

# 基于单片机控制器的水质实时检测系统

王 卫

(武汉职业技术学院 电信工程学院,湖北 武汉 430074)

**摘 要:**设计了一种基于单片机控制器的水质实时检测系统,其硬件主要由单片机、A/D 转换器、下位数据采集器、单片机串行通信模块、键盘与 LED 显示模块等组成。该系统主要用于水产养殖中,可实时了解池塘的水质情况,提高养殖效益。系统通过多个下位采集器采集水质的多种指标,下位从机与主控单片机采用串口通信方式,通过软件编程实现多路水质指标的显示,如果检测到的数据超标则鸣笛报警。系统结构简单、成本低廉,具有一定的实用价值和推广意义。

**关键词:**单片机;水质检测;数据采集;串行通信

中图分类号: TP274.1

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2011) 05-0079-03

## 引言

长期以来我国的淡水养殖业发展迅速,产量稳步上升。池塘养鱼历来是我国广大农村的一项重要副业,又是我国淡水养殖的主要水体。在水产养殖中,水质的情况对鱼类有很重要的影响,轻则养鱼产量会降低,重则大量鱼类死亡,造成经济损失,而且污染水体。

因此在水产养殖中,有必要应用水质检测系统,对水质的多种指标进行监测,以便随时了解池塘中的水质情况,当某个指标超标对鱼类生长构成威胁时能够及时报警通知养鱼户,避免造成经济损失。因此如何设计个低成本、结构简单、检测效率高的水质检测系统尤为重要。

这里介绍的是一种基于 AT89C51 单片机控制器的鱼塘水质实时检测系统,利用多个下位数据采集器,能对鱼塘水中的水温、溶解氧、酸碱度、二氧化碳、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、汞 8 个参数进行检测,以便随时了解鱼塘中的水质情况,当某个水质指标超标后能报警通知用户,避免造成经济损失,提高养殖效益。

## 一、影响鱼类生长的主要水质指标

生物学环境的好与坏同水质有着非常密切的关系,比较科学合理的方法是采用氨氮、亚硝酸盐、硝酸

盐等水质指标来评价鱼的生物环境。一般鱼类养殖要求水环境中非离子态氨小于 0.02mg/L、亚硝酸盐小于 0.1mg/L、硝酸盐小于 10mg/L<sup>[1]</sup>。

非生物环境条件是由理化指标说明的,水温、溶解氧、酸碱度等都被认为是鱼类养殖的主要水质指标。表 1-1 是我国养鱼用水的水质标准。

表 1-1 我国养鱼用水的水质标准

编号	项目	标准
1	色、嗅、味	不得使鱼带有异色、异嗅、异味
2	飘游物质	水面上不得出现明显的油膜和浮沫
3	pH 值	淡水 6.5-8.5;海水 7.0-8.5
4	溶解氧	应该在 5-10mg/L 内,不得低于 2mg/L
5	汞	不得超过 0.001mg/L
6	铜	不得超过 0.01mg/L
7	锌	不得超过 0.2mg/L
8	铅	不得超过 0.5mg/L
9	砷	不得超过 0.2mg/L
10	氰化物	不得超过 0.02mg/L
11	硫化物	不得超过 0.2mg/L
12	氟化物	不得超过 1.0mg/L

收稿日期:2011-09-03

作者简介:王卫(1971—),男,山东烟台人,武汉职业技术学院电子信息工程学院实训中心教师,研究方向:单片机技术。

### (一)水温

水温与鱼类有密切关系,鱼类的一切生命活动对水温状况特别敏感,原因在于鱼类是变温动物,其体温会随着水温的变化而变化。水温的高低直接影响鱼类的新陈代谢强度,影响鱼类的摄食和生长。一般在适温范围内,随着水温的升高,鱼类的代谢相应加强,其摄食量增加,生长也加快。温度对养殖水体的物质循环有重要影响,水温直接影响水中细菌和其他水生生物的代谢强度,水温的高低也影响水的溶解氧含量,水中氧气的溶解度随水温的升高而降低<sup>[1]</sup>。

### (二)溶解氧

溶解于水中的氧气的多少,即为水的溶氧量,通常用“毫克/升”来表示。溶解氧是水中生物呼吸所必不可少的,也是保证水中有机物进行无机化分解所必须的,对调节水环境中众多物质的氧化分解起着主导的作用。鱼塘中溶解氧的来源源于浮游植物的光和作用,空气中氧气的直接溶解,通过注入新水及增氧设备增加的溶解氧等水中溶氧量不是很稳定的,一般白天时含氧量较高。入夜后,由于光合作用停止,加之各种水生生物呼吸和水中有机物质的分解而耗氧,使溶氧下降。此外,水体的温度高低、水流的动态也与溶氧有关,水温上升,氧的溶解会下降,流水比静水含氧量高<sup>[1]</sup>。

