

2022 年度自治区技术发明奖候选成果（共 11 项）

序号	科技成果 登记号	项目名称	提名单位	完成人	评价表类型
1	20150140	冷榨有机红花籽油提取技术研究与应用	塔城地区	王来忠(新疆天鼎红花油有限公司);李华彬(完成单位:新疆裕民天鼎红花油有限公司,工作单位:新疆天鼎红花油有限公司);	技术发明
<p>该项目主要通过应用独创、自有的冷榨、冷炼、冷滤、冷藏技术提取精制红花籽油,开发出新产品---冷榨有机红花籽油,其中亚油酸含量高达 78%以上,不饱和脂肪酸含量达 91%以上。</p> <p>主要技术内容:</p> <p>1、采用天然红花籽为原料,通过低温冷榨调质法结合离心分离提取天然红花籽油的技术。采用低温冷榨技术提取红花籽油,选取较温和的低温调质工艺参数,采取冷榨优化组合,确定最佳工艺参数。结合离心分离技术对红花籽油进行精制制备。确定中试生产中制备红花籽油的最佳工艺参数。</p> <p>2、采用天然红花籽油为原料,通过精制技术及大分子截留法冷冻膜分离纯化红花籽油不饱和脂肪酸工艺技术。采用低温法冷冻、冷炼技术富集红花籽油不饱和脂肪酸,选取较稳定的低温冷炼工艺参数,采取精滤优化组合,确定最佳工艺参数。结合冷冻膜分离技术对红花籽油进行精制制备。确定中试生产中制备红花籽油的最佳工艺参数。</p> <p>3、采用天然红花籽油为样本,通过充氮低温储存及净化车间灌装,和苯板保温工艺技术。用冷藏法储存天然红花籽油确定最佳工艺参数。</p> <p>获得发明专利两项:红花籽油冷榨制油方法 201410187470.3;红花籽油精炼方法 201410187460.X</p> <p>技术经济指标:</p> <p>1、技术指标:冷榨技术提油离心分离得到品质优良的有机红花籽油,提取率 75.86%,有效成分提取率为 98.76%;经过冷炼技术进行降温制备,天然有机红花籽油饱和脂浑化、脂化冷结率达到 91.69%,不饱和脂肪酸含量达到 93.28%;充氮低温储存制备的有机红花籽油冷藏 3600h 上升了 0.0165%,过氧化值上升了 0.0166%,几乎无变化。显著提高了产品技术水平及附加值。</p> <p>2、经济指标:2019 年-2021 年累积新增产值 4368 万元、新增利税 191 万元;前三年平均新增产值 1456 万元、新增利税 63 万元。应用推广及效益情况:冷榨有机红花籽油技术应用推广到新疆宏展特色农业科技有限公司,宏展公司在红花黄色素提取生产过程中,借鉴该成果中低温膜过滤技术,通过温度调节、精滤压力、膜材配比等工艺参数的优化及应用,改善了原有红花黄色素提取工艺,提高了红花黄色素提取率和纯化率。累积生产红花黄色素 5.6 吨,实现产值 840 万元,实现利润 176.4 万元,累积新增收购红花丝原料 60 吨,带动当地农民增收 940 万元。平均每年带动 600 余户农民增收,户平均增收约 2000 元。通过红花籽的加工,有效延长了红花产业链,形成红花产业集群效应。可以有效的消化吸收红花种植产能,带动更多的农户进行红花种植。预计新增红花种植面积 30 万亩,新增种植户 10000 户,每亩每年可给农业生产者增加收入达到 500 元以上。</p>					
2	20200310	永磁直驱风力发电机温控模块化及耐腐蚀性关键技术创新与应用	乌鲁木齐市	李延慧(新疆金风科技股份有限公司);马盛骏(新疆金风科技股份有限公司);何海涛(新疆金风科技股份有限公司);李斐斐	技术发明

