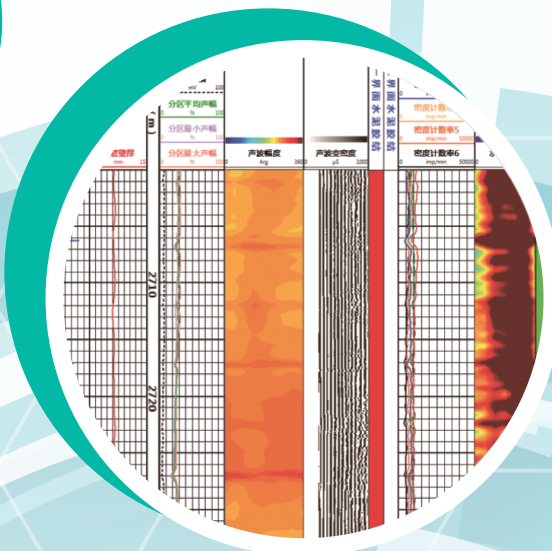


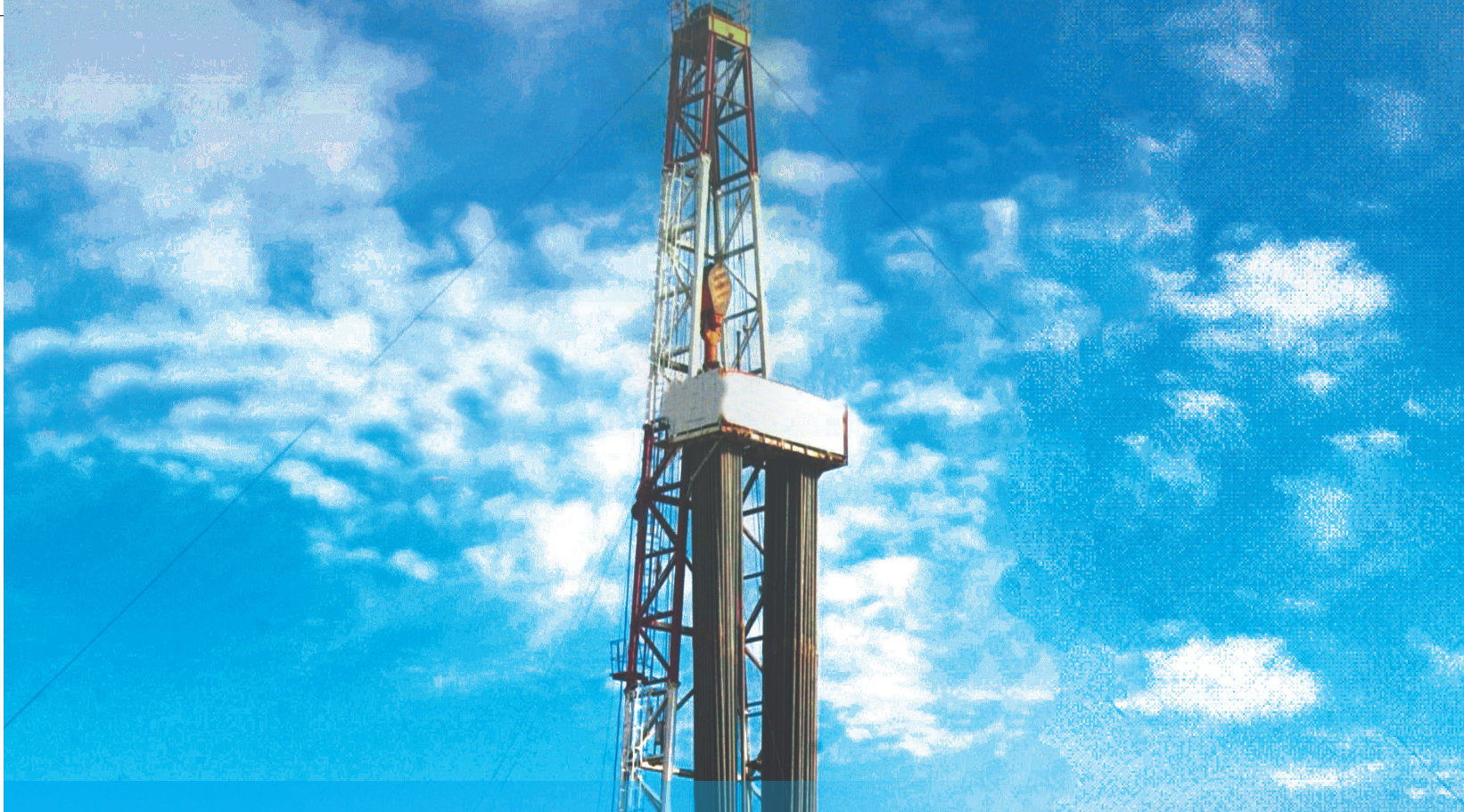


猎鹰 (KCLog) 套管井成像测井系统

2016年



中国石油天然气集团公司科技管理部



猎鹰 (KCLog)

