

# 浅谈 $\Phi 73.02 \times 5.51$ N80平式油管脱扣原因分析

常亮

(吉林石油集团吉松质量技术检测有限责任公司 吉林 松原 138000)

**[摘要]**本文对某油田采油厂使用的 $\Phi 73.03 \times 5.51$ mm N80-1 NU 油管脱扣事故进行取样调查,查看了脱扣油管螺纹的宏观形貌,并对事故油管管体及接箍进行了理化性能试验,并对该井的同一批次螺纹损伤不严重的油管进行了拉脱试验。试验及分析结果表明,油管管体及接箍材质符合标准要求,拉脱试验表明油管螺纹连接强度符合标准要求,油管脱扣的主要原因是由于螺纹拧接过程中错扣引发粘扣,从而导致接头的连接强度降低造成而引起滑脱失效。

**[关键词]**油管;脱扣;螺纹;连接强度;粘扣

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.1699

## 一、事故油井基本情况

某油田采油厂XX-X井井深约2200米,现场使用的油管是 $\Phi 73.02 \times 5.51$  N80-1油管,进行压裂作业,压裂后在冲砂作业时发生井涌,现场关泵并立即上提油管,在上提过程中,油管现场端发生脱扣,提出油管10支,上提载荷28吨,下工具打捞油管,上提管柱过程中发生第二次脱扣,提出油管3支,脱扣位置为现场端,上提载荷32吨。后经多次打捞,将落井管柱全部取出。针对该井的两次油管脱扣事故进行取样分析,找出事故主要原因。

## 二、脱扣油管情况

### 1、现场脱扣油管螺纹宏观形貌

现场脱扣油管第10支外螺纹与第11支内螺纹形貌如图所示,从脱扣的油管外螺纹看,螺纹已经严重磨损,宏观形貌如图1所示,外螺纹2~14扣损伤严重,其中2~3扣、9~14扣粘扣损伤尤为严重,螺纹齿顶已经被粘接磨平,螺纹上有带状金属被挤压撕裂填充到牙底,属于明显的挤压犁沟。内螺纹接箍内螺纹存在明显损伤,宏观形貌如图2所示,部分螺纹已经出现上错扣时挤压切削的丝状物,螺纹牙型表面存在金属粘接迁移现象。

脱扣油管第13支外螺纹与第14支内螺纹均已也已磨损,外螺纹2~3扣损伤较轻,3~11扣损伤较重,其中7~11扣扣损伤尤为严重,螺纹齿顶螺纹被磨平,承载面上的金属从牙顶向牙底卷曲,并堆积在螺纹牙槽底部。

所有脱扣的外螺纹牙型在齿顶上有一条明显挤压切削痕

迹,切削凹槽与外螺纹齿顶有一定的夹角,这是典型错扣后螺纹粘扣形貌特征。外螺纹从导向面向承载面方向发生挤压变形,部分螺纹齿顶的材料被粘接磨掉,这是上扣过程中外螺纹齿顶没有对中啮合到内螺纹齿形中,产生的错扣现象。

## 三、管坯及接箍材料性能实验

### 1、拉伸性能

对事故油管、接箍进行拉伸试验,测试试验结果见表1。屈服强度、抗拉强度和延伸率均满足API Spec 5CT(第十版)的要求,性能合格。

表1 油井管的拉伸性能试验结果

项目名称	屈服强度MPa	抗拉强度MPa	伸长率%	硬度HBW
管体 实测数值	621/615	786/774	24/26	249/260
接箍 实测数值	654/669	825/798	22/24	245/252
标准要求	552~758	≥689	≥14	—

### 2、金相组织

从油管上切取金相试样,经预磨、抛光后用体积分数为4%的硝酸酒精溶液侵蚀,在光学显微镜下进行显微组织和晶粒度分析,试验结果如图3所示。基体组织为珠光体和铁素体,晶粒度为9.0级,组织细小,均匀,性能符合要求。

## 四、同一口井油管连接强度验证

取该井其他未脱扣油管,挑选螺纹磨损不严重的两支,两端各取1.5米,模拟井场现场进行上扣操作,采用标准扭矩进行内外螺纹上紧。将上紧后的油管短节利用拉伸设备对其连接强度进行验证,首先通过加载将拉伸载荷控制在500KN时



