

• 开发设计 •

智能遥控采集及编码传输系统设计

陈茂龙¹ 刘青昕^{1,2} 杨坤影¹ 汪 钢¹

(1. 大庆油田有限责任公司测试技术服务分公司 黑龙江 大庆) (2. 中国地质大学 北京)

摘 要: 智能遥控采集及编码传输系统应用了较新型模数转换芯片 Max197、高精度仪表放大器和可靠的 PCM 编码传输方法,为石油工程测井提供了一种简便可靠和通用的新型测试电路模块。文章分别从硬件设计和软件设计两方面对该系统实现方法进行了介绍。实际应用表明,该系统方便可靠、传输误码率低、满足实际测井需要。

关 键 词: 采集; 传输; PCM 编码; 程控放大; 单片机

中图法分类号: TP368.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-9134(2005)06-0009-03

0 引 言

随着油田的不断开发,需要测井仪器组合更多的功能,提供更多的井况资料。本文介绍的智能遥控采集及编码传输系统提供了一种应用于石油工程测井领域的简便可靠和通用的新型电路模块。该系统的编码传输部分采用脉冲(PCM)编码,由于目前大庆油田测试分公司有许多测井仪器都采用 PCM 编码传输,如高温超声成像测井仪^[1]、小直径超声成像测井仪^[2]、小直径二十臂数传井径仪^[3]等,因此,该电路可以对现有仪器的电路进行优化、升级和改进。同时,单片机的应用提高了该电路的功能扩展能力和通用性。

1 硬件设计

由单片机的串行口中断接收从地面控制面板发来的曼码控制信号,从而控制井下仪器完成相应的功能。然后再由单片机预置 A/D 转换单元,选通相应的 A/D 转换通道,启动 A/D 转换。转换完成后把采集的数据读入单片机存储区。经单片机对数据进行预处理后,在需要的时候把预处理的数据送入并/串转换数据单元。启动传输时钟的控制门信号,把锁存在并/串转换数据单元的数据按时钟发送出去。完成编码后的数据通过功率放大单元处理,传送到电缆上去。井下仪器电路的总体原理框图如图 1 所示。

1.1 遥控发送电路单元

遥控发送电路的原理框图如图 2 所示。

该电路由开关控制组、AT 89C52 单片机、整形和

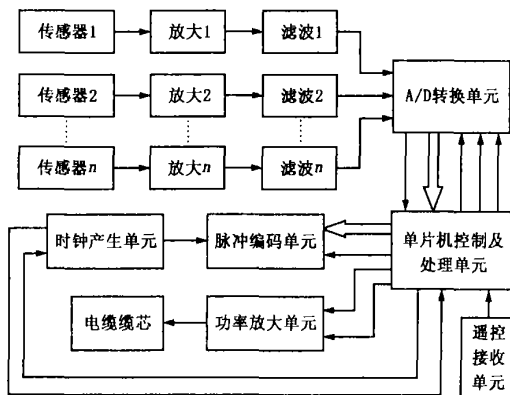


图 1 井下仪器电路总体原理框图

功放电路组成。开关控制组的作用是通过各个开关的切换,使相应的单片机输入端口(如 P2 口)的相应位(如 P2.0 位)由高电平切换到低电平,再由单片机读

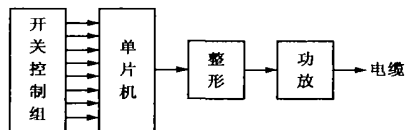


图 2 遥控发送电路的原理框图

取端口来判断出相应动作的开、关,然后按照相应动作的开、关发送相应的功能控制码。整形电路由两个非门构成。功放电路由一个功率放大三极管构成,以满足数据码的远程传输要求。

1.2 遥控接收单元

遥控接收单元的原理框图如图 3 所示。

该电路由限幅、放大、比较器、倒相器、数据码转

CMOS 电平电路和单片机等组成。接收到的数据码先经限幅、放大、比较器和倒相器以后,再由数据码转 CMOS 电平电路把相应波特率的数据码转换成能为单片机串行口直接接收的 CMOS 电平,输入单片机串行口。

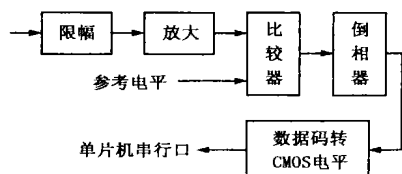


图 3 遥控接收单元原理框图

限幅电路由两个二极管构成。作用是把输入的信号幅度限制在 $\pm 12\text{ V}$ 之内。放大电路由集成放大芯片 LM318 构成,可以根据实际的需要、传输电缆的远近来适当地调整放大倍数。比较器由 LM311 构成,与参考电平(约为 2.7 V)进行比较。

数据码转 CMOS 电平电路是遥控接收电路的关键部分,该电路的功能是把接收到的数据控制码转换为单片机串口可以直接接收的电平信号。它设计精巧、简单可靠,由 CD4027 双 JK 触发器芯片和外围电路二极管 D_1 、 D_2 、电阻 R_1 、 R_2 和电容 C_1 、 C_2 组成。该电路通过适当地选取电阻、电容,可以方便地调节接收码的波特率。

1.3 程控放大电路

井下条件复杂,传感器检测信号的幅度差异较大。为了保证适当的信号动态范围,放大电路的增益应当可调,也就是增益受 CPU 单元的控制。由于许多传感器检测信号微弱,此处放大器选择高精度仪表放大器 AD524 放大芯片。此外,放大电路还需完成 A/D 转换器对信号所要求的电平转换任务,使得放大后的信号幅度在 A/D 转换输入范围内。

1.4 时钟产生单元

该电路由 NE555 时钟电路、二分频和门电路组成。适当地选取 NE555 的外接电阻(R)、电容(C),NE555 时钟电路的振荡频率可以从 146 kHz 调到 30 kHz ,再经二分频,可以得到从 73 kHz 到 15 kHz 的可变传输速率。

二分频电路的作用是为了得到占空比为 50% 的时钟波形,使得传输时钟的调节更加方便。编码电路的传输速率选取取决于测井仪器测量通道的多少、采样速率的大小和每帧数据的位数。从 15 kHz 到 73 kHz 的传输速率可以满足许多测井仪器的要求。此处,采用硬件定时、避免软件定时,可以提高采集数据的准确性和可靠性。

1.5 脉冲编码单元

该单元电路由两片 74HC165 组成,产生 16 位脉冲(PCM)编码。由于 A/D 转换精度是 12 位,12 位数据前需加 4 位标志位(用来区分 8 路传感器)。因此,并行数据转串行数据单元采用 16 位的 PCM 编码。时钟产生单元产生的传输时钟通过控制门之后,送入单片机的 T0 计数器,由外部计数器计数和两片 74HC165 来决定串行数据的位数。

1.6 单片机控制及处理单元

单片机控制及处理单元由 AT89C52 单片机和外围电路组成。作用是首先接收地面发来的曼码控制指令去执行相应的工作。同时,产生各种控制信号去协调各单元电路的工作,预置 A/D 转换单元、选通相应的 A/D 转换通道,然后启动 A/D 转换,在转换完成后把采集的数据读入单片机,并且进行数据的初步处理,然后再送入数据存储区。最后,在需要的时候把数据存储区中的数据加载到并行数据转串行数据单元。

选取 AT89C52 单片机是因为考虑到电路的制作成本和井下仪器耐高温(125°C)的要求。

1.7 A/D 转换单元

A/D 转换采用较新型的模数转换器 MAX197 芯片,它是一款多量程($\pm 10\text{ V}$, $\pm 5\text{ V}$, $0\sim 10\text{ V}$, $0\sim 5\text{ V}$)、8 通道、12 位高精度、低功耗的 A/D 转换器。它采用逐次逼近工作方式,带宽 5 MHz ,A/D 转换时间仅 $6\mu\text{s}$ 。它有标准的微处理器接口总线,总线的时序与绝大多数通用的微处理器兼容;MAX197 片内包含高精度的参考电压源和时钟电路,且仅需单一的 $+5\text{ V}$ 供电,外围电路简单,应用较为方便。

根据传感器前端及放大电路的输出信号幅度范围,通过软件调整 A/D 转换的量程,提高了应用的灵活性和对信号的适应性。该电路中 MAX197 工作于内部采样模式,AT89C52 以查询方式读取转换结果。

A/D 转换单元时序图如图 4 所示。

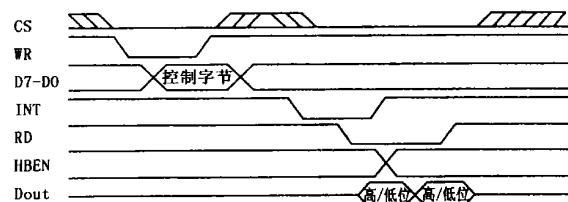


图 4 A/D 转换单元时序图

MAX197 的逻辑控制输入信号有 HBEN、CS、RD、WR。CS、WR、RD 控制读写操作。CS 片选端,也是控制芯片启动的输入端。当 CS 为低电平时,MAX197 的 D7~D0 作为数据口线有效,可进行读写操作;CS 为高电平时, D7~D0 为高阻状态,不能进行读写操作。CS、WR 控制 A/D 转换的启动,在此电路中采用内采

样模式^[4]。当 A/D 转换的转换过程结束, 12 位数据已准备就绪, 则 INT 跳变到低电平, 指示可以接收数据。数据读取时, CS 和 RD 同时为低电平。当 HBEN 是低电平时, 读取低 8 位, HBEN 为高电平时, 读取高 4 位。

2 软件设计

程序设计流程图如图 5 所示。

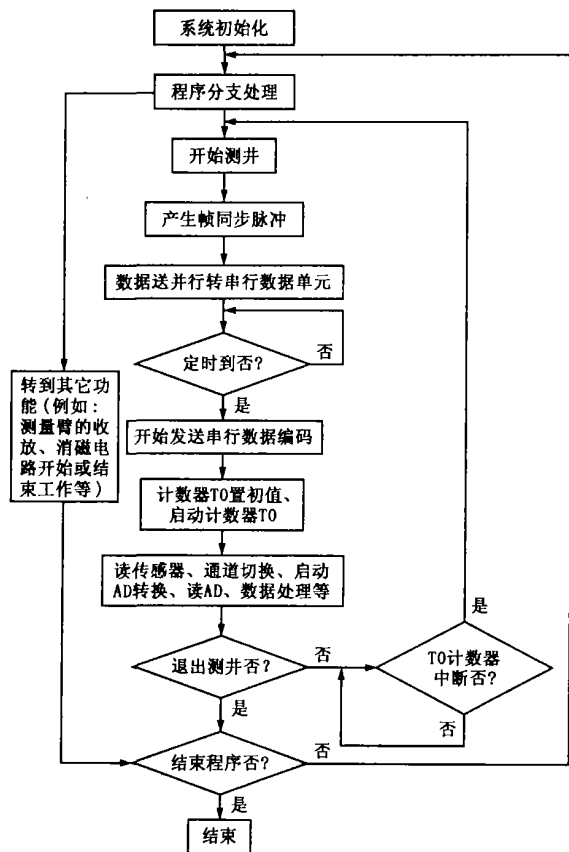


图 5 程序设计流程图

程序在完成系统初始化后, 进入程序分支处理等待阶段。程序分支处理是由单片机的串行口中断实现的, 程序在此等待串行口中断接收到地面曼码发送电路发来的控制码, 再按照相应的控制码去执行相应的功能。串行口中断处理程序完成串行口接收数据的读入, 并且送入所分配的程序分支寄存器。

在产生负的帧同步脉冲的同时, 给并行数据转串行数据单元加载数据并锁存, 控制单片机的端口产生相应动作, 这些工作应在一个数据码的宽度时间内完成, 并且用软件延时方法产生刚好一个数据码宽度的负帧同步脉冲。在完成负帧同步脉冲后, 由单片机控制打开传输串行数据的时钟, 开始传输正的串行数据。将传输串行数据的时钟送入单片机的外部计数器 T0 开始计数工作, 由计数器的溢出产生中断^[5]。同时, 在传输正的串行数据过程中, 通过单片机的控制可以完

成一系列工作, 如预置 A/D 转换单元、选通相应的 A/D 转换通道, 然后启动 A/D 转换、在转换完成后把采集的数据读入单片机、传感器读数、数据预处理等。计数器 T0 的溢出中断服务程序功能就是产生负的帧同步脉冲, 同时在产生负的帧同步脉冲后, 执行一系列的相应动作, 这些工作必须在传输正的串行数据时间段内完成。计数器 T0 的初始值设置取决于 PCM 编码的位数。

3 实验效果

该电路已经进行了大量的传输电路的误码率测试实验和温度性能的实验。

由软件模拟已知的测井数据输入 PCM 编码电路进行编码, 编码后的数据通过约 4 500 m 的测井电缆, 最后由计算机地面接收系统接收 PCM 编码电路所传输的数据。用事先编好的软件比较输入和接收的数据, 在比较出错时报警, 并记录结果。

经过实验的反复验证, 平均编码传输准确率达到 99% 以上, 同时电路完全满足耐温 125℃ 的要求。实验验证了该电路的可靠性和准确性。

4 结束语

该电路在实际应用过程中稳定可靠、传输误码率低, 完全能满足实际的工程测井要求; 地面的解码电路系统较为成熟, 可以省去大量繁杂的地面仪器设计工作。该电路扩展性和通用性较强, 许多测试仪器都可以应用该电路来实现遥控、采集及传输。目前大庆油田测试分公司有多种测井仪器使用 PCM 码传输, 可以用该电路对现有仪器电路进行升级和优化。

参考文献

- [1] 刘青昕, 刘广锁. 方位-井壁超声成像组合测井仪[J]. 石油仪器, 1999, 13(5)
- [2] 刘延顺, 王兴国. $\Phi 46$ 井壁超声成像测井仪[J]. 石油仪器, 2001, 15(5)
- [3] 张淑艳, 张友明, 刘青昕. $\Phi 50$ 二十臂数传井径仪[J]. 石油仪器, 2003, 17(4)
- [4] Maxim Integrated Products, Inc.. Maxim 1997 new releases data book VI. 1997
- [5] 陈粤初, 窦振中, 吴悌远, 等. 单片机应用系统设计与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1991

(收稿日期: 2005-07-13 编辑: 姜 婷)

ABSTRACTS

Vol. 19 No. 6 Dec. 2005

Fu Qingfeng. New development of the seismic geophone. PI, 2005, 19(6): 1~ 4

Seismic geophone is a special sensor for seismic exploration. with the development of high resolution seismic exploration, the geophone gets more and more importance. This paper introduces the new developed geophones such as super geophones, digital geophones, fiber bragg grating geophones and acceleration geophones. This paper also analyzes the future development of analog geophones and digital geophones.

Key Words: seismic exploration, analog geophone, digital geophone

Qi Juan, Ma Guoguang and Su Xin. Brief discussion on the multi phase flowmeter. PI, 2005, 19(6) : 5~ 8

This paper introduces the characteristics, basic principle, calibration equipment and measuring technologies applied of the multi phase flowmeter. This paper also points out that miniaturization, intelligentization, high precision, low cost, wide adaptability, high security and a compact structure are the developing trend in the multi phase flowmeter.

Key Words: oil- gas transportation, multi phase flowmeter, calibration equipment

Chen Maolong, Liu Qingxin, Yang Kunying and Wang Guang. Design of an remote intelligent control acquisition and transmission system. PI, 2005, 19(6) : 9~ 11

The remote intelligent control acquisition and transmission system applies a new analog-to-digital conversion Max 197 chip, a precision instrumentation amplifier and PCM code transmission circuit, providing a new reliable general circuit board for oil well logging system. This paper introduces the circuit design and software implementation. The practical application shows it is convenient and reliable in use and low error ratio in transmission.

Key Words: acquisition, transmission, PCM code, program-controlled amplifier, single chip computer

Yin Xialin and Wu Lizhong. An autocontrol recording instrument for the torque of hydraulic tubing tongs. PI, 2005, 19(6) : 12~ 14

An autocontrol recording instrument for torque of hydraulic tubing tongs is designed on basis of MCS-51 single chip computer. This paper describes the processes of analog signal detection, analog-digital conversion, torque autocontrol and data recording by PC through serial port, and the paper also gives out the hardware schematic diagram and partial source program.

Key Words: oil tube hydraulic tong, torque automatic control, serial analog-digital converter, serial data transmission, MCS-51 single chip computer

Li Chuanwei, Qu Jinghui, Liao Qimei, Zhang Heng and Zhang Xinjiang. Application of tree type data structure to well logging software. PI, 2005, 19(6) : 15~ 16, 19

The efficiency of accessing to well logging data is very important to well logging software, and the application of variable data structures to the logging software become very popular. Combining with the development of computerized logging software, this paper introduces the storing and accessing of tree type data, and gives the complement in the logging data.

Key Words: well logging software, well logging data, tree type data

Lu Baoping, Qin Li and Zhang Qiujian. Multiple function test tables for well logging instruments. PI, 2005, 19(6) : 17~ 19

The multi function test table, a multi function test platform, provides three communication interfaces these are DTB bus interface, Manchester code interface and long cable Manchester code interface. It can combine with the downhole tool with these three kinds of interface, and can be used to measure fast neutron time arriving spectrum. It is very beneficial to research, test and adjustment of various downhole tools.

Key Words: test table, test platform, interface