



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101343991 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 200810118163. 4

US 2005/0150660 A1, 2005. 07. 14, 全文.

(22) 申请日 2008. 08. 13

CN 1646786 A, 2005. 07. 27, 附图 8-11.

(73) 专利权人 中国石油天然气股份有限公司  
地址 100011 北京市东城区安德路 16 号洲际大厦

杨顺辉等. 可膨胀波纹管技术在韦 15-19 井的应用. 《石油钻探技术》. 2007, 第 35 卷 (第 3 期), 第 55-56 页, 图 1.

(72) 发明人 高向前 李益良 张立新 李涛  
毕秀玲 孙冬梅 沈泽俊

审查员 隋子玉

(74) 专利代理机构 北京市中实友知识产权代理有限公司 11013

代理人 李玉明

(51) Int. Cl.

E21B 43/00 (2006. 01)

E21B 17/00 (2006. 01)

E21B 7/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2004/027205 A2, 2004. 04. 01, 全文.

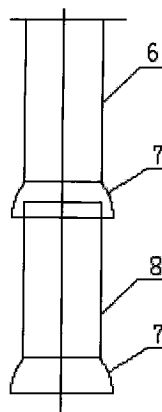
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

单一内径完井井身结构的井完井方法

(57) 摘要

单一内径井完井井身结构,应用于石油或煤层气资源开采钻井与完井技术领域。主要由普通套管和纵向波纹管组合连接 1~6 级膨胀套管和纵向波纹管组合连接而成。自上而下第一级为普通套管和纵向波纹管组合,第一级下部是多级膨胀套管和纵向波纹管组合连接而成,完井后井身结构的内径为单一内径。结合膨胀套管、纵向波纹管技术实现完井管柱具有单一内径。各段管柱在膨胀后与上一层套管底端的喇叭口处的内径悬挂并坐封,实现全井完井管柱的单一联通。避免了原有完井方法中,套管直径逐层缩小,钻头规格也随之缩小的不足,能获得较大的完井井径;为井口套管直径单一并且井眼减小提供了可能;完井水泥用量、泥浆用量减少,降低钻井成本。



1. 一种单一内径完井井身结构的井完井方法,其特征在于:井身结构主要由普通套管和纵向波纹管组合下部连接有1~6级膨胀套管和纵向波纹管组合,即自上而下第一级为普通套管和纵向波纹管组合,第一级下部连接1~6膨胀套管和纵向波纹管组合,完井后全井井身内径相同;

完井步骤是:

(A) 用钻井方法完成表层裸眼井;在表层裸眼井内下入第一级普通套管(6)与纵向波纹管(7)组合,在普通套管(6)与纵向波纹管(7)组合下端连接浮鞋;在普通套管(6)与纵向波纹管(7)组合外壁与裸眼井壁之间的环形空间注水泥,至水泥返高到预定位置并直至水泥环凝固;

(B) 打压使纵向波纹管(7)膨胀;在地面利用高压泵,往普通套管(6)与纵向波纹管(7)组合内注水打压,当地面泵的泵压在10~17MPa时,纵向波纹管(7)的截面由波纹状膨胀为圆形;保持压力5~20分钟,纵向波纹管(7)管段膨胀为圆柱形;

(C) 下入磨铣工具,磨铣膨胀后的纵向波纹管(7)下半段和浮鞋,使剩余的纵向波纹管(7)上半段成为容纳下一级的膨胀套管(8)悬挂和坐封位置的喇叭口;

(D) 加深钻井并扩孔,完成下一级井段裸眼井段,下一级井段裸眼井段直径与上一级钻井的裸眼直径相同或近似;

(E) 利用钻具携带膨胀套管和纵向波纹管组合下入裸眼井段;打压将纵向波纹管膨胀,此膨胀过程与步骤(B)完全相同,膨胀后的纵向波纹管内部能容纳膨胀套管的膨胀工具—变径膨胀锥;

(F) 通过打压管柱向裸眼井和膨胀管之间的环形空间注水泥,至水泥返高到预定位置并直至水泥环凝固;

(G) 通过变径膨胀锥上部连接的打压管柱打压,地面高压泵提供液压力,当压力达到15-55MPa时纵向波纹管恢复为圆形截面,持续打压直至压力上升3-5MPa,此时高压泵出现溢流,继续保压3-5分钟,纵向波纹管段完成膨胀,液压力从地面传递到膨胀锥下部,继续打压,膨胀锥向上滑行,膨胀套管管段内径扩大,持续打压直至变径膨胀锥到达膨胀套管的顶部,膨胀套管膨胀后的外径与上一级磨鞋后的纵向波纹管内径发生过盈连接并固定,膨胀套管膨胀后的外径与上一级磨鞋后的纵向波纹管内径重叠部分的悬挂和坐封;

膨胀套管膨胀施工条件:地面高压泵排量为15-80l/min,泵压为15-55MPa;

(H) 重复步骤(C)、(D)、(E)、(F)和(G)1~6次,完成下一级的膨胀套管和纵向波纹管组合的悬挂和坐封,完成单一内径完井井身结构,完井后全井井身结构的内径相同。

