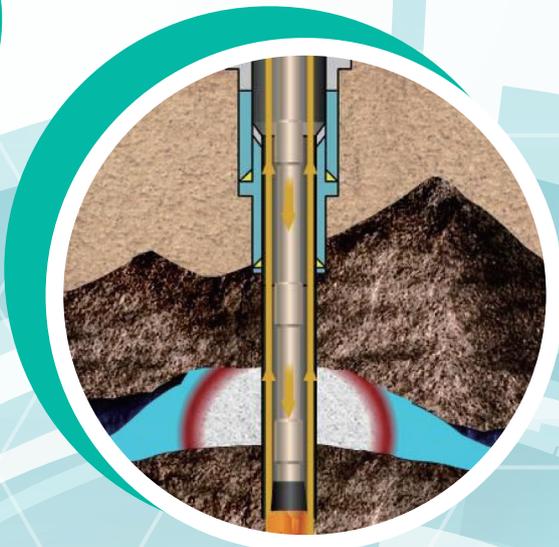




BH-FDD 缝洞型地层堵漏技术

2016年

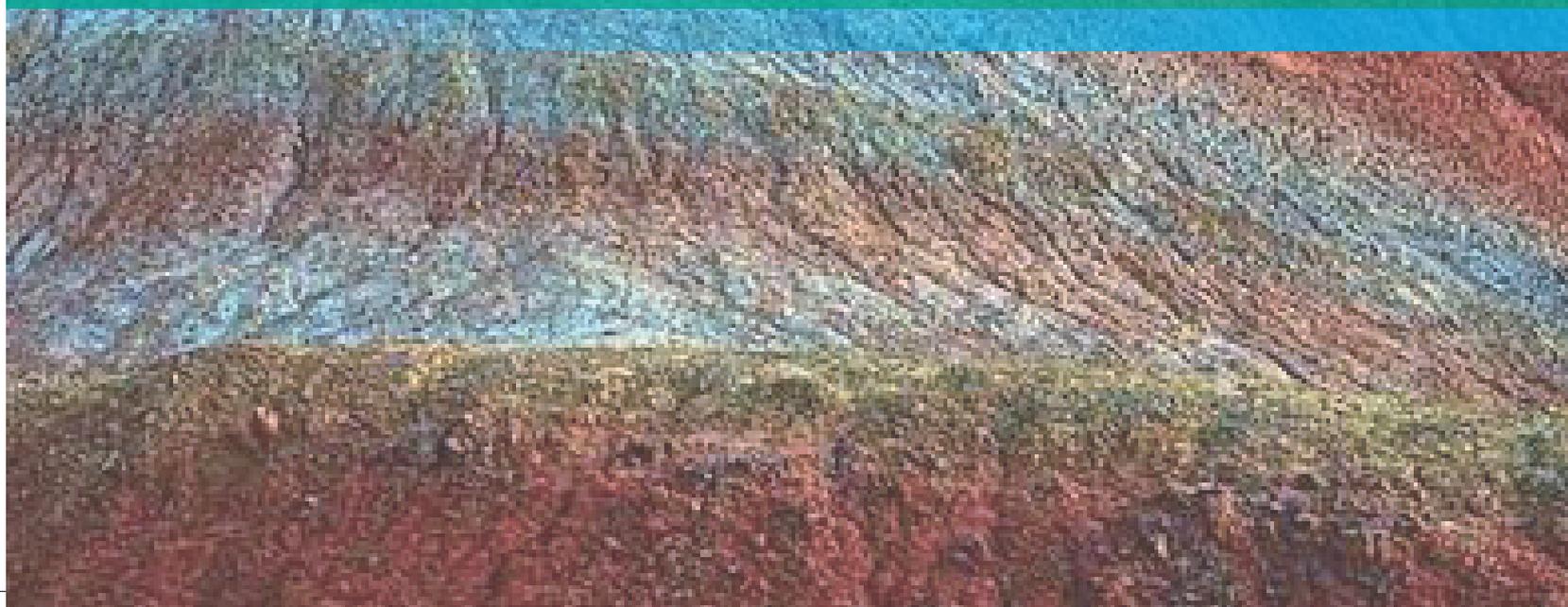


中国石油天然气集团公司科技管理部



BH-FDD 缝洞型地层堵漏技术

——堵泥浆之漏，开油气之源！



目 录

1

简 介 / 4

2

特色技术 / 5

3

应用案例 / 8

4

科研装备 / 11

5

资质与标准 / 12

6

专家团队 / 16

7

服务与培训 / 18



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。

BH-FDD 缝洞型地层堵漏技术就是具有代表性的重大创新成果之一。

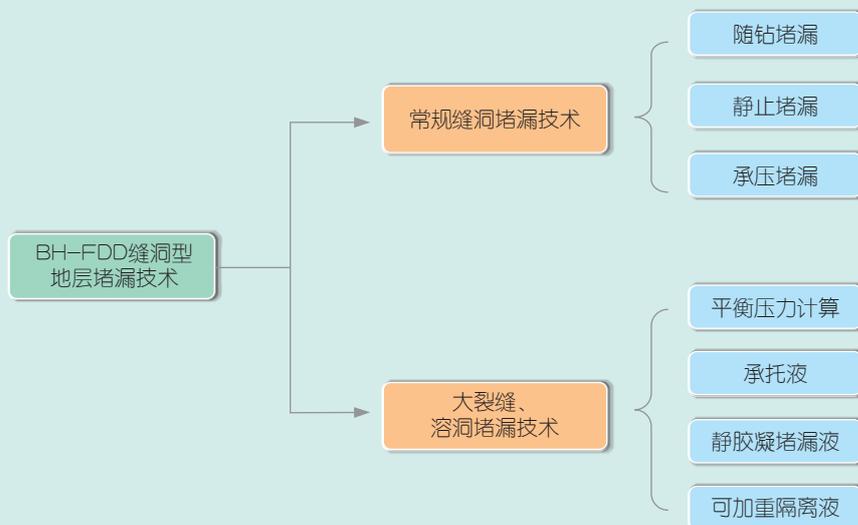
奉献能源 创造和谐

1

简介

在钻完井作业中，针对缝洞型地层的漏失问题，中国石油开发了BH-FDD缝洞型地层堵漏技术。该技术包括常规缝洞堵漏技术及攻克了钻井、固井中的漏失问题，能够封堵小至微米级、大至米级的缝洞、裂缝、溶洞漏失。该技术成功率高，一次性堵漏成功率可达90%以上。

现已在中国华北油田、塔里木油田等油田，以及伊拉克哈法亚油田等实现推广应用，发展前景好。



