

基于 CDMA 网络的噪声监测技术研究

闫旭晟, 杨建华, 夏永松

(西北工业大学 自动化学院, 陕西 西安 710129)

摘要:按照我国在环境噪声测量方面的标准及相关测量方法,提出一种基于 CDMA1X 无线网络的环境噪声监测终端的设计,实现对环境噪声的远程实时监测、历史数据查看、超标报警及现场存储等多项功能。介绍了系统的架构、硬件组成原理和软件设计方案,对关键的硬件组成部分、软件分层模块及数据处理方法作了阐述。结合实时数据和图表对终端试运行的情况进行了说明。

关键词:环境噪声监测;CDMA;无线网络

中图分类号:TP23;TN92 **文献标识码:**B

Study on Environmental Noise Remote Monitor Technology Based on CDMA Networks

YAN Xusheng, YANG Jianhua, XIA Yongsong

(College of Automation, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract: According to corresponding criterion and method of environmental noise measurement in china, the paper puts forward a kind of environmental noise remote monitoring terminal based on CDMA wireless technology. The remote monitoring of the environmental noise, history data reviewing, super scale noise alarming and field saving can be realized. The frame of the whole system, the makeup of hardware and scheme of software is introduced. The key module of the hardware and software, method of data processing are discussed in detail. The real time value and chart of noise data from the terminal is demonstrated in the end.

Key words: environmental noise monitoring; CDMA; wireless networks

0 引言

环境噪声监测技术是把握城市噪声污染现状,进行实验室研究、预测研究的基础,是进行环境噪声科学有效控制的基础。随着我国经济的快速发展和人们对生活质量重视程度的提高,常规的噪声扰民已上升到噪声污染的程度。大量研究表明,噪声对神经系统、心血管系统、内分泌系统等都有影响,为此,人们针对噪声的分布规律、噪声的测量与评价及噪声监测技术也展开了许多研究和探讨^[1]。近年来,噪声自动监测越来越受重视,全天候、自动化、智能化、网络化的环境噪声自动监测系统可对城市各类环境噪声的多个测点进行同步连续监测,能提供实时、准确的噪声监测数据,对及时掌握城市环境噪声污染状况、采取科学的监督管理措施具有重要意义。随着我国环境噪声战略研究和城市区域的环境

噪声评价、环境噪声预测和管理工作的进一步展开,噪声连续自动监测工作已列入环境保护管理部门的议事日程,环境噪声在线自动监测系统的开发是我国亟待深入开展的工作^[2-4]。

分布式测控广泛应用于设备数量大、分布广的场合,如电、水、气表及油井测控系统等。这些系统中的测控终端一般都固定安装在被测控设备的附近,分布范围广,离数据管理中心的距离长短不等。采用有线传输介质,其构建成本高,且安装、维护难^[5]。目前无线通信方式主要为无线电台和 CDMA 无线网络两种方式。无线电台需组建台站,使用频段和发射功率受限,一般传输距离都较近;CDMA 无线网络方式可不受距离及位置的限制,但安装及运营成本较高,尤其是对终端数量多但数据量少的系统。通过对多种远程测控系统分析发现,大多数

收稿日期:2011-05-24

作者简介:闫旭晟(1986-),男,四川南充人,硕士生,主要从事检测技术及传感器装置的研究。

远程测控系统中的被测控设备都分布在相对集中的区域内,因此,本文将微功率的无线数传网络与 CDMA 无线网络相结合,组成远程测控网络,应用于远程测控系统。该网络兼具无线数传与 CDMA 网络的优点,通信稳定可靠,安装及运行成本低^[6]。

1 环境噪声监测系统结构

环境噪声监测系统的体系结构如图 1 所示。



图 1 噪声监测系统结构图

在需要监控场所的关键地点部署大量的无线噪声传感器节点,以确保数据采集精度和网络可靠性。噪声传感器节点负责采集监测区环境噪声数据,并以多跳的方式将采集的数据传输给网关节点。网关节点是网络内数据的汇聚节点,具有一定的数据融合能力^[7];同时,网关节点是用来连接无线传感器网络与传输网络和终端用户的设备,因此可采用无线传输手段将数据传送给监控终端,终端用户通过对回传的数据进行汇总、分析,从而作出决策。为了加强网络的可靠性及避免网络遭到人为破坏,本监测系统以网关节点为根节点,在受监控场所周围将网络布设成树形。通信网络包括 CDMA 网络和 Internet 网络两部分,现场监测终端通过无线 Modem 发送数据到 CDMA 网络,经 CDMA 网络网关转发到 Internet 网络,最终传输到监控中心^[8]。

