



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102278098 B

(45) 授权公告日 2013. 09. 04

(21) 申请号 201110232021. 2

US 4629009 A, 1986. 12. 16, 全文.

(22) 申请日 2011. 08. 12

US 4862964 A, 1989. 09. 05, 全文.

(73) 专利权人 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

审查员 段志慧

(72) 发明人 唐梅荣 赵振峰 李宪文 赵文  
马兵 王晓东 杨晓刚 李转红  
樊凤玲 王蓓

(74) 专利代理机构 北京市中实友知识产权代理  
有限责任公司 11013  
代理人 李玉明

(51) Int. Cl.  
E21B 43/116(2006. 01)

(56) 对比文件  
CN 201106439 Y, 2008. 08. 27, 全文.  
CN 101749009 A, 2010. 06. 23, 全文.  
CN 201851056 U, 2011. 06. 01, 全文.

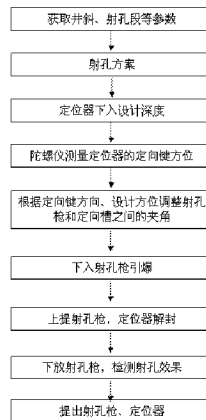
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

采用电缆传输实现精确定向射孔的方法

(57) 摘要

采用电缆传输实现精确定向射孔的方法,应用于油田套管井完井时定方位射孔。步骤包括:定位装置下井坐封;陀螺测斜仪下井测量定位装置内上部导向键的准确方位;射孔枪下井精确定向、射孔;定位装置及射孔枪的起出。最终完成电缆传输实现精确定向射孔施工。效果是:实现了全井最大井斜角超过 15°、射孔段井斜角小于 30° 井的定向射孔;射孔施工周期由油管传输定向射孔的 30 小时减至目前的 8 小时,提高施工效率;电缆传输代替油管传输,降低了劳动强度。



1. 一种采用电缆传输实现精确定向射孔的方法,其特征在于:

步骤 1、定位装置下井坐封:

在定位装置连接串的上部连接主电缆,将定位装置连接串送入井下;定位装置连接串的结构自上而下是:

主电缆连接鱼雷 (1) 下端连接马龙头 (3),鱼雷 (1) 与马龙头 (3) 之间有附射孔电缆 (2) 连通;在马龙头 (3) 的下端连接磁性定位器 (4),磁性定位器 (4) 的下端连接投放工具 (5),投放工具 (5) 下端连接挤压套筒 (6),挤压套筒 (6) 下端连接定位装置 (7);

当定位装置 (7) 到达设计射孔深度位置时,利用磁性定位器 (4) 跟踪测量井下射孔段上部的短套管接箍长度,以此判断确定深度,再测量确定射孔段底部的第一个接箍做为标准接箍,以此标准接箍为基准,考虑定位装置连接串的零长计算出上提数,当定位装置连接串上提并跟踪测量到上提数回零时停车,这时通电点燃投放工具中的火药柱,火药柱燃烧产生的高压气体推动投放工具 (5) 的液压缸,由动力转换接头实现中心活塞杆向上抽拉力和活塞筒包括挤压套筒 (6) 向下产生的挤压力;此上抽和下挤压力迫使定位装置 (7) 的中心管向上运行而锁紧套向下运行,上、下楔体压缩弹簧靠拢,使卡瓦向外张出锚定在套管内壁上,起到定位支撑作用;此时锁紧套内的锯齿扣行到锁舌的中部,起到锁紧作用;当投放工具抽拉力高达 50 ~ 80KN 时,定位装置的丢手活塞剪切销被剪断,这时完成定位装置的坐封全过程;

坐封后从井内取出包括挤压套筒 (6) 的以上部分;定位装置 (7) 承载负荷 5 ~ 8 吨;

步骤 2、陀螺测斜仪下井测量定位装置内上部导向键的准确方位:

在测量方位仪器连接串的上部连接测井电缆,将测量方位仪器连接串送入井下;测量方位仪器连接串的结构自上而下是:

主电缆连接鱼雷 (1) 下端连接马龙头 (3),鱼雷 (1) 与马龙头 (3) 之间有附射孔电缆 (2) 连通;在马龙头 (3) 的下端连接磁性定位器 (4),磁性定位器 (4) 的下端连接电子短节 (8),电子短节 (8) 的下端连接陀螺测斜仪 (9),陀螺测斜仪 (9) 的下端连接减震器 (10),减震器 (10) 的下端连接导向定位头 (11);最后在马龙头 (3) 与磁性定位器 (4) 以及减震器 (10) 的下端与导向定位头 (11) 外壳之间安装扶正器 (12),紧固好顶丝;

陀螺测斜仪 (9) 下井测量定位装置 (7) 内的导向键方位;根据射孔设计要求方位,得出方位差值;此差值最后在地面调节射孔枪外盲孔与炮尾下接的导向槽的夹角,从井内取出测量方位仪器连接串;

步骤 3、射孔枪下井准确定向、射孔:

在射孔枪连接串的上部连接测井电缆,将射孔仪器连接串送入井下;测量方位管柱的结构自上而下是:

主电缆连接鱼雷 (1) 下端连接马龙头 (3),鱼雷 (1) 与马龙头 (3) 之间有附射孔电缆 (2) 连通;在马龙头 (3) 的下端连接磁性定位器 (4),磁性定位器 (4) 的下端连接转换接头 (13),转换接头 (13) 的下端连接炮头 (14),炮头 (14) 下端连接定位射孔枪 (15),定位射孔枪 (15) 的下端连接炮尾 (16),炮尾 (16) 下端连接定位导向捕捞头 (17);

井下定向射孔深度确定:是通过磁性定位器测量套管接箍深度进行校正深度,缓慢把定位射孔枪下放到位插入定位装置上部,此时的射孔枪深度即为设计要求的射孔深度;

井下定向射孔方位确定:缓慢把定位射孔枪 (15) 下放到位插入定位装置 (7) 上部时,

定位射孔枪 (15) 下端的定位导向捕捞头 (17) 即进入定位装置 (7), 此时导向槽与定位装置 (7) 导向键对接后, 捕捞头 (17) 已进入定位装置 (7) 的打捞头, 定位射孔枪 (15) 的射孔弹方位为设计要求方位相对应;

然后, 给井下射孔枪通电点火起爆定向射孔弹穿孔, 射穿套管进入地层一定深度;

步骤 4、定位装置及射孔枪的起出:

