

基于 ZigBee 网络的室内甲醛浓度远程 实时监测系统设计*

邵士博 许家辉 汪朝晖 石凯文 赵利强

(北京化工大学 信息科学与技术学院 北京 100029)

摘要:针对现有家用甲醛检测手段中存在的测量点单一,无法远程监测的问题,设计了一种基于无线传感器网络 ZigBee 的室内甲醛浓度远程实时监测系统,给出了整体系统的构建方案,构建了甲醛浓度检测的无线传感网络,通过 ZigBee 网络实现对家庭空间中多个测量点的实时采集,经过网络远传后通过 LabVIEW 监测程序实现数据的远程实时显示。经过测试,完成了对家庭环境中多个测量点的室内甲醛浓度的远程实时监测,验证了系统的可行性与可靠性。

关键词: ZigBee 网络; LabVIEW; 甲醛浓度检测; 远程实时监测

中图分类号: TP277; TP274; TN92 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.40

Design of remote real-time monitoring system for indoor formaldehyde concentration based on ZigBee network

Shao Shibao Xu Jiahui Wang Zhaohui Shi Kaiwen Zhao Liqiang

(Collage of Information Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: Aiming at the problem that the existing domestic formaldehyde measurement methods are single and cannot be remotely monitored, a remote real-time monitoring system for indoor formaldehyde concentration based on wireless sensor network ZigBee was designed. The overall system construction scheme was given and the wireless sensor network for formaldehyde concentration detection was constructed. The wireless sensor network for concentration detection realizes real-time measurement of multiple measurement points in the home space through the ZigBee network. After remote transmission through the network, the remote real-time display of data was realized through the LabVIEW monitoring program. After testing, the remote real-time monitoring of indoor formaldehyde concentration at multiple measuring points in the home environment was completed, which verified the feasibility and reliability of the system.

Keywords: ZigBee network; LabVIEW; formaldehyde measurement; remote real-time monitoring

0 引言

在日常家庭尤其是新装修的家庭中,经常会出现甲醛浓度超标的情况。甲醛具有很高的毒性,已经被世界卫生组织列为致癌和致畸性物质,长期生活在甲醛浓度超标的环境中会对人体健康造成很大伤害^[1]。在传统的家用甲醛检测中,常使用颜色反应或手持式甲醛检测仪进行检测,这些检测方式准确度不高,实时性不好,只能对家庭中单个特定位置的甲醛浓度进行检测,显然不能满足家庭对甲醛浓

度检测的需要。因而,提出一种可持续的、多点检测的远程甲醛浓度监测系统显得尤为重要。

ZigBee 技术是一种运行在 ZStack 协议栈上的,遵守 IEEE 802.15.4 协议运行的一种低功耗,高灵活性的无线传感器网络,组网和收集数据功能可以通过调用协议栈提供的 API 实现。该网络可以很方便的收集各种数据信息,在智能家居,物联网等领域都有很重要的地位^[2-5]。LabVIEW 是一种广泛应用于工业自动化,数据采集,信号处理等诸多领域的开发环境。LabVIEW 开发周期短,编

程以 G 语言为主要语言,易于维护、方便掌握^[6-9]。采用 LabVIEW 进行数据采集稳定性好、数据处理精准,具有数据存储、回放、查询等功能^[10]。

本文提出基于 ZigBee 网络的无线采集和传输方案,数据通过串口服务器传送给透传云,上位机采用 LabVIEW 构成多点甲醛浓度监测系统,进行家庭环境中多个测量点甲醛浓度的远程实时监测。

1 系统整体方案

整个系统由两个大部分构成,即 ZigBee 传感器网络和上位机 LabVIEW 实时监测系统。系统的结构如图 1 所示。上位机每隔一段时间经由串口服务器向协调器发送指令,协调器接收到指令后,向所有终端节点发送开始测量指令,终端接收到协调器的指令后通过甲醛检测模组 WZ-S 采集空气中甲醛浓度信息,将所得到的信息送至 ZigBee 终端节点,终端节点将所得到的浓度信息直接送给协调器。协调器将所得到的信息经过处理后经由串口服务器模块发送给透传云,上位机从透传云获取数据进行处理、保存、绘制波形等工作。

