

基于 CAN-BUS 技术的智能气候采集器

徐桂林, 王启万

(长春气象仪器研究所, 长春 130012)

摘要:一种基于 CAN 总线的新型智能气候采集器, 可实现气象要素的信号采集、处理、存储等功能, 还可通过 CAN 总线与其它 CAN 节点及上位机一起组成 CAN 总线远程测控系统, 从而实现气象要素采集的网络化、智能化, 以适应现代气象仪器发展的总体趋势。

关键词: CAN 总线; 多气象要素; 网络化; 采集器

中图分类号: P462.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-009X(2013)01-0077-05

Intelligent climate collector based on CAN-BUS

Xu Guilin, Wang Qiwan

(Changchun Meteorological Instrument Research Institute, Changchun 130012)

Abstract: This paper develops a new intelligent climate collector based on the CAN bus with functions of signal collection, processing and storage for meteorological elements. CAN bus remote measurement and control system is composed by CAN bus, CAN nodes and host computer, which can achieve networking and intelligentization for meteorological element collection and meet the general trend for modern meteorological instrument development.

Key words: CAN bus; multi-element meteorology; networking; collector

0 引言

准确、可靠的气象要素观测数据是提高预报预测准确率的重要保障。现代气象业务对综合气象观测提出了更高的要求, 而现有自动气象站的观测仪器规格不一、型号繁多, 技术上相对落后, 在观测功能上也存在着严重不足。为了进一步提高气象观测的可靠性和自动化水平, 满足气象要素采集的需求, 研究开发了一种新型的智能气候采集器。智能气候采集器集采集、运算、存储等于一体, 并通过多种通讯方式实现与其他气候采集器和上位计算机之间的信息交互。

智能气候采集器是基于 CAN 协议而研究、开发的, 它实现了采集仪器之间的双向数字通信, 为气象采集测控系统的智能化、网络化提供了实

现基础。具有传输数据的距离长、实时性好、可靠性高等特点。

1 总体结构

智能气候采集器是基于 CAN-BUS 的智能仪表, 实现了温度、湿度、风向、风速、降雨量、气压等气象要素的采集、处理、存储和传输^[1,2]。整个采集器主要由 3 部分构成, 包括 CPU 最小系统、传感器接口和 CAN 通讯接口, 其总体结构如图 1 所示。气象要素传感器通过传感器接口接入 CPU; 采用铂电阻 Pt100 温度传感器测温; 用 HMP155 湿度传感器测湿; 用 PTB330 压力传感器测量大气压力; 用 EC9-1 风向风速传感器测量风速、风向, 以翻斗式雨量计测量降雨量^[3-5]。这些气象要素传感器通过模拟量接口、数字量接口、

RS-232 接口和 RS-485 接口与 CPU 进行信息交互。同时,CPU 通过 CAN 总线与其他智能气候采集器和上位计算机进行数据通讯。气候采集器结构如图 1 所示。

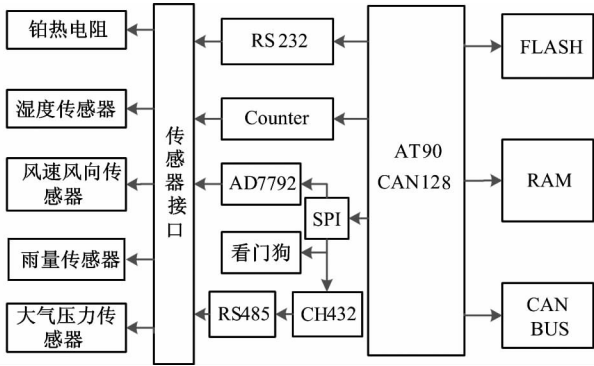


图 1 气候采集器结构图

2 硬件电路设计

2.1 最小系统设计

设计中采用 AT90CAN128 作为气候采集器

的微控制器,该器件内部 Flash 程序存储器为 128 KB、内部 RAM 为 4 KB、拥有 32 个通用工作寄存器、2 个通用的串行通讯接口、内部实时时钟功能(RTC)、可扩展外部 IIC 设备、1 个通用的 SPI 接口、1 个符合 2.0 A 和 2.0 B 的 CAN 通信接口、1 个兼容 IEEE 标准的 JTAG 调试接口、6 种可通过软件设置的节电模式。

