

HYDZSH Application of Shipborne Drilling System in Marine Regional Geological Survey

Xulong Luo, Junzhu Wang, Nan Yang, Tianbao Liao

Guangzhou Marine Geological Survey Bureau, Guangzhou Guangdong
Email: luoxulong@163.com

Received: Jan. 28th, 2019; accepted: Feb. 14th, 2019; published: Feb. 21st, 2019

Abstract

The construction of the full hydraulic lifting drilling system on board Marine Geology Ship No. 10 (hereinafter referred to as HYDZSH) fills the gap of small tonnage and large depth marine geological drilling vessels in China. Through the intelligent drilling operation of the drilling system, the drilling technology has been further improved and the technical system of marine geological survey in China has been enriched [1], which is of great significance to the marine regional geological survey in China.

Keywords

Drilling System, Automated Operation, Driller, Geological Survey

HYDZSH 船载钻探系统在海洋区域地质调查中的应用

罗旭龙, 王俊珠, 杨楠, 廖天保

广州海洋地质调查局, 广东 广州
Email: luoxulong@163.com

收稿日期: 2019年1月28日; 录用日期: 2019年2月14日; 发布日期: 2019年2月21日

摘要

海洋地质十号船(以下简称HYDZSH)船载全液压举升式钻探系统的建造填补了我国小吨位大深度海洋地

质钻探船的空白,通过钻探系统智能化司钻操作,实现了钻井技术的进一步提高,丰富了我国海洋地质调查技术体系[1],对我国海洋区域地质调查有重要意义。

关键词

钻探系统, 自动化操作, 司钻, 地质调查

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 概述

1) 根据海底地层的岩心采集、测井、原位静力触探基础施工的要求,为获取地层原位样品及土层特性基础资料的需要, HYDZSH 安装了船载钻探系统(见图 1), 2018 年首次应用到我国海洋区域地质调查任务中, 成功钻获 2 个站位地质样品, 其样品长度分别是 92.63 m 和 140.68 m, 为近海岸地质调查提供了基础资料。



Figure 1. Marine geology ship 10 has installed a shipborne drilling system

图 1. 海洋地质十号船安装了船载钻探系统

2) 2HYDZSH 作业环境条件

作业海域: 无限航区(南、北极除外);

适宜作业海况: 四级海况、6 级风、海流 2 节;

生存海况: 抗风力不低于 12 级; 并保证在七级海况下能安全行。

2. 主要结构介绍(见图 2)

1) 该系统主要由井架、顶驱、动力猫道、液气大钳、海底基盘、抓管机、钻探管材、取芯工具等主要设备构成, 其组成系统由举升系统、液压系统、升沉补偿系统、管子处理系统、基盘绞车和取样绞车系统、泥浆泵组等组成, 各子系统布置在船体甲板上或船体舱内, 主要应用于海洋区域地质调查地质资料的研究方面。

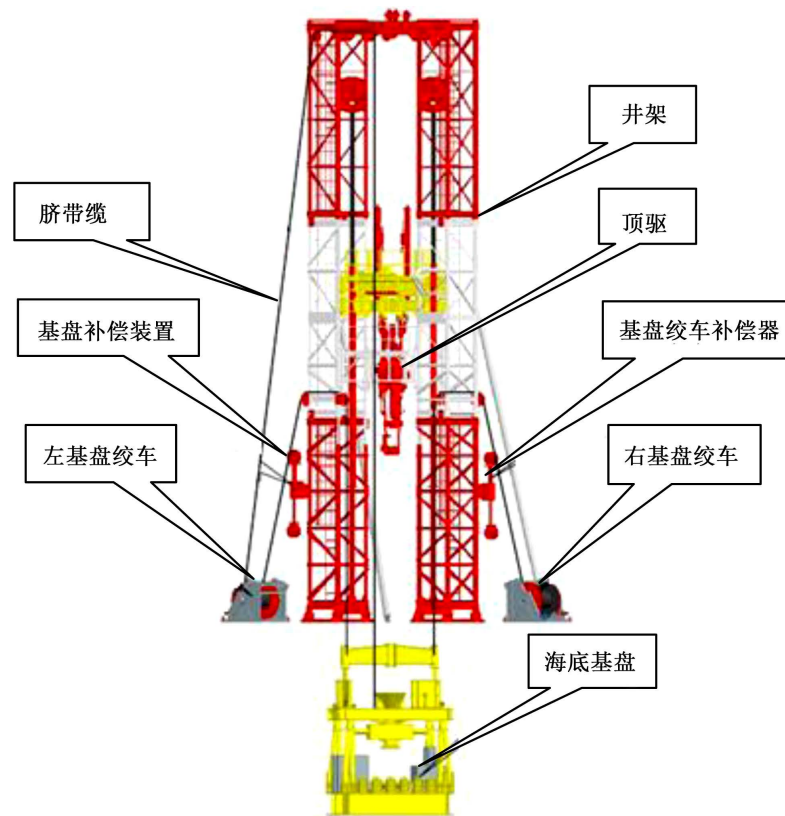


Figure 2. Full hydraulic lifting drilling system
图 2. 全液压举升式钻探系统

2) 主要技术参数

最大钩载: 600 kN

井架高度: 24 m

速度范围(无级可调): 0 rpm~180 rpm(正、反)

