

教育部重点实验室建设申请书

实验室名称：非常规油气开发教育部重点实验室

学科（领域）分类：石油与天然气工程(0820)

依托单位：中国石油大学(华东)

主管部门：教育部

通信地址：山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号

邮政编码：266580

联系人：董成立

联系电话：0532-86981830

手机：18266635928

传真：0532-86983030

电子邮箱：dcl@upc.edu.cn

填报时间：2018 年 07 月

中华人民共和国教育部

二零一八年制

目 录

一、建设实验室的目的和意义	1
(一) 科学目标	1
(二) 教育贡献	1
(三) 国家和地方发展的支撑	2
二、国内外该学科(领域)最新进展, 发展趋势、应用前景 ..	4
(一) 非常规油气藏渗流理论与模拟技术	4
(二) 非常规油气藏开采工艺技术	6
(三) 非常规油气钻完井理论与技术	7
(四) 非常规油气田化学工作液	9
(五) 应用前景	11
三、实验室研究方向和主要研究内容	12
(一) 非常规油气藏渗流理论与模拟技术	12
(二) 非常规油气藏开采工艺技术	14
(三) 非常规油气钻完井理论与技术	16
(四) 非常规油气田化学工作液	18
四、实验室现有研究工作的基础、水平等	21
(一) 研究工作的基础及其在国内外的影响和地位	22
(二) 取得的研究工作进展	33
(三) 主要标志性成果	37
五、科研队伍状况及人才培养的能力	46

(一) 科研队伍状况	46
(二) 学术带头人及主要研究人员情况	48
(三) 人才培养总体情况	59
(四) 高水平人才的吸引和稳定的措施	61
六、已具备的实验条件	63
(一) 各子实验平台简况	64
(二) 科研用房	66
(三) 主要大型仪器设备简介	69
(四) 配套设施	77
七、主要工作规划、预期目标、水平	78
(一) 主要工作规划	78
(二) 预期目标和水平	81
(三) 建设经费概算与落实计划	82
(四) 仪器设备购置	82
八、开放运行机制	85
九、实验室依托单位意见	89
十、主管部门意见	90

一、建设实验室的目的和意义

（一）科学目标

立足国家油气重大需求和国际学科前沿，围绕非常规油气藏开采过程的多尺度多场多相渗流机理、强化开采物理-化学耦合机制、复杂条件钻井多场载荷与地层相互作用机制等亟待解决的科学问题，聚焦非常规储层油气藏渗流理论与模拟方法、高效开采方法及工艺技术、苛刻环境钻完井理论与技术、化学工作液等关键领域开展研究。综合应用先进的数学、物理、力学和化学等理论和方法，结合地质学、岩石与流体力学、油田化学、计算机与信息科学、人工智能等相关理论，着力解决我国非常规油气开发的工程技术难题，不断完善非常规油气高效开发理论与技术，提升我国非常规油气开发领域的整体研究水平，为国家能源安全提供保障。

（二）教育贡献

实验室将建成我国非常规油气高效开发理论与技术研发平台，石油与天然气工程学科建设和高素质人才培养基地。

在学科建设方面，利用重点实验室建设机遇，以石油与天然气工程学科为核心，辐射地质学、数学、力学、化学、计算机与信息控制等相关学科，在非常规油气开采领域整合人才队伍、科研资源和实验条件，搭建创新平台，加速我校石油与天然气工程学科“双一流”建设。

在人才培养方面，依托该重点实验室，培养和引进高层次人才和青年学术骨干，形成以院士、长江学者、国家杰出青年基金获得者等高层次人才为核心的创新团队，凝聚起专业结构合理、富于创新的学术队伍；建立完善的创新型人才培养所需要的实验研究与教学体系，不断强化本科生培养优势，提升硕士和博士研究生培养质量，为能源领域培养满足国内外需求的一流人才。

（三）国家和地方发展的支撑

油气资源开发事关国家经济社会可持续发展和能源安全。目前我国已成为世界第二大石油消费国和第一大油气进口国，2017年原油产量1.92亿吨，原油表观消费6.1亿吨。油气对外依存度：原油逼近70%，天然气逼近40%，危及国家能源安全。油气资源供需矛盾突出，直接影响到我国经济社会可持续发展和能源安全。我国主力油气田目前大多进入开发中后期，常规油气剩余可采储量和产量逐年下降，已不能满足我国逐年增长的油气需求。

非常规油气主要指采用传统技术不能有效工业化开采的油气资源，主要包括致密和超致密砂岩油气、页岩油气、深层油气、特/超稠油、沥青砂岩、天然气水合物等。美国“页岩气革命”后，非常规油气资源已逐步成为世界油气供给的重要来源。我国非常规油气资源储量丰富，约为常规油气储量3倍以上。根据国家“十三五”规划和“国家中长期科学与技术

发展规划纲要”，非常规油气的开发利用已成为国家能源接替的重大战略选择。面对非常规油气储层介质和流体赋存方式特殊，流动机制复杂、钻采环境苛刻等因素带来的挑战，攻克非常规油气藏渗流模拟、钻完井、开采工艺与化学工作液等方面的理论和技术难题，创新开发理论、发展高效开发方法、形成实用的工程技术，支撑我国非常规油气开采，为国家能源重大需求和经济社会发展做出应有的贡献。

中国石油大学(华东)地处环渤海经济区和山东半岛蓝色经济区，两区已成为国家重点发展战略区，地方政府已经把非常规油气资源勘探与开发作为契合国际能源战略的优先支持方向。非常规油气资源勘探与开发技术与装备也已成为地方油气产业的发展方向。申报人员将一如既往地参与油田企业的科研攻关，继续为区域和地方经济和社会发展做出重要贡献。

目前国家和教育部层面尚无专门针对非常规油气开采的重点实验室，亟待建设。中国石油大学(华东)是石油石化行业科学研究的重要基地，在基础理论研究、应用研究等方面具有较强实力，在 10 多个研究领域居国内领先水平和国际先进水平。油气开发学科专业齐全、优势明显且互补，有利于创建非常规油气开发重点实验室，开展系统的一体化研究。

二、国内外该学科(领域)最新进展, 发展趋势、应用前景

国内外非常规油气资源丰富, 据估计, 致密油、重油、天然沥青、油页岩油可采资源量全球约为 $4120 \times 10^8 \text{t}$, 我国约为 $440 \times 10^8 \text{t}$; 致密气与页岩气可采资源量为 $665.8 \times 10^{12} \text{m}^3$, 我国约为 $38 \times 10^{12} \text{m}^3$; 天然气水合物可采资源量约为 $3000 \times 10^{12} \text{m}^3$, 我国约为 $70 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。随着勘探的不断深入, 常规石油天然气资源增储增产难度越来越大, 非常规油气资源的战略地位日趋重要 (邹才能, 2015)。

非常规油气在北美取得了重大成功, 而中国在非常规油气开发方面同美国、加拿大等先进国家的差距还是比较明显。目前国外在裂缝发育带预测技术、分层压裂改造技术以及水平井钻井技术等非常规油气藏开发的关键技术方面相对成熟。因此, 从我国国情出发, 开展非常规油气开采关键技术研究对国民经济和油气工业的持续发展具有非常重要的意义。

(一) 非常规油气藏渗流理论与模拟技术

非常规油气藏孔隙结构复杂, 多尺度特征显著。数字岩心技术是近年来发展起来的岩心孔喉结构三维重构技术, 构建方式主要分为两大类: 物理实验方法和数值重建方法 (Yao, 2015)。物理实验方法是指通过高精度仪器直接获取岩心的三维结构数据体, 包括系列切片法、聚焦离子光束法、CT 扫

描法、聚焦离子束扫描电镜等 (Tomutsa, 2007; Fredrich, 1995; Silin, 2014 等), 设备要求高并且价格昂贵, 此外这类方法的分辨率和样品尺度是相互矛盾的两个参数; 数值重建方法用于非常规岩心研究存在的技术难点在于难以同时表征大视野下 (低分辨率) 的微裂缝和大孔隙以及小视野下 (高分辨率) 的纳米孔隙。

页岩、致密等非常规油气藏渗流是“温度场-应力场-渗流场”多场耦合流动过程。目前解决微纳尺度流固耦合问题的普遍策略是结合模拟流体和固相的多种优势方法: SPH-DEM 耦合、FVM-DSMC 耦合、LBM-DEM 耦合 (Karunasena, 2014; Sun, 2009; Tanimoto, 2016) 等。LBM-DEM 耦合方法具有计算速度快、模拟方法适用的特点, 但现有模型应用于非常规油气藏还不成熟, 未全面考虑微尺度效应、吸附解吸等特殊机理 (Fathi, 2014); 对非常规油气储层, 常用的裂缝性介质热流固耦合模型, 如等效连续介质模型、双重介质模型和离散介质模型 (Oda, 1986; Kim, 2012、2014; Cao, 2016), 均存在一定的局限性, 不能考虑裂缝的剪胀性以及裂缝在储层开采过程中的变形、破裂问题。

特/超稠油油藏热化学复合驱和天然气水合物开采机理复杂, 热-物理-化学复合作用机制是其核心科学问题。特/超稠油油藏原油黏度更高, 多种流体之间的相互作用机理更加复杂, 不同类型油藏复合驱体系的主导机理尚不清晰 (Emadi, 2011; Li, 2011); 天然气水合物藏开采涉及相态变化、岩石

应变、颗粒运移和水合物抑制剂作用等复杂热物理化学过程 (Moridis, 2014; Kang, 2016), 而目前对天然气水合物藏物性参数动态变化、多孔介质中水合物相变、岩石骨架结构变形及颗粒运移等问题还缺少系统的研究。

综上所述, 有必要深入开展多尺度数字岩心构建、多场耦合流动、热-物理-化学作用机制及多相渗流的基础理论研究, 形成非常规油气藏渗流模拟关键技术。

(二) 非常规油气藏开采工艺技术

深层/致密/页岩等非常规储层普遍具有岩石脆性强、地应力差异大等特征, 建立非常规储层岩石断裂的力学模型, 明确压裂缝网形成流固耦合机制具有重要指导作用。当前在该领域, 已开展了大量岩石力学室内测试, 建立了饱和脆性岩石的修正 Biot 本构 (Thiercelin, 2007), 开发了扩展有限元 (Dahi-Taleghani, 2009)、离散元 (Zangeneh, 2012) 等多种裂缝扩展模拟手段, 实现了裂缝起裂、扩展、分叉、止裂的力学模拟。但这些技术手段均基于宏观连续损伤理论或预定路径断裂力学理论, 模拟手段也多集中在水力-应力耦合层面, 其适配性、准确性均难以满足精确模拟设计要求。

开发低污染、高效率、可回收的功能性材料一直是储层改造研究的核心之一, 对于非常规油气的意义尤为突出。当前, 在该领域主要集中在以微乳液助排剂、纳米流体增渗剂等为代表的新型压裂液助剂, 以空心 ULM 支撑剂 (Parse,

2012)、可变形超轻量支撑剂 (Mahoney, 2013) 等为代表的低密度支撑剂, 以及以耐高温、复合驱动为代表的酸压添加剂等方面。这些功能性新材料仍然难以满足“高效-环保-低害-多能”的需求。

对于深层(4500-6000m)、超深层(6000-9000m)以及特稠油(10000-50000mPa.s)、超稠油(>50000mPa.s)的高效人工举升是开发的关键难题之一。目前主要采取高强度抽油杆、多级杆优组、小泵抽油及多泵接力(Jonathan, 2012; Han, 2016; Robert, 2017)等手段, 但其适用深度和原油粘度仍难以满足日趋复杂的非常规储层开发。

出砂与防砂问题, 尤其是微尺度出砂防控已成为水合物储层开发面临的棘手难题。当前针对水合物储层的出砂预测及 10-15 μm 级的极粉细砂的防砂技术尚属空白 (Dangayac, 2015), 考虑水合物降解及储层相变的水合物储层微观出砂机理尚不清楚。

综上所述, 有必要深入开展复杂岩石细观本构模型、三维缝网扩展模拟及新型储层改造功能材料、高效举升技术、出砂预测与有效防控等研究, 形成非常规油气藏高效的开采工艺技术。

(三) 非常规油气钻完井理论与技术

在非常规油气钻完井过程中, 窄安全钻井液密度窗口带来的钻井周期长、井下复杂问题越来越多, 实现井筒压力的

精确控制至关重要。井下压力预测和动态计算是实现压力控制的理论基础。目前井筒环空中非稳态多相流动模型多是对圆管建立的 (Avelar, 2009; Shirdel, 2011), 且以牛顿流体为主, 并没有考虑以下因素: ① 非牛顿流体相态变化的影响; ② 井筒环空及圆管的差异性对井筒环空多相流动特征的影响; ③ 井筒环空中非牛顿流体非稳态多相流动规律的影响。难以准确预测压力控制钻井过程中的钻井参数的变化规律, 不能及时发现溢流、井漏等井下事故。

非常规油气藏地质条件复杂, 钻井程中通常会遇到机械钻速低、井壁失稳等问题, 严重妨碍了高效安全的建井作业。提高钻井速度是高效建井的关键, 深层钻井提速主要围绕钻头和辅助破岩工具开展研究, 具有多种切削方式的复合型 PDC 钻头是发展的新趋势, 但深部高温硬岩的钻井速度仍比较低。现阶段关于井壁稳定性问题的研究主要从力学、化学、热力学、电学的多场耦合角度入手 (Ghassemi, 2009), 但页岩气储层是强层理性地层 (Zoback, 2013), 将层理特征与多场耦合相结合来解决井壁失稳问题仍缺乏研究。

井筒完整性是目前石油工业的重要难题之一。2000 年后, 挪威、加拿大、美国、英国、阿曼等世界各大石油公司以及相关机构相继开展了井筒完整性评价、管理技术研究。国外公司及相关机构相继出台了系列标准或推荐做法, 如《钻井和修井中井的完整性》(挪威, 2004, 2010, 2013)、《井完整性推荐做法》(英国, 2012)、《井筒完整性与环空带压》(ISO

16530, 2017) 等。2006 年起, 我国油田开始引入井筒完整性概念, 相关研究工作不断得到重视, 但对井筒完整性及完整性管理技术的认识、研究和应用处于起步阶段, 尚未系统建立相关管理规范或标准。

综上所述, 有必要深入开展非常规油气井筒环空非稳态多相流动理论、优快钻井方法、井壁稳定控制和井筒完整性评价等方面研究, 形成非常规油气安全、高效的钻完井理论与技术。

(四) 非常规油气田化学工作液

非常规钻井液面临主要问题包括页岩水平井、深层高温高压及水合物分解等技术难题。国内外主要通过油基、合成基钻井液, 合理控制钻井液流变性、提高岩屑清除效率、降低摩阻和扭矩应对页岩水平井井壁失稳 (Vassilios, 2017); 通过化学固壁、水合物抑制技术, 以及低温流变性调控防治海底疏松层钻井复杂情况; 从力学稳定性方面入手, 分析钻井液侵入对水合物地层性质的影响, 研究水合物分解特性。页岩水平井固井、深水水合物储层固井与常规固井不同。目前页岩水平井固井主要选择合理的固井技术措施提高顶替效率, 深水水合物储层固井采用低温早强低水化放热水泥浆体系 (Johnson, 2017)。

压裂液对于压裂施工的成败起着决定性的作用。目前国内广泛使用的压裂液体系可分为油基压裂液、水基压裂液、

泡沫压裂液和乳化压裂液 (Kaler, 2010, Dreiss, 2013)。清洁压裂液因无残渣伤害低等优点而广受关注, 但如何处理清洁压裂液的返排液仍然是巨大挑战。

我国稠油油田多为陆相沉积油田, 砂层孔隙大、胶结差、渗透率高、非均质严重。常规热力采油方法存在着地层压力小、产水量高、产油量低、油藏非均质性严重等突出问题 (Geilikman, 1997)。在热采基础上发展的热-化学剂、热-化学剂-气体降黏技术提高了超稠油、特超稠油的动用能力 (Eggert, 2004), 是今后高效降黏技术的攻关方向。

水合物在钻探、开发和集输等过程中, 存在防治、分解及二次形成问题, 其有效防治和高效开发是制约水合物安全、高效开发的关键。添加抑制剂可以有效防止水合物的生成, 同时也是水合物开发的重要方式之一, 目前常用的抑制剂主要包括无机盐和醇类, 可有效抑制水合物的形成。绿色环保高效的水合物抑制剂和防聚剂是未来水合物开发的重要攻关方向。

综上所述, 有必要深入开展非常规苛刻环境下钻完井液与水泥浆体系、低成本高效能绿色压裂液、热-化学剂-气体的协同高效降黏剂及高效抑制剂和防聚剂的研发, 为适应我国非常规油气藏高效开发的需要提供新型化学工作液。

（五）应用前景

我国的非常规油气储存量非常可观，但非常规油气的勘探开发仍处于起步阶段，近年来正在大力推进页岩油气、致密油气、天然气水合物等非常规能源的开发利用。非常规油气开发实验室是中国石油大学(华东)为适应国家油气重大需求、提升我国非常规油气开发领域整体水平，整合相关优势资源成立的跨学科研究实体。实验室规划的研究方向和重点研究内容反映了非常规油气开发领域的国际前沿，且紧紧围绕非常规油气开发面临的重大难题和关键科学问题，因此具有重大的理论意义。

实验室将建成有国际先进水平、功能完备的非常规油气开发实验平台。将有助于发展非常规油气开发理论，创新高效开采关键技术，建成拥有具有国际影响力的科研队伍和国内领先的创新平台，为国内非常规油气开发提供理论支持和技术保障。

