

天然气三甘醇脱水工艺优化模拟与碳排放核算

成庆林¹ 王 雪¹ 孟 岚² 孙 巍¹ 刘鹤皋¹

1. 东北石油大学提高油气采收率教育部重点实验室, 黑龙江 大庆 163000;
2. 大庆油田工程有限责任公司, 黑龙江 大庆 163000

摘 要:人类利用能源的发展趋势是从高碳走向低碳,未来 30 年受能源政策以及相关产业技术革命等因素的驱动,天然气在新能源中的地位显著提升,天然气的净化、储存与运输备受关注。天然气脱水工艺流程是油气田生产过程中的重要环节,以西北某气田天然气三甘醇脱水处理工艺为例,运用 Aspen HYSYS 过程仿真软件,探讨天然气三甘醇脱水工艺的影响因素,建立三甘醇脱水系统的碳排放优化模型,并进行系统能耗及碳排放核算的计算模拟。天然气三甘醇脱水系统优化后碳排放降低了约 3.6%,能耗降低了约 6.7%,继而优化了整个脱水流程,降低了单位经营生产成本,达到节能减排的绿色油田生产建设目的。

关键词:天然气;三甘醇脱水;碳排放;核算;节能优化

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2022.04.004

Optimization simulation and carbon emission accounting of natural gas triethylene glycol dehydration process

CHENG Qinglin¹, WANG Xue¹, MENG Lan², SUN Wei¹, LIU Hegao¹

1. Key Laboratory of Education of China on Enhanced Oil & Gas Recovery, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang, 163000, China;
2. Daqing Oilfield Engineering Co., Ltd., Daqing, Heilongjiang, 163000, China

Abstract: The trend of human energy utilization is heading from high-carbon footprint toward low-carbon footprint development. In the next 30 years, driven by factors such as energy policy and related industrial technological revolution, the role of natural gas will be significantly uplifted. The purification, storage and transportation of natural gas have attracted widespread attention. The natural gas dehydration process is an important link in the production process of oil and gas fields. The triethylene glycol (TEG) natural gas dehydration treatment process of a gas field in Northwest China is taken as an example. Using the Aspen HYSYS process simulation software, the influencing factors of the triethylene glycol dehydration process were studied and the carbon emission optimization model of the triethylene glycol dehydration system was established. The HYSYS model was used to simulate and calculate the system energy consumption and carbon emission. After optimization, the TEG dehydration system has reduced carbon emissions by about 3.6% and energy consumption by about 6.7%. The entire dehydration process was

收稿日期:2022-03-31

基金项目:国家自然科学基金“原油罐储多环节关联加热维温体系的烟传递描述与特性分析研究”(52074089);黑龙江省自然科学基金“原油浮顶储罐加热维温过程多环节关联的烟传递描述与分析”(LH2019E019)

作者简介:成庆林(1972-),女,黑龙江大庆人,教授,博士,主要从事油气储运工程专业教学与研究工作。E-mail:chengqinglin7212@163.com

then further optimized to lower the unit operation and production costs in order to achieve energy saving and emission reduction in the development of green oil field operations.

Keywords: Natural gas; Triethylene glycol dehydration; Carbon emission; Carbon emissions accounting; Energy saving and optimization

0 前言

中国属于能源消耗大国,一次能源占有率低,油气消费对外依存度高,现有的能源结构对生态环境造成过大压力,迫切需要能源转型及能耗优化^[1]。未来 30 年天然气和非化石能源的地位将会显著提升,中国能源消费结构将发生质的变化^[2]。由于天然气资源充足而且洁净有效,是可获取、可接受、可消费的优质能源,所以促进天然气发展、进行天然气改革是促进中国燃料生产与消费革命的重大措施^[3-4]。

天然气在净化储存和运输过程中,对天然气含水量的要求比较严格。如果天然气中有水分存在,在输送过程中,一定程度上会降低天然气的热值和管道输送能力,还会缩短管道使用年限,这与生产经济与安全息息相关,故天然气脱水工艺是净化处理过程中的重要环节。三甘醇(TEG)脱水工艺是有效控制管道天然气水露点的常用脱水方法,Mohamadbeigy K H^[5]研究了甘醇循环量、汽提气量与吸收塔塔板数对 TEG 脱水工艺的影响;李天斌^[6]使用 Aspen HYSYS 软件对 TEG 脱水及再生系统进行模拟计算,优化工艺参数,确定各变量之间的相互关系,从而找到最佳操作点;蒋洪等人^[7]采用二次回归正交实验设计能耗优化方法,有效优化了三甘醇脱

水装置的能耗;周军等人^[8]将 BP 神经网络与 GA 遗传算法结合,得出脱水工艺过程优化操作参数,单位能耗下降 18.13%。但在以往的优化研究中,侧重各操作参数的敏感度分析以影响三甘醇脱水效果,聚焦于脱水装置的能耗优化而忽略了整个系统的碳排放水平。

本文利用 Aspen HYSYS 软件,根据西北某气田天然气 TEG 脱水工艺流程建立数学模型,根据实际生产情况,选取影响生产效率的实际参数,对重沸器负荷进行敏感度分析;引入碳排放指标,建立碳排放优化模型;采用 Aspen HYSYS 软件优化器进行优化,求解出满足处理工艺要求的最优结果,为油气田生产 TEG 脱水处理工艺的继续优化提供参考。

1 TEG 脱水系统模型建立

1.1 TEG 脱水系统工艺流程简介

TEG 脱水系统主要包括天然气常压脱水和低压高温 TEG 富溶液(浓缩)再生两部分。在三甘醇脱水装置中,三甘醇溶液被用作此设计工艺流程脱水剂,作用是去除净化天然气中大部分的水分。经三甘醇吸收器(工作压力下水露点 $< -5^{\circ}\text{C}$)脱水的干燥净化天然气作为商业天然气出口^[9]。TEG 脱水系统工艺流程见图 1。

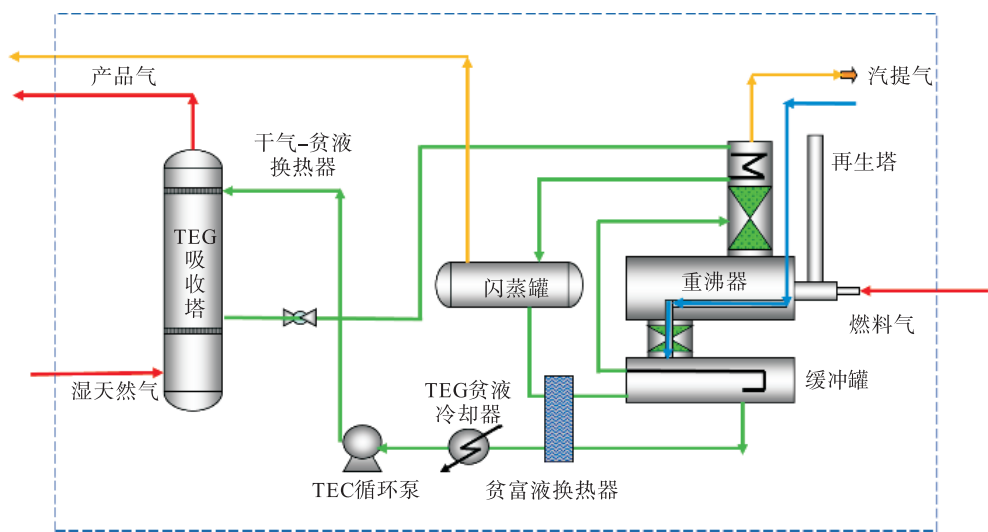


图 1 TEG 脱水系统工艺流程图

Fig. 1 Process flow diagram of TEG dehydration system

原料天然气首先通过分离装置进入 TEG 吸收塔底部,天然气中的水分在 TEG 吸收塔顶部通过与 TEG 溶液

逆流接触后被脱除,干天然气途经 TEG 吸收塔的顶部到达分离器,经分离装置分离的产品气被输送出去。富

TEG 溶液从吸收塔出来后与再生塔顶部之间进行热量交换,然后进入 TEG 富液换热器,再进入闪蒸罐,溶解在闪蒸罐中的碳氢化合物会很快出现,交换之后依次进入 TEG 富液换热器和闪蒸罐。TEG 脱水处理工艺再生过程中,产生的废气被废气焚烧炉焚烧,再生的 TEG 贫液从再生系统出来后依次进入重沸器和缓冲罐。进行热交换后,通过将贫 TEG 溶液送入 TEG 循环泵,再送入换热器,最后送至 TEG 吸收塔顶部,实现 TEG 的循环利用。

1.2 设计物料参数及组分

西北某气田的天然气水露点要求 $< -5\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿天然气的实际参数及产品气的设计物料参数见表 1,物料组分见表 2。

