

大张坨储气库钻井液技术

刘在桐 董德仁 王雷 泰建民

(大港油田集团公司钻采工艺研究院)

刘在桐等. 大张坨储气库钻井液技术. 天然气工业, 2004; 24(9): 153~155

摘要 大张坨地下储气库是以凝析油气藏的砂岩作为储层的, 该储层具有压力亏空和孔隙度、渗透率高的特点。因此, 钻井时必须根据储层岩性的特点和物性特征, 找出对储层造成伤害的因素, 有针对性地优化钻井液体系、性能参数和保护措施。实践证明, 聚合物、有机硅钻井液体系满足了大张坨地下储气库各个阶段的施工要求, 保证了安全快速钻井; 钻井液性能稳定、抑制能力强、井壁稳定; 采用双项屏蔽保护剂及保护措施, 能较好地保护好储层。

主题词 大张坨气田 地下储气库 砂岩 储集层 钻井液 聚合物 有机硅 防止地层损害

大张坨地下储气库钻井施工中的技术难点主要有: ①井眼大、裸眼段长, 清屑困难, 易造成起下钻阻卡、划眼; ②地层可钻性好, 明化镇地层造浆严重, 钻井液黏、切维护控制难度大; ③地层坍塌压力不一致, 沙一段上层有一大段泥岩, 坍塌较严重, 钻井中大井径长裸眼斜井段易引发井壁垮塌、卡钻, 目的层易发生井漏; ④目的层为枯竭油气藏压力很低(0.75左右), 储层保护困难。

一、大张坨储气库钻井液技术

1. 钻井液体系的确定

大张坨地层属于大港板桥油田, 根据板桥油田多年来的钻井经验对钻井液体系作如下选择。

Ø660.4 mm 井眼: 采用膨润土钻井液。

Ø374.6 mm 井眼: 采用聚合物钻井液。

Ø241.3 mm 井眼: 馆陶组底以上采用聚合物钻井液体系。

Ø241.3 mm 井眼: 东营组以下采用有机硅防塌钻井液体系。

2. 钻井液密度确定

根据大张坨地区确定的地层孔隙压力, 地层坍塌压力、周围邻井资料及井身结构, Ø374.6 mm 井眼钻井液密度应尽可能控制在 1.10 g/cm^3 以下; Ø241.3 mm 井眼东营组、沙一段上层、沙一段中层与目的层(板Ⅰ、板Ⅱ)同一裸眼井段, 而在沙一段上层

有一大段泥岩, 坍塌压力系数较高, 而目的层属强水敏地层, 孔隙压力系数较低。所以, 以沙一段上层井段考虑, 全井钻井液密度控制在 $1.12 \sim 1.20 \text{ g/cm}^3$ 的范围。

3. 各井段钻井液体系的维护

(1) 表层导管 Ø660.4 mm 井眼

以膨润土加纯碱配制膨润浆 $60 \sim 80 \text{ m}^3$ 开钻。膨润土加量 $5 \sim 8 \text{ t}$, 密度 1.05 g/cm^3 , 黏度 $28 \sim 32 \text{ s}$ 。钻完进尺后, 大排量充分洗井, 保证下导管正常, 固井顺利。

(2) 一开 Ø374.6 mm 井眼

一开前对钻井液进行预处理。钻水泥塞时加入适量纯碱, 防止水泥污染钻井液。钻进时按 $3 \sim 5 \text{ kg/m}$ 补充聚合物(大小分子配比 $1:1$) 保证钻井液强抑制性, 造斜段钻井液体系中要混入 $8\% \sim 10\%$ 原油和乳化剂, 提高钻井液润滑性。钻井液密度 $1.05 \sim 1.10 \text{ g/cm}^3$, 黏度 $32 \sim 38 \text{ s}$, 静切力 $0 \sim 1.0/0.5 \sim 2.0 \text{ Pa/Pa}$, 滤失量 $8 \sim 12 \text{ mL}$, 含砂 0.4% , 膨润土含量 50 g/L 。完钻前调整好钻井液各项性能, 完钻后大排量充分洗井, 起钻电测前加入适量塑料大球封闭裸眼井段, 保证套管顺利下入。

(3) 二开 Ø241.3 mm 井眼

二开钻进前将原钻井液除去有害固相, 并加水稀释, 然后补充乳液大钾、 $\text{NH}_4\text{—HPAN}$ 。为提高防塌造壁能力, 加入 SAS。定期混入原油, 提高润滑

作者简介: 刘在桐, 1962年生, 工程师; 1987年毕业于天津广播电视大学化学工程专业, 毕业后在大港油田从事多年的现场钻井液技术工作, 现在大港集团公司钻采工艺研究院从事钻井工程设计和科研工作。地址: (300280) 天津市大港区三号院团结路东。电话: (022) 25925320, 13602184596。E-mail: liuzaitong@163.com

