

Application of Distributed Wireless Architecture in the Field of Monitoring

Chao Lu, Xufeng Zhao, Zhaoxin Xiong, Jinjun Lu, Yuan Jiang, Dong Liu

Department of Physics and Electrical Engineering, Shaanxi University of Technology, Hanzhong Shaanxi
Email: 27304487@qq.com

Received: Nov. 9th, 2018; accepted: Nov. 23rd, 2018; published: Nov. 30th, 2018

Abstract

The monitoring platform based on distributed wireless monitoring architecture has been studied and designed. It is distributed in the monitoring area in a wireless way. The system consists of a host computer, an intermediate controller and a plurality of slave computer. The slave computer is measured by the sensor, which uses the building block structure, and its quantity can be extended according to the needs. The monitoring platform to achieve data reception, storage, display, query, set parameters, voice alarm, remote communication and other functions can complete the continuous online measurement. A variety of instruments and meters have been developed and upgraded, using this distributed wireless monitoring architecture. This technology has been applied in many fields, including environmental temperature, humidity and CO₂ concentration measurement, soil moisture, soil moisture and soil resistivity measurement, grain monitoring, measurement of light intensity, wind speed measurement, level measurement, pulse and snore monitoring, air quality measurement and quality inspection, intelligent Home Furnishing switch etc.

Keywords

Distributed, Wireless, Monitoring, System, Application

分布式无线架构在监测领域中的应用

卢超, 赵旭峰, 熊召新, 卢进军, 蒋媛, 刘东

陕西理工大学物理与电信工程学院, 陕西 汉中
Email: 27304487@qq.com

收稿日期: 2018年11月9日; 录用日期: 2018年11月23日; 发布日期: 2018年11月30日

摘要

研究和设计了基于分布式无线监测架构的监测平台，以无线方式分布在监测区域中。系统包括一台上位机，一台中间控制机和多台下位机，下位机通过传感器对所需测量点进行测量，采用积木式结构组建，数量可以根据需要进行扩展。该监测平台实现数据接收、存储、显示、查询、设置参数，语音报警，远程通信等功能，可以完成连续的在线式测量，上位机系统实现实时测量数据记录，并具有查询历史数据，拟合曲线等功能。采用此分布式无线监测架构开发和升级了多种仪器仪表，在环境温度、湿度和CO₂浓度测量，土壤湿度、土壤水分和土壤电阻率测量，粮情监测，光强测量，风速测量，液位测量，脉搏和鼾声监测，空气质量测量，智能家居和开关质检等多个领域中进行了应用。

关键词

分布式，无线，监测，系统，应用

Copyright © 2018 by authors 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

随着微电子技术、传感器技术、嵌入式技术以及通信技术的飞速发展，数据采集和监测系统在仪器仪表领域得到广泛应用，但存在如下一些问题：仪表种类繁多，分布往往比较分散，实时采集数据的工作量也越来越大；许多监测现场，由于需要监测的区域广、监测的对象种类多，需要花费大量的人力、物力和财力进行设备的维护；受现场环境和应用对象的限制，在许多条件恶劣、人们不易到达或不能时刻停留的地方偶尔采集一些现场数据，如果进行大量的布线工作则是不经济、不合理的；传统的监测类仪器仪表在电源供给困难的区域不易部署，同时布置一旦完毕，就很难根据监测现场灵活改变布局，重新布置会带来巨大的成本消耗，系统重用性差[1] [2] [3] [4]。分布式无线架构是一种全新的信息获取架构，能够实时监测和采集网络分布区域内的各种检测对象的信息，势必带来了信息感知的一场变革，其优势如下：监测点与控制中心分别位于两地，打破了地域的界限，通过无线来连接传递信息；采用多元化信息传输、监测、管理和一体化的集成技术，改变了传统的点对点，单一化的监测模式；实现参数信息的实时、快速和有效监测，提供了一个更高效、更全面，更快捷的服务模式；布线和管理的难点都将迎刃而解，投资也大幅减少。数据采集节点可以广泛的布置在不同地区，灵活改变监测布局，从而实时获取精确的检测数据[3] [4] [5] [6]。

