



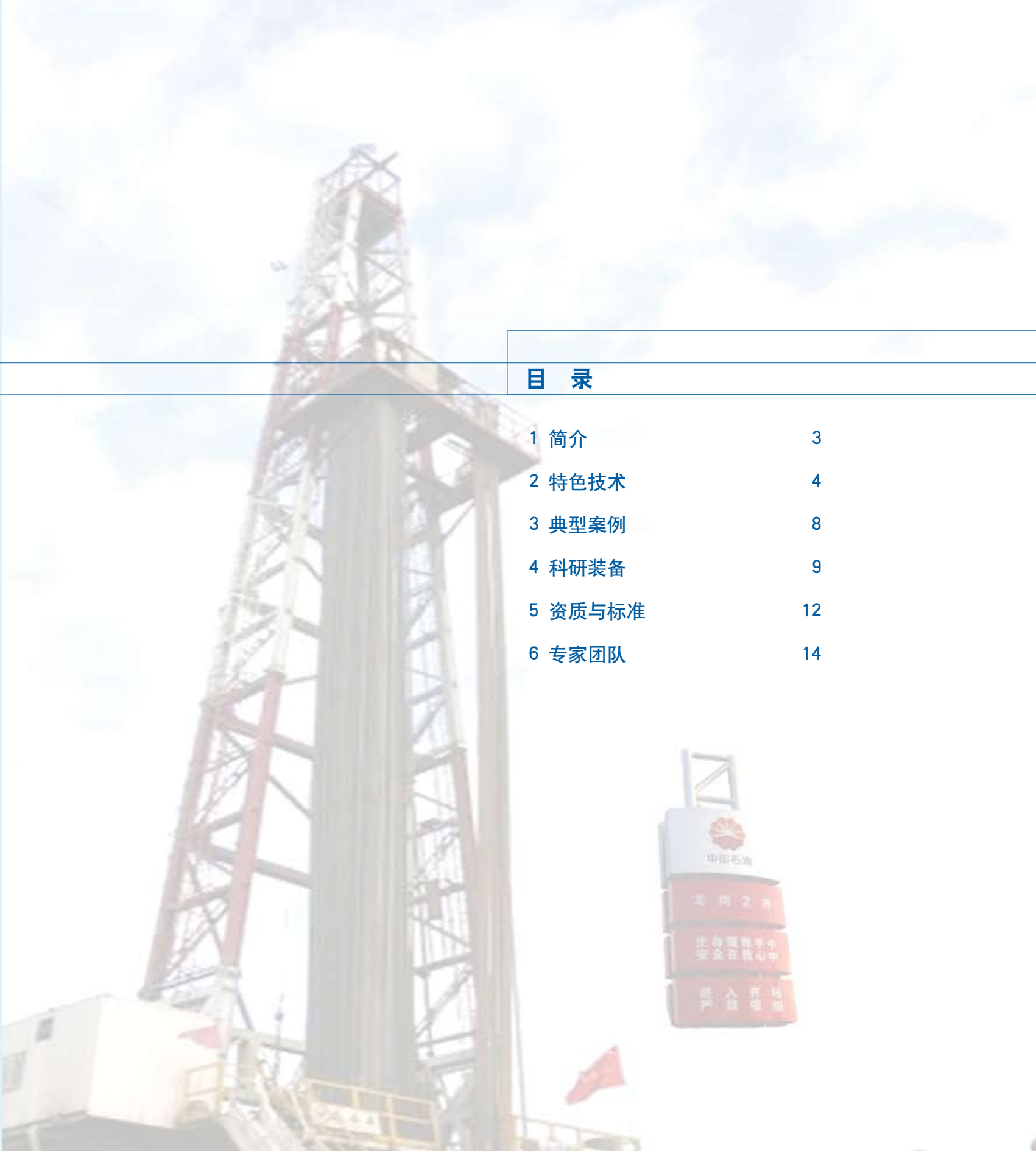
高温高压高含硫天然气 钻完井技术

■ 2013 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

交给你——“三高”气田安全钻井金钥匙！



目 录

1 简介	3
2 特色技术	4
3 典型案例	8
4 科研装备	9
5 资质与标准	12
6 专家团队	14



中国石油

中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司的基础上组建的特大型石油石化企业集团，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2012年国内生产原油1.1亿吨，生产天然气798.6亿立方米，加工原油1.91亿吨，全年实现营业收入2.69亿元，实现利润1391亿元。

