

顶驱保护接头的使用分析

王斌

(西南石油工程有限公司湖南钻井分公司 湖南 长沙 410000)

摘要: 方钻杆保护接头俗称“方保”，用以连接顶驱和钻杆。方钻杆和钻杆能起到保护顶驱或方钻杆的功效，一直以来被广泛的应用。由于保护接头的上、卸扣频次较高，所以其本体磨损及公扣磨损较普通接头更为严重。本文对保护接头的使用及磨损情况进行分析，对提高操作水平及更好地使用保护接头，延长其使用寿命，最终实现节约成本，保障基层安全生产有一定的积极作用，可为更多的石油钻井工作者提供一定参考。

关键词: 方保；钻井；硬质合金；热摩擦；疲劳

0 引言

随着石油钻井工业的发展，复杂地质条件下的深井、超深井的要求，传统的立轴式、动力头式、转盘式以及立轴转盘一体式的钻进系统，均存在一定的局限性，更多海内外海陆钻修平台配备了顶部驱动钻井系统（TDS, TOP DRIVE SYSTEM），在钻进能力、施工效率、风险控制、工艺适应性等方面满足安全生产的需要。在整个钻井施工过程中，方保接头起着至关重要的作用。该接头不起眼，极易被忽视，却关系到整个钻井过程中的安全生产。与钻杆频繁的上扣、卸扣，加剧了保护接头的磨损，如更换不及时，可引发严重的工程事故，造成不可挽回的经济损失。

1 顶驱保护接头

顶驱保护接头用以连接顶驱和钻杆，实施钻进、循环泥浆、带泵下钻或送尾管、处理事故等多种工况，受力复杂。频繁上卸扣过程中，方保接头因热摩擦导致丝扣磨损严重而发生过早失效的现象。当顶驱方保出现故障时，难以立即恢复生产，造成生产停待或井下复杂等一系列损失。保护接头本体材料大部分为40CrMnMo，硬度一般小于217HBS，钳牙的表面硬度为58~62HRC，耐磨层的硬度应高于本体硬度，小于等于钳牙的硬度。

2 方保接头易出现的故障及失效形式

(1) 方保接头长度过长或过短，导致顶驱背钳不能有效进行上卸扣。

(2) 方保接头与顶驱的IBOP连接扣处扭矩偏小，易造成方保接头母扣松脱。较小的上扣扭矩可能导致螺纹不能承担施加的轴向荷载和反扭矩，从而发生倒扣失效，造成严重损失。

(3) 方保接头与钻杆母扣粘扣，难卸开。粘扣是指相互接触金属表面间发生的一种冷焊现象，是一种常见的接头失效形式。在复杂载荷作用下，各螺纹牙承载不均匀。啮合面上局部接触压力过高是形成粘扣的主要原因。当上扣时对扣不当，上扣速度过快或上扣扭矩过大时，也可能发生粘扣现象。

(4) 方保接头公扣磨损严重，与钻杆连接后，拉伸强度和抗扭强度不够，造成严重后果。

(5) 方保接头外径与顶驱IBOP外径尺寸不一致，导致

顶驱IBOP与方保防松卡箍卡板牙不能完全将IBOP与方保贴合。

(6) 方保接头长期受拉力、扭力等作用发生疲劳裂纹损伤或腐蚀，发生过载断裂、疲劳断裂，螺纹最末端完整扣处应力最大，往往发生在此部位。

(7) 方保接头公扣根部密封台阶受损，密封失效。轴向拉伸荷载会降低接头的密封性能，当轴向拉伸荷载的作用使得台肩分离时，方保接头发生密封失效。

(8) 胀扣。在有较高的轴向压力的情况下，外螺纹强制进入内螺纹，导致母扣胀开而造成胀扣失效，上扣扭矩过高或井下产生过高扭矩时，接头也会因胀扣而失效。

(9) 螺纹牙剪切失效。当螺纹牙所承受的作用力达到其承受极限时，容易造成螺纹牙剪切失效。该失效形式往往发生在最末端的完整扣处，螺纹锥度越大、螺纹越短越容易出现螺纹牙剪切失效。

(10) 刺扣。当填充在螺纹间隙的螺纹脂因流失或未涂抹不起作用时，管内的高压钻井液会沿着螺纹间隙从接头处流出，引发刺扣。不合理的公差配合也是造成刺扣现象的重要原因。

(11) 应力腐蚀。在轴向拉力、弯曲应力等载荷的作用下，当接头发生密封失效时，钻具内腐蚀性介质进入螺纹啮合区域，容易引发接头的应力腐蚀失效。

3 顶驱方保长度及外径要求

以大庆景宏DQ70BS-JH常用方保接头为例，扣型：6 5/8" REG母扣×4 1/2" IF公扣(630×411)，公母扣均为正扣；外径197mm，出厂长度406mm(含公扣长)。

当顶驱方保接头多次修扣后，其长度逐渐减少，当顶驱方保长度过短时，顶驱背钳便会咬合5寸钻杆接箍的焊接带。如若顶驱方保过长，则顶驱背钳将不能咬合住5寸钻杆的接箍，造成不能正常上卸扣。

此外，该顶驱还配有6 5/8" REG母扣×5 1/2" FH公扣(630×521)和6 5/8" REG母扣×3 1/2" IF公扣(630×311)扣型的方保接头，规格要求也略有出入。不同厂家的顶驱，顶驱方保的规格也不尽相同。

4 顶驱方保接头的受力及螺纹磨损

复杂的地质环境和工作条件，对钻柱的连接完整性和

密封完整性有着巨大挑战。顶驱方保接头需要承受最大的拉伸/压缩、弯曲、扭转、内压、外压等载荷的复合作用，在处理井下复杂事故时，施加的荷载更大，受力更为复杂，疲劳失效是最常见的失效方式。据统计，65%~75%的钻具接头失效源于疲劳损伤。

