

简析深井及超深井固井技术应用

赵 亮 (辽河油田钻采工艺研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘 要: 伴随近年来勘探力度的增加, 深井和超深井在勘探中的数量逐渐增多, 固井技术的具体工艺措施和水泥浆的体系配置受到业界热点关注。文中结合深井及超深井提升固井质量的技术途径进行简析, 主要从固井技术的具体工艺技术优化和水泥浆体系配置综合性能改善上深入研究, 以期对业界深井及超深井的固井工作提供建议参考。

关键词: 深井及超深井; 固井作业; 水泥浆体系; 工艺措施

0 引言

国内油气开采逐渐深入, 转向埋深更深、井底压力更大深部地层, 各种类型复杂深井不断涌现, 一部分油气井深度已超过 7000m (6000–9000m), 与此同时, 井底温度已达到 160℃, 这种深井结构更复杂, 且井内环形空间相对窄小, 在完井和固井作业过程中, 对相应技术参数要求较高, 对质量要求较高, 也对固井作业全过程提出更高技术标准。

1 深井及超深井固井施工过程中的难点

1.1 井深深度造成封固段过长

同一个裸眼井段同时存在多个压力层系, 而且上下温差大, 容易产生压力系数差异, 在高压段, 油气井固定容易出现环空窜流, 造成油气散失, 同时, 因为要把压力系数不同的低压漏失层和高压气层封固妥当, 并且保证压力层之间不互窜, 所以施工过程难度较大。

1.2 井底循环温度过高

深井及超深井因普遍较深, 所以井底静止温度相对较高, 多数深井及超深井井底静止温度在 110℃左右, 有些甚至可达 170℃左右, 高温深井及超深井井底循环温度波动敏感, 水泥浆综合性能与预计工艺设计存在明显差距, 水泥浆稠化不正常, 难以保证固井质量, 尤其针对盐膏层和目的层施工井段, 给固井水泥浆的综合设计性提出更高标准;

1.3 下部环空间隙过小

因为深井及超深井受到地质条件和钻井深度及复杂井下情况的干扰, 所以下部环空的间隙比较狭小。施工的局限性程度比较高, 给固井施工作业带来较大难题, 狭小间隙促使下套管的难度增大, 难以确保套管的居中要求, 影响水泥浆的顶替效率, 顶替效率不能得到保证; 因为钻井液密度比较高、粘度和切力也比较高, 所以小间隙的施工泵压偏高, 比较难以实现紊流顶替; 固井质量难以保证, 降低水泥环封隔地层的可能性。

1.4 盐膏层产生蠕变

盐膏层在高温高压的前提下拥有比较强烈的塑性蠕变能力, 盐层蠕变会造成水泥环被破坏, 促使井壁稳定性变差, 在钻井过程中容易产生掉块、冲蚀, 导致井眼质量较差、井径不太规则并且导致井径扩大, 对固井的质量产生影响, 出现大肚子井眼^[1]。

2 深井及超深井固井施工过程中的综合技术应用

2.1 掌握地层孔隙压力和泄漏压力

对于存在的多套压力层系的深井及超深井固井施工来讲, 关键在于要掌握地层的孔隙压力和泄漏压力, 并且在固井施工中具体控制压力技术措施, 对地层的孔隙压力和泄漏压力的大小起决定性作用。

水泥浆体系不同的防窜原理是可以科学增加水泥的孔隙压力, 或者可以增加对窜流产生的流动阻力, 基本的增加手段可以总结为: 可以采用堵气剂、气锁剂、微硅粒等化学或物理外加剂的混合加入, 构成不渗透的水泥体系, 这种水泥体系可以增加水泥浆对于气体窜流的阻力; 可以采用利用发气剂和水泥浆混配而成的可压缩水泥体系, 这种体系不仅可以增加孔隙的压力, 还可以同时具备微膨胀的特性; 可以采用缩短稠化时间和过渡时间的水泥浆体系, 将水泥浆流动度减小, 从 40–100Bc 的过渡时间进行减小, 采用这种体系的主要目的是高效增强水泥浆对于气体窜流所产生的阻力^[2]。

