

1. 一种致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置,其特征在于,包括:
控温室,用于控制扩散排油实验过程中温度的恒定,内部设有核磁共振仪,以及位于所述核磁共振仪内盛放致密油样品的反应釜;
储气罐,用于储存二氧化碳,并将所述二氧化碳输送至所述反应釜;
温压控制器,用于调节所述储气罐与所述控温室的温度和压力,以分析不同相态二氧化碳的扩散排油;
萃取罐,用于萃取所述反应釜输出的二氧化碳中的石油组分,并作为气相色谱的检测样品。
2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述反应釜内设有温度和压力传感器,用于检测所述反应釜的温度和压力的变化。
3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述储气罐和所述反应釜之间设有气体增压泵;所述温压控制器通过控制气体增压泵的温度和压力来调节所述储气罐输出的二氧化碳相态。
4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述反应釜内设有定位器,所述定位器用于将所述致密油样品固定在所述反应釜的中间位置。
5. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述反应釜与所述气体增压泵之间设有第一减压阀,所述反应釜与所述萃取罐之间设有第二减压阀。
6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述反应釜的两端设有第一流量计和第二流量计。
7. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述反应釜的材质为聚醚酮。
8. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述不同相态二氧化碳是指气态、液态或超临界态的二氧化碳。
9. 使用如权利要求1所述的装置进行致密油储层扩散排油的实验方法,其特征在于,包括如下步骤:
 - 1) 取致密油样品,然后放入所述反应釜内并测量所述致密油样品的长度、直径、质量 M_1 和初始核磁 T_2 谱;
 - 2) 关闭位于所述反应釜与所述气体增压泵之间的第一减压阀和位于所述反应釜与所述萃取罐之间的第二减压阀,打开所述储气罐、所述气体增压泵和所述温压控制器的开关;通过设定所述温压控制器的温度和压力,获得不同相态的二氧化碳以作为所述反应釜扩散排油的介质;
 - 3) 打开所述第一减压阀和第二减压阀,所述二氧化碳进入所述反应釜,并排出所述反应釜内的空气,然后关闭所述第二减压阀;通过所述温压控制器调节所述反应釜的温度和压力,使所述反应釜内温度恒定且压力缓慢增加,并记录位于所述反应釜一端的第一流量计的流量;
 - 4) 充气完毕后,关闭所述第一减压阀,使所述反应釜内的二氧化碳和致密油样品接触12-18h;
 - 5) 打开所述第二减压阀,然后将所述反应釜内的二氧化碳缓慢排出;并通过温压控制器调节所述反应釜的温度和压力,使所述反应釜内温度恒定且压力缓慢减小,并记录位于所述反应釜另一端的第二流量计的流量;

6) 采用所述核磁共振仪记录致密油样品的T2谱;

7) 利用气相色谱仪检测所述萃取罐中的萃取液,得萃取液气相色谱图;将所述萃取液气相色谱图与标准溶液气相色谱图比对,如果比对的结果一致,则可以判定萃取液中的石油组分;并根据所述萃取液气相色谱图的峰面积确定所述萃取液中石油组分的含量 M_d ;

8) 重复上述步骤3)、4)、5)、6)和7),直到致密油样品的T2谱不再变化为止,结束实验;

9) 取出所述反应釜内的致密油样品,测量所述致密油样品质量 M_2 ;然后将所述致密油样品粉碎成100目的颗粒,采用二氯甲烷提取所述颗粒中残余油;并利用气相色谱仪分析残余油的组分及含量 M_r ;

所述二氧化碳扩散排油的采收率为: $(M_1 - M_2) / (M_r + M_d) = X$ 。

10. 根据权利要求9所述的实验方法,其特征在于,所述反应釜的温度为 -20°C - 70°C ,所述反应釜的压力为2-15MPa。

一种致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置及实验方法

技术领域

[0001] 本发明属于致密油勘探技术领域,具体涉及一种致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置及实验方法。

背景技术

[0002] 我国致密油资源分布范围广,具有广阔的开发潜力,也是我国的战略能源之一。目前,致密油开发面临的突出问题是单井产量低、产量递减快,因此研究致密油储层的能量补充和提高致密油储层动用率显得尤为重要。研究发现,向地层中注入二氧化碳是一种补充地层能量和提高采收率的重要方法,该方法已经在油气田开发领域得到了广泛关注。由于致密油储层具有低孔低渗特点,因此致密油储层的渗流较为困难;为了更好地开发致密油储层中的致密油,研究致密油储层中扩散传质显得尤为重要。

