

◀ 新产品开发 ▶

Z₃₀HDB直升机吊运钻机的研制与开发

胡维闯 潘浩 孙元秀

(江汉石油管理局第四石油机械厂)

摘要 在分析 LS₂₀H和 Z₅₀HDB直升机吊运钻机的基础上,设计了 Z₃₀HDB直升机吊运钻机。该钻机在总体方案设计时合理进行了模块划分,优化模块连接。整台钻机由 49 个自重小于 98 kN的吊装模块组成,满足吊运能力为 117.6 kN的直升机吊运要求。该钻机井架结构为 38 m高 K形直立伸缩式,液压油缸整体起升,绞车和顶驱采用交流变频技术,控制方式由气、液、电分开直接控制改为集中逻辑控制,具有动力传递路线简单、功率利用率高、对井场道路适应范围广等特点。

关键词 直升机吊运钻机 模块 研制 性能特点 应用

引言

随着钻井工艺技术的不断提高,每口井的纯钻井时间占整个钻井周期的比例不断下降,而拆卸、移运、安装时间占的比例越来越大。因此,设计一种拆装便捷、移运高效的电驱动模块钻机是当务之急。利用直升机可将钻机吊运到偏远的山地、丛林、沼泽、岛屿或沙漠腹地等无公路或道路条件不适合大型结构件运输的油区。国外生产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月开发设计的 AT-2000E电驱动钻机,用吊运能力 29.4 kN的直升机运输;美国另一家公司开发的 HD600型小井眼钻机,自重为 117.6 kN,用于取心钻探油、气井,适用于运输条件困难、成本高、地理情况不明的边远地区勘探油、气田。Parker钻井公司目前有 7台直升机吊运钻机在世界各油田服务。

我国各油田目前还没有使用直升机吊运钻机,但已有钻机生产厂家研制并出口这种钻机,江汉石油管理局第四石油机械厂 2005年 8月研制出 LS₂₀H直升机吊运轻便型机械驱动钻机,主机由 22个自重不超过 39.2 kN的模块组成,该钻机出口到巴布亚新几内亚,使用情况较好^[1]。兰石国民油井石油工程有限公司 2007年开发的 Z₅₀HDB电驱动直升机吊运钻机,每个模块自重控制在 98 kN以内,该钻机是在 Z₅₀DB模块钻机的基础上

研制而成的^[2]。

Z₃₀HDB直升机吊运钻机性能分析

从国内外钻机现状分析,3 000~4 000 m之间的直升机吊运电驱动模块钻机是一个空白。笔者论述的 Z₃₀HDB直升机吊运电驱动钻机,用吊运能力为 117.6 kN的直升机运输。按照直升机的吊运能力,每个模块自重不超过 98 kN^[3]。钻机结合井场使用和安装条件,在结构、质量、外形尺寸上,充分考虑空运、海运和陆路运输要求,力求安装拆卸简单、快捷、方便。

该钻机与 LS₂₀H直升机钻机相比,在驱动形式上由机械驱动变为电驱动,绞车和顶驱采用交流变频技术,传递路线短,结构简单;在控制方式上,由气、液、电分开直接控制改为集中逻辑控制,实现了操作自动化、智能化,使用简单方便,可靠性高;单个模块自重由 39.2 kN提升到 98 kN,模块结构、功能集成度高,移运更加方便快捷;井架结构型式为 38 m高 K形直立伸缩式(LS₂₀H钻机为 36 m桅形多节双升式),这种井架承受工作载荷时天车的纵向位移小,钻井井眼质量高。该钻机与 Z₅₀HDB电驱动直升机吊运钻机相比,采用液压油缸整体起升式井架,起升方式简单,井架承受的起升载荷小;前台底座为 2节伸缩式,结构简单,安装方便;整台钻机安装、拆卸和移运需要的时间短。

该钻机按照 SY/T5609—1999 标准设计, 对 $\phi 114 \text{ mm}$ ($4\frac{1}{2}$ 英寸) 钻杆来说名义钻井深度 2 500 ~ 3 000 m, 最大钩载 1 700 kN^[4], 绞车最大输入功率 800 kW, 井架高度 38 m, 钻台高度 6 m, 额定驱动载荷 1 580 kN, 转盘为 ZP275。整台钻机由 49 个自重小于 98 kN 的吊装模块组成, 满足吊装能力为 117.6 kN 的直升机吊运要求。

