



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103821495 B

(45)授权公告日 2020.07.21

(21)申请号 201210462564.8

E21B 49/00(2006.01)

(22)申请日 2012.11.16

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 1325494 A, 2001.12.05,

申请公布号 CN 103821495 A

审查员 江定国

(43)申请公布日 2014.05.28

(73)专利权人 中国石油集团长城钻探工程有限  
公司

地址 100101 北京市朝阳区安立路101号

(72)发明人 刘越 吴翔 伍东 于洋 郭玉庆  
赵长锋 赵宝成 于新海

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
司 72001

代理人 闫小龙 刘春元

(51)Int.Cl.

E21B 47/00(2012.01)

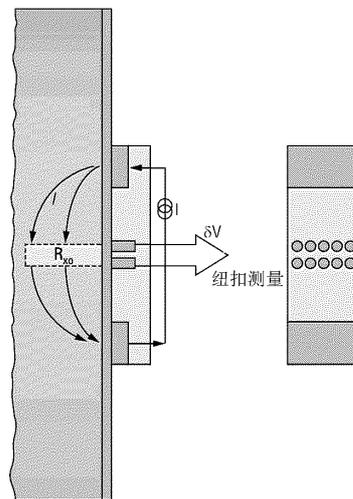
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

测井方法

(57)摘要

本发明提供一种测井方法,其特征在于,具有如下步骤:(a)将配置于电缆的一端的油基泥浆微成像仪沿着油井放下;(b)所述油基泥浆微成像仪的发射电极向周围的井壁发出交流电流;(c)随着所述油基泥浆微成像仪沿着井壁的移动,所述油基泥浆微成像仪的采集板的每对纽扣电极测量得到该纽扣电极对之间的一系列电压值,并且,经由所述电缆将所述电压值传回到地面仪器;(d)所述地面仪器对所述电压值进行归一化处理,得到归一化后的电压值;(e)基于由上述步骤(d)得到的归一化后的电压值以及岩层的含水饱和度、孔隙度、渗透率对岩层性进行判断。



(A)

(B)

1. 一种测井方法,其特征在于,具有如下步骤:

(a) 将配置于电缆的一端的油基泥浆微成像仪沿着油井放下;

(b) 所述油基泥浆微成像仪的发射电极向周围的井壁发出交流电流;

(c) 随着所述油基泥浆微成像仪沿着井壁的移动,所述油基泥浆微成像仪的采集板的每对纽扣电极测量得到该纽扣电极对之间的一系列电压值,并且,经由所述电缆将所述电压值传回到地面仪器;

(d) 所述地面仪器对所述电压值进行归一化处理,得到归一化后的电压值;

(e) 基于由上述步骤(d)得到的归一化后的电压值以及岩层的含水饱和度、孔隙度、渗透率对岩性进行判断,

所述步骤(d)包括如下步骤:(d1) 计算每一列电压值的极小值、极大值、平均值以及均方差;(d2) 在统计窗长内,将所统计出的统计窗长内的极小值与极大值范围内作为100%,以预定的统计上限以及下限为标准对满足预定条件的电压值进行统计,并且计算出平均值与均方差;(d3) 在统计窗长内,对每列数据进行均衡,得到上一窗长内的平均值、每一列电压值的均方差与上一窗长内的均方差之比、以及本窗长内的平均值、每一列电压值的均方差与本窗长内的均方差之比;(d4) 计算上一窗长所占权重以及本窗长所占权重;(d5) 利用均衡系数,根据所得到的上一窗长所占权重以及本窗长所占权重得到归一化后的电压值。

## 测井方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及石油地质勘探与开发领域中的测井方法,特别涉及在测井过程中受区块变化影响小并且能够容易独立实施的测井方法。

### 背景技术

[0002] 测井,也叫地球物理测井或石油测井,简称测井,是利用岩层的电学特性、导电特性、声学特性、放射性等地球物理特性,测量地球物理参数的方法,属于应用地球物理方法之一。在石油钻井时,在钻到设计井深深度后都必须进行测井,又称完井电测,以获得各种石油地质以及工程技术资料,即油层深度、厚度等各种信息,作为完井和开发油田的原始资料。这种测井习惯上称为裸眼测井。而在油井下完套管后所进行的第二次测井,习惯上称为生产测井或开发测井,这是为了判断测量套管固井质量,随后需要进行射孔,即用专门的射孔枪将套管和水泥环部分射开,使井筒与地层联通,达到油气流入井筒的目的,然后将油气通过井筒送到地面。

