

# Application of 20B Top Drive in Small Eye Side Drilling Equipment of Deep Shale Oil in North Jiangsu, China

Yunhu Li Guoping Wang

Oil Production and Gas Engineering Service Center of Sinopec East China Oil and Gas Branch, Taizhou, Jiangsu, 225300, China

## Abstract

This paper mainly analyzes the structural principle and technical advantages of 20B top drive, combines with the application of eye side drilling construction in deep shale oil wells in Northern Jiangsu, China, and demonstrates its adaptability, stability and social benefits. The 20B top drive device uses frequency conversion technology for electric direct drive, with a maximum lifting tonnage of 1350kN (150ton) and a rated circulation pressure of 35MPa (5000psi). Compared with the traditional square drilling rod with hydraulic turntable construction, the top drive can directly rotate the drilling rod from the upper space, feed down along the special guide rail, complete the rotating drilling, circulating drilling fluid, connecting column, upper unloading and inverted eye. The top drilling system significantly improves the ability and efficiency of drilling operation, and gradually is the standard product of the oil drilling industry. In order to meet the demand of intelligent drilling construction automation and speed and efficiency, the eye side drilling market of deep shale oil in the domestic and foreign top drive drilling device has strong market competitiveness and development prospects.

## Keywords

deep shale oil; small well hole side drilling; structural principle; application effect

## 20B 顶驱在中国苏北深层页岩油小井眼侧钻设备配套的应用

李云虎 王国平

中国石化华东油气分公司采油气工程服务中心, 中国·江苏·泰州 225300

## 摘要

论文主要分析20B顶驱结构原理和技术优势, 结合在中国苏北深层页岩油小井眼侧钻施工中的应用情况, 论证了其适应性、稳定性和社会效益。20B顶驱装置采用变频技术电动直驱, 最高上提吨位1350kN (150ton), 额定循环压力为35MPa (5000psi)。与传统方钻杆配合液压转盘施工对比, 顶驱可以从架上部空间直接旋转钻杆, 沿专用导轨向下送进, 完成钻杆旋转钻进, 循环钻井液, 接立柱, 上卸扣和倒划眼等多种钻井操作, 顶驱系统显著提高了钻井作业的能力和效率, 逐渐成为石油钻井行业的标准产品。为适应钻井施工自动化智能化及提速提效的需求, 顶部驱动钻井装置中国及其他国家深层页岩油小井眼侧钻井市场具有较强市场竞争力和发展前景。

## 关键词

深层页岩油; 小井眼侧钻; 结构原理; 应用效果

## 1 引言

近年中国页岩油在短期内快速实现了重大突破, 中国具有巨大的页岩油资源潜力, 大约有 43.93 亿 t 技术可采资源量, 约占全球的 6%, 但页岩油勘探开发困难重重, 在陆相页岩油富集机理、分布规律、甜点预测与低成本开发等方面都需要开展深入的研究。

华东油气分公司大力探索开发页岩油, SD1HF 井取得突破, 但是, 钻井周期长, 钻井投资大, 投资回报周期长。

【作者简介】李云虎 (1992-), 男, 中国安徽宿州人, 本科, 工程师、主管师, 从事井下作业及储层改造工程相关技术研究。

为寻求降低开发成本、充分挖掘帅垛区块阜二段未动用储量, 利用老井眼开展侧钻水平井, 可以有效降低钻井成本。通过对 3000m 钻机配置顶驱, 泥浆循环系统, 节流压井管汇等配套设备, 成功完成了 SY3-7HF 井 5132.66m 深度小井眼侧钻完井施工。论文主要针对 20B 全电动顶驱橇矿场试验评价和装置升级改造效果进行分析、研究和总结, 为深层页岩油低成本钻完井提供思路, 进而为页岩油低成本探勘开工提供依据<sup>[1]</sup>, 20B 顶驱主要结构图如图 1 所示。

