



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116335628 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 27

(21) 申请号 202111598658.3

(22) 申请日 2021.12.24

(71) 申请人 中国石油天然气集团有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号

申请人 中国石油集团测井有限公司

(72) 发明人 胡海涛 肖占山 陈文辉 李文彬
闫俊杰 袁彩华 姚春明 邵琨

(74) 专利代理机构 北京知联天下知识产权代理
事务所(普通合伙) 11594
专利代理师 张迎新

(51) Int. Cl.
E21B 47/00 (2012.01)

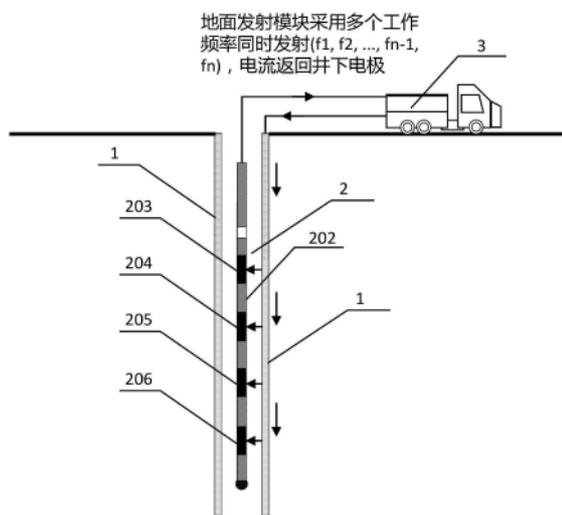
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种过套管电阻率测量装置

(57) 摘要

本发明涉及一种过套管电阻率测量装置,包括:井口金属套管、井下探头和地面电源;地面电源通过导线与井口金属套管连接,井下探头设置在井口金属套管内部;井口金属套管作为发射电极;井下探头包括多个电极模块和绝缘芯轴。另一种测量装置包括:井下探头,井下探头包括多个电极模块和绝缘芯轴;井下探头设置阵列式电极,井下探头阵列式电极之间构建电流返回通路,并采用多个工作频率。过套管电阻率测量装置可以利用地面大功率电源直接通过金属套管供电,供电功率不受井下环境限制,提高了仪器采集信号强度;通过采用多个频率同时工作和阵列式电极的方式,能够通过一次下井测量获取多条电阻率曲线,获取更丰富的套管外地层信息。



1. 一种过套管电阻率测量装置,其特征在于,所述测量装置包括:
井口金属套管、井下探头和地面电源;
所述地面电源通过导线与井口金属套管连接,所述井下探头设置在所述井口金属套管内部;
所述井口金属套管作为发射电极;
所述井下探头包括多个电极模块和绝缘芯轴。
2. 根据权利要求1所述的过套管电阻率测量装置,其特征在于,
所述电极模块由信号采集电路和电极组成;
所述信号采集电路可以采集与地面发射电源对应的多个不同频率的电压信号或电流信号。
3. 根据权利要求1所述的过套管电阻率测量装置,其特征在于,
所述绝缘芯轴由绝缘材料制成。
4. 根据权利要求1所述的过套管电阻率测量装置,其特征在于,
所述电极模块排列在绝缘芯轴上;
不同电极模块相互之间绝缘。
5. 根据权利要求2所述的过套管电阻率测量装置,其特征在于,
所述测量装置还包括数据处理模块;
电极模块中的信号采集电路通过导线与电子线路短节相连,采集到的信号通过导线传输至数据处理模块,通过电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数。
6. 一种过套管电阻率测量装置,其特征在于,所述测量装置包括:
井下探头,所述井下探头包括多个电极模块和绝缘芯轴;
所述井下探头设置阵列式电极,井下探头阵列式电极之间构建电流返回通路,并采用多个工作频率。
7. 根据权利要求6所述的过套管电阻率测量装置,其特征在于,
所述电极模块由信号采集电路和电极组成;
所述信号采集电路可以采集与发射电源对应的多个不同频率的电压信号或电流信号。
8. 根据权利要求6所述的过套管电阻率测量装置,其特征在于,
所述井下探头上下两端的两个电极通过导线与电子线路短节的发射电路模块连接;
所述发射电路模块产生多个不同频率的交流电,通过与发射电路模块连接的电极进入井眼流体、套管和地层;
所述井下探头上下两端的两个电极发射多个不同频率的交流电,并返回探头另一端至少一个电极。
9. 根据权利要求6所述的过套管电阻率测量装置,其特征在于,
所述电极模块排列在绝缘芯轴上;
不同电极模块相互之间绝缘。
10. 根据权利要求7所述的过套管电阻率测量装置,其特征在于,
所述测量装置还包括数据处理模块;
电极模块中的信号采集电路通过导线与电子线路短节相连,采集到的信号通过导线传

