

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

E21B 43/16

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98119542.3

[43]公开日 1999年3月31日

[11]公开号 CN 1212318A

[22]申请日 98.9.22 [21]申请号 98119542.3

[30]优先权

[32]97.9.22 [33]US[31]936,150

[71]申请人 塔里木科学采矿及探油公司

地址 瑞士苏黎士

[72]发明人 许靖华

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

代理人 孙 爱

权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 从含煤、油页岩、焦油沥青砂和油的岩层中
回收烃或热能的水槽

[57]摘要

用一个水槽从含煤、油页岩、焦油沥青砂或油的主岩中回收烃或热能的系统，它将一种反应流体压入一个有源含水层，随后从所说的主岩中提取热能或烃，再使其流到所说的渗透含水层，最后，将烃和热能输至地表作为最终的利用。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权利要求书

1.从含煤、油页岩、焦油沥青砂或油的主岩层中回收烃和呈热气形式的热能的一个地下系统，包括位于所说的地层内的一个水槽，所说的水槽至少有一个有源含水层和一个渗透含水层及位于所说的有源含水层和所说的渗透含水层之间的主岩，每个所说的有源含水层和所说的渗透含水层通过在所说的主岩内的一系列钻孔联到地表，连接所说的有源含水层和地表的所说的钻孔可以运输提取流体、燃料和氧气至所说的有源含水层，连接所说的渗透含水层和地表所说的钻孔能把提取的热能从所说的渗透含水层运至地表，点燃位于所说的有源含水层内的燃料和氧气的设备，通过所说的主岩将提取流体、燃料和氧从所说的有源含水层运到所说的渗透含水层的设备，经所说的钻孔将所说的提取的热能从所说的渗透含水层运至所说的地表设备。

2.根据权利要求1的地下系统，其中所说的有源含水层和渗透含水层通过水破裂作用形成。

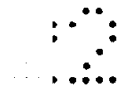
3.根据权利要求2的地下系统，其中所说的有源含水层和渗透含水层通过加入多孔物质至所说的含水层裂隙来维持。

4.根据权利要求1的地下系统，其中所说的有源含水层和渗透含水层是有限定尺寸的水平或倾斜的裂隙。

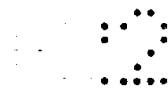
5.根据权利要求1的地下系统，其中连接所说的有源含水层至所说的地表的所说的钻孔有活塞和阀门，以协助运输提取流体、燃料和氧气至所说的有源含水层。

6.根据权利要求1的地下系统，其中所说的水槽有一个下部第一有源含水层和一个下部第一渗透含水层、一个位于所说的第一渗透含水层之上的上部第二有源含水层和一个位于所说的第二有源含水层之上的第二渗透含水层。

7.一种从含煤、油页岩、焦油沥青砂或油的主岩中回收呈热气形式的热能或烃的方法，包括经钻孔压入含燃料和氧的提取流体至一个有源含水层，点燃所说的有源含水层中的所说的燃料和氧气，引起所说的已点燃的提取流体经所说的主岩压至所说的渗透含水层，释放出的热气和



烃经钻孔从所说的渗透含水层至所说的地表。



些方法是方法（1）和（2）相结合为原地蒸馏法。在目前，由于这些方法不经济，故在商业上已不采用了。

其它的原地法，如：排入蒸气法，热激发法、煤的气化作用、焦油沥青砂的氢化作用、原地燃烧作用等代表了这些方法的其它组合（也就是美国专利号 4085803、4089373、4089374、4093027、4088188、4099568、4099783、4114688、4133384、4148359、4149595、4476932、4574884、4598770、4896345、5207271、5360068 和国际公开 WO 95/06093）。这些方法都要将流体或一种热源通过注入井直接注入含碳或含烃地层，再从生产井产烃或热气。通常这些井是垂直钻入一个含烃地层，流体或热流从一个井水平地流入另一个井，从该注入井的一个点源横向流入一个生产井的这种呈线性路线的流动方式使得这种注入法的效益是很低的，因为大部分主岩有旁流。

美国专利 4410216、4116275、4596770、4610303 和 5626191 建议用水平钻井或在与含烃地层，如焦油沥青砂或煤平行的方向上钻井的方法来增加（开采）效益。这种定向的方法为能浸透到钻孔周围表面的流体或热能提供了一个线性源头。该方法的缺憾是向含烃地层的有限渗透，这样就必须打很多钻孔。此外，对流体或热液及它们的流速、穿透深度及原地的物理条件，如温度和化学反应速度等都难以系统地进行控制。

