

深井重载直升机吊装钻机的模块化设计*

李文玉

(兰州兰石国民油井石油工程有限公司,甘肃 兰州 730050)

摘要:阐述了1500HP直升机吊装钻机的设计理念和模块化设计、划分的基本原则,分析了钻机总体要求和复合传动方案,介绍了主要系统和设备采用的新技术、新结构,以及吊装模块的划分和设计,分析了吊装吊耳设计理念、工艺、质量控制措施。该钻机是特殊地貌、恶劣环境下进行钻探作业的一种安全、方便的新机型。

关键词:钻机;直升机吊装;复合传动;模块设计

中图分类号: TE922 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2354(2012)08-0069-04

随着全球对石油资源的需求愈来愈大,现有陆地、海洋石油资源已不能满足需求,人们将视线转向那些地域险恶、环境恶劣的山地、沼泽、滩涂、岛屿地带,且不具备公路或火车运输条件的油区。兰州兰石国民油井公司在2006—2008年期间,为澳大利亚 Oil Search Co. Ltd. 公司成功研制了一款用于巴布亚新几内亚热带丛林地带钻井的1500HP直升机吊装钻机。文中主要介绍该钻机直升机吊装模块划分的设计方案和特点。

1 总体要求

钻机名义钻井深度3 500~5 000 m(41/2"钻杆),符合有关GB/T 23505—2009石油钻机和修井机、API和澳大利亚、新西兰电气标准(Australia/New Zealand Standard)等国家、行业和国际标准。

采用的直升机是美国CH-47“支奴干”重型运输直升机,吊装质量为10.8 t。考虑到风阻的影响,将直升机吊装单元的最大质量限制在9 t以内。

钻机模块除方便满足直升机吊装外,同时还要满足巴布亚新几内亚特定海运和崎岖山区公路运输要求。公路最大运输尺寸(长×宽×高)不超过12.2 m×3 m×1.4 m。

满足高温(+55℃)、高湿(相对湿度98%)、多雨(平均年降雨量4 000 mm以上)和高腐环境要求。要求设备模块无论在运转和吊运中都要满足防雨、防潮、防霉变和防蚊虫的要求,这一点要在模块的连接和吊运过程中特别注意。

由于地貌复杂、井场作业面积狭小、起升吊装能力

有限等条件约束,设备模块需满足小型化要求,并具有快速拆装、方便找正的特点。

2 钻机技术特点

整套钻机系统分为两大部分——主钻机和从钻机,实现蛙跳式钻井工艺,即:先由从钻机进行空气钻井,打到一定深度后再由主钻机完成常规钻井。主钻机为常规泥浆钻井,配全套泥浆系统、顶驱及相应动力系统,从钻机配压缩空气系统及相应动力系统。当从钻机完成空气钻井后,将主钻机的泥浆系统、顶驱和动力系统移至从钻机,继续按泥浆钻井形式完成钻井。原来的主钻机配上原从钻机的压缩空气系统后成为从钻机移至新井位开始新的空气钻井作业,从而实现主从钻机的交替。主从钻机在设计制造和调试中,各部件(井架、底座、绞车、泥浆泵、发电机组、VFD房、司钻房)在结构和参数上高度互换。游车采用分体式设计,满足空气钻井作业时钢丝绳通过游车连接体的管孔起升和下放井下工具的需求。

钻机底座四角设有液压滑移装置。该装置设有顶升、推进和旋转油缸,可实现钻机纵向和横向滑移,满足在每个井场完成井间距为6 m的3×3=9口井的打井要求。

根据不同的负载工作特性和直升机运输要求,绞车采用交流变频驱动,钻井泵采用直流驱动,转盘采用液压驱动(与顶驱一体化设计)的复合驱动模式。在很好地满足了钻机使用工况要求的同时,又使设备结构简单,成本降低,极大地提高了钻机整体技术水平和

* 收稿日期:2012-04-27;修订日期:2012-05-31

作者简介:李文玉(1962—),男,山东菏泽人,高级工程师,工学学士,主要从事石油钻采设备的研发工作。

经济性。

采用主电机自动送钻^[1-2],使绞车结构大为简化,大大方便了吊装模块的划分设计。采用 CYBERBASE 控制技术使送钻时电机最小频率有效平稳地控制在 0.1 Hz,提高了送钻精度。钻机采用智能化监测、故障诊断和报警控制技术,提高了钻机的易用性。采用冗余设计理念使主钻机与从钻机之间任意 2 台发电机组可以互换,2 个 VFD 房可以互换,司钻房互换,极大地方便了现场设备的安装和调配。

