

# 防喷井口上卸扣装置研究与设计

李勇 徐通 王超 李鹏飞

陕西铁路工程职业技术学院, 中国·陕西 渭南 714000

**摘要:** 针对油田上卸扣作业中, 使用液压大钳劳动强度大, 作业风险高, 使用铁钻工程造价昂贵, 维修不便, 占地空间大的问题。利用计算机辅助设计方法结合油田现有场地特点, 设计了一款防喷井口上卸扣装置。该装置结构简单, 自动化程度高, 可大大降低上卸扣劳动强度, 具有占地空间小, 易于维护检修的优点。将该设备应用于油田上卸扣作业, 可显著提升作业效率, 改善劳动强度。

**关键词:** 油田; 上卸扣装置; 防喷井口

## Research and Design of Shackle Device for Blowout Prevention Wellhead

Yong Li Tong Xu Chao Wang Pengfei Li

Shaanxi Railway Engineering Vocational and Technical College, Weinan, Shaanxi, 714000, China

**Abstract:** In response to the problems of high labor intensity, high operational risks, expensive cost, inconvenient maintenance, and large footprint of hydraulic tongs used in oil field loading and unloading operations, the use of iron drills is costly. A Shackle Device for Blowout Prevention Wellhead was designed using computer-aided design methods combined with the existing site characteristics of the oilfield. The device has a simple structure and high degree of automation, which can greatly reduce the labor intensity of loading and unloading buckles. It has the advantages of small footprint and easy maintenance and repair. Applying this device to oilfield loading and unloading operations can significantly improve operational efficiency and reduce labor intensity.

**Keywords:** oil field; shackle device; blowout prevention wellhead

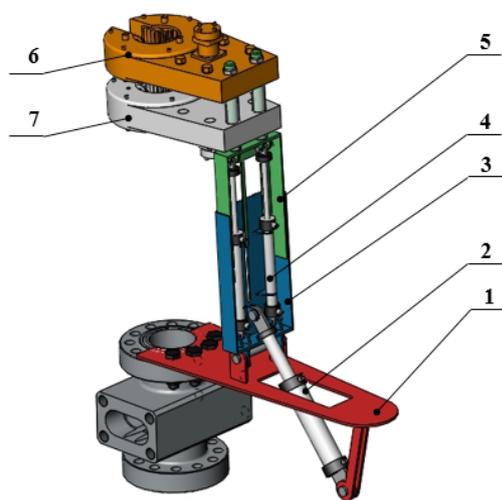
### 1 引言

起下钻作为油田钻井作业过程中的关键环节, 据 2005 年国际钻井承包商协会的统计, 钻井作业伤亡事故中的 30%~52% 均出现在起下钻作业当中<sup>[1-2]</sup>。起下钻不仅延长了钻井周期, 还降低了作业安全系数, 增加了作业成本。管柱的上卸扣作业是起下钻作业里的重要一环, 当下, 多数油田主要采用开口型液压大钳和手动吊卡来进行油管的上卸扣操作。开口型液压大钳的优点在于灵活性佳、适用范围广, 通过钢丝绳吊装于井口操作台侧面, 上卸扣时工人将液压大钳推至井口工作位, 操作结束再推回至待工位置, 不会对其他井口作业造成影响<sup>[3-4]</sup>。然而, 在运用液压钳的过程中, 工人需要频繁推拉, 这无疑加大了工人的劳动强度, 而且液压钳和手动吊卡的重量都在数百公斤以上, 仅依靠钢丝绳悬挂难以保障工人操作环境的安全性。在工作中, 需要多人协同作业, 这进一步增加了用工成本。少数油田井口运用自动化程度较高的铁钻工来进行油管的上卸扣作业, 铁钻工能够有效优化井口恶劣的作业环境, 减轻油田工人的工作强度, 可铁钻工的结构较为复杂, 维修保养流程繁琐, 会降低修井作业的效率, 并且设备价格高昂, 导致修井成本上升<sup>[5]</sup>。现阶段, 中国大部分油田的开发已步入中、后期, 修井难度不

断加大, 油田井况也更为复杂。油田频繁的修井作业以及现有设备与技术的缺陷, 致使工人劳动强度增大, 工作中, 井口装备存在较大的安全隐患, 每年都有一定数量的工人因设备故障和操作不当而出现伤亡事故<sup>[6]</sup>。故而, 设计一款结构简便、工作可靠的上卸扣装置显得尤为重要。