2. 系统设计

系统由上位机、中间控制机和多个下位机组成：每个下位机通过传感器对所需测量点进行测量，实现对数据的实时采集、传输和监测，采用总线结构，积木式组建，一个监测区域可以放置多个无线采集节点，组网方便。下位机中根据不同的测量对象，选择适合精度的模拟或数字传感器，以单片机为核心配合无线模块构建监测点；中间控制机采用高性能单片机或 FPGA，包括无线接收模块、显示模块、报警模块和多种总线接口等，下位机与中间控制机之间采用无线通信方式；上位机通过可视化软件对网内各监测区域实时监测和数据记录，实现查询历史数据，绘制历史曲线等功能。系统框图如图 1 所示。整

个系统从精确度和快速性问题，智能性问题，稳定性和可靠性问题对资源进行优化配置，按照具体仪器仪表的功能需求进行积木式组建；在中间控制机和上位机中可设定报警上下限，根据不同的监测对象，提供声光报警、语音报警和短信报警；现场监测设备具有较高的灵敏度、可靠性、抗干扰能力并具有存储、远程通信功能；系统具有较高的可靠性、较好的实时性和较强的抗干扰能力[2]-[11]。

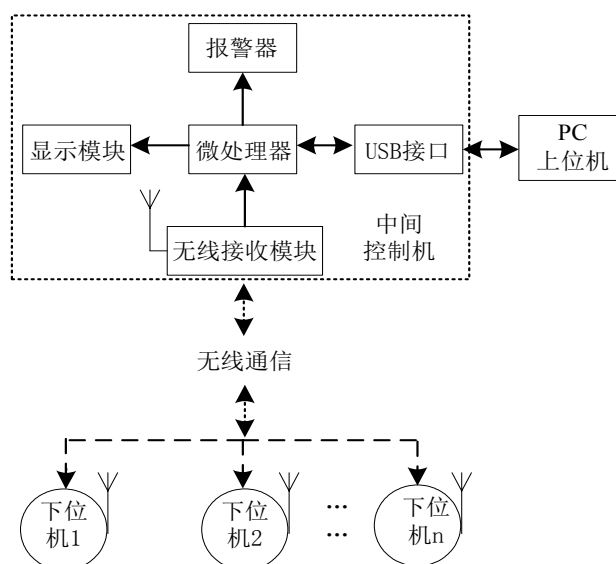


Figure 1. System block diagram
图 1. 系统框图

针对传统仪器仪表使用中的不足之处，提出了分布式无线监测架构的设计原则，构建了监测平台的总体设计方案，从根本上解决了人工测量和大量布线的问题，实现数据接收、存储、显示、修改、查询及曲线绘制等功能，完成连续、长期、在线式测量，同时将此分布式无线架构在监测领域中广泛应用和推广，开发和升级了多种仪器仪表。项目组采用分布式无线监测架构，在环境温度、湿度和 CO_2 浓度测量，土壤湿度、土壤水分和土壤电阻率测量，粮情监测，光强测量，风速测量，液位测量，脉搏和鼾声监测，空气质量测量，智能家居和开关质检等多个领域中具体进行了应用，设计了无线多点土壤电阻率测量系统，多通道远程遥控开关，分布式无线紫外线测量与定时控制试验系统，分布式无线光强测量仪，分布式无线超声波液位测量仪，分布式无线空气质量监测系统，无线脉搏监测系统，多总线方式下环境温度湿度监测系统，远程分布式粮情无线监测系统，新型家居综合智能安防系统，无线开关参数测量仪和基于蓝牙的多通道数据采集和语音报警系统等多种仪表、装置或系统。

3. 典型应用

3.1. 在土壤电阻率测量中的应用

设计了一种无线多点土壤电阻率测量系统，系统包括主机部分和从机部分，系统框图如图 2 所示。从机完成对各测试点土壤电阻率的测量，并通过无线模块将数据发送给主机，从机的测量部分根据“电流-电压四端法”原理而设计，包括带 A/D 转换的单片机控制电路、无线通信电路、正弦波发生电路、交变恒流源电路、传感器电极、差分电路、有效值转换电路、放大电路和数字电位器。从机系统框图如图 3 所示，由正弦波发生电路产生失真度较低的正弦波信号，加载到交变恒流源电路上作为测量电路的激励源，接在传感器电极的两电流端，当传感器电极接上激励源后，电极的两电压端就会产生电压差，由

