



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113236204 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(21) 申请号 202110532047.2

(22) 申请日 2021.05.17

(71) 申请人 付万春

地址 610000 四川省成都市高新区天府大道中段177号11-1-802

(72) 发明人 付万春 牛辉英 付睿

(74) 专利代理机构 成都蓉创智汇知识产权代理有限公司 51276

代理人 谭新民

(51) Int.Cl.

E21B 43/20 (2006.01)

E21B 43/22 (2006.01)

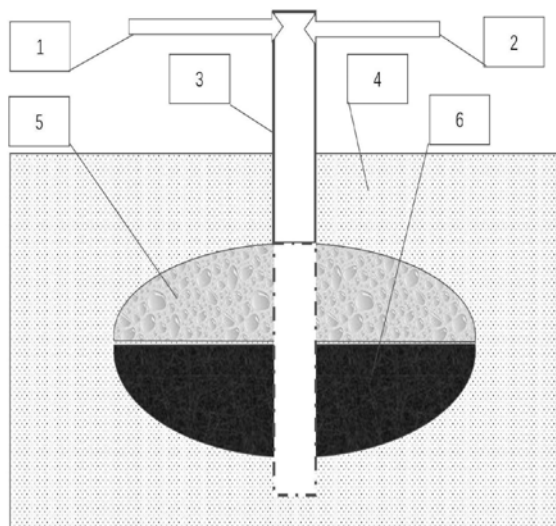
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种表活石墨烯和工业烟道气泡沫控水驱油气方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种表活石墨烯和工业烟道气泡沫控水驱油气方法、系统及应用,该方法将表活石墨烯和工业烟气在地下油气储层混合形成石墨烯氮气泡沫和石墨烯超碳泡沫,系统包括:表活石墨烯入口;工业烟道气入口;注入井;地下储层,位于注入井下端,其孔隙裂缝空间用于注入表活石墨烯和工业烟道气;石墨烯氮气泡沫层,在地下储层的上部和石墨烯超碳泡沫层的上方;石墨烯超碳泡沫层,在地下储层的下部和石墨烯超碳泡沫层的下方;方法应用包括:高含水油井、高含水气井、注水井、注汽井、地下储气库的注气井。



1. 一种表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气方法,该方法将表活石墨烯和工业烟气在地下油气储层混合形成石墨烯氮气泡沫和石墨烯超碳泡沫。

2. 一种表活石墨烯和工业烟道气泡沫控水驱油气系统,包括:

表活石墨烯入口,位于注入井上端的地面井口,用于将表活石墨烯注入;

工业烟道气入口,位于注入井上端的地面井口,用于将工业烟道气注入;

注入井,其上端连接表活石墨烯入口和工业烟道气入口,其下端和地下储层的孔隙裂缝空间相连通,用于注入表活石墨烯和工业烟道气;

石墨烯氮气泡沫层,位于地下储层的上部和石墨烯超碳泡沫层上方;以及

石墨烯超碳泡沫层,地下储层的下部和石墨烯氮气泡沫层下方;

地下储层,位于注入井下端,其孔隙裂缝空间用于注入表活石墨烯和工业烟道气,混合形成所述石墨烯氮气泡沫层和所述石墨烯超碳泡沫层。

3. 根据权利要求2所述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,其特征在于,所述石墨烯氮气泡沫层为工业烟道气中的氮气成分与表活石墨烯在地下储层的孔隙裂缝空间混合形成,用于降油粘、压水锥、驱油气的石墨烯氮气泡沫层。

4. 根据权利要求2所述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,其特征在于,所述石墨烯超碳泡沫层为工业烟道气中的二氧化碳成分与表活石墨烯在地下储层的孔隙裂缝空间混合形成,用于降油粘、增水粘、控水锥、控水窜、控水淹、驱油气的石墨烯超碳泡沫层。

5. 根据权利要求2所述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,其特征在于,所述石墨烯氮气泡沫层为具有比天然气密度大,比原油密度小和憎水亲油气特性,因此自动上浮到气油界面或气水界面之上增压、流动、扩展、膨胀、压水锥、降油粘、驱油气,提高膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率。

6. 根据权利要求2所述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,其特征在于,所述石墨烯超碳泡沫层为具有比原油密度大、甚至比水密度大和憎水亲油气特性,因此自动下沉到油水界面或气水界面之下增压、流动、扩展、膨胀、防窜、水控、降油粘、增水粘、驱油气,提高膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率。

