优化钻井技术在苏里格气田的应用 *

甘升平　赵 茂　吴先忠　余 涛
（四川石油管理局）

甘升平等.优化钻井技术在苏里格气田的应用.天然气工业,2007,27(12):71-73.

摘　要　四川石油管理局在苏里格气田油气合作区块以前要钻完一口以山西组为目的层的第二次开钻井需要 1 个月左右,平均机械钻速不足 8 m/h,钻机月速约 3400 m/台月。通过合理匹配钻井参数、延长聚合物无固相钻井液的使用时间、优选钻头类型、提高钻井液抑制性、改善钻具结构等技术措施,极大地提高了该地区的钻井速度,平均机械钻速提高到现在的 12 m/h 以上,缩短了钻井周期,达到了预期的效果。

主题词　钻井　机械钻速　钻头　钻井液　钻井参数　钻井工具

一、影响钻井速度的因素

影响苏里格气田快速钻井的主要因素有以下方面。①地表不成岩,流砂层厚,裂缝发育,区域水层易出水;地层易垮塌;起下钻阻卡严重。②上部地层易发生井径扩大,纸坊组造浆性强,刘家沟组易漏。③直罗组、石盒子组和山西组煤层井段易垮塌。④和尚沟组、石盒子组井段泥岩坚硬,细砂岩、粉砂岩研磨性强,和尚沟组含少量砾石,可钻性差,憋跳钻严重,易掉牙轮。⑤下部井段钻进易刺、断钻具。⑥由于井漏、井壁失稳、井眼台阶,造成不规则的“大肚子”井眼,电测困难。

二、提高钻速的技术措施

(1)钻井参数的优选匹配

在钻井参数的使用上,采用低钻压、大排量、适当增加转速等措施。∅311 mm 井眼段:钻压为 30～180 kN、转速为 60～80 r/min、泵压为 3～8 MPa、排量为 50 L/s。∅216 mm 井眼段:钻压为 80～100 kN、转速为 60～80 r/min、泵压为 10～13 MPa、排量为 35 L/s 。

(2)优化钻具结构

针对苏里格气田不同井段地层特点以及在井深 1700 m 以内井易斜,在井深超过 2600 m 钻具易刺断等特点,在不同井段采用不同的钻具结构。在∅311 mm 井段,采用塔式钻具组合。在钻铤上要求使用:∅203 mm 钻铤 3 柱＋∅158 mm 钻铤 6⅔柱,较大的下部钻具组合结构能防止井斜;在∅216 mm 井段,钻直罗组、延安组、延长组、纸坊组等地层时,采用带一只稳定器的钟摆钻具组合,主要是为了防止井斜;在和尚沟组、刘家沟组、石千峰组、石盒子组、山西组等地层,采用在钻铤上加两只大接头的结构,防止钻具的易刺、易断和防卡问题。通过录井曲线,加强钻进过程中的钻具监测和检查。

(3)优选钻头类型

在第二次开钻井段(∅216 mm 井眼),第一只选用 4 刀翼的 PDC 钻头,钻至纸坊组,快速钻过该段松软、易塌地层,避免了因易塌地层而导致的井下复杂情况;第二只选用 5 刀翼的 PDC 钻头,钻过研磨性较强的和尚沟组、刘家沟组或用 HA517G 的牙轮钻头;第三只继续选用 5 刀翼的 PDC 钻头,钻完设计的井深。总结原几口井使用 PDC 钻头的经验,选用 4、5 刀翼的 PDC 钻头是合适的。

(4)聚合物无固相、聚合物低固相钻井液体系,增加钻井液的抑制性

第二次开钻使用无固相钻井液,采取控制无固相失水,增强体系抑制性,延长聚合物无固相体系的使用时间,提高钻井速度,预防和减少井下垮塌。在纸坊组至石千峰组底体系中加入适量的防塌固壁剂以及润滑剂;在进入油气层前适当提高黏度,控制钻

