



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

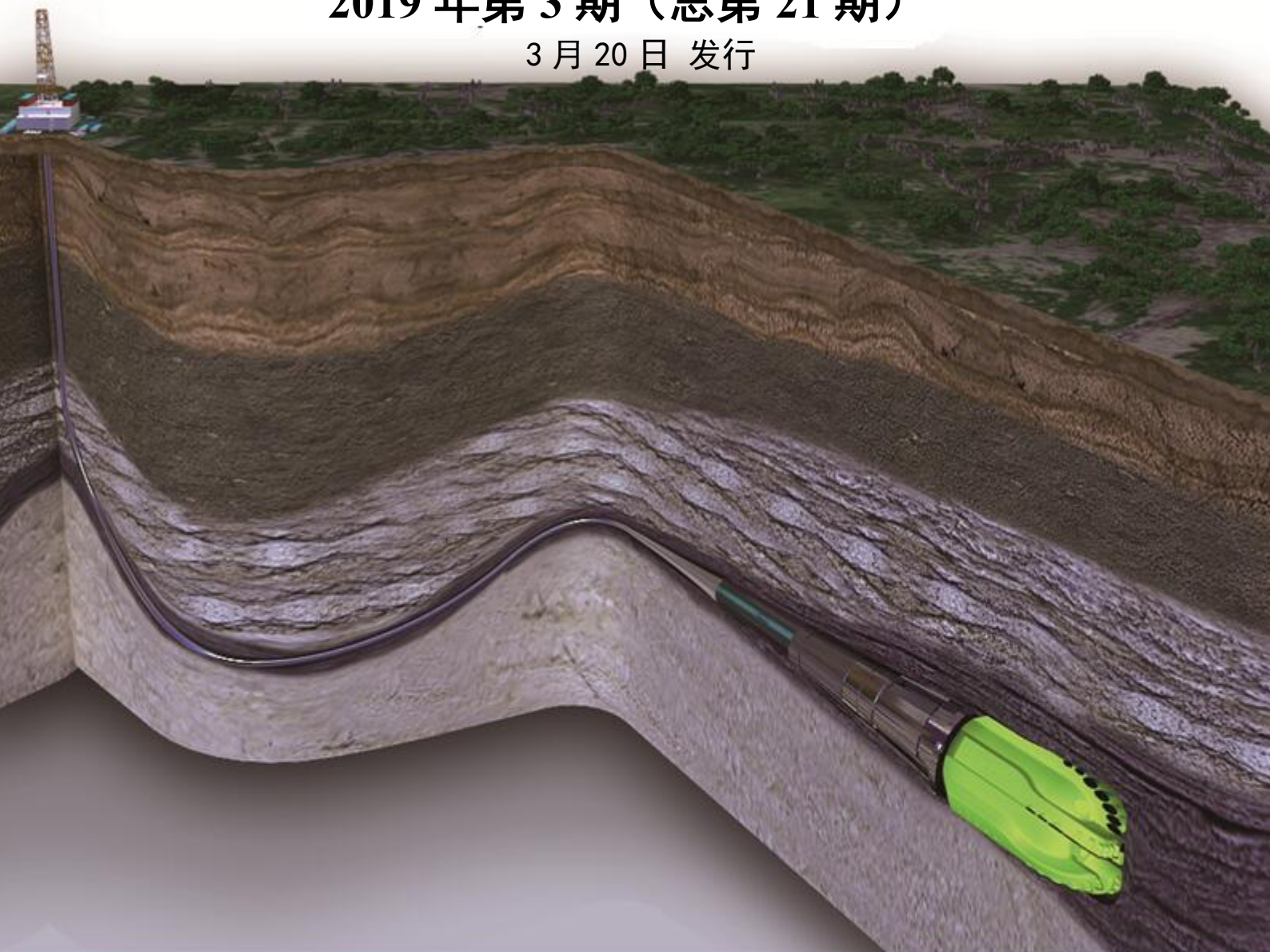
中国科学院A类战略性先导科技专项

智能导钻快报

INTELLIGENT DRILLING EXPRESS

2019年第3期（总第21期）

3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

政策规划

科罗拉多州立法者对石油钻井法律进行重大修订.....	1
----------------------------	---

专家评论

世界石油评论新旋转导向系统将满足更多定向钻井要求..	2
美多机构建议创建钻井行业开源领袖联盟应对挑战.....	3

前沿研究

高频钻井动力传感器为困难环境中钻井带来可能.....	4
壳牌和德克萨斯大学开发井下高频传感器数据自动预处理 技术	5
国民油井设计两种大位移钻井中破障钻柱方案.....	6
贝克休斯研究智能有线管道并进行钻井现场试验.....	7
德克萨斯大学等研究滑动钻井导向系统	7
瓦雷尔国际能源等公司建立钻头与岩石的三维相互作用模 型帮助设计 PDC 钻头.....	8
南加利福尼亚大学等利用机器学习模型预测钻头的钻速..	9
数字孪生技术连接地表操作和地下信息	9

装备研制

RockSense 技术使用钻头作为传感器	10
D&L Tools 宣布推出 ProTension 安全张力工具	10

哈里伯顿公布了一种新的旋转导向系统转向咨询系统...	11
----------------------------	----

专利信息

美国兰德马克公司公开钻井工具的实时自动闭环控制系统	11
美国纳伯斯公司公开陆基钻机	12
美国纳伯斯公司公开减少钻机旋转的系统	12
美国 RODDOC 公司公开螺旋带状钻杆	12
哈里伯顿能源服务公司公开一种通过地质地层形成井筒的钻头	13
Fibercore 有限公司公开一种钻孔散装材料钻井系统	13

产业动态

美洲

哈里伯顿开发一种新的电机卓越中心	14
埃克森美孚与微软数字化合作以提高二叠纪盈利能力	14
罗克韦尔和斯伦贝谢合作创新公司 提供油田自动化服务	15
SPE-IADC 钻井会议第一天展示的创新成果	16
CGG 发布地质软件司具有云基机器学习能力	16

中国

让钻头精准穿行	17
---------	----

中油工程项目管理公司陆海定向钻设计技术达到国内新水平 19

测井公司超深复杂井作业添利器 19

测井公司科技课题通过验收 20

8588 米！亚洲陆上最深钻井纪录诞生 20

研究快讯

本期概要：

3 月 5 日，科罗拉多州钻井法举行首次听证会。美国多家科研机构和企业建议成立钻井行业开源领袖联盟，不断改进开源模型、测试用例等来更好地应对油田钻井挑战。

SPE/IADC 国际钻井会上发布多种钻井前沿技术，如高频钻井传感器的设计应用、高频传感器数据的自动预处理等。此外，国民油井设计了两种应对大位移井破障钻柱方案、贝克休斯研发了带有微型中继器的智能有线管道、德克萨斯大学研究了滑动钻井导向系统，能对定向钻井的路径进行精确建模，并预测钻井行为。

数字化技术在钻井工程中的研究走向应用，罗克韦尔和斯伦贝谢公司将合作建立了全球首家数字化油田自动解决方案的提供商，帮客户实现投资价值的最大化；同时埃克森美孚与微软开展合作，计划通过云技术使二叠纪盆地达到最大油气产量。

装备研制方面，一项识别钻头边界的 RockSense 技术能揭示所钻地层信息，提高生产率。D&L Tools 推出 ProTension 安全张力工具消除井失控的风险。哈里伯顿发布应用于旋转导向系统的转向咨询系统，为钻头的自动化转向提供支撑。

美国多家企业公开了钻井工具相关的创新专利，如兰德马克公司公开了钻井工具的实时自动闭环控制系统，纳伯斯公司公开了一种陆地钻机和一种减少钻机旋转的系统，RODDOC 公司和哈里伯顿能源服务公司分别公开一种新设计的钻杆和钻头。

政策规划

科罗拉多州立法者对石油钻井法律进行重大修订

科罗拉多州（Colorado）的环境法规在所有产油州中最严格，但该州法律普遍支持油气开发，并赋予能源监管机构在选址和钻井方面的广泛权力。3 月 5 日，一项修改科罗拉多州钻井法的提案于昨天举行了首次听证会¹。这项提案或将极

