



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112727420 B

(45) 授权公告日 2022.03.22

(21) 申请号 202110083447.X

(22) 申请日 2021.01.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112727420 A

(43) 申请公布日 2021.04.30

(73) 专利权人 太原理工大学
地址 030024 山西省太原市迎泽西大街79号

(72) 发明人 王磊 康志勤 杨栋 何继来
赵静 黄旭东 张超 王国营
张驰

(74) 专利代理机构 太原高欣科创专利代理事务所(普通合伙) 14109
代理人 冷锦超 邓东东

(51) Int.Cl.

E21B 43/241 (2006.01)

E21B 43/30 (2006.01)

E21B 43/267 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110242255 A, 2019.09.17

US 4092052 A, 1978.05.30

CN 103293087 A, 2013.09.11

US 5868202 A, 1999.02.09

US 4018279 A, 1977.04.19

CN 1676870 A, 2005.10.05

CN 103114831 A, 2013.05.22

CN 106014357 A, 2016.10.12

CN 101538049 A, 2009.09.23

CN 1212318 A, 1999.03.31

审查员 罗玮玮

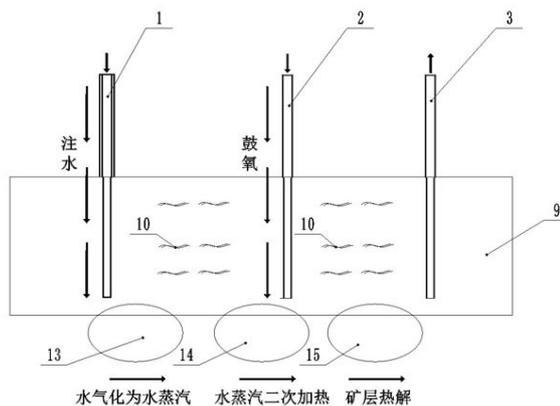
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,属于非常规油气资源开采利用领域;在矿层厚度范围内“六经线类蛛网型”方式进行井型的布置,通过各个井筒对矿层进行水力压裂,在高压水中注入支撑剂,以保证矿层内部裂隙的张开度和连通性。在不同井筒中,仅仅中间井做保温处理,作为注热井,中圈井和外围井均作为生产井,在注热过程中,依次进行中间井注入高温水蒸汽、中圈井分层或整层采油气、中圈井分层或整层注氧、中间井注入冷凝水、外围井分层或整层采油气等过程,从而进行大范围矿层的热解和油气开采工作;解决了现有原位开采厚及特厚油页岩矿层技术中井筒设计成本过高以及热解后矿层巨大热量无法有效利用的问题。



1. 一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,包括下述步骤:

S1. 在油页岩矿选定的靶区位置进行钻井,井型布置方式为“六经线类蛛网型”,从内到外依次形成中间井(1),中圈井(2)和外围井(3);

S2. 在各个钻井孔中下放井管,中间井(1)下放位置要接近待热解油页岩矿层(9)的底部,中圈井(2)和外围井(3)下方位置根据油页岩矿层(9)厚度而定;

S3. 对油页岩矿层(9)进行水力压裂,同时在高压水中加入支撑剂,当各个井筒间油页岩矿层(9)连通后,停止该工作;

S4. 以中间井(1)作为注热井进行油页岩矿层(9)的热解,在热解过程中,先进行中间井(1)和中圈井(2)之间油页岩矿层(9)的热解,然后进行中圈井(2)和外围井(3)之间油页岩矿层(9)的热解;

S5. 以中间井(1)作为注热井,中圈井(2)作为生产井,关闭外围井(3),在注热井中注入高温水蒸汽,从而对中间井(1)和中圈井(2)之间的油页岩矿层(9)进行热解,在地面进行油水的冷却分离工作;在热解过程中,当油页岩裂解形成的油页岩油和气体产物采出率低于30%时,意味着中间井(1)和中圈井(2)之间的油页岩矿层(9)已经得到了充分的热解;

S6. 当中间井(1)和中圈井(2)之间的油页岩矿层(9)热解工作完成后,中间井(1)和中圈井(2)之间热解后的油页岩矿层(9)温度依然很高,此时以中间井(1)作为注热井,外围井(3)作为生产井,中圈井(2)作为鼓氧井;在注热井中注入常温水,常温水在地下油页岩矿层(9)高温作用下会气化成水蒸汽,在中圈井(2)中持续通入纯氧,热解后油页岩形成的残碳会持续燃烧,这样水蒸汽经过中间井(1)附近的燃烧区域温度会继续升高,继而进行中圈井(2)和外围井(3)之间油页岩矿层(9)的热解工作,当外围井(3)得到的油气采出率低于30%时,选定靶区范围内的油页岩热解工作完成;

S7. 热解工作完成后,在中圈井(2)中注入常温水,外围井(3)进行抽采,可以进行低温余热发电工作或者采暖工作。

2. 根据权利要求1所述的一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,所述步骤S1中,中间井(1)和中圈井(2)的井间距为50,中圈井(2)和外围井(3)的井间距为30,井组数量为13。

