

用于偶极子声波测井仪的高精度数据采集系统的设计

山东东营石油大学地球资源与信息学院(257061) 成向阳 鞠晓东

摘 要: 一种用于偶极子声波测井仪的四通道高精度数据采集系统, 该系统具有 16 位分辨率、100ksps 的最高转换速度。复杂可编程逻辑器件 CPLD 实现数据采集速率和采集数据量的程控选择功能, 并控制 FIFO 的波形数据缓存。在单片机的控制下进行采集速率和采集数据量设置及四个通道波形采集和数据处理的并行执行。整个电路控制灵活、结构紧凑、体积小, 适合井下使用。

关键词: 数据采集 模/数转换器 复杂可编程逻辑器件 FIFO 存储器 声波测井仪

20 世纪 90 年代以来, 国外测井公司陆续开发研制了以 DSI(Schlumberger, 1990)、MAC(Western Atlas, 1992)和 LFD(Halliburton, 1994)为代表的新一代多极阵列声波测井仪器, 这类测井仪具有其它声波测井仪器不可替代的强大功能。它可在软、硬地层中测量充液井孔中的纵波、横波和斯通利波的波速, 可以记录反射的斯通利波和反射纵波。这些波形数据中包含大量有应用价值的地质信息, 如横波和反射的斯通利波信息可以评价低角度裂缝; 反射的纵波可对井周近 10 米范围内的地质结构进行成像; 交叉偶极资料可用于地层各向异性的评价。近几年来, 我国斥巨资直接请斯仑贝谢测井公司服务, 并引进了几十套包括 MAC 在内的 ECLIPS2000 系统。借鉴国外在声波测井仪器研制方面的成功技术, 开发新一代偶极声波测井仪器是提高我国测井装备水平的重要途径。

数据采集系统是决定偶极子声波测井仪能否取得合格数据的关键部分之一, 对整个仪器系统的性能有重大影响。声波信号的频率及数据处理对数据精度、动态范围的要求是决定数据采集系统设计的主要因素。为了适应广泛的地层条件和保证数据能进行高精度数值计算(如声速衰减等), 要求该仪器系统有大的动态范围和高分辨率的测量, 并适合井下高温、高压工作环境。

1 系统设计

根据交叉偶极测量的声系设计要求, 采用四组接收换能器, 通过四组数据采集通道完成多道数据同时采集的任务。为了使各通道具有较好的一致性, 并满足系统扩展需要, 把采集系统分为四个功能完全相同的独立的数据采集通道。每个采集通道主要由 ADC、采集通道逻辑控制单元、存储器等几部分构成。它们的位置可以互换, 并通过一个井下控制微处理机 MPU 统一控制。

偶极子声波测井仪接收信号的最高频率是 14kHz 左右的声波信号(偶极子发射换能器为 500Hz~4kHz,

单极子发射换能器为 2kHz~14kHz), 根据 Nyquist 定律, ADC 的采样频率最少是 28kHz。为保证对采集波形的频域分析, 本系统使用最高采样频率为 100kHz 的 ADC。当偶极模式工作时, 声波的频率上限只有 4kHz 左右, 可采用较低的采集速率。利用外部时钟进行模/数转换的 ADC 可通过控制采集时钟的频率来控制采集速率。由于要进行如声速衰减等的计算, 对数据的采集精度和动态范围要求较高, 采用 16 位 ADC 和 1000 倍程控前置放大器, 使系统具有 150dB 以上的动态范围, 可以满足设计要求。ADC 采用 ADI 公司的 AD676TD, 它具有片内采样保持功能, 输入量程由参考电压决定, 最大为 $\pm 10V$ 。AD676 采用电容阵列和电荷重新分配的技术取代传统的对薄膜电阻阵列进行激光修整方法, 消除了由温度变化导致电阻值不匹配带来的线性误差; 用片内微处理器和刻度 DAC 测量并补偿电容失配误差, 利用刻度电容失配误差修正采集结果, 使测量精度达到了较高水平。

