

# 地质钻探外丝钻杆的失效形式分析

王玉吉, 王建华, 李庆彬

(山东省地质探矿机械厂, 山东 济南 250014)

**摘要:**结合生产和使用实践经验,总结分析了地质钻探外丝钻杆及锁接头的失效形式,并给出了预防钻杆及接头失效的处理手段和方法。

**关键词:**钻杆;锁接头;失效;预防

**中图分类号:**P634.8 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2012)07-0034-03

**Failure Mode Analysis on External Threaded Drill Rod for Geological Drilling/WANG Yu-ji, WANG Jian-hua, LI Qing-bin** (Shandong Geological Prospecting Machinery Plant, Jinan Shandong 250014, China)

**Abstract:** Based on the production and the application practice, the failure modes of external threaded drill rod and tool joint were analyzed with the processing means and methods of prevention.

**Key words:** drill rod; tool joint; failure; prevention

## 1 概述

钻杆是钻探施工中必不可少的工具,是用来连接钻头、用以传递扭矩和钻压的杆件。其内孔是输送冲洗液和取出岩心的通道,是水龙头和钻头之间的关键连接件。我厂是原地矿部指定钻探工具生产厂家,从事钻杆生产50多年,生产的大量的钻杆在全国各个矿区使用。根据笔者近几年的跟踪研究,结合生产实际,总结了一点浅知拙见,希望能给广大从事与钻探行业有关的同仁提供借鉴。文中提到的钻杆包含与其连接的锁接头,也称有细扣钻杆,是《地质钻探用钢管》(YB 235-70)和《地质钻探钻杆锁接头》(DZ 25-83)所涉及到的产品。

根据钻杆用途,要求钻杆必须能够承受巨大的内外压、扭曲、弯曲和振动。在钻探施工过程中,钻杆可以多次使用。

## 2 钻杆使用工况及受力分析

钻杆失效原因大致是由以下一些因素引起的:钻进时钻杆的基本力学工况,钻具的组合及钻井工艺,钻孔规则性,偏磨,螺纹密封脂,钻井液,钻杆结构和材料,地层因素,井内腐蚀介质等,以上因素交互作用的结果导致钻杆失效。

(1)钻杆在内外充满钻井液的狭长钻孔里工作,通常承受压、弯、扭、液力等载荷。当钻杆所受应

力小于材料许用值时,钻杆虽经过无数次的弯曲,也不会产生疲劳裂纹。钻探施工时钻杆承受弯曲、扭转和拉伸应力组成的复合应力很大,特别是在大位移定向井及水平井中扭矩极大。

(2)除旋转向下的运动,同时还有钻杆的各种振动和涡动。钻杆作为一个旋转的细长弹性杆件,有其固有振动频率,钻具的组合决定了此固有频率。钻杆旋转时还会产生纵向、横向和扭转3种形式的振动,当它们的频率与固有频率相吻合时则产生共振。共振的结果会在原来钻杆疲劳应力的基础上附加一个额外的疲劳应力,加速钻杆的失效。

(3)井径不规则或扩径严重的井段,钻杆的弯曲程度随之相应增大,钻杆旋转时连接螺纹部位受交变弯曲应力加速钻杆疲劳失效,同时螺纹连接受力复杂化,加剧了螺纹疲劳损坏。

(4)井下钻杆旋转时存在着自转、公转、自转和公转共存3种形式。自转引起钻杆的均匀磨损,公转引起钻杆的偏磨,磨损后使钻杆强度下降。

(5)地层构成不同,对钻杆尤其是对钻杆接箍的研磨程度也不同。地层可钻性差,地层不均质性强,在钻进过程中易发生憋、跳现象,加剧了钻杆纵向振动,使钻杆发生疲劳失效的概率增加。

收稿日期:2012-05-02;修回日期:2012-06-12

**作者简介:**王玉吉(1974-),男(汉族),山东平原人,山东省地质探矿机械厂高级工程师,地质机械专业,从事钻掘设备及器具技术研究工作,山东省济南市燕子山路2-2号,wyj8005@163.com;王建华(1973-),男(汉族),山东鱼台人,山东省地质探矿机械厂工程师,机械工程专业,从事钻掘设备及器具技术研究及生产工作;李庆彬(1979-),男(汉族),山东鄄城人,山东省地质探矿机械厂工程师,机械工程专业,从事钻掘设备及器具技术研究工作。

### 3 钻杆失效形式及原因分析

钻探时,经常会遇到钻杆出现腐蚀、掉块、偏磨、脱扣、乱扣、粘扣、拉断、裂隙等现象,怎样判断钻杆能否继续使用是预防钻探事故的关键问题之一。

#### 3.1 钻杆腐蚀

钻杆腐蚀是指钻杆及接头表面出现麻窝状凹坑的现象,出现的原因是由于泥浆酸碱度过低或过高时造成的电解腐蚀。由于钻井液中含有一定量游离氧、 $\text{CO}_2$  以及添加剂产生的  $\text{H}_2\text{S}$ , 都会对钻杆表面造成腐蚀。另外,钻杆遇卡后注入强酸解卡时,也会对钻杆造成严重的腐蚀。而钻井液中的其它离子如  $\text{Cl}^-$  等,和  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$  共同作用加速钻杆表面的腐蚀。当前使用的钻井液体系中的化学物质,如高卤水钻井液、酸性钻井液、铁矿粉加重材料系等也会造成钻杆的腐蚀。

