

用计算机通讯开发的 水力压裂施工监测系统

冯勇建 刘德铸
(厦门大学机电系) (盘锦 辽河油田钻采院)

冯勇建,刘德铸. 用计算机通讯开发的水力压裂施工监测系统.石油仪器,2000,14(1):28~30

摘 要 介绍一种以 STD8098 单片机为核心组成的水力压裂施工信号监测系统和以 PC 机为核心组成 WINDOWS 环境下的多任务、并行信息处理系统之间的通讯功能及它的组成和工作原理,并给出详细的用 OWL 类库开发的实时监测通讯软件程序和其它主要模块代码。实际使用证明,此系统可以很好的完成施工过程监测、裂缝闭合过程监测和压后分析。

主题词 水力压裂 施工 监测系统 信号 操作系统 硬件 软件 单片机

作者简介 冯勇建 博士后,1958年生,1994年12月毕业于西南石油学院石油天然气机械工程专业,获博士学位,1995年入浙江大学,在流体传动及控制国家重点实验室博士后流动站从事信号分析及故障诊断方面工作,现在厦门大学机电系任教师。邮编:361005

引 言

在石油资源的开发中,为了提高油区的开采价值,往往需要对整个油区进行水力压裂作业,以改变开采条件,提高采收率。以往的水力压裂作业,由于不能定量监测、预测施工过程,因而无法正确指导施工过程,为了解决这一问题,我们开发了一套数据采集、数据通讯、多窗口操作、过程预测等多种功能为一体的水力压裂智能监测系统。在监测系统中,以 STD8098 单片机(下简称为 98 单片机)为核心组成信号监测系统和以 PC 机为核心组成 WINDOWS 环境下的多任务、并行信息处理系统。两个系统之间的信息交换采用 RS232 通讯完成。下面着重介绍水力压裂智能监测系统的核心部分 PC 机在 WINDOWS 环境下与 98 单片机的通讯实现。

通讯系统硬件组成

水力压裂智能监测仪的通讯硬件系统组成,如图 1 所示。

系统主要由便携式 PC 机和 STD98 单片机组成。传感器测量的信号由信号调整板调理成标准模拟信号,然后送入 A/D 转换板转换为数字信息后,通过 RS232 通讯口传送给 PC 便携机。便携机接收到的原始数据进行数据处理后,完成数据显示、过程

预测、事故报警及压后效果评价等工作,PC 便携机

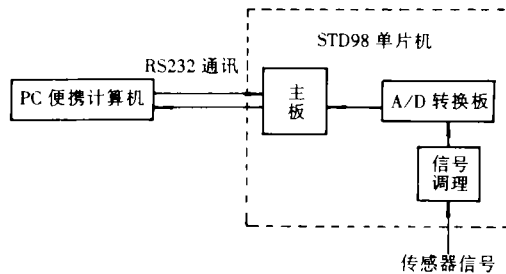


图 1 通讯硬件组成原理图

与 98 单片机之间的通讯采用三线制,其接线方式如图 2 所示。

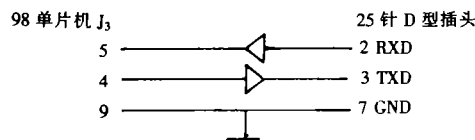


图 2 通讯口接线图

此外,还需要将 25 针 D 型插头的 4 与 5 短接,6 与 20 短接。A/D 板采用 12 位 16 通道数据采集板。

通讯软件的构成

水力压裂智能监测仪的软件主要由完成数据采集、通讯的 98 单片机汇编语言程序和用 OWL 编程方法编制的 WINDOWS 环境下的通讯显示、预测、报

警多任务并行操作为一体的操作程序组成。

STD98 单片机的程序框图如图 3 所示。它由通讯口初始化、通讯接收、发送与 A/D 采集程序块组成^[1]。8098 单片机内部有一个全双工串行口。通讯初始化程序如下:

```
LDB 16H, # 20H 选择 P2.0引脚为 TXD 功能
LDB 11H, # 0AH 选通讯方式 2,允许接收
LDB 0EH, # 13H 选通讯波特率 9600
LDB 0EH, # 80H
```

