

高酸性气田地面工艺配套技术及发展前景

杨 静 张庆林 程 华 边云燕 蒋 喜

中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司,四川 成都 610017

摘要:

随着国内外高酸性天然气田开发进程的加快,其地面集输净化处理工艺及配套技术得到了长足的发展。通过对近年来地面工程新技术的推广和应用情况,主要包括集输系统气液混输工艺技术、流动安全保障技术、高酸性气田水处理工艺技术、材质选择技术、缓蚀剂加注技术以及净化处理工艺中的脱硫、脱碳工艺技术等进行总结,对高酸性气田地面集输处理工艺发展前景及重点技术攻关进行了展望,表明我国目前高含硫气田开发已具备一定的水平,下一步应针对发展前景开展技术攻关。

关键词:

集输工艺;高酸性气田;净化处理工艺;配套技术;发展前景

文献标识码:A

文章编号:1006-5539(2012)01-0020-03

1 高酸性气田开发现状及发展前景

近年来,随着我国天然气工业的迅猛发展,涌现了一大批亟待开发的高含 H_2S 和高 CO_2 气田,以川东北气田为代表的高含 H_2S 、 CO_2 整装气田开发在国内尚属首次,原料气气质中 H_2S 含量高达 10%~17%, CO_2 含量高达 8%~10%,以吉林长深气田为代表的高含 CO_2 气田,其 CO_2 含量达到 30%以上。

高酸性气田开发特点主要表现在因高含硫化氢、二氧化碳而引发的毒性及强污染性、强腐蚀性、易冰堵、单质硫沉积等几个方面^[1]。为了更加安全、环保、科学地开发高酸性气田,确保下游安全平稳供气,“十一五”期间,中石油组织开展了高酸性气田开发面临的诸多难题的技术攻关,形成了较为成熟的集输处理工艺及配套技术,从源头上减少和降低高酸性气田开发风险。

随着我国现代化建设的发展,国家对天然气资源需求扩大,天然气勘探步伐加速。高酸性天然气田作为我国天然气的重要储备资源,其开发前景十分可观。

2 高酸性地面集输处理工艺配套技术

2.1 集输工艺配套技术

2.1.1 国内外技术对比

在高酸性气田集输工艺技术水平方面,目前国内工程技术方案和水平与国外工程基本一致,但国外更注重安全设计细节,强调设计管理控制。主要体现在以下几个方面^[2]:

a)采用了先进的工艺模拟软件,分析投运、正常生产、停输再启动工况;

b)注重于气田开发全过程分析,实现设备和集输

收稿日期:

2011-08-29

基金项目:

中国石油天然气集团公司重点工程资助项目(S2008-6C)

作者简介:

杨 静(1981-),女,四川内江人,工程师,硕士,主要从事天然气储运研究与设计工作。

系统在气田开发全周期过程中的适应能力;

c)注重站场平面布置和阀门管线安装安全设计,逃生通道,应急救援救护点设置(SAFETY DESIGN);

d)设计过程中注重风险控制管理:开展风险分析如 HAZOP(危害与操作风险分析)、QRA(扩散模拟分析)等;编制企业独立的安全设计手册。

2.1.2 气液混输工艺技术

气液混输工艺具有工艺流程简单,减少环境危害的技术特点,是目前国内外酸性气田开发的主要技术趋势。通过工艺软件动态模拟分析、下游段塞流捕集器设置等配套技术措施可确保工艺本质安全,推荐在国内高酸性气田开发中广泛应用,并应重点关注以下两个关键技术点:

a)管输动态模拟分析及流速设计

结合先进的多相流模拟软件进行校核计算,从控制最大流速和控制最小流量两方面来达到优化管输流速设计的目标。

b)段塞流防治工艺技术

结合先进的多相流模拟软件,分析管线持液量、对管内流态进行模拟计算,分析段塞流对下游净化装置影响程度与段塞流的形成规律、段塞流量等,达到防治段塞流危害的目的。

2.1.3 集输管道流动安全技术

在高酸性气田地面集输管线输送过程中,提出了以下流动安全保障技术:

a)利用 OLGA 工艺软件对管道清管工况进行动态模拟,分析上游压力变化,合理确定集输管线设计压力,并根据清管液量参数,判断是否需要设置段塞流捕集装置,确保集输管网流动安全。