三、实验室研究方向和主要研究内容

非常规油气开发实验室针对我国非常规油气开发的工程背景、储层的特殊性与复杂性、开发环境的苛刻性，以地质学、岩石与流体力学、油田化学、计算机与信息科学为基础，形成非常规油气高效开发理论与技术，提升我国非常规油气开发领域的整体研究水平，为国家能源安全提供保障。实验室总体思路与各研究方向之间的相互关系如图 3-1 所示。

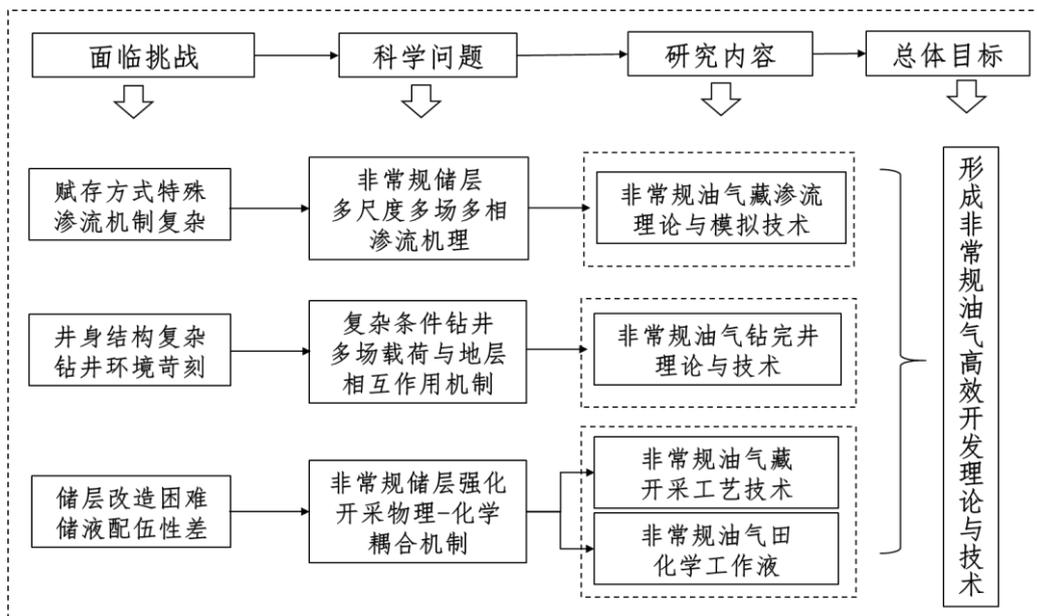


图 3-1 非常规油气开发实验室研究思路

本实验室设置以下四个主要研究方向：

(一) 非常规油气藏渗流理论与模拟技术

针对非常规油气藏多尺度多物理场耦合渗流特征，构建精细表征储层特征的数字岩心，揭示热-物理-化学作用机制

及渗流机理，建立“温度场-应力场-渗流场”多场耦合多相流动模拟方法，形成非常规油气藏渗流模拟平台。

(1) 多尺度数字岩心构建

应用微米 CT、扫描电镜及能谱分析等实验分析手段，获取非常规油气储层包含微裂缝及大孔隙的低分辨率岩石矿物图像信息，构建低分辨率大尺度数字岩心；研究大尺度数字岩心孔隙图像分类方法，获取高分辨率岩石矿物图像信息，构建高分辨率小尺度数字岩心；建立不同尺度数字岩心的叠加整合方法，构建非常规储层多尺度多矿物相数字岩心；建立孔隙网络提取方法，构建孔隙网络模型，形成非常规油气储层孔隙结构特征参数的计算方法，为微观流动模拟提供研究平台。

(2) “温度场-应力场-渗流场”多场耦合流动模拟

针对致密、页岩油气及深层油气开采，基于实验和微观模拟方法，建立考虑微纳孔隙内微尺度效应、吸附解吸、孔隙变形等特征的介观流动模拟方法，揭示真实数字岩心内“温度场-应力场-渗流场”多场耦合渗流机理；构建基于均化理论或体积平均法的尺度升级方法，实现岩心尺度渗流模拟，以计算宏观渗流参数；建立非常规油气储层多孔隙介质（纳米级粒内孔隙-微米级粒间孔隙-毫米级微裂缝-米级人工压裂缝）多场耦合油气藏宏观数学模型及其数值求解方法。形成介观-岩心-油气藏多尺度多场耦合模拟方法，为开发动态预测提供有效的研究手段。

(3) 热-物理-化学作用机制及多相渗流模拟

针对特/超稠油热化学复合驱开采，分析热-化学剂协同作用对稠油性质和组成的影响，研究化学剂热稳定性及其与油藏流体的配伍性，阐明热-化学剂对油水两相相对渗透率协同影响规律，进而揭示蒸汽、降黏剂、驱油剂、 CO_2/N_2 等多元热流体对稠油开采的复合作用机理；针对天然气水合物藏开采，分析天然气水合物储层物性参数动态变化规律，阐明水合物开采流固耦合、气/水/水合物/岩石颗粒混合流动机制，揭示水合物抑制剂作用机理。基于以上研究，最终形成非常规油气热-物理-化学作用机制及多相多组分渗流模拟方法。

(二) 非常规油气藏开采工艺技术

围绕非常规油气藏开采工艺难点，建立储层改造的关键力学理论与技术，研制强化开采功能材料与工艺，开发新型高效人工举升技术，构建天然气水合物藏出砂预测与防砂完井设计技术，以形成高效稳定的非常规储层开采工艺系统技术。

(1) 储层缝网改造力学作用机制与方法

针对深层/致密/页岩储层，剖析非常规储层岩石的破坏力学响应机制，分类建立岩石宏观损伤力学本构，阐释超临界二氧化碳、聚能泡沫等新型压裂方式下的缝网扩展固液力学作用机制，揭示裂缝扩展与地应力场的协同变化规律；完善多级燃速固、液火药体系，开发水平井、层内多级固液火

药燃爆诱导压裂工艺技术，实现高应力差异储层的规模改造；揭示缝网向基质的酸蚀蚓孔扩展规律，模拟裂缝缝网向基质的动态酸岩反应渗流过程。

（2）强化开采功能材料与工艺

针对深层/致密/页岩/超稠油储层，设计耐高温超分子缔合稠化剂、高效驱油剂、液态或超临界CO₂增稠剂与交联剂、耐盐低吸附减阻剂等各种压裂改造新材料，形成耐高温、抗高盐、低吸附、可回收的新型压裂液体系；研制系列微乳液助排剂、纳米流体增渗剂以及可降解纤维等各种助剂；开发低密度、高性能和多功能新型支撑剂，明确不同类型支撑剂在复杂裂缝中的沉降运移规律；发明功能性调堵体系，实现对缝网基质封堵过程的注得进、抗剪切、堵得住；研制低界面张力泡沫驱体系、纳米流体与气溶性表面活性剂体系，实现对基质中剩余油的有效剥离与启动。

（3）新型高效人工举升技术

针对深层、特/超稠油油藏，探究沿井身的多物理场耦合变化规律，构建可定量表征举升过程中井周温度场、压力场、粘度场及流体相态动态变换的模拟技术，开发不同类型油井举升方式的优选、配置与参数设计技术；改进现有举升工艺并完善配套设备，提高常规举升方式的适应性，扩展井筒举升的深度和流体粘度范围；探索新型能量转换途径，研发U管压力平衡举升、水力-电力-机械力-气举力合力举升等举升新工艺及配套设备，突破常规举升技术的局限。

(4) 天然气水合物藏出砂预测与防砂完井设计

开展天然气水合物藏出砂可视化实验及数值模拟，揭示天然气水合物出砂微观机理，建立精确定量出砂预测方法；剖析不同防砂措施在水合物储层气水砂混合流动条件下的挡砂、堵塞和流通规律，研发新型防砂工具、固相挡砂充填介质，建立水合物储层极粉细砂的防砂新技术；推导储层内部气水流动携砂运移动态模拟模型，探讨基于极粉细砂防砂与适度控砂的协调作用机制，构建适度防控的优化理论与设计方法。最终形成针对水合物储层极粉细砂的出砂预测、前期预防与适度控制的配套理论与技术，突破天然气水合物极粉细砂的防控瓶颈。

(三) 非常规油气钻完井理论与技术

围绕苛刻物理环境下复杂油气井工程理论与技术中的重大科学和基础理论问题，以非常规油气高效钻完井为目标，建立基于非牛顿流体力学的井筒非稳态多相流动压力控制理论，研究非常规油气地层优快钻井方法、井壁稳定理论及井眼轨迹控制方法，构建非常规油气藏井筒完整性评价与控制一体化的管理平台。

(1) 井筒压力控制钻井理论及技术

针对非常规油气藏钻井过程中面临安全钻井液密度窗口窄、井涌井漏同时存在、井筒压力控制困难等复杂问题，基于非常规油气藏储层孔渗特征及流体相态特征，揭示油气

藏与井筒流体耦合作用机制，阐明钻井期间储层流体侵入井筒的动态过程及内在机理；基于钻井过程中所采用的非常规的非牛顿流体钻井液流变性及相态变化规律，建立井筒环空非牛顿流体非稳态多相流动模型；综合分析井筒环空流体参数变化规律，阐明溢流的发生和发展演变机制，揭示井筒压力控制机理，形成基于非常规油气藏、井筒与地面一体化的井筒压力控制钻井理论及技术。

（2）安全高效建井理论与技术

针对深部地层硬度高/研磨性高、机械钻速极低这一钻井难题，研究深部硬岩破碎机理与高效破岩理论与方法，形成深部地层优快钻井技术；针对非常规储层井眼失稳破坏严重、井筒安全风险突出这一难题，研究苛刻物理环境下地层岩石在钻完井过程的力学响应特征及工程应对策略，分析井周地层垮塌、漏失或裂缝扩展的基本规律，形成大位移井井壁失稳预测及控制技术；针对非常规储层开发井井身结构复杂、井眼摩阻大、井眼延伸能力有限等技术难题，研究油气井管柱受力变形特征及其与井壁的相互作用机制，形成复杂结构井轨道设计及管柱磨阻扭矩预测理论。

（3）井筒完整性评价与一体化控制

针对非常规油气资源勘探开发过程中油套管柱损坏、水泥环密封失效、环空异常高压等井筒完整性问题频发问题，研究气侵条件下水泥环性能的变化规律，建立高温高压环境下水泥环密封性能检测指标与评价方法，揭示深井异常环空

压力形成机理；建立环空压力预测模型，预测深井复杂条件下环空压力随时间的演化规律，开展不同工况条件下井筒安全性能评价，建立深井环空压力安全范围的确定方法；建立深井高温高压条件下井筒完整性评价模型，研究不同井筒完整性的响应特征和判别标准；针对油气井工程发展需要，形成保证井筒完整性的理论和技术体系。

（四）非常规油气田化学工作液

针对非常规油气藏高温高压、岩性交互、应力复杂等苛刻条件，开展钻完井液、水泥浆基础理论攻关，开发关键处理剂、构建高性能钻完井液、水泥浆体系。创建低成本绿色压裂工作液制备技术，研制热-气体-化学剂复合高效降黏剂，阐明天然气水合物相变机理，开发天然气水合物抑制技术，构建非常规油气田绿色化学工作液高效开发技术。

（1）非常规苛刻环境下钻完井液、水泥浆基础理论与体系研究

开展非常规页岩、海底浅层、水合物储层“多元协同”强化稳定井壁理论研究与高效防塌防漏剂研制，形成超高性能防塌防漏钻井液体系；开展超高温高密度条件下的钻井液流变、滤失、抗污染等关键性能及调控机理研究，建立极限温度下钻井液性能调控方法，研制抗高温钻井液降滤失剂和流型调节剂，构建超高温超高密度高矿化度钻井液体系；研究非常规储层损害机理及保护方法，开发非常规地层类油基高

性能水基钻井液体系；开展固井水泥浆外加剂与特种水泥浆体系研发、注水泥提高顶替效率方法研究和水泥环完整性理论及控制技术研究，形成非常规油气高效固井方法。

（2）低成本绿色压裂工作液作用机制及研发

紧密结合非常规油气藏压裂开发特点，通过引入成胶—破胶智能调控官能团，设计合成出具有智能响应的分子，研发低成本绿色环保型清洁压裂液。揭示清洁压裂液成胶—破胶性能与化学剂分子结构特征之间的内在规律，明确清洁压裂液的形成机理。探索修复激活剂与修复压裂液之间的作用机理，阐明清洁压裂液修复循环再利用的作用机制。通过对压裂返排液的修复，达到清洁压裂液修复循环利用的目标，最终形成适于我国非常规油气藏高效开发且可修复循环利用的低成本绿色压裂液。

（3）热-气体-化学剂复合高效降黏剂研发

拟建立稠油组分分离新方法，通过仪器分析和分子模拟相结合的手段，揭示胶质沥青质分子结构。在此基础上通过分子模拟设计纳米颗粒、两亲性分子等材料，阐明化学剂与胶质沥青质的相互作用规律。以此为基础，制备具有高效降黏作用的化学剂，并结合热力采油的开发特点，揭示稠油与气体、化学剂的复杂界面物理化学作用机制，研制热-气体-化学剂复合高效降黏剂。

（4）天然气水合物相变机理及抑制剂研发

针对水合物形成过程中主体分子成笼机制与客体分子

捕集机理，建立微观结构模型和实验手段，开展水合物形成过程的相变机理研究；针对水合物分解过程中水合物笼坍塌机制与客体分子逃逸机理，建立微观结构模型和实验手段，开展水合物分解过程的相变机理研究；针对钻完井、开采、集输等过程中的水合物防治和二次形成问题，研究不同抑制剂（热力学抑制剂、动力学抑制剂及防聚集剂）作用机理，针对开发过程中水合物分解问题，研究抑制剂促进水合物分解作用机理，研发高效低剂量水合物抑制剂。

四、实验室现有研究工作的基础、水平等

实验室依托的中国石油大学（华东）石油与天然气工程学科是国家重点学科、“双一流”建设学科和首批“211工程”、“985工程”优势平台重点建设学科，最新ESI工程学科全球排名前1%。该学科目前拥有一支治学严谨、富于创新、年龄和职称结构合理的学术团队，承担了大量的国家及省部级重大科研任务，取得了丰硕的研究成果。

表 4-1 实验室已设立的部级创新团队和重点研究机构情况

序号	团队和机构名称	设立年份
1	教育部“长江学者和创新团队发展计划”创新团队： 海洋油气井钻完井理论与工程	2010
2	教育部“长江学者和创新团队发展计划”创新团队： 复杂油藏开发和提高采收率的理论与技术	2012
3	山东省优秀创新团队：油气田开发	2012
4	山东省泰山学者优势特色学科人才团队：非常规油气 高效开发	2015
5	山东省教育厅非常规油气资源开发重点实验室	2017
6	山东省教育厅海洋油气工程重点实验室	2017
7	山东省油田化学省级重点实验室	2015
8	中国石油天然气集团公司海洋工程重点实验室—深水 井筒工作液与水合物控制研究室	2015
9	“海洋水下设备试验与检测技术国家工程实验室”分 室—深水油气开发装备及井筒安全测试研发实验室	2016
10	低渗透油气田勘探开发国家工程实验室	2017
11	国家能源页岩油研发中心中国石油大学分中心	2015

（一）研究工作的基础及其在国内外的影响和地位

（1）实验室已具备良好的支撑条件和环境

“非常规油气开发教育部重点实验室”是在国家重点一级学科“石油与天然气工程”基础上，整合教育部创新团队、山东省创新团队、山东省泰山学者优势特色团队等 4 个创新团队，以及山东省和中国石油、中国石化等 7 个重点实验室(研究室)组建，实验室已设立的部级创新团队和重点研究机构情况见表 4-1。

（2）实验室组织并承担了多项石油工程领域国家和省部级重点/重大科研任务

近五年，实验室承担国家级项目 137 项，其中，国家 973 项目 1 项，973、863 计划课题 7 项，国家重点研发计划课题 3 项，国家杰出青年基金项目 2 项、国家自然科学基金重大项目课题 1 项、重点项目 7 项，国家优秀青年基金项目 2 项，国家自然科学基金项目 71 项，国家重大专项子课题 17 项，详见表 4-2 和附表四。高层次的研究项目为本实验室取得高水平的研究成果奠定了坚实的基础。

近五年来，实验室国家级和省部级研究项目/课题的总经费为 1.76 亿元。较充分的科研经费为本实验室建设和取得创新性成果提供了有利保障。

表 4-2 近 5 年实验室承担的国家级、省部级科研项目统计

序号	项目类别	项目来源	项目/ 课题数	总经费 (万元)
1	国家“973 计划”项目	国家科技部	1	3480.0
2	国家“973 计划”课题	国家科技部	5	2572.0
3	国家“863 计划”课题	国家科技部	2	1090.0
4	国家自然科学基金重大/重点项目	国家自然科学基金委	8	1832.0
5	国家杰出青年科学基金	国家自然科学基金委	2	750.0
6	国家自然科学基金面上/青年基金	国家自然科学基金委	71	3177
7	国家科技攻关计划子课题	国家科技部	17	4684.56

(3) 近 5 年来, 实验室获得国家级奖励 6 项, 获省部级一、二等奖 45 项 (详见附表五、表 4-3), 授权国家发明专利 417 项, 出版教材及专著 26 部, 发表科研论文 1168 篇, 中 SCI 一区、二区 115 篇 (详见附表六、表 4-4), 产生了重大社会和经济效益。

