

临时套管注气欠平衡钻水平井技术的研究^{*}

丁振龙 刘绘新 孟英峰

(西南石油大学)

丁振龙等.临时套管注气欠平衡钻水平井技术的研究.天然气工业,2006,26(1):66-68.

摘要 利用水平井特殊轨迹增产的特点,与利用欠平衡消除储层伤害增产的特点相结合,产生了“欠平衡钻水平井”的新技术。欠平衡钻水平井技术是目前国际钻井界发展的热点技术,有许多非常成功的实例。注气欠平衡钻水平井技术面临的两大技术难题是井下动力钻具不能正常工作和常规 MWD 无法正常工作。临时套管注气欠平衡钻水平井技术既保证了注气液降低环空液柱压力的作用,同时又保证了钻井液脉冲 MWD 和井下动力钻具完全工作于不含气的介质,能够正常工作。临时套管注气欠平衡钻水平井技术的关键有 3 个方面:新型双层注气套管头、临时套管的下部固定技术和配套工艺。通过对临时套管注气欠平衡钻水平井技术的研究,可以形成一套实用、有效的注气欠平衡钻水平井的成套技术,解决临时套管注气欠平衡钻水平井技术的特殊难题。

关键词 套管 欠平衡钻井 水平井 双层注气套管头 临时套管

一、注气欠平衡钻水平井技术面临的技术难题

水平井技术是上世纪 80 年代兴起的钻井新技术,它利用了特殊的轨迹,达到提高产能的目的,尤其是对裂缝性储层。经良好设计的水平井,可穿越一连串裂缝,故有可能获得极高产能。但采用过平衡条件钻水平井,在较大的正压差下,工作液会沿钻开的裂缝迅速深入,然后通过裂缝表面的吸水、固相堵塞、矿物反应等伤害裂缝表面的供液能力,从而造成严重的储层伤害,造成低产。

欠平衡钻井是上世纪 90 年代发展起来的新技术。它采用了在钻开储层的过程中,使液柱压力低于储层压力,使储层油气源源不断地、加以控制地流入井内,从而防止了井内工作液向储层内的侵入,减弱或消除了地层伤害,保证高产。利用水平井特殊轨迹增产的特点,与利用欠平衡消除储层伤害增产的特点相结合,产生了“欠平衡钻水平井”的新技术。“欠平衡钻水平井”技术是目前国际钻井界发展的热点技术,有许多非常成功的实例报道。据 Weatherford 专家介绍:北美地区 90% 的水平井是用欠平衡方法钻的。如果储层属于常压或超压储层,则采用降低泥浆密度的方法就可以实现欠平衡。此时地面

注入及钻柱管内的流体为不含气的液体,只在环空内是注入钻井液与地层油气混合的含气多相流。这种条件下的水平井钻井与常规过平衡时的水平井钻井,在井下动力钻具、井下信号传输方面完全一致,即利用常规井下动力钻具和常规 MWD 便可满足施工。此时的井身结构、井口组合,返出管汇与分离系统,与常规欠平衡钻井相同。如果储层属于低压储层,仅靠降低泥浆密度不能实现欠平衡,则必须采用地面注气以使钻井液当量密度降至 1.0 以下。此时钻柱管内、外的流体均为含气的气液两相流,在这种含气流体条件下,注气欠平衡钻水平井技术将面临两大技术难题。

(1) 井下动力钻具不能正常工作。井下动力钻具在钻水平井中起到重要的作用。从直井开始造斜,就需要弯接头井下动力钻具或弯壳体井下动力钻具。根据 1991 年 Shale 所述:常规的螺杆式(Positive Displacement)井下动力钻具用于含气液体时主要缺点在于:①常规井下动力钻具设计在体积流量低和压降高的环境下进行工作。因此,当井下动力钻具采用含气液体工作时,会导致入口压力高、工作效率低的情况。②常规井下动力钻具在使用含气液体时容易憋死,之后又很难重新转动起来。③常规井下动力钻具上部钻杆中的含气液体中,储存了

