



中国科学院  
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

瞄准全球科技前沿  
洞悉最新研发进展

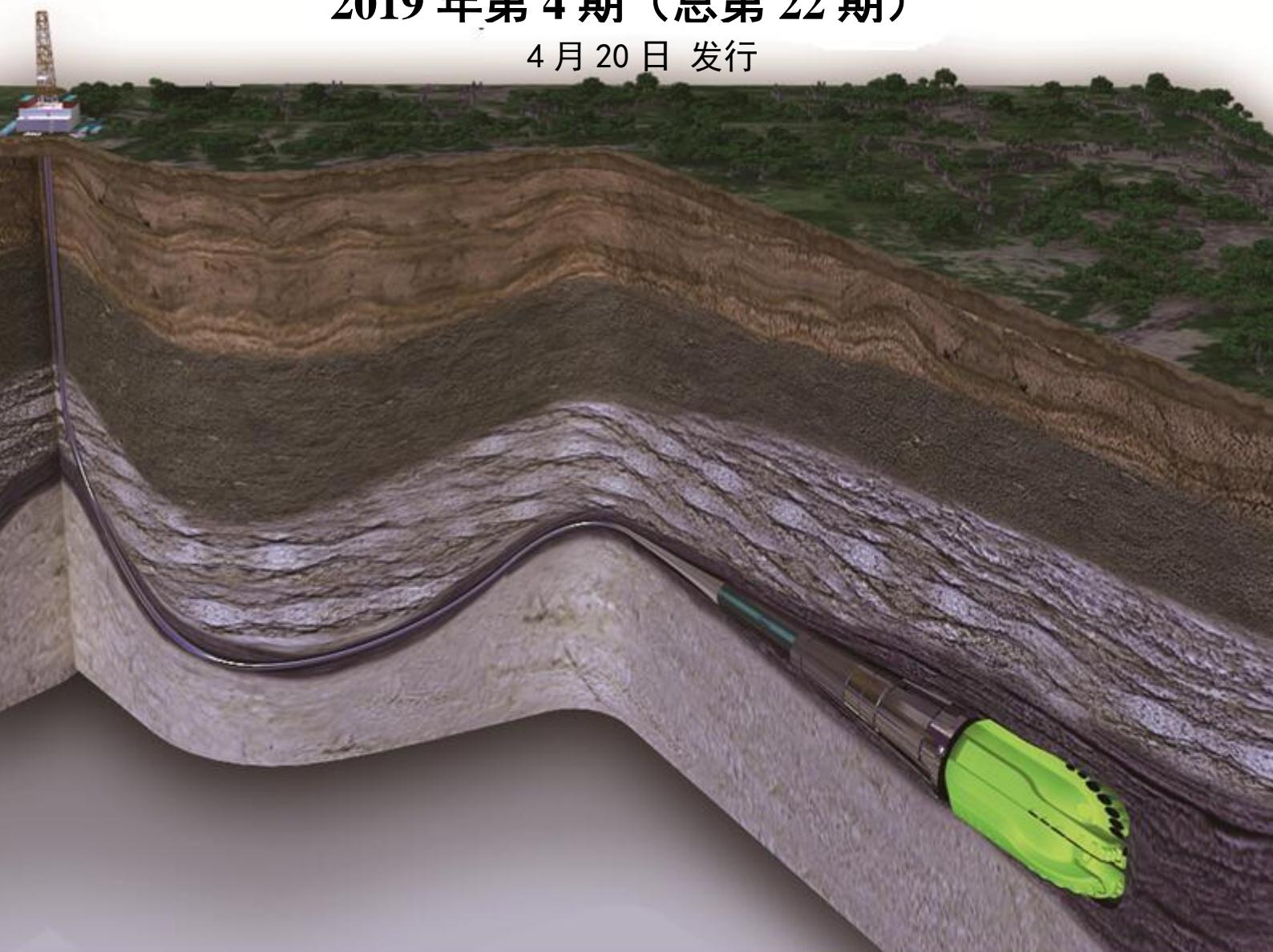
中国科学院A类战略性先导科技专项

# 智能导钻快报

INTELLIGENT DRILLING EXPRESS

2019年第4期（总第22期）

4月20日发行



主 办：中国科学院智能导钻先导专项项目组  
承 办：中国科学院武汉文献情报中心

# 目 录

## 专家评论

- 数据驱动的欠平衡 CTD 改善油田生产实时决策系统..... 1

- 井预测是否能代替人类油藏工程师 ..... 3

## 前沿研究

- 斯伦贝谢解决了水平灰岩储层的扭转振动问题..... 4

- 斯伦贝谢利用深卡尔曼滤波器预测钻井时间序列..... 5

- 贝克休斯研究用于枯竭储层和压力作业的声波遥测网络.. 6

- PathControl 公司等实现现场自动地磁观测台提高井筒定位  
能力 ..... 7

- 西南石油大学等研究带近钻头 GR 成像的 RSS 精确导向钻  
井技术 ..... 7

- 道达尔公司等研究的定向套管随钻钻井技术取得成功应用 8

- CBHP MPD 辅助套管钻井计划在北美试验 ..... 9

- 俄克拉荷马大学研究管道旋转对动态井壁压力的影响... 10

## 装备研制

- 斯伦贝谢公司利用正排量马达 PDM 的钻井动力学测量提高  
了性能和可靠性 ..... 11

- 通用贝克休斯研发智能型井下扩眼器应对低套管剖面问题

- ..... 12

中国石油大学创新研发了钻压自调整双径钻头.....	13
NewTek 公司优化其 DC LVDT 技术性能 .....	13
Rotork 推出新一代阀门驱动控制器 .....	14
<b>专利信息</b>	
美国 NABORS 公司公开钻井系统运行的指导方法 .....	15
NABORS 公司公开导向钻井系统的操作的新方法 .....	15
美国 EXTREME 公司公开井底钻具组合稳定器 .....	16
美国 MERLIN 公司公开导向装置 .....	16
美国哈里伯顿公司公开岩心钻头的设计方法 .....	16
美国史密斯公司公开了一种获取岩样的钻头技术.....	17
美国斯伦贝谢公开一种具有虚拟连接的钻机系统专利...	17
美国贝克休斯公开了一种钻井工具 .....	18
<b>产业动态</b>	
Weatherford 推出世界上首个远程控制单程深水完井安装系 统 .....	18
Gazprom Neft 和 IBM Research Brazil 通过 AI 加强地质处理 .....	19
AOC 提供径向喷射钻孔最新情况.....	20
ADNOC 钻井公司在阿联酋完成首个综合钻井服务 .....	20
法国 Sercel 推出其首款分布式声学传感地震解决方案 ...	21

胜利钻井院填补国内超高温高压钻井取心技术空白.....	21
吉林油田“柔性钻具”显神功停产老井焕生机.....	22
渤海钻探垂直钻井工具全部国产化 .....	23
石化机械钻井提速工具获突破 .....	23

研究快讯

## 本期概要：

近期，欠平衡套管钻井（UBCTD）受到诸多关注，尤其是数字技术与 UBCTD 结合的实例证明该技术能提高油气生产的决策能力。另一方面，专家探讨了自动化的井预测是否能代替人类油藏工程师的工作。

前沿研究上，斯伦贝谢研究了钻具的扭转振动问题以减少仪器设备的损坏，也提出一种算法预测钻井时间序列更进一步实现钻井自动化。通用贝克休斯应用声波遥测网络实现井下数据传输。有一些研究进入到试验阶段，如 PathControl 应用地磁观测台提高井筒定位，西南石油大学等利用 RSS 完成精确导向钻井等。

装备研制方面，NOV 公司的脉冲发射器解决了俄克拉荷马地区 MWD 问题。斯伦贝谢研制了一种小型的数据纪录器提高了 PDM 井底钻具组合（BHA）的性能。通用贝克休斯研发出智能型井下扩眼器，为低套管剖面提供了一种解决方案。中国石油大学研发了一种钻压自调整双径钻头，提高了 PDC 钻头的性能。

专利信息方面，NABORS 公司公开了两项专利分别是钻井系统运行的方法和操作的方法。EXTREME 公司公开了一种 BHA 的稳定器，MERLIN 公司公开了一种钻头引导导向的装置。

产业方面，ADNOC 钻井公司在阿联酋完成首次综合钻井服务。法国 Sercel 推出首款分布式声学传感地震解决方案。我国胜利钻井院实现了超高温高压钻井取芯技术。

## 专家评论

### 数据驱动的欠平衡 CTD 改善油田生产的实时决策系统<sup>1</sup>

3月，WorldOil 网站发布有关欠平衡套管钻井（UBCTD）的主题文章。欠平衡钻井被认为是增加油田产量的最佳方式，如今 UBCTD 结合数字技术将会使得生产力、运营和成本效益上升一个台阶。文章以 Texas Panhandle 的一个项目为

<sup>1</sup> 原文标题：Data-driven, underbalanced CTD improves real-time decision-making

网址：<https://www.worldoil.com/magazine/2019/march-2019/features/data-driven-underbalanced-ctd-improves-real-time-decision-making>