1997 年 5 月 7 日在我们申请____中公开了一种“提取金属或纯化盐类的原地化学反应器”。

本发明之目的是改进原先的原地反应器，促进煤（包括褐煤）、油页岩、焦油沥青砂和其它含碳矿床的物理和化学变化，在减少这些矿床的粘性之后生产烃，或者产生以热燃烧产物形式的热能，这些热能可被回收或转化成其它形式的能源，如电能。

本发明涉及水槽，它们可使流体注入一个有源含水层，在水槽的水动力势能驱动下，从有源含水层进入可开采的含煤、褐煤、油、焦油沥青或其它烃的主岩。流体驱动液体烃和/或与主岩中的煤、褐煤、油、焦油沥青反应，生成可采的烃和/或热的燃烧产物。然后，这些产物通过天然地或人工地可渗透的主岩，流入位于该有源含水层另一侧的主岩选体



旁的一个渗透含水层中，这样，可对它们进行开采。

本发明从含煤、油页岩、焦油沥青砂或油里回收呈热气形式的热能或烃。用于该系统中的水槽至少有一个有源含水层和一个渗透含水层及一个位于其两者之间的主岩的一个矿体。每一个有源含水层和渗透含水层由主岩中一系列的钻孔单独地接到地表。设计连接有源含水层和地表的钻孔，可将反应流体、燃料和氧气输至有源含水层。设计连接渗透含水层和地表的钻孔，可将采取的热能从渗透含水层输至地表。水槽也有用于点燃有源含水层中的燃料和氧气的设备，以便于采取来自主岩所需的烃和热能。用于萃取的流体、燃料和氧气，从地表压入有源含水层，被点燃后，迫使其通过主岩而压入渗透含水层。通过反应流体或燃料和氧气燃烧形成的热气体或烃，通过独立的钻孔从渗透含水层输至地表，其后，可按所需的各种类型而利用该能量。

本发明提出了一种用燃料、氧气和/或化学试剂和主岩在原地反应生成烃的新颖的方法。附图示出最常见的具水平含水层的水槽的设置，然而含水层也可以较水平方向稍微倾斜地设置。

图 1 是一个用于处理很难渗透的主岩的原地反应器的纵横剖面图。

图 1A 是图 1 的第 13 部分 a-a' 剖面的分解图。

图 2 是一个原地反应器的平面设计图。

图 3 是图 1 原地反应器的横断面图。

图 4 是具有一个“设计程序”剖面和一个“反应”剖面的双重原地反应器的纵横剖面图。

图中的字母有下列的意思：

d =有源含水层平均深度

h =有源含水层和渗透含水层之间的间距

$d-h$ =渗透含水层平均深度

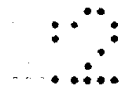
h_1 =填砂井深

s =有源含水层长度

s' =渗透含水层长度

t =有源含水层厚度

t' =渗透含水层厚度



w =有源含水层宽度

w' =渗透含水层宽度, 近似 w

在本发明中, 流体和/或热是从一个天然的或人工的含水层(通常是水平的)穿过主岩流入一个平行的含水层, 而现行的主岩破裂和/或加热的烃的二次开采法使流体或热在主岩中呈放射状方向从一个井流入另一个井。含水层有两方面的优点: (1) 由于流体流动方向垂直于大的横剖面, 故流量及流速大得多, (2) 改变注入流体的流速及改变流体从人工含水层流出的速度, 可控制原地反应器内的物理条件和化学反应进程。

含水层象电池或电元件的电极一样, 是一个水槽的极板, 该含水层通常是水平的, 但它们也能被做成偏离水平方向呈任何倾斜角度。该发明的新奇之处就在于用这样一个水槽促使流体注入主岩及从岩中流出。通常仅用一、两个水槽就够了, 但在某些情况下, 可增加一些并联或串联的水槽。

二次开采法如涌水或注入蒸气方法, 能增加岩层中烃的产出量, 其中水和蒸气平行烃层呈放射状方向从一个井流入一个可渗透的有源含水层。然后, 流体或蒸气通常呈垂直烃层方向, 从一个人工有源含水层流到一个人工渗透含水层。为了产生这种效果, 用现行的水破裂法使烃层面上下或平行于烃层面及与其斜交的表面产生破裂面。注砂或注入其它多孔物质至破裂面可形成人工含水层。通常在烃层下面可接受注入流体的一个多孔的可渗透的含水层构成有源含水层。通常在该烃层之上能接受主岩释放的烃(也就是被注入的水或蒸气替代的烃)的一个多孔的可渗透的含水层是渗透含水层。于是, 两个含水层建在一个水槽的两个相对端。注入该有源含水层中的水或蒸气将流过含烃层, 驱使烃进入一个渗透含水层, 再从那里流入或经渗透含水层的钻孔泵出。

