

基于 TH7122.1 芯片的无线数据传输模块设计

张东彬¹, 朱文章², 郭东辉¹

(1. 厦门大学 福建 厦门 361005; 2. 厦门理工学院 福建 厦门 361005)

摘要: TH7122.1 芯片是一款由比利时 Melexis 公司开发的低功耗单片集成无线收发芯片。主要介绍该芯片的功能特点, 并以该芯片为基础设计一种低成本的半双工无线数据传输模块。调试结果表明, 所实现的模块无线数据通信稳定可靠。利用该模块可以实现结构简单、性能稳定的无线数据通信系统, 在某些短距离无线应用场合具有实用价值, 对其他无线应用系统的设计具有参考价值。

关键词: 无线收发芯片; 数据传输模块; 数据通讯系统; FSK

中图分类号: TN914.3

文献标识码: B

文章编号: 1004-373X(2008)06-149-04

Design of Wireless Data Transmission Module Based on TH7122.1 Chip

ZHANG Dongbin¹, ZHU Wenzhang², GUO Donghui¹

(1. Xiamen University, Xiamen, 361005, China; 2. Xiamen University of Technology, Xiamen, 361005, China)

Abstract: TH7122.1 is a wireless transceiver chip with low power consumption designed by Melexis Corporation in Belgium. This paper introduces its functions based on which gives the design of half duplex wireless data transmission module. Debugging result shows that the module works stability and reliability. This module can be used to achieve wireless data communication systems with simple structure and stable performance. It has practical value in some short range wireless application, also has reference value to the design of other wireless application system.

Keywords: wireless transceiver chip; data transmission module; data communication system; FSK

目前, 短距离无线通信已经越来越普遍, 应用领域也越来越多, 包括: 无线抄表、车辆监控、机器人控制、数字音频及图像传输, 还有无线耳机, 无线鼠标键盘等。凡是布线繁杂或不允许布线的场合都希望能通过无线方案来解决。大量射频 IC 芯片的开发使得无线通信系统的开发周期缩短, 成本也越来越低。基于各种射频 IC 芯片如 Nordic 公司的 nRF 系列射频 IC, Chipcon 公司的 CC 系列射频 IC, Integration 公司的 IA 系列射频 IC 以及其他的射频 IC 等的设计都为无线传输的实现提供了各式的方案^[1]。本文中无线数据传输模块的设计是基于 Melexis 公司的 TH 系列无线收发芯片 TH7122.1, 是实现无线传输的另一种方案。该设计通过两 PC 的串口实现两边数据的无线传输, 具有功耗低、软件设计简单与通信稳定可靠的特点。

1 芯片功能

1.1 主要特性

TH7122.1^[2,3] 是全集成 FSK/FM/ASK 收发芯片; 可应

用于低功耗多通道或单通道半双工数据传输系统, 可工作在 ISM 频段及 SRD 频段; 具有 2 种使用模式: 单机用户模式 (Stand alone User Mode) 和可编程用户模式 (Programmable User Mode); 在单机用户模式下, 工作于 4 个固定的频点之一: 315/433.92/868.30/915 MHz; 在可编程用户模式下, 工作频率范围可设定在 300~930 MHz 之间, 还可以通过使用一个外部压控振荡变容二极管使他的最低工作频率降至 27 MHz, 利用芯片集成的串行控制接口 (SCI) 对其进行配置; 4 种不同的工作状态 (Standby/Receive/Transmit/Fidle); 极低的电流消耗 (待机状态下电流 50 nA); 宽的工作电压范围 (2.2~5.5 V); 最高 FSK 数据传输速率为 115 kb/s, ASK 数据传输速率为 40 kb/s; 接收信号强度指示 (RSSI) 输出; 可变 RF 功率范围为 -20~+10 dBm; 接收灵敏度达 -105 dBm (@ FSK with 180 kHz IF filter BW) / -107 dBm (@ ASK with 180 kHz IF filter BW)。

1.2 引脚及内部系统结构

芯片采用 LQFP 封装, 引脚结构如图 1 所示, pin9~25 为发射部分相关引脚, pin1~8 及 pin26~32 为接收部分相关引脚。

其中 TE/SDTA, RE/SCLK, FS0/SDEN, FS1/LD 这 4 个引脚带有复用功能, 在 SUM 模式下启用第 1 个功能, TE 和 RE 用于设置工作状态, FS0 和 FS1 则用于选择工

