

长庆气田水平井 PDC 钻头防泥包技术^{*}

陈在君 刘顶运 韦孝忠 陈炼军 王万庆

川庆钻探工程公司工程技术研究院

陈在君等.长庆气田水平井 PDC 钻头防泥包技术.天然气工业,2009,29(11):62-63.

摘要 为实现长庆气田水平井钻井提速的目的,在斜井段中试验了 PDC 钻头,但均不同程度地发生了钻头泥包的问题。经过广泛的调研分析,找到了导致 PDC 钻头泥包的主要因素——钻井液问题,另外还有地层、钻井参数、PDC 钻头流场设计等影响因素。为此,从强化钻井液抑制性出发,研制出了双钾盐聚合物钻井液体系并在现场应用获得成功,较好地解决了 PDC 钻头泥包问题。其中 GP12-6 井实现了斜导眼水平井单只 PDC 钻头穿越 5 套地层,平均机械钻速达 11.25 m/h,起下钻、电测和下套管等作业均安全顺利完成。

关键词 水平井 PDC 钻头 泥包 双钾盐聚合物钻井液 钻井参数 钻井速度 长庆气田

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2009.11.019

为提高长庆气田开发效率,水平井开发技术逐渐得到应用,但水平井施工中,钻井速度相对偏低,尤其是下部斜井段更为明显。2007 年以来,为实现钻井提速的目的,斜井段中试验了 PDC 钻头,不同程度地发生了钻头泥包问题。针对以上问题,开展了广泛的分析研究,认为导致 PDC 钻头泥包的主要因素是钻井液问题,另外还有地层和钻井参数、PDC 钻头流场设计等^[1-3]。为此,研制出了无土相强抑制双钾盐聚合物钻井液体系,现场应用获得成功,解决了斜井段 PDC 钻头泥包的问题,其中双平 2 井实现单只 PDC 钻头穿越从石千峰组钻至本溪组的 5 套地层,进尺 690 m,平均机械钻速 11.25 m/h;GP12-6 井斜导眼中实现单只 PDC 钻头穿越从山西组到马家沟组的 4 套地层,进尺 230 m;井眼规则,起下钻、电测和下套管作业均安全顺利完成。

1 水平井斜井段 PDC 钻头泥包原因

长庆气田近年钻井提速工作取得显著成效的关键就是大面积推广应用 PDC 钻头。因此,自 2007 年以来,在天然气水平井斜井段试验使用了 PDC 钻头。两年来,先后在 6 口井中试验应用了 3 个厂家、两种尺寸、10 种型号的 19 只 PDC 钻头,均未达到预期效果,其主要原因是钻头泥包严重。

1.1 钻井液影响因素分析

目前长庆天然气水平井斜井段使用的钻井液体系基本都为分散体系,抑制性较弱,不能有效地抑制地层泥页岩水化膨胀,泥岩钻屑存在适度分散;其次是由于受现场条件限制,少量钻屑固相没有及时从钻井液中清除出去,导致钻井液中的低密度固相组分及劣质土含量偏高;第三是钻井液性能参数没有达到良好的控制,土含量过高;第四是钻井液流变性不够好;第五是钻井液滤饼质量相对较差。

1.2 地层影响因素分析

发生 PDC 钻头泥包的地层主要有石千峰组、石盒子组等地层,泥包井段主要以泥岩为主,为棕红色泥岩,黏土矿物含量高达 61.7%~41%,24 h 膨胀率大于 15% 以上,最高达到 35%。

1.3 钻头及钻井参数因素的影响

PDC 钻头水眼分布及射流角度、流场状态以及排量等都存在一定的影响,排量偏小时,一般容易发生泥包。

2 解决钻头泥包问题的思路与对策

基于上述分析,笔者认为解决 PDC 钻头泥包的问题应从以下几个方面着手:

1)利用 K^+ 材料等尺寸压缩双电层理论,使用含 K^+ 材料提高体系的抑制性,抑制泥页岩水化膨胀和

^{*} 本文为中国石油天然气集团公司科研项目“长庆气井水平井钻井配套技术研究”(编号:49972054)的研究成果。

作者简介 陈在君,1964 年生,高级工程师;1986 年毕业于原西南石油学院应用化学专业;长期从事钻井液、完井液的研究工作。地址:(710021)陕西省西安市长庆兴隆园小区。电话:(029)86593620。E-mail:gcy_chzj2000@sina.com

