



# EM30 滑溜水压裂液

2016年



中国石油天然气集团公司科技管理部

# EM30 滑溜水压裂液

——激活致密储层的“液体密码”！



# 目 录

1

简 介 / 4

2

特色技术 / 5

3

典型案例 / 9

4

科研装备 / 11

5

资质与标准 / 15

6

专家团队 / 17

7

技术与服务 / 19



中国石油天然气集团公司（简称“中国石油”，英文缩写：CNPC）系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司 2015 年国内外油气产量当量 2.6 亿吨，原油加工量 1.96 亿吨，成品油销售量 1.74 亿吨，天然气销售量 1290 亿立方米。

2015 年，中国石油在美国《石油情报周刊》世界 50 家大石油公司综合排名中位居第 3 位，在《财富》杂志全球 500 家大公司排名中位居第 4 位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

EM30 滑溜水压裂液就是具有代表性的重大创新成果之一。

**奉献能源 创造和谐**

# 1

## 简介

近年来,针对致密油气储层改造,中国石油形成了以水平井体积压裂为主体的改造工艺,配套工具、材料产品系列不断完善、性能不断提升,在实践应用中发挥了重要作用。

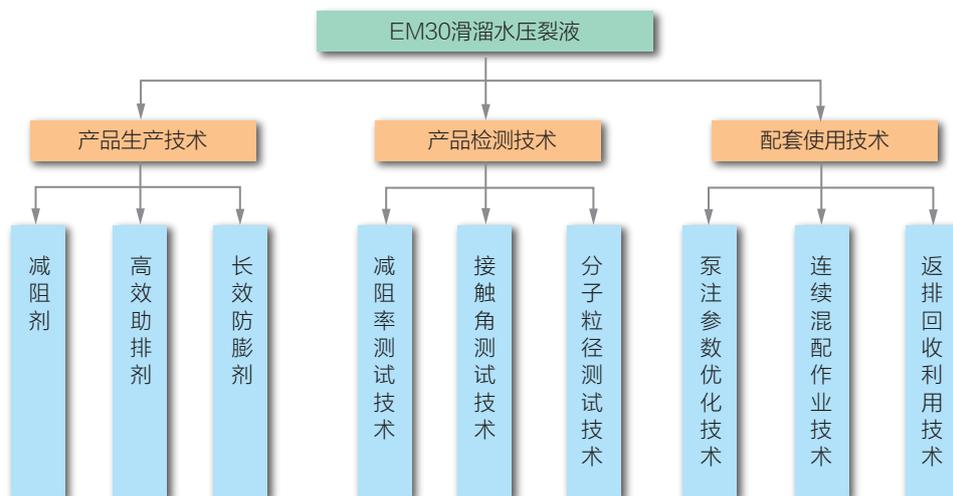
EM30 滑溜水压裂液具有低摩擦阻力、可连续混配、可回收、低成本的性能,在致密油气储层改造中得到广泛的应用,并成为鄂尔多斯盆地致密储层改造主体压裂液,创造了显著的社会效益与经济效益。

1. 比常规压裂液摩擦阻力降低 50% 以上

2. 储层岩心伤害率低至 15%

3. 重复利用率达 85%

4. 压裂液成本至 60%



# 2

## 特色技术

### 2.1 产品生产技术

以减阻剂、助排剂和防膨剂为核心，通过产品质量性能检测与综合评价，进而实现压裂液配方优化的综合技术。

#### 1. EM30 减阻剂

EM30 减阻剂是一种分子结构呈梳状，具有高效减阻性能的聚丙烯酰胺类高分子聚合物。减阻剂可速溶于冷水；减阻率较常规压裂液提高 20% 以上；可用高矿化度水进行配液，耐矿化度 50000 ~ 100000g/L。

#### 2. TOF-2 高效助排剂

TOF-2 高效助排剂是一种由多种表面活性剂复配而成的具有较佳界面张力与接触角平衡值的新型助排剂。助排剂与致密储层多孔介质岩心表面接触角较高，耐盐性能好，有效提高高压裂液的返排能力，减少压裂液在储层中的残留。

