

# 基于 GPRS 的矿用电铲远程监控系统设计

王劲松, 詹杰, 张浩

(湖南科技大学 物理与电子科学学院, 湖南 湘潭 411201)

**摘要:** 电铲是我国露天矿山的重要生产工具, 但电铲运行环境恶劣、工作时间长, 很难有效对其调度管理. 本文设计了一种远程电铲监控系统, 能实时采集电铲的重要工作参数, 并通过 GPRS 远程传送到管理人员的 PC 机, 实现远程监测, 方便管理人员及时了解电铲的运行状况, 经多个矿山使用, 该系统能有效降低电铲运营维护成本, 提高生产效率.

**关键词:** 电铲; 远程监控系统; 实时采集; GPRS

中图分类号: TD422.21 文献标志码: A 文章编号: 1672-9102(2015)04-0056-07

## Design of mine excavator's remote monitoring and controlling system based on GPRS

WANG Jinsong, ZHAN Jie, ZHANG Hao

(School of Physics and Electronic Science, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

**Abstract:** Excavator is the most important production tool in the open pit mines of China. Because of the bad working environment and the long working hours of excavators, it is difficult to manage excavators effectively. This paper introduces a kind of remote monitoring and controlling system of excavator which can collect important parameters of excavators in real time. It transfers the real time data to the remote management PC through the GPRS, so managers can learn the real time operation condition of excavators conveniently. Having been used by many mines, the system can reduce the cost of operation and maintenance of excavators effectively and improve the production effectively.

**Key words:** excavator; the remote monitoring and controlling system; real time collection; GPRS

电铲是现代矿山的重要生产工具, 需要在矿区恶劣的环境中运行, 所以电铲的管理和维护检修工作变得十分困难. 自 20 世纪 60 年代起, 国外已经研发出了矿山电铲监控系统, 以数据信息传输方式划分, 历经了 3 个阶段: 无总线监测阶段、总线监测阶段、网络监测阶段. 但这些监控系统使用条件苛刻, 比如造价高, 需要在矿区部署专用网络, 功能不全面, 不适合我国露天矿山实际生产条件, 很难在我国推广. 我国矿山企业大量采用了太原一重、抚顺挖掘机的电铲, 但没有提供监测功能. 为了实时了解电铲的运行状况, 需要在不影响电铲系统正常工作的前提下, 实时采集电铲工作的重要电气参数, 并将数据通过 GPRS (General Packet Radio Service 的简称, 中文名为通用分组无线服务技术) 远程传输给管理人员, 方便管理人员判断电铲的状态, 及时做好调度安排, 快速对电铲可能出现故障做出维修决策, 降低运营成本、提高电铲的工作效率<sup>[1]</sup>.

## 1 系统设计

电铲的挖掘工作主要由提升、推压和行走/回转 3 组大功率电机组成, 是高电压、大电流的巨型器械.

收稿日期: 2015-04-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61377024); 湖南省教育厅科学研究资助项目(14C0442)

通信作者: 詹杰(1973-), 男, 湖南常德人, 博士, 副教授, 研究方向: 无线传感器网络、嵌入式系统. E-mail: 992007825@qq.com

常年工作在温差大、多尘、震动剧烈的环境中,对于监控系统的设计提出了很高的要求,基于电铲的工作特点,监控系统设计如下:

系统主要由2部分组成,一部分为车载终端,包括信号采集、数据处理及传输、数据显示3个模块.另一部分为上位机客户端,可远程显示电铲状态信息.整体框架结构如图1所示,圆角矩形框为信号采集设备,安装于电铲上;菱形图框为数据传输部分,椭圆框表示显示终端.电源部分为各功能电路提供稳定电源,各基本功能模块负责采集电铲的工作电压、电流、开关信号、位置等信息,并在本地显示,同时将采集的信号数据通过DTU模块进行传送,中转服务器放置于可接入因特网的位置,接收和存储电铲运行实时数据,上位机终端采用TCP/IP协议接入服务器端口,并对异常信息及时给出提示<sup>[2]</sup>.根据应用的要求,我们需采集行走/回转电机、推压电机和提升电机的给定信号、电枢电压电流信号、正反向励磁电压电流信号以及重要接触器的状态,共计15路开关量信号、21路模拟信号、3路温度信号,还需完成GPS信号、电度表信号的数据读取.

