

基于 GPRS 和虚拟仪器的环境噪声 监测系统

尹晓琦

(淮阴工学院 电子与电气工程学院, 江苏 淮安 223003)

摘要:针对当前较为突出的环境噪声污染问题,提出一种基于 GPRS 和虚拟仪器技术的环境噪声监测系统.该系统通过噪声提取等硬件电路将采集的噪声数据送到单片机进行声级的计算和显示,并通过 GPRS 模块以无线通信的方式将噪声波形发送到数据监测中心;监测中心接收数据后,利用 labview 软件对噪声信息进行存储和分析处理.整个系统的功耗低,具有较高的实用性和可靠性,将会成为环境噪声数据采集与监测的一种有效手段.

关键词:噪声;监测;单片机;虚拟仪器;数据采集;GPRS

中图分类号:TH89 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2014)01-0102-04

Noise monitoring and controlling system based on GPRS and virtual instrument

YIN Xiao - qi

(Faculty of Electronic and Electrical Engineering, Huaiyin Institute of Technology, Huai'an 223003, China)

Abstract: In view of the current serious environmental noise pollution problem, a kind of noise monitoring system was put forward, which is based on GPRS and virtual instrument technology. The system deal with the noise data for storage and coding through the microcontroller, and regularly send data to the remote monitoring center through GPRS wireless communication mode. In addition, it can store and analyze the noise data by using the labview software. The whole system has high practicability and reliability, and it is low power consumption, so it become an effective means to environmental noise data acquisition and monitoring.

Key words: noise; monitor; SCM; virtual instrument; data acquisition; GPRS

随着城市化进程的加快,城市规模和城市建设的不断发展,城市环境噪声问题也日益突出.《中华人民共和国环境噪声污染防治法》中明确指出:“环境噪声污染是一种能量污染,与其他工业污染一样,是危害人类环境的公害.噪声不仅会影响听力,而且还对人的心血管系统、神经系统、内分泌系统产生不利影响”.

传统的噪声测量主要使用声级计,声级计以模拟电路为主,整个系统的线路复杂、指标性能不

高^[1],可配合声级计工作的有可调带通滤波器、频率分析仪、记录仪等;而且噪声的测量方式主要是人工现场测量,不仅受到时间、地点的限制^[2],而且无法实现对噪声的实时监测.

1 噪声的评价

声波在传播的过程中,人耳能感受到的有效声压为瞬时声压的均方根值,其数学表达式如式(1)所示:

$$p = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt} \quad (1)$$

式中, T 为时间间隔长度; $p(t)$ 为瞬时有声压。

声压级用数学表达式为

$$L_p = 20 \lg \frac{p_1}{p_0} \quad (2)$$

式中, p_1 为声压, p_0 为基准声压, 取值为 2×10^{-5} Pa. 通过式(2), 可将 10^6 数量级的声压变化范围, 转化成 $0 \sim 120$ dB 的声压级范围。

为了让噪声监测的结果与人耳对噪声的主观响度相一致, 需要在噪声采集的过程中加入计权网络^[3]. 目前, 主要有 A 计权和 C 计权 2 种方式, 其中, A 计权方式主要用于模拟人耳对 55 dB 以下低强度噪声的频率响应特性, 与人耳对噪声中的低频成分不敏感, 而对高频成分敏感的主观感觉相吻合, 能反映人耳对噪声的实际频率响应特性。

如果测量采样时间间隔相同, 通过 n 次测量获得一组 A 声级数据, 则在测量时间段内的等效连续 A 声级为

$$L_{eq} = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{Ai}} \right) \quad (3)$$

式中, L_{Ai} 为第 i 次测量得到的噪声瞬时 A 声级。

如果 L_{Ai} 是非连续的离散值, 则测量时间段内的等效连续 A 声级为

$$L_{eq} = 10 \lg \left(\frac{\sum t_i \times 10^{0.1L_{Ai}}}{T} \right) \quad (4)$$

式中, t_i 为第 i 个 A 声级暴露时间, T 为总的噪声暴露时间。

2 系统总体结构

噪声监测系统的原理框图如图 1 所示, 主要由噪声提取电路、有效值检测电路、A/D 转换电路、单片机控制电路、GPRS 无线传输模块及监测中心计算机等组成. 首先, 电容传声器把噪声转变成电信号, 经过放大后送入进行频率滤波的计权网络, 通过它进行声级(又称计权声压级)测量, 按照国家标准 GB3222^[4] 和 GB14623^[5] 的要求, 这里采用 A 计权网络; 其次, 由于声学测量中, 有效值反映了声音的功率, 因此, 通过有效值检波器将交流信号转变为直流信号, 转换为直流信号有效值(MRS); 最后, 由单片机控制器对经过 A/D 转换的噪声数据进行存储、编码和声级的显示, 并通过 GPRS 网络和互联网, 将噪声数据发送到环保局的数据监测中心. 监测中心接收数据后, 利用 labview 软件对噪

声进行实时的波形显示, 并进行数据存储和特性分析。

噪声提取电路采用驻极体电容传声器将噪声转化为电信号, 通过 LM386 构成电压增益为 200 的放大器进行放大, 再由开关电容滤波器 MAX7490 组成 A 计权网络进行频率滤波, 并采用有效值检测电路 AD536 测量信号的有效值. AD536 内部含有源整流器(绝对值电路)、平方/除法电路、镜像电流源及缓冲放大器, 可构成有效值 TRMS/DC 转换电路。

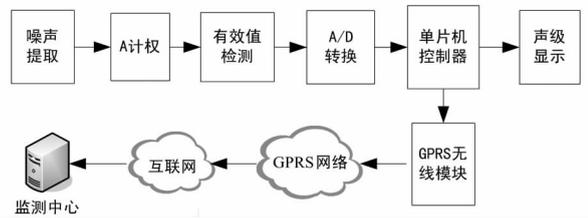


图 1 噪声监测系统框图

3 噪声数据采集

噪声监测系统的主体流程图如图 2 所示. 在系统经过初始化后, 单片机控制器 89C52 按采样间隔、次数及时间计权方式执行相应的程序^[6]. 单片机与 ADC 芯片的硬件接口方式采用查询方式, 利用 EOC 引脚的功能, 主机在启动转换后开始查询转换是否结束, 查询 EOC 引脚信号, 直到 EOC = 1. 将 A/D 转换结果送到缓冲区存储, 读取数据^[7]. 采集完一次数据后, 判断是否达到规定的采集次数, 如果未达到, 则继续进行下一次的噪声数据采集并存储; 如果达到所设定的采集次数, 则单片机控制器停止采集数据, 将读取的噪声数据经过计算转换成具有实际意义的噪声评价量, 得到实际的噪声声级, 通过 LED 显示器将获得的处理后的噪声声级显示出来, 并和 GPRS 模块进行串口通信. 程序中利用发送中断请求标志 TI 来判断发送是否结束. 置位 TI 意味着向 CPU 提供“发送缓冲器已空”的信息, CPU 响应后发送下一帧数据. 在任何方式下, TI 都必须由软件清零。

4 GPRS 接口与虚拟仪器平台

在本系统中, 噪声监测终端将采集的数据通过 GPRS 网和互联网, 传送给监控中心的计算机, 实现一对多点通信. 监控中心的计算机直接连接 Internet, 有固定的 IP 地址; GPRS 终端在联网后, 由 GPRS 网络动态分配给其一个 IP 地址, 因而可与数

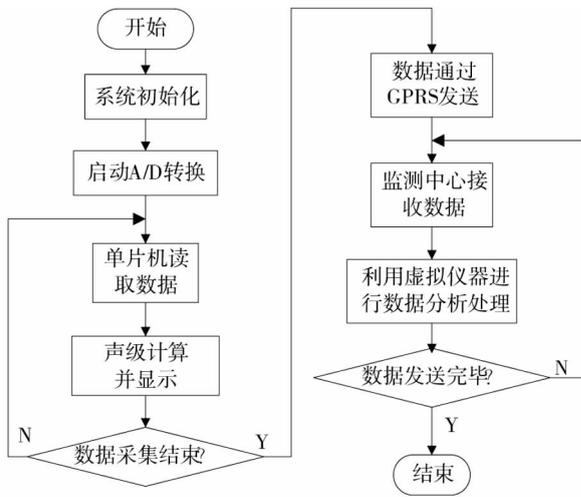


图2 噪声监测系统主体流程图

据中心计算机建立连接,进行双向数据传输^[8]. 监控中心主要由路由器、防火墙、控制台计算机、LabVIEW 等软硬件组成.

4.1 GPRS 接口

单片机在经过噪声数据采集后,通过 GPRS 网络和互联网将噪声数据发送到环保局的数据监测中心. 本文选用哈尔滨祥鹏科技有限公司生产的 TX - GPRS DTU 模块,该产品可实现 RS232 与 PPP/TCP/IP 协议透明转换,并为远程数据通讯提供了无线接口. 单片机与 GPRS 模块间是通过串行口进行通信的,所以中间需要使用 MAX232 进行电平转换^[9],其连接方式如图 3 所示.

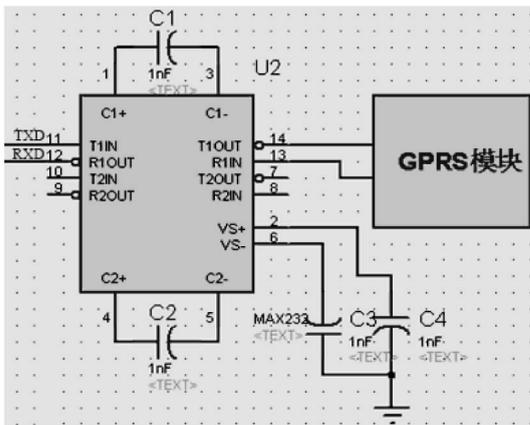


图3 MAX232 和 GPRS 模块的连接方式

在图 3 中,单片机的 TXD, RXD2 个管脚分别与 MAX232 的 T1IN, R1OUT 管脚相连. MAX232 将需发送的串行的数据转换为 RS - 232C 标准的电平信号并发送给 GPRS 模块,通过 GPRS 网络进行通信;反之,则将接收到的 RS - 232 标准的电平信号转换为串行的数据传送到单片机,产生中断. 根

据 GPRS 通信协议,使用串口发送 AT 指令对 GPRS 进行初始化,并对远端数据服务进行连接,建立数据通路.

在数据采集过程中,通过编程来对噪声数据进行采样,同时启动转换,在转换结束之后送入存储器保存,最后,当数据采集结束后即调用数据发送程序,通过 GPRS 模块将采样数据发送到环保局的监测中心进行数据处理.

4.2 噪声监测虚拟平台

远程中心通信程序将 GPRS 模块接收的数据信息存储到本地,做进一步的噪声信息处理和分析. 主要包括串口初始化、读取串口数据、字符串转换成数值、存储等. 本文采用 Labview 作为噪声监测系统的上位机的软件,读取串口数据后进行进一步的分析处理. 上位机的串口的初始化主要包括串口名、波特率、串口协议等的配置. Labview 中的串口初始化通过串口配置子程序 VISA Configure Serial Port 实现,参数配置可通过前面板串口设置中的控件来实现. 串口数据的读取通过 VISA Read 子程序实现^[10],只需将串口名连接,串口接收字节数目连接,即可将串口接收的数据写入读缓冲区. 接收的内容是十六进制字符串类型的数据,需将其转换成数值类型数据,再按照分贝计算方法和 A 计权网络显示噪声值^[11-12].

A 计权的修正分贝数可以查阅 IEC651 或 GB/T3758,将测出的声压比值组成一个数组,以该标准的计权数为基础,通过样条插值的方法计算出各频率的计权分贝数,运用 Labview 软件函数模板中的样条插值函数 Spline Interpolant. VI 和 Spline Interpolation. VI 进行插值运算,然后将结果数组中的每个对应项相乘,求它们的平方和后再进行对数运算,则可得到噪声的分贝值. 噪声的实时数据可通过波形图显示,直观地了解噪声值的变化情况,并将其保存到写文件子 VI,还可以显示其功率谱等特性,以便对噪声监测情况作进一步的数据分析. 某监测点的实际噪声监测情况如图 4 所示.

本次噪声采集的地点设在闹市区,由于人耳能听到的最高频率是 20 kHz 左右,根据采样定理,为了不发生频率混叠,设定采样频率为 60 kHz,所测得的噪声值为 79 dB,图 4 左图为实际监测的噪声波形,右图为相应的噪声的功率谱密度图. 从图中可以看出,噪声的功率分布主要集中在 0 ~ 20 kHz 的频率范围,只有小部分的功率分布在 20 kHz 以上,符合实际人耳能感受的噪声范围.

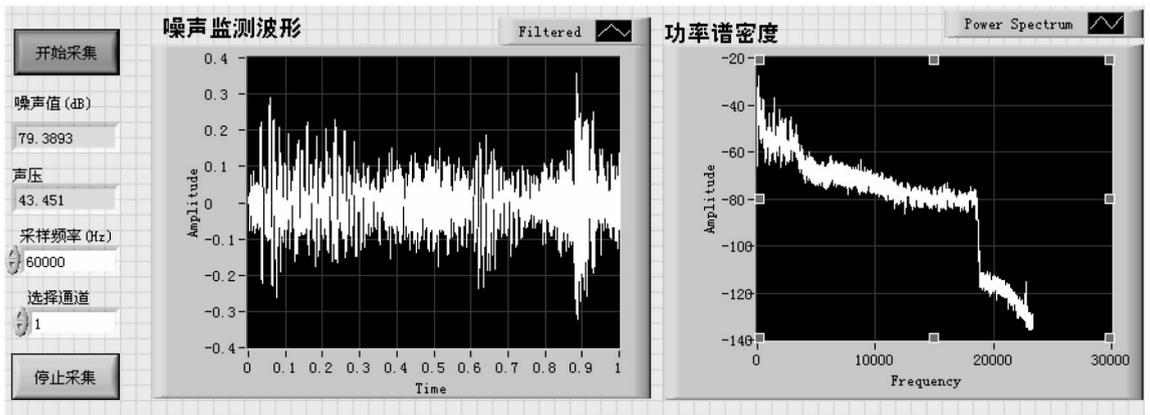


图 4 某监测点的噪声测量结果

5 结论

基于 GPRS 和虚拟仪器技术的环境噪声监测系统通过单片机对噪声进行采集,并以无线通信的方式将噪声波形发送到数据监测中心;监测中心接收数据后,利用虚拟仪器技术将噪声波形实时显示和特性分析.能够对监测到的信息进行自动采集,可用于现场复杂的地理环境的噪声监测,具有较高的实用性和可靠性,将会成为环境噪声数据采集与监测的一种有效手段.

参考文献:

[1] 刘砚华,张朋,高小晋,等.我国城市噪声污染现状与特征[J].中国环境监测,2009(25):88-90.
 [2] 孙晶华.环境噪声监测仪的研制[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2010.
 [3] 杨树森,周小佳,阎斌.无线传感器网络在环境监测中的应用[J].计算机技术与发展,2008(9):170-175.

[4] 标准编制组. GB/T 3222-1994 声学 环境噪声测量方法[S].北京:中国标准出版社,1995.
 [5] 标准编制组. GB/T 3096-2008 声环境质量标准[S].北京:中国标准出版社,2008.
 [6] 武前军.基于 GPRS 技术的数字化环境噪声监测终端的研究与设计[D].合肥:合肥工业大学,2006.
 [7] 全元,王翠平,王豪伟,等.基于无线传感器网的噪声监测系统设计与应用[J].环境科学与技术,2012,32(12):255-258.
 [8] 张军,盖超,谭超. GPRS 无线通讯技术在环境在线监测中的应用[J].现代农业科技,2009(10):259-260.
 [9] 张毅刚,刘杰. MCS-51 单片机原理及应用[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.
 [10] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW 8.20 程序设计[M].北京:清华大学出版社,2007.
 [11] 王会清,程勇.基于 LabVIEW 的软件许可证系统设计[J].武汉工程大学学报,2011,33(4):81-84,93.
 [12] 王珏.环境噪声网络化自动监测技术研究[D].大庆:东北石油大学,2012.