2012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4位，在《财富》杂志全球500家大公司排名中位居第6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。

高温高压高含硫天然气钻完井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

自 1959 年起, 中国石油在气田钻完井领域, 自主研发了具有业界领先水平的“三高”天然气田的特色工程技术, 取得了丰富的成果。经过 50 多年的探索与实践, 成功解决了四川盆地、

新疆塔里木盆地迪那等“三高”气田钻完井技术难题, 实现了“三高”天然气田的高效、安全开发。



2

特色技术

2.1 “三高”气井钻井技术系列

以提高钻井速度，形成了适应复杂地层的高陡构造水平井井眼轨迹控制技术、井控工艺技术、失控井井口控制与恢复技术等主体技术。

井控工艺技术

提供地层压力预测、井控设计、井控作业、常规溢流处理和全空井、喷漏同存等复杂情况处理井控工艺技术，具有处理包括“三高”井在内的复杂井控问题的经验，并能提供适用于“三高”井的各种型号井控配套装备，主要技术指标达到 API 标准。



含硫油气井井喷现场处理



失控井井口控制与恢复技术

具有世界一流的专业化陆上油气井应急救援抢险队伍，抢险救援装备及技术，曾参加过科威特、土库曼斯坦奥斯曼3井等大型油气井抢险救援，并成功恢复井口，对油气井实施有效控制。



2.2 深井、超深井钻井（完井）液及防漏治漏综合技术



针对高温、高压、高含硫化氢气井的特点，以提高钻井速度，降低复杂事故损失为目标，形成了满足“三高”气井钻井要求的深井、超深井钻井（完井）液技术及防漏治漏综合技术。

深井、超深井钻井液技术

拥有一支经验丰富的深井、超深井钻井液专家队伍和完备的实验室，可针对不同的地质特征提供最适合的钻井（完井）液体系设计和施工的一体化服务。

已得到成熟应用，并赢得良好市场信誉的深井、超深井钻井（完井）液体系有：

- 抗高温钻井（完井）液；
- 超高密度钻井（完井）液；
- 抗膏盐及酸性气体污染钻井（完井）液；
- 小井眼及大斜度、水平井钻井（完井）液。

2.3 “三高”气井完井试油技术系列

“三高”气井完井试油技术是根据“三高”气井压力高、温度高、 H_2S 含量高的特点，通过优化选择完井方式、研制专用工具和设备、配套管柱结构、优化地面设计的综合技术，达到有效认识储层特性及取得流体性能的目的。

“三高”气井完井试油技术主要包括试修工程设计、地层测试技术、抗硫地面测试计量技术。

抗硫地面测试计量技术

地面测试计量技术通过对地层流体的分离、计量，并记录井口压力、温度等数据，从而得到油藏的一些重要参数，如地层流体的性质，油、气、水的稳定产量，油气比，压缩系数等，是勘探过程中油藏评价的重要技术手段。

针对“三高”气井储层特点，利用抗硫105MPa地面计量设备，实现对通过含硫地层流体的分离、计量，获取地层流体的性质、产量等重要参数，是勘探过程中油藏评价的重要技术手段。

“三高”气井测试技术已得到成熟应用，并赢得良好市场信誉，技术参数如下：

- ◆ 井口关井压力最高 107.85MPa；
- ◆ 井口测试流动压力最高 87.03MPa；
- ◆ 地层温度最高 192℃；

- ◆ 最高井底施工压力 210MPa；
- ◆ 地层压力最高 135.29MPa；
- ◆ H_2S 含量最高 551g/m³；
- ◆ 试油井段最深 7448m。