定位射孔枪 (15) 尾部的导向槽底部带有一个提钩, 射孔枪入井坐到定位装置后, 提钩插入定位装置打捞头中; 定向射孔起爆时, 枪身瞬间产生震动和上窜, 定位装置在提钩的作用下解封; 射孔后上提或下放定位射孔枪 (15) 时, 定位装置 (7) 随定位射孔枪 (15) 一起上行或下行; 当射孔枪串下过射孔段然后上提, 定位装置 (7) 随射孔仪器连接串一起起出井筒; 最终完成电缆传输实现精确定向射孔施工。

2. 根据权利要求 1 所述的采用电缆传输实现精确定向射孔的方法, 其特征是: 定位装置 (7) 包括本体、扩张单元、锁紧单元、释放单元, 其特征是: 锁紧单元、扩张单元、释放单元依次套接在本体外, 锁紧单元与释放单元之间通过斜面与扩张单元活动连接;

所述的主体是由扶正管 (701)、丢手活塞 (702)、导向键 (703)、锁舌 (706)、锁舌套 (707)、中心管 (709) 构成, 扶正管 (701) 的上部内侧通过销钉销接有丢手活塞 (702), 扶正管 (701) 的中部开有导向键 (703), 扶正管 (701) 的下部外侧螺纹连接有锁舌套 (707), 锁舌套 (707) 内固定有锁舌 (706), 锁舌套 (707) 底部通过螺纹连接有中心管 (709); 所述的丢手活塞 (702) 与扶正管 (701) 之间通过四个剪切销连接;

所述的锁紧单元是由锁紧套 (705) 和上楔体 (708) 构成, 上楔体 (708) 的上端固定连接锁紧套 (705), 上楔体 (708) 下端有斜面;

所述的锁紧套 (705) 与本体的锁舌套 (707) 的接触端有锯齿状卡槽, 锁舌套 (707) 的锁舌 (706) 对应锯齿状卡槽的位置;

所述的释放单元是由打捞头 (704)、下楔体 (712)、下心轴 (714)、托环 (715)、下堵头 (716)、锁爪 (717) 构成, 下楔体 (712) 的上端有斜面, 下楔体 (712) 的下端固定连接托环 (715), 托环 (715) 内侧有凹槽, 托环 (715) 底部通过内螺纹连接下堵头 (716), 本体的中心管 (709) 下端有锁爪 (717), 锁爪 (717) 的下端外侧有凸起, 本体的扶正管 (701) 下部内侧置有打捞头 (704), 打捞头 (704) 与扶正管 (701) 之间无连接关系, 打捞头 (704) 的上端有内卡沿, 打捞头 (704) 底部固定连接下心轴 (714), 下心轴 (714) 位于中心管 (709) 及锁爪 (717) 的内侧, 下心轴 (714) 的底端通过下堵头 (716) 限位, 下心轴 (714) 将锁爪 (717) 外侧的凸起卡接在托环 (715) 内侧的凹槽内;

所述的中心管 (709) 下端固定多个间隔分布的锁爪 (717), 每个锁爪 (717) 的下端外侧均有凸起, 凸起对应的托环 (715) 内侧有相匹配的凹槽;

所述的扩张单元是由卡瓦 (710)、弹簧 (711)、弹簧钢板 (713) 构成, 卡瓦 (710) 位于锁紧单元的上楔体 (708) 和释放单元的下楔体 (712) 之间, 上楔体 (708) 和下楔体 (712) 之间还压接有弹簧 (711), 卡瓦 (710) 是外侧卡沿端大内侧小的梯形结构, 卡瓦 (710) 梯形两侧斜面与上楔体 (708) 下端和下楔体 (712) 上端的斜面接触; 所述的卡瓦 (710) 的背面通过螺栓固定连接弹簧钢板 (713), 弹簧钢板 (713) 两端有限位槽口, 弹簧钢板 (713) 通过两端的限位槽口分别与上楔体 (708) 及下楔体 (712) 螺栓连接。

## 采用电缆传输实现精确定向射孔的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及油田完井技术领域,特别是一种套管井完井时定方位射孔的方法,是用于井斜角在  $15 \sim 30^\circ$  之间的油井实现定向射孔的方法。

### 背景技术

[0002] 现有定向射孔工艺有二种:全井最大井斜角小于  $15^\circ$  时,通过油管传输、陀螺测斜仪测方位、地面转动油管等实现定向射孔;油层段井斜角大于  $30^\circ$  以上时,通过油管传输、偏心配重块定向等实现定向射孔。

[0003] 直井定向射孔技术比较成熟,原理是通过陀螺测斜仪测量井下射孔枪方向,通过地面转动油管带动射孔枪转到设计方位。主要是步骤:①油管传输方法下入射孔枪;②伽玛射线和磁性定位器校深,调节至设计深度;③陀螺测斜仪测量井下射孔枪方位;④如果与设计方位有差距,在井口转动油管调节射孔枪方向;⑤陀螺测斜仪再次测量井下射孔枪方位;⑥如果与设计方位仍有差距,继续转动油管调节;如果与设计方位相符,引爆射孔;⑦上提油管起出射孔枪。该定向射孔方法存在两个缺点:①井口转动油管阻力较大,最大井斜角超过  $15^\circ$  后不能应用;②油管传输工艺过于复杂,施工周期长、经济效益差。

[0004] 目前,斜井定向射孔有一种偏心配重块定方位射孔技术,它是利用重力作用下偏心配重块的方向垂直向下的原理定位,依此为准通过井斜角、井斜方位等参数计算,地面调节好射孔枪与偏心配重块的夹角,下入井中射孔枪方向刚好是设计方位。主要步骤:①获取射孔井段的井斜角、方位等参数;②根据设计要求,地面调节射孔枪方向与偏心配重块方向夹角;③油管传输下井;④伽玛+磁性定位器校深,调节至设计深度;⑤引爆射孔;⑥起出射孔枪。该定向射孔方法存在两个缺点:①井筒半径小,偏靠器提供的扭矩较小,井斜角  $30^\circ$  以下,射孔枪连续长度 10m 以上则无法实现定位;②油管传输工艺过于复杂,施工周期长、经济效益差。

[0005] 中国专利公开号:CN101749000A,提供了“一种聚能子弹爆破射孔工艺方法”。将全通径射孔枪和井下定位器用油管传输至油气井井下目的层,利用全通径射孔枪起爆射孔后,采用电缆过油管射孔方式将爆破子弹射孔枪从油管内送至全通径射孔枪内,通过井下特殊定位装置及地面仪器的检测完成子弹与射孔孔道的精确定位,并起爆爆破子弹射孔枪,二次爆破子弹打入对应的已射开射孔孔道,通过子弹的延时装置,子弹到达孔道末端后引爆,使地层产生更多更长的裂缝,从而达到提高油气井产量的目的。该方法仍然利用油管传输全通径射孔枪和井下定位器。

[0006] 长庆油田开展体积压裂试验,需要定向射孔技术配合。长庆定向射孔井一般油层段井斜角  $10^\circ$  以下,但全井最大井斜角一般在  $10 \sim 35^\circ$ ,且射孔枪连续长度一般  $12 \sim 20\text{m}$ ,目前的转动油管定向射孔、偏心配重块定向射孔均不能满足长庆油田定向射孔的需求。因此,需要开展新型定向射孔工艺研究。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是：提供一种采用电缆传输实现精确定向射孔的方法，采用电缆传输定向射孔，实现全井最大井斜角超过  $15^{\circ}$ 、射孔段井斜角小于  $30^{\circ}$  的井进行定向射孔。

[0008] 本发明采用的技术方案是：采用电缆传输实现精确定向射孔的方法：

[0009] 步骤 1、定位装置下井坐封：

[0010] 在定位装置连接串的上部连接主电缆，将定位装置连接串送入井下；定位装置连接串的结构自上而下是：

[0011] 主电缆连接鱼雷连接附射孔电缆连接马龙头连接磁性定位器连接投放工具连接挤压套筒连接定位装置。

[0012] 当定位装置 7 到达设计射孔位置（深度）时，利用磁性定位器依据《磁定位测井解释成果表》数据，跟踪测量井下射孔段上部的短套管接箍长度，以此判断确定深度，再测量确定射孔段底部的第一个接箍做为标准接箍，以此标准接箍为基准，考虑定位装置连接串的零长计算出上提数，当定位装置连接串上提并跟踪测量到上提数回零时停车，这时通电点燃投放工具中的火药柱，火药柱燃烧产生的高压气体推动投放工具的液压缸，由动力转换接头实现中心活塞杆向上抽拉力和活塞筒包括挤压套筒向下产生的挤压力。此上抽和下挤压力迫使定位装置的中心管向上运行而锁紧套向下运行，上、下楔体压缩弹簧靠拢，使卡瓦向外张出锚定在套管内壁上，起到定位支撑作用。此时锁紧套内的锯齿扣行行到锁舌的中部，起到锁紧作用。当投放工具抽拉力高达  $50 \sim 80\text{KN}$  时，定位装置的丢手活塞剪切销被剪断，这时完成定位装置的坐封全过程。

[0013] 坐封后从井内取出包括挤压套筒 6 的以上部分。定位装置承载负荷  $5 \sim 8$  吨。

[0014] 步骤 2、陀螺测斜仪下井测量定位装置内上部导向键的准确方位：

[0015] 在测量方位仪器连接串的上部连接测井电缆，将测量方位仪器连接串送入井下；测量方位仪器连接串的结构自上而下是：

[0016] 主电缆连接鱼雷下端连接马龙头，鱼雷与马龙头之间有电缆连通；在马龙头的下端连接磁性定位器，磁性定位器的下端连接电子短节，电子短节的下端连接陀螺测斜仪，陀螺测斜仪的下端连接减震器，减震器的下端连接导向定位头。最后在马龙头与磁性定位器以及减震器的下端与导向定位头外壳之间安装扶正器，紧固好顶丝。

[0017] 陀螺测斜仪下井测量定位装置内的导向键方位。根据射孔设计要求方位，得出方位差值。此差值最后在地面调节射孔枪外盲孔与炮尾下接的导向槽的夹角（即：方位差值），从井内取出测量方位仪器连接串。

[0018] 步骤 3、射孔枪下井准确定向、射孔：

[0019] 在射孔枪连接串的上部连接测井电缆，将射孔仪器连接串送入井下；测量方位管柱的结构自上而下是：

[0020] 主电缆连接鱼雷下端连接马龙头，鱼雷与马龙头之间有电缆连通；在马龙头的下端连接磁性定位器，磁性定位器的下端连接转换接头，转换接头的下端连接炮头，炮头下端连接定位射孔枪，定位射孔枪的下端连接炮尾，炮尾下端连接定位导向捕捞头。

[0021] 井下定向射孔深度确定：是通过磁性定位器测量套管接箍深度进行校正深度，缓慢把定向射孔枪下放到位插入定位装置上部，此时的射孔枪深度即为设计要求的射孔深度。

[0022] 井下定向射孔方位确定：缓慢把定向射孔枪下放到位插入定位装置上部时，定位

射孔枪下端的定位导向捕捞头即进入定位装置,此时导向槽与定位装置导向键对接后,捕捞头已进入定位装置的打捞头,定位射孔枪的射孔弹方位为设计要求方位相对应。

[0023] 然后,给井下射孔枪通电点火起爆定向射孔弹穿孔,射穿套管进入地层一定深度。

[0024] 步骤 4、定位装置及射孔枪的起出:

[0025] 定位射孔枪尾部的导向槽底部带有一个提钩,射孔枪入井坐到定位装置后,提钩插入定位装置打捞头中。定向射孔起爆时,枪身瞬间产生震动和上窜,定位装置在提钩的作用下解封。射孔后上提或下放定位射孔枪时,定位装置随定位射孔枪一起上行或下行。当射孔枪串下过射孔段上提测量完“射孔检查验证曲线”后,定位装置随射孔仪器连接串一起起出井筒。最终完成电缆传输实现精确定向射孔施工。

[0026] 定位装置 7 的结构:

[0027] 定位装置包括本体、扩张单元、锁紧单元、释放单元,其特征是:锁紧单元、扩张单元、释放单元依次套接在本体外,锁紧单元与释放单元之间通过斜面与扩张单元活动连接。

[0028] 所述的本体是由扶正管、丢手活塞、导向键、锁舌、锁舌套、中心管构成,扶正管的上部内侧通过销钉销接有丢手活塞,扶正管的中部开有导向键,扶正管的下部外侧螺纹连接有锁舌套,锁舌套内固定有锁舌,锁舌套底部通过螺纹连接有中心管。所述的丢手活塞与扶正管之间通过四个剪切销连接。

