



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109267986 A

(43)申请公布日 2019.01.25

(21)申请号 201811158469.2

(22)申请日 2018.09.30

(71)申请人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号中国石油大厦

(72)发明人 韩巧荣 李宪文 张燕明 周长静
丁勇 叶亮 石华强 赵倩云
马新星 张家志 古永红 陈宝春
李红英 王亚娟 凌云

(74)专利代理机构 西安吉盛专利代理有限责任
公司 61108
代理人 高云

(51)Int.Cl.
E21B 43/26(2006.01)
E21B 43/267(2006.01)

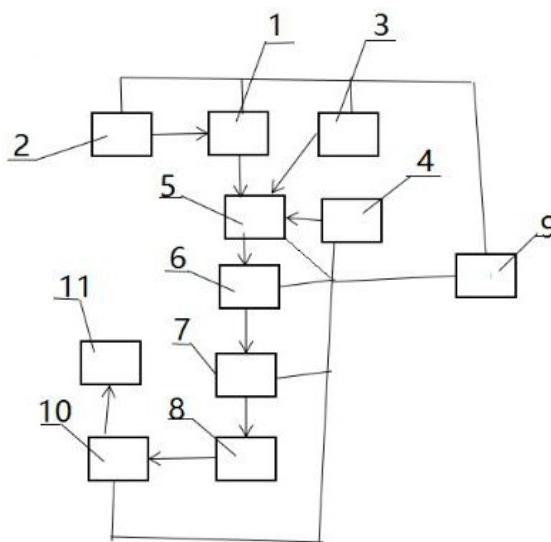
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种低碳烃无水压裂液装置及压裂方法

(57)摘要

本发明属于石油化工技术领域,具体涉及一种低碳烃无水压裂液装置及压裂方法,包括LPG储液罐、液氮罐、添加剂罐、支撑剂罐、混合罐、LPG泵、高压泵、井口、控制器、排液装置和火炬塔,解决了现有技术中水基压裂携砂压裂在实际生产中只有20%-50%的裂缝长度对生产有贡献,对储层伤害大且最初采收率低、需要有一定面积的井场面积,费用成本高,操作繁琐的问题,本发明避免了常规水基压裂中的支撑剂沉降现象,缝高全支撑能够更完全的打开产层,增加了有效缝长,降低对储层的伤害且提高了最终采收率,占地面积小,操作简单,大大降低了压裂施工费用。



1. 一种低碳烃无水压裂液装置,其特征在于:包括LPG储液罐(1)、液氮罐(2)、添加剂罐(3)、支撑剂罐(4)、混合罐(5)、LPG泵(6)、高压泵(7)、井口(8)、控制器(9)、排液装置(10)和火炬塔(11),

所述LPG储液罐(1)、混合罐(5)、LPG泵(6)、高压泵(7)、井口(8)、排液装置(10)和火炬塔(11)依次串联连接,液氮罐(2)连接LPG储液罐(1),添加剂罐(3)和支撑剂罐(4)分别连接混合罐(5),控制器(9)分别连接LPG储液罐(1)、液氮罐(2)、添加剂罐(3)、支撑剂罐(4)、混合罐(5)、LPG泵(6)、高压泵(7)、排液装置(10)和火炬塔(11)。

2. 如权利要求1所述的低碳烃无水压裂液装置,其特征在于:所述排液装置(10)包括除砂器(12)、节流管汇(13)、管线加热器(14)、三相分离器(15)和压力容器(16),井口(8)、除砂器(12)、节流管汇(13)、管线加热器(14)依次串联连接,管线加热器(14)的出口连接三相分离器(15)的进口,三相分离器(15)的气体出口通过管路连接火炬塔(11)或者三相分离器(15)的气体出口通过管路输出,三相分离器(15)的液体出口通过压力容器(16)连接火炬塔(11),三相分离器(15)的固体出口通过管路外输。

3. 如权利要求1所述的低碳烃无水压裂液装置,其特征在于:所述添加剂罐(3)内装有凝胶剂。

4. 如权利要求3所述的低碳烃无水压裂液装置,其特征在于:所述凝胶剂为正磷酸酯与硫酸铝的混合物、磷酸三乙酯中的任意一种,所述正磷酸酯与硫酸铝的质量比为6:1-1:6。

