



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103884920 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201410106647. 2

(22) 申请日 2014. 03. 20

(71) 申请人 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 警彦勇 林君 段清明 田宝凤

(74) 专利代理机构 沈阳维特专利商标事务所 (普通合伙) 21229

代理人 屈芳

(51) Int. Cl.

G01R 27/26 (2006. 01)

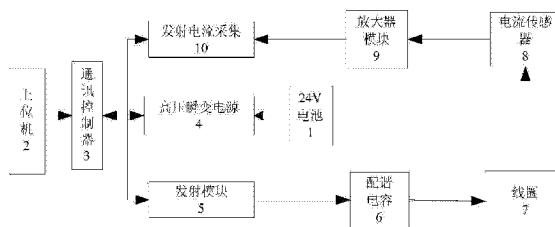
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

自动扫频式电感测量仪及测量方法

(57) 摘要

本发明涉及自动扫频式电感测量仪及测量方法。由24V 电池对仪器供电,由计算机经扫频软件控制通讯控制器,通讯控制器控制发射模块和高压瞬变电源,发射模块与线圈、配谐电容和电流传感器相连接,电流传感器将采集到的发射电流信号经过放大器模块放大后传递给发射电流采集模块,由串口传递给上位机。上位机扫频系统可以设置激发频率区间和频率间隔,自动改变激发频率不断发射,电流采集模块采集电流值,软件系统会根据采集到的电流值绘制一个幅频图,根据最大值点对应的频率可算出电感的精确值。利用此扫频方法测量电感测电感配电容的操作更加简便,提高了测量效率和精度;在复杂干扰环境下也能精准的测量出电感值,具有抗干扰性。



1. 一种自动扫频式电感测试仪,其特征在于,包括线圈、上位机、通讯控制器、发射模块、配谐电容、电流传感器、放大器、以及发射电流采集模块,其中,上位机通过通讯控制器与发射模块以及发射电流采集模块连接,发射模块通过配谐电容与线圈连接;线圈还依次通过电流传感器以及放大器与发射电流采集模块连接;线圈通过一转换开关实现与配谐电容以及电流传感器之间的切换,分别实现发射电流激发信号以及接受核磁共振信号;发射模块上连接高压瞬变电源,为发射模块提供高压瞬变电能。

2. 按照权利要求1所述的扫频式电感测试仪,其特征在于,发射模块是由发射控制MCU经时序控制电路、驱动电路和H桥路与能量吸收模块连接构成,其中H桥路中的储能电容与高压瞬变电源连接,能量吸收模块由两个方向相反的二极管并联后串联在发射回路中。

3. 按照权利要求1所述的扫频式电感测试仪,其特征在于,所述配谐电容为多个电容设置在配谐电容箱,电容之间的串并联形式通过在配谐电容箱操作完成。

4. 按照权利要求1所述的自动扫频式电感的测量方法,其特征在于包括以下步骤:

a、根据地形铺设方形或者圆形测量线圈;

b、由当地的地磁场值,通过上位机预置的地磁场—拉摩尔频率转换公式,计算出与地磁场值相对应的拉摩尔频率;

c、采用常规技术估算线圈的电感值,根据拉摩尔频率和线圈的电感特性,计算出需要匹配的配谐电容值的大小,并修正配谐电容中的电容值;

d、通过上位机中阈值的扫频软件设置电容、电感参数值以及采集回来的发射电流数据的保存路径,给仪器上电,设置加载放大器;

e、以拉莫尔频率为中间值上下浮动50Hz作为发射频率区间,发射频率间隔 f 取值10Hz或5Hz,扫频次数 $N=(F_h-F_l)/f+1$,其中 F_h 是发射频率区间内的最高频率, F_l 是频率区间的最低频率;

f、设置发射的脉冲矩,脉冲矩是发射电流和发射时间的乘积,脉冲矩选用400A*ms,发射时间40ms;将脉冲矩参数通过通讯控制器发送至发射控制MCU;

g、上位机根据所设发射频率区间自动改变发射频率,发射控制MCU接受上位机的指令并控制发射模块,在发射频率区间不断发射电流数据,每发射一次后电流传感器把线圈内的电流信号经放大器放大后传递给发射电流采集模块,发射电流采集模块把电流值经通讯线返回到上位机内;

h、采集的电流数据在上位机界面上形成频率幅值图,纵坐标为采集的电流,横坐标为频率,由顶点电流最大值对应的横坐标的频率值和配谐电容值,根据LC振荡电路的电感计算公式 $L=1/(4\pi^2CF)$,其中 L 是待测电感值, C 是配谐电容值, F 是激发频率,算出线圈电感的精确值,完成了对电感的精确测量。

