

[船舶舾装/特种装置]

# 深海半潜式钻井平台钻机配置浅析\*

赵建亭

(708 研究所 上海 200011)

[关键词] 深海; 半潜式平台; 钻机; 双联井架; 交流变频驱动

[摘要] 该文对深海钻井平台钻机配置的新理念进行简要介绍, 并对钻机关键设备钻井绞车、顶驱、泥浆泵等的选型配置进行了分析。

[中图分类号] U664.6 [文献标识码] A [文章编号] 1001-9855(2006)04-0037-09

## Drilling machine configuration on the deep-water semi-submersible drilling platform

Zhao Jianting

**Keywords:** deep-water; semi-submersible platform; drilling machine; dual-derrick; AC frequency-converter driver

**Abstract:** This paper summaries the new concept of drilling machine configuration on deep-water drilling platform, and analyzes the key equipment configuration of drilling machine, such as drilling drawwork, top drive, mud pump etc.

### 1 概述

近年来,随着国际石油与天然气价格持续上涨,海上钻探作业呈迅猛的增长趋势,导致海上钻井装备供不应求。承包商看好未来的海洋油气钻探市场,纷纷投巨资向深海进军,建造新的海上钻井平台。而半潜式钻井平台性能优良,抗风浪能力强,甲板面积和装载量大,适应的水深范围大,特别适合于深海作业。

由于海上油气勘探开发具有高投入、高技术和高风险的特点,随着钻井平台的不断现代化,其造价及平台的日租费用总体呈增长趋势。现在一条深海半潜式钻井平台的造价在4亿美元左右,最高的达5.5亿美元;目前,作业水深超过2 250 m的半潜式钻井平台平均日租费用已经从21.5万美元上涨到30万美元。

深海半潜式钻井平台所配置钻机设备的依据主要是钻井作业区的海洋环境条件和钻井深度以及业

主的特殊要求等来确定,钻机设备的配置状况是半潜式钻井平台现代化及先进性的重要体现。深海半潜式钻井平台钻机配置关系着平台总体性能和布置方案;双联井架主辅井口作业,采用交流变频电驱动钻机以及高效而先进的钻井绞车、顶驱、泥浆泵等设备为现代深海半潜式钻井平台钻机配置的重要特征。本文对此做些浅述。

### 2 深海钻井新理念

#### 2.1 双联井架主辅井口钻井作业新理念的产生及应用

在深海石油钻井的初期,半潜式钻井平台采用的都是单井口作业系统,即在平台上配置一套钻机用于钻井;但是,对于深海半潜式钻井平台组装、拆卸钻杆及下放、回收水下器具等作业占用钻井作业相当多的时间。因此,钻井工程师们提出了采用两套钻机系统安装于同一条深海钻井平台上的新理念,虽然平台的初投资有所增加,但是对于深海钻井作

\* [收稿日期] 2006-4-12

[作者简介] 赵建亭(1978.10-),男,汉族,山东青州人,助理工程师,主要从事机械设计及研究工作。

业的钻井效率的提高是显著的。在2000年2月交付使用的West Venture半潜式钻井平台上配置了双联井架液压升降型钻机(见图1),双联井架主辅井口作业新理念在工程上得到了成功应用。在2005年3月交付使用的GSF(GlobalSantaFe)公司的Development Driller I & II 第五代深海半潜式钻井平台(见图2)亦配置了主辅井口双联井架作业系统。



图1 West Venture

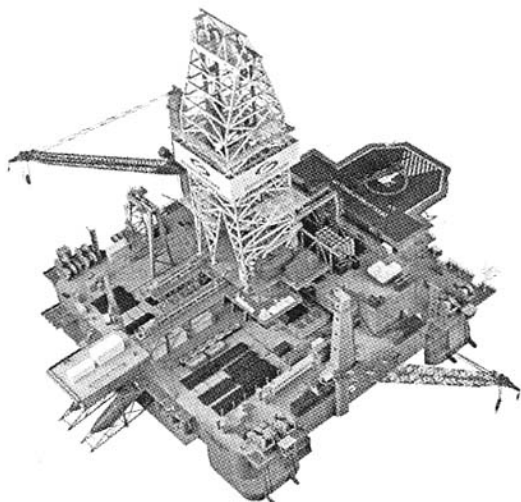


图2 Development Driller

双联井架主辅井口钻井作业在不同的作业工况下它可以节省21%~70%左右的时间。双联井架主辅井口作业是深海半潜式钻井平台钻井作业理念发展的一个里程碑。

双联井架主辅井口钻井作业系统在进行单井作

业时,可以并行组装和拆卸井下组件、钻具和管子立根还可以在开钻表层时下放套管及BOP等。在多井口水下模块作业时可以通过BOP/隔水管同时进行水下作业;主钻机在通过BOP/隔水管进行钻井作业时,辅钻机可以不通过BOP/隔水管进行另一井口的表层钻井和下表层套管作业。经过适当的操作,可以将BOP在水下直接移到下一井口。X-mas 树或其他模块也可以在钻井时同时安装。