输至数据处理模块,通过电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数。

一种过套管电阻率测量装置

技术领域

[0001] 本发明属于石油勘探开发的测量技术领域,特别涉及一种过套管电阻率测量装置。

背景技术

[0002] 油田经过多年的勘探和开采,进入开发中后期,为了进一步提高采收率,稳定油气产量,确定剩余油气分布,优化开发方案,需要在套管井中开展测井服务以完成对油田剩余油分布及含油饱和度等的评估。此外,因各种因素未完成裸眼井地层电阻率测量,以及由于技术限制因素造成的油层漏判、错判,油气二次运移的储层重新评价等,也需要在套管井中进行测量以获取储层信息。

[0003] 已经商业化应用的接触型过套管电阻率测井方式,此方式基于欧姆定律理论,采用逐点测量的工作模式。在套管井中,将仪器电极紧密贴靠在套管内壁上,通过测量电极上的电压差和泄漏进入地层的电流获取套管外地层电阻率。该方法测量速度慢,对井筒环境要求极为苛刻,要求所有电极完全紧密贴在没有油污、没有锈蚀的套管壁上才能给出满意的结果。但在经过多年开采的油井内,套管变形和内壁锈蚀在所难免,且洗井不可能将井壁上的油污完全洗掉。因该仪器的测量条件过于苛刻,致使该仪器的推广应用一直不太好。

[0004] 基于瞬变电磁原理的过套管电阻率测量方式,该方法将周期性的脉冲电流送入发射线圈,在其周围的空间产生一次场。当地下有良导体或高阻体存在时,由于电磁感应原理,良导体内感应了涡流,高阻体会排斥一次场的电流,良导体内感应的涡流或被高阻体排斥的一次场的电流就会在其周围空间产生二次场。当一次场脉冲断掉后,导体内的感应电流或被高阻体排斥的一次场的电流并不立即消失,而是按指数规律逐渐扩散、衰减。二次场的幅度和衰减的快慢取决于导体的电导率值和大小,所以通过接收线圈观测瞬变场的幅度及其随时间衰减过程便可确定导体的电导率和大小,从而达到探测地下地质体的目的。由于金属套管的屏蔽,天线发射的电磁波只有非常小的一部分透过套管进入地层,同样的原因,二次场也只有非常小的部分穿过金属套管进入井内,到达接收天线,这部分信号非常微小难以测量,给仪器的研发造成了很大困难,该方法尚处于原理样机阶段,尚未实现工程化应用。

[0005] 此外,有文献提出通过测量套管上电压或电流相位偏移和幅度获取套管外地层电阻率的方法,该方法在地面和井下同时放置电极,采用交流发射,通过电极采集电压或电流的相位偏移和幅度,进一步转换为套管外地层电阻率。该方法将金属套管作为电流回路中的一部分,在地面设置电极,且井下发射模式对电子线路功率等提出了更高的要求。现有的过套管电阻率测量方法尚未有提出采用多个工作频率同时工作通过一次下井获取多条电阻率曲线的方案。

