

# 基于 GPRS 的远程水雨情监测站的设计

王艳庆,周辉林,徐帮辉

(南昌大学,信息工程学院,江西 南昌 331000)

**摘要:** 基于移动通信网络,设计了新型水雨情远程监测站系统。分析了系统的组成和功能需要,完成了以 P89LPC954 单片机为控制中心的软硬件设计,描述了通过超短波电台、GSM 短信独立或组合方式进行数据通信的工作原理,对 RS485 传感器接口、雨量传感器接口、数据存储器和时钟电路的设计作了详细阐述,并进行了运行测试。测试结果证明,该系统人机界面友好,操作简便,具有良好的传输特性。

**关键词:** 单片机;GPRS;超短波;GSM 短信

中图分类号: TP277

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2010)23-0086-04

## Research of remote hydrological monitoring system based on GPRS

WANG Yan Qing,ZHOU Hui Lin,XU Bang Hui

(Information Engineering School,Nanchang University,Nanchang 331000,China)

**Abstract:** The remote hydrological monitoring system based on GPRS technology was studied in this paper. The functions of the system were analyzed and the makeup of the system was given. The designs of hardware and software based on single chip (P89LPC954) were given. The design of the sensor interface based on RS485, data storage and clock circuit were elaborated. Under tested in the laboratory and in the actual circumstance, the system shows friend interface, simply operated, and good performance.

**Key words:** single chip; GPRS; ultrashort wave; GSM message

洪水预警报系统综合运用水文、通信、计算机和自动控制等技术,实时、快速、准确地采集流域内各代表点的雨水情信息,传递到有关防汛指挥部门,给水库防洪调度、防汛减灾、抗洪抢险等提供科学决策依据。其中远程水雨情监控系统的主要任务是实时完成降雨量、水位、流量数据的采集、传输、存储等任务,并实时发送到监测中心的服务器进行处理。

远程监测系统通常采用超短波通信、数字微波通信或租用卫星信号等方法实现监测终端与监测中心的通信。这些方法存在一些局限性,如采用超短波通信、数字微波通信需要架设中继站,前期投资和后期维护费用高,且存在着频率资源不足等缺陷;采用卫星通信虽能有较广的覆盖面,但存在着对卫星依赖、投资较大及容易受到其他各方面因素的影响等问题<sup>[1]</sup>。

近年来我国移动通信系统得到了飞速发展,现在已经进入 3G 时代,但 3G 网络存在诸多使用问题,因此介于传统通信技术与 3G 技术之间成熟的 GPRS 技术得到

了广泛的关注与应用<sup>[2]</sup>。

参考文献[3]详细分析了 GPRS 监控系统与 GPS 监控系统的性能,结果表明基于 GPRS 的监控系统具有高传输率、较短接入时间、较低通信成本及组网简单等特点,可以实现不同数据量的低成本传输。徐光<sup>[4]</sup>在环境在线监测监控管理与发布系统采用 GPRS 技术,充分发挥了通用无线分组服务数据传输的优势,该系统具有传输速率高、延时小、实时性强、建设方便、费用低廉等显著特点。

本文基于 GPRS 技术,以单片机为核心,设计了水雨情监控系统,分析了系统的工作原理,给出了系统的各部分电路设计。测试及实际工作运行都表明,系统具有良好的性能,能够满足远程监测水雨情的实际需要。

### 1 系统结构及工作原理

新水雨情远程监测站以 NXP 微控制器 P89LPC954 为核心,控制采集数据,完成与其他设备的通信及功能实现。响应降雨量采集电路的中断来实现降雨量的测

量,响应时钟芯片的定时中断来确定是否进行相应的测量以及平安报的功能,通过RS-485端口或标准RS-232C串行口实现对RS-485接口或标准RS-232C串行口的传感器的控制与数据的读取,通过标准RS-232C串行口与超短波电台或GPRS无线数据模块实现数据发送与交互。另外,系统设置有LCD显示模块及键盘,可以对系统各功能参数进行设置,或对各功能进行测试。