2. 根据权利要求1所述的单一内径完井井身结构的井完井方法,其特征是:纵向波纹管(7)未膨胀前,其截面的回转半径小于普通套管(6)的内径,纵向波纹管(7)的管壁有波峰和波谷,波峰与波谷之间圆弧过渡,由于其回转半径小与普通套管内径,能通过上一级套管下入到井底,纵向波纹管(7)的波峰和波谷与纵向波纹管(7)的中心线平行,纵向波纹管(7)的膨胀前横截面的形状是三瓣状、四瓣状或五瓣状;打压膨胀后的纵向波纹管(7)的截面为圆形状。

3. 根据权利要求2所述的单一内径完井井身结构的井完井方法,其特征是:纵向波纹管(7)和上段的普通套管连接采用焊接方式,或通过接箍连接,在纵向波纹管膨胀前,纵向波纹管管段的上端有过渡管段,纵向波纹管管段上端才能够与套管管段下端的圆形截面进

行连接,同样,纵向波纹管管段的下端也有过渡管段,这样在纵向波纹管管段的下端能连接截面为圆形的浮鞋。

4. 根据权利要求 3 所述的单一内径完井井身结构的井完井方法,其特征是:所述的纵向波纹管管段上端连接套管管段下端的圆形截面和纵向波纹管管段的下端连接截面为圆形的浮鞋,采用的连接方式是焊接或通过带螺纹接箍进行连接。

## 单一内径完井井身结构的井完井方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及石油或煤层气资源开采钻井与完井技术领域,特别涉及一种套管完井方法。

### 背景技术

[0002] 目前,石油或煤层气井钻井工程中,多数采用全井套管完井。参阅图 1。全井套管完井的基本程序是:(a)用钻井方法完成表层裸眼井;(b)在表层裸眼井内下入相应直径的表层套管 1;(c)在表层套管 1 外壁与裸眼井壁之间的环形空间注水泥,至水泥返高到预定位置并直至水泥环 2 凝固;(d)用小于表层套管 1 内径的钻头,钻穿表层套管内的水泥塞,并继续加深钻井,钻成技术裸眼井;(e)在技术裸眼井内下入相应直径的技术套管 3,技术套管 3 的顶端与表层套管 1 的顶端位置在井口;(f)在技术套管 3 外壁与技术裸眼井壁之间的环形空间注水泥,至水泥返高到预定位置并直至水泥环凝固;(g)用小于技术套管 3 内径的钻头,钻穿技术套管 3 内的水泥塞,并继续加深钻井,钻成完井裸眼井;(h)在完井裸眼井内下入相应直径的完井套管 4,完井套管 4 的顶端与技术套管 3、表层套管 1 的顶端在井口;(i)在完井套管 4 外壁与完井裸眼井壁之间的环形空间注水泥,至水泥返高到预定位置并直至水泥环凝固;重复进行下一级钻井、套管完井作业直至钻达预定井深。

[0003] 为了节约套管用量,有人采用套管悬挂完井。参阅图 2。套管悬挂完井的基本程序是:首先采用上述程序(a)~(d)钻成技术裸眼井。(e)在技术裸眼井内下入相应直径的技术套管 3,技术套管 3 的顶端悬挂在表层套管 1 的下部,采用的工具是尾管悬挂器 5;采用上述程序(f)和(g)钻成完井裸眼井。(h)在完井裸眼井内下入相应直径的完井套管 4,完井套管 4 的顶端悬挂在技术套管 3 的下部,采用的工具是尾管悬挂器 5;采用上述程序(i)并重复进行下一级钻井、套管完井作业直至钻达预定井深

[0004] 在某些井的套管完井中,可以采用将以上两种完井套管柱的形式结合起来,形成复合套管完井。

[0005] 目前套管完井程序,无论采用全井套管完井,还是采用套管悬挂完井,都是下一级套管内径比上一级套管内径小,都不可避免要发生“望远镜效应”(telescoping),即套管尺寸逐级减小,像伸缩式望远镜。当到达目的层时最终完井套管内径已经很小,对油井产量和后续开发、修井作业造成很大影响;同时由于套管内径不断缩小,下入使用的钻头尺寸逐级减小,钻井深度到受限。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是:提供一种单一内径完井井身结构及完井方法,实现单一内径完井井身结构。以膨胀套管、纵向波纹管等技术为基础实现多级套管固井,到井深达目的层后,完井套管内径仍然与上部套管的内径相同,即只有单一内径。有利于油井产量和后续开发、修井作业;同时为继续加深钻井深度到提供了井下可利用的空间。克服目前全井套管完井、套管悬挂完井套管尺寸逐级减小,对油井产量和后续开发、修井作业造成影响。

[0007] 本发明采用的技术方案是：单一内径井完井井身结构，主要由普通套管和纵向波纹管组合连接 1～6 级膨胀套管和纵向波纹管组合连接而成。自上而下第一级为普通套管和纵向波纹管组合，第一级下部是 1～6 膨胀套管和纵向波纹管组合连接而成，完井后全井井身内径相同。本发明所述的单一内径是相对原有技术完井套管尺寸逐级减小而言。