[0006] 因此,亟需一种过套管地层电阻率测量方法及装置,能够采用多个工作频率同时工作并通过一次下井测量获取多条电阻率曲线,提供更丰富的套管外地层信息。

发明内容

- [0007] 针对上述问题,本发明提供一种过套管电阻率测量装置,所述测量装置包括:
- [0008] 井口金属套管、井下探头和地面电源;
- [0009] 所述地面电源通过导线与井口金属套管连接,所述井下探头设置在所述井口金属套管内部;
- [0010] 所述井口金属套管作为发射电极;
- [0011] 所述井下探头包括多个电极模块和绝缘芯轴。
- [0012] 进一步地,所述电极模块由信号采集电路和电极组成;
- [0013] 所述信号采集电路可以采集与地面发射电源对应的多个不同频率的电压信号或电流信号。
- [0014] 进一步地,所述绝缘芯轴由绝缘材料制成。
- [0015] 进一步地,
- [0016] 所述电极模块排列在绝缘芯轴上;
- [0017] 不同电极模块相互之间绝缘。
- [0018] 进一步地,
- [0019] 所述测量装置还包括数据处理模块;
- [0020] 电极模块中的信号采集电路通过导线与电子线路短节相连,采集到的信号通过导线传输至数据处理模块,通过电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数。
- [0021] 本发明还提供一种过套管电阻率测量装置,所述测量装置包括:
- [0022] 井下探头,所述井下探头包括多个电极模块和绝缘芯轴;
- [0023] 所述井下探头设置阵列式电极,井下探头阵列式电极之间构建电流返回通路,并采用多个工作频率。
- [0024] 进一步地,所述电极模块由信号采集电路和电极组成;
- [0025] 所述信号采集电路可以采集与发射电源对应的多个不同频率的电压信号或电流信号。
- [0026] 进一步地,所述井下探头上下两端的两个电极通过导线与电子线路短节的发射电路模块连接;
- [0027] 所述发射电路模块产生多个不同频率的交流电,通过与发射电路模块连接的电极进入井眼流体、套管和地层;
- [0028] 所述井下探头上下两端的两个电极发射多个不同频率的交流电,并返回探头另一端至少一个电极。
- [0029] 进一步地,所述电极模块排列在绝缘芯轴上;
- [0030] 不同电极模块相互之间绝缘。
- [0031] 进一步地,
- [0032] 所述测量装置还包括数据处理模块;
- [0033] 电极模块中的信号采集电路通过导线与电子线路短节相连,采集到的信号通过导线传输至数据处理模块,通过电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数。

[0034] 本发明两种过套管电阻率测量装置可以利用地面大功率电源直接通过金属套管供电,供电功率不受井下环境限制,提高了仪器采集信号强度;通过采用多个频率同时工作和阵列式电极的方式,能够通过一次下井测量获取多条电阻率曲线,获取更丰富的套管外地层信息。本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0036] 图1示出了根据本发明实施例的一种将金属套管作为发射电极的过套管电阻率测井仪工作模式与仪器结构;

[0037] 图2示出了根据本发明实施例的在井下探头阵列式电极之间构建电流返回通路的过套管电阻率测井仪工作模式与仪器结构;

[0038] 图3示出了根据本发明实施例的阵列式电极的井下过套管电阻率测量装置。

[0039] 附图标记:1-井口套管;2-井下探头;3-地面发射模块;202-绝缘芯轴;203、204、205、206-电极模块;301、302-电极模块;311、312、313、314-测量电极。