3. 根据权利要求1所述的一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,所述步骤S2中,当待采油页岩矿层(9)为厚层时,所述厚层的厚度在25m~30m之间,中圈井(2)和外围井(3)下放位置要接近待热解油页岩矿层(9)的底部;当待采油页岩矿层(9)为特厚层时,所述特厚层的厚度在30m~40m之间,中圈井(2)和外围井(3)要分层布置,其中,一半数量的中圈井(2)和外围井(3)下放位置要接近待热解油页岩矿层(9)的底部,作为深井,另一半数量的中圈井(2)和外围井(3)下放位置要接近待热解油页岩矿层(9)的中部位置,作为浅井;深井和浅井的排列在空间上呈现为“双Y型”,二者共同构成了井型布置的“六经线类蛛网型”。

4. 根据权利要求1所述的一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,所述步骤S2中,中间井(1)用双层井管结构,双层井管之间要进行隔热处理,从而减小注热过程中热量在井管内的热损失,中圈井(2)和外围井(3)均采用单层管结构即可,井管与钻孔间隙进行密封。

5. 根据权利要求1所述的一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,所述步骤S5中,高温水蒸汽的温度控制在600℃左右,水蒸汽的压力为5个大气压~2MPa之间。

6. 根据权利要求1所述的一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,所述步骤S6中,所述生产井出口处布置有负压设备(8)。

7. 根据权利要求1所述的一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,所述步骤S6和S7中,常温水选择为地面油水分离后的冷却水。

8. 根据权利要求3所述的一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,所述步骤S6中,当待采油页岩矿层(9)为特厚层时,先进行中圈深井(4)和外围深井(5)之间油页岩矿层(9)的热解工作,然后在中间井(1)中注入耐高温泥浆到浅井底部位置,再进行中圈浅井(6)和外围浅井(7)之间油页岩矿层(9)的热解工作。

9. 根据权利要求1所述的一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,其特征在于,适合开采厚度在25m以上、埋深低于400m的油页岩矿层(9)。

一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法

技术领域

[0001] 本发明属于非常规油气资源开采利用领域,具体涉及一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法。

背景技术

[0002] 油页岩是含有固体可燃有机质(干酪根)的细粒沉积岩,其中干酪根不溶于基本的石油溶剂。通过干馏干酪根可裂解为气体产物和油页岩油,油页岩油经过加工可生产合格的油品。油页岩作为非常规油气资源,其高效开发利用对缓解我国贫油少气的局势具有重要的影响和现实的意义。

[0003] 目前,世界上开发油页岩资源的主要方式包括两种:地下采掘或露天开采+地面干馏开采和地下原位开采。第一种开采方式与传统采矿方法类似,先将油页岩矿石采出,将大块矿石破碎处理,然后将其置于干馏炉内,在隔绝空气的情况下进行热解,其热解产物中的页岩气直接用于燃烧,而油页岩油则进行收集再加工利用。但是地下采掘需要的成本巨大,油页岩开采形成的采空区容易引起地表沉陷,而且地面干馏产生的有害物质会污染环境,破坏生态环境的平衡稳定,故该开采方式技术上存在诸多问题。

[0004] 由于油页岩中所含的有机质才是利用的对象,故油页岩地下原位开采技术只需要将注热井通至矿层,直接对矿层进行加热,待油页岩矿层充分热解,有机质裂解生成热解油气,通过生产井把油气排到地面,该工艺以保护环境为前提,同时也实现了油页岩的高效利用。油页岩的原位加热方式可分为传导加热、对流加热以及燃烧与辐射加热三大类。荷兰壳牌公司的ICP(In-situ Conversion Process)技术是传导加热技术的典型代表,该技术利用电极的高温加热矿层,加热器温度可达1000℃以上,但油页岩的导热性极差,加热效率较低,油页岩达到有效热解的温度需要很长的时间。劳伦斯利弗莫尔国家实验室的无线射频技术利用热辐射加热的原理对油页岩矿层进行加热分解的,由于无线射频穿透力强,故无线射频加热矿层时热传导效率高,同时在矿层中布置水平井以加强矿层的受热范围,此时电波在矿层中平行传播,可开采大规模的油页岩矿层,但目前辐射加热技术还未成熟。

[0005] 鉴于油页岩导热性极差、内部有机质不溶于常规有机溶剂的特点,国内外诸多专家学者认为对流加热开采油页岩技术具有重要的工业前景。涉及对流加热开采油页岩领域的专利有CN 167687 A,CN 103114831 A,CN201710822240.3,CN201610785229.X等。现有的专利主要主张通过对矿层进行水力压裂或者水平井压裂,然后注入高温流体进行加热,为了使群井范围内的矿层得到充分热解,每口井均可作为注热井和生产井。但其缺点主要表现为:一、为了减少热流体在注入过程中的热损失,井筒需要进行严格的保温设计,如若每口井均可作为注热井,则成本较高;二、油页岩热解后会形成大量的温度极高的残碳,现有技术均未对该热量进行合理利用,无疑造成了能量的巨大损失。当待采矿层厚度大时,以上两个缺点更加得到了放大。因此,为了克服上述缺点,需要设计一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法。

发明内容

[0006] 本发明克服了现有技术的不足,提出一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法;解决现有原位开采厚及特厚油页岩矿层技术中井筒设计成本过高以及热解后矿层巨大热量无法有效利用的问题。