¹ 原文标题：Colorado lawmakers weigh dramatic overhaul of oil drilling laws

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/3/6/colorado-lawmakers-weigh-dramatic-overhaul-of-oil-drilling->

大地改变钻探管理的方式，并修正州法律中有关丹佛-朱尔斯堡盆地（Denver-Julesburg basin）石油开采的部分内容。

以下是提案中几个关键的变更：（1）提案中，变更后的能源委员会的职能是促进发展和实现最高效率的生产率；（2）委员会的任务是保护公众健康、安全和环境；（3）国家优先，对国家能源发展的利益优先于市、县的利益；（4）监管机构可以单方面授权选址；（5）市、县对油气设施的选址有新的管理权；（6）在申请国家许可证之前，运营商需要先申请当地许可证；（7）如果一个钻井单位的一个所有者同意，可以强制合并矿产权益；如果钻探单位 50% 的业主同意，矿产权益可以被强行合并；未经同意的矿权所有人可获得 12.5% 的特许权使用费；未经同意的矿主可获得 15% 的特许权使用费；（8）油气开发商可免于县政府的噪音管制豁免将被废除；（9）城市和国家有权能够调节发展带来的各种滋扰影响。

由于拟议中的改革以公共卫生和安全为中心，它们将对丹佛-朱尔斯堡的生产商造成不同程度的影响。（邓阿妹 编译）

专家评论

世界石油评论新旋转导向系统将满足更多定向钻井要求²

2 月 19 日，世界石油（World Oil）刊物发表评论文章：一种新型的旋转导向系统能以一种新方式解决维护、井下马达和井眼问题。

旋转导向系统（RSS，Rotary steerable systems）是上世纪开发的一种技术。现代的定向钻井对工具的设计提出了新的要求。如今，市场上 RSS 技术的使用范围远远大于几十年前，在美国和全球定向钻井市场中占据 50% 以上的份额。

设计考量

当威瑟福德公司（Weatherford）在 2016 年开始开发 Magnus RSS 工具时，该工具就表现出一些关键功能：能在任何地方部署和使用、无需专门的设施、试验台或流量回路、允许在操作现场维修工具。在早期的旋转导向技术中，工具通常直接从表面驱动，现在许多旋转可操纵的运行都在井下马达的驱动下工作，以应对更高的转速和日益强大的高扭矩输出需求。

更重要的是井筒质量和弯曲度的管理，一些现有的旋转导向器模仿定向马达钻井，在转向（带马达、考虑滑动）和零有效偏差钻井之间分配时间，以实现一个截面的平均狗腿。

laws

² 原文标题：RSS design aimed at a growing scope of directional drilling demands

网址：<https://www.worldoil.com/magazine/2019/february-2019/features/rss-design-aimed-at-a-growing-scope-of-directional-drilling-demands>

实施设计

为了实现简单的维修和使用，以最低成本进行远程现场维修，采用了一种最低限度的设计方法，即在构建工具时尽可能少使用零件。现有的许多旋转导向工具，包括一些所谓的“推动钻头”和几乎所有的“指向钻头”工具，使用一些非旋转套筒，通过传动轴为钻头提供动力。任何非旋转套筒都会使工具的装配和维修更加复杂，操作成本更高，扭矩传递能力更低，光滑度更低，垃圾槽面积更小，因此更容易卡住。

采用推位工具，推动钻头操作。为了减少零件数量并尽可能简单进行维修，转向设备会优先采用钻井泥浆驱动而非油驱动。

在受控的现场实验中，维修车间是一台分解机、一台起重机和一个工具箱，可以大大提高利用率和资产可用性，并允许进行国内维修，甚至国内制造。

近年来，研制的新钻具 Magnus RSS 成功钻取了 8.5 英寸的深度，作业时间为 429 小时，钻井时间 133 小时，提高了 222%，节省了 12 天的时间，节约成本达到 160 万美元，满足了 2014 年以后定向钻井行业的需求，这些已在美国、拉丁美洲和中东的应用中得到证实。（魏凤 编译）

美多机构建议创建钻井行业开源领袖联盟应对挑战

3 月，埃克森美孚公司、卡尔加里大学、Norce 研究中心、杨百翰大学、DrillScan 公司、贝克休斯公司、MindMesh 公司、Apache 公司、斯伦贝谢公司、明尼苏达大学、Integrity Directional 钻井公司和壳牌发展有限公司的研究人员在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上开展《为油田钻井挑战创建开源模型、测试用例和数据》（Creating Open Source Models, Test Cases, and Data for Oilfield Drilling Challenges）³的讨论。

尽管钻井行业基于物理、统计和经验模型等组件和系统知识，大幅提高了性能。然而，大多数模型和源代码已经被多次重建，花费大量的努力和精力，却很少有明显的改进。研究人员建议，现在需要成立一个由行业和学术领袖组成的联盟，以支持开源的钻探工作，鼓励重用不断改进的模型和编码工作。

该指导联盟的目标是：1）建立一个源代码、数据、基准和文档组成的存储库；2）鼓励良好的编码习惯；3）对提交的模型和数据进行审核和评论；4）测试、使用和改进代码；5）建议和收集匿名但真实的数据；6）吸引人才并支撑该计划；7）指导那些工作新人。那些有兴趣将自己的时间和才能投入到这项事业中的人，可以通过同行评议的文献发表他们的结果。

³ 原文标题：Creating Open Source Models, Test Cases, and Data for Oilfield Drilling Challenges
网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194082-MS>

研究人员首先回顾现有的钻井模型，强调了常用的钻柱水力学、动力学、定向钻探以及钻头与岩石相互作用模型的异同。

模型和代码的可重用性的关键要求是：1) 模型本身必须是开放源代码，有良好的文档记录，具有目标和预期结果，包括注释代码，并在可更新的公共可用存储库中共享；2) 用户指南必须包括如何运行核心软件，如何扩展软件功能，如插入新特性或要素；3) 包括解释基本原理、基本方程、任何假设和已知局限性的“理论”手册；4) 涵盖多种钻井作业的数据示例和格式要求；5) 测试案例，以对不同建议模型的性能和输出进行基准测试。

一个用于钻井的开源存储库将加快学习和自动化工作的速度，从而使整个油井执行工作流程实现这一目标，包括规划、BHA 设计、实时操作和井后分析。

(高国庆 编译)

前沿研究

高频钻井动力传感器为困难环境中钻井带来可能

3 月，Sanvean 技术公司的研究人员在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上发表了题为《带有嵌入式 1600Hz 高频钻井动力传感器的钻头和钻井电机能为复杂的井下钻井条件提供新的可能》(A Drill Bit and Drilling Motor With Embedded High-Frequency 1600Hz Drilling Dynamics Sensors Provide New Insights into Challenging Downhole Drilling Conditions⁴) 的文章。

钻井电机通常用于传统转向井底组件(BHA)和动力旋转导向 BHA 等钻井工具。当为获得最大钻井性能而将泥浆马达开到极限时，常会发生井下钻井功能障碍。将高频(1600Hz)紧凑型连续记录钻井动力传感器嵌入电机的钻头，钻头箱和顶部接头，能更好地了解整个北美地上不同页岩区的钻井条件。

在钻井行业中，大多数井下钻井动力测量使用相对低频的传感器(最多为 100Hz)，而且测量不是连续进行的。这些低频突发加速装置也不能准确测量高频扭转振动(HFTO)，但这些振动已知会在某些页岩盆地钻探时引起问题。新开发的高频(1600Hz)紧凑型钻井动力学传感器现在可嵌入钻头，泥浆马达钻头箱和顶部接头内，以高速采样率连续记录 3 轴加速度。嵌入式传感器不会增加可转向电机的长度，因此可以捕获系统的真实动力响应。

在泥浆马达的两端嵌入高频传感器会提供两个独特的动力测量数据集。传统

⁴ Junichi Sugiura, Steve Jones. A Drill Bit and Drilling Motor With Embedded High-Frequency 1600Hz Drilling Dynamics Sensors Provide New Insights into Challenging Downhole Drilling Conditions [C]. IN SPE/IADC. 2019, 03.

