

便携式光纤流速流量仪研制

任丽丽 洪泽曦 高小慧

(三江学院 江苏省南京市 210012)

摘要: 本系统主要由 OA 型光纤流速传感器和测算仪构成。测算仪以 STM32F103 系列单片机为控制核心, 辅以必要的外围电路, 用于采集放置于水流中传感器输出的通断信号, 经处理后在显示屏上输出流速流量数值。

关键词: 流速传感器、测算仪、单片机

一、引言

便携式光纤流速流量仪因其具有使用便利、测量精准、高可靠性等优势, 广泛应用于江河流速监测、农田灌溉等场景。本系统设计的流速流量仪采用 OA 型光纤流速传感器与流速仪测算器配套使用, 后者采集前者传来的通断信号, 经过相应的处理后, 确定仪器转子的转速与水流速度之间的关系, 从而将干簧式机械触点产生的信号转变为可以同用户交互的数据, 供使用者确定水流的速度和流量。

二、系统方案

2.1 工作原理

本系统主要以 STM32F103RBT6 单片机为控制核心, 由机械干簧式继电器触点产生的通断信号, 经检测转换电路将通断信号转为电信号, 通过检测传感器传来的信号经过相应的处理计算后, 确定仪器转子的转数与水流速度之间的关系, 从而得出水流速度和流量。

流速测量: $\text{测流时段内平均流速 (m/s)} = \text{流速仪常数 (m/s)} + \text{旋浆 (或旋杯) 水力螺距 (m)} \times \text{时段内流速仪转子的总转数/测流历时 (s)}$ 。

流量测量: 输入被测断面类型, 并手工输入 (或者通过辅助传感器测量) 规则断面的水位、宽度计算断面面积, 仪表根据 $Q=V \times S$ 测算流速 Q 值。

2.2 系统工作流程图

图 (1) 所示为该系统工作流程图, 其中屏幕触摸功能可根据旋浆等来设定仪器阻力系数、转差率、水力螺距系统、测量断面的参数以此达到更加灵活地测量。

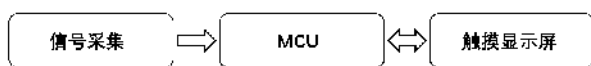


图 (1) 系统流程图

2.3 方案选择

系统设计方案具有如下优势:

1. 采用 STM32F103 系列单片机作为数据处理芯片, 因其具有 flash EPROM, 无需再扩展外部存储器, 简化了硬件电路;
2. 采用广州大彩 M 系列 4.3 寸串口屏, 因其屏幕带有 400M SOC 处理器, 屏幕运行速度更快, 功耗低, 医用级设计标准;
3. 通过屏幕的自带的触摸功能, 结合单片机完成参数预置、功能切换、数据保存等功能, 操作简单;
4. 利用 IAP 和 flash 闪存技术解决了单片机中信息的动态存储, 能够存储多组测量数据。用户可方便的读取、保存运算结果和查阅历史资料。

三、硬件设计

3.1 系统主要模块

传感器采用 OA 型光纤流速传感器, 该传感器的前端是一个用电镀工艺制作的具有反光面的旋浆, 旋浆直径有 $\Phi 15\text{mm}$ 和 $\Phi 12\text{mm}$ 两种类型。流速流量仪系统主要包括计量模块、信号调理模块, 如图 (2) 所示、通信模块, 如图 (3) 所示、电源管理模块、人机交互