## 2.2 井架型式的发展及配置状况

半潜式钻井平台上所用的井架为海洋动态井架,它的主要功用是:安装天车、游车、顶驱、大钩等起升设备,用于下放钻具、套管、隔水管、水下器具及靠放立根等。

井架的发展是以适应钻井承包商的要求而不断发展的,先期的钻井作业的水深不是很深,井架多为塔式,随着钻井作业水深的加大及钻井深度的提高,为了在井架内排放更多的钻具,必须增大井架二层台的宽度,井架由原先的塔式转变为酒瓶式;深海钻井的日成本是非常巨大的,为了降低成本,就要求不断地采用创新的工艺方法来提高钻井作业的效率。在20世纪末,海洋钻井工程人员提出了双联井架钻井系统的理念,即在同一平台上配备两套钻井系统。

现在深海半潜式钻井平台基本上都配置了双联井架,井架的外形是多种多样的,井架在平台上的布置位置有尾部、中央、中央偏左或偏右等多种方案,但以中央居多。现在深海半潜式钻井平台既有单井架的配置,亦有双联井架的配置,如上世纪末本世纪初建造的Bingo 9000系列的“Eiric Raude/Leiv Eiriksson”半潜式钻井平台就配置了单井架系统,如图3所示;但是对于本世纪初新开工建造的深海半潜式钻井平台基本上都配置双联井架。2004年7月在韩国大宇造船海洋公司玉浦造船厂竣工的BP公司的“BP THUNDER HORSE”号石油勘探平台上配置了双联井架,如图4所示。

深海半潜式钻井平台的井架的底脚尺寸及型式已经具有很大的自由度,需要根据业主及钻井工艺的要求而量身定做。双联井架已是当今深海半潜式钻井平台的一个特别明显的标志。因此,对于即将设计及建造的深海半潜式钻井平台均应配置双联井架及相应的双井口作业系统。

## 2.3 井架大钩提升载荷能力分析

钻机的配置中井架的载荷能力是一个非常重要的参数,井架的静载荷又称为大钩载荷,对于深海半



图3 Eirik Raude/Leiv Eiriksson

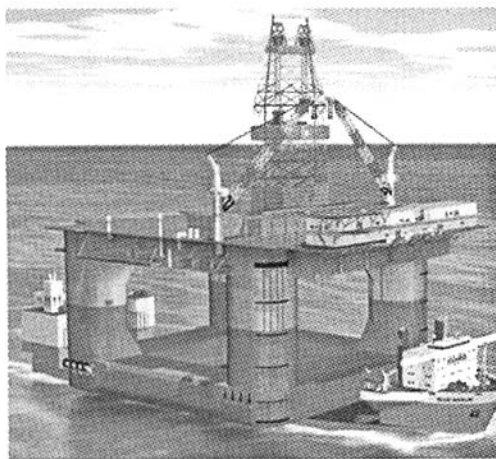


图4 BP Thunder horse

潜式钻井平台的大钩载荷的确定不只是考虑钻柱的重量,还应考虑水下器具的重量及下放的套管柱的重量。因为对于深海9 000~11 000 m深度的钻杆柱的重量约在320~360 t之间。而深海半潜式钻井平台水下器具的重量有干重与在水中的湿重之分,干重用于平台的甲板可变载荷用,湿重用于核算大钩的提升载荷及隔水管张紧系统的张紧能力。对于深海半潜式钻井平台使用的BOP与LMRP干重达到363 t之多,湿重亦达232 t之多;外包浮力材料的隔水管的干重达到2 700 t,湿重达266 t之多。所以,水下器具在水下的湿重至少要到500 t以上;若浮力材料减少,水下器具的湿重还会相应地增加。

目前深海半潜式钻井平台对于双联井架主辅井口作业系统,主井口的大钩提升能力一般配置为2 000 kips(907.2 t)。辅井口由于只进行钻具的组装、拆卸,组装套管和钻表层井口使用,而不用下

