

基于 GPRS 的环境参数远程监测系统设计

张海涛, 聂诗良

(西南科技大学 信息工程学院, 四川 绵阳 621010)

摘要: 针对实现无人值守条件下污染源排放的远程监测, 提出了基于 GPRS 网络的环境参数监测系统设计方案, 设计并实现了 LPC2200 微控制器和 GPRS 通信模块为核心的数据采集传输仪, 包括基于 MAX1270 的模/数转换电路、SD2405AP 的时钟电路、SST39VF1601 的数据存储电路等。根据通信的需要, 设计并实现了传输仪与监测站之间的通信协议。经过实测, 传输仪能够将现场采集到的监测数据准确、可靠地传输到监测站, 并有效解决了监测点遗漏问题。

关键词: 监测系统; 环境保护; GPRS 模块; LPC2200; 通信协议

中图分类号: TP302.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)22-0096-04

Design of remote monitoring system for environmental parameters based on GPRS technology

ZHANG Hai Tao, NIE Shi Liang

(College of Information Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: In order to achieve remote monitoring of pollution sources in the unattended condition, a scheme of monitoring system based on GPRS network was proposed. Data acquisition and transmission device was designed and implemented with the LPC2200 microcontroller and GPRS communication module as the core, including analog-digital conversion circuit based on the MAX1270 chip, clock circuit with SD2405AP chip and data storage circuit with the SST39VF1601 chip. According to communication needs, communication protocol between data transmission device and monitoring station was designed and implemented. Through practical application, it shows that the transmission device can able to transmit field data to monitoring station accurately and reliably and the problem of missing monitoring points was solved effectively.

Key words: monitoring system; environmental protection; GPRS module; LPC2200; communication protocols

社会经济发展的同时也影响着环境, 环境保护已成为维持经济可持续发展的关键。为此, 环保部门需要对各生产企业众多污染排放点进行监测^[1], 监测数据需要发送到监测中心, 经分析、处理后形成各种报表, 作为衡量污染物排放是否达标的重要依据。

由于环境监测具有监测站点分散、覆盖范围广的特点, 传统的有线监测方式不能适应大范围监测的需要, 特别是在不便布线的特殊场合。通用分组无线业务 GPRS^[2-3](General Packet Radio Service)技术作为一种成熟的商用无线通信技术以其覆盖区域广、通信快捷、准确、费用低廉、受环境影响小等特点非常适合应用于环境监测系统, 而且 GPRS 网络与 Internet 网络的连接, 采用透明的 TCP/IP 协议进行数据传输, 可以利用现有的网络资源, 节约系统建设成本。

1 环境监测系统总体设计

环境监测系统^[4-5]总体框图如图 1 所示, 系统分为污染源数据采集传输仪^[6](简称传输仪)、GPRS 传输网络、环保监测站三部分。传输仪工作在污染物排放现场, 实现对污染物排放量的数据采集、存储, 并把数据通过 GPRS 网络传输到环保监测站。环保监测站负责对数据进行汇总、分析、处理, 形成各种报表, 对不达标的污染物排放实行报警。

以烟气监测为例, 每个现场数据采集传输过程由 1 个采集传输仪和 1 个 GPRS 通信模块完成, GPRS 通信模块通过 RS-232 接口与采集传输仪相连。每个传输仪有 8 个模拟量输入通道与现场烟气检测传感变送器(检测 SO₂、NO_x、CO、HCL、NH₃ 和 CO₂ 等烟气成分)^[7]相连。采集传输仪以固定时间间隔轮询采集各数据输入通道

