

新型液压滑套式随钻安全接头的研制

陈颖杰¹ 罗俊丰² 曾欣³ 张杰³ 袁建波¹ 魏武⁴ 许期聪⁴

1. 中国石油大学·北京 2. 中海石油深圳分公司钻井部 3. 西南石油大学 4. 中国石油天然气集团公司川庆钻探工程公司

陈颖杰等. 新型液压滑套式随钻安全接头的研制. 天然气工业, 2010, 30(2): 91-93.

摘要 海洋深水钻井具有高风险、高投资和高技术的特点, 一旦发生井下钻井事故, 则损失巨大, 如何迅速解除卡钻事故, 降低钻井风险和事故损失是当前钻井工作的当务之急。在对钻井事故处理不断探索和总结的基础上, 针对现有倒扣式和剪断式安全接头结构上的局限性和缺陷, 研制出了一种能很好地处理井下卡钻事故的新型随钻安全接头。其工作原理为: 在正常钻井作业中, 它连接在钻具易卡部分的上端, 当遇卡钻事故时, 停钻、停泵, 拆下回压凡尔以上工具(钻具内水眼需畅通)向钻具内投入钢球, 接上方钻杆, 开泵憋压使钢球入座滑套上端; 由于泵压的上升, 推动中心滑套剪断定压定位螺钉, 使中心滑套上月牙键脱离键槽; 当泵压下降后停泵, 然后正转钻具, 使上下反扣接头处分开, 提升、取出钻具; 然后再进行下一步套铣、打捞工作。对该工具进行了详细的强度分析计算, 室内试验和在渤中 34—5 油田的两口井中使用表明, 该安全接头具有安全可靠、操作简单、处理事故快等特点。

关键词 深井 超深井 卡钻 随钻安全接头 强度 深水钻井

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2010.02.024

0 引言

随着世界各国对能源的需求, 进军海洋深水已经成为全球油气资源开发的战略制高点^[1]。但是, 目前海洋深水钻井技术是制约我国深海油气勘探开发的主要因素, 主要是因为海洋深水钻井的高技术、高风险和高投资的限制, 半潜式钻井平台的平均日费从 2005 年 4 月的 11.65 万美元上涨到 2008 年 4 月的 31.11 万美元, 最高达 50 万美元^[2]。从 Husky 能源公司在我国南海 LW31 的深水气田钻井表明平均日费均在 90 万美元以上, 如果一旦发生井下卡钻事故而又能有效迅速地处理的话, 将会带来巨大的损失, 而且有时候又受到台风的威胁, 要求必须能够迅速处理事故, 及时撤离。我们知道严重的卡钻事故其处理程序, 一般都需经历通井、套铣、倒扣三道环节, 即用反扣钻杆倒扣、通井、套铣等^[3-4]。处理时间短则一个月, 长则可达一年乃至更长, 费用少则几十万元, 多则数百万元。更有严重者可导致该井报废, 其损失更大, 1997 年埃克森石油公司在美国墨西哥湾深水钻井时就发生过因卡钻不

能有效地处理而不得不侧钻的事故。因此, 探寻迅速解除卡钻事故, 降低事故损失, 是深水钻井工作者的当务之急, 其发展趋势就是不断研制和完善更加经济合理, 更加科学的先进工具。笔者在对钻井事故处理不断探索和总结的基础上, 根据钻井卡钻特点, 研制了一种能很好地处理卡钻事故的新型液压滑套式随钻安全接头, 其在未来的深水钻井中应用前景十分广阔。

1 新型安全接头工作原理

常用的安全接头有剪钉式和反扣式两种^[3]。剪钉式安全接头结构简单、剪切力可控, 使用时因下管柱过程中的顿钻、溜钻等原因产生的纵向振动往往使得它在下入管柱中途断开; 若剪钉过多又会在后续的打捞作业中不起作用。因此, 效果不理想。反扣式安全接头局限性在于: 当管柱被沉砂固住, 封隔器不能解封时, 管柱不能转动, 安全接头也就不能发挥作用。为了解决常规安全接头的不可靠问题, 研制新型随钻安全接头是十分必要的。新型随钻安全接头如图 1 所示, 它主要由上、下接头、滑套、销钉和钢球组成, 上、下接

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 50604022)。

作者简介: 陈颖杰, 1984 年生, 硕士研究生; 主要从事油气井岩石力学方面的研究工作。地址: (102249) 北京市昌平区府学路 18 号中国石油大学石油天然气工程学院研 09 级油气井 1 班。电话: 15210876542。E-mail: chen_yingjie@126.com

