

◀ 新产品开发 ▶

LS20H 直升机吊运钻机的研制与开发

潘 浩

(江汉石油管理局第四石油机械厂)

摘要 根据用户的需求, 结合中小型模块钻机的特点, 研制开发了 LS20H 钻机。该钻机最大钩载 1 470 kN, 设计钻井深度 2 000 m, 配置有 1 470 kN 动力水龙头、多节双升桅形井架、模块伸缩式钻台、可拆分式绞车系统、多支点可调节式后台底座。钻机主机用吊运能力为 39.23 kN 的直升机运输, 可分为 22 个模块; 用吊运能力为 117.68 kN 的直升机运输, 可分为 8 个模块。钻机井架结构新颖, 模块分配合理, 模块间的连接力求快速安装和拆卸。应用表明, 该钻机在整个钻井过程中, 各系统一切工作正常。

关键词 直升机吊运钻机 总体方案 系统配置 模块划分

引 言

人们利用直升机可以将钻机吊运到偏远的山地、丛林、岛屿或沙漠腹地等无公路或道路条件不适合地面行驶的油区。进行合理的模块分配, 采用快速高效的连接方式, 可以研制开发出一种新型的直升机吊运钻机。国外生产这类直升机吊运钻机的主要国家有美国、俄罗斯等。例如美国 Parker 钻井公司 1990 年 9 月 ~ 1991 年 1 月间开发设计的 AT-2000E 电驱动钻机, 最大钩载 5 334.82 kN, 使用直径 127 mm 钻杆, 额定钻井深度达 7 163 m, 该钻机可拆装成 50 个质量不超过 3 t 的部件, 用 29.42 kN 的直升机运输。美国另一家公司开发的 HD600 型小井眼钻机, 质量为 13.62 t 用于取芯钻探油、气井, 井径 110 mm, 井深 2 438 m, 用直升机吊运, 适用于运输条件困难、成本高、地址情况不明的边远地区。

笔者研制了一种轻便、安装拆卸快捷的新型直升机吊运钻机, 它通过模块间的不同组合, 可以适合不同吊运能力的直升机。

总体方案及系统配置

1. 总体方案

如图 1 所示, LS20H 钻机是一种高度集成的模块钻机。用户要求整台钻机可以用 39.23 kN 的小

直升机吊运, 也可用 117.68 kN 的大直升机吊运。根据这个要求, 笔者以车载 ZJ20 钻机作为基本机

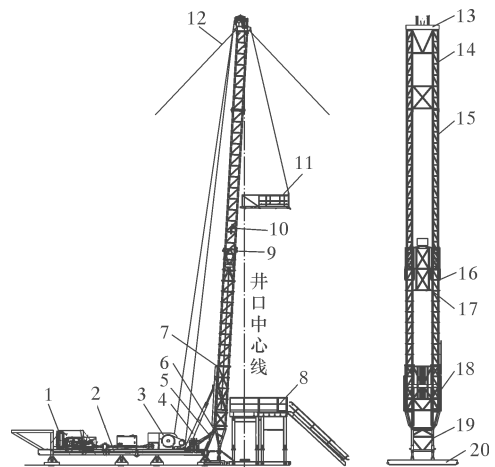


图 1 主机工作状态

1—动力系统; 2—后台底座; 3—绞车系统; 4—起升油缸; 5—井架支撑; 6—液压绞车; 7—提升绳系; 8—前台底座; 9—动滑轮组; 10—定滑轮组; 11—二层台; 12—绷绳总成; 13—天车总成; 14—井架顶节; 15—井架中节; 16—井架下节; 17—中间连接; 18—井架底节; 19—井架底座; 20—井架基础

