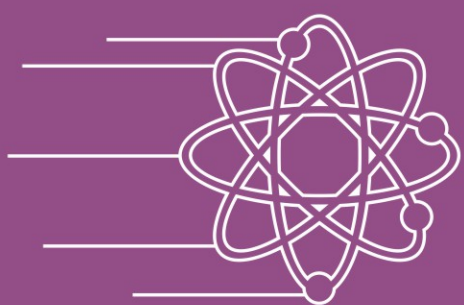




油气钻采工程 湖北省重点实验室

1 Introduction 平台简介



总体定位

实验室名称	油气钻采工程湖北省重点实验室
学科领域	石油与天然气工程
研究类别	应用研究
依托单位	长江大学
实验室主任	郑双进
建设地点	长江大学(石油工程学院、机械工程学院、化学与环境工程学院)
成立时间	2005年9月

- 整合学科优势资源，凝聚和培养优秀人才
- 创造一流的科研环境，重点研究油气钻采工程领域中的重大技术难题
- 成为集教学、科研、新产品开发于一体的油气钻采工程技术研究中心与仪器研发基地



研究方向

油气井钻井完井技术

- 1、岩石力学工程与应用
- 2、深井复杂地层钻井技术
- 3、欠平衡钻井技术
- 4、油气井防漏、堵漏技术
- 5、复杂井固井理论与技术
- 6、钻井装备与工具研制

油气田开发理论与应用

- 1、油田优化开发方法
- 2、试井解释应用方法与研究
- 3、油藏工程方法研究
- 4、油藏数值模拟技术

采油采气理论与工艺技术

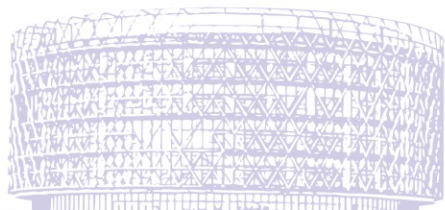
- 1、升举法采油工艺
- 2、气液多相管流
- 3、提高油气井产能技术
- 4、提高采收率技术

油田化学理论及应用

- 1、钻井液与完井液体系研究
- 2、深部调驱和堵水调剖技术
- 3、油田污水污泥处理技术
- 4、腐蚀与防腐技术

非常规油气开发技术

- 1、页岩气储层评价技术
- 2、页岩气钻完井工程技术
- 3、页岩气渗流机理及开发优化技术
- 4、页岩气储层保护与改造技术



2

技术团队

Technical Team



运行与管理机制

- 学术委员会主任:** 孙金声 中国工程院院士、教授级高工
- 实验室主任:** 郑双进 博士、教授
- 副主任:** 马 超 博士、教授
- 副主任:** 许诗婧 硕士、副教授

学术委员会

序号	姓名	性别	职 称	专 业	单 位
1	孙金声	男	中国工程院院士	油气钻井工程	中国石油天然气集团公司钻井工程技术研究院
2	杨春和	男	中国工程院院士	地质工程	中国科学院武汉岩土力学研究所
3	李 阳	男	中国工程院院士	油气田开发工程	中国石油化工股份有限公司
4	刘维民	男	中国工程院院士	材料化学	中国科学院兰州化学物理研究所
5	李 中	男	国际欧亚科学院院士	油气钻完井技术	中海油研究总院有限责任公司
6	王敏生	男	教授级高工	油气井工程	中国石化石油工程技术研究院
7	潘 登	男	教授级高工	油气井工程	中国石油集团西部钻探工程有限公司
8	江厚顺	男	教授	油气田开发工程	长江大学
9	楼一珊	男	教授	油气井工程	长江大学
10	赵 辉	男	教授	油气田开发工程	长江大学
11	张菲菲	男	教授	油气井工程	长江大学
12	颜学敏	男	教授	化学工程	长江大学
13	管 锋	男	教授	油气钻完井技术	长江大学

队伍建设

科研队伍

实验室人员

教授37人

副教授20人

讲师3人

研究人员
63人

博士59人

硕士3人

学士1人

教授、副教授57人占90.48%

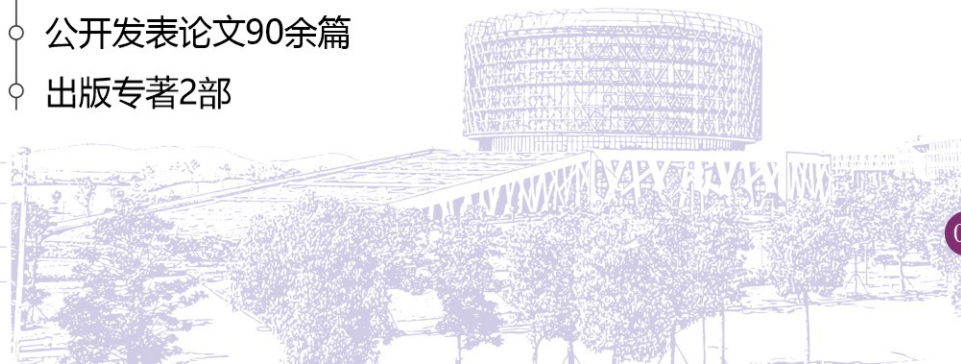
高级职称60人，占95.24%

研究方向	研究人员	学术带头人
油气田开发理论与应用	11人	刘德华
采油采气理论与工艺技术	7人	张顶学
油田化学理论及应用	19人	付美龙
油气井钻井完井技术	20人	张菲菲
非常规油气开发技术	6人	许明标

主要学术骨干



- 楼一珊，男，教授，博士生导师 全国优秀教师
- 享受国务院政府特殊津贴专家
- 湖北省有突出贡献的中青年专家，湖北省跨世纪学术骨干
- 湖北省石油工程专业教学团队带头人
- 《石油钻探技术》和《石油与天然气学报》编委
- 主要研究方向为井壁稳定技术、油气井出砂及管柱失效评价
- 主持国家级项目10项，省部级及企业委托项目80余项
- 获得省部级以上成果奖5项
- 公开发表论文90余篇
- 出版专著2部



