

螺杆钻具和 PDC 钻头组合在鄂尔多斯工区定向井中的应用

徐 波

(华北石油局第五普查勘探大队,河南 新乡 453700)

摘 要:在分析了 PDC 钻头特性及破岩机理的基础上,结合螺杆钻具和 PDC 钻头在鄂尔多斯工区定向井中的应用,总结了螺杆钻具使用时的注意事项,并介绍了螺杆钻具和 PDC 钻头组合在鄂尔多斯工区定向井中的应用效果。

关键词:鄂尔多斯工区;螺杆钻具;PDC 钻头;机械钻速

中图分类号:TE243 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)10-0016-02

近年来,在鄂尔多斯工区施工的定向井,多采用的是螺杆钻具+三牙轮钻头钻井,使用该钻具组合不但机械钻速低,钻井周期长,而且钻头使用寿命短,严重制约着钻井效率。针对螺杆钻具井底转速高的特点,加上 PDC 钻头很适应高转速的工作环境,将两者结合在一起,机械钻速有了大幅度的提高,钻头使用寿命长,大大的缩短了定向井的施工周期。此外,用井下动力钻具钻定向井时,能够有效地控制井眼轨迹。至今,井下动力加 PDC 钻头钻井技术在实际钻井中得到了广泛应用,并取得了显著的经济效益。

1 PDC 钻头的特性和分类

PDC 钻头是依靠金刚石的颗粒破碎岩石的钻头,它在低钻压下即可获得较高的钻速和钻井进尺,是石油钻井中广泛使用的一种高效钻头。其结构主要包括金刚石、胎体、钢体和水槽等部分。按镶嵌特点可分为表镶式和孕镶式;根据地层的软硬程度可分为软、中和硬 3 种类型;按其材质可分为天然金刚石钻头 and 人造金刚石钻头。不同的金刚石钻头,钻井速度也不相同,对于金刚石切削齿数目相等的钻头,金刚石颗粒最小的钻头钻井速度最快;对于金刚石尺寸相同的钻头,金刚石切削齿最小的钻头钻井速度最快;对于克拉质量相同的钻头;金刚石最大的钻头钻井速度最快。

2 PDC 钻头的破岩机理

PDC 钻头是一种高效破岩钻头。其基体主要

有鱼尾形、浅锥形、短抛物线形和抛物线形 4 种形式。由于聚晶金刚石片与碳化钨基片之间的有机结合,使得 PDC 齿具有金刚石的硬度、耐磨性、抗冲击以及热稳定性(其耐温上限为 700 ℃ 左右)。PDC 钻头主要以剪切方式破岩,机械钻速高,岩屑产出量大,但必须依靠水力能量进行强制冷却和清屑。切削齿前面的岩石在挤压下产生弹性和屈服变形,并形成初始滑移破坏面。当初始滑移破坏面极限点处岩石的剪切应力 $\tau > \tau_s$ (岩石的屈服剪切应力)时,切削齿齿面以下岩石开始沿极限破坏面滑动。随着滑移破坏面的移动,被破碎的岩屑将沿切削齿前面(或终止破坏面)流出,最后完成切削。即切削层从产生弹性变形到滑移破坏,被破碎的岩屑在高射流冲击作用下迅速离开井底而流向环空的过程。其实质是岩石在挤压下以滑移变形方式切削,在钻压作用下能够自锐地吃入地层,在扭矩作用下向前移动剪切岩石。

3 PDC 钻头与螺杆钻具组合的应用

3.1 钻具组合形式

在鄂尔多斯工区,二开基本都是 $8\frac{1}{2}$ in ($\varnothing 215.9$ mm) 的井眼,钻具组合形式为: $8\frac{1}{2}$ in PDC 钻头 + $\varnothing 165$ mm 单弯螺杆(1.25°) + $\varnothing 165$ mm 钻铤 + $\varnothing 127$ mm 钻杆,该组合形式能够有效的控制井眼轨迹,使井眼轨迹平滑,减小了井壁的摩擦阻力。

3.2 钻进参数

由于 PDC 钻头适应于高转速、低钻压的工作环境,螺杆的转速可以保持在 200 ~ 260 r/min 之间,

收稿日期:2008-09-12

作者简介:徐波(1981-),男(汉族),湖北荆州人,华北石油局第五普查勘探大队副井队长、助理工程师,机械制造及其自动化专业,从事石油钻井技术工作,河南省新乡市洪门,xb516888@163.com。