网址: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194138-MS>

的可转向电机和电动机辅助旋转导向系统 (RSS)，通常能观察到 100 至 400Hz 之间的 HFTO 频率。在某些情况下，能捕获 400-700Hz 之间的 HFTO 频率及其谐波，这在以前没有记录过。在大多数情况下，HFTO 振幅在 20 到 200g 的峰值之间(或 40 到 400g 峰值)。在某些情况下，存储器中记录了 $\pm 200g$ 自持续 HFTO，其计算的角加速度大于 $25,000 \text{ rad/s}^2$ 。

在高频记录中捕捉到了低频粘滑和 HFTO 之间的转换。在旋转模式下，通常在电机的顶部接头部分观察到负弦旋转速度。注意到钻头会减速到停止但不会反向转动，这会导致电动机顶部接头的反向旋转。在钻头的高幅多轴震动期间，发现由于钻头功能障碍导致的能量损失会引起温度显著升高。

文中详细介绍新报告的钻井动力学现象，如多 HFTO 主频转换，微棒和微滑动。监测和了解高频钻井动力学功能障碍使得能够对钻头，BHA 和钻井参数进行系统性改进，以减少功能障碍的大小，提高整体钻井效率，减少部件磨损。

(郑启斌 编译)

壳牌和德克萨斯大学开发井下高频传感器数据 自动预处理技术

3 月，壳牌、德克萨斯大学的研究人员在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上联合发表了题名为《井下高频传感器数据的自动预处理技术》(Automated Preprocessing Techniques for High Frequency Downhole Sensor Data⁵) 的文章。

优质的井下钻井数据可以为井下环境提供有价值的参考，从而改善钻井过程。它还可以极大地促进钻井自动化。尽管有这些好处，但是及时有效地使用井下数据仍然存在很大的障碍。文章中介绍了各种策略来提高工程师和分析师的工作效率，从而在没有人为输入的情况下自动校正和绘制井下测量。

井下动力测量会不可避免地出现误差，特别是当井下传感器受到诸如高压，高温和缺乏适当校准程序等因素影响的时候。文中详细描述了用于自动校正这些误差得方法。所有方法在各种现场数据集中的中高频井下数据上进行过测试。

常见的传感器误差包括加速度计和应变计数据中的漂移。文中描述了一种算法可以校正偏移量的振动数据，并能够比较整个运行过程中的振动水平，否则这些漂移将会影响运行。应变计传感器漂移影响钻头测量的重量/扭矩，通常需要手动修正。基于中立性的实例，文中所提出的算法比手工程序能更好的进行修正

⁵ Theresa Baumgartner, Pradeepkumar Ashok, Eric van Oort. Automated Preprocessing Techniques for High Frequency Downhole Sensor Data[C]. IN SPE/IADC. 2019, 03.
网址: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194058-MS>

工作。这可能会淘汰掉钻井作业中耗时的扩径程序。井下和地面数据的时间比对是进行综合分析的另一个障碍，而且往往是许多误差的来源。这可以通过一种简单有效的方法来解决，即基于时间数据集的自动对齐，甚至考虑到由于旅行时间造成的延迟。此外，还讨论了有助于有效处理、显示和分析高频数据的新型数据简化技术。

目前，对井下数据的分析需要技能和经验，而这些技能和经验必须经过多年不同工作岗位的经验积累。这项工作总结了实际经验和新颖的科学见解，可以帮助任何工程师开始井下数据分析。本文旨在提高钻井行业的透明度，并通过对井下数据的分析，分享钻井行业的想法，从而提高钻井性能。(郑启斌 编译)

国民油井设计了两种大位移钻井中破障钻柱方案

3 月，国民油井公司（NOV）的研究人员在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上发表了题为《大位移钻井中两种破障钻柱方案的设计与比较》（Design and Comparison of Two Drill String Solutions that Break Barriers in Extended Reach Drilling⁶）的文章。

迄今为止，在阿联酋主要海上油藏钻探的大位移井（ERD）技术井已采用锥形钻柱设计，该设计结合了两种尺寸的钻杆。为了减少每口井的作业天数，考虑采用一种钻柱尺寸的概念，但是这种概念需要在扭矩和几何形状方面进行一些改进以满足特定的井设计要求。

对扭矩，尺寸，拉伸能力和液压系统的钻孔要求进行初步分析表明，主要是钻杆连接限制了工艺技术，因为市场上没有可以满足重新设计要求的产品。考虑了需要减小工具接头外径（OD），以获得等效循环密度（ECD）和 8½ 英寸的可焊性这些问题后，开发了两种技术解决方案。一旦开发出来，这些解决方案就可以进行制造和现场试验验证。

第一种解决方案包括设计和开发超高扭矩螺纹轮廓，而第二种解决方案建议升级新的第四代双肩连接的工具接头材料等级。两个新设计的钻杆都成功通过了车间压力测试，并准备进行操作实践。钻杆用于在这种 ERD 井的紧密液压窗内钻孔，进一步验证原始钻井模拟参数。这两种单一尺寸的弦式解决方案的成功试用使每口井节省了超过五天的钻机操作时间。

文中详细介绍了两种创新钻杆设计解决方案的详细比较评估，这些解决方案使操作员能够在具有挑战性的 ERD 井中运行单一尺寸的钻柱。(郑启斌 编译)

⁶ Ahmed Awad, Fabien Carrois, Marta Lafuente, Andrey Matveyev. Design and Comparison of Two Drill String Solutions that Break Barriers in Extended Reach Drilling [C]. IN SPE/IADC. 2019, 03.
网址: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194147-MS>

贝克休斯研究智能有线管道并进行钻井现场试验

3 月，贝克休斯公司的研究人员在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上发表了题为《智能有线管道：钻井现场试验》（Smart Wired Pipe: Drilling Field Trials）的文章⁷。

钻井系统自动化需要井下数字中枢进行闭环控制。地面与井下之间缺乏可靠、高数据带宽、双向通信方式是油田数字化和自动化的障碍。文中介绍了一种消除这种障碍的微型中继器有线管的研制和现场试验。

开发的系统将电池供电的微型中继器（一个故障安全信号放大器）放置在每个管状和完全封装的双射频谐振天线的盒子内，在管状之间传输数据。目前的系统提供 1 Mbps 的基础数据速率，最大有效负载为 720 kbps，且延迟非常低为 15 μ sec/km，是控制环路应用的理想选择。系统设计的可靠性也得到验证，多个部件的故障不会影响遥测。

在俄克拉荷马州贝格斯的一个钻井平台上进行了原型系统的测试发生。第一次试验（2016 年）涉及钻井作业，第二次试验（2017 年）涉及井下控制技术，均取得了成功。钻探试验证明，该系统适用于传统的 API 连接，标准钻台管道处理，地面接收器和有线管网之间可靠的无线传输，并使用多个传感器沿着钻柱监控温度和振动以及模拟部件故障。特别要注意的是地面系统：它是无线的，不需要修改钻机。

传统的油管可以用该系统进行改装，这消除了低成本陆上作业中使用有线管道进行自动化和 LWD/MWD 测量的障碍。该钻井作业有一个好处：所有管道接头都包含一个微型中继器，可用于“智能管道”应用，如电子管道计数和管道状态监测。钻井作业是该系统的第一批用户，但它也适用于其他作业，例如油管输送电缆作业。智能有线管道的概念是真正的创新，它通过向行业提供完全开放的采集和控制平台，使钻井系统自动化和随钻测井应用成为可能，如随钻地震传感器。（高国庆 编译）

德克萨斯大学等研究滑动钻井导向系统

3 月，德克萨斯大学奥斯汀分校和阿纳达科石油公司的研究人员联合在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上发表了题为《用于定向钻井路径优化的滑动钻井导向系统》（Slide Drilling Guidance System for Directional Drilling Path Optimization）的文章⁸。