型, 进行合理模块划分和优化设计。考虑 4 t 的模块较小, 在各个系统设计时, 都按照 4 t 的小模块进行划分, 同时满足 12 t 的模块组合。整台钻机包括多节双升桅形井架, 模块拼装伸缩钻台, 可拆分式绞车, 多支点可调式后台底座, 管汇系统 (井泵、节流、压井。地面管汇), 2 台 596 kW 的中型机泵组, 6 个钻井液罐组成的 120 m³ 钻井液循环系统, 1 470 kN 动力水龙头, 2 台 257 kW 的发电

机组(不同的用户对机泵组、发电机组、循环和净化装置有不同的选择,笔者仅介绍主机)。

主机模块划分见表1。

表1 主机模块划分(每个模块约4 t)

总成名称	模块数量	总成名称	模块数量
井架主体	5	动力及传动系统	2
前台底座主体	3	绞车系统	2
后台底座主体	2	油水箱及底座基础	2
井架、底座附件	2	管汇系统	1
附件(转盘、游车大钩、水龙头、水龙带等)	2	井口工具(吊环、吊卡、卡瓦、钻杆钳等)	1

2. 系统配置及特点

(1) 井架 多节双升桅形井架(见图1),井架主体由2个组合式矩形大腿构成。中间段可伸缩,各段之间用销轴连接。整个井架总成共分为5个吊运模块,天车总成与井架顶节组成1个模块,井架中节与井架下节分别组成2个模块,井架底节与井架底座组成1个模块,二层工作台和绷绳组成1个模块。井架起升用双液压油缸,井架主体的伸缩用双液压小绞车。在组合式矩形大腿内部伸缩。这种井架结构新颖、简单,稳定性好,既不同于常规桅形井架,也不同于常规A形井架^[1]。

特殊二层台固定装置与这种组合式矩形大腿井架配套使用。这种固定装置由2个矩形结构的支撑架、减阻滑轮、钢丝绳、连接耳板等组成。其特点是:2个支撑架分别套在井架中节的2个矩形大腿上,支撑架内侧四周装有减阻滑轮,可相对井架中节滑动。支撑架外侧焊有耳板支撑二层台的2个角,二层台另外2个角焊有挂板,用钢丝绳悬挂在天车座下。

井架锁销装置是专为这种井架设计的,它由锁销块、套筒、连杆、扭转轴、弹簧、导轨、钢丝绳、拉杆、拉销装置组成。其特点是:锁销块处于套筒中,弹簧(拉簧或扭转簧)使锁销块处于常开状态。井架上节没有完全伸出时,锁销沿着导轨滑动,井架伸出到位时,锁销在弹簧力的作用下自动打开,将井架锁住。井架上节需要收回时,操作钻台上的控制手柄,固定在手柄上的钢丝绳将锁销拉回,井架靠自重下落,操作液压小绞车可以控制井架的下放速度。这种技术的优点是,可以在空间较小的情况下达到锁住井架的目的;结构简单,使用方便。

桅形井架的伸缩方式一般有3种:油缸伸缩、主绞车提升、其它动力提升。这种钻机是用2台液

压绞车提升的,属于第3种。如图1所示,2台液压绞车分别安装在井架下体左右侧,利用后台底座上液压控制台中的液压阀件控制井架中节起升和下放的速度。井架伸缩系统由液压小绞车、滑轮组、提升绳系、液压系统等组成。滑轮组有8套滑轮,4套定滑轮安装在井架下体上部,4套动滑轮安装在井架上体下部,2根钢丝绳一头固定在井架底节上端,另一头连接到液压小绞车滚筒上;液压系统由换向阀、多路阀、连接管线、接头等构成。井架的伸出和收回,由同一个操纵阀组控制。

(2) 底座 它分前台底座和后台底座。前台底座就是钻台,为八立柱圆管套装伸缩式,由3个模块组成。上部由转盘区、立根区2个模块组成,下部是基座模块。转盘区安装液压猫头,立根区安装大钳尾绳桩。前台底座四周设置护栏。

