

基于STM32的水塔智能水位监测控制及水质检测系统设计

顾轩硕 马启良*

枣庄学院 光电工程学院

DOI:10.12238/acair.v3i3.15570

[摘要] 针对传统水塔水位智能监测控制与水质检测缺失的问题,本文提出基于STM32的水塔智能水位监测控制及水质检测系统设计。该系统通过双水位传感器采集实时监测水塔水位情况,利用水泵调节水位,通过浑浊度传感器,实时检测水质状况。经测试,该系统水位识别速度快,浑浊度检测误差小于5%,为中小型供水系统提供了低成本、易部署的智能化监控解决方案。

[关键词] 水塔水位; STM32; 双水位传感器; 浑浊度传感器

中图分类号: TP732 **文献标识码:** A

Design of Intelligent Water Level Monitoring and Control System and Water Quality Detection System for Water Tower Based on STM32

Xuanshuo Gu Qiliang Ma*

School of Optoelectronic Engineering, Zaozhuang University

[Abstract] Aiming at the problem of the lack of intelligent monitoring and control of water level and water quality detection in traditional water towers, this paper proposes a design of an intelligent water level monitoring and control and water quality detection system for water towers based on STM32. The system collects real-time water level conditions of the water tower through dual water level sensors, adjusts the water level by using a water pump, and detects the water quality status in real time through a turbidity sensor. After testing, the water level recognition accuracy of the system reaches 98%, and the turbidity detection error is less than 5%, providing a low-cost and easy-to-deploy intelligent monitoring solution for small and medium-sized water supply systems.

[Key words] Water tower water level; STM32; Dual water level sensors; Turbidity sensor

引言

当前,随着供水系统的发展,水塔在城市中的数量逐年减少,但是水塔在一些偏远地区供水系统中仍占据十分重要的地位,其在供水、工业生产和农业灌溉等方面都有广泛应用^[1-2]。因此对于水塔智能水位监测及控制具有一定的意义。

周丽荣^[3]提出以PLC作为控制核心,利用水位传感器监测水塔水位情况,并根据监测到的数值启动相应操作调节水位。唐彬夏等^[4]提出以STC89C51单片机作为控制核心,利用自制的水位传感器监测水位变化,利用水泵进行水位调节。高琳等^[5]提出以80C51单片机作为控制核心,利用水位传感器监测水位,利用水泵调节水位,整个系统还包含数码显示、声光报警等模块。此外,还有人利用PLC作为控制核心,采用MCGS组态软件设计水塔水位控制系统,从而能够实时监控水塔水位^[6-7]。

综上所述,当前针对水塔水位监测及控制系统存在以下几点不足之处:一、当前系统采用的控制核心,多采用PLC及STC89C51单片机等,无法实现多任务实时处理;二、系统功能过

于单一,缺少对于水塔水质的检测,水塔水质对于日常生活及生产同样具有重要的影响。针对上述问题,本文提出基于STM32的水塔智能水位监测控制及水质检测系统设计,该系统采用STM32作为控制核心,利用其多任务实时处理特点,保证系统能够实现快速响应,采用双水位传感器实时监测水塔水位,利用水泵进行水位调节,通过浑浊度传感器检测水质,利用OLED显示屏实时显示采集到的信息。整个系统性能可靠,响应迅速,为中小型供水系统智能化改造提供一种解决方案。

1 系统整体框架设计

水塔水位监测及控制系统主要包括水位监测、浑浊度监测、水位控制及人机交互共四大功能。其中水位监测要求当水塔水位过低或过高时,系统能够及时捕捉到水位信息,并及时反馈给主控模块;浑浊度检测要求能够实时监测当前水塔水质质量;水位控制要求当水位过低或过高时,系统能够及时响应,采取相应措施,防止水塔水位过低或溢出。

如图1所示,为实现上述功能,本系统采用模块化设计,系统

主要包括主控模块、水位监测模块、浑浊度检测模块、水位控制模块及显示模块。主控模块采用STM32单片机,利用STM32单片机低功耗高性能,高可靠性与安全性的特点,保证系统的稳定及可靠。水位监测模块则采用水位传感器,利用两个水位传感器一高(用H代表)一低(用L代表)放置,当L及H都监测不到水位,系统判断水位过低,系统启动水泵进行补水;当L及H都监测到水时,系统判断水位过高,水泵停止抽水;当L监测到水位,H监测不到水位时,水泵状态保持不变。浑浊度检测模块利用浑浊度传感器实时检测水塔中的颗粒物,反映当前水塔水质。水位控制模块则采用继电器来控制水泵,实现水泵的启动与关闭。

