

# 陶瓷学院科技艺术学院 毕业设计（论文）

中文题目：基于单片机的水质监测系统设计

英文题目：DESIGN OF WATER QUALITY MONITORING SYSTEM  
BASED ON SINGLE CHIP MICROCOMPUTER

院    系 景德镇陶瓷学院科技艺术学院工程系

专    业 自动化

姓    名 梅云昌

学    号 201030455104

指导教师 张玲

完成时间 2014-05-20

## 摘要

水质监测是管理和保护水资源的重要基础，是保护水环境的重要手段。目前我国的水质监测仍存在不少问题，一是，各级水质监测中心的采样能力不足。监测频率低。二是，机动监测能力不足，移动监控水质分析实验室配备量少，现场监测能力低。三是，少数的水质自动监测站，缺乏自动测报能力，难以获得重点水功能区主要水质监测的实时数据。简易水质监测系统是以 AT89S51 单片机为核心，用 DS18B20 做温度传感器，光敏二极管做感光传感器，以及 PH 玻璃电极，其中监测 PH 值的电路由 CA3140 高阻抗运算放大器组成的差分电路，传感器来检测水质的温度，清澈度，酸碱度。整个系统被分成一个复位电路，微处理器控制单元电路，AD 转换电路，输入电路和输出电路，LED 显示电路，电源电路。主要设计传感器的信号经过微控制器进行处理，单片机处理的数据显示 LCD 上。

关键词：AT89S51 DS18B20 光敏二极管 CA3140 PH 玻璃电极 LED

## ABSTRACT

Water quality monitoring is an important basis for the management and protection of water resources is an important means of protecting the water environment . At present, China 's water quality monitoring are still many problems , first , inadequate sampling capability at all levels of water quality monitoring center. Low frequency of monitoring . Second, the lack of mobility monitoring capabilities , mobile monitoring water quality analysis laboratory is equipped with less, low on-site monitoring capabilities. Third , a small number of automatic water quality monitoring stations , the lack of automatic forecasting capabilities, real-time data is difficult to obtain key water quality monitoring of the main functional areas . Water quality monitoring system is based on a simple AT89S51 microcontroller as the core , with a temperature sensor DS18B20 do , do photodiode light sensor , and PH glass electrode , the differential circuit in which the circuit is monitored by the PH value CA3140 operational amplifier consists of a high-impedance sensor to detect water temperature , clarity , acidity . The whole system is divided into a reset circuit , the microprocessor control unit circuit, AD conversion circuit , the input and output circuits , LED display circuit , a power supply circuit . After the main design of the sensor signal microcontroller for processing, the data displayed on the LCD microcontroller processing .

KEYWORDS: AT89S51 DS18B20 photodiode CA3140 PH glass electrode LED

## 目录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1 引言 .....             | 1  |
| 2 系统设计任务和性能要求 .....    | 3  |
| 3 硬件系统设计 .....         | 3  |
| 3.1 单片机选型 .....        | 3  |
| 3.2 单片机最小系统设计 .....    | 7  |
| 3.3 传感器的选用 .....       | 8  |
| 3.4 LCD1602 显示模块 ..... | 15 |
| 3.5 A / D 转换模块 .....   | 18 |
| 3.6 稳压电源设计 .....       | 21 |
| 4 系统软件设计 .....         | 22 |
| 4.1 程序设计 .....         | 22 |
| 4.2 系统主程序流程图 .....     | 22 |
| 4.3 温度子程序流程图 .....     | 23 |
| 4.4 PH 子程序流程图 .....    | 23 |
| 4.5 浑浊度子程序流程图 .....    | 24 |
| 5 结论 .....             | 25 |
| 致谢 .....               | 26 |
| 参考文献 .....             | 27 |

## 1 引言

水是生命之源，它不仅是孕育生命的源泉，这是任何物质以维持生命形式的基本基础。水与人体健康密切相关，它是我们维持生物代谢的重要途径之一。同时，水对所有生物的应用时不可缺少的，因此水是生命之源。

我国是世界上第一人口大国的发展中国家，同时，我国在水资源的管理和利用方面有着严重的矛盾。生态环境的污染和人们生活用水以及工业直接排放进河流等等污染源的存在。据相关报道显示：全国至少每天将一亿吨未经过处理的水直接排出。全国七大水系中有一半以上的河流水质受到严重的污染，其中的 1/4 的水不利于灌溉，大部分的城镇水源受到污染，所饮用的水也不符合饮用的标准，其中有些城市的缺水状态也是由于水质的污染造成的。其中水质的污染直接导致饮用水的状态，水中的有害物质直接损害人体的健康。同时大部分的污染的水源归功于未能及时监测的水质直接排出进入河流，同时水的污染影响着鱼类的生长，其大部分被污染的水中的鱼被人们使用。其次，对人体有害物的水污染的问题体现的愈来愈突出，大部分的城市饮用水不达标甚至有些饮用水大约有 20 种的致癌物存在。水资源的利用不当和当今社会水污染的问题，引起了人们的重视。

论文设计了一个基于 MCS-51 单片机系列的 AT89S51 单片机的监测系统，其主要特点有高性能，低耗能等功能。51 系列单片机里包含：程序存储器、数据存储器等多个资源。然而，在一些复杂的微控制器中，只有单一的资源还是不够运用的，所以常常要添加 I/O 接口、计数器和定时器、串行接口和两个存储器 ROM、RAM。设计是将各个传感器模块经 A/D 转换为数字信号传输到微控制器中进行检测，后显示 LCD 显示器显示数据。但是，由于性能的不断提高和完善自己的资源能够满足许多方面的应用中，结合速度快、体积小、能耗低等方面的需求。所以在工业机器控制方面智能仪器仪表、数据的采取处理、通讯系统等家用电器的需求日益广泛。并且正在逐渐代替现代多芯片微控制器应用系统的作用。特别是目前的运用于工业上的那种抗干扰能力强以及低耗能的 CMOS 工艺单片机更促进了其未来的发展。AT89S51 单片机在操作和检查的过程中，实现了在自动控制化的过程。有的还能自动调整测试点，这样更方便其操作，同时也提高了测试的精准度。下面介绍 PH 值和浑浊度对水的影响。PH 值指的是水的酸碱度，水的化学术语是  $H_2O$ 。在常温下，水是能够发生电离的。在纯水中，由于氢离子比氢氧

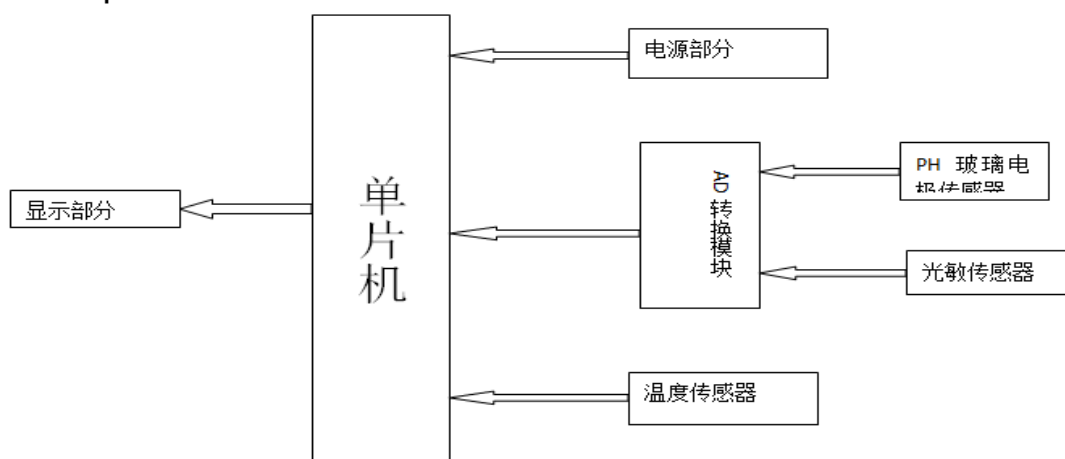
根离子更多时，这时水呈现的是酸度，氢离子也多酸性越强。同时，水的不同的酸度和不同的碱度都能和相应的物质发生化学反应。其次，水的状态也表现为水的浑浊程度。用光照的强度能可靠的表明水的浑浊状态。浑浊度是水样对光学性质的一种表达语，不溶解水中的物质能使得光在水中发散和吸收，并不是光在其直线传播的。PH 值和浑浊度都反应了当前饮用水的化学和物理性状态的指标。用 PH 值和浑浊度表示水质的良好程度。下面就进行水质 PH 值和浑浊度的简单测量。