采集通道控制器有多种方案实现。传统的中小规模数字电路功耗大、体积大, 而且走线太多, 给印刷板的布线带来困难, 不是一种好方案。由于是多通道并行高速采集, 且数据间隔的精度直接影响到对数据的分析精度, 因而一般微控制器难以满足要求。而大规模复杂可编程逻辑器件 CPLD 具有集成度高、速度快(通常比单片机用软件控制至少提高两个数量级以上)的优点, 并能通过重新编程来修改和增强系统的功能, 不必重新设计印刷板, 是优选的方案。本设计选用 Lattice 公司的 ispLSI1k 系列的低端器件 ispLSI1016E, 可满足系统控制功能。

高速数据缓存采用 IDT 公司的 8K 字节 FIFO 存储器 IDT7205。FIFO 存储器有两个数据端口, 写入端口接采集端, 读出端口接 MPU 端, 内部地址计数器根据写入数据的次序有序地将数据写入相应的 RAM 单元中, 读出数据时按数据存入的先后依次取出。

如上述, 本设计以 AD676、ispLSI1016、IDT7205 为主

构成优化的数据采集通道。选用 87C51 作为井下控制单片机 MPU,控制四个采集通道进行并行数据采集,并完成单、偶极控制发射及信号接收处理等其它功能。

2 系统构成

2.1 硬件部分

整个井下声波采集系统由四个完全独立、功能相同、可以互换的数据采集通道及控制各个通道工作的井下单片机 87C51(MPU)构成,如图 1 所示。MPU 通过外部 GAL 译码电路产生采集通道控制信号,将采集通道的数据读入单片机外部 RAM,并加上一些辅助信息后,由遥测电路上传给地面系统。

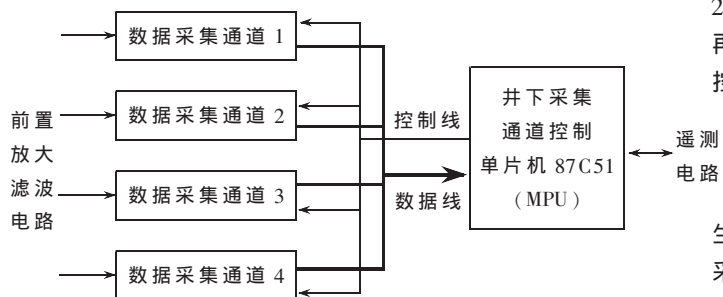


图 1 数据采集系统构成框图

数据采集通道原理如图 2 所示。每一路数据采集通道主要由模拟开关、放大器、高精度 ADC AD676、采集通道控制器 ispLSI1016、FIFO 数据缓存器 IDT7205、光耦等构成。

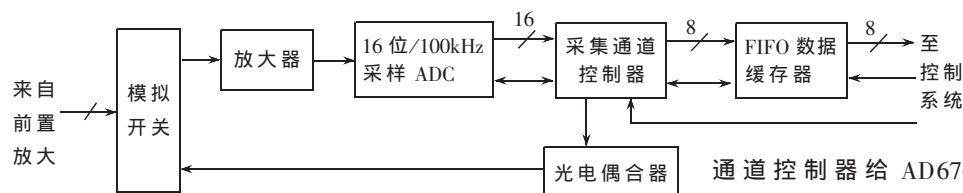


图 2 数据采集通道原理框图

二选一模拟开关 DG419 具有高精度、低导通电阻、快速导通截止等优点,在采集通道控制器控制下切换声波模拟信号。放大器采用高性能运放 AD845,以放大和缓冲来自模拟开关的模拟声波信号。高精度模/数转换器 AD676 在采集通道控制器的控制下,对声波信号进行数据采集。由于采用高速大容量 FIFO 及其采集通道控制器,可以保证在不占用 MPU 系统资源情况下,完成对多道信号的精确等间隔序列采样,保证了声波数据的质量。

