

# 丘东油气处理技术应用及存在问题研究

刘洪杰

(中国石油吐哈油田公司丘东采油厂, 新疆 鄯善 838202)

**摘 要:**介绍油气处理技术在吐哈油田丘东油气处理厂的应用。凝析油处理过程中采用了多级分离和分馏法稳定技术及新型填料。在天然气处理过程中,采用了分子筛脱水工艺、重接触塔技术、表面蒸发式空冷器技术等,分析了出现的问题,提出了解决方案,实施后达到了预期效果。油气处理技术的应用,将凝析油中的  $C_3$ 、 $C_4$  等轻组分分离出来,降低了饱和蒸气压,减少了运输中的损耗,提高了  $C_3^+$  收率和产品质量。

**关键词:** 多级分离; 脱水; 低温分离; 空冷器

文章编号: 1006-5539(2009)06-0038-04

文献标识码: A

## 1 现状

丘东油气处理厂包括凝析油处理系统、天然气处理系统等。凝析油处理系统设计处理量 200 t/d 生产原油 166 t/d 液化气 20 t/d 主要采用了多级分离和分馏法稳定技术。天然气处理系统设计处理量为  $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d} \pm 20\%$ , 天然气处理部分主要采用分子筛脱水、低温分离工艺、重接触塔技术等生产工艺技术,可生产干气  $95 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  液化气 116 t/d

## 2 油气处理应用的技术

### 2.1 凝析油处理系统采用的技术

凝析油处理采用了多级分离和分馏法相结合的技术方法,凝析油三级平衡闪蒸,主要包括生产分离器、中压闪蒸分离器、三相分离器。分馏法稳定主要由凝析油脱乙烷塔和凝析油脱丁烷塔组成,分馏法稳定主要进行脱除甲烷、乙烷,回收  $C_3$ 、 $C_4$  组分。采用多级分离稳定技术的前提是凝析油具有足够高的压力。分馏法适用于轻质原油或凝析油,能很好的分离原油中的轻组分,达到指定的凝析油饱和蒸气压,

减少储运过程中损耗。凝析油脱乙烷塔可以脱除凝析油中的甲烷、乙烷,脱出的甲烷、乙烷进入低压干气外输系统,凝析油脱丁烷塔为精馏塔,可以从凝析油中分离出  $C_3$ 、 $C_4$  组分,同时保证液化石油气质量要求,凝析油脱乙烷塔和脱丁烷塔填料采用了新型的规整填料,提高了分离效果,有效地降低了因分离效果差,造成的放空损耗。工艺流程简图见图 1。

### 2.2 天然气处理系统采用的技术

丘东油气处理厂天然气处理部分主要采用分子筛脱水、低温分离工艺、板翅式冷箱换热、重接触塔技术等生产工艺技术,工艺流程简图见图 2。

#### 2.2.1 分子筛脱水工艺技术

天然气含水在一定温度、压力条件下会形成水合物,造成管线、阀门堵塞,管道输送能力大大降低,因此天然气脱水是天然气处理过程中重要的环节<sup>[1]</sup>。丘东  $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  脱水采用的是 4A 分子筛干燥剂,分子筛干燥器共两台,一台用于吸附脱水,另一台用于吸附脱水后的加热再生及再生后的床层冷吹,两台循环使用,周期为 8 h 再生气加热源采用导热油作为热媒介质。

再生气采用来自冷箱 I 脱乙烷塔自产干气,不足部分由透平膨胀机增压端入口干气补充,再生气

收稿日期: 2009-10-20

作者简介: 刘洪杰 (1971-) 男,河北沧州人,工程师,学士,主要从事天然气处理与加工工作。电话: (0995)