5. 如权利要求1所述的低碳烃无水压裂液装置,其特征在于:所述LPG储液罐(1)内装有压裂液,压裂液为丙烷或者丙烷和丁烷的混合物,丙烷和丁烷的质量比为10:1~1:10。

6. 如权利要求5所述的低碳烃无水压裂液装置,其特征在于:所述丙烷或者丙烷和丁烷的混合物均呈液态。

7. 如权利要求6所述的低碳烃无水压裂液装置,其特征在于:所述压裂液的性能参数为:在40.0-41.0℃下,粘度为0.07-0.09 cps,比重为0.41-0.62,表面张力为7.4-7.7dynes/cm,与储层粘土和盐类不作用,与原油互溶。

8. 如权利要求1所述的低碳烃无水压裂液装置,其特征在于:所述支撑剂罐(4)内装有支撑剂,所述支撑剂为陶粒和石英砂的混合物,陶粒和石英砂的质量比为40:1-20:1,石英砂为50/140目的石英砂,陶粒为30/50目的石英砂。

9. 如权利要求1-8中任意一项所述的低碳烃无水压裂液装置的压裂方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 压裂施工前:首先,控制器(9)用液氮罐(2)内的氮气对低碳烃无水压裂液装置的空气进行冲洗,并检查低碳烃无水压裂液装置直至无泄漏;然后,控制器(9)用LPG储液罐(1)内的压裂液驱替低碳烃无水压裂液装置中的氮气,多余的压裂液排往火炬塔(11),即可进行压裂施工;

2) 压裂施工时:控制器(9)控制LPG储液罐(1)内的压裂液、添加剂罐(3)的凝胶剂、支撑剂罐(4)内支撑剂在混合罐(5)内混合形成压裂混合物,LPG泵(6)将压裂混合物输送至高压泵(7)进行加压,加压后的压裂混合物进入井口(8)内进行压裂,压裂后的返排物通过排液装置(10)进行返排;所述压裂液、凝胶剂和支撑剂的质量比为2-40:1-20:3-30;

3) 压裂结束后:低碳烃无水压裂液装置内的压裂混合物通过氮气排至火炬塔(11)。

一种低碳烃无水压裂液装置及压裂方法

技术领域

[0001] 本发明属于石油化工技术领域,具体涉及一种低碳烃无水压裂液装置及压裂方法。

背景技术

[0002] 常规的油气开采技术主要是水力压裂技术。所谓的水力压裂就是通过将压裂液压入油气井中,将地层压裂,产生高导流能力的裂缝通道,再注入支撑剂撑住裂缝,进而提高油气采收率的一种石油开采工艺。

[0003] 使用传统的水力压裂方法,只有很少返排到地面被安全的处理,高达80%的压裂液留在油气藏中。在页岩气开采所使用的压裂液中,98%都是水,剩下2%的成分是化学添加剂。在压裂结束后,约有30%-70%的压裂液会被抽回地面,称之为“返排水”。这些返排水通常会有四种处理方式:循环利用、处理后排放到河流中、注入地下水以及储存在露天的蓄水池中,水力压裂会造成压裂液中的化学物质和页岩气混入地下水中,返排液处置不当也会污染地表水。随着各国对水资源和环境问题的重视,研发水力压裂的替代技术势在必行。

[0004] 同时传统的水力压裂不仅需要有一定面积的井场面积,费用成本高,操作繁琐,而且常规水基压裂携砂压裂在实际生产中只有20%-50%的裂缝长度对生产有贡献,对储层伤害大且最初采收率低。

发明内容

[0005] 本发明提供的低碳烃无水压裂液装置及压裂方法目的一是克服现有技术中水基压裂携砂压裂在实际生产中只有20%-50%的裂缝长度对生产有贡献,对储层伤害大且最初采收率低的问题;目的二是克服现有技术中水力压裂不仅需要有一定面积的井场面积,费用成本高,操作繁琐的问题。

[0006] 为此,本发明提供了一种低碳烃无水压裂液装置,所述LPG储液罐、混合罐、LPG泵、高压泵、井口、排液装置和火炬塔依次串联连接,液氮罐连接LPG储液罐,添加剂罐和支撑剂罐分别连接混合罐,控制器分别连接LPG储液罐、液氮罐、添加剂罐、支撑剂罐、混合罐、LPG泵、高压泵、排液装置和火炬塔。