总体方案及系统配置

1. 总体方案

ZBoHDB 钻机是一种高度集成的模块钻机, 其主机工作状态如图 1 所示。在总体方案设计时, 该钻机按照标准 SY/T5609—1999 中的 3 000 m 钻机技术参数设计, 合理划分模块, 优化模块连接。整台钻机包括液压油缸整体举升井架、模块伸缩式钻台、单轴绞车系统、多功能组合液压站、机电一体化控制系统、顶部驱动系统、铁钻工及钻杆移送机构、3 台机械驱动的 F800 钻井泵组、6 个钻井液罐组成的 130 m³ 钻井液循环系统、4 台 545 kW·A 的发电机组等。ZBoHDB 钻机模块划分如表 1 所示。

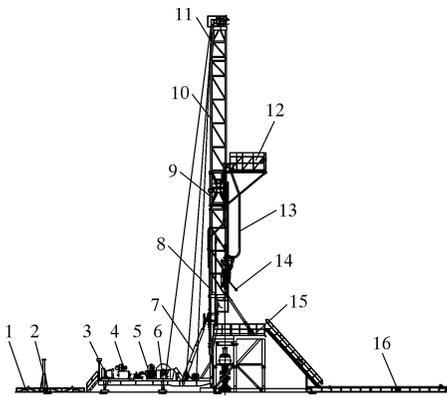


图 1 ZBoHDB 钻机工作状态

- 1—电缆排; 2—井架支撑; 3—后台橇座; 4—组合液压站; 5—绞车系统; 6—支腿垫板; 7—井架举升油缸; 8—井架下节; 9—井架中节; 10—井架上节; 11—井架顶节; 12—二层台; 13—立管系统; 14—顶驱系统; 15—前台底座; 16—猫道滑板

表 1 ZBoHDB 钻机模块划分

序号	总成名称	模块数量
1	井架	7
2	前台底座	5
3	后台底座	5
4	控制系统	6
5	动力及传动系统	10
6	钻井液循环及净化系统	12
7	工具	4
8	合计	49

由于不同的用户对钻机机泵组、发电机组、钻

井液循环和净化装置有不同的选择, 这些系统只要能满足配套要求就可以使用, 而且模块独立性强, 因此笔者仅介绍主机。

2 系统配置及特点

(1) 井架 38 m 高 K 形直立套装井架 (图 1) 主体为 4 节, 顶节和上节用销轴连接组成井架上体, 中节和下节用销轴连接组成井架下体, 井架上体套在井架下体内, 用液压油缸整体举升, 井架竖起后, 用主绞车动力将井架上体提升起来。井架上设置有整体式天车、二层台、立管、吊钳油缸、顶驱导轨和二层台气动小绞车。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^[5]。这种井架结构有如下特点: ①低位安装, 整体起升, 安全可靠; ②各节之间采用标准的销轴连接, 配置有简易轻便的拔销工具, 安装、拆卸方便快捷; ③井架各节前大腿上设有顶驱导轨, 导轨起导向和限位双重作用, 而且结构简单、质量轻; ④井架适合安装整体式顶驱 (游车和顶驱一体), 增大了顶驱的安全运行距离; ⑤天车座采用高强度钢板焊接而成, 减轻了质量, 减小了起升油缸推力。

(2) 底座 底座分前台底座和后台底座。前台底座就是钻台, 为六立柱圆管套装伸缩式, 主体由钻台上体和钻台下体 2 个模块组成。上体由转盘区、立根区组成, 下体为一整体。前台底座两侧设置走道, 走道四周设置护栏, 在右走道上预留了铁钻工的安装孔。在转盘梁的下部, 安装有防喷器移送装置。

后台底座为组合液压站、绞车系统、井架起升油缸、死绳固定器、液压小绞车、液气路阀件和电控箱的安装平台。各部件用活节螺栓固定在底座上, 安装和拆卸方便快捷。后台底座为多支点可调式底座, 底座主梁上安装 4 个液压千斤, 2 个机械千斤, 液压千斤用于调整台面高度, 机械千斤用于提高底座刚度。后台底座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, 方便钻井工人在平台上行走和维修。

