

# 中国石油天然气集团有限公司

## 关于发布2026年度中国石油科技创新基金项目指南的通知

各单位。

为充分发挥国内高水平科研院所、高等院校在油气勘探开发、炼油化工、新材料、新能源等领域的科技创新优势，鼓励青年科技人员围绕中国石油主营业务技术需求，开展原创性、基础性研究与前沿技术探索，持续提升中国石油核心技术竞争力，现发布2026年度中国石油科技创新基金项目指南（附件1）。请各单位认真研读2026年度中国石油科技创新基金申请说明（附件2），有序组织项目申报工作，具体申报流程及相关要求请登录中国石油科技创新公共服务平台查询。<https://rdp.cnpc.com.cn>。

附件：1.2026年度中国石油科技创新基金申请说明  
2.2026年度中国石油科技创新基金项目指南

科技管理部

2026年4月7日

附件 1

# 2026 年度中国石油天然气集团有限公司 科技创新基金申请说明

## 一、项目申请

### 1. 面向对象

中国石油外部科研单位和高等院校的青年科学技术人员，鼓励在研究团队中吸纳中国石油所属单位的青年科学技术人员。

### 2. 申请人条件

(1) 遵守中华人民共和国法律法规，具有良好的科学道德，遵守中国石油科技创新基金项目管理的有关规定。

(2) 申请人 1986 年 1 月 1 日后出生，具有高级专业技术职务（职称）或者具有博士学位。

(3) 具有承担基础研究课题或者从事基础研究的能力。

### 3. 申请流程

(1) 申请人按照年度项目指南要求，通过承担（申请）单位提出申请，申请人对所提交申请材料的真实性负责。

(2) 申请材料由 2 名相同研究领域、具有正高级专业技术职务（职称）的科学技术人员书面推荐，推荐人应对申请材料中立项的必要性及可行性进行评价，并如实介绍申请人的业务素质、研究能力等情况。

(3) 承担（申请）单位对申请材料的真实性和完整性进行审核并择优推荐，对所推荐申请材料出具推荐意见后按照年度项目指南要求统一提交。

#### 4. 申请提交方式

(1) 中国石油科技创新基金项目通过中国石油科技创新公共服务平台实行无纸化申请，一律采用在线方式撰写，系统登录网址为 <https://rdp.cnpc.com.cn/>。

(2) 未注册的申请单位需登陆中国石油科技创新公共服务平台，完成单位注册（具体流程参照系统首页“中国石油科技创新基金承担单位注册说明”）。

(3) 申请人在线填报申请材料（具体流程参照系统首页“中国石油科技创新基金项目申报说明”），承担单位对本单位申请人所提交申请材料的真实性、完整性和合规性进行在线审核，并提交项目申报汇总表。

#### 5. 注意事项

(1) 项目由各承担（申请）单位审核推荐，限报 10 项。

(2) 中国石油创新基金项目经费管理实行“包干制”，即项目经费采取定额方式资助，无需再编制经费详细预算说明，每个项目资助经费不超过 50 万元，研究周期一般为 3 年。

(3) 系统集中接收工作于 2026 年 4 月 17 日 24 时截止。

(4) 获选情况将以网站公示和手机短信等方式通知项目承担（申请）单位和申请人。

## 二、联系方式

电 话.010-83597714

技术支持.010-83595518 18713384449

电子邮箱.rdpyw@petrochina.com.cn

## 2026 年度中国石油科技创新基金项目指南

### 1. 深水细粒沉积中碳酸盐岩成因机制与沉积模式重构研究

针对深水细粒沉积中碳酸盐岩成因机制复杂、多成因类型难以有效识别的关键科学问题,利用露头及钻孔资料进行综合分析,揭示深水环境下化学沉淀、生物诱导、碎屑再沉积及成岩交代等多种碳酸盐岩成因机制的微观响应特征与宏观地质表现,解析不同成因碳酸盐岩在矿物组成、元素地球化学、同位素特征及组构形态上的差异性演化规律,构建碳酸盐岩成因判别体系,形成深水细粒沉积中碳酸盐岩成因识别与沉积模式重构方法,深化对深水沉积系统物质循环与古环境响应的科学认知。

