

Design and Implementation of Toxic Gas Concentration Monitoring System for Indoor Decoration Based on Odour Sensor Technology

Kun Yang

College of Mechanical and Electrical Engineering, Zaozhuang University, Zaozhuang Shandong
Email: taihuguliu@163.com

Received: Apr. 8th, 2019; accepted: Apr. 22nd, 2019; published: Apr. 29th, 2019

Abstract

To solve the problem of toxic gases such as formaldehyde and others, which can be produced indoors for decoration or other reasons, an indoor toxic gas concentration monitoring system based on gas sensors is designed. The system is equipped with high sensitivity wireless sensors, using long transmission distance and high stability Wi-Fi technology as the main information transmission method. The designed monitoring system can monitor indoor temperature, humidity, formaldehyde concentration, CO concentration and other environmental parameters in real time. Through the actual test of indoor toxic gas concentration monitoring system, the effectiveness and stability of the system is proved, and the design goal is achieved.

Keywords

Wireless Sensor, Gas Sensor, Monitoring System

基于无线传感器技术的室内有毒气体浓度监测系统的设计与实现

杨 坤

枣庄学院机电工程学院, 山东 枣庄
Email: taihuguliu@163.com

收稿日期: 2019年4月8日; 录用日期: 2019年4月22日; 发布日期: 2019年4月29日

摘要

因为装修或其它原因会在室内产生的如甲醛、甲苯等有毒气体，这些有毒气体会影响人体健康，针对这一问题，设计了一套基于气体传感器的室内有毒气体浓度监测系统。本系统配有高灵敏度无线传感器，利用传输距离长、稳定性高Wi-Fi技术作为主要的信息传输方式，设计的监控系统可以实时监控室内温度、湿度、甲醛浓度、各单位CO浓度等环境参数。通过室内有毒气体浓度监测系统的实际测试，证明了该系统的有效性和稳定型，达到了设计的目标。

关键词

无线传感器，气敏元件，监测系统

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国经济水平的快速发展和工程技术的进步，人们的平均生活水平改善显著[1]，开始追求更高的生活质量和更健康的生活方式。然而，受装修、材料等因素的影响，室内污染物浓度和类型正在不同程度地增加，影响了人们的健康。例如，在新装修的室内，大量的甲醛、甲苯等有毒挥发性物质将对人体产生有害的影响[2]。为了实现对室内有毒物质的全面监测、保障居民的身心健康安全，减少对人们生活水平的影响，就需要对室内有毒气体的浓度进行实施监测。我国无线气味传感器技术和监控设备的发展总体上落后于国际发达国家[3]。综上所述，为了适应室内有毒气体的实时监控和数据传输，有必要设计和实现一套基于无线气味传感器的室内污染物浓度监测系统。系统主要由数据采集模块、数据传输模块、数据处理模块组成，采集模块采集到的信息经过无线的方式传到协调器节点，协调器通过串口与上位机相连实现通信，实现了对室内环境中的甲醛、甲苯、二氧化硫等有毒气体和灰尘的监测。

2. 室内环境监测系统的总体设计

2.1. 室内环境监测系统需求分析

系统设计的目的是确保监测到的其他浓度数据能够实时收集和传输，以及收集到的数据可以快速传输到远程终端的个人计算机中[4]。气敏通过高精度传感器进行采样，在数据传输过程中，采用了基于Wi-Fi的通信技术，接收设备可以实时的接受信号，可以进行任意添加和实时删除[5]。因此，在系统主要包括灵敏度较高的探头、上位机硬件电路设计、下位机控制与设计、计算机系统和Wi-Fi通信模块的设计。具体结构如图1所示。

2.2. 室内环境监测系统总体结构设计

整个监控系统一般分为两个模块，即基于PC的上位机监视操作模块和下位机检测单元模块。系统的具体结构如图2所示。上位机监控操作界面是由运行稳定的SpringMVC3 + Hibernate3作为基础[6]，以