[0007] 所述排液装置包括除砂器、节流管汇、管线加热器、三相分离器和压力容器,井口、除砂器、节流管汇、管线加热器依次串联连接,管线加热器的出口连接三相分离器的进口,三相分离器的气体出口通过管路连接火炬塔或者三相分离器的气体出口通过管路输出,三相分离器的液体出口通过压力容器连接火炬塔,三相分离器的固体出口通过管路外输。

[0008] 所述添加剂罐内装有凝胶剂。

[0009] 所述凝胶剂为正磷酸酯与硫酸铝的混合物、磷酸三乙酯中的任意一种,所述正磷酸酯与硫酸铝的质量比为6:1-1:6。

所述LPG储液罐内装有压裂液,压裂液为丙烷或者丙烷和丁烷的混合物,丙烷和丁烷的质量比为10:1~1:10。

[0010] 所述丙烷或者丙烷和丁烷的混合物均呈液态。

[0011] 所述压裂液的性能参数为：在40.0-41.0℃下，粘度为0.07-0.09 cps，比重为0.41-0.62，表面张力为7.4-7.7dynes/cm，与储层粘土和盐类不作用，与原油互溶。

[0012] 所述支撑剂罐内装有支撑剂，所述支撑剂为陶粒和石英砂的混合物，陶粒和石英砂的质量比为40:1-20:1，石英砂为50/140目的石英砂，陶粒为30/50目的石英砂。

[0013] 低碳烃无水压裂液装置的压裂方法，包括如下步骤：

1) 压裂施工前：首先，控制器用液氮罐内的氮气对低碳烃无水压裂液装置的空气进行冲洗，并检查低碳烃无水压裂液装置直至无泄漏；然后，控制器用LPG储液罐内的压裂液驱替低碳烃无水压裂液装置中的氮气，多余的压裂液排往火炬塔，即可进行压裂施工；

2) 压裂施工时：控制器控制LPG储液罐内的压裂液、添加剂罐的凝胶剂、支撑剂罐内支撑剂在混合罐内混合形成压裂混合物，LPG泵将压裂混合物输送至高压泵进行加压，加压后的压裂混合物进入井口内进行压裂，压裂后的返排物通过排液装置进行返排；所述压裂液、凝胶剂和支撑剂的质量比为2-40:1-20:3-30；

3) 压裂结束后：低碳烃无水压裂液装置内的压裂混合物通过氮气排至火炬塔。

[0014] 本发明的有益效果：本发明提供的这种低碳烃无水压裂液装置及压裂方法，避免了常规水基压裂中的支撑剂沉降现象，缝高全支撑能够更完全的打开产层，增加了有效缝长，降低对储层的伤害且提高了最终采收率，占地面积小，操作简单，大大降低了压裂施工费用；同时通过增加排液装置提高返排液利用率的同时降低对环境的污染。

附图说明

[0015] 以下将结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0016] 图1是低碳烃无水压裂液装置的结构流程图；

图2是排液装置的结构流程图。

[0017] 附图标记说明：1、LPG储液罐；2、液氮罐；3、添加剂罐；4、支撑剂罐；5、混合罐；6、LPG泵；7、高压泵；8、井口；9、控制器；10、排液装置；11、火炬塔；12、除砂器；13、节流管汇；14、管线加热器；15、三相分离器；16、压力容器；17、气体管路；18、固体管路。

具体实施方式

[0018] 实施例1：

一种低碳烃无水压裂液装置，所述LPG储液罐1、混合罐5、LPG泵6、高压泵7、井口8、排液装置10和火炬塔11依次串联连接，液氮罐2连接LPG储液罐1，添加剂罐3和支撑剂罐4分别连接混合罐5，控制器9分别连接LPG储液罐1、液氮罐2、添加剂罐3、支撑剂罐4、混合罐5、LPG泵6、高压泵7、排液装置10和火炬塔11。

[0019] 实施例2：

一种低碳烃无水压裂液装置，所述LPG储液罐1、混合罐5、LPG泵6、高压泵7、井口8、排液装置10和火炬塔11依次串联连接，液氮罐2连接LPG储液罐1，添加剂罐3和支撑剂罐4分别连接混合罐5，控制器9分别连接LPG储液罐1、液氮罐2、添加剂罐3、支撑剂罐4、混合罐5、LPG泵6、高压泵7、排液装置10和火炬塔11。

