

基于STM32的内河船舶溢油监测设计

李祥林^{1*} 孙浩源¹ 赵祥和^{1,2}

1 北部湾大学海运学院 2 大连国合海事技术服务有限公司

DOI:10.12238/acair.v3i2.13560

[摘要] 本研究设计了一种基于STM32单片机的内河船舶溢油监测系统,该系统通过接入多种传感器,实现对内河水质的实时监测。论文内容涵盖电路硬件设计、系统程序开发及测试。溢油监测设备的硬件部分集成了以下传感器:浊度传感器用于监测水体的浑浊度,pH传感器用于检测水体的酸碱度,溢油传感器用于检测水体中的油类物质混合情况,温湿度传感器则记录水体的常规温度数据。此外,系统配备通信模块用于传输监测信息。通过多种传感器的协同工作,系统能够实时采集内河水质数据,并通过无线通信模块进行数据传输。该系统无需人工干预,可自动监测和记录船舶可能引发的溢油情况,有助于提升内河水域的环境保护水平。

[关键词] 溢油监测; 低功耗; 无线通信; TSW-30浊度传感器; DHT11温度传感器

中图分类号: TN92 **文献标识码:** A

STM32-based Oil Spill Monitoring Design for Inland Waterway Vessels

Xianglin Li^{1*} Haoyuan Sun¹ Xianghe Zhao^{1,2}

1 Beibu Gulf University, College of Maritime Transportation Guangxi Qinzhou

2 Dalian Guohe Maritime Technology Services Co.,Ltd. Liaoning Dalian

[Abstract] This study presents the design of an inland ship oil spill monitoring system based on the STM32 microcontroller, which integrates various sensors for real-time inland water quality monitoring. The paper covers the design of the circuit hardware, system programming, and testing. The oil spill monitoring device incorporates several key components: a turbidity sensor to measure water clarity, a pH sensor to monitor water acidity and alkalinity, an oil spill sensor to detect the presence of oil mixtures in the water, and a temperature and humidity sensor to record standard water temperature data. A communication module is included to transmit the collected monitoring data. By utilizing multiple sensors to gather real-time water quality data, the system transmits the information wirelessly. It operates autonomously, without the need for manual intervention, to monitor and log potential oil spill incidents caused by inland vessels. This enhances the level of environmental protection in inland waterways.

[Key words] oil spill monitoring; low power consumption; wireless communication; TSW-30 turbidity sensor; DHT11 temperature sensor

引言

内河船舶在航行过程中常常会排放少量的油类物质,如高温机油、防腐油等。这些污染物不仅对内河水质造成不良影响,且内河环境的自净能力较海洋更为有限,尤其是在人工运河等封闭或半封闭水域中。因此,实时监测内河水质的变化,特别是对船舶溢油的监测,具有重要的环保意义^[1]。

目前,针对内河水域的环境监测手段较为有限,主要依赖于人工取样检测和独立的传感器采集方式。这些方法在数据获取的实时性和准确性方面存在较大不足,难以满足日益严峻的环境保护需求。相比之下,海洋监测技术已经发展得较为成熟,包

括利用浮岛进行持续的环境监测^[2]。通过本研究,希望能够为内河水质监测提供一种低成本、高效率的技术手段,提升内河水环境的管理和保护能力。

1 系统设计方案

1.1 系统整体方案设计

设计需求:

(1)STM32单片机实现数据采集,打包,传送。(2)溢油传感器监测水质是否有油料吸附,监测是否溢油。(3)浊度控制器收集水体的浊度。(4)温湿度传感器采集温湿度信息。(5)数据通信采用GSM。(6)检测水体pH值。

本次内河船舶溢油监测系统, 主要目的是设计一款可以检测内河船舶是否溢油的系统。该系统使用STM32单片机作为主控, 外接GSM短信模块可以实现远程通讯, 系统还带有温湿度检测传感器、PH传感器及浊度传感器、溢油检测传感器可以检测河流的水质及是否溢油。系统框图1如下。

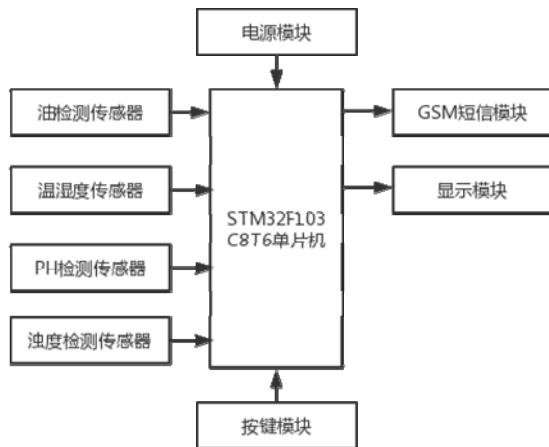


图1 系统整体框图

1.2 硬件选型

单片机: 核心器件采用STM32单片机, STM32作为一款拥有ARM内核的单片机, 它的程序都是模块化的, 工作速度比传统的C51单片机快很多^[3], 由此, 将STM32作为本设计的核心器件。