b)对管道流动压力、温度参数进行动态模拟,提出合理的停产检修时间和计划,确保管道安全运行。

2.1.4 气田水处理和输送工艺技术

根据“三高”气田特点,其气田水溶解的硫化氢等有毒物质对人有极高的危害,气田污水在输送、处理及回注过程中,一旦发生泄漏,硫化氢气体溢散到空气中,或气田水随地表水和地下水渗流至人畜水源地,都会引起意外中毒事故。针对高酸性气田的气田水特性,采用对应的污水处理工艺:

a)需闪蒸脱气后再进行处理并回注,确保气田水输送至回注站过程的安全性。

b)从气田水中脱出 H_2S 的工艺可采用低压闪蒸、气提等工艺。

c)脱出后的含硫低压闪蒸气可以利用压缩机返回原料气或进入净化厂硫磺回收装置。

2.1.5 集输系统材质选择

材料选择是高酸性气田地面集输工艺设计中尤为重要的部分。鉴于高酸性气田苛刻的腐蚀环境,对系统材料有很高的要求。

气田地面集输系统材料选择的原则是在设备和管道的运行期间内,不会发生开裂、爆破、腐蚀造成的穿孔等事故。因此在气田生产系统的腐蚀环境中,材料选择首先必须考虑能有效地防止应力腐蚀开裂,同时还要通过内防腐控制措施减缓均匀腐蚀,防止点蚀和缝隙腐蚀。

对碳钢和内衬耐蚀合金复合管的适应性和经济性进行比选^[2-3]:

a)对高含硫气田碳钢方案,应选择具有良好抗 SSC 性能的材料,同时加注有效缓蚀剂和建立腐蚀监测系统;

b)对于内衬耐蚀合金方案,高酸性环境应选择 UNS 08825 材料。

c)对高含 CO_2 气田,可选用碳钢、316 L 奥氏体不锈钢和双相不锈钢材料方案等。

2.1.6 地面集输系统缓蚀剂加注技术

地面管道缓蚀剂加注主要有两种方式,即连续喷射加注和涂膜缓蚀剂(又称缓蚀剂批处理)。对于高酸性气田地面集输工程,通常需要采用两种加注方式结合应用。

a)站内井口缓蚀剂加注系统可设置在井口采气树上,主要功能是保护站内设备和采气管线,可采用连续式加注缓蚀剂工艺。

b)各集气站、井场出站管线可设置清管发送装置,利用清管发送装置推动缓蚀剂对管线管壁进行涂抹。

2.2 净化处理工艺配套技术

2.2.1 脱硫脱碳工艺

高酸性气田脱硫(碳)主要是脱除酸性天然气中的 H_2S 和 CO_2 ,以使脱除后的天然气中 H_2S 和 CO_2 含量符合国家标准 GB17820《天然气》。

国内的天然气脱硫脱碳绝大部分采用胺法,如 MDEA 法、MEA 法、DEA 法、DIPA 法,也有少量干法脱硫和砒胺法。对于常规的胺法和干法脱硫国内与国外在工艺技术上基本没有差距。砒胺法是国外公司的专有技术,国内已基本掌握。

但在处理高酸性气田天然气方面,国内虽已具备一定规模的高含硫天然气净化技术(如西南油气田分公司龙岗气田天然气净化厂脱硫装置,处理的原料气中 H_2S 含量为 2.684%、 CO_2 含量为 4.055%),但对如罗家寨、铁山坡、渡口河气田的原料天然气中 H_2S 含

量达10%~15%,国内以前从未接触过如此高含硫、大规模的脱硫装置,需要借鉴国外的经验。

2.2.2 硫磺回收及尾气处理工艺

天然气脱硫过程中得到的含 H_2S 酸性气体主要经过克劳斯制硫技术进行处理。硫磺回收装置排放的硫化物会造成环境污染问题,因此要求天然气净化厂不断提高装置的硫磺回收率。通过大力推广新工艺技术,全面改善技术经济指标。目前硫磺回收装置投产运行情况如下:

a)川西北矿区天然气净化厂引进的低温克劳斯(MCRC)硫磺回收装置顺利投产,在消化吸收引进技术的基础上建成并顺利投产国内自行设计的第一套低温克劳斯硫磺回收装置。

b)隆昌脱硫厂引进的Lo-Cat法硫磺回收装置顺利投产。

c)渠县净化分厂引进的SUPERCLUSUS硫磺回收装置、垫江净化分厂引进的Clinsulf-SDP硫磺回收装置、忠县净化分厂引进的SUPERCLUSUS硫磺回收装置相继投产,石河净化分厂引进的CBA硫磺回收装置即将投产。

