

织金工区煤层气水平井压裂砂堵分析与应对措施

祝贺

(中国石化华东石油工程有限公司工程技术分公司,江苏 扬州 225000)

摘要:水平井分段加砂压裂是目前煤层气开发的一种重要方式。结合织金工区压裂施工实例,对煤层气井施工出现砂堵的原因进行剖析,提出了针对性的处理措施,提高了施工成功率,达到降本增效的目的,为织金工区煤层气井开发提供技术保障。

关键词:煤层气;水平井压裂;砂堵

中图分类号:TE357 **文献标识码:**A

Analysis of sand plug and measures of fracturing of CBM horizontal wells

Zhu He

(Engineering and Technology Company, East China Petroleum Engineering Co., LTD., SINOPEC, Yangzhou, Jiangsu 225000, China)

Abstract: Sublevel fracturing with sand of horizontal wells is an important method for the development of CBM. Combined with the fracturing construction examples in Zhijin district, we analyzed the reasons of the sand plug in fracturing and proposed the corresponding measures, thereby, to improve the success rate of the construction and achieve the purpose of reducing the cost and increasing the efficiency. It provided technical guarantee for the development of CBM wells in Zhijin area.

Key words: CBM, fracturing of horizontal well, sand plug

为提高煤层气井单井产量及动用面积,在贵州织金工区部署了水平井进行煤层气开发。织平2井是斜珠藏次向斜的一口煤层气水平井,目的煤层为23号煤,目的层顶底板为1~5 m厚度的砂质泥岩,煤层上下10 m范围内均有致密砂岩,声波时差在210 $\mu\text{s}/\text{m}$ 左右,电阻率在100 $\Omega\cdot\text{mm}$ 左右,无明显含水特征。

织平2井选择可钻式桥塞分段压裂工艺技术,分七段进行施工,每段100 m左右,压裂液配方清水+0.2%助排剂+0.02%杀菌剂,采用8 m^3/min 大排量施工。在进行第二段压裂时出现砂堵,造成施工返工。

1 压裂砂堵施工情况

1.1 压裂施工过程

前置石英砂阶段:液体为活性水,排量8 m^3/min ,

施工压力20.1~24.2 MPa,砂比5%。

中砂阶段:液性为活性水,连续加砂排量8.5 m^3/min ,施工压力18.6~34.4 MPa,连续加砂砂比5%~18%;砂比提至18%后,泵压急速上升至52.2 MPa,停泵处理。

放喷处理井筒,2次尝试以6 m^3/min 处理井筒并再次放喷,最后以6~2 m^3/min 排量逐降排量顶替活性液72.2 m^3 ,顶替过程施工压力16.1~33.1 MPa,施工结束。