[0020] 本发明提供的这种低碳烃无水压裂液装置，LPG(Liquefied Petroleum Gas)为液

化石油气简称液化气,避免了常规水基压裂中的支撑剂沉降现象,缝高全支撑能够更完全的打开产层,增加了有效缝长,降低对储层的伤害且提高了最终采收率,占地面积小,操作简单,大大降低了压裂施工费用;同时通过增加排液装置10提高返排液利用率的同时降低对环境的污染;压裂施工与排液装置相连,这就允许所有清洗和排气管线直接与远距离火炬塔连接,同时满足作业需要和安全需要。

[0021] 所述排液装置10包括除砂器12、节流管汇13、管线加热器14、三相分离器15和压力容器16,井口8、除砂器12、节流管汇13、管线加热器14依次串联连接,管线加热器14的出口连接三相分离器15的进口,三相分离器15的气体出口通过管路连接火炬塔11或者三相分离器15的气体出口通过管路(气体管路17)输出,三相分离器15的液体出口通过压力容器16连接火炬塔11,三相分离器15的固体出口通过管路(固体管路18)外输。除砂器12按要求保护节流管汇13和管线加热器14;节流管汇13可在管线加热器14之前降低压力,降压冷却压裂液;管线加热器14加热能力约2mmbtu,用于循环加热保持三相分离器15的温度;压力容器16将所有液体收集至压力容器排至火炬塔,或者用于液体在装运或者处理之前的稳定容器;排液装置结构简单,性能稳定,适用性强,排液装置在压裂施工中使用,允许所有清洗和排气管线直接与远距离火炬塔连接,同时满足作业需要和安全需要。

[0022] 所述添加剂罐3内装有凝胶剂。添加剂罐3内可根据实际需要添加破胶剂。

[0023] 所述凝胶剂为正磷酸酯与硫酸铝的混合物、磷酸三乙酯中的任意一种,所述正磷酸酯与硫酸铝的质量比为6:1-1:6。此凝胶剂与压裂液混合可形成凝胶LPG压裂液,压裂时可在储层形成有效的裂缝形态且具有较好的携砂性能。

[0024] 所述LPG储液罐1内装有压裂液,压裂液为丙烷或者丙烷和丁烷的混合物,丙烷和丁烷的质量比为10:1~1:10。压裂液为丙烷或者丙烷和丁烷的混合物,压裂液为丙烷或者丙烷和丁烷的混合物即为低碳烃无水压裂液,低碳烃无水压裂液替代水进行压裂,减少施工过程中对水的依赖,减少返排液,降低对环境的污染。

[0025] 所述丙烷或者丙烷和丁烷的混合物均呈液态。在压裂过程中压裂液维持在液相,保证安全。

[0026] 所述压裂液的性能参数为:在40.0-41.0℃下,粘度为0.07-0.09 cps,比重为0.41-0.62,表面张力为7.4-7.7dynes/cm,与储层粘土和盐类不作用,与原油互溶,具有较好携砂性能,无水锁、无聚合物残留、无粘土膨胀,压裂液返排迅速、彻底;压后仅有支撑剂留在地层中。

[0027] 所述支撑剂罐4内装有支撑剂,所述支撑剂为陶粒和石英砂的混合物,陶粒和石英砂的质量比为40:1-20:1,石英砂为50/140目的石英砂,陶粒为30/50目的石英砂。该支撑剂在提高支撑强度的同时,保持高导流能力,使油气畅通,增加产量。

[0028] 实施例3:

低碳烃无水压裂液装置的压裂方法,包括如下步骤:

1) 压裂施工前:首先,控制器9用液氮罐2内的氮气对低碳烃无水压裂液装置的空气进行冲洗,并检查低碳烃无水压裂液装置直至无泄漏;然后,控制器9用LPG储液罐1内的压裂液驱替低碳烃无水压裂液装置中的氮气,多余的压裂液排往火炬塔11,即可进行压裂施工;

