

# 提高天然气处理装置液化气收率的研究与改造

彭志刚<sup>1</sup> 冯 茜<sup>1</sup> 蒋小兰<sup>2</sup>

(1. 西南石油学院研究生院, 四川 南充 637001;  
2. 中国石油塔里木油田分公司开发事业部, 新疆 库尔勒 841000)

**摘要:**塔里木油田分公司轮南作业区近年来液化天然气的实际产率较低, 增加液化气产量是提高装置经济效益的重要途径。对天然气处理装置及原油稳定装置在生产运行过程中出现的问题进行分析研究, 提出了增加液化气收率的改进措施。

**关键词:**液化天然气; 收率; 改造; 油田

中图分类号: TE64

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2003)05-0045-03

## Study on increasing natural gas recovery ratio of liquefaction equipment and revamping for it

PENG Zhi-gang<sup>1</sup>, FENG Qian<sup>1</sup>, JIANG Xiao-lan<sup>2</sup>

(1. Department of postgraduates, South West Petroleum Institute, Nanchong 637001, China;  
2. Department of Development, Talimu Oil Field Filiale, China National Petroleum Corporation, Kuerle 841000, China)

**Abstract:** The production efficiency of liquefied natural gas in Lunnan area of Talimu Oil Field Branch Co. has been going slow in recent years, and it's naturally considered that to boost the natural gas production is the very important way to increase the benefit. The problems existing in running process of natural gas treaters and crude oil stabilizers are analyzed, and some suggestion about increasing natural gas recovery ratio is proposed.

**Key words:** liquefied natural gas; recovery ratio; revamping; oil field

新疆塔里木油田分公司轮南油田作业区共有 3 套天然气处理装置, 即 40 万 m<sup>3</sup>/d 天然气处理装置(简称 40 万装置), 90 万 m<sup>3</sup>/d 气举装置(简称 90 万装置), 400 万 t/a 原油稳定装置(简称 400 万原油稳定装置)。其中 90 万装置没有轻烃回收系统, 仅给轮南油田提供合格的气举气。因此, 提高液化气收率的措施主要是针对 40 万装置和 400 万原油稳定装置提出来的。

40 万装置是 1991 年从加拿大马龙尼公司引进的, 并由大庆设计院进行配套设计, 于 1993 年 10 月建成投入使用。设计的最初目的是为轮南油田提供合格的气举气, 并生产一些副产品, 即燃料气、液化气及轻质油。其原料气为源于轮南油田的伴生气, 循环气举气及原油稳定拨出的不凝气。其设计处理

量为 40 万 m<sup>3</sup>/d, 生产液化气为 21 t/a, 轻质油 63 t/a, 而实际处理量最高为 36 万 m<sup>3</sup>/d, 生产液化气为 6~10 t/d, 轻质油为 10~15 t/d。可见, 液化气的实际产率是相当低的。

400 万原油稳定装置于 1997 年 8 月投产并试运成功。其主要工艺分三大系统, 即塔中原油稳定系统、塔北原油负压系统、轻烃分馏系统。其大型设备主要是从 D-R 公司引进的正、负压缩机。由于正、负压缩机机械密封漏油严重, 400 万装置自投产一年多来, 装置除塔中原油稳定系统部分投运外, 其他设备及工艺皆停运。而此时液化气市场不断扩大, 40 万装置日产 6~10 t 的液化气量远远不能满足市场需求。为了增大液化气产量, 原天然气技术人员利用现有设备, 提出了低压生产流程, 即将 400 万装

置技改为无压缩机流程运行,与 40 万装置联合生产液化气和轻质油,每天可增产液化气 35 ~ 65 t。但在 1999 年 7 月,稳后泵提馏塔相继出现盐堵现象,且日益严重,到 2000 年 5 月发展到塔中原油加热到 110℃ 以下,每隔 5 ~ 7 天洗一次盐,甚至 3 ~ 5 天就必须洗一次盐,而每次洗盐至少要耽误 20 h 生产时间,而且装置运行非常不平稳。盐堵还造成稳后泵经常出故障,造成维修工作量增大,使液化气收率大大降低。

