

山东省科学技术奖拟提名项目公示材料

项目名称	超深特深层钻井井下关键技术装备及应用
提名者	中国石油大学（华东）
提名意见	我单位认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合山东省科学技术奖励委员会办公室的填写要求。 该项目针对超深特深层钻井深部破岩能量匮乏但岩石高硬难钻导致钻进过程“钻不快”、仪器耐温能力受限但井底温度不断攀升导致井下参数“测不到”、超长钻柱“软得像面条”但地层高陡大倾角导致井眼轨迹“控不好”三大瓶颈问题开展攻关，研发了融合提升破岩能量与降低破岩能耗的一体化破岩提速技术装备、兼具耐高温与抗强冲击力的井下参数精准测量与高效传输装备、协同钻头推靠力及指向作用的导向钻具组合及全机械式垂直钻井装备，形成了配套技术，为钻井“更快、更准、更深”提供了重要支撑。核心技术形成发明专利矩阵库1个（共47项，其中美国专利3项）、软件著作权2件及标准1项。获协会类一等奖2项。在顺北、川西、塔里木等超深层及特深层油田应用500余口井，降低钻井成本及实现直接效益达17.4亿元。为实现8000m超深井、9000m特深井、11000m特深井这一系列钻井井深跨越提供了重要支持，引领了超深井及特深井钻井技术的发展。该项目显著提升了我国钻井工程技术的国际竞争力和影响力，进一步推广应用有望创造出更大的经济效益和社会效益。 提名该项目为2026年度山东省科学技术进步奖<u>二</u>等奖。
提名等级	一等奖
项目简介	
该项目属于钻井工程领域。 超深井（6000-9000米）与特深井（>9000米）钻井是突破地球深部认知边界、获取战略接替油气资源的国家级战略工程，兼具重塑地质理论与保障能源安全的双重核心价值，也是世界钻探技术领域的制高点，科学与现实意义重大。但“一深带万难”，与深井（井深4500-6000米）相比，深度的进一步增加为钻井技术领域带来巨大挑战，核心技术挑战一、深部破岩能量匮乏但岩石高硬难钻导致钻进过程“钻不快”；二、仪器耐温能力受限但井底温度不断攀升导致井下参数“测不到”；三、超长钻柱“软得像面条”但地层高陡大倾角导致井眼轨迹“控不好”。上述难题严重制约了向深地进军的速度、限制了向超深层、特深层进军的深度。突破技术掣肘，创新能量匮乏环境高效破岩提速理论、研发高温复杂环境高精度测量仪器、实现高陡易斜地层超柔钻柱精准控制从而保障井眼继续向更深地层更快延伸迫在眉睫。 针对上述背景，该项目在国家自然科学基金及国家重点研发等二十余个项目和课题的资助下，经十余年持续攻关，在“理念革新、装备创制及技术打造”方面均取得了重大的技术	

突破和显著的应用成效。主要创新成果如下：

创新点 1：融合提升破岩能量与降低破岩能耗的一体化破岩提速技术装备，实现了超深特深地层动力匮乏环境硬岩“钻的快”。研发了提升破岩能量装备的高温大扭矩螺杆钻具和井底减振增排增压工具，高温大扭矩螺杆钻具可实现水力能量到破岩动力的高效转化，耐温 200℃，转化效率超 75%；井底减振增排增压工具可利用钻柱振动实现钻井液增排增压，增排 21%，增压值达 3-14MPa。发明了降低破岩能耗装备的井底应力卸荷钻头，该钻头利用释放井底应力、转化岩石应力状态降低破岩能耗，降低能耗值近 40%。一体化破岩提速技术钻速提高值达 44%。

创新点 2：兼具耐 200℃高温、抗 50G 冲击力的井下参数精准测量与高效传输装备，实现了高温复杂环境井底参数“测的到”。首创了金属陶瓷复合封装隔热技术，形成了基于惯性原理的传感器模块化设计技术，研发了宇航级耐 200℃石英挠性加速度计和 8 通道 24 位耐 200℃采集电路，基于此，研制了耐温 200℃高精度定向传感器，200℃无故障测试 2000h。发明了高可靠性随钻遥感信号发生器，开发了超深井微弱信号精确解码系统，形成了国内首套耐 200℃MWD 系统，耐压 207MPa、抗冲击 50G。打造的深地超高温随钻轨迹精准测量技术施工成功率 100%。

