

连续管作业机

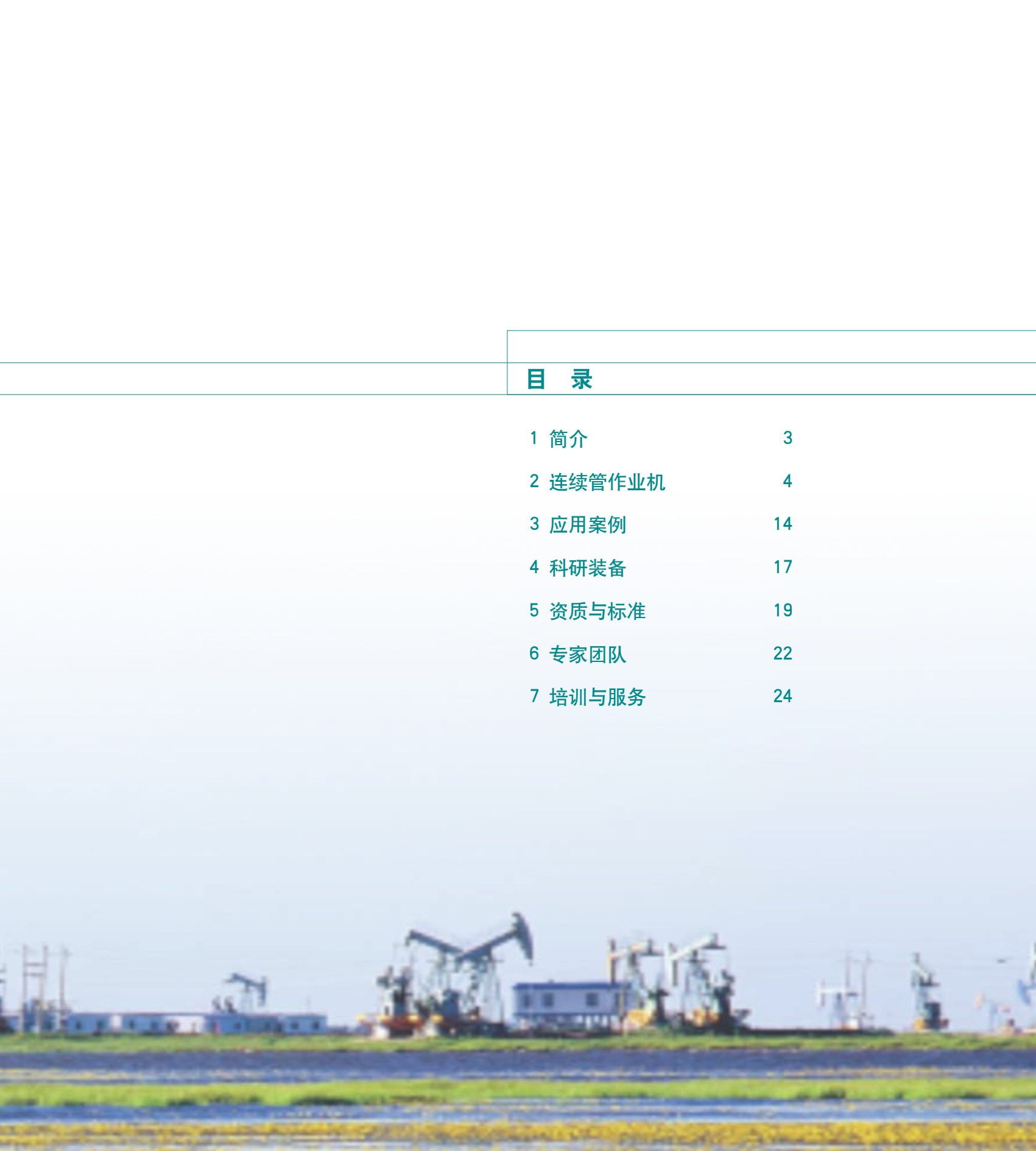
2013 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

