

Multi-functional feeding tool automatic scraping through diameter all-in-one machine: technical innovation and application exploration

Zhaohui Lin Fengbin Guo Long Zhang

Texas Continental Shelf Petroleum Engineering Technology Co., Ltd., Dezhou, Shandong, 253000, China

Abstract

After the completion of tailpipe cementing operations, the tools are sent for tool recovery and need to undergo maintenance and cleaning to remove various solid contaminants from the inner walls, ensuring they can be reused. Traditional manual methods for cleaning are inefficient, labor-intensive, and often ineffective, leading to high costs. The introduction of a multifunctional automatic scraper and cleaner tool has effectively addressed these issues. This machine integrates scraping, cleaning, dust collection, and inner wall cleaning functions, significantly enhancing the efficiency and effectiveness of the cleaning process. It ensures the inner walls of the tools remain smooth and attractive, facilitating subsequent painting operations and enabling multiple reuses. This article provides a detailed explanation of the structure, working principle, technical advantages, and practical application effects of this multifunctional tool, and looks forward to its future development trends, aiming to provide theoretical support and practical references for the technological advancement and engineering applications in related fields.

Keywords

multi-functional delivery tool; automatic scraping through diameter all-in-one machine; tailpipe cementing; technical innovation

多功能送入工具自动刮削通径一体机：技术创新与应用探索

林兆辉 郭风宾 张龙

德州大陆架石油工程技术有限公司，中国·山东德州 253000

摘要

在尾管固井作业完成后，送入工具回收需进行保养通径，以清除内壁各类固体脏物，确保其能二次利用。传统人工通径方式存在效率低、劳动强度大、清理效果不佳以及成本高昂等问题。多功能送入工具自动刮削通径一体机的出现有效解决了这些难题，它将刮削、清理、吸尘、集尘和通径功能集为一体，显著提升通径效率和清洁效果，保障送入工具内壁光滑美观，利于后续喷漆操作，实现多次重复利用。本文详细阐述了该一体机的结构组成、工作原理、技术优势以及实际应用效果，并对其未来发展趋势进行了展望，旨在为相关领域的技术发展和工程应用提供理论支持与实践参考。

关键词

多功能送入工具；自动刮削通径一体机；尾管固井；技术创新

1 引言

在石油天然气开采过程中，尾管固井作业是一项关键环节，而送入工具在其中发挥着重要作用。完成尾管固井作业后，送入工具需随钻具一同提出并回收保养。由于作业过程中，送入工具内壁会残留水泥块、水泥环、硬蜡、各种盐类结晶或沉积物、射孔毛刺以及锈蚀产生的氧化铁等固体脏物，若不进行有效清理，不仅会影响工具的再次使用性能，还可能导致后续作业出现安全隐患。传统人工通径方法不仅耗时费力，而且在清理较长的送入工具（一般长度为 8 -

12m）时，对于体积或硬度较大的残留物难以清除干净，无法满足现代石油开采高效、精准的作业要求。因此，研发一种高效、智能的多功能送入工具自动刮削通径一体机具有重要的现实意义和工程应用价值。

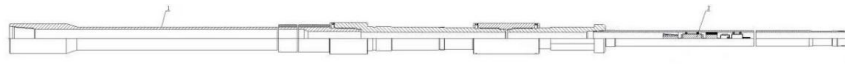
2 多功能送入工具自动刮削通径一体机的结构与工作原理

2.1 结构组成

多功能送入工具自动刮削通径一体机主要由驱动机构、刮削机构、除尘机构以及控制系统等部分组成，如图 2-1 所示。

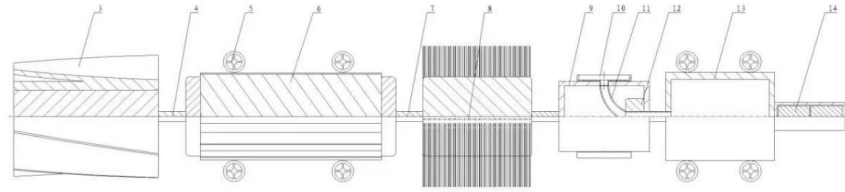
- 其驱动机构是一体机的动力源，放置在送入工具内部，两端分别设有第一传动轴和第二传动轴，如图 2-2 所示，用于将动力传递给刮削机构和除尘机构，确保各机构稳定运行。

