



DRMTS

煤层气远距离穿针技术

2014 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

DRMTS 穿线神针 让煤层扬眉吐气！





目 录

1 简介	3
2 DRMTS 远距离穿针工具	4
3 特色技术	9
4 典型案例	10
5 科研装备	13
6 资质标准	15
7 专家团队	18



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2013年国内生产原油1.13亿吨，生产天然气888.4亿立方米，加工原油1.46亿吨，全年实现营业收入2.76万亿元，实现利润1880亿元。

2013年，中国石油在世界50家大石油公司综合排名中位居第4位，在全球500家大公司排名中位居第5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。

DRMTS煤层气远距离穿针技术就是具有代表性的重大创新之一。

奉献能源 创造和谐

1 简介

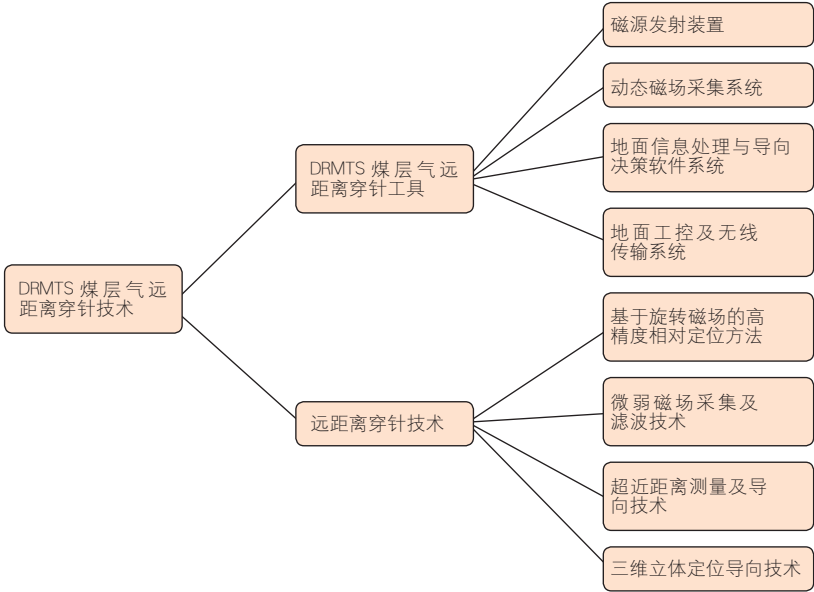
煤层气与煤炭伴生，俗称“瓦斯”，属于非常规天然气，主要成分是甲烷。作为一种高效、洁净能源，煤层气蕴涵巨大的经济效益，但煤储层普遍低压、低渗透、低含水，严重制约了煤层气的高效开发。水平井开发方式中的远距离穿针技术代表着低渗煤层气最有效开发的关键核心技术。

DRMTS 煤层气远距离穿针技术集近钻头随钻邻井位置测量、传输、磁导向决策与控制于一体，具备“测、传、导”的功能。通过对钻头和目标井底相对角度和距离的测量，井下与地面的双向信息传输和地面控制决策，引导煤层气水平井与排采直井精确连通，为水平井建

立排采通道。

DRMTS 煤层气远距离穿针工具是中国石油具有独立知识产权的钻井装备，拥有发明专利 4 项，实用新型专利 2 项，制定企业标准 1 项。该工具有效测距达到 80m，磁信号分辨率 0.1nT，可实现 1m 左右的近距离测量，能够进行三维立体导向连通，具备“点对点”精确导向能力，可完成直接连通直井玻璃钢套管的作业。

DRMTS 煤层气远距离穿针工具在山西郑庄、柿庄和陕西彬县、柳林等区块完成了近 30 井次现场穿针技术服务，成功率达 100%，并成功实施了“点对点”精确连通作业。

