

文章编号: 1000-8241(2013)06-0679-03

LNG 接收站调峰能力分析

李广周¹ 彭世焱² 渠珊珊³ 马文华²

1. 中国石油深圳液化天然气项目经理部, 广东深圳 518054; 2. 中国石油管道科技研究中心油气管道输送安全国家工程实验室, 河北廊坊 065000; 3. 吉林工业职业技术学院, 吉林吉林 132000

摘要: 针对如何平衡 LNG 储罐容量与调峰能力的问题, 阐述了大型 LNG 接收站储罐容量与调峰方式的关系。以某 LNG 接收站为例, 对增加罐容和购买现货两种方式对罐容差异和调峰能力的影响进行分析, 采用动态设计模型求解现货方式, 将连续用气量低于月平均用气量月差值之和作为罐容增加量。提出利用南北地区用气不均匀性时间差, 加强南北地区 LNG 接收站资源的相互调度, 可以提高调峰能力和灵活性, 充分发挥 LNG 接收站调峰能力的新思路。(表 1, 图 1, 参 6)

关键词: LNG 储罐; 罐容; 调峰能力; 用气不均匀性

中图分类号: TE89

文献标识码: A

doi: 10.6047/j.issn.1000-8241.2013.06.028

Analyses on the peak shaving capacity of a LNG receiving terminal

Li Guangzhou¹, Peng Shiyao², Qu Shanshan³, Ma Wenhua²

1. PetroChina Shenzhen LNG Project Management Department, Shenzhen, Guangdong, 518054; 2. National Engineering Laboratory of Transportation Safety of Oil & Gas Pipeline, PetroChina Pipeline R & D Center, Langfang, Hebei, 065000; 3. Jilin Industrial Occupational Technology Institute, Jilin, Jilin, 132000

Abstract: The paper presents the balance between tank capacity and peak shaving capacity of a large-scale LNG receiving terminal. Taking the specific LNG receiving terminal as an example, impacts of incremental tank capacity and purchase of spot stocks on tank capacity and peak shaving capacity are analyzed. By using a dynamic design model for solution of spot stocks procurement, total differences in months when the monthly gas consumption is consecutively lower than the average monthly consumption is taken as the increment in tank capacity. It is proposed that the uneven gas consumption in northern and southern areas in different season is considered to intensify the maneuvering of LNG receiving terminal in these areas, so as to enhance their peak shaving capacity and flexibility. (1 Table, 1 Figure, 6 References)

Key words: LNG tank, tank capacity, peak shaving capacity, uneven gas consumption

天然气是当今世界上公认的清洁能源^[1-4], 以其热值高及环保方面的优越性, 受到世界各国政府和用户的欢迎。由于我国天然气资源不足, 且多数城市气源单一, 故多渠道获取天然气资源的需求越来越紧迫, 随着用气量的增加, 调峰问题也越来越突出^[5-6]。建设大型 LNG 接收站不仅可以接收从国外进口的 LNG, 通过多气源供气提高用气安全, 解决供气短缺问题, 而且可以提高调峰能力。目前, 国内已建成 LNG 接收站的建设规模主要根据下游目标市场确定, 但通常情况下, 下游用户的用气较不均匀, 且不同目标市场的季节性不均匀性也不一致。接收站如何根据下游用户的用气规律及供气范围进行上下游调峰, 直接关系接收站

的设施配置和经济效益, 特别上游 LNG 的供给直接关系 LNG 储罐的储量, 而 LNG 储罐由于其投资年占比重较高, 对气化费影响较大, 所以如何平衡 LNG 储罐容量与调峰能力是在建 LNG 项目需要考虑的问题。

1 LNG 储罐容量与调峰能力的平衡

由于下游市场用气的不均匀性, LNG 的供应也需与下游用气规律匹配, 但根据目前国内外签订的供气协议, LNG 供应方为保证其气田和液化生产线的正常生产而不接受不均匀供气的要求。在这种情况下, 单个 LNG 接收站只有通过增加 LNG 接收站增加储罐容

量,或根据季节调峰要求购买 LNG 现货的方法,解决下游用户用气的不均匀性。通过增加 LNG 储罐容量将淡季所供 LNG 储存至用气高峰季节,虽然增大了一次性投资,但受天然气供应市场的影响小。由于罐容大,在整个供应过程中不会受到极端天气的影响,提高了应急保障能力,并且具有一定的战略储备功能,该方式目前被日、韩等国普遍采用。通过购买现货的方式能够节省投资,最大发挥站内气化设施的设计能力,提高供气、调峰的灵活性。目前,国内已建 LNG 接收站均采用该方式,但该方式受现货市场价格波动影响大,同时受到运输过程中天气的影响,应急和调峰能力相对较差。