### 2. 井震融合高精度新一代地震反演理论技术

针对巨厚孔隙型碳酸盐岩复杂内幕油藏高渗层和隔夹层与围岩波阻抗差异小,且受地震分辨率因素限制,目前基于波阻抗的常规反演方法难以精准预测高渗层分布,重点研究复杂内幕下高渗层成像机理、波形微变化特征、高频旋回地震响应特征,攻关形成融合测井高频信息与地震波形微变化的多维度储层反演方法,提升巨厚复杂内幕结构碳酸盐岩油藏高渗层的表征精度,支撑巨厚油藏水驱高效开发。

### 3. 深拗陷快速埋藏动力学过程及成储成藏效应研究

聚焦中国西部典型中新生界超深拗陷（如塔西南、柴达木、淮南等深拗陷），针对深拗陷快速埋藏的动力学过程与形成机制不清等问题，系统开展样品采集与分析、物理模拟、数值模拟等，揭示快速埋藏过程中温度场、压力场、应力场与流体场演化过程及其耦合关系，建立中国西部典型中新生界超深拗陷快速埋藏动力学模型，阐明快速埋藏条件下有效储层保存与油气规模富集机制，为碎屑岩万米超深层油气勘探提供理论支撑。

#### 4.非常规储层工程甜点纵横波响应机理与预测方法研究

针对单一纵波在陆相页岩油气等非常规储层勘探中存在储层描述精度不足、工程甜点识别多解性强等问题，通过构建强各向异性储层岩石物理模型，开展地震物理模拟与数值模拟研究，揭示纵横波震源联合勘探数据的响应机理，建立甜点参数与纵、横波响应的映射关系，重点探索横波资料在储层精细表征与工程甜点预测中的潜力，创新纵横波联合预测方法，为非常规油气纵横波联合勘探提供理论和方法支撑。

#### 5.煤岩气流体赋存及测井岩石物理响应机理研究

针对深层煤岩游离-吸附气共存，声、电、核磁等测井响应机理不清，不同相态含气量测井定量表征难的问题，研究煤岩不同相态流体在温度、压力条件下的声、电、核磁等多物理场测井响应特征，探究基质-割理等多重孔隙结构在多物理场互竞作用下的压缩-损伤演化规律，揭示原位多场耦合效应下煤岩气赋存转化的温压互竞调控机理，形成游离-吸附气量测井定量表征方法，为深层煤岩气资源量精准预测与甜点评价提供基础理论方法。

## 6.井孔多尺度电磁远探测层析成像方法研究

针对电磁测井周向探测范围小、方位分辨率低，前向探测影响因素多、聚焦性差的问题，研究复杂非均质地层电磁波传播规律和电磁场分布模式的调控方法，揭示电磁场和地层耦合关系与物理机制，创新高效高精度三维正反演数值算法，形成具备60米周向方位远探测、30米前向聚焦探测能力的电磁激励模式、方位聚焦机理和电磁层析成像方法，实现井旁地质体结构成像和属性成像双模式多尺度层析表征，支撑复杂油气藏高效勘探开发。

## 7.万米超深层储层孔隙形成、保持及改造机理研究

针对万米超深层碳酸盐岩储层形成、保持改造机制不明确的难题，建立“温压场、流体场重建”为核心的孔隙形成反演技术和“溶蚀-沉淀模拟”为核心的孔隙形成与保持正演技术，探索万米超深层温压场和流体场时空演化特殊性及对储层形成和保持的控制作用机制，明确万米超深层储层分布规律与发育模式，为超深层规模储层预测提供依据。

## 8.超深层储层岩石弹电响应机理及储层表征关键技术研究

针对超深层油气地球物理响应机理不明确和储层物性参数定量表征难等关键科学问题，研究超深层油气储层的弹电联合岩石物理建模理论及弹性-电性岩石物理响应机理，厘清特定温压环境下岩石弹电响应的主控因素，构建双重包裹体的弹电岩石物理模型，形成多源信息约束的储层预测方法，实现超深层油气储层定量表征。

## 9.非常规储层多态流体赋存-转化耦合机制与定量评价

针对非常规储层微纳米孔隙中多态流体（游离相、吸附相）赋存机制模糊、相态动态转化规律不清、流体可动性定量表征困难等科学问题，开展原位观测与数值模拟研究，揭示多态流体-岩石界面相互作用及其对储层物理性质影响机制。构建耦合相态演化与多源数据的流体组分、相态及可动性定量评价模型，形成非常规储层流体精细识别技术体系，为非常规油气资源潜力评价与高效开发提供理论依据和技术支撑。