——洞察油田开发生态的全球鹰！



目 录

1

简 介 / 4

2

特色技术 / 6

3

典型案例 / 13

4

科研装备 / 17

5

资质与标准 / 20

6

专家团队 / 24

7

服务与培训 / 26



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。

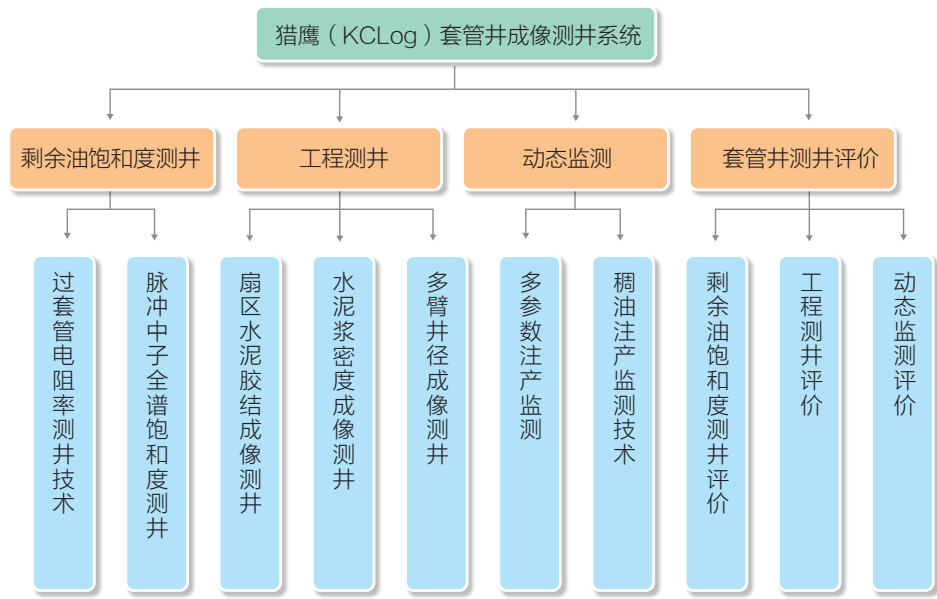
中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统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

猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统针对油田开发动态、井眼技术状况变化及现状信息等方面的监测需求，在储层评价测井方面采用过套管电阻率和全谱饱和度测井，进行剩余油饱和度综合评价；在工程测井方面采用水泥密度、扇区水泥胶结与光纤陀螺仪测井组合，进行固井质量精细评价并准确定位水泥缺失位置；采用电磁探伤与四十臂井径测井判断套管内、外部损伤情况；在动态监测方面可挂接多种注入产出剖面仪器，采用微波持水测井技术在高含水井中准确测量含水率。能为油田提供准确的剩余油分布情况、动态监测、固井质量评价和套管技术状况，为油田的老区挖潜、稳油控水、提高采收率提供有效的技术支撑。



猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统已在新疆油田、吐哈油田、塔里木油田、苏里格气田得到推广应用，累计完成 600 余井次测井作业。



市场应用分布图

2

特色技术

2.1 过套管电阻率测井技术

过套管电阻率测井仪（XCRL）在套管内发射电流，通过测量泄漏电流，确定地层电阻率，可用于油气藏监测、剩余油评价。

1. 技术指标

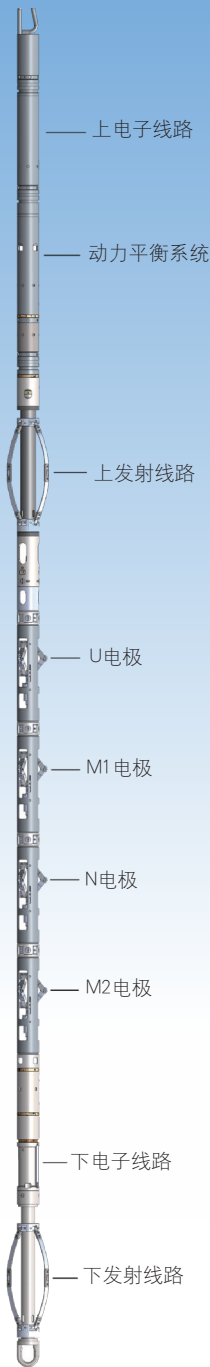
压力	70MPa
温度	150℃
适用井眼	127 ~ 177.8mm 单层套管
测量范围	1 ~ 200Ω · m
纵向分辨率	1.0m
探测深度	1.5 ~ 10.0m
测量误差	±6%

2. 技术特点

- （1）液压活塞推靠，推靠力大，测井效率高。
- （2）采用 32 位 DSP 处理微弱信号，测量精度高。

3. 应用范围

- （1）剩余油分布研究。
- （2）油层动用程度评价。
- （3）潜力油层发现。
- （4）油—水界面监测。



过套管电阻率测井仪

2.2 扇区水泥胶结成像测井

扇区水泥胶结成像测井仪（RCB）具有声波幅度，变密度测量和八扇区井周声波幅度成像功能，可用于固井质量精细评价。

1. 技术指标

长度	3460mm
直径	89mm
耐温	175℃
耐压	140MPa
适用套管	115 ~ 244mm

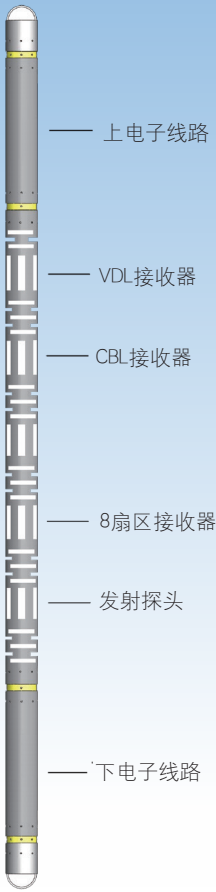
2. 技术特点

井周声波成像直观展示水泥胶结质量。

3. 应用范围

- (1) 第一、二界面水泥胶结评价（CBL/VDL）。
- (2) 水泥胶结精细评价（扇区成像 + 方位）。

猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统



扇区水泥胶结成像测井仪

2.3 水泥密度成像测井

水泥密度成像测井仪（RCD）采用密度浅探测技术测量套管外的水泥密度可进行环空水泥填充、套管技术状况评价。

1. 技术指标

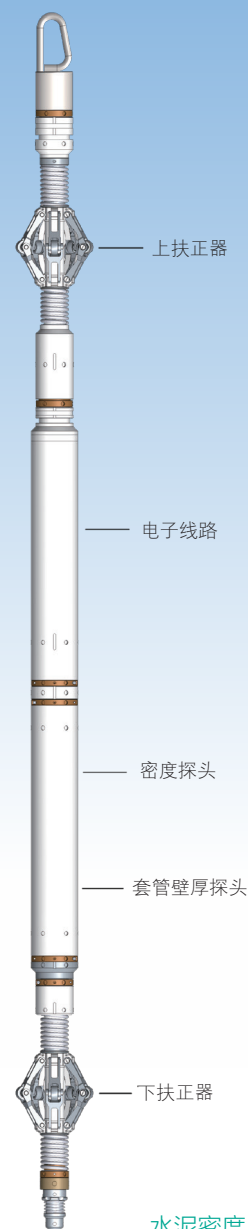
长度	3200mm
直径	110mm
耐温	175℃
耐压	110MPa
测量范围	密度：1.0 ~ 2.0g/cm ³ 厚度：5 ~ 20mm
测量精度	密度：±0.02g/cm ³ 厚度：±0.15mm。

