

浅议川西气田几种积液诊断技术

何绪强 (四川德阳联益石油天然气勘探开发有限公司, 四川 德阳 618000)

摘要: 川西气田中浅层平均水气比约 0.32 方 / 万方, 积液始终是困扰气井高效生产的主要因素之一。因此, 采气工艺主要是围绕气井排水采气进行。而井筒积液的准确诊断是各项排水采气工艺开展的前提。本文通过川西气田气井积液诊断方法中的直观分析法进行归纳总结, 明确各类积液诊断方法的原理, 有利于提高积液诊断的准确性从而提升气井排水采气工艺的成功率及效率。

关键词: 川西气田; 排水采气; 积液诊断; 产水井

从自然资源的角度而言, 天然气是一种深埋在地下储集层中的油田气和气田气^[1,2]。这种自然资源本质上是一种以烃类为主, 非烃气体为辅的混合物。与石油、煤炭相比, 天然气的优势更加明显, 具有较多的优点, 如绿色环保、经济实惠、安全可靠、改善生活等。除了作为城市煤气和工业燃料之外, 天然气的用途十分广泛, 主要有如加工工艺、化工工业、压缩天然气等。由于人们越来越重视环境保护, 世界各国对绿色能源的需求逐年增加, 天然气的需求量必然会日益增加^[3,4]。据有关机构统计表明, 2020 年我国天然气产量为 $1888.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 而天然气消费量为 $3253.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 天然气消费缺口依旧比较大, 对外依存度达到了 42.0%, 在一定程度上影响了我国国民经济的发展。因此, 如何提高天然气的储量和产量是目前油气工作者关注的热点和难点。

川西气田位于我国四川盆地的西缘, 主力气藏大概位于地下 6000m, 气田的总面积大概为 138 km^2 , 是一个十分典型的低渗透致密砂岩气田^[4,5]。截止 2020 年 12 月, 川西气田的累计探明储量达到了 $1140 \times 10^8 \text{ m}^3$, 是中石化三大海相大气田之一。川西气田的储层具有十分明显的低渗透率、非均质性较强以及低孔隙度等特点。随着川西气田的开发持续深入, 气井的产液量逐渐增大, 携液也十分困难, 使得气井的产量和压力日渐减小, 极大地增加了川西气田的稳产难度。

1 气井积液的概述

积液的产生是伴随着产水气井产能的持续递减而发生。投产初期, 气井产量较高, 油管内流态为均匀的雾流, 积液随气流平稳带出不足以在井筒形成积液。随着生产的持续, 气井产量递减, 井筒流态进入过渡流, 生产常出现异常。当产气进一步下降, 流态由过渡流变为段塞流, 地面流态是雾流, 井筒中流态则可能变为泡流或段塞流。随产量持续递减, 气流无法将液体携带至地面而形成积液, 气泡突破井底液柱向上运动, 气井已经无法携液, 并持续一段时间, 井筒形成积液, 最终导致气井丧失产气能力^[5,6]。

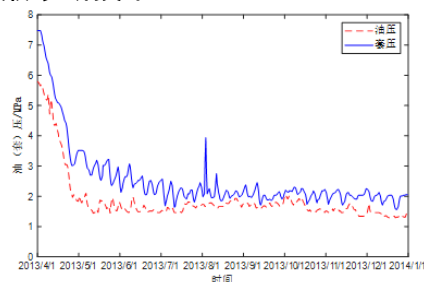
2 气井积液特征分析

一旦气井开始积液之后, 井筒中的液体将会大量积聚, 导致产层的回压增大, 使得气井的产能大幅下降, 情况严重的话会导致气井停产。但是, 如果能够及时发现气

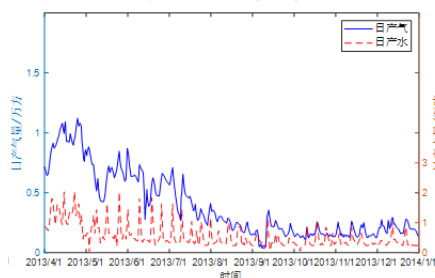
井积液的现象, 就可以使用一些有效的方式来排除气井中的积液, 从而使气井恢复生产^[5,6]。而如果不采取任何措施, 气井的积液就会越来越严重, 则会对气藏造成不可逆转的损害, 因此, 及时发现气井积液对于气井的产能恢复具有十分重要的意义。气井开始积液之后, 主要有以下 4 种特征:

①气井中的两相流型出现改变, 地面会存在液体间喷的现象, 从而出现压力峰值。在气井正常生产过程之中, 气液两相通常是环状流, 而在波纹卡上, 压差会呈现圆盘状, 产量比较平稳, 一旦发生积液时, 井中的液体就会日益增加, 进而形成段塞, 这时流型就会逐渐变为过渡流或者段塞流, 最终在井口发生液体间喷的现象; ②一旦气井开始积液, 其产量递减曲线就会快速下弯, 下降幅度非常大; ③如果气井发生积液, 油、套压差就会出现一定的变化, 如果气井的产量较低, 套压就会变高, 而气井的产量较低, 套压就会变低。其次, 积液还会导致套压和油压之差日益加大; ④如果气井没有积液, 则压力曲线为平滑曲线, 而气井出现积液, 则压力梯度就会出现急剧变化^[4-6]。