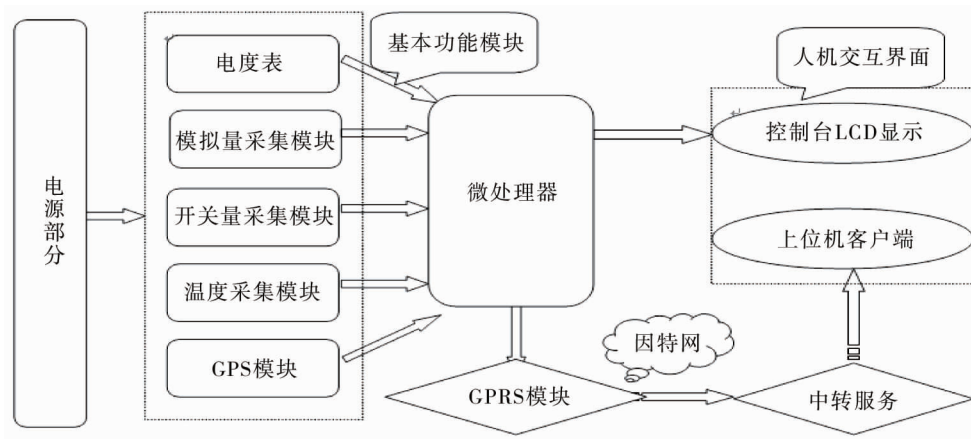


图1 系统设计框图

## 2 车载终端硬件设计

车载终端由电源、主控箱和显示模块3大部分组成,电度表、GPS、DTU和测温模块采用成品模块.电源部分为系统提供多种稳定低压直流电,主控箱完成各路信号的采集和处理,并将信息通过RS485接口传送给控制台的显示模块,同时,通过DTU模块无线远程传送数据;此外还需设计MCU、GPS、DTU以及电度表等外围传感器的通信接口.显示模块实时显示信息,并且可通过组合按键进入系统调试模式、参数预设模式.由于有较多的外围传感器和多种数据的采集转换任务,选择主频为72 MHz的32位ARM微控制器STM32F107VCT6作为核心处理单元,它支持UART、SPI、IIC、CAN通信,可满足多个通信接口问题;此外该处理器还有高速、强大的AD转换功能、可完成大量实时信号的采集转换任务<sup>[2-4]</sup>.

### 2.1 电源部分设计

电铲供电为高压工业用电源,线路干扰严重,对监控电源部分设计提出了较高要求,系统多个模块有不同的额定工作电压,需要3.3、5.0、12.0、15.0 V等多组供电电源.为提高稳定性,本设计采用开关电源,设计多组独立的AC-DC电压转换电路,如图2所示,输入电压经开关模块LH10-10B15、LH10-10B12、LH10-10B05转换后得到15、12、5 V直流电压,5 V电压再经过DC-DC稳压芯片AMS1085得到微处理器需要的3.3 V工作电压.

### 2.2 模拟量采集模块设计

电铲工作时有3个电机的给定信号、中枢电压电流、正反向励磁电压电流等模拟量工作参数,除了给定信号以外,其他信号幅值大,变化剧烈,电压高,不能直接采集,需要在采集前预处理.模拟量预处理电路如图3所示,取样电压经过霍尔传感VSM025A后转换成与电压信号成线性比例的电流信号,流经电阻R8和R9后转换成小电压信号,射极跟随器B起隔离放大作用,使电压信号更稳定,经运放A放大后供微控制器采样转换.D1、D2组成限幅电路,使输出在0.0~3.6 V间.