卸扣扭矩: 28 kN.m, 54 rpm

钻井扭矩: 15 kN.m, 100 rpm

旋扣扭矩: 6 kN.m, 180 rpm

背钳处理范围: 2 3/8"~8 1/4"

泥浆锥孔通道小端: Φ 121 mm (21 MPa)

补偿类型: 被动补偿,

补偿行程: ± 1.5 m,

补偿能力: 400kN(钻柱重量)

最大载荷(锁销锁紧状态): 60 T + 顶驱自重

3. 技术特点

1) 该系统采用先进的液压驱动控制技术, 整个控制系统采用电液控制模式[2]。钻探系统可实现自动化操作, 主要钻井功能均采用 PLC 集中控制(见图 3), 实现起、下钻工作模式和钻进工作模式。顶驱、管子处理系统等主要设备均采用液压控制, 功率利用率高, 钻井成本相对低, 防爆安全性好。

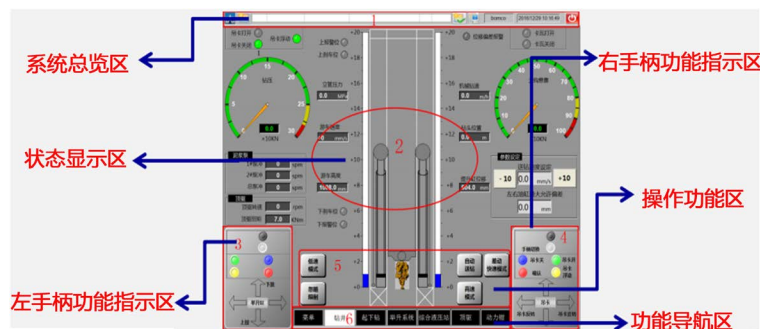


Figure 3. Intelligent operation interface of drilling system

图 3. 钻探系统智能化操作界面

2) 钻探系统顶驱的上提、下放功能通过一组举升油缸来实现，取代了传统绞车来完成钻具提升/下放作业，简化了天车，取消了传统绞车和游车，简化机械传动流程，减小配套设备体积，减轻整机重量。

3) 顶驱主传动采用液压驱动主轴旋转设计，实现无级调速功能。

4) 钻探系统配备自动化管柱处理系统，自动化程度高，降低人工成本，减少工人劳动强度：钻探系统配有抓管机、钻杆盒、水平动力猫道、液气大钳、气动卡瓦等机械化工具，可实现从管柱从钻杆盒至井口顶驱连接的自动化作业。所有自动化管柱系统均采用液压驱动，在司钻房中集中控制。

5) 由于取消了传统绞车，主甲板面布局整洁，操作空间开阔，同时减少了绞车噪音污染，为操作者提供一个更为安静的作业环境。

6) 液气大钳安装于井架船舷侧，能够满足不同高度拆卸钻杆的要求，解决了正常钻井时需要连接短钻杆才能正常作业的限制。

4. 技术路线[3]

1) 钻探系统提升系统的上下位移通过液压油缸完成，实现钻探系统起下钻作业，取消传统钻探系统配套的绞车、游车和天车等设备。

2) 钻探系统采用一台综合液压站为提升油缸、基盘绞车、取样绞车、液压顶驱、液压绞车、月池盖、液压猫头、液气大钳、水平动力猫道等液压设备提供动力，完成钻探系统各个功能的实现。

3) 顶驱主传动采用液压驱动主轴旋转，泥浆主循环通道为 4 3/4" (Φ 121 mm)，并向上贯通。其液压控制系统实现无级调速功能，顶驱端最大载荷 600 kN。

4) 钻探系统自动化管子处理系统配有抓管机、钻杆盒、水平动力猫道、液气大钳、动力卡瓦(气动)等机械化工具，可实现从管柱从钻杆盒至井口顶驱连接的自动化作业。所有设备均采用液压驱动，可在司钻处远程控制。

5) 司钻控制系统采用主副司钻分区控制，主司钻操作座椅可控制的设备包括：顶驱、泥浆泵、液压猫头、升沉补偿系统、工业监控系统、提升系统、仪表系统、井架举升装置等；副司钻操作座椅可控制设备包括：动力猫道、钻杆动力钳、工业监视系统、抓管机、取样绞车等。

6) 钻探系统配有两台由交流变频电机驱动的 160 kW 钻井泵，通过无级调速和变化缸套可实现钻井泵不同的输出压力和排量。

7) 钻探系统配有散料系统，由混合漏斗、混合泵和破袋加料机等组成，构成半自动散料加料系统。

5. 钻井流程

1) 正常钻井钻杆接头操作高度说明在钻井作业流程中，由于 HYDZS 船具有 ± 1.5 米的升沉补偿高

度,引起钻井作业工况与起下钻作业工况钻杆接头高度不同(注:起下钻作业与补偿工况无关,钻杆接头位于低位操作)。

a) 钻进,当顶驱钻到距离钻台面的有效高度为 1.5 米时(因为补偿高度为 ± 1.5 米,要留出补偿高度)。

b) 停钻,上提 1.5 米高度(保证钻头距离井底 1.5 米高的补偿高度),坐卡瓦,顶驱背钳开始拆卸钻杆扣。

c) 水平动力猫道将钻杆输送给顶驱吊卡,顶驱背钳完成钻杆连接,在正常钻井时,接钻杆的最低高度约为 3.4 米,在上端预留 0.4 米的作业高度,高位接钻杆高度为 3.4~3.8 米,