7. 根据权利要求2所述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,其特征在于,所述注入井为注水井、注汽井、注气井、采油井或采气井。

8. 根据权利要求2所述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,其特特征在于,所述注入井为直井、定向井、水平井或分支井。

9. 根据权利要求2所述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,其特特征在于,所述地下储层包括油气储层、天然气层和水层;或所述地下储层包括油气储层、天然气层、石油层和水层。

10. 一种权利要求1-9任一所述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气方法的应用,其特征在于,该方法应用于高含水油井、高含水气井、注水井、注汽井、注气井;优选地,该应用为采油井注入表活石墨烯和工业烟气泡沫吞吐控水增产油;优选地,采气井注入表活石墨烯和工业烟道气泡沫吞吐控水增产气;优选地,注水井注入表活石墨烯和工业烟气泡沫防窜控水驱油气;优选地,该应用为储气库周边注气井注表活石墨烯和工业烟气垫底防窜控水驱气。

一种表活石墨烯和工业烟道气泡沫控水驱油气方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种表活石墨烯和工业烟道气泡沫控水驱油气方法及系统和应用。

背景技术

[0002] 油气田开采到中后期,随着注入水和地层水在油气藏形成水窜、水锥、水淹,不仅油气井含水率迅速上升,油气产量快速递减,油气开采成本高,油气采收率低,而且大量产出水到地面后的净化排放处理费用高,安全环保风险大。如何高效控水和增产油气是油气田开发的关键核心技术课题。

[0003] 近年来,氮气、二氧化碳气体或泡沫控水驱油技术得到快速发展。但现有成熟和专利技术,普遍是单独把空气中氮气分离成氮气或液氮,或把工业烟气中的二氧化碳单独捕获分离净化成液碳后注入油气层驱油驱气,不仅分离净化成本高、烟气成分应用少、二次污染大,而且纯二氧化碳驱油气的波及体积小、效率低、成本高、易气窜水窜、腐蚀油套管和地面集输系统。

[0004] 工业烟道气,其主要成分有氮气、二氧化碳、水蒸气、氮氧化物、二氧化硫等气体成分,特别是工业烟道气中的二氧化碳、氮氧化物、二氧化硫等酸性腐蚀气体是形成雾霾、酸雨等大气污染及全球气候变暖的主要污染源之一。

[0005] 上述背景技术是为了便于理解本发明,并非是申请本发明之前已向普通公众公开的公知技术。

[0006] 术语解释

[0007] 工业烟道气,是指工业燃煤、燃油、燃气、化工等达标排放,含有氮气、二氧化碳、水蒸气、氮氧化物、二氧化硫等前二种或多种气体成分的烟道气。

[0008] 石墨烯,石墨烯(Graphene)是具有六角型呈蜂巢晶格的超高表面能、高导热、高抗压、高耐热的二维纳米碳材料。表活石墨烯由石墨烯和表面活性剂液体组成。

发明内容

[0009] 基于现有技术的上述缺陷,一方面,本发明提供一种表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气方法。

[0010] 技术方案是:一种表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气方法,该方法将表活石墨烯和工业烟气在地下油气储层混合形成石墨烯氮气泡沫和石墨烯超碳泡沫。

[0011] 一方面,本发明提供一种表活石墨烯和工业烟道气泡沫控水驱油气系统,将表活石墨烯和工业烟道气注入地下储层的孔隙裂缝混合后,工业烟道气中的氮气成分与表活石墨烯自动形成石墨烯氮气泡沫,上浮到地下储层的油水界面或气水界面之上增压、流动、扩展、膨胀、降油粘、驱油气、压水锥,提高氮气膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率;工业烟道气中的二氧化碳成分与表活石墨烯自动形成石墨烯超碳泡沫,下沉到地下储层的油水界面或气水界面之下增压、流动、扩展、膨胀、降油粘、增水粘、驱油气、防水窜、控水淹,提高超碳膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率;工业烟道气

中的氮氧化物、二氧化硫成分溶解到地下储层的地层水中形成硝酸、硫酸等增溶、增渗油气储层,部分二氧化碳溶解到地层水中形成碳酸与钙、镁、铁、铝等离子结合形成纳米碳酸盐沉淀物增水粘、堵控水,并实现二氧化碳、氮氧化物、二氧化硫等酸性腐蚀气体在地下吸附永久埋藏。

[0012] 技术方案是:一种表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,包括:

[0013] 表活石墨烯入口,位于注入井上端的地面井口,用于将表活石墨烯注入;