## 2 系统设计任务和性能要求

要求有较高的检测灵敏度组成的一个简易水质监测系统。有如下三个具体任务：要求对水质的温度进行检测，被检测温度的范围为  $0\text{—}75^{\circ}\text{C}$ ，精度为  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；要求检测范围  $0\text{--}14$  的 PH 值，其中为  $\pm 0.5$  的精度；要求检测水质的浑浊度，其可分为清澈见底、略微浑浊、微浑浊、半浑浊、浑浊、见水如泥。这六个等级显示浑浊度状态。

所检测的各个模块，经过 A/D 转换器传输到单片机进行检测，同时单片机上电后，通过显示模块显示检测的参数。

## 3 硬件系统设计



### 3.1 单片机选型

单片机的选择：

单片机也被称为微控制器，它具有智能控制系统许多领域非常广泛的应用。单片机（SCM）是电脑 CPU 的小型化。最先的设计观念是通过将大量外围设备和 CPU 集成在一个芯片中，使计算机系统更小，更容易集成进复杂的而对体积要求严格的控制设备当中。

51 单片机的基本结构如图 3-1:

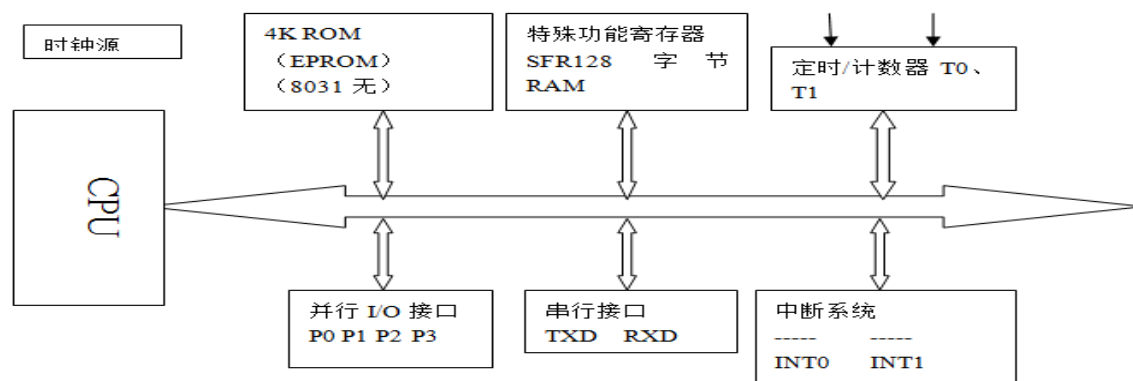


图 3.1 单片机基本结构

如图 3.1 所示的一块芯片上包括：

8 位中央处理器单位 CPU；4/8KB ROM 或 EPROM；126/256 字节的数据存储器 RAM；21/26 个特殊功能寄存器 SFR；4 个 8 位并行 I/O 口，其中 P0 为低 8 位地址/数据线，P2 为高 8 位地址线可外扩接口和存储器，其中 T0、T1 用来对外部脉冲进行计数，还可设置成定时器，并根据计数或定时的结果进行控制；有 5/6 个中断源，其中 3 个内部中断源，两个外部中断源和内部中断源；位寻址空间为 00H—FFH 具有强大的未处理能力；堆栈可已设置于片内数据存储器的任何位置，堆栈深度最高可高达 120/240 个单位；同时有串行接口和内部的产生电路外接的振荡器和微调电容。

从简单，适用和满足角度的功能需求来考虑，CPU 选用 ATMEL 公司的 AT89S51 单片机，AT89S51 单片机加入了 ISP 可在线编程功能的功能，同时该单片机的高密度性，也不容易易失性存储的技术，该单片机上的引脚基本和 89C51 单片机的引脚吻合。能解决 AT89S51 单片机能为嵌入式的应用提供很高的性价比的问题。AT89S51 单片机内部具有 40 个引脚，输入输出口，中断源和时钟振荡器，还具备 89C51 没有的看门口电路设计，当然也具备了所有单片机的特点的数据存储器和程序存储器等。另外，在省电的模式下工作的振荡频率可以为 0HZ。



CPU 可以在空闲的情况下暂停工作，这是 C51 单片机不能做到的，同时数据存储器 and 定时计数器和 I/O 口也能继续保持工作状态的。当单片机突然中断服务时还能够照样保存 RAM 数据，和芯片其他的复位功能。在此，该芯片还具有三种不同的封装形式，来满足用户对产品的不同需求。

本系统以 89S51 单片机为系统核心，从单片机应用情况分析，嵌入式技术日臻成熟，但 8 位单片机仍然是微控制器应用场合很受欢迎，同时 MCS-51 单片机的应用最为广泛，考虑到本系统设计的成本和实用性多方面的因素，就选择同是 ATEML 公司生产的 AT89S51 单片机作为系统 MCU。本设计以这一代表性的机型进行系统的讲解。

对于目前的单片机尤为 51 系列单片的特点独特性和实用性。其中 S51 和 C51 单片机产品指令和其它的引脚全部吻合兼容的。其中 S51 单片机 ISP 功能是 C51 单片机尚未拥有的。S51 单片机的高八位微控制器低耗能，高性能的特点在工业和学习中得到了完美的体现。

单片机同时也被称为 SCM 和微控制器。和其他的单片机一样具有的三大部分组成的：中央处理器（CPU），存储器（ROM, RAM），输入输出（I/O 口）。其实是对计算机的简化罢了。但其中的体积小，运行电压低的特点让人青睐的。S51 单片机是在 C51 单片机上加上了 Flash 技术。

80C51 与 AT89S51 两种单片机的基本机构是一样的，使用编程指令和微控制器的引脚与 80C51 完全兼容。其中 FLASH 制作的存储器叫做闪存储存器，能使用电方式功能反复的擦出改写的。

但是为了根据测量的可靠性的要求，在选用 CPU 模块的时候监测就采用双 CPU 模块，运用差分信号负逻辑连接方式，输入的电流大约为 4mA 到 20mA。其中不同的 CPU 有着不同的作用，其中主 CPU 是监测内部的软件程序，从 CPU 主要是外部的数据采集等功能的传输和转换。CPU 的连接为了更加精准的收集监测的数据，让监测之间的误差更小。同时双 CPU 结构能更加现实出所需要的结果和功能。

CPU 模块的功能如图 3-2 所示：

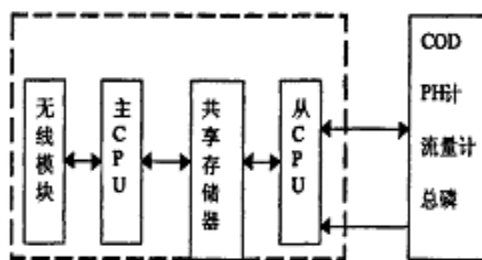


图 3-2 CPU 模块的功能图

AT89S51 单片机上具有四十个引脚，其中对于主要的接口有三大个 P0, P1, P2 每个口有八个引脚，加上复位，电源和地址锁存器接地等。其中的 P0 口是最要接上高阻抗的输入端口。P0, P1, P2 全是 8 位的双口输入输出口。都会与大多数的单片机不例外的，XTAL 端口是片内振荡点入的输入端。还有引脚上出现两个机器周期是四根控制引脚能够让单片机立即进行复位阶段。当信号进入单片机是 会经过外部存储器读选通信信号进行选择。同时高电平时内部的 EA/VPP 会在内部外部选通道进行程序的存储器读指令。

图 3-3 AT89S51 单片机引脚图

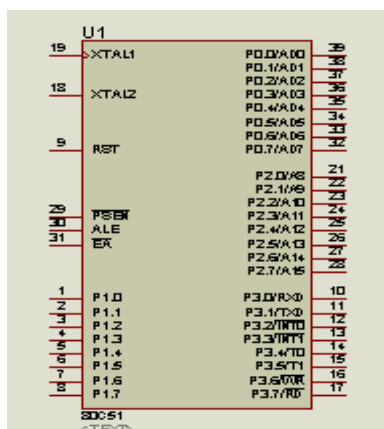


图3-3 AT89S51单片机引脚图

论文选取了作为广泛运用的 AT89S51 单片机作为设计的主体。其中引脚的介绍如上所述，引脚在仿真上的视图如上图 3-3 所示。如何让单片机进行正常的运行呢？其中电源部分选用+5V 的电压源，单片机内部的振荡器选用 12Hz 的频率进行工作的，当然振荡的周也是其中周期的倒数 1/12 的，机器周期为 1 微秒。每条指令执行时间都是有一个或几个机器周期组成。