例，介绍了数据驱动的 UBCTD。

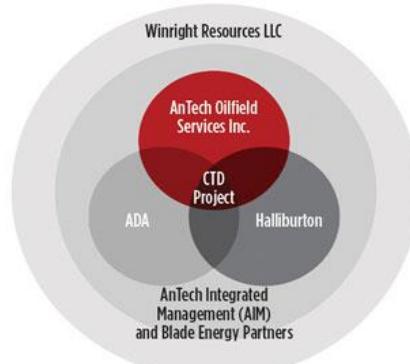
## 项目概况

该项目是在德克萨斯州狭长地带进行的双井重返工作。使用 UBCTD 的原因有两个，一是可以防止地层变得过平衡，二是该技术比较稳定，能在两相流情况下，同时钻井并精准控制水关闭。

## 聚焦数字数据

项目的早期阶段，在井场数据采集、异地数据分析和井下传感器方面利用数字技术。应用数字技术可以全面了解井场情况，提高决策效率。该项目还使用了 AnTech 公司研发的 RockSense 合成孔隙度算法，该算法利用完整的实时数据图并组合地下和地面数据来识别地层，从而提供孔隙度数据。与传统地质导向技术比较起来，数据驱动的 UBCTD 有两大优势：一是有线遥测的数据传输速率高可以多次测量钻孔，从而得到分辨率更高的数据；二是提供的数据更全面整，有利于井眼布置和钻头钻探。

本次项目的数据聚合工作由定向服务提供商 AnTech 承担，各服务公司协作互动，哈里伯顿提供 CT 装置和泵，ADA 提供流体分离包，Blade Energy Partners 提供现场工程等。



服务公司在 UBCTD 上的互动合作

## 钻井工作

井一。在前期工作完成后，UBCTD 直接用于现场钻井操作，并实时进行数据处理。井下钻具组合（BHA）在井下窗口的上方，打开 BHA 中的循环阀，将井置换为氮气，使井欠平衡。循环阀是一种多操作电动阀，因此可以关闭后进行钻井。使用具有随钻陀螺（GWD）功能的方向陀螺传感器来辅助 BHA 穿过窗口。这项技术被整合到 BHA 中，使得仪器穿过窗口而不被卡住，以及靠近套管时能处理不准确的磁性测量。

但是障碍物的存在仍会使得穿过窗口困难，使用由铅磨机和弦磨机组成的铣削 BHA 解决该问题。在建筑部分，每钻 100 英尺有 25 到 30 度的狗腿度。一旦建筑着陆，BHA 的连续定向旋转器会确保继续在水平切线部分钻孔。

井二。按计划，二井使用传统钻机将管道拉出，丢弃被穿孔的部分。然后添加一个 6-1/4 英寸的套管出口，用 4-1/2 英寸套管柱进行套管。然后将钻机撤出，并下入 UBCTD。

使用地下水钻出套管鞋，以防止扼流圈和分离器堵塞橡胶和水泥。一旦套管鞋被钻出并扩孔，BHA 就会暴露到大约 500 英尺，然后打开循环阀，当 BHA 缓慢地回到孔中时，井移位到氮气。然后钻出裸眼部分，同时利用 RockSense 结合表面流动数据来识别裂缝和断层，这些都是有效的。

## 结论

该项目表明，结合各服务企业的地面数字数据，欠平衡连续油管钻井可以在某些陆地环境中成功利用。部署的技术组合可以为运营带来如下优势：实现钻井对地层零破坏；能够兼容 RockSense，意味可以获得的更多的地层特征信息；实时数据聚合实现实时钻井决策；具有实时测试功能，消除了数据收集和分析造成的延迟。（郑启斌 编译）

## 井预测是否能代替人类油藏工程师

近年来，技术的进步与发展从根本上改变了石油和天然气行业的发展。如何适应这些技术的进步在当前充满不确定性的市场显得尤为重要。基于最优选择的预测技术是有一种能够以最少的努力、金钱和时间提供最佳效果的技术<sup>2</sup>。

石油和天然气行业选择探索技术优势的一个领域是根据生成的类型曲线进行井产量的准确预测。传统的方法是建立在 20 世纪 40 年代制定的经验方程的基础上的，这些方程没有物理上的理论基础。最初的 Arps 方程是通过观察经验推导出来的，但众所周知它是不稳定的。目前，工程师们使用了改进的 Arps 方法，但这种方法会带来的误差，在一定程度上的偏差，使得对给定井的两个构建的独立预测很难有效地相互协调。

预测分析是一门利用过去的事实在理解现在和预测未来的科学，需要通过使用历史数据训练模型。现在，业界发现了一种完全避开 Arps 公式的方法，他以扩散方程为基础，从基本原理着手解决问题，这种方法仅仅通过输入的月度石油、天然气、水数量和生产时间，通过 BetaZi 统计模型自动发现 100 万种可能的情景（称为样本）来自动预测碳氢化合物生产。最后，通过测试，认为这种方法非常准确的。这是一个强大的新的科学模型，它依赖于高质量的数据输入。

这种预测分析算法之所以有效，是因为它使用先进的科学技术将物理和经验

<sup>2</sup> 原文标题：A New Science For Well Forecasting—Can physics-based predictive analytics outperform a human reservoir engineer?

来源：<https://www.hartenergy.com/exclusives/new-science-well-forecasting-178609>

结合到其解决方案中。它使用微分方程的多个解来确保样本始终符合流体流动的基本物理特性。与此同时，该模型利用从大型数据集培训中获得的经验，来了解典型的油井行为如何偏离物理规律。

GeoLOGIC 进行了自己的测试，以确定该模型产生的预测如何与经验丰富的人类油藏工程师（HRE）的预测相比较。

该公司从 2017 年 10 月对不列颠哥伦比亚省 19 口蒙特尼井的预测开始。这些油井都由同一家公司运营，拥有至少三个月的生产数据。为了检验预测的准确性，GeoLOGIC 研究了下一年（2017 年 10 月至 2018 年 10 月）的累计天然气产量，并将其与 BasinINTEL(一款由 BetaZi 提供动力的数据驱动的产量预测软件) 和 HRE(2017 年 10 月)生成的曲线进行了比较。

GeoLOGIC 得出结论，自动预报具有精度高、成本效益好、时间短等优点。该公司发现，与传统的劳动密集型和容易出错的生产预测方法不同，这种新的科学能够提供数以千计的无偏预测。这项技术既便宜又实用，任何人都可以将其作为基准，不仅用于评估大型交易，还用于评估所有油井数据。（段力萌 编译）

## 前沿研究

### 斯伦贝谢解决了水平灰岩储层的扭转振动问题

3 月，斯伦贝谢(Schlumberger)公司研究人员在“2019 年 ITPC 国际石油技术会议”上发表了题名为《解决水平灰岩储层的扭转振动问题防止设备严重损坏》(Resolving Torsional Vibration in Horizontal Limestone Reservoirs Prevents Severe Equipment Damages<sup>3</sup>)的文章。

扭转振动（也称为摇杆和滑动）是进行 PDO 北油田侧向石灰岩 Shuaiba 油藏 6 1/8 英寸钻孔工作时设备故障和严重损坏的主要原因。本文探讨了影响粘滑严重程度的多种因素，并测量了它们的实际影响。这些因素包括钻头/井底组件（BHA）设计和地层/泥浆性质。还研究了软件插件对旨在减轻粘滞和滑移影响的自动钻孔系统的影响。

首先，分析了可用于侧向的 Shuaiba 油藏的钻井动力学数据，以评估扭转振动的等级。然后，使用有限元分析（FEA）分别对减少扭转振动的几个提出的设计变更进行建模，以预测它们的动态行为。通过试验，评估了各个因素在整体扭

<sup>3</sup> Adil Zahran Al Busaidi, Ahmed El Hawy, Ahmed Omara , Ali Baqir Al Lawati , Ramiro Oswaldo Vasquez Bautista, Muhamnad Awadalla, Ghaida Abdullah Salim Al Ghaithi , Zied Chibani, Suroor Al Jamaei. Resolving Torsional Vibration in Horizontal Limestone Reservoirs Prevents Severe Equipment Damages[C]. IN ITPC. 2019, 03.