### 10.分米级尺度三维复杂缝网水力压裂模拟算法研究

针对非常规页岩、煤岩储层天然弱面发育、分段多簇水力压裂过程中近井地带高密度缝网扩展现象显著、三维复杂缝网扩展高精度高效模拟难度大的技术瓶颈，建立基于位移不连续法的三维复杂缝网扩展和支撑剂运移数学模型，研发强非线性流固耦合系统高精度数值求解算法，构建百万网格条件下万亿规模稠密-稀疏混合矩阵高效求解方法，形成水平井分段压裂分簇射孔工况下的分米级尺度模拟的三维复杂缝网水力压裂模拟器，为非常规储层缝网体积压裂优化设计提供技术手段。

### 11.气藏注 CO<sub>2</sub>后两相多组分流体渗流规律、数学模型及相互作用机制研究

围绕气藏注 CO<sub>2</sub>提高采收率过程中多组分流体动态响应机制不清、剩余气微观动用路径不明等关键问题，攻关多孔介质内 CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O 体系原位定量表征技术，揭示两相多组分流体的渗流规律；精准表征气-水-岩三相界面接触关系动态变化规律，再现 CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O 体系微观流动过程；构建多孔介质内两相多组分渗流

数学模型，揭示考虑毛管力与粘滞力共同作用下多组分流体的赋存状态与相互作用机制。研究成果将精准刻画剩余气的形成与演化规律，厘清注 CO<sub>2</sub>后剩余气二次动用路径，形成现场可推广的注 CO<sub>2</sub>数值模拟与方案设计技术体系，为注 CO<sub>2</sub>先导试验现场关键注采参数优化提供理论技术支撑。

## 12.陆相页岩跨尺度断渗耦合理论及方法

针对陆相高黏土页岩储层改造效果受限的问题，结合富页理特征对断裂-渗流双向耦合过程的影响，发展高分辨率页岩力学表征实验技术与解释方法，识别不同尺度下页岩非均质力学特征及其主控因素，厘清外部载荷作用下陆相页岩岩石骨架-孔缝结构-赋存流体动态演化规律，明确基质孔-页理缝-人工缝多尺度级联结构断裂-渗流耦合机制，建立描述页岩弹塑性变形-断裂-渗流过程的跨尺度本构模型和统一流固耦合方程，发展流体侵入诱发应力扰动修正的断裂模型，阐明地质-工程多参数调控下的压裂能量耗散机制与裂缝演化规律，完善页岩储层多物理场跨尺度断裂-渗流耦合理论。

## 13.页岩储层排采制度制定方法与多尺度耦合流动机理研究

针对临界态油气藏复杂流动过程，揭示近临界条件下油气水三相的相态转化机理与动态行为，阐明微观孔喉内的流体动用次序与滞留规律，厘清裂缝-基质系统的跨尺度渗流耦合机制；通过建立井筒多相流动态表征方法与储层-井筒一体化流动模型，揭示多相、多尺度流动机理与参数演化规律，为优化页岩油生产制度、控制递减率及提高采收率提供理论指导。

#### 14.石油石化行业碳排放量测量不确定度评定方法研究

针对石油石化行业碳排放测量模型存在系统性偏差、场景适配性不足等问题，研究融合 GUM 与蒙特卡洛方法的新型不确定度评定方法，建立非线性系统的不确定度分层迭代计算框架，揭示多源原料特性与碳排放间测量不确定度的动态耦合机制，构建全流程碳排放量置信度评价模型，为行业碳核算、监管与减排路径制定提供系统性理论支撑。

#### 15.深层高含硫气藏硫沉积精准预测与综合防治调控方法研究

针对深层高含硫气藏高效稳产对硫沉积防治和注 CO<sub>2</sub> 封存提高采收率的迫切需求，研究硫沉积精准预测与综合防治调控方法。通过分子动力学与硫分子聚集行为模拟，揭示硫分子在孔隙表面的吸附、成核与生长机制，借助物模实验，探索不同条件下硫的沉积规律，明确硫沉积的主控因素，建立从分子尺度到储层尺度的硫沉积动态预测模型。研制具有物理-化学协同作用的防硫溶硫剂体系，并基于多相渗流实验，探究其不同介质中的运移与反应行为，建立兼顾井底、地面的防硫溶硫多尺度协同调控方法。构建注 CO<sub>2</sub> 过程中气-水-硫多相多组分耦合渗流数学模型，考虑硫迁移与相态变化，实现运移-驱替-埋存全过程的模拟，通过物模和数模验证渗流规律与埋存效率，阐明 CO<sub>2</sub> 埋存与提高采收率的协同机制。