2. 技术特点

井周密度成像直观展示水泥填充效果。

3. 应用范围

- (1) 水泥充填精细评价（扇区成像 + 方位）。
- (2) 判断水泥孔洞、缺失、槽道及在井周的分布情况。
- (3) 低密度水泥固井质量评价。
- (4) 套管外结构或高密度物质识别。
- (5) 扇区成像直观显示井周的水泥分布状况。
- (6) 套管技术状况评价。



水泥密度成像测井仪

2.4 微波持水率测井

微波持水率测井仪利用微波在流体介电常数不同时幅度和相位变化，测量井内流体的含水率。

1. 技术指标

长度	1200mm
直径	26mm、32mm、38mm
耐温	125℃
耐压	60MPa
测量范围	0 ~ 100%
测量精度	±2% (含水率 0 ~ 100%)

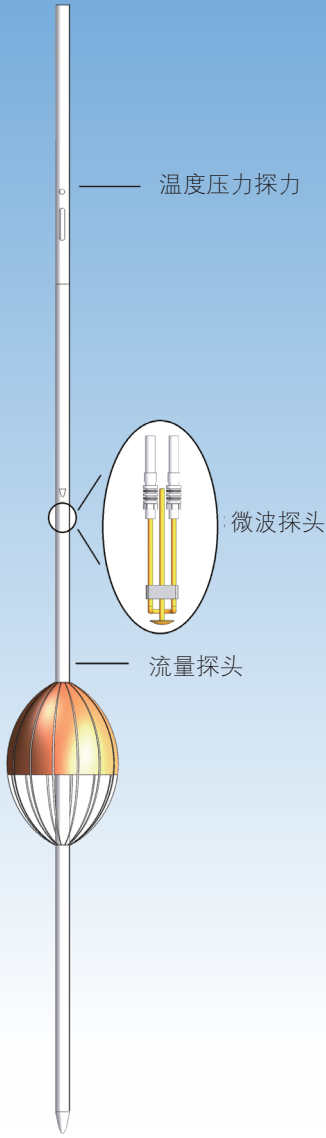
2. 特点

高含水条件下测量精度高。

3. 应用范围

- (1) 高含水油井持水率评价。
- (2) 寻找油藏产水层位。
- (3) 为剩余油分布分析提供依据。

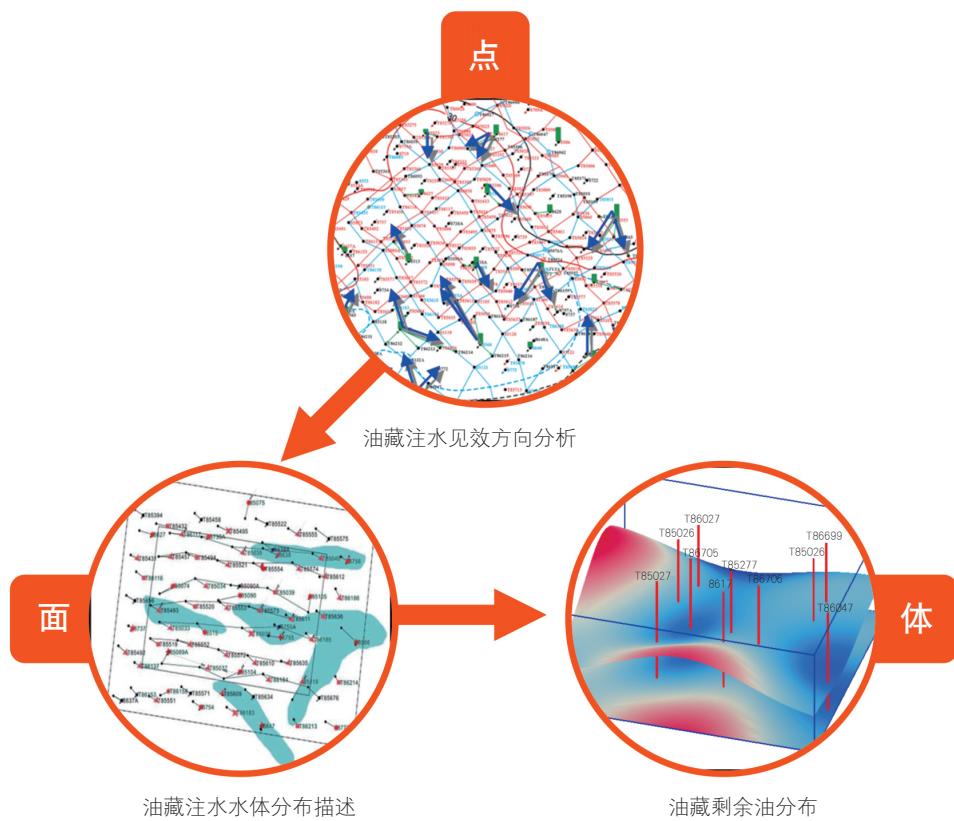
猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统



微波持水率测井仪

2.5 剩余油饱和度测井评价

综合应用裸眼测井技术、过套管电阻率测井技术、脉冲中子测井技术及生产动态监测资料，对地层中流体性质变化进行综合评价，提供储层孔隙度、含油饱和度、油层动用程度等参数，在确定储层水淹情况、开发潜力层位置、油—水界面等信息基础上综合评价区域剩余油分布。