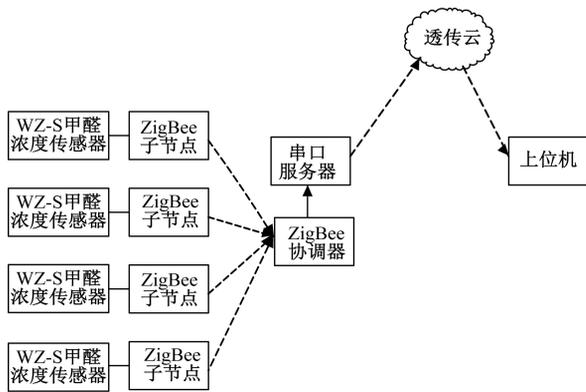


图 1 系统结构

在实际使用中,可以根据家庭面积的大小和结构来决定选用终端节点的数量。本系统 ZigBee 网络采用星型拓扑结构,添加新的终端节点或删除已有的终端节点更加方便。

串口服务器与协调器相连接,将协调器的浓度数据经由互联网发送至透传云,实现甲醛浓度的远程传输。只要上位机和互联网相连,即可实现对甲醛浓度的监测。

上位机监测程序使用 LabVIEW 2016 编写,通过虚拟串口读取远程服务器中的浓度数据,再以共建局部变量、子 VI 调用等方式完成数据的实时处理、监测、显示等功能。

2 无线传感器网络的构建

2.1 甲醛传感器的选择

空气中甲醛浓度信息的采集由英国达特公司生产的 WZ-S 型甲醛检测模组完成。WZ-S 型甲醛检测模组可以直接将环境中的甲醛含量转化成浓度值,标准化数字输出,

测量精度高,响应速度快、使用寿命长、功耗低,无需定期校准。WZ-S 采用 5 V 供电,使用 3.3 V 串口,检测量程 0~2 000 ppb,最大测量值 10 000 ppb,分辨率 1 ppb。国家规定家庭甲醛含量不高于 0.1 mg/m³,约为 800 ppb^[11],家中甲醛含量在传感器敏感区域,十分适合家庭环境中使用。WZ-S 型甲醛检测模组返回甲醛浓度值格式如表 1 所示。气体浓度值计算方法为:气体浓度值=气体浓度高位×256+气体浓度低位。

表 1 WZ-S 甲醛检测模组返回值格式

地址	起始位	格式
0	起始位	0xFF
1	命令	0x86
2	气体浓度高位/($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	0x00~0xFF
3	气体浓度低位/($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	0x00~0xFF
4	保留	0x00
5	保留	0x00
6	气体浓度高位/ppb	0x00~0xFF
7	气体浓度低位/ppb	0x00~0xFF
8	校验值	0x00~0xFF

2.2 传感器硬件设计

WZ-S 传感器采用单串口通信,1 引脚接 5 V 电源,2 引脚与 ZigBee 协调器共地,3 引脚为传感器串口接收端口(RXD),4 引脚为传感器串口发送端口(TXD)。CC2 530 开发板提供两个全双工的串口,本方案使用串口 1(UART0),串口接收端引脚为 P0.2(RX),串口发送端引脚为 P0.3(TX),将传感器的 3 引脚与终端节点的 CC2 530 开发板的 P0.3 连接在一起,4 引脚与 P0.2 相连接即可实现终端节点与传感器的通信。选用的 USR-TCP232-306 串口服务器采用标准 RS-232 接口,将 ZigBee 协调器通过 TTL 转 RS232 模块再与串口服务器连接,即可实现 ZigBee 协调器与串口服务器的串口通信。