				(新疆金风科技股份有限公司);王旭(新疆金风科技股份有限公司);石胜杰(新疆金风科技股份有限公司);	
<p>本项目由新疆金风科技股份有限公司（以下简称“金风科技”）自主研发，为解决现场高温潮湿、高盐高腐蚀等严苛的自然环境条件下，发电机磁钢易腐蚀、磁极易开裂、旋转电机转子磁极温度难获取等行业难题，开展了磁钢、磁极、发电机转子、定子绝缘等发电机核心部件温控模块技术及防腐技术等关键技术研究。项目提出了无传感器测量转子表面温度的算法，开发出发电机系统的温控模块，将温控模块与核心部件的材料防腐工艺相结合，达到了在海、陆风电场严苛复杂环境下快速恢复发电机整体防腐性能的目的，使得在恢复防腐性能的过程中核心部件的温度可获得，升温可控制，效率最优化。项目主要创新点如下：</p> <p>（1）提出了支撑永磁电机面对陆上潮湿自然环境和进入海上风电的磁极防腐耐环境技术，显著提升了磁极的可靠度，实现了发电机的可靠度提高 2%~3%；</p> <p>（2）对磁钢借助柔性介质连接技术增加阻尼，将分立磁钢连接成模块化整体单元，达到磁钢之间热传导路径均一化达到均温效果，同时统一了磁极的振动频率特性，形成多项高效经济的保护磁极的隔振减振技术，实现冲击振动失效率为 0；</p> <p>（3）提出了利用先进的纤维增强树脂基复合材料液体模塑成型工艺技术、封闭腔体围护结构对磁极实施封装或固定的磁极制造工艺技术，显著提升了气密缺陷通过率，制造、装配效率提升 5%~10%；</p> <p>（4）提出了地面等效试验方法，开发了地面等效试验装置，实现了旋转永磁磁极（或磁极模块）在无温度传感器条件下的温度估计及磁极保护。</p> <p>本项目累计获授权发明专利 38 件，其中 PCT 专利 10 件、中国发明专利 18 件、中国实用新型专利 10 件；参与编制标准 7 项，其中国家标准 1 项、行业标准 6 项；发表核心论文 8 篇。项目成果通过在金风科技 1.5MW、6S/8S 等主力机型上广泛应用，提高了发电机运行稳定性，降低了因发电机故障而产生的维护成本费用，经济社会效益显著。项目累计新增销售收入 261212.55 万元，新增利润 21532.22 万元，新增税收 12678.83 万元；实现年节约标准煤 224.93 万吨，减少 564.50 万吨 CO₂、4.78 万吨 SO₂、7.81 万吨氮氧化物排放量，在节能减排、应对气候变化、优化和调整电力结构等方面发挥了引领作用。</p>					
3	20210106	聚集诱导油水分离材料与技术	中国科学院新疆分院	马鹏程(中国科学院新疆理化技术研究所);杨苏东(中国科学院新疆理化技术研究所);郝斌(中国科学院新疆理化技术研究所);阿克热木·牙生(中国科学院新疆理化技术研究所);胡美龙(中科院广州化学有限公司);王瑞(中科瑞丽分离科技无锡有限公司);	技术发明

原油开采和石化行业产生大量含油污水，此类污水的任意排放不仅会造成资源浪费，还会破坏生态环境，影响人类健康。开展高效油-水分离材料的设计、制备及应用研究，对提高环境资源利用效率以及污染物治理具有重要意义。在国家海外高层次人才计划、国家自然科学基金、中科院“西部之光”、新疆青年科技创新人才培养工程等项目的支持下，项目组经过十年攻关，提出聚集诱导油水分离新技术，研制出一系列基于该技术的纳米复合油水分离材料，突破了油水分离材料规模化制备、材料与分离设备有效集成等关键技术，实现了聚集诱导油水分离材料及装备在原油开采、石化等行业油水分离领域的应用。主要技术发明点介绍如下：

- 1) 以油水混合物中油含量及其分布特征（浮油、分散油、乳化油等）为出发点，构筑了一系列具有多元化特性的纳米复合油水分离材料，形成了制备上述材料的普适性方法体系，解决了传统油-水分离用纳米材料制备工艺复杂、成本高、难以量产等困难，填补了我国在高端油水分离材料领域的技术空白。
- 2) 阐明了纳米复合油水分离材料表面特性（形貌、功能基团等）与材料宏观亲水/疏水性质之间的关系，建立了由材料表面能和粗糙度控制的油水分离过程方法，提出了基于聚集诱导现象实现油水混合物分离的新技术，并实现新技术的应用验证。
- 3) 以制备的纳米复合油水分离材料为核心元件，研制出聚集诱导油水分离设备，实现了油水分离材料和设备的有效集成。该设备采用模块化模式，以基础处理结构为单元，采用智能化和自动控制系统，实现了对油田原油采出液和石化行业油水混合物的高效分离和资源化利用。

本项目获得授权国家发明专利 8 项、实用新型专利 2 项、软件著作权 2 项，发表 SCI 论文 11 篇。成果拥有自主知识产权，并形成从分离材料、组件到装备的全链条技术布局，打破了高端油水分离材料长期被欧美企业垄断的现状，实现了对进口材料和技术替代。科研成果孵化成立 1 家高技术企业，获得 2017 年“第六届中国创新创业大赛新材料行业总决赛”全国三等奖，相关产品和技术已在北京承天倍达、新疆油田、天津渤海石化、定远亿利等国内多家企业推广应用，三年累计新增利润 1890.34 万元。本项目在实施过程中培养了一支长期致力于分离材料与技术研究的科研队伍并获得快速成长，项目第一完成人于 2018 年当选英国皇家化学会会士（FRSC）、2019 年获得“第三届中国复合材料学会青年科学家”荣誉称号，2022 年获中国侨界贡献奖（一等奖）；项目组成员先后获得国家海外高层次人才（1 人次）、中组部和中科院联合颁发的“西部之光”优秀入选者、中国科协“青年人才托举工程”、新疆高层次人才（2 人次）、新疆“天山青年”计划、中科院西部青年学者（2 人次）等奖励和荣誉，培养博士 5 名，硕士 12 名。

