

高压气井试井过程中钢丝作业水化物遇阻判断与预防

刘文君

大庆油田有限责任公司试油试采分公司试油大队地面计量队 黑龙江 大庆 163300

【摘要】井下钢丝作业技术目前已经成为研究储层参数和气井产能最为普遍的测试方法,测试过程中由于井下情况复杂、工具串在井筒内的间隙较小,在高压气井作业过程中会易受到天然气水化物的影响,常有工具串遇阻、遇卡的情况发生,严重的甚至会带来安全环保风险。文章从高压气井钢丝试井作业天然气水合物形成条件及机理入手,预测分析在高压气井钢丝试井作业过程中水合物形成的位置,结合现场作业经验,提前判断遇阻、遇卡现象并进行防范的总体思路,可达到消除安全隐患,降低试井风险的目的。

【关键词】天然气水合物;钢丝试井;高压气井;预防

近年来,随着大庆探区高压气井勘探开发的深入,钢丝试井技术已经成为研究储层参数和气井产能的重要手段。主要通过下入存储式电子压力计长期记录产层对应的时间、压力、温度数据,评估储层性质、分析气井生产能力、了解增产改造措施效果、掌握气藏动态特征,为气藏开发评价、编制开发方案、实施气藏开发跟踪分析和生产调控提供技术依据。

1 水合物形成条件

水合物的形成具备三个基本条件:(1)自由水的存在,天然气的温度必须等于或低于天然气中水的露点;(2)天然气处于低温状态,体系温度达到水合物的生成温度;(3)高压。另外高流速、压力波动、气体扰动、H₂S和CO₂等酸性气体的存在和微小水合物晶核的诱导等因素也可生成或加速天然气水化物的生成。在同一温度下,当气体蒸汽压升高时,形成水合物的先后次序分别是硫化氢→异丁烷→丙烷→乙烷→二氧化碳→甲烷→氮气。

温度和压力因素对天然气水化物的形成有重要影响,曲线上左区为水合物生成区域。在压力一定的情况下,温度越低,越易形成水合物。同理,在温度不变的情况下,压力越高,越容易产生水合物。

2 水合物形成位置

高压气井钢丝试井作业过程中流体流向发生突变、管线截面积发生突变以及压力温度急剧变化的地方都可能形成水合物,如地面钢丝防喷装置、井口和近井筒。

2.1 井口附近易形成水合物

由于采气树自身有微小渗漏,或冬季试井作业中井口段附近温度低,容易在井口段附近形成水合物。

2.2 防喷盒、流管及防喷管内易形成水合物

在起工具串时,钢丝在通过流管、防喷盒微小空间向上运动易带出少量的高压缩比天然气,体积突然膨胀、吸热,在流管、防喷盒甚至防喷管等防喷装置内形成水合物。

2.3 井下安全阀处易形成水合物

对于一些高压气井,通常安装有井下安全阀来增加高压气井作业的安全屏障,然而当由于井下安全阀不能正常完全打开等因素造成在井下安全阀处节流,形成天然气水合物。

3 天然气水化物的预防

3.1 地面防喷装置内水化物的预防

高压气井钢丝试井作业防喷装置安装连接,防喷装置是整个钢丝试井作业井控风险控制的关键设备,因此预防钢丝防喷装置内形成水合物,防止钢丝和工具串在地面防喷装置内遇卡是关键。现场作业过程中,主要有以下三种措施:

3.1.1 采用热力学抑制剂对高压气井钢丝防喷系统试压

向天然气中注入各种能降低水合物生成温度的天然气水合物抑制剂。防止水合物形成的热力学抑制剂以甲醇、乙二醇(EG)应用最为常见,其与水有强的亲和力。向天然气中注入的抑制剂与冷却过程凝析的水形成冰点很低的溶液,天然气中的水汽被高浓度醇溶液所吸收,导致水合物生成温度明显下降。在地面防喷设备安装完毕试压时,考虑到甲醇属于危险化学品,普遍采用乙二醇和水的混

合物进行试压,试压完毕后泄压至略高于井口压力,作为安全开井的背压。乙二醇能与水任意比例混合,混合后由于改变了冷却水的蒸气压,冰点显著降低。其冰点随着乙二醇在水溶液中的浓度变化而变化,浓度在60%以下时,水溶液中乙二醇浓度升高冰点降低,但浓度超过60%后,随着乙二醇浓度升高,其冰点呈上升趋势,黏度也随着浓度的升高而升高,乙二醇浓度为40%时,防冻温度为-25℃,浓度50%时,防冻温度为-35℃,当乙二醇含量为60%时,冰点可降低至-48.3℃,超过这个极限时,冰点反而要上升,当浓度达到99.9%时,其冰点上升至-13.2℃,如表2所示。

4 水合物形成处理方法

对于高压气井在没有进行钢丝试井作业前井口或井筒已产生水合物或者因预防措施不到位形成水合物,现场通常采用降低压力解堵法、加热法、提高产量法和化学剂注入法来解除水合物冰堵。

4.1 降低压力解堵法

通过判断遇卡位置在防喷器以上的防喷装置内后,采用关闭防喷器,对防喷器以上的装置进行泄压放空,使压力短时间降低,即相应降低了水化物的形成温度,从而实现降压解水化物的目的。该方法前提条件是要能判断出钢丝遇卡的位置在防喷器以上,并且能正常开关防喷器和防喷器密封正常。

注意:当用放空降压来分解管道中已形成的水合物时,必须在环境温度高于0℃以上的条件下进行,否则,水合物分解了,但立即又转化成为冰塞。

4.2 加热法

在井口和井筒内形成水合物后,使用泵车通过井口翼阀泵注热水,提高工具遇卡或遇阻位置的温度,并对水合物有一定的冲刷作用,从而实现解堵和解卡。

5 结论及建议

(1)高压气井钢丝试井过程中,钢丝地面防喷装置、井口和近井筒三处位置易形成水合物,现场作业主要针对这三个部位采取一些预防措施并取得良好效果。

(2)高压气井钢丝试井作业中,配合使用流管和化学注入短节能有效的预防水化物的形成,降低高压气井作业风险。

(3)甲醇和乙二醇是比较常用的热力学抑制剂,其中配置乙二醇和水的混合物时,按照7:3或者6:4的比例进行混配,既能达到有效的防冻效果,又能节约成本;甲醇较乙二醇具有更强的解冻能力,但属于危险化学品,一般用于钢丝试井作业水合物解堵。

(4)高压气井静态压力梯度测试和长时间压恢测试后,上提工具串,最后2000m一般不建议停点,直接提出井口,且在中途不停顿。

(5)通过降压法、加热法和抑制剂注入法等措施能有效地预防和解决高压气井钢丝试井作业中水合物形成。

(6)在气田的生产过程中,依靠技术人员和操作人员摸索气井的生产动态、寻求合理的注醇解堵技术、合理优化注醇量是降低天然气生产成本的关键。

参考文献

[1]田贯三,马一太,杨昭.天然气节流过程水化物的生成与消除[J].煤气与热力,2003,3(10):583-586.