

## 提高水平井固井质量的技术措施

任少明

中国石油集团长城钻探工程有限公司固井公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i3.1678

**[摘要]** 近年来,基于社会经济的持续发展以及工业化水平的提升,促进了油气资源需求日渐增加,使得油气资源开采力度得到不断加大。而部分油气资源开采受制于开采条件,比如钻井技术与开采环境等局限,不适合直井开采形式的应用,而选用水平井开采形式。对于水平井开采形式的应用而言,其主要是为了增加油气层的裸露面积,通常应用在薄油气层、裂缝性油气层等,是一种特殊油气资源开采形式,水平井的斜角接近或达到 $90^{\circ}$ ,而且在目的层具有相当长的水平井段。并且水平井开采形式有助于保障油气开采的安全稳定以及提升油气采收率等优势,具体而言,水平井开采形式的应用能够减小钻井平均密度、增加裂缝性地层的油气产量;经过扩大井眼和地层的接触面积等,以达到提升油气产能等目的;结合油气分布确定钻井走向,在减少水气推进的基础上,提升油气采收率。而固井作为保障水平井开采顺利实施的重要环节之一,在实际的水平井开采时,必须确保固井质量。但是受限于主客观原因,使得水平井固井质量的提升会受到很多因素的影响,所以必须采取有效的技术措施予以应对。并且固井环节一般为一次性工程,因此在实施固井作业时,必须做好作业区域地层的勘察工作、合理选用设备工艺等,同时科学开展固井设计,以达到提升水平井固井质量目的,旨在提升油气资源开采效率以及促进社会经济发展。

**[关键词]** 水平井; 固井; 工艺技术; 质量; 影响因素; 技术措施

**中图分类号:** TE256 **文献标识码:** A

### Technical measures to improve the quality of horizontal well cementing

Shaoming Ren

CNPCGreat Wall Drilling Engineering Co., Ltd. Cementing Company, Panjin City

**[Abstract]** In recent years, based on the sustained development of social economy and the improvement of industrialization level, the demand for oil and gas resources has been increasing day by day, leading to a continuous increase in the exploitation of oil and gas resources. However, the extraction of some oil and gas resources is limited by mining conditions, such as drilling technology and mining environment, and is not suitable for the application of vertical well extraction. Instead, horizontal well extraction is chosen. For the application of horizontal well mining, it is mainly to increase the exposed area of oil and gas layers, usually used in thin oil and gas layers, fractured oil and gas layers, etc. It is a special form of oil and gas resource extraction, with a horizontal well inclination angle close to or reaching  $90^{\circ}$ , and a considerable length of horizontal well section in the target layer. Moreover, the use of horizontal well extraction forms helps to ensure the safety and stability of oil and gas extraction, as well as improve oil and gas recovery rates. Specifically, the application of horizontal well extraction forms can reduce the average drilling density and increase oil and gas production in fractured formations; By expanding the contact area between the wellbore and the formation, the goal of improving oil and gas production capacity is achieved; Determine the drilling direction based on the distribution of oil and gas, and improve the oil and gas recovery rate while reducing water and gas advance. As one of the important links to ensure the smooth implementation of horizontal well exploitation, cementing must ensure the quality of cementing during actual horizontal well exploitation. However, due to subjective and objective reasons, the improvement of cementing quality in horizontal wells will be affected by many factors, so effective technical measures must be taken to cope with it. Moreover, the cementing process is generally a one-time project. Therefore, when implementing cementing operations, it is necessary to conduct geological surveys of

the operating area, select equipment and processes reasonably, and scientifically carry out cementing design to improve the quality of horizontal well cementing, aiming to improve the efficiency of oil and gas resource extraction and promote social and economic development.

[Key words] horizontal well; Cementing; Process technology; Quality; Influencing factors; technical measures

随着油气资源需求的日益增加,加大了油气资源的开采力度。而受限于开采作业条件,比如钻井技术与开采环境等,不适合直井开采形式的应用。而合理选用水平井开采形式,能够减小小钻井平均密度、增加裂缝性地层的油气产量;经过扩大井眼和地层的接触面积等,以达到提升油气产能等目的;结合油气分布确定钻井走向,提升油气采收率。但是固井作为保障水平井开采顺利实施的重要环节之一,其质量控制在实际的水平井开采过程中会受到很多因素的影响,所以为了保障固井质量以及促进水平井开采的顺利实施,必须结合实际条件,采取有效的技术措施应对影响固井质量的相关因素,旨在促进油气资源开采效率的提高。

### 1 水平井固井的主要工艺要点

水平井固井工艺比较多,比如准备工作要点、下套管、套管固井等工艺,具体而言为:

1.1准备工作要点。比如设备准备工作,包括下套管工具,悬吊系统、吊卡、灌钻井液管线以及钻井液罐等;井眼准备包括电测通井、循环,在井眼底部打入润滑钻井液,洗井等。

1.2下套管作业工艺要点。首先做好相关设施的外观等检测工作,包括套管及其附件、工具等;结合设计要求,合理布设扶正器,并控制套管下放速度;套管下放结束后,再应用钻井液开展洗井作业。