表 1 设计物料参数表

Tab.1 Design material parameters

参数	湿天然气	产品气
相态	气	气
压力 /kPa	7 150	7 000
温度 / $^{\circ}\text{C}$	41.9	43.5
流量 /(kmol $\cdot$ h $^{-1}$)	4 270	4 265
操作状态下密度 /(kg $\cdot$ m $^{-3}$)	49.1	48.8

表 2 设计物料摩尔组分表

Tab.2 Design material molar components

组分	摩尔含量	
	湿天然气	产品气
CH ₄	97.83%	97.74%
C ₂ H ₆	0.08%	0.08%
C ₃ H ₈	0.03%	0.03%
CO ₂	0.81%	1.01%
N ₂ + H ₂	1.14%	1.14%
H ₂ O	0.11%	0

1.3 Aspen HYSYS 模拟软件建立

Aspen HYSYS 模拟软件是一种常见的大型油气加工模拟软件,包含动态和稳态两个部分。Aspen HYSYS 模拟软件可以将稳态系统、控制理论、动态化工和热力学模型、动态数据处理等有机地结合起来,通过求解巨型常微分方程组进行动态仿真模拟^[10-12]。本文选用 Aspen HYSYS 模拟软件进行工艺流程建模、参数提取、参数分析和优化过程。

Aspen HYSYS 模拟软件中,Peng-Robinson 状态方程(即 P-R 状态方程)具有很多优点,比如精确度较高、适用范围广等,尤其是在 TEG 脱水工艺流程的气液平衡模型中表现出良好的收敛性和较高的精度^[13]。为使脱水工艺流程快速收敛,同时减少误差,本文选 P-R 状态方程^[14-15],该软件初步建立的 TEG 脱水工艺流程模拟见图 2。

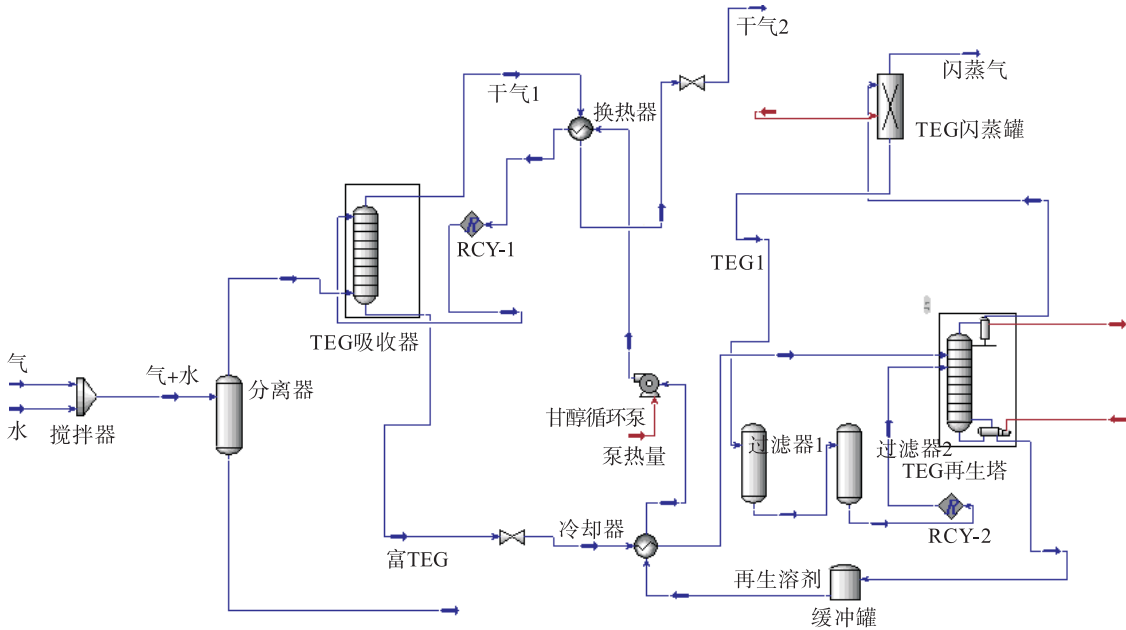


图 2 TEG 脱水工艺流程模拟图

Fig.2 Simulation diagram of TEG dehydration process flow

2 TEG 系统优化方法建立

碳排放的衡量离不开能耗,能耗是导致碳排放的必要因素之一。根据文献调研和实际生产情况,当富甘醇

进入再生塔时,入塔时的温度对产品气的质量有相对较小的影响。在工艺流程中,汽提气的用量也会影响其热值和汽提气加热器的负荷。在 TEG 脱水处理工艺流程中,如果入塔时贫甘醇流量、重沸器温度及汽提气的用

