

基于 MSP430 单片机的气象数据采集系统

郭勇 姜学东

(北京交通大学电气工程学院 北京 100044)

摘要:针对目前国产气象数据采集设备不多的状况,本文设计了一种基于 USB 的气象数据采集器,并且详细介绍了多通道温度、湿度以及大气压数据采集系统的结构设计和工作原理。该系统的微控制器采用 MSP430F449 单片机,对多通道的温度、湿度及大气压数据进行通道选择、数据采集、数据处理、液晶显示,同时还设计了基于 USB(universal serial bus)技术的数据存储系统,极大地改善了数据传输速率和存储容量。

关键词: MSP430;气象数据采集;液晶显示;USB

中图分类号: TP368 **文献标识码:** B

Design of meteorological data collection system based on MSP430 MCU

Guo Yong Jiang Xuedong

(School of Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044)

Abstract: Due to the insufficiency of domestically made meteorological data collecting device, We propose a kind of meteorological data collecting system based on USB (universal serial bus). The working principle and system structure of meteorological data collecting system with multi-channel temperature, humidity and air pressure display are introduced. The system uses MSP430F149 as the controller to choose channels, collect, analyze and display data on LCD. A data storage system based USB technology was designed to save the meteorological data on memory medium, which greatly improve the transfer speed and storage capacity.

Keywords: MSP430; meteorological data collection; LCD; USB

0 引言

从 20 世纪 40 年代中期至今,伴随着计算机、电子信息技术的迅速发展,许多国家在气象领域早已实现了现代化的改造。在数据采集方面,也已实现了气象数据的实时化和网络化传输,为国民经济的发展和各个业务部门的决策提供了十分有用和广泛的帮助。就我国目前的情况来看,自动气象站的建设还刚刚起步,尽快实现气象监测技术的更新和设备的换代,朝监测仪器电子化、测试方法自动化、数据传输网络化的方向发展已成为必然的趋势。

1 系统结构设计

本系统是一个基于 MSP430 单片机的气象数据采集、处理、传输的智能系统,实现了温度、湿度、气压等气象数据的采集、处理、显示、存储。图 1 是气象数据采集系统框图。微控制器采用 TI 公司的 MSP430F449 超低功耗混合

信号控制器,该控制器具有丰富的内外设和 I/O 端口资源,端口 P1 和 P2 支持中断唤醒。此外,MSP430F449 具有 16 位 RISC 结构,CPU 中的 16 个寄存器和常数发生器使其能达到最高的代码效率。

温度和湿度数据都是模拟信号,有多个通道,通过微控制器控制电子开关来切换采样通道。温湿度信号经过差分放大、A/D 采集单元由 MSP430F449 通过 I²C 总线读入数据。气压传感器具有 RS485 接口,通过串行通信接口与微控制器交换数据。实时时钟发布模块通过 I²C 总线将数据采集的时间传送给微控制器。MSP430F449 将各个通道气象数据及时间信息采集后,经过分析、处理,送至 LCD 显示模块进行实时显示,并通过 USB 接口电路存储至 U 盘。

2 硬件电路的设计

气象数据采集电路主要包括温湿度、气压及时间数据

作者简介: 郭勇(1984-),男,硕士研究生,主要研究方向为电源控制、微机测控技术。

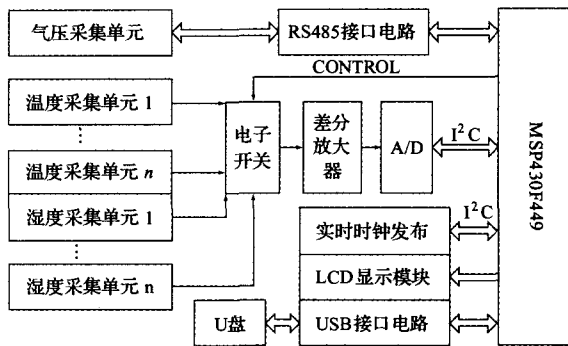


图1 气象数据采集系统框图

采集电路、LCD模块、USB存储模块。

2.1 温湿度采集电路

温湿度采集电路一共包括3路温度和3路湿度信号的采集。温湿度传感器采用芬兰 VAISALA 公司的 HMP45A 温湿度传感器,供电电源为 7~35 V d.c.,可以同时测量空气温度和相对湿度。测湿元件是聚合物薄膜电容传感器 HUMICAP180,输出为 0~1 V d.c. 模拟信号,对应的相对湿度范围为 0%~100% RH。测温元件是铂电阻传感器 Pt100,输出为 0~1 V d.c. 模拟信号,对应测量范围为 -40~+60 °C。温度和湿度的采集电路主要是将温湿度传感器的输出信号进行采集,电路框图如图 2 所示。通过电子开关 CD4051 将 6 路信号逐一切换到采集通道,由 INA118 将采集到的模拟信号隔离放大(放大系数 $G=1+50/R_G$),再由 16 位 A/D 转换器 ADS1110 进行 A/D 转换,通过 I²C 总线将数据传送至 MSP403F449。