采集通道控制器 ispLSI1016 是数据采集系统中的关键部件,主要作用是根据 MPU 预先设置的命令来控制由 MPU 启动的数据采集过程。它由控制命令寄存器组、八路 2:1MUX、FIFO 控制器、采集深度可控计数器、可控分频器、ADC 采集时序控制器等部分组成。数据采集速率及采集数据量（即采集深度）、ADC 时序控制及接口、FIFO 的数据分解及写入控制等均由该控制器完成,其内部逻辑结构如图 3 所示。控制命令寄存器组用来寄存

来自 MPU 的命令,并根据 MPU 的命令设置可控分频器、采集深度可控计数器,选择要采集的模拟通道,启动采集深度可控计数器。可控分频器利用 ADC 的状态,并根据控制命令寄存器组的命令,对时钟进行分频,ADC 中状态控制其是否对时钟进行分频,控制命令寄存器组中寄存的命令决定分频的频率。不同的采集速率有不同的分频频率,共有 4 种数据采集速率(10、20、40、80 μ s/点)。采集深度可控计数器根据控制命令寄存器组的启动命令,利用来自可控分频器的时钟进行计数,并在计数过程中产生允许 FIFO 控制器和 ADC 采集时序控制器工作的信号,当计到指定的采集深度(256、512、1024、2048 字,16 位/字)后,停止采集,直到下一次采集命令再重新开始采集深度计数。ADC 采集时序控制器利用可控分频器时钟,在采集深度可控计数器允许其工作的过程中产生用来控制 ADC 工作的采集、刻度和时钟信号。八路 2:1MUX 用于选择 16 位的采集数据的高 8 位或低 8 位数据。FIFO 控制器在每一次信号采集过程中产生两次八路 2:1MUX 的选择和 FIFO 写信号,把 16 位的采集数据分两次写入 8 位 FIFO,以利于与 8 位 MPU 接口。由 MPU 发出的“开始采集”命令可通过对写命令线的控制使所有通道控制器同时得到,保证了多通道并行采集的时间同步。

2.2 软件部分

系统的四个采集通道在单片机 MPU 的控制下完成数据采集,而 MPU 本身通过遥测电路接收来自地面系统的指令。上电后,MPU 都要先对采集通道进行刻度,即送刻度命令到每一个采集通道控制器,然后由采集通道控制器给 AD676 发出刻度信号和时钟信号,使 AD676 完成刻度,并利用刻度结果修正采集数据。刻度也可以由地面系统发命令给 MPU 来完成。刻度之后,当 MPU 接到地面系统的采集命令时,便根据命令选择采集通道采集信号,设置采集速率和采集数据量。完成设置后,MPU 同时启动所有通道的采集,采集通道控制器连续

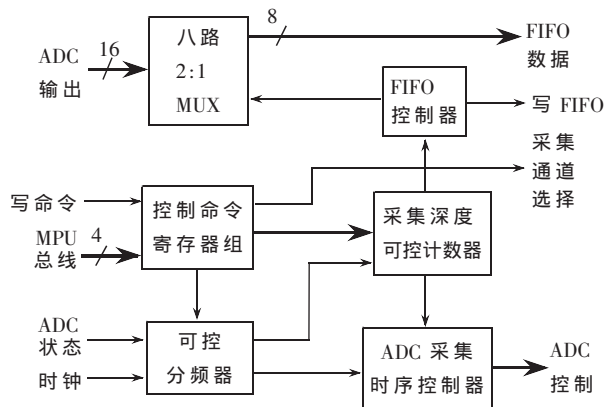


图 3 采集通道控制器 (CPLD) 逻辑结构示意图

CCD 测量系统中基于自适应相关算法的动态目标跟踪

中国科学院西安光学精密机械研究所(710068) 张 虎 李自田

摘 要: 相关匹配是目标跟踪和模式识别的一种重要方法。介绍了 CCD(电荷耦合器件)误差测量系统的光学原理;针对该测量系统实际情况,提出了用相关算法实现目标位置的测量;使用自适应相关匹配的方法,实现了对连续视频图像中动态目标的跟踪;给出了实验结果,并对算法提出了改进的意见。