⁷ 原文标题：Smart Wired Pipe: Drilling Field Trials

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194095-MS>

⁸ 原文标题：Slide Drilling Guidance System for Directional Drilling Path Optimization

定向钻井的不确定性使得精确地建模和预测钻井行为结果成为一项挑战。此外,文献中很少有考虑使用定向导向工具来规划路径方法。旋转导向系统(RSS)和泥浆马达结构之间的优化问题的公式差异很大。泥浆马达的使用还存在额外的成本函数和限制,这大大增加了问题的复杂性。针对这一问题,提出了一种滑动导向钻井系统,以实现定向钻井的自动化。导航系统利用三个主要模块。第一个模块是一个计算效率高的非线性井筒传播模型。第二个是一组成本函数,其目的是定量地表示油井的实际价值,表示生产损失、钻井时间、完工成本和井筒质量。最后一个模块是一个遗传算法(GA)求解器,生成一组最优的钻井指令。导向系统内置在软件包中,该软件包利用直观、易于访问的图形用户界面(GUI)作为定向钻机有效咨询工具。该软件目前正由操作人员实施到实时钻井(RTD)系统中。(高国庆 编译)

瓦雷尔国际能源服务公司建立钻头与岩石的三维相互作用 模型帮助设计 PDC 钻头

3 月,瓦雷尔国际能源服务公司和巴黎高等矿业学院的研究人员联合在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上发表了题为《建立钻头与岩石相互作用三维模型有助于设计更好的 PDC 钻头》(Modelling the 3D Bit-Rock Interaction Helps Designing Better PDC Bits⁹)的文章。

长期以来,人们都在研究钻头与岩石的相互作用,以评估 PDC 钻头的性能,这种性能评估分为钻头的切削部分和非切削部分。虽然国内外学者对切割器与岩石的相互作用进行了大量的研究,但对岩石与非切削部位之间的相互作用的研究却很少。

文章中介绍了一种建立钻头与岩层相互作用的三维模型的新方法。该方法基于一种通用计算几何算法,该算法则能将钻头和钻孔视为一组三维网格曲面,模拟钻孔过程。基于钻头三维 CAD 模型,可以高精度地计算出用 PDC 刀具去除的岩石体积,以及岩石与钻头非切削部分的接触面积和体积。

实施该算法的内部钻头模拟器主要是帮助工程师预估钻头切削和非切削部件之间与钻头岩石相互作用的分布情况,并在给定的钻孔参数范围内相应地平衡三维空间中的钻头设计。对该方法进行测试,以解决基于摩擦接触的刀具断裂问题。实验案例表明,预测接触点与现场观察的接触点非常吻合。应用修改后设计能整体提高钻头性能和钻头耐久性,同时防止岩心脱落问题。

来源: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194096-MS>

⁹ 原文标题: Modelling the 3D Bit-Rock Interaction Helps Designing Better PDC Bits

网址: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194134-MS>

该文通过考虑钻头的精确三维形状,对钻头与岩层的相互作用进行高精度预测来提出的钻头设计方法。(高国庆 编译)

南加利福尼亚大学等利用机器学习模型预测钻头的钻速

3 月,南加利福尼亚大学和哈里伯顿公司的研究人员联合在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上发表了题为《通过实时更新的机器学习模型预测钻头的钻速》(Prediction of Penetration Rate Ahead of the Bit through Real-Time Updated Machine Learning Models)的文章¹⁰。

石油工程中的钻速(ROP)是指钻井过程中钻具的前进速度。这是一个重要参数,长期以来在考虑人类健康、安全和环境因素的基础上一直在对其进行优化,以实现最大化。

实验表明,钻井时间越长,成本就越高。钻井成本主要受以下因素影响:非生产时间、闲置时间和无形时间。已尝试减少这些时间来降低成本。同时,通过有效增加 ROP,也可以减少钻井所需的时间。钻井深度和地层性质复杂,是导致非生产时间占钻井时间比例较高的主要因素。因此,大量的非生产时间会导致更长的钻井周期,最终导致较低的 ROP。

较高的 ROP 有助于减少时间和成本。文中研究利用人工神经网络对 ROP 进行了有效的预测。人工神经网络具有克服传统模型局限性的优点。通过对 ROP 的有效预测,对整个钻井过程的时间和成本进行估算,找出导致钻井过程缓慢的具体原因,并采取适当的措施来避免这些问题的发生。任何 ROP 优化策略的目标都应该考虑到人类健康、安全和环境,并考虑到井况和钻井状态,尽可能地提高 ROP。(高国庆 编译)

数字孪生技术连接地表操作和地下信息

2 月 1 日消息。新兴的数字孪生概念通过连接勘探市场价值链的所有地表和地下组件来缩小勘探与开发之间的差距。将智能传感器的数据与新型油藏智能相结合,可实现地下油藏与地表作业之间的全面运行控制和协作¹¹。

借助云技术,可以在整个企业内轻松共享数字化信息,并且可以为工作流中所有利益相关方提供信息。随着石油技术数据的大量增长,机器学习已成为勘探和生产(E&P)应用的重要工具。

¹⁰ 原文标题: Prediction of Penetration Rate Ahead of the Bit through Real-Time Updated Machine Learning Models

网址: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194105-MS>

¹¹ 原文标题: Connecting Subsurface Intelligence With Surface Operations

网址: <https://www.epmag.com/connecting-subsurface-intelligence-surface-operations-1730276>

通过在基于云环境中连接预测分析和智能传感器，数字孪生技术改善了 E&P 操作。应用于石油和天然气价值链，可以消除低效率带来的数十亿美元损失，加速运营，提高采收率，减少资本支出并降低风险。（丰米宁 编译）

装备研制

RockSense 技术使用钻头作为传感器

2 月 1 日消息。一项名为 RockSense 的新技术提供了钻头边界识别，能为工程师提供有关过渡点地层边界的实时信息。该技术是基于机械比能（MSE）理论而形成的¹²。

MSE 是在地层中钻出一定长度的孔所需的能量，其揭示了地层的成分。最新一代 CT 钻井组件（BHAs）具有集成的井下传感器和高速有线遥测技术，并提供最终能实现高清 MSE 测量的技术平台。通过持续监控扭矩、钻压、压力和钻速，RockSense 可实时提供所钻地层的信息。此外，由于有线遥测的数据传输率较高，因此可以对每个钻孔进行多次测量，操作员可以获得英寸级别的分辨率。RockSense 首次进行了位床边界识别，所传递的数据代表的是钻头的情况，可以提供最佳放置的井筒位置，提高了生产率和项目经济效益。（丰米宁 编译）

D&L Tools 宣布推出 ProTension 安全张力工具

2 月 28 日，D&L Oil Tools 推出了获得专利的 ProTension 安全张力工具（STT），该工具可消除将管柱拉至张力状态时失去井控的可能性。此外，它使操作员能安全地将管道锚杆和其他井下工具置于张力状态¹³。

ProTension STT 非常适用于最终需要人工举升的油井。在将生产线设置为张力时，该工具可确保连续的井控。当安装在油管悬挂器和生产油管之间时，可以将张力拉入工作管柱，而无需拆下防喷器（BOP）或过度拉伸油管。

ProTension STT 无需使用低压或浅井滑动，有助于保护人员免受高压负荷的影响。一旦油管悬挂器着陆（隔离环），就会将张力拉入油管柱并安全地锁定到位而不会失去油井控制。ProTensionTMSTT 允许管道自由旋转，用于在管柱中安装井下工具。（丰米宁 编译）

¹² 原文标题：Using The Drillbit As A Sensor

网址：<https://www.epmag.com/using-drillbit-sensor-1729756>

¹³ 原文标题：D&L Tools has announced ProTension Safe Tension Tool

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/2/28/dl-tools-has-announced-protension-safe-tension-tool>

哈里伯顿公布一种新的旋转导向系统转向咨询系统

3 月，哈里伯顿的研究人员在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”上公开了旋转导向系统的转向咨询系统（Steering Advisory System for Rotary Steerable Systems¹⁴）。