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 99

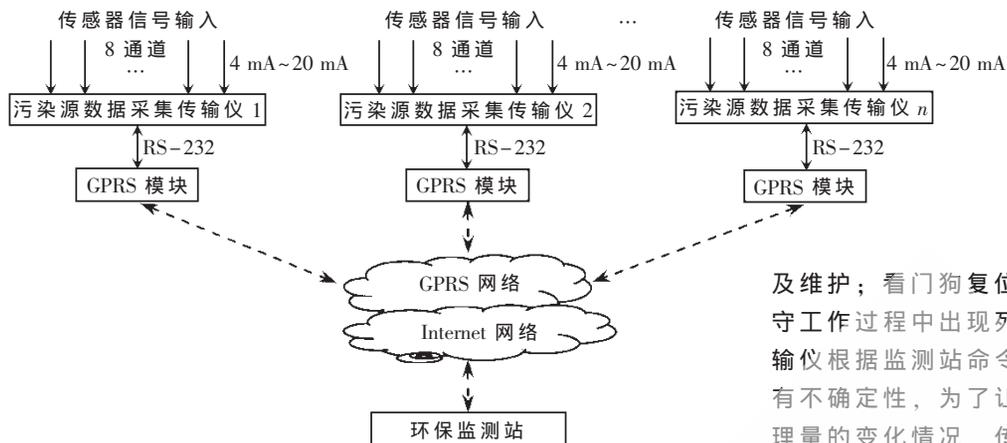


图1 环境参数远程监测系统总体框图

并将采集数据暂存入存储器中。传输仪在接收到监测站命令后,将所存储数据传输到监测中心。

2 污染源数据采集传输仪硬件设计

2.1 污染源数据采集传输仪硬件结构框图

传输仪工作在污染物排放现场,在不同的监测系统中,其监测物理量及监测规模是不同的,所以传输仪具有监测物理量及监测点数不确定、距离环保监测站远、工作过程无人值守、数据传输时间不确定的特点。因此,传输仪在硬件设计上应该遵循以下几个原则:

(1)数据采集传输仪采用模块化设计,单个采集模块具有多通道输入,可以针对不同的系统监测规模增减模块、组合模块;

(2)考虑现场接线及系统维护的方便性,采集模块采用开放的传感器硬件接口,即各传感器接口不指定连接传感器的类型,4 mA~20 mA信号输出的传感器都可以按照固定接线方式连接到任意传感器接口上。监测站根据传感器接口编号与传感器类型的对应关系实现标度变换过程;

(3)选用精度较高的模/数转换芯片,以满足不同监测物理量的数据要求;

(4)具有看门狗复位,以避免在无人值守工作状态下因系统死机带来的监测点遗漏问题;

(5)传输仪具有开关量输入、输出功能,以方便设置传输仪的工作方式,满足传输仪扩展需求。

传输仪硬件结构框图如图2所示,传输仪由信号输入转换、电源、显示、数据存储、时钟、数据传输等单元组成。

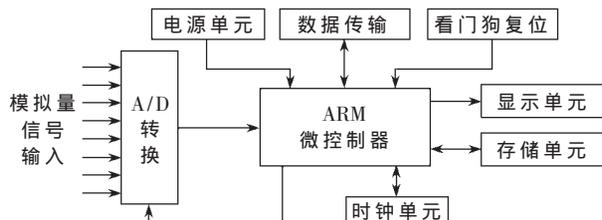


图2 环境参数远程监测系统总体框图

信号输入转换单元将从检测传感器输入的模拟信号转换成数字信号,具有多通道输入且有较高的A/D转换精度;显示单元可以显示传输仪的工作状态,便于系统的安装调试

及维护;看门狗复位单元可以避免系统在无人值守工作过程中出现死机而发生监测遗漏;由于传输仪根据监测站命令上传数据,因此数据传输具有不确定性,为了让监测站更好地了解监测点物理量的变化情况,传输仪上具有存储单元和时钟单元,时钟单元产生传输仪定时采样的基准时钟以指导数据采集过程,传输仪将采集结果及相对

