



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

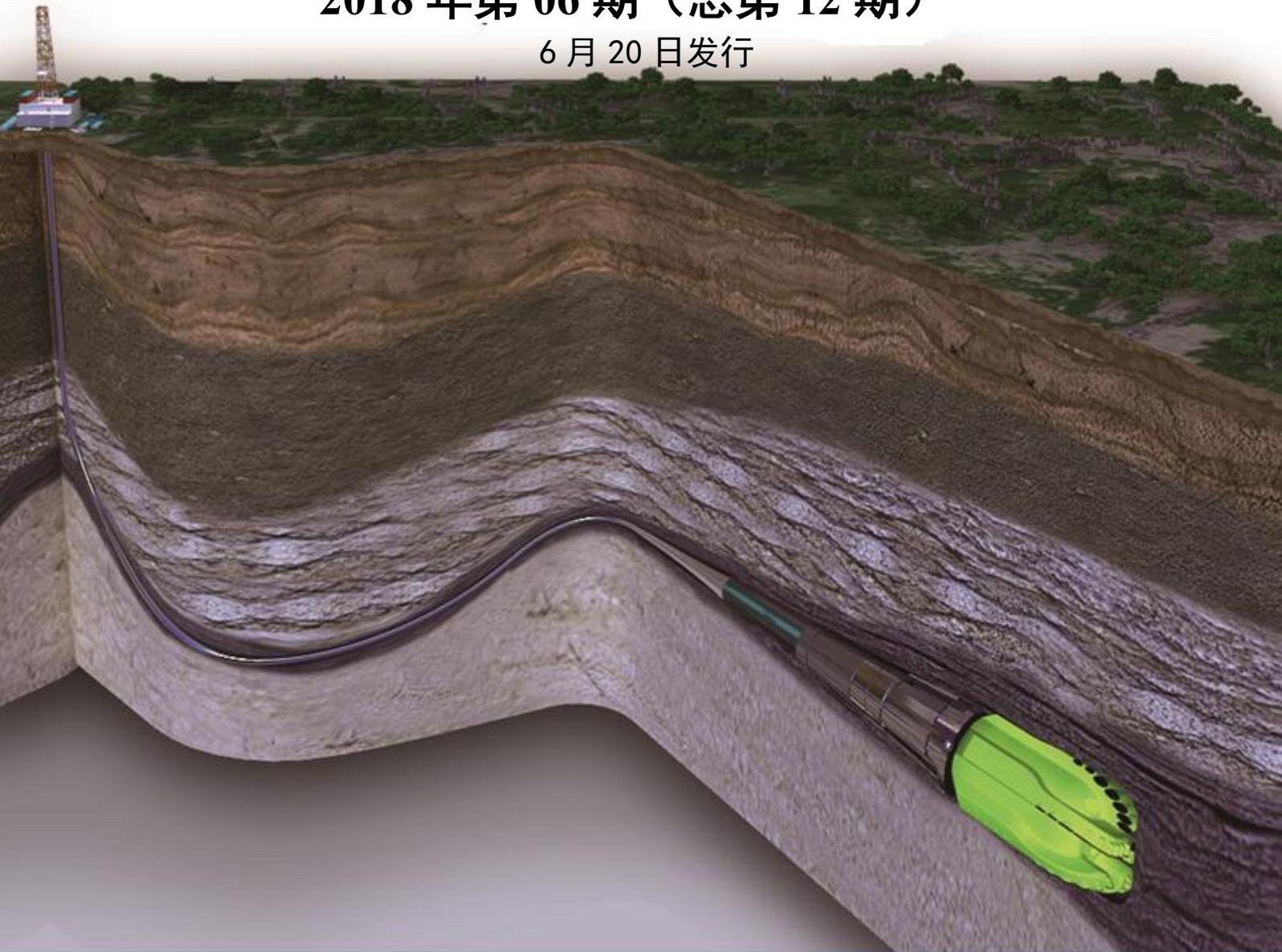
中国科学院A类战略性先导科技专项

# 智能导钻快报

INTELLIGENT DRILLING EXPRESS

2018年第06期（总第12期）

6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

- 挪威石油管理局授予阿克爾 BP 公司新钻井许可证..... 1
- 美国军方探求在东部墨西哥湾钻井的规则..... 2

## 专家评论

- EIA：尽管钻机数量波动较大，长距离井和高效率生产提高 Utica 公司的天然气产量 ..... 2
- 伊拉克 Al-Qadisiyah 大学评析石油钻头磨损量化方法 ..... 3
- 石油技术杂志指出井眼管是当前技术革命的重点..... 4
- 石油技术杂志回顾近期连续油管应用发展状况..... 4
- 美国市场“超级规格”钻机需求强劲..... 5

## 前沿研究

- 休斯敦大学开展斜井和水平井电磁遥测模拟研究..... 6
- 伊斯坦布尔科技大学等利用隧道掘进机引起的地震噪声定位钻井过程中的散射体 ..... 6
- 纽芬兰纪念大学评估岩石-钻头相互作用和钻井性能 ..... 7
- 贝克休斯研究核磁共振测井随钻数据的横向运动校正方法..... 8
- 沙特阿拉伯国家石油与哈里伯顿联合开展随钻测井增强实时岩石物理研究 ..... 9

雪佛龙公司研究利用核磁共振测井减少孔隙度、饱和度和完井优化的不确定性 .....	10
斯伦贝谢研究新型高定义的深部定向电磁测量反演随钻扩展层状油藏图 .....	11
哈里伯顿采用跨领域测量技术进行井下流体分析.....	12
<b>装备研制</b>	
斯伦贝谢发布新型高分辨率、双物理、随钻测井成像工具在油基泥浆中的现场测试结果 .....	13
哈里伯顿发布 EarthStar 超深电阻率随钻测井技术服务 .....	14
俄罗斯西萨利姆油田首次应用随钻测深钻井深度方位电阻率仪和先进数据解释软件 .....	15
EDrling 发布钻井作业应用数字孪生技术的研究成果.....	16
中石油渤海钻探钻井技服自主升级井控装置试压系统.....	17
中石油测井公司成像“一串测”取得重大突破.....	17
中石油测井公司大庆分公司成像测井裂缝智能精细描述.....	18
定向油管钻井技术使枯井再度高产 .....	19
连续油管技术开展封堵弃井作业取得成效.....	20
连续油管遥测系统助力关井作业 .....	20
电磁腐蚀测井技术被用于套管漏失预测.....	21

**产业动态**

## 美洲

Echo Energy 在阿根廷完成 ELA-1 勘探井的钻探 ..... 22

Echo Energy 开始钻探阿根廷陆上四口探井 ..... 22

## 欧洲

法罗石油公司将使用 Transocean 半潜式钻井平台钻探 Brasse East 井 ..... 23

Borr 钻井公司计划以 7.2 亿美元购买 5 台新钻机 ..... 24

## 非洲

非洲大陆钻井平台数量升至近两年来最高水平 ..... 24

## 中国

中挪近海石油天然气研讨会主攻深水技术 ..... 25

渤海油田再创“优快”钻井新纪录 ..... 25

新技术攻克油气勘探难题 ..... 26

渤钻钻井技服公司控压钻井技术解复杂区块难题 ..... 26

西部钻探定向井公司破解小井眼开窗 ..... 27

塔里木油田钻井液技术升级换代解析 ..... 27

测井公司解决老井测井遇阻难题 ..... 29

西北油田智能八区建设项目启动 ..... 29

龙凤山气田钻完井提速提效工艺技术国内领先 ..... 30

中原钻井二公司 50609 队刷新两项纪录 ..... 30

## 专利信息

中石油公开自校验功能的随钻测量仪器地面接口电路专利..... 31

## 研究快讯

## 本期概要:

5 月 22 日, 挪威石油管理局批准了阿克爾 BP 公司 (Aker BP ASA) 对于井 25/4-12 S 和井 25/4-12 A 的钻井许可证; 5 月 9 日, 美国国防部向国会提交了一份报告, 称在墨西哥湾东海岸开展的石油钻井扩张将干扰美国在该地的军事测试, 建议五角大楼和其他机构制定相关的管理制度。

近期, 美国能源信息署报告指出 Utica 公司的天然气产量正在持续增长, 尽管钻机数量波动较大, 但长距离气井和高效率生产有助于该公司天然气产量。Worldoil 官方网站指出美国市场“超级规格”钻机需求强劲, 石油勘探者无惧于管道瓶颈在美国增加了更多的钻机, 管道瓶颈正在阻碍从美国最繁忙的油田运送原油。

在前沿研究方面, 休斯敦大学研究电磁遥测的快速精确模拟, 提出了偏航和水平钻井 EM 遥测系统的数值模拟方法; 伊斯坦布尔科技大学等利用隧道掘进机引起的地震噪声定位钻井过程中的散射体; 加拿大纽芬兰纪念大学评估岩石-钻头相互作用和钻井性能, 以提高实验室和现场试验的钻进性能或钻速。

装备研制方面, 新的钻井工具被不断研制。斯伦贝谢发布新型高分辨率、双物理、随钻测井成像工具在油基泥浆中的现场测试结果; 哈里伯顿发布 EarthStar 超深电阻率技术服务; Edrling 利用数字孪生技术开展钻井施工作业; 俄罗斯西萨利姆油田首次应用随钻测深钻井深度方位电阻率仪和先进数据解释软件等。

产业动态方面, Echo Energy 开始钻探阿根廷陆上四口探井, 并完成 ELA-1 勘探井的钻探; 挪威 Borr 钻井公司计划以 7.2 亿美元购买 5 台新钻机; 非洲大陆钻井平台数量升至近两年来最高水平; 此外中石油近期钻井技术硕果累累。

## 政策规划

### 挪威石油管理局授予阿克爾 BP 公司新钻井许可证

5 月 22 日, Worldoil 官方网站指出, 挪威石油管理局已经批准了阿克爾 BP 公司 (Aker BP ASA) 对于井 25/4-12 S 和井 25/4-12 A 的钻井许可证<sup>1</sup>。

<sup>1</sup> 原文标题: Aker BP granted drilling permit for appraisal wells southeast of Alvheim field  
网址: <http://www.worldoil.com/news/2018/5/22/aker-bp-granted-drilling-permit-for-appraisal-wells-southeast-of-alvheim-field>

根据第 659 号生产许可证,阿克尔 BP 公司在完成井 7221/12-1 的钻探之后,将利用 Deepsea Stavanger 钻井设备在北纬 59°30'39.22" 和东经 2°4'27.28" 方向对井 25/4-12 S 和井 25/4-12 A 进行钻探作业。

井 25/4-12 S 和井 25/4-12 A 的钻探项目涉及 PL 203<sup>2</sup>中评估井的钻探。阿克尔 BP 公司拥有 PL 203 区块 65%的股权,其他股权拥有者包括康菲斯堪的纳维亚公司(ConocoPhillips Skandinavia AS)(20%)和 Lundin Norway AS 公司(15%)。

该许可证所囊括的区域包括 25/4 区块的西南部分以及 24/6 和 25/7 区块的一小部分。(邓阿妹 编译)

## 美国军方探求在东部墨西哥湾钻井的规则<sup>3</sup>

5 月 9 日,美国国防部向国会提交了一份报告,报告称在墨西哥湾东海岸开展的石油钻井扩张将干扰美国在该地的军事测试,建议五角大楼和其他机构制定相关的管理制度,因为钻井活动将覆盖超过 200 英里的距离,如果没有相应管理规定,该地区将丧失军事灵活性,军事测试和培训将受到严重影响。

目前,五角大楼和内政部在钻井问题上并没有达成一致,但行业团体对此表示乐观,认为内政部和国防部应该保持合作,以使军事活动和钻井工作能共存发展。美国国家海洋工业协会的主席 Randall Luthi 表示:五角大楼应该起协调作用。由于特朗普政府奉行国内外石油、天然气和煤炭产量最大化的政策,对海上钻探的兴趣很高。

早在今年 1 月,联邦政府不允许在佛罗里达州开发,因为该州抗议钻井损害当地旅游业的发展。但是,现在远离佛罗里达州的钻探仍在进行中,国防部和内政部一直就该地区钻探活动举行会议,但还未形成一致意见。(魏凤 编译)