[0029] 所述的锁紧单元是由锁紧套和上楔体构成,上楔体的上端固定连接有锁紧套,上楔体下端有斜面。

[0030] 所述的锁紧套与本体的锁舌套的接触端有锯齿状卡槽,锁舌套的锁舌对应锯齿状卡槽的位置。

[0031] 所述的释放单元是由打捞头、下楔体、下心轴、托环、下堵头、锁爪构成,下楔体的上端有斜面,下楔体的下端固定连接有托环,托环内侧有凹槽,托环底部通过内螺纹连接有下堵头,本体的中心管下端有锁爪,锁爪的下端外侧有凸起,本体的扶正管下部内侧置有打捞头,打捞头与扶正管之间无连接关系,打捞头的上端有内卡沿,打捞头底部固定连接有心轴,下心轴位于中心管及锁爪的内侧,下心轴的底端通过下堵头限位,下心轴将锁爪外侧的凸起卡接在托环内侧的凹槽内。

[0032] 所述的中心管下端固定多个间隔分布的锁爪,每个锁爪的下端外侧均有凸起,凸起对应的托环内侧有相匹配的凹槽。

[0033] 所述的扩张单元是由卡瓦、弹簧、弹簧钢板构成,卡瓦位于锁紧单元的上楔体和释放单元的下楔体之间,上楔体和下楔体之间还压接有弹簧,卡瓦是外侧卡沿端大内侧小的梯形结构,卡瓦梯形两侧斜面与上楔体下端和下楔体上端的斜面接触(吻合)。所述的卡瓦的背面通过螺栓固定连接有弹簧钢板,弹簧钢板两端有限位槽口,弹簧钢板通过两端的限位槽口分别与上楔体及下楔体螺栓连接。

[0034] 定位装置的组装:

[0035] 1、首先将钢板由卡瓦背面的槽内插入,使钢板中部的两个孔对准卡瓦上的两个孔,然后将两 M8 的固定螺丝紧固。

[0036] 2、四个锁舌弹簧和四个锁舌分别装入锁舌套,用手压住锁舌,然后将锁舌套上压帽对准锁舌斜面端丝扣连入并拧紧,再将锁舌套下压帽对准锁舌直面端丝扣连入并拧紧。

[0037] 3、将弹簧挡板和弹簧从中心管的锁爪处装入。

- [0038] 4、将下楔体从中心管的锁爪处装入。
- [0039] 5、将托环从中心管的锁爪处装入。
- [0040] 6、将上楔体从中心管的上端套入。
- [0041] 7、将锁舌套总成从锁环套下端插入。
- [0042] 8、将锁紧机构总成与中心管上端连接并紧固。
- [0043] 9、将下心轴从托环下端中心管锁爪内插入。将打捞器与下心轴连接。
- [0044] 10、将组装好的四片卡瓦机构,用八个 M8 的固定螺丝分别固定在锁
- [0045] 环套和托环的凹槽里。
- [0046] 11、定位管与锁舌套丝扣连接紧,再装下堵头。
- [0047] 12、将锁环套上、下调整,使四个剪切销孔对准锁舌套上压帽的剪切槽,然后再分别装入四个(四个/套)的剪切销。
- [0048] 13、剪切环插入定位管套,剪切槽对准剪切销孔。
- [0049] 14、将连接螺丝与剪切环装配到位,然后将定位装置整体调整。
- [0050] 特别注意:1、四个卡瓦后斜面必须与上、下楔体的斜面吻合;2、四个卡瓦的最大外径不得超过 116mm;
- [0051] 定位装置的工作原理:
- [0052] 投放工具心轴产生的上拉力作用在定位装置的丢手活塞上,它带动定位键套、锁舌套、中心管、托环、下楔体上行,投放工具挤压筒产生的下推力下压锁紧套、上楔体下行,这时上、下楔体压缩弹簧,同时撑着卡瓦向外扩张紧贴在套管内壁上,当四个卡瓦镶嵌进套管内壁一定深度后,锁紧套不再下行时,锁舌锁住。此时投放工具剩余的高压抽拉力剪断丢手活塞上四个剪钉,完成投放工具与定位装置脱手。
- [0053] 本发明的有益效果:本发明采用电缆传输实现精确定向射孔的方法,
- [0054] 一是改变了传输方式,取消了起下油管,减轻了劳动强度;大大的缩短了占井时间;二是采用磁性定位器跟踪控制,提高了定位装置和射孔枪准确深度;三是射孔弹的方位取消了旋转油管定位的方法,而是采用陀螺仪测量后,地面旋转调节提高了方位的准确度;四是安全性、可靠性、射孔下井一次成功率得到提高;五是满足定向井既不受井斜角限制,实现了全井最大井斜角超过  $15^{\circ}$ 、射孔段井斜角小于  $30^{\circ}$  井的定向射孔;射孔施工周期由油管传输定向射孔的 30 小时减至目前的 8 小时,提高施工效率;电缆传输代替油管传输。

#### 附图说明

- [0055] 图 1 是本发明采用电缆传输实现精确定向射孔的方法实施例流程示意图。
- [0056] 图 2a 是定位仪器连接串上半部分结构示意图。图 2b 是定位仪器连接串下半部分结构示意图。
- [0057] 图 3 是测量方位仪器连接串结构示意图。
- [0058] 图 4a 是射孔仪器连接串上半部分结构示意图。图 4b 是射孔仪器连接串下半部分结构示意图。
- [0059] 图 5 是定位装置 7 的结构剖面示意图。
- [0060] 图中,1-鱼雷,2-电缆,3-马笼头,4-磁性定位器,5-投放工具,6-挤压套筒,7-定

位装置,8- 电子短节,9- 陀螺测斜仪,10- 减震器,11- 导向定位头,12- 扶正器,13- 转换接头,14- 炮头,15- 定位射孔枪,16- 炮尾,17- 定位导向捕捞头。

[0061] 701- 扶正环,702- 丢手活塞,703- 导向键,704- 打捞头,705- 锁紧套,706- 锁舌,707- 锁舌套,708- 上楔体,709- 中心管,710- 卡瓦,711- 弹簧,712- 下楔体,713- 弹簧钢板,714- 下心轴,715- 托环,716- 下堵头。

### 具体实施方式

[0062] 实施例 1 :以一口井采用电缆传输实现精确定向射孔的方法为例,对本发明作进一步详细说明。

[0063] 长庆油田 A 井定向射孔施工过程。

[0064] 一、首先,收集获取井斜、射孔段等参数 :

