

封隔式免钻尾管悬挂器的研制与应用

唐欣 钱斌 李斌 刘运楼 张毅超

中国石油川庆钻探工程有限公司井下作业公司

唐欣等.封隔式免钻尾管悬挂器的研制与应用.天然气工业,2014,34(5):118-121.

摘 要 在尾管固井作业过程中,普通悬挂器需要后期钻除上部水泥塞及其内部构件,容易造成喇叭口窜气和固井质量变差。为此,开发了新型的封隔式免钻尾管悬挂器,同时还设计了液压坐封控制的封隔器、活动密封免钻柔性密封盒、辅助承载倒扣机构。施工作业顺序为:①将尾管管柱下入到设计位置,充分循环钻井液后,投入憋压球,待其入座后,憋压剪断悬挂控制销钉,实现悬挂器坐挂;②继续憋压,剪断球座销钉,建立循环;③下放钻杆给悬挂器施压,正转倒扣,实现送入工具与悬挂器的丢手;④注水泥施工结束后,投入钻杆胶塞,剪断空心套管胶塞的脱手控制销钉,再继续下行与碰压总成碰压;⑤卸掉水泥头接方钻杆,重新憋压,缓慢上提钻具,由液压对封隔器总成坐封液缸作用,剪断坐封控制销钉,实现封隔器的坐封;⑥起送入工具至喇叭口,循环洗出多余的水泥浆,实现全井免钻。在 BQ203-H1 等井 $\varnothing 127\text{mm}$ 尾管的成功使用表明,该封隔式尾管悬挂器坐挂、倒扣方便,碰压准确,坐封方便,封隔性能良好。

关键词 易窜 易漏 回流 封隔器 免钻 尾管悬挂器 固井质量

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2014.05.016

Development and application of a packer-type drilling-free liner hanger

Tang Xin, Qian Bin, Li Bin, Liu Yunlou, Zhang Yichao

(Downhole Service Division of Chuangqing Drilling Engineering Co., Ltd., CNPC, Chengdu, Sichuan 610051, China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 34, ISSUE 5, pp.118-121, 5/25/2014. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: In liner cementing, it is necessary to drill out the upper cement plug and inner components of a common hanger, which will result in a poor cementing quality or even gas leakage at the flare opening, so a new packer-type drilling-free liner hanger was thus innovated, accompanied by the design of a hydraulic setting-control packer, a flexible drilling-free seal box, and an auxiliary bearing back-off mechanism. Specific operation steps were described as follows. First, to run in the liner string to the designed position, fully circulate the drilling fluid, put into the tripping ball, and cut off the hanging control pin by holding the pressure to make the hanger set down. Second, to continue to hold the pressure and cut off ball seat pin to form a circulating process. Third, to trip in the drill pipes to exert pressure on the hanger, turn upside down to run in tools and release the hanger. Fourth, to lower the drill pipe plug upon the completion of cement injection, cut off the releasing control pin of hollow casing plug, and continually run in to realize pumping with the pumping assembly. Fifth, to remove the cement plug and connect the Kelly, hold the pressure again then slowly pick up the drill tools, exert hydraulic pressure on the setting hydraulic cylinder of the packer assembly, and cut of the setting control pin to set down the packer. Finally, to run in the tools to the flare opening and wash out excessive cement slurry by circulating to make the whole hole free of drilling. The successful application of a $\varnothing 127\text{ mm}$ liner in such wells as BQ203-H1 indicates that the packer-type liner hanger is featured by easy hanging, setting, and back-off, accurate pumping, simple setting-down, and sound sealing performance.

Keywords: possible crossing, possible leakage, backflow, packer, liner hanger, free of drilling, cement quality

基金项目: 中国石油天然气集团公司 2011 年统筹项目(编号:2011T-0501)。

作者简介: 唐欣, 1969 年生, 高级工程师; 主要从事固井工具和完井工具产品研发和现场技术服务工作。地址: (610051) 四川省成都市成华区瑞丰巷 6 号。电话: (028) 86019035。E-mail: tangxin457@163.com

目前,“三高”(高温、高压、高含硫)“三低”(低压、低渗、低产)井越来越多,使用常规尾管悬挂器固井,其顶部不带封隔器,不具有顶部封隔功能。封固高压气层时,水泥浆中的孔隙水随着水化和滤失的不断减少,孔隙压力降低,致使气层气体侵入水泥浆产生气窜,影响上部封固质量^[1-6];当封固层段有漏失层时,水泥浆漏失,影响上部封固质量;当浮箍使用失效时,水泥浆回流,也影响上部封固质量。由于上部封固质量不好,往往造成喇叭口窜气,采取挤注水泥浆补救,费用高,成功率低,存在挤注风险^[7-10]。鉴于上述原因,尾管固井,特别是气井,普遍采用留上水泥塞技术,增加了钻除时间和喇叭口磨铣时间。