[0008] 单一内径完井井身结构井完井方法为：

[0009] (A) 用钻井方法完成表层裸眼井；在表层裸眼井内下入第一级普通套管与纵向波纹管组合，在普通套管与纵向波纹管组合下端连接浮鞋；在普通套管与纵向波纹管组合外壁与裸眼井壁之间的环形空间注水泥，至水泥返高到预定位置并直至水泥环 2 凝固；

[0010] (B) 打压使纵向波纹管膨胀；在地面利用高压泵，往普通套管与纵向波纹管组合内注水打压，当地面泵压在 10～17MPa 左右时，纵向波纹管的截面由波纹状膨胀为圆形（波纹管由皱缩状恢复为初始制造基管的圆形截面）；保持压力 5～20 分钟，纵向波纹管管段膨胀为圆柱形。

[0011] 具体保压时间可以根据地面高压泵排量大小和纵向波纹管膨胀前后的容积差值进行计算，实际作业中，当地面的高压泵的泵压再升高 3-5MPa，即达到溢流压力，溢流压力持续时间 5～10 分钟，说明纵向波纹管管段已经为圆形。

[0012] 在工程技术领域，人们熟知的波纹管的波纹是横向的，即波纹管的波峰和波谷与波纹管的中心线垂直，波纹管管壁的纵剖面为波浪形。本发明所述的纵向波纹管的波峰和波谷与纵向波纹管的中心线平行，为区别两种不同的波纹管，故称本发明的波纹管为纵向波纹管。

[0013] 纵向波纹管未膨胀前，其截面的回转半径小，为压扁的形状；打压纵向波纹管膨胀后，纵向波纹管的截面为圆形。

[0014] 纵向波纹管未膨胀时，其截面的回转半径小于普通套管的内径，纵向波纹管的管壁有波峰和波谷，波峰与波谷之间圆弧过度。纵向波纹管的波峰和波谷与纵向波纹管的中心线平行，纵向波纹管的膨胀前横截面的形状可以是三瓣状、四瓣状或五瓣状，如以上描述的几种形状纵向波纹管，在石油行业用纵向波纹管多为周向对称结构，而在煤炭等行业用纵向波纹管往往周向形状不对称。打压膨胀前纵向波纹管的回转半径小于普通套管的内径。打压膨胀后的纵向波纹管的截面为圆形。

[0015] 简述纵向波纹管的制作过程，有助于理解纵向波纹管的膨胀和膨胀后的形状。在较高温度下，采用拉拔机结合特定截面的模具，将截面为圆形的钢管经拉拔制成截面回转半径更小的、皱缩状的波纹管，此处所述波纹管并非是管道连接中常用于缓解轴向变形的波纹管。某一种规格、形状的纵向波纹管，当承受一定的内外压差时，其就能恢复原来的截面为圆形状。对于同一种纵向波纹管，打压的压力值比较稳定，这一点已经在反复的纵向波纹管实验施工中获得验证。

[0016] 所述的普通套管和纵向波纹管组合是：纵向波纹管上段连接的普通套管的内径大于纵向波纹管的回转外径；当纵向波纹管膨胀为圆形截面后，纵向波纹管内外径尺寸均大于上部连接的普通套管的内径尺寸，膨胀后的纵向波纹管内径与普通套管接箍尺寸相近；

[0017] 纵向波纹管 and 上段的普通套管连接可以采用焊接方式，也可通过接箍连接。在纵向波纹管膨胀前，纵向波纹管的上端存在过度管段，即在此过度管段纵向波纹截面形状过度到圆形，纵向波纹管上端才能够与套管管段下端的圆形截面进行连接。连接的方式可以

是焊接或通过带螺纹接箍进行连接。同样,纵向波纹管的下端也有过度管段,这样在纵向波纹管的下端能连接截面为圆形的丝堵浮鞋,连接的方式可以是焊接或通过带螺纹接箍进行连接。

[0018] (C) 下入磨洗工具,磨铣膨胀后的纵向波纹管下半段和浮鞋,使剩余的纵向波纹管上半段成为容纳下一级的膨胀套管悬挂和坐封位置的喇叭口;本领域普通技术人员能完成磨洗纵向波纹管下半段和浮鞋的工作。

[0019] 使用的磨洗工具为磨鞋、钻头或铣锥等工具,将纵向波纹管 7 下半段和浮鞋磨铣掉,与一般的磨铣作业稍有不同,由于管柱上部的通径小,所以要求磨鞋能够对浮鞋上部直径较大的部分进行磨铣,即磨鞋可以向偏心 钻头一样进行磨铣作业。当钻柱带着磨鞋到达浮鞋上端时,地面指重降低,根据浮鞋材质的软硬,控制钻压 5-15 吨,将浮鞋磨穿,此时指重升高,略微上提钻柱,使其偏心磨鞋与纵向波纹管膨胀段相邻的过度管段,当管段磨铣掉后,指重上升,继续循环时,地面无金属屑上返,反复提升钻柱,进行偏心磨铣,直至磨铣长度到达或略超过纵向波纹管直径恒定的膨胀段。

[0020] 此过程中使用的浮鞋与目前下套管实施固井程序中使用浮鞋的结构相同。浮鞋非此发明所要求权利。

[0021] (D) 加深钻井并扩孔完成下一级井段裸眼井段,下一级井段裸眼井段直径与上一级钻井的裸眼直径相同或近似。扩孔的目的是保证全井水泥环厚度基本相同;加深钻井并扩孔的方法,钻井技术人员熟知。