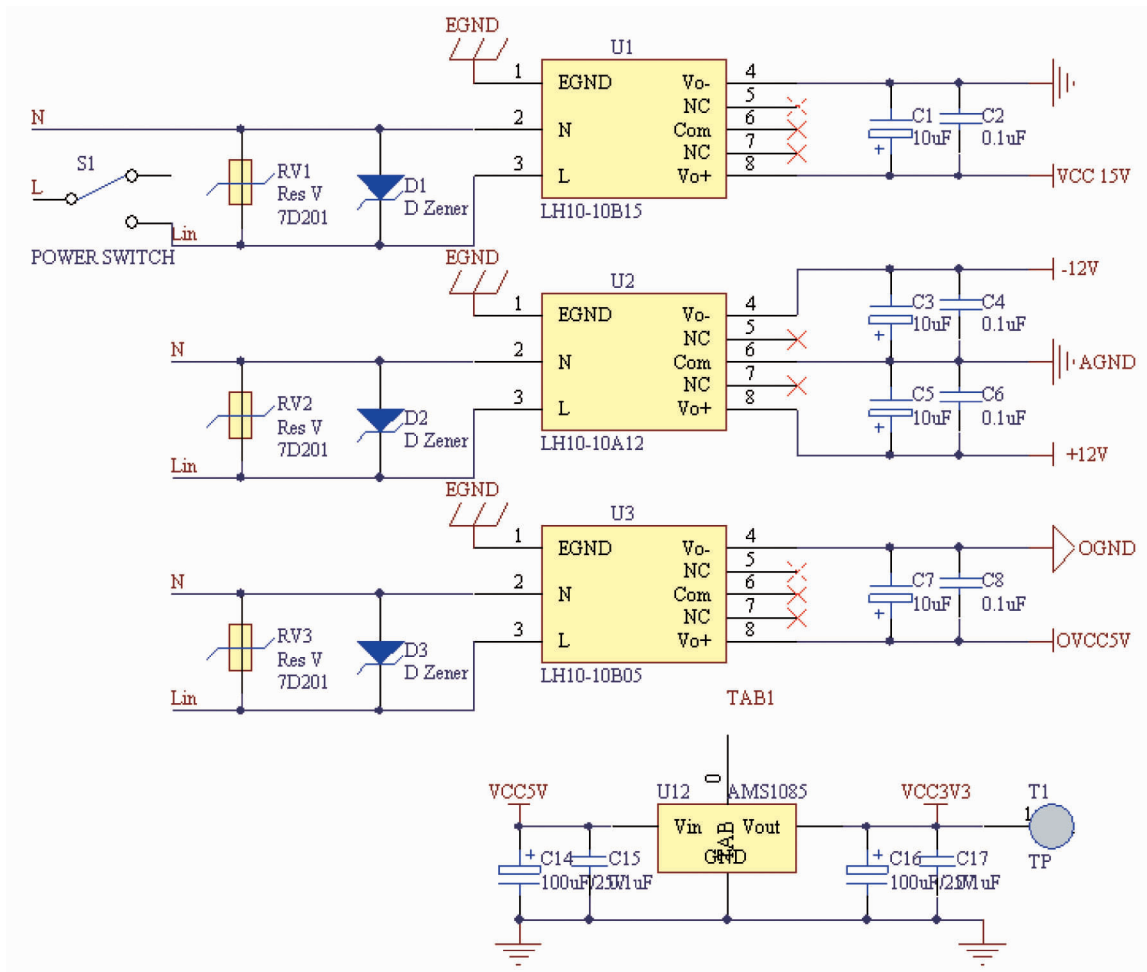


图 2 电源设计

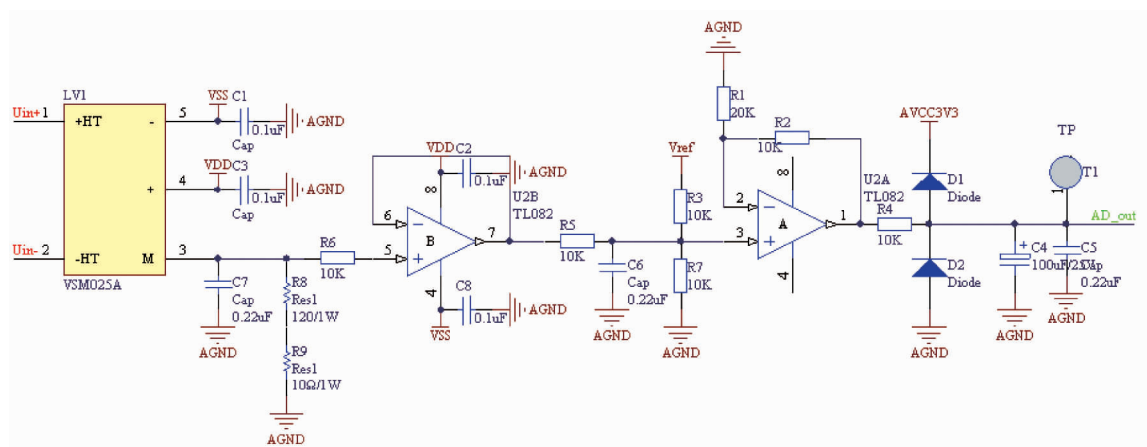


图 3 模拟量采集电路

### 2.3 开关量采集模块设计

电铲电气控制需大量的继电器,控制 3 个电机的多个接触器、高压真空机、净化风机、电动通风机、直流电源等。继电器故障率高,检测麻烦,而且接触器开关频繁,容易对相关电路产生干扰,不能直接采集,需要设计相关电路处理。设计通过继电器的共轴空触点动态采集开关量,如图 4 所示,开关接通时两端电压为 0, Q1 不导通,光耦 TLP521 不导通, Keyin 端输出信号为 3.3 V;当开关接通时 Q1 导通,光耦导通, Keyin 端输出 0 V,将开关状态转换成了标准的数字逻辑电平。

### 2.4 状态指示电路

因电铲监测系统采集数据量多,为便于观察系统的运行状况,设计了专用的状态指示电路,如图 5 所示,当系统初始化完毕后蜂鸣器长鸣 3 s,设计的 4 个 LED 灯将按一定规律闪烁,各指示灯闪烁的定义如表 1 所示。