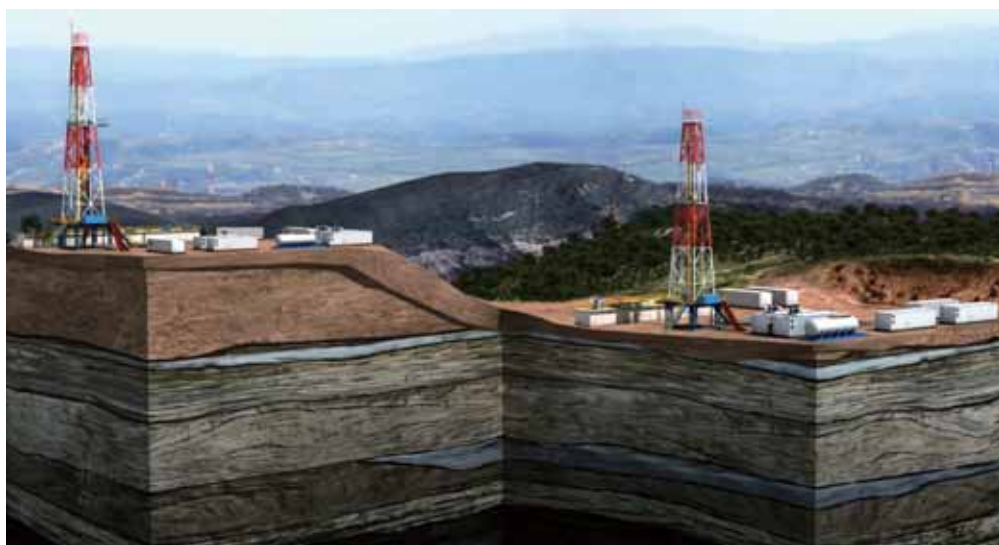


技术框架结构图

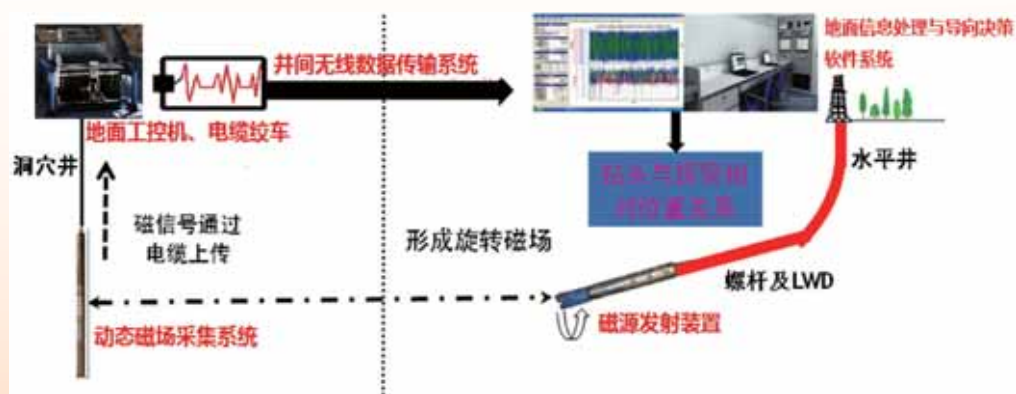
2

远距离穿针工具

DRMTS 煤层气远距离穿针工具由磁源发射装置、动态磁场采集系统、地面信息处理与导向决策软件系统和地面工控及无线传输系统组成。



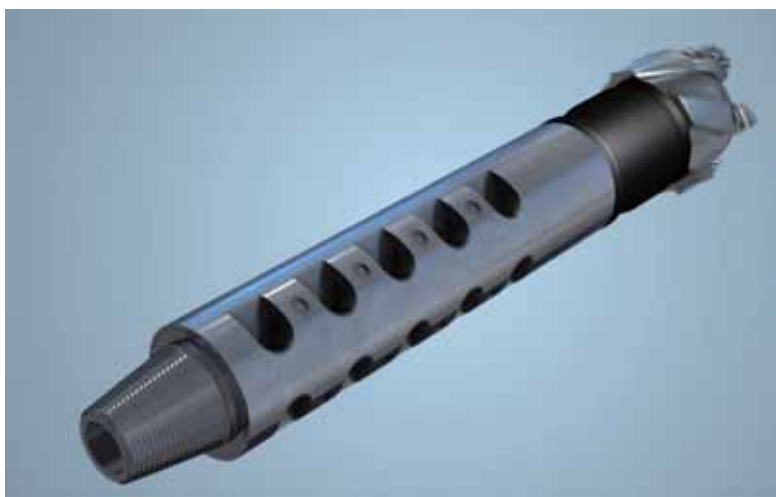
煤层气水平井钻井井场布置图



工具系统结构图

2.1 磁源发射装置

磁源发射装置安放于钻头后面，发射旋转磁场信号，外径有 $6\frac{1}{2}$ in、 $4\frac{3}{4}$ in、 $3\frac{1}{2}$ in 三个系列。