[0003] 地球物理测井仪器是指在地球物理参数测量过程中使用的电子仪器,在勘探阶段油井为裸眼井,使用的仪器是以找油为目的的勘探仪器(也称为裸眼井测井仪器),在开发阶段油井为套管井,使用的仪器是以检测油藏动态为主的仪器。

[0004] 测井仪器分为井下仪器和地面仪器两个部分,两部分之间靠电缆连接,井下部分把地球物理参数转化成为电信号,经过电缆传输系统传输到地面,地面仪器是一个以计算机为核心的数据采集控制系统,负责进行仪器供电、运行状态的控制和对井下送来信号的转换、记录以及简单的处理。

[0005] 井下仪器的作用是将井眼周围岩石的地球物理参数变成电信号传输到地面,仪器的组成原理随测量目的的不同而不同,在裸眼井中使用的仪器主要有:电阻率仪器(侧向测井仪器、感应测井仪器)、声波测井仪器(声幅测量和传播时间测量)、核测井仪器(自然伽马测井仪器、密度测井仪器、中子测井仪器)以及其他仪器(电磁波传播测井、碳氧比能谱测井、核磁共振测井、微电阻率扫描成像测井、阵列声波测井、阵列感应测井等);在套管井中测量的物理量主要有:温度、压力、流量、含水率等;还有一些为工程服务的测量参数,例如电缆张力、电缆长度、井径测量、自然电位等。

[0006] 公知有如下等的测井方法。感应测井是利用电磁感应原理研究岩层导电性的一种测井方法。感应测井的优点是可以在不导电的油基泥浆或空气钻孔内测定岩层电阻率;感应电流方向平行水平岩层界面,围岩屏蔽影响小;通常采用带有聚焦和补偿线圈的六线圈系统,进一步减小井内液体及上下围岩的影响。在多数情况下,可根据感应测井的视电导率曲线直接读出近似的岩层电阻率。早期的感应测井仪只记录实分量R,现代感应测井仪则同时记录虚、实两个分量,称为相量感应测井仪。

[0007] OBMI成像测井是通过在油基泥浆微成像仪的采集板的靠近两端的位置设置的发射电极通电,交流电流从两个发射电极之间发射进入岩层,利用在采集板的中间位置并排设置的五对用于测量电压值的纽扣电极测量每对纽扣电极之间的电位差,能够根据所测

量到的电位差、已知的电流以及几何因子 $k$ ,得到所测量的岩层的电阻率。

[0008] 声波时差测井是通过测量井内一定间隔地层上的声波传播时间(速度)来确定岩层性质的测井方法。声波在岩层中的传播速度,由岩石的弹性、密度、孔隙度和孔隙中流体的性质所决定。声速测井是确定地层孔隙度的主要方法之一,它还可以用来划分岩性和探测含气地层,以及为地震勘探提供必需的速度资料。

[0009] 声波幅度测井是通过测定声波传播过程中幅度的衰减来研究周围介质特点的方法。声波幅度测井有两种。一种是在下套管的钻孔中研究水泥固井质量,这种声波幅度测井通常叫水泥胶结测井。当固井质量良好时,声波能量通过水泥环传到岩层中,声波幅度减小,反之声波幅度增大。另一种是在裸眼井中研究储集层性质的声幅测井。

[0010] 除声波幅度测井以外还有温度测井和 $\gamma-\gamma$ 测井等,温度测井和 $\gamma-\gamma$ 测井只能测出水泥上返的高度,无法确定水泥是否与套管已经粘结在一起,水泥胶结测井,主要是指声波幅度测井。新的测井方法已开始研究利用径向声波回声方法确定水泥环与套管和地层两个界面的水泥胶结测井。在这种新方法中,采用可旋转的换能器,因而可以得到各个方位上的信息(超声成像测井)。

[0011] 但是,例如在利用声成像测井方法进行测井的情况下,在测井过程中,由于各种原因使声成像测井的回波幅度在不同井段的同一岩性具有不同的响应,为了消除这种不同的响应,需要对声成像进行全井段幅度归一化。此外,在其他的测井方法中也存在类似问题。例如,在OBMI测井中,在利用测量得到的数据(电压值或者电阻率)来判断岩层的岩性的情况下,存在由于数据的分散而不能准确判断岩性的问题。另外,在实地测井过程中,测井时间、测井操作人员本身素质等因素也会给测井曲线带来误差。因此,为了获得能够准确反映地层的真实信息,需要将研究工区各井的同类测井数据统一到同一刻度水平,增强可比性,排除非地质因素的影响,保证储层多井评价时计算泥质含量、孔、渗、饱等地质参数的可靠性。测井归一化的实质是利用油田或地区同一层的标准层系的标准层,该层沉积稳定,分布广泛,具有相同的沉积环境和相似的地质地球物理参数分布特征,因而其相同的测井曲线的响应特征应当是一致的。