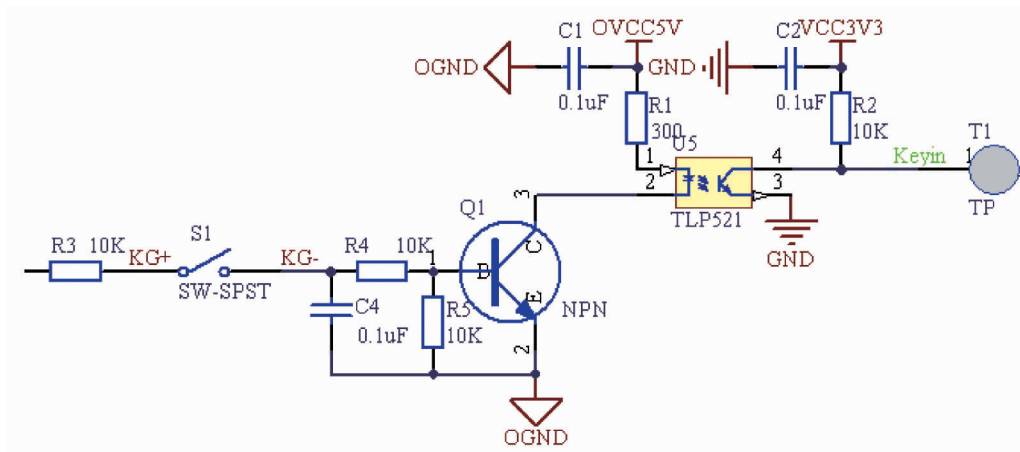


图 4 开关量采集电路

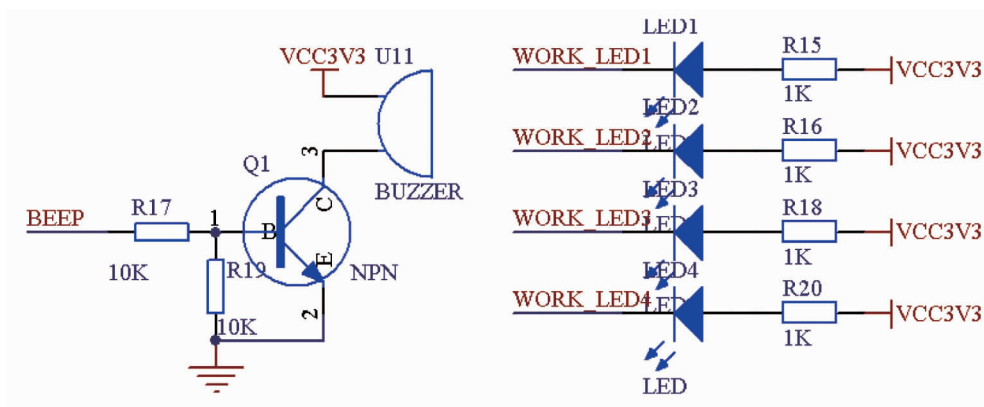


图 5 电工作状态指示电路

表 1 LED 指示灯说明

标号	描述	作用	解释说明
LED1	GPS 通信指示	接收到 GPS 数据包时,该指示灯亮	只接收数据,每秒钟收 1 个数据包,亮 1 次
LED2	温度传感器通信指示	发送温度命令或接收数据,指示灯亮	每秒钟发送 1 个命令,并接收 1 个数据,每秒钟亮 2 次
LED3	GPRS 通信指示	发送或接收到 GPRS 数据时,该指示灯亮	收到上位机命令时或者定时时间到时会亮 1 次
LED4	电度表通信指示	发送或接收到电度表数据,该指示灯亮	每秒钟发送 1 个命令,并接收 1 个数据,每秒钟亮 2 次

### 3 车载终端软件设计

软件设计包括硬件驱动设计、外接模块参数设置. 工作流程图如图 6 所示. 系统上电后,首先初始化,完成自检和相关接口的通信,初始化完毕后进入工作状态,按一定周期采集电铲工作相关参数,处理后送到车载 LCD 显示,同时通过 DTU 传送到远程服务器端<sup>[5-9]</sup>.

#### 3.1 模块初始化

模块初始化是指对微处理器的 GPIO 端口设定、通信端口初始化. 通信端口需微处理器与 GPS 模块、DTU 模块、电度表模块、温度模块、LCD 模块建立通信链路. 软件流程采用定时器周期中断方式执行任务,按照设定时间间隔切换任务,完成数据采集. 从任务的角度将流程分为底层硬件接口驱动函数和数据采集转换分析函数. 部分驱动初始化函数如下:

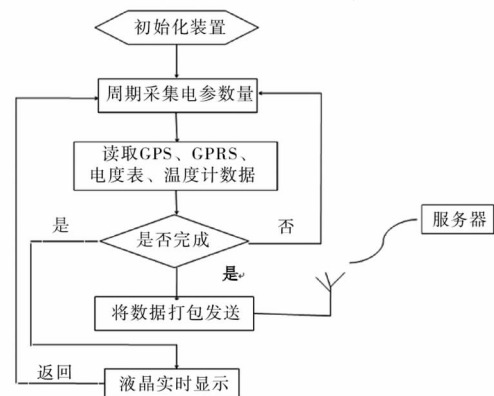


