

塔里木盆地顺北地区长裸眼钻井液技术

金军斌^{1,2}

(1. 中国石化石油工程技术研究院, 北京 100101; 2. 页岩油气富集机理与有效开发国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 顺北地区超深井二开裸眼井段长超过 5000 m。针对长裸眼井段水敏和膏质泥岩缩径阻卡、二叠系火成岩漏失和垮塌、高摩阻等技术难题, 开展了钻井液体系配方优化研究。通过抑制性膨胀试验、抗盐降滤失剂优选试验、复合封堵剂屏蔽封堵试验以及复合润滑剂配比和降摩阻试验, 研制了强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液体系。室内试验表明, 二叠系火成岩在该钻井液中的滚动回收率和线性膨胀率分别达到 95.09% 和 1.86%, 钻井液能够承受 5% NaCl、2% CaSO₄ 和 20% 的钻屑污染。该钻井液体系在顺北 1-2H 井进行了现场试验, 其长裸眼井段平均井径扩大率仅为 13.55%, 漏失量比顺北 1-1H 井降低了 83.8%, 复杂时间比顺北 1-1H 井减少了 30.5 d。强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液有效地解决了顺北地区长裸眼钻进技术难题, 具有广阔的推广应用前景。

关键词: 钻井液; 长裸眼; 漏失; 垮塌; 摩阻系数; 顺北地区

中图分类号: TE254; P634.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2017)04-0005-05

Drilling Fluid Technology of Long Open Hole Section in Shunbei Area of Tarim Basin/JIN Jun-bin^{1,2} (1. Sinopec Research Institute of Petroleum Engineering, Beijing 100101, China; 2. State Key Laboratory of Shale Oil and Gas Enrichment Mechanisms and Effective Development, Beijing 100101, China)

Abstract: The length of the second open hole section is more than 5000m in the ultra-deep well of Shunbei area. Aiming at the technical problems, water sensitivity and pipe sticking of hole shrinkage in creaming mudstone of long open hole section, the leakage and collapse of Permian igneous rock and high friction, the optimization of drilling fluid formula was carried out. Through the tests of inhibition expansion, salt-resistant fluid loss control agent selection, shielding and plugging test of compound plugging agent, friction reducing test of compound lubricant ratio optimization, a highly inhibitive high-seal low-friction potassium amine drilling fluid system was developed. The indoor test showed that the rolling recovery and linear expansion of the Permian igneous rocks reach 95.09% and 1.86% in the drilling fluid, respectively, and the drilling fluid can withstand 5% NaCl, 2% CaSO₄ and 20% drill cuttings contamination. The drilling fluid system was tested in Shunbei 1-2H. The average hole diameter enlargement rate of the open hole was only 13.55%, and the leakage loss was 83.8% lower than that of the Shunbei 1-1H well, complex period was decreased by 30.5 days in comparison with well Shunbei 1-1H. The application of high performance of inhibition and sealing potassium-amine polysulfonated drilling fluid effectively solved the problems in long open hole drilling process, which has broad prospects for application.

Key words: drilling fluid; long open hole; leakage; collapse; coefficient of friction resistance; Shunbei block

继顺北 1-1H 井获得重大轻质油气发现后, 顺托果勒低隆北缘(简称顺北)地区已成为西北油田分公司重点重要的能源接替区。该区前期施工的 2 口井均采用五级井身结构, 钻穿二叠系火成岩后下入套管, 顺北 1-1H 井在二叠系火成岩地层钻进时发生恶性漏失, 先后进行了 27 次堵漏作业, 共漏失钻井液 2876 m³, 耗时 39.8 d。为降低开发成本、提高油田开发效率, 2016 年开发评价井中, 均采用简化井身结构, 设计二开裸眼井段平均长度达到 5000 m 以上, 二开上部水敏性泥岩和膏质泥岩的缩径阻

卡、二叠系火成岩漏失和垮塌、高摩阻等问题都集中在该井段, 钻井施工风险大大提高。长裸眼井段的安全钻井已经成为影响钻井周期的重要因素。本文针对长裸眼井段钻井技术难点, 从钻井液强抑制防缩径、屏蔽封堵防漏防塌、复合降摩阻技术等方面开展研究, 制定了针对性的长裸眼钻井液技术措施, 取得了良好的现场应用效果。