性,使摩阻系数小于 0.08。明化镇要抑制地层造浆,黏度控制在 30~40 s 之间,用好固控设备,控制较低固相含量。进入馆陶组要注意防漏,同时注意浅气层,提前在钻井液中加入适量单向压力封闭剂,提高地层承压能力。在防漏的同时防止气侵。进入东营组,在原聚合物体系基础上将钻井液转换成硅基防塌钻井液体系。加入 1~2%GWJ、1~2%GXJ、1.5~2.5%G—KHM。处理剂的加量根据井下情况及现场化验结果调整,各种处理剂以胶液方式补充。

井眼净化:由于开始黏度较低,以合理的流变参数配合工程措施及钻井液体系中加入携砂粉解决。下部钻探中用好振动筛、除砂器,清除钻屑。离心机清除劣质土,控制含砂小于 0.3%,膨润土含量小于 60 g/L,固相含量小于 17%。采用屏蔽暂堵剂技术保护目的层。进入目的层前要调整钻井液性能参数达到设计要求,加入 3%~4%复合油溶暂堵剂,采用双相屏蔽阻止或减少固、液的侵入。要求渗透率恢复值大于 80%。钻进过程中要密度注意井口,加强坐岗观察液面变化及时调整好钻井液性能参数。在钻进过程中如果发生井漏,根据漏速性况及时向钻井液中加大复合油溶暂堵剂量(或加入复合堵漏剂)有效抑制井漏。如果钻井过程中井壁出现掉块、坍塌现象,可增大 KHM、防塌剂加量防止井壁的失稳。钻完进尺后,要大排量清洗井眼,保证井眼清洁,起钻电测前加入适量塑料大球封住裸眼井段,保证电测下套管顺利。

4. 储层保护措施

依据地层压力及井下实际情况调整好钻井液性能参数,正常情况下要保持低密度、低切力低滤失量,减少滤液侵入储层。保护措施主要如下。

(1)采用屏蔽暂堵技术保护油气层,即根据储层孔喉半径的大小,选用与之相匹配的钻井液类型及暂堵剂,钻开目的层后后很短时间内,在井壁周围形成一个渗透率接近零的屏蔽带,阻止钻井液液相和固相对储层的伤害。

根据本地区储层主要连通喉道直径参考值 10~20 μm ,其次 20~50 μm 及 5~10 μm 。采用双项屏蔽暂堵技术,即进入目的层前加入复合油溶暂堵剂(复合油溶暂堵剂由:架桥粒子、填充粒子、可变形粒子、分散剂配比组成)。

(2)加强固控设备的使用,严格控制钻井液中的固相含量及钻井液密度。采用五级净化,清除无用固相。钻井液含砂量小于 0.3%,MBT 小于 60 g/L,保持钻井液、完井液的清洁。

(3)严格控制钻井液滤失量,储层井段要控制钻井液 API 滤失量小于 5 mL,HTHP 滤失量要小于 12 mL。

(4)进入储层前 200 m 要检查钻井设备,保证设备运转正常,准备好所需各种材料和工具,作好各项工序的衔接工作,尽量简化测井项目,提高机械钻速,快速钻穿目的层,减少对储层的浸泡时间。

二、应用效果评价

大张坨储气库注采井施实 12 口井,体系基本上达到与地层特性相配伍,满足了钻井工程需要,主要表现在以下几点。

1. 钻井速度快(见表 1)

表 1 大张坨储气库各井钻井周期、机械钻速指标表

井号	钻井液类型	钻具组合	井深 (m)	钻井周期 (d)	机械钻速 (m/h)
库 1	聚合物	H517+稳斜钻具	2990	20	17.23
库 2	聚合物、有机硅	H517+稳斜钻具	2850	29	11.48
库 3	聚合物	H517+稳斜钻具	2830	26	14.49
库 4	聚合物	H517+稳斜钻具	2846	16	19.76
库 5	聚合物、有机硅	H517+稳斜钻具	2753	15	18.08
库 6	聚合物、有机硅	PDC+取心筒	2675	18	19.53
库 7	聚合物、有机硅	H517+稳斜钻具	2779	15	18.29
库 8	聚合物	H517+稳斜钻具	2875	24	12.88
库 9	聚合物	H517+稳斜钻具	2815	19	15.35
库 10	聚合物	H517+稳斜钻具	2810	25	12.05
库 11	聚合物、有机硅	H517+稳斜钻具	2795	29	9.89
库 12	聚合物、有机硅	H517+稳斜钻具	2890	28	11.28