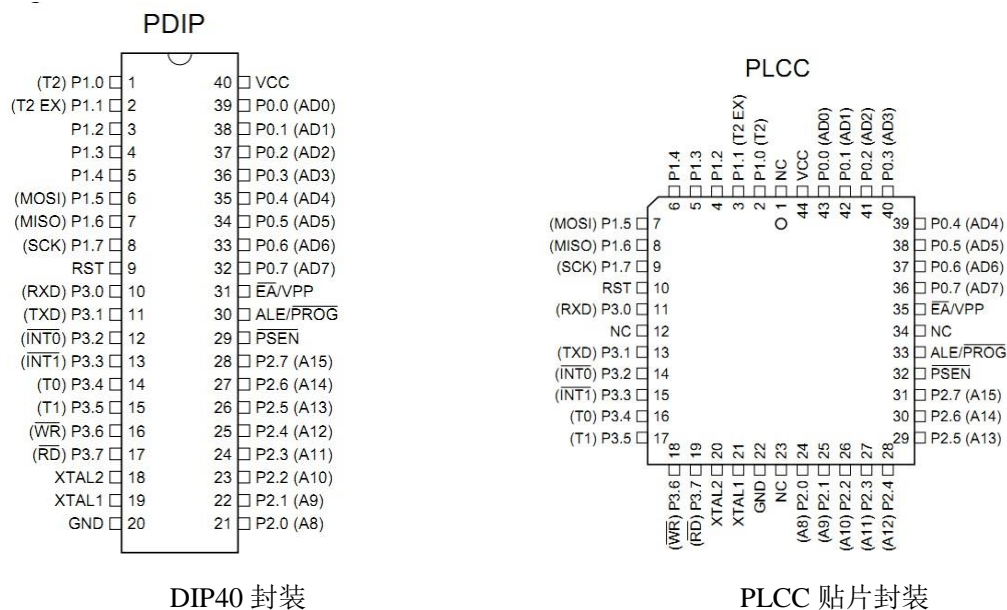


图 3.2 AT89S51 引脚图

下面对 AT89C51 引脚功能详细的描述

VCC 称为电源端，接通电源下单片机才能运行

GND 称为接地端

P0 口是一个 8 位漏极开路的双向 I/O 接口。当它被用来作为一个输出端口，每个可驱动 8 TTL 逻辑电平的。其中 P0=1 时，P0 用作高阻抗输入。

其中 P0 接口在一定的情况下会产生上拉电阻。

### 3.2 单片机最小系统设计

单片机的最小系统由主要的四部分组成的：晶振，复位电路，电源和程序口。晶振主要是由于单片机时钟周期要求决定的，但大多数用的是 22pF 左右，复位电路时用于复位，供电接口为电源接口，当然需要串口配合使用的程序口了。

图 3-3 为单片机最小系统原理图：

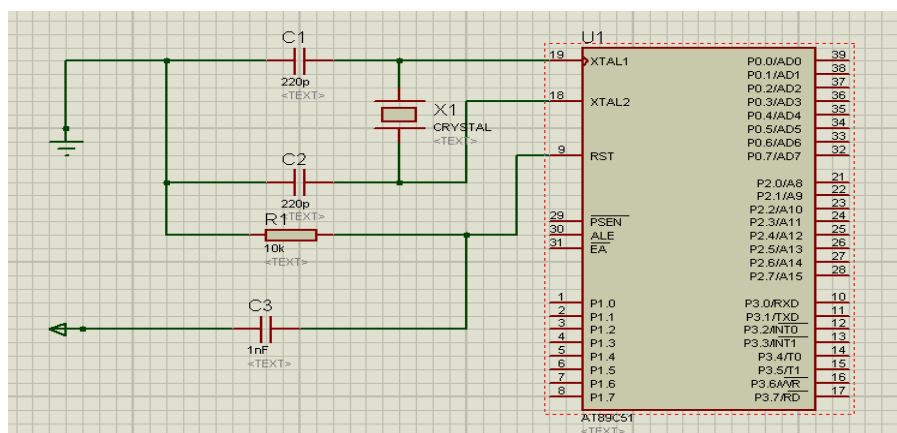


图 3-3 单片机最小系统原理图

### 3.3 传感器的选用

#### 一、温度传感器的选择

温度传感器顾名思义同样也是能够将热度进行检测的器件，也就是检测温度的器件。市场上最主要的测温度的器件可以分为以下三类：逻辑输入、模拟式输入和数字式的温度传感器。对于数字式测温传感器得到了广泛的应用，它不用再经过其他的变换电路就能直接将温度的信号直接转换成数字信号。以下经设计选择了两个方案进行对比和值得思考的。

方案一：对于过去未产生新式的传感器前，大多数用的是热电偶和实时数字仿真仪用来对温度进行实时的监控。但大多数对于一些极端的温度范围里的曲线里的监测并不乐观，要求进行冷端补偿或者引线上的补偿，但也有较大的热惯性，响应时间较慢，市场上已经很少遇到，因此在市场上已遇到的很少。传统的集成模拟传感器也同样具有很多特点。其中响应速度快，灵敏度高并且一样能够驱动想要的电路设备，最主要的是这个传感器几乎没有实际的尺寸集成在一片 IC 使用非常的方便。

这种解决方案的缺点是需要控制的多条数据线，当线是由计算机所占用时该模拟信号成数字信号的接口电路。微机功能的扩展受到了限制；并且温度监测点分布的系统中，扩展计算机的功能是有限的；和温度监测点分配系统中在长距离传输模拟信号时该信号将会失真。这种设计不使用第一个方案。

方案二：如果采用数字式接口的温度传感器，上面描述的设计问题将得到了合理的解释。数字温度传感器对测温度是非常的方便的。不许用任何的外接设备电路，能将温度信号直接转换成数字信号直接就能读出数据。对于集成模拟的温度传感器节约了许多的数据线。把外在的 A/D 电路和滤波等电路都微化了。同时数字传感器抗干扰能力很强，在传输数据的时候不容易丢失监测的数据。基于以上的对比论文采用的是数字式温度传感器。

论文采用的是 DALLAS 公司生产的 DS18B20 数字式温度传感器。DS18B20 省略了许多的数据线直接将温度进行模数的转换显示出来。每个 DS18B20 的包含一个唯一的 64 位序列号。以便不一样测温点的识别。DS18B20 的测温范围是

+55℃到+125℃。其中大多数实验监测的温度传感器选用的都为这个传感器，本论文也不例外。

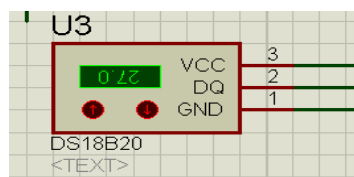


图 3-4 DS18B20 引脚图

下面描述 DS18B20 的主要特征：

DS18B20 外部有三根引线：VCC, DQ, GND 这三根线。其中只需要一条 DQ 通道多点通信能力，不需要任何的转换电路外接，只需当电源连接上 3.0V 到 5.5V 即可进行温度的测量。其中测量的温度范围为-55 ° C 至+125 ° C 。

该温度传感器同样能进行分辨率的编程，能对范围为 9 到 12。当报警设置打开时温度到达一定极限的时候进行报警，一般数字格式定位最大为 750 毫秒。

DS18B20 的一个 DQ 输入口的设置直接节约了很多的数据线的外接电路。唯一的一条输入通道的特性，所以在一个检测的电设备上能并联多个这样的温度传感器了。这样使得该温度传感器的应用大大的得到了广泛的提高。即使是在空调环境的控制中和某些测温的机器里面。大大节约了资源的利用。

## 8 引脚封装 TO-92 封装 用途 描述

### 5 1 接地 接地

### 4 2 为数字信号输入输出

3 3 电源 可选用的电源管脚。电源必须接地，为行动中，寄生虫功率模式。电源也可以从外部 3V-5 . 5V 的电压得到。

温度传感器内部由储存器，传感器，报警触发器和配置寄存器四大部分组成的。其中储存器为 64 位光刻 ROM。当通电达到高电平时，内部的电会储存能量充电状态，低电平会让片子供电。

下面对 DS18B20 的原理及其应用进行描述：

该温度传感器省略了外部的数据传输电路，将数字的输出集成在一个芯片上。不容易得到外部的干扰，因为低温系数晶振的振荡频率受温度影响很小。温度和数据两大模块的集成占空比主要的两个部分。当脉冲输入时，当计数门打开时，DS18B20 就对低温低温度系数振荡器产生的时钟脉冲进行计数，进而完成

温度测量。计数门的开启时间由高温系数振荡器来决定，每次测量前，首先将温度所对应的基数分别置入减法计数器 1 和温度寄存器中，减法计数器 1 和温度寄存器被预置在温度所对应的一个基数值。减法计数器 1 对低温系数晶振产生的脉冲信号进行减法计数，当减法计数器 1 的预置值减到 0 时温度寄存器的值将加 1，减法计数器 1 的预置将重新被装入，减法计数器 1 重新开始对低温系数晶振产生的脉冲信号进行计数，如此循环直到减法计数器 2 计数到 0 时，停止温度寄存器值的累加，此时温度寄存器中的数值即为所测温度。