2.3 ZigBee 传感器网络协调器的设计

当协调器上电时,协调器自动选择一个信号良好的信道并建立网络,随机使用一个 PANID 作为网络的 ID,邀请空间中的终端节点加入该网络,并为所有加入的终端节点随机分配一个独一无二的短地址(16 位长度)。建立网络完成后,等待上位机发送的指令和终端节点通过无线网络发送来的甲醛浓度信息。在接收到上位机的指令后,协调器开始向网络内所有终端节点广播开始检测指令。在接收到终端节点发来的浓度信息后,将浓度信息发送给串口服务器。

同时,协调器通过获取接收信息封包中的发送终端节点短地址来区别不同终端节点发送的数据。为方便上位机区分不同终端节点的信息,协调器将 16 位的短地址转换为 1~9 的 8 位长度区分码(ASCII 码对应 0x31~0x39),上位机根据区分码区分不同终端节点的甲醛浓度值并为其分配

不同的曲线展示区域。在协调器编程过程中设置两个数组,一个数组用来存储 1~9 的区分码,另一个数组用来存储该区分码对应的终端节点短地址。在接收到终端节点发来的数据封包时,先查找其中的短地址是否已经被存储,如果被存储,则获得其区分码,如果这个短地址未被存储,则将其存储并按顺序为其分配一个没有被使用的区分码。这

样就将 16 位长度的随机分配的短地址转换为便于上位机区分的 8 位长度的约定好的区分码。协调器将这个区分码和甲醛浓度值通过串口发送至上位机,用”,”符号(ASCII 码 0x2C)来分隔发送的区分码和数据,用符号”,”(ASCII 码 0x3B)来为发送一次数据的结束符。协调器发送数据编码格式如表 2 所示。

表 2 协调器发送数据编码格式

0	1	2	3	4
区分码	分隔符	传感器浓度信号	传感器浓度信号	结束符
ASCII 码对应	ASCII 码对应	16 位二进制数	16 位二进制数	ASCII 码对应
0x31~0x39	0x2C	0x00~0xFF	0x00~0xFF	0x3B

2.4 ZigBee 传感器网络终端节点的设计

当终端节点上电时,自动检测周围存在的 ZigBee 网络并申请加入,终端节点接收到协调器分配的短地址标志着这个终端节点已经成功加入 ZigBee 传感器网络。为了降低终端节点的功耗,只有在接收到开始检测指令时才向传感器发送读气体浓度命令字。终端节点通过串口接收传感器的返回值之后,将气体浓度信息无线发送给协调器。终端节点的工作流程如图 2 所示。

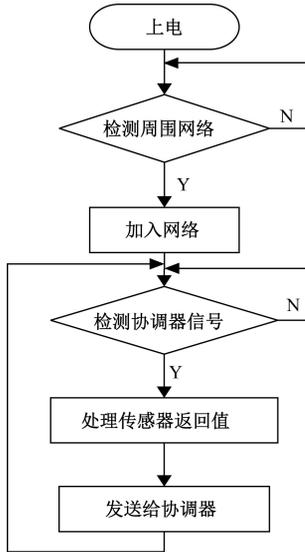


图 2 终端节点流程

在进行终端节点的软件开发时,选择终端节点为 ZigBee 传感器网络中的路由器角色。这样选择首先可以避免如果选择终端节点可能出现的串口发送和接收失败的问题,其次可以使选择了路由器角色的终端节点在组网时形成路由,让终端节点可以有更多路由与协调器进行数据交互,提高 ZigBee 传感器网络的健壮性,缓解 ZigBee 网络在家庭环境中障碍物穿透性不强的问题,同时可以间接提高终端节点直接的传输距离。

2.5 ZigBee 网络协调器掉电后组网和省电功能设计

在日常家用环境中,经常会出现协调器断电的情况。在这种情况下,ZigBee 终端节点会在空间中无间隔的寻找搜索原网络 PANID 并加入,这一过程将极大的提高功耗,终端节点通常由电池供电,功耗的提高不利于系统的使用;ZigBee 协调器在上电之后会重新使用一个 PANID,这个行为会导致原网络中的终端节点查找不到原网络的 PANID 而无法加入网络。上述的两种行为都会严重影响系统的使用。