[0065] 二、定方位射孔施工设计

[0066] (1) 定位支撑装置 :

[0067] 采用 5 1/2" 定位支撑装置,最大外径 114mm,长度 1000mm,丢手活塞剪切销的剪断力 8T。

[0068] (2) 方位测量仪器 :

[0069] 采用 HKTL-46 型陀螺方位测量仪,最大外径 46mm,扶正环最大外径 102mm。

[0070] (3) 定方位射孔器 :

[0071] a. 定方位射孔器外径为 102mm,接头最大外径 104mm,长度 2200mm。

[0072] b. 夹层枪外径为 73mm,中间接头最大外径 75mm,长度 (1000mm、2000mm、3000mm) 可以按设计要求组合。

[0073] (4) 具体设计数据如下 :

[0074] a. 设计定位装置顶部深度 :油层底部深度 +0.25 米。

[0075] b. 定位装置上提数为 :标准接箍深度 +1.75 米 \*- 油层底部深度 -0.23 米。

[0076] 注 :\*- 指磁性定位器记录点到定位装置顶部之间的长度。

[0077] 三、定位装置下井坐封 :

[0078] 在定位装置连接串的上部连接主电缆,将定位装置连接串送入井下 ;定位装置连接串的结构自上而下是 :

[0079] 5500 米 7 芯电缆连接直径 37mm 的快接鱼雷 1 再连接 1.5 米附射孔电缆 2 再连接直径 73mm 的马龙头 3 再连接直径 73mm 的单芯磁性定位器 4 再连接直径 89mm 的投放工具 5 (内装药柱和点火器) 再连接直径 114mm 的挤压套筒 6 再连接定位装置 7。

[0080] 直径 37mm 的快接鱼雷 1 型号 :FYYL-3A

[0081] 直径 73mm 的马龙头 3 型号 :FYSKM-981A

[0082] 直径 73mm 的单芯磁性定位器 4 型号 :FYCDW-01C

[0083] 直径 89mm 的投放工具 5 型号 :FYQTG-1

[0084] 定位装置 7 的型号 :FYDZ-114

[0085] 以上产品均为“西安方元能源工程有限责任公司”生产。

[0086] 当定位装置 7 到达设计射孔位置 (深度) 时,磁性定位器 4 跟踪测量井下射孔段上部的短套管接箍长度,以此判断确定深度,再测量确定射孔段底部的第一个接箍做为标



准接箍,以此标准接箍为基准,考虑定位装置连接串的零长计算出上提数,当定位装置连接串上提并跟踪测量到上提数回零时停车,这时通电点燃投放工具中的火药柱,火药柱燃烧产生的高压气体推动投放工具 5 的液压缸,由动力转换接头实现中心活塞杆向上抽拉力和活塞筒包括挤压套筒 6 向下产生的挤压力。此上抽和下挤压力迫使定位装置 7 的中心管向上运行而锁紧套向下运行,上、下楔体压缩弹簧靠拢,使卡瓦向外张出锚定在套管内壁上,起到定位支撑作用。此时锁紧套内的锯齿扣行到锁舌的中部,起到锁紧作用。当投放工具抽拉力高达 55KN 时,定位装置的丢手活塞剪切销被剪断,这时完成定位装置的坐封全过程。然后停 5 分钟待投放工具高压气体释放完和井内液体静止后,再上提起出工具串。坐封后从井内取出包括挤压套筒 6 的以上部分。定位装置 7 的承载负荷 6.5 吨。

[0087] 四、陀螺测斜仪下井测量定位装置内上部导向键的准确方位:

[0088] 在 HKTL-46 型陀螺方位测量仪连接串的上部连接测井电缆,将测量方位仪器连接串送入井下;

[0089] (1) 测量方位仪器连接串的结构自上而下是:

[0090] 5500 米 7 芯主电缆连接直径 37mm 的鱼雷 1,下端连接直径 46mm 的马龙头 3,鱼雷 1 与马龙头 3 之间有电缆 2 连通;在马龙头 3 的下端连接直径 46mm 的磁性定位器 4,磁性定位器 4 的下端连接直径 46mm 的电子短节 8,电子短节 8 的下端连接直径 46mm 的陀螺测斜仪 9,陀螺测斜仪 9 的下端连接直径 46mm 的减震器 10,减震器 10 的下端连接直径 46mm 的导向定位头 11。

[0091] 最后在马龙头 3 与磁性定位器 4 以及减震器 10 的下端与导向定位头 11 外壳之间安装直径 114mm 的扶正器 12,紧固好顶丝。

[0092] (2) 陀螺仪测量方位施工

[0093] ①陀螺测斜仪属于娇贵、精密的测量仪器,使用中的任何操作失误都可能造成陀螺测斜的永久性损坏。仪器操作人员应经过专门的培训,方可上岗操作。为了保证陀螺测斜仪应有的测量精度和性能,使用中请您务必注意做到以下几点:

[0094] a. 运输时陀螺一定要放在固定的专用包装箱内,并作适当保护;

[0095] b. 任何时候移动陀螺都要轻拿轻放,不可以有刚性碰撞;

[0096] c. 装配陀螺时应斜使用相应摩擦管钳,卡紧位置应在螺纹外端,避免用管钳上扣;

[0097] d. 装配陀螺测斜仪,上扣需用摩擦管钳,手感受上紧即可,不可用脚夫踩摩擦管钳手柄上扣,并注意上扣过程中,装有陀螺仪的高压外壳不可有跳动,碰撞;

[0098] e. 使用电缆绞车起、下仪器时,每次电缆从静止到运动、或相反,必须缓慢加速或缓慢停车,加速度应小于  $5\text{cm/s}^2$ ;

[0099] f. 陀螺仪在工作状态下必须静止姿态,禁止晃动陀螺测斜仪探管;

[0100] g. 控制测量温度,不要超过规定范围,否则会降低陀螺仪寿命,甚至导致测量失败;

[0101] h. 每次开机启动陀螺测斜仪之前,保证仪器处于静止状态。陀螺测斜仪运行中的任何大幅度摆动(大于 2 度每秒)都可能造成仪器的性能下降,甚至造成陀螺体的永久性损坏;

[0102] i. 每次上井前应做精度测试,发现误差偏大请进行维修;

[0103] ②测量之前先检查好硬件电路,并保证全部设备已经正常启用。(从上之下):电缆小鱼雷+陀螺仪马龙头+陀螺仪电子线路(长)+陀螺仪惯性体(短)+陀螺仪引斜(带槽子和弹簧)

