

嵌入式 Modem 在专线模式下的数据通信研究

李桂枝¹, 韩江洪^{1,2}, 刘小平¹

(1. 合肥工业大学计算机与信息学院, 合肥 230009; 2. 安全关键工业测控技术教育部工程研究中心, 合肥 230009)

摘要: 为实现低成本、高可靠且传输距离达几千米的数据通信, 提出一个以嵌入式 Modem 和单片机为核心的通信方案。单片机通过 AT 指令对嵌入式 Modem MT9234 模块进行设置。PC 通过电平转换接口电路与 MT9234 模块相连, MT9234 模块之间利用双绞线相连, 并经过 3 个阶段的握手过程建立数据通信, 从而实现 PC 与远方单片机间的通信。硬件仿真结果表明, 与传统 Modem 相比, 专线模式下的数据通信传输距离更远、速度更快。

关键词: 嵌入式 Modem; 专线模式; 数据通信; AT 指令; MT9234 模块

Research on Data Communication of Embedded Modem in Leased Line Mode

LI Gui-zhi¹, HAN Jiang-hong^{1,2}, LIU Xiao-ping¹

(1. School of Computer and Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;

2. Engineering Research Center of Safety Critical Industrial Measurement and Control Technology, Ministry of Education, Hefei 230009, China)

【Abstract】 In order to achieve low-cost but highly reliable data communications for several kilometers, the communication program is designed as the core of the embedded modem and Micro Control Unit(MCU). MCU sets MT9234 module through AT commands. PC connects with MT9234 module by the level-shifting interface circuit. Two MT9234 modules uses twisted pair to establish the data communication after three stages of the handshake process in leased line mode and ultimately builds communications between PC and remote MCU. Hardware simulation results show that, compared with traditional modem, remote data communication in leased line mode is farther and faster.

【Key words】 embedded Modem; leased line mode; data communication; AT command; MT9234 module

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2012.02.085

1 概述

随着近年来通信技术和嵌入式技术的不断发展, 根据不同的场景建立可靠的数据通信变得越来越重要。通信技术按照传输距离可分两大类: 短距离通信和远距离通信。短距离通信有: 蓝牙通信技术^[1-2], 传输距离一般为 10 cm~10 m, 如果增加功率或是加上某些外设, 可达到 100 m 的传输距离; Zigbee 无线通信技术^[3], 其传输距离一般在几百米以内。远距离通信技术有光纤通信、3G 通信技术^[4-6], 虽然它们的传输距离可以达到几千米以上, 但是成本高, 实现复杂。所以, 针对很多传输距离在几千米左右的实际场景, 研究一种经济、可靠的通信技术是非常有意义的。目前, 国内比较有效的方法是由电话线传输数据, 采用传统的 Modem 通过拨号的方式^[7-9], 利用 PSTN 网建立数据连接, 但其不适用于复杂的环境, 如煤矿井下。为了使其传输距离达几千米同时又具有普遍的实用性, 本文采用嵌入式 Modem MT9234^[10-11]模块, 在专线模式下, 将数字信号转化成模拟信号, 通过双绞线直接传输, 从而使通信更便捷、可靠。与普通的外置 Modem 相比, 嵌入式 Modem 具有体积小、性能稳定、高度集成化等优点, 可以方便地嵌入到各种通信系统中, 因此, 具有更广阔的应用前景。

2 Modem 通信系统的硬件设计

通信系统由监控中心 PC、MT9234 模块、单片机组成。PC 与 MCU 之间通过 MT9234 模块在专线模式下建立数据传输, 系统结构如图 1 所示。

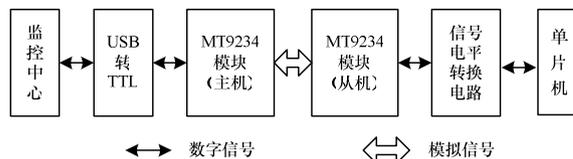


图 1 系统结构框图

2.1 系统的硬件模块

系统采用 Freescale 公司的 MC9S12DT256^[12]作为控制芯片, 嵌入式 Modem 选用 MultiTech 的 MT9234 模块, MT9234 模块之间通过电话线直接相连, 图 2 为 MT9234 模块与单片机的电路原理图。其中, MC9S12DT256 的内核是 16 位的 HS12 CPU, 工作电压为 5 V, MCU 的 SCI 串口通过电平转换电路与 MT9234 模块相连, 建立数据通信。MT9234 模块是一个支持数据传输和传真的嵌入式 Modem, 双列直插式, 设计紧凑, 尺寸为 1×2.5 英寸², 易于集成到其他嵌入式系统中, 包括控制器、数据泵、DAA、一个标准的串口和一个 RJ11 接口。它支持 V.34 通信协议^[13]以及 AT 命令, 采用 QAM 调制解调技术^[14], 工作电压为 3.3 V, 需要通过电平转换电路和 MCU 建立连接。MT9234 模块的引脚功能描述见表 1。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60873003); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20070359028)

