



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103454698 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201310411970. 6

(22) 申请日 2013. 09. 11

(73) 专利权人 东华理工大学

地址 344000 江西省抚州市学府路 56 号

(72) 发明人 刘庆成 肖慧 徐哈宁 龚育龄
黎正根 曾正军 汤洪志 邓居智

(74) 专利代理机构 南昌新天下专利商标代理有限公司 36115

代理人 施秀瑾

(51) Int. Cl.

G01V 13/00(2006. 01)

G01V 3/04(2006. 01)

审查员 孙珍珠

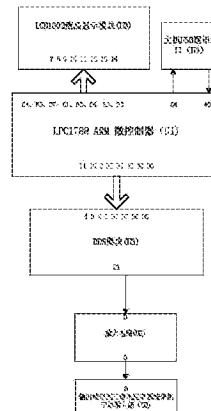
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

直流电法勘探中三维电阻率采集系统在线故障检测系统

(57) 摘要

一种直流电法勘探中三维电阻率采集系统在线故障检测系统，包括函数信号发生器和信号检测装置，函数信号发生器，由微控制器、DDS 模块、放大电路、USB 通信模块、复位控制电路及液晶显示电路组成，信号检测装置由信号调理部分、LPC1788ARM 微控制器的内部控制逻辑和外围电路、TFT 液晶显示电路三个模块组成，信号调理部分包括：前置衰减与阻抗匹配电路、滤波电路、程控放大器、A/D 转换电路及信号整形电路。本发明采用 DDS 技术进行频率合成，输出频率的带宽相对较宽、转换时间短、分辨率极高、输出波形具有灵活性、集成度较高、能量损耗低、重量轻、体积小、易于操作和控制、可靠性比较高，而且能够便于控制，使用起来相当的灵活。



1. 一种直流电法勘探中三维电阻率采集系统在线故障检测系统,其特征在于:它包括函数信号发生器和信号检测装置,所述的函数信号发生器,由 LPC1788 ARM 微控制器 U1、DDS 模块、放大电路、USB 通信模块、复位控制电路及 LCD1602 液晶显示电路组成, LPC1788 ARM 微控制器 U1 根据按钮正转反转发出频率加减命令执行操作,通过串行控制 DDS 模块输出相应频率波形, DDS 模块输出的信号经后级放大电路,通过改变电位器的值改变其输出信号幅度及直流偏置量,通过与 DDS 模块相接的电位器调节输出占空比可调节的方波信号, USB 通信模块实现在线对 LPC1788 ARM 微控制器 U1 进行控制编程;信号检测装置由信号调理部分、LPC1788 ARM 微控制器 U11 的内部控制逻辑和外围电路、TFT 液晶显示电路三个模块组成,信号调理部分包括前置衰减与阻抗匹配电路 U12、滤波电路 U13、程控放大器 U14、A/D 转换电路 U15 及信号整形电路;

LPC1788 ARM 微控制器 U1 的 P1.24 ~ P1.31 即 54、56、57、61、63、64、30、28 脚控制 LCD1602 液晶显示电路的 D0 ~ D7 即 7、8、9、10、11、12、13、14 脚;

采集系统电测子站的最后一级放大电路芯片 PGA205 输出 11 脚连接到前置衰减与阻抗匹配电路 U12 的输入端,前置衰减与阻抗匹配电路 U12 的输出接滤波电路 U13 的输入,滤波电路 U13 的输出和程控放大器 U14 的 PGA206 芯片的输入端 4 脚相连接,程控放大器 U14 的输出 11 脚和 A/D 转换电路 U15 的输入即 LTC2393 芯片的 43 脚连接;

A/D 转换电路 U15 的 LTC2393 芯片与 LPC1788 ARM 微控制器 U11 连接方式为:LTC2393 芯片的 D0 ~ D15 即 9、10、11、12、13、14、15、16、21、22、23、24、25、26、27、28 脚和 LPC1788 ARM 微控制器 U11 的 P0.0 ~ P0.15 即 66、67、141、142、116、115、113、112、111、109、69、70、29、32、48、89 脚连接;