连续管作业机，油气开发中的万能机！





目 录

1 简介	3
2 连续管作业机	4
3 应用案例	14
4 科研装备	17
5 资质与标准	19
6 专家团队	22
7 培训与服务	24



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。

连续管作业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

连续油管(Coiled Tubing), 又称为挠性油管, 起源于二次世界大战期间的海底管线工程, 自20世纪60年代初, 连续管作业技术开始在石油工业中应用。现代科学技术的发展, 有力地推动了连续管作业技术的发展与进步。到20世纪90年代, 连续管作业机被誉为“万能作业设备”, 广泛应用于钻井、完井、采油、修井和集输等领域, 全世界在用连续管作业机数量已达到1000多台, 在油气田勘探与开发中发挥着越来越重要的作用。连续管作业技术在我国30多年的应用实践中证明, 采用连续管可对陆上和海上油、气井进行冲砂洗井、酸化、

清蜡、挤注水泥、气举、打捞、钻水泥塞、低速压裂及管线清洗等多种作业。尤其是随着定向井、大位移井数量的不断增加以及小井眼钻井技术的发展, 连续管的优越性越来越明显, 用途也越来越广。

连续管作业机在修井方面主要应用于冲砂洗井、钻磨作业、气举诱喷、打捞、排液、高凝油解堵、清蜡解堵、解冰堵等; 在增产方面主要应用于定点压裂、分层压裂、均匀布酸和拖动酸化等作业; 在钻井方面主要应用于小井眼钻井, 欠平衡钻井和老井加深、侧钻水平井等。



渤海油田



江汉油田



渤海油田



冀东油田



辽河油田



长庆油田



大港油田



西南油气田

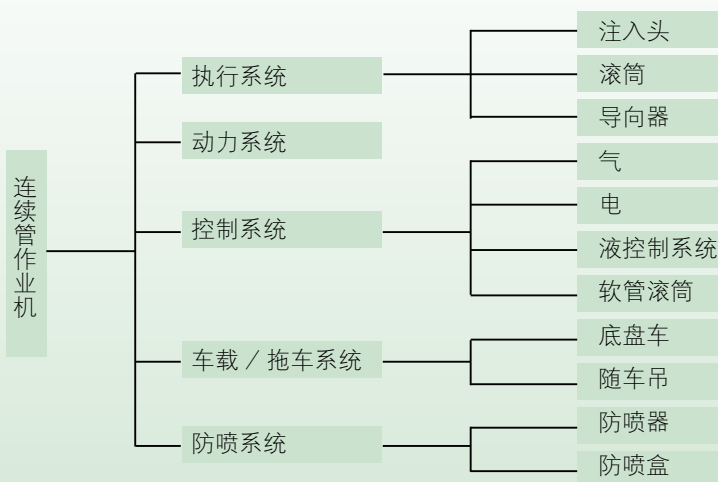
2

连续管作业机

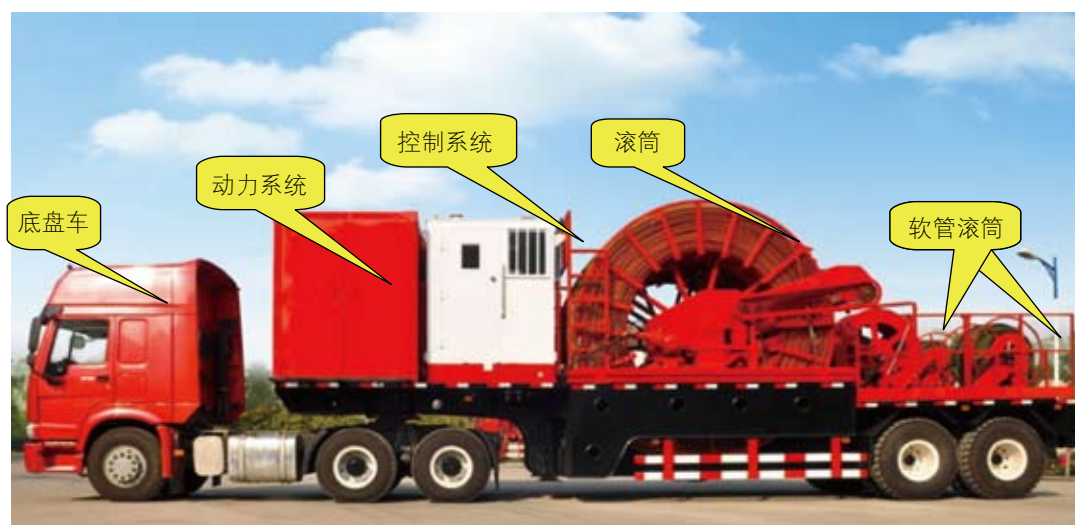
连续油管作业机可以将长达数千米的连续无接头钢管（直径 9 ~ 88.9mm）下入油气井的生产油管内完成特定的修井作业如洗井、打捞、压裂酸化等，或者下入套管内进行测井作业，或者直接进行钻井作业，从井中起出的连续油管直接卷绕在大直径的卷筒上，以便运移。连续油管作业无论从作业操作和采油生产看都比常规螺纹连接油管有很多优点，节省起下油管时间，消除了上卸单根的繁重劳动，可以连续向井下循环修井液、定量定点实施井下修井液的置换和充填，减少油层伤害和作业安全等。与常规技术相比，连续油管技术经济实用且作业效率高，在油气工业中已广泛应用于钻井、完井、测井、采油、修井和集输等作业的各个领域。