### 2 防喷井口上卸扣装置的基本结构及工作原理

防喷井口上卸扣装置由主钳、背钳、基座、伸缩外板、伸缩内板、起升油缸及伸缩油缸等组成, 利用计算机辅助设计技术, 结合 Solidworks 对该装置进行建模, 其结构如图 1 所示。该装置通过螺栓与防喷器连接, 相比铁钻工具有占地空间小, 结构简单, 无需在井口附近设置安装基座等优点。安装完成后, 可控制起升油缸伸出, 推动伸缩板件起升, 完成上卸扣工作准备。当需要进行上卸扣时, 可控制伸缩油缸进行定位, 使得背钳口对准接箍处, 主钳对准油管管体, 启动钳口液压马达驱动工作钳动作, 完成油管的上卸扣旋扣作业, 相比传统的液压大钳, 该装置可以实现远程控制, 仅需一人便可完成上卸扣作业。由于钳口采用开口钳设计, 当无需作业或装置需要检修时, 可控制起升油缸收回, 使得伸缩板件回落, 让出井口位置, 既让开井口空间, 又方便工作人员对装置进行检修, 如图 2 所示。



1—基座；2—起升油缸；3—伸缩外板；4—伸缩油缸；  
5—伸缩内板；6—主钳；7—背钳。

图 1 上卸扣装置结构图（工作状态）

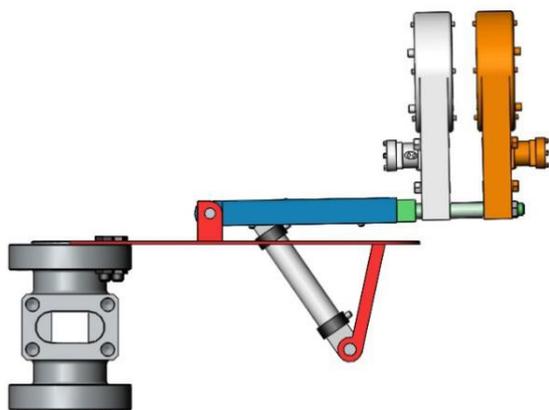


图 2 上卸扣装置收回状态

## 2.1 伸缩板件

伸缩板件由伸缩外板、伸缩内板两部分组成。它将主、背钳，伸缩油缸与基座连接成为一个整体。伸缩板件可承受钳口工作时的反扭矩。伸缩内板为门架式结构，中间设置有导向柱可与伸缩外板的中空滑轨配合为板件伸缩进行导向。伸缩内板上方设置有安装立柱，主、背钳安装于立柱上，利用导套完成定位。伸缩板件内部安装由两根伸缩油缸，油缸通过耳板进行连接，同时在伸缩外板上设置有油缸扶正耳板。利用油缸伸缩使得主、背钳口精准定位，为上卸扣作业做好准备工作。

## 2.2 主、背钳

主钳与背钳是该装置的核心部件，两者安装在伸缩板上并利用套筒隔开一定距离，在上卸扣工作中，主钳所要达到的功能为夹紧并旋转油管，而背钳所要达到的功能为夹紧油管接箍即可。背钳设置于主钳下方，从功能上来看，两者功能基本一致，故考虑制造成本，在本装置中，主、背钳的结构及动力源基本一致。

目前，常见的上卸扣夹紧装置包括有斜面式、杠杆式、链条式、行星式等类型<sup>[7]</sup>。斜面式主要采用滚子-坡板夹紧机构，通过滚子在斜面上的滚动产生径向压力夹紧油管；杠杆式的工作原理与手动油管钳的工作原理类似；这两种结构的适用于油管的尺寸范围较小，如果需要夹紧不同尺寸的油管则需要更换不同规格尺寸的配套组件。链条式即在链轮的驱动下，链条缠绕在油管表面一周，通过多点接触夹紧油管，这种方式产生的夹紧力不大，很难有效夹紧油管。行星式即为：行星齿轮在大齿圈的带动下转动，行星齿轮带动蝶形夹紧爪转动从而夹紧油管。论文所设计的主钳、背钳采用开口式钳口设计，与闭口钳相比，可在任意时刻，将钳口送入工作区域，夹紧油管，由于开口设计，无法设置有环形行星结构，故对行星式传动部分进行改善，更改为齿轮、齿条传动机构，同时保留蝶形夹紧爪，提高对于油管的夹紧力。主、背钳主要动力源为液压马达，通过传动机构，带动夹紧爪旋转进而夹紧、旋转油管。