磁源发射装置

2.2 动态磁场采集系统

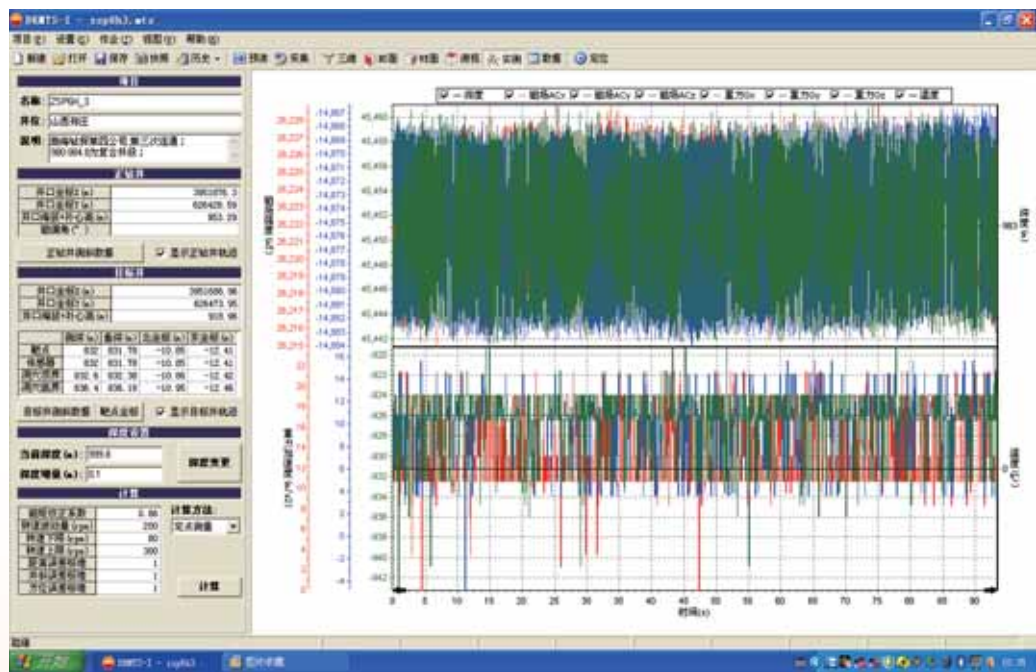
动态磁场采集系统通过电缆下方到洞穴直井的井底，可实时测量探管姿态和磁性信号等参数，磁场测量分辨率为 0.1nT。



动态磁场采集系统

2.3 地面信息处理与导向决策软件系统

包括旋转磁场模型、距离和角度测量模型、微弱磁场滤波方法、补偿角度干扰校正法等。具有旋转磁场定位计算和采集数据分析能力并可进行井眼轨迹的实时三维显示。



远距离穿针钻井工程软件界面

2.4 地面工控及无线传输系统

包括地面工控机、电缆绞车和井间无线数据传输系统。

地面工控机和电缆绞车用于控制、下放采集系统，测量下放深度，最大下放 1500m。

井间无线数据传输系统由数据发射装置和数据接收装置组成，用于信号采集系统和信号处理系统之间的传输，有效传输距离大于 3km。



地面工控机、电缆绞车



井间无线数据传输系统

2.5 工具技术指标

- 磁场测量分辨率 0.1nT ;
- 适应温度 : $-25 \sim +85^{\circ}\text{C}$;
- 有效测量距离 : $0.7 \sim 1\text{m}$;
- 距离测量误差小于 5% ;
- 可实现 1 ~ 5m 以内的近距离测量功能, 信号不饱和、不失真 ;
- 工具系列 : $6\frac{1}{2}\text{in}$ 、 $4\frac{3}{4}\text{in}$ 、 $3\frac{1}{2}\text{in}$ 。