收稿日期: 2007-09-20

基金项目: 福建省自然科学基金计划资助项目 (A0410007)、福建省科技重点项目和国家教育部新世纪人才计划项目的联合资助

作频率; 在 PUM 模式下启用第 2 个功能, SDTA, SCLK 和 SDEN 组成串行控制接口 (SCI), 用于写入控制字; LD 用于相位一致性检测。

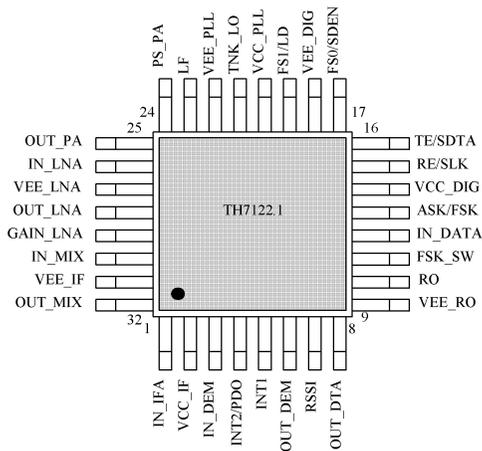


图 1 引脚排列

芯片内部结构如图 2 所示, 包括: 可变增益的低噪声放大器 (LNA)、混频器 (MIX)、中频放大器 (IF)、FSK 解调器、运算放大器 (OA1, OA2)、ASK 解调器、数字逻辑串行控制接口 (SCI)、功率放大器 (PA)、锁相环合成器 (PLL Synthesizer) 等。其主要模块是 1 个可编程的锁相环合成器, 他由参考基准振荡器 (RO)、N/R 频率字寄存器、电荷泵 (CP)、相位/频率检测器 (PFD) 及压控振荡器 (VCO) 组成, 在发射模式下产生载波频率; 在接收模式下产生本地振荡信号, 采用超外差接收方式。

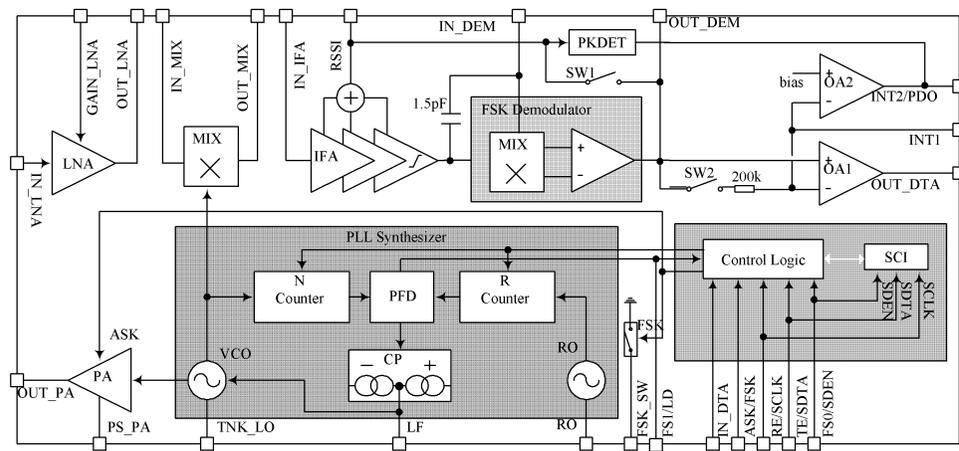


图 2 内部结构图

工作过程: 接收时, 从天线感应到的 RF 信号经匹配网络后由 LNA 放大, 之后经 MIX 下变频到 10.7 MHz 的中频再放大、滤波, 最后解调输出, ASK 与 FSK 的解调输出取自 OUT_DTA, FM 的解调输出取自 OUT_DEM。发射时, 基带调制数据有 2 种输入方式, 一是由 IN_DTA 端输入的标准调制方式, 二是经由 LF 端输入的称为直接 VCO 调制的方式; VCO 的输出信号经 PA 功率放大后, 再经过匹配网络由天线发射出去。

1.3 控制字

任何可编程器件, 只有正确设定芯片的控制字后才能保证按预期的正常工作, TH7122.1 也不例外。他有 4 个控制字 A word~ D word, 对应内部 4 个寄存器, 每个 24 位, 其中包含 2 位地址标志位。这些控制字用于配置芯片的工作条件, 如频率字计数值设置、工作状态设置、增益控制、调制方式设置、电流和功耗控制、输入数据极性设置以及使能设置等。向芯片写入控制字的时序如图 3 所示, 其中 t_{CS} 最小值为 150 ns, t_{CH} 最小值为 50 ns, 其余的最小时间为 100 ns。

