

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2015.06.002

山东LNG接收站轻烃回收分析

□ 中国石化青岛液化天然气有限责任公司 (325000) 季超 丁乙 张龙焕

摘 要: 相比国内其他LNG接收站, 山东LNG接收站已确定的200万t/a气源中重组分多, 热值高。由于我国当前的天然气贸易计量一直是在法定的质量指标下按体积计量, 如果山东LNG接收站天然气不经处理直接进入中国石化现有的山东天然气管网, 一方面, 由于两者沃泊指数偏差大, 将出现与现有山东管网天然气互换困难的问题, 另一方面, 如果两者按照同样价格销售, 将偏离山东LNG接收站天然气本身的价值, 从而降低山东LNG接收站的经济效益。为解决以上问题, 需将天然气热值降低。本文阐述了降低天然气热值的方法, 即掺混空气或氮气法、多气源混配和轻烃分离法等, 并重点分析了山东LNG接收站引入轻烃回收的优势和必要性。

关 键 词: 山东LNG 天然气 轻烃回收 热值 互换性 沃泊指数

Necessity Analysis of Shandong LNG Terminal Light Hydrocarbon Recovery

Gas Company, Sinopec Ji Chao, Ding Yi, Zhang Longhuan

Abstract: Compared with other domestic LNG terminals, Shandong LNG terminal will import 200 tons of LNG per year from Papua New Guinea which contains more heavier components and have a higher calorific value. Since the present status of natural gas trade metrology at home is still based on volume metering, if gas from Shandong LNG terminal send into Shandong natural gas pipeline network which belongs to Sinopec without any treatment, problems will come: 1、as the Wobbe index of the two sources of gases has a huge deviation, it will be hard for gas from Shandong LNG terminal to interchange with gas from Shandong natural gas pipeline network; 2、if gas from Shandong LNG terminal sells at the same price with gas from Shandong natural gas pipeline network- that is it is not sold as its value, the economic benefits of Shandong LNG terminal will be reduced. In order to solve problems above, the calorific value shall be lowered. This paper deals with the study of the methods to reduce the calorific value, that is blending with air or nitrogen, blending with other sources of gas and recovering light hydrocarbon, and particularly analyze the advantages and necessity of Shandong LNG terminal light hydrocarbon recovery.

Keywords: Shandong LNG terminal natural gas light hydrocarbon recovery calorific value interchangeability Wobbe index

山东LNG项目是国家“十一五”LNG规划的重点项目，位于青岛市胶南市西南的董家口嘴，包括接收站工程（含轻烃回收和空气分离）、码头与陆域形成工程和输气干线工程。相比国内已投产和在建的LNG接收站，山东LNG接收站将增加轻烃回收流程，回收LNG中的重组分。美国在用的5座LNG接收站中，也只有墨西哥湾沿岸的接收站建设了小规模轻烃回收设施，处理一部分重新气化的LNG。下面简要分析山东LNG接收站轻烃回收的必要性。

1 背景

多年来，我国天然气贸易计量一直是在法定的质量指标下按体积计量，即以 m^3 为单位计价，并未考虑热值因素。标准规定以温度为293.15K、绝对压力为101.325kPa时的状态为天然气计量标准状态。同时，国内现行的天然气质量标准GB 17820—1999《天然气》未对天然气组成作具体规定，规定的热值范围太广。由于现有天然气贸易一般为点对点方式，即由生产地到消费地，因此以体积计量可以满足需要。

但是，随着国内天然气输气管道网络化的初步形成，尤其是组分和价格差异较大的进口LNG进入国内管网后，天然气体积计量越来越暴露出其局限性，不仅影响不同来源天然气的互换性，还存在经济性等方面的问题。

2 山东LNG 天然气销售问题

山东LNG接收站一期工程设计规模为年接收LNG 300万t，供气能力40.5亿 m^3/a 。现阶段已落实LNG 200万t，来自巴布亚新几内亚。工程建成后，气化后的天然气将进入中国石化现有的山东天然气管网，主要供应山东半岛东部地区。中国石化山东天然气管网天然气主要来自经榆林—济南输气管线东送的鄂尔多斯大牛地气田和中原油田。表1为中国石化现有山东天然气管网典型天然气和山东LNG接收站天然气的主要参数。