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19058-MS>

转振动中的独立变化的影响。从同一油藏中钻探的 40 多个水平井收集数据。在每组试验中，在改变单一因子的同时保持相同的钻井条件。

分析的旧井数据显示，在不同油田的横向剖面中存在高级别的扭转振动（粘滞和滑移），这些油田具有几乎相同的储层特征和钻头/ BHA 设计。使用类似的地层剖面，FEA 建模结果表明，加强钻柱并使用较重的 PDC 钻头组将大大减少扭转振动，同时保持良好的穿透速率。当应用这些变化时，对实际数据进行分析，以衡量改进的情况。此外，分析发现，特定地层特征例如地层密度会对扭转振动有明显的影响。

建模结果还表明，对钻头施加更高的扭矩会降低其 RPM 波动并允许更低的表面参数。反过来说，它减小了扭转振动的幅度。对超过 8 个试验进行分析，观察到测量的扭转振动水平，设备故障和损坏的显着减少。

最后，研究了钻探 6.125 英寸横向石灰岩储层时，利用软件插件对自动钻井系统减轻粘滞和滑移的影响。与其他提出的解决方案一样，其余因素保持不变。

本文提供了一个新颖的侧向石灰岩储层案例研究，其中夹层是扭转振动严重程度的常见因素。结果和结论基于井下高分辨率数据，对有限元模型进行校准，以提供适合目标的解决方案。该结果排除了关于石灰岩储层扭转振动根本原因的大量理论解释。（张林睿 编译）

## 斯伦贝谢利用深卡尔曼滤波器预测钻井时间序列

3月26日，斯伦贝谢公司的研究人员在 OnePetro 上发表了题为《利用深卡尔曼滤波器预测钻井时间序列》的文章<sup>4</sup>。本文提出了一种基于深度神经网络的卡尔曼滤波算法，该算法从实际数据中学习，表征不同的钻井响应，并对数据进行处理。

该文章主要讲述钻井自动化设计可以从模拟数据中获益。钻井时间序列模拟器可以丰富数据集进行测试，并实现钻井状态的实时推断；然而，基于简化物理模型的传统模拟器通常缺乏真实数据集中看到的生动模式。

钻机钻井系统动力学模型为  $G(P, E, U) \rightarrow Z$ ，其中  $P$  为钻机机械系统的工厂， $E$  为环境（即地球或地层等）， $U$  钻机控制（例如顶部驱动 RPM、流量等）， $Z$  测量（例如吊钩）。动力学可以用非线性卡尔曼滤波器来描述。卡尔曼滤波器包含内部状态、输入和测量的组件，以及内部状态、输入和测量的传递函数。该文用深度神经网络对这些传递函数进行建模，并利用实际数据进行训练来求解这些传递函数。所实现的深度神经网络模型包含卷积神经网络层、长短期记忆层和

<sup>4</sup> 原文标题：Using Deep Kalman Filter to Predict Drilling Time Series

来源：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19207-MS>

反卷积层的组件。

通过用真实的钻井数据集训练神经网络，给出了两个实验。在第一个实验中，输入是时间窗口的多个 RPM 通道、块体位置、滑动状态、流量、钻压，输出为扭矩、ROP、吊钩载荷、立管压力等响应通道。经过 50 多次的反复试验，训练精度达到 99.5%。在第二个实验中，训练网络来预测 16 种钻机状态。

综上所述，引入的深度神经网络是生成模拟时间序列和分类任务的通用模型。

(段力萌 编译)

## 贝克休斯研究用于枯竭储层和压力作业的声波遥测网络

4月，GE 贝克休斯公司（XACT BHGE）研究人员在“2019年 IADC/SPE 管理压力钻井以及欠平衡操作技术大会暨博览会”上发表了题名为《声波遥测网络在钻井、固井和完井安装过程中提供实时的井下数据传输，用于枯竭储层和有管理的压力作业》(Acoustic Telemetry Network Provides Real-Time Downhole Data Transmission During Drilling, Cementing and Completion Installation for Use in Depleted Reservoirs and During Managed Pressure Operations<sup>5</sup>)的文章。

在过去几年中，越来越多的储层枯竭，随着泥重窗更紧，钻探油井的挑战性更大。管理压力钻井已经应用于这些具有挑战性的井场，但是由于包括技术，经济和部署相关的多种原因，工业应用推广缓慢。那些使用了管理压力钻井的井倾向于关注钻井施工相关方面的因素。然而，井建其他方面，例如套管和衬管的运行以及固井和完井安装，在某些情况下甚至更具技术挑战性。阻碍管理压力钻井吸收潜在的一个领域，一般，特别是在底部钻井之外的井建操作中，无法获得实时的井下数据。特别是与实时压力有关的数据。虽然固井，移位或完井，但是多种流体类型和密度可能在钻杆内部和外部循环，导致从表面数据导出模拟和模型是一项重大挑战。

为了克服这个问题，一个新的声学遥测和测量网络正在耗尽的油藏和管理压力钻井作业中进行部署，以提供实时井下状况和压力，温度和重量的沿弦的测量。实时的数据将历史的显现墨西哥湾和北海，说明如何利用这一案例在狭窄的边缘窗口钻井，固井和完井安装，以及枯竭的油藏条件和管理压力钻井作业期间，推动实时决策。(张林睿 编译)

---

<sup>5</sup> Andy Hawthorn, Duncan Groves. Acoustic Telemetry Network Provides Real-Time Downhole Data Transmission During Drilling, Cementing and Completion Installation for Use in Depleted Reservoirs and During Managed Pressure Operations[C]. IN IADC/SPE. 2019, 04.

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194541-MS>

## PathControl 公司等实现现场自动地磁观测台提高井筒定位能力

4月，PathControl公司，RMI公司和道达尔公司的研究人员联合在《国际石油石化技术会议》（International Petroleum Technology Conference）上发表了题为《首次现场自动地磁观测台提高了井筒定位能力》的文章<sup>6</sup>。

在过去的25年中，随钻测量（MWD）使用可靠性的提高使随钻测量工具成为计算随钻井筒测量位置最经济有效的方法。然而，实现更具挑战性的目标需要更复杂的井眼轨迹，降低横向不确定性成为一个新的挑战。

在计算MWD地磁参考值时，没有一种地磁模型能够很好地反映地磁时空局部复杂性。测量局部地磁基准需要经常进行绝对测量才能进行质量保证或质量控制，而这些绝对测量目前只能手工进行，因此很少有磁观测站投入使用。因此，研究人员设计了一些解决方案，利用现场参考（通常称为IFR）来增强地磁参考模型。然后，将其与多站分析（MSA）校正算法相结合，成为解决和减少大部分可校正MWD方位角、测量位置误差和侧向不确定性的常用方法。

加强井筒定位可以实现高防撞约束的充填井，开发高精度的储层目标，或从地磁角度（如高纬度和地壳异常区）定位到特定困难区域的项目。

本文介绍了一种新的时间磁场法“IFR4D”的结果，该方法已成功地应用于阿根廷两口陆上钻井。该井针对Vaca Muerta页岩系，并通过以下组合证明了在减低“不确定椭圆”横向方向的同时，提高了井的绝对定位能力。

开发了一个独特的自主远程实时观测台，用于监测和校正局部地磁矢量，并频繁绝对控制局部和临时地磁场（倾角、磁偏角和磁场强度），以及一种专用的MSA算法，用于在每个随钻测量站的位置和时间使用本地和临时现场参考(IFR2)数据。

自主天文台安装到位后，在一年多的时间内，在现场没有人员的情况下测量了所有地磁特性（倾角、磁偏角和磁场强度），提供了一个新的地磁精度水平，作为磁场寿命的标准参考。然后，在钻井时远程使用来自观测站的数据，以纠正和优化井筒位置，并减少“不确定椭圆”（EOU）的横向影响。（高国庆 编译）

## 西南石油大学等研究带近钻头GR成像的RSS精确导向钻井技术

4月，西南石油大学、斯伦贝谢技术服务（成都）有限公司、中国石油西南

<sup>6</sup> Momot, F., Humbled, F., Garbers, M., et, all. First Onsite Automatic Geomagnetic Observatory Improves Well-Bore Positioning[C]. IN: International Petroleum Technology Conference. 2019, March 22.  
网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19395-MS>

油气田公司、四川页岩气勘探开发有限公司和中国地质勘查开发研究院的研究人员联合在《国际石油石化技术会议》(International Petroleum Technology Conference)上发表了题为《带近钻头 GR 成像的 RSS 辅助四川页岩气项目的精确导向钻井：一种适合于页岩气钻井的解决方案案例研究》(RSS with Near-Bit GR Imaging Assist Accurate Steer Drilling in Shale Gas Project in Sichuan: A Fit-For-Purpose Solutions for Shale Gas Drilling Case Study) 的文章<sup>7</sup>。

四川盆地蕴藏丰富的多层系黑色页岩气，是我国页岩气勘探的主要目标。2012 年以来，国家陆续建立页岩气开发区域，探明地质页岩气储量为  $9210 \times 108\text{m}^3$ ，到 2017 年底已实现年产量  $90.25 \times 108\text{m}^3$ 。

四川盆地页岩气区处于主要的挤压构造中，在地球历史上经历了多次地质构造运动，表现出高陡构造特征，断层发育明显。要从地质角度成功地将储层侧向放置，必须克服构造识别的高不确定性带来的挑战，实现软着陆，最大限度地提高甜区带的水平暴露。

对于页岩气藏，为压裂作业铺平道路，达到良好的完井效果，钻井需要相对平缓的井径，限制井径倾角，为此需要进行方位角转动。为了保证井在甜区最佳布置，采用井位布置技术，实现了旋转导向钻井系统（RSS）与井眼图像实时测量的集成。

钻孔图像描绘了钻孔时的结构剖面，而旋转导向钻井系统提供了精确的轨迹控制。在井眼成像和主动测井对比的帮助下，虽然地层倾角和实际目标深度会随着地质预测的变化而发生很大变化，但轨迹可以精确地落在理想的优质储层中。在横向剖面中，尽管存在结构变化和储层性质变化，但在高质量储层中也有效地控制了轨迹。采用 Fit-For-Purpose 解决方案，有效提高了钻井效率，对油井生产产生了积极影响。这些成果有助于优化井的部署方案，并对横向水平段较长的井进行了规划，提高了可预测的产量。（高国庆 编译）

## 道达尔公司等研究的定向套管随钻钻井技术取得成功应用

4月，道达尔（TOTAL）公司和斯伦贝谢公司的研究人员联合在《国际石油石化技术会议》(International Petroleum Technology Conference)上发表了题为《定向套管随钻钻井技术取得成功应用》(Successful Use of Directional Casing While Drilling) 的文章<sup>8</sup>。

<sup>7</sup> Zheng, M. J., Liu, X., Zhao, J. et.all. RSS with Near-Bit GR Imaging Assist Accurate Steer Drilling in Shale Gas Project in Sichuan: A Fit-For-Purpose Solutions for Shale Gas Drilling Case Study[C]. IN: International Petroleum Technology Conference. 2019, March 22.