20 世纪 80 年代，中国石油开始追踪研发连续管作业机，现已经拥有一大批优秀的科技研发人才、专业的生产制造厂家、完善的售后服务体系和专业化的服务队伍，并建有中国唯一的连续管装备试验室和钻井工程试验室，可以提供质量可靠、性能稳定的连续管作业机和优质的售后服务。

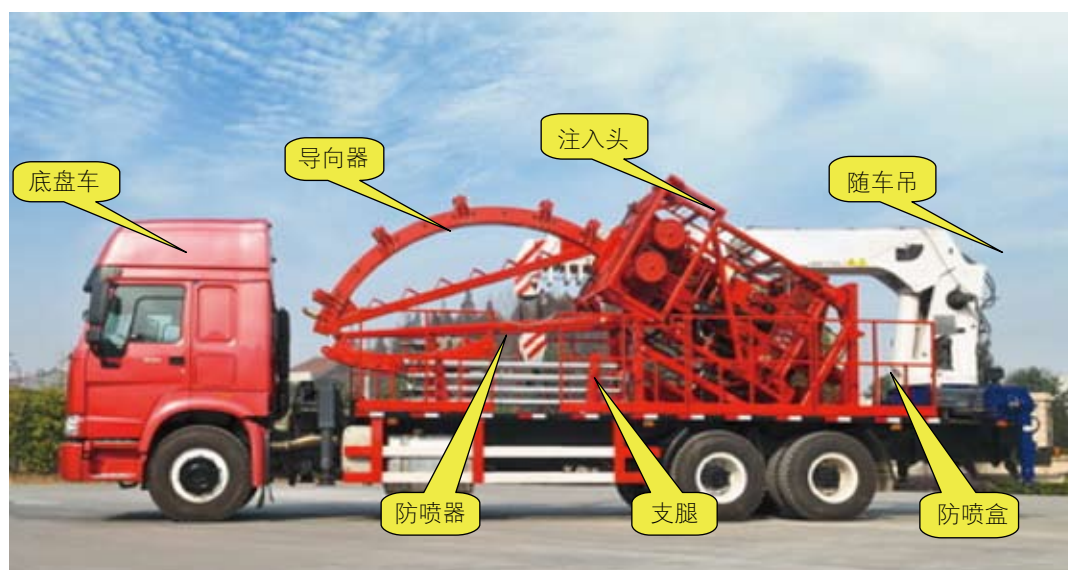
中国石油可研发制造多种型号、多种规格的系列产品，有车装、撬装、拖装、混装等多种运输模式，连续管管径从 9mm 至 73mm，长度从 3500m 至 5000m，最大提升力从 2.5KN 至 580KN，形成了 8 项专利技术，取得了中国发改委特车生产资质，编制了行业标准《连续管作业机》(SYT6761—2009)。



连续管作业机通常由执行系统（注入头、滚筒、导向器）、动力系统、控制系统（气、电、液控制系统和软管滚筒）、车载／拖车系统（底盘车、随车吊）、防喷系统（防喷器和防喷盒）等组成。



