

气田TDE脱水橇的使用效果分析

Analysis of the Using Effect of TDE Dewatering Skid in Gas field

杨玲¹ 潘金华¹ 潘进虎² 张瑞³

Ling Yang¹ Jinhua Pan¹ Jinhu Pan² Rui Zhang³

1.宁夏银川市长庆油田第一采气厂,中国·宁夏 银川 750006

2.长庆油田长庆实业集团公司,中国·甘肃 庆阳 745000

3.长庆油田第八采油厂吴定作业区应急五班,中国·陕西 吴起 717600

1. Ningxia Yinchuan Municipal PetroChina Changqing Oilfield Company No. 1 Gas Production Plant, Yinchuan, Ningxia, 750006, China

2. PetroChina Changqing Oilfield industry Group Co., Ltd., Qingyang, Gansu, 745000, China

3. Wuding Operation Area Emergency Class 5, PetroChina Changqing Oilfield Company No. 8 Gas Production Plant, Wuqi, Shaanxi, 717600, China

【摘要】脱水装置是天然气开采过程中脱除天然气中水份的设备之一,气田自投入大规模开发以来,陆续从国外引进一批美国EXPRO公司处理量为 $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$;加拿大PROPAK公司处理量 $30 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 、 $50 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$;加拿大MALONEY公司处理量 $50 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$;加拿大TDE公司处理量 $40 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 几种类型的天然气脱水橇。气田中安装了加拿大TDE公司处理量 $40 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 的天然气脱水橇,该装置设计紧凑,具有很高的自动化程度,能够在无人操作的情况下连续稳定运转,可有效深度脱除天然气中水份并自动实现三甘醇富液再生。

【Abstract】The dewatering device is one of the devices for removing moisture from natural gas during the natural gas exploitation process. Since the gas field was put into large-scale development, a batch of American EXPRO has been introduced from abroad to process $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$; Canada PROPAK company processing capacity of $30 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$, $50 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$; Canada MALONEY company processing capacity of $50 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$; Canadian TDE handles several types of natural gas dewatering skids of $40 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$. A natural gas dewatering skid with a capacity of $40 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ from TDE of Canada was installed in the gas field. The device adopts compact design, high degree of automation, continuous and stable operation under unmanned operation, which can effectively remove the moisture in natural gas and automatically realize the regeneration of triethylene glycol rich liquid.

【关键词】脱水橇;使用效果;对比;分析

【Keywords】dehydration skid; using effect; comparison; analysis

【DOI】<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v3i1.1418>

1 概述

气田三甘醇脱水装置用于天然气的深度脱水,是天然气从井口采出后输送至输气干线的必备设备,它可有效脱除天然气中的水份,以便防止管道腐蚀,提高管输效率,并降低了下游深度处理负荷。本文针对加拿大普帕克、马龙尼、TDE三种脱水橇从工艺流程上予以分析对比,从而体现其各自的性能、优缺点,为后续气田开发引进脱水橇提供依据^[1]。

2 三种脱水橇的工艺流程

TDE脱水橇流程如下(以 $40 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 为例):

工艺介绍:含有游离水的原料气进入脱水塔(T-100)下部的两相分离器,脱除游离水。游离水经液位控制器排入塔外的排污管线。该两相分离器装有玻璃板式液位计,用来监控液位。

天然气从两相分离器底部与三甘醇逆流进入吸收塔,向上流经8层泡罩塔板,与纯度为99.7%的三甘醇溶液逆流接触并进行热量及物质交换。

三甘醇富液的流量经KIMARY循环泵控制,流经缓冲罐中的换热盘管,使富三甘醇预热,同时冷却贫三甘醇。然后进入两相三甘醇闪蒸罐,在脱水塔压力下甘醇中携带的天然气

因压力降低而闪蒸出来。闪蒸罐上装有液位控制器,用来控制液位阀的开启度,并配有平膜远传变送器,实现远程监控。

闪蒸罐中的富三甘醇经液位控制阀的控制进入甘醇过滤器,脱除大于 10μ 的固体杂质,然后进入活性炭过滤器,脱除富三甘醇中可能夹带的轻烃,以便甘醇再生,防止重沸器结焦因局部受热而使火管受损或影响传热效果。

三甘醇富液流经富液精馏柱顶部的换热盘管,然后去缓冲罐中的加热盘管,与重沸器高温三甘醇贫液换热后,进入精馏柱填料段,附着有三甘醇富液的金属鞍环填料与携带有水蒸气和甘醇蒸汽的天然气逆流接触进行吸收,使得甘醇蒸汽冷却并与三甘醇富液一起流入重沸器。富三甘醇被加热到 204°C ,经精馏柱脱除其中的水份。

