



北石智能顶驱

2016年



中国石油天然气集团公司科技管理部

北石智能顶驱

——石油钻井利器



目 录

1

简 介 / 4

2

特色技术 / 6

3

典型案例 / 10

4

科研装备 / 14

5

资质与标准 / 15

6

专家团队 / 19

7

服务与培训 / 21



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。

北石智能顶驱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

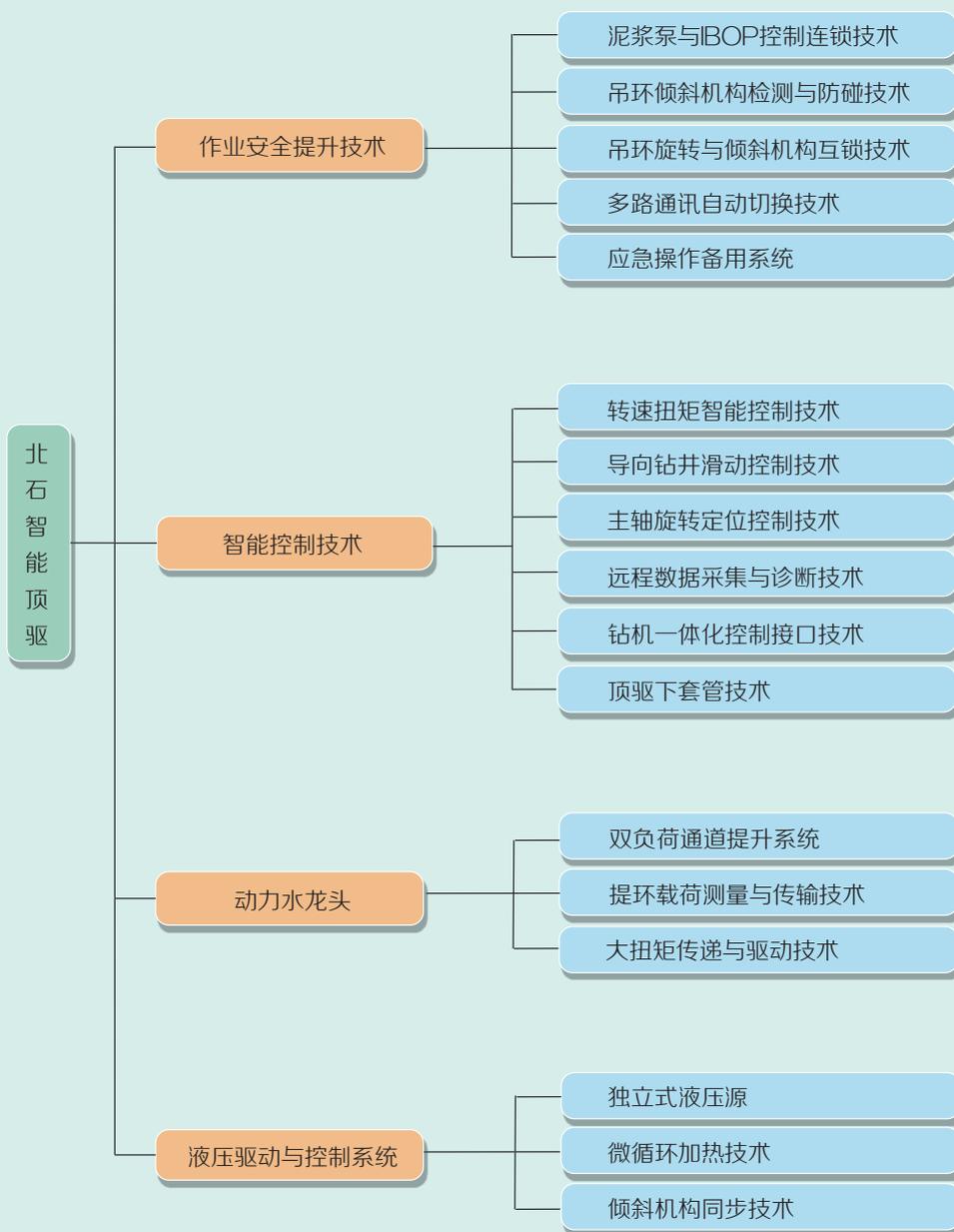
简介

顶部驱动钻井装置（简称顶驱或顶驱装置）是现代钻机技术的重要发展趋势，已逐渐成为现代化钻机的标准配置。顶驱钻井是减少钻井复杂性、降低风险、避免钻井事故最有效的技术手段之一，提高了钻井作业的能力、效率和安全性，成为自转盘钻井以来重大的技术变革，实现了钻机自动化过程的阶段性跨越，被誉为近代钻井装备的革命性技术成果之一。

20 世纪 80 年代末，中国石油开始追踪研发顶部驱动钻井装置，现已拥有一大批优秀的科技研发人才和专业的生产制造厂家，具备广阔的市场销售网络和完善的售后服务体系，可提供质量可靠、性能稳定的顶驱装置及优良的售后服务。

中国石油具备年产百台顶驱装置的生产能力，可研发并制造多种型号、多种规格的系列产品，既有先进的交流变频驱动顶驱装置，又有结构小巧的液压驱动顶驱装置，可为 12000 ~ 2000m 各种型号钻机提供配套服务。

顶驱钻井装置已经出口到世界上 30 余个国家和地区，在用顶驱装置超过 500 台，超过 50% 的顶驱装置在国外作业，包括美国、俄罗斯、委内瑞拉、沙特阿拉伯等国家和地区均已成功批量应用。近年来，随着常规、易采和优质油气资源的减少，对深水与非常规油气资源的勘探开发逐渐成为全球关注的新热点与接替传统能源的现实选择；对欠平衡、水平井、大位移井、分支井、深井及超深井、套管钻井等复杂井钻完井“提速、降本、增效”的新工艺、新技术和新装备需求也将日渐迫切。为此，中国石油进行了新的探索，积累了多年顶驱钻井技术得持续更新信息与应用经验，新一代北石智能顶驱装置在保障作业安全、智能控制等方面取得了长足的进步与突破。



