

基于页岩气田开发工程的消泡工艺效率提升策略

张亮 周移兴 付文君 郭修洁 戚智果

中国石油化工股份有限公司西南油气分公司采气四厂

DOI:10.12238/pe.v2i2.7151

[摘要] 文章以某页岩气田开发工程为例,对泡沫排水采气中的消泡工艺效率提升策略进行研究。包括该页岩气田开发工程的基本概况、泡沫排水采气工艺技术的基本概述、泡沫排水采气过程中的消泡工艺问题及其消泡工艺效率提升策略。希望通过本次的分析,可以为泡沫排水采气工艺的合理应用以及页岩气田开发质量的提升提供科学参考。

[关键词] 页岩气田; 泡沫排水采气; 消泡工艺; 消泡效率

中图分类号: O648.2+4 **文献标识码:** A

Strategy for improving the efficiency of defoaming process based on shale gas field development engineering

Liang Zhang Yixing Zhou Wenjun Fu Xiujie Guo Zhiguo Qi

China Petroleum and Chemical Corporation Southwest Oil and Gas Branch Gas Production Plant No

[Abstract] Taking a shale gas field development project as an example, this paper studies the strategy for improving the efficiency of defoaming process in foam drainage gas production. It includes the basic overview of the shale gas field development project, the basic overview of foam drainage gas production technology, the defoaming process problems in the foam drainage gas production process and the defoaming process efficiency improvement strategy. It is hoped that this analysis can provide scientific reference for the rational application of foam drainage gas production process and the improvement of shale gas field development quality.

[Key words] shale gas field; Foam drainage gas production; Defoaming process; Defoaming efficiency

前言

在现代页岩气田开发工程的施工过程中,泡沫排水采气工艺是最为典型且常用的一项工艺技术。而在此项技术的实际应用中,消泡工艺效率的保障至关重要。基于此,气田单位与工作人员一定要对此项工艺做到充分了解,并结合实际的施工情况,明确其消泡工艺中存在的主要问题。然后再以此为依据,采取合理的策略来提升其消泡工艺效率。通过这样的方式,才可以对此项工艺做出合理优化,以此来提升其在页岩气田开发工程中的应用效果。

1 基本工程概况

本次所研究的是某页岩气田开发工程中的三甘醇脱水装置建设项目。在该项目中,为实现页岩气泡消泡效率的进一步提升,降低设备故障发生几率及其运维成本,气田单位决定采取泡沫排水采气工艺进行施工。具体应用时,消泡剂的加注位置设置在站内DN600/DN1200分离器前端压力表接头处,将三甘醇进口管线长度控制为6m,将起泡剂和消泡剂的比例控制为1:1.2。本文主要对其中的消泡工艺效率提升策略进行分析。

2 泡沫排水采气工艺技术的基本概述

在页岩气田开发工程中,泡沫排水采气工艺的基本原理是将起泡剂注入到井底,使其和井筒中的液相物质混合,借助于天然气的搅拌作用,在井底附近区域内产生大量浓度较低的含水层,以此来降低液相密度与“滑脱”损耗,使气井具有更强的举升能力,从而将井筒中的液相顺利排出。

2.1 起泡剂的作用

在此项工艺中,起泡剂的主要作用有两种,第一是用作化学药剂,和井底液体产生化学反应并产生泡沫,以此来降低流动媒介密度,使空气流量要求进一步降低,这样便可使油管中的混合流体具有更低的相对密度。第二是用作表面活性剂,通过减小气流表面张力的方式使携带液体的能力显著降低^[1]。通过这样的方式,便可显著提升页岩气井中的气流速度,避免气井堵塞,使其产气量显著增加。

2.2 气泡稳定性

在此项工艺的实际应用中,由于受到界面引力以及重力的影响,气泡里的液体将会不断地被抽走。而在蒸发作用下,气泡表面上的薄膜厚度将逐渐减小,最终使气泡破裂。在此过程中,如果压力、空气等外部环境发生变化,或受到了外部的振动等冲

击作用,气泡都将快速破碎。由此可见,此项工艺中的气泡稳定性较差。而在该工艺具体的实施过程中,要想有效消除其中的气泡,气田单位可将消泡剂注射到特定位置,这样便可使其快速破裂,以免气泡进入三甘醇脱水设备内部,对其脱水效果产生不利影响。

2.3 消泡的重要性

就目前的页岩气田开发工程来看,在通过三甘醇脱水装置进行排水采气的过程中,消泡的重要性主要表现在以下几方面:(1)将井口位置的气泡消除,可达到良好的气液分离效果,避免机组因气泡影响而出现停运情况,并进一步提升输气管道压力,从而进一步提升气井采气工作效果。(2)防止气泡中的细小固体物质或锈蚀物质进入三甘醇脱水设备过滤器所导致的滤芯堵塞问题,合理降低其过滤器的更换频率,为气田企业节约更多的设备运维成本^[2]。(3)防止大量气泡进入三甘醇脱水设备吸收塔内所引发的三甘醇大量消耗问题,实现材料成本的合理节约。

3 页岩气田开发工程泡沫排水采气过程中的消泡工艺问题分析

3.1 现场调查

根据本次页岩气田开发工程施工现场的实际情况,结合三甘醇脱水工艺设备与管道应用现状等的分析可知,该项目页岩气井中的出液状态为段塞不连续形式,在出水的瞬间,将会有大量的气泡从井内返至地面。在这样的情况下,随着三甘醇脱水机组的持续运行,集输系统内的气泡量也会逐渐增大,这些气泡如果不能被及时、有效的消除,分离器中的气液分离效果势必会受到很大程度的不良影响,集气站中的压缩机性能也很难维持正常,这样便会使其设备运维成本显著增加。

3.2 消泡效果评价

为研究本次工程中的泡沫排水采气工艺消泡效果,工作人员特对现场某一平台的消泡剂加注及其消泡效果进行了评价。评价中,工作人员首先根据三甘醇脱水装置的实际运行情况,在实验室中完成了起泡剂与消泡剂配比液的配制,其中的起泡剂与消泡剂之比是1:1.2。然后选取250ml的配比液,静置30min后上下振摇20次并开始计时^[3]。通过观察配比液中的气泡高度变化发现,其中气泡完全消除所需的时间是60s。将上述实验结果作为对照组,将该项目所选平台中DN1200分离器出口位置取出的水样按相同方法进行消泡实验,并将实验得出的气泡完全消除时间与对照组进行对比。具体实验中,工作人员共在DN1200分离器出口位置进行了三次采样,每次采样的水量均为250ml,同样在静置30min之后上下振摇20次并开始计时。经实验发现,三次采样液中的气泡完全消除所需时间都远远超出了对照组的消泡时间。而通过进一步的计算与分析可知,在将消泡时间设置为60s的情况下,三次采样液的消泡率平均值只能达到69.5%。由此可见,在该项目中,泡沫排水采气工艺的消泡率较低,消泡效果很不理想,如果不对其做出合理优化,三甘醇脱水设备的运行效果将会受到严重的不利影响。

3.3 消泡工艺效率不佳的主要原因

通过以往的页岩气田开发工程实践可知,在泡沫排水采气工艺的具体应用中,导致其消泡工艺效率不佳的主要原因包括以下几方面:(1)消泡剂实际添加量不符合其配方的实际配制要求。具体采气时,如果气田单位并未对气井中的产液量做到有效控制,且不能根据其产液量的实际变化情况对消泡剂添加量及其时间交替做出合理调整,此项工艺中产生的气泡不仅难以得到有效消除,还会被引入到下游,从而影响该工艺的实施效果。(2)在对消泡剂和气井进行配伍实验时,如果工作人员的消泡剂配置操作不够熟练,使其添加量控制存在较大偏差。在这样的情况下,消泡剂便会在实际应用时提前消耗干净,从而使气井内的一些气泡不能被消除,并使其随着泡沫水进入下游,最终影响到此项工艺的应用效果^[4]。(3)如果消泡剂加注口和后端设备之间的距离太近,使得注入到气井中的消泡剂不能和其中的天然气充分混合,从而对消泡效果产生不利影响。(4)如果消泡剂和气井内天然气之间的接触范围不足,消泡工艺效率也会受到不良影响。就目前的很多页岩气田开发工程来看,在泡沫排水采气工艺的实际应用中,气田单位通常会采用液滴的方式向气井中泵注消泡剂。在这样的情况下,消泡剂和天然气之间的接触范围就比较小,从而无法实现均匀混合。这也是导致此项工艺消泡效率不佳的一个主要原因,从而很容易使三甘醇脱水设备出现故障。

而在本次工程中,采气现场的操作人员数量约为150人,其工作年限平均可达18年,每一名操作人员对于泡沫排水采气工艺以及三甘醇脱水装置都非常了解,对各种相关设备的操作也十分熟练。在例行泡排加注技能测评中,现场所有操作人员的成绩都达到了优秀水平,即测评得分超过90分。由此可见,该项目现场操作人员的专业技术与经验等都符合实际工程标准,实际操作中基本不存在人为因素的不良影响。而根据该工程现场的实际情况调查及其分析可知,泡沫排水采气工艺之所以出现消泡效率不佳问题,其主要原因包括以下几方面:(1)消泡剂加注口与后端设备之间的距离不足。(2)消泡剂和天然气之间的接触面积不足,从而影响到了两者的混合效果。(3)喷嘴直径较大,在消泡剂用量不变的情况下,其喷射力度明显不足,从而使其无法和气泡充分接触,最终导致消泡工艺效率不佳。

4 页岩气田开发工程消泡效率的主要提升策略

根据上述分析可知,在本次页岩气田开发工程项目中,消泡剂加注口与后端设备距离不足、消泡剂与天然气接触面积不足、消泡剂与气体接触不充分是导致其消泡工艺效率不佳的主要原因。基于此,在对泡沫排水采气工艺进行改进时,气田企业主要采取了以下几项策略:第一是加注位置的合理调整;第二是雾化喷头的合理加设;第三是喷嘴直径的合理优化。以下是其消泡效率的主要提升策略分析。

4.1 加注位置的合理调整

在此次页岩气田开发项目中,为实现泡沫排水采气工艺消泡效率的进一步提升,加注位置的合理调整是一项首要措施。基于此,现场工作人员特结合此项工艺标准及其现场实际情况等,对消泡剂的加注位置做出了有效调整。其具体调整策略是将消

泡剂主入口从原来的DN1200分液器进口压力表接头位置调整到了平台节流撬混输汇管位置。经此次调整之后,消泡剂和气井中天然气的混合长度便从原来的6m增加到了23m。通过调整后的平台测量数据记录与分析可知,相比较消泡剂加注位置调整之前,调整后的消泡工艺效率从69.5%提升到了74.69%。由此可见,此次消泡剂加注部位调整使得泡沫排水采气工艺中的消泡效率实现了有效提升。

4.2 雾化喷头的合理加设

经上述分析可知,该页岩气田开发工程中泡沫排水采气工艺消泡效率不佳的一个主要原因是消泡剂和气井内的天然气接触面积太小。而通过以往的相关实践研究可知,如果将雾化喷头合理加设到该项工艺中,便可显著增加消泡剂和天然气之间的接触面积,使其消泡作用得以充分发挥,以此来进一步提升此项工艺中的消泡效率。基于此,在本次页岩气田开发工程项目中,为进一步提升泡沫排水采气工艺的消泡效率,气田单位决定将雾化喷头合理加设到该项工艺中。

雾化喷头主要由罐体与输液管组成,其中的罐体主要用来盛装消泡剂,输液管主要用来输送和喷射消泡剂。具体应用时,雾化喷头可通过隔膜泵从液体罐里抽取出消泡剂,通过输液管将其输送至雾化喷头位置,在经过雾化喷头处理之后,消泡剂会变成细小的颗粒,并以雾状的形式扩散至天然气井内,与天然气之间形成大面积的接触,最终与其充分混合,将其中的气泡有效消除^[5]。通过这样的方式,便可使泡沫排水采气工艺中的消泡效率得以进一步提升。本次项目中,通过雾化喷头的合理加设,使得泡沫排水采气工艺中产生的气泡得到了更大程度的消除。经进一步的平台水样消泡实验发现,在完成此项工艺技术改进之后,整体工艺中的泡沫消除效率在规定时间内可以达到80.36%。由此可见,通过雾化喷头的合理加设,使得本次工程项目泡沫排水采气工艺中的消泡效率实现了进一步提升,整体工艺优化效果比较显著。

4.3 喷嘴直径的合理优化

在此次工程项目的泡沫排水采气工艺应用中,由于用来喷射消泡剂的喷嘴直径比较大,因此在实际喷射时,消泡剂的喷射力度就呈现出了明显不足,从而使消泡剂不能充分地气泡接触。为解决这一问题,气田单位决定对喷嘴直径加以合理优化,即将原来大孔径的喷嘴换成小孔径的喷嘴。在完成了喷嘴更换之后,同等流量条件下的消泡剂喷射力度得到了显著增强,使消泡剂与气泡之间实现了充分接触,从而进一步提升了此项工艺中的消泡效率。经实验检测发现,在经过此次工艺优化改造之后,泡沫排水采气工艺中的消泡效率提升到了91.84%。由此可见,通过喷嘴直径的合理优化,也可以进一步提升此项工艺中的消泡效率,为装置的高效、稳定运行提供有力支持。

5 结束语

综上所述,在现代页岩气田开发工程项目中,基于三甘醇脱水装置的泡沫排水采气工艺最为常用。但是在此项工艺的实际应用中,由于受到很多方面因素的影响,使其消泡效率很难达到理想值。这种情况不仅会对采气工作效率造成不利影响,也会加大设备运行损耗,提升其故障发生几率。为实现此种问题的有效解决,进一步提升该工艺应用中的消泡效率,气田单位就需要结合实际情况,对其消泡效率不佳的主要影响因素展开科学分析。

[参考文献]

- [1]李佳欣,张宁波,周成香.页岩气井泡沫排水采气技术应用研究——以平桥南区为例[J].油气藏评价与开发,2020(5):91-97.
- [2]马伟竣.常压页岩气井早期泡沫排水采气研究[J].中外能源,2020(7):44-48.
- [3]蒋泽银,李伟,罗鑫,等.页岩气平台井泡沫排水采气技术[J].天然气工业,2020(4):85-90.
- [4]陈晓宇.泡沫排水采气技术在涪陵页岩气田的应用[J].天然气技术与经济,2019(5):49-53.
- [5]蒋泽银,李伟,罗鑫,等.长宁页岩气井泡沫排水起泡剂优选及现场应用[J].石油与天然气化工,2018(4):73-76.