



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103266875 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201310063446. 4

(22) 申请日 2013. 02. 28

(73) 专利权人 中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆井下技术作业公司

地址 710018 陕西省西安市未央区长庆兴隆园小区长庆大厦 1207 室

(72) 发明人 曹欣 孙虎 王祖文 陆红军
邓小强 张冕 韩文哲 陈万林
宁治军 张文 张永红 刘永峰

(74) 专利代理机构 成都天嘉专利事务所(普通合伙) 51211

代理人 冉鹏程

(56) 对比文件

CN 202500541 U, 2012. 10. 24,
CN 2420421 Y, 2001. 02. 21,
CN 201786344 U, 2011. 04. 06,
CN 102536185 A, 2012. 07. 04,
CN 202181857 U, 2012. 04. 04,
CN 202381064 U, 2012. 08. 15,
US 2012312536 A1, 2012. 12. 13,
张波等. 水平井多级水力喷射压裂封隔工具. 《石油机械》. 2012, 第 40 卷(第 12 期),
张波等. 水平井多级水力喷射压裂封隔工具. 《石油机械》. 2012, 第 40 卷(第 12 期),

审查员 刘彦伟

(51) Int. Cl.

E21B 43/267(2006. 01)

E21B 21/00(2006. 01)

E21B 43/114(2006. 01)

E21B 17/10(2006. 01)

E21B 33/128(2006. 01)

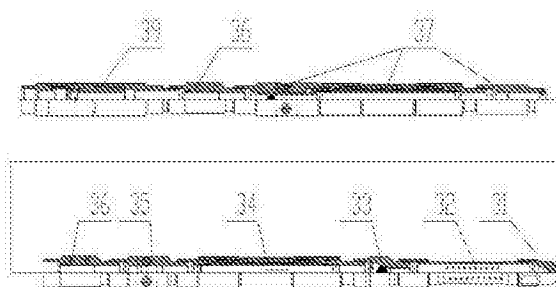
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,包括 S1:多级水力喷射分段压裂管柱在下井前先进行通井、洗井;S2:组配多级水力喷射分段压裂管柱;S3:下钻,调整钻具至施工位置;S4:安装井口和地面管线,并试压;本压裂工作方法简单,可以根据需要酸化压裂的地层数连接多级喷射封隔工具,对不同地层进行压裂施工,因此,目前能够实现一趟钻通过拖动管柱的方式实现 6 段或超过 6 段的水力喷射及压裂联作施工,多级喷射封隔工具的串接能大大加快施工速度,节约施工时间。



1. 一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在于步骤如下:

S1:多级水力喷射分段压裂管柱在下井前先进进行通井、洗井;

S2:组配多级水力喷射分段压裂管柱;

S3:下钻,调整钻具至施工位置;

S4:安装井口和地面管线,并试压;

S5:按照压裂施工设计的泵注程序施工第一段,完成施工后油管放喷,喷势减弱后以600L/min反循环助排;

S6:调整钻具位置,使喷射器对着设计的第二段喷点,然后按照泵注程序施工第二段,完成施工后按S5步骤放喷后调整钻具,重复该步骤,直至判断工具失效;

S7:从井口投入钢球,油管内憋压8~12 MPa,剪断喷枪本体与滑套之间固定的剪钉,滑套下行至滑套坐落接头,堵塞下部通道,同时打开水力喷射封隔工具上喷枪的出液孔以及封隔器的进水孔,胶筒由于喷枪的节流作用扩张胶筒坐封,封隔下部的油套环空;水力喷射封隔工具孔眼处形成射流,切割套管壁及地层成孔,然后进行压裂施工;

S8:放喷反冲完成后,调整钻具至下层施工位置,从井口投入钢球进行下层施工,直至工具失效,起钻更换钻具;

S9:重复上述S2-S8步骤直至完成所有施工层段;

在打开多级水力喷射分段压裂管柱,实施S5、S6、S7和S8步骤中的喷枪喷砂射孔时,发生油压异常偏高,应先查看对比层段物性及喷砂射孔时油压,

(1)若层段间物性相近,且各层段的喷射压力均异常偏高,且套放出液正常,则断定为地层原因,而非工具原因,此时的处理方法:在不超压的情况下继续施工;

(2)若层段间物性相近,但层段间喷射油压大,差异性异常偏高,则判定喷嘴被异物堵塞或砂堵,此时的处理方法:应查看并及时调节液体胶联比,确保胶联良好,及时反洗井解堵。

2. 根据权利要求1所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在于:在打开喷枪喷砂射孔时发生油压异常偏低,先与上一层段喷射压力对比,若喷射压力明显降低,判定为喷嘴冲蚀严重,此时的处理方法:

(1)按照操作说明,开启工具串的下一个“喷射单元”或者起钻检查更换工具;

(2)多级水力喷射分段压裂管柱出现破损点,起钻查看。

3. 根据权利要求1所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在于:所述S2步骤中,组配多级水力喷射分段压裂管柱的方式为:多级喷射工具的每一级喷射工具均包括一个水力喷射封隔工具和与水力喷射封隔工具连接的液压扶正器,每一级喷射工具首尾相连,第一级喷射工具中的水力喷射封隔工具与扶正单流阀连接,扶正单流阀依次连接眼管和导向丝堵,多级喷射工具的最后一级喷射工具连接安全接头,在安全接头上连接油管,直到井口。

4. 根据权利要求3所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在于:所述的水力喷射封隔工具包括喷枪、封隔器和滑套坐落接头,封隔器的一端连接喷枪,封隔器的另一端连接滑套坐落接头,在喷枪内设置有滑套,所述滑套的内径是变径的,从喷枪往滑套坐落接头方向,所述滑套的内壁是由内径依次变小的三段结构构成,滑套内设置有球座。

5. 根据权利要求 4 所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在 于:所述的喷枪外壁贯穿设置有剪钉,滑套的外壁设置有与所述剪钉配合的剪钉槽,滑套经 剪钉与所述喷枪固定。

6. 根据权利要求 4 所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在 于:所述喷枪包括喷枪本体、喷嘴套和喷嘴,喷枪本体两端分别为上接头和下接头,喷枪本 体上设置有喷射水眼,喷嘴套设置在喷射水眼中,喷嘴设置在喷嘴套中,喷嘴外表面和喷嘴 套前端面均设置有保护层,且所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上设置有保护层;滑套设 置在喷枪的内腔中,且滑套与喷枪内腔是过渡配合连接;所述滑套坐落接头包括滑套坐落 接头上端、滑套坐落接头下端和滑套坐落接头挡板;所述封隔器包括胶筒和设置于胶筒中 的中心管,胶筒上端与上胶筒座连接,胶筒下端与下胶筒座连接,喷枪本体上端连接油管, 喷枪本体下端分别于所述中心管上端和上胶筒座连接,下胶筒座和中心管下端与封隔器下 接头上端连接,封隔器下接头下端与滑套坐落接头上端连接,滑套坐落接头下端与滑套坐 落接头挡板连接。

7. 根据权利要求 6 所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在 于:在滑套和喷枪本体之间的喷枪本体内壁上依次设置有内凹的第一液流通道和第二液流 通道,第一液流通道与喷嘴是相通的。

8. 根据权利要求 7 所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在 于:所述第二液流通道与第三液流通道相通,第三液流通道沿喷枪本体的轴向设置在喷枪 本体下端,第三液流通道与胶筒上端相通。

9. 根据权利要求 3 所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在 于:所述液压扶正器包括扶正器本体、扶正棱和扶正块,扶正棱上开有安装槽,扶正块从扶 正器本体内向外嵌入设置在安装槽中,所述扶正器本体内壁上套设有弹性防砂管,且弹性 防砂管的外壁封闭安装槽与扶正器本体内腔的连通处。

10. 根据权利要求 9 所述的一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征 在于:所述弹性防砂管的长度大于安装槽与扶正器本体内腔连通处的直径,且弹性防砂管 的外壁与扶正器本体内壁螺纹连接。

一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,用于石油天然气钻井过程的完井增产措施,涉及酸化压裂施工工具设计制造技术领域。

背景技术

[0002] 水力喷射分段改造技术是 90 年代末发展起来的、国外应用比较广泛的技术,是水力喷射和压裂技术相结合的产物,是集射孔、压裂增产措施工艺和一趟管柱实现水平井多段施工的技术,该技术可在裸眼、水泥固结套管、未固结筛管等多种完井方式下进行压裂,和封隔器、桥塞、填砂、胶塞工艺方式相比,施工效率能得到大幅度提高。水力喷射分段压裂技术原理是把压能转变为动能,油管流体加压后经喷嘴喷射而出的喷射速度大于 126 m/s 的高速射流,在地层中射流成缝,水力喷砂射孔后,接着提高排量,在已射开孔上下部的井眼中产生负压值形成隔离,高速流体在地层岩石中形成孔洞,直接作用于孔洞底部,产生高于地层破裂压力的压势,在地层中造出一条裂缝,然后加砂压裂。

[0003] 为了实施一趟管柱实现水平井多段施工的技术,就需要采用一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法。根据技术文献检索情况,与本技术相关的情况如下:

[0004] 1. 采用投球滑套技术的不动管柱水力喷射分段压裂工艺、投球封堵、投球打开喷枪滑套的复合管柱水力喷射分段压裂方法国内文献已有报道。

[0005] 2. 采用滑套结构的不动管柱水力喷射分段多层压裂工具、采用滑套 + 反洗通道等的封隔器优化结构 + 逐级解封的一次多层压裂 QHY341 封隔器研制及应用国内文献已有报道,但未提及可选择性坐封、有滑套结构和液流通道控制的封隔器的技术内容。

[0006] 3. 在泵筒下部设置反洗滑套的防“砂堵”的快速返排压裂液一次管柱、压裂管柱不易砂卡 + 喷砂体内滑套 + 可逐级压封 + 逐级压裂并多级使用 + 通道的不动管柱一次压裂多层的导压喷砂封隔器国内文献已有报道。

[0007] 4. 喷枪和喷嘴表面进行防锈处理的水力喷射分层压裂工具、喷嘴安装外表面和密封定位套前端面和喷嘴安装外表面喷涂厚度 1mm 硬质合金粉末耐磨涂层的水力喷砂射孔器防反溅冲蚀结构国内文献已有报道。

[0008] 公开号为 CN202500541U,公开日为 2012 年 10 月 24 日的中国专利文献公开了一种气井直井多级分层压裂工艺管柱,是为实现气井直井多级数分层压裂改造与合层开采一体化而设计的,即管柱以油管连接安全接头、多级节流喷砂器、封隔器和滑套座;其中节流喷砂器、封隔器与滑套座彼此紧连;水力锚连接于节流喷砂器下方;各级节流喷砂器与上级滑套座之间根据层间距连接不同长度的油管。该工艺管柱通过不断重复“投球 - 打滑套”,实现多级的分层压裂改造,最后合层求产。多级分层压裂改造与合层开采一体化,可减少常规分压作业工序,缩短施工周期,降低开发作业成本,减少对储层的伤害,提高储层纵向动用程度。

[0009] 以上述专利文献为代表的现有技术的缺陷是:

[0010] 1. 常规不动管柱多级水力喷射工艺管柱主要通过投球开启滑套的方式逐级开启

水力喷枪进行射孔压裂联作,在多段进行水力喷射及压裂施工中,由于管柱过长,还要防止砂卡,所以喷枪之间不宜增加封隔器,只能利用水力射流自身分隔作用来产生层间封隔,因此,多层之间施工中可能会发生层间干扰,目前该型管柱可不动管柱水力喷射压裂 12 段以上,但是需要同级数的喷枪工具,工具管串比较长,在油井上使用,施工成本相对较高,且对层间干扰控制力度不大。

[0011] 2. 水力喷射与压裂联作工艺已经成为长庆区块油井水平井地层改造的主要手段,它是集射孔、压裂增产措施工艺,一趟管柱实现水平井多段施工,可在裸眼、水泥固结套管、未固结筛管等多种完井方式下进行压裂,和其它工艺方式(封隔器、桥塞、填砂、胶塞)相比,施工效率得到大幅度提高。但是受限于喷嘴材料和封隔器性能,若要施工 3 段以上,需要更换管柱,增加作业成本及作业周期,经济效益和社会效益都有不利的一面。

[0012] 3. 采用单级喷枪带封隔器进行水力喷射压裂联作,受喷嘴材料性能限制,单体喷枪连续使用 2 小时以上有可能会因为磨损过大导致喷枪失效,封隔器也可能会因为反复坐封导致密封失效,目前只能施工 3 段,如若设计施工 6 段以上,则需要起钻更换钻具,增加了施工作业周期及作业成本。

发明内容

[0013] 为解决上述现有技术存在的技术问题,本发明提出了一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,本压裂工作方法简单,可以根据需要酸化压裂的地层数连接多级喷射封隔工具,对不同地层进行压裂施工,因此,目前能够实现一趟钻通过拖动管柱的方式实现 6 段或超过 6 段的水力喷射及压裂联作施工,多级喷射封隔工具的串接能大大加快施工进度,节约施工时间。

[0014] 本发明是通过采用下述技术方案实现的:

[0015] 一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,其特征在于步骤如下:

[0016] S1:多级水力喷射分段压裂管柱在下井前先进行通井、洗井;

[0017] S2:组配多级水力喷射分段压裂管柱;

[0018] S3:下钻,调整钻具至施工位置;

[0019] S4:安装井口和地面管线,并试压;

[0020] S5:按照压裂施工设计的泵注程序施工第一段,完成施工后油管放喷,喷势减弱后以 600L/min 反循环助排;

[0021] S6:调整钻具位置,使喷射器对着设计的第二段喷点,然后按照泵注程序施工第二段,完成施工后按 S5 步骤放喷后调整钻具,重复该步骤,直至判断工具失效;

[0022] S7:从井口投入钢球,油管内憋压 8~12 MPa,剪断喷枪本体与滑套之间固定的剪钉,滑套下行至滑套坐落接头,堵塞下部通道,同时打开水力喷射封隔工具上喷枪的出液孔以及封隔器的进水孔,胶筒由于喷枪的节流作用扩张胶筒坐封,封隔下部的油套环空;水力喷射封隔工具孔眼处形成射流,切割套管壁及地层成孔,然后进行压裂施工;

[0023] S8:放喷反冲完成后,调整钻具至下层施工位置,从井口投入钢球(防止放喷过程中钢球随返排液一起排出,影响施工)进行下层施工,直至工具失效,起钻更换钻具;

[0024] S9:重复上述 S2-S8 步骤,直至完成所有施工层段;

[0025] 在打开多级水力喷射分段压裂管柱,实施 S5、S6、S7 和 S8 步骤中的喷枪喷砂射孔

时,发生油压异常偏高,应先查看对比层段物性及喷砂射孔时油压,

[0026] (1) 若层段间物性相近,且各层段的喷射压力均异常偏高,且套放出液正常,则断定为地层原因,而非工具原因,此时的处理方法:在不超压的情况下继续施工;

[0027] (2) 若层段间物性相近,但层段间喷射油压大,差异性异常偏高,则判定喷嘴被异物堵塞或砂堵,此时的处理方法:应查看并及时调节液体胶联比,确保胶联良好,及时反洗并解堵。

[0028] 在打开喷枪喷砂射孔时发生油压异常偏低,先与上一层段喷射压力对比,若喷射压力明显降低,判定为喷嘴冲蚀严重,此时的处理方法:

[0029] (1) 按照操作说明,开启工具串的下一个“喷射单元”或者起钻检查更换工具;

[0030] (2) 多级水力喷射分段压裂管柱出现破损点,起钻查看。

[0031] 所述 S2 步骤中,组配多级水力喷射分段压裂管柱的方式为:多级喷射工具的每一级喷射工具均包括一个水力喷射封隔工具和与水力喷射封隔工具连接的液压扶正器,每一级喷射工具首尾相连,第一级喷射工具中的水力喷射封隔工具与扶正单流阀连接,扶正单流阀依次连接眼管和导向丝堵,多级喷射工具的最后一级喷射工具连接安全接头,在安全接头上连接油管,直到井口。

[0032] 所述的水力喷射封隔工具包括喷枪、封隔器和滑套坐落接头,封隔器的一端连接喷枪,封隔器的另一端连接滑套坐落接头,在喷枪内设置有滑套,所述滑套的内径是变径的,从喷枪往滑套坐落接头方向,所述滑套的内壁是由内径依次变小的三段结构构成,滑套内设置有球座。

[0033] 所述的喷枪外壁贯穿设置有剪钉,滑套的外壁设置有与所述剪钉配合的剪钉槽,滑套经剪钉与所述喷枪固定。

[0034] 所述喷枪包括喷枪本体、喷嘴套和喷嘴,喷枪本体两端分别为上接头和下接头,喷枪本体上设置有喷射水眼,喷嘴套设置在喷射水眼中,喷嘴设置在喷嘴套中,喷嘴外表面和喷嘴套前端面均设置有保护层,且所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上设置有保护层;滑套设置在喷枪的内腔中,且滑套与喷枪内腔是过渡配合连接;所述滑套坐落接头包括滑套坐落接头上端、滑套坐落接头下端和滑套坐落接头挡板;所述封隔器包括胶筒和设置于胶筒中的中心管,胶筒上端与上胶筒座连接,胶筒下端与下胶筒座连接,喷枪本体上端连接油管,喷枪本体下端分别于所述中心管上端和上胶筒座连接,下胶筒座和中心管下端与封隔器下接头上端连接,封隔器下接头下端与滑套坐落接头上端连接,滑套坐落接头下端与滑套坐落接头挡板连接。

[0035] 在滑套和喷枪本体之间的喷枪本体内壁上依次设置有内凹的第一液流通道和第二液流通道,第一液流通道与喷嘴是相通的。

[0036] 所述第二液流通道与第三液流通道相通,第三液流通道沿喷枪本体的轴向设置在喷枪本体下端,第三液流通道与胶筒上端相通。

[0037] 所述液压扶正器包括扶正器本体、扶正棱和扶正块,扶正棱上开有安装槽,扶正块从扶正器本体内向外嵌入设置在安装槽中,所述扶正器本体内壁上套设有弹性防砂管,且弹性防砂管的外壁封闭安装槽与扶正器本体内腔的连通处。

[0038] 所述弹性防砂管的长度大于安装槽与扶正器本体内腔连通处的直径,且弹性防砂管的外壁与扶正器本体内壁螺纹连接。

[0039] 所述的安全接头包括上接头、下接头、安全接头本体、锁紧瓦片、锁紧滑套和空心剪钉,所述的上接头、安全接头本体和下接头依次连接,锁紧滑套设置在安全接头本体之中,且锁紧滑套经空心剪钉固定在安全接头本体上,所述锁紧瓦片是设置在安全接头本体内壁的台阶形结构,锁紧瓦片与锁紧滑套配合。

[0040] 所述的多级喷射工具包括两级,第一级喷射工具连接第二级喷射工具,第二级喷射工具连接安全接头。

[0041] 所述的多级喷射工具包括三级,第一级喷射工具连接第二喷射工具,第二级喷射工具连接第三级喷射工具,第三级喷射工具连接安全接头。

[0042] 所述喷嘴外表面和喷嘴套前端面均喷焊有保护层,且所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上喷焊有保护层。

[0043] 所述喷嘴套前端面的保护层延伸至喷射水眼四周的喷枪本体外壁上,在喷射水眼四周的喷枪本体外壁上形成保护层。

[0044] 所述喷枪本体 2 外壁上喷焊的保护层覆盖整个喷枪本体 2 外壁。

[0045] 所述保护层为预制件,分别焊接在喷嘴外表面、喷嘴套前端面和喷射水眼四周的喷枪本体外壁上。

[0046] 所述喷枪本体外壁上的预制件焊接后覆盖整个喷枪本体外壁。

[0047] 所述喷嘴设置有 3-9 个,直径为 3.5 mm -6.5mm。

[0048] 所述喷嘴与喷嘴套焊接成一体,喷嘴套与喷枪本体通过螺纹连接。

[0049] 所述喷嘴为硬度达到 HRA90 的钨钴硬质合金喷嘴。

[0050] 所述喷嘴为镍基合金喷嘴或碳化钨喷嘴。

[0051] 所述保护层可以为碳化钨保护层或硬质合金保护层。

[0052] 所述扶正块与弹性防砂管外壁紧密配合。

[0053] 所述扶正棱的外径大于扶正器本体的外径。

[0054] 在具体应用中,依次变小的三段内径的规格分别是 :28mm、32mm 和 35mm。

[0055] 在实施水平段压裂施工时,由于在最上一级喷射封隔工具的 PSK344-110 水力喷射封隔器上端连接有外加厚油管,能起到的作用是 :

[0056] 设置的水力喷枪可在裸眼、水泥固结套管、未固结筛管等多种完井方式下进行压裂,管柱内的携砂液流经过水力喷枪的喷嘴射出,当携砂液流的流速达到金属切割速度时,高速携砂液流将套管壁射开,并射开地层,施工效率得到大幅度提高。

[0057] 液压扶正器的扶正棱上设置的扶正块,能通过液力作用启动锚定,达到液压座卡的目的,能减少管柱蠕动,提高了封隔器寿命和喷砂射孔的效率,内部设置的防砂套,降低了砂卡风险。在施工结束泄压后,上提管柱,即可使扶正块收回,能起到顺利起出更换钻具的效果。

[0058] 安全接头的下接头和本体在锁紧瓦片和锁紧滑套的作用下牢靠的连接在一起,整个安全接头是密封的,可以保证施工的正常进行。施工完成后需要安全接头脱手时,可以从油管内投球,小排量憋压,迫使锁紧滑套向下移出锁紧位置,安全接头解锁,起到起出钻具以上的油管的目的。

[0059] 在喷枪本体上喷嘴孔的外表面喷镀的硬质合金能够使喷枪承受五段水力喷射射孔及压裂施工,大幅度减少喷射砂对喷嘴孔的反溅伤害,有效的提高了工具使用的安全性。

[0060] 与现有技术相比,本发明所达到的有益效果如下:

[0061] 1、本发明中,采用 S1-S9 共计 9 个步骤的压裂工作方法,压裂工作方法简单,可以根据需要酸化压裂的地层数连接多级喷射封隔工具,对不同地层进行压裂施工,因此,能够实现一趟钻通过拖动管柱的方式实现 6 段或超过 6 段的水力喷射及压裂联作施工,多级喷射封隔工具的串接能大大加快施工速度,节约施工时间。

[0062] 2、本发明中,采用的 S8 步骤,在放喷反冲完成后,调整钻具至下层施工位置,从井口投入钢球,能够防止放喷过程中钢球随返排液一起排出,影响施工。

[0063] 3、本发明中,在打开多级水力喷射分段压裂管柱,实施 S5、S6、S7 和 S8 步骤中的喷枪喷砂射孔时,发生油压异常偏高,应先查看对比层段物性及喷砂射孔时油压,针对不同的情况采用的不同的处理方法,能够随时了解多级水力喷射分段压裂管柱的工作情况,掌握管柱的使用状态,从而实施继续施工或者调解液体胶联比,有利于保障整个压裂工作的有效进行。

[0064] 4、本发明中,采用“在打开喷枪喷砂射孔时发生油压异常偏低,先与上一层段喷射压力对比,若喷射压力明显降低,判定为喷嘴冲蚀严重,此时的处理方法:(1)按照操作说明,开启工具串的下一个“喷射单元”或者起钻检查更换工具;(2)多级水力喷射分段压裂管柱出现破损点,起钻查看”这样的技术方案,能够实时判定喷嘴冲蚀情况,以便随时起钻检查或更换工具。

[0065] 5、本发明中,采用“多级喷射工具的每一级喷射工具均包括一个水力喷射封隔工具和与水力喷射封隔工具连接的液压扶正器,每一级喷射工具首尾相连,第一级喷射工具中的水力喷射封隔工具与扶正单流阀连接,扶正单流阀依次连接眼管和导向丝堵,多级喷射工具的最后一级喷射工具连接安全接头”这样的结构方式,由于管柱结构是由多套压裂工具串接而成的,结构简单,可以根据需要酸化压裂的地层数连接多级喷射封隔工具,对不同地层进行压裂施工,因此,目前能够实现一趟钻通过拖动管柱的方式实现 6 段或超过 6 段的水力喷射及压裂联作施工,多级喷射封隔工具的串接能大大加快施工速度,节约施工时间。

[0066] 6、本发明中,采用在“在喷枪内设置有滑套,所述滑套的内径是变径的,从喷枪往滑套坐落接头方向,所述滑套的内壁是由内径依次变小的三段结构构成,滑套内设置有球座”这样的结构方式,因此,将不同内通径的滑套配在相应的位置,施工时根据需要投不同尺寸的钢球,就能开启对应的多级水力喷射压裂工具。

[0067] 7、本发明中,采用“在喷枪外壁贯穿设置有剪钉,滑套的外壁设置有与所述剪钉配合的剪钉槽,滑套经剪钉与所述喷枪固定”这样的结构方式,剪钉卡在滑套的剪钉槽里,因此,在无外力的作用下能够限制滑套下移,达到安全完成一个层为的水力喷射压裂,当需要对第二级进行水利喷射压裂时,只要投下座封钢球,在压力的推动下。钢球推动滑套向下移动,打开被滑套封住的喷枪,就能实现第二级的水力喷射压裂,依次类推,就能完成多级水力喷射压裂的施工。

[0068] 8、本发明中,封隔器由封隔胶筒构成,由于胶筒有弹性,具有弹性的胶筒在压力下能够膨胀,紧紧的贴在井壁上,起到与其他层位的封隔作用,以便在实施一个层位的水力喷射压裂时,保证其他层位不会串通。

[0069] 9、本发明中,设计的三个液流通道,第一液流通道打开后能保证高压液体通过喷

嘴对设定的地层进行水力喷射,第二液流通道和第三液流通道开后能保证高压液体通向胶筒上端,并通过胶筒上端推动胶筒变形,实现对层位的封隔。

[0070] 10、本发明中,由于滑套是设置在喷枪的内圆中,并被剪钉固定,固定后的滑套能同时封堵喷嘴和液流通道,所以可以达到一个球同时打开喷枪及封隔器,这样的滑套结构和液流通道设计,实现了喷砂射孔、机械封隔一体化,能有效的减少施工中因工具复杂带来的风险。

[0071] 11、本发明中,所述扶正器本体内壁上套设有弹性防砂管,且弹性防砂管的外壁封闭安装槽与扶正器本体内腔的连通处,采用此结构,在管内液力的压力作用下,推动弹性防砂管,由于弹性防砂管具有弹性,因此在压力下,弹性防砂管向安装槽中扩张,向外推动扶正块,达到液压座卡的目的,并且由于弹性防砂管的外壁封闭安装槽与扶正器本体内腔的连通处,使液体内的沙砾不能进入安装槽中,扶正块不会被砂卡住,能有效降低砂卡风险。

[0072] 12、本发明中,所述弹性防砂管的长度大于安装槽与扶正器本体内腔连通处的直径,此结构使弹性防砂管在管内液压作用下向安装槽中扩张时,弹性防砂管两端与扶正器本体内壁也能连接牢固,保证了弹性防砂管封闭连通处的可靠性,且弹性防砂管的外壁与扶正器本体内壁螺纹连接,采用螺纹连接不仅方便安装和拆卸,而且还便于调整弹性防砂管在扶正器本体内的位置。

[0073] 13、本发明中,喷枪包括喷枪本体、喷嘴套和喷嘴,喷枪本体两端分别为上接头和下接头,喷枪本体上设置有喷射水眼,喷嘴套设置在喷射水眼中,喷嘴外表面和喷嘴套前端面均设置有保护层,且所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上设置有保护层,采用此结构,由于喷嘴外表面和喷嘴套前端面均设置有保护层,能够有效的防止水力喷砂射孔器在喷砂过程的反溅冲蚀,因此能够保证多级水利喷射压裂管柱实施设计的多级水利喷射压裂酸化技术;并且在所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上设置有保护层,能保证喷枪本体具有更好的防止喷砂过程的反溅冲蚀,保证多级水利喷射压裂酸化技术的顺利完成。

附图说明

[0074] 下面将结合说明书附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明,其中:

[0075] 图 1 为二级喷射压裂管柱结构示意图;

[0076] 图 2 为三级喷射压裂管柱结构示意图;

[0077] 图 3 为安全接头详细结构示意图;

[0078] 图 1-3 中:31、导向丝堵,32、眼管,33、扶正单流阀,34、封隔器,35、喷枪,36、液压扶正器,37、水力喷射封隔工具,39、安全接头,391、安全接头上接头,392、安全接头本体,393、锁紧瓦片,394、锁紧滑套,395、空心剪钉,396、安全接头下接头;

[0079] 图 4 是水力喷射封隔工具的结构示意图;

[0080] 图 5 为图 4 中 A-B 段放大示意图;

[0081] 图 6 为图 4 中 B-C 段放大示意图;

[0082] 图 7 为图 4 中 C-D 段放大示意图;

[0083] 图 4-7 中:1、喷枪本体上端;2、喷枪本体;3、剪钉;4、第一液流通道;5、喷嘴;6、钢球;7、O 型密封圈;8、滑套;9、第二液流通道;10、第三液流通道;11、喷枪本体下端;12、II 型 O 型密封圈;13、中心管上端;14、上胶筒座;15、胶筒上端;16、胶筒;17、中心管;18、胶筒

下端 ;19、下胶筒座 ;20、中心管下端 ;21、III型 O 型密封圈 ;22、封隔器下接头上端 ; 23、封隔器下接头 ;24、封隔器下接头下端 ;25、滑套坐落接头上端 ;26、滑套坐落接头 ;27、滑套坐落接头下端 ;28、滑套坐落接头挡板 ;

[0084] 图 8 是喷枪结构示意图 ;

[0085] 图 8 中标记为 :41、上接头, 2、喷枪本体, 43、喷射水眼, 5、喷嘴, 45、喷嘴套, 46、保护层, 47、下接头 ;

[0086] 图 9 是液压扶正器结构示意图 ;

[0087] 图 9 中标记为 :51、扶正器本体, 52、扶正棱, 53、扶正块, 54、弹性防砂管, 55、安装槽。

具体实施方式

[0088] 实施例 1

[0089] 本发明公开了一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法, 其步骤如下 :

[0090] S1 :多级水力喷射分段压裂管柱在下井前先进行通井、洗井 ;

[0091] S2 :组配多级水力喷射分段压裂管柱 ;

[0092] S3 :下钻, 调整钻具至施工位置 ;

[0093] S4 :安装井口和地面管线, 并试压 ;

[0094] S5 :按照压裂施工设计的泵注程序施工第一段, 完成施工后油管放喷, 喷势减弱后以 600L/min 反循环助排 ;

[0095] S6 :调整钻具位置, 使喷射器对着设计的第二段喷点, 然后按照泵注程序施工第二段, 完成施工后按 S5 步骤放喷后调整钻具, 重复该步骤, 直至判断工具失效 ;

[0096] S7 :从井口投入钢球, 油管内憋压 8 ~ 12 MPa, 剪断喷枪本体与滑套之间固定的剪钉, 滑套下行至滑套坐落接头, 堵塞下部通道, 同时打开水力喷射封隔工具上喷枪的出液孔以及封隔器的进水孔, 胶筒由于喷枪的节流作用扩张胶筒坐封, 封隔下部的油套环空 ;水力喷射封隔工具孔眼处形成射流, 切割套管壁及地层成孔, 然后进行压裂施工 ;

[0097] S8 :放喷反冲完成后, 调整钻具至下层施工位置, 从井口投入钢球(防止放喷过程中钢球随返排液一起排出, 影响施工) 进行下层施工, 直至工具失效, 起钻更换钻具 ;

[0098] S9 :重复上述 S2-S8 步骤直至完成所有施工层段 ;

[0099] 在打开多级水力喷射分段压裂管柱, 实施 S5、S6、S7 和 S8 步骤中的喷枪喷砂射孔时, 发生油压异常偏高, 应先查看对比层段物性及喷砂射孔时油压,

[0100] (1) 若层段间物性相近, 且各层段的喷射压力均异常偏高, 且套放出液正常, 则断定为地层原因, 而非工具原因, 此时的处理方法 :在不超压的情况下继续施工 ;

[0101] (2) 若层段间物性相近, 但层段间喷射油压大, 差异性异常偏高, 则判定喷嘴被异物堵塞或砂堵, 此时的处理方法 :应查看并及时调节液体胶联比, 确保胶联良好, 及时反洗井解堵。

[0102] 所述 S5、S6、S7 和 S8 步骤中的喷枪喷砂射孔, 具体是指 :S5 步骤中的按照压裂施工设计的泵注程序施工第一段, S6 步骤中的按照泵注程序施工第二段, S7 步骤中的水力喷射封隔工具孔眼处形成射流, 切割套管壁及地层成孔, 然后进行压裂施工, 和 S8 步骤中的从井口投入钢球进行下层施工。所述的层段间物性主要是指地层岩石的破裂压力和渗透

率。

[0103] 实施例 2

[0104] 在实施例 1 的基础上,在打开喷枪喷砂射孔时发生油压异常偏低,先与上一层段喷射压力对比,若喷射压力明显降低,判定为喷嘴冲蚀严重,此时的处理方法:

[0105] (1) 按照操作说明,开启工具串的下一个“喷射单元”或者起钻检查更换工具;

[0106] (2) 多级水力喷射分段压裂管柱出现破损点,起钻查看。

[0107] 实施例 3

[0108] 作为本发明的一较佳实施方式,本发明公开了一种多级水力喷射分段压裂管柱的压裂工作方法,所述 S2 步骤中,组配多级水力喷射分段压裂管柱的方式为:多级喷射工具的每一级喷射工具均包括一个水力喷射封隔工具和与水力喷射封隔工具连接的液压扶正器,每一级喷射工具首尾相连,第一级喷射工具中的水力喷射封隔工具与扶正单流阀连接,扶正单流阀依次连接眼管和导向丝堵,多级喷射工具的最后一级喷射工具连接安全接头,在安全接头上连接油管,直到井口。

[0109] 实施例 4

[0110] 在上述实施例的基础上,所述的水力喷射封隔工具包括喷枪、封隔器和滑套坐落接头,封隔器的一端连接喷枪,封隔器的另一端连接滑套坐落接头,在喷枪内设置有滑套,所述滑套的内径是变径的,从喷枪往滑套坐落接头方向,所述滑套的内壁是由内径依次变小的三段结构构成,滑套内设置有球座。在具体应用中,依次变小的三段内径的规格分别是:28mm、32mm 和 35mm。所述的喷枪外壁贯穿设置有剪钉,滑套的外壁设置有与所述剪钉配合的剪钉槽,滑套经剪钉与所述喷枪固定。所述喷枪包括喷枪本体、喷嘴套和喷嘴,喷枪本体两端分别为上接头和下接头,喷枪本体上设置有喷射水眼,喷嘴套设置在喷射水眼中,喷嘴设置在喷嘴套中,喷嘴外表面和喷嘴套前端面均设置有保护层,且所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上设置有保护层;滑套设置在喷枪的内腔中,且滑套与喷枪内腔是过渡配合连接;所述滑套坐落接头包括滑套坐落接头上端、滑套坐落接头下端和滑套坐落接头挡板;所述封隔器包括胶筒和设置于胶筒中的中心管,胶筒上端与上胶筒座连接,胶筒下端与下胶筒座连接,喷枪本体上端连接油管,喷枪本体下端分别于所述中心管上端和上胶筒座连接,下胶筒座和中心管下端与封隔器下接头上端连接,封隔器下接头下端与滑套坐落接头上端连接,滑套坐落接头下端与滑套坐落接头挡板连接。在滑套和喷枪本体之间的喷枪本体内壁上依次设置有内凹的第一液流通道和第二液流通道,第一液流通道与喷嘴是相通的。所述第二液流通道与第三液流通道相通,第三液流通道沿喷枪本体的轴向设置在喷枪本体下端,第三液流通道与胶筒上端相通。所述喷嘴外表面和喷嘴套前端面均喷焊有保护层,且所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上喷焊有保护层。所述喷嘴套前端面的保护层延伸至喷射水眼四周的喷枪本体外壁上,在喷射水眼四周的喷枪本体外壁上形成保护层。所述喷枪本体外壁上喷焊的保护层覆盖整个喷枪本体外壁。所述保护层为预制件,分别焊接在喷嘴外表面、喷嘴套前端面和喷射水眼四周的喷枪本体外壁上。所述喷枪本体外壁上的预制件焊接后覆盖整个喷枪本体外壁。所述喷嘴设置有 3-9 个,直径为 3.5 mm -6.5mm。所述喷嘴与喷嘴套焊接成一体,喷嘴套与喷枪本体通过螺纹连接。所述喷嘴为硬度达到 HRA90 的钨钴硬质合金喷嘴。所述喷嘴为镍基合金喷嘴或碳化钨喷嘴。所述保护层可以为碳化钨保护层或硬质合金保护层。

[0111] 实施例 5

[0112] 进一步的,本发明的优选实施方式是,所述液压扶正器包括扶正器本体、扶正棱和扶正块,扶正棱上开有安装槽,扶正块从扶正器本体内向外嵌入设置在安装槽中,所述扶正器本体内壁上套设有弹性防砂管,且弹性防砂管的外壁封闭安装槽与扶正器本体内腔的连通处。弹性防砂管的长度大于安装槽与扶正器本体内腔连通处的直径,且弹性防砂管的外壁与扶正器本体内壁螺纹连接。所述扶正块与弹性防砂管外壁紧密配合。所述扶正棱的外径大于扶正器本体的外径。其余同实施例 2。

[0113] 实施例 6

[0114] 作为本发明的又一优选实施方式,在上述实施例的基础上,所述多级喷射工具的每一级喷射工具均包括一个水力喷射封隔工具和与水力喷射封隔工具连接的液压扶正器,每一级喷射工具首尾相连,第一级喷射工具中的水力喷射封隔工具与扶正单流阀连接,扶正单流阀依次连接眼管和导向丝堵,多级喷射工具的最后一级喷射工具连接安全接头。所述的水力喷射封隔工具包括喷枪、封隔器和滑套坐落接头,封隔器的一端连接喷枪,封隔器的另一端连接滑套坐落接头,在喷枪内设置有滑套,所述滑套的内径是变径的,从喷枪往滑套坐落接头方向,所述滑套的内壁是由内径依次变小的三段结构构成,滑套内设置有球座。所述的喷枪外壁贯穿设置有剪钉,滑套的外壁设置有与所述剪钉配合的剪钉槽,滑套经剪钉与所述喷枪固定。所述喷枪包括喷枪本体、喷嘴套和喷嘴,喷枪本体两端分别为上接头和下接头,喷枪本体上设置有喷射水眼,喷嘴套设置在喷射水眼中,喷嘴设置在喷嘴套中,喷嘴外表面和喷嘴套前端面均设置有保护层,且所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上设置有保护层;滑套设置在喷枪的内腔中,且滑套与喷枪内腔是过渡配合连接;所述滑套坐落接头包括滑套坐落接头上端、滑套坐落接头下端和滑套坐落接头挡板;所述封隔器包括胶筒和设置于胶筒中的中心管,胶筒上端与上胶筒座连接,胶筒下端与下胶筒座连接,喷枪本体上端连接油管,喷枪本体下端分别于所述中心管上端和上胶筒座连接,下胶筒座和中心管下端与封隔器下接头上端连接,封隔器下接头下端与滑套坐落接头上端连接,滑套坐落接头下端与滑套坐落接头挡板连接。在滑套和喷枪本体之间的喷枪本体内壁上依次设置有内凹的第一液流通道和第二液流通道,第一液流通道与喷嘴是相通的。所述第二液流通道与第三液流通道相通,第三液流通道沿喷枪本体的轴向设置在喷枪本体下端,第三液流通道与胶筒上端相通。所述液压扶正器包括扶正器本体、扶正棱和扶正块,扶正棱上开有安装槽,扶正块从扶正器本体内向外嵌入设置在安装槽中,所述扶正器本体内壁上套设有弹性防砂管,且弹性防砂管的外壁封闭安装槽与扶正器本体内腔的连通处。所述弹性防砂管的长度大于安装槽与扶正器本体内腔连通处的直径,且弹性防砂管的外壁与扶正器本体内壁螺纹连接。所述的安全接头包括上接头、下接头、安全接头本体、锁紧瓦片、锁紧滑套和空心剪钉,所述的上接头、安全接头本体和下接头依次连接,锁紧滑套设置在安全接头本体之中,且锁紧滑套经空心剪钉固定在安全接头本体上,所述锁紧瓦片是设置在安全接头本体内壁的台阶形结构,锁紧瓦片与锁紧滑套配合。所述的多级喷射工具包括三级,第一级喷射工具连接第二喷射工具,第二级喷射工具连接第三级喷射工具,第三级喷射工具连接安全接头。所述喷嘴外表面和喷嘴套前端面均喷焊有保护层,且所述喷射水眼四周的喷枪本体外壁上喷焊有保护层。所述喷嘴套前端面的保护层延伸至喷射水眼四周的喷枪本体外壁上,在喷射水眼四周的喷枪本体外壁上形成保护层。所述喷枪本体 2 外壁上喷焊的保护层

覆盖整个喷枪本体 2 外壁。所述保护层为预制件,分别焊接在喷嘴外表面、喷嘴套前端面和喷射水眼四周的喷枪本体外壁上。所述喷枪本体外壁上的预制件焊接后覆盖整个喷枪本体外壁。所述喷嘴设置有 3-9 个,直径为 3.5 mm -6.5mm。所述喷嘴与喷嘴套焊接成一体,喷嘴套与喷枪本体通过螺纹连接。所述喷嘴为硬度达到 HRA90 的钨钴硬质合金喷嘴。所述喷嘴为镍基合金喷嘴或碳化钨喷嘴。所述保护层可以为碳化钨保护层或硬质合金保护层。所述扶正块与弹性防砂管外壁紧密配合。所述扶正棱的外径大于扶正器本体的外径。在具体应用中,依次变小的三段内径的规格分别是:28mm、32mm 和 35mm。

[0115] 实施例 7

[0116] 本多级水力喷射分段压裂管柱的结构:

[0117] 本多级水力喷射分段压裂管柱由多级喷射工具构成,每一级喷射工具都包括一个分隔器、一个喷枪和一个扶正器,在最下面一级喷射工具的前端由下向上依次连接有导向丝堵、眼管和扶正单流阀;导向丝堵的尾部为圆头形状,在内圆上有螺旋丝扣,圆头尾部下端的外圆上有棱状结构,棱状结构可以有多个平面棱,也可以是凹陷下去的凹形棱状结构,外径不大于;眼管为圆柱桶状结构,在其前后段分别设置有连接丝扣,在眼管的管体上设置有小孔;单流阀为圆形的结构,单流阀外圆两端有连接丝扣,外圆中间为轴向的加厚扶正棱条,在单流阀内有钢球和挡板,中间是贯通的通孔;K344-108 封隔器由上接头、缸套、胶筒、中心管和下接头构成,在上接头与下接头之间是缸套,中间段设置有胶筒,在中心管上有水眼;水力喷枪包括上、下接头、喷射水眼、喷嘴,在水力喷枪的中段设置有喷射水眼,在喷枪体上设置有 3-9 个喷嘴,根据大量施工实例,选择喷嘴的数量最佳是 3 个、4 个、6 个、8 个或者 9 个;喷嘴直径为 3.5-6.5mm,喷嘴直径选择为 3.5 mm、4.5 mm、5.5 mm、6.3 mm 为最佳;液压扶正器的两端为连接丝扣、外圆中间段设置有扶正棱,在扶正棱上设置有扶正块,在液压扶正器内部设置有防砂管。安全接头由下接头、本体、锁紧瓦片、锁紧滑套和空心剪钉构成。喷枪的上下段设置有连接丝扣,在喷枪的本体上设置有喷嘴孔,在喷枪本体上喷嘴孔的外表面喷镀有硬质合金。

[0118] 本多级水力喷射分段压裂管柱的连接方式:

[0119] 第一级:在所述扶正单流阀的上端是第一级喷射封隔工具,第一级喷射封隔工具由下向上依次连接一个 K344-108 封隔器和一个一级水力喷枪。

[0120] 第二级:在第一级喷射封隔工具的一级水力喷枪的上端连接第二级喷射封隔工具,第二级喷射封隔工具包括 PSK344-110 封隔器、一个喷枪和一个液压扶正器;

[0121] 在第二级喷射封隔工具的上端每重复连接一个 PSK344-110 分隔器、一个喷枪和一个液压扶正器可增加一级喷射封隔工具。

[0122] 在达到设计级数的最后一级液压扶正器的上端连接安全接头;

[0123] 在每级水力喷枪与上一级 PSK344-110 分隔器之间都连接有坐落接头;

[0124] 在最上一级喷射封隔工具的上端是安全接头,在安全接头的上端连接外加厚油管,直到井口。

[0125] K344-108 的含义是:K-扩张式封隔器;3-悬挂支撑方式;4-液压座封方式;4-液压解封方式;108-工具最大外径 108mm。

[0126] PSK344-110 的含义是:PS-喷射工具;3-悬挂支撑方式;4-液压座封方式;4-液压解封方式;110-工具最大外径 110mm。

[0127] 实施例 8

[0128] 现场实施例：

[0129] (1) 考虑到常规使用的水力喷射管柱不能够满足当前油井水力喷射及压裂联作工艺要求, 将不同级数的水力喷射封隔工具按照上述连接顺序连接成管柱下入预定的深度位置, 井口持续泵入液体, 先用第一级水力喷射工具对第一层进行射孔及压裂施工, 施工完后停泵, 通过井口向上拖动管柱的方式将水力喷射工具上提到预设位置, 对上面两层进行施工, 此时 PSK 水力喷射工具为关闭状态, 喷枪不启动, 封隔器不坐封; 当第一级水力喷射工具完成了多层施工后, 投球将管柱中水力喷射工具开启, 喷枪启动, 封隔器坐封。用同样的步骤进行上述施工可完成多级水力喷射施工。

[0130] (2) 管柱结构: 导向丝堵 + 眼管 + 2 7/8" 接箍 + 单流阀(带球和挡板) + K344-108 封隔器 + 一级喷枪 + 坐落接头 + PSK344-110 水力喷射封隔工具 + 2 7/8" 外加厚油管(水平段) + 2 7/8" 外加厚油管至井口。

[0131] (3) 实施程序：

[0132] ① PSK 水力喷射压裂工具在下井前必须进行通井、洗井；

[0133] ② 组配管柱, 结构为 导向丝堵 + 眼管 + 2 7/8" 接箍 + 单流阀(带球和挡板) + K344-108 封隔器 + 一级喷枪 + 坐落接头 + PSK344-110 水力喷射封隔工具 + 2 7/8" 外加厚油管(水平段) + 2 7/8" 外加厚油管至井口

[0134] ③ 下钻, 调整钻具至施工位置。

[0135] ④ 安装井口和地面管线, 并试压。

[0136] ⑤ 按照压裂施工设计的泵注程序施工第一段。完成施工后油管放喷, 喷势减弱后以 600L/min 反循环助排, 直至

[0137] ⑥ 调整钻具位置, 使喷射器对着设计的第二段喷点, 然后按照泵注程序施工第二段, 完成施工后按上步方法放喷后调整钻具, 重复该步骤, 直至判断工具失效。

[0138] ⑦ 从井口投入 $\phi 34$ 钢球, 油管内憋压 8 ~ 12 MPa, 剪断销钉, 滑套下行至座落接头, 堵塞下部通道, 同时打开 II 级 PSK344-110 水力喷射封隔工具喷枪出液孔以及封隔器的进水孔, 胶筒由于水力喷枪的节流作用扩张胶筒坐封, 封隔下部的油套环空。II 级 PSK344-110 水力喷射封隔工具孔眼处形成射流, 切割套管壁及地层成孔, 然后进行压裂施工；

[0139] ⑧ 放喷反冲完成后, 调整钻具至下层施工位置, 从井口投入 $\phi 34$ 钢球(防止放喷过程中钢球随返排液一起排出, 影响施工) 进行下层施工。直至工具失效, 起钻更换钻具。

[0140] ⑨ 重复上述步骤直至完成所有施工层段。

[0141] 实施例 9

[0142] 下井前对多级水利喷射压裂工具管串及实施井眼的准备。

[0143] 1、使用钻具前必须认真查看合格证及使用说明书, 超出生产日期 1 年的工具禁止入使用; 使用超期的工具产品可能导致封隔器施工时提前损坏。

[0144] 2、钻具入井前必须彻底通洗井, 保证井筒及施工管柱畅通, 井筒及施工管柱内不能留有大颗粒(直径大于 3mm) 固体物；

[0145] 3、入井钻具必须确保正确顺序连接；

[0146] 4、钻入匀速入井, 严禁溜钻镗钻；

[0147] 5、钻具用于水平井施工时,当入井工具串接近造斜点位置时,必须放慢下钻速度(下放速度小于 5m/min),使工具串缓慢通过水平井造斜点;过快通过造斜点可能导致工具中心管被折弯。

[0148] 6、严格按照施工设计进行施工,禁止大幅度提高或降低施工排量和砂浓度;

[0149] 7、每层段施工完成后,必须及时控制放喷,严禁违规全敞开放喷;全敞防喷可能会导致套压瞬间远大于油压,致使喷射器喷嘴掉落,还有可能导致套压和油压的压差瞬间大于油管抗外挤强度致使油管损坏。

[0150] 8、每层段放喷结束,必须彻底反洗井,冲洗干净井筒内残留支撑剂后,方可上提管柱调整施工位置,以防止钻具砂卡;

[0151] 9、三级 PSK 工具入井使用前,必须用直径 34mm 的钢球通径检查,钢球顺利通过为合格;

[0152] 10、开启 PSK 工具必须正确选用钢球,二级 PSK 工具开启使用直径 34mm 的钢球,三级 PSK 使用选用直径 38mm 的钢球,且 PSK 工具一旦开启使用,每层段施工完成放喷反洗井作业后,必须重新投送与开启时所使用的相同规格的钢球,方可进行下一段施工;

[0153] 11、工具串上的每个“喷射单元”施工时累计过砂量小于 80 立方米;

[0154] 12、本工艺管柱不适合垂深大于 3500 米、地层破压高于 60MPa 的油气井施工作业。

[0155] 实施例 10

[0156] 现场实施例:一口水平井,施工层位长 6-3,完钻井深 2965.0m,对水平段 9 个喷点实施水力喷射加砂压裂,施工管柱采用水平井高效管柱组合:2 7/8" 外加厚油管 + 三 PSK344-110 喷射封隔器 + 三级滑套坐落接头 + 二级 PSK344-110 喷射封隔器 + 二级滑套坐落接头 + 一级水力喷枪 + K344-108 封隔器 + 单流阀 + 眼管 + 堵头。

[0157] 先用一级喷枪拖动管柱对第一、第二、第三段进行水力喷射及压裂施工,每一段射孔阶段压力平稳,压裂施工过程显示正常。

[0158] 为了避免一级喷枪在第四段射孔失效,投 $\Phi 34\text{mm}$ 钢球打开二级 PSK344-110 喷射封隔器工具,滑套开启正常,用二级 PSK344-110 喷射封隔器工具继续完成第四、第五、第六段水力喷射及压裂施工,每一段射孔阶段平稳,压裂施工正常。

[0159] 为了二级 PSK344-110 喷射封隔器在第七段射孔不失效,投 $\Phi 38\text{mm}$ 钢球打开三级 PSK344-110 喷射封隔器工具,滑套开启正常,用三级 PSK344-110 喷射封隔器工具继续完成第七、第八、第九段水力喷射及压裂施工,每一段射孔阶段平稳,压裂施工正常。

[0160] 本次实施,没有工具使用正常有效,与二级 PSK 水力喷射压裂工具管柱相比,三级 PSK 水力喷射压裂工具可以多施工两到三段,进一步提高了工作效率,降低劳动强度和作业成本。此次施工前后历时 7 天,工具在井内浸泡时间较长,但是胶筒密封件并未失效,确保了施工的正常进行。

[0161] 实施例 11

[0162] 本发明在实施过程中遇到异常情况的判断和处理:

[0163] 喷砂射孔时油压异常偏高的情况判断:

[0164] 情况:先查看对比层段物性及喷砂射孔时油压,若层段间物性相近、喷射压力均异常偏高,且套放出液正常,则可断定为地层原因,而非工具原因。

[0165] 处理方法:在不超压的情况下可以继续施工。

- [0166] 情况 :若层段间物性相近,但层段间喷射油压大差异性异常偏高。
- [0167] 判断 :喷嘴被异物堵塞或砂堵。
- [0168] 处理方法 :查看并及时调节液体胶联比,确保胶联良好,及时反洗井解堵
- [0169] 2、喷砂射孔时油压异常偏低情况判断 :
- [0170] (1) 情况 :与上一层段喷射压力对比,若喷射压力明显降低。
- [0171] 判断 :喷嘴冲蚀严重。
- [0172] 处理方法 :按照操作说明开启工具串上下一个“喷射单元”或者起钻检查更换工具
- [0173] (2) 施工管柱出现破损点 :起钻查看。
- [0174] 3、关闭套放前置液挤压地层时破压不明显 :
- [0175] (1) 情况 :将挤注时套压与上一层停泵时套压相比,若挤注套压明显低于上层停泵套压,
- [0176] 判断 :封隔器破损严重,不能可靠坐封。
- [0177] 处理方法 :开启使用下一个“喷射封隔单元”或起钻更换工具
- [0178] (2) 情况 :若挤注套压明显高于上一层停泵套压,但无明显压降,
- [0179] 判断 :近井带微裂缝发育丰富所致。
- [0180] 处理方法 :泄压后,提高挤注排量重新挤注,或者在挤注前置液中低浓度添加粉陶。
- [0181] 4、上提施工管柱调整施工位置时发生遇阻现象 :
- [0182] (1) 情况 :在较大上提力作用下,管柱可以缓慢上提,亦可下放管柱,
- [0183] 判断 :沉砂卡钻。
- [0184] 处理方法 :上提拉力允许的情况下强制上提管柱解卡,或者大排量彻底反洗井解卡。
- [0185] (2) 情况 :可下放管柱,但不能上提管柱 ;
- [0186] 判断 :落物卡钻。
- [0187] 处理方法 :按照常规落物卡钻事故处理方法处理。

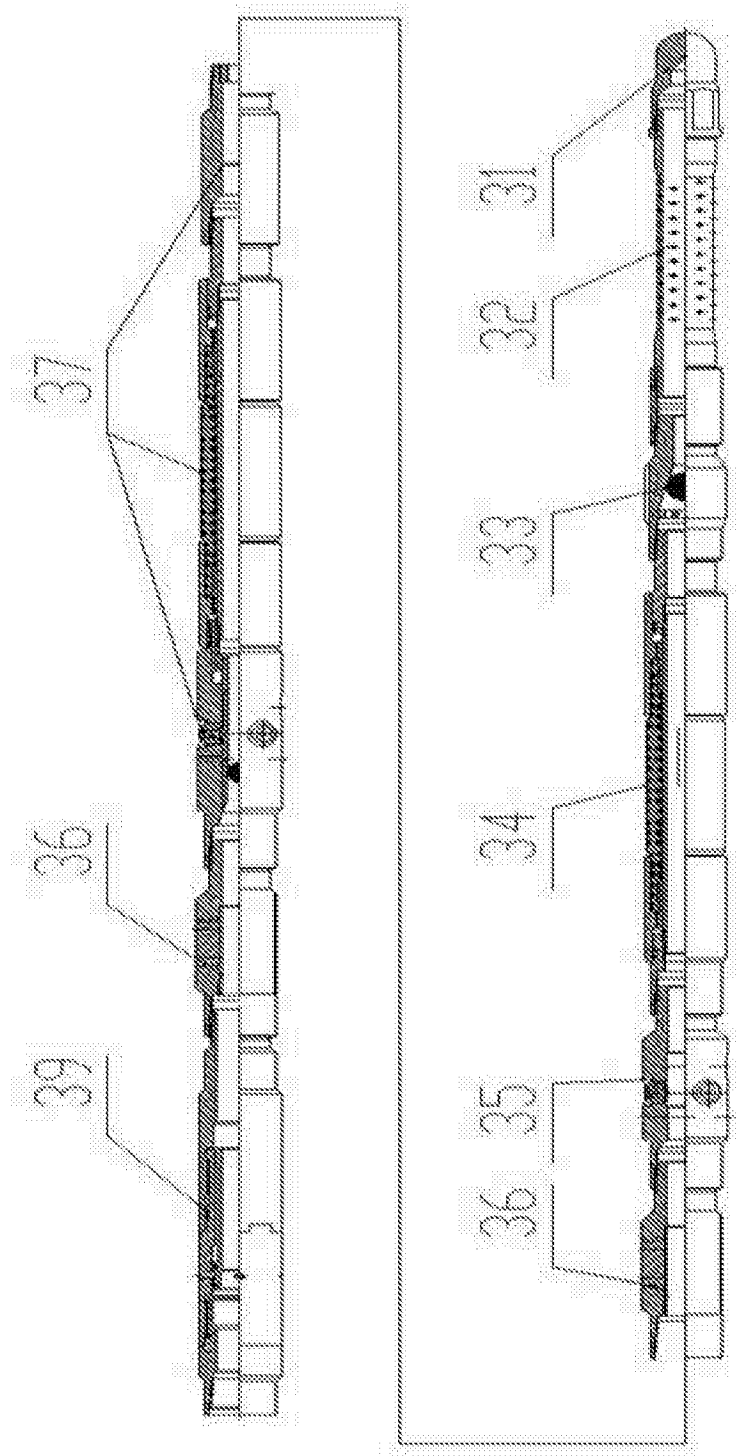


图 1

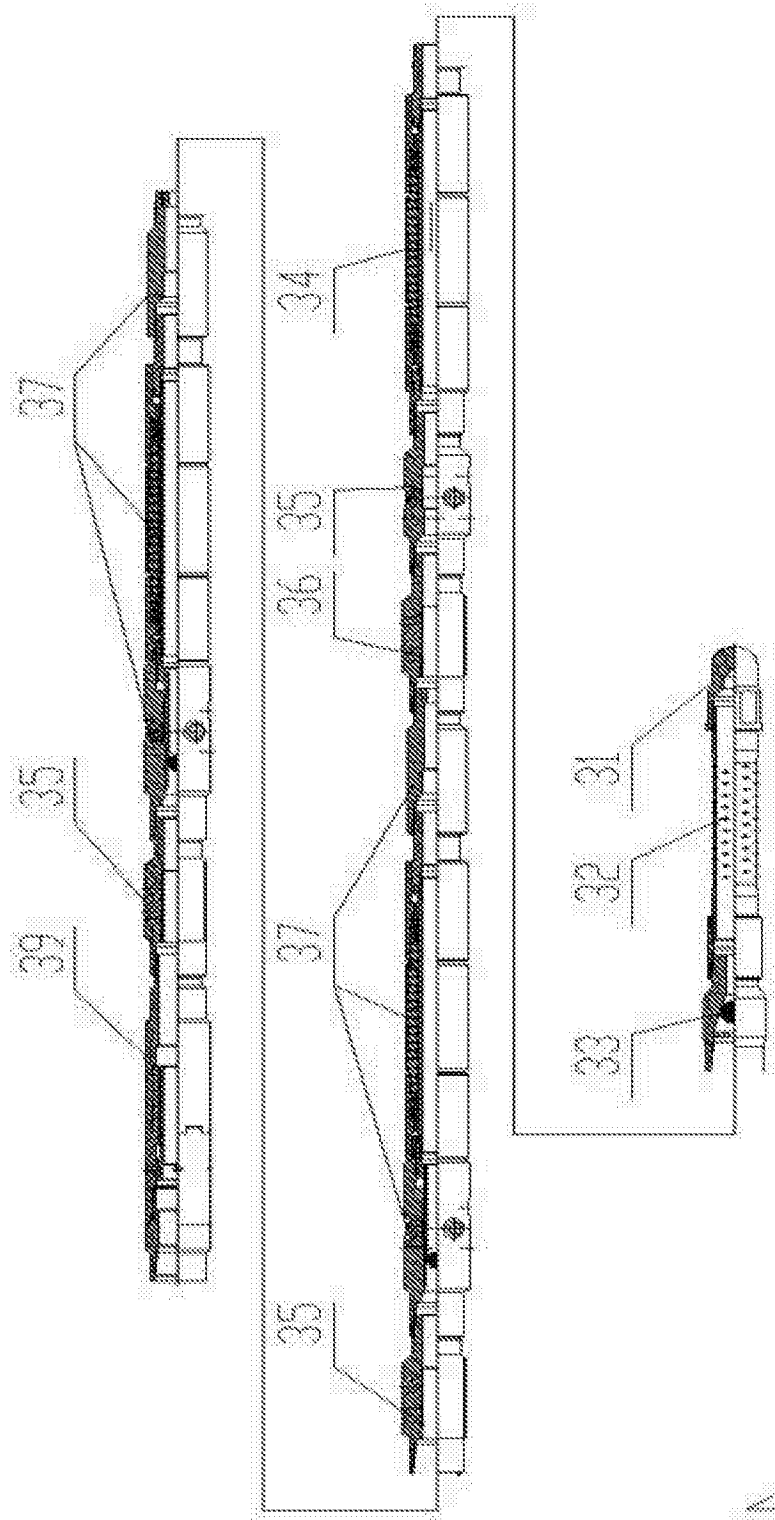


图 2

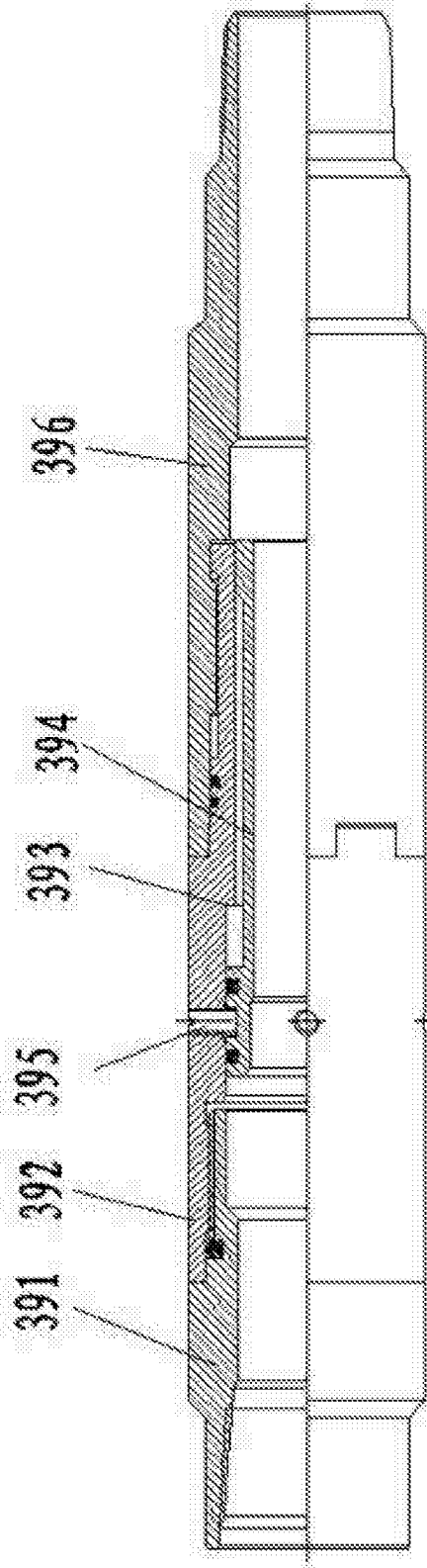


图 3

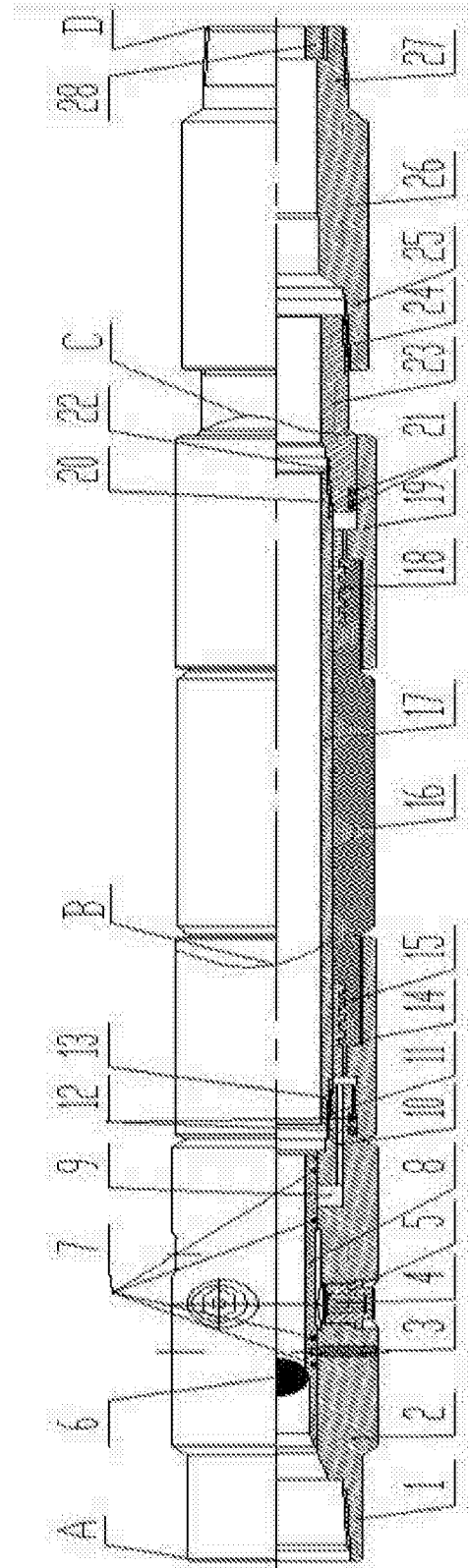


图 4

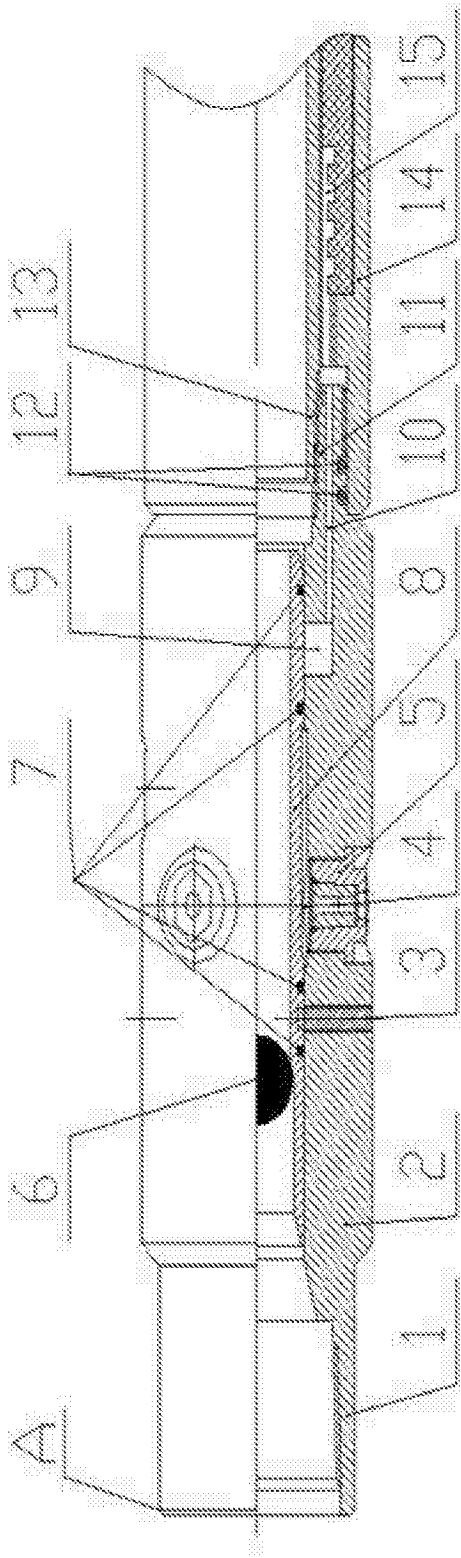


图 5

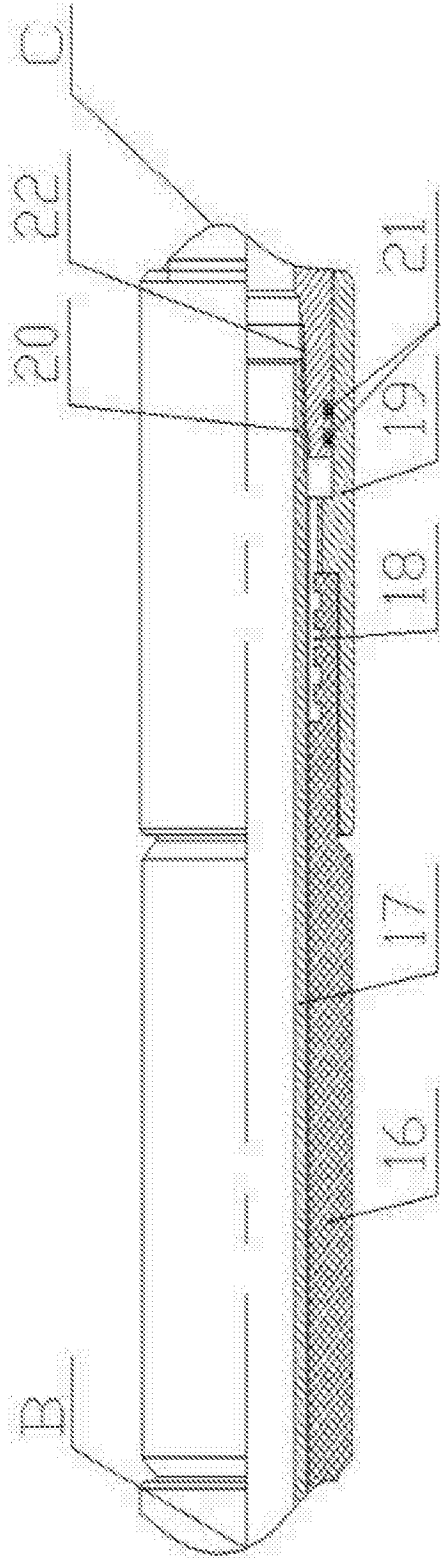


图 6

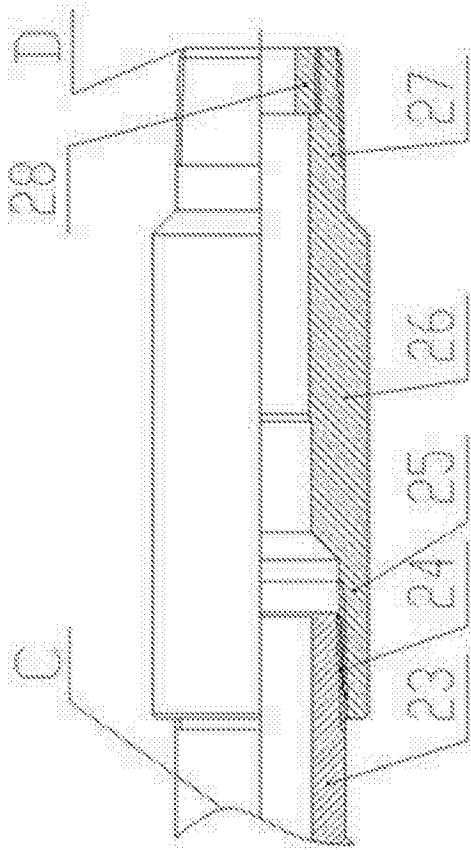


图 7

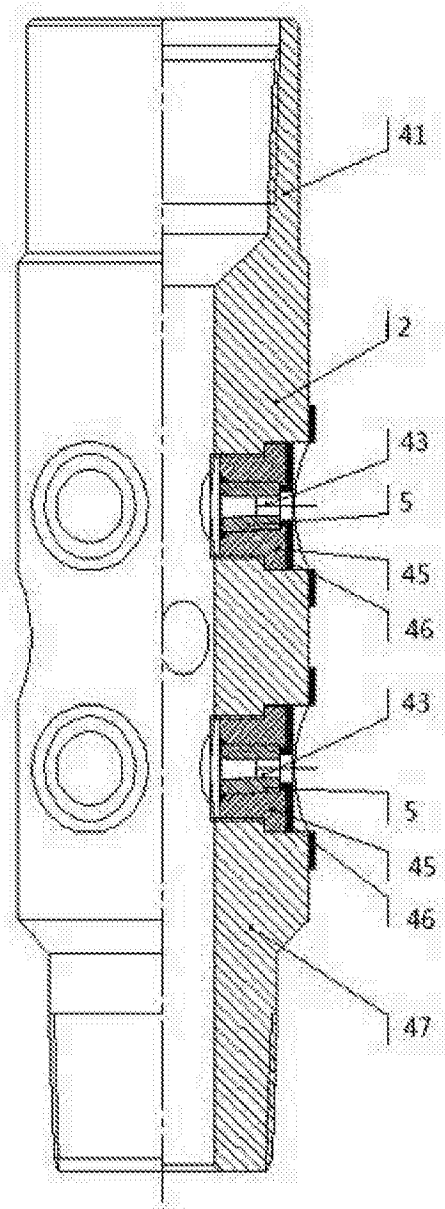


图 8

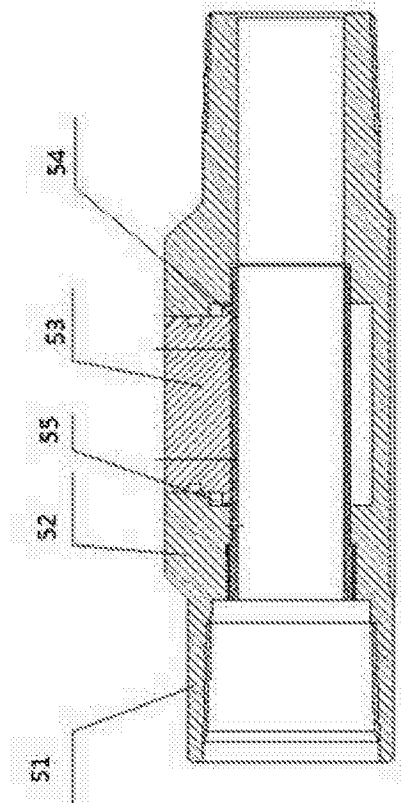


图 9