

塔里木油田零散井放空天然气 CNG 回收技术

魏云峰 王 冲 何中凯 李艳茹 何建萍 于 涛 于兴龙

(中国石油塔里木油田公司)

摘 要 针对油气田勘探开发过程中,存在一些偏远零散单井伴生气放空问题。中国石油塔里木油田通过反复调研和论证,采取 CNG 技术回收放空的天然气,不仅实现了节能减排,降低了对环境的污染,同时还产生了明显的经济效益。

关键词 放空天然气 CNG 回收 节能减排 CNG 增压站 CNG 卸气站

中图分类号: X701.7 文献标识码: A 文章编号: 1005-3158(2011)01-0008-03

0 引 言

塔里木油田勘探开发区域遍及塔里木盆地周边五地州二十多个县市,点多面广,随着勘探开发的不断深入,零散单井越来越多。零散单井的典型特点是远离油气集中处理厂,地势偏远,有的零散井距离联合处理厂大于 100 km;部分零散井含有高浓度 H_2S ,最高可达到 $30 \times 10^4 \text{ mg/m}^3$,硫化氢一旦进入油气处理装置,将导致腐蚀等严重问题,影响安全生产;零散井大都生产伴生气,而且生产具有不确定因素,建设远距离输气管网投资大、风险高^[1]。为节约能源,保护环境,通过反复论证,提出采取 CNG 技术回收零散井的放空天然气。

1 技术原理

根据油田伴生气的特点和井场条件,在道路状况较好的情况下,采用 CNG 技术回收放空天然气。放空的天然气在井口经过处理后,用压缩机增压至 25.0 MPa,再用 CNG 罐车拉运到卸气站,通过卸气工艺将压缩的天然气卸入已建集气管线,从而实现回收利用。井口处理工艺设备全部橇装化,便于按不同的需求进行搬运和组合。零散井放空天然气 CNG 回收过程示意图见图 1。

1.1 CNG 加气技术

在零散井井口建设 CNG 增压站,天然气需经过分离、调压稳压、脱硫、脱水、脱烃,再用压缩机增压到 25.0 MPa 后装车。根据长输管线对远距离输气气质的要求及零散井放空天然气物料性质差异,各增压站的工艺略有不同,如对于含 H_2S 天然气,需要在增压前设置脱硫工艺。天然气 CNG 回收工艺流程见图 2。

1.2 CNG 卸气技术

CNG 拖车将增压的零散井天然气运至 CNG 卸

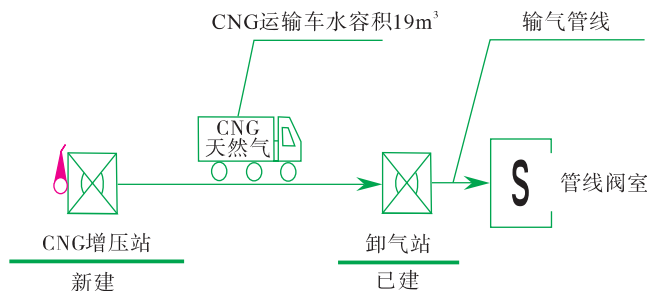


图 1 零散井放空天然气 CNG 回收过程示意

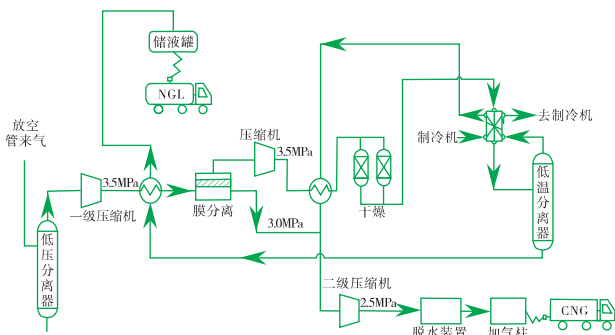


图 2 天然气 CNG 回收工艺流程

气站。通过卸气柱,将拖车中 20 MPa 天然气由一级调压器将减压到 6.4 MPa,进入输气干线,同时水浴炉对减压系统加温,防止减压后管道出现低温情况^[2-3]。当拖车压力和输气管道压力平衡后,自动启动 CNG 卸气压缩机,将拖车中低于 6.4 MPa 的剩余天然气增压后,输入输气干线。回收天然气在总集输管路设一台孔板计量装置进行计量。单车卸气速度 $\leq 2000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 。为了保证水浴炉在任何时候都能正常工作,燃料气从出站的输气管总阀后引出,在卸气站内设置一套单独调压装置,将来气压力调整到 0.18 MPa,经