### 专家评论

## EIA: 尽管钻机数量波动较大,长距离井和高效率生产提高

### Utica 公司的天然气产量<sup>4</sup>

<sup>2</sup> PL 203 于 1996 年 2 月 2 日颁发,井 25/4-12 S 和井 25/4-12 A 是该许可证允许钻探作业的第八和第九口井。

<sup>3</sup> 原文标题: US Military Seeks Rules For Drilling In Eastern Gulf Of Mexico

网址: <https://www.epmag.com/us-military-seeks-rules-drilling-eastern-gulf-mexico-1700961>

<sup>4</sup>原文标题: EIA: Longer wells, higher productivity increase Utica gas output amid rig count fluctuation

网址: <http://www.worldoil.com/news/2018/5/30/eia-longer-wells-higher-productivity-increase-utica-gas-output-amid-rig-count-fluctuation>

5 月 30 日, 世界石油 (World oil) 网站发表文章《EIA: 尽管钻机数量波动较大, 长距离气井和高效率生产有助于 Utica 公司的天然气产量》(EIA: Longer wells, higher productivity increase Utica gas output amid rig count fluctuation), 指出: Utica 公司的天然气产量正在持续增长。

2018 年 4 月, 总部位于俄亥俄州的 Utica Formation 公司的天然气产量平均为 5.8 Bcf/D, 以此换算, 其天然气产量约占美国天然气总产量的 7%。自 2011 年以来, Utica 的天然气产量相对稳定地增长, 到 2017 年, Utica Formation 的天然气产量达到了 4.9 Bcf/D 的新高, 比 2016 年的产量高出了 23%。

尽管产量稳步增长, 但 Utica 的钻机数量和天然气价格在该地区已经出现波动。从 2011 年到 2014 年, 由于南部自治区和邻近其他中心地区天然气价格仍高于 2.75 美元/MMBtu, 导致平均每年的钻机数量持续上升, 到 2014 年平均钻机达到 43 台; 然而, 到 2016 年, 钻机数量下降到 14 台, 天然气价格也下降到 1.50 美元/MMBtu。直到 2017 年, 新的管道项目增加了该地区的输出能力, 钻机数量和天然气价格都呈上涨态势, 尽管上涨幅度仍然低于以前的水平。

Utica 天然气产量的增长得益于新油井的高产量。与马塞勒斯 (Marcellus) 和海恩斯维尔 (Haynesville) 等其他地区的生产活动类似, 钻井作业者增加了水平井的横向长度。根据 DrillingInfo 的数据, 从 2011 年到 2017 年, 水平井分支的平均长度从 4649 英尺增加到了 8628 英尺。

随着产量的增长, 钻井的生产效率也在上升。美国能源信息署 (EIA) 使用三个月累计产量作为初始生产率 (IP) 的指标, 因为任何给定月份的生产天数都不可用。在尤蒂卡 Utica, 平均每口井三个月的累计产量从 2011 年的 146 MMcf 增加到 2017 年的 824 MMcf。随着钻井横向长度的增加和井间间距的优化, 相信该地区的天然气产量将继续增长。(武进伟 编译)

## 伊拉克 Al-Qadisiyah 大学评析石油钻头磨损量化方法

4 月 4 日, 伊拉克 Al-Qadisiyah 大学的研究人员在刊物《工程故障解析》上 (Engineering Failure Analysis) 发表题为《关于石油钻头磨损的评论 (传统磨损和量化的现有技术方法)》(A review on the wear of oil drill bits (conventional and the state of the art approaches for wear reduction and quantification)的综述文章<sup>5</sup>, 对钻头磨损量化方法进行了评析。

文章指出, 从首次使用石油钻头开采石油和天然气开始, 齿尖和轴承磨损

<sup>5</sup> 原文题目: Abbas, Rafid K. A review on the wear of oil drill bits (conventional and the state of the art approaches for wear reduction and quantification). Engineering Failure Analysis, 2018, 90: 554-584

网址: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630717308002#s0135>

(对于牙轮钻头而言) 以及刀具磨损 (对于聚晶金刚石复合片(PDC)钻头而言) 一直是钻井行业的主要挑战。除了造成金钱和时间损失, 还影响到整个钻井行业的发展。本研究回顾了两种类型钻头的磨损机理, 还对前期和现阶段改进钻头抗磨损的技术方法进行了探讨。

研究致力于改进钻头质量的常规技术的优缺点。钻头磨损测试的传统和新兴方法有助于扩大在开发制造出更可靠的、抗磨损的钻头领域的范围。研究从钻头的钻进参数和力学性能等方面, 对现有的磨损量化方法进行了文献综述, 并对提高油气钻头效率的手段进行了研究。利用有限元分析 Finite Element Analysis (FEA) 和离散单元法 Discrete Element Method (DEM), 讨论了钻井过程中的经验磨损模型和磨损预测技术。(武进伟 编译)

## 石油技术杂志指出井眼管是当前技术革命的重点

5 月 18 日, 油气领域知名网站《石油技术杂志》(Journal Of Petroleum Technology, JPT) 报道: 目前正处于工业革命 4.0 的风口浪尖, 网络物理系统建立了计算和物理组件之间的协同作用。随着技术的进步, 随着井建 4.0 的发展, 再加上 360°井工程的优化, 最终实现部分自动化和完全自动化, 必须考虑的一个重要但复杂的部件是井中的井眼管<sup>6</sup>。

管柱与钻井系统有关, 钻井系统复杂多变, 长度与直径之比大于 100000。作为对比, 如果人类头发有相同的长度与直径之比, 它就必须有 60 英尺长。因此, 在这样一个高度振荡、不确定、高维度的框架下, 可靠性至关重要。管状模型应该将确定性模型和数据知情模型连接起来。这需要数据知情、工程指导、增强可靠性或风险支持模型来更真实地描述非高斯钻井系统。

基于风险的设计是非常重要的, 特别是对于这些复杂的系统, 因为确定性方法可能无法为井下工具的可靠性评估提供强有力的支撑。我们必须减少失败的可能性。需要考虑的领域之一是基于风险的微管设计, 通过使用故障概率捕捉不确定性, 而不是在确定性计算中纳入安全因素, 从而正式识别风险元素和风险区域。在设计阶段和钻井阶段应该考虑风险, 这将允许更多的自由调整。这样做也将有助于改善 360°井工程优化和未来网络物理系统所需的附加计算组件。

(刘山影 编译)

---

<sup>6</sup> 原文题目: Wellbore Tubulars

网址: <https://www.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=4214>

## 石油技术杂志回顾近期连续油管应用发展状况

近年来,连续油管钻井(CTD)是非常热门的作业领域,但最近好像进入了平静期,尤其在热门的地理区域。然而,如果仅以今年三月份在 SPE/ICoTA 上发表的文章数来判断,CTD 好像在更大的市场上重获关注。6 月 1 日,《石油技术杂志》(Journal Of Petroleum Technology, JPT)就最近在全美石油工程师协会(SPE)上发表的连续油管应用的相关文章进行了简要的总结<sup>7</sup>。

SPE 189904 中,详细说明了使用 CTD 获取边际储量和未动用储量信息。SPE 189930 中,作者对在新西兰的油井再入和侧向 CTD 操作做了回顾。在 SPE 189918 中探索了 CTD 的一种新的、独特的应用,该应用重新确定在喷射器上方的连续油管卷筒的位置。

另一个广泛应用连续油管的操作是磨铣作业。同时,磨铣作业还要结合地面上实时井下遥测技术。工程师和操作人员,通过与井下连续油管钻具组合的实时通信提高对数据流的理解和解释程度,并以此评估和优化磨铣作业。SPE 189910 和 SPE 189942 的论文都详细介绍了此类应用,仅仅是使用的遥测方法不同。

非经济型油气井需要实行弃置作业,这在油气开采工业中相当重要,关键点在于弃井技术和其联合成本上,特别是近海岸的弃井作业。在全球范围内,油田企业正在加大研究替代使用传统设备的方法。在诸多实例中,使用连续油管进行部分或全部的井封堵作业。同时,井塞材料和技术的发展也为广泛使用连续油管提供了机会。在 SPE 189956 中评述 13 口位于挪威的井,作业周期为 10 个月的弃井作业。(郑启斌 编译)

## 美国市场“超级规格”钻机需求强劲

6 月 8 日,Worldoil 官方网站指出,本周石油勘探者无惧于管道瓶颈,在美国增加了更多的钻机,管道瓶颈正在阻碍从美国最繁忙的油田运送原油<sup>8</sup>。

根据贝克-休斯的数据,美国石油钻机的数量在本周增加至 862 台,是 2015 年 3 月以来的最高水平。美国钻机船队自十月份以来开始了几乎不间断的扩张。

根据萨斯奎纳国际集团有限公司(Susquehanna International Group LLP)的说法,随着勘探者向美国页岩气田部署所谓的“超规格”钻机,美国对最先进的钻井装备的需求也在上升。

<sup>7</sup> 原文题目: Coiled-Tubing Applications

来源: <https://www.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=4203>

<sup>8</sup> 原文标题: Oil explorers hungry for "super-spec" rigs expand U.S. drilling

网址: <http://www.worldoil.com/news/2018/6/8/oil-explorers-hungry-for-super-spec-rigs-expand-us-drilling>

萨斯奎纳的分析师 Charles Minervino 在 6 月 8 日写给投资者的一份报告中指出：所有人都认为对钻机增设的需求仍在继续，而且由于缺乏超规格产能，这种增长受到了更多限制。绝大多数的 E&P 子公司都将坚持他们今年年初提出的支出计划。

根据美国能源信息管理署的数据，美国原油产量上周上升了 3.1 万桶，达到创纪录的 1080 万桶。（邓阿妹 编译）

## 前沿研究

### 休斯敦大学开展斜井和水平井电磁遥测的模拟研究

2018 年 7 月，美国休斯敦大学的研究人员在《石油科学与技术》（Journal of Petroleum Science and Engineering）上发表题为《快速精准模拟斜井和水平井的电磁遥测方法技术》（Fast and accurate simulation of electromagnetic telemetry in deviated and horizontal drilling）的研究成果<sup>9</sup>。

电磁（EM，Electromagnetic）遥测系统被广泛用于随钻测量（MWD，measurement-while-drilling），特别是在非常规钻探中。该文介绍了斜井和水平钻井 EM 遥测系统的数值模拟方法。研究假定地下地层为水平层状介质，并且长金属钻柱充当天线，该天线可被视为由位于钻头附近的间隙电压源激励的细导线。该数值模型采用电场积分方程（EFIE）和矩量法（MoM）得到钻柱轴向电流分布的线性系统，该系统又细分为几个一维段。通过使用细导线内核，可以准确有效地评估近场相互作用，同时也降低均匀介质对分层介质格林函数（LMGF）贡献的问题维数和奇异性阶数。后者典型地采用二元谱域积分的形式，可以估计其积分的渐近，并与 Kummer 方法结合以加速其评估，渐近校正项以封闭或容易评估的形式进行评估。数值结果被提出来验证所提出的方法的快速和准确性。此外文章还介绍并讨论了表面天线对信号电压可接受性的结果。（王胜兰 编译）

### 伊斯坦布尔科技大学等利用隧道掘进机引起的地震噪声定位钻井过程中的散射体

2018 年 5 月，伊斯坦布尔科技大学与荷兰代尔夫特理工大学联合在《应用地球物理学报》（Journal of Applied Geophysics）上发表题为《利用隧道掘进机引

<sup>9</sup> 原文题目：Fast and accurate simulation of electromagnetic telemetry in deviated and horizontal drilling

网址：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920410518302109>

起的地震噪声定位钻井过程中的散射体》(Locating scatterers while drilling using seismic noise due to tunnel boring machine) 的研究成果<sup>10</sup>, 该研究得到荷兰科学研究组织 (NWO) 的资助 (VIDI 864.11.009)。