有些地方是通过原地燃烧来替代地下采矿或应用石油回收技术开采含碳或烃的物质来生产热能可能更经济些(也就是美国专利第 5626191 号)。由于现行的方法不能充分有效地得到广泛地应用, 用原地燃烧法可生产热能, 该方法可将燃料或其它燃烧物质注入一个人工的地下含水层, 引起燃烧, 再注氧至这样的含水层, 以维持燃烧作用。为了获得这



种结果，用目前通用水破裂方法在主岩上或下产生破裂面。然后砂石和多孔物注入到破裂面。注入到有源含水层中的含氧液和/或气体将流进主岩中的碳和烃内，并与其发生反应。然后，该燃烧产物以热气体的形式流入渗透含水层，此后，它们经钻孔流出或被泵出，再进一步进行加工，这样，热能就被回收。

在工厂用于对这些岩石的加工工艺不断地发展着—原地蒸馏作用、碳化作用、氢化作用或其它方法可从煤、油页岩、焦油沥青砂中提取烃和热气体。由于这些方法只能在比周围环境温度高的情况下进行，故对于蒸馏作用、碳化作用、氧化作用等的原地化学反应器必须升至高温。对于一个原地化学反应器高温时的原地化学反应来说，必须由一个地下热源来使地下增温。燃烧的主岩能构成这样一个热源。

特别是在原地化学反应需要加入试剂到该原地反应器的有源含水层的情况下，则需要某处有另一个原地反应器产生热源，它通常是在原来的原地化学反应器的下面。前面的含碳物质燃烧使得后面的生热增温，致使主岩中的碳和注入流体在后者中发生化学反应，使后者的主岩能有效地发生碳化作用、蒸馏作用或氢化作用，从而生产出烃。

为了用原地化学反应来回收煤、油页岩、焦油沥青砂等中的烃，可能要用两个原地反应器。设计一个反应器用做化学反应器。流体或化学试剂导入有源含水层，流经水槽与含煤、油页岩或焦油沥青砂的主岩反应，然后再流到渗透含水层。经过升温和/或注入流体与主岩间的化学反应，则主岩里的含碳物质可被碳化、蒸馏和氢化。

两个反应器系统中另一个反应器被设计用做对主岩中的含碳物质进行原地燃烧的一个热反应器，该主岩位于用作注氧的有源含水层（加不加燃料均可）和一个渗透含水层之间。该反应器温度升至足够使其上层反应器内发生碳化作用、蒸馏作用或氢化作用。

可通过改变注入到化学反应器有源含水层的流体的组分来调整该上层化学反应器内注入流体和主岩间的化学反应速度，可按要处理的主岩需要确定化学反应器之有源含水层内流体的组分。控制热反应器中的反应速度可调整化学反应器的温度，注入一个合适的流速及合适的含氧量的流体至热反应器的有源含水层中实现该调整。流入该化学反应器的渗



透含水层中反应完了的流体经钻孔输至地表。从油页岩中蒸馏出来的烃或从焦油沥青砂的焦油沥青中氢化出来的烃可运到炼厂去进一步加工。煤或其它含碳岩石的燃烧产生的热气体所释放的热能可生产蒸汽去驱动涡轮机及发电。

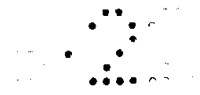
蒸馏作用、碳化作用或氢化作用之后，仍残存在一个或两个原地反应器内的剩余的碳（焦炭）、焦油沥青或其它含碳物质可与注入到有源储层中的流体再发生化学反应，也可以用原地燃烧法将其热能呈热气体的形式回收。

在实施本发明时，图 1 示出的原地反应器 10 装有人工有源含水层 13 和人工渗透含水层 16，位于有源含水层 13 和渗透含水层 16 之间的主岩 21。泵入水破裂作用的流体至一系列平行的水平钻成的井 11 及 14 形成纵裂隙 12 和 15，造成该人工含水层，将砂或其它多孔物质 30 填入 12 和 15，使其产生微孔隙。液体燃烧 19 和/或固体燃料 29 可与该有源含水层中的多孔物质混合。在该有源含水层 13 中安装一个点燃料的板机，并在有源含水层 13 和渗透含水层 16 中也安装温度监测器 17 和 18。流入渗透含水层中的反应液经钻孔输到地表。通过板动压缩仓 26 上面的活塞 25 可将流体注入有源含水层，通过辅助钻孔 27 和阀 28 或通过活塞 25 中的一个阀也可将压缩流体注入有源含水层中。

图 2 示出了平行于该原地反应器渗透含水层的一个剖面，原地反应器长为 s 、 s' ，宽为 w 、 w' ，还示出用水平钻技术钻成的钻孔 23、井 11、井 14 的位置。近于垂直注入井 11 的钻井 27 用于补给有源含水层中的压缩流体。