创新点 3：协同钻头推靠力及指向作用的导向钻具组合及全机械式垂直钻井装备，实现了高陡大倾角硬地层钻进超柔钻柱“控的好”。发明了支撑轨迹控制理论创新的导向钻井全过程模拟试验系统，发现了钻头推靠力与转角共存且共同制约导向系统轨迹控制能力、钻头推靠力与转角在轨迹控制中发挥相互矛盾作用的客观规律。基于此，首创了综合钻头推靠力及转角的轨迹预测方法，预测精度达 95%。研发了导向钻具组合，造斜能力提升 35.3%，研发了高精度机械式垂直钻井工具，耐温 200℃、控制井斜<3°，突破了井下垂直钻具的耐高温瓶颈，填补了空白。

核心技术形成发明专利矩阵库 1 个（共 47 项，其中美国专利 2 项）、软件著作权 2 件及标准 1 项。获协会类一等奖 2 项。在顺北、川西、塔里木等深层、超深层及特深层油田应用 500 余口井，降低钻井成本及实现直接效益达 17.4 亿元。为实现 8000m 超深井、9000m 特深井、11000m 特深井这一系列钻井井深跨越提供了重要支持，引领了超深井及特深井钻井技术的发展。

主要完成人情况

第 1 完成人	姓名	刘永旺	行政职务/技术职称	教授
	完成单位	中国石油大学（华东）	工作单位	中国石油大学（华东）
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目负责人，对创新点 1、2、3 做出了重要贡献：①提出了卸荷岩石围压降低破岩能耗方法，建立了基于钻柱振动实现环空钻井液引入并增压的方法，研制了 3 类提装备；②参与了井下信息高效传输研究，助推仪器研发突破；③提出钻头转角与推靠力协同控制轨迹方法，设计了钻具组合；④参与了现场应用推广。 2、获授权发明专利 27 件，发表相关论文 13 篇。			
第 2 完成人	姓名	张洪宁	行政职务/技术职称	研究员
	完成单位	中石化石油工程技术研究院有限公司	工作单位	中石化石油工程技术研究院有限公司

	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，对创新点 1、2、3、做出了贡献，①参与负责深地复杂难钻地层提速钻头与配套工具关键技术研究与应用工作；②主持提速工具研发，制定了复杂难钻地层一体化协同提速技术体系；③超深特深井轨迹控制方法与实践研究。2、授权发明专利 19 件，发表论文 11 篇。			
第 3 完成人	姓名	武强	行政职务/技术职称	团队副经理/高级工程师
	完成单位	中国石油集团工程技术研究院有限公司	工作单位	中国石油集团工程技术研究院有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，对创新点 1 做出了重要贡献：①参与设计了低能耗 PDC 钻头；②设计了一种多级反馈水力诱发共振钻井工具；③开展了现场实验与推广应用。2、获授权发明专利 13 件。			
第 4 完成人	姓名	薛启龙	行政职务/技术职称	副教授
	完成单位	中国地质大学（北京）	工作单位	中国地质大学（北京）
	对本项目技术创造性贡献： 1、本人对创新点 3 做出了突出贡献：①负责研发了一种全机械式旋转导向钻井工具；②负责一种机械式随钻井斜测量仪。2、获授权发明专利 11 项。			
第 5 完成人	姓名	赵国山	行政职务/技术职称	高级工程师
	完成单位	中石化经纬有限公司胜利定向井公司	工作单位	中石化经纬有限公司胜利定向井公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，对创新点 2、3 做出了重要贡献：①发明了一种旋转阀脉冲发生装置；②发明了一种钻铤式井下信息声波发射装置及方法。2、获授权发明专利 10 件。			
第 6 完成人	姓名	王庆	行政职务/技术职称	团队副经理/高级工程师
	完成单位	中国石油集团工程技术研究院有限公司	工作单位	中国石油集团工程技术研究院有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，对创新点 1、2 做出了重要贡献：①研发了钻头磨损类型检测方法和装置；②参与一种页岩气的水平井水平段钻井优化与提速方法研究，并帮助协调现场应用。2、获授权发明专利 8 件。			
第 7 完成人	姓名	陈畅畅	行政职务/技术职称	团队副经理/工程师
	完成单位	中国石油集团工程技术研究院有限公司	工作单位	中国石油集团工程技术研究院有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，对创新点 1、3 做出了重要贡献：①参与基于钻柱振动的减振增排增压技术与装备研发；②开展了全机械垂钻现场实验与推广应用。2、获授权发明专利 8 件。			
第 8 完成人	姓名	冯光通	行政职务/技术职称	经理/高级工程师
	完成单位	中石化经纬有限公司胜利定向井公司	工作单位	中石化经纬有限公司胜利定向井公司