表 4-3 近 5 年实验室科技获奖情况统计表

获奖类别	国家级		省部级		
	一等奖	二等奖	特等奖	一等奖	二等奖
数量	0	4	2	10	33

表 4-4 实验室获得科技奖励、国家专利及发表论文情况统计表

授权国家专利	出版 专著	发表学术论文				
		发表论 文总数	SCI 收录 论文数(一 区、二区)	SCI 他人 引用次数	EI 收录 论文数	ISTP 收录 论文数
417	26	1168	115	4.69	595	86

(4) 近年来本实验室承担了 4 项国际合作项目，主办和协办国际学术会议 150 余次，在国际学术期刊上发表论文 300 余篇，产生了重要的国际影响。

近 10 年，承担国际合作项目 4 项，经费 900 余万元；近 5 年，举办学术会议 18 场，利用黄岛讲坛、石油工程技术大讲堂、石油工程新技术讲坛等形式举行高端讲座，邀请海外专家 230 余人次。国际多孔介质会议（InterPore）上就油气渗流研究的热点问题举办了 8 次分会，实验室连续多年主办的油田化学国际会议、深水油气国际会议、数字岩心国际研讨会等已经在国际上产生重大影响。近 5 年实验室主办或承办国际学术会议情况见表 4-5，近 5 年教师在国外讲学或在国际会议上做报告情况见表 4-6，承担的国际合作项目情况见表 4-7。

表 4-5 近 5 年实验室主办或承办国际学术会议情况

序号	学术会议名称	举办时间	参加总人数	海外人员参加人数
1	油田化学国际会议	2013 年 6 月 26-28 日	180	12
2	第十二届全国渗流力学学术会议	2013 年 8 月 8-9 日	230	20
3	国际稠油开采技术交流会	2013 年 8 月 14-16 日	120	15
4	先进采油设备技术研讨暨“无杆采油设备研发中心”成立会议	2014 年 4 月 16 日	60	7
5	第二届数字岩心分析技术国际研讨会	2014 年 6 月 5-6 日	120	10

序号	学术会议名称	举办时间	参加总人数	海外人员参加人数
6	第七届国际流体力学大会	2015年5月24-27日	250	20
7	油气藏改造压裂酸化技术研讨会暨压裂酸化联合实验室揭牌仪式	2014年7月5-6日	60	6
8	CO ₂ 驱注采工程技术研讨会	2014年7月10-11日	50	6
9	第十三届全国水动力学学术会议暨第二十六届全国水动力学研讨会	2014年8月23-24日	195	23
10	第八届全国流体力学学术会议	2014年9月18-21日	150	26
11	第15届全国水射流技术与应用研讨会	2014年11月21-22日	97	10
12	非常规油气钻井基础理论与前沿技术开发新进展学术研讨会	2014年12月4-5日	150	16
13	油气渗流研究中心承办国际多孔介质年会(InterPore)分会场会议	2016年05月09-12日	121	5
14	第三届数字岩心国际研讨会	2016年8月11-14日	160	5
15	第九届国际多孔介质会议及Interpore2017年会	2017年5月08-12日	112	6
16	第16届胶体与界面化学会议	2017年8月25-27日	890	26
17	2017 深海能源大会深水钻完井分论坛	2017年11月23-24日	300	12
18	2018年第二届油田化学国际会议	2018年6月20-23日	200	8

表 4-6 近 5 年教师在国外讲学或在国际会议上做报告情况表

序号	论文（报告）名称	会议名称	时间、地点	报告人	备注
1	Pore Scale Simulation in Shale Using Lattice Boltzmann Method	7th International Conference on Porous Media & Annual Meeting of the International Society of Porous Media	18-21 May, 2015, Padova, Italy	姚军	特邀报告
2	Multi-scale simulation of shale gas reservoirs	The 7th International Conference on Fluid Mechanics (ICFM7)	24-27 May, 2015 Qingdao, China	姚军	特邀报告
3	Shale Gas Flow Simulation Based on Digital Rock Technology and Lattice Boltzmann Method	2ndKFUPM Workshop on Digital Rock Physics: Rock Fluid Interaction	4-5 March, 2015, Dhahran, Saudi Arabia	姚军	特邀报告
4	Digital Core and Pore Network Model Reconstruction Method and Their Application to Oil & Gas Development	2ndKFUPM Workshop on Digital Rock Physics: Rock Fluid Interaction	4-5 March, 2015, Dhahran, Saudi Arabia	杨永飞	特邀报告
5	Multiscale flow simulation theory and method in shale gas reservoirs	2014KAUST NumPor Annual Meeting	1-7 March, 2014, Saudi Arabia	姚军	特邀报告
6	The Characterisation of Effective and Efficient Development of Fractured Carbonate Reservoirs	2014 年中石化碳酸盐岩油藏开发 SPE Workshop	15-18 June, 2014, Nanjing, China	杨永飞、姚军	特邀报告
7	Flow simulation of fractured carbonate reservoir	2012 年国际碳酸盐岩油藏组织研讨会	10-13 December, 2012, Brazil	姚军、黄朝琴	特邀报告
8	The Preparation and Performance Evaluation of High Efficient Fracturing Fluids for Formation Innovation	2013 International Symposium on Oilfield Chemistry	26-28 June, 2013, Qingdao, China	戴彩丽	特邀报告

序号	论文(报告)名称	会议名称	时间、地点	报告人	备注
9	From Characteriation To Multi-Scale Discrete Fracture Model of Tight Gas Reservoir: Integrating Cores, Well Logs, 3D Seismic and Outcrop	2015 Low permeability media and nanoporous materials from characterisation to modelling: can we do it better?	9-11 June 2015, Paris, France	孙致学	会议报告
10	Pore Scale Simulation in Shale Using Lattice Boltzmann Method	2015 Low permeability media and nanoporous materials from characterisation to modelling: can we do it better?	9-11 June 2015, Paris, France	张建光	会议报告
11	Numerical Study of Fractured Horizontal Well with Considering the Stimulated Reservoir Volume in Shale Gas Reservoir	7th International Conference on Porous Media & Annual Meeting of the International Society of Porous Media	18-21 May, 2015, Padova, Italy	樊冬艳	会议报告
12	Multiphase Flow in Porous Media Based on Pore Network Model: from Simulation to Application	第二届数字岩心国际研讨会	10-13 June, 2014, Qingdao, China	杨永飞	会议报告
13	Tight Sand Gas Reservoirs Microscopic Pore Structure Characteristics and Numerical Simulation: an example from Sulige Gas Field, CHINA	第五届国际渗流力学大会(Interpore)	25-28 May, 2014, Wisconsin, USA	孙致学	会议报告
14	Discrete fracture-vuggy network model and its application to fractured vuggy porous media	第三届国际渗流力学大会(Interpore)	23-26 May, 2012, USA	姚军	会议报告
15	Design and Application of Multiphase Sucker Rod Pumps in Wells with High GORs	15LAAL - Artificial Lift Conference—Latin America and Caribbean	27-28 May, 2015, Bahia, Brazil	王海文	会议报告

序号	论文(报告)名称	会议名称	时间、地点	报告人	备注
16	Exploitation and Utilization Technology of Geothermal Resource in Oil Field	World Geothermal Congress 2015	19-24 April, 2015, Melbourne, Australia	刘均荣	会议报告
17	现代油气渗流力学体系及其在页岩气藏开发中的应用	第二届页岩油气高效开采力学问题研讨会	2015年10月22-23日, 青岛	姚军	会议报告
18	提高采收率方法的哲学思考	国家自然科学基金石油工程领域在研项目交流会暨石油工程中青年科学家论坛	2015年7月31日-8月2日, 北京	戴彩丽	会议报告
19	现代渗流力学体系及其发展趋势	第十三届全国渗流力学学术会议	2015年7月11日, 成都	姚军	会议报告
20	天然气水合物矿体雕刻及开采数值模拟	第二届天然气水合物地球化学与探测技术研讨会	2015年4月27日-29日, 厦门	孙致学	会议报告
21	增强型地热系统耦合数学模型及数值模拟	第五届中深层地热资源高效开发与利用会议	2015年3月15-17日, 北京	孙致学	会议报告
22	页岩气藏井工厂开发模式优化设计中的工程科学问题	香山科学会议第517次学术讨论会	2014年12月10日, 北京	姚军	会议报告
23	深水智能井技术	2014年6月在第五届中国海洋工程技术装备论坛	2014年6月11-12日, 天津	刘均荣	会议报告
24	基于CCUS的稠油开采理论与技术	2013年国际稠油开采技术交流会	2013年8月15日, 青岛	李兆敏	会议报告
25	泡沫油流变性与渗流规律研究	2013年国际稠油开采技术交流会	2013年8月15日, 青岛	李松岩	会议报告
26	页岩气多尺度运移机制及流动模拟	第十二届全国渗流力学学术会议	2013年8月8日, 青岛	姚军	会议报告
27	页岩气开发中的工程科学问题	页岩气香山会议	2014年12月10-11日, 北京	姚军	特邀报告
28	Induced flow by coiled tubing gas injection in depleted gas wells: modeling and applications	The 3rd International Symposium on Energy Challenges and Mechanics	7-9 July, 2015, England	张锐	会议报告
29	Self-Plugging Technology of Microcrack With Water in Cement Sheath	OTC-26367-MS	22-25 March, 2016, America	步玉环	会议报告

序号	论文(报告)名称	会议名称	时间、地点	报告人	备注
30	固井水泥石微裂缝遇水自封堵机理分析及验证	石油学会固井学组会议	2016年10月19-22日, 合肥	步玉环	特邀报告
31	Dicussion on key issues of SCCO2 drilling and completion technology	11th Pacific Rim International Conference on Water Jet Technology	2016年10月16-18日, 青岛	倪红坚	会议报告
32	径向水平井自旋转射流破岩和自进特性研究	11th Pacific Rim International Conference on Water Jet Technology	2016年10月16-18日, 青岛	廖华林	会议报告
33	Study on wellbore stability of main and branch open hole section for Mishrif multilateral wells	Workshop on drilling technical study 2015 with Iraq MOC	1-5 May, 2016, Iraq	张锐	会议报告
34	Study on the Rock-breaking Performance of Supercritical Carbon Dioxide Jet	11th Pacific Rim International Conference on Water Jet Technology	2017年10月16-18日, 青岛	杜玉昆	会议报告
35	A Novel Reservoir Protection Agent with Voronoi Structure to Enhance Shale Gas Recovery	World Congress on Petrochemistry and Chemical Engineering	27-28 November, 2015, London, United Kingdom	黄维安	会议报告
36	Synthesis and Evaluation of Gas Wetting Alteration Agent for Liquid Blockong Effect in Gas-Condensate Reservoirs	SPE 亚太技术会议	9-11 November, 2015, Australia	王彦玲	会议报告
37	Investigation of Nanoparticle and Surfactant Stabilized Emulsion	2015 SPE Canada Heavy Oil Technical Conference	9-11 June, 2015, Canada	裴海华	会议报告
38	The Influence of Dissolution of Hydrate in Blocked BOP on Gas Volume Fraction in Deepwater Drilling	2014, ISOPE	15-20 June, 2014, Busan, Korea	高永海	会议报告

序号	论文（报告）名称	会议名称	时间、地点	报告人	备注
39	Liquid Loading in Subsea Production Riser and a New Prediction Model	Twenty-sixth International Ocean and Polar Engineering Conference	June 26-July 2, 2016, Rhodes, Greece	王志远	会议报告
40	Footage-based hydraulic optimization of deepwater drilling for maximum rate	25th Annual International Ocean and Polar Engineering Conference	21-26 June, 2015, Hawaii, USA	王志远	会议报告
41	Research on the heat transfer law of gas-liquid two-phase flow in a deepwater wellbore	9th international conference on Advances in Fluid Mechanics	26-28 June, 2013, Split, Croatia	王志远	会议报告
42	Liquid Loading in Subsea Production Riser and a New Prediction Model	International Ocean and Polar Engineering Conference	June 26-July 2, 2016, Rhodes, Greece	孙宝江	会议报告
43	Chemotaxis of pollutant-degrading bacteria to toluene droplets retained within the low permeable region in a heterogeneous porous microfluidic device	ACS Fall Meeting	19-22 August, Philadelphia, USA	王晓璞	会议报告
44	Numerical Study of Fractured Horizontal Well with Considering the Stimulated Reservoir Volume in Shale Gas Reservoir	The 7th International Conference on Fluid Mechanics (ICFM7)	24-27 May, 2015 Qingdao, China	樊冬艳	会议报告
45	Characterization to multi-scale discrete fracture model of tight gas reservoir: Integrating cores, well logs, 3D seismic and outcrop	法国石油研究院 (IFPEN) 做大会报告	9-11 June, 2015, France	孙致学	会议报告
46	增强型地热系统耦合数学模型及数值模拟	Fifth Annual Conference for the Development and Utilization of Deep Geothermal Energy	15-17 March, 2016, Beijing, China	孙致学	会议报告

序号	论文(报告)名称	会议名称	时间、地点	报告人	备注
47	天然气水合物矿体雕刻及开采数值模拟研究	第二届天然气水合物地球化学与探测技术研讨会	2016年4月27-29日, 厦门	孙致学	会议报告
48	Reconstruction and Characterization of Shale Matrix Pore Space	CCUS 暨地质能源创新开采技术论坛	10-11 December, 2016, Qingdao	杨永飞	特邀报告
49	Pore Space Superposition Reconstruction Method for Shale Samples	第8届国际多孔介质协会年会(InterPore)	9-12 May, 2016, Cincinnati, USA	杨永飞	会议报告
50	Digital Core and Pore Network Model Reconstruction Method and Their Application to Oil & Gas Development	沙特法赫德国王石油矿产大学(KFUPM)、哈里伯顿中东研发中心交流访问	1-6 August, 2015, Saudi Arabia	杨永飞	会议报告
51	REV identification of tight sandstone in sulige gas field in changqing oilfield china using ct based digital core technology	国际岩心分析家学会2014年会	6-13 September, 2014, Avignon, France	杨永飞	会议报告
52	Well testing interpretation method of carbonate reservoir based on continuous media model and DFN model	2014年中石化碳酸盐岩油藏开发 SPE Workshop	15-18 June, 2014, Nanjing, China	杨永飞	会议报告
53	Multiphase Flow in Porous Media Based on Pore Network Model: from Simulation to Application	第二届数字岩心国际研讨会	5-8 June, 2014, Qingdao	杨永飞	会议报告
54	基于 CT 和数字岩心技术的渗流边界层研究	第十二届全国渗流力学大会	2013年8月, 青岛	杨永飞	会议报告
55	Multiphase Flow in Porous Media Base on Digital Core and Pore Network Model	沙特阿卜杜拉国王科技大学(KAUST)交流访问	19-25 July, 2013, Saudi Arabia	杨永飞	会议报告

序号	论文（报告）名称	会议名称	时间、地点	报告人	备注
56	Assessment of CO2 Geological Storage in Geothermal Reservoirs associated with Heat Mining: Case studies from China	GHG-12 Conference	5-9 October, 2014, Austin Texas, USA	张亮	会议报告
57	A Novel “Soundless Cracking Agent Fracturing” for Shale Gas Reservoir Stimulation	The 2015 17th International Conference on Petroleum and Petrochemical Engineering (ICPPE 2015)	25-26 September, London, United Kingdom	郭天魁	会议报告
58	Design and Application of Multiphase Sucker Rod Pumps in Wells with High GORs	The SPE Artificial Lift Conference: Latin America and Caribbean	27-28 May, 2015, Salvador, Brazil	王海文	会议报告

表 4-7 近 5 年实验室承担的国际合作项目

项目类别	承担人员	项目名称
国家自然科学基金国际合作项目	杨永飞; Jingsheng Ma	富有机质页岩压力波频率关键孔隙结构参数表征
国家重点研发计划政府间科技合作	葛保胜; B.L.N.Kennett	中美合作利用微藻固碳减排关键技术及运行模式推广示范
国外自然科学基金	哈萨克斯坦 Ospanova Z. Besembaevna; 康万利	Development of integrated colloidal-chemical technology to enhance oil recovery in Kazakhstan's deposits with heat-resistant and salt-resistant nanostructured polycomposites
企业合作项目	李明川; Franklin	TONGKUN INTERNATIONAL CO.LTD\Consulting services agreement for Canadian Oilfield evaluation

（二）取得的研究工作进展

1、在油气渗流模拟方面，揭示了复杂介质油气微观渗流机理，建立了分子尺度、岩心尺度、油气藏尺度等多尺度油气渗流模拟方法。

（1）厘清了流体在纳微孔隙中的传输机制，首次发现了变化外电场扰动下纳米孔隙内流体的电共振输运现象，阐明了液态烷烃在有机质孔隙内的多层吸附特征，形成了页岩油吸附态和游离态资源量的估算方法，揭示了纳米孔隙内油气渗流机理。相关成果在《**Angew. Chem. Int. Ed.**》、《**Nano Lett.**》等该领域国际顶级期刊发表 SCI 论文 45 篇，2 篇论文入选 ESI 高被引论文，获 2017 年教育部科技进步一等奖。

（2）基于数字岩心和孔隙网络模型、利用格子玻尔兹曼方法，考虑微尺度效应、润湿性、吸附/解吸等机制，建立了纳微渗流数值模拟的理论，形成了多孔介质传输性质的计算和评价方法，揭示了岩心尺度多孔介质中微观流动机理。提出的数字岩心和孔隙网络型构建方法及纳微尺度模拟结果，已成为加拿大工程院院士 Mitra、麻省理工学院 Buehler、斯坦福大学 Kovalick 等教授研究的参照标准。相关成果获 2009 年度国家科技进步二等奖。

