

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102062877 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 10

(21) 申请号 201010576043. 6

(22) 申请日 2010. 12. 07

(73) 专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 易晓峰 林君 段清明 田宝凤 蒋川东 樊伟 曹桂欣

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 王立文

(51) Int. Cl.

G01V 3/14 (2006. 01)

(56) 对比文件

张小华. 核磁共振找水仪原理样机研制 核

磁共振找水仪原理样机研制. 《中国优秀博士学位论文全文数据库(硕士)工程科学II辑(月刊)》. 2006, (第10期), 11~47.

审查员 潘聪

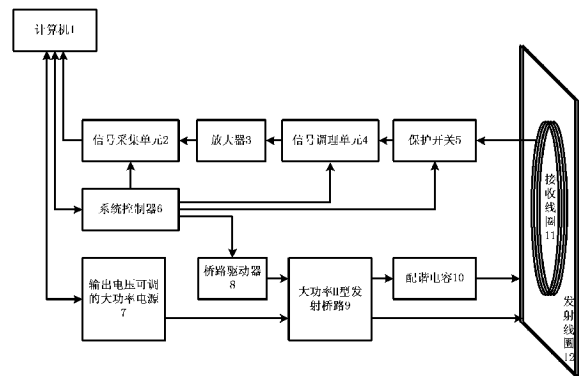
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

对前方水体超前探测的核磁共振探测装置及探测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种对前方水体超前探测的核磁共振探测装置及探测方法。是由计算机通过串口总线分别与系统控制器、大功率电源、信号采集单元相连,系统控制器经桥路驱动器、大功率H型发射桥路和配谐电容与发射线圈连结构成。与现有技术相比对前方是否存在含水体,以及含水体的含水量大小等重要信息做出准确、有效的检测。采用垂直布设线圈模式,有效的降低了线圈的占用面积,使该装置可以在更加狭小的空间中展开勘探工作。可在煤田矿井生产现场或隧道施工现场直接准确探明出前方一定距离内地下地质情况,减少因前方地质情况不明所引发的突水、涌泥等地质灾害造成的矿难或隧道施工中因地质灾害引发的各种事故。



1. 一种对前方水体超前探测的核磁共振探测方法,所述方法采用核磁共振探测装置对前方水体超前探测,所述装置其特征在于,计算机(1)通过串口总线分别与系统控制器(6)、大功率电源(7)、信号采集单元(2)相连,系统控制器(6)通过控制线经桥路驱动器(8)、大功率H型发射桥路(9)和配谐电容(10)与发射线圈(12)相连,大功率电源(7)经大功率H型发射桥路(9)与发射线圈(12)相连,系统控制器(6)通过控制线分别与保护开关(5)、信号调理单元(4)及信号采集单元(2)相连,信号采集单元(2)经放大器(3)、信号调理单元(4)和保护开关(5)与接收线圈(11)连接;

所述的系统控制器(6)是由CPU通过控制线分别与计时器I、采集同步信号输出端口、开关同步信号输出端口、计时器II、信号调理单元配置信号输出端口、频率发生器、桥路驱动信号输出端口、计时器III、通讯模块连接构成;

所述方法包括以下步骤:

a、在测区内选择一测点,以该测点的假想直立平面为线圈的铺设平面,铺设接收线圈(11)与发射线圈(12);

b、计算机(1)通过串口总线控制大功率电源(7),设置大功率电源(7)的输出电压,通过改变输出电压的大小,来改变在发射线圈(12)上的激发电流的大小,即产生不同强度的激发磁场,通过不同强度磁场的激发,实现距发射线圈不同远近水体的探测;

c、系统控制器(6)产生40ms频率信号,通过桥路驱动器(8)对大功率H型发射桥路(9)进行驱动,大功率H型发射桥路(9)被驱动后,利用大功率电源(7)产生的输出电压向配谐电容(10)及发射线圈(12)施加40ms发射电流,实现对前方水体的激发;

d、在激发时,系统控制器(6)控制保护开关,使其处于断开状态,对信号接收端进行保护,当激发结束后,经过90-120ms,系统控制器(6)控制保护开关闭合,将接收线圈(11)中所产生的信号通过保护开关送入信号调理单元;

e、信号调理单元对信号进行滤波处理,系统控制器(6)通过控制线控制信号调理单元(4)中滤波器的中心频率与带宽,滤除掺杂在信号中的噪声,将相对纯净的信号送入放大器(3),放大器(3)对微弱的信号进行放大后,送至信号采集单元(2),系统控制器(6)控制信号采集单元(2)的采集开始与结束时间,信号采集单元(2)利用模数转换器将放大器(3)输出的模拟信号转换成数字信号,利用串口总线,将转换后得到的数据送至计算机(1),进行数据的保存与显示;

f、将步骤e保存与显示的核磁共振信号进行特征参数提取,获得弛豫时间、初始振幅和频率参数,将测得的数据进行反演处理,估算出涌水量、渗透率水文地质参数,为可能发生的突水、涌泥地质灾害提供预报依据。

