

# 塔中地区零散试采井放空天然气回收技术应用

李循迹<sup>1</sup> 王立辉<sup>1</sup> 侯秉仁<sup>2</sup> 任东兴<sup>1</sup>

1. 中国石油塔里木油田公司, 新疆 库尔勒 841000

2. 中国石油天然气运输公司沙漠运输公司, 新疆 库尔勒 841000

## 摘要:

油气田开发试采期间,塔中地区有部分零散试采井存在天然气放空现象,国内经济发展迅猛但能源紧缺,回收放空天然气既增加供气能力,又节约能源,减少环境污染。为实现这一目标,经现场摸索实践形成了一套采用橇装化、模块化处理设备,按照  $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  三个等级进行多橇搭配的天然气回收技术。当实施回收的试采井产气量下降,橇装设备可以重新组合,在短时间内搬迁至新的井场重复利用。经过近三年的现场应用,设备运行正常,已累计回收天然气  $2.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。该技术的成功应用对今后类似现场放空天然气回收有一定的借鉴作用。

## 关键词:

放空天然气;回收;橇装;技术应用

## 文献标识码:B

文章编号:1006-5539(2012)05-0023-04

## 0 前言

油气田开发试采期间,塔中地区部分零散试采井存在天然气放空现象,造成资源浪费和环境污染。回收试采井放空天然气既增加供气能力,又节约能源,减少环境污染。2008年,塔里木油田开始在塔中地区实施零散试采井放空天然气回收工程。

针对这部分试采井点多、面广、气量较少、变化大且衰减过快的特点。现场采用橇装化、模块化处理设备,根据气量大小,按照  $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  三个等级进行多橇搭配,达到调节生产能力的目的。当井口气量下降太多,CNG回收装置无法正常运行时,橇装设备可以重新组合,搬迁到新的井场重复使用。

## 1 回收工艺主体流程

试采井与整装油气田的开发存在较大差异,其产能、稳产期等都不确定。因此偏远试采井放空天然气回收不能按常规条件设计,装置规模不宜过大,有天然气就建站回收,气量衰减则另找井场。所选用的设备要有较大的适用范围,形成模块化橇装组合、多橇搭配,根据需要调节处理能力和适应不同气质组分,实现设备的重复利用。

塔中地区目前采用的主体工艺流程:放空天然气首先经过脱硫、预处理、增压、膜脱烃、天然气增压、高压增压、深度脱水、充装CNG罐车,由拖车将回收的天然气运至卸气站将高压天然气进行加热减压后进外输管道,对于膜脱烃后富气量大的井可增加低温收烃工艺<sup>[1]</sup>。主体工艺流程框图见图1。

收稿日期:

2012-04-17

基金项目:

中国石油天然气运输公司重点项目“塔中油田零散井天然气放空回收工程”资助(CJRQ-DD08901)

作者简介:

李循迹(1961-)男,山东文登人,教授级高级工程师,硕士,现任中国石油塔里木油田公司副总工程师,负责装备管理工作。

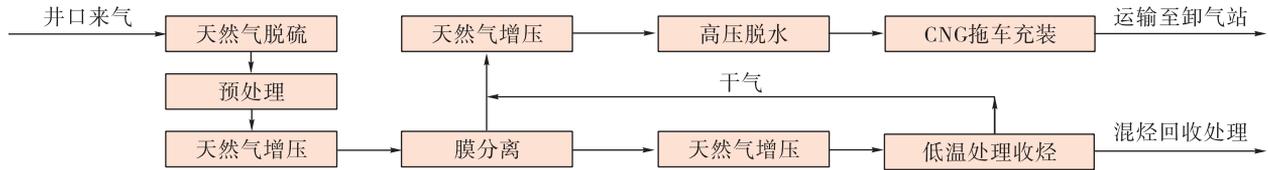


图1 主体工艺流程

设备采用橇装模式,单井回收站可分为多个标准化小橇,每个小橇能实现一个工艺要求或某个工艺流程,并可根据不同回收点气源的需求进行拆分、组合、调换组成一个完整的放空天然气回收处理站。回收天然气的质量达到 GB 50251-2003《输气管道工程设计规范》要求:管输天然气的  $\text{H}_2\text{S}$  浓度应小于  $20 \text{ mg/m}^3$ ,回收天然气水露点  $< -60 \text{ }^\circ\text{C}$ 、烃露点  $< -5 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

