

文章编号: 2095-2163(2020)07-0199-04

中图分类号: U46

文献标志码: A

# 基于 ARM 的车内空气检测系统设计

姜根堂, 赵风财, 肖广兵

(南京林业大学 汽车与交通工程学院, 南京 210037)

**摘要:** 车内空气质量监测系统以 ARM 芯片为核心控制单元, 采用 Zigbee 无线传输技术, 将多个传感节点组织为无线传感网络, 可在密闭空间等极端环境中有效采集空气含量、湿度、温度三大环境因素。汽车内的各个传感器会将采集到的数据, 通过 Zigbee 无线网络传送到 ARM 处理器。处理器将接收到的数据经过处理显示在软件界面上, 并根据空气情况对传感器的功率进行把控, 从而实现对车内气体的有效监测和空气质量的改善。

**关键词:** 车内空气质量监测; ARM 处理器; Zigbee 无线网络

## Design of air quality monitoring system in car based on ARM

JIANG Gentang, ZHAO Fengcai, XIAO Guangbing

(College of Automobile and Transportation Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

**[Abstract]** The in-car air quality monitoring system takes ARM chip as the core control unit and uses Zigbee wireless transmission technology to organize multiple sensor nodes into a wireless sensor network, which can effectively collect air content, humidity and temperature in extreme environments such as confined space. Each sensor in the car will collect the data through the Zigbee wireless network to the ARM processor. The data received by the processor is processed and displayed in the software, and the power of the sensor is controlled according to the air condition, so as to realize the effective monitoring of the environment in the car and the improvement of air quality.

**[Key words]** Vehicle air quality monitoring; ARM processor; Zigbee wireless network

### 0 引言

近年来,随着人民生活水平的提高和汽车保有量的增长,车内空气污染问题逐渐被关注。汽车车内装饰、空调等物品易散发出如 VOCs、CO 等有害气体,车辆尾气排放的污染气体,如 PM2.5 和氮氧化物也会进入汽车室内,影响车内空气质量。由于车内密闭的环境,有害气体不易消散,更加重了空气污染,一旦司乘吸入过多,短时间内便会引起精神不振、恶心等不适症状,吸入较长时间还会导致呼吸困难,甚至晕厥。因此,需要及时净化车内有害气体,使其在安全标准以下。然而目前多数汽车生产商并未给予车内空气污染足够关注,车内空气质量检测系统主要安装在中高端车型上且针对的危险气体种类单一,极大的增加了车内空气污染的[1]。刁欣伟等人提出了一种针对汽车室内人员的一氧化碳浓度监测系统,该系统可以实时监测车内一氧化碳浓度,防止一氧化碳中毒[2],但是由于车内污染气体种类较多,仅能检测 CO 浓度,不能满足对车内空气环境改善的要求;袁圆等人设计了

车内空气质量监测净化系统,能够监测并净化多种有害气体与颗粒,功能完善,净化效果好,但是对空气质量进行过多的指标监测,技术复杂,成本较高,不能满足普通用户的要求[3]。

本文针对汽车室内空气污染的复杂性,结合绿色节能的观念设计了一种基于 ARM 的车内空气质量数据采集与管理系统,可对车内空气中会影响健康的多种气体、颗粒物、粉尘浓度进行实时采集与监控,并对 CO、PM2.5 等高风险性气体进行重点监测,同时还拥有车内温湿度数据监测功能。该系统使用 ARM 芯片结合 Zigbee 无线传输技术,通过多传感器完成对有害物质的监测,具有高效、低成本,低能耗的特点。

### 1 车内污染物来源

2012 年国家质检总局等部门联合颁发了的《乘用车内空气质量评价指南》,适用于乘用车车内空气质量评定,规定了车内空气中苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯乙烯等有害气体的浓度要求,为我国车内空气领域研究提供了科学的标准[4]。