2) 压裂施工时:控制器9控制LPG储液罐1内的压裂液、添加剂罐3的凝胶剂、支撑剂罐4内支撑剂在混合罐5内混合形成压裂混合物,LPG泵6将压裂混合物输送至高压泵7进行加

压,加压后的压裂混合物进入井口8内进行压裂,压裂后的返排物通过排液装置10进行返排;所述压裂液、凝胶剂和支撑剂的质量比为2-40:1-20:3-30;

3) 压裂结束后:低碳烃无水压裂液装置内的压裂混合物通过氮气排至火炬塔11。

[0029] 本发明提供的这种低碳烃无水压裂液装置的压裂方法,避免了常规水基压裂中的支撑剂沉降现象,缝高全支撑能够更完全的打开产层,增加了有效缝长,降低对储层的伤害且提高了最终采收率,占地面积小,操作简单,大大降低了压裂施工费用;同时通过增加排液装置10提高返排液利用率的同时降低对环境的污染;压裂施工与排液装置相连,这就允许所有清洗和排气管线直接与远距离火炬塔连接,同时满足作业需要和安全需要。

[0030] 实施例4:

低碳烃无水压裂液装置的压裂方法,包括如下步骤:

1) 压裂施工前:首先,控制器9用液氮罐2内的氮气对低碳烃无水压裂液装置的空气进行冲洗,并检查低碳烃无水压裂液装置直至无泄漏;然后,控制器9用LPG储液罐1内的压裂液驱替低碳烃无水压裂液装置中的氮气,多余的压裂液排往火炬塔11,即可进行压裂施工;所述压裂液为液体丙烷,压裂液的性能参数为:在40.0°C下,粘度为0.07 cps,比重为0.41,表面张力为7.4dynes/cm,与储层粘土和盐类不作用,与原油互溶;

2) 压裂施工时:控制器9控制LPG储液罐1内的压裂液、添加剂罐3的凝胶剂、支撑剂罐4内支撑剂在混合罐5内混合形成压裂混合物,LPG泵6将压裂混合物输送至高压泵7进行加压,加压后的压裂混合物进入井口8内进行压裂,压裂后的返排物通过排液装置10进行返排;添加剂罐3的凝胶剂为正磷酸酯与硫酸铝的混合物,正磷酸酯与硫酸铝的质量比为6:1,支撑剂为陶粒和石英砂的混合物,陶粒和石英砂的质量比为40:1,石英砂为50目的石英砂,陶粒为30目的石英砂。所述压裂液、凝胶剂和支撑剂的质量比为2:1:3。

[0031] 3) 压裂结束后:低碳烃无水压裂液装置内的压裂混合物通过氮气排至火炬塔11。

[0032] 常规的水力压裂在实际生产中只有20%的裂缝长度对生产有贡献,而本发明的压裂产生的水力缝长即为有效缝长,缝高全支撑,采收率提高20%,无水锁,无聚合物残留,无粘土膨胀,压裂液返排迅速、彻底,压后仅有支撑剂留在地层中且无支撑剂沉降的现象。

[0033] 实施例5:

低碳烃无水压裂液装置的压裂方法,包括如下步骤:

1) 压裂施工前:首先,控制器9用液氮罐2内的氮气对低碳烃无水压裂液装置的空气进行冲洗,并检查低碳烃无水压裂液装置直至无泄漏;然后,控制器9用LPG储液罐1内的压裂液驱替低碳烃无水压裂液装置中的氮气,多余的压裂液排往火炬塔11,即可进行压裂施工;所述压裂液为丙烷和丁烷的混合液,丙烷和丁烷的质量比为10:1,压裂液的性能参数为:在41.0°C下,粘度为0.09 cps,比重为0.62,表面张力为7.7dynes/cm,与储层粘土和盐类不作用,与原油互溶;

2) 压裂施工时:控制器9控制LPG储液罐1内的压裂液、添加剂罐3的凝胶剂、支撑剂罐4内支撑剂在混合罐5内混合形成压裂混合物,LPG泵6将压裂混合物输送至高压泵7进行加压,加压后的压裂混合物进入井口8内进行压裂,压裂后的返排物通过排液装置10进行返排;添加剂罐3的凝胶剂为正磷酸酯与硫酸铝的混合物,正磷酸酯与硫酸铝的质量比为1:6,支撑剂为陶粒和石英砂的混合物,陶粒和石英砂的质量比为20:1,石英砂为140目的石英砂,陶粒为50目的石英砂。所述压裂液、凝胶剂和支撑剂的质量比为40:1:30。

