



# 水产养殖环境的无线监控系统

可 敬, 杨世凤, 侯海岭

(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

**摘要:** 针对鱼塘溶解氧含量不足导致“翻坑”现象, 研制了一套将单片机、无线 RF 和 GSM 技术相结合的水产养殖环境因子无线监控系统。此系统能够在线检测溶解氧浓度、温度等主要环境参数, 并能根据环境情况实施对增氧机的控制, 业主可远程监控或者通过手机得到水质状况报告。实验结果表明, 该系统显著提高了水质监控系统的控制品质, 且具有广阔的应用前景。

**关键词:** 水产养殖; 多因子; RF 模块; GSM 网

中图分类号: TP273<sup>+</sup>.5 文献标识码: A 文章编号: 1672-6510 (2007) 04-0056-04

## Wireless Monitoring System for Aquiculture Environment

KE Jing, YANG Shi-feng, HOU Hai-ling

(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** As the lack of dissolved oxygen made fishes dead, a monitor system for aquiculture environment factors was designed. The system based on SCM, wireless RF and GSM technology, can measure environment parameters on-line, such as temperature, dissolved oxygen content and so on. And according to the environmental conditions, it can also control the oxygen-increasing machine, remote control of data by computer or receive the report of information by mobile phone. Experiment result shows the system is effective to monitor the water quality and it should be applied extensively.

**Keywords:** aquaculture; multifactor; RF model; GSM net

我国是一个农业大国, 水产科研技术的不断深入以及环境保护意识的不断提高对水质各参数的连续实时监测提出了更高的要求<sup>[1,2]</sup>, 但目前我国农业生产仍大都停留在传统的依靠人工经验判断的水平上, 无法实现自动化控制<sup>[3,4]</sup>。本文提出了一种以低成本方式实现现场的无线数据传输方法, 结合现场传感器检测点的采集数据与执行机构的控制, 便能很好地解决水产养殖环境无线监控问题。

### 1 系统原理

监控系统采用无线通讯技术, 在生产现场构建一个直径在 300 m 左右的小型无线数据传输网络。通信网络由一个主站和多个基站组成。主站与基站之间采用无线射频方式进行通信, 射频采用 433 MHz 的 ISM 载波频段, 无须申请频率使用许可证, 免去了该

部分的无线数据通信的费用, 相对于每个鱼塘都设置一个 GSM 模块来说可以节省大量资金。而短信互动的费用, 视用户查询的次数而定, 与用户的收益相比, 该费用几乎可忽略不计。

以单片机为主控制器, 通过射频模块轮流查询各子节点的数据并采用日历时钟芯片定时存储, 以备用户以后查询; 主控制器上的 GSM/GPRS 模块负责与用户进行短信互动, 使用户在任意时间、任意地点(电信服务网络覆盖的地域)都可了解生产现场的情况; 也可通过 RS-232 串口与计算机通信, 完成数据传输、远程控制、打印报表等功能; 还可以通过控制接口控制报警器、增氧机、循环泵等设备, 完成自动控制功能。

各基站检测点处的传感器将采集现场监控点的各环境因子的数据, 并转变为相应的微弱电压信号, 经精密放大器调理为标准电压后, 送到单片机, 经内

收稿日期: 2007-03-10; 修回日期: 2007-07-06

基金项目: 天津市农委资助项目 (0502200)

作者简介: 可 敬 (1982—), 女, 天津人, 硕士研究生。

置的模/数转换器转换成相应的数字电压值,依据不同的传感器进行数值滤波、补偿等运算后,数据处理 MCU 将数据打包后通过 RF 模块将数据实时传输到监控中心进行处理. 系统组成如图 1 所示.

