

水基无粘土低固相钻井液在镇泾工区的应用

冯树攀, 魏红利, 苗克顺

(中国石化集团华北石油局五普钻井公司, 河南 新乡 453700)

摘要:根据镇泾油田勘探开发一体化、低成本开发战略要求,在设计范围之内尽可能采用新工艺、新技术,以缩短钻井周期,提高作业效率,缩短钻井液对储层浸泡时间,减轻钻井液对储层伤害。在确保安全生产、施工质量的前提下,大胆应用水基无粘土低固相钻井液体系,并采取相关的防范措施,经实践证明能有效地控制井下复杂情况的发生,达到了提高钻井速度、降低钻井成本的目的。

关键词:无粘土低固相钻井液;钻井;镇泾工区

中图分类号:TE254+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)07-0025-03

Application of Water-base Clay Free Low Solid Drilling Fluid in Zhenjing Work Area/MA Shu-pan, WEI Hong-li, Miao Ke-shun (Wupu Drilling Company, SINOPEC North China Company, Xinxiang Henan 453700, China)

Abstract: Water-base clay free low solid drilling fluid was applied in Zhenjing oilfield to shorten drilling period, improve operation efficiency, shorten the soakage time of the reservoir with drilling fluid and reduce the reservoir damage caused by drilling fluid. It was proved by practice that the drilling fluid could effectively control the complicated situations in downhole with increased drilling speed and lowered drilling cost.

Key words: clay free low solid drilling fluid; well drilling; Zhenjing work area

0 引言

影响机械钻速的因素主要有钻头、地层性质、机械及钻头水力因素、钻井液性能等几个方面。经过几十年的发展,通过优选钻头(PDC 钻头)、优化水力参数、高压喷射、欠平衡钻井等形成了一系列提高机械钻速的钻井工艺技术,钻井液性能对机械钻速的影响的研究也取得了许多成果,并已应用于指导钻井液性能设计及现场施工。

作为符合现代钻井要求的理想钻井液,应具有好的剪切稀释特性,即在钻头高剪切区有低的粘度,在环空低剪切区有高的粘度,这样才能便于井底清洁、环空携岩以及有效地提高钻速;同时要有好的热稳定性和低的滤失性。但是,目前多数在用的粘土钻井液体系很难满足这些要求,不足之处如:固相含量高,不利于清除钻屑,使钻速降低,成本上升;易引起页岩膨胀分散,导致坍塌、卡钻、井眼不规则等复杂问题。

无粘土低固相钻井液,固相含量低、粘度低、流变性好的,在相对低的泵压下能获得较好的清洗效果,可提高机械钻速、保护产层、提高产能。无粘土低固相钻井液以盐水或清水作为基液,用聚合物或其他材料代替粘土,它的类型很多,其最大特点是在最初

配制和使用钻井液时均不加粘土。

1 镇泾工区地层岩性特征

镇泾油田位于鄂尔多斯盆地天环坳陷南端,所钻地层及岩性见附表 1。钻遇地层易塌、易漏,泥岩段粘土及膨胀性粘土含量高,阳离子交换容量高,水化能力强,易发生水化膨胀造成地层缩径,目的层具正常地层压力和低渗、低孔的特点。

上部地层为第四系黄土层和砂砾层,易漏,易坍塌;白垩系下统志丹群上部含砂质砾岩、粗砂岩与泥岩呈不等厚互层,胶结性较差,可钻性好,易漏,易坍塌;白垩系下统志丹群下部,地层岩性变化大,水层发育,易涌水、易漏;侏罗系安定组泥岩层较厚,易水化膨胀引起缩径卡钻;侏罗系直罗组泥页岩易掉块,砂岩层易涌水;延安组煤层易坍塌。这些客观存在的地质情况严重影响钻井安全和储层保护。

2 选用钻井液类型

以往本工区所选用不分散低固相钾铵基聚合物钻完井液体系,对于采用没有固控设备的地面大坑循环系统,固相很难沉淀,无用固相重复入井,性能维护受到很大制约。

收稿日期:2010-05-04

作者简介:冯树攀(1960-),男(汉族),辽宁人,中国石化集团华北石油局五普钻井公司副总工程师、工程师,石油工程专业,从事石油钻井技术与管理工作,河南省新乡市洪门五普钻井技术部。

