

Study on Stripping Technology of Crude Oil Stabilizer

Hang Zhang, Huiyu Jia

Northeast Petroleum University, Daqing
Email: 418377739@qq.com

Received: Jul. 7th, 2014; revised: Jul. 16th, 2014; accepted: Jul. 24th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Daqing Oilfield crude oil stabilization process is in state of high energy consumption and the low benefit, but we still have much potential to increase the recovery rate and decrease the energy consume, then we can gain more economic benefit. For this reason, we can use aspen plus to simulate the stripping technology in the application of stabilizing device. The results show the effect of stripping is under the influence of the temperature, the stripping gas flow and the flow of light hydrocarbon; the light hydrocarbon recovery rate can be improved after the modification of stable tower based on the results.

Keywords

Stripping Technology, Light Hydrocarbon Recovery Rate, Processing Simulation

原油稳定装置汽提技术研究

张 航, 贾慧宇

东北石油大学, 大庆
Email: 418377739@qq.com

收稿日期: 2014年7月7日; 修回日期: 2014年7月16日; 录用日期: 2014年7月24日

摘 要

目前大庆油田负压原稳装置能耗高、效益差, 提高收率、降低产品单耗具有较大的潜力和较好的经济效

益。为此，用aspen plus软件对汽提技术在原稳装置上的应用进行了模拟。结果表明：汽提效果与温度、汽提气流量、轻烃流量之间存在重要关系，根据实验结果对稳定塔进行改造后可提高轻烃回收率。

关键词

汽提技术，轻烃收率，工艺模拟

1. 引言

1.1. 气提工艺技术

原油稳定过程实质上是多组分气液平衡分离过程。将原油混合物部分汽化，利用各组分挥发度不同，通过液相和气相间的质量传递实现分离的目的[1]。在原油稳定过程中，将原油加热，使之部分汽化，由于原油中的轻烃组分的沸点较重烃组分低，即其挥发度较重烃组分高，故原油稳定中轻烃组分较之重烃组分易于从液相中汽化出来。若将汽化的蒸气全部冷凝，即可得到轻烃组分浓度高于原油的产品，从而使原油中的轻烃组分得以分离出来。

具体微观的过程可以描述为：液体开始汽化后，随着气体分子的增加，气压升高。气压达到一定值之后，分子有一部分开始液化，如果汽化分子个数与液化分子个数相等时，从宏观看，液体的温度、压力和气体温度、压力不再发生变化了(在外部压力、温度不变的情况下)，我们称此时达到了该系统的气液两相平衡[2]。

此时平衡体系可以用平衡常数 K 表示。

$$K = \frac{y_i}{x_i}$$

其中： y_i ——气相中某种组分的摩尔分率； x_i ——液相中某种组分的摩尔分率。

在特定的温度和压力下的多组分气液两相体系中，欲得到更多的脱出气，就必须破坏现有平衡状态[3]。气提工艺是通过在气液平衡体系中加入汽提气，来降低轻组分在气相中的分压，减少轻组分在气相中的摩尔含量，进而减小其液化驱动力[4]。从而达到脱出更多的轻烃组分，提高轻烃回收率的目的。

1.2. 研究气提工艺的目的

- 1) 研究不同组成的汽提气对原稳装置轻烃收率的影响，确定最适宜的汽提气。
- 2) 根据原稳装置压缩机的额定排量和汽提气量随轻烃收率变化规律，确定最佳汽提气量。
- 3) 根据汽提温度随轻烃收率的变化规律，确定适宜的汽提温度[5]。

1.3. 研究任务

利用 Aspen Plus 软件对原油稳定装置的汽提过程进行模拟，确定影响汽提效果的主要因素，依据实验结果对稳定塔进行改造，以获得更高的轻烃回收率。

2. Aspen plus 软件模拟

从产能和降耗的角度考虑，选取北 II-II 原有稳定装置作为汽提试验装置。

2.1. 计算条件:

- 1) 塔压：0.030 MPa (A)

- 2) 原油流量: 300 t/h
- 3) 原油加热温度: 73℃
- 4) 脱出气冷却温度: 30℃
- 5) 压缩机工作压力: 0.3 MPa
- 6) 汽提气温度: 80℃
- 7) 汽提气压力: 0.08 MPa
- 8) 原油中轻组分及汽提气组成: 表 1

2.2. 结果分析

- 1) 汽提气组分越贫, 轻烃流量越大, 汽提效果越好。
- 2) 图 1 可看出, 汽提气量越大, 气体效果越好, 塔顶气流量也越大, 但该额定流量应在压缩机额定负荷内。
- 3) 图 2 显示了温度对汽提效果的影响。在轻烃收率不变的情况下, 采用汽提技术可以节约燃料气的消耗量。