**刘德华，博士，教授，博士生导师**

- 中国石油天然气集团公司跨世纪学术技术带头人，中国能源学会理事
- 主要从事油气田开发理论与方法、油藏数值模拟等方面研究
- 主持或参加省部级科技攻关项目及横向合作项目100多项
- 获省部级成果奖10项
- 国内外刊物及重大国际会议上发表论文100多篇
- 出版《灰色系统理论在石油中的应用》等专著6部
- 主编国家“十一五”教材1部
- 获软件著作权4项，发明专利3项。

**周思柱，男，博士，教授，博士生导师**

- 享受国务院特殊津贴专家
- 湖北省机械工程学会理事
- 湖北省新世纪人才工程二层次人才，中国石油与天然气集团公司优秀中青年骨干教师，荆州市专家委员会首席专家
- 《石油机械》、《石油矿场机械》编委
- 主要从事机械设计制造及其自动化教学科研工作
- 主持和参与省部级项目30余项，获省部级成果奖14项
- 发表论文160余篇，其中20篇被SCI、EI、ISTP收录
- 出版专著4部，获国家专利14项

**许明标，男，博士，教授，博士生导师，“万人计划”**

- 享受国务院特殊津贴专家，享受湖北省政府专项津贴
- 湖北省发明协会理事，荆州市政协委员
- 非常规油气湖北省协同创新中心主任，中国石油学会钻井液完井液委员会委员，荆州嘉华科技有限公司带头人
- 获得“全国优秀教师”、“荆楚好老师”、“荆州市第二届突出贡献人才金凤奖”、“荆州市突出人才贡献奖”
- 主要从事页岩气钻井与钻完井液、固井水泥浆等方面的研究
- 主持和参与省部级及横向科研项目120余项
- 获省部级成果奖6项，2019年和2020年荣获湖北省高价值专利大赛金奖和首届湖北省专利金奖
- 发表论文152篇，其中17篇被SCI、EI收录、出版专著2部、获国家专利102项



赵辉，男，博士，教授，博士生导师

- 国家优青人才项目获得者、巴渝学者讲座教授、荣获第30届孙越崎能源青年科技奖
- 国际石油工程师协会SPE会员，国家自然科学基金通讯及会评专家、中国通信工业协会智能制造专家委员会专家委员
- 主要从事智能油气藏开发、非常规油气开发方面的教学科研工作
- 主持和参与省部级及横向科研项目40余项
- 获省部级成果奖7项
- 发表论文50余篇，其中20余篇被SCI、EI收录
- 出版专著4部
- 获国家专利12项，软件著作权8项



张菲菲，男，博士，教授，博士生导师

- 入选教育部重大人才计划青年项目，湖北省杰出青年基金获得者、荆州青年五四奖章获得者，湖北省“百人计划”专家、荣获第32届“孙越崎青年科技奖”
- 获2022“湖北青年五四奖章”
- 国家自然科学基金评审专家、中国石油大学（北京）兼职教授
- 主持纵向及横向科研项目17项
- 获省部级成果奖2项
- 申请国际发明专利13项、国家发明专利3项
- 发表SCI/EI论文30余篇，出版专著1部



杨冬，男，博士，教授，博士生导师

- 长江大学机械工程学院特聘专家教授、湖北省重点引进海外高层次人才、中石化集团页岩气技术中心专家研究员
- 获批2015年美国国家杰出人才（杰出教授/研究员）及国际TAPPI学会最佳论文奖
- 主持美国能源部科研项目、美国造纸工业、美国油气开采业、美国新能源产业等各类科研项目近20项
- 出版个人专著1部，发表专利32项，其中国际发明专利8项，国内实用新型专利20项，并有4项发明专利在实质审查中。发表第一作者或通讯作者学术论文20+篇，应邀在多个国际大型学术会议做学术报告和交流





○ **颜学敏，男，博士，教授，博士生导师**

- 湖北省优秀青年骨干人才
- 中国化工学会理事，湖北省化学化工学会副理事长，《化学与生物工程》理事会常务理事
- 主持承担国家自然科学基金3项、湖北省自然科学基金、中石油创新基金、湖北省教育厅基金、荆州市科技局及中石油、中石化委托项目30余项
- 在Chem. Eng. J., Fuel, J. Power Sources., Mol. Catal.等杂志上发表论文110篇，授权发明专利20余项
- 获湖北省科技进步一等奖2项、湖北省科技进步二等奖1项，中国石油与化学工业联合会二等奖2项，湖北省高等学校教学成果三等奖1项，出版专著一本



○ **李忠慧，男，博士，教授，博士生导师**

- 长江大学石油工程学院常务副院长、油气钻完井技术国家工程研究中心岩石力学与井壁稳定分室主任
- 主持国家自然科学基金、省部级项目、以及各油田企业委托项目50余项
- 任《天然气工业》、《石油钻采工艺》、《钻采工艺》多个学术期刊编委
- 出版个人专著1部，教材1部，获湖北省高等学校教学成果二等奖1项，中国石油教育学会石油高等教育教学成果奖(研究生)二等奖1项，获省部级专利金奖1项，省部级科技进步一等奖2项、二等奖4项
- 授权国际发明专利4项，发表第一作者或通讯作者学术论文60多篇，应邀在多个国际大型学术会议做学术报告和交流