[0007] 为了达到上述目的,本发明是通过如下技术方案实现的。

[0008] 一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,包括下述步骤:

[0009] S1. 在油页岩矿选定的靶区位置进行钻井,井型布置方式为“六经线类蛛网型”,从内到外依次形成中间井,中圈井和外围井;

[0010] S2. 在各个钻井孔中下放井管,中间井下放位置要接近待热解矿层的底部,中圈井和外围井下放位置根据矿层厚度而定;

[0011] S3. 对矿层进行水力压裂,同时在高压水中加入支撑剂,当各个井筒间矿层连通后,停止该工作;

[0012] S4. 以中间井作为注热井进行矿层的热解,在热解过程中,先进行中间井和中圈井之间矿层的热解,然后进行中圈井和外围井之间矿层的热解;

[0013] S5. 以中间井作为注热井,中圈井作为生产井,关闭外围井,在注热井中注入高温水蒸汽,从而对中间井和中圈井之间的油页岩矿层进行热解,在地面进行油水的冷却分离工作;在热解过程中,当油页岩裂解形成的油页岩油和气体产物采出率低于30%时,意味着中间井和中圈井之间的油页岩矿层已经得到了充分的热解;

[0014] S6. 当中间井和中圈井之间的油页岩矿层热解工作完成后,中间井和中圈井之间热解后的矿层温度依然很高,此时以中间井作为注热井,外围井作为生产井,中圈井作为鼓氧井;在注热井中注入常温水,常温水在地下矿层高温作用下会气化成水蒸汽,在中圈井中持续通入纯氧,热解后油页岩形成的残碳会持续燃烧,这样水蒸汽经过中间井附近的燃烧区域温度会继续升高,继而进行中圈井和外围井之间矿层的热解工作,当外围井得到的油气采出率低于30%时,选定靶区范围内的油页岩热解工作完成;

[0015] S7. 热解工作完成后,在中圈井中注入常温水,外围井进行抽采,可以进行低温余热发电工作或者采暖工作。

[0016] 进一步的,所述步骤S1中,中间井和中圈井的井间距为50,中圈井和外围井的井间距为30,井组数量为13。

[0017] 进一步的,所述步骤S2中,当待采油页岩矿层为厚层时,所述厚层的厚度在25m~30m之间,中圈井和外围井下放位置要接近待热解矿层的底部;当待采油页岩矿层为特厚层时,所述特厚层的厚度在30m~40m之间,中圈井和外围井要分层布置,其中,一半数量的中圈井和外围井下放位置要接近待热解矿层的底部,作为深井,另一半数量的中圈井和外围井下放位置要接近待热解矿层的中部位置,作为浅井;深井和浅井的排列在空间上呈现为“双Y型”,二者共同构成了井型布置的“六经线类蛛网型”。

[0018] 进一步的,所述步骤S2中,中间井用双层井管结构,双层井管之间要进行隔热处理,从而减小注热过程中热量在井管内的热损失,中圈井和外围井均采用单层管结构即可,井管与钻孔间隙进行密封。

[0019] 进一步的,所述步骤S5中,高温水蒸汽的温度控制在600℃左右,水蒸汽的压力为5个大气压~2MPa之间。

- [0020] 进一步的,所述步骤S6中,所述生产井出口处布置有负压设备。
- [0021] 进一步的,所述步骤S6和S7中,常温水选择为地面油水分离后的冷却水。
- [0022] 进一步的,所述步骤S6中,当待采油页岩矿层为特厚层时,先进行中圈深井和外围深井之间矿层的热解工作,然后在中间井中注入耐高温泥浆到浅井底部位置,再进行中圈浅井和外围浅井之间矿层的热解工作。
- [0023] 更进一步的,适合开采厚度在25m以上、埋深低于400m的油页岩矿层。
- [0024] 本发明相对于现有技术所产生的有益效果为:
- [0025] 1. 本发明提供的地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,所选靶区范围内只有一口井作为注热井,其余井均为普通生产井,大大节约了固井成本。
- [0026] 2. 本发明提供的地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,所述步骤S1中待采矿区的半径为中间井到外围井间的距离,通过该类型的布井方式开采的油页岩矿层范围较大,同时中圈井和外围井布置的数量相对较多,可保证所圈闭范围内的油页岩矿层的充分热解以及热解产物的高回收率。
- [0027] 3. 本发明提供的地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,当待采油页岩矿层为特厚层时,中圈井和外围井要分层布置,将特厚层分为了两个厚度较小的油页岩矿层进行热解,这样在不增加开采成本的条件下保证了油页岩矿层的充分热解,节约了热解时间;同时可以利用浅井井底和深井上端的热量充分热解浅井井底下方一定范围内的油页岩矿层,保证了地下待热解矿层热解的效率。
- [0028] 4. 本发明提供的地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,根据待热解油页岩矿层厚度的不同确定生产井不同的下方位置,充分利用了油页岩热解后形成残碳的大量热量,在地下建立了天然了高温蒸汽发生场所,能量利用率高。
- [0029] 5. 本发明提供的地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,注热井注入的常温水来源于地面油水分离后的冷却水,节约水资源。