[0104] 必须按这一顺序配接陀螺仪。配接时注意电子线路轻拿轻放及对接的准确和紧密。

[0105] ③在陀螺仪的引斜滑槽上放置水平测试模块,调整陀螺仪器本身使测试模块显示水平。调整好陀螺仪供电后至供电结束后 2MIN 内陀螺仪应保持相对静止,绝不允许陀螺仪在地面和井下晃动或摆动。

[0106] ④用双头 USB 线连接手提电脑与陀螺仪地面供电面板,连接地面供电面板红黑供电孔分别至大仪器电缆井下 1,10 线(如果陀螺仪马龙头联通为 1 线则红线接至 1 线,10 线为地线)。打开手提电脑,进入陀螺仪软件,打开陀螺仪地面电源。

[0107] ⑤在手提电脑的陀螺仪软件中设置合适的井场及陀螺参数:

[0108] 参数设置→常规信息设置→陀螺信息设置

[0109] 仪器编号:69;仪器零长:0;本地纬度:根据当地实际的纬度填,上井前应查询;

[0110] 陀螺高边:0;高边初始角:0;高边偏差:0;高边偏转角:3;

[0111] ⑥先按下陀螺仪地面控制面板上仪器启动按钮,等面板显示电流为 80 左右时,将供电开关打到 ON 档,等待电流稍稍稳定后再次按下仪器启动按钮。这个过程中电压大概会维持在 160-180V 左右

[0112] ⑦进行对下位机和井下仪器两条通信链路的检查。点击主菜单中“陀螺测斜”项的“通信检查”键,弹出对话框后分别对下位机和井下仪器进行通信检查,一般检查次数默认为 10 次即可。

[0113] ⑧采点后调整高边初始角,使陀螺高边接近零,范围在 0.1 以内。

[0114] ⑨陀螺仪定方位及方位修正

[0115] a. 下放仪器到 200m,采点,看仪器是否正常工作后继续下放至快到射孔深度时换挡以 500m/h 以下速度下放,到射孔段上端时停车。

[0116] b. 定点测井,点击菜单栏上面“陀螺测斜”下拉菜单中的“定点测井”即可测量数据。目前点测一次的时间为  $2*24 = 48S$ 。测量的方位,高边(陀螺高边),井斜等信息结果将显示在原始数据显示区内。同时在定向表盘和定向信息栏中也将显示相应的实际方位信息。

[0117] 陀螺测斜仪 9 下井测量定位装置 7 内的导向键方位。根据射孔设计要求方位,得出方位差值。然后从井内取出测量方位仪器连接串。

[0118] 五、射孔枪下井准确定向、射孔:

[0119] (1) 将陀螺测斜仪下井测量定位装置内的导向键方位与射孔设计要求方位的差值。地面调节组装好的射孔枪外盲孔与炮尾下接的导向槽的夹角(即:方位差值),调节好后将顶丝紧固。

[0120] (2) 在射孔枪连接串的上部连接测井电缆,将射孔仪器连接串送入井下;测量方位管柱的结构自上而下是:

[0121] 5500 米 7 芯主电缆连接直径 46mm 的鱼雷 1 下端连接直径 73mm 马龙头 3,鱼雷 1 与马龙头 3 之间有电缆 2 连通;在马龙头 3 的下端连接直径 70mm 的磁性定位器 4,磁性定

位器 4 的下端连接转换接头 13, 转换接头 13 的下端连接直径 102mm 的炮头 14, 炮头 14 下端连接直径 102mm 的定位射孔枪 15, 定位射孔枪 15 的下端连接直径 102mm 的炮尾 16, 炮尾 16 下端连接定位导向捕捞头 17。

[0122] (3) 井下定向射孔枪深度确定 : 是通过磁性定位器测量套管接箍深度进行校正深度, 缓慢把定向射孔枪下放到位插入定位装置上部, 此时的射孔枪深度即为设计要求的射孔深度。

[0123] (4) 井下定向射孔枪方位确定 : 缓慢把定向射孔枪 15 下放到位插入定位装置 7 上部时, 定位射孔枪 15 下端的定位导向捕捞头 17 即进入定位装置 7, 此时导向槽与定位装置 7 导向键对接后, 捕捞头 17 已进入定位装置 7 的打捞头, 定位射孔枪 15 的射孔弹方位为设计要求方位相对应。

[0124] (5) 最后给井下射孔枪通电点火起爆定向射孔弹穿孔, 射穿套管进入地层一定深度。

[0125] 六、测量射孔检查验证曲线和定位装置及射孔枪的起出 :

[0126] 定位射孔枪 15 尾部的导向槽底部带有一个提钩, 射孔枪入井坐到定位装置后, 提钩插入定位装置打捞头中。定向射孔起爆时, 枪身瞬间产生震动和上窜, 定位装置在提钩的作用下解封。射孔后上提或下放定位射孔枪 15 时, 定位装置 7 随定位射孔枪 15 一起上行或下行。当射孔枪串下过射孔段上提测量完“射孔检查验证曲线”后, 定位装置 7 随射孔仪器连接串一起起出井筒。最终完成电缆传输实现精确定向射孔施工。

[0127] 七、A 井电缆定方位射孔现场实录 ( 示例 )

[0128] 设计射孔井段 ( 米 ) : 2727.0 ~ 2729.0 NE25° 2736.5 ~ 2738.5 NE115° 夹角 90°

[0129] (1) 定位装置施工作业

[0130] ①设计定位装置顶部深度 :  $2738.50 + 0.25 = 2738.75$  米。

[0131] ②标准接箍选 : 2743.41 米, 下井仪 ( 投放工具 ) 零长 : 1.75 米, 上提数为 : 6.43 米。  $(2743.41 + 1.75) \sim (2738.5 - 0.23)$  之间的距离为 6.43 米。

