

一种插入式电缆注脂密封装置的设计

徐太保,梁竞标,涂兴武,王敬

中海油田服务股份有限公司油田技术事业部湛江作业公司 广东湛江 524057

通讯作者:Email:xutb@cosl.com.cn

引用:徐太保,梁竞标,涂兴武,等. 一种插入式电缆注脂密封装置的设计[J]. 油气井测试,2021,30(6):47-50.

Cite: XU Taibao, LIANG Jingbiao, TU Xingwu, et al. Design of a plug-in grease-injection cable sealing device [J]. Well Testing, 2021,30(6): 47-50.

摘要 大斜度井或水平井在处理卡钻复杂情况时,需要在电缆测井作业过程中过提和旋转钻具,易出现电缆磨损、打扭,以及井口密封不严等情况。插入式电缆注脂密封装置利用防喷器注脂密封原理,以及电缆过顶驱不走旁通的方式,解决了大斜度井电缆的走向和井口密封问题。南海西部 WZ11-4N-XX 井钻井过程中钻具遇卡,顶驱鹅颈管维修口安装插入式电缆注脂密封装置,实现了动态密封,满足钻井平台处理复杂情况时的井控要求。该装置适用于海上钻井平台大斜度井或水平井工程作业,具有很好的推广价值。

关键词 大斜度井;卡钻;爆破松扣;电缆;注脂密封;钻井平台;井控

中图分类号:TE25 **文献标识码**:B **DOI**:10.19680/j.cnki.1004-4388.2021.06.008

Design of a plug-in grease-injection cable sealing device

XU Taibao, LIANG Jingbiao, TU Xingwu, WANG Jing

Zhanjiang Operation Company, COSL Well Technology Department, Zhanjiang, Guangdong 524057, China

Abstract: When dealing with the complex sticking situation in the highly deviated wells or horizontal wells, it is necessary to overlift and rotate the drilling tool during the wireline logging operation, which is prone to cable wear, cable twisting and lax wellhead sealing. The plug-in grease-injection cable sealing device solves the problems of cable direction and wellhead sealing of the highly deviated wells by the grease injection sealing principle of blowout preventer (BOP) and the way that the cable passes through the top drive without bypass. The plug-in grease-injection cable sealing device installing at the top drive gooseneck maintenance port achieved dynamic sealing and met the well control requirements when the drilling tool of well WZ11-4N-XX in the western of the South China Sea was stuck. The device is suitable for engineering operation of highly deviated wells or horizontal wells on offshore drilling platform and has good popularization value.

Keywords: highly deviated well; stuck drill; loose buckle by blasting; cable; grease sealing; drilling platform; well control

海上平台钻井过程中,受复杂地质因素影响,有时会发生卡钻事故^[1],而处理卡钻事故往往需要用到测井电缆作业的爆炸松扣方法^[2-3]。爆炸松扣系指利用高能炸药(通常为导爆索,也有筒状松扣弹)爆炸后产生的侧向爆轰力和冲击波,经井液传递后,对遇卡钻杆、油管或套管等的节箍部位进行冲击做功,使节箍处螺纹间的摩擦和自锁消失或减少,在预先施加反扭矩的作用下,实现螺纹全部或部分自行卸扣,达到松扣解卡的目的^[4]。

在大斜度井、水平井或者高温高压井卡钻时,会给爆炸松扣作业带来很多困难^[5-6]。如:解卡作业仪器不容易下放到位、测井电缆由顶驱进入时密

封不严实、扭矩不容易传递至遇卡钻具等。因此,设计一种电缆密封工具,解决了测井电缆入井的井口密封不严和磨损等问题:一方面,使测井电缆进入钻具内任能实施严格的井控要求;另一方面,能让泥浆泵在井筒内建立高压,辅助推送爆破松扣工具串至遇卡井段完成解卡作业。

2014 年,南海西部某钻井平台钻进 WZX-X-XX 井过程中钻具遇卡,需要爆炸松扣解卡。该井为水平井,卡点位置 3 390.0 m。由于卡点在水平井段位置,爆炸松扣工具串靠自身的重力不能正常下放到井下爆破位置。