（3）针对非常规油气藏存在多尺度孔隙结构、多场耦合的特征，建立了等效介质、离散介质耦合流动模拟方法，形成的数值模拟软件在我国苏里格地区、涪陵焦石坝等非常

规油气藏得到成功应用，为非常规油气藏的科学高效开发提供了技术支撑。相关成果获**2017**年度国家技术发明二等奖。

(4) 构建了化学驱微观渗流模拟技术，揭示了化学驱微观—宏观剩余油受效机制，为化学驱和稠油油藏热化学复合驱大幅度提高原油采收率奠定了理论基础，并成功指导矿场应用。相关成果获**2011**年度国家科技进步二等奖。

2、在油气藏开采工艺技术方面，建立非常规储层岩石力学测试与缝网改造过程模拟技术，研发了强化开采功能性材料体系，开发了出砂预测与防砂完井综合决策平台。

(1) 建成了非常规储层岩石力学测试系统，研发了基于断裂力学和宏观损伤力学的裂缝起裂、扩展数值模拟方法，实现了水平井分段体积压裂、直井多级燃爆诱导压裂等储层改造的设计与施工。相关成果获**2016**年国家科技进步二等奖，以此撰写的《复杂油气藏物理—化学强化开采工程技术研究与实践丛书》共七卷，获得**2015**年国家出版基金立项支持。

(2) 研发了超低密度支撑剂、自悬浮支撑剂等新型支撑剂，发明了纳米复合清洁压裂液、纤维辅助控水压裂以及超高导流能力压裂等压裂新材料与新工艺，建立了“压+疏+驱”复合作用的酸压液体体系。相关成果获**2013**年国家技术发明二等奖。

(3) 开发了出砂预测与防砂完井综合决策系统平台，建立了储层超粉细砂挡砂驱替模拟、多相流动井筒携砂模拟、

微观可视化出砂与防控模拟等系列技术。相关成果获 **2017** 年中国石油和化学工业联合会技术发明一等奖。

3、在复杂井钻完井方面，建立了复杂工况下井眼内动态压力预测方法与精确控制技术，创建了超深井复杂地质条件下的井身结构优化方法，形成了大位移井建井过程中井眼轨迹控制技术。

(1) 首次建立了考虑含天然气水合物相变、超临界态相变、气体组分溶解/析出的多组分多相流动模型，发明了多因素、多参数井筒多相流模拟实验装置，形成了复杂钻井工况下井眼内动态压力预测与精确控制技术。已在国内大港、辽河、胜利等 **16** 个主力油气田得到应用，同时推广到肯尼亚、缅甸、刚果（布）、西非 **JZD** 等多个海外区块，有效的解决了水合物地层、深层复杂结构井筒压力控制精度低的难题。相关成果获 **2016** 年中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖。

(2) 建立了含可信度的安全钻井液密度窗口确定方法、井身结构设计方法、钻井工程风险评估方法、油气井套管柱安全可靠分析方法，形成了超深井复杂地质条件下的井身结构优化及钻井风险预测技术，有效解决了超深井井身结构设计中存在地层信息不确定性、钻井工程风险预知性差的问题。该技术已在新疆、四川等多个地区的超深井钻井中得到应用。相关成果获 **2014** 年中国石油和化学工业联合会科技进步特等奖。

(3) 建立了考虑几何大变形影响的全载荷作用下管柱力学分析模型，提出了一套完整的井筒约束条件下管柱受力及变形分析理论方法，形成了海洋大位移井建井过程中的井眼轨迹控制技术。该技术在中国南海油气的钻探过程中得到应用，复杂井钻井事故率由以往的 40% 降至零，提高生产时效近 26%。相关成果获 **2008 年国家科技进步二等奖**。

4、在油气田化学工作液方面，构建了超高温水基钻井液体系和超低密度高性能水泥浆体系，研发了高含水油田多层次控水提高采收率化学用剂和聚合物驱后地层残留聚合物再利用化学用剂。

(1) 开发了抗温达 240°C 以上的耐盐聚合物降滤失剂和降黏剂，形成了超高温水基钻井液技术，成功钻成我国井底温度最高的泌深 1 井 (241°C)，并推广到国内外 1200 多口深井，已创造超过 9 亿经济效益；阐释了页岩压力传递、强度衰减的内在机制，通过多物理场耦合构建了页岩井壁坍塌周期预测方法，为安全高效钻进页岩地层提供了理论基础。相关成果获 **2011 年山东省科学技术进步一等奖**。

(2) 建立了超低密度水泥紧密堆积计算模型，阐释了低温条件下锂盐早强剂的作用机制，揭示了化学法产生氮气的的作用原理，构建了密度为 0.90-1.2g/cm³ 超低密度高性能水泥浆体系，为低压易漏煤层气井钻探提供了技术支持及物质保障，现场应用 200 多口井。相关成果获 **2016 年中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖**。

(3) 针对我国陆相油田非均质严重,采收率低的难题,构筑了化学分子官能结构,揭示了化学剂相变规律,发明了堵剂等压降梯度深部放置方法,研发了高含水油田堵、调、驱多层次控水提高采收率化学用剂。相关成果推广应用于全国 18 个主要油田。**相关成果获 2010 年国家科技进步二等奖。**

(4) 针对聚合物驱后优势通道加剧、残留聚合物多 (75%-90%) 及其产出影响脱水和环境等难题,利用地层残留聚合物低成本地控制优势通道并进行深部调驱,研发了聚合物驱后地层残留聚合物再利用化学用剂,实现了聚合物低产出、高利用,达到了聚驱后再提高采收率 2%~3% 的目标。该技术累计增油 14.08 万吨,新增产值 5.22 亿元,取得了显著的经济效益。**相关成果获 2009 年山东省科技进步一等奖。**

(三) 主要标志性成果

近年来,针对非常规油气开发领域的重大前沿科学问题和关键技术难题,实验室在上述国家级和省部级以及石油企业重点项目课题的资助下,开展了多学科联合攻关,4 个研究方向均取得了主要标志性成果,表 4-8 列出主要的标志性成果 6 项,均以获得省部级一等奖及以上奖励、并取得重要国际影响和重大经济效益为标志。主要标志性成果简介如下。

表 4-8 实验室取得的主要标志性成果

序号	主要标志性成果	获得奖励
1	非常规油气藏多尺度渗流理论与方法	教育部自然科学一等奖
2	致密/低渗储层强化开采关键技术及工业化应用	国家技术发明二等奖 国家科技进步二等奖
3	复杂条件安全高效钻井井筒压力控制技术	中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖
4	非常规油气专用钻井液新技术	中国石油和化学工业联合会科技进步特等奖
5	非常规油气藏水平井化学控水增油技术	中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖

标志性成果之一：非常规油气藏多尺度渗流理论与方法

页岩/致密和缝洞型碳酸盐岩等非常规油气藏储层空间的强非均质和多尺度特征，流动机制主要受控于微尺度效应、吸附/解吸、多模态等相互作用，常规的油气渗流理论不再适用，形成了从分子-孔隙-岩心-宏观到缝洞的多尺度油气渗流模拟理论与方法，取得了三项创新成果：

(1) 厘清了流体在纳微孔隙中的传输机制，首次发现了外电场扰动下纳米孔隙内流体的电共振输运现象；考虑微尺度效应、润湿性、吸附/解吸等，创建了纳微尺度多孔介质流体运移数值模拟方法，揭示了页岩/致密油气藏纳微尺度的流动机制；

(2) 发现了纳微尺度多孔介质中的气体耦合运移机制，考虑基岩与天然裂缝间的非稳态窜流及储层多尺度特征，创

建了离散裂缝、连续介质耦合的多尺度流动模拟理论和方法，解决了传统数值模拟不能准确模拟页岩气藏生产动态的难题；

(3) 发现了基岩和微裂缝区域的渗流与大缝和溶洞区域的自由流耦合界面的流动控制机制并建立了油水两相界面条件，创建了离散缝洞网络模型，实现了渗流与自由流的耦合，形成了相应的多尺度有限元数值算法，解决了缝洞型碳酸盐岩油气藏数值模拟这一国际难题。

该项成果在 *Nano Lett*、德国应用化学等本领域权威期刊发表 SCI 论文 97 篇 (ESI 高被引 2 篇)，出版中英文专著 7 部，被 50 多个国家的专家学者 (院士 18 人) 正面引用和评价。在国际多孔介质大会、香山会议、院士学部论坛等国内外学术会议上作特邀报告 10 余次，并在长庆、胜利、塔里木、涪陵等非常规油气田得到推广应用。相关成果获 2017 年教育部自然科学一等奖。

标志性成果之二：致密/低渗储层强化开采

关键技术及工业化应用

致密、低渗、深层油气藏，其油气田成藏过程和油气藏特征与盆地主体大都具有显著差异，储层的三维立体改造和强非均质油藏的高效驱替是该类资源有效动用的关键所在。科研团队经过多年产、学、研联合攻关，在该类储层开发理论与技术上取得重大创新：

(1) 提出了低渗透油田高速通道整体压裂增产改造方

法，发明了不动管柱水力喷砂射孔与分段压裂联作井下核心装置，使大量不可采储量转化为可采储量，压裂改造后单井平均增产 1-4 倍。

该项完全自主知识产权的研发成功，使中国成为世界上第二个掌握此项高端技术的国家。该项成果技术已向国内多家单位转让和授权推广应用，工业化应用 349 井次，压裂改造后井平均增产 1-4 倍，直接经济效益 9.62 亿元。技术核心发明点获授权发明专利 4 项，计算机软件著作权 4 项，出版专著 2 部，发表论文 105 篇，被 SCI、EI 收录 56 篇次。相关成果获 **2012 年国家技术发明二等奖**。

(2) 建立特-超低渗油藏“差异成储、多期运聚、源导共控”多期成藏理论与渗吸驱替理论；研发低渗-超低渗油藏压裂改造功能材料体系及精细压裂技术；建立温和自适应调控和复合强化驱油新工艺。

该成果获国家发明专利 45 件，实用新型专利 62 件，软件著作权 10 件，制定企业标准 14 项，出版专著 21 部，发表论文 315 篇，SCI/EI 收录 124 篇，获省部级科技进步特等奖 1 项、一等奖 5 项。2014 年中国石油和化学工业联合会组织 11 名院士参加的评审组鉴定，认为“该成果紧密联系生产实际，取得巨大的经济社会效益，整体技术居国际领先水平”，对同类油藏勘探开发技术进步起到引领作用。相关成果获 **2016 年国家科技进步二等奖**。

标志性成果之三：复杂条件安全高效钻井井筒压力控制技术

深层、“三高”及海洋复杂条件油气藏钻井中井筒多相流体具有气体组分多、相变、高压、温度场复杂等特点，同时还存在地层流体侵入与喷出井筒的多相流动时空瞬变现象，传统井筒多相流型划分及流动模型不能进行合理表征，致使井筒压力计算误差最大可至 30%，难以满足井筒压力安全控制的要求。在国家和石油公司支持下，项目团队历经 15 年攻关，开展了复杂压力体系下井筒压力安全控制技术的系统研究，取得重大技术创新。发现了复杂地层流体侵入井筒后存在着超临界态流、液态流、泡状流、段塞流、搅动流、环雾流的六流型演化新机制，首次建立了考虑超临界态相变、天然气水合物相变、气体组分溶解/析出的七组分多相流动模型，与国际先进水平相比，井筒压力计算最大误差由 30% 减小至 8%，攻克了复杂压力体系井筒安全高效构建的理论瓶颈，为井筒压力精细控制提供了理论支撑。

该项目授权中国发明专利 40 件，美国发明专利 7 件；软件著作权 10 件；发表学术论文 100 余篇，编写学术著作 3 部。中国石油和化学工业联合会组织成果鉴定认为：“该成果整体达到国际先进水平，其中含天然气水合物相变、超临界态相变、气体组分溶解/析出的多组分多相流动模型有重要创新”。

该项目在国内塔里木、胜利、渤海等 17 个主力油气田得到成功应用，同时推广到伊拉克、西非等 6 个海外区块，共计 2624 口井，溢流发现时间比国际通用方法提前 7~9 分

钟，井喷预防成功率 100%，总体事故率降低 90%以上，钻井周期缩短 18.4%~31.6%，近三年经济效益达 18.6 亿元。相关成果获 2016 年中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖。

标志性成果之四：非常规油气专用钻井液新技术

我国剩余油气资源大多为煤层气、页岩和致密油气等非常规油气，但常遭遇与钻井液有关的系列技术难题，并长期未得到解决，严重制约“安全、高效”勘探开发非常规油气。经团队成员 10 余年努力，发明了具原创性和实用性的“非常规油气专用钻井液新技术”，在国内外规模应用，取得良好效果，主要创新点体现在：

(1) 发明了煤层气专用可降解聚膜清洁钻井液。通过创建气湿性理论，发明了气湿反转强膜剂；首次将超分子化学引入水基钻井液，发明了煤层保护剂和防漏堵漏剂；同时，发明了煤层成膜稳定剂和微纳米固膜封堵剂。构成了煤层气钻井液主体技术，解决了煤层气钻井的钻井液技术难题，平均单井产量提高 5.8 倍以上。

(2) 发明了高温高密度无土相油基钻井液。发明了超分子提切和降滤失剂，以及抗高温主和辅乳化剂、防漏堵漏、润湿剂，创建了密度 2.7g/cm³、抗温 240°C 的无土相油基钻井液，与国外先进技术相比，密度和温度分别提高了 35.0% 和 33.3%，钻井液费用节约 30% 以上、钻速提高 2.2 倍以上，成为页岩油气钻井液主体技术。

(3) 发明了致密油气“提速、提效”型水基钻井液。通过创建提高机械钻速的水基钻井液理论，发明了提速剂和减阻剂；建立了超疏水保护储层法，发明了超疏水剂。创建了“提速、提效”型水基钻井液，解决了致密油气钻探中的技术瓶颈，与国外先进技术相比，机械钻速提高 18% 以上。

上述发明构成了非常规油气专用钻井液的有机整体，对推动行业技术进步和钻井主体技术升级换代发挥了重要作用。获授权发明专利 50 件（中国 38 件，美国 12 件），软件权 7 项，中石油技术秘密 10 项；发表论文 266 篇，专著 9 部；企业标准 40 项。在 4 个国家 24 个油田规模应用 2053 口井，并被国际著名专业化公司引进。近三年创直接经济效益 90.97 亿元。专家鉴定认为：总体国际先进，其中煤层气专用可降解聚膜清洁钻井液、高温高密度无土相油基钻井液达到国际领先水平。相关成果获 2017 年中国石油和化学工业联合会科技进步特等奖。

标志性成果之五：非常规油气藏水平井化学控水增油技术

非常规油气藏（页岩油气、致密油气、超低渗油藏）等均具有渗透率超低、孔隙度低的储层特点，水平井技术具有泄油面积大的优点，已成为非常规油气藏高效开发的必要手段。但由于地层非均质性严重，驱替不平衡，导致注入水、边水、底水入侵水平段，使大部分水平井快速水淹，含水高达 90% 以上，成为低产井或者躺井。经过十余年的攻关，以非常规油气藏水平井出水模式诊断为基础，重点研发非常规

油气藏条件下化学控水功能材料及控水工艺，逐步形成了独具特色的非常规油气藏水平井化学控水增油技术，取得了三项创新成果：

(1) 紧密结合非常规油气藏的储层特点，研发了基于吸水剖面的优势通道分类图版，发明了优势通道识别与描述的不稳定试井技术、无因次 PI 值方法以及优势通道形成与演化的流固耦合模拟方法，形成了以优势通道定量描述和预测为基础的水平井出水模式识别技术，解决了水平井化学控水盲目性难题。

(2) 发明了适合非常规油气藏的水平井化学控水用的有机/无机交联冻胶、耐高温耐高盐冻胶、热触变凝胶、冻胶分散体、超低密度无机固化体系等系列功能材料，自主研发了适合不同水侵类型的化学控水系列新工艺，创建了水平井控水与化学剂吞吐结合的特色控水技术，解决了不同复杂油藏条件水平井控水的化学堵剂难题，克服了传统“万能药”弊端，实现了根据不同非常规油气藏条件“按需所取”，堵水率达到 90% 以上。

(3) 设计了具有可视功能的非常规油气藏水平井物理模型，揭示了非常规油气藏水平井的控水作用机制，创建了水平井化学控水的前置和后置工作液及选择性注入等配套技术，实现了现场施工有效率由通常不足 50% 提高到 70% 以上。

通过发明新方法、新材料，实现了多项技术的原始创新

与集成创新。研究成果自 2008 年来在三大石油公司的 7 个油田和海外 3 个油田实现规模化应用，累计增产原油 22 万余吨，创直接经济效益 7.6 亿元。所形成的集成技术引领了国内非常规油气藏水平井化学控水技术发展，对控水提高采收率及节水减排有示范意义。本项目获授权发明专利 11 项，发表论文近 80 篇，其中 SCI、EI 收录 50 篇，出版专著 1 部；培养博士、硕士 50 余人，为企业培训技术人员 3000 余人。相关成果获 2013 年中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖。

五、科研队伍状况及人才培养的能力

(一) 科研队伍状况

“非常规油气开发教育部重点实验室”是在国家重点一级学科“石油与天然气工程”基础上，整合教育部创新团队、山东省创新团队、山东省泰山学者攀登计划团队等 4 个创新团队，以及山东省和中国石油、中国石化等 8 个重点实验室(研究室)组建，本身具有雄厚的师资队伍：教授 42 人、副教授 32 人、讲师 12 人、实验人员 11 人，其中中国工程院院士 2 人，国家“千人计划”特聘教授 2 人，“长江学者”特聘教授 2 人，国家杰出青年基金获得者 2 人，国家“万人计划”杰出人才 2 人，国家“百千万人才工程”入选者 3 人，科技部中青年创新领军人才 2 人，长江学者奖励计划青年学者 1 人，国家优秀青年基金获得者 2 人，山东省泰山学者攀登计划专家 2 人，山东省泰山学者优势特色学科领军人才 1 人。