^{*} 本文系中国石油天然气集团公司“欠平衡钻水平井技术研究”项目(部 412)。

作者简介:丁振龙,1977 年生,油气井钻井专业硕士研究生。地址:(610500)四川省成都市新都区西南石油大学石油工程学院。电话:(028)88912183。E-mail:Dingz11226@peoplemail.com.cn

大量的能量。假若钻头起出井底,消除旋转阻力,井下动力钻具就会高速运转,可能因超速运转而损坏。④常规井下动力钻具是液压式井下动力钻具。它们只能采用气缸工作方式,而不能采用压缩空气的膨胀式工作方式。研究表明:随着含气量的增加,动力钻具输出扭矩减少(卡死现象),而转速增加(失速现象),效率降低,甚至完全不能工作。

(2)常规MWD无法正常工作。地面与井下的信息传输是井眼轨迹监测与控制的重要环节。目前,大多数的无线随钻测量系统都采用钻井液脉冲的传输方式。钻井液脉冲MWD是靠井下阀来产生的钻井液脉冲,在钻杆内向上传递,而达到传递信号的目的。研究含气条件下钻井液脉冲MWD的工作状态表明:当钻井液中含气时,脉冲信号(压力波)则迅速衰减、畸变,甚至完全不能将信号传递至井口。在新疆三塘湖盆地牛102井的注气欠平衡钻水平井中已经证明:在大量含气的流体条件下,井下动力钻具不能正常工作,井下MWD不能正常工作。

二、解决问题的基本思路

国外许多公司致力于发展可以用于可压缩介质的井下动力钻具,以及利用在地层中传播电磁波的电磁MWD(EMMWD),专门用于注气钻进。已经开发出来了适用于可压缩流体的井下动力钻具。该井下动力钻具比常规钻井液动力钻具的体积流量高、压降低。但是这种新一代井下动力钻具仍存在的重要问题是:外特性仍不理想,承受高钻压时容易死车、钻压过低又容易失速;使用寿命短、成本高。针对含气液体的测量系统叫电磁MWD(EMMWD)。电磁信号穿过地层(套管/钻柱均是波导管),这就需要有足够的地层传导率才能把电磁信号传递到地面。信号传递可能会受到高阻抗地层的干扰。即使地层不干扰,信号传递范围也有限。从目前的应用情况看,低阻地层最大井深低于2000m;高阻地层低于几百米井深。胜利油田进口的EMMWD系统,在600m井深开始无信号。同时EMMWD系统耐用性差,使用成本太高。随着经验的积累和技术的进步,EMMWD系统有望得到进一步改进。国外提出了采用接力技术来增加EMMWD系统的传导距离。

综上所述,这两种装备不但价格昂贵,而且技术尚未完全过关。显然,立足于我国的装备、工具、仪器的具体国情,参考国外成功技术,提出用常规井下动力钻具和常规MWD进行欠平衡钻水平井的技