具有挑战性的海上和页岩生产环境需要成本更加有效、流程更加标准的钻井作业，同时还对井位的精度和井眼的质量提出要求。定向钻井过程的自动化有望实现上述需求和可靠的性能，且能最大化生产潜力。文中介绍了一种用于旋转导向系统（RSS）的转向咨询系统，该系统根据 BHA（井下钻具组件）配置，钻头选择，井规划和/或目标以及从 RSS 接收的实时传感信息自动提供转向决策。这些决策可以显示在定向钻机，也可以直接连接到工具上进行自主定向钻井。该系统已通过新一代 RSS 在北美的多个商业工作中得到证明。通过完全遵循咨询系统生成的转向决策，可以平滑地钻出多个曲线截面，并在严格的公差范围内准确着陆。（郑启斌 编译）

专利信息

美国兰德马克公司公开钻井工具的实时自动闭环控制系统¹⁵

2 月 21 日，美国兰德马克公司（LANDMARK GRAPHICS）公开钻井工具的实时自动闭环控制系统。该系统可用于控制安全工具、阀门工具、封隔器工具、监控工具和地层测试工具等。该专利的专利号为：WO2019036063-A1；FR3070179-A1。

系统的数据生成模型使用实时数据，生成关于穿透率、钻压和每分钟旋转数（rotations-per-minute, RPM）的合成数据，并将合成数据与实时数据相结合以形成组合数据。系统具有可执行的控制模块，模块通过计算设备使用相应钻压值或每分钟旋转数来操控钻井工具。（周洪 编译）

¹⁴ Umut Zalluhoglu, Nazli Demirer, Julien Marck, Hossam Gharib, Robert Darbe. Steering Advisory System for Rotary Steerable Systems[C]. IN SPE/IADC. 2019, 03.

网址：<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194090-MS>

¹⁵ 原文标题：System for performing real-time automated closed-loop control of drilling tool, has control module that is executable by computing device to steer drilling tool using corresponding values for weight-on-bit or rotations-per-minute

网址：

http://apps.whoofknowledge.com/full_record.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=5COW3xFKRGjwMCgqoq3&page=1&doc=1

美国纳伯斯公司公开陆基钻机¹⁶

2 月 26 日, 美国纳伯斯(NABORS)钻机技术公司公开陆基钻机。该钻机具有滑动执行器, 相对液压升降组件从第一位置横向移动到第二位置, 从而使钻机移动或滑动到不同井, 并且不破坏陆基钻机。该专利的专利号为: US10214970-B1。

钻机具有通过伸缩臂连接到钻机支撑基座。支撑基座和伸缩臂形成支撑, 支撑基座包括方形基座或圆柱形的多面体。支撑座布置在 V 形门支撑排和相对的 V 形门支撑排中, 每排支撑底座包括三个支撑底座。V 形门位于两个支撑件之间, 其中每个支撑件位于钻机底板的边缘处或附近。(周洪 编译)

美国纳伯斯公司公开减少钻机旋转的系统¹⁷

2 月 26 日, 美国纳伯斯(NABORS)钻机技术公司公开减少钻机旋转的系统。该系统根据被检测的比特重量 (weight on bit, WOB) 调度顶部驱动器的每分钟旋转 (rotations per minute, RPM) 或转速, 以可靠的方式最小化或避免向前旋转。该专利的专利号为: US10215010-B1。

该系统具有控制器, 用于产生顶部驱动器 RPM 和 WOB 的控制算法, 并且确定特定的顶部驱动 RPM 监控设定点。控制器提供操作控制信号, 将顶部驱动 RPM 限制到特定 WOB 的顶部驱动 RPM 监控设定点。驱动系统从控制器接收操作控制信号, 并限制顶部驱动 RPM, 使得顶部驱动 RPM 不超过特定 WOB 的顶部驱动监控设定点。(周洪 编译)

美国 RODDOC 公司公开螺旋带状钻杆¹⁸

2 月 21 日, 美国 RODDOC 公司公开用于天然气和石油工业的螺旋带状钻杆。钻杆的特殊结构, 可以将金属芯线或合金输送到所需区域, 并且以旋转的方

¹⁶ 原文标题: Land-based drilling rig, has support base coupled to drill rig floor by telescoping support arm, where support base and telescoping arm form support, and support bases are polyhedrons including square base or are cylindrical
网址:

http://apps.whoofknowledge.com/full_record.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=5COW3xFKRGjwMCgqoq3&page=1&doc=1

¹⁷ 原文标题: System for reducing whirl in drilling rig in e.g. client-machines, has drive system for receiving operational control signals from controller, and limiting top drive rotations per minute that does not exceed drive supervisory set point
网址:

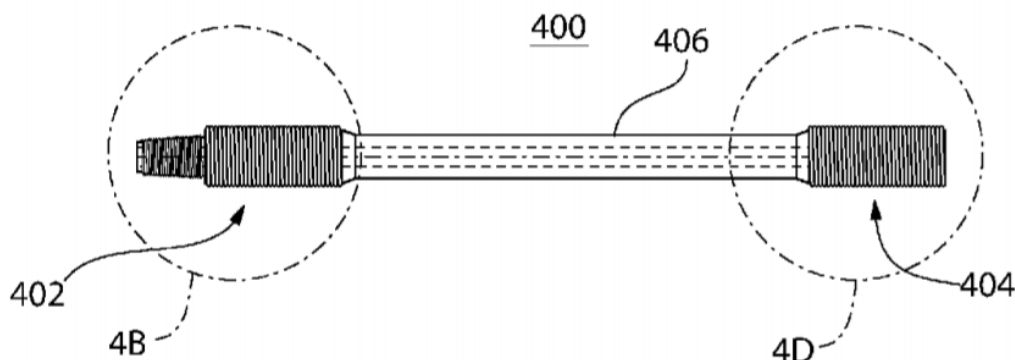
http://apps.whoofknowledge.com/full_record.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=5COW3xFKRGjwMCgqoq3&page=1&doc=1

¹⁸ 原文标题: Spiral-banded drill pipe for use in gas and oil industry, has welding material having continuous bead that is deposited on exterior surface of pin end and spirals around portion of pin end
网址:

http://apps.whoofknowledge.com/full_record.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&qid=5&SID=5COW3xFKRGjwMCgqoq3&page=1&doc=1

式使材料应用更容易、更一致。该专利的专利号为：US2019056045-A1。

螺旋带状钻杆（400）具有销端（402）、箱形端（404）、销端与箱形端间延伸的轴（406）。焊接材料珠连续沉积在销端外表面上，并围绕销端的一部分螺旋。销端是中空的，并且具有恒定的内径。（周洪 编译）



哈里伯顿能源服务公司公开一种通过地质地层形成井筒的钻头¹⁹

2月21日，哈里伯顿能源服务公司（HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC）公开了一种通过地质地层形成井筒的钻头，可用于勘探，钻探和生产碳氢化合物、水、地热能。其专利号为：WO2019035838-A1。

该钻头体包括形成在上部的多个固定刀具。其可调内规可移动定位在钻头主体中心孔内，以增加或减少钻孔表面的暴露面积。钻头暴露面积的增加为钻头的形成提供了更大的接触和接合面积，从而降低了钻头的振动水平，增加了钻头在钻孔过程中的稳定性。（丰米宁 编译）

Fibercore 有限公司公开一种钻孔散装材料钻井系统²⁰

2月21日，Fibercore 有限公司公开了一种高性能钻孔散装材料钻井系统，

¹⁹ 原文标题：Drill bit for forming wellbore through geologic formation, has adjustable inner gauge movably positioned to increase or decrease exposed area of bore surface for adjusting stability or steerability of drill bit while forming wellbore

网址：

http://apps.who.int/medicineservices/FullRecord.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=6F7vjMv6CZ2sc9wTcJr&page=1&doc=1

²⁰ 原文标题：High-powered system for drilling bulk material in boreholes, has controller for determining each of ports to which output energy is provided and controlling discharge of output energy, where energy discharge controls drill bit direction

