

准噶尔盆地八区调整井高效安全钻井技术^{*}

张洪生¹ 宋振清¹ 石晓兵²

(1.新疆石油管理局钻井公司 2.西南石油学院)

张洪生等.准噶尔盆地八区调整井高效安全钻井技术.天然气工业,2005;25(7):56~58

摘要 准噶尔盆地八区乌尔禾调整井区是一个易漏易喷、复杂时率高、钻井难度大的老油气田。随着钻井井深的增加,钻井地质条件更加复杂,井漏、溢流的情况频繁,地层可钻性变差,水平位移的要求更严格,这些因素均不利于钻井速度的提高,钻井难度加大。在分析钻井复杂地质环境的基础上,针对钻井技术难题,利用了先进的方法提高地层压力预测的精度,确定合理的泥浆密度,实现平衡压力钻井。通过加强漏失规律和漏失机理的研究,采取有效的预防井漏技术,并结合桥塞堵漏的方法措施,有效地防止了井漏、井塌和溢流的复杂情况,在井深3050 m以上的堵漏成功率达到90%以上,固井质量优质率达到96%;结合科学化管理,制定切实可行的组织措施,复杂事故时率下降到3.52%,达到了安全高效的钻井目的。

主题词 准噶尔盆地 钻井 地层压力 固井 钻井技术

由于加密调整井是在油田已投入开发或注水开发以后所钻的井,因而地层孔隙压力、破裂压力及岩层的性质均发生了不同程度的变化。一口调整井往往会钻遇多个高压层、欠压层、常压层、水淹层,有些地区还会钻遇孔隙压力异常、处于强地应力作用下的坍塌层。钻调整井,如不了解地下这些变化,就会发生喷、漏、卡、塌等井下复杂情况。因此,在钻调整井时,必须研究地层特性和地层压力变化规律,分析各种井下复杂情况发生的原因。采取相应的钻井技术措施,减少各种复杂情况的发生。在调整井的钻井过程中,井漏往往是最严重、最难以解决的复杂情况,它可能带来巨大的经济损失。

一、八区调整井安全高效钻井技术

1. 确定合理的泥浆密度,实现近平衡压力钻井

开发区块上调整井钻井过程中经常遇到井涌、井漏、井塌、卡钻甚至导致工程报废等复杂情况和复杂事故,原因主要是长期受不断变化的注、采工作制度的影响,地下压力系统极度紊乱和不平衡,地层中出现压力亏空区和憋压区,而且地层压力时刻动态变化。特别是油藏进入需要打调整井的开发中后

期,产层段的孔隙压力分布格局发生了很大变化,其原地应力状态也发生了相应变化,而地层的坍塌压力和破裂压力与地层应力状态密切相关。因此,要实现调整井的安全快速钻进,减少储层污染,就必须综合利用各种可能获得的资料,将多项技术和理论结合起来,对地层孔隙压力和破裂压力进行相对准确的钻前预测,为井身结构优化设计和钻井液优化设计提供依据。同时,可以将这种方法和思路应用于随钻监测过程中,在对地层的认识不断深入、不断获取更新、更多资料的基础之上,进行钻前地层压力的准确预测和监测。目前,人们预测调整井地层压力的方法主要是用邻井资料外推,或者是借用数值模拟,这些方法不是因为过于简单达不到必要的精度,就是因为需要输入的信息量非常大,而且操作人员需要很强的专业经验,难以推广应用。根据八区的地质特征,利用注采井历史数据、试油、地层测试以及生产测井等资料,结合渗流力学理论和油藏数值模拟方法的基本思想,考虑裂缝油藏油水流动的特殊规律,建立了动态地层压力预测的理论和方法,并能够进行地层压力的历史拟合,得到比较准确可靠的结果。为实施近平衡钻井,确定合理的泥浆密

^{*} 本文系新疆石油管理局重点科技攻关项目“八区调整井高效安全钻井技术研究”的部分内容;同时得到西南石油学院应用基础研究课题“院237”的资助。

作者简介:张洪生,高级工程师;1975年毕业于华东石油学院钻井工程专业,新疆石油管理局钻井公司副经理;从事钻井工程及钻井技术的管理工作。地址:(834009)新疆克拉玛依市白碱滩钻井公司。电话:(0990)6928856。E-mail:zjjsyjgzz_@163.com

度提供了科学的依据。确定了较合理的泥浆密度使用范围。正常压力梯度井密度的控制:吐谷鲁组至八道湾组,泥浆密度范围:1.05~1.25 g/cm³;白碱滩组至克下组泥浆密度范围:1.25~1.35 g/cm³;乌尔禾组以下泥浆密度范围:1.37~1.39 g/cm³,部分井通过“试提钻”,完井液密度提到了 1.40 g/cm³。

2. 优选钻头技术的应用

钻头类型对钻进过程系统目标有重大影响。一方面不同的钻头类型,由于结构不同、破岩机理各异,因而有各自的适用范围。只有钻头类型与钻井地层岩性相匹配,才能获得最好的钻井效果。另一方面,在相同类的钻头中,由于品种和系列不同,钻进效果也有很大的差异。这就需要选用最合适的齿型、材料,配合最好的钻头工作条件,才能取得最低的单位进尺成本。合理的钻头选型对实现钻进过程系统目标起着关键的作用。结合八区调整井钻井地