作者简介: 李桂枝(1986—), 女, 硕士研究生, 主研方向: 数字通信; 韩江洪, 教授、博士生导师; 刘小平, 讲师、博士

收稿日期: 2011-05-18 **E-mail:** lgz611@yahoo.cn

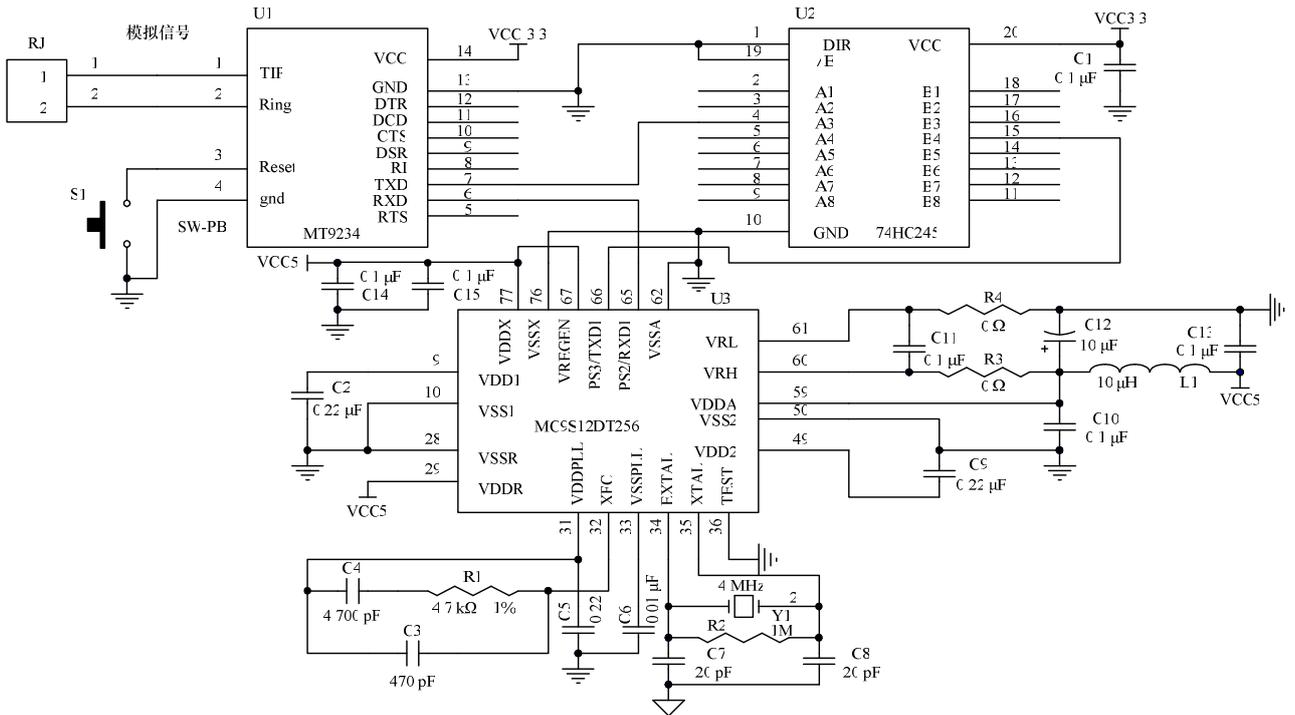


图2 MT9234 模块与单片机之间的接口电路

表1 MT9234 模块的引脚功能

引脚	功能	描述
/RST	输入	请求发送
RXD	输出	接收数据
TXD	输入	发送数据
/RI	输出	Modem 检测到电话响信号
/DSR	输出	数据设备就绪
/CTS	输出	清除发送
/DCD	输出	载波检测
/DTR	输入	数据终端就绪
RESET	输入	复位
Tip	输入/输出	数据传输线, 与电话线相连
Ring	输入/输出	数据传输线, 与电话线相连

2.2 MT9234 模块之间数据通信的建立

在专线操作模式下, 2 个 MT9234 模块分别被设置成主机与从机, 它们在建立数据通信时的握手过程如图 3 所示, 包括以下 3 个阶段:

(1)线路测试阶段: 由初始信息交换、线路检测和二次信息交换组成。初始信息交换是交换 MT9234 模块通信双方的兼容性指标信息, 包括终端所支持的符号率以及对应的可用载波频率、检测双方是否允许按照不同的符号率进行收发数据等。而线路检测部分主要包括环路延时测试和信道特性测量。环路延时参数是确定远端模块回波抵消器的抽头延时参数以及用来作为握手过程是否超时的依据。信道特性测量主要包括对信道的频谱特性、信道非线性特性特性和噪声功率谱特性的测量。通过测量结果来选择合适的波特率和载波频率, 还要根据信道的信噪比确定发送功率, 保证接收方输入信噪比在规定指标下, 发送方受干扰影响最小。

(2)回波抵消参数和信道均衡参数训练阶段: 这一阶段在半双工模式下进行, 采用半双工方式可以更好地确定回波抵消器的参数。这一阶段所有发送的信号都是采用在第 1 阶段确定好的波特率、载波频率以及发送功率等参数。接着进行信道均衡参数训练, 并确定下一阶段所用星座图的尺寸。

(3)最后训练阶段: 在全双工模式下进行, 是握手过程的最后阶段。先进行综合训练; 然后是最后一次信息交换, 用来确定双方最终的数据传输速率、网格编码方案、预编码、非线性编码和壳状映射等所需的参数; 最后进行超帧同步。完成 MT9234 模块建立数据通信的握手过程后, 就可以进行同步数据通信。

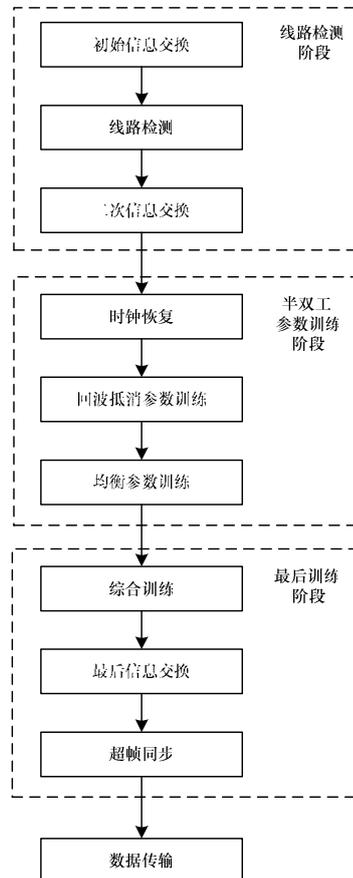


图3 MT9234 模块建立数据通信的握手过程

3 系统软件设计

系统软件设计主要有 MT9234 模块初始化设置和远程数据传输两部分。MT9234 模块支持工业标准的 AT 指令。

3.1 AT 指令

MT9234 模块在 AT 指令下的工作状态有: (1)离线命令状态, 即此时 MT9234 模块之间没有连接; (2)在线命令状态, 即此时 MT9234 模块与另一个模块相连, 是一种临时状态; (3)数据状态, 即 2 个 MT9234 模块已经相连, 并准备传输数据, 此时模块将不再响应 AT 指令, 终端机发送的数据经接收模块处理后发送出去。当 MT9234 模块处于命令工作状态时, 将等待终端机发送过来的 AT 命令。在线命令状态和数据状态之间的相互转换指令为: (1)+++AT, 用于将数据状态转为在线命令状态; (2)ATO, 用于将在线指令状态转为数据状态; (3)+++ATH, 挂机指令。输入 AT 指令后都要以回车结尾才有效。

3.2 MT9234 模块的初始化设置

在建立数据通信之前, 必须对 MT9234 模块进行初始化设置, 包括与 PC 相连的主机模块以及和单片机相连的从机模块。初始化设置部分可以写在主程序里, 但是每次启动应用程序时都要对模块进行初始化, 比较麻烦, 所以, 也可以将其写在模块的非易失存储器里, 这样不用每次都对模块进行初始化设置。对主机 MT9234 模块初始化先后发送的 AT 指令如下: (1)AT&L1, 模块设置成主机、专线工作模式; (2)AT&D0&R1&S0, 模块将忽略 DTR、DSR、RTS 信号; (3)AT&C1, 将模块设置成载波检测信号随着线上实际状态变化; (4)AT&K4, 设置成软件流量控制始能; (5)ATE1X4, 设置为回应所收到的指令和返回结果码的类型; (6)ATMSV34\$MB33600, 模块的通信协议为 V.34 通信协议, 传输速率设置成 33 600 bit/s; (7)AT&W, 将以上对模块的配置存储到非易失存储器中。

主机的初始化和从机的初始化基本相同, 区别是单片机对 MT9234 模块发送“AT&L2”指令, 将其设置为从机。还有从机的 DTR、DSR、RTS 信号可以忽略不用设置。

