

基于 STM32 的碳排放实时监测系统

徐岩霜, 黄淑云, 陈益平*, 李修一

(上海工程技术大学电子电气工程学院电子信息系, 上海 200000)

摘要 我国工业经济的发展使企业碳排放问题日益严重。针对我国环境监测领域大多采用人工信息采集模式导致成本高, 监测量少, 监测数据更新缓慢的现状, 本文设计并实现了基于 STM32 的碳排放实时监测系统, 完成了对碳排放数据的自动采集、自动计算与统一管理。该碳排放实时监测系统以 STM32 单片机为核心, 集成数据采集、数据传输、数据库存、数据分析以及数据显示等功能, 实现企业碳排放实时监控。该系统稳定性强, 数据传输准确, 成本低廉, 具有一定的实用性, 旨在为碳达峰、碳减排的实现提供技术支撑。

关键词 STM32; 碳排放; 实时监测; MCU 控制模块; LCD 模块

中图分类号: X83

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)06-0007-03

2021 年 2 月 2 日,《国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》提出需“确保实现碳达峰、碳中和目标,推动我国绿色发展迈上新台阶”^[1]。为了促进碳中和目标的实现,急需对企业碳排放进行实时监测。针对上述问题,本文设计实现了碳排放实时监测系统。碳排放实时监测系统通过实时采集碳化合物浓度、风量等环境参数,计算得出当前碳排放,并传输到监测服务器。监测服务器将数据进行处理,并存储到数据库服务器中。本文设计的碳排放实时监测系统综合利用了计算机、智能控制和环境管理等多方面技术,系统稳定性强,数据传输准确,成本低廉,具有一定的实用性,为碳达峰、碳减排的实现提供技术支撑。

1 系统总体

本文设计的碳排放监测系统主要用于监测企业碳排放实时数据,系统包括碳排放实时监测终端、监测服务器、数据库服务器和用户终端。其中碳排放实时监测终端由微处理器(STM32F103 单片机)、SGP30 气体传感器(CO₂ 传感器)、风速传感器、显示屏、ESP8266 数据传输模块及终端设备组成。每个碳排放实时监测终端将采集到的碳含量数据按照约定好的数据格式发送到监测服务器,监测服务器分析接收到的数据,并存储到数据库服务器。用户终端根据用户需要,从监测服务器获取碳排放相关数据并在显示屏上显示^[2]。

本文主要介绍碳排放实时监测终端设计。

2 碳排放实时监测终端

碳排放实时监测终端主要包括以下几个模块: MCU 控制模块、碳排放传感器模块、ESP8266 数据传输模块和 LCD 显示模块。MCU 控制模块通过使用碳排放传感器模块对监测环境碳排放数据等进行实时采集,并通过 ESP8266 数据传输模块将采集到的碳排放数据传送到终端服务器,同时利用 LCD 显示模块对碳排放数据进行实时显示。

2.1 MCU 控制模块

MCU 控制模块采用 STM32F103 单片机。STM32F103 单片机基于 Cortex-M3 内核设计,是一款高性能的 CMOS 8 位微控制器,功耗极低。STM32F103 在本系统中的作用就是控制外部电路执行程序,其高达 72MHz 的工作频率能够轻松达到设计需求^[3-4]。

2.2 碳排放传感器模块

本系统选用 SGP30 气体传感器(CO₂ 传感器)和风速传感器。二者测量结果通过输出模拟信号至 STM32 的 A/D 模数转换通道获取实测碳排放量^[5]。

选用 SGP30 传感器的原因是该传感器与 STM32F103 单片机通过 I2C 总线的接口连接,可以使单片机访问传感器变得更加方便。I2C 总线最大的优点就是规范完整、结构独立。I2C 总线有严格的规范,如接口的电气特性、信号时序、信号传输的定义、总线状态设置、总线管理规则及总线状态处理等^[6]。SGP30 传感器参数如表 1 所示。