1.3套管固井作业工艺。主要包括一开套管固井与二开套管固井;其中一开套管固井需要结合套管能够承受的浮力开展作业,并且保障密封插头处的密封效果,同时在水泥浇筑结束后,需要合理施加坐封压力;对于二开套管固井工艺来说,其作业流程为:循环钻井液→注前置液→注水泥浆→压胶塞→替水泥浆→碰压→候凝。

### 2 水平井固井质量的主要影响因素

2.1地层因素的影响。水平井开采的固井环节会受到作业区域岩石地质的地层多样性以及复杂性等因素影响。比如地层的渗透率以及压力等参数影响,假如地层渗透率过高,将影响水泥和地层的粘接强度;并且低压地层会存在泄漏现象,如果水平井为高压地层,就会造成流体浸入或井喷现象,严重制约了固井质量,而且高压地层还会降低其与水泥的粘结质量。

2.2钻井液、前置液以及固井液因素的影响。钻井液、前置液以及固井液等都是水平井开采的主要介质,其相关参数是否达标与固井质量密切相关。在水平井固井作业时,部分单位过于注重经济效益,在钻井过程中,未在钻井液中添加适量的辅助剂,造成钻井液的相关性能没有达到钻井要求,从而影响了钻井质量;在实际的水平井固井作业开展过程中,基于前置液的参数未达标(比如润湿性和触变性等参数),导致井壁没有得到迅速浸

湿,增加了岩屑颗粒的产生,从而影响到固井质量。就固井液性能参数影响其质量而言,主要体现在其密度、粘度以及过滤等性能参数,假如这些性能参数未达标,将会制约固井环节的质量控制。

2.3工艺设备因素的影响。就水平井固井工艺来说,其涉及到固井过程中的所有环节,比如井眼处理的具体工艺主要体现在清洗、除砂以及壁液处理等方面,这些工艺不仅影响到井眼处理的顺利开展,也关系到固井质量;固井液性能及其流量关系到固井材料的浇筑及其压力控制,对于固井质量的影响也比较大。对于水平井固井设备而言,其正常运行对于提升固井质量非常关键。常见的固井设备主要有固井泵、管线以及防喷器等,这些设备必须结合水平井固井的实际进行选型,同时确保设备的性能参数达到固井施工要求,从而使其达到提升固井质量目的。假如固井泵中的固井液流量与压力等参数未能达到固井作业标准,将会严重影响固井质量。此外如果固井设备中的管线与防喷器等存在问题,将严重影响其正常运行,并且可能出现堵塞以及喷漏等问题,从而影响到固井质量的提升。

2.4井眼与井身质量因素的影响。水平井固井作业过程中,由于存在施工场地复杂、施工难度大以及施工作业要求等原因,使得井眼与井身容易出现质量问题。而井眼与井身质量会直接影响到固井质量的提升,其中井眼质量与其形状和直径等参数密切相关。比如井眼形状存在不规则(比如凹凸形状等),就会造成固井材料未能对固井位置实施全部填充,从而制约固井质量;假如井眼直径超过水平井的设计要求,也将会影响到固井质量。就井身质量而言,主要是针对其光滑性能参数,如果井身的光滑性未达到规定要求,则会造成固井质量问题。

2.5套管下放及其居中因素的影响。水平井中的套管下放居中与固井质量密切相关。具体而言,(1)套管下放因素。水平井固井作业中的套管下放是否顺利与井眼井身的质量密切相关,然而由于地层倾角、钻具以及从业人员专业技能等原因的影响,并且由于倾角的影响,会造成套管下放过程中的摩擦力增大问题,甚至存在套管无法下放现象(只能通过顶部的驱动力来达到套管下放目的),从而造成套管下放不合理以及影响到固井质量的提升。(2)套管居中因素。水平井固井作业过程中,由于水平井的斜角问题,增加了套管居中的难度,如果没有合理运用辅助设施(比如扶正器等),则会影响到套管居中,从而制约了固井质量的提升。

2.6水泥浆性能因素的影响。水平井固井作业过程中的水泥浆性能对固井质量影响比较大,比如水泥浆的密度、失水率与析水率等相关性能参数未达到固井作业要求,会造成渗透以及油气水窜等问题,从而影响到固井质量的提升。

### 3 提高水平井固井质量的技术措施

3.1 做好地层的补偿工作来达到固井质量提高目的。基于地层对水平井固井质量的影响比较大,所以需要结合固井作业实际,合理运用不同方式来补偿不达标的地层条件。具体表现为:第一,运用降失水剂来降低地层吸水,从而达到水泥浆失水问题的控制目的;第二,运用防漏水泥浆以及多凝水泥浆等,从而使地层泄漏得到有效控制以及促进固井质量的提高;第三,对特殊地层采取优化水泥浆的使用方式来提高固井质量,比如固井作业时,优化盐水水泥浆的使用,以达到防止盐侵入地层目的,从而增强地层与水泥浆的粘接能力;此外还可以通过在水泥浆中添加辅助剂(比如添加石英砂等),以增加高温地层中的水泥石强度,减小水泥石强度衰退。