#### 3. TOS-1 长效防膨剂

TOS-1 长效防膨剂是一种与黏土表面多点结合，在黏土矿物表层形成正电荷保护膜，减少黏土颗粒的晶层间斥力，有效抑制黏土膨胀的含有多阳离子点的低聚阳离子表面活性剂。



EM30 减阻剂



TOF-2 高效助排剂



TOS-1 长效防膨剂

## 2.2 产品检测技术

### 1. 减阻率测试技术

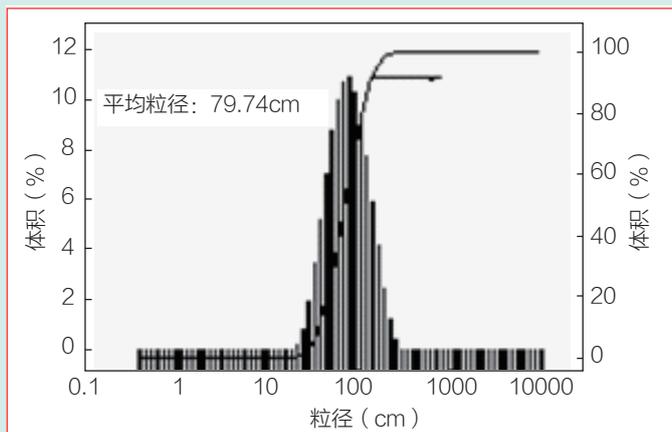
针对常规的管路测试摩擦阻力流速范围小，以及无法准确测试压裂液在井筒中的流动阻力，而研发的压裂液在高流速下（10 ~ 50m/s）压力损耗测试技术，利用循环流动压差测试回路及高速压差采集系统，比对不同类减阻剂性能，也可测得减阻剂在不同流速下的摩擦阻力。

### 2. 接触角测试技术

利用岩心片加工技术及视频光学动态接触角测试技术，测量压裂破胶液在多孔介质岩心表面接触角测量的一项特色技术。接触角测试可直观地评价压裂返排液对岩心表面的润湿程度、结合表、界面张力测试，可全面地表征压裂液返排能力。

### 3. 分子粒径测试技术

破胶液中大分子颗粒易堵塞致密储层孔隙、喉道，是影响致密储层压裂液伤害的主要因素之一。破胶液分子粒径测试技术是评价压裂液破胶降解程度的测试技术，能有效地表征破胶液分子粒径分布范围，结合常规岩心流动实验能更好地评价压裂液对致密储层的伤害。