气候采集器的最小系统包括复位晶振电路、Flash 电路、RAM 电路和看门狗电路。微控制器的外部输入时钟为 8 MHz,该时钟频率完全满足气候采集器的时钟要求。气候采集器系统外部扩展的 AT45DB161 大容量 Flash 用于存储相应的气候要素数据,,62LV256 高速 RAM 用于 CAN 通讯协议栈和采集数据缓冲区,看门狗芯片 X5043 用于保证程序执行顺序的正确性^[6,7]。最小系统的电路设计如图 2 所示。

2.2 模拟信号采集电路

气候采集器中温度和湿度信号输出形式都为

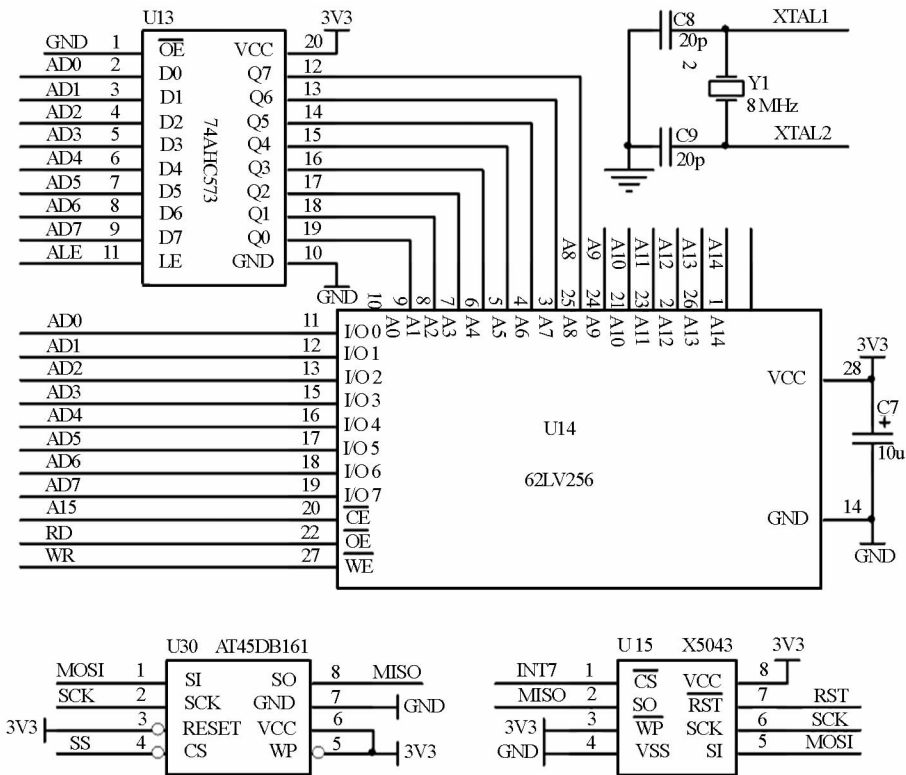


图 2 最小系统电路图

电压信号,为了满足对采集数据的精度要求,需要更高精度的 AD 采集电路。所以在设计中采用了 AD 公司生产的 AD7792 芯片,该器件具有高精度测量应用的低功耗、低噪声、完整模拟前端特点。器件内置一个低噪声,带有 3 个差分模拟输入的 16 位模数转换通道。它还集成了片内低噪

声仪表放大器,因而可直接输入小信号,增益可设置为 1~128。同时还内置一个精密低噪声,低漂移的 1.17 V 基准电压源。其他片内特性还包括可编程激励电流源,熔断电流源和偏置电压发生器。偏置电压发生器用于将通道的共模电压设置为 $AV_{dd}/2$ 。这些特性保证了电压采集的精度要

求。图 3 是 AD 转换电路及其参考电源。

铂热电阻传感器采用四线制接法,AD 采集其差分输入电压,微控制器通过插值计算就可得

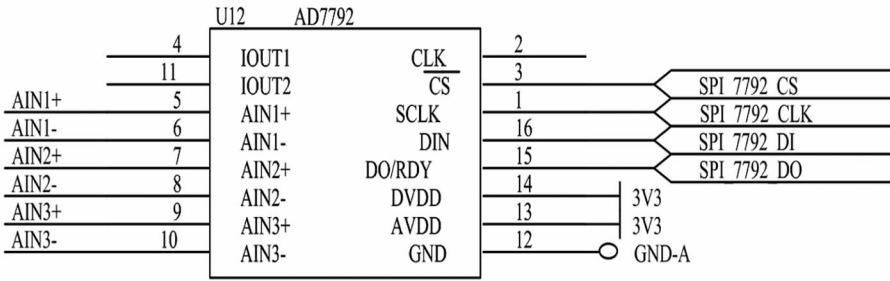
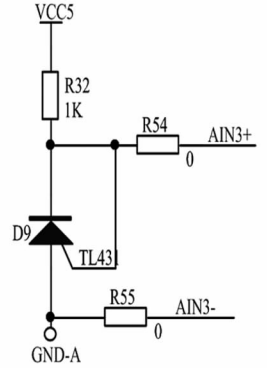