再生后的贫三甘醇进入缓冲罐,然后用KIMARY循环泵入甘醇脱水塔。贫甘醇在气醇换热器中与脱水塔出口干气换热,降低甘醇温度,提高吸收效果。

普帕克脱水装置(以 $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 为例)流程示意图见下图:

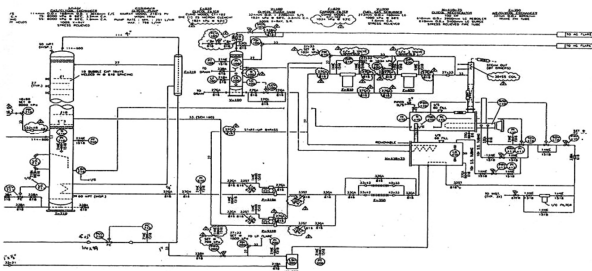


图1 普帕克脱水装置流程示意图

马龙尼脱水装置(以 $50\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 为例)流程示意图见下图:

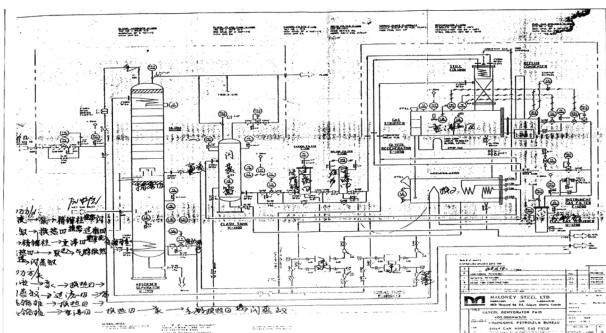


图2 马龙尼脱水装置流程示意图

3 三种脱水装置工艺异同点及性能参数

由以上工艺流程分析可以看出:

TDE脱水装置与马龙尼脱水装置的工艺流程基本相同,区别在于:

TDE脱水装置在进入吸收塔前增加了气醇换热,而马龙尼

脱水装置没有进行换热;其优点主要是降低了甘醇温度有利于吸收。

富液从闪蒸罐出来以后马龙尼脱水装置首先用调节阀进行控制闪蒸罐液位,然后经过活性炭过滤器、滤布过滤器进行过滤;而TDE脱水装置富液直接进入滤布过滤器、活性炭过滤器过滤后用调节阀进行控制闪蒸罐液位

TDE脱水装置在进泵前增加了散热片,而马龙尼脱水装置在贫液进泵之前未安装散热片;其优点主要是降低了甘醇温度有利于吸收,同时降低温度有利于泵的使用寿命。

TDE脱水装置采用电子点火,而马龙尼脱水装置采用明火点火;减少了站内使用明火频次,从而降低了安全风险。

TDE脱水装置与普帕克脱水装置的工艺流程区别在于:

TDE脱水装置富液从KIMARY循环泵出来后进入缓冲罐;而普帕克脱水装置富液从KIMARY循环泵出来后进入富液精馏柱对三甘醇蒸汽进行冷凝,有利于降低三甘醇损失;

TDE脱水装置在缓冲罐进行两次换热,而普帕克脱水装置在缓冲罐中进行了一次换热;

TDE脱水装置采用压电陶瓷电子点火,而普帕克脱水装置采用明火点火。

4 装置运行性能考核

4.1 经济技术指标性能考核

4.1.1 露点

天然气脱水指脱除天然气中的饱和水蒸汽,天然气的含水量一般用水露点表示。因此,露点是衡量脱水程度的一个指标。在脱水装置运行稳定后,在干气出塔处测量干气出塔水露点,脱水后的天然气露点 $\leq -13^{\circ}\text{C}$,且变化趋势平缓,说明了处理量在操作弹性范围内露点变化不大,低于国家管输天然气露点要求($\leq -13^{\circ}\text{C}$),说明该脱水装置脱水效果较好。

4.2 重沸器的燃气量和热效率

4.2.1 重沸器的燃气量

重沸器所需燃料提供的热量主要用途有:(1)三甘醇的再生;(2)炉膛内热损耗;(3)贫液和天然气间的换热。这些热量传递情况和原料气的含水量、天然气处理量、三甘醇循环管线散热情况及被处理天然气温度均与燃料消耗有关。

天然气进塔前要经过重力式分离器分离,但分离深度较低,含水量要比其经过吸收塔吸收后水露点下天然气含水量高2倍多,一般情况下,塔温受物料进塔温度及吸收效果控制,塔压 5.2Mpa ,塔温在 20°C 左右,含水量约为 $1.089\text{克}/\text{立方米}$ 。

外输露点要求 $\leq -13^{\circ}\text{C}$,则每万方天然气的脱水量约为 10.58公斤 ,需要的燃气量约 8方 ,通过重沸器主火管路上的燃气流量计每天重沸器的耗气量,重沸器燃气量随处理气

