

●大气探测

超声波自动雨量计的电路工作原理

范保松, 谢 君

(河南省气象技术装备中心, 河南 郑州 450003)

摘 要: 介绍了超声波自动雨量计的电路构成及自动测量降雨量的电路实现过程。**关键词:** 超声波技术; 采集存储电路; 自动测量**中图分类号:** P415.1+1**文献标识码:** A**文章编号:** 1004-6372(2003)02-0044-02

超声波自动雨量计的功能为: 自动测量降雨量; 具有实时时钟, 按时间顺序记录历史资料, 系统至少能够记录 1 月以上的历史资料; 具有串行通讯接口, 通讯接口支持与 PC 机 RS232 接口连接、与电话网连接、与移动通讯网连接; 具有后备电源, 在市电断电时能坚持工作 2 天以上。

1 电路构成

为实现上述功能, 该系统电路控制部分由直流电源、最小系统(由 AT89C52 和 CSI24C021 构成)、时钟电路、HK1235 存储电路、超声波脉冲信号发生电路、脉冲信号采集电路、温度信号采集电路、电磁阀驱动电路、串行通信单元以及工作状态指示灯电路组成(见附图)。

1.1 直流电源

直流电源部分包括两个功能: 交流直流转换和蓄电池充电管理, 蓄电池采用 12V、6Ah 铅酸免维护蓄电池。电器系统平均工作电流为 80 mA 左右, 在交流断电情况下自动站能坚持工作 2 天以上(电池不会过放电)。

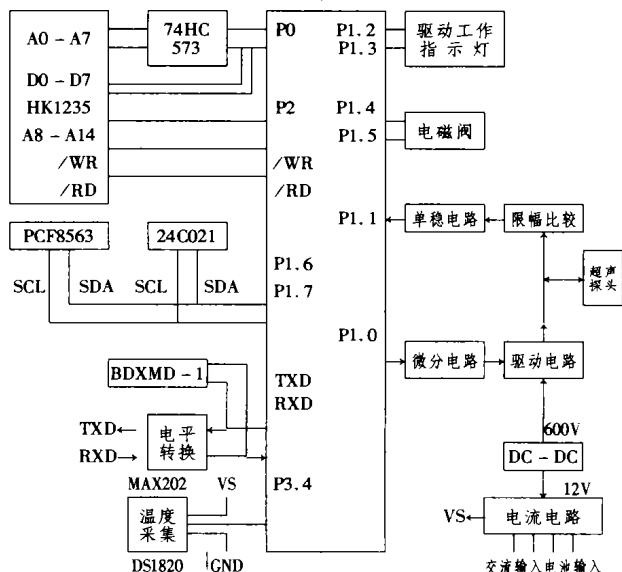
1.2 最小系统

该系统的核心是 AT89C52。AT89C52 从引脚到内部指令均与 MCS51 系列单片机兼容, 除具备 8031 的资源外, 还有如下特点: ① 除特殊功能寄存器 FSR 外仍有 256 字节内部 RAM(00H-7FH 可直接寻址或寄存器间接寻址, 80H-FFH 只能寄存器间接寻址); ② 片内具有 8K 字节 FLASH EPROM, 使用时不需要外接程序存储器; ③ 除了定时器 0 和 1 外, 还有一个 16 位的定时计数器 2, 该定时计数器除了具备定时器 0 和 1 的工作方式外, 还具备特殊的工作方式即捕捉方式。

定时计数器 2 工作于捕捉方式时, 定时计数器 2 为 16 位定时器, 其时钟频率为晶振频率的 12 分频, 16 位的实时累加值放在寄存器对 TL2、TH2 中, 当引脚 P1.1 (P1.1 的第二功能) 出现下降沿时(从高电平到低电平的跳变), TL2、TH2 的值分别送入陷阱寄存器对 RCAP2L、RCAP2H 中, RCAP2L、RCAP2H 中的内容一直保留到下一个下降沿的出现。这种工作方式是该雨量站精确测量液位的基础。