○ **赖璐，男，博士，教授**

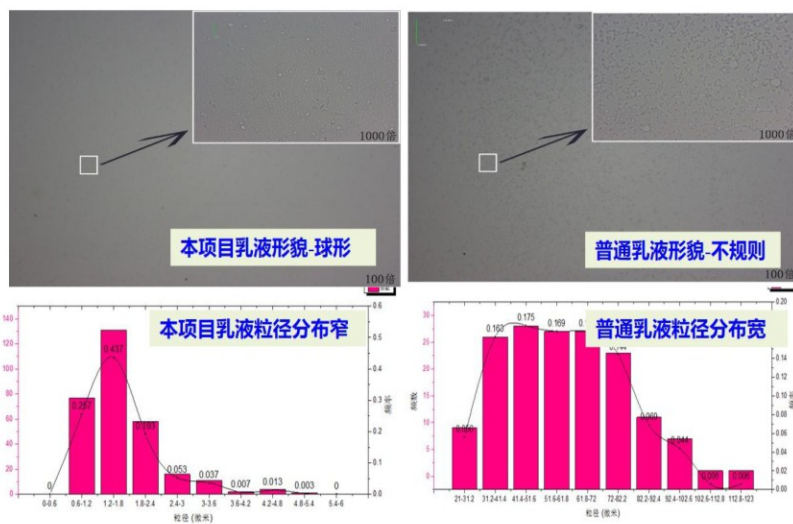
- 湖北省新世纪高层次人才工程人选
- 湖北省化学化工学会常务理事
- 湖北省科技奖励、中石油科技奖励评审专家
- 湖北省化学化工青年创新奖获得者
- 获湖北省科技进步一等奖等科技奖励5项
- 主持国家自然科学基金面上项目、青年基金等纵向项目和企业委托项目20余项
- 获专利授权12项；在Carbon, Langmuir, Soft matter, J. Colloid Interface Sci.等期刊上发表科研论文50余篇；出版学术著作2部，应邀在多个大型学术会议做学术报告和交流

3 研究成果 Research Achievements



代表性成果1

高效安全油气钻完井工作液关键技术及工业化应用



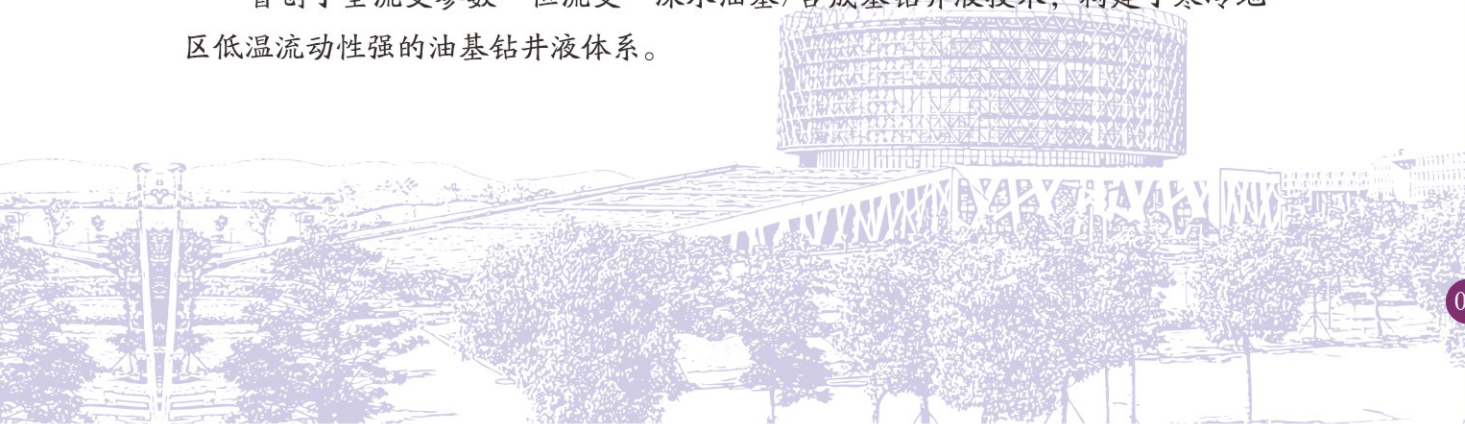
油包水乳液外观形貌及乳滴粒径分布

创新点1：发明了高效安全适应性强油基钻井液技术。

创建了纳微米乳液与纳米聚合物协同增效的“液聚微膜”高效封堵方法，形成了低处理剂加量低油水比的强封堵低黏高切油基钻井液；

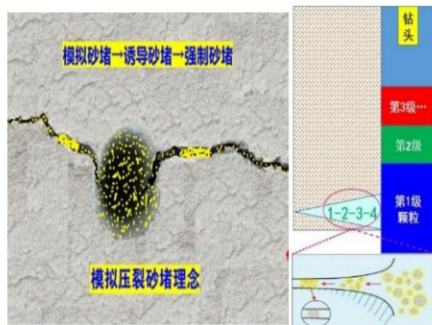
研制了单一重晶石加重的高密度低黏度油基钻井液技术，密度达2.65g/cm³；

首创了全流变参数“恒流变”深水油基/合成基钻井液技术，构建了寒冷地区低温流动性强的油基钻井液体系。

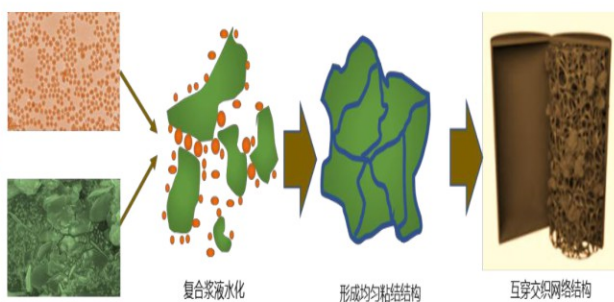


创新点2：首创了一次多级程序化控滤堵漏技术

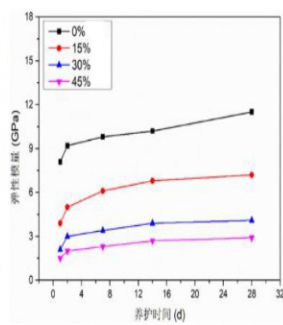
通过模拟砂堵实验，揭示了诱导强制砂堵机理，研制了耐温耐油微膨胀堵漏颗粒，融合颗粒级仿真重现堵漏自组装过程，形成了一次多级程序化控滤堵漏技术，大幅度提高一次堵漏成功率。