3.3 远程数据传输的软件设计流程

系统远程数据传输的软件设计流程如图 4 所示。

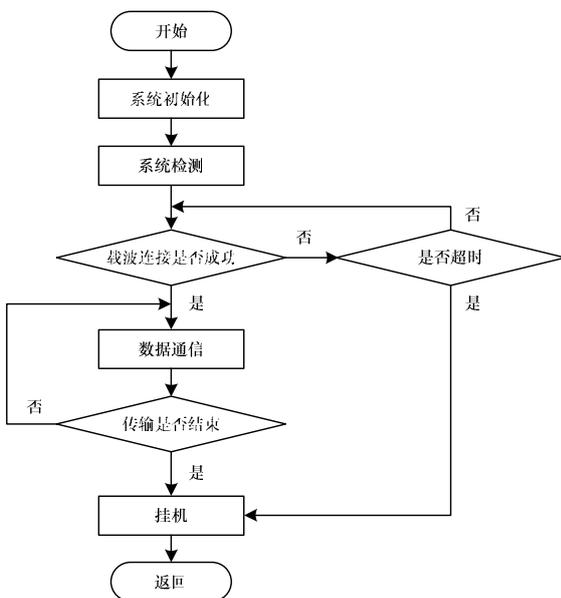


图 4 远程数据传输的软件设计流程

通过软件对系统进行初始化设置后, MT9234 模块之间

相互发送信息, 检测信道质量, 确定信道参数, 如载波频率、数据传输率。双方检测线路建立载波连接的整个过程大约需要 20 s 的等待时间, 双方没有在规定时间内检测到载波信号, 则载波建立连接失败, 双方 MT9234 模块都将自动释放线路, 同时返回“NO CARRIER”结果码, 表明双方连接失败; 双方载波连接成功, 则返回“CONNECT CARRIER”结果码, 表明双方连接成功, 并可进行数据通信, 实现 PC 与单片机的远距离数据传输。当数据传输结束后, 向 MT9234 模块发送“+++”序列, 使主从机从联机状态转换到命令状态, 延时一段时间后, 再发送“ATH0”命令挂机, 则一次数据通信结束。

4 基于仿真导线的实验验证

在测试模块传输距离时, 因为实际电缆线一捆盘在一起和拉直之间容抗和感抗存在很大的变化, 所以实验采用仿真线缆来测试。在物理模型中, 任何一段单导线可以分解为一定的电感量、电容量和电阻量。本文采用的是国家煤矿安全标准中的双绞线标准, 特征阻抗为 120 Ω 的双绞线差分传输的仿真电缆参数为: 电感量 0.8 mH/km, 导线间的结电容为 0.06 μF/km, 电阻量为 12.8 Ω/km。由于电阻量容易因温度变化而变化, 为了使仿真结果更准确, 实验环境温度为 25℃ 左右。采用 H 型的对称配置来制作仿真导线, 传输距离为 1 km 的导线如图 5 所示。如果仿真导线是 1 km 的整数倍, 则按照图 5 的电路图整个串联; 如果要仿真的导线长度小于 1 km, 则仿真参数按照 1 km 的参数比例进行设置。硬件仿真实验结果表明, MT9234 模块在传输速率为 33.6 Kb/s 时, 传输距离可达到 9 km。

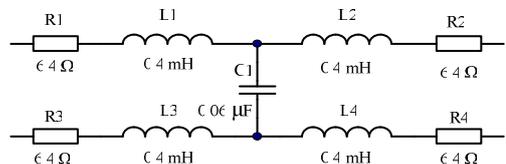


图 5 1 km 双绞线的仿真模型

5 结束语

本文设计的嵌入式 Modem 在专线模式下的远距离数据通信方案已经在煤矿井下通信系统中得到了应用, 实现了主控机和区域分站之间的数据传输, 传输速率以及传输距离达到了应用要求, 其性能可靠, 成本低, 同时便于嵌入到其他通信系统中。目前实现的是点对点通信, 下一步工作是在此性能基础上进行改进, 设计主机多从式数据通信系统。

参考文献

- [1] 郭瑞, 黄樟钦, 侯义斌. 基于蓝牙技术的环绕智能感知系统[J]. 计算机工程, 2007, 33(14): 286-288.
- [2] 严义祥, 徐昌彪, 赵全军. 矿井下基于蓝牙技术的网关设计与实现[J]. 科技信息, 2010, (5): 34-36.
- [3] 吕西午, 刘开华, 赵岩. 基于 Zigbee 的无线监测系统设计与实现[J]. 计算机工程, 2010, 36(5): 243-244.
- [4] 刘高平, 杨如祥, 秦一涛. 光纤温度传感器在水库水位监测中的应用[J]. 电子测量与仪器学报, 2008, 22(5): 112-116.
- [5] 杨光, 商飞, 田地, 等. 基于以太网与 GSM 网络远程传输系统的设计与实现[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(7): 95-99.

(下转第 258 页)