

一种基于 nRF905 的无线数据采集系统设计

朱芳, 章坚武, 高峰

(杭州电子科技大学通信工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:该文分析了研究开发具有无线数据采集系统的重要意义;利用 ARM 芯片强大的处理能力和极低的功耗来优化系统设计,提高处理速度;设计了无线数据传输过程中的数据包格式;提出了无线数据采集系统的硬件设计、射频模块设计与制作中的一些方法;给出了 nRF905 芯片发送数据与接收数据的处理流程。利用 ARM9 S3C2410 和 nRF905 构建的无线数据采集系统特别适用于低功耗的无线数据采集与传输系统。

关键词:数据采集;无线通信;单片射频收发器

中图分类号: TN915

文献标识码: A

文章编号: 1001-9146(2007)01-0029-04

0 引言

无线数据传输的发射与接收电路已经集成化,挪威 Nordic 公司的 nRF 系列和 Chipcon 公司的 CC4000 系列无线数传芯片,只需较少的外围辅助电路就可以实现无线数据的收发。国内外应用这些芯片实现数据采集的技术方案主要是单片机 + 射频收发芯片。本文提出用 ARM9 S3C2410 作为主芯片, nRF905 作为无线收发模块构建了一种无线数据采集系统,可以广泛应用到国民经济的各个领域:如无线数据采集与传输、车辆监控、无线抄表、工业数据采集系统、水文气象监控、无线遥控、生物信号采集等。这些应用为国家和企业节省了大量的人力物力。

1 单片射频收发器 nRF905

nRF905 是 Nordic 公司推出的单片射频收发器芯片,工作电压为 1.9 ~ 3.6V,工作于 433/869/915MHz 3 个 ISM(工业、科学和医学)频道,频道之间的转换时间小于 650 μ s。nRF905 由频率合成器、接收解调器、功率放大器、晶体振荡器和调制器组成。天线可采用 PBC 环形天线或单端鞭状天线,发射功率最大为 10db,在开阔地带传输距离最远可达 1km 以上。

nRF905 采用串行外设接口与微控制器连接,使用极为方便,只需将要发送的数据和接收机地址送给 nRF905, nRF905 自动完成数据打包发送,在接收中有载波检测和地址应配引脚,接收到正确的数据包时,自动移去字头、地址和校验码,然后通知微处理器取数据。

nRF905 有两种工作模式和两种节能模式。分别为掉电模式、待机模式、Shock - BurstTM接收模式和 Shock - BurstTM发送模式,这几种模式由外界 CPU 通过控制 nRF905 的 3 个引脚 PWR-UP、TRX-CE 和 TX-EN 的高低电平来决定,如表 1 所示:

收稿日期:2006-09-22

基金项目:杭州电子科技大学科学研究基金资助项目(KYF06156019)

作者简介:朱芳(1973-),男,湖北监利人,讲师,嵌入式系统设计与信息安全技术。

表 1 nRF905 的工作模式

| PWR-UP | TRX-CE | TX-EN | 工作模式 |
|--------|--------|-------|---------------|
| 0 | - | - | 掉电和 SPI 编程 |
| 1 | 0 | - | 待机 and SPI 编程 |
| 1 | 1 | 0 | 射频接收 |
| 1 | 1 | 1 | 射频发射 |

2 系统硬件设计

系统硬件结构框图如图 1 所示,系统以 ARM9 处理器为核心构成一个应用开发系统。其中,nRF905 通过 SPI 接口与 ARM9 处理器相连,实现无线数据的传输,另外再选几个 I/O 口连接 nRF905 的输入输出信号。MAX232 接口可以实现与 PC 机的通信,MAX485 总线可以与一些通用仪器仪表相连或者与电话、网络、GSM、GPRS 等模块互连。同时,系统还提供了液晶、按键等人机交互界面^[1]。

对于初次接触无线系统的设计者,因其射频部分的元件采购、焊接和调试比较麻烦,可以选用 PTR8000 模块^[2]。该模块内核使用 nRF905,硬件电路已经焊好,使用起来相对方便一些。

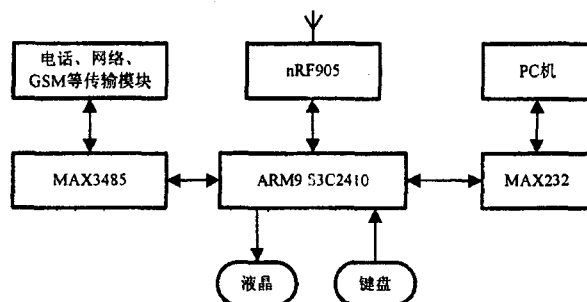


图 1 系统硬件结构图

在电路设计中,模拟电路和射频电路都制作在各自的芯片上,如果将两者放在同一块电路板时有可能使问题变得复杂。这就要在电路设计中,考虑到电磁兼容的问题。射频电路对于电源噪声相当敏感,尤其是对毛刺电压和高频谐波。因此,在包含 RF 电路的 PCB 板上,靠近集成电路电源引脚处分别去耦,隔开来自数字部分和来自 RF 部分的电源噪声。

