

# 基于无线射频技术的鱼塘 pH 自动监测系统的设计

王红旗

(四川理工学院, 四川 自贡 643000)

**摘要:** 鱼塘 pH 值是养鱼水质的一个重要指标。为了提高鱼类养殖技术的自动化水平, 避免因 pH 值超限而导致鱼类死亡, 设计了鱼塘 pH 值自动监测系统。系统由单片机、pH 传感器、无线数传模块和 GSM 模块等组成, 可以实时监测鱼塘的 pH 值, 并能实现超限声光报警和通过手机短信通知养殖户等功能。系统的应用, 能减轻养殖户的劳动强度, 提高鱼类安全性。

**关键词:** pH 值; 自动监测; 单片机; 无线射频技术; 手机短信

**中图分类号:** TP273

**文献标识码:** A

## 引言

我国渔业经济保持较快发展, 成为农业经济的重要增长点, 渔业在保障国家粮食安全、促进农民增收和农村经济稳步发展中发挥了重要作用。鱼塘 pH 值(酸碱度)是水质的重要指标, 不仅直接影响鱼类的生理活动, 而且还通过改变水体环境中其它理化及生物因子间接作用于鱼类。

鱼类最适宜在 pH 值为 7.8-8.5 的中性或微碱性水体中生长, 如果 pH 值低于 6 或高于 10 就会对鱼类生长造成危害。pH 值过低, 酸性水体容易致使鱼类感染寄生虫病, 水体中磷酸盐溶解度受到影响, 有机物分解率减慢, 天然饵料的繁殖减慢, 鱼鳃会受到腐蚀, 鱼血液酸性增强, 利用氧的能力降低, 鱼的活动力减弱, 对饵料的利用率大大降低, 影响鱼类正常生长。pH 值过高会增大氨的毒性, 同时给蓝绿藻水华产生提供了条件, 引起水质恶化, 严重时耗尽水中氧气而造成鱼类的死亡, pH 值过高也可能腐蚀鱼类鳃部组织, 引起大批死亡<sup>[1]</sup>。决定 pH 值的因素很多, 但最主要的是水中游离二氧化碳和碳酸盐的平衡系统, 以及水中有机质的含量和它的分解条件; 且在一日之内水体的 pH 值也会不断变化。

鱼塘养殖人员需要经常测量水体的 pH 值, 通常的

方法是携带便携式 pH 计, 以随时了解水质状况, 从而采取相应的改善措施。这种传统手工测量方法费时费力且极不方便, 为提高效率、保证精度, 迫切需要设计一款鱼塘 pH 自动监测系统, 以实时监测鱼塘 pH 值, 并将异常情况告知养殖户。

## 1 硬件设计

为达到鱼塘 pH 值自动监测的设计要求, 本系统的硬件部分设计为无线监测, 采取下位机采集、上位机软件监控的研究方法, 利用 PIC16F785 单片机、GPS-650 传感器, 利用 RF 射频技术, 构建一个基于射频技术的鱼塘 pH 值无线检测系统, 为养殖户有效检测水质、提高鱼类安全提供依据。

系统的通信方式采用主从机(上位机、下位机)结构, 整个系统设置一个上位机, 多个下位机, 上位机与下位机之间采用无线射频技术进行信号传输。上位机与养殖户之间采用 GSM(“全球通”, 全球移动通讯系统)传输信息, 即通过手机短信通知养殖户, 只要用户手机在 GSM 网络覆盖的区域, 用户都能随时接收到鱼塘 pH 检测信息, 扩大了通信范围, 保证了信息的实时性。