[0022] (E) 利用钻具携带膨胀套管和纵向波纹管组合下入裸眼井段;打压将纵向波纹管膨胀,此膨胀过程与步骤 (B) 完全相同,膨胀后的纵向波纹管内部能容纳膨胀套管的膨胀工具一变径膨胀锥。

[0023] 在石油钻井技术领域单独使用的膨胀套管和膨胀工艺已经是成熟技术。如公开发表的文章有:《石油矿场机械》2003 年 02 期发表的“可膨胀管固井技术的工业应用”;《石油矿场机械》2006 年 04 期发表的“可膨胀尾管悬挂器技术及其应用”;《国外油田工程》2006 年 02 期发表的“国外膨胀管技术的发展与应用”;《断块油气田》2004 年 03 期发表的“可膨胀管工艺”。有关膨胀套管和膨胀工艺过程不再进行详细阐述。

[0024] 目前石油钻井使用的变径膨胀锥基本上分为两种:一种是滚压式,在大的膨胀锥上对称安装小滚柱,当液体压力达到一定数值时,小滚柱沿径向伸出,与轴心的距离增加,实现变径,见威德福的滚压膨胀工具;另外一种变径膨胀锥是把机械结构轴向和径向的组合,组合后的机械结构具有更大的径向尺寸,组合解除后又回复到径向小尺寸状态,见贝克·休斯的变径膨胀工具,在本专利中不做权利要求和具体叙述。

[0025] 变径膨胀锥是一组专用锥形膨胀工具,其作用是可以通控制轴向力来控制锥形结构的径向尺寸,轴向力越大,锥形机构的径向尺寸也越大。锥形机构在无轴向作用时,其径向尺寸小于膨胀套管膨胀前的内径;当锥形机构在轴向力作用下达到最大径向尺寸,其径向尺寸与纵向波纹管膨胀后内径基本相同。

[0026] 变径膨胀锥的这种性质可以使:(1) 当纵向波纹管未膨胀前,其与上部连接的芯轴可以放在膨胀套管管段内;(2) 当纵向波纹管膨胀完成后,变径膨胀锥和上部连接的芯轴能下入到纵向波纹管管段,通过液压力产生轴向力使变径膨胀锥的径向尺寸达到增大的目的。

[0027] 所述的膨胀套管和纵向波纹管组合是组合管柱下段为波纹管,上段为膨胀套管。)

[0028] (F) 通过打压管柱(钻杆或油管)向裸眼井和膨胀管之间的环形空间注水泥,至水泥返高到预定位置并直至水泥环凝固;

[0029] (G) 通过变径膨胀锥上部连接的打压管柱(钻杆或油管)打压,地面高压泵提供液压力,当压力达到 15-55MPa 时纵向波纹管恢复为圆形截面,持续打压直至压力上升 3-5MPa,此时高压泵出现溢流,继续保压 3-5 分钟,纵向波纹管段完成膨胀。液压力从地面传递到膨胀锥下部,继续打压,(根据膨胀套管规格、材料的不同,地面泵压大小也不同),膨胀锥向上滑行,膨胀套管管段内径扩大。持续打压直至变径膨胀锥到达膨胀套管的顶部,膨胀套管膨胀后的外径与上一级磨鞋后的纵向波纹管内径发生过盈连接并固定,实现膨胀套管膨胀后的外径与上一级磨鞋后的纵向波纹管内径重叠部分的悬挂和坐封;

[0030] 膨胀套管的作业设备主要为地面高压泵,变径膨胀锥和与其连接的打压管柱(钻杆或油管)。

[0031] 膨胀套管膨胀施工条件因为膨胀套管的结构尺寸和材料的不同而不同,其泵排量约为 15-80l/min,泵压为 15-55MPa。一般膨胀套管管材直径越大,作业排量也越大,作业泵压降低;膨胀套管管材越小,则与之相反。同时地面泵压也与膨胀套管管材在变径膨胀锥作用下的径向膨胀率有关。

[0032] (H) 重复步骤(C)、(D)、(E)、(F)和(G)1~6次,完成下一级的膨胀套管和纵向波纹管组合的悬挂和坐封,至完成单一内径完井井身结构。完井后全井井身结构的内径相同。

[0033] 注水泥工艺没有特殊要求,本领域技术人员能完成。如在步骤(B)中,在波纹管膨胀前,通过目前常用的注水泥工具实施注水泥工艺,至水泥返高到设计位置;在步骤(E)中,在膨胀套管膨胀前,通过目前常用的注水泥工具实施注水泥工艺,至水泥返高到设计位置。

[0034] 本发明的有益效果:本发明单一内径完井井身结构及完井方法,能实现油井单一内径,采用所述的单一内径完井井身结构及完井方法进行完井,完井后从井口到井底套管内径相同。通过使用单一内径井身完井方法,结合膨胀套管、纵向波纹管等技术能使完井管柱具有单一的内径。各段管柱在膨胀后与上一层套管底端的喇叭口处的内径悬挂并坐封,实现全井完井管柱的单一联通。(1) 避免了原有完井方法中,套管直径逐层缩小,钻头规格也随之缩小的情况,可获得较大的完井井径;(2) 由于避免了套管直径逐级缩小,采用此完井方法能获得有利钻深井,为更深地层资源开采提供了可能;(3) 井口套管直径单一并且井眼减小,完井水泥用量,泥浆用量减少,降低钻井成本。

