

基于STM32的多源传感器数据采集单元设计

胡胜午 冯珂珂 罗骆

安徽建筑大学 电子与信息工程学院

DOI:10.12238/acair.v3i2.13540

[摘要] 随着物联网技术发展,监测设备广泛应用到水管理领域中,主要有液位计、水压计、水温计等设备,共同加强水资源的管理。然而近年来城市水管理存在一些问题,如人员没及时读取数据或数据误读,疏忽水管网存在的问题而引发隐患。因此为了代替人员读取传感器设备,本文设计一种智能数据采集单元,采用STM32芯片为微控制核心,采集多传感器数据如水位、水压、水温等。测试结果表明,本采集单元运行正常、稳定,可准确采集多传感器数据并上报至上位机。

[关键词] 物联网; STM32; 数据采集; 多传感器

中图分类号: TP393.4 **文献标识码:** A

Design of Multi Source Sensor Data Acquisition Unit Based on STM32

Shengwu Hu Keke Feng Luo Luo

School of Electronic and Information Engineering, Anhui Jianzhu University

[Abstract] With the development of Internet of Things technology, monitoring devices are widely used in the field of water management, mainly including liquid level gauges, water pressure gauges, water temperature gauges and other devices, to jointly maintain the management of water resources. However, in recent years, there have been some problems in urban water management, such as personnel not reading data in a timely manner or misreading data, neglecting the problems of the water pipe network and causing hidden dangers. In order to replace personnel reading sensor devices, this article designs an intelligent data acquisition unit, using STM32 chip as the microcontroller core, to collect multi-sensor data such as water level, water pressure, water temperature, etc. The test results indicate that this acquisition unit operates normally and stably, and can accurately collect multi-sensor data and report it to the upper computer.

[Key words] Internet of Things; STM32; Data collection; Multi sensor

引言

如今物联网和嵌入式技术的迅速发展推动智慧水务的建设,水管理领域的检测设备越来越多,常用的水管理监测设备有水温水压计、流量计、液位计等设备,虽然这些设备能有效检查水务情况,但不足的是设备数据需要靠人员采集,不仅工作量大,人员也易疲惫,采集的数据易出错,可能会疏忽水管网存在的问题,引发隐患^[1]。本文提出一种智能数据采集单元,通过ADC多通道采集多源传感器数据并将数据上传至上位机显示,用户能查看数据,从而代替人员读取检测设备,减少劳动力,提高水管网的检测效率。

1 数据采集原理

传感器采集过程是把物理量(流量、振幅、压力、温湿度、浓度、噪声等)转化为电信号,电信号可分为电压信号和电流信号,此传感器输出模拟量,输入到数据采集单元进行处理,由A/D转换器转换为数字量,其转换过程分为采样、量化、编码。



图1 A/D转换原理

采样将连续的模拟信号转换为一系列时间间隔相等的模拟信号,变为在时间轴上离散的抽样信号的过程,采样的间隔由采样频率决定,频率越高采样得到的信号越接近原始信号。

量化是将模拟信号在幅度上离散化的过程,将采样信号转化为离散电平数字信号,在时间和幅值上离散,用一组规定的电平,把瞬时抽样值用最接近的电平值(二进制)表示。

编码^[2]是把量化的抽样信号变换成二进制码流的过程,量化后的抽样信号转化为按抽样时序排列的一串十进制数字码流,为方便数字信号数据的传输与存储,需要将量化得到的十进制数字信号转换成二进制编码,根据十进制数字代码的总个数,可

以确定所需二进制编码的位数,常用的编码方式还有格雷编码、调制编码等。

2 硬件设计

数据采集单元由STM32主控芯片、数据采集模块、串行通信接口、数据存储模块组成,其主要功能是接收上位机下发的采集指令,采集液位计、水压计、水温计等设备数据并上报给上位机,硬件结构图如下所示。