对前方水体超前探测的核磁共振探测装置及探测方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种利用核磁共振对含水体进行检测的地球物理勘探设备,尤其是用垂直线圈对正前方水体进行超前探测的核磁共振探测装置及探测方法。

背景技术：

[0002] 在地下工程中,特别是隧道、矿井等大型地下掘进工程中,由于地质条件复杂,由地下水引起的突水、涌泥等地质灾害时有发生,给施工安全带来了巨大的灾难和无法估计的经济损失。如何对地下工程中前方的含水体进行准确、有效的探测,成为了地球物理勘探方法中的一个重要研究方向。

[0003] CN201037869 公开了一种“无源巷 / 隧道超前探测仪”,由探测传感器与输出端信号联通的两个信号采集器以及用于接受信号采集器输出端信号的信号数据采集器组成。是依据地质体辐射出来的天然电磁波量值的大小,通过数理方程将电压值转化为地质体的反射系数,再结合已知的地质资料,解释出探测前方岩层厚度的变化、破碎带、小断层产状。

[0004] CN101603423 公开了“一种在煤矿巷道内顺层超前探测含水构造的直流电法方法”:使用矿井直流电法七电极系探测装置,在煤矿巷道掘进头附近布置 4 根供电电极 A1、A2、A3、A4 构成一直线排列,分别与无穷远处布置的另一根供电电极 B 构成回路,向地下供入直流电,建立直流电场,同时在巷道后方使用 2 根相对固定距离的电极 M、N 测量其电场分布规律,通过专用配套解释技术处理后,得到掘进巷道或隧道迎头前方 0m ~ 140m 内的地质体的电性分布信息。上述发明所设计的超前探测装置及方法有较远的探测深度,探测效率和精度也较高,但是都有一个共同的不足,就是这些装置都是通过勘查含水构造及层位来对含水体是否存在进行判断的,是一种间接测量方法,不能准确获得前方水体的含水层厚度、含水量大小等重要信息参数。

[0005] CN01278229.7 公开了一种“核磁共振地下水层探测仪”,包括信号检测器,其特征在于,该信号检测器的一输入端连接一第一开关,该第一开关的另端串接一变速电阻器,该变速电阻器的另端串接第二和第三两开关,第二开关的另端串接一限流电阻,并依序串接有整流器和发电机,该发电机的另端与信号检测器的另一端连接,其中该第二和第三两开关之间接有一第一电容器,该第一电容器的另端与信号检测器的另一端连接,该第一开关与变速电阻器之间接有一线圈,该线圈的另端与信号检测器的另一端连接,该信号检测器的两端之间有一电容器。

[0006] CN1936621 公开一种“核磁共振与瞬变电磁联用仪及其方法”,是将核磁共振与瞬变电磁组合成一体核磁共振与瞬变电磁联用仪及其方法。首先将联用仪选择在瞬变电磁工作模式下,在测线上铺设发射线圈和接收线圈,对测区内每一个测点进行测量,测量完毕后,对瞬变电磁数据进行初步的处理,找出低电阻率点,并对低电阻率异常测点标定;再将联用仪切换到核磁共振工作模式下,并以已标定的异常测点为中心铺设发射线圈进行核磁共振测量工作,以测得数据或图形与瞬变电磁所测的电阻率异常进行比较,用以判断瞬变电磁所测的电阻率异常目的层的真伪。上述发明,只适用于在地面上对地下水体进行探测,

尚无法应用在地下工程中对前方水体进行超前探测。

发明内容：

[0007] 本发明的目的就是针对上述现有技术的不足，提供一种对前方水体超前探测的核磁共振探测装置及探测方法。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的：

[0009] 对前方水体超前探测的核磁共振探测装置，是由计算机 1 通过串口总线分别与系统控制器 6、大功率电源 7、信号采集单元 2 相连，系统控制器 6 通过控制线经桥路驱动器 8、大功率 H 型发射桥路 9 和配谐电容 10 与发射线圈 12 相连，大功率电源 7 经大功率 H 型发射桥路 9 与发射线圈 12 相连，系统控制器 6 通过控制线分别与保护开关 5、信号调理单元 4 及信号采集单元 2 相连，采集单元 2 经放大器 3、信号调理单元 4 和保护开关 5 与接收线圈 11 连结构成。