图1 发生脱扣的第10支油管外螺纹



图2 发生脱扣的第11支油管内螺纹形貌

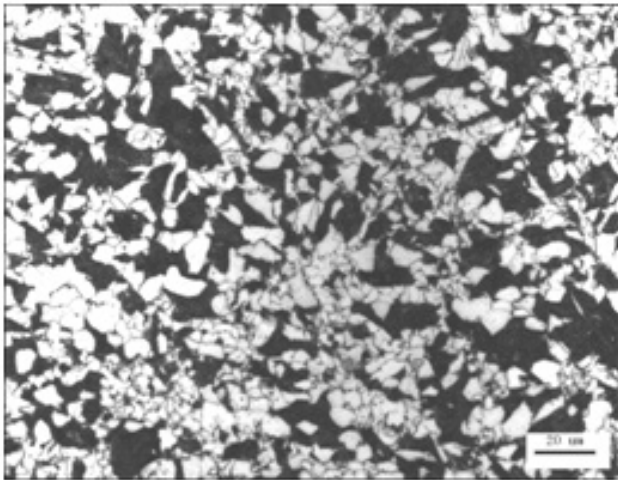


图3 油井管基体的金相组织和晶粒度

保持一段时间,再增加载荷直至油管短节螺纹拉脱,最终拉脱载荷为718KN,如图4所示,远大于 $\phi 73.02 \times 5.51$  N80 NU油管螺纹接头标准规定的469.7KN,通过连接强度的验证试验可以看出,油管螺纹在不粘扣的情况下,连接强度符合标准规定要求。



图4 拉脱试验载荷数据

### 五、油管脱扣原因分析

该井脱扣的油管内外螺纹都发生了严重的粘扣现象,螺纹的轮廓已严重粘接破坏。螺纹发生粘扣后,螺纹牙型已严重磨损,内、外螺纹无法正常啮合,螺纹连接有效啮合长度减少,使得接头的连接强度大幅度降低,同时该井油管是在压裂冲砂过程中发生砂埋,导致油套管柱提升阻力增大,最终出现多次油管上提过程中的脱扣事故。

油管发生螺纹粘扣的主要原因分析如下:

#### 1、错扣上扣导致螺纹粘扣

粘扣作为一种油管与接箍螺纹在装配和现场使用过程中发生的影响使用性能和效果的现象,内、外螺纹上扣时产生摩擦干涉,表面温度急剧升高,使内、外螺纹表面发生粘结。粘扣产生的原因比较复杂,如果油管螺纹产生粘扣,轻者往往造成螺纹齿面损伤,齿形发生塑性变形,严重者可以

改变螺纹旋合的齿面接触应力和上扣扭矩,并大幅度降低密封性能和连接强度。

螺纹粘扣过程中内外螺纹表面会有相对位移,常伴随有金属迁移,从上述油管的粘扣宏观形貌分析,现场油管上扣拧接过程中发生严重的螺纹错扣现象,错扣将不仅增大各个啮合螺纹齿面的接触应力,还会造成内外螺纹上扣磨损切削,接触面产生塑性变形,引起材料迁移和接触点熔合,最终发生螺纹粘扣。

#### 2、现场上扣没有扭矩控制仪

现场发现,该批油管在上扣作业时没有采用上扣扭矩控制仪器,油管螺纹若错扣后继续进行拧接上扣,将导致上扣扭矩急剧增加。由于现场没有扭矩控制仪,不能及时发现错扣情况。现场操作工只能凭经验(采用无外露扣法)进行,无法保证上卸扣扭矩在API RP 5C 1推荐值范围内,容易导致过扭矩上扣,进而发生螺纹粘扣现象。

#### 3、上扣时没有引扣导致粘扣

油管上扣过程中,应将油管外螺纹慢速旋转引入内螺纹中,再利用液压拧接上扣钳进行上扣操作,上扣速度不得超过25转/分。如果现场端的外螺纹接头插入工厂端的内螺纹接头后没有进行引扣,会造成二者的螺纹齿顶相接触,这时直接高速上扣将导致螺纹牙顶直接接触摩擦,造成螺纹粘扣。

### 六、结论与建议

- 1、脱扣油套管体和接箍的机械性能满足API Spec 5CT(第十版)标准要求;
- 2、同一口井的其他螺纹损伤较轻的油管通过拉脱试验验证,其拉脱载荷符合标准规定要求;
- 3、此次油管发生脱扣主要原因是上扣过程中发生了错扣导致螺纹粘扣,内外螺纹无法正常啮合,接头连接强度大幅降低,造成了上提油管过程中的脱扣事故;
- 4、建议井队在油管上扣作业时应规范化作业,采用扭矩控制仪器,避免过扭矩操作;同时降低引扣和上扣的速度,减少操作因素造成螺纹粘扣,给自身及供货方造成不必要的损失。

### 参考文献

[1] API Spec 5CT(第十版)《套管和油管规范》。  
 [2] 吕拴录,曾友先等. 73.0×5.51mm J55 平式油管断裂和弯曲原因分析[J]. 石油矿场机械, 2007, 36(8): 47-49.  
 [3] 吕拴录,巨西民等. J55 平式油管粘扣原因分析[J], 机械工程材料, 2006, 30(3), 61-63.  
 [4] 张连业等, 某井油管脱扣原因分析[J], 钢管, 2012, 41(5), 66-71.  
 [5] 张毅. 熊庆人. 套管圆螺纹粘扣失效的组织形貌分析[J]. 石油专用管. 1996, 12(2): 5~11.  
 [6] ISO/CD 13679-2003, Petroleum and natural gas industries-Testing procedures for Casing and Tubing Connections[S].