[0014] 工业烟道气入口,位于注入井上端的地面井口,用于将工业烟道气注入;

[0015] 注入井,其上端连接表活石墨烯入口和工业烟道气入口,其下端和地下储层的孔隙裂缝空间相连通,用于注入表活石墨烯和工业烟道气;

[0016] 地下储层,位于注入井下端,其孔隙裂缝空间用于注入表活石墨烯和工业烟道气,混合形成石墨烯氮气泡沫层、石墨烯超碳泡沫层;

[0017] 石墨烯氮气泡沫层,位于地下储层的上部和石墨烯超碳泡沫层上方,用于增气压、降油粘、驱油气、压水锥;以及

[0018] 石墨烯超碳泡沫层,位于地下储层的下部和石墨烯氮气泡沫层下方,用于增气压、增水粘、降油粘、驱油气、防水窜、控水淹。

[0019] 作为优选,所述石墨烯氮气泡沫层为具有比天然气密度大,比原油密度小和憎水亲油气特性的石墨烯氮气泡沫,该石墨烯氮气泡沫层自动在气油界面或气水界面之间,实现上浮、增压、流动、扩展、膨胀、压水、降油粘、驱油气,提高压力膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率。

[0020] 作为优选,所述石墨烯超碳泡沫层为具有比原油密度大、甚至比水密度大和憎水亲油气特性的石墨烯超碳泡沫层,该石墨烯超碳泡沫层自动在油水界面或气水界面之间,实现下沉、增压、流动、扩展、膨胀、防窜、水控、降油粘、增水粘、驱油气,提高压力膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率。

[0021] 作为优选,所述注入井可为注水井、注汽井、注气井、采油井或采气井。

[0022] 作为优选,所述注入井可为直井、定向井、水平井或分支井。

[0023] 作为优选,所述地下储层可为砂岩层、碳酸盐岩层、页岩层、煤层、火成岩层等储存有油、气、水的地下储层。

[0024] 作为优选,表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,可应用于:采油井注入表活石墨烯和工业烟气泡沫吞吐控水增产油,注水井注入表活石墨烯和工业烟气泡沫驱替控水增产油气,注汽井注入表活石墨烯和工业烟气泡沫吞吐降粘控水增产稠油,地下储气库周边注气井注入表活石墨烯和工业烟气泡沫垫底防窜控水等。

[0025] 本发明原理及有益效果:

[0026] 1.工业烟气成分完全注入地下:本发明表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,将工业烟道气中的二氧化碳、氮气、水蒸气、氮氧化物、二氧化硫等全部气体成分注入到地下储层的孔隙裂缝中用于控水、防窜、驱油气。本发明的实施使得该系统的地面不需要设置庞大复杂的净化分离系统单独分离净化二氧化碳,工业烟道气不经净化成二氧化碳,全部直接注入,运行成本低,系统运行效率高。

[0027] 2.石墨烯氮气泡沫压水驱油气:由于表活石墨烯的超高表面能和超大表面积,吸附工业烟道气中的氮气、水,在地下储层的孔隙裂缝中混合,形成具有比天然气密度大,比

原油密度小和憎水亲油气特性的石墨烯氮气泡沫,自动上浮到地下储层的气油界面、或气水界面、或油水界面之上增压、流动、扩展、膨胀、压水、降油粘、驱油气,提高膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率。

[0028] 3. 石墨烯超碳泡沫控水驱油气: 由于表活石墨烯的超高表面能和超大表面积, 吸附工业烟道气中的超临界二氧化碳、水, 在地下储层的孔隙裂缝中混合, 形成具有比原油密度大、甚至比水密度大和憎水亲油气特性的石墨烯超碳泡沫, 自动下沉到地下储层的油水界面或气水界面之下增压、流动、扩展、膨胀、防窜、水控、降油粘、增水粘、驱油气, 提高膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率。

[0029] 4. 工业烟气污染成分地下埋藏: 注入地下储层中工业烟气中的主要有害酸性气体二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等大部分被地层孔隙裂缝中高表面吸附能的石墨烯、三氧化二铝和二氧化硅等纳米粒子吸附地下埋藏; 部分溶解在地层水中的有害酸性气体和地层中钙、镁、铁、铝等阳离子反应生成密度大于水的碳酸钙、碳酸镁、硫酸盐、硝酸盐等溶解、下沉、吸附、固化到下部高含水层段的孔隙裂缝中, 提高水粘度, 降低渗透性堵水、控水、防窜, 并实现地下永久埋藏。