由表 1 可看出,聚合物、有机硅钻井液体系对提高钻井速度效果明显。

2. 钻井施工安全顺利

通过库 1 井—库 12 井采用聚合物、有机硅防塌钻井液体系应用表明:上部地层采用聚合物钻井液,使泥页岩造浆得到了有效控制,泥包钻头、抽吸、缩径复杂情况基本杜绝;下部地层采用有机硅防塌钻井液和适当钻井液密度及滤失量,使泥页岩坍塌得到了有效的控制,基本上没有坍塌事故发生;由于采取有效的防漏措施,大张坨所钻 12 口井基本上没有发生漏失;采用原油、固体润滑剂,全井没有发生卡钻事故;由于采用了与地层相配伍的钻井液体系,井眼规则,测井一次成功率高,缩短了完井时间;完钻后钻井液体系膨润土含量小于 3%,固相含量小于 10%,起下钻非常顺利,钻进过程中,钻井液黏度—

直维持在 35~45 s、钻井液 API 滤失量小于 5 mL, 无因固相的侵入造成的增黏现象, 无坍塌、拔活塞和下钻不到底现象。

3. 储层得到较好保护

由于有机硅防塌钻井液具有较强的抑制性, 化学防塌效果显著, 使井眼稳定性强, 缩短了钻井时

间。依据储层主要连通喉道大小, 有针对性地匹配架桥粒子、填充粒子、可变性粒子、分散剂配比组成油保材料(复合油溶暂堵剂), 并在钻入储层前加入 2%~3% 复合溶暂堵剂, 并在体系中保持其含量。在一定程度上降低了储层钻井液密度, 控制较低滤失量, 有效地保护了储层(见表 2)。

表 2 大张坨储气库各井完钻钻井液性能表

井号	完井钻井液密度 (g/cm ³)	API 滤失量 / 泥饼厚 (mL / mm)	含砂 (%)	HTHP 滤失量 / 泥饼厚 (mL / mm)	总固相 (%)	MBT (g/L)	Ø300	Ø600
库 1	1.18~1.20	3.6/0.5	0.3	12/3	22	65	32	52
库 2	1.18~1.20	4.0/0.5	0.3	12/2	20	70	22	36
库 3	1.18~1.22	4.0/0.5	0.3	12/2.5	17	65	40	62
库 4	1.18~1.20	3.8/0.5	0.2	10/2	22	60	32	50
库 5	1.18~1.20	3.5/0.5	0.3	8/1.0	12	54	32	52
库 6	1.18~1.20	4.0/0.5	0.3	12/2	13	65	24	37
库 7	1.18~1.20	4.0/0.5	0.3	12/3	13	47	34	57
库 8	1.17~1.20	3.8/0.5	0.3	14/3	10	60	34	53
库 9	1.18~1.20	3.6/0.5	0.3	12/0.5	15	60	35	58
库 10	1.20	4.0/0.5	0.1	12/3	19.5	65	32	49
库 11	1.15~1.20	3.0/0.5	0.3	12/2	10	55	42	66
库 12	1.18~1.20	3.5/0.5	0.3	12/3	15	62	42	64

从表 2 可看出, 滤失量、总固相含量、MBT 含量基本都保持在较低水平。同时通过对部分完钻井油资料表皮系数的统计, 显示储层保护效果良好(见表 3)。

表 3 大张坨储气库部分井试油阶段试井结果

井号	试井方法	机械表皮系数	结论
库 4	三开二关多流量 不稳定试井	-4.22	井筒完善 程度较好
库 6	二开二关多流量 不稳定试井	-2.43	井筒完善 程度较好
库 3	一开一关不稳定 试井	-3.73	井筒完善 程度较好
库 9	一开一关不稳定 试井	-1.30	井筒完善 程度较好

4. 保证了电测及固井质量

由于钻井液体系中固相含量、滤失量控制较低, 井眼较规则(Ø374.6 mm 井眼扩大率平均为 6.37%, Ø241.3 mm 井眼扩大率平均为 5.57%), 使得库内所钻 12 口井电测一次成功率较高, 同时保证了固井质量, 固井质量均为优质。

三、结论与认识

(1) 聚合物、有机硅钻井液体系满足了大张坨地下储气库井的施工要求, 钻井液维护处理简单, 性能稳定, 保证了井下安全钻井, 提高了测井解释质量, 使完井工作顺利。

(2) 据储层孔喉大小, 选用相匹配的复合油溶暂堵剂, 采用双项屏蔽暂堵技术保护储层, 效果明显。

(3) 大井眼井段钻井, 钻具结构、排量、钻速与井眼清洁、岩屑量多少有密切联系, 只有进行最佳配合, 才能提高钻井效率。

(4) 用好固控设备, 有效地控制好钻井液固相含量, 才能保证钻井液具有良好的流变性, 防止井下发生复杂。

参 考 文 献

- 1 王立泉. 储气库注采井钻井液技术介绍. 钻井液与完井液, 2004; (1)

(收稿日期 2004-07-04 编辑 居维清)