放、回收水下器具,所以,辅井口的井架大钩提升能力一般配置为1 000 kips(453.6 t)。

### 3 适应钻井新理念的钻机设备

#### 3.1 交流变频电驱动钻机的广泛应用

交流变频调速电驱动钻机是最新发展起来的一种先进的电驱动石油钻机,它在满足石油钻井工艺要求方面具有现用机械驱动钻机和直流电驱动钻机无可比拟的优越性能。这种钻机的核心技术就是采用了交流变频调速技术,是现代高新技术与石油钻井机械的结合,具有强大的生命力,是当代钻机的发展及应用趋势。

钻井绞车、转盘、顶驱和泥浆泵作为石油钻机的四大关键设备目前都已经实现了交流变频控制。

#### 3.2 钻井绞车的发展及应用现状

钻井绞车是半潜式钻井平台钻机设备中的关键设备,其主要功能是起下钻具、套管、隔水管、水下器具及悬持全部钻具和钻头等。钻井绞车的起升能力是钻井平台的重要标志性的参数,也是其它相关钻井设备配置的参照依据。

随着海洋石油的钻探和开采向深水推进,对钻井绞车的提升能力和钻深能力提出了更大的要求。

海洋石油钻机在20世纪80年代末90年代初,所配备钻机绞车功率最高约为2 206 kW(3 000 hp),1998年建造完工Trans-ocean公司的Discoverer Enterprise钻井船上应用了两组Emsco EHV约3 678 kW(5 000 hp)的钻井绞车,2005年交付使用的GSF(Global Santa Fe)公司的Development Driller I & II配备了5 075 kW(6 900 hp)和3 383 kW(4 600 hp)两组National-Oilwell公司的主动补偿绞车。

目前,世界上比较知名的钻井绞车供应商有National-Oilwell和Varco两家公司,对于深海半潜式钻井平台所需配置的钻井绞车功率至少要2 206 kW(3 000 hp)以上,国内对应用于深水的钻井绞车没有生产供应的能力,钻井绞车必须依靠国外公司配套。

Varco公司起升系统中的ADS(Automated Drawwork System)系列代表了Varco公司钻井绞车的发展水平,Varco公司生产的ADS系列绞车如表1所示。ADS系列绞典型特性与规格比较如表2所示。能够适用于深海半潜式钻井平台的钻井绞

车有 2 206 kW(3 000 hp)、3 310 kW(4 500 hp)和 5) 和 E-3000(E-3000UDBE)(见图 6)三种型号,如表 4 413 kW(6 000 hp)三种。  
National-Oilwell 公司适用于钻井深度 9 000 m 3 所示。

表 1 Varco 公司 ADS 系列钻井绞车

序号	型 号	功率 kW(hp)	马达数量	刹车	刹车数量	齿轮箱	齿轮箱数量	卷 筒
1	ADS-10S	1 103 (1 500)	1	36"	1	GB15	1	27/30×55
2	ADS-10S	1 103 (1 500)	1	36"	1	GB15	1	27/30×55
3	ADS-10T	1 103 (1 500)	1+1	36"	1	GB15	1	27/30×55
4	ADS-20SD	1 103 (1 500)	1+1	36"	1	GB15	1	27/30×55
5	ADS-10D	1 471/2 206 (2 000/3 000)	2	36"	2	GB15	2	32/42×60/71
6	ADS-10T	2 206 (3 000)	2+1	36"	2	GB15	2	32/42×71
7	ADS-30D	2 206 (3 000)	2	48"	1	GB30	1	40/42×84
8	ADS-30D	2 206 (3 000)	2	36"	2	GB30	1	40/42×84
9	ADS-30D	2 206 (3 000)	2	48"	2	GB30	2	40/42×84
10	ADS-30T	3 310 (4 500)	3	48"	2	GB30	2	44/48×84
11	ADS-30Q	4 413 (6 000)	4	48"	2	GB30	2	48/63×84

表 2 ADS 典型特性与规格比较表

型 号	ADS-10S	ADS-10D	ADS-30T	ADS-30Q
功率 kW(hp)	1 103(1 500)	2 206(3 000)	3 310(4 500)	4 413(6 000)
卷筒尺寸 mm(in)	762×1 397 (30×55)	914.4×1 803.4 (36×71)	1 117.6×2 133.6 (44×84)	1 270×2 489.2 (50×98)
绳数	81 012	101 214	121 416	121 416
最大扭矩时 大钩载荷 lbs	530 000 643 000 750 000	1 075 000 1 255 000 1 425 000	1 600 000 1 820 000 2 025 000	2 020 000 2 300 000 2 550 000
底撬尺寸 m(ft)	3.048×4.8768 (10×16)	3.048×7.9248 (10×26)	3.6576×7.9248 (12×26)	3.696×9.144 (12×30)
重量 t(lbs)	24.948(55 000)	43.092(95 000)	72.576(160 000)	80.7408(178 000)