2

特色技术

2.1 常规缝洞堵漏技术

针对非均质裂缝和孔隙发育地层，“一袋化”堵漏产品可根据裂缝宽度和孔喉半径的分布，具备合理的粒度级配，辅以水化膨胀、高失水、变形充填和纤维等组分，可迅速在地层内形成高强度封堵带。

“一袋化”堵漏产品最大限度地减少了现场工程师对经验的依赖，现场使用简便高效，以漏失速率、漏层岩性和测井资料等数据为依据，选择适当的“一袋化”堵漏产品，直接添加到钻井液中，对裂缝宽度或孔洞直径在 5mm 以下的漏层进行封堵。



“一袋化”堵漏产品酸溶率在 75% 以上，可酸化解堵，保护油气层。

常规缝洞堵漏技术及“一袋化”堵漏产品适用表

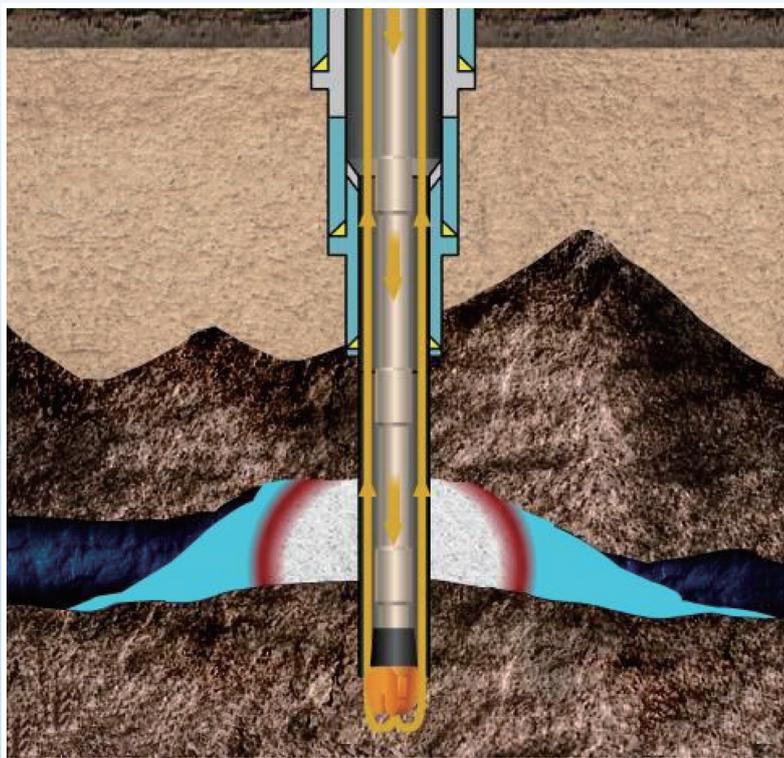
漏失类型	漏失速率 (m ³ /h)	裂缝或孔隙平均直径 (mm)	漏失地层的岩性	适用堵漏技术及产品
渗透型轻微漏失	< 10	< 1	砂岩、砂泥岩互层	随钻堵漏技术 BZ-ACT
裂缝型中度漏失	10 ~ 20	1 ~ 3	砂泥岩互层、泥岩、石灰岩	静止堵漏技术 承压堵漏技术 BZ-STA I BZ-PRC
裂缝型重度漏失	20 ~ 50 或失返	3 ~ 5	泥岩、石灰岩	静止堵漏技术 承压堵漏技术 BZ-STA II BZ-PRC