量被严格控制住,可以减少蒸汽的消耗量,从而大大减少 TEG 脱水装置的能量损耗^[16-17],导致碳排放量增加。

2.1 因素敏感度分析

通过敏感性分析,可以确定项目的敏感性因素,并确定这些因素在评估指标中改变时的影响程度^[18]。利用 HYSYS 软件分别对脱水系统内 TEG 循环量、汽提气用量、重沸器温度对重沸器负荷的影响进行敏感度分析,根据重沸器负荷变化得出关键因素。重沸器负荷变化见图 3。

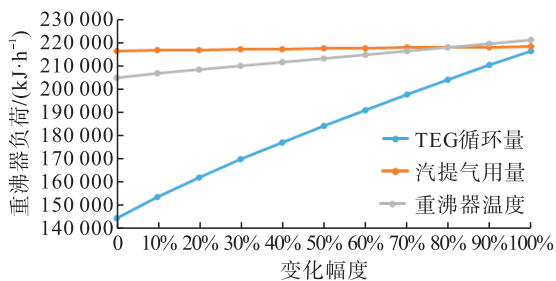


图 3 重沸器负荷变化图

Fig. 3 Reboiler load variation

通过敏感性分析,可以找出其关键敏感因素。由图 3 可知:当改变汽提气用量时,重沸器负荷变化幅度是最小的;当改变重沸器温度时,重沸器负荷变化幅度较为明显;当改变 TEG 循环量时,重沸器负荷变化幅度最为明显。

2.2 TEG 系统碳排放源识别

“双碳”目标的提出,将引领石油化工行业进入前所未有的时代,全球石油化工行业竞争格局也将发生重大转变^[19]。《中国石油天然气生产企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)—2015》主要包含燃料燃烧、逸散排放、工艺放空的直接排放源,以及用电消耗的间接碳排放源。此次设计对 TEG 脱水系统进行碳排放源识别分析。在此次设计工艺流程中,TEG 循环泵设备为主要能耗设备,属于间接碳排放源,而重沸器设备为耗热设备,再生塔设备也为耗热设备,重沸器设备与再生塔设备都属于燃烧源。此外,由于工艺流程中的缓冲罐和阀门都会产生少量的逸散碳排放量,因此废气焚烧炉中存在大量放空污染源。但由于选择优化的参数并不涉及缓冲罐、阀门和废气焚烧炉,因此 TEG 系统的碳排放量优化边界并不涉及逸散排放源和工艺放空源。燃料燃烧源碳排放核算见式(1)。

$$E_{\text{is}} = AD_1 \times CC \times OF \times \frac{44}{12} \quad (1)$$

式中: E_{is} 为燃料燃烧源 CO_2 排放量, $\text{tCO}_{2\text{eq}}$; AD_1 为燃料消耗量, t 或 10^4 m^3 ; CC 为燃料的平均碳含量, tCO_2/t 或 $\text{tCO}_2/10^4 \text{ m}^3$; OF 为燃料的碳氧化率,取值范围 $0 \sim 1$ 。

间接排放源碳排放核算见式(2)。

$$E_{\text{ji}} = AD_2 \times EF \quad (2)$$

式中: E_{ji} 为间接排放源 CO_2 排放量, $\text{tCO}_{2\text{eq}}$; AD_2 为泵消耗电量, $\text{MW} \cdot \text{h}$; EF 为电力供应的 CO_2 排放因子, $\text{tCO}_2/(\text{MW} \cdot \text{h})$ 。

西北某气田 TEG 脱水系统的热能由天然气燃烧供给,天然气低位热值为 $38\,931 \text{ kJ/m}^3$,含碳量为 $0.000\,596 \text{ tCO}_2/\text{m}^3$,碳氧化率为 0.99 ,西北区域电网平均 CO_2 排放因子为 $0.667 \text{ tCO}_2/(\text{MW} \cdot \text{h})$ 。

