

Design of Radio Frequency Transceiver System

WEI Wu, SONG Yinghong

Zhanjiang Normal University, zhanjiang, China

Abstract: A wireless data transmission system, presented by this paper, which is based on AT89S52 Single-Chip Microcomputer and radio frequency chip nRF905. The initialized process of nRF905 as well as the way of sending and receiving data is expounded comprehensively. The hardware circuit and the flow diagram of the software design are given. Experimental results show that this radio frequency transceiver system is stable and reliable.

Keywords: wireless transceiver; single-chip microcomputer; nRF905; data transmission

无线射频收发系统设计

魏武, 宋英宏

湛江师范学院, 湛江, 中国

摘要: 本文提出了一种基于 AT89S52 单片机和无线射频收发芯片 nRF905 的无线数据传输系统的设计方案。详细阐述了无线射频收发芯片 nRF905 的初始化过程以及系统数据的发送和接收方式,给出了系统的硬件电路和软件设计流程。实验表明,该无线射频收发系统工作稳定、可靠。

关键词: 无线收发; 单片机; nRF905; 数据传输

1 引言

有线网络速度快,数据流量大,可靠性强,对于基本固定的设备来说无疑是比较理想的选择,的确在实际应用中也达到了比较满意的效果,但有线网络布线麻烦,线路故障难以检查,设备重新布局就要重新布线,且不能随意移动等缺点越发突出。无线通信技术在特殊的工作环境中有许多优点:对于分散、移动的控制对象可以方便地实现相互间的数据通信;对于物理布线困难的地方,采用无线通信技术可以节省大量财力;对于需要组网的以太网、令牌网等有线通信系统,选择无线通信技术可以避免大量的布线工作,同时也避免了有线网络由于线路故障而导致系统瘫痪的弊病。这些优点使得无线通信除了弥补有线手段的不足外,还为数据通信用户提供了更加方便更高层次的服务,即移动中不间断的数据通信。

2 系统硬件设计

2.1 系统硬件总体方案

系统的总体框图如图 1 所示,图中箭头指向表示信号的走向。系统从功能上分为电源模块、单片机控制模块、无线收发模块、接收数据显示模块等四个部分。

2.2 系统硬件电路设计

电源部分采用三端固定输出集成稳压器

1117-S33 来产生+3.3V 直流电压提供给无线模块 nRF905 工作^[1]。无线收发电路的主要部分是天线^[2]。任何一个无线系统都有天线,天线设计的好坏直接影响无线系统的收发能力。nRF905 单端的匹配网络连接 50Ω 天线。无线收发电路主要由 nRF905 与外围器件构成^[3]。该芯片的工作电压为+1.9~+3.6 V,采用 32 引脚 QFN 封装(5×5 mm),可工作于 433 / 868 / 915 MHz 三个 ISM(工业、科学和医学)频段。采用 FSK 调制解调技术,频道之间的转换时间小于 650μs。集成度高,由一个完全集成的频率调制器、一个带解调器的接收器、一个功率放大器、一个晶体振荡器和一个调制器组成,工作频率稳定可靠,外围元器件少,不需外加声表滤波器,ShockBurst™ 工作模式,能自动产生前导码和 CRC(循环冗余码校验),使用 SPI 接口与微控制器通信,配置非常方便。此外,nRF905 最高工作速率可达 50kbps,发射功率可以调整,最小为