该井由于作业时需要开启泥浆泵,鹅颈管维修

口安装的简易井口电缆密封堵头密封不严^[7-8],泥浆在高压的作用下从电缆密封堵头与井口电缆之间的间隙中喷出,高度超过钻台二层甲板,洒落在整个钻台面上^[9-10]。顶驱液压散热系统的电机吸入喷出的泥浆破坏了其线圈的绝缘,导致钻井顶驱不能正常作业。

1 常规爆炸松扣电缆走向弊端

爆破松扣作业属于非常规作业,作业时天滑轮一般悬挂在钻台二层甲板某个坚固的位置,测井电缆由鹅颈管维修口进入钻具内才能进行爆破松扣作业,如图1所示。但由于天滑轮不能垂直于井口,电缆入井时角度较大导致电缆磨损。

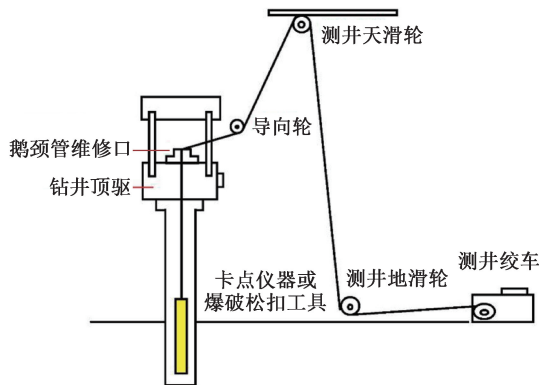


图1 测井解卡作业的电缆走向示意图

Fig.1 Schematic diagram of cable routing for logging unblocking operation

因此,大斜度/水平井电缆工程作业时,急需一种井口辅助工具用来解决井口防喷和电缆磨损问题。与以往泵送电缆技术不同^[11-12],本文将介绍一种插入式电缆注脂密封装置,该装置可以解决上述问题。

爆破松扣作业时,海上钻井平台液压式顶驱连接着井下钻具,以便对井下突发情况进行控制,防止井下溢流情况发生。不能采取正常电缆入井方式,在作业中需要使用辅助工具^[13]。

该辅助工具接在井口钻杆上,电缆从旁通工具进入钻杆内,到达预定位置进行爆破作业。如图2所示,钻具在施加扭矩时需要旋转,会使测井电缆缠绕在钻杆上,如操作不当会损伤电缆。

如图3所示,顶驱鹅颈管维修口在顶驱连接钻具的中间位置,作业时旋转钻具不会缠绕电缆,但电缆进入鹅颈管时由于铠装电缆与顶驱鹅颈管存在缝隙造成井口带压作业时密封不严,还会严重磨损电缆。

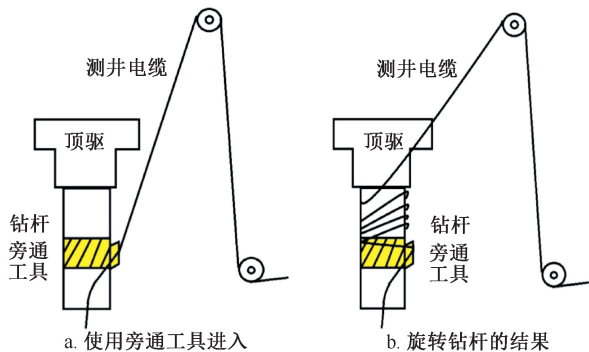


图2 电缆旁通工具在松扣作业中电缆打扭示意图

Fig.2 Schematic diagram of cable twisting during loosening operation of cable bypass tool

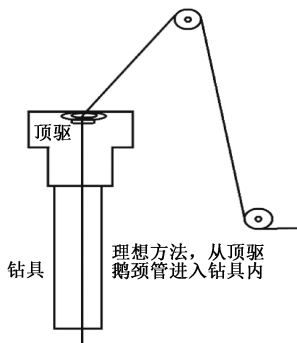


图3 电缆入井走势示意图

Fig.3 Schematic diagram of cable driving into the well

2 插入式电缆注脂密封装置设计方案

运用现有防喷装置注脂控制装置的原理^[14-15],设计出能满足插入式电缆密封装置的外形结构,采用液压、注脂和导向滑轮功能,其外形结构既能够承受较高的张力,又能在顶驱上部使用。