## 2 现场工艺模式

塔中地区零散试采井放空天然气回收工程在实践中形成了三种现场工艺模式。

### 2.1 模式一

适用范围:产气量  $2 \times 10^4 \sim 3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,井口油压低于  $3.0 \text{ MPa}$ , $\text{C}_3$ 以上组分含量低于  $6\%$ 的放空气。

流程简述:天然气预处理(气液分离)—压缩—脱水—装车—运往卸气站,对于没有外接电源的试采单井还需配备燃气发电机。模式一工艺流程见图2。

### 2.2 模式二

适应范围:产气量大于  $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,井口油压  $3.0 \text{ MPa}$ 以上, $\text{C}_3$ 以上组分含量高于  $6\%$ 的放空气回收。

流程简述:井口  $3.0 \text{ MPa}$ 来气进入高压处理橇预处理后,进入一级膜分离装置,分离的成品气进入高压压缩机

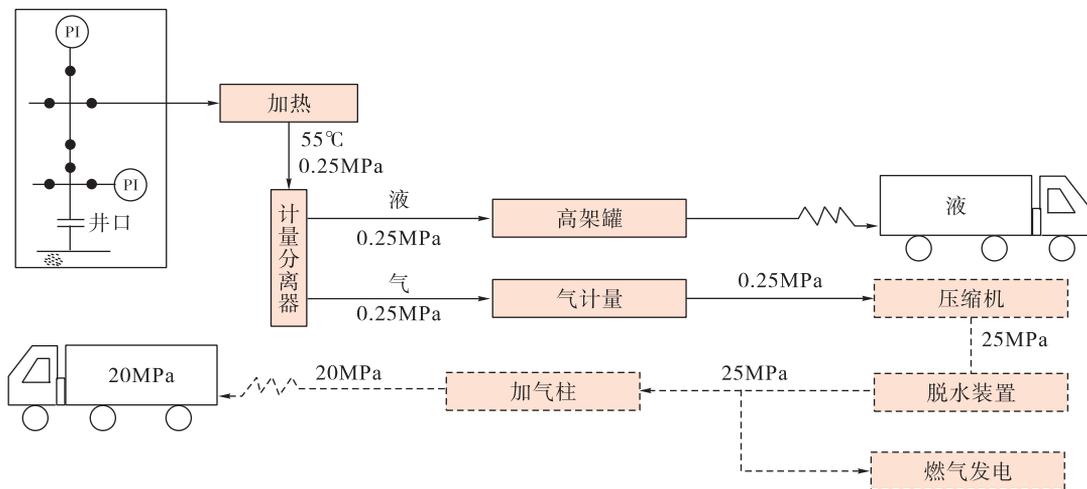


图2 模式一工艺流程

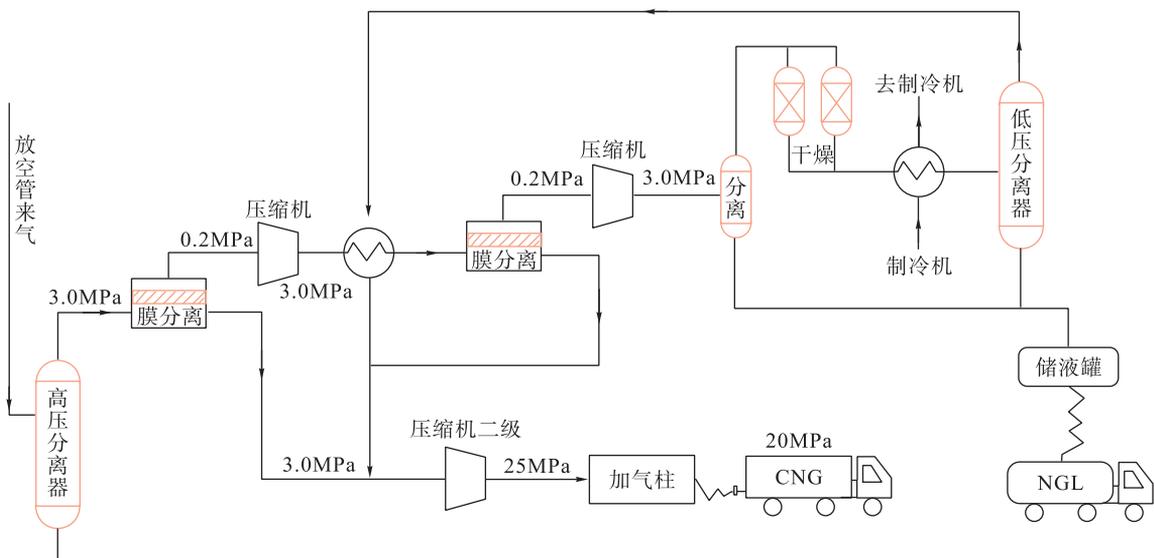


图3 模式二工艺流程

一级入口。渗透气则进入低压压缩机增压至 3.0 MPa 后,再进入二级膜分离装置,分离的成品气进入高压压缩机二级入口,二级膜分离装置的渗透气进入混烃回收装置。天然气经高压压缩机增压至 25 MPa 进高压脱水装置脱水后装车外运。