

基于 RS485 的水环境远程监测系统的设计

朱家骥¹,何坚强¹,许 杰²

(1. 盐城工学院 电气工程学院,江苏 盐城 224051; 2. 盐城市计量测试所,江苏 盐城 224007)

摘要:设计了一种基于 RS485 的水环境远程监测系统,实现了对 pH 值、温度等参数的采集和处理,并通过串行通信总线 RS485 实现了监测节点和上位 PC 机之间数据快速、准确地传输,进而实现对多参数实时远程监测。该系统适用于水环境、智能温室等诸多领域。

关键词:水环境;RS485;单片机;pH;温度

中图分类号:S951 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2015)04-0027-05

水资源保护的重要前提是水环境监测,传统的水环境监测方法诸如人工采样监测法、水生物监测法以及无线遥感监测法^[1],存在着监测成本高、周期长、实时性差、监测范围小等不足,所获得的水质参数也不适合信息化管理的需要,不能在大面积范围内实现实时监测。

近年来,随着自动化技术、智能测控技术和通信技术的高速发展,ZigBee 技术、GPRS 技术和现场总线技术已广泛应用于水环境监测系统。借鉴已有的研究成果,本系统采用串行通信总线

RS485,在通信网络上挂载若干监测节点,将采集的水环境参数通过 RS485 传递给上位 PC 机进行管理,实现了水环境参数的实时监测,具有快速、准确、简易、成本低等优点。

1 系统硬件设计

系统以一台 PC 机作为上位机,监测节点由单片机、传感器及调理电路组成,采用 RS485 串口通信技术实现监测节点与上位机的数据传输。监控系统框图如图 1 所示。

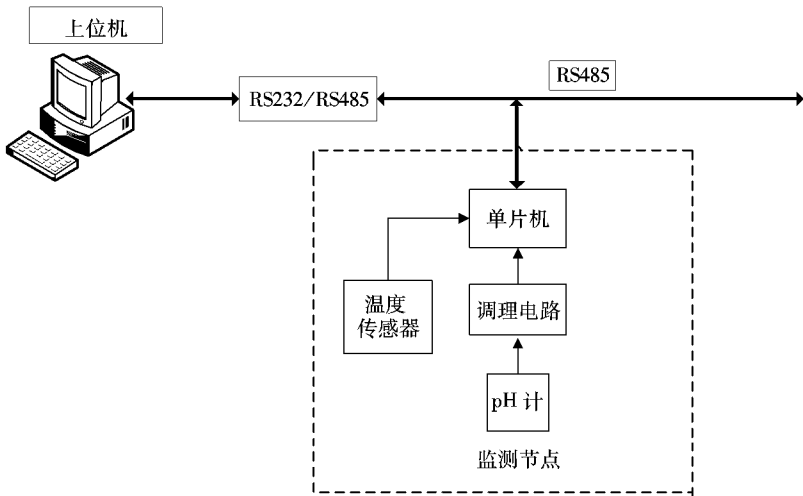


图 1 系统整体设计
Fig. 1 The design of the system

1.1 监测节点设计

监测节点系统框图如图 2 所示。其中,单片机选用了宏晶科技生产的 STC12C5A60S2 单片机,该单片机具有 8 路输入 10 位高速 ADC,是高速、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机^[2]。工作时,传感器将采集到的水环境参数模拟信号送到单片机进行 A/D 转换,转换后的数字信号经过计算处理,得到实际参数值,经 RS485 串口通信传送到上位 PC 机,由上位机监控软件显示相关参数^[3]。