图 3 示出了水平钻进的井 11 和井 14 及近于垂直钻进的井 27 所造成的水平破裂 12 和 15 用于填放多孔物质，以形成有源含水层 13 和渗透含水层 16。

图 4 示出了至少有两对有源含水层和两对渗透含水层的双原地反应器的反应剖面有其有源含水层 13 和渗透含水层 16，加热剖面有其有源含水层 33 和渗透含水层 36。泵入水破裂液至水平钻井 11 和 14，做成人工含水层，以便产生能被砂或其它多孔物质充填，造成微孔隙的水平破裂 12 和 15。在有源含水层 33 中安装一个点燃燃料的板机，在有源含



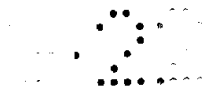
水层 13、16 和渗透含水层 33 和 36 中也安装温度监测装置 17、18 和 37、38。流入反应剖面渗透含水层 16 中的反应完了的流体经钻孔 23 输到地面。图中破折号弯线表明水平钻井位置。可钻一个辅助钻孔 43，使其成为反应器上部的热气从渗透含水层 36 流至有源含水层 13 的通道。

本发明的原地反应器可进行三类加工工艺：（1）当注入一个有源含水层中的一种流体经岩层流入一个渗透含水层时，通过对岩层中的烃的机械置换来对其进行二次回收，（2）当注入一个有源含水层中的流体经主岩流入一个渗透含水层时，在升温（减少烃的粘性）或主岩中的碳或烃燃烧（碳化作用、蒸馏作用）之后回收含碳岩石中的烃或热能，（3）当升温时，一种流体发生化学反应后，从煤、油页岩或焦油沥青砂中回收烃，该流体注入一个有源含水层，流经主岩（氢化作用）引起一种烃或烃馏分流入一个渗透含水层。三种情况叙述如下。

（1a）从很难渗透油藏中烃的二次回收

通过涌水或注入蒸气的二次回收法来生产含烃岩层中的烃，那里的水或蒸气是平行于烃层呈放射状流动。而对于本发明的二次回收来说，流体呈垂直烃层的一个方向流动。对于浅部油藏油的二次回收，用两个平行的天然含水层或修建两个人造含水层，它们之中的一个在含烃层之上，一个在其之下（图 1、2 和 3）。修建人工含水层所利用的原理是地下岩石中一个张裂隙或一个破裂面将产生最大的挤压方向，通过增加注入至两个平行的水平钻井 11 中流体的静水压，在地下浅处造成一个水平挤压力，该水平钻井跨度为 w_m ，深 d_m 、水平长 S_m 。由人工张力产生的一个面积为 $w \times s$ 的张裂隙 12，在不到 1000m 深度上的破裂面应该呈水平方向。将砂或其它多孔物质注入裂隙中，使其成为如图 1 所示的厚度为 t 的有源含水层 13。然后流体被注入由另一对水平钻 14 产生的具有 $w'm$ 跨度的平行井中，但它仅钻至一个较浅的深度（ $d-h$ ），构成另一个水平张裂隙 15。将砂或其它多孔物质加入两个平行井之间的裂隙 15 里，裂隙就成为如图 1 所示的一个渗透含水层 16。

如果需要增加两个含水层之间的含油主岩 21 的孔隙度和渗透率，可进一步地破裂它。可将惰性流体泵入两个含水层去造成水破裂作用，由



这种垂直方向挤压产生的主岩 21 中的张裂隙呈垂直方向或近于垂直方向，于是来自有源含水层 13 的流体向上流动，流至渗透含水层 16。为了开始二次回收，将水和蒸气注入有源含水层 13，又将水从渗透含水层 16 泵出，在这两个含水层间建立一个垂直方向的水力梯度。迫使流体从该有源含水层流入油藏，驱动使主岩 21 中的烃到渗透含水层，从那里，它再流入或被泵入钻到渗透含水层 16 中的钻孔 23 中。

(1b) 从很难渗透油藏中烃的二次回收

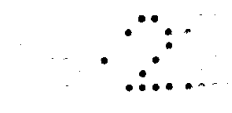
当油藏比较难渗透时，烃的二次和/或三次回收可通过与油藏的床层面平行流动来回收。有源和渗透含水层可建成与水平方向成一角度的注入床和生产床，和通过垂直或倾斜钻井而不是水平钻井来节约费用。