“三高”气井测试技术成功率达到 98%，满足了井深 8000m，井底温度 200℃，地层压力 140MPa 以内高含硫气井测试。



105MPa 高防硫两相流和三相流地面计量设备

3

典型案例

3.1 井控技术应用

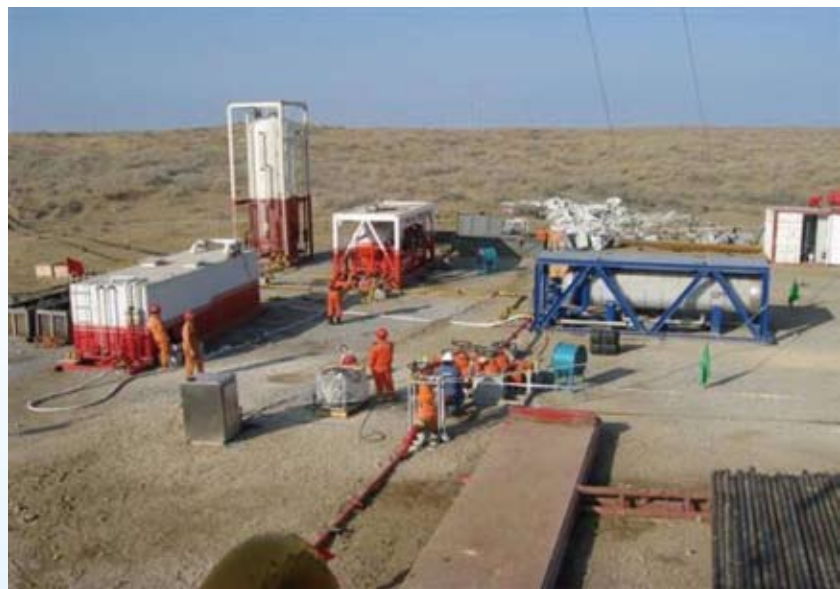
龙会 2 井井喷失控处理，该井钻至井深 4418.5m 发生溢流，关井套压达到 26MPa 时半封闸板防喷器刺漏（地层压力为 68MPa），随后井口失控，气流喷高 25m（气产量 $206.46 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ），井内钻具被硫化氢脆断（硫化氢含量为 $6.15 \text{g}/\text{m}^3$ ）。采用地面管汇放喷泄压，在井口抢接提升钻具装置提出钻具，关全封闸板防喷器控制井口，换半封闸板芯子，换环形防喷器，新安装单闸板防喷器等措施后，实施空井压井成功。

3.2 奥斯曼 3 井抢险

土库曼斯坦奥斯曼 3 井 2006 年 10 月 28 日井喷着火，井场设备烧毁，井喷流量 $500 \sim 1000 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，喷出天然气中 H_2S 含量高达 $23000 \text{mg}/\text{L}$ 。抢险现场热辐射异常强烈，方圆 50m 范围人员难以靠近。经过 2 个月的艰苦战斗，成功控制着火井。

3.3 “三高”气井完井试油技术应用

2009 年，对塔里木盆地中央隆起塔中低凸起 I 号坡折带中古 5 号岩性圈闭上中古 6 井奥陶纪地层进行了地面测试计量作业，测试井段 5934.50 ~ 6172.73m，测试天然气产量 $15442 \text{m}^3/\text{d}$ ，原油产量 $64.8 \text{m}^3/\text{d}$ ，地层水 $2.52 \text{m}^3/\text{d}$ ，天然气中 H_2S 含量大于 $400000 \text{mg}/\text{L}$ （折算 $551 \text{g}/\text{cm}^3$ ），该井是塔里木油田目前含硫浓度最高的一口井。



4

科研装备

拥有装备精良、技术先进的重点实验室。

研发了随钻井底压力监测系统 and 数据监测控制系统，实现了压力控制钻井关键装备国产化。在井控应急救援技术领域，研制了远程喷射点火装置、远距离带火单喷头双管水力喷砂切割装置、抢险套管头、远距离带火抢装井口专用装置等抢险救援特殊装备，配套引进陆虎 60 消防雪炮，抗高温、防辐射的遥控特种挖掘机和推土机等世界先进装备，形成较为完整、先进的应对各类复杂井喷失控的抢险设备系列。



