

# 便携式多参数水质分析仪研制

张磊<sup>1</sup>, 任妹娟<sup>1</sup>, 史云<sup>1,2</sup>, 赵学亮<sup>1</sup>

(1. 中国地质调查局水文地质环境地质调查中心, 河北保定 071051; 2. 河北农业大学, 河北保定 071001)

**摘要** 介绍了基于电极法的水质分析仪的硬件结构和基本原理。结果表明, 该系统应用单片机技术, 很好地解决了功耗、准确性和稳定性等几个方面的难题; 系统便于携带和使用, 特别适合养殖现场的水质快速检测, 免去了取样带来的不便。

**关键词** 水产养殖; 单片机; 水质检测; 多参数

**中图分类号** X853 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611 (2009) 11 - 05324 - 03

## Development of Portable Multi-parameter Water Quality Analyzer

ZHANG Lei et al (Centre for Hydrogeology and Environmental Geology, China Geological Survey, Baoding, Hebei 071051)

**Abstract** The hardware structure and the basic principles of water quality analyzer based on electrode method were introduced. The results showed that the application of single-chip technology in this system provided a good solution to the power, accuracy and stability problems. The system was easy to carry and use, especially for the rapid detection of water quality in breeding farm, eliminated the inconvenience caused by sampling.

**Key words** Aquaculture; Single chip; Water quality detection; Multi-parameter

近年来, 我国水产养殖业在农业产值结构中的比例不断提升, 并逐渐成为农业的支柱产业之一。但是, 随着工农业的不断发展, 化肥、农药、工业污水、化工产业的废水废气等对环境的污染, 对水产养殖环境造成了很大的破坏。养殖水域水质的质量直接关系到水产养殖业的产量、质量和经济效益。为此, 水产环境的保护, 养殖水域水质的分析和监测就显得十分必要。便携式多参数水质分析系统主要针对水产养殖环境(温度、pH值、溶氧量等)进行快速检测, 减少养殖成本使鱼类生长在适宜的环境下, 达到低成本、高效益的工厂化水产养殖的目的<sup>[1]</sup>。

以往水质检测的方法有传统经验法和化学检测法2种。这2种方法都有很大的弊端, 运用电极法的水质检测仪既快速又简便, 仪器检测的水质指标主要针对养殖行业的需要而设计, 实用性强, 并且可以灵活组合, 特别适合现代科技养殖。

### 1 电路的设计及组成

多参数水质分析仪的温度参数采用单线数字温度传感器 DS18B20 来获取。pH值、溶解氧和氟离子等参数采用电极法, 通过选用对应电极, 由微处理器控制完成对水质的现场快速检测。

系统采用芯片 MSC1210 作为核心处理器, MSC1210 单片机是德州仪器(TI)推出的可以进行高精度测量和实时快速控制的一款增强型 8051 内核的单片机, 具有速度快、处理能力强、可靠性高、功耗低、功能强大等优点。它负责了系统的 A/D 转换、数据的处理存储以及与 PC 机的通讯等任务。整个系统化硬件电路图如图 1 所示, 主要包括信号采集模块、数据处理模块、液晶显示模块等。

**1.1 温度检测** 系统采用 18B20 作为实时采集数据的温度传感器, 18B20 是 DALLAS 公司生产的单总线数字温度传感器(“一线总线”), 具有体积小、适用电压宽、经济实用等特点。系统用 P2.0 作为 18B20 与 MSC1210 双向传递信息的引脚, 由 18B20 向 MSC1210 传递所测温度的数字信号(以 16 位补

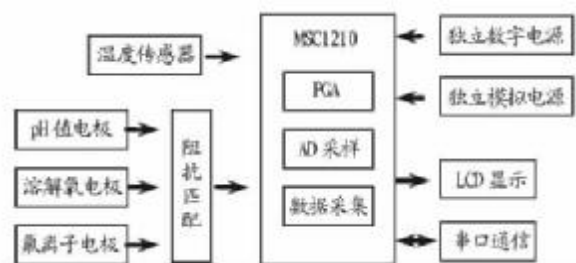


图1 硬件原理示意

Fig. 1 The principle of hardware

码形式, 占 2 个字节), 由 MSC1210 向 18B20 传送控制信号。其中 18B20 输出脚 DQ 端需接 4.7 kΩ 的上拉电阻<sup>[2]</sup>, 传感器采用寄生电源方式供电。