【作者简介】林兆辉（1984-），男，中国山东德州人，技师，从事石油工程技术与装配研究。



1.尾管悬挂器送入工具·2.多功能送入工具自动刮削通径一体机。

图1·功能实现图。



3.刮削装置·4.传动轴·5.爬行轮·6.动力装置·7.传动轴·8.毛刷·9.吸尘机壳·10.吸刷·11.吸尘管·12.吸尘电机·13.集尘装置·14.电池。

图2·多功能送入工具自动刮削通径一体机。

图2-1 机体总体结构图



图2-2 电机示意图



图2-4 除尘机构示意图

- 刮削机构设置在驱动机构上方并与第一传动轴连接，如图2-3所示，其主要由不同尺寸的刮刀组成，可根据送入工具的提拉短节和中心管内径变化进行更换或调整，以适应不同规格的送入工具，实现对工具内壁全面、高效的刮削作业。



图2-3 刮削机构示意图

- 除尘机构位于驱动机构下方并与第二传动轴连接，主要包括圆刷和集尘组件，如图2-4所示。通过负压原理在圆刷的急速旋转中将刮削过程中产生的水泥碎屑等杂质吸入，再由集尘组件进行收集，避免杂质飞扬，保持工作环境清洁，同时降低作业人员与有害物质的接触风险。

- 控制系统负责对整个一体机的运行进行监控和调控，包括对驱动机构的转速控制、刮削机构的刮刀伸缩及压力调节、除尘机构的启停和吸力调整等，确保各机构协同工作，实现高效、精准的刮削通径作业，如图2-5所示。



图2-5 控制中枢示意图

2.2 工作原理

当一体机工作时，驱动机构启动，通过第一传动轴带动刮削机构旋转，刮刀在离心力和控制系统的作用下伸出并紧贴送入工具内壁，对残留的固体脏物进行刮削。同时，驱动机构通过第二传动轴带动除尘机构运行，吸尘组件产生强大的吸力，将刮削产生的碎屑及时吸入并输送至集尘组件进行收集。在刮削过程中，控制系统根据预设程序和传感器反

馈的信息,实时调整驱动机构的转速、刮刀的压力以及除尘机构的吸力,以适应不同的工作条件和送入工具的特性,确保刮削通径作业的高效性和稳定性。例如,当传感器检测到送入工具内壁某区域的脏物硬度较大时,控制系统自动增加刮刀的压力和驱动机构的转速,提高刮削效果;当集尘组件即将装满时,控制系统发出警报并提示工作人员进行清理。

3 多功能送入工具自动刮削通径一体机的技术优势

3.1 高效的通畅效率

与传统人工通径相比,一体机实现了自动化作业,大大缩短了通径时间。通过高速旋转的刮刀和高效的驱动机构,能够快速清除送入工具内壁的各类脏物,工作效率得到显著提升。据实际测试,使用一体机进行通径作业,其效率是人工通径的数倍甚至数十倍,有效减少了作业周期,提高了石油开采的整体效率。

3.2 出色的清洁效果

一体机的刮刀设计合理,能够根据送入工具内径的变化进行自适应调整,确保对工具内壁的每个角落都能进行全面刮削。同时,配合吸尘和集尘机构,能够及时清除刮削产生的碎屑,避免二次污染,使送入工具内壁达到光滑、清洁的状态,为后续的保养和喷漆等操作提供了良好的基础,有效保证了送入工具的重复使用性能。