8379003

©1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

被在再生气加热器加热到 25℃ 进入分子筛干燥器, 对分子筛进行再生, 热再生气经再生气冷却器冷

却后进再生气分水罐, 分离出游离水后, 作为低压气外输, 再生结束后, 即进入冷吹阶段。

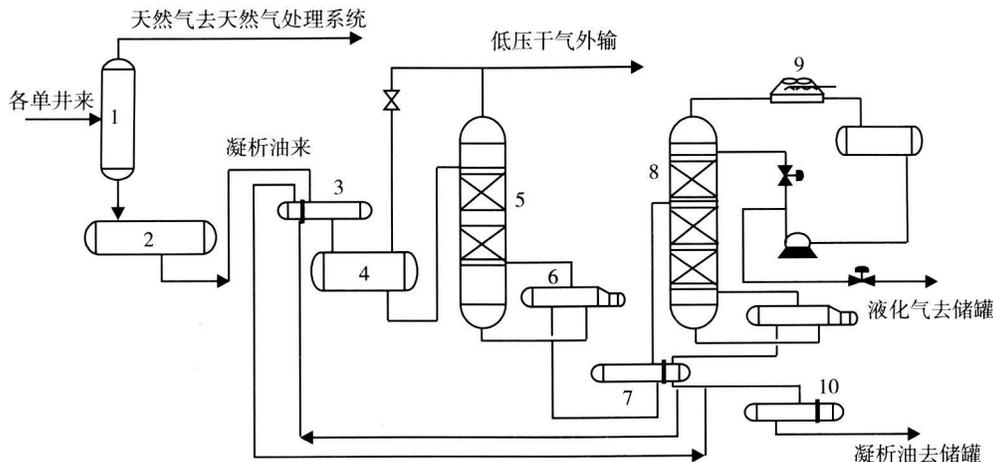


图 1 凝析油处理系统流程简图

1. 生产分离器; 2 三相分离器; 3 进站加热器; 4 中压闪蒸分离器; 5 凝析油脱乙烷塔; 6 重沸器; 7 进料加热器; 8 凝析油脱丁烷塔; 9 空冷器; 10 凝析油后冷却器

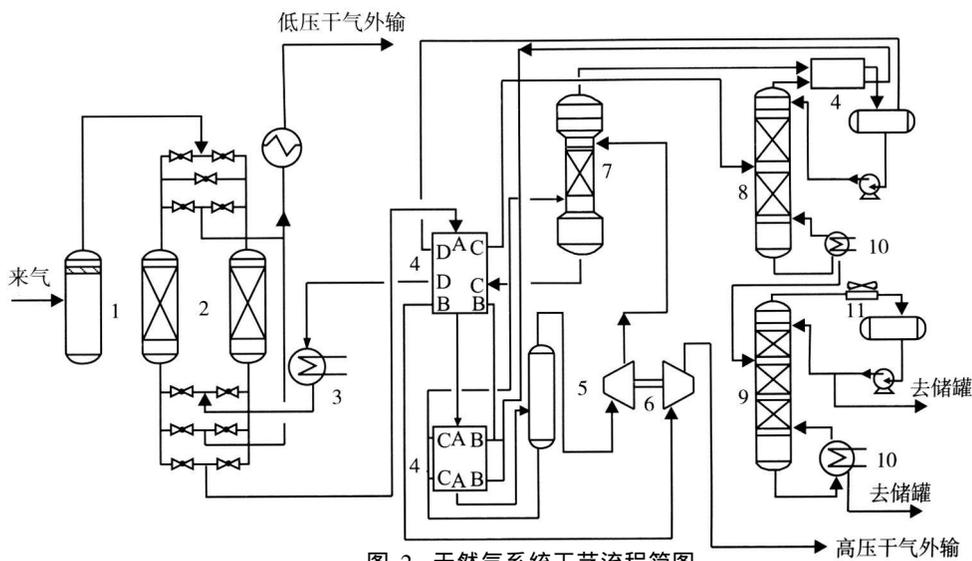


图 2 天然气系统工艺流程简图

1. 分子筛入口分离器; 2 分子筛干燥器; 3 再生气加热器; 4 冷箱; 5 低温分离器; 6 透平膨胀机; 7 重接触塔; 8 脱乙烷塔; 9 脱丁烷塔; 10 重沸器; 11 空冷器

### 2.2.2 低温分离工艺技术

低温分离工艺技术的目的是最大限度的从天然气中回收轻烃, 要求的温度更低。丘东油气处理装置采用的是丙烷预冷和膨胀机制冷的混合制冷法的低温分离工艺技术<sup>[1]</sup>。膨胀机是四川空分设备集团生产的 PLPT-562/69.4-30 型透平膨胀机组。丘东油气处理厂透平膨胀机结构是由膨胀端、增压端、润滑油系统、密封气系统及安全保护监测仪表控

制系统构成。膨胀端为透平膨胀机的动力端, 由蜗壳、喷嘴环、叶轮、扩压器轴承等组成, 增压端为膨胀机的做工端, 由叶轮、扩压器、蜗壳等组成, 润滑油系统主要为膨胀机两端止推轴承提供润滑油, 对轴承进行润滑和降温。密封气系统是引入工艺系统的干气, 通过龇齿形迷宫密封, 最后汇入工艺系统和润滑油系统, 主要作用是防止润滑油进入工艺气, 安全保护监测仪表控制系统主要有防喘控制系统、轴