1 地质和工程概况

顺北地区超深井自上而下钻遇的地层为第四

收稿日期: 2017-01-04

基金项目: 国家重大科技专项“彭水地区常压页岩气勘探开发示范工程”(编号: 2016ZX05061); 中石化部级重点项目“顺南深部复杂地层钻井液技术研究”(编号: P14114)、“微裂隙地层纳微米封堵井筒强化技术”(编号: P14100)

作者简介: 金军斌, 男, 汉族, 1970 年生, 高级工程师, 钻探工程专业, 硕士, 主要从事钻井液技术研究及管理工作, 北京市朝阳区北辰东路 8 号北辰时代大厦 519 室, jinjb. srpe@sinopec.com。

系、新近系、古近系、白垩系、侏罗系、三叠系、二叠系、石炭系、泥盆系、志留系和奥陶系(未穿),奥陶系中统的一间房组为主要的开发目的层。二开长裸眼井段纵向穿越8个层系,从新近系中新统的康村组一直到志留系下统的柯坪塔格组。三叠系及以上地层以水敏性泥岩、砂岩和可钻性较好的浅色泥岩为主;二叠系岩性为灰绿色英安岩和黑色、灰绿、灰色凝灰岩;石炭系及以下地层以成岩性较好深色泥岩和砂岩为主。

勘探初期,顺北地区超深井一般采用五级井身结构,目前部署的5口开发评价井均采用的四级井身结构(以顺北1-2H井为例): $\varnothing 346.1\text{ mm} \times 2000\text{ m}$ ($\varnothing 273.1\text{ mm} \times 1999\text{ m}$) + $\varnothing 250.88\text{ mm} \times 7060\text{ m}$ ($\varnothing 193.7\text{ mm} \times 7058\text{ m}$) + $\varnothing 165.1\text{ mm} \times 7430\text{ m}$ ($\varnothing 139.7\text{ mm} \times 7427\text{ m}$) + $\varnothing 120.65\text{ mm} \times 7755.25\text{ m}$ (先期裸眼完井)。

2 钻井液难点分析与对策

(1)钙污染和缩径阻卡严重。4500 m以浅井段,新近系康村组、吉迪克组地层富含石膏,对钻井液造成污染;浅色泥岩蒙脱石含量高极易造成水化膨胀缩径阻卡;中粗砂岩孔隙度高、渗透性强、易造成厚泥饼缩径阻卡。室内通过优选关键处理剂和钻井液体系提高钻井液的抗钙性、抑制性和失水造壁性。

(2)地层破碎井壁垮塌和漏失问题突出。二叠系火成岩地层极为破碎、微裂缝发育,与其上部地层存在不整合面,极易掉块垮塌、发生漏失。二叠系火成岩硬度较高,极易发生大掉块卡钻事故^[1-3]。长裸眼下部志留系地层的坍塌压力接近上部火成岩的孔隙压力,安全钻进密度窗口极窄。优化屏蔽封堵防塌技术,对破碎和微裂缝进行有效封堵,减少滤液的渗滤和静水压力的传递,提高地层的完整性和承压能力^[1,4,10],解决长裸眼井段“密度高上部火成岩地层漏失和密度低下部泥岩垮塌”的难题。

(3)管柱与井壁摩擦阻力大。二开裸眼段长达5000 m,设计施工周期长,钻具、套管和测井电缆及仪器与井壁的接触面积大,大大增加了摩擦阻力,对钻井液的性能,尤其是润滑性能要求高。需要引入配合高效复合润滑剂,降低管柱与井壁的摩擦阻力。

3 钻井液配方优选及室内评价

室内对顺北地区前期所用钾胺基钻井液进行了

优化和改进,以聚胺和氯化钾作为体系的抑制剂形成基础配方,重点对高分子聚合物抑制剂、抗盐钙降滤失剂、复合封堵防塌剂和润滑剂进行了优选,研制了强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液并进行综合评价试验。