本注脂密封装置的原理:插入顶驱内的装置外壳,与内部安装至的阻流管之间有间隙,利用其间隙位置作为输送通道,输送一种密封脂(密封脂是一种具有一定粘度的油脂,不易受到温度的影响,能在狭小的空间内快速建立起高压),经过其内部的“开和关”组件进入电缆,建立电缆与阻流管之间的高压密封,实现装置在电缆活动时的动态密封^[16]。设计方案及结构如图4、图5所示。

设计的液压接头承载着导向滑轮、液压、注脂、回脂和转接头等功能,装置内有一组内置胶皮盘根的液压缸,大大缩短了液压接头的长度,让液压接头适合在狭小的顶驱上安装,液压缸体输入高压的状态下,缸体移动挤压胶皮,由此抱紧测井电缆,达到密封的效果。卸载压力后,在弹簧的作用下,胶皮盘根复位,解除电缆密封状态。

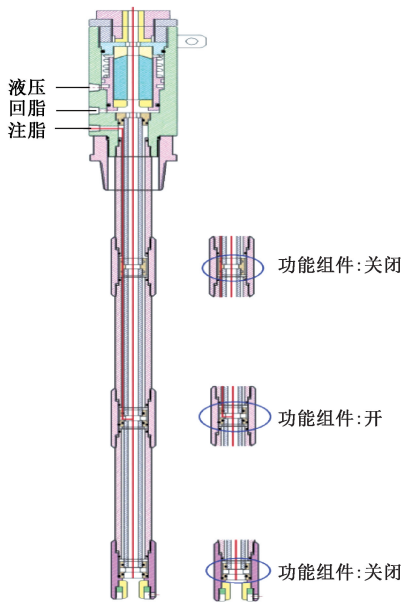


图 4 插入式电缆注脂密封装置方案设计图
Fig. 4 Schematic design drawing of plug-in grease-injection cable sealing device

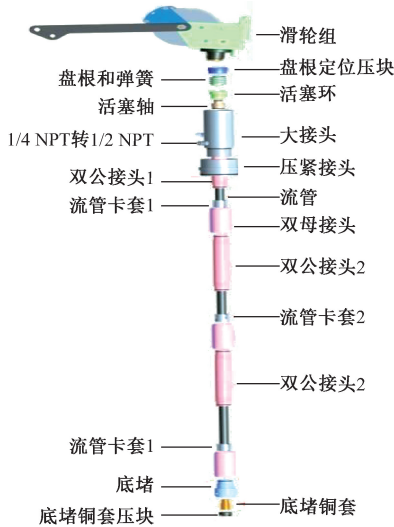


图 5 插入式电缆注脂密封装置结构示意图
Fig. 5 Structural diagram of plug-in grease-injection cable sealing device

254 mm 的电缆导向滑轮,其内部设计有滚柱式轴承,承载较大的电缆张力,能够将悬挂在井架上的天滑轮的电缆导入到顶驱内入井。不仅解决电缆磨顶驱的问题,还能保护电缆自身不受磨损。

在大斜度井或水平井爆炸松扣作业时,工具串往往不能靠自重自由下达目的井段。如果在松扣工具串顶部安装一个泵送接头,该泵送接头外径大于仪器外径,小于钻杆内径,顶部受力截面积大于原工具串,井口开泵推动组合工具串至目的井段完成松扣(切割)作业^[17]。

3 现场应用

2016 年 10 月,南海西部涠洲区块 WZ11-4N-XX 井钻井过程中钻具遇卡,需要进行爆破松扣作业。该井遇卡点在 149.23 mm 加重钻铤位置,卡点深度为 3 428.0 m,采用密度为 1.47 g/cm³ 油基泥浆,井斜 78.25°。顶驱鹅颈管维修口安装插入式电缆注脂密封装置,对进入钻具的 0.53 mm 测井电缆进行动态密封。而后,测井电缆经过导向轮进入钻具内,避免发生电缆磨损事故。