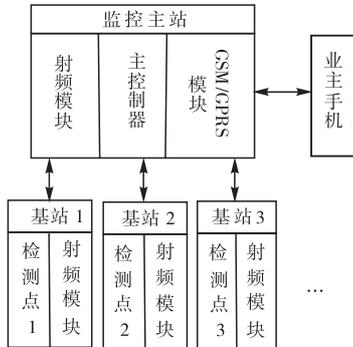


图 1 系统组成

Fig.1 System structure

## 2 硬件设计

监控主站和基站的单片机均选用 MicroChip 公司的 PIC16F877A, 日历时钟芯片采用 PCF8563, 与 EEPROM 存储器 AT24C256 配合完成对数据的定时存储. OCM12864 为  $128 \times 64$  的点阵式液晶显示器, 用于实时显示各个节点的数据. GSM/GPRS 模块采用北京世纪红日科技有限公司的 ME40+ 模块.

### 2.1 STR-30 与单片机的硬件连接

射频模块采用上海桑博公司的 STR-30, 该模块视距可靠传输距离为 500 m, 载波频率可在 402~919 MHz 之间选择, 其与单片机连接采用点对多点无线串口通信, 连接方式如图 2 所示.

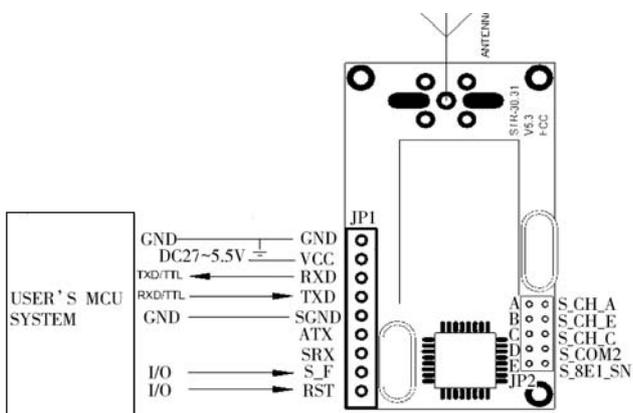


图 2 RF 模块与单片机连接方式

Fig. 2 Connection of RF module and SCM

STR-30 与单片机系统相连接时可以与单片机系统公用一个 2.7~5.5 V 直流电源. 在系统没有数据传输的情况下可进入休眠功能, 以节省电源损耗. 只要控制 SLP 保持 15 ms 的低电平便可使模块进入休眠功能. 当用户需要复位模块时, 只需给 RST 一个宽度大于 1 ms 的负脉冲便可复位系统.

### 2.2 ME40+与单片机的硬件连接

为了让业主实时了解现场水质情况, 主控制器上采用 GSM/GPRS 模块 ME40+, 通过该模块可与用户进行短信交互, 就算业主远在外地, 也可以远程监控渔场. ME40+是 TTL/CMOS 电平的嵌入式 Modem, 可直接与单片机连接, 作为一个无线通讯应用单元, 其在核心模块的基础上, 增加了供电、SIM/UIM 卡、物理电平转换、语音电路、接口等电路; 并且以紧凑外形及小尺寸呈现在用户面前, 适合于嵌入到用户产品中, 完成 GSM/GPRS 的所有功能, 内嵌 WAVECOM 或 SIEMENS 工业级模块, 供电为 5VDC, TTL 电平. 用户只需通过是单片机的串口收发 AT 指令来控制 Modem 的各种工作, 如收发短信, 语音呼出, 数据呼出, 应答呼入, GPRS 应用等.

### 2.3 信号调理

基站的单片机采用 PIC16F877A, 其集成了 8 路 10 位的 A/D 转换器, 用于数据采集, 节省了电路空间, 增加了系统可靠性. 内部集成了上电复位、欠压复位、看门狗电路, 使外围电路大为简化. 由仪表放大器 AD623 及精密放大器 ICL7650S 构成信号调理电路进行信号调理.