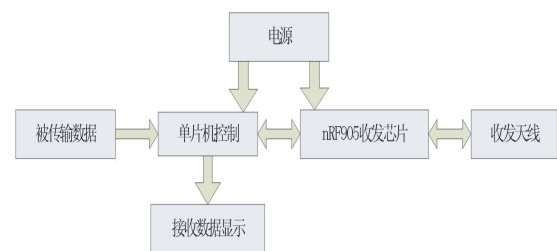


Figure 1. System hardware composition diagram

图 1. 系统硬件组成框图

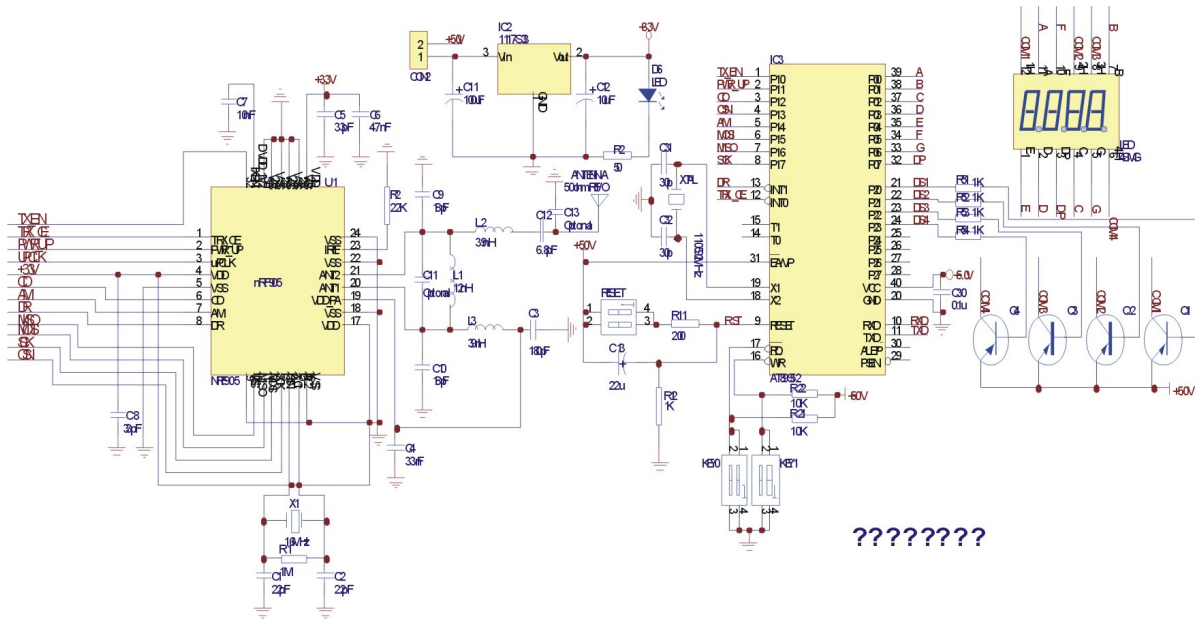


Figure 2. Hardware circuit schematic diagram
图 2. 硬件电路原理图

-10dBm, 最大为+10dBm。功耗低, 以-10dBm 的输出功率发射时电流只有 11mA, 工作于接收模式时电流为 12.5mA, 内建空闲模式与关机模式, 易于实现节能, 适合便携式产品的设计。

单片机主控制电路采用 AT89S52 设计。AT89S52 是一种高灵活性、花费有限资源就可以产生许多嵌入式控制应用系统的高性能微处理器^[4]。空闲模式下, CPU 停止工作, 允许 RAM、定时器/计数器、串口、中断继续工作; 掉电保护模式下, RAM 内容被保存, 振荡器被冻结, 单片机一切工作停止, 直到下一个中断或硬件复位为止。本系统以移动性和低功耗见长, 因此, 采用 AT89S52 可以满足系统对功耗的要求。

硬件设计时, 把单片机选定的几个 I/O 口连接到 nRF905 的输入输出信号管脚, 利用软件设置 I/O 口模拟 SPI 口操作。系统总的硬件电路原理图如图 2 所示^[5]。

3 系统软件设计

nRF905 与单片机 AT89S52 之间通过 SPI 口进行通信^[6]。因此, 软件设计的重点是 nRF905 数据的发送和接收过程。nRF905 有四种工作模式, 由 TRX_CE、TX_EN、PWR_UP 设定。