如图 3-5 所示的 RAM 和 EEPROM 结构：

| 寄存器内容          | 字节地址  |
|----------------|-------|
| 温度值低位（LS Byte） | Byte0 |
| 温度值高位（MS Byte） | Byte1 |
| 高温限值（TH）       | Byte2 |
| 低温限值（TL）       | Byte3 |
| 配置寄存器          | Byte4 |
| 保留             | Byte5 |
| 保留             | Byte6 |
| 保留             | Byte7 |
| CRC 校验值        | Byte8 |

图 3-5 RAM 及 EEPROM 结构图

单片机对传感器的控制步骤：

首先当开始温度传感器进行测温操作是，复位时必须的步骤。没有复位对监测的数据并不是准确的。其中输入的复位的电平是不能少于 480 微秒的。当信号进入传感器后能产生的反馈信号并不是很大的大约有 15 到 60 微秒的反馈信号的接收。

存在脉冲：复位电平结束后，微控制器总线拉高数据并且很容易得到的脉冲为在 15~为 60us 的信号存在，存在一个 60~240us 低电平脉冲的信号。所以，当发生上述信号时控制器会和数据进行合理的通信。输入的信号不能过低，因为发生的时间不足以让传感器接收到脉冲，不能进行应答。这是设计应该最注意的问题之一，也是突发情况的源头之一。

控制器发送 ROM 指令：在一个工作周期只能传送一个共五条，其中 ROM 中的指令被读取数据，指定匹配的芯片，跳跃，搜索芯片和报警的搜索。其中传感器

是单线传输的，所以可以多个器件一起监测。DS18B20 里面不同的器件是根据不同的符号区分的，并且可以跳跃 ROM 的输出的指令。这里的跳过 ROM 指令并不是发送 ROM 指令，是用特有唯一一条“跳过指令”。

**MCU 发送存储的操作指令：**在发送指令给芯片内，然后经过芯片发送给存储器操作指令。内存操作指令是芯片控制的关键功能。

**执行和数据的读写：**操作指令结束后接下来会进行数据的读写和存储区的操作指令的操作。

## 二、测水浑浊度传感器的选择

测水的浑浊度，就是可以根据水的不同然后测水透光的强弱，可用于监测光的强度的光电二极管之中两种光敏电阻器和光敏二极管。

一. 收集的数据选择光敏电阻，它是基于半导体的光电效应的传感器，对光有很高的感应灵敏度，当受到一定波长的光照时，里面的电阻变小，电流变大聚光型也变强。同时可以利用A/D转换得到相应的数值，可以计算出客观的强度的光照光敏电阻的特点是价格低，输出电流大，具有较强的抗干扰能力强，可靠性好，该设备是不容易出现故障。

二. 对于光的采集也可以选用光敏二极管。光敏二极管里有光的接收的 PN 结，和其他的二极管一样同样也具有单向的导电性，因此进行采集是需要加上一个反向的电压才能正常的工作。在没有光照的情况下，具有很小的饱和反向漏电流，称为暗电流，此时光敏二极管不工作。当受到光照时，饱和 反向泄漏电流大大增加，形成光电流，它随入射光强度的变化而变化。因此，光的强度可以用来改变电路中的电流。

**优点：**内部的光电效应和电极无关，即可以使用直流电源；灵敏度和半导体材料、以及入射光的波长有关；环氧树脂胶封装、可靠性好、体积小、灵敏度高、反应速度快、光谱特性好。

**缺点：**光敏电阻对于温度是很灵敏的，其所受的温度会直接影响其测量的阻值，温度对其影响较大。同时光敏二极管没有那么大的缺点，反而响应速度是很直观的。

**光敏二极管的工作原理：**光敏二极管其就是对感光的敏感程度，同时光照的对电阻的变化换算为响应的阻值。也就是说光的信号直接变为电阻的信号。和以

上的光敏电阻相比也有共同的特点都是具有 PN 结的，但也有不同之处。其中最为明显的是其对应的 PN 结比普通的大一点，它的作用是为了把响应的光照尽可能的传输给共价键上的束缚电子，使得它能够更加感光和在共价键中产生电子空穴对，也被称为载流子。

光敏二极管具有光电导比较特殊的特性。在一般的照明光照射光到电二极管，产生的电流称为光电流。如果外部电路连接到负载，在所获得对应的负荷电信号，并且用相应的光的强度变化来改变这个电信号。光敏二极管同时在电路元件的符号被称为 VD，能实现对光的转换。其次和光敏二极管相识的有光敏三极管一般被称为 VT。但其特点是具有对应的 N 极公用的特点罢了。也具有特殊采光的透明窗口。

由于上述两个光电二极管两个引脚有绝缘作用更方便设计，所以选择用光电二极管传感器。

对于使用光敏二极管对光的采集和输入的电路，进而经转换的模数变化为数字信号的原理图在图 3-7 所示中能明确的体现。

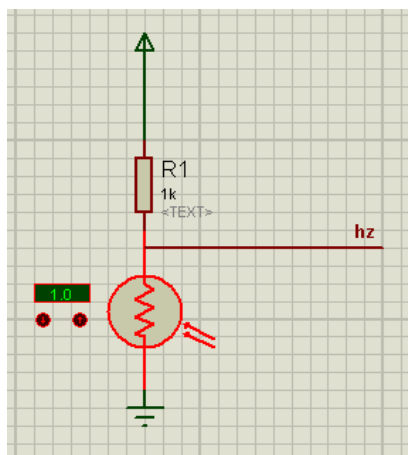


图3-7 光采集信号电路

在接通的电源情况下光对二极管的作用产生对应的响应即为光电效应。同时我将浑浊度分为六个等级由检测采集的信号经过转换器传输信号经过单片机显示在LCD显示上，根据不同的电压分为六个不同的等级分别为：清澈见底、略微浑浊、微浑浊、半浑浊、浑浊、见水如泥。

### 三、测水质PH值传感器的选择

水是日常生活必须的物质，是所有生物的源头。下面就水的结构和对应的化



学结构去理解PH值，但首先要理解对应的水离子在电离下的积常数。

水的电离：水是一种极弱的电解质，可以发生微弱的电离，其电离方程式为： $H_2O + H_2O = H_3O^+ + OH^-$ ，简写为 $H_2O = H^+ + OH^-$ ，水电离是一个吸热过程。既然水的电离是个吸热的过程，所以在不同温度下的水其发生的电离状态是不一样的。

水的离子积常数： $[H^+] \cdot [OH^-] = K(W)$ ，其中 $K(W)$ 称作水的离子积常数，简称水的离子积；对于温度常数下的水离子状态时会产生对应的变化。如 $25^\circ\text{C}$ ， $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ， $K(W) = 1 \times 10^{-14}$ ； $100^\circ\text{C}$ 时， $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ ， $K(W) = 1 \times 10^{-12}$ 。

对于常数 $25^\circ\text{C}$ 下的水状态：PH为7时是中性的状态；当它的值小于7的时候，这是谁就会呈现为对于数值的酸性，愈小于7其酸性对应的越强；相反当水的PH值大于7，也就是氢氧根比对应的氢离子数量多的时候，这时候则表现相应的碱性了，越大于7碱性的状态就会越强了。

传统的测量水的酸碱性是很复杂和具有很多纰漏的。最主要的物理性测量法就是试纸法和化学分析法。最主要的特点变化是根据对应的色度的变化判断对应的酸碱状态。但这种方法测量的范围有限，准确度不高。

论文根据测试仪的测量原理建立数学模型：PH值可以用水溶液的酸碱度与被测溶液的酸碱值关系能斯特方程表示：

$$E = E_0 - 2.303RT / F \cdot PH \quad (2-1)$$

式中 $E_0$ 是电极的标准点位； $R$ 是气体的常数 $R=8.314$ 焦耳/摩； $T$ 是绝对温度 $T=273.15+t$ ， $t$ 是摄氏温度； $F$ 是法拉第常数 $F=96500$ 库/摩。

把常数带入（3-1）

$$PH = \frac{E - E_0}{54.20 + 0.1984t} \quad (3-2)$$

采用电极的零电位 pH 为中性 7 时，则为

$$pH = \frac{E}{7 - 54.20 + 0.1984t} \quad (3-3)$$

由（3-3）式可知，pH 值与电极产生的电势呈线性，并且与温度有关。由于长时间的测量会导致玻璃电极的转换率有很大的改变，对应的对酸碱的响应迟钝。所以根据电极的固有的误差可以将（3-3）变为（3-4）

$$pH = \frac{Kx(E - E_x)}{7 - 54.20 + 0.1984t} \quad (3-4)$$

式中  $Kx$  为电极的补偿斜率； $E_x$  为电极的固有误差；

$Kx$ ， $E_x$  都是由固定溶液测定的。

在我国标准缓冲液中，没有中性的水质。因此 PH 值不能是 7.00，所以我们选用几种定标的溶液为 pH=6.88，pH=4.00，pH=9.12。把 pH=6.88 代入（3-4）得

