



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105044792 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201510527175. 2

(22) 申请日 2015. 08. 25

(71) 申请人 长江大学

地址 430100 湖北省武汉市蔡甸区蔡甸街大学路 111 号地球物理与石油资源学院

(72) 发明人 余刚 胡文宝 何展翔 严良俊
唐新功 陈娟

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 陈家安

(51) Int. Cl.

G01V 3/26(2006. 01)

G01V 3/28(2006. 01)

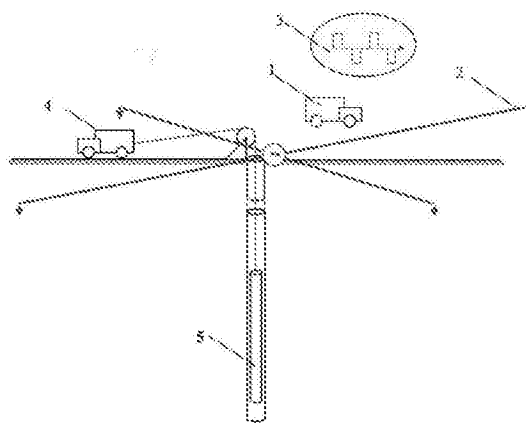
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

地 - 井时频电磁勘探数据采集装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种地 - 井时频电磁勘探数据采集装置及方法, 该装置包括大功率脉冲发射源控制装置、发射天线和井中电磁信号接收采集装置, 井中电磁信号接收采集装置通过测井电缆与地面上的仪器车连接, 仪器车控制井中电磁信号接收采集装置在井中的深度位置, 井中电磁信号接收采集装置包括数据采集和传输装置、一对三分量磁场传感器和垂直分量电场传感器。本发明极大地降低地面各种工业和人文的电磁干扰的影响, 提高数据的信噪比, 可以实现大功率发射, 有利于探测埋藏更深或离接收井距离更远的勘探目标, 并能指示地层电阻率的各向异性特性, 提供地层的产状和井眼偏移的信息。



1. 一种地-井时频电磁勘探数据采集装置,包括大功率脉冲发射源控制装置(1)、发射天线(2)和井中电磁信号接收采集装置(5),所述井中电磁信号接收采集装置(5)通过测井电缆与地面上的仪器车(4)连接,所述仪器车(4)控制井中电磁信号接收采集装置(5)在井中的深度位置,其特征在于,

所述大功率脉冲发射源控制装置(1)向发射天线(2)提供大功率脉冲激励电流(3);所述发射天线(2)通过接地长导线两端的接地电极将大功率脉冲激励电流(3)直接馈入地中,或者通过接入绕井方形大回线或绕井圆形大回线激励电磁场;

所述井中电磁信号接收采集装置(5)包括数据采集和传输装置(6)、一对三分量磁场传感器(7)和垂直分量电场传感器(8),所述一对三分量磁场传感器(7)分别设置于数据采集和传输装置(6)的上端和下端,所述电场传感器(8)为安装于数据采集和传输装置(6)上端和下端的一对不极化电极环或电极块,所述数据采集和传输装置(6)的磁场数据通道和电场数据通道分别与三分量磁场传感器(7)、电场传感器(8)相连接。

2. 根据权利要求1所述的地-井时频电磁勘探数据采集装置,其特征在于,所述发射天线(2)为以井眼为中心的两条相互正交接地长导线或绕井方形大回线或绕井圆形大回线。

3. 根据权利要求2所述的地-井时频电磁勘探数据采集装置,其特征在于,所述接地长导线的长度为1000m~10000m,所述大功率脉冲发射源控制装置(1)通过换向开关向两条接地长导线交替供电。

4. 根据权利要求2所述的地-井时频电磁勘探数据采集装置,其特征在于,所述绕井方形大回线的边长为500m~3000m,所述绕井圆形大回线的半径为500m~1000m。

5. 根据权利要求3或4所述的地-井时频电磁勘探数据采集装置,其特征在于,所述三分量磁场传感器(7)为三个相互正交的磁感应线圈或三分量磁通门传感器。

6. 根据权利要求5所述的地-井时频电磁勘探数据采集装置,其特征在于,所述一对三分量磁场传感器(7)相距10m,所述电场传感器(8)的一对不极化电极环或电极块相距10m。

