

# 筛管完井水泥封固油层的补救技术

田启忠 (中石化胜利油田分公司石油工程技术研究院, 山东 东营 257000)

**[摘要]** 在筛管完井注水泥过程中, 由于工具原因或井下特殊情况, 会导致筛管段漏入水泥浆, 将油层封固。为重新打开油层, 使用水泥环挤压酸洗管柱下至筛管的设计位置, 利用水泥环挤压装置密封油管与筛管之间的环空, 从油管正打压挤压破碎筛管外水泥环, 之后打开洗井阀建立反循环洗井通道, 通过酸洗液酸洗近井地层并将筛管外水泥环的碎渣及脏物携带出井筒至地面, 下一趟管柱可完成破碎筛管外水泥环和用酸洗液反洗井, 无需进行射孔作业, 即可建立原油生产通道。经现场试验证明, 该工艺缩短施工周期 5d, 可大幅节约作业成本, 具有显著的使用效果和推广价值。

**[关键词]** 筛管; 完井; 注水泥; 油层; 封固

**[中图分类号]** TE257      **[文献标志码]** A      **[文章编号]** 1000-9752 (2015) 05+06-0035-04

近年来, 水平井技术的应用规模不断扩大, 已经成为油田高效开发的重要手段。为充分发挥水平井的开发优势, 减少原油从地层流向井筒的阻力, 一般在油层段采用裸眼筛管防砂、造斜段以上注水泥固井的筛管顶部注水泥完井工艺<sup>[1]</sup>。在注水泥过程中, 由于工具原因或井下特殊情况 (比如管外封隔器密封失效), 会导致筛管段漏入水泥浆, 并将油层封固<sup>[2]</sup>。因此需要一种技术手段来重新打开油层, 建立原油生产通道。

## 1 问题分析

水泥封固油层后, 为重新打开油层, 现有的技术是下一趟钻塞管柱, 用钻头钻开筛管内的水泥塞后, 下入射孔枪对筛管外的水泥环进行射孔, 射孔后下入刮管器进行刮管, 然后洗井<sup>[3]</sup>。再在筛管内下入一层小滤砂管, 通过悬挂器悬挂于原套管之上, 进行管内二次防砂<sup>[4]</sup>, 平均一口水平井射孔费用 80 万元, 7in 套管内悬挂滤砂管防砂费用一口井平均 70 万元, 平均每口井增加完井成本 150 万元左右, 延长完井周期 5d。该技术方案存在的缺点是: ①钻水泥塞的过程中钻头容易对筛管的基管部分造成偏磨, 影响其强度<sup>[5]</sup>; ②筛管内悬挂小滤砂管后, 内通径变小, 后期作业时入井工具的尺寸受限制, 给施工带来不便; ③处理周期长, 管内二次防砂后完井成本大幅提高<sup>[6]</sup>。

为了解决上述问题, 生产现场迫切需要一种水泥封固油层的补救技术, 以重新建立油气生产通道, 同时能够直接实施酸洗投产。在不增加完井成本的同时, 缩短投产周期, 保证原有的完井通径, 方便后期作业施工。

## 2 方案设计

### 2.1 技术思路

将水泥环挤压酸洗管柱下至筛管内, 使其对应被水泥封固的油层位置, 关闭井口套管阀门和防喷

[收稿日期] 2015-01-10

[基金项目] 国家科技重大专项 (2011ZX05051)。

[作者简介] 田启忠 (1984-), 男, 高级工程师, 现从事钻完井、采油和修井工作, tianqizhongcs@163.com。

器,油管正打压时管柱中水泥环挤压装置两端的密封总成能够密封油管与筛管之间的环空,升高压力后,两端密封总成之间的液压能够破碎位于筛管外封固油层的水泥环,按该原理逐段破碎完成后下探至人工井底;将管柱底部的密封插管插入人工井底的洗井阀,将其打开即可建立反循环洗井通道,通过反循环酸洗充分恢复近井地带的渗透率,并将筛管外被挤压破碎的水泥环碎渣等脏物携带出井至地面。实现下一趟管柱完成破碎封固油层的水泥环和用酸洗液反洗井的目的。