附图说明

- [0030] 下面结合附图对本发明作进一步详细的说明:
- [0031] 图1是本发明中“六经线类蛛网型”井型布置方式示意图;
- [0032] 图2为本发明中“六经线类蛛网型”井型的中圈深井、中圈浅井、外围深井、外围浅井的布置示意图;
- [0033] 图3是本发明中中圈深井和外围深井之间油页岩矿层热解的剖面示意图;
- [0034] 图4是本发明中中圈浅井和外围浅井之间油页岩矿层热解的剖面示意图;
- [0035] 图5是中圈井和外围井之间油页岩矿层热解的原理示意图;
- [0036] 其中,1为中间井、2为中圈井、3为外围井、4为中圈深井、5为外围深井、6为中圈浅井、7为外围浅井、8为负压设备、9为油页岩矿层、10为压裂裂缝、11为覆岩、12为底板基岩、13为残碳区、14为燃烧区、15为干馏区。

具体实施方式

- [0037] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,结合实施例和附图,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以

解释本发明,并不用于限定本发明。下面结合实施例及附图详细说明本发明的技术方案,但保护范围不以此限制。

[0038] 如图1—5所示,本发明提供了一种地下热解厚及特厚油页岩矿层开采油气产物的方法,在油页岩矿层厚度范围内“六经线类蛛网型”方式进行井型的布置,通过各个井筒对油页岩矿层进行水力压裂,在高压水中注入支撑剂,以保证油页岩矿层9内部裂隙的张开度和连通性。在不同井筒中,仅仅中间井1做保温处理,作为注热井,中圈井2和外围井3均作为生产井。在注热过程中,依次进行中间井1注入高温水蒸汽、中圈井2分层或整层采油气、中圈井2分层或整层注氧、中间井注入冷凝水、外围井3分层或整层采油气等过程,从而进行大范围油页岩矿层9的热解和油气开采工作。

[0039] 实施例1

[0040] 当油页岩矿层的厚度在25m,埋深为300m时,地下热解厚油页岩矿层开采油气产物的方法的具体步骤如下:

[0041] 1.在油页岩矿选定的靶区位置进行钻井,井型布置方式为“六经线类蛛网型”,从内到外依次形成中间井1,中圈井2和外围井3,一共布置13口井,中间井1和中圈井2的井间距为50m,中圈井2和外围井3的井间距为30m。

[0042] 2.在各个钻井孔中下放井管,井管下放位置要接近待热解油页岩矿层9的底部,其中,中间井1用双层井管结构,双层井管之间要进行隔热处理,从而减小注热过程中热量在井管内的热损失,其余井均采用单层管结构即可,井管与钻井孔间隙进行密封。

[0043] 3.对油页岩矿层9进行水力压裂,同时在高压水中加入支撑剂,当各个井筒间油页岩矿层9连通形成压裂裂缝10后,停止该工作。

[0044] 4.以中间井1作为注热井进行油页岩矿层9的热解,在热解过程中,先进行中间井1和中圈井2之间油页岩矿层9的热解,然后进行中圈井2和外围井3之间油页岩矿层9的热解。

[0045] 5.以中间井1作为注热井,中圈井2作为生产井,关闭外围井3,在中间井1中注入600℃的高温水蒸汽,蒸汽压力控制在1MPa左右,从而对中间井1和中圈井2之间的油页岩矿层9进行热解,在地面进行油水的冷却分离工作;在热解过程中,当油页岩裂解形成的油页岩油和气体产物采出率降低至30%时,意味着中间井1和中圈井2之间的油页岩矿层9已经得到了充分的热解。

[0046] 6.当中间井1和中圈井2之间的油页岩矿层9热解工作完成后,中间井1和中圈井2之间热解后的油页岩矿层9温度依然很高,此时以中间井1作为注热井,中间井1和中圈井2之间大部分油页岩矿层9即为干馏区15,中圈井2作为鼓氧井,则中圈井2井底周围热解后油页岩形成的残碳会持续燃烧,将中间井1井底周围一定范围内的油页岩矿层9作为燃烧区14,外围井3作为生产井,则中圈井2和外围井3之间待热解的油页岩矿层9即为干馏区15,同时布置负压设备8;在注热井中注入常温水,常温水在地下油页岩矿层9高温作用下会气化成水蒸汽,在中圈井2中持续通入纯氧,热解后油页岩形成的残碳会持续燃烧,这样水蒸汽经过中间井附近的燃烧区域温度会继续升高,继而进行中圈井2和外围井3之间油页岩矿层9的热解工作,当外围井得到的油气采出率降低至30%时,选定靶区范围内的油页岩热解工作完成。

[0047] 7.热解工作完成后,在中圈井2中注入常温水,外围井3进行抽采,可以进行低温余热发电工作或者采暖工作。

[0048] 实施例2

[0049] 当油页岩矿层9的厚度在40m,埋深为400m时,地下热解特厚油页岩矿层开采油气产物的方法的具体步骤如下:

[0050] 1.在油页岩矿选定的靶区位置进行钻井,井型布置方式为“六经线类蛛网型”,从内到外依次形成中间井1,中圈井2和外围井3,一共布置13口井,中间井1和中圈井2的井间距为50m,中圈井2和外围井3的井间距为30m。