混烃回收装置处理过的混烃进入混烃储罐,达到一定液量装车外运。混烃回收装置制冷采用丙烷制冷,制冷温度控制在 $-40^{\circ}\text{C}$ 左右,该工艺  $\text{C}_3$  以上组分的综合收率为 70% 以上。模式二工艺流程见图 3。

### 2.3 模式三

适用范围:解决放空天然气含  $\text{H}_2\text{S}$  问题,适用于产气量大、油压较高、含  $\text{H}_2\text{S}$  ( $<5\ 000\ \text{mg}/\text{m}^3$ )、 $\text{C}_3$  含量低于 6% 的放空气回收。

流程简述:井口来气—干法脱硫—预处理(气液分离)—压缩—高压脱水—装车—运往卸气站。模式三工艺流程见图 4。

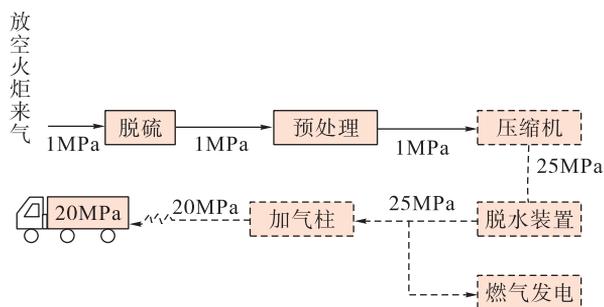


图 4 模式三工艺流程

## 3 回收关键技术应用

### 3.1 干法脱硫技术

干法脱硫工艺是利用固体脱硫剂吸收或者转化作用,将  $\text{H}_2\text{S}$  变成单质硫或者形成其他固体化合物。干法工艺适用于低含硫天然气处理,虽然干法脱硫工艺所用脱硫剂均不能再生,但具有流程短、辅助支援系统简单、操作弹性大、脱除程度高、能耗小、投资低等优点,特别适用于气体精细脱硫<sup>[2]</sup>。该工艺适用于  $\text{H}_2\text{S}$  含量小于  $5\ 000\ \text{mg}/\text{m}^3$  的天然气,超过这个含量将导致脱硫剂更换周期缩短,运行成本增加。干法脱硫工艺原理见图 5。