图 3 AD 转换电路及其参考电源



2.3 智能传感器的通信接口电路

当今气象要素的采集大都采用智能型传感器。这类传感器支持命令交互式数据传输,通信方式一般采用常用的 RS-232 和 RS-485 协议。因此要求气候采集器具备相应的通讯接口,即 RS-232 和 RS-485 接口。气候采集器要求两路 RS-232 通信接口,在本次设计中利用 AT90CAN128 集成的 2 路 UART 控制器作为 RS-232 串行通信的控制模块,单片机的 UART 串行输出为标准的 TTL 电平,而现有的智能 RS-232

出相应的温度值。而维萨拉 HMP155 湿度传感器的输出为 0~1 V,对应的湿度为 0~100%RH,因此无需计算就可直接得到相应的湿度数据。

传感器仅支持标准的以 12 V 为逻辑负,-12 V 为逻辑正的 RS-232 电平。因此控制器与传感器通信,就必须经过 TTL 电平与 RS-232 电平的转换。所以采用 MAX3232 收发器将 TTL 电平转换为标准的 RS-232 电平,这样就可实现控制器与智能型传感器之间的通讯。控制器上集成的 2 路 UART 控制器被用作 RS-232 通讯,而气候采集器还需要 2 路 RS-485 接口,所以在设计中采用 CH-432 双串口芯片来扩展两路 RS-485 接口。智能传感器的接口电路如图 4 所示。

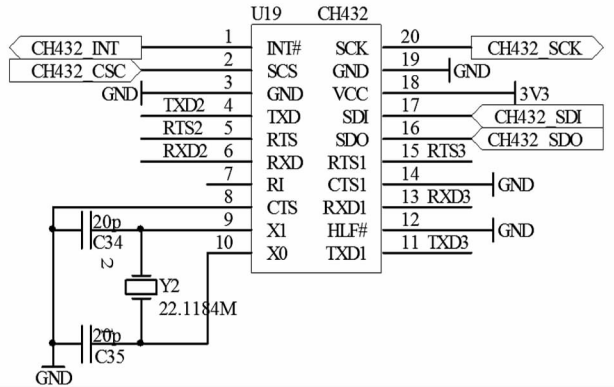
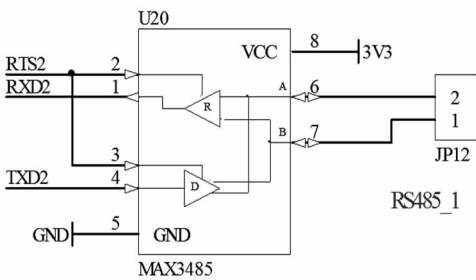


图 4 智能传感器的接口电路

2.4 CAN 总线接口电路

CAN-BUS 现场总线,也被称为控制器局域网,是广泛应用的现场总线之一。CAN 起初被设计用于汽车网络电子,为微控制器提供安全可靠的通讯服务。随着 CAN 协议的不断发展并逐渐形成国际标准,以及集成 CAN 协议芯片和微控制器的出现,CAN 总线得到了迅速的发展。由于 CAN 总线优越的稳定性,CAN 总线在工业自动化、控制设备、医疗器械、交通工具以及环境控制

等众多方向越来越受到广泛的应用。CAN 接口电路如图 5 所示。

CAN 收发器模块采用 PCA82C250 收发器芯片。PCA82C250 连接微控制器中集成的 CAN 协议控制器和 CAN-BUS 物理总线,该芯片主要用于对收发速度要求较高的场合,其最高传输速度高达 1Mbaud。该器件提供给总线不同的发送能力和 CAN 协议控制器不同的接收能力,这些完全兼容国际 ISO11898 标准。