仪器保养台架



仪器维修台架



仪器校验台架

水平井仪器校验与维修中心



冷冻暂堵试验平台



井口重建装置



喷砂切割装置



井下工具高温高压试验平台



室内井控模拟器

在 H_2S 防腐检测技术领域，拥有天然气分析评价实验室和酸性油气田材料与腐蚀实验室，是石油工业天然气产品质量监督检验中心和 ISO/TC193 国内技术归口单位。酸性油气田材料与腐蚀实验室可以在 70MPa、350°C 下进行高温、高压、高腐蚀性的静态和流动模拟油气田井下和地面环境腐蚀试验，对井下、地面集输用的金属材料、非金属和缓蚀剂进行硫化物应力开裂、应力腐蚀开裂等多种腐蚀试验和评价。



天然气分析评价实验室



酸性油气田材料与腐蚀实验室

5

资质与标准

5.1 企业资质

通过 ISO 9001:2000 质量管理体系认证，以及 IADC 国际井控培训等资质认证。具有国家级酸性油气田材料腐蚀检测计量认证合格证书、特种设备检验检测机构核准证等相关资质。



天然气开发综合研究质量管理体系认证证书（中文）



计量认证证书



钻井、井控、灭火技术、油气测试及装备、开发和工程技术服务质量管理体系认证 ISO 9000 证书



钻井设计资质证书



井控培训资质证书



“三高”地层测试施工作业证书

5.2 标准及专利

标准

序号	标准号	标准名称	采标情况
1	GB/T20972.1—2007	石油天然气工业油气开采中用于含硫化氢环境材料第1部分：选择抗裂纹材料的一般原则	等同采用 ISO 15156-1：2001
2	GB/T20972.2—2008	石油天然气工业油气开采中用于含硫化氢环境材料第2部分：抗开裂碳钢、低合金钢和铸铁	修改采用 ISO 15156-2：2003
3	GB/T20972.3—2008	石油天然气工业油气开采中用于含硫化氢环境材料第3部分：抗开裂耐蚀合金和其他合金	修改采用 ISO 15156-3：2003
4	GB/T 4157—2006	金属在硫化氢环境中抗特殊形式环境开裂实验室试验	修改采用 NACE TM 0177：1996
5	AQ2016—2008	含硫化氢天然气井失控井口点火时间规定	参考了 EUB Directive 071、ID 2001-5
6	AQ2017—2008	含硫化氢天然气井公众危害程度分级方法	参考了 EUB Directive 056、ID97-06、ID81-03
7	AQ2018—2008	含硫化氢天然气井公众安全防护距离	参考了 EUB Directive 056、ID97-06、ID81-03
8	SY/T5087—2005	含硫油气井安全钻井推荐作法	非等效采用 API RP 49：2001
9	SY/T6610—2005	含硫化氢油气井井下作业推荐作法	
10	SY/T6616—2005	含硫油气井井控装置配套、安装和使用规范	
11	SY/T6137—2005	含硫化氢的油气生产和天然气处理装置作业的推荐作法	
12	SY/T6277—2005	含硫油气田硫化氢监测与人身安全防护规程	

专利

跨测试阀直读井下数据的测试装置（ZL20072200804485.5）

试油测试管柱力学载荷计算软件（SR2010SR055952）

油气井地面测试数据无线采集监控装置（ZL200720080629.7）

管柱式除砂器（ZL200720080285.X）

无线传输压力采集器（ZL200820063331.X）

无线传输温度采集器（ZL200820063330.5）

6

专家简介

中国石油有一支技术精湛、经验丰富的天然气钻完中专家队伍，能为不同客户提供高质量技术解决方案。



罗平亚 油田化学专家，教育专家，中国工程院院士。长期从事石油天然气勘探开发方面的教学与科研。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。曾获得国家优秀教学成果一等奖、国家科技进步二等奖。