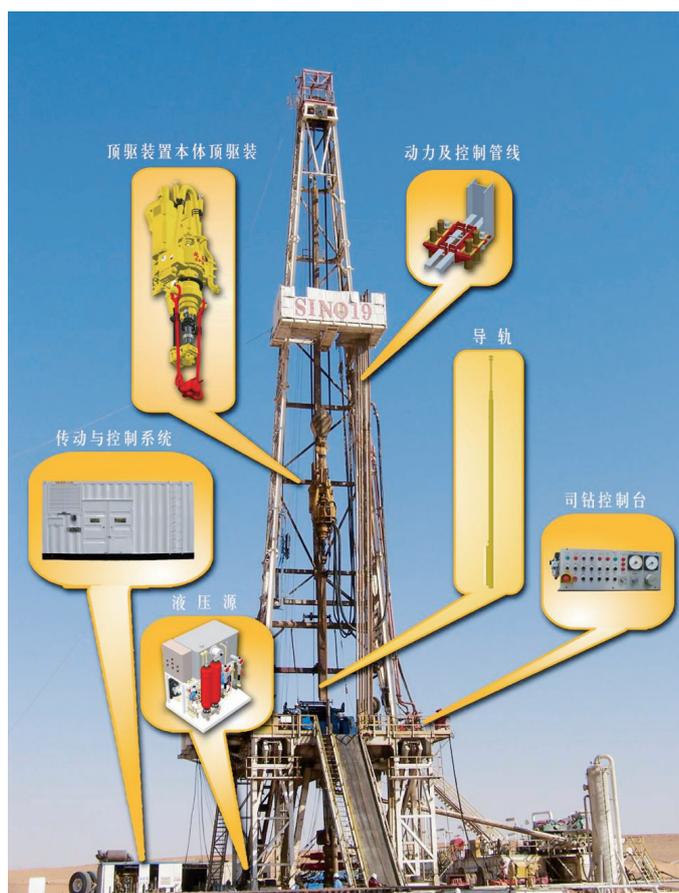
2

特色技术

2.1

顶驱装置的系统组成

顶驱装置由主体部分、电气驱动与控制系统和液压驱动与控制系统等组成。



顶驱装置系统组成示意图

1. 顶驱装置主体结构

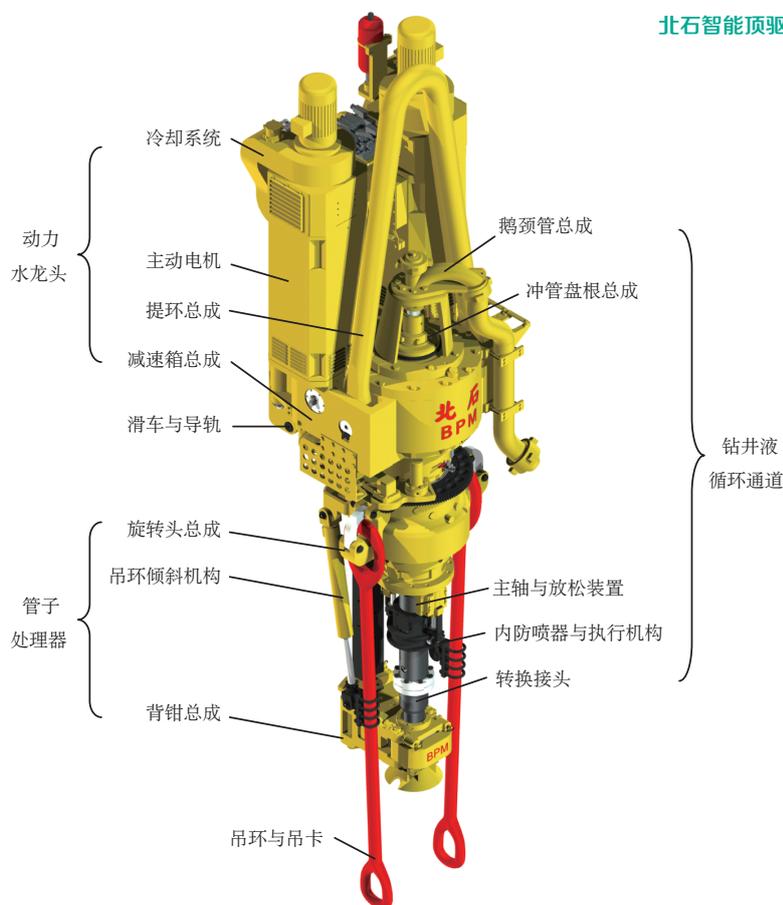
顶驱装置主体由顶驱本体（包括动力水龙头、管子处理装置、钻井液循环通道等）及导轨与滑车组成。

2. 顶驱液压与控制系统

液压驱动与控制系统是顶驱装置的重要组成部分，顶驱的各项辅助动作均通过液压系统完成的，主要包括平衡系统、背钳系统、吊环倾斜系统、旋转系统、IBOP 控制系统、刹车系统等。

3. 顶驱电控系统

顶驱装置电气传动与控制系统分为驱动和控制两部分。



顶驱装置本体结构组成

北石智能顶驱装置主要型号技术参数表

型号	名义钻深 (m) 114 DP	最大载荷 (T) API 8C	额定功率 (HP)	最大连续钻井扭矩 (kN·m)	最大上卸扣扭矩 (kN·m)	转速范围 (r/min)
DQ120BSC	12000	1000	1200	85	136	0 ~ 200
DQ90BSD	9000	750	1200	85	136	0 ~ 200
DQ90BSC	9000	750	1000	72	136	0 ~ 200
DQ80BSC	8000	650	1000	63	95	0 ~ 220
DQ70BSD	7000	500	1000	70	108	0 ~ 200
DQ70BSE	7000	500	800	55	95	0 ~ 200
DQ70BSC	7000	500	800	50	95	0 ~ 220
DQ50BC	5000	350	500	40	75	0 ~ 180
DQ40BC	4000	250	500	38	73	0 ~ 180
DQ40BSG	4000	250	700	35	70	0 ~ 291
DQ40BCQ	4000	250	400	30	55	0 ~ 180
DQ40Y	4000	250	540	28	45	0 ~ 180
DQ30Y	3000	190	480	22	40	0 ~ 150