表 3 National-Oilwell 公司钻井绞车

型号	功率 kW(hp)	马达数量	额定钻井深度 ft(m)	卷筒尺寸 in(mm)	主要尺寸 L×B×H(mm)	重量 lbs(kg)
E-3000	2 237.1 (3 000)	3	3 000 (9 144)	36×62 (914×1 575)	7 696×5 467×2 996	82 000 (37 195)
E-3000UDBE	2 237.1 (3 000)	3	3 000 (9 144)	36×62 (914×1 575)	7 696×5 467×2 996	82 000 (37 195)
2040-UDBE	2 982.8 (4 000)	4	20 000~40 000 (6 096~12 192)	42×72 (1 066×1 829)	9 728×7 290×3 419	118 500 (53 751)

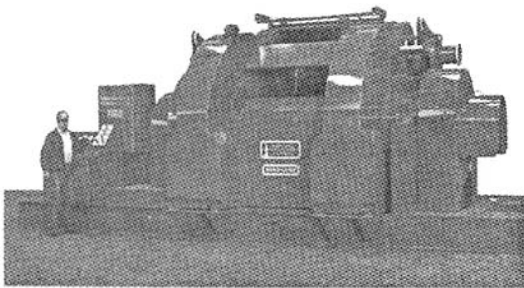


图5 2040-UDBE 钻井绞车



图6 E-3000 钻井绞车

3.3 主动补偿钻井绞车的产生及应用

主动补偿绞车(AHD-Active Heave Drawwork)是浮式钻井装置钻机的一项重要革新,主动补偿绞车除具有传统绞车的提升功能外,还具有主动补偿浮式钻井装置的升沉运动对钻柱的影响的功能。

随着海洋油气钻探的发展,National-Oilwell 公司突破了传统的钻柱运动补偿概念将钻柱补偿功能通过绞车的控制来实现。主动补偿绞车集成了控制和机械方面的最新技术,使用主动补偿绞车可以省去钻柱运动补偿器。此外,绞车刹车所产生的能量重新利用并反馈给钻井电控系统,提高了钻井效率,比

传统钻井绞车的应用范围更为广泛。

National-Oilwell 公司的主动补偿绞车(见图 7)是钻井工业领域独创的设计,它重新确立了补偿精度和工作范围的标准,增大了钻井平台的操作范围,AHD 钻井绞车主要技术规格如表 4 所示。

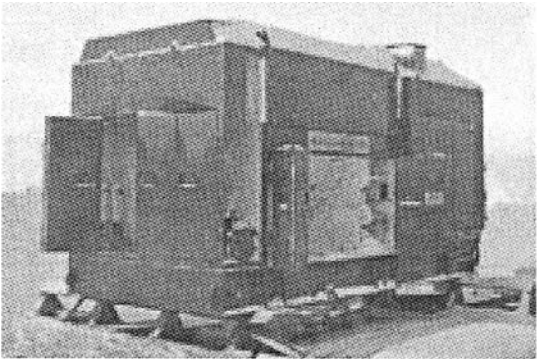


图7 AHD 钻井绞车

主动补偿绞车能够完成以下的工作：

- (1)传统钻井绞车操作：钻井和起下钻；
- (2)自动送钻；
- (3)绞车全负载下主动升沉补偿；
- (4)主动补偿下放重载 BOP 和隔水管。

主动补偿绞车与传统的绞车相比较的主要特点如表 5 所示。

AHD 钻井绞车为新产生并且得到成功应用的钻井绞车。虽然现在深水半潜式钻井平台上也配置有传统的钻井绞车,但是AHD 钻井绞车应该是当代半潜式钻井平台钻机设备配置的一个非常特殊的标志,它不失为新建深水半潜式钻井平台钻机设备中钻井绞车配置的最优选择。

表 4 National-Oilwell 公司 AHD 钻井绞车主要技术规格

规格	功率kW(hp)	马达参数	起升能力(sh. tons)	重量(sh. tons)
I	1 715(2 300)	功率:857.6 kW(1 150 hp) 过载:140% 型号:GEB22A2 或相同	275 375	60~96,根据不同配置有所不同:
II	2 572(3 450)		375 500	
III	3 430(4 600)		500 650	
IV	5 145(6 900)		7 501 000	