[0003] 二氧化碳在地层条件下具有多种相态(气态、液态和超临界态),而且二氧化碳在致密油储层中的扩散传质机理也较为复杂,目前还没有这方面的研究。因此,本发明提供了一种分析不同相态的二氧化碳在致密油储层中扩散排油的装置及实验方法。

发明内容

[0004] 本发明的第一个目的在于提供一种致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置。采用本发明的装置可以实时测量不同相态的二氧化碳扩散排油过程中温度、压力、排油量和基质孔隙剩余油动态分布。

[0005] 本发明的第二个目的在于提供一种使用致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置进行致密油储层扩散排油的实验方法。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置,包括:

[0008] 控温室,用于控制扩散排油实验过程中温度的恒定,内部设有核磁共振仪,以及位于所述核磁共振仪内盛放致密油样品的反应釜;

[0009] 储气罐,用于储存二氧化碳,并将所述二氧化碳输送至所述反应釜;

[0010] 温压控制器,用于调节所述储气罐与所述控温室的温度和压力,以分析不同相态二氧化碳的扩散排油;

[0011] 萃取罐,用于萃取所述反应釜输出的二氧化碳中的石油组分,并作为气相色谱的检测样品。

[0012] 优选地,所述反应釜内设有温度和压力传感器,用于检测所述反应釜的温度和压力的变化。

[0013] 优选地,所述储气罐和所述反应釜之间设有气体增压泵;所述温压控制器通过控制气体增压泵的温度和压力来调节所述储气罐输出的二氧化碳相态。

[0014] 优选地,所述反应釜内设有定位器,所述定位器用于将所述致密油样品固定在所述反应釜的中间位置。

[0015] 优选地,所述反应釜与所述气体增压泵之间设有第一减压阀,所述反应釜与所述萃取罐之间设有第二减压阀。

[0016] 优选地,所述反应釜的两端设有第一流量计和第二流量计。

[0017] 优选地,所述反应釜的材质为聚醚酮。

[0018] 优选地,所述不同相态二氧化碳是指气态、液态或超临界态的二氧化碳。

[0019] 使用致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置进行致密油储层扩散排油的实验方法,包括如下步骤:

[0020] 1) 取致密油样品,然后放入所述反应釜内并测量所述致密油样品的长度、直径、质量 M_1 和初始核磁T2谱;

[0021] 2) 关闭位于所述反应釜与所述气体增压泵之间的第一减压阀和位于所述反应釜与所述萃取罐之间的第二减压阀,打开所述储气罐、所述气体增压泵和所述温压控制器的开关;通过设定所述温压控制器的温度和压力,获得不同相态的二氧化碳以作为所述反应釜扩散排油的介质;

[0022] 3) 打开所述第一减压阀和第二减压阀,所述二氧化碳进入所述反应釜,并排出所述反应釜内的空气,然后关闭所述第二减压阀;通过所述温压控制器调节所述反应釜的温度和压力,使所述反应釜内温度恒定且压力缓慢增加,并记录位于所述反应釜一端的第一流量计的流量;

[0023] 4) 充气完毕后,关闭所述第一减压阀,使所述反应釜内的二氧化碳和致密油样品接触12-18h;

[0024] 5) 打开所述第二减压阀,然后将所述反应釜内的二氧化碳缓慢排出;并通过温压控制器调节所述反应釜的温度和压力,使所述反应釜内温度恒定且压力缓慢减小,并记录位于所述反应釜另一端的第二流量计的流量;

[0025] 6) 采用所述核磁共振仪记录致密油样品的T2谱;

[0026] 7) 利用气相色谱仪检测所述萃取罐中的萃取液,得萃取液气相色谱图;将所述萃取液气相色谱图与标准溶液气相色谱图比对,如果比对的结果一致,则可以判定萃取液中的石油组分;并根据所述萃取液气相色谱图的峰面积确定所述萃取液中石油组分的含量 M_d ;

[0027] 8) 重复上述步骤3)、4)、5)、6)和7),直到致密油样品的T2谱不再变化为止,结束实验;

[0028] 9) 取出所述反应釜内的致密油样品,测量所述致密油样品质量 M_2 ;然后将所述致密油样品粉碎成100目的颗粒,采用二氯甲烷提取所述颗粒中残余油;并利用气相色谱仪分析残余油的组分及含量 M_r ;

