

从天然气中提取液化石油气的实践*

董 延 林

(地质矿产部第一石油普查勘探指挥部)

前 言

液化石油气热值高,含硫及其它有害杂质少,是重要的石油化工原料,也是理想的民用燃料。

液化石油气是由丙、丁烷等为主要成分的烃类。含凝析油的天然气井中,一般都有丙、丁烷。为充分利用这类气井的宝贵能源,我们从1980年开始从天然气中提取液化石油气的研制工作。我们的理论依据是:根据液化石油气在常温常压下是气体,在加压或冷却时凝为液体的特性,当气井压力很高,且与输气管网之间有较大压差时,可以利用换热冷却,通过节流阀减压降温,使天然气中的丙烷、丁烷液化。

应用高压节流自致冷法,我们于1980年11月和1981年2月两次在四川省阆中某30井进行从天然气中提取液化石油气的试验。两次试验的效果均不理想,液相产品燃烧时间短、残液数量大。主要原因有三:1.分离器分离效果不好,尤其在高压下更差,加之排液不及时,以致已经分离出来的原油又被高压天然气带入后面装置。2.两级节流压差小,降温有限,不可能获得 $-60\sim-80^{\circ}\text{C}$ 低温,这样丙、丁烷液化的数量也就不大。3.换热器换热面积小,而且内管与管壳间截面积大小不等,内管原料气与管壳间干气换热不充分,以致影响换热效果。

针对上述问题,从1981年3月开始,我们在四川空气分离设备厂的协助下对整个工艺流程进行技术改造。同年11月在阆中某34井开车调试。当日处理天然气 5.1万米^3 时,日产液化石油气4吨。15公斤液化石油气在单炉灶上燃烧时间约60小时,获得了较好的效果。此后,对流程装置进一步完善配套,于1982年5月正式开机生产,装置设备工作基本正常,平均日产液化石油气6吨,已供应数千户城市居民用气。实践证明,应用节流自致冷法从天然气中提取液化石油气是完全可行的。

工艺流程

地质矿产部第一石油普查勘探指挥部某43井液化石油气试验站工艺流程设计的基本参数如下:

1. 天然气处理量 $8\text{万米}^3/\text{日}$
2. 天然气装置压力 140公斤/厘米^2
3. 天然气进装置温度 30°C
4. 管网输气压力 16公斤/厘米^2
5. 天然气组分(体积百分率)见表1。

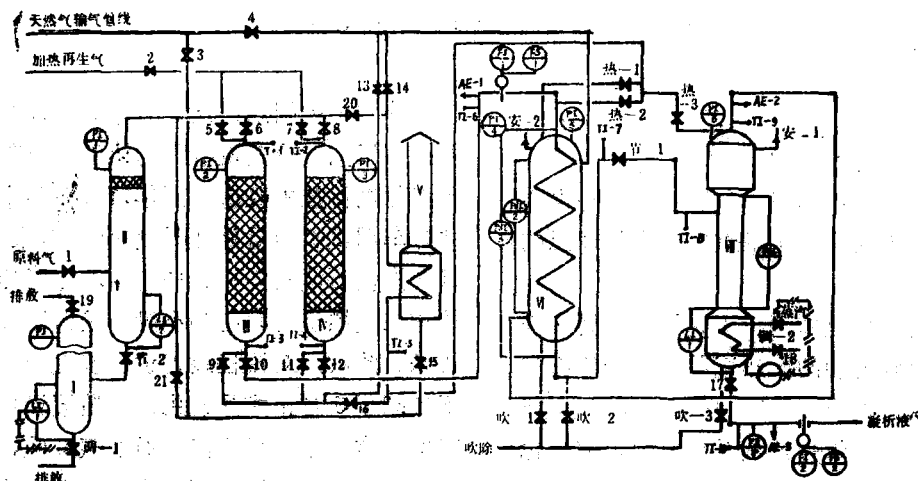
工艺流程如图1所示。

160公斤/厘米^2 压力天然气经节流阀减压到 140公斤/厘米^2 后,进入三组(每组两个并联)串联的气-液分离器。分离后的原油经节流阀减压到 16公斤/厘米^2 以下,引入中间容器,最后流入原油储罐。分离后的原

*参与研制工作的有四川空气分离设备厂朱根法、赵阳同志,第一石油普查勘探指挥部章继盛同志。

表 1

组 分	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	CO_2	O_2	N_2
含量%	85.17	8.57	2.08	0.75	0.29	0.32	0.43	2.39