在地下开挖期间, 意外的地质结构会造成安全和经济风险, 因此预测隧道钻探过程中可能出现的地质威胁对于运行安全和防止意外停工至关重要。探井的地下信息由勘探井和地表地质以及地球物理调查提供, 但受到位置和分辨率的限制。研究提出了一种受地震干涉测量和环境噪声相关性启发的方法, 该方法可用于在钻探时在隧道前方检测散射体, 如巨石和空洞。提出一种类似的方法用于有源地震数据, 并使用实验室和现场数据进行验证。文章建议利用隧道掘进机 (TBM) 产生的地震噪声, 并在地表进行记录, 用散射体存在的介质中的噪声源波传播的有限差分建模来解释提出的方法。使用噪声记录建模的方法, 应用互相关方法获得相关性聚集。文章展示了使用由 TBM 引起的噪音记录进行钻井时定位散射体方法的潜力。(王胜兰 编译)

## 纽芬兰纪念大学评估岩石-钻头相互作用和钻井性能

2018 年 5 月, 加拿大纽芬兰纪念大学的研究人员在《国际岩石力学与采矿科学杂志》(International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences) 上发表题为《利用钻井系统传播的弹性波评估岩石-钻头相互作用和钻井性能》(Assessment of rock-bit interaction and drilling performance using elastic waves propagated by the drilling system) 的研究成果<sup>11</sup>, 该研究得到大西洋加拿大商机局 (授权号码: 781-2636-1920044) 的资助。

研究设计并测试了一种新型被动式振动辅助旋转钻井 (pVARD, passive Vibration Assisted Rotary Drilling) 工具, 以提高实验室和现场试验的钻进性能或钻速 (ROP)。着重通过地震随钻 (SWD) 方法和钻头振动分析来表征钻井性能。现场比例 pVARD 工具应用于钻探测试 (DOT, drill-off test), 其中一系列沿地面扩展的地震检波器 (1C)。利用多晶金刚石复合片 (PDC, polycrystalline diamond compact) 钻头进行旋转钻井, 并将钻头-岩石相互作用作为反向垂直地震剖面 (RVSP, reverse vertical seismic profile) 的地震源。由于在实验期间观察到有限的体波, 所以选择钻机波来表征钻井性能。确定了钻井波的频谱, 为钻井性能分析提供了两个有效的地震参数: 钻井振幅和频率带宽。这些频谱响应于钻井条件

<sup>10</sup> 原文题目: Locating scatterers while drilling using seismic noise due to tunnel boring machine  
网址: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926985117305487>

<sup>11</sup> 原文题目: Assessment of rock-bit interaction and drilling performance using elastic waves propagated by the drilling system  
网址: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1365160917301296>

的变化而变化，即钻压（WOB）、pVARD 工具的使用和配置以及岩石类型。通过使用 SensorSub 井下测量的振动加速度来评估钻头振动。用于表征钻井性能的所有可用数据包括 WOB、钻头振动加速度、地震波振幅和频率带宽以及岩石类型。进行了三组 DOT 测试：1) 红色页岩的常规钻井；2) 红色页岩中的 pVARD 钻井和常规钻井；3) pVARD 钻井和灰色页岩中的常规钻井。数据分析表明，地震波振幅和频率带宽随着钻井性能的提高而降低。这可以解释为更多的能量被分割以改善钻井性能，而较少的能量被划分为纵波和钻井平台运动。传统钻井和 pVARD 钻井工具都存在这种现象，与岩石类型无关。论文对于可比较的 WOB、地震波振幅和频率带宽响应于使用或不使用 pVARD 工具进行钻探开展研究，从中进一步分析 pVARD 工具机制。（王胜兰 编译）

## 贝克休斯研究核磁共振测井随钻数据的横向运动校正方法

2018 年，贝克休斯公司的科研人员等在《石油物理学家和测井分析家协会》（Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts）上发表题为《核磁共振测井随钻数据的横向运动校正研究》（Lateral-Motion Correction of NMR Logging-While-Drilling Data）的研究成果<sup>12</sup>。

核磁共振(NMR)随钻测井(LWD)数据获得的总孔隙度通常不受 NMR-LWD 工具横向运动的影响。然而，其他一些可交付成果（例如束缚水、可动流体、渗透性、粘度）可能会受到影响。文章介绍了一种基于数据的横向运动校正(LMC)方法，该校正方法使用四参数函数来量化和校正潜在的横向运动效应。

LMC 的目标是提高最终 T2 孔隙度分布的准确性。LMC 扩展了 NMR-LWD 方法的操作范围并实现了更先进的岩石物理核磁共振应用。此外，LMC 方法可用于量化横向运动效应，并标记运动效应太严重而无法完全纠正的区间。

LMC 是通过结合数值模拟分析大量 NMR-LWD 数据的潜在横向运动效应而开发的。通过在实际钻井条件下使用完整底部钻具组合（BHA）的钻井动态模拟，计算 NMR 传感器的运动路径，然后将其用于模拟 NMR 信号。实际数据和 NMR 模拟表明，横向运动效应可以用四参数函数充分描述。两个参数描述指数衰减，而另外两个参数描述振幅的周期性变化。将运动效应函数集成到 NMR 联合反演的正向矩阵中，并且使用非线性优化算法来确定四个运动参数，并且如果存在的话，以补偿横向运动效应。

<sup>12</sup> 原文题目：Lateral-Motion Correction of NMR Logging-While-Drilling Data

网址：

[https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-LLL?sort=recent&start=50&q=Logging-While-Drilling&from\\_year=&peer\\_reviewed=&published\\_between=&fromSearchResults=true&to\\_year=&rows=25#](https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-LLL?sort=recent&start=50&q=Logging-While-Drilling&from_year=&peer_reviewed=&published_between=&fromSearchResults=true&to_year=&rows=25#)

虽然运动路径通常很复杂，但运动周期特征与 BHA 的每分钟转数（RPM）有关。运动幅度主要取决于钻井状况（例如，从“平滑”钻井到漩涡），BHA 稳定器与钻孔之间的间隙以及钻孔倾角。数值模拟表明，如果 NMR-LWD 工具具有低磁场梯度并且具有足够的稳定性，则 NMR 运动效应小到可以忽略不计。

校正方法在来自超过 30 次运行的横向运动的不同实现的合成和实际 NMR-LWD 数据上进行测试。该方法是可行的，适用于所有数据集。实施的多重质量控制指标可靠地显示横向运动效应的大小。包括有和没有 LMC 的合成和实际 NMR 数据的一些例子。

包括 LMC 在内的反演改进了 T2 光谱的质量，这对于标准和高级 NMR 应用非常重要，例如精确计算体积（如可动流体，束缚/束缚流体）和孔径分布，以及改进流体粘度和地层渗透率的估计。（王胜兰 编译）

## 沙特阿拉伯国家石油与哈里伯顿联合开展随钻测井增强实时岩石物理研究

2018 年 6 月，沙特阿拉伯国家石油公司、哈里伯顿公司的研究人员在第五十九届 SPWLA 测井年会上发表了题为《Slimhole NMR T1 随钻测井增强实时岩石物理研究》（Slimhole NMR T1 Logging While Drilling Enhances Real-Time Petrophysics）的研究成果<sup>13</sup>。

该研究介绍了在复杂的碎屑岩和碳酸盐油藏钻井中，首次获得核磁共振（NMR）极化积累数据。核磁共振测井数据对复杂岩体的岩石物理评估（如该地区许多油田的粉砂岩、非均质碳酸盐岩和具有可变烃粘度的储层）具有重要的应用价值。通过核磁共振测井获得的分形孔隙度可以识别束缚流体和自由流体，揭示其他隐藏的孔径变化，确定烃类成分和粘度，就有独特的灵敏度。来自随钻测井（LWD）测量的实时可用信息极大的改善了钻井决策，使井进入有利区域。此外，在某些情况下，使用安装在井底组件（BHA）上的传感器执行测井操作比使用管道传输的电缆工具更安全。

由于测量的简单性和快速性，大多数 NMR 测井工具（包括有线和 LWD 设备）记录了横向磁化信号及其衰减速率（T2）。其他仪器在暴露于永久磁场时观

---

<sup>13</sup>参考文献：Hursan, G., Silva, A. S., Lee, J., et al. Slimhole NMR T1 Logging While Drilling Enhances Real-Time Petrophysics [C]. London: Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts, 2018.

网址：

[https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-LL?sort=recent&start=25&q=Logging-While-Drilling&from\\_year=&peer\\_reviewed=&published\\_between=&fromSearchResults=true&to\\_year=&rows=25#](https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-LL?sort=recent&start=25&q=Logging-While-Drilling&from_year=&peer_reviewed=&published_between=&fromSearchResults=true&to_year=&rows=25#)

察地层的磁化积累速率 (T1)。虽然这种采集模式比较耗时,但获得相同的岩石物理信息需要较少的电力和数据存储。T1 测量对与钻孔相关的刀具运动不敏感。本研究讨论的新工具是业内首个 LWD NMR 传感器,可在直径 5¾ 到 6¼“不等的钻孔中进行 T1 测量。

新工具的验证遵循三步测试计划,以确保硬件完整性和数据质量。第一个测试步骤检查了随钻和再测井数据集之间的一致性,包括 T1 光谱和体积可交付成果(如总体和束缚流体孔隙度)。实时日志与后处理的内存数据进行比较,评估井下处理和数据传输能力。第二个测试目标是监测已知岩性(如清洁石灰岩)中密度、中子和 NMR 孔隙度之间的一致性,以评估工具校准、激活和回波水平预处理。最后,该新工具通过带有高质量 T1 测井能力的电缆 NMR 测井仪回溯运行,以验证 LWD T1 谱和部分孔隙度的准确性。

新工具是业界 LWD NMR 技术的最新成员。它可在三个不同领域,孔径为 6¼ 的三口井中运行。其中两口井在碳酸盐岩储层中钻探,而最后一次试验在砂岩中进行。在碳酸盐岩井中,实时核磁共振测井记录提供了石灰岩和白云石层段的孔隙大小信息,有助于优化随后的地层测试作业,其结果与测井一致。在砂岩井中,该工具揭示了颗粒大小的变化并提供了总孔隙度、束缚水体积和储层渗透率。这些是岩石物理解释、模型校准和完井设计的关键输入。(丰米宁 编译)

## 雪佛龙公司研究利用核磁共振测井减少孔隙度、饱和度和完井优化的不确定性

2018 年 6 月,雪佛龙公司的研究人员在第五十九届 SPWLA 测井年会上发表了题为《利用核磁共振测井减少孔隙度、饱和度和完井优化不确定性》(Reducing the Uncertainty of Porosity, Saturation and Completions Optimization With NMR Logging While Drilling, Agbami Field West Africa) 的研究成果<sup>14</sup>。

在目前的“资本约束”运营环境中,了解信息价值、数据采集的成本和时间对于管理好成本至关重要。利用核磁共振随钻测井(NMR LWD)能减少钻井时间和测井成本,同时为油井开发优化提供了有价值的信息。在目标油藏中,主要的不确定性是流体类型和束缚水饱和度(特别是在中低油层质量区间内),确定

---

<sup>14</sup>参考文献: Adole, S., Boyle, K., Sun, B., et al. Reducing the Uncertainty of Porosity, Saturation and Completions Optimization With NMR Logging While Drilling, Agbami Field West Africa[C]. London: Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts, 2018.

