



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104594870 B

(45)授权公告日 2017.07.07

(21)申请号 201410797617.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.12.22

E21B 43/267(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

E21B 33/13(2006.01)

申请公布号 CN 104594870 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2015.05.06

CN 103306660 A, 2013.09.18,

(73)专利权人 中国石油天然气股份有限公司

CN 101476452 A, 2009.07.08,

地址 100007 北京市东城区东直门北大街9
号中国石油大厦

CN 103615228 A, 2014.03.05,

(72)发明人 达引朋 慕立俊 赵振峰 李宪文
卜向前 庞鹏 李向平 李转红
吕宝强 苏良银 刘兴银 杜春龙
唐思睿 郭亮 马红星

CN 101158280 A, 2008.04.09,

US 2008/0236825 A1, 2008.10.02,

US 2006/0157243 A1, 2006.07.20,

审查员 夏凡壹

(74)专利代理机构 西安吉盛专利代理有限责任
公司 61108

权利要求书1页 说明书7页 附图1页

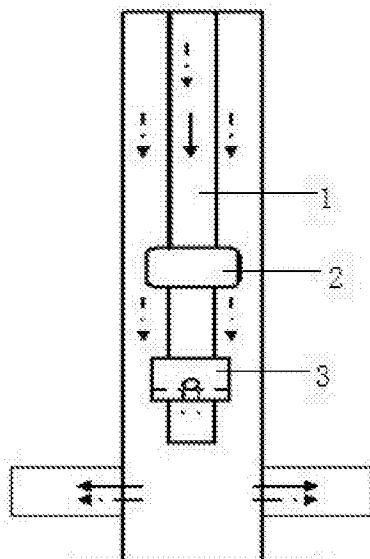
代理人 张培勋

(54)发明名称

一种压裂增产方法

(57)摘要

本发明提供了一种压裂增产方法，包括如下步骤：步骤一，将压裂管柱下入老裂缝所在的地层内，并对地层的射孔段进行水力压裂，开启老裂缝；步骤二，利用支撑剂、砂塞、暂堵剂对老裂缝进行屏蔽暂堵，形成主裂缝和支裂缝；步骤三，投球打掉压裂管柱上的滑套节流器；步骤四，利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝，基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝。本发明提供的这种压裂增产方法，具体的，是替代加密井提高老油田采收率的压裂增产方法，实现了老裂缝侧向剩余油的动用和挖潜，增加了可采储量，同时也增加了储层的改造体积，提高了老油田的储层采收率。



1. 一种压裂增产方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一,将压裂管柱(1)下入老裂缝所在的地层内,并对地层的射孔段进行水力压裂,开启老裂缝;

步骤二,利用支撑剂、砂塞、暂堵剂对老裂缝进行屏蔽暂堵,形成主裂缝和支裂缝;向老裂缝中加入由支撑剂、砂塞、暂堵剂按照质量分数比为5:2:1 组成的混合物,对老裂缝进行屏蔽暂堵,并将老裂缝压开形成主裂缝和支裂缝;

步骤三,投球打掉压裂管柱(1)上的滑套节流器(3);

步骤四,利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝,基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝;将支撑剂和滑溜水按照质量分数比为1:8 形成的混合物加入支裂缝,支撑支裂缝,同时将支撑剂、基液按照质量分数比为1:5 形成的混合物和支撑剂、基液按照质量分数比为1:3 形成的混合物分别加入主裂缝,支撑主裂缝;

所述步骤二中的支撑剂的粒径为8 目~16 目,暂堵剂为CDD-3 油溶性裂缝暂堵剂,粒径为3mm~6mm;

所述步骤四中滑溜水携带的支撑剂的粒径为40 目~70 目,基液、交联液携带的支撑剂的粒径为20 目~40 目。

2. 如权利要求1 所述的一种压裂增产方法,其特征在于,所述的滑溜水采用EM-30 型滑溜水,所述的基液采用CJ2-6 型基液,所述的交联液采用JL-13 型交联液,所述步骤三的滑套节流器(3)采用HT-J-CQ 滑套节流器。