“一袋化”钻井液堵漏产品

2.2 大裂缝、溶洞堵漏技术

对于宽度大于 5mm 的大裂缝或溶洞，无论向钻井液中加入多少堵漏材料，都难以实现有效封堵，而大裂缝、溶洞堵漏技术可以首先向井下注入承托液，该物质能在溶洞开口处停留并凝结，凝结后能够产生足够高的强度，在漏洞口筑起一道阻挡墙；然后注入可静凝胶堵漏液，该物质可停留在大裂缝、溶洞口的附近，不被地层流体稀释，在可控时间内固化；最后注入加重隔离液，平衡地层压力；待可静凝胶堵漏液固化后，即可一次性封堵漏层、加固井壁，提高地层承压能力。且固化物酸溶率在 90% 以上，可酸化解堵，保护油气层。



技术原理示意图

3

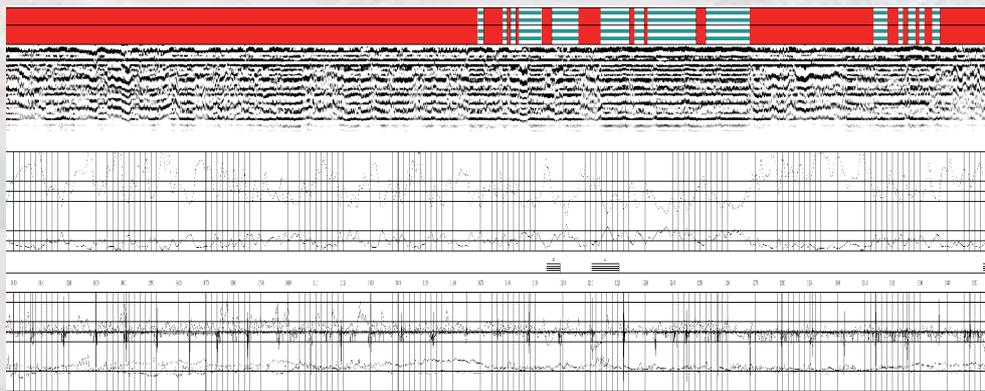
应用案例

该技术已在华北、塔里木、长庆、苏里格、哈法亚（伊拉克）等油田成功应用 100 余井次，成功解决了硬脆性泥岩、煤层和潜山灰岩裂缝性漏失难题，堵漏成功率达 90% 以上。

3.1 常规缝洞堵漏技术应用案例

1. 华北油田储气库井堵漏

苏 2XK-P1 井是一口储气库水平井，目的层的压力系数只有 0.18，压差高达 35MPa，井漏和卡钻的风险极高。钻进目的层后，随钻加入了“一袋化”堵漏产品 BZ-ACT，顺利钻穿了 10 套砂岩层和 10 套泥岩层（砂泥岩互层）。固井前，再次使用 BZ-ACT 进行承压堵漏，将地层的承压能力提高了 2.5MPa，固井时未发生漏失，固井质量达到优质水平。