[0030] 5. 石墨烯的高防腐导电传热: 表活石墨烯中的石墨烯纳米片, 具有高防腐、高导电、高传热特性, 石墨烯纳米片在注入井、产出井的油套管和集输管线的金属表面迅速吸附形成石墨烯保护薄膜, 有效防止酸碱和电化学腐蚀。石墨烯氮气泡沫和石墨烯超碳泡沫具有高传热和膨胀特性, 有利于稠油热采注入热量和地层热量的大面积传热, 提高热能和压力能的波及体积, 进一步提高稠油降粘驱替效率和最终采收率。

[0031] 本发明专利, 创造性将表活石墨烯和工业烟道气的全部气体成分直接注入地下油气水储层应用, 既实现油气田的高效控水稳油增气, 又实现烟道气中二氧化碳、氮氧化物和二氧化硫等酸性腐蚀污染物在地下储层永久埋藏。

附图说明

[0032] 图1是本发明的整体结构示意图;

[0033] 图2是本发明在油气水层应用结构示意图;

[0034] 图3是本发明在气水层应用结构示意图;

[0035] 图4是本发明在油水层应用结构示意图;

[0036] 图中附图标记为: 1. 表活石墨烯入口, 2. 工业烟道气入口, 3. 注入井, 4. 地下储层, 5. 石墨烯氮气泡沫层, 6. 石墨烯超碳泡沫层, 7. 气层, 8. 油层, 9. 水层。

具体实施方式

[0037] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。

[0038] 在本发明的描述中, 需要说明的是, 术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖向”、“纵向”、“侧向”、“水平”、“内”、“外”、“前”、“后”、“顶”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系, 或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系, 仅是为了便于描述本发明和简化描述, 而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作, 因此不能理解为对本发明的限制。

[0039] 在本发明的描述中, 还需要说明的是, 除非另有明确的规定和限定, 术语“设置”、

“开有”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0040] 请参考图1

[0041] 一种表活石墨烯和工业烟道气泡沫控水驱油气系统,包括表活石墨烯入口1、工业烟道气入口2和注入井3,表活石墨烯入口1、工业烟道气入口2分别位于注入井3的地面端的井口;该表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统还包括地下储层4、石墨烯氮气泡沫层5和石墨烯超碳泡沫层6。地下储层4位于注入井3的下端周围,石墨烯氮气泡沫层5和石墨烯超碳泡沫层6在地下储层4内,石墨烯氮气泡沫层5位于石墨烯超碳泡沫层6的上方,注入井3的下端分别穿过地下储层4、石墨烯氮气泡沫层5和石墨烯超碳泡沫层6。

[0042] 由于表活石墨烯的超高表面能和超大表面积,吸附工业烟气中的氮气、水,在地下储层的孔隙裂缝中混合,形成具有比天然气密度大,比原油密度小和憎水亲油气特性的石墨烯氮气泡沫层5,自动上浮到地下储层4孔隙裂缝中的气油界面或气水界面或油水界面之上增压、流动、扩展、膨胀、压水锥、降油粘、驱油气,提高压力膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率。

[0043] 由于表活石墨烯的超高表面能和超大表面积,吸附工业烟气中的超临界二氧化碳、水,在地下储层4的孔隙裂缝中混合,形成具有比原油密度大、甚至比水密度大和憎水亲油气特性的石墨烯超碳泡沫层6,自动下沉到地下储层4孔隙裂缝中的油水界面或气水界面之下增压、流动、扩展、膨胀、防窜、堵控水、降油粘、增水粘、驱油气,提高膨胀能、波及体积、油气产量、驱油气效率和油气采收率。

[0044] 基于上述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统,本发明还提供多种地下储层的注入系统:

[0045] 请参考图2

[0046] 一种油气水层注入系统,包括在地下储层4的孔隙裂缝中,其上部的气层7、中部的油层8和下部的的水层9,该油气水层注入井系统还包括上述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱油气系统。

[0047] 请参考图3

[0048] 一种油水层注入系统,包括地下储层4的孔隙裂缝中,其上部的油层8和下部的的水层9,该注入井系统还包括上述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱气系统。

[0049] 请参考图4

[0050] 一种气水层注入系统,包括地下储层4的孔隙裂缝中,其上部的的气层7和下部的的水层9,该注入井系统还包括上述的表活石墨烯和工业烟道气的泡沫控水驱气系统。