*本文通讯作者, E-mail: chenyping@sues.edu.cn。

表1 气体传感器参数

参数	标志	响应值	
排放范围	总挥发性有机化合物标志	0 ppb to 6000 ppb	
	二氧化碳当量标志	400 ppm to 60000 ppm	
分辨率		0 ppb-2008ppb	1 ppb
	总挥发性有机化合物标志	2008 ppb-11110ppb	6ppb
		11110 ppb-60000ppb	32ppb
	二氧化碳当量标志	400 ppm-1479 ppm	1ppm
		1479 ppm-5144 ppm	3ppm
		5144 ppm-17597 ppm	9ppm
样本率	总挥发性有机化合物标志	17597ppm-60000ppm	31ppm
	二氧化碳当量标志	1Hz	
		1Hz	

2.3 LCD 模块

本系统采用 STM32F103 单片机外接 LCD 电阻触摸屏模块实现数据显示,且为钢化玻璃触摸屏,电阻触摸屏分辨率为 320×240,16 位(65K 色)真彩显示,工作电压 3.3V。接口方式为 16 位,8080/6800 并口,驱动 IC 为 ILI9341/ST7789,通过执行 A/D 转换检测被触碰操作的位置,具有很好的操控体验,为当前广泛使用的 LCD 显示器^[7]。

2.4 ESP8266 数据传输模块

ESP8266 WiFi 模块为乐鑫公司开发的一款物联网专用芯片。ESP8266 WiFi 模块与单片机通过串口模式进行通信,内置 TCP/IP 协议栈,通过 WiFi 与终端系统进行通信^[8]。利用 ESP8266 模块对传统串口设备进行简单的串口配置,就可以将传感器所测数据通过 WiFi 传输给终端,以实现万物互联。

ESP8266 模块价格低、体积更小、性价比高。

3 用户终端设计与实现

3.1 软件设计

碳排放实时监测终端软件基于 Keil μ Vision5 软件环境开发,采用 STM32 单片机,如图 1 所示利用传感模块采集碳排放数据并将数据显示在触摸屏上,同时

通过无线传输方式实现数据远程传递。

3.2 硬件设计

碳排放实时监测终端采用 STM32F103 单片机,连接 LCD 电容触摸屏模块。MCU 采集数据后显示在 LCD 上,同时通过 ESP8266 模块发往监测服务器。

系统实物是截面积是半径 12.5cm 的圆形 PVC 管所测得的二氧化碳排出量为 0.0328kg/s。

3.3 数据处理

STM32F103 单片机通过风速传感器和气体传感器采集数据,计算出实时碳排放量,并传送到监测服务器。由于风速不同会对环境中二氧化碳含量造成影响,所以由两种数据得出计算公式。

$$\text{碳排放量} = \text{风流量} * \text{出口 CO}_2 \text{ 浓度} * \text{截面积}$$

4 结语

综上所述,本文基于 STM32 单片机设计与实现了碳排放实时监测系统。该系统以 STM32 作为核心,搭载 ESP8266 模块。通过传感技术,以无线传输方式为基础,实现了对碳排放相关数据的本地显示,同时采用云平台显示、储存数据,实现了碳排放监测的远程实时可视化管理^[9]。该系统的设计不仅具有不可忽略的社会意义,也具有较大的实用价值,可以对一些工厂