在寄生电源供电方式下, DS18B20 从单线信号线上汲取能量, 在信号线 DQ 处于高电平期间把能量储存在内部电容里, 在信号线处于低电平期间消耗电容上的电能工作, 直到高电平到来再给寄生电源(电容)充电。这种供电方式具有远距离测温时无需本地电源、可以在没有常规电源的条件下读取 ROM、电路简洁等优点, 但当多个温度传感器挂在同一根 I/O 线上进行多点测温时, 容易出现供电不足而无法转换温度或温度误差过大的现象, 因此适用于单点测温。流程图如图 2 所示。



图2 温度测量流程示意

Fig. 2 The temperature measurement flow

**作者简介** 张磊(1982 - ), 男, 河北保定人, 助理工程师, 从事电子自动化应用研究。

**收稿日期** 2009-02-01

软件编写完成对 DS18B20 的复位以及温度的读取。DS18B20 是单总线芯片,对时序的要求十分严格,DS18B20 的时序要靠精确的延时来保证。

**1.2 电极信号检测** 该仪器作为一种电化学分析仪器,采用电极测量水体中的 pH 值、溶解氧和氟离子等参数,利用电位式分析法来测定溶液各离子的浓度值。电位式分析法是通过获得测量电化学电池的电动势,测得被测溶液离子活度(或浓度)的分析方法。电极传感器用来将水中所测物理量转化为供模数转换的模拟电压信号。

电极信号采集由电极传感器、阻抗匹配电路和 MSC1210 片上 A/D 转换系统组成。由于传感电极输出阻抗极高,相应电势却很低,因此选用了低功耗仪表放大器 INA121 与传感器进行阻抗匹配,其具有输入阻抗高、失调温漂小、共模抑制比高、输入噪声小等优点。信号采集的具体过程为:首先利用电源芯片 NMA0505 为放大器 INA121 分别提供 +5 V 和 -5 V 的电压信号,传感器的输出电压信号加到 INA121 的同相输入端,同时将 INA 的放大倍数设置为 1,然后 INA121 引脚 6 (Vout) 与 MSC1210 的 AIN0 端相连接,最后利用 MSC1210 片上 A/D 完成模拟量到数字量的转化。信号采集模块的电路图如图 3 所示。

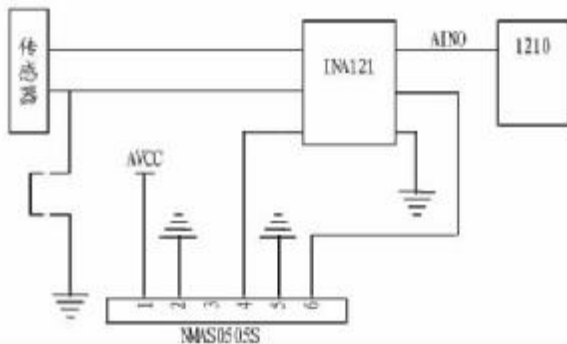


图 3 信号采集电路原理示意

Fig. 3 The circuit principle of signal acquisition

电压数据采集的主要任务是:完成片内 AD 相关寄存器的初始化,控制内部 ADC 的工作过程,按指定功能完成 pH 值、溶解氧和氟离子等要素的测量,读取模数转换值。部分 A/D 转换采用程序如下<sup>[3]</sup>。

```
decimation = 1728;
CKCON = 0;
USEC = 10;
ACLK = 9;
ADMUX = 0x08; //选择信号通道
PDCON &= 0xF7; //打开 ADC
ADCON0 = 0x30; //pga = 1, 开 vref
ADCON2 = decimation & 0xFF; //抽样的 LSB
ADCON3 = (decimation >> 8) & 0x07; //抽样 MSB
ADCON1 = 0x01; //设置 AD 为双极性,自动滤波、校准
```

和增益

```
for (k = 0; k < 4; k++) //等待 4 个周期的滤波稳定时间
```

```
{
while (! (AIE & 0x20)); //等待数据准备好
```

```
lr = bipolar 0; //虚读以清除 ADC 中断
}
samples = 10; //平均读电压次数
ave = 0;
for (i = 0; i < samples; i++) //等待 10 个周期的滤波稳定时间
{
while (! (AIE & 0x20)); //等待数据准备好
ave += bipolar 0 * LSB; //虚读以清除 ADC 中断
}
olts = ave / samples; //取得最终电压值
```