3.1 主处理剂和配方优选

3.1.1 高分子抑制剂的优选

将 KPAM、PAC-HV、FA367 和 DBF-3 等 4 种常用的聚合物抑制剂按 0.3% 的比例加入到 1 号基浆(配方为 3.5% 膨润土 + 1.0% CMC-LV + 0.3% NaOH + 5.0% KCl + 1.0% SMJA)中,利用 NP-01 页岩膨胀仪测试安丘二级膨润土压制岩心的膨胀率,结果见图 1。分析结果看出,人造岩心在含有 DBF-3 的钻井液中膨胀率最低,说明 DBF-3 能有效抑制岩心膨胀,防止泥页岩水化膨胀引起的缩径。因此,选用 DBF-3 为体系的主要抑制剂。

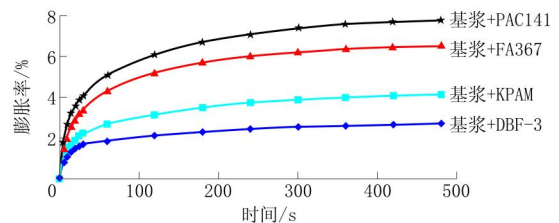


图 1 膨润土岩心膨胀试验

3.1.2 抗盐钙降滤失剂优选

将 CXP-2、SPNH、SHC、SMP-2 和 SMC 等 5 种常用的抗盐降滤失剂分别加入到 2 号基浆(配方为:3.0% 膨润土 + 0.8% LV-CMC + 0.3% DBF-3 + 0.3% 烧碱 + 5% 氯化钾 + 1.0% SMJA)中,测试其不同温度压力条件下降滤失效果和对钻井液粘切的影响,结果见表 1。从表 1 可以看出,SPNH 的降滤失效果最好,加入 3% SPNH 后, FL_{API} 和 FL_{HTHP} 分别降低了 2.6 和 3.0 mL,并且对粘度影响不大。因此,选用 SPNH 作为降滤失剂。

表 1 降滤失剂优选试验结果

配 方	PV/ (mPa·s)	YP/ Pa	FL_{API} / mL	FL_{HTHP} / mL
2 号基浆	21.0	7.0	8.2	18.2
基浆 + 3% CXP-2	23.0	8.5	5.6	15.6
基浆 + 3% SPNH	19.0	7.5	4.6	13.2
基浆 + 3% SHC	21.0	8.0	6.0	16.4
基浆 + 3% SMP-2	20.0	7.5	5.4	15.0
基浆 + 3% SMC	19.0	8.0	5.2	14.4

注:PV——塑性粘度;YP——动切力;FL——失水量。

3.1.3 沥青防塌剂的优选

室内对顺北地区常用的 STP-2、SMNA-1、YK-H 及 SF-3 等 4 种沥青类产品进行了页岩滚动回收和降滤失评价试验。向 3 号基浆(配方为:3.5% 膨润土+0.4% LV-CMC+0.1% DBF-3+0.2% 烧碱+5% 氯化钾+1.0% SMJA)中分别加入 2% 的不同防塌剂进行滚动回收试验,结果见图 2,向 3 号基浆中分别加入不同质量分数的上述防塌剂,测定滤失量的变化,结果见图 3。由图 2 和图 3 的试验结果可以看出 SMNA-1 的防塌和降滤失效果最好,最优加量为 3%。

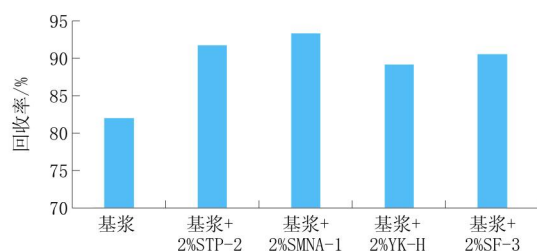


图2 页岩滚动回收试验结果

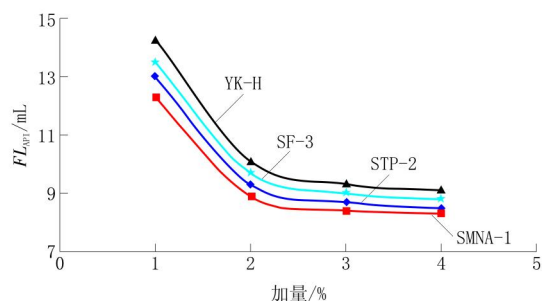


图3 沥青防塌剂的优选试验曲线

3.1.4 复合润滑剂优选

新型纳米乳液 SMRY-2 是近几年发展起来的新型处理剂,具有润滑、降低滤失量、抑制粘土膨胀分散和封堵微小裂隙的作用^[4,7-11],与常规润滑剂复配后效果更好。室内将 SMRY-2 与不同润滑剂按不同配比复配,加入 2 号基浆中测试其润滑性能,结果见表 2。从表 2 可以看出,润滑剂 SMJH-1 润滑效果最好,与 SMRY-2 的最佳配比为 3:4。