网址：

http://apps.who.int/medicineservices/FullRecord.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=6F7vjMv6CZ2sc9wTcJr&page=1&doc=1

用于在石油和天然气勘探期间钻井中的散装物料。专利号为：GB2565584-A；WO2019034834-A1。

该系统具有用散装材料钻头固定的散装材料钻柱。其控制器确定提供输出能量的每个端口并控制输出能量的排放，其中能量排放控制钻头方向。可通过非机械单元和散装材料精确控制钻头方向，同时提供钻头定位的实时反馈。该系统基于钻头相对于所需源材料的位置，为操作者提供准确且即时的反馈。

（丰米宁 编译）

产业动态

美洲

哈里伯顿开发一种新的钻机马达开发方法

3 月 5 日，哈里伯顿公司宣布了研发出电机卓越中心，这是一种新的钻井马达开发方法，它结合了专业的工程和制造能力，为特定的盆地挑战定制马达设计²¹。

该中心运用最新的机械工程专业知识，制造出更耐用的电机，能够更快地钻孔，并允许以更高的穿透率进行更长的运行。通过建立一支专门的聚合物化学、材料、轴承和动力部分设计科学家团队，公司可以加快研发活动，将领先的钻井马达交付给行业。

作为该方法的一部分，哈里伯顿在休斯顿和沙特阿拉伯开设了两个新的设施更换点，这些设施配备了最先进的技术，战略上为东半球和西半球的运营商提供服务。（邓阿妹 编译）

埃克森美孚与微软数字化合作以提高二叠纪盈利能力²²

2 月 22 日，埃克森美孚宣布与微软建立新的合作伙伴关系，目的是通过云技术使其二叠纪盆地达到最大的油气产量，预计未来 10 年通过提高运营效率将获得数十亿净现金流。

目前，埃克森美孚下属的一些能源子公司正在使用一些微软的技术，包括动力 365、机器学习和物联网，预计到 2025 年将提高资本效率，使二叠纪油气产

²¹ 原文标题：Halliburton introduces new Motors Center of Excellence
Halliburton

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/3/5/halliburton-introduces-new-motors-center-of-excellence>

²² 原文标题：ExxonMobil to increase Permian profitability through digital partnership with Microsoft
网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/2/22/exxonmobil-to-increase-permian-profitability-through-digital-partnership-with-microsoft>

量达到 5 万桶/年。

埃克森美孚下属的 XTO 二叠纪集成开发高级副总裁 Staale Gjervik 表示：微软的技术与我们在油田集输、生产效率和集成方面的独特优势相结合，将有助于二叠纪油气产量的增长，由于非常规业务发展迅速，数据复杂且丰富，这非常适合采用数字技术来加强油气运营并帮助实现更大价值。

埃克森美孚与微软的合作伙伴关系包括建立一个集成的云环境，即可以从数百英里外的油田中收集实时数据，通过这些数据，公司将更快、更好的决定钻井优化、完井和人员部署；更重要的是，泄露检测和维修响应时间可以进一步缩短。埃克森美孚旗下的二叠纪盆地占地面积超过 160 万英亩，相当于 95 亿桶油当量，代表着该行业使用云技术的最大面积，这意味着埃克森美孚在其数字化战略中采取了领导性策略。（魏凤 编译）

罗克韦尔和斯伦贝谢合作创新公司 提供油田自动化服务²³

2 月 19 日，致力于工业自动化和信息工作的罗克韦尔自动化公司与斯伦贝谢公司宣布达成新协议，将成立一家新的合资企业—森西亚合资公司（Sensia），期望成为首家数字化油田自动解决方案的提供商。

根据监管要求和行业管理，预计森西亚合资公司将在 2019 年夏季完成筹备工作，对外开展服务。森西亚合资公司将成为第一家完全集成石油和行业测量解决方案、领域专业知识和自动化的供应商，提供可扩展、云技术和边缘支持的过程自动化技术，包括信息和过程安全解决方案以及从智能系统到全工程生命周期管理自动化解决方案，帮助客户通过测量和数据驱动来提高效率。

罗克韦尔自动化公司董事长表示：将努力促使油田运营商通过安全地减少从钻井到生产的时间、优化常规井和非常规井的产量、延长油井寿命，努力实现投资价值的最大化。目前，没有一家公司能提供从端到端的解决方案和技术平台来应对这些挑战。

斯伦贝谢公司的董事长表示：森西亚公司将进一步推动勘探与生产油田资产的优化，为客户提供具有丰富诊断能力的智能、连接设备以及改善油田运营、促进业务决策和降低油田整个生命周期内的成本。（魏凤 编译）

欧 洲

²³ 原文标题：Rockwell and Schlumberger enter JV to create Sensia cloud, edge-enabled process automation solution

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/2/19/rockwell-and-schlumberger-enter-jv-to-create-sensia-cloud-edge-enabled-process-automation-solution>

SPE-IADC 钻井会议第一天展示的创新成果²⁴

3 月 7 日消息。年度 SPE-IADC 钻井会议的第一天就各种技术在过去一年中的创新和进步进行了介绍。

在“流体与废物管理”会议上，来自哈里伯顿的作者发表了一篇题为《优化切割和坡口管理有助于在六口井北海计划上节省 250 天》的论文。切割和污水处理系统通过提供比钻井期间通常观察到的更高的输送和存储容量以达到规定的 ROP，使后续井的目标速率增加，最终钻井计划比计划提前 250 天完成，比计划提前一年交付生产。

与此同时，在“挑战项目”会议上，几位巴西国家石油公司的作者发表了一篇题为《阿根廷非常规高压油藏 MPD 的安全性和性能增益》的论文，描述了使用有管理的压力钻井所取得的性能改进和井安全性。

在“钻头和井下工具技术与应用的进展”会议上，来自贝克休斯公司的几位作者的论文《自调整 PDC 钻头减少钻井功能障碍，提高墨西哥湾油井的钻井效率》，介绍了其开发的自适应切削深度（DOC）控制技术。随着钻井条件的变化，该技术可自动调整 DOC 啮合阈值，无需在表面手动调整参数来管理扭转功能障碍。（丰米宁 编译）

CGG 发布地质软件司具有云基机器学习能力²⁵

2 月 20 日，法国物探公司（CGG）宣布 3 款具有云基储量特征解决方案的新一代地质软件—Jason 10.0、HampsonRussell 10.4 和 PowerLog10.0 还具有先进的机器学习能力和更大的跨产品集成特点，目的是提高探测项目的绩效，提供对储层特性的更好理解。

这 3 款新发布的产品已经实现了在微软蓝天（Microsoft Azure）的云环境中无缝运行，并很快在其他主要云平台上提供服务。现在，地质科学家通过这些云计算方法，能开展计算密集型工作，运行超大的项目，处理数千口井，比以往任何时候都快。

机器学习能够应对复杂的地质挑战。HampsonRussell 10.4 软件能以深度前馈神经网络的形式开展深度学习，提高地震数据质量，以便更好的预测储层性质，获得更好的反演结果；PowerLog10.0 软件中的开放式 python 生态系统不仅能提

²⁴ 原文标题：Day one presentations show wide variety of drilling-related innovation

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/3/7/day-one-presentations-show-wide-variety-of-drilling-related-innovation>

²⁵ 原文标题：CGG makes GeoSoftware releases with innovative cloud-ready machine learning capabilities

网址：<https://www.worldoil.com/news/2019/2/20/cgg-makes-geosoftware-releases-with-innovative-cloud-ready-machine-learning-capabilities>

高自动化程度，还能实现更精确的相预测；Jason 10.0 可以方便地从岩石物理测井中设计或审查相分类，并改进时深转换和深度反演。（魏凤 编译）

中 国

让钻头精准穿行²⁶

1 月 31 日消息。中国石油测井有限公司在昭通页岩气区块，采用自主研发的伽马成像随钻测井仪，通过测井、录井、导向三联作技术，即测导一体化技术，一趟钻完成 982 米水平段的地质导向施工，目的层钻遇率达 100%，再次展示了复杂地质条件下的测井服务水平。