自动扫频式电感测量仪及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于地球物理探测的电感测试仪,尤其是能在复杂环境干扰下通过扫频测量的方式测量出线圈的精确电感值,从而为核磁共振地下水探测仪提供准确参数值。

背景技术

[0002] 核磁共振地下水探测仪是一种不破坏大地的地球物理探测仪器,这种探测仪器与方法与传统的地球物理勘探方法相比具有灵敏度高、分辨率高、快速经济、反演解释信息量丰富等优点,不打钻就能探测地下水层的深度、含水量和含水层的孔隙度等水文地质信息。

[0003] CN102621397A 公开了“一种电感测量仪”,包含信号输入接口、电容接口、电感接口和电压表,还配套使用的电容器、待测电感器和信号发生器。上述发明利用 LC 谐振电路测电感结构简单,实验操作简便,仪器成本低,但是抗干扰能力不强,测量精度不高。

[0004] CN203069677U 公开了“一种数字式电感测量仪”,包括用于连接被测电感将电感的电感值转换为相对应的频率值且将频率值以正弦波的形式输出的振荡电路、接收所述振荡电路发出的频率值的正弦波并将该正弦波整形形成矩形波的施密特触发器、接收施密特触发器发出的矩形波并对矩形波进行分频的分频器、接收所述分频器传送的分频后的矩形波并对矩形波进行处理获得电感值的单片机和接收单片机发送的电感值并对该电感值进行显示的显示电路;所述振荡电路、施密特触发器、分频器、单片机和显示电路依次连接。上述实用新型的数字式电感测量仪,具有结构简单,但测量效率低,而且不具有抗干扰特性。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是针对上述现有技术的缺点,提供一种抗干扰,测量精确的自动扫频式电感测量仪;

[0006] 本发明的另一目的是提供一种扫频式电感测量方法。

[0007] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0008] 一种自动扫频式电感测试仪,包括线圈、上位机、通讯控制器、发射模块、配谐电容、电流传感器、放大器、以及发射电流采集模块,其中,上位机通过通讯控制器与发射模块以及发射电流采集模块连接,发射模块通过配谐电容与线圈连接;线圈还依次通过电流传感器以及放大器与发射电流采集模块连接;线圈通过一转换开关实现与配谐电容以及电流传感器之间的切换,分别实现发射电流激发信号以及接受核磁共振信号;发射模块上连接高压瞬变电源,为发射模块提供高压瞬变电能。

[0009] 进一步地,发射模块是由发射控制 MCU 经时序控制电路、驱动电路和 H 桥路与能量吸收模块连接构成,其中 H 桥路中的储能电容与高压瞬变电源连接,能量吸收模块由两个方向相反的二极管并联后串联在发射回路中。

[0010] 进一步地,所述配谐电容为多个电容设置在配谐电容箱,电容之间的串并联形式通过在配谐电容箱操作完成。

- [0011] 一种自动扫频式电感测量仪的测量方法,其特征在于包括以下步骤:
- [0012] a、根据地形铺设方形或者圆形测量线圈;
- [0013] b、由当地的地磁场值,通过上位机预置的地磁场—拉摩尔频率转换公式,计算出与地磁场值相对应的拉摩尔频率;
- [0014] c、采用常规技术估算线圈的电感值,根据拉摩尔频率和线圈的电感特性,计算出需要匹配的配谐电容值的大小,并修正配谐电容中的电容值;
- [0015] d、通过上位机中阈值的扫频软件设置电容、电感参数值以及采集回来的发射电流数据的保存路径,给仪器上电,设置加载放大器;
- [0016] e、以拉莫尔频率为中间值上下浮动 50Hz 作为发射频率区间,发射频率间隔 f 取值 10Hz 或 5Hz,扫频次数 $N=(F_h-F_l)/f+1$,其中 F_h 是发射频率区间内的最高频率, F_l 是频率区间的最低频率;
- [0017] f、设置发射的脉冲矩,脉冲矩是发射电流和发射时间的乘积,脉冲矩选用 $400A*ms$,发射时间 40ms;将脉冲矩参数通过通讯控制器发送至发射控制 MCU;
- [0018] g、上位机根据所设发射频率区间自动改变发射频率,发射控制 MCU 接受上位机的指令并控制发射模块,在发射频率区间不断发射电流数据,每发射一次后电流传感器把线圈内的电流信号经放大器放大后传递给发射电流采集模块,发射电流采集模块把电流值经通讯线返回到上位机内;
- [0019] h、采集的电流数据在上位机界面上形成频率幅值图,纵坐标为采集的电流,横坐标为频率,由顶点电流最大值对应的横坐标的频率值和配谐电容值,根据 LC 振荡电路的电感计算公式 $L=1/(4\pi^2CF)$,其中 L 是待测电感值, C 是配谐电容值, F 是激发频率,算出线圈电感的精确值,完成了对电感的精确测量。
- [0020] 有益效果:本发明采用扫频式测电感,通过设置拉莫尔频率区间范围以及频率间隔,激发频率 F 在 2000 ~ 3000Hz 之间,由公式 $L=1/(4\pi^2CF)$ 知,激发频率越大,电感值误差越小,测得电感值越精确,实现对电感的精确测量;
- [0021] 本发明中采用的发射电流可达到几十安培,发射电流远远大于一般的环境干扰,所以具有极强的抗干扰性;本发明大大提高了核磁共振地下水探测仪野外探测的准度、精度和效率。