具体实施方式

[0040] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地说明,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0041] 本发明提出了一种过套管电阻率测量装置,测量装置包括:井口金属套管、井下探头和地面电源,地面电源通过导线与井口金属套管连接,所述井下探头设置在井口金属套管内部。将井口金属套管视作发射电极,利用地面电源通过导线与井口金属套管连接,地面电源产生多个不同频率交流电,经过导线进入井口金属套管,返回至井下探头至少一个底部电极模块。井下探头包括多个电极模块和绝缘芯轴,电极模块由信号采集电路和电极组成,其中信号采集电路可以采集与地面发射电源对应的多个不同频率的电压信号或电流信号。绝缘芯轴由绝缘材料制成,为电极模块提供机械支撑。电极模块排列在绝缘芯轴上,不同电极模块相互之间绝缘。电极模块中的信号采集电路通过导线与电子线路短节相连,采集到的信号通过导线传输至数据处理模块,通过电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数,从而实现对套管外地层信息的测量。

[0042] 如图1所示,图1示出了根据本发明实施例的一种将金属套管作为发射电极的过套管电阻率测井仪工作模式与仪器结构。一种过套管电阻率测量装置,地面发射模块3通过导线与井口套管1直接连接。发射模块发射多个频率的交流电(f_1, f_2, \dots, f_n),经过导线进入套管,并返回至井下探头2多个电极。

[0043] 所述井下探头由至少两个电极模块和绝缘芯轴组成,图1中所示电极模块203、204、205、206串装在绝缘芯轴202上,电极模块之间相互绝缘,电极模块203、204、205、206由信号采集电路和电极组成,其中信号采集电路可以采集与地面发射模块对应的多个不同频率的电压信号或电流信号。其中,绝缘芯轴202由绝缘材料制成,为接收模块提供机械支撑。

[0044] 地面发射模块发射多个频率的交流电(f_1, f_2, \dots, f_n),经过导线进入套管,返回至井下探头至少一个底部接收模块206。电极模块203、204、205、206中信号采集电路通过导线与电子线路短节相连,采集到的电压或电流信号相位信息和幅度通过导线传输至数据处理模块进行计算并转换为地层电性参数,从而实现对套管外地层信息的测量。根据不同电极之间电压或电流的相位信息和幅度进行计算可以得到多条套管外地层电阻率曲线。

[0045] 本发明还提供另一种过套管电阻率测量装置,通过井下探头设置阵列式电极,在井下探头阵列式电极之间构建电流返回通路,并采用多个工作频率,通过一次下井测量获取多条电阻率曲线,提供更丰富的套管外地层信息。

[0046] 具体地,测量装置包括:井下探头,井下探头包括多个电极模块和绝缘芯轴;井下探头设置阵列式电极,井下探头阵列式电极之间构建电流返回通路,并采用多个工作频率。井下探头由多个电极模块和绝缘芯轴组成。电极模块由电极和信号采集电路组成。绝缘芯轴由绝缘材料制成,为电极模块提供机械支撑。井下探头上下两端的两个电极通过导线与电子线路短节的发射电路模块连接,其中发射电路模块产生多个不同频率的交流电,通过与发射电路模块连接的电极进入井眼流体、套管和地层。上下端的两个电极发射多个不同频率的交流电,并返回井下探头另一端至少一个电极。电极模块排列在绝缘芯轴上,不同电极模块之间相互绝缘。电极模块中信号采集电路通过导线与电子线路短节相连,采集到的电压信号或电流信号的相位信息和幅度通过导线传输至数据处理模块进行计算并转换为地层电性参数,从而实现对套管外地层信息的测量。

[0047] 如图2所示,图2示出了根据本发明实施例的在井下探头阵列式电极之间构建电流返回通路的过套管电阻率测井仪工作模式与仪器结构。电子线路中发射电路产生多个频率的交流电激励。井下探头由至少三个电极模块和绝缘芯轴组成。图2中所示电极模块301、302位于井下探头上下两端,通过导线与电子线路发射电路模块连接。电极模块301发射频率为($f_a \sim f_b$)的交流电,并返回至井下探头下部至少一个电极模块,测量电极311、312、313、314上电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数,从而实现对套管外地层信息的测量。

[0048] 电极模块302发射频率为($f_m \sim n$)的交流电,并返回至探头上部至少一个电极模块。测量电极311、312、313、314上电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数,从而实现对套管外地层信息的测量。