图1为监测功能框图。虚线为主控制板,其他为外接模块。所有外部设备的电源均由电源管理输出控制,即在待机状态下,传感器或电台等发送模块处于电源关闭状态。

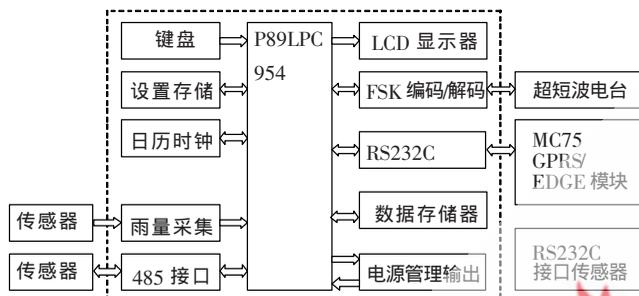


图1 远程监测站电路功能框图

## 2 硬件电路设计

### 2.1 主控制器 P89LPC954

P89LPC954是一款单片封装的微控制器,适合于许多要求高集成、低成本的情况,可以满足多方面的性能要求。采用高性能的微处理器结构,指令执行时间只需2~4个时钟周期,6倍于标准80C51器件。灵活的端口配置及优良的内部特性,集成了许多系统级的功能,这样可大大减少元件数目、电路板面积以及系统成本,并且增强系统的可靠性。

P89LPC954所有封装形式均可工作于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围,可以适应需要的工业级工作环境。P89LPC954带有内部看门狗电路,内部看门狗定时器具有独立的片内振荡器,软件设置中断时间,因此它可用于振荡器的失效检测。操作电压范围为2.4~3.6V,具有宽工作电压范围。低电平复位输入可由任何内部复位驱动。复位计数器和复位干扰抑制电路可防止虚假和不完整的复位。使用片内上电复位时不需要外接元件,并且还提供软件复位功能。加上全部I/O端口均采用施密特触发端口输入,这些功能,使得只要在外电路加上简单的滤波,再从软件角度就可以实现很强的抗干扰能力。芯片内部的串行Flash支持在系统编程(ISP)模式,可实现对已焊接在最终应用系统上的器件的编程。片内提供两个增强型UART;一个PC通信端口;一个SPI通信端口;8输入多路10位数据宽度的A/D转换器;8个键盘中断输入和2路外部中断输入;至多可获得40个I/O口以及高电流输出能力。由于苛刻的工作电流要求,低功率损耗的芯

片内部同时提供足够的资源非常重要。

### 2.2 GPRS/EDGE 通信电路设计

MC75模块是基于西门子移动、ADI和TTPCom技术,基于GSM网络的第三代(Version03.010)的GSM/GPRS/EDGE无线模块(兼容第二代)。芯片制造商ADI公司提供基带芯片组和通信软件生产商TTPCom公司提供的协议软件。

EDGE技术提供三倍于GPRS的传输速率,使其成为最快速的基于GSM技术的数据传送的选择。可以为下载和音视频流提供实时数据传递,如用于数字影像或即时消息服务。MC75模块可以运行于四频GSM网络,因此可以在所有现有的GSM网络使用。模块具有极其紧凑的尺寸和极轻重量,加之与印刷电路板的单面装配,适于需要移动通信的移动计算解决方案。

### 2.3 FSK 编解码与超短波电台电路设计

监测站具备超短波通信功能,超短波的射频部分由日精NISSEI无线数据通信电台ND886A完成。ND886A电台是适用于各种严酷环境的工业级产品,具备良好的屏蔽及散热能力,发射射频电路采用目前最先进的低噪声场效应电路设计,高灵敏度,高效率,极低的待机电流和发射电流,特别适合于野外需要太阳能电池供电的应用场合。数据通信与语音通话兼容。主要功能及参数可通过编程灵活设置。