**基金项目:** 国家自然科学基金(61803206); 产业前瞻与共性关键技术重点项目(BE2017008-2); 南京林业大学青年科学创新基金(CX2018004); 南京林业大学自制实验教学仪器项目(nlzyzyq201827)。

**作者简介:** 姜根堂(1997-),男,本科生,主要研究方向:汽车运用工程; 赵风财(2000-),男,本科生,主要研究方向:汽车运用工程; 肖广兵(1984-),男,博士,副教授,主要研究方向:车载网络通信。

**收稿日期:** 肖广兵 Email: kevin061084@hotmail.com

**收稿日期:** 2020-05-08

针对标准中的空气污染物界定,结合汽车主体构造,本文将车内污染的来源主要分为三个方面,第一个是汽车室内的皮质座椅、塑料物件、地毯等内饰材料发出的,如甲醛、苯等有害物质,在所有污染源中,内饰材料所发出的有害物质对人类健康产生危害最大<sup>[5]</sup>;第二个污染物来源是汽车的尾气以及道路上的各种颗粒物,当车辆通风或门窗未关闭时,车辆外部空气中的各种挥发性有机化合物、汽车尾气中的氮氧化物和硫化物等会进入车内,导致车辆内部空气污染;第三个污染源是车内乘客携带的污染物,乘客身体活动也会产生大量污染物,如身上散发的香水,吸烟产生的有害气体和人体排放物等。针对以上3种来源的污染物,本系统选取合适的空气质量检测指标,并对传感器位置进行合理的规划,实现高效的空气污染物监测与净化。

## 2 系统设计

车内空气质量监测系统由数据采集模块、数据处理模块、上位机管理系统和空气净化系统组成。系统结构如图1所示。



图1 系统结构图

Fig. 1 System structure diagram

其中,数据采集模块分为高危险性物质检测和一般污染物检测,由分布在车内的各传感器进行实时监控,并通过Zigbee无线网络将监控数据

发送到数据处理模块,由 ARM 控制器进行分析、决策,把监控结果上传至上位机管理系统。一旦有害物质浓度超过安全标准,控制器通过无线通讯网络启动空气净化系统,上位机可以查看各种污染物浓度,允许用户切换手动模式,自主控制空气净化,达到降低车内空气污染的目的。

## 3 硬件电路设计

本系统的电路主要由 ARM 控制模块、无线通信模块和传感器模块等组成。

### 3.1 控制模块设计

系统采用基于 ARM Cortex-M3 内核的微控制器 LM3S8962 作为系统控制核心,ARM Cortex-M3 是一个 32 位处理器内核,采用哈佛结构,选择了适合于微控制器应用的三级流水线,增加了分支预测功能,同时采用 ARMv7-M 架构,包括了所有的 16 位 Thumb 指令集和基本的 32 位 Thumb-2 指令集,与 ARM7TDMI 相比,比 Thumb 指令每兆赫的效率提高了 70%,比 ARM 指令提高 35%。LM3S8962 微控制器拥有 256 KB 单周期闪存和 64 KB 单周期 SRAM,集成嵌套了向量中断控制器,Thumb-2 指令集等,微控制器还具有智能模拟能力,包括 1 个模拟比较器和 4 通道高精度的 10 位模拟,数字转换速度在 500 K 每秒采样样品的能力。该模块分析和处理传感器采集的各种有害气体浓度数据,掌握数据传输以及管理空气净化系统的工作<sup>[6]</sup>。LM3S8962 电路图如图 2 所示。