[0049] 如图3所示,图3示出了根据本发明实施例的阵列式电极的井下过套管电阻率测量装置。过套管电阻率测井仪探头由N个阵列式电极模块和绝缘芯轴组成。电极模块1发射频率为($f_a \sim f_b$)的交流电,并返回至探头另一端至少一个电极模块N,测量电极1、2、...、N-1、N上电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数,从而实现对套管外地层信息的测量。电极模块N发射频率为($f_m \sim n$)的交流电,并返回至探头另一端至少一个电极模块1,测量电极1、2、...、N-1、N上电压信号或电流信号的相位信息和幅度进行计算并转换为地层电性参数,从而实现对套管外地层信息的测量。

[0050] 本发明提出直接将金属套管作为发射电极,地面不设置电极,利用地面大功率电源在井口直接向金属套管供交流电,并采用多个工作频率同时工作,电流返回井下探头,井下探头设置阵列式电极,通过采集井下探头阵列式电极上电压或电流相位信息和幅度获取套管外地层的电阻率,通过一次下井测量获取多条电阻率曲线,提供更丰富的套管外地层信息。本发明另外一种实现方式是通过井下探头设置阵列式电极,在井下探头阵列式电极之间构建电流返回通路,并采用多个工作频率的方式测量套管外地层的电阻率。

