

大位移井技术的发展及对钻头的要求

杨燕周

(江汉石油钻头股份有限公司,湖北 潜江 433124)

[摘 要] 大位移钻井是开发边际油田的有效手段。大位移井的关键技术主要有扭矩/摩阻和井眼轨道控制工具,这些技术要求钻头具有以下特点:具有良好的保径能力,轴承寿命长,指尖和掌背部位耐磨损,密封系统耐高温等。

[关键词] 大位移井;扭矩;摩阻;井眼轨道控制;钻头

[中图分类号] TE921+.1;TE242 [文献标识码] A [文章编号] 1009—301X(2005)06—0077—(02)

20 世纪 90 年代出现的大位移井是在水平井钻井技术和深井钻井技术基础上发展起来的一种新型钻井方式,它集中了水平井和深井的所有技术难点,其英文名为 Extended Reach Drilling,即采用定向井技术向某个或多个指定目标点延伸,使其达到勘探和开发此目标点的目的。大位移井实际上是定向井、水平井、深井、超深井技术的综合体现,代表了当今世界最先进的钻井技术。

1 大位移井的优势

目前,国际上较为普遍采用的基本定义为:钻井垂直井深与水平位移(不包括水平段)之比为 1:2 以上,且航行角大于 60 的井,称为大位移井(注:航行角是指钻大位移井稳斜段的井斜角)。国内定义为:垂直井深 2000m 以上,垂直井深与水平位移之比为 1:2 以上的井称为大位移井。

大位移井技术迅速发展的原因是它具有重要的经济价值。目前世界上许多国家利用这项技术来勘探开发海上、滨海、岛屿和地面条件恶劣地区的油气田,减少建造平台、人工岛和减少钻油气井数。老油气田可利用原有的基础设施钻大位移井,加速油田探边和开发,缩短产油周期,扩大泄油半径,提高单井产量和延长井的寿命;增加整个油田的产量和最终采收率,还大大节约投资。利用钻大位移井还有机会勘探开发那些费用高、环境和井位受限制的油气资源。因此,虽然这项技术还正在发展和完善之中,但已在世界各地取得了重大成效。

由此可见,大位移井有以下优势:(1)用大位移井开发海上油气田,可大量节省费用。(2)靠近海岸的近海油田,可钻大位移井进行勘探、开发。(3)不同类型油气田钻大位移井可提高经济效益。(4)使用大位移井可以代替复杂的海底井口开发油田,既可节省海底设备,又可节省大量投资(见表 1)。(5)利用大位移井可以在环保要求高的地区钻井,以满足环保要求。

表 1 大位移井方案的经济效益

时间	地区	原开发方案	大位移井方案经济效益
1991 年	美国加州 Ped- ernales 油田	在 Irene 平台西北 3.2km 建第 2 个平台	节省 1 亿美元
1993 年	挪威 Statfjord 油田	水下开发费用为 1.5 亿 美元	3 口大位移井,节省 4.5 千万美元
1995 年	挪威 Oseberg 油田	两个平台间距 15km, 水下方案需 2.7 千万美 元	节省 3.2 百万美元, 采收率提高到 64 %
1996 年	英国南部 Wytch Farm 油 田	建人工岛	海油陆采,节省 1.5 亿美元,提前 3 年投 产

渤海湾海滩、极浅海是我国东部油气接替的重要地区,使用大位移井可快速、经济地对这些地区的油气藏进行勘探开发。目前,大港油田、胜利油田均已钻过 3km 多水平位移的大斜度井,具有一定的钻大位移井经验,也完全有能力钻更大的大位移井。因此,充分开发和利用大位移钻井这一新技术,对加快我国钻井技术的发展、加快滩海及海洋的勘探开发速度,以及提高油田的整体经济效益,具有重大的现实意义。

2 大位移井的关键技术

1994 年 SPE 69 届钻井会议对大位移井钻井技术进行了全面系统的总结,归纳了以下 10 项关键技术:扭矩/摩阻、钻柱设计、井壁稳定、井眼净化、泥浆和固控、套管作业、定向钻井优化、测量、钻柱振动和钻机设备。近年来随着技术的不断成熟,大位移井钻井工艺的难点和重点已集中在扭矩摩阻、轨道设计、定向控制、水力学与井眼净化、套管漂浮技术等方面。以下主要阐述大位移井的扭矩/摩阻和井眼轨道控制工具。

2.1 扭矩/摩阻

扭矩/摩阻是制约大位移井的关键因素,应在实际钻井作业中采取综合措施来降低摩阻和扭矩。这些综合措施包括:在油基钻井液中增加油水比、在水基钻井液中使用润滑剂和玻璃珠,以增加钻井液的润滑性;用钻杆轴承短节、旋转钻杆保护器以及钻柱降扭矩节以降低扭矩;在靠近垂直井段使用钻铤或加重钻杆;使用水力加压器连续控制钻压;使用加长马达减少钻头泥包。

2.2 井眼轨道控制工具

(1) 大位移并要求旋转模式钻进。

一般定向钻井为了改变井斜和方位,65 %的时间是滑动模式钻进,而只有 35 %的时间是旋转模式钻进。在大位移井钻进作业中,由于钻柱不旋转、井眼清洁差,导致扭矩/摩阻增加,钻压加不上,使滑动钻进无法进行,并造成局部狗腿;而狗腿又会使扭矩/摩阻增加。因此,要求在大位移井中滑动钻进的层段和次数降到最少。

