

# 大位移井井下输送管道中漂浮下套管技术的实践探究

倪建军（中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司，天津 300450）

**摘要：**大位移井是石油开采中遇到的一种特殊油井，其开采难度相对较高，所以在实践中需要针对此种油井的特点进行专业的技术利用。井下输送管道中漂浮下套管技术在大位移井中的利用有显著的效果，所以文章就具体技术的应用做分析与讨论，旨在为现阶段的实践工作提供参考与指导。

**关键词：**井下输送管道；漂浮下套管技术；大位移井；实践

## 0 引言

石油是现阶段社会发展实践中被重点利用的能源和基础原材料之一，在国家工业发展方面发挥着重要的作用，所以基于石油的稳定供给思考并探索石油开采技术是有重要意义的。大位移井的井眼水平位移比较大，在井下输送管道中下套管的时候套管和井壁的摩擦阻力会比较大，这会让下套管施工的难度加大，在这种情况下思考减少施工难度的技术，降低施工过程中可能出现的失误，这对于稳定、安全的油品输送有突出的现实意义<sup>[1]</sup>。简言之，针对大位移井下输送管道的特点对漂浮下套管技术的具体利用进行研究分析能够对现阶段的具体工作开展提供重要参考与指导。

## 1 研究的背景分析

对大位移井的具体使用进行分析，其突出的优点表现在3个方面：

### 1.1 平台投资少

使用大位移井技术对近海和海上油气田进行开发可以节约大量的投资资金<sup>[2]</sup>；

### 1.2 装备投资少

大位移井在使用的过程中可以利用常规的钻井以及井口装置，所以可以不使用又昂贵又复杂的海底井口装置，这样一来，资源投资会有效减少；

### 1.3 更容易满足环保的要求

对海上油气田开发进行分析可知海上环保风险与成本是比较大的，一旦出现了事故后果是不堪设想的。使用大位移井从环保角度来讲其风险是更低的。

在目前的油气田开发中，大位移井的开发动力源于其低投入和高回报，其能够有效的解决近海和海上油气田开采中出现的一些问题<sup>[3]</sup>。需要注意的是，大位移井是水平井、定向井技术上的延续，所以其在使用的时候会遇到诸多的挑战，比如大位移井在采用的时候需要对关键性技术，如轨迹和钻井优化技术、

摩阻扭矩预测与监测技术、减摩降阻技术等，这些核心技术如果不能得到有效解决，大位移井在实际利用中其价值是难以充分发挥的。井下输送管道中漂浮下套管技术在大位移井套管难下问题的解决中能够发挥积极作用，所以对该技术在实践中的具体使用做分析可以为实践工作提供重要理论支持。

## 2 井下输送管道中漂浮下套管技术在大位移井中受力的分析

在大位移井井下输送管道中利用漂浮下套管技术，需要对套管在大位移井井下输送管道中的受力情况进行分析。

在上文中提到大位移井的水垂比在一般情况下会大于2，其大位移井的水平位移会超过3000m。对做井下输送管道中的套管受力分析时，假设套管串不存在旋转、只有沿着井眼方向的轴向运动，且井眼内壁与套管的外壁呈现出完全接触的状态，这时二者是做滑动摩擦的<sup>[4]</sup>。忽略套管羯鼓刮削井壁、钻屑以及井壁坍塌等机械损失（图1）。在利用常规方法下套管的时候，一般情况下需要按照每下10-15m的标准进行一次钻井液加灌，或者是需要在井口大钩悬重接近0且套管无法继续下行的时候往套管中进行钻井液灌注，然后继续让套管下行。

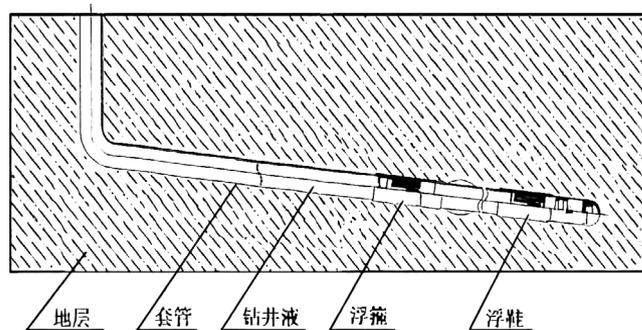


图1 大位移井中套管串示意图

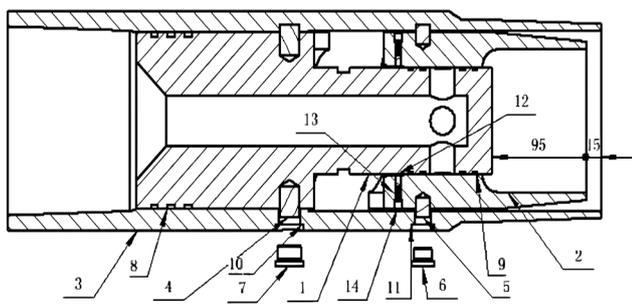
在垂直段，套管会受到自身以及套管内钻井液向下的重力、井口大钩向上的拉力以及井眼内钻井液对套管的浮力，当套管所受到的向上力的合力要小于向下力的合力的时候，套管会随着井眼呈现下行的状态。在造斜段，套管在上部套管以及钻井液重力等合力的影响下，受井眼轨迹限制等因素影响会发生弯曲，这个时候套管会在井眼内壁会产生正向压力以及摩擦力，当套管内所受到的摩擦力要小于其受到的推力时，套管会继续呈现向下运行的状态。