最小系统的另一个器件是 CSI24C021。该器件属于 I²C

总线接口器件, 与 89C52 接口只需要 2 根 I/O 线 SDA(接 AT89C52 的 P1.6) 和 SCL(接 AT89C52 的 P1.7)。24C021 功能: 2K 字节 E²PROM、MCU 监视定时器(包含 VCC 监控和 WATCHDOG 功能)。在该系统中, 24C021 既作为重要参数存储电路, 又作为系统 MCU 的复位电路。



附图 超声波自动雨量计电路结构示意图

1.3 时钟电路

时钟电路采用了单片实时时钟/日历芯片 PCF8563, 该芯片也属于 I²C 总线接口器件, 与 89C52 接口只需要 2 根 I/O 线 SDA(接 AT89C52 的 P1.6) 和 SCL(接 AT89C52 的 P1.7)。

1.4 存储电路

自动站大批的历史数据存储在 HK1235 存储器中。HK1235 容量为 32K 字节, 内置锂电池, 属于不挥发型 RAM。AT89C52 与 74HC573 连接, 利用 P0 口、P2 口、ALE、/RD (P3.7)、/WR (P3.6) 构成 15 位地址线、8 位数据线以及读写线与 HK1235 接口。存储数据格式为年、月、日、时、分、3 字节雨量信息共 8 个字节, 采用整分记录方式, 存储间隔为 1 分钟, 如果该分钟液位与上一分钟记录的液位数据相比无变化, 该分钟数据不予记录。采用这种存储方式, 该存储器可以存储半年以上的历史数据。

1.5 超声波脉冲信号发生电路

该部分主要由微分电路和驱动电路组成。AT89C52 的

河南气象 2003 年第 2 期

收稿日期: 2002-11-19

作者简介: 范保松(1972-), 男, 河南新郑人, 学士, 工程师, 从事软件技术开发工作。

P1.0 发出的脉冲信号经微分电路后通过可控硅去控制 600V 的高压,形成高压脉冲信号,再由该信号去驱动超声探头,把电能换成机械能,产生超声波。

1.6 超声波脉冲信号处理电路

该电路不但能采集到回波信号,也能采集到发射脉冲信号。电路主要由限幅电路和比较电路以及单稳态触发电路组成。超声探头的脉冲信号经限幅电路之后,信号幅值被限制在 $-5 \sim 5V$ 之间,经比较电路之后形成一个脉冲信号,由该脉冲信号去触发单稳态触发电路 74LS121,从而形成一个窄脉冲信号,接到 AT89C52 的 P1.1 引脚。该引脚出现发射脉冲和接收脉冲的下降沿时,形成捕捉事件,AT89C52 会自动将 TL2、TH2 的值分别送入陷阱寄存器对 RCAP2L、RCAP2H 中,并且产生一个捕捉中断。两次取到的 RCAP2L、RCAP2H 中的值的差,即为超声波传输时间的 2 倍。

1.7 温度采集电路

由于超声波在水中的传播速度受温度的影响,精确的测量需要做温度补偿。我们用数字温度计 DS1820 采集温度信号,用该信号可准确测量超声波的传播速度。DS1820 是美国 DALAS 公司推出的单线串行数字温度计,测量范围为 $-50 \sim 125^\circ\text{C}$,精度为 0.5°C 。其外形与三极管相同。DS1820 遵循严格的单线串行通信协议,每一个 DS1820 在出厂时都用激光进行了调校,并具有惟一的 64 位序列号。它工作时不需专门的电源,电源可以通过数据总线供给。也就是说只要两根线,一条是数据线,一条是地线。在本系统中采用的是接口方法,如附图所示,DS1820 的 3 个引脚分别接电源 VS,数字地 GND,L/O 引脚和 AT89C52 的 P3.4 相连接。