3 几种积液诊断技术



(a) 油压和套压



(b) 日产水和日产气

图 1 采气曲线诊断

3.1 双波纹卡片法

双波纹差压流量计指针出现频繁剧烈波动, 井筒出

现段塞流,井底开始积液。该方法优点是直观、快捷,缺点是不能准确判断并筒积液量。

3.2 采气曲线诊断法

生产不稳定,产量锯齿状快速波动递减,产液量愈发降低井筒开始积液。该方法优点是能连续分析气井生产状况及井内积液情况,缺点是不能准确判断并筒积液量(图1)。

3.3 产液气井停止产液

产水气井携液稳产一段时间后,气井产量急剧下降,气井产量携液产量,液体在井底不断聚集,气体以气泡形式穿过液体向上流动,气井产量下降会导致气井不再产液。该方法作为一种间接判断方法不能准确判断积液量

3.4 关井后压力不平衡

气井关井后,油套压长时间不平衡,可能积液。开井后,有大量液体产出,或降压放喷有液体产出,表明油套不平衡是井底积液所致。该方法需要关井影响产量,如果大产水量气井关井导致井筒液体回流,使气井连续生产受影响。

3.5 动态监测气井积液

川西气田许多气井压力梯度测试表明,纯气柱或现雾状流时压力梯度一般不超过 0.1MPa/100m。在井筒中压力梯度超过纯气柱压力梯度,初步判定井筒内流体出现滑脱效应或有积液,流态为过渡流、段塞流或泡状流,压力梯度越大越接近 1 说明积液越严重(图2)。该方法能较为直观的判断积液情况,能判断并筒积液量,但存在判断工作量大和下入仪器使井筒流态发生一定改变,不能准确反映气井正常生产情况下的积液情况。

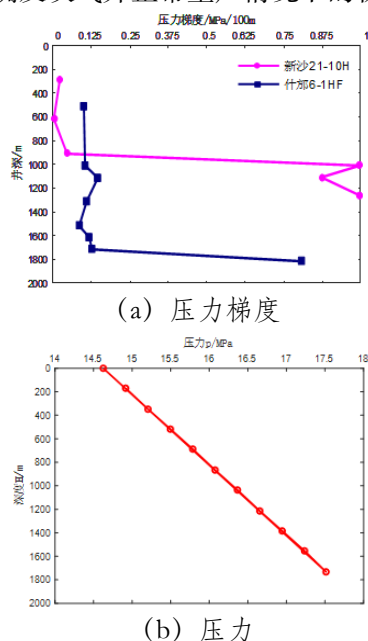


图2 动态监测气井积液

3.6 回声仪进行液面监测

回声仪液面监测是利用回声仪发出的次声波在油套环空内传播,遇到液面时产生反射信号来实测井内积液的方法。该方法能够准确测定积液液面,从而计算并筒

积液量,但受井身结构制约较为明显。

3.7 临界携液(泡)流量法

该方法作为一种理论计算方法,在生产实践中得到广泛应用,对气井积液判断具有较强的指导作用。根据临界携液流量计算公式,气井临界流量 q_{sc} 与井口压力 P 、流速 v 成正比。

$$q_{sc} = 2.5 \times 10^4 \frac{PAv}{TZ} \quad (1)$$

根据公式可绘制临界携液(泡)流量与井井口压力关系图(图3),从图中可知井口压力由 2.0MPa 降低至 0.1MPa,气井临界携液流量可由 $1 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 降低至 $0.22 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$,临界携泡流量可由 $0.56 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 降低 $0.13 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。因此,根据临界携液流量公式计算气井携液(泡)流量。可明确影响气井携液能力的因素,而针对性的开展排液措施,对提升气井排液能力较强的指导作用。

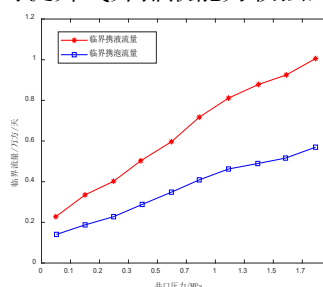


图3 临界携液(泡)流量与井井口压力关系图

4 结论

气井积液判断是气井排水采气工艺开展的前提,只有准确判断气井积液状态、积液水平、积液规律等参数后才能让排水采气工艺有针对性的开展。从而提高气井排水采气工艺措施有效率及效率。而每一种积液判断手段都有其优缺点,因此在生产时间过程中,一般采用多种方法综合运用才能提高判断的准确性。

参考文献:

- [1] 吴珉頔,孙文字,祝婧祎.中国天然气市场2020年回顾与展望[J].国际石油经济,2021,29(06):78-86.
- [2] 赵文智,贾爱林,王坤,等.中国天然气“十三五”勘探开发理论技术进展与前景展望[J].石油科技论坛,2021,40(03):11-23.
- [3] 丁卯.苏里格气田S47区块气水分布规律及控制因素[D].西安:西安石油大学,2021.
- [4] 徐广鹏,周兴付,张云善,等.川西侏罗系气藏排水采气实践与认识[J].新疆石油天然气,2016,12(03):67-72+5.
- [5] 鲁光亮,李祖友,王浩儒,等.气液同产水平井积液规律研究[J].中外能源,2017,22(10):52-55.
- [6] 胡腾.水平井积液规律及泡沫排水采气工艺研究[D].成都:西南石油大学,2015.

作者简介:

何绪强(1984-),男,汉族,四川蓬溪人,本科,工程师,主要从事油气田开发工作。