表 5-1 实验室固定研究人员构成状况简表

优秀人才类型	优秀人才姓名
中国工程院院士 2 人	沈忠厚（2001）、孙金声（2017）
长江学者特聘教授 2 人	孙宝江（2010）、戴彩丽（2015）
国家杰出青年基金获得者 2 人	戴彩丽（2015）、侯健（2016）
“千人计划”特聘教授 2 人	董明哲（2010）、刘威（2012）
973 首席科学家 1 人	孙宝江（2014）
国家“万人计划”科技创新领军人才 2 人	戴彩丽（2016）、侯健（2018）
国家“万人计划”教学名师 1 人	管志川（2018）

优秀人才类型	优秀人才姓名
国家“百千万人才工程”入选者 3 人	姚军（2009）、孙金声（2015）、戴彩丽（2015）
长江学者奖励计划青年学者 1 人	王志远（2016）
国家优秀青年基金获得者 2 人	王志远（2016）、张凯（2017）
国家“千人计划”青年项目入选者 1 人	庞学玉（2017）
国家“千人计划”创业人才项目入选者 1 人	时晨（2017）
全国模范教师、山东省教学名师 1 人	管志川（2016、2006）
国务院学位委员会学科评议组成员 1 人	姚军（2015）
泰山学者优势特色学科团队领军人才	孙金声（2015）
山东省泰山学者攀登计划专家 2 人	姚军（2015）、戴彩丽（2016）
科技部中青年科技创新领军人才 2 人	戴彩丽（2014）、侯健（2016）
教育部新世纪优秀人才支持计划 3 人	葛际江（2007）、戴彩丽（2010）、侯健（2011）
山东省“泰山学者”特聘专家 3 人	任韶然（2005）、康万利（2007）、王志远（2017）
山东省有突出贡献中青年专家 8 人	张贵才（2006）、姚军（2008）、葛际江（2009）、孙宝江（2010）、戴彩丽（2010）、冯其红（2011）、邱正松（2013）、侯健（2014）
享受国务院政府特殊津贴专家 7 人	王瑞和（2000）、管志川（2010）、姚军（2012）、冯其红（2015）、孙金声（2015）、李兆敏（2016）、戴彩丽（2016）

在长期的合作研究中，本实验室形成了 4 个方向的科研创新团队。在 4 个科研团队中，学术带头人主要为在全国本领域研究中有较大知名度、取得较突出的创新成绩的行业专家，包括中国工程院院士、长江学者特聘教授、国家杰出青年基金获得者等(表 5-2)。

表 5-2 实验室主要研究方向和团队带头人简表

学术研究方向	学术团队带头人
非常规油气藏渗流理论与模拟技术	姚军（“百千万人才工程”国家级人选）、侯健（国家杰出青年基金获得者）、董明哲（“千人计划”特聘教授）、刘威（“千人计划”特聘教授）、张凯（国家优秀青年基金获得者）
非常规油气藏开采工艺技术	李兆敏（国务院特殊津贴专家）、蒲春生（国家科技进步奖获得者）、王志远（青年长江学者）
非常规油气钻完井理论与技术	沈忠厚（中国工程院院士）、孙金声（中国工程院院士）、孙宝江（长江学者）、王瑞和（“863”资源环境总体专家）、管志川（万人计划教学名师）
非常规油气田化学工作液	戴彩丽（长江学者）、康万利（泰山学者特聘教授）、邱正松（山东省突出贡献专家）、葛际江（教育部新世纪优秀人才）、庞学玉（青年千人）

（二）学术带头人及主要研究人员情况

1、“中国工程院院士”沈忠厚教授简介

沈忠厚，男，1928 年出生，中国工程院院士，教授，博士生导师，石油钻井和水射流技术专家。他将水射流技术与钻井工程相结合，对钻井工程做出了创造性成果和贡献。其主要成果有：（1）结合研制高效钻头，对淹没非自由射流动力学规律、自振空化射流理论和机械及水力联合破岩理论有重要突破和发展。在此基础上又发明了新型加长喷嘴牙轮钻头、自振空化射流钻头和机械及水力联合破岩钻头等三种新型高效钻头。三种钻头在油田应用，获直接经济效益过亿元。

（2）在国内外首次建立了钻井工程中以井底岩石面获最大水功率为目标函数的水力设计新方法和新理论，解决了钻井工程长期没有解决的水力设计理论问题。（3）与研究中心有

关同志一道在国内外首创自振空化旋转射流处理油水井近井地层及解堵新技术，在油田 500 余口井上应用，获直接经济效益过亿元。为此，先后获国家科技进步二等奖一次，国家发明三等奖 1 次，省部级一等奖 2 次，二等奖多次，并荣获“全国能源工业特等劳动模范”等 6 种省部级以上荣誉称号和奖励。在中外刊物发表论文 70 余篇，获中外专利 13 项，出版英文专著 1 部，中文专著 2 部。

2、“中国工程院院士”孙金声教授简介

孙金声，男，1965 年出生，西南石油大学应用化学博士，中国工程院院士，山东省泰山学者优势特色学科“非常规油气高效开发”团队领军人才。兼任中国石油集团高级技术专家，中国石油学会钻井液学组副组长，国家钻井专标委特聘专家，国土资源部深部地质钻探技术重点实验室、中国石油集团钻井重点实验室等学术委员。长期致力于钻井液与储层油气保护理论与技术研究。先后获国家科技进步二等奖 2 项(均排名第一)，国家技术发明二等奖 1 项(排名第二)，部级一等奖 7 项；2013 年获何梁何利科学与技术奖，2014 年获孙越崎“能源大奖”及首届国家“杰出工程师鼓励奖”；入选“新世纪百千万人才工程”国家级人选，获国家“有突出贡献中青年专家”荣誉；享受国务院政府特殊津贴；2014 年被选为俄罗斯国家自然科学院和工程院院士。获发明专利 26 件（其中美国专利 5 件）；发表论文 91 篇，出版专著 5 部，被引 1082 次，SCI 收录论文 20 余篇。

3、国家百千万人才入选者姚军教授简介

姚军，男，1964年生，石油大学博士，中国石油大学（华东）教授，博士生导师，新世纪百千万人才工程国家级人选、享受国务院政府特殊津贴专家以及山东省“泰山学者攀登计划”专家，中国石油大学（华东）油气田开发工程国家重点学科负责人，校学术委员会副主任，教育部“复杂油气田开发和提高采收率”长江学者创新团队、山东省“油气田开发工程”优秀创新团队和教育部“油气田开发工程”创新引智基地(111计划)的负责人，中国力学学会第十届流体力学专业委员会委员以及渗流力学专业组组长，国际多孔介质协会(InterPore)学术委员以及中国分部负责人，国务院学位委员会第六、七届石油与天然气工程学科评议组成员，教育部科技咨询委员会地学与资源环境学部委员。长期致力于油气渗流力学领域的研究及应用，首次提出了现代渗流力学体系框架(多尺度多孔介质多场耦合作用下的多相流)，形成了从分子(纳米)尺度-孔隙(微米)尺度-岩心(厘米)尺度-宏观(米)尺度到缝洞(百米以上)大尺度的全尺度油气渗流模拟理论与方法，以及尺度间关联性的尺度升级理论与方法。出版专著和教材 9 部(其中英文专著 2 部)，发表相关学术论文 400 余篇，其中 SCI 收录 110 篇，EI 收录 185 篇，SCI 总引频次 355 次。获国家科技进步二等奖 1 项，省部级奖励 5 项。

4、“长江学者”孙宝江教授简介

孙宝江，1963年生，山东淄博人，北京大学流体力学专

业理学博士，二级教授，博士生导师，长江学者特聘教授、国家 973 计划项目首席科学家。国家“十二五”863 计划海洋技术领域主题专家组专家，教育部“地学与资源环境学部”科学技术委员会学部委员，教育部海洋科学与工程类专业教学指导委员会委员，教育部“海洋油气井钻完井理论与工程”创新团队负责人，国家高等学校学科创新引智基地“海洋油气工程”负责人，教育部石油工程重点实验室副主任，CNPC 海洋工程重点实验室副主任，《Journal of hydrodynamics》执行编辑，《Petroleum Science》、《石油学报》等 9 个杂志编委，石油工程学院院长。主要研究方向：海洋油气工程，油气井多相流理论，井筒压力控制技术。承担了国家 973 计划、863 计划、支撑计划、自然科学基金等重点攻关项目和企业攻关项目，获国家科技进步二等奖 1 项、国家级教学成果二等奖 1 项、省部级科技进步一等奖 4 项；获得发明专利 30 多项、中国专利优秀奖 1 项，出版英文专著 1 部，中文专著 2 部，发表论文 160 余篇，SCI、EI 检索 60 余篇。

5、“国家杰青”侯健教授简介

侯健，男，1972 年生，中国石油大学（华东）教授、博士生导师，国家杰出青年科学基金获得者。入选科技部中青年科技创新领军人才、教育部新世纪优秀人才支持计划，获得山东省杰出青年基金资助、孙越崎青年科技奖，获评山东省有突出贡献的中青年专家、青岛市拔尖人才。《渗流力学进展》编委。长期从事油气田开发工程领域的教学、科研工

作，形成了以油气渗流理论、三次采油技术、天然气水合物开采理论为主的稳定科研方向。创建了孔喉微观尺度的渗流实验与模拟方法，取得了化学驱渗流理论的重要创新成果，实现了化学驱矿场应用关键技术的创新，从而为大幅度提高原油采收率提供了理论基础和实用技术。研究成果已在大庆、胜利等 9 个油田推广应用，取得了巨大的经济和社会效益。发表论文 155 篇，其中 SCI 收录 50 篇、EI 收录 89 篇；出版专著及教材 3 部；获授权国家发明专利 26 项；登记软件著作权 8 项；获得国家科技进步二等奖 1 项、省部级科技进步和技术发明一等奖 4 项。

6、“长江学者”、“国家杰青”戴彩丽教授简介

戴彩丽，女，1971 年生，中国石油大学（华东）博士，二级教授，山东省油田化学重点实验室主任。长江学者特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者、国家“万人计划”科技创新领军人才、国家百千万人才工程、国家中青年科技创新领军人才、教育部新世纪优秀人才支持计划、山东省杰出青年基金获得者、入选山东省泰山学者攀登计划。获得光华工程科技奖-青年奖、十一届中国青年科技奖、山东省有突出贡献中青年专家、山东省先进工作者、第五届齐鲁巾帼发明家、第十九届孙越崎青年科技奖等。在先进性油井堵水、聚合物驱后提高采收率及高含水油田深部调驱等领域取得了一定理论创新并获得显著的经济效益和社会效益，先后以第 1 完成人获国家科技进步二等奖 1 项，省部级科技进步一等奖 4

项，二等奖 3 项，申请发明专利 30 余项，PCT3 项，已授权 25 项，其中以第一发明人授权 22 项，澳大利亚发明专利 1 项，中国专利优秀奖 1 项；发表论文 167 篇，SCI 收录 52 篇、EI 收录 65 篇；其中，第一作者或通讯作者 SCI 收录 44 篇、EI 收录 46 篇，参编著作 1 部、企业标准 2 项。

7、“千人计划”学者董明哲教授简介

董明哲，男，1956 年生，加拿大滑铁卢大学获博士学位。中国石油大学（华东）教授，国家“千人计划”特聘专家，国家能源页岩油研发中心学术委员，国家能源页岩油研发中心中国石油大学分中心主任，中国石化页岩油气勘探开发重点实验室学术委员，中国石油大学(华东)校学术委员会特邀委员。曾先后在加拿大帝国石油公司研究中心做博士后研究，加拿大萨省研究院石油研究所任研究员、高级研究员，加拿大里贾纳大学工程学院石油工程系副教授、教授和系主任，加拿大卡尔加里大学化工及石油工程系教授，加拿大滑铁卢大学和新不伦瑞克大学化工系兼职教授。国际石油工程师协会（SPE）会员，山东省、国家自然科学基金、优秀博士学位论文、科技成果奖励通讯评审专家。任国际期刊 *International Petroleum Science and Technology* 和 *The Open Petroleum Engineering Journal* 编委，加拿大职业工程师协会大学教育(石油工程)专业鉴定委员会委员，SPE 油藏工程及评价(SPEREE)杂志编辑，沙省石油工业人才发展规划指导委员会委员。长期致力于多孔介质多相渗流、胶体化学及其在

油气田开发中应用、非常规油气渗流理论及实验研究（低渗、致密油气，页岩油，页岩气）及提高采收率等方面的研究。拥有 20 项发明专利授权，在国际学术刊物和国际学术会议发表文章 190 余篇，其中 SCI 收录 170 余篇。

8、“863 领域专家”王瑞和教授简介

王瑞和，男，1957 年生，石油大学（北京）工学博士，中国石油大学（华东）教授，博士生导师，中国石油大学（华东）油气井工程国家重点学科负责人，享受国务院特殊津贴专家。曾兼任国家“863”资源环境领域专家，教育部高校教学指导委员会石油天然气专业副主任，中国职业安全健康协会水射流技术专业委员会主任，中国岩石力学与工程学会岩石破碎专业委员会副主任。曾获得国家技术发明三等奖 1 项，国家教委科技进步一等奖 1 项，总公司科技进步二等奖 1 项。长期致力于高压水射流、破岩钻井新技术、超临界二氧化碳钻井与储层压裂、非常规能源（页岩气、煤层气、天然气水合物）钻探与开发等方面的研究和技术开发工作。代表性学术成果有：加长喷嘴牙轮钻头、高压水射流破岩机理及过程、井底岩屑磨料脉冲射流钻井技术研究与应用、磨料射流切割多层套管技术等，部分成果填补国内空白。授权国家发明专利 52 项，发表论文 375 篇，SCI 收录论文 88 篇。

9、“万人计划”教学名师管志川教授简介

管志川，男，1959 年生，石油大学（北京）工学博士，博士生导师，“万人计划”教学名师，国务院特殊津贴专家，

全国模范教师，国家重点学科“油气井工程学科”学术带头人，石油工程专业国家级教学团队带头人，国家级精品课程负责人，山东省教学名师，山东省高校十佳优秀教师，山东省高校优秀共产党员，钻井专业标准化委员会委员，山东石油学会钻井专业委员会副主任，《石油钻探技术》杂志编委。获国家科技进步二等奖 1 项，中国石油和化学联合会科技进步特等奖 1 项、一等奖 1 项、二等奖 2 项，国家能源科技进步三等奖 1 项。长期致力于井下系统、信息与控制工程，油气井管柱力学与控制工程，油气井工程流体力学，深井钻井工艺理论与技术等方面的教学与科研工作，在井身结构优化设计、深井复杂地层钻井工程风险评估、井下钻柱减振增压提速技术等方面取得了显著成果。出版教材及专著 5 部，获国家专利 50 余项，软件著作权 4 项。发表学术论文 300 余篇、被引近 2000 次，H 指数 20，SCI/EI 收录论文 100 余篇。

10、国务院特殊津贴专家李兆敏教授简介

李兆敏，男，1965 年生，中国石油大学（华东）石油工程学院教授、博士生导师，山东省泡沫流体高效开采油气工程技术中心主任。长期致力于泡沫流动规律与装备、稠油开采新技术及 CCUS 的理论与应用研究，近年来承担国家级课题 10 余项，发表论文 100 余篇，其中 SCI 收录 34 篇，EI 收录 36 篇；获得发明专利 20 余项，主持制定石油天然气行业标准 3 项；以第一完成人获得省部级科技奖励一等奖 4 项。共同发明的特超稠油油藏 HDCS 强化采油技术已增产原油数

百万吨，被中国化工报评为 2010 年“化工科技十大亮点”，发明的泡沫系列增产技术服务于“一带一路”国家，并受邀 *International Innovation* 杂志采访报道。

11、国家科技进步奖获得者蒲春生教授简介

蒲春生，男，1959 年生，西南石油大学工学博士，中国石油大学（华东）教授，石油工程学院教授委员会主任。国际石油工程师协会（SPE）会员，中国石油学会会员，中国数学会会员，《石油学报》、《石油工业技术监督》、《西安石油大学学报》编委会委员、陕西省力学学会常务理事、陕西省计算数学会常务理事。陕西省、山东省、国家自然科学基金、优秀博士学位论文、科技成果奖励通讯评审专家。2016 年“延长油区千万吨大油田持续上产稳产勘探开发关键技术”获得国家科技进步二等奖，2011 年“裂缝性特低渗油藏复合强化开采新技术与应用”获得中国石油和化学工业联合会一等奖，2012 年“异常高应力气藏完井及储层改造关键技术研究与应用”获得中国石油和化学工业联合会一等奖。长期致力于特种油气藏改造及物理-化学增产增注理论与技术、特种油气藏物理-化学增油控水理论与技术、特种油气藏开采资源环境保护理论与技术等方面的研究工作。基于该方面的研究取得授权发明专利 22 项，发表 SCI 检索论文 19 篇，总引 234 次，EI 检索论文 71 篇。