[0051] 2.在各个钻井孔中下放井管,中间井下放位置要接近待热解油页岩矿层9的底部,中圈井2和外围井3按照图2所示的“双Y型”排列方式下放到油页岩矿层9的不同位置,其中,一半数量的中圈井2和外围井3下放位置要接近待热解油页岩矿层9的底部,作为深井,另一半数量的中圈井2和外围井3下放位置要接近待热解油页岩矿层9的中部位置,作为浅井,深井和浅井的排列在空间上呈现为“双Y型”,二者共同构成了井型布置的“六经线类蛛网型”;

[0052] 其中,中间井1用双层井管结构,双层井管之间要进行隔热处理,从而减小注热过程中热量在井管内的热损失,其余井均采用单层管结构即可,井管与钻井孔间隙进行密封。

[0053] 3.对油页岩矿层9进行水力压裂,同时在高压水中加入支撑剂,当各个井筒间油页岩矿层9连通形成压裂裂缝10后,停止该工作。

[0054] 4.以中间井1作为注热井进行油页岩矿层9的热解,在热解过程中,先进行中间井1和中圈井2之间油页岩矿层9的热解,然后进行中圈井2和外围井3之间油页岩矿层9的热解。

[0055] 5.以中间井1作为注热井,中圈井2作为生产井,关闭外围井3,在注热井1中注入600℃的高温水蒸汽,蒸汽压力控制在1~2MPa之间,从而对中间井1和中圈井2之间的油页岩矿层9进行热解,进行油气抽采时,先进行深井的油气排采,再进行浅井的油气排采,在地面进行油水的冷却分离工作;在热解过程中,当油页岩裂解形成的油页岩油和气体产物采出率降低至30%时,意味着中间井1和中圈井2之间的油页岩矿层9已经得到了充分的热解。

[0056] 6.当中间井1和中圈井2之间的油页岩矿层9热解工作完成后,中间井1和中圈井2之间热解后的油页岩矿层9温度依然很高,此时以中间井1作为注热井,中间井1和中圈井2之间大部分油页岩矿层9即为干馏区15;中圈井2作为鼓氧井,则中圈井2井底周围热解后油页岩形成的残碳会持续燃烧,将中间井1井底周围一定范围内的油页岩矿层9作为燃烧区14;外围井3作为生产井,则中圈井2和外围井3之间待热解的油页岩矿层9即为干馏区15,同时布置负压设备8;

[0057] 关闭中圈浅井6和外围浅井7,在注热井中注入常温水,常温水在地下油页岩矿层9高温作用下会气化成水蒸汽,在中圈深井4中持续通入纯氧,热解后油页岩形成的残碳会持续燃烧,这样水蒸汽经过中间井1附近的燃烧区域温度会继续升高,继而进行中圈深井4和外围深井5之间油页岩矿层9的热解工作,当外围深井5得到的油气采出率降低至30%时,关闭中圈深井4和外围深井5,打开中圈浅井6和外围浅井7;

[0058] 在注热井注入耐高温泥浆,直至注入浆体上表面与浅井底部位置所处层位齐平,停止注浆,然后在注热井注入常温水,在中圈浅井6中持续通入纯氧,继而进行中圈浅井6和外围浅井7之间油页岩矿层9的热解工作,当外围浅井7得到的油气采出率降低至30%时,选定靶区范围内的油页岩热解工作完成。