4	20210361	输电线路智能运检监测关键技术及应用	新疆电力公司	吴波(国网新疆电力有限公司奎屯供电公司);金辉(国网新疆电力有限公司喀什供电公司);王延昌(国网新疆电力有限公司奎屯供电公司);张建生(国网新疆电力有限公司喀什供电公司);顾世峰(国网新疆电力有限公司奎屯供电公司);马瑞龙(国网新疆电力有限公司电力科学院);	技术发明
---	----------	-------------------	--------	---	------

项目简介

首先，针对由外力破坏造成输电线路频繁跳闸的问题，提出了基于雷达原理的架空输电线路防外力破坏系统检测装置，对4条110千伏重要输电线路开展了外破评估，并提出了差异化防治措施；自主研发了适用于新疆地区的防外力破坏系统检测装置，该装置可将外破故障降低80%。其次，针对由外破导致的输电线路故障抢修的问题，建立了带电紧固螺栓装置性能试验和在操作方法，并形成企业标准。实现对高压绝缘子螺栓进行带电紧固，而且操作方便安全、效率高，大大减少因维护高压绝缘子所造成的停电问题，可比原有方式提高效率50%以上。

本成果特别研发了一种高压输电线检修用工具输送车及越障方法，包括吊篮和安装在吊篮上并且能够相对其移动的第一、第二和第三吊臂可以跨越铁塔连接件。可以在几百级铁塔连续长距离走线作业，极大的提高了线路作业工作效率。

发现外破及缺陷后，利用自主研发的专用工具及滑车，针对各类复杂工况下输电线路高压水平双分裂线路导线连接间隔棒滑出或构件缺失问题，研制了高压水平双分裂线路检修滑车在高压输电时、在两根子导线之间通常每隔一段距离都采用间隔棒来隔开，间隔棒的两端采用两瓣环形的扣件用螺丝扣接在一起，在野外风力的作用下很容易使螺栓脱落，也使间隔棒失去隔离两根子导线的作用，从而使两根子导线搭接在一起，也使用两根子导线之间产生辫子击，易磨损导线，也增加了电力的损耗，因此，也经常需要线路维护人员更换或将脱落的间隔棒重新安装好，目前通常线路维护人员都从一根电线杆上开始骑坐导线飞车，中间需要跨越多个间隔棒，到达另一根电线杆，然后重新安放导线飞车，再骑到另一根电线杆，费时，费力，也非常麻烦。

本成果公开了一种高压水平双分裂线路检修滑车，包括车架，在所述的车架上端两侧设有轴，在轴上的周围均布的设有翻越滑轮，与现有技术相比，本实用新型在线路检修时，无需人员骑坐，小巧灵活，可以在需要维修处方便维修人员上去维修，也可以方便的跨越间隔棒两端的接头，省时、省力使用方便，节约了人力、物力，非常适合高压水平双分裂线路检修时使用。使用时，用绝缘杆将检修滑车挑到高压水平双分裂线路的两根子导线上，将翻越滑轮骑跨在两根子导线上，用绳索拴在车架上，操作人员在下面拉着检修滑车前进，当翻越滑轮碰到间隔棒两端的扣件时，可以自动翻转到下一个翻越滑轮，从而可以跨越过间隔棒，继续前进，当碰到脱落的间隔棒时，利用另一根绳索穿过车架的下端，将挂梯吊上去，上端挂在导线上，操作人员沿挂梯爬上去维修或更换，维修或更换完成后，操作人员下来，再将挂梯放下，又可继续前进，非常方便，也无需操作人员在上面骑坐，方便实用，节约了人力和物力。发明的一种高压输电线检修用工具输送车及越障方法，由3个活动臂和箱体组成，3个活动臂交替动作，可以跨越导线与铁塔连接处，极大的提高了检修滑车的作业范围，一次挂到线路上就可以。

5	20220162	超深层碳酸盐岩断控缝洞体油气藏三维空间雕刻及储量计算技术	中国石化西北油田分公司	李宗杰(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);刘军(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);李海英(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);漆立新(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);张永升(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);李弘艳(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);	技术发明
---	----------	------------------------------	-------------	---	------