整个硬件系统以 PIC16F785 单片机为核心, 系统的结构如图 1 所示。

### 1.1 下位机的硬件结构

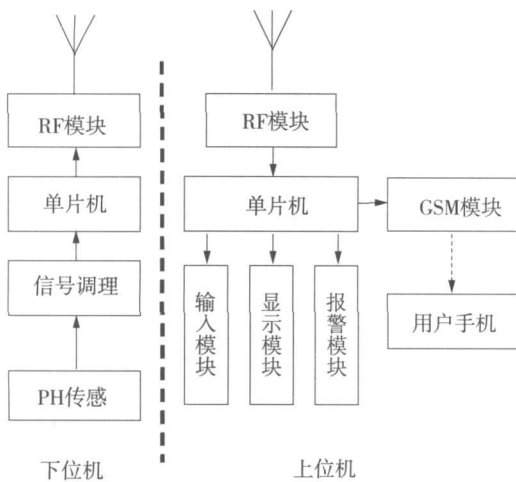


图 1 系统结构图

下位机由 pH 传感器、信号放大与调理模块、单片机和 RF 模块等四部分构成,其作用是实现信号的采集与数据上传。即,通过 pH 传感器定时测量鱼塘水体的 pH 值,再对信号进行放大、滤波和模数(A/D)转换,然后通过 RF 模块将数据传到上位机。在下位机的电源设计上,还充分考虑密封、防潮、防水和散热等措施,以延长使用寿命<sup>[2]</sup>。

pH 传感器采用上海诚宁环保科技有限公司的 GPS-650 型 pH 电极,它结构牢固,广泛应用于工业、农业、科研和环保等领域。采用双阶参比电极设计,耐污染能力强;电极自带螺纹,安装方式灵活;电极体材质为耐腐蚀的 Ryton(PPS 聚苯硫醚树脂);参比隔膜为多孔 Teflon 或陶瓷。测量范围:0~14pH,过程温度:0℃~80℃,过程压力:0~0.6MPa,分辨率:0.01pH,1mV,精确度:±0.05pH,±1mV。其供电要求为 9V 充电电池或 DC9V 电源。pH 传感器输出 4mA~20mA 隔离电流,经转换放大后就可送入单片机进行模数(A/D)转换。

PIC16F785 单片机是由 MICROCHIP(美国微芯半导体)公司研制开发,是基于 FLASH 的带 2 段异步反馈 PWM、双高速比较器和双工作放大器的 20 脚、8 位 CMOS 单片机<sup>[3]</sup>。由于 pH 传感器输出的为毫安级电流信号,因此需将信号放大,并转换成方便测量的电压信号,经滤波后才能进行(A/D)转换。PIC16F785 单片机既有(A/D)模块又有内置运放电路,所以只需增加测量放大器和开关电源等,pH 传感器产生的电流就可转换为电压信号并加以放大,输出信号由单片机进行数据采集<sup>[4]</sup>。

射频传输采用上海桑博科技有限公司开发、生产的 STR-30 型微功率无线数传模块,STR-30 采用 Chipcon 公司高接收灵敏度无线集成芯片 CC1020RF 芯片,内置

多种高纠错信道编码通信技术,抗干扰性强,通信稳定。微功率发射,最大发射功率 10mW;载频频率 433MHz 也可提供 868/915MHz 载频;提供透明的数据接口,能适应任何标准或非标准的用户协议,自动过滤掉空中产生的假数据(所收即所发);标准配置提供 8 个信道,可扩展到 16/32/64 信道;在视距情况下,天线高度 > 1.5 米,可靠传输距离 > 500m (BER = 1200bps);智能数据控制,用户无需编制多余的程序;且具有双向发射/接收(半双工)、低功耗和休眠功能等特点<sup>[5]</sup>。射频传输模块与单片机相连接,将单片机检测到的信号传输到上位机。

## 1.2 上位机的硬件结构

上位机由无线数传模块、单片机、显示模块、输入模块、报警提示模块和 GSM 模块等六部分组成,其功能是:接收下位机数据、鱼塘 pH 上下限设置、显示当前 pH 值、故障及 pH 超限报警和 GSM 短信发送等。系统设计了一个小功率的开关电源为上位机供电,使其能在较宽的电压范围内正常工作,克服了农村电压不稳的困难,提高了电源的抗干扰能力。