FSK编解码采用MC145442。MC145442是一种CMOS单芯片低速调制解调器,包含一个完整的频移键控(FSK)调制器、解调器和滤波器。符合国际电报电话咨询委员会V.21规范。器件提供了一对收发信道,可以进行全双工或半双工300b/s的数据通信。

MC145442芯片的TxD、RxD端口是全双工或半双工、波特率为300b/s的串行接口,主控制器P89LPC954使用UART就可以进行通信。数据格式由信道决定。本设计中信道为ND886A电台,原系统使用8位数据位,无校验位,一位停止位。MC145442芯片及电台的电源控制如图2所示。

### 2.4 RS-485 传感器接口电路设计

RS-485传感器接口是本设计中用于传感器通信的端口。利用RS-485实现多路数据采集。由于受到至多连接32个设备的限制,所以一些应用场合不能符合要求。本设计采用软件寻址方式,既兼容现有系统,又可通过在监测站和传感器之间加接一个传感器通信电路,实现80路数据采集。

RS-485接口电平变换通过带瞬态电压抑制功能的RS-485收发器SN75LBC184完成。SN75LBC184是差分数据收发器,具有内置高能量瞬态噪声保护功能。该功能能够抑制大多数现有设备的数据线瞬态噪声。SN75LBC184提供了可靠的低成本直接耦合(无隔离变压器)数据线接口,无需任何外部元件。能承受过压瞬

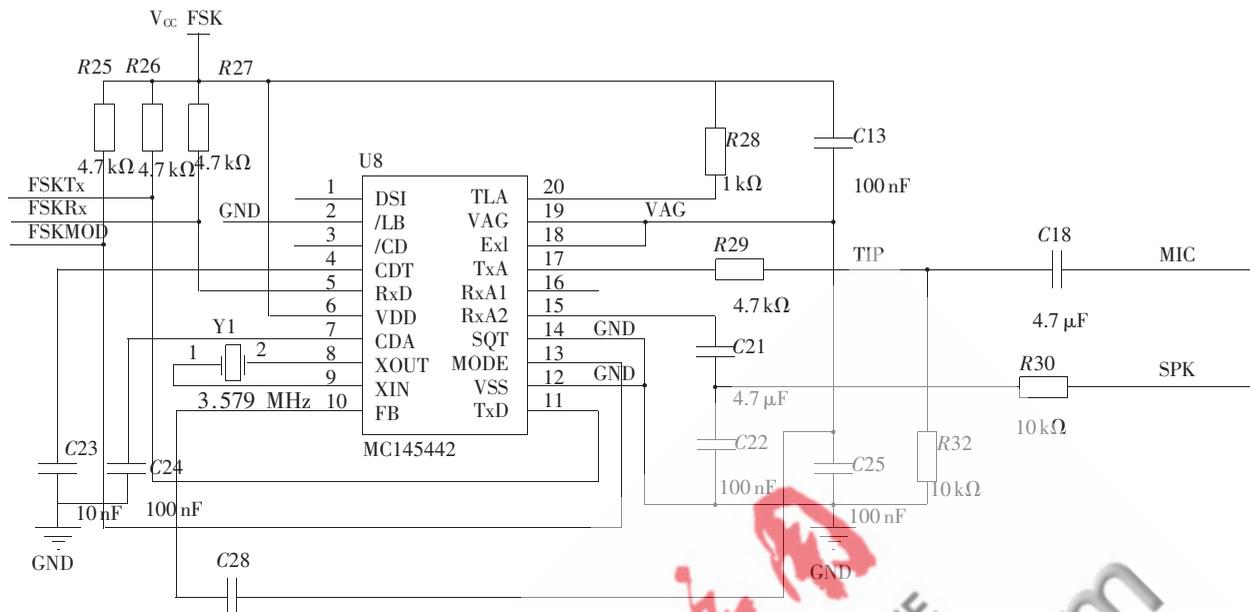


图2 MC145442与主控制器的接口

变的 400 W 的峰值(典型值),依据 IEC 61000-4-5 的要求进行的模拟过压瞬变和单向飙升引起的过电压开关和二级雷电瞬变模型的组合波形,芯片能提供更高的可靠性。