差分电路得到这个差值，在经过有效值转换电路得到这个差值的有效值直流信号，由放大电路放大后传给单片机 A/D 转换口做 AD 转换，经单片机计算处理后通过无线模块将数据发送给主机。数字电位器作用是在单片机的控制下，改变交变恒流源的输出电流，以适应不同土壤的测量。主机用于接收各从机发送来的土壤电阻率测量数据，并对数据进行计算、处理，然后通过液晶屏显示，同时还有对部分历史测量数据记录的功能，以方便回顾查看，其包括单片机、液晶显示电路、外部数据存储电路、无线通信电路和按键控制电路，主机以 STC89C52 单片机为中心，对无线模块接收到从机发送来的数据进行简单的处理，并对从机号做识别，然后通过液晶显示数据，外部数据存储器可对数据做定时存储，以便对测量点的跟踪观测，用户对存储的数据操作可通过键盘电路来实现，如：查看数据、删除数据、是否自动保存数据等。试验结果表明系统具有良好的稳定性和实用性，土壤电阻率与含盐量及含水量呈良好的线性关系[12]。

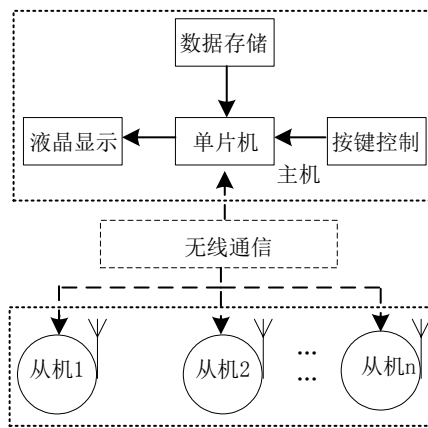


Figure 2. Block diagram of wireless multi-point soil resistivity measurement system
图 2. 无线多点土壤电阻率测量系统框图

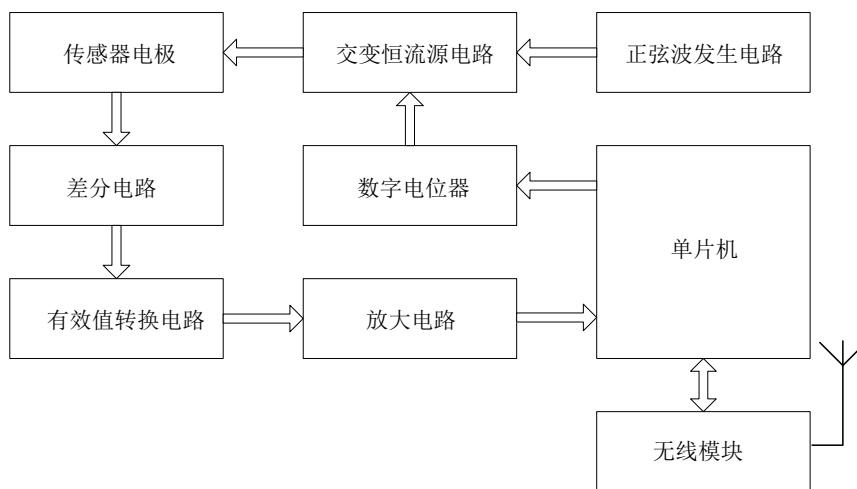


Figure 3. Slave block diagram of wireless multi-point soil resistivity measurement
图 3. 无线多点土壤电阻率测量从机框图

3.2. 在开关插座中的应用

利用 GSM 网络，采用两片单片机为控制核心，设计了一种多通道远程遥控开关，包括受控模块和控

制模块, 受控模块包括第一微处理器、第二微处理器、GSM 模块、多路继电器控制单元、时钟模块、存储电路和显示模块, 控制模块通过用户手机发出控制指令短信或者通过按键模块输入定时开关时间来实现远程控制多组用电器的通断, 系统框图如图 4 所示。用户通过手机发送短消息给数据终端, TC35i 模块接收, 然后将接收到的信息发送给第一微处理器, 第一微处理器通过判断短消息的内容来控制多路继电器, 继而控制用电器的通断。经实验测试表明, 系统性能稳定、工作可靠、简单实用[13]。