3 钻机的模块化设计特点

钻机分为主从两大钻机系统。两大钻机系统的主要部机采用相同设计,以方便模块划分和互换。钻机同一系统内尽量采用同一模块吊装设计型式,使吊具统一和互换。在设计和管埋上遵循以系统为主线的划分原则,使各模块的机、电、气、液在设计中尽量自成体系,减少拆装。各模块间的系统连接设有专用接线箱或快速插转柜,尽量减少拆装元件,方便快速拆装和满足密封、防雨、防爆要求。钻机模块划分的基本情况见图 1 和图 2。

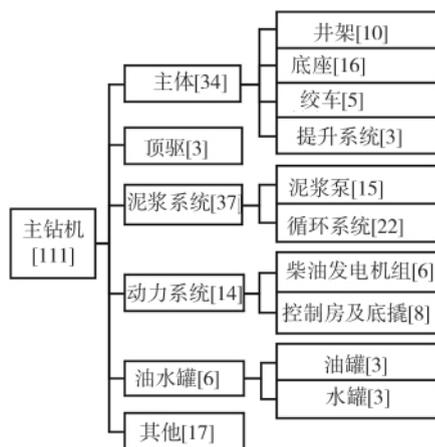


图 1 主钻机模块划分(数字为模块数)

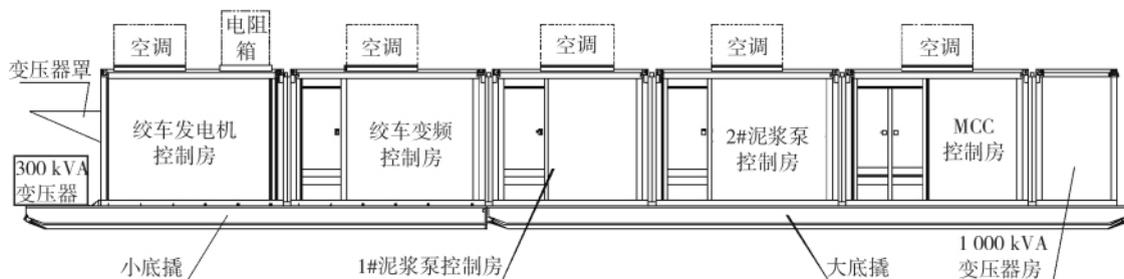


图 4 主钻机电控系统模块划分图

部机设备的设计与选型小型化、独立化。采用套装自举式井架,共分 6 段,每一段即为一个独立吊装模块,与传统 K 型井架相比,减少吊装模块 50%。泥浆

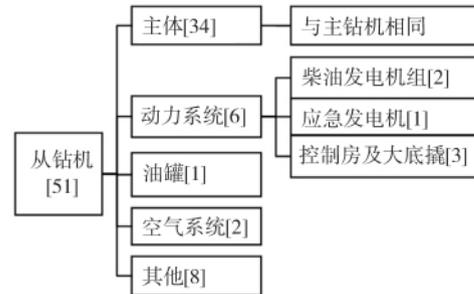


图 2 从钻机模块划分(数字为模块数)

3.1 钻机的模块划分方案

钻机驱动方案选择尽量简化,以方便吊装模块的划分。如前文所述,绞车采用主电机自动送钻的交流变频驱动,使绞车仅需 2 台电机,2 个齿轮箱即可完成驱动^[3];转盘与顶驱一体化设计,转盘驱动装置选用液压马达,与电机驱动相比,结构简化,质量大为减轻。图 3 为绞车吊装模块示意图。