(3) 多功能组合液压站 组合液压站由电动机驱动液压站和柴油机驱动液压站 2 套独立系统组成, 安装在后台底座上。电动机驱动液压站在钻机

作业时使用,包括主液压站和盘刹液压站。主液压站驱动井口液压工具,盘刹液压站驱动主滚筒液压盘刹;柴油机驱动液压站用于钻机安装调整和应急,在钻机安装时4个液压千斤和2个井架起升油缸提供动力,钻机作业时如果主液压站有故障,柴油机驱动液压站可作为应急液压源。2套液压站共用1套液压油箱,电动机驱动液压站配置液压油泵组、蓄能器、风冷散热器、溢流阀组、滤清器和控制箱。组合液压站特点如下:①主液压站和柴油机驱动液压站共用1套吸油滤清器和1套回油滤清器;②盘刹液压站的2个油泵共用1套吸油滤清器,单独配置2套回油滤清器。

(4) 绞车系统 绞车为交流变频驱动的单轴绞车,主要由橇座、YJ13Ni交流变频电动机、输入联轴器、减速器、绞车架和液压盘刹系统组成,结构如图2所示。绞车传动路线短,机械效率高,具有如下特点:①主刹车为液压盘式刹车,辅助刹车为能耗制动刹车;②配有主电动机自动送钻系统,可以实现恒钻压和恒钻速自动送钻;③配有过卷防撞装置和电子防撞装置(电控系统集成)2套防撞系统;④配有断电刹车和电控系统故障刹车,防止墩钻。

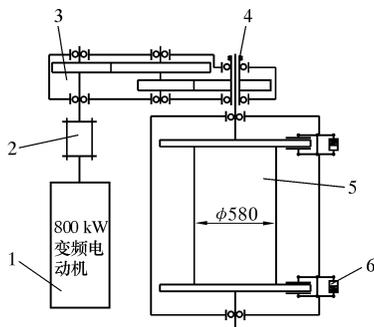


图2 绞车系统结构

1—800 kW电动机; 2—联轴器; 3—减速箱; 4—轴端摩擦盘; 5—绞车架及主滚筒; 6—液压盘刹

(5) 控制系统 控制系统中,三大工作机(绞车、顶驱和钻泵架)的运行进入PLC程序控制,实现功能连锁,提高了整机的安全性和运行可靠性;控制系统的操作集中在司钻房,司钻房内的一体化仪表对钻井各项参数实时监测和显示;2套四画面监视仪可以分别监测主绞车和二层台架子的工作状态。

钻机的吊运和安装

1. 吊运

钻机按照模块分配图的拆卸顺序分解、归类捆

绑后,依据模块的外形尺寸选择长度合适的专用吊索,吊索长度有6、8和10 m 3种,吊索四腿上配置卸扣,卸扣与模块上的吊装耳板连接,穿好安全锁锁紧后就可用直升机吊运。

在设计模块时要注意以下2点:一是模块的正投影面(模块在水平面上的投影)不能太大,依据直升机的吊运能力选择大小,因为较大的投影面影响直升机的起吊能力。二是模块正对运行方向面上(称为正面)不能有盲孔,因为直升机的飞行速度较快,正面承受风阻压力较大,容易将盲孔周围的焊缝撕裂,可以配置工装将盲孔堵上。

2 安装

钻机的动力及传动系统、控制系统共16个模块,安装时先将各模块按照井场布置图摆好,然后连接各个模块之间的电缆和管线。钻井液循环及净化系统12个模块都是独立的罐体,安装时先将罐摆放好,然后用螺栓和气胎将其连接起来。

主机安装时前台下体对井口,井架基础与前台下体连接,此时以井口为中心形成2条垂直的安装基准线,一条线与后台底座中心线重合,另一条与节流压井、放喷管线重合;接着安装前台底座上体、后台底座、组合液压站、绞车系统和井架;最后安装附属设备及作业工具。

ZJ30HDB钻机的特点

(1) 该钻机将特殊性与通用性相结合,不仅适应空运和海运,同时也适应陆运,对井场的适应范围广;

(2) 分组驱动的电驱动钻机,动力传递路线简单,功率利用率高;

(3) 各模块结构高度集成,移运方便,功能高度集成,程序控制,方便可靠;

(4) 整体式顶驱,增大了游车的安全运行距离,而且安装简单、方便;

(5) 使用顶驱、铁钻工和管子处理器,作业自动化程度高,钻井效率高,工人劳动强度低;

(6) 一体化仪表及控制系统,方便司钻对整台钻机运行状态的监测和故障诊断;