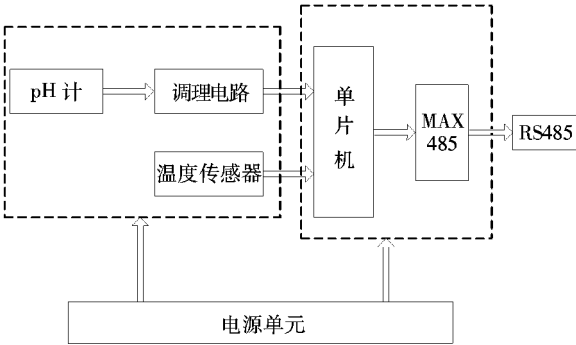


图 2 监测节点系统框图

Fig. 2 Diagram of system monitoring node

1.2 串行通信接口电路

串行通信接口电路如图 3 所示,STC12C5A60S2 单片机通过 MAX485 电平转换芯片接入 RS485 通信口,经 HEXIN - III 型转换器转换后与 PC 机的串行通信接口 RS232 相连。DB9 型 RS232 串行通信接口由 1 根地线、2 根数据线、6 根信号线组成,采用单端输入,最大传输距离在 15 m 左右,传输速率较低(约为 20 kB/s),抑制共模干扰能力较弱,不适合远程监测节点与上位机之间的通信。RS485 是 RS232 的改进,它将 RS232 的单端输入改为双端差分输入,提高了抑制共模干扰的能力;同时,RS485 的最大传输距离达 1.2 km,数据传输速率也较高,适用于远距离的信号传输^[4]。另外,RS485 的最大驱动数目达 32 个,为以后扩充监测节点保留了余地。

由于 RS485 采用半双工通信方式,为了保持收发双方的数据同步,常采用软件握手的通信方式;同时为保证通信的准确性,必须对传输的数据进行校验。常用的检错编码有奇偶校验码、循环冗余码 CRC。奇偶校验码是一种简单的检错码,广泛应用于异步通信中,但奇偶校验码只能检测

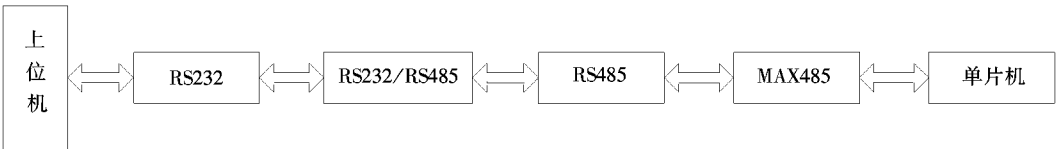


图 3 RS232/RS485 通讯转换

Fig. 3 The communication conversion of RS232/RS485

单比特出错的情况,对于两个或两个以上的比特出错无能为力;而 CRC 码检错能力强,能检测出全部单个错误和全部随机的两位错位,故本文采用 CRC 码检错。

1.3 看门狗电路设计

看门狗定时器(WDT, Watch Dog Timer)是单片机的一个重要组成部分,它实际上是一个计数器,通常设置其初始值为一个大数据,一旦程序开始运行计数器就进行减法计数。如果程序运行正常,每隔一段时间 CPU 就发出指令让看门狗复位,将计数器重新设置为初始值。如果计数器溢出,表明程序没有正常工作,必须强制整个系统复位。看门狗通常采用软件或者硬件电路来实现,为了确保系统的稳定性,本系统采用硬件电路来实现,如图 4 所示。

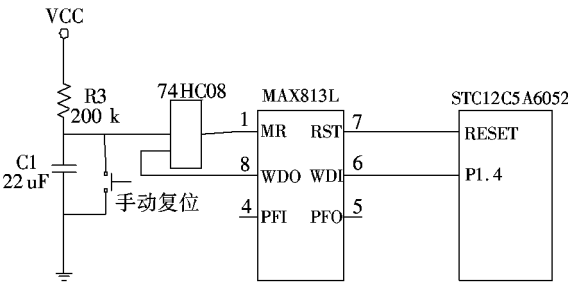


图 4 看门狗电路

Fig. 4 WDT circuit

MAX813L 是看门狗电路专用芯片。图 4 中,芯片 WDI 引脚与单片机 P1.4 引脚相连接,单片机程序正常运行时,每隔一段时间 P1.4 引脚输出脉冲信号“喂狗”。如果程序异常无法按时“喂