主控制器 P89LPC954 的 UART1 用于 RS-485 接口的实现,因为要对 RS-232 与 RS-485 进行转换,需要增加一个端口用于控制 RS-485,使其完成收发状态的变换,见图 3。

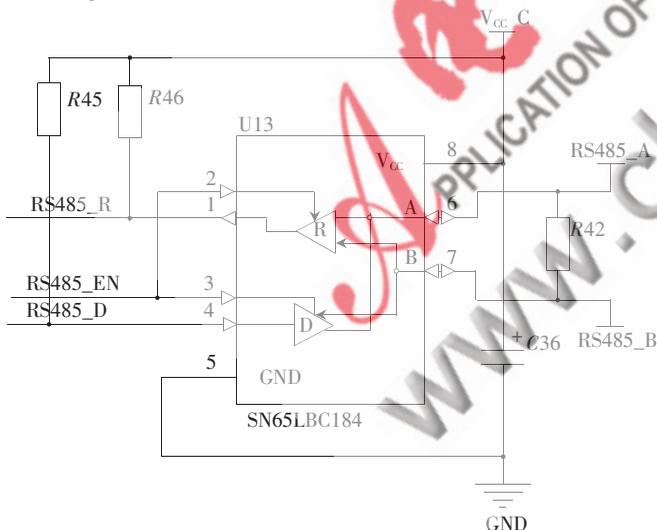


图3 SN65LBC184与主控制器的接口

## 2.5 雨量传感器接口电路设计

雨量传感器接口经保护电路和整形电路(如图4所示)接至单片机,其输入是一个开关信号。保护电路主要采用图中 D2~D5 所组成的网络。正向脉冲由 C7、C8 吸收尖峰后,由 D2、D3 阻断,负向脉冲则由 D4、D5 钳位,以达到保护目的。U7 是一个光电耦合器,承担隔离功能与锁定功能。

《微型机与应用》2010年第29卷第23期

## 2.6 数据存储器

大容量的监测数据存储是监测站的数据安全措施之一,可以保证在通信信道出现故障等原因时不会造成数据丢失。每一个正常监测到的数据都会连同测量时间一起保存到数据存储中。因此,对数据存储器的主要要求是不会丢失数据或出现数据错误,并且低功耗。

M25Pxx 是 512 Kbit~32 Mbit 的(4M×8)串行闪存,具有先进的写保护机制,包括软件标志位保护,以及引脚驱动的硬件保护。它通过高速的 SPI-COM 的总线访问,具有有效的数据保护措施。过多噪声的存在, SPI 器件可能不会正常运行。M25Pxx S 端口用于多个 SPI 器件使用时的片选。低电平选择有效。H 为保持控制。低电平时, SPI 输出端 Q 呈高阻态,这是并联使用时编程应该考虑的。

## 2.7 存储器设置与时钟电路设计

远程监测站的一些参数数据需要预先设置并且在掉电时不会变化,如所在区域、所在位置(站点)、采样间隔时间、平安自报时间、系统中心站 GSM 号码、GPRS 数据传送的目标网址等。本设计中采用 24C256 芯片用于设置数据的保存和设置。24C256 是兼容 I<sup>2</sup>C 串行总线接口 EEPROM,具有存储时间长,掉电不丢失等特点。

远程监测站的另一个重要功能是日历时钟,由使用 PC 串行总线接口的 PCF8563 完成。

PCF8563 是低功耗的 CMOS 实时时钟/日历芯片,它提供一个可编程时钟输出、一个中断输出和掉电检测器,所有的地址和数据通过 I<sup>2</sup>C 总线接口串行传递。最大总线速度为 400 KB/s,每次读写数据后,内嵌的字地址寄存器会自动产生增量。具有极低功耗的多功能时钟/日历芯片。PCF8563 适应 1.0~5.5 V 的宽工作电压范围,并且具有典型值为 0.25 μA 超低电流消耗和极低功