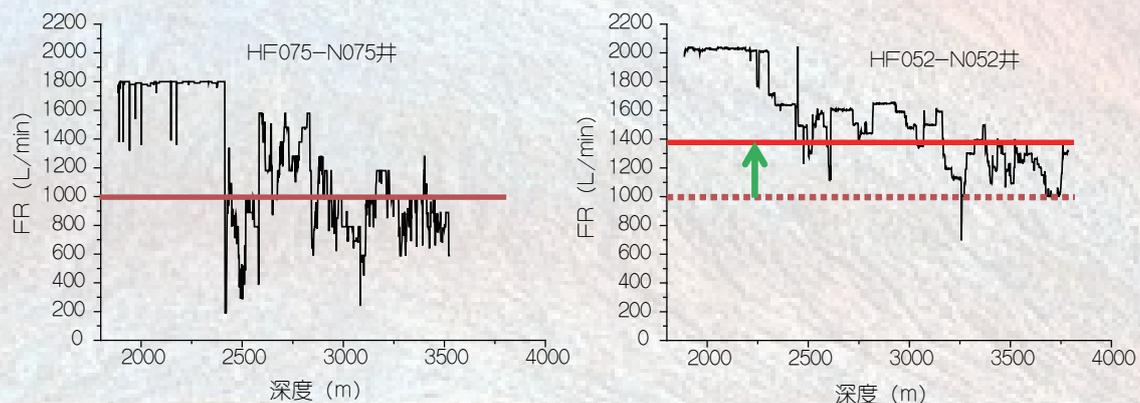
苏 2XK-P1 井固井质量图

2. 伊拉克哈法亚油田堵漏

该油田漏失类型主要为石灰岩裂缝型漏失，地层裂缝和孔洞非常发育，孔隙度高达 20% 左右，恶性漏失比较普遍。

HF052-N052 井是一口四开直井，在第四开井段裂缝非常发育的 Jaddala 地层发生了失返性恶性漏失，使用“一袋化”堵漏产品 BZ-STA I 和 BZ-PRC 进行堵漏后，成功建立循环，且平均排量提高至 $1.4\text{m}^3/\text{min}$ ，顺利完钻。相比邻井 HF075-N075 井，平均排量提高了 40%，平均机械钻速提高了 37%，四开完钻周期缩短了 52%，显著降低了因漏失造成的复杂时效。

HF065-M065ML 井是一口双分支井。在第一个主井眼筛管完井后，即进行酸化增产措施，尽量增大井下裂缝和孔洞，主井眼承压能力极低、漏失风险极高，给分支井眼的钻井施工带来很大挑战。使用“一袋化”堵漏产品 BZ-STA I、BZ-STA II 和 BZ-PRC 进行主井眼堵漏施工后，成功地将排量提高至 $1.0\text{m}^3/\text{min}$ ，保证了分支井眼顺利钻进。相比邻井 HF056-M056ML 井，堵漏和因堵漏造成的非生产时间缩短了 72%，并且一次性堵漏成功。



平均排量对比图

3.2 大裂缝、溶洞堵漏技术应用案例

该技术先后完成了华北油田任深 2x 井、霸 9x 井、泽古 14J 井、任 1x 井和塔河油田 LG16C2 等 12 口井的大裂缝、溶洞堵漏施工，堵漏成功率 100%。

任深 2x 井是勘探任丘潜山地层的一口重点探井，使用密度为 $1.03\text{g}/\text{cm}^3$ 的钻井液钻至井深 3374.44m 时发生井漏，井口失返。经井下成像测试证明钻遇 1.05m 的大溶洞，使用填砂方法多次堵漏无效，被迫采用边漏边钻方法继续用清水钻进，有进无出，累计漏失清水量达 12748.13m^3 。采用大裂缝、溶洞堵漏技术，一次堵漏施工即成功封堵了 1.05m 的大溶洞和多条裂缝。

4

科研装备

依托油田化学技术研发和服务团队，以及 30 余台（套）技术研发设备，形成了堵漏技术研究中心，具备核心处理剂的室内研发及评价、体系配方优化、处理剂中试生产、产品检测等能力。



DLM-01 型静态堵漏模拟试验仪



CLD- II 型高温高压动态堵漏模拟试验仪



激光粒度分析仪



高温高压稠化仪



化工厂反应釜

5

资质与标准

5.1 企业资质

获得 API 质量认可证书、中国石油颁发的钻井工程设计甲级资质、中国石油颁发的渤海钻探工程有限公司所属单位涉及井筒设计、钻井、井下作业、测井、录井、固井等专业获得石油工程技术服务企业资质、中国石油颁发的渤海钻探工程有限公司所属单位井控车间、井控培训中心等企业资质。