狗”,WDO 端将输出低电平,当低电平超过 140 ms 时,经 4-2 输入与门 74HC08, MAX813L 将产生一个 200 ms 的复位脉冲,使单片机复位。也可以使用手动复位使 MAX813L 产生复位脉冲。

2 系统检测电路设计

2.1 pH 测量电路

本系统采用电位法测量溶液的 pH 值。pH 测量电路由 pH 计与调理电路组成,pH 计采用上海雷磁公司生产的 E-201-C 型 pH 复合电极,如图 5 所示;调理电路如图 6 所示,主要对 pH 电极的输出信号进行调理与温度补偿。



图 5 pH 计
Fig.5 pH Sensor

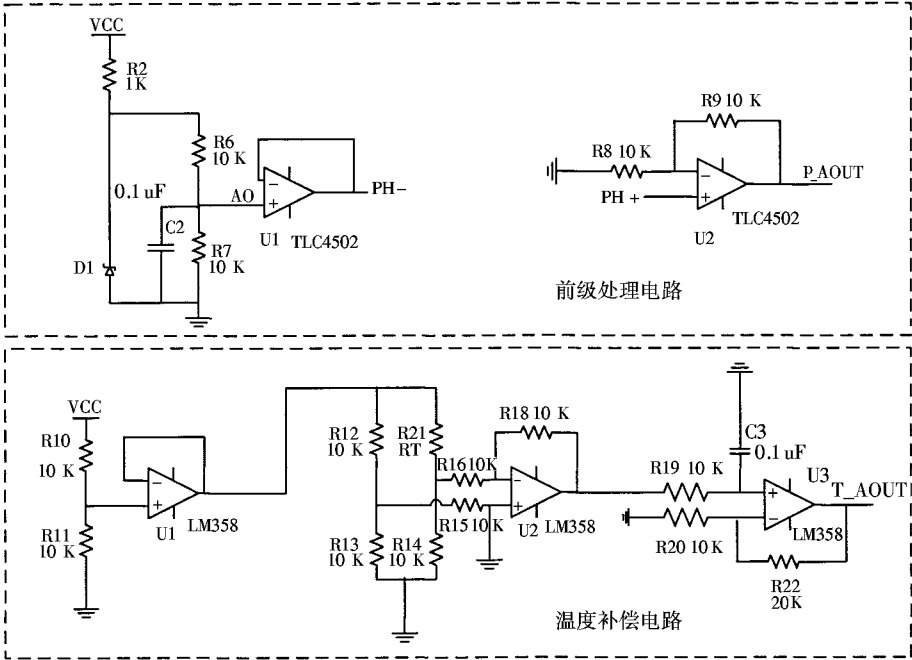


图 6 调理电路
Fig.6 Conditioning circuit

由图 6 可知,调理电路由 pH 信号前级处理电路与温度补偿电路组成。由于 pH 电极的内阻最高可达 $10^{12} \Omega$,根据电阻分压原理,如果前级处理电路运放输入阻抗过小,信号电压将主要集中在 pH 电极内阻上,运放的输入信号将严重失真,只有运放的输入阻抗高于传感器内阻时,才能得到正确的电压信号。因此,本设计选用 TLC4502 高性能高阻运放,且为单电源供电,降低了电源部分的要求^[5]。

在前级处理电路中,pH- 和 pH+ 分别接到

pH 电极的参比电极(pH 电极负端)和信号电极(pH 电极正端),pH 电极的输出信号为信号电极与参比电极的相对电压。随着溶液酸碱性的不同,信号电极的输出电压有正负变化,当检测溶液为中性时,信号电极的输出电压为 0 V。由于信号电极的输出需经运放 TLC4502 放大,当信号电极输出为负电压时,运放 TLC4502 无法将其放大,因此为了解决负电压的输入与单电源供电矛盾,必须给参比电极赋予一个合适的正电压值。图 6 中前级处理电路由稳压管 D1 及运放 U1

(TLC4502)作为电压跟随器为参比电极提供一个合适的正电压值,可以保证信号电极输出电压恒为正值,再由运放 U2(TLC4502)对信号电极的输出电压进行放大。