2.3 TEG 系统碳排放量优化模型建立

TEG 脱水工艺流程中,TEG 循环泵、重沸器和再生塔为主要耗能装置,碳排放节点为 TEG 循环泵的耗电,以及重沸器和汽提气的热耗。根据关键参数的控制选取,建立该系统碳排放量优化模型见式(3)~(5)。

$$f(x_1, x_2, x_3)_{\min} = \frac{E_1(x_1) + E_2(x_2) + E_3(x_3)}{Q} \quad (3)$$

$$s. t. l \leq g(x_1, x_2, x_3) \leq u \quad (4)$$

$$z \leq -5 \quad (5)$$

式中: $f(x_1, x_2, x_3)$ 为 TEG 系统碳排放量, $\text{tCO}_{2\text{eq}}$; $E_1(x_1)$ 为 TEG 循环泵碳排放量, $\text{tCO}_{2\text{eq}}$; $E_2(x_2)$ 为重沸器碳排放量, $\text{tCO}_{2\text{eq}}$; $E_3(x_3)$ 为汽提气加热碳排放量, $\text{tCO}_{2\text{eq}}$; Q 为脱水装置输出产品器流量, m^3/h ; x_1 为 TEG 循环量, kmol/h ; x_2 为重沸器温度, $^\circ\text{C}$; x_3 为汽提气用量, m^3/h ; z 为产品气的水露点, $^\circ\text{C}$; l 为各变量下限; u 为各变量上限。

2.4 Aspen HYSYS 优化方法选用

TEG 循环量、湿天然气进塔时温度、汽提气的体积流量和重沸器温度等参数对天然气脱水效果和重沸器碳排放量影响相对较大^[3,20]。由于湿天然气的温度主要由上游流程决定,该系统无法进行调节;此外,Optimizer 优化器不能将再生塔内部的约束条件设置为自变量,所以针对脱水流程可优化的变量为 TEG 循环量和汽提气的体积流量。令 TEG 循环量 x_1 ,汽提气用量 x_2 为自变量,以单位用能 E 为目标函数,建立优化模型^[21],其约束方程设定见表 3。

表 3 Aspen HYSYS 优化约束条件表

Tab. 3 Aspen HYSYS optimization constraints

约束	项目	参数范围
不等式约束	三甘醇循环量 / ($\text{kgmol} \cdot \text{h}^{-1}$)	1.0 ~ 2.5
	汽提气用量 / ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	1.5 ~ 3.5
	重沸器温度 / $^\circ\text{C}$	183 ~ 193
	脱水效率	> 97%
等式约束	PR 状态方程	—

Aspen HYSYS 软件自带优化方法包括 BOX、SQP、MIX、Fletcher Reeves、Quasi-Newton,见表 4。

表 4 Aspen HYSYS 软件自带优化方法表

Tab. 4 Aspen HYSYS built-in optimizer optional optimization method

方法	无约束	不等式约束	等式约束	求导数
BOX	√	√	×	×
SQP	√	√	√	√
MIX	√	√	×	√
Fletcher Reeves	√	×	×	√
Quasi-Newton	√	×	×	√

注：“√”为优化方法可以适用，“×”为优化方法不可适用。

根据 TEG 系统建立的碳排放量优化模型,结合 Aspen HYSYS 软件自带优化方法的特点,选择 BOX、SQP、MIX 方法进行优化求解。优化流程见图 4。

3 优化结果分析

模拟结果见表 5。对上述影响碳排放量的三个重要参数 TEG 循环量、汽提气用量和重沸器温度进行分析后认为:当重沸器温度降低时,贫甘醇溶液的含量也相应降低,同时产品气的质量也随着贫甘醇溶液含量的降低而相应下降,同时重沸器的加热负荷和重沸器消耗的蒸