[0012] 因此,测井曲线归一化关系到利用测井数据计算储层地质参数的准确性以及对岩性判断的准确性,是油藏描述等工作中必不可少的基础工作。测井数据的误差除了环境因素影响外,另一个重要因素是采用不同类型或是不同公司的测井仪器,造成测量结果的刻度误差或系统误差。对于油田(特别是老油田)来说,在漫长的勘探开发过程中,很难保证所有测井数据都采用相同类型的仪器、统一的标准刻度器以及测井仪器操作员采用同样的操作方式进行测量和刻度仪器。

[0013] 测井曲线归一化的方法有很多种,目前,在多井评价以及油藏描述中经常采用的方法有二维直方图法、多维直方图法、频率交会图法等。直方图法也可以称为直方图平移法,这种方法的理论基础就是在油田范围内标准层某一测井响应应当是稳定的,其直方图的峰值或是其频率分布应基本不变。在对测井数据进行环境校正之后,用关键井标准层段的直方图或频率图作为测井数据归一化的分析刻度模式。通过分析每口井标准层段的频率分布,逐一与油田标准模式进行相关对比,检查各井数据的精确性,并确定归一化处理所需要的转换值。归化之后的正态分布比较好,可以说已经校正到同刻度水平上。直方图法个最大的优点就是操作简单,所以,现场应用比较广泛,但是,误差比较大,处于定性对比阶段。

[0014] 均值校正法操作起来也比较简单,测井曲线经过环境校正之后,求出整个研究工区标准层段需校正测井曲线的平均值,然后将每口井标准层段数值与平均值比较,确定归一化校正量。此种方法操作简单,但是误差也比较大。此种方法虽然可以做到定量处理,如果标准层段岩性变化比较大,就可能得出错误的校正量。三孔隙度交会图法的结果比较准确,但是,要求声波时差、密度测井、中子测井三种孔隙度资料必须齐全。趋势面分析法能够达到定量处理的效果,但是,实施起来比较麻烦。此外,变异函数分析法虽然简洁并且结果较准确,但是,校正结果受区块变化的影响比较大。

[0015] 因此,需要一种能够获得准确反映地层情况的真实信息、可比性强并且排除了非地质因素的影响的测井方法,以确保对岩层的判断的可靠性。

## 发明内容

[0016] 本发明是为了解决上述课题而提出的,其目的在于提供一种测井方法,获得能够准确反映地层情况的真实信息,增强可比性,排除了非地质因素的影响,能够确保对岩层的判断的可靠性。

[0017] 本发明提供一种测井方法,其特征在于,具有如下步骤:

[0018] (a) 将配置于电缆的一端的油基泥浆微成像仪沿着油井放下;

[0019] (b) 所述油基泥浆微成像仪的发射电极向周围的井壁发出交流电流;

[0020] (c) 随着所述油基泥浆微成像仪沿着井壁的移动,所述油基泥浆微成像仪的采集板的每对纽扣电极测量得到该纽扣电极对之间的一系列电压值,并且,经由所述电缆将所述电压值传回到地面仪器;

[0021] (d) 所述地面仪器对所述电压值进行归一化处理,得到归一化后的电压值;

[0022] (e) 基于由上述步骤(d)得到的归一化后的电压值以及岩层的含水饱和度、孔隙度、渗透率对岩性进行判断。

[0023] 此外,在本发明中,所述步骤(d)包括如下步骤:(d1) 计算所述每一列电压值的极小值、极大值、平均值以及均方差;(d2) 在统计窗长内,将所统计出的统计窗长内的极小值与极大值范围内作为100%,以预定的统计上限以及下限为标准对满足预定条件的电压值进行统计,并且计算出平均值与均方差;(d3) 在统计窗长内,对每列数据进行均衡,得到上一窗长内的平均值、每一列电压值的均方差与上一窗长内的均方差之比、以及本窗长内的平均值、每一列电压值的均方差与本窗长内的均方差之比;(d4) 计算上一窗长所占权重以及本窗长所占权重;(d5) 利用均衡系数,根据所得到的上一窗长所占权重以及本窗长所占权重得到归一化后的电压值。