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 97

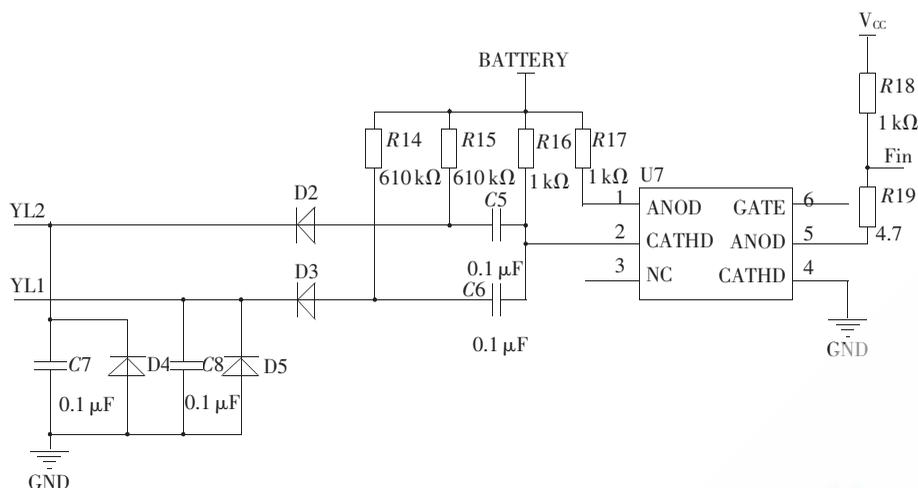


图4 雨量信号的保护和整形电路

耗的特点,因此可以使用锂电池供电,这对远程监测站满足待机电流的要求非常重要。使用独立的低功耗日历时钟,将允许微控制器进入深度睡眠状态,而其他部件则可以进入断电状态。

## 2.8 LCD 界面与按键设计

原系统使用个人计算机或专用设置设备通过串口进行设置、人工置数以及最后一次数据读取,不提供现场观测。新增的 LCD 显示器与按键提供类似功能。

LCD 显示器采用基于 ST7920 的 RT12864M,ST7920 点矩阵 LCD 控制/驱动器,可以显示字母、数字符号、中文字型及自定义的图形。可以提供三种控制接口,分别是 8 位微处理器接口、4 位微处理器接口及串行接口;内含显示 RAM、字型产生器,以及液晶驱动电路和控制器。本设计采用串行接口与主控制器进行通信。只需要一根时钟线,一根串行数据线。LCD 显示器使用三个端口,LCD\_LIGHT 输出用于其电源控制。

键盘使用五键查询。使用 P89LPC954 的端口 P03~P07。P89LPC954 的 P0 口可以设置为键盘口,有专门的中断及键盘掩码。键盘中断可将 P89LPC954 从节电模式中唤醒,再配合定时器,实现 LCD 显示器按需显示,没有人工操作时进入节电状态。

## 3 程序结构及设计原理

系统软件程序组成如图 5。中断服务程序均设置相应任务标志,同时关闭对应中断。待相应处理程序处理完成,保存数据后才重新打开中断。其他各模块基本上与硬件对应,控制各硬件部分完成系统需要的功能。

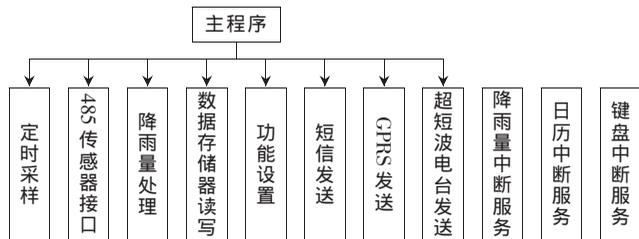


图5 程序组成框图

程序设计思路以稳定为目标。系统以任务标志查询方式工作,最多二级中断结构。中断服务程序仅完成标志设置或数据转存,尽可能减少堆栈嵌套,避免出错。主程序初始化后轮询,出现标志时调用各功能模块程序执行。所有任务完成后进入节电模式,由任务中断唤醒。