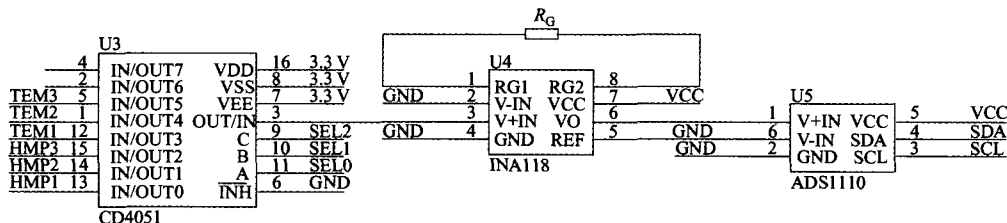


图2 温湿度信号采集电路

2.2 气压采集电路

气压传感器采用芬兰 VAISALA 公司的硅电容压力传感器 PTB220,PTB220 的工作原理是基于一个先进的 RC 振荡电路和 3 个参考电容,并且电容压力传感器及电容温度传感器连续测量,内置微处理器自动进行压力线性补偿及温度补偿。测量范围为 500~1 100 hPa,带有 RS485 数据输出接口。MSP430F449 内部带有串行通信模块(USART),通过简单的 RS485 接口电路就可以与 PT220 通信,获取气压数据。MSP430F449 与 PT220 的接口电路如图 3 所示。

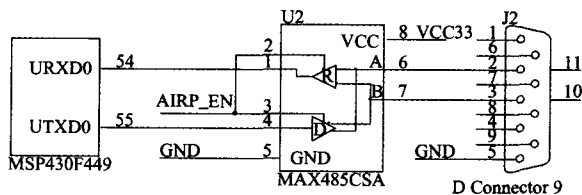


图3 MSP430F449与PT220的接口电路

2.3 时钟发布单元

为了准确地对每次采集的气象数据进行时间上的标定,本系统采用了 DS3231 时钟芯片来获取数据采集时的时间。DS3231 是低成本、高精度 I²C 实时时钟(RTC),具有集成的温补晶体振荡器和晶体。RTC 保持秒、分、时、星期、日期、月和年信息。少于 31 天的月份,将自动调整月末日期,包括闰年补偿。时钟的工作格式可以是 24 h 或带 AM/PM 指示的 12 h 格式。DS3231 的工作电路图

如图 4 所示,DS3231 与 MSP430F449 采用共同的复位信号,在系统上电时即可复位。此外,DS3231 接有备用电池,保证系统断电时仍可保持精确的计时。DS3231 带有 I²C 总线接口,地址与数据通过 I²C 双向总线串行传输。

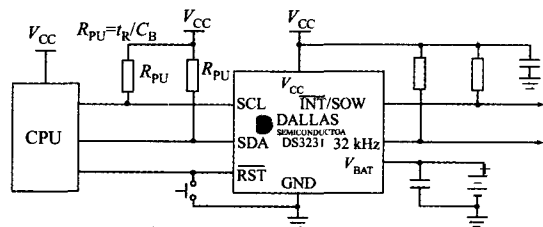


图4 DS3231的典型工作电路图

2.4 LCD 模块

LCD 液晶模块采用 SNJ200,可以显示 2 个字母和 14 个数字,分两行显示。第一行 2 个字母和 6 个数字用来显示要显示的数据类型,第二行 8 个数字用来显示数据。MSP430F449 的片内外设带有液晶驱动模块,可以直接驱动 LCD,采用 4COM 端接法,驱动液晶的段数可达到 80 段。MSP430F449 中的液晶驱动器包括液晶控制寄存器、显示缓存器、段输出控制,公共端输出控制、模拟电压多路器及时序发生器。模拟电压多路器需要的模拟电压通过外部电路提供,通过外接等值电阻产生,加在 R₃₃、R₂₃、R₁₃、R₀₈ 管脚上,提供 1/4 占空比、1/4 偏压所需要的 4 个电压。段输出和公共端输出按照显示缓存器的内容送出相应的信号至 LCD 模块。