[0024] 在井的深度方向上将井分成若干个窗口以便于进行数据统计,此处,将该窗口称为统计窗。

[0025] 根据本发明的测井方法,具有(a) 将配置于电缆的一端的油基泥浆微成像仪沿着油井放下的步骤、(b) 所述油基泥浆微成像仪的发射电极向周围的井壁发出交流电流的步骤、(c) 随着所述油基泥浆微成像仪沿着井壁的移动,所述油基泥浆微成像仪的采集板的每对纽扣电极测量得到该纽扣电极对之间的一系列电压值,并且,经由所述电缆将所述电压值传回到地面仪器的步骤、(d) 所述地面仪器对所述电压值进行归一化处理,得到归一化后的电压值的步骤、(e) 基于由上述步骤(d)得到的归一化后的电压值以及岩层的含水饱和度、

孔隙度、渗透率对岩性进行判断的步骤,所以,在实地测井过程中,测井时间、测井操作人员本身素质等因素不会给测井带来误差,能够获得可准确反映地层情况的真实信息,增强可比性,排除非地质因素的影响,确保对岩层的判断的可靠性。

[0026] 此外,在本发明的测井方法中,使用油基泥浆微成像仪(OBMI)对岩层进行探测,所以,具有结构简单并且测井方便等的优点。

[0027] 此外,在本发明的测井方法中,将所得到的电压值进行归一化,得到归一化后的电压值,并且,使归一化后的电压值对应于8192种灰度等级中的相应的灰度等级,按照所得到的灰度等级,将每一列电压值所对应的灰度等级连起来,从而得到一个小的柱状图。这样,能够得到油基泥浆微成像仪的每个采集板所对应的柱状图(例如,图3)。在这样的柱状图中,颜色越深,表示所对应的岩层的电阻率越大,颜色越浅,表示所对应的岩层的电阻率越小。由此,能够更加直观地判断所检测的岩层的性质。

[0028] 此外,能够基于由本发明所得到的归一化后的电压值以及岩层的含水饱和度、孔隙度、渗透率等参数来判断被检测的岩层的岩性。因此,在实地测井过程中,测井时间、测井操作人员本身素质等因素不会给测井带来误差,能够获得可准确反映地层情况的真实信息,增强可比性,排除非地质因素的影响,确保对油层的判断的可靠性。

[0029] 以上概括地说明了本发明的特征和技术优势,以便可以更好地理解本发明的以下详细描述。此外,本领域技术人员应当认识到,本发明也能够应用于OBMI成像测井以外的其他测井。

## 附图说明

[0030] 图1是用于说明本发明中的测井的示意图。

[0031] 图2是用于说明利用油基泥浆微成像仪(OBMI)进行测井的示意图,(A)是正视图,(B)是侧视图。

[0032] 图3是将所得到的电压值进行处理之前以及处理之后所得到的柱状图。

## 具体实施方式

[0033] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0034] 图1是用于说明本发明中的测井的示意图。如图1所示,在本发明中所使用的测井系统包括地面仪器和井下仪器这两部分,这两部分之间利用电缆连接。井下仪器将地球物理参数转化成为电信号,经过电缆传输系统将电信号传输到位于地面的地面仪器。地面仪器是以计算机为核心的数据采集控制系统,负责进行仪器供电、运行状态的控制和对井下发送来信号的转换、记录以及处理。

[0035] 在本发明中所使用的井下仪器是油基泥浆微成像仪(OBMI)。

[0036] 在本发明中,该成像仪的主体是长度为7米的金属制筒状体并且还具各种电子线路,此外,在该成像仪的前端部具有能够收缩张开的六个臂,在每个臂上都设置有宽度为0.5米的采集板,在采集板的靠近两端的位置设置有用产生电压的发射电极,在采集板的中间位置并排设置有五对用于测量电压值的纽扣电极(纽扣传感器)。图2是用于说明利用油基泥浆微成像仪(OBMI)进行测井的示意图,(A)是正视图,(B)是侧视图。如图2所示,在油基泥浆微成像仪(OBMI)的每个采集板上,在进行测井时,交流电流I从两个发射电极之间发

射进入岩层,而在两个发射电极之间上下排列的五对纽扣电极测量每对纽扣电极之间的电位差 $\delta V$ ,此外,由于电流 $I$ 以及几何因子 $k$ 是已知的,所以,能够根据所测量到的 $\delta V$ 、电流 $I$ 以及几何因子 $k$ ,利用公式导出所测量的岩层的电阻率 $R_{X0}=k(\delta V/I)$ 。此外,该成像仪每隔15毫秒将所测量到的电压值通过电缆传至井上的地面仪器进行数据分析。此外,在本发明中所使用的油基泥浆微成像仪(OBMI)还能够对油井中的裂缝进行探测,关于对裂缝的探测在后面叙述。

