

长庆区域随钻堵漏技术研究与应用

孙欢, 朱明明, 石崇东, 刘朝峰, 屈艳平, 孙艳, 杨帆

(川庆钻探长庆钻井总公司, 陕西西安 710000)

摘要:长庆油田已钻区域普遍存在漏失,为保证井控安全,加入现有的堵漏材料进行堵漏,但普遍存在钻具水眼堵塞、井下仪器无信号、一次堵漏成功率低等技术难点。为此,进行无线随钻仪器及井下动力工具优选、研发配套的随钻堵漏浆体,满足通过性要求的前提下,实现漏层的快速封堵,形成了长庆区域随钻堵漏技术,现场应用百余口井,一次堵漏成功率提高23.54%,大幅缩短了堵漏时间,提高了堵漏效率,保障了安全快速钻完井。

关键词:随钻堵漏;堵漏浆体;堵漏成功率;井下工具;长庆区域

中图分类号:TE28;P634.8 **文献标识码:**B **文章编号:**2096-9686(2024)S1-0364-04

Research and application of drilling plugging technology in Changqing area

SUN Huan, ZHU Mingming, SHI Chongdong, LIU Zhaofeng, QU Yanping, SUN Yan, YANG Fan

(Changqing Drilling Corporation, Chuangqing Drilling Engineering Company Limited, Xi'an Shaanxi 710000, China)

Abstract: In order to ensure well control safety, existing plugging materials have been added to the drilled areas of Changqing Oilfield for common leakage. However, there are technical difficulties such as water hole blockage of drilling tools, lack of signal from downhole instruments, and low success rate of one-time plugging. Therefore, wireless drilling instruments and downhole power tools have been optimized, and matching drilling plugging slurry has been developed to achieve rapid plugging of the leaking layer while meeting the requirements of permeability. This has formed the Changqing area drilling plugging technology, which has been applied in more than 100 wells on site, increasing the success rate of one-time plugging by 23.54%, significantly shortening the plugging time, improving plugging efficiency, and ensuring safe and rapid drilling and completion of wells.

Key words: plugging while drilling; plugging slurry; success rate of plugging; downhole tools; Changqing area

0 引言

为满足油气当量的持续增产,长庆油田重点部署庆阳气田,加大宜黄探区开发力度,加密部署陇东页岩油井和苏里格致密气井,开拓盆地东缘、西缘和北缘的边缘探井。随着开发力度的加大和区域的拓展,井漏发生的频率逐年提升,治漏难度逐步增大。面对全区域普遍性的漏失现状,从提高堵漏效率,规模开发致密油/气,钻井提速提效,井下安全等多方面考虑,急需探索高效的随钻堵漏技术^[1-5],提高钻井效率,提高堵漏效率和成功率,降低堵漏成本。

1 漏失现状及高效堵漏难点

长庆钻探区域已探明的层位,从上到下依次是第四系、洛河组、直罗组、延安组、延长组、纸坊组、和尚沟组、刘家沟组、石千峰组、石盒子组、山西组、本溪组、马家沟组等15套层位,目前最深井已钻至长城系马家河组,其中洛河组、延长组、刘家沟组、石千峰组均属于极易漏层位^[6-10]。

已钻井数据统计,漏失井占总井数的30%以上。发生井漏后采用常规桥塞进行堵漏,但由于井下动力组合(包含单向阻流阀)、测量仪器的限制,只能随钻加入毫米级堵漏材料,针对恶性井漏只能

收稿日期:2024-06-29;修回日期:2024-07-19 DOI:10.12143/j.ztgc.2024.S1.058

第一作者:孙欢,男,汉族,1990年生,应用化学专业,主要从事水基钻井液方面的研究与现场应用工作,陕西省西安市长庆大厦,1025351195@qq.com。

引用格式:孙欢,朱明明,石崇东,等.长庆区域随钻堵漏技术研究与应用[J].钻探工程,2024,51(S1):364-367.