量的增加而呈增加趋势,燃气量比较稳定。

4.2.2 重沸器热效率

计算得出处理每万方天然气,重沸器平均燃气量为8.24方。

4.2.3 TDE脱水橇燃气量对比

通过对普帕克 $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水橇燃气量测试统计,普帕克 $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水橇满负荷运行时,燃气量约 $520\text{m}^3/\text{d}$;马龙尼 $50\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水橇满负荷运行时,燃气量约 $600\text{m}^3/\text{d}$ 。

根据以上的计算方法,可计算出普帕克 $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水橇满负荷运行时热效率为48.48%,马龙尼 $50\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水橇满负荷运行时热效率为46.55%;TDE $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水橇处理气量为50万方/天时热效率为61.35%,由此可见,TDE40万方/天脱水橇热效率高于其它脱水橇的热效率。

4.3 三甘醇损耗量

三甘醇损耗量是脱水橇经济运行的重要指标,通过对各站全年三甘醇的补加情况来看,TDE $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水装置三甘醇损耗量较其它两装置高,低于经济消耗量7%;普帕克 $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水装置三甘醇损耗量最小,低于经济消耗量的88%;马龙尼 $50\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水装置三甘醇损耗量也较小,低于经济消耗量69%;通过以上分析说明普帕克 $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水装置三甘醇损失量很小。

4.4 闪蒸气量

三甘醇溶液是脱水橇使用的脱水溶液,在闪蒸罐中经过闪蒸释放其中携带的烃类,烃类包括溶解在溶液中的烃类和KIMREY循环泵的动力气,在此工艺流程中,闪蒸气被完全排入大气中无法计量。

5 设备及仪表性能考核

5.1 重沸器的再生能力考核

此脱水橇设计的三甘醇富液浓度是96.9%,贫液浓度是99.5%。三甘醇贫、富液浓度是重沸器再生能力的标志。

因此在重沸器富液进口处和缓冲罐贫液出口处分别检测三甘醇的浓度。三甘醇的浓度与设计值基本相符,三甘醇再生效果较好,说明在操作要求下重沸器的再生能力较高。

5.2 换热性能评价

5.2.1 缓冲罐管程三甘醇温度

由脱水塔出来的富液进入缓冲罐进行换热,测量三甘醇换热进、出口管程中三甘醇的温度。缓冲罐进口温度平均为 60°C ,缓冲罐出口温度平均为 92°C ,温度平均上升 32°C ,由此

可见,缓冲罐的换热性能较好。

5.2.2 精馏柱管程三甘醇温度

由过滤器出来的洁净的TEG富液进入富液精馏柱内的换热盘管,水蒸汽和少部分三甘醇蒸汽与之换热,换热后的富液再进入缓冲罐内。

6 三甘醇循环泵

6.1 泵性能考核

TDE $40\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ 脱水装置采用45015 PV KIMARRY循环泵,其最大工作压力10.35Mpa,最高工作温度 93°C ,最大循环量 $1.4\text{m}^3/\text{h}$ 。

在运行过程中,随气量的变化,泵次进行了相应的调节来改变三甘醇循环量,此泵泵次均匀,泵速稳定,两侧运行连贯性好,说明该泵性能稳定。

6.2 贫富液进出泵温度

泵的操作温度决定O型密封环和D型滑块的使用寿命,一般情况下,在 66°C 时,密封圈的使用寿命会长的多,因此对贫富液进出泵温度(用红外线测温仪)进行测量。

7 存在问题

TDE脱水橇在开始运行过程中,出现主火频繁熄灭的现象,经现场分析调节可能是母火与主火之间的距离存在问题,经厂家整改在原母火嘴加一护套后解决了此问题。

该脱水橇在提高泵次后,重沸器温度上升较为缓慢,不能达到所需温度,分析原因可能是增大循环量后,三甘醇在重沸器中的滞留时间缩短,循环速度增大,再者,该橇重沸器容积较小,使得三甘醇在重沸器内停留时间相对缩短,燃烧器功率达不到现场要求。

8 结语

三甘醇泵选用KIMARRY循环泵,泵进口温度平均为 83°C ,泵出口温度平均为 79°C ,其性能很稳定。

缓冲罐和精馏柱换热效果较好,从运行参数分析,缓冲罐和精馏柱运行平稳,性能稳定。

在满足脱水后干气气质要求的前提下,装置在超负荷(处理量最高 $60\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$)状态下能平稳运行。

参考文献

[1]余瑞,陈日东,虎振山,张恩科,姬小飞.靖边气田TDE脱水橇工艺参数优化及效果评价[J].中国石油和化工标准与质量,2012,33(16):173-175.