3.1.5 封堵防塌配比的优选

向钻井液中加入“软硬结合”的堵漏材料,可以封堵破碎性地层的微裂隙、提高地层的完整性^[5]。室内将 2.0 mm 石英砂堆积压实后模拟破碎地层,将石英砂放入黏附系数测定仪的不锈钢纱网上,加入含有 QS-2、PB-2 和 SMNA-1 等封堵材料的浆液,加压至 3.5 MPa,测试砂床底流量、封堵层厚度,

表2 复合润滑剂配方试验

配方	润滑系数	表观粘度/(mPa·s)	密度/(g·cm ⁻³)	中压滤失量/mL
2号基浆	0.190	28.0	1.25	8.2
2号基浆+1.5%RH-97D	0.118	29.0	1.25	6.4
2号基浆+1.5%GRH-2	0.141	29.0	1.25	7.2
2号基浆+1.5%SMJH-1	0.092	31.0	1.25	6.0
2号基浆+1.5%SMRY-2	0.119	31.0	1.25	6.0
2号基浆+1.5%SMJH-1+1.0%SMRY-2	0.090	32.0	1.25	5.6
2号基浆+1.5%SMJH-1+1.5%SMRY-2	0.071	33.0	1.25	5.2
2号基浆+1.5%SMJH-1+2.0%SMRY-2	0.060	33.5	1.25	5.0
2号基浆+1.5%SMJH-1+2.5%SMRY-2	0.057	34.0	1.25	4.9

并观察封堵层的致密程度。配方为 2 号基浆,试验结果见表 3。分析试验结果看出,“4% 超细碳酸钙(QS-2)+2% 屏蔽封堵剂(PB-2)+3% 封堵防塌剂(SMNA-1)”配方可以封堵 2.0 mm 直径的砂体,封堵层厚 4 mm、致密且有一定强度和弹性,砂体与封固层粘成一个整体,可以较好地封堵裂缝性地层。

表3 屏蔽封堵试验结果

封堵配方	砂床底流量/mL	封堵层厚度/mm	砂床封堵层描述
2号基浆+4%QS-2+1%PB-2+1%SMNA-1	34	5.6	封隔层厚 5.6 mm、较致密、与砂体基本粘为一体
2号基浆+4%QS-2+2%PB-2+3%SMNA-1	12	4.0	封隔层厚 4 mm、致密、有弹性、与砂体粘为一体
2号基浆+4%QS-2+3%PB-2+5%SMNA-1	10.5	3.5	封隔层厚 3.5 mm、致密、有弹性、与砂体粘为一体

3.1.6 钻进堵漏浆配方的优选

结合顺北 1-1H 井地层特点和施工经验,为防止材料粒径组合与地层裂缝尺寸不匹配造成的“封门”现象,在 4 号基浆(配方为:1 号基浆+2.0% PB-2+3.0% SQD-98+4.0% QS-2+2.0% CXD)的基础上,以中细颗粒、纤维类和微片类等堵漏材料为主,开展钻井堵漏浆砂床滤失试验。从表 4 试验结果看出,1 号基浆+1.5% 核桃壳(中粗)+2.0% 核桃壳(细)+2.0% PB-2+1.5% 云母(中粗)+3.0% SQD-98+2.0% 云母(细)+2.0% QS-2+2.0% CXD,砂床滤失效果最佳。