两车式连续管作业机主车结构组成



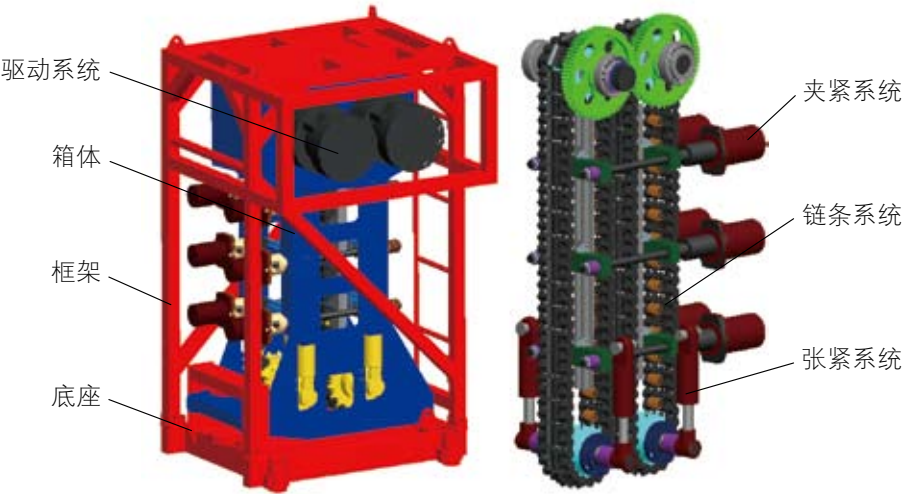
两车式连续管作业机辅车结构组成

2.1 执行系统

2.1.1 注入头

注入头是连续管作业机的关键部件之一，主要用于作业过程中从井筒中起出和下入连续管。主要由驱动系统、箱体、框架、底座、夹紧系统、链条系统、张紧系统、测试系统、防护系统等组成。

注入头工作时由两台同步的可正反向运转的液马达驱动链条，带动夹块夹住连续管上下移动，链条与夹块固定在一起以适应连续管柱的外径。注入头6个液缸通过推板压紧链条以产生起下连续管所需的摩擦力。



注入头

注入头产品系列

型号	最大提升力 (t)	最大注入头 (t)	最起下大速度 (m/min)	适应管径 (in)
ZR30	30	15	60	$\frac{3}{8} \sim \frac{1}{2}$
ZR50	50	25	60	$\frac{3}{8} \sim \frac{1}{2}$
ZR90	90	45	60	$\frac{3}{8} \sim 1$
ZR180	180	90	60	$1 \sim 1 \frac{3}{4}$
ZR270	270	135	60	$1 \sim 2$
ZR360	360	180	55	$1 \sim 2 \frac{3}{8}$
ZR450	450	225	55	$1 \sim 2 \frac{7}{8}$
ZR580	580	290	45	$1 \sim 3 \frac{1}{2}$

