

# 基于 GSM 技术的无线环保监测仪的研制

祝海强 胡协和 冯冬芹 黄文君 浙江大学先进控制研究所(310027)

## Abstract

This paper introduced the development of a kind of wireless instrument based on GSM in environmental monitoring and how to realize data transportation through SMS mode.

keywords: monitoring meter, GSM, SMS, intelligent meter

## 摘要

本文着重介绍了一种基于 GSM 技术的无线环保监测仪的开发和研制,以及如何采用短消息方式实现现场数据传送。

关键词:监测仪, GSM, 短消息, 智能仪表

针对环保监测点覆盖地域广而局部采样点又相对集中的特点, 本文的无线环保监测仪(以下简称监测仪), 结合智能仪表技术和 GSM 技术, 实现了多点远程监控, 突破了传统无线网络的地域范围和组网方式。

## 1 监测仪的系统硬件组成

系统构成框图如图 1 所示。

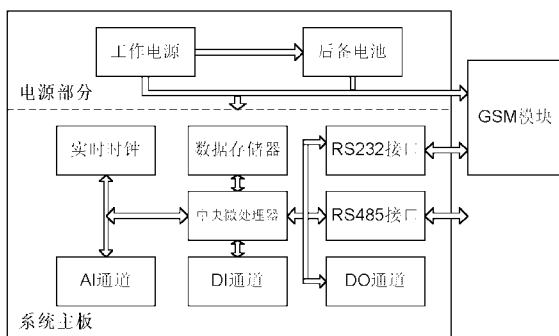


图 1 监测仪硬件组成框图

监测仪的中央微处理器采用 TI 公司的 MSP430F147 型 16 位单片机。

1) AI 通道。监测仪可对 0~20mA (或 4~20mA、0~10mA) 标准电流信号或 0~10V 电压信号进行测量, 采用跳线对信号类型进行选择, 能有效地监测现场的 PH 计、流量计、COD 分析仪等设备。AI 通道前端对输入的模拟量信号进行滤波、调理、光电隔离后送入 MSP430F147 的内部 12 位 A/D 进行采样。监测仪在下位机软件编制时, 采用数字滤波算法克服随机误差及曲线拟合法克服系统误差, 提高仪表测量精度。

2) DI 通道。监测仪可测量 8 路开关量输入, 从而实现对现场环保处理设备运行状态的监视。为方便使用, 由监测仪内部提供开关量采样电压。全部 DI 通道采用 MSP430F147 带中断功能的 P1 口, 支持高速开关量输入, 并可对高速脉冲输入进行累计计数。为使单片机系统稳定可靠的工作, 开关量通道及采样电压采用全隔离方式。

3) DO 通道。根据用户要求, 监测仪提供 4 路开关

量输出, 可在水质参数超标时操作污水管道阀门或者远程控制水泵等设备。开关量输出采用继电器输出, 用户可根据自己的要求方便的进行控制组态。

4) 数据存储器。数据存储器采用 ATMEL 公司的 DATA-FLASH 产品 AT45DB321DB。该芯片具有 4MB 的存储容量, 2.7~3.6V 低工作电压, 串行接口 (SPI 方式), 自带两个 528 字节的 RAM 读写缓冲区, 低功耗, 高读写速度, MSP430F147 可通过少数几根普通 I/O 端口方便地对它进行操作。

5) 通讯端口。监测仪提供 RS-232 接口及 RS-485 接口, 接口芯片均采用 3V 芯片, 无需进行电平转换即可分别与 MSP430F147 的两个异步串行口相连接, 两者可独立地同时工作。

## 2 监测仪与 GSM 模块的通讯

监测仪通过短消息方式与上位机通讯, 发送实时数据及接收上位机操作命令。GSM 模块支持 AT 指令, 监测仪通过发送相应 AT 指令实现对 GSM 模块的初始化、发送短消息、接收短消息等操作。