2.2

特色技术

1. 作业安全提升技术

1) 钻井泵与 IBOP 控制连锁技术

与钻机控制系统就 IBOP 及钻井泵运行状态进行数据交换，将 IBOP 开闭与钻井泵启停进行连锁控制，可提高机器运行寿命和钻井安全性。

2) 吊环倾斜机构检测与防碰技术

与钻机控制系统就吊环倾斜机构的位置状态进行数据交换，避免上提钻具时误撞二层台或者下放钻具时误撞钻台面，可提高钻井作业的安全性。

3) 吊环旋转与倾斜机构互锁技术

提高了钻井作业的安全性，避免在吊环伸出状态下旋转吊环造成人员损伤。

4) 多路通讯自动切换技术

采用光纤、电缆等多种传输介质进行数据通讯传输，可提高钻井作业的无故障运行时长。

5) 应急操作备用系统

使顶驱在通讯终端、PLC 模块故障、井场断电等非正常情况下，仍可进行关键动作，降低了钻井作业异常中断的影响，可提高钻井作业的安全性。

2. 智能控制技术

1) 转速扭矩智能控制技术

自动辨识钻井工况，调整顶驱主轴的转速扭矩输出特性，在保持转速和钻压的前提下，有效提升破岩速度；优化井眼轨迹，有效提升作业整体钻速。

2) 导向钻井滑动控制技术

在定向井钻井作业中减小钻柱与井壁间的摩擦阻力，避免钻柱与井壁黏滞，从而提高机械钻速，缩短钻井周期；平稳钻压，延长钻头寿命。

3) 主轴旋转定位控制技术

可精确控制顶驱主轴旋转的方向、圈数或角度，用于定向钻井时调整钻柱的工具面和方位角，提高

方位控制精度，优化井眼轨迹。

4) 远程数据采集与诊断技术

可远程监控顶驱运行状态，并进行远程故障诊断，并在设备异常时自动发送信息通知，缩短设备故障的相应和维修时间，有利于设备的集中管理。

5) 钻机一体化控制接口技术

实现顶驱装置与钻机传动部件、循环系统、井下仪器等部分装置 / 设备间数据采集、状态监视，实现钻机一体化智能控制。

6) 顶驱下套管技术

与顶驱装置主轴直接连接，通过顶驱实现套管柱的连接和扭矩的精确控制，可提放、旋转管柱并实时灌注、循环钻井液，实施下套管作业。

3. 动力水龙头

1) 双负荷通道提升系统

不同承载轴承承受不同工况载荷，可有效提高主轴承寿命。

2) 提环载荷测量与传输技术

在提环销上增加载荷传感器可监测实时系统载荷，提升钻井工况应对能力。

3) 大扭矩传递与驱动技术

优化机械结构与电气参数大幅提高连续输出扭矩，以满足钻井要求。

4. 液压驱动与控制系统

1) 独立式液压源

顶驱配置独立式液压源，液压源放置于地面上，本体的活动空间更大，便于顶驱装置的维护保养。

2) 微循环加热技术

微循环加热技术是针对超低温地区环境，使液压系统在不工作的情况下，始终处于流动加热状态。

3) 倾斜机构同步技术

机械同步采用四连杆机构将倾斜油缸实现动作的一致性。

3

典型案例

3.1

北石智能顶驱应用情况概览

北石智能顶驱可提供 2000 ~ 12000m 所有型号钻机所需的顶驱装置，适用于各种陆地钻机、海洋钻机、车载钻机以及修井机等。“北石”和“BPM”已经成为中国石油、中国石化、中国海油及英国石油公司（BP）、壳牌集团（Shell）、雪佛龙公司（Chevron）、委内瑞拉国家石油公司（PDVSA）等国际知名石油公司认可的品牌。