[0010] 系统控制器 6 是由 CPU 通过控制线分别与计时器 I、采集同步信号输出端口、开关同步信号输出端口、计时器 II、信号调理单元配置信号输出端口、频率发生器、桥路驱动信号输出端口、计时器 III、通讯模块连接构成。

[0011] 对前方水体超前探测的核磁共振探测方法，包括以下顺序和步骤：

[0012] a、在测区内选择一测点，以该测点的假想直立平面为线圈的铺设平面，铺设接收线圈 11 与发射线圈 12；

[0013] b、计算机 1 通过串口总线控制大功率电源 7，设置大功率电源 7 的输出电压，通过改变输出电压的大小，来改变在发射线圈 12 上的激发电流的大小，即产生不同强度的激发磁场，通过不同强度磁场的激发，实现距发射线圈不同远近水体的探测；

[0014] c、系统控制器 6 产生 40ms 频率信号，通过桥路驱动器 8 对发射桥路 9 进行驱动，发射桥路 9 被驱动后，利用大功率电源 7 产生的输出电压向配谐电容 10 及发射线圈 12 施加 40ms 发射电流，实现对前方水体的激发。

[0015] d、在激发时，系统控制器 6 控制保护开关，使其处于断开状态，对信号接收端进行保护，当激发结束后，经过 90-120ms，系统控制器 6 控制保护开关闭合，将接收线圈 11 中所产生的信号通过保护开关送入信号调理单元；

[0016] e、信号调理单元对信号进行滤波处理，系统控制器 6 通过控制线控制信号调理单元 4 中滤波器的中心频率与带宽，滤除掺杂在信号中的噪声，将相对纯净的信号送入放大器 3，放大器 3 对微弱的信号进行放大后，送至信号采集单元 2，系统控制器 6 控制信号采集单元 2 的采集开始与结束时间，信号采集单元 2 利用模数转换器将放大器 3 输出的模拟信号转换成数字信号，利用串口总线，将转换后得到的数据送至计算机 1，进行数据的保存与显示；

[0017] f、将步骤 e 保存与显示的核磁共振信号进行特征参数提取，获得弛豫时间、初始振幅、频率参数，将测得的数据进行反演处理，估算出涌水量、渗透率水文地质参数，为可能发生的突水、涌泥地质灾害提供预报依据。

[0018] 有益效果：本发明是依据核磁共振探测原理，采用垂直线圈，对水平前方的含水水体进行超前探测，是一种直接探测含水水体的装置和探测方法，相对于其他间接探测方法而言，可以对前方是否存在含水水体，以及含水水体的含水量大小等重要信息做出准确、有效的检测。

采用垂直布设线圈模式,有效的降低了线圈的占用面积,使该装置可以在更加狭小的空间中展开勘探工作,为保障隧道、矿井等地下工程的施工安全,防止发生因前方水体引起的突水、涌泥等地质灾害,提供了一种有效的超前探测。可在煤田矿井生产现场或隧道施工现场准确探明出前方一定距离内地下地质情况,减少因前方地质情况不明所引起的突水、涌泥等地质灾害造成的矿难或隧道施工中因地质灾害引发的各种事故。

附图说明:

[0019] 图 1 是对前方水体超前探测的核磁共振探测装置结构框图。

[0020] 图 2 是附图 1 中系统控制器 6 的结构框图。

[0021] 1 计算机,2 信号采集单元,3 放大器,4 信号调理单元,5 保护开关,6 系统控制器,7 大功率电源,8 桥路驱动器,9 大功率 H 型发射桥路,10 配谐电容,11 接收线圈,12 发射线圈。

具体实施方式:

[0022] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的详细说明:

[0023] 对前方水体超前探测的核磁共振探测装置,是由计算机 1 通过串口总线与系统控制器 6 及大功率电源 7 相连,系统控制器 6 通过控制线与桥路驱动器 8 相连,桥路驱动器 8 通过信号线与发射桥路 9 相连,大功率电源的输出端通过交互信号线与发射桥路 9 相连,发射桥路 9 的输出端通过信号线与配谐电容 10 相连,配谐电容 10 通过信号线与发射线圈 12 相连,发射桥路 9 通过信号线与发射线圈 12 相连。接收线圈 11 通过信号线与保护开关 5 的一端相连,保护开关 5 的另一端通过信号线与信号调理单元 4 的输入端相连,信号调理单元 4 的输出端通过信号线与放大器 3 的输入端相连,放大器 3 的输出端通过信号线与信号采集单元 2 的输入端相连,信号采集单元的输出端通过串口总线与计算机 1 相连。系统控制器 6 通过控制线分别与保护开关 5、信号调理单元 4 及信号采集单元 2 相连。本装置的具体工作过程是:

[0024] 在发射阶段:由计算机 1 发出一个充电指令给大功率电源 7,充电指令中包括需要充到的电压值,大功率电源 7 根据计算机 1 发出的电压值要求开始利用电源内部的 DCDC 模块给电源中的储能电容进行充电,当大功率电源的储能电容中电压达到计算机 1 的设置水平后,电源停止充电,并给计算机 1 回传一个电压充电完毕的指令。当计算机 1 收到大功率电源 7 发出的充电完毕的指令后,计算机 1 产生一个准许发射的指令,系统控制器 6 收到准许发射指令后,产生一组同被测地区拉莫尔频率相同频率的信号,信号持续的时间和信号自身的频率由计算机 1 控制。系统控制器 6 将这组信号送至桥路驱动器 8,桥路驱动器 8 将此信号放大后,送至大功率 H 型发射桥路 9。在大功率 H 型桥路 9 中,发射线圈 12 以及配谐电容 10 被看做为一个串联谐振系统,大功率 H 型发射桥路 9 将大功率电源 7 的输出电压作为发射电压加载在发射线圈 12 以及配谐电容 10 的两端,将桥路驱动器 8 的输出信号作为桥路输入信号,控制桥路中各个功率开关器件的交替导通状态,在发射线圈 12 中便产生了一个高压交变的电流信号,此电流信号通过发射线圈 12 产生了交变磁场,完成了对地下水的激发。

[0025] 在接收阶段:根据核磁共振原理,在地下水受激发一定时间后,突然撤去激发场,

地下水中的氢质子会产生一个弛豫效应,表现为在接收线圈 11 中产生一个衰减的电信号。在发射过程中,保护开关 5 处于断开状态,对系统的接收部分起到一个保护作用,当发射结束后,经过一段时间的延迟,系统控制器 6 发出一个控制信号,令保护开关 5 闭合,接收线圈 11 中接收到的微弱电信号通过保护开关 5 进入系统的信号调理单元 4。系统控制器 6 通过产生一组命令,设置信号调理单元 4 中的各个参数,信号通过信号调理单元 4 后,混叠在信号调理单元 4 中的电磁噪声干扰会被一定程度的滤除,信号调理单元 4 将比较纯净的信号送至放大器 3,将信号进行放大。放大器 3 将微弱的核磁共振信号放大至符合信号采集单元 2 的输入要求,信号采集单元 2 将放大器输出的模拟信号转换为数字信号,并送至计算机 1 中保存下来,完成对核磁共振信号的接收。

[0026] 利用垂直线圈对前方水体超前探测的核磁共振探测方法,包括以下顺序和步骤:

[0027] 在测区内选择一测点,以该测点的垂直面为线圈的铺设平面,铺设接收线圈 11 和发射线圈 12;在铺设过程中,需借助支架对线圈进行垂直摆放。

[0028] 计算机 1 通过串口总线控制大功率电源 7,设置大功率电源 7 的输出电压。通过改变输出电压的大小,来改变在发射线圈 12 上的激发电流的大小,即产生不同强度的激发磁场。通过不同强度磁场的激发,完成距离发射线圈不同远近水体的探测。系统控制器 6 产生 40ms 的频率信号,通过桥路驱动器 8 对发射桥路 9 进行驱动。发射桥路 9 被驱动后,利用大功率电源 7 产生的输出电压向配谐电容 10 及发射线圈 12 施加 40ms 的发射电流,完成对前方水体的激发。在激发时,系统控制器 6 控制保护开关,使其处于断开状态,对信号接收端进行保护。当激发结束后,经过 100ms 时间,系统控制器 6 控制保护开关闭合,将接收线圈 11 中所产生的信号通过保护开关送入信号调理单元。信号调理单元对信号进行滤波处理,系统控制器 6 通过控制线控制信号调理单元 4 中滤波器的中心频率与带宽,滤除掺杂在信号中的噪声,将相对纯净的信号送入放大器 3,放大器 3 对微弱的信号进行放大后,送至信号采集单元 2,系统控制器 6 控制信号采集单元 2 的采集开始与结束时间,信号采集单元 2 利用模数转换器将放大器 3 输出的模拟信号转换成数字信号,利用串口总线,将转换后得到的数据送至上位机 1,进行数据的保存与显示。