* 本文为四川石油管理局科技攻关项目“苏里格气田钻井工艺配套技术研究与应用”(编号:2006-52)的研究成果。

作者简介:甘升平,1963 年生,高级工程师;1985 年毕业于原西南石油学院钻井专业,现任川西钻探公司总工程师、川西钻探公司苏里格项目部项目经理;长期从事钻井工程专业现场技术的研究与应用工作。地址:(610051)四川省成都市华油路 143 号。电话:(028)86012641,13981833878。E-mail:gsp1682008@ sina .com

井液失水,保护产层。

三、现场应用及效果

(1)苏5-7-27井。2006年4月8日开钻,井段0～515.2 m,采用∅311 mm的ST517G钻头和聚合物无固相钻井液。钻井参数:钻压为30～180 kN,转速为70 r/min,排量为50 L/s,泵压为3～8 MPa;钻至井深515.2 m,机械钻速达87.32 m/h。采用高黏度膨润土浆携岩和封堵,较好地解决了表层掉块和下套管困难的问题。2006年4月10日第二次开钻钻进,在井段515.2～2172.87 m,采用∅216 mm P4362 MC PDC钻头和聚合物无固相钻井液。钻井参数:钻压为80～100 kN、转速为70 r/min、排量为35 L/s、泵压为13 MPa,机械钻速达29.03 m/h。在井段2172.87～2928.56 m,采用了两只HA517G钻头和密度为1.08 g/cm^{3}的聚合物无固相和低固相钻井液体系。钻井参数:钻压为150～220 kN、转速为70 r/min、排量为35 L/s、泵压为13 MPa,机械钻速为8.84 m/h。在井段2928.56～3390 m,采用了P5373 MC PDC钻头和聚合物钻井液钻至完钻井深3390 m。钻井参数:钻压为80～100 kN、转速为70 r/min、排量为35 L/s、泵压为13 MPa。调整好钻井液性能,密度控制在1.08 g/cm^3,失水控制在5 mL以内,充分循环起钻,电测、通井、下套管,该段平均机械钻速为14.65 m/h。全井仅用了14.22 d完成了井深3390 m的钻井任务,平均机械钻速达18.83 m/h。

(2)桃7-10-8井。2006年5月26日开钻,井段0～508.5 m,采用∅311 mm的ST517GK钻头和聚合物无固相钻井液。钻井参数:钻压为20～150 kN、转速为80 r/min、排量为50 L/s、泵压为2～8 MPa;钻至井深508.5 m,机械钻速达66.33 m/h。采用高黏度膨润土浆携岩和封堵,较好地解决了表层掉块和下套管困难的问题。2006年4月10日第二次开钻钻进,井段为508.5～2284.30 m,采用∅216 mm P4362 MC PDC钻头和聚合物无固相钻井液。钻井参数:钻压50～80 kN、转速为80 r/min、排量为40 L/s、泵压为13 MPa。机械钻速达25.49 m/h。在井段2284.30～2764.12 m,采用了1只T5465SPDC钻头和聚合物无固相和低固相钻井液体系,密度为1.08 g/cm^{3}钻井液。钻井参数:钻压为40～60 kN、转速为40 r/min、排量为30 L/s、泵压为12 MPa,机械钻速为11.59 m/h。井段为2764.12～3453.85 m,采用了P5373 MC PDC钻头和聚合物钻井液。钻井参数:钻压为80～100 kN、转速为75 r/min、排量为30 L/s、泵压为11 MPa,机械钻速为9.19 m/h。由3453.85 m加深至井深3476 m,采用了HA517G钻头和聚合物钻井液,钻压为180～200 kN、转速为70 r/min、排量为30 L/s、泵压为11 MPa,调整好钻井液性能,密度控制在1.08 g/cm^3,失水控制在5 mL以内,充分循环起钻,电测、通井、下套管。该段平均机械钻速为2.20 m/h。全井仅用了14.74 d完成井深3476 m的钻井任务,全井平均机械钻速达17.04 m/h。