网址:

[https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-II?sort=recent&start=25&q=Logging-While-Drilling&from\\_year=&peer\\_reviewed=&published\\_between=&fromSearchResults=true&to\\_year=&rows=25#](https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-II?sort=recent&start=25&q=Logging-While-Drilling&from_year=&peer_reviewed=&published_between=&fromSearchResults=true&to_year=&rows=25#)

压力测试的深度，进而反过来确定目标油藏中最佳采收的完井替代方案。

先前的研究开发了一个 workflow 来获得最佳数据采集序列，并确定获取高质量数据的最佳穿透率（ROP）。在解释软件中开发了一个处理流，以帮助确定最佳处理参数和解释方案。利用该 workflow，粘土束缚水和束缚水饱和度值对泥质砂岩解释进行了标定，从而获得了水中 NMR LWD 孔隙度和密度/中子孔隙度之间的美好匹配。然而，这种校准并没有调和烃间隔中密度/中子和 NMR 孔隙度之间的显著孔隙度（2-3pu）差异。为了解决这种不匹配问题，本研究确定了横向弛豫时间与活动水峰有很大不同的油峰。然后将其用于进行烃类分型，从而提高了密度-核磁共振解释，以匹配在烃区观察到的孔隙度差异。这种差异是由于高油气比（GOR）造成的氢指数低，它能帮助推导出含油饱和度和等效的含气饱和度，以便与 GOR 相匹配。这些结果清楚地表明了 NMR LWD 对于减少该油田岩石物理评估不确定性的价值。

进行内部后处理可最大限度的提高 NMR LWD 的价值。整合获得的所有可用数据，如测井曲线、NMR LWD、LWD 压力剖面图、生产信息和油藏模拟预测，提供可靠的 OOIP / 储量估算，帮助完善完井策略以实现最佳采收率。

（丰米宁 编译）

## 斯伦贝谢研究新型高定义的深部定向电磁测量反演随钻扩展层状油藏图

2018 年 6 月，斯伦贝谢的研究人员在第五十九届 SPWLA 测井年会上发表了题为《一种新型高定义的深部定向电磁测量反演随钻扩展层状油藏图》（A Novel High-Definition Inversion of Deep Directional Electromagnetic Measurements While-Drilling Enhances Layered Reservoir Mapping）的研究成果<sup>15</sup>。

最近开发的深部定向电磁技术能够调查距离井筒 150 英尺以上的储层电阻率剖面。与目前使用的反演技术相比，该技术能改善有限厚度层的定量划分。该研究在考虑储层油藏知识的基础上，提出了一种高分辨率反演方法，用于测绘分层油藏。

该新型模型驱动反演方法提供了一种高分辨率储层地图，适合窄地层划分和

---

<sup>15</sup>参考文献：Xu, Y., Omeragic, D., Thiel, M., et al. A Novel High-Definition Inversion of Deep Directional Electromagnetic Measurements While-Drilling Enhances Layered Reservoir Mapping[C]. London: Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts, 2018.

网址：

[https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-WWW?sort=recent&start=50&q=Logging-While-Drilling&from\\_year=&peer\\_reviewed=&published\\_between=&fromSearchResults=true&to\\_year=&rows=25#](https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-WWW?sort=recent&start=50&q=Logging-While-Drilling&from_year=&peer_reviewed=&published_between=&fromSearchResults=true&to_year=&rows=25#)

早期储层探测，这对于井位布置操作非常有用。通过整合现有的野外地质知识，该算法能够一致准确地绘制出离井筒更远的层状地层的更详细特征，从而提高和加速实时转向决策过程。

除了传统的数据失配和正则化之外，来自偏移井的信息和（/或）地震解释被定义为用于反演成本函数最小化过程的参考模式。此外，在参考模型不具代表性或者整个参考模型存在深度偏移的情况下，该方法具有独特的容错能力。

反演方法已在多个数据集上进行了测试，包括由三叠纪河流和三角洲沉积组成的油藏内的 ENI 油田的地质导向。通过新的反演增强了对储层结构的解释，有助于更好的理解油井的生产行为。使用新方法获得的储层电阻率图描述了更早的地址特征，提供了优越的横向连续性和更少的伪影。通过定义基于先前油藏知识的参考模型来增强解释，如果深层定向测量支持这些，则自然保留这些细节，从而产生更精细的结构解释，符合所有数据。新的工作流程消除了油藏测绘应用中高分辨率和调查深度之间的权衡，提供了高分辨率的地质一致性结构信息。

（丰米宁 编译）

## 哈里伯顿采用跨领域测量技术进行井下流体分析

6月4日，哈里伯顿公司在国际石油工程师协会（SPE）网站发表文章《哈利伯顿狗粮、副食饲养技术的发展》（Dog Food, Subs Feed Technology Development at Halliburton），指出：哈里伯顿利用现有应用于测量狗粮中杂质的技术，找到了一种方法来进行即时、更完整的井下流体分析<sup>16</sup>。

在十年前的早期，哈里伯顿收购在南卡罗来纳州创办的 Ometric 是引人注目的，原因有两点：首先，它代表了石油和天然气工业寻找、修改和应用其他行业技术的新趋势。其次，这可能是狗粮技术应用于石油和天然气作业的唯一案例。

在收购 Ometric 之前，哈里伯顿一直寻找一种快速的方法来进行井体分析，希望能实时测量在油井钻孔后，在原位条件下从油藏渗出的成分。通常使用取样器虽说可以保证井下的样品采集，但操作员必须将这些样品送到实验室，等待 2 - 3 个月的深入分析才能有结果。

Ometric 已经成功的用多元光学算法测量狗粮中的杂质。哈里伯顿在 2013 年建立了 Ometric 的化学分析方法，通过商业化的集成计算元素服务 ICE Core，能够使用更多功能的光度检测井下的取样器，而不是采用实验室光谱学及其配套的笨重设备。利用 ICE Core，光学传感器的作用就像处理芯片，对井内流体成分进行分析。这就可以获得关于当前成分更直接的、更完整的信息。

<sup>16</sup>原文标题：Dog Food, Subs Feed Technology Development at Halliburton

网址：<https://www.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=4254>

该公司还从美国海军的潜艇项目中采取技术，并将其应用于其有线业务-声学一致性(Acoustic Conformance Xaminer service)服务。通过一个声学分析工具，可以用来检测、测量和描述在井筒和后管或其周围的泄漏和流动。这样就可以防止发生从运输途中泄漏的问题。

哈里伯顿油田服务公司的技术副总裁 Greg Powers 表示：“不同类型的泄漏发出不同的声音，可以说，我们已经学会了“鲸鱼的语言”，用来探测不同的声音。”（武进伟 编译）

## 装备研制

# 斯伦贝谢发布新型高分辨率、双物理、随钻测井成像工具在油基泥浆中的现场测试结果

2018 年 6 月，斯伦贝谢的研究人员在第五十九届 SPWLA 测井年会上发表了题为《新型高分辨率、双物理、随钻测井成像工具在油基泥浆中的现场测试结果》(Field Test Results of a New High-Resolution, Dual-Physics, Logging-While-Drilling Imaging Tool in Oil-Base Mud) 的研究成果<sup>17</sup>。

20 世纪 90 年代设计并投入使用的首个方位角工具，实现了钻井时的钻孔成像。在水基泥浆(WBM)中，特别是在微电阻率测井工具中，图像的分辨率和质量都有了很大提升。研究者发明新型工具，利用独立电阻率和超声成像传感器的双物理学技术最大化数据，在油基泥浆(OBM)中也可获取高分辨率随钻测井(LWD)图像。

研究通过引入新的工具和关键点设计，克服了油基泥浆随钻测井成像相关挑战。传感器定位在旋转的钻铤上，在传感器和地层之间形成间隙。对于电阻率图像来说，工具的电磁信号必须穿过作为绝缘层的这个间隙。高分辨率电磁脉冲通过泥浆从传感器以多个频率发送到地层(原则上类似于最近引入的用于 OBM 的电缆成像工具)。一种新的处理算法将多个单独的频率结合起来，以在广泛的地层电阻率范围内产生稳健的图像。在电阻率成像方面，两个传感器相对放置，四个超声波传感器靠近电阻率传感器。高采样率和聚焦传感器能够为所有泥浆类型(OBM / WBM)中的超声波图像提供与有线超声波成像工具相媲美的分辨率。

<sup>17</sup>参考文献: Maeso, C., Legendre, E., Hori, H., et al. Field Test Results of a New High-Resolution[C]. London: Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts, 2018.

网址: [https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-U?sort=recent&start=0&q=Logging-While-Drilling&from\\_year=&peer\\_reviewed=&published\\_between=&fromSearchResults=true&to\\_year=&rows=25#](https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-U?sort=recent&start=0&q=Logging-While-Drilling&from_year=&peer_reviewed=&published_between=&fromSearchResults=true&to_year=&rows=25#)

两种类型的物理测量都使用多个传感器，并且通过传感器的快速发射和记录可最大限度地提高大多数钻井条件下的全钻孔覆盖率。

该工具的实验版本已在各种钻井和地质环境中进行了现场测试。迄今为止，从垂直到水平的井中获得了超过 35,000 英尺的数据。数据采集一直在具有各种地层特性的碎屑岩，碳酸盐岩和蒸发岩中进行。现场测试数据已经证实了两种物理类型的计量学，即电阻率和超声波成像。实例说明了不同钻孔和地质条件下的测量范围。迄今为止的结果已经超过了成像能力方面的预期。此外，电阻率和超声图像的采集也经常证明是互补的，电阻率图像具有丰富的层理特征，超声图像对裂缝和钻孔条件更为敏感。（丰米宁 编译）

## 哈里伯顿发布 EarthStar 超深电阻率随钻测井技术服务

6 月 4 日，油气领域知名网站 WorldOil 报道，哈里伯顿公司发布了 EarthStar 超深电阻率服务，这是一种随钻测井的技术，可帮助操作者绘制距井眼 200 英尺（61 米）以上的储层和流体边界图，是当前工业勘探深度的两倍多。该服务提供了一个全面的油藏视图，以便操作者能够消除昂贵的试验孔和侧道，实时作出知情的地质指导决策，并更好地规划未来的油田开发<sup>18</sup>。

EarthStar 利用方位角电磁测量来绘制井眼周围的地质构造图，从而增强操作者对储层的了解，以提高采收率。测量结果与 Halliburton RoxC 地质导向软件集成，该软件利用先进的计算方法对储层结构和流体边界进行实时可视化。

运营商可以在许多应用程序中部署这项服务，包括利用风水来估计储集层中碳氢化合物的数量，找出绕过的报酬，并规划未来的油田开发。在地质导向应用中，EarthStar 帮助定位储层的“甜点”中井的位置，以最大限度地提高采收率。此外，通过地质调查，该服务提供了潜在钻井危险的早期迹象。

北海的一位运营商最近在一个成熟的碳酸盐油田部署了 EarthStar，以识别部分水淹油藏中的剩余油。该服务绘制了石油的位置，并帮助制定地质导向决策，使油井与含油区接触最大化。在成功地钻探了较长时间后，这口井进入了一个持续了 400 多英尺(120 米)的注水区域。操作者考虑停止钻井，但 EarthStar 的数据显示，在井下约 50 英尺(15 米)处有第二个石油矿床，这使该区的作业长度增加了 50%，大大提高了整体生产潜力。（刘山影 编译）

---

<sup>18</sup> 原文题目：Halliburton releases new ultra-deep resistivity service

网址：<http://www.worldoil.com/news/2018/6/4/halliburton-releases-new-ultra-deep-resistivity-service>

## 俄罗斯西萨利姆油田首次应用随钻测深钻井深度方位电阻率仪和先进数据解释软件

5 月, OnePetro 上发布了一篇新的报道《在俄罗斯西萨利姆油田开展随钻测深钻井深度方位电阻率仪和先进数据解释软件的首次应用》<sup>19</sup>。

西萨利姆油田 (West Salym) 是位于俄罗斯苏尔古特西南 120 公里的 Khanty-Mansi 地区的开发油田。West Salym 油田于 1987 年被发现, 并于 2004 年投入使用。油藏从河流/三角洲到浅海沉积不一而足。West Salym 油田中心区域的初步开发已经完成, 但油田边缘尚未开发, 并具有潜在的吸引力。

场地的边缘呈现出口杆的形状, 其特征是显著的结构形态变化, 包括未知的地层凹陷和局部碳酸盐结核和条纹。目标层的砂层厚度为 15 m, 最小油层高度为 1 m, 这是由结构倾角和附近油水接触 (OWC) 造成的。这些条件使得利用井间关系和三维 (3D) 地震解释结果难以在具有饱和烃层内的几何布置井的地区排水。另一个挑战是页岩、含油层和含水层之间的低电阻率对比。这一较差的对比度使油藏特性的评估和区分不同流体饱和度的能力变得复杂。West Salym 油田首次钻了两口水平井 (每口 500 米), 以评估采用深方位电阻率技术和先进的数据解释软件的现代油藏导航技术的能力。采用标准的电缆测井套件 (伽马射线、自发电位、电阻率、密度和中子) 和试验井的压力测试结果, 提高了这两口水平井的钻井质量。