模拟诱导砂堵与程序堵漏技术



低弹性模量特性水泥浆技术

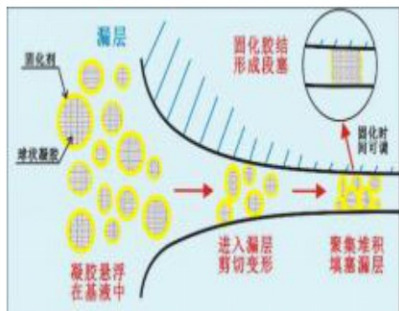


创新点3：研发了非常规油气环境优质高效固井液技术

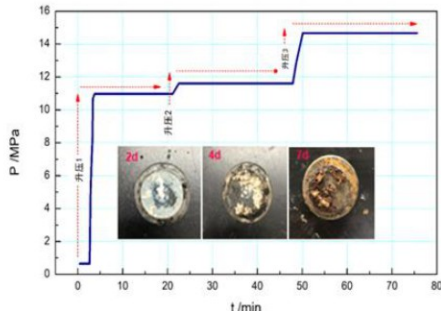
基于纳米弹性聚合物低加量纳米充填，创建了纳米弹性颗粒与乳液双增韧的方法，研制了具有低弹性模量特性的固井水泥浆技术，应用后非常规油气井环空带压率由81.3%降低至10%以下。

创新点4：创建了免找漏免钻塞的油气井高压密封性修复技术

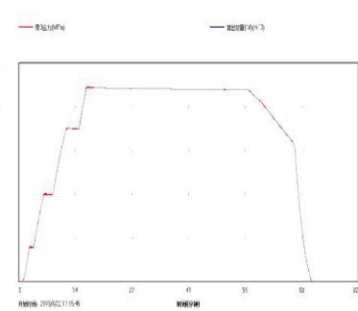
揭示了温敏与压敏结合的球状凝胶聚集机理，研发了免找漏免钻塞的油气井高压密封性修复技术，在渗点处实现聚集及相态转变牢牢“焊死”微孔，井筒内修复液保持流动不留塞，保障井筒安全，清水试压井筒承压达95MPa。



密封作业示意图



实验室封堵承压实验

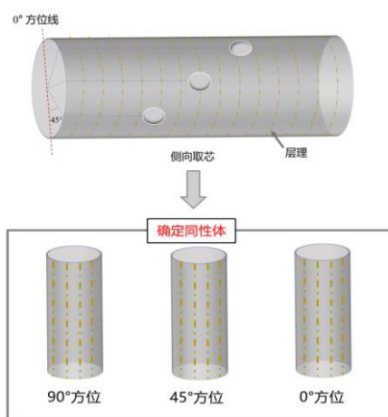


现场封堵后承压实验

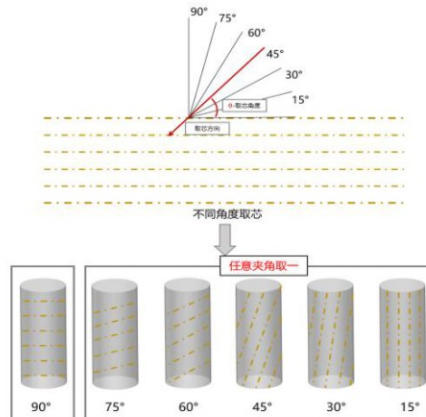
应用情况：成果获授权发明专利42件，软件著作权4件，发表学术论文130余篇，形成产业化与工业化应用，至今应用2000余口井，采用本项目技术产生的经济效益143.3亿元（含新增销售76.1亿元），累计节支67.2亿元，新增利润7.1亿元，新增税收5.28亿元。

代表性成果2

中深层泥页岩地层井壁稳定关键技术及应用



侧向取芯确定层理面内同性特征



夹角取芯确定横观各向同性体

创新点1：创建了泥页岩层间力学强度参数各向异性的评价方法，建立了不同矿物组分与泥页岩应力性破坏特征关系图版

明确了川南威远地区龙马溪及筇竹寺组泥页岩的破坏机制；
解决了裂缝性泥页岩储层无法正常取芯获取力学强度参数的难题。

创新点2：创建了膨胀性泥页岩多因素坍塌失稳评价方法

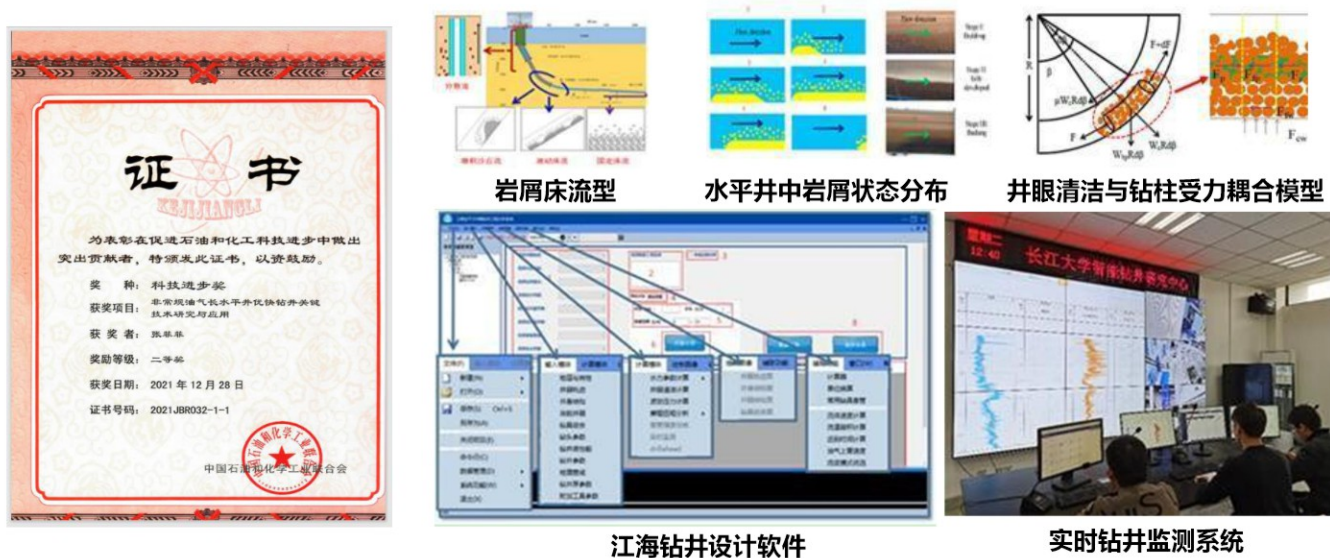
针对井眼坍塌失稳问题，深入开展泥页岩岩石力学、井周压力传递等实验，明确泥页岩岩石弹性和强度各向异性特征，泥页岩井周压力传递规律，泥页岩井周应力分布规律，泥页岩微观特征井壁失稳机理，泥页岩井眼坍塌失稳模式及其演化规律，**建立了**泥页岩钻井过程中动态坍塌压力计算模型，**明确了**膨胀性泥页岩坍塌失稳综合机理；**解决了**膨胀性泥页岩地层因井眼裸露时间过长造成的持续性坍塌掉块难题。