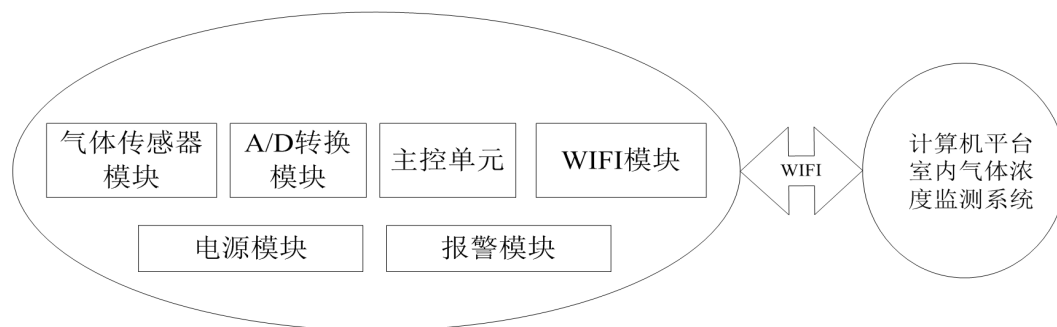


Figure 1. Structure diagram of indoor decoration concentration monitoring system

图 1. 室内气敏浓度监测系统结构图

及性能卓越、稳定性性好的 Oracle11g 作为数据库。为保证系统的安全性，在运行的过程中使用了 Spring 安全性设计技术作为权限设计的基础。另外，为了防止系统文件配置过程中的繁琐操作，整个监视过程设计并实现了即时修改功能[7]。因此，本系统在保证稳定的前提下具有更快的响应速度。在下位机设计中，将气敏传感器产生的信号通过主控芯片进行分析与处理，利用 Wi-Fi 通信技术将数据集中传输到中央服务器，以及 Wi-Fi 的特定应用通信技术如图 3 所示。上位机依靠程序控制完成数据读取，从而完成远程个人计算机上的相关信息，以及实时监测节点位置的环境参数值。

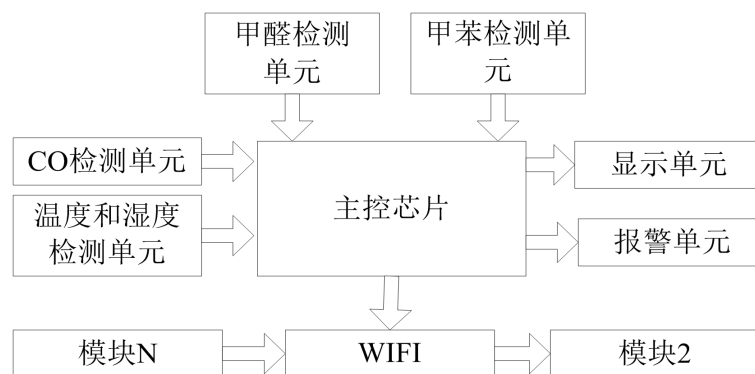


Figure 2. General structure diagram of the system

图 2. 系统总体结构图

2.3. 系统硬件选择

- 1) 数据转换芯片：ADC0832 数据转换模块。
- 2) 前端气敏传感器：半导体气敏传感器。
- 3) 显示部件：LCD1602
- 4) Wi-Fi 无线通信模块：ESP8266 Wi-Fi 模块

3. 气敏传感器准备

3.1. 气敏敏感材料的制备

在室内污染物监测系统中，可采用甲醛物质传感器。本文所用的敏感材料可以自行制备和获得。制备过程中添加半导体材料可以提高气敏检测的灵敏度[8]。因此，本文采用不同方法获得的不同类型的敏感物质作为甲醛物质的检测敏感物质[9]。制备方法主要有水热法、凝胶法和 ALD 监测法等。本设计采用 ALD 方法。ALD 原子沉积过程是如图 3 所示。