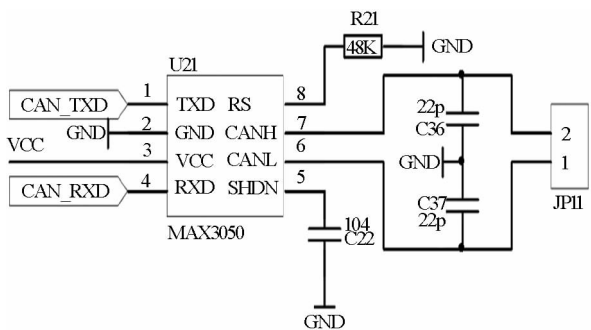


图 5 CAN 接口电路

2.5 风速风向采集及时钟电路设计

风向风速传感器输出电压信号的为 12 V, 所以采用 CD4050 芯片将 12 V 电压信号转换为标准的 3.3 V 信号, 这样使微控制器的 GPIO 与传感器输出信号将兼容, 电路如图 6 所示。实时时钟采用具有 IIC 串行通信总线接口的 DS3231 芯片, 电路如图 7 所示, 该器件每月走时误差不超过 15 s, 完全满足气候采集器的要求。

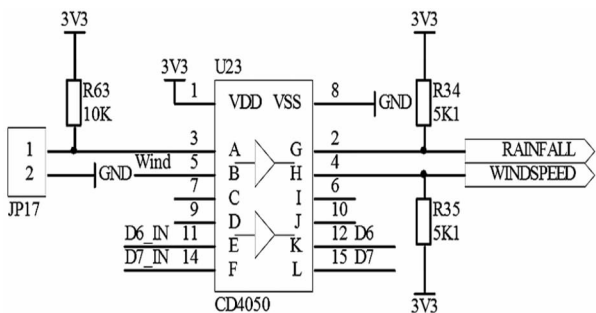


图 6 风速和降雨量采集电路

3 采样值的质量控制和计算方法

3.1 采样值的质量控制

(1) 采样值合理性检查, 验证每次采样值是否在正常传感器测量范围内。检验时删除超出设定范围的采样值, 并不使用在相关参量的进一步计算中。

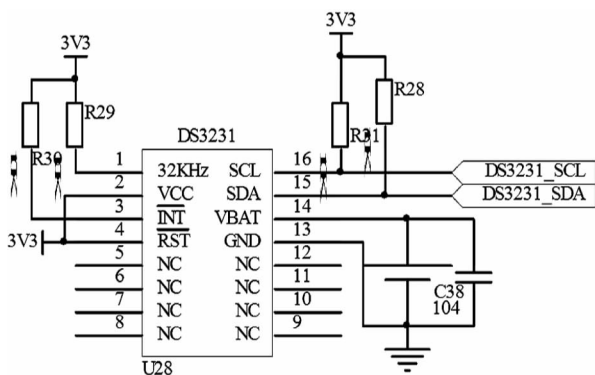


图 7 实时时钟电路

(2) 采样值时间一致性检查, 验证邻近采样间的增加量, 检查不真实的跳变。

(3) 每次采样后的当前采样值与前次采样值做比较, 若变化量大于设定值则当前采样值标记为有疑问值, 不用于计算平均值, 但仍用于下一次的时间一致性检查。检查结果若有大的噪声, 将有 1~2 个连着的采样不用于计算平均值。

3.2 计算方法

(1) 铂电阻温度插值

对于铂电阻阻值与温度特性有其标准的分度表, 但是不能将整个分度表都存在单片机当中, 这样既浪费微控制器内部资源, 同时也增加了软件程序的负担。综合考虑上述因素, 在软件设计中选择了使用以每 5 °C 为步长的温度插值算法, 这样既保证了温度采集计算的精度, 同时也减轻了软件计算的负担。插值算法中, 预先在单片机中将铂电阻的阻值-温度分度表以 5 °C 为步长存储在微控制器当中。

(2) 风向风速的滑动平均算法

风向、风速均使用滑动平均方法。允许选用下列算术平均算法或指数平均算法中的一种计算平均值。计算平均值的参数如表 1 所示。

表 1 平均值计算参数

平均值	平均区间	采样速度	滑动平均步长	计算算术平均值的样本值	计算算术平均值的样本数
3 s 平均值	3 s	4 次/s	0.25 s	0.25 s 采样值	12
1 min 平均值	1 min	1 次/s	1 s	1 s 采样值	60
2 min 平均值	2 min	1 次/s	1 s	1 s 采样值	120
10 min 平均值	10 min	1 次/s	1 s	1 s 平均值	600

算数平均值算法, 用下列通用算式, 取不同 N 值, 分别计算 3 s、1 min、2 min、5 min 和 10 min 的风算数平均值。计算公式如下:

$$\begin{cases} \bar{Y}_n = (\sum_{t=1}^n y_n) / N & n \leq N \\ \bar{Y}_n = (y_n - y_{n-N}) / N + \bar{Y}_{n-1} & n > N \end{cases} \quad (1)$$