把（3-4）代入（3-5）：

$$pH = 6.864 - \frac{Kx(E - E_{6.86})}{54.20 + 0.1984t} \quad (3-6)$$

$E_{6.86}$  为玻璃电极在 pH=6.864 标准溶液产生的电动势。

测量 PH 值是根据测量温度进行对应的换算得到相应的 PH 值。根据图 3-8 所示的电路就是测量计算酸碱的电路原理图。其对应的用 CA3140 组成的运算放大调节电路是多层次的结构。第一级采用 U1 和 U2 放大器 CA3140 同相放大，提高输入阻抗，玻璃电极通过放大器 U3，通过放大器 U3 改善输入阻抗，参考电极通过放大器 U4，第二级采用 CA3140 反相放大，和第三阶段采用 UA741 与滑动变阻器校正，使得输出电压达到一个合理的范围内的值的电压，对应于 PH 容易的电压值转换成唯一的对应关系。

PH 玻璃电极由最主要的两大部分构成的：玻璃和参考电极。但由于该复合玻璃电极高输入电阻的特性。电路要求用运算放大器组成差分放大电路进行运算。该电路可完成阻抗匹配、降低测量噪声、提高系统稳定性等，是非常适合于这种电路的设计。本文采用 3 个 CA3140 来构成双高阻抗差分输入电路。同时该电路使用了一个滑动的变阻器，其次考虑的是为了放大差分电路的放大倍数。但同时测量 PH 值的换算是对于 PH 值和对应电压的变化可能 PH 值是为了调节阻值从而调节放大电路输出的电压值。在差分电路的同时组合中高输入的阻抗是电路图的关键部分，因为玻璃电极的需求，没有高输入的组合电路是不能使得电极正常工作。同时为了提高测量的准确无误性，差分电路也具有这样的特性。电路图如图 3-8 所示。

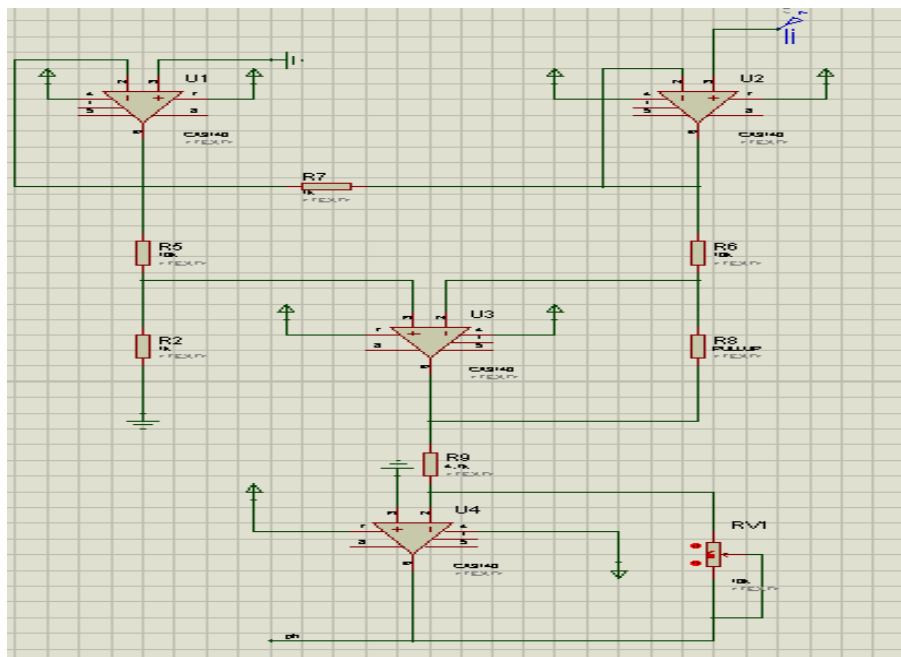


图 3-8 pH 信号输入电路

### 3.4 LCD1602 显示模块

管脚功能：602 采用标准的 16 脚接口，其中：

第 1 脚称为 GND 为接地极

第 2 脚称为 VCC 电源接口接 5V 电源正极

V0 为对应的第 3 脚也称为液晶显示器的对比度调整端口。当输入的电高是会产生对应的鬼影状态。一般情况下会使用一个对应阻值的电阻，电阻一般较小。

第 4 脚 RS 为寄存器选择。第 5 脚为 RW 读写信号线。

电平为 0 时进行写操作。

第 6 脚 EN 端为使能端, 高电平为 1 时读取信息，负跳变时执行指令。

第 7~14 脚 D0~D7 双向数据端为 8 位。第 15 和 16 脚分别为空脚和背灯电源。

特性

3.3V 或 5V 工作电压，对比度可调

内含复位电路，有 80 字节显示数据存储器 DDRAM。

特征应用

低功耗、体积小、显示内容丰富、超薄轻巧，常用在袖珍式仪表和低功耗应

用系统中。

其中图 3-9 为 LCD 显示电路

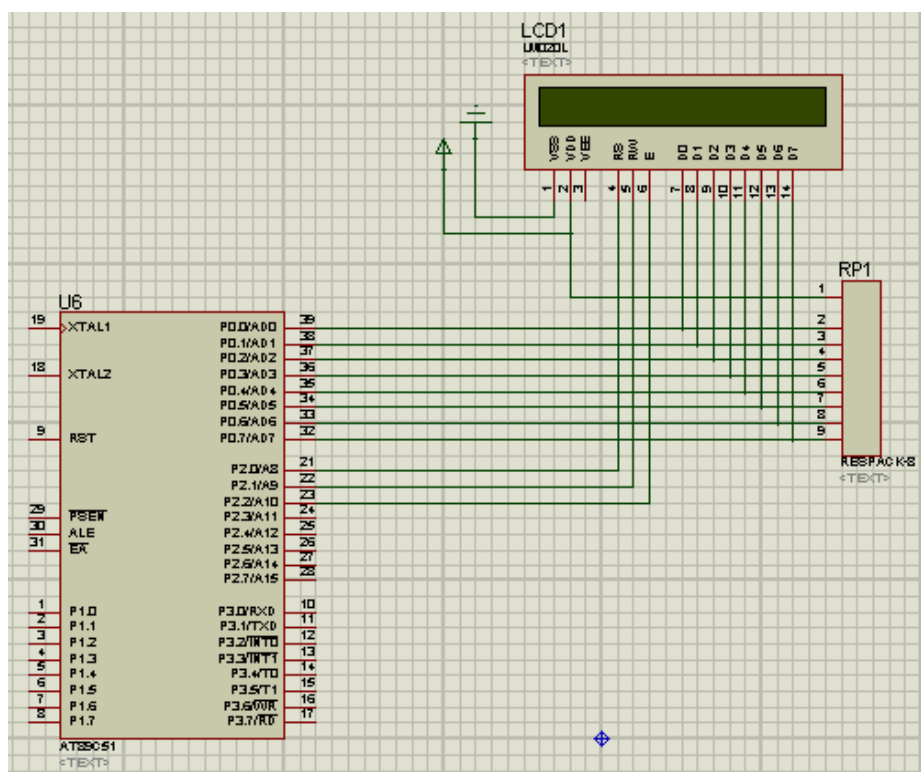


图 3-9 LCD 显示电路

操作控制

表 3-1：控制命令表

| 序号 | 指令         | RS | R/W | D7 | D6        | D5        | D4 | D3  | D2  | D1  | D0 |
|----|------------|----|-----|----|-----------|-----------|----|-----|-----|-----|----|
| 1  | 清显示        | 0  | 0   | 0  | 0         | 0         | 0  | 0   | 0   | 0   | 1  |
| 2  | 光标返回       | 0  | 0   | 0  | 0         | 0         | 0  | 0   | 0   | 1   | *  |
| 3  | 置输入模式      | 0  | 0   | 0  | 0         | 0         | 0  | 0   | 1   | I/D | S  |
| 4  | 显示开/关控制    | 0  | 0   | 0  | 0         | 0         | 0  | 1   | D   | C   | B  |
| 5  | 光标或字符移位    | 0  | 0   | 0  | 0         | 0         | 1  | S/C | R/L | *   | *  |
| 6  | 置功能        | 0  | 0   | 0  | 0         | 1         | DL | N   | F   | *   | *  |
| 7  | 置字符发生存贮器地址 | 0  | 0   | 0  | 1         | 字符发生存贮器地址 |    |     |     |     |    |
| 8  | 置数据存贮器地址   | 0  | 0   | 1  | 显示数据存贮器地址 |           |    |     |     |     |    |

|    |                         |   |   |             |       |
|----|-------------------------|---|---|-------------|-------|
| 9  | 读忙标志或地址                 | 0 | 1 | BF          | 计数器地址 |
| 10 | 写数到 CGRAM 或<br>DDRAM)   | 1 | 0 | 要写的<br>数据内容 |       |
| 11 | 在 CGRAM 和<br>DDRAM 显示数据 | 1 | 1 | 读出对应的显示内容   |       |

