

# 定向井钻井提速措施探究

时天文（中国石油集团渤海钻探工程有限公司库尔勒分公司，新疆 库尔勒 841000）

**摘要：**石油一直以来都是各个国家的重要能源形式和战略物资，在目前我国工业化快速发展的形势下，对石油资源的需求量大幅度增加，给石油开采企业带来更大的压力。然而石油通常在地层深处储存，分布比较分散且地质环境较为复杂，具有较高的开采难度。尤其在钻井深度不断增加时还会增加储层压力和温度，在各种因素的影响下会导致钻速的降低，影响钻井作业效率。因此，文章以塔里木油田为例，分析影响定向井钻井钻速的因素，提出了提升钻井钻速的有效技术措施和管理策略，以供参考。

**关键词：**定向井；钻井速度；影响因素；提速措施

## 1 引言

随着目前石油开采工作的深入开展，使得石油钻井深度不断加深，但是受到设计、地质、技术和钻井轨迹等因素，会导致钻速和钻井作业效率的降低。以塔里木油田为例，随着钻井深度的增加，在开展定向井技术时，受到储层压力、温度等因素的影响，导致钻速的降低。这就需要结合油田具体情况，研发和应用针对性的钻进技术并采取相应的提速策略，实现定向井钻速的提升。

## 2 定向井技术概述

塔里木油田钻井深度不断增加，使得储层上覆压力也随之增大，这就使得深井中岩石孔隙和渗透率较小，同时由于岩石比较致密且研磨性增强，导致可钻性降低。此外，油田深井中超过 5km 的井底中温度可以达到 155℃，在此温度下加剧了钻工具的老化速度，增加了钻井液性能降低的概率，表现出粘度和流变性降低而导致其携岩能力降低的问题，进而降低了钻速。不仅如此，在深井中还容易出现钻柱变形问题，增加了钻头加压难度，同时也需要采取轻压吊打法来预防井斜问题，导致钻速的降低。面对油藏结构更加复杂的塔里木油田，由于断层问题比较常见且具有较大的油藏斜度，导致卡钻事故概率较高，因此降低了钻速。

## 3 石油定向井钻井速度影响因素

### 3.1 设计因素

在开展定向井钻井作业之前，应结合钻井实际情况和作业要求开展设计方案的规划，尤其针对井眼轨道作业做好设计，避免出现实际钻井作业与设计之间出现较大偏差而出现定向井脱靶问题，难以有效管控井眼轨迹。这就要求在设计阶段应在全面掌握数据并基于自身丰富的经验开展科学合理的设计。但是如果缺乏经验而过于依赖理论知识，则容易造成定向井的设计不符合实际情况，出现较大的设计斜角以及井眼轨迹过于复杂等问题，增加施工中的轨迹摩阻扭矩，难以摆正钻工具角度，导致钻井速度和效率的降低，并增加安全隐患。

### 3.2 地质因素

钻井作业中地质因素中的区块岩层硬度、各向异性等因素会对钻井施工产生影响。比如复杂的地质条件下会加大钻井难度和降低钻井速度。如果由于地质因素而

引发钻进角度或井眼轨迹偏离的问题，需要对钻头进行及时调整或者对钻工具进行更换，及时纠正井眼轨迹，保证钻井参数在设计要求范围之内。除了地质因素，还会由于此问题引发的轨迹修正作业而耽误正常的钻进时间，进而降低钻进作业效率。

### 3.3 技术因素

面对复杂的地质因素，在定向井钻井作业时需要设计较为复杂的流程和应用复杂的施工工艺技术，但是如果设计和应用的技术体系中，施工人员难以正确操作设备，无法准确掌握钻进角度，则会导致定向井钻井速度的降低。这不仅需要在钻井作业之前开展充分的勘查和测绘工作，还需要在正式钻进施工中结合实际情况开展修正测斜工作。如果没有控制好斜井段施工技术就会对直井段施工造成影响，在钻井深度不断增加时，会由于钻压的升高而降低钻井速度。

### 3.4 钻井轨迹因素

定向井钻进作业中要求井眼轨迹符合设计精度要求才能保证钻井工具顺利进入井底。但是如果由于钻压和转速等因素会对钻井轨迹产生影响，导致偏离设计，而且在钻压升高时会改变井斜方向，针对此问题则需要适当调整钻压，有效控制井斜的增减率。如果出现转速过快的情况，就会引发横向震动问题，从而导致钻具作业面稳定性降低，导致跑位问题的出现，因此会降低钻进精度和钻速。

## 4 提升石油定向井钻井速度的有效措施

### 4.1 深井提速技术研究

#### 4.1.1 高温单弯螺杆 +PDC 钻头提速技术

在常规的钻井方式中，所用单弯螺杆可以耐 120℃ 的高温，但是经上文可知，塔里木油田中深井井底的温度可以高达 155℃，受到较高储层温度的影响，容易导致单弯螺杆变形的问题，导致钻速的降低。为此就需要应用可以耐更高温度的高温单弯螺杆，延长了使用寿命的同时，直接影响了一趟钻进尺，实现 PDC 钻头钻进速度的提升。

#### 4.1.2 旋转导向提速技术

旋转导向钻井系统是一项尖端自动化钻井新技术。在技术层面而言，其主流的设计方法有静态指向式、动

态指向式、静态推靠式三种。这项技术已经成为复杂超深定向井和大位移水平井使用的必备技术,旋转导向工具仪器近钻头测量(约3m),对井眼轨迹控制、油层钻遇率控制能力远高于螺杆钻具;钻进期间使用转盘(顶驱)驱动,钻具处于旋转状态,不存在托压、粘卡情况,对钻井液综合性能要求远低于螺杆钻具,但对钻井液固相、含砂要求略高于螺杆钻具;工具压降略近似于螺杆钻具,实现钻速的提升。