随钻测井 (LWD) 深度方位电阻率技术已在油田开发中得到了应用, 有助于油田积极进行油藏导航。该技术为解释广泛的多分量、多间隔和多频率测量提供了输入。这些数据通常足以解决井眼附近几米范围内的地层特性, 并调整井眼轨迹的方向。然而, 由于时间的限制, 非常简单的电阻率模型以及只有一部分数据经常用于实时解释。此外, 数据子集的结构通常是预定义的, 以提供最大深度调查, 然而, 却忽略了地层参数的分辨率质量。在某些领域, 它会增加油藏导航的不确定性。

研究提到的数据解释软件具有良好的性能, 能够实时处理从多层地层模型导出的全套井下测量数据。本例重点介绍了该软件应用程序在俄罗斯联邦的首次使用。

---

<sup>19</sup> 原文题目: First Application of Logging-While-Drilling Deep-Azimuthal Resistivity Tool and Advanced Data-Interpretation Software for Reservoir Navigation at West Salym Field in Russia  
网址:

[https://www.onepetro.org/journal-paper/SPE-182100-PA?sort=recent&start=75&q=Logging-While-Drilling&from\\_year=&peer\\_reviewed=&published\\_between=&fromSearchResults=true&to\\_year=&rows=25#](https://www.onepetro.org/journal-paper/SPE-182100-PA?sort=recent&start=75&q=Logging-While-Drilling&from_year=&peer_reviewed=&published_between=&fromSearchResults=true&to_year=&rows=25#)

该软件取决于最可能的参数组合的方法,并且在从测量数据中恢复的信息与关于地层结构的所有可用的先验知识之间保持最佳平衡。准确地包含先验信息的能力增强了解决低电阻率对比层的能力。此外,反演软件是用户引导的,可以精确监测地质学的横向和纵向变化。

数据反演软件确保了在西萨利姆油田具有挑战性的条件下油藏导航成功。所有的转向决策都是基于钻井过程中实时构建的一致可靠的多层地层电阻率模型进行的。一个井的净毛比大约为 75%,另一个井为 50%。钻井后的分析表明,不采用储层导航技术的几何钻井会将净毛比降低到 40%以下。(段力萌 编译)

## EDrling 发布钻井作业应用数字孪生技术的研究成果

5 月 31 日,油气领域知名网站 WorldOil 报道,一家领先的钻井和油井性能解决方案提供商 eDriling 宣布了一项研究结果,这项研究旨在研究在钻井施工和钻井作业中使用数字孪生技术的价值<sup>20</sup>。

该公司研究了 60 多口井,其中 eDriling 的数字孪生技术应用在了以下方面:1)钻井的准备工作,2)钻井的自动化监测,3)钻井的实时优化,或三者的组合。

研究发现,这些油井既没有发生过危险事故,也没有任何非地质方面的问题,对于全球大多数 E&P 公司来说,这些都是关键的优先事项和关键目标。

由于该软件在早期阶段就检测到异常情况,工作人员可以及时得到诊断信息和通知,以便进行必要的调整。

eDriling 的首席运营官 Sven Inge ØEegaard 表示,在开发软件解决方案时,人员和安全一直是他们的指导原则,但客户也很高兴摆脱了与不得不做的侧钻相关的大量成本,在他看来,数字孪生技术是当今在石油和天然气行业优化性能、避免不扩散条约(NPT)以及预防危险等方面最好的机会。

### 研究方法

该公司分析了 60 多口井, eDriling 的数字孪生技术被积极地应用于这些井的准备工作 and 操作中,并且使用了正确和充分的数据来对这一假设作出推断。因此,由于数据的可用性(合同、地理、政策),这期间 40 多个数字孪生被省略了。

侧钻或避免侧钻是研究的重点领域,尽管研究还发现,在分析的 60 多口井上发生了 0 起危险事件。

作为必须侧钻的理由—地质学上的意外被省略了,包括岩屑的堆积、坍塌、冲洗和封堵,导致井的堵塞。

---

<sup>20</sup> 原文题目: Study shows use of digital twins in well construction, drilling operations  
网址: <http://www.worldoil.com/news/2018/5/31/study-shows-use-of-digital-twins-in-well-construction-drilling-operations>

据该公司称，该公司在操作前有 5000 多人参加了模拟器中的钻井，其中有 150 多个特定场景。所有钻井作业都采用自动化监控和实时优化，包括跳闸、钻井、套管/衬管作业和固井作业，还有 MPD 和 DGD 等高级操作。（刘山影 编译）

## 中石油渤海钻探钻井技服自主升级井控装置试压系统<sup>21</sup>

“我们自己升级改造的井控装置试压系统运行一个多月来，不仅解决了电磁信号干扰问题，而且工作效率提高了至少 15%。”4 月 24 日，渤海钻探钻井技术服务公司井控车间主任刘文文说。

井控装置试压作业具有频次高、压力高、风险高的“三高”特点，需要电脑监控人员与现场操作人员实时核对工况信息，确保作业安全。此前，试压系统监控人员和操作人员的双向通信通过对讲机来实现，但对讲机的电磁辐射不可避免地对系统试压曲线造成锯齿状干扰，导致频繁重复试压，影响了工作效率。

为此，技术人员积极寻找解决方法，通过与厂家沟通、向专家咨询、到网上查询等方式，最终出台解决方案。通过安装电话交换机与子母机，在试压厂房建立局域电话网络，经过反复调试达到了最佳效果，彻底解决了对讲机电磁信号对试压系统的干扰问题。经现场试用，效果良好，不仅实现了试压监控人员与现场操作人员的实时双向沟通，而且有效提高了试压工作效率与质量。

## 中石油测井公司成像“一串测”取得重大突破<sup>22</sup>

6 月 1 日，在中国石油测井公司位于西安的产业化大楼一楼，成像“一串测”项目组成员正抓紧维修保养核磁共振和阵列感应组合成像仪。自 5 月下旬在长庆油田成功试验 4 口井后，项目组成员总结现场经验，初步形成核磁共振与阵列感应成像“一串测”操作规范与作业流程，为不同区块不同地质条件的现场试验进行周密准备。

公司自主研发的 MRT6910 多频核磁共振测井仪与 MIT1530 阵列感应成像测井仪器已大规模推广应用。这两种成像仪器在孔隙结构分析、流体识别、饱和度及地层电阻率计算方面都有各自独特的优势，已成为找油找气的测井利器。此前，两支仪器一直是单独使用，随着油田增储上产对油气识别效率提出更高要求，如何使两者强强联合组合测井，成为研发人员面对的一项新课题。

为满足用户的测井需求，公司 2015 年开始开展核磁共振和阵列感应组合测井研究，成立攻关项目组，开展了大量的室内联调测试。通过贯穿布线与屏蔽实

<sup>21</sup> 来源：<http://news.cnpc.com.cn/system/2018/05/11/001689884.shtml>

<sup>22</sup> 来源：<http://news.cnpc.com.cn/system/2018/06/04/001692755.shtml>

现仪器可供电与通讯，机械强度理论计算与机械加工实现仪器可挂接，先后解决了两种仪器信号相互干扰和大数据传输误码等关键技术难题，完成了阵列感应与核磁共振组合测井的前期验证。

今年 4 月底，项目组开始赴长庆油田陇东标准井试验，精心安排了试验方案，首先进行核磁共振和阵列感应的单测，分别验证了两种仪器的准确性与稳定性，然后采用两者组合测井。试验表明，在水层或者泥岩层，核磁共振与阵列感应具有一致的测井响应，而且与单测数据相比，具有相同的一致性与稳定性，完全满足现场使用要求。

标准井试验成功后，项目组马不停蹄，先后在长庆姬塬油田开展 4 井次现场试验。组合仪器累计下井 40 小时，测量 1300 米目的层，均得到优等曲线。采用核磁共振和阵列感应“一串测”实现地层孔隙度、渗透率、饱和度等地质参数一趟测量，有效提高了测井时效。

下一步，项目组将继续开展核磁共振和阵列感应“一串测”研究，针对不同的地质条件制定现场试验操作流程与规范，为现场试验打下坚实基础。

## 中石油测井公司大庆分公司成像测井裂缝智能精细描述<sup>23</sup>

5 月 20 日，从中国石油测井大庆分公司传来消息，针对甲方提出的分析裂缝走向、判断在注水压裂过程中裂缝进一步开启的难易性新需求，在自主研发的测井解释平台地质统计模块中，添加了压裂难易性质自动判别功能，使其实现了裂缝参数、裂缝产状类型及裂缝进一步开启难易性质的智能化精细描述。

地层中的天然裂缝既可作为油气储集的空间，也是流体运移的重要通道，而且在压裂开采时，往往要考虑尽量沟通天然裂缝，以提高单井产能，因而是油田勘探开发关注的焦点。

据了解，该模块的成功编制极大地减轻了解释员的工作负荷，提高了工作效率和精准度。如每口井以 100 条裂缝为例，按照原来的手动统计，统计制表时间大约为 2 个小时，且需对结果进行反复校对。使用该模块进行自动处理后只需不到 1 分钟，结果更稳定准确。同时，这项技术广泛地应用于指导压裂施工方案设计，取得良好效果，受到了甲方的普遍认可，已成为大庆深层、塔东等区块单井解释中一个不可或缺的环节。目前，这项技术已应用于 20 口井次的成像测井解释，较好地提升了成像测井的应用品质，使数据解释朝着精细化、智能化方向又迈出了重要一步。

<sup>23</sup> 来源：<http://news.cnpc.com.cn/system/2018/05/25/001691742.shtml>

## 定向油管钻井技术使枯井再度高产<sup>24</sup>

6 月 1 日，刊物《石油技术杂志》(Journal Of Petroleum Technology, JPT) 发表评论性文章《在边缘浅井中用连续油管欠平衡钻井》(Underbalanced Drilling With Coiled Tubing in Marginal Shallow Wells)，描述了在阿巴拉契亚盆地完成的定向连续油管钻井 (DCTD) 项目，该项目目的是利用横向侧线，进入一个垂直井附近的的目标区，该项目对之前的一个干涸油井进行侧钻，从而造出一个高产油井。

### 经济性

该项目的目标是根据生产成本确定钻井效率。这项措施考虑到初始产量和钻机的生产能力，以选择储层中的生产区域。由于钻井的每个阶段都可能影响到另一个阶段，就需要采取包括地质、地球物理、油藏工程、钻井和完井等多学科分析方法。另外，也需要考虑邻井的情况。

### 选井

文章选取的案例是一个很好理解的区域，包含了许多邻井，可与用来比较产量和已知的地质条件，以规划油井。这些井几乎是完全垂直的，通常深度不超过 2500 英尺。过去一年，四口这样的油井被钻探，其中三口仍在进行生产，其产量从 10 B/D 到 25 B/D 不等，虽然其中一口油井显示出有生产潜力，但结果却证明该油井是干枯的，计划中的 4 英寸生产套管尚未运行。本案例选用的是非套管井，因为其具有最短的回报期。通过对该地区进行 3D 地震调查，项目确定将一个地下山脊作为新井的备选位置。

### 钻孔技术

该井采用 DCTD 的系统，钻井启动技术是一个直径 3 1/5-in 的定向钻井井底钻具组合，并带有一个实时随钻测量系统和转向系统，定向控制由磁测工具和钻具组合中井下定向旋转工具提供。定向旋转工具允许井筒的弯曲和直断面通过其连续旋转的能力在相同的运行中进行钻孔。

定向钻组合物的其余部分由小井眼油管端连接器组成，还包括井下电机，可调节弯曲外壳，以及多晶金刚石紧凑钻头。

MWD 传感器封装提供了实时的磁测量和内外压力、内部和外部温度和伽玛测量以及振动数据的测量。(武进伟 编译)

<sup>24</sup> 原文标题: Underbalanced Drilling With Coiled Tubing in Marginal Shallow Wells

网址: <https://www.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=4204>

## 连续油管技术开展封堵弃井作业取得成效

6月1日,《石油技术杂志》(Journal Of Petroleum Technology, JPT),就 Iain Thomson 刊发的论文《成功使用连续油管在挪威大陆架构建永久储层封隔》(Successful Creation of Permanent Reservoir Isolation Barriers Using Coiled Tubing on the Norwegian Continental Shelf NCS)进行评论<sup>25</sup>。文章介绍了在无经济效益的油井使用连续油管技术进行封堵弃井(P&A)作业的必要性、可行性,并对作业流程进行了说明。

