

# New Technology of Open Hole Side Drilling

Xueliang Pei

Drilling Technology Research Institute of Sinopec Shengli Petroleum Engineering Co., Ltd, Dongying, Shandong, 257000, China

## Abstract

The traditional open-hole sidetracking is mainly achieved by controlling the sidetracking with cement plugs. The success rate of the sidetracking depends on the compressive strength of the formation rock, downhole temperature or pressure, well deviation, cement plug depth, cement plug quality and waiting for setting. During the construction of unconventional reservoirs, medium hard formations or high-angle wells, the traditional cemented open-hole sidetracking method has extremely high operational risks. Some new sidetracking methods and related tools can effectively improve the reliability of open hole sidetracking and save material and time costs.

## Keywords

open hole side drilling; side drilling; naked eye anchor; whips tock

# 裸眼侧钻新技术

裴学良

中石化胜利石油工程有限公司钻井工艺研究院, 中国·山东 东营 257000

## 摘要

传统的裸眼侧钻主要是通过打水泥塞控时侧钻实现, 其侧钻的成功率取决于地层岩石的抗压强度、井下温度/压力、井斜、水泥塞深度、水泥塞质量与候凝时间长短。非常规储层、中硬地层或大斜度井施工过程中, 传统的注水泥裸眼侧钻方式具有极高的作业风险。一些新的侧钻方法和相关工具可以有效提高裸眼侧钻的可靠性, 并节省材料和时间成本。

## 关键词

裸眼侧钻; 侧钻; 裸眼锚定器; 斜向器

## 1 引言

大部分的裸眼侧钻通常用于以下三种钻井工况: (1) 在探井中进行侧钻作业; (2) 在多分支井中进行侧钻作业; (3) 落鱼绕障侧钻作业。所有这些都要求对侧钻方法和侧钻技术进行全面的技术风险和经济性评价, 以便选择最佳解决方案, 实现侧钻目标, 重新建立正常的钻井作业。

在裸眼井中, 传统的裸眼侧钻方法是先打水泥塞, 在水泥硬化后下入定向钻具组合, 利用定向钻具组合控制 ROP 来进行控时钻进。打水泥塞侧钻的成功率取决于地层岩石的强度、井下温度/压力、井斜、水泥塞深度、水泥塞质量与候凝时间长短, 打水泥塞侧钻失败的后果是增加额外的起下钻时间, 再打新的水泥塞, 增加了钻井天数和重新调整井眼轨迹的时间。

然而, 新的侧钻技术和相关工具的发展对裸眼侧钻应用

产生了显著而积极的影响, 有了这些新的工具和方法, 裸眼侧钻的风险和作业的复杂程度被降低到了最低程度, 使得比传统打水泥塞侧钻更经济、更快速。

## 2 传统打水泥塞侧钻的局限性及解决方案

传统的打水泥塞侧钻方法通常是一种耗时、费钱且常常不成功的方法。当裸眼侧钻位置处于大斜度、小井径、深井、高温/高压井段或者侧钻位置上部存在缩径井段时, 注水泥侧钻往往不能取得浅井的效果。在具有高温高压的更为深部的井段, 水泥塞的强度一般不会高于其周围地层岩石的强度, 这就造成了很难将水泥塞作为一个“侧钻平台”。

在大斜度井中, 水泥浆析水聚集于井眼高边, 通常会形成一条水带而影响固井质量, 不能形成一个高强度的水泥塞, 侧钻将非常困难。为了达到最终侧钻成功的目的, 通常需要

多次打水泥塞作业,侧钻施工的风险性增加,经济效益变差。因此,需要一种创新的技术解决方案来消除这种传统水泥塞侧钻方法有关的不确定性。<sup>[1]</sup>

深水勘探领域中大斜度井、硬/研磨性地层和非常规油藏勘探正变得越来越普遍,由此所带来的新的挑战进一步加剧了对新方案的需求。针对这种需求,胜利钻井院在跟踪全球最新的裸眼侧钻技术和应用案例的基础上,推出了针对不同钻井情况下的裸眼侧钻综合性的技术解决方案,包括创新工具、技术和详细的侧钻作业程序。