排量要求 26 ~ 30 L/s, 钻压控制在 30 ~ 50 kN, 泵压 7 ~ 8 MPa。PDC 钻头在这样的工作状态下能保持很高的破岩效率, 机械钻速高, 而且二开后可以一趟钻就能完钻。

3.3 使用要求

螺杆钻具使用前必须认真检查, 旁通阀是否可靠, 扶正器是否规范, 入井前必须试运转。

4 螺杆钻具使用时的注意事项

4.1 操作时的注意事项

4.1.1 螺杆钻具的选择

在选择使用螺杆钻具时, 要结合所钻井的实际情况, 按照各类型钻具的性能规范, 选择合适的钻具, 避免钻具超负荷工作。

4.1.2 采用适当的排量

因排量一定, 其他参数也就随之确定, 必须将排量控制在规定的范围内, 才能使工具发挥最大的工作效能。

4.1.3 泥浆含砂量的要求

泥浆中的固体颗粒对工具的危害性很大, 若含砂量 > 0.5%, 工具效能将降低 50%, 严重时会使工具报废。因此, 含砂量应控制在 0.3% 以下。

4.1.4 泥浆中的杂物清理

由于泥浆中的杂物容易堵塞定向无线测斜仪器的脉冲孔, 应在方钻杆以下加钻杆滤清器, 以防止定向仪器的脉冲孔堵塞。

4.1.5 井斜所产生的摩擦阻力问题

在确定定向井钻压时, 应考虑由于井斜产生的摩擦阻力。具体方法是采用实测法, 即在不同的井段反复上提下放钻具, 从指重表上记录每次的载荷变化, 计算出摩阻值后, 再附加到应施加的钻压上, 以确定轴承载荷。

4.1.6 泵压计算

在使用螺杆钻具时, 通过立管上压力表的压力变化, 可较准确地判断钻头在井底的工作状况以及钻井参数的变化情况。所以在螺杆钻具下井前, 应对 3 种压力降进行较准确的计算, 即, 在定排量下的钻头压力降及在定排量下全部钻柱和地面管汇的压力损失。

4.2 不同工况下使用螺杆钻具时的注意事项

4.2.1 下钻过程

(1) 将螺杆钻具提上钻台后, 用木棍向下压旁通阀活塞, 检查能否正常工作。然后联接方钻杆, 开泵观察钻具是否转动。开泵时间不宜太长, 只要能

够看见钻头转动即可。

(2) 下钻至距井底 1.00 m 左右, 开泵并记录此时的泵压。

(3) 在定向井下入钻具测斜定向后, 应上提下放活动几次钻具, 每次活动钻具后间隔少许时间, 以消除定向时由于钻具转动引起的扭力。

4.2.2 钻进过程

下钻完, 距井底 1 m 左右启动泥浆泵, 并记录立管压力。然后慢慢加压钻进, 直到压力升至计算的立管压力。在整个钻进期间, 要保证钻压稳定, 并密切注意泵压的变化, 要保证立管总压降不大于该型钻具允许的马达最大压降, 若压力突然上升的幅度较大, 应立即停泵并上提钻具, 然后重新启动钻具并钻进。若多次调整无效, 应立即起钻。

4.2.3 起钻过程

(1) 在决定起钻后, 绝不能象涡轮一样压死循环, 应立即起钻。

(2) 在直井中可用转盘卸扣。在定向井中由于井壁的摩擦, 在裸眼井段严禁转盘卸扣。

(3) 将工具提起至转盘面时, 应在井口检查钻具轴承之间的间隙值。

(4) 在放倒工具之前, 应向旁通阀内灌注清水清洗马达, 并用转盘转动钻头, 以便将马达内的洗井液清洗干净。

(5) 卸下钻头后, 用清水将工具表面及接头等处清洗干净。旁通阀及驱动短节联接螺纹应涂上润滑油, 上好提升短节和护丝。

(6) 螺杆钻具在下井前, 应用大钳将旁通阀的螺纹上紧, 出井后再用大钳将旁通阀的螺纹松开。其余螺纹无论在下井或出井, 均不能用大钳松紧。

5 实际应用效果

螺杆钻具与 PDC 钻头组合在鄂尔多斯工区使用的效果显著。比牙轮钻头的效率高很多, 表 1 是使用螺杆钻具 + PDC 钻头组合与螺杆钻具 + 牙轮钻头组合的使用情况对比。