监测仪通过 RS232 接口与 GSM 模块相连接。连接前应确认 GSM 模块的通信波特率、数据位位数、有无校验位、几位停止位与监测仪设置相匹配<sup>[1,2]</sup>, 否则将导致通讯失败。

### (1) GSM 模块的初始化

监测仪随时监视其 RS232 接口, GSM 模块连接上之后, 自动检测并对其进行初始化, 分以下步骤:

1) 发送 ATE0<CR>命令, 即设置 GSM 模块不返回输入命令本身。此设置可大大减少监测仪与模块间通讯数据量, 提高通讯效率和节约系统资源。

2) 发送 AT+CMGF=1<CR>命令, 即设置以文本格式发送短消息。GSM 模块提供两种编码方式发送短消息, 文本格式和 PDU 格式, 相对而言, 采用文本格式更简单, 传输效率更高。

3) 设置 GSM 模块不通过 SIM 卡直接读写短消息。SIM 卡只有有限的存储空间和 1 万到 10 万次的读

写次数,且在 SIM 卡上读写短消息时间较长。如果在数据交换过程中需对 SIM 卡执行大量的读、写、删除操作,不仅 SIM 卡的寿命很快就会达到,而且容易产生因模块来不及处理大批短消息而造成数据丢失的现象。因此,必须对 GSM 模块做相应的软件设置,使其不通过 SIM 卡而直接将短消息传送至监测仪串口。需要指出的是,不同厂家的 GSM 模块此项设置的 AT 指令<sup>[1,2]</sup>各有不同,应按照具体使用说明分别进行设置。

初始化过程中监测仪发出 AT 指令后等待 GSM 模块返回确认信息,若超时未返回则重发 AT 指令。

(2)发送短消息

为减少与上位机的交互数据量,监测仪采用主动发送的方式,按照上位机设定的时间间隔自行定时发送实时数据。

监测仪具有内部实时时钟,定时时间到后,即将采样数据进行压缩、编码,若此时 GSM 模块处于空闲状态,监测仪即向其发送 AT+CMGS="\*\*\*\*\*"<CR>指令(\*\*\*\*\*为设定的上位机号码),收到正确回应后发送短消息内容,并等待 GSM 模块返回发送完成信息。若超时未接收到发送完成信息即认为此次发送失败,重新发送该条短消息(最多重试三次)。

(3)接收短消息

如前所述,GSM 模块接收到短消息后直接将其发送到监测仪串口,一般数据格式为:

信息头	附加信息(如发送方号码,发送时间等)	有效内容	信息结束标志
-----	--------------------	------	--------

监测仪串口自动检测信息头和信息结束标志,剥离附加信息,将有效内容存储到接收缓冲区中,并在短消息处理子程序中对有效内容进行判断、处理,校验通过后完成相应命令操作。

3 短消息通讯协议

GSM 网络是一个完全开放的网络,误发的短消息、公共短消息以及一些垃圾短消息都会给系统带来不必要的干扰。另外,由于其特殊的存储转发机制,短消息到达接收端的延时是不确定的,尤其是可能发生的网络堵塞,会使接收到短消息的时间滞后,从而影响数据的实时性或命令的有效性。必须制定严格的通讯协议,保证数据交换的安全性和可靠性。

监测仪向上位机发送数据(有效内容部分)编码格式如下:

安全密码	监测仪地址	数据标志	采样数据时间标签	压缩后实时数据	校验码
------	-------	------	----------	---------	-----

上位机向监测仪发送命令编码格式如下:

安全密码	监测仪地址	命令标志	命令发出时间标签	命令操作参数	校验码
------	-------	------	----------	--------	-----

协议说明:

1)短消息编码采用 ASC 码,全部字符为数字或大小写字母。

2)编码中采用安全密码,密码内容可自由设定。接收端首先对安全密码进行判断,如错误则认为是非

法消息,丢弃。

3)短消息编码中引入校验机制,如校验不通过则认为数据或命令不正确而丢弃。

4)短消息打上时间标签,接收端接收到合法、正确的短消息后,上位机将短消息中时间标签与实时数据一起存入数据库中;监测仪则首先将短消息中时间标签与自身系统时间进行比较,如在规定期限内则执行相应命令,如超出规定期限则认为是过期命令而丢弃。