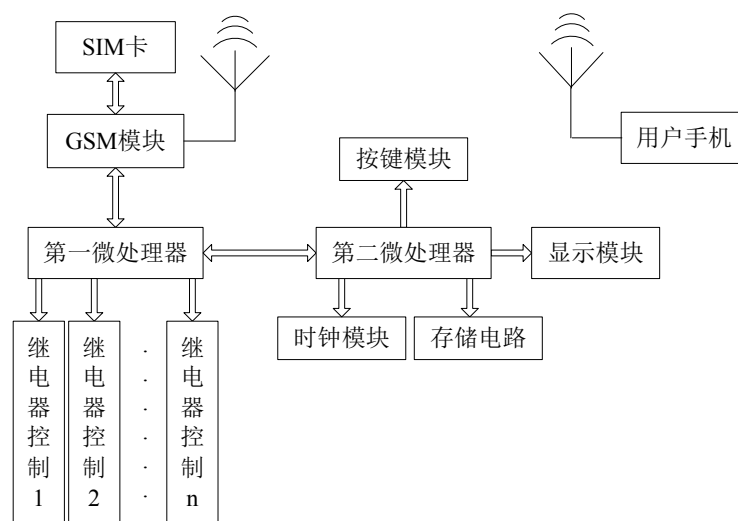


Figure 4. Block diagram of multi-channel remote control switch system
图 4. 多通道远程遥控开关系统框图

3.3. 在紫外线光强信号测量中的应用

结合我校维生素 D 生理与应用研究所的研究“紫外线对生物体中维生素 D 的含量的影响”, 设计了一种分布式无线紫外线测量与定时控制试验系统, 采用分布式的结构可以对多片区域的紫外线光强信号同时进行实时测量, 其结构简单、使用方便, 同时采用无线方式, 无需馈线连接, 主机和多个从机可以随时移动, 可扩展性好, 同时可以对紫外线光照波长进行选择 and 光照时间进行控制, 在紫外线应用研究领域很好的解放了试验繁琐的人工手动操作工作, 提高了紫外线应用研究试验的准确性与可靠性。系统包括一个主机和多个从机, 主机和从机之间无线通信, 主机包括第一微控制器、按键模块、报警模块、显示模块、无线模块、USB 接口、存储模块和三路继电器控制单元, 系统框图如图 5 所示, 从机包括第二微控制器、紫外线光强信号采集模块、信号放大电路、电池电压采集电路、温度测量模块、声光指示电路、无线模块和 3.3 V 电源, 系统框图如图 6 所示, 多个从机的硬件配置相同, 分别放置在多片待测量区域[14]。

3.4. 在光强测量中的应用

提出了一种分布式无线光强测量仪, 包括一个主机和多个从机, 主机和从机之间无线通信, 主机包括第一微控制器、按键模块、报警模块、显示模块、无线模块、USB 接口和存储模块, 从机包括第二微控制器、光强信号检测模块、电源模块、按键模块和无线模块, 多个从机的硬件配置相同, 分别放置在多片待测量区域可以对多片区域的光强度同时进行实时测量, 其结构简单、使用方便、可视性好, 同时主机通过 USB 接口连接 PC 机, 利用 PC 机的分析软件对其进行实时监控、分析和处理, 显示光强度曲线, 当区域光强度异常时, 发出报警信息, 管理方便、操作简便、运行可靠[15]。