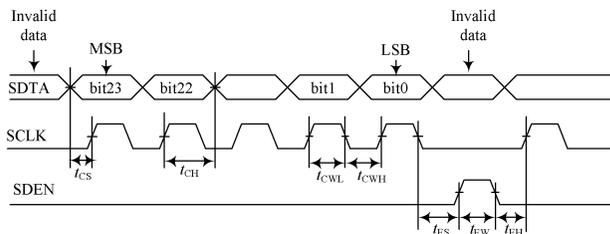


图 3 写控制字的时序图

2 硬件设计

整个模块的硬件由 TH7122.1 无线收发芯片及其外围支撑元件电路、单片机 STC12C5052 及其与 PC 的接口电平转换电路组成, 采用标准调制的连接方式, 如图 4 所示。收发双方采用对等通信的方式, 故该电路对收发两端是通用的。

STC12C5052 是一款低功耗及宽电压设计的增强型 1T 8051 单片机^[4], 速度为普通 8051 单片机的 8~12 倍, 可兼容普通 8051 单片机开发系统的使用。在由该模块构成的无线数据传输测试系统中, 利用串口调试工具将要发送的数据由 PC 的串口送到单片机, 再由单片机送入 TH7122.1 调制后发射出去; 接收端解调后由单片机读取再传送给 PC 用以显示对比。TH7122.1 的 SCI 接口、数据输入输出端、增益控制端与单片机 I/O 口相连接, 单片机的收发数据端 RXD, TXD 通过电平转换电路后与 PC 机 RS 232 串口相连。开关 S 用于对单片机手动复位。

单片机所用晶振频率选为 11.059 2 MHz, 可得到相对准确的波特率定时; 对于 TH7122.1, 采用 PUM 使用模式及 FSK 标准调试方式, 晶振频率选用 8 MHz, 发射的载波频率采用 315 MHz, 相应地, 超外差接收时本振频率为 304.3 MHz, 外围元件的取值如原理图中所示。

现在的收发芯片大多有多个工作频段和多种调制方式, 这样不仅跟芯片本身内部电路的设计有关, 比如需要可工作于多频段下的低噪声放大器 LNA^[5], 还跟其外围元件的取值有关。不同频段下, 其外围支撑元件的取值会

有差别; 同一频段下的不同调制方式, 其外围支撑元件取值也会不同, 乃至不同的外围电路形式。同一频段内的相同调制方式, 如果信道间距不过大, 用同样的外围支撑元件在多信道情况下是可以良好工作的。