一种压裂增产方法

技术领域

[0001] 本发明属于石油采油工程技术领域,具体涉及一种替代加密井提高老油田采收率的压裂增产方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着压裂技术的进步,国内大量的低渗透储层、致密储层得到了有效开发,但是随着油井开发时间的延长,受投产压裂人工裂缝、储层非均质性等因素影响,老人工裂缝周围的剩余油大量被采出,而其裂缝侧向的剩余油难以动用,造成油井单井产量下降,大量剩余油滞留在储层中。

[0003] 目前国内外动用储层剩余油的方法主要是通过对储层剩余油监测和数值模拟分析结果,在老井网的基础上,重新布置加密井,通过缩小单井控制储层,达到完善注采关系,提高剩余油动用程度,增加可采储量的目的。

[0004] 上述现有的实现低渗透老油田提高采收率的方法主要存在以下问题:在老井网的基础上重新布置加密井,改变了老井网形式和规格,同时由于油田进入开发中后期,油水关系复杂,存在加密井见水或出水的风险。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种压裂增产方法,避免现有的在老井网的基础上,重新布置加密井带来的加密井见水或出水的问题,利用开启老裂缝,在老裂缝周围形成新的主裂缝和支裂缝,提高储层的采收率。

[0006] 为此,本发明提供了一种压裂增产方法,包括如下步骤:

[0007] 步骤一,将压裂管柱下入老裂缝所在的地层内,并对地层的射孔段进行水力压裂,开启老裂缝;

[0008] 步骤二,利用支撑剂、砂塞、暂堵剂对老裂缝进行屏蔽暂堵,形成主裂缝和支裂缝;向老裂缝中加入由支撑剂、砂塞、暂堵剂按照质量分数比为5:2:1组成的混合物,对老裂缝进行屏蔽暂堵,并将老裂缝压开形成主裂缝和支裂缝;

[0009] 步骤三,投球打掉压裂管柱上的滑套节流器;

[0010] 步骤四,利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝,基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝;将支撑剂和滑溜水按照质量分数比为1:8形成的混合物加入支裂缝,支撑支裂缝,同时将支撑剂、基液按照质量分数比为1:5形成的混合物和支撑剂、基液按照质量分数比为1:3形成的混合物分别加入主裂缝,支撑主裂缝。

[0011] 所述步骤二中的支撑剂的粒径为8目~16目,暂堵剂为CDD-3油溶性裂缝暂堵剂,粒径为3mm~6mm。

[0012] 所述步骤四中滑溜水携带的支撑剂的粒径为40目~70目,基液、交联液携带的支撑剂的粒径为20目~40目。

[0013] 所述的滑溜水采用EM-30型滑溜水。

- [0014] 所述的基液采用CJ2-6型基液。
- [0015] 所述的交联液采用JL-13型交联液。
- [0016] 所述步骤三的滑套节流器采用HT-J-CQ滑套节流器。
- [0017] 本发明的有益效果：本发明提供的这种压裂增产方法，具体的，是替代加密井提高老油田采收率的压裂增产方法，实现了老裂缝侧向剩余油的动用和挖潜，增加了可采储量，同时也增加了储层的改造体积，提高了老油田的储层采收率。
- [0018] 以下将结合附图对本发明做进一步详细说明。