### (三)酸碱度

鱼类最适宜在中性或微碱性的水体中生长,其 pH 值为 7.8~8.5。如果 pH 值过高,鱼类生活在酸性环境中,水体中磷酸盐溶解度受到影响,有机物分解率减慢,物质循环强度降低,使细菌、藻类、浮游生物的繁殖受到影响,而且鱼鳃会受到腐蚀,使鱼的血液酸性增强,降低耗氧能力,同时,偏酸性水体会引发鱼病,导致由原生动物引起的鱼病大量发生,如鞭毛虫病、根足虫病、孢子虫病、纤毛虫病、吸管虫病等。若 pH 值过低,可使鱼卵卵膜软化,卵球扁塌,失去弹性,在孵化时极易提前破膜。由于池水酸碱度对鱼类的生长、发育和繁殖都有密切关系,所以,要经常对池水作 pH 值检测,并根据检测的结果,采取必要的相应措施,以保证池水的 pH 值正常<sup>[2]</sup>。

### (四)影响鱼类生长的其他水质指标

除了前面介绍的水温、溶解氧、酸碱度这 3 个指标外,还有几个水质量指标影响着鱼类的生长、发育和繁殖等,如二氧化碳、酚、汞、铬、铅及石油、硫化氢、硝酸盐、亚硝酸盐等。

### (五)系统测量的 8 个水质量指标

本设计的是一种基于 MCS-51 单片机的鱼塘水质实时检测系统,为了检测鱼塘的水质情况,本系统选择水温、溶解氧、酸碱度、二氧化碳、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、汞 8 个参数进行监测。

## 二、系统总体方案设计

在本系统中,设有多个下位数据采集器,对每个测点的各个水质参数进行测定;为了将各个测点的这些参数进行实时监测和越界报警,在检测台设有一台主

控机,它负责将各个测点的下位采集器所采集的水质参数以串行通信的方式收集进来,在控制台上设有与各个检测点相对应的按钮,能实现按下某个按钮就可以把对应检测点的数据采集器采集到的数据传到主控机,通过 LED 显示屏显示出来,为了能分别显示 8 个数据,在主控机的显示系统中还设了 8 个与各个指标相对应的按钮,实现了按某个按钮就显示对应的水质指标数据;该系统还能对每个检测点进行实时的越界报警,若某个检测点的一些指标超过标准值,那么在检测台的发光二极管会发光同时扬声器发出报警声音,系统的总体示意图如图 1 所示。

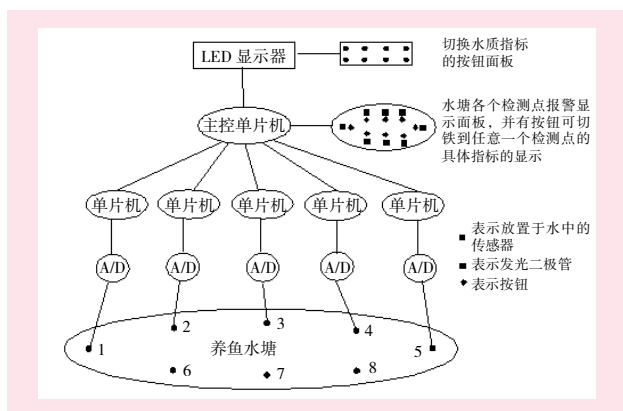


图 1 系统的总体示意图

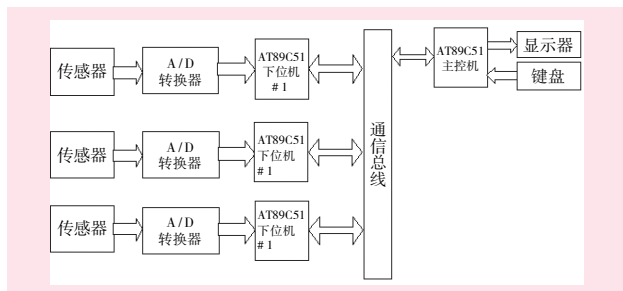


图 2 系统的总体框图

本系统由下位数据采集器、主控机、键盘与 LED 显示器、数据通信模块等组成。下位数据采集器由传感器、A/D 转换器、控制器组成,在控制台上设有 LED 显示器、键盘及报警系统。由于该系统用于鱼塘的水质检测,下位采集器和控制台离的较远,可能离的几千米远,因此必须选择合适的单片机通信协议,保证数据的正常传输。系统的总体框图如图 2 所示。