上位机面板由数字键、四个功能按键、两个超限指示灯和液晶显示屏组成,还包括天线座、SM 卡接口等。STR-30 模块接收下位机发送的数据,并在液晶屏进行显示。如果有多个下位机,则循环接收、循环显示。由于 pH 值超出一定范围(高限为 9.5~10 低限为 4~5)会直接造成鱼的死亡,且不同鱼类对鱼塘 pH 的要求有所不同。用户可以根据鱼塘中鱼类情况方便的在面板设置 pH 的上下限值,当接收到的下位机 pH 值高于上限值或低于下限值时,系统指示灯闪烁,并启动声音报警,同时通过 GSM 模块向用户发送短信以告知用户。

系统的 GSM 模块采用南京傲屹电子有限公司的 AYG-59C,是一款专供工业环境下使用的 GSM 数传终端,能提供 GSM 短消息、GSM 数据和 GSM 传真服务。通过标准的 AT 命令和 RS232 接口可以方便地集成 GSM 短信设备,使系统设备具有 GSM 无线通讯功能。AYG-59C 体积小(87×65×27.5mm),重量轻(190g),且在温度范围、震动、电磁兼容性和接口多样性等方面均采用特殊设计,保证了恶劣环境下的工作稳定性,为系统设备提供了质量保证。供电电源:直流 10V~15V,1A;发射时平均电流 300mA,待机电流 20mA;可以工作在 900MHz 和 1800MHz 两个频段,所在频段功耗分别为 2w(900M)和 1w(1800M);提供了四个硬件接口,其中包括了一个 SM 卡接口、一个电源接口。用户在 GSM 模块的 SM 卡接口内插入移动公司开户的手机 SM 卡,并在面板上设定接收者的手机号,系统通过单片机来控制

GSM 模块, 于是 GSM 模块就可以像手机一样发送短信息了<sup>[6]</sup>。

### 2 软件设计

本系统软件的单片机程序采用 C 语言编写, 采用模块化设计, 以方便以后系统功能的扩展, 包括数据采集与数据处理模块、输入模块、显示模块、报警模块和 GSM 发送模块等程序。在系统软件的设计上, 充分考虑到渔业养殖户文化素质偏低的特点, 按照简单、方便的原则, 让养殖户在说明书的指导下就能够快速掌握并正确操作。而且力求使系统运行可靠, 能够长期稳定工作。在软件设计中, 除了设计各种 pH 超限的声光报警代码以外, 还设计了安全保障处理程序。如, 当 pH 传感器探头裸露在空气中, 或者下位机与上位机之间通信中断时, 上位机超过 60 秒接收不到 pH 信息, 软件上设计了及时的声音报警以提醒用户, 避免不必要的经济损失。