## 2 设备结构及原理

顶部驱动钻井装置 TDS (Top Drive Drilling System) 简称顶驱, 最早是由美国 VARCO 公司在 1982 年研制成功, 此后 20 来, 法国、挪威加拿大和中国也相继成功地研制出

顶部驱动钻井装置<sup>[2]</sup>。石油钻机配套顶部驱动装置，能够直接从钻具顶部驱动钻柱旋转，并具有上紧或松开钻柱接头的功能，可以沿导轨上下移动，完成钻井作业。顶驱主要由动力水龙头，管子处理装置，导轨和滑车等机械部件及控制模块等组成。

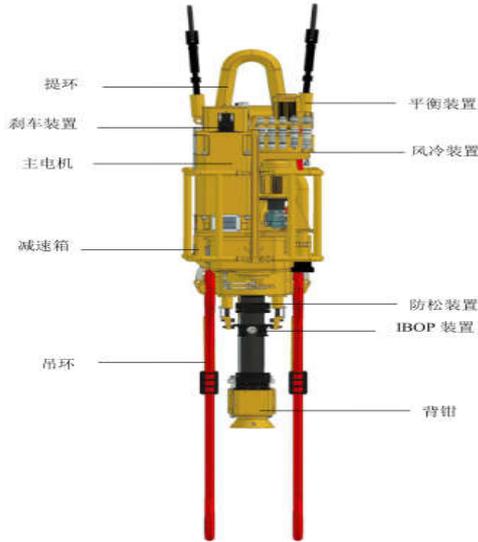


图 1 20B 顶驱主要结构图

### 2.1 动力水龙头

动力水龙头部分由主电机、刹车与风冷装置、平衡装置、提环、冲管总成、减速箱及其他零部件等组成。动力水龙头主要功能是使主电机驱动主轴旋转钻进，为上卸扣提供动力源，同时循环泥浆，保证正常地进行钻井工作。

### 2.2 管子处理系统

管子处理装置是顶部驱动装置的重要组成部分，由倾斜机构、背钳总成、丝扣防松装置、内防喷器 IBOP 机构及其他零部件组成。可以在很大程度上提高钻井作业的自动化度。

其中内防喷器 (IBOP) 的作用：当井内压力高于钻柱内压力时，可以通过关闭内防喷器切断钻柱内部通道，从而防止井涌或者井喷的发生。内防喷器安装在保护接头与主轴之间。上部的内防喷器与动力水龙头的主轴相接，下部的内

防喷器与保护接头连接，钻井时保护接头与钻杆相接。

### 2.3 导轨与滑车

导轨的主要作用是承受顶驱工作时的反扭矩。与顶驱的减速箱连接的滑动小车穿入在导轨中，随顶驱上下滑动，将扭矩传递到导轨上。导轨上端与天车台上的连接板相连接，导轨下端与井架的反扭矩梁连接，使顶驱的扭矩直接传递到井架下端。导轨内部采用钢丝绳拉紧结构，加大了导轨的安全系数，工作更加安全可靠；并且缩短了导轨的安装时间。

### 2.4 控制系统

预装自动控制系统，采用先进的 PLC 控制技术，具备一键启停功能。司钻操作台具有钻井所需的基本操作功能，和各种辅助操作功能。可以设置顶驱的转速、转矩、操作模式等。自动控制系统操作界面图如图 2 所示。



图 2 自动控制系统操作界面图

## 3 现场应用效果

2021 年 8 月，DQ20B 顶驱配套钻机设备在中国苏北深层页岩油侧钻井经过 4 个月施工，顺利完成 SY3-7HF 井侧钻完井施工，取得了良好的应用效果，顶驱设备与传统方钻杆对比总结有以下几点特点。

### 3.1 节省接单根时间

顶部驱动钻井装置不使用方钻杆，不受方钻杆长度限制，避免了钻进 9m 左右接单根的麻烦<sup>[3]</sup>。取而代之的是利用立柱钻进，节省了接单根的时间，从而节约了钻井时间<sup>[4]</sup>。详细情况见表 1，起下钻接单根时间占比 25.9%，低于方钻杆同类施工水平。

