

# 小直径井筒处理技术研究与应用

孙立超

(中油辽河油田锦州采油厂, 辽宁 凌海 121209)

**摘要** 随着油田开发不断深入, 利用工程报废井眼进行的侧钻井、套管补贴井、内衬小套管井越来越多, 目前我厂侧钻井也逐年增多, 达 946 口, 占总井数的 31%, 主要以  $\Phi 127\text{mm}$  侧钻、 $\Phi 101.6\text{mm}$  侧钻为主。由于其特殊的井身结构和小井眼尺寸, 给后期修井作业带来了很大的难度, 原有的作业工艺已不能有效地实现修井目的。如小直径井筒内打捞抽油杆、油管、封隔器等成功率低, 工具选择局限性大, 特别是卡井, 捞获落物后解卡困难; 另外对于小直径井筒内钻灰塞、压裂砂、电缆桥塞等情况, 由于受管柱及钻头的影响, 磨铣速度较慢。以上情况大大制约了生产效率, 因此急需研究小直径井筒处理技术, 通过研究小直径井筒专用打捞工具、小直径井筒专用磨铣、应用动力水龙头装置以及研究小直径井筒补贴工艺技术, 实现在小直径井筒内对落物、灰塞、套损等状况快速处理, 解决小直径井筒处理困难的难题。

**关键词** 小直径 打捞工具 磨铣 动力水龙头

中图分类号: TD262

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)04-0001-02

## 1 前言

随着油田开发不断深入, 利用工程报废井眼进行的侧钻井、套管补贴井、内衬小套管井越来越多, 目前我厂侧钻井也逐年增多, 达 946 口, 占总井数的 31%, 主要以  $\Phi 127\text{mm}$  侧钻、 $\Phi 101.6\text{mm}$  侧钻为主。由于其特殊的井身结构和小的井眼尺寸, 给后期修井作业带来了很大的难度, 原有的作业工艺已不能有效的实现修井目的。如小直径井筒内打捞抽油杆、油管、封隔器等成功率低, 工具选择局限性大, 特别是卡井, 捞获落物后解卡困难, 2016 年我厂小直径井筒内打捞的井有 8 口, 只有 3 口井处理成功; 另外对于小直径井筒内钻灰塞、压裂砂、电缆桥塞等情况, 由于受管柱及钻头的影响, 磨铣速度较慢, 钻开一个灰塞、压裂砂就需要 3-5 个工作日, 而要钻开一个机械桥塞, 至少要 10 个工作日, 造成钻塞困难的主要原因是常规的钻头直径大, YD 合金布齿结构单一, 磨钻效率低。以上情况大大制约了生产效率, 因此急需研究小直径井筒处理配套工具, 解决生产难题, 提高生产时效及施工安全性。

## 2 主要研究内容

### 2.1 研制高强打捞工具

#### 2.1.1 高强大锥度比公锥

该工具是一种从油管、钻杆、套管、配水器等有孔落物的内孔进行造扣打捞的工具, 对于带接箍的管类落物, 打捞成功率较高。采用优质低碳合金钢 20CrMoH, 渗碳淬火加工, 加大锯齿打捞螺纹, 表面硬度 HRC58-62, 保证了产品高强的机械性能, 心部硬度 HRC28-32, 保证了产品韧性, 防止折断, 切屑槽能打捞造扣过程中实现断屑, 保证造扣的有效深度。接头螺纹采用标准的梳刀加工, 并用经专门机构检测的螺纹量规检测, 保证了与用户钻柱的互换性连接。

#### 2.1.2 薄壁高强度母锥

该工具是一种专门从油管、钻杆等管状落物外壁进行造扣打捞的工具, 对于无内孔或内孔堵死的圆柱形落物,

打捞成功率较高。采用优质低碳合金钢 20CrMoH, 渗碳淬火加工, 加大锯齿打捞螺纹, 表面硬度 HRC58-62, 保证了产品高强的机械性能, 心部硬度 HRC28-32, 保证了产品韧性, 防止断裂。接头螺纹采用标准的梳刀加工, 并用经专门机构检测的螺纹量规检测, 保证了与用户钻柱的互换性连接。