当生产油田有倾斜或垂直井时，有源和渗透含水层可在选自注入对和生产对的两对井之间建成。井用水泥处理并制成不可渗透除了在每个井穿过生产油藏的厚度面向其它对的井的方向的裂缝之外。压缩流体被泵入到注入井对以在每个井的裂缝方向形成垂直（或稍倾斜）的水裂面。水裂面可被挖掘并引入多孔物质到每个井中，直到两个注入井的水裂面形成有源含水层。同样的方法可在一对生产井之间形成渗透含水层。在开始喷射时，流体被泵入到注射井并从生产井泵出，因而形成水力梯度使油藏中的烃从有源油藏流到渗透油藏。热促进器可安装到有源和渗透含水层以在由于升温使油藏中的烃的粘度下降后提高烃回收效率。使用含水层对可使回收效率从目前 25 - 40 % 提高到 60 - 90 %。

(2) 原地燃烧法回收含碳岩石中的热能

当前，煤通过洞采，运至地面装船，运到城市的动力工厂去发电，钻探产的油从钻孔流出或被泵到地面，用管道输至城市工厂去发电。由于回收和运输成本昂贵，仅较富的资源可经济地进行开采，而薄煤层和贫脊的油田里的烃只好保存在地下。此外，用现行的方法对较富资源的生产也决不是百分之百地有效，在一次和二次开采后，油藏中多数的烃还保存在地下。因此，当石油保存在地下不能有效地对其进行开采时，甚至有一多半的油藏可能仍保存在地下时，油田就荒废了。

从油页岩中回收热能的现行方法一直归于页岩燃烧法范畴。常用的方法是挖掘一定量的油页岩（也就是美国专利 3661423 号）造成油页岩

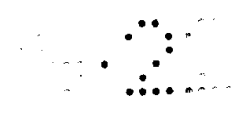


顶部坍塌，一种使塌陷的顶形成一个多孔和可渗透的岩屑堆的方法。将含氧流体泵入该油页岩岩屑中去点燃该油页岩里的一些烃，而燃烧的页岩的热量降低了该油页岩里其它烃的粘性，至使烃能从岩石中流出而被回收。这些方法一直是大石油公司所用的经典的方法，但是也不断发现，大规模地开采在目前来说是不经济的，而且，当前从油岩中产油是无意义的。

从碳或含碳岩石中，如褐煤、煤和焦油沥青砂中产烃的现行方法一直被称之为碳化、蒸馏和氢化的方法。大量的专利透露了从煤、油页岩和焦油沥青砂中提取烃的方法，大的石油公司为了产烃投入大量资金发展新技术去开发大储量的用于生产烃的焦油沥青砂，所有这些都需要用工厂的方法，既不经济又污染环境。

目前产的大部分化石燃料都在城市动力工厂里用于发电而被烧掉。为了满足对该能源的需求，不需要将产生热能的物质运到地表和发电厂。当燃烧产物以热气形式的能源供给发电厂的时候，可用原地燃烧方法来回收煤、油页岩和焦油沥青砂。由于进行燃烧作用的供氧困难，故必须改进目前的页岩燃烧方法，以便达到这个目的。原先的页岩燃烧法试图迫使含氧流体直接进入主岩工作区。现在所述的带水槽的原地反应器被设计成将燃料和氧气（有无辅助燃料均可）间接地注入一个多孔的和可渗透的人工储存中去，也就是一个有源含水层中去。不断地将注入的流体供给邻近的主岩，使其在原地持续地氧化或燃烧。

改变该有源含水层中供氧速度可调整燃烧速度，随后也改变了原地温度，这样，在可控制的条件下，可控制燃烧的温度和压力，使页岩燃烧能继续进行。呈热气形式的燃烧产物经天然地或人工地产生的裂隙进入该渗透含水层，该产物从这里再经排放钻孔排出或被泵出，而后通过管道输到一个发电厂。为了燃烧含碳或含烃岩石，兴建两个平行的人工含水层，一个在欲燃烧的主岩上面，一个在欲燃烧的主岩下面（图 1、2 和 3）。所运用的原理是地下岩石里的一个张裂隙或一个破裂面将构成一向的最大挤压力，增加流入由水平钻产生的两个平行井 11 中的流体的静水压力，能在地下浅处产生水平方向的挤压力。两个平行井的跨度为 Wm ，深度为 dm ，水平长度为 sm 。由人工产生的张力，形成两个平行



井 11 之间的范围为 $W \times S$ 水平裂隙 12 和小于 1000m 深的破裂面 12 通常是水平方向。填入裂隙中的砂或其它多孔物质构成厚度为 t_m 的人工有源含水层 13。然后，将流体注入由水平钻进产生的另一对平行井 14，该平行井跨度为 $W'm$ ，但是钻到一个较浅的深度 ($d-h$)，构成另一个水平张裂隙 15，将砂或其它多孔物质填入两个平行井 14 之间的该水平裂隙 15，构成渗透含水层 16。

