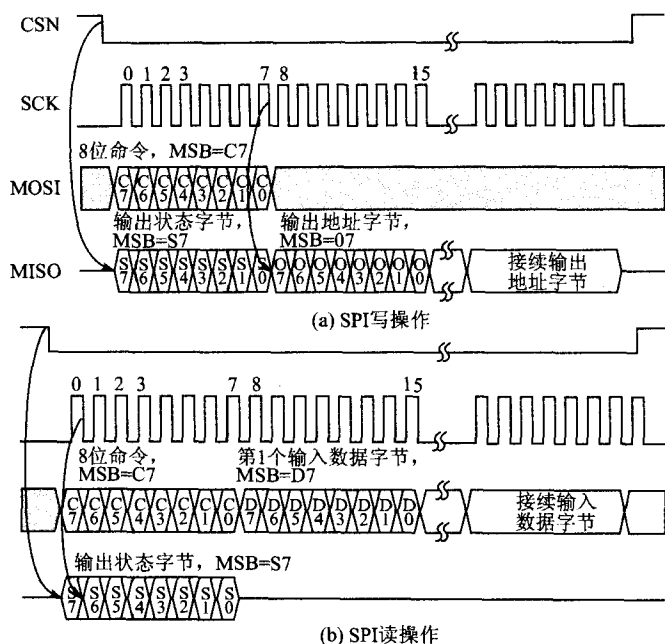


图 4 SPI 时序

对应程序设计:

```
MOVLW B'11000000' ;bit7=smp=1
MOVWF SSPSTAT ;在输出数据的末尾采样输入数据
;bit6=cke=1,ckp=0 时上升沿
;发送数据
MOVLW B'00000001' ;bit2~bit0 设置晶振/16,SPI 主
;控方式
MOVWF SSPCON ;bit4=CKP=0 空闲时钟低电平
nRF905 模块存在 4 种工作模式:掉电和 SPI 编程模
式、待机和 SPI 编程模式、发射模式、接收模式。
BSF PORTB,2 ;待机和 SPI 编程方式
```

```
BCF PORTB,0 ;PWR_UP=1,TRX_EN=0,TX_EN=0
BCF PORTB,1
BSF PORTB,0 ;往芯片中写数据操作完毕,转换到发
;射模式
BSF PORTB,1
BSF PORTB,0 ;往芯片中写数据操作完毕,转换到接
;收模式
;RB0=TRX_CE=1,RB1=TXEN=0
```

通过对 16F876 相应输出高低电平的转换,可控制 nRF905 模块工作模式的变化。将单片机的 SPI 接口与 nRF905 模块的相应 SPI 口互连,实现 16F876 与 nRF905 模块之间的数据传递或实现 16F876 向 nRF905 模块发出控制命令;在编程模式下,可将预配置的命令或数据送入单片机收发缓冲器 SSPBUF 中,以 16F876 作为主控模式,并提供 SPI 通信必需的 SCK 时钟,nRF905 模块作为从动模式,在 SCK 上升沿,双方进行数据传递,启动 SCK 后可将单片机数据逐位移入 nRF905 模块中,以完成对其初始配置。

参照 nRF905 模块数据手册进行初始配置:nRF905 模块的发射功率,工作频段,发送数据宽度,发送数据地址,接收数据宽度,接收数据地址,CRC 校验等。若该 nRF905 模块作为发射部分,则将已采集并存储在单片机中的数据送入 nRF905 模块,以备发射。

```
MOVLW 58H
;BIT7=CRC_MODE=1,8 位 CRC 校验位
;BIT6=CRC_EN=1,CRC 校验允许
;BIT[5:3]=XOF[2:0]=000,晶振 4 MHz
;BIT2=UP_CLK_EN=0 外部时钟信号禁止
;BIT[1:0]=UP_CLK_FREQ[1:0]=11,500 kHz
MOVLW B'001001100'
;BIT5=AUTO_RETRAN=0 不重发数据
;输出功率为-10 dBm,
;BIT4=RX_RED_PWR=0 正常工作模式
;BIT1=HEREQ_PLL=0,433 MHz 频段
;CH_NO[8]=0
```

设计一个 SPI 通信模块程序进行循环调用,以简化程序设计,提高可读性。

;SPI 通信子程序

OUT\_IN

```
BSF SSPCON,SSPEN ;允许 SPI 模式
MOVWF SSPBUF ;数据送给 SSPBUF 后开始发送 LP2
BCF STATUS,RP1 ;选择 RAM 体 1
BSF STATUS,RP0
```