[0037] 在钻井工作完成之后,在最有可能存在石油的地方会有深度为2000~8000米的深洞。将测井车开至该洞的附近,将悬挂有包括油基泥浆微成像仪(OBMI)在内的各种仪器的电缆放入至该洞内,当到达预定的深度时,利用控制系统进行控制,使基泥浆微成像仪(OBMI)的原本收缩的六个臂张开而使其接近井壁,此时,利用控制系统对发射电极通电,使电流进入地层,由此,能够利用设置在采集板上的每对纽扣电极测量得到其间的电压值。这样,每个采集板上的五对纽扣电极在一个井周能够测量得到5个电压值,相应地,利用六个采集板在一个井周能够得到30个电压值,随着油基泥浆微成像仪(OBMI)在井内的移动,每对纽扣电极能够得到1列数据(即,1列电压值),总计能够得到30列数据,这些数据通过电缆被传送到井上的地面仪器。

[0038] 地面仪器对经由电缆发送来的数据进行处理,此处,取在油井的某个井段所测量得到的数据作为例子进行说明。具体地说是对该井段所得到的30列数据进行处理。

[0039] 将利用采集板上的纽扣电极所测量得到5列数据(第1~第5列数据)中的某1列数据(1列电压值,单位为mV)记作PAD(j),其中PAD表示采集板、j表示列数,计算出每一列的极大值MaxPAD(j)以及极小值MinPAD(j),并且,计算出以如下的(式1)所示的全井段所有数据平均值(即,每一列数据的平均值)以及以如下的(式2)所示的全井段所有数据均方差(即,每一列数据的均方差),

$$[0040] \quad TMeanPAD = \sum PAD(i, j) / n \cdots (式1),$$

$$[0041] \quad TotalDiva = ((\sum (PAD(i, j) - TMeanPAD)^2 / n)^{1/2} \cdots (式2),$$

[0042] 其中,i表示采集板数,j表示列数,n表示全井段所有数据数。

[0043] 此外,在统计窗长内,将所统计出的统计窗长内的极小值与极大值范围内作为100%,以预定的统计上限以及下限为标准对数据进行统计,计算出统计窗长内的平均值与均方差。

[0044] 对统计窗长内的每列数据中的满足如下条件(式21)的数据进行统计并且计算出平均值与均方差。

$$[0045] \quad (MaxPAD(j) - MinPAD(j)) \times LoCutoff + MinPAD(j) < PAD(i, j) < (MaxPAD(j) - MinPAD(j)) \times UpCutoff + MinPAD(j) \cdots (式21),$$

[0046] 其中,LoCutoff为统计下限、UpCutoff为统计上限并且它们都是预定的常数。

[0047] 可得到平均值为:

$$[0048] \quad MeanPAD(iw, j) = \sum PAD(iw, j, ii) / m \cdots (式3),$$

[0049] 并且,方差为:

$$[0050] \quad DivaPAD(iw, j) = (\sum (PAD(iw, j, ii) - MeanPAD(iw, j))^2 / m)^{1/2} \cdots (式4),$$