在成熟的油区,随着井产量下降,有必要对其中无法产生收益的井进行弃置作业。井的弃置作业不仅是为了保护井,还为了避免对环境造成损害。北海地区的监管部门对弃置作业质量制定了详细标准,包括储层接触面屏障的质量要求。

预估如今需要弃置作业的井有上千口。过去,对北海上近三千口井进行的封堵弃置作业使用的是钻井或修井仪器。但是现在多数井口已经没有可操作的钻修井仪器,如果进行弃置作用,必然需要再度调用或重启设备。

使用连续油管进行弃置作业的关键流程为:(1)在常规钻井平台和管道甲板上装配连续套管;(2)在进行井干预时,使用标准磨铣和管式清除技术进行通井,保证管道顺畅进入地层,然后使用射孔、洗井和固井作业构建储层屏障;(3)多做一次管道冲压,对屏障进行测试。在单井、连井的施工中,使用连续油管制作隔离屏障的方法已经成功对13口井进行了封堵弃置作业。

与传统地使用钻修井工具进行封堵弃置作用相比,使用连续油管更加安全、方便且廉价。(郑启斌 编译)

## 连续油管遥测系统助力关井作业

6月1日,在《石油技术杂志》(Journal Of Petroleum Technology, JPT)发表文章《在闭井状态下连续油管的遥感干预》,概述了使用连续油管遥测系统在关井条件下进行复杂铣削操作的可行性改进<sup>26</sup>。

CT遥测系统(CTT, Coiled Tubing Telemetry System)已被证明通过提供井底数据(深度、压力、温度、力和力矩)的实时监测,能有效加强作业效率。

在亚洲一口新钻的水平井中,由于天然气产量低,井口压力低于进入生产集输系统所需的压力,而无法实现无辅助流动。又在井侧处发现了两个可以增加油气比(GOR)的区域,由于这两个区域的偏差均大于80度,因此选择连续油管(CT)

<sup>25</sup> 原文题目: Isolation Barriers With Coiled Tubing in Plug-and-Abandonment Operations

来源: <https://www.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=4207>

<sup>26</sup> 原文题目: Coiled-Tubing Telemetry Intervention in Shut-In Conditions

来源: <https://www.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=4209>

进行穿孔和增产干预。所有操作流程中，下述三步需要对深度精准控制：设置两个复合桥塞（CBPs），部署打开两个间隔的连续油管传输射孔枪和不返回地面的情况下磨铣复合桥塞。此井中首次采用拉伸、压缩和扭矩（TCT）组合加强对深度的精准控制，提高磨铣作业效率。

在关井情况下，随着工作的进行，部分钻具和地层碎片会被挤在轧机和 CBP 之间，这些障碍物增加了干预作业的复杂性。使用 CCT 实时井下数据与 TCT 传感器有助于安全执行这些操作，且不会损害井的完整性，避免管道堵塞事故。

带 TCT 传感器组件的 CT 遥测系统还可以对油管进出井眼重量预测值进行验证，这可为今后 CBP 铣削操作提供参考，最终创建一个更加精准的作业方案。

（郑启斌 编译）

## 电磁腐蚀测井技术被用于套管漏失预测

6 月 1 日，国际石油工程师协会（SPE）网站发表文章《基于风险的统计方法来预测套管泄漏》（Risk-Based Statistical Approach To Predict Casing Leaks），介绍 Mohammed D. Al-Ajmi 等人提出了一种预测套管漏失的新方法<sup>27</sup>。该方法基于风险统计，利用电磁腐蚀测井技术进行套管漏失的预测，并监测井下套管热点(有可能造成套管损坏的地区)的腐蚀增长，用于计算典型油井的剩余寿命。

目前，用于套管完整性测量和监测的主要技术是电磁腐蚀测井仪。虽然此项技术已经在测量和监测腐蚀的能力上不断被改进，但其结果通常不是决定性的，需要与其他数据结合来进行定性评估。这是因为仪器计算的是平均金属损失而不是直接测量金属损失发生的位置。比如，平均金属损失 50% 可以代表有一半的金属被腐蚀了，被腐蚀掉的金属的分布对套管漏失判断造成了很大困难。这种广泛的可能性和不确定性使得解释和分析电磁腐蚀测井数据变得极为困难。

Mohammed 加入了一个名为平均残余阻碍率（ARBR）的参数，结合平均金属损失率对套管进行漏失预测。平均残余阻碍率是腐蚀性区域(通常是含水地层)和井筒之间的平均剩余套管数与某一腐蚀生长处的额定管数的比。通过大量实测数据的回归，确定 ARBR 和平均金属损失率判断套管漏失的阈值。经分析，当平均金属损失值在 30% 到 70% 之间时，预计会发生套管泄漏；当金属平均损失在 70% 以上时，套管失效的概率为 1，当金属平均损失在 30% 以下时，概率为 0。对于 ARBR，当其值在 0.4 到 0.8 之间时，预计会出现套管泄漏；值小于 0.4 时，套管失效的概率为 1，值大于 0.8 时，其失效概率为 0。（郑启斌 编译）

<sup>27</sup> 原文题目：Risk-Based Statistical Approach To Predict Casing Leaks

来源：<https://www.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=4216>

## 产业动态

### 美洲

#### Echo Energy 在阿根廷完成 ELA-1 勘探井的钻探

6月6日,油气领域知名网站 WorldOil 报道,位于拉丁美洲的上游石油天然气公司 Echo Energy plc.宣布,该公司在阿根廷境内的 Laguna Los Capones Asset (由 Fracción C 许可区包围)成功完成了 ELA-1 勘探井的钻探工作。这个区块是由该公司的阿根廷合作伙伴 Compañía General de Combustibles S.A. (CGC)经营。在上侏罗纪 Tobifera 时期,该井曾达到 1820 米。在电缆测井评估和最后一次生产套管运行完成后,再暂停油井进行可行性测试和/或侧钻<sup>28</sup>。

在较深的 Tobifera 火山碎屑靶区,除了一些石油污染外,在约 40m 的区间内,还发现了 C1 到 C4 烃指标的升高。在这一盆地,由于火山岩储层的复杂矿物学特征,从电缆测井分析确定报酬的有效性是复杂的,目前的工作流程是当测试台在许可范围时确定这一段的测试潜力。如果试验证明是成功的,这口井就能迅速投入生产。

在较浅的原生 Springhill 靶区,在剖面顶部和 57 m 的优质储层上均显示有井口气体,该层序被认为是该区有效的含水层序。考虑到该结构侧翼的储层厚度和质量,该公司和 CGC 很可能会考虑未来可能出现的侧钻上倾,和目前被认为 Springhill 沉积可以持续的结构顶部。

在完成 ELA-1 这一阶段的作业后,该钻井平台将直接转移到四个勘探项目中的第三个勘探目标,即 El Molino Sur,项目位于 Fracción C 资产以及目前油井位置的南面。(刘山影 编译)

#### Echo Energy 开始钻探阿根廷陆上四口探井<sup>29</sup>

5月9日,世界石油(World oil)网站发表文章《Echo Energy 开始钻探阿根廷陆上四口探井》(Echo Energy begins drilling first of four exploration wells onshore Argentina),指出:拉美重点上游石油和天然气公司-Echo Energy plc,已宣布开

<sup>28</sup> 原文题目: Echo Energy completes drilling of ELA-1 exploration well in Argentina  
来源: <http://www.worldoil.com/news/2018/6/6/echo-energy-completes-drilling-of-ela-1-exploration-well-in-argentina>

<sup>29</sup>原文标题: Echo Energy begins drilling first of four exploration wells onshore Argentina  
网址: <http://www.worldoil.com/news/2018/5/9/echo-energy-begins-drilling-first-of-four-exploration-wells-onshore-argentina>

始钻探第一次勘探出的四口井，这些井位于阿根廷陆上。

依据与 Echo Energy 合作伙伴 Compañía General de Combustibles S.A. 的合同，Petreven H-205 钻机已经顺利抵达埃斯坦西亚玛姬进行勘探，并于 2018 年 5 月 8 日首次勘探到矿井 ELM-1004。该井的目标是位于中上 Tobifera 水平的波峰区域，该地产量估计可达 38 Bcf/D。ELM-1004 井位于现在的埃斯坦西亚玛姬气体收集设施的东北部大约 4 公里的位置。

此外，该公司的 CSo-85 井的延长流程试验已成功完成。不过，考虑到规划中不断增大的压力，该井目前已被关闭。

随着勘探项目和扩展测试方面的逐步推进，公司将会吸引一大批新的投资者。

(武进伟 编译)

## 欧洲

### 法罗石油公司将使用 Transocean 半潜式钻井平台钻探 Brasse East 井

5 月 23 日，英国法罗石油公司（Faroe Petroleum）表示计划钻探 Brasse East 井，并签订了相关钻机合同，预计在 2018 年第四季度开始钻井作业<sup>30</sup>。

最近的地震再处理和重新解释工作已经确定了 Brasse 油田东侧附近显著的含油气潜力，该油田于 2016 年被发现。这一好结果可以在法罗石油公司 Brasse 油田开发现有 2P 储量 3070 万桶油当量的基础上增加更多的增量。

法罗石油公司是拥有许可证的运营商，已经签订了使用 Transocean Arctic 半潜式钻井平台钻探 Brasse East 井的合同。此前，该公司已经使用了 Transocean Arctic 半潜式钻井平台钻探 PL 825 Rungne 井，并计划在完成 PL 825 Rungne 井的钻探作业之后立即开始 Brasse East 井的钻探作业。

Brasse 油田位于 Brage 油田的南部和 Oseberg 油田的东南部。在 2017 年底，完成了对 Brasse 油田开发可行性的研究，确认了几个经济上有吸引力的发展方案和出口路线。按照计划，目前正在开展概念研究。（邓阿妹 编译）

<sup>30</sup> 原文标题：Faroe Petroleum Hires Transocean Rig To Drill Brasse East Well

来源：<https://www.epmag.com/faroe-petroleum-hires-transocean-rig-drill-brasse-east-well>

-1703001

## Borr 钻井公司计划以 7.2 亿美元购买 5 台新钻机<sup>31</sup>

5 月 15 日，来自欧洲地球科学和工程协会的消息称，挪威 Borr 钻井公司计划从亚洲造船厂购买 5 台新的自升式石油钻机，共计 7.2 亿美元。

Borr 钻井公司是由挪威投资者 Tor Olav Troeim 创建，受到斯伦贝谢油服公司支持，它将发行 3.5 亿美元的可转换债券，以帮助购买。

Borr 钻井公司将支付 2.88 亿美元的预付款，余额将在每台钻机交付时支付，第一批钻机将在 2019 年第四季度交付。

Borr 钻井公司自 2016 年成立以来，通过一系列收购而迅速成长，主要从事适用于中东等浅水区钻探的自升式钻井平台。通过这次收购，该公司钻机达到 29 架，包括那些正在建造中的。

Borr 钻井公司在自升式钻机市场的竞争对手包括 Shelf 钻探公司、EnSCO 和 Rowan。目前，斯伦贝谢是 Borr 钻井公司最大的股东，占 14.4% 的份额。

(魏凤 编译)

## 非洲

### 非洲大陆钻井平台数量升至近两年来最高水平

6 月 8 日，油气领域知名网站 WorldOil 报道，非洲的石油勘探显示出复苏的迹象，此前非洲大陆的钻井平台数量已升至近两年来的最高水平，预计未来几个月将有更多的开采计划<sup>32</sup>。

根据 Baker Hughes 的数据显示，2017 年，活跃的海上旋转钻井平台数量从历史最低的 9 座上升到 5 月份的 17 座。

Tullow Oil Plc 等专注于非洲的勘探公司削减了预算，以期渡过一代人以来最严重的市场低迷。随着今年 Brent 原油反弹 15%，OPEC 及其盟国的减产消除了全球供应过剩，人们对寻找勘探不足的盆地有了新的兴趣。