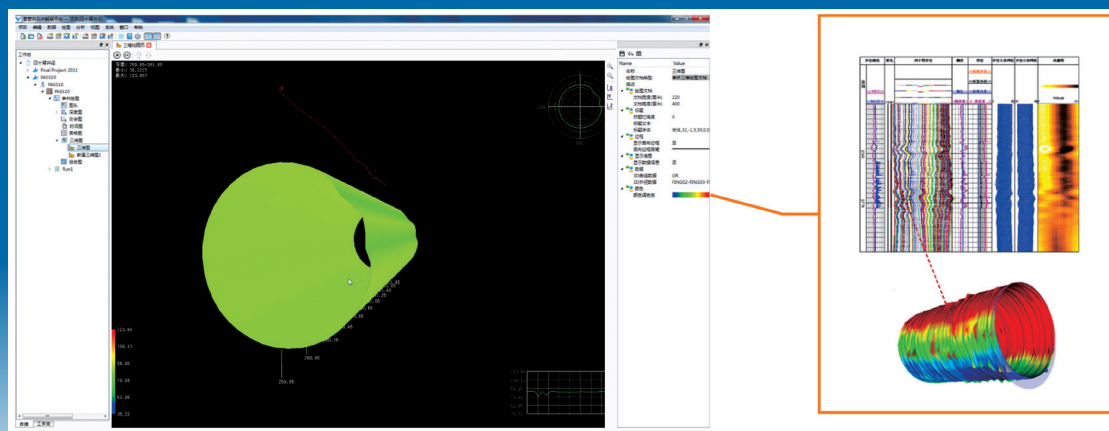
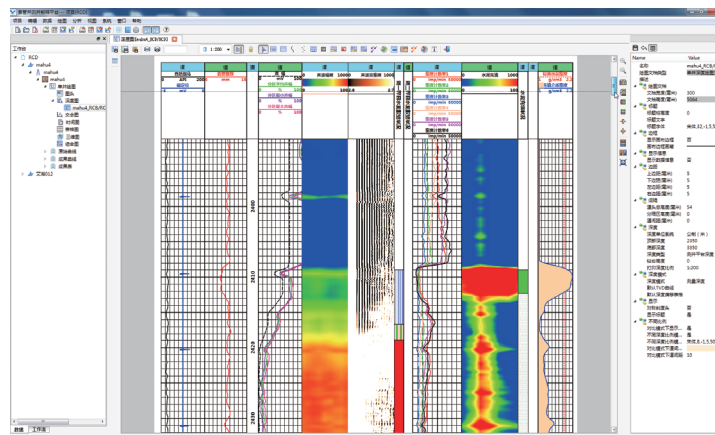


剩余油饱和度测井评价综合应用

2.6 工程测井评价

以二维平面、三维立体成像为核心的扇区水泥胶结（RCB）、水泥密度成像固井质量综合测井评价（RCD）技术实现了对井周不同方位水泥胶结、水泥充填状况的直观精细评价。多臂井径成像套损检测评价技术可对套管腐蚀、破损、变形以及射孔孔眼进行三维成像精确评价。