溢油传感器: AMT-Y300智能型水中传感器, 所示实物。相较于传统的光电原理和液位电导率原理的传感器方案, 具有对复杂以及极端水环境的适应能力。

溢油传感器是利用光电原理(溶解与水中的油料物光照下的光谱图会得到特殊峰段的波峰以及波谷), 溶解水中的油料(可溶性油)在吸收一定光源后会反射出不同的一种光, 其光谱特性与吸收光源的光谱特性一致(即成正比)。

浊度传感器: 本设计采用的GE公司生产的TSW-30浊度传感器, 传感器的端部是由红外发射二极管和光敏二极管组成。在温度为二十五摄氏度的情况下, 他的测量范围(NTU)为0-1000±30。

温湿度传感器: DHT11型复合传感器, 其特性为, 出厂原生自带一定范围的基础值, 无需再次校准, 20米以内串联5KΩ电阻。

pH值传感器(酸碱度传感器): 其型号为E-201-C型, 常用于简单水环境人工数据采样或大学实验。其特色为: 采用参比电极以及玻璃电极的融合电极, 特点为可充式复合电极抗外电场干扰强。

GSM通信: 选用SIM800模块, 该模块支持GSM网络, 能够实现本系统设计中的短信功能, 主要优点是快捷、价格低廉。通过向管理人员或部门负责人发送短信的方式, 可以实现在异地进行监管。

显示模块: LCD-1602是一款基于HD44780液晶控制芯片的16*2型点阵液晶。该型液晶面板能显示两行字, 且每行可以显示十六个字符。

2 电路设计

2.1 主控模块电路设计

本项目采用STM32系列的F103C8T6芯片, 由于其低功耗、效率高特点, 故将STM32F103C8T6芯片运用到本项目中。

电路设计, 时钟是芯片的核心, 时钟源提供的时钟信号维持芯片和外部设备的运转。STM32F103C8T6一共有五个时钟源, 其中主要有两个时钟源分别为内部RC振荡器和外部晶振。

外部时钟电路(HSE)其频率运行范围4MHz-16MHz, 输入、输出端连接STM32F103C单片机的引脚。

高速内部时钟信号提供的时钟信号精度相较于高速外部时钟较差(通常偏差值在1%左右), 而高速外部时钟信号所能提供的时钟信号精度为高速内部时钟的低十倍以上(<0.1%)。

2.2 TSW-30浊度传感器电路设计

浊度传感器利用光电感应原理, 在传感器两个凸起点两条对称的光电通道互相感应, 测量差值不变。外界光线射入监测水样时, 水中的浑浊物质使光线散射, 通过测量与射入光线垂直角方向的散射光强度和内部标定值做对比, 并计算出水体的浊度。

光电传感器由透镜、光源、光电元件等组成, 光在透过传感器后会被过滤为预定波长的光源。特定波长的光源对传感器内置的对应的光敏电阻产生短暂且模糊的电信号, 通过内置的放大电路将其进行信号放大、线性处理、动态降噪后与内置标定值进行对比后, 就可以判断监测目标的所处位置。

2.3 DHT11传感器电路设计

DHT11复合型温湿度传感器一般串联电阻并与STM32单片机并联, 单片机对采集的信息进行整理对比, 以此实现整体的智能化、数字化设计应用。

2.4 PH传感器电路设计

采用双电极的复合电极, 使得该传感器使用方便, 大专以及本科实验室多采用该型号。由于采集的pH值信号微弱, 所以设计一个放大电路来提升数据线性和精度。

2.5 GSM短信模块电路设计

GSM通信主要采用SIM800C模块与电路如图14所示。V_{IN}为电流输入端口, 最大支持五伏到十八伏的电压, 本设计采用五伏一安, 即V_{IN}连接至+5V电流。通讯模块AIM800C等与PA2和PA3端口相连。PWK引脚做模块的开关口, GUN短路一秒以上可开关机。这样做可以减少资源端口的浪费, 切合本设计的低功耗特色。

2.6 显示模块电路设计

本设计使用了LCD-1602的直接控制的方式, VDD、VSS引脚分别和电源的正负极相连。为调节LCD的亮度, 在VDD、VSS和VO之间接一个1KΩ的可调电阻。另外, LCD-1602的三个控制端口(RS、R/、E)依次接到了单片机的P1.0~1.2引脚, 7个数据端口接到了P0口上。

3 系统程序设计

3.1 系统主程序流程图

主程序开始对各个端口进行初始化操作。

主程序流程步骤:

(1)初始化。(2)调用数据采集子程序。(3)调用ADC子程序。(4)调用液晶显示程序。(5)调用延时函数。(6)输出显示数据。

编写主程序是通过调用各种子程序来实现的。进行while延时函数、各串口、显示屏、ADC、按键以及ds18b20的初始化,然后进行按键扫描,执行按键操作,接着调用ADC串口,调用子程序运行。

3.2 1602显示子程序

我们通过定义STM32的GPIO口对显示屏的引脚进行相应的控制。

在进行初始化的过程中,我们需要反复的调用write_com函数,该函数实现向LCD写入命令的功能。需要注意的是,RS、RW、EN的时序问题。

本设计采用的液晶显示屏内置了34446位的驱动程序,可以显示一共32位字符。

第一步编写各类函数,如延时、写入字符等。第二步按照流程的子程序顺序对第一步中的函数进行调用。

3.3 各检测模块A/D转换子程序

A/D转换的作用是将传感器采集到的模拟信号转换为数字信号,本设计的STM32处理器自带ADS转换器。我们编程需要从开启PA口时钟,设置PA0为模拟输入直到完成读取ADC值。

(1)首先使用PORTA的时钟源,设置PA0=1。(2)然后使用ADC1的时钟源,完成复位操作。设置ADC1的分频因子被设定在合理范围内,以优化性能和功耗。并设置单通工作模式ADC1。(3)开启AD转换器,复位校准AD,执行AD转换操作。

3.4 短信子程序设计

本设计的反馈回路采用短信播报的形式连接上位机(手机)进行通讯,达成系统报警功能。

4 系统测试

本设计的硬件测试分为两个部分:(1)通过对组装好的系统模块进行电源等基本状态的测试。(2)通过对模块进行简单指令的测试,测量模块信号线连接是否正常。

首先对电路进行基本测试,整个系统采用电压为5V,当上电之前首先要对电源和地之间进行阻抗的测试。万用表对5V和地之间进行测试,测得阻抗为无穷大,证明没有短路存在,进而对电路施加5V电压。接下来用示波器对晶振部分进行测试,测得晶振部分有正弦样式的信号,证明晶振电路正常工作,单片机部分已经实现了基本的工作。

利用开发者套件焊接单片机板,并连接对应传感器的接口。检查各部分硬件是否正常后开始检查调试传感器。E-201-C型PH试笔在试验使用中应准备清水中和剂防止试笔灵敏度不足;浊度传感器该型号的结构应漂浮水面,内部的空气校准开口不应

进水烧坏电路元件,且两对称凸起中间不应有遮挡物或处于空气中;温湿度传感器测温功能可直接接触体表。

完成以上各传感器测试后,应开机并连接上位机监测各功能是否正常,数值反馈是否及时,数据变化是否灵敏。

该设计采用STM32单片机开发,其中出现过传感器不兼容以及接口错误的问题,针对该问题积极采用同类型传感器进行替换并完成同类工作流。

5 结语

本研究对当下常见的民用以及工业用水质检测浮岛、浮船、浮筒等设计和实物进行了充分的调研以及学习,针对传统同类型功能的设计进行了一定的革新以及独特的应用:

根据国内外研究现状以及现实生活的应用以及低功耗的目的,所以采用单片机(嵌入式微处理器)作为本系统平台的核心数据处理器。本设计采用STM32单片机开发板硬件构成,并与其他传感器硬件对应接口连接,搭建一套溢油监测水环境系统平台。

(1)首先运行硬件平台,系统功能一切正常完全满足预期监测目标(溢油水环境监测)。(2)本设计除了特色功能溢油监测外,还可以加入国际标准酸镉等高级参数标准传感器。本设计由于STM32系列的功能局限性添加了如pH值、温湿度等常见参数,丰富设计内容以及监测设备的功能强度。(3)本设计使用GSM作为通讯模块,也可替换蓝牙模块或者Wi-Fi模块,利用HEX解码链接手机APP,显示数据。

[基金项目]

北部湾大学广西自治区级大学生创新创业训练计划项目(S202411607174)。

[参考文献]

[1]阮承治,吴鸿兴,陈飞,等.游弋式小船水质监测控制系统的设计[J].黑龙江工业学院学报(综合版),2022,22(10):33-39.

[2]许娟,廖铭胜,郭婧,等.利用北斗传输的海洋观测航道浮标[J].珠江水运,2021(07):88-91.

[3]张峰升.单片机在电气自动化控制中的应用[J].现代制造技术与装备,2023,59,(05):194-196.

作者简介:

孙浩源(2004--),男,汉族,河北邯郸人,本科在读,研究方向:船舶电子电气。

赵祥和(2001--),男,汉族,安徽阜阳人,本科,研究方向:船舶电气。

*通讯作者:

李祥林(1980--),男,汉族,广西桂林人,本科,轮机长,研究方向:能动与制冷。