

涪陵页岩气井长水平段漏失井固井技术应用研究

陈勇, 杨伟平, 冯杨

(中石化中原石油工程公司钻井二公司, 河南濮阳 457001)

摘要:涪陵页岩气井钻井过程中井漏频繁, 类型多样, 严重影响了工程质量, 特别是三开长水平段发生漏失油基钻井液甚至固井时发生漏失, 影响了固井质量及后期页岩气的开采。针对长水平段漏失井特点, 研究了一系列井眼准备技术、高效纤维隔离液封堵技术、管外浆柱结构优化技术、漏失井固井压稳技术, 增强堵漏性能, 提高固井质量。随着区域不断地扩大, 地质情况复杂多变, 提出了下一步的研究方向及建议。

关键词:长水平段; 防漏堵漏; 固井技术; 涪陵页岩气田

中图分类号: TE256 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2016)07-0042-03

Application Study on Cementing Technology for Absorption Well in Long Horizontal Section of Fuling Shale Gas Well/CHEN Yong, YANG Wei-ping, FENG Yang (Drilling Company 2 of Zhongyuan Petroleum Engineering Co., Ltd., SINOPEC, Puyang Henan 457001, China)

Abstract: Various types of lost circulation occurred frequently in Fuling shale gas well drilling, which seriously impacted the engineering quality, especially the oil-based drilling fluid leakage happened in the third segment of long horizontal section and even in cementation stage, both cementation quality and late shale gas exploitation were affected. In view of the characteristics of absorption well, a series of borehole preparation techniques, high performance fiber, spacer fluid plugging, optimal outside pipe slurry column structure, wall stability under pressure for absorption well cementation were studied to improve plugging performance and cementation quality. With enlargement of the exploitation area, the geological conditions will be more complicated, the paper puts forward the further research direction and the suggestion.

Key words: long horizontal section; leakage control and plugging; cementation; Fuling shale gas field

涪陵页岩气田是我国第一个国家级海相页岩气示范区, 自启动以来, 完成了 200 余口井任务, 技术不断创新, 钻井提速明显, 但在钻井及完井施工过程中井漏问题尤为突出, 井漏严重拖延了钻井工期, 并易造成工程事故、影响经济效益。

三开使用的钻井液为油基钻井液, 发生漏失时多采用粗、细复配的复合堵漏剂、随钻和纤维类材料, 能够勉强满足钻进要求, 但是这种常规的堵漏材料与油基钻井液配伍性差, 封堵效果并不是很理想, 使得完井施工过程中再次出现渗漏甚至失返, 固井过程直接影响到水泥返深和封固质量。针对该区域漏失及堵漏工艺分析, 通过对驱替油基钻井液的前置液和隔离液体系不断改进及优化并采用堵漏低密度水泥浆体系, 摸索出了一套解决长水平段漏失井封固质量问题的工艺技术。

1 漏失井现场情况

涪陵页岩气目的层为龙马溪组—五峰组, 也是

目的层漏失层位, 其平面上的漏失点主要分布在涪陵工区东侧的大断裂带附近, 在其他方位也有部分井发生漏失。漏失主要原因之一为破碎带漏失, 尤其是靠近三级断裂区域地层较为破碎, 并由岩心、地震剖面显示裂缝构造发育, 表现为漏失点少、漏失量大等特点, 根据地层发育情况来看极易受构造影响形成近水平的低角度缝, 其主要原因多为裂缝型漏失和诱导型漏失; 表现为漏失点多、漏失段长、漏失量小等特点。

2 漏失井固井难点分析

(1) 安全密度窗口窄。长水平段钻进环空压耗较高, 而且焦石坝地区本身抗破能力低, 从施工井分析, 地层的抗破能力一般为 0.015~0.016 MPa/m, 地层敏感性高, 对于压稳防漏工作难。由于要求高密度水泥浆必须返至 A 靶以上 200 m, 对管外浆体结构要求苛刻。

(2) 封堵材料与油基钻井液的配伍性差。由于

收稿日期: 2016-06-14

作者简介: 陈勇, 男, 汉族, 1984 年生, 钻井工程师, 石油工程专业, 从事完井技术工作, 河南省濮阳市钻井二公司技术发展中心, chenrong513@126.com; 杨伟平, 男, 汉族, 技术发展中心完井主任, 高级工程师, 钻井工程专业, 从事完井技术工作, wjs16@sohu.com。