在温度补偿电路中,由于同一溶液的 pH 值在不同温度下有所变化。为了测量数据的准确性,电路中运放 U1(LM358)作为电压跟随器为后级电桥供电,后级电桥由电阻 R12、R13、R14 及 R21 组成,其中 R21 为热敏电阻;运放 U2(LM358)作为电桥放大电路,将热敏电阻 R21 随溶液温度变化而产生的阻值变化转化为电压的变化,经运放 U3(LM358)的后级放大电路,放大到适合 A/D 转换的范围后送单片机处理。

2.2 温度测量电路

系统选用数字温度传感器 DS18B20 作为温度采集单元测量水温,其测温范围为 $-55 \sim 125^{\circ}\text{C}$,符合系统的设计要求^[6]。DS18B20 是一种改进型智能温度传感器,能够实现全数字温度转换及输出。相对于传统的测温元件而言,该传感器能够根据实际要求通过简单的编程即可实现 9 ~ 12 位的测量精度,比较容易精准地实现温度的测量。DS18B20 与 STC12C5A60S2 单片机的连接如图 7 所示。

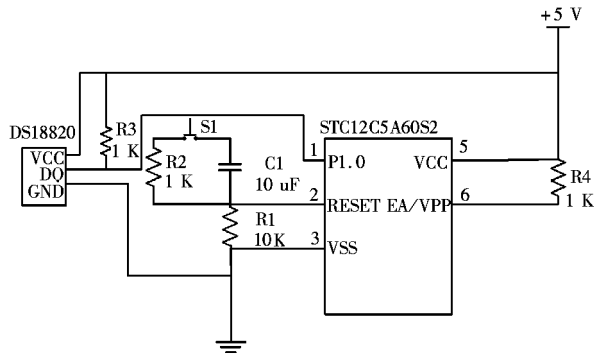


图 7 温度传感器接口示意图

Fig. 7 Diagram of the temperature sensor interface

3 系统软件设计

3.1 监测节点软件设计

监测节点的程序流程如图 8 所示。监测节点接收到上位机的启动信息后,分别读取溶液的温度和 pH 值,在单片机对 pH 值进行 A/D 转换完成后,再对温度和 pH 值处理,然后通过 MAX485 将数据发送给上位机。

3.2 监控界面设计

系统监控界面(HMI, Human Machine Inter-

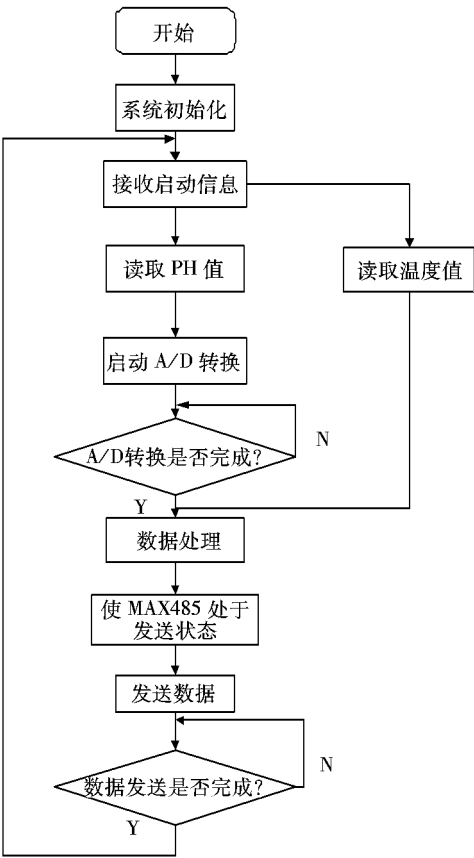


图 8 监测节点程序流程图

Fig. 8 Software flow chart of monitoring node

face)需要将接收到的水环境参数呈现给用户,实现参数可视化,同时,还需对现场监测节点发送指令,如设置采样时间、端口及波特率等。本系统采用 VB 语言编写监控界面,实时监测采集的数据,实现可视化的人机界面。监控界面如图 9 所示。