2.5 USB 接口电路设计

气象数据采集系统的数据存储采用了通用串行总线(USB)技术,通过 USB 接口将采集来的气象数据以文本文件的格式存储到 U 盘等移动存储设备。Cypress 公司的 SI 811HS 是一款超低功耗的 USB 主/从设备控制器,USB 主/从设备控制器支持全高速(12 Mb/s)和低速数据传输(1.5 Mb/s),内部有 256 B 的 SRAM 缓存,具有标准的 8 位双向微处理器总线接口,访问时地址自动加 1,可大大缩短读/写指令周期。MSP430F449 具有丰富的 I/O 资

源,其中 P1、P2 具有中断唤醒功能,可以满足与 SL811 连接的资源需求。

图 5 是 MSP430F449 与 SL811 的 USB 接口电路图, P2.0 支持中断唤醒接收 SL811 的中断请求, P2.1 为 SL811 的复位输出, P2.2 连接 SL811 的 A0, 当 A0 为低, 选择地址指针寄存器, 当 A0 为高, 选择数据寄存器或缓冲区。 P2.3 为写控制, P2.4 为读控制, P2.7 作为 SL811 的片选。 P3 作为双向数据总线与 SL811 进行数据交换。

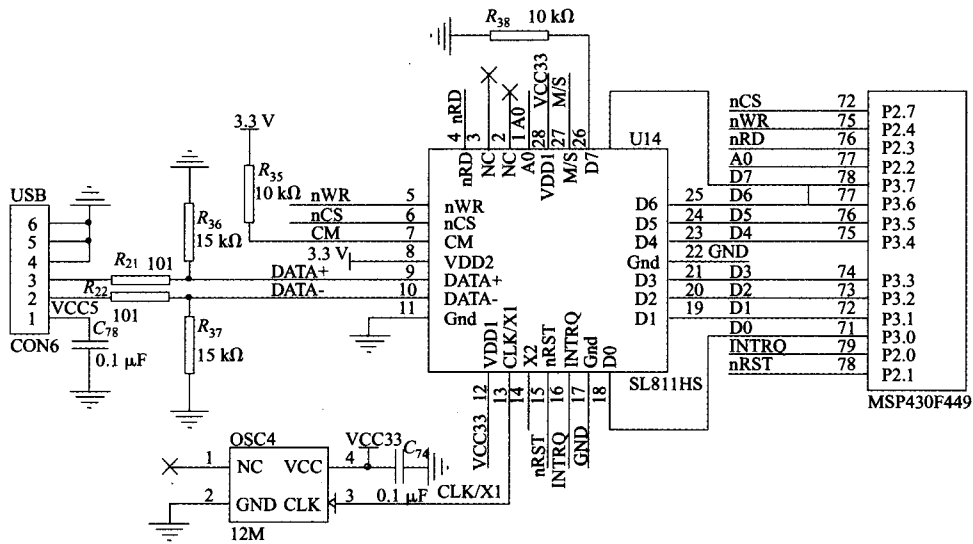


图 5 MSP430F449 与 SL811 的 USB 接口电路

3 软件设计

3.1 主程序流程

图 6 是气象数据采集系统主程序流程图。初始化子程序包括 MSP430F449 的片内资源(I/O, 定时器, USART0)以及 USB 控制器 SL811 的初始化。气象数据的采样时间间隔设置为 10 s, 进入定时器中断后, 开启数据采集通道, 分别采集 3 路温度、3 路湿度、1 路气压数据。数据采集完毕后, 关闭采集通道, 进行数据分析并将数据以数据帧的格式写入缓冲区。微控制器将缓冲区的新数据写入 LCD 显示寄存器, 更新 LCD 的显示内容。如果检测 USB 设备连接标志为 1, 则还需将缓冲区的数据写入 USB 移动存储设备。

3.2 I²C 通信

I²C 是 PHILIPS 公司推出的芯片间串行的 8 位双向数据传输总线, 只需 2 根线(SDA、SCL)即可实现完善的全双工同步数据传送, 位传输速率可达 3.4 Mb/s。I²C 器件是把 I²C 的协议植入器件的 I/O 接口, 使用时器件直接挂到 I²C 总线上, 无需片选信号, 是否选中是由主器件发出的 I²C 从地址决定, I²C 器件的从地址由 I²C 总线委员会实行统一分配。温湿度采集单元采用的 ADS1110 和时钟发布单元中的 DS3231 均为 I²C 器件, ADS1110A1 的