关键词: CCD 测量 图像处理 自适应相关 目标跟踪

基于相关算法的目标跟踪是利用从以前图像中获得的参考模板,在当前图像中寻找最相似的区域来估计当前目标位置的方法。它对于背景复杂、会有杂波噪声的情况具有良好的效果。CCD(电荷耦合器件)测量技术是近年来发展迅速的一种非接触式测量技术。CCD 摄像器件在分辨率、动态范围、灵敏度、实时传输方面的优越性是其它器件无法比拟的,在动态飞行目标跟踪测量中发挥着重要的作用。作者在 CCD 测量系统中使用相关匹配的方法,实现了对连续视频图像中动态目标的跟踪。

1 CCD 误差测量系统原理

在同一观测位置布置两台 CCD,其视轴平行。其中 CCD1 用于瞄准,CCD2 用于跟踪飞行目标。CCD1 瞄准线和视轴重合,获得瞄准线和靶标之间的偏差角 α 。CCD2 获得飞行目标和靶标之间的偏差角 β 。系统要求得到瞄准线和飞行目标之间的水平和垂直方向上的偏差角 γ_x 、 γ_y 。因此规定 CCD 的视场中均以靶标十字中心为原点,向左和向上为正方向,将 α 、 β 分别投影到坐标轴上得到水平和垂直方向上的偏差角 α_x 、 α_y 、 β_x 、 β_y 。两

(接上页)

产生 ADC 控制信号,同时把上次采集数据由 16 位变为 8 位存入 FIFO,直至完成指定数据量。MPU 从各个采集通道读走数据并送入遥测电路,传送给地面系统处理,然后 MPU 等待新的地面命令的到来,准备下一次数据采集。图 4 是 MPU 控制软件的流程框图。

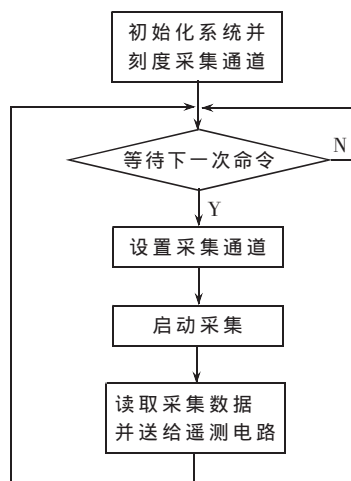


图 4 控制软件流程框图

采用的高性能 16 位 ADC,用 CPLD 作采集通道实时控制,使用 FIFO 作数据缓存,在单片机 87C51 的控制下组成了四通道声波波形并行采集系统,可以达到以下技术指标:

- (1)采样分辨率:16 位;
- (2)采集速率:10、20、40、80 μ s,可选;
- (3)采集深度:256、512、1024、2048 字,可选。

采用 CPLD 及 FIFO 存储器可以减小印刷板的面积,降低布线难度,提高电路的可靠性,特别适合井下使用。数据采集通道相对独立,容易扩展为八个,甚至更多的通道。

参考文献

- 1 张旭东,廖先芸. IBM 微型机实用接口技术. 北京:科学技术文献出版社,1993
- 2 周明德. 微型计算机硬件软件及其应用. 北京:清华大学出版社,1993
- 3 周佩玲,吾耿锋,万炳奎. 16 位微型计算机原理·接口及其应用. 合肥:中国科技大学出版社,1997
- 4 ADI 公司. AD676 data sheet
- 5 孙涵芳,徐爱卿. MCS-51/96 系列单片机原理及应用. 北京:北京航空航天大学出版社,1996

(收稿日期:2002-03-01)