配气管分别送至各加热炉。卸气站工艺流程见图 3。

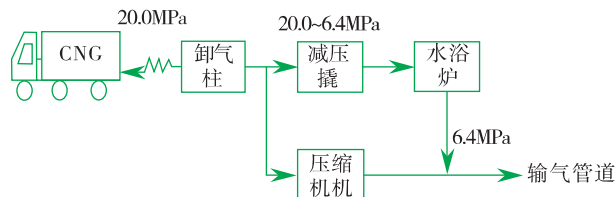


图 3 卸气站工艺流程

2 装置介绍

2.1 计量装置

来气计量采用智能动差式流量计,并将带有温度压力补偿的流量信号传至值班室显示累计流量和瞬时流量,便于操作人员及时了解设备运行状态。对于有燃气发电机的回收站增设燃料气专用计量装置,选用带补偿功能的智能旋进流量计。

2.2 脱硫装置

如天然气含 H_2S ,需要在增压前脱除,脱硫方式分为湿法与干法:

湿法包括吸收法和湿式氧化法,吸收法本质是对气体中的 H_2S 进行提浓。由于湿法工艺流程长、辅助系统复杂、投资高、能耗大,不适合脱除低压、低含硫天然气。

干法脱硫包括氧化铁法、活性碳法、分子筛法、离子交换法、电子束照射法、膜分离法、生化法等。干法工艺大多是利用固体脱硫剂的吸收或者转化作用,将 H_2S 转变成单质硫或者其他固体化合物。干法工艺通常适用于低含硫天然气处理,虽然大部分干法脱硫工艺所用脱硫剂均不能再生,但具有流程短、辅助系统简单、操作弹性大、脱硫较彻底、能耗小、投资低等优点,特别适用于气体精细脱硫。

对低压、低含硫天然气试采并推荐采用干法脱硫工艺对放空天然气进行脱硫处理。3018-II 脱硫剂硫容较高,可节省设备尺寸,降低生产人员劳动强度,更换脱硫剂时安全^[4]。3018-II 脱硫工艺流程见图 4。

2.3 脱水装置

CNG 压缩工艺需配备脱水装置,深度脱除天然气中的水分,防止在卸气过程中出现冰堵现象。脱水装置可以考虑前置低压脱水橇和后置高压脱水橇。经脱水装置脱水干燥后的成品气中,水分可以达到:在常压下露点温度 $\leq -62^\circ C$,成品气微尘含量 $\leq 5 \text{ mg/Nm}^3$,微尘直径小于 $5 \mu m$ 。

2.4 脱烃装置

有机蒸汽膜技术是九十年代兴起的新型膜分离

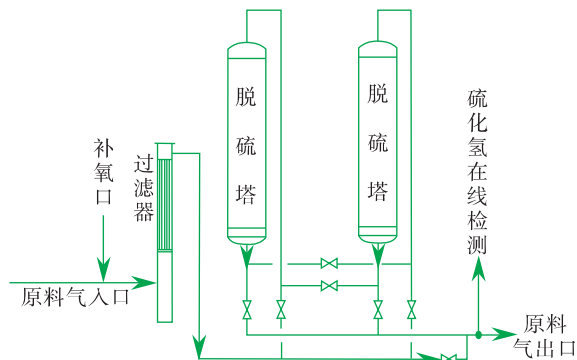


图 4 3018-II 脱硫工艺流程

技术,正在逐渐应用于石化行业中乙烯、丙烯、氯乙烯及其他烷烯烃的回收和液化气(LPG)、天然气凝析油(NGL)的回收等^[5]。膜系统主要采用“反向”选择性高分子复合膜。根据不同气体分子在膜中的溶解扩散性能的差异,在一定的压差推动下,可凝有机蒸汽(如丙烷、丁烷、重烃等)与惰性气体(如氮气、甲烷、氢气等)相比,被优先溶解渗透,从而达到分离的目的。为了降低回收天然气的烃露点,设置膜分离装置,脱除部分轻烃,使回收天然气达到管输标准。分离膜橇装设备分两个系列:天然气露点调节膜法装置;天然气富集 C_3+ 膜法装置^[6]。

经膜处理后的富气再实施混烃回收,天然气凝液回收采用原料气分子筛脱水、丙烷制冷工艺。混烃综合回收率 $\geq 90\%$,天然气凝液回收装置的压力设置按 CNG 回收流程要求,操作设定为 3.5 MPa ,装置设计压力确定为 4.0 MPa 。天然气凝液回收典型流程见图 5。

2.5 CNG 压缩机

目前天然气压缩机主要有 L 型、D 型、ZW 型、V 型等型号。考虑塔里木零散井的地理位置偏远、现场条件恶劣等因素,压缩机大都选用 V 型橇装风冷电驱压缩机。压缩机、净化器、冷却装置、控制系统等都集成在橇装底座上,形成一个整体系统,具有密封、隔音、保温、防爆等功能。其最大的优点就是拆卸移动方便、现场组装调试简单。

