

Design and Application of Positive Pressure Conveying Device for Drill Cuttings in Drilling Platform

Bin Li¹, Xiang Gao², Kunkun Wu¹, Jinqun Han², Xiong Ruan¹

¹Oilfield Chemical Department of China Oilfield Services Co. Ltd., Beijing

²SJS Serva Corporation, Jingzhou Hubei

Email: libin21@cosl.com.cn

Received: Sep. 30th, 2018; accepted: Oct. 28th, 2018; published: Dec. 15th, 2018

Abstract

With the improvement of environmental protection requirements in the oil industry and the promotion of non-landing operation mode of mud, higher requirements were put forward for the transportation of oil-based solid waste cuttings in well completion from offshore drilling. Due to the problems of waste drip leakage, low automation, short transmission distance and cumbersome installation and maintenance in the traditional unconfined transportation, it was urgently needed to adopt more environmentally friendly and efficient transportation methods. Therefore, a closed positive pressure continuous delivery device was developed. The device was composed of a vibrating feed hopper, a transfer chamber, isolation valve, a purge system and an automatic control and detection system. The flexible transmission of pipeline could be realized by using pressure gas as power source. The equipment included many kinds of detectors for detecting the running condition in real time. The control system could realize the function of automatic control and automatic fault alarm. The experimental results and field application results show that the device can fully meet the high requirements of oil-based cuttings transportation on offshore platform.

Keywords

Offshore Drilling, Environmental Protection, Drill Cuttings, Positive Pressure Delivery

钻井平台钻屑正压输送装置设计及应用

李斌¹, 高翔², 吴坤坤¹, 韩金权², 阮雄¹

¹中海油田服务股份有限公司油田化学事业部, 北京

²四机赛瓦石油钻采设备有限公司, 湖北 荆州

作者简介: 李斌(1984-), 男, 硕士, 工程师, 现从事固井设备研发、环保解决方案(EPS)设备研发、环保解决方案(EPS)技术研发工作。

Email: libin21@cosl.com.cn

收稿日期: 2018年9月30日; 录用日期: 2018年10月28日; 发布日期: 2018年12月15日

摘要

随着石油行业环保要求的更趋严格和泥浆不落地作业模式的推广, 对海上钻井产生的油基固废钻屑的输送方式提出了更高要求。传统的非密闭输送由于存在废物滴漏、自动化程度低、传输距离短、安装维护繁琐等问题, 迫切需要采用更环保高效的输送方式。为此, 开发了一套正压密闭连续输送装置, 该装置由振动进料斗、输送管、隔离阀、吹扫系统、自动控制检测系统等组成, 通过压力气体作为动力源能够实现管道柔性传输, 设备包含多种探测器能够实时检测运行情况, 控制系统可以实现全自动控制和故障自动报警功能。试验及现场应用结果表明, 该装置充分满足海上平台对油基岩屑输送的高要求。

关键词

海洋钻井, 环保, 钻屑处理, 正压输送

Copyright © 2018 by authors, Yangtze University 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. 引言

在油气田开发钻井作业时, 井筒里的钻屑会随着钻井液的循环被带回地面。携带钻屑的钻井液经过固控系统(振动筛、除砂器、除泥器、离心机)固液分离[1]。分离后的固相(钻屑)需要通过一套传输装置, 将固相输送到指定位置进行排放或者收集。

目前国内石油行业针对钻屑传输的普遍做法是采用非密闭传输方式, 例如螺旋输送、传输带输送。这种传输方式存在易滴漏、结构复杂、占地面积大、不易自动化控制等诸多问题。随着石油行业环保要求的提升和泥浆不落地作业模式的推广, 钻屑输送系统需要采用密闭输送方式[2] [3]。

为了解决现存输送方式的不足, 确保更环保高效的岩屑输送, 笔者所在课题组研制了正压密闭钻屑输送装置, 并通过试验验证了设备的可靠性。该装置能够实现长距离、大落差爬高输送[4], 大幅提升自动化程度, 降低污染物滴漏风险。