4 监测仪的软件设计

为缩短开发周期,监测仪的软件编制采用 C 语言和汇编语言混合编程的方式,大部分程序代码用 C 语言编写,少量程序用汇编语言进行开发。程序由主程序和中断程序等几个部分组成,主要流程框图如图 2。

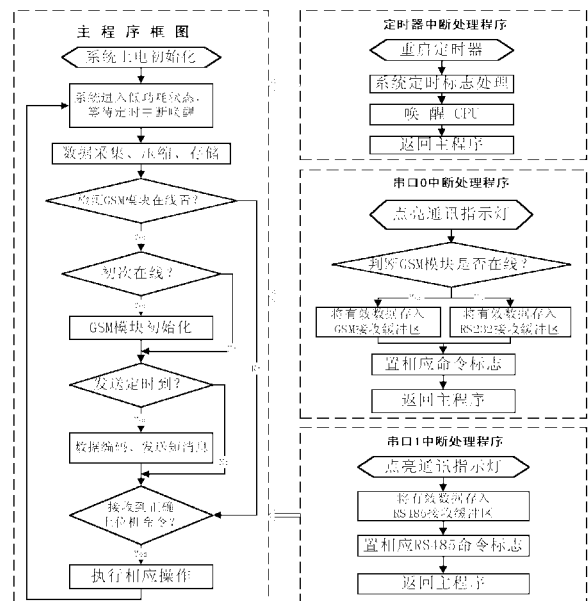


图 2 软件流程框图

5 监测仪的不间断运行设计

无线环保监测仪,又称“黑匣子”,保证仪表稳定、可靠的不间断运行,是设计的重点之一。实际设计中采用了以下几个措施:

(1)多电源设计

系统配置可充电 NI-H 后备电池,外部电源断开后,可为系统及 GSM 模块提供工作电流。

时钟芯片单独配置一次性锂电池作为备用电源,可保证长期精确走时(理论上可达 10 年),其 RAM 还可在掉电后保存运行参数提供下次重新启动时使用。

(2)低功耗设计

系统采用 3.3V 工作电压,全部 DC-DC 芯片均选用高效率芯片(90%以上)。

全部芯片(CPU、时钟芯片、DATA-FLASH 芯片、通讯芯片等)均采用低功耗芯片,不仅工作电流低,而且提供超低功耗等待状态。

软件编制充分考虑低功耗设计,对各部分的电源

(下转第 58 页)

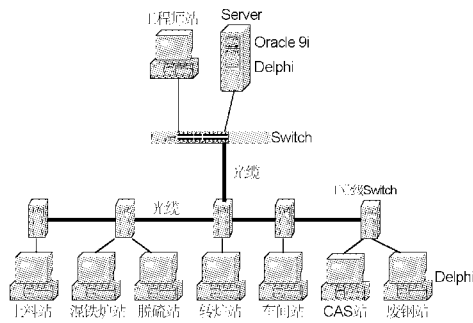


图 4 L2 级网络配置图

## 4.2 L2 级自动化功能

L2 级是以 SDM(静态模型)为主要对象的模型控制系统,它采集 L1 级的生产实际数据,通过模型学习、计算提供给 L1 级控制系统设定值和生产指令,并对原料、成分、工况等进行跟踪管理和报表汇总,实现计算机控制自动化炼钢。

## 4.3 SDM 的工作机制

SDM 同时执行辅原料下料单和吹炼参数的计算,在静态计算中利用静态模型产生准确的中间测量时

刻,在二次吹炼计算特别是动态控制模型中利用副枪测量的数据(熔池温度和碳含量)作为附加的输入数据来控制炼钢的操作以期在终止吹炼时达到目标值(碳含量和钢水温度)。

SDM 模型包含不同的功能用于炼钢生产准备和控制生产。这些功能有:①静态加料和吹炼模型;②生产过程复吹或动态控制模型(运用手动测温测样和副枪);③出钢模型(包含钢包加料指导)