2.1.2 导向器

导向器作用是利用弯曲的弧状结构引导管进出注入头，一般设计为折叠式，便于运输，通过支持杆或者液缸支撑安装在注入头框架上。

导向器规格主要有 72in、90in、96in、110in（钻机）。

2.1.3 滚筒

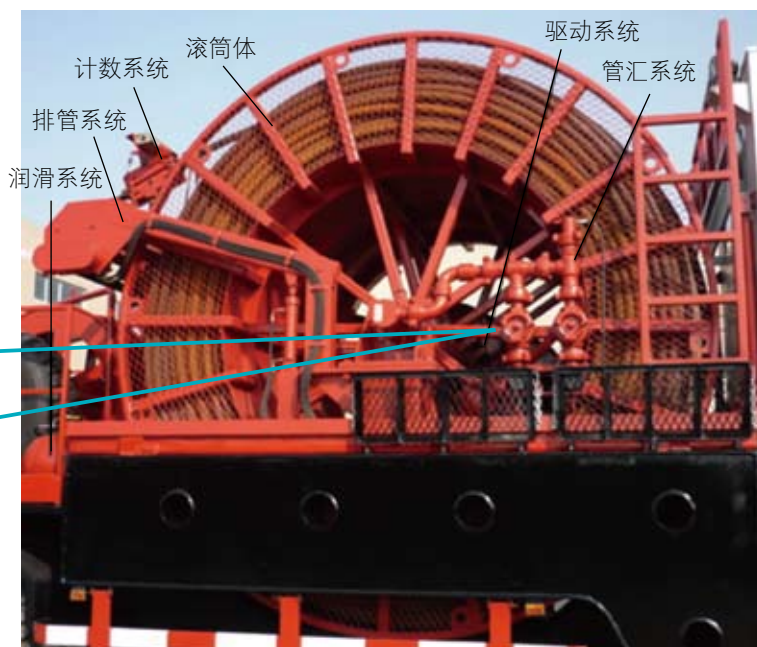
滚筒是连续管作业机的重要部件之一，主要由滚筒体、驱动系统、排管系统、计数系统、润滑系统、管汇系统和润滑系统等组成，它直接决定连续管作业机的运输尺寸和连续管缠绕容量。



110in 导向器示意图



管汇系统



滚筒

滚筒产品系列

型号	CZ135	CZ250	QZ250	TG345	TG435
筒体尺寸 (mm)					
内径	1830	2030	1830	2350	2600
外径	2880	3350	3020	3750	4200
内宽	1660	1720	1720	2450	2450
缠管能力 (m)					
1 1/4in	5500	9600	7000		
1 1/2in	3500	5000	5000		
1 3/4in		4200	3800	7800	
2in		3200	2900	6000	7100
2 3/8in				4500	5200
2 7/8in				2800	3500
3 1/2in					2000
工作压力 (MPa)					
	70/105	70/105	70/105	70	70

2.2 动力系统

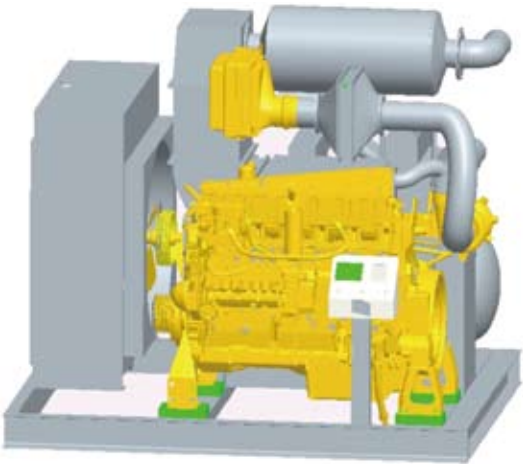
动力系统主要由发动机、分动箱、液压油箱、蓄能器和散热器等组成，其功能是为连续管作业机提供动力。



蓄能器



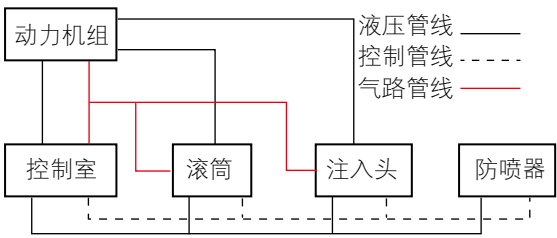
分动箱



发动机

2.3 控制系统

控制系统主要由液压系统、气控系统、电控系统和控制室组成，其中液压控制系统由三条控制回路组成，分别控制注入头、滚筒及各控制元件的运行。连续管作业机的动作运行主要由液压系统控制完成。