## 4 监测站运行测试

远程监测站系统在冷柜模拟的零下 16℃低温环境和 45℃封闭房间均进行超过一周的运行测试。采用与服务中心相同配置的中心超短波电台接收电台数据。使用手机进行短信接收。

使用自设的服务器,利用端口数据扫描软件进行端口数据扫描。

低温试验约一个月的时间,用于测试的系统一直正常运行。

功能测试用于人工观察远程监测站的各部分功能是否正常。分别测试降雨量输入、水位测量、电台发送、短信发送、GPRS 发送。

除了以下差别外,实际工作与进行功能测试时使用了相同的功能程序,工作流程完全相同。现场运行时显示器将关闭,以节省电能;测试降雨量输入、水位测量只测试和显示,不保存,不发送。

超短波电台发送时与设置有关。如果参数设置时“自报确认”为“关”状态,只发送一次,否则会等待接收应答数据。因此在没有应答时,会重发一次并且会出错。

在设置包含 SMS 短信数据发送选项时,每测量一次产生一个数据,并发送一次。如果设置 SMS 短信数据发送作为第二通道,则仅在主通道没有应答时或出错时才会发送。

实际系统运行时,水情监测系统中心服务器最多可设置两个 GSM 短信接收终端,其一个为主机,另一个作为备份。数据通过服务器端的接收程序处理。

在设置包含 GPRS 短信数据发送选项时,每测量一次产生一个数据,并发送一次。如果将 GPRS 短信数据发送设置为第二通道,则仅在主通道没有应答或出错时才会发送。

实际系统运行时,水情监测系统中心服务器需要向 Internet 开放一个协商好的端口。数据通过服务器端的接收程序处理。服务器端的 IP 地址在设置远程监测站时要先行设定。

新的远程监测站设置中心在接收电话号码及 IP 地址、日期时间后即进入运行状态。新的远程监测站实验运行表明,系统能按要求正常采集降雨量和定时的水位

测量,并在每一次采集后,按照设定的传输模式,将数据发送到中心接收端。

本文围绕 MC75 EDGE (GPRS) 模块构建了新型水雨情远程监测硬件平台。采用一款高性能的微控制器实现了低功耗高可靠性的系统设计。设计实现了基于 EDGE (GPRS) 的通信的 SMS 短信发送方式和 GPRS 网络数据传送方式。同时兼容原超短波系统,并增加了新的数据传送方式——基于 EDGE (GPRS) 连接的 SMS 短信与 Internet 数据传送。基于 EDGE (GPRS) 的通信可以工作在独立、并行数据通道或作为辅助通道在主通道失败时使用。实现良好的中文人机界面、多种功能现场设定、便捷操作的新型监测站,除水雨情远程监测控制终端本身以外,完全兼容原来的水雨情远程监测系统,可用于直接代换。使用 EDGE (GPRS) 模块适应当前正在应用 2G 网络,通信能力接近于并可以无缝过度到正在兴起的 3G 无线通信方式。多重通信方式及灵活的组合,现场功能设定等,实现系统开放性和可扩展性,适于分期扩容及

升级改造的规划。

参考文献

- [1] 赵云翔,张青,焦尚彬,等.基于 GPRS, SMS 和卫星通讯的水情遥测系统通讯方案设计 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005(6): 136-140.
- [2] 吕捷. GPRS 技术[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.
- [3] Ning tao. Vehicular GPS monitor system based on GPRS network [P]. IEEE 2007 International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation and EMC Technologies for Wireless Communications, 2007.
- [4] 徐光. 环境在线监测监控管理与发布系统[J]. 中国环境监测, 2006, 22(4): 10-13.

(收稿日期: 2010-07-12)

作者简介:

王艳庆,男,1986年生,硕士,讲师,主要研究方向:电子信息工程。

电子技术应用  
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE  
www.chinaAET.com