附图说明

- [0019] 图1是压裂管柱的示意图。
- [0020] 附图标记说明：1、压裂管柱；2、封隔器；3、滑套节流器。

具体实施方式

- [0021] 实施例1：
- [0022] 一种压裂增产方法，包括如下步骤：
- [0023] 步骤一，将压裂管柱1下入老裂缝所在的地层内，并对地层的射孔段进行水力压裂，开启老裂缝；
- [0024] 步骤二，利用支撑剂、砂塞、暂堵剂对老裂缝进行屏蔽暂堵，形成主裂缝和支裂缝；向老裂缝中加入由支撑剂、砂塞、暂堵剂按照质量分数比为5:2:1组成的混合物，对老裂缝进行屏蔽暂堵，并将老裂缝压开形成主裂缝和支裂缝；
- [0025] 步骤三，投球打掉压裂管柱1上的滑套节流器3；
- [0026] 步骤四，利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝，基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝；将支撑剂和滑溜水按照质量分数比为1:8形成的混合物加入支裂缝，支撑支裂缝，同时将支撑剂、基液按照质量分数比为1:5形成的混合物和支撑剂、基液按照质量分数比为1:3形成的混合物分别加入主裂缝，支撑主裂缝。
- [0027] 在实施该压裂增产方法前，需要先起出原井的生产管柱，并刺洗干净，接着使用通井规通井，即使用通井规通井至作业井的人工井底，确保所述作业井井筒干净，这样，通过通井规检查作业井的内径是否符合标准，若作业井有变形或者堵塞，则检查变形或者阻塞后的作业井能够通过的最大几何尺寸，若能够通过的最大几何尺寸不符合压裂要求，则先修井再实施压裂；然后洗井，采用与储层配伍的活性水，对原井筒进行返洗井，返出洗井液机械杂质含量小于0.2%为合格，并再次实探人工井底；工程测井、套管试压，对全井段进行工程测井，若套管无破损，则采用套管试压钻具对全井套管进行试压，试压至30MPa合格后，起出管柱，进行下步措施，若试压不成功停止施工，重新选井，直至选井成功；按照步骤一到步骤四压裂施工；关井、放喷。
- [0028] 具体的，如图1所示，步骤一中的压裂管柱1上连接有封隔器2和滑套节流器3，其中，滑套节流器3选用配有Φ22mm直咀子的滑套节流器3，封隔器2选用K344-98封隔器2，K344系列封隔器2与滑套节流器3配套使用，且K344系列封隔器2在工作过程中，无需机械运动，因此优选K344系列封隔器2作为本发明中的封隔器2，利用上述压裂管柱1实现对老裂缝所在地层的射孔段实施油套同注水力压裂；

[0029] 步骤二,向老裂缝中加入由支撑剂、砂塞、暂堵剂按照质量分数比为5:2:1组成的混合物,对老裂缝进行屏蔽暂堵,并将老裂缝压开形成主裂缝和支裂缝;即利用支撑剂、砂塞、暂堵剂对老裂缝进行屏蔽暂堵,促使老裂缝缝内静压力提高,实现压开侧向新裂缝,形成主裂缝和支裂缝,并使主裂缝和支裂缝延伸,其中,屏蔽暂堵是指由于泥浆中固相粒子不可消除,对地层正压差不可避免,对地层的损害堵塞客观存在。所以人们设想利用固相微粒对油层孔喉的堵塞机理和规律,人为地在打开油层时,在油层井壁上快速、浅层、有效地形成一个损害堵塞带,以此达到阻止泥浆对油层的继续损害,消除浸泡时间的影响,并消除水泥浆的损害的目的。以此为技术创新思路,发明了屏蔽暂堵技术。损害带的渗透率随温度和压力的增加而减小,由于损害带很薄,所以通过射孔方法把造成地层损害的两个无法消除的因素:正压差和固相粒子,转换成实现这一技术的必要条件和有利因素,从而从根本上(机理上)解决这个国内外一直未解决的技术难题。这个损害带的作用相当于阻止进一步损害的“屏蔽带”,故将此技术称为改性钻井液的屏蔽式暂堵技术;

[0030] 步骤三中的投球打掉压裂管柱1上的滑套节流器3,需要说明的是,准确的打掉滑套节流器3的方式是对老裂缝进行压裂后,压裂排量由 $1.6\text{m}^3/\text{min}$ ~ $2.4\text{m}^3/\text{min}$ 降至 $0.5\text{m}^3/\text{min}$,打开压裂管柱1上的高压管线旋塞阀投球,该高压管线旋塞阀投球为Φ38mm的实心钢球,即打掉滑套节流器3,落入井底,进而提高排量,实现油套同注,当排量大于 $6\text{m}^3/\text{min}$ 时,可进行步骤四;

[0031] 步骤四,将支撑剂和滑溜水按照质量分数比为1:8形成的混合物加入支裂缝,支撑支裂缝,同时将支撑剂、基液按照质量分数比为1:5形成的混合物和支撑剂、基液按照质量分数比为1:3形成的混合物分别加入主裂缝,支撑主裂缝。即利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝,基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝,在实施步骤四前,需根据储层天然裂缝开启压力计算,若压力计算结果为 1.8MPa ~ 3.0MPa ,且同时达到了老裂缝缝内所需净压力要求的排量,即排量大于 $6\text{m}^3/\text{min}$ 时,利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝,基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝,从而使在储层中形成的复杂裂缝系统(主裂缝和支裂缝)能够实现有效支撑。同时采用井下微地震监测手段,实时监测裂缝扩展规律和形态,使裂缝带宽、带长扩展至设计要求后停泵。

[0032] 本发明提供的这种压裂增产方法,具体的,是替代加密井提高老油田采收率的压裂增产方法,实现了老裂缝侧向剩余油的动用和挖潜,增加了可采储量,同时也增加了储层的改造体积,提高了老油田的储层采收率。

[0033] 实施例2:

[0034] 在实施例1的基础上,具体的,步骤二中的支撑剂的粒径为8目~16目,暂堵剂为CDD-3油溶性裂缝暂堵剂,粒径为3mm~6mm,且CDD-3油溶性裂缝暂堵剂的密度为 $1.30 \pm 0.20\text{g/cm}^3$,软化温度: $\geq 30^\circ\text{C}$,溶解时间(40°C): $<90\text{min}$ 。

[0035] 在实施该压裂增产方法前,需要先起出原井的生产管柱,并刺洗干净,接着使用通井规通井,即使用通井规通井至作业井的人工井底,确保所述作业井井筒干净,这样,通过通井规检查作业井的内径是否符合标准,若作业井有变形或者堵塞,则检查变形或者阻塞后的作业井能够通过的最大几何尺寸,若能够通过的最大几何尺寸不符合压裂要求,则先修井再实施压裂;然后洗井,采用与储层配伍的活性水,对原井筒进行返洗井,返出洗井液机械杂质含量小于0.2%为合格,并再次实探人工井底;工程测井、套管试压,对全井段进行

工程测井,若套管无破损,则采用套管试压钻具对全井套管进行试压,试压至30MPa合格后,起出管柱,进行下步措施,若试压不成功停止施工,重新选井,直至选井成功;按照步骤一到步骤四压裂施工;关井、放喷。

[0036] 具体的,步骤一中的压裂管柱1上连接有封隔器2和滑套节流器3,其中,滑套节流器3选用配有 $\phi 22\text{mm}$ 直咀子的滑套节流器3,封隔器2选用K344-98封隔器2,K344系列封隔器2与滑套节流器3配套使用,且K344系列封隔器2在工作过程中,无需机械运动,因此优选K344系列封隔器2作为本发明中的封隔器2,利用上述压裂管柱1实现对老裂缝所在地层的射孔段实施油套同注水力压裂;

[0037] 步骤二,向老裂缝中加入由支撑剂、砂塞、暂堵剂按照质量分数比为5:2:1组成的混合物,对老裂缝进行屏蔽暂堵,并将老裂缝压开形成主裂缝和支裂缝;即利用支撑剂、砂塞、暂堵剂对老裂缝进行屏蔽暂堵,促使老裂缝缝内静压力提高,实现压开侧向新裂缝,形成主裂缝和支裂缝,并使主裂缝和支裂缝延伸,其中,支撑剂的粒径为8目~16目,暂堵剂为CDD-3油溶性裂缝暂堵剂,粒径为3mm~6mm,且CDD-3油溶性裂缝暂堵剂的密度为1.30±0.20g/cm³,软化温度: $\geq 30^{\circ}\text{C}$,溶解时间(40℃):<90min;

[0038] 步骤三中的投球打掉压裂管柱1上的滑套节流器3,需要说明的是,准确的打掉滑套节流器3的方式是对老裂缝进行压裂后,压裂排量由1.6m³/min~2.4m³/min降至0.5m³/min,打开压裂管柱1上的高压管线旋塞阀投球,该高压管线旋塞阀投球为 $\phi 38\text{mm}$ 的实心钢球,即打掉滑套节流器3,落入井底,进而提高排量,实现油套同注,当排量大于6m³/min时,可进行步骤四;

[0039] 步骤四,将支撑剂和滑溜水按照质量分数比为1:8形成的混合物加入支裂缝,支撑支裂缝,同时将支撑剂、基液按照质量分数比为1:5形成的混合物和支撑剂、基液按照质量分数比为1:3形成的混合物分别加入主裂缝,支撑主裂缝。即利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝,基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝,在实施步骤四前,需根据储层天然裂缝开启压力计算,若压力计算结果为1.8MPa~3.0MPa,且同时达到了老裂缝缝内所需净压力要求的排量,即排量大于6m³/min时,利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝,基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝,从而使在储层中形成的复杂裂缝系统(主裂缝和支裂缝)能够实现有效支撑。同时采用井下微地震监测手段,实时监测裂缝扩展规律和形态,使裂缝带宽、带长扩展至设计要求后停泵。

[0040] 本发明提供的这种压裂增产方法,具体的,是替代加密井提高老油田采收率的压裂增产方法,实现了老裂缝侧向剩余油的动用和挖潜,增加了可采储量,同时也增加了储层的改造体积,提高了老油田的储层采收率。

[0041] 实施例3:

[0042] 在实施例2的基础上,需要说明的是,步骤四中滑溜水携带的支撑剂的粒径为40目~70目,基液、交联液携带的支撑剂的粒径为20目~40目。

[0043] 在实施该压裂增产方法前,需要先起出原井的生产管柱,并刺洗干净,接着使用通井规通井,即使用通井规通井至作业井的人工井底,确保所述作业井井筒干净,这样,通过通井规检查作业井的内径是否符合标准,若作业井有变形或者堵塞,则检查变形或者阻塞后的作业井能够通过的最大几何尺寸,若能够通过的最大几何尺寸不符合压裂要求,则先修井再实施压裂;然后洗井,采用与储层配伍的活性水,对原井筒进行返洗井,返出洗井液

机械杂质含量小于0.2%为合格，并再次实探人工井底；工程测井、套管试压，对全井段进行工程测井，若套管无破损，则采用套管试压钻具对全井套管进行试压，试压至30MPa合格后，起出管柱，进行下步措施，若试压不成功停止施工，重新选井，直至选井成功；按照步骤一到步骤四压裂施工；关井、放喷。

[0044] 具体的，步骤一中的压裂管柱1上连接有封隔器2和滑套节流器3，其中，滑套节流器3选用配有 $\phi 22\text{mm}$ 直咀子的滑套节流器3，封隔器2选用K344-98封隔器2，K344系列封隔器2与滑套节流器3配套使用，且K344系列封隔器2在工作过程中，无需机械运动，因此优选K344系列封隔器2作为本发明中的封隔器2，利用上述压裂管柱1实现对老裂缝所在地层的射孔段实施油套同注水力压裂；

[0045] 步骤二，向老裂缝中加入由支撑剂、砂塞、暂堵剂按照质量分数比为5:2:1组成的混合物，对老裂缝进行屏蔽暂堵，并将老裂缝压开形成主裂缝和支裂缝；即利用支撑剂、砂塞、暂堵剂对老裂缝进行屏蔽暂堵，促使老裂缝缝内静压力提高，实现压开侧向新裂缝，形成主裂缝和支裂缝，并使主裂缝和支裂缝延伸，其中，支撑剂的粒径为8目~16目，暂堵剂为CDD-3油溶性裂缝暂堵剂，粒径为3mm~6mm，且CDD-3油溶性裂缝暂堵剂的密度为 $1.30 \pm 0.20\text{g/cm}^3$ ，软化温度： $\geq 30^\circ\text{C}$ ，溶解时间(40°C)： $<90\text{min}$ ；

[0046] 步骤三中的投球打掉压裂管柱1上的滑套节流器3，需要说明的是，准确的打掉滑套节流器3的方式是对老裂缝进行压裂后，压裂排量由 $1.6\text{m}^3/\text{min} \sim 2.4\text{m}^3/\text{min}$ 降至 $0.5\text{m}^3/\text{min}$ ，打开压裂管柱1上的高压管线旋塞阀投球，该高压管线旋塞阀投球为 $\phi 38\text{mm}$ 的实心钢球，即打掉滑套节流器3，落入井底，进而提高排量，实现油套同注，当排量大于 $6\text{m}^3/\text{min}$ 时，可进行步骤四；

[0047] 步骤四，将支撑剂和滑溜水按照质量分数比为1:8形成的混合物加入支裂缝，支撑支裂缝，同时将支撑剂、基液按照质量分数比为1:5形成的混合物和支撑剂、基液按照质量分数比为1:3形成的混合物分别加入主裂缝，支撑主裂缝。即利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝，基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝，其中，滑溜水携带的支撑剂的粒径为40目~70目，基液、交联液携带的支撑剂的粒径为20目~40目，在实施步骤四前，需根据储层天然裂缝开启压力计算，若压力计算结果为 $1.8\text{MPa} \sim 3.0\text{MPa}$ ，且同时达到了老裂缝缝内所需净压力要求的排量，即排量大于 $6\text{m}^3/\text{min}$ 时，利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝，基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝，从而使在储层中形成的复杂裂缝系统(主裂缝和支裂缝)能够实现有效支撑。同时采用井下微地震监测手段，实时监测裂缝扩展规律和形态，使裂缝带宽、带长扩展至设计要求后停泵。

[0048] 本发明提供的这种压裂增产方法，具体的，是替代加密井提高老油田采收率的压裂增产方法，实现了老裂缝侧向剩余油的动用和挖潜，增加了可采储量，同时也增加了储层的改造体积，提高了老油田的储层采收率。

[0049] 实施例4：

[0050] 在实施例3的基础上，进一步的，所述的滑溜水采用EM-30型滑溜水，所述的基液采用CJ2-6型基液，所述的交联液采用JL-13型交联液，所述步骤三的滑套节流器3采用HT-J-CQ滑套节流器3。

[0051] 在实施该压裂增产方法前，需要先起出原井的生产管柱，并刺洗干净，接着使用通井规通井，即使用通井规通井至作业井的人工井底，确保所述作业井井筒干净，这样，通过

通井规检查作业井的内径是否符合标准,若作业井有变形或者堵塞,则检查变形或者阻塞后的作业井能够通过的最大几何尺寸,若能够通过的最大几何尺寸不符合压裂要求,则先修井再实施压裂;然后洗井,采用与储层配伍的活性水,对原井筒进行返洗井,返出洗井液机械杂质含量小于0.2%为合格,并再次实探人工井底;工程测井、套管试压,对全井段进行工程测井,若套管无破损,则采用套管试压钻具对全井套管进行试压,试压至30MPa合格后,起出管柱,进行下步措施,若试压不成功停止施工,重新选井,直至选井成功;按照步骤一到步骤四压裂施工;关井、放喷。

[0052] 具体的,步骤一中的压裂管柱1上连接有封隔器2和滑套节流器3,其中,滑套节流器3选用配有 $\phi 22\text{mm}$ 直咀子的滑套节流器3,封隔器2选用K344-98封隔器2,K344系列封隔器2与滑套节流器3配套使用,且K344系列封隔器2在工作过程中,无需机械运动,因此优选K344系列封隔器2作为本发明中的封隔器2,利用上述压裂管柱1实现对老裂缝所在地层的射孔段实施油套同注水力压裂;

[0053] 步骤二,向老裂缝中加入由支撑剂、砂塞、暂堵剂按照质量分数比为5:2:1组成的混合物,对老裂缝进行屏蔽暂堵,并将老裂缝压开形成主裂缝和支裂缝;即利用支撑剂、砂塞、暂堵剂对老裂缝进行屏蔽暂堵,促使老裂缝缝内静压力提高,实现压开侧向新裂缝,形成主裂缝和支裂缝,并使主裂缝和支裂缝延伸,其中,支撑剂的粒径为8目~16目,暂堵剂为CDD-3油溶性裂缝暂堵剂,粒径为3mm~6mm,且CDD-3油溶性裂缝暂堵剂的密度为 $1.30 \pm 0.20\text{g/cm}^3$,软化温度: $\geq 30^\circ\text{C}$,溶解时间(40°C):<90min;

[0054] 步骤三中的投球打掉压裂管柱1上的滑套节流器3,需要说明的是,滑套节流器3采用HT-J-CQ滑套节流器3,准确的打掉滑套节流器3的方式是对老裂缝进行压裂后,压裂排量由 $1.6\text{m}^3/\text{min} \sim 2.4\text{m}^3/\text{min}$ 降至 $0.5\text{m}^3/\text{min}$,打开压裂管柱1上的高压管线旋塞阀投球,该高压管线旋塞阀投球为 $\phi 38\text{mm}$ 的实心钢球,即打掉滑套节流器3,落入井底,进而提高排量,实现油套同注,当排量大于 $6\text{m}^3/\text{min}$ 时,可进行步骤四;

[0055] 步骤四,将支撑剂和滑溜水按照质量分数比为1:8形成的混合物加入支裂缝,支撑支裂缝,同时将支撑剂、基液按照质量分数比为1:5形成的混合物和支撑剂、基液按照质量分数比为1:3形成的混合物分别加入主裂缝,支撑主裂缝。即利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝,基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝,其中,滑溜水携带的支撑剂的粒径为40目~70目,基液、交联液携带的支撑剂的粒径为20目~40目,滑溜水采用EM-30型滑溜水,基液采用CJ2-6型基液,交联液采用JL-13型交联液,在实施步骤四前,需根据储层天然裂缝开启压力计算,若压力计算结果为 $1.8\text{MPa} \sim 3.0\text{MPa}$,且同时达到了老裂缝缝内所需净压力要求的排量,即排量大于 $6\text{m}^3/\text{min}$ 时,利用滑溜水携带支撑剂支撑支裂缝,基液、交联液分别携带支撑剂支撑主裂缝,从而使在储层中形成的复杂裂缝系统(主裂缝和支裂缝)能够实现有效支撑。同时采用井下微地震监测手段,实时监测裂缝扩展规律和形态,使裂缝带宽、带长扩展至设计要求后停泵。

[0056] 本发明提供的这种压裂增产方法,在老油田开展33口井现场试验,井下微地震监测表明储层改造体积较常规压裂增加148%,措施井压后含水稳定或低于措施前的井占69%,日增油量为常规压裂的2.29倍。它替代加密井提高老油田采收率的压裂增产方法,实现了老裂缝侧向剩余油的动用和挖潜,增加了可采储量,同时也增加了储层的改造体积,提高了老油田的储层采收率。

[0057] 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。

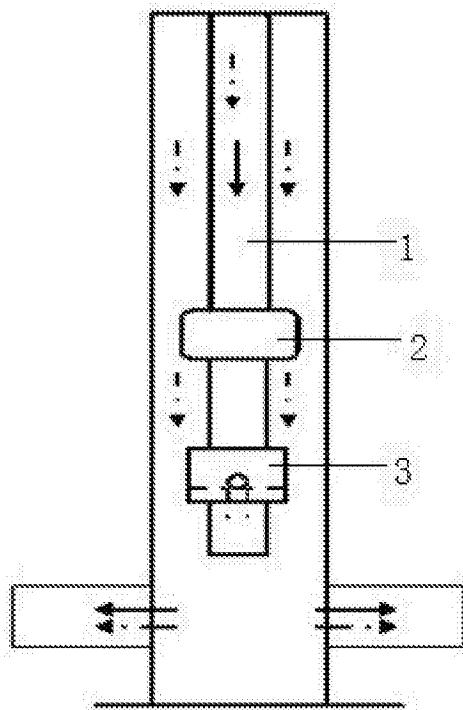


图1