4.1 轴向力

钻柱中最基本的作用力，其大小主要由钻柱自身重力、浮力、钻柱与井壁间的摩擦力、钻头施加钻压等因素决定。悬挂状态下，井口的轴向拉力最大，所有轴向力汇集在顶驱方保接头处。施工井的垂深越深，轴向拉力越高。

4.2 弯矩

由于顶驱方保接头始终处于转盘面上，并不进入井内，故产生的微小弯曲变形基本可以忽略不计，产生的弯曲交变应力也可忽略。

4.3 扭矩

配有顶驱钻井系统的钻机，在钻进过程中，顶部驱动产生的扭矩通过钻柱传递到钻头以达到碎岩的扭矩，井口的钻柱所受扭矩最大。井下动力钻具（涡轮或螺杆钻具）所受的反扭矩，随着能量的消耗从下至上逐渐减小。

4.4 其他载荷

循环钻井液使得钻柱受到内压、外压的作用，井口处的内外压最小。

在顶驱方保接头与钻杆丝扣上卸扣的过程中，接头承受较大的侧向接触力，受到强烈的摩擦作用，在周期性的摩擦力、热胀冷缩应力和环向应力作用下，已经弱化的表面材料萌生了微裂纹。方保的外螺纹承受很大的扭矩，存在较大的环向应力。裂纹一般以应力腐蚀或疲劳方式扩展。保护接头密封面的凹坑和凸起损伤是在上扣过程中混入杂物后挤压形成的，在上扣结束后，靠近杂物中心的接头纵截面受到很大的拉应力。当外表面的摩擦热裂纹扩展到此处时，由于应力叠加，表面微裂纹在环向应力作用下会加速扩展直至穿透整个壁厚。剧热产生裂纹的过程使方保接头在旋转过程中因摩擦产生表面硬斑，硬斑在加热和冷却循环（泥浆循环）过程中易产生微裂纹。

在每口井进尺较快的井段施工过程中，顶驱方保接头频繁与钻杆扣进行上扣卸扣动作，司钻的操作水平参差不齐，使得接头螺纹遭受周期性的磨损更加严重。

5 使用顶驱方保的注意事项

(1) 在实际生产过程中，操作者应谨慎操作，避免过提或下压超过顶驱的重量，否则将加快顶驱方保的磨损。

(2) 加强对顶驱方保的检查，发现问题及时进行更换。

(3) 更换顶驱方保时，应选取合适的工况或者安全的井段进行，提前做好各项准备工作。

(4) 当发现顶驱方保不能继续再使用时，及时换下进行修扣处理，并进行探伤处理。探伤方式可采用螺纹超声波

探伤和螺纹荧光磁粉探伤。对有缺陷、长度不够或累计纯钻时间达到500h的方保，应予以淘汰处理。

(5) 顶驱方保的上扣扭矩，以大庆景宏DQ70BS-JH方保接头为API 6 5/8" REG扣型为例，最小上扣扭矩46000ft-lb，最大上扣扭矩60000ft-lb，推荐上扣扭53000ft-lb。

(6) 顶驱方保与不同规格钻杆扣的连接扭矩可以根据实际情况和钻具类别进行调整。防止方保接头磨损还可根据井下情况的变化采用适当调整转速、钻压、泵压及排量等主要钻井参数。

(7) 在使用前必须清洗干净、均匀涂上足够数量且质量合格的螺纹脂并采用最佳上扣扭矩紧扣，以免长期带顶驱作业造成粘扣的现象。但应该注意的是：API标准推荐的上扣扭矩针对标准螺纹而定，在实践中确定上扣扭矩必须考虑螺纹类型、接头磨损引起的密封面宽度变化、螺纹及台肩面磨损引起的摩擦系数变化、螺纹密封脂质量的好坏等因素对上紧扭矩的影响。

6 结语

顶驱方保接头螺纹的磨损直接影响着钻具及其连接的抗扭强度和使用寿命，最佳上扣扭矩是保证钻具螺纹连接后在井下正常工作的必要条件。在实际的钻井施工过程中，加强对该接头的定期或加频次检查，注重各个环节及细节的把控，提高班组成员的操作水平，有计划的利用设备维保或水泥候凝期间更换及检测，做到有效使用，是非常重要的一项工作。保护钻具接头及螺纹减轻磨损、采用最佳扭矩紧扣是防止或减少钻具失效事故、提高钻井综合经济效益非常重要的技术措施。

参考文献：

- [1] 宋治, 胡章远, 安秉尧. 钻铤及转换接头的失效与预防[J]. 石油钻采工艺, 1990, (04).
- [2] 曾德富. 石油钻具螺纹磁粉探伤及缺陷分析[J]. 中国石油和化工标准与质量; 2012, 33(11).
- [3] 李明, 严仁田, 鲜奇魁, 等. 钻具接头螺纹应力分析与结构优化[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2012(05).
- [4] 《钻井手册(甲方)》编写组, 钻井手册(上册)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990.
- [5] 大庆景宏钻采技术开发有限公司. DQ70BS-JH顶部驱动钻井系统用户手册[Z].
- [6] SY/T 5200-2012 钻柱转换接头[S].
- [7] 骆发前, 吕拴录, 等. 塔里木油田钻柱转换接头失效原因分析及预防[J]. 石油钻探技术, 2010(1).
- [8] 陈锋. 复杂载荷条件下钻具接头三维应力特征分析[D]. 上海: 上海大学, 2014(10).

作者简介: 王斌(1982-), 男, 汉族, 河北保定人, 本科, 工程师, 研究方向: 海外石油钻井现场管理。