[0029] 所述二氧化碳扩散排油的采收率为: $(M_1 - M_2) / (M_r + M_d) = X$ 。

[0030] 优选地,所述反应釜的温度为 -20°C - 70°C ,所述反应釜的压力为2-15MPa。

[0031] 另外注意的是,如果没有特别说明,本发明所记载的任何范围包括端值以及端值之间的任何数值以及以端值或者端值之间的任意数值所构成的任意子范围。

[0032] 本发明的有益效果如下:

[0033] 采用本发明的装置和实验方法能够实时测量不同相态二氧化碳扩散排油过程中温度、压力、出油量和基质孔隙残余油动态分布,有助于深入理解二氧化碳在致密油中的扩

散传质机理,为致密油藏二氧化碳吞吐和驱替方案的设计及优化提供科学依据和技术支持。

附图说明

[0034] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0035] 图1为本发明致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置结构示意图。

[0036] 图2为本发明二氧化碳扩散排油实验中致密油样品的残余油动态分布。

[0037] 图3为本发明二氧化碳扩散排油实验中萃取液的气相色谱图。

[0038] 其中,1、储气罐,2、第一减压阀,3、气体增压泵,4、控温室,5、第一流量计,6、核磁共振仪,7、温度和压力传感器,8反应釜,9、致密油样品,10、萃取罐,11、气相色谱,12、温压控制器,13、第二减压阀,14、第二流量计,15、定位器。

具体实施方式

[0039] 为了更清楚地说明本发明,下面结合优选实施例和附图对本发明做进一步的说明。本领域技术人员应当理解,下面所具体描述的内容是说明性的而非限制性的,不应以此限制本发明的保护范围。

[0040] 实施例1

[0041] 下述实施例中所用致密油样品来自鄂尔多斯盆地长7段地层。

[0042] 如图1所示,在本发明的一个实施方式中,一种致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置,包括控温室4、储气罐1,萃取罐10,温压控制器12;

[0043] 控温室4内部设有核磁共振仪6,核磁共振仪6内设有盛放致密油样品的反应釜8,用于检测致密油样品的T2谱;储气罐1的输出端与反应釜8的输入端连接,并将二氧化碳输送至反应釜8;温压控制器12的一端与储气罐1的输出端连接,通过调节其温度和压力来调节储气罐1输出的二氧化碳的相态,温压控制器12的另一端与控温室4连接,通过调节控温室4内的温度和压力从而实现反应釜8内温度和压力的调节,以分析不同相态二氧化碳的扩散排油;反应釜8的输出端与萃取罐10连接,反应釜8扩散排油结束后输出的含石油组分的二氧化碳通过萃取罐10进行萃取,将萃取得到的萃取液作为气相色谱11的检测样品。

[0044] 在本发明的实施方式中,储气罐1和反应釜8之间设有气体增压泵3;且温压控制器12的一端与气体增压泵3的输入端连接;温压控制器12通过控制气体增压泵3的温度和压力来调节所述储气罐1输出的二氧化碳相态。

[0045] 在本发明的实施方式中,为了避免二氧化碳的扩散,反应釜8是密闭的结构;优选地,反应釜8内部的上端设有温度和压力传感器7,用于检测扩散排油过程中温度和压力的变化,从而有利于温压控制器12的调节。

[0046] 在本发明的另一个实施方式中,扩散排油的装置结构同上述实施方式;不同的是:反应釜8内设有定位器,该定位器15将致密油样品固定在反应釜8的中间位置;这样既可以防止致密油样品与反应釜8壁面接触阻碍油滴排出,又可以保证致密油样品处于核磁共振仪6的中心位置,减少测量误差。

[0047] 在本发明的一个实施方式中,扩散排油的装置结构同上述实施方式;为了方便控制,在气体增压泵3和反应釜8之间设有第一减压阀2,用于控制反应釜中二氧化碳的输入;

在反应釜8和萃取罐10之间设有第二减压阀13,用于控制反应釜8中空气以及二氧化碳的输出;为了不影响控温室4的温度和压力,且方便调节扩散排油的实验过程,第一减压阀2和第二减压阀13均位于控温室4的外部。

[0048] 在本发明的实施方式中,在气体增压泵3和反应釜8的连接通路中设有第一流量计5,在反应釜8和萃取罐10的连接通路中设有第二流量计14;且第一流量计5和第二流量计14均位于控温室4的内部以及核磁共振仪6的外部。

[0049] 实施例2

[0050] 使用实施例1致密油储层中二氧化碳扩散排油的装置进行致密油储层扩散排油的实验方法,包括如下步骤:

[0051] 1) 取致密油样品,然后放入所述反应釜内并测量所述致密油样品的长度4.2cm、直径2.5cm、初始质量 $M_1=65.8\text{g}$ 和初始核磁T2谱(如图2所示);

[0052] 2) 关闭所述第一减压阀和第二减压阀,打开所述储气罐、所述气体增压泵和所述温压控制器的开关;通过设定所述温压控制器的温度为 60°C 和压力为14MPa,获得超临界态的二氧化碳以作为反应釜扩散排油的介质;

[0053] 3) 打开所述第一减压阀和第二减压阀,所述二氧化碳进入反应釜,并排出反应釜内的空气,然后关闭所述第二减压阀;通过温压控制器调节反应釜的温度为 60°C 和压力为14MPa,使反应釜内温度恒定(温度波动小于 3°C)且压力缓慢增加以减小压差对扩散排油的影响(压力波动小于1MPa),并记录第一流量计的流量为 $1.4\text{cm}^3/\text{min}$;

[0054] 4) 充气完毕后,关闭第一减压阀,使反应釜内的二氧化碳和致密油样品接触12h;

[0055] 5) 打开第二减压阀,然后将反应釜内的二氧化碳缓慢排出;并通过温压控制器调节反应釜的温度为 60°C 和压力为14MPa,使反应釜内温度恒定(温度波动小于 3°C)且压力缓慢减小以减小压差对扩散排油的影响(压力波动小于1MPa),并记录第二流量计的流量为 $1.45\text{cm}^3/\text{min}$;

[0056] 6) 采用所述核磁共振仪记录致密油样品在不同时间点(例如0h、16h、63h和191h)二氧化碳扩散排油实验中致密油样品的残余油动态分布(如图2所示);

[0057] 7) 利用气相色谱仪检测萃取罐中的萃取液(本发明萃取罐中的萃取剂为二氯甲烷),得萃取液色谱图;将所述萃取液色谱图与标准溶液色谱图比对,如果比对的结果一致,则可以判定萃取液中的石油烃类组分,石油烃类组分为丙醇和丁醇(如图3所示);并根据所述萃取液色谱图的峰面积确定所述萃取液中石油组分的含量 $M_d=1.05\text{g}$;

[0058] 8) 重复上述步骤3)、4)、5)、6)和7),直到致密油样品的T2谱不再变化为止,结束实验;

[0059] 9) 取出所述反应釜内的致密油样品,测量所述致密油样品质量 $M_2=64.7\text{g}$;然后将所述致密油样品粉碎成100目的颗粒,采用二氯甲烷提取所述颗粒中残余油;并利用气相色谱仪分析残余油的组分及含量 $M_R=0.2\text{g}$;所述二氧化碳扩散排油的采收率为: $(M_1-M_2)/(M_R+M_d)=84.6\%$ 。

[0060] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定,对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动,这里无法对所有的实施方式予以穷举,凡是属于本发明的技术方案所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