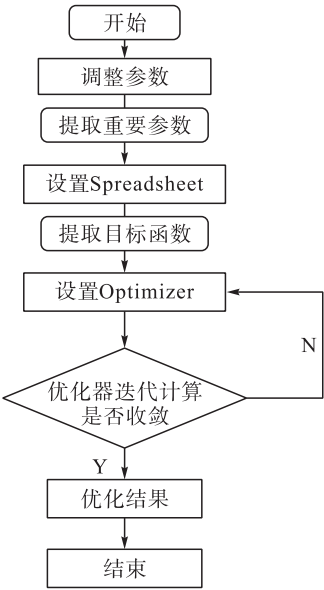


图 4 HYSYS 优化流程图

Fig. 4 Aspen HYSYS optimization flow chart

汽量也随之降低。与贫甘醇流量和重沸器温度这两个参数相比较,汽提气用量的变化对重沸器蒸汽消耗量的影响相对较小。

表 5 Aspen HYSYS 优化前后结果对比表

Tab. 5 Comparison of results before and after Aspen HYSYS optimization

项目	方法			
	原始	MIX	BOX	SQP
醇循环量 /(kmol · h ⁻¹)	2. 5	1. 2	2. 2	1. 19
汽提气用量 /(m ³ · h ⁻¹)	2. 3	2. 1	1. 8	2. 0
重沸器温度 /℃	190	188	188	188
迭代次数 /次	—	8	3	6
水露点 /℃	- 14. 1	- 13. 8	- 13. 5	- 12. 5
重沸器热负荷 /(kJ · h ⁻¹)	216 525. 73	164 211. 17	165 848. 18	201 958. 63
循环泵负荷 /(kJ · h ⁻¹)	2 888. 03	1 149. 41	2 520. 01	1 139. 1
汽提气用能 /(kJ · h ⁻¹)	234 301. 77	304 622. 75	249 028. 25	306 395. 05
重沸器燃料消耗量 /(m ³ · h ⁻¹)	5. 561 781 87	4. 218 005 446	4. 260 054 455	5. 187 604 48
再生塔燃料消耗量 /(m ³ · h ⁻¹)	6. 018 385 605	7. 824 683 414	6. 396 656 906	7. 870 207 547
循环泵耗电量 /kW	0. 802 230 556	0. 319 280 556	0. 700 002 778	0. 316 416 667
重沸器碳排放量 /(tCO ₂ · h ⁻¹)	0. 000 895 002	0. 000 678 761	0. 000 685 528	0. 000 834 789
再生塔碳排放量 /(tCO ₂ · h ⁻¹)	0. 000 968 479	0. 001 259 148	0. 001 029 35	0. 001 266 474
循环泵碳排放量 /(tCO ₂ · h ⁻¹)	0. 000 535 168	0. 000 212 992	0. 000 466 972	0. 000 211 082

模拟结果表明,由于经过优化,TEG 再生重沸器的加热负荷明显降低,从而导致了整体的单位综合能耗显著下降,节电效益突出,在实际工业生产过程中值得推广应用。通过对 TEG 脱水工艺参数和工艺过程优化的

研究,确定了 TEG 脱水工艺参数,由于 Aspen HYSYS 优化模型为理想状态下的最优结果,故在实际现场中选取 SQP 模型的模拟优化结果作为操作参考。当汽提气用量、入塔贫甘醇流量这两个主要参数的数值均满足设计

要求且重沸器的温度设定为 188 ℃ 时,利用 Aspen HYSYS 软件模拟三甘醇脱水工艺流程,通过优化前后结果对比可知,优化后能耗降低了约 6.7%。

通过 TEG 系统优化前后碳排放核算对比,以 SQP 模型下的结果为参考,该系统内燃料燃烧源碳排放可达到 0.050 43 tCO₂/d,间接排放源排放可达到 0.005 066 tCO₂/d,总碳排放量可达到 0.055 496 tCO₂/d,优化前的系统原始碳排放量为 0.057 567 565 tCO₂/d,优化后的脱水系统可减少碳排放量 0.002 07 tCO₂/d,每年可减少 0.756 0 tCO₂ 的排放量。该优化研究对“双碳”的实施有着一定的经济参考价值。

4 建议

1)在 TEG 脱水工艺模拟过程中,将 TEG 溶液的循环量提高,其它参数保持恒定不变时,露点温降会变大;但是当 TEG 溶液循环量提高到一定程度时,重沸器设备的负荷将会增加,同时也会增加能耗。在实际生产过程中,通过合理的工艺流程优化,选择合适的工艺参数,不仅可以提高生产效率,还可以达到节能环保减排的效果。

2)在使用 Aspen HYSYS 数值模拟软件进行工艺参数敏感性分析时,结果显示 TEG 循环量对重沸器热负荷敏感度影响最大,其次是重沸器温度,影响较小的是汽提气用量。

3)基于碳核算的 TEG 系统优化研究,建立碳排放模型,找出最佳工艺参数,对企业碳排放核算清单的建立具有一定的参考价值。对于油气生产系统的优化,碳排放是未来参考的重要指标之一。

参考文献:

- [1] 吴浩,李治东,王晓娜,等.基于焓分析的天然气膨胀压差发电-LNG联产工艺系统用能评价[J].石油规划设计,2021,33(5):33-38.
WU Hao, LI Zhidong, WANG Xiaona, et al. Energy evaluation of the power generation-LNG co-generation process system regarding natural gas expansion pressure difference based on exergy analysis [J]. Petroleum Planning & Engineering, 2021, 33 (5): 33-38.
- [2] 武凤阳,邹戈阳,张沥月,等.2020年中国天然气产业特点分析[J].油气与新能源,2021,33(3):59-66.
WU Fengyang, ZOU Geyang, ZHANG Liye, et al. Features of 2020 natural gas industry in China [J]. Petroleum and New Energy, 2021, 33 (3): 59-66.
- [3] 刘家洪,周平.浅析 HYSYS 软件在三甘醇脱水工艺设计中的应用[J].天然气与石油,2000,18(1):18-20.
LIU Jiahong, ZHOU Ping. Elementary analysis of application of HYSYS software in TEG dehydration processing design [J]. Natural Gas and Oil, 2000, 18 (1): 18-20.
- [4] 袁宗明,王勇,贺三,等.三甘醇脱水的计算机模拟分析[J].天然气与石油,2012,30(3):21-26.
YUAN Zongming, WANG Yong, HE San, et al. Analysis on computer simulation of TEG dehydration [J]. Natural Gas and Oil, 2012, 30 (3): 21-26.
- [5] MOHAMD BEIGY K H. Studying of the Effectiveness Parameters on Gas Dehydration Plant [J]. Petroleum & Coal, 2008, 50 (2): 47-51.
- [6] 李天斌.某海洋气田中心平台三甘醇脱水系统模拟研究[J].石油与天然气化工,2019,48(6):30-34.
LI Tianbin. Simulation research on TEG dehydration system of an offshore gas field central processing platform [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2019, 48 (6): 30-34.
- [7] 蒋洪,王金波,单永康,等.基于回归正交试验设计的三甘醇脱水装置能耗优化[J].现代化工,2020,40(1):215-219.
JIANG Hong, WANG Jinbo, SHAN Yongkang, et al. Optimization of energy consumption of TEG dehydration unit based on regression orthogonal design [J]. Modern Chemical Industry, 2020, 40 (1): 215-219.
- [8] 周军,肖瑶,孙建华,等.储气库地面脱水系统能耗优化方法比选[J].天然气化工(C1化学与化工),2022,47(2):129-136.
ZHOU Jun, XIAO Yao, SUN Jianhua, et al. Comparison and selection of energy consumption optimization method of surface dehydration system of gas storage [J]. Natural Gas Chemical Industry (C1 Chemistry and Chemical Industry), 2022, 47 (2): 129-136.
- [9] 刘进,罗仁江,杨勇,等.TEG循环泵变频调速技术的应用[J].中国设备工程,2021(3):14-15.
LIU Jin, LUO Renjiang, YANG Yong, et al. Application of TEG circulation pump frequency conversion speed regulation technology [J]. China Plant Engineering, 2021 (3): 14-15.
- [10] 郭广智.石油化工动态模拟软件 HYSYS[J].石油化工设计,1997,14(3):29-33.
GUO Guangzhi. Petrochemical dynamic simulation software [J]. Petrochemical Design, 1997, 14 (3): 29-33.
- [11] 马晨波,刘向东,郑海敏,等.基于敏感性分析的三甘醇脱水系统调节方法研究[J].石油与天然气化工,2021,50(6):1-8.
MA Chenbo, LIU Xiangdong, ZHENG Haimin, et al. Research on regulation method of TEG dehydration system based on sensitivity analysis [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2021, 50 (6): 1-8.
- [12] 王勇,闪从新,伍坤一.页岩气三甘醇脱水装置脱水效果评价研究[J].石油与天然气化工,2020,49(6):1-7.
WANG Yong, SHAN Congxin, WU Kunyi. Evaluation and study on dehydration effect of triglycol dehydration unit for shale gas [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2020, 49 (6): 1-7.
- [13] 喻靖.HYSYS在三甘醇脱水工艺中的模拟计算[J].石