#### 16.多场耦合与数据驱动融合的天然气的质量动态追踪理论与方法

针对天然气质量监控理论体系不完善、多气源混输下关键参数动态追踪难、多气源切换、工况波动等复杂工况下模型精度与适应性有限等难题，研究天然气质量动态追踪与智能监控理论和方法。通过梳理“流体流动-热量传递-组分扩散-相态转变”多场耦合机制，建立多场耦合驱动的天然气管网质量动态追踪基础理论模型，揭示复杂管网中核心气质的时空演变规律；研制“数据驱动+机理建模”的多源数据实时融合理论技术，探究机器学习算法与机理模型的耦合校正理论机制，构建适配典型管网的“机理-数据”双驱动天然气质量追踪理论模型；选取多气源混输、压力波动等典型工况，开发优化算法，动态调整模型参数，保障气质追踪精度。

### 17.陆相砂岩油田特高含水后期动态非均质性变化规律及成因机理研究

针对砂岩油田长期高强度注水开发后，孔隙结构及流体发生复杂变化，动态非均质性进一步加大等问题，探索建立考虑物性和渗流特征时变的渗流模型，攻关基于动态非均质性的动态流动单元刻画方法，明确特高含水后期动态非均质变化规律及成因机理，为陆相砂岩油田特高含水后期剩余油高效挖潜调整提供理论基础。

### 18.不同类型页岩储层含油差异性成因机制及富集模式

针对不同类型页岩含油性差异变化较大的问题，研究沉积、成岩、流体活动对储层形成的控制作用，探讨各类页岩储层演化过程中页岩油组分、赋存状态及富集程度的变化规律，揭示各类

页岩储层含油差异性成因机制及富集模式，创建页岩储层含油性评价技术方法，实现微纳米孔隙中含油性定量表征。

### 19.陆相页岩油藏二氧化碳埋存机理及高效驱油机理研究

针对陆相页岩油二氧化碳埋存和驱油机理不明的问题，研究二氧化碳在陆相页岩不同矿物成分孔隙中的润湿性机理和赋存状态，建立二氧化碳-油-气在不同尺度空间中的状态方程，明确微纳米空间二氧化碳赋存机理；研究二氧化碳在不同性质页岩孔隙中的相态转换规律，建立相态与驱油效果构效模型。

### 20.超深高压强非均质有水气藏水锁/水封机理及解封机制研究

针对强非均质气藏开发过程中极易发生非均匀水侵导致水锁/水封等难题，研究流体与储层岩石间的多场、多尺度输运及气-水两相多尺度传质机理，揭示气-水两相微观分布规律和力学平衡机制，建立气藏水锁/水封气数学模型，结合高温高压大型物理模拟实验等数模物模方法，确定影响解水封/水锁的关键因素，探索有水气藏解水锁/水封的有效途径。

### 21.CO<sub>2</sub>地质封存矿化机制与化学仿生调控方法

针对CO<sub>2</sub>地质封存中矿化机理不清、反应速率受限等难题，研究地质封存中CO<sub>2</sub>相间传质-界面水合-矿化反应之间的耦合作用机制及其对地层孔渗特征、力学特性的影响规律；揭示注入功能性材料与CO<sub>2</sub>矿化之间反应规律，构建高效化学仿生调控方法；建立CO<sub>2</sub>封存过程热-流-力-化多相多场耦合模型，形成CO<sub>2</sub>封存矿化效果评价指标体系。

## 22. CCUS 注入井“热-力-化”多场耦合并筒完整性失效机理与防控方法研究

针对 CCUS 注入井管柱腐蚀、断裂及环空带压等完整性难题，聚焦大排量 CO<sub>2</sub> 注入过程中的井筒传热、相态变化、力学载荷与杂质气体等因素的影响，揭示管柱腐蚀断裂与井筒密封失效机理，明确失效主控因素与临界条件；构建多场耦合并筒失效预测预警模型，形成涵盖注入工艺、管柱结构及材料性能的井筒完整性失效控制方法，支撑 CCUS 工程安全高效运行。