储层钻遇率是决定单井产量高低的关键因素。2017 年以来，测井公司发挥自身优势，在水平井钻进作业中，综合运用随钻测录井资料，引导钻头沿着储层精准穿行，平均钻遇率达到 95%以上，为降低复杂油气藏开采综合成本提供了技术支撑。

聚合优势测导一体显身手

近年来，油气勘探对象日趋复杂，水平井成为油气田“少井高产”的重要手段。

然而，在薄层、断层、横向变化快的复杂储层中和储层非均质性较强时，大斜度井、水平井等定向钻井的实际轨迹往往与设计轨迹存在差异，影响钻头精准“入靶”。

为实现精准地质导向，提高储层钻遇率，测井公司主动打破钻井、测录井、定向等专业界限，聚合优质资源，适时推出了随钻测导一体化技术。

这项技术以数据库、网络为纽带，融合随钻测井、录井、导向等设备与软件，通过数据共享、远程监控决策和风险监测等手段，实现井眼轨迹控制调整，实时发现和快速评价油气，大幅提高了大斜度井、水平井的优质储层钻遇率，是增加单井油气产量的撒手锏，对降低成本、最大化开发油气田资源具有重要价值。

2017 年以来，随钻测导一体化技术的推广应用成效十分显著，在青海油田昆北区块，水平井钻遇率达到 95%以上，单井钻井周期平均缩短 3 天，并创造了青海油田基岩油藏建产以来单井日产最高水平；在长庆油田国家级致密油示范区累计作业 11 口水平井，创该区块同期钻遇率最高、水平段最长、单日进尺最高 3 项纪录；在西南油气田施工的威远页岩气示范井，储层钻遇率达到 98.4%。

厚积薄发品牌技术铸实力

虽然与国外最先进的同类技术相比，测井公司采用的“随钻测井+机械螺杆”

²⁶ 网址：<http://news.cnpc.com.cn/system/2019/02/11/001719306.shtml>

模式，在集成化、智能化等方面还有一定差距，但在现场应用中效果很好，并且有效降低了作业成本和风险。

“这既得益于国家油气重大科技专项的支持，也离不开我们多年的技术攻关和专业化人才培养。测导一体化技术真正实现了 1+1>2。”测井公司随钻测井中心总工程师朱军说。

测井公司自主研发的伽马和电阻率成像随钻测井仪，是目前测导一体化技术的主力装备，具有覆盖全井眼的高精度成像和地层界面探测功能，推广应用以来，深受用户青睐。截至 2018 年年底，伽马成像随钻测井仪已生产 16 支，其中 4 支成功出口美国。

由于随钻测井还不是近钻头测量，为更有效助力地质导向“入靶”，这个公司强化合作，采用地质导向软件，在开钻前利用油藏地震和邻井测录井资料，建立地层模型、模拟地层响应、预测钻遇地层，钻进过程中导入实时测井数据，及时对比分析，准确跟踪控制钻头轨迹。

现场地质导向作业除要利用随钻测井曲线外，还要根据岩屑录井、气测数据等进行综合判断，这要求作业人员必须具有过硬的专业能力和敬业精神。多年来，测井公司坚持通过技术培训、岗位练兵、导师带徒等方式，培养复合型人才。目前，随钻作业队的队员均是测井、定向、导向等作业的多面手。

精益求精服务水平再提升

由于钻遇率高、队伍素质过硬、服务价格合理，随钻测导一体化技术赢得了越来越多客户的信任。短短两年时间，服务的区域已拓展到青海、四川、长庆、吉林、塔里木等 11 个油田，有效解决了非常规复杂储层油气钻遇率低的问题。

为在激烈的市场竞争中，不断提升自己的领先优势，测井公司坚持结合现场作业需求，不断完善系统性能，提高服务水平。

针对用户极为关注的仪器可靠性和稳定性方面，科研人员精益求精，持续改进，将紧固螺钉结构由原“美制 UN 螺纹”标准，提升为“美制航空航天螺纹 UNJ”标准，将下部泥浆导流套改为密封锁紧结构。一系列技术创新极大提高了设备的抗震级别。同时，参照地质适应性及时优化算法、更新程序，扩大了仪器的测量范围，提高了井下数据的传输效率。目前，公司生产的伽马成像随钻测井仪连续作业时间平均超过 500 个小时，为钻井提速提效提供了有力的技术保障。

浙江油田昭通示范区的 YS117H1-6 井是该区块出了名的硬骨头。2018 年 5 月，在国外旋转导向施工尝试未果的情况下，测井公司结合地质资料，合理制定施工方案，科学简化钻具组合，连续奋战 60 天，圆满完成井深 4306 米、水平段长达 1850 米的地质导向任务，一类储层钻遇率达到 96.5%，放喷测试日产稳定在 15.5 万立方米，受到油田公司高度赞誉并建立了长期战略合作关系。

中油工程项目管理公司陆海定向钻设计技术达到国内新水平²⁷

3 月 2 日，由中油工程项目管理公司天津设计院设计、朗威公司负责施工程序文件审核、过程控制 and 无损检测管理的孟加拉单点系泊及双线管道项目第二条长 1497 米、直径 18 寸的海底管道登陆定向钻回拖成功，标志着该设计技术成功转化应用，填补了项目管理公司在陆海定向钻穿越登陆设计技术方面的空白。

在海底管道登陆方案中，陆海定向钻方法具有安全性高、保护环境、节省投资等优点，被越来越多地应用于海洋管道工程中，市场前景十分广阔。作为中石油《海底管道设计规范》编制单位，自 2011 年起，天津设计院组建精英团队，针对定向钻穿越工况深入现场进行调研，充分吸收各方意见，深入开展了海洋管道登陆定向钻技术的研究，先后在西二线深港海洋管道、天津南港污水排海管道等项目中尝试推行应用，方案均取得第三方——中国船级社(CCS)的高度认可。

2018 年，天津设计院承担了孟加拉单点系泊及双线管道项目的海洋管道详细设计。定向钻登陆部分是该工程的控制性节点，涉及两处海管登陆点共 6 条登陆定向钻管道，其中南部 2 条 36 寸管道和 2 条 18 寸管道并行登陆，最大长度约 1550 米，北部 2 条 18 寸管道并行登陆，长度约 1600 米，口径大、距离长、多管并行、海底流速大，技术难度非常高。通过科学计算，证明了各项设计本质风险已得到考虑并妥善控制，设计文件取得了 PMC 德国 ILF 公司的最终批复。

据悉，此次穿越自 2 月 21 日开始钻进，3 月 2 日管线回拖成功，共计用时 10 天，是继 1 月 28 日第一条海底管道登陆定向钻回拖成功后的又一成功实践，对陆海定向钻穿越登陆设计技术进一步积累了宝贵经验。

登陆定向钻技术成功实现工程应用，意味着项目管理公司在该技术领域取得了重大突破，成为项目管理公司的又一项技术利器。

测井公司超深复杂井作业添利器²⁸

2 月 21 日消息，中国石油测井有限公司采用自主研发的“175 摄氏度、140 兆帕、可连续工作 20 小时”EILog 一串测装备，在塔里木哈拉哈塘油区通过“声波+感应”组合方式，成功完成了超深重点开发井测井试验任务，连续测量井段长达 5745 米，最大井深 7248 米，资料优质率 100%，对推进国产成像测井成套装备应用于超深复杂油气藏勘探开发具有重要意义。

为推动我国陆上测井技术水平再上台阶，测井公司在前期成功研发“常规版

²⁷ 网址：<http://news.cnpc.com.cn/system/2019/03/07/001722080.shtml>

²⁸ 网址：<http://news.cnpc.com.cn/system/2019/02/28/001721375.shtml>

EILog 一串测”仪器并广泛应用于长庆、华北等油田的基础上，针对塔里木、青海等油田井下高温高压高含硫、高矿化度、长水平段等复杂测量环境，以及在用测井装备以进口产品为主、亟须更新换代等实际，加大攻关和创新力度，成功突破超长电缆高速数据传输、高稳定快速采集处理软件等多项关键技术，先后推出了高精度阵列感应、高稳定数字声波以及高可靠双侧向等 11 种新型测井仪器，使主导产品 EILog 成套装备的系列更加完善。