## 1 装置流程简述

### 1.1 40 万装置

轮南油田的伴生气及气举循环气与 400 万原稳装置的不凝气混合后以 180 kPa 压力进入增压机组,进行三级压缩至 3.6 MPa 后进入三级出口分离器分离出凝液后进行脱水,脱水后的气体经贫富气换热器换热及丙烷蒸发器降温(冬季 -5 ~ -15℃,夏季 10 ~ -5℃,设计值是 -17℃)进入低温分离气进行分离,分离出的气体经贫富换热器换热后进入四级压缩冷却器,冷却后进入四级出口分离器进行分离,一部分气输至气举管网用作气举采油,另一部分气在与低温分离器液相及脱乙烷塔顶气换热后,经焦尔汤姆逊节流阀降至 -40 ~ -50℃ 进入脱乙烷塔顶部,给脱乙烷塔回流提供冷量,从脱乙烷塔塔顶出来的气用作各装置自身及生活燃料气。从低温分离器出来的液体与四级气换热后从脱乙烷塔中部进入,脱乙烷塔塔底馏出物作为脱丁烷塔进料,从脱丁烷塔中部进入。塔顶产品经空冷器冷却后部分回流至脱丁烷塔顶,另一部分作为外输液化气,塔底馏出物则经空冷器冷却后作为轻质油外输。

### 1.2 400 万原油稳定装置

400 万原油稳定装置自 1999 年以来,一直运行低压生产流程,即塔中及哈德原油一起进入 400 万原油稳定装置的进料缓冲罐,分离出气相后,用进料泵打入原油换热器与稳后油换热至 95℃ 后进入加热炉升温至 105 ~ 115℃,然后进入提馏塔进行分馏,塔底物经稳后泵泵入原油换热器后作为稳后油外输。提馏塔顶的气相经空冷器冷却后进入提馏塔缓冲罐进行分离,分离出的气体与缓冲罐的气体混合作为不凝气输至 40 万装置进行处理。从提馏塔缓冲罐出来的液相则用塔中轻烃泵打入轻烃进料换热器升温至 95 ~ 105℃ 进入脱丁烷塔中部进行分馏,脱丁烷塔顶馏出物经空冷器冷却后进入液化气回流罐,部分回流到脱丁烷塔顶部,另一部分作为外输液

化气。脱丁烷塔塔底馏出物经空冷器冷却后作为轻质油外输或掺回原油。

## 2 液化气装置液化气收率低的原因分析

### (1) 40 万装置处理量降低

400 万装置采用低压生产流程将不凝气输入 40 万装置处理,40 万装置的主要参数发生了很大的变化,40 万装置的入口压力由原来的 240 kPa 降至 180 kPa,处理量由 35 万 m<sup>3</sup>/d 降至 28 万 m<sup>3</sup>/d。气体处理量减少,回收液化气量将降低。

### (2) 40 万装置制冷温度达不到要求

由于 400 万装置采用无压缩机运行,产生的大量不凝气(6 万 ~ 8 万 m<sup>3</sup>/d)输至 40 万装置处理,造成 40 万装置制冷系统负荷增加,制冷温度升高(不凝气进入前制冷温度为 -5 ~ -15℃,进入后制冷温度 15 ~ -5℃),导致液化气收率降低,这是影响液化气产量的主要因素。

### (3) 40 万装置脱丁烷塔液化气回收效率低

最初设计 40 万装置脱丁烷塔每天可生产液化气 21 t,而 400 万原稳装置不凝气输入后,每天可产液化气应达到约 40 t,脱丁烷塔进料完全偏离了设计状态,给塔的操作带来困难,造成大量液化气从脱丁烷塔回流罐放空损失,并有大量液化气组分滞留于轻油中无法拔除,液化气总收率下降近 30%。

另外,在夏季从 400 万原稳装置过来的不凝气因受环境影响变富,给 40 万装置的制冷系统增大负荷,液烃量增多,液化气产量升高,液化气空冷器负荷不够,造成液化气无法冷凝,液化气回流罐压力超高放空至火炬,大大降低了液化气产量,而且火炬冒黑烟造成严重的环境污染。为了减少液化气放空,只能将脱乙烷塔塔底温度升高,将 C<sub>2</sub> 组分尽量分馏出去,过高的塔底温度造成燃料气组分变重,质量变差。另外,还降低了脱丁烷塔塔底温度,造成轻质油中液化气组分增多,致使储运站轻质油储罐憋压至 0.5 MPa,不得不将火炬放空。