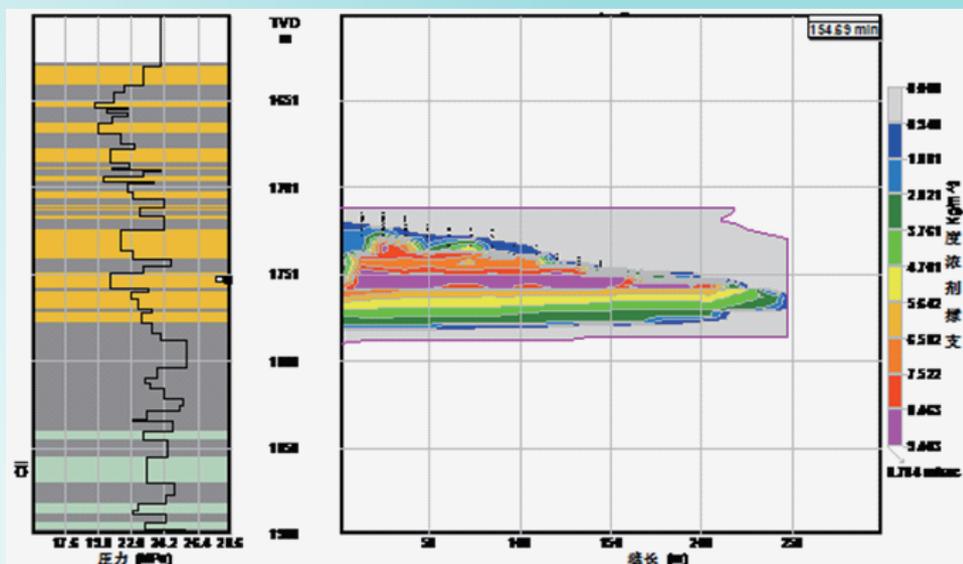


分子粒径测试

## 2.3 配套使用技术

### 1. 泵注参数优化技术

通过系列测试评价试验，建立了致密储层的岩石力学参数、EM30 的流变学、热力学、伤害、滤失等关键设计参数库，并掌握了大量致密储层测试压裂的现场原始资料，能够进行致密储层水平井分段多簇、定向井多层等复杂体积压裂工况模拟调参，根据用户储层特点和期望的改造目标进行泵注参数优化。



泵注参数优化

## 2. 连续混配作业技术

该技术无需连续混配车即可实现压裂液的即供、即配、即注。EM30 滑溜水压裂液体系所有添加剂均为液态，无需溶胀等待时间，可直接通过流量调节阀实时调整添加剂用量。通过该技术可缩短配液时间，提高配液精度，节约压裂液成本。



EM30 滑溜水压裂液连续混配工艺流程图

## 3. 回收利用技术

回收利用技术是将压裂返排液进行除砂、混凝沉降、过滤等处理，使其可用于重新配制 EM30 滑溜水压裂液的技术。该技术主要由沉降除砂系统、混凝沉淀系统、过滤系统等组成，处理工艺简单、效率高、成本低，可有效节约水资源。



EM30 滑溜水压裂液现场回收工艺流程图



EM30 滑溜水压裂液现场回收施工图

## 3

## 典型案例

EM30 滑溜水压裂液技术在长庆油田致密油区块累计应用逾 300 口井近 2800 段，返排液回收率达 85%，平均施工压力较该区块同类井压力降低 5 ~ 8MPa，压裂液成本降低近 30%。

## 3.1 长庆油田致密油庄 183 示范区水平井体积压裂先导试验区实现成功应用

庄 183 示范区两口水平井，水平段长 1500m 左右，井间距 1000m，该井采用水力桥塞分段多簇压裂完成各 12 段 47 簇压裂施工，共使用 EM30 滑溜水压裂液近  $3 \times 10^4 \text{m}^3$ 。施工过程中体系表现出显著的减阻性能，施工压力较该区块同类井压力降低 4 ~ 6MPa；两井交替压裂作业，回收利用压裂返排液近  $6 \times 10^3 \text{m}^3$ ，单井节约备水时间 100h 以上，该井组应用 EM30 滑溜水压裂液施工周期较常规缩短 10d，节约压裂液费用 100 万元以上。



庄 183 示范区作业现场

## 3.2 苏里格东区致密气丛式井混合水压裂用获得突破

苏东 35-53 井组由 10 口定向井组成，改造目的层位包含石盒子组、山西组两个主力产建层位，埋深范围 2800 ~ 3600m，该井组全部采用 4 $\frac{1}{2}$ in 套管滑套混合水压裂改造工艺，施工排量 6 ~ 8m<sup>3</sup>/min，该井组全部使用 EM30 滑溜水压裂液体系，施工过程中减阻性能显著，井下压力计测试降阻率均大于 65%，施工压力较该区块同类井压力降低 5 ~ 8MPa；井间采用致密储层 EM30 返排液重复利用，回收利用率达 90%，节约配液用水 30%，提高作业效率 35%。



苏东 XX-XX 井混合水压裂工艺试验施工现场

## 4

## 科研装备

低渗透油气田勘探开发国家工程实验室，现有固定人员 187 人，包括中国石油天然气集团公司专家 10 人，博士 23 人，教授级高级工程师 24 人。实验室建筑面积 15000m<sup>2</sup>，配备国内、国际领先的各类重大仪器 120 多台套，总投资 4654.63 万元，实验装备能力达到国内领先水平。