北石智能顶驱装置的市场应用分布图

北石智能顶驱服务的石油公司表

中国石油公司（4个）	
中国石油天然气集团公司	中国石油化工集团公司
中国海洋石油总公司	安东石油技术有限公司
国际石油公司（4个）	
英国石油公司	壳牌集团
雪佛龙公司	道达尔公司
各国家石油公司（12个）	
尼日利亚国家石油公司	伊拉克国家石油公司
伊朗国家石油公司	哈萨克斯坦国家石油公司
古巴国家石油公司	沙特阿拉伯国家石油公司
苏丹国家石油公司	委内瑞拉国家石油公司
世门石油天然气总公司	俄罗斯石油公司
技术服务公司（2个）	
哈里伯顿公司	斯伦贝谢公司

北石智能顶驱应用情况概览表

技术系列	特色技术	应用区域
钻井作业 安全提升技术	钻井泵与IBOP控制连锁技术	标准配置
	吊环倾斜机构检测与防碰技术	标准配置
	吊环旋转与倾斜机构互锁技术	标准配置
	多路通讯自动切换技术	标准配置
	应急操作备用系统	标准配置
智能控制技术	转速扭矩智能控制技术	非常规天然气钻井：黏滞卡钻工况
	导向钻井滑动控制技术	非常规天然气钻井：定向托压工况
	主轴旋转定位控制技术	标准配置
	远程数据采集与诊断技术	委内瑞拉、四川等交通不便地区
	钻机一体化控制接口技术	壳牌四川非常规天然气项目
	顶驱下套管技术	壳牌、加拿大、尼日利亚等地区项目
动力水龙头	双负荷通道提升系统	标准配置
	提环载荷测量与传输技术	标准配置
	大扭矩传递与驱动技术	沙特阿拉伯、大港、内蒙古等地区项目
液压驱动与 控制系统	独立式液压源	标准配置
	微循环加热技术	俄罗斯、哈萨克斯坦等低温环境项目
	倾斜机构同步技术	标准配置

3.2

北石智能顶驱应用大事记

助力刷新中国石油最深井作业记录：克深 902 井，368 天钻进至 8038m 完钻；

中国南海首台国产装备应用：中国海油石油 935 钻井平台；

大庆钻探高效钻机配套顶驱：250T 北石顶驱，连续扭矩 35kN·m，最高转速 290r/min；

中国东海春晓油田运行记录：“天外天”海上钻井平台（A）零故障运行 396 天；

壳牌集团项目指定配套顶驱：中国四川非常规天然气项目、长北致密气项目；

雪佛龙公司项目指定配套顶驱：中国重庆非常规天然气项目；

壳牌集团全球第三套、亚洲第一套智能 SCADA Drill 钻机配套顶驱：Shell Rig6；

俄罗斯极地应用记录：北极圈内作业环境温度 -45°C、储藏温度 -60°C；

12000m 钻机配套顶驱装置：龙岗 36 井；

助力刷新中国石油水平井记录：张海 502FH 井，水平位移超 4000m；

助力创中国石油最深井作业记录：莫深 1 井，7420m；

助力创亚洲第一深井作业记录：塔深 1 井，8408m；

助力创亚洲第一口煤层气井记录：M1-1 井，20 口羽状分支井；

美国 Rowan 钻井公司采购北石智能顶驱，创中国石油钻井装备出口美国记录。



北石 DQ40BSG 型顶驱装置现场作业（大庆）



北石 DQ70BSC 型顶驱装置现场作业（四川）



北石 DQ90BSC 型顶驱装置现场作业（东海）



北石 DQ120BSC 型顶驱装置现场作业（塔里木）

4

科研装备

顶驱装置的研发与制造过程做到统筹管理、协同设计、信息共享，即研发信息化、管理信息化、制造信息化。

顶驱研发配套设施先进、设备齐全，被国家发改委批准建设为国家钻井工程实验室，拥有世界最大功率的顶驱装置试验系统，可以对顶驱装置进行全功能性能测试。



研发装备



顶驱装置试验台

5 资质与标准

5.1 资质证书

中国石油钻井工程技术研究院北京石油机械厂具有多项资质证书。



5.2

产品认证

拥有美国石油协会及中国船级社等多项产品认证证书。



5.3 标准与专著

形成国家标准 **2** 项：《石油天然气工业钻井和采油提升设备》（GB/T 19190—2013）；
《石油钻机顶部驱动钻井装置》（GB/T 31049—2014）。