3.2 体系性能评价

通过优选包被抑制剂、抗盐降滤失剂、沥青防塌剂、复合润滑剂和封堵防塌配方优化试验,研制了

表4 钻进堵漏浆砂床滤失试验结果

钻进堵漏浆配方	侵入砂床深度/mm		试验条件
	60/100目砂床	40/60目砂床	
4号配方+1.0%核桃壳(中粗)	3.8	5.8	室温
+1.0%核桃壳(细)+1.0%云母(中粗)+1.0%云母(细)	5.8	7.7	120℃/16h
4号配方+1.5%核桃壳(中粗)	2.6	4.5	室温
+2.0%核桃壳(细)+1.5%云母(中粗)+2.0%云母(细)	4.6	6.6	120℃/16h
4号配方+2.0%核桃壳(中粗)	2.0	3.8	室温
+3.0%核桃壳(细)+2.0%云母(中粗)+3.0%云母(细)	4.2	6.0	120℃/16h

强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液体系:3.0%~4.0%膨润土+0.2%~0.4%NaOH+2.0%~4.0%SPNH+0.6%~1.0%CMC-LV+1.0%~2.0%SMJA+0.3%~0.6%DBF-3+4.0%~6.0%KCl+2.0%~4.0%QS-2+1.0%~3.0%PB-2+2.0%~4.0%SMNA-1+1.0%~2.0%SMJH-1+3.0%~4.0%SMRY-2。以该配方加量中值配制的钻井液为5号基浆配方。

3.2.1 常规性能试验

测量不同密度的5号基浆配方在室温和150℃热滚16h后的性能,结果见表5。从表5可以看出,强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液在常温和高温热滚后性能稳定,抗温性能良好。

表5 钻井液常规性能试验结果

测试条件	密度/(g·cm ⁻³)	PV/(mPa·s)	YP/Pa	FL _{API} /mL	FL _{HHP} /mL
室温	1.25	27.0	11	3.6	11.6
	1.80	39.0	9	3.2	11.0
150℃热滚16h	1.25	26.0	10	4.0	11.4
	1.80	37.0	9	3.6	10.8

注:高温高压滤失量 FL_{HHP} 测试条件为150℃、3.5MPa。

3.2.2 抑制性试验

应用前期使用的钾胺基钻井液和5号基浆配方,对顺北1井4730.00~4750.00m井段的火成岩和6232.00~6240.00m井段的志留系泥岩岩样,进行150℃滚动16h的滚动回收率试验,试验结果见表6。100℃条件下对上述2种岩屑做16h的岩样线性膨胀率试验,试验结果见表6。

表6 钻井液体系抑制性评价试验结果

钻井液体系	滚动回收率/%		线性膨胀率/%	
	火成岩	泥岩	火成岩	泥岩
钾胺基钻井液	90.08	78.87	3.08	6.01
强抑制高封堵低摩阻钾胺基	95.09	90.23	1.86	2.23

从表6可以看出,与钾胺基钻井液体系相比,火成岩和泥岩在优化钻井液体系中的滚动回收率分别提高了5.01%和11.36%,线性膨胀率分别降低了1.22%和3.78%,说明强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液体系的抑制性明显优于前期的钻井液体系。

3.2.3 抗盐钙污染试验

用重晶石将5号基浆配方的密度加重至1.24g/cm³,用烧碱将pH值调为10,进行抗盐污染试验,结果见表7。从表7可以看出,强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液加入NaCl和CaSO₄后,其流变性变化不大,FL_{API}和FL_{HHP}始终分别小于5.0和13.4mL,pH值在9左右,表明该钻井液的抗盐、抗钙污染能力较强。

表7 钻井液抗盐污染试验结果

污染物	密度/(g·cm ⁻³)	PV/(mPa·s)	YP/Pa	FL _{API} /mL	FL _{HHP} /mL	pH值
无	1.24	24.0	8.0	3.6	11.0	10.0
2.0%NaCl	1.24	25.0	7.0	3.8	12.0	9.0
5.0%NaCl	1.24	26.0	8.0	4.2	12.6	8.5
0.5%CaSO ₄	1.24	28.0	10.0	3.8	12.2	9.5
1.0%CaSO ₄	1.24	31.0	12.0	4.2	12.6	9.0
2.0%CaSO ₄	1.24	33.0	13.0	5.0	13.4	8.5