控制系统示意图

2.4 车载 / 拖车系统

底盘车由主车和辅车组成，其中主车由牵引车和半挂车组成，辅车由底盘车和随车吊组成。整体设计既能满足油田特种车辆要求，又能满足复杂道路状况和现场作业要求。



主车



牵引车



半挂车



辅车

牵引车主要性能参数：

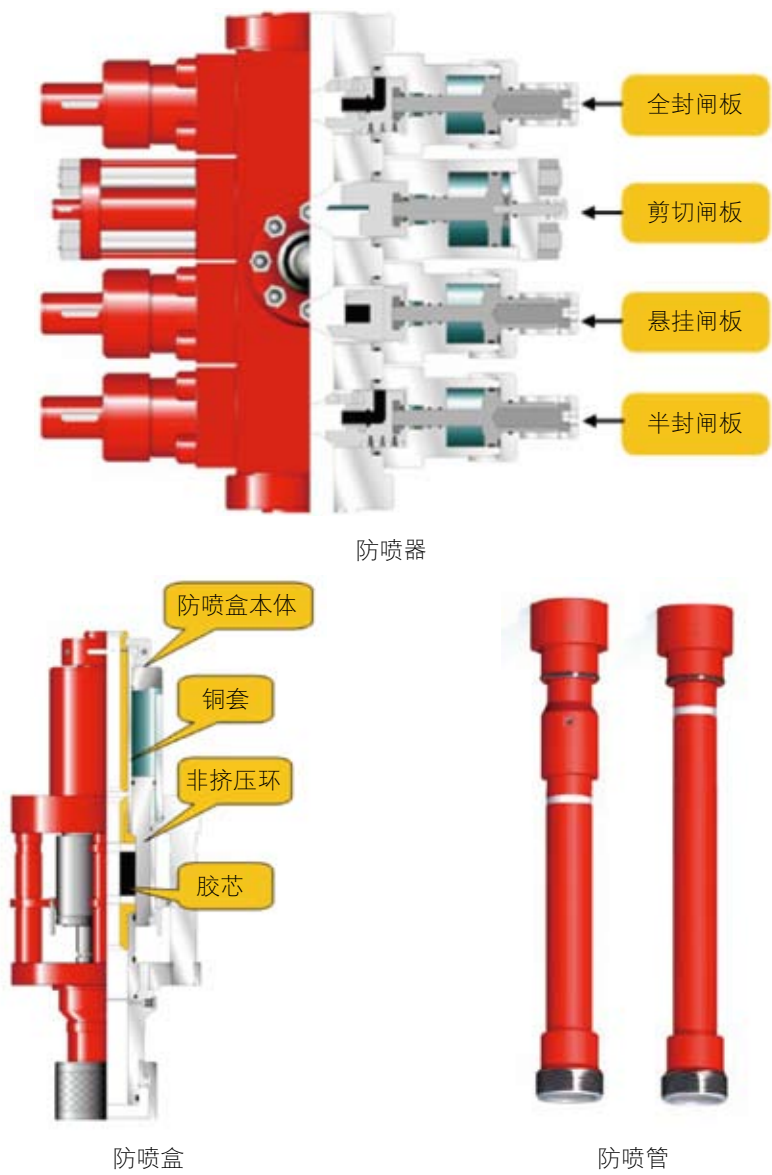
车型：ZZ4257N3247C1/S2WA-5
驱动形式：6×4
整备质量（kg）：9210
总质量（kg）：49000（满载状态、含牵引车、半挂车）
外形尺寸（mm）：6800×2496×3668
轴距／后悬（mm）：3225+1350/725
轮距（mm）：前 2022/ 后 1830
接近角（°）／离去角（°）：16/70
最大牵引质量（kg）：40000

牵引车主要性能参数：

车型：WS9550
半挂车外型尺寸（mm×mm×mm）：
11280×3300×1750
最大承载总质量（kg）：40000
整备质量（kg）：15000
最小离地间隙（mm）：400
轴距（mm）：7611+1350，
轮距（mm）：2240
离去角（°）：35

2.5 防喷系统

防喷系统主要包括防喷器、防喷盒和防喷管，作为油气井的井控设备，其主要作用是在连续管作业机现场作业过程中密封井内压力，防止井喷等事故的发生。



2.6 连续管作业机主要型号与技术参数

连续管作业机型号	注入头最大提升力 (kN)	注入头最大注入力 (kN)	最大提升速度 (m/min)	滚筒容量 (m)	适应连续管最大管径 (mm)	防喷器工作压力 (MPa)	防喷盒工作压力 (MPa)
LZ580/73T	580	290	35	3500	73	70	70
LG360/60T	360	180	45	4500	60.3	70	70
LG360/60F	360	180	60	2300	60.3	70	70
LG360/50	360	180	60	4200	50.8	70	70
LG270/38Q	270	135	60	5000	50.8	70	70
LG180/38	180	90	60	3500	38.1	70	70
LG70/25	70	20	30	2500	25.4	70	20
LG50/19Q	50	15	40	4000	19.05	70	20
LG30/10Q	30	10	40	4500	9.525	35	20