程序中 16H 为 I/O 控制寄存器 1, 11H 为串行控制寄存器, 0EH 为波特率寄存器。

为了保证通讯工作的正确性, 98 单片机用 PC 便携机发送的标志数作为数据采集、发送的触发信号。PC 机则根据 98 单片机发送的两个 FFH 字节, 作为首通道数据的开始。由于采用了应答式通讯, 大大节约了 PC 机 WINDOWS 环境下的资源, 因而为 PC 机进行更为复杂的操作提供了条件。

PC 机作为数据接收、处理、显示端需要完成大量复杂的工作, 为此, 专门开发了基于 OWL 环境下的操作程序^[2]。下面将着重介绍程序的核心组件, 通讯模块。

通讯接收、显示在一个窗口中完成, 这个窗口由通讯菜单激活。下面介绍程序的细节。

(1) 通讯显示子窗口类的定义

```
class TCom View:public TWindowView{
public:
    TComView(TDocument & doc, TWindow* parent = 0);
    virtual ~TComView ();
private:
    DCB far dcb; // 端口控制块地址
    COMSTAT far lpState; // 获得当前端口状态信息
public:
```

```
virtual void Setup Window (); // 定义通讯显示窗口
virtual void Paint (TDC & dc, bool erase, TRect & rect); // 定义
Paint 程序块
protected:
    void EvTimer (uint timerId); // 定义定时器程序块
DECLARE_RESPONSE_TABLE(TCom View);
};
```

(2) 通讯口、定时器初始化

```
void TComView::SetupWindow ()
{
    TWindowView::SetupWindow();
    SetTimer(1, 1000, 0); // 定时器 1 初始化
    SetTimer(2, 100, 0); // 定时器 2 初始化
    OpenComm("COM1", 1024, 128); // 通讯口 1 初始化
    BuildCommDCB("COM1:9600,n,8,1", &dcb);
    SetCommState(&dcb);
}
```

在上述程序中设置了两个定时器。触发通讯程序主要出于以下考虑, 在 windows 程序的设计中, 考虑多任务并行工作的特点, 通讯子程序不宜过多占用 CPU 工作时间, 若只设置一个定时器工作, 可能会漏取数据。设置定时器 2 来通讯(定时器 2 的时间远远小于定时器 1 的时间), 就可以改善定时器 1 的工作条件。在整个定时器 1 的工作期间, 只要定时器 2 能接收 1 个数据, 定时器 1 就不会漏取数据。

通讯口的初始化, 必须由 OpenComm、BuildCommDCB 和 SetCommState 三条语句完成。

(3) 定时器中断, 通讯接收软件

通讯口的数据接收, 由定时器中断响应启动, 具体程序如下:

```
void TComView::EvTimer(uint timerID)
{
    TWindowView::EvTimer(timerID);
    if (timerID = 1) // 定时器 1 工作
    {
        Invalidate( false); // 显示窗口刷新
        CurrentNumber++; // 有效数据加 1
    }
    if (timerID = 2) // 定时器 2 工作
    {
        ReadOneRecord(TheRecord); // 调通讯子程序
        if (readstatus = 0&& TheRecord[0] = 0xffff) // 判通讯数据对否
        {
            for(int i = 0; i < 16; i++) // 通讯数据读入数组
                channelData[i][ CurrentNumber] = TheRecord[i + 1];
        }
    }
}
```

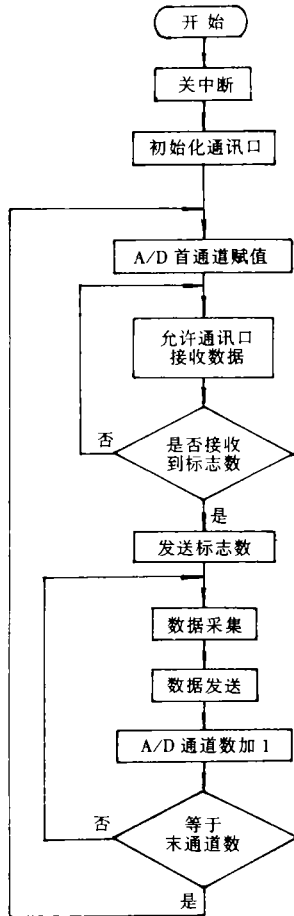


图 3 单片机软件框图

(4)通讯接收数据子程序

```
int TComView::ReadOneRecord(unsigned int *lpvBuf)
{
    WriteBuf[0] = ff;
    WriteComm (idComDev, WriteBuf, 1); //发送标志数
    GetCommError (idComDev, &lpState); //清理通讯口错误
    cbRead = ReadComm (idComDev, lpvBuf, 34); //通讯口接收数据
}
```