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19464-MS>

<sup>8</sup> Penot, S., Segui, E., & Pickup, D.. Successful Use of Directional Casing While Drilling[C]. IN: International Petroleum Technology Conference. 2019, March 22.

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19462-MS>

该文提供了成功使用随钻定向套管（D-CWD）的技术反馈，这是一种可以在遵循定向计划的同时进行钻孔和封孔的技术。它强调了缅甸 Badamyar 项目如何从优化结构的 D-CWD 技术中获益，从而实现了巨大的收益。

Badamyar 开发活动涉及在缅甸传统近海环境下钻探四口水平气井。其他区域的油井已经遇到了井筒问题，将 13-3/8 英寸的套管垂直放置到 450 米处。在 Badamyar 上，直接使用套管进行钻井，可以最大限度地减少作业过程中的损失和井筒失稳，并实现将 13-3/8 英寸的套管放置到 800 米和 45 度倾角的位置，从而避免了额外表层套管的需求。

所有四个 13-3/8 英寸的套管均在预算期限 14 天内成功定向钻进并固井，这可算是该区块近 20 年来的最佳表现。平均钻速为 30m/h，与现场常规钻速相同，但定向套管随钻达到所需深度时套管已经在井内。事实上，一旦套管达到所需深度，钻杆就会在套管内运行，以解锁和恢复定向钻具组合，并将其拉回到地面，使套管处于合适的位置，以便进行水泥作业。而传统上套管仍需要在联合的时间和风险（损失、井筒稳定性、卡套管、意外侧钻等）下运行。

D-CWD 对大多数相关团队来说是一个新概念，包括操作员、钻机承包商和管状作业服务。它需要改变“一百三十年的传统钻杆钻探”的观念。该文介绍了从常规钻井转向套管钻井的决策过程，识别和减轻风险的准备阶段，以及良好的操作效果。

该文介绍了一家大型油气公司首次实施的成功案例。案例中，该系统工作正常，技术上符合要求，成本效益高，具有巨大的潜力，可以在多个应用领域取代常规钻井。它还强调了一些潜在的限制和优化的机会，应该考虑进一步的发展（轨迹约束，疲劳寿命和井控）。（高国庆 编译）

## CBHP MPD 辅助套管钻井计划在北美试验

2019 年 4 月 9 日，Pruitt Optimal 的研究人员在石油工程师学会（Society of Petroleum Engineers）上发表了题为《CBHP MPD 辅助套管钻井：一种结合两种钻井技术的新型 MPD 解决方案，计划并在北美其他无法钻井的多向井上实施》的文章<sup>9</sup>。

该文章主要讲述针对北美多扣定向井的不同作业者，设计、规划并成功实施了“恒定井底压力（CBHP）管理压力钻井（MPD）辅助套管钻井作业”的钻井方案。在过去的几十年里，钻探这些地层时，多家运营商多次试图钻探到目标深

<sup>9</sup> 原文标题：CBHP MPD Assisted Casing Drilling: A Novel MPD Solution Combining Two Drilling Technologies, Planned and Executed on Otherwise Not Drillable Multiple Directional Wells in North America  
来源：<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194534-MS>

度 (TD)，但都失败了。

一些作业人员在易发生严重断裂/压裂且渗透率极高的地层中钻井，而另一些作业人员则在多个覆有超压和高导电性区域的软弱地层中钻井。这两种情况都导致了包括流体位移、脱扣/水涌和拭子、井涌和损失、套管下入和固井等问题。具有传统钻杆-BHA 的通用 CBHP MPD 解决方案，即使使用“锚点”CBHP MPD 及其变体，在上述两种情况下都未能成功地钻进 TD。

本文讲述了一些成功的案例，这些案例的成功是“CBHP MPD”和“套管钻井”两项技术结合的结果。预先规划、理解地层约束条件、进行培训并且让有知识和经验的人员参与其中，使 CBHP MPD 能够安全、成功地实施，并帮助 CBHP MPD 开发和达到新的水平。(段力萌 编译)

## 俄克拉荷马大学研究管道旋转对动态井壁压力的影响

3 月，俄克拉荷马大学 (OU) 的研究人员在“2019 年 ITPC 国际石油技术会议”上发表了题名为《利用单气泡模型研究了管道旋转对动态井壁压力的影响》(The Effect of Pipe Rotation on Dynamic Well Control Surface Pressure Using Single Bubble Model<sup>10</sup>) 的文章。

随着钻井技术的不断进步，进行安全的井身结构设计，尤其是实施井控策略显得尤为重要。管理压力钻井 (MPD) 是近年来出现的一项新技术。它具有 RCD 支持的特殊井控能力，同时能够为一定体积的气体流入提供可控的压力，并维持钻井或任何所需操作的管道旋转。本文研究了 MPD 设备在井涌循环过程中，管道旋转对套管压力分布的影响。

对 LSU 石油工程研究与技术转移实验室 (PERTT 实验室) 人员进行的实际井涌实验数据进行了分析。这些实验是在受控环境中进行的，该环境模拟井下条件，并伴有气体流入井筒。之后，通过相关性的应用将实验分析与管道旋转效应相结合。文献中的相关性表明，在比较旋转壳体与非旋转壳体时，预期摩擦压力的损失将会有所变化。使用两种不同的相关性估算了非牛顿流体在管旋转时环空内摩擦压力损失的变化。然后将这种变化应用于井的几何构型，找出旋转引起的表层套管压力的变化。

本文介绍了在 WBM 中使用的单气泡模型。模型研究了管道旋转过程中摩擦压力损失对表面压力的影响。

模型结果表明，压力变化非常小，变化率达到 8%。这些变化仅适用于类似泥浆性质和实验井的设计的情况。

10 Zahrah Al Marhoon , Hussain Al Ramis. The Effect of Pipe Rotation on Dynamic Well Control Surface Pressure Using Single Bubble Model[C]. IN ITPC. 2019, 03.

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19159-MS>

实际结果将进一步理解井涌情况下的气泡行为。由于新技术允许管道在循环过程中旋转，本文有助于回答管道旋转是否有助于总体预期表面压力的问题。进一步推动了 MPD 的适用性，可能会触及其未开发领域的潜力。（张林睿 编译）

## 装备研制

# 斯伦贝谢公司利用正排量马达 PDM 的钻井动力学测量提高性能和可靠性

4月，斯伦贝谢公司(Schlumberger)的研究人员在《国际石油石化技术会议》(International Petroleum Technology Conference)上发表了题为《正排量马达 PDM 的钻井动力学测量提高了性能和可靠性》(Drilling Dynamics Measurements on Positive Displacement Motors PDM Enhance Performances and Reliability)的文章<sup>11</sup>。

正排量电机（PDMs）在北美非常规市场得到了广泛的应用。为了提高钻井性能，PDMs 在具有挑战性的钻井环境中经常以极限参数运行。由于 PDMs 通常是租赁设备，因此当工具在使用后返回时，通常不会向设备所有者提供太多信息。这种情况限制了故障调查、预防性维护和工具设计优化的机会。此外，PDM 井底钻具组合（BHAs）中的随钻测量（MWD）工具仅测量钻铤的动态，而电机上方的位置相当高，常常没有足够的分辨率来了解不利的钻井动态并设计补救措施。

本文研究并介绍了一种适用于这类操作的动态测量数据记录仪。数据记录器是一种小型、低成本和电池供电的设备。它安装在传统 PDM 的转子挡块上，这样就不会增加底部钻具组合长度。该记录仪装有三轴振动加速度计、三轴冲击加速度计、陀螺仪和温度传感器。记录仪可以记录整个 PDM 操作周期内的数据，包括装运、井壁装卸和井下作业。

自 2016 年以来，数据记录器已部署在北美的陆地作业中。通过实例研究，表明 PDM 的运行周期是从维护基地的记录仪安装到工具回收，有效地捕捉了泥浆马达在滑动阶段产生的扭转振动和粘滑。在一些情况下，钻头钝度条件与记录的钻井动力学数据相关，作为故障分析的一部分，能了解到根本原因。（高国庆 编译）

11 Li, F., Neelgund, R. V., Smith, D. L., & Blackman, W. Drilling Dynamics Measurements on Positive Displacement Motors PDM Enhance Performances and Reliability[C]. IN: International Petroleum Technology Conference. 2019, March 22.