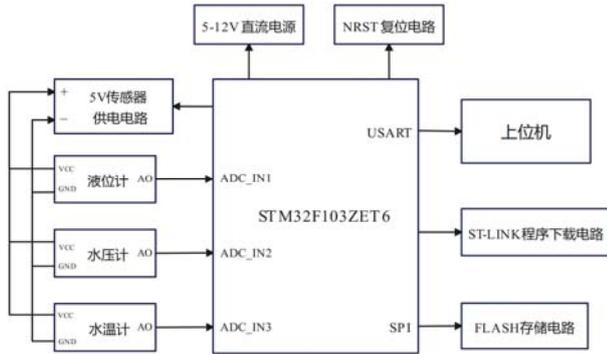


图2 硬件结构框图

2.1 MCU主控

本系统采用意法半导体生产的STM32系列芯片,具体型号为STM32F103ZET6,有超低功耗的32位Cortex-M3内核,最大工作频率72 MHz,最大512 KB的FLASH、64 KB的SRAM存储器,带有3个12位的微秒级的A/D转换器,2个12位分辨率的DAC,定时器包括4个16位通用定时器和2个PWM定时器,通信接口包括5个USART、2个I2C、3个SPI接口和1个CAN接口,支持数据高速率传输^[3]。

2.2 数据采集模块

数据采集单元接入的传感器,如液位计、水温计、水压计等这些输出量为模拟量信号,均采用单片机内部ADC转换,将模拟量输入ADC模拟通道,STM32F103ZET6包含3个ADC,每个ADC均有16个外部转换模拟通道,可同时48个传感器进行转换,每个ADC为12位,转换时间最多为1.17 μs。ADC转换完成后得到数字量,假设为ADC器件的数据寄存器位数,则最大数字量为:

$$V_{dmax} = 2^n - 1 \quad (1)$$

还需要确定电压参考值,参考值根据用户设计而不同,本VREF-取0, VREF+取单片机最大工作电压3.3V,根据ADC转换的电压为VADC,得到实际测量电压为:

$$V_{测量} = \frac{V_{ADC}}{V_{dmax}} \times V_{REF+} \quad (2)$$

由于数据采集单元下接多种传感器,使用单个ADC通道转换效率低,故可引入DMA结合ADC方式进行多通道数据采集。直接存储器访问(Direct Memory Access, DMA)是一种用于高速数据传输的硬件机制,允许外设与内存或内存与内存之间直接进行数据搬运,无需CPU干预,从而显著降低CPU负担并提升系统效率。

2.3 串行通信接口

数据采集单元与外围设备通信采用USART串口,是一种全双工异步通信模式的收发器,通过CH340将数据采集单元与上位机

相连,将TTL逻辑电平与USB电平相互转换,实现USB与TTL串口设备通信。

与存储模块通信采用SPI, SPI总线系统是一种串行外设接口,允许MCU与各种外设以半/全双工、同步、串行方式进行通信。外设包括串行A/D转换器、串行时钟、EEPROM等。SPI系统可以直接和多种标准外设相连,它使用4条线,包括串行时钟线(SCK)、串行输入数据线(SI)、串行输出数据线(SO)和片选线(SCS)。

2.4 数据存储模块

存储芯片为FLASH,型号采用W25Q128,FLASH与MCU通信采用SPI协议。W25Q128有如下特点:最高性能串行闪存、低功耗,宽温度范围、安全级高。其容量为16MB,由65536个可编程页组成,每页容量为256字节,页面可以以4KB、32KB、64KB或整个扇区的形式擦除。

3 软件设计

采用STM32CubeMX+Keil为软件开发平台,STM32CubeMX是ST公司推出的一款图形化配置软件工具,可管理STM32的固件包和扩展包工具,能进行图形化配置STM32的系统资源、外设和中间件,生成初始化代码和项目框架,可用C语言编程,比传统Keil中的库函数手动开发,较大的提高了准确性和编程效率。

3.1 数据采集

数据采集过程首先进行系统时钟配置,使能ADC、DMA和GPIO时钟,设置GPIO输入模式,设置ADC参数如时钟频率、转换模式、转换通道数目、转换时间等,然后进行DMA参数配置,如传输方向、传输地址、传输模式等,将ADC设置连续转换模式并等待ADC校准完成后,启动ADC和DMA进行数据采集,ADC+DMA方式配置过程如下图所示。