(7) 模块间采用标准销连接,利用专用拆销工具就可快速实现模块拆卸。

研制情况及应用前景

江汉石油管理局第四石油机械厂 2006年底完

成了 Z30HDB 钻机的设计, 2007年 8月完成了该钻机的生产试制, 同年 10月该钻机发往伊朗用户, 12月底在井场安装调试完并钻 1口 2 800 m 的油井。在钻井过程中, 绞车减速器运行 400 h后轴头漏油, 拆开发现组装时密封圈没有完全压进沟槽内, 被盖板压破而失效, 更换密封圈后不再漏油。钻机在拆卸、运输过程中发现一些散件不容易归类, 有时很难找到, 可通过在散件上贴标牌或用焊接小链将其与主体连接在一起解决此问题。总体来说, 整个钻井过程比较顺利。

由于该钻机是一种集成度较高的模块钻机, 在设计时考虑了质量和外形尺寸, 不仅适应空运和海运, 同时也适应陆运, 对井场道路的适应范围较广, 有较好的市场前景, 可向山地、丛林、岛屿、沙漠腹地等地理条件复杂的油田推广。国内市场主要有青海油田、新疆油田、四川油田等。国外市场可根据我厂驻国外服务站的信息, 在中东、北美以及大洋州的一些国家和地区对该钻机有较大需求, 俄罗斯的市场潜力更大。

参 考 文 献

[1] 潘 浩 . LS20H 直升机吊运钻机的研制与开发 . 石油机械, 2006, 34 (9): 58—60
 [2] 苏斯君, 许益民, 李树勋, 等 . 新型快速移动式直升机钻机的设计理念 . 石油矿场机械, 2006, 35 (2): 22—24
 [3] 赵秀云 . 直升机外挂吊运技术研究 . 直升机技术, 2001 (4): 1—8
 [4] 李继志, 陈荣振 . 石油钻采机械概论 . 北京: 石油大学出版社, 2001: 85—86
 [5] 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

第一作者简介: 胡维闯, 工程师, 生于 1971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设备的技术服务工作。地址: (434024) 湖北省荆州市。电话: (0716) 8429154

收稿日期: 2008—01—21
 (本文编辑 王刚庆)

◀ 信息广角 ▶

九江石化焦化吸收稳定装置建成投用

中国石化股份公司九江石化分公司重点节能技术改造项目——年产量 100万 t 的延迟焦化装置增建吸收稳定系统, 于近日建成并实现开车一次成功。目前该装置运行平稳, 根据产品分析数据显示, 产品质量合格, 装置的各项工艺指标均满足设计要求, 并达到国内同类型生产装置先进水平。每年可以多回收液化气 2万 t, 年增经济效益达 1亿多元。

九江石化分公司积极应对国际原油价格大幅上涨, 生产成本不断上升的严峻形势, 新建 1套年产量 100万 t 的延迟焦化装置于 2006年 3月 22日建成投产, 成为该厂重要的效益装置之一。随着该厂焦化装置处理量的不断增加, 造成尾气回收不完全、液态烃回收率低、硫化氢分离不彻底, 不仅影响了焦化装置的安全生产, 而且严重影响了装置经济效益, 成为制约装置安全生产和经济效益的“瓶颈”。为提高能源利用率, 利用有限的资源获取最佳综合经济效益, 九江石化分公司积极应用与推广节能降耗新技术、新工艺, 投资 2 000万元增建 1套吸收稳定装置, 提升配套装置降耗增效功能, 努力提高企业的综合加工能力。

该延迟焦化吸收稳定装置主要包括吸收稳定系统和液化气脱硫系统, 采用典型的“吸收→再吸收→解析→稳定”工艺技术流程, 新增吸收塔、脱吸塔、再吸收塔、稳定塔、干气脱硫塔、液化气脱硫塔等塔器设备, 具有能耗低、自动化程度高、运行平稳等特点。投用后, 有效脱除了焦化富气中的硫化氢, 提高焦化装置轻油回收率, 使 C₃、C₄、C₅组分绝大部分被吸收到汽油中去, 使原来混入瓦斯中的干气和液态烃有效分离出来, 减少了“三废”排放, 回收、增产高附加值的液化气产品, 每天可以增产液态烃 60 t, 解决了催化裂化炼油装置在原油二次加工生产过程中的瓶颈制约问题, 实现了节能减排, 推进了能源清洁生产, 取得了较好的节能效果和经济效益。

(汪学峰)

simulation results show that the groove size may not be the main factor for affecting the surface resistance of the groove, but the dimensionless groove clearance s_+ . Under the same flowing condition, the wall face shear force decreases with the decrease of speed at the groove.

