

# 基于单片机和无线数传电台的流速仪信号器的研制

权 威, 汪隆德, 王非非

(四川省绵阳水文水资源勘测局, 四川 绵阳 621000)

**摘 要:**传统水文缆道使用“有线”或“无线”回路进行流速信号传输,但是这两种回路都存在结构复杂、电参数不稳定等固有缺点,所以造成传输不稳定、故障排查困难等问题,严重影响了测流工作的正常进行。本文提出采用单片机作为控制核心,使用无线数传电台建立传输信道来进行流速信号传输,经过实用取得了较好效果。

**关键词:**水文缆道;流速信号;单片机;无线数传电台

中图分类号:P332.4

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2014)04-0068-03

## 1 概述

在水文测验工作中,流量测验是一项重要的测验科目。传统水文缆道在流速信号的传输上一般采用“有线”或“无线”两种方式<sup>[1-2]</sup>。“有线”方式是在缆道系统(工作索、主索、塔架)之外再架设一根与缆道系统绝缘的信号索,由缆道系统和信号索构成传输回路来传输信号;“无线”方式是由(与主索、塔架等缆道系统其他部分绝缘的)工作索和水体构成回路来传输信号。这两种传输回路都具有结构复杂、电参数不稳定和维护难度大等特点,而水文站在主汛期又常常需要在强雷暴雨等恶劣天气下进行流量测验,此时如遇测流信号出现问题,又难以及时检修,则给测流工作带来严重影响,这就是测流信号“不涨水不下雨一切正常,一涨水一下雨老出问题”的突出现象。如果能找到一种新的途径,使信号传输回路彻底摆脱水文缆道、河流水体等庞杂系统而独立存在,将信号传输全过程集中在发送端和接收端,这样不仅结构清晰,也便于故障快速排查,这正是采用单片机和无线数传电台进行流速信号传输的初衷。

## 2 基本介绍

### 2.1 单片机

单片机(Single Chip Microcomputer)是采用超大规模集成电路技术把中央处理器(CPU)、随机存储器

(RAM)、只读存储器(ROM)、输入输出接口(I/O)和中断系统、定时器/计数器等功能集成到一块芯片上构成的一个小而完善的微型计算机系统,在各种场合应用广泛<sup>[3]</sup>。

本文采用单片机作为核心,在发射器端用来采集流速信号并控制无线数传电台发送数据,在接收器端对收到的数据进行解码并控制信号显示和计时计数电路等,同时还可以通过串口向计算机输出指令,便于扩展开发。

### 2.2 无线数传

无线数传通过无线电信道来进行数传传输,它可以借助GPRS、CDMA这样的公用无线网络实现,也可以是两部无线数传电台之间的点对点通信。无线数传技术在20世纪90年代曾广泛应用于水文遥测领域。

本文采用的433MHz无线数传电台,其工作频段在我国作为公用频段是可以免申请使用的,同时该类产品在石油、电力、抄表等行业已广泛应用,技术成熟可靠。

### 2.3 系统组成

系统由发射器和接收器组成。发射器端由LM393构成的信号检测电路采集流速信号后送单片机,单片机经过延时和判断等处理后控制无线数传电台发送相应数据;接收器端由无线数传电台接收数据并送单片机,单片机对数据进行判断,并控制外围声光信号电路、计时计数电路作出相应动作,同时向RS232接口电