12、山东省有突出贡献的中青年专家邱正松教授简介

邱正松，男，1964 年生，中国石油大学（北京）油气井

工程博士，中国石油大学（华东）教授，山东省有突出贡献的中青年专家，国家 211 工程井壁稳定化学实验室负责人，中石油海洋工程重点实验室主任，中国石油学会钻井工程部委员、钻井液完井液学组委员，《钻井液与完井液》编委，《石油钻探技术》编委。研究团队完成的“复杂地质条件高性能水基钻井液技术及工业化应用”获得 2016 年中国石油和化学工业联合会科技进步二等奖。长期致力于井壁稳定与防塌防漏钻井液技术、复杂深层超高温超深井钻井液技术、海洋深水钻井液完井液技术、非常规油气钻井完井液技术等方面的研究工作。“多元协同”井壁稳定理论，超高温钻井液关键处理剂，高性能水基钻井液基础理论及应用技术，深水钻井液基础理论及关键技术等成果在国内外具有开创性。拥有 17 项发明专利授权，发表学术论文 250 余篇，SCI、EI 收录 112 篇。

13、“千人计划”学者刘威教授简介

刘威，男，美国科罗拉多大学工学博士，中国石油大学（华东）教授，国家“千人计划”特聘教授，具有 15 年美国石油企业的技术和产品研发经验，曾先后在美国 SSI、贝克休斯、哈里伯顿等 500 强企业担任高级咨询顾问、产品研发首席科学家和资深技术指导，主导过近 20 项企业前沿技术产品的研发。2003 年获贝克休斯研究中心“杰出成就奖”，2007 年获哈里伯顿“技术创新奖”。主要从事油藏动态模拟、提高采收率和开采优化方面的研究，开展油藏数值模拟软件研发，

地震勘探解释到油藏数值模拟的一体化平台开发。同时团队在油气资源优化信息管理系统、非常规油田开采技术方法等方面，开展技术成果产业化应用。

14、“青年长江学者”王志远教授简介

王志远，男，1981年生，山东泰安人，中国石油大学（华东）油气井工程专业，教授，博士生导师，教育部青年长江学者、国家优秀青年科学基金获得者、山东省杰出青年基金获得者。SCI检索期刊《Journal of Hydrodynamics》、中文核心期刊《水动力学研究与进展》编委、中国石油学会石油工程专业委员会海洋工程工作部常务委员。主要研究领域为油气井多相流动理论及应用、井筒压力控制理论及技术、海洋油气工程等。承担了国家重点研发课题、国家973计划课题、863计划课题、国家及省部级自然科学基金等项目10余项。获省部级科技进步一等奖3项、二等奖1项、孙越崎青年科技奖1项；发表学术论文90余篇，SCI收录25篇，EI收录24篇；授权国家发明专利19件、美国发明专利3件；获得计算机软件著作权12件；参与出版英文专著1部，中文专著2部。

15、“国家优青”张凯教授简介

张凯，男，1980年生，中国石油大学（华东），教授，国家优秀青年基金入选者，主要进行复杂油藏生产实时优化方面的基础研究，提出适用于大规模强非线性实时生产优化问题的高效求解理论与方法，应用于油田自动历史拟合、约

束生产优化、井位井网优化等多个领域，形成了实用软件，相关成果在中石油、中海油、中石化三大石油公司的 10 余个主力油气田得到应用，能够改善油藏开发效果，取得显著经济效益。科研成果获省部级科技进步一等奖 1 项、二等奖 3 项；主持和参与省部级以上项目 15 项；发表学术论文 60 余篇，其中 SCI/EI 收录 30 余篇；申请国家发明专利 10 项，已授权 5 项；获得软件著作权 4 项；参与编写著作 2 部。

（三）人才培养总体情况

为了加强实验室人才培养，实验室充分利用国家、学校的相关政策，在石油工程学院的直接领导下，积极为实验室人才培养创造条件，具有代表性的举措和效果有：

（1）通过国内外联合培养、出国进修，组织及参加国际学术会议、参观考察等多种形式不断扩大教师的国际学术视野，加强了青年教师和研究生与国外高校的联合培养力度，五年内举办国际、国内学术会议共 18 次，海外参会人数达到 233 人次；邀请国外知名教授 33 人、专家 45 人来校讲座报告 86 人次；出国连续半年以上的教师有 48 人，208 人次参加了国际学术会议和出国访问；9 人次做国际会议特邀报告，中国石油大学（华东）成为国际渗流学会（InterPore）的会员单位，并授权负责成立中国分部。

（2）依托 2 个高等学校学科创新引智计划（简称“111 计划”）：“油气田开发工程创新引智基地”和“海洋油气工程创

新引智基地”，近 5 年来，组织召开国际高水平会议 4 次，邀请国外知名教授专家共 25 人来校讲学，先后与澳大利亚科廷大学、美国德州农工大学、俄罗斯古勃金石油天然气大学、沙特阿卜杜拉国王科技大学等国外 8 所高校来基地交流合作并签订了合作备忘录、联合培养协议等，特聘“千人计划”教授 3 人。

(3) 成立 SPE 学生分会，该分会是目前华东地区唯一一个 SPE 学生组织，拥有 340 余名分会成员。分会先后组织 80 余人次师生赴美国、俄罗斯、荷兰、马来西亚、阿联酋等国家进行学术交流、参加国际竞赛。连续进入第 13 届、第 14 届全球“Petrobowl”石油工程专业知识竞赛 32 强，先后获得 2015 年 SPE 亚太区国际石油工程知识竞赛亚军，2015 年 SPE 亚太区学生论文大赛一等奖，第六届国际石油知识竞赛冠军等成绩。连续 2 年独立发起并举办国际性现场实践石油科技赛事-“石油汇”(中国)国际学生石油论坛。2015 和 2016 连续 2 年被 SPE 总部授予“Gold Standard”荣誉称号。

(4) 面向国家石油发展与理论技术需求，积极承担国家层面课题(973 课题、863 课题、国家自然科学基金重点基金与重大项目等)，广泛参与国家科技重大专项，不断将科研成果应用到矿场实际，解决工程难题。5 年来共承担各类科研项目 1000 余项，累积科研经费 9.15 亿元，不仅使得实验室的科学项目的层次不断提高，在学科前沿方向突破了一系列基础理论和关键技术，取得明显的社会、军事和经济

效益，同时提升了实验室在国内外的学术影响力。

(5) 依托我校行业和石油与天然气工程学科的优势，围绕国家能源发展战略，建立了系统、规范化的科研和教育平台。已拥有 23 个省部级以上的科研和教育平台，近 5 年内新增国家能源页岩油研发中心-中国石油大学分中心、教育部石油勘探开发工业虚拟仿真实验教学中心等 9 个省部级以上科研和教育平台，与油田企业联合建立研究生实习实践基地 9 项。实验室始终坚持科学研究和教学活动紧密结合，逐步形成了以卓越的科学研究带动拔尖创新人才培养、以优秀的人才推动创造高水平科研的氛围。

(四) 高水平人才的吸引和稳定的措施

1、在稳定人才方面，通过整合学科方向，将传统优势领域与国际学术前沿结合，凝练具备形成世界一流成果潜力的特色研究方向，逐步形成以学科带头人为龙头的高水平科研创新团队，为人才培育和稳定创造良好的工作条件和环境。

2、在引进人才方面，依托已有的 3 个国家“111”创新引智基地，瞄准杰青长江等高层次人才、“四青”人才、名师名校毕业的优秀年青博士，加大引进力度，参照《中国石油大学（华东）高层次人才引进办法》，为引进人才提供配套支持。本实验室计划加大力度吸引国内外优秀学者从事非常规油气开发的研究。近 5 年来，实验室新增院士 1 名，引进“千人计划”特聘教授 2 名、“千人计划”青年项目入选者 1 名、“千

人计划”创业人才项目入选者 1 名、北京市高层次人才计划特聘教授 1 名、海洋石油装备专家 1 名(表 5-4)，反映了本实验室较强的吸引力。

3、基于本实验室的专业特点和研究方向，计划设置关键学术岗位，并按照研究方向配备学术骨干。考虑各关键岗位及学术骨干的研究方向、学术特长、技术优势、学历层次和学术结构的配合，使每个关键岗位的学术队伍都能成为优秀的学科建设和科研技术创新的团队。

4、定期开展学术活动并邀请国内外知名访问学者、院士进行指导和交流，提高实验室教职员工的教学科研水平。

5、按照开放、流动、竞争、联合的原则，吸引国内外优秀人才担任客座研究人员参与实验室建设并开展创新研究，加快实验室的建设速度，提高科技队伍的科研水平。

表 5-4 实验室近年来引进的部分人才

姓名	出生年月	学位	职称	引进年份	备注
孙金声	1965.1	博士	教授	2016	中国工程院院士（2017 晋升）
董明哲	1956.2	博士	教授	2015	“千人计划”特聘教授
刘威	1962.7	博士	教授	2015	“千人计划”特聘教授
庞学玉	1982.4	博士	教授	2018	“千人计划”青年项目入选者
时晨	1979.8	博士	副教授	2015	“千人计划”创业人才项目入选者
沈新普	1963.12	博士	教授	2018	北京市高层次人才计划特聘教授
李宏伟	1964.4	博士	教授	2016	海洋石油装备专家

六、已具备的实验条件

围绕国际科技发展趋势和国家能源战略重大需求，在国家重点学科“石油与天然气工程”和中国石油大学（华东）石油与天然气工程研究中心的基础上，针对非常规油气高效开采的关键科学问题和攻关方向，进一步加强实验室基础设施和装备条件建设，建成 5 个具有特色功能的实验平台：公共仪器分析实验平台、油气渗流模拟实验平台、开采技术实验平台、钻完井工程实验平台和油气田化学实验平台，平台下共设置 18 个分室（如图 6-1 所示）。各分室之间有机协同，实验设备高效共享，为非常规油气田开发各工程领域提供一体化、全覆盖的科研实验中心。

重点实验室人才队伍由固定研究人员和流动人员组成。实验室建立后设立学术委员会，由国内外知名专家组成，主要任务是审议实验室的目标、任务和研究方向，审议实验室的重大学术活动、年度工作，审批开放研究课题。

通过非常规油气开采领域高素质人才培养和创新基地建设，将实验室建设成国内领先、国际先进的重基础、跨学科、开放式非常规油气开采研究机构，成为科技创新、人才培养、社会服务和学术交流的公共平台，为进一步建成“深地与非常规勘探开发国家重点实验室”奠定基础。

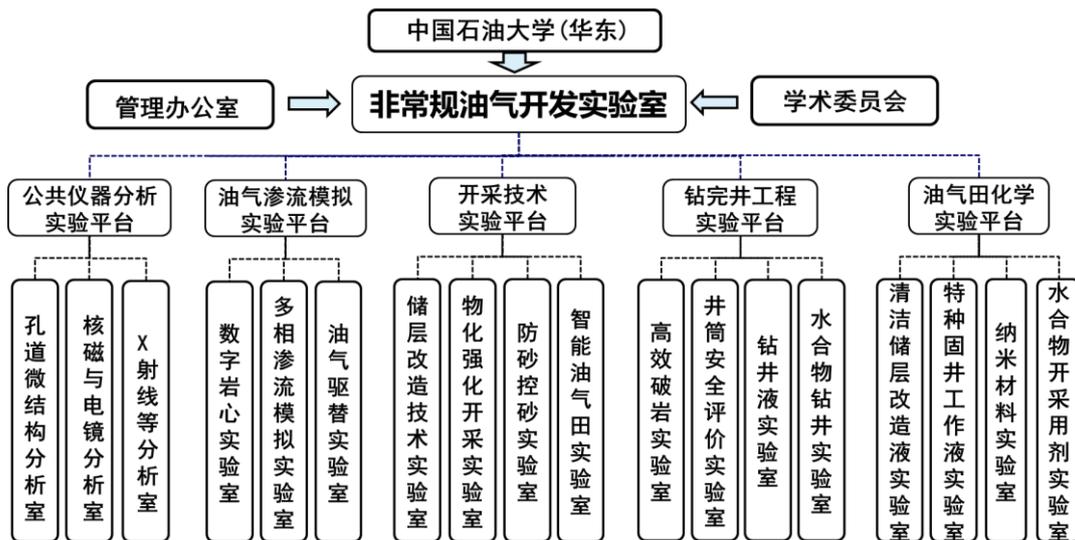


图 6-1 非常规油气开发实验室各研究单元构成示意图

(一) 各子实验平台简况

(1) 公共仪器分析实验平台

实验平台面积1000 m², 现拥有全部进口大型分析测试仪器设备十几台套, 总价值近3000万人民币。主要仪器设备: 场发射扫描电子显微镜(含能谱)、透射电子显微镜(含能谱、CCD)、宽腔固体核磁共振波谱仪、多晶粉末X-射线衍射仪、CHSN/O元素分析仪、微量S、N分析仪、微量S、N分析仪、原位漫反射红外光谱仪、原子吸收光谱仪、比表面分析仪(介孔、微孔全分析)、色-质连用仪、X射线荧光光谱仪、压汞仪等。可为非常规油气开发科研提供公共分析测试服务。

(2) 油气渗流模拟实验平台

包括数字岩心、多相渗流、油气驱替等实验室, 针对非常规油气藏开采过程中多尺度、多物理场耦合渗流特征, 从

微观和细观层面构建“温度场-应力场-渗流场”多场耦合多相流动模拟方法，研究储层流体渗流机理及相互作用机制。实验平台总面积约 1200 m²，拥有具有国际先进水平的 MicroXCT-400型CT机、高分辨率3D X射线显微镜、智能井模拟实验系统等装备10余台套。具备承担非常规油气藏储层物性测定、流体性质分析、微观渗流特征模拟、驱替效果评价等测试和研究能力。

(3) 开采技术实验平台

包括储层改造、物理生态化学强化开采、出砂控砂、智能油气田等实验室，主要承担储层改造、强化驱替、出砂管控及高效举升方面的基础理论与工程技术研究任务。实验平台总面积约 1300m²，拥有复杂裂缝支撑剂沉降运移模拟、波场油气开采多功能动态模拟、全尺寸储层强化改造模拟、高温高压油藏泡沫驱替、防砂介质挡砂综合评价等大型实验系统 10 余台套，中小型实验装置 40 余台套，具备完成非常规油气开采的驱替机理及模拟、储层改造参数优化、出砂管控与高效举升设计等系统实验能力。

(4) 钻完井工程实验平台

包括高效破岩、井筒安全评价、钻井液、水合物钻井等实验室。主要承担优快钻井方法、复杂井建井理论与安全控制、钻井工作液理论与技术、水合物钻完井理论与技术等方向的研究。实验室面积 1400m²，拥有全尺寸钻井模拟实验系统、钻柱动力学模拟实验系统、深水井筒流动模拟实验系统、

高温高压储层动态损害评价仪、水合物钻采模拟实验系统等多套特色实验装置，可开展苛刻环境下非常规油气钻完井全过程模拟实验和储层保护评价等任务。

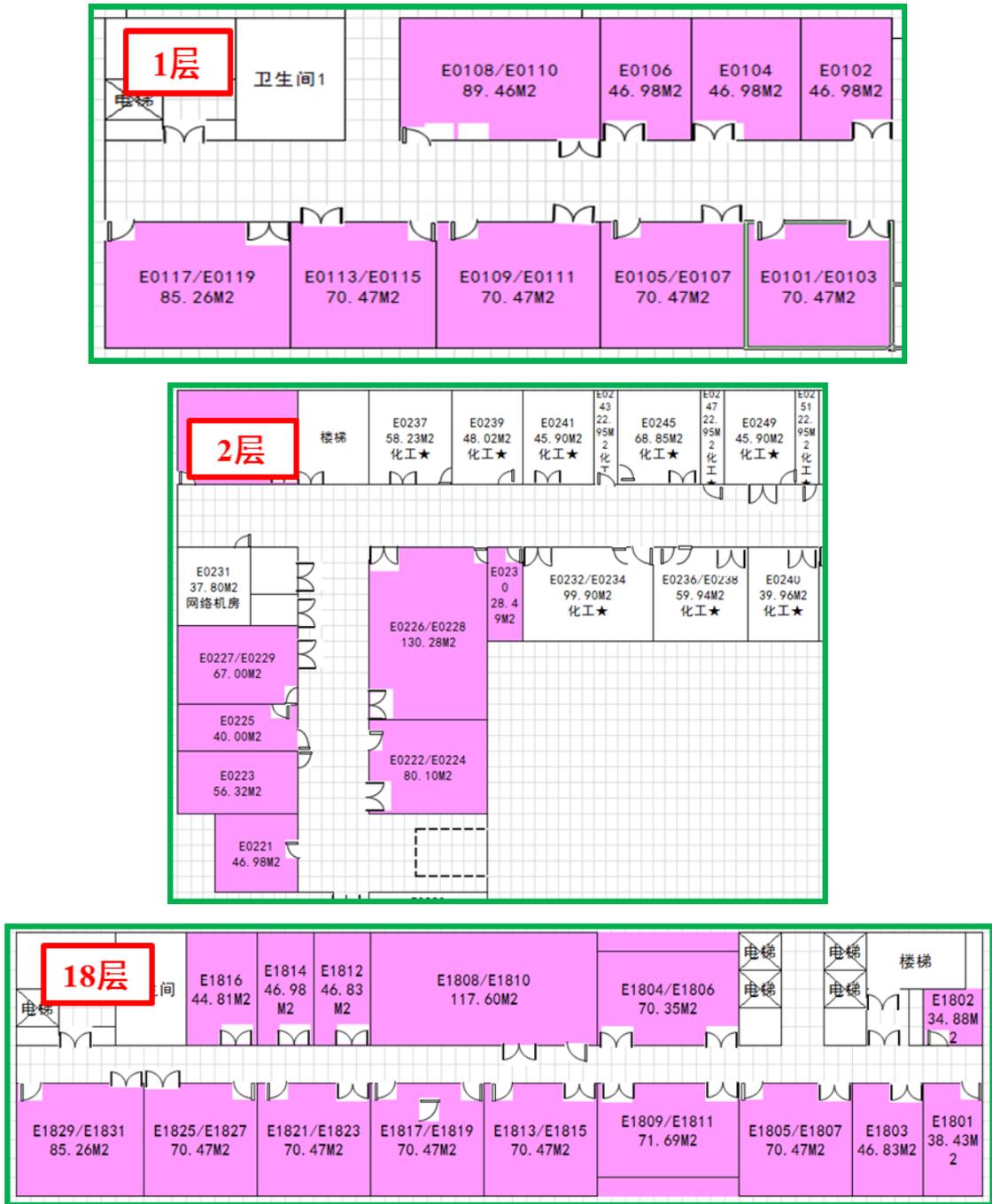
(5) 油气田化学实验平台

包括清洁储层改造液、特种固井工作液、水合物开发用剂、纳米功能材料实验室。主要承担钻完井及开采过程中井筒工作液、提高采收率工作液及功能材料等研发任务。实验室面积 1500m²，拥有高温高压流变仪、高温高压接触角测量仪、超临界 CO₂ 压裂液相平衡装置、压裂液返排模拟装置、井壁稳定性水化-力学耦合模拟装置、泥页岩/钻井液耦合模拟装置、多功能油层保护实验装置、天然气水合物开发模拟装置、高温高压驱替设备等大型仪器 30 余台/套，整体设备居国内领先水平。