在日常存放过程中如果遇到酸雨或者存放环境潮湿,也会出现表面腐蚀现象。一般这种表面腐蚀对使用效果没有太大影响,但是如果丝扣部分腐蚀比较严重,就会造成密封不好,使用寿命会大大降低,甚至会出现丝扣冲蚀或局部循环,引起烧钻、断钻事故。

预防钻杆腐蚀要求选用与钻杆材料相适应的泥浆酸碱度,或在使用后立即用清水冲洗,避免腐蚀加重。另外,在钻杆存放时注意通风干燥,长期存放可在钻杆表面涂油防止氧化。

#### 3.2 钻杆掉块

钻杆掉块是指钻杆或接头端部出现规则或不规则脱落的现象,多发生在锁接头公扣最前端或者钻杆镢粗末端(如图1所示)。出现的原因是接头或钻杆在制造过程中热处理不均匀,或者新旧钻杆混用。预防掉块问题的主要措施是:(1)在生产过程中控制好热处理工艺,控制好加热温度、时间和镢制过程;(2)加工时注意螺纹起点和终点处进退刀控制;(3)使用时注意新旧钻杆尽量不混用,新旧钻杆如果混用应该注意更换锁接头,因为锁接头在使用过程中会出现磨损现象,母扣磨损后会变成螺锥度变大,也就是“喇叭”口变大,这时如果拧进公接头会造成公接头只有端部两三扣吃劲,使用时受交变应力作用就会产生端部因受力太大而损坏。磨损严重的公接头拧入新的母接头虽然不会造成掉块但是由于受力不均,会加剧母接头“喇叭”口,因此新钻杆不能与磨损较严重的旧钻杆混合使用,否则会加剧新钻杆的磨损。

#### 3.3 钻杆偏磨

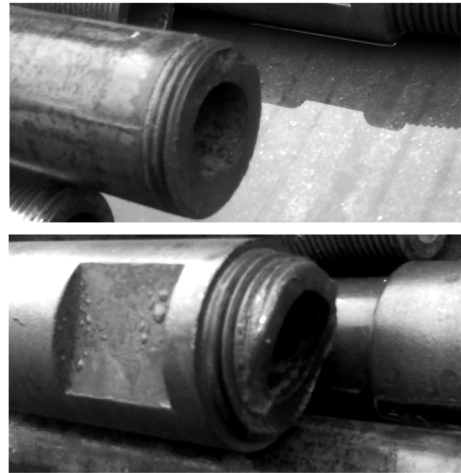


图1 钻杆及接头掉块图

钻杆偏磨是指钻杆使用后锁接头或钻杆磨损不均匀的现象,如图2所示。一般钻杆外径都小于接头外径,在使用中接头因其可更换性,允许有一定量的磨损,出现偏磨现象的原因主要是钻杆不直、钻压过大或者钻孔局部倾斜等。预防偏磨首先选用钻杆直线度满足要求的钻杆,其次是注意选用合适的钻进参数,第三选用较好润滑性的泥浆,第四控制或者纠正孔斜。



图2 锁接头偏磨图

#### 3.4 钻杆脱扣

钻杆脱扣是指钻杆在使用过程中出现连接螺纹脱开的现象。螺纹是整个钻柱上最薄弱的环节,其寿命一般难于同钻杆本体相抗衡,在承受复杂交变应力(疲劳)频繁作用时,就会发生钻杆(接头)脱扣。出现这种现象的原因多为钻杆或接头磨损严重,连接强度达不到许用值造成的。预防脱扣主要注意及时更换磨损的接头或钻杆,接钻杆前检查连接螺纹磨损情况,尽量选择无明显磨损的钻杆,另外在使用中选择合适的钻压,尽量避免受压和受拉点处于钻杆接头连接部位,形成钻进或停车时脱扣。

### 3.5 钻杆乱扣

钻杆乱扣是指接头螺纹没有按正常顺序旋合而形成螺纹损坏的现象,如图3所示。乱扣产生的原因多是在接头刚对上时,上钻杆没有竖直造成的,这种情况往往发生在机械拧管时(人工拧管没有那么大的力量拧入)。预防这类事故主要是涂抹丝扣油,司钻注意控制好下降和提升的量,并且注意拧管扭矩和旋合顺畅程度,完全拧入后不要急于下入孔内,要观察一下接合面是否基本对齐、钻杆垂直度等。