表 1 鄂尔多斯工区使用螺杆钻具和 PDC 钻头组合前后效果对比表

井号	钻具组合	钻井周期 /d	机械钻速 /(m·h ⁻¹)
D1-1-26	单螺杆 + 三牙轮钻头	33.65	6.29
D1-4-88	单螺杆 + 三牙轮钻头	23.33	9.73
D1-4-110	单螺杆 + 三牙轮钻头	14.50	12.96
ZJ25-11	单螺杆 + PDC 钻头	13.31	17.76
ZJ18-1	单螺杆 + PDC 钻头	9.42	23.36

态掌握油温。

2.3.2 解决钻杆两端处理硬度不一致的问题

工件束上部用保温罩保温,订制专用行车,起吊设置快慢速,从井式炉起吊热工件和往油池放入工件时用快速,其余时间用慢速挡。

通过上述方式将工件的上下两端热处理的硬度差控制在洛氏 2 度范围内。

2.3.3 解决淬火油池的起火问题

加设防火盖板,并采用氮气隔氧层。

3 本项目的技术关键和创新点

3.1 技术关键

(1) 钻杆螺纹参数进行了优化。如螺纹锥度、牙型等,提高螺纹强度和防脱扣能力。

(2) 选用优质调质钢,端部加厚,整体热处理,从而大大提高了钻杆的强度和刚性。

3.2 创新点

(1) 采用了最新国内外绳索取心钻杆优化的技术参数。

(2) 采用了薄壁的优质调质钢管作为钻杆材料。

(3) 采用了直连式无钻杆接头的连接形式,整体热处理。

(4) 在镗粗时,对心模进行水冷却,控制心模的最佳温度。

(5) 在整体热处理时,用氮气气幕防止油池起火,使热处理安全有保障。

4 关键工序的质量保证及检测

深孔钻杆性能的好坏、钻杆强度和刚性高低、产品质量是否能稳定保持一致性,生产过程中的质量

控制是很重要的环节。在钻杆热处理工序和钻杆机加工中建立了质量控制点,严格按工艺质量检验标准进行控制。

原材料入厂时,严格执行检验制度,把好质量的第一关。

对热处理工艺的淬火和回火工艺的硬度进行全检。

对机加工的质量控制,针对钻杆的每一个尺寸的公差都设计和加工了量具,每个尺寸都进行全检,从而保证了机加工的精度。

5 JD 直连式深孔绳索取心钻杆在大冶铁矿深孔找矿中的应用

大冶铁矿深部找矿属国家危机矿山接替资源项目,武汉中南冶勘资源环境工程有限公司购置我公司 $\varnothing 71$ mm(JD-76SS) 直连式深孔绳索取心钻杆 4000 m,用于深孔钻进。采用 XY-6B 型全液压钻机,BW250 型水泵,AT02 型(16.5 m) 两脚钻塔,成功地完成了深度为 1535.8 m 的钻孔施工,取得了良好的效果。

6 结论

(1) 经现场使用,JD 直连式深孔绳索取心钻杆及钻具可满足深孔钻进的要求。

(2) 尺寸和螺纹设计是先进合理的。

(3) 国产的管材经过调质后完全可以满足深孔钻探的要求。

(4) 同类产品比进口产品价格低 42%。

(5) 可以与进口及国产的全液压钻机、立轴式岩心钻机配套使用。

(上接第 17 页)

由表 1 可以看出,使用螺杆钻具和 PDC 钻头组合后,机械钻速有了大幅度的提高,而且 PDC 钻头使用时间比牙轮钻头要长得多,节约了更换钻头的时

6 结语

(1) 螺杆钻具配合 PDC 钻头钻井,可以大大地提高机械钻速,降低钻井成本,缩短钻井周期。

(2) 采用螺杆钻具配合 PDC 钻头钻进方式,首先选择配合较好的螺杆钻具和 PDC 钻头,才能发挥

该组合的最大效率。

(3) 采用螺杆钻具配合 PDC 钻头钻进方式,应严格遵守螺杆钻具的使用规程,否则会损伤其寿命。

(4) 由于 PDC 钻头所需钻压小,切削出来的岩屑很细,因此钻井液中的固相含量很高,所以要及时清除钻井液中的固相含量和岩屑,保持泥浆的洁净度,否则也会影响机械钻速。若密度过高,还可能压漏地层。

参考文献:

- [1] 祝效华,吴爱民,于万龙,等. 螺杆钻具结构改进[J]. 石油钻探技术,2008,(2):51-53.