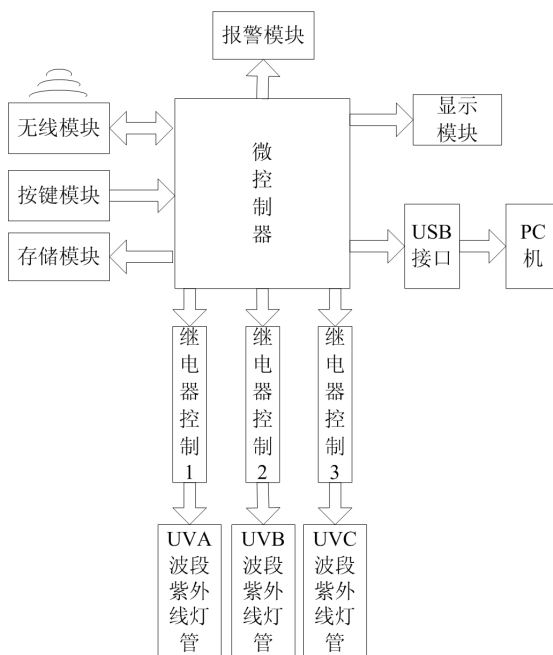


Figure 5. Block diagram of host

图 5. 系统主机框图

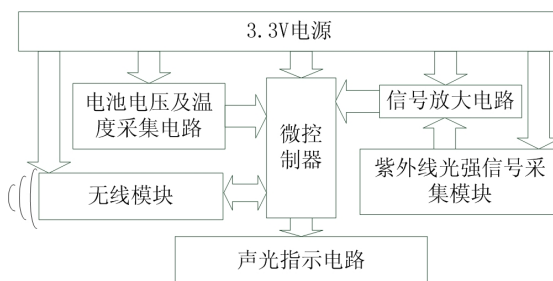


Figure 6. Block diagram of slave

图 6. 分系统从机框图

3.5. 在液位测量中的应用

设计了一种分布式无线超声波液位测量仪，包括一个上位机和多个下位机，上位机包括第一微控制器、无线接收模块、USB 接口、按键模块、显示模块、报警模块和存储模块，系统框图如图 7 所示。下位机包括第二微控制器、超声波测量模块、温度检测模块和无线发射模块，多个下位机的硬件配置相同，分别安装在多个待测量液位顶部，下位机系统框图如图 8 所示。以 STC89C52 为核心控制器，设计超声波测距模块作为液位测量传感器，利用 NRF2401 无线模块对数据进行实时无线发送与接收。该仪表实现了远距离无线多液位实时测量，取代了传统的浮力式和电缆式液位测量仪，数据结果精度高，控制方便[16]。

3.6. 在光强测量中的应用

设计了一种分布式无线空气质量监测系统，系统由一个上位机与多个下位机组成，上位机主要包括微处理器、无线收发模块、液晶显示模块、按键模块和报警模块。下位机主要由信号检测模块、无线收发模块、微处理器、A/D 转换器、按键开关模块组成。下位机通过烟雾传感器将烟雾浓度，转化为模拟电信号，然后经过高速 A/D 转换器将模拟信号快速的转换为微控制器可用的数字信号，微控制器通过模

拟的 SPI 总线将数据传输给无线模块，同时激发无线模块将数据发送出去。上位机上电后将无线模块置于接收状态等待下位机发送数据，当监测到下位机有数据发送并且载波频率与地址匹配后，上位机无线模块开始接收下位机发送的数据，接收完数据后无线模块 nRF905 自动去除前导码和 CRC 校验码，将有效数据存储在接受寄存器中，微处理器通过模拟 SPI 总线从 nRF905 的读数据寄存器中读取下位机发送的数据，完成无线数据通信。上位机接收到数据后将数据处理成相应的气体灵敏度，调用串行液晶程序，在液晶相应位置显示出气体灵敏度值。按键模块可设置各监测点空气灵敏度报警阀限，当某监测点空气污染超标时，系统将自动启动蜂鸣器报警电路，发出报警提示[17]。

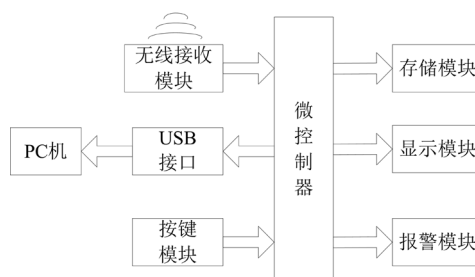


Figure 7. Block diagram of upper computer system of distributed wireless ultrasonic liquid level measuring instrument

图 7. 分布式无线超声波液位测量仪上位机系统框图

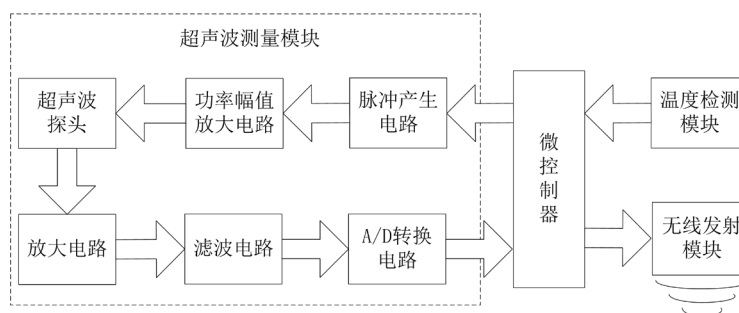


Figure 8. Block diagram of slave system of distributed wireless ultrasonic liquid level measuring instrument