### (一)控制器方案的选择

系统的主控机及下位数据采集器都要用到控制器,可以选择的方案有上位 PC 机、PLC 可编程程控器件,单片机等。为了减少成本,系统选择单片机作为控制器。本系统中选用了 40 管脚的 51 单片机 AT-MEL89C51 作为控制芯片。

### (二)主要传感器的选择

#### 1. 温度传感器

由于本系统是用于检测水质的,因此对温度传感器在防水性能方面有一定的要求,STT-R 系列温度传感器精度比较高,而且能用于测量水温度,因此在本课

题设计的系统中选用 STT-R 系列温度传感器。

## 2. 溶解氧传感器

YCS2000 溶解氧传感器具有体积小、精度高、操作方便、不受二氧化碳干扰,稳定性更好等优点,因此在本系统的设计中选用 YCS2000 溶解氧传感器。

## 3. pH 值传感器

pH/ORP M-10 pH 值传感器壳体由 PPS 材质构成,特别适合应用在处理水和污水中和的环境中,本系统是基于鱼塘的水体而设计的水质检测系统,因此应用 pH/ORP M-10 pH 值传感器比较合适。

## 三、水质检测系统的软件设计

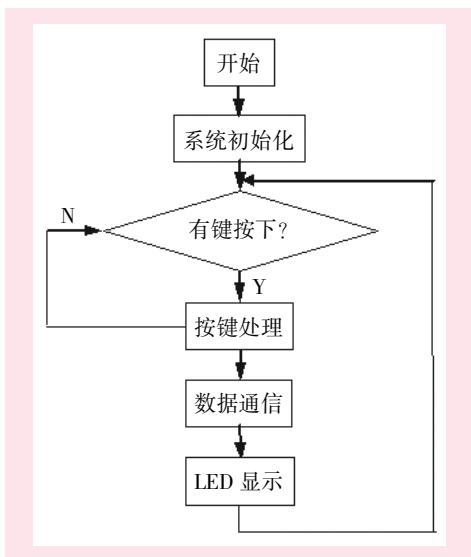


图3 主程序流程图

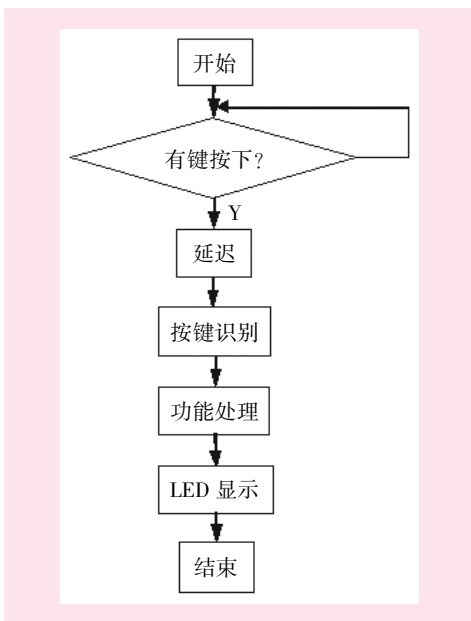


图4 键盘和 LED 显示的程序流程图

### (一)主程序设计

在主程序中,主要完成对各个可编程芯片进行初始化和键盘参数设置的处理。系统开机后,程序先对各

个可编程芯片进行初始化,接着调用键盘部分程序,当有键按下后判断其键值,接着进行对应的按键处理,然后调用通信程序,最后调用 LED 显示程序,把数据在 LED 数码管上显示出来。主程序流程图如图 3 所示。

### (二)键盘与 LED 显示程序的设计

键盘和 LED 显示的软件流程图如图 4 所示。

### (三)RS-485 通信程序设计

#### 1.主机部分通信程序的设计

RS-485 的主机通信程序分为 4 个部分,分别为预定义及全局变量部分、程序初始化部分、数据通信流程、接收数据部分。

预定义及全局变量的程序中对通信中用到的握手信号进行了定义。在本设计中的通信过程中,由于地址帧的存在,握手过程较点对点通信简单一些,只有从机返回给主机是否符合自己的设备地址和从机返回给主机告知从机发送是否完成四个信号。