图 6 软件工作流程图

```

STM_BoardInit(); //各外设 GPIO 初始化
STM_BEEPOn(); //蜂鸣器发声
kg_mn_oe_init(); //开关、模拟信号初始化
DMA_init(); //DMA 初始化
ADC_init(); //ADC 初始化
STM_USART_Init(); //串口初始化
Time_Configuration(); //定时器配置
NVIC_Configuration(); //配置中断优先级
LCD_Init(); //LCD 初始化
STM_BEEPOff(); //蜂鸣器静音初始化完毕

```

这些函数在系统上电或者系统复位后执行,通过 LED 和蜂鸣器发出信号,指示系统初始化是否正常工作完成。

### 3.2 相关接口初始化

相关接口主要指与外接模块中的通信接口。外接模块中,只有 DTU 参数需在使用之前根据 SIM 卡类型和使用要求进行相关设置,GPS 和温控模块为单向通信,只需按时读取信息。DTU 与 STM32 的通信程序 Gprs\_Send\_Message() 设计如下:

```

STM_LEDOn(2);
USART3_PutChar(0x68); CheckSum += 0x68;
USART3_PutChar(0x90); CheckSum += 0x90;
USART3_PutChar(0x68); CheckSum += 0x68;
for(i=0;i<sizeof(SENDMESSAGE);i++)
{ USART3_PutChar(*p);CheckSum += (*p);p++;}
USART3_PutChar(CheckSum);
USART3_PutChar(0x16);
STM_LEDOff(2);