#### 4.1.3 牙轮钻头定向井提速技术

在深井钻进作业中比较常用牙轮钻头,这是由于在此类钻头上按照一定的排列方式排满了切削齿,使得此类钻头的耐压性和耐磨性能良好,而且所用切削齿的材料为碳化物材质,可以通过改造刀具的排列方式进一步提升牙轮钻头的耐磨性和钻进精度,而且在现场实践中显示,牙轮钻头对于定向井工具面稳定效果明显优于PDC钻头,通过在塔里木油田定向钻井作业中应用牙轮钻头,可以实现钻速从3.4m/h提升到4.2m/h,显著提升了钻速。

#### 4.1.4 混合钻头定向井提速技术

混合钻头体上设置刀翼和牙轮,刀翼上安设有切削齿,牙轮通过牙掌与钻头体相连,兼具牙轮和PDC钻头两者的优点,将PDC钻头的刮削运动和牙轮钻头的滚碾运动方式相结合,实现井底预破碎,保证PDC切削齿有效吃入岩石,消除钻头在一些特殊地层发生粘滑现象和PDC复合片冲击破损的几率,提高钻头切削效率和机械钻速,同时牙轮可以较为平稳的实现井底岩层的预破碎,减少对金刚石复合片的冲击,增强钻头钻进的稳定性,使钻头达到更快,更稳地钻进,牙轮-PDC混合钻头不仅单只钻头进尺大幅度提高,配合螺杆辅助钻进后,平均机械钻速也明显优于常规PDC钻头。

#### 4.2 钻井提速对策

在塔里木油田深井钻井中,除了应用上述钻进技术提高钻进速度,还要从油田井身结构设计优化和对耐高温型钻井液体系的改进和应用等方面提升钻进速度。对于前者来说,在设计井身结构时,最为关键的设计工作就是结合储层压力层位和储层的地质特征进行套管层数的设计。还要重点设计井眼尺寸,避免由于井眼尺寸过小而导致套管无法顺利下入钻井中,因此需要通过扩大井眼尺寸的方式提升钻速。此外,还要结合国家标准来选择套管的规格型号,尽量减少钻井工作量和设备数量,实现钻井作业效率和速度的提升。

对于后者来说,面对目前种类繁多的钻井液,在选择时应结合钻井层位来选择。尤其针对塔里木油田中较高的储层温度特点,为了保障在高温环境下不会出现钻井液粘度和流变性的降低,保证钻井液的稳定性,应对钻井液加以改良,保证其耐高温性能和稳定性符合塔里木油田的储层特征要求,确保钻井作业的顺利和高速开展。此外,针对钻井作业中常用的钻井液造浆材料,由

于粘土矿物在高温环境下会出现性能的改变,尤其是在塔里木油田深部储层的局部温度高达155℃以上时,更是会改变粘土矿物的结构而转变为其他物质,这就会引发钻井液失效问题,导致钻速的降低。所以,在塔里木油田中应研究可以耐高温的药剂体系,可以在高温的储层中保证性能稳定。这就需要做好对药剂体系筛选时的耐高温性能和稳定性的评价工作,加快研发和应用耐高温型药剂体系,实现钻速的提升。

除此之外,首先,还应科学设计钻井方案,不仅要结合设计规范开展充分勘测工作,确定钻井参数,保证设计方案的科学性。还要积极应用现代化设计工具,通过专业小组的成立来研究和解决复杂地形问题,确保设计方案的可行性,提升钻井速度。其次,还应控制井壁稳定性,防止由于井壁失稳而影响钻井速度。比如需要应用压力平衡钻井的方式开展钻井作业,采取灌注适当密度泥浆的方式维护井压和地层压力之间的平衡,并且要控制起钻速度,防止发生抽吸问题。如果土层稳定性较差而且发生了井壁剥落掉块的问题,还可以在钻井施工时将1~2%防塌剂加入其中来控制失水情况。或者将15~20%原油加入其中来降低静失水和应阻,保证失水在5mL以内。如果是深定向井,则应通过防塌剂、PAM和降滤失剂加入其中,保证失水在3mL以内。最后应及时清理井眼。

针对定向钻井时容易由于岩屑不稳定而发生的掉落问题,虽然可以采取使用药剂的方式来加以调整和改善,但是难以完全避免此问题的发生。这就需要在整个钻井作业过程中定期开展井眼的清理工作,结合具体施工环境制定清理策略,同时也有助于钻井成本的降低和事故概率的减少。不仅如此,针对钻井施工队伍还应加强建设工作,吸引和招聘更多优秀技术人才,定期开展综合技术素养和能力的培养工作,针对可能发生的突发状况加强培训和应急演练,保证在事故发生时可以采取正确手段加以预防和处理,保证钻井施工作业的顺利开展。

#### 5 结语

在塔里木油田中应用定向井技术开展钻井作业时,受到钻井深度不断增加而引发的储层压力增加和温度升高等因素的影响,加之所用钻井作业技术、设计、地质和钻井轨迹等因素的影响,想要提升钻速,不仅需要加大对深井提速技术的研发和应用力度,而且要优化井身结构和钻井液、药剂体系等。

#### 参考文献:

- [1] 王六新.定向井钻井提速的措施[J].化工设计通讯,2019,45(04):260-260.
- [2] 王克伟.定向井钻井提速的措施研究[J].中国化工贸易,2019,011(035):171.
- [3] 于建克,张仪,周小东,等.浅谈塔里木油田克深区块垂直井提速技术[J].石化技术,2019,026(03):28-29.