应用情况：先后应用于陵水区块、长昌区块、万宁区块、长宁、威远、元坝、彭州、合川等25个区块以上，完钻页岩气井480口以上，累计产生经济效益10.5亿元人民币。项目研究和推广期间，取得了显著的经济和社会效益，提升了我国钻井领域的影响力和竞争力，促进了钻井技术及理论的发展。该成果取得授权发明专利17件，软件著作权2项，出版专著1部，制定行业标准1件，发表学术论文78篇。

代表性成果3

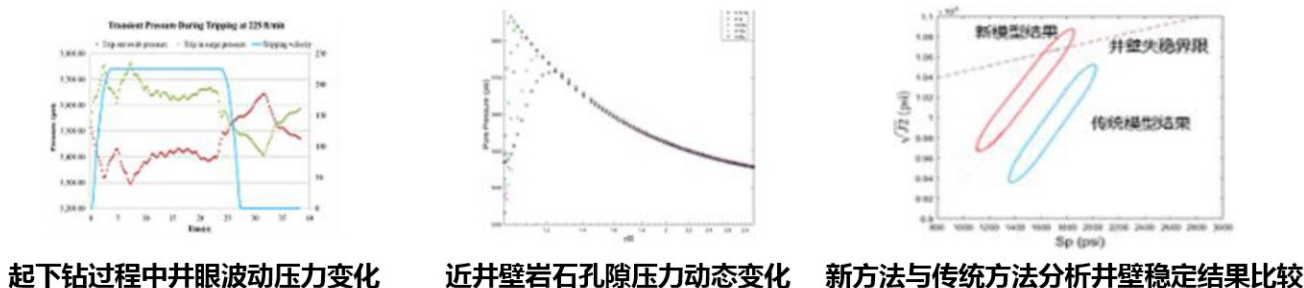
非常规油气长水平井优快钻井关键技术研究与应用

创新点1: 针对严重依赖国外的钻井软件“卡脖子”难题，项目在已有算法模型基础上，研究出了更适合长水平井特点的智能化算法和模型，开发了具有自主知识产权的钻井设计分析、实时钻井监测和预警、钻后优化系列软件，形成了辅助钻完井施工作业的软件工具体系。

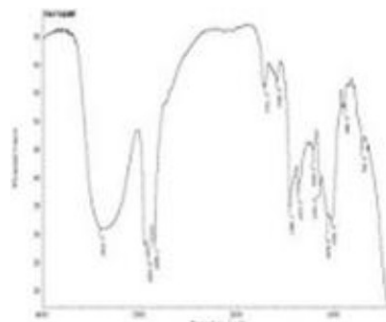
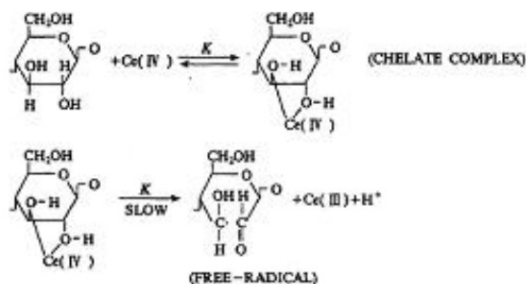


创新点2: 长水平井井壁失稳分析及高效钻井液开发与应用，缓解井壁失稳难题。

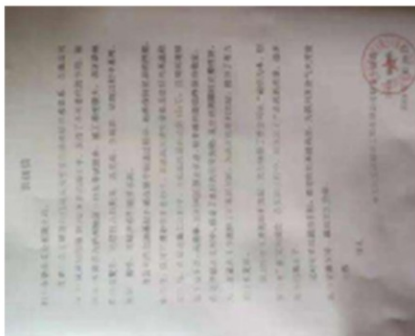
揭示动态加载多场耦合条件下的井壁失稳机理，建立提高井壁稳定的钻井参数优化方法



研发针对泥页岩地层长水平井高效环保型油基钻井液和水基钻井液

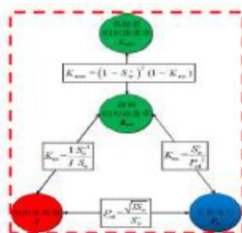


应用情况: 项目成果已在川、渝、鄂西、陕甘等地区的页岩油气田获得大规模成功应用，直接科技成果转化交易额年均超**7000万元**，累积上缴税金超**1400万元**，帮助中石油、中石化下属多家生产单位**节约成本3.4亿元**。在国外，该成果已经应用于**挪威国家石油公司Equinor**的实时钻井监测平台和**美国油服巨头哈里伯顿 (Halliburton)** 的实时钻井监测服务中。