电话：028-83032477

Email：luopy@swpu.edu.cn



伍贤柱 高级技术专家，多年从事钻井工程和钻井技术研究，并取得了2项国家专利。曾获得国家教委科技进步三等奖，国家科技进步二等奖。

电话：028-86010866

Email：wuxz@cnpc.com.cn



孙海芳 高级技术专家，多年从事超深水平井、超薄油气藏地质导向水平井等研究。获国家专利授权6项。

电话：0838-5151361

Email：sunhaifang@vip.sina.com



杨令瑞 高级技术专家，多年从事钻井井控技术、油气井抢险灭火技术研究，并取得了中国石油一等奖 1 项、二等奖 1 项，获得国家实用新型专利 2 项、外观设计专利 1 项。

电话：0838—5151226

Email：yanglr@cnpc.com.cn



马宗金 长期从事钻井工艺技术、钻井井控技术、油气井抢险灭火技术等研究，并获得了全国职工技术创新二等奖 1 项，中国石油技术创新一等奖 1 项、二等奖 1 项，获得国家实用新型专利 1 项。

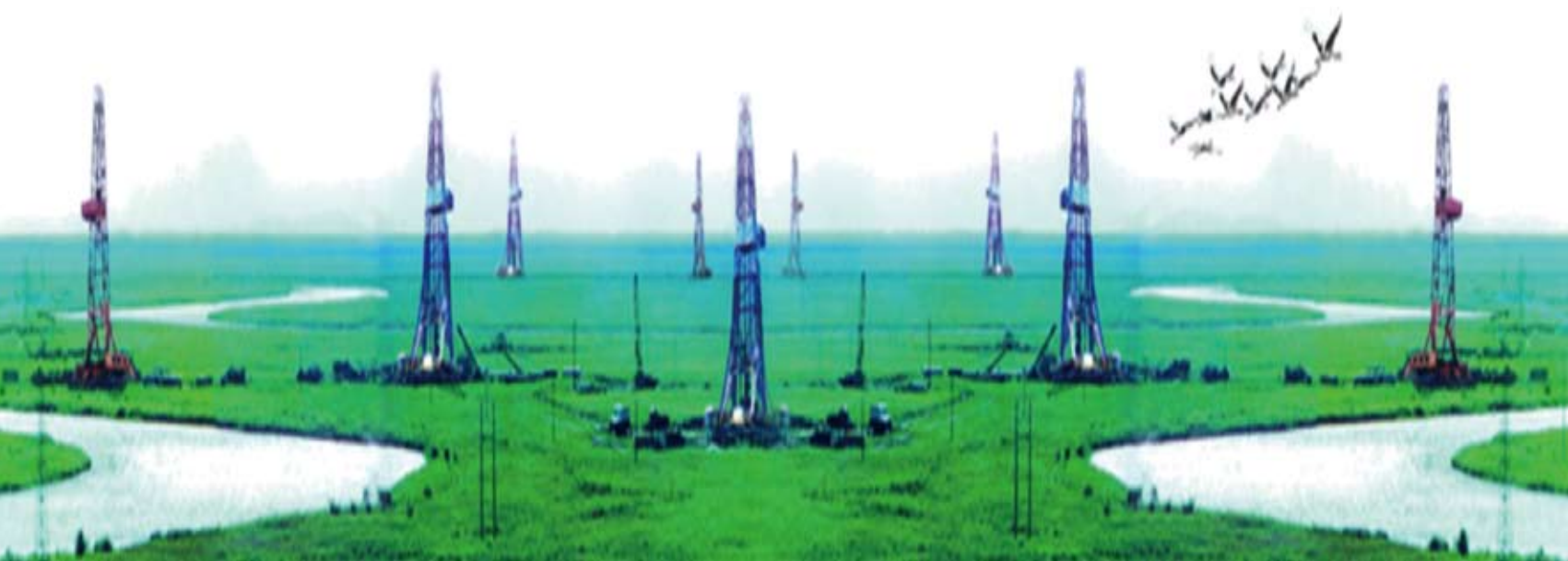
Email：mazj_sc@cnpc.com.cn



韩烈祥 钻井专家，在钻井工艺技术、钻井井控技术，尤其是在垂直钻井工艺技术方面具有深厚造诣。制订、修订行业标准 2 项。发表学术论文 10 余篇。

电话：0838—5151302

Email：hlxiang@vip.sina.com



联系人：刁顺 先生
电 话：86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun
Tel: 86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn



