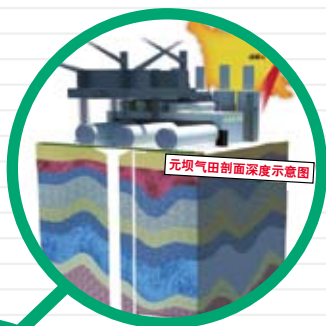


12000 米特深井钻机

2013 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

万米钻机，中国石油的探地神针！





目 录

1 简介	3
2 关键设备	4
3 应用案例	13
4 科研装备	14
5 资质与标准	15
6 专家团队	18



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。

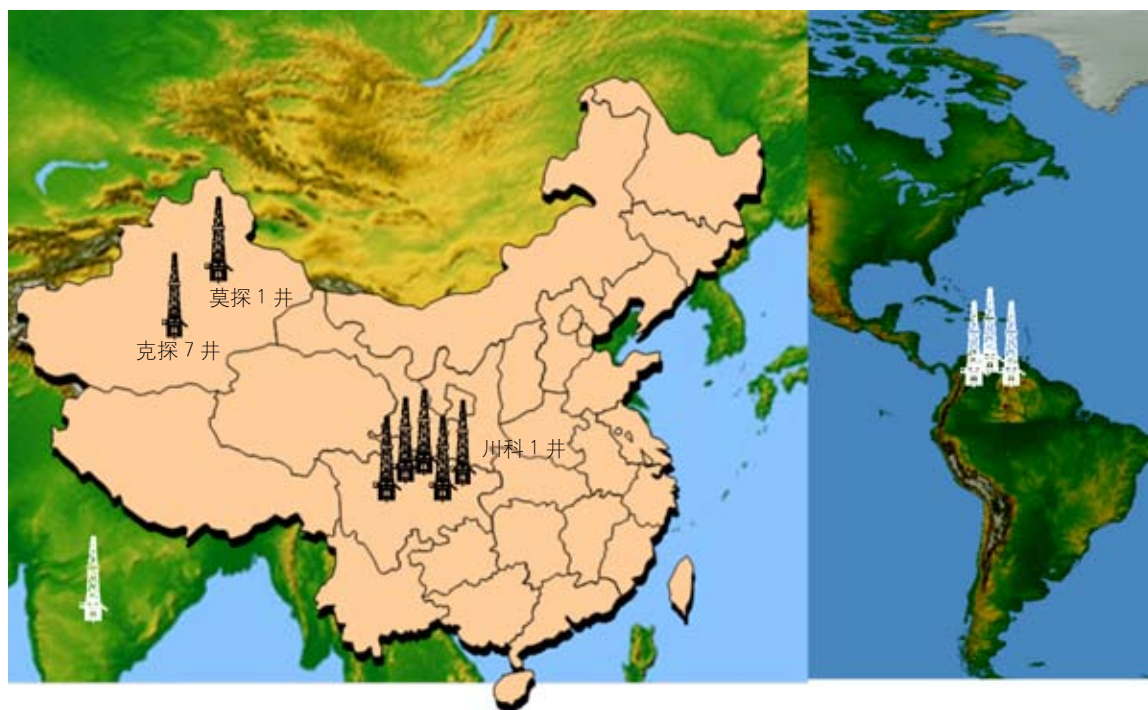
12000米特深井钻机就是具有代表性的重大创新成果之一。

奉献能源 创造和谐

1

简介

12000m 钻机是中国石油研制的拥有自主知识产权的国内外第一台陆地用 12000m 交流变频驱动方式的特深井石油钻机，总体性能达到国际陆地钻机领先水平。12000m 钻机的研制成功改变了我国超深井钻机依赖进口的局面，对我国深层油气资源勘探开发具有重要意义。



12000m 钻机关键技术应用推广

2

关键设备

2.1 总体技术参数

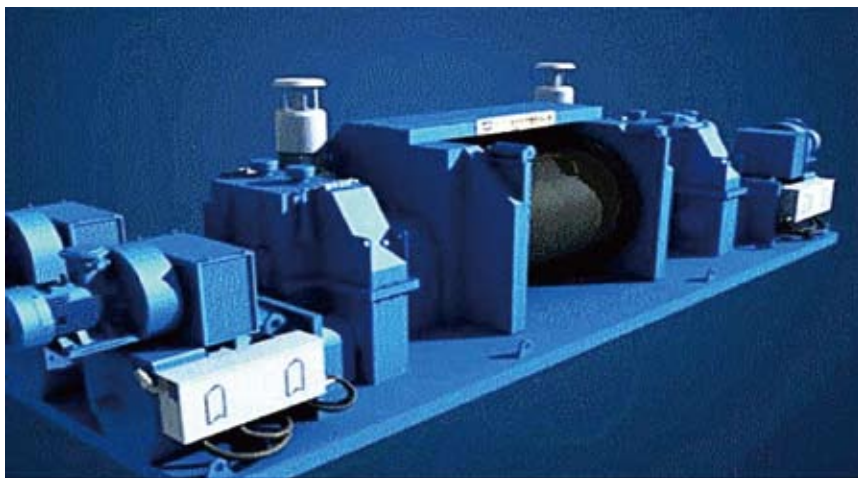
12000m 特深井钻探装备总体技术参数			
名义钻深	12000 m	最大钩载	9000 kN
绞车额定功率	4400 kW (6000 hp)	绞车挡数	I 挡 交流变频电机驱动 无级调速
提升系统绳系	7 × 8	钻井钢丝绳直径	Φ48 mm
提升系统滑轮外径	Φ1829 mm	水龙头中心管通径	Φ102 mm
钻井泵型号及台数	F-2200HL 3 台	转盘开口名义直径	Φ1257.3 mm (49 1/2 in)
转盘挡数	II + II R 交流变频电机单 独驱动 无级调速	井架型式及有效高度	“K” 型 52 m
底座型式及台面高度	旋升式 12 m	动力传动方式	AC-DC-AC 交流变频矢量控制
柴油发电机组型号	CAT 3512B/SR4 B	机组台数 × 输出功率	5 × 1900 kVA
交流变频电动机台数 × 功率	4 × 1100 kW (绞车)	交流变频控制单元 (VFD) 输入电压 输出电压、频率	公共直流母线控制
	6 × 900 kW (钻井泵)		600VAC
	1 × 800 kW (转盘)		0 ~ 600V 0 ~ 150Hz (可调)
MCC 系统	600V/400V (3 相) /230V (单相) 50Hz	高压管汇	Φ102 mm × 70 MPa 留有压井管汇与固井管汇接口

2.2 分系统关键部件

2.2.1 6000hp 大功率绞车

绞车是钻机的核心部件。绞车在石油钻井过程中，不仅担负着起下钻具、下套管、控制钻压、处理事故、提取岩心筒、试油等各项作业，而且还担负着井架底座的起放任务。

中国石油独创了钻井绞车滚筒快速离合机构，创新研制了全球陆上功率最大的 6000hp 带空挡位模块化钻井绞车。研制的 JC-120DB 绞车是一种新型交流变频控制的单轴齿轮绞车，主要由交流变频电动机、减速箱、液压盘刹、滚筒轴、绞车支架、自动送钻装置、空气系统、润滑系统等单元部件组成。



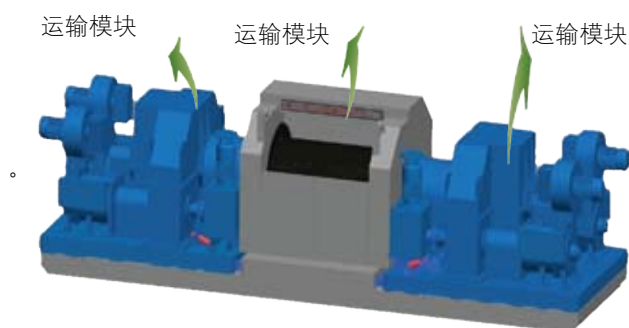
大功率模块化钻井绞车

(1) 大功率绞车技术参数。

- 额定输入功率 $4 \times 1100\text{kW}$
- 最大快绳拉力 850kN
- 钢丝绳直径 $\phi 48\text{mm}$
- 滚筒转速 $0 \sim 328\text{r/min}$
- 开槽滚筒尺寸 (直径 $\times$ 长度)
 $\phi 1320\text{mm} \times 2305\text{mm}$
- 刹车盘直径 $\phi 2400\text{mm}$
- 绞车外形尺寸 $12000\text{mm} \times 3375\text{mm} \times 3260\text{mm}$