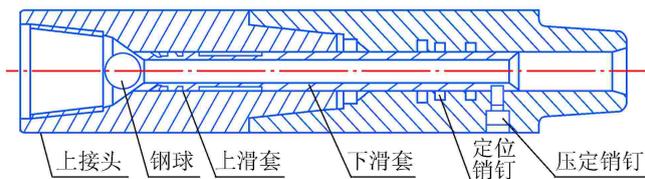


图1 新型随钻安全接头结构图

头为反扣连结。其工作原理为:在正常钻井作业中,它连结在钻具的易卡部分的上端,当遇卡钻事故时,停钻、停泵,拆下回压凡尔以上工具(钻具内水眼需畅通)向钻具内投入钢球,接上方钻杆,开泵憋压使钢球入座滑套上端,由于泵压的上升,推动中心滑套剪断定压定位螺钉,使中心滑套上月牙键脱离键槽,当泵压下降后停泵,然后正转钻具,使上下反扣接头处分开,提升、取出钻具。再进行下一步套铣、打捞工作。在钻井过程中,一旦发生活动钻具无法解除的卡钻事故,可利用该产品的独特优势,迅速从卡点处将卡点上部钻具倒出,降低钻井风险,缩短事故处理的时间,从而提高钻井时效,节约钻井成本。

2 安全接头强度分析

2.1 有限元模型的建立

分析中使用的软件为有限元前后处理软件 MSC.Patran、Mentat,有限元计算分析软件 MARC。Patran 及 Mentat 主要用于建立有限元分析模型并进行后处理,MARC 进行计算分析。结构全部采用 8 节点 6 面体单元进行计算。

分析结构为随钻安全接头的中轴受剪模型,分两种几何模型分别分析,以讨论模型受剪的最优方式:①上下滑键非对称模型,扭矩通过外套传给上滑键端部;②上下滑键对称模型,扭矩通过 8 个销孔施加,分别见如图 2、3。

计算中采用两种材料,材料参数见表 1。上下滑键非对称模型仅用材料 1 计算;上下滑键对称模型则分别用两种材料计算。对应材料 1、2 分别标记为模型 1 和模型 2。

计算中考虑了材料的硬化行为,其硬化率为:

$$\tan\beta = \frac{\sigma - \sigma_0}{\delta} = 1.250; \quad \tan\beta = 2.071$$

2.2 结果分析

表 2 给出了两种模型的主要结果数据。从表 2 中可以看出,对于上下滑键非对称模型,其高应力主要集

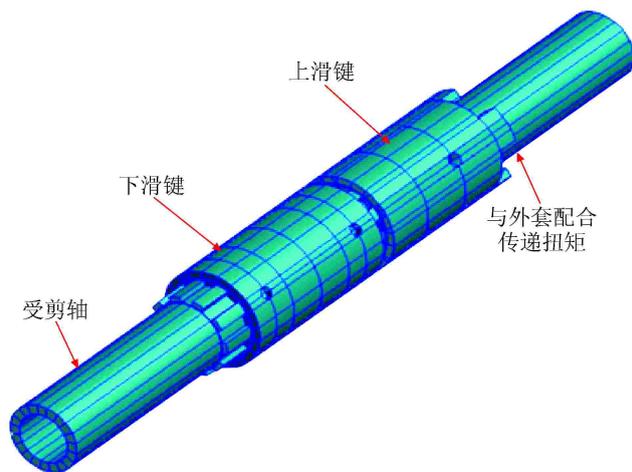


图2 上下滑键不对称模型网格图

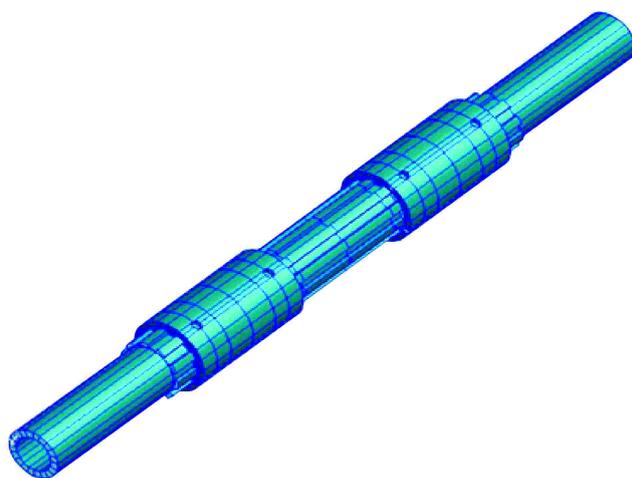


图3 上下滑键对称模型网格图

表 1 计算模型材料参数表

参数	E/MPa	μ	σ_0/MPa	σ_s/MPa	$\delta/\%$
材料 1	2.1×10^5	0.3	1 078	950	12.5
材料 2	2.1×10^5	0.3	1 472	1 340	7.5