SUN Huan, ZHU Mingming, SHI Chongdong, et al. Research and application of drilling plugging technology in Changqing area[J]. Drilling Engineering, 2024, 51(S1):364-367.

起钻采用光钻杆进行专项堵漏,起下钻倒换钻具组合导致堵漏周期增长,特别是井深超过3000 m的漏失井,平均单趟起下钻更换光钻杆组合进行堵漏需8 h以上。

2 随钻堵漏关键技术

2.1 井下动力工具优选

2.1.1 无线定向仪器配置

通过文献及现场数据调研,明确了现有的定向仪器配置如表1,其中常用限流环直径:主阀芯直径=35:28、35:27、34:28 mm。

表1 无线定向仪器配置

序号	仪器型号	仪器外径/mm	限流环直径/mm	主阀芯直径/mm	钻铤内径/mm		
					8 in	6 ³ / ₄ ~7 in	4 ³ / ₄ ~5 in
1	YST-48R	48	30.5/32.5/34.3/35.6/38.1	26.4/27.6/28.5/29.5/30.5	76~82	72	65
2	LHE-6401	48	30.5/32.5/34.3/35.6/38.1	26.4/27.6/28.5/29.5/30.5	76~82	72	65
3	MDN48GW	48	30.5/32.5/34.3/35.6/38.1	26.4/27.6/28.5/29.5/30.5	76~82	72	65
4	MDN42GW	42	30.5/32.5/34.3/35.6/38.1	26.4/27.6/28.5/29.5/30.5	76~82	72	65

注:Ø311~346 mm井眼8 in(1 in=25.4 mm,下同)钻铤;Ø215.9~241 mm井眼6³/₄~7 in钻铤;Ø152.4 mm井眼4³/₄~5 in钻铤。

表2 不同螺杆堵漏材料通过性明细

螺杆类型	序号	型号	允许粒径/mm
奥瑞托	1	95	0~0.3
	2	127	0~0.5
	3	135	0.2~0.6
	4	165	0.3~0.5
	5	172	0.5~0.9
	6	185	0.8~1.0
	7	197	0.9~1.0
	8	203	0.9~1.0
	9	216	0.9~1.0
	10	228	0.9~1.0
立林	1	2 ³ / ₈ in	<1.0
	2	2 ⁷ / ₈ ~3 ¹ / ₂ in	<4.0
	3	3 ³ / ₄ ~9 ¹ / ₂ in	<5.0
	4	11 ¹ / ₄ ~12 ³ / ₄	<6.5

从表3可以看出,GT-MF、细云母(40目)、DF-A、TP-2等4种材料的通过性好、抗温性强、封堵效果好且与钻井液配伍性好,因此优选以上4种材料作为随钻堵漏材料。

2.2.2 动态可视化缝隙评价仪

目前国内外未有专用的堵漏材料颗粒通过性

2.1.2 螺杆与堵漏材料配伍

常规的螺杆有奥瑞托螺杆与立林螺杆两类,其与堵漏材料通过性明细如表2所示。

2.2 随钻堵漏材料优选与评价

2.2.1 随钻堵漏材料优选

根据堵漏材料的特性分为4大类:架桥类、高失水类、化学凝胶类、可固化类。由于井下状况具有很多不确定性因素,井场出现遇阻、阻卡等事件,因此,优选架桥类材料作为随钻堵漏材料,对现有的架桥类材料进行理化分析,结果如表3所示。

评价仪,为此,自研了一种动态可视化缝隙评价仪(如图1所示)。利用液体流动、并对内部施加一定的压力的条件下,观察和测量液体流动携带颗粒状物体对缝隙侵入的效果情况,模拟地层或井壁裂缝、在液体循环运动环境中,封堵效果的实际观测和实际测量。按照实验要求将缝板7或者孔板及实验的砂子、人造裂缝岩心或天然裂缝岩心置入刻度透明过流管中,接入自来水,使自来水处于循环流通状态,在外部的试验筒加入实验材料,即可观察材料在运动状态的变化。