1) NV_RESTORE 宏定义的使用

在编译中添加 NV_RESTORE 选项,可将当前设备在运行中的状态量保存在设备的片内 Flash 里,掉电不丢失,借助这个特性,设备在掉电之后就可以恢复到之前的网络连接状态。为 ZigBee 网络的协调器添加 NV_RESTORE 宏定义,可以保存网络的 PANID,路由表等信息,恢复供电之后会按照保存的 PANID 和路由表进行组网。为 ZigBee 终端节点添加 NV_RESTORE 宏定义,可以保存分配的短地址等信息,重新加入网络会按照原来的短地址进行无线通信。

在 IAR 编译环境中,在 Project -> Options -> Preprocessor 下的 Defined symbols 内添加 NV_RESTORE 即可为设备添加 NV_RESTORE 宏定义。

2) ZStack 协议栈的优化

在 ZStack 协议栈 ZDO 层的源文件 ZDApp.c 中定义了 ZigBee 网络设备加入网络时的 API 原型,其中定义了节点初始化网络时搜索网络的定义。由代码可知,其中没有延时函数和最大搜索次数,这样将导致协调器断电时终端节点会一直在空间中搜索网络,这无疑会极大地增加功耗^[12]。

先在原协议栈下添加最大搜索次数和搜索延迟,ZigBee 协调器掉电后,终端节点在空间中寻找原 PINID 的网络,若搜索 5 次之后仍未加入原网络,则进入低功耗搜索模式,即每次搜索间隔半分钟,直到加入原网络为止。相比于原协议栈无间隔的搜索网络,这个修改降低了协调器掉电后终端节点的功耗。修改后的流程如图 3 所示。

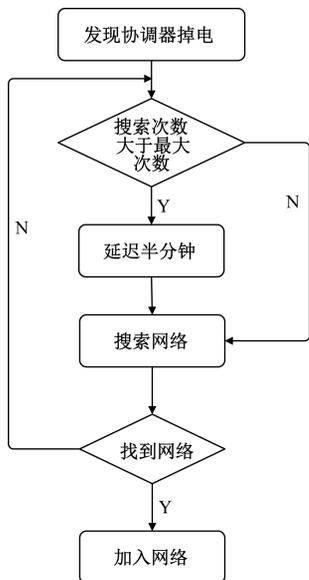


图 3 掉电后组网流程

2.6 数据远程传输的设计

1) USR-TCP232-306 串口服务器

本设计选用的 USR-TCP232-306 是有人科技公司的一款串口服务器,该串口服务器使用 TCP/IP 协议,将近距离的串口传输转化为远距离的网络传输,使用方便,功能强大。它的两端分别是标准串口 RS-232 协议接口和标准 RJ-45 网线接口。使用时只要将串口端连接 ZigBee 协调器,网线端连接家中网线接口,即可实现将 ZigBee 协调器的串口数据转换为有线网络数据进行传输。数据远程传输的工作示意图如图 4 所示。



图 4 数据远程传输工作示意图

2) 透传云与虚拟串口的使用

本设计选用有人科技公司提供的透传云服务作为远程服务器实现点对点的远程数据传输,透传云是一种第三方提供的远程服务器工具,本设计采用基于云交换机的透传云开发,仅使用透传云实现设备接入和数据透传,不对数据进行任何处理,ZigBee 协调器的串口数据经由串口服

务器和透传云,发送给上位机。在透传云中添加接入设备,选择使用的串口服务器型号 USR-TCP232-306 后获得该设备的随机分配的设备编号。同时使用虚拟串口软件利用透传云接收和发送指定数据,为虚拟串口软件和串口服务器添加透传组。只需要配置使用的虚拟串口号,选择使用 TCP Client 协议,设置目的 IP 地址为 clouddata.usr.cn,目标端口号 15 000,在高级设置中启用透传云,填入设备编号和通信密码,就可以将网络数据传输转换为虚拟的串口传输,这样就实现了上位机的虚拟串口间接与 ZigBee 网络进行串口通信。相较于利用上位机实时显示程序直接读取网络数据,利用虚拟串口软件可以免去复杂的用户权限验证和 TCP/IP 连接,使上位机开发更加方便、简单。虚拟串口配置如图 5 所示。