常规尾管悬挂器由于受设计技术局限,内部有小内径构件,固井后需钻除才能实施后期钻完井作业。钻除内部构件,花费钻井时间,小尺寸尾管固井,具有较大的钻除风险,钻除时还伤害环空水泥环,影响封固质量^[11-13]。同时,常规尾管悬挂器倒扣反扣为刚性接触,需准确找中和点才能实施倒扣,普遍采用送入钻具单独称重技术,即使这样,还存在黏、卡、挂、带的风险。

笔者介绍了一种新型的 $\varnothing 127.0$ mm 封隔式全通径尾管悬挂器,通过在 BQ203-H1 井和 BM002-X2 井的成功应用,从工具技术角度出发和现有尾管固井工艺技术的改善,较好地解决了上述尾管固井技术难题。该尾管悬挂器不仅具有坐挂、丢手、环空永久封隔功能,还具有承压倒扣、全通径免钻和下水泥塞控制等功能,对提高固井质量和钻井提速意义重大。

1 封隔式免钻尾管悬挂器的结构和特点

1.1 结构

$\varnothing 127.0$ mm 封隔式全通径尾管悬挂器结构如图 1 所示,按其作用主要包括:送入工具、回接筒、承载倒扣机构、封隔器总成、柔性活动密封盒、悬挂器总成、碰压胶塞系统等。

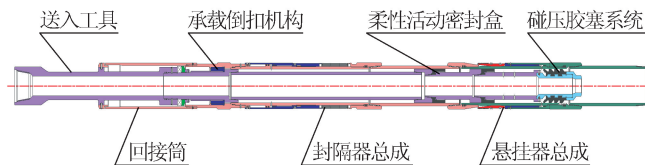


图 1 封隔式免钻尾管悬挂器图

1) 送入工具主要包括提升短接、防砂帽、倒扣承载轴承、轴承固定螺套、倒扣螺套、芯轴、联接短接、柔性活动密封盒、下接头等。主要作用:尾管送入,倒扣丢手,活动密封、封隔器坐封控制及坐封。

2) 承载倒扣机构主要包括倒扣承载轴承、轴承固定螺套、倒扣螺套、芯轴和悬挂器反扣短接等。主要作用:实现尾管倒扣丢手。

3) 封隔器总成主要包括本体、胶筒组、双胀环、止退环、坐封液缸、坐封控制销钉等。主要作用:封隔及坐封控制。

4) 柔性活动密封盒主要包括连接管、上接头、碗状胶筒、下接头等。主要作用:实现送入工具与悬挂器的活动密封,封隔器的坐封控制及坐封。

5) 悬挂器总成主要包括中心管、坐挂液缸、活塞、控制销钉、卡瓦、锥体等。主要作用:尾管悬挂器的坐挂及控制。

6) 碰压胶塞系统包括球座、球座销钉、空心套管胶塞、胶塞脱手控制销钉、钻杆胶塞、憋压球等。主要作用:悬挂器坐挂、碰压、封隔器坐封等。

1.2 特点

该尾管悬挂器不仅具备常规尾管悬挂器的功能,还使尾管固井施工更有特点,分述于下。

1) 倒扣作业承受最大动载荷为 200 kN,施工作业承受最大静载荷为 500 kN。倒扣方便,避免黏、卡、挂、带复杂情况,可不称重,节约称重时间。

2) 柔性活动密封盒,实现对封隔器的液压坐封控制和坐封。具有重入密封性,复杂井可拔出密封盒,通过循环检验丢手,再插入施工,密封良好。

3) 柔性活动密封盒设置在送入工具的中下部,空心套管胶塞连接在送入工具的尾部,送入工具起出后,悬挂器内通径为 108 mm,免钻。

4) 错位填充封隔器胶筒组,封隔间隙大,承压高,耐高温,实现了窄间隙薄壁胶筒对较大环空间隙的有效封隔。

5) 封隔器双胀环结构,实现无缝支撑,保护胶筒,增强密封。

6) 固井后,实现尾管顶部环空永久机械封隔,防气窜,抑制井漏,避免回流,可不留上水泥塞,节约钻上水泥塞和喇叭筒磨铣时间。

2 封隔式免钻尾管悬挂器的工作原理

尾管施工管柱下入到设计井深后,通过充分循环,投入憋压球,球入座后憋压,剪断悬挂控制销钉,实现悬挂器坐挂。继续憋压,剪断球座销钉,建立循环。下压正转倒扣,实现送入工具与悬挂器的丢手。固井施工注水泥,注水泥结束,投钻杆胶塞,钻杆胶塞到悬挂器时,与空心套管胶塞复合,剪断胶塞脱手控制销钉,继续下行,与碰压总成碰压。卸掉水泥头后,接方钻