[0034] 3) 压裂结束后:低碳烃无水压裂液装置内的压裂混合物通过氮气排至火炬塔11。

[0035] 常规的水力压裂在实际生产中只有25%的裂缝长度对生产有贡献,而本发明的压裂产生的水力缝长即为有效缝长,缝高全支撑,采收率提高30%,无水锁,无聚合物残留,无粘土膨胀,压裂液返排迅速、彻底,压后仅有支撑剂留在地层中且无支撑剂沉降的现象。

[0036] 实施例6:

低碳烃无水压裂液装置的压裂方法,包括如下步骤:

1) 压裂施工前:首先,控制器9用液氮罐2内的氮气对低碳烃无水压裂液装置的空气进行冲洗,并检查低碳烃无水压裂液装置直至无泄漏;然后,控制器9用LPG储液罐1内的压裂液驱替低碳烃无水压裂液装置中的氮气,多余的压裂液排往火炬塔11,即可进行压裂施工;所述压裂液为丙烷和丁烷的混合液,丙烷和丁烷的质量比为1:1,压裂液的性能参数为:在40.5℃下,粘度为0.08 cps,比重为0.52,表面张力为7.6dynes/cm,与储层粘土和盐类不作用,与原油互溶;

2) 压裂施工时:控制器9控制LPG储液罐1内的压裂液、添加剂罐3的凝胶剂、支撑剂罐4内支撑剂在混合罐5内混合形成压裂混合物,LPG泵6将压裂混合物输送至高压泵7进行加压,加压后的压裂混合物进入井口8内进行压裂,压裂后的返排物通过排液装置10进行返排;添加剂罐3的凝胶剂为正磷酸酯与硫酸铝的混合物,正磷酸酯与硫酸铝的质量比为1:1,支撑剂为陶粒和石英砂的混合物,陶粒和石英砂的质量比为30:1,石英砂为140目的石英砂,陶粒为30目的石英砂。所述压裂液、凝胶剂和支撑剂的质量比为20:2:30。

[0037] 3) 压裂结束后:低碳烃无水压裂液装置内的压裂混合物通过氮气排至火炬塔11。

[0038] 常规的水力压裂在实际生产中只有28%的裂缝长度对生产有贡献,而本发明的压裂产生的水力缝长即为有效缝长,缝高全支撑,采收率提高45%,无水锁,无聚合物残留,无粘土膨胀,压裂液返排迅速、彻底,压后仅有支撑剂留在地层中且无支撑剂沉降的现象。

[0039] 实施例7:

低碳烃无水压裂液装置的压裂方法,包括如下步骤:

1) 压裂施工前:首先,控制器9用液氮罐2内的氮气对低碳烃无水压裂液装置的空气进行冲洗,并检查低碳烃无水压裂液装置直至无泄漏;然后,控制器9用LPG储液罐1内的压裂液驱替低碳烃无水压裂液装置中的氮气,多余的压裂液排往火炬塔11,即可进行压裂施工;所述压裂液为丙烷和丁烷的混合液,丙烷和丁烷的质量比为1:10,压裂液的性能参数为:在40.6℃下,粘度为0.09 cps,比重为0.58,表面张力为7.6dynes/cm,与储层粘土和盐类不作用,与原油互溶;

2) 压裂施工时:控制器9控制LPG储液罐1内的压裂液、添加剂罐3的凝胶剂、支撑剂罐4内支撑剂在混合罐5内混合形成压裂混合物,LPG泵6将压裂混合物输送至高压泵7进行加压,加压后的压裂混合物进入井口8内进行压裂,压裂后的返排物通过排液装置10进行返排;添加剂罐3的凝胶剂为正磷酸酯与硫酸铝的混合物,正磷酸酯与硫酸铝的质量比为1:3,支撑剂为陶粒和石英砂的混合物,陶粒和石英砂的质量比为25:1,石英砂为50目的石英砂,陶粒为50目的石英砂。所述压裂液、凝胶剂和支撑剂的质量比为3:1:3。