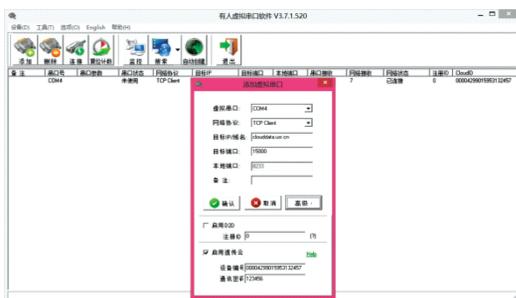


图 5 虚拟串口配置

3 基于 LabVIEW 远程实时监测系统的构建

3.1 串口通信设置

LabVIEW 提供强大的 VISA 库,VISA 作为 LabVIEW 程序中底层驱动程序相互通信的功能模块,可连接不同标准的 I/O 设备,是一个用于串口通信设备间通信的极其方便的函数库^[13-15]。

编写串口通信程序如图 6 所示。首先,使用 VISA 函数进行串口配置,包括 I/O 串口号、波特率、数据位、停止位、校验位等;然后通过事件结构判断是否有命令写入串口,判断成功后通过平铺式顺序结构延时 100 ms;在 VISA 串口读数之前创建属性节点来确定读取到数据的字节数,方便判断数据是否读取错误;随后进入 VISA 串口读取函数,读取测得的甲醛浓度;最后重新读数或关闭串口,设置读数间隔为 2 s。串口工作流程如图 7 所示。

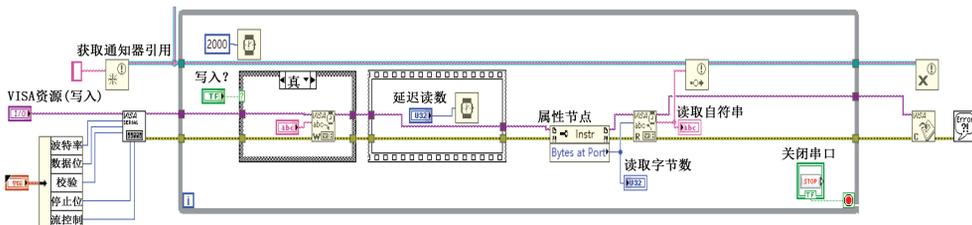


图 6 串口通信程序

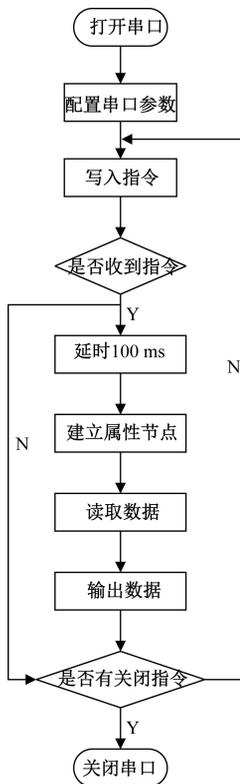


图 7 基于 LabVIEW 串口通信流程

3.2 数据处理、显示、记录

在串口通信程序接收到甲醛浓度后,数据处理部分开始工作:通过设置局部变量等方式,将测量值传到处理 VI 中,进行数据切片与判断处理,之后将各节点甲醛浓度在监控界面与节点相对位置进行实时显示。

查询接收数据中的分隔符号,其中“;”用来区分不同传感器节点,“,”用来将传感器区分码和浓度值隔开。运用搜索/拆分字符串控件,先识别字符串中的“;”,将一整串字符串分为 4 个独立的字符串,对应每个节点测返回数据,然后再对每个独立的字符串运用搜索/拆分字符串控件识别“,”,将传感器标志符和测量值分开;测量值是由节点通过网络传送过来的 ASCII 码,运用强制类型转换控件转换为数值类型,以便之后的显示以及计算操作。