[0051] 本发明对于石墨烯和液体表面活性剂具体含量比例不做特别的限定,本领域技术人员可根据实际需要进行选择。

[0052] 形成的石墨烯超碳泡沫5,由超临界二氧化碳、表活石墨烯液体组成,其中的超临界二氧化碳,其压力 $>7.3\text{Mpa}$,温度 $>31^{\circ}\text{C}$ 。

[0053] 上述系统应用于下述应用实施例1-4。

[0054] 应用实施例1采油井注入表活石墨烯和工业烟气泡沫吞吐控水增产油

[0055] 第一步,注入。从采油井的井口,同时注入或分段注入表活石墨烯液和工业烟气。注入量和比例,根据油层深度、厚度、孔隙度、渗透率、原油粘度、含水率等参数经过地面模拟优化实验确定。

[0056] 第二步,顶替。从采油井的井口,顶替地层产出水,将表活石墨烯液和工业烟气推入高含水油层的深部。

[0057] 第三步,关井。关井时间根据模拟优化实验确定。表活石墨烯液和工业烟气中密度较轻的氮气形成石墨烯氮气泡沫,上浮到高含水油层的上部剩余油富集带增压、扩散、膨胀、分散、降油粘,形成高分散、低粘度的石墨烯氮气泡沫油;表活石墨烯液和工业烟气中密度较重的二氧化碳形成高密度、高粘度的石墨烯超碳泡沫,下沉到高含水油层的油水界面之下增压、扩散、膨胀、分散、降油粘、增水粘,控水驱油;工业烟气中氮氧化物、二氧化硫和部分二氧化碳溶解在地层水形成硝酸、硫酸、碳酸等,与地层中的钙、镁、铝、铁、硅等碱性离子反应生成高密度的硝酸盐、硫酸盐、碳酸盐等溶解、下沉、吸附到高含水带下部,降低渗透率和流动度,实现堵控水和酸性腐蚀气体在地下永久埋藏。

[0058] 第四步,开井采油。石墨烯氮气泡沫和石墨烯超碳泡沫膨胀,驱动高分散、低粘度的石墨烯氮气泡沫油从高含水油层的剩上部的剩余油富集带进入采油井产出;高密度、高粘度的石墨烯超碳泡沫在高含水带控制地层水的产出。实现高效控水增油,提高油产量和最终采收率。

[0059] 本应用实施例应用的采油井,可以是直井、定向井、水平井、分支井等。地下储层包括砂岩层、碳酸盐岩层、页岩层、煤层、火成岩层等储存有石油和水的地下储层。产出水可和表活石墨烯及工业烟气一起重复注入,实现“高含水油层的高效控水增油和工业烟气的环保利用与地下埋藏”。

[0060] 应用实施例2采气井注入表活石墨烯和工业烟道气泡沫吞吐控水增产气

[0061] 第一步,注入。从采气井的井口,同时注入或分段注入表活石墨烯液和工业烟道气。注入量和比例,根据气层深度、厚度、孔隙度、渗透率、天然气组分、含水率等参数经过地面模拟优化实验确定。

[0062] 第二步,顶替。从采气井的井口,顶替地层产出水,将表活石墨烯液和工业烟道气推入高含水油层的深部。

[0063] 第三步,关井。关井时间根据模拟优化实验确定。表活石墨烯液和工业烟道气中氮气、水形成低密度、低粘度的石墨烯氮气泡沫,上浮到高含水气层的上部剩余气富集带增压、扩散、膨胀、分散驱气;表活石墨烯液和工业烟道气中的超临界二氧化碳形成高密度、高粘度的石墨烯超碳泡沫,下沉到高含水气层的气水界面以下增压、扩散、膨胀、分散、增水粘,控水驱气;工业烟气中的部分酸气二氧化碳、氮氧化物和二氧化硫等溶解于地层水形成碳酸、硝酸、硫酸等,与地层中的钙、镁、铝、铁、硅等碱性离子反应生成高密度的碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐等溶解、下沉、吸附、固化到高含水带下部,降低渗透率和流动度,实现堵水、控水和酸性腐蚀气体在地下永久埋藏。

[0064] 第四步,开井采气。石墨烯氮气泡沫和石墨烯超碳泡沫膨胀,驱动高含水气层的上部的剩余天然气进入采气井产出;高密度、高粘度的石墨烯超碳泡沫在高含水带控制地层水的产出。实现高效控水增气,提高天然气产量和最终采收率。