2. 钻屑正压输送装置设计

2.1. 正压输送系统的设计计算

输送罐有效容积 0.25 m^3 ，输送时间按经验取 $t = 0.65 \text{ min}$ (40 s ，不含落料时间)，储罐输送能力 G_{LL} 计算如下：

$$G_{LL} = \frac{0.25 \cdot \rho'_L}{t} = 41538(\text{kg/h})$$

式中： G_{LL} 为储罐输送能力， kg/h ； ρ'_L 为岩屑密度，取值 1800 kg/m^3 ； t 为输送时间， s 。

空气消耗量 G_L 计算如下：

$$G_L = \frac{G_{LL}}{N} = 1597(\text{kg/h})$$

式中： N 为质量混合比，根据经验取 26。

输送速度计算如下：

$$V = \alpha \sqrt{\rho_L} + BL_Z^2 = 22.26(\text{m/s})$$

式中： α 为系数，粉状物料取 $\alpha = 12$ ； ρ_L 为物料密度， t/m^3 ； B 为系数， $B = (2 - 5) \times 10^{-5}$ ； L_Z 为输送管道折算长度， m 。

输送管道直径 D 计算如下：

$$D = \frac{1}{53.1} \sqrt{\frac{G_L}{N \cdot \rho'_L \cdot V}} = 0.92 \text{ m}$$

推荐采用 $\Phi 127 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ 标准管。

2.2. 装置组成

装置采用正压输送的方式，实现物料的密闭输送。装置包括锥形料斗、进料阀、输送腔、出料阀、吹扫系统、电气系统等，组装为一个整体橇装设备，满足集成化、模块化，设备体积小，运输方便。在设备上集成本地控制系统，并配置远程控制系统，完成钻屑输送功能。装置结构示意图如图 1 所示。

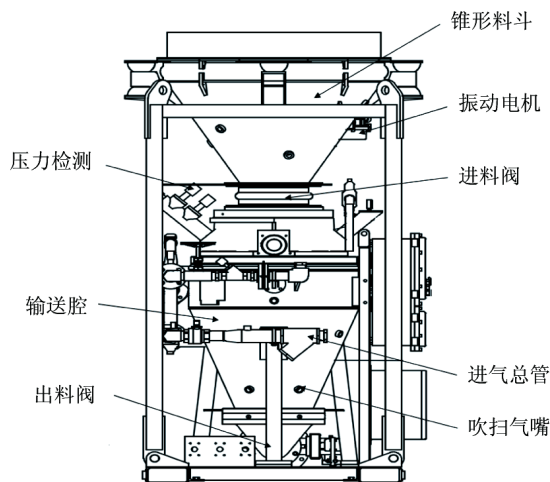


Figure 1. The diagrammatic sketch of equipment structure
图 1. 设备结构示意图

2.2.1. 料斗组件

料斗组件主要由锥形料斗、振动电机、料位检测器、上减振圈、下减振圈、吹扫气嘴组成。振动电机与吹扫气嘴配合使用下，钻屑进入料斗后能快速进入输送罐，有效解决卡阻情况。同时料位检测器能实时监测料斗中钻屑情况，防止钻屑溢出。

2.2.2. 输送罐组件

输送罐组件主要由进料阀、输送罐、排出阀、输送器管、吹扫气嘴组成。通过调节进出器阀和气嘴的开启顺序，使钻屑随压力气体高效输送。

2.2.3. 自动控制系统

钻屑密闭输送装置的控制系统，主要由 Proface 公司的 LT-4201M 图形逻辑控制器，及外围配套电路组成。LT-4201M 集人机界面与 I/O 控制为一体，具有模拟触摸面板，内部存储器和内置控制程序等特点。自身可内置多路 DIO 和 AIO，支持以太网和串口通讯，是一款非常适用于小型工业控制领域的控制器产品。

钻屑密闭输送装置有两种工作模式可供选择：定时器模式和料位计模式。定时器模式即所有执行器件，如阀门、电机、气泵等，均按照事先设定的各定时器的时间间隔，以一定的时序运行。通过对运行过程和效果的监控，及时对定时器的时间间隔进行调整，使设备达到最好的运行状态。料位计模式即以钻屑密闭输送装置上端的料斗料位作为原始驱动信号，按照控制器内部的逻辑控制程序，驱动所有执行器件。这种模式的优点在于设备可以自适应外部作业条件的改变，无需太多人工干预。