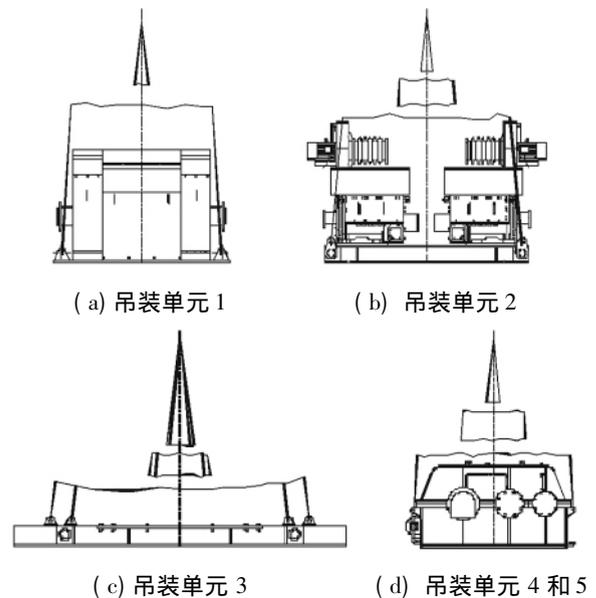


图 3 绞车吊装模块示意图

图 4 是控制房模块划分示意图。

罐设计为 9 个罐,每一个罐分为上下两个单元后即可吊运。选用 5 台 8-P-80 泥浆泵,每一个泥浆泵装置分为 3 个吊运模块,避免将泥浆泵拆的过于零散,造成

现场拆装的困难。选用 Cummins VTA28G5 柴油发电机组,柴油发电机组与房体设计为一个吊装单元。将主钻机动力控制房按各自功能独立的原则分解成 5 个独立单元控制房和 2 个独立大小底撬,大底撬用于放置 SCR#1&2 和 MCC 控制房,小底撬用于放置 VFD 房和绞车 PCH#1 房。从钻机的 VFD 房和绞车 PCH#2 房的底撬同主钻机控制房小底撬采用同一设计,有利于电控房之间的互换。同时控制房与底撬各自设计为一独立模块,在使用中又自成体系方便操作,同时满足公路和海运要求。

3.2 模块间的连接

为满足最大吊运质量 9 t 的模块划分要求,需将钻机大型设备分为若干模块。在满足气候防护的情况下,各个模块间的连接设计做到了快速、简便拆装和找正的现场使用要求。

如绞车和转盘传动装置的各模块间(绞车电机与齿轮箱、齿轮箱与滚筒轴)采用万向球笼连接器;各泥浆罐间采用气胎由壬连接;在泥浆泵大底座上设有拉杆机构和导轨装置。其目的是在泵解体时将动力端更容易地与液力端脱离和回装(见图 5);在动力控制房之间采用 U 型密封式结构(见图 6),每一栋房的连接端头三面均匀分布 $3 \times 3 = 9$ 个垂直式快速夹紧装置,实现快速定位和压紧。在动力控制房的房体接合面处及 U 型槽内侧放置密封橡胶,用于整体绝缘密封,具有装卸快捷、密封性强,符合设计规范中多雨潮湿的恶劣气候要求。

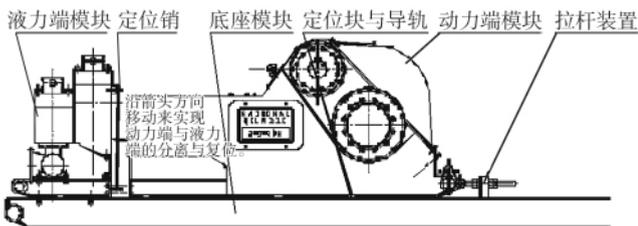


图 5 泥浆泵拉杆机构和导轨装置

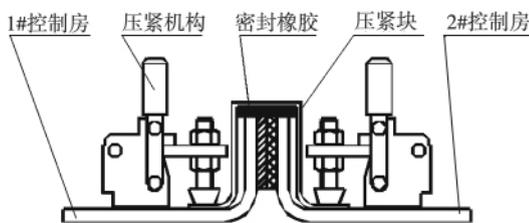


图 6 密封结构示意图

4 吊耳设计和工艺措施

确定每个模块的吊装起吊位置(即吊耳位置)是

至关重要的。要认真计算模块的重心,确保起吊平稳;起吊角度要避免设备任何物体的干扰,特别是在吊运过程中由于直升机吊索较长,遇大风天气时,吊索可能晃动较大,所以吊索与物件的空间应尽可能大。设计中应尽量考虑减小吊运模块的迎风阻力。吊耳位置尽量设置在设备的顶部。如油水罐采用立式吊装,罐体设计为圆柱形,吊耳直接设计在罐体的最上部。吊耳尺寸严格按照业主专用吊具规格系列要求设计。

每个吊耳在焊接前都要制定严格的焊接工艺并经过评定。焊后每道焊缝都要做 100% 磁粉探伤,然后做 1.5 倍拉力试验,再进行 100% 磁粉探伤。每一个吊耳都拥有一个唯一的编号,在制造检查合格后,在吊耳上由质检员打钢印编号和起吊能力。每一个吊耳制造、焊接、试验和检验的全过程均填入公司质量档案并具有唯一可追溯性。图 7 为典型吊耳示意图。

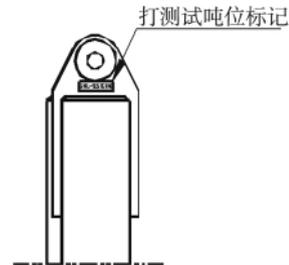


图 7 吊耳结构示意图

5 现场使用情况

先后 2 套 1500HP 直升机吊装钻机分别于 2007 年 11 月和 2008 年 10 月发往巴布亚新几内亚热带雨林地域进行钻井作业至今。历经 3 年多运行,经历了数次直升机吊装搬家安装和打井考验,证明各项性能指标均已达到合同和设计要求。