SDM 的计算模型主要包括:冶炼目标计算、脱硫计算、生产指令计算、吹炼计算、动态控制计算、复吹计算、终吹验证、钢包合金加料计算、冶炼完毕计算、模型反馈计算。

## 5 结束语

济钢第三炼钢厂 120 吨转炉自动化系统采用了目前国内和国际在自动化炼钢方面先进的技术,实现了透明工厂、静态模型炼钢,并为济钢正在建设的 ERP 和 MES 奠定了硬件基础和软件环境。

[收稿日期:2003.5.19]

(上接第 34 页)

和工作状态实施全方位的管理。MSP430F147 空闲时转入低功耗状态,除必需的外围模块(如定时器)在低速晶振的作用下继续工作,其他模块(如 A/D 转换内核等)均置为关闭状态;外围器件平时均置于等待状态,工作时方由 CPU 激活转入活动状态。开关量通道采样电压由监测仪提供,CPU 平时将采样电压电源置于断开状态,仅在采样期间接通,采样完成后立即断开。

相对而言,GSM 模块的耗电量是很大的(空闲状态下约为 40~50mA,发送短消息时达到 100mA 以上),要由电池长期维持 GSM 模块正常工作不太现实。因此,当监测仪检测到外部电源断开后,向上位机发送断电报警短消息完毕后即切断 GSM 模块电源。

### (3)现场大容量数据存储及多种通讯方式的使用

如前所述,监测仪中配置有大容量数据存储,能长期详尽地保存现场采样数据及运行状态信息。同时,监测仪除 GSM 短消息通讯方式外,还提供 RS232 接口及 RS485 接口,可直接与 PC 连接或组网,作为 GSM 方式的有效补充。GSM 短消息主要用于实时数据的传输,但由于它本身的特点,要传输大量的历史数据或者快速传送瞬变数据是有一定困难的,同时它依赖于 GSM 网络状况,如网络堵塞就会造成通讯瘫痪。这种情况下,操作人员就可以到现场提取历史数据。

### (4)监测仪提供多种报警方式

报警数据传输方式:正常情况下,监测仪按设定的时间间隔(如 10 分钟或更长时间)向上位机发送现场数据;上位机亦可以设置各个通道的报警条件(如模拟量通道的上下限、开关量通道的开关状态),监测仪随

时对采样数据进行判断,如达到报警条件(如 PH 值超标、环保设备停运等),则立即发送采样数据,并自动缩短数据发送间隔,一分钟发送一次数据,直至报警状态解除。这样,就能在尽量减轻数据传输负荷的条件下,尽可能多地向监控中心传输有效数据,快速有力地监视现场异常状况。

断电报警短消息:外部电源断开后,监测仪自动检测并在备用电池支持下立即向上位机发送断电报警短消息,提醒监控人员立即对现场状况进行检查。

历史数据读取定时提醒短消息:监测仪可存储的历史数据是有限的,如数据存储满,将采用循环存储的方式,逐步覆盖旧的数据,保留最新的数据。当监测仪发现数据存储即将存满,则提前向上位机发送短消息提醒操作人员读取历史数据,并在接下来一个时期内定时发送提醒短消息,直至操作人员将历史数据取走或将数据存储清空。

## 6 结束语

目前,基于 GSM 技术的无线环保监测仪已经实现产品化,并由浙江省上虞市环保局使用在杭州湾精细化工园区环保监控系统中,在线监视各化工厂及泵站排污口的水质参数和控制排污阀门。

## 参考文献

- 1 Falcom GSM Modem 操作指南.北京同普开拓科技有限公司,2001
- 2 Wavecom GSM Modem 使用说明.杭州爱赛德软件技术有限公司,2001

[收稿日期:2003.3.28]