(3)苏5-6-29井。2006年6月8日开钻,井段为0～501 m,采用∅311 mm的HA437钻头和聚合物无固相钻井液。钻井参数:钻压为20～220 kN、转速为80 r/min、排量为55 L/s、泵压为2～5 MPa;钻至井深501 m,机械钻速达52.72 m/h。采用高黏度膨润土浆携岩和封堵,较好地解决了表层掉块和下套管困难的问题。2006年6月10日第二次开钻钻进,井段501～2122 m,采用∅216 mmP4362 MC PDC钻头和聚合物无固相钻井液。钻井参数:钻压为60～80 kN、转速为75 r/min、排量为45 L/s,泵压13 MPa,机械钻速达24.75 m/h。井段2122～2647 m,采用了1只P5373 MCPDC钻头和聚合物无固相和低固相钻井液体系,密度为1.08 g/cm^{3}的钻井液。钻井参数:钻压为60～80 kN、转速为70 r/min、排量为32 L/s、泵压为11 MPa,机械钻速为11.34 m/h。井段2647～3370 m,采用了2只P5373 MC PDC钻头和聚合物钻井液。钻井参数:钻压为60～80 kN、转速为75 r/min、排量35 L/s,泵压14 MPa,调整好钻井液性能,密度控制在1.08 g/cm^3,失水量控制在5 mL以内,充分循环起钻,电测、通井、下套管,该段机械钻速6.51 m/h。全井仅用了13.90 d完成井深3370 m的钻井任务,平均机械钻速达15.13 m/h。

(4)桃7-10-9井。2006年7月8日开钻,井段为0～516.22 m,采用∅311 mm的ST517 GK钻头和聚合物无固相钻井液。钻井参数:钻压为50～180 kN、转速为80 r/min、排量为50 L/s、泵压为2～8 MPa;钻至井深516.22 m,机械钻速达49.56 m/h。采用高黏度膨润土浆携岩和封堵,较好地解决了表层掉块和下套管困难的问题。2006年7月10日第二次开钻钻进,井段516.22～2166.70 m,采用∅216mm B425 ES PDC钻头和聚合物无固相钻井液。钻井参数:钻压为60～100 kN、转速为80 r/min、排量为45 L/s、泵压13～15 MPa。机械钻速达26.51 m/h。

井段 2166.70～2885.13 m，采用了 1 只 P5373 MCPDC 钻头和聚合物无固相和低固相钻井液体系（密度为 1.08 g/cm^3 的钻井液）。钻井参数：钻压为 60～100 kN、转速为 75 r/min、排量为 32～45 L/s、泵压为 10～15 MPa，机械钻速为 9.33 m/h。井段 2885.13～3430 m，采用了 B435ES PDC 钻头和聚合物钻井液。钻井参数：钻压为 80～100 kN、转速为 75 r/min、排量为 32～40 L/s、泵压为 12～15 MPa，调整好钻井液性能，密度控制在1.08 g/cm^3，失水控制在 5 mL 以内，充分循环起钻，电测、通井、下套管。该段平均机械钻速为 10.77 m/h。全井仅用了 13.49 d完成井深 3430 m 的钻井任务，平均机械钻速达 17.12 m/h。

通过综合运用钻井技术措施、优选钻井参数，苏里格合作区块机械钻速有大幅度的提高。苏里格合作区块钻速对比见表 1。从表 1 可以看出苏里格合作区块快速钻井技术措施在苏 5-7-27、苏 5-6-29、苏 5-6-29A、桃 7-10-8、桃 7-10-9、桃 7-10-10 井的运用，效果较明显。