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19498-MS>

## 通用贝克休斯研发智能型井下扩眼器应对低套管剖面问题

3月, GE 贝克休斯公司 (Baker Hughes, a GE company) 研究人员在“2019年 ITPC 国际石油技术会议”上发表了题名为《智能型下扩眼器, 解决了低套管剖面问题》(Intelligent Under Reamer A Solution for Lean Casing Profile<sup>12</sup>)的文章。

在越南,由于内径 (ID) 漂移的限制,需要一个倾斜的表面套管。分裂导线的第二个插槽最大通过内径只有 13-1/2”。实际选择是用 12-1/4”钻头钻孔,并打开 14-1/2”孔,以设置 11-3/4”套管外径。对于中间孔可以类似推理,需要将孔从 10-5/8”钻孔到 12-1/4”孔,并设置 9-5/8”套管外径。虽然这些在扩孔操作下是常用的,然而技术限制仍然是低效和妥协的。对于操作的灵活性,传统的钻孔器仍具有有限的激活/停用循环,并具有用于套管鞋安装的由钻孔器到钻头深度较长的井底口袋。

期待已久的智能扩孔器技术现在已经可以使用,它具有无限的激活和停用循环,可以直接放置在旋转导向系统上方,以实现最短的井底口袋。装置是将两个智能铰刀组合在一个 BHA 中。第一个铰刀放置在 MWD 和 LWD 工具的顶部,而第二个铰刀直接位于旋转导向系统工具的上方。由于两个铰刀都可以通过下行链路激活和停用,因此必须同时激活铰刀以控制与开孔和 LWD 数据采集相关的风险。第一个智能铰刀将在钻出截面结构时首先被激活,然后第二个智能铰刀将在 TD 部分被激活以扩孔并缩短井底口袋。为了有效地清洁孔,可以停用两个铰刀以执行高流量和 RPM,而不会从铰刀刀片产生新的切屑并避免在低侧形成更大的孔。

这使得在铰刀工作时,实现鞋到鞋之间的钻孔并且获得不到 10 米的井底口袋。与具有 2 个行程的系统相比,这些操作功能节省了至少 50% 的分段钻机时间。减少套管鞋井底口袋和裸眼暴露的结合,减轻了井筒不稳定性风险,并有助于管理两个孔段间隔的泥浆重量。无限激活周期提供了操作的灵活性,特别是在处理孔清洁和刮水器跳闸时的状况。此外,智能铰刀还提供实时钻孔直径,可确保钻孔尺寸,确保套管运行准备和决策。

与当前其他行业技术不同,智能钻孔器具有独特的功能特性,此功能有助于消除钻孔器成球的风险,提高穿透率。目前,该技术的成功已经在越南的运营商中得到普及。(张林睿 编译)

12 Aik Loong Khaw, Ngoc Thanh Phuong Nguyen, Quach Anh Vu, Dennis Miguel. Intelligent Under Reamer A Solution for Lean Casing Profile[C]. IN ITPC. 2019, 03.

网址: <https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19539-MS>

## 中国石油大学创新研发了钻压自调整双径钻头

3月，中国石油大学（OU）的研究人员在“2019年ITPC国际石油技术会议”上发表了题名为《钻压自调整双径钻头引领钻头技术跨越式发展》（Weight-on-Bit Self-Adjusting Dual-Diameter Bit Leads a Step Change in Drilling Bit Technology<sup>13</sup>）的文章。

随着大型井段的不断深入，降低钻井振动、提高单钻头钻井时的性能上限一直是PDC钻头面临的挑战，钻速（ROP）慢的问题严重影响了整个井的钻井周期和钻井成本。近年来，为了克服这些挑战，人们采用了新的钻压自调整双径钻头（WSDB）技术解决这一问题。

设计了钻头的结构，利用通用有限元软件对阶梯形底孔的应力状态进行了分析。理论计算结果与实验室测试结果相吻合，证明了该技术具有降低钻井振动和提高钻井性能方面的能力。钻头主要由导向段、扩孔段、钻压调节弹簧和传动组件四部分组成。该技术使钻头能够连续调整其切削深度控制（DOCC）特性，以适应钻井环境并减轻粘滑振动。由于先导部分的存在，扩孔钻头肩部的应力集中区明显减小，扩孔钻头与导向钻头连接处的应力卸荷区较大，因此应力释放区破岩机械比能大幅度降低，从而导致破岩效率提高。通过室内对比试验发现，与传统的PDC钻头相比，在石灰石中钻进时，WSDB的钻速可提高325%，说明B钻头具有钻速快、效率高、TOB低的特点。

提出了一种充分利用井底应力释放效应，降低岩石抗压强度，提高破岩效率的方法，并研制了一种匹配的WSDB。可大大降低凿岩过程中所需的机械比能，同时对钻头的DOC特性进行动态调整，消除了由于DOC变化过快而引起的粘滑振动，提高了破岩效率。（张林睿 编译）

## NewTek公司优化其DC LVDT技术性能

3月19日，NewTek Sensor Solutions公司对其DC LVDT技术的能力进行了扩展，使其具有4-20mA输出能力，以满足行业监控和反馈应用程序的需要<sup>14</sup>。除了提供4-20mA的自由核和弹簧加载LVDT版本外，该公司还根据客户的要求定制4-20mA位置传感器。

13 Huaihang Hu, Zhichuan Guan, Bin Wang, Deyang Liang, Meiwei Sun, Xiaohui Wang, Weiqing Chen. Weight-on-Bit Self-Adjusting Dual-Diameter Bit Leads a Step Change in Drilling Bit Technology[C]. IN ITPC. 2019, 03.

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19117-MS>

14 原文标题：NewTek Sensor Solutions adds 4-20mA output capability to its free core and spring-loaded LVDT product lines

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/3/19/newtek-sensor-solutions-adds-4-20ma-output-capability-to-its-free-core-and-spring-loaded-lvdt-product-lines>

4-20 mA 环路供电的 LVDT 非常适合用于液位测量、机器人自动化和工业自动化控制。传感器提供的 4-20mA 输出信号集成了各种 PLC、数字指示器、基于计算机的数据处理器和 QC 数据采集系统。它还允许长传输和更大的抗噪性，非常适合需要长电缆运行的海底应用。

NewTek 公司提供其 4-20 mA 自由芯和弹簧加载 LVDT 的密封版本，能够承受污垢、水、蒸汽和其他恶劣因素。这些直流操作的线性位置传感器由 TIG 焊接不锈钢制成，在恶劣环境中工作时，回路接线会连接到远程定位在良好位置的仪表。

4-20 mA 传感器提供无摩擦操作和与 LVDT 技术相关的高分辨率，提供标准的 0.25% 和可选 0.1% 最大非线性的高分辨率。从 11–28 VDC 运行，直流操作线性位置传感器可在 0.10” (2.5 mm) 到 20” (500 mm) 的全范围内使用。NewTek 公司的 4-20mA 输出传感器内置浪涌和极性保护，能够防止电压峰值和连接错误。

（邓阿妹 编译）

## Rotork 推出新一代阀门驱动控制器

3 月 21 日，Rotork 推出了最新一代的阀门执行器和工厂设备监控系统<sup>15</sup>。

Rotork 主站适用于所有行业，能够在三个独立的现场网络中运行多达 240 个执行器，从而使最佳网络可用于不同的工厂区域，在全球网络中安装了 17 万台现有设备。

Rotork 主站具有许多功能，可以管理与其连接的资产，实现基于状态的监控和预测性维护。大型触摸屏界面和网页共享相同的直观菜单结构，专注于提供快速设备设置、询问和问题解决方案。多个数据库的存在使主站能够最大化数据传输效率。热备用配置为主站提供内置冗余支持，允许副本单元在主单元发生错误时承担网络控制，即使发生故障，也可以继续工厂运行。通过使用单根双绞线，安装成本低且简单。有线控制回路无需外部中继器，进一步降低了人工、安装和调试成本。Rotork 主站还提供 19 英寸机架或面板安装选项，所有接线均可通过前面板轻松访问，并支持所有 Rotork 和第三方驱动产品。

此外，Rotork 提供所有全球办事处的服务和调试支持以及有助于调试、服务和维护团队的在线文档，为 Rotork 主站和 Pakscan 网络的客户提供内部和现场培训。（丰米宁 编译）

15 原文题目：Rotork Master Station launched for valve actuator control

Rotork

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/3/21/rotork-master-station-launched-for-valve-actuator-control>

## 专利信息

### 美国 NABORS 公司公开钻井系统运行的指导方法<sup>16</sup>

3月14日，美国NABORS钻机技术公司公开指导钻井系统运行的方法，包括基于所接收的传感器数据确定井底钻具组合（bottom hole assembly，BHA）的位置，并在显示装置上显示理想钻探路径的BHA位置。该方法可以改进钻机生产，提供更加直观的理想路径视图，指导BHA井产量最大化，避开障碍物或机动困难区域。该专利的专利号为US2019078427-A1。

该方法涉及BHA钻孔，BHA布置在钻柱的一端，按照原始钻孔计划形成钻孔。BHA附近或承载的多个传感器接收地质构造相关传感器数据。钻井指令不同于原始钻探计划，它响应钻孔指令，利用控制器生成调整的理想钻孔路径。该方法基于控制器接收的传感器数据，确定BHA的位置，并在显示设备上显示BHA相对于调整的理想钻孔路径的位置。（周洪 编译）

### NABORS 公司公开导向钻井系统的操作的新方法

3月21日，NABORS钻井技术公司公开了一种导向钻井系统操作的新方法。该方法缩短了钻井作业人员的决策时间，提高了钻井作业的效率<sup>17</sup>。该技术的专利号为：US2019085683-A1。

