

Development and Experimental test of Radial Drilling Tool System Suitable for the Casing of Diameter 139.7mm

Junjie Zhang Hui Zhang

Drilling Institute of Sinopec Shengli Petroleum Engineering Company, Dongying, Shandong, 257017, China

Abstract

Casing inner diameter drilling technology can rapidly and economically develop marginal reservoir and low permeability reservoir, and has the advantages of no damage to cement sheath and no formation pollution. Therefore, the Drilling Institute of Shengli Petroleum Engineering Company has developed a radial drilling tool system suitable for the diameter of 139.7mm casing. Through the indoor tests of this system, it is found that the system has the advantages of fast milling speed, reliable effect and good spraying effect, and the research results have reached a high level.

Keywords

casing inner diameter drilling; development; marginal reservoir; low permeability; subsystem design; experimental test

适用于 $\phi 139.7\text{mm}$ 套管的套管内径向钻孔工具系统研制及实验测试

张俊杰 张辉

中石化胜利石油工程公司钻井院, 中国·山东 东营 257017

摘要

套管内径向钻孔技术能快速、经济地开发边际油藏以及低渗透油藏,同时还具有不损伤水泥环以及不污染地层的优点,为此,胜利石油工程公司钻井院研制了适用于 $\phi 139.7\text{mm}$ 套管的套管内径向钻孔工具系统。通过对这一系统的各项室内测试发现,该系统磨铣套管速度快,效果可靠,喷射效果良好,研究成果整体达到较高水平。

关键词

套管内径向钻孔; 开发; 边际油藏; 低渗透; 分系统设计; 实验测试

1 技术背景及现状

套管内径向钻孔技术能避免传统的射孔技术存在的对环空水泥环的损伤以及地层的污染情况,该技术为快速、经济开发边际油藏和油田开发晚期剩余油藏提供了一个重要的手段,其作用在于代替完井射孔、油井强化增产、针对性地处置油藏、改善注水、减少水锥以及稠油油藏蒸汽挤注^[1]。

随着勘探技术的进步和勘探程度的提高,低渗透油田地质储量在新增探明地质储量中所占的比重也越来越大,低渗透油田已成为储量接替和新区产能建设的主要阵地。据不完

全统计,目前低渗透储量在可动用石油储量中占 17.5%,在未动用地质储量中高达 72.8%。国际开发低渗透油藏的实践表明,径向钻孔技术是开发低渗透油藏先进适用的技术。套管内径向钻孔技术具有很多优点:

- (1) 增加井眼在油藏中的长度、扩大泄油面积、提高采收率、改善油流动态剖面、减缓锥进速度。
- (2) 提供重力泄油途径、提高油气层纵向动用程度;提高裂缝油气藏裂缝钻遇率。
- (3) 经济开采边际油气藏和重质原油油藏;可重复利用上部井段、降低钻井成本。
- (4) 由于地面井口或海上井槽的减少而降低了平台的建造费用。
- (5) 降低油井管理和环境保护等费用。因此,大力研

【基金项目】国家科技重大专项“断块油藏高效开发钻完井技术”资助(项目编号:2011ZX05011-003)。

【作者简介】张俊杰(1978-),高级工程师,从事钻井工具、仪器的研发工作研究。

发高效水平分支钻井技术,对油气井增产特别是老井挖潜改造具有重要意义^[2]。

目前全国各油田有大量的老油井亟待改造,采用传统的方法费时而且成本很高,如何尽可能地降低作业成本改造老油井也是一个重要课题。套管内径向钻孔技术可以很好地解决这个问题,同时,它还可用于重油开发。中国已有相关技术的研究与探索,有关单位也进行了径向水平钻孔工艺的现场试验,取得了一些较好的效果,但都是限于第一代的“喷管式”径向水平钻孔工具,工艺技术不先进,还有待改善。

通过科研攻关,研制成功了适用于Φ139.7mm套管的套管内径向钻孔系统,并对其进行了系列实验测试。

2 技术方案研究及分系统设计

套管内径向钻孔工具系统主要包括定位转向器工具组合、钻孔开窗工具组合、水力喷射工具组合等。

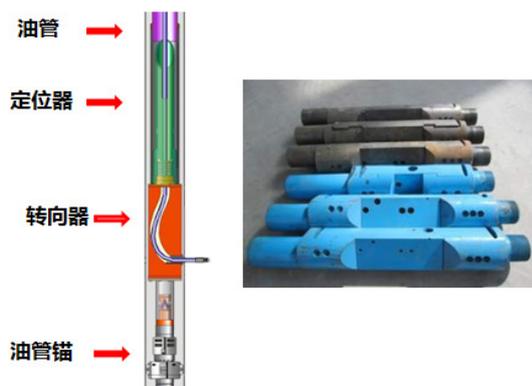


图1 定位转向器工具组合

转向器由对称的两部分通过螺栓连接在一起,每一部分上面的轨道断面都是一个半圆,合起来之后为圆形。其主要功能是在工具组合被锚定到套管预定位置后,作为套管钻孔软轴和喷射软管的通道,使之通过后转向90°。