LPC1788 ARM 微控制器 U11 的 U1_RxD、U1_TxD、U1_CtX 即 89、90、87 号管脚和 TFT 液晶显示电路 U16 的 Din、Dout、Busy 即 4、3、2 号管脚连接。

直流电法勘探中三维电阻率采集系统在线故障检测系统

技术领域

[0001] 本发明属于地球物理勘探技术领域,涉及应用于资源与环境勘探技术领域中的直流电法勘探中三维电阻率采集系统在线故障检测系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着开采年限和开采量的增加,我国现有大型矿山的浅部资源已开采殆尽。如何在隐伏区、已知矿区和其外围寻找深部矿或盲矿将成为地质找矿工作的重点。由于三维电法勘探具有勘探深度大、分辨能力强和工作效率高等特点,在矿产勘探、地下水探测、工程勘察等领域得到广泛应用。

[0003] 电法勘探迄今已有近 200 年的历史,电子技术的飞速发展促进了电法勘探仪器的不断推陈出新;同时计算机的应用也促进了解释水平的极大提高。上世纪八十年代以来,电法勘探开始进入二维时代。进入本世纪初,随着大规模集成电路的应用和计算速度的进一步提高,电法勘探已开始向三维方向发展。

[0004] 电法勘探仪器第一至第三代产品采用集中式电极采集系统,而第四代高密度电法仪又称三维电阻率采集系统,它集计算机与电测仪于一体,不仅可以进行二维测量(二维 CT),还可以进行三维测量(三维 CT)。三维电阻率采集系统测量电极数量多,在 256 个以上;控制的数据采集子站多,在 16 个以上。主机和数据采集子站以 CAN 总线连接,数据采集子站和电极通过 RS-485 总线连接,可以看出三维电阻率采集系统是一个复杂的网络控制与测量系统,很容易出现故障。

[0005] 利用三维电阻率采集系统进行野外勘探时,经常会由于天气或者环境恶劣而容易损坏,经常会遇到仪器需要检测的问题,需要尽快查出问题故障,从而对仪器进行检修,使其正常工作。而传统的检修方法是将怀疑被损坏的仪器搬返回实验室,利用示波器和信号发生器及其它辅助设备进行检测。由于三维电阻率采集系统设备数量多,电缆连线笨重,将其搬回实验室进行检测是一件非常消耗时间、人力、财力的事情,同时地球物理勘探是一个特殊的行业,三维电阻率采集系统工作的环境非常恶劣,因而对检修测试设备的要求也就非常高。它不仅要满足低功耗、体积小、易携带,还需要操作方便简单,功能齐全而且强大。然而在实际工作中一般的实验室测试仪器远远不能满足野外需求。目前还没有三维电阻率采集系统加装在线故障检测装置的资料。

[0006] 信号发生器是应用在三维电阻率采集系统开发在线故障检测系统的一种重要信号源,几乎大部分的电压、电流等电参量测试都要用到它。任意信号发生器是信号源的一种,它具有信号源所有的特点,可以形成正弦波信号源、函数发生器、脉冲发生器、扫描发生器、任意波形发生器、合成信号源等。

[0007] 研制任意信号发生器需要频率合成技术,该技术是指由一个或多个频率稳定度和精确度很高的参考信号源经过频率域的线性运算,产生具有同样稳定度和精确度的大量离散频率的过程。实现频率合成的电路叫频率合成器,直接数字频率合成 (DDS-Digital Direct Frequency Synthesis) 是一种新颖的频率合成方法。随着科学技术的日益发展,这

种频率合成方法也越来越体现出它的优越性来。DDS 频率合成器具有以下优点：(1) 频率分辨率高，输出频点多，可达 2^N 个频点；(2) 频率切换速度快，可达 μs 数量级；(3) 频率切换时相位连续；(4) 可以输出宽带正弦信号；(5) 输出相位噪声低，对参考频率源的相位噪声有改善作用；(6) 可以产生任意波形；(7) 全数字化实现，便于集成，体积小，重量轻。

