

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101126312 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 23

(21) 申请号 200710052981. 4

US 4398769 A, 1983. 08. 16, 权利要求 1.

(22) 申请日 2007. 08. 17

CN 1651545 A, 2005. 08. 10, 全文.

(73) 专利权人 中国科学院武汉岩土力学研究所
地址 430071 湖北省武汉市武昌小洪山

CN 1385595 A, 2002. 12. 18, 权利要求 1-10.

审查员 白玉兰

(72) 发明人 魏宁 李小春

(74) 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001
代理人 黄瑞棠

(51) Int. Cl.

E21B 43/16(2006. 01)

E21B 43/18(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5178217 A, 1993. 01. 12, 全文.

US 5513705 A, 1996. 05. 07, 全文.

US 6439308 B1, 2002. 08. 27, 全文.

US 4610304 A, 1986. 09. 09, 全文.

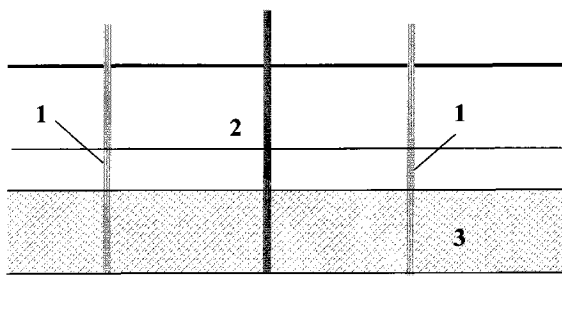
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

波动石油开采法

(57) 摘要

本发明公开了一种波动石油开采法,涉及一种石油开采法。本发明包括:①形成包含气体的注入剂,将注入剂通过注入井(2)或采收井(1)注入矿层(3);②保持注入井(2)和采收井(1)的压力一段时间,使油分和注入剂混合形成比较均匀的流体;③然后降低注入井(2)和采收井(1)的压力,降低矿层(3)压力,并在采收井(1)或者注入井(2)获取含油混合流体;④不断重复步骤①②③,实现矿层(3)中流体的压力波动,直到石油的采收率低于经济开采率为止。本发明适用于石油开采领域,适用于任何能够进行驱替开采的矿层;也适用于由于矿层非均匀性强烈而不适合进行驱替开采的矿层,大大突破传统驱替开采方法的范围和采收率。



1. 一种波动石油开采法,其特征在於包括下列步骤:

①形成包含气体的注入剂,将注入剂通过注入井(2)或采收井(1)注入矿层(3);

所述注入剂的气体为控制条件下不与油分产生剧烈化学反应的气体;

注入剂中包含一定的水分、发泡剂和表面活性剂添加剂,便于注入剂与矿层中的油分进行混合或混溶,形成高压缩性流体;

②保持注入井(2)和采收井(1)的压力一段时间,使油分和注入剂混合形成比较均匀的流体;

所述时间间隔为1分钟到5年;

③然后降低注入井(2)和采收井(1)的压力,降低矿层(3)压力,并在采收井(1)或者注入井(2)获取含油混合流体;

降压范围以不破坏矿层岩体为准,根据注入压力范围,降低压力的幅度从0.1MPa~100MPa范围内;

④不断重复步骤①②③,实现矿层(3)中流体的压力波动,直到石油的采收率低于经济开采率为止;

在注入升压过程中,混溶或混合流体收缩,通过高渗区域(5)流入低渗区域(4);

在降压过程中,流体在低渗区域(4)膨胀,并流出低渗区域(4),进入高渗区域(5);

在有优势流动面或通道的情况下,混溶或混合流体不断在非优势流动区域的开采死区(7)和优势流动面或通道的裂隙面(6)、溶腔或溶洞(8)之间往复交换。

波动石油开采法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种石油开采法,尤其涉及一种基于气液混合特性与压力波动的石油开采法。