另外，顶驱与液压卡盘配合使用形成“一吊一卡”作业模式，下钻过程单人可以完成井口操作施工，进一步提升

表 1 SY3-7HF 井钻井时效分析表

钻井工作时间	生产时间								
	小计	进尺工作时间					测井时间	固井时间	辅助工作时间
		纯钻时	起下钻接单根	循环泥浆	划眼扩孔	换钻头			
2513:00	2165:00	580:33	651:00	207:00		16:00		4:00	709:00
	86.15%	23.00%	25.90%	8.24%		0.64%		0.16%	28.21%
	非生产时间								
2513:00	小计	事故时间	修理时间	组织停工时间	处理复杂情况			其他停工	
	348		79		168			101	
	13.85%		3.14%		6.69%			4.02%	

注：停等时间为等数据、等套管和等固井时间。

施工效率、降低安全风险,井口“一吊一卡”作业模式现场施工如图3所示。



图3井口“一吊一卡”作业模式现场施工

### 3.2 倒划眼防止卡钻,处理卡钻

顶部驱动钻井装置具有使用18m立柱倒划眼的功能,可有效处理复杂情况或工程事故。SY3-7HF井钻进施工过程中发生过3次较为严重的卡钻,均通过顶驱倒划眼配合开泵循环成功实现解卡。

### 3.3 下钻划眼

顶部驱动钻井装置具有不解接方钻杆钻过砂桥和缩径的能力。使用顶部驱动钻井装置下钻时,可在数秒内接好钻柱,立刻划眼配合开泵循环,减少卡钻的危险。

### 3.4 人员安全

顶部驱动钻井装置可减少接单根次数1/2,从而降低了事故发生率。接单根只需要打背钳。钻杆上卸扣装置总成上的倾斜装置可以使吊环、吊卡向下摆至鼠洞,减少了人员工作的危险程度。

## 4 结论建议

### 4.1 技术先进性方面

通过现场试验、评价,20B顶驱实现了与3000m车载钻机配套施工,成功完成SY3-7HF井开窗侧钻完井施工,该井完钻井深5132.66m,钻头118mm,垂深3816m,裸眼段长度,水平段长度均为工区之最。施工过程中通过合理使用,发生3次卡钻均通过顶驱倒划眼配合开泵循环成功实现解卡,工区上深层页岩油小井眼钻井施工提供了宝贵的经验,对于同类型施工具有重要推广价值。

### 4.2 环保经济性方面

20B顶部驱动设备采用电力驱动,排放大气环境的二氧化碳为零,绿色低碳效应明显,自动化操作系统集成至司钻套台,节省人力劳动成本;与电动泥浆泵配套使用,有利于促进苏北深层页岩油小井眼侧钻成套装备实现“电动革命”“绿色革命”,具备良好的社会效益。

### 4.3 技术升级建议

在SY3-7HF井开窗侧钻及完井施工中,20B顶部驱动设备具备深层页岩油小井眼侧钻施工适应性,但是在设备参数技术升级方面还有一定空间,如该设备额定循环压力为35MPa,建议通过更换耐压52MPa中心管将设备额定循环压力提高至52MPa,可以进一步提高设备在深层页岩油小井眼侧钻施工的适用性;另外通过设置内防喷器开关与电动泥浆泵启动形成联动,减少因误操作造成高压事故的风险。

### 参考文献

- [1] 裴学良.国内外石油钻机新技术及发展趋势[J].经济与管理科学,2008(8):111.
- [2] 古晖晖.DQ-90型顶驱的自动化控制研究[D].兰州:兰州理工大学,2014.
- [3] 吴化树.顶驱钻机在煤田地质勘探中优于常规钻机[J].大众科技,2010(8):116.
- [4] 乔建华,孙长征,张梅.浅谈大庆景宏顶驱在顶驱在中石化非常规油气井的应用[J].中国设备工程,2012(6):56-57.