### 2.2 技术方案

用于处理水泥封固油层的水泥环挤压酸洗管柱包括油管、泄油器、洗井封隔器、水泥环挤压装置以及密封插管,连接次序如图1,其中泄油器连接在洗井封隔器的上方并位于井斜小于45°的位置<sup>[7]</sup>,便于施工结束后投棒砸开泄油器,将洗井封隔器上部油套环空中的流体泄入油管中,防止带喷起管柱。

图1所示的井筒结构为:裸眼井筒内的套管下部连接筛管,并且在套管与筛管之间连接管外封隔器,管外封隔器膨胀后在其上部的套管外环空注水泥固井,下部筛管外的环空为裸眼完井<sup>[8]</sup>。

### 2.3 结构设计

筛管外水泥环挤压酸洗管柱的关键工具为水泥环挤压装置,其基本结构如图2所示。

参照图2,水泥环挤压装置包括密封总成、节流传压总成和反洗密封总成,节流传压总成的两端连接密封总成,下方的密封总成另一端与反洗密封总成连接;下方的密封总成与节流传压总成共用一根节流传压中心管,并通过该节流传压中心管与反洗密封总成连接;节流传压总成的传压通道与两端连接的密封总成的传压通道连通。

参照图3、图4,密封总成包括胶筒、中心管和传压套,中心管上设有进液孔与节流传压总成连通,将胶筒套装在中心管外,分别与硫化头压套和传压套连接。两个密封总成的间距可以通过同时加长或缩短传压套和中心管获得调节,以满足挤压破碎筛管外水泥环的跨度;胶筒设计两层橡胶,之间设有钢丝,并和两层橡胶硫化在一起;在硫化头压套、胶筒和传压套与中心管之间留有液流间隙作为传压通道,以膨胀密封总成的胶筒。

节流传压总成包括启动活塞、节流传压中心管、节流弹簧、弹簧支撑套和节流套,在节流套和弹簧支撑套上均设有循环孔,启动活塞通过剪钉与上方的密封总成的中心管连接;节流弹簧套装在弹簧支撑套的外面、安装在外接头与节流套之间,节流套通过剪钉与弹簧支撑套连接;弹簧支撑套和连接套与节流传压中心管之间均留有液流间隙作为传压通道,与连接在节流传压总成两端的密封总成的传压通道连通。