在倾斜段或者是水平段，井眼垂深会随着井眼轨迹长度的变化而出现增加幅度减小的情况，这个时候套管以及套管内的钻井液重力对推动套管前行的力也会随着井深的增加而出现幅度减小的情况，同时因为这个阶段的井眼轴线与水平方向的夹角比较小，所以在套管以及钻井液自身重力的作用下，套管的外表面以及井眼内壁产生的摩擦力会在套管下长度增加的情况下出现不断增大的情况，此时的套管继续向下的困难会变得越来越大<sup>[5]</sup>。

### 3 大位移井井下输送管道中漂浮下套管技术的实践分析

#### 3.1 井下输送管道漂浮下套管技术优化设计

##### 3.1.1 强调漂浮接箍的设计



1表示上滑套，2表示下滑套，3表示漂浮接箍本体，4表示上销钉，5表示下销钉，6表示下孔螺塞，7表示上孔螺塞，8表示上滑套密封，9表示下滑套密封；10表示密封垫圈，11也表示密封垫圈，12-14表示防脱销钉组件

图2 漂浮接箍结构示意图

在明确了漂浮下套管的具体原理之后，可以基于原理对漂浮接箍设计进行优化。结合目前的实践，在设计中可以将套管分隔为两部分，即上下两部分。漂浮接箍的上部为钻井液，下部则是空气或者是密度比较轻的钻井液，这样，水平段或者是倾斜段对井壁的压力会显著减轻，摩擦也会减少，而且通过减少摩擦，

套管会顺利的进入到预定的井深处。对漂浮接箍的优化设计进行分析，其主要分为三个部分，即接箍本体、上滑套以及下滑套。

图2是漂浮接箍的结构示意图。

##### 3.1.2 关注浮箍和浮鞋的设计

浮箍和浮鞋会通过内部的凡尔体来实现单向密封，这样可以有效的规避井眼当中的钻井液通过套管底部来进入到套管的内部，而且还能够保证套管内部的钻井液可以正常的流向井眼当中。在明确了浮箍和浮鞋的结构之后还需要对凡尔底座的螺纹宽度设计进行思考，要基于密封和连接的双重作用对具体的内容进行强调，这样，凡尔底座的螺纹宽度设计会满足需要。

##### 3.1.3 进行漂浮工具的防转胶塞设计

使用漂浮工具下套管固井作业的时候一般需要两个胶塞，即上胶塞和下胶塞（图3）。胶塞的具体使用方法为：在泵入水泥浆之前需要投入下胶塞，其可以将水泥浆和钻井液进行分隔。上胶塞为死芯，下胶塞却存在通道，在压力超过一定参数的时候通道就会被打开，其结构采用的是剪切式设计。从实验的结果来看，打开通道的压力值约为 MPa。剪切打开压力计算方法与漂浮接箍剪切销钉是一致的。上下胶塞都具有防转机构，且下胶塞下防转机构和漂浮接箍的顶部会进行匹配，这样可以有效的提升钻塞效率。

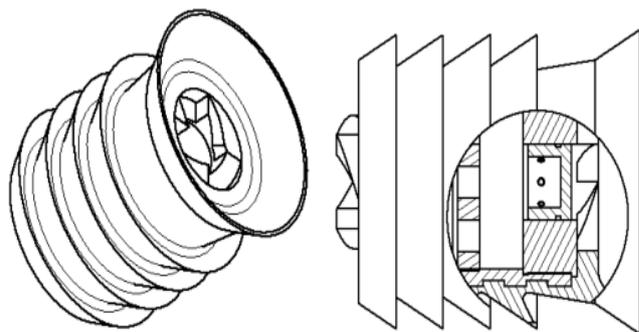


图3 防转胶塞结构

#### 3.2 井下输送管道中套管漂浮长度的优选分析

结合目前的实践做分析，在漂浮长度优选的过程中可以采用控制变量法进行研究，对漂浮段内的空气密度参数进行确定，并对井眼以及漂浮段上部的灌钻井液段钻井液的密度进行明确，同时对套管内的摩擦力系数进行确定，并对具体计算部分的摩擦阻系数进行界定，其他的参数保持不变，通过改变漂浮段长度可