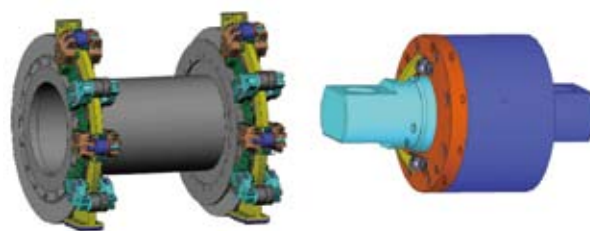
(2) 在钻井绞车中首次实现了四台 1100kW 大功率交流变频专用电机同步驱动与负荷均衡分配、多电机平稳切入 / 切出。

(3) 大功率绞车的模块化设计，既可整体运输，又可分块运输，有效地解决了陆用超大功率绞车道路运输、野外钻井现场高效安装和起吊等技术难题。



绞车模块化分解

(4) 液压盘式刹车具有刹车间隙自动调节、液压站遥控和低压报警、低液位报警和温度报警功能，各轴套免润滑功能。盘式刹车自动补偿间隙技术，使下送和提升钻柱的精度由 $\pm 15\text{mm}$ 提高到 $\pm 8\text{mm}$ ，提高了钻井作业的安全性。



液压盘式刹车结构

2.2.2 承载 9000kN 井架、底座

中国石油发明的钻机底座单旋整体自升式起升技术及液缸起升人字架技术，取代已有的弹弓式、双旋分体式结构，实现了在 12m 超高钻台工作的所有设备在低位安装，然后与底座整体起升到工作位置，解决了钻井现场安全、快速安装的难题。

井架主要参数	
最大钩载	9000kN
有效高度	52m
底部正面开档	10m
立根容量 $\phi 127$ (5in) 钻杆	12000m
抗风能力：	
等候天气	36 m/s
保全设备	47.8 m/s
起放井架	≤ 8.3 m/s

底座主要参数	
钻台高度	12m
有效高度	10m
钻台面积	13m × 13.8m
立根容量 $\phi 127$ (5in) 钻杆	430 柱
转盘最大载荷	9000kN
额定立根载荷	4320kN



2.2.3 大承载能力的游吊设备

游吊承载能力为 6750kN 和 9000kN 的重型天车、游车、大钩、吊环及承载能力为 6750kN、耐压 52MPa 的水龙头，均采用耐低温材料，能够适应 -40°C 工作环境要求。

- 天车——最大承载能力 9000kN，滑轮数 8 个，滑轮直径 $\phi 1829$ ；
- 游车——最大承载能力 9000kN，滑轮数 7 个，滑轮直径 $\phi 1829$ ；
- 大钩——最大承载能力 9000kN；
- 吊环——最大承载能力 9000kN，长度 4.88m；
- 水龙头——最大承载能力 6750kN，中心管直径 $\phi 102\text{mm}$ ，工作压力 52MPa，最高转速 300r/min。



9000kN 游车



9000kN 大钩



SL675 水龙头



DG900 大钩

2.2.4 F-2200HL 高压钻井泵

F-2200HL 高压钻井泵在满足特深井钻井及高压喷射钻井工艺要求的同时，其装拆和维修方便性明显优于国外同级别的柱塞式钻井泵。同时该钻井泵采用缸套内外表面冷却技术，使缸套、活塞的寿命明显提高。

- F-2200HL 高压钻井泵采用新型“L 形”液力端、立式吸入空气包等技术，提高了钻井泵承压能力及吸入性能；
- F-2200HL 高压钻井泵采用的缸套活塞优于柱塞盘根；
- F-2200HL 高压钻井泵采用的新型阀总成在高压条件下性能可靠、使用寿命长；
- F-2200HL 高压钻井泵采用的空气包气囊使用寿命加长。