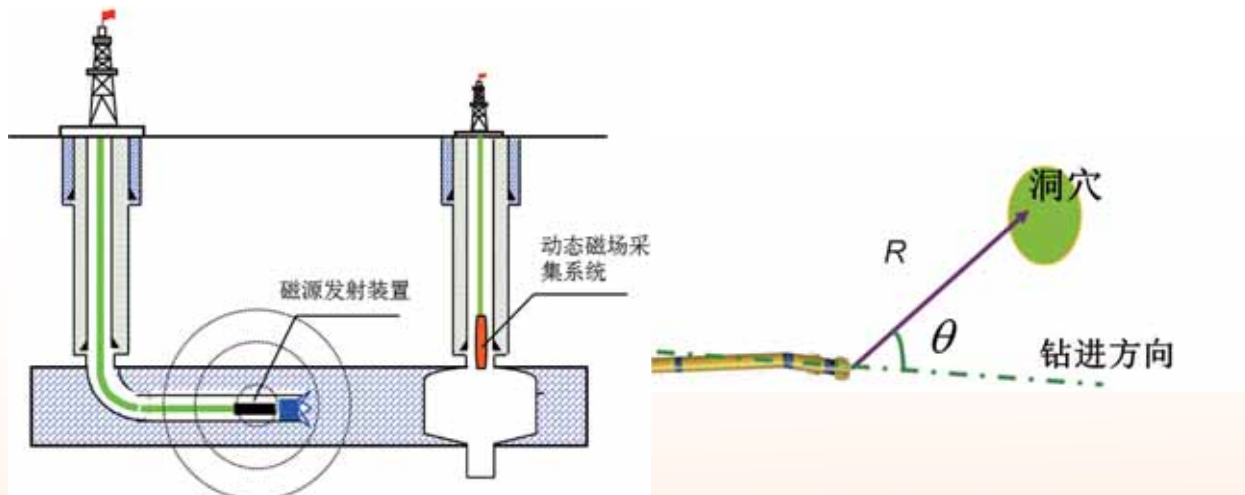
3

特色技术

水平井作为高效的开发方式，被广泛应用于低渗煤层气的开发，远距离穿针技术是水平井施工中的一项关键技术。

远距离穿针技术通过对钻头和目标井底相对角度和距离的测量，井下与地面的双向信息传输和地面控制决策，引导煤层气水平井与排采直井精确连通，为水平井建立排采通道。远距离穿针技术包括基于旋转磁场的高精度相对定位方法、微弱磁场（0.1nT）采集及滤波技术、超近距离测量及导向技术、三维立体定位导向技术。

该施工工艺流程为：水平井下入磁发射装置，洞穴直井下入测量探管；使用穿针工具实时测量钻头与洞穴的相对位置（相对距离 R 和偏角 θ ）关系，然后为定向钻井提供精确靶点，最后引导钻头与排采直井在井底连通。



远距离穿针技术具有两大突出优点：一是具备近距离测量能力，具备“点对点”精确导向能力，可完成直接连通直井玻璃钢套管的作业；二是具备井斜偏差测量能力，能够进行三维立体导向连通，大大提高了作业的机动性和成功率。

4

典型案例

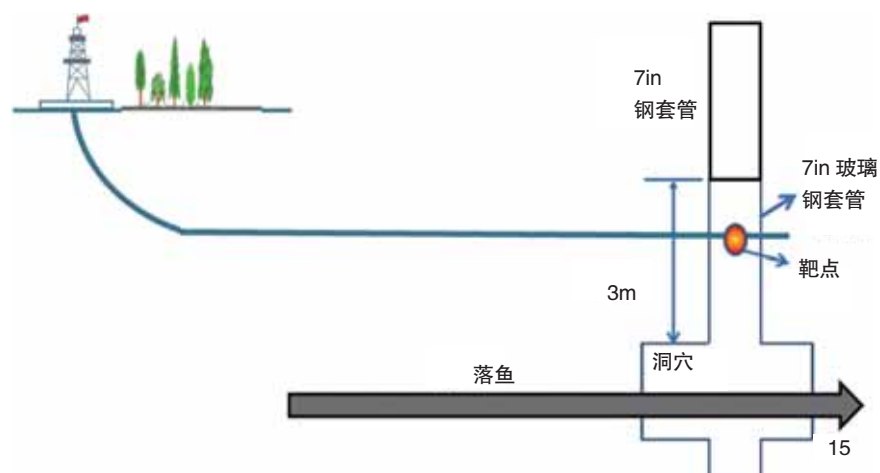
2011 年 12 月中国石油集团公司对外发布了 DRMTS 煤层气远距离穿针工具。工具的成功研制先后被中央电视台、腾讯视频等立体媒体，新华社、人民日报、光明日报、经济日报等平面媒体报道，产生了较大的社会影响力。