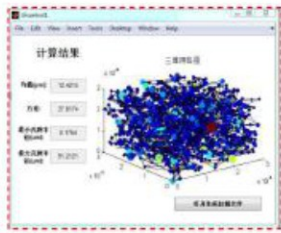


代表性成果4

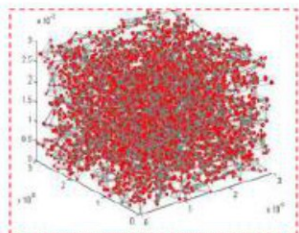
复杂低渗透油藏精细高效开发关键技术及工业应用



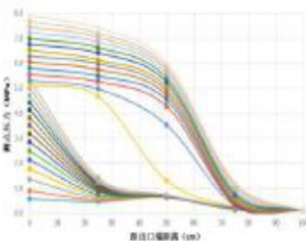
导电-渗流转换模型



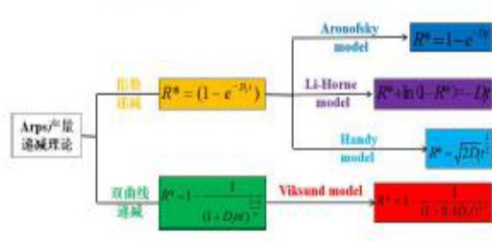
储层微观网络模型



微观渗流动态模拟



基质-隐裂缝模型注水“压力笼”现象



基质-显裂缝模型中渗吸采收率模型

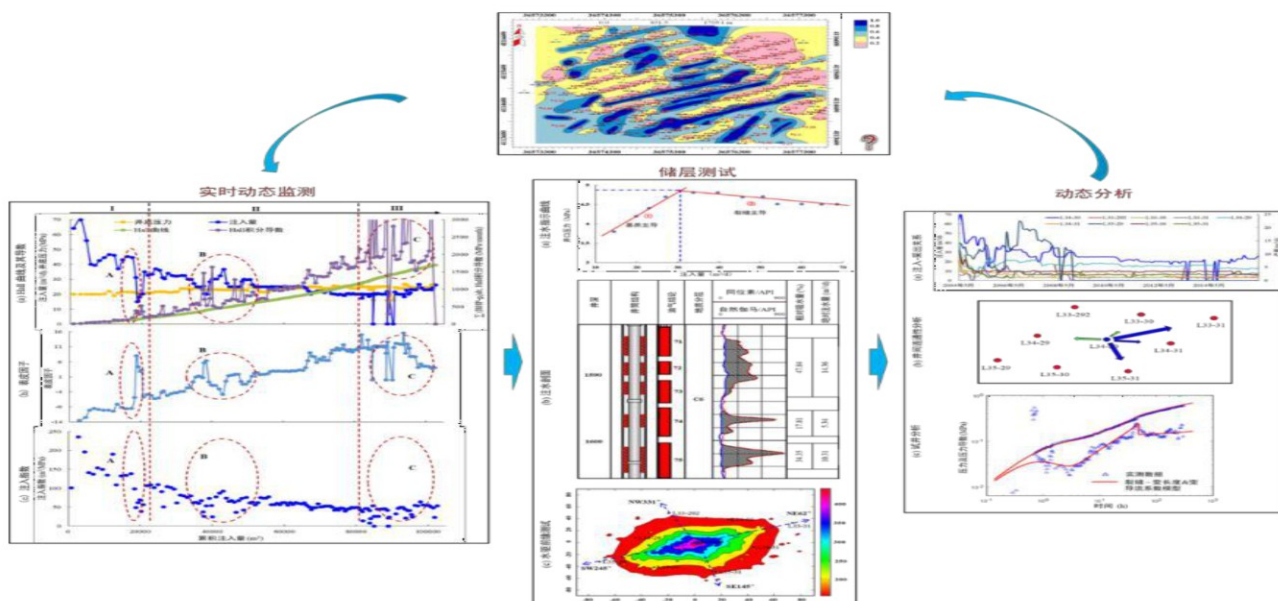
创新点1：开展低渗透油藏基质储层水/气驱油微观定量表征研究

通过随机分形理论重构孔隙网络模型，开展微观驱油机理动态模拟，揭示常规开发技术难以动用基质储量

通过搭建不同类型裂缝的低渗透储层驱替物理模型，提出不同类型的裂缝-基质储层的有效开发技术新思路

创新点2：注水诱发裂缝的解释模型和解释方法

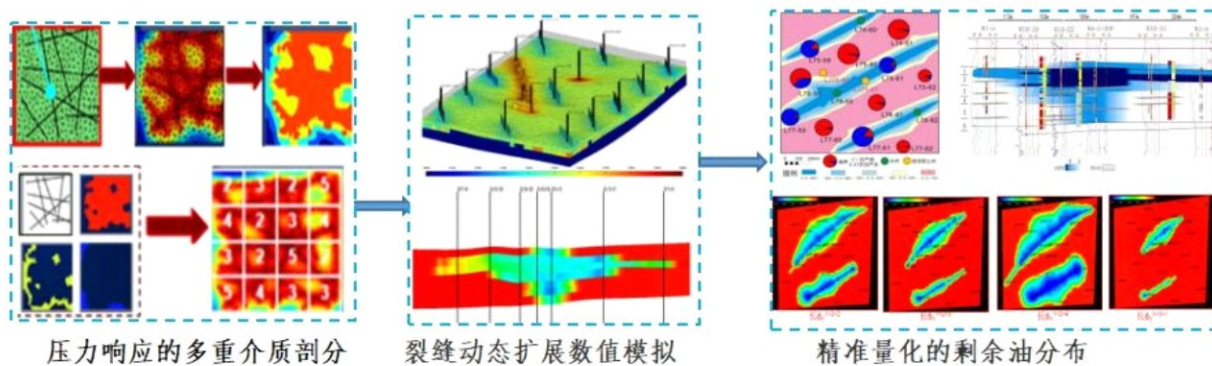
针对低渗透油藏注水开发中的压力监测，开展注水诱发裂缝的解释模型和解释方法、压裂直井导流能力不均匀模型、多级压裂水平井缝间不均匀产液模型等研究，揭示了低于地层破裂压力条件下注水诱发裂缝的机理，分析压力传播规律，提出诱发裂缝和人工压裂缝的解释新方法，全面提高压力资料录取合格率，提高压力资料解释结果可靠性，挖掘测试资料蕴含的潜在信息，为注水开发调整提供可靠参数。