综合解决方案主要包括两大类应用,每一类应用都包含两个适合所期望目标的侧钻系统选项:

(1) 主井眼需要打水泥塞隔离——采用注水泥裸眼侧钻系统。

(2) 主井眼未来需要作业重入——采用非注水泥侧钻系统。

### 3 注水泥裸眼侧钻系统

出于当地法规要求或者作业安全考虑,主井眼需要打水泥塞隔离封堵的情况下,建议采用注水泥侧钻系统。包括带锚定器的注水泥侧钻系统和不带锚定器的注水泥侧钻系统两种解决方案。方案的选择具体取决于井底位置和预定的侧钻点深度。

#### 3.1 带锚定器的注水泥侧钻系统

在非常规油藏勘探的探井中,特别是新开发的油田几乎没有可供参考的邻井数据。在这类油田中,在确定产层在哪些层、确定剩余的可采储量在何处以及在何处侧钻水平分支井眼等方面都存在重大挑战。钻达最佳产油区的侧钻点可能位于距离井底几百米的地方。此外,出于地方法规要求或出于安全考虑,主井眼需要打水泥塞隔离封堵侧钻点位置以下的井眼段。



1- 送入工具; 2- 注水泥插管; 3- 斜向器; 4- 调整短节;  
5- 裸眼锚定器; 6- 破裂盘接头; 7- 尾管

图1 带锚定器注水泥裸眼侧钻系统组成

带锚定器的注水泥裸眼侧钻系统部件组成如图1所示,具体包括如下:

(1) 可回收注水泥插管,给系统下面注水泥,以隔离系统以下的井段。

(2) 为定向钻井钻具组合提供支撑面斜向器。

(3) 液力膨胀裸眼锚定器,与井壁形成三点式牢固接触,防止斜面转动。

(4) 系统下方的长尾管,用于将水泥浆输送到井底。

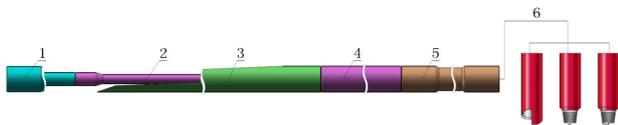
该系统可以一趟钻完成侧钻工具送入、定向、坐挂、注水泥和注水泥插管的回收。主要技术优势在于:裸眼侧钻点深度不受限制,斜向器钢制斜面避免了传统打水泥塞侧钻多次重复作业的不确定性,不需要等待水泥凝固即可进行侧钻施工,从而节约了作业总体费用。

非常规页岩油气田中典型的做法是:先钻一个直导眼,了解所钻遇的油气藏的特性,收集数据,确定侧钻水平分支井眼的目标层,再确定造斜点并确定侧钻点以下主井眼的封隔标准。主井眼的隔离是通过在分支井眼之下注水泥实现的,注水泥结束后,注水泥插管回收起出井眼,下入定向钻具组合进行下一步的侧钻作业。为增加侧钻系统的牢固性,水泥浆可以返到斜向器顶部以上。

#### 3.2 不带锚定器的注水泥裸眼侧钻系统

该系统适用于具有“硬底”的情形,“硬底”可以是牢固的落鱼顶部,或者是直导眼的井底。该系统同样适用于硬化水泥塞或者膨胀封隔器形成的人工井底。上述两种情况下,均需要一段短的尾管或者一节高度调整短节,将侧钻位置调整到希望的侧钻点高度。