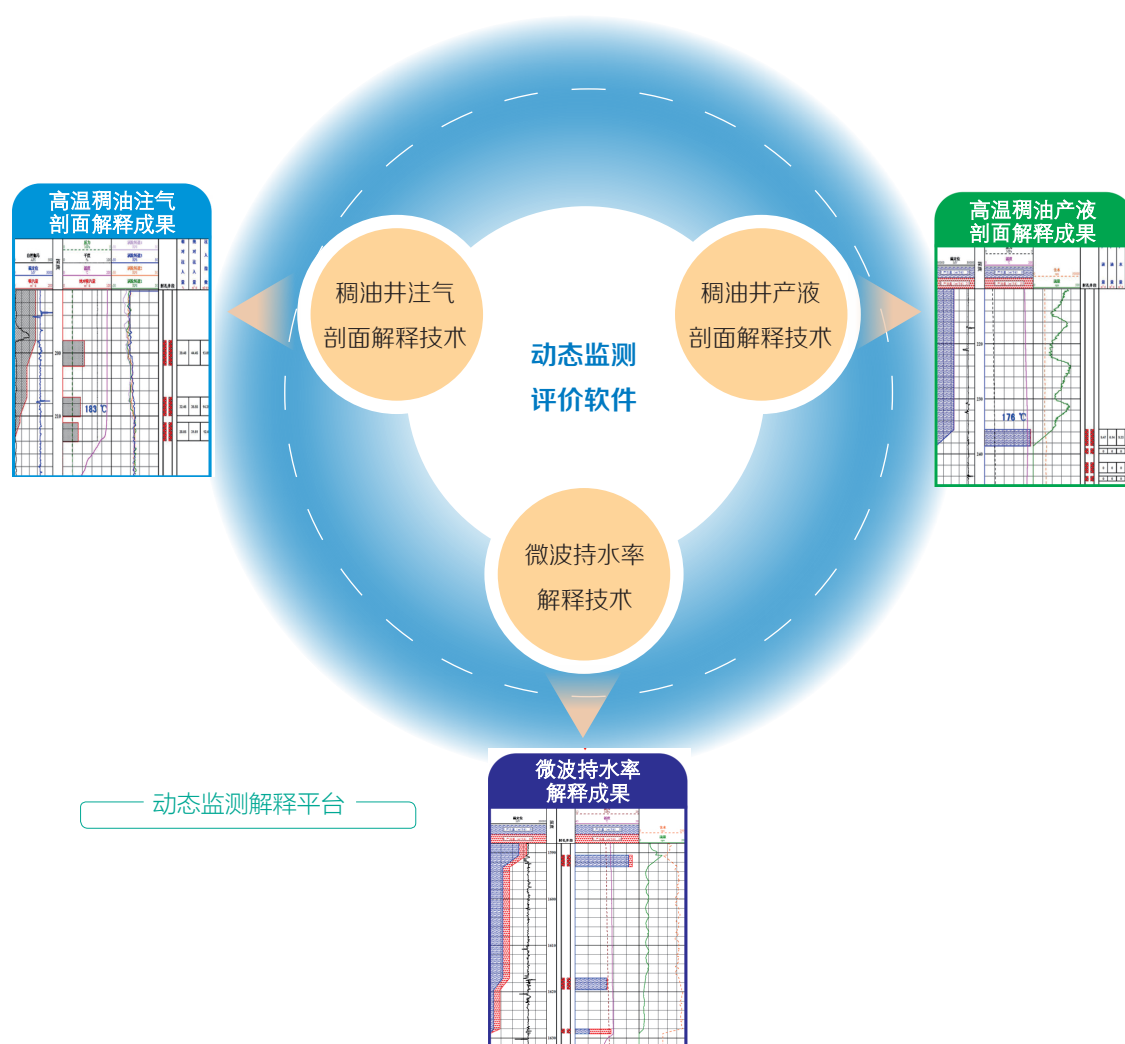
RCB/RCD 解释评价模块



多臂井径成像解释评价模块

2.7 动态监测评价

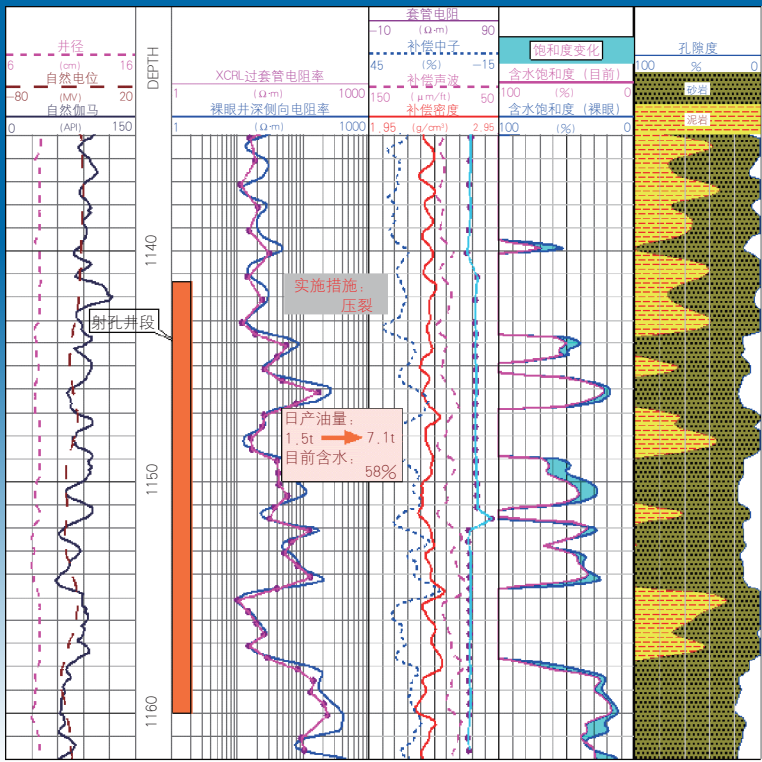
以微波产液剖面测井、稠油高温注产剖面测井评价为主的特色技术，实现了对油水井动态监测、开发层系动用状况等油气层相关参数的准确测量和定量评价。



3

典型案例

3.1 过套管电阻率测井仪应用实例

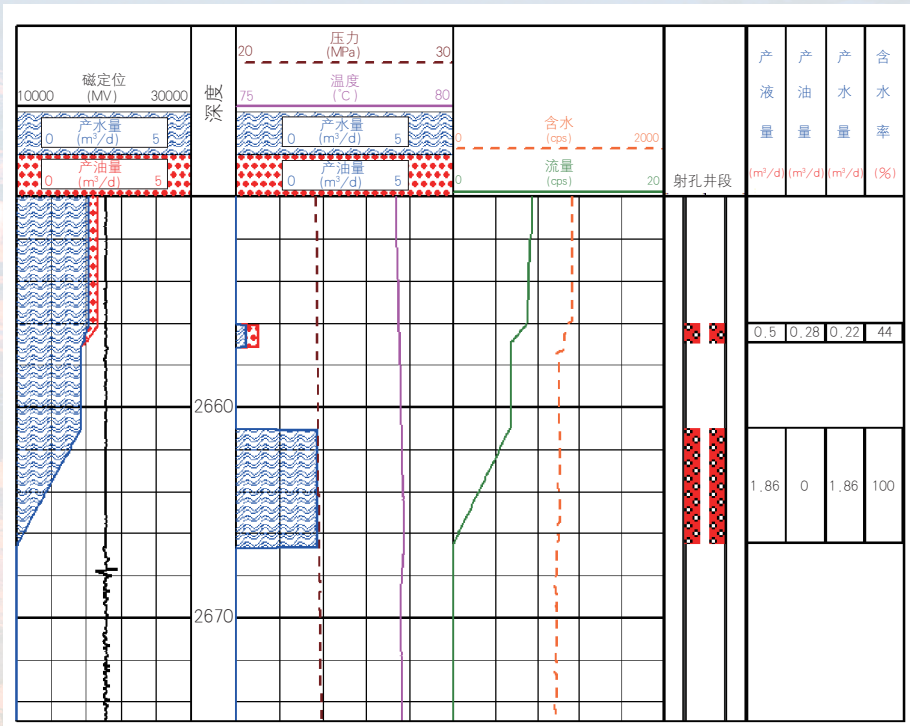


过套管电阻率测井解释成果图

T7×××井属于克拉玛依油田七区克下组油藏，2006年5月投产后，日产量逐渐降低，对过套管地层电阻率及其他相关资料综合分析，认为储层动用程度低，剩余油较多，提出压裂措施以改善储层段渗透性，实施后产量从1.5t/d上升到7.1t/d。

