



附表 1

完成人合作关系说明

为突破深层/超深层油气安全钻井和高效产能释放中的关键技术难题,2016年以来,西安石油大学、河北工业大学、中石油、中海油等6家单位,开展了深井/超深井钻柱振动安全评价及减振工具研发、固井及射孔完井技术及配套工具研发、深层压裂技术及材料创新研究,形成了系统的深层/超深层安全高效钻井-固井-射孔-压裂一体化关键技术,实现了规模化应用,具体合作关系如下:

(1) 河北工业大学(郭晓强)、西安石油大学(李万钟)和中国石油集团渤海钻探工程有限公司(雷中清)三家单位针对钻井问题,创新了深层/超深层全井钻柱-BHA-钻头-岩石系统动力学模型,发明了钻柱流固耦合振动模拟试验系统,揭示了超高温高压钻柱动力学演化机制,提出了抑制钻柱有害振动的控制方法及钻井提速工具的评价方法。开展仿生鲨鱼皮织构化表面润滑性能研究,揭示织构参数对油膜承载力与稳定性的影响规律,为深井长寿命钻头轴承设计提供理论依据。自主研发了防冲击轴扭双向减震器、长寿命水力振荡器及全液压随钻震击器等系列提速提效工具,横/切向振动加速度降低32.8%和47.8%,粘滑振动降低14%,有效预防钻具卡死事故,提高钻井效率。

(2) 河北工业大学(郭晓强)、中国石油集团渤海钻探工程有限公司(曹聪和程天辉)和中海石油(中国)有限公司海南分公司(梁豪)三家单位针对钻井液和固井液性能问题,揭示了钻井液抗温及稳定性机理,构建了抗温240℃、密度最高2.4g/cm³高效水基钻井液,提升了其抗高温与耐盐性能以及胶体稳定性,提出了深层/超深层固井水泥环层间封隔压力精准评价方法,压力评价由定性到定量的跨越,评价精度达97%。形成了基于“科学软件精细评估+特种水泥浆体系研发+特殊固井工具配套+大尺寸套管坐挂吨位控制方法计算+精细控压固井工艺优化”的深层/超深层固井质量提升新技术,研发了耐高温水泥浆体系,在已应用的井中固井质量平均合格率达98.8%以上,提升超20%。

(3) 中海石油(中国)有限公司海南分公司(梁豪、廖高龙)、物华能源科技有限公司(李必红)和中海油田服务海南有限责任公司(杨华侨)三家单位针对高效射孔关键技术问题,发明了模拟超高温高压地层条件的大型射孔物模装置及实验技术,砂岩靶直径400mm、模拟压力≤100MPa、温度≤200℃等高性能指标。发明了基于稳态气流注入技术的岩心自动扫描系统,可自动点测砂岩靶上任意点的渗透率以及纵、横波速,结合微CT、扫描电镜等手段实现对射孔砂岩损伤程度定量评价。发明了一种燃烧剂和采用该燃烧剂的石油增产用超高温射流增效器及其制备方法,创新设计药型罩吸附式射孔弹生产压制工艺方法和装



陕西省科学技术奖励工作办公室

置,发明了 213SD-114L-3HRL 增效射孔弹,其射孔穿深 1382.5mm、孔径 12.8mm、流动效率 92.3%。

(4) 中海石油(中国)有限公司海南分公司(梁豪、廖高龙)、河北工业大学(郭晓强)和西安石油大学(李万钟)针对高效射孔过程中诱发的工具安全性问题,建立了水平井射孔压裂工具串井筒起下通过性评价方法、工具串冲击动力学模型、套管安全评价方法及大物模实验技术,实现了射孔压裂作业前施工参数的优化设计、作业中工具的动态安全评价及作业后套管的安全评定;研发了井下张力测量系统、套变超声波检测工具和套变控制器,实现了现场作业中工具受力安全可控,降低了射孔套损事故;形成了集设计、施工、效果评价为一体的射孔压裂作业保障技术应用平台。

第一完成人签名: 郭晓强



完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/ 项目排名	合作起 始时间	合作完成 时间	合作成果	证明材料
1	合著 论文	郭晓强 (1)、梁 豪(2)	2020.01	2025.12	Hao Liang, Xiaoqiang Guo, Xinghan Chen, Xinye Li. Investigation on fatigue crack propagation failure mechanism of hydraulic lifting pipe in deep-ocean natural gas hydrate exploitation[J]. Energy Science & Engineering.	其他附件 18
2	合著 论文	郭晓强 (1)、雷 中清(8);	2020.01	2025.12	郭晓强, 呼东俊, 雷中清, 李翔, 李欣业, 张文博, 夏超群. 考虑变 套径的超深水水平井钻柱多体系 系统多向耦合振动特性研究[J]. 振 动与冲击, 2026, 45(12):57-69.	未列入附 件
3	合著 论文	郭晓强 (1)、曹 聪(3)、 李万钟 (4)	2020.01	2025.12	郭晓强, 邱先平, 安一聪, 陈鹤, 曹聪, 乔国发, 刘少胡, 李万钟. 深海油气开采立管涡激振动抑制 方法研究进展及发展前景[J]. 天 然气工业, 2026, 46(8): 159-171	未列入附 件
4	合著 发明专利	梁豪(2), 廖高龙 (7)	2016.01	2025.12	梁豪, 郭书生, 赵启彬, 王世越, 廖高龙. 一种快速优选压裂层段 的方法[P], ZL202210956709.3	其他附件 19
5	合著 实用新型 专利	曹聪(3)、 程天辉 (5)	2016.01	2025.12	郜超奇, 曹聪, 王雅蓉, 王学龙, 程天辉, 杨伟. 一种高效率旋转导 向钻孔装置[P], ZL202021203132.1	其他附件 20
6	合著 实用新型 专利	李必红 (6)、杨 华侨(9)	2016.01	2025.12	杨华侨, 徐太保, 王晓春, 李必 红. 一种油气井射孔装置止退环 安装工具[P], ZL202221060505.3	其他附件 21
7	合作 项目	梁豪(2), 李必红 (6), 廖 高龙(7)	2020.01	2025.12	超高温射孔弹射孔打靶实验及穿 深测井评价研究, CCL2020ZJFN0037	其他附件 22



陕西省科学技术奖励工作办公室

8	合作项目	李必红 (6), 杨 华侨 (9)	2021.08	2025.12	超高温火工品及射孔器性能测试 服务, G2118A-0414T231	其他附件 23
9	合作项目	梁豪 (2), 廖高龙 (7), 杨 华侨 (9)	2023.01	2025.12	2023-2025 年探井开发评价井测 井及 TCP 射孔服务, CCL2023HNFN0030	其他附件 24

承诺: 本人作为项目第一完成人, 对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责, 特此声明。

第一完成人签名:

2026年度提名书正式版