油基钻井液的连续相为柴油或白油,常规的封堵剂多数属于亲水性的材料,与油基钻井液配伍性较差,致使封堵效果并不理想,固井作业驱替油基钻井液的前置液,冲刷井眼周围的致密保护层,极易将裂缝暴露引发再次漏失。

(3)漏失井由于发生漏失会控制排量,小排量极易发生砂床,套管的安全下入风险大。

(4)水平段长 1000 m 以上,下套管难度大。

焦页 54-1HF 井完钻井深 4870 m,垂深 2985 m,水平位移长达 2838.76 m,最大井斜 96°,裸眼段较长,为能够钻到目的层,钻进时根据地质要求频繁调整井斜,井眼轨迹不平滑,在下部起下钻总有阻卡现象发生,需接顶驱划眼通过。由于轨迹调整频繁影响长水平段套管顺利下入,给长水平段套管下入带来了很大的困难。

(5)油基钻井液清洗驱替困难。油基钻井液用于页岩气水平井中并取得了非常好的施工效果,但对于固井施工却严重影响了水泥环的胶结强度。

(6)页岩气水平井水平段较长,往往由于考虑下套管磨阻而减少了套管扶正器的安放无法保障套管的居中度,因此固井质量得不到保证。

3 漏失井固井技术

3.1 井眼准备技术

针对漏失井固井,清除岩屑床是确保套管顺利安全下入和固井的重中之重,防漏的解决办法之一就是控制排量,排量达不到会形成岩屑床,对于水平段井眼的清砂尤为重要。

主要技术措施:(1)必须要使用不低于套管刚度的钻具组合并采用“单、双”扶正器通井;(2)按照现场情况提高泵的排量,保证不漏失的前提下满足井下清砂;(3)对阻、卡井段应采用正、倒划眼方法解决;(4)清洁井眼可根据现场井下情况采用稀、稠塞推的方法,同时可适量加入纤维;(5)为防止下套管时使用的刚性扶正器对井眼周围的致密保护带进行刮削而导致再次漏失,下套管时油基钻井液保持一定量的堵漏剂。

3.2 高效纤维隔离液封堵技术

对于页岩气水平井,采用的油基钻井液的前置液采用化学清洗与物理冲刷相结合的办法,从实验及现场使用效果分析足以满足固井需求。但对于漏失井高效冲洗必然冲刷井眼周围致密的堵漏层,使

漏层再次发生漏失。经过实验即使使用复合粒径的冲刷液仍会发生漏失无法满足施工要求,主要原因是复合粒径的冲刷液无法形成架桥作用,经过多口漏失井现场施工,研究出了一种高效纤维隔离液封堵技术,该技术应用于低密度水泥浆与中间浆体系中,直接影响纤维网的致密度,但并不是纤维越多越好,过多的纤维会严重影响水泥浆的流变性,通过室内实验,加入 0.2%~0.3% 的纤维和 2%~3% 的超细碳酸钙堵漏材料,经过现场施工封堵效果良好。

3.3 管外浆柱结构优化技术

针对目的层漏失,管外浆柱结构优化势在必行,常规的管外浆柱结构极易激发再次漏失。研究管外浆柱结构优化技术,首先必须按照垂深计算按当量密度 1.50~1.60 g/cm³ 设计双密度管外浆柱;其次高密度水泥浆附加量控制在 5~8 m³,低密度附加量控制在 10%;最后为降低液柱压力,固井前注入密度 1.30~1.35 g/cm³ 的低密度钻井液 30 m³。

3.4 漏失井固井压稳技术

针对涪陵页岩气井压力系统复杂,钻井液安全密度窗口窄,特别是龙马溪组易漏失的井,必须实现压稳和防漏相协调,研究漏失井固井压稳技术,建立设计模型,确保压稳。设计方法如图 1 所示。