3.2 严格钻井液、前置液以及固井液的合理选用。作为水平井开采的重要介质,钻井液、前置液以及固井液的合理选择直接影响到固井质量的提高。其中选用钻井液时,需要结合水平井钻井过程的具体实际,对钻井液配比进行科学设计,以保障其性能达到钻井要求,比如水平井在钻井时的倾角大于 $45^{\circ}$ 时,通常会结合规定要求与实际状况,在钻井液中添加适量的相应辅助剂(常见的有润滑剂以及石墨等),防止钻井过程中存在钻头卡顿现象,从而确保钻井作业的顺利实施。为了发挥前置液在水平井开采中的应用价值,其选用时,必须确保前置液的性能达到作业要求,比如其应具有较好的润湿性、触变性以及悬浮性等,从而增强井壁的亲水性,以达到提升粘结强度以及使岩屑颗粒悬浮等目的。对于固井液的选用来说,需要结合地层压力以及井眼的稳定性实际,来调整其密度、粘度以及过滤等性能参数,提高井眼的防渗水平以及保障井壁稳定,旨在使固井质量得到提高。

3.3 改进工艺以及提升设备性能。水平井固井工艺涉及内容比较多,比如就井眼处理工艺而言,其包括清洗、除砂以及壁液处理等工艺内容,确保这些工艺的顺利实施以及持续对其进行改进,有助于提高固井质量。目前常用的固井设备一般有泵、管线以及防喷器等,其中提升固井泵的性能,可以使其参数达到实际工作要求(比如流量与压力等参数),从而实现固井质量的提高;加强固井作业中的管线、防喷器等设备性能提升,有助于避免堵塞与喷漏现象,以保障固井质量。

3.4 加强井眼与井身质量控制。实际开展水平井固井作业时,会受到场地、环境以及工艺技术等因素的制约,影响到井眼与井身质量,并且井眼与井身的质量与其形状、直径以及光滑性能等参数密切相关,所以必须采取有效措施加强井眼与井身等参数的控制。具体而言,第一,水平井固井作业前,必须结合施工区域勘察的地质参数,科学编制施工方案,明确井眼与井身建设的质量要求,并且确定水泥注入量;第二,确保井眼与井身设计满足水平井建设要求,使井眼运行轨迹和水平井中轴线相符;第三,合理运用钻井液对井壁实施处理,以防止坍塌以及保障井壁光

滑,旨在促进固井质量的提高。

3.5 合理开展下套管作业。为了确保水平井固井作业中的套管下放顺利进行及其居中,必须结合固井作业现场实际,合理运用浮动套管技术以及应用扶正器。比如结合水平井固井作业现场,可以应用强度高以及摩擦系数低的弹性扶正器,这样不仅能够减小摩擦,还能保障套管下放的合理性以及达到居中目的,以规避地层倾角造成的影响,从而使固井质量得到提高。

3.6 强化水泥浆的合理设计。基于水泥浆的密度、失水率与析水率等参数对水平井固井质量的影响,所以必须对水泥浆进行合理设计。具体而言,主要表现为:第一,选用稳定性好、抗沉降性强的水泥原材料;第二,结合固井要求,强化水泥浆制作的温度、时间等控制;第三,调整水泥浆的密度、失水率与析水率等参数,确保其符合固井质量要求。

### 4 结束语

综上所述,近年来,随着社会经济的持续发展以及工业化水平的提升,促进了油气资源需求日渐增加,使得油气资源开采力度得到不断加大,同时促进了水平井在油气资源开采中的广泛应用。而固井作为水平井开采的重要环节之一,其质量关系到整个水平井开采的顺利实施。但是由于固井质量的提高会受到很多因素的影响,所以为了确保水平井开采的顺利实施,必须加强对提高水平井固井质量的技术措施进行分析说明。

#### [参考文献]

- [1]孙世超,蔡雨格.水平井固井关键技术的尝试性实践[J].化工管理,2020(4):192-103.
- [2]马丁,于汝丰,姜兆阳.侧钻水平井固井水泥浆实验方法研究及外加剂优选[J].内蒙古石油化工,2020(04):198.
- [3]范佳旭.水平井固井技术研究与应用[J].石油石化物资采购,2022(01):55-57.
- [4]张在平.影响固井质量因素分析及对策探析[J].西部探矿工程,2020(03):47-48.
- [5]刘行臣.水平井固井质量的影响因素及对策分析[J].石化技术,2021(02):162-163.
- [6]代磊,周建国,邓裕.水平井固井技术研究与应用研究[J].石油石化物资采购,2021(31):78-80.
- [7]刘广军.固井质量影响因素分析与提升对策[J].科学大众,2021(10):296-298.
- [8]杨鸿波,陈国军,张国光.M油田盐膏层精细动态控压固井技术[J].天然气勘探与开发,2021(04):72-79.
- [9]白云翔.油气田水平井测试技术研究[J].中国资源综合利用,2022(07):3.

#### 作者简介:

任少明(1989--),男,汉族,山西省运城市人,本科,研究方向:固井技术。