```

这段程序描述了 DTU 工作的过程:发送前首先点亮 LED2 指示灯,然后连续发送预先定义的开始信号 0x68,0x90,0x68 共 3 个有序数组,若是满足条件则开始向 DTU 缓冲寄存器以字节为单位发送采集数据,然后校对数据,完成后数据指针指向下 1 B,关闭 LED2 指示灯,表示 1 B 发送完毕,如此往复循环就能不停发送数据。

GPS 采用 G - MOUSE(GS - 216)。通过串口与主控模块通信,程序 gps\_data\_get() 如下:

```

GetGPSDataValid(); //截取有效数据命令
GetGPSTime(); //截取时间
GetGPSDate(); //截取日期
GetGPSLatitude(); //截取纬度信息
GetGPSLongitude(); //截取经度信息
GetGPSSpeed(); //截取速度信息
GetGPSBearing(); //截取方向

```

这段程序读取 GPS 模块的时间、日期、纬度、经度、运动方向等实时信息。

温度模块以 DS18B20 为核心器件,单总线与主控模块通信,程序如下:

```

DS18B20_Get_Temp() 设计如下:
DS18B20_Start(); // ds1820 启动
DS18B20_Rst(); // ds1820 复位
DS18B20_Check(); // ds1820 自检

```

```

DS18B20_Write_Byte(0xcc); //写 ROM 地址
DS18B20_Write_Byte(0xbe); //开始温度转换
TL = DS18B20_Read_Byte(); // 读取 LSB
TH = DS18B20_Read_Byte(); // 读取 MSB
tem = (float)tem * 0.625; //换算
if(temp) return tem; //返回温度值
    
```

电表选用了威胜公司的 DSSD331DTSD341 型多功能智能电表. 该电表使用 DLT645 工业通信协议, 采用 RS485 接口与主控模块通信, 通信程序 Meter\_Send\_Cmd() 如下:

```

switch(CommendNum)
case 0x00: { Send_Cd(TotalEnergy; Num + +; } break;
case 0x01: { Send_Cd(CommendUA); Num + +; } break;
case 0x02: { Send_Cd(CommendUB); Num + +; } break;
case 0x03: { Send_Cd(CommendUC); Num = 0; } break;
case 0x04: { Send_Cd(CommendIA); Num + +; } break;
case 0x05: { Send_Cd(CommendIB); Num + +; } break;
case 0x06: { Send_Cd(CommendIC); Num + +; } break;
default: { CommendNum = 0; } break;
    
```

程序中 CommendUA、CommendUB、CommendUC 是读取三相四线电源的 A、B、C 相电压有效值的宏定义指令, 分别代表 0xB611, 0xB611, 0xB611 这 3 个十六进制指令, CommendIA、CommendIB、CommendIC 是读取三相四线电源的 A、B、C 相电流有效值的宏定义指令, 分别代表 0xB621, 0xB621, 0xB621 这 3 个十六进制指令.

### 4 上位机软件设计

系统上位机软件采用 C/S 结构, 支持多台终端同时查看监控信息. 由两部分组成, 一部分为中转服务器软件, 一部分为终端监控软件. 中转服务器是一台接入 Internet 网的有固定 IP 的 PC 机, 可存储多台 DTU 发送的数据, 终端监控软件运行于 XP 系统, 主要用于监测、显示、记录电铲运行的各参数并具有一定的管理报警功能<sup>[7]</sup>. 其主要功能有: (1) 用户登录管理; (2) 电铲运行数据的获取; (3) 电铲运行中数据文本、地图模式显示. (4) 报警设置、提示. (5) 系统参数修改. 上位机终端软件界面设计如图 7 所示