2.3. 装置工作原理

装置工作原理示意图如图 2，通过控制面板上的启动按钮(或初始循环的远程循环启动信号)启动一个传送周期。后续循环将由循环计时器或料位探头启动。进料阀打开，料斗内的钻屑在重力作用下由料斗进入输送罐中。料斗振动电机启动，促进物料从进料斗排出。在锥形料斗的底部有扫气喷嘴来进一步辅助排出物料。在静止填充物料期间，排气阀打开，排出输送罐内的空气，出料阀关闭。在定时延迟结束后，振动电机停止，扫气喷嘴、进料阀关闭。当进料阀关闭并充气密封后，将有一个短暂的延迟，允许出料阀完全打开。排气阀关闭，同时将输送空气引入输送罐。钻屑将从输送罐排入密闭管道，并被运送到接收点。短脉冲的空气也将通过空气吹扫喷嘴以固定的时间间隔引入输送罐，帮助在输送循环期间平稳地排出钻屑。当输送罐已经排空时，输送压力下降，循环的大部分有用工作已经完成。输送空气阀将关闭，排气阀打开。当输送压力完全衰减时，“低压”开关将指示循环完成。

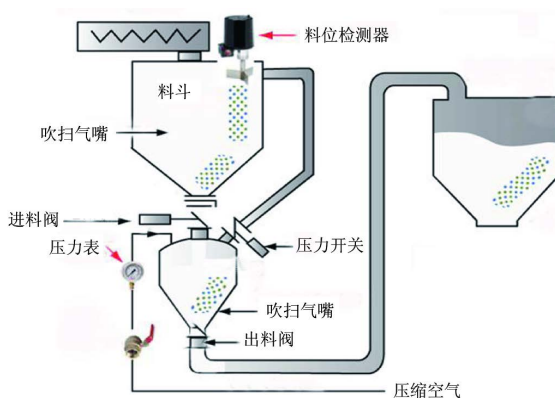


Figure 2. The diagrammatic sketch of equipment principle

图 2. 装置工作原理示意图

3. 现场应用及试验研究

该装置的吹扫气嘴以脉冲的形式开启与关闭，脉冲间隔对岩屑输送有极大影响。一个输送周期的结束是根据单次输送完成后罐内压力降至设定压力后来决定，单次周期越短输送能力越强。表 1 和表 2 分别为试验现场测得的相同吹扫时间不同时间间隔和不同吹扫时间相同时间间隔条件下的输送能力参数。从表 1 可以看出，在吹扫时间设定为 10 s 时，输送能力随着吹扫间隔时间的加长呈现先减小后增大的趋势，且最优间隔时间为 3 s；从表 2 可以看出，在吹扫间隔时间设定为 3 s 时，输送能力随着吹扫时间的加长先是减小，但超过一定值之后不再减小甚至开始有略微增大的趋势，其最优吹扫时间为 13 s。

Table 1. The transport capacity parameters at different intervals

表 1. 不同间隔时间的输送能力参数

吹扫时间/s	间隔时间/s	输送周期/(s·次 ⁻¹)
10	0	166
10	2	147
10	3	125
10	4	149
10	5	150
10	7	170

Table 2. The transport capacity parameters at different blowing times

表 2. 不同吹扫时间的输送能力参数

吹扫时间/s	间隔时间/s	输送周期/(s·次 ⁻¹)
9	3	144
10	3	125
12	3	127
13	3	109
14	3	130
15	3	123
16	3	114
17	3	120
18	3	125
19	3	131

4. 结语

1) 提出了一种钻进平台钻屑输送的方法，设计了一套正压密闭输送装置。该装置具备自动化控制、高效率传输、占地少、环保等级高等优点。

2) 现场试验应用结果表明，该装置性能优秀，能够大幅降低人员的工作量，满足平台对岩屑输送的高要求。

3) 通过试验数据的对比，当吹扫时间设定为 10 s 时，最优间隔时间为 3 s；当吹扫间隔时间设定为 3 s 时，最优吹扫时间为 13 s。

参考文献

- [1] 蔡钿, 吴文成, 王宇. 深远海钻井平台钻屑处理及输送系统研究[J]. 船海工程, 2013, 42(6): 136-139.
- [2] 江先雄. 美国海上 CleanCut 闭式钻屑清除系统[J]. 石油机械, 2002, 30(11): 59-60.
- [3] 倘向阳. 海上钻井平台钻屑处理与远距离输送技术[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2010.
- [4] 鹿鹏, 陈晓平, 梁财, 等. 不同煤粉高压密相气力输送特性实验研究[J]. 中国电机工程学报, 2009, 29(5): 16-20.

[编辑] 帅群

Hans 汉斯

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: 2471-7185, 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: jogt@hanspub.org