

文章编号: 1001-3482(2006)02-0022-03

新型快速移动式直升机钻机的设计理念

苏斯君¹, 许益民², 李树勋³, 刘小虎³

(1. 兰州兰石国民油井工程公司, 甘肃 兰州 730050; 2. 兰石机械工程公司, 甘肃 兰州 730050;
3. 兰州石油机械研究所, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 文章阐述了直升机钻机的设计理念, 分析了直升机吊装技术钻机的结构特点。该钻机在特殊地域的运移性、安全性的设计理念, 对国内钻机配套和设计有一定的启发和借鉴作用。

关键词: 石油钻机; 直升机技术; 快速移动; 设计理念

中图分类号: TE922 01 **文献标识码:** A

The design theory of safety fast-moving heli-drilling rig

SU Si-jun¹, XU Yi-min², LI Shu-xun³, LIU Xiao-hu³

(1. Lanzhou LS-National Oilwell Engineering Co. Ltd., Lanzhou 730050, China;
2. LS Machinery Engineering Co. Ltd., Lanzhou 730050, China;
3. Lanzhou Petroleum Machinery Research Institute, Lanzhou 730050, China)

Abstract: The article expatiates upon design theory of heli-drilling rig and analyses their structural features. The large practice of operation with safety and fast-moving of such rigs in specific regions would afford certain elicitation or inspiration for designing completion and perfection of domestic rigs and can be used for reference in designing and manufacturing similar rigs.

Key words: drilling rig; heli-technology; fast-moving; design theory

直升机钻机项目是美国国民油井公司与兰州兰石国民油井公司共同设计的新型快速移动式石油钻机, 它是能满足用户环境温度较高、湿度大以及高腐蚀地区(如, 沼泽、热带雨林)等复杂区域钻井的需要, 对钻机进行优化和创新设计的产品。钻机采用美国国民油井公司成熟的直升机吊装技术和经验, 按照模块化、可靠性设计准则, 开发的一种运移性好, 钻井周期时间短的石油钻井设备。

1 直升机钻机的设计理念和结构特点

该钻机是以柴油发电机的交流电作为主电源; 由交流电机驱动单轴绞车, 其驱动方式为 AC—VFD—AC; 绞车主刹车为双盘式液压盘刹车, 辅助刹车为电机能耗制动。泥浆泵的驱动方式为 AC—SCR—DC, 每台泵配1台800 kW 的电机, 钻机配自举式井架和弹弓式底座。

a) 钻机设计满足套管钻井和直升机吊装要

架的起升逐渐减小, 与起升角成线性关系。根据此规律, 合理设计井架的最初安放位置, 可以有效地降低井架起升所需要的快绳拉力, 从而减小起升时井架的整体应力, 增加井架起升的安全性。

参考文献:

- [1] 郭公喜, 王丽华, 张作龙. JJ225/42.5 型井架整体起升时的应力及其测量[J]. 石油机械, 1996, 24(7): 32-35.
- [2] 薛继军, 郭谊民. CAE 技术在井架设计中的应用[J]. 应用力学学报, 2004, 21(1): 134-138.

收稿日期: 2005-10-30

作者简介: 苏斯君(1973-), 男, 甘肃兰州人, 工程师, 1997年毕业于甘肃工业大学, 主要从事陆地、海洋石油工程设备的配套方案和钻井设备的工程项目管理工作。

求。按照直升机吊装要求, 对主要吊装模块, 例如, 井架、底座、绞车和泥浆泵等, 从质量、拆卸、吊装位置加以控制, 运移性要好。

b) 钻机主体, 包括井架、底座和安装在其上部的相关部件, 具有横向和纵向移动的能力, 最大移动距离为 6 m, 可移动钻井。

c) 钻机的设计和制造符合 API、IEEE 规范以及环保和职业安全标准。

1.1 钻机基本技术参数

名义钻井深度(4 ¹ / ₂ 英寸钻杆)	3 500~5 000 m
最大钩载	3 500 kN
最大钻柱质量	180 t
提升绳系	12 绳, 6×7
钻井钢丝绳尺寸	1 ³ / ₈ 英寸/φ35 mm
绞车输入功率	1102.5 kW
泥浆泵数量和功率	5 台×588 kW
井架有效高度	45 m
钻台高度	7.5 m