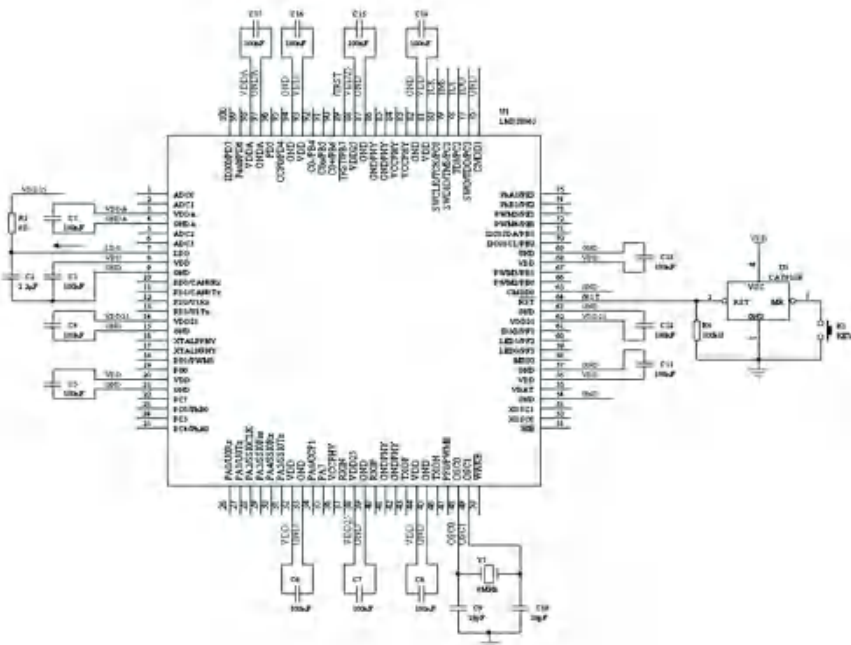


图2 LM3S8962 系统电路图

Fig. 2 LM3S8962 system circuit diagram

### 3.2 无线通讯模块

系统借助 ZigBee 无线通信技术构建通讯网络, 利用 CC2430 芯片作为射频收发器核心, 为 ZigBee 提供解决方案。ZigBee 技术主要应用于低速率和短距离下, 可工作在 2.4 GHz、868 MHz 和 915 MHz 三个频段上, 低功耗设计。系统可采用星状、片状和网状网络结构, 由主节点管理若干子节点, 同时主节点由上一层网络节点管理<sup>[7]</sup>。ZigBee 芯片功能强大, 在硬件的实现上仅需要很少的外围元件, CC2430 在单个芯片上整合了 ZigBee 射频前端、内存和微控制器, 具有 128 KB 可编程闪存、8 KB 的 RAM 和 21 个可编程 I/O 引脚, 还包含模拟数字转换器、AES128 协同处理器、看门狗定时器和 32 kHz 晶振的休眠模式定时器, CC2430 可以开发出无接口、紧凑、高性能和可靠的无线网络产品<sup>[8]</sup>。非常适合于车载终端的 RFD 设备和普通的 FFD 设备。对于需要功能强大的信号处理和路由功能的, 可根据实际的用途增加 DSP 或者是 ARM 芯片进行设计。CC2430 电路图如图 3 所示。