表1 所钻地层组段及岩性

系	统	地层		岩性描述
		组	段	
第四系	全新统			灰黄色粘土层与棕色砾石层呈不等厚互层
		罗汉洞组		棕黄、棕色细、中、粗砂岩与褐色泥岩呈不等厚互层
	白垩系 (志丹群)	环河组		灰色泥岩、粉砂质泥岩夹灰色泥质粉砂岩、细砂岩,局部具石膏薄层
		华池组		灰褐、灰色泥岩与棕褐色泥质粉砂岩、灰褐色中砂岩呈不等厚互层
侏罗系	中下统	洛河-宜君组		棕、棕灰色中砂岩与褐色泥岩呈略等厚互层
		安定组		中、上部紫褐色泥岩、褐色泥灰岩与棕灰色中砂岩呈略等厚互层;下部为棕灰色中砂岩与褐、紫褐色泥岩呈等厚互层
		直罗组		上部为绿灰、灰色泥岩、粉砂质泥岩与浅灰色细砂岩呈略等厚互层;下部为大套浅灰色细、粗砂岩与绿灰、紫褐色泥岩呈略等厚互层
		延安组		深灰、灰黑色泥岩与灰色粉、细砂岩呈略等厚互层,夹5层煤
三叠系	上统	延长组	长4+5	深灰色泥岩、粉砂质泥岩与浅灰色粉、细、中砂岩呈不等厚互层
			长6	上部深灰色泥岩、粉砂质泥岩与灰色粉、细砂岩略等厚互层;中部浅灰、灰褐色中、细砂岩与深灰色泥质岩略等厚互层;下部深灰色泥岩、粉砂质泥岩与灰色粉、细砂岩略不等厚互层
			长7	上部深灰色、灰黑色泥岩夹灰色细砂岩;下部深灰、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩及浅灰、灰褐色细砂岩互层;底部为黑色泥岩
			长8	深灰、灰黑色泥岩、泥质粉砂岩互层,灰、浅灰色细砂岩夹泥质粉砂岩

为了满足各井段特殊地质条件和复杂井眼轨迹下安全钻井要求,在施工2口井后,为了进一步提高钻速,缩短钻井周期,大胆选用了具有针对性、连续性和性能易于调控的无粘土钾铵基聚合物钻完井液。

无固相钻井液是一种不含粘土,采用化学抑制剂(用于抑制地层造浆),密度接近于清水的钻完井液体系。主处理剂由K-PAM、K-HPAN、聚阴离子纤维素、 NH_4 -HPAN等组成,采用KOH或NaOH控制pH值(在8~9.5范围内)。该体系优点是密度低,能大大提高钻头高效破岩能力,缺点是悬浮性差,使用不当易引起沉砂卡钻。无固相钻井液快速钻井技术就是利用该体系密度低的优点,同时通过加强维护,克服其缺点,降低钻井液柱与地层流体之间的正压差,减少井底的“压持效应”,从而提高机械钻速,缩短钻井周期。

3 现场维护重点

无粘土钻井液中的聚合物要保持一定的浓度,pH值控制在要求范围内,保证性能稳定。维护处理坚持“少吃多餐,细水长流”、“分段处理”,避免性能波动过大而造成井下复杂情况。

镇泾油田属低压、低渗、低产油田,多采用二级井身结构,受地形地貌限制,多采用地面大坑循环,即开钻前在紧邻循环池旁挖一条U字形循环沟,目的在于延长钻井液在地面的循环距离,有利于沉砂、清砂,并便于集中堆放岩屑,确保循环池容积满足入井钻井液的清洁要求。同时现场也可备用一个钻井

液罐,主要用于处理井内复杂或目的层段小循环,以利于减少循环钻井液总量,便于处理,节约钻井液处理剂。

一开上部粘土层井段应加大K-PAM的加量,抑制粘土水化、造浆而引起缩径,下部砾石层段添加随钻复合堵漏剂可防止井漏,钻进中控制密度 $< 1.05 \text{ g/cm}^3$,粘度30s左右,完钻后大排量循环钻井液二周后起钻下表层套管。

二开在环河组钻遇膏盐层前50m改为小循环处理泥浆,加入聚阴离子纤维素、CMC、防塌剂,用KOH控制pH值在10以上,控制失水越小越好,保护井壁。在钻穿膏盐层后50m再改为大循环。在钻进过程中及时补充K-PAM、K-HPAN,保持粘度20s左右,密度 $< 1.05 \text{ g/cm}^3$,以防止粘度过低冲刷井壁造成井径扩大。在易掉块、易缩径的安定、直罗组井段,加大防塌剂和降失水剂的加量,防止井壁坍塌和泥岩吸水膨胀,从而有效地保护该段井壁,并保持足够的排量,及时携岩。对于直罗组底部大套粗砂岩段有渗漏现象,可随钻加入单向压力封闭剂,用以减少漏失量。目的层段的延长组采取小循环,控制钻井液滤失量在 $8 \text{ mL}/30 \text{ min}$ 以下,含砂量 $< 0.1\%$,粘度 $20 \sim 30 \text{ s}$,密度 $< 1.05 \text{ g/cm}^3$ 。采用近平衡压力钻井技术,最大限度减少钻井液滤液及固体颗粒对储层的损害。钻至完钻井深前50m处理泥浆,并及时加入 $0.1\% \sim 0.2\% \text{ K-HPAN} + 0.2\% \text{ KOH} + 2\% \text{ 润滑剂} + 0.3\% \sim 0.5\% \text{ K-PAM} + 0.5\% \text{ NH}_4\text{-PAN} + 0.5\% \sim 1\% \text{ 无荧光防塌剂} + 0.5\% \text{ CMC}$,防止后期作业中钻井液长期浸泡上部地层引

