

模块枪射孔技术在斜井定方位射孔中的应用

郑长建, 郭景学, 姜晓燕, 王文昌

(大庆油田有限责任公司试油试采分公司研究所, 黑龙江大庆 163412)

[摘要] 模块枪电缆输送射孔技术,是指利用电缆输送方式来实现油管输送射孔的全过程。其设计思想不同于目前的常规射孔工艺技术,整个射孔枪系统采用模块化设计,通过一定的技术措施,能够实现定方位射孔。该技术综合了电缆输送射孔和油管输送射孔的优点,解决了电缆输送射孔和油管输送射孔工艺过程中存在的难点问题。文章着重介绍了模块枪定向射孔技术的系统构成、工艺原理以及大斜度井定方位射孔应用效果。

[关键词] 系统构成;工艺原理;应用

[中图分类号] TE934 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2012)04-0058-04

1 前言

现代射孔完井技术不仅要准确打开油气层,还要保护油气层,最终解放油气层,而且还要降低射孔成本,简化施工工艺。为了进一步发展射孔完井技术,在对国内外射孔完井工艺技术现状进行调研和分析的基础上,提出模块化电缆输送射孔技术。该技术是一项具有崭新思想和设计理念的射孔完井工艺技术,能够有效提高射孔完井效率。

目前的射孔完井工艺技术普遍采用电缆输送方式和油管输送方式。电缆输送方式需要多次下井才能完成全井的射孔任务,施工方便快捷,对于易喷井,则很难达到 HSE 的施工要求;而油管输送射孔方式可以一次下井完成全井任意井段的射孔,达到防喷目的,但施工时间较长。目前的定方位射孔技术须采用油管输送射孔工艺,而对于斜度较大($>24^\circ$)的斜井,特别是存在“狗腿弯”的斜井,采用油管输送式定方位射孔时,全井管柱旋转困难,并且在旋转管柱过程中存在一定的安全隐患,给施工带来一定的困难。

2 系统构成

模块化射孔技术主要由 6 部分构成(见图 1)。

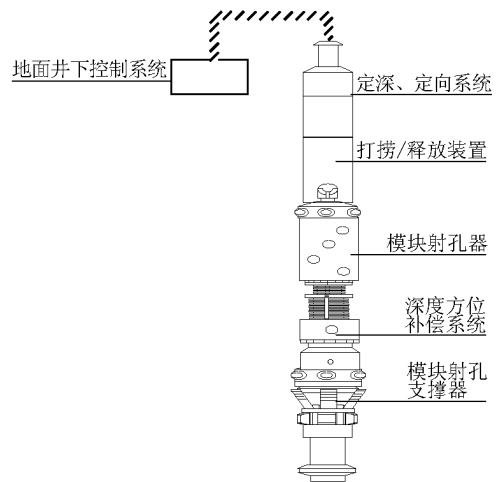


图 1 模块枪系统构成

Fig. 1 Construction of modular gun

2.1 模块射孔支撑器

为了支撑全井模块枪的重量以及模块枪引爆后的爆轰震击,研制了可取式模块枪支撑器,它采用上提下放方式锚定支撑器。为了防止射孔残渣或地层

[收稿日期] 2012-02-14

[作者简介] 郑长建(1965—),男,黑龙江大庆市人,大庆油田有限责任公司试油试采分公司副总工程师,主要从事射孔和科研工作;

E-mail: zhengchangjian@petrochina.com.cn

出砂造成砂埋,支撑器的卡瓦采用六相间隔式结构;同时,为了避免支撑器在射孔后发生转动或窜动,6个卡瓦止动块上的止动槽设计成4个横向槽,两个纵向槽。4个横向槽保证支撑器向上承载能力,两个纵向槽防止支撑器在射孔后发生转动。

2.2 打捞/释放装置

打捞/释放装置采用机电一体化控制技术,由直流电动机驱动机械手,对射孔器模块及支撑器模块进行可靠的打捞与释放。该装置既可以电动控制,又可以手工操作,操作可靠、简便。