模块等。图 (4) 所示为流速流量仪核心电路图。

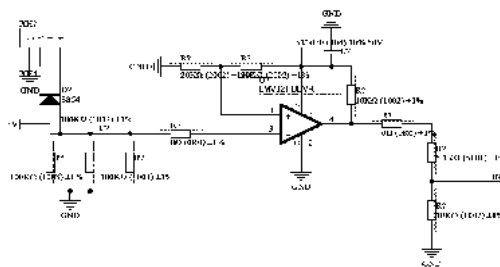


图 (2) 信号调理模块

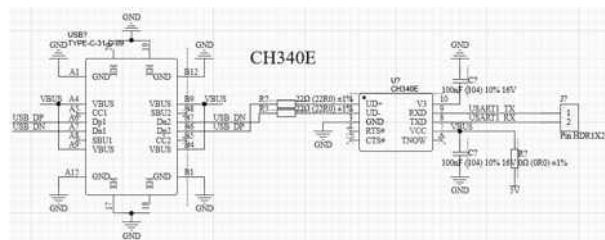


图 (3) 通信模块

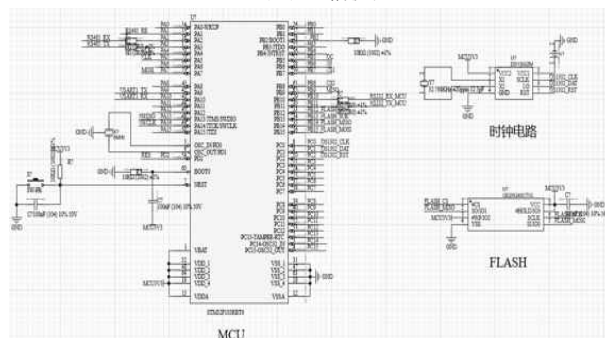


图 (4) 流速流量仪核心电路图

3.2 电路设计

信号调理模块采用 LMV321DBVR 运放对输入的脉冲信号进行滤波与放大, 使得信号变成一个 5V 的标准脉冲, 接着通过 5.1K 与 10K 的电阻进行分压, 使得 5V 的信号变成一个 3.3V 信号, 方便 MCU 对脉冲进行采集。

通信模块采用沁恒公司的 CH340E 芯片, 将 USB 转为 TTL, 方便链接电脑进行数据的传输。

电源管理模块, 电池方面采用两节 18650 锂电池作为核心储能; 电压转换方面采用 TPS54332DDAR 非隔离 DC-DC 将电池电压降为 5V, 再采用 ME6217C33M5G LDO 将 5V 转为 MCU 可用的 3.3V; 充电方面采用 FS312 与 IP2365 方案, FS312 对 PD, QC 等快充协议诱骗, IP2365 负责对两节 18650 锂电池进行充电最大充电电流 3A, 大大缩短充电时间。

MCU 模块采用 STM32F103RBT6 作为主控芯片, 该芯片是 ST 公

司基于 ARM 最新 Cortex-M3 架构内核的 32 位处理器产品, 内置 128KB 的 Flash、20K 的 RAM、12 位 AD、4 个 16 位定时器和 3 路 USART 通讯口等多种资源, 时钟频率最高可达 72MHz。还外置了 GD25Q40CTIG FLASH 芯片, 用于储存用户数据以及用户设置。时钟电路部分采用 DS1302ZM 提供一个准确系统时间。

四、软件设计

4.1 主程序模块

主程序运行模式选择 1 是自动模式, 只要按屏幕“开始测量”仪表就会开始运行采样程序, 仪表会按单次设置的时间, 自动进行测量; 选择 0 是手动模式, 在需要测量按测量, 在 999 秒内任意时间手工停止测量并显示测量结果, 开始到停止均需要手工进行。图 (5) 所示为系统软件流程图。

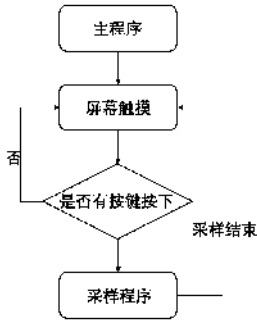


图 (5) 软件流程图

4.2 SD 卡设置

SD 卡的模式 1 是装载: 即仪器连接 SD 卡可以进行数据存储; 模式 2 是卸载: SD 卡脱离系统, 测量数据无需存储。其中保存频率, 数据存储的时间频率, 采用读屏存储模式 (到定时时间直接读取屏幕流速、流量、累计、水位数据), 时间间隔 01-99 分钟可以设置, 默认 1 分钟。

4.3 信号采集模块

信号采集流程如图 (6) 所示。流速仪工作时抖动很大, 因为采用的机械式触电方式, 经过信号调理后得到的脉冲信号还必须再进行数字滤波。单片机测量采集到的第一、二个脉冲的周期, 求其平均值并以此作为数字滤波器的依据, 之后再读到的一个脉冲作为计数起点并触发定时器开始计时。输入脉冲后产生数字滤波, 系统进行采样, 采样结束后显示采样结果同时结束程序并显示实时数据。