式中: \bar{Y}_n 为第 n 次的算术平均值; y_n 为第 n 次的

采样值; h_{n-1} 为第 $n-1$ 次的采样值; \bar{Y}_{n-1} 为第 $n-1$ 次的算术平均值; N :平均区间采样数。

指数平均值算法,用下列指数平均公式计算 3 s、1 min、2 min 和 10 min 平均风向、风速值。计算公式如下:

$$\bar{Y}_n = K(y_n - \bar{Y}_{n-1}) + \bar{Y}_{n-1} \quad (2)$$

式中: $K = 1 - e^{-t/\tau}$; t 为采样间隔; τ 为平均区间;当 $\tau \gg t$ 时: $K \approx t/\tau$; $\tau = t/3$ 为平均装置的时间常数; \bar{Y}_n :第 n 次的指数平均值; y_n 为第 n 次的采样值; \bar{Y}_{n-1} 为第 $n-1$ 次的指数平均值。

4 软件设计及流程

气候采集器的软件设计主要包括:开机模块的初始化,采集 Pt100 温度信号并作插值计算,采集数字信号并对其进行平均值算法处理,与智能传感器通讯采集相应的气象要素数据,通过 CAN

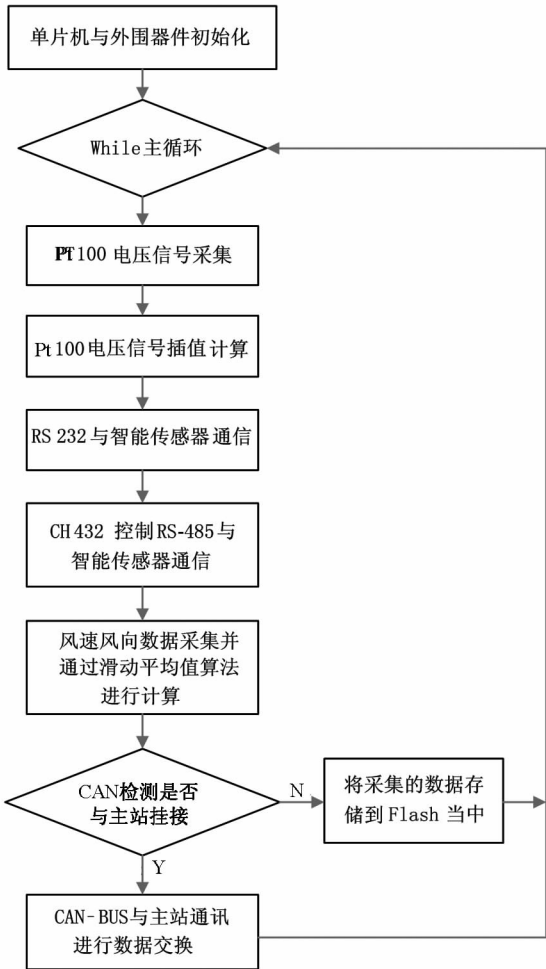


图 8 软件总体流程图

总线将数据传输至主站,当与主站断开连接时将数据存储在外部 Flash 当中,防止数据流失。软件的整体流程如图 8 所示。

5 结束语

本文设计的气候采集器具有灵活性高、适应性强、易于实现网络化管理等特点,经过大量长时间的现场实验,结果表明符合现代气候监测的复杂要求,具有很高的实用价值和推广价值。

参考文献:

[1] 方彦军,孙健. 智能仪器技术及其应用[M]. 北京:化学工业出版社,2004.

[2] Holger Zeltwanger. 现场总线 CANopen 设计与应用[M]. 周立功,黄晓清,严寒亮,译. 北京:北京航空航天大学出版社,2011.

[3] 李晓东,张庆红,叶瑾林. 气候学研究的若干理论问题[J]. 北京大学学报(自然科学版),1999,35(1): 101-106.

[4] 宋海亮. CAN 总线的特点及发展趋势[J]. 科学与财富,2010(8):12-30.

[5] 苏世栋. 智能仪器及数据采集系统的现状及发展[J]. 运城学院学报,2004,22(2):18-19.

[6] 史久根,张培仁,陈真勇. CAN 现场总线系统设计技术[M]. 北京:国防工业出版社,2004.

[7] 向科. CAN 总线在智能仪表系统中的研究与应用[D]. 贵州:贵州大学,2007.

欢迎订阅

邮发代号:12-395

地址:长春市宽平投递室 50 号信箱

《气象水文海洋仪器》编辑部

邮编:130012

电话:(0431)85515135

网站:www.qxswwhy.com