后台底座为主机动力、绞车及传动系统的安装平台。后台底座为多支点可调式橇座,它由2个橇座组成,2部分之间用销轴连接。后台底座有4个液压千斤,4个机械千斤,液压千斤用于调整台面高度,机械千斤用于提高橇座的强度和刚度。底座上平面上可以安装钻机的各系统。后底座每一部分为型材焊接的复合截面,主梁为工字梁,工字梁的腹板内外侧均可以焊接钢管卡子,卡子可以固定液、气、电路管线。这些管线沿着腹板布置,不仅对管线有很好的保护作用,而且布置美观、整齐,维修方便。边梁和主纵梁在同一平面内,上面用花纹板铺平,形成一个较大的平台,两侧留有走道,方便钻工在平台行走和维修。用活节螺栓安装固定钻机的各系统的部件,方便快速安装和拆卸。

(3) 主机动力及传动系统 主机动力是1台CAT C18电喷发动机。主滚筒和转盘的驱动共用1台发动机。主滚筒传递路线:发动机→液力传动箱→传动轴→分动箱→传动轴→角传动箱→链条箱→主滚筒;转盘传递路线:分动箱→传动轴→下端链条箱→传动轴→上端链条箱→转盘。角传动箱上的气控推盘离合器实现主滚筒的动力离合,下端链条箱上的气控推盘离合器实现转盘的动力离合。

(4) 绞车系统 它由分动箱、角传动箱、绞车、水刹车及离合器组成。这种可拆分的绞车系统(图2中从AA截面分开)由质量不超过4 t的2个模块组成。将主滚筒离合器从主滚筒轴上移到角传动箱输出轴上,水刹车离合器从主滚筒轴上移到水刹车输入轴上,确保主滚模块和角传动箱、水刹车模块质量不超过4 t。这种设计不仅解决了模块质量问题,而且主滚筒轴上减去2个离合器后,受力

情况改善, 运行更加平稳; 同时由于角传动箱输出轴、水刹车输入轴转速比主滚筒转速高, 传递扭矩小, 可以选用较小型号的离合器, 节约了成本。

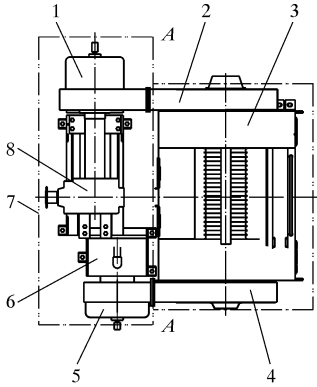


图 2 绞车系统结构

1—绞车离合器; 2—输入链条箱; 3—绞车系统; 4—输出链条箱
5—水刹车离合器; 6—水刹车; 7—底座; 8—角传动箱

(5) 前台底座在保证足够的强度及刚度情况下尽量减轻质量, 以保证最小数量的模块划分, 后台底座设计成高度可调, 适应热带雨林地区作业。

(6) 绞车具有较大的提升能力和钩载储备能力。与常规的绞车结构相比, 离合器减小, 质量减轻, 成本降低, 主滚筒轴受力状况改善; 同时便于实现绞车模块的合理划分。

应用情况及改进措施

2005年 8月, 江汉第四石油机械厂成功试制了 1台 LS20H 钻机, 由澳大利亚 INTERO IL 公司购买, 并在巴布亚新几内亚作业。钻机在颇特摩斯港比配套之后, 装船运输到斯太基, 然后用直升机吊运到丛林进行组装。直升机吊运 8 h 完成, 整机组装 24 h 完成, 整个运输、组装过程顺利。在丛林中钻 1口探井, 用 $\phi 88.9\text{ mm}$ (3 1/2 英寸) 钻杆钻深 3 200 m, 整个钻井过程中, 各系统一切工作正常。

钻机经过潮湿、酷暑等自然环境的考验和直升飞机吊运试验, 设备运转正常、满足钻井工艺的要求, 具有较强的环境适应性和野外自持能力。钻机在性能配备上具有较高的技术含量, 在作业适应性及降低成本方面, 有极强的竞争优势。