术,才是科学的攻关方向。

三、临时套管注气欠平衡钻水平井技术

临时套管注气欠平衡钻水平井技术,见图1。

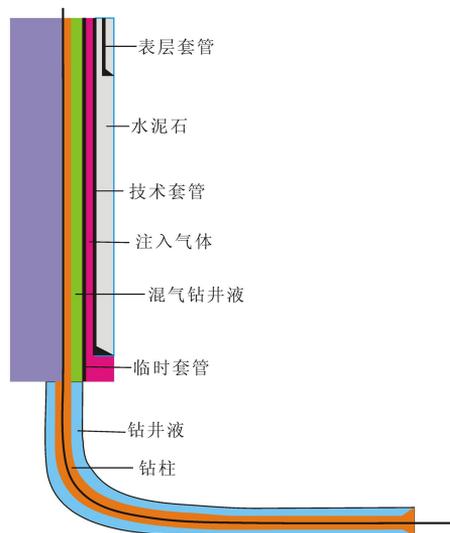


图1 临时套管注气欠平衡钻水平井技术图

在开始钻水平井延伸段之前,增加一层临时悬挂的套管在技术套管与钻杆之间。由钻杆内注入纯液体,而由技术套管与临时套管之间的环空注入气体。注入气体与由钻头返回的液体在临时套管鞋处混合,由钻杆与临时套管之间环空返至井口,携带岩屑并提供对井底的液柱压力。这样既保证了注气液降低环空液柱压力的作用,同时又保证了钻井液脉冲MWD和井下动力钻具完全工作于不含气的介质。这就是临时套管注气欠平衡钻水平井技术。临时套管注气欠平衡钻水平井技术的关键有以下几个方面。

(1)新型双层注气套管头。这种特殊的套管头具备的功能有:①能够实现临时套管的悬挂与固定;②能够实现临时套管的回收;③能够连通注气通道;④由于钻机底座高度有限,不能增加套管头的高度。显然,常规的单层套管头因不能具备上述前3项功能,是不适合的。而常规的双层套管头,因不能具备上述后2项功能,也是不适合的。

(2)临时套管的下部固定技术。临时套管的下部固定装置具备的功能有:①能够防止悬挂套管因螺纹连接松动而脱落;②不能堵塞临时套管与技术套管的环空通道;③尽可能避免临时套管柱底部因钻柱碰撞而磨损。

(3)临时套管注气欠平衡钻水平井技术配套工

艺。采用临时套管注气欠平衡钻水平井技术,主要适用2种情况:中、短半径水平井和侧钻水平井。对于钻中、短半径水平井,首先是确定合理的井身结构,以方便临时套管的下入,然后采用过平衡常规造斜技术造斜直至水平井段,再下入临时套管至造斜点,采用注气欠平衡钻水平井段。对于侧钻水平井,采用的工艺基本相同,先采用过平衡常规开窗侧钻技术造斜直至水平井段,再下入临时套管至开窗侧钻点,采用注气欠平衡钻水平井段。

四、结 论

(1)“欠平衡钻水平井”技术是利用水平井特殊轨迹增产的特点,结合欠平衡利用消除储层伤害增产的特点而发展的一项热门技术。

(2)注气欠平衡钻水平井技术面临的两大技术难题是井下动力钻具不能正常工作;常规MWD无法正常工作。

(3)临时套管注气欠平衡钻水平井技术既保证了注气液降低环空液柱压力的作用,同时又保证了钻井液脉冲MWD和井下动力钻具完全工作于不含气的介质,能够正常工作。

(4)临时套管注气欠平衡钻水平井技术的关键有3个方面:新型双层注气套管头、临时套管的下部

固定技术和配套工艺。

(5)通过对临时套管注气欠平衡钻水平井技术的研究,可以形成一套我国实用、有效的注气欠平衡钻水平井的成套技术,解决临时套管注气欠平衡钻水平井技术的特殊难题。

参 考 文 献

- [1] 刘修善,等.泥浆脉冲信号的传输速度研究[J].石油勘探技术,2000,28(5):24-26.
- [2] 马宗金,等.现代欠平衡钻井技术[J].钻采工艺,2000,23(3):1-4.
- [3] 徐英.空气泡沫钻井液在核桃1井的应用[J].天然气工业,2004,24(10).
- [4] 赵大鹏,等.天然气欠平衡钻井技术在浅2井的应用[J].天然气工业,2005,25(2).
- [5] 程常修,等.天然气钻井应重点考虑的几个技术问题[J].天然气工业,2002,22(2).
- [6] 曾时田.四川天然气钻井压力控制[J].天然气工业,2003,23(4).
- [7] 杨令瑞,等.四川天然气平衡钻井完井技术研究与应用[J].天然气工业,2005,25(3).

(收稿日期 2005-08-19 编辑 钟水清)