杆,重新憋压,缓慢上提钻具3 m,维持压力,液压作用到封隔器总成坐封液缸时,剪断坐封控制销钉,实现封隔器的坐封,止退环止退,实现永久机械封隔。送入工具拔出喇叭口后,循环洗出多余的水泥浆,实现全井免钻。

尾管施工管柱结构:引鞋+套管鞋+套管+浮箍(浮鞋)+套管+浮箍+球篮内置+碰压总成+套管串+封隔式尾管悬挂器+钻杆串(建议碰压总成设计在试油人工井底以下)。

3 现场应用

该尾管悬挂器研制成功后,通过室内试验,各项性能指标均达到设计的预期要求,已在四川油气田进行了多井次的现场使用,效果良好。

3.1 BQ203-H1 井

BQ203-H1 井是中国石油西南油气田公司的1口开发井,井深1 460 m,最大井斜 93° ,水平段长410 m,悬挂井深841 m,挂点井斜 65° 。由于井浅,水平段长,为保证尾管下入到位,使用了509 m长度的加重钻杆,尾管管串结构:浮鞋+短套管+浮箍+球篮内置+套管+碰压总成+套管+封隔式全通径尾管悬挂器+送入钻杆。

该井尾管管柱顺利下入到设计位置,充分循环钻井液后,投球,憋压12 MPa坐挂尾管,憋压17 MPa,打掉球座,下放钻杆给悬挂器施压80 kN,正转30圈倒扣成功,注水泥施工结束时碰压由6 MPa上升至13.4 MPa,接方钻杆,憋压15~20 MPa,缓慢上提送入钻具,坐封封隔器,拔出送入工具后,循环钻井液洗出多余水泥浆,候凝。

固井效果:充分候凝后,用 $\varnothing 105$ mm钻头直接下到井深1 443.5 m,实现了上水泥塞、悬挂器内金属构件内水泥塞、下水泥塞免钻,节约大量钻井时间。喇叭口不窜气。全井试压15 MPa,稳压30 min,压降0.1 MPa,合格。电测固井质量,优质率86.6%,合格率99.2%。

3.2 BM002-X2 井

BM002-X2 井是中国石油西南油气田公司的1口重点开发井,井深4 420 m,井底温度 108°C ,最大井斜 64.3° ,尾管段长度682 m。尾管管串结构:浮鞋+短套管+浮箍+球篮内置+套管+碰压总成+套管+封隔式全通径尾管悬挂器+送入钻杆。

该井尾管管柱顺利下入到设计位置,充分循环后,投球,憋压11.5 MPa坐挂,憋压19 MPa,打通球座,下放钻杆给悬挂器施压50 kN,正转20圈倒扣成功,注

水泥施工结束时碰压由6 MPa上升到13.4 MPa,接方钻杆,憋压15~20 MPa,缓慢上提,坐封封隔器,拔出送入工具后,循环钻井液洗出多余水泥浆,候凝。该井施工作业顺利。

固井效果:充分候凝后,用 $\varnothing 104$ mm钻头直接下到井深3 996.5 m,实现了上水泥塞、悬挂器内金属构件和水泥塞、下水泥塞免钻,节约大量钻井时间。喇叭口不窜气。喇叭口试压15.4 MPa,压力不降,合格。全井套管清水试压52 MPa,稳压30 min,压力不降,合格。电测固井质量,优质率82%,合格率93.7%。