2.3 定深、定向系统

支撑器上提下放锚定后,为了确定支撑器的准确深度,设计了深度、方位定位系统,主要由磁定位器(CCL)和激磁器组成。另外,在定方位射孔时,为了确定支撑器上方位键的准确方位,我们设计了与之配套的方位陀螺仪,这样就完成了井下工具的定深定向工作。

2.4 深度方位补偿系统

由于支撑器为上提下放锚定方式,其锚定深度不可能十分精确。另外,在定方位射孔时,支撑器上导向装置的方向与目的方位可能不一致。因此,设计了一个锁定式双定向补偿短接,该短接下井后使其与支撑器锁定,并且在径向上不发生旋转,其上部装有外导向器和调向器,依据当前方位和目标方位的差值,调整方位角度,保证模块枪方位上的精度。

2.5 模块射孔器

模块射孔器主要由捞放头、射孔枪、弹架、射孔弹、导爆索、对接头以及耐压传爆组件等构成。其中,耐压传爆组件由主爆管和被爆管两部分组成。能够实现在井下(具有液体、温度、压力条件下)两个传爆管之间可靠传爆。其传爆距离大于100 mm,耐压70 MPa,耐温163℃。

2.6 地面井下控制系统

地面井下控制系统主要包括磁定位信号采集处理、深度信号采集处理、激磁信号采集处理、激磁控制、打捞/释放控制、单芯多路传输控制等。其中单芯多路传输控制是因为目前射孔队多数采用单芯电缆,为了拓宽该技术的适用范围,利用单芯多路转换分时传输控制技术,单芯电缆可以传输4路信号,即磁定位信号、激磁信号、激磁控制信号、打捞/释放控制信号。而磁定位信号采集处理、深度信号采集处理、激磁信号采集处理等应用常规的数控射孔仪器即可完成。

3 工艺原理、流程

3.1 工艺原理

如图2所示,模块枪定方位射孔采用单芯电缆

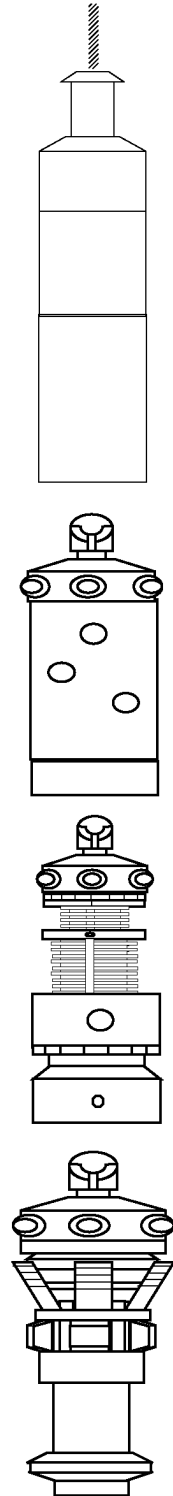


图2 模块枪工艺示意

Fig. 2 Diagrammatic sketch

传输方式,首先将射孔器支撑装置锚定到预定深度,通过智能激磁信号,精确调整深度;通过专用的定方位陀螺仪,精确调整方位等,然后将具有自动定向对接的模块射孔器全部依次下入井内,最后引爆射孔弹,从而达到多支射孔器分次下井、一次点火实现多层定向射孔的目的。它的优点是充分发挥了电缆传输方式动用设备少、作业方便、施工时间短等优势,又实现了部分油管输送射孔的功能,如全井负压射孔、防喷等。另外,在高压油气井射孔时,模块化射孔器可自动丢到井底,使油、气井直接投产,对高压油、气不会产生截流;如果想起出井下工具,由于井下工具不长,利用井口防喷管就可完成此项工作。