爆破松扣工具串顶部接有专用泵送接头,泵送接头比工具串外径大,在井斜 69°位置遇阻后,平台开启泥浆泵往钻具内泵入高压泥浆,井口泵送压力 3.30 MPa,泥浆压力作用在泵送接头上,推动工具串下行至目的地。注脂泵输送 5.17 MPa 的高压密封脂,进入插入式电缆注脂密封装置内的阻流管,在测井电缆与阻流管之间高压油膜,实现测井电缆动态密封。监测压力曲线如图 6 所示。

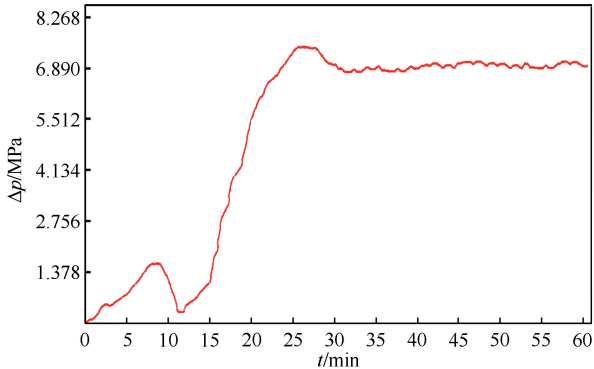


图 6 监测压力曲线
Fig. 6 Monitoring pressure curve

4 结论

(1) 插入式电缆密封装置适用于海上钻井平台大斜度井或水平井工程作业,解决了井内高压时测井电缆的动态密封失效问题,保护钻井顶驱电气设备的正常运行,实现钻井平台处理复杂情况时的井控要求,为海上油气田解决了大斜度井工程作业技术难题。