力止推平衡系统、轴承油压力和温度控制系统、转速控制系统及轴承振动监测系统等。此工艺充分利用了气田气的压力能,不需要增压直接膨胀制冷,符合现在的节能观念。主要天然气经过分子筛脱水,丙烷预冷后,然后进入透平膨胀机膨胀制冷。采用丙烷循环制冷作为辅助冷源,可将重烃先行冷凝分离出来,使进膨胀机的气流变贫,这样不仅会降低膨胀机的带液量,而且有利于提高膨胀机的制冷深度,提高  $C_3$  收率。

### 2.2.3 板翅式冷箱换热技术

板翅式换热器具有结构紧凑、传热效率高等特点,与传统的管壳式换热器相比,其换热效率提高 20%~30%,成本可降低 50%,广泛应用于石油化工、航空航天、电子、原子能和机械等领域<sup>[2]</sup>。丘东采油厂油气处理装置采用的是杭氧集团公司铝制板翅式冷箱,所能承受的压力可达 9.0 MPa,承受最高温度 300℃,其换热介质为天然气和液烃,天然气压力为 7.0 MPa 左右,液烃压力一般在 3.6 MPa 或更高。因为丘东所产气田气基本不含硫,因此对铝制板翅式冷箱的腐蚀基本可以不考虑。

### 2.2.4 重接触塔技术

重接触塔技术,又称 DHX 技术,也称直接换热技术,是通过两种不同组分和温度的物流进料,温度较低的顶部冷凝液化的  $C_2$  组分和温度较高的底部气相  $C_3$  组分在塔中进行逆流接触交换,冷凝的  $C_2$  组分汽化,气相中的  $C_3$  组分冷凝下来,达到提高  $C_3$  收率的目的,在相同条件下,采用重接触塔和脱乙烷塔采用全塔操作与不设重接触塔和脱乙烷塔采用提馏塔操作相比,  $C_3$  收率提高了近 10%<sup>[3]</sup>。丘东油气处理厂原料气入口压力设计为 7.2 MPa 生产的高压干气外输压力设计为 3.5 MPa,经鄯乌首站输至新疆化肥厂等工业企业及城市燃气作为化工原料和燃料。装置的设计要求在保证  $C_3$  收率的前提下,尽可能提高高压干气的产量,因此,根据丘东油气处理厂的特点,在膨胀机出口设置了重接触塔。膨胀机出口物流进重接触塔顶部,复热后的低温分离器液烃进入重接触塔下部,由于膨胀机出口物流是两相流,进入重接触塔顶部时,首先进行气液分离,重接触塔顶部相当于气液分离器。在重接触塔中主要是顶部的膨胀机出口分离液与低温分离器液烃进行气液传质接触。其作用就是将低温分离器液烃中的大部分  $C_2$  及其较轻组分洗涤掉,减轻脱乙烷塔的负荷。此外,为了提高  $C_3$  收率,脱乙烷塔采用全塔分

馏方式,如果进塔液烃中含有  $C_2$  及其较轻组分的量越高,则脱乙烷塔的操作难度越大,特别是塔顶回流泵无法平稳运行,从而影响装置的  $C_3$  收率。

### 2.2.5 表面蒸发式空冷器技术

丘东油气处理厂所用的空冷器为表面蒸发式空冷器,其主要原理是利用管外水膜的蒸发强化管外传热<sup>[4~5]</sup>。其工作过程是用泵将设备下部水池中的循环冷却水输送到位于水平放置的光管束上方的喷淋水分配器,由分配器将冷却水向下喷淋到传热管表面,使管外表面形成连续均匀的薄水膜;同时用风机将空气从设备下部空气吸入窗口吸入,使空气自下向上流动,横掠水平放置的光管束。此时传热管的管外换热除依靠水膜与空气流间的显热传递外,管外表面水膜的迅速蒸发吸收了大量的热量,强化了管外传热。