节点数据显示与记录程序中设定浓度允许出现最高值,将测量值与设定值进行比较、判断,当浓度高出设定值时上位机报警,通知用户做出相应措施;同时根据采样间隔,将所测数据绘制图形,不间断记录数据;设置文件生成相对路径和格式,方便用户可以随时查看之前记录值,做出相应判断;具体程序如图 8 数据显示记录程序图所示。此外,配置与网络时间相同的日期和时间,以便记录时条理清晰。

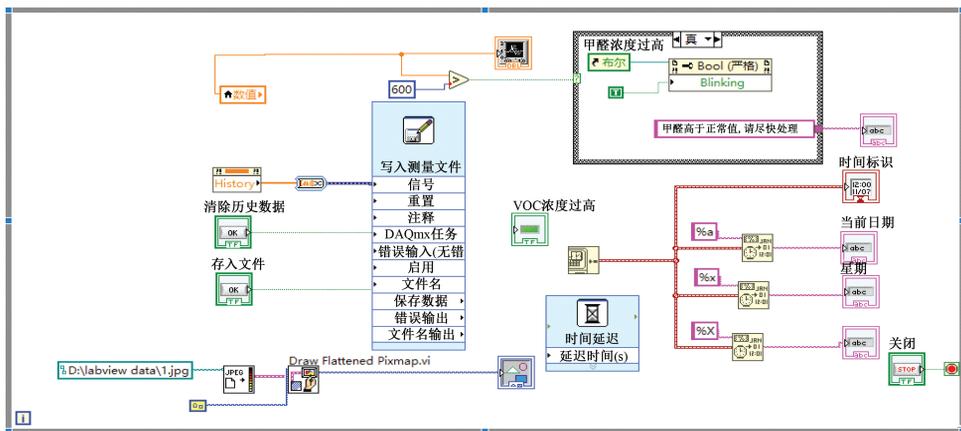


图 8 数据显示记录程序

4 系统调试

在普通家居环境中安装本系统,远程监控家庭甲醛浓度。在系统调试过程中,共设置有 4 个 ZigBee 子节点,分别位于客厅、主卧、次卧、厨房,采样频率为每秒一次,从下午 16 点开始,进行 4 h 的采样,得到各个节点甲醛浓度值,选取每半小时浓度值列出如表 3 所示。

以客厅监控节点浓度值为例进行分析:随机选取样本 1 600 组数据进行分析,样本浓度均值为 17 ppb,方差为 2.36 ppb,可见数据采样稳定。若上位机未在预定时间内

表 3 部分采样浓度值 (ppb)

序号	1	2	3	4	5
采样点序列	1 800	3 600	5 400	7 200	9 000
客厅甲醛浓度	15	18	16	18	18
主卧甲醛浓度	16	18	18	18	15
次卧甲醛浓度	18	18	18	18	15
厨房甲醛浓度	54	53	58	51	50

接收到数据,则视为串口读数失败,这个情况是 ZigBee 传感器网络传输过程中的数据包丢失造成的。1 600 组数据

中串口读数失败次数为 17 次,丢包率为 1.06%。由此可见,在稳定的网络环境下,ZigBee 数据采集稳定性好,数据丢包率低、可靠性高,可满足用户需求。

终端节点实物如图 9 所示,主监控界面各个节点的甲醛浓度实时数据如图 10 所示。客厅监控节点得到的实时甲醛浓度曲线如图 11 所示,从图 11 可看出,家庭室内甲醛浓度在 15~20 ppb 之间变化。由此证明系统运转良好,通过使用 LabVIEW 远程监测家庭环境甲醛浓度,有效解决了目前家用甲醛检测中不能远程监测的问题。