[0040] 3) 压裂结束后:低碳烃无水压裂液装置内的压裂混合物通过氮气排至火炬塔11。

[0041] 常规的水力压裂在实际生产中只有29%的裂缝长度对生产有贡献,而本发明的压裂产生的水力缝长即为有效缝长,缝高全支撑,采收率提高40%,无水锁,无聚合物残留,无

粘土膨胀,压裂液返排迅速、彻底,压后仅有支撑剂留在地层中且无支撑剂沉降的现象。

[0042] 以上例举仅仅是对本发明的举例说明,并不构成对本发明的保护范围的限制,凡是与本发明相同或相似的设计均属于本发明的保护范围之内。本实施例没有详细叙述的部件和结构属本行业的公知部件和常用结构或常用手段,这里不一一叙述。

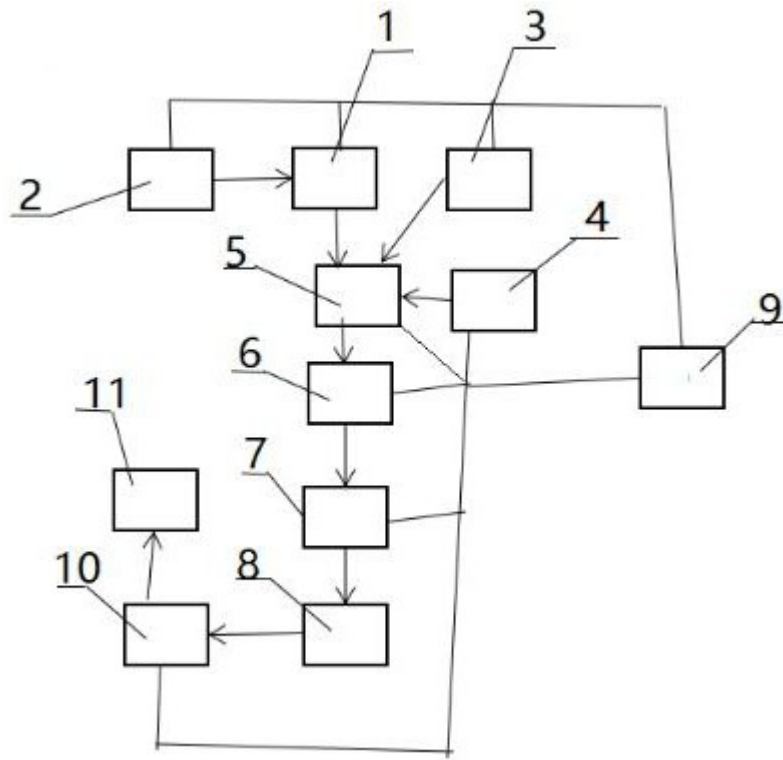


图1

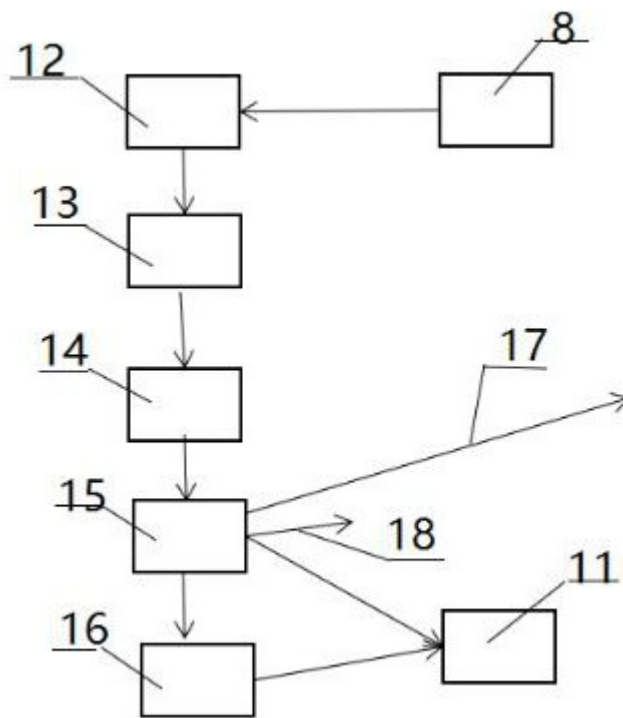


图2