注: E 为弹性模量; μ 为泊松比; σ_0 为强度极限; σ_s 为屈服强度; δ 为延伸率。

中在上滑键与外套的连接处,轴上最大应力只有 389.4 MPa,远没有达到受剪轴的承载极限,而外套和上滑键的连接处其局部应力均已超过材料的极限承载能力。也即是说,外套和上滑键已经破坏,整个结构已经失效,而此时受剪轴还处于完全弹性状态,整个结构的应力和变形很不协调;对于上下滑键对称模型,由于材料选取的不同,导致两种模型的应力值差别较大,模型 2 的材料屈服应力高,得到的应力分布结果也较大;但是其应力分布无明显差别,中轴的受剪效果均很明显。

表 2 计算结果表

模型	上下滑键对称模型						上下滑键非对称模型					
	材料 1		材料 2		材料 1		材料 2		材料 1		材料 2	
应力提取点	轴	上下滑键	轴	上下滑键	轴	外套	上滑键	下滑键	轴	外套	上滑键	下滑键
Mises 应力 /MPa	947.6	938.1	1 259.0	1 324.0	389.4	1 227.0	1 209.0	941.2	517.5	1 626.6	1 589.0	1 250.0
最大变形 /mm	2.57	3.17	0.98	1.32	0.21	4.38	3.09	0.24	0.09	2.21	1.62	0.11

图 4 和图 5 给出了两种模型轴向位移分布图,从图中可以看出,对称结构的中轴受剪效果明显优于非对称结构,各部分位移分布也更合理,在随钻安全接头的设计中宜用对称结构。

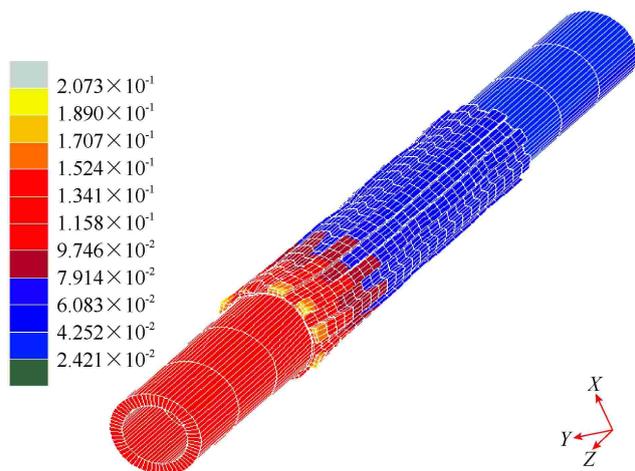


图 4 非对称模型轴位移分布图
注:放大 6 倍,单位为 mm

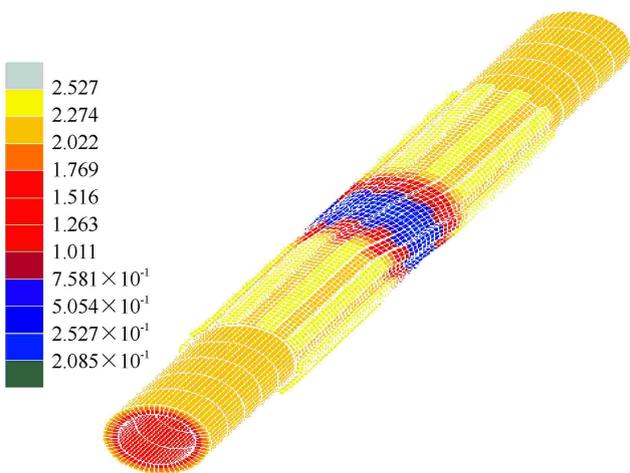


图 5 对称模型轴位移分布图
注:放大 6 倍,单位为 mm

3 安全接头主要技术参数

基于以上分析,我们研制了两种型号的新型液压滑套式随钻安全接头 AJ127 和 AJ140,其技术参数见表 3。

表 3 新型液压滑套式随钻安全接头主要技术参数表

规 格	AJ127	AJ140
长度 /mm	530	571
外径 /mm	127	140
通径 /mm	88	103
耐压 /MPa	45	45
温度 /℃	125	125

4 结论

研制了一种新型液压滑套式随钻安全接头,该安全接头结构合理、安装方便、操作简单、安全可靠,可更加快速有效地处理卡钻事故,能够满足海洋钻井的要求,在渤中 34-5 油田的两口井使用中都得到了很好的效果,在未来的深水钻井中应用前景十分广阔。

参 考 文 献

- [1] PETTINGILL H S, WEIMER P, HENRY S P, et al. World-wide deepwater exploration and production: past, present and future[M]. Offshore Technology Conference, OTC14024.
- [2] HARDING, BARRY W. 1999 worldwide survey of deep-water drilling rigs[J]. Offshore Magazine, July, 1999.
- [3] 程桂华,李升高,潘红政,等.新型安全接头的研制与应用[J].石油钻探技术,2001,29(2):67-71.
- [4] 刘景三,徐孟策.侧钻井作业施工及井下事故的处理[J].钻采工艺,2002,25(11):99-101.

(收稿日期 2009-09-17 编辑 钟水清)