当单片机连接上 LCD 时,其对应的读操时序是根据单片机内的程序来控制其中的输出状态的。首先对于 LCD 显示在输入为高电平 1 时会进行清零的状态,重置时地址显示为 00H 这是的指令为 2 了,进行第三个指令时可以被称为 I/D 状态。同时在显示开关的状态就得输入指令 4 了,指令 5 是 S/C 状态,也就是显示位移。当高电平显示是显示 5\*10 的点阵状态时在指令 6 可以设置这样的命令。指令 7 为 RAM 地址发生器。输入指令 8 为 DDRAM 地址设置。指令 9 为忙信号输入指令 10 为写数据。输入指令 11 为读数据。

与点阵字符型液晶显示模块 LCD1602 相兼容的芯片时序表如表 3-2 所示:

表 3-2: 基本操作时序表

|     |    |                               |    |           |
|-----|----|-------------------------------|----|-----------|
| 读状态 | 输入 | RS=L, R/W=H, E=H              | 输出 | D0—D7=状态字 |
| 写指令 | 输入 | RS=L, R/W=L, D0—D7=指令码, E=高脉冲 | 输出 | 无         |
| 读数据 | 输入 | RS=H, R/W=H, E=H              | 输出 | D0—D7=数据  |
| 写数据 | 输入 | RS=H, R/W=L, D0—D7=数据, E=高脉冲  | 输出 | 无         |

对于不同时段的操作时序如图3-10, 写操作3-11所示:

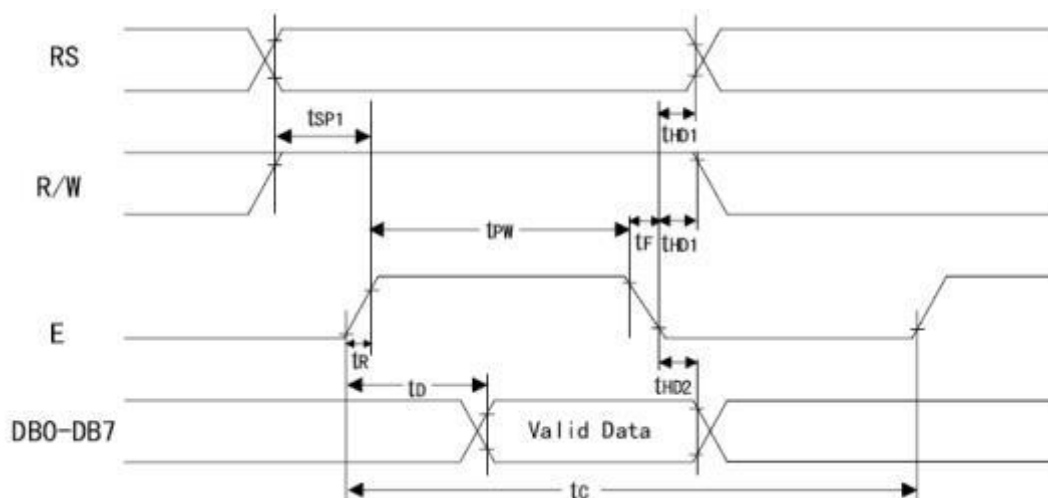


图 3-10 读操作时序

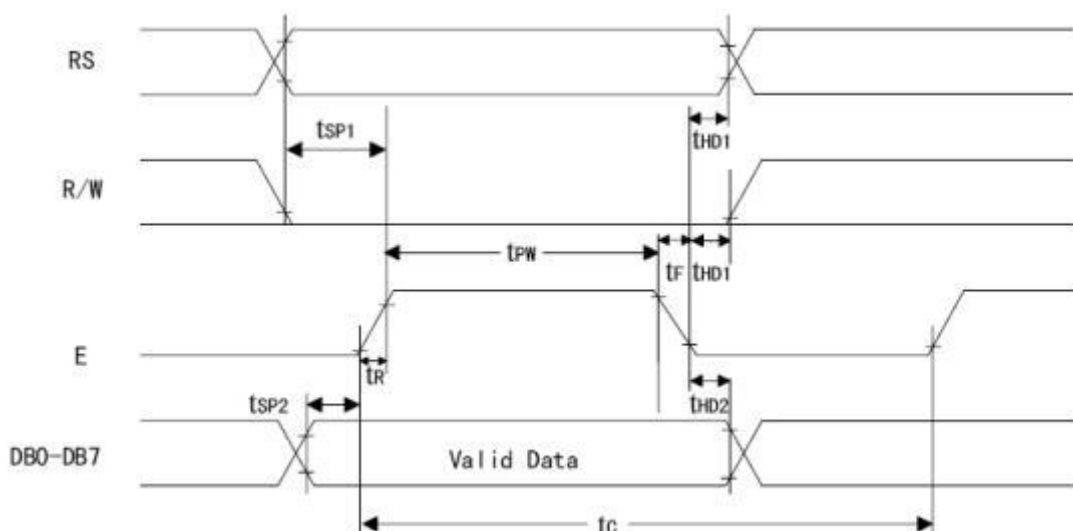


图 3-11 写操作时序

### 3.5 A / D 转换模块

A/D 转换：由于仅将输入数字信号由微控制器被识别，模拟传感器的输出信号必须是数字化的，因此，附加在智能仪器的输入通道中可以将模拟信号转换成数字信号的器械通道智能 A / D 转换芯片。使用 A / D 转换器根据所要求的精度和分辨率的不同来选择不同的 A / D 转换芯片，确定采样频率要保证单片机的实时行要求。由于环境对 A/D 转换器存在一定影响，在选择 A/D 转换器的时候必须一定要考虑环境因素。还应根据转换器特征选择应基于微控制器接口的 A / D 转换器的输出状态。 A/D 转换器与单片机的接口一般要完成的操作有单片机发出启动转换信号，需要转换状态信号的微控制器的后端转换到读取的数据。一般选用的 A/D 转换对数据的采集转换要有较小的误差才可，要求的转换的数据很高的精准度同时要有很高的耐久度，其中在设计中最常见的 A/D 转换有 ADC0809 数模转换芯片，论文即采用了本 A/D 作为设计的转换模块。

低于所有的芯片而言都有自己对应的管脚，A/D 转换也不例外。IN0 到 IN0 一般为输入电压为 0 到 5V 的模拟输入端口，D7 到 D0 是 8 位数字量输入端口，另外的三个 ADD 端口为模拟输入服务的地址输入端口线路。ALE 多数芯片常有的端口一般是地址锁存使能信号输入端口。其中 ADC0809 的内部结构图如图 3-11

所示。当开始信号输入时，其中输入的高电平时有效的指令为 START，当 A/D 转换结束时，EOC 该终端输出一个高的水平，但在转换的过程中已知要保持低的水平。CLK 是时钟脉冲的端口，REF（+）、REF（-）：基准电压。VCC：电源，单一的 +5V。GND：接地。

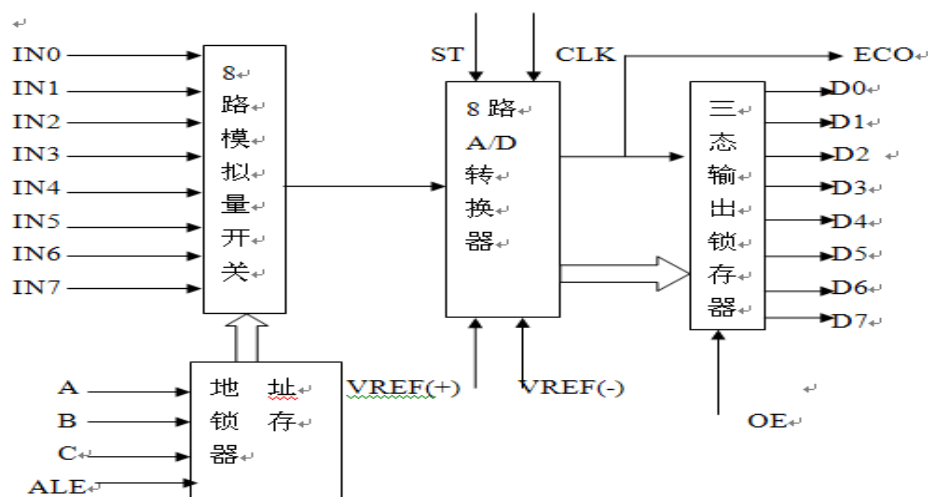


图 3-11 ADC0809 的内部结构

工作过程：

要求开始输入的信号为 3 位的地址信号，使得 ALE 显示相应的 1，这是信号被存入锁存器中。START 边缘逐步上升并进行复位，这时候进入 EOC 的为低电平有效，转换这是后就开始了。当 OE 输入高电平时，打开输出三态门，转换结果的数字量输出到数据总线上。当 OE 输入高电平时，三态门的输出打开，转换结果的数字输出数据总线。传输的数据会进入微控制器中进行数据上的处理，然后显示在显示器上读出。同时我们不知道如何才是完成转换的关键，一般可采集的方法有以下两种。