低渗透油气田勘探开发国家工程实验室主楼

实验设备：PSR-200 管式缝式流变仪、DSA-100 视频光学测试仪、PCES-100 裂缝导流仪等一大批针对低渗油气藏的先进检验检测设备。

管式 - 缝式流变仪分为两部分，管式流变仪用于测试压裂过程中管路中流体压力、粘度、温度等变化，为压裂设计提供全过程研究；缝式流变仪可定性观察压裂液的携砂性能。

视频光学接触角测量仪主要用于测量压裂液与地层岩心的接触角，具有测量动、静态接触角。接触角测量范围：0 ~ 180°，接触角测量精度：±0.1°。

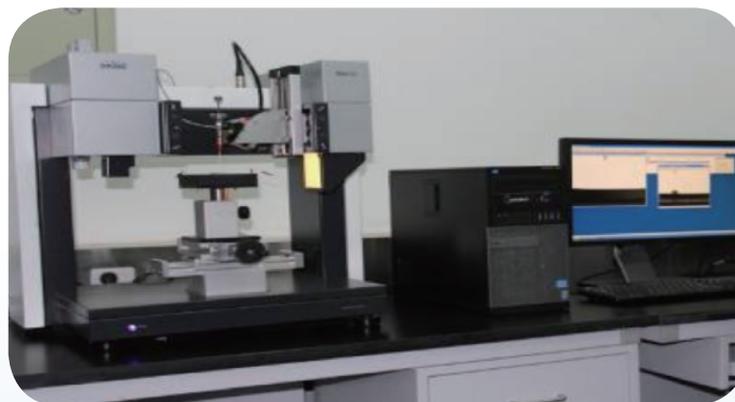
多角度激光光散射仪可快速测定各个组成的重均绝对分子量和分布、均方旋转半径及分布、大分子的流体力学半径及分布。分子量测量范围：<103 ~ 109 Dalton；分子尺寸范围：静态分析 10 ~ 500nm。

裂缝导流仪用于评估压裂条件下的支撑剂性能，可在不同闭合压力、温度、流速、压差条件下，评价支撑剂的导流能力。

DCS-2 型地层多参数测试系统可用于模拟压裂液破胶后在地层压力、温度以及施工条件下对储层敏感程度评价、压裂液在储层的伤害评价以及不同深度伤害的测定以及效果评价等。



PSR-200 管式缝式流变仪



DSA-100 视频接触角测量仪



多角度激光光散射仪



PCES-100 裂缝导流仪



DCS-2 型地层多参数测试系统

## 5

## 资质与标准

EM30 滑溜水压裂液研发严格执行 ISO9001 质量管理体系，测试评价管理符合 ISO10012 测量管理体系，产品在质量、管理、节能、环保等方面性能可靠。

## 资质认证证书表

序号	资质名称	发证机关	有效期
1	质量管理体系认证证书	北京联合智业认证有限公司	2017.03.10
2	计量认证证书	陕西省质量技术监督局	2016.12.25
3	实验室认可证书	中国合格评定国家认可委员会	2017. 2.25
4	测量管理体系认证证书	中启计量体系认证中心	2016.01.31



EM30 滑溜水压裂液研发申报受理 **4** 项发明专利，形成 **3** 项标准，拥有产品 **3** 项。

### 申报专利情况表

序号	专利名称	申报号	专利类型
1	一种适用于致密油气藏的低摩阻可回收滑溜水压裂液体系	201310585235.7	发明专利
2	一种水溶性减阻剂及其制备和应用	201310552770.2	发明专利
3	一种在岩心表面具有较高接触角的助排剂及其制备方法	201310597224.0	发明专利
4	一种长效油井用黏土稳定剂及其制备方法	201310552134.X	发明专利

### 形成标准情况表

序号	标准名称	标准号	标准类型
1	压裂用减阻剂丙烯酸胺衍生物 EM30	Q/SYCQ3540—2015	企业标准
2	压裂用助排剂氟碳类 TF	Q/SYCQ3507—2014	企业标准
3	黏土稳定剂季铵盐类 TOS-1	Q/SYCQ3508—2014	企业标准



## 6

## 专家团队

**慕立俊**

教授级高级工程师。主要从事低渗透油气藏压裂酸化等增产技术研究攻关工作，先后组织和参与了国家级、集团（股份）公司重大项目 6 项，获国家级科技成果 1 项，省部级奖项 19 项。授权专利 40 件；专著 1 部；发表论文 40 余篇。