注:试验数据均是在150℃滚动16h后测得,高温高压滤失量测试条件为150℃、3.5MPa。

3.2.4 抗钻屑污染试验

用重晶石将5号基浆配方的密度加重至1.25g/cm³,用烧碱将pH值调为10,进行抗钻屑污染试验,结果见表8。从表8可以看出,优选的钻井液体系加入5%~20%的钻屑后,钻井液密度慢慢增加,粘切微增但都在可控范围之内,FL_{API}和FL_{HHP}分别控制在5.6和14.6mL之下,pH值在9左右,表明该钻井液的抗盐、抗钙污染能力较强。

表8 钻井液抗钻屑污染试验结果

污染物	密度/(g·cm ⁻³)	PV/(mPa·s)	YP/Pa	FL _{API} /mL	FL _{HHP} /mL	pH值
无	1.25	24.0	10.0	3.6	11.0	10.0
5%钻屑	1.27	26.0	10.5	3.8	11.2	9.5
10%钻屑	1.29	28.0	11.0	4.2	12.8	9.5
15%钻屑	1.32	30.0	12.0	4.6	13.2	9.5
20%钻屑	1.38	40.0	15.0	5.6	14.6	9.0

注:试验数据均是在150℃滚动16h后测得,高温高压滤失量测试条件为150℃、3.5MPa。

4 现场应用

4.1 现场试验井概况

顺北1-2H是顺北地区的一口超深水平井,设计斜深为7755.25 m,垂深7532 m。该井采用四级井身结构,二开长裸眼井段长达5060 m(2000~7060 m),二叠系火成岩地层埋深为4593.00~4845.00 m;该井在二开长裸眼井段应用了强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液体系。

4.2 现场维护处理技术措施

4.2.1 长裸眼上部井段防缩径技术要点

配制胶液时按0.6%的比例加足包被抑制剂DBF-3,抑制上部地层水敏性泥岩的水化膨胀,并对钻屑形成有效的包被;提前向钻井液中加入适量纯碱和抗盐降滤失剂,防止钻屑中的石膏对钻井液性能的破坏;控制钻井液的失水量在6 mL之内和泥饼厚度<0.5 mm,防止虚泥饼缩径阻卡;每钻进300~500 m,或每钻进24 h必须进行短程起下钻对井壁形成有效修整。

4.2.2 长裸眼井壁稳定技术要点

二叠系施工严格控制钻井液密度在1.24~1.26 g/cm³,在不压漏地层的情况下兼顾破碎地层的井壁稳定;按照“5% QS-2+2% PB-2+3% SMNA-1”的配方加足封堵防塌剂,对二叠系地层进行及时封堵,避免诱导裂缝形成、减小漏失风险;降低钻井液失水量,使 $FL_{API} < 4$ mL, $FL_{HTHP} < 11$ mL,避免由于滤液侵入裂缝引起的井壁垮塌;将漏斗粘度控制在45~55 s、塑性粘度控制在20~30 mPa·s,屈服值控制在8~12 Pa,使钻井液动塑比控制在0.4~0.5、流型达到平板层流,减少井壁冲刷。

4.2.3 润滑防卡技术要点

在长裸眼上部井段按照1%~2%的比例加入SMJH-1,改善钻井液的润滑性,控制泥饼粘滞系数<0.1;进入二叠系后按照“2% SMJH-1+3% SMRY-2”配比加足复合润滑剂,使其含量要达到2%~3%增强钻井液的润滑性,调整泥饼粘滞系数<0.08;测井和下套管前配置复合润滑剂含量达到5%的高润滑性段塞封闭火成岩地层和井底复杂井段。

4.2.4 防漏堵漏和堵漏浆钻进技术要点

钻进中加足随钻堵漏材料,以防漏为主;控制起下钻和开泵速度,以减轻井内压力“激动”;下钻应采取分段循环措施,防止开泵困难、憋漏地层。发生漏失,依据漏速首选桥浆配方循环静堵,不采取承压静堵作业,若静堵失败,即刻转入堵漏浆钻进施工,以免拖延时间。

堵漏浆钻进首先起钻简化钻具组合,把全部井浆全井转化成堵漏浆;性能维护主要以补充堵漏材料胶液为主;加足润滑剂、精细操作,防止卡钻事故发生;保持循环堵漏浆pH值>10,防止堵漏材料高温下发酵失效。