3.3 良好的安全性能

在刮削作业过程中,除尘机构的存在避免了作业人员与送入工具内的有害物质直接接触,降低了作业事故风险,保障了作业人员的身体健康。此外,一体机的控制系统具备多重安全保护机制,如过载保护、漏电保护等,进一步增强了设备运行的安全性和可靠性。

3.4 广泛的适用性

该一体机能够根据不同送入工具中的提拉短节和中心管内径变化,方便地更换或采用不同尺寸的刮刀和毛刷,从而有效地扩大了其应用范围,无论是常规尺寸的送入工具还是特殊规格的工具,都能进行高效的刮削通径作业,提高了设备的实用性和通用性。

4 多功能送入工具自动刮削通径一体机的实际应用效果

在某石油开采现场,对多功能送入工具自动刮削通径一体机进行了实际应用测试。选取了一定数量的完成尾管固井作业后的送入工具,分别采用传统人工通径和一体机通径两种方式进行处理。通过对比发现,使用一体机通径后的送入工具内壁清洁度明显更高,表面光滑平整,符合再次使用的标准。在作业效率方面,一体机通径一组送入工具所需时间仅为人工通径的三分之一左右,大大缩短了作业周期,提高了工作效率。同时,由于减少了人工操作,降低了劳动强

度和人力成本,并且改善了工作环境,减少了因接触有害物质而带来的健康风险,得到了现场工作人员的一致认可和好评。此外,经过长期跟踪监测,使用一体机保养通径后的送入工具在后续的多次使用中,性能稳定,未出现因清理不彻底而导致的故障或安全问题,进一步验证了一体机的可靠性和有效性。

5 多功能送入工具自动刮削通径一体机的发展趋势

随着科技的不断进步和石油开采行业对高效、智能化设备需求的增加,多功能送入工具自动刮削通径一体机将呈现出以下发展趋势:

- 智能化程度进一步提高:未来的一体机将配备更先进的传感器和智能控制系统,能够实现对送入工具的自动识别、故障诊断和自适应调整。例如,通过人工智能算法,根据送入工具的使用历史和实时状态,自动优化刮削参数和作业流程,提高作业效率和质量。

- 与其他设备的集成化:为了满足石油开采现场的整体作业需求,一体机将逐渐与其他相关设备,如钻具清洗设备、检测设备等集成,形成一体化的作业系统,实现资源共享和协同作业,进一步提高石油开采的自动化水平和综合效率。

- 节能环保:在全球倡导节能环保的大背景下,一体机将朝着低能耗、低排放的方向发展。采用新型节能材料和高效节能技术,降低设备运行过程中的能源消耗,同时优化除尘和集尘系统,减少对环境的污染。

6 结论

多功能送入工具自动刮削通径一体机作为一种创新的石油开采辅助设备,以其独特的结构设计、高效的工作原理和显著的技术优势,有效解决了传统人工通径方式存在的诸多问题,在实际应用中取得了良好的效果,为送入工具的保养通径提供了一种高效、可靠的解决方案。随着技术的不断发展和完善,相信该一体机将在石油开采行业中发挥更加重要的作用,推动行业朝着高效、智能、绿色的方向发展。同时,相关研究和开发人员应持续关注行业需求和技术发展趋势,不断对一体机进行优化和创新,以满足日益增长的石油开采作业需求。

参考文献

- [1] 德州大陆架石油工程技术有限公司. 用于送入工具的自动刮削通径一体机装置:CN202411380410.6[P]. 2024-12-24.
- [2] 中国石油化工股份有限公司. 一种刮削器:CN202310996778.2[P]. 2025-02-21.
- [3] 王秀斌,徐荣强,高玉生,等. 一种通刮一体化工具:CN201811366636.1[P]. 2019-01-16.
- [4] 李华明,刘杰,陈学伟,等. 一种井下通刮一体化工具:CN202222748308.3[P]. 2023-01-25.