3.1 nRF905 的数据发送过程

发送数据时的工作流程如图 3 所示^[7]。

发送流程分以下几步: 当单片机有数据要发送时, 通过 SPI 接口, 按时序把接收机的地址和要发送

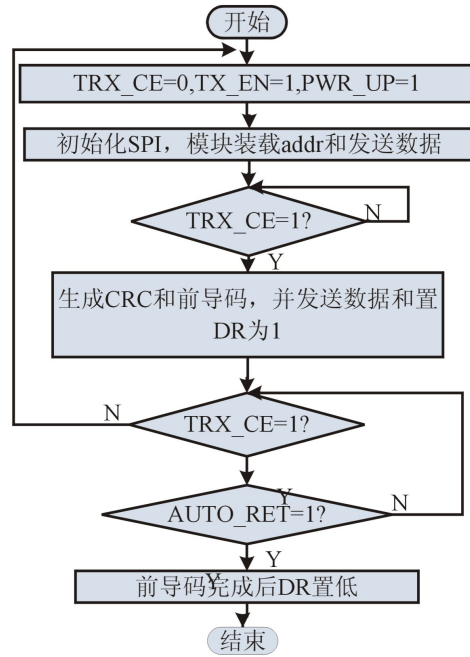


Figure 3. Sending data flow chart
图 3. 发送数据流程图

的数据传给 nRF905, SPI 接口的速率在通信协议和器件配置时确定; 单片机置高 TRX_CE 和 TX_EN, 激发 nRF905 的 ShockBurstTM 发送模式; nRF905 的 ShockBurstTM 发送过程:

- (1) 射频寄存器自动开启;
- (2) 数据打包 (自动加上前导码和 CRC 校验码);
- (3) 发送数据包 (100kbps, GFSK, 曼切斯特编码);
- (4) 当数据发送完成, 数据准备好引脚被置高; AUTO_RETRAN 被置高, nRF905 不断重发, 直到 TRX_CE 被置低; TRX_CE 被置低,

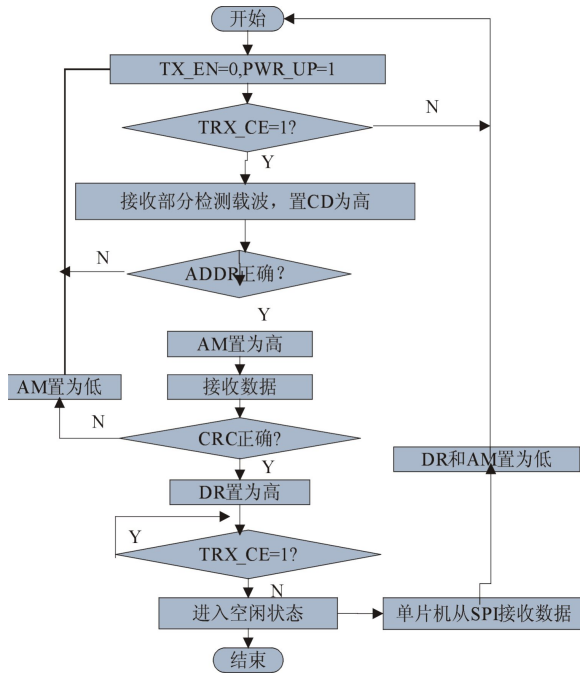


Figure 4. Receiving data flow chart
图4 接收数据流程图

nRF905 发送过程完成，自动进入空闲模式。

3.2 nRF905 的数据接收过程

接收数据时的工作流程图如图4所示^[7]。

接收流程分以下几步：当 TRX_CE 为高、TX_EN 为低时，nRF905 进入 ShockBurst™ 接收模式；650us 后，nRF905 不断监测，等待接收数据；当 nRF905 检测到同一频段的载波时，载波检测引脚被置高；当接收到一个相匹配的地址，AM 引脚被置高；当一个正确的数据包接收完毕，nRF905 自动移去字头、地址和 CRC 校验位，然后把 DR 引脚置高；单片机把 TRX_CE 置低，nRF905 进入空闲模式；单片机通过 SPI 口，以一定的速率把数据移到单片机内；当所有的数据接收完毕，nRF905 把 DR 引脚和 AM 引脚置低；nRF905 此时可以进入 ShockBurst™ 接收模式、ShockBurst™ 发送模式或关机模式。