注水诱发动态裂缝的参数反演和表征综合方法

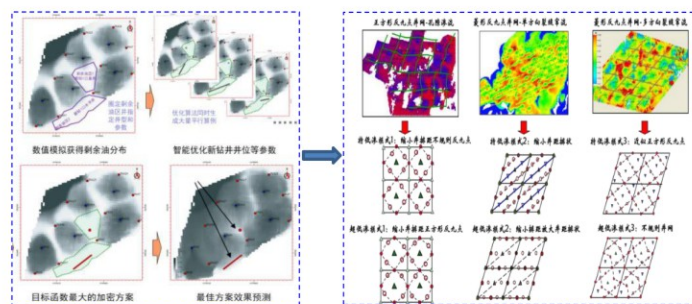
创新成果3: 建立了低渗透储层中天然裂缝-注水诱导裂缝-人工压裂裂缝与基质耦合的多重介质渗流模型及不同特征尺度介质的流体交换模型

实现了动态裂缝形成、扩展全过程全三维细致数值模拟



裂缝动态扩展模拟及剩余油定量表征

建立了缝网匹配的加密调整模式，提出了超短水平井、大斜度井加密方式，形成了基于剩余油分布的加密井位智能优化技术



不同类型低渗油藏智能优化引导加密调整模式

应用情况：成果在湖北江汉油田、陕西的延长油田和长庆油田、新疆的吉庆油田等低渗透油藏开发中获得成功应用，并推广到国内十多个油田，其中在湖北江汉油田创造的直接经济效益1.65亿。**促进了**石油工业及湖北省科技的进步，**提升了**我国低渗透油藏精细刻画高效开发研究的国际竞争力。

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模
1	江汉油田江汉采油厂	精细注水、缝网匹配的智能注采井网	潜江凹陷/183口井注采优化
2	长庆采油十二厂	压裂水平井解释方法及软件/基质-裂缝精细化数值模拟	合水18个区块800井次的测试/10个区块的420井次的开发调整
3	延长吴起采油厂	油水井压裂动态监测	薛岔（西南）油区、薛岔（老庄）油区、楼坊坪（袁石洼）油区/316井次
4	新疆吉庆油田作业区	压裂水平井解释方法及软件/基质-裂缝精细化数值模拟	火烧山油田、昌吉油田
5	武汉时代地智科技股份有限公司	软件稳定性测试	软件服务各大油田

代表性成果5

油藏开发井间动态连通性定量识别与优化调控技术及规模应用

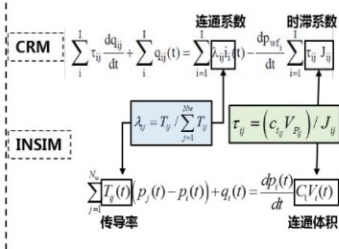
创新点1：开发了基于连接单元体系的井间连通性量化表征技术

通过转化三维流场为可并行的一维物理连通网络，形成了可快速预测生产动态的连通性模型方法

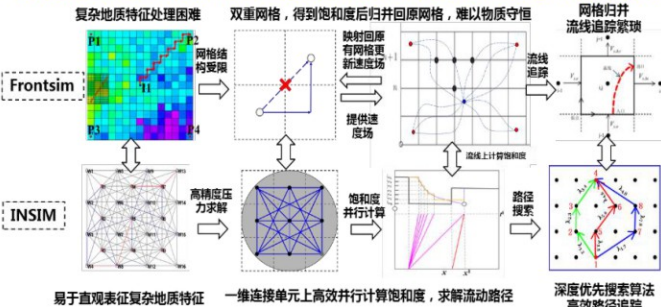
结合人工智能自动历史拟合算法，实现了水驱/聚驱油藏大规模井间动态连通性的定量识别和实时计算



◆ 对比CRM模型：仅考虑注采连通，且单相单层时则退化为CRM模型



◆ 对比流线模拟Frontsim：不需要网格归并，直观表征和路径追踪，更加高效

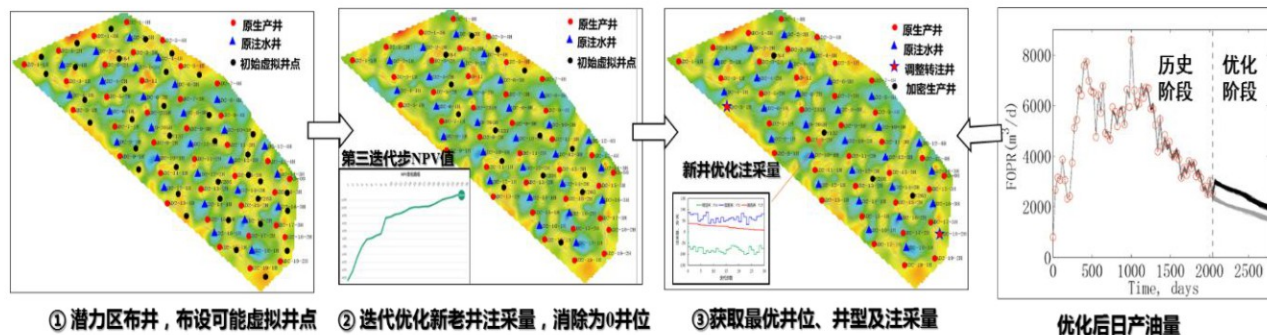


INSIM连通性模型与CRM模型、Frontsim模型对比

创新点2：建立了油藏注采调控及井网调整一体化优化方法

以连通性模型为预测基础构建包含注采与加密井位混合优化方法，通过优化注采量并消除无效井位，实现了适应于连通性动态变化的加密井位井型、转注时机和注采参数的一体化优化；