近年来，中石化西北油田分公司在顺北地区实现了超深层碳酸盐岩油气勘探的重大突破，为建设储量产量接替阵地奠定了坚实的基础。但顺北地区走滑断裂体系及其控制的缝洞体地震响应特征不清，超深层 (>7000m) 碳酸盐岩断裂缝洞体敏感参数优选及预测方法有待进一步完善，断裂带内部结构分类雕刻及储量计算研究需要深入推进。针对以上技术难题，中石化西北油田分公司以顺北超深层碳酸盐岩断控缝洞体油气藏储量精确计算为核心目标开展技术攻关，建立了适应塔里木盆地沙漠地区低信噪比地震资料条件下，超深碳酸盐岩断控缝洞体油气藏三维空间雕刻及储量计算关键技术系列，主要创新成果如下：

(1) 创建了以“压缩感知拓频、三维体 Q 补偿”为核心的沙漠区超深层碳酸盐岩走滑断裂带提高分辨率处理技术。埋深 7300m，地震波主频从 25Hz 提高到 30Hz，有效频宽从 5-40Hz 提高到 5-55Hz，走滑断裂带及缝洞体地震分辨率明显提高。

(2) 形成了超深层碳酸盐岩断控缝洞体相控波阻抗反演技术。①建立了洞穴型储层“串珠”相、孔洞型储层“杂乱”相、裂缝型储层“线性弱反射”相三类储层相控低频反演模型；②形成了基于断控储集体地震识别、多属性融合断控储集体模型建立和基于模型的相控反演技术。

(3) 形成了超深层碳酸盐岩断控缝洞型油气藏三维空间雕刻及储量计算技术。将地震波阻抗转化为孔隙度体，利用空间积分的方法分类计算洞穴、孔洞和裂缝储层的有效体积，进行储量计算。

基于本项目研发了一系列技术，形成了多项完全知识产权，申报国家发明专利 13 件，其中已获得授权 8 件，公开公告（申请中）5 件；登记国家计算机软件著作权 3 件；发表论文 28 篇。

该项目研究成果及技术方法思路在顺北地区的应用成效显著，指导了顺北 1 号、5 号、4 号、8 号等多条走滑断裂带断控储集体储层预测、井位部署、井轨迹设计及储量提交工作，实现了中国石化“深地工程”的重大突破。项目成果同时推广至塔里木盆地其他勘探开发工区。①井位方面：在前期勘探系列井突破基础上，实现了顺北 4 号带、8 号带 12 口勘探开发测试日产千吨油当量的良好效果；②圈闭描述与储量计算方面：落实评价有利区带 4 个，描述圈闭 17 个，2019-2021 年累计提交三级储量 7.26 亿吨油当量，其中探明石油 1.29 亿吨，天然气 508.5 亿方(含溶解气)；③产量与产能方面：累产油 261 万吨，天然气 10.7 亿方，新建产能 122 万吨当量，具有可观的经济效益，为顺北油田高质量勘探开发做出了重要支撑。同时。项目成果也推广至塔里木盆地其他勘探开发工区进行应用，为塔河、塔中等地区的储层描述及储量计算提供了技术支撑。

6	20220185	基于多相流方法的超稠油流动性保障关键技术	克拉玛依市	郭继香(完成单位：非常规油气科学技术研究院，工作单位：中国石油大学(北京));杨喬琦(中国石油大学(北京)克拉玛依校区);陈利新(完成单位：东河油气开发部，工作单位：中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);杨祖国(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);宋兆杰(完成单位：非常规油气科学技术研究院，工作单位：中国石油大学(北京));熊瑞颖(完成单位：非常规油气科学技术研究院，工作单位：中国石油大学(北京));	技术发明
---	----------	----------------------	-------	---	------

深层油气占世界新增油气资源量的 60%以上，是未来石油技术发展的战略制高点。塔里木盆地是我国深层油气的主要富集区，探明储量 23 亿吨，原油稳定性和流动性差是制约该类油藏高效开发的主要技术瓶颈之一，目前国内外尚无成熟的理论与技术。

本成果面向国家经济社会发展和能源安全的重大需求，依托国家 863 计划、油气重大科技专项、自然科学基金等项目，历经 10 年“产学研用”一体化联合攻关，实现了关键装置、特色用剂及核心工艺的重大突破，经中国石油与化学工业联合会鉴定，技术成果总体达到国际领先水平。主要发明点如下：

(1) 发明了 140℃、70MPa 高温高压地层-井筒一体化多相流室内模拟装置。突破国内外多相流装置不耐温 ($\leq 60^{\circ}\text{C}$)、不耐压 ($\leq 5\text{MPa}$)、难以模拟现场生产工况的限制，设计加工了耐温 180℃、耐压 70~150MPa 的高温高压地层-井筒一体化气液固多相流装置，固相析出检测灵敏度由微米级提高至纳米级。