应的采集时间一并存入存储器中,这样方便监测站查找历史数据。

2.2 数据采集传输仪硬件电路

数据采集传输仪的控制器选用32位ARM微控制器LPC2200^[8],该处理器自带看门狗寄存器,在运行中如果没有周期性的重装,寄存器溢出时将产生内部复位,这样可以有效地避免系统在无人值守状态下死机或程序跑飞。A/D转换芯片为8通道输入12位精度MAX1270,该芯片具有110 kS/s采样率,采用ISP串行接口,操作简单方便,能满足多通道输入及采集精度要求。时钟产生单元采用时钟芯片SD2405AP,该芯片内置晶振、充电电池、具有标准PC接口,可方便地挂载在LPC2200的PC接口上。SST39VF1601为Flash存储器,存储空间为1 MB×16,系统通过轮询存储可以保存近两个月的历史数据。LPC2200自带的UART接口可以与GPRS模块连接,实现GPRS模块的配置及数据的传输。显示单元采用FM1206C,可以显示传输仪的工作状态及各采集通道当前的采集值。

3 环境监测系统通信协议及软件设计

3.1 传输仪与环保监测站之间的通信协议

传输仪与监测站之间通信采用TCP/IP协议,传输仪与监测站之间建立通信连接后,通信过程由监测站发起,传输仪响应监测站命令,具体步骤如下:

- (1)监测站发送请求命令给传输仪;
- (2)传输仪接收到请求命令后应答,监测站接收到应答后认为连接已经建立;
- (3)传输仪执行请求操作;
- (4)传输仪应答监测站请求执行完毕,监测站若没有接收到“执行完毕”应答,则按超时处理;
- (5)单次通信过程结束。

监测站“请求命令”发出后在10 s内没有收到传输仪的应答,监测站认为请求回应超时,监测站重发请求命令,如重发3次后传输仪仍然没有收到请求回应则认

应用奇葩 Example of Application

为链路不可用, 通信结束。监测站收到请求回应后, 在 10 s 内没有收到返回数据或命令执行结果, 则认为执行超时, 命令执行失败并结束本次通信过程。

通信中所有的通信包^[9]都由 ASCII 码字符组成 (CRC 校验码除外), 通信协议数据结构如图 3 所示。通信包的数据段中包含了用户数据, 其中的请求编号占 20 B, 用来标识命令请求; 总包号占 4 B, 用于指示本次通信总共包含的包数; 包号占 4 B, 用于指示当前数据包的包号; 命令编号代表了包的类型, 如请求命令类型或应答类型; 指令为通信过程中传输的各种命令。