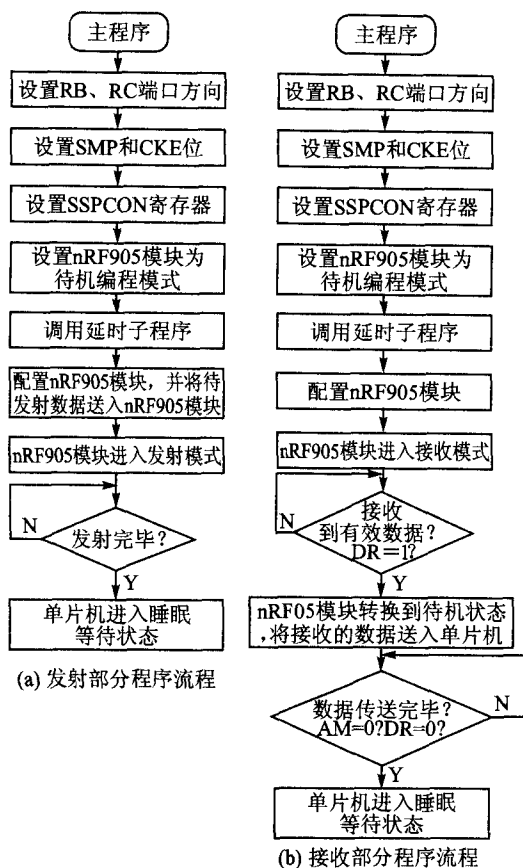


图5 程序流程

BTFSS SSPSTAT, BF ; 查询发送/接收完否  
 GOTO LP2 ; 否, 继续查询  
 BCF STATUS, RP0 ; 是, 选择 RAM 体 0  
 MOVF SSPBUF, W ; 从缓冲器取出数据  
 RETURN ; 子程序返回

程序流程如图 5 所示。

## 结 语

本无线数据传输系统已成功应用于无线抄表项目之中, 在实际的工作环境运行半年多时间, 情况良好。经过现场测试, 在空旷地, 无须另加功放或外接天线, 无线通信的有效半径约 100 m。本系统除可应用在无线抄表领域外, 还可用于环境监测、门禁系统、无线遥控系统等。

如需全部源代码, 可 E-mail 致 gerentlee@163.com 索取。

## 参考文献

- [1] Nordic. Single chip 433/868/915 MHz Transceiver nRF905.
- [2] 李学海. PIC 单片机原理. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.

李治龙(硕士), 主要研究方向为智能工程与软计算; 曾碧(教授), 主要研究方向为神经网络、进化算法、智能系统、模糊逻辑、嵌入式应用系统及智能家居网络。

(收稿日期: 2006-06-06)

19 立刻被调用, 自主小车 1 执行避开程序, 此时自主小车 2 仍停止; 当自主小车 1 完成避开动作后, 在第 110 ms, 两个自主小车的控制任务立刻被调用, 系统转换为 Lead1Follow 模式。当自主小车 2 是领导者时, 其模式转换类似。

## 4 结 论

在基于 Giotto 的嵌入式控制设计中, 时序程序与功能程序的分离, 使 Giotto 程序与具体的运行平台无关, 从而提高了程序的健壮性、稳定性及代码的复用性。Giotto 系统中任务的调用和环境变量的检测由全局时钟触发, 其时间行为具有高度可预报性, 使得 Giotto 非常适合具有硬实时约束的嵌入式控制系统。

## 参考文献

- [1] Henzinger A Thomas, Benjamin Horowitz, Christoph Meyer Kirsch. Embedded Control Systems Development with Giotto, the Proceedings of the ACM Workshop on Languages,

- Compilers and Tools for Embedded Systems(LCTES), 2001.
- [2] Sanvido Marco A A, Aaron Walburg. Giotto Tutorial. Technical Memorandum UCB/ERL M04/30. University of California at Berkeley, 2004.
- [3] Henzinger T, Kirsch C, Majumdar R, et al. Time-safety checking for embedded programmes. in Proc. of the Intl. Workshop on Embedded Software of Lecture Notes in Computer Science, 2002.
- [4] Henzinger Thomas A, Benjamin Horowitz, Christoph Meyer Kirsch. Giotto: A Time-triggered Language for Embedded Programming. The Proceeding of the International Workshop on Embedded Software, Vol. 2211 of Lecture Notes in Computer Science, 2001: 166-184.

雷万军(硕士研究生), 张云生(教授、博士生导师); 主要研究方向为实时计算机控制。

(收稿日期: 2006-06-07)