(2) 发明了超深井超稠油气液固复杂多相流动参数预测方法。突破现有预测方法仅适用于常温、常压、低黏 ($\leq 2000\text{mPa}\cdot\text{s}$) 牛顿流体的限制，首创高温 140℃、高压 70MPa、高黏 ($10000\text{mPa}\cdot\text{s}$) 非牛顿流体在多种掺入介质条件下的多相流动型态、压降、沥青质析出和沉积预测模型及图版，将国内外现有模型预测精度由 72%提升至 90%以上。

(3) 发明了超稠油化学法高效稳定流动控制技术。突破国内外降黏剂或驱油剂 100℃、100000mg/L 的耐温、耐盐极限以及对沥青质解堵、抑堵效果差的缺陷，研发了耐温 140℃、耐盐 240000mg/L 的降黏-洗油多功能复合体系和兼具解堵-抑堵功能的超稠油高效沥青分散体系，创国内外高温 140℃、高盐 240000mg/L、高黏 600000mPa·s 超稠油实现降黏率 99%、洗油效率 90%成功先例，沥青质堵塞周期由 7 天增加至 750 天。

(4) 创建了超深井超稠油多相流动增效工艺优化技术。首创了理论定量指导下的稠油掺入介质工艺优化设计图版和软件，可得到不同掺入介质的最优注入量、注入位置和注入时机，通过优化稠油开采工艺参数，节约稀油率 65%、检泵周期从 83 天增加到 181 天。

近三年项目成果在中石化塔河、中石油塔里木油田应用 850 井次，增产原油 109.6 万吨，利润 9.63 亿元。成果从关键装置、模拟方法、关键用剂到工艺的全链条技术布局，获授权发明专利 25 件、实用新型专利 2 件、软件著作权 4 件，发表论文 45 篇，出版专著 2 部，制订企标 2 项。项目实施过程中为自治区培养了一支长期致力于深层高温、高压、高盐等严苛条件下气液固多相流关键技术攻关科研队伍，团队成员先后获 863 首席科学家、北京三八红旗手、“天山英才”第一层次人选、新疆青年科技奖等奖励和荣誉。项目推动了深层油气多相流应用领域技术进步，发挥行业引领和示范作用，可推广应用到其他同类深层油气藏开发，社会与经济效益显著。

7	20220216	超深井低压易漏长封固段固井技术研究及工业化应用	中国石化西北油田分公司	彭明旺(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);常连玉(完成单位:中国石油化工股份有限公司西北油田分公司,工作单位:中石化石油工程技术研究院有限公司);李小江(完成单位:中国石油化工股份有限公司西北油田分公司,工作单位:中石化石油工程技术研究院有限公司);赫英状(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);刘景涛(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);刘仕银(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);	技术发明
---	----------	-------------------------	-------------	--	------

顺北油气田已成为我国油气增储上产最有潜力的接替地区，井深多在 8000m 以上，固井面临封固段长、温度高、地层承压能力低的技术难题。按照“瞄准全球技术高点、强化基础理论和应用技术研究”的思路，研发针对性固井外加剂及固井工具，形成配套技术并进行推广应用，主要创新如下：

1、可固化的温敏智能堵漏型隔离液技术

首次提出了温敏智能堵漏隔离液技术，开发了记忆变形网和记忆膨胀球两种类型的智能堵漏材料，可根据漏层温度来调整温敏智能堵漏材料的响应温度，实现在特定层位达到针对性堵漏的目的。创新地提出了在其中添加剂种类更多、浓度更大的复合堵漏材料的新方法，显著提升了隔离液防漏堵漏能力。首次提出并使用了具有一定细度的活性矿渣作为加重材料，因为矿渣具有的潜在碱激活固化特性，残留在井壁的隔离液在水泥浆碱性激活下实现固化，提高界面胶结质量。研发的温敏智能堵漏型隔离液体系对 2mm 裂缝封堵能力达到 8MPa。

2、低承压地层复合防漏固井技术

首次提出颗粒改型和精细化分级技术、粉煤灰激活增强技术，研发了承压能力高、成本低的复合减轻材料；创新提出了离心喷雾造粒法及高温等离子体烧结技术研发高抗挤空心玻璃微珠减轻材料的途径，研发的高抗挤微珠承压能力达到 120MPa，较常规漂珠提高 100%。基于颗粒级配理论，研发了深井高强低密度水泥浆体系，密度在 1.20~1.45g/cm³，有效降低了环空液柱压力，降低了固井漏失风险。研发了研制 Φ244.5mm 和 Φ219.1mm 封隔式双级箍，有效防止了二级固井漏失，提高固井施工作业连续性提高施工作业效率。形成了顺北超深井低压地层段复合防漏固井技术