1.8 串行通信电路

AT89C51 具有 UART 接口,通讯接口线为 RXD(P3.0)、TXD(P3.1),通过该串行接口,自动站可以将当前数据和历史资料该以及设备运行状态传送给上位机,也可以接收上位机发送的命令。考虑到远程和无人职守的特点,通讯通道电路设计如下。

1.8.1 标准 RS232 接口

利用 MAXIM 公司的芯片 MAX202 将 RXD、TXD 两个 TTL 电平转为 RS232 电平,构成标准三线的 RS232 接口(RXD、TXD、GND)。MAX202 是 MAXIM 公司出品的接口芯片,可以进行 TTL 电平与 RS232 电平的转换,该芯片内带电源提升泵,工作时只需单 5V 电源而无须外接 12V 电源,使用方便而且性能可靠。

自动站的 RS232 接口可以直接与当地的 PC 计算机相

连,也可以直接与 INTERCEL 公司的 WMOD2B 双频外挂式 MODEM 连接,借助移动通讯网进行无线远程传输。

1.8.2 嵌入式 MODEM

电路中除了与 MAX202 芯片接口外,通过逻辑设计,RXD、TXD 信号线与西安北斗星数码公司的 BDXMD-1 嵌入式 MODEM 模块连接,借助电话网利用拨号进行远程通讯。BDXMD-1 嵌入式 MODEM 模块支持 V.22bis、V.22、V.23、V.21、BELL202、BELL202T、BELL103 标准,通讯速率 2400bps。

1.9 驱动电路

电路中,进水阀和放水阀是通过 P1.4、P1.5 驱动 N 沟场效应管 IRF530 实现的。进水阀和放水阀一般情况下均不动作,确保系统消耗小的功率。P1.2、P1.3 分别驱动探头工作指示灯和通讯状态指示灯。

2 自动测量功能的实现

2.1 自动测量过程

在系统中,超声探头安装在一个测量桶的下面,测量桶高度 200 mm。测量桶上面安装接雨桶,接雨桶的截面积约为测量桶的 10 倍,测量桶测量的液位除以固定系数(该系数约为 10,可以精确设定),即得到实际的雨量值。

测量桶下侧接一个放水阀,上侧接一个进水阀。探头上面要保留 20 mm 以上的水位以避免测量盲区(测量盲区约为 8 mm)。测量时,当测量桶内水位低于 170 mm 时,放水阀关,进水阀开,进入正常测量状态。如果桶内水位高于 170 mm,关闭进水阀,记录水位,打开放水阀放水,当放到最低时,关闭放水阀,记录两个水位之差,打开进水阀,测量过程重新开始。

2.2 性能分析

在系统中单片机的晶振频率为 20 MHz,经过 12 频后,机器周期 $T = 0.6\mu\text{s}$,即每次发射完脉冲后最多等待 1ms。在这段时间内,最大测水深度 $H = t \times u/2 = 1\text{ms} \times 1480\text{m/s} / 2 = 740\text{mm}$,远超出所测液体最大深度 200 mm 的要求。该系统的时间分辨率是一个机器周期,即 $T = 0.6\mu\text{s}$,所测液位的分辨率为 $L = T \times u/2 = 0.6\mu\text{s} \times 1480\text{m/s} / 2 = 0.444\text{mm}$ 。

测量桶有效量程为 150 mm,分辨率为 0.444 mm,折合实际雨量为 15 mm,分辨率 0.0444 mm,非线性误差的理论值为 0.3%。在雨量测量中,水面平稳,在程序处理中采取了多项数字滤波措施(如一个数据的获取,需要 18 对有效发射脉冲和回波脉冲,取中间 8 个数据进行算术平均),保证了该系统的高分辨率和高线性度。

The Circuits Design of Automatic Hypersonic Gauge

FAN Bao-song, XIE Jun

(The Meteorological Bureau of Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The Circuits and its design of automatic hypersonic gauge are introduced.

Key Words: Hypersonic; Store Circuits; Automatic measurement