[0065] 本应用实施例应用的采气井,可以是直井、定向井、水平井、分支井等。地下储层,

可以是砂岩层、碳酸盐岩层、页岩层、煤层、火成岩层等储存有天然气和水的地下储层。产出水可和表活石墨烯及工业烟气一起重复注入,实现“高含水气层的高效控水增气和工业烟气的环保利用及酸性腐蚀气体地下永久埋藏”。

[0066] 应用实施例3注水井注入表活石墨烯和工业烟气泡沫防窜控水驱油气

[0067] 第一步,注水井注入。从注水井的井口,同时注入或分段注入表活石墨烯液和工业烟气。注入量和比例,根据油层深度、厚度、孔隙度、渗透率、原油粘度、气油比、含水率等参数经过地面模拟优化实验确定。

[0068] 第二步,地下储层驱替油气。表活石墨烯液和工业烟气氮气形成低密度、低粘度的石墨烯氮气泡沫,上浮到高含水油气层的上部剩余油气富集带增压、扩散、膨胀、分散、降油粘,形成高分散、低粘度的石墨烯氮气泡沫油气,在油气层加快向采油井方向驱替油气;表活石墨烯液和工业烟气中的二氧化碳形成高密度、高粘度的石墨烯超碳泡沫,下沉到高含水油气层的油水界面以下增压、扩散、膨胀、分散、降油粘、增水粘,控水驱油;工业烟气中的二氧化碳、氮氧化物和二氧化硫等酸气与地层水形成碳酸、硝酸、硫酸等,再与地层中的钙、镁、铝、铁、硅等碱性离子反应生成高密度的碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐等溶解、下沉、吸附、固化到高含水带下部,降低渗透率和流动度,实现堵控水和酸性腐蚀气体地下永久埋藏。

[0069] 第三步,采油井采出。石墨烯氮气泡沫和石墨烯超碳泡沫膨胀,驱动高分散、低粘度的石墨烯氮气泡沫油气从高含水油气层的上部进入采油井产出;高密度、高粘度的石墨烯超碳泡沫下沉到高含水带,控制地层水的产出和降低原油粘度,实现高效控水增油气,提高油气产量和最终采收率。

[0070] 本应用实施例应用的注入井包括注水井、注汽井、注气井、采油井、采气井,都可以是直井、定向井、水平井、分支井等。地下储层,可以是砂岩层、碳酸盐岩层、页岩层、煤层、火成岩层等储存有油、气、水的地下储层。产出水可和表活石墨烯及工业烟气一起重复注入,实现“窜水、窜汽、窜气的老油气田高效防窜、控水、增产油气和工业烟道气和油田污水的环保利用与酸性腐蚀气体在地下永久埋藏”。

[0071] 应用实施例4:注气井注表活石墨烯和工业烟气垫底防窜控水驱气

[0072] 第一步,地下储气库周边注气井注入。从地下储气库的周边注气井的井口,同时注入或分段注入表活石墨烯液和工业烟气。注入量和比例,根据储气层深度、厚度、孔隙度、渗透率、含水率等参数经过地面模拟优化实验确定。

[0073] 第二步,地下储气库周边垫底控水。表活石墨烯液和工业烟气氮气形成低密度、低粘度的石墨烯氮气泡沫,上浮到储气库周边地下储层孔隙裂缝中的气水界面上部增压、扩散、膨胀、分散,形成高分散、低粘度的石墨烯氮气泡沫防窜控水墙;表活石墨烯液和工业烟气中的二氧化碳形成高密度、高粘度的石墨烯超碳泡沫垫层,下沉到储气库周边地下储层孔隙裂缝中的气水界面下部增压、膨胀、扩散、垫底、控水;工业烟气中的二氧化碳、氮氧化物和二氧化硫等酸气与地层水形成碳酸、硝酸、硫酸等,再与地下储层孔隙裂缝中的钙、镁、铝、铁、硅等碱性离子反应生成高密度的碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐等溶解、下沉、吸附、固化到储气库周边的高含水带下部,降低渗透率和流动度,实现堵控水和酸性腐蚀气体在地下永久埋藏。

[0074] 第三步,地下储气库注气。天然气从其他注气井注入地下储层的孔隙裂缝中,不断增压、向下和向外扩散,储气层周边的石墨烯超碳泡沫垫层和储气库周边的石墨烯氮泡