路输出预定义命令以供计算机接收。系统组成见图 1。

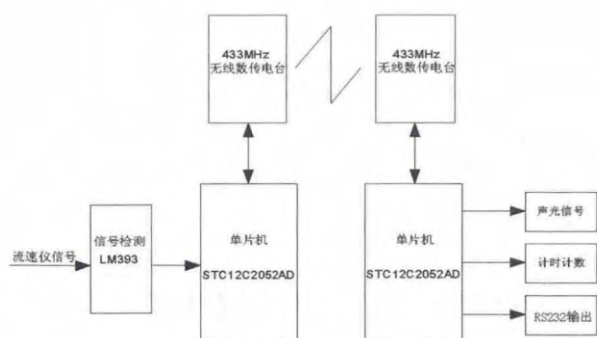


图 1 系统组成

Fig.1 System composition

### 3 关键问题

#### 3.1 信号传输

传统流速信号传输要么采用缆道系统和信号索回路(“有线”方式),要么采用(与主索、塔架等缆道系统其他部分绝缘的)工作索和水体回路(“无线”方式),这两种回路结构都比较复杂,特别是工作索和水体回路,要求工作索对主索、塔架等缆道系统其他部分能良好绝缘(目的是保证工作索对水下极板有较大的绝缘电阻从而在两者间获得尽可能大的信号电压,一般做法是把缆道塔架上的工作索转向滑轮做成绝缘),但工作索本身附着于缆道系统上,能引起两者间电阻减小的原因较多且不易排查,如遇转向滑轮绝缘性能下降则直接导致工作索和缆道间的电阻减小,因此要保证工作索和缆道间的良好绝缘并非易事,这也是多年来困扰广大技术人员的一个难题。采用无线数传电台建立的传输通道完全独立,彻底摆脱水文缆道对信号传输的限制。

另外无线数传电台具备数据透明传输特性,单片机向其写入什么数据,接收端就得到什么数据,不用考虑传输过程,避免深入涉及无线电专业知识,从而将大部分精力放在流速仪信号采集和接收处理等关键问题上。

#### 3.2 信号消抖

流速仪靠内部的接触丝(或干簧管)这样的机械开关产生信号<sup>[4]</sup>,凡是机械开关都存在抖动问题,即在接通或断开的一瞬间,触点有一个短暂的接触或分离状态不稳定阶段,造成输出电平不稳定。一般可以采用硬件或软件消抖。本文采用软件消抖,即单片机程序设计为先检测电平跳变,一旦检测到跳变就开始延时,延时

完毕后再次检测电平若仍为跳变后的值,则判断信号有效,信号消抖示意图见图 2。

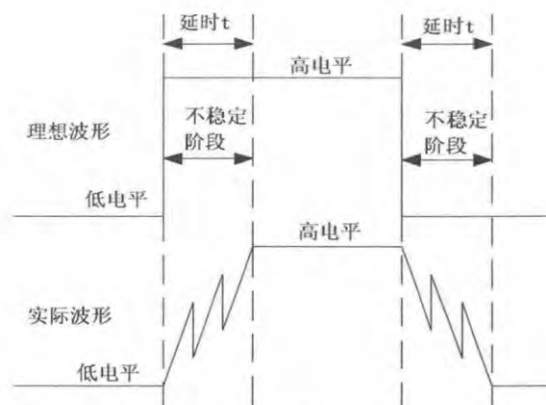


图 2 流速仪信号消抖

Fig.2 Signal debouncing of current meter

关于延时的时间长度  $t$ , 要根据抖动的持续时间和流速仪的转速来决定, 以一部 LS25-1 型流速仪为例, 其流速公式为:

$$V=0.2578n+0.0053$$

式中:  $n$  为转子转率, 等于转子总转数  $N$  与相应的测速历时  $T$  之比, 即  $n=N/T(s^{-1})$ 。

当流速达到其设计最大测速即  $7m/s$  时, 可得  $n=27.13$ , 即此时桨叶每秒转动约 27.13 周, 每转动一周持续约  $36.86ms$ , LS25-1 型流速仪一个信号持续的时间是桨叶转动 3 周左右, 即  $7m/s$  的流速下一个信号持续的时间约为  $110.58ms$ , 所以延时的时间长度  $t$  既要保证能完全消除抖动又不能大于  $110.58ms$ , 否则就会丢失信号。经过反复试验, 得出  $t$  设定为  $40ms$  比较能满足上述要求。

#### 3.3 信号采集

流速仪入水后, 两个接线柱之间的水体会产生电阻, 这个电阻依据不同的水质、水流条件以及外部电压会有所不同, 经过实测, 获得了水体电阻值, 约在数  $k$  级范围内但不超过  $10k$ , 可以把流速仪接线柱之间出现的这个电阻值作为入水信号使用。流速仪接触丝(或干簧管)导通后, 接线柱之间的电阻迅速减小到约为零。为了稳定获得信号, 设计了采用 LM393N 电压比较器的电路来采集信号, 见图 3。

