



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102606121 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201210068890. 0

CN 101583775 A, 2009. 11. 18,

(22) 申请日 2012. 03. 15

CN 1757876 A, 2006. 04. 12,

CN 1513079 A, 2004. 07. 14,

(73) 专利权人 中国海洋石油总公司

US 4434613 , 1984. 03. 06,

地址 100010 北京市东城区朝阳门北大街  
25 号

US 4026357 , 1977. 05. 31,

专利权人 中海油田服务股份有限公司

审查员 马琳

(72) 发明人 孙永涛 林涛 刘海涛 马增华

孙玉豹 张伟 顾启林

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 苏蕾 杨淑媛

(51) Int. Cl.

E21B 43/24(2006. 01)

E21B 43/22(2006. 01)

E21B 36/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102230372 A, 2011. 11. 02,

CN 102230372 A, 2011. 11. 02,

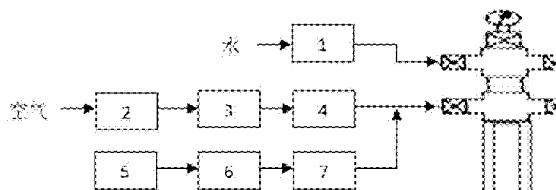
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于稠油油藏的多元热流体生产工艺以及热采工艺

(57) 摘要

本发明涉及用于稠油油藏的多元热流体的生产工艺以及热采工艺,所述多元热流体生产工艺包括如下步骤:分别生产水蒸汽、二氧化碳、氮气,然后将所产生的水蒸汽、二氧化碳、氮气按如下体积百分比混合成多元热流体:水蒸汽40% -90%、二氧化碳0-30%、氮气0-30%。这种多元热流体生产工艺具有工艺简单、方便灵活的特点,多元热流体的组成可以在很大范围内调整,同时还能优化注入工艺。



1. 一种用于稠油油藏的多元热流体热采工艺,所述热采工艺包括如下步骤:分别生产水蒸汽、二氧化碳、纯度大于 97%的氮气,然后将所产生的水蒸汽、二氧化碳、纯度大于 97%的氮气按如下百分比:水蒸汽 40%~90%、二氧化碳 10~30%、纯度大于 97%的氮气 10~30%,以纯度大于 97%的氮气-二氧化碳-水蒸汽的段塞注入所述稠油油藏中,并在所述稠油油藏中混合成所述多元热流体。

2. 如权利要求 1 所述的多元热流体热采工艺,其中所述水蒸汽、二氧化碳、纯度大于 97%的氮气按如下百分比混合成多元热流体:水蒸汽 40%~80%、二氧化碳 10~30%、纯度大于 97%的氮气 10~30%。

## 一种用于稠油油藏的多元热流体生产工艺以及热采工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于稠油油藏的多元热流体生产工艺以及热采工艺,且具体涉及一种组成可调的用于稠油油藏的多元热流体生产工艺以及热采工艺。

### 背景技术

[0002] 我国稠油资源分布广泛,然而,稠油胶质沥青质高,粘度大,流动性差,生产困难。为了解决海洋稠油的高效开发问题,油田科技工作者开发出利用多元热流体吞吐技术高效开发稠油井的工艺。

[0003] 多元热流体是一种含有水(蒸汽)、氮气、二氧化碳及化学添加剂等多种组分,用于稠油油田提高采收率的高温流体。多元热流体中不同组分具有不同的增产机理:热水和水蒸汽对稠油具有加热降粘作用;二氧化碳对稠油具有溶解、溶胀降粘作用,溶解于水之后形成的碳酸对地层具有解堵作用;而氮气具有扩大多元热流体的地下波及范围、对地层增能保压、提高热采过程中回采水率的作用。

[0004] 现有的多元热流体热采工艺是利用多元热流体发生器生成多元热流体,再将生成的多元热流体注入油层中。多元热流体发生器是利用喷气式航空发动机的高压喷射燃烧机理(参见CN1804366A号专利),将燃料(柴油或天然气)和氧化剂(空气)注入燃烧室中燃烧,依靠产生的高温高压燃气将混合掺入的水汽化,最终形成多元热流体(主要成分是氮气、水/蒸汽、二氧化碳)。这种多元热流体发生器通过调节掺入水的速度与注入燃料(及空气)的速度之比来调节多元热流体温度,因此产生的多元热流体的组成受燃料种类、多元热流体温度及压力限制,不能任意改变。这种多元热流体组分固定,且二氧化碳含量偏低,氮气含量偏高。氮气在原油及地层水中溶解能力较弱,进入地层后以游离气形式存在。虽然游离气形式的氮气可以增加多元热流体加热地层的范围,但却降低了地层的平均温度。因此,当前在开发不同类型的稠油油藏时,还无法对多元热流体的组成进行相应调整,从而使得多元热流体热采工艺在开发高粘度稠油油藏时的效果得不到保证。