在 RF 频段,即使一根很短的导线也会如电感一样,如果不采用地线层,大多数地线将会较长,电路的设计特性将无法保证。为了获得最佳的性能,PCB 至少是一个包含地平面的双层板,使所有的器件容易去耦。在表面贴装的 PCB 上,所有信号走线可在元件安装面的同一侧,地线层则在其反面,理想的地线层应该覆盖整个 PCB 板。这些地线平面必须通过很多过孔与主地线层面连接,所有对地线层的连接必须尽量短,且接地过孔应该放置在距离元件的焊盘很近的位置。同时在设计中,决不要让两个地信号共用一个接地过孔,这可能导致由于过孔连接在两个焊盘之间产生串扰。

3 数据传输

3.1 通信协议

通信协议是通信双方为实现信息交换而制定的规则。由于无线收发模块的特性,通信可能在发射端与接收端之间受到外界的干扰而使数据发生错误,需要通信协议来保证接收端能正确接收数据,并确定所接收数据是否为实际数据。

3.2 数据包格式

在这样的无线数据链路传输中,数据必须进行规定格式的处理,数据包格式如图 2 所示:

每帧数据包括 2 个字节的起始帧头,1 个字节的地址,1 个字节的帧类型,1 个字节的帧长度,10

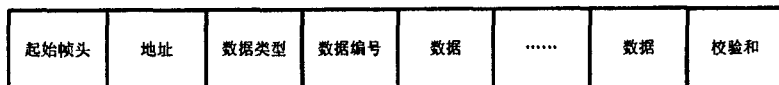


图2 数据包格式

个字节的数据和 2 个字节的校验和。无线通信系统容易受到干扰,一次发送的数据越长,受到干扰的可能性越大,所以应该把比较长的数据分成小的数据包分别发送。每个数据包的长度为 10 字节,原始数据不足 10 字节时用 0 补足。

因为射频模块是高灵敏的,在没有进行数据传输时,数据输出引脚会有杂波输出,这些杂波会被处理器的串口接受并处理。当一个有效数据帧头到达时,串口可能正采用到一个字节的中部;又因为检测到起始位对于正确读取其后的数据是相当重要的,在每个数据帧之前要先发几个字节的同步码以实现数据同步。射频模块的引脚干扰杂波是随机的,如果使用 1 个字节的帧头,则可能无法区分干扰杂波和正常数据,因此本通信协议使用 2 个字节的帧头。

数据帧的类型包括设备控制命令、正常返回数据、出错请求重发、异常信号、正确接收并确认等,用 1 个字节来标识,以便接收方分类处理。将较长的数据分成短的数据帧发送,每个帧需要一个编号,以方便接收方检查是否丢帧。在 10 个的数据字节之后是 2 个字节的校验和,校验数据传输的正确性^[3]。

4 系统控制程序设计

4.1 发送数据流程

(1)主 MCU 将 PWR-UP 置高,使 nRF905 进入工作模式,再将 TX-EN 置高进入发送数据模式。(2)将发送地址通过 SPI 口写入发送地址寄存器 TX-ADDRESS,再将数据写入发送数据寄存器 TX-PAYLOAD, SPI 口的速度由主 MCU 设置。(3)主 MCU 置高 TRX-CE, nRF905 自动将数据帧格式补齐,加入包头 Preamble,并根据寄存器设置计算 CRC 校验填入包尾,然后 nRF905 将整个数据以 100bit/s 的速度,采用曼彻斯特编码,以 GFSK 形式发送出去,发送完毕,DR 会置高,通知主 MCU 可以继续下次发送。(4)如果配置成自动重发模式, nRF905 会自动重发,直到 TRX-CE 置低。(5)发送完后可以将 TRX-CE 置低,这样就进入 standby 模式,实际操作时可以直接将 TRX-CE 产生脉冲持续时间不少于 10 μ s,就可以发送完数据^[4]。发送数据流程图如图 3 所示:

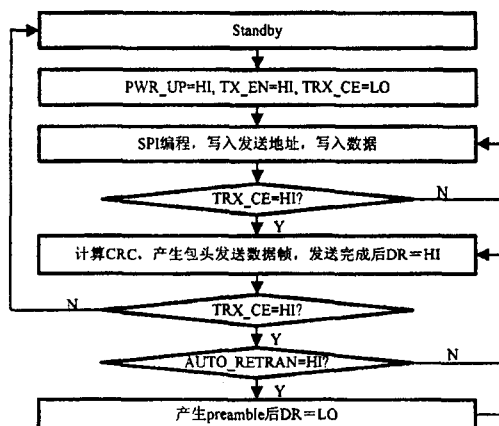


图3 发送数据流程图

4.2 接收数据流程

(1)主 MCU 将 TX-EN 置高、TRX-CE 置低,过 650 μ s 后,则进入接收模式。(2)nRF905 监控频道使用状况,如果发现频道被占用,则将 CD 置高,可以利用该特性采取一些冲突避免检测机制,发送数据前如果检测到 CD 信号,则可以随机延迟一段时间再发送数据,该特性可以有效地避免数据冲突。(3)当接

收到的数据发送地址和自己地址匹配时,则 AM 置高,通知该数据是发给自己的。(4)对数据的 CRC 进行校验,如果正确,则去除包头和 CRC 段,将数据保存在接收数据寄存器 RX-PAYLOAD,同时 DR 信号置高,通知主 MCU 读取数据。(5)主 MCU 将 TRX-CE 置低,,进入 standby(省电)模式再通过 SPI 口将数据读出来,当数据都读完后,nRF905 将 AM 和 DR 重新置低,为下次接受数据做准备。接收数据流程图如图 4 所示:

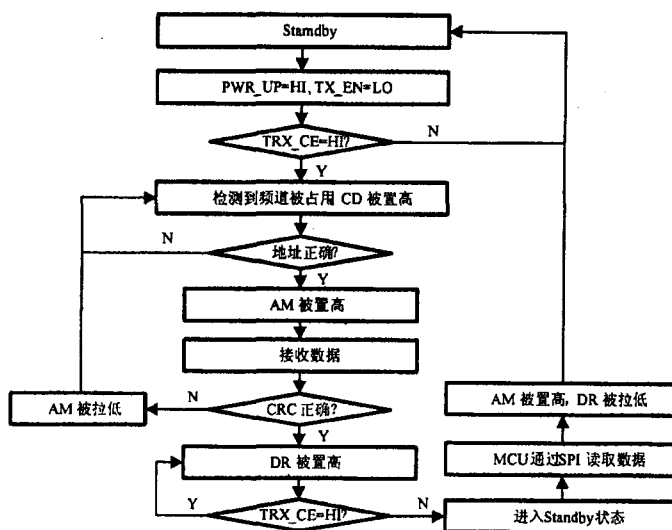


图 4 接收数据流程图

5 结束语

ARM9 S3C2410 作为主芯片,nRF905 作为无线收发模块,利用 SPI 口实现双向通讯,SPI 支持高速数据传输,从而满足了射频带宽的要求。nRF905 提供了强大的跳频机制以及大量的频道支持,可以用在许多特殊的场合,而且即使利用无增益的 PCB 天线其传输距离也可达 200m,如果需要更远距离的传输,也可以改成带增益的天线,传输距离即可扩大到 1km 左右,可满足不同客户的需求。

参考文献

- [1] 管耀武,杨宗德. ARM 嵌入式无线通信系统开发实例精讲[M]. 北京:电子工业出版社,2006:186-209.
- [2] 张晓健,李伟,张小雨. MSP430 和 nRF905 的无线数传系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2006,(2):68-70.
- [3] 周波. nRF903 无线通讯模块在无线数据采集系统中的应用[J]. 工业控制计算机,2005,18(7):7-8.
- [4] 章高飞,朱善安. 基于 MSP430 和 nRF905 的多点无线通信模块[J]. 电子器件,2006,29(1):264-267.

A Wireless Data Acquisition System Design Based on nRF905

ZHU Fang, ZHANG Jian-wu, GAO Feng

(School of Communication Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhejiang 310018, China)

Abstract: Analysis of the research and development of wireless data acquisition system is great significance. The characteristics of powerful processing capabilities and low power consumption of ARM chip is used to optimize the system design and improve system processing speed. The packet format of wireless data transmission is designed. At the same time, hardware design of the wireless data acquisition system, RF module design and production method are given. The flow of sending and receiving data processing of nRF905 chip is provided. The wireless data acquisition and transmission system, which is designed by ARM9 S3C2410 and nRF905 chips, is particularly suitable to low-power consumption application.

Key words: data acquisition; wireless communications; single chip radio transceiver