2.6 加气柱

加气柱采用全自动控制,计量部件采用进口科里奥利原理质量流量计(带有温度传感器进行补偿),到 20 MPa 后自动关闭。

2.7 CNG 运输车辆选型

压缩后的天然气通过 CNG 拖车进行运输,CNG 拖车由牵引车和半挂车组成。半挂车由 8 只 CNG 集气管束组成,每只水容积 2.375 m^3 ,工作压力 20 MPa ,可实际运送天然气约 4000 Nm^3 。CNG 拖车的配置数量决定于各站天然气放空量和运输距离。

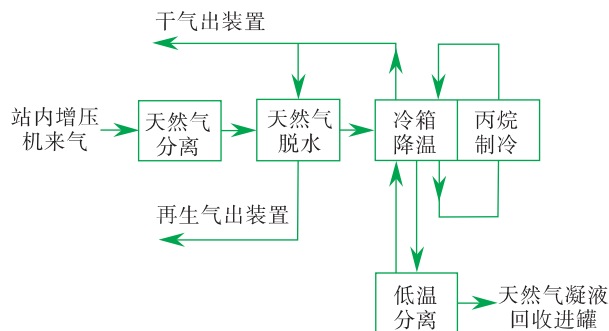


图5 天然气凝液回收典型流程

3 项目实施情况及效果

塔里木油田从2008年底开始进行零散井放空天然气CNG项目施工,到2009年11月全部完工并通过验收。共建设CNG卸气站2座,混烃卸车站2座,零散井CNG加气站8座。建设规模为年回收放空天然气2亿 m^3 ,截至2010年5月31日,已累计回收放空天然气1.1亿 m^3 ,节约了资源,保护了环境,经济效益和社会效益显著^[2-3]。

4 结束语

◆ 放空天然气CNG回收技术是目前油气田开发过程中对偏远零散井实施放空天然气回收的有力途径,无需大量投资建设输气管网,项目建设风险系数低。

◆ 项目建设周期短,独立性、灵活性强,受其余已建设施和场地的限制小。

◆ 放空天然气CNG技术各类设备均采用分撬撬的方式,将各工艺设备分为相对独立又有密切关系的多个单元,每个小撬能实现一个工艺要求,并可根据不同需求进行拆分、组合、调换,组成一个完整的放空天然气回收处理站。同时,当放空量递减后可将各撬装设备调迁到其余零散井重复利用。

参考文献

- [1] 李俊,许多,郑杰.油田放空天然气回收利用探讨[J].油气田地面工程,2010,29(3):58-59.
- [2] 廖涛,王硕,王致友.CNG撬装装置在新疆油田零星气回收中的应用[J].新疆石油天然气,2008,4(8):109-112.
- [3] 李丹,敬加强.天然气储运技术研究[J].管道技术与设备,2009,1(1):4-5.
- [4] 梁建伟,尹琦岭.干法精脱硫技术在天然气轻烃加工中的应用[J].河南化工,2005,5(4):64-65.
- [5] 赵会军,张庆国.膜分离法脱除天然气中 H_2S 的实验研究[J].西南石油大学学报(自然科学版),2009,31(1):121-124.
- [6] 杨得湖,许敏.天然气膜法处理技术[J].内蒙古石油化工,2004,30(2):28-31.

(收稿日期 2010-06-30)

(编辑 李娟)

(上接第2页)

术不断完善,2009年应用这套技术在萨北区块共完成油水井作业312口,其中油井219口,水井93口,取得了显著效果。

◆ 回收原油 通过使用SVO型油水回收装置将219口油井产生的2900 m^3 油水经简单处理后打回生产干线,累计回收原油约400 m^3 。

◆ 减排污水 93口水井作业过程中,累计将210 m^3 污水通过罐车运送到SVW型污水回收装置,处理后打回计量间管汇,避免污水外排污染环境,节约了清水用量。

◆ 削减固废 井下作业清洁生产技术应用后,特别是SVO型油水回收装置、井口溢流收集装置、油管密封器等装置的应用,大大减少了落地油的产生量。与2008年同期未使用清洁生产技术作业相比,312口井累计减少含油污泥产生量374 m^3 。作业施工中最终产生的固体废物也得到了合理处置,含油污泥送含油污泥处理站集中处理。

4 结束语

针对萨北区块的实际,分析了油水井作业环境污染的特点,介绍了常用的井下作业清洁生产技术。清洁生产是一个动态的、相对的概念,也是一个持续改进的过程。实现井下作业清洁生产施工,要强化人员培训和队伍管理,不断加大科研攻关力度和资金投入力度,提高施工质量,从源头控制污染物的产生量,施工中全过程控制污染物的产生,并对施工中产生的“废物”采取资源化或无害化方式处理。

参考文献

- [1] 詹鲲,薛万东.油田企业环境保护[M].北京:石油工业出版社,2004.
- [2] 吴奇,王林,陈显进,等.井下作业监督(第二版)[M].北京:石油工业出版社,2004.
- [3] [美]尤里克,瑞维亚.腐蚀与腐蚀控制[M].北京:石油工业出版社,1994.

(收稿日期 2010-08-23)

(编辑 王薇)