附图说明

- [0022] 图 1 是本发明结构的结构框图;
- [0023] 图 2 是图 1 中的发射模块的结构框图;
- [0024] 图 3 是电流数据形成的频率幅值图;
- [0025] 其中,124V 电池,2 上位机,3 通讯控制器,4 高压瞬变电源,5 发射模块,6 电流传感器,7 线圈,8 配谐电容,9 放大器模块,10 发射电流采集模块,11 发射控制 MCU,12 时序控制电路,13 驱动电路,14H 桥路,15 能量吸收模块。

具体实施方式

- [0026] 下面结合附图和实施例作进一步详细说明:
- [0027] 如图 1 和图 2 所示,一种自动扫频式电感测试仪,包括线圈 7、上位机 2、通讯控制

器 3、发射模块 5、配谐电容 8、电流传感器 6、放大器模块 9、以及发射电流采集模块 10，其中，上位机 2 通过通讯控制器 3 与发射模块 5 以及发射电流采集模块 10 连接，发射模块 5 通过配谐电容 8 与线圈 7 连接；线圈 7 还依次通过电流传感器 6 以及放大器模块 9 与发射电流采集模块 10 连接；线圈 7 通过一转换开关实现与配谐电容 8 以及电流传感器 6 之间的切换，分别实现发射电流激发信号以及接受核磁共振信号；发射模块 5 上连接高压瞬变电源 4，高压瞬变电源 4 通过 24V 电池供电，为发射模块提供高压瞬变电能。如图 2 所示，发射模块是由发射控制 MCU11 经时序控制电路 12、驱动电路 13 和 H 桥路 14 与能量吸收模块 15 连接构成，其中 H 桥路中的储能电容与高压瞬变电源连接，能量吸收模块由两个方向相反的二极管并联后串联在发射回路中。

[0028] 配谐电容为多个电容设置在配谐电容箱，电容之间的串并联形式通过在配谐电容箱操作完成。

[0029] 自动扫频式电感测量仪的测量方法，包括以下步骤：

[0030] a、根据地形铺设方形或者圆形测量线圈；

[0031] b、由当地的地磁场值，通过上位机预置的地磁场—拉摩尔频率转换公式，计算出与地磁场值相对应的拉摩尔频率；

[0032] c、采用常规技术估算线圈的电感值，根据拉摩尔频率和线圈的电感特性，计算出需要匹配的配谐电容值的大小，并修正配谐电容中的电容值；

[0033] d、通过上位机中阈值的扫频软件设置电容、电感参数值以及采集回来的发射电流数据的保存路径，给仪器上电，设置加载放大器；

[0034] e、以拉莫尔频率为中间值上下浮动 50Hz 作为发射频率区间，发射频率间隔 f 取值 10Hz 或 5Hz，扫频次数 $N=(F_h-F_l)/f+1$ ，其中 F_h 是发射频率区间内的最高频率， F_l 是频率区间的最低频率；

[0035] f、设置发射的脉冲矩，脉冲矩是发射电流和发射时间的乘积，脉冲矩选用 400A*ms，发射时间 40ms；将脉冲矩参数通过通讯控制器发送至发射控制 MCU；

[0036] g、上位机根据所设发射频率区间自动改变发射频率，发射控制 MCU 接受上位机的指令并控制发射模块，在发射频率区间不断发射电流数据，每发射一次后电流传感器把线圈内的电流信号经放大器放大后传递给发射电流采集模块，发射电流采集模块把电流值经通讯线返回到上位机内；

[0037] h、采集的电流数据在上位机界面上形成频率幅值图，纵坐标为采集的电流，横坐标为频率，由顶点电流最大值对应的横坐标的频率值和配谐电容值，根据 LC 振荡电路的电感计算公式 $L=1/(4\pi^2CF)$ ，其中 L 是待测电感值， C 是配谐电容值， F 是激发频率，算出线圈电感的精确值，从而完成了对电感的精确测量。实施例 1

[0038] 长春市农安县烧锅镇附近为例，对扫频式电感测量仪的测量方法以及本发明的设备的应用进行说明，包括以下步骤：

[0039] a、首先在长春市农安县烧锅镇附近，根据当地地形铺设一个 100 米*100 米的单匝数方形待测量线圈；

[0040] b、由当地的地磁场值 B_0 为 54600.9nT，通过上位机扫频软件中的“地磁场—拉摩尔频率”转换计算公式： $f_l=0.0426*B_0$ ，计算出与地磁场值相对应的拉摩尔频率 f_l 为 2326Hz；

[0041] c、估算线圈的电感值，根据拉摩尔频率和线圈的电感特性，计算出发射桥路中需

要匹配的配谐电容值的大小,并修正配谐电容箱中的电容值;

[0042] d、通过上位机上的扫频软件设置电容、电感等参数值以及采集回来的发射电流数据的保存路径,给仪器上电,加载放大器;

[0043] e、设置发射频率区间、发射频率间隔,频率间隔 f 取值 10Hz,扫频次数 $N=(F_h-F_l)/f+1$,其中频率区间内的最高频率 F_h 取 2385Hz,频率区间的最低频率 F_l 取 2285Hz;

[0044] f、设置发射的脉冲矩,脉冲矩是发射电流和发射时间的乘积,脉冲矩选用 $400A*ms$,发射时间 40ms;

[0045] g、仪器运行后,自动改变发射频率,不断发射和采集电流数据,每发射一次后电流传感器把线圈内的电流信号经放大器放大后传递给发射电流采集模块,发射电流采集模块把电流值经通讯线返回到上位机内;

[0046] h、最终返回的电流数据在形成一个频率—幅值图如图 3 所示,由顶点电流最大值对应的横坐标的频率值和配谐电容值,根据公式 $L=1/(4\pi^2CF)$,算出线圈电感的精确值为 0.82mH,从而完成了对电感的精确测量。

[0047] 实施例 2

[0048] 长春市文化广场南侧具有高压线和电线附近处为例:扫频式电感测量仪的测量方法,包括以下步骤:

[0049] a、首先在长春市文化广场南侧具有高压线和电线附近处,根据地形铺设一个 150 米 *150 米的单匝数方形待测量线圈;

[0050] b、由当地的地磁场值 B_0 为 54600.9nT,通过上位机扫频软件中的地磁场—拉摩尔频率转换计算公式: $f_L=0.0426*B_0$,计算出与地磁场值相对应的拉摩尔频率 f_L 为 2326Hz;

[0051] c、粗略估算线圈的电感值,根据拉摩尔频率和线圈的电感特性,计算出发射桥路中需要匹配的配谐电容值的大小,并修正配谐电容箱中的电容值;

[0052] d、通过上位机上的扫频软件设置电容、电感等参数值以及采集回来的发射电流数据的保存路径,给仪器上电,加载放大器;

[0053] e、设置发射频率区间、发射频率间隔。因在干扰源附近测量,此时设定频率区间大一点,频率间隔小一点,频率间隔 f 取 5Hz,扫频次数 $N=(F_h-F_l)/f+1$,其中频率区间的最高频率 F_h 取 2380Hz,频率区间的最低频率 F_l 取 2290Hz;

[0054] f、设置发射的脉冲矩,脉冲矩是发射电流和发射时间的乘积,脉冲矩为 $400A*ms$,发射时间 40ms;

[0055] g、仪器运行后,软件系统会自动改变发射频率,不断发射和采集电流数据,每发射一次后电流传感器把线圈内的电流信号经放大器放大后传递给发射电流采集模块,发射电流采集模块把电流值经通讯线返回到上位机内;

[0056] h、最终返回的电流数据在扫频软件上形成一个频率—幅值图,由顶点电流最大值对应的横坐标的频率和配谐电容值,根据公式 $L=1/(4\pi^2CF)$,算出线圈电感的精确值为 1.24mH,从而完成了对电感的精确测量。

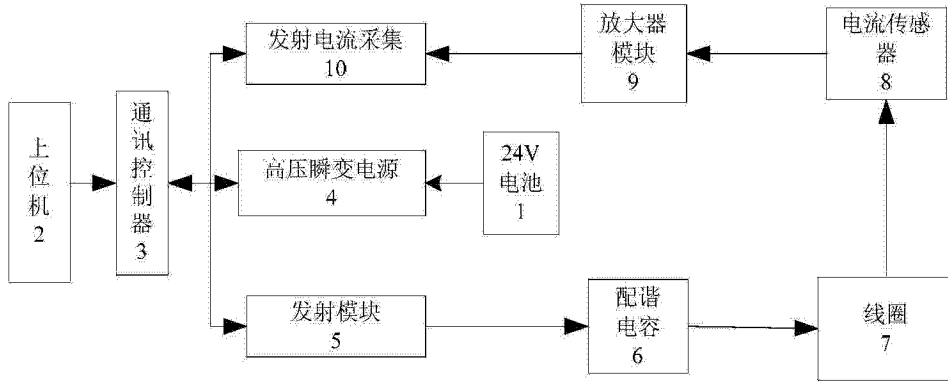


图 1

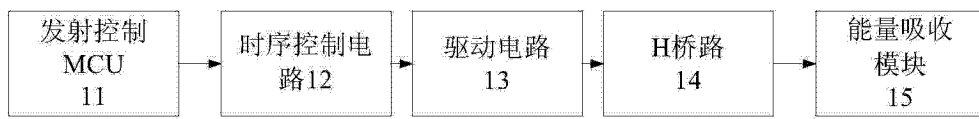


图 2

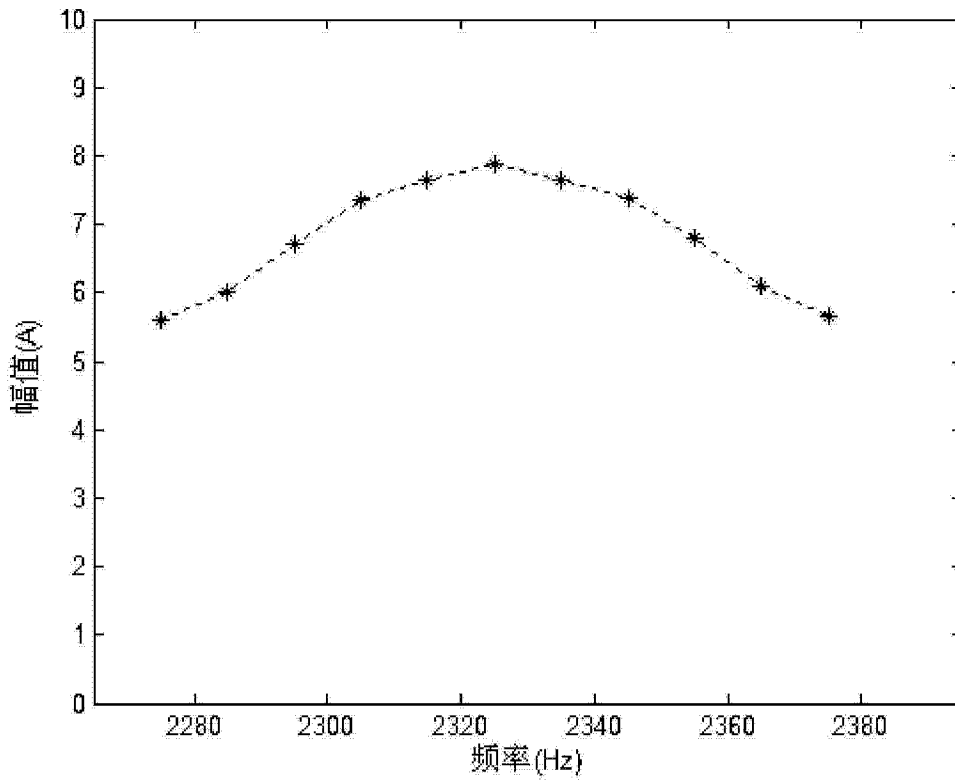


图 3