## 23. 基于随钻岩屑与工程参数的地层特性联合反演机制及智能识别方法研究

针对深地钻井中岩屑层位定位不准确及地层特性认识不清晰问题，开展融合岩屑动态运移和工程参数的地层特性联合反演与智能识别研究。研究深井复杂环境下全井眼岩屑动态运移机理，建立地表岩屑与原位地层的精确时空映射模型；研究钻井工程参数与岩石物性的交互响应机制，建立基于工程参数的随钻岩石特性识别算法；构建岩屑信息与工程参数融合的地层特征描述机制，形成多源信息协同验证的高精度随钻地层岩石特性智能识别方法。

## 24. 万米特深井钻柱动态安全性评价理论及应用基础

针对特深井钻柱动力学特性不明及失效机理不清等关键科学问题，探索超长细比引起的钻柱非线性变化内在机制及对钻柱动力学特征的影响，建立充满钻井液狭长井筒内超柔钻柱非线性动力学模型，分析超柔钻柱非线性振动响应及传递机制及对钻具

接头三维应力特征的影响规律，形成特深井钻柱动态安全性安全性评价理论，为特深井钻柱及工作参数设计提供理论基础。

## 25.极性烯烃配位共聚合催化剂的设计合成及构效关系研究

针对乙烯与大宗极性烯烃单体配位共聚，通过高通量计算、机器学习和实验相结合，开展聚合机理与数据驱动的催化剂分子设计研究，揭示催化剂的构效关系，包括共聚活性、极性单体插入率以及共聚物分子量的调控机制。通过 AI 赋能催化剂的研发与实验结果相结合，开发新型共聚催化剂和共聚物材料，为极性单体共聚合催化剂的设计提供科学基础以及开发新型的功能性的聚乙烯材料提供支撑。

## 26.基于风险控制的高压聚烯烃装置高压和超高压装备关键技术研究

完成聚烯烃装置高压和超高压设备风险评估，针对潜在失效模式，开展对应损伤机理研究，研究弹塑性分析设计理论以及断裂力学脆断和疲劳评定方法的适用性，识别设计和制造过程高风险点，提出可靠应对措施，建立一套基于风险控制的设计、制造和检验方法，实现高压和超高压装置研发设计制造自主可控。

## 27.“云 - 边 - 端” 协同油气智能体架构研发

面向油气田现场多源异构数据与极端工况环境，探究“云-边-端”协同智能体的分层解耦与紧致联动机制。研究如何根据油气田开发任务的复杂度、实时性要求与物理机理深度，构建“云端大模型”与“边端智能体”协同演化的智能计算体系。攻关边缘侧物理一致性约束下的模型轻量化与精度保真技术，保证 AI

推理结果严格遵循石油地质力学规律与工程安全规范，避免“AI幻觉”导致的物理风险。实现从多模态感知数据采集到执行器敏捷响应的端到端自治，构建具备“边用边学”能力的现场级智能体。

### 28.油气装备多场景故障诊断智能自进化模型研究

针对油气装备故障诊断样本稀缺、模型泛化弱等难题，聚焦物理机理与数据驱动融合的轻量化建模、构建可解释的部件级微型智能体，通过融合装备失效案例知识与领域知识图谱，突破多源异构数据语义鸿沟，实现多智能体系统级协同推理，建立油气装备服役典型小样本场景下模型自适应更新范式，实现故障智能诊断模型智能自进化与跨场景迁移部署，支撑油气装备故障智能诊断。

### 29.基于 AI 大模型的茂金属催化剂设计研究

针对传统经验性的催化剂开发方式，基于大语言模型，构建专为茂金属催化剂设计的智能平台。通过整合催化剂的合成、表征与应用数据，利用自然语言处理和机器学习技术实现催化剂筛选与设计、催化与聚合性能的预测。构建人机协同链条，实现数据中关键信息的快速提取，生成可执行的实验方案，并根据反馈对模型持续迭代、优化，重塑催化剂开发的范式，为绿色化工与能源转型提供有力支撑。

### 30.油气地球物理多模态多任务大模型技术方法研究

针对传统数学模型在处理复杂地质数据和工程数据的局限性，研究多模态油气地球物理数据融合方法，开发基于地球物理

空间数据的三维神经网络算法，形成机理+数据融合驱动预测模型，建立微调适配技术，形成地质和物理模型引导的构造解释、特殊地质体识别、裂缝检测、岩性与储层预测技术，提高地震解释的准确性和预测效率。