3、长封固段大温差水泥浆体系

以 AMPS、DMAA、AA 和 AHPS 为主要单体，采用接枝共聚两步法合成温度广谱型降失水剂，抗温达到 210℃；以 AMPS 和 IA 为主要单体，创新地引入刚性、耐温单体 NVP，设计空间位阻分子结构，消除了缓凝剂对温差的敏感性，研发了抗温抗温达到 205℃的温度广谱型缓凝剂，协调解决了耐高温和大温差的问题。以此为基础研发了长封固段大温差水泥浆体系，满足 110℃ 以上大温差固井需求，突破了深井高温长封固段顶部中低温条件下强度发展缓慢技术瓶颈。

4、不规则井段高充填率固井工艺

首次提出了泥浆-隔离液-水泥浆三级防漏、堵漏新工艺，创新提出了紊流-塞流复合顶替新方法，形成了长封固段防漏堵漏固井工艺技术。发明了提高顶替效率的固井工具、振动固井技术，形成了长封固段防漏堵漏固井工艺技术。

本项目研究成果丰硕，授权专利 15 件，其中发明专利 11 件；发表核心期刊论文 12 篇，SPE2 篇，制定国家、企业标准各 1 项。成果在顺北油气田现场试验与推广，解决了西北油田超深井长封固段大温差、易漏失固井关键技术难题。已累计推广应用 76 口井 157 井次（部分井多项技术同时应用），优良率达到 90% 以上，节约钻井投资 3.95 亿元。

8	20220290	天然气集输管道缓蚀减阻剂开发及应用	中国石化西北油田分公司	葛鹏莉(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);赵巍(中国石油化工股份有限公司大连石油化工研究院);李遵照(中国石油化工股份有限公司大连石油化工研究院);赵毅(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);张志宏(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);赵德银(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司);	技术发明
---	----------	-------------------	-------------	--	------

1. 主要技术内容:

为实现碳达峰和碳中和目标,能源供需结构必将会产生深刻变革。国家已陆续出台替代能源及低碳经济相关政策,限制了煤炭的开发和使用,而作为清洁低碳化石能源,天然气相对煤炭发电减排 CO2 达到 40%-50%,可以帮助和支持能源结构去碳化,弥补煤炭退出带来的部分空缺,天然气未来的发展更显得尤为重要。目前天然气主要运输方式为管道输送,但由于管道内壁粗糙凸点会使气体输送过程中产生较大压差,即阻力损失,因而会限制管道的输送能力,无法满足天然气市场需求。

针对天然气市场需求不断增加以及管道输送能力受限的问题,开发了天然气管道缓蚀型减阻剂,为管道减阻增输、长周期安全运行提供保障。

(1) 研究了天然气管道减阻机理,提出了光滑减阻和弹性减阻协同机理,明确了天然气管道减阻剂具有减阻效果的前提是化学结构中包含极性吸附端和柔性链端,多极性端可能会使减阻剂兼有缓蚀的效果。

(2) 设计并合成了用于天然气管道的减阻剂,首次实现了多极性端、多柔性链且链长可控的有机羧酸盐类减阻剂合成。

(3) 建立了减阻剂性能室内评价和优化筛选方法,研制了模块化、雾化加注式减阻剂实验环道。开展减阻剂评价实验,结果表明,研发的减阻剂成膜稳定性好,模拟环道实验当流量 106Nm³/h,压力 8bar 时,减阻率可达到 7%,有效期大于 20 天。对所研发的产品的缓蚀性能进行第三方测试,结果表明,产品的平均缓蚀率为 78.9%,可达到缓蚀剂相关标准要求。

(4) 完成西北油田 37 条天然气管线共 315.78 公里的缓蚀型减阻剂现场加注试验,结果表明,产品具有较好的减阻增输和缓蚀效果,减阻率最大可达到 13.76%,增输率可达到 11.25%,缓蚀率可达到 86.5%,分析结果表明加剂后对气质无影响,实现了低成本不增压增输的目标。

2. 授权专利情况:

授权发明专利 15 项,实用新型专利 1 项。

3. 技术经济指标:

产品具有较好的减阻增输和缓蚀效果,减阻率最大可达到 13.76%,增输率可达到 11.25%,缓蚀率可达到 86.5%,分析结果表明加剂后对气质无影响。

4. 应用推广及效益情况:

应用研发的减阻剂在西北油田分公司开展现场加注试验,共计 315.78 公里,累计平稳运行两年以上,减阻率最大可达到 13.76%,增输率 11.25%,缓蚀率 86.5%,加注减阻剂后,对气质无影响,管线管输能力提升 6.89-9.57%,增加输气量 10494 万方,同时减缓了管道内壁腐蚀,节约缓蚀剂费用 339.23 万元,产生综合效益约 10608.59 万元。随着技术成果推广应用,可有效提高天然气供给能力,保障管道安全运行。

9	20220328	超深油气藏断裂地质力学响应评价技术创新与应用	中国石油塔里木油田分公司	张辉(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);杨海军(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);蔡振忠(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);尹国庆(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);王志民(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);徐珂(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);	技术发明
---	----------	------------------------	--------------	--	------