3.2 微波持水率测井仪应用实例

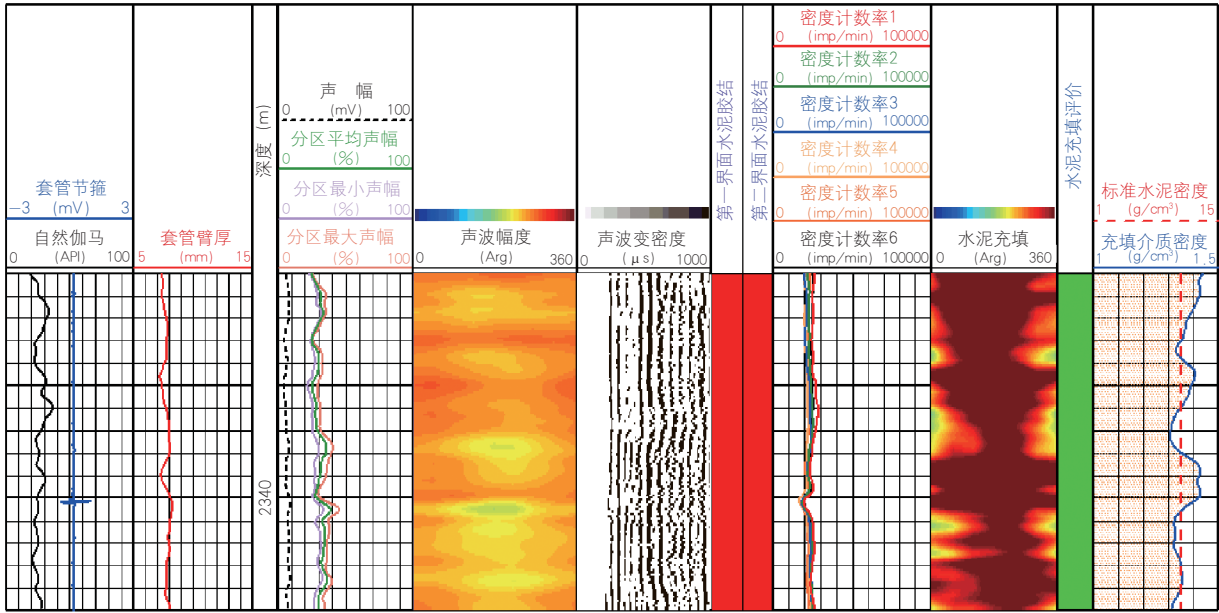
2013—2015 年，在新疆油田完成测井 100 余井次，SN8××× 井是石南油气田石南 31 井区的开发井，井口产量 2.3m³/d，井口含水率 90.2%，是典型的低产液量、高含水产油井。微波持水率曲线在含水率变化时有明显反应，解释的总产液量为 2.36m³/d、总含水率为 88.14%（产量与含水率误差分别为 2.6% 和 -2.28%），解释结果表明，该井 2 个射孔层都产液，第 1 个射孔层为主要产油层、第 2 个射孔层为主要产水层。



微波持水率测井解释成果图

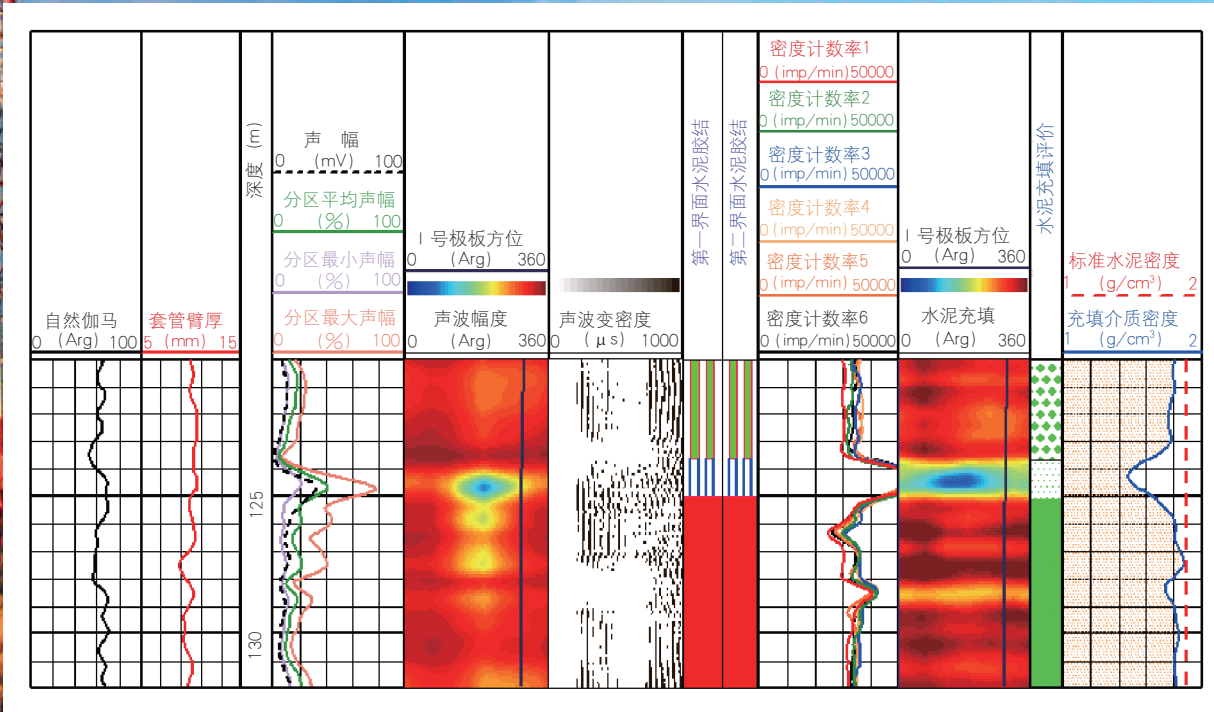
3.3 扇区水泥胶结 / 水泥密度成像测井仪组合应用实例

白3××井是新疆油田白碱滩地区一口开发井，固井水泥密度 1.35g/cm³，属于低密度水泥固井，常规固井质量测井无法进行正确评价。使用 RCB/RCD 组合测井，在目的井段声幅、变密度、RCB 成像反映第一、二界面水泥胶结好且均匀，RCD 计算水泥密度为 1.33 ~ 1.42g/cm³，RCD 成像反映水泥充填好且充填均匀，射孔后未发生窜漏。