7. 采用上述权利要求1~6中任一权利要求的地-井时频电磁勘探数据采集装置的数据采集方法,其特征在于,包括以下步骤:

a、所述大功率脉冲发射源控制装置(1)持续发射大功率脉冲激励电流(3),经所述发射天线(2)的接地电极传至地中并在地中激励感应电磁场,使得地下介质产生感应涡流,所述感应涡流逐渐向半空间地下扩散和衰减,扩散的速度和衰减的幅度与地下介质的电导率有关;

b、所述三分量磁场传感器(7)和电场传感器(8)在待测井段按一定的点距逐点采集步骤a中感应涡流产生的磁场分量和垂直电场分量,并传输至所述数据采集和传输装置(6)的磁场数据通道和电场数据通道,得到电磁数据;

c、所述数据采集和传输装置(6)将步骤b的电磁数据通过测井电缆传输至地面上的仪器车;

d、将步骤c中由测井电缆传来的数据在仪器车中记录,并经过叠加处理,得到时间序列数据;

e、在时间域或频率域处理步骤d中的时间序列数据,得到各测点的电磁场量和磁场梯度,提取与地层电学性质有关的参数;

f、将步骤 e 的各测点的电磁场量和磁场梯度进行反演成像,获取井周径向一定距离范围内的地层电阻率分布。

8. 根据权利要求 7 所述的地 - 井时频电磁勘探数据采集方法,其特征在于,步骤 a 中,所述大功率脉冲激励电流 (3) 的波形为归零半占空双极型方波或占空比为零且有正负极性的伪随机脉冲序列,所述方波周期或单位脉冲宽度为 0.01 ~ 64s。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的地 - 井时频电磁勘探数据采集方法,其特征在于,在步骤 b 中,每个测点测量和记录 10 ~ 50 周期的磁场信号和电场信号。

10. 根据权利要求 9 所述的地 - 井时频电磁勘探数据采集方法,其特征在于,根据步骤 f 得到的地层电阻率分布指示地层电阻率的各向异性特性,提供地层的产状和井眼偏移的信息,并实现对储层参数的解释与评价。

地 - 井时频电磁勘探数据采集装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于地球物理勘探技术领域,具体地是指一种地 - 井时频电磁勘探数据采集装置及数据采集方法。

背景技术

[0002] 地球物理勘探方法主要有地震法、直流电法、磁法、重力法和电磁法等勘探方法。其中电磁法又称“电磁感应法”,根据岩石或矿石的导电性和导磁性的不同,利用电磁感应原理进行找矿勘探的方法,统称为电磁法。

[0003] 其中,地面时频电磁勘探技术的应用,在构造带和特殊目标联合解释、油气圈闭联合检测评价等方面发挥了重要的作用。井地电磁勘探技术经过了近二十年的研究和发展,已经形成为较成熟的方法。电磁场激励的方法可以分为频率域激励和时间域激励。频率域(连续波)激励的局限是发射器和接收器之间有很强的耦合,使得从发射器直接到接收器的源场信号远比来自地层中的信号强,因而难以准确地测量从地层接收到的电磁场信号。尽管采用多目标处理技术和应用多组测量数据相结合的方法,能提供我们所关注的目标地层的信息,但得到的净信号与总测量信号相比仍然较小,有用信息微乎其微。

[0004] 美国专利说明书 US6739165B1 公布了一个井地电磁测量系统和测量方法用于确定储层流体性质。该系统首先通过布设在地面的大地电磁数据采集设备采集最初的天然大地电磁场,通过布设在地面和井下的电磁传感器测量储层最初的电磁场,然后通过反演计算出地下储层的电阻率或电导率,并据此推导出最初的地电模型和最初的地下流体如油水或气水的最初接触面。间隔一段时间以后,重复上述地面和井中的储层电磁场测量,反演计算出地下储层的电阻率或电导率,并据此推导出此时的地电模型和此时地下流体和不同流体接触面的空间分布。通过监测地下储层中流体和不同流体接触面的空间分布变化来监测油气藏的生产情况。但这种井地电磁测量系统容易受地面上的人为噪音干扰,降低电磁数据的信噪比。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种地 - 井时频电磁勘探数据采集装置及数据采集方法。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种地 - 井时频电磁勘探数据采集装置,该装置包括:

[0007] 大功率脉冲发射源控制装置、发射天线和井中电磁信号接收采集装置,所述井中电磁信号接收采集装置通过测井电缆与地面上的仪器车连接,所述仪器车控制井中电磁信号接收采集装置在井中的深度位置,其特殊之处在于,所述大功率脉冲发射源控制装置向发射天线提供大功率脉冲激励电流;所述发射天线通过接地长导线两端的接地电极将大功率脉冲激励电流直接馈入地中,或者通过接入绕井方形大回线或绕井圆形大回线激励电磁场;所述井中电磁信号接收采集装置包括数据采集和传输装置、一对三分量磁场传感器和

垂直分量电场传感器,所述一对三分量磁场传感器分别设置于数据采集和传输装置的上端和下端,所述电场传感器为安装于数据采集和传输装置上端和下端的一对不极化电极环或电极块,所述数据采集和传输装置的磁场数据通道和电场数据通道分别与三分量磁场传感器、电场传感器相连接。

[0008] 作为优选方案,所述发射天线为以井眼为中心的两条相互正交接地长导线或绕井方形大回线或绕井圆形大回线。

[0009] 进一步地,所述接地长导线的长度为 1000m ~ 10000m,所述大功率脉冲发射源控制装置通过换向开关向两条接地长导线交替供电。

[0010] 进一步地,所述绕井方形大回线的边长为 500m ~ 3000m,所述绕井圆形大回线的半径为 500m ~ 1000m。

[0011] 再进一步地,所述三分量磁场传感器为三个相互正交的磁感应线圈或三分量磁通门传感器。

[0012] 更进一步地,所述一对三分量磁场传感器相距 10m,所述电场传感器的一对不极化电极环或电极块相距 10m。

[0013] 本发明还提供一种地 - 井时频电磁勘探数据采集方法,包括以下步骤:

[0014] a、所述大功率脉冲发射源控制装置持续发射大功率脉冲激励电流,经所述发射天线的接地电极传至地中并在地中激励感应电磁场,使得地下介质产生感应涡流,所述感应涡流逐渐向半空间地下扩散和衰减,扩散的速度和衰减的幅度与地下介质的电导率有关;

[0015] b、所述三分量磁场传感器和电场传感器在待测井段按一定的点距逐点采集步骤 a 中感应涡流产生的磁场分量和垂直电场分量,并传输至所述数据采集和传输装置 6 里的磁场数据通道和电场数据通道,得到电磁数据;

[0016] c、所述数据采集和传输装置将步骤 b 的电磁数据通过测井电缆传输至地面的仪器车;

[0017] d、将步骤 c 中由测井电缆传来的数据在仪器车中记录,并经过叠加处理,得到时间序列数据;

[0018] e、在时间域或频率域处理步骤 d 中的时间序列数据,得到各测点的电磁场量和磁场梯度,提取与地层电学性质有关的参数;

[0019] f、将步骤 e 的各测点的电磁场量和磁场梯度进行反演成像,获取井周径向一定距离范围内的地层电阻率分布。

[0020] 在上述步骤 a 中,所述大功率脉冲激励电流的波形为归零半占空双极型方波或占空比为零且有正负极性的伪随机脉冲序列,所述方波周期或单位脉冲宽度为 0.01 ~ 64s。

[0021] 在上述步骤 b 中,每个测点测量和记录 10 ~ 50 周期的磁场信号和电场信号。

[0022] 在上述步骤 f 中,根据得到的地层电阻率分布指示地层电阻率各向异性特性,提供地层的产状和井眼偏移的信息,并实现对储层参数的解释与评价。

[0023] 本发明地 - 井时频电磁勘探数据采集装置及数据采集方法,可以探测待测井段井周围更大范围内的地层电阻率分布,还可以提高对目标体的分辨能力,极大地降低地面各种人为噪音对井下时频电磁数据的干扰,提高电磁数据的信噪比,并能指示地层电阻率各向异性特性,提供地层的产状和井眼偏移的信息,并实现对储层参数的解释与评价。

附图说明

[0024] 图 1 是本发明地 - 井时频电磁勘探数据采集装置的第一种实施方式的结构示意图。

[0025] 图 2 是本发明地 - 井时频电磁勘探数据采集装置的第二种实施方式的结构示意图。

[0026] 图 3 是图 1 和图 2 中井下时频电磁数据采集装置的结构示意图。

[0027] 图中 : 大功率脉冲发射源控制装置 1、发射天线 2、大功率脉冲激励电流波形 3、仪器车 4、井中电磁信号接收采集装置 5、数据采集和传输装置 6、三分量磁场传感器 7、电场传感器 8。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图详细说明本发明的实施方式,但它们并不构成对本发明的限定,仅作举例而已,同时通过说明本发明的优点将变得更加清楚和容易理解。