## 2.3 基座

该装置基座的作用是连接防喷器与上卸扣装置。基座上设置有与防喷器结构相同的孔位，通过螺栓与防喷器连接紧固。在基座中部设置有连接耳板与伸缩外板进行连接，耳板采用非对称式结构，起到限位作用。基座设置有中空结构，为起升油缸的安装及运行提供活动空间。如现场有吊车或井架有起升大钩，则也可不安装起升油缸，利用作业现场的起升机构起吊上卸扣装置<sup>[8]</sup>。

## 3 上卸扣装置的技术性能指标

上卸扣装置的基本参数有：紧扣和崩扣力矩、旋扣转速等。这些参数的选定取决于油田井口的工况、油管直径的大小以及修井工艺流程等。通过搜集当下油田井口上卸扣时的技术参数，并结合国内外上卸扣装置的性能参数。论文所设计的防喷井口上卸扣装置，其管柱夹持范围 60~185mm，额定低档扭矩为 7000N·m，额定高档扭矩为 2500N·m，高档转速处于 50~70r/min，低档转速在 10~20r/min。

论文所设计的防喷器井口上卸扣装置主要特点有：动力钳部分主要为钳口与背钳，采用相同结构，重量轻，效率高，结构紧凑。钳口均采用开口钳设计，当需要靠近油管及接箍时，仅需要通过起升油缸推动钳口靠近油管即可；也可像闭口钳一样，通过游车大钩下的吊卡来实现钳口与管柱处于工作位置。采用板式伸缩机构，既可承受上卸扣时的反扭矩，又可容纳伸缩油缸，同时为扶正安装的油缸。

## 4 上卸扣装置的技术特点

①有效改善上卸扣作业环境，降低工人劳动强度。论文设计的上卸扣装置可通过远端控制完成起升作业、伸缩作业、上卸扣作业，无需人工进行扭卸作业，可大大节省人力、物力。

②可连接于防喷器上，节省工作空间。论文设计的上

卸扣装置采用基座与防喷器法兰连接的形式,无需在井口周围设置专用底座,可大大节省井口周围空间;基座与法兰采用螺栓连接,可方便随时拆卸装置与检修。

③方便实现自动化控制,作业数据准确。该设备采用液压驱动方式,包括液压马达、伸缩油缸、起升油缸,可与作业井附近的液压泵站进行连接,驱动设备工作,推进了机械化上卸扣作业。

## 5 结语

防喷井口上卸扣装置能够满足油田日常的上卸扣作业的要求,该设备结构简单,工作稳定性好,维修方便,节省空间,能够适应恶劣的施工环境,提高了钻井施工作业的机械化程度。在下一步的工作中,将论文结构用于油田作业中,实际观察和研究设备的使用效果,使其发挥出更好的作用,助力油田生产作业。

### 参考文献:

[1] 王伟志.便携式液压钳的优化设计[J].黑龙江科技信息,2012(29):41-42.

- [2] 孙明光,彭军生.国内外石油钻井装备的发展现状[J].石油钻探技术,2008(6):86-91.
- [3] 刘丽雪.修井作业管柱运移系统的设计、仿真与实现[D].大庆:东北石油大学,2013.
- [4] 刘常福.自动化液压力大钳[J].石油机械,2002,30(9):61-62.
- [5] 孙晓山.自动化液压油管钳装置设计及试验研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2015.
- [6] 邓承宇.钻井平台用伸缩臂式铁钻工的设计及分析[D].大连:大连理工大学,2018.
- [7] 胡开斌.TZG216-110型铁钻工冲扣钳的机构研究[D].兰州:兰州理工大学,2009.
- [8] 马慎义.井巷挖掘装载机工作机构及液压系统设计与仿真分析[D].徐州:中国矿业大学,2019.

作者简介:李勇(1990-),男,中国陕西渭南人,硕士,讲师,从事机电产品开发与设计研究。

基金项目:陕西铁路工程职业技术学院2019年第三批科研基金项目计划(项目编号:KY2019-67)。