2.2.3 随钻堵漏材料评价

为保证其通过性的同时,还需要满足堵漏浆具有良好的封堵能力。通过室内实验分析,优选的单一的堵漏材料均能满足通过性要求,但针对缝板封堵评价还不能满足,因此将4种堵漏材料进行配伍,在满足通过性的前提下实现裂缝的高效封堵。最终优选配方为:基浆+5%GT-MF+5%细云母(40目)+5%DF-A+5%TP-2(见表4)。

从表4可以看出,优选的堵漏材料及配伍后的堵漏配方通过性良好,优选的堵漏浆配方在1~3 mm缝板、4 MPa外部承压条件下封闭滤失量分别为80、120、230 mL,满足通过性要求的前提下,封堵

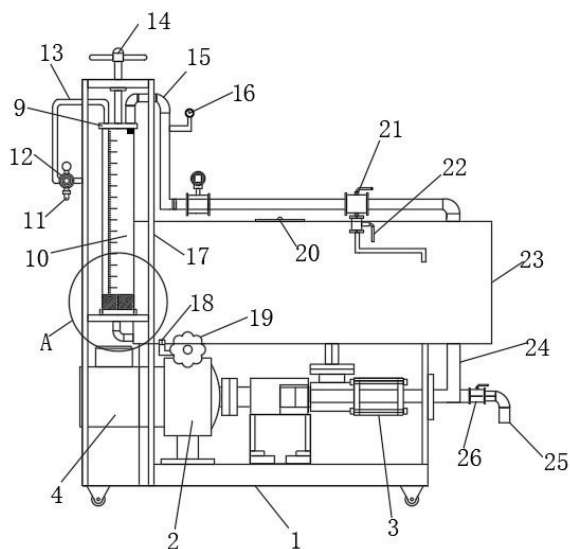
表3 随钻堵漏材料评价

材料名称	筛余物质量分数/(%)(0.9mm)	水分/%	灼烧残渣/%	表观粘度变化率/%	密度/(g·cm ⁻³)	封闭滤失量/mL
GT-MF	2%未通过	1.67	70	+6.67	1.055	0.5
锯末	18%未通过	3.00	32.7	+36.9	1.04	98
细云母(40目)	全通过	1.00	96.21	+2.92	1.045	34
DF-A	1.5%未通过	4.68	82.31	+3.47	1.04	18
SD-3	18%未通过	5.02	37.33	+15.48	1.04	76
TP-2	全通过	2.33	79.67	+3.92	1.04	14

表4 堵漏浆通过性及封堵性评价

配 方	动态可视 化缝隙评 价仪(3 mm孔径)	不同缝板封闭滤失 量/mL		
		1 mm 缝板	2 mm 缝板	3 mm 缝板
基浆+GT-MF	√	全失	全失	全失
基浆+细云母(40目)	√	全失	全失	全失
基浆+DF-A	√	全失	全失	全失
基浆+TP-2	√	全失	全失	全失
基浆+5% GT-MF+5% 细云母(40目)+5% DF-A+5% TP-2	√	80	120	230

注:(1)基浆:清水+4%白土;(2)缝板实验配浆量为350 mL;(3)外部承压4 MPa。



1—移动车;2—变速箱;3—泵体;4—电机;9—封压盖;10—透明管;11—输入接头;12—减压装置;13—导压管;14—锁紧螺钉;15—进液管;16—压力显示装置;17—框架;18—排气阀;19—调节手轮;20—上密封盖;21—注液控制阀;22—泄流阀;23—储液箱;24—输出连接管;25—回流管;26—排液阀;(5—滤液回收管;6—支撑环;7—缝板;8—下密封盖)