在 2010—2014 年间，DRMTS 在山西郑庄、柿庄、柳林和陕西彬县等区块完成了近 30 井次现场穿针技术服务，经受了各种复杂条件的严峻考验，连通成功率 100%，并成功实施了“点对点”精确连通作业。



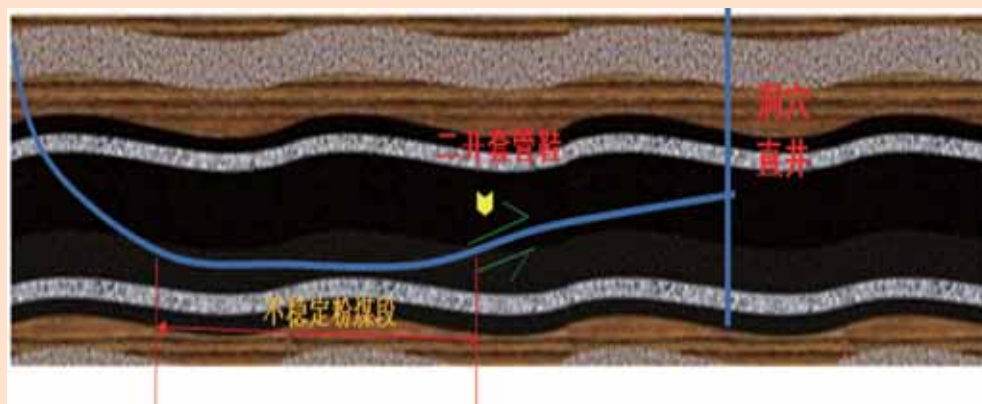
4.1 精确实现“点对点”连通，成功击中玻璃钢套管

DRMTS 远距离穿针工具完成了郑试平 6H 井与郑试平 6V 井“点对点”精确连通，距离洞穴 51.76 ~ 1.5m 井段进行了磁定位施工作业，入井后即采集磁场信号并开始导向，此时测量的方位偏差为 9.2° ；在距离直井 1.5m 时方位偏差调整为 -1.7° ，靶心距为 4.5cm，成功击中预设的煤层顶部 1.4m 处 7in 玻璃钢套管，开创了两井连通不再预先造穴，实现点对点准确连通的先河。



4.2 开创“二开预连通 + 三开连通”复合连通模式

郑平 4-10 井位于山西省沁水盆地郑庄区块，在钻井施工过程中，在井斜 70° 时钻遇煤层，井眼轨迹将穿越 3# 煤层底部的粉煤，因此决定采用“二开预连通 + 三开连通”的复合连通模式进行导向钻进。DRMTS 穿针工具在 $8\frac{1}{2}$ in 井眼距离洞穴 80m 开始精确定位导向，并引导至距离洞穴 22m 处，方位偏差 0.6° ；三开采用 $4\frac{3}{4}$ in 磁源发射装置进行磁导向，在距离洞穴 1.5m 处结束导向作业，方位偏差 2.1° ，继续钻进 1.4m 后实现两井连通作业。