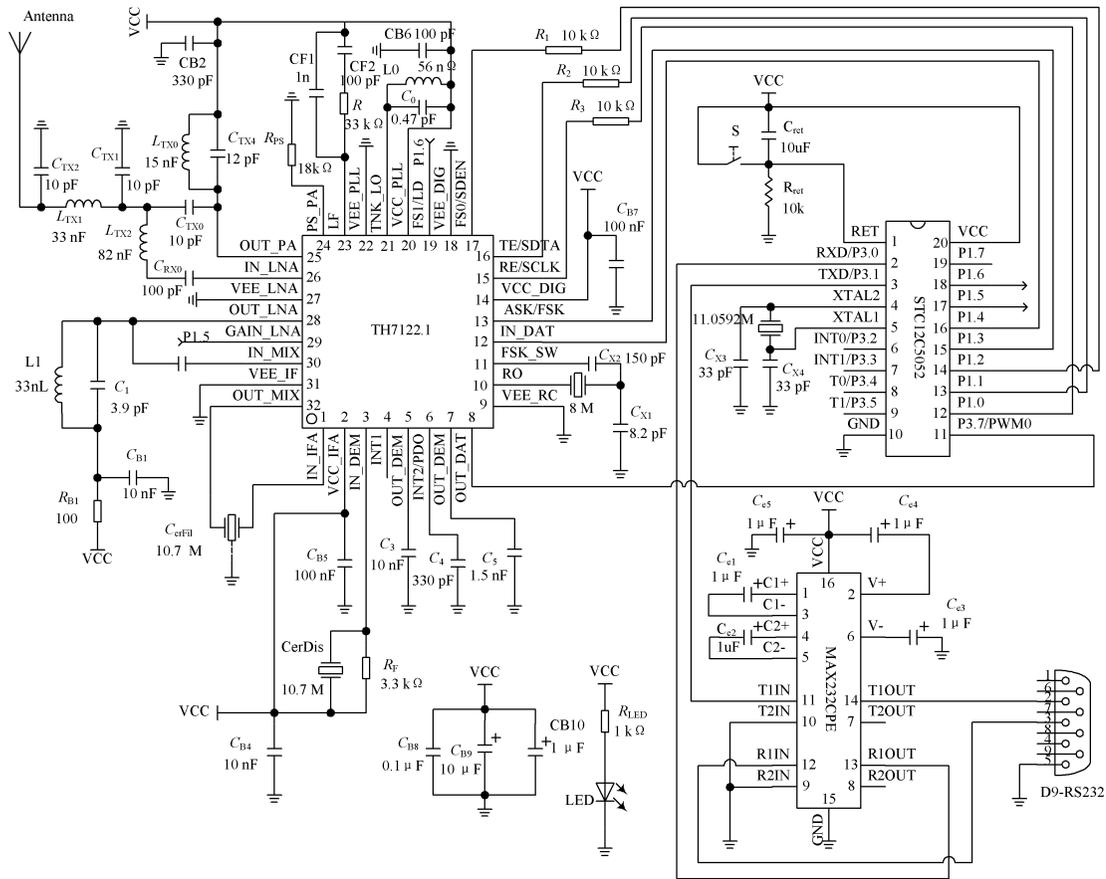


图4 模块电路原理图

3 软件设计

软件编程采用 C 语言, 用 Keil C51^[6,7] 进行编译, 程序流程如图 5 所示:

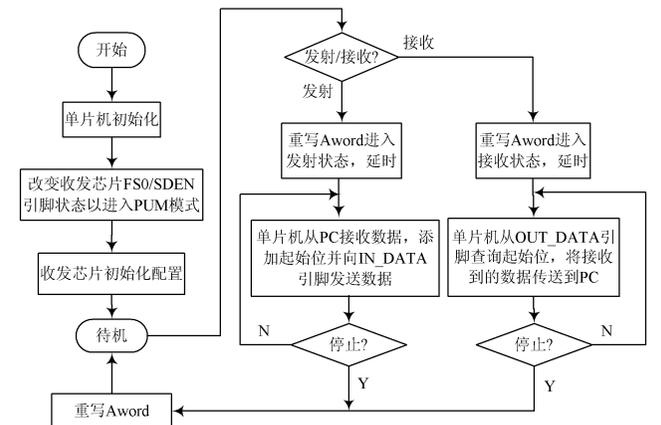


图5 程序流程图

PC 与单片机之间及单片机与收发芯片之间的数据传输都是采用串行方式, 故传输过程中要设置起始标志位

(低电平), 并且要与设定传输波特率定时, 数据校验采用偶校验方式。TH 7122.1 采用透明数据传输, 内部没编码转换, 没有数据寄存器, 所以不像 nRF2401 那样具有突发模式 (ShockBurst™ Mode)^[8], 即不是先存储接收数据, 然后再由某种触发才一次性发射, 而是对接收到的数据直接进行调制并发射; 如果需要, 可以通过在单片机内定义数据块存储空间实现突发模式。在上电后, TH 7122.1 默认处于 SUM 模式, 为进入 PUM 模式以配置芯片的工作方式, 只需改变 FS0/SDEN 引脚的状态, 如设置其从高电平跃变为低电平, 之后就按 SCI 接口的时序要求写入 4 个控制字。由于每个字有自己的地址标志, 所以在任何需要的时候只更改其中一个字, 如在无数据传输时可重写 Aword 使之从收发状态进入待机状态或空闲状态以降低功耗, 而在待机状态下, 可再次重写 Aword 进入收发状态。此外, FSK 调制方式下, 待机状态到发射或接收状态的转换时间最大为 1.5 ms, 发射状态和接收状态之间的转换时间为 1 ms, 所以为保证工作正常, 应在相应的延时时间后才发送接收数据。结合系统的信道频率, 此处发射端

的 A ~ D 控制字为: 0x09F817, 0x5EE815, 0xA4036B, 0xE8033B; 接收端的 A ~ D 控制字为: 0x09F417, 0x5FE815, 0xA4036B, 0xE8033B。

4 调试

采用 STC 单片机 PC 端 ISP 程序下载控制软件 Ver3.1(可从 STC 单片机主页 www.mcu-memory.com 下载得到)将程序编译后生成的 16 进制代码载入单片机中,同时通过该串口调试工具,从 PC1 端发送数据,经无线传输后在 PC2 端接收显示。由于基带数据输入的硬件连接采用 FSK 标准调制方式,根据建议的最大传输速率为 20 kb/s(在采用直接 VCO 调试的硬件连接方式时,最大传输速率为 115 kb/s),设定基带数据的波特率为 19.2 kb/s,调试成功后,可以实现稳定可靠的数据传输。此外,在基带数据输入改用函数信号发生器产生的方波替代时,观察接收端的解调输出,从 1~20 kHz 的范围(相当于数据速率为 2~40 kb/s),两端的信号在示波器上呈现出一样的波形。改变方波的频率,接收端波形同步变化,但在频率较高时波形出现毛点且随频率的升高而增多,说明波形失真已比较严重,因此最好在所建议的最大传输速率范围内使用。

5 结语

本文在对 TH7122.1 芯片性能及原理分析的基础上,实现了一种无线数据传输模块,进而利用该模块构建一个

作者简介 张东彬 男,1984 年出生,泉州人,厦门大学硕士研究生。研究方向为模拟集成电路设计。

(上接第 145 页)

SCATS^[10], SCOOT 等系统,但仍然不能很好地解决交通拥挤堵塞问题。智能交通信号机的研制,一方面可以改善交通堵塞问题、疏导车流、提高道路利用率,同时可以提供交通工具的时间分配、保障道路绿信比和生命财产的安全、节省交警警力、提高效率。新型 LED 交通灯在国内已逐步得到应用,本文设计的这套 LED 交通灯控制系统,采用电流环加串/并转换的远程弱电隔离控制方式,不同于目前市场上采用可控硅强电控制方式,系统可靠性得到很大提高,而且控制简单、电路少、距离远、安装方便、系统升级扩充性好,具有很高的实用价值。因此,交通信号机的研制具有重要意义。

参 考 文 献

[1] 沈鸿星. LED 交通信号灯系统的硬件设计[J]. 电子技术应用, 2004, 30(3): 75-77.

作者简介 刘陆平 男,1966 年出生,江西丰城人,1987 年长安大学交通信号与控制专业本科毕业,华东交通大学工程硕士,副教授。研究方向为交通智能控制,曾发表多篇论文并出版多本教材。

周家才 男,1963 年出生,湖北天门人。研究方向为高速公路交通工程及勘察设计。

无线数据传输测试系统,其工作的信道频率为 315 MHz,经调试表明采用该模块的测试系统可实现稳定可靠的数据传输。模块的结构简单,具有节能模式,对于短距离无线应用如工业无线控制,生物信号采集等具有实用价值,也可嵌入于其他应用系统如无线警报安防系统、车辆监控系统、低功耗遥测系统等。

参 考 文 献

- [1] 黄智伟. 单片无线数据通信 IC 原理与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- [2] Melexis Corporation. TH7122 Datasheet[EB/OL]. <http://www.melexis.com/ProdMain.aspx?nID=121,20061013>.
- [3] Melexis Corporation. TH7122 Product Information[EB/OL]. <http://www.melexis.com/ProdMain.aspx?nID=121,20070227>.
- [4] 宏晶科技有限公司. STC12C2052AD 系列单片机用户手册[EB/OL]. <http://www.mcu-memory.com,20060807>.
- [5] Hashemi H. Concurrent Multiband Low Noise Amplifiers Theory, Design and Applications[J]. IEEE Transactions on Microwave Theory and techniques, 2002, 50(1): 288-301.
- [6] 尹勇, 李宇. μVision2 单片机应用程序开发指南[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [7] 于京, 张景璐. 51 系列单片机 C 程序设计与应用案例[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [8] Nordic VLSI ASA. nRF2401 Datasheet[EB/OL]. <http://www.nvlsi.no,200303>.

- [2] 徐建闽, 徐俊斌, 钟汉如. MSP430 单片机实现交通信号机的研究[J]. 机械与电子, 2004(8): 54-56.
- [3] 陈富安. 单片机与可编程控制器应用技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [4] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [5] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [6] 龚运新, 胡长胜. 单片机实用技术教程[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2005.
- [7] 尹征琦, 朱劲, 刘志勇. 绿冲突的智能保护及其实现[J]. 公路交通科技, 1998, 10(3): 25-29.
- [8] 邵贝贝. 单片机系统可靠性技术及发展[J]. 电子产品世界, 1999(8): 20-21.
- [9] 张正喜. 单片机应用系统的抗干扰软件设计[J]. 计算机测量与控制, 2002, 10(11): 746-748.
- [10] 尹宏宾, 徐建闽. 道路交通控制技术[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002.