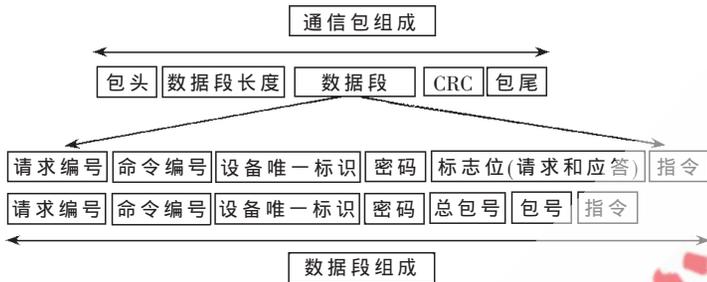


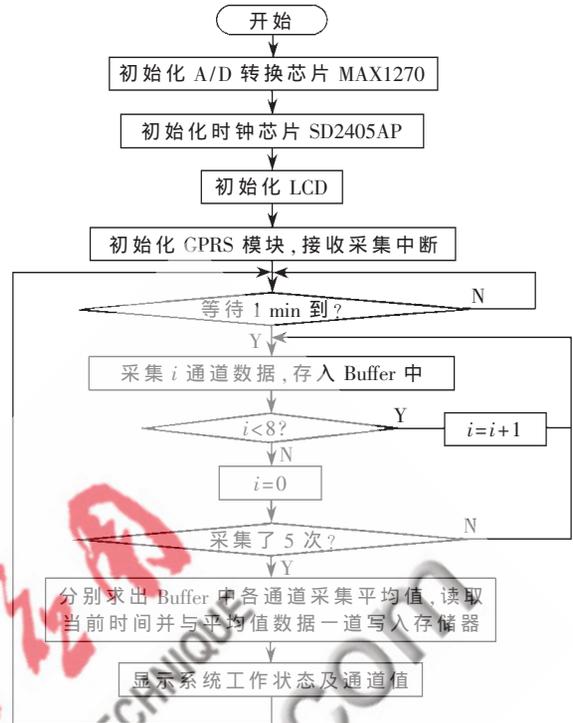
图 3 传输仪与监测站之间的通信协议的数据结构

3.2 数据采集传输仪程序流程

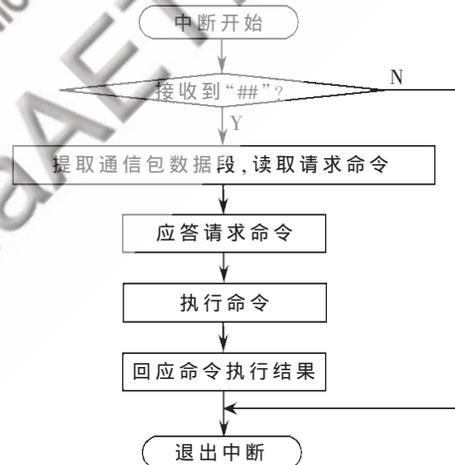
监测系统中, 数据采集一般有两种工作过程。第一种是传输仪模块初始化完成后, 等待监测站采集命令, 在接收到命令后对所需的传感器通道进行采集, 并将采集结果传给监测站, 该方式占用内存少, 但传输实时性较低, 会遗漏监测点, 适用不需要连续监测、没有存储单元的采集系统; 第二种方式中, 传输仪模块初始化完成后, 轮询采集各通道数据, 并将结果保存到存储器中, 在接收到监测站请求命令后, 将存储器中数据读出传给监测站, 该方式能够保存历史数据, 具有较高的实时性, 适用于具有存储单元的采集系统。本监测系统具有存储单元, 采用第二种监测方式。

数据采集传输仪程序流程如图 4 所示, 主程序首先完成 A/D 模数转换、时钟芯片、LCD 显示、GPRS 模块等初始化工作, 其中 GPRS 模块初始化是保证网络连通的关键, 需要配置的参数有 GPRS 通信模块 ID 号、监测站主机 IP 地址、掉线重拨次数、重拨时间间隔、数据监测站主机端口地址、GPRS 通信模块通信端口。初始化后, 传输仪每隔 1 min 采集各通道数据, 每一通道采集 5 次, 取平均值后与采集时间一起写入存储器中。时间及采集数据存储格式为“日期, 时间, CH0 数据, CH1 数据, CH2 数据, CH3 数据, CH4 数据, CH5 数据, CH6 数据, CH7 数据”, 各部分共占 2 B, 因此 1 min 采集需 10 B 存储空间。在系统连续采集情况下, 存储器能够保存 2 个月数据, 2 个月后数据轮询覆盖。

GPRS 接收数据中断处理程序接收到监测站的请求命令后, 传输仪应答请求命令, 并执行命令。传输仪可以根据命令要求, 调整系统当前时钟, 上传系统时钟、分钟



(a) 主程序流程图



(b) GPRS 接收数据中断处理程序流程图

图 4 数据采集传输仪程序流程图

数据、小时数据、日报数据等操作。

3.3 监测站程序流程

监测站集通信技术、网络技术和数据库技术于一身, 通过 Internet 网络与现场传输仪建立网络连接。监测站程序流程如图 5 所示, 程序在用户完成传输仪模块信息 (各模块地址) 录入、采集时间点、污染物报警阈值等参数后, 首先监听传输仪连接请求, 在连接建立后, 发送命令获取各传输仪系统时间, 看是否与监测站时间一致, 如不一致则发送调整时间请求命令, 调整传输仪系统时间。然后, 根据采集时间要求轮询向各采集仪传输仪发送“请求命令”获取各采集模块数据, 监测站根据采集数据描绘监测曲线, 并将数据写入数据库, 对于超出