[0005] 因此,需要一种针对不同稠油油藏特点的组成可调的多元热流体的生产工艺。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种用于稠油油藏的多元热流体生产工艺。

[0007] 本发明的另一个目的是提供一种用于稠油油藏的多元热流体热采工艺。

[0008] 本发明所述的多元热流体生产工艺包括以下步骤:分别生产水蒸汽、二氧化碳、氮气,然后将所产生的水蒸汽、二氧化碳、氮气按如下百分比混合成多元热流体:水蒸汽40%~90%、二氧化碳0~30%、氮气0~30%。

[0009] 优选地,水蒸汽、二氧化碳、氮气按如下百分比混合成多元热流体:水蒸汽40%~80%、二氧化碳10~30%、氮气10~30%。

[0010] 正如本发明中使用的,术语“稠油油藏”一般指油藏温度下地下原油的粘度大于50mPa·s的油藏,包括海上稠油油藏和陆上稠油油藏。

[0011] 本发明中水蒸汽的生产可以采用本领域常用的蒸汽发生器,如小型蒸汽锅炉来生产,蒸气温度为 300-350℃,蒸气排量为 7-10t/h,如采用江苏大江石油科技有限公司 II 型多元热流体发生器。

[0012] 二氧化碳的生产可以采用本领域常规的液态二氧化碳加热气化的方法,如采用罐装液态二氧化碳加热气化。

[0013] 氮气的生产可以采用本领域常用的膜分离制氮设备,如力德 LDMN-5360 型膜分离制氮机,所得到的氮气的纯度大于 97%。

[0014] 本发明所述的用于稠油油藏的多元热流体热采工艺包括以下步骤:

[0015] 分别生产水蒸汽、二氧化碳、氮气,然后将所产生的水蒸汽、二氧化碳、氮气按如下百分比混合成多元热流体:水蒸汽 40% -90%、二氧化碳 0-30%、氮气 0-30%,并将所述多元热流体注入稠油油藏中。

[0016] 在本发明的一个实施方案中,上述多元热流体热采工艺中,所述注入稠油油藏的方式可为以下两种方式的任意一种:第一、所述水蒸汽从油管注入,所述二氧化碳和氮气从油套环空注入,然后所述水蒸汽、二氧化碳和氮气在油管出口处混合成所述多元热流体后进入稠油油藏。第二、所述水蒸汽、二氧化碳和氮气分不同段塞注入稠油油藏,并在稠油油藏中混合成所述多元热流体。

[0017] 正如本发明中使用的,术语“段塞”是指将多元热流体中单一组分交替注入,实际注入过程中,为减少热量向油藏散失,可先在第一段塞注入氮气,第二段塞注入二氧化碳,最后一个段塞注入水蒸汽。

[0018] 多元热流体的注入温度可以根据油藏条件来确定,一般在 120-350℃。多元热流体的注入速度一般根据设备能力、注入压力及油藏破裂压力确定,一般在保证注入压力不超过破裂压力前提条件下,尽可能提高注入速度,缩短作业周期,例如多元热流体的注入速度一般在 150m<sup>3</sup>/d-350m<sup>3</sup>/d。

[0019] 在温度、压力不变的条件下,可根据不同的稠油油藏条件来选择特定的水蒸汽、二氧化碳和氮气的混合比例,可组合发挥水蒸汽的热降粘和二氧化碳及氮气的溶解降粘作用,并使多元热流体的各组分产生最佳的协同作用。例如,对于粘度较高的稠油油藏(粘度 > 10000mPa·s),由于多元热流体中的二氧化碳在原油中具有较高的溶解度且溶于原油后能够使原油粘度降低,因而可以通过增加空气中的氧气浓度,即富氧空气的含氧量来适当增加多元热流体中水蒸汽和二氧化碳的比例,增强多元热流体的降粘效果。而对于压力较高(> 15MPa),注入困难的油藏,需要适当降低氮气的比例。相反,对于粘度较低、能量不足的油藏,则需要适量提高多元热流体中的氮气比例。因此,本发明通过在宽范围内调整多元热流体的组成,能够最大程度地发挥多元热流体的热采效果,以最少的投入获得最大的收益。

