

石油钻井井控设备改造及应用

吕小磊

中原石油工程有限公司西南钻井分公司 四川成都 610000

摘要: 钻井起下钻工况在发生钻杆内喷时,需使用抢接装置引扣安装内防喷工具止回阀,目前所使用的抢接头泄压通道窄,内喷时上顶压力高,且极易使顶杆滑脱,内部通道无法泄压,从而造成关井失败,引发井喷失控风险。通过优化内防喷工具抢接装置使用,使钻井井控内防喷工具抢接装置达到本质安全。

关键词: 内防喷工具; 抢接装置; 井控; 钻井

一、前言

钻杆内防喷工具是装在钻具管串上的专用防喷工具,用来封闭钻具的中心通孔。在钻井中发生溢流或井喷时,钻杆内防喷工具能防止钻井液沿钻柱水眼向上喷出,保证水龙头及其它装置不应高压而憋坏。

起下钻工况时,当钻柱底端内防喷工具失效发生井涌、溢流、井喷事件,或日常井控防喷演习在井口使用内防喷工具时,需要使用抢接装置安装内防喷工具止回阀,以最快速度控制住内喷从而降低井控风险等级。

2020年6月发生的“博孜3-1井”井喷事故,当确定发生溢流关井过程中,现场人员停止下钻抢接箭形止回阀,在钻杆内喷出钻台面2m,抢接止回阀未成功!从监控视频中看,抢接装置抬至钻杆母扣端引扣时,因抢接装置顶杆释放关闭泄压通道,井口抢接不成功,错过的最佳关井时间!如果当时内喷控制住,再去关闭封井器是完全可以避免这次恶性井喷事故的发生的。所以迫切需要提高内防喷工具使用的可靠性,提升钻井施工现场相关操作人员的应急处理能力,从而减少或避免井控安全事故的发生。

二、内喷抢接装置存在的问题

1、抢接装置顶杆无锁紧限位

现在使用抢接装置顶杆表面光滑,通过下压是止回阀通道打开,依靠静摩擦力旋转锁紧头锁住顶杆不被释放。当水眼内压力升高后,很容易克服锁住的静摩擦力而产生滑动摩擦,进而关闭止回阀通道。如果关闭止回阀通道前没能使止回阀和钻具液压紧扣,则上顶压力会通过丝扣连接处进行释放,造成无法引扣、紧扣(见图1),内喷无法控制。



图1: 改造前止回阀抢接装置

2、抢接装置泄压通道偏小

众所周知,不论气体或液体,其它条件不变时,泄压面积越小,产生的流速就越高,压力也越大。抢接装置泄压口如果尽可能大,

则人力下压引扣就容易,抢接成功率就越高。另外,内防喷工具旋塞阀通过旋塞扳关闭球阀,因此母扣端的抢接装置只是引扣作用,泄压通道面积可以尽可能大(见图1)。

3、对角加力下压引扣不均匀

日常井控防喷演习井内压力平衡,两人引扣只需要使内防喷工具垂直,就很容易引扣成功。当存在内喷上顶时,则需要通过人力下压引扣,180度对角下压极不容易平衡另外两侧上顶压力造成的偏差,所以带压使用内防喷工具单一抢接手柄对角下压引扣存在弊端(见图1)。

三、实战演练改善内防喷工具抢接装置

为强化班组关井实战训练,提高钻井队井控应急处置能力,提高钻井队井口操作人员抢接内防喷工具的成功率,通过改造井口内防喷工具抢接装置,同时开展钻杆内喷抢接实战训练,检验内防喷工具抢接装置,为井控关井实战提供可靠依据。

1、抢接装置改造

回压阀使用较大通径泄流通道抢接装置,增加抢接装置顶杆限位装置,并改造限位梯型槽,防止卸顶丝发卡;抢接装置安装四个抢接手柄(图2)



图2: 抢接装置安装四个抢接手柄

旋塞使用全通径泄流通道抢接装置,按照旋塞最大内径进行改造(见图3)。



图3: 全通径泄流通道抢接装置

辅助工具：配备1米加厚钢管及全封闭式护目镜等

2、内喷抢接模拟训练

通过钻杆内喷不同高度清水，四名井口操作人员配合，分别在
内喷1米~3米抢接回压阀、内喷4米抢接旋塞；内喷2米~3米
抢接方钻杆。2021年7月份，中原石油工程公司西南工区共27支
钻井队167人次进行了129次模拟抢接训练；2022年7月份，公司
西南工区共21支钻井队145人次进行了第二轮106次模拟抢接训

练。

从实战结果分析，喷势4米时旋塞抢接成功率100%，效果最
好；回压阀在1米低于四人成功率低，随着喷势增加，回压阀抢接
难度也增加；方钻杆抢接难度较大，即便是清水井口操作人员依然
无法看清，很难对扣；在增加一人指挥，协调司钻与井口四名操作
人员的情况下，对扣成功率增加至83.8%（见表1）。

表1：2021年西南工区钻井队班组抢接内防喷工具实操演练记录表

序号	抢接工具	内喷高度（米）	抢接人数	平均抢接时间（秒）	抢接成功率（%）	备注
1	止回阀	1.0	3	43.0	50.0	
2		1.0	4	24.4	96.2	
3		2.0	4	31.8	92.5	
4		3.0	4	33.0	89.2	
5	下旋塞	4.0	4	22.1	100.0	
6	方钻杆	2.0	4	54.8	50.0	
7		3.0	4	60.0	0.0	
8		3.0	5	31.5	83.3	一人指挥
平均		2.4	4	37.6	70.2	

说明：抢接时间计算从开始抬内防喷工具到引扣成功（引扣剩余2圈）。

四、内防喷工具抢接装置优化应用

通过对现行内防喷工具抢接装置的分析，结合实战演练，进而
优化抢接装置和指导现场井控工作。

1、止回阀抢接装置顶杆采用限位锁紧方式，确保内喷抢接时
止回阀通道畅通；内防喷工具不同，内部阀芯距抢接装置距离不一
时，如箭型、球形、蝶形止回阀应配备各自抢接装置。

2、抢接止回阀采用尽较大通径泄流通道，抢接旋塞压盖通道
应采用全通径泄压方式；内喷抢接时优先使用旋塞阀，增加泄流通
道，提高内喷抢接成功率。

3、抢接装置压盖四周均匀嵌入式焊接四根长度不小于25公分
的抢接手柄，便于抢接时4人同时下压用力引扣。

4、配备好辅助加力工具和井口人员个人劳保防护用品。

5、止回阀工具因供应商不同，顶杆限位目前由各井队自行加
工，存在开槽大小、深度不一致的情况，也可能存在开槽不合理造
成止回阀顶杆锁紧装置发卡打不开的情况，应由工程公司层面，统
一顶杆限位装置标准件制作。

五、结束语

1、推广应用成果

内防喷工具抢接装置的优化和模拟训练，得到中原石油工程公
司技术发展部的认可，现已通过工程公司对国内所有井队内防喷工
具抢接装置进行了升级改造（见中原工单技发〔2021〕15号《关于
规范内防喷工具配置和抢接程序的通知》），并对抢接程序提出新的
要求。

井口带压抢接内防喷工具的优化和实战很好的弥补了现场井控

演练不足的短板，锻炼了井口操作人员的心理素质。内喷抢接实战也
操强化了现场班组成员配合协作能力，为提升公司井控关井意识，把
控关井关键环节、消除安全隐患、杜绝井喷风险提供有力支持！

2、对实战演练的一些思考

通过内喷抢接实操预设环境理想，工具准备到位，但距离现场
真实环境还是有一定差距：①钻井施工现场循环钻井液并不是清
水，当钻井液温度、钻屑、气体内喷时，会遮挡井口操作人员视线、
引起心理紧张，因此要有专人协调指挥，提高第一时间抢接效率；
②人员准备上可能并不完全到位，目前理想测试结果，需要配备4
名，甚至5名井口熟练操作人员，即井口操作人员应配备至少四名
人员，即日常防喷演习中，副司钻、井架工、甚至场地工应协助内、
外钳工控制住井口内喷后，再到各自区域完成演习。同时，要继续
加大井控实战演习力度和难度，提升钻井队全员井控关井技能操作
和心理素质，做到日常防喷演习贴合实战、战时能用的目的。③突
发事件尤其是气井，伴随气体、岩屑等不可控因素，抢接难度还是
很大。④本次使用的加力杆时为1米，现场液压大钳与井口空隙距
离不足，在突发情况下，井口人员能否冷静处理？⑤现场内防喷工
具的准备、维护、保养是否到位？应急物资如全封闭的护目镜、雨
衣等是否准备充足，并立即可以使用？

参考文献：

[1]集团公司井控培训教材编写组.钻井技术、管理人员井控技术
[M], 中国石油大学出版社, 2013: 277-288.

[2]中原工单技发[2021]*号, 关于规范内防喷工具配置和抢接程
序的通知[A], 中原石油工程公司技术发展部, 2021.