2.7 连续管作业机的技术特点

与同类产品相比，中国石油连续油管作业机具有以下特点和优势：

(1) 整机总体设计配套齐全，结构紧凑，载荷分布均匀，现场作业方便，满足运输条件要求。

(2) 注入头各种规格齐全，可以满足各种连续管作业工况的要求。

(3) 滚筒各种规格齐全，配套完整，可根据运输条件下沉，也可快速更换不同外径的连续管。滚筒速度连续可调，连续管排列均匀、整齐，内外管汇可耐高压达 105MPa。配套压力、流量、测长等各种传感器。

(4) 动力及控制系统采用机—电—液一体化控制技术，使注入头与滚筒能够协同动作。

在井下连续管拖动注入头马达工作时，通过平衡液路实现无冲击、无停顿稳定工作。主要液压元件和控制阀件及仪表均选用国际顶级名牌产品

(5) 控制室集中了整机的操作、控制和作业参数显示、记录。各仪器、仪表、操作控制元件在操作台面板的安装，采用分区、划块布置，使操作、读取参数方便快捷。

(6) 可伸缩支腿设计能适应不同高度的井口。

(7) 配备各种连续管倒管器，能方便地实现不同滚筒之间连续管的倒换。

(8) 配备各种规格的连续管导入装置，解决了连续管导入注入头难题。

3

应用案例

3.1 冲砂解堵

大港油田西 H1 井地质构造为黄骅幼陷北大港区块。垂直井段 838m，最大测深 1546.89m，最大垂深 1168.97m，最大水平位移 523.57m，水平段长度 246.89m，最大狗腿度 $9.29^{\circ}/30\text{m}$ ，最大闭合方位度 $22^{\circ}/10\text{m}$ 。该井出现油层出砂现象，先采用常规方法冲砂洗井解堵，但井砂堵严重且出现井漏，通过多次作业均以失败告

终，于是采用 LG180/38 连续管作业机进行解堵作业，连续管顺利进入水平段的筛管，采用边冲砂边堵漏的工艺，仅仅 3 小时的作业，就完成了冲砂解堵工作。此次作业后，该井日产原油 9.4t，比砂堵前的 6.1t/日的产量高出 3.3t，效果显著。



大港油田西 H1 井冲砂解堵作业

3.2 环空加砂压裂工艺

2011年9月24日—28日，LG360/60T连续管作业机在辽河油田荣72-24-38井用国产连续管开展的连续管双层水力喷射环空加砂压裂作业获得圆满成功。



辽河油田荣72-24-38井水力喷射加砂压裂作业

3.3 钻井作业工艺

2011年11月24日在辽河油田马758C井利用LG360/60T连续管作业机。配合机泵组、固控系统、井控系统进行了钻井施工作业，通过作业达到了摄氏零下20℃ 10m/h的钻进速度。



辽河油田钻井施工作业

3.4 井下油管水力机械切割工艺

青海油田跃 5650 井是一口注水井，由于出砂，井内管柱被砂埋，需切割卡点以上油管，再通过大修恢复该井的注水功能，利用连续管作业机通过水力机械切割工艺实现井深 1190m 处成功切割油管。