[0008] 电子技术的日新月异为三维电阻率采集系统开发在线故障检测系统提供了可靠的硬件支持。ARM 是业界领先的 32 位嵌入式 RISC 处理器，集成了各种总线和外设控制器，具有很高的性价比，而 ARM 的 I/O 口很丰富，足以满足其需求，同时还可以扩展多个外设。ARM 处理器内部资源丰富，集成度很高，所以设计的仪器体积小，使用起来轻便灵活，同时减少了模块间的相互干扰，ARM 处理器自带 LCD 控制器，有专门的 LCD 接口，扩展显示器件很方便，这样可以现场实时显示测量结果；ARM 处理器集成了存储控制器，可以扩展多种类型的存储器。

发明内容

[0009] 本发明的目的就是提供一种分辨率极高、易于操作和控制、可靠性强的直流电法勘探中三维电阻率采集系统在线故障检测系统。

[0010] 本发明的三维电阻率采集系统在线故障检测系统，包括函数信号发生器和信号检测装置，函数信号发生器是给电测子站输出不同波形及不同频率的检测信号，信号检测装置是实现对三维电阻率采集系统的检测功能。

[0011] 所述的函数信号发生器，由微控制器、DDS 模块、放大电路、USB 通信模块、复位控制电路及液晶显示电路组成，微控制器采用 NXP 公司的 LPC1788 芯片，DDS 模块的芯片采用 A/D 公司的 A/D9851，微控制器根据按钮正转反转发出频率加减命令执行相应操作，通过串行控制 DDS 模块输出相应频率波形输出，DDS 模块输出的信号经后级放大电路对通过改变电位器的值改变其输出信号幅度及直流偏置量，通过与 DDS 模块相接的电位器调节输出方波信号的占空比，经波形选择，选择方波或正弦波输出，USB 通信模块实现在线对微控制器进行控制编程。DDS 技术有输出频率的带宽相对较宽、转换时间短、分辨率极高、输出波形具有灵活性、集成度较高、能量损耗低、重量轻、体积小、易于操作和控制、可靠性比较高，而且能够便于控制，使用起来相当的灵活。

[0012] 所述的信号检测装置由信号调理部分、LPC1788 内部控制逻辑和外围电路、TFT 液晶显示电路三个模块组成，信号调理部分包括：前置衰减与阻抗匹配电路、滤波电路、程控放大器、A/D 转换电路及信号整形电路。LPC1788 是基于 ARM Cortex-M3 内核的微控制器，适用于要求高度集成和低功耗的嵌入式场合，LPC1788 操作频率可达 120MHz，具有三级流水线和哈佛(Harvard)结构，带独立的本地指令和数据总线以及用于外设的第三条总线，非常适合于野外的三维电阻率采集系统在线故障检测系统；TFT 液晶显示利用现今较先进的智能显示终端。

[0013] 本发明的三维电阻率采集系统在线故障检测系统，采用 DDS 技术进行频率合成，输出频率的带宽相对较宽、转换时间短、分辨率极高、输出波形具有灵活性、集成度较高、能量损耗低、重量轻、体积小、易于操作和控制、可靠性比较高，而且能够便于控制，使用起来相当的灵活。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明的函数信号发生器结构框图；

[0015] 图 2 为本发明的信号检测装置结构框图。

具体实施方案

[0016] 一种三维电阻率采集系统在线故障检测系统，包括函数信号发生器和信号检测装置，函数信号发生器实现方案如图 1，LPC1788 ARM 微控制器(U1)是函数信号发生器的核心，LPC1788 ARM 微控制器通过内嵌的 USB 模块和三维电阻率系统的主机的 USB 通讯端口(U4)连接，接受三维电阻率系统的主机命令以产生各种输出波形。LPC1788 ARM 微控制器(LQFP 封装)的 54 号管脚(USB 端口 1 D_接收数据线)和主机 USB 端口的 D_连接，49 号管脚(USB 端口 1 D_接收数据线)和主机 USB 端口的 D_连接。

[0017] DDS 模块(U2)采用 A/D9851 芯片，A/D9851 芯片是一款高度集成的器件，内部包括了一个高速、高性能数模转换器和高速比较器，可以用来作为数字可编程频率合成器和时钟发生器，当以精密时钟源作为基准时，A/D9851 能产生一个频率稳定、相位可编程的数字化模拟输出正弦波、方波及三角波，可以直接作为基准信号源送给三维电阻率采集系统的电测子站。

[0018] LPC1788 ARM 微控制器(U1)的 P0.24 ~ P0.31(11、10、8、35、34、42、43、36 号管脚)控制 DDS 模块(U2)的 A/D9851 芯片的 D0 ~ D7 (4、3、2、1、28、27、26、25 号管脚)，A/D9851 输出接到放大电路的输入，放大电路由 A/D8009 芯片构成，A/D9851 输出(21 脚)接放大电路芯片 A/D8009 的 3 脚。

[0019] 经过放大电路的放大，由 DDS 产生的各种波形输出到三维电阻率采集系统采集子站输入级(U6)。

[0020] 显示部分采用液晶显示器 LCD 1602，实时更新显示信息，使输出波形的信息一目了然，它具有显示质量高、数字式接口、体积小、重量轻、功耗低的特点；LPC1788 ARM 微控制器的 P1.24 ~ P1.31 (54、56、57、61、63、64、30、28 脚)控制 LCD1602 的 D0 ~ D7 (7、8、9、10、11、12、13、14 脚)。

[0021] 信号检测装置如图 2，由前置衰减与阻抗匹配电路(U12)、滤波电路(U13)、程控放大电路(U14)、A/D 转换电路(U15)、LPC1788 ARM 微控制器(U11)、TFT 液晶显示电路(U16)六部分组成，三维电阻率数据采集系统电测子站的模拟输出连接到前置衰减与阻抗匹配电路(U12)，以实现在线检测，连接方式是：采集系统电测子站的最后一级放大电路芯片 PGA205 输出 11 脚连接到前置衰减与阻抗匹配电路(U12)的输入端，前置衰减与阻抗匹配电路(U12)的输出接滤波电路(U13)的输入；程控放大器(U14)选择 PGA206 芯片，其作用是：若三维电阻率采集系统的输出到本发明的信号检测装置信号很微弱，就需要将信号输入到放大器中进行放大，以提高本发明的信号检测装置对被测信号的分辨率并降低噪声的影响，同时还要保证放大后的信号值在 A/D 转换器输入范围之内。滤波电路(U13)的输出和程控放大器(U14)的 PGA206 芯片的输入端 4 脚相连接，程控放大器(U14)的输出(11 脚)和 A/D 转换电路(U15)的输入即 LTC2393 芯片的 43 脚连接。

[0022] A/D 转换器是本发明的信号检测装置的关键，为了使其具有较高的精度，本发明选用了 16 位 A/D 芯片 LTC2393 作为 A/D 转换电路的核心器件，这是一款 16 位高速、低噪

声逐次逼近型 A/D 转换芯片。LTC2393 输入信号范围士 4.096V 全差分输入, 标准工作电源为 5V, 所以在宽动态信号采集方面的应用十分的广泛。A/D 转换电路(U15) 的 LTC2393 芯片与 LPC1788 ARM 微控制器(U11) 信息传输采用串口或并口两种方式, 无论是串口传输还是并口传输都可以达到 1 Msps 的吞吐速率并且没有周期延迟, 本发明 LTC2393 芯片与 LPC1788 ARM 微控制器(U11) 数据传输采用并口传输。A/D 转换电路(U15) 的 LTC2393 芯片与 LPC1788 ARM 微控制器(U11) 连接方式为 :LTC2393 芯片的 D0 ~ D15 (9、10、11、12、13、14、15、16、21、22、23、24、25、26、27、28 脚) 和 LPC1788 ARM 微控制器(U11) 的 P0.0 ~ P0.15(66、67、141、142、116、115、113、112、111、109、69、70、29、32、48、89 脚) 连接。

[0023] TFT 液晶显示电路(U16) 采用广州致远电子有限公司生产的 BCT-HMI035-01TFT 智能显示终端, 该智能显示终端给 LPC1788 ARM 微控制器提供了容易操作的串行数据接口, 两者之间的通信接口为 3 线制(DIN/DOUT/GND) RS232 串行接口, 波特率 115200bps。LPC1788 ARM 微控制器(U11) 的 U1_RxD、U1_TxD、U1_CtX (89、90、87 号管脚) 和 TFT 液晶显示电路(U16) Din 、Dout、Busy (4、3、2 号管脚) 连接。

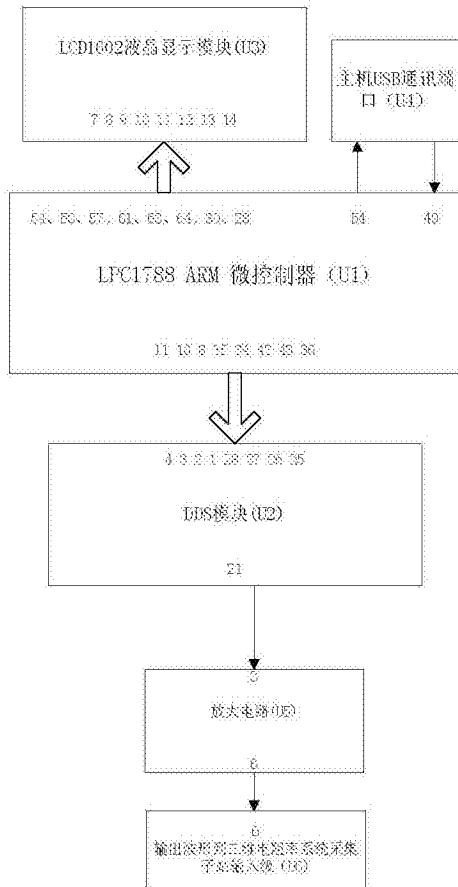


图 1

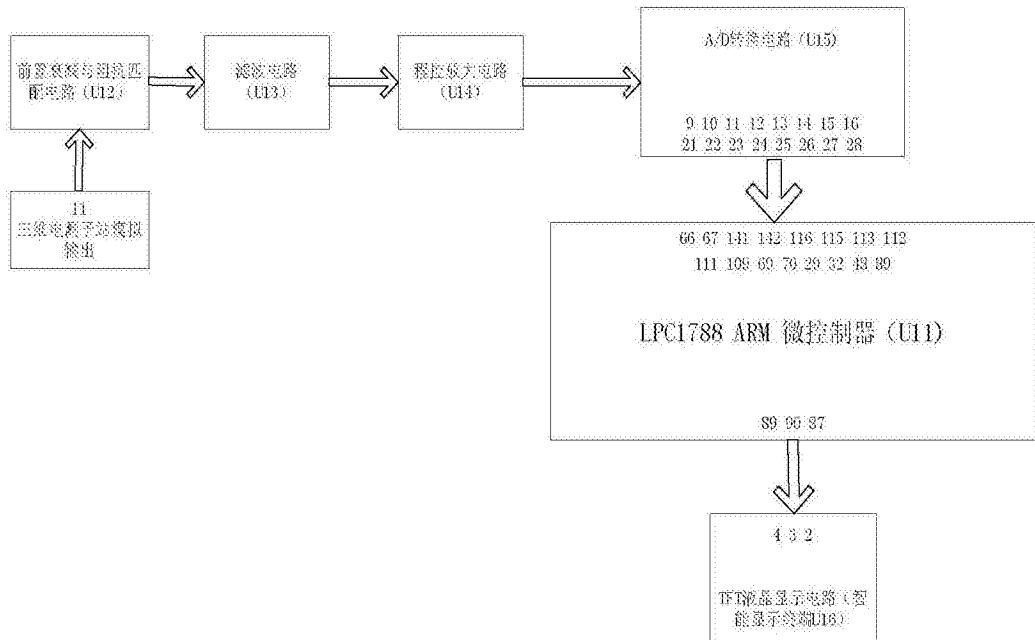


图 2