#### 1. 定时传送方式进行

一般来说对于转换数据开始和结束时的时间是固定和已知的。通常来说大多数的转换时间不超过 128 微秒。所以在连接单片机的同时会在芯片内编入延时的子程序，当所调的时间一到就代表转换的数据完成了。

#### 2. 查询方式的进行

查询方式来判断转换是否结束是根据 EOC 的中断请求信号来确定的。一般来说保持数据传输顺利进行的同时，结束时也是很关键的。在不同的中断方式上也有不同的指令和信号输出来判断结束时的状态。

无论是那种的中断方式最后都是被单片机接受，并及时进行处理和结束。

通道选择表如下表 3-3 所示：

表 3-3 通道选择表

| C | B | A | 选择的通道 |
|---|---|---|-------|
| 0 | 0 | 0 | IN0   |
| 0 | 0 | 1 | IN1   |
| 0 | 1 | 0 | IN2   |
| 0 | 1 | 1 | IN3   |
| 1 | 0 | 0 | IN4   |
| 1 | 0 | 1 | IN5   |
| 1 | 1 | 0 | IN6   |
| 1 | 1 | 1 | IN7   |

ADC0809 应用说明：

①ADC0809 内部带有输出锁存器，可以如图 3-12 所示与 AT89S51 单片机直接相连；

②初始化时，使整个 ST 和 OE 信号为低电平；

③传送要转换的哪一通道的地址到 A，B，C 端口上；

④在 ST 方至少给出一个正脉冲宽度为 100ns 的信号；

⑤是否转换完毕，我们根据 EOC 信号来判断；

⑥当 EOC 变为高电平时，这时给 OE 为高电平，转换后的数据输出到微控制器。

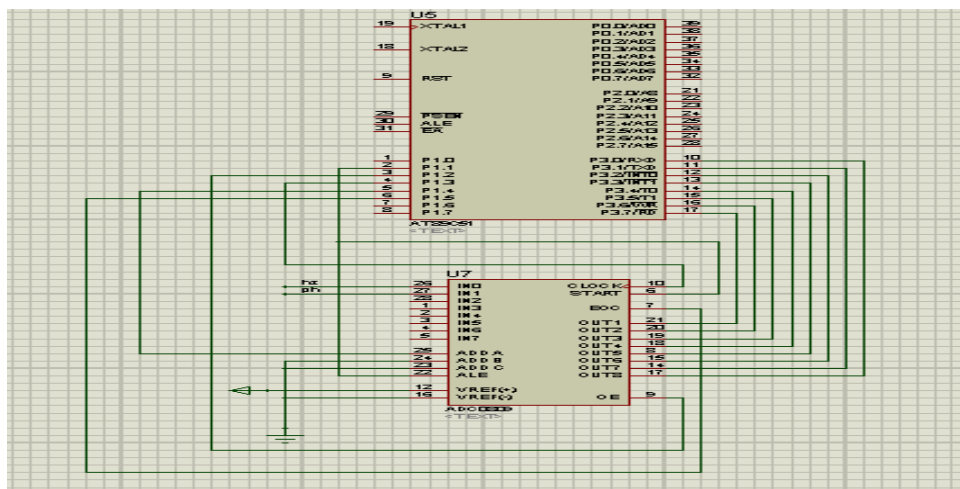


图 3-12 ADC0809 与单片机连接电路



### 3.6 稳压电源设计

对于稳压电路的设计在教科书里介绍了很多次了。稳压电源的设计基本可分为主要的四大块了：把高压降为低压称为降压阶段、同时运用二极管进行整流阶段，这个阶段是根据二极管具有单向导电的特性、一般会在图上加上一个 L7805 是为了滤波、再利用电容进行滤波的阶段。但如果负载上连接到电源室，输出的电压较小，小于基准电压的时候则误差值被送入放大器电路的输入稳压器的之后，通过调整调节器的输出电压增加，直到等于参考值；如果输出电压大于基准电压，则通过调节器使输出减小。其中在变压阶段后进入的是由 D1 与 D4 出串联的二极管和在并联上 D2 与 D3 串联的电路构成整个的整流电路了。然后经过并联后的三个电容分别为 C1，C2，C3 进行的滤波。

如图 3-13 为稳压电源设计电路：

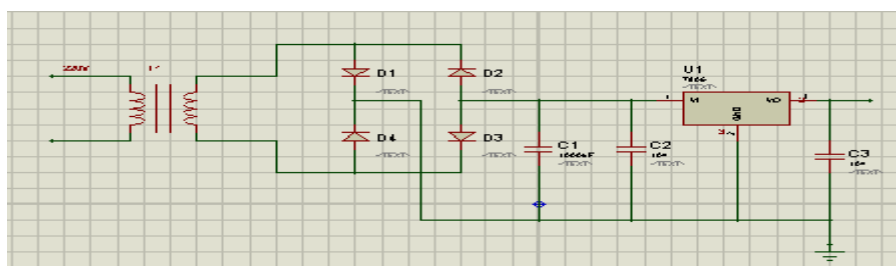


图 3-13 为稳压电源设计电路

其中为了更好的稳压上得到更好的改善，一般在设计上加入 L7805 这样的三极管进行稳压的阶段。一般进行调节的电压时 220V 到 12V 左右。由于本设计使用 220V 交流电供电。单片机要求在稳定的电源下才能正常工作，本身单片机工作在晶震 12M 下产生的干扰信号也是大的。一般调节后的电压会保持单片机正常的工作即可。

## 4 系统软件设计

### 4.1 程序设计

编程指的是把我们要达到的目标运用计算机语言描述出来。也就是在用编程的方式让计算机接受，同样这也是整个设计仿真的重要组成部分。应用程序设计视系统而定，但程序设计总有一个共同的程序设计特点和规律。在编写程序时，采取如下几个步骤：

（1）首先要进行问题的仔细分析，要对设计的合理化的结果进行分析，分析所要解决的问题，同时将不同的软件分开，将不相干的部分进行独立的分析。根据功能关系和时序关系，设计出合理的软件编程的总体结构。