形成国际标准 **1** 项：《钻井和采油提升设备》（API Spec 8C—2012）。

形成中国船级社标准 **2** 项：《材料与焊接规范》；《钻井装置发证指南》。

形成行业标准 **5** 项：《石油钻机顶部驱动装置安装、调试与维护》（SY/T 6870—2012）；

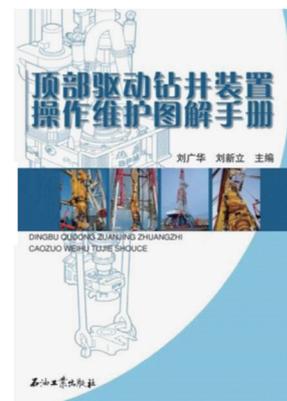
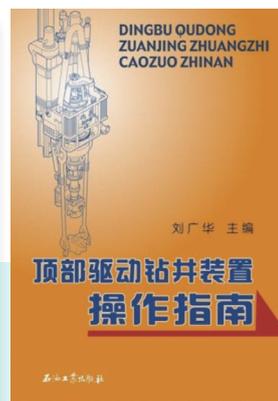
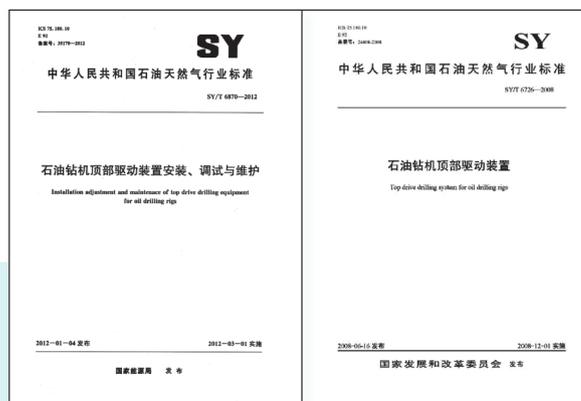
《石油钻机顶部驱动装置》（SY/T 6726—2008）；

《吊环、吊卡、吊钳》（SY/T 5035—2004）；

《钻井和采油提升设备规范》（SY/T 5112—2008）；

《钻采提升设备主要连接尺寸》（SY/T 5288—2000）。

出版相关专著 2 本。



5.4

专利

北石智能顶驱拥有 **22** 项授权专利，其中发明专利 **3** 项，实用新型 **18** 项，外观专利 **1** 项。

北石智能顶驱专利列表（部分）

名称	知识产权类别	编号
一种监测顶部驱动钻井装置吊环状态的系统	实用新型	ZL201420771221.4
一种顶部驱动钻井装置齿轮减速箱	实用新型	ZL201420542131.8
一种顶驱液压油远程微循环加热装置	实用新型	ZL201320320183.6
一种中空马达直驱钻井装置	实用新型	ZL201320319236.2
基于顶部驱动与地面控制的导向钻井系统的作业方法	发明专利	ZL201210036025.8
内卡式顶驱下套管装置	实用新型	ZL201120336246.8
无线防爆式套管探测装置	实用新型	ZL201120120215.9
自定位自润滑推力球轴承	实用新型	ZL201020289868.5
带有齿轮锁定装置的钻机顶驱旋转头	实用新型	ZL201020580068.9
套管限位及卡瓦约束装置	实用新型	ZL200920107550.8
顶驱下套管装置	实用新型	ZL200920105896.4
一种用顶部驱动钻井装置下套管作业的方法	发明专利	ZL200910078565.0
顶部驱动钻井装置侧挂式背钳分体式挂臂	实用新型	ZL200820080680.2
一种控制石油钻机顶驱装置转速扭矩的方法	发明专利	ZL200810056832.X