[0029] 本发明地 - 井时频电磁勘探数据采集装置具有两种实施方式,如下所示:

[0030] 实施例 1

[0031] 参考图 1 和图 3,地 - 井时频电磁勘探数据采集装置,包括大功率脉冲发射源控制装置 1、发射天线 2 和井中电磁信号接收采集装置 5,井中电磁信号接收采集装置 5 通过测井电缆与地面上的仪器车 4 连接,仪器车 4 控制井中电磁信号接收采集装置 5 在井中的深度位置。

[0032] 发射天线 2 为以井眼为中心的两条相互正交接地长导线,接地长导线的长度为 1000m ~ 10000m,大功率脉冲发射源控制装置 1 通过换向开关向两条接地长导线交替供电。大功率脉冲发射源控制装置 1 向发射天线 2 提供大功率脉冲激励电流 3,发射天线 2 通过接地长导线两端的接地电极将大功率脉冲激励电流 3 直接馈入地中。

[0033] 井中电磁信号接收采集装置 5 包括数据采集和传输装置 6、一对三分量磁场传感器 7 和垂直分量电场传感器 8。一对三分量磁场传感器 7 分别设置于数据采集和传输装置 6 的上端和下端,一对三分量磁场传感器 7 相距 10m,三分量磁场传感器 7 为三个相互正交的磁感应线圈或三分量磁通门传感器。电场传感器 8 为安装于数据采集和传输装置 6 上端和下端的一对不极化电极环或电极块,这对不极化电极环或电极块相距 10m。数据采集和传输装置 6 的磁场数据通道和电场数据通道分别与三分量磁场传感器 7、电场传感器 8 相连接。

[0034] 实施例 2

[0035] 参考图 2 和图 3,实施例 2 与实施例 1 的区别在于,发射天线 2 为以井眼为中心的绕井方形大回线或绕井圆形大回线,绕井方形大回线的边长为 500m ~ 3000m,绕井圆形大回线的半径为 500m ~ 1000m。其他与实施例 1 相同。

[0036] 下面对本发明地 - 井时频电磁勘探数据采集方法进行具体说明,其包括以下步骤:

[0037] a、大功率脉冲发射源控制装置 1 持续发射大功率脉冲激励电流 3,大功率脉冲激励电流 3 的波形为归零半占空双极型方波或占空比为零且有正负极性的伪随机脉冲序列,方波周期或单位脉冲宽度为 0.01 ~ 64s,经发射天线 2 的接地电极传至地中激励感应电磁

场,使得地下介质产生感应涡流,感应涡流逐渐向半空间地下扩散和衰减,扩散的速度和衰减的幅度与地下介质的电导率有关;

[0038] b、三分量磁场传感器 7 和电场传感器 8 在待测井段按一定的点距逐点采集步骤 a 中的磁场分量 (H_x, H_y, H_z) 和垂直电场分量 (E_z),每个测点测量和记录 10 ~ 50 个周期的磁场信号和电场信号,并传输至数据采集和传输装置 6 的磁场数据通道和电场数据通道,得到电磁场数据;

[0039] c、数据采集和传输装置 6 将步骤 b 的电磁数据通过测井电缆传输至地面的仪器车;

[0040] d、将步骤 c 中由测井电缆传来的数据在仪器车 4 中记录,并经过叠加处理,得到时间序列数据;

[0041] e、在时间域或频率域处理步骤 d 中的时间序列数据,得到各测点的电磁场量和磁场梯度,提取与地层电学性质有关的参数;

[0042] f、将步骤 e 的各测点的电磁场量和磁场梯度进行反演成像,获取井周径向一定距离范围内的地层电阻率分布,指示地层电阻率的各向异性特性,提供地层的产状和井眼偏移的信息,并实现对储层参数的解释与评价。