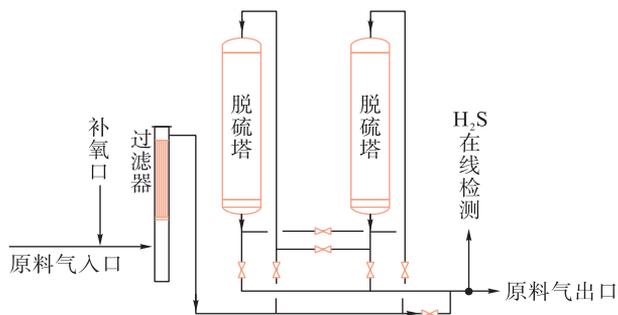


图 5 干法脱硫工艺原理

### 3.2 膜脱烃技术

传统的处理方法为冷分离法,能耗高、设备复杂、投资大。采用膜法分离,只要选用合适的分离膜,使轻烃组分渗透速率高于甲烷,优先透过膜予以脱除,渗透侧为富集了轻烃组分的天然气。采用膜法分离回收轻烃,能耗、设备规模和投资都可降低。膜法气体分离的基本原理是根据混合气体中各组分在压力的推动下透过膜的传递速率不同,达到分离目的<sup>[3-4]</sup>。分离膜采用“反向”选择性高分子复合膜,气体分离膜技术可以回收天然气中 50%~80% 的轻烃,经济效益显著,同时脱除 70% 以上的水份。膜脱烃工艺原理见图 6。

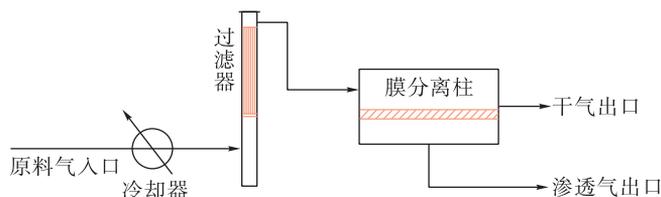


图 6 膜脱烃工艺原理图

由于烃类和水份的脱除,膜法处理后天然气的露点会降低  $20\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。对于那些已经有冷冻装置的系统,膜分离系统可以放到冷冻系统的前级对天然气进行预处理,降低冷冻系统的运行负荷。

### 3.3 高压后置脱水技术

天然气脱水采用分子筛吸附工艺,装置设双塔结构,干燥塔出口配置一级粉尘过滤器,在脱水橇出口处设置在线微量水分析仪。脱水后天然气的水露点小于  $-60^{\circ}\text{C}$ ,干燥剂一般采用 4A 分子筛。工艺简述:压缩机来气 ( $25\ \text{MPa}$ ) 经过前置过滤器、精密过滤器进入吸附塔进行脱水,脱水后的气体经压力保持阀进入加气柱。吸附的同时,一小部分干燥后的天然气经减压阀减压和加热器升温后进入再生塔对分子筛进行再生,饱和再生气的降温分离采用 JT 阀方式,利用再生气降压时的温降,不另设冷却气源<sup>[5]</sup>。采用高压再生装置的优点是可以降低设备的制造尺寸,便于橇装设备的搬迁和现场安装。脱水工艺原理见图 7。

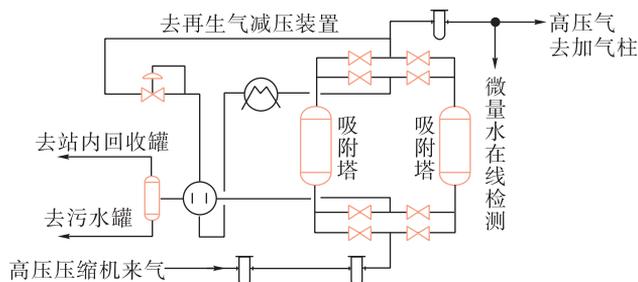


图 7 脱水工艺原理

### 3.4 天然气增压技术

天然气增压采用国产橇装往复式压缩机组,全部设备集成在橇装的框架式底座上,并装配降低机组噪音的隔音罩体,形成一个移动式整体橇装式压缩机组。增压方式分为低压和高压增压两种,当井口压力低于 3.0 MPa 时组合采用低压压缩机和高压压缩机,天然气经低压压缩机增压后进行分离、脱烃再进高压压缩机增压至 25 MPa; 当井口压力高于 3.0 MPa 时,天然气经脱烃处理后直接进高压压缩机增压至 25 MPa。

## 4 经济和社会效益

天然气作为一种洁净、环保、高效、不可再生的资源,其开发利用越来越受到人们的重视。塔中地区零散试采井放空天然气回收工程通过回收放空的天然气,实现资源回收及节能减排的目的。该工程于 2009

年投产,截止 2011 年底已投入资金近 3 亿元建成 11 个放空气回收站,累计回收天然气  $2.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,直接经济效益 1 500 万元,减排二氧化碳  $61 \times 10^4 \text{ t}$ 。

参考文献:

- [1] 许 多,李 俊,郑 洁,等. 国内油田放空气回收技术调研[J]. 天然气与石油,2010,28(3):29-31.
- [2] 叶 凡,许久龙. 分子筛三塔高压脱水工艺改造应用[J]. 天然气与石油,2009,27(1):41-43.
- [3] 杨 毅,李长俊,刘恩斌. 膜技术在天然气分离中的应用研究[J]. 西南石油学院学报,2008,27(5):68-71.
- [4] 于海江,苏志远. 气体膜分离技术的应用[J]. 油气田环境保护,2005,15(1):34-36.
- [5] 王协琴. 车用压缩天然气脱水[J]. 天然气工业,1999,19(6):75-78.

(上接第 9 页)

### 4.2 数字化采集平台

施工数据数字化填报系统作为数字化采集平台应具备数据质量控制的功能,做到数据采集的规范性、一致性和完整性控制,确保施工数据数字化采集的质量。

通过培训、填报模版、上报客户端以及采集系统后台的设置,规定填报数据项的格式以及限制,实现数据的规范性控制。

系统提供各个填报单位内部项目数据表之间和单位之间相关数据的一致性检查,查找不一致的数据和项目信息,以便核对修改,实现数据的一致性控制。

系统对填报的数据表进行设置,规定必须填报的数据项,防止漏报数据,实现数据的完整性控制。

### 4.3 考核机制

由管道项目部牵头,管道项目部数字化负责人、监理单位数字化负责人、数字化项目组的成员组成数字化数据填报考核小组,制定考核频率和标准,对各个填报单位的数据填报工作进行考核打分评价,督促和提高施工期数据采集的质量。

## 5 结论

施工数据是管道完整性数据的重要组成部分,是数字管道建设的基础。施工数据采集必须遵循统一的原则,制定合理流程,明确采集范围和内容,强化质量管理。本阶段工作涉及业主、监理、采购、施工、检测等单位,需要各方协调管理,密切合作、共同推进,保证数据的真实性、完整性、正确性、及时性,为数字管道建设提供完整可靠的基础数据。

参考文献:

- [1] 万仕平,杨 胜,李 丹. 数字管道地理空间框架的构建[J]. 天然气与石油,2010,28(3):5-8.
- [2] 马索文. 构建数字化管道[J]. 数字化石油和化工,2006,26(1):76-77.
- [3] 刘 兵,余忠仁,杨 茂. 数字气田建设总体规划及实施[J]. 天然气与石油,2010,28(3):12-15.
- [4] 沈思伟. 数字管道建设方案[EB/OL]. <http://wenku.baidu.com/view/fa86e461ddccda38376bafa2.html>,2010-10-20.
- [5] 徐志勇. 如何加强长输管道施工阶段数字化管理[EB/OL]. <http://wenku.baidu.com/view/3ecbec6f1eb91a37f1115c88.html>,2010-10-20.