2 计算模型

以某 LNG 接收站为例,采用增加罐容和购买现货两种方式对罐容差异和调峰能力的影响进行分析。

2.1 基础数据

某 LNG 接收站一期接收能力为 350×10^4 t/a, LNG 码头可接卸单艘船容 $12 \times 10^4 \sim 26.7 \times 10^4$ m³。LNG 项目下游每个城市的月平均用气量均为 $42\,224.15 \times 10^4$ m³,但下游各城市的配气量和月不均匀系数均存在一定差异(表 1)。

表 1 某 LNG 接收站一期每月下游供气量情况

月份	月实际用气量 /(10 ⁴ m ³)	差值贫液 LNG 量 /(10 ⁴ m ³)	差值富液 LNG 量 /(10 ⁴ m ³)
1	45 921.6	5.867 1	6.075 631
2	45 655.2	5.444 377	5.637 883
3	44 560.8	3.707 786	3.839 569
4	42 688.8	0.737 3	0.763 506
5	42 314.4	0.143 203	0.148 293
6	40 500	-2.735 88	-2.833 12
7	40 226.4	-3.170 03	-3.282 7
8	40 147.2	-3.295 71	-3.412 84
9	40 672.8	-2.461 68	-2.549 18
10	41 385.6	-1.330 61	-1.377 91
11	43 236	1.605 596	1.662 663
12	46 418.4	6.655 421	6.891 971

2.2 现货购买方式计算模型

现货方式调峰的基本方式:通过采用购买现货方式使上游资源正常均匀供气,下游市场需要调峰时,通过购买现货增加供气量,根据工程经验,采用常用动态设计模型求解。动态设计模型模拟了一系列连续事件对整个供应网络的影响,并分析了事件对液化天然气接收站,尤其是液化天然气运输船装货和卸货设施的影响,该模型适用于受各种不确定因素影响的离散系统的分析:

$$T_S = \frac{T_C (V_T + T_{SM})}{365 \rho_{LNG} S_N}$$

其中:

$$S_N = \frac{T_C}{L_{TI} - L_{TB} - L_{dT} - L_{dM}}$$

$$L_{TB} = \frac{0.548 \times 10^{-6}}{V_T} S_C \rho_{LNG} \left(\frac{V_{T_i}}{2} + \sum_{j=3}^4 V_{d_j} + \sum_{j=1}^2 V_{dR_j} \right) + \frac{3.65 \times 10^{-4}}{V_T} \rho_{LNG} \left(\frac{V_{T_i}}{2} + \sum_{j=1}^2 V_{d_j} + \sum_{j=3}^4 V_{dR_j} \right)$$

$$L_{TI} = \frac{8,760}{V_{TI}} S_C \rho_{LNG}$$

$$L_{dT} = \frac{V_d L_{TI}}{V_{TI}}$$

$$L_{dM} = \sum_{k=1}^2 V_{dM_k} \frac{L_{TI}}{V_{TI}}$$

$$V_{TI} = \frac{2D}{S_s} + \frac{S_c}{\dot{m}_p} + \frac{S_c}{\dot{m}_R}$$

$$V_d = \sum_{j=1}^4 V_{d_j} + \sum_{j=1}^4 V_{dR_j} + \sum_{j=1}^4 V_{dN_j}$$

式中: D 为生产和接收站之间的距离,km; j, k 为计数器,取值 1, 2, ..., n ; L_{TI} 为理想航行状态下运输的液化天然气量,10⁶ t/a; L_{dT} 为由于延迟而未运输至接收站的液化天然气量,10⁶ t/a; L_{dM} 为由于船只维修而未运输至接收站的液化天然气量,10⁶ t/a; \dot{m}_p 为液化天然气制造站的装货率, m³/h; \dot{m}_R 为液化天然气接收站的装货率, m³/h; M_1 为计划内的船只停船维护,日/次; M_2 为计划外的船只停船维护,日/次; N_1 为液化天然气生产站的夜间延迟, h; N_2 为液化天然气接收站的夜间延迟, h; N_3 为由天气原因导致的航行延迟, h; N_4 为其他航行延迟, h; t_1 为 LNG 船驶入液化天然气生产站的延迟时间, h; t_2 为在液化天然气生产站停泊延迟时间, h; t_3 为在液化天然气生产站起锚延迟时间, h; t_4 为 LNG 船驶出液化天然气生产站的延迟时间, h; S_C 为船只容

量, m^3 ; S_s 为船只速度, km/h ; T_C 为液化天然气接收站能力, $10^6 t/a$; T_S 为液化天然气接收站存储量, m^3 ; TSM 为存储余度天数, d ; V_d 为航行相关的延迟时间, h ; V_T 为每只船的总航行时间(包括延迟), h ; V_{TI} 为每只船的理想航行时间, h ; ρ_{LNG} 为液化天然气密度, kg/m^3 。

联立上述方程, 采用 VB 编程计算, 该 LNG 接收站一期工程需建设 3 座 $16 \times 10^4 m^3$ LNG 罐。但该罐容不能满足下游调峰需求, 需要通过购买现货或调度其他 LNG 接收站资源来补充调峰气量。

2.3 增加罐容方式计算模型

增加罐容主要是在第一种方式的基础上, 根据供气范围内的不均匀用气, 将淡季来气进行储存, 所增加罐容为连续用气量低于月平均用气量月差值之和。以上述 LNG 接收站为例, LNG 接收站内应能够将 6~10 月份 LNG 超出下游市场需求部分通过增加罐容进行解决, 需增加 $13.45 \times 10^4 m^3$ LNG 罐容, 即一座 $16 \times 10^4 m^3$ 的 LNG 储罐(图 1)。

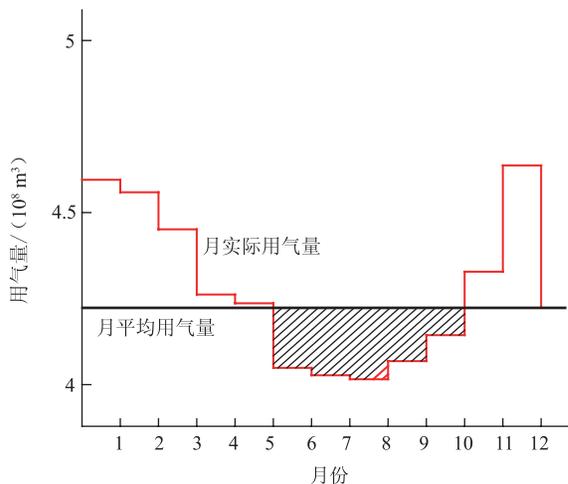


图 1 某 LNG 接收站不同月份 LNG 罐容需求量

3 结果分析与建议

综上对比分析, 以购买现货方式进行调峰, 某 LNG 接收站一期需建设 3 座 $16 \times 10^4 m^3$ 的 LNG 储罐。如果通过增加 LNG 罐容的方式进行调峰, 则需要建设 4 座 $16 \times 10^4 m^3$ 的 LNG 储罐, 不考虑储罐运行期间的运行成本和蒸发损失, 仅一次性投资增加超

过 15%。因此, 该 LNG 项目推荐采用第一种方案进行调峰, 即通过购买现货解决调峰气量问题。

随着中国石油建成投产 LNG 接收站的增多, 特别是南北地区季节性用气不均匀性差异较大地区接收站的增加, 在不同接收站之间可以形成资源相互调峰关系, 弥补单个接收站罐容的不足。但由于 LNG 接收站运行后需要有最低外输量以保证站内低温设施温度不升高, 则要求每个 LNG 接收站保持一定的罐容量, 因此, 需要对所有参与互补调峰的接收站建立有效的调度机制, 才能保证各 LNG 接收站的安全运行, 并有效发挥 LNG 接收站调峰的灵活性。

参考文献:

- [1] 张福东. 中国天然气可持续发展战略研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2005: 1-96.
- [2] 安郁培, 赵厚学, 朱闻达. 我国三大石油公司的天然气发展战略[J]. 国际石油经济, 2002, 10(6): 30-34.
- [3] 陈敏. 中国海洋石油总公司将拓展粤港天然气市场[J]. 天然气工业, 2001, 7(6): 29.
- [4] 张华林. 西气东输与我国天然气工业发展战略[J]. 天然气经济, 2002(3): 15-18, 75.
- [5] 张宝阳, 李鑫, 孟广龙. 输气管道调峰方式浅析[J]. 科技创新与生产力, 2011(6): 82-83, 85.
- [6] 吴玉国, 陈保东, 郝敏, 等. 城市供气调峰措施[J]. 油气储运, 2008, 27(12): 13-19.

(收稿日期: 2012-05-25; 编辑: 熊寅铭)

作者简介: 李广周, 高级工程师, 1974 年生, 1998 年毕业于抚顺石油学院