注:其它规格可按用户所需不同而配置

表5 National-Oilwell 公司AHD 钻井绞车主要特点

序号	主要特点	备 注
1	工作适应性强	承载能力强,适于天气范围广,钻井成本低。
2	升沉补偿精确	更好的钻井性能,更低的钻井成本。
3	重量轻	提高甲板载荷能力,降低钻井和初投资成本。
4	变频调速	能快速起下钻及起下BOP和隔水管,降低钻井成本。
5	独立模块单元	易于安装,易于维护,初投资成本低。
6	配备全套相关设备	PLC控制板,运动参照单元,马达冷却风机,刹车。

3.4 转盘的发展及应用现状

转盘和顶驱是钻井装置旋转系统的组成部分。正常钻井工况下,由顶驱带动钻具旋转进行钻井作业,转盘作为备用,并在下放水下器具、正常起下钻作业和处理井内钻井事故中悬持钻具和管柱。

转盘的通径及额定的静载荷能力是转盘的主要参数,也是钻机设备配置中的一个重要参数。对于海上石油钻井转盘的通径,应能够使隔水管顺利通过转盘的中心孔,随着钻井作业水深的加大,为了降低隔水管柱的重量,隔水管的外侧多采用浮力材料,浮力材料的外径达到914.4~1 346 mm(36~53 in),这样就要求转盘的通径越来越大,对于深水半潜式钻井平台转盘的通径已经达到1 537 mm( $60\frac{1}{2}$  in),额定静载荷达到1 135 t。National-Oilwell 公司转盘主要技术参数如表6所示。

对于当代深海半潜式钻井平台的转盘的配置有三种不同的配置方案。若是平台配制单井架作业系

统的状况下转盘的通径已经达到153 mm( $60\frac{1}{2}$  in)。平台配制配置双联井架作业系统的状况下,或者配置两套通径1 538 mm( $60\frac{1}{2}$  in)的转盘(例如West Venture号);或者配置通径1 538 mm( $60\frac{1}{2}$  in)及通径1 257 mm( $49\frac{1}{2}$  in)的转盘(例如Development Driller号)。

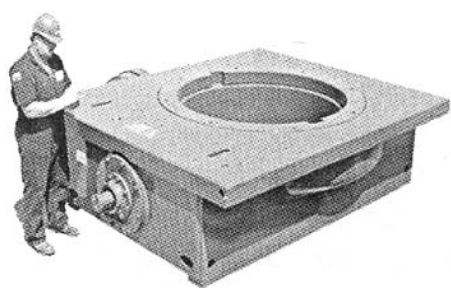


图8 转盘

表6 National-Oilwell 公司转盘主要技术参数表

型号	C-175-S	C-175-L	C-205	C-275	D-375	D-495	D-605
最大开口直径 in(mm)	$17\frac{1}{2}$ (445)	$17\frac{1}{2}$ (445)	$20\frac{1}{2}$ (521)	$27\frac{1}{2}$ (699)	$37\frac{1}{2}$ (953)	$49\frac{1}{2}$ (1 257)	$60\frac{1}{2}$ (1 538)
静载荷 tons(tones)	250 (227)	250 (227)	350 (318)	500 (454)	650 (590)	800 (726)	1 250 (1 135)
最大推荐转盘转速 r/min	500	500	400	400	350	300	150
齿轮速比	3.16	3.16	3.14	3.16	3.60	3.93	4.76
重量 lb.(kg)	6 602 (2 994)	6 848 (3 106)	9 208 (4 176)	11 230 (5 093)	13 140 (5 959)	24 157 (10 955)	40 000 (18 144)

### 3.5 顶驱的发展及应用现状

顶部驱动技术是钻机问世以来的几项重大变革之一。自1981年12月美国Varco-BJ公司研制的顶部驱动系统(Top Drive System)投入使用以来,顶驱逐渐被世界石油钻井行业广泛采用。由于TDS具有比常规转盘提高20%~30%的钻井效率,安装维护简单、操作安全方便,可避免大多数井内卡钻事故的发生以及特别适应于定向钻井和水平钻井等特点。所以,目前海上钻井平台几乎全部配备了顶驱。

继美国Varco-BJ公司之后,挪威的Maritime Hydraulic公司、法国的ACB-Bretfor公司和Trinten公司、美国的National-Oilwell公司、加拿大的Canrig公司和Tesco公司等都研制顶驱。但就技术和使用情况来说,Varco公司的顶驱还是一直处于行业的领先地位的。对于深海半潜式钻井平台,绝大多数采用Varco公司的顶驱。Varco公司的顶驱产品主要技术参数比较表如表7-1、7-2所示。