[0132] ③ 11:50 定位装置下井校深测量。

[0133] ④ 13:00 点火释放正常。

[0134] ⑤ 13:05 带投放工具下测探鱼顶深度为 : 2738.71 米。

[0135] ⑥ 13:40 起出投放工具串。

[0136] (2) 陀螺仪测量方位施工作业, 测量定位装置内键的准确方位

[0137] ① 14:40 陀螺方位测量仪器下井。

[0138] ②陀螺方位测量结果 : 定位装置内键的准确方位为 161 度。

[0139] ③ 16:50 起出方位测量仪器串。

[0140] (3) 电缆定方位射孔枪施工作业

[0141] ①地面调整射孔枪方位 : ( 设计要求射孔方位为 : 120 度 ) 定位罗盘仪调出差值 : 41 度。罗盘仪套在导向定位头上, 将射孔弹方位与导向头键槽调 41 度后, 紧固顶丝。射孔枪串零长 : 12.00 米 ( 磁性定位器记录点至炮尾定位键槽的距离 )。

[0142] ② 17:40 电缆定方位射孔枪串下井, 下至短套管上部 25 米处停车, 然后下测跟踪监视并记录, 测速为 1200 米 / 小时。

[0143] ③实测遇阻深度为 : 2726.5 米 停车校对深度为 : ( 标准接箍 2721.56 + 测量值

4.95+ 射孔枪串零长 12.00 = 实射最低孔深度 2738.51 米), 深度校对准确。

[0144] ④ 18:25 点火射孔正常, 2 分钟后上提电缆, 绞车张力由: 21KN ↗ 26 KN ↘ 21 KN 后正常 (定位装置解脱), 继续上测 2 个单根, 开始下测遇阻深度 2749.00 米。实际遇阻深度为: 2749.00+ 射孔枪零长 12.00+ 定位装置 1.02 = 2762.02 米。

[0145] ⑤ 上提电缆测射孔检查曲线进行射孔验证。

[0146] 19:05 起出射孔枪串施工完毕, 20:20 小队离开井场。

[0147] (4) 射孔深度及枪管穿孔验证

[0148] 表 8-1 枪管穿孔验证记录表

[0149]

井号	A 井		井别	**井	
实装射孔弹(发)	66	发射射孔弹(发)	66	发射率	100%
设计射孔 井段(米)	2727.0-2729.0 2736.5-2738.5	实际射孔井段 (米)	2727.0-2729.0 2736.5-2738.5	误差 (米)	0 米

[0150] (5) 电缆定方位射孔施工作业时效统计

[0151] 表 8-2 射孔施工作业时效统计表

[0152]

作业项目	准备时间	下井时间	起出时间
到井现场准备	10: 30	11: 50	
定位装置施工作业		11: 50	13: 40
陀螺仪测量方位施工作业		14: 40	16: 50
电缆定方位射孔施工作业		17: 40	19: 05
射孔枪起出井口		19: 05	19: 40
离开井场	20: 20		
合 计	9:50	7: 50	