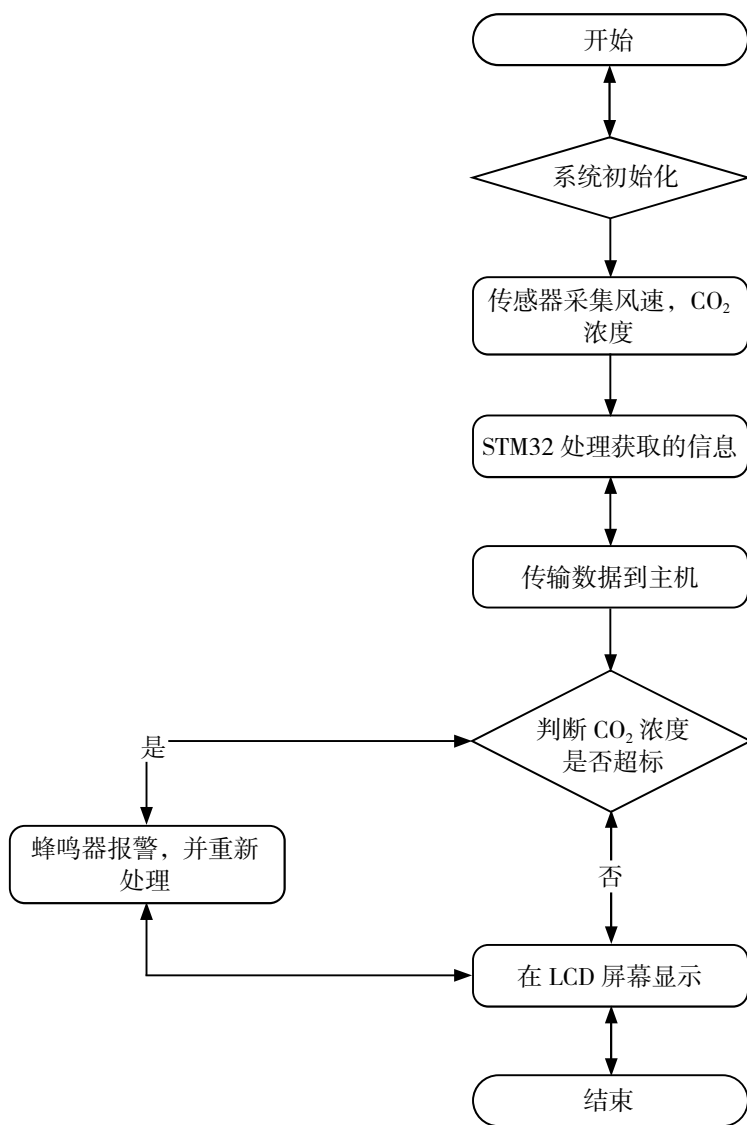


图 1 软件流程图

碳排放进行实时监测，同时也可以节省大量的人力、物力。

参考文献:

[1] 董欣蔚,周利娜.“碳中和”视域下重庆地区绿色低碳发展浅析[J].中国商论,2022(23):158-161.
 [2] 沈正,梁鉴如,杨明来.基于 LoRa 和 STM32 的电梯监测系统设计[J].传感器与微系统,2022,41(05):102-105.
 [3] 李丽颖,张金花,余勃,等.基于 STM32F103C8T6 单片机的电动车智能充电桩计费系统设计[J].南方农机,2020,51(19):30-31,75.
 [4] 徐根祺,曹宁,谢国坤,等.基于 STM32F103ZET6

的火灾自动报警系统设计[J].工业仪表与自动化装置,2022(04):19-23,126.

[5] 丁承君,徐光鹿,刘云帆,等.基于信息融合的餐饮油烟监测系统设计[J].传感器与微系统,2022,41(05):106-109.
 [6] 黄锋,刘杨东,谭山,等.基于 I-2C 总线的湿度数字传感器的设计与实现[J].自动化与信息工程,2011,32(05):5-8.
 [7] 宋慧文,白国振,仲梁维.智能饮水机嵌入式控制系统设计[J].软件导刊,2019,18(02):91-95.
 [8] 张琥石,林伟龙,杨发柱,等.基于 ESP8266 WiFi 模块的物联网体温监测系统[J].物联网技术,2020,10(12):32-35.
 [9] 马丽,吴鹏飞,高波,等.嵌入式燃气管道实时监测系统设计[J].仪器仪表与分析监测,2020(03):5-9.