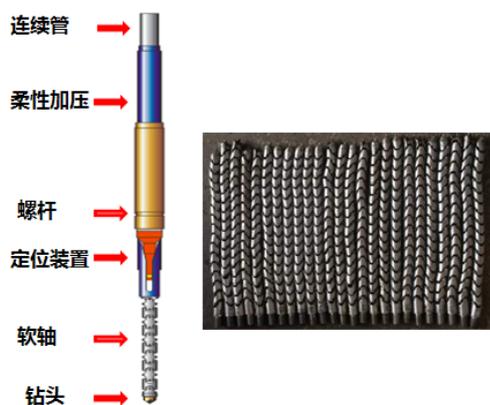


图2 磨铣开窗工具组合

软轴由多节十字节万向轴串联组成,万向轴在导向器轨道内必须转动灵活,而且能承受套管开窗钻孔的高扭矩,作用是帮助开窗钻头在转向器轨道内以很小的曲率半径由垂直方向转到水平方向,同时将螺杆马达输出的扭矩传递给磨铣钻头,由磨铣钻头完成在套管上钻孔。

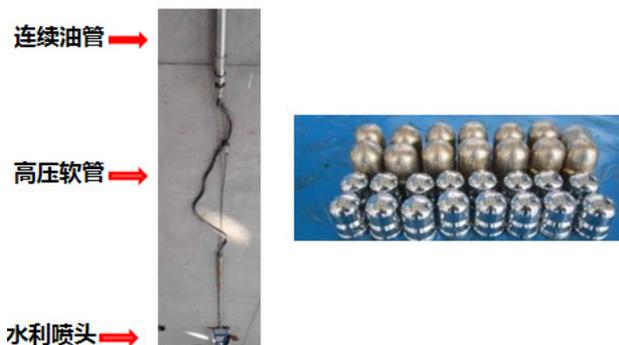


图3 水力喷射工具组合

地层水力喷射工具系统由高压软管和射流喷头及接头组成。多孔射流喷头要求能喷射破岩钻进,还能通过向后射流实现自进。高压软管在承受高压下通过转向器,向喷头输送高压液体。

3 实验测试

3.1 磨铣实验

3.1.1 139.7mm 套管室内磨铣试验

使用钻头及工具进行了139.7mm套管(套管钢级P110,壁厚9.17mm)室内磨铣试验。泵压10MPa,流量3.7m³/h,套管磨铣开孔时间20min。





图4 套管磨铣试验

所钻孔中最快用时 10min。钻孔情况不稳定，钻头有蹿停的现象。



图5 使用改进后的钻头套管磨铣试验

3.1.2 钻孔试验

使用高速钢钻头进行了钻孔，用时 25min，孔钻成。钻头也有蹿停的现象。



图6 高速钢钻头磨铣试验

3.1.3 优化设计后的磨铣套管试验

优化设计后，又进行了 139.7mm 套管（套管钢级 P110，壁厚 9.17mm）室内磨铣试验，磨铣速度明显提高，最快 5min 能磨穿 P110 套管，钻头无蹿停现象。





图7 优化设计后的磨铣套管试验

3.1.4 优化设计后 139.7mm 套管固水泥室内磨铣试验

优化设计后,使用钻头对 139.7mm 套管(套管钢级 P110,壁厚 9.17mm)固水泥进行了室内磨铣试验,最快 5min 磨穿套管并钻穿水泥,没有钻头憋停的现象。



图8 优化设计后 139.7mm P110 套管固水泥室内磨铣试验

3.2 喷射钻进试验

3.2.1 喷射自进试验

在压力 50MPa,排量 45L/min,内径 28mm 镀锌管条件下,在喷射钻头的牵引下,高压软管能以 1m/min 的速度前进。



图9 室内自进试验

在 35Mpa 压力, 50L/min 排量下,使用 80m 高压软管,在 12m 长 2 7/8" 油管中,用时 1min 通过;第二次在 54m 长,内径 28mm 镀锌管中,最快用时 3min 通过。试验证明,在喷射钻头的牵引下,高压软管完全可以实现自进。



图10 室外自进试验

3.2.2 破岩试验

采用建筑用发泡砖(厚度 30cm)进行了喷射试验,喷射压力达到 55MPa,排量 20L/min,喷射钻进时间 10min 左右。

试验时高压软管经过转向器转向 90 度，喷射钻头能自进。



图 11 55Mpa 喷射破岩试验

使用喷射压力 35MPa，排量 50L/min，最快 1 次 2min 喷穿 30cm 厚空心砖。



图 12 35Mpa 喷射破岩试验

3.3 地层喷射试验

采用建筑用发泡砖（厚度 30cm）进行了喷射试验，喷射压力达到 51MPa，排量 47L/min，喷射钻进时间 10min 左右。试验时高压软管经过转向器转向 90 度，喷射钻头能自进。



图 13 地层喷射试验

4 结语

通过一系列实验测试发现，与国内主要套管内径向钻孔工具技术指标比较，研制的磨铣钻头磨铣套管速度快，效果可靠，磨铣穿套管有可靠显示，优于同行业平均水平，喷射效果良好，研究成果整体达到较高水平。

参考文献

- [1] 李春芹. 水力喷射径向井技术在薄互层特低渗透油藏开发中的应用 [J]. 石油天然气学报, 2012(03X):265-268
- [2] 蔡文军, 吴仲华. 水射流径向钻孔关键技术及试验研究 [J]. 《钻采工艺》. 2016(04):1-4