6

专家团队



丁树柏 教授级高级工程师，集团公司高级技术专家。曾从事地震勘探、遥感技术研究，顶部驱动钻井装置、盘刹等产品的产业化工作，并取得了丰硕的科技成果。先后获得国家级、省部级等奖励 15 项。在国内外发表论文 15 篇、著作 4 部。

电话：010-83593364

Email：dsb01@cnpc.com.cn



马家骥 教授级高级工程师。长期从事石油装备研制与开发的研究。先后组织参加了为水平井、侧钻水平井、井眼轨迹控制、复杂深井、超深井攻关项目配套的地面装备及井下工具的研制工作，其中，顶部驱动钻井装置、盘式刹车、遥控变径稳定器、波纹管堵漏等项目填补了国内空白。先后多次获得国家级、省部级奖励。发表论文 10 余篇。

电话：010-83593364

Email：jima@petrochina.com.cn



刘广华 教授级高级工程师。长期从事石油装备研制与开发的研究，担任多项国家和集团公司重大项目课题长或主要负责人，作为学科带头人研制了顶部驱动钻井装置。近年来获得省部级、局级奖励 10 余项。发表论文 10 篇、著作一部；获得专利 19 项。

电话：010-83592182

Email：ghliudri@cnpc.com.cn



邹连阳 教授级高级工程师。长期从事石油装备研制、技术管理与应用推广工作。先后承担多项国家、集团公司、北京市等科技项目，作为学科带头人研制了顶部驱动钻井装置。近年来获得省部级、局级奖励 10 余项。发表论文 14 篇；获得授权专利 28 件。

电话：010-83597490

Email：zoulydri@cnpc.com.cn



刘新立 工程师。长期从事石油装备研制、技术管理与应用推广工作。先后承担多项国家、集团公司、北京市等科技项目，作为项目负责人和主要研发人员，组织和参与了顶部驱动钻井装置的研制。近年来获得省部级、局级奖励 10 余项。发表论著 2 本、论文 3 篇；获得授权专利 10 项。

电话：010-83593364

Email：liuxldri@cnpc.com.cn



黄衍福 教授级高级工程师。长期从事石油装备研制、技术管理与应用推广工作。先后承担多项国家、集团公司、北京市等科技项目。近年来获得省部级、局级奖励 10 余项。发表论文 13 篇；获得授权专利 56 项。

电话：010-83593014

Email：huangyfdri@cnpc.com.cn

7

服务与培训

7.1

服务

建立了完善的售后服务体系，拥有集机、电、液知识于一体的专业技术人员，24小时待命服务，可提供远程技术支持和诊断，及时有效解决产品问题。目前在国内外设置十余处售后服务中心，中亚、中东、北美、南美地区均设有合作服务站，常年派专家及工程师驻站服务，具备服务、维修、培训、备件储备能力，可为用户提供周到、及时的现场服务与技术支持。



7.2

培训

拥有专业的培训服务队伍，针对用户不同需求，可制订相应的培训计划，可实现厂内、模拟、现场培训的一条龙服务，培训课程内容涉及顶驱机械、液压、电气原理知识、安装调试、维护保养、故障诊断等。设计制造了顶驱模拟系统，软硬件相结合，能够模拟顶驱工作的各种功能动作，可实现加载，模拟实际钻井工况，用于操作、维护人员的培训，形象生动，直观易懂。

培训后进行专业知识考试并认定资质。服务手段多样，有装配现场的讲解、操作现场的示范、模拟系统的演示等，便于理解和记忆。已开设各类顶驱培训班超过 100 期，培训国内外顶驱从业人员近 3000 人。

7.3

联系人

项目服务联系人：见立银

单位：中国石油钻井工程技术研究院北京石油机械厂

联系电话：010-83593364

邮箱：jianlydri@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

中国石油钻井工程技术研究院联系人：

见立银 女士
电 话：010-83593364
Email：jianlydri@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 Drilling Research Institute：

Ms. Jian Liyin
Tel: 010-83593364
Email: jianlydri@cnpc.com.cn