(2) 该装置已基本满足海上钻井平台工程作业要求,但在结构优化及材质上仍有进步空间。

(3) 目前,该装置已广泛应用于南海西部海上钻井平台的电缆爆炸松扣、切割等工程作业中,具有良好的应用前景。

致谢:感谢同事们从该装置的设计到现场应用,以及后期论文的撰写提供的帮助。

参考文献

- [1] 张绍槐. 电测作业的井筒完整性标准[J]. 石油钻采工艺, 2019, 41(1): 54-62.
ZHANG Shaohuai. Standard on well integrity in the process of electric log [J]. Oil Drilling & Production Technology, 2019, 41(1): 54-62.
- [2] 陈勇. 井口电缆防喷装置的引进和应用[J]. 江汉石油职工大学学报, 2010, 23(5): 49-51.
CHEN Yong. The introduction and application of wellhead cable blowout preventer [J]. Journal of Jianghan Petroleum University of Staff and Workers, 2010, 23(5): 49-51.
- [3] 闵建秋, 邓启全. 油气井铠装电缆压力控制头工作原理[J]. 油气井测试, 2011, 20(3): 68-69.
MIN Jianqiu, DENG Qiquan. Working principle of cabled wire-line pressure control head for oil well [J]. Well Testing, 2011, 20(3): 68-69.
- [4] 李云江. 爆炸松扣技术的探讨及应用[J]. 油气井测试, 2013, 22(5): 61-62, 65.
LI Yunjiang. Explosive loose knot technology and its application [J]. Well Testing, 2013, 22(5): 61-62, 65.
- [5] 王星, 张自印. 南海深水深层超高温井测试技术[J]. 油气井测试, 2020, 29(6): 32-37.
WANG Xing, ZHANG Ziyin. Testing technology of deep-water and deep reservoir well with ultra-high temperature in South China Sea [J]. Well Testing, 2020, 29(6): 32-37.
- [6] 宋涛, 王进宝. 高压气井测试井口密封工艺技术[J]. 油气井测试, 2001, 10(5): 47-48.
SONG Tao, WANG Jinbao. Well-head sealing technology for the high pressure [J]. Well Testing, 2001, 10(5): 47-48.
- [7] 陈勇. 井口电缆防喷装置的引进和应用[J]. 江汉石油职工大学学报, 2010, 23(5): 49-51.
CHEN Yong. The introduction and application of wellhead cable blowout preventer [J]. Journal of Jianghan Petroleum University of Staff and Workers, 2010, 23(5): 49-51.
- [8] 李春, 刘德君, 贺丽英. MD-I 型偏心井口测试电缆密封装置[J]. 油气井测试, 1992, 1(3): 60-67.
LI Chun, LIU Dejun, HE Liying. MD-I eccentric wellhead test cable sealing device [J]. Well Testing, 1992, 1(3): 60-67.
- [9] 宋永强, 何小超, 赵杰. 海洋工程电缆密封贯穿装置应用研究[J]. 装备制造技术, 2018(9): 158-160, 178.
SONG Yongqiang, HE Xiaochao, ZHAO Jie. Study on the application of the marine engineering cable seal penetration device [J]. Equipment Manufacturing Technology, 2018(9): 158-160, 178.
- [10] 牛洪媛, 梁栋, 赵永华. 浅谈高压井口电缆防喷装置的研制与应用[J]. 科技风, 2018(6): 162.
NIU Hongyuan, LIANG Dong, ZHAO Yonghua. Discussion on the development and application of high pressure wellhead cable blowout preventer [J]. Technology Wind, 2018(6): 162.
- [11] 倪睿凯. 水平井泵送桥塞射孔工艺技术研究[D]. 成都: 西南石油大学, 2015.
NI Ruikai. Research on pumping plug perforation technology in horizontal well [J]. Chengdu: Southwest Petroleum University, 2015.
- [12] 郭磊. 水平井泵送分段射孔技术[D]. 大庆: 东北石油大学, 2019.
GUO Lei. Pumping segmented perforation technology in horizontal wells [D]. Daqing: Northeast Petroleum University, 2019.
- [13] 彭辉. 电缆密封装置的研制与应用[J]. 新疆石油天然气, 2012, 8(S1): 134-135.
PENG Hui. Study and application of a cable sealed device [J]. Xinjiang Oil & Gas, 2012, 8(S1): 134-135.
- [14] 杨登波, 刘强, 陈锋, 等. 带压作业三级注脂电缆动密封技术分析研究及应用[J]. 钻采工艺, 2018, 41(4): 59-62.
YANG Dengbo, LIU Qiang, CHEN Feng, et al. Analysis of dynamic sealing of tristage grease injection cable in snubbing operations and application [J]. Drilling & Production Technology, 2018, 41(4): 59-62.
- [15] 孟军. 油气井测试井口防喷装置的改进和提高[J]. 天然气工业, 1998, 18(3): 89-90.
MENG Jun. Improvement and enhancement of wellhead blowout preventer for oil and gas well testing [J]. Natural Gas Industry, 1998, 18(3): 89-90.
- [16] 杨登波, 刘强, 陈锋, 等. 带压作业三级注脂电缆动密封技术分析研究及应用[J]. 钻采工艺, 2018, 41(4): 59-62.
YANG Dengbo, LIU Qiang, CHEN Feng, et al. Analysis of dynamic sealing of tri-stage grease injection cable in snubbing operations and application [J]. Drilling & Production Technology, 2018, 41(4): 59-62.
- [17] 张东方. 测卡、爆炸松扣仪在大斜度井和水平井中的应用[J]. 复杂油气藏, 2011, 4(3): 79-82.
ZHANG Dongfang. Application of free point and explosion breakoutting instrument in high-inclination and horizontal wells [J]. Complex Hydrocarbon Reservoirs, 2011, 4(3): 79-82.

编辑 王 军

第一作者简介:徐太保,男,1984 年出生,工程师,2008 年毕业于西安石油大学测控技术与仪器专业,从事海上 TCP 射孔、生产测井、电缆射孔、电缆切割、松扣、铰孔等工程现场作业及管理工作。电话:0759-3900127, 15976848939; Email: xutb@cosl.com.cn。通信地址:广东省湛江市坡头区南油五区测井大院,邮政编码:524057。