青海油田连续管水力切割油管作业

4

科研装备

连续管作业机研发生产，设备齐全、条件优越。



CNPC 钻井工程技术试验基地——连续管装备试验室



专业的设备调试及现场服务团队



设备出厂调试专用的试验井场

5

资质与标准

集多年研发制造，形成一批行业及专业规范，拥有多项知识产权。

5.1 行业标准

SY/T 6761—2009《连续管作业机》。

5.2 API 质量体系认证



5.3 中国船级社质量体系认证



5.4 国家特种车辆生产许可资质



5.5 专利

连续管作业机拥有九项实用新型专利和两项发明专利。

注入头专利

专利涉及的夹持块涂层具有抗磨损耐腐蚀以及耐油污、防蜡防垢的显著特点，具有世界领先水平。



有增磨涂层的连续管



注入头夹持块制备方法专利

防喷系统专利

专利涉及的连续管防喷盒使用了动态密封技术，密封压力高，密封副抗磨抗老化，具有安全可靠的实用性。



连续管防喷盒专利技术

控制系统专利

连续管作业机集成控制装置专利技术：本专利涉及的连续管作业机集成控制装置，能保证连续管作业机安全高效地完成各种指令和复杂工作。



连续管作业机集成控制装置专利技术



连续管双瓣止回阀专利技术

获得的其他连续管作业机工艺工具专利

连续管导入装置专利技术是目前连续管作业机技术领域非常实用的专利技术，专利技术使大直径连续管从滚筒导入注入头变得异常轻松，工作效率提高 3 倍以上，工人劳动强度降低 5 倍，设备作业现场安装成本节约 20% 以上。



连续管导入装置专利



小直径井下注剂气装置悬挂器专利



连续管井下注剂气装置专利

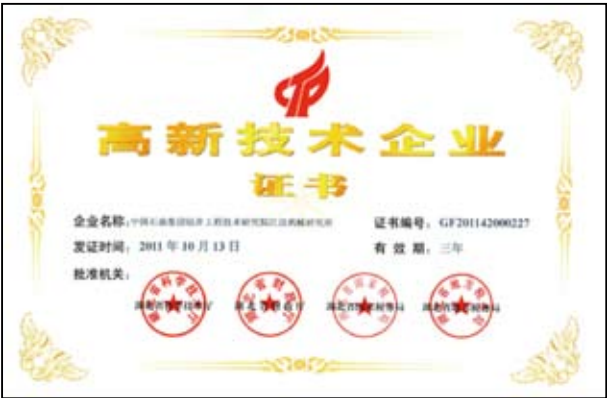


连续管双瓣止回阀专利



连续管内卡瓦连接器专利

5.6 国家高新产品证书



6

专家团队



苏义脑 油气钻井工程专家，中国工程院院士。长期从事钻井工程技术研究与应用，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。
电话：010-83597067
Email：suyinaodri@cnpc.com.cn



钟树德 教授级高级工程师。长期从事石油装备研制与开发的研究。
电话：010-83593364
Email：zhongshude@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。
电话：010-83593364
Email：majiaji@cnpc.com.cn



贺会群 教授级高级工程师。中国石油集团“连续管作业装备与工具研制”首席专家。国家 863 计划课题“连续管技术与装备”课题长。

电话：0716-8121008

Email：hehq@cnpc.com.cn



刘寿军 高级工程师，高级技术专家。从事油田钻修装备的研究工作，对集团公司连续管作业机装备的技术发展有重大贡献，发表《我国钻机井架底座发展趋势》、《连续管作业装置研究与应用》等论文数篇，获得专利数项。

电话：0716-8121016

Email：liusj@cnpc.com.cn



熊革 高级工程师。从事油田钻修装备的研究工作，先后主持 LZ73/580T 连续管钻机、LG60/360T 连续管作业机、CT38 连续管作业机、连续油管井下作业工艺配套工具研究等的研究工作。获得专利数项。

电话：0716-8115694

Email：xiongg@cnpc.com.cn



张三坡 工程师。从事油田油气井口装置的研制工作，从 2005 年开始参与连续管作业装备的研究和生产工作，参与了 LZ73/580T 连续管钻机、LG60/360T 连续管作业机、CT38 连续管作业机等重要装备的研究制造工作，获得个人发明专利一项，合作实用新型专利一项。

电话：0716-8311068

Email：zhangspo@cnpc.com.cn

7

培训与服务

拥有专业的培训服务队伍，针对用户不同需求，制定相应的培训计划，可实现试验室内模拟培训、现场培训的一条龙服务，内容涵盖机械、电气、液压等方面内容。设计制造了连续管作业机模拟系统，软硬件相结合，能够模拟连续管作业机的各种功能动作，可实现加载，

模拟实际现场作业工况，用于实际操作人员的培训，形象生动，直观易懂。

培训后进行专业知识考试，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。



连续管作业机操作培训中心

亚洲唯一的大型连续管作业机室内培训中心，逼真模拟室外现场工况

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。





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