表 7-1 Varco 公司顶驱主要参数表

Features	TDS-4H, TDS-4S				TDS-6S	TDS-4A
Application:	All offshore Rigs, Barges and Large Land Rigs				Large Offshore Rigs	Jack-ups, Platforms, Barges and Land Rigs
Motor:	GE 752 Series or Shunt Hi-Torque DC Motor, 1130 HP					GE GEB-IDS AC Motor, 1150 HP
API Hoisting Capacity:	650 or 750 ton				750 ton	500 ton
Dolly Sizing: (setback x spacing) <sup>1</sup>	Swing / Non-Swing	Retract / Non-Retract		101"x 108"Retract or Non-Retract	Guide track setback 41"	
	30 x 72	91 x 108				
	32 x 72					
	39 x 66					
	48 x 62					
Pipe Handler:	PH-85 (85,000 lbs. ft. torque)					PH-75d (75,000 lbs. ft. torque)
Drill Pipe Sizes:	3 1/2" to 6 5/8" (4 5/8" to 8 1/4" OD Tool Joint)				3 1/2" to 6 5/8" (4 5/8" to 8 1/4" OD Tool Joint)	3 1/2" to 6 5/8" (4" to 8 1/2" OD Tool Joint)
Stack Up Height:	TDS-4H: 26.2 ft. (7.9 m) <sup>2</sup>		TDS-4S: 20.8 ft. (6.3 m)		23.0 ft. (7.0 m)	22.8 ft. (6.9 m)
System Output:	Series		Shunt		Shunt	
Torque (lbs. ft.)	Hi	Lo	Hi	Lo		
Continuous	32,500	50,900	29,640	46,380		
Intermittent	43,400	67,800	39,500	61,800		
Maximum RPM	190	120	205	130		
					195	173

表 7-2 Varco 公司顶驱主要参数表(续)

Features	TDS-8SA	TDS-10SA	TDS-11SA	TDS-1000
Application:	All offshore Rigs, Large Land Rigs	Medium and Small Land Rigs, Platform Rigs, Jack-Ups, Portable Applications		All Offshore Rigs, Large Land Rigs
Motor:	GE GEB-20A1 AC Motor, 1150 HP	Reliance Electric AC Motor, 350 HP	Reliance Electric Dual AC Motor, 2 x 400 HP	GE Continuous Duty 1130 HPAC, 1150 HPAC, 1500 HPAC
API Hoisting Capacity:	750 ton	250 ton	500 ton	1000 ton
Dolly Sizing: (setback x spacing)	Swing / Non-Swing	21.5" Guide Track Setback	30" or 33 3/4" Guide Track Setback	Swing / Non-Swing
	Retract / Non-Retract			Retract / Non-Retract
	39 x 66 48 x 62			48 x 62 101 x 108
Pipe Handler:	PH-100 (100,000 lbs. ft. torque)	PH-55 (55,000 lbs. ft. torque)	PH-75(75,000 lbs. ft. torque)	PH-100 (100,000 lbs. ft. torque)
Drill Pipe Sizes:	3 1/2" to 6 5/8" (4" to 8 5/8" OD Tool Joint)	2-7/8" to 5" (4" to 6 5/8" OD Tool Joint)	3 1/2" to 6 5/8" (4" to 8 1/2" OD Tool Joint)	3-1/2" to 6-5/8" (4" to 8-5/8" OD Tool Joint)
Stack Up Height:	20.8 ft. (6.3 m)	15.3 ft. (4.7 m)	18 ft. (5.4 m)	22 ft. (6.7 m)
System Output:				
Torque (lbs. ft.)				
Continuous	63,000		37,500	
Intermittent	94,000		55,000	
Maximum RPM	270		228	

国内虽然对顶驱进行了研发并成功地在地钻机上使用,但对于深海半潜式钻井平台所需配置的顶驱还不能满足要求。由表可以看出,对应用于深海半潜式钻井平台上的 1 000 t 提升能力的顶驱只有 TDS-1000 可以选择;对于配置双联井架作业系统的平台除 TDS-1000 作为主顶驱外,IDS-4A 和 TDS-11SA 是辅顶驱的配置选择。