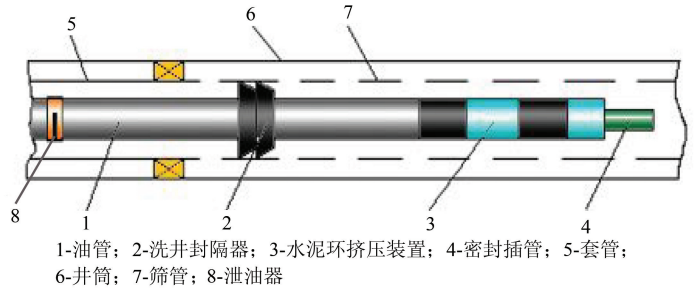


图1 筛管外水泥环挤压酸洗管柱图

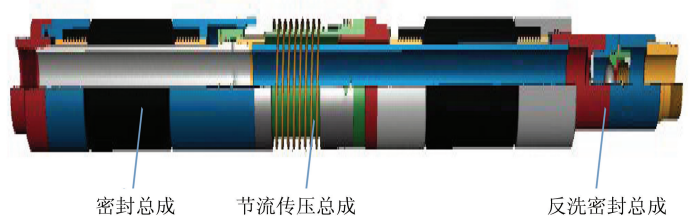


图2 水泥环挤压装置结构示意图

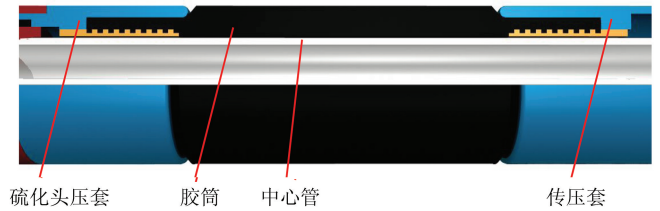


图3 密封总成结构示意图

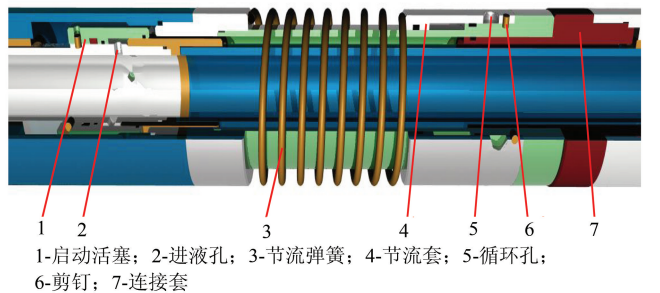


图4 节流传压总成结构示意图

参见图 5，反洗密封总成包括上接头、下接头、球座、支座、反洗球和支撑弹簧，其中下接头下端连接密封插管，在其内圆台阶通过剪钉固定有球座；球座内部的支座为中空瓣状结构，初始状态下支撑反洗球，使反洗球离开球座的密封锥面，形成一些间隙。当需要膨胀密封总成时，随着排量的升高，反洗球开始下压支座并压缩支撑弹簧。此时反洗球与球座的密封锥面接触形成密封，开始正常的挤压施工。当反循环洗井时，支座将反洗球推开，可进行正常的反洗井作业。施工结束后，起管柱时支座支撑着反洗球可形成泄流通道，将油管内的液体泄掉，防止带喷起管柱造成环境污染。

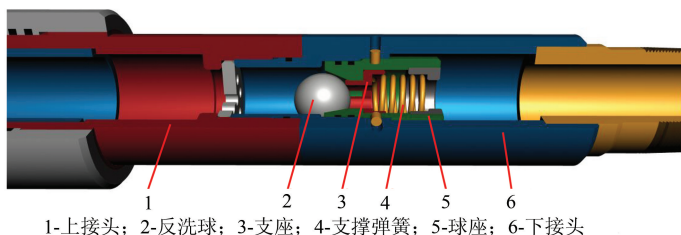


图 5 反洗密封总成结构示意图

### 3 工艺原理

使用水泥环挤压酸洗管柱处理筛管外水泥环的施工工艺是：

- 1) 先将管柱中的水泥环挤压装置下至筛管以下 10~20m，关闭井口的套管闸门和防喷器。此时，水泥环挤压装置中反洗密封总成是密封状态，节流传压总成的启动活塞关闭，油管内保持密封。
- 2) 油管正打压，水泥环挤压装置的启动活塞打开，液体经由节流传压总成的传压通道进入两端的密封总成内，开始膨胀胶筒，由于筛管外已形成凝固水泥环，两个密封总成之间的油管与筛管之间的环空形成密闭空间。
- 3) 继续升高压力，节流传压总成中的节流套在压差作用下上顶节流弹簧上行，露出循环孔，油管内的压力传递至油管与筛管之间的环形密封空间，继续升高压力，直到把封固油层的水泥环挤压破碎。
- 4) 观察地层吸水情况，若地层吸水良好，则说明水泥环已被成功挤碎，筛管与油层已经连通，泄压打开井口的防喷器，将管柱下放 20m，继续挤压破碎下段筛管外的水泥环。
- 5) 重复上述施工步骤，将封固油层的水泥环逐段挤压开，直至下探至井底，此时洗井封隔器已进入筛管段。
- 6) 将管柱下端的密封插管插入洗井阀中将其打开，使筛管外环空和油管内建立反循环洗井通道，开始用酸洗液反循环洗井。此时反洗密封总成反向打开，使管柱上下连通，酸洗液由油套环空自上而下到达洗井封隔器后，由于洗井封隔器密封了下部的油管和筛管之间的环空，酸洗液将绕过洗井封隔器进入筛管外环空<sup>[9]</sup>，同时酸洗液携带挤碎的水泥块向井底运移，并通过洗井阀进入油管中，经上部油管最终返出井筒外。
- 7) 洗井过程根据施工压力变化调节排量。观察出口返液情况，若循环压力小于 6MPa，出口返液无杂物，则说明筛管外的水泥环已经挤开，近井地层恢复了渗透率并建立了油气生产通道<sup>[10]</sup>。酸洗结束后投棒砸开泄油器，起出挤压酸洗管柱便可进行投产作业。

### 4 现场试验

草 13 平 61 井属于草 13 断块，位于东营凹陷南斜坡，草桥-纯化镇断鼻带东部，储层岩性主要为黑褐色含油粉砂岩，油气藏类型为岩性构造普通稠油油藏。为扩大储层动用程度，决定对该井采用筛管顶部注水泥完井方式。在完井施工时，由于管外封隔器胀封动作不充分，完井后期钻塞施工时在筛管段钻遇水泥塞，判定油层已被水泥固死。在钻除筛管内部的水泥塞后，决定采用挤压酸洗管柱来处理筛管外的水泥环，重新打开油流通道，恢复油井生产。施工情况参见表 1；完井管柱示意图 6。