用砂充填注入井 11 或用砂砾铺满注入井 11。用砂将注入井与大气中空气隔绝，这样有源含水层中的燃烧作用就不会点燃空气引发控制不住的火情。注入井 14 填不填砂取决于从渗透含水层 16 流出的流体的性质和温度。在含水层中安装测温装置 17、18。燃料 19 可与注入物质混合，在该有源含水层 13 中安装点火的机械板机 20。若需要增加两个含水层间被燃烧主岩的孔隙度和渗透率，可进一步破碎主岩。可将惰性流体泵入两个含水层中，引起主岩水破裂。呈垂直方向的挤压应力造成主岩 21 中的张裂隙呈垂直方向或近于垂直方向，于是该主岩燃烧时，流体从有源含水层 13 向上流入渗透含水层 16。然而，可将流体从两个含水层里抽出来，以便使其在地下燃烧开始时呈正常的静水压力。

为了开始燃烧过程，将含氧流体从地表压入有源含水层 13，在那里机械板机 20 点燃流体，使其和有源含水层正上方的含碳或含烃的主岩 21 反应。由于上（渗透）含水层的压力是静水压，当流体从渗透含水层 16 泵出时，该压力小于静水压，于是，在有源含水层 13 和渗透含水层 16 之间建立了一个水力势能梯度。呈热气体形式的燃烧产物既可以通过向上燃烧前端 22 扫过主岩，如果主岩 21 原来就一直发生破裂的话，则热气体也可以通过该裂隙。流经主岩流体的速度取决于它的渗透率，也可以改变注氧至有源含水层 13 的泵压来调整流速。改变有源含水层 13 中的供氧速度也可以调整燃烧的温度。

燃烧的最终产物可能是水蒸汽、二氧化碳或煤气的一种混合物，这取决于操作者预定的温度。然后，流入渗透含水层 16 中的燃烧产物经钻孔 23 被导至地表。其最终产物的使用者可用其热能进行加热或将其转化成其它形式的能量，如机械能或电能。

(3) 用原地化学方法提取煤、油页岩或焦油沥青砂中的烃



烃是石化工业或其它工业必须的原料，于是，岩石中的碳和烃作为烃产品（而不是热能）被回收，用原地碳化作用、蒸馏作用或氢化作用这样的回收手段是经济可行的。为了在高温下进行这样的原地化学方法，该原地反应器也起着—个旨在提高地下温度的加热器的作用，以便在一个所需的温度下化学反应能在一个上部反应器内进行。

在某些情况下，特别是化学试剂必须被导入反应器内进行一个化学反应的时候，需要两个原地反应器：一个是带有源含水层 13 的“加热器”，燃料和/或氧气注入该含水层以提高地下温度，一个是有着—个有源含水层 13 的“反应器”，化学试剂被导入该含水层，使主岩 21 和注入液发生化学反应（图 4）。可兴建两个原地反应器系统，通常，—个在另—个的顶部，每个按前面描述的同样方式修建。由注入井 11 和井 14 中的流体的水破裂作用产生两个水平破裂面 12 和 15，它们分别在主岩 21 的上、下（图 1）。注入砂或其它多孔物质至裂隙中，使其转变成有源含水层 13 和渗透含水层 16，然后安装测温装置 17 和 18 去监控主岩化学加工时的温度梯度。若需要增加这两个含水层间进行化学加工主岩的孔隙度和渗透率，可进一步对其破裂。当主岩燃烧时，可将惰性流体泵入两个含水层里，引起主岩的水破裂作用，并使流体从有源含水层 13 流入渗透含水层 16。主岩水破裂之后，从两个含水层中抽出部分的流体，以便在地下开始碳化作用，蒸馏作用或氢化作用时，流体再呈现正常的静水压。

总之，需要—个热源，使原地反应器升温，以便进行碳化作用、蒸馏作用或氢化作用，可使原地反应器下部的—主岩燃烧成为热源。若需要的话，还可以选择另—种办法，就是采用两个反应器系统；—个做为“加热器”，另—个做为“反应器”，下面的原地反应器起着“加热器”的作用，加速上面原地反应器中的—主岩“反应器”的化学反应。可按前面所述的办法去兴建原地“加热器”，致使上面的原地化学反应器升温，补充所消耗的热能。由水破裂作用注入两个水平钻井 31 和 34 中的流体在—个燃烧的主岩 41 上、下形成两个水平破裂面 32 和 35。将砂或其它多孔物质注入构成有源含水层 13 和渗透含水层 16 的裂隙里。在含水层中安装测温装置 37 和 38 去监控进行化学加工的—主岩的温度梯度。用机