在实际测量过程中,必须对温度进行补偿。从能斯特方程式可知,直线的斜率是温度的函数,因此,测得的电池电动势随温度而变化。温度补偿可以采用硬件补偿,也可以采用软件补偿。该仪器采用软件补偿,其优点是使硬件电路简单可靠,同时可避免电极本身体积过大给测量带来不便。

**1.3 液晶显示** 水质分析仪的操作过程需要人机对话,需配备各种各样的显示器,以便显示输入参数和测量输出的结果。该系统采用了 LCD12864 作为显示模块。

LCD12864 汉字图形点阵液晶显示器,提供 2 套控制命令,11 个基本指令和 7 个扩充指令,字符显示容易,编程简单。MSC1210 与 LCD12864 的接口电路如图 4 所示, MSC1210 的 P1 口作为数据口与液晶模块 DB 口相连, MSC1210 的复位端 (RST, 高电平有效) 经三极管与液晶模块/RET (低电平有效) 连接, P3. 4、P3. 5、P3. 6 作为普通 I/O 口使用,分别接液晶模块的读写引脚 R/W、使能端 E、寄存器选择引脚 RS; PSB 引脚接高电平,选择并行工作模式<sup>[4-5]</sup>。

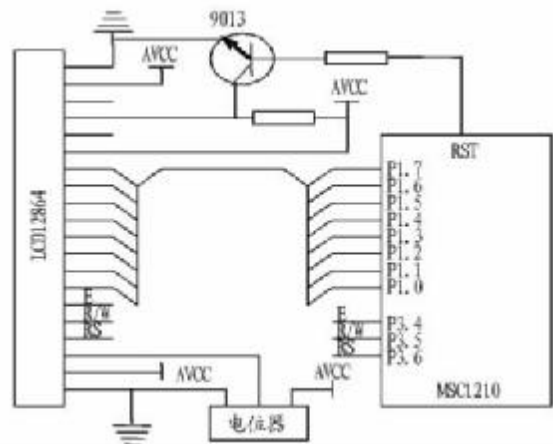


图 4 液晶模块接口电路示意

Fig. 4 LCD module interface circuit

LCD 驱动电压指的是 VDD - VO 的电压差,并不是指 VO - VSS 的电压差,因此 VO 所接电位器 (10 kΩ),必须一端接 +5 V (VDD) 电源,另一端接地,这样才能显示字符,电位器的作用是调节对比度,使字符能清晰显示。