由于水具有较高的汽化潜热,因此管外表面水膜的蒸发大大地强化了管外传热,使设备总体传热效率明显提高,管外表面水膜的蒸发使得空气穿过光管束后湿度增加而接近饱和,风机将饱和湿空气从管束中抽出并使其穿过位于喷淋水分配器上方的除雾器,除去饱和湿空气中夹带的水滴后从设备顶部风机出口排入大气中,由于风机位于设备上部向上抽吸空气,从而在风机下部空间形成负压区域,加速了管外表面水膜的蒸发,有利于强化管外传热,蒸发空冷中,工艺介质走管内水平流动,空气、水走管外,空气由下向上流动,喷淋水则由上往下流动,水、空气与工艺介质为交叉错流、水与空气为逆流,强化了传热传质过程。

## 3 存在问题

### 3.1 透平膨胀机增压比

随着天然气下游用户用气量的增大,鄯乌输气管道的输气量增大,起点输气压力提高到了 3.4 MPa 以上,由于丘东油气处理厂透平膨胀机采用的是逆升压式,透平膨胀机出口干气不需增压直接进入鄯乌管道外输,由于透平膨胀机增压端增压效果差,增压比小,增压后的压力低于鄯乌管道天然气输送压力,因而造成了天然气放空问题,如果提高透平膨胀机增压端入口压力,就会使重接触塔超压运行,造成安全隐患,这样也降低了透平膨胀机的膨胀比,最终降低了  $C_3$  收率<sup>[6~8]</sup>。

### 3.2 重接触塔技术

由于重接触塔最高工作压力为 3.25 MPa, 而外输压力提高后, 当透平膨胀机出现意外停机时, 重接触塔会超压运行, 存在安全隐患。

### 3.3 表面蒸发式空冷器

表面蒸发式空冷器对水质的要求比较严格。适用于水质条件比较好, 气候干燥, 风沙少的地区使用, 而吐哈油田丘东采油厂所处的地理位置, 由于风沙相对较多, 水质呈碱性, 矿化度较高, 如果不处理, 会造成空冷器管束结垢, 影响换热效果, 因此, 需要增加水处理装置, 才能保证空冷器正常运行, 另外, 由于风沙较大, 水从空冷器中被吹出, 导致管线、设备表面较脏。

## 4 解决方案

### 4.1 透平膨胀机增压比问题

透平膨胀机增压比小的原因是由于增压端防喘调节阀旁通手阀内漏和增压端轮背间隙过大造成的。采取了以下处理措施:

a 对透平膨胀机进行解体检修, 更换了膨胀机叶轮和轮背密封, 解决了透平膨胀机增压端轮背间隙过大的问题, 使其达到设计要求。

b 检修透平膨胀机增压端防喘调节阀旁通手阀, 降低了内漏问题的出现。

### 4.2 重接触塔技术

在重接触塔气相、液相进出口管线增加紧急切断阀 SDV 和旁通阀, 当透平膨胀机出现意外停机

时, 重接触塔气相、液相进出口紧急切断阀关闭, 旁通阀打开, 消除了生产运行的安全隐患。

### 4.3 表面蒸发式空冷器

针对表面蒸发式空冷器对水质要求比较高的因素, 采用 10 t/d 的反渗透膜软化水装置后, 经处理的软化水可以满足空冷器的运行要求。

## 5 结论

通过对应用的地面工艺技术和在生产中出现问题的分析, 提出了解决方案, 有效地解决了生产中存在的制约因素, 使工艺技术不断完善, 既提高了产品产量, 又减少了资源的损耗, 符合现在节能减排的趋势。

### 参考文献:

- [1] 李国诚, 诸林. 油气田轻烃回收技术[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1999: 144-189.
- [2] 别士军, 卢玫, 李美玲. 板式翅式热交换器溴化锂吸收式制冷系统[J]. 流体机械, 2002, 30(1): 62-64.
- [3] 赵学波. 轻烃回收装置 DHX 工艺研究[J]. 石油化工高等学校学报, 1997, 10(1): 8-10.
- [4] 杨志毅, 苏芳云. 表面蒸发式空冷器在气体分馏装置中的应用[J]. 化工机械, 2000, 27(5): 29-30.
- [5] 武耀祖, 尚玉明, 王社民. 表面蒸发式空冷器在轻烃回收装置中的应用[J]. 化工机械, 2003, 30(5): 27-29.
- [6] 王健. 轻烃回收工艺的发展方向及新技术探讨[J]. 天然气与石油, 2003, 21(2): 20-22.
- [7] 艾云超. 国内气田集输工艺技术及发展方向[J]. 油气田地面工程, 2005, 24(9): 8-9.
- [8] 刘祎, 王登海. 苏里格气田天然气集输工艺技术的优化创新[J]. 天然气工业, 2007, 27(5): 145-147.