3 地面集输处理工艺发展前景

3.1 集输工艺发展前景

3.1.1 气液混输工艺及配套腐蚀控制技术

对高酸性气田湿气输送工艺技术方案开展研究,并结合工艺设计软件,分析工艺参数对管道腐蚀的影响,从而对其配套腐蚀监测工艺技术进行方案优化,形成腐蚀监测设计规范草案,实现气田湿气输送工艺的技术经济优化,提高腐蚀监测系统安全可靠。

3.1.2 集输管道新材料选择和焊接技术

对于耐蚀合金双金属复合管的使用在国内的经验还非常少,特别是中高强度材料(如X60/L415),对相关双金属复合管焊接技术和腐蚀评价的研究也极少。对高酸性气田地面工程用内衬镍基复合管材料的焊接技术进行研究,为高酸性气田开发的可行性提供必要的技术保证。

3.1.3 硫溶剂加注技术研究

通过对硫溶剂性能和加注工艺的进一步研究,提出在高酸性气田不同气质条件下,相对应气井和集输管线硫溶剂的配方,以及相应的加注工艺,制订硫溶剂的现场应用和管理规程。为高酸性气井、地面系统的安全运行提供技术保障^[4-5]。

3.1.4 地面工程设计标准体系的修编

在“十一五”开展的系列攻关技术成果的基础上,

对目前的高酸性气田标准进行修订,将已经成熟的技术设计导则、指南等,结合工程实践升到行业或者国家标准,填补高酸性气田地面工程设计标准体系的空白,指导国内及海外高酸性气田的科学、安全、高效开发^[6]。

3.2 净化处理工艺发展前景

3.2.1 脱硫脱碳工艺

3.2.1.1 节能

节能是高酸性气田脱硫脱碳技术发展的主要趋势。降低能耗、生产费用和投资,已成为天然气净化工业技术进步的标志之一,与新工艺的提出具有同等重要的作用。国外主要从溶剂筛选、工艺流程优化、先进的工艺控制等几方面进行技术创新。

3.2.1.2 工艺方法系列化

通过开发活化MDEA溶剂系列、MDEA基配方溶剂系列、混合MDEA胺溶剂等系列化脱硫溶剂。这些工艺具有能耗、投资费用和溶剂损失低,酸气纯度高,对环境污染少和工艺灵活、适应性广等优点。

3.2.1.3 新型脱硫脱碳技术的应用

国外已开发成功生物脱硫技术,并已在工业装置上使用,它具有脱硫、硫磺回收及尾气处理三合一的特点,投资与传统方法相近,但操作费用低很多。

3.2.2 硫磺回收及尾气处理工艺

为进一步提高硫收率,近几十年来国外在硫磺回收和尾气处理方面开展了广泛的研究,出现了如下发展趋势:

a)克劳斯工艺本身变化不大,仍然采用直流法或分流法。但通过研发新型催化剂,贫酸气制硫和富氧克劳斯技术,显著提高回收装置的处理能力;装置规模日益大型化、自动化。

b)尾气处理装置向系列化方向发展,并与上游克劳斯装置等相互整合、成为一体,出现许多新工艺如Scot、BSR、Clauspol、Sulfreen等工艺系列及串级工艺、集成工艺等。

以上这些发展趋势从总体上有利于节约投资、降低消耗,有助于减少工厂故障率,提高装置的整体运行性能和安全性。

4 结束语

高酸性天然气田集输工艺配套技术的特点主要体现在气液混输工艺技术本质安全保障、系统防腐控制技术、硫溶剂开发和加注工艺的优化等方面。净化处理的脱硫工艺跟原料天然气中 H_2S 、 CO_2 以及有机

(下转第66页)

(上接第 22 页)

硫含量有关,通过选取适合的溶剂进行脱硫工艺处理,使产品天然气中硫含量合格,保证下游用户用气的安全。

参考文献:

[1] 廖仕孟. 高含硫气田地面集输建设的实践和认识 [J]. 天然气工业, 2008, 28(4): 5-8.

[2] 边云燕, 杨静, 刘棋, 等. “三高”气田地面工艺安全设计研究 [R]. 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 2010.

[3] 原青民. 四川盆地高含硫天然气田开发中的有关技术问题 [J]. 石油与天然气化工, 2002, 31(增刊): 44-46.

[4] 边云燕, 郭成华. 高含硫气田地面集输工艺技术的新发展 [J]. 天然气与石油, 2006, 24(5): 28-31.

[5] 吕明晏, 张哲, 汪是洋. 高含硫气田集输系统元素硫沉积防治措施 [J]. 天然气与石油, 2011, 29(3): 17-20.

[6] 何生厚. 高含硫化氢和二氧化碳天然气田开发工程技术 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2008, 20-21.