#### 2.1 下位机的软件设计

下位机的功能主要功能是进行数据采集、(A/D)转换和向上位机发送采集到的 pH 值信息等工作, 其流程图如图 2 所示。

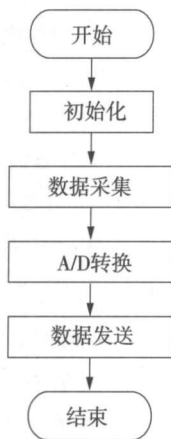


图 2 下位机流程图

#### 2.2 上位机的软件设计

上位机的主要功能是循环显示各个下位机站的 pH 值、超限判断、向养殖户发送手机短信和声光报警等, 其流程图如图 3 所示。

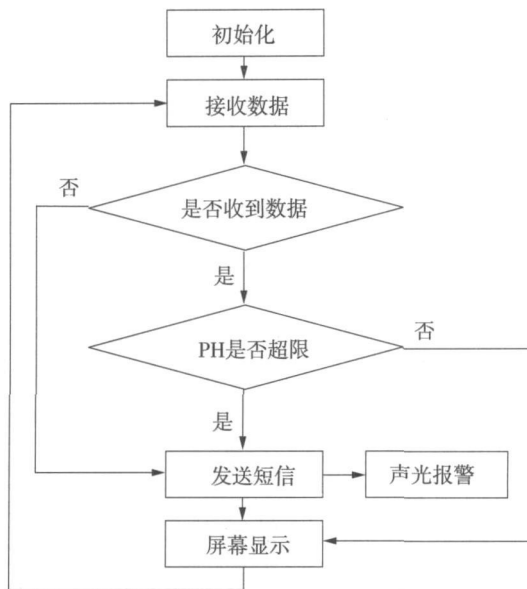


图 3 上位机流程图

需求。系统主要参数均符合实际需要。上位机、下位机实物图分别如图 4 图 5 所示。



图 4 上位机实物图



图 5 下位机实物图

### 3 系统运行

系统上位机、下位机联调测试结果表明, 系统达到了监测鱼塘 pH 值的目, 能够很好满足养殖户需求。其中, RF 无线射频传输, 天线高度为 1.5 米时, 在天气晴朗的情况下, 可靠传输距离能达到 600m 左右。GSM 模块能正常向用户发送短信告知鱼塘 pH 信息, 达到设计

### 4 结束语

本文使用无线 RF 射频技术和 GSM 技术, 设计了鱼塘 pH 值自动监测系统, 系统可以不间断地 24 小时监控鱼塘 pH 值, 用户可以实时了解水质状况。该系统的应用能够有效减轻渔业养殖户的劳动强度, 实现了系统稳定、简单方便和安全有效的目的。对 pH 值超限

时的水质改善处理, 目前一般采用追施无机肥料、撒放生石灰或漂白粉、泼洒硫酸铜溶液和泼洒醋酸或盐酸等传统措施, 至于如何实现 pH 值自动控制, 需作进一步研究。

该系统还可以进行许多功能性扩充, 如增加水温、溶氧等传感器, 实现不同参数监测的接入的通用性。如果再对软件扩充与完善, 便可实现对鱼塘水质的综合监测。

#### 参考文献:

[1] 陈淑玲. 水体 pH 值的作用和调节 [N]. 中国渔业报, 2005-12-20

- [2] 李鑫, 杨世凤, 赵继民. 基于射频 RF 技术的鱼塘溶解氧无线监控系统的设计 [J]. 国外电子测量技术, 2009, 28(9): 41-47.
- [3] 周波, 冯颖童, 胡建龙, 等. 公交车自动报站系统的设计 [J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2008, 21(6): 79-81.
- [4] 张绚蕾. 鱼塘溶解氧自动监控系统的设计与研究 [J]. 农机化研究, 2009, 5: 142-145.
- [5] STR-30 型微功率无线数传模使用说明书 [K]. 上海: 上海桑博科技有限公司, 2006.
- [6] 张国忠, 吴俊, 刘毅. 基于 GSM/GPRS 的配电变压器实时监测系统 [J]. 自动化仪表, 2009(1): 42-44

## Design of Automatic Monitoring System of pH in the Fishpond Based on RFD Technique

WANG Hong-qi

(Sichuan University of Science & Engineering Zigong 643000 China)

**Abstract** The pH in Fishpond is an essential factors of Water quality for fish. In order to upgrade the automatic level of the control technique of the fishes and avoid pH abnormality occurring which led to the death of fish, an automatic monitoring system of pH value was developed. Based on microcomputers, pH sensors, wireless data communication units and GSM module, the system can monitor the pH value in the pond in real time. It has the function of sound-light if alarm abnormality occurs, and it can use mobile telephone short message to inform the owner. The system can release the labor force of the fisher folk, and increase the security of fishes.

**Key words** pH value; automatic monitor; microcomputer; RFD technique; mobile telephone short message