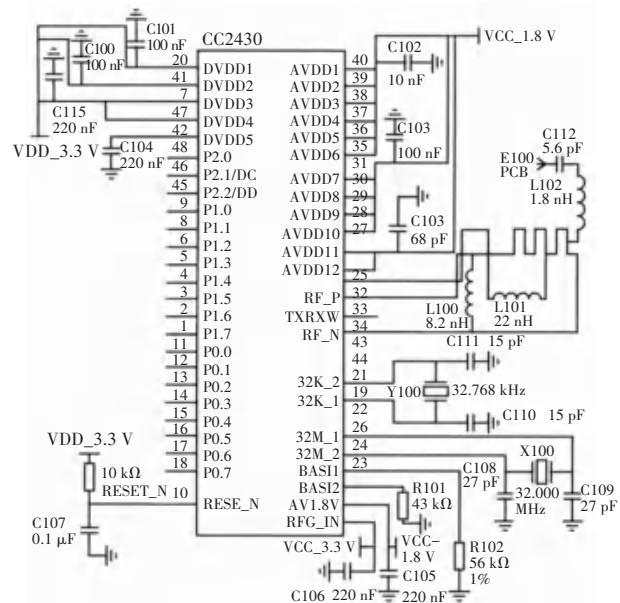


图 3 CC2430 电路图

Fig. 3 CC2430 circuit diagram

### 3.3 传感器模块设计

传感器终端节点流程如图 4 所示, 当检测设备接通电源时, 主程序开始运行, 并初始化网络。成功初始化后, 传感器立即开始运行。当数据指标不正常时, 设备会对传感器进行检查, 再次查看数据, 如此反复循环, 直到找出设备问题。当传感器没有异常时, 开始采集数据, 数据中心会将收集到的数据以仪表盘指针形式显示, 供驾驶人员参考。数据采集

结束时, 通过远程网络上传至云端。数据上传完成后, 若没有得到终止命令, 则又跳转至数据采集阶段, 继续下一轮的循环。

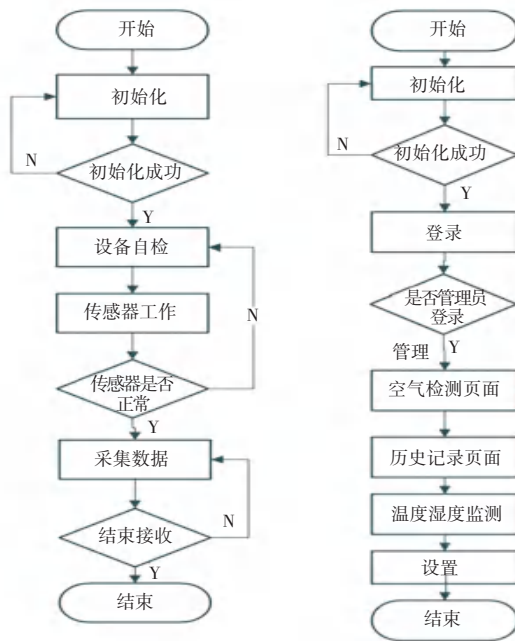


图 4 传感器终端节点流程图

图 5 用户使用流程图

Fig. 4 Flow chart of sensor terminal node Fig. 5 User flow chart

## 4 系统软件设计

软件采用 Visual Basic 6.0 开发, 可在 Windows7, Windows10 系统上平稳运行。用户使用流程如图 5 所示。驾驶员需输入账号密码登录, 主程序开始运行, 初始化设备, 检查系统的每个硬件元素, 读取预设参数。本系统把登录人员分为两类, 管理员和普通用户, 管理员拥有修改系统参数等所有权限, 普通用户只能浏览使用, 不能进行其他操作。

检测中心的功能包括 pm2.5 和其他污染物数值显示, 日期和污染级别对人体影响的对比条显示。如图 6 所示, 软件在启动后传感器会收集车内空气状况的数据, 实时生成车内温度湿度趋势图, 颗粒物系数、二氧化硫等数据的指针仪表盘。仪表盘周围的对比条会根据管理员选择的主要显示的空气成分相应变化, 根据数据提醒车主采取措施。管理员可设置仪表盘上主要显示的数据值。例如, 管理员选择二氧化硫的成分显示在仪表盘上, 当测得的 SO2 数据为 2 时, 软件会根据给定的数据值进行对比, 给出当前的空气质量的状况是良好。当天气情况糟糕时, 驾驶人员看到提示后, 可根据车外的天气状况自主选择打开车窗通风或者开启车内空气净化装置。





图 6 监测中心软件界面

Fig. 6 Software interface of monitoring center

除污染气体监测程序以外,系统拥有温湿度检测、设备检测和历史数据等模块,为用户提供全面的使用功能。温湿度监测模块页面如图 7 所示,车内温度和湿度对车内有害气体浓度有重要影响,车内的温度和湿度会对有害气体浓度产生严重影响,因此控制系统需要对温度湿度数据进行监测。界面中显示由传感器采集到的温湿度数据所构成的折线图,界面清晰简洁,帮助用户掌握车内温湿度,随时调整,构建舒适的车内环境。