	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，对创新点 2、3 做出了重要贡献：①参与井下脉冲器及井下脉冲器控制方法、控制系统研究；②负责开展了项目技术在塔里木等地的现场实验与推广应用。2、获授权发明专利 5 件。			
第 9 完成人	姓名	蒋学峰	行政职务/技术职称	副总经理/高级工程师
	完成单位	中石化华北石油工程有限公司	工作单位	中石化华北石油工程有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，对创新点 1、3 做出了贡献：①负责超深特深地层钻井提速关键技术研究与应用工作；②参与钻头的设计研发，参与攻关形成了难钻地层一体化提速技术体系；2、获授权实用新型专利 2 件。			
第 10 完成人	姓名	于广海	行政职务/技术职称	副经理/工程师
	完成单位	德州联合石油科技股份有限公司	工作单位	德州联合石油科技股份有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，主要对创新点 1、2 有贡献：①主导研制了高温大扭矩螺杆；②参与高温仪器结构优化及革新研究。2、授权发明专利 3 件。			
第 11 完成人	姓名	张喜民	行政职务/技术职称	副经理/高级工程师
	完成单位	中石化石油工程技术研究院有限公司	工作单位	中石化石油工程技术研究院有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要参与人，对创新点 3 均做出了突出贡献：①参与研发了垂直钻井工具；②开展了垂直钻井技术现场实验与推广应用； 2、授权发明专利 4 项。			
第 12 完成人	姓名	李明忠	行政职务/技术职称	副经理/高级工程师
	完成单位	中石化华北石油工程有限公司	工作单位	中石化华北石油工程有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要参与人，对创新点 1、3 均做出了贡献：①参与一体化提速方法设计及现场应用；②开展了垂直钻井技术现场实验与推广应用； 2、授权发明专利 2 项。			
第 13 完成人	姓名	刘文涛	行政职务/技术职称	总工程师/工程师
	完成单位	郑州士奇测控技术有限公司	工作单位	郑州士奇测控技术有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要参与人，对创新点 2 做出了突出贡献：①参与研发一种基于位置组合校验的随钻测斜仪测量数据编解码方法；②开展了高温仪器实验与推广应用； 2、授权发明专利 3 项。			
第 14 完成人	姓名	褚方磊	行政职务/技术职称	经理/高级工程师
	完成单位	莱州市原野科技有限公司	工作单位	莱州市原野科技有限公司
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目主要完成人，主要对创新点 1 有贡献：①开发了一种可适应地质的 PDC 钻头；②负责高效钻头现场实验与推广应用。2、授权发明专利 3 项。			
第 15 完	姓名	黄勇	行政职务/技术职称	所副书记/讲师

成人	完成单位	中国石油大学（华东）	工作单位	中国石油大学（华东）
	对本项目技术创造性贡献： 1、项目完成人，主要对创新点 1 有贡献：①研发仿生高抗冲击聚晶金刚石复合片；②设计自动换刃的 PDC 切削齿。2、授权发明专利 4 项。			
主要完成单位情况				
第一完成单位	单位名称	中国石油大学（华东）		
	对本项目技术创造性的贡献： 中国石油大学（华东）是本项目的第一完成单位，负责整个项目的研究与实施。创建了提升破岩能量与降低破岩能耗协同破岩提速方法，形成了垂直钻井系统钻具组合设计、参与井下信息高效传输研究。是创新 1、2、3 的主要贡献单位。组织成果的推广应用，为取得超深特深层钻井关键技术的突破做出了突出贡献。			
第二完成单位	单位名称	中石化石油工程技术研究院有限公司		
	对本项目技术创造性的贡献： 中石化石油工程技术研究院有限公司是本项目的参加单位，与中国石油大学（华东）等共同研发了关键技术装备，并负责在塔里木油田进行了应用推广，主要涉及钻井提速技术及轨迹控制技术等，为成果的推广应用提供了极大的支撑。是创新成果 1、2、3 的重要贡献单位。			
第三完成单位	单位名称	中国石油集团工程技术研究院有限公司		
	对本项目技术创造性的贡献： 中国石油集团工程技术研究院有限公司是本项目的主要参加单位，发明了系列钻井提速装置，参与提出了底部钻具组合和钻进参数优选方法，参与打造了全机械垂直钻井国产利器及配套应用技术，进行了实验验证。是创新成果 1、3 的重要贡献单位。			
第四完成单位	单位名称	中国地质大学（北京）		
	对本项目技术创造性的贡献： 研发了一种全机械式旋转导向钻井工具；负责一种机械式随钻井斜测量仪。为超深特深层钻井高温高陡环境防斜打直提供了技术与装备支撑，是创新成果 1、3 的重要贡献者。			
第五完成单位	单位名称	中石化经纬有限公司胜利定向井公司		
	对本项目技术创造性的贡献： 中石化经纬有限公司胜利定向井公司是本项目的主要完成单位，负责整个项目的推广、应用及升级。是高温测试仪器的设计、开发单位之一，负责项目成果的应用实施。提出并完成了优快钻井配套技术措施，应用科学高效的技术管理，有力地保障了成果的落地，是创新成果 1、2、3 的重要贡献者。			
第六完成单位	单位名称	中石化华北石油工程有限公司		
	对本项目技术创造性的贡献： 中石化华北石油工程有限公司是本项目的参加单位，推广应用中国石油大学（华东）研发的关键技术装备，并负责在在顺北、塔里木、四川等地区推广，为成果的推广应			