(二) 科研用房

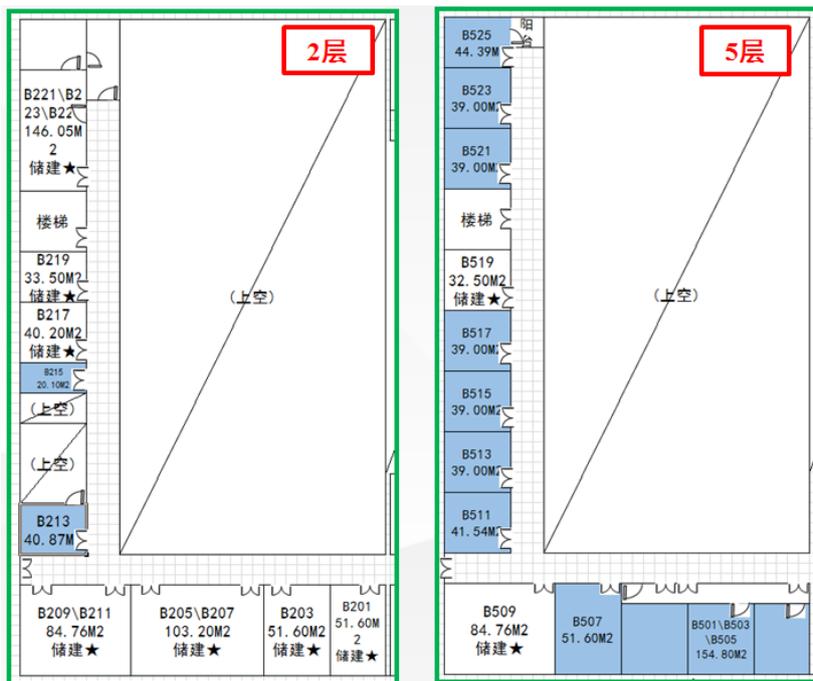
本实验室主要分布在中国石油大学（华东）工科楼 E 座和特种实验楼 B 区、C 区，现有专门用于科学实验的用房面积约 6300 m²。其中公共仪器分析实验平台面积约 1000m²；油气渗流模拟实验平台位于工科楼 E 座 1、2、18 层，面积约为 1300 m²；开采技术实验平台分布在特种实验楼 B 区 2、5 层，面积约为 1100 m²；钻完井工程实验平台分布在特种实验楼 B 区 1、4 层，面积约为 1400 m²；油气田化学实验平台位于工科楼 E 座 1、20、21 层，面积约为 1500 m²。各实验

平台平面分布分别见图 6-2 至图 6-5。



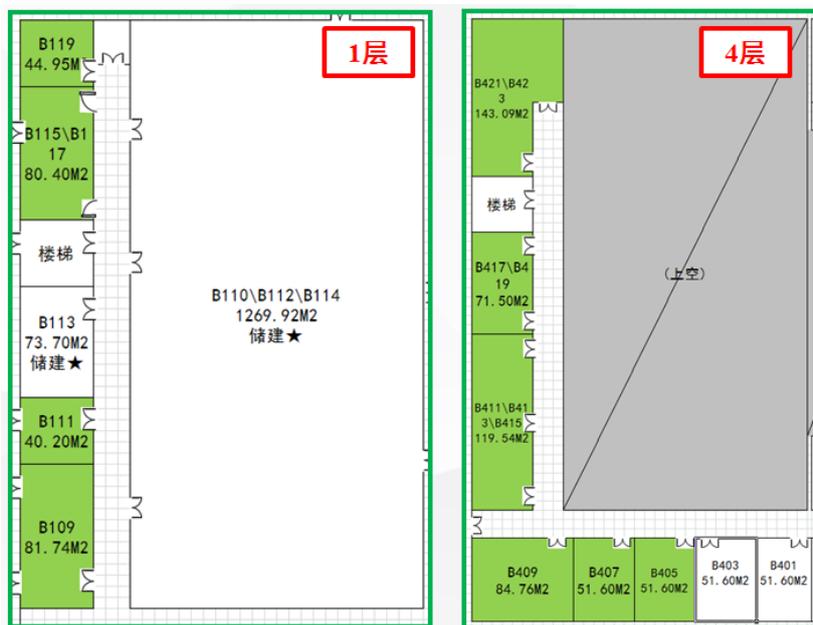
工科楼E座1、2、18层

图 6-2 油气渗流模拟实验平台平面分布



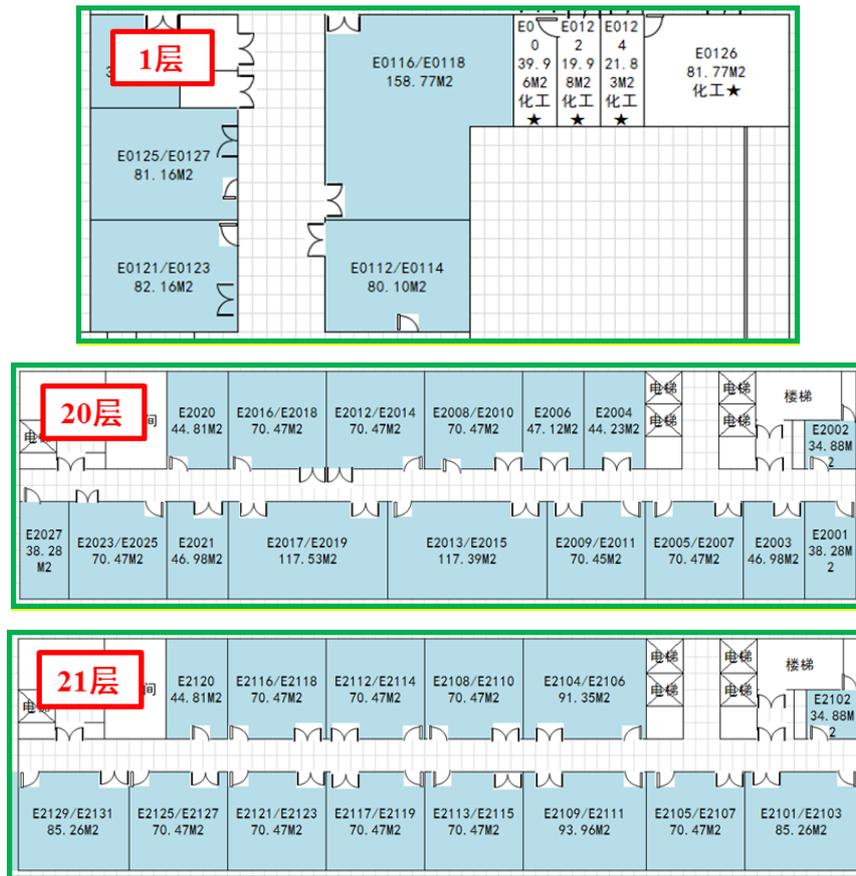
特种实验楼 B 区 2、5 层

图 6-3 开采技术实验平台平面分布



特种实验楼 B 区 1、4 层

图 6-4 钻完井工程实验平台平面分布



工科楼 E 座 1、20、21 层

图 6-5 油气田化学实验平台平面分布

(三) 主要大型仪器设备简介

通过优势学科平台建设、“211”三期建设和三大石油公司的资助，“十二五”期间，共投资 7000 余万元，目前固定资产已达 1.56 亿元。实验室具备了开展非常规油气开发研究与分析测试的较先进实验设备，拥有核磁共振分析系统、天然气水合物储层开采模拟系统、爆页岩真三轴吸附变形-渗流实验装置、深水井筒流动模拟实验装置、稠油渗流机理研究装置等非常规油气开发模拟实验装置，目前已经基本满

足为储层物性表征、钻完井工艺、多相渗流模拟、储层改造优化、化学工作液研制与性能评价等项测试和研究所需的实验条件。

公共测试平台：

(1) 日立 S4800 型场发射扫描电子显微镜 (含能谱)；

(2) 日本电子 JEM-2100UHR 型透射电子显微镜 (含能谱、CCD)；

(3) 瑞士布鲁克 AVANCE III 型 400MHz 宽腔固体核磁共振波谱仪；

(4) 荷兰帕纳科 X' Pert Pro MPD 型多晶粉末 X-射线衍射仪；

(5) 德国 Elementar 公司 CHSN/O 元素分析仪；

(6) 德国耶拿公司 Multi EA3100 微量 S、N 分析仪；

(7) 德国 Elementar 公司 Trace S/N cube 微量 S、N 分析仪；

(8) 美国 Thermo Nicolet 公司 NEXUS 原位漫反射红外光谱仪

(9) 德国耶拿 contra A700 原子吸收光谱仪；

(10) 美国麦克仪器公司 ASAP2020-M 比表面分析仪 (介孔、微孔全分析)；

(11) 美国麦克仪器公司 ASAP3020 比表面分析仪 (介孔全分析)；

(12) 美国菲涅根公司 TRACE MS2000 色-质连用仪；

(13) 荷兰帕纳科公司 AXIOS-Petro X 射线荧光光谱仪;

(14) 美国麦克仪器公司 Micromeritics AUTOPORE IV 9500 压汞仪

实验室在建设和研究的过程中逐渐积累了一些测试技术和方法,具备了质量控制与保证体系的经验和能力。制定了实验技术质量控制体系规程,并在实际工作中贯彻实施。现有实验设备仪器运行良好、利用率高,实验室建立以来实验条件不断改善、研究方法不断创新,全面提高了实验室的研究能力和水平。目前已有特色大型设备简介如下。

专用科研实验设备:

设备名称:在线驱替核磁共振可视化模拟系统	
型号: MacroMR12-150H-VTHP	
单价: 376 万元(人民币)	
购置日期: 2016.10	
厂家: 上海纽迈电子科技有限公司	
技术指标: 磁场强度: $0.3\pm 0.05\text{T}$; 最大采样带宽: 2000kHz ; 岩心尺寸: 直径 27mm , 长度 100mm ; 围压 $\leq 40\text{MPa}$, 轴压 $\leq 38\text{MPa}$; 使用温度: -20°C 到 80°C 。	
主要功能: (1) 常规油气储层孔喉结构识别; (2) 煤层气、页岩气储层层理及裂隙分布; (3) 低渗、致密储层提高采收率机理; (4) 天然气水合物储层生成、开采过程。	

设备名称：高分辨率 3D X 射线显微镜	
型号：MicroXCT-400	
单价：317.675 万元(人民币)	
购置日期：2012.11	
厂家：Xradia	
技术指标： 最大电压功率：140keV/10w； 最高扫描精度：1 μ m； 常用岩心尺寸：直径 25mm/10mm； 岩心夹持器类型：碳纤维夹持器； 使用温度：23 $^{\circ}$ C。	
主要功能： (1) 常规、非常规储层孔喉结构可视化； (2) 煤岩、页岩等储层裂缝表征； (3) 常规、低渗储层剩余油分布研究； (4) 裂缝、砂岩孔隙应力敏感性研究。	

设备名称：地层流体高温高压流变性能评价系统	
型号：FY-1-70	
单价：89 万元(人民币)	
购置日期：2011.01	
厂家：南通市飞宇石油科技开发有限公司	
技术指标： 旋转模式下最小扭矩：0.01 μ N·m； 振荡模式下最小扭矩：0.002 μ N·m； 最大扭矩：200 mN·m； 振荡频率范围：10-6~100 Hz； 实验温度：-60~300 $^{\circ}$ C；	

实验压力：0.1-40 MPa。

主要功能：

- (1) 原油地层条件下黏度；
- (2) 常规及高温高压酸性压裂液体系测试；
- (3) 交联聚合物体系流变性能的研究；
- (4) 驱油剂地层条件下流变性能研究。

设备名称：激光多普勒测速系统

型号：62N09

单价：68.73 万元(人民币)

购置日期：2012.11

厂家：美国 TSI 公司



技术指标：

- 图像分辨率：4M；
- 最大采样频率：31Hz；
- 最大脉冲能量：30mJ；
- 时间抖动：50ps。

主要功能：

- (1) 牛顿流体、非牛顿流体、单向流、多相流等在孔喉结构中流动特性；
- (2) 岩石孔喉中剪切力分布；
- (3) 涡旋强度分析。

设备名称：缝洞油藏 3D 岩心打印机

型号：62N09

单价：113.5 万元(人民币)

购置日期：2016.05

厂家：美国白劳德公司



技术指标：

- 精度：0.2mm；
- 最大制作尺寸：38×38×50cm；

<p>打印材料：覆膜砂及工程塑料等；</p> <p>打印模型强度：耐压 10MPa。</p>
<p>主要功能：</p> <p>(1) 标准岩心及长岩心的打印制作；</p> <p>(2) 含裂缝及孔洞岩心的打印制作；</p> <p>(3) 二维缝洞网络模型的打印制作；</p> <p>(4) 三维复杂缝洞介质模型的打印制作。</p>

<p>设备名称：水合物实验装置</p>	
<p>型号：TCSHW-3</p>	
<p>单价：22.45 万元(人民币)</p>	
<p>购置日期：2017.01</p>	
<p>厂家：江苏拓创</p>	
<p>技术指标：</p> <p>正常工作压力：40MPa、设计压力：50MPa、压力测试精度：0.1%F.S；</p> <p>流量范围：0.-200ml/min；</p> <p>工作温度：-20~90℃ ；</p> <p>反应釜容积：500ml；</p> <p>搅拌速度：0~1000rpm；</p> <p>高精度转矩转速传感器：额定转矩 0.2N/m；</p> <p>适用转速：0~6000r/min。</p>	
<p>主要功能：</p> <p>(1) 水合物抑制剂评价：热力学抑制剂、动力学抑制剂、防聚结剂及其复合产品；研究系统压力、过冷度、抑制剂浓度、凝析油、甲醇等对水合物生成动力学的影响。</p> <p>(2) 研究水合物生成与分解的必要条件，比如温度、压力、甲烷质量等。</p> <p>(3) 通过高精度扭矩仪、电阻率仪、高清工业数字 CCD 相机等对水合物实验进行监测，并通过软件对各项数据进行记录。</p> <p>(4) 高压可视釜体设计有磁力搅拌系统可模拟水合物的流动实验，根据不同转速了解水合物的生成与分解。</p>	

设备名称：泥页岩高温高压井壁稳定性水化实验装置	
型号：JBWD-2	
单价：48.68 万元(人民币)	
购置日期：2017.01	
厂家：江苏拓创	
技术指标： 工作电源：AC380V/50HZ 30A； 模拟轴压：常压~70MPa、模拟围压：常压~60MPa； 模拟试验温度：室温~150℃；精度±0.5℃； 压力范围：常压~50MPa； 驱替流量范围：0~40ml/min、流量精度 0.001ml/min、压力精度 0.014MPa；控制、跟踪部分流量范围 0~49ml/min； 美国进口 Rosemount 压力计量精度：0.065%FS； 岩样规格：φ25.4×10~51mm。	
主要功能： 进行泥页岩水力压差传递实验（HPT 实验），测定极低泥页岩渗透率； 进行化学位差诱导的渗透压力传递实验（OPT 实验），测定泥页岩膜效率等参数研究化学势差对泥页岩中水传输的影响规律； 地层模拟研究； 进行力学因素的研究、化学因素的研究、力学与化学耦合的研究，进行多孔弹性介质井壁应力的数值计算。	

设备名称：全自动高温高压动态损害评价仪	
型号：CLSH-II	
单价：85 万元(人民币)	
购置日期：2017.01	
厂家：湖北创联	
技术指标： 工作温度：室温~200℃，控温精度±1℃； 系统耐压：75MPa；	

<p>模拟钻井液流量：0~2m³/min，磁转动，静密封；</p> <p>围压自动跟踪泵：110MPa，跟踪速度 3MPa/s；</p> <p>回压阀耐压：0~75MPa，HC-276 材质；</p> <p>活塞容器容积：1000ml，耐压：75MPa，HC-276 材质；</p> <p>岩心夹持器：φ25×150mm，耐压 75MPa，HC-276 材质；</p> <p>适用岩心规格：φ25×（30~100）mm。</p>
<p>主要功能：</p> <p>(1) 模拟井眼条件进行钻井液动态损害实验，评价钻井液等入井流体对岩心损害的程度，优选钻井液配方；</p> <p>(2) 评价不同井斜条件下钻井液对地层不同部位伤害程度；</p> <p>(3) 测试钻井液动失水对储层造成的损害；</p> <p>(4) 进行储层敏感性评价实验，能够完成岩心敏感性评价实验；</p> <p>(5) 化学剂驱油评价实验。</p>