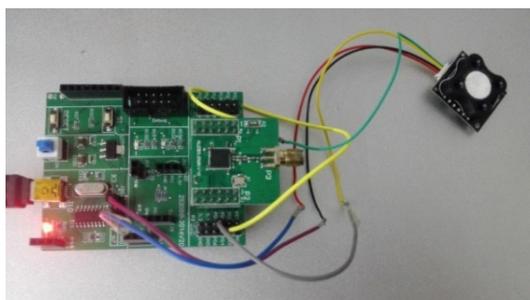


图 9 终端节点测量实物



图 10 用户监测甲醛浓度实时界面

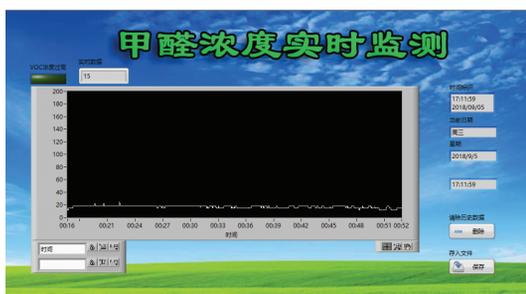


图 11 客厅监控节点显示前面板

5 结 论

本文针对目前家用甲醛检测手段单一、不能远程监测、监测结果不能实时显示等问题,设计了一套家用甲醛浓度远程监测系统,该系统利用 ZigBee 无线传感器网络采集数据,通过透传云实现测量结果的远程传输,以 LabVIEW 为平台开发图形化监测软件对甲醛浓度数据进行实时显示和记录。经过实验测试,所设计的基于 ZigBee 网络的室内甲醛浓度远程实时监测系统网络传输丢包率低,监测结果稳定,测量结果的显示和保存可以通过软件灵活配置,系统具有较强的稳定性和可靠性。

与市场上常用的家用甲醛监测手段相比,本文设计的甲醛浓度远程监测系统拓展性强,操作简单快捷,准确性更高,实时性更好,符合当今智能家居,物联网等先进技术的发展趋势,全面提升了家居安全性,舒适性,为完全舒适的居住环境提供了保证。

参考文献

- [1] 张会群,涂明扬. 室内空气中甲醛的危害及防治[J]. 广西轻工业, 2008(2): 69-70.
- [2] 朱冠良,余健,祝鸿裕,等. 基于 ZigBee 的学生军训管理系统设计[J]. 电子测量技术, 2018, 41(11): 121-125.
- [3] 张冲,熊勇,房卫东,等. ZigBee 网络性能测试系统研究[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(8): 74-81.
- [4] 贾飞,夏路易. 基于 ZigBee 技术的家庭环境监测系统的设计[J]. 电脑开发与应用, 2008, 21(2): 55-56, 59.
- [5] PENG C, QIAN K, WANG C. Design and application of a VOC-monitoring system based on a Zigbee wireless sensor network[J]. IEEE Sensors Journal, 2015, 15(4): 2255-2268.
- [6] 王树东,何明. LabVIEW 在数据采集系统中的应用研究[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(6): 103-106.
- [7] CHACON J, VARGAS H, FARIAS G, et al. EJS, JIL server, and LabVIEW: an architecture for rapid development of remote labs[J]. IEEE Transactions on Learning Technologies, 2015, 8(4): 393-401.
- [8] 张世一,黄华,刘永平. 基于 ZigBee 和 LabVIEW 的智能照明监控系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(5): 63-66.
- [9] 杨小雨,廖平,任成. 基于 LabVIEW 的金属板带厚度监测系统[J]. 仪表技术与传感器, 2018(7): 123-126.
- [10] 汪成龙,黄余凤,何宣,等. 基于 LabVIEW 的应变片数据采集系统[J]. 电子测量技术, 2018, 41(14): 97-101.
- [11] 黄树奎,王甲午.《民用建筑工程室内环境污染控制规范》及《室内空气质量标准》有关问题的探讨[J]. 工程质量, 2010, 28(5): 61-63.
- [12] 石佳川,刘剑飞,秦浩,等. 一种 ZigBee 网络中基于优

- 先级的 CSMA/CA 优化算法[J].传感技术学报,2018,31(6):920-926.
- [13] 侯明,付兴建,吴迎年,等.基于 LabVIEW VISA 智能车无线调试系统[J].国外电子测量技术,2012,31(1):67-69,88.
- [14] 吕向锋,高洪林,马亮,等.基于 LabVIEW 串口通信的研究[J].国外电子测量技术,2009,28(12):27-30,42.