从现场使用情况看, LS20H 钻机还有几处需要改进: ① 钻井大钳尾绳桩离井口太近, 影响司钻操作空间, 现场将尾绳桩向外移动 500 mm, 较好解决了这个问题; ② 绞车传动出现局部密封失效和漏油现象, 经过更改密封型式, 彻底解决了漏油问题; ③ 二层台固定装置与井架本体间隙不均匀, 井架伸出和收回时, 二层台运行不协调。最后改为滚轮调节间隙, 彻底解决了此问题。

- 3. 主要技术指标
- 名义钻深 ($\phi 114\text{ mm}$ 钻杆): $1\ 500 \sim 2\ 000\text{ m}^{[2]}$;
- 最大钩载: $1\ 470\text{ kN}$;
- 绞车最大输入功率: 410 kW ;
- 钻井泵台数与功率: $2 \times 596\text{ kW}$;
- 转盘开口直径: 444.5 mm ;
- 动力水龙头型号: XK—15Q
- 井架型式与有效高度 (天车座底平面至钻台面): 多节双升桅形井架, 高 31 m ;
- 钻台高度: 5 m ;
- 钻井液循环系统容积: 120 m^3 ;
- 柴油发电机组台数与功率: $2 \times 257\text{ kW}$;
- 主机模块数量 \times 单个模块质量: $22 \times 4\text{ t}$

LS20H 钻机的特点

(1) 钻机技术性能参数符合最新标准 SY / T5609—2000 主要部件的强度设计、性能试验符合 API 标准规范要求, 安全、环保性能符合 EC、HSE 的标准规范要求。

(2) 钻机是机械驱动模块钻机, 各模块高度集成、合理分配, 每个模块控制在 4 t 以内, 适合山地、丛林、岛屿或沙漠腹地等无公路地区直升机吊运, 或是有公路的地区卡车运输。

(3) 在满足钻井作业的前提下, 多节双升桅形井架充分考虑了其安装、拆卸、吊运方便快捷等问题。

(4) 利用双液压小绞车实现井架的伸出和缩回, 用主机液压源, 操作简单, 控制可靠。

参 考 文 献

- 1 常玉连, 刘玉泉. 钻井井架、底座的设计计算. 北京: 石油工业出版社, 1996: 1~4
- 2 李继志, 陈荣振. 石油钻采机械概论. 山东东营: 石油大学出版社, 2001: 85~86

作者简介: 潘 浩, 高级工程师, 生于 1969 年, 1993 年毕业于江汉石油学院矿机专业, 现从事石油钻采机械及专用车底盘设计工作。地址: (434024) 湖北省荆州市。电话: (0716) 8429052 E-mail: panhao02@126.com.

收稿日期: 2006-06-29

(本文编辑 赵连禄)

designed, which integrates the hydraulic feedback pump and the hollow rod pump. The pump's structure is optimized by maximizing the actual oil output, therefore the diameters of the pump barrels of the feedback pump and the working pump are matched according to the optimum criterion. In order to make the actual oil output maximal with a fixed maximal outside diameter of the pump. Calculation shows that the displacement of the new pump is enhanced to a great extent.

Key words: viscous oil pump, hydraulic feedback, hollow sucker rod, structure optimization

Zhu Lin (*School of Mechanical Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an*), Fu Hongge. **Deep-hole boring of cylinder of logging tool.** *CPM*, 2006, 34(9): 42~45

On the basis of studying the mechanism of the self-excitation vibration and the helix lobes of the cylinder in the well logging tool during deep-hole boring, the influence of the length of the guide pads on the torsion deformation and stability of the boring cutter is analyzed. An experiment on the influence of the guide pads on the vibration and torque in boring is conducted. The result shows that, increasing the length of the guide pads in a certain range may have an active effect on reducing the vibration; while excessive increase of the guide pads length will result in larger torsion deformation of the cutter and more serious torsion vibration. When boring a $\phi 38$ mm hole of 0Cr17Ni4Cu4Nb material, rational length of the guide pads is 20.5 mm or so.