3.2 流程

模块枪定方位射孔工艺流程:利用单芯电缆携带深度定位仪、打捞/释放装置、方位支撑器下井,到达预定深度后、测量七组套管接箍核实井位,并将支撑器坐封在预定深度,由于支撑器坐封采用的是上提下放坐封方式,受其坐封距的影响,坐封深度不可能十分准确,同时支撑器上部的导向器方位也是随机的,所以对深度、方位必须加以补偿,经过智能激磁信号确定精确深度;经过陀螺定方位仪确定支撑器方位后,将特制的补偿短接下入井中,将深度、方位补偿到目标值,然后依次下入具有自动定向的模块枪,直至满足全部射孔井段,再次校验深度、方位,

无误后点火引爆射孔枪,起爆方式可以采用套管投棒起爆,也可以采用加压起爆。

4 斜井模拟试验

针对模块枪斜井施工,所能适应的井斜极限,做了斜井模拟试验,从理论分析和实践上验证了模块枪下井工具在斜井中应用的井斜极限值。

试验的结论证明,井斜在 $<45^\circ$ 范围内,模块枪支撑、对接、捞放可靠,解封/坐封自如,下井工具顺畅。

5 现场应用

模块枪定方位射孔工艺技术,在模拟井试验成功的基础上,在大庆油田三口斜井上进行了定方位射孔施工(见表1)。

表1 模块枪电缆射孔施工井汇总

Table 1 Summary of cable perforation well

井号	射孔井段	最大井斜/ $(^\circ)$	完井方式	点火方式
G155 - 斜 92	1 821.9 ~ 1 819.2	24.8	模块枪定方位	套管加压
G159 - 斜 110	1 805.8 ~ 1 760.3	24.2	模块枪定方位	套管加压
S240 - 斜 262	1 359.6 ~ 1 343.3	24.3	模块枪定方位	套管加压

以古 159 - 斜 110 为例(见表2),说明试验过程。

表2 G159 - 斜 110 井完井参数

Table 2 Well G 159-inclined 110 completion parameters

射孔井段	厚度/m		孔密孔/m	孔数	枪型	最大井斜/ $(^\circ)$	点火方式
	夹层	射开					
1 805.8 ~ 1 804.5	41.7	1.3	16	16	102	24.2	套管
1 762.8 ~ 1 760.3		2.5		30			加压

该井射开两层,由于井斜(24.2°)较大,若采用油管输送定方位射孔,管柱旋转困难,无法实现;夹层厚度(41.7 m),若采用夹层枪过夹层,一是下枪、捞枪施工时间长;二是射孔施工成本增加,经过与采油厂协议,决定采用模块枪斜井定向射孔进行施工。下入两柱定向模块射孔枪,分别定深、定向。套管加压两层一次点火,同时起爆成功。

通过三口井的现场结论证明,模块枪对接成功率 100%;传爆成功率 100%;打捞释放成功率

100%,经过磁测井仪和陀螺仪测井资料解释结果证明,射孔深度、方位准确无误。

6 结语

模块枪电缆定方位射孔工艺技术,不仅适用于直井定向射孔施工,同时适用于斜井的定向射孔施工,解决了油管输送式定向射孔所不能实现的大斜度井定向射孔施工问题,必将在射孔领域得到广泛的应用。

The application of modularization perforating technology in oriented perforation for deviated well

Zheng Changjian, Guo Jingxue, Jiang Xiaoyan, Wang Wenchang

(The Well Testing and Perforating Company of Daqing Oilfield Co., Ltd.,

Daqing, Heilongjiang 163412, China)

[**Abstract**] Modularization wire line perforating technology uses monocable to implement the perforator transmitted through oil well. Its design idea is different from the general perforator technology. Perforating gun system adopts the modular design to implement oriented perforation by a special technology. The technology uses the advantage of monocable and oil well to solve the problem in the transmission. The paper focuses on the introduction of the system structure and technological principle of the modularization perforating technology and the application effect of oriented perforation for deviated well .

[**Key words**] system structure ; technological principle ; application