导向钻井系统的操作方法，包括生成第一/第二套导向电机指令，将钻具组合从两个位置导向至围绕第一/第二导向目标位置的一对公差区域。用控制器标识第二转向目标位置。使用控制器在第二位置接收钻具组合的第二次测量数据。生成第二组定向电机指令，将钻具组合从第二位置转向第二转向目标位置周围的第二公差区域。使用第一/第二组定向电机指令指导钻具组合。（邓阿妹 编译）

---

16 原文标题：Method for directing operation of drilling system, involves determining position of bottom hole assembly (BHA) based on received sensor data, and displaying position of BHA relative to adjusted ideal drill path on display device

网址：

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?colName=DIIDW&recordID=201923936L&log\\_event=no&search\\_mode=GeneralSearch&qid=5&log\\_event=yes&product=UA&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&viewType=fullRecord&doc=1&page=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=201923936L&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=5&log_event=yes&product=UA&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&viewType=fullRecord&doc=1&page=1)

17 原文标题：Method of directing operation of steerable drilling system, involves generating first/second set of directional motor instructions to steer BHA from two locations to pair of tolerance areas around first/second steering objective locations

网址：

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=DIIDW&search\\_mode=GeneralSearch&qid=10&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&page=1&doc=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&qid=10&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&page=1&doc=1)

## 美国 EXTREME 公司公开井底钻具组合稳定器<sup>18</sup>

3月14日,美国EXTREME技术公司公开井底钻具组合(bottom hole assembly, BHA)的稳定器,用于调节和稳定井筒中的钻柱。稳定器通过稳定钻孔中的BHA,可以避免无用的侧钻,从而减少或消除源自钻头的振动,确保钻孔质量。该专利的专利号为US2019078399-A1、WO2019051378-A1。

稳定器具有两个稳定元件,从管状主体外部突出。稳定元件围绕管状主体,相互成一定的偏移角度。稳定元件包括井眼接触表面,由压力通风系统分开。稳定元件布置在一起,以提供与井眼的360度接触。(周洪 编译)

## 美国 MERLIN 公司公开导向装置<sup>19</sup>

2月14日,美国MERLIN技术公司公开用于将钻头引导至目标的导向装置。导向装置结合测量参数和测量通量值,来产生垂直导航命令。滤波器减小了测量引起的位置误差不确定性,以最小二乘方式使垂直归位命令的不确定性最小化,从而提高垂直归位命令的精度。该专利的专利号为US2019048711-A1。

导航装置的发射器用于传输时变偶极场,传感器用于检测钻孔工具的俯仰方向。接收器可定位在目标位置附近,用于检测归位场以产生一组通量测量值。处理器生成垂直归位命令,通过将检测到的俯仰方向和一组通量测量结果与确定的钻柱长度相结合,可以得到水平的归位命令。显示器显示垂直归位命令和水平归位命令,用于将钻孔工具引导到目标位置。(周洪 编译)

## 美国哈里伯顿公司公开岩心钻头的设计方法<sup>20</sup>

---

18 原文标题: Stabilizer for use in bottom hole assembly for conditioning and stabilizing drill string in well bore, has stabilizing elements for protruding from exterior of tubular body, where stabilizing elements are angularly offset from each other

网址:

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?colName=DIIDW&recordID=201923937A&log\\_event=no&search\\_mode=GeneralSearch&qid=7&log\\_event=yes&product=UA&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&viewType=fullRecord&doc=1&page=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=201923937A&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=7&log_event=yes&product=UA&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&viewType=fullRecord&doc=1&page=1)

19 原文标题: Homing apparatus for directing drill head to homing target, has display for displaying vertical homing command and horizontal homing command for guiding boring tool to target location

网址:

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?colName=DIIDW&recordID=2019144658&log\\_event=no&search\\_mode=GeneralSearch&qid=1&log\\_event=yes&product=UA&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&viewType=fullRecord&doc=1&page=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=2019144658&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=1&log_event=yes&product=UA&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&viewType=fullRecord&doc=1&page=1)

20 原文标题: Method for designing e.g. core bit, involves repeating simulations to determine if conditions are met for reducing or minimizing impact on each blade, and repeating further modifying installing of first type of cutting element

网址:

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?colName=DIIDW&recordID=201924019D&log\\_event=no&search\\_mode=GeneralSearch&qid=3&log\\_event=yes&product=UA&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&viewType=fullRecord&doc=1&page=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=201924019D&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=3&log_event=yes&product=UA&SID=6DD7ZJpUIB3VwOXBMVi&viewType=fullRecord&doc=1&page=1)

3月14日，美国哈里伯顿公司公开岩心钻头（如旋转钻头、核心钻头、铰刀）的设计方法。该方法改善了井工具切削元件的磨损分布，并改善了井工具的流体流动特性。该方法使得两个或多个切割元件最佳定位在相应叶片上，减少或消除钻头和钻柱上的不平衡力或振动。该专利的专利号为US2019080034-A1。

该方法涉及模拟钻井眼进入第一个井下地层，并进一步进入第二个地层。通过重复评估每个相应叶片上的冲击力，以确定是否满足条件减少或尽量减少对每个刀片的影响。如果不满足条件使得每个相应叶片的冲击最小化，则修改第一类型切割元件和第二类型切割元件在相应叶片上的安装，直到井下工具满足条件。

（周洪 编译）

## 美国史密斯公司公开了一种获取岩样的钻头技术

2019年3月14日，美国史密斯国际公司（SMITH INT INC）公开了一种用于获取地下岩样碎片的钻头，该钻头能提高特定地层的钻进速率（ROP），从而减少钻井时间和成本<sup>21</sup>。该技术的专利号为：US2019078388-A1。

钻头有一个钻头体，钻头体包含钻头中心线和钻头面。切削刀片位于钻头体靠经钻头中心线的地方。刀片呈放射状沿钻头面延伸，而切削元件固定在刀片上。一组元件固定在最靠近钻头中心线的刀片上，一组元件固定在与钻头面相接，远离中心线，且呈放射状分布的刀片上。（郑启斌 编译）

## 美国斯伦贝谢公开一种具有虚拟连接的钻机系统专利

2019年3月14日，斯伦贝谢集团（SLMB-C）公开了一种具有虚拟连接的钻机系统<sup>22</sup>。该系统提供了可以建立和终止虚拟连接的自动化程序，而且保持了远程和现场操作的一致性，从而减少人工干预成本。该系统还具有智能调试功能，可以扫描钻机设备的任何部件，并对部件进行兼容性测试保证部件可用。该专利的专利号为：WO2019051439-A1。

---

21 原文标题：

Drill bit for obtaining core sample fragments from subterranean formation, has blades for defining interior surface that is tapered and interfaces bit face at radial position farther from bit centerline than another position  
网址：

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?colName=DIIDW&recordID=2019239377&log\\_event=no&search\\_mode=GeneralSearch&qid=4&log\\_event=yes&product=UA&SID=5EX0iCJ98SQtQ17S2hp&viewType=fullRecord&doc=1&page=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=2019239377&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=4&log_event=yes&product=UA&SID=5EX0iCJ98SQtQ17S2hp&viewType=fullRecord&doc=1&page=1)

22 原文标题：System for drilling rig, has virtual connection controller which is coupled to group of network elements, in which virtual connection controller establishes virtual connection between first control system and user network  
网址：

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?colName=DIIDW&recordID=2019242188&log\\_event=no&search\\_mode=GeneralSearch&qid=8&log\\_event=yes&product=UA&SID=5EX0iCJ98SQtQ17S2hp&viewType=fullRecord&doc=1&page=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=2019242188&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=8&log_event=yes&product=UA&SID=5EX0iCJ98SQtQ17S2hp&viewType=fullRecord&doc=1&page=1)

钻机系统具有一个与定义钻井管理网络的网络元件组相耦合的第一控制系统。该控制系统具有执行钻井操作的可编程逻辑控制器（PLC）。虚拟化服务器则耦合在第一控制系统和网络元件组上。虚拟化服务管理器在钻井管理网络上实现虚拟化服务。虚拟连接控制器也耦合在网络元件组上，它在第一个控制系统和用户网络之间建立虚拟连接。（郑启斌 编译）

## 美国贝克休斯公开了一种钻井工具

2019年3月14日，贝克休斯集团（BAKER HUGHES A GE CO LLC）公开了一种与切削元件可操作耦合的钻孔工具，该工具能通过切削深度的控制减缓震动冲击，从而保证地层与元件的一致啮合<sup>23</sup>。可操作的耦合也提高了可旋转切削元件的扭矩。该专利的专利号为：US2019078392-A1。

该工具具有以旋转形式安装在主体上的切削元件，切削元件由多晶体硬质材料的端部切割面和支撑基板组成。地层啮合元件安装在钻头上，且暴露于外部。当地层啮合元件相对地层运动时，它能借助与地层的摩擦力围绕旋转轴旋转，同时元件的旋转轴与切削元件的旋转轴呈一定角度。地层啮合元件可操作的耦合在切削元件上使得地层啮合元件能带动切削元件的旋转。（郑启斌 编译）