在伦敦上市的勘探公司 Chariot 石油天然气有限公司已与海洋钻井平台 Poseidon 签订合同：年底前在纳米比亚（Namibia）至少钻探一口井，而澳大利亚的远距离石油有限公司也已在 2018 年年底雇佣了一艘钻井船在冈比亚（Gambia）境外勘探。道达尔公司在 5 月份表示，预计将在 2018 年年底或 2019

<sup>31</sup> 原文标题：Borr Drilling To Buy Five Jackup Oil Rigs For \$720 Million

网址：<https://www.epmag.com/borr-drilling-buy-five-jackup-oil-rigs-720-million-1701526>

<sup>32</sup> 原文题目：Oil rigs operating off Africa rebound to highest in two years

来源：<http://www.worldoil.com/news/2018/6/8/oil-rigs-operating-off-africa-rebound-to-highest-in-two-years>

年第一季度恢复南非第一口深水井的钻探工作。(刘山影 编译)

## 中国

### 中挪近海石油天然气研讨会主攻深水技术<sup>33</sup>

5月23日-24日,由中国海油与挪威国家能源商会联合举办的第四届中挪近海石油天然气研讨会在深圳召开。此次研讨会以“深水油气的勘探与开发技术”为主题,旨在促进双方在深水领域的广泛合作。

会议围绕深水油气开发中面临的困难和挑战,对流动保障、水下生产系统、海上安装、浮体、上部模块和钻完井技术等专题,及如何实现更高效、更智能、更灵活和安全的开发方案进行了广泛探讨。在深水油气开发领域及技术、设备和服务等方面居于全球领先地位的16家挪威公司参加了研讨会。

中国海油自启动深水研究项目以来,经历了从合作开发到自主设计,再到自主设计安装及部分关键设备国产化三个阶段。目前,中国海油正通过实践逐步缩短与国际先进水平的差距,不断固化实践中取得的设计、安装、施工等方法,并推进关键设备国产化研究和应用,降低深水开发成本。

### 渤海油田再创“优快”钻井新纪录<sup>34</sup>

5月16日,记者从渤海石油管理局获悉,在日前进行的渤中29-6S-2井钻井作业中,渤海石油管理局工程技术作业中心渤中区域钻完井项目组仅用时3.15天就完成了整个钻井周期,打破了中国海油在2000米以内直井钻井的最快纪录,将尘封16年的原纪录缩短了0.08天,为“优快”钻井创造了全新的海油速度。

该井在作业前,经过充分的技术论证,打破常规思路,创造性地部署了非常规井身结构、带弯角马达钟摆随钻测井钻具组合与超低黏钻井液、大排量钻进的整体方案。在钻进过程中,现场监督组与项目组作业人员严格把控,通力合作,确保了每一米作业的高质量完成,成功实现了一趟钻至完钻井深,在满足测井要求的前提下直接起钻,顺利完成钻井作业,时效达到100%。

该井的成功钻探,不但是渤海油田积极践行提质增效理念的突出成果,还为渤海钻井探索了全新的作业模式,为后期“优快”钻井作业提供了宝贵的经验。

<sup>33</sup> 来源: [http://www.cnooc.com.cn/art/2018/5/30/art\\_201\\_2962611.html](http://www.cnooc.com.cn/art/2018/5/30/art_201_2962611.html)

<sup>34</sup> 来源: [http://www.cnooc.com.cn/art/2018/5/21/art\\_201\\_2954871.html](http://www.cnooc.com.cn/art/2018/5/21/art_201_2954871.html)

## 新技术攻克油气勘探难题<sup>35</sup>

5 月 25 日消息，火山岩油气藏一直存在发现难、控制难、开发更难的被动局面。如今，经过新疆油田公司和东方地球物理勘探公司两家单位 10 多年联合攻关，火山岩地震勘探技术获得重大突破。这是 5 月 23 日，记者从“火山岩油气藏地震勘探关键技术及准噶尔盆地高效实践”成果鉴定会上获悉的。

由 3 名院士和 4 名专家组成的鉴定委员会，听取了成果汇报、查新报告和应用报告，审查了技术文件并进行质询。鉴定委员会认为，火山岩高精度成像和气藏精细刻画技术居国际领先水平，一致同意通过鉴定。

国内外火山岩油气勘探面临成像难、识别难、雕刻难、认识难四大世界性共性难题。准噶尔盆地火山岩埋藏深、构造变动复杂、剥蚀严重，相对于东部中新世盆地保存完好的火山岩建造地层来说，火山岩地震资料更差，地震勘探难度更大。

2005 年，新疆油田通过对准噶尔盆地基底的深入研究，提出石炭系火山岩具有巨大油气勘探潜力。为此，东方物探与新疆油田于 2006 年组成联合研究团队，针对准噶尔盆地火山岩油气地震勘探技术难点和目标，经过连续 10 多年的技术攻关，创新形成复杂结构地震成像技术及软件系统（CVPS 和 ACQA）、火山岩油气藏精细雕刻技术、火山岩油气藏地质新理念 3 项关键技术，突破了传统理念上火山岩找油找气的禁区。

火山岩地震勘探技术的重大突破，有力推动了准噶尔盆地油气高效勘探开发进程，在近几年高效探明了一批具有规模储量的火山岩油气藏；对已开发的气藏，通过新的地震技术，准确预测“富含气甜点”，使 30% 的开发低效井通过侧钻变成高效井；扩大了火山岩油气勘探领域，为准噶尔盆地火山岩油气藏规模增储和建产稳产做出贡献，同时对我国东部和西部火山岩油气藏勘探开发具有重要指导意义。

目前，这一成果已在松辽盆地等推广应用。近 3 年，准噶尔盆地火山岩新增探明石油地质储量 1.7 亿吨、天然气地质储量 416 亿立方米，为克拉美丽火山岩气田稳产提供了关键技术支撑。

## 渤海钻井技服公司控压钻井技术解复杂区块难题<sup>36</sup>

5 月 14 日，由渤海钻探钻井技术服务公司提供的控压钻井技术服务，为埕 66×1 井避免了溢流等井下复杂情况，保障了该井顺利完钻。

<sup>35</sup> 来源：<http://news.cnpc.com.cn/system/2018/05/25/001691676.shtml>

<sup>36</sup> 来源：<http://news.cnpc.com.cn/system/2018/05/23/001691349.shtml>

截至目前，这个公司在大港油区完成控压钻井项目 12 口井，其中包括 3 口精细控压钻井，服务进尺 1.2 万米，工作量创历年新高，对大港油田复杂区块增产“疗效”显著。

在张海 50-20 井，这个公司在三开应用精细控压钻进，全程实现无溢流、零漏失、零复杂，有效解决了张 1504 区块的窄密度问题。在港 17104 井、官东 1702H 井和歧古 8 井的施工中，实现点火成功，显现了控压钻井技术对复杂区块油气资源勘探的优势。

这个公司着力为甲方提供精细化服务，在施工前，结合区块地质地层特点和邻井钻井情况，不断完善施工方案和技术措施，帮助甲方解决勘探开发中的技术难题，实现钻井提速。在施工中，一线技术人员明确分工，及时掌握钻井动态信息，全力配合钻井生产施工，精确控制井下压力细微变化，确保压力平衡，预防井漏、井喷，发现问题第一时间解决，实现了井控安全。

### 西部钻探定向井公司破解小井眼开窗<sup>37</sup>

5 月 16 日，从西部钻探定向井技术服务公司（简称西部钻探定向井公司）获悉，由于破解小井眼开窗现场问题，并实现开窗和盲钻“一趟钻”，果侧 4-3 井项目组在一季度主题劳动竞赛通报中受到表彰。

果侧 4-3 井位于吐哈油田玉果区块，于 3 月下旬使用  $\Phi 118$  毫米一体式开窗工具进行开窗侧钻施工时，开窗斜向器下入中套管遇阻。西部钻探定向井公司现场项目组及时与钻井公司现场对接分析遇阻原因，制定技术对策，用铣锥对遇阻段套管进行修复，顺利将一体式开窗工具下入坐封。

由于果侧 4-3 井开窗点位置较深、小井眼环空间隙小、小钻具抗扭和抗拉强度较弱，在坐封丢手过程中，丢手多次不成功，无法实现送入钻具与铣锥和斜向器分离。现场项目组及时与工具厂家技术人员商讨方案，并与钻井公司共同分析原因，制定应对措施，细化操作和分步措施，实现送入钻具与斜向器和铣锥成功分离，顺利完成开窗作业，用时 1.9 天，平均机械钻速每小时 0.73 米。

### 塔里木油田钻井液技术升级换代解析<sup>38</sup>

4 月 27 日，克深 241 井酸压改造后获高产，较改造前增产 3 倍。这口井在环保水基钻井液“滋润”下，单支钻头进尺 1677 米，用时 12.67 天，刷新了库车山前单支钻头进尺纪录。

<sup>37</sup> 来源：<http://news.cnpc.com.cn/system/2018/05/18/001690764.shtml>

<sup>38</sup> 来源：<http://news.cnpc.com.cn/system/2018/05/18/001690766.shtml>

放出油流，而不是喷出油流；给地层施加压力，但不要压死油层。随着塔里木油田钻井深度的加深，钻井难度成几何倍数叠加，对钻井液性能的要求日渐严苛。在“三超”井、水平井、大位移井面前，常规钻井液已是“爱莫能助”。

温度 160 摄氏度、井深超过 7000 米，对于常规水基钻井液是极限值，会出现增稠固化、沉淀、HTHP 失水增大等弊端，将导致一系列严重的钻井复杂事故。然而，库车山前最深的气藏埋深已超过 8000 米，井底温度高达 190 摄氏度，压力超过 130 兆帕。

科研人员创新提出“盐上以提速为核心，盐中、盐下降低事故复杂”的攻关思路，开展包括密度钻井液在内的核心配套技术攻关，以科技“造血”，律动钻井脉搏。

2010 年 4 月，克深 7 井首次使用油基钻井液取代水基钻井液，首战告捷。此后 7 年，科研人员不断“雕琢”油基钻井液技术，创新完善油基钻井液性能。油基钻井液优良性能得以有效释放，配合工程上的进口垂钻工具、PDC 钻头及合理的钻井参数，使得曾经的“卡脖子”盐膏层成为提速和缩短周期的“潜力股”。

尺有所短，寸有所长。油基泥浆油、水比高达 95 比 5，含油成分高，成本也高。为解决这一问题，2010 年，科研人员经过一年多试验、评价，对国外油基泥浆的配方进行改善，将油基泥浆的油水比降为 80 比 20，每吨油基泥浆的成本降低 1000 元左右。

成功的钻井液，就是要在高温高压环境下，撑得住井壁，堵得住漏层，少向页岩层渗漏，挟带砂岩能力很强。但是这几项性能因化学特性相互抑制，就像跷跷板，这边下去，那边起来，最大的难点在于找到平衡点。

油基钻井液在不断放大优势的同时，不利一面也日渐凸显：钻井成本高、环保压力大。为找到这一平衡点，科研人员持续开展钻井液体系攻关创新，从水基钻井液到油基钻井液再到环保水基钻井液不断升级换代，提升环保系数。

为验证环保水基钻井液性能，科研人员在克深 8-5 井开展钻井液新技术现场先导性试验，先后经过 170 摄氏度、180 摄氏度、200 摄氏度高温“考验”后钻进更加顺畅，突破了常规水基钻井液抗温极限，完成 200 摄氏度高温“不可能”的挑战。克深 8B5 井首次应用环保水基钻井液，钻井工期较邻井缩短 20 天，单井降低成本约 1700 万元。

目前，科研人员瞄准更复杂的环境、更高的目标，摸索钻井液体系的抗温和密度极限，实现产品系列化、应用规模化，保证深井水基钻井液具有良好的流变性和稳定性，为库车山前“三超”气井寻找性价比最佳的钻井液配方。

## 测井公司解决老井测井遇阻难题<sup>39</sup>

5 月 30 日消息，测井公司华北分公司 C2674 作业队采用环保药溶方法优质完成了华北油田楚 28-41x 井的产液剖面测井施工，作业一次成功率和资料优质率均为 100%，有效解决了老井施工遇阻的“老大难”问题。