图 8. 分布式无线超声波液位测量仪下位机系统框图

3.7. 在睡眠监测中测量脉搏和鼾声信号中的应用

通过测量脉搏信号，来监测睡眠，提出了一种多点脉搏信息融合方法，该方法可以从多点的脉搏信号中提取出具有最大信息量的值，从而把多路脉搏信号融合成一路脉搏信号，脉搏数据经过无线模块 CC1100 处理发射到监控室，经 CC1100 接收处理、通过数码管显示。该仪表使用方便，具有小型化、可视性好等特点。

采用分布式无线架构设计了一种无线鼾声监测系统包括上位机和下位机，下位机包含采集装置，用于采集鼾声数据，上位机包含数据分析装置，通过无线通信方式获取所述鼾声数据，并对所述鼾声信号进行分析，得到最大打鼾幅度、最大打鼾频率/30min、幅度分布、打鼾总次数、平均每小时打鼾次数以及符合睡眠呼吸中止症次数参数，并可判断的打鼾严重程度以及是否发生病变[18] [19]。

3.8. 在粮情监测中的应用

设计了一种远程分布式粮情无线监测系统，包括一个上位机和多个下位机，系统框图如图 9 所示，

上位机包括第一微处理器、显示模块、报警模块、SD 卡存储器、GSM 模块和无线接收模块，下位机包括第二微处理器、粮食水分检测模块、二氧化碳浓度检测模块、温湿度检测模块、A/D 转换器和无线发射模块，多个下位机的硬件配置相同，分别放置在粮仓中多片待测量区域，系统实时监测多地点的粮情数据，其性能稳定、具有小型化、可视性好等特点，同时采用手机短信报警，充分地利用了 GSM 网络覆盖面广的优点，几乎没有距离的限定，具有应用推广价值[20] [21]。

3.9. 在智能家居中的应用

设计了一种基于 GSM 短信报警的有害气体监测仪，包括微控制器、液化气检测模块、一氧化碳检测模块、甲烷检测模块、A/D 转换器、显示模块、报警模块、电话机模块、GSM 模块、SD 卡存储器和电源模块，系统框图如图 10 所示。通过电话机和 GSM 网络实时监测有害气体浓度，其性能稳定、可视性好，具有应用推广价值[22] [23]。

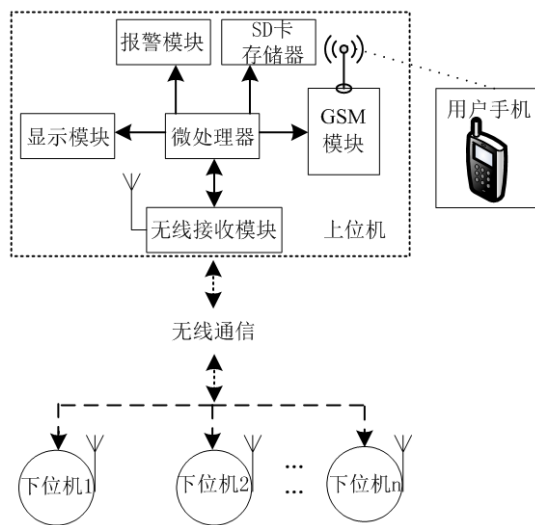


Figure 9. Block diagram of remote distributed wireless monitoring system for grain situation
图 9. 远程分布式粮情无线监测系统框图

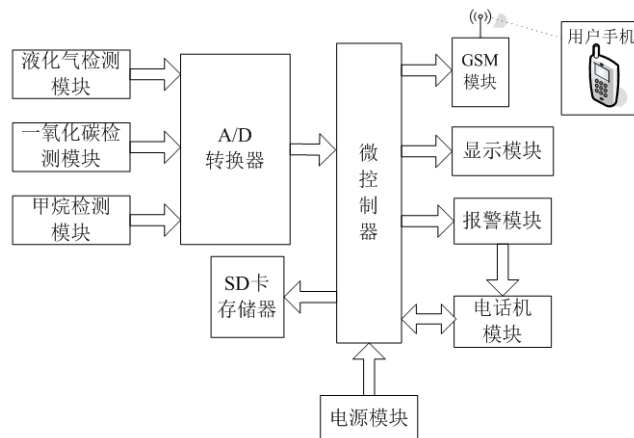


Figure 10. Block diagram of harmful gas monitor system based on GSM short message alarm
图 10. 基于 GSM 短信报警的有害气体监测仪系统框图