塔里木盆地“三高一超”（高温 180℃、高压 143MPa、高应力 200MPa，埋深普遍超 6000 米）且构造活动剧烈的复杂地质条件，导致现有的储层认识和地质工程一体化技术尚不满足生产需求，油气井轨迹质量不高、单井提产难度大、安全环保风险高。围绕以上问题与工业化需求，通过 12 年攻关，建立了以超深油气藏断裂结构应力-应变“三定”（定时、定量、定向）为核心的油气田地质力学建模方法，配套形成了以地质力学为衔接的地质-工程一体化参数定量预测技术系列等，工业化应用有效解决了储层品质评价、井眼轨迹优选、井壁稳定性、可压裂性、出砂、水侵参数高精度定量预测难题。

1、建立断裂结构应力-应变“三定”评价方法，揭示地应力控储控产机理，发明了断裂地质力学活动性预测方法。突破传统以岩性对接与泥岩涂抹为基础的断层活动性分析方法的局限，建立断面摩擦系数与岩石物理参数之间的关系，将断裂活动性从定性提升至定量，完成 20 余油田超过 1000 条断裂活动性预测，精度达到 80%以上。

2、发明了基于地质力学与渗流耦合建模的甜点预测技术，大幅提升井位成功率。突破均质岩性地应力场建模的常规方法，地应力预测精度由 70.4%提至 92.3%；发明了基于断裂地质力学响应的有效裂缝分析方法，有效裂缝区分布预测精度由 65.3%提至 88.9%；定量评价甜点区布井，精准实现了“有效裂缝区带布井夺高产、适度改造扩大天然缝网促高产”的开发政策，高产井比例由 52.2%提至 94.3%。

3、创建了以地质力学为桥梁的地质-工程一体化参数定量预测技术，解决了井眼轨迹、井壁稳定性、可压裂性、出砂、水侵参数高精度定量预测难题。打破地质与石油工程之间的专业瓶颈，实现定量部署井轨迹，超深碎裂化岩体条件下的井壁稳定性预测精度从 70%提升至 90%以上。建立了基于天然裂缝剪切变形预测的地层可压裂性预测技术，精度从 60%提高至 92%；基于超深气藏开发中的断层-裂缝变形动态预测，发明出砂、水侵预警和参数预测技术，填补了超深气藏动态研究与管理中的一项空白，有效提高了气藏开发效益。

该成果获发明专利 16 件，登记软件著作权 11 项，发表论文 30 篇，制订企业标准 5 项。项目成果支撑塔里木油田应用 30 余油气田 200 余井次中应用，2019 年至 2021 年优化新完钻井共 307 口本技术应用后，2019 年、2020 年及 2021 年新增原油产量分别为约 8 万吨、14 万吨、19 万吨，新增凝析油产量分别为约 6、18、12 万吨，新增天然气产量分别约为 7 亿方、28 亿方、19 亿方，2019~2021 年分别新增原油可采储量 290 万吨、1126 万吨、2662 万吨，新增天然气可采储量总计 1916 亿方，综合上述两项应总新增利润为 254789 万元，新增税收 55253 万元。

10	20220329	注气重力混相驱油技术	中国石油塔里木油田分公司	周代余(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);汪周华(西南石油大学);俞宏伟(中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院);伍藏原(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);刘煌(西南石油大学);沈瑞(中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院);	技术发明
----	----------	------------	--------------	--	------

1、研究背景

塔里木盆地碎屑岩油藏探明石油地质储量 2.99 亿吨，目前处于水驱开发后期，可采储量采出程度 89.45%，综合含水 92.6%，亟需转变方式提高采收率，但国内成熟的化学驱三次采油技术不适应深层高压高温高盐（以下称“三高”）油藏环境，必须探索深层“三高”油藏大幅度提高采收率的新方法、新路子。通过系统调研和前期评价认为，该类油藏适合注气驱提高采收率，但面临重大挑战：（1）气驱实验设备要求高，实验结果误差大；（2）气驱提高采收率机理不清楚，驱油效率低；（3）气驱提高采收率模式不清楚，气体波及能力差。针对上述挑战，中国石油塔里木油田公司联合西南石油大学、中国石油勘探开发研究院开展室内实验装置和关键技术攻关研究，经过近 10 年攻关，发明了注气重力混相驱油技术系列，实现了实验装备、基础理论、开发模式的重大突破，建立了中石油老油田注气重力混相驱三次采油示范基地。

2、授权专利情况

本项目获得发明专利 11 件，实用新型专利 4 件，登记软件著作权 5 件，出版专著 1 部，发表 SCI/EI 论文 8 篇。

3、经济技术指标

（1）研发了油气水三相高压高温流体实验、驱替实验和物理模拟实验装备。所发明的流体实验、驱替实验和物理模拟装置耐压等级>50MPa、耐温度等级>100℃；所发明的油水、油气、油气水室内实验装置密封性好，不会出现失封情况；所发明的实验装置油、气、水计量精度>99%。