I—中间分离器 II—气液分离器 III、IV—干燥器 V—天然气加热炉 VI—套管式换热器 VII—脱乙烷塔
图 1 工艺流程图

料气进入干燥器脱水，然后进入三组并联的套管式换热器内管（管壳间引入从脱乙烷塔顶出来的干气），经预冷处理，再经节流阀减压到16公斤/厘米²进入脱乙烷塔，原料气中的乙烷、丙烷、丁烷等烃类经节流降温而液化，并通过脱乙烷塔上部的气—液分离器从原料气中分离出来，自上而下流经填料层间脱乙烷塔下部加热盘管蒸发的上升汽体进行热质交换，精馏后一部分乙烷呈汽相随塔顶干气一并排入套管式换热器管壳间，作为内管原料气的冷源，热交换后的干气最后排入输气管网，而脱乙烷后的液相产品聚集塔底，最后流入储罐。

高压节流自致冷法从天然气中提取液化石油气的工艺流程，因设备比较简单，投资少见效快，对于有自由压差可供利用的天然气气井场最适用，采用这一流程，还有如下好处：

(1) 一次节流压差大，能获得丙、丁

烷冷凝液化最适宜的-45.5~-87.5℃低温，

(2) 换热器热质交换不需要外加冷源，直接用脱乙烷塔塔顶回流干气作冷源，使冷量得到充分回收；

(3) 脱乙烷塔精馏既能有效脱除乙烷以上轻质气体，又能有效控制液化丙烷、丁烷的质量和数量；

(4) 采用分子筛作吸附剂去除水分，并采用天然气加热炉对分子筛进行再生处理，效率高、能耗低。

调试生产情况

装置于1981年11月23日开车，按进装置压力140公斤/厘米²，节流后管网输气压力16公斤/厘米²，处理天然气量5.1万米³/日调试。

连续运转47小时40分后，由于液化石油气罐储满而停车。试车表明，其装置工作正

常, 设备性能良好。节流后进脱乙烷塔的原
料气温度可降低到 -68°C 左右, 塔底蒸发器
经自动调温装置可控制加热温度在 50°C 范围
内。脱乙烷塔开车10分钟左右就见到凝析
液。取液罐瓶作燃烧实验, 15公斤凝析液在
单炉灶上燃烧59小时, 烧掉10.5公斤液体,

剩残液4.5公斤, 平均每公斤液化石油气可
燃烧5~6小时。经测算塔底每小时能生产
200公斤液化石油气, 日产量可达4~5吨。
表明脱乙烷塔精馏效果较好。液化石油气产
品色谱分析结果如表2。

由表2可见改变脱乙烷塔塔底温度能够

表2

塔底温度	体 积 百 分 率 (%)				
	甲 烷	乙 烷	丙 烷	异丁烷	正丁烷
52°C	0.86	35.19	45.10	7.02	11.73
54°C	0.17	19.18	54.04	10.33	16.27

表3

处理天然气量 万米 ³ /日	进装置天然气压力 公斤/厘米 ²	液化石油气产量	
		日产量 (公斤)	月产量 (吨)
8	140	6150	184.5
5.1	140	3920	117.6
8	120	5625	168.8
5.1	120	3576	107.2

有效地控制液化石油气组分含量。当其塔底
蒸发器温度升高, 液化石油气中乙烷的含量
就明显下降, 能达到脱除乙烷的目的*。

经济效益

天然气是重要的石油化工原料, 在开发
油气田时, 应该充分利用天然气资源, 努力
回收液烃原料, 减少火炬损失。

我们采用高压节流自致冷法的简单工艺
流程, 从天然气中提取液化石油气, 将含量
为6.83%的丙烷、丁烷按60%的提取率进行
液化回收, 这一口天然气井每年约有49万米³
的丙、丁烷气可避免随天然气外输, 既符合
节约能源的政策, 又对外输天然气量没有大

的影响。

本流程在不同工况条件下的装置生产能
力如表3所示。

按装置设计生产能力测算, 每月液化石
油气产量为184.5吨, 可装容量15斤公液化
石油气瓶12300瓶。每月每户用量按2瓶计,
可以解决6150户居民的燃烧问题。随着工
艺流程的不断完善, 液化石油气产品的质量肯
定会有明显提高, 那时将会有更多的居民用
上液化石油气。