沫墙被压缩,并有效隔离阻止天然气向储气库底水层和边水层窜通,防止天然气大量窜漏流失。

[0075] 第四步,地下储气库采气。地下储层中储藏的天然气采出降压,石墨烯氮气泡沫和石墨烯超碳泡沫膨胀能驱动更多天然气产出,并隔离阻止边底水窜入储气库的采气井造成水淹。实现高效防窜、控水、稳气,保障储气库的库容量、储气量、工作气量长期稳定。

[0076] 本应用实施例应用的地下储气库周边的注入井可以是直井、定向井、水平井、分支井等。地下储层,可以是砂岩层、碳酸盐岩层、页岩层、煤层、火成岩层等储存有天然气和水的地下储层。产出水可和表活石墨烯及工业烟气一起重复注入,实现“地下储气库高效控水、防窜、驱气和工业烟道气和产出污水的环保利用与永久地下埋藏”。

[0077] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

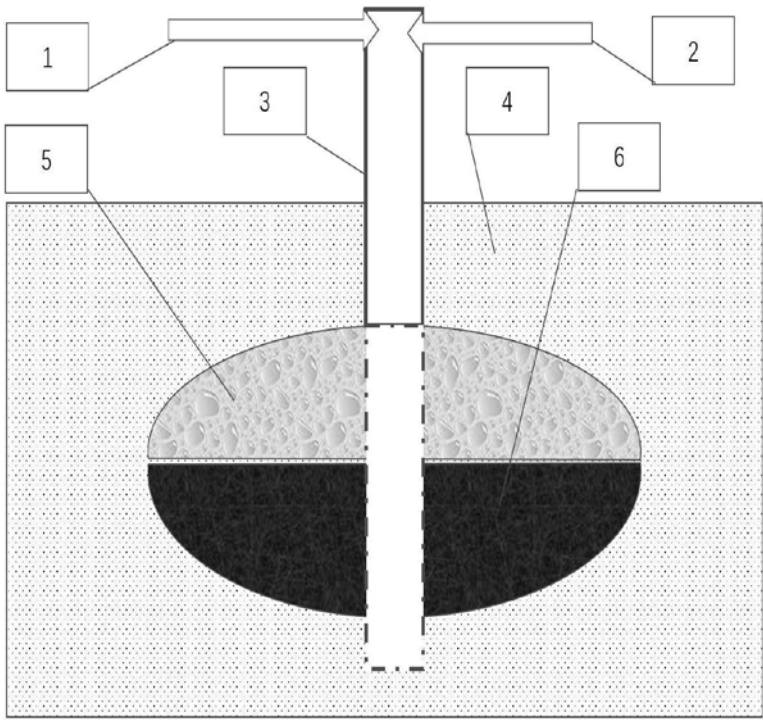


图1

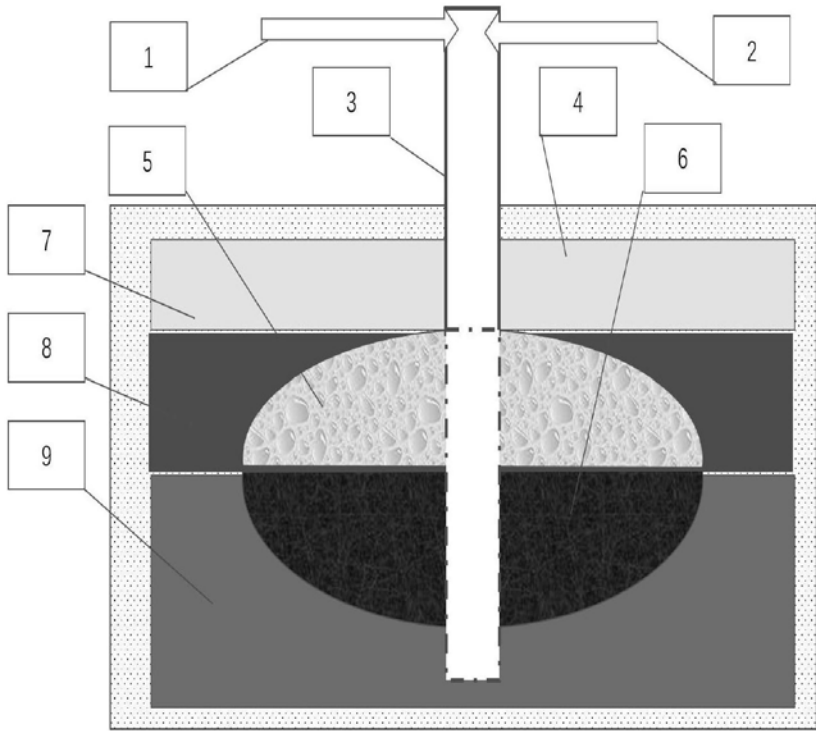


图2

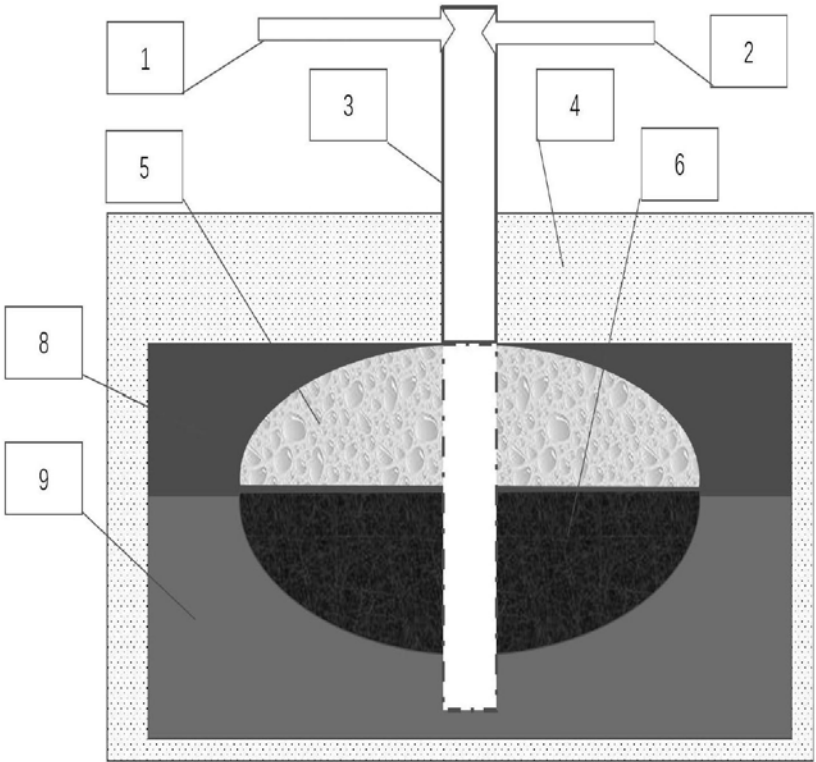


图3

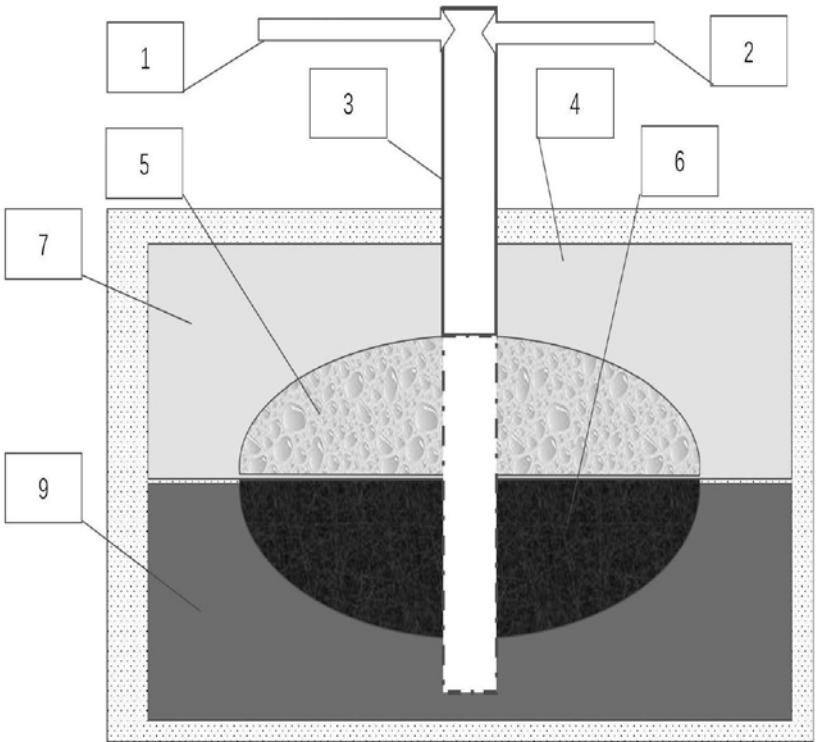


图4