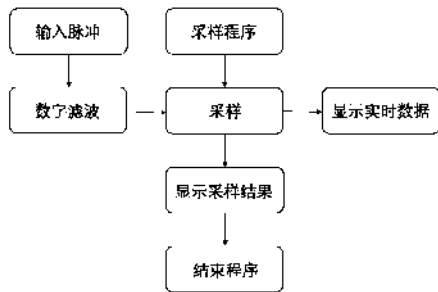


图 (6) 信号采集流程图

五、人机界面

测算仪的主界面如图 (7) 所示。第一行显示: 当前版本号, 当前日期, 仪表按当前时间存储; 第二行显示: “正在测量” 在进行测量时会弹出, 在不测量时不会显示, 7.4V 是电池电压, 低于 5.5V 仪器将不能工作, 需充电; 第三行显示: 测量次数与测量模式, 测量模式有自动、手动两种模式可选; 第五行显示: 测量时会显示实时脉冲; 第六行显示: 显示的是测量时间; 第七行显示: 在测量时显示实时速度; 第八行显示: 在测量时显示瞬时流量, 在测量结束时显示累计流量; 红色按钮: 为开始测量按钮, 按下按钮就开始测量;

绿色按钮: 为测量模式设置按钮, 按下按钮可以设置测量模式 (自动/手动); 黄色按钮: 为测量次数设置按钮, 按下可以设置测量次数; 蓝色按钮: 为参数设置按钮, 按下进入设置界面, 如图 (8) 所示。



图 (7) 主界面

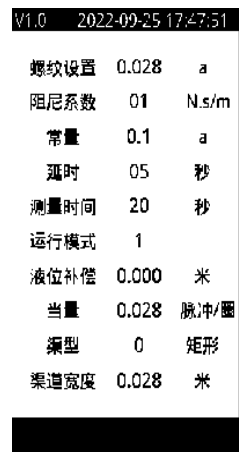


图 (8) 设置界面

参数设置部分主要包括螺纹设置、阻尼系数、运行模式等 10 个方面的参数。其中螺纹设置、常量和当量需参考传感器厂家的检测证书中的数据; 阻尼系数默认设置 0, 如使用在接触丝的旋浆流速仪上, 阻尼设置 02-05 来屏蔽接触丝的抖动信号; 延时参数是使用自动测量模式时 2 次连续测量间的时间, 一般默认为 5 秒; 测量时间对应的是单次测量时间; 运行模式设置时, 选择“1” 对应自动模式, 只要按“测量” 键盘, 仪表会按单次设置的时间, 自动进行测量。选择“0” 对应手动模式, 按测量开始工作, 在 999 秒内可任意时间手工停止测量并显示测量结果; 液位补偿是在测算流量时, 为得到准确的水位需要补偿水位传感器到水底距离。计算流量需要计算断面面积, 所以需要测量水深, 一种方式是直接手工输入已知的断面水深, 另一种方式是通过选配水位传感器自动测量水位。采用后一种方式时水位传感器的水深默认的是测量水面到传感器的距离, 这个时候就需要进行液位补偿; 渠型和渠道宽度均是测量流量时计算断面的参数, 本设计流速测算仪可以选不同渠道类型, 01 对应矩形, 02 对应梯型, 03 对应圆管, 在矩形和梯型渠道测量时, 需要输入底宽用于流量计算。

六、测试结果

经测试, 本次设计的便携式光纤流速流量仪性能参数如下:

- (1) 测速范围: 0.01 ~ 15.00 (m/s)
- (2) 测算误差: ≤0.01% (3)
- (3) 工作温度: 0℃ ~ 50℃
- (4) 功耗: < 30mA
- (5) 时钟误差: ≤2min/year

参考文献:

[1]祖思远,冯晨.旋浆式流速仪测算器设计.现代工业经济和信息化.2016.6

[2]赵明雨.智能旋浆式水流流速仪研发与设计.水利技术监督.2019.1

[3]李魁涛,陈瑜等.旋浆式流速仪的常见问题及维护.2017.7

作者简介:任丽丽,女,汉族,1986-09,江苏南京人,三江学院,助理研究员,电子信息工程学院办公室主任,本科学历,硕士学位,研究方向:主要从事电子信息工程研究。

洪泽曦,女,汉族,2001-8,四川眉山,三江学院,本科学历,研究方向:电子信息工程。

高小慧,女,汉族,2002-5,江苏淮安,三江学院,本科学历,研究方向:电子信息工程。