本流程装置的年生产能力为2214吨, 若
每吨液化石油气销售价格为330元, 则全年
总产值可达73万元。

前后三次试验建造装置, 共耗费设备投

* 按国家规定, 液化石油气的组分, 丙丁烷不小于95%, 甲烷乙烷不大于2%——编者



开采九十年的东源井还在生产

自贡市贡井盐厂所属大塘山东源井，是自贡盐场今天仍然保持传统采气工艺的气井中，唯一的高产低压天然气井，已经有八十多年的生产历史，现在每天仍产天然气2.5万米³。

东源井的开凿（即开钻）时间不详，1893年见功（意即见到成果）时名“炳源井”。1896年6月，井深约624米，日产天然气370米³，黄卤5600公升。后，停钻（即停钻）生产，更名“东源井”。1915年，附近的玉龙、三兴两井先后见功出大火，东源井井主们再次聚资，一面生产，一面加深。经过六年的努力，至1921年11月，凿至930米左右，发生井喷，天然气增至11000米³/日，间时产出混合卤水8400~13000公升/日。1935年6月，在捞取落井工具开斜眼过程中，又钻遇新的气源，当即发生强烈井喷，喷出水柱高达25米，历时四十

余天。井喷控制后，天然气日产量猛增至3万多米³，并放九根排气管排气。自此以后，东源井便进入了它的全盛时期。1975年以前，除四十年代因井下事故与盐产滞销停产过几年外，一直保持3万米³的日产量。1975年以后，产量才开始缓慢地下降。据不完全统计，八十多年来，东源井累计产气约4.7亿米³。

东源井位于自流井构造西端南翼，海拔334.89米，井径16.7厘米，井深947.85米，断层自井深约935米处切过，天然气主要产自T₂层。由于裸眼生产，地下水和松软岩层的坍塌经常威胁着天然气的产出。所以，在它的生产历史上，堵漏补腔（即修理井筒）频繁，也从未停止过卤水的推汲。现在，气井已进入晚年，井底压力较低，仍需昼夜不停地汲卤，以便借助汲筒的来回抽汲，加速天然气的流动，维持正常产量。

东源井是自贡盐工运用人工捣礁（即顿钻）方法钻成的天然气井，采用的是我们祖先创造发明的“康盆”采气工艺。这种工艺没有复压装置，井口敞着，完全依靠一种独特的井口装置——康盆和具有一定高差的地下竹枧（用竹制的输气管道）及各级分配桶的调剂，使井口保持抽吸的状态，把气送达目的地，天然气一点也不会从井口溢出。这

资20万元。液化石油气装置正式投产后只需要四个月时间就可将设备投资全部收回。显而易见本流程从天然气中提取液化石油气具有良好的经济效益。

结 论

1. 当气井有自由压差可供利用，即使天然气中液烃含量很低，回收价值不大时，采用高压节流自致冷法从天然气中提取液态丙烷、丁烷、仍然是最经济、最合理的。

2. 本文介绍的工艺流程，设备简单，造

价低廉，操作方便，提取率高，适宜原始压力很高的天然气井，在输气的同时开展天然气资源的综合利用。

参 考 文 献

〔1〕日本煤气协会编、天津市建筑设计院译《用油、气制造煤气与合成气》石油化学工业出版社 1976年

〔2〕日本煤气协会编、天津市建筑设计院译《城市煤气制造》中国建筑工业出版社 1977年

〔3〕化学工业部第四设计院主编《深冷手册》化学工业出版社 1979年

conditions of long distance gas pipe line in Sichuan, some problems of operation and management of the present long distance gas pipe line are analyzed by the author, and some measures and suggestions for raising the capacity of its smooth supply gas are presented in this paper also.

NGI Vol.3 No.1 1983

苏益仁 赵忠中 李克敏

含硫气井井口阀门开裂

原因分析

在酸性气田的开发过程中,湿硫化氢引起的钢材应力腐蚀开裂而造成管材、容器、阀门……的突然破坏是保证顺利开发和安全生产的重大障碍。本文通过对中40井阀门破坏的事故分析,利用金相、硬度、断口及表面腐蚀产物的检验结果,说明了井口节流阀阀座的开裂是一起典型的硫化物应力腐蚀破坏。文章还对引起破坏的原因进行了分析,并提出了建议。

《天然气工业》第3卷 第1期 1983

Su Yiyen, Zhao Huizong and Li Ke
min Analysis of breakdown reasons of
sour gas well head valve

During the development of sour gas fields, the breakdown of the steel materials stress corrosion caused by wet hydrogen sulphide, makes pipe line, containers, valves, etc. destroyed suddenly, which is tremendous obstacle to the successful development of gas fields and safety in production ction.