（2）定程序框图，即根据所选择的计算方法制定框图。

（3）对系统所画的流程框图进行选择指令的编程。有些不懂的地方可以打上相应的注释解释，这样便于更能理解程序的意义，提高可读性。

（4）程序调试。通过编辑软件编辑出的源程序，目标代码必须被编译器组件来生成。

（5）程序的优化。为了更加的节约执行的时间和存储的空间，一般在编程完后仔细的检查能够进行进一步优化的程序。

### 4.2 系统主程序流程图

如图 4-1 所示系统主程序流程图：

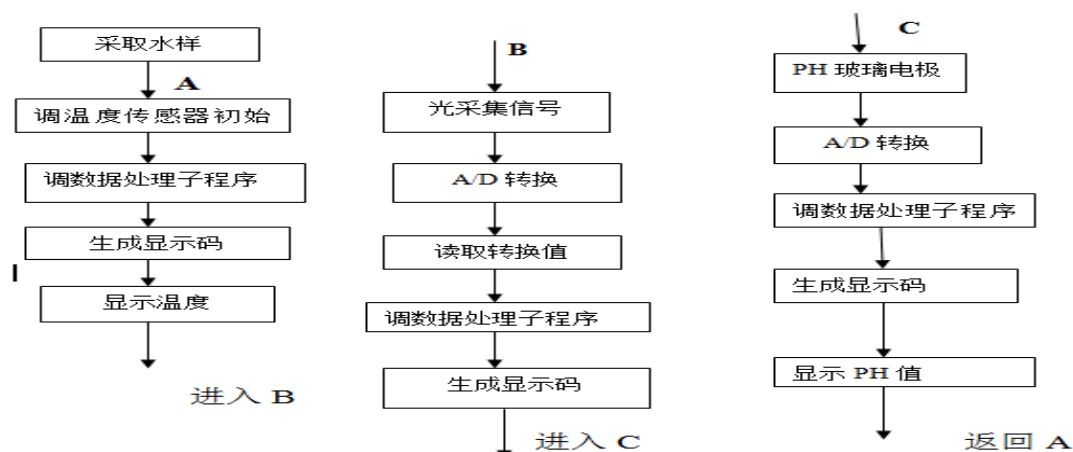


图 4—1 系统主程序流程图

如图 4-2 所示 DS18B20 的子程序流程图：

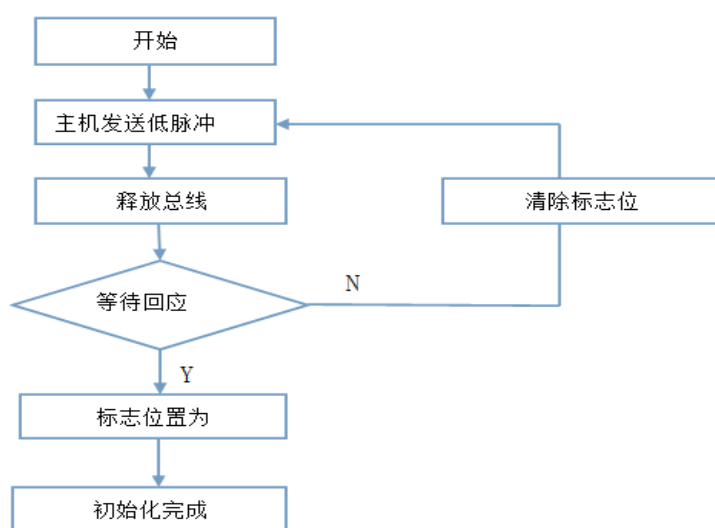


图 4-2 DS18B20 的子程序流程图

### 4.3 温度子程序流程图

如图 4-3 所示温度子程序流程图：

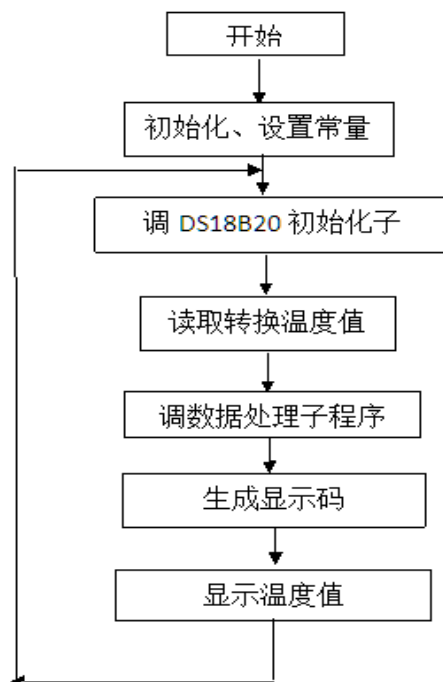


图 4-3 温度子程序流程图

### 4.4 PH 子程序流程图

如图 4-4 所示 PH 子程序流程图：

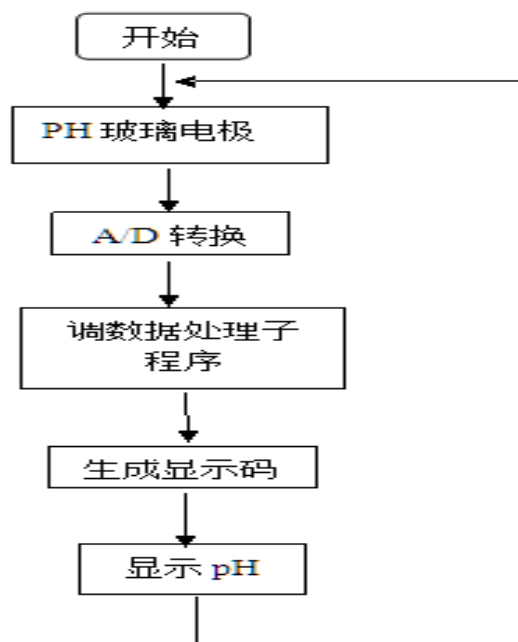


图 4-4 PH 子程序流程图

#### 4.5 浑浊度子程序流程图

如图 4-5 所示浑浊度子程序流程图：

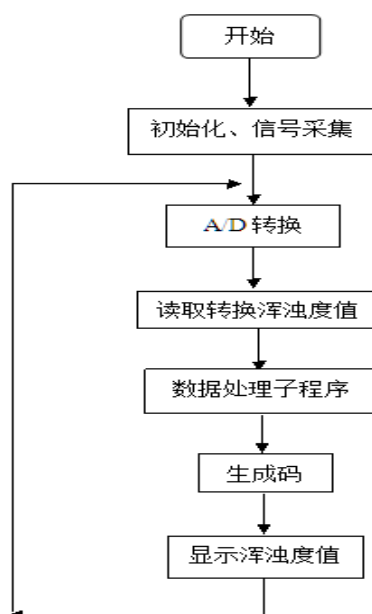


图 4-5 浑浊度子程序流程图

## 5 结论

本文设计用 AT89S51 单片机，DS18B20 做温度传感器，光敏二极管做感光传感器，以及 PH 玻璃电极传感器来检测水质的温度，清澈度，酸碱度。整个系统分为复位电路、单片机控制单元电路、A / D 转换电路、输入 / 输出电路、LED 显示电路、电源电路。本论文利用 PH 玻璃电极代替了 PH 传感器同时本文采用 3 个 CA3140 来构成双高阻抗差分输入电路。经过测量温度再利用能斯特公式计算 PH 值。同时利用光敏二极管的监测透光特性经过 A/D 传感器信号转换为数字信号显示在 LCD 显示屏上。根据电压的范围划分不同的浑浊度和 PH 值的等级。

## 致谢

毕业设计是一次对自己大学期间学习成果的全面检查。设计所涉及的知识面很广，而且要求对一些常用的知识要能熟练的应用，包括了大学期间所学基本知识和专业基础知识的应用。毕业设计是对所学知识的总结与提高，是初步学习运用已掌握的知识进行独立的全面的设计计算。因此，在设计中遇到了许多很难的问题，通过指导老师的帮助和利用各种工具，逐一解决，拓宽了自己的知识。在此首先我要感谢我的指导老师——张玲老师，虽然张老师平日里工作繁多，在本论文的选题、开题直至定稿完成的整个过程中，张老师进行了细致的修改和指导，并提出了宝贵的意见，付出了极大的精力。在此谨向尊敬的导师致以由衷的感谢和崇高的敬意！

在这次毕业设计中也使我们的同同学关系更进一步了，同学之间互相帮助，有什么不懂的大家在一起商量，听听不同的看法对我们更好的理解知识，所以在这里非常感谢帮助我的同学。在此再一次要感谢我的指导老师张玲对我悉心的指导，感谢老师给我的帮助。在设计过程中，我通过查阅大量有关资料，与同学交流经验和自学，并向老师请教等方式，使自己学到了不少知识，也经历了不少艰辛，但收获同样巨大。在整个设计中我懂得了许多东西，也培养了我独立工作的能力，树立了对自己工作能力的信心，相信会对今后的学习工作生活有非常重要的影响。

其次要感谢景德镇陶瓷学院科技艺术学院各位老师一直以来的教育与培养，为我打下扎实的专业基础知识和较强的实践动手能力！

## 参考文献

- [1] 胡汉才 单片机原理及其接口技术 北京, 清华大学出版社 2004
- [2] 余永权 AT89 系列单片机应用技术 北京 北航出版社 2001
- [3] 张毅刚 MCS-51 单片机应用设计 哈尔滨, 哈尔滨工业大学出版社 1989
- [4] 冯建华 单片机应用系统设计与产品开发 人民邮电出版社 2004
- [5] 沙占友 单片机外围电路设计 北京 电子工业出版社 2003
- [6] 何立民 单片机高级教程 北京 北京航空航天大学 2000
- [7] 孙育才, 苏学成 单片微型计算机应用系统设计与实现 南京 东南大学出版社, 1990
- [8] 王玫 MCU 电话语音报警器设计 电子技术, 1998 (3)
- [9] 周启海. 汉字点阵字幕发生器[J] . 电子报刊十年精化, 1997, (04): 564-565.
- [10] 颜荣. 如何用 C 语言编写计数器程序. 无线电合订本, 2004 年(下): 213-214.
- [11] 谭浩强. C 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005 (第三版) .
- [12] 楼然苗, 李光飞. 51 系列单片机设计实例. 北京航空航天大学出版社. 2003.
- [13] 李广第, 朱月秀, 王秀山. 单片机基础[修订本] . 北京航空航天大学出版社. 2001. 7.
- [14] ATMEL. CORPORATION. AT90S8515. REV72001.
- [15] 彭为, 黄科, 雷道仲. 单片机典型系统设计实例精讲[M] . 北京: 电子工业出版社, 2006: 275-298.
- [16] 何立民. 单片机应用技术选编(5) [M] . 北京航空航天大学出版社, 1997: 46-52.
- [17] 吴金, 沈庆阳, 郭庭吉. 8051 单片机实践与应用[M]. 清华大学出版社, 2002, 9: 269-273.
- [18] 颜荣江. 多量程可控 12 位 A / D 采集系统 MAX197. 热门电路与集成应用.

## 附录 A: 系统总设计电路图