[0051] 其中,iw表示第几统计窗长,j表示列数,ii表示统计窗长内第几个数据(深度上的),m为窗长内符合条件的总数据数。

- [0052] 接着,在统计窗长内对每列数据进行均衡,在上一统计窗长内的平均值为:
- [0053]  $\text{MeanPAD}(iw-1, j) \cdots$  (式5),
- [0054] 并且,全井段方差与上一窗长内的方差之比为:
- [0055]  $\text{TD}(iw-1, j) = \text{TotalDiva} / \text{DivaPAD}(iw-1, j) \cdots$  (式6),
- [0056] 此外,在本窗长内的平均值为:
- [0057]  $\text{MeanPAD}(iw, j) \cdots$  (式7),
- [0058] 并且,全井段方差与本窗长内的方差之比为:
- [0059]  $\text{TD}(iw, j, k) = \text{TotalDiva} / \text{DivaPAD}(iw, j) \cdots$  (式8)。
- [0060] 接着,将上一窗长所占权重定义为:
- [0061]  $\text{Value}(iw-1, j) = \text{TMeanPAD} + \text{TD}(iw-1, j) \times (\text{PAD}(j, ii) - \text{MeanPAD}(iw-1, j)) \cdots$  (式10),
- [0062] 并且,将本窗长所占权重定义为:
- [0063]  $\text{Value}(iw, j) = \text{TMeanPAD} + \text{TD}(iw, j) \times (\text{PAD}(j, ii) - \text{MeanPAD}(iw, j)) \cdots$  (式11),
- [0064] 其中,  $\text{PAD}(j, ii)$  为本窗长内的数据,  $iw$  表示第几统计窗长,  $j$  表示列数,  $ii$  表示统计窗长内第几个数据。
- [0065] 最后,利用均衡系数得到归一化数据。
- [0066] 此处,均衡系数为:
- [0067]  $\text{factor} = (ip - ip_0) / (m - 1) \cdots$  (式9), 其中,  $iw$  表示第几统计窗长,  $j$  表示列数,  $ii$  表示统计窗长内第几个数据(深度上的),  $ip_0$  为窗长内第一个数据的数据号,  $ip$  为窗长内当前数据的数据号,  $m$  为窗长内的总数据数。
- [0068] 所得到的归一化后的数据为:
- [0069]  $\text{PAD}(j, ii) = (1 - \text{factor}) \times \text{Value}(iw-1, j) + \text{factor} \times \text{Value}(iw, j) \cdots$  (式12),
- [0070] 其中,  $\text{PAD}(j, ii)$  为本窗长内的数据,  $iw$  表示第几统计窗长,  $j$  表示列数,  $ii$  表示统计窗长内第几个数据。
- [0071] 此外,对于井段中第一个窗长内的数据,归一化后的数据为  $\text{PAD}(j, ii) = \text{Value}(iw, j) \cdots$  (式13)。
- [0072] 通过以上的处理,能够得到归一化之后的数据。

## 实施例

- [0073] 具体地,举出对某地区的砂岩井进行测量的情况。
- [0074] 例如,举出油基泥浆微成像仪(OBMI)的一个采集板(此处例如为第1个采集板)所得到5列数据中的第 $j$ 列数据为例进行说明,其中,  $j=0, 1, 2, 3, 4$ 。此外,第 $j$ 列数据在此处例如为第2列数据,因此,  $i=1, j=2$ 。此处,对于该采集板,所得到的全井段数据为5列数据总共为400个数据(即,电压值,单位为mV)。
- [0075] 此外,为了说明的方便,将统计窗长设定为与全井段相同,即,在窗长内总共存在400个数据。
- [0076] 这些数据通过电缆被传送到地面仪器,地面仪器执行如下处理。
- [0077] 首先,地面仪器将每列数据进行统计,计算出每列数据的极小值以及极大值。这些值示出在如下的表1中。

[0078] 表1

| [0079] | 第0列      | 第1列      | 第2列      | 第3列      | 第4列      |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 极小值    | 3582.473 | 4709.402 | 4653.743 | 4658.65  | 3876.071 |
| 极大值    | 3715.565 | 4866.918 | 4785.005 | 4795.419 | 4004.958 |

[0080] 此外,根据上述的(式1)计算全井段数据平均值,得到该列数据(即,第2列)的平均值为4750.317,并且,利用上述的(式2)计算全井段数据均方差,得到该列数据(即,第2列)的均方差为72.517191823599433。同理,能够根据上述的(式1)以及(式2)得到其他列的全井段数据平均值以及全井段所述数据均方差分别为3680.286(第0列)、4874.63867(第1列)、4803.563(第3列)、3987.7627(第4列)以及53.985820342786262(第0列)、66.065255822530261(第1列)、64.977269165134643(第3列)、54.376789265310094(第4列)。

[0081] 此外,由于将统计窗长设定为与全井段相同,所以,根据如上所述的条件(式21)所得到的在极小值与极大值之间的数据的平均值和均方差分别与上述的全井段所有数据平均值以及均方差相同。

[0082] 此外,由于将统计窗长设定为与全井段相同,所以,本窗长内的平均值也与上述的全井段所有数据平均值相同,并且,全井段均方差与本出窗长内的均方差也相同,此外,此处均衡系数以及本窗长所占权重都为1。

[0083] 最后,根据上述的(式12)得到归一化后的数据。

[0084] 在得到上述的归一化数据之后,使所得到的归一化后的一系列数据对应于8192个灰度等级中的相应的灰度等级,按照所得到的灰度等级,将每一列电压值所对应的灰度等级连起来,从而得到一个小的柱状图。这样,对应于每一个采集板能够得到5个这样的小的柱状图,这5个小柱状图合在一起得到该采集板所对应的柱状图。同样地,利用上述归一化后的数据,对应于油基泥浆微成像仪的其他采集板,也能够得到相应的柱状图,例如,如图3(生成柱状图时的截屏)中右侧的柱状图(对应于油基泥浆微成像仪(OBMI)的六个采集板)。