械板机 40 做为有源含水层 33 中的燃火开关。

按照所需之温度，将固体燃料，如煤 29 或液体燃料 19 或砂或其它多孔物质 30 一起加进下有源含水层 33 内，再启动板机点燃含水层 33 和 36 之间的主岩中的含碳物质。将含氧流体持续不断地注入原地“加热器”的有源含水层 33 内以维持燃烧，于是，地下就增温。燃烧产物经上渗透层 36 和钻孔 43 这样渠道输至地表。由于“加热器”内含碳物质燃烧，于是使得上原地化学反应器升温到所需的温度。

在上层原地化学反应器主岩里的烃只是用于蒸馏作用而被加热的情况下，一旦下面的主岩被加热，则该原地“加热器”的渗透含水层 36 可作为上层反应器的有源含水层 13。在用化学方法处理上层原地化学反应器主岩内的碳和烃的情况下，将化学试剂加到它的有源含水层 13 内。原地“加热器”的渗透含水层 36 应放置在比原地化学反应器的有源含水层 13 较浅些的地方。主要通过改变对“加热器”的有源含水层 33 的供氧速度及改变流体流经含水层 13 和 16 之间的原地化学反应器内主岩的速度，可控制“加热器”和上层反应器的温度。

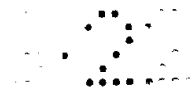
优选实施方案的描述

(1) 对十分难渗透油储里的烃的二次回收

在本发明的一个实施方案中，将疏松的物质，如石英砂或其它多孔物质，途径水平钻孔 11 和 14 及水破裂作用所产生的裂隙 12 和 15，压入如图 1 所示的一个水槽里，以便形成一个多孔隙的和可渗透的人工储层。被注入的疏松的物质在裂隙 12 中构成一层，为有源含水层 13。若需要增加两个含水层 13 和 16 之间主岩 21 含油层的孔隙度和渗透率，可对主岩进一步地破裂。惰性流体可被泵入两个含水层，引起水破裂作用，由此产生的岩石 21 内的张裂隙呈垂直方向，以便流体从有源含水层 13 向上流入渗透含水层 16。

为了开始二次回收，将水和蒸气注入有源含水层 13，而将流体从渗透含水层 16 泵出，在两个含水层之间形成一个通常呈垂直方向的水力梯度，迫使流体从有源含水层 13 流入主岩 21 的一个含油层内，驱使含油层 21 中的烃流入或泵出钻到渗透含水层 16 的钻孔 23。

(2) 通过含碳物质的原地燃烧作用回收地下含碳矿床中的热能



在本发明另一个实施方案中，将疏松的物质，如石英砂或其它多孔物质经水平钻孔 11 和 14 及水平破裂作用所产生的水平裂隙 12 和 15，压入如图 1 所示的一个水槽里，以便形成一个多孔隙的，可渗透的人工储层。所注入的疏松物质在裂隙 12 中形成一层，作为被选择用于燃烧的主岩底部的有源含水层 13。为了在高温下增加原地氧化作用，注入的疏松物质可能是一种砂、煤和/或液体燃料的混合物。

钻深为 d_m 的下部注入井 11 被钻至有源含水层 13 的基部。安装测温装置 17 和点火板机的机械装置 20 于有源含水层 13 中。用洁净的砂或砂砾 24 充填注入井 11 至 h_1 以上的高度。井 11 内疏松胶结的或轻微压实的可渗透的砂或砂砾用作：(a) 被泵入该有源含水层中的注入流体，如压缩空气或一种化学溶液的管道，和 (b) 作为一个绝缘体，以防由于地下燃烧引起钻孔中空气着火及页岩燃烧时失控。重复钻进和水破裂加工过程，以形成上渗透层 16，井 14 中的砂无需胶结，但需要辅助钻孔 23 来收集燃烧产品。

为了使流体通过两个含水层 13 和 16 之间的主岩，可进一步地破裂主岩 21，产生破裂的孔隙度和渗透率。在 h_1 之上的井 1 的壁被水泥固结，并在该井中安装一个活塞 25，使其可在 h_2 和 h_3 之间移动，于是，形成了一个压缩仓 26；活塞向下移动，压缩仓内的空气或其它注入的流体，压缩空气或流体在压力下，通过井 24 填砂部位流入有源含水层 13。当该活塞向上移动时，仓 26 内压力减小，来自外部的注入空气或流体进入一个流体供应钻孔 27，当活塞压缩未提供足够的流量时，可供压缩流体至压缩仓 26 内，它从地表压至钻孔 27 和阀 28 而供给有源含水层 13，或选择从地表经活塞 25 的一个阀门而进入压缩仓 26。

欲开始点燃油页岩、煤、褐煤或焦油沥青砂，开启图 1 中的机械板手 20 引起有源含水层 13 内的燃料 19 燃烧及该层中与多孔物质 30 混合的煤 29 燃烧。控制供氧速度及原地燃烧作用的燃烧产物的产出率可调节原地反应器内的温度。该方法可用于回收薄煤层、油页岩、焦油沥青砂或废油田内残存油里的烃。