背景技术

[0002] 传统的石油驱替开采采用一次开采、二次开采、三次开采等技术;其开采方法主要有抽放、水驱、气驱、水气交替驱替、地下燃烧、水蒸汽、聚合物驱替等方法,降低油分粘度,增加油分流动速度。但它们都面临开采范围有限、开采过程中优势流动、指进、驱替死角等优势流动和非均匀流动现象,石油的采收率和采收速度只能达到一定的程度。如何提高石油开采的范围和采收率成为衡量油田开采状况的一个重要指标。注入井和采收井的相对位置直接影响到溶浸剂的开采范围和采收率;同时岩土体为强烈非均匀、高变异系数的材料(裂隙、溶洞、溶腔、非均匀砂岩、变渗透起始水力梯度、流体变粘度、三相相对渗透系数变异等)、油分粘度的非均匀特性形成了各种各样低采收区或开采死区,直接降低了矿藏的采收率。

[0003] 综上所述,传统石油开采有以下缺点:

[0004] ①开采影响范围受注入井和采收井的相对位置影响,采收范围和采收强度会受到钻孔布置的影响,会有采收死角和采收死区。

[0005] ②由于矿层岩土介质和流体的性质的非均匀性和油分的非线性性质导致低开采区和开采死区(如图 1、2 所示),开采过程对矿层的影响有限,形成低采收率。

[0006] ③油层在开采过程中会出现优势流动(如图 1、2 所示),随着开采的进程,优势流动会加剧,降低油气的采收率。因此,有必要解决优势流动的现象。

[0007] 如何提高开采范围?如何解决由于矿层和流体的变异性导致的溶浸困难?如何提高开采的采收率和采收范围?这些都是需要重点解决的问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的就在于克服现有技术存在的上述缺点和不足,扩大现有技术的使用范围,而提供一种波动石油开采法。本发明是一种简单、有效,而且能与常规石油开采同时完成的方法。

[0009] 本发明的目的是这样实现的。

[0010] 石油开采技术经过一个多世纪的发展,已经成为一种广泛使用的石油开采方法;各种开采方法已被广泛应用于石油开采等领域,为波动石油开采法的提出奠定了基础。

[0011] 如图 3,本发明包括下列步骤:

[0012] ①形成包含气体的注入剂,将注入剂通过注入井(2)或采收井(1)注入矿层(3);

[0013] ②保持注入井(2)和采收井(1)的压力一段时间,使油分和注入剂混合形成比较均匀的流体;

[0014] ③然后降低注入井(2)和采收井(1)的压力,降低矿层(3)压力,并在采收井(1)

或者注入井 (2) 获取含油混合流体；

[0015] ④不断重复步骤①②③, 实现矿层 (3) 中流体的压力波动, 直到石油的采收率低于经济开采率为止。

[0016] 本发明的工作原理：

[0017] 一定压力下形成气体和其它添加剂（如：水、发泡剂、表面活性剂等）的混合（或混溶）流体, 形成注入剂。采用高压注入设备将注入剂通过注入井 (1) 注入矿层 (3)；保持矿层 (3) 流体压力一段时间（时间长短决定于具体的矿层情况, 时间从 1 分钟到 3 年的范围）；注入剂在矿层中的非优势流动面和低渗区域 (4) 分子扩散和弥散, 形成注入剂与石油的混合流体。由于气体的存在使得混合流体具有高压压缩膨胀性质, 然后降低注入井 (1) 或采收井 (2) 的压力, 导致矿层 (3) 的混合流体的膨胀, 将非优势流动区域和低渗区域 (4) 的石油带出进入优势流动和高渗区域 (5), 在注入井 (1) 或采收井 (2) 任一或两者获取含石油的采收流体。

[0018] 本发明具有下列优点和积极效果：

[0019] ①降低注入井 (1) 和采收井 (2) 布井位置对采收率和采收范围的影响；减少开采死角。

[0020] ②削弱因矿层非均匀区域（高渗、裂隙、洞穴、指进严重等）导致流体的优势流动, 增加注入剂在低渗区域 (4) 和非优势流动区域 (7) 的流动速度、流动机会和时间；变低渗和优势流动周边区域以分子扩散为主的溶质迁移过程为对流和弥散为主的迁移过程, 加速整个驱替开采过程, 削弱优势流动现象对开采的负面影响。

[0021] ③石油开采过程中总会面临油分非线性渗流现象, 形成相对开采死区；在矿层压力波动过程中, 在低渗区域 (4) 和非优势流动区域内部形成非常高的压力梯度, 使原先相对处于“开采死区”的油分能够流动, 参与开采过程, 提高石油开采的采收范围和采收率。

[0022] 本发明适用于石油开采领域, 适用于任何能够进行驱替开采的矿层；也适用于由于矿层非均匀性强烈而不适合进行驱替开采的矿层, 大大突破传统驱替开采方法的范围和采收率。

附图说明

[0023] 图 1 是在优势流动面情况下的油分流动示意图；

[0024] 图 2 是在低渗区域情况下的油分流动示意图；

[0025] 图 3 是常规开采下地层示意图；

[0026] 图 4 是本发明在升压过程中的矿层流体的流动过程示意图；

[0027] 图 5 是本发明在降压过程中的矿层流体的流动过程示意图；

[0028] 图 6 是本发明在升、压降压过程中的矿层流体的流动过程示意图。

[0029] 其中：

[0030] 1- 采收井； 2- 注入井； 3- 矿层；

[0031] 4- 低渗区域； 5- 高渗区域； 6- 裂隙面；

[0032] 7- 开采死区； 8- 溶腔或溶洞。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明：

[0034] 本方法是对常规石油开采方法的创新和扩展,传统方法中的一些技术仍然适用于本发明。

[0035] 1、关于预备工程

[0036] 通过一些已有的处理措施(如:真空法、充气法、气体驱替等方法)将矿层(3)中的部分水分排出形成非饱和岩体(岩体孔隙中不全为液体),预留一定空间,以便包含溶浸剂的高压缩混合流体进入低渗区域。

[0037] 2、关于步骤①

[0038] 通过液气混合方法(如喷雾法、气泡法等)或气体混合形成包含气体的注入剂,形成高压缩性的混合流体;气体成分为控制条件下不与油分产生剧烈化学反应的气体(如:氮气、二氧化碳、氢气、甲烷、氨气、氧气等气体,或者为不同比例气体的混合物,如空气、烟道气、尾气、废气),气体的体积为注入剂体积的0.01~100倍范围内;不同的比例可以获得不同压缩性的混合流体;

[0039] 注入剂中包含一定的水分和发泡剂、表面活性剂等添加剂,便于注入剂与矿层中的油分进行混合(混溶),形成高压缩性流体。在步骤③中可实现混合流体的膨胀,形成泡沫流体或者气油交替状流体,气体或油分不形成连续体。

[0040] 也可以加入常规石油开采方法中的一些措施:加热、蒸汽、燃烧、CO₂、高分子聚合物降低油分粘度、增加混合物的流动性质。

[0041] 通过高压注入设备(如泵、压力机、高压容器等)将高压缩性的气液混合流体(包含气体)经注入井(1)注入矿层(3),并提高矿层(3)中流体的压力。

[0042] 3、关于步骤②:

[0043] 保持注入井(2)和采收井(1)的压力一段时间,时间间隔为1分钟到5年时间,其主要目的为让注入剂流动或静止过程中与矿层中的油分通过分子扩散、对流和弥散作用在矿层(3)中充分混合,形成高压缩性流体。比较经济的时间间隔为2天到3个月之间。

[0044] 4、关于步骤③

[0045] 降压范围以不破坏矿层岩体为准,根据注入压力范围,降低压力的幅度从0.1MPa~100MPa范围内,减压幅值取决于具体矿层的地应力、油压、矿层力学强度、混合流体膨胀程度等因素。

[0046] 在注入井(1)或者采收井(2)中收取含有矿藏的溶浸液;具体实施方法为一般获取地下流体的方法,形式多种多样,例如:可以采用在注入井(1)和采收井(2)利用高压泵抽取矿层流体;也可采用注入剂等流体驱替置换矿层中的流体获得波动开采后含有矿物的矿层流体;也可以通过释放注入井和采收井的压力,利用矿层流体的高压缩性(高膨胀性)自动流出。

[0047] 一般情况下,保证注入井(1)的平均压力高于采收井(2)的平均流体压力,这样可以保证矿层中开采范围内的流体始终有从注入井(1)到采收井(2)流动的趋势,避免压力波动形成中间开采空白带。