F-2200HL 高压钻井泵的主要技术参数	
额定输入功率	2200hp
最高压力	52MPa
额定冲次	105r/min
最大排量	77.65L/s



F-2200HL 钻井泵

2.2.5 ZP495 转盘及转盘驱动装置

ZP495 转盘及驱动的主要技术参数	
最大静载荷	9000kN
通孔直径	1257.3 mm
最高转速	300r/min
最大工作扭矩	66000N · m
电机功率	800kW

- 承载能力大，传扭能力强；
- 转盘驱动箱为两档设计，可满足不同工况的钻井需要；
- 转盘惯刹采用气控盘式静液制动，响应速度快。



ZP495 转盘

2.2.6 交流变频电控系统

- 多电机运转同步控制及大功率能耗制动控制技术综合应用；
- 控制系统与电机输出特性的合理匹配保证了钻机的综合性能；
- 具有各种逻辑、互锁、安全保护功能；
- 采用智能一体化仪表控制技术；
- 具有主电机与小电机组合的自动送钻功能。



交流变频电控系统



9000kN 顶驱

2.2.7 9000kN 顶部驱动装置

2008 年 4 月 26 日至 2009 年 5 月 28 日, DQ120BSC 顶驱装置在四川仪陇地区龙岗 36 井完成了试验任务, 完钻井深 6956m, 顶驱使用可靠, 完全满足现场需求。

9000kN 顶部驱动装置主要技术参数：

最大载荷	9000kN (1000t)
转速范围	0 ~ 180 r/min
工作扭矩 (连续)	85kN · m (62000lbf ft)
最大卸扣扭矩	135kN · m (99000lbf ft)
背钳夹持范围	87 ~ 216mm (2 ⁷ / ₈ ~ 6 ⁵ / ₈ in)
中心管通孔直径	102mm (4in)
本体有效高度	6.5m (21.3ft)

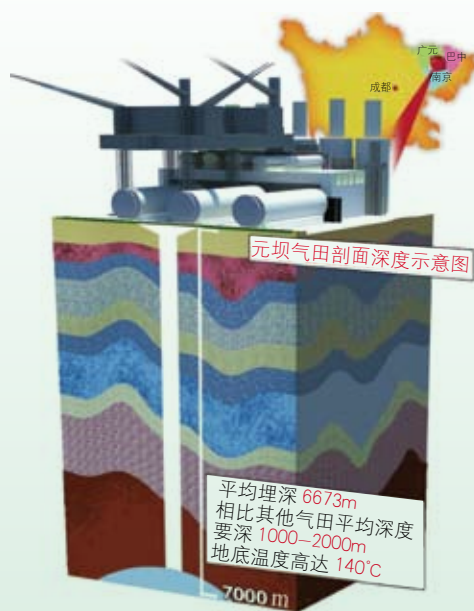
3

应用案例

2007 年起，中国石油 3 套 12000m 钻机相继服务于元坝气田。其中首台 12000m 钻机承担四川盆地川西坳陷孝泉构造国内第一口海相超深科学探索井，完钻井深为 7560m，在经历了冬夏自然环境与复杂地质条件和“5.12”汶川大地震的考验，钻机所有设备运转正常。该钻机钻穿陆相地层钻入海相地层，创出了川西地区一系列高新指标，在欠平衡施工井段(4671 ~ 5431.7m)，纯钻进时间为 837.75h，平均机械钻速达到每小时 1.02m，比常规钻井平均机械钻速提高了 30%。

2011 年 9 月利用钻机在四川盆地发现了我国埋藏最深的大型海相气田——元坝气田。元坝气田第一期探明天然气地质储量 $1592.53 \times 10^8 \text{m}^3$ ，这是迄今为止我国埋藏最深的海相大气田，气田深度超过 7000m。

12000m 特深井钻探装备的成功研制极大地提升了中国石油钻探装备在国际市场的竞争力。部分配套设备已应用于海洋深水钻井平台钻机模块上。



4 科研装备

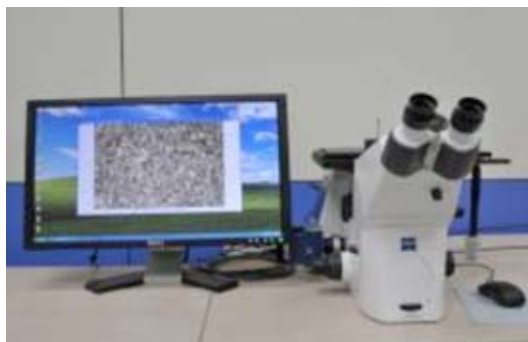
12000m 特深井钻探装备研发制造环境优越，试验装备先进。以中国石油宝鸡石油机械有限责任公司为依托建立“国家油气钻井装备工程技术研究中心”。