1.2 施工曲线及施工参数

施工曲线及施工参数见图1、表1。

1.3 泵送射孔遇阻情况

第二段时间结束后,下第三段泵送射孔至430 m,开始泵送至708 m压力到26 MPa停泵,起至170 m工具串遇卡,工具串能正常下放,一上提就卡。多次尝

收稿日期:2018-10-11。

作者简介:祝贺(1991—),男,助理工程师,压裂技术。

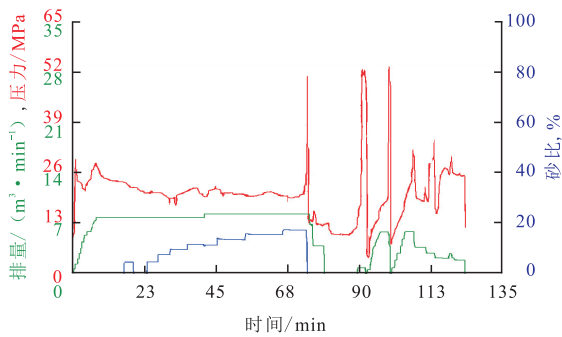


图1 织平2井第2段压裂曲线

Fig. 1 Curves of 2nd part of well-Zhiping-2

表1 织平2井第二段压裂施工参数

Table 1 Fracturing parameters of 2nd part of well-Zhiping-2

参数	值
压裂层位	煤层23#
射孔井段/m	1 450 ~ 1 453
压裂方式	桥塞分段压裂
井别	开发井
桥塞深度/m	1 483
套管直径/mm	Φ139.7×7.72×N80
井口规格	700型
20/40 石英砂/m³	51.8
总砂量/m³	51.8
平均砂比,%	7.29
砂液比,%	8.18
设计砂量/m³	70
加砂完成率,%	74
液量总计/m³	710.3
最高砂比,%	18
携砂液/m³	633.1
顶替液/m³	72.2
施工排量/(m³·min⁻¹)	8 ~ 8.5
施工压力/MPa	16.1 ~ 33.1
开井压力/MPa	9.7
破裂压力/MPa	30.1
停泵压力/MPa	10.4

试解卡失败,实施最终在610 m处从弱点拉断电缆。开始实施打捞工具串及处理井筒。

2 施工分析

2.1 压裂液配方的选取

该井采用活性水作为压裂液基液,活性水携砂能力较弱,且支撑剂采用的是石英砂,施工过程中,

在砂比达到18%时泵注了约一个井筒容积的液量后,发生泵压急速升高。存在水平井压裂过程中,由于砂比过高导致活性水携砂不稳定的可能。

2.2 煤粉的影响

煤岩是易破碎的,在压裂施工中由于压裂液的水力冲蚀作用及与煤岩表面的剪切与磨损作用,煤岩破碎产生大量的煤粉及大小不一的煤碎屑,比重较轻,多在压裂液的冲刷作用下,聚集起来阻塞压裂裂缝的前缘,使得裂缝内压力瞬间增加,容易造成阻塞^[1]。且在处理井筒放喷过程中,部分煤粉可能随着放喷倒回,由于其疏水性,不易分散于水或水基溶液,从而容易形成集聚,导致压裂处理压力过高。

2.3 井眼轨迹的影响

织平2井为水平井,最大井斜角为95.7°,容易造成大井斜角处支撑剂或放喷时的煤粉淤积现象,无法通过常规活性水大排量洗井将沉积物携带干净。导致施工结束后泵送射孔遇阻。

3 施工方案优化

3.1 施工分段优化

强化对煤层分段合理性研究分析,分段数要依据钻遇煤层的特性进行层段的划分,且分段不宜过长,以100 m左右为宜^[2]。

3.2 压裂液的优选

尽可能少地使用添加剂,压裂液材料与煤储层的配伍性要好,降低压裂液成本,压裂液选用清水为主,以减少对煤储层的伤害,同时要保证其携砂能力符合施工要求^[3]。

3.3 支撑剂的选择

使用20/40目石英砂支撑剂,要求石英砂具有良好的球度、圆度、表面光洁度和分选性,抗压强度20~30 MPa。

3.4 施工排量优化

为了防止施工中脱砂,采用较高排量活性水压裂煤层,前置液排量控制在8 m³/min,携砂液阶段视

设备能力尽可能提高排量^[4]。

4 结论

1) 在水平井煤层压裂中,不但要重视煤屑造成裂缝前段的阻塞,也应注意加砂阶段与支撑剂一起造成对井筒裂缝的堵塞^[5]。

2) 在水平井煤层压裂中可提高阶段加砂次数,在施工中处理近井筒处的煤屑。

3) 在发生砂堵后处理井筒时,可以通过调整排量、基液等手段,提高处理井筒的效果。

参考文献

- [1] 唐亮. 压裂井出砂原因分析及防治对策研究[J]. 石油化工应用, 2015, 34(7): 16-19.
- [2] 刘耀光, 赵涵, 王博, 等. 煤层气压裂技术研究[J]. 重庆科技学院学报: 自然科学版, 2011, (4): 85-86.
- [3] 周军民. 水力压裂增透技术在突出煤层中的试验[J]. 中国煤层气, 2009, 35(3): 34-39.
- [4] 卢虎胜, 张俊峰, 李世银, 等. 砂泥岩间互地层破裂准则选取及在裂缝穿透性评价中的应用[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2012, 36(3): 14-19.
- [5] 单学军, 张士诚, 李安启, 等. 煤层气井压裂裂缝扩展规律分析[J]. 天然气工业, 2005, 25(1): 130-132.

(编辑 尹淑容)

(上接第49页)

- viscous CO₂ foams stabilized by nano-particles under high pressure[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2017, 7: 8340-8348
- [12] Arezoo S Emrani, Hisham. Stabilizing CO₂ foam by use of nano-particles[J]. SPE Journal, 2017, 22(2): 494-504.
 - [13] Qichao Lv, Zhaomin L, Binfei Li, et al. Study of nano-particle-surfactant-stabilized foam as a fracturing fluid[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2015, 9: 9468-9477
 - [15] Qian Sun, Zhaomin Li, Songyan Li, et al. Utilization of surfactant-stabilized foam for enhanced oil recovery by adding nano-particles[J]. Energy & Fuels, 2014, 3: 2384-2394
 - [16] 李爱芬, 唐健健, 陈凯, 等. 泡沫在不同渗透率级差填砂管中的调驱特性研究[J]. 岩性油气藏, 2013, 25(4): 120-128.
 - [17] 吴忠正, 李华斌, 郭程飞. 渗透率级差对空气泡沫驱油效果的影响[J]. 油田化学, 2015, 25(1): 83-87.
 - [18] 王其伟, 郭平, 李雪松, 等. 泡沫体系在不同渗透率级差双管模型中的驱油效果[J]. 大庆石油学院学报, 2008, 32(6): 39-42.
 - [19] 钟意. 渗流速度及含油饱和度对起泡剂起泡能力的影响[D]. 成都: 成都理工大学, 2012.
 - [20] 元福卿, 王其伟, 李宗阳, 等. 油相对泡沫稳定性的影响规律[J]. 油气地质与采收率, 2015, 22(1): 118-121.
 - [21] 张星, 赵金省, 张明, 等. 氮气泡沫在多孔介质中的封堵特性及其影响因素研究[J]. 石油与天然气化工, 2009, 38(3): 227-210.
 - [22] 张广卿, 刘伟, 李敬, 等. 泡沫封堵能力影响因素实验研究[J]. 油气地质与采收率, 2012, 19(2): 44-48
 - [23] 李玉英. 泡沫稳定性影响因素及封堵能力研究[D]. 上海: 复旦大学, 2014.
 - [24] 王海波, 肖贤明. 泡沫复合驱体系稳定性及稳泡机理研究[J]. 钻采工艺, 2008, 31(1): 117-121.

(编辑 尹淑容)

(上接第79页)

- in tight gas reservoirs from NMR and density logs[J]. SCA International Symposium, 2005, 53(30): 731-732.
- [3] Miller Ma, Shanley Ey K. Petrophysics in tight gas reservoirs-key challenges still remain[J]. The Leading Edge, 2010, 29(12): 1464-1469.
 - [4] 李建忠, 郭彬程, 郑民, 等. 中国致密砂岩气主要类型、地质特征与资源潜力[J]. 天然气地球科学, 2012, 23(4): 607-615.
 - [5] 白松涛, 万金彬, 等. 基于变岩电 Pickett 图版低孔隙度低渗透率储层流体评价[J]. 测井技术, 2016, 40(6): 694-703.
 - [6] 陈克勇, 张哨楠, 丁晓琪, 等. 致密砂岩储层的含气性评价[J]. 石油天然气学报, 2006, 28(4): 65-68.
 - [7] 董瑞霞, 范晓敏. 致密砂岩气层综合识别方法的改进[J]. 世界地质, 2003, 22(3): 266-270.
 - [8] 曹延旭. 用测井方法识别致密砂岩天然气层[J]. 石油管材与仪器, 2005, 19(3): 63-64.
 - [9] 肖亮, 刘晓鹏, 毛志强. 结合 NMR 和毛管压力资料计算储层渗透率的方法[J]. 石油学报, 2009, 30(1): 100-103.
 - [10] 肖亮. 测井资料在天然气识别中的应用[J]. 新疆石油天然气, 2007, 3(2): 12-16.

(编辑 常燕)