### 31.基于生物降解的废 PET 塑料回收利用方法研究

通过高通量筛选等技术手段，系统挖掘具备 PET 塑料解聚能力的微生物菌种及其酶资源，开展降解酶的功能鉴定与性能评估；结合机器学习方法对 PET 降解酶进行定向设计与结构改造，以提升其催化活性和稳定性；构建高效的 PET 降解酶表达系统，通过启动子调控、多拷贝整合和信号肽筛选，明确最优表达参数，提高酶的表达水平，为酶法 PET 塑料制石油产品的工业化循环应用奠定基础。

### 32.钻井废物生态化利用污染物迁移阻断与碳污协同优化机制

针对钻井废物生态利用过程中石油烃、重金属及残留化学添加剂等各类污染物的复合环境影响，研究其多介质界面行为及生态毒理效应。重点揭示热化学-生物耦合处理下各类污染物的形态转化、降解路径与新污染物生成-阻断原理；构建基于“浓度-形态-生物有效性”的多维度生态风险预测模型；开展处理-利用全生命周期碳污排放强度与风险协同评估，阐明减污降碳的互作机制，构建钻井废物“风险识别—过程调控—生态利用”的理论与方法体系。

### 33.往复压缩机系统振动波传导调控机理及多频振动靶向抑制研究

针对大型往复压缩机及其管路系统在脉动等复杂激励下引发的振动问题，开展基于功能融合超材料的多频段振动靶向抑制研究，探析超材料结构基于多重负质量及非互易性传递效应在复杂工况下的减振降噪机理，建立多维度超材料力学模型，阐明负质量及非互易性对振动波的靶向调控机制，构建“超材料结构-管路”多尺度耦合动力学模型，形成深度学习驱动的超材料可定制设计方法及其在往复压缩机管路系统多频段振动靶向抑制策略，为提升大型往复压缩机组等石化高端装备的结构功能融合设计及减振降噪能力提供理论和方法支撑。

### 34.非常规油气开发抗微生物腐蚀油套管微合金化机制及性能调控

针对非常规油气开发中微生物腐蚀难题，研究油气井功能微生物群落的演替规律，揭示油套管在CO<sub>2</sub>与微生物共存条件下的腐蚀机理；探索微合金化与显微组织对材料抗微生物腐蚀性能的调控机制，开发兼具优良抗菌与耐蚀性能的油套管新材料，形成抗菌耐蚀协同优化的材料设计新方法，支撑非常规油气关键装备材料升级换代。

### 35.先进复合材料智能响应与功能集成机制研究

针对复合材料难以实现“结构承载”、“功能执行”与“感知驱动”一体化的难题，攻关组分与界面协同调控技术及其适配工艺，构建多尺度复合材料功能集成模型，深入研究复合材料感

知外界刺激并触发预设响应的机制，开发具有自感知、自适应、自响应等智能特性的先进复合材料，支撑极端领域“轻量化、智能化、功能化”的高端油气装备开发。

### 36.油气田极端环境用碳基防护材料合成机制与多性能协同调控机理

针对深层/超深层极端环境下油气田核心装备材料腐蚀-磨损难题，探究受限空间内高能等离子体电磁场-流场耦合作用规律，揭示等离子体输运与碳基防护材料形核与生长机制，明确极端工况下碳基防护材料强韧性、耐蚀性和环境适应性等多性能协同机理，开发兼具耐高温高压、耐蚀耐磨等新型碳基防护材料，支撑深层/超深层油气核心装备材料性能提升。

### 37.气田采出水锂钾资源协同提取新材料开发

聚焦气田采出水中战略金属资源的高效回收，重点开发基于功能分区的锂钾离子协同提取新型复合材料。基于离子印迹、配位化学等原理，定向设计可分别识别  $\text{Li}^+$  和  $\text{K}^+$  的双功能吸附材料，阐明其协同吸附位点构建机制与构效关系；揭示复杂离子环境中的选择性吸附性能、竞争吸附规律、离子传输动力学及再生特性，建立基于新材料的锂钾离子协同提取方法。为实现气田采出水中战略金属资源的高效绿色回收提供理论基础。

### 38.类金刚石材料多层强韧界面构筑机理研究

针对深层/超深层、非常规、老油田等油气关键领域长期存在的金属管材防腐蚀耐磨损的需求，开展新型高耐蚀类金刚石材料界面行为与应力分布特性研究，建立应力交叠状态下晶界缺陷形

