

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2014.07.005

深圳市天然气应急储备与调峰方案研究

□ 深圳市燃气集团股份有限公司 (518049) 黄志伟

摘 要: 目前快速发展的城市天然气用气需求与有限的上游供气能力之间矛盾日益突出,且城市燃气缺乏面对突发事件等的有效手段,因此建立具有重要战略意义的城市天然气应急储备及调峰设施十分重要。本文通过对深圳市用气需求的分析,确定了主要的技术指标和工艺路线,提出一套适合深圳市的天然气应急储备及调峰设施建设方案,并对该方案对其他大中城市的适用性进行了分析。

关 键 词: 天然气 应急储备 调峰方案

Study on Shenzhen Natural Gas Emergency Reserve and Load Regulating Design

Shenzhen Gas Corporation Ltd. Huang Zhiwei

Abstract: The principal contradiction between the quantity demand of city natural gas and the limitation of upstream gas supply capacity has become more and more apparent. It is important to build city natural gas emergency reserve and pitch peak facility based on the lack of effective way for in case city gas emergency issues. Through analyse on the quantity demand of natural gas in Shenzhen, the main specifications and process route has been confirmed, one construction scheme of natural gas emergency reserve and pitch peak facility for Shenzhen has been brought up, the applicability of the scheme for other Chinese cities has also been analysed.

Keywords: Natural Gas Emergency Reserve Pitch Peak Scheme

1 前言

近年来,部分城市由于上游燃气供应不足及下游发展过快造成天然气供应短缺失衡,引发“气荒”,造成用户一定困难。其中一个主要原因是各级天然气应急储备气源建设不足和滞后造成的。为了改善这种状况,国家出台相关政策缓解,国家发展改革委

颁布实施的《天然气利用政策》指出:“为保障稳定供气,国家鼓励建设调峰设施和建立特大型城市天然气储备机制”^[1]。在《城镇燃气规划规范》中明确规定“城市燃气企业应建立应急储备及调峰设施”。因此,为维护社会生活稳定,大中城市即使在多气源并取得合同保供条款下,也需根据城市燃气的自身供气特点,和城市自身的能力建立具有保供能力的天然气

应急储备及调峰气源^[2]。目前,国内北京、上海、杭州、长沙等大型城市均已开展城市天然气应急储备及调峰设施建设^{[3]-[4]}。

深圳市城市天然气供应目前为两个气源。在2012年以前,广东大鹏LNG项目是深圳市天然气供应的唯一气源。2012年5月12日,西气东输二线开始对深圳供气,随着供气量的逐渐加大,以后将成为深圳市的主力气源。在供气合同中,两个上游气源均要求下游均匀提气自行解决部分调峰需要,并设定了违约条款;另外,上游气源始终受资源、船运或长距离输送管线等多种因素影响,客观上随时存在中断供气的风险,而深圳市目前的应急储备仅有1 350m³罐容,仅能满足当前用气规模6个小时的应急所需。故深圳市亟需建设一定规模的应急储备及调峰设施。

2 深圳市天然气市场分析

据统计,深圳市2012年、2013年城市燃气用气量约为9亿m³、10.9亿m³,根据气源及市场的综合调研分析预测,深圳市城市燃气用气量2015年及2020年将分别达到13.5亿m³和16.2亿m³^[5],具体如表1所示。

表1 深圳市各类用户用气量预测

序号	用户类型	2015年 (万m ³ /d)	2020年 (万m ³ /d)
1	城市居民用户	79.81	95.11
2	医疗用户、大专院校、 幼儿园、中小学用户	11.70	14.37
3	宾馆、餐饮用户	58.09	69.53
4	熔化及焙烧类炉窑用户	80.84	103.42
5	食品加工类工业用户	12.96	17.24
6	天然气汽车用户	54.71	55.73
7	分布式能源供应站	36.77	46.58
8	建筑燃气空调用户	24.23	28.09
9	机械加工建筑加工工业用户	10.41	12.93
合计		369.60	443

从上表可见,2015年天然气日用量约为370万m³/d,其中基本保证量(即全部民用户及商用户用气量)约为150万m³/d;2020年天然气基本保证量约为440万m³/d,其中基本保证量(即全部民用户及商

户用气量)约为180万m³/d。

3 应急储备规模的确定

3.1 储存规模确定

一般来讲,城市天然气应急储备应能保证城市基本用气量的10天左右需求,超出此范围的应急储备应由政府及上游气源方统一考虑。

故2015年深圳市天然气应急储备需求(折算为液态罐容)约为:

$$150 \text{ 万 m}^3/\text{d} \times 10 \text{ d} \div 600 \div 0.9 \approx 3 \text{ 万 m}^3$$

2020年深圳市天然气应急储备需求(折算为液态罐容)约为:

$$180 \text{ 万 m}^3/\text{d} \times 10 \text{ d} \div 600 \div 0.9 \approx 4 \text{ 万 m}^3$$

综合考虑,液化天然气储存规模确定为:4.0万m³LNG储罐(2×2,液态)。

若此应急储备用于满足深圳市全部城市用户用气需求:则:

2015年保供天数约为:

$$4.0 \times 90\% \times 600 \div 370 \text{ 万 m}^3/\text{d} \approx 6 \text{ 天}$$

2020年保供天数约为:

$$4.0 \times 90\% \times 600 \div 440 \text{ 万 m}^3/\text{d} \approx 5 \text{ 天}$$

3.2 气化规模的确定

按满足2020年基本用气需求考虑,应急气化规模可确定为10万m³/h,按满足全部用气需求考虑,应急气化规模可确定为20万m³/h。

3.3 液化规模确定

对LNG应急储备来源来讲,一般有三种,一是如建设地点靠近海边可以用船运,但需建设专用码头;二是通过LNG专用槽车进行陆路运输;三是建设中小规模的LNG生产装置,将上游送来的高压天然气适量液化。综合分析,深圳市应急气源采用第三种方式较好,适宜液化规模为30万Nm³/d,这个液化规模主要有以下优点:

①这个规模能满足安全储备的要求,投资适中,液化所需气量占上游来气量比重较少,基本不影响正常管网对接供气。按此规模LNG生产速度,罐的注满速度约为70天,实际天数可考虑为100天,剩下的8个月可以作为市场开拓,满足周围地区小气化站对液化天然气的需求。

②此规模中小型液化装置在匹配峰荷和增加供气的可靠性方面可发挥显著作用，低峰负荷时将过剩的天然气液化储存，在高峰时或紧急情况下再气化使用。可以极大地提高管网的经济性。

综合上文所述，可确定本项目的最终规模如表2所示。

表2 深圳求雨岭储备工程规模

类型	相态	规模	备注
液化天然气储存规模	液态	4.0万m ³	两台2.0万m ³ 的LNG储罐
液化天然气气化规模	气态	20万Nm ³ /h	两台10万Nm ³ /h的浸没燃烧式气化器
天然气液化规模	气态	30万Nm ³ /d	合液态约500m ³ /d

4 主要工艺方案的选择

4.1 天然气液化技术方案

天然气典型的液化制冷工艺一般可以分为三种：阶式制冷、混合制冷剂制冷及天然气直接膨胀调峰型液化工艺^[6]。

阶式制冷循环的特点是蒸发温度较高的制冷剂将冷量传给工艺气外，还使冷量传给蒸发温度较低的制冷剂，使其液化并过冷。分级制冷可减小压缩功耗和冷凝器负荷，在不同等级下为天然气提供冷量，因而能耗低、气体液化率高，但所需设备多、投资多、制冷剂用量多、流程复杂。

混合制冷剂由氮、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷和戊烷组成，利用混合物各组分不同沸点，部分冷凝的特点，进行逐级的冷凝、蒸发、节流膨胀得到不同温度水平的制冷量，以达到逐步冷却和液化天然气的目的。混合制冷剂液化工艺既达到类似阶式液化流程的目的，又克服了其系统复杂的缺点。

与阶式液化流程相比，其优点是：①机组设备少、流程简单、投资省，投资费用比经典阶式液化流程约低15%~20%；②管理方便；③混合制冷剂组分可以部分从天然气本身提取与补充。缺点是：①能耗比阶式液化流程高10%~20%左右^[6]；②混合制冷剂的合理配比较为困难；③流程计算须提供各组分可靠的平衡数据与物性参数，计算困难。

天然气直接膨胀液化流程，是直接利用上游来的有压力的天然气，在膨胀机中绝热膨胀到输送管道的压力，而使天然气液化的流程。这种流程特别适用于管线压力高，实际使用压力较低，中间需要降压的地方。其突出优点是能充分利用天然气在输气管道的压力差膨胀制冷，做到几乎不需要消耗电。此外还具有流程简单、设备少、操作及维护方便等优点。膨胀机液化流程的液化率，相对于其他类型的流程来说要低一些，且主要取决于膨胀前后的压力比。压比越大，液化率也越大。

根据国外的运行数据，三种流程的能耗比为：阶式：混合式：膨胀式=1:1.25:1.70，由于混合制冷液化流程占有较多优势，国际上现有液化装置80%~90%以上采用混合式工艺流程（包含带预冷模式的），只有少量装置采用另两种流程。因本方案LNG生产装置属于中小型装置，根据上述制冷循环的优缺点、能耗比较，建议采用混合制冷剂工艺流程（MRC流程）。

4.2 LNG储存技术方案

目前世界上LNG储罐应用最为广泛的是单容罐、全容罐两种地上储罐形式。中小型LNG工厂一般采用单容罐，大型LNG工厂或LNG接收站一般采用全容罐。地下罐投资非常高、交付周期长，除非有特殊的要求，一般不予选用。单容罐与全容罐的详细比较见表3。

表3 LNG储罐罐型比较

项目		单容罐	全容罐（基准）
占地面积		多	少
围堰		需要	不需要
安全性		较高	高
技术可靠性		高	高
结构完整性		较高	高
投资费用	LNG罐主体	0.8 ~ 0.85	1
	土建费用	2 ~ 2.5	1
	道路围墙	1.1 ~ 1.2	1
	管线走廊	1.2 ~ 1.8	1
	BOG及回收系统	2.5 ~ 3	1
合计		0.8 ~ 0.85	1
运行费用		3 ~ 4	1
操作费用		中	低
施工周期，月		短	长
施工难易程度		低	高

从上述比较分析可知,单容罐与全容罐相比罐本身的投资较低,建设周期较短;但需要较大的安全防护间距,需设置围堰,占地面积较大,其操作费用也大于全容罐;全容罐安全性更好,但投资相对较高,工期较长。分析本工程的功能特点,国内已有十几座国产10 000m³、20 000m³单容罐的运行实例,从技术可靠性、投资、周期等综合因素考虑,推荐采用单容罐方案,单罐罐容已目前国内较为成熟的2万m³为宜。

4.3 LNG气化技术方案

目前行业内常用的LNG气化器有下列几种形式:开架式海水气化器、浸没燃烧式气化器、空温式气化器、水浴式气化器。

对于城市应急及调峰型系统使用的气化器,是为了应急及补充用气高峰时供气量不足的装置,其工作特点是使用率低,工作时间随机性大,但需要启动速度快,气化速率高,维护简单,可靠性高,具有紧急启动的功能。

根据分析比较,海水气化器主要用于沿海大型的LNG接收站,应用受地域限制较大;空温式气化器气化速度慢,供气规模有限,长时间工作难以保证供气稳定且容易造成“白雾”现象;水浴式气化器启动时间较慢、效率较低,另设备规模有限;浸没燃烧式气化器虽然较贵,购置成本约为水浴式气化器的1.5~2倍,但启动速度快,气化速率及效率高,具有紧急启动的功能。故推荐采用浸没燃烧式气化器方案。

5 方案的适用性

综上所述,为避免上游气源的中断与波动影响,城市燃气可建立自身的LNG应急储备及调峰设施。深圳市的天然气市场及规模在国内大中城市中具有一定的代表性,本文所提出的方案,平时将适量天然气液化并存储起来,当需要时气化输入管网用于满足应急及调峰需要,这一工艺模式适合大中型城市保障天然气基本用气需求的应急调峰库建设方案。根据城市的用气规模、应急储备及调峰设施主要技术指标可选择2万m³~5万m³的单容或全容储罐,5万m³~20万m³的应急气化设施,30万m³~50万m³的MRC全液化工艺LNG生产装置。

参考文献

- 1 沈余生,范学军,杜建梅.建设城市LNG储备自主气源.城市燃气年会,2010
- 2 国家发展和改革委员会.天然气利用政策.2007
- 3 刘燕,陈敏.北京市应急LNG建设相关问题研究.城市燃气,2009;408(2):22-24
- 4 张明.浅析上海城市天然气供应系统应急储备措施.城市燃气,2006;379(9):16-19
- 5 中国市政工程西南设计研究院.深圳市天然气高压输配系统工程可行性研究.2008
- 6 顾安忠.液化天然气技术.北京:机械工业出版社[M],2003

安全管理消息

秦皇岛市燃气总公司“燃气安全进社区”活动正式启动

为践行党的群众路线,切实做好为民服务工作,自2014年5月14日起,秦皇岛市燃气总公司“燃气安全进社区”活动在全市范围内正式启动。计划利用半年时间,对全市使用管道燃气的居民小区进行燃气安全宣传全覆盖。由海港区向开发区、山海关区、北戴河区扩展,每周联系两个街道办事处开展活动,每次安排有6至10个小区50余名居民代表参加,现场进行培训讲解,咨

询解答日常使用中的问题,通过参加培训的“燃气义务安全宣传员”的带动辐射,进一步增强社区居民安全使用意识,提高全社会的安全防控能力。目前海港区10个街道办事处已开展完活动,涉及近百个居民小区,累计发放宣传资料6 000份,群众参与人数达5 000余人,为迎接暑期,创建平安和谐美好家园贡献了力量。

(陆忠)