<p>设备名称：扫描电子显微镜</p>	
<p>型号：EVO-15/LS</p>	
<p>单价：132.132 万元(人民币)</p>	
<p>购置日期：2017.01</p>	
<p>厂家：德国蔡司</p>	
<p>技术指标：</p> <p>加速电压：0.2-30KV；放大倍数：5-1000000x；</p> <p>分辨率：2.0nm@ 30KV(SE)；探针电流：0.5PA-5μA；</p> <p>超低真空压力范围：10-3000Pa；</p> <p>5 轴优中心自动样品台：</p> <p style="padding-left: 40px;">X=125mm Y=125mm Z=50mm T= -10°- 90°R=360°；</p> <p>最大试样高度：145mm；最大试样直径：250mm；</p> <p>X-射线分析工作距离：8.5-20 mm， 35 度出射角。</p>	
<p>主要功能：</p> <p>EVO 系列电镜是高性能、功能强大的高分辨应用型超低真空（环扫）扫描电子显微镜。该系列电镜提供高低真空成像功能，可对各种材料表面作分析，并且具有 X 射线分析技术同时还可以进行准确的能谱分析。标准的高效率无油涡轮分子泵能够满足快速的样品更换和无污染(免维护)成像分析。</p>	

（四）配套设施

为规范和便于实验室的统一管理，按照“中国石油大学(华东)重点实验室和实验基地管理办法”，制定了本实验室的管理办法。

针对高温、高压仪器设备，易燃、易爆、有毒化学品等建立了相应的安全保护措施，例如洗眼器、安全柜以及系列安全报警装置等，同时为各实验系统制定了 HSE 管理制度，有效落实各项规章制度及安全保护措施。

加强实验室信息化管理平台的建设。不断完善实验室信息基础建设，包括设备、网络、软件等，把实验室信息化纳入学校的办公自动化总格局中进行同步建设，保持协调，考虑今后的发展需求，达到提高实验室管理水平、减少实验室管理人员的劳动强度、提高实验室资源利用效率目标。

七、主要工作规划、预期目标、水平

（一）主要工作规划

围绕国际科技发展趋势和国家能源战略重大需求，在国家重点学科“石油与天然气工程”基础上，联合相关优势学科开展非常规油气开采领域的前沿基础理论和关键技术研究，形成适用于非常规油气高效开采的新理论、新方法和新技术。

通过非常规油气开采领域高素质人才培养和创新基地建设，将实验室建设成国内领先、国际先进的重基础、跨学科、开放式非常规油气开采研究机构，成为科技创新、人才培养、社会服务和学术交流的公共平台，为进一步建成“深地与非常规勘探开发国家重点实验室”奠定基础。

1、实验室组成

在现有中国石油大学（华东）石油与天然气工程研究中心的基础上，围绕实验室攻关方向进一步加强实验室基础设施和装备条件建设，建成4个具有特色功能的实验分室：渗流模拟实验室、开采工艺实验室、钻完井技术实验室以及油气田化学实验室，各分室之间有机协同，为非常规油气田开发各工程领域提供一体化实验平台。

重点实验室人才队伍由固定研究人员和流动人员组成。实验室建立后设立学术委员会，由国内外知名专家组成，主要任务是审议实验室的目标、任务和研究方向，审议实验室的重大学术活动、年度工作，审批开放研究课题。

通过3年的建设，实验室面积达到9000m²，高精尖设备达到80台(套)以上。固定研究人员达到120人、流动研究人员达到15人，专职实验技术人员达到20人。

2、运行管理规划

(1) 健全科学管理机制

为实现建设目标，实验室将吸纳、借鉴国内外重点实验室的先进经验，建立一套更加科学、高效、完整的管理体制与“开放、流动、联合、竞争”的运行机制。强化实验室内部的学术讨论和交流氛围，进一步建立、健全内部评价和管理制度，营造有利于创新的管理环境。实验室采用全员逐级聘任的用人制度，加强实验室的人才竞争和流动。

(2) 建立实验室全面开放机制

鼓励在校大学生、研究生进入本实验室开展自主创新实验；根据非常规油气开发研究前沿和热点设置开放基金课题，吸引国内外优秀科技人才；实施交换访问学者计划，招募国内外本领域的优秀中青年科技工作者进入本实验室从事科学研究；积极倡导国内外同行充分利用本实验室的条件和人员开展科研活动和人才培养，共同承担重大课题的研究与开发工作。为我国的非常规油气开发领域的知识创新和科技进步服务。

(3) 强化实验室设备共享

根据《国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》，将大型科研设施与仪器纳入全国统

一网络平台管理，按照科研设施与仪器功能实行分类开放共享，建立促进共享的激励引导机制，提高资源使用效率。

(4) 开展广泛的国际交流与合作

积极参与国际重大科学研究计划，与国外相关学术机构、高校等科研单位围绕非常规油气开发领域的研究课题进行广泛合作；加大选派研究人员赴国外合作研究和学术交流的力度，增加国外专家来实验室讲学和合作科研的人次，促进国内外优秀研究生互换；定期召开以非常规油气开发为主题的国际性、地区性学术会议，提升重点实验室的国际影响力。

3、人才队伍建设计划

① 以目前承担的国家级、省部级重点、重大项目为依托，以本实验室为平台，培养和造就一批高水平、高素质的优秀青年人才，在国内外招聘“长江学者”人才 1~2 人，在现有研究队伍中培养出“教育部新世纪优秀人才”等中青年优秀人才 1~2 名；选派 3~5 名优秀中青年学者到国外著名高校或研究机构学习或合作研究，引进 3~5 名高层次人才，进一步增强实验室和科研团队的整体创新能力。

② 进一步加强团队建设，在未来 2~3 年内，力争获得 1 个国家自然科学基金委创新群体。

③ 进一步加强团队间的交叉联合，以及国内相关实验室及国外研究机构的合作，形成一个以中青年学术带头人为核心的充满活力的科技创新群体。

（二）预期目标和水平

通过3年建设，发展非常规油气开发理论，创新高效开采关键技术，建成拥有具有国际影响力的科研队伍和国内领先的创新平台，力争将本实验室升级为国家重点实验室及国际联合研究中心。具体目标如下：

（1）学科发展方面：石油与天然气工程一级学科整体达到国内领先水平，在非常规油气开发理论与技术领域进入国际一流行列。

（2）研究内容方面：针对非常规油气开发中存在的重大科学问题和技术难题，开展基础理论研究和关键技术攻关，在油气藏描述与建模、钻完井技术、渗流模拟、开采工艺技术和化学工作液研发等方向形成2-3项行业内重大影响的原创性标志成果。

（3）研究成果方面：力争入选国家基金委创新群体，获批国家级重点、重大项目5项以上，获批国家科技成果奖励3项以上，专业顶级期刊论文20篇/年。

（4）科研条件方面：扩建实验室面积达到9000m²，高精尖、大型设备达到80台(套)以上；与美国德克萨斯大学奥斯汀分校、科廷大学等建立国际联合实验室，建成特色显著、功能齐全的非常规油气开发领域科研平台和高素质人才培养基地。

（5）人才队伍方面：引进或培养院士、(青年)长江、(青

年)千人、杰青、优青等国家级层面人才 6 人以上，培养出一批水平较高的学者，建成国内一流的非常规油气开采领域科研团队。

（三）建设经费概算与落实计划

（1）仪器设备购置费 1.1 亿元，由中国石油大学（华东）“双一流”建设资金拨款经费支出，一期拟购置设备预算表见表七；

（2）实验室改造费 2100 万，由中国石油大学（华东）“双一流”建设资金拨款经费支出；

（3）人才引进及队伍建设费 4000 万元，由中国石油大学（华东）“十三五”高层次人才专项经费划拨；

（4）实验室运行管理经费 100 万元/年，由学校财务专项支出。

（四）仪器设备购置

根据非常规油气开采面临的关键科学问题和重点攻关方向，实验室分析了现有的实验设备情况和深入科学研究的实验需求，本着“高效共享、突出重点、引领方向”的原则，结合仪器设备购置预算情况，拟定仪器设备购（研）置计划如表 7-1 所示。

表 7-1 一期拟购置的主要设备预算表

序号	名称	规格型号	价格 万元	数量	购置 理由
1	大尺寸工业 CT 检测系统	phoenix nanotom	550	1	强化公共仪器分析实验平台建设, 突出非常规油气储层微观结构描述
2	透射电子显微镜	JEM-2100F	900	1	
3	高速数据采集仪	DL850E	58	1	
4	飞纳电镜能谱一体机	Phenom ProX	130	1	
5	PC 并行集群	DELL PowerEdge	250	1	
6	拉曼光谱仪	雷尼绍 inVia	320	1	
7	微流控分析芯片加工系统	URE-2000S/25	500	1	
8	低温扫描电子显微镜	美国 Cryo-SEM	450	1	
9	X-衍射谱仪	德国 D8 Advance	280	1	
10	小角 X 射线散射 XRD	NANOSTAR	300	1	
11	扫描电镜	日立 TM3030Plus	120	1	
12	定向井钻进效率测试平台	SD-DETP	380	1	强化钻完井工程实验平台建设
13	井下信息声信号测试系统	SD-UIAS	240	1	
14	高速摄像系统	i-SPEED 726	66	1	
15	真三轴压裂裂缝扩展模拟系统	SD-TAFP	230	1	
16	高频疲劳试验机	JMF1005029	180	1	
17	致密油有效动用压力系统一体化模拟实验平台	SD-EPSP	160	1	
18	工作液 PVT 性质测量仪	SD-PVT	85	1	
19	多孔介质内多相流体流动的微流控实验平台	SD-MFMP	145	1	
20	高温高压界面张力测定仪	SL200HP	200	1	
21	微纳尺度流动模拟实验装置	SD-MNSS	150	1	
22	致密介质多相流体气体流动机理分析仪	SD-GFDM	230	1	
23	高温高压多功能非常规储层保护模拟实验装置	SD-HHMU	130	1	
24	稠油原位改质连续实验装置	定制	50	1	

序号	名称	规格型号	价格 万元	数量	购置 理由	
25	全自动高温高压动态损害评价仪	SD-HTHPDE	450	1	强化开 采技术 实验平 台设备 建设	
26	粒子动态分析仪	PDA	230	1		
27	高压微分量热仪	DSC 204 HP	150	1		
28	落球粘度计 HAAKE	HAAKE	90	1		
29	致密介质多相流体气体流动机理 分析仪	SD-DMFG	230	1		
30	界面流变仪	Young-lapalace	60	1		
31	热重分析仪	TGA-105	60	1		
32	差示扫描热量分析仪	DSC-2	50	1		
33	组合裂缝支撑剂铺置模拟装置	SD-CCPS	108	1		
34	致密油气藏高压注气模拟装置	SD-HGIS	220	1		
35	水泥水化分析仪	CHA	220	1		强化油 气田化 学实验 平台设 备建设
36	液/固介质热物性参数测试系统	ANTER FlashlineTM	115	1		
37	MCR 系列高温高压流变仪	MCR302	70	1		
38	工作液环境影响分析系统	SD-ETS	95	1		
39	分布式光纤声音监测系统	DFSM-2	120	1	强化深 水油 气、开 采方向 实验设 备建设	
40	3000m 水深耐压模拟实验舱（可 观测）	JMYQ-5000	300	1		
41	海底钻机试验系统	扭矩 3000Nm	200	1		
42	光纤光栅传感系统	功率 6 dBm/波长 1000nm~1600nm	55	1		
43	深水智能化全电采油树控制系统	SD-DIEC	155	1	HSE	
44	海洋油气生产作业重大事故演化 灾变实验平台	SD-OFAD	180	1		
45	多元信息耦合/数据发掘的油气安 全仿真实验系统	SD-SCMI	120	1		
合计：9382 万元						

八、开放运行机制

实验室按照“开放、流动、联合、竞争”的运行机制，国内外开放、积极开展科技合作和学术交流，充分发挥学术委员会的咨询指导作用，建立健全了各项管理规章制度，保障了实验室的有序、高效运行。

表 8-1 实验室长期合作的研究机构和联系专家

序号	国家	研究机构名称	联系专家
1	美国	Stanford University	Roland N. Horne
2		Yale University	Abbas Firoozabad
3		University of Texas at Austin	Jon Olson
4		Texas A & M University	William John Lee
5		University of Tulsa	Hongquan Zhang
6		University of Louisiana at Lafayette	Boyun Guo
7		Colorado School of Mines	Yushu Wu, Carolyn Koh
8		Pennsylvania State University	Luis Ayala
9		University of Oklahoma	Xingru Wu
10		University of Virginia	Roseanne M. Ford
11	加拿大	University of Calgary	Mingzhe Dong
12		National Research Council	John Ripmeester
13	俄罗斯	Gubkin Oil and Gas University	Valeriy Kadet
14	巴西	Federal University of Rio de Janeiro	Segen Farid Estefen
15	英国	Heriot-Watt University	Bahman Tohidi
16		University of Manchester	Vahid Niasar
17	澳大利亚	University of New South Wales	Christopher Arns
18		Edith Cowan University	Stefan Iglauer
19	日本	山口大学	Masayuki Hyodo
20		日本产业技术综合研究所	Sanehiro Muromachi

1. 国际合作与交流

实验室与 7 个国家和地区的 20 多所大学和政府相关实验室建立了学术交流、人才互访或科研合作关系(见表 7-1)。实验室主办和协办国际学术会议 18 次(见表 4-5); 在国外讲学或在国际会议上做报告 64 次(表 4-6), 在国内外同行中产生了较大影响。

2. 实验室主要管理人员

实验室主任: 孙金声 (院士)

副主任: 侯 健 (国家杰青), 黄维安 (教授)

平台负责人: 李彦鹏—公共仪器分析实验平台

孙金声—钻完井工程实验平台

姚 军—油气渗流模拟实验平台

李兆敏—开采技术实验平台

戴彩丽—油气田化学实验平台

专职秘书: 杜庆军, 刘敬平

3. 实验室学术委员会组成

主 任: 苏义脑 (院士)

副主任: 高德利 (院士), Derek Elsworth (院士)

委 员: 14 人

学术委员会名单见附表二。

4. 实验室运行机制

根据《教育部重点实验室建设与运行管理办法》和《教育部重点实验室评估规则(2015年修订)》(教技[2015]3号),

实验室在遵循中国石油大学（华东）各项实验室管理规定，严格执行石油工程学院实验室日常管理制度，包括实验室维护与科研管理制度、实验室资产设备使用管理制度、实验室资产设备保管管理制度、实验室安全卫生管理制度、实验室安全值班、巡查管理制度、实验室文化及安全体系管理制度、实验室物品规整及环境卫生清扫规范等具体细则，指导和管理实验室正常运行。根据教育部重点实验室对开放交流与运行管理的要求，制定了《非常规油气开发教育部重点实验室仪器开放管理规定（暂行）》、《非常规油气开发教育部重点实验室对大学生开放管理办法（暂行）》、《非常规油气开发教育部重点实验室开放基金管理办法（暂行）》等具体管理办法。

实验室集中了一批非常规油气开发领域的优秀中青年专家，有 12 名院士作为学术顾问，有长江学者、国家杰出青年基金获得者和国家重点学科带头人作为实验室方向学术带头人，有一批优秀的中青年科技骨干，梯队合理，具有很强的凝聚力 and 创新能力。

按照实验室运行机制，改善评价机制，解决相应人员结构性问题，保证实验室管理人员的稳定性和工作积极性。同时严格学术道德的管理和教育，近年来未发现违反学术道德的事件。

实验室学术委员会由国内外石油工程领域的著名专家学者组成，按照《学术委员会工作条例》开展工作。学术委员

会是实验室的学术领导机构，负责确定实验室的研究方向和中长期发展目标、制定开放基金项目申请指南并审定开放基金课题、检查、评价研究成果并协调对外开放事宜。

实验室主任根据学术委员会制定的研究方向和发展目标，根据相关制度和条例全权负责实验室的工作，负责定期召开实验室主任和团队学术带头人专家会议研究工作，组织制定相关政策，确保实验室的高效运行、稳定研究队伍、吸引优秀人才，促进对外开放、联合及学科交叉。

实验室实行聘任制。实验室公开招聘团队带头人及少量固定研究人员；团队带头人可根据工作需要招聘一定数量的流动研究人员，其流动编制经实验室主任核准后，相关费用由相关团队从承担的课题经费负担。

实验室接受国内外科研人员以客座研究人员的身份来实验室工作。实验室设立开放基金，资助石油工程领域的基础研究和应用基础研究。

九、实验室依托单位意见

依托单位中国石油大学（华东）同意非常规油气开发实验室申报教育部重点实验室。建设非常规油气开发教育部重点实验室将进一步提升我校相关学科的整体创新能力，也是我校发展的重要机遇和头等大事。作为依托单位，学校将严格执行《教育部重点实验室建设与管理暂行办法》的各项规定，保证在人、财、物、组织管理的各个方面对实验室的建设工作给予全方位的支持，同时对实验室建设工作采取必要的政策倾斜。

在队伍建设和人才培养方面，提供必要的技术支撑，为实验室流动人员提供临时住房等后勤保障条件，提升与国内外合作与交流条件，积极吸引国内外优秀人才来实验室从事科学研究工作。

在匹配经费方面，学校承诺在实验室建设期间将投入3000万元保障实验室的仪器设备购置和基础设施建设，保证实验室建设期间和建成后，每年提供不低于100万元的运行经费。

总之，学校将全力、全方位支持实验室建设，力争将非常规油气开发教育部重点实验室建成国内一流、国际有较大影响的优秀实验室。

十、主管部门意见