（2）研发了油藏注气“重力分异+混相驱替+纳米孔喉动用”三元复合气驱大幅度提高采收率理论。重力分异作用有助于注气稳定驱替，重力气驱宏观波及系数达到 90%以上，比平面驱替波及提高 40%以上；混相驱替作用实现微观驱油效率 90%以上，比水驱驱油效率提高 30%以上；实现在 25MPa 驱替压力下天然气可动用储层孔喉半径 73nm，气驱孔隙度下限为 5%，较水驱孔隙度下限 9%更低，纳米驱替可有效动用差储层、微孔喉；该技术理论上最终采收率可以达到 80%以上。

（3）研发了“顶部注气、中部采油、底部注水”超深高压高温高盐油藏“双重介质、双向驱动”的注气重力混相驱开发新模式。发明了空间交错型、空间平行型的水平井立体注采井网，截止目前，该技术现场实际应用的阶段采出程度已经提高 16.6 个百分点，预期油藏最终采收率可达到 70%，较水驱采收率提高 30 个百分点。

4、应用及效益

在 2018-2021 年应用期间，累计增产原油约 36 万吨，新增产值近 10 亿元，新增销售税金约 1 亿元，新增利润近 2 亿元。技术成果受到国内石油行业高度关注，与中石油、中石化、中海油等单位完成 10 余次交流，为中海油渤中 19-6、旅大 10-6 区块提供气驱技术支持，在国内类似油藏提高采收率应用前景广阔。

11	20220331	碳酸盐岩注水、注气、防塌、稠油配套开采综合技术	中国石油塔里木油田分公司	杨文明(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);杨小华(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);王法鑫(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);刘永福(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);雷腾蛟(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);周津捷(中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司);	技术发明
----	----------	-------------------------	--------------	--	------

针对碳酸盐岩储层注水注气开采过程中存在的注水注气困难，入井管柱不合理等问题，设计注水注气管柱提高后期注水注气效率，针对无法实现最佳注水注气量设计等情况导致注水注气开采效率低等问题，通过室内研究及现场实践，研发注水指示曲线的装置一项，获得发明专利 1 项，用于快捷准确的测试注水过程中地层吸液等相关参数。研发自流注水开采模拟软件、自流注水优化设计软件、注气体积折算软件、气井积液评价软件、注气指示曲线软件、注水管理软件等软件 9 项，用于注水注气过程中进行最佳注气量注水量的优化，用于优化最佳注水注气后闷井时间的确定，该类发明解决了注水注气量无法达到最佳量设计问题，同时解决了注水注气后最佳闷井时间设计等问题，形成注水注气开采系列配套技术，现场应用效果明显。针对部分碳酸盐岩储层生产过程中，易发生储层垮塌、地层出砂等问题，研发了防砂防垮塌装置、采油装置、采油模拟装置等装置，获得发明专利 2 项，并进行理论分析，优化采油工艺，大幅降低地层垮塌、地层出砂等问题发生，形成碳酸盐岩储层防井筒垮塌系列配套技术。针对部分碳酸盐岩储层原油高含沥青质、蜡质，油井在生产过程中随井筒温度的降低，原油中蜡质、沥青质逐渐析出，造成井筒举升及地面集输易发生管柱及管线堵塞问题，为此，研发碳酸盐岩储层稠油化学降粘技术，针对原油蜡质沥青质含量的不同，研发三款稠油降粘药剂及解堵剂，解除井筒及地面管线稠油堵塞，达到正常集输要求；研发环空掺稀优化装置获得发明专利 1 项，提高掺稀效果，降低掺稀比；研发井筒连续清蜡柱塞装置，实现高凝油井井筒连续清蜡，提高井筒举升能力，形成稠油开采系列配套技术。

2017-2021 年，累计应用注水配套技术指导现场生产 47 井次，大幅提高注水注气开采效率，累计增油 19.65 万吨；累计应用注气配套技术指导现场生产 80 井次，大幅提高注气开采效率，累计增油 11.79 万吨，通过采用该技术开展注水注气管柱优化、注水量、注气量的优化设计等工作后，大幅提高各油田注水注气开采效率和油田采收率，计划将该注水注气配套技术在其他碳酸盐岩储层进一步推广。累计应用防砂、防垮塌装置 33 井次，防砂效果明显，油井再无发生井筒垮塌及地层出砂导致的井筒举升困难问题，累计增油 7.8 万吨；累计应用稠油开采配套技术 40 井次，解决了原油高含蜡、高含沥青质油井井筒举升困难及地面集输困难等问题，大幅提高油井生产效率，累计增油 5.09 万吨。