4.3 现场应用效果

2015年12月—2016年4月,强抑制高封堵钾胺基聚磺钻井液在顺北1-2H井二开长裸眼井段进行了现场应用,取得了良好的施工效果。

顺北1-2H井二开长裸眼井段未发生因钻井液性能引发的井下故障。钻井液封堵防塌效果良好,二叠系井壁稳定、井径曲线规则,长裸眼井段平均井径扩大率为13.55%。在4609~5300 m发生漏失后成功实施了堵漏浆钻进技术,施工顺利、节省了钻井周期;在4393~4845 m二叠系火成岩复杂地层钻井施工中,漏失量比顺北1-1H井降低了83.8%;二叠系漏失复杂时间比顺北1-1H井减少了30.5 d。

钻井液性能稳定(见图4)、维护方便,携岩洗井效果和润滑性能较好,没有明显的阻卡现象,摩阻系数都控制在0.08以下,最大提升和下放阻力控制在150 kN以内;长裸眼测井和下套管等作业均一次到底顺利,顺北1-2H井5060 m的长裸眼创造西北油田分公司记录、 $\varnothing 193.7$ mm套管下深创中国石化石油工程新纪录。

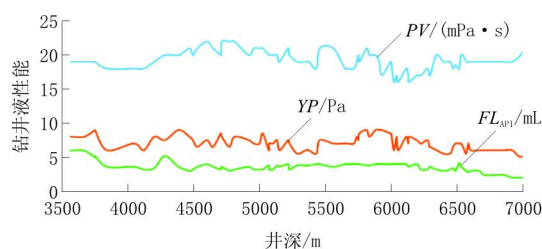


图4 顺北1-2H井钻井液主要性能曲线

5 结论及建议

(1)屏蔽封堵防塌配方通过物理封堵作用可以提高破碎地层的完整性和承压能力;复合降摩阻配方可使钻井液获得较低的摩阻系数,满足顺北地区长裸眼降摩阻钻进要求。

(2)强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液具有良好的封堵、防塌抑制性,良好的抗盐钙、抗钻屑污染能力和良好的润滑性,较好地解决了顺北地区长裸眼钻井技术难题,为顺北地区超深井安全高效钻井提供了保障。

(下转第22页)

表4 采取改进措施前后情况对比

复杂井段/m	复杂情况		损失台时/h	
	废弃井	重钻井	废弃井	重钻井
17~59	井漏,损失钻井液 416 m ³	井漏,损失钻井液 152 m ³	145	56
209~253	井漏,损失钻井液 155 m ³ ;井壁失稳以及取心困难	井漏,损失钻井液 18 m ³	96	8
261~296	井塌以及取心困难	无	217	0
447~500	井漏,损失钻井液 460 m ³	井漏,损失钻井液 73 m ³	195	37

直接关系到裂缝型漏失堵漏的难易程度^[14],在桥塞堵漏方法以及水泥浆堵漏失败的情况下,再尝试使用胶质水泥浆堵漏。

井塌应分析导致泥页岩水化失稳的主因是钻井液密度过低还是钻井液配置不合理,并注意泥页岩临界坍塌时间对施工的影响。

取心困难是由于断层周围构造作用强烈致使地层破碎造成的,应通过优选钻井液以及优化钻具组合等综合措施解决。

复杂构造带与常规地层相比对井内压力波动更敏感,要求更精细的现场操作,更应该注意开泵方式、适当减缓钻速、降低循环排量并严格控制提、下钻速度,以避免造成过高的激动压力。

堵漏工作的成功不仅仅取决于堵漏技术,很大程度上取决于人对地层的了解程度、对漏层的准确判断以及对堵漏技术的准确应用^[15];应加强前期井漏诊断预测以及井漏层位的快速判断等工作,复杂构造带防塌堵漏应以预防为主,减少被动性防塌堵漏。

本文内容主要分析解决的是复杂构造带绳索取心钻探的客观问题,而其他诸如设计合理的井身结构、高效规范的现场操作等主观因素同样必不可少。

参考文献:

[1] 姜桂春. 聚丙烯酰胺无固相冲洗液在复杂地层中的应用研究

[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(1):34-37.