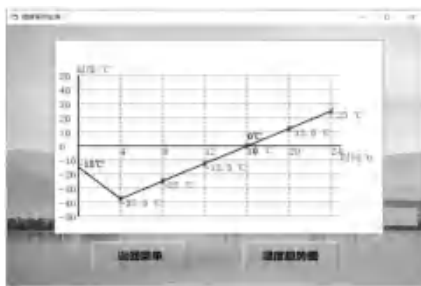


图 7 温湿度监测页面

Fig. 7 Temperature and humidity monitoring page

设备检测界面可以进行设备检测、查看设备参数、控制设备开关,当数据缺少或不准确时可以通过设备检测排除故障,保障设备正常运行,设备检测界面如图 8 所示。历史数据功能是本系统的重要功能之一,界面显示车内各污染气体在过去 6 天的积累情况,以折线图形式显示,帮助用户掌握车内空气质量变化,及时发现污染气体来源,改善车内空气质量。历史数据页面如图 9 所示。

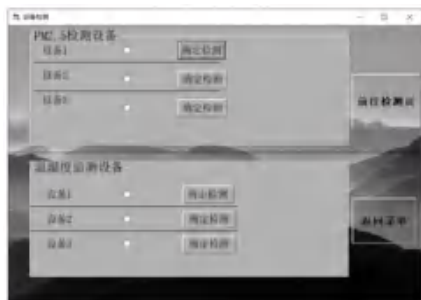


图 8 设备检测界面

Fig. 8 Device detection interface

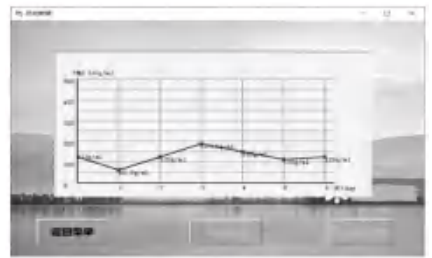


图 9 历史数据界面

Fig. 9 Historical data interface

### 5 结束语

本文在对车内湿度、温度以及空气中污染物含量等数据进行分析的基础上设计车内空气监测系统,使用 ARM 芯片为核心控制单元,结合 Zigbee 无线传输技术,将自动预警技术运用到车内空气质量改善中,实现对车内空气污染物的实时动态监测。本软件对空气污染物监测准确高效,预警及时,页面显示清晰简洁,具有操作简单,安全性高,能耗低的特点,能够满足对改善车内空气质量的需要。但由于影响车内空气质量的因素众多,下一步将研究增加空气数据采集指标,对空气质量进行全面监测。

### 参考文献

- [1] 王海燕. 汽车车内空气质量智能控制系统开发[J]. 电子元器件与信息技术, 2019, 3(10): 49-52.
- [2] 刁欣炜, 黄冰逸, 吴佳宸. 车内空气质量检测及主动短信预警系统[J]. 电子制作, 2016(22): 2.
- [3] 袁圆, 王磊, 姚帅, 等. 汽车空气质量智能检测净化系统[J]. 测控技术, 2018, 37(3): 129-133.
- [4] 李向东. 车内空气质量控制管控体系研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2016.
- [5] 郭瑞华, 孙翰林, 宋媛媛, 等. 车内空气污染状况影响因素研究进展[J]. 汽车工程学报, 2019, 9(2): 79-88.
- [6] 刘韬. 基于 Arduino 与 LabVIEW 的灌注桩超灌监测智能化系统设计[D]. 中北大学, 2019.
- [7] 孙朕. 基于 ZigBee 技术的无线定位系统的研究与实现 [D]. 河南理工大学, 2011.
- [8] 詹杰, 石伟. 基于 ZigBee 的智能公交无线通信网络的设计[J]. 现代电子技术, 2007, 30(10): 118-120.