[0059] 7.热解工作完成后,在中圈井2中注入常温水,外围井3进行抽采,可以进行低温余热发电工作或者采暖工作。

[0060] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

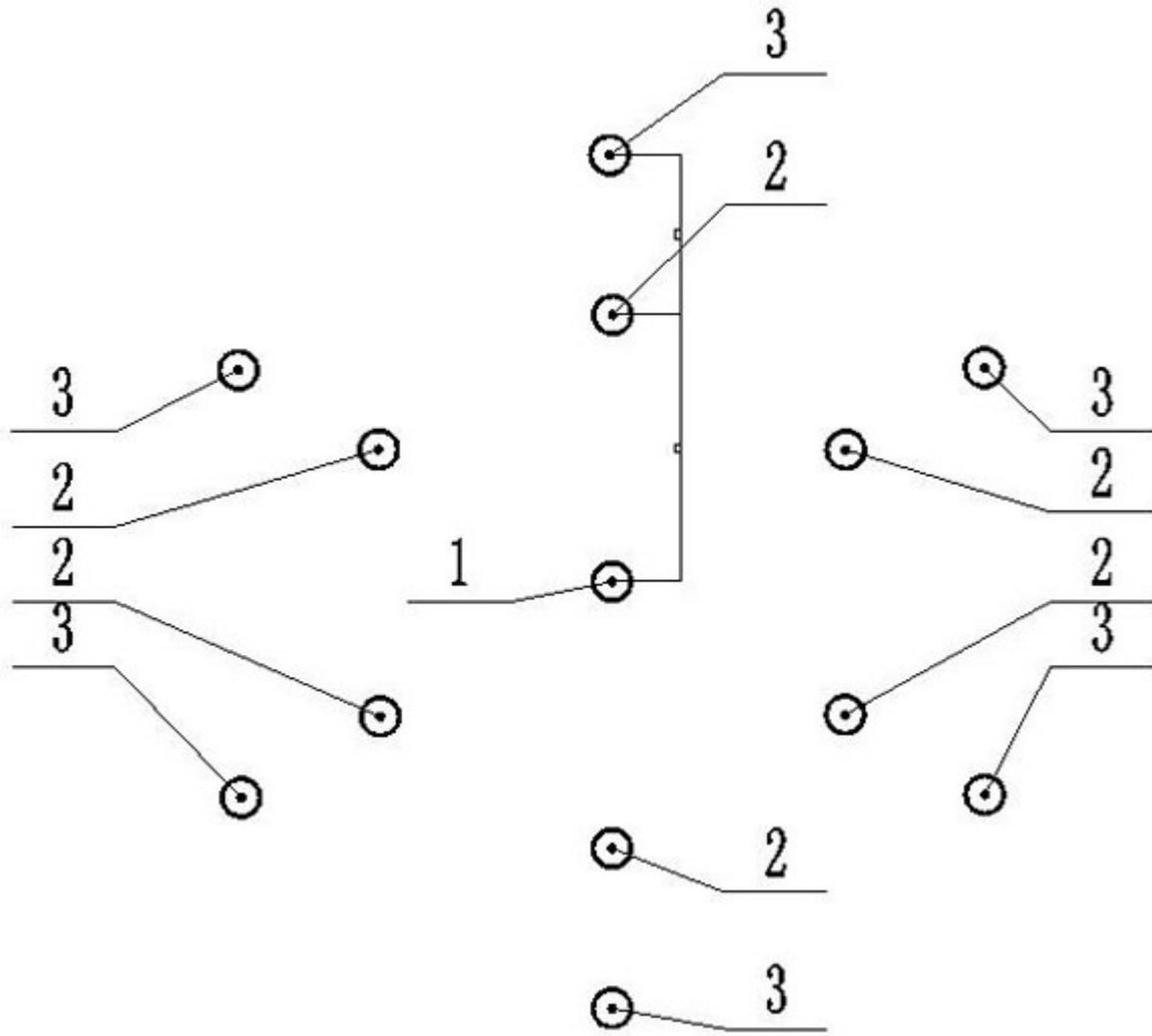


图1

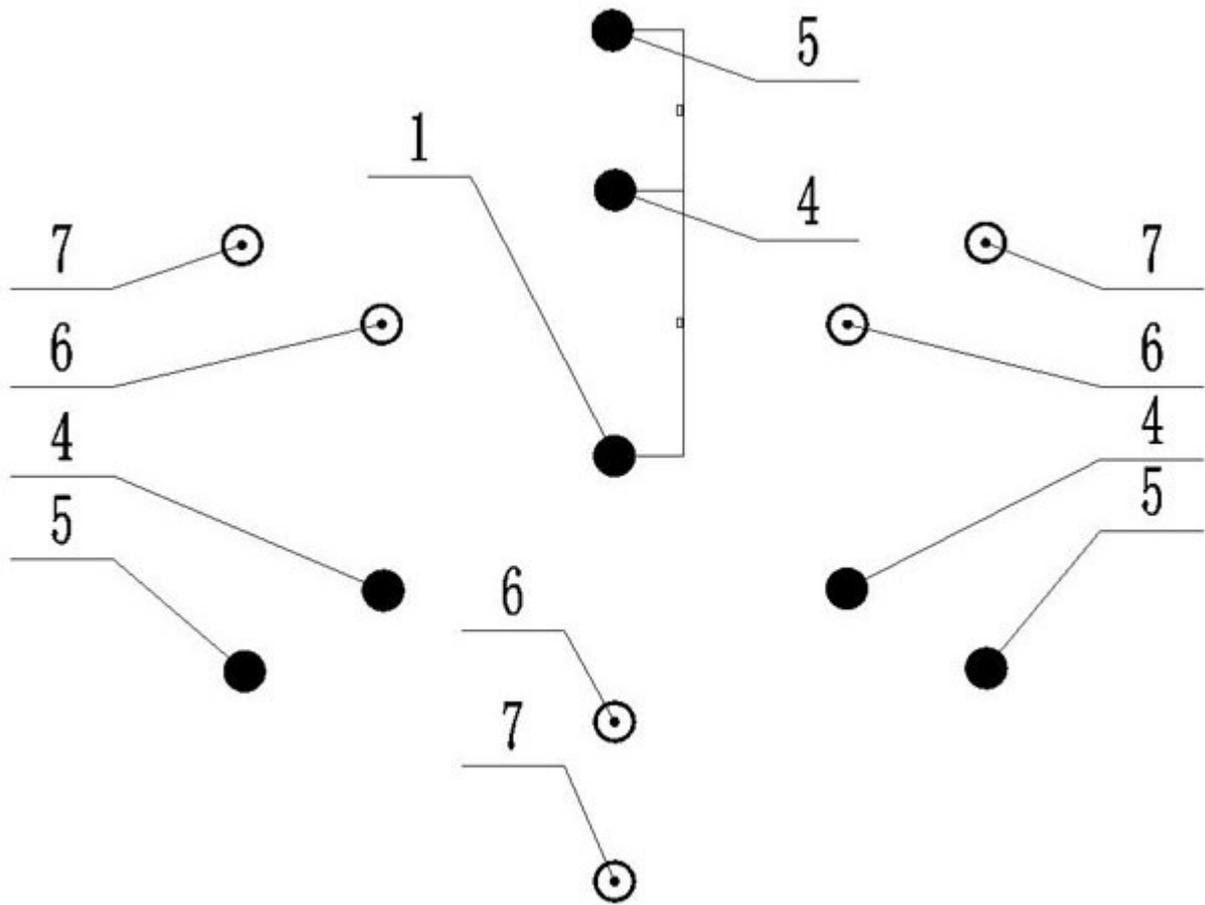


图2

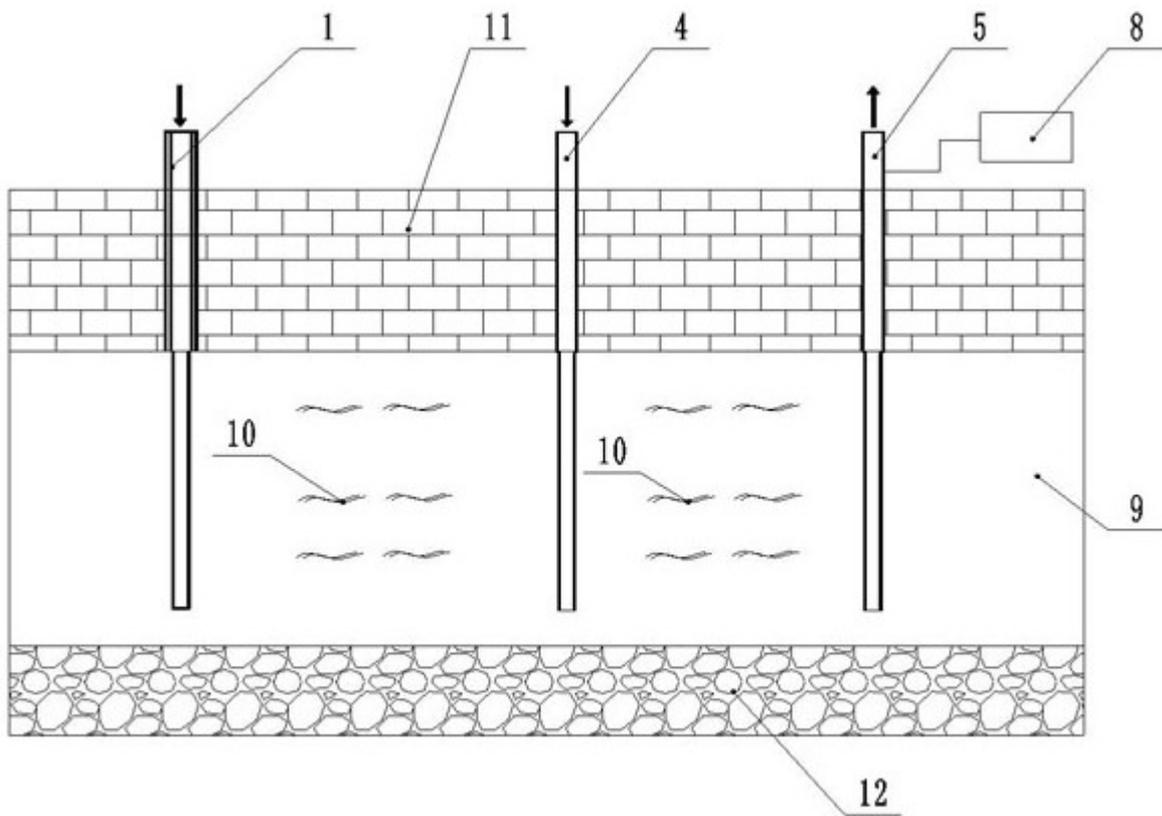