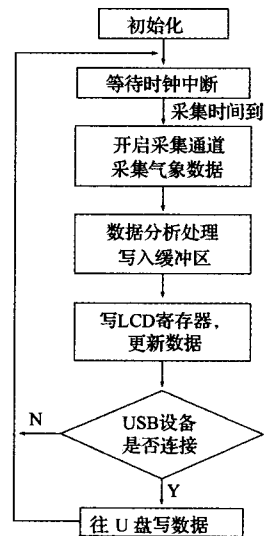
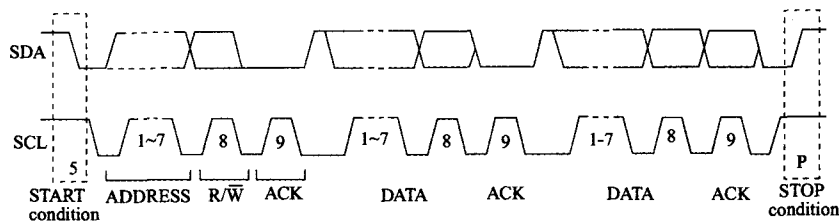


图 6 系统主程序流程图

I²C 从地址为 1101001b(二进制), DS3231 的 I²C 从地址为 1101000b。

I²C 总线数据通信遵循图 7 所示的时序。在 SCL(时钟线)为高电平期间, SDA(数据线)下降沿启动总线, SDA 上升沿停止总线。在起始条件(S)后, 发送了一个从机地

图7 I²C总线的读写时序

址,这个地址共有7位,紧接着的第8位是数据方向位(R/W),0表示发送写,1表示请求数据读。

3.3 USB数据存储系统软件设计

USB主机系统软件主要包括核心驱动程序和主控制器驱动程序的设计,软件设计包括3个部分:USB主机系统软件部分,主要实现对USB外设的配置,读取USB外设的信息;USB Mass Storage设备类协议软件部分,实现USB Mass Storage类所规定的各种命令;USB用户软件部分,实现用FAT文件系统管理和存储数据。

图8是MSP430F449通过USB主控制器实现U盘数据存储的流程图。系统启动后,对SL811完成初始化。当有USB设备接入时,程序开始对USB设备进行枚举,通过枚举得到USB设备的各种描述符,包括设备描述符、接口描述符、配置描述符、端点描述符等。其中从设备描述符可以知道USB设备是否是Mass Storage类设备。如果是Mass Storage类设备则对其进行Mass Storage设备枚举,从而获得Mass Storage设备的文件系统信息,获得文件系统信息后就可以对该USB设备进行配置,为该设备指定地址,设置选择配置描述符。枚举成功以后,检测数据存储标志是否置位,如果置位,则开始文件存储操作。

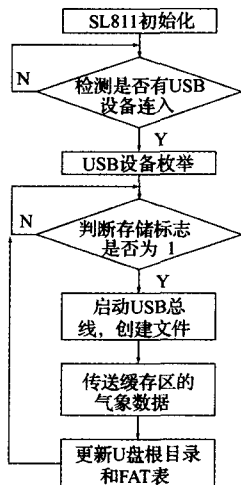


图8 SL811实现U盘数据存储的流程图

MSP430F449将要存储的数据写入SL811内部的buffer,再将要发送的数据在buffer中的起始地址,数据长度及USB设备的配置信息写入SL811控制器,然后启动发送命令,如果中断寄存器接受到ACK确认信号,则数据传送成功。在传送数据前,通过USB通信在U盘上创建文件,设置文件格式、长度、起始地址,数据传送完毕后,还需要同步更新U盘的文件信息,包括根目录和FAT表(文件分配表)。

4 实验与结论

本文详细介绍了一种基于MSP430F449单片机的气象数据采集系统,重点介绍了各个模块的硬件设计和软件设计。系统在温度为-40~+60℃,相对湿度为0%~100%RH,大气压为500~1100hPa的测试环境下,系统工作状态稳定,气象数据采集精度高,温度误差为±0.2℃,湿度误差为±1RH,气压误差为±0.1hPa,很好地满足气象测量的要求。采集的数据通过USB总线传输至U盘等移动存储介质,以文本文件的形式存储,极大地方便了后期的数据分析。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 毛成儒,李英伟. USB2.0原理与工程开发[M]. 北京:国防工业出版社,2004.
- [4] 胡晓军,张爱成. USB接口开发技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2005.
- [5] Cypress Semiconductor Corporation. SL811 HS Embedded USB Host/Slave Controller[Z]. 2002.
- [6] Vaisala Oyj. PTB220 Series Digital Barometers[Z]. 2001.
- [7] Vaisala Oyj. HMP45A & HMP45D Relative Humidity and Temperature Probes[Z]. 2005.