2.1 互换性问题

多气源供应可以提高城市天然气供应系统的安全性，但也给城市天然气供应系统带来新的问题。不同气源的天然气品质存在一定差异，这会给天然气的

表1 山东管网和山东LNG接收站天然气主要参数

参数	单位	山东管网 (典型)	山东LNG
CH_4	mol%	93.819	88.85
C_2H_6	mol%	3.354	7.15
C_3H_8	mol%	0.626	2.9
i- C_4	mol%	0.104	0
n- C_4	mol%	0.107	0.8
i- C_5	mol%	0.045	0
n- C_5	mol%	0.022	0.1
C_6^+	mol%	0.006	0
CO_2	mol%	1.414	0
N_2	mol%	0.503	0.2
H_2S	$\times 10^{-6}$	0.42	0
Normal Den	kg/m^3	0.719	0.814
HHV (20℃)	kcal/m^3	9 047	9 925
LHV (20℃)	kcal/m^3	8 161	8 978
HHV (15℃)	kcal/m^3	9 208	10 097
LHV (15℃)	kcal/m^3	8 303	9 134
高沃泊指数 (20℃)	MJ/m^3	48.3	51.4
低沃泊指数 (20℃)	MJ/m^3	43.6	46.5
高沃泊指数 (15℃)	MJ/m^3	49.1	52.3
低沃泊指数 (15℃)	MJ/m^3	44.4	47.3

利用造成一定影响，尤其是对天然气品质有特殊要求的应用领域。这就是天然气的互换性问题。沃泊指数是燃气互换性的一个重要的判定指数。各国一般规定，在两种燃气互换时沃泊指数的允许变化不大于 $\pm 5\% \sim \pm 10\%$ 。^[1]

由表1可知，山东LNG接收站天然气与山东管网天然气的沃泊指数差可达6.5%，而这只是山东管网典型天然气与山东LNG接收站富气平均值的沃泊指数差，加上天然气组分的波动，其差值将很容易超过10%，也就超过了沃泊指数的允许变化范围。也就是说，如果山东LNG接收站天然气不进行处理直接进入山东管网，将出现部分用户不可用、利用率低甚至出现安全事故，与现有山东管网天然气存在互换性问题。

2.2 经济型问题

若山东LNG接收站气化后的天然气进入山东管网后依然以现有天然气价格销售，由于两者热值不同（在温度为293.15K、绝对压力为101.325kPa时，山东LNG接收站和山东管网天然气低位热值分别为8 979 kcal/m^3 和8 161 kcal/m^3 ），其价格折算为能量单

位后,两者价格将不同,具体见表2。

由表2的数据可以看出,如果以能量为结算单位,按照目前的天然气价格,山东LNG接收站天然气价格将比原有山东管网天然气价格最多低11.11%,与山东LNG接收站天然气本身价值不相符,而山东LNG接收站进口LNG是按热值计量,这将大大降低山东LNG接收站的经济效益。

3 解决措施

为了增强山东LNG接收站天然气的互换性,并获取较好的经济效益,可将山东LNG接收站天然气热值降低后再进入中国石化山东天然气管网销售。当前,降低天然气热值的方法主要有:掺混空气或氮气法、多气源混配和轻烃分离法等。^[2]

掺混空气或氮气法:在天然气中掺混空气或氮气,以降低天然气的热值。此法不仅不节能,而且掺混空气后会导致天然气中氧含量增加,注入3%的空气就会将天然气中的氧含量提高0.6%,增加天然气燃烧爆炸的可能性,降低其安全性;掺混氮气后会导致天然气中氮含量增加,会降低天然气清洁能源的品质,而且燃烧时NO_x排放量会升高,NO_x再和烃类(C_mH_n)在太阳光紫外线作用下产生强氧化性物质O₃和PAN,这些强氧化性物质会导致光化学烟雾的产生,严重污染环境。山东LNG接收站一期工程年供气量即达40.5亿m³,如此大规模的掺混空气或氮气既不经济,更不安全和环保。

多气源混配法:按照一定的比例,将不同热值、不同来源的天然气进行掺混,从而达到设定的天然气热值。此法看似经济可行,但通常会碰到运行方面的困难。例如,管道公司每天运输的天然气中各种气源所占的比例都会发生变化,很难做到精确配比使其保持固定的组分。另外,山东LNG接收站周边也还没有

理想的低热值气源。

轻烃回收法:将LNG中热值相对较高的乙烷和丙烷等(C₂⁺)分离出来作化工原料,从而提高甲烷含量,降低天然气热值。

4 山东LNG轻烃回收的优势

由上面分析可知,掺混空气或氮气法和多气源混配法均不适用于山东LNG接收站,轻烃回收法是较优的选择。

山东LNG接收站引入轻烃回收流程,还具有以下优势:

(1) 山东LNG接收站气源中乙烷和丙烷等(C₂⁺)组分可达近11%,比重较高,同时山东LNG接收站确定的富气已达200万t,轻烃产量较大,具有一定的回收价值。

(2) 轻烃回收的乙烷和丙烷等(C₂⁺)是优质的化工原料,可用于生产乙烯、丙烯等。山东LNG接收站距离中国石化青岛大炼油约100km,可供应其生产乙烯等。这不仅解决了回收轻烃的销路问题,还具有较好的经济价值。