#### 附图说明

[0035] 图 1 是现有全井套管完井井身结构剖面示意图。

[0036] 图 2 是现有套管悬挂完井井身结构剖面示意图。

[0037] 图 3a 是一种纵向波纹管横剖面示意图。图 3b 是膨胀后的纵向波纹管横剖面示意图。

[0038] 图 4a 是磨铣前的纵向波纹管与浮鞋结构示意图。图 4b 是磨铣完成后的纵向波纹管示意图。

[0039] 图 5a 是膨胀前的膨胀套管、纵向波纹管与浮鞋结构示意图。图 5b 是膨胀后的结构示意图。

[0040] 图 6 是单一内径井井身结构的施工作业程序示意图。

[0041] 图中, 1. 表层套管, 2. 水泥环, 3. 技术套管, 4. 完井套管, 5. 尾管悬挂器, 6. 普通套管, 7. 纵向波纹管, 8. 膨胀套管, 9. 浮鞋。

### 具体实施方式

[0042] 实施例 1 : 以钻 9-5/8" 井眼, 井深 3000 米。下入膨胀后内径为 220.5mm 规格的膨胀套管和纵向波纹管为例, 对本发明作进一步详细说明。

[0043] 参阅图 6。本发明单一内径完井井身结构的完井方法:

[0044] (A) 用钻井方法完成表层裸眼井, 表层裸眼井的井眼为 9-5/8"。在表层裸眼井内下入第一级普通套管 6 与纵向波纹管 7 组合, 第一级普通套管 6 的规格为 9-5/8", 壁厚 11.99mm, 内径 220.5mm。第一级普通套管 6 与纵向波纹管 7 组合的长度是 400 米。在普通套管 6 与纵向波纹管 7 组合下端连接浮鞋 9; 在普通套管 6 与纵向波纹管 7 组合外壁与裸眼井壁之间的环形空间注水泥, 至水泥返高到预定位置并直至水泥环凝固。

[0045] (B) 打压使纵向波纹管 7 膨胀; 启动地面高压泵, 在地面利用高压泵, 往普通套管 6 与纵向波纹管 7 组合内注水打压, 当地面泵的泵压达到 20MPa 左右时, 纵向波纹管 7 的截面由波纹状膨胀为圆形; 持续打压直至压力再上升 4MPa, 此时高压泵出现溢流, 保持压力 6 分钟左右, 纵向波纹管 7 管段膨胀为圆柱形。

[0046] (C) 下入磨洗工具偏心磨鞋, 对纵向波纹管的下段进行磨铣, 加钻压 8 吨, 磨铣膨胀后的纵向波纹管 7 下半段和浮鞋, 直至磨铣完成。使剩余的纵向波纹管 7 上半段成为容纳下一级的膨胀套管 8 悬挂和坐封位置的喇叭口。

[0047] (D) 使用扩眼钻头加深钻出下一级裸眼, 即加深钻井并扩孔。完成下一级井段裸眼井段, 下一级井段裸眼井段直径与上一级钻井的裸眼直径相同或近似。

[0048] (E) 利用钻具携带并下入 8" 膨胀套管和纵向波纹管组合管柱, 下入裸眼井段。膨胀套管和纵向波纹管组合管柱的长度是 1020 米, 与上一级套管重叠段约 20 米。打压将纵向波纹管膨胀, 此膨胀过程与步骤 (B) 完全相同, 膨胀后的纵向波纹管内部能容纳膨胀套管的膨胀工具——变径膨胀锥。

[0049] (F) 通过打压管柱向裸眼井和膨胀套管之间的环形空间注水泥, 至水泥返高到预定位置并直至水泥环凝固。

[0050] (G) 完成注水泥后, 地面高压泵启动。通过变径膨胀锥上连接的打压管柱打压, 地面高压泵提供液压力, 液压力从地面传递到膨胀锥下部, 当压力达到 20MPa 时, 纵向波纹管恢复为圆形截面, 持续打压直至压力上升 4MPa, 此时高压泵出现溢流, 继续保压 3 分钟左右, 纵向波纹管段完成膨胀。继续打压, 原来放置在膨胀套管管段的变径膨胀锥下入到纵向波纹管管段内, 将膨胀套管和纵向波纹管组合管柱在井口连接好, 下井, 当管柱下到位后, 将管柱悬停在井口, 通过钻杆或油管将变径膨胀锥从膨胀套管中放入, 直至其到达波纹管缩径处遇阻, 将钻杆 + 变径膨胀锥管柱提高约 500mm, 使其有运动的距离。打压将波纹管膨胀后, 钻杆 + 变径膨胀锥可以下放到恢复为圆形的波纹管中, 变径膨胀锥在液压力的作用下径向尺寸变大, 并与波纹管上端的锥面形成密封。通过地面液压力使变径膨胀锥轴向力



增加, 径向尺寸达到最大, 继续打压, 当地面泵压达到 30MPa 左右时, 地面高压泵排量约为 55l/min, 变径膨胀锥在液压力作用下上行。持续打压直至变径膨胀锥到达膨胀套管的顶部, 膨胀套管膨胀后的外径与上一级磨鞋后的纵向波纹管内径发生过盈连接并固定, 实现膨胀套管膨胀后的外径与上一级磨鞋后的纵向波纹管内径重叠部分的悬挂和坐封。然后停止打压泵压回零, 变径膨胀锥与其上部连接的钻杆柱完成丢手。

[0051] (H) 重复步骤 (C)、(D)、(E)、(F) 和 (G), 两次, 直至达到预定钻深, 完成一口单一内径完井井身结构。此井身结构第一级是普通套管 6 与纵向波纹管 7 组合; 下部连接有三级膨胀套管和纵向波纹管组合。完井后全井井身结构的内径相同, 内径为 220.5 毫米, 井深共 3000 米。

[0052] 通过以上完井施工过程, 最终全井的内径均为 9-5/8" 套管内径, 油流面积大, 作业口径大, 钻机负荷小, 井场面积小, 可钻达深度更大。

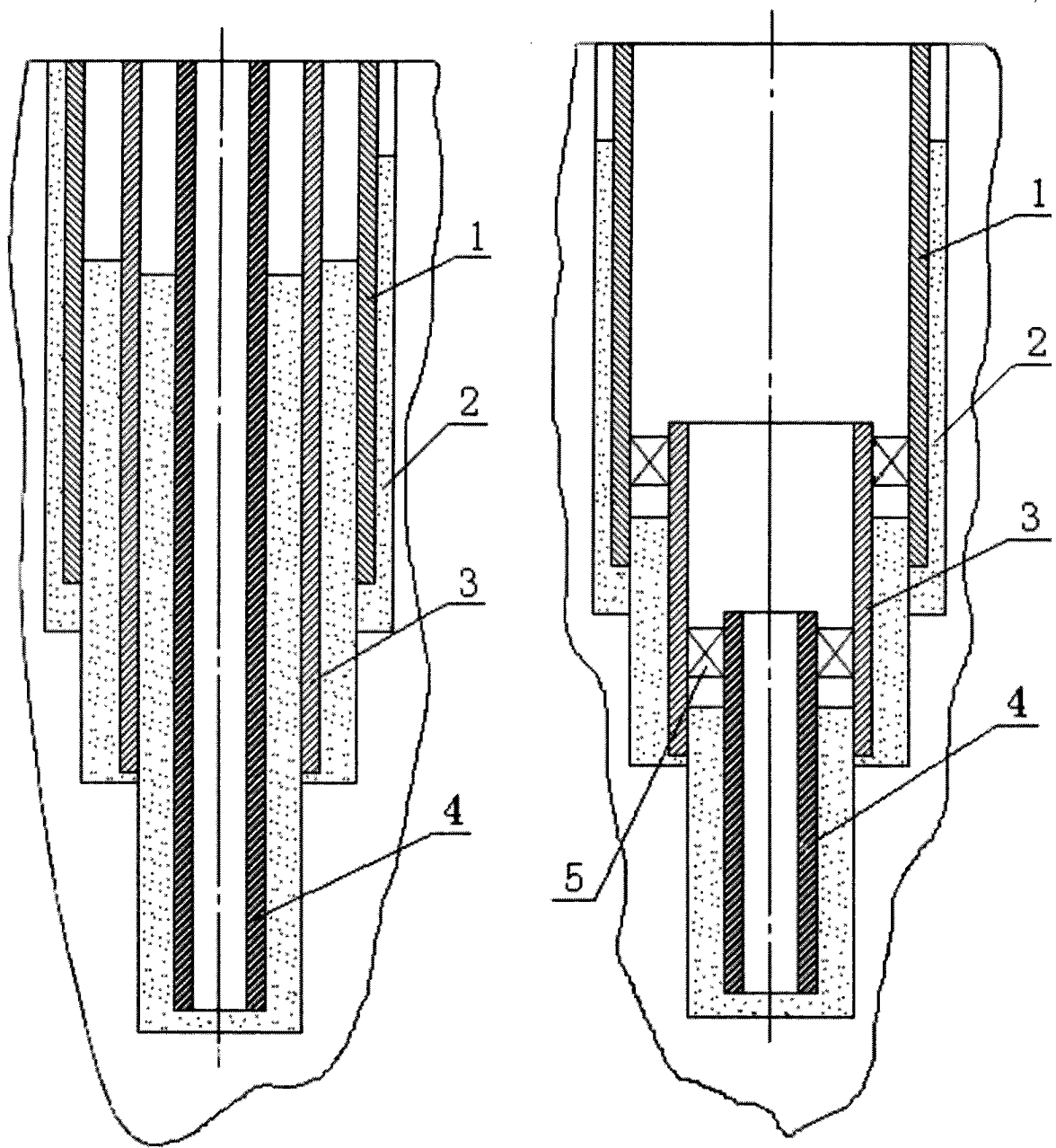


图 1

图 2

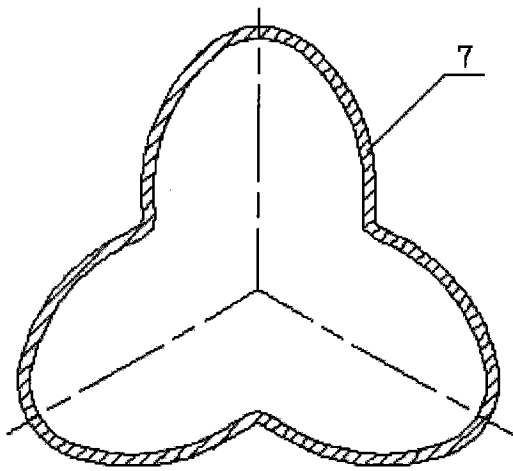


图 3a

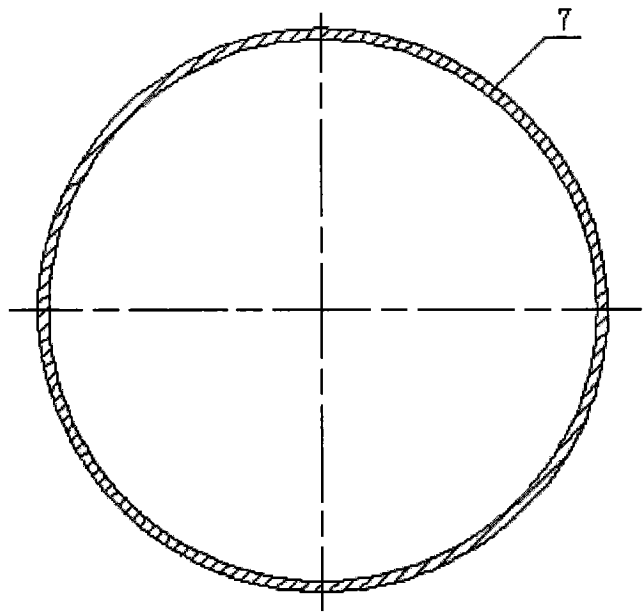


图 3b

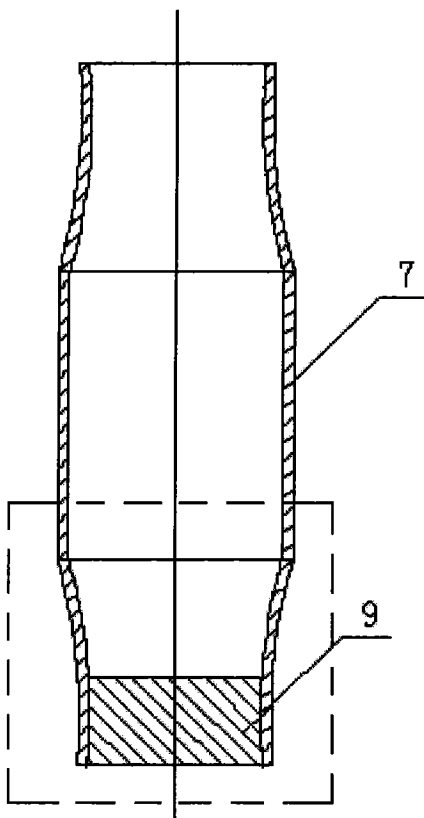


图 4a

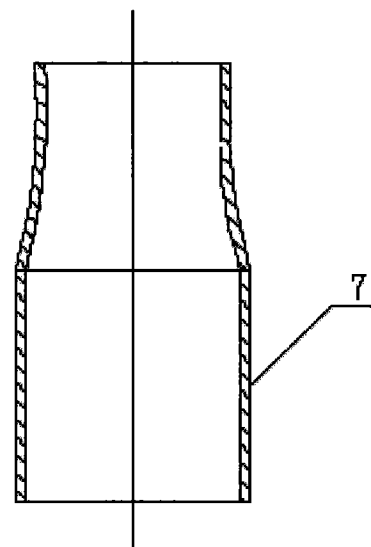


图 4b

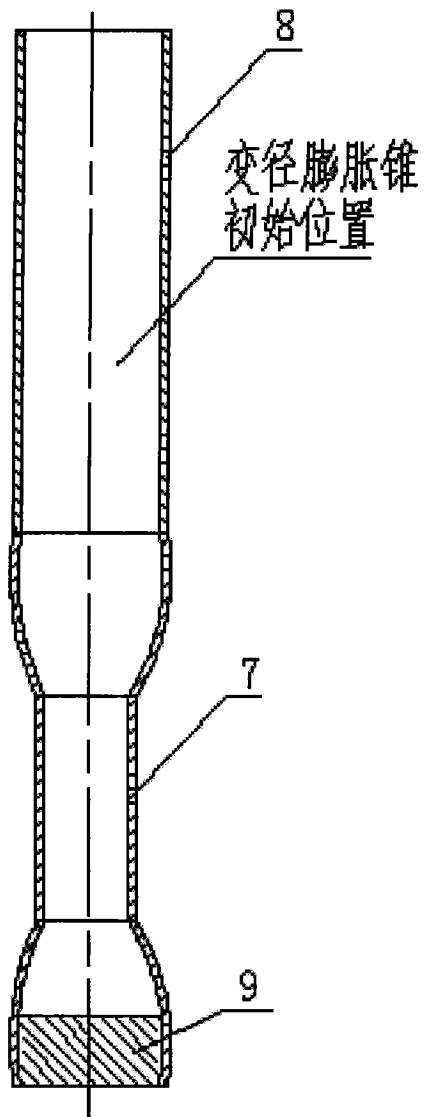


图 5a

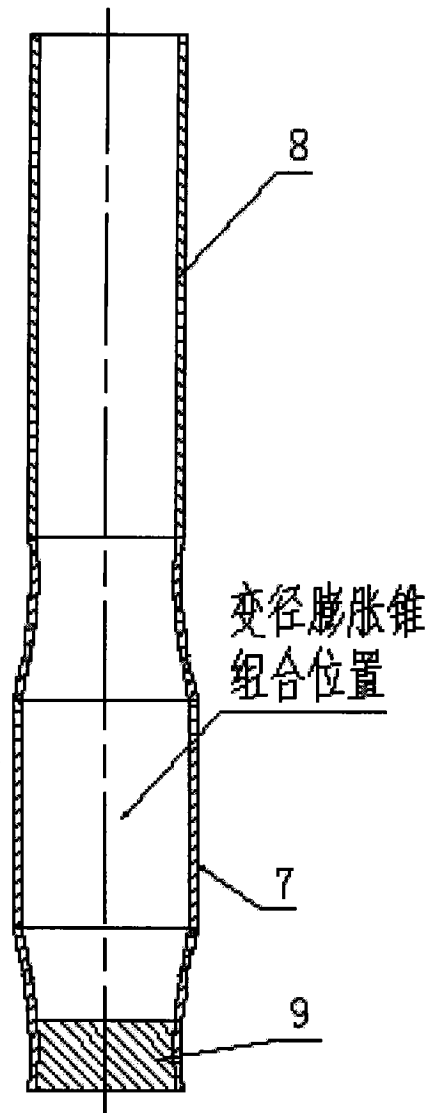


图 5b

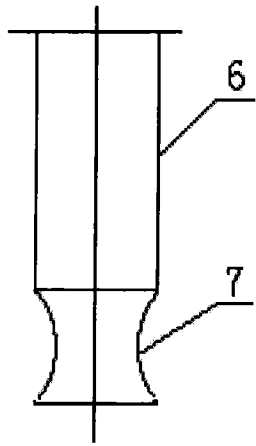


图 6a

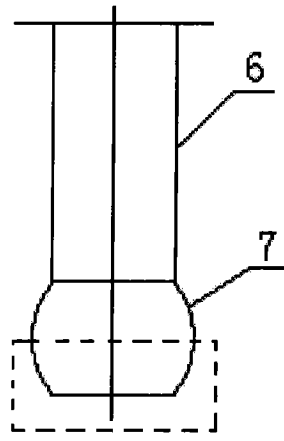


图 6b

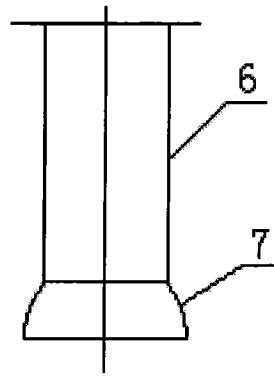


图 6c

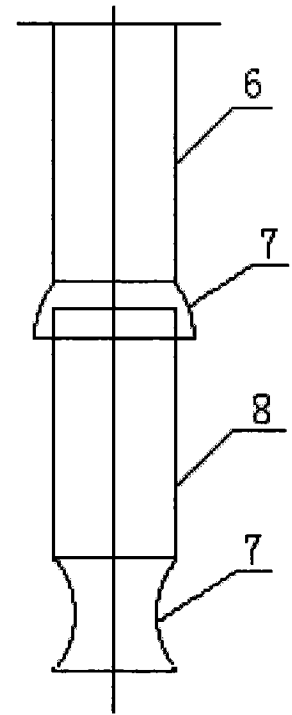


图 6d

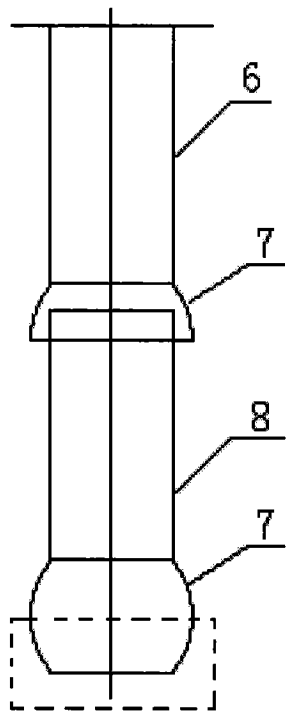


图 6e

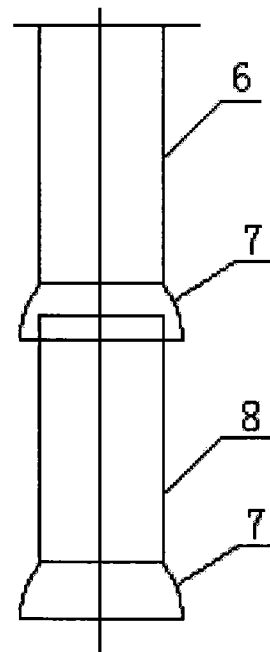


图 6f