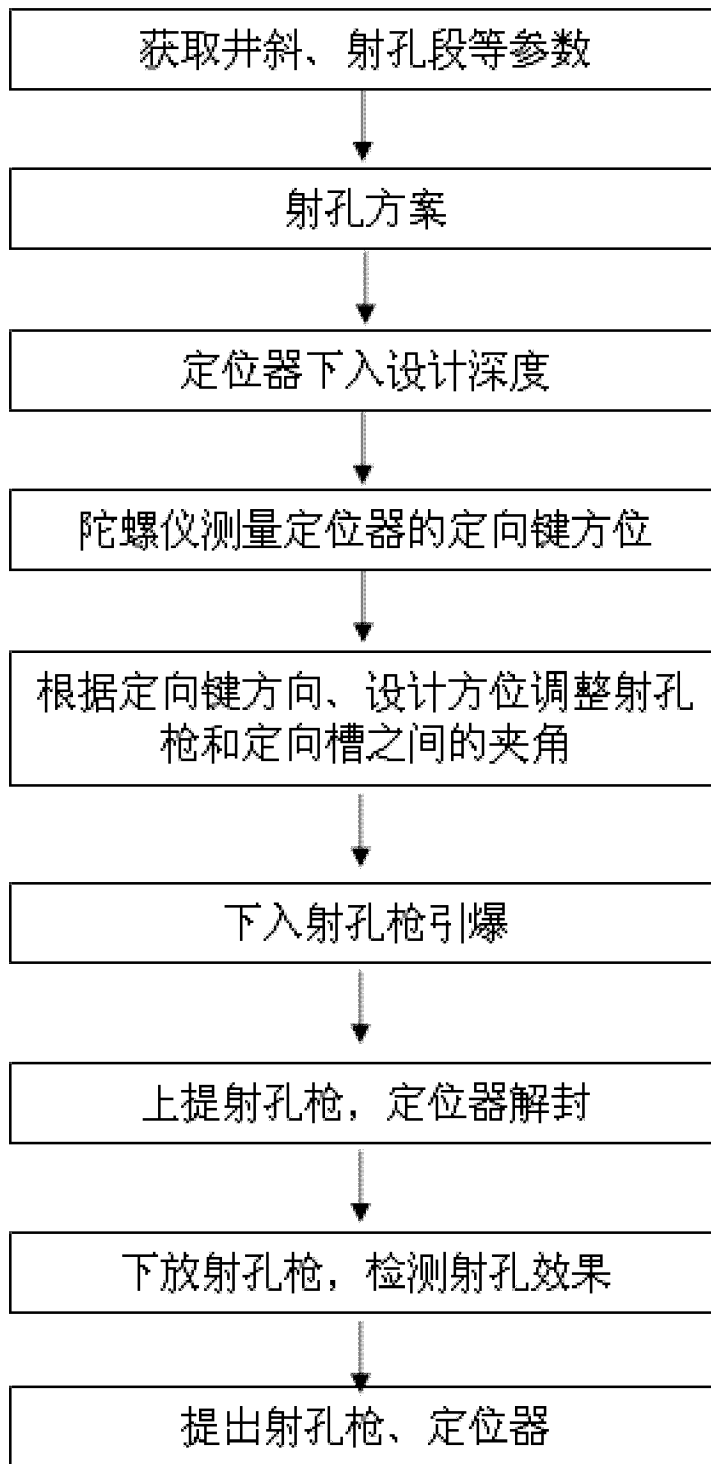


图 1

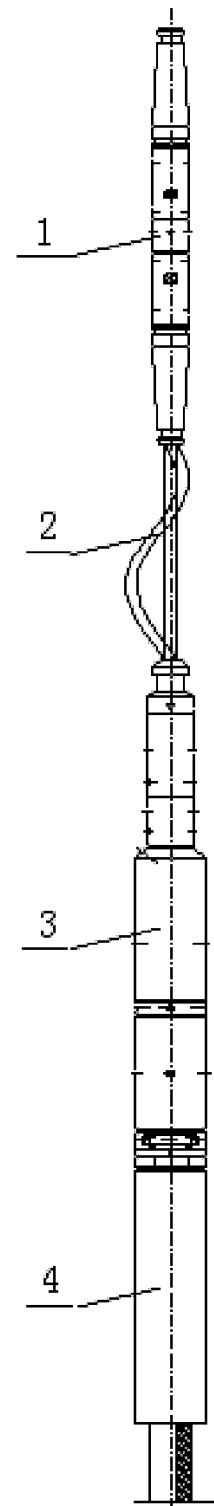


图 2a

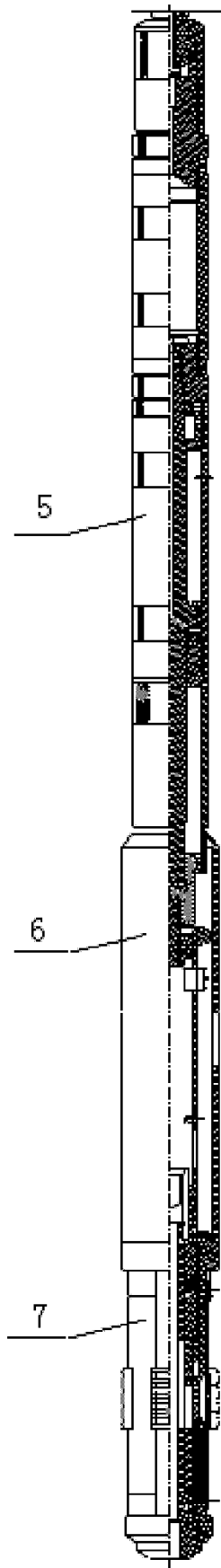


图 2b

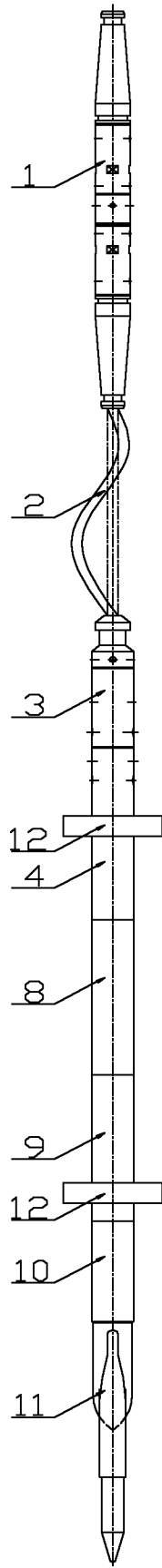


图 3

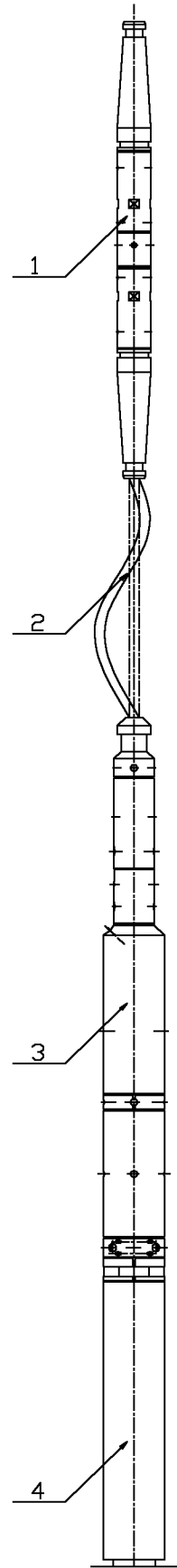


图 4a

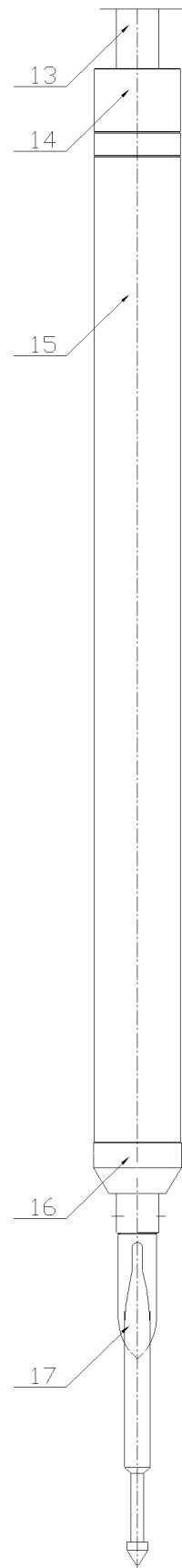


图 4b

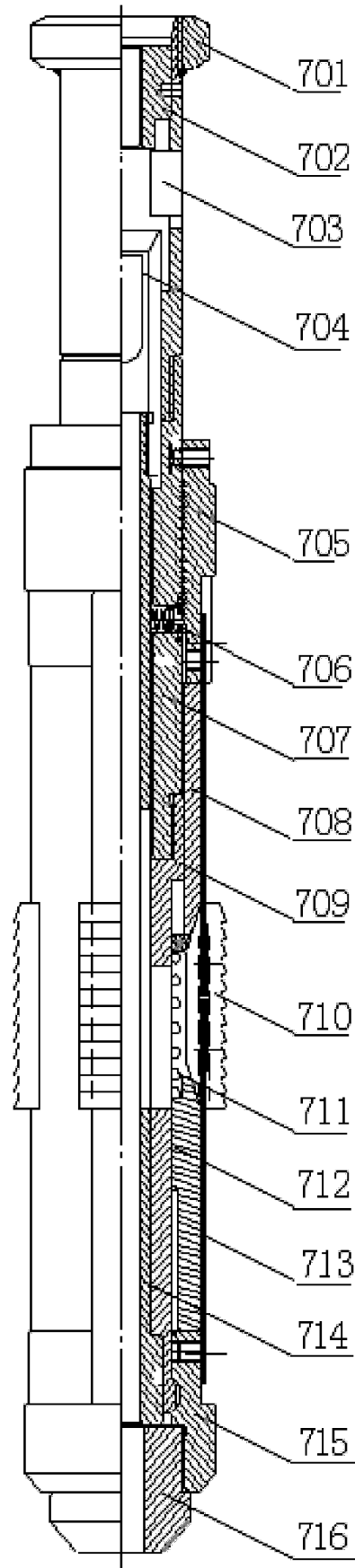


图 5