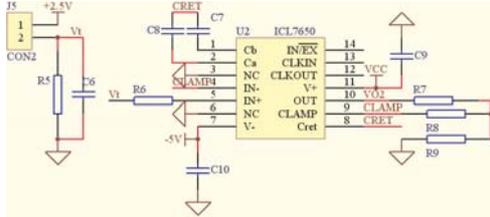
用 ICL7650S 来放大微弱的直流信号或缓慢变化的信号, 图 3 (a) 为热敏电阻采集温度数据的放大电路. ICL 7650S 是利用动态校零技术和 CMOS 工艺制作的斩波稳零式高精度运放, 它较好地解决了抑制温漂和放大微弱直流信号的矛盾并可有效地减小失调电压、失调电流及温度变化和电源电压波动所引起的漂移, 也可有效地抑制共模信号<sup>[5]</sup>. ICL7650 的 9 脚为输入钳位端, 将 9 脚与 4 脚短接, 则输出达到  $V_+$  或  $V_-$  时, 钳位电路工作, 使放大器环路增益下降, 保证器件工作在非过载情况下. 选择放大倍数  $A_U=1.5$ , 让放大后的结果在 0~2.5 V 的范围内.

如图 3 (b) 所示采集溶解氧含量的数据经 AD623 进行放大. 增益通过一只外接电阻可方便地调节. 溶解氧传感器为线性传感器, 该传感器能检测的溶解氧浓度范围为 0~20 mg/L, 输出信号为 0~100 mV, 使用时在输出端并联一个合适的电阻可以将信号衰减到 30~50 mV, 传感器信号更稳定, 且能

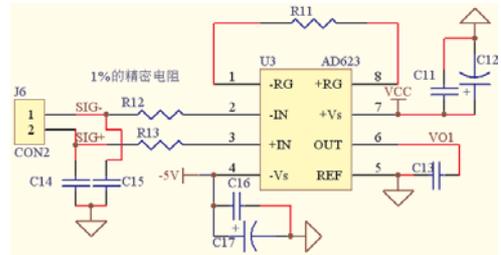
达到温度补偿. 所以,放大器的输入定为 0~50 mV, 输出电压范围为 0~2.5 V.  $R_{11}$  的选定可根据式 (1). 它的共模抑制比随着增益的增加而增大, 保持最小误差, 低功耗, 宽电源电压, 适合电源供电电路,

线性度、温度稳定性、可靠性好, 高精度直流、交流性能.

$$V_{O1} = \left(1 + \frac{10^5}{R_{11}}\right) V_C \quad (1)$$



(a) 温度信号调理电路



(b) 溶解氧信号调理电路

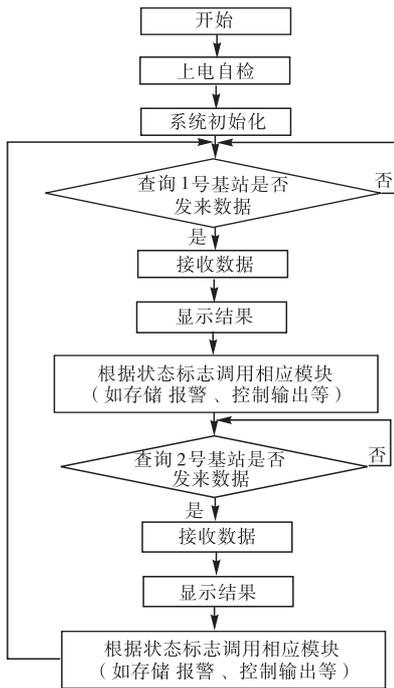
图3 信号调理电路

Fig. 3 The circuit of signal conditioning

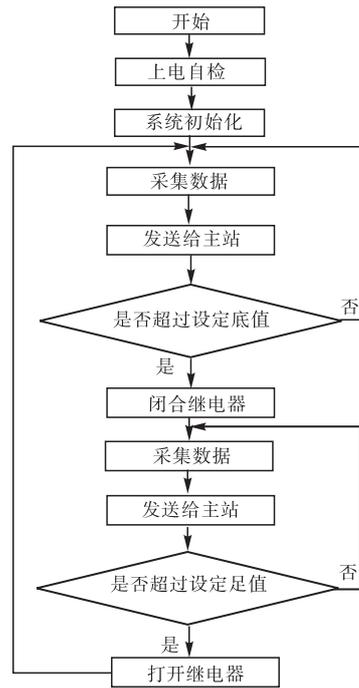
### 3 软件设计

软件实现的功能是对送入单片机的模拟信号进行采集, 转换成数字信号, 并把输入的信号与给定值

进行比较, 如果低于限值, 则报警且在规定时间内启动增氧机. 在转换时还要对数字信号进行补偿处理, 控制数据显示、存储或传输. 其主站和基站程序流程图分别如图4(a)、图4(b)所示.