### (4) 400 万原油稳定装置盐堵

原油经加热炉设计升温到 130℃,但实际只能加热至 105 ~ 115℃。温度之所以不能达到设计要求,主要是因为塔中及哈德原油中含水,而水中含盐量高,当原油升温至 100℃ 以上时,部分水汽化,原油里水中所含的盐因过饱和而析出来,在提馏塔的塔盘及后续设备如管线中聚积,造成提馏塔原油冒顶,每隔四五天就必须洗一次盐,盐堵缩短了装置的开工时率,大大降低了液化气产量。

另外,400万原油稳定装置生产液化气的凝液主要是靠提馏塔空冷器冷却,而空冷器受环境温度影响很大,特别是在夏季,提馏塔气相经空冷器冷却后温度尚高达50℃,在190 kPa的压力下,液化气及轻烃组分难于冷凝,凝液过少不仅降低了液化气产量,使脱丁烷塔操作困难,而且含有大量轻烃的不凝气输至40万装置,将增大其制冷系统负荷,升高制冷温度,40万装置燃料气质量变差,混烃量增加,更加大了液化气空冷器的负荷。

### 3 提高液化气收率的改造措施

为了提高液化气产量,根据以上这些制约因素,2001年3~7月,笔者提出并实施了如下几项改造措施:

(1)液化气空冷器后加一换热器。液化气空冷器后加一换热器将液化气组分冷凝下来,防止液化气回流罐放空,减少了液化气损失。

(2)采用轻油回炼技术。将40万装置脱丁烷塔生产的富含液化气组分的轻质油输至400万原稳装置脱丁烷塔进行液化气组分再回收,即再分馏工艺,提出滞留在轻油中的57%~75%的液化气组分,这样既解决了40万装置液化气回流罐放空、装置负荷加重的问题,又解决了400万装置脱丁烷塔负荷过低问题,同时也有利于增加400万装置混烃中液化气组分的拔出率,不仅增加了液化气收率,而且提高了轻油产品质量。

(3)400万原稳装置增加了脱盐系统。新增脱盐系统后,洗盐次数骤减,装置启、停操作次数减少,由于盐堵造成的生产不平稳现象大为降低,提高了设备的运行利用率,降低了操作难度,减少了维修工作量,增加了液化气产量。

(4)400万原油稳定装置增加了水冷器。在脱盐系统中,为了加强脱盐效果,必须将引来的清水加热到30℃。因此,在2001年5月开始将清水的冷量利用起来,在提馏塔空冷器后面增设1台水冷器,用

于夏季提馏塔顶气相降温。

## 4 改造效果对比

### 4.1 产品质量比较

改造方案实施后,40万和400万联合装置所生产液化气、轻油产品质量发生了明显变化,产品质量比较见表1。

表1 改造前后产品质量比较

	液化气(400万装置)		轻油(40万装置)	
	改造前质量 分数/%	改造后质量 分数/%	改造前质量 分数/%	改造后质量 分数/%
C <sub>1</sub>	0.352	0.117	—	—
C <sub>2</sub>	5.095	2.742	—	—
C <sub>3</sub>	31.573	24.403	15.004	0.082
C <sub>4</sub>	60.898	70.426	60.300	4.930
C <sub>5</sub>	2.082	2.312	19.772	31.801
C <sub>6</sub>	—	—	4.924	25.365
C <sub>7</sub>	—	—	—	20.279
C <sub>8</sub>	—	—	—	11.643
C <sub>9</sub>	—	—	—	5.559

由表1可知,改造后液化气产品中的C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>质量分数从改造前的5.477%下降到2.859%,轻油中C<sub>3</sub>+C<sub>4</sub>质量分数由原来的约75%下降到5%左右。

### 4.2 经济效益

表2为改造前后年产量和效益对比表,可以看出,自2001年改造方案实施后,液化气产量明显增加,增创效益是非常可观的。

表2 产量及效益对比

	液化气产量/ t	增产量/ t	液化气价格/ 元·t <sup>-1</sup>	增创效益/ 万元
2000年	21257	—	1600	—
2001年	28414	6887	1600	1101.92
2002年	33718	5304	1600	848.64

## 《现代化工》网站介绍

《现代化工》网站网址为:<http://www.xdhg.cn>、<http://xdhg.periodicals.net.cn>和<http://xdhg.chinajournal.net.cn>,欢迎广大读者访问。从网上,您可以查到近年《现代化工》文章目录,了解对稿件的要求及投稿注意事项,也可以在网上了解我们的广告联系办法、期刊订阅方法,以及近期授权和申请的中国化工专利。另外,如果您对我刊有什么建议和意见,也可以在网上留言。