3. 现场改造方案

3.1. 稳定塔改造方案

3.1.1. 填料塔改造方案

根据现装置的进料组成和处理量, 通过计算, 填料塔改造方案如下:

- 1) 原稳定塔的壳体利旧, 设备基础和外部配管不变, 稳定塔上安装的液位计等仪表利旧。
- 2) 拆除原稳定塔内的 6 层混合塔板并更新为填料, 经计算填料高度为 3 米, 理论板数为 7 块塔板, 填料选用适合处理原油的 125#大比表面积的规整填料。
- 3) 为了增加负压原稳装置轻烃收率, 及不凝气量采用增加气体和液体分布器, 以保证稳定塔稳定分布以增加收率。
- 4) 负压原稳装置采用气提技术, 轻烃收率与汽提气量成正比, 但由于受脱出气压缩机的负荷限制,

Table 1. The analysis data in the light components of crude oil and the composition of stripping gas

表 1. 原油中轻组分分析数据及汽提气组成

组分	原油中轻组分 wt%	汽提气 1 mol%	汽提气 2 mol%
C ₁	0.01	91.19	93.38
C ₂	0.02	2.67	2.22
C ₃	0.10	3.05	1.87
iC ₄	0.08	0.29	0.51
nC ₄	0.05	0.88	0.64
iC ₅	0.26	0.20	0.13
nC ₅	0.33	—	—
C ₆	1.46	—	—
CO ₂	—	1.51	1.07
N ₂	—	0.21	0.18
合计	1.94	100.00	100.00

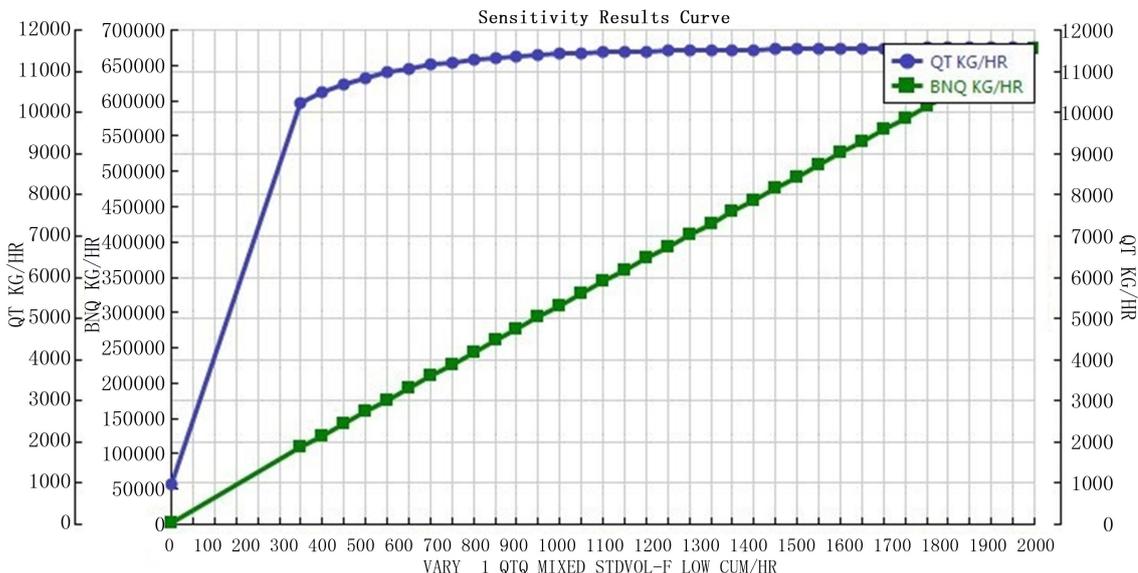


Figure 1. Light hydrocarbons and non-condensable gas flow under different stripping gas flow