### 3.6 泥浆泵的发展及应用现状

对于深海半潜式钻井平台,泥浆泵是泥浆设备中的最为关键的设备,泥浆泵选用配置决定着泥浆系统其它辅助设备的选用。

在深海半潜式钻井平台上,交流变频驱动的泥浆泵已经完全取代了直流电驱动的泥浆泵。

由于井下双动力钻具和强动力钻具的出现以及深井、高压喷射钻井的需要,1 471 kW~1 839 kW (2 000 hp~2 500 hp)的大功率泥浆泵以及工作压力 34.5 MPa(5 000 lbf/in<sup>2</sup>)和 51.7 MPa(7 500 lbf/in<sup>2</sup>)的泥浆泵在深井和超深井的钻机上已配套使用。现在深海半潜式钻井平台上配置的泥浆泵基本上都为 1 618 kW(2 200 hp)的。图 9 所示为 National-Oilwell 公司的深海半潜式钻井平台用 14-P-220 三缸泥浆泵,表 8 所示为此泥浆泵的主要参数。

National-Oilwell 公司在本世纪初成功开发出了新一代的泥浆泵——HEX 泥浆泵(图 10),此种泥浆泵有两台交流变频驱动电机驱动,采用六个缸套,与传统三缸泥浆泵相比具有输出流量稳定、超高压、超高流量、尺寸小等特点。HEX 泥浆泵目前已经在

平台上配置了十几台,它代表了未来泥浆泵的发展趋势。

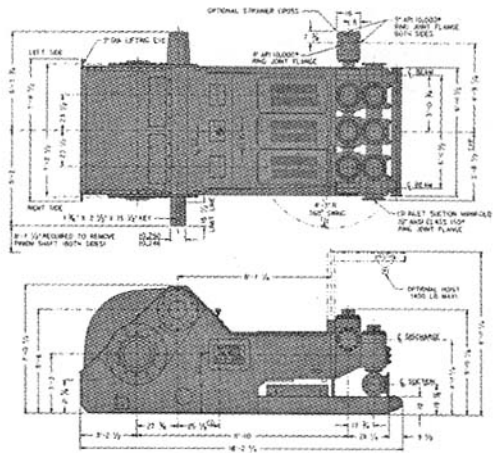


图 9 14-P-220 三缸泥浆泵

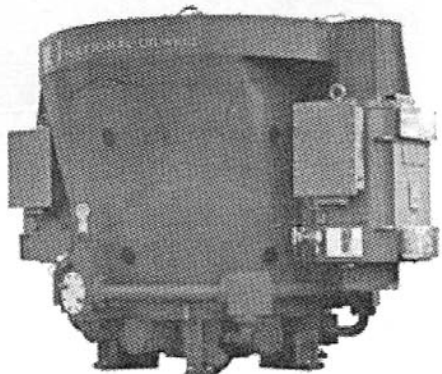


图 10 HEX 泥浆泵

表 8 14-P-200 泥浆泵参数表

14-P-220 Performance Data										
Stroke, in.(mm): 14 (356) . . . Gear ratio: 3.969 . . . Rated input: 2200 hp @ 105 spm (1642 kw @ 105 spm)										
Liner size, in.(mm)		9†	8	7½	7	6½	6†	5½†	5†	
		(228.6)	(203.2)	(190.5)	(177.8)	(165.1)	(152.4)	(139.7)	(127.0)	
Maximum discharge pressure - psi (kg/cm²)		2795 (196.5)	3535 (248.5)	4025 (283.0)	4615 (324.5)	5360 (376.8)	6285 (441.9)	7475 (525.5)	7500 (527.3)	
Volume/stroke gal/rev (liters/rev)		11.57 (43.797)	9.14 (34.598)	8.03 (30.397)	7.00 (26.498)	6.03 (22.826)	5.14 (19.457)	4.32 (16.353)	3.57 (13.514)	
Pump speed (spm)	Max. input (hp)	Hydraulic (hp)	Gallons per minute** (Liters per minute**)							
105*	2200*	1980	1215 (4600)	960 (3634)	843 (3191)	735 (2782)	633 (2396)	540 (2044)	454 (1718)	375 (1419)
80	1676	1509	925 (3501)	731 (2767)	643 (2434)	560 (2120)	483 (1828)	411 (1556)	346 (1309)	286 (1082)
60	1257	1131	694 (2627)	548 (2074)	482 (1824)	420 (1590)	362 (1370)	308 (1166)	259 (980)	214 (810)
40	838	754	462 (1748)	366 (1385)	321 (1215)	280 (1060)	241 (912)	206 (780)	173 (654)	143 (541)

\*Rated maximum input horsepower and speed.