- [15] 张诗慧,种银保,肖晶晶,等.基于 LabVIEW 的医疗设备故障智能诊断系统[J].仪表技术与传感器,2018(4):98-103.

作者简介

赵利强(通信作者),工学博士、副教授、硕士生导师,主要研究方向为复杂过程智能传感与检测技术等。

E-mail:zhaoliq@mail.buct.edu.cn

罗德与施瓦茨基于华为巴龙 5000 成功调试 5G NR 手机信令测试方案

罗德与施瓦茨公司(以下简称 R&S 公司)凭借其在移动通信领域的多年积累,联合华为技术有限公司(以下简称华为)打通 5G NR 信令电话

2019 年 1 月 31 日,中国北京——R&S 公司与华为公司在北京华为通信实验室打通了 5G NR sub-6 GHz 信令电话。该方案使用罗德与施瓦茨公司的 R&S® CMW500 和 5G NR 信令测试仪 R&S® CMX500,协同华为 Balong 5000(巴龙 5000)芯片平台,实现了 5G FR1(Sub6 GHz)的非独立组网通话。这次信令电话的调试成功意味着双方在 5G 终端测试领域都向前迈进了一大步。基于 CMW500 和 CMX500 的测试解决方案是 R&S 公司推出的全新的包含 5G 以及 2G/3G/4G 的全制式综测系统。Balong 5000 是全球第一个支持 2G/3G/4G/5G 多模的 3GPP 标准的商用芯片组,它支持 5G 所有频带,包括 sub-6 GHz 和毫米波(mmWave),在全球率先支持 NSA 和 SA 组网方式,提供完整的 5G 解决方案。



华为公司 Fellow 艾伟表示:“在 Balong 5000 芯片于 1 月 24 日发布后的仅仅一周多里,我们就与 R&S 公司顺利完成了本次联调工作,对此我们感到非常高兴。这标志着 5G 产业链成熟度又前进了一步。Balong 5000 是当前业界成熟度非常高的 5G 多模终端芯片,未来将有效助力 5G 产业发展。我们也期待着与 R&S 公司在 5G 上继续深入合作。”

R&S 公司无线通信测试部门副总裁 Anton Messmer 表示:“很高兴能和华为公司巴龙芯片合作联调成功 5G NR 信令电话。我们和华为公司在 4G 时代就有很多的合作,使用

R&S® CMW500 无线综合测试仪和麒麟 970 调试成功 LTE-A Pro 1.2 Gbps 下行速率,和巴龙 765(4.5 G 芯片平台)实现 1.6 Gbps 高速下载。在 5G 时代我们将进一步加深合作,强强联合,助力华为芯片在 5G 时代取得更大成就。”

关于 R&S

罗德与施瓦茨公司作为一家独立的国际性科技公司,为专业用户开发、生产以及销售创新的通信、信息和安全产品。公司主要业务领域包括测试与测量、广播电视与媒体、航空航天|国防|安全、网络信息安全并覆盖多个不同行业及政府市场分支。截止到 2018 年 6 月 30 日,罗德与施瓦茨公司员工人数约为 11 500 名。公司总部设在德国慕尼黑。全球范围内,公司在 70 多个国家设有子公司并在亚洲和美国设有区域中心。

关于华为

华为是全球领先的 ICT(信息与通信)基础设施和智能终端提供商,致力于把数字世界带入每个人、每个家庭、每个组织,构建万物互联的智能世界。我们在通信网络、IT、智能终端和云服务等领域为客户提供有竞争力、安全可信赖的产品、解决方案与服务,与生态伙伴开放合作,持续为客户创造价值,释放个人潜能,丰富家庭生活,激发组织创新。华为坚持围绕客户需求持续创新,加大基础研究投入,厚积薄发,推动世界进步。华为成立于 1987 年,是一家由员工持有全部股份的民营企业,目前有 18 万员工,业务遍及 170 多个国家和地区。欲了解更多详情,请参阅华为官网:www.huawei.com