Key words: well logging tool, cylinder machining, deep-hole boring, vibration, helix lobe, experimental research

Liu Quanmei (*SJ Serva Co., Ltd., Jingzhou City, Hubei Province*), Huang Zhijun. **New technique and devices for machining hydraulic anchor seat.** *CPM*, 2006, 34(9): 46~48

In view of the problems in machining the hydraulic anchor seat with the conventional method, the machining technology and corresponding devices are modified. The key points of the machining devices design are given, the clamp and depth control device are designed, and the special cutter is developed. Practice proves the new technique and devices satisfy the machining requirements of the hydraulic anchor seat with satisfactory accuracy and high efficiency.

Key words: hydraulic anchor seat, fine machining of ball-tooth hole, machining efficiency, technical modification

Liu Qinxiang (*RG Petro-Machinery (Group) Co., Ltd., Nanyang City, Henan Province*), Wang Yong, Zhang Xingyong, et al. **Design of TZJ40/2250 trailer-mounted drilling rig.** *CPM*, 2006, 34(9): 49~51

By combining the design features of the mobile drilling rig and the skid-mounted rig, a trailer-mounted drilling rig, Model TZJ40/2250 rig, is developed, in order to reduce operation time and improve the transportation speed. The rig adopts

semi-trailer braking and turning control, and applies hydraulic disc brake and hydraulic gear box to improve the automatization of operation. Application shows that the new rig is characterized by simple and compact structure, safe and reliable operation, convenient transportation and wide use.

Key words: trailer-mounted drilling rig, structural design, application

Yan Yonghong (*Baoji Oilfield Machinery Co., Ltd., Baoji City, Shaanxi Province*), Yang Xiaoyong, Zhuang Mingzhi. **Development and application of a downhole control unit for offshore drilling.** *CPM*, 2006, 34(9): 52~54

To prevent drilling tool collapse and inclination caused by hurricane on platform or to prevent accidents of kick or blowout induced by cement plug leakage within the wellbore, a special downhole tool, the downhole control unit used for offshore drilling of temporary shutdown for hurricane proof is developed. The unit is composed of a 6 $\frac{1}{8}$ " downhole drilling control valve and a 13 $\frac{3}{8}$ " RTTS multifunction packer. Drilling tool is hung in the well to seal the wellbore, by which temporary well abandonment effect is achieved for hurricane proof. Field application shows that its structure is rational, its performance is advanced and technical indexes are satisfied with the requirements of design and operation.

Key words: offshore drilling, downhole control valve, multifunction packer, control

Pan Hao (*SJ Petroleum Machinery Co., Jingzhou City, Hubei Province*). **Research and development of LS20H helicopter transported rig.** *CPM*, 2006, 34(9): 58~60

Based on customers' demands, LS 20H rig is developed in combination with the characteristics of a modular rig. Its maximum hook load is 1470 kN, rated drilling depth is 2 000 m, and it is equipped with a power swivel, a multisection slingshot mast, a modular telescopic drilling floor, a dismantling drawworks system and a multisupport and adjustable back floor substructure. The rig can be divided into 22 modules and transported by a helicopter with 39.23 kN transport capacity, and divided into 8 modules to be transported by a helicopter with a transport capacity of 117.68 kN. Application indicates that the rig works normally during the drilling operation.

Key words: helicopter-transported rig, overall project, systematical arrangement, module dividing

Liu Yun (*Ziyang Steel Pipe Plant, Sichuan Petroleum Administration Bureau, Ziyang City, Sichuan Province*), Peng Chunming, Liu Chengkun. **A new apparatus for internal welding of spiral pipes.** *CPM*, 2006, 34(9): 61~62, 84

Based on the specialty of internal welding process of spiral pipes, a new internal welding apparatus is developed for the spiral pipe welding. The apparatus is composed of a butt-welding tracker, a welding arm, adjustment mechanism