研制了一系列高效无梯度智能优化算法，实现了对复杂注采调控一体化模型的准确求解，效率相比传统差分梯度法提高1~2个数量级。

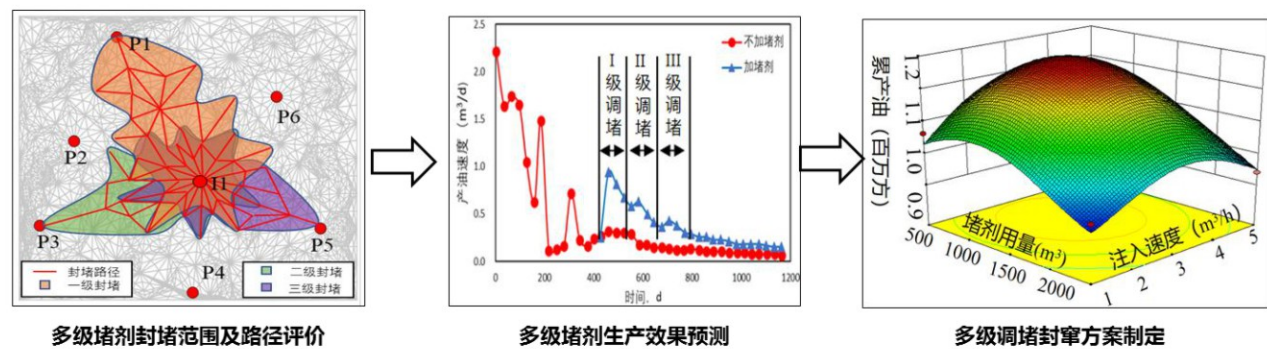


注采与加密井位混合优化方法

创新点3：构建了井间连通多级精细调堵优化决策技术

基于井间动态连通参数及洛伦兹窜流指数，确定优势通道发育方向及类型，结合室内物模实验，形成了调堵措施井(层)判别优选和药剂体系构筑方法；

建立了井间多级调堵一体化决策技术，通过多段塞药剂组合方式、注剂用量、注入速度等多参数协同优化，实现了多级调堵方案精细优化与效果评价。



井间多级调堵一体化优化与决策



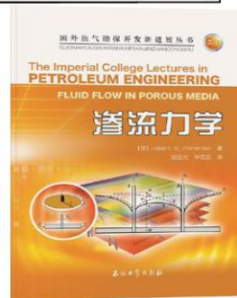
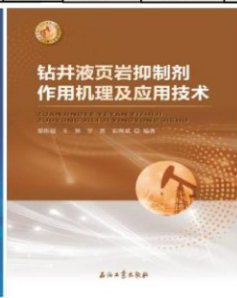
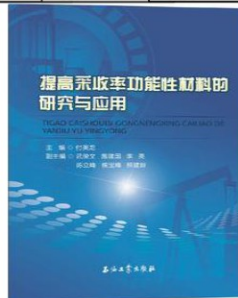
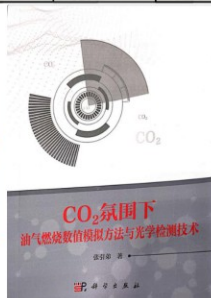
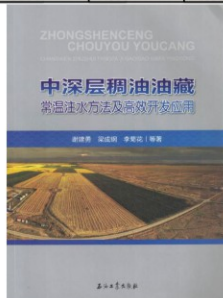
应用情况：成果近五年在中海油天津渤中油田、中石化西北油田、中石油海外油田等6个区块共计**增产原油187.13万吨**，创销售收入**54.86亿元**、创利润**7.05亿元**，软件技术服务费**2000万余元**，经济效益显著。

成果取得授权国家发明专利**36件**，登记国家软件著作权**12件**，出版中文专著**4部**、英文专著**1部**，制定石油天然气**行业标准2项**、中国石化**企业标准1件**，发表**学术论文86篇**（SCI/EI检索82篇）。相关技术被石油界发行量最大的石油新闻杂志JPT、国家自然科学基金委官方期刊中国科学基金等国内外学术媒体评价报道，被集成和引入到全球最大的油藏数值模拟开源软件**MRST**（挪威科技工业研究所）和**雪佛龙、壳牌**等国外石油公司的油藏数值模拟软件中，推动了油田大数据及智能化开发理论与技术的发展。

知识产权与获奖

知识产权情况

近五年来发表论文304篇，其中SCI/EI收录190篇；授权发明专利209项；参与制定行业标准1项；出版专著6部。



获奖情况

近年来获得省部级一等奖11项、二等奖10项、三等奖5项。



4

科研设备

Research Facilities



声发射测定仪



智能钻井模拟实验平台



天然气水合物物理力学
模拟试验系统



岩石三轴试验系统



高温高压真三轴
岩石测试系统



固井注水泥顶替效率
模拟检测系统



井漏频谱监测仪



支撑剂长期导流能力
系统评价装置



储层改造实验平台



页岩气扩散分析仪

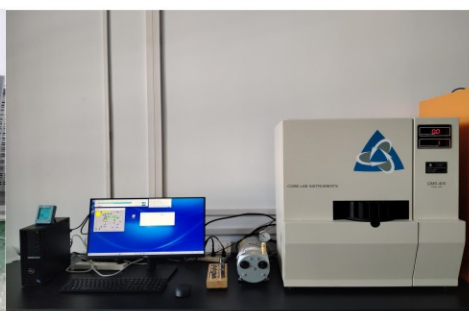


页岩真三轴裂缝
起裂扩展模拟系统





高温高压二维物理模拟驱替系统



覆压孔渗自动测试系统



双缸增压稠化仪



超声波水泥石强度分析仪



场发射电子显微镜



赛默飞旋转流变仪



超临界CO2增稠剂驱替模拟装置



驱油特性测定仪



气相色谱质谱仪



变温高压核磁共振成像分析系统

5 Personnel Training 人才培养



实验室一直十分重视人才的培养，并采取了一系列措施，对引进的高层次高学历人才配套经费，建立实验室，纳入团队，参与团队建设，实验室也同时吸引国内外优秀中青年人才进入实验室。

研究生培养是实验室工作的一个重要方面，实验室严格执行学校、实验室有关制度，确保研究生培养质量，每年培养博、硕士研究生200余名。



6

合作交流

Academic Exchanges



开放交流

实验室积极与国际相关领域著名研究机构和学术组织联合，邀请石油高校和油田企业人员来校进行技术交流，建立学术关系，使本实验室不断创新学术思想，瞄准学科前沿，保持学术地位和影响力。



实验室鼓励研究人员走出去，与各企业、各高校就先进的方法、理念进行交流碰撞，促进实验室水平提升，扩大实验室影响力。





油气钻采工程 湖北省重点实验室

地址:湖北省武汉市蔡甸区大学路111号
邮编: 430100
电话: 027-69111200