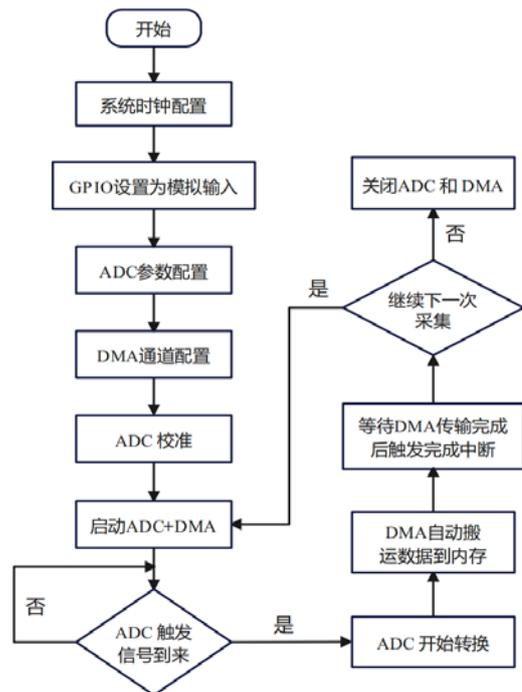


图3 数据采集过程

3.2 串口通信软件

数据采集单元通过USART串口和上位机进行数据交互,在触发串口接收中断收到上位机下发的采集指令后,开始采集传感器数据,同时启动发送中断,上传数据至上位机。首先使能USART、GPIO和NVIC时钟,设置GPIO输出模式为复用输出,设置USART参数如波特率、奇偶校验位数、字长和硬件流控制等,并对USART中断进行优先级分组,开启中断后,接收到数据则判断数据帧是否完整,如不完整需丢弃重新接收,等待收到完整数据,解析数据并判断该指令是否为传感器数据采集指令,如果是则采集传感器数据,并启用串口发送中断上传至上位机。

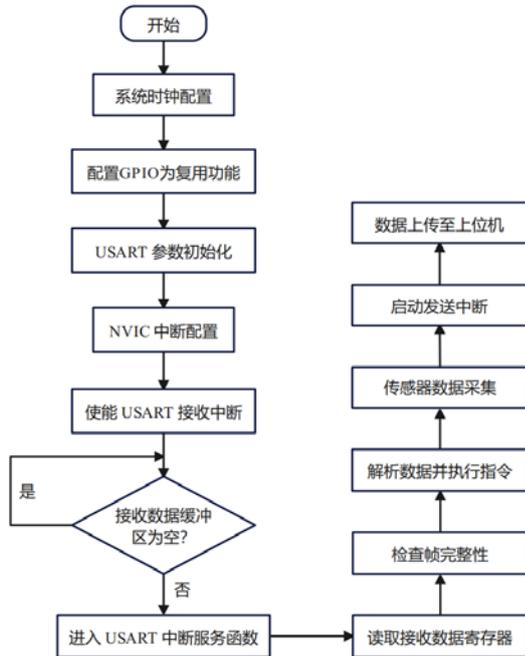


图4 串口通信过程

4 测试与评估

本数据采集单元通过PA1、PA2和PA3对应的3路ADC端口下接msp20液位计、pt100水温计和YD01雨量计,其中msp20液位计是液位与气压一体式传感器,可测量液位高度与水压大小,pt100水温计测量水温变化,YD01雨量计通过平行导线线迹板可测量水滴量,传感器测量精度均为±1个单位,实物图如下所示。通过ADC+DMA方式每秒采集4个数据,包括液位、水压、水温和雨量,

并通过CH340芯片上传至上位机的串口调试窗口显示,上位机使用正点原子开发的串口助手窗口。



图5 数据采集上位机显示

5 结论

本文设计了一种多源数据采集单元,首先介绍了数据采集原理,再介绍了模块硬件设计,包括主控模块、数据采集模块、串口通信模块和数据存储模块;然后完成了模块软件设计,程序包括数据采集和串口通信,最后进行数据采集单元系统测试,在接收上位机下发的采集指令后,进行传感器数据采集并上传。测试结果表明,该数据采集单元能通过多路ADC接口采集多传感器数据,包括液位、水压、水温和雨量,并通过USART串口上传至上位机,采集数据准确,总体运行效果好,后期还需进行维护与升级。

【参考文献】

[1]石英春,陈春阳,王巍.基于LoRa和NB-IoT物联网技术的管网监测系统[J].仪表技术与传感器,2022(8):85-88,121.
 [2]刘海涛.超高速ADC芯片设计及测试方法研究[D].江苏:东南大学,2010.
 [3]顾浚哲,杨旻荟,田澄睿.基于STM32F103ZET6的实用信号源的设计和制作[J].电子测试,2022(12):22-24.

作者简介:

胡胜午(1998--),男,汉族,湖南长沙人,硕士研究生,研究方向:嵌入式智能设备与系统。