图2为不带锚定器的注水泥裸眼侧钻系统的部件组成。该系统的送入工具、注水泥插管、斜向器同带锚定器的注水泥侧钻系统部件可以实现互换通用,但没有液压膨胀的裸眼锚定器,并且需要高度调整短节满足侧钻点设计要求。调高短节以下可以根据不同情况选择不同的钻具组合。当落鱼的顶部刚好为一个打捞颈时,可采用卡瓦打捞筒将斜向器固连到落鱼上,该方法需要采用一个带双导向筒且同时带有左旋和右旋卡瓦的卡瓦打捞筒,这样才能避免系统锚定后不会再次发生转动。如果落鱼的顶部为一个母扣,调整短节下边可以安装一个与落鱼匹配的公扣与之相匹配,并需要在斜向器和调高短节之间安装井下定向旋转头以调整斜面方位。当然,最简单的施工是将斜向器系统及尾管用水泥封固,等水泥完全固化后再进行侧钻作业。<sup>[2]</sup>



1- 送入工具；2- 注水泥插管；3- 斜向器；  
4- 调高短节；5- 定向旋转头（选装）；6- 触底工具组合

图2 不带锚定器注水泥裸眼侧钻系统组成

采用不带锚定器的注水泥裸眼侧钻系统同样适用于任何井深的裸眼侧钻，而且分支眼之下的水泥塞长度可控。此外，该系统还可应用于事故井的处理，可以为落鱼事故井处理提供更多的选择。

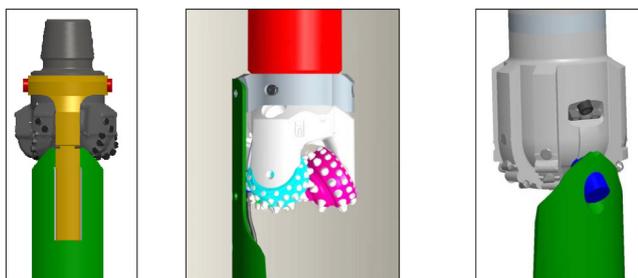
## 4 非注水泥侧钻系统

当后续作业需要再次进入主井眼的情况下，建议使用非注水泥系统。在这种情况下，侧钻系统可以在完成分支眼后全部回收出井。与注水泥系统一样，取决于井眼剖面和施工需求，该系统也有两个可用的选项。<sup>[3]</sup>

### 4.1 一趟钻非注水泥侧钻系统

该系统包括一个连接在斜向器顶部的钻头，一旦锚定器在所需深度坐挂后，依靠反复上提下放钻具使钻头与斜向器分离，就可以开始侧钻钻进。一趟钻非注水泥侧钻系统适用于中硬以上地层，不需要注水泥封固。系统允许牙轮钻头、PDC 钻头或孕镶金刚石钻头与造斜器连接，钻头类型具体取决于侧钻点附近地层的性质。<sup>[4]</sup>

一趟钻非注水泥侧钻系统包括：与斜向器连接一体式钻头、一体式斜向器和液力膨胀锚定器。此外，为满足施工工艺要求，一般需要与之配套多次开关旁通循环阀和送入工具。图3为一趟钻非注水泥侧钻系统多种可选择钻头与斜向器连接机械结构示意图。



PDC 钻头

牙轮钻头

孕镶钻头

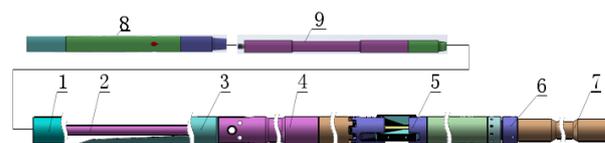
图3 连接在斜向器上的多种钻头

一趟钻非注水泥侧钻系统对地层和井眼的要求较严格，但可以消除打水泥塞侧钻的不确定性，特别适合于深井中硬—硬地层的裸眼侧钻。

### 4.2 两趟钻非注水泥侧钻系统

该系统包括一个连接在斜向器上部的送入杆，当锚定器在侧钻深度坐挂后，憋压并倒扣，使送入杆与斜向器分离。两趟钻非注水泥侧钻系统可用于中硬—硬地层的裸眼侧钻，不需要注水泥封固。此外，该系统可以应用于井眼轨迹中含有多个狗腿和严重狗腿的情况下，在抵达侧钻点的下钻过程中可以无障碍地通过这类弯曲井段，主要原因是该斜向器与锚定器通过铰接连接，斜向器上部尖顶位置的贴边性更好。斜向器一旦液压锚定、送入杆回收出井后，接下来的第二趟钻便可下入侧钻定向钻进组合了。<sup>[5]</sup>