层的岩石特性,根据岩石与钻头相互作用的力学分析原理,在牙轮钻头的选用上,主要参考钻头的质量和适应性,尽量减少钻头的消耗,节约起下钻时间。①从 200~2000 m 牙轮钻头可喷射井段,进尺约 1800 m,一般要消耗 3~4 只钻头,如果 3 只牙轮钻头可钻完,可以节约一趟起下钻;②PDC 起钻后至完钻井段,总进尺 500~600 m,一般要消耗 2~3 只钻头,每只钻头平均进尺约 250 m,纯钻时间约 70 h/只。对适合 PDC 钻头钻进的地层岩性进行研究,在此基础上进行 PDC 钻头试验研究,要求 PDC 钻头的性能指标符合以下条件:①钻井进尺达到 500~600 m 以上,进入克下地层;②可钻达乌尔禾的 PDC 钻头将优先考虑;③进尺 600 m 以上时,平均机械钻速不低于 5 m/h。确保 PDC 钻头的钻井进尺尽可能多,从而减少牙轮钻头的消耗和达到提高机械钻速的目的。

表 1 新疆八区 2004 年第一轮井 PDC 钻头综合指标

	钻头厂家	型号	数量	最高指标		最低指标		综合指标	
				进尺 (m)	机械钻速 (m/h)	进尺 (m)	机械钻速 (m/h)	进尺 (m)	机械钻速 (m/h)
Ø216 mm 钻头	DBS	FS2565N	6	641	7.59	444	5.2	554.83	5.6
	北京恒泰	BG535	2	636	6.63	503	4.48	569.5	5.47
	北京华腾	B1936	4	537	6.67	487	4.16	512.5	4.91
	牡丹江	F3165M	4	616	4.89	434	3.25	515.25	3.66
	天津大港	84KM226	2	512	5.39	501	3.55	506.5	4.27

3. 研究漏失规律,加强堵漏技术的综合应用

八区乌尔禾组调整井位于油田开发老区,受多年注采开发的影响大,开采程度不一,注采不平衡,其特征为纵向上存在着两个以上压力系统,横向上压力分布不均,局部存在着高压异常,且具有不可预见性。主要表现为:①上部地层压力系数低,承压能力差,使侏罗系及其以上地层极易发生漏失;三叠系白碱滩组大段泥岩易缩径,克拉玛依组砂泥岩地层易漏易垮塌。②目的层下乌尔禾组地层裂缝发育,部分井裂缝的泄漏压力与地层流体压力相近,安全钻井泥浆密度窗口太小。③在八区乌尔禾组调整井区域内,除了以前的一套大井距乌尔禾组井网和几口佳木河组开发井外,上部地层还未开发。但因其多年的注水开发,地层原始压力遭到破坏,且注水受地层连通性与渗透率影响,产生的压力效果不均一,地层压力难以准确预测。④八区乌尔禾组调整井区 2003 年部署井大约有 10% 的断层井,北部有部分井将穿过南白碱滩断裂,由于受断层的影响,存在局部

高压或低压区域,易导致复杂情况的发生。井漏是八区调整井钻井所面临的严重问题,有时井漏引起井塌、溢流、卡钻事故,难以处理,不得不提前完钻,甚至报废。堵漏成功与否已经成为一口井乃至一个区块钻井成败的技术关键。研究了八区井漏的地质特征,确定了易发生井漏的复杂情况的井段:①主要复杂井段:目的层乌尔禾组,裂缝发育段易漏、水层易溢流、含气层易喷;②一般复杂井段:八道湾组及以上地层,其中主要是解决八道湾组的渗漏。特别是研究了裂缝及其漏失规律,在此基础上制定了一系列预防井漏的技术措施,结合桥塞堵漏的方法,提出了有效的防漏堵漏措施,在井深 3050 m 以上的堵漏成功率达到了 90% 以上。防漏堵漏技术主要体现在以下方面。

(1)钻进中的防漏。正常压力梯度井密度的控制:吐谷鲁组至八道湾组,密度范围:1.05~1.25 g/cm³;白碱滩组至克下组密度范围:1.25~1.35 g/cm³;乌尔禾组以下密度范围:1.35~1.42 g/cm³。

提密度按每循环周 0.02 g/cm^3 梯度均匀加重。采用 $\varnothing 241 \text{ mm}$ 钻头钻至 1750 m , 降低环空阻耗。从第二次开钻就开始使用除砂器、除泥器和离心机, 使用率达到设计要求, 保持泥浆低固相和良好的泥浆性能。正常钻进中保持泥浆具有良好的流变性, 漏斗粘度控制在 60 s 以内, 静终切力控制在 8 Pa 左右, 动切力控制在 6 Pa 左右。防止瞬间的激动压力导致井漏。