依托资质



钻井泵试验台架



金相显微镜



2000t 级提升设备拉力试验装置

5

资质与标准

5.1 资质

拥有 15 大类 67 项产品获得美国石油学会 API 会标使用权，是国际上拥有该会标使用权最多的企业。



5.2 标准

拥有两个国家标准化工作部（国家钻机标准化工作部、国家海洋钻采设备标准化工作部），负责制订和修订钻机和海洋钻采设备的国家及行业标准。



制订和修订国家和行业标准 5 项

序号	标准号	标准名称
1	GB/T23505-2009	《石油钻机和修井机》
2	SY/T6724 - 2008	《石油钻机和修井机基本配置》
3	SY/T6726 - 2008	《石油钻机顶部驱动》
4	SY/T6727 - 2008	《石油钻机液压盘式刹车》
5	SY/T5532 - 2009	《石油钻机绞车》

5.3 专利

中国石油万米特深钻机获美国授权发明专利 1 项，中国授权发明专利 3 项，中国授权实用新型专利 20 项。



取得的发明专利

授权项目名称	知识产权类别	国（区）别	授权号
钻井泵缸套内外表面冷却装置 (COOLING DEVICE FOR INTERIOR AND EXTERIOR SURFACES OF A MUD PUMP LINER)	发明专利	美国	11/966,277
石油钻机吊吊系统用铸钢及其制造方法	发明专利	中国	ZL 200710018444.8
钻井泵缸套内外表面冷却装置	发明专利	中国	ZL 200710018524.3
盘式刹车自动补偿间隙的制动钳	发明专利	中国	ZL 200710178675.5

5.4 获得荣誉

中国石油百米特深井钻机获得国家科技进步二等奖，国家自主创新产品证书及中国石油科技进步一等奖等多项奖励和荣誉。



国家科技进步二等奖



中国石油科技进步一等奖



国家自主创新产品证书

6

专家团队



苏义脑 中国工程院院士、博士生导师。中国石油集团钻井工程技术研究院副院长。在定向井丛式井水平井等钻井技术研究与应用方面有较深造诣。在钻井力学、轨道控制和井下工具研究中多项创新成果居国际先进水平，形成体系用于生产效益显著。

电话：010-52781869



王进全 博士，教授级高工。享受国务院特殊津贴专家，高级技术专家。万米钻机项目课题长，钻机总体方案研究及集成创新技术主要完成人之一。制定了项目的总体技术方案和研制路线，审定把关钻机总体及关键部件技术方案。完成与课题相关的论文 2 篇，获专利 2 项。

电话：0917-3462007

Email：wjq@bomco.cn



黄悦华 高级工程师，高级技术专家。万米钻机总体方案研究及集成创新技术主要完成人之一，全面负责项目的日常技术实施及结构件技术把关，创新研究了钻机结构件井架、底座总体方案与结构型式。完成与课题相关的论文 5 篇，获专利 2 项。

电话：0917-3462166

Email：jszxhyh@bomco.cn



贾秉彦 高级工程师，技术专家。万米钻机总体主要设计者，负责钻机总体技术接口和 6000hp 绞车总体设计。完成与课题相关的论文 4 篇，获专利 4 项。
电话：0917-3462205
Email：jszxjby@bomco.cn



蒲容春 高级工程师，技术专家。万米钻机游吊设备总体方案主要制定者，并全面负责高压大功率钻井泵的技术研究。完成与课题相关的论文 5 篇、美国专利 1 项、中国发明专利 1 项和实用新型专利 1 项。
电话：0917-3462168
Email：jszxprc@bomco.cn



武战学 高级工程师，技术专家。完成了万米钻机项目厂内组装试验等技术方案设计和研究任务，获中国发明专利 1 项。
电话：0917-3462850
Email：wuzhx@bomco.cn



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