解决地层注水泥浆过程中的防泄漏技术手段主要有: 采用科学的注入水泥浆方式, 要充分考虑到使用分级固井的方式, 或者采用正、反注入的施工工艺, 以此达到防泄漏的主要目的; 堵漏提高地层承压能力, 结合具体的情况使用不同性能堵漏材料, 不仅维持正常的钻井需要, 更好地满足固井施工的基本要求; 在防止泄漏的过程之中可以使用低密度的水泥, 或者利用复合密度的水泥体系, 要充分结合地层的漏失压力, 在钻井过程中, 确定显示的钻井液密度范围, 要采用低密度的水泥或者复合密度水泥体系, 综合考虑因素主要综合了注入水泥之中所需要使用的各种浆体具体密度、流变性和具体用量; 当各种流体的具体密度、性能和具体用量确定之后, 可以对施工的参数进行设计优化, 在注入水泥的过程之中的环空静液压力进而确定, 此时, 环空的液柱对于地层的具体压力将会随着流体的流动阻力产生匹配性变化, 而且在此期间各种浆体具体流动阻力大小, 主要取决于深井及超深井固井施工参数的优化设计; 伴随精细控压配套技术的成熟, 全面推广应用精细化控压固井装备和技术成为大势所趋, 此技术不断在深部的压力敏感地层的深井及超深井的固井过程之中得到成功的应用, 取得较成功的应用效果。精细化控压固井技术的基

本原理在于将井筒之内不同深度的压力维持在稍高于地层压力,主要体现在深井及超深井施工中,要根据各种类型流体在深井及超深井井筒里具体位置和变化的动压力调整井口的压力,科学实现压稳与防漏。

2.2 对水泥浆的性能予以优化

从水泥浆性能方面入手可以优化固井施工设计,也可以同时解决深井及超深井井底循环温度超高和敏感波动的具体问题。在此操作中,可以使用凝水泥浆体系,一旦深井及超深井井内要封隔水泥段过长的时候,为了有效防止流窜,可以在水泥柱的各个范围中添加外加剂或者使用多密度的水泥浆用来调节凝固的时间,促使水泥浆从下部到上部进行分段凝固。一旦下部的快速干燥段处在气窜的临界值,上部的缓慢凝固段仍然还处于较高的静液柱压力值中,而且缓慢凝固段依旧处于凝结的最初状态之中,而下部的快速干燥段已经处于凝固状态,从而科学地防止窜流,并且最终达到快速抑气的目的^[3]。

2.3 通过对井身结构的改变增加环空的间隙

在国内诸多油田地区的实践之中表明,影响深井及超深井固井质量最重要的因素就是环空的间隙过小和井径的不规则,提升环空的间隙是提升深井及超深井固井质量的根本路径,在改变深井及超深井井身结构上可以从两方面入手:首先,在允许的条件之下加大上层套管和钻具钻头尺寸大小;其次,将油管的套管尺寸减小。

解决深井及超深井小间隙尾管固井主要的技术手段有:对井身结构的改变可以为固井提供比较好的深井及超深井井筒条件,主要可以采用水力扩眼器、双芯钻头、随钻扩眼工具一系列的扩眼工艺技术对固井环境做改善,可以使用新的井身结构或者钻井的工艺进行钻后扩眼和随钻扩眼等技术,目的在于增大环空间隙,对流体的流动通道予以改变;科学放置套管扶正器具体位置,提升套管居中度;采用旋转或活动套管的方式提高顶替效率;采用流变性能优厚水泥浆体系或者利用增稠水泥去改善薄水泥环的力学性能,充分满足后期具体施工要求。

2.4 盐膏层固井技术的优化以及应用措施

在深井及超深井的固井施工过程中,一旦进入到海相地层之后,因为盐膏层的大量存在,对深井及超深井的固井施工带来一系列的技术难点,主要突出表现在因为地层岩石的塑性蠕变问题,产生非均匀性外载而对套管产生挤压,导致套管难以承受屈服极限并且产生早期的破坏情况,另一个方面是因为盐膏层矿物粒子已经进入到水泥浆的体系之中,对水泥浆和前置液的流变性能已经产生影响。