3.10. 在工业生产的开关检测中的应用

采用分布式无线监测架构，设计了一种基于无线收发的按键质量检测与计数装置，包括检测模块和处理模块，检测模块包括第一微控制器、机械动作装置、信号采集电路、放大电路、A/D 转换电路、10 V 直流电源和无线收发模块，处理模块包括第二微控制器、六路继电器开关、存储模块、显示模块、报警模块、USB 接口和无线收发模块。该装置响应速度快、测量精度高、稳定性好，很好的通过测量按键的 OF、OD 和 CK 值判断好坏，同时检测模块和处理模块采用无线通信，方便安装和移动，给按键生产厂家提供了一种很好的出厂产品质量检测的解决方案[24] [25]。

3.11. 在无线多通道数据采集中的应用

设计了一种基于蓝牙的多通道数据采集和语音报警系统，包括微处理器、存储模块、按键模块、显示模块、报警模块、蓝牙模块、USB 接口和多通道信号输入电路，系统框图如图 11 所示，该系统可以实时采集多个通道的数据，并可以通过蓝牙发送给 PC 机和手机，同时具有语音报警功能，其操作简便，方式新颖[26] [27]。

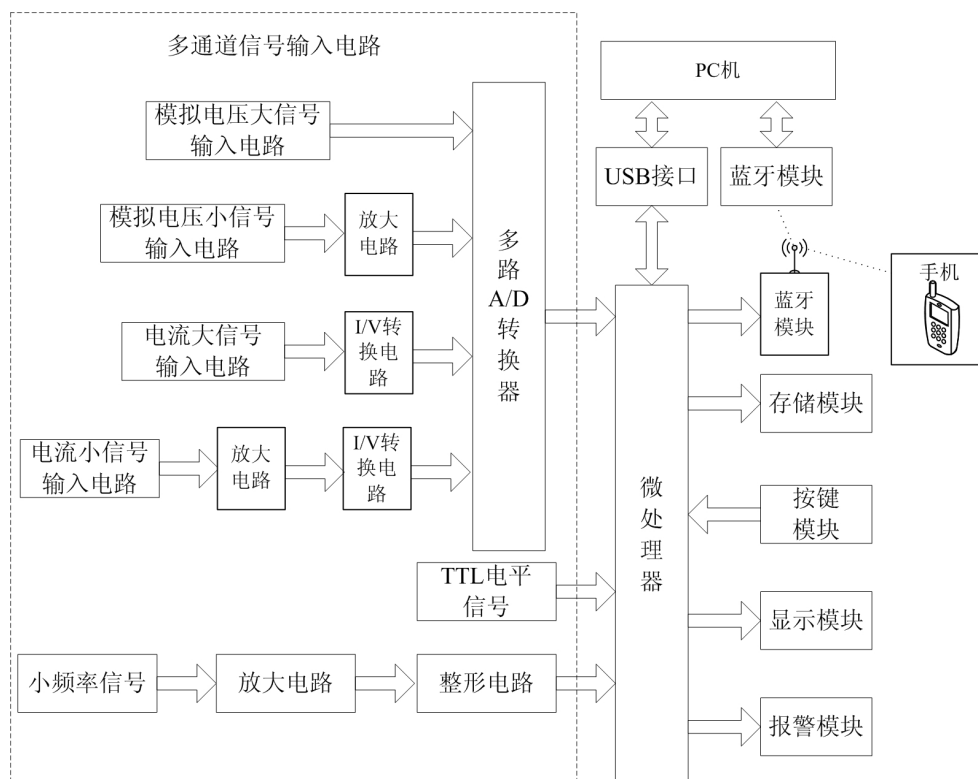


Figure 11. Block diagram of multi-channel data acquisition and voice alarm system based on Bluetooth
图 11. 基于蓝牙的多通道数据采集和语音报警系统框图

4. 结束语

研究的分布式无线监测架构，可以对多个分布点的数据进行监测，其结构简单、使用方便，具有小型化、可视性好等特点，同时采用无线方式，无需馈线连接，主机和从机可以随时移动，可扩展性好，在监测领域内可以广泛推广，设计多种新型的仪器仪表，在军事、环境科学、医疗健康、商业应用等领域都有广阔的前景。