- 油化工应用, 2017, 36(10): 147-148.
- YU Jing. Simulation Calculation of HYSYS in triethylene glycol dehydration process [J]. Petrochemical Industry Application, 2017, 36 (10): 147-148.
- [14] 陈 烨, 闫 铁, 孙晓峰, 等. 水合物热力学抑制剂性能评价及变化规律数值模拟研究[J]. 石油与天然气化工, 2020, 49(2): 42-46, 53.
- CHEN Ye, YAN Tie, SUN Xiaofeng, et al. Numerical simulation of performance evaluation and change law of hydrate thermodynamic inhibitors [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2020, 49 (2): 42-46, 53.
- [15] 王 飞, 付 峻, 苗 建. HYSYS 软件在某海上气田三甘醇脱水工艺中的应用[J]. 石油与天然气化工, 2019, 48(4): 20-26.
- WANG Fei, FU Jun, MIAO Jian. Application of TEG dehydration process by HYSYS software in an offshore gas field [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2019, 48 (4): 20-26.
- [16] 吉 宁. 天然气脱水装置模拟及能耗优化设计的研究[D]. 成都: 西南石油大学, 2015.
- JI Ning. Research on simulation of natural gas dehydration device and optimization design of energy consumption [D]. Chengdu: Southwest Petroleum University, 2015.
- [17] 李士富. 油气处理工艺及计算[M]. 1 版. 北京: 中国石化出版社, 2010: 22-25.
- LI Shifu. Oil and gas treatment process and calculation [M]. 1st ed. Beijing: China Petrochemical Press, 2010: 22-25.
- [18] 张明震, 肖 刚, 耿越超, 等. 三甘醇脱水 HYSYS 模拟优化分析[J]. 化工管理, 2019(8): 224.
- ZHANG Mingzhen, XIAO Gang, GENG Yuechao, et al. HYSYS simulation optimization analysis of triethylene glycol dehydration [J]. Chemical Enterprise Management, 2019 (8): 224.
- [19] 朱天白, 王忠禹. “双碳”形势下石油石化行业发展的思考[J]. 当代化工, 2021, 50(11): 2646-2647.
- ZHU Tianbai, WANG Zhongyu. Thoughts on the development of petroleum and petrochemical industry under peak carbon dioxide emissions and carbon neutrality situation [J]. Contemporary Chemical Industry, 2021, 50 (11): 2646-2647.
- [20] 李国娜, 王赤宇, 周 鹏, 等. 基于 HYSYS 的天然气轻烃回收仿真及优化[J]. 现代化工, 2014, 34(10): 150-153.
- LI Guona, WANG Chiyu, ZHOU Hu, et al. Simulation and optimization of light hydrocarbon recovery based on HYSYS [J]. Modern Chemistry Industry, 2014, 34 (10): 150-153.
- [21] 高晶晶. 某气田脱水优化研究[D]. 北京: 中国石油大学, 2020.
- GAO Jingjing. Study on optimization of dehydration progress in a gas field [D]. Beijing: China University of Petroleum, 2020.

塔里木油田启动博孜一大北百亿方产能建设工程 我国最大超深凝析气田全面投入开发

2022 年 7 月 25 日, 塔里木油田博孜一大北超深气区 100 亿立方米产能建设工程开工, 标志着我国最大超深凝析气田全面投入开发建设。博孜一大北气区油气年产量将在“十四五”末分别达到 102 万吨、100 亿立方米, 相当于每年为国家新增一个百万吨级高效益油气田, 对保障国家能源安全和提升天然气供应能力具有重要意义。

博孜一大北气区位于新疆天山南麓、塔里木盆地北缘, 是继克拉一克深气区后, 塔里木油田近年在超深层发现的又一个储量规模达万亿立方米的大气区, 也是我国“十四五”天然气增储上产主力气区之一。2021 年, 博孜一大北气区生产天然气 52 亿立方米、凝析油 38 万吨, 油气产量当量达 454 万吨。

据了解, “十四五”期间, 塔里木油田将在博孜一大北气区部署上钻 60 余口新井, 新建以天然气处理厂、凝析油稳定装置、油气外输管道三大项目为主的地面骨架工程, 推动气田以年均百万吨增速快速上产, 充分释放油气生产能力。

不同于国外 1500 米到 4000 米的中浅层常压油气藏, 塔里木油田大部分油气蕴藏在地下七八千米的超深层, 勘探开发难度世界少有、国内独有。在业内衡量钻完井难度的 13 项指标中, 塔里木油田有 7 项名列世界第一位。

近 3 年来, 塔里木油田在博孜一大北气区攻克了超深复杂油气藏钻完井及规模效益开发等一系列关键核心技术难题, 油气年产量增长 2.5 倍, 实现了凝析气田勘探开发技术从深层到超深层、从高压到超高压、从优质储层到复杂储层的重大跨越, 整体处于国际领先水平, 奠定了我国在世界深层复杂凝析气田开发领域的领军地位。

据悉, 博孜一大北气区开发出的凝析油气富含芳烃、轻烃等稀缺烃类组分, 是我国急需的高端石化原料, 可进一步提高下游乙烷和液烃产量, 带动石油化工产业链升级、优势资源集约利用和深度转化。

(曾 妍 摘编自中国石油新闻中心)