起的掉块和井壁坍塌,并注意提高粘度,采用 K - PAM 把钻井液粘度提高到 30 ~ 35 s,并充分洗井确保电测、下套管和固井的安全顺利施工。

4 现场需要解决的几个问题

4.1 井眼净化问题,特别是定向井斜井段,携砂困难,不利于快速钻井

(1)保持钻井液具有良好的流变性能,不是钻井液粘度越高携砂能力越好,粘度应适当,在兼顾钻井液其它性能的情况下,提高钻井液的携砂能力,降低钻屑的垂沉速度。根据几口高难度定向井的现场施工经验,钻井液动塑比控制在 0.4 ~ 0.65 Pa/mPa · s 之间就能基本满足正常携砂的需要。

(2)增大钻井液排量,提高钻井液的环空上返速度,在 Ø215.9 mm 井眼中,钻井液排量不能低于 30 L/s,能达 35 L/s 效果更好。

(3)做好短起下钻,每间隔 2 ~ 3 次短起下钻应进行一次距离较长的短起下钻,每次起下钻前后都必须充分循环钻井液。

4.2 保持井壁稳定,利于安全钻井

(1)钻遇煤层和极易坍塌泥岩地层,首先选用适当的钻井液密度,提高钻井液对井壁的支撑能力。钻井液密度必须大于地层坍塌压力当量密度。

(2)适当控制钻井液滤失量。实践证明,加入适量的磺化沥青等沥青类防塌剂效果较好。

(3)当钻至易坍塌地层时,加大钻井液中防塌剂的用量,如防塌剂 HFT - 301 等可以有效地防止

井壁坍塌。

4.3 做好润滑防卡工作,减小起下钻阻力

(1)改善泥饼质量,降低摩阻系数。泥饼质量愈差,摩阻系数愈大,发生粘附卡钻的几率越大。对于定向井,有条件可以在钻井液中加入 1% ~ 1.5% 磺化沥青,提高泥饼质量;或者加入 0.5% ~ 1% 固体润滑剂,降低泥饼粘滞系数。

(2)选用适当的流变参数和环空返速,配合适当的短起下钻,可延缓岩屑床的形成;保持井眼清洁,可以有效地防卡。必要时可以大排量打一段稠塞把岩屑带出井眼。

(3)选用适当的钻井液密度,使之既有利于井壁稳定,又可避免钻井液液柱与地层之间压差过大造成压差卡钻,使用好净化设备,及时清除钻井液中的有害固相,以降低泥饼摩擦系数。

(4)钻井时转盘扭矩大,起下钻附加拉力大时,可在钻井液中加入 0.5% ~ 1% 固体润滑剂。

5 无粘土相钻井液应用效果

5.1 井眼稳定性增强

一开井段使用无粘土相钻井液均能将表套顺利下入,在二开井段施工中,从振动筛返屑情况观察,返出量正常,没有明显的掉块现象,岩屑混杂度较低,起下钻作业畅通,基本无阻卡现象。

5.2 机械钻速提高,钻井周期缩短

在镇泾工区使用无粘土相钻井液,机械钻速大幅度提高、钻井周期明显缩短(见表 2)。

表 2 2009 年在镇泾工区使用和未使用无粘土相主要技术指标对比

井号	井型	设计/d	实际/d	设计井深 /m	实钻井深 /m	机械钻速 / (m · h ⁻¹)	扩大率/% (全井/目的层)	无粘土相
红河 1056	直井	12	11.13	2304	2315	16.52	5.65/1.48	未使用
红河 1056A	定向	13	15.46	2508.75	2489	6.9	6.34/2.36	未使用
红河 26 - 2	定向	16	8.23	2227.07	2238	20.07	2.4/0.69	使用
红河 26 - 1	定向	16	6.67	2245.17	2232	33.56	2.59/0.05	使用
红河 26 - 1A	定向	13	9.38	2203.41	2295	12.55	7.03/5.51	使用
红河 105 - 1	定向	17	10.25	2434.98	2433	19.12	1.11/2.18	使用
红河 105 - 6	定向	15	10.13	2376.38	2405	17.97	4.77/5.47	使用
红河 105 - 7	定向	16	16	2450.58	2441	14.41	5.56/8.8	使用
红河 105 - 3	定向	14	10.13	2357.65	2352	21	4.12/4.08	使用
红河 105 - 14	定向	13	8.17	2391.46	2419	31.25	5.53/5.77	使用
红河 105 - 18	定向	13	7.10	2365.04	2388	30.1	3.85/4.53	使用