[0029] 将上述提取的核磁共振信号进行特征参数提取,获得弛豫时间、初始振幅、频率等参数,将测得的数据进行反演处理,并估算出涌水量、渗透率等水文地质参数,为可能发生的突水、涌泥等地质灾害提供预报依据。

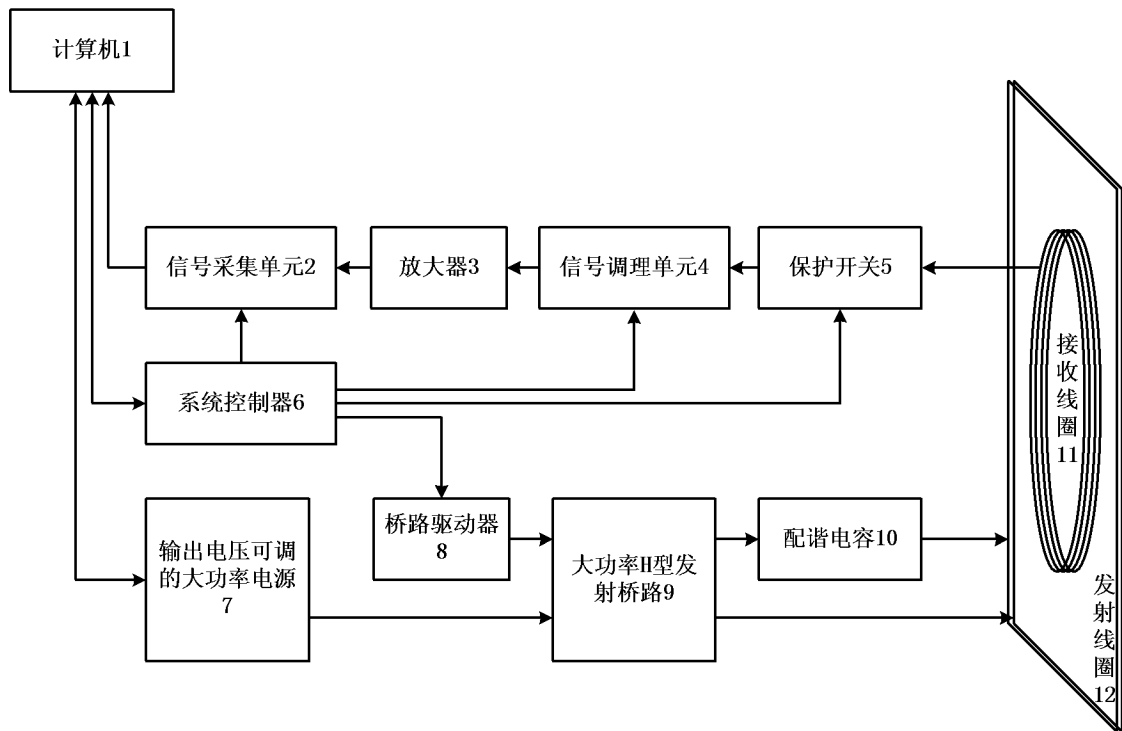


图 1

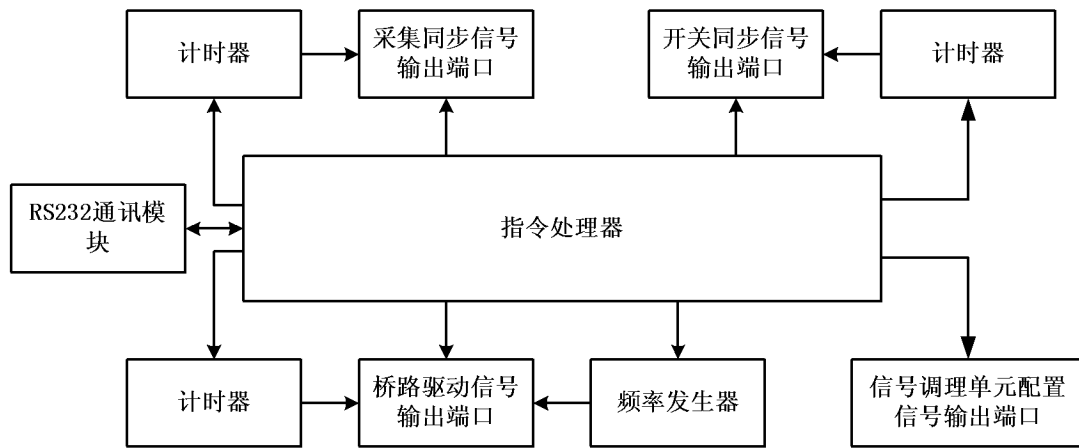


图 2