6. 下基盘作业流程

1) 海底基盘系统组成基盘绞车、海底基盘、基盘补偿装置、起吊钢丝绳、滑轮组等组成。

2) 海底基盘的主要功能海底基盘主要用于钻探船在勘探作业时,预先安装在指定的海底位置固定井口。用于在取样过程中固定钻杆,避免由于海流作用引起钻杆摆动或上下运动,防止在钻井时出现钻具滑动情况。海底基盘是勘察船钻井系统的一个非常重要的关键设备,其利用基盘绞车的钢丝绳将其安装在目标海床位置,用于海洋勘察取样过程的井口定位、导向钻具、取样时固定钻具,同时为取样工具提供终端支撑等用途,能够实现海底钻具的精确定位和精准取样,是一项集机、电、液、声学等多项水下前沿技术高端产品。

3) 操作流程在钻进作业前,通过基盘绞车的两根钢丝绳悬吊海底勘探基盘,从月池缓缓下入海底。在钻进作业时,为方便钻具对正井口,在基盘的中心正上方设计有喇叭形状的导向装置。在导向装置的底部安装有一套海底钳装置。基盘上的水下部分,包括海底钳装置、液压站、控制系统、传感器装置、通讯系统等。基盘考虑整个重心平衡,设有配重块,需要配重时,根据不同的需要,在配重箱中放置铅块等配重块即可。

7. 生产应用情况(见图 4)

7.1. 地质情况

根据钻孔 SYD1、SYD2 个站位的施工所获取的样品来看,其主要地质为泥质地层、砂质地层和泥沙混合地层,在 SYD2-1A 站位孔深 150 m~173 m 位置,连续几个回次获取十几米的液态砂浆,砂浆呈现灰褐色,80%为砂质地层。



Figure 4. Cord sampling
图 4. 绳索取样

7.2. 钻孔结构

海洋地质十号钻探系统采用开放式(裸钻)钻探工艺,从开孔到终孔采用同样规格的钻井工具,两个站位分别在施工设计要求水深 47 米和 105 m 处,孔 1 钻进 97.26 米,获取岩心 92.63 m,孔 2 钻进 173.6 m,获取岩心 140.68 m,达到施工设计要求,岩心质量合格。

7.3. 试验情况及钻探系统在生产示范应用中的性能表现

完成三亚市副区调 2 个地质浅钻钻孔,总进尺 270.86 m,获取岩心 233.31 m,是对钻探系统进行了一次完整的检验,通过钻井获取的地质样品和数据,给地质研究提供了更加丰富的原始资料,同时检验了钻探系统的整体作业水平,为下一步深地质钻孔提供了良好的技术保障。根据 201806 航次钻井任务,初步证明在水深 100 米范围内的作业能力,潮差 ± 2.5 ,最终孔深 97.26 米,取样 92.63 米,钻具总长 197.5 m,取样成功率达 86%,根据 201810 航次钻井任务现场情况来看,在水深 104 米,潮差 ± 3 米,孔深 173.61 米,样品长 140.68 米,钻具总长 263.61 米,岩心采取率达到 80%以上。

8. 存在的问题

根据 201801 航次钻探海试总体试验效果,部分需要整改项,例如海底基盘收放在月池卡顿情况、吊卡双油缸同步问题、泥浆泵泵压问题,海底基盘坐底后通讯中断(后经检查发现光电接头松动所致),恒张力绞车出现故障信号报警(重启后系统正常,报警消失)。

根据 201803 航次海试验收情况,整改后海底基盘收放平稳,水下通讯,对地绝缘一切正常。

9. 结束语

通过二个航次的钻井任务施工,充分展示了海洋地质十号船载钻探系统在我国南海浅水水域的钻探施工的优越性。

通过绳索取芯技术所获取的岩心资料,对后续钻探部署定位有重要指导意义。在海洋地质十号船载钻探系统钻井应用的过程中,形成了一支多学科交叉、多套设备组合应用的精英团队,这支团队在总体技术、机电、控制、材料、维护和应用等多学科领域得到了长足的进步,积累了丰富的经验,已经处于国内同行业的领先水平。

参考文献

- [1] 赵尔信,蔡家品,贾美玲,张建元,阮海龙,沈丽娜. 我国海洋钻探技术——探矿工程(岩土钻掘工程) [Z]. 1672-7428(2014)09-0043-06.
- [2] 赵尔信,蔡家品,贾美玲,等. 海洋深水随钻天然气水合物取样钻探设备关键技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(SI): 40-44.
- [3] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 北京: 地质出版社, 1992.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2167-6631，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：met@hanspub.org