旋转钻进能极大地减轻轴向摩阻,增加大钩载荷,使钻压更顺利地传递到钻头;可以采用常规钻具组合。但为更换下部组合而频繁起下钻(起 1 趟钻要几十个小时)的费用很高,所以超大位移井往往不使用常规钻具组合。

(2) 使用井下可调稳定器有助于旋转钻进。

据估计,在为控制井眼轨迹进行的起下钻中,90 %用于改变井斜。大位移井的水平位移通常是垂深的 2.5 倍

以上。当大位移井接近目标深度时,每钻进 20 ~ 30hr,常常需要进行 30 ~ 40hr 的起下钻,导致钻井时间和成本显著增加。而采用井下可调稳定器,有助于减少井深弯曲,可降低钻柱阻力,改善岩屑运移,同时允许用最大钻压钻井,在旋转钻井时不必起下钻就能控制井斜,有效地提高了经济效益。

3 大位移井技术对钻头的要求

在大位移井条件下,井斜大,且一般采用复合钻井技术(转盘 + MWD + 马达),实际转速在 200 r/min 以上。复合钻井钻具组合使钻头围绕自身轴线旋转运动的同时,在井底做行星运动。单弯螺杆的单弯弯矩一般为 1.2 ~ 1.5m,外壳弯角有 1.0°、1.25° 和 1.5° 这 3 个级别。经过总结发现使用 1.5° 单弯螺杆,偏磨牙轮和钻头牙掌背较另两个级别的严重,因此常用 1°、1.25° 两个级别的单弯螺杆。

弯矩、弯角是影响钻头造斜率的两个重要参数,也是影响钻头受力和使用的重要参数。弯角偏移量太大,侧向力大,钻头及螺杆侧向动态震动较大,会造成钻头较大的损坏、井眼尺寸扩大和螺杆钻具损坏。牙齿在井底的覆盖发生变化,钻头在井底每滚动一圈,每个齿圈的同心圆破碎环带的规律被打乱,导致井底破碎不充分、不均匀,留下一些凸台磨损齿槽,牙轮尖部齿槽部位壳体较薄,容易磨穿钻头失效。

由于目前国内普遍采用转盘加单弯螺杆驱动钻头进行定向钻井作业的复合钻井技术,复合钻井钻具组合,使钻头围绕自身轴线旋转运动的同时,在井底做行星运动。钻具偏向下井壁而形成“偏心环空”,由于钻井液在偏心环空流速中的不均匀,岩屑沉降在下井壁形成岩屑床,在一定条件下发生岩屑床的滑移、堆积,造成钻头掌背、背锥和外排齿圈轮体的磨粒磨损、冲蚀磨损和钻头重复破碎而降低钻速。在钻头方面暴露出的问题是牙轮齿槽易磨损掉轮尖,钻头背锥、掌尖过度磨损导

致轴承寿命缩短。

在斜井段和水平段,由于钻具自重,钻具“躺在”下井壁,井壁侧压力增大;同时钻头做行星运动,增大钻头背锥的侧切作用,且随着井斜和地层硬度、研磨性的增大,这种现象使钻头容易缩径,掌尖磨损,C 点面间隙增大,密封早期损坏。在大井斜条件下,背锥、掌尖接触井壁磨损产生摩擦热导致密封失效;分析钻头的受力情况可知,钻头受到较大的井壁的支撑力,使牙轮产生偏转,从而造成掌尖更易磨损及牙轮与牙掌掌尖的间隙加大,使泥浆中的固相成分更容易进入轴承密封区域划伤密封圈,导致密封失效;同时,牙轮偏转改变了牙轮与牙掌轴颈的摩擦方式—由正常使用时二者接触面的面摩擦变为线摩擦,在高转速条件下,轴颈的油膜更容易破坏,从而发生粘着磨损,进而造成轴承失效、旷动。

通过以上分析,大位移井技术要求钻头应该具有以下特点:(1)具有良好的保径能力;(2)轴承寿命长;(3)掌尖、掌背部位耐磨损;(4)密封系统能够在高温环境条件下保持长寿命工作。

4 主要认识

(1)随着我国东部油气开发的重点转向渤海湾海滩、极浅海等油气接替的重要地区和钻井技术水平的发展,大位移井将得到更加广泛的应用。

(2)应针对大位移井的特点,研究开发钻进扭矩较小、易于调整井斜、方位的 PDC 钻头,满足市场需求。

(3)在条件许可的情况下,应开展对井下摩阻、扭矩控制等问题的研究。

[参考文献]

- [1] 李克向. 国外大位移井钻井技术[M]. 北京:石油工业出版社,1998.
- [2] 蒋世全. 大位移井技术发展现状及启示[M]. 北京:石油工业出版社,1999.

Development of the highly - displacement drilling technology and its requirement to rock bit

Yang Yanzhou

(Kingdream Public Limited Company, Qianjiang 433124, China)

Abstract: Highly - displacement drilling is an effective technology to exploit peripheral oilfield. The crucial technologies of highly - displacement well mainly include torque/friction and wellbore trajectory control tool, and these technologies require rock bit have the following characteristics: having gage protection ability, long axletree lifespan, wear - resisting shirt - tail and head O. D., and high - temperature - resistant sealed system, etc.

Key words: highly - displacement well; torque; friction; wellbore trajectory control; rock bit

[责任编辑 宗慧荣]