Based on the analysis of valve breakdown accident of well No.40 Zongba and the application of the test results of metallography, hardness and breakdown surface corrosion products, this paper explains that the breakdown of valve seat is a typical sulphide stress corrosion cracking. The reasons of breakdown are analyzed and some suggestions are given also.

NGI Vol.3 No.1 1983

陈康良

硫化氢在碱质介性中吸收的 反应机理和动力学

本文讨论了硫化氢在氢氧化物溶液、碱性缓冲溶液和醇胺溶液等碱性介质中吸收反应的机理和动力学,并给出了相应的数学表达式。一般情况下,此吸收反应可以作为瞬时不可逆反应处理。二氧化碳在上述碱性介质中的吸收反应机理和硫化氢有很大不同,通常为快速或慢速的假一级反应。当硫化氢和二氧化碳混合气体在碱性介质中共吸收时,可利用它们反应机理的不同,选择适当的条件,达到选择性吸收硫化氢的目的。

《天然气工业》第3卷 第1期 1983

Chen Gengliang Reaction mecha=
nism and dynamics of absorption of
hydrogen sulphide in alkaline medium

The reaction mechanism of absorption and dynamics of hydrogen sulphide in hydroxide solutions, alkaline buffer solutions and alcohol amine solutions have been discussed in this paper, and the relative mathematical expressions are given also.

In general, this reaction of absorption can be treated as the instantaneous unreversable reaction. Carbon dioxide is much different from hydrogen sulphide on the reaction mechanism in the alkaline medium described above. This reaction of absorption is believed as a rapid or slow pseudo first-order reaction. As treating the mixture of hydrogen sulphide and carbon dioxide with alkaline solutions, according to the difference in their reaction mechemism, one can choose the suitable conditions in order to absorb the former selectively.

NGI Vol.3 No.1 1983

董延林

从天然气中提取液化石油气的实践

本文通过从天然气中提取液化石油气的实践,扼要论述应用节流致冷法生产液化石油气的工艺流

程、装置设备和安装调试过程,并粗浅分析其经济效益。

《天然气工业》 第3卷 第1期 1983

Dong Yanling Practice of recovering LPG from natural gas

Based on the practice of recovering LPG from natural gas, this paper briefly discusses the technological processes, equipments, installation and adjustment in LPG production by using the throttle self-cooling method. Its economical benefit is simply analyzed also.

NGI Vol.3 No.1 1983

本刊征集封面设计评比揭晓

去年十月,本刊发出征集封面设计的启事,得到各方读者的大力支持,陆续寄来大量寓意深刻、构图新颖、精工绘制的设计画稿。经本刊编委会全体会议慎重评选,评定一等奖一个、二等奖两个、三等奖四个。

一等奖获得者是四川石油管理局施佩同志和成都纺织厂钟定全同志。

二等奖获得者是四川石油管理局吴小葵同志和勇进同志。

三等奖获得者是辽宁省沈阳有机化工二厂史吏同志、成都纺织厂吴定荣同志、四川石油勘察规划设计院胡荣祥同志和四川石油勘探开发研究院赖远志同志。

为感谢大家的支持,对设计者都将给予一定奖励。

《天然气工业》编辑部

一九八三年元月二十日

《天然气工业》:

紧密联系实际,坚持辩证唯物主义,努力为促进我国天然气工业的发展服务;

反映我国天然气工业科技水平和发展动向,可开阔眼界,启发思路;

贯彻“双百”方针,开展学术讨论;

宣传我国天然气工业科技成就,不断推广国外先进技术,促进国际学术交流。

《天然气工业》内容主要包括我国天然气地质勘探、钻采工艺、气田开发、气田建设、天然气储运和加工以及天然气节能和使用等领域的生产实践和科研成果,认识、理论上的创新和探索,国外天然气工业动态和技术成就等。

《天然气工业》为季刊,逢每季末月28日出版,刊号62—14,全年订费1.60元。总发行处成都市邮局,订阅处全国各地邮局。

热忱欢迎我国广大石油与天然气、地质、煤炭、储运、化工、机械及天然气管理使用部门的科技人员、管理人员和院校师生订阅!