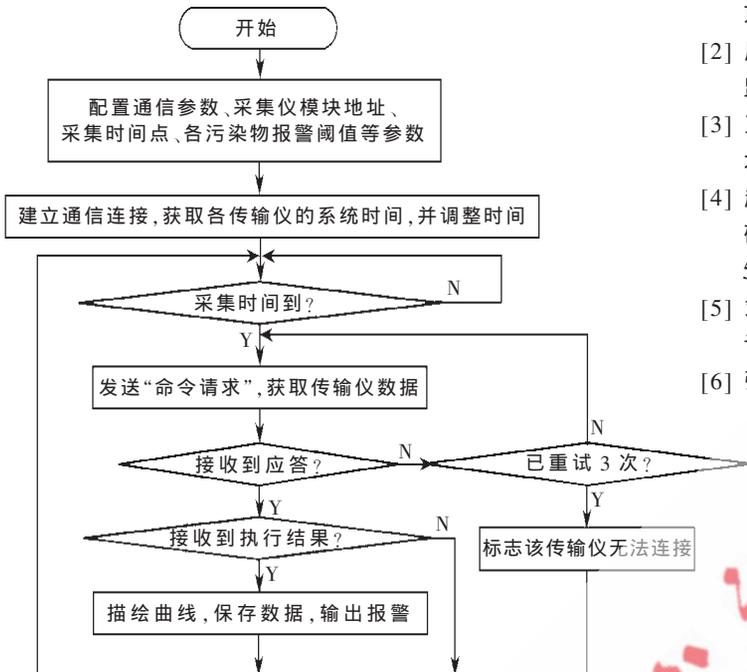


图5 监测站程序流程图

阈值范围的污染物作出报警。

与传统的有线监测方式相比, 基于 GPRS 网络的环境监测系统具有覆盖区域广、通信快捷、准确、费用低廉的特点。本文提出的基于 GPRS 网络的环境参数远程监测系统以 32 位 ARM7 微处理器 LPC2200 为核心, 采用模块化及开放连接的传感器接口设计思路, 使该系统可以应用于多种环境参数监测。经过实际应用, 表明传输仪能够在无人值守环境下稳定、准确、可靠地将监测数据传输到监测站, 且加设的时钟单元及数据存储电路, 可以保存历史采集数据及采集时间, 有效地解决了监测点遗漏问题。

参考文献

[1] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程(第 2 版)[M]. 北京:北

京航空航天大学出版社, 2008.

- [2] 周建国, 孙全庆. 基于 GPRS 的分布式无线工业污水排放监测系统[J]. 中国仪器仪表, 2009(6):58-61.
- [3] 王宏民. 基于 GPRS 的烟尘排放远程监测终端设计[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(6):92-93.
- [4] 赵沛丰, 许峰. 基于 GPRS 的环境监测数据远程传送系统研究[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2006, 22(5):56-59.
- [5] 刘坚, 陶正苏, 陈德富, 等. 基于 GPRS 的环境监测系统的设计[J]. 自动化仪表, 2009, 30(12):30-32.
- [6] 张东来, 田禹, 常春, 等. 基于单芯片的 GPRS 远程在线环境监测 SCADA 系统研究[J]. 仪器仪表学报, 2004, 25(4):291-293.
- [7] 王福祿, 房俊龙, 张喜海. 基于无线传感器网络技术的温室环境监测系统研究[J]. 自动化技术与应用, 2009, 28(10):61-67.
- [8] 王骥, 周文静, 沈玉利. 基于无线传感器网络的海湾环境监测系统研究[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(13):3334-3337.
- [9] 李莉, 李海霞, 刘卉. 基于无线传感器网络的温室环境监测系统[J]. 农业机械学报, 2009, 40:228-231.
- [10] 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, 18(9):170-176.
- [11] HJ 477-2009, 污染源在线自动监控(监测)数据采集传输仪技术要求[S].
- [12] HJ/T 211-2005, 污染源在线自动监控(监测)系统数据传输标准[S].

(收稿日期: 2010-06-26)

作者简介:

张海涛, 男, 1980年生, 硕士, 助教, 主要研究方向: 嵌入式技术及应用。

聂诗良, 男, 1968年生, 硕士, 副教授, 主要研究方向: 计算机控制系统及应用。