(3) 通过地下含碳物质的原地燃烧作用，加热煤或焦油，使其发生碳化作用，从而回收其热气体。



当煤或焦油在隔绝空气时，加热至 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时，它们开始分解，并转化成气体产物。当碳化作用不断强化时，则分解的煤或焦油升温，它们在 $700\text{ }^{\circ}\text{C} - 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下蒸馏产生了水蒸气混合的重气体。水蒸汽是由煤中的氢、氧和湿气转化而成，它与压缩的柏油蒸气、烃等混合在一起。当分解的煤被加热到 $900\text{ }^{\circ}\text{C} - 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的蒸馏高温时，碳使水蒸气分解成吸收热引起降温的氢和一氧化碳。然后，一氧化碳与水蒸气反应，氧化成二氧化碳和氢气，这个原理是基于工业上制造水气体的方法，即将水蒸气和空气交替地吹入焦碳层，使其消耗，变形水气体。

由于煤气和水气已被天然气（甲烷）代替，故煤蒸馏法决不经济。用水槽可使原地碳化作用在低温或高温下进行，制造的煤气或水气是基于经济的能量耗损。进而，焦油沥青砂中的焦油的碳化作用所产生的氢气可供给上层化学反应器内的上层焦油沥青砂，使其发生氢化作用。

化石燃料燃烧通常引起污染。可在工厂里处理原地燃烧作用产生的硫化氢和其它有毒气体，使其成为固体废掉而沉淀下来，使得仅二氧化碳成为废气。正如前面所述，修建一个原地反应器或两个原地反应器系统，通过对地下含碳物质进行原地燃烧，使煤或焦油生热发生碳化作用，从而可回收热气体。当“加热器”内的燃烧产物不妨碍“反应器”内主岩的碳化作用时，“加热器”的渗透含水层 36 也可以是“反应器”的有源含水层 13。

（4）在一个原地“加热器”中。通过原地燃烧地下含碳物质生热，使油页岩、焦油沥青砂等发生蒸馏作用或氢化作用而回收烃。

由油页岩、焦油沥青砂等的蒸馏作用来回收烃的主要方法类型包括热解作用（和水热解作用）、溶剂萃取和氢化作用。在蒸馏油页岩过程中，将破碎的页岩放入蒸馏器内，在 $350\text{ }^{\circ}\text{C} - 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下用气体或水蒸气裂解的有机质（油母岩）生成类似于石油的原油。正如美国专利 4587006 号和 5041210 所叙述的最近的方法是用新的一体化的水热解作用或热解作用技术，可产生改进质量的高产的液体烃产品，并且已经减少了所需的热能。正如美国专利 4130474 号所叙述的那样，可用溶剂在非常低的温度下萃取油页岩或焦油沥青中的油母岩。在德国二战结束前，在 200atm 和 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下，用辅助的催化剂，大规模地做煤的氢化工作。正如美



国专利 5015366 号和英国专利 2110712 号所述，该方法在近些年不断地被改进，大量的精心设计的方法不断地被发明以通过氢化作用从油页岩和焦油中提取液体烃，例如：在 $450\text{ }^{\circ}\text{C} - 520\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 50 巴的压力下，通过一氧化碳、氢和蒸气的作用可提取烃。但是，所有的这些方法都要在工厂进行加工，必须挖掘原料，破碎原料，在高压釜里蒸馏或加工原料，工厂的加工工艺要用大量的能源和精制的设备，十分昂贵，而本发明旨在用这样一种原地方法。

正如美国专利 3001776 号、3434757 和 3,661,423 号所述，油页岩的地下蒸馏法不断地发展。但注氧至一个无孔隙的十分难渗透的油层成为主要难题。提了几种常见的产生地下裂隙的方法：（1）传统的爆破或水破裂的破裂技术，（2）挖洞以坍塌空间。有些方法一直在试验着，但是它们在目前似乎都不经济。

可以修建一个或两个原地反应器系统，通过对煤、油页岩或焦油沥青砂的热解蒸馏作用或氢化作用来回收烃。将燃料和氧注入“加热器”的有源含水层 33，对煤、油页岩或焦油沥青砂进行燃烧。以一定的速度供氧以便“加热器”的温度能热到使“反应器”内主岩达到所需的温度。既可以从“加热器”的渗透含水层提供作为有源含水层 33 的能源去进行蒸馏作用或氢化作用，和/或蒸汽和氢也可以从地表注入“反应器”的有源含水层 13。

虽然用上述实施方案对本发明作了阐述，可以理解，本发明并不局限于此，就本发明范围必须参见后附的权利要求书。