5.2 技术标准

制订堵漏产品相关企业标准 **3** 项。

BH-FDD 缝洞型地层堵漏技术标准表

标准名称	标准编号
钻井液用随钻成膜堵漏剂 植物纤维 BZ-ACT	Q/12KF 5515—2014
钻井液用复合堵漏剂 水化膨胀树脂 BZ-STA	Q/12KF 5516—2014
钻井液用承压堵漏剂 天然矿物类 BZ-PRC	Q/12KF 5517—2014



5.4 专利列表

申请发明专利 3 项。

BH-FDD 缝洞型地层堵漏技术专利表

专利申请号	专利名称
2013107318025	煤层气井用复合堵漏剂
2013107277580	封堵浅层套管漏失的堵漏剂及其制备方法
2014103855069	高温深井用承压堵漏剂

6

专家团队



罗平亚 技术专家，中国工程院院士。提出深井高温水基钻井液理论，研究出深井高温水基钻井液系列配套技术，主持完成的“六千米七千米超深钻井工艺”、“聚丙烯酰胺钻井液”两项科研成果获全国科学大会奖。主持研究的“两性离子聚合物钻井液体系”成果获国家科技进步二等奖。研究发展了保护油层的钻井、完井技术，研制成功的“屏蔽式暂堵”系列技术在全国广泛应用。出版著作6部，发表论文100多篇。



赵福祥 技术专家，教授级高级工程师。长期从事钻井工程、钻井液和固井技术研究工作。其“高效解卡剂的研究”获天津市技术创新一等奖，“BH-SEAL 溶洞漏失堵漏技术”获局级一等奖等多项奖项。在国内核心期刊发表过多篇论文。

电话：0317-2724802

Email：Zyy_zfx@cnpc.com.cn



钟德华 技术专家，教授级高级工程师。长期主要从事钻井工程技术推广应用研究工作。拥有“含硫化氢井钻探工艺技术推广应用”、“符合钻井技术应用研究”等代表性技术成果，获得集团公司级科技创新二等奖，局科技进步一等奖等科研奖励。在国内核心期刊发表了《连续导向钻井在华北油田的应用》《华北油田复杂井固井技术》等多篇论文。

电话：0317-2551710

Email：Zj4_h905@cnpc.com.cn



左洪国 技术专家，高级工程师。长期主要从事钻井工程技术、钻井液工程技术研究工作。拥有“具有净化装置的泥浆罐”等代表性技术成果，获得了局级科技进步一等奖，渤海钻探科技进步二等奖等科研奖励。在国内核心期刊发表了《冀东油田水平井钻井液技术》《留西地区深水平面井高密度防塌钻井液技术》等多篇论文。

电话：0317-2582601

Email：Zj3_nj@cnpc.com.cn



张永青 技术专家，高级工程师。长期主要从事钻井工程，钻井工艺技术研究工作。拥有“连续导向钻井技术推广应用”、“防碰绕障钻井技术推广应用”等代表性技术成果，获得了局级科技进步一等奖，渤海钻探科技进步二等奖等奖项。在国内核心期刊发表了《KCL-两性离子聚合物泥浆在扎纳若尔油田的应用》《任丘地区套管开窗侧钻配套技术》等多篇论文。