表1 挤压酸洗施工情况记录表

序号	封隔器深度	类型	压力稳定时间	最大压力	挤入量(漏失量)	停泵压降	出口描述
	/m		/min	/MPa	/(L·min <sup>-1</sup> )	/MPa	
1	1423	试挤	3	12	400	0	清澈无杂物
2	1442	试挤	3	8	400	2	
3	1461	试挤	3	8	400	2	
4	1480	试挤	3	8	400	4	
5	1499	试挤	3	15	400	6	
6	1518	试挤	3	12	400	6	
7	1548	循环	20	5	450		

经过试挤作业,超过 2/3 的筛管段与地层的连通性正常,之后进行酸化、洗井作业,清洗近井地带的泥饼及其他污染物,直至出口返水清澈无杂物,施工完成,转正常投产。

## 5 结论

1) 水泥环挤压酸洗管柱结构简单,组装方便,水泥封固油层后,能够在不射孔的情况下,挤开封固油层的水泥环重新建立油气生产通道,而且打开油气生产通道后能够直接进行酸洗施工,快速恢复近井地层的渗透率。

2) 挤压破碎水泥环的作业和酸洗作业采用一趟管柱完成,减少了施工工序,省去了射孔工序、刮管作业及筛管悬挂作业工序,单井的生产成本大幅缩减,经济效益显著。

3) 筛管完井水泥封固油层的补救技术,为解决筛管顶部注水泥完井后筛管段漏入水泥的疑难问题提供了良好借鉴,有利于水平井技术的发展推广,具有很好的使用和推广价值。

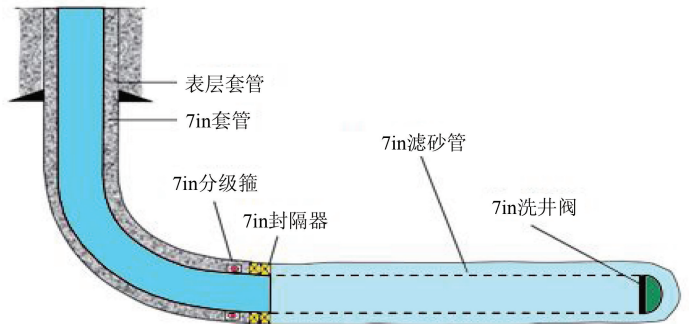


图6 草13平61井完井管柱示意图

## [参考文献]

- [1] 万仁溥. 现代完井工程 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.
- [2] 吴奇. 井下作业工程师手册 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.
- [3] 彭汉修, 田启忠, 李海涛. 侧钻水平井完井技术研究与应 [J]. 石油天然气学报 (江汉石油学院学报), 2011, 33 (2): 135~137.
- [4] 田启忠, 彭汉修, 刘建新, 等. 免钻塞分级注水泥完井管柱 [J]. 石油钻采工艺, 2011, 39 (11): 44~46.
- [5] 田启忠, 郝金克, 张建, 等. 分级注水泥技术的改进与应用 [J]. 石油机械, 2012, 40 (2): 72~74.
- [6] 伊西锋, 高斯, 田启忠. 筛管完井水平井酸洗管柱改进与应用 [J]. 石油钻采工艺, 2012, 34 (4): 31~32.
- [7] 孙骞, 田启忠, 吕玮, 等. 水平井管内分段压裂技术的研究与应用 [J]. 石油机械, 2012, 40 (5): 92~96.
- [8] 田启忠, 伊伟锴, 张建, 等. 水平井选择性筛管完井技术研究 [J]. 石油天然气学报 (江汉石油学院学报), 2014, 36 (3): 77~81.
- [9] 张建, 吕玮, 田启忠, 等. 水平井裸眼防砂失效因素分析及解决措施 [J]. 石油机械, 2014, 42 (1): 121~124.
- [10] 田启忠, 李娜, 刘建新, 等. 一种不钻塞完井分级注水泥器的研制及应用 [J]. 石油机械, 2013, 41 (4): 82~85.

[编辑] 黄鹏