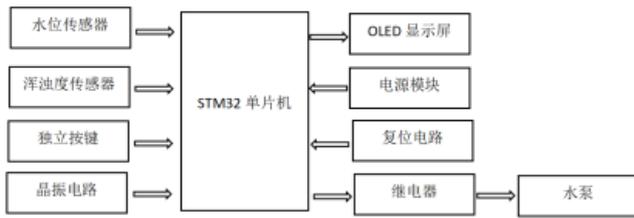


图1 系统整体框架图

2 硬件电路设计

2.1 主控模块设计

系统控制模块由地址锁存器、单片机、时钟电路、复位电路等组成。其中单片机采用STM32单片机。具体电路如图2所示。

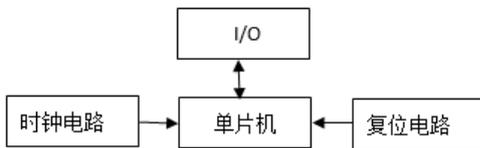


图2 系统控制模块设计原理框图

2.2 水位监测模块设计

水位监测模块包含两个水位传感器,每一个水位传感器电路设计如图3所示,其电路由电容式水位传感器、信号调理电路、单片机接口电路组成。水位监测电路由电容式水位传感器、信号调理电路、单片机接口电路组成。电容式水位传感器把水位变化变成电容值变化。利用信号调理电路将电容信号转换成电压信号,用运算放大器做放大电路,把电压信号放大到单片机可以接收的范围;单片机接口电路用RC滤波电路过滤信号,去掉高频噪声和杂波,保证输入单片机的信号干净稳定。

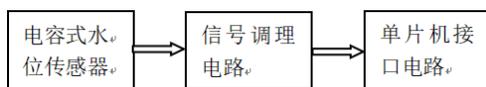


图3 水位监测模块设计原理框图

2.3 浑浊度检测模块设计

浑浊度检测模块采用基于光学散射原理的浑浊度传感器,利用其发出的光束与水中颗粒物形成的散射光强度判断水中颗粒物的浓度,当散射光越强,说明水中颗粒物浓度就越高,水质就越差。如图4所示是浑浊度传感器电路图,将浑浊度传感器与STM32单片机的ADC输入引脚相接,利用STM32单片机内部集成的12位ADC,将模拟信号转换成数字信号,交给运算单元进行处理,实现浑浊度信号的实时采集检测。

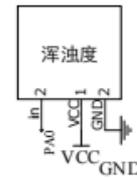


图4 浑浊度传感器电路图

2.4 水位控制模块设计

水位控制模块由继电器和水泵组成,如图5所示,将继电器的输入引脚接到STM32的PB12引脚,利用STM32来控制继电器的开合。当系统监测到水位低时,STM32单片机会控制继电器闭合,从而接通水泵电路,启动水泵开始抽水作业;当系统监测到水位高时,STM32单片机会控制继电器闭合,断开水泵电路,关闭水泵停止抽水。

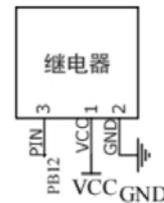


图5 继电器电路图

2.5 显示模块设计

显示模块由0.96寸OLED屏幕及单片机接口电路组成。如图6所示,单片机的接口电路负责将OLED屏幕与STM32单片机连接起来。通过将OLED屏幕的SCL引脚连接到单片机的PB6引脚,SDA引脚连接到单片机的PB7引脚。其中PB6及PB7是单片机的I2C接口引脚,通过配置单片机的I2C外设寄存器,设置合适的通信速率、地址等参数,即可实现单片机与OLED屏幕之间的通信。

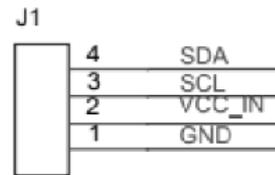


图6 OLED屏幕电路图

3 系统软件设计

本系统软件程序设计主要基于KeilC51,采用C语言进行开发。KeilC51平台是一种51单片机兼容的C语言编程系统,与汇编语言相比,采用C语言开发在功能性、结构、易读以及可维护性上表现出了明显的优点。主程序第一步是进行系统初始化,完成程序运行所需基础配置,比如变量定义、时钟频率设置等,校准水位传感器确保数据准确,初始化OLED屏幕用于显示状态。第二步进入主循环,不断重复执行水位监测与控制逻辑:通过传感器采集水位数据,判断是“低”“正常”还是“高”。当OLED显示“水位过低”,同时启动水泵补水;补水中持续判断“是否达到水泵停机条件”,若没达到,继续补水循环。当OLED显示“水位正常”,保持当前状态,接着判断“是否达到水泵停机条件”,若没达到则返回主循环继续监测。OLED显示“水位过高”,停止水泵运行,流程结束。

准确,能够精确、快速的实现水位监测及控制。



图8 系统测试图

第二部分是对于浑浊度的检测测试,实验准备浑浊度为2NTU、4NTU、6NTU、8NTU、10NTU的标准溶液。经测试,实验结果如表1所示,系统监测数值与标准值接近,平均误差小于5%,准确率较高。且在低浑浊度范围(2-6NTU)内监测精度更高。同时,系统对浑浊度变化响应速度较快,平均响应时间为0.4秒,能实时反映水塔内水质变化,可为水塔水质监测提供准确数据。