[0051] 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

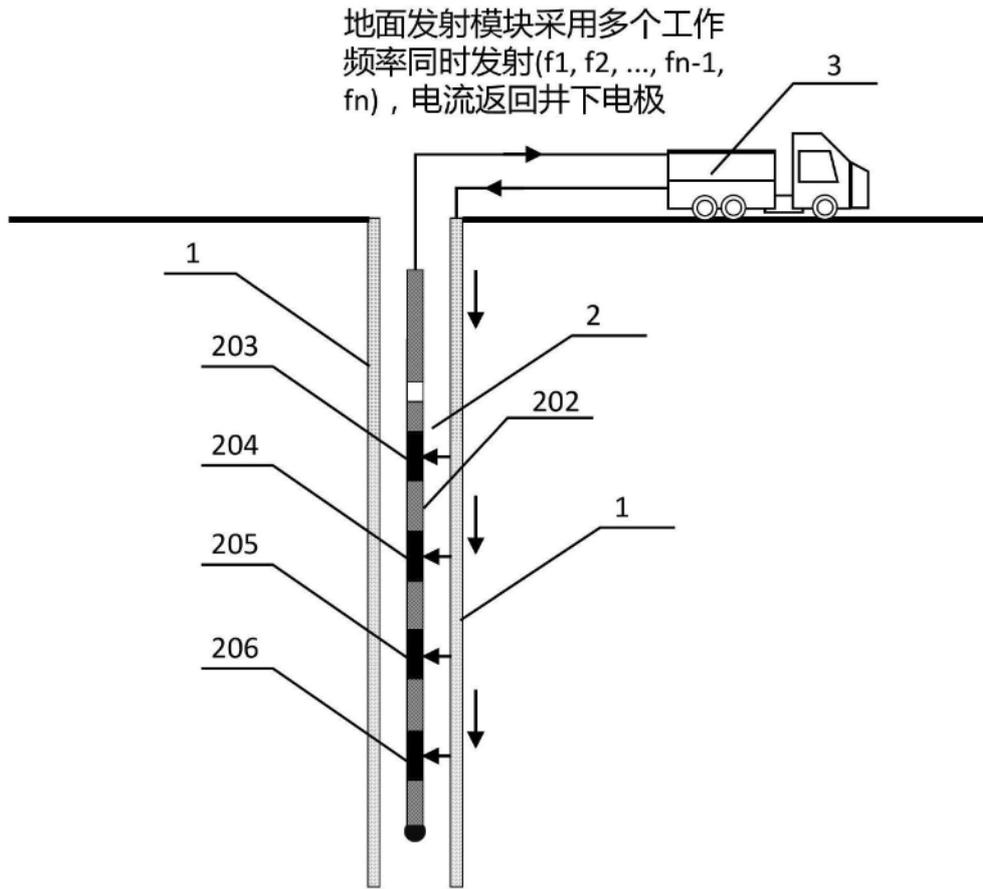


图1

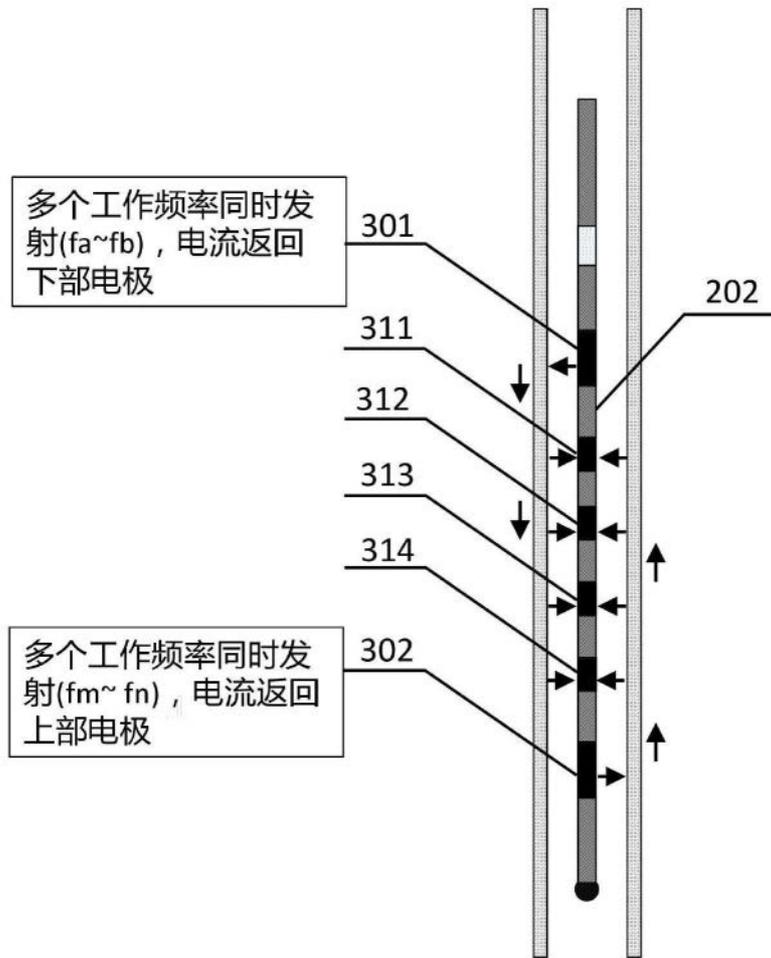


图2

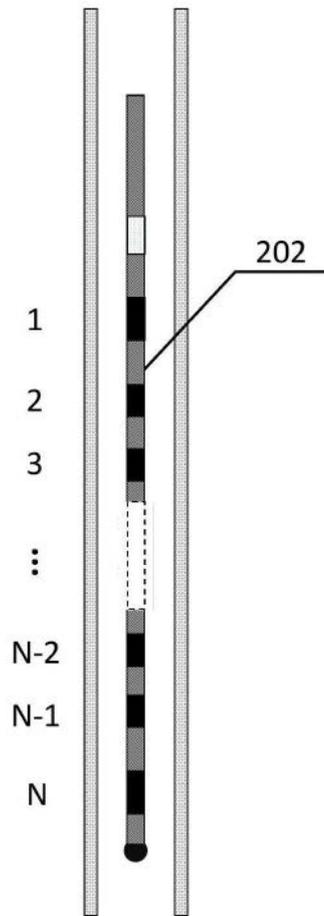


图3