[0085] 此外,在不对由油基泥浆微成像仪(OBMI)所得到的数据进行上述处理的情况下,也能够如上述那样得到与每一个采集板相对应的柱状图(图3中左侧的柱状图)。在这样的柱状图中,颜色越深,表示所对应的岩层的电阻率越大,颜色越浅,表示所对应的岩层的电阻率越小,从而能够直观地判断所检测的岩层的性质。

[0086] 此外,根据图3可知,在未进行处理的情况下,所得到的柱状图的灰度等级区分不明显,无法判断岩层的岩性。相对于此,对由油基泥浆微成像仪(OBMI)所得到的数据进行上述处理,利用处理后的数据所得到的柱状图的灰度等级区分明显,能够结合着岩层的含水饱和度、孔隙度、渗透率等对岩层的岩性进行判断(当上述参数等的值都在预定范围内的情况下,能够判断为所探测的岩层为油层)。

[0087] 因此,在本发明中,在实地测井过程中,不会受到测井地层的岩层分布的影响,也不会受到测井操作人员本身素质等因素带来的影响,能够获得可准确反映地层情况的真实信息,增强可比性,排除非地质因素的影响,确保对岩性判断的可靠性。

[0088] 此外,在本发明中所使用的油基泥浆微成像仪(OBMI)还能够探测油井中是否存在裂缝。具体地说,例如,参照图3,如果每个采集板所对应的柱状图之间还存在黑色线条,则能够判断在这个岩层存在裂缝。由此,能够更好地判断岩层的岩性。

[0089] 以上说明了在利用油基泥浆微成像仪(OBMI)进行测井中应用本发明的情况,但是,本发明不仅能够应用于OBMI成像测井,也能够应用于其他的测井方法,并且,也能够得到同样的技术效果。