为有效提升盐膏层的封固层次,注入水泥的过程之中要采取紊流顶替的办法,同时应用高性能与低污染的隔离液,具体的紊流接触时间不能少于4min,实际的接触时间平均要在10min以上,盐膏层层段套管可以添加弹簧扶正器,促使套管的居中程度可以达到可以控制的科学范围之内,为了防止在下套管和进行固井施工的过程之中产生井漏,一定要在盐膏层之下的漏失井段打好凝胶塞,将套管下达至盐膏层的底界,为低压层的钻开创造足够的条件,尾管与上层套管至少要重叠200m,为了确保此重叠度段的封固质量,要在尾管的顶部预留出100m的水泥塞。目前,解决深井及超深井盐膏层固井施工问题的主要技术手段有:①为了防止盐膏层将套管挤毁,通常会采用套管柱结构应对,这些结构包含双层组合套管和特制套管;②对抗盐水泥浆体系进行择优而选。目前国内和国外解决深井及超深井盐膏层水泥浆体系有贫盐和富盐体系。

贫盐体系主要是指欠饱和盐水水泥浆的含盐量要控制在15%以下,贫盐体系水泥浆因为通常具备稠化的事件,并且容易调整,早期的强度较高,而且滤失性比较容易控制,水泥浆体的流变性能比较轻松调节,但是,贫盐体系因为水泥浆体的含盐量非常低,所以水泥浆在流经盐层或者在盐层候凝的时候,有很大的溶解盐岩层的可能性,极有可能会产生改变水泥浆凝固特性和流动特性的可能性,进而产生对水泥石胶结质量的影响。

富盐体系主要指的是盐水水泥浆的含盐量达到15%~37%之间,这一类体系的水泥浆具有强烈的优点,主要在于流经盐岩层、或者在盐岩层的环境中进行凝结时,可以稳定维持该体系水泥浆的原有功能特性,对深井及超深井的固井施工安全性及盐岩层的胶结特性予以重要保障,这主要是因为富盐体系的水泥浆成分之中的水已经充分溶解掉大量的盐,所以,水泥浆在流经盐层或者在盐岩层中进行候凝的全部过程之中,和周围盐层进行作用反应的机会不多^[4]。

富盐体系主要指的是盐水水泥浆的含盐量达到15%~37%之间,这一类体系的水泥浆具有强烈的优点,主要在于流经盐岩层、或者在盐岩层的环境中进行凝结时,可以稳定维持该体系水泥浆的原有功能特性,对深井及超深井的固井施工安全性及盐岩层的胶结特性予以重要保障,这主要是因为富盐体系的水泥浆成分之中的水已经充分溶解掉大量的盐,所以,水泥浆在流经盐层或者在盐岩层中进行候凝的全部过程之中,和周围盐层进行作用反应的机会不多^[4]。

3 结论

在深井及超深井的固井施工过程之中,对井眼质量予以保证和掌握地层具体温度和具体压力梯度是良好固井施工的重要前提条件。在相应泵注流体设备性能充分满足的前提之下,要尽量科学调整好各种流体类型的基本流变性参数和梯度,将施工的设计参数进行优化,将深井及超深井残留的钻井液进行充分清晰并且提升顶替的具体效率;科学优化扶正器的设计安放位置与数量,提升套管居中度;着力改善水泥浆和液流体系的流变性,保证在高温和高压的状态下液流体系的整体稳定程度。在深井及超深井的施工过程之中,综合考虑到固井施工的工艺措施和水泥浆的体系配置是衡量固井质量的重要基础。

参考文献:

- [1] 赵良刚,宋健.旋转尾管固井工艺在深井中的应用[J].石油钻探技术,2006,34(6).
- [2] 郭昭学,李早元,段长春,等.国内目前固井面临的新问题及发展方向[J].钻采工艺,2007,30(4).
- [3] 安少辉,刘爱萍,邹建龙,等.川渝地区复杂深井固井技术[J].钻井液与完井液,2011,28(B11):26-29.
- [4] 张涛,王治国,陈超,等.复杂深井固井技术在跃进区块的现场实践[J].钻采工艺,2015(4):38-40.