表 1　苏里格区块若干井机械钻速对比表

井号	∅216 mm 井段钻速		全井平均机械钻速（m/h）	平均月速（m）	完钻周期（d）
	井段（m）	平均钻速（m/h）			
苏 5-7-27	515.2～3390	16.43	18.83	7152	14.22
苏 5-6-29	501～3370	13.46	15.13	7273	13.90
苏 5-6-29A	500～3427	11.74	13.37	6296	16.33
桃 7-10-8	508.5～3476	15.12	17.05	7075	14.74
桃 7-10-9	516.22 ～ 3430	15.34	17.13	7628	13.49
桃 7-10-10	518～3420	13.18	15.25	7082	14.49
苏 5-6-23	211～3400	9.92	10.38	3944	25.86
苏 5-15-32	506～3371.96	7.26	8.36	2189.6	46.20
苏 5-6-18X	506～3500	5.28	6.02	1455	72.17

四、结论与认识

（1）四川石油管理局在其中标的苏里格气田合作区块，采用低钻压、大排量、适当提高转速等钻井措施，极大地提高了该区块的钻井速度。

（2）在第二次开钻的志丹组—刘家沟组，通过加强钻井液体系的抑制性，确保良好的钻井液性能，实施无固相或低固相钻井液钻进。这是既能保证井下安全，又能有效地提高机械钻速的措施。

（3）∅216 mm 井段全部采用 PDC 钻头是可行的，且很有效。PDC 钻头不仅能增加纯钻时间，又能有效地降低井下钻具恶劣的工作状况下出现的刺、断钻具的风险。

（4）∅216 mm 井段志丹组—纸坊组采用 4 刀翼 PDC 钻头；和尚沟组—山西组采用 5 刀翼 PDC 钻头，在每个排切削槽安装大喷嘴，能够提高排量，降低泵压，改善钻具承受高泵压造成的刺钻具的影响，有效净化井底，提高机械钻速。

（5）从电测平均井径扩大率分析，直罗组—延长组平均井径扩大率为 20%～30%，最大井径达∅450 mm，说明该区块上部地层普遍存在着井壁失稳问题，这些问题可以通过强化钻井措施（特别是加大排量携出垮塌物）、调整钻井液性能加以部分解决。

（6）第二次开钻钻具组合，在第三根钻铤上加欠尺寸扶正器或大接头可有效改善钻具的受力状况，确保井身质量、井眼规则，降低钻具刺、断风险以及电测一次顺利到底，缩短周期，减少工作量。

（7）根据井下情况，用稠浆举砂或垫底，是保证起下钻、电测和下套管顺利的必要措施。

（8）加强钻井全过程的泵压监测，加强录井泵压曲线变化的监测，是及时发现钻具刺漏的有效措施，可有效减少和消除井下钻具事故的发生。

（9）试验使用螺杆带 PDC 钻头，虽然在相同井段机械钻速有一定的提高，但提高幅度不大，且由于砂岩地层研磨性强，钻头易先期磨损，钻进时间短。此项试验还有待进一步研究。

参 考 文 献

[1] 熊继有，付建红.井下增压研究新进展[J].天然气工业，2003，23(6)：91-93.

[2] 李晓阳，陈忠实，张光四，等.强抑制性聚合物钻井液在二22井提高钻井速度中的应用[J].天然气工业，2005，25(12)：51-53.

[3] 米光勇，邓广东，程常修，等.天然气钻井在川西地区的实践与认识[J].天然气工业，2005，25(12)：54-57.

[4] 高兴原，李喜峰，李国金，等.低密度高强度水泥浆体系在苏丹 1/2/4 区块的应用[J].天然气工业，2005，25(12)：58-61.

[5] 岳前升，向兴全，范山鹰，等.东方 1-1 气田水平井钻井液技术[J].天然气工业，2005，25(12)：62-64.

[6] 刘永贵，宋广顺，杨州立，等.深井欠平衡环空岩屑对井底压力影响的研究[J].天然气工业，2005，25(12)：65-67.

（收稿日期　2007-03-07　编辑　钟水清）