6 结束语

1500HP 直升机吊装钻机的成功研制,为在特殊地貌、恶劣环境下进行钻探作业提供了一种安全、方便的新型钻机。

在研制 1500HP 直升机吊装钻机过程中,为满足其特殊工况需要,采用了空气钻井、蛙跳安装、丛式滑移、复合驱动、数字控制与智能检测等多项新技术。特别是在吊装模块的划分和设计中,积累了宝贵的设计方法和经验。对未来延伸开发系列适用于特定自然地理条件钻机具有深远意义。对研发各型式直升机吊装钻机具有重要的借鉴和参考价值。

动龙门镗铣床大跨距床身导轨精度测量技术的研究*

李跃年 朱怡 孙强 蒋维

(沈机集团昆明机床股份有限公司, 云南 昆明 650203)

摘要: 采用测量架和自制水平仪测量大跨距双床身导轨等高、平行、跨距等精度的技术, 并进行了测量方法及测量不确定度分析、对比试验和实践验证, 证明了该技术的实用性和优越性。该技术适用于大型数控动龙门镗铣床的两床身导轨水平面内精度的测量及机床的安装调试工作, 为该类型机床的精度保证提供了一种实用可行的工艺解决方案。

关键词: 大跨距; 床身导轨; 平行; 等高; 跨距; 测量技术

中图分类号: TH161 文献标识码: A 文章编号: 1001-2354(2012)08-0072-04

数控动龙门镗铣床 X 轴(龙门移动)的床身导轨为恒流闭式静压导轨。该机床承载重, 切削转矩大, 各项精度的要求也较高, 所以对机床的几何精度要求较高。机床两组床身导轨的等高、平行、跨距等精度是整机精度的基础, 更是保证整机几何精度的关键, 所以这些精度的检测技术也就尤为重要^[1]。

文中龙门镗铣床的床身由多件拼接而成。两组床身导轨跨距为 5.23 m, 床身长度可达 30 m, 其导轨的等高、平行、跨距的测量可采用进口的激光跟踪仪、水准仪、经纬仪等仪器进行测量, 但这些仪器价格昂贵, 且操作复杂, 需要配备专业的计量人员^[2]。为了降低成本, 研究了一种简单、实用的方法来测量大跨距床身导轨的等高、平行及跨距等精度。

1 测量工装

(1) 用测量架测量两组床身的导轨跨距及平行。

要保证大跨距的床身间距测量误差在 0.1 mm 以内困难较大, 采用测量架体、定位块等构成工艺装备——测量架, 结合运用百分表对大跨距床身间距进行间接测量, 同时, 使用测量架对床身的平行进行直接测量(见图 1)。由其使用的方式, 可知测量架要具有质量小、变形小等特点, 故选用铝型材来制作测量架体。

(2) 用自制水平仪测量两组床身导轨的等高。

为了简便地解决大跨距双床身导轨等高的调整与测量问题, 采用水平仪座、软管、深度千分尺等, 运用连

Limited, Lanzhou 730050, China)

Abstract: This paper discusses the design idea and basic principles for modular design and division of 1500HP Helicopter Rigs, analyzes the general requirements and compound transmission solution of the drilling rigs, and introduces the new techniques and new structures employed in the main systems and equipment. The paper also explores the design idea and technical processes of handling lugs and quality control measures. The rig is designed as a safety and convenient rig type to service in special terrain and/or severe conditions.

Key words: drilling rig; heli lifting; composite transmission; modular design

Fig 7 Tab 0 Ref 3

“Jixie Sheji”2271

参考文献

- [1] 陈如恒. 破除旧观念、创造新钻机(三) [J]. 石油矿场机械, 2008, 37(5): 1-9.
- [2] 张晓军, 王建才, 戴克文, 等. 交流变频电机自动送钻系统的原理和应用 [J]. 石油矿场机械, 2007, 36(11): 60-64.
- [3] 张晓杰. 1 103 kW 交流变频直升机吊装单轴绞车设计 [J]. 石油矿场机械, 2011, 40(7): 63-65.

Modular design of deep well heavy load heli-drilling rig

Li Wen-yu

(Lanzhou LS-National Oilwell Petroleum Engineering Company

* 收稿日期: 2012-03-19; 修订日期: 2012-05-18

作者简介: 李跃年(1961—), 男, 云南昆明人, 工程师, 主要研究方向: 机械装配及加工工艺。