2 噪声监测传感器节点硬件设计

噪声监测传感器节点的主要功能是负责采集监测区环境噪声数据,并将采集的数据传输给网关节点。该噪声监测传感器节点主要由噪声数据采集模块、数据处理模块、无线数据传输模块,以及能量供应模块组成,该环境噪声监测传感器节点的硬件构成方框图如图 2 所示。

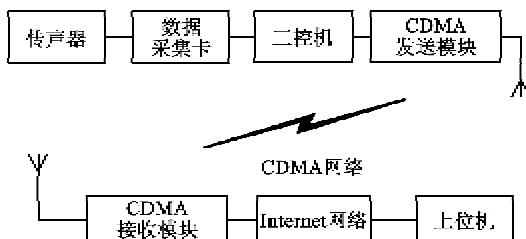


图 2 环境噪声监测传感器节点方框图

2.1 噪声数据采集模块

该模块的主要功能是完成对现场声环境的测

量,其中主要包括噪声传感器、信号预处理电路及 A/D 转换器。传感器将采集到的噪声信号转换成微弱电信号(电压或电流信号)后,经放大传给 A/D 转换器,由 A/D 转换器将模拟电信号转换成数字信号。声学测量要求传声器性能稳定、动态范围宽、频响平直,本设计选用声望 MPA201+MA211 型 ICP 传声器。MPA201 型传声器是声望(BSWA)高品质的预极化驻极体声信号测量传感器,其频率响应范围为 20 Hz~20 kHz,灵敏度 50 mV/Pa,动态范围(3%失真)为 130 dB,本底噪声为 18 dB,输出阻抗 110 Ω,最大输出电压为 4.5 V(电压的均方根值即电压的有效值),采用 4.0 mA 恒流源作为 ICP 供电电源。MA211 型 ICP 前置放大器,有大于 5 GΩ 的输入阻抗,与 MPA201 组合动态范围为 15~130 dBA,采用标准 BNC-J 型接口便于和其他仪器连接^[9]。

声信号传输环节是将传感器采集到的噪声信号通过较长距离送入采集系统,为消除信号在传输中受到干扰,采用 SYV-75-3 型屏蔽同轴电缆,两端连接直插型 BNC-J12 工业接口作为主传输电缆。电缆的一端与传声器相连,另一端与数据采集卡的专用电缆连接,数据采集卡专用电缆通过另一端的 SMB 接口与工控机主机相连将采集到的信号传输到采集卡^[10]。

2.2 数据处理模块

信号处理由 NI 公司一台型号为 PXI 1042Q 的工业控制计算机配合声与振动专用数据采集卡完成。采集卡为 NI 高性能声与振动专用数据采集卡 PXI 4472B,该采集卡有 24 位分辨率,110 dB 的动态范围,输出±10 V 的电压范围,45 kHz 无混叠带宽,最高采样速率达 102.4 kB/s/通道,支持 8 路同步采集,IEPE 调理可通过软件配置。PXI 工控机为测量系统主机,由 PXI 1042Q 机箱和 PXI 8106 嵌入式控制器组合而成。其中 PXI 1042Q 为静音型 PXI 标准 8 槽机箱,适合 0~40 ℃ 的工作环境温度和 -20~+70 ℃ 的储放环境温度,5%~95% 的相对湿度。

2.3 无线数据传输模块

系统无线收发单元采用华为 CM320 模块(CDMA Modem,内置 UIM 手机卡,支持 AT 指令集,内嵌 TCP/IP 协议,可将采集数据发送到 CDMA 地面中心站点),模块用于连接 CDMA 网络,传输、接

收视频图像和各种控制数据。华为 CM320 模块通过 RS232 串口连接研华工控机,再连接到 CDMA 无线网络。

2.4 能量供应模块

传感器网络的核心技术之一就是节能问题。节点一般都是由锂电池供电,电池的能量有限,在大部分情况下都不可能更换电池,一旦电池用尽,节点就会失效;所以在进行设计时,节能问题是必须优先考虑的问题。系统工作需要双路电源:一路采用 1 片 MAX1615,使其输出 5 V 电压,为数据采集单元供电;另一路使用 1 片 MAX1615,使其输出 3.3 V 电压,为工控机和无线收发单元供电。经实际测量,传感器节点在连续工作状态下,数据采集单元与无线收发单元耗电量约占系统总耗电量的 90%;因此,设计中使用软件控制传感器节点适时采集环境噪声数据,当节点采样数据不超限或无数据转发任务时,无线收发单元处于睡眠状态,从而降低节点能耗,延长节点和网络生命周期^[11]。