RCB/RCD 低密度水泥浆固井质量解释成果图

h45××9井是新疆油田红4井区的一口开发井，固井水泥密度1.89g/cm³，进行RCB/RCD+方位组合测井。RCB/RCD成像反映120～124m层段固井质量中等，125～132m层段固井质量良好；而124～125m层段固井质量较差，从方位曲线和RCB/RCD成像图上可以看出，大约在130°～220°方位存在水泥缺失。



RCB/RCD 方位固井质量解释成果图

4

科研装备

中国石油集团西部钻探工程有限公司测井公司岩石物理实验室获得国家 CNAS 认证，是测井技术研发、油田地质研究和资料解释评价的基础保障。拥有各类岩石物理实验设备、试验检测与标定装置。



4.1 岩石物理室实验装置



MARAN-2 岩心核磁共振测井分析仪



阵列式气驱法岩石电性测量仪



CMM-D 小岩样高温高压多参数测量系统



BST- II 阵列式半渗透隔板毛细管
压力—电阻率联测系统



UVT55B 阳离子交换量测量装置

4.2 检测与标定装置



固井质量试验研究与仪器标定装置

技术指标

(1) 水泥浆密度	1.2g/cm ³ 、1.5g/cm ³ 、1.89g/cm ³ 、2.25g/cm ³
(2) 水泥环厚度	19mm、32mm、38mm、50mm
(3) I 界面未胶结状态	360 °、180 °、90 °、45 °、22.5°
(4) II 界面未胶结状态	360°、180°、90°
(5) 单层套管井	φ 139.7mm、φ 178.8mm
(6) 双层套管井	φ 244.5mm+φ 139.7mm
(7) 地层模块	泥岩、含油砂岩、砂岩、石灰岩、花岗岩



油—气—水三相流动实验与标定装置

技术指标

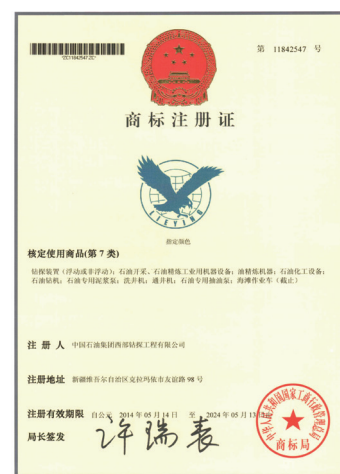
(1) 流量调节范围和精度	液：0.2 ~ 600m ³ /d；±1.0%
	气：2 ~ 30m ³ /d；±1.5%
	30 ~ 1000m ³ /d；±1.0%
(2) 含水率调节范围	0 ~ 100%
(3) 含水率调节精度	±3%
(4) 系统稳定度	液相：±0.2%
	气相：±1.0%。

5

资质与标准

5.1 资质

猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统通过了HSE、ISO9001 体系认证，取得国家商标注册，通过了中国石油天然气集团公司科学技术成果鉴定，猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统及XCRL 过套管电阻率测井仪被评为中国石油自主创新重要产品。

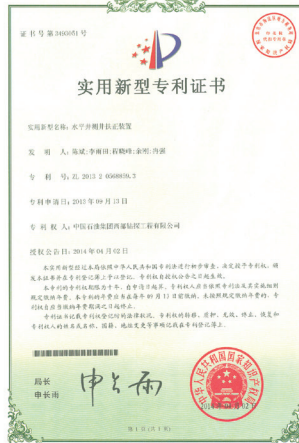
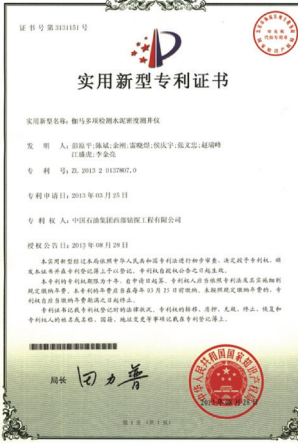
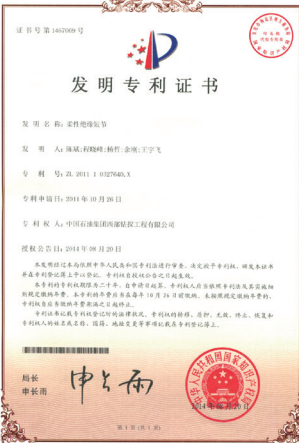
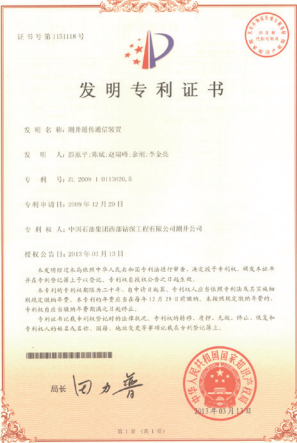


5.2 专 利

获得 9 项专利，其中，发明专利 2 项，实用新型专利 7 项。

猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统专利表

专利名称	专利号	专利类型
测井遥传通信装置	ZL 2009 1 0113620.5	发明
柔性绝缘短节	ZL 2011 1 0327640.X	发明
持水率仪器微波探头	ZL 2007 2 0201541.6	实用新型
测井地面或井下信号接收电路	ZL 2009 2 0277349.4	实用新型
测井液压胀缩装置	ZL 2009 2 0277299.X	实用新型
抗测量干扰电缆分配装置	ZL 2009 2 0277298.5	实用新型
测井地面与井下信号双向传输电路	ZL 2009 2 0116689.9	实用新型
测井地面或井下信号发送电路	ZL 2009 2 0277348.X	实用新型
伽马多项检测水泥密度测井仪	ZL 2013 2 0137807.0	实用新型