联系电话：029-86590699

Email：mulj\_cq@petrochina.com.cn

**赵振峰**

教授级高级工程师，高级技术专家。主要从事油气田储层改造、增产工艺等方面研究工作。研究形成了以“压前诊断、优化设计、中导长缝、低伤害压裂液”的超低渗压裂技术模式。获国家级科技成果 1 项，省部级奖项 20 余项。授权专利 45 件；专著 1 部；发表论文 40 余篇。

联系电话：029-86590688

**李宪文**

教授级高级工程师，高级技术专家。主要从事压裂酸化为主的增产技术与试验工作。率先开展研究并规模应用了水力喷射压裂、多级加砂压裂、多缝压裂等新工艺、新技术，获省部级科技成果 20 余项。授权专利 60 件；专著 1 部；发表论文 30 余篇。

联系电话：029-86590698



**张矿生**

高级工程师，技术专家。主要从事油气田储层改造工作。在致密储层直井分层压裂、水平井分段压裂方面形成多项成果，获省部级科技进步奖 3 项，油田公司级科技进步奖 5 项。发表论文 8 篇。

联系电话：029-86590796

Email：zks\_cq@petrochina.com.cn



**薛小佳**

高级工程师，技术专家。主要从事油田化学品科研研发、实验检测以及技术服务等工作，在低成本低伤害压裂液方面形成多项成果，获省部级科技进步奖 3 项。授权专利 10 件；发表论文 20 余篇。

联系电话：029-86590784

Email：xxj\_cq@petrochina.com.cn



**吴江**

技术专家。主要从事油田化学品科研研发及技术服务等工作，完成多项油田化学品新产品、新工艺、新技术研究攻关，获省部级科技进步奖 2 项。授权专利 5 件。

电话：029-86593267

Email：wujiang\_cq@petrochina.com.cn

## 7

## 技术与服务

## 7.1 培训

编制有详尽的培训课件和指南手册，可针对用户的不同需求，制订相应的服务培训计划，提供室内评价、现场作业培训、模拟装置演示等一条龙服务。

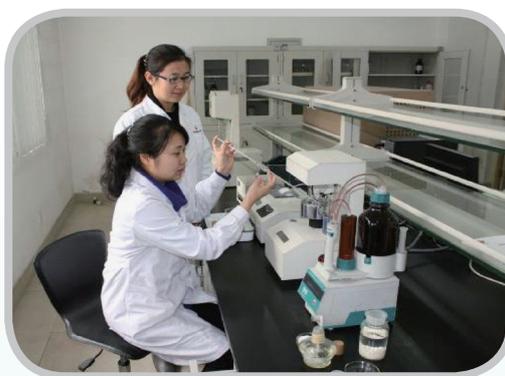
## 7.2 技术支持

致密储层 EM30 滑溜水压裂液产品全自动生产、检测、配送，专业技术专家团队可适时提供远程技术支持和诊断。



## 7.3 售后服务

售后服务体系可适时提供远程技术支持和诊断，及时解决产品应用中出现的问题。



服务联系人：薛小佳

电话：86-29-8659-0784

Email: xxj\_cq@petrochina.com.cn



**中国石油科技管理部联系人：**

刁 顺 先生  
电 话：86-10-59986059  
Email：sdiao@cnpc.com.cn  
diaoshun@sohu.com

**中国石油经济技术研究院联系人：**

张 丽 女士  
电 话：86-10-62065043  
Email：zhangli024@cnpc.com.cn

**中国石油长庆油田分公司联系人：**

吴 江 先生  
电 话：029-86593267  
Email：wujiang-cq@petrochina.com.cn

**Contact of Science & Technology Management Department,CNPC：**

Mr. Diao Shun  
Tel: 86-10-59986059  
Email: sdiao@cnpc.com.cn  
diaoshun@sohu.com

**Contact of CNPC Economics & Technology Research Institute：**

Ms. Zhang Li  
Tel: 86-10-62065043  
Email: zhangli024@cnpc.com.cn

**Contact of Petrochina Changqing Oilfield Company**

Mr. Wu Jiang  
Tel: 029-8659 3267  
Email: wujiang-cq@petrochina.com.cn