产业动态

美洲

## Weatherford 推出世界上首个远程控制单程深水完井安装系统

3月27日，威德福公司（Weatherford）已将世界上第一个远程激活、单程深水完井系统推向市场<sup>24</sup>。通过在西非的一口深水注入井中的实验，与两次起下钻的上下完井过程相比，该系统的安装时间减少了40%到60%，钻机时间减少了4到6天。

使用射频识别（RFID）技术，现场验证的TR1P系统在生产井和注入井中提

23 原文标题：Earth-boring tool for drilling subterranean formation, has formation-engaging feature operably coupled to cutting element such that rotation of formation-engaging feature causes rotation of cutting element  
网址：

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?colName=DIIDW&recordID=201923937E&log\\_event=no&search\\_mode=GeneralSearch&qid=11&log\\_event=yes&product=UA&SID=5EXOiCJ98SQtQ17S2hp&viewType=fullRecord&doc=1&page=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=201923937E&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=11&log_event=yes&product=UA&SID=5EXOiCJ98SQtQ17S2hp&viewType=fullRecord&doc=1&page=1)

24 原文标题：Weatherford introduces world's first remote-activated, single-trip deepwater completion system  
来源：<https://www.oilfieldtechnology.com/product-news/27032019/weatherford-introduces-worlds-first-remote-activated-single-trip-deepwater-completion-system/>

供 100% 无干预操作。Weatherford 完井安装总裁 Mark Hopmann 表示：TR1P 高级部署系统为完井安装树立了一个新的行业基准，特别是在深水环境中的完井安装。用更少的设备和更少的人员在更短的时间内执行多个操作的能力是突破性的深水解决方案，也是客户在安装深水完井系统时显著提高效率的方式。

行业已经注意到 TR1P 的深水能力：在 5 月 6 日至 9 日在休斯顿举行的 2019 年活动之前，它被海上技术会议（Offshore Technology Conference, OTC）提名为“Spotlight on New Technology® Award”奖项的候选。该奖项颁发给影响海上勘探和生产的突破性创新产品。

作为支持井下工具的 RFID 技术的唯一供应商，Weatherford 将这一能力与现有完井技术的要素结合起来。其结果是该行业首次 100% 无干预操作，大大降低了安装深水完井系统的总成本。

TR1P 技术具有的优势主要包括：（1）零控制管线、冲洗管、钢丝绳、连续油管、修井机和湿接头；（2）安装期间对所有部件进行功能测试；（3）对油井进行充分循环；（4）刺激并隔离一个区域或整个井；（5）设置和测试可选的上下完工部件；（6）测试独立屏障；（7）远程连接油井。（邓阿妹 编译）

## Gazprom Neft 和 IBM Research Brazil 通过 AI 加强地质处理

4 月 3 日，30 多位 Gazprom Neft 研究地质学家和 IBM Research Brazil 机器学习研究科学家们首次聚集在一起，分享他们在一个研究项目“认知地质学家”中的独特知识、经验和技能<sup>25</sup>。

两家公司签署的合作协议旨在开发最先进的广泛人工智能技术。在此过程中，它们的目标是优化分析过程，并确定与最相关的地质模型相关的信息的价值，以推进勘探工作流程，并使模型的创建自动化。这些技术将有助于使日常作业自动化，并大大加强地质和地球物理数据分析，用于石油勘探或深水、北极近海或页岩项目以外的生产活动。

该系统旨在利用已发现的类似物和大数据技术的数据来处理大量数据阵列，以识别，建模，整合和预测关键的预期地质对象信息，支持决策。由于这一举措，典型的地质勘探周期可以大大减少。此外，通过使用认知技术和持续学习模型，每个新项目的预测质量将进一步提高。

Gazprom Neft 地质勘探和资源基础开发总监 Alexei Vashkevich 表示其正在开发一种独特的数字解决方案，可以在处理地质信息方面取得突破。IBM Research Brazil 院长 Ulisses Mello 表示，在 IBM 研究自然资源实践中，其使命是

25 原文题目：Gazprom Neft, IBM Research Brazil enhance geological processing with AI  
网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/4/3/gazprom-neft-ibm-research-brazil-enhance-geological-processing-with-ai>

与领先的石油和天然气合作伙伴合作，以确保行业从最先进的人工智能技术的应用中受益，最大限度地发挥其能力处理勘探和生产活动中不断增长的数据所带来的挑战和机遇。（丰米宁 编译）

## AOC 提供径向喷射钻孔最新情况

4月8日，Advantagewon石油公司（AOC）提供了V2H USA Inc.（V2H）的水平径向喷射钻井的最新情况，公司在两口井中试验了V2H的径向喷射钻井服务<sup>26</sup>。

V2H的技术和工具专门用于砂岩储层，如AOC目前的浅层油藏，目标是提高石油产量。采用的方法是在现有垂直井眼的多个层位上沿4个方向水平钻孔，这提高了水平井的优点，你没有水平钻井的成本和复杂性，可用于现有的垂直井。

地层在多个层面上向多个方向的渗透，具有随钻测量（MWD）和转向能力，比传统的射孔方法更具灵活性和针对性的储层连通性。这项专门服务的功能和目的是大大提高油从储层流入井筒的能力。

目前，两口井中的第一口井已完成钻井作业，并在水平钻孔时观察到油显示。该公司将把油井直接用于生产以评估可产能。（丰米宁 编译）

## 中东

### ADNOC 钻井公司在阿联酋完成首个综合钻井服务

3月31日，阿布扎比国家石油公司（ADNOC）的子公司宣布在阿布扎比酋长国Al Dhafra地区的陆上油田完成其首个完全“综合钻井服务”<sup>27</sup>。

继ADNOC与贝克休斯通用电气公司（BHGE）宣布战略合作伙伴关系后，该公司首次以完全整合的方式进行钻探。第一口井在计划之前和预算范围内完成，在钻井效率方面实现了一流的性能。

ADNOC上游执行董事Abdulmunim Saif Al Kindy表示，公司着手在整个钻井价值链中提供全面整合的服务，释放新的增长机会和收入潜力。与BHGE合作，ADNOC钻井公司将产生可预测的长期收入来源和市场增长。通过利用全方位的钻井服务，公司还将提高原油和天然气生产能力，优化成本和效率，创造更有利可图的上游业务，符合ADNOC的2030年智能增长战略，

26 原文题目：Advantage won Provides An Update On The Radial Jet Drilling. Drilling Operations Are Completed With Oil Shows On The First Well. Production Evaluation To Begin by April 12

网址：<https://www.oilandgas360.com/advantagewon-provides-an-update-on-the-radial-jet-drilling-drilling-operations-are-completed-with-oil-shows-on-the-first-well-production-evaluation-to-begin-by-april-12-2/>

27 原文题目：ADNOC Drilling completes first integrated drilling services in UAE

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/3/31/adnoc-drilling-completes-first-integrated-drilling-services-in-uae>

ADNOC 钻井公司首席执行官 Abdalla Saeed Al Suwaidi 表示：成为一家完全整合的钻井和完井公司将使其能够更好地支持 ADNOC 提供其勘探和生产增长计划，并从其生产的每桶石油中获取更多价值，提高了公司的竞争力，并为 ADNOC 的未来区域扩张定位。（丰米宁 编译）

## 欧洲

### 法国 Sercel 推出其首款分布式声学传感地震解决方案

3月20日，法国舍塞尔(Sercel)公司宣布推出其首款分布式声学传感(DAS)地震解决方案 SigmaWave<sup>28</sup>。SigmaWave 是由 Sercel 公司与 Fotech Solutions 公司合作设计，是第一款专门为钻孔地震应用而设计的集成分布式声学解决方案，它加强了 Sercel 公司的先进井下地震采集系统。

SigmaWave 与 Sercel 公司现有的井下地震工具完全集成，能够沿光纤电缆的整个长度进行连续、实时的地震测量。无论是通过临时部署还是永久部署，现在都可以实时可视化和监控油井，并立即生成 SEG-Y 文件。由于具有用户可选择的标距长度等独特功能，SigmaWave 可以获取最高质量的地震数据。

将 Fotech Solutions 公司的尖端光纤监测技术无缝集成到 Sercel 公司市场领先的地震采集系统中，是一流解决方案的自然契合，预示着数据质量和生产力水平的重大变化。

Sercel 公司首席执行官 Pascal Rouiller 表示：推出的 SigmaWave 集成 DAS 解决方案为钻孔行业提供了一套完整的地震采集系统，该系统功能强大，能够以随时可用的格式提供准确的数据，适用于各种应用，成本低廉，这将使客户能够改进对其储层的描述，以提高采收率。（邓阿妹 编译）

## 中国

### 胜利钻井院填补国内超高温高压钻井取心技术空白<sup>29</sup>

近日，中海油湛江分公司发来表扬信，对胜利石油工程公司钻井院圆满完成南海取心作业、填补国内超高温高压钻井取心技术空白表示热烈祝贺。

南海乐东 10-1 区是莺歌海盆地天然气勘探主战场，对支撑南海西部万亿方大气田建设具有重要意义。而要全面评价该区域超高温高压气藏，超高温高压井取心是必由之路。

28 原文标题：Sercel extends boundaries of well exploration with SigmaWave

来源：<https://www.worldoil.com/news/2019/3/20/sercel-extends-boundaries-of-well-exploration-with-sigmawave>