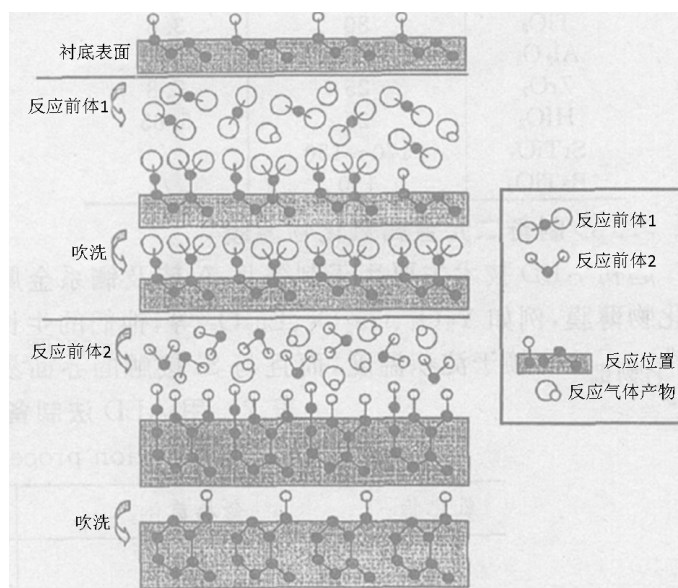


Figure 3. Flow chart of ALD atomic deposition method
图 3. ALD 原子沉积法流程图

3.2. 气敏传感器部件准备

整个室内气敏监控系统中，气敏传感器是核心部件之一。在准备气敏传感器过程中在元件中的过程中，选用了厚膜型气敏传感装置[10]。气敏传感材料的制备主要分为以下四个基本步骤：

- 1) 第一种反应前体以脉冲的方式进入反应腔并化学吸附在衬底表面；
- 2) 待表面吸附饱和后，用惰性气敏将多余的反应前体吹洗出反应腔；
- 3) 接着第二种反应前体以脉冲的方式进入反应腔，并与上一次化学吸附在表面上的前体发生应；
- 4) 待反应完全后再用惰性气敏将多余的反应前体及其副产物吹洗出反应腔。ALD 薄膜生长的基础是交替饱和的气相 - 固相表面反应，当表面化学吸附饱和后，表面反应前体的数量不再随时间增加，因此每次循环生长的薄膜都只是一个单原子层[11]。

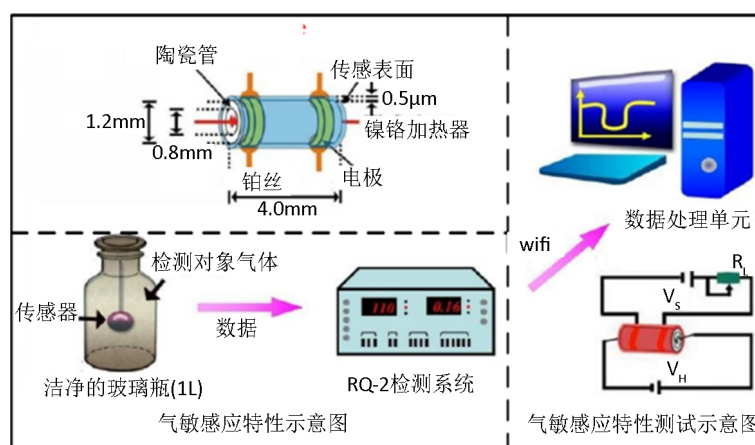


Figure 4. Process and principle of gas sensitive property monitoring platform
图 4. 气敏性能监测平台原理及流程

为了测试气敏元件的性能，建立了一套气敏敏感度测试控制台。在传感器选型和准备阶段，进行测

试传感器敏感材料问题，整个测试平台的主要工作流程及原理如图4所示。

4. 室内有毒气体系统软件设计

室内环境监测系统主要由两部分组成：下位机系统和上位机操作界面。

4.1. 气体检测下位机软件设计

在下位机硬件电路元件的设计中，主要功能是采集气敏传感器采集的信号，并将这些信号转换为数字信号传送给计算机，通过上位机实现对检测气体参数的实时监控，准确显示室内环境中的各种气体的含量。软件和程序设计过程主要涉及相应的主控芯片端口监控，相关信息处理程序和软件开发。