图 1. 不同汽提气流量下轻烃和不凝气流量

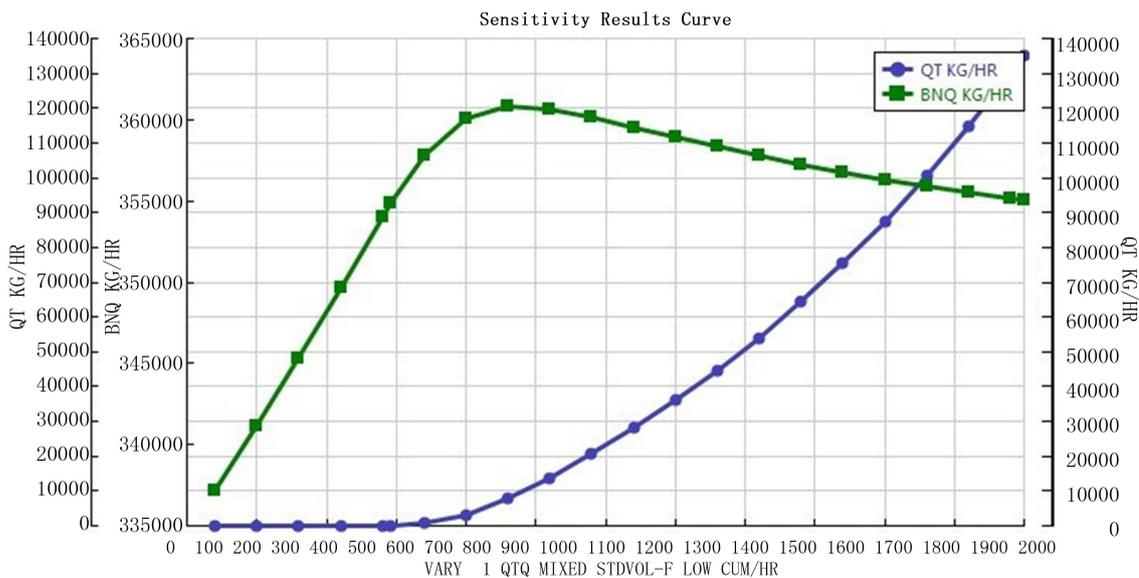


Figure 2. Light hydrocarbons and non-condensable gas flow under different temperature

图 2. 不同温度下轻烃和不凝气流量

汽提气量确定为 260 NM³/hr。

3.1.2. 板式塔改造方案

根据现装置的生产现状和塔的设备情况提出了板式塔改造方案：

- 1) 原稳定塔，设备基础，稳定塔上安装的液位计等仪表利旧。
- 2) 在原稳定塔上部增设液体分布器，对于此大塔径的塔初始液体分布对塔的效率影响较大，根据 FRI(美国分馏研究协会)对分布器的研究经验，对此混合塔板喷淋密度按 30 点/M² 进行设计较佳。
- 3) 原稳定塔内的 6 层混合塔板不变，为了使改造后的塔汽液充分接触，在原 6 层混合塔板的中/下部安装三个环形气体分布器，汽提气通过分布器均匀喷出。

4) 负压原稳装置采用气提技术, 轻烃收率随汽提气量的增加而提高, 但由于受脱出气压缩机的负荷限制, 汽提气量确定为 $260 \text{ NM}^3/\text{hr}$ 。

3.2. 方案选择

3.2.1. 方案一和方案二改造方案比较

方案一: 填料塔改造方案

优点: 改造彻底, 理论塔板数为 7 块板, 塔内油气传质交换彻底, 该方案改造后轻烃回收率将接近或达到理论计算值 0.426%。

缺点: 改造工作量大, 投资高。

方案二: 板式塔改造方案

优点: 改造工作量小, 投资低, 同时该方案改造完成后也将增加轻烃回收量。

缺点: 汽液传质不充分, 汽提气和原油有短路区, 而且实际塔板数只有 6 块板, 板效率以 40% 计, 经理论计算轻烃收率只能达到 0.415%。

3.2.2. 改造方案选择

综合比较上述两个改造方案, 以改造后装置的操作的灵活性、稳定性和安全性来说两个方案都可以满足。但考虑到改造投资和施工工作量来考虑, 方案二有显著优势。鉴于方案二改造后也可显著提高轻烃收率。因此我们优选方案二: 板式塔改造方案。

4. 结论

应用汽提技术的负压原油稳定装置, 通过降低原油中轻组分的分压, 进一步脱出 C_2^+ 组分。在总能耗不变的情况下, 轻烃回收率大大增加。本项目利用 Aspen plus 软件可以完成对整个流程的模拟, 对稳定塔改造合理, 提高能源利用率和经济运行效率具有重大意义。

参考文献 (References)

- [1] 宋成文, 李铁军 (1998) 原油稳定工艺的选择与装置节能. *油气田地面工程*, **1**, 29-31.
- [2] 朱泽民 (1998) 负压原油稳定装置工艺参数与轻烃收率. *油气田地面工程*, **1**, 35-35
- [3] 吴国忠, 李德春, 刘玉梅 (2003) 利用气提技术提高负压原稳装置收率. *油气田地面工程*, **4**, 18-18.
- [4] 王念兵, 宋丹 (2009) 气提工艺在原油稳定装置中的应用研究. *中国勘察设计*, **3**.
- [5] 魏自科, 王营召, 杨建华 (2004) 气提工艺在原油稳定中的应用研究. *油气田地面工程*, **2**, 15-15.