以对下入目标深度时的大钩载荷计算结果进行确定。

基于计算结果进行分析讨论可知在一定的范围内,套管漂浮长度过大的时候套管所受到的浮力会呈现增大的状态,此时的套管浮重会减小,套管下入会变得比较困难,尤其是在还未灌入钻井液之前的套管漂浮段。

不过在套管漂浮段过小的情况下,其难以发挥套管的漂浮效果,此时套管是无法漂浮的,所以其降低摩擦阻力的效果难以发挥。就浮力对套管重力的减小效果分析来看,其主要在未灌钻井液井段表现,一般为垂直井段以及倾斜段;浮力对套管所述摩擦阻力的减小效果主要在井眼的弯曲段以及水平段表现。

就具体实践分析来看,在摩阻系数比较大的情况下,浮力对摩擦阻力减小的效果会被显著放大,就具体的实验分析来看,在摩阻系数比较大的时候漂浮段较小,套管在水平段所受的浮力比较小,此时套管对井壁的正压力会比较大,所以套管所受到的摩擦阻力会呈现出明显更加的态势,这种情况下,最终可能会出现套管无法进入目标井深处的情况。相反,在漂浮段比较大的时候套管对井壁的正压力会比较小,此时套管的摩擦阻力会被明显降低,这对于套管顺利下入到目标井深处有积极意义。

### 3.3 井下输送管道中漂浮下套管优化设计

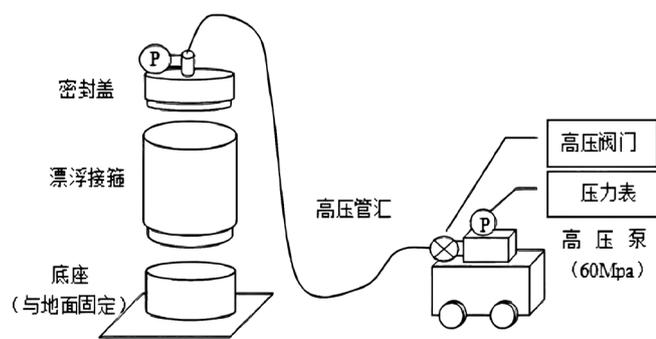


图4 漂浮接箍试验连接示意图

对目前漂浮下套管的优化设计工作进行分析,其主要包括以下内容:

#### 3.3.1 实验方案的确定

要对漂浮下套管进行设计优化,需要结合具体的情况来对漂浮下套管的具体方案进行确定,比如漂浮下套管的具体流程,各个流程的细节以及在实际操作中需要关注的内容等,通过这些内容的思考与分析确定具体的漂浮下套管实验方案,这样可以为后续的实

验执行提供参考(图4)。

#### 3.3.2 实验

实验要按照预设的方案进行,而且在实验的过程中需要有专门的记录人员对实验的具体过程进行记录,实验记录能够为实验方案的深入分析与讨论提供更加详实的资料。

#### 3.3.3 实验分析

实验分析主要指的是基于实验记录的数据做具体的分析,在明确漂浮下套管的具体原理以及相关的参数之后对比分析实验数据和理论研究数据,确定数据之间存在的差异,并通过实验详细记录来寻找可能出现差异的具体原因。

#### 3.3.4 改进和优化

在综合分析的基础上对存在问题的内容进行优化,并对可以进一步完善的内容做改进和提升,这样会形成更具专业性和质量效果的漂浮下套管方案,该方案对实践工作的指导意义会更加的显著。

### 4 结语

综上所述,石油作为社会生产生活实践中重要的能源资源之一,其在工业发展、社会进步中发挥的作用是巨大的,且目前我国的工业体系建设以及老百姓的生活对石油、天然气的依赖性表现越来越强,所以稳定油气资源的开发,强调油气资源的稳定供给是非常必要的。大位移井作为近海和海上油气资源开采的重要手段之一,对该手段应用过程的具体技术使用做分析与讨论,保证技术应用的科学性、专业性和有效性,这对于大位移井油气资源的运输开采有着显著意义。

#### 参考文献:

- [1] 王磊. 水平井漂浮下套管技术研究与应 [J]. 西部探矿工程, 2023, 35(04): 80-82.
- [2] 肖洋, 宗庆伟, 李榕等. 漂浮下套管技术在川西长裸眼水平井的试验 [J]. 钻采工艺, 2022, 45(05): 34-38.
- [3] 罗健, 刘传世, 王晓强等. 浅析漂浮下套管技术在大位移井中的应用 [J]. 中国设备工程, 2022(12): 214-215.
- [4] 于小波, 万发明, 李玉海等. 漂浮下套管技术失效原因分析探讨 [J]. 西部探矿工程, 2022, 34(01): 38+43.
- [5] 焦亚军, 陈安环, 何方雨等. 漂浮下套管技术在浅层页岩气水平井中的应用及优化 [J]. 天然气工业, 2021, 41(S1): 177-181.