Key words: long-distance pipeline; PHOENIX numerical simulation; groove resistance reduction; turbulent boundary layer; peak angle

Zhang Caiying (Southwest Petroleum University, Nanchong City, Sichuan Province), Yang Yingxin, Yan Jing. Analysis of bottom hole geometric information based on reverse technology. CPM, 2008, 36(5): 19-22

The measurement and analysis of craters and bottom-hole pattern is an important link of drilling test and a key means of studying rock-break mechanism and evaluating rock-break efficiency. Geometric features of craters and bottom-hole pattern are described. The principle, function and characteristic of the scanning and analyzing system are introduced. The basic principle of the key techniques of digital measurement and analysis of craters and bottom-hole pattern, including datum plane fitting, edge detection, extracting geometry information, are presented. In the actual application, this system applies various kinds of craters and bottom-hole pattern, and improves measuring accuracy and efficiency.

Key words: reverse technology; crater; bottom-hole; base level matching; boundary identification; geometric information calculation

Liu Xiaoning (Wuhan Polytechnic College of Software and Engineering, Wuhan), Hu Chenhong, Li Qing. Reliability of flat ribbon-wound pressure vessels based on information entropy. CPM, 2008, 36(5): 23-25

Based on information entropy theory that fuzzy entropy is equal to probability entropy, fuzzy variables will be equivalent random variables. For pressure vessel, fuzzy static strength variables will be equivalent random variables, fuzzy bad variables will be equivalent random variables. The fuzzy reliability of static strength of flat ribbon-wound pressure vessels is analyzed under the most severe pressure test condition. The results show that (1) under the most severe barometric pressure test condition, the yield strength fuzzy reliability of flat ribbon-wound pressure vessels is equal to 0.9269 28 and the burst strength fuzzy reliability is equal to 0.9773 9. (2) under the most severe hydraulic pressure test condition, the yield strength fuzzy reliability of flat ribbon-wound pressure vessels is equal to 0.950 53 and the burst strength fuzzy reliability is equal to 0.937 88.

Key words: flat ribbon-wound pressure vessels; fuzzy static strength; fuzzy reliability; pressure test; information

entropy

Hu Weichuang (Sinopec Petroleum Machinery Company, Jianghan Petroleum Administration, Jingzhou City, Hubei Province), Pan Hao, Sun Yuanxi. Development of ZB0HDB helicopter-hanging drill rig. CPM, 2008, 36(5): 33-36

Based on the analysis of LS20H and ZB50HDB helicopter-hanging drill rigs, the ZB0HDB helicopter-hanging drill rig is designed with reasonable module classification and optimized module connection. The whole drill rig consists of 49 hanging modules with self-weight less than 98 kN and can meet the demand of helicopter with hanging capacity of 117.6 kN. The derrick structure is 38 m K-shaped vertical telescopic type with hydraulic oil cylinder wholly lifted. The alternate current and variable frequency technology is used in the hoist and top drive. The controlling method of gas, fluid and electricity is changed from separate direct control to centralized logic control. And it features simple power transmission route, high power utilization rate and wide adaptability range of wellsite road.

Key words: helicopter-hanging drill rig; module; development; feature; application

Gao Guoqiang, Shengli Oil Production Plant, Shengli Oilfield Company, Dongying City, Shandong Province), Meng Xianan, Su Qingxin, et al. Development and application of sand retention tool of electric submersible pump (ESP). CPM, 2008, 36(5): 39-40

For solving the problem of sand production in the formation with ESP operating to bury the ESP or wear the ESP and resulting in abnormal production or short production period, the sand retention tool for ESP is developed. It mainly consists of joint, cup support, sealed cup, inner tube, bush, joint intersection, sand retention tube, outer tube and lower joint. The sand retention tool is installed beneath the ESP and the sealed cup is closely hugged with the inner wall of the casing. Since the trumpet end of the sealed cup faces downward, the sand-carrying fluid can not flow upward from the outside of the sealed cup, but can only enter the inlet channel of the upper outer tube. When the sand-carrying fluid enters the outer tube, the sand is kept off and drops into the lower sand tail pipe. The field application shows that the sand retention tool can prevent sand production.

Key words: ESP sand retention tool; development; ESP production; application

Zhang Dong (School of Mechanical Engineering, Xian Shiyou University, Xian), Peng Yong. The matching analysis of carbon fiber continuous sucker rod and conventional pumping unit. CPM, 2008, 36(5): 41-43, 55

The carbon fiber continuous sucker rod pumping system is