1.2 钻机的设计和结构特点

1.2.1 井架的起升和结构设计特点

a) 采用适用于直升机搬运的自举式井架, 井架高度为 45 m (147 英尺), 配有适合直升机搬运的吊耳。因为直升机最大吊装质量为 10×10^3 kg, 所以井架上各单元质量均不能大于 10×10^3 kg。

b) 井架各段为销联接, 便于井场施工时的拆卸、安装。井架后支座安装有一套水平调节装置, 不需要千斤顶和垫片辅助安装, 就可以对正井口中心。在司钻侧的井架大腿上安装有死绳固定器, 不占用钻台面积。

c) 井架下段在钻台面上水平安装, 井架上段水平套装在井架下段中, 用销子将天车安装在井架上段, 用绞车通过钻井钢丝绳, 将井架下段(套装有井架上段和天车) 提放到与钻台垂直的位置。井架第 2 段可以在钻台上水平调整, 然后用销子联接到井架上段底端, 再用绞车将该段提升出井架下段; 其他各段依照以上步骤, 逐步提升。

d) 一套可调节的二层台。可安装在井架上 3 个不同位置处, 平台包括从梯子进入的梯台、三边走道(铺金属隔栅板, 周边为 1.22 m (4 英尺) 高的护栏) 和正面金属板封闭墙。进入二层台的攀爬梯子设计都符合职业健康安全标准。

1.2.2 直升机钻机底座的结构和设计特点

a) 采用“弹弓式”底座, 结构简单紧凑, 并实现

了井架低位安装。在满足可靠性设计和直升机吊装的基础上, 首先在结构设计方面考虑了拼接方式, 以减少本身的质量。再对结构中的关键区域, 采用高强度钢, 进一步使底座总质量减轻, 使每个结构单元的质量能保证直升机吊装和搬运。

b) 滑移系统是该钻机的一个重要组成部分, 以实现钻机主体的横向、纵向移动。该滑移系统已用于海洋平台和自举式井架。它采用 4 个大型支承垫(每个带有滚子), 并在钻机 4 个角处安装了举升和推进油缸。滑移系统的动力由液压系统来提供, 可以轻易地从前后转向 90° 到两边运动。该系统先将钻机轻微举起, 然后按一个 610 mm (24 英寸) 的距离在滚子上一步一步地将钻机移向选择的方向, 最后将钻机坐定到台面上。该步骤需要重复多次, 直到移动完毕。最后, 支承垫保持就位状态, 确保在钻井过程中能够分配额外的载荷。该系统的设计, 使钻机从一个井位移动到另一个井位所消耗的时间, 相对其他移动方式要少得多, 况且不需要其他辅助设备, 这样大大节省了人力、财力。

c) 弹弓式底座上可安装绞车、转盘、钻工房以及所有的铺板, 并均在底座起升前安装就位, 底座起升后, 不需进一步安装。

d) 由于底座按工作单元设计, 各结构的安装和拆卸有能够多次使用的装卸滚柱和定位块, 使底座安装和拆卸工作更快捷、高效。

e) 在底座起升操作期间, 用一个远程控制台来控制, 钻台不需要工作人员操作, 保证了现场安装人员的安全。钻台上的逃生滑道、井架二层台上的逃生装置和带锯齿状安全格栅防滑板, 均满足安全要求。

f) 配有防污染装置, 如在绞车、转盘和立根盒周围配有收集盘, 排放口都接到一个共用出口上, 保护了环境。

1.2.3 直升机运输的绞车

该绞车设计为单轴结构, 采用 2 台 720 kW 的交流电机, 提升速度在 0~1.3 m 内可实现无级变速。绞车滚筒和钻井电机配有编码器, 可用可编程逻辑控制(PLC) 对它们进行矢量控制。绞车为分体式结构, 分为 4 个运输单元, 即滚筒和盘式刹车装置单元、齿轮箱和传动轴单元、润滑油泵和管子单元、2 台电机及附件单元, 各运输单元质量不超过 9×10^3 kg, 方便直升机搬运。

1.2.4 泥浆泵的吊装特点

F800 型泥浆泵由直流电机通过皮带驱动; 每台

泥浆泵可分为3个运输单元,即,电机、传动箱、底座单元;泥浆泵动力端单元;泥浆泵液力端单元,各单元质量控制在 9×10^3 kg之内;均符合直升机吊装载荷要求。

1.2.5 独立驱动的转盘

采用兰州兰石国民油井公司转盘,由1台液压马达驱动,通过法兰和万向轴联接到转盘。在运输时,独立转盘装置可拆卸为转盘和转盘梁,质量接近9 000 kg;液压马达总成和支撑梁,质量接近5 000 kg。2部分均不超过直升机吊装的载荷。

