

低渗油藏人工裂缝监测技术在现河地区的应用

肖淑明, 吕志强, 郭志华, 刘雪青

(中石化胜利油田分公司现河采油厂, 山东东营 257068)

[摘要] 针对高压低渗透油藏渗透率低、孔隙度小的特点,在压裂改造时进行裂缝监测,根据监测出的裂缝方位(方向)、裂缝长度、裂缝的高度(范围)和产状以及地下主应力的方向,为下步布井和井网调整提供了依据。2008年以来,现河地区已成功实施裂缝监测79井次,为低渗透油藏的高效开发提供了有力支持。

[关键词] 裂缝监测;低渗透;压裂

[中图分类号] TE348 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2012)04-0065-05

1 前言

现河采油厂低渗透油藏目前已探明含油面积148 km²,地质储量11 685.27万t,已动用含油面积108.29 km²,动用地质储量9 583.67万t,储量投入规模、产量比重逐年加大,是采油厂可持续稳定发展的重要阵地。低渗透储层具有埋藏深、渗透率低、孔隙度小的特点。水力压裂是改造油气层的有效方法,是油水井增产增注的重要措施。为了了解压裂时产生裂缝的方位(方向)、裂缝长度、裂缝的高度(范围)和产状以及地下主应力方向,为布井和井网调整提供依据,避免油井发生水淹、水窜现象,因此需要进行压裂裂缝监测。

裂缝监测有多种方法,如示踪剂方法、电位法、地倾斜方法等。示踪剂方法滞后,可靠性受监测井的周围分布井所在位置的限制;电位法受气候、深度限制,且需较多的测点,测区范围有限;地倾斜方法也受深度限制,且与覆盖层厚度、品质有关,需较多的测点,测区范围有限;只有微地震方法即时,控制范围大,适应面广,近年来得到广泛应用^[1]。

2 微地震监测技术的基本原理

压裂或高压注水时,由于地层压力的升高,根据摩

尔-库伦准则,沿着裂缝边缘会发生微地震。记录这些微地震,并根据微地震走时进行震源定位,由微地震震源的空间分布可以描述人工裂缝轮廓。微地震震源空间分布在柱坐标系3个坐标面上的投影,可以给出裂缝的三视图,分别描述人工裂缝的长度、方位、产状及参考性高度^[2]。监测使用平面微地震台网,该台网6分站,无线传输,主站记录分析,可以实时显示记录、分析结果,从主站计算机屏幕上可以实时看到人工裂缝发育趋势。图1是监测台站布置示意图。

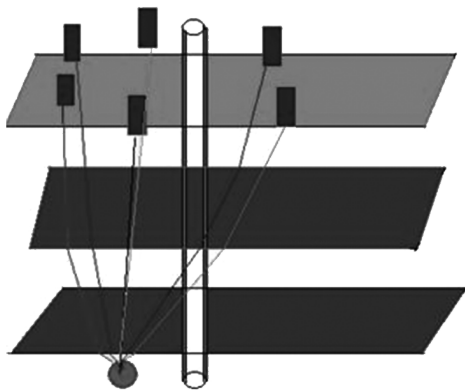


图1 微地震台网分布图

Fig.1 Monitoring station distribution of microseismic

用6个放在地面上的地震仪,接收来自同一个

[收稿日期] 2012-02-14

[作者简介] 肖淑明(1964—),男,江西丰城市人,博士,高级工程师,从事油田开发管理和研究工作;E-mail:smingxiao@163.com

地震源的地震波到时,由于地震波到达不同的台站,路径不同,到时也不同,用到时差计算出微地震位置。依据微地震震源特征,地震波传播理论和微地震信号识别理论,用监测得到的微地震点的空间分布及其三视图描述人工裂缝轮廓,实时给出人工裂缝监测结果^[3]。

3 微地震监测技术的应用情况

近年来,加大人工裂缝监测力度,尤其是2011年以来,对每口压裂井均进行裂缝监测,为油田布井、井网调整、注水方案调整提供依据。

3.1 实施人工裂缝监测,为新区产能建设方案井网部署提供参考

针对近几年低渗油藏新建产能块的方案评价井、滚动井进行裂缝监测,为井网部署提供了依据。

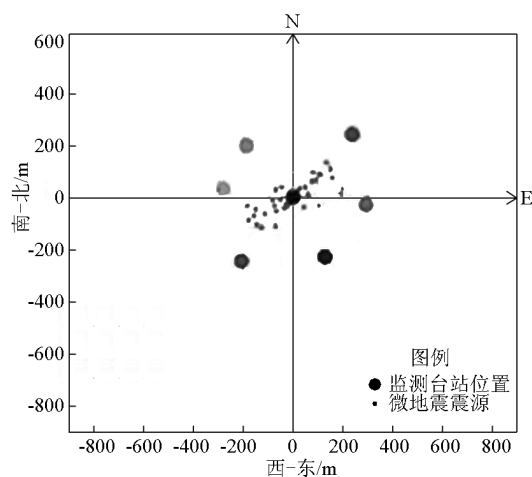


图2 王664-斜2井人工裂缝监测结果平面图
Fig. 2 Plan view of microseismic monitoring result for Well Wang664 - inclined 2

如王664块,为2008年新建产能块,含油面积1.44 km²,石油地质储量81.24 × 10⁴ t,主力油层为沙四段,油藏埋深2600 m,孔隙度19.5%;渗透率23.5 × 10⁻³ μm²,压力系数1.05,地温梯度3.6 °C/100 m,为一常温常压、中孔、低渗透、稀油构造-岩性油气藏。

为了解区块应力方向,对王644-斜2井进行压裂裂缝监测,如图2、图3所示,其压裂参数及进水裂缝尺度见表1。

王644-斜2井压裂监测的人工裂缝方向为北东东向,主缝北东东向,有3个显著的支缝,为北东东向、北东东向、北西向。

再对王644-6井进行压裂裂缝监测,如图4、图5所示,其压裂参数及进水裂缝尺度见表2。

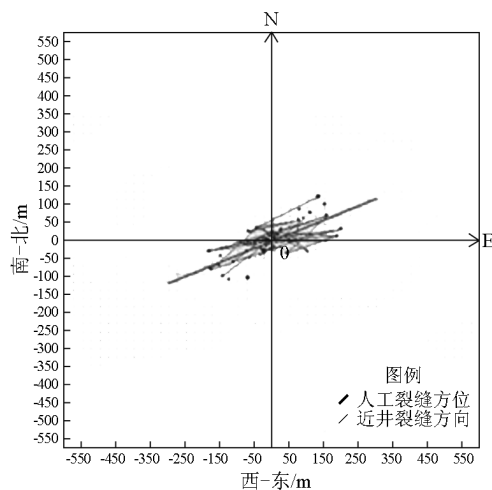


图3 王664-斜2井压裂近井裂隙分布图
Fig. 3 Fissures distribution of microseismic monitoring result for Well Wang664 - inclined 2

表1 王644-斜2井压裂参数及进水裂缝尺度

Table 1 Microseismic monitoring result for Well Wang 664 - inclined 2

统计方位/(°)	进水裂缝长度/m	西翼进水裂缝长度/m	东翼进水裂缝长度/m	进水裂缝高度/m	倾角/(°)	倾向	主缝走向	支缝走向
北东 66.9	210.7	105.8	104.9	16	3	东南	北东	北东、北东东、北西向

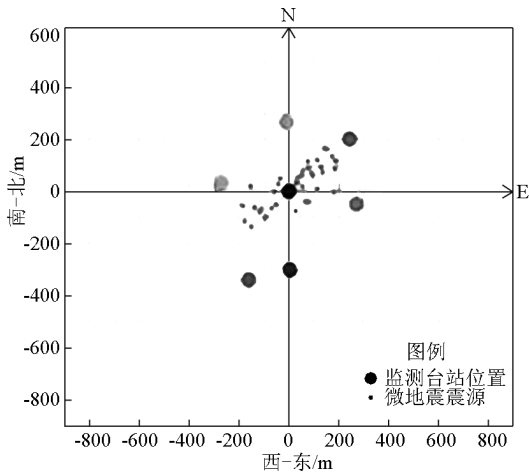


图4 王664-6井人工裂缝监测结果平面图
Fig. 4 Plan view of microseismic monitoring result for Well Wang 664-6

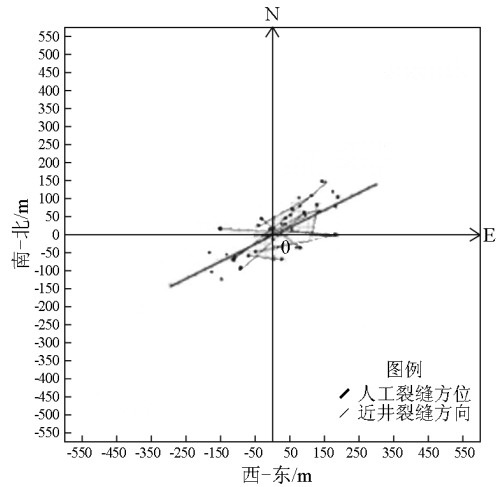


图5 王664-6井压裂近井裂隙分布图
Fig. 5 Fissures distribution of microseismic monitoring result for Well Wang 664-6

表2 王644-6井压裂参数及进水裂缝尺度

Table 2 Microseismic monitoring result for Well Wang 664-6

统计方位/(°)	进水裂缝长度/m	西翼进水裂缝长度/m	东翼进水裂缝长度/m	进水裂缝高度/m	倾角/(°)	倾向	主缝走向	支缝走向
北东 62.3	208	101.9	106.1	16	0	直立	北东	北东、北西、北西西向

王644-6井压裂监测的整体人工裂缝方向为北东东向,主缝北东东向,有3条显著的支缝,为北东东向、北西向、北西西向。

根据王664-斜2、王664-6井的压裂裂缝监测结果,对部署井网进行适当调整,避开在水井注水主流线方向部署油井,因边部储层变薄,物性变差,适当缩短井距,增加储量控制程度,如图6所示。采用350 m × 250 m正方形井网,部署油水井13口。区块投入开发后,当年建产能2.7万t。

3.2 实施人工裂缝监测,为动态分析、注采调整提供依据

3.2.1 搞清裂缝方向,调整注采井网

如对老区油井河148-斜35井进行压裂裂缝监测,如图7、图8所示。

河148-斜35井压裂监测的人工裂缝方向为北东东向。主缝北东东向,有两条显著的支缝,为北

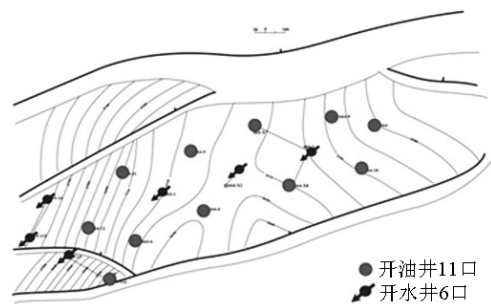


图6 王664断块注采井网图
Fig. 6 Water-flooding well net for failure block Wang 664

东向、北西西向。高度不平稳,由东向西升起;两翼裂缝长度不对称,西翼偏长。近井原生裂隙中等发育,为北东东向、北东东向、北西向、北西西向。倾角为6°,裂缝面倾向东南,见表3。

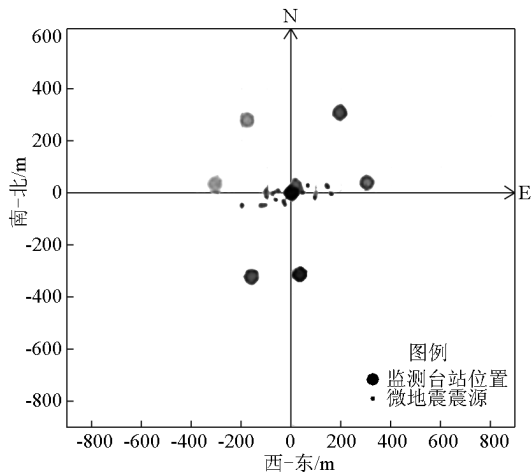


图7 河148-斜35井人工裂缝监测结果平面图

Fig. 7 Plan view of microseismic monitoring result for Well He148 - inclined 35

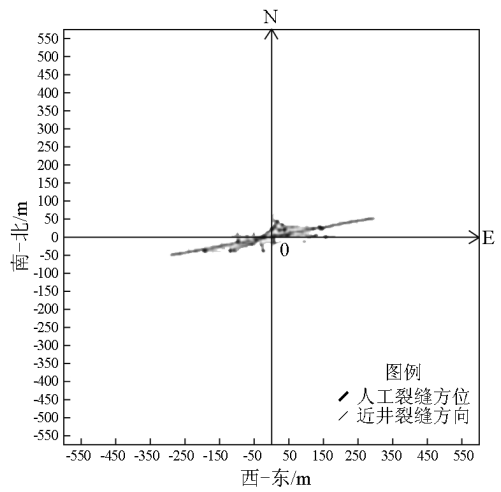


图8 河148-斜35井压裂近井裂隙分布图

Fig. 8 Fissures distribution of microseismic monitoring result for Well He148 - inclined 35

表3 河148-斜35人工裂缝参数及进水裂缝尺度

Table 3 Microseismic monitoring result for Well He148 - inclined 35

统计方位/(°)	进水裂缝长度/m	西翼进水裂缝长度/m	东翼进水裂缝长度/m	进水裂缝高度/m	倾角/(°)	倾向	主缝走向	支缝走向
北东 78.9	138.7	78.9	59.8	21.3	6	东南	北东东	北东、北西西

根据河148-斜35井压裂裂缝监测结果,裂缝方向为北东78.9°,关注水井水驱方向,避免水淹水窜,转注河148-斜25、河148-斜35,对应油井均出现见效情况,如油井河148-斜27井,见效后日产油能力由0.9 t达到8.6 t,累计增油0.36万t。

3.2.2 搞清裂缝方向,水井调配避免水淹水窜

2010年对河143-斜77井的压裂过程进行了监测,如图9、图10所示,其人工裂缝参数及进水裂缝尺度见表4。

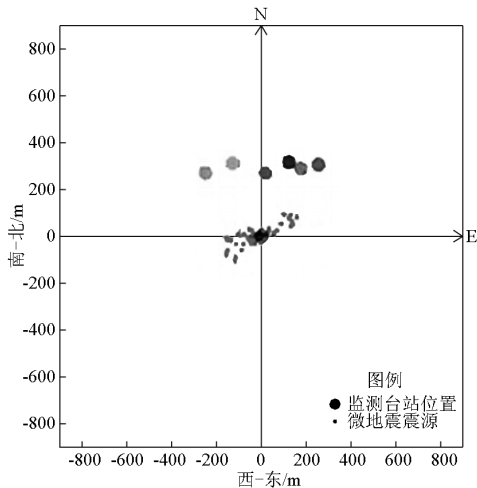


图9 河143斜77井人工裂缝监测结果平面图

Fig. 9 Plan view of microseismic monitoring result for Well He143 - inclined 77

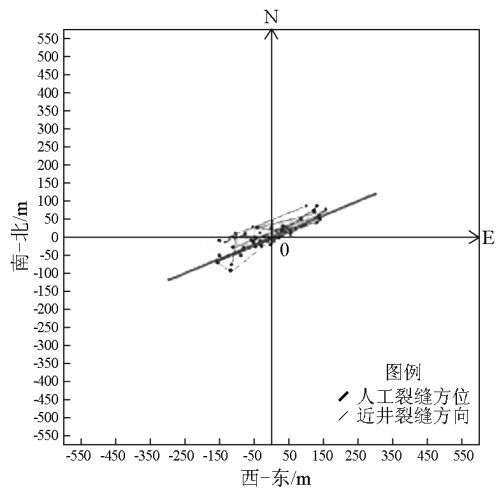


图10 河143-斜77井压裂近井裂隙分布图

Fig. 10 Fissures distribution of microseismic monitoring result for Well He143 - inclined 77

表4 河143-斜77人工裂缝参数及进水裂缝尺度

Table 4 Microseismic monitoring result for Well He143 - inclined 77

统计方位/(°)	进水裂缝 长度/m	西翼进水裂缝 长度/m	东翼进水裂缝 长度/m	进水裂缝 高度/m	倾角/(°)	倾向	主缝走向	支缝走向
北东 66.1	194.7	97.2	97.5	24	1	西北	北东	北东东

河143-斜77井压裂监测的人工裂缝方向为北东66.1°,与水井河143-斜44井水驱主流线方向基本一致,为避免出现水淹水窜现象,及时对水井河143-斜44井进行动态调配,由40 m³/d调整到15 m³/d,有效控制了油井河143-斜77井的含水上升,目前该井日油5.4 t/d,含水14%,仍控制在低含水阶段。

2008年以来,现河地区已成功实施裂缝监测79井次,为低渗透油藏注采井网部署、动态分析和注水方案调整提供了依据,为低渗透油藏的高效开发提供了有力保障。

4 结语

1)人工压裂裂缝监测可以为油田布井、井网调

整、注水方案调整提供依据,对油田开发具有重要意义。

2)通过对压裂层段裂缝方位、长度、高度等的深入了解,可以加深地质工程师对区块的认识,确保油水井措施制定、注采方案调整的准确可靠。

参考文献

- [1] 刘建中,王春耘,刘继民,等.用微地震法监测油田生产动态[J].石油勘探与开发,2004(2):71-73.
- [2] 梁兵,朱广生.油气田勘探开发中的微震监测方法[M].北京:石油工业出版社,2004.
- [3] 张景和,孙宗硕.地应力、裂缝测试技术在石油勘探开发中的应用[M].北京:石油工业出版社,2001.

Application of artificial fracturing for low permeable reservoir in Xianhe region

Xiao Shuming, Lv Zhiqiang, Guo Zhihua, Liu Xueqing

(Xianhe Oil Production Plant, Shengli Oilfield Company
of SINOPEC, Dongying, Shandong 257068, China)

[Abstract] Aiming at the characteristics of low permeability and small porosity of high pressure low permeable reservoir, fracturing mapping was employed during transformation. Information of fracture azimuths (direction), length, height (range), occurrence and directions of underground principle stress provides basis for oncoming well placement and well network optimization. Since 2008, 79 fracturing mapping have been performed successfully in Xianhe region, which offers great support for the increasing development of low permeable reservoir.

[Key words] fracturing mapping; low permeability; hydraulic fracturing