下位机程序流程详细介绍如下：

1) 程序初始化阶段

初始化系统并设置相关参数。

2) 主控程序设计

传感器模块安装在各个房间内相应的监测点，动态测量环境中的污染气体的参数。一旦污染物超标，监控单元发出报警信号。监控系统的程序流程图5所示。

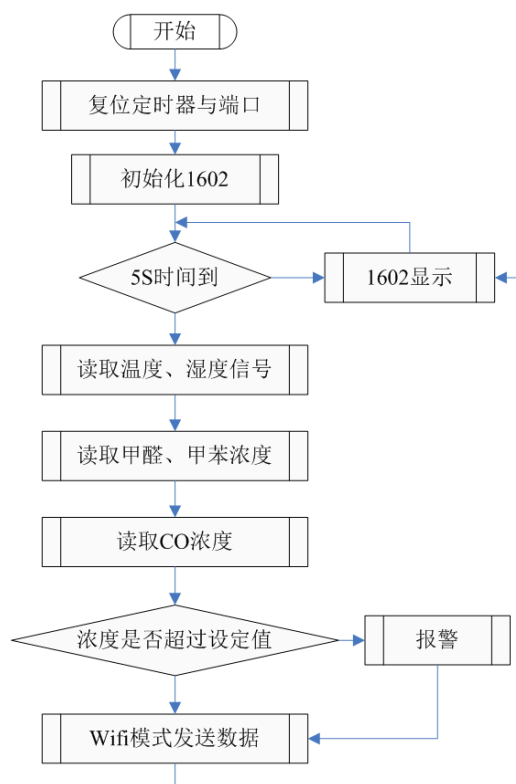


Figure 5. Monitor system program diagram

图5. 监控系统程序程序图

室内甲醛、甲苯、一氧化碳测量系统的工作原理基本相同。数模转换芯片可以将模拟信号转换成数字信号，并可接入它通过主控芯片上的端口上。主控芯片将数字信号转换成标准值，然后进行比较，如果不超过系统设定的上限值，可以继续下一步；否则，报警器开始报警并将数据传输到数据实时服务器。

4.2. 室内气体 PC 端显示与报警设计

室内气体监控系统需要咋上位机上设计监控操作界面以便人机交互。这次行动接口能及时采集和传输相关信息，并能将系统移植到其他系统中。实现家庭智能。用户可以使用个人电脑通过互联网直接登录操作界面，并登录通过输入用户名和密码进入采集系统。其中，用户名和密码保存在数据库中。登录界面如图 6 所示。



Figure 6. Monitor system login interface diagram

图 6. 监控系统登录界面图

5. 结论

1) 设计并实现了一套基于无线传感器技术的室内有毒气体浓度监测系统。本系统具有传输精度高、性价比卓越的特点。监测端使用的甲醛气敏传感器具有较高的灵敏度和快速的信息传输能力。

2) 信息传递采用稳定性好、效率高的 Wi-Fi 技术，可以实现远距离传输。个人计算机可以用实时远程观测各个室内的温度、湿度、一氧化碳、甲醛与甲苯的浓度值。

3) 下位机电路系统中，进行了程序设计与编程实现。在软硬件的配合工作下，实时了对室内有毒气体的实时检测。

参考文献

- [1] 刘向举, 刘丽娜. 基于物联网的室内环境监测系统的研究[J]. 传感器与微系统, 2013, 3(3): 37-42.
- [2] 谢东坡. 室内环境监测与舒适度评判系统研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆理工大学, 2009.
- [3] 韩团军, 赵峰. 基于 FPGA 的 M4K 块配置 ROM 字符数据存储 VGA 显示[J]. 陕西理工学院学报(自然科学版), 2016, 32(5): 22-27.
- [4] Crowley, G., Haacke, B. and Reynolds, A. (2012) Real Time Space Weather Forecasts via Android Phone App. *American Geophysical Union Fall Meeting*, San Francisco, California, 21-27.
- [5] Herrera, L., Mink, B. and Sukittanon, S. (2010) Integrated Personal Mobile Devices to Wireless Weather Sensing Network. *Proceedings of the IEEE Southeast Conference*, Concord, NC, USA, 5-8.
- [6] 邓中亮, 余彦培, 袁协, 等. 室内定位现状与发展趋势研究[J]. 中国通信: 英文版, 2013, 10(3): 50-63.

-
- [7] Caso, G., De Nardis, L. and Di Benedetto, M.G. (2018) Frequentist Inference for WiFi Fingerprinting 3D Indoor Positioning. *IEEE International Conference on Communication Workshop*, London, UK, 809-814.
- [8] Moghtadaiee, V. and Dempster, G. (2013) WiFi Fingerprinting Signal Strength Error Modeling for Short Distances. *International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*, Sydney, NSW, Australia, 1-6.
- [9] 周瑞, 李志强, 罗磊. 基于粒子滤波的 WiFi 行人航位推算融合室内定位[J]. 计算机应用, 2018, 36(5): 1188-1191.
- [10] 王睿, 赵方, 彭金华, 等. 基于 WI-FI 和蓝牙融合的室内定位算法[J]. 计算机研究与发展, 2011, 48(S2): 28-33.
- [11] Li, B.H., Gallagher, T., Dempster, A.G., *et al.* (2013) How Is the Use of Magnetic Field Alone for Indoor Positioning. *International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*, Sydney, NSW, Australia, 1-9.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2331-0235, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: jsta@hanspub.org