3 噪声监测传感器节点软件设计

3.1 软件描述

噪声传感器节点主要实现采集、处理和发送本节点数据、转发网络中其他节点数据以及和网关节点通信等功能。本系统设计的无线噪声传感器网络节点应用于无人值守环境监测,基于系统长周期使用的功能需求,传感器节点软件设计的关键是既能有效实现必要功能,又能最大限度地减小节点的能耗。在无线传感器网络中节点的通信能耗要远大于处理器和传感器模块的能耗,因此节点应用软件的设计要尽量使各模块处于休眠状态,要尽可能减少唤醒通信模块的次数。

3.2 系统主程序设计

系统采用类似于“控制中心-监控站”体系的“现场数据采集端”和“数据接收端”结构,建立无线远程传输系统。数据接收端为拥有固定公网 IP(或使用代理工具)的 PC 机,负责收集采集端上传的数据信息,并向现场采集端发送控制信息;现场采集端负责完成数据的采集和响应接收端发出的控制命令。现场采集端由 CDMA 无线数据传输模块和数据采集主机组成,通过 CDMA 移动网络接入因特网完成向接收端的数据发送和接收。数据传输流程如图 3 所示。

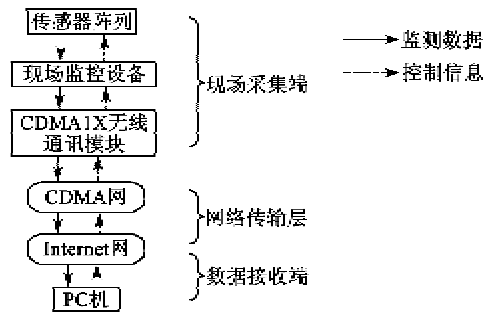


图 3 环境噪声监测传感器节点软件流程图

系统软件采用模块化编程方式,包括数据采集与处理程序、时钟控制程序、无线收发程序等。在节点上电、各功能模块初始化完成后即进入休眠状态并设置唤醒时钟,处理器模块控制传感器进行数据采集,将采集的数据存储至 Flash 存储器,检测到唤醒时钟中断后处理器启动通信模块,调用入网子程序将存储的数据通过网络发送至监控终端,发送完成后返回休眠模式。

由于噪音监测传感器节点的电能、处理能力、存储空间及通信带宽都有限,因此系统设定节点每隔一定时间采集一次噪声数据;然后判断本节点采集的数据是否超限,若超限,将采集数据与时间一起打包以多跳方式发送给 Sink 节点,再经传输网络发送给终端用户,否则不发送本节点数据;最后无线收发单元要检测是否有转发其他节点数据的任务,如果有,接收并转发其他节点数据;若没有,当无线信道空闲下来,立即关闭无线收发单元,使节点进入睡眠状态,减少能耗,直到下次采集数据时间到,再开始新一轮的工作。

4 实验结果

采集系统采用单板多路,用 CH1、CH2、CH3、CH4 分别测量对应的 4 个部位的噪声,4 个通道同时采集。采样率为 20 kB/s,采样时间 50 s,保存数据为 dat 格式,软件控制界面如图 4 所示,噪声的谱分析如图 5 所示。