29 网址：[http://www.sinopecnews.com.cn/b2b/content/2019-04/03/content\\_1741285.htm](http://www.sinopecnews.com.cn/b2b/content/2019-04/03/content_1741285.htm)

但是，由于该区域属于典型超高温高压区，温压条件复杂，安全作业窗口极窄，给钻井取心带来诸多风险及挑战。

在此之前，国际上鲜有超高温高压成功取心的案例，而国内超高温高压井钻井取心技术仍属空白。如果将超高温高压气藏比喻为一个高压锅，钻井就如同在高压锅里打开一个通道，而取心则像在不揭开锅盖的情况下从高压锅里捞一块完整的骨头，取心难度可见一斑。

为攻克高温高压井取心这一世界级难题，钻井院技术团队与湛江分公司工程技术作业中心高温高压项目组戮力同心、协同合作，不断推进技术创新，打破传统工具限制，在材料、井控、防漏等多方面改进取心工具，最终研制出新型超高温高压取心工具。

为确保取心工具首战成功，钻井院技术团队与湛江分公司工程技术作业中心多次组织专家论证，制定了详细的施工方案。实际实施时，技术人员平稳控制取心钻进参数，克服了高达 200 摄氏度的井下温度和近百兆帕的绝对压力，安全、优质、高效地完成了乐东 10-1 区两口超高温高压井钻井取心作业，钻井取心收获率达到 100%。

乐东 10-1 区超高温高压钻井取心作业成功，不仅填补了国内空白，而且为全面打开南海大气田宝藏提供了新利器。

## 吉林油田“柔性钻具”显神功停产老井焕生机<sup>30</sup>

3月29日，中国石油网消息，吉林油田新民采油厂老井民+30-026 井原本长期注水不受效、多次措施无效后，停产已半年有余。然而今年以来，却重新焕发出新的生机，连续3个月达到日均产油2.8吨，累计产油超过250吨。

据了解，原来是中国石油勘探开发研究院自主研发的“柔性钻具”发挥了大作用。与国内现有钻具相比，“柔性钻具”最大承扭能力性能提升8倍，抗拉能力提升3倍，首次实现了5寸半套管层内开窗/侧钻直径118毫米井径水平井，满足最小曲率半径2米的钻进需求以及油层内定点定方位取芯。中国工程院刘合院士对此非常赞赏，他说：“柔性钻具”可以低成本实现老井距井30米的油层深部水平密闭取芯。无需新打取芯井，又解决了井壁取芯不能穿过套管取到油层深部岩芯的问题，具有低成本、工艺简单、可靠性高的特点，是老井深部取芯评价剩余油的独有技术。

考虑未来老油田稳产和上产是提高资源利用率的必由之路，“柔性钻具”侧钻挖潜技术必将成为低渗透储层低成本挖潜的有力手段，在老油田剩余油挖潜中具有极为广阔的空间。

30 网址：<http://news.cnpc.com.cn/system/2019/04/04/001725305.shtml>

## 渤海钻探垂直钻井工具全部国产化<sup>31</sup>

3月27日，渤海钻探智能钻井研究所自主研发的垂直钻井工具，成为第十九届中国国际石油石化技术装备展览会的明星。钻井防斜打快的“中国芯”成为热议话题。

钻井防斜打快曾一度被国外垄断，成为大倾角易斜地层石油勘探开发的屏障。渤海钻探紧盯世界石油钻井技术难题，自主研发了BH-VDT5000垂直钻井工具，在2010年鉴定发布并投入塔里木山前施工，改写了这个地区的多项钻井纪录，实现了两年实施19口井的历史纪录。

然而，工具的非国产化问题，抑制了其大规模推广应用，不仅检测维修成本高，而且出现了密封圈剪切、导向块落井、工具托压等问题。为此，经过几年努力，核心部件攻克，35大部件，239个品种、1283件零配件全部国产化；核心技术攻克，测控系统实现国产化；国产定制非标配件攻克，形成自己的产品号，BH-VDT5000垂直钻井工具成为名副其实的中国制造。

BH-VDT5000垂直钻井工具，平均井下时间延长71个小时，达到191个小时。在博孜301井，工具经受住了井下砾岩层振动大、易磨损的严峻挑战，工作167个小时，井斜由入井前的1.1度降到0.2度。柯东5井用2趟钻就完成了二开223米至2880米井段的施工，工具平均寿命达到317个小时。

2018年，BH-VDT5000垂直钻井工具在塔里木、青海等油田实施的14口井，口口优质。

## 石化机械钻井提速工具获突破<sup>32</sup>

日前，石化机械自主研制的9寸全平衡双向减震器在焦石坝两口井段“0-351米、30-352米”成功应用。该工具有效缓解了钻具及地面设备振动，解决了跳钻问题，达到提高钻井效率、保护钻具和地面设备的目的。

目前，川渝工区表层钻进施工过程中存在跳钻严重、井斜易斜等问题，减震器是该地区表层钻进的必备工具。9寸全平衡双向减震器研制根据现场需求采用全机械式结构设计，具有结构简单、尺寸短、工况适应性强、可靠性高等特点，较井队现用的减震器从7~8米的长度缩短至3米以内。该工具的成功应用填补了石化机械在钻井提速工具领域的又一项空白。

31 网址：<http://news.cnpc.com.cn/system/2019/04/01/001724860.shtml>

32 网址：<http://www.ccin.com.cn/detail/dc8c649594d1a3ec46705d4ddb8436a3>

## 研究快讯

[1] 3月，中国石油测井有限公司的研究人员在国际石油技术会议（International Petroleum Technology Conference）上发表了题为《聚焦钻孔对地面电成像的数值模拟研究》（Numerical Simulation Study of Focused Borehole to Surface Electric Imaging）的研究成果。

具体详见：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19567-MS>

[2] 3月，沙特阿拉伯国家石油公司和中国石油工程建设有限公司的研究人员在国际石油技术会议（International Petroleum Technology Conference）上发表了题为《基于智能钻井咨询系统的钻井性能优化》（Optimization of Drilling Performance Based on an Intelligent Drilling Advisory System）的研究成果。

具体详见：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19269-MS>

[3] 4月，Messoyakhaneftgaz 公司与威德福公司学者在《国际石油石化技术会议》（International Petroleum Technology Conference）上发表了一篇题为《Vostochno-Messoyakhskoye 油田多边井有效环状地层侧向钻井》（Effective Annular Ledge Formation Sidetracking in Multilateral Wells in Vostochno-Messoyakhskoye Field）的研究论文。

具体详见：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19350-MS>

[4] 4月，Kelda 钻井控制、GNS 有限公司的研究人员在《石油工程师学会》（Society of Petroleum Engineers）期刊上发表了题为《UBD 操作的自动压力控制；案例研究和现场验证》《Automated Pressure Control for UBD Operations; Case Study and Field Validation》的研究成果。

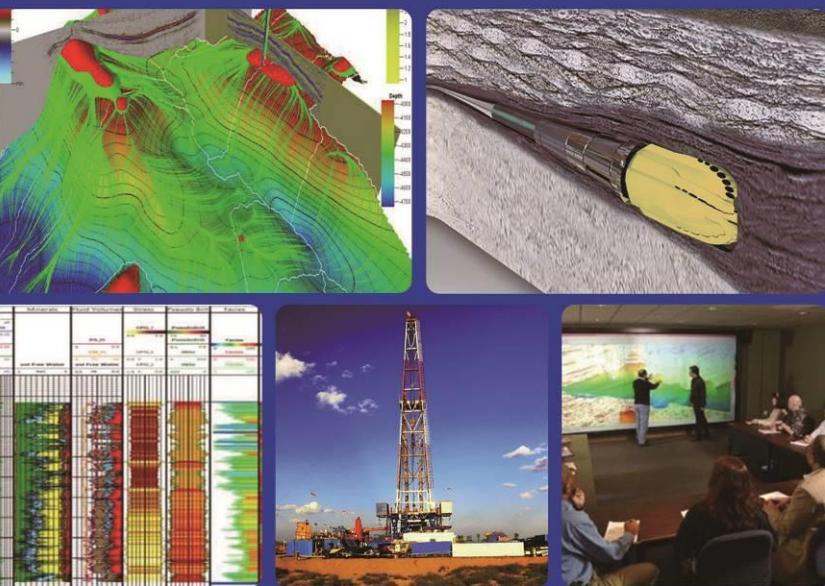
具体详见：<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194555-MS>

[5] 3月，中海油深圳分公司、斯伦贝谢的研究人员在《国际石油技术会议》（International Petroleum Technology Conference）期刊上发表了题为《利用随钻测井曲线和图像、随钻传播电阻率和电缆介电测量解释复电阻率响应》《Complex Resistivity Responses Explained Using LWD Laterolog Curves and Images, LWD Propagation Resistivity and Wireline Dielectric Measurements》的研究成果。

具体详见：<https://www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-19419-MS>

（周洪、高国庆、丰米宁 编译）





主 办：中国科学院智能导钻先导专项项目组  
承 办：中国科学院武汉文献情报中心  
专 辑 主 编：底青云  
执 行 主 编：魏 凤  
主要人员：周 洪、邓阿妹、郑启斌、高国庆等  
地 址：湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号  
邮 编：430071 电 话：027-87199180  
传 真：027-87199202  
E-mail：weif@mail.whlib.ac.cn

