

页岩气水平井多层裂缝水力压裂技术研究

李艳宏

(中石化江汉石油工程公司井下测试公司 408014)

摘要: 我国的页岩气资源十分丰富,但是,页岩气田的大规模开发的起步却比较晚,目前正处于初始和快速发展阶段。本文通过页岩气水平井多层裂缝水力压裂技术的原理和现状,以及存在的技术难题和原因分析,提出相应的对策,力求在页岩气开发上取得一些新认识,为相关人员提供一定的参考和借鉴。

关键词: 多层裂缝; 页岩气; 水平井; 压裂技术研究

页岩气主要储存于富含有机质的泥页岩中,以及夹层状态的泥质粉砂岩、灰岩、砂岩和白云岩混合岩相等类型的地层中,其构成部分主要是吸附气和游离气两种成份。页岩气藏的烃源岩一般都是沥青质,或者是富含有机质的暗色泥页岩,以及高碳泥页岩类。页岩气藏的储层厚度一般在15~100m之间,孔渗的条件差,通常需要通过压裂改造才能生产出工业产量。但是,在页岩气藏储层的压裂改造会受到多种因素的影响,其中包括多层裂缝的影响。本文主要是通过页岩气水平井多层裂缝水力压裂技术研究,为页岩气水平井的压裂提供一定的理论和实践支撑。

1、页岩气储层压裂的原理和现状及存在的技术难题

1.1 页岩气储层水力压裂的基本原理

我国页岩气资源的丰度低,为了达到储量动用的目的,必须对页岩气储层进行压裂改造,目前用得比较多的是水力压裂,其基本原理是:利用地面的高压泵,通过井筒向储气层挤注压裂液。当压裂液注入的速度超过储层的吸收能力时,储层就会被压开而产生裂缝。如果不向储层挤注压裂液,裂缝也会在储层内部扩张。为了让裂缝始终处于张开状态,可以继续向储层挤入携砂液,在携砂液进入裂缝以后,一方面能够让裂缝继续延伸,另一方面也能够支撑已经压开的裂缝,防止其闭合。页岩气储层在实施水力压裂之后,产气量一般会大幅度增长。

1.2 页岩气储层压裂的现状

我国的耕地比较紧张,在页岩气的开采中许多情况下都采用水平井来开采,水平井的最大井斜角一般都达到或接近于90°,不得不小于86°,而在井里的目的层中一般要维持一定长度的水平井段,有时为了谋求一些特殊需要,最大的井斜角甚至会超过90°。水平井除了是为了节约耕地,更是适用于薄的油气层或者是裂缝性的油气藏,可以增大油气储层的裸露面积,便于油气藏的开采,因此在页岩气的开采中水平井被得到广泛地应用。

1.3 页岩气水平井压裂面临的难题

在页岩气储层的水平井压裂中,由于各个裂缝尺寸往往处于不断增大之中,一方面是在同一纵向上每一个裂缝可能会连接起来构成一个大裂缝,另一方面是不同纵向上小裂缝也可能发展成另外的大裂缝,最终形成多个大裂缝的纵横延伸,由此构成多层裂缝。而这些大裂缝往往都会对后续的水平井压裂带来不利的影响,由于个别裂缝的裂缝口宽度、曲折度等原因,有可能造成砂堵;或者是由于加砂工艺原因而发生砂堵。因此,在页岩气储层的压裂施工中,多级裂缝会给水平井压裂施工带来诸多不利的影响。

2、页岩气储层多层裂缝产生的原因分析

2.1 地应力状况对多裂缝的影响

当水平地应力接近或者是相等时,这时井眼周向的破裂压力就不会有太大的差别,在各周向角处容易开启裂缝,由于有的裂缝的转向角可能会比较大,往往会造成裂缝轨迹上的弯曲和摩擦阻力上升,会开启更多的裂缝。而在同一纵向上所开启的裂缝,由于地应力的作用各个小的裂缝容易连接,可能会发展成为大裂缝;如果不同纵向的射孔同时开启,容易形成多个大裂缝。

2.2 天然微裂缝对多裂缝的影响

由于天然裂缝的存在,也会促进多裂缝形成。如果在射孔孔眼的周围有天然微裂缝,而天然微裂缝处的抗张强度往往为0,而在不

存天然微裂缝的周围抗张强度往往会有几个兆帕。因此,在存在天然裂缝的地方容易产生多级裂缝。

2.3 井斜与地层倾斜对多裂缝的影响

由于井的斜度增大,裂缝开始起裂时方位不是铅直的,于是,裂缝在近井地带因为存在从一定倾角到铅直的发展,从而导致裂缝内摩擦阻力上升,往往会导致多个裂缝不能连接,容易产生多级裂缝,这也是斜井压裂困难的原因。

2.4 射孔对多裂缝的影响

由于射孔相位角和射孔位置的差别会对多级裂缝的形成带来影响,同时,因射孔的孔密不同,除了影响射孔的具体角度外,射孔的孔密是多级裂缝形成的另一个因素。另外,由于射孔段的厚度不同,在同一个纵向和周向相同之处的各射孔的破裂压力不同,存在一定的差别,因此会沿着井筒轴向,并容易起裂,在多个射孔孔眼里就会产生多个人工的微裂缝。还有因射孔方式的不同,会为裂缝起裂创造机会,从而带来多级裂缝的形成。

3、水平井水力压裂中多裂缝的预防对策

3.1 多裂缝的预防方法

(1) 在页岩气水平井压裂中,因为水平井的斜度大,斜角一般都达到或接近于90°,甚至超过90°,容易产生多级裂缝,最好在压裂之前采用定向射孔,并将射孔的井段控制在合理的范围,选择合理的射孔方式,做到射孔枪要避免微环面的影响,从而增加射孔的密度,便于裂缝的连接。(2) 对于在压裂过程中已经产生了多级裂缝的储层,可以通过采取段塞技术创造主裂缝,主要包括粘性段塞与支撑剂段塞两个方面的段塞技术。其做法包括减小水平井射孔的井段跨度,采用支撑剂的段塞技术,从而增大泵的注排量,提高注入液体的粘度,可以提高水平井压裂施工的成功率。

3.2 水平井多级裂缝的预防实例分析

2015年9月,某油田对页岩气水平井TK241井进行加砂压裂。该井的主要设计要求是:(1)在前置液阶段,必须采取段塞粉陶加砂工艺,以利于降低缝内的摩阻,堵塞地层的裂缝产生,降低地层的滤失,以便利于主导缝的生成,从而降低加砂的难度;(2)支撑剂选择0.3~0.4mm的小粒径陶粒段塞。在加砂的过程中,砂比以低起点、小台阶为原则,最大限度地实现线性加砂。通过以上主要设计要求的落实,使该井的加砂压裂施工获得了成功。

4、结论

我国的页岩气资源十分丰富,在页岩气田的大规模中为了有效节约耕地,并在薄的油气层或者是裂缝性的油气藏实施页岩气的开发,广泛地采用水平井,但在页岩气的水平井多层裂缝水力压裂中依然存在一些技术难题,必须不断改进压裂工艺技术,取得页岩气储层改造的最好效果,促进页岩气田开发水平的持续提高。

参考文献:

- [1] 张瑛堃.页岩气储层水力压裂扩展有限元模拟方法及应用[J].天然气地球科学,2020(12):87~88.
- [2] 任岚.页岩气水平井重复压裂产能数值模拟[J].天然气勘探与开发,2019(06):65~66.
- [3] 薛仁江.济阳坳陷页岩储层水平井裂缝扩展数值模拟[J].西南石油大学学报,2019(03):85~86.