经过塔中、哈拉哈塘、塔西南等不同区块的 20 多口 6000 米以上超深井现场试验与应用表明，改进升级后的新版 EILog 测井装备，采用不同仪器组合方式实施的声波感应、声波侧向、固井质量等一串测工艺技术，具有稳定、高效、优质、高性价比等特点，为国产仪器逐步替代进口、进军超高温高压、超深复杂井测井市场迈出了重要一步。

测井公司科技课题通过验收²⁹

3 月 1 日，由测井公司牵头承担的“品牌技术有形化商业化实施研究”课题通过集团公司科技管理部组织的专家验收。

该课题针对集团公司 4 项品牌技术——FracLog 井旁缝洞体测井采集评价一体化技术、MCP 分簇射孔技术、CQMPD 精细控压钻井技术和 GeoMonitor 微地震监测软件，开展了技术梳理、宣传片和宣传册制作等有形化工作，并进行了技术价值评估和商业化推广，取得了良好效果。

其中，由测井公司承担的井旁缝洞体测井采集评价一体化技术、分簇射孔技术，先后在乌兹别克斯坦、中东（阿布扎比）国际石油博览（ADIPEC）、美国海洋技术大会（OTC）等国家石油公司和海外展会进行了技术推介和交流，受到用户欢迎。与会专家对该课题的完成给予了充分肯定，认为该课题是对品牌技术有形化、价值化、商业化三位一体实施的很好探索，建议将该项工作作为测井公司今后科技创新的自觉行为，以继续完善品牌技术商业化的价值链。

8588 米！亚洲陆上最深钻井纪录诞生³⁰

据中国石化最新消息，其旗下西北油田所属顺北油气田顺北鹰 1 井，日前完钻井深 8588 米，创亚洲陆上钻井最深纪录，打破了 2 月 14 日顺北 5-5H 井完钻井深 8520 米的纪录。此举标志着我国已系统掌握世界先进的超深井钻井技术。

据介绍，顺北油气田埋深普遍大于 8000 米，经鉴定为亚洲陆上最深油气田；其所在的塔里木盆地受断裂运动影响，地层极其复杂，井底温度高。在 8000 米

²⁹ 网址：<http://news.cnpc.com.cn/system/2019/03/07/001722083.shtml>

³⁰ 网址：http://www.xinhuanet.com/science/2019-02/27/c_137852077.htm

深的定向井中，钻具“软得像面条”，钻井存在工具造斜能力差、摩阻扭矩大、井眼轨迹控制难度大等特点。

对此，西北油田石油工程技术研究院反复试验和创新，形成集降摩减阻工具配套研发、快速钻井轨道优化设计、井眼轨迹精确控制和水平井安全延伸综合评价于一体的超深水平井井眼轨迹“精确制导”技术，相当于给钻头加装了 GPS 导航系统，实现在 8000 米深地下三维空间“指哪儿打哪儿，精确中靶”。

超深井技术在顺北 1-2H 井成功应用后，先后推广 7 口井，逐步得到完善，实现井眼轨迹符合率 100%、地质中靶率 100%，成为顺北油气田高效开发的利器。

顺北油气田油层厚度超大，需钻直井后侧钻沟通储集体。技术人员首次建立基于仪器抗温、机泵条件、钻柱强度、摩阻扭矩等多因素约束的超深水平井安全钻井评估方法，定量分析不同垂深下的延伸位移，通过反复模拟，最终认为水平位移由 300 米延伸至 650 米是可行的。

研究快讯

[1] 3 月，美国贝克休斯公司（Baker Hughes）学者在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”（2019 SPE/IADC International Drilling Conference and Exhibition）上发表了一篇题为《自调整式 PDC 钻头减少钻井功能障碍，提高了墨西哥湾油井的钻井效率》（Self-Adjusting PDC Bits Reduce Drilling Dysfunction, Increase Drilling Efficiency in Gulf of Mexico Wells）的研究论文。具体详见：

<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194128-MS>

[2] 3 月，美国国民油井华高公司（NOV）学者在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”（2019 SPE/IADC International Drilling Conference and Exhibition）上发表了一篇题为《岩石专用刀具提高破岩效率》（Rock Customized Shaped Cutters Improve Rock Cutting Efficiency）的研究论文。具体详见：

<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194148-MS>

[3] 3 月，美国贝克休斯公司（Baker Hughes）学者在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”（2019 SPE/IADC International Drilling Conference and Exhibition）上发表了一篇题为《业界首个改进北美水平井跟踪的 PDC 钻头规设计》（Industry's First PDC Bit Gauge Design for Improved Tracking In North American Horizontal Wells）的研究论文。具体详见：

<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194150-MS>

[4] 3 月, 壳牌国际勘探与生产公司学者在“2019 年 SPE/IADC 国际钻井技术大会暨博览会”(2019 SPE/IADC International Drilling Conference and Exhibition)上发表了一篇题为《实时钻井咨询应用-一个灵活的开发和部署计划》(Real-Time Drilling Advisor Appstore – An Agile Development and Deployment Program) 的研究论文。具体详见:

<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194100-MS>

[5] 3 月, 日本钢铁住友金属公司学者在《SPE Drilling & Completion》上发表了题为“耐腐蚀合金油基管材套管及衬层磨损机理研究”(Study of Oil Country Tubular Goods Casing and Liner Wear Mechanism on Corrosion-Resistant Alloys) 的研究论文。具体详见:

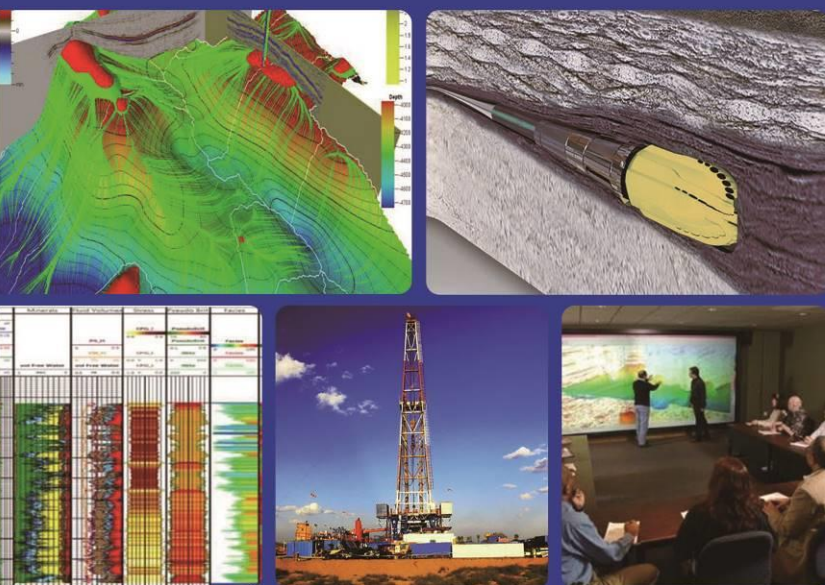
<https://www.onepetro.org/journal-paper/SPE-187946-PA>

[6] 2019 年 3 月, 德克萨斯大学的研究人员在《SPE 钻井完井》(SPE DRILLING & COMPLETION) 上发表了《利用氧化铁和二氧化硅纳米颗粒开发改性钙基膨润土钻井液》(Using Ferric Oxide and Silica Nanoparticles To Develop Modified Calcium Bentonite Drilling Fluids) 的研究成果。该研究受到卡塔尔国家研究基金(6-127-2-050) 的资助。具体详见:

<https://www.onepetro.org/journal-paper/SPE-178949-PA>

[7] 2019 年 4 月, 必维国际检验集团的研究人员在《石油工程师学会》(Society of Petroleum Engineers) 上发表了《双肩连接强度分析模型》(An Analytical Model for Double-Shouldered Connection Strengths) 的研究成果。具体详见:

<https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-194180-MS>



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