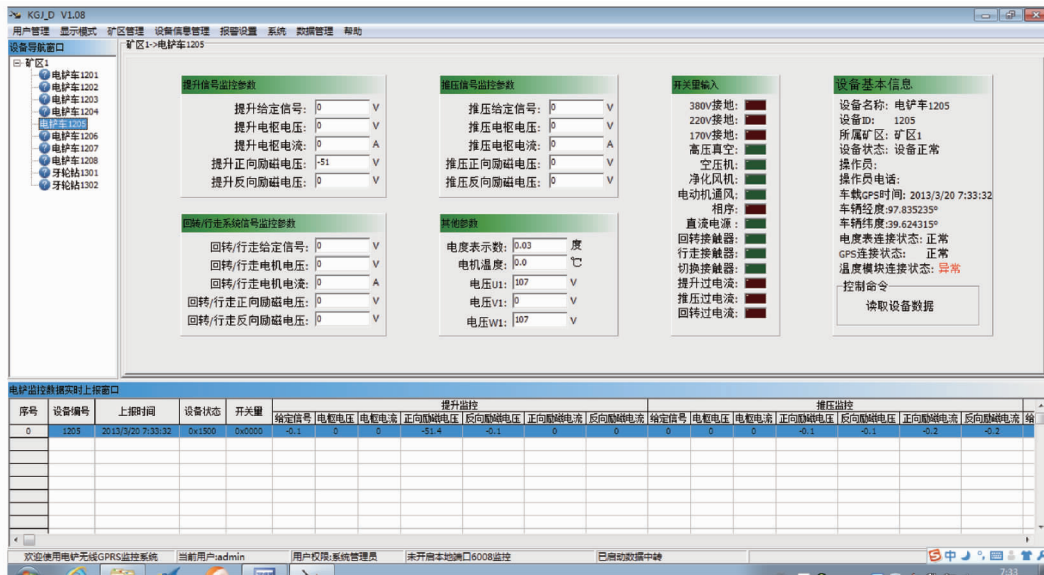


图7 网络参数设置及上位机界面设计



## 5 系统性能测试

该系统已经成功应用于酒钢集团、金昌集团的部分矿区,在矿山通过了现场调试,车载 LCD 监控部分如图 8 所示,表明系统能正常采集电铲的电度表参数、GPS 时间和坐标(部分温度探头未装),上位机软件终端数据获取画面如图 9 所示,由于不是直接采集参数,所以需在现场校正,包括零位校准和比例参数校准。

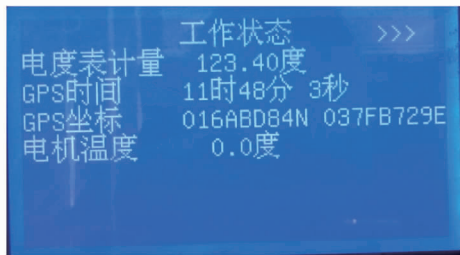


图 8 LCD 显示采集参数



图 9 上位机位数据获取界面

## 6 结论

1) 基于 GPRS 的电铲远程监测系统的设计,可以解决电铲生产管理中的问题,能明显降低电铲维护成本,提高了生产效率。

2) 但是本系统不能双向通信,不能控制电铲的运行状态,不能判断电铲的故障原因,应引入专家诊断系统,实现更复杂的功能。

### 参考文献:

- [1] 张亮. 基于 RFID 技术的煤矿安全生产监控系统的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2013.
- [2] 叶文韬. 基于 ARM 的多功能通信终端的研究与短信功能实现[D]. 西安:西安科技大学,2012.
- [3] 季力. 基于 STM32 芯片的电参数测量与数据传输[J]. 自动化与仪器仪表,2010(3):137-13.
- [4] 陈城. 基于 STM32 的温湿度检测系统[D]. 武汉:武汉科技大学,2012.
- [5] 魏万华. GPRS 远程自动抄表系统之浅谈[J]. 甘肃科技,2010(6):65-66.
- [6] 刘跃磊. 利用 GPRS 实现水资源数据采集与传输[D]. 西安:西安电子科技大学,2012.
- [7] 章鲁浩. 基于 GPRS 网络的锅炉供暖监控系统研究和设计[D]. 呼和浩特:内蒙古科技大学,2012.
- [8] 陈卫东. 智能电网下新型智能电表的功能、应用及特点[J]. 科技与企业,2013(9):15.
- [9] 徐聪. 基于 VC 的煤垛监控系统设计[D]. 大连:大连海事大学,2013.