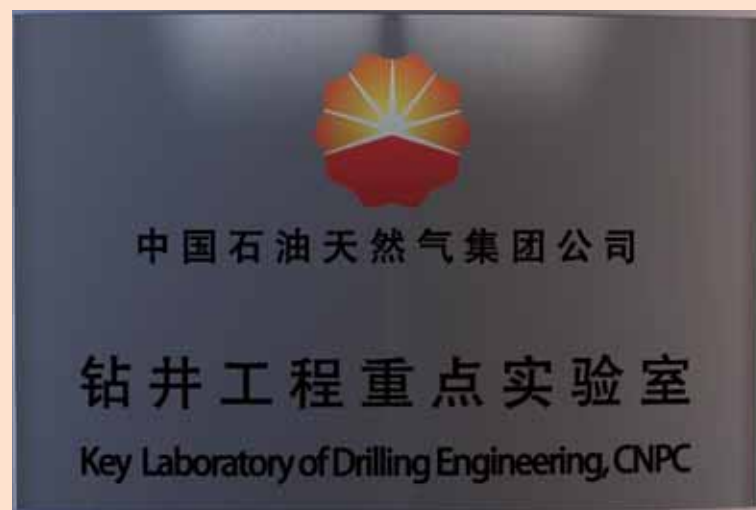


连通施工井眼轨迹图

5

科研装备

依托油气钻井技术国家工程实验室和中国石油集团钻井工程重点实验室，拥有配套先进设备。





SEM-SERNO 疲劳实验机



DR-7-002 微机控制电液伺服压力实验机



DR-7-006+ 反应釜

6 资质标准

资质

DRMTS 穿针工具具有多项资质，通过 ISO9001 质量体系、API Q1 等认证，具备从事石油天然气钻井工程技术研究及产品提供的技术服务资格。



标准

DRMTS 执行 API 钻井标准，并编制发布企业标准 1 项



专利

DRMTS 具有自主知识产权，拥有专利 6 项，其中发明专利 4 项，实用新型专利 2 项。

序号	专利名称	专利号 / 申请号	专利类型
1	一种用于煤层气水平井确定井下钻头与目标靶点相对位置的定位方法	201010585308.9	发明
2	远距离穿针工具的地面测试方法及测试装置	201110446707.1	发明
3	一种磁通门传感器信号处理电路	201210165746.9	发明
4	一种水平井旋转磁场定位中的滤波方法及装置	201210159636.1	发明
5	一种用于煤层气水平井穿针的旋转磁源短节	201020672954.4	实用新型
6	远距离穿针工具的地面测试小车	201120557141.5	实用新型



7

专家团队



苏义脑

中国工程院院士，油气钻井工程专家，博士生导师。长期从事钻井工程技术研究与应用，提出“井下控制工程学”新领域并主持地质导向等前沿技术攻关，科技成果获国家科技进步一等奖 2 项、二等奖 1 项，省部级奖励 6 项，获国家专利 18 项。作为 DRMTS 工具的咨询专家，负责总体方案咨询和技术指导。

电话：010-80162288

Email：srcdri@cnpc.com.cn



邹来方

教授级高级工程师，高级技术专家。长期从事钻井工程技术及工具的研发和推广应用工作，作为主要研发和组织者，参与了国家 863、973、“十一五”、“十二五”重大专项等项目，研究成果获得省部级奖励多项。作为 DRMTS 工具的咨询专家，负责总体技术方案的咨询、制定和推广应用。

电话：010-80162288

Email：srcdri@cnpc.com.cn



申瑞臣

教授级高级工程师，高级技术专家，博士生导师。长期致力于煤层气钻完井的装备研制和工程技术研究，参加国家、集团公司及股份公司课题 40 余项，科研成果获省部级奖励十余项，获专利 15 项。作为 DRMTS 工具的专题负责人，负责总体技术方案的制定、研发进度和整体协调。

电话：010-80162288

Email：srcdri@cnpc.com.cn

**田中兰**

教授级高级工程师，高级技术专家，博士后。长期致力于煤层气钻完井技术的研究与应用，科研成果获省部级奖励 7 项，获专利 18 项。在 DRMTS 工具研制过程中，负责总体方案的执行、各项研究工作和人员的落实。

电话：010-80162268

Email：tianzhldri@cnpc.com.cn

**乔 磊**

高级工程师，博士。长期致力于煤层气钻完井工具的研发和现场应用，科研成果获得省部级奖励 3 项，发表论文 10 余篇。在 DRMTS 工具研制过程中，负责完成了工具的机理模型、软件开发和室内、现场试验等工作。

电话：010-80162269

Email：qiaoleidri@cnpc.com.cn

**何爱国**

高级工程师。长期致力于煤层气钻完井的研究和现场应用，科研成果获得省部级奖励 3 项，获专利 10 项。在 DRMTS 工具研制过程中，负责完成了装置的硬件开发、现场试验及升级改造等工作。

电话：010-80162277

Email：heaiguodri@cnpc.com.cn



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

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