### 3.6 钻杆粘扣

钻杆粘扣是指钻杆与接头或接头与接头之间的螺纹连接后拧卸不开,即使拧开了,也会因螺纹损坏而不能继续使用的现象,如图3所示。钻杆粘扣产生的原因是在互相旋合前螺纹上面粘有氧化皮、砂石、泥巴等杂质,没有清理干净就强行连接造成的。这种问题一般发生在锁接头上,锁接头加工过程中要经过多道热处理工序,在内孔壁难免会存留氧化皮,施工中钻杆接头往往在地上拖行,灌入泥砂在所难免。使用或涂抹方法不当,如用柴油清洗钻杆丝扣、螺纹密封脂不加盖混入钻井液、杂质或加机油稀释使螺纹密封脂附着困难、螺纹密封脂涂抹量少或涂抹不到位等,造成钻杆螺纹连接时不能进行有效的密封和润滑而发生丝扣粘扣。

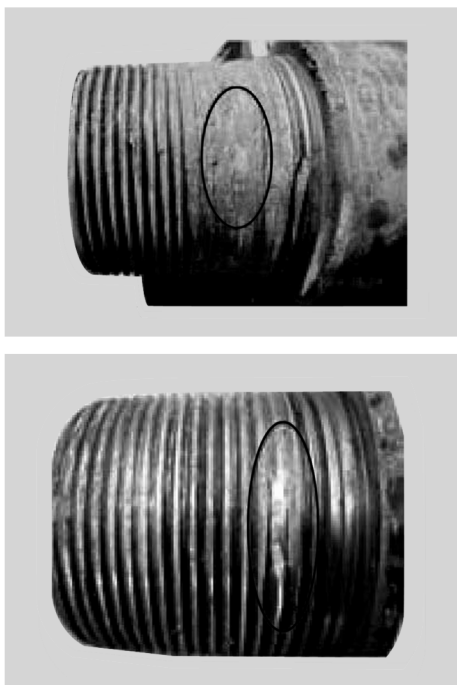


图3 接头粘扣、乱扣图

预防粘扣的主要关键在于清理,在螺纹旋合前一定要确认没有影响旋合的杂质。同时注意丝扣油涂抹方法。一旦发生粘扣现象,一定要更换锁接头,不

能修复使用,否则会造成与其连接的螺纹再次损坏。

### 3.7 钻杆断裂

钻杆断裂是指钻杆在提拉过程中出现杆体断裂的现象。产生原因多为强力起拔或者钻杆材料缺陷。钻杆材料中的缺陷是钻杆中薄弱的环节,在钻杆受力复杂的服役环境中,也易引发钻杆断裂事故。预防拉断主要就是限制卷扬机提升力,提钻过程中出现钻具突重现象不强拉,判断出原因后再进行操作。尤其是遇到埋钻或缩径时,更应该注意提升力的控制。

### 3.8 钻杆裂隙

钻杆裂隙是指钻杆或接头出现裂纹并且裂纹已经透过壁厚形成缝隙的现象。首先缴管加厚工序会使原材料存在的微裂纹进一步加大;钻杆使用时与孔壁摩擦产生的振动会引起弯曲应力交变频率成倍增加,多次弯曲后产生疲劳微裂纹。微裂纹产生后便不断扩大延伸,此时如果具有腐蚀作用的高压钻井液进入微裂纹中,就会加速裂纹扩展,最终导致钻井液刺穿钻杆的失效事故。同时,钻具系统的共振也会产生极大的冲击载荷,加剧钻杆疲劳。另外,公母接头锥度不合适,公接头将母接头撑裂;接头与钻杆螺纹锥度不匹配,也会将接头撑裂。

钻杆裂隙的预防主要是避免不同厂家的钻杆滥用和不同规格的产品滥用,避免新旧钻杆混用等。

## 4 结语

综上所述,钻杆失效的因素繁多,钻杆的失效是各因素综合作用的结果。就具体每眼井或每次钻杆失效来讲,应根据钻杆失效分析,提炼出主要影响因素并采取相应的措施预防。

## 参考文献:

- [1] 欧启柳. 钻杆折断原因与规律分析[J]. 探矿工程, 1982, (4).
- [2] 张泽廉. 钻杆接头[J]. 钢管, 1980, (2).
- [3] 周卫东, 夏柏如, 李罗鹏, 等. 钻井液对钻杆接头冲蚀规律的试验研究[J]. 石油机械, 2011, (10).
- [4] 王慧岭, 满国祥. 一种新型高强度钻杆的研制[J]. 地质装备, 2012, 13(1).
- [5] 孙建华, 梁健, 张永勤, 等. 地质钻探高强度铝合金钻杆研制及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(7).
- [6] 杜飞. 浅谈钻杆失效分析[J]. 科技风, 2010, (5).
- [7] 江进国, 舒晓勇, 韦念龙, 等. 基于 ANSYS 软件的钻杆扭转振动分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2003, (S1).
- [8] 余世杰, 袁鹏斌, 魏立明. 钻杆接头螺纹粘扣原因分析[J]. 石油钻采工艺, 2011, (1).
- [9] YB 235 - 70, 地质钻探用钢管[S].
- [10] DZ 25 - 83, 地质钻探钻杆锁接头[S].