(3) 在轻烃回收工艺流程中,可充分利用LNG的冷能,降低能耗。一方面,山东LNG接收站轻烃回收工艺是从本来就需气化的低温液态的LNG中气化分离出轻组分,而传统的轻烃回收工艺是将混合气体中的重组分降温冷凝出来,前者能耗较低;另一方面,气化后的甲烷、乙烷和丙烷等(C₂⁺)也通过与LNG换热来冷凝,同时从LNG中气化出一部分甲烷,这一过程能耗也基本为零。

5 结论

山东LNG接收站由于气源为组分较重的富气,与

表2 山东LNG和山东管网天然气价格比较

用户 种类	当前价格 (元/m ³)	山东管网 (元/MJ)	山东LNG (元/MJ)	价格差 (元/MJ)	价格差率[(最高价格- 最低价格)/最低价格]
居民用户	2.4	0.07	0.063	0.007	11.11%
工业用户	3.13	0.092	0.083	0.009	10.84%
CNG用户	4.62	0.135	0.123	0.012	9.76%

现有的山东天然气管网天然气气质差异较大,如果不处理直接进入山东管网销售,存在两者互换性差和经济效益差的问题。这就需要降低天然气的热值。在几种降低热值的方法中,掺混空气或氮气法和多气源混配法均不适用于山东LNG接收站,轻烃回收是较优的选择,也是必要的。

参考文献

- 1 孙秀丽,秦朝葵,郭甲生. 浅谈天然气互换性的对策研究[J]. 上海煤气, 2008; 4: 20-23
- 2 郭峰,张莺彬. 天然气热值调整工艺技术研究[J]. 石油规划设计, 2008; 03

其它消息

齐齐哈尔港华义工送安全进社区 居民听课受益匪浅

2015年5月9日上午,家住齐齐哈尔市建华区文化街道文宾社区72岁杨桂凤阿姨,听着齐齐哈尔港华燃气义工讲解燃气安全知识,说:“不听讲解,我们还真不知道用天然气还有这么多的学问。”

在文宾社区,像杨阿姨一样的老年人不在少数,且小区又多为老楼房,管道、胶管老化严重,举行一场燃气安全知识讲座势在必行。活动定于9点30分开始,刚到9点,文宾社区活动室就已经座无虚席了,社区干部、居民近200余人参加。

燃气管道、燃气表、燃气灶具、胶管等“教具”一应俱全,全都“搬”到了社区课堂上。这些大大小小的阀门都叫啥名?起啥作用?平时使用中需要注意什么?港华燃气的安全讲解员讲得绘声绘色,台下听众边听边记边拍照,非常认真。

一堂课下来,居民们获益匪浅。

课堂外,齐齐哈尔港华燃气印制的燃气宣传单、宣传册人手一册。小小的安全用气宣传海报看似简单,却记录了燃气具使用规范、事故案例、报警电话等内容。

在现场齐齐哈尔港华燃气公司客服总监于立峰介绍,从2014年10月初开始,在相关部门的支持下,齐齐哈尔港华燃气义工队与各街道办事处展开对接,开展“关注燃气安全,共建平安社区”活动,联合171个街道、社区所属的居民片区,共同进行燃气安全培训、隐患整改等入户活动,确保居民用气安全。不规范使用燃气热水器、管道暗埋、改变房间用途等隐患将是这次排查的重点,但使用天然气的小细节同样是这次入户的主要内容。

进入冬季,港华燃气加大了在媒体宣传上的频次,利用报纸、电视、网络等媒体普及安全用气常识,对客户怎样自检自查,重点对阀门、管卡、无安全熄火保护灶具、直排式热水器等重点部位、重点设施进行规范说明。截至目前,齐齐哈尔港华燃气义工队已经深入40多个片区,为2 200余人进行了燃气知识培训,其中,安检人员共走访低保户220余户,更换胶管近300户,发现并拆除燃气热水器20个,改造胶管穿墙、连接三通等隐患60余处,30 000多户居民从中受益。并对孤寡老人、残疾人、有精神疾病患者的家庭进行专门走访,还有过去三轮安检中的漏检户,将指派抄表员、客服人员帮助进行隐患整改。同时,为确保入户宣传、隐患排查,港华燃气印制了40余万份民用、3 000余份商饮安全宣传单,由公司抄表员、安检员发放到客户手中。

此外,每一位抄表员、安检员入户抄表、安检,除向每户居民发放安全宣传单外,还要检查胶管是否安全、是否安装有管卡、使用燃气后关闭阀门提示到位的“三到位”原则,将安全送户到门,确保客户养成安全用气的好习惯。与此同时,港华燃气各分公司也积极行动,昂昂溪分公司正式启动“港华燃气安全用气进社区”百日知识竞赛,截至目前,共收到有效答题卡976张,对规范使用天然气起到了积极的作用。富区分公司开展了“港华进万家,安全你我他”燃气安全宣传巡展活动,通过安全知识讲座、图片展览、实物讲解、事故案例分析,现场问答等形式,将安全宣传工作真正的落到实处,把安全送到千家万户。(柴立伟)