图4给出了系统的各个部件，该系统包括：与送入杆连接的上接头、送入杆、斜向器、铰接接头、锚定器、破裂盘接头、尾管以及配套施工工艺所需要的多次开关旁通阀和送入工具。一旦完成锚定坐挂后，斜向器就会被牢牢地固定，等待侧钻定向 BHA 的到来。



1- 上接头；2- 送入杆；3- 斜向器；4- 铰接接头；5- 裸眼锚定器；  
6- 破裂盘接头；7- 尾管；8- 多次开关循环阀；9- 送入工具。

图4 两趟钻非注水泥裸眼侧钻系统

该系统的主要技术优势包括：特别适用于非常规油气藏勘探井或者深井、超深井裸眼侧钻；系统回收出井后，可以重新进入主井眼；可以通过两趟钻最大限度地减少严重狗腿度所带来的风险；消除了打水泥塞侧钻的不确定性。

## 5 工具结构参数

四种系统配合它们相关的作业程序可以应对大部分具有挑战性的裸眼侧钻，根据遇到的不同的问题，这些系统可以很容易地进行改进以满足具体要求。

目前胜利钻井院共提供四种尺寸系列的裸眼侧钻工具，每个系列包括四种类型侧钻工具，并配套相应的多次开关循环阀和送入工具。工具外径与适用井眼如表1所示。

表1 OHS系列裸眼侧钻工具参数表

| 系列编号    | 斜向器本体外径 (mm) | 封隔器本体外径 (mm) | 封隔器撑开最大外径 (mm) | 适用井眼          |
|---------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| OHS-100 | 95           | 95           | 139.5          | 4-3/4"        |
| OHS-150 | 146          | 146          | 228            | 6-1/8"、7-7/8" |
| OHS-200 | 203          | 203          | 288            | 8-1/2"、8-3/4" |
| OHS-300 | 290          | 290          | 465.5          | 12-1/4"       |

图5为装配好的液压膨胀裸眼锚定器实物图,目前四种系统的主要配套工具已经通过了室内功能测试和可靠性评价,待有井位需求准备进行现场应用。



图5 液压膨胀裸眼锚定器实物图

## 5 结论

四种裸眼侧钻系统为解决裸眼侧钻所面临的挑战提供了清晰的解决思路和解决方案;这些系统消除了与传统打水泥塞侧钻有关的不确定性,相对传统注水泥侧钻工艺,节约成本,提高作业安全可靠;四种裸眼侧钻系统主要配套工具已经通过了室内功能测试和可靠性评价,可以为具体施工提供技术支持。

## 参考文献

- [1] Stijkey,C.O., "Doc", Seale,R.. "Development of an Open Hole Sidetracking System" [C]. Paper IADC/SPE 59201 presented in New Orleans February 2000.
- [2] Charles Deewey, John Campbell and Praful Desai, "New Tools and Procedures Increase Reliability of Openhole Sidetracking operation" [C]. IADC/SPE 150027,prepared at Drilling Conference and Conference and Exhibition held in San Diego,California,USA,6-8 March 2012.
- [3] Nohej,B.,Pfannenstiel,G.,Seale,R..Sidetracking System for Hard formations:Case Histories and Applications [C],Paper 48<sup>th</sup> annual SWPSC Presented in Lubbock,TX April 25-26,2001.
- [4] 闫光庆,刘匡晓,郭瑞昌,等.元坝272H井超深硬地层侧钻技术[J],石油钻采工艺,2013,41(1):113-117.
- [5] Shantanu Swadi and Praful Desai,Innovative Drilling Systems for Kick-off,Curve Building and Landing a Lateral Without Requiring Cement Plug[C].Prepared at the 2014IADC/SPE in Fort Worth,Texas,USA,4-6 March 2014.