[0043] 其它未详细说明的部分均属于现有技术。

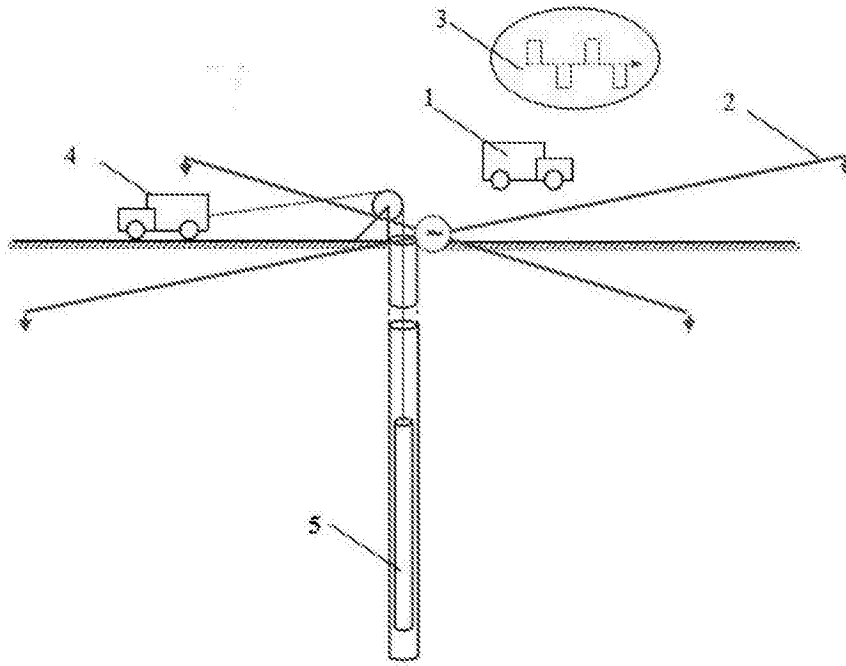


图 1

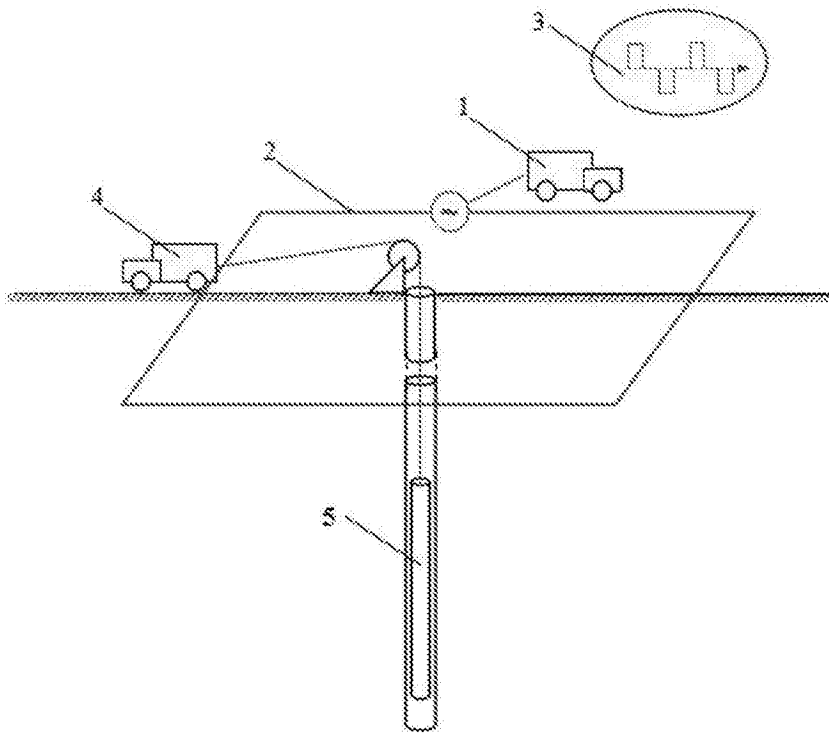


图 2

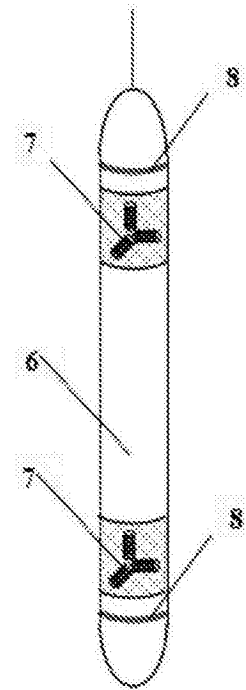


图 3