电话：0317-2725158

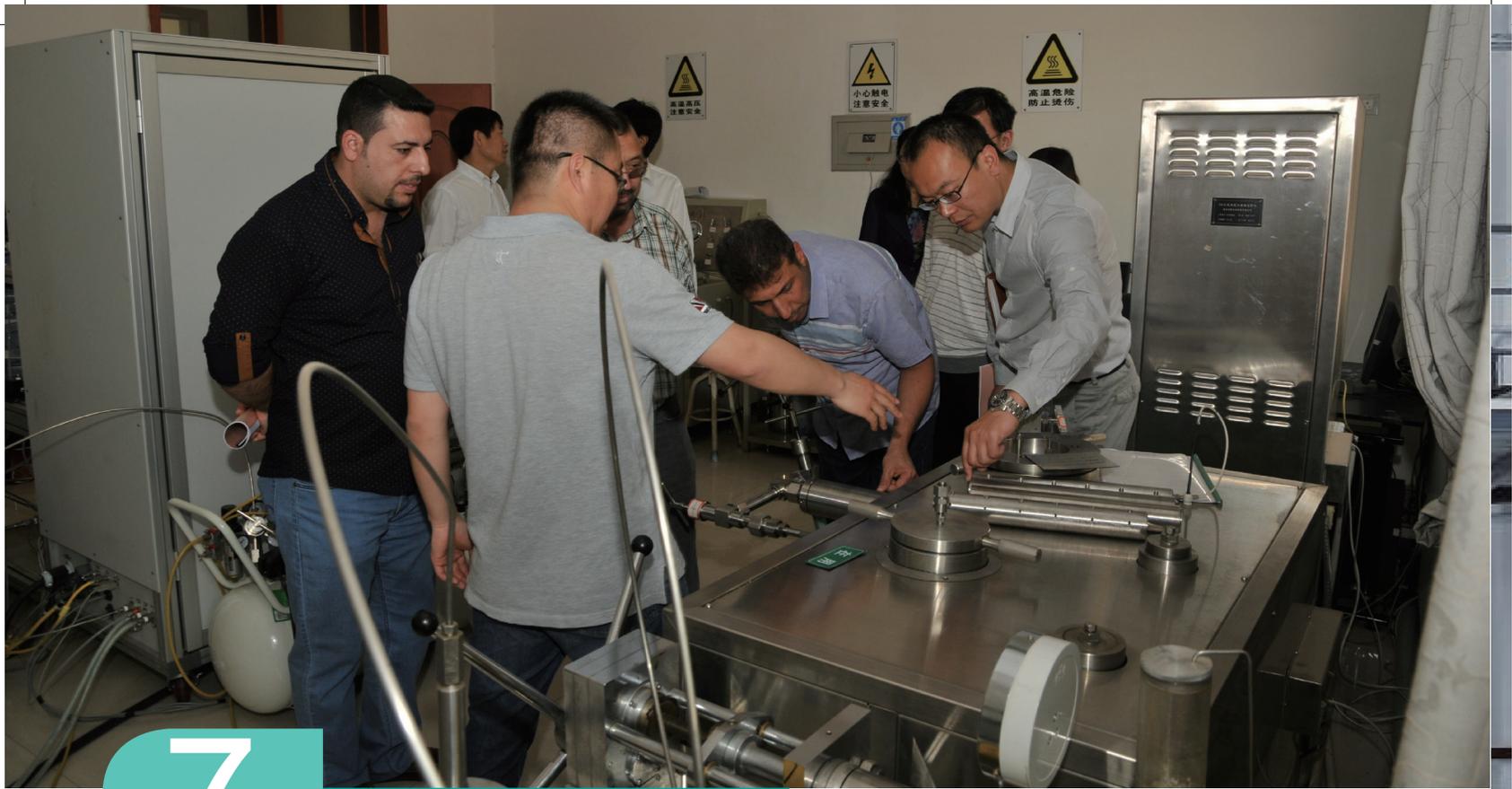
Email：Zj4_zyq@cnpc.com.cn



王 野 技术专家，高级工程师。长期从事钻井工程、钻井液和固井技术研究工作。“低密高强水泥浆体系研究”获局级一等奖，“BH-CFS 溶洞漏失堵漏技术”获渤海钻探一等奖，并在国内核心期刊发表过多篇论文。

电话：0317-2710742

Email：Zyy_qj88@cnpc.com.cn



7

服务与培训

中国石油集团渤海钻探工程技术研究院拥有专业的堵漏服务团队，并坚持“科学、严谨、求实、奉献”的团队精神，通过多年室内研发与现场技术服务，打破传统思维，攻克了钻井漏失和固井漏失技术难题，研发出独创性的BH-FDD缝洞型地层堵漏技术，能够高成功率地封堵小至微米级缝洞漏失到大如数米的大溶洞漏失。

服务团队已在华北油田、塔里木油田、长庆油田、延长油田，以及伊拉克哈法亚油田等多个油田现场应用100余井次，堵漏成功率100%，其中一次性堵漏成功率达90%以上。

可为客户提供现场及远程技术服务，并根据不同需求制订培训方案，确保优质的售后服务。

联系人：郝惠军

电话：0317-2716501

手机：13784152338

邮箱：haohuijun@cnpc.com.cn



CNPC
中国石油



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

中国石油集团渤海钻探工程有限公司联系人：

刘永峰 先生
电 话：022-65831132
Email：Zyy-lyf@cnpc.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 CNPC Bohai Drilling Engineering Company Limited :

Mr. Liu Yongfeng
Tel: 022-65831132
Email: Zyy-lyf@cnpc.com.cn