态与材料强韧特性的关联模型，明确不同掺杂元素下 SP<sup>3</sup>/SP<sup>2</sup> 碳形态衍变行为，阐明低应力状态下类金刚石材料多层强韧界面的构筑机理，为制备低磨损高耐蚀类金刚石材料提供理论基础。

### 39.钙钛矿双结光伏电池功能层成膜机理研究

针对单晶硅光伏电池效率提升的瓶颈问题，开展产业级大绒面晶硅衬底钙钛矿功能层高质量成膜机理研究，探究钙钛矿择优取向结晶及其热动力学调控机制；阐明界面结构晶格常数、键合强度与钙钛矿功能层应力分布关联关系，明晰钙钛矿薄膜上下界面区域间交互耦合协同效应，获得与大绒面晶硅匹配的高效双结光伏电池制备方案。

### 40.超深层断控碳酸盐岩储集体形成与保存机制研究

开展超深层 (>6000m) 走滑断裂相关碳酸盐岩储集体的构造-成岩-岩溶作用研究，阐明走滑断裂的控储作用机制，揭示走滑断控储集体的保存机理及分布规律，为超深层走滑断控“甜点”储层勘探开发提供理论依据。

### 41.从井筒到地层 CO<sub>2</sub> 相变规律

针对 CO<sub>2</sub> 驱过程井口-井筒-地层相行为复杂等难题，研究 CCUS 全周期全流程全温压域 CO<sub>2</sub> 相变规律，揭示不同临界区域 CO<sub>2</sub> 复杂相态，厘清 CO<sub>2</sub>-地层水体系相行为特征，明确井筒内超临界 CO<sub>2</sub> 相变深度对井底流压影响规律，建立 CCUS 全链条 CO<sub>2</sub> 相行为评价机制，保障 CCUS 规模化应用。

### 42.临界应力条件下海相页岩气储层改造新方法

研究海相页岩人工缝网体内多相流体赋存、输运及相互作用机制，揭示压裂液与储层岩石及原位流体间的相互作用机理，明确全生命周期开发过程中的多场、多相、多机制流动规律，为页岩气高效开发提供理论支撑。

#### 43.超深超高压井多相多介质流动/相变机理与动态调控方法

针对超高温高压井筒流体运动规律复杂等难题，研究超深层油气井筒多相多介质流动/相变机理，明确井筒析蜡、反凝析和天然气水合物等发生规律，建立深层油气井井筒流动保障机制，保障超深层油气井安全高效生产。

#### 44.井下激发大功率物理场改造地层实时监测方法研究

利用声电磁长时间高强度混合作用于地层可以产生微缝的原理，采用大功率压电管和线圈激发强瞬变电磁冲击和超声振动，建立井筒条件下换能器的辐射阻抗匹配关系，揭示复阻抗与地层参数的等效关系及受影响规律，实现强物理场作用下地层参数变化的实时观测，并进行跟踪、监测和评价，实现低碳环保纯物理作业。

#### 45.致密气藏 CO<sub>2</sub>埋藏与驱气（协同机理）提高采收率机理研究

针对致密气藏采收率低、开发难度大等特点，开展致密气藏注 CO<sub>2</sub>埋存与驱气机理研究，重点研究致密气藏 CO<sub>2</sub>埋存与置换天然气机理、超临界 CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>-水多相流体渗流机理、CO<sub>2</sub>-水-岩石相互作用力学机制、注 CO<sub>2</sub>提高采收率开发技术政策等，实现致密气藏 CO<sub>2</sub>埋存与驱气目标。

#### 46.聚酰胺分子链结构及聚集态结构与性能的关系机制研究

针对聚酰胺酸及其浆料、聚酰胺分子链结构和分子链聚集态结构控制的重大问题，研究聚酰胺酸聚合反应规律；研究聚酰胺酸浆料配方，明晰稳定性及添加剂对聚酰胺性能的影响规律；研究聚酰胺分子链中结构单元组成和序列、侧基类型、物理交联、化学交联等对聚酰胺性质的影响规律，建立结构性能关系数据库模型。

#### 47.水驱开发老油田注采协同智能管控技术

研究高含水期老油田多井网注采协同管控技术，探索结合注采井动态观测数据进行注采协同分析本体构建，基于知识图谱推理揭示分层注采井间的流动关系，探索多井网协同完善注采关系调整技术，实现老油田注采生产系统协同优化管理。