4 结论

1)研制的 $\varnothing 127.0$ mm封隔式尾管悬挂器具有坐挂、倒扣、坐封方便,碰压准确,有效地简化了尾管固井施工操作。

2)该封隔式尾管悬挂器坐封后,防止喇叭口气窜,抑制低压漏失层井漏和高压地层流体侵入井筒,避免浮箍失效水泥浆回流,有利于提高固井质量。

3)施工起出送入工具后的悬挂器内通径为108 mm,避免小套管内金属构件钻除风险。

4)倒扣作业承受最大动载荷为200 kN,施工作业承受最大静载荷为500 kN,倒扣方便,起出顺利。

5)该封隔式尾管悬挂器采用液压坐封,防止封隔器提前坐封,保证了封隔器的坐封可靠。

参 考 文 献

- [1] 刘崇建,谢应权,郭小阳,等.水泥浆凝结过程的气窜问题[J].西南石油学院学报,1998,20(4):46-52.
LIU Chongjian, XIE Yingquan, GUO Xiaoyang, et al. Break through during cement slurry coagulation[J]. Journal of Southwest Petroleum Institute, 1998, 20(4): 46-52.
- [2] 郭朝辉,杨德锴,马兰荣.国外尾管顶部封隔器技术研究现状[J].石油矿场机械,2011,40(7):13-17.
GUO Zhaohui, YANG Dekai, MA Lanrong, et al. Current research status for key technologies of foreign liner top packer[J]. Oil Field Equipment, 2011, 40(7): 13-17.
- [3] 郭朝辉,马兰荣,杨德锴,等.尾管顶部封隔器技术现状与发展趋势[J].石油机械,2011,39(6):75-79.
GUO Zhaohui, MA Lanrong, YANG Dekai, et al. Liner top packer technology status and its developing trend[J]. China Petroleum Machinery, 2011, 39(6): 75-79.
- [4] 马兰荣,郭朝晖,姜向东,等.新型封隔式尾管悬挂器的开发与应用[J].石油钻探技术,2006,34(5):54-56.
MA Lanrong, GUO Zhaohui, JIANG Xiangdong, et al. Design and application of a new packer liner-hanger[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2006, 34(5): 54-56.

- [5] 马开华.关于国内尾管悬挂器技术发展问题的思考[J].石油钻采工艺,2008,30(6):108-112.
MA Kaihua. A consideration on the development of liner hanger technologies in China[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2008, 30(6): 108-112.
- [6] 马开华, 马兰荣, 姜向东, 等. 国内特殊尾管悬挂器研制现状与发展趋势[J]. 石油钻采工艺, 2004, 26(4): 16-19.
MA Kaihua, MA Lanrong, JIANG Xiangdong, et al. Review on present situation and development direction of special liner hangers in China[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2004, 26(4): 16-19.
- [7] 张益, 李相方, 李军刚, 等. 膨胀式尾管悬挂器在高压气井固井中的应用[J]. 天然气工业, 2009, 29(8): 57-59.
ZHANG Yi, LI Xiangfang, LI Jungang, et al. Application of expandable liner hanger in cementing the high-pressure gas wells; Case history of the well Dina 2-8, Tarim Oilfield [J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(8): 57-59.
- [8] 叶能传, 魏新勇, 任贵新. 国内外尾管悬挂器技术进展[J]. 石油钻探技术, 1996, 24(3): 27-31.
YE Nengchuan, WEI Xinyong, REN Guixin. Technical progress of liner hanger in domestic and international[J]. Petroleum Drilling Techniques, 1996, 24(3): 27-31.
- [9] WALVEKAR T, JACKSON A T. Expandable technology improves reliability of conventional liner hanger systems [C]// paper 99186-MS presented at the IADC/SPE Drilling Conference, 21-23 February 2006, Miami, Florida, USA. New York: SPE, 2006.
- [10] 司万春, 郭朝辉, 马兰荣. 可膨胀尾管悬挂器技术及其应用[J]. 石油矿场机械, 2006, 35(4): 100-102.
SI Wanchun, GUO Zhaohui, MA Lanrong, et al. Application and technology of expandable liner hanger [J]. Oil Field Equipment, 2006, 35(4): 100-102.
- [11] 韩振强, 王益山, 蒋海涛, 等. BHDC 系列 XG-J/Y 全通径系列尾管悬挂器[J]. 石油科技论坛, 2012, 31(1): 56-58.
HAN Zhenqiang, WANG Yishan, JIANG Haitao, et al. Series of full bore liner hanger for XG-J/Y BHDC[J]. Oil Forum, 2012, 31(1): 56-58.
- [12] 柳世杰. 大斜度井和水平井的尾管固井工艺[J]. 钻采工艺, 1995, 18(1): 18-21.
LIU Shijie. Technology of liner cementing in highly deviated well and horizontal well [J]. Drilling & Production Technology, 1995, 18(1): 18-21.
- [13] 贾永江. 塔河油田水平井复合尾管固井技术研究与应用[J]. 西部探矿工程, 2008, 20(10): 120-123.
JIA Yongjiang. Research and application of composite liner cementing technique in horizontal well of Tahe Oilfield [J]. West-China Exploration Engineering, 2008, 20(10): 120-123.

(修改回稿日期 2014-02-17 编辑 凌 忠)