[0048] 5、关于步骤④

[0049] 不断重复①②③步骤过程中,实现以下目的。

[0050] *在注入升压过程中,混溶(混合)流体收缩,通过高渗区域(5)流入低渗区域

(4),如图 4 所示。

[0051] * 在降压过程中,流体在低渗区域 (4) 膨胀,并流出低渗区域 (4),进入高渗区域 (5),如图 5 所示。

[0052] * 在低渗区域和非优势流动区域形成高压力梯度区域,削弱油分的非线性流动现象和高粘度油分的开采,增加开采范围和力度。

[0053] * 在有优势流动面(通道)的情况下的流体流动方式如图 6 所示,混溶(混合)流体不断在非优势流动区域的开采死区 (7) 和优势流动面或通道的裂隙面 (6)、溶腔或溶洞 (8) 之间往复交换,改变了传统方法注入剂(或驱替流体)不能到达非优势流动区域的局限。

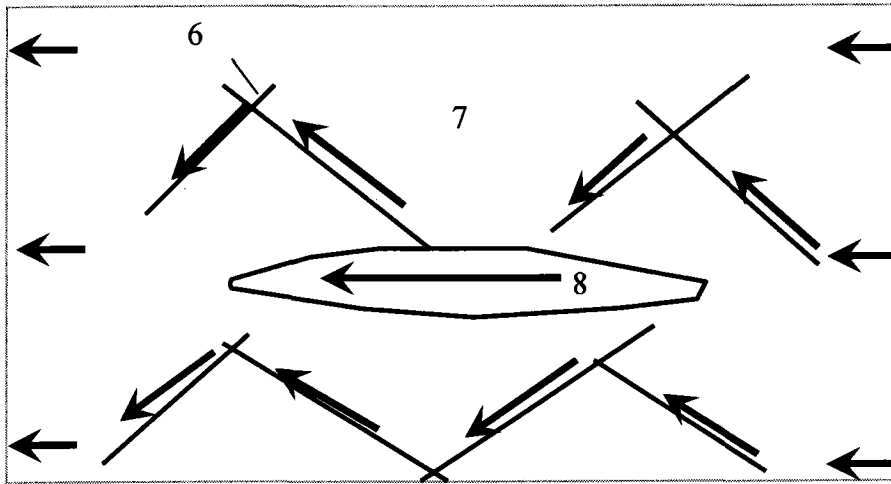


图 1

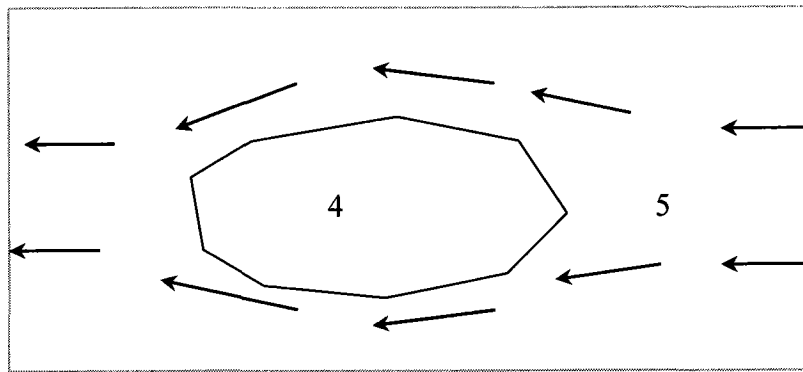


图 2

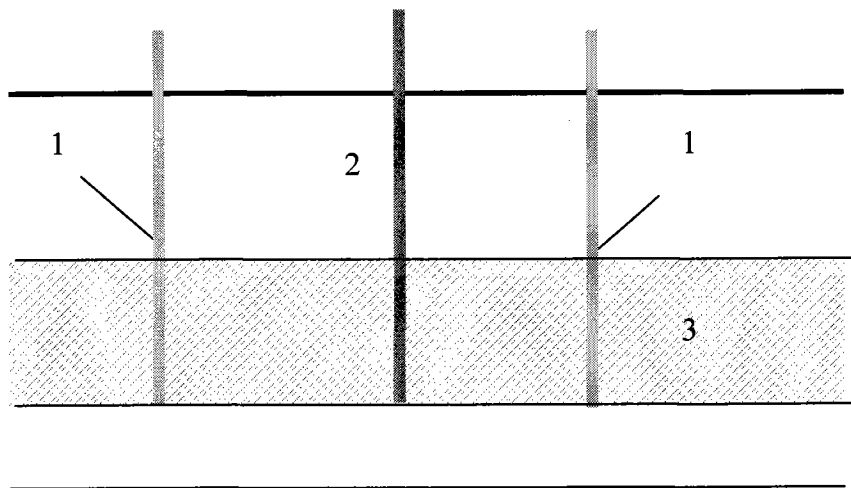


图 3

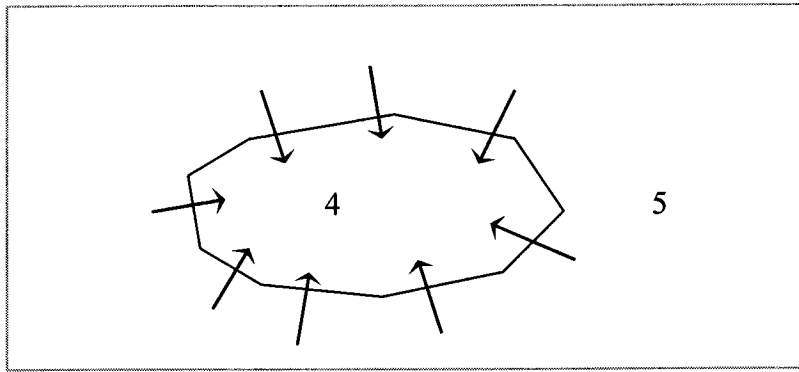


图 4

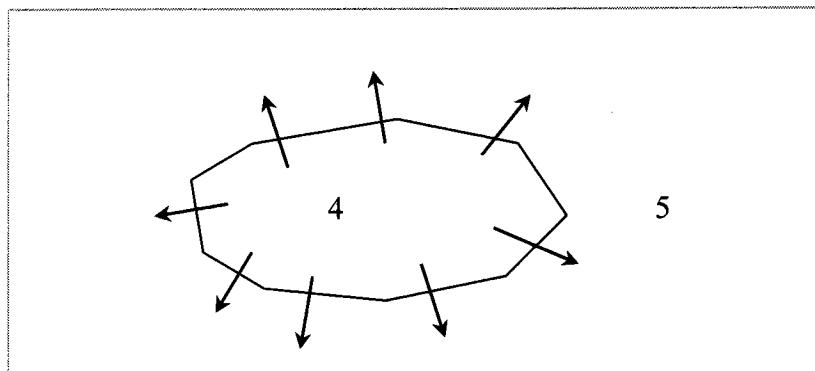


图 5

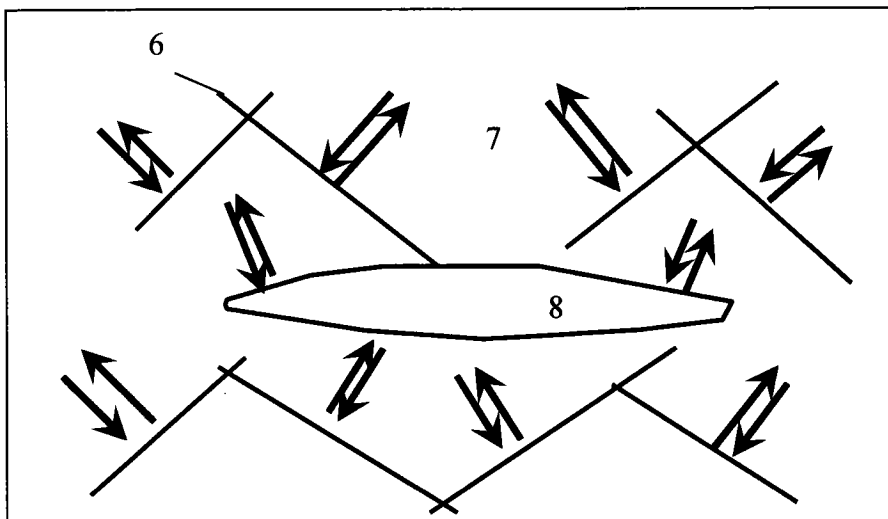


图 6