(a) 主站



(b) 基站

图4 程序流程图

Fig. 4 Procedure flow diagram

### 4 试验分析

#### 4.1 传感器

采用的溶解氧传感器为原电池型, 无须极化, 响

应速度快. 传感器内嵌热敏电阻, 经过大量试验, 并结合现有研究数据, 得出热敏电阻阻值与温度之间的关系式为

$$Y = 65.36558 - 3016541 \times X + 0.0693 \times X^2 - 6.13501E - 4 \times X^3 \quad (2)$$

根据试验数据得出传感器电压信号值与当前溶解氧含量之间的关系曲线,经线性拟合后得到曲线方程式(3),说明此传感器为线性传感器.

$$Y = -0.08906 + 0.16738X \quad (3)$$

#### 4.2 A/D 转换

A/D 转换使用单片机内的 10 位 ADC,某温度下采样后的电压值为

$$V_T = 2.5 \times \frac{R_s}{R_s + R_T} \times A_U \quad (4)$$

其中:  $R_T$  为热敏电阻值;  $A_U$  为放大电路的放大倍数. 此电压转换后 A/D 值为

$$C_T = \frac{V_T}{2.5} \times 2^n \quad (5)$$

其中:  $n$  为 ADC 的位数. 根据数据拟合的最小二乘法得到的拟合曲线估算当前环境温度为

$$T = 0.06056 \times C_T - 21.28482 \quad (6)$$

已知饱和溶解氧浓度与温度的关系,可求出当前饱和溶解氧浓度:

$$S = 14.557 - 0.39587 \times T + \quad (7)$$

$$0.00748 \times T^2 - 0.0000678 \times T^3$$

从而得到当前实际溶解氧浓度值为

$$C = S \times C_{DO} / 1023.0 \quad (8)$$

其中:  $C_{DO}$  为含氧量的 A/D 转换值.

根据溶解氧 A/D 转换值判断是否闭合继电器,如果小于 20% (A/D 转换器的满刻度为 1024),即 205,则闭合继电器;如果大于 60%,即 615,则打开继电器. 从而控制增氧机的开启与关闭.

## 5 结 语

建立了多个水质无人监测站,监测沿线各点的水质变化,把数据通过各种通讯方式实时传输到监控中心或业主手机进行处理. 实验证明系统能对渔业养殖环境中水的温度、溶解氧等因子进行 24 h 的连续监测,业主也可以随时以短信形式得到水质信息. 这样,即使业主或监测人员不在监测现场,也可以全面了解水质环境的情况.

此外,系统建立了神经网络,可以根据用户的要求,对不同水质不同气候不同时段等提供不同的时长和频率控制功能. 系统的推广应用将产生良好的经济效益和社会效益.

#### 参 考 文 献:

- [1] 苗敬莉,朱庆,张宴速,等. 基于短消息服务的电气设备开关控制系统[J]. 微计算机信息,2006,22(8-2): 254—256.
- [2] 顾群,陆春华. 计算机远程监控系统在水产养殖中的应用[J]. 仪表技术与传感器,2004(10): 38—40.
- [3] 刘星桥,赵德安,全力,等. 水产养殖多环境因子控制系统的研究[J]. 农业工程学报,2003,19(3): 205—208.
- [4] 刘星桥,孙玉坤,赵德安. 水产工厂化养殖智能监控系统[J]. 仪器仪表学报,2006,27(5): 527—530.
- [5] 王辉,吴重庆,付松年,等. 基于斩波自动稳零运算放大器的激光器平均光功率控制[J]. 今日电子,2004(8): 45—47.