基金项目

本论文得到陕西省教育厅科学研究计划项目(17JK0163)的支持。

参考文献

- [1] 钱军. 分布式网络多通道实时数据无线监测系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2018, 26(9): 53-57, 82.
- [2] 徐铭栋, 成育凯, 张环月, 等. 分布式无线照度测量系统设计[J]. 大连工业大学学报, 2018, 37(4): 291-295.
- [3] 宋豪. 基于 WiFi 的分布式无线数据采集系统研究与实现[D]. 西安理工大学, 2018.
- [4] 倪建云, 张荐, 解树枝, 李子豪. 分布式消防报警监控系统的设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(4): 308-312.
- [5] 陈同浩, 刘永成, 李坤, 等. 基于 ZigBee 的分布式光伏发电监控系统的设计与实现[J]. 自动化技术与应用, 2017, 36(10): 73-76.
- [6] 王栋, 司纪锋. 无线分布式渔业资源声学监测系统[J]. 计算机工程与设计, 2017, 38(7): 1951-1955.
- [7] 刘云, 陈倩. 无线传感网中分布式信号检测的多维特征值算法优化研究[J]. 计算机工程与科学, 2018, 40(9): 1585-1590.
- [8] 刘连光, 潘明明, 田世明, 等. 无线传感器网络分布式能量非合作博弈优化技术[J]. 武汉大学学报(工学版), 2017, 50(3): 384-389, 400.
- [9] 贾国庆, 陈善继, 陈超, 等. 一种面向宽带无线通信的远程分布式 MIMO 信道仿真系统设计[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(3): 94-99.
- [10] 朱向庆, 廖桂明, 崔廷佐, 等. 远程分布式无线智能路灯监控系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2015, 23(1): 83-85, 89.
- [11] 吕小微. 一种基于 RFID 和 WSN 的分布式节点定位方法[J]. 电子技术应用, 2018, 44(10): 106-108, 113.
- [12] 卢超. 无线多点土壤电阻率测量系统设计与测试[J]. 农业工程学报, 2013(16): 142-150.
- [13] 卢超. 基于 GSM 多通道远程遥控开关的设计[J]. 计算机测量与控制, 2014(3): 905-908, 937.
- [14] 高来超, 阮锦洋, 卢超. 紫外线定时控制及光强测量系统[J]. 电子器件, 2014(4): 684-689.
- [15] 卢超. 分布式无线光强测量仪[P]. 陕西: CN103453985A, 2013-12-18.
- [16] 卢超. 基于无线收发的超声波液位测量仪[J]. 压电与声光, 2014, 36(1): 150-155.
- [17] 卢超. 分布式无线空气质量监测系统[J]. 自动化仪表, 2014, 35(4): 57-60, 63.
- [18] 卢超, 潘宏利, 卢进军, 刘东, 蒋媛. 无线脉搏测量仪的设计[J]. 电子设计工程, 2012, 20(15): 89-93.
- [19] 卢超. 面向睡眠分析的脉搏检测实验装置的设计[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(9): 67-71.
- [20] 卢超, 钟永友. 远程分布式粮情无线监测系统[P]. 陕西: CN203132588U, 2013-08-14.
- [21] 卢超. 无线谷物水分测试仪[P]. 陕西: CN203037610U, 2013-07-03.
- [22] 卢超. 新型家居综合智能安防系统[P]. 陕西: CN202495138U, 2012-10-17.
- [23] 卢超, 潘宏利. 一种基于 GSM 智能家居安防系统[P]. 陕西: CN202110647U, 2012-01-11.
- [24] 卢超. 带触摸屏的可视化开关测量系统[P]. 陕西: CN203054196U, 2013-07-10.
- [25] 卢超. 开关参数测量仪[P]. 陕西: CN202119880U, 2012-01-18.
- [26] 卢超. 基于 SD 卡无线多通道数据记录仪[P]. 陕西: CN203687965U, 2014-07-02.
- [27] 卢超. 基于蓝牙的多通道数据采集和语音报警系统[P]. 陕西: CN203689659U, 2014-07-02.

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：2332-6980，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：iae@hanspub.org