电路中将信号分 2 路进行检测, 设流速仪两个接线柱之间的电阻为  $R$ , 按照图 3, 当:

$$R < \frac{R3}{R2} R1 = 500\Omega \text{ 时,}$$

此时即有流速信号, Signal Out 1、Signal Out 2 输出

低电平,送单片机处理;

$$500\Omega < R < \frac{R5}{R4} R1 = 10k\Omega \text{ 时,}$$

此时即无流速信号但流速仪已入水,Signal Out 1 输出高电平,Signal Out 2 输出低电平,送单片机处理;

$$10k\Omega < R \text{ 时,}$$

此时流速仪在空中。

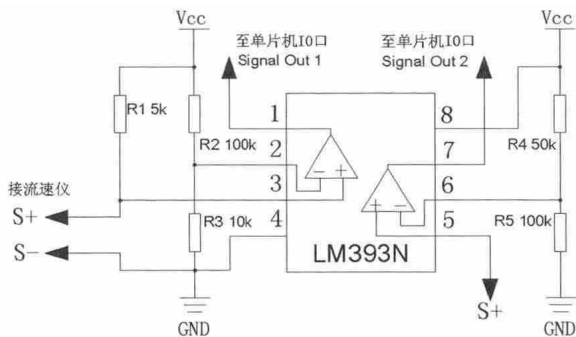


图3 信号采集电路

Fig.3 Circuit of signal acquisition

### 3.4 单片机编程

在本应用中,发射器和接收器的程序流程图见图4。

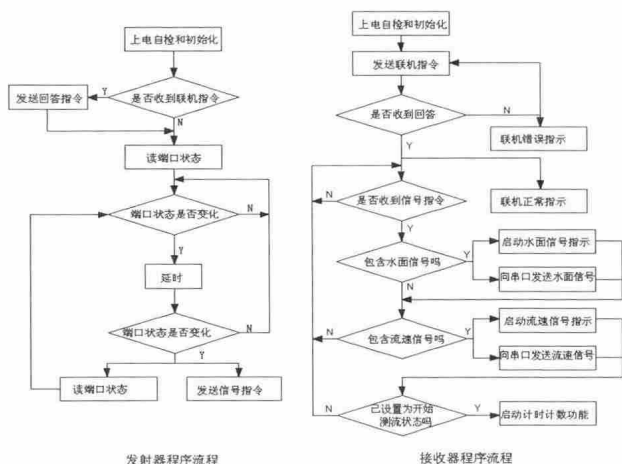


图4 程序流程图

Fig.4 Program flow diagram

## 4 安装和使用

使用时将发射器固定于起重索上,发射器供电和信号接口使用导线顺起重索下沿至铅鱼,分别接至水下密封电源盒和流速仪。

需要注意的是,由于无线电波在水中的衰减非常大,因此即使发射器密封性能良好,可在水中正常工作,但依旧不能保证其发出的无线电波能被室内的接收器稳定接收,所以当铅鱼下放到极限位置时,一定要保证发射器(主要是天线)还处于水面以上。

## 5 结语

通过无线数传方式进行流速仪信号传输,使传输过程集中在信号收发两端和空中,具有传输链路清晰,使用简便的优点,而且可以很方便的实现双工(半双工)通信,使得从岸上往铅鱼端发送控制指令变得容易,便于实现水文缆道多信号、双向传输,如果能较好地解决发射器安装高度受缆道高度限制(发射器不能入水)这一局限,则将会是一种比较有发展前途的缆道信号传输方法。

### 参考文献:

- [1] 长江流域规划办公室水文处. 水文缆道 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1978:214-222. (Hydrological Division of the Program Office of Yangtze River Basin. Hydrological Cableway [M]. Beijing: China WaterPower Press, 1978:214-222. (in Chinese))
- [2] 戴建国. 水文缆道信号传输的研究 [J]. 水文, 2001,21 (4):22-23. (DAI Jianguo. Study on signal-transmission of hydrological cableway[J]. Journal of China Hydrology, 2001,21(4):22-23. (in Chinese))
- [3] 余永权. Atmel89 系列单片机应用技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002:25-31. (YU Yongquan. Application Technology of Atmel89 Series Single Chip Microcomputer [M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2002:25-31. (in Chinese))
- [4] GB/T11826-2002, 转子式流速仪[S]. (GB/T11826-2002, Rotating-element Current Meters [S].(in Chinese))

## Development of Current Meter Annunciator Based on SCM and Wireless Data Radio

QUAN Wei, WANG Longde, WANG Feifei

(Mianyang Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Sichuan Province, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** The traditional hydrological cableway use "wired" or "wireless" loop to transport the signal of current meter, but these two loops has the inherent disadvantages such as complicated structure, unstable electricity parameter, so the transmission is not stable and the troubleshooting is difficult, which has seriously affected the work of discharge measurement. This paper presented single chip microcomputer as control core and wireless data radio as channel to transport the signal of current meter, which has obtained the good effect in practice.

**Key words:** hydrological cableway; signal of current meter; single chip microcomputer; wireless data radio