图1 动态可视化缝隙评价仪

效果良好。

3 现场应用

3.1 现场应用统计

长庆区域随钻堵漏技术现场应用百余口井,涵盖了工具、材料和工艺,一次堵漏成功率提高23.54%,大幅降低了钻井堵漏的综合时间,实现了不起钻高效堵漏,降低了井控风险。

3.2 典型案例现场应用

合H-XX井位于甘肃省庆阳市合水县老城镇,该井为同井场的第三口井,前两口井均发生不同程度的漏失,出现钻具仪器堵塞等现场,多次起下钻

进行堵漏,该井应用长庆区域随钻堵漏技术,无线定向仪器选择型号为MDN48GW型,限流环主阀芯35~28 mm、7 in钻铤、奥瑞托185型螺杆。

该井钻进至井深1780 m发生失返性漏失,为预防沉砂卡钻强钻1个单根,起钻至井深1600 m配制随钻堵漏浆,堵漏浆配方:原浆+5%GT-MF+5%细云母(40目)+5%DF-A+5%TP-2,下钻至井深1760 m的位置泵入堵漏浆30 m³,堵漏浆出水眼3 m³后关封井器进行挤封作业,关井挤入8 m³后套压2.5 MPa,分5次将钻具内的堵漏浆挤封完,套压不超过4 MPa。憋压30 min后,开井循环。循环中无线随钻仪器显示正常,无漏失,恢复钻进。

该井钻进至2100、3080 m两个不同层位后均发生漏失,采用长庆区域随钻堵漏技术均实现一次堵漏成功,井下仪器及动力工具未出现堵塞,大幅节约了堵漏时间。

4 结论

(1)长庆区域属于三低油气藏,已钻的易漏区域至少存在3套以上的易漏层位,其中延安组、洛河

组、延长组、刘家沟组、石千锋组均属于极易漏层位,针对易漏区域需合理优选钻井工具及储备专用的堵漏材料。

(2)长庆区域随钻堵漏技术涵盖了工具、材料和工艺,是一套集成的堵漏技术,优选配伍的随钻堵漏浆针对3 mm的缝板承压能力可承压4 MPa,满足井下仪器及工具通过性要求的前提下具有很好的封堵效果。

(3)针对恶性井漏还亟待研发针对性的堵漏工具及高性能的材料。

参考文献:

- [1] 那宇,汪文星,刘鹏,等.伊拉克F油田随钻堵漏技术的研究及应用[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(1):196-198.
- [2] 张文哲,王波,李伟,等.延长油田西部地区随钻堵漏技术研究与应用——以X241井为例[J].非常规油气,2019,6(6):89-94.
- [3] 刘彦学.松南气田低密度低伤害随钻堵漏钻井液技术[J].钻井液与完液,2019,36(4):442-448.
- [4] 孙威威.海坨区块高效堵漏体系的优化与应用[J].钻探工程,2021,48(12):72-78.
- [5] 孙方龙,李子钰.复合欠饱和盐水钻井液体系在顺北志留系复杂地层的应用[J].钻探工程,2021,48(7):65-71.
- [6] 唐明明,张红梅,苏明,等.鄂尔多斯盆地延北区块刘家沟组堵漏措施应用与分析[J].清洗世界,2022,38(5):9-11.
- [7] 孙欢.致密油洛河组 $\phi 311.1$ mm井眼堵漏技术研究与应用[J].石油化工应用,2022,41(4):26-29,43.
- [8] 孙欢,朱明明,王伟良,等.长庆页岩油水平井华H90-3井超长水平段防漏堵漏技术[J].石油钻探技术,2022,50(2):16-21.
- [9] 罗江伟.米脂区块刘家沟组地层漏失成因及堵漏对策研究[D].北京:中国石油大学(北京),2023.
- [10] 沈兆超,倪小伟,黄苏铜.苏里格南SN0101平台钻井防漏与堵漏实践[J].录井工程,2020,31(3):60-64.

(编辑 荐华)