(2) 提下钻中的防漏。根据油田实际情况, 确定合适的抽汲压力和激动压力系数。①严格控制下钻速度, 进入油层和漏层时, 速度控制在每柱 40 s 以上; ②每次起钻前必须充分洗井, 当振动筛基本无岩屑返出时再起钻; ③起钻时必须由专人负责灌泥浆, 值班干部负责检查泥浆是否能正常灌入。起钻作业中, 必须勤灌泥浆, 要求每起 2 柱钻杆灌满一次泥浆, 每起 1 柱钻铤灌满一次泥浆, 每起钻(或下钻) 10 柱, 泥浆工校核一次灌入或返出的泥浆量; ④起钻时必须勤观察井口, 若发现钻头或扶正器发生“泥包”造成的“拔活塞”现象, 应停止起钻, 接方钻杆转动转盘, 洗井确认钻头或扶正器消除“泥包”现象后, 再继续起钻; ⑤起钻中出现挂卡, 若有开泵憋压, 循环不通的情况时, 要注意防止憋漏地层, 可下钻并选择一个井壁相对稳定、无挂卡情况的安全井段再试开泵, 直到井下恢复正常; ⑥提下钻挂卡严重, 若开泵正常时, 洗井 30 min , 若仍挂卡, 必须接方钻杆“倒划眼”起出, 划眼中要注意泵压的变化, 防止憋漏地层, 直到井下恢复正常。

(3) 钻开漏层前的防漏。①先期防漏: 钻入乌尔禾组后均匀加入 1% 综堵剂, 2% 核桃壳进行防漏, 然后根据井浆内堵漏剂组分含量和膨胀程度及时筛除部分已膨胀堵漏材料, 并补充新的堵漏材料, 提高先期防漏的效果; ②目的层钻进中, 若钻时明显加快, 应停钻观察是否有井漏情况发生。特别是接近完钻前, 若钻时由 120 min /单根以上加快到 90 min /单根以内时, 应立即停钻观察, 并及时汇报到项目经理部技术办; ③不钻揭或尽量少钻揭乌尔禾组下部裂缝发育恶性漏失段, 各钻井队应积极配合管井地质员卡准复杂层段, 并可要求其提供临井相关资料。

(4) 提高八区钻井生产时率的组织措施。要求井队继续抓好各个环节的生产组织与衔接工作, 钻机设备能力必须最大限度地满足钻井的需要, 不断提高岗位人员素质, 落实技术措施和岗位责任, 进一步减少非生产时间, 提高生产时率。技术管理上, 要

着重抓好井下事故和复杂情况的预防与处理, 积极开展八区调整井高效安全钻井技术研究项目研究与应用工作。针对实际情况, 落实乌尔禾组复杂井段的钻井技术措施, 防止事故与复杂, 八区乌尔禾组地层易发生恶性井漏、溢流出水的复杂情况, 是控制复杂的主要井段, 强化井控工作, 并制定切实可行的技术措施, 严格实施。

二、高效安全钻井效果评价

在钻井过程中严格执行技术措施, 在安全生产、质量、复杂的控制等各方面, 效果显著, 具体表现在: ①泥浆密度适当, 井漏、溢流的复杂情况均得到了有效控制, 复杂事故时率下降到 3.52% ; ②防漏、堵漏的成功率大幅度提高, 在井深 3050 m 以上的堵漏成功率达到了 90% 以上; ③加强科学化管理, 质量意识增强, 井身质量指标达到较高水平, 井底水平位移优质率达到了 80% , 固井质量优质率达到了 96% 。

三、结 论

准噶尔盆地八区乌尔禾调整井区是一个易漏易喷、复杂时率高、处理难度大的油田老区。针对钻井技术难题, 在生产中注重应用先进的钻井技术, 并注重科学化管理, 制定了切实可行的技术措施, 泥浆密度适当, 井漏、溢流的复杂情况均得到了有效控制; 防漏、堵漏的成功率大幅度提高, 在井深 3050 m 以上的堵漏成功率达到了 90% 以上; 井身质量指标达到较高水平, 井底水平位移优质率达到了 80% , 固井质量优质率达到了 96% ; 使得复杂事故时率下降到 3.52% 。达到了高效安全的钻井目标。

参 考 文 献

- 1 石晓兵等. 侧钻水平井初始井眼条件对起始段的影响分析. 天然气工业, 2003; 23(5)
- 2 吴应凯, 石晓兵等. 低压易漏地层防漏堵漏机理探讨及现场应用. 天然气工业, 2004; 24(3)
- 3 吴应凯, 石晓兵等. 深部盐膏层钻井技术研究现状及发展趋势. 天然气工业, 2004; 24(2)
- 4 杜育才, 石晓兵等. 霍10井区高陡构造防斜打快机理研究及对策探讨. 天然气工业, 2004; 24(3)
- 5 夏宏泉, 陈平, 石晓兵等. 随钻测井曲线的模拟生成及其地质导向应用研究. 天然气工业, 2003; 23(3)

(收稿日期 2005-03-21 编辑 钟水清)