- [2] 金衍,陈勉. 水敏性泥页岩地层临界坍塌时间的确定方法[J]. 石油钻探技术,2004,32(2):12-14.
- [3] 邓增库,解振宗,杨文权,等. 浅部砂层井漏现象的分析及预防措施[J]. 钻井液与完井液,2008,25(5):64-66,89.
- [4] 胡继良,陶士先,纪卫军. 破碎地层孔壁稳定技术的探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):30-31.
- [5] 陈军海,陈勉,金衍,等. 确定泥页岩粘土矿物组分的新方法及对钻井液性能的优化[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2008,32(5):58-62.
- [6] 姜亦军,王文龙,张辉. SY系列深孔硬岩孕镶金刚石钻头的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(6):80-84.
- [7] 齐森. 复杂地层金刚石绳索取芯钻进的应对技术措施[J]. 河北煤炭,2007,(6):31-32.
- [8] 陈明旺. 胶质水泥浆液堵漏浅析[J]. 徐煤科技,1994,(4):15-16.
- [9] 王方博,王兴忠,龚德章. 高效桥塞堵漏技术在川西马井构造的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(8):6-10.
- [10] 卓云,曾庆旭,刘德平,等. 碳酸盐岩裂缝溶洞层胶质水泥堵漏技术——以川东地区蒲005-2井为例[J]. 天然气工业,2010,30(5):84-86,145.
- [11] 王苍斌. 胜利油田处理井漏主要方法之见解[J]. 内蒙古石油化工,2010,36(8):73-74.
- [12] 李相方,车仕华,唐德钊,等. 示踪法井漏位置测定技术[J]. 石油钻探技术,2001,29(3):11-12.
- [13] 金衍,陈勉,郭凯俊,等. 复杂泥页岩地层地应力的确定方法研究[J]. 岩石力学与工程学报,2006,25(11):2287-2291.
- [14] 王贵,蒲晓林. 提高地层承压能力的钻井液堵漏作用机理[J]. 石油学报,2010,31(6):1009-1012.
- [15] 王战社,沈星,戚波. 小秦岭深孔岩心钻探水泥浆护壁堵漏技术研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(8):19-23.

(上接第9页)

(3)建议在顺北地区简化井身结构的长裸眼井段中推广应用强抑制高封堵低摩阻钾胺基钻井液体系,并进一步完善和优化核心处理剂加量,以降低油田综合开发成本。

参考文献:

- [1] 金军斌,宋明全,鲍洪志,等. 加蓬 G4-188 区块钻井液技术难点与对策[J]. 石油钻探技术,2010,38(5):101-105.
- [2] 孙清华,邓金根,闫传梁,等. 费尔干纳盆地井壁失稳机理研究[J]. 钻采工艺,2013,36(5):9-12.
- [3] 王贵,曹成,蒲晓林,等. 塔河油田桑塔木组钻井液优化与室内评价[J]. 钻采工艺,2015,38(5):73-77.

- [4] 魏殿举,金军斌,何青水. YD油田高渗灰岩储层水平井钻井液技术[J]. 石油钻探技术,2015,43(3):23-28.
- [5] 宋明全,金军斌,刘贵传,等. 塔河油田三叠系石炭系井眼失稳机理及控制技术[J]. 钻井液与完井液,2002,19(6):15-19.
- [6] 蔡利山,苏长明,刘金华. 易漏失地层承压能力分析[J]. 石油学报,2010,31(2):311-317.
- [7] 金军斌,徐江,张玉宁. 新型硅酸盐无渗透钻井液的研究与应用[J]. 石油钻探技术,2009,37(2):48-52.
- [8] 石秉忠,金军斌. 复合金属离子聚磺混油钻井液体系的研究与应用[J]. 石油钻探技术,2000,28(5):35-36.
- [9] 李大奇,康毅力,刘修善,等. 裂缝性地层钻井液漏失动力学模型研究进展[J]. 石油钻探技术,2013,41(4):42-47.
- [10] 任立伟,夏柏如,唐文泉,等. 伊朗 Y 油田深部复杂地层钻井液技术[J]. 石油钻探技术,2013,41(4):92-96.
- [11] 蓝强,李公让,张敬辉,等. 石蜡纳米乳液的性能影响因素及低能乳化法制备[J]. 石油钻探技术,2012,40(1):58-63.