	用提供了极大的支撑。是创新成果 1、2、3 的重要贡献单位。	
第七完成单位	单位名称	德州联合石油科技股份有限公司
	对本项目技术创造性的贡献： 德州联合石油科技股份有限公司是本项目系列提速装备的生产制造厂家，负责装备的加工、推广及升级改造，为超深特深层钻井技术实施及推广提供了装备支撑。是创新成果 1、2、3 的贡献单位。	
第八完成单位	单位名称	郑州士奇测控技术有限公司
	对本项目技术创造性的贡献： 郑州士奇测控技术有限公司是高温仪器主要研发单位，并负责高温仪器推广应用和升级，参与开发了井下参数高精度监测系统，开展了连续作业工况下的系统可靠性测试实验；是创新成果 2 的贡献单位。	
第九完成单位	单位名称	莱州市原野科技有限公司
	对本项目技术创造性的贡献： 莱州市原野科技有限公司是本项目系列高效钻头的生产制造厂家，负责钻头的加工、推广及升级改造，为超深特深层钻井技术实施及推广提供了装备支撑。是创新成果 1 的贡献单位。	

主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	Efficient and Intelligent Steering Drilling	美国	US115 91896 B2	2023 年 2 月 28 日	US011 591896 B2	中国石油大学（华东）	刘永旺	有效	是	是
发明专利	一种适合于难钻地层智能钻井的阶梯式钻头及钻井方法	中国	ZL202 01143 9245.6	2022 年 5 月 15 日	514721 6	中国石油大学（华东）	刘永旺、张喆、管志川、邹德永、何鑫岩、魏森	有效	是	是
发明专利	一种具有聚能攻击卸荷井底应力的钻头及钻井方法	中国	ZL201 91121 6860.8	2021 年 2 月 26 日	426736 7	中国石油大学（华东）	刘永旺、管志川	有效	是	是
发明专利	一种提高油气井钻井速度的装置	中国	ZL201 41015 3115.4	2015 年 11 月 11 日	183772 4	中国石油大学（华东）	刘永旺、管志川	有效	是	是
发明专利	一种用于井下钻具的提速工具	中国	ZL201 91093 2489.9	2023 年 4 月 14 日	556890 9	中国石油化工股份有限公司; 中国石油化工股份有	张洪宁;张进双;孙明光;胡群爱;马广军;孙连忠;张海平;张仁龙	有效	否	否

发明专利	一种螺杆钻具	中国	ZL201910932679.0	2023年4月28日	5648639	中国石油化工股份有限公司; 中国石油化工股份有限公司石油工程技术研究院	张洪宁; 臧艳彬; 陈小锋; 刘卫东; 张建龙; 王怡; 张金成; 刘建华; 韩艳浓	有效	否	否
发明专利	一种多级反馈水力诱发共振钻井工具	中国	ZL202310364569.5	2023年4月7号	8340374	中国石油天然气集团有限公司; 中国石油集团工程技术有限公司	武强; 纪国栋; 黄洪春; 陈畅畅; 刘力呼怀刚; 于金平; 孙钰淇; 邵方源; 干璟	有效	否	否
发明专利	平衡涡轮、偏转控制机构和机械式自动垂直钻具	中国	ZL201710913604.9	2023年10月20日	8876409	中国地质大学(北京)	薛启龙; 李立鑫; 刘宝林; 王晋; 曲骏	有效	否	否
发明专利	一种旋转阀脉冲发生装置	中国	ZL202311068692.9	2025年10月24日	954621321	中国石油化工集团有限公司; 中石化石油工程技术服务有限公司	赵国山; 冯光通; 隋海东; 初雯; 王丹辉; 吕柯	有效	否	否
发明专利	卡锁式井下声波信号地面接收显示系统	中国	ZL201710324005.3	2021-2-9	5029302	中国石油大学(华东)	王庆; 刘永旺; 管志川; 李志刚; 赵国山; 都振川	有效	是	是