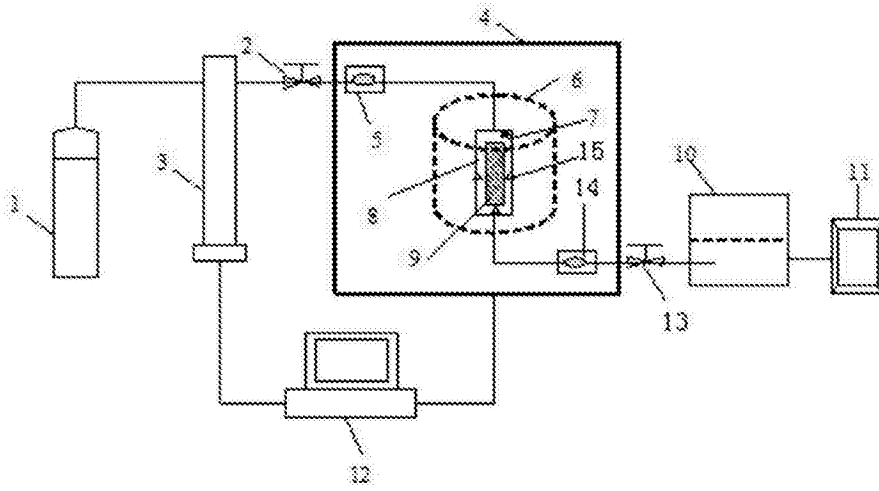


图1

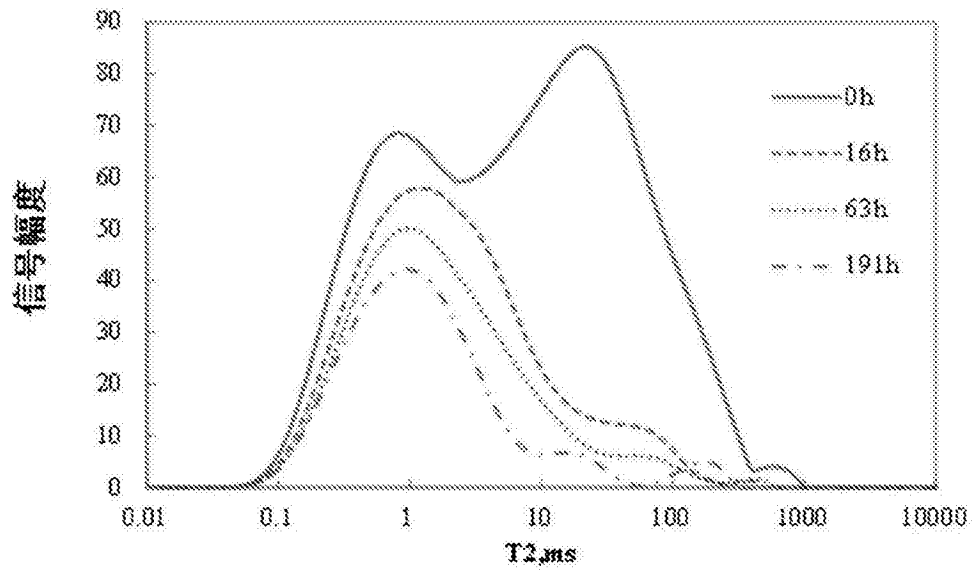


图2

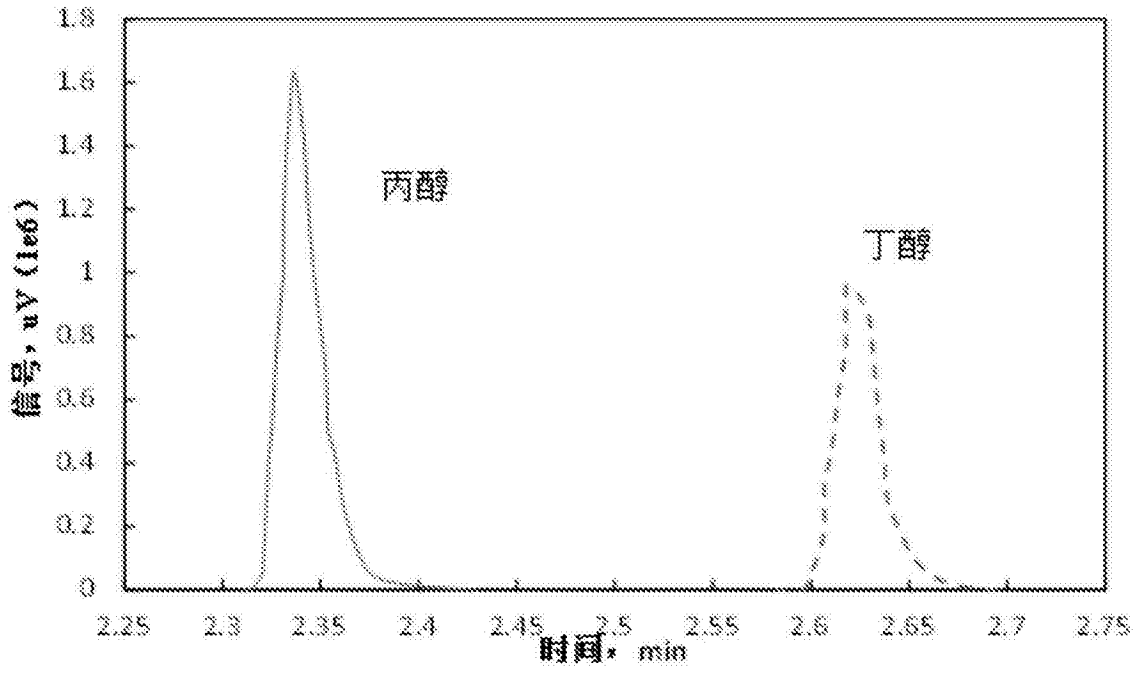


图3