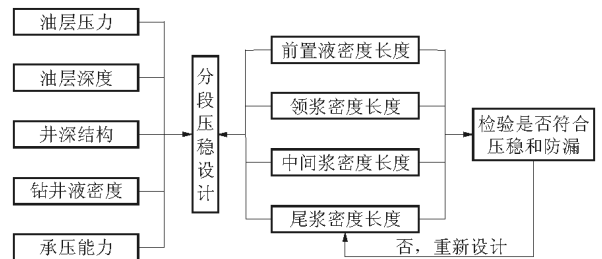


图 1 固井压稳设计模型

按照以上设计模型对水泥浆密度进行压稳和防漏设计,水泥浆体系采用多凝水泥浆体系,在尾浆发生失重的情况下,保证上部水泥浆对地层流体的静态压稳。在固井施工中,保持固井注灰排量始终接近大泵循环排量,确保固井施工过程中的动态压稳。固井施工结束后,根据水泥浆返高,在尾浆形成胶凝强度以后确定回压加量确保压稳。

4 现场应用效果

在焦页 60-3HF 井、焦页 60-7HF 井等水平井在水平段油基钻井液正常钻进过程中连续多次发生井漏,焦页 26-2HF 井固井时甚至发生漏失导致返

高不够,影响固井质量,造成了很大的经济损失。钻进过程中井漏复杂情况见表1。

表1 井漏情况

序号	井号	漏失量/ m ³	钻井液密度/ (g·cm ⁻³)	漏失井段/ m
1	焦页26-2HF井	150	1.47	3823~4134
2	焦页60-7HF井	120	1.46	3945~4354
3	焦页60-3HF井	100	1.45	3665~3890
4	焦页54-5HF井	160	1.45	4010~4324
5	焦页54-6HF井	220	1.47	4369~4524

注:全都是采用堵漏浆堵漏的处理方法。

在页岩气井水平段油基钻井液遇到井漏,加入FD(随钻堵漏剂)+TL-II(复合堵漏液)+油基封堵剂+超细凝胶的方法均堵漏成功,并吸取了焦页26-2HF井固井时发生漏失导致返高不够的教训,严格执行这套漏失井固井技术成功地实现了水泥浆返至地面,并推广应用此配套技术10余口,封固质量均达到优良以上,焦页54-5HF及焦页60-3HF井甚至达到优质。

5 结论与建议

(1)处理井漏根本在于预防,设计好合理的管外浆柱结构,施工中保持液柱压力小于地层破裂压力,降低固井时发生漏失的概率,是解决涪陵页岩气井漏失井固井的基本措施。

(2)采用长水平段漏失井固井配套技术,在一定程度上防止了固井漏失,在涪陵焦石坝区块现场

应用取得了较好的效果。

(3)高效纤维封堵隔离液体系对较小的裂缝起到了很关键的作用,但对断层性漏失作用较小,建议加强对断层性漏失井固井技术的研发。

(4)常规堵漏材料与油基钻井液配伍性差,堵漏效果不理想,加强油基钻井液堵漏材料的研究至关重要。

参考文献:

- [1] 陈星星. 涪陵页岩气田防漏堵漏技术应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(3): 11-14.
- [2] 许明标, 宋建建, 王晓亮, 等. 水平井全井段封固双凝防漏水泥浆技术[J]. 石油天然气学报, 2014, (12): 131-136.
- [3] 闫联国, 周玉仓, 彭页 HF-1 页岩气井水平段固井技术[J]. 石油钻探技术, 2012, 40(4): 47-51.
- [4] 方琴. 鄂西渝东页岩气水平井钻井技术探讨[J]. 江汉石油科技, 2014, 24(1): 50-53.
- [5] 臧艳彬, 白彬珍, 李新芝, 等. 四川盆地及周缘页岩气水平井钻井面临的挑战与技术对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(5): 20-24.
- [6] 李伟, 王涛, 王秀玲, 等. 陆相页岩气水平井固井技术——以延长石油延安国家级陆相页岩气示范区为例[J]. 天然气工业, 2014, (12): 106-112.
- [7] 郭子文, 王正军, 李韶利, 等. 延长油田延页平1井固井技术[J]. 石油地质与工程, 2013, 27(5): 92-94.
- [8] 艾军, 张金成, 臧艳彬, 等. 涪陵页岩气田钻井关键技术[J]. 石油钻探技术, 2014, 42(5): 9-15.
- [9] 范伟华, 符自明, 曹权, 等. 相国寺储气库低压易漏失井固井技术[J]. 断块油气田, 2014, 21(5): 675-677.