1.2.6 固控系统

按照国际和行业标准设计。为保证操作人员的安全,罐内泥浆槽上设有插板,用户可根据不同工况开启和关闭。考虑到要用直升机吊装运输,每个泥浆罐容积为 31.5 m^3 ,罐体数目增加到了11个,而总的有效容积为 284 m^3 。固控系统的主要设备分别为二联式振动筛和三联式振动筛,均为适合直升机运输而设计的,占用空间小,质量轻(吊装单元质量不超过 8×10^3 kg),可整体吊运。

1.2.7 司钻房和控制系统

司钻控制房为人性化设计,包括PLC、电、液、气控、监视屏及通风系统,具有防潮、防噪/热绝缘、以及耐磨等特点。司钻控制房框架用 $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ 不锈钢焊接,房体用不锈钢制成。司钻控制房顶部和前部装有钢化玻璃窗。前窗和顶窗带有气动刮雨器。

2 直升机钻机的主要设备配置

2.1 游动系统

包括由国民公司制造的分体式天车、钻井钢丝绳和NOV顶驱(分为4个吊装单元,每个单元质量控制在 10×10^3 kg,符合直升机吊装要求)和 315×10^3 kg游车等。

2.2 提升系统

包括直升机吊装井架、底座、绞车、电磁涡流刹车和液压源、液压倒绳机等。配有2台45 kW和1台30 kW电机的液压站,为提升液压小绞车、提升井架和底座的缓冲液缸、液压猫头、钻井倒绳机、转盘和钻机的移动系统。

2.3 旋转系统和循环系统

旋转系统包括带主补心和滚子补心的转盘、转盘独立驱动装置;循环系统由F800型泥浆泵、高压管汇和立管管汇组成。

2.4 电气和控制系统

采用SDI-50型智能钻井仪表系统来测量和显示关键的钻井和泥浆参数。可方便地满足现在和将来的钻井仪表需要。它强调操作的方便,人性化界面,无须特殊的操作培训。这种仪表的通用性和灵活性可保证系统很理想地适用于陆上和海上钻机,分别安装在司钻和钻井泥浆等钻井确定的危险区域。

2.5 井控设备和泥浆固控系统

井控设备包括有BOP系统;泥浆固控系统配有泥浆罐、振动筛、泥浆搅拌机、真空除气器和泥浆补给泵、灌注泵等。

2.6 钻机的其他辅助设备

包括水罐、空气系统和燃油罐等。

3 设计理念和技术经济评价

a) 运用直升机来吊装钻机各部件,采用模块化设计,结构单元紧凑合理,控制了最大件的质量,其拆卸和运移性好。主要部件,如,井架、底座、绞车和泥浆泵均可符合直升机的吊装技术要求。

b) 操作安全、方便、环保。司钻在控制房中操作,控制台上机、电、液仪表完备。

钻机结构件用销子联接,易维护和修换,包括有符合职业安全的栏杆、逃生装置,使操作人员从设施上得到安全保障。在钻机上安装了收集盘等,杜绝了油、水、泥浆的渗漏,保护了环境。

c) 钻机对特殊地形的适应性好,钻机功能配置模块化,配合成熟的直升机技术,降低了操作人员安装、拆卸的工作强度,在一次性投入后,给井队带来较高的综合经济效益。

4 结束语

随着钻井条件越来越恶劣,对钻井安全性、环保性认识的提高和钻机的高效移动性的要求,直升机钻机技术中运用的结构模块化设计,司钻控制系统和钻井仪表远程控制钻井和采用国外成熟的直升机搬运技术,不但符合钻机技术创新的发展方向 and 钻机先进性、可靠性、社会性与经济性的钻机评价指标,对我国钻机在考虑优化钻机结构,提高模块化设计水平,降低安装难度,发展钻机的高效移动性和液压移动技术方面也有重要的借鉴和参考价值。

参考文献:

- [1] 陈如恒. 钻机的模块化设计[J]. 石油矿场机械, 2004, 33(4): 1-9.