5.3 软件著作权

获得软件著作权5项。

猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统软件著作权表

软件名称	登记号
XCRL 过套管电阻率测井软件 V1.0	2011SR067488
套管井测井解释平台 V1.0	2013SR137203
水泥密度测井解释软件 V1.0	2013SR137286
微波持水率解释软件 V1.0	2014SR090122
RCB/RCD 固井质量测井采集软件 V1.0	2014SR090128

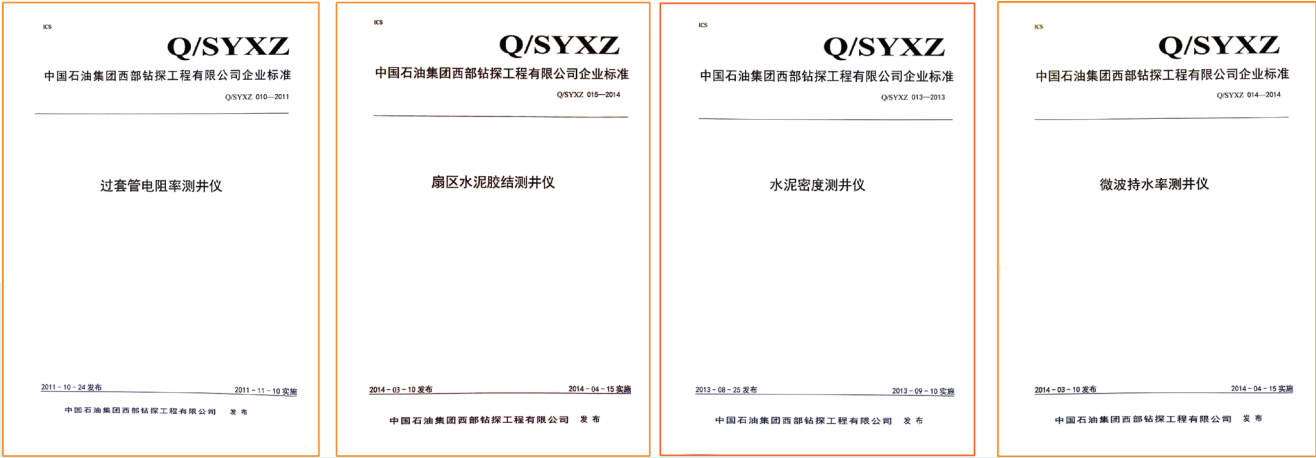


5.4 标准

形成企业标准4项。

猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统标准表

标准名称	标准编号
过套管电阻率测井仪	Q/SYXZ 010—2011
水泥密度测井仪	Q/SYXZ 013—2013
微波持水率测井仪	Q/SYXZ 014—2014
扇区水泥胶结测井仪	Q/SYXZ 015—2014



6

专家团队



陆大卫 教授级高级工程师，石油地球物理测井专家。现任中国石油学会常务理事、中国石油学会石油测井专业委员会主任、国际职业测井家协会（SPWLA）北京分会主席、石油测井专业标准委员会主任、《测井技术》杂志主编。多次组织我国石油行业中长期技术发展规划编制工作。
电话：13901062602



陈 斌 教授级高级工程师，高级技术专家。测井行业工作经验丰富，主要从事测井信息采集和仪器研发等方面研究。先后取得多项省部级科研成果；获得国家发明专利 2 项，实用新型专利 7 项；在国内外核心期刊和重要学术会议上发表论文 6 篇。
电话：0990-6847892
Email：chenb2006@cnpc.com.cn



高秋涛 教授级高级工程师，高级技术专家。测井行业工作经验丰富，主要从事测井资料解释与应用研究。先后取得多项省部级科研成果；在国内外核心期刊和重要学术会议上发表论文 50 余篇。
电话：0990-6848939
Email：gaoqt@cnpc.com.cn



彭原平 高级工程师。测井行业工作经验丰富，主要从事测井信息采集和仪器研发等方面研究。先后取得多项省部级科研成果；获得国家发明专利 6 项，正在申报 3 项；在国内外核心期刊和重要学术会议上发表论文 16 篇。

电话：0990-6848755

Email：pengyuanp@cnpc.com.cn



余 刚 高级工程师。测井行业工作经验丰富，主要从事测井信息采集和仪器研发等方面研究。先后取得多项省部级科研成果；获得国家发明专利 2 项，实用新型专利 2 项；在国内外核心期刊和重要学术会议上发表论文 4 篇。

电话：0990-6228110

Email：yugang2006@cnpc.com.cn



戴月祥 高级工程师。测井行业工作经验丰富，主要从事生产测井资料解释、应用及研究。先后取得多项局级科研成果；在国内外核心期刊和重要学术会议上发表论文 20 余篇。

电话：0990-6846530

Email：daiyx2006@cnpc.com.cn



7

服务与培训

中国石油集团西部钻探工程有限公司建立了完善的人才培训体系和强大的兼职技术培训师队伍，培训师均来自于各级技术专家和一线技术骨干。可根据用户需求提供测井、射孔专业技术培训。

拥有精通猎鹰（KCLog）套管井成像测井系统的技术专家团队，针对用户需求，提供完善的技术服务，能及时有效地帮助用户解决其在使用过程中出现的问题。

可向用户提供及时、准确、满意的售后服务。在收到服务信息后及时主动作出答复或派技术人员处理售后服务的任何问题。同时在现场对用户相关人员进行系统安装、调试、现场试验、维护运行等知识的培训，使产品最终能保证安全、可靠地投入运行。

技术服务联系人：雷晓煜
联系方式：0990-6369601
邮箱：leixy@cnpc.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

中国石油集团西部钻探工程有限公司联系人：

李雨田 先生
电 话：0990-6369602
Email：liyt2006@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 Xibu Drilling Engineering Company Limited：

Mr. Li Yutian
Tel: 0990-6369602
Email: liyt2006@cnpc.com.cn