4 实验结果

系统于 2014 年 12 月 15 日对盐城工学院校园内某条河流的水环境进行实时监测,一天的水温和 pH 值如表 1 所示。

实验结果表明,该系统可以实现对温度、pH 值等水环境参数的远程连续监测。

5 结束语

基于 RS485 的水环境远程监测系统将现代测控技术应用到水环境监测系统中,实现对水环境参数的自动采集、传输和处理,基本实现了无人监测,节约了人力资源,在水环境监测中具有一定的实用价值。

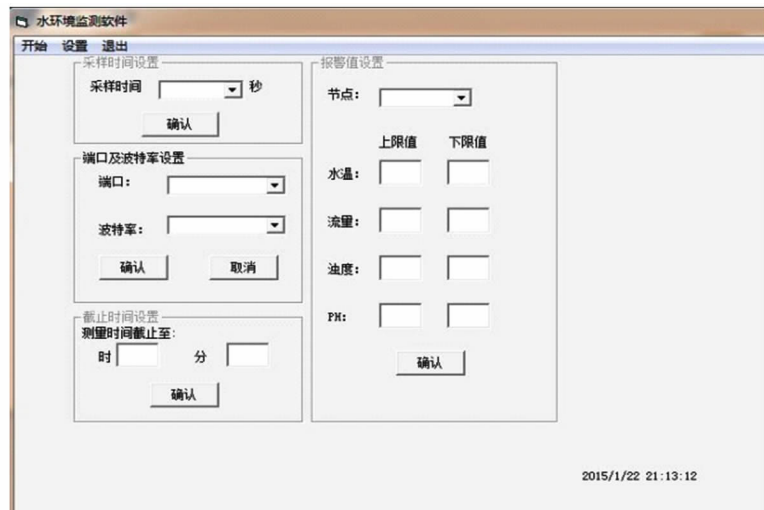


图 9 监控界面

Fig.9 The monitoring interface

表 1 温度、pH 值日变化(2014 - 12 - 15)

Table 1 Daily variation of pH and temperature(2014 - 12 - 15)

环境因子	时间											
	0	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
温度/℃	10.7	10.8	10.7	10.7	10.8	11.2	12.5	11.0	10.8	10.7	10.7	10.7
PH 值	7.3	7.3	7.4	7.3	7.3	7.4	7.3	7.4	7.4	7.3	7.3	7.4

参考文献:

[1] 吴烈国. 基于无线传感器网络的水环境监测系统研究[D]. 合肥:中国科学技术大学,2014.

[2] 张兰红,邹华. 单片机原理及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2012.

[3] 史兵,赵德安,刘星桥,等. 基于无线传感网络的规模化水产养殖智能监控系统[J]. 农业工程学报,2011,27(9):136 - 140.

[4] 刘星桥,赵德安,全力,等. 水产养殖多环境因子控制系统研究[J]. 农业工程学报,2003,19(3):205 - 208.

[5] 宦娟,刘星桥,程立强,等. 基于 ZigBee 的水产养殖水环境无线监控系统设计[J]. 渔业现代化,2012,39(1):34 - 38.

[6] 何坚强. 计算机测控系统设计与应用[M]. 北京:中国电力出版社,2012.

Design of a Remote Water Environment Monitoring
System Based on RS485

ZHU Jiaji¹, HE Jianqiang¹, XU Jie²

(1. School of Electrical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)
(2. Yancheng Institute of Measurement and Testing, Yancheng Jiangsu 224007, China)

Abstract:A new type of remote water environment monitoring system based on RS485 was designed. This system achieved the goals of collecting and transmitting multi - parameters, such as pH value and temperature. By using serial bus RS485, transmissions of data between detecting node and PC is fast and accurate. The system also enforces the function of real - time remote monitoring. Because of its simple structure, fast data transmission, it is suitable for water environment monitoring and intelligent greenhouse.

Keywords:water environment; RS485; single chip microcomputer; pH; temperature (责任编辑:李华云)