[0090] 此外,本发明不限于上述实施方式限制,能够在不脱离本发明的宗旨的范围内进行各种变更。

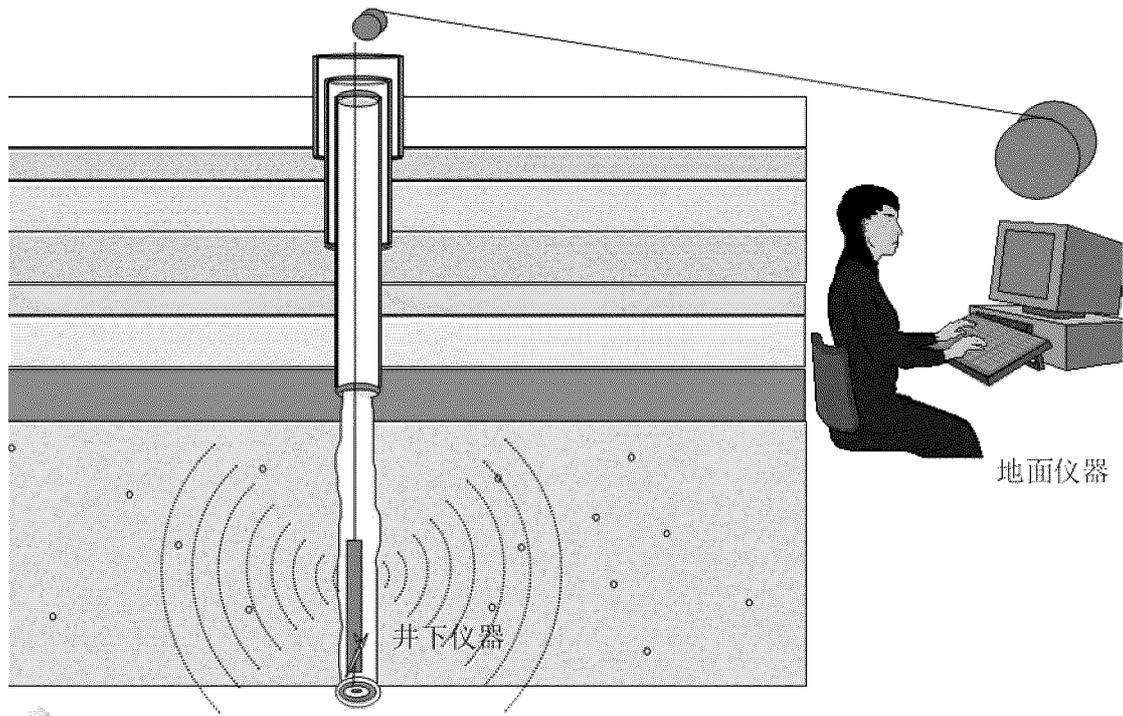


图 1

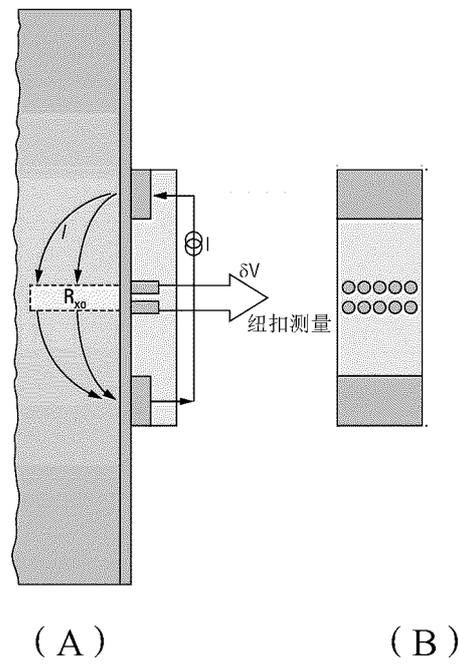


图 2

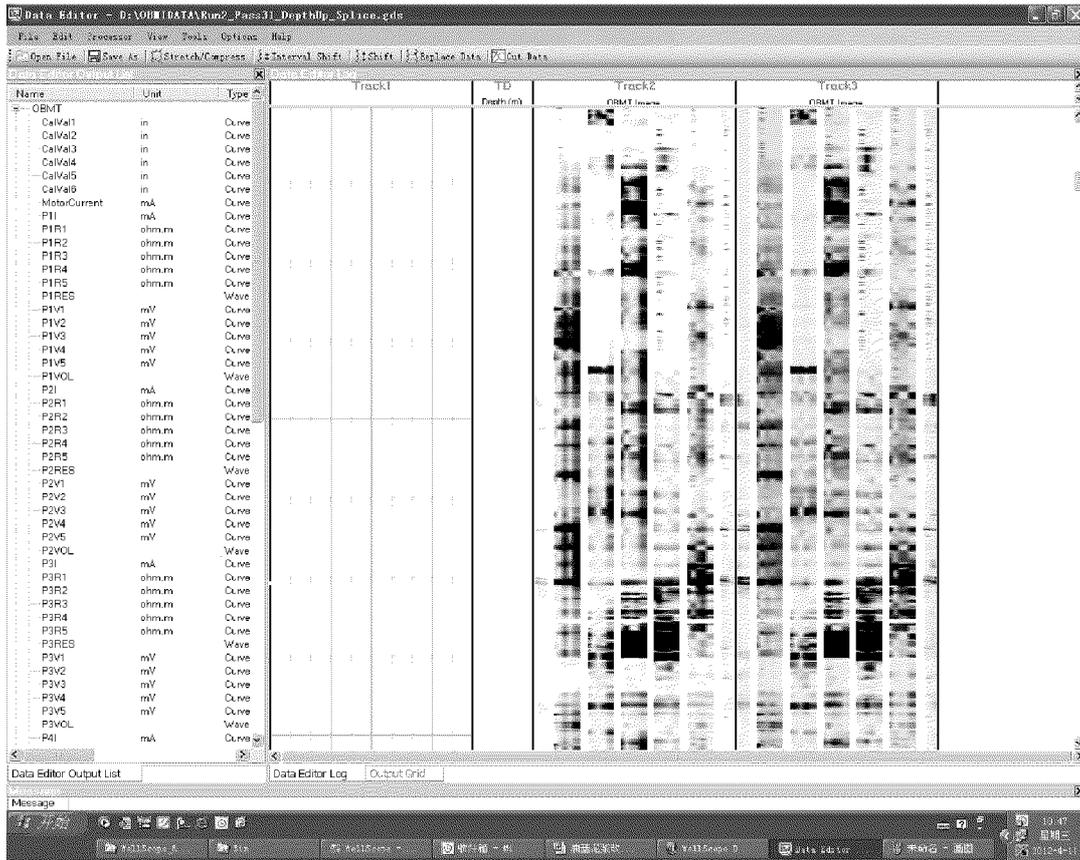


图 3