程序中发送 ff 字符作为触发 98 单片机开始采集通讯工作。从通讯缓冲区接收的 24 个字符中有两个 FFH 是数据传送的标志数,其余 32 个字节是 16 个通道采集的数据。

(5)数据显示

通讯接收的数据,在基类 Tcomview::paint 中进行了实时显示,下面给出一个实时显示程序。通讯数据的刷新由定时器 1 完成。

```
void TComView::Paint(TDC& dc, bool erase, TRect& rect)
{
    TWindow View::Paint(dc, erase, rect);
}
```

```
· } //监测数据显示程序
```

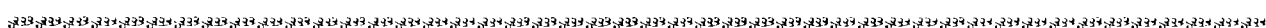
结 束 语

本文所介绍的 PC 机在 Windows 环境下与 98 单片机的通讯,很好的解决了水力压裂施工监测过程中多任务实时工作的要求,通讯中双定时器的开发利用,为 Windows 环境下通讯的准确、可靠提供了保障。实际使用表明,文中所介绍的通讯软件工作可靠、通讯准确,并能很好的满足水力压裂施工监测过程中多任务实时工作的需要。

参 考 文 献

- 1 刘复华. 8098 单片机及其应用系统设计. 清华大学出版社,1992,102 ~ 104
- 2 乔斯,韦 诚. Object Windows 程序设计. 北京大学出版社,1994,121 ~ 146

(收稿日期:1999-09-20 编辑:王兴安)



·技术动态·

井壁电子成象的裂隙分析技术

在过去的数年里,井壁成象技术已经应用于各类地层裂隙鉴别,走向分析和度量。对于单口井,利用所成图象,可以非常清晰地看出井壁是否存在裂隙。对于多口井,则可以对其某一储层范围内的裂隙展布进行评价,给出影响裂隙扩张的地质因素。然而,分析专家们更关心图象井壁裂隙属性:钻井或取心导致的裂隙,还是地层的自然裂隙。

何谓井壁电子成象? 1985 年,地层微扫描器作为一项用于分析和诊断储层裂隙的新技术被引入石油工业。利用装在定向保护衬垫上的电极组,使该仪器能获得用于解释地层传导性或阻抗性的井壁电子图象,该图象上标有修正的电极组深度和加有一个灰白色标尺的由电极组产生的扭曲状传导图谱。在该图上,低阻区呈暗黑色,高阻区呈白色。

由于每个衬垫上的电极为 7 cm 宽,因此,如孔洞、裂隙等不正常物在图象上就呈出黑点和黑线。在图象陡角方位图上,依次连接电极衬垫所成相似点或线时,其平面特征在图上就表现为一个正弦曲线。

1. 裂隙异常的原因

- (1)如裂隙为开放的,则必为泥浆或滤液所充填,因此,其传导性比地层强;
- (2)与矿床相比,裂隙具有独特的高倾角异常;
- (3)由于电子测量使传导性物体表现出比实际物大,导致图象上裂隙的尺寸被夸大;

(4)通常在裂隙处有一些井壁碎屑,导致测量电极脱离井壁,也进一步夸大了裂隙;

(5)与基岩相比,开放裂隙的传导性为线性。即按照阿尔奇饱和度公式,开放裂隙具有接近 1 的胶结指数,而周围基岩的胶结指数为 2 或 3,因此,在图象上,开放裂隙的传导性更高。

2. 裂隙图象分析的几个概念

(1)结构类型。一种为由地层挤压或褶皱产生的张性破裂,一种为由沉积层正推或逆推产生的压缩性破裂。

(2)钻井产生的裂隙异常。由于应力条件不同,它与岩心的裂隙具有不同特征。但在对照图象与岩心的多数裂隙研究中,取心所造成的裂隙区通常也表现为钻井所造成的裂隙。

(3)钻井活动加大了天然裂隙。图象上呈现的裂隙,可能仅仅在井壁的一个方向上有裂隙异常或在那个方向上裂隙显得更宽一些,或方向上裂隙显得更宽一些或者方向相近,这就意味着钻井作业在主应力方向上扩大了天然裂隙。

(4)天然裂隙:开放的或胶结的。

近年来,对裂隙特征、起因和分类等进行了一系列研究,取得了一些规律性认识。而且用图象分析裂隙的结果已为取心资料所证实。

(江苏油田技工学校 李生荣 摘自 World Oil)

interpretation for HDLL logs. The confidence coefficient of the true formation parameters existing is 95%, namely this has 95% probability of existing. HDLL tools can estimate formation resistivity, water saturation and reserves more accurate than that of DLL tools, it can evaluate drilling fluid invasion profile in detail, and determinate the movable fluids and recovery factor better too.