液晶显示部分软件采用模块化结构设计方式,各功能独立,调节方便,能够根据需要修改或扩展。液晶显示软件框图如图 5 所示。

**1.4 电源部分** 仪器采用 9 V 方块电池供电,通过 2 片稳压芯片 MAX667 分别为电路提供所需的模拟电压和数字电压。

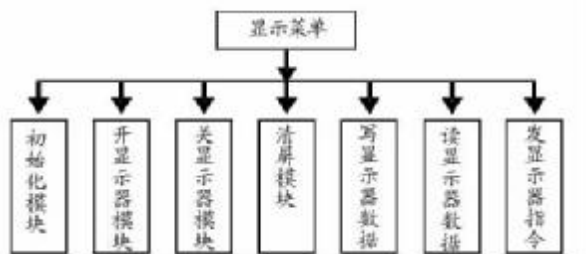


图5 液晶软件框示意

Fig. 5 The framework of LCD software

## 2 应用与注意事项

为了验证仪器的准确度和可靠性,在实际现场与美国哈希公司 SensION156 水质分析仪做对比试验,证实数据接近,工作状态良好。

如果现场采用直接把电极传感器放入养殖水池中的水体应注意以下几点。

(1) 为了保护仪器电极,防止探头与水池壁发生碰撞,在每到一个检测点进行测量之前,首先要得到深度信息。这样可以防止盲目地下放电极,从而造成电极触到池底而损坏。

(2) 仪器使用时远离养殖池内的鱼类等,防止发生干扰或损坏电极。

(3) 仪器每次测量数据后一定要用蒸馏水仔细清洗电极和电缆。

(4) 仪器在未使用的情况下,必须将传感器用保护盖盖好以防止风干并且要及时更换膜及内部的电解液。

(5) 在实际应用中,电极传感器性能的优劣也直接影响到系统测量数据的准确度。所以在选用电极时一定要使用正规厂家的合格产品。

## 3 结语

为实现科学化养殖,不断提高养殖企业的经济效益,加强对养殖水质的监测尤为重要。随着生产技术和人们文化水平的不断提高,水质监测的手段也在不断地更新,利用电极法的水质分析仪检测水质,正逐渐成为广大养殖企业和个人的首要选择,而通过各方面的对比,国产的水质分析仪具有比较明显的优势,水质分析仪的性能也越来越走向成熟,将会成为越来越多的养殖企业、个人日常检测水质的必备仪器。

## 参考文献

- [1] 潘天红,赵德安,全力,等.水产养殖多环境因子的计算机监控系统[J].工业控制计算机,2001(12):35-37.
- [2] 居荣,郭怡倩. DS18B20 在温控系统中的应用[J]. 农机化研究,2005(1):224-226.
- [3] 邓宏彬,田纳新,李志鹏,等. MSC1210X 系统级单片机原理与应用[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [4] 史良. LCD12864 显示模块与微处理器的接口设计[J]. 矿业安全与环保,1999(5):16-17,49.
- [5] 郭铁桥,李增志. 基于单片机驱动的 M12864M 液晶模块应用[J]. 可编程控制器与工厂自动化,2007(2):79-81.

(上接第 5319 页)

害确诊时,用户可将该病例的信息提交给系统,系统将此病例的信息予以发布,向专业技术人员和养殖户征集治疗方案,专业技术人员和养殖户可结合自己的知识与经验进行在线、实时的讨论与交流。

**2.5 后台管理** 后台管理实现了系统管理员对数据库以及用户信息的管理。系统管理员可对系统的所有数据进行维护,及时对数据进行审核并将新数据添加到系统中,以保证最新数据的及时更新,同时可删除错误的数据和对数据进行修改。系统管理员还可对注册用户的信息进行管理,对用户的权限进行分配及管理。

## 3 数据库设计

系统对数据信息、用户信息的管理采用 Microsoft SQL Server 2005 数据库管理系统,使数据结构独立于应用程序,对数据的增加、删除、修改和检索由统一软件进行管理和控制,增强了数据的安全性和易维护性。根据系统的功能,设计了如下的数据库数据表:①用户信息,包括数据项:用户 ID、用户名、账号、密码、E-mail。②病害信息,包括数据项:病害名称、必见症状、养殖方式、偶见症状、更新时间、发病季节。③诊断信息,包括数据项:养殖品种、名称、发病季节、养殖方式、主要症状、次要症状、发病部位、发病时间、发病数量。④病例提交,包括数据项:养殖品种、名称、养殖方式、发

病季节、症状、发病部位、发病数量等。⑤经验交流,包括数据项:交流题目、交流主题内容、发表者、创建时间、发表者联系电话。

## 4 讨论

**4.1 系统稳定安全** 系统对数据的管理采用了关系型数据库的形式,将前台 Web 页面与后台数据进行隔离,保证了数据的安全;用户的分级管理则保证了不同用户具有相应的操作系统的权限,保证了系统的安全。

**4.2 界面友好,使用简便** 系统面对的用户层次较多,既有水产养殖专业技术人员,也有广大的水产养殖从业人员,因此在设计、实现系统时充分考虑了不同用户的知识层次,遵循界面友好、使用简单的原则进行系统设计。尽可能做到用户使用输入的数据量最小,同时数据输入时系统的提示信息直观明了,保证用户输入数据的准确性。需要用户输入数据时尽可能采用下拉列表等方式供用户选择,减少数据输入量,多数情况下用户只需点击鼠标即可完成数据输入、信息查询、病害诊断,提高了系统的易用性。

## 参考文献

- [1] 黄琪琰. 淡水鱼病防治实用技术大全[M].北京:中国农业出版社,2005:15-17.
- [2] 施伟伟,张蓓. 征服 Ajax-Web 2.0 快速入门与项目实践(.Net)[M].北京:人民邮电出版社,2006:65-70.