主机部分的数据通信的基本流程如下:

(1)主机首先向所有从机发送地址帧,发送地址帧时需将 TB8 位置 1。

(2)发送地址帧后,主机接收应答,如果应答信号中的地址与前面发送的地址并不相同,主机将重新发送地址帧呼叫,否则调用 `recv_data()` 函数准备接收数据。

(3)接受完数据后,主机等待从机的校验信号,如果接收到 `_SUCC_` 信号,表示主机接收成功,通信结束,否则主机将重新调用 `recv_data()` 函数,直至接收成功。

#### 2.从机部分通信程序的设计

本系统的从机通信程序也分为预定义及全局变量部分、程序初始化部分、数据通信流程和发送数据部分共 4 个部分。

预定义部分给出握手信号定义和程序中调用的子函数的声明,这部分的内容与主机程序相应部分基本相同。

初始化完成后,从机设置 SM2 位为 1,串口只接收第 9 位数据位为 1 的地址帧,数据帧将直接被抛弃。

如果串口有数据接收(收到地址帧),则从机会将该帧中的地址信息与本机地址比较,如果相同,则调用 `send_data` 函数发送数据,否则不作响应,从机继续处于等待呼叫状态。如果 `send_data` 函数返回 0xff,表示数据校验失败,从机重新发送数据。如果返回 0,表示数据被主机成功接收,发送成功。

## 四、结语

本文介绍了一种基于单片机控制器的水质实时检测系统,设计了相关的电路,并把各个电路组成一套水质实时检测系统。实现了如下的功能任务:

- (1)能对多点多路水质传感器信号进行检测。
- (2)对检测到的数据进行适当加工处理,例如超限报警。
- (3)将检测到的数据上传到主控单片机,能与下位

(下转第 117 页)

(上接第 81 页)

采集器通信。

(4) 设计了实现了上述功能的硬件和软件。

本系统不仅可以应用于水产养殖的水质检测,而且可以应用到其他领域,例如饮用水的水质检测,工厂污水的水质检测,湖泊、河流、海洋的水质监测等等,具有一定的推广价值。

#### 参考文献:

- [1] 霍兵. 加快水质在线监测系统研制为水资源管理提供装备支撑[J]. 水利水电技术, 2004(4): 23-26
- [2] 陈朝东. 水环境监测技术问答[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006
- [3] 董志颖, 王娟, 李兵. 水质预警理论初探[J]. 水土保持研究, 2002(3): 38-41
- [4] 张锡辉, 袁文权, 何安琪等. 深圳水环境在线检测初步研

究[J]. 中国农村水利水电, 2002(11): 123-127

- [5] 李怡庭. 全国水质监测规划概述[J]. 中国水利, 2003(14): 43-48
- [6] 卢文华, 范新明, 景旭. 水质在线检测系统[J]. 盐城工学院学报(自然科学版), 2002(1): 73-76
- [7] 李欣, 齐晶瑶. 多参量水质检测虚拟仪器系统的构建与应用[J]. 工业水处理, 2002(11): 51-55
- [8] 郭小青, 项新建. 基于 CAN 总线的水质参数在线监测系统[J]. 杭州应用工程技术学院学报, 2001(2): 61-64
- [9] 陈昌福, 陈莹. 淡水养殖鱼类疾病与防治手册[J]. 北京: 海洋出版社, 2010.
- [10] 陈惠君, 唐允吉, 吴贵彬. 广西桂江水水质预警预报信息系统的研究[J]. 陕西水力发电, 1997(2): 93-95

[责任编辑: 刘 骋]

## On Design of Real-time Water Quality Testing System Based on the Microcomputer Controller

WANG Wei

(School of Electronic Information Engineering, Wuhan Polytechnic, Wuhan430074, China)

**Abstract:** The paper presents the design of a water testing system based on a single chip controller; its hardware is composed of the microcontroller, A / D converters, and under-bit data acquisition devices, microcontroller serial communication module, keyboard and LED display module components. The system is mainly used in aquaculture for real-time information of the water quality of reservoirs and improving breeding efficiency. A series of indicators are acquired by a number of under-collectors; the slave computers and the host single-chip computers use serial communication; multiple quality indicators can be shown by software programming. If the data is exceeding the standard, it will warn by whistling. The system is simple and of low cost, and it is worth recommending.

**Key words:** MCU; water testing; data acquisition; Serial Communication