Subject Words: lateral log tool, high resolution, investigation depth, resistivity, inversion technique, evaluation reservoir, Atlas

Li Jinhu, Shen Daohe, Wu Qingmin. DJM electrode array measuring module. PI, 2000, 14(1): 17 ~ 19

The paper introduces DJM electrode measuring module compatible with CSU, which can be used not only for resistivity logging but also for SP logging. With connected directly with the tool interface unit (TIU) of the CSU, it can do the signal requisition, processing, record and display by the log software developed. The paper describes structure and principle of this module. Application results show the function and specification characters can be done well. The eligibility of data from more than ten wells are 100%.

Subject Words: electrode array, measuring module, self potential, apparent resistivity, parameter

Zhou Jiyong. Master and slave operation mode of Macha shooting system. PI, 2000, 14(1): 20 ~ 22

Using several Macha shooting system controllers in the exploration of the dynamic source, the instruments can synchronously acquire seismic data by radio link between the several recorders. This method of Macha shooting system is called master-slave operation method which is effective for expanding the channels of recorder system to serve in the requirement of 3-D seismic exploration. Although some people have simply improved the circuit of SSS-200 to supply the field production, but its compactness and reliability worse than Macha shooting system, so it is only used as a temporarily method. The another feature of the Macha shooting system is further radio transmission distance which can get to 15 kilometers and lower power consumption. This advantage is useful for source point data transmission and quality of acquiring field data. This system has a disadvantage the source uphole highvoltage survey threshold is low, it disadvantage to make group wells work and no fault interlock in several recorder acquiring simultaneously. This article introduces the basic thinking of the master/slave operating method, its basic timing theory, settings, advantages and deficiency.

Subject Words: remote control, explosive device, data acquisition, time series, timing, master/slave mode

Zhao Yonghong and Zhang Dong. Development of eddy geophone measuring system. PI, 2000, 14(1): 23 ~ 24

The paper proposes a new method to identify geophone's characteristic parameters on the basis of the eddy geophone principle. Geophone characteristic parameters such as natural frequency, damping, sensitivity, upper frequency can be identified by use of mathematical model and characteristic curve of the eddy geophone. The measuring system is developed and used in measuring eddy geophone's characteristic curve and identifying characteristic parameters. The results demonstrate the system's excellent qualities.

Subject Words: eddy geophone, test system, identification, characteristic parameter, characteristic curve

Wang Jingjing and Rong Taiping. Interface and programming of lattice LCD MGLS12032 to PIC16C65 single chip. PI, 2000, 14(1): 25 ~ 27

This paper outlines performance and characteristics of new lattice LCD MGLS12032, and introduces its internal structure, instruction set and pin functions. This paper also offers the interface circuit between PIC16C65 singlechip and MGLS12032, briefly introduces problems in display process and way to solve, gives the program for displaying some Chinese words in middle conjoint part.

Subject Words: microcomputer, display, programming, interface, lattice LCD, MGLS12032

Feng Yongjian and Liu Dezhu. The system of monitoring hydraulic fraction using communication between computers. PI, 2000, 14(1): 28 ~ 30

This article introduces the communication principle between 98 microcomputer which is the kernel of signal monitor system and PC computer which is the kernel of information process system including multiple-task and parallel processing, presents communication software for real-time monitoring by use of OWL method and other primary module codes. In actual using, this system had well completed the monitoring work and monitoring diagram analysis.

Subject Words: hydraulic fracturing, construction, monitoring system, signal, operating system, hardware, software, single-chip computer

Huang Jian. Method of fault diagnosis for ethernet in SN388. PI, 2000, 14(1): 31 ~ 32

Ethernet is a kind of topical bus network, its transmission media is coaxial cable with 10 bps. This network technology has been adopted in SN388 seismic data acquisition system, it makes the equipment flexible in connection and installation. Because there might be a lot of network problem recurring during the field production, this paper presents some methods to test and solve the network problems and some maintenance examples.

Subject Words: telemetering seismometer, network technique, fault diagnosis, ethernet, SN388