通过表 2 可以看出,在同类型井中,使用无粘土低固相钻井液的井钻井周期明显缩短,平均机械钻速大幅度提高,且平均井径扩大率均在设计范围内,没有超过 10%。其中红河 26 - 1 井,纯钻时间 66.5 h,纯钻时间利用率 41.56%,钻井总台时 160 h,以

平均机械钻速 33.56 m/h、钻井周期 6.67 天,创造了我公司镇泾工区钻井工程作业记录。

5.3 钻井液成本降低

使用钾铵基无固相钻井液体系后,缩短了钻井

(下转第 36 页)



图3 普通加热调质后的钻杆表面情况



图4 中频感应调质后的钻杆表面情况

析显示,采用感应热处理的生产成本为22卢布/t,而普通加热炉生产成本26卢布/t。普通加热炉的生产成本大约高13.6%。

根据国内某石油套管生产厂家的 $\varnothing 114$ mm石油套管,小时产量9 t,采用中频感应淬火回火热处理炉和步进式淬火回火热处理炉进行热处理的生产成本作了估算,结果显示,感应加热调质处理的直接生产成本和步进炉的直接生产成本相当,如考虑设备折旧在内,中频感应加热热处理生产成本比天然气步进式炉的低。详细计算见表4。

(上接第27页)

周期,降低了施工成本,仅钻井液材料一项,每口井节约成本20%~30%。

6 结论与认识

(1)该钻井液在现场应用中,维护方便,性能稳定易调整,能有效地保护地层,钻井过程中井壁稳定、井径规则,保证了各项钻井施工作业顺利进行。

(2)合理的钻井液技术措施及良好的钻井液性能有效地防止了钻井过程中井塌、井漏和卡钻的发生,确保了钻井、电测、下套管和固井的安全顺利施

表4 $\varnothing 114$ mm 套管进行调质处理生产成本比较

比较项目	中频感应加热炉费用 /(元·h ⁻¹)	步进式加热炉费用 /(元·h ⁻¹)
金属损耗	22.5	45
天然气消耗		108~126
电消耗	150.4	18.8
循环水	7.5	7.11
新水	3.34	0.84
小计	187.74	179.75~197.75
折旧*	25.3	61.4
合计	209.04	241.15~259.15

*设备使用年限15年,残值10%,直线折旧。

3 结论

(1)中频电感应加热方法对30CrMnSi地质绳索取心钻杆进行调质处理的工艺技术是完全可行的。

(2)中频感应加热调质处理的30CrMnSi绳索取心钻杆的综合机械性能要优于普通电炉加热钻杆。

(3)中频感应加热热处理后的钻杆质量好,设备投资小、生产成本低、劳动条件好、无污染,在电力资源比较丰富的地方应该推广采用中频感应加热热处理技术。

(4)存在的问题:在中频感应调质处理过程中,30CrMnSi地质绳索取心钻杆的变形量大于使用要求,目前尚需矫直,这就要求进一步摸索如何使喷淋均匀并减少钢管弯曲变形。

参考文献:

- [1] 王三云. 钢管中频感应加热热处理的优点及最新技术[J]. 焊管, 2001, (5).
- [2] 黄大鑫. 钢管热处理方法的新发展——感应加热热处理[J]. 钢管, 1994, (6).
- [3] 王振东, 马秀忠. 高强度钢管的感应加热调质处理[J]. 钢铁, 1985, (6).

工,从而大幅度降低了钻井成本,带来了十分可观的经济效益。

(3)该技术应用前景广阔,建议在镇泾油田中推广应用此项技术。

参考文献:

- [1] 中国石油天然气集团公司人事服务中心. 钻井泥浆工[M]. 山东东营: 中国石油大学出版社, 2003.
- [2] 孙金声, 杨宇平, 安树明, 等. 提高机械钻速的钻井液理论与技术研究[J]. 钻井液与完井液, 2009, (2).
- [3] 屈沅治, 孙金生, 苏义脑. 快速钻井液技术新发展[M]. 钻井液与完井液 2006, (3).