\*\*Based on 90% mechanical efficiency and 100% volumetric efficiency.

†9-inch liner requires special liner bushing and liner clamp.

‡Plungers and packing recommended over 6000 psi. Premium modules required over 6000 psi.

\*Rated maximum input horsepower and speed.

\*\*Based on 90% mechanical efficiency and 100% volumetric efficiency.

†9-inch liner requires special liner bushing and liner clamp.

‡Plungers and packing recommended over 6000 psi. Premium modules required over 6000 psi.

现在深海半潜式钻井平台泥浆泵的配置基本上都采用四台 1 618 kW(2 200 hp)的泥浆泵,采取三用一备的方式。两台泥浆泵可以并车从顶驱将泥浆灌入井筒内,由于深水隔水管的通径比较大,长度比较长,从井筒返回的泥浆的环流速度达不到要求,所以在深海隔水管的底部采取用一台泥浆泵加注泥浆,增加隔水管内返流泥浆的回流速度。

## 4 结束语

海上石油和天然气钻井平台的第一个建造高峰期出现在上世纪 70 年代中期,第二个高峰期出现在上世纪 80 年代初,目前已经进入了新一轮高峰期。近年来,世界上取得的重大油气发现大部分在海上,并向深海发展。由于国际油价持续居高不下,承包商看好未来的海上油气钻探市场,于是投巨资建造新型海上钻井平台。而对于建造一条深海半潜式钻井

平台,钻机的配置直接影响到平台的总体性能和布置方案,所以钻机的配置研究必须先行。要对目前世界上钻机的发展进行及时的跟踪,以利于半潜式海洋钻井平台在国内设计建造。本文是作者参与新型多功能半潜式钻井平台课题研究对钻机配置的一点粗浅认识,不当之处在所难免,请予指正! ∞

### [参考文献]

- [1] Lars Munch-Segaard. Offshore Drilling Experience With Dual Derrick Operations
- [2] 廖漠圣. 21 世纪初世界海洋石油钻采设备展望[J]. 中国海洋平台. 第 13 卷,第 2 期
- [3] 廖漠圣. 海洋油气工业的发展与新一代的移动式钻采平台[J]. 中国海洋平台. 第 17 卷,第 1 期
- [4] 张春阳、杨志康、郭东主编. 石油钻采设备[M]
- [5] 安国亭、卢佩琼编著. 海洋石油开发工艺与设备[M]. 天津大学出版社

## [广告介绍]

### 天津市先导倍尔电气有限公司

天津市先导倍尔电气有限公司是一家以高新技术产业为支柱,正在蓬勃发展中的新型企业。其座落在天津市东丽经济技术开发区,占地 27 000 m<sup>2</sup>,建筑面积 12 000 m<sup>2</sup>。其中厂房 7 000 m<sup>2</sup>,年生产各种电控设备 2 000 余套,年销售额过亿元。公司主要从事交、直流电气传动系统以及自动化控制系统及其装置的研究、设计、开发与生产;船舶及近海工程电控系统的设计、生产、制造、调试;海洋及陆地石油钻井电控系统设计、生产、制造、调试。不但可以独立总承包三电工程项目,而且可为用户设计先进的控制系统并直接提供成套的现代化电控装置。尤其在冶金行业,自主完成从烧结、高炉、炼钢、连铸、无缝钢管到棒、线、板、带等贯穿整个冶金系统多个领域的自动化成套工程。公司成立十几年来,本着“青春、博爱、自由、文明”的企业精神,不懈努力,以过硬的技术和可靠的质量赢得了众多的用户,逐渐成为国内自动化行业中的知名企业。

公司是一个知识、技术密集型企业,拥有多种相关专业

技术人才 120 余人,其中工程师、高级工程师占 80%以上,科研开发力量雄厚。同时,公司还有两个生产车间以及一批优秀的技术工人,一流的加工和检测设备。公司已于 2000 年通过 ISO9001:2000 国际质量体系认证。

先导公司在新技术领域积极开拓,尤其在海上石油钻井、采油的控制领域进行技术改造,打破了海上石油钻井电控装置一直依赖进口的局面,为国家节省了大量的外汇。

站在时代的前列,与世界潮流同步!先导公司坚持“以客户需求为导向”的理念,是托起辉煌明天的基石。

地 址:天津市东丽开发区先锋东路 109 号

邮 编:300300

电 话: +86(0)22 24993840-202,13752350776

传 真: +86(0)22 24990457/24990421

网 址: www.tj-xiandao.com

邮 箱: marine@tj-xiandao.com