[0020] 本发明的多元热流体热采工艺具有工艺简单、方便灵活的特点。

[0021] 此外,本发明可以实现多元热流体的分开注入。在注入过程中将由水蒸汽和二氧化碳组成的热流体从隔热油管内注入,而将温度较低的氮气从油管与套管的环空注入能够对油管起到环空隔热的作用,降低注入过程中的热损失。可以实现多元热流体不同组分的段塞式注入。并且,通过调整不同段塞的大小,可以达到不同的目的,如增加前置氮气及二氧化碳与起泡剂的段塞,可以在地层中生成泡沫,起到调整吸汽剖面的作用,封堵高渗透

层,有效增加低渗透层的吸汽量。

[0022] 另外,本发明将现有的多元热流体发生器、空气压缩机、膜分离制氮设备进行整合,减少了多元热流体配套设备,降低了整个热采系统的占地面积,使多元热流体热采工艺更适合在海上平台上应用。

## 附图说明

[0023] 图 1 为本发明的多元热流体生产工艺的一般流程图。

## 具体实施方式

[0024] 下面将结合附图对本发明作进一步的详细描述,以使本领域技术人员能够实践本发明。应当理解,可以采用其他实施方式,并且可以做出适当的改变而不偏离本发明的精神或范围。为了避免对于使本领域技术人员能够实践本发明来说不必要的细节,说明书可能省略了对于本领域技术人员来说已知的某些信息。因此,以下详细描述不应以限制性的意义来理解,且本发明的范围仅由所附权利要求界定。

[0025] 以下关于渤海湾的某海上稠油油藏热采井为例阐释了本发明的一般原理,但应该注意,本发明绝不限于海上稠油油藏热采井。

[0026] 该稠油油藏油层厚度 8-10m,油层压力 10MPa。50℃脱气原油粘度为 2000mPa·s。

[0027] 参见图 1,通过蒸汽发生器 1 来生产水蒸汽,蒸汽温度为 300 ~ 350℃,蒸汽排量为 7-10t/h。同时,将空气经空气压缩机 2 压缩后进入膜分离制氮装置 3,制得纯度大于 97% 的氮气;再将来自液态二氧化碳储罐 5 的液态二氧化碳通过气体加热装置 6 加热气化以制得二氧化碳。

[0028] 本实施例中注入的多元热流体由 60% 的水蒸气、20% 的二氧化碳和 20% 的氮气组成,且共注入水蒸汽 4000t,二氧化碳 800t,氮气 800t。

[0029] 本实施例可以采用以下两种注入方式中的一种。

[0030] 第一种:将生产的水蒸汽经油管注入地层,蒸汽排量为 7t/h;生产的二氧化碳经增压机 7 增压后经油管与套管环空注入地层,排量为 1.4t/h;将生产的氮气经增压机 4 增压后经油管与套管环空注入地层,排量 1.4t/h。水蒸汽、二氧化碳和氮气三种物质同时注入,然后在油管出口处混合成多元热流体后进入稠油油藏。

[0031] 第二种:先经油管注入 600t 氮气段塞,排量 1.5t/h;再经油管注入 800t 二氧化碳段塞,排量 1.5t/h;最后经油管注入 4000t 水蒸汽段塞,排量 8t/h;在注入水蒸汽的同时,油管与套管环空注入氮气,起隔热作用,注入氮气量为 200t,氮气排量 0.35t/h。

[0032] 综上所述,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围,因此,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

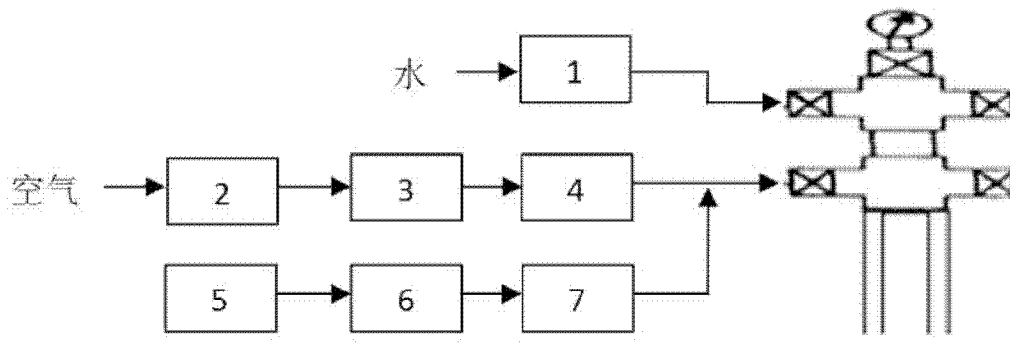


图 1