楚 28-41x 井于 2011 年投产，井深 2970 米。因多年积累的死油将环空通道封堵，测试作业曾多次遇阻。华北分公司接到测井通知后，随即组织技术人员分析井况环境，研究解决遇阻难题的有效措施，并查寻到了可溶解油污的环保药剂。这种药剂 pH 值在 6 至 7 之间，属中性。经试验证明，这种药剂具备溶解死油、润滑管壁的功效，且溶解物不产生硫化氢等有毒气体，对测井电缆无损伤。

华北分公司推广“井型专测”模式，在技术创新和改造上下功夫，利用生产测井、剩余油测井服务油藏综合治理。环保药剂的应用，有效解决了一些老井测井施工遇阻的难题，为提高测井作业效率、服务油气增产增效提供技术保障。

## 西北油田智能八区建设项目启动<sup>40</sup>

5 月 8 日，西北油田采油三厂正式启动智能八区建设项目，这是采油三厂建设井站一体化后，加快智能油田建设的又一新项目。该项目预计今年 12 月 30 日前完成运行工作。

塔河油田八区奥陶系油藏位于塔里木盆地沙雅隆起中段阿克库勒凸起轴部，地质储量达 6714 万吨，目前区块完钻井 108 口，区块采出程度 8.71%，有很大剩余油挖潜潜力，而剩余油的潜力方向就主要集中在井间储量未控制区域。

据了解，2018 年采油三厂按照“智能井、智能站、智能区块、智能采油厂”分步走的总体安排部署，重点在井站一体化建设基础上，以油气生产指挥平台为支撑，打造以 8-3 计转站集中指挥，其它站库无人值守的运行管理模式，将塔河八区作为首个智能区块进行建设，实现八区生产现场全面感知、超前预警、智能分析、高效协同。

前期，该厂以项目建设目标为出发点，围绕项目建设范围和主要建设内容，按照一套规范的流程和方法，对与项目相关的业务和应用系统等进行全面细致的调研，理清现状、找出问题、明确用户需求，为项目（系统）总体功能设计及开发提供依据。

智能 8 区建设主要包括 GIS 监控、能耗分析优化、单井健康诊断、HSSE 管控、单井智能掺稀、指标动态预警、经营决策优化、设备健康诊断、业务流程 E

<sup>39</sup> 来源：<http://news.cnpc.com.cn/system/2018/06/08/001693396.shtml>

<sup>40</sup> 来源：[http://www.sinopecnews.com.cn/b2b/content/2018-05/17/content\\_1707885.shtml](http://www.sinopecnews.com.cn/b2b/content/2018-05/17/content_1707885.shtml)

化等智能应用建设项目，按计划逐步实施。该厂副总工程师周全说，最终实现在手机、电脑、大屏等多种界面的智能应用管理，打造完整的智能 8 区管理模式。

## 龙凤山气田钻完井提速提效工艺技术国内领先<sup>41</sup>

5 月 28 日消息，日前，由东北油气分公司承担的“龙凤山气田钻完井提速提效工艺技术研究项目”经集团公司科技部鉴定委员会鉴定，整体达到国内领先水平，其中基于井下液面监测技术的裂缝性地层漏失压力求取方法达到国际先进水平。

龙凤山气田是东北油气分公司近年来的重要上产阵地，但在前期钻井施工过程中井漏问题突出，机钻低、周期长，影响了钻完井速度。自 2015 年起，该公司石油工程技术研究院成立龙凤山气田钻完井提速提效工艺技术攻关小组，旨在攻破这一技术难题。工程技术人员针对天然裂缝发育，钻完井过程中易漏失的问题，利用井下液面监测技术确定漏失压力，建立地层压力剖面，优化了井身结构；开展龙凤山气田易坍塌地层井壁失稳机理研究，形成了以纳米材料封堵为主的新型防塌钻井液体系；建立了地层可钻性剖面、抗压强度等岩石力学剖面，研制了适合龙凤山气田砂砾岩地层的高效钻头，同时形成了刚性承压堵漏工艺技术和低密度-超低密度水泥浆结全的平衡压力固井工艺技术，最终建立了龙凤山气田钻完井提速提效配套工艺技术体系。

该项技术已在现场应用 17 口井，平均机构钻速提高 29%，钻完井周期缩短 31%。同时，已申报专利 7 件，获得授权 3 件，降低钻完井投资 5504 万元，经济效益显著，应用前景广阔。

## 中原钻井二公司 50609 队刷新两项纪录<sup>42</sup>

5 月 31 日，从中原钻井二公司川西项目部传来好消息，由该项目部 50609 队承钻的江沙 323HF 井钻至井深 4189 米顺利完钻，一举刷新了高庙 33-9HF 井，井深 4021 米，垂深 2922.37 米纪录。创川西区块下沙溪庙组二开制水平井井深最深、垂深最深的纪录，同时，完井周期较甲方设计提前了 5.52 天，获得了甲方的高度赞扬。

江沙 323HF 井是西南油气分公司部署在川西坳陷中江-回龙构造的一口双靶点水平井，井别滚动勘探井，设计井深 4188m，完钻井深 4189m。

该井在导管及一开井段发生多次漏失，在项目技术主管及技术部驻井工程师

<sup>41</sup> 来源：[http://www.sinopecnews.com.cn/news/content/2018-05/28/content\\_1708760.shtml](http://www.sinopecnews.com.cn/news/content/2018-05/28/content_1708760.shtml)

<sup>42</sup> 来源：[http://www.sinopecnews.com.cn/b2b/content/2018-06/04/content\\_1709265.shtml](http://www.sinopecnews.com.cn/b2b/content/2018-06/04/content_1709265.shtml)

指导下,结合实际积极制定本井施工方案,针对本井施工过程中的井漏制定了专项的安全生产措施,导管期间发生漏失采用边堵漏边钻进,快速穿漏层,极大地节约了生产周期。一开井段采用不同比例、配方的堵漏材料,进行井眼处理,有效的对漏失井段形成了封堵,快速的恢复正常生产,在全体干部职工的努力下,安全顺利打完了全井进尺。

截至目前,该井正在紧张有序的开展完井作业。

## 专利信息

### 中国石油公开自校验功能的随钻测量仪器地面接口电路

5月29日,中国石油集团渤海钻探工程有限公司公开了一种自校验功能的随钻测量仪器地面接口电路专利,实现了对井下随钻测量仪器上传信号的实时采集、处理和串口通信的自校验运行,从而提高了智能钻井工具与上位机之间通信的稳定性、安全性及可靠性<sup>43</sup>。

具有自校验功能的随钻测量仪器地面通信接口电路包括,数据接收单元、数据处理单元、自校验数据通信单元和电源管理单元,数据接收单元通过数据处理单元与自校验数据通信单元电连接,电源管理单元为数据接收单元、数据处理单元和数据通信单元提供电力;数据接收单元接收随钻测量仪器上传的测量数据,数据处理单元对接收到的数据进行数据处理,自校验数据通信单元与上位机之间相互电连接。(周洪 编译)

## 研究快讯

[1]2018年6月,中国地震局的研究人员在《地球科学杂志》(Geosciences Journal)上发表了题为《汶川地震断层科学钻探工程(WFSD)、中国西南部2、3号井实时氢泥测井》(Real-time hydrogen mud logging during the Wenchuan earthquake fault scientific drilling project (WFSD), holes 2 and 3 in SW China)的研究成果。该研究成果受到了中国地震科学实验(20150113)、地震抗性科学(XH17016)、汶川地震断层科学研究(WFSD-10)和中国地震局地壳动力研究

<sup>43</sup>原文题目: Self-check function featured ground-based communication interface circuit for measurement-while-drilling instrument, has data receiving unit connected with self-checking data communication unit that is fixed with upper computer

来源:

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=DIIDW&search\\_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=7DnimqGcl5lQbwhx7uD&page=1&doc=4](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=7DnimqGcl5lQbwhx7uD&page=1&doc=4)

所 (ZDJ2016-08) 的资助。

具体详见: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12303-017-0068-7#enumeration>

[2]2018 年 6 月, 中国地震局的研究人员在《地球物理学报》(CHINESE JOURNAL OF GEOPHYSICS)上发表了题为《汶川地震科学钻探 2 号孔(WFSD-2)随钻泥浆氢和汞浓度与断裂构造关系》(Relationship between concentrations of hydrogen and mercury of No.2 hole cores at the Wenchuan Earthquake Scientific Drilling and fault zone structure)的研究成果。该研究成果受到了中央级公益性科研院所基本科研业务专项(ZDJ2016-09, ZDJ2017-27)、国家科技支撑项目"汶川地震断裂带科学钻探"(WFSD-10)、国家自然科学基金(41404036)和地震科技星火计划(XH18021Y)联合资助。

具体详见: <http://manu39.magtech.com.cn/Geophy/CN/10.6038/cjg2018M0117>

[3]2018 年 6 月, 通用电气公司(GE)的研究人员在 OnePetro 上发表了题为《利用实时随钻磁共振技术对 GOM 中隔室, 浊流纹层的储层表征》(Reservoir Characterization of Compartmentalized, Turbidite Lobes in the GOM Utilizing Real-Time While-Drilling Magnetic Resonance)的研究成果。

具体详见:

[https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-ZZZZ?sort=recent&start=25&q=Logging-While-Drilling&from\\_year=&peer\\_reviewed=&published\\_between=&fromSearchResults=true&to\\_year=&rows=25#](https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-ZZZZ?sort=recent&start=25&q=Logging-While-Drilling&from_year=&peer_reviewed=&published_between=&fromSearchResults=true&to_year=&rows=25#)

[4]2018 年 6 月, 斯伦贝谢和沙特阿美公司的研究人员在 OnePetro 上发表了题为《随钻声波工具进行高级偶极子剪切测量》(Advanced Dipole Shear Measurements With a New Logging While Drilling Sonic Tool)的研究成果。

具体详见:

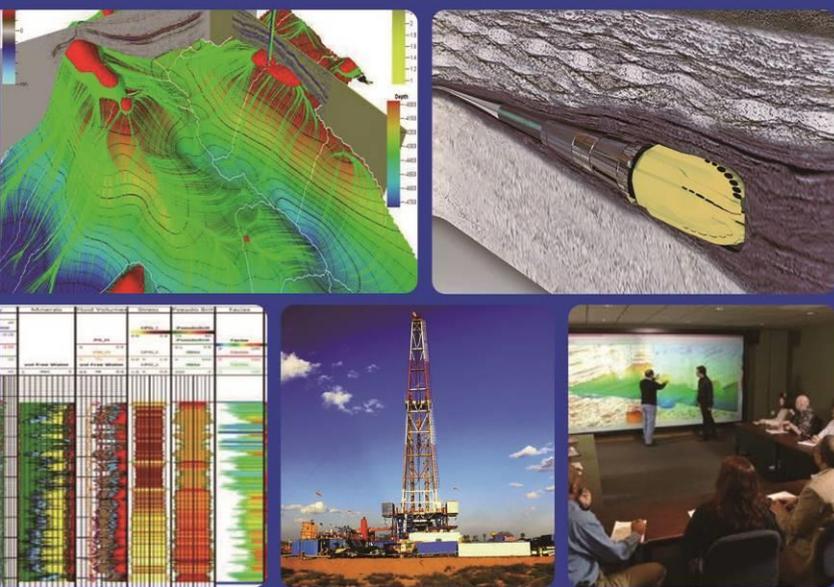
[https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-W?sort=recent&start=25&q=Logging-While-Drilling&from\\_year=&peer\\_reviewed=&published\\_between=&fromSearchResults=true&to\\_year=&rows=25#](https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2018-W?sort=recent&start=25&q=Logging-While-Drilling&from_year=&peer_reviewed=&published_between=&fromSearchResults=true&to_year=&rows=25#)

[5]2018 年 6 月, 印度的 SRM 大学的研究人员在《复合材料学报》(JOURNAL OF COMPOSITE MATERIALS)上发表了题为《振动信号分析研究钻削参数对玻璃纤维增强复合材料刀具磨损和分层的影响》(Investigation on the effect of drilling parameters on the tool wear and delamination of glass fibre-reinforced

polymer composite using vibration signal analysis) 的研究成果。

具体详见: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0021998317728109>

(段力萌 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、王胜兰等

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