#### 48.新型多维孔道分子筛催化材料合成关键技术

开发新型多维孔道分子筛催化材料，具有低成本、绿色合成的配方设计和可调控的工艺。选择炼油过程典型单元，进行催化、分离性能研究，明晰多维孔道分子筛催化、分离烃类的过程原理，提出工艺路线和达到的实施效果，满足分子炼油技术对催化裂化、重整、加氢等工艺的需求。

#### 49.高选择性 $\alpha$ -烯烃催化体系构建和定向乙烯低聚机制研究

针对乙烯低聚转化机制不清的问题，揭示低聚过程中的前过渡金属成环机制、后过渡金属的动力学竞速机制，研究双键迁移

的基本规律，确定金属化合价对反应路径的调控作用和活性物种的转化轨迹。

#### 50.陆相基质型页岩油岩石物理建模与弹性波响应机理研究

针对陆相基质型页岩油地层地震各向异性极强、裂缝系统复杂、游离油含量表征难、生烃增压异常等问题，开展高温高压条件下的岩石物理实验，揭示成熟度、游离油含量、生烃增压与地球物理响应的关系，建立页岩油地层强各向异性岩石物理模型，分析地震纵、横波响应特征，发展强各向异性介质纵横波地震反演及页岩油甜点预测方法。

#### 51.随钻喷涂稳定井壁机理与方法

针对深地钻井复杂地层井壁失稳问题，开展随钻喷涂固壁材料及快速成型工艺研究，揭示材料固壁机理，建立井壁固化后服役力学本构模型，形成随钻喷涂物理固壁力学性能评价方法。

#### 52.废弃油藏微生物转化甲烷体系构建及调控机制

针对废弃油藏剩余油开采难题，明确油藏环境下微生物代谢石油烃转化甲烷关键酶活性调节机制与产气速度主控因素，构建石油烃降解产甲烷微生物体系，揭示原油微生物转化甲烷演替、代谢与调控机制。

#### 53.超洁净聚合物纯化机理与方法

针对电子级、医药用等高端领域用超洁净聚合物产品的需求，研究高黏体系中镍、铝、锂、铈、钕等金属离子迁移规律与高效脱除机理，探究聚合物纯化的新方法及影响因素，建立超洁净聚合物后处理平台技术。

#### 54.生物基可聚合单体高效制备与纯化应用基础研究

针对电子级、医药用等高端领域用超洁净聚合物产品的需求，研究高黏体系中镍、铝、锂、铯、钕等金属离子迁移规律与高效脱除机理，探究聚合物纯化的新方法及影响因素，建立超洁净聚合物后处理平台技术。

#### 55.多相混合反应过程强化技术研究

面向重要石油化工反应，研究微纳气泡、微米级液滴的生成、分散、聚并的机制与方法，揭示气、液、固多相混合机理，从微米尺度上研究多相体系的传质规律及反应性能调控，研究界面传质强化规律与技术，探索多相流反应器新结构。

#### 56.油气装备金属构件电弧增材制造变形预测、缺陷形成及强韧化调控机制

建立油气装备金属构件电弧增材制造中构件变形的热 - 力耦合预测模型；揭示高强钢、不锈钢等典型钢种冶金缺陷演化、显微组织形成及强韧化机理，构建工艺 - 熔池过渡行为 - 缺陷形成 - 性能的映射关系。

#### 57.CO<sub>2</sub>增稠机理与提高携砂能力方法

针对强水敏储层水力压裂效果差、纯 CO<sub>2</sub>压裂设备要求苛刻、压裂液携砂铺砂效果不佳等问题，开展 CO<sub>2</sub>常压混砂压裂技术适应性评价与造缝增渗机理研究，重点研究 CO<sub>2</sub>常压增稠剂增稠机理、压裂液流变性能演变及造缝规律、裂缝长期导流能力变化规律，建立强水敏储层 CO<sub>2</sub>常压混砂压裂改造新方法。

#### 58.离散节点物理约束的油气渗流智能算法

建立适应多边界条件、多物理场、强耦合的油气水对流 - 扩散方程求解的神经网络模型，构建基于离散节点物理约束的人工智能损失函数和高效求解算法，建立非线性强耦合扩散 - 对流方程的代理模型，实现开发方式智能优化及开发指标预测。