3.3 nRF905 初始化的有关说明

发送数据时：

```
void main(void)
```

```
{
```

```
uchar i;
```

```
nRF905Init(); // 调用函数初始化 nRF905
```

状态

```
Config905(); // 调用函数初始化 nRF905
```

寄存器

```
P0= seg[8];
led0=0;led1=0;led2=0;led3=0;
while(1)
{
if(KEY0==0) // 有键按下
{
.....
}
}
接收数据时：
void main(void)
{nRF905Init(); // 调用函数初始化 nRF905
状态
Config905(); // 调用函数初始化 nRF905
寄存器
P0=0x00;
while(1)
{RX(); // 调用函数设置 nRF905 工作于接收模式，准备接收数据
Delay(10); // 延时.....}
}
```

4 结束语

无线射频收发芯片 nRF905 简单、稳定、可靠、实用，内置有天线，同时内部集成有调制、解调、编码、解码等功能，故在通信中能自动生成前导码和 CRC 校验，而不需要“接入”网络就能享受通信服务。本设计根据 nRF905 的特点设计的无线数据收发系统，工作于 430.0MHz 左右的频段，经过多次实验证明，其发射端能正确地将数据传送出去；同时，经 nRF905 发射后，接收端也能正确接收并显示数据，在空旷的地方其有效通信距离可以达到 300 米。在有障碍物体的混凝土结构的建筑内测试，其有效直线通信距离大于 50 米。此外，该系统采用了比较完善的软件、硬件设计以及抗干扰措施，这样，就可以保证系统工作的安全性和可靠性，并具有通用性，便于投入实际应用，而且稍作改动就可以应用到小区传呼、工业数据采集、生物信号采集，无线遥控等其它一些短距离无线通信领域，以实现无线数据的双向传输，具有较好的市场应用价值。

References (参考文献)

[1] WU Yuanbao,ZHANG Jiangan, XIE Xunbi. Design and Realization of Data Video Monitoring System in Distributed Environments[J]. Computer Engineering, 2005, 31(4):

- 177-179.
- [2] YANG Suxing. Foundation of Analog Electronics[M].Beijing: Higher Education Press,1998: pp.492-565.
杨素行.模拟电子技术基础简明教程[M].北京:高等教育出版社,1998: 492-565.
- [3] YAN Guoping, LONG Zhanchao. Communication Electronic Circuits[M].Beijing: Science Press,2005: pp.2-6.
严国萍,龙占超.通信电子线路[M].北京:科学出版社,2005: 2-6.
- [4] Single chip 433/868/915 MHz Transceiver nRF905 PRODUCT SPECIFICA. Revision:1.0 Nordic VLSI ASA, January 2004.
- [5] SUN Yucai,WANG Rongxing,SUN Huafang. New series of ATMEL's AT89S52 single-chip and their application [M]. Beijing: Tsinghua University Press,2005.1: pp.1-4.
孙育才,王荣兴,孙华芳.ATMEL新型AT89S52系列单片机及其应用[M].北京:清华大学出版社,2005.1: pp.1-4.
- [6] GU Bin,ZHAO Weijun,WANG Tai,BAO Kejin,LI Tiexiang. Theory, development and application of Single-chip micro-computer [M].Beijing: Higher Education Press,2008: pp. 190-194.
顾滨,赵伟军,王泰,鲍可进,李铁香.单片微计算机原理、开发及应用[M].北京:高等教育出版社,2000.8: 190-194.
- [7] HUANG Zhiwei. Wireless digital transceiver circuit design[M].Beijing: Electronics Industry Press, 2003.5: pp. 270-278.
黄智伟.无线数字收发电路设计[M].北京:电子工业出版社,2003.5: 270-278.
- [8] LI Wenzhong,DUAN Chaoyu. Introduction and Practice of Short-range wireless data communications[M].Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2006. 12: pp.50-83.
李文仲,段朝玉等.短距离无线数据通信入门与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.12: 50-83.