分散,实现稳定井壁和降低泥页岩钻屑水化分散的目的。

2)利用高聚物多点吸附理论,使用聚合物材料,在泥页岩上形成多点吸附,实现井眼稳定和抑制包被泥页岩钻屑分散、降低钻井液中低密度固相和劣质土含量的目的。

3)利用无机盐,提高滤液矿化度,降低水相活度,最终降低与地层水的渗透压差,从而进一步增强防止地层泥页岩水化膨胀的目的。

4)实现钻井液体系无黏土化的目的。

在上述技术原理的指导下,研究出了以无机复合钾盐 CP-1+有机钾盐 KP-A+流型调节剂 ASV-2 以及润滑剂、烧碱等组成的无土相强抑制双钾盐聚合物钻井液体系,该体系具有强抑制防塌性、良好的流变特性、光滑致密的滤饼、虑失量低以及无黏土等特点,主要性能参数:钻井液密度为 $1.04\sim 1.30\text{ g/cm}^3$;失水量为 $3.00\sim 7.00\text{ mL}$;漏斗黏度为 $45.00\sim 60.00\text{ s}$;塑性黏度为 $10.00\sim 18.00\text{ mPa}\cdot\text{s}$;动切应力为 $6.00\sim 14.00\text{ Pa}$;初切力为 $3.00\sim 15.00\text{ Pa}$; pH 值为 $8.50\sim 10.00$ 。

3 现场应用及取得的效果

室内研制成功后,在现场进行了试验应用,均获得成功,不仅保障了井壁稳定,而且实现了 PDC 钻头使用的突破,钻井速度明显提高,再没有发生钻头泥包现象。

3.1 GP12-6 井应用情况

GP12-6 井位于气田中北部区块,该区已完钻多口水平井,均不同程度地发生过因钻头泥包而影响 PDC 钻头的使用。GP12-6 井的井身结构简单,第 2 次开钻直接入窗,是该区第 1 口斜导眼水平井。该井从斜导眼开始使用双钾盐体系,并试验应用了 PDC 钻头,钻井井段为 $3\ 110\sim 3\ 340\text{ m}$,进尺为 230 m ,纯钻时间为 62 h ,平均机械钻速为 3.71 m/h ,井斜为 $33.31^\circ\sim 37.66^\circ$,同比是牙轮钻头进尺的 2.5 倍,是牙轮钻头钻速的 2 倍。施工中无钻头泥包现象,起下钻安全顺利,钻头起出新度为 80%。

3.2 SHP2 井应用情况

SHP2 井位于气田东北部双山区块,该区块延长组水敏性强,易发生坍塌,造成井下复杂,2007 年在该区块完钻直井 20 口,其中有 10 口井相继发生井塌,其中 3 口井因垮塌导致井下故障,下部井段没有使用过 PDC 钻头,钻井速度低下。SHP2 井是该区块的第 1

口水平井,直导眼钻井中,使用了双钾盐体系,同时从石千峰组地层开始试验应用了 PDC 钻头。该钻头成功钻至本溪组,穿越 5 套地层,钻井井段为 $2\ 037\sim 2\ 728\text{ m}$,进尺为 690 m ,纯钻时间为 61.5 h ,平均机械钻速为 11.25 m/h ,其中在“双石层”钻井中创造了日进尺 250 m 的纪录,施工中没有发生钻头泥包现象、钻速快、起下钻顺利,钻头起出新度为 85%。

3.3 双钾盐聚合物钻井液体系的特点

通过 SHP2 井和 GP12-6 井的现场应用,发现双钾盐聚合物钻井液体系^[1-2]具有下述特点:

1)体系抑制防塌能力强,有效地防止了井壁泥页岩水化膨胀和分散。

2)有效地降低了平衡地层稳定的钻井液密度 ($1.28\sim 1.23\text{ g/cm}^3$)。

3)体系没有使用黏土,实现了无黏土相的目的。

4)携岩、洗井能力强,井眼畅通,起下钻顺利,无沉砂现象。

5)润滑性高,斜井段施工摩阻和扭矩低。

由于双钾盐体系具有上述特点,PDC 钻头的使用获得了突破,提高了钻井速度,缩短了施工时间。

4 结论与建议

1)提高钻井液体系的抑制作用可减少 PDC 钻头发生泥包。

2)体系实现无土相特点更能有效地解决 PDC 钻头泥包问题。

3)现场施工中,体系的低密度固相和劣质土含量的有效控制同样是解决 PDC 钻头泥包的有效方法之一。

4)保证适当的排量也是有利于解决 PDC 钻头泥包的问题。另外,由于导致 PDC 钻头泥包的因素很多,单纯从钻井液角度来完成还远远不够,要更进一步加强 PDC 钻头喷嘴分布、射流角度以及流场设计等研究工作。

参 考 文 献

- [1] 邓传光,宋明玉,黄焰,等.PDC 钻头泥包原因分析及对策[J].钻采工艺,2006,29(6):127-129.
- [2] 屈沉治,孙金声,苏义脑.快速钻进钻井液技术新进展[J].钻井液与完井液,2004,21(3):68-70.
- [3] 侯庆勇.PDC 钻头在鄂尔多斯盆地大牛地气田的应用[J].石油地质与工程,2002(3):43-44.

(收稿日期 2009-06-17 编辑 钟水清)