图3

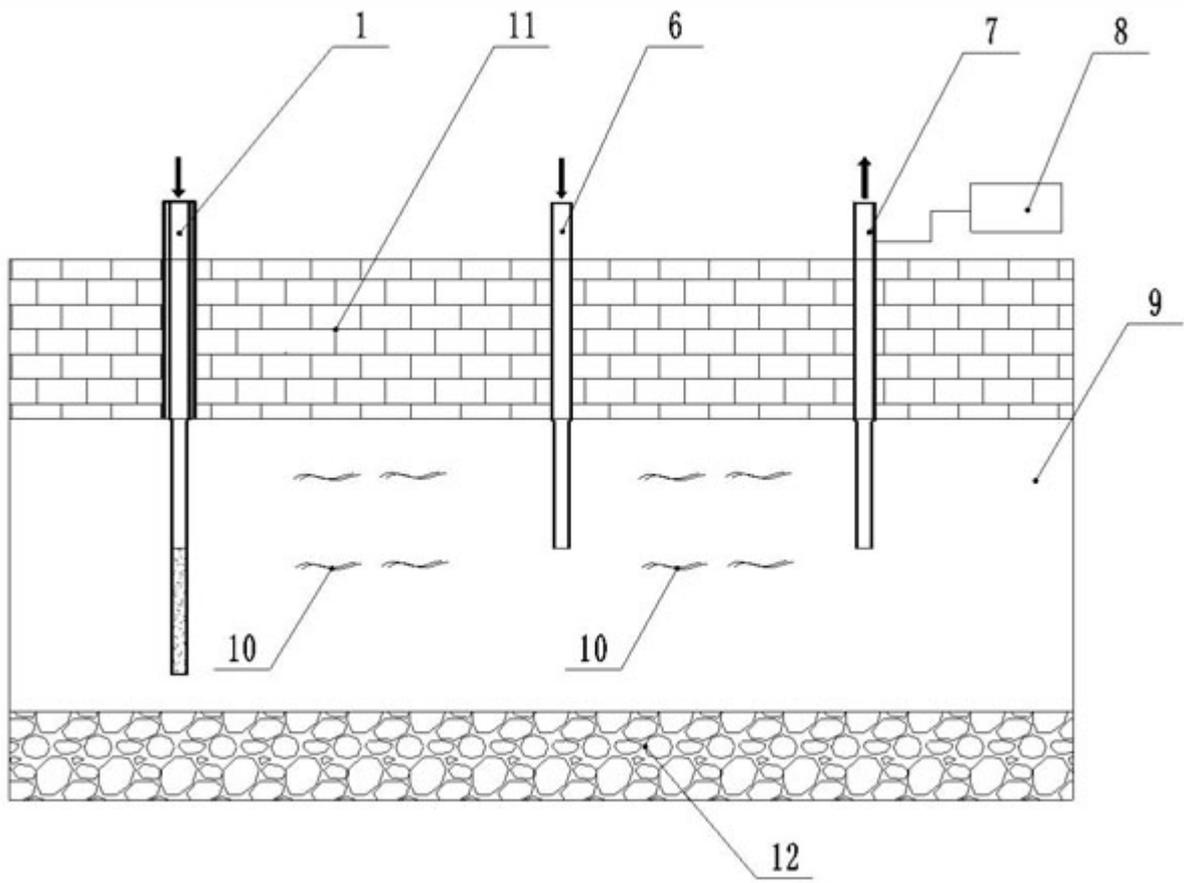


图4

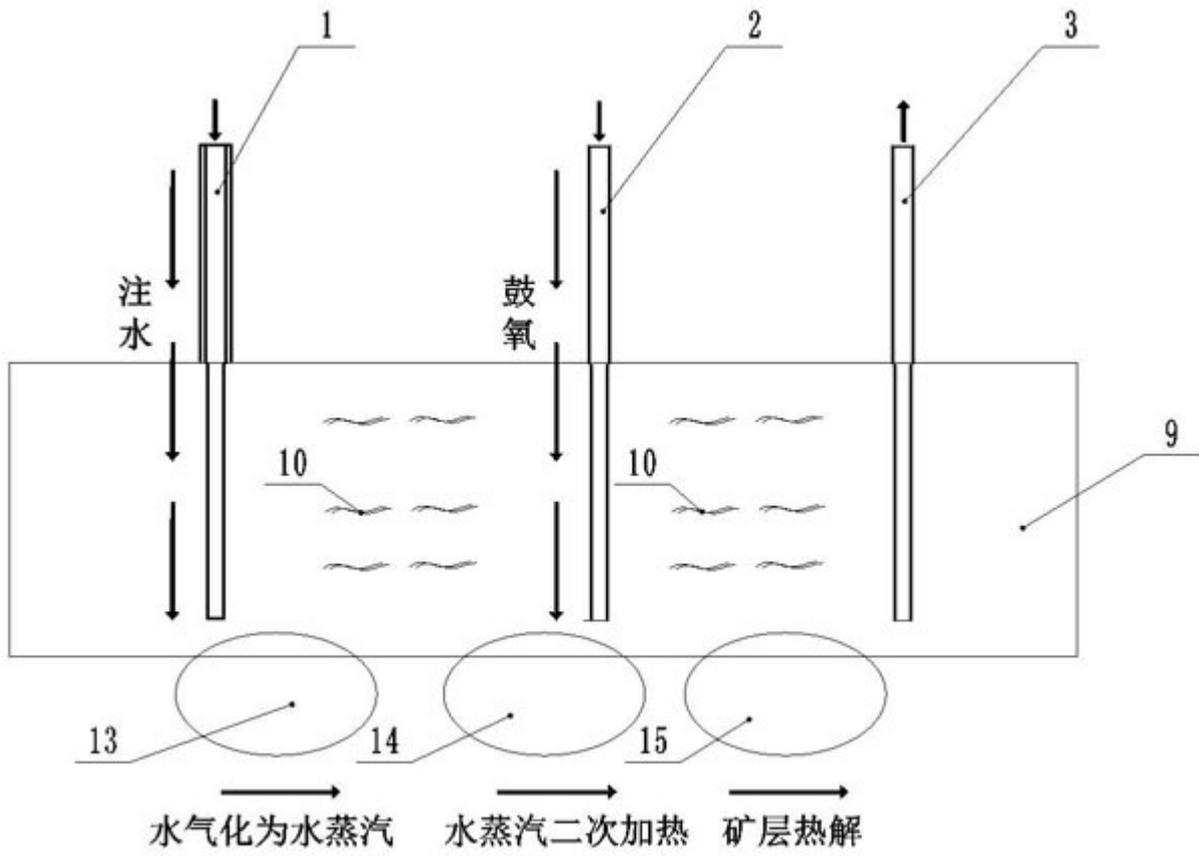


图5