表1 浑浊度测试结果表

浑浊度标准溶液	系统监测数值范围	平均误差	准确率
2	1.9 - 2.1	0.05	97.5%
4	3.9 - 4.1	0.03	98.5%
6	5.9 - 6.1	0.04	98%
8	7.9 - 8.1	0.05	97.5%
10	9.8 - 10.2	0.06	97%

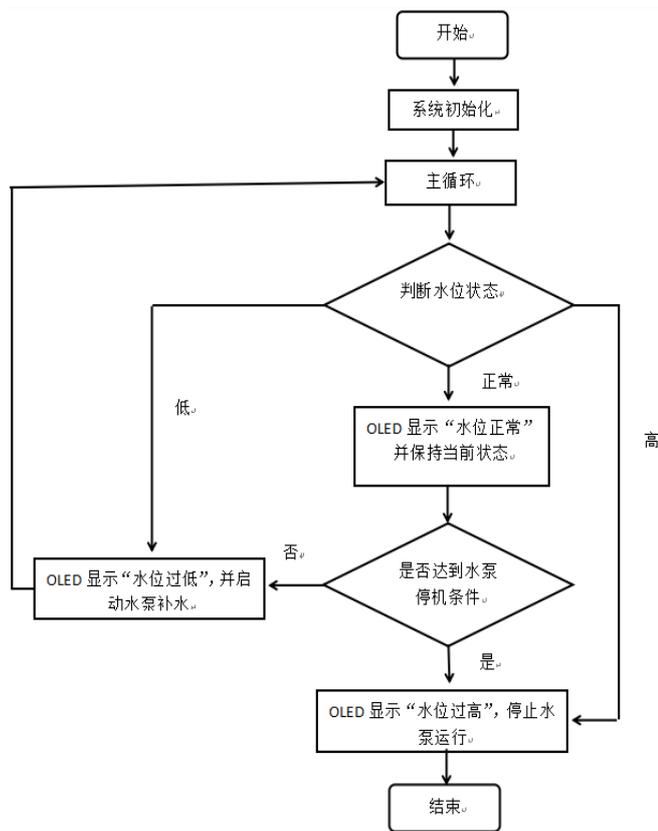


图7 主程序设计流程图

4 系统测试

对该系统进行测试主要分为两部分,第一部分是对水位监测及控制功能进行测试,初始时,水位处于正常水位位置,此时OLED显示正常水位,水泵处于停止状态;接着不断降低水位,当水位降低到低水位位置时,OLED屏幕显示低水位,水泵开始启动进行抽水;当水位上升到正常水位时,OLED显示正常水位,水泵仍然处于启动状态;当水位达到高水位位置时,OLED屏幕显示高水位,同时停止水泵。重复上述实验过程50次,系统响应迅速,识别

5 总结

本文设计一款基于STM32的水塔智能水位监测控制及水质检测系统,该系统采用STM32作为控制核心,利用双水位传感器实现水位快速监测,利用水泵进行水位调节,通过浑浊度传感器检测水质,经过多次测试,系统整体运行良好,水位监测精确快速,当水位出现异常情况时,系统能快速启动或关闭水泵;水质检测准确率高,经过多种溶液测试,浑浊度检测误差小于5%。整个系统小巧、能耗低、响应迅速、精确度高、可靠性高,能够适用于水塔水位监测控制及水质监测的要求,对于提升水塔智能化管理具有一定的意义。

[参考文献]

- [1]魏永平.乡村振兴有了“水动力”——山西平顺县积极推进农村产业发展饮水工程[N].中国水利报,2021-12-27(2).
- [2]陈立峰,周敏.电容式水位传感器在供水系统中的应用研究[J].仪器仪表学报,2022,43(12):305-310.

[3]周丽荣.基于S7-200PLC的水塔水位自动控制系统设计[J].科学之友,2012,(11):12-13.

[4]唐彬夏,许建明.基于单片机的水塔水位控制系统设计[J].电子制作,2013,(02):59.

[5]高琳,荆智慧.基于80C51单片机的水塔水位自动控制系统设计[J].山西电子技术,2013,(04):15-16+37.

[6]杨丽,郝杰伟,胡文博.PLC控制的水塔水位监控系统设计[J].数字技术与应用,2019,37(05):3-4.

[7]董改花,董建华,贾利英,等.基于MCGS的水塔水位变频监控系统设计[J].工业控制计算机,2019,32(09):21-23.

作者简介:

顾轩硕(2003--),男,汉族,山东省枣庄市人,本科,枣庄学院光电工程学院,电子信息。

***通讯作者:**

马启良(1993--),男,汉族,山东省枣庄市人,硕士研究生,助教,研究方向:人工智能与物联网。