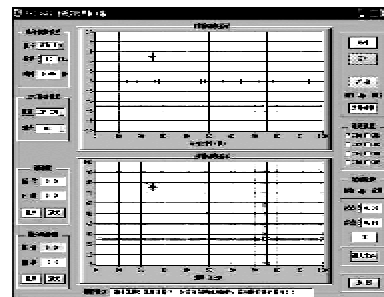


图 4 噪声采集系统软件界面

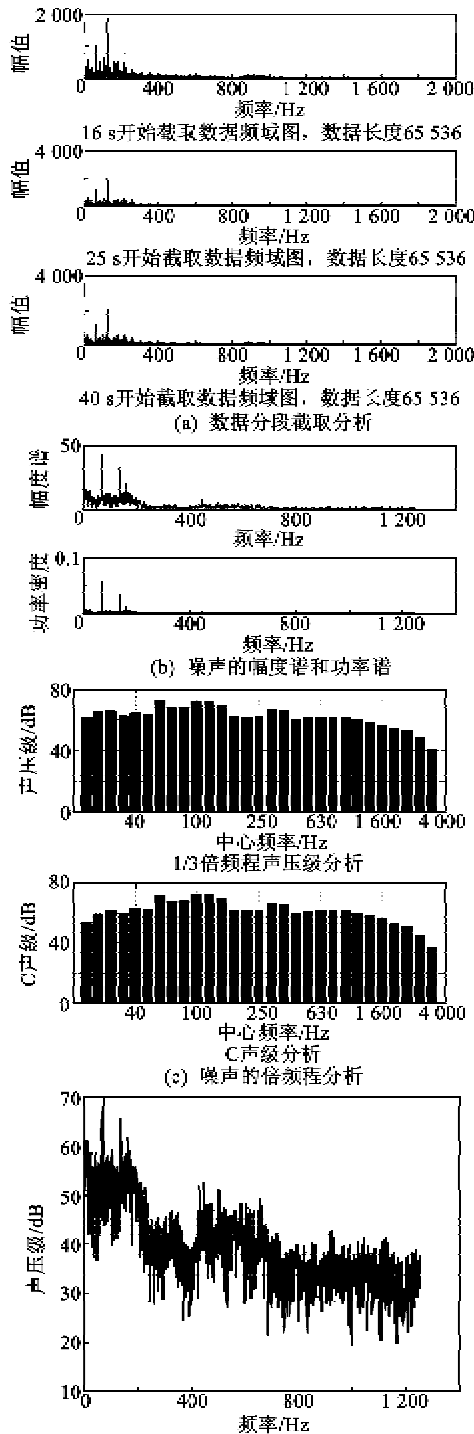


图 5 噪声的谱分析

5 结束语

无线传感器网络是一种全新的信息获取和处理

技术,在环保、军事、工业、医疗等领域都有广阔的应用前景。本文针对传统环境噪声监测的局限性,提出了一种基于无线传感器网络的环境噪声监测方法,提高了监测水平和可靠性。该环境噪声监测系统主要用于城市区域环境噪声监测、城市交通噪声监测、工业企业噪声监测、建筑施工噪声监测等环境。

参考文献:

- [1] 文波. CDMA1X 无线网络技术在数据传输中的应用及研究[D]. 南京: 河海大学自动化系, 2005.
- [2] 韩贵琴. CDMA 模块在无线传感器网络中的应用[D]. 济南: 山东大学工学系, 2008.
- [3] 李科银, 刘凯, 徐欣. 基于无线个域网的主动监控系统设计[J]. 重庆工学院学报: 自然科学版, 2008, 22(8): 108-111.
- [4] 吴育青. 基于 CDMA1X 出租车定位监控系统的设计[D]. 北京: 北京邮电大学通信工程系, 2008.
- [5] 刘作伟. 基于 CDMA1X 的远程监控系统的设计与实现[D]. 厦门: 厦门大学系统工程系, 2006.
- [6] 夏永松, 杨建华, 陈友斌. 基于 CDMA1X 网络的视频传输系统设计与软件实现[J]. 测控技术, 2009, 28(5): 67-70.
- XIA Yongsong, YANG Jianhua, CHEN Youbin. Design of video transmission system based on CDMA1X and its software implementation[J]. Measurement & Control Technology, 2009, 28(5): 67-70.
- [7] 宣敏浩. 基于 CDMA 的污水管网无线远程监控系统的应用研究[D]. 无锡: 江南大学测试科学系, 2008.
- [8] KWONG R H, JOHNSTON E W. A variable step size LMS algorithm[J]. IEEE Trans Signal Processing, 1992, 40(7): 1633-1642.
- [9] ABOULNASR T, MAYYAS K. A robust variable step-size LMS-type algorithm: analysis and simulations[J]. IEEE Transactions on Signal Processing, 1997, 45(3): 631-639.
- [10] RAMADAN Z, POULARIKAS A. A variable step size adaptive noise canceller using signal to noise ratio as the controlling factor[J]. IEEE, 2004: 456-461.
- [11] NELSON P A, ELLIOT S J. Active control of sound [M]. London: Academic Press, 1992.