#### 2.1.3 小直径高强双滑块捞矛

该工具用于打捞各种钻杆、油管、套管、衬管、封隔器、配水器等有内孔的落物。矛杆前端磨段先进入打捞孔, 旋转钻柱, 先对打捞孔进行修整。当滑牙块进入鱼腔之后, 滑牙块依靠自重向下滑动, 滑牙块与斜面产生相对位移, 滑牙块齿面与矛杆中心线距离增加, 使其打捞尺寸逐渐加大, 直至与鱼腔内壁接触为止。上提矛杆时, 斜面向上运动所产生的径向分力迫使滑牙块咬入落鱼内壁抓住落鱼。

#### 2.1.4 高强可退式捞矛

该工具用于从鱼腔内孔进行打捞的一种工具, 可打捞不同尺寸的油管、钻杆和套管等鱼顶内腔是圆柱形的落鱼; 当捞住落鱼而不能捞出时, 该产品可退出落鱼, 提回地面。按不同的作业需求, 该工具可与安全接头、震击器、内割刀等组合使用。

#### 2.1.5 高强可退式接箍捞矛

该工具是一种对扣打捞工具, 可打捞不同尺寸的油管; 当捞住落鱼而不能捞出时, 该产品可退出落鱼, 提回地面。接头和矛杆采用高强度合金钢 42CrMo (常规的用 40Cr) 经调质处理, 保证很高的机械性能和较大的提拉负荷。卡瓦采用优质低碳合金钢 20CrMoH (常规的用 20Mn), 渗碳淬火加工, 表面硬度 HRC58-62, 保证可靠打捞。右旋可退出设计, 在负荷超载情况下轻易退出, 保证打捞作业的安全性。

#### 2.1.6 高强抽油杆打捞筒

该工具用于打捞各种抽油杆本体, 接头和筒体采用高强度合金钢 42CrMo (常规的用 40Cr) 经调质处理, 保证很高机械性能和较大的提拉负荷。卡瓦采用优质低碳合金钢, 渗碳淬火加工, 表面硬度 HRC58-62, 保证可靠打捞。两瓣

卡瓦采用偏心园结构设计,保证了较大范围的可靠打捞。

#### 2.1.7 高强可退式卡瓦打捞筒

该工具用于从管子外部进行打捞,可打捞不同尺寸的油管、钻杆和套管等鱼顶是圆柱形的落鱼;当捞住落鱼而不能捞出时,该产品可退出落鱼,提回地面。接头和筒体采用高强度合金钢 42CrMo(常规的用 40Cr)经调质处理,保证很高的机械性能和较大的提拉负荷。卡瓦采用优质低碳合金钢,渗碳淬火加工,表面硬度 HRC58-62,保证可靠打捞。卡瓦和筒体配合采用大螺距特殊螺纹,保证打捞的可靠性,可退出设计,在负荷超载情况下轻易退出,保证打捞作业的安全性。

### 2.2 研制高效磨铣工具

#### 2.2.1 一体式小径套铣筒

该工具用于清除井下管柱与套管之间的各种脏物。可以套铣环形空间的水泥,坚硬的沉砂及碳酸钙结晶等。接头采用高强度合金钢 42CrMo(常规的用 40Cr)经调质处理,保证套铣作业中能承受很大的铣磨扭矩,高效硬质合金能实现作业中很高的套铣效率。一体式的接头和筒体能防止筒体在操作失误时的脱落。

#### 2.2.2 高效组合式铣锥

该工具用来磨削套管较长部分的局部变形;修整各种作业将套管造成的飞边、毛刺;清除滞留在套管壁上的矿物结晶及其它坚硬的杂物。主体采用高强度合金钢 42CrMo(常规的用 40Cr)经调质处理,保证套铣作业中能承受很大的铣磨扭矩,圆周布置高效 YW2 硬质合金(常规 YG8)能实现修套作业中很高的效率。四条直水槽保证修套作业中及时的冷却。

#### 2.2.3 高效多功能磨鞋

内领眼磨鞋:该工具用来磨削、修整有内孔的落鱼顶、被卡管柱及井下工具。主体采用高强度合金钢 42CrMo(常规的用 40Cr)经调质处理,保证套铣作业中能承受很大的铣磨扭矩,端面高效 YW2 硬质合金(常规 YG8)能实现铣磨作业中很高的效率。突出的内领眼圆柱段能插入油管内在铣磨作业中实现内定位,防止偏磨。

外领眼磨鞋:该工具用来磨削、修整有内孔的落鱼顶、被卡管柱及井下工具。主体采用高强度合金钢 42CrMo(常规的用 40Cr)经调质处理,保证套铣作业中能承受很大的铣磨扭矩,端面高效 YW2 硬质合金(常规 YG8)能实现铣磨作业中很高的效率。突出的领眼外筒能在铣磨作业中实现外定位,防止偏磨。

#### 2.2.4 高效耐磨式平底磨鞋

该工具用来磨削、修整落鱼顶,井下落物及被卡管柱、工具。主体采用高强度合金钢 42CrMo(常规的用 40Cr)经调质处理,保证套铣作业中能承受很大的铣磨扭矩,端面高效 YW2 硬质合金(常规 YG8)能实现铣磨作业中的高效率。

#### 2.2.5 高效耐磨式凹底磨鞋

该工具用来磨削、修整落鱼顶,井下落物及被卡管柱、工具。磨削井下小件落物及其它不稳定落物。主体采用高强度合金钢 42CrMo(常规的用 40Cr)经调质处理,保证套铣作业中能承受很大的铣磨扭矩,端面高效 YW2 硬质合金(常规 YG8)能实现铣磨作业中很高的效率。凹陷的端面

设计,保证铣磨作业中的自定心。

#### 2.2.6 双向布齿式铣锥

该工具用来磨削套管较长部分的局部变形;修整各种作业将套管造成的飞边、毛刺;清除滞留在套管壁上的矿物结晶及其它坚硬的杂物。主体采用高强度合金钢 42CrMo(常规的用 40Cr)经调质处理,保证套铣作业中能承受很大的铣磨扭矩,圆周布置高效 YW2 硬质合金(常规 YG8)能实现修套作业中很高的效率。4条螺旋槽保证修套作业中很大的接触面积和及时的冷却。螺旋水槽钳刀面4条高效切削合金可实现很高的切削和铣磨效率。

#### 2.2.7 高效组合式刮刀钻头

该工具主要用来钻磨水泥塞、砂桥、死蜡死油、刮去套管壁上的脏物。特殊情况下可用来钻磨绳缆类的堆积卡阻。对于套管内开窗侧钻,高效组合刮刀钻头尤为适用。采用 90° 均布的高强刀片,加焊高效硬质合金,具有很高的机械性能,可实现快速切削,中间两个月牙型的水槽实现切削中充分的冷却。

#### 2.2.8 小直径多级随钻打捞杯

小直径多级随钻打捞杯:该工具用于在套管或裸井眼内,打捞散碎、块状落物。打捞杯杯体(外筒)外径较大,与井眼环形间隙小,而杯口处的心轴直径较小,与井眼环行间隙大。因此,钻井液在杯口处流速陡然下降,形成旋涡,其携带能力也大大减弱,从而使钻井液中较重的碎物落入杯中,并随起钻捞出,达到了清洁井底的目的。

#### 2.2.9 应用动力水龙头装置

针对小尺寸螺杆磨铣效率低、易卡钻的问题,应用动力水龙头装置,形成了小井眼高效磨铣工艺技术,采取反循环磨铣工艺,实现小井眼高效钻磨,解决因循环通道小易憋压卡钻的难题,缩短作业周期 4-7 天以上<sup>[1]</sup>。

### 3 现场试验

2017-2019 年期间,小直径井筒处理技术现场应用 26 井次,创经济效益 123.2 万元,其中在锦 45-21-210C 井中,该井在压裂防砂措施施工后,应用普通螺杆钻及刮刀钻头磨钻,无进尺后起出,应用动力水龙头及高效组合式刮刀钻头,从 1020 磨钻至 1166 米,进尺 146m,通过小直径磨铣打捞工具的研制,完成小直径井筒内落物的快速打捞,以及对小直径井筒灰塞、压裂砂的高效磨铣,现场应用效果显著,大大提高生产效率,避免转大修施工,具有较好应用前景。

### 4 结论及建议

(1)小直径井筒处理技术的研究与应用,可以实现在小直径井筒内对落物、灰塞、套损等状况快速处理,现场应用效果显著,安全可靠;(2)所有研究成果全部用于施工现场,大大提高生产效率;(3)小直径井筒处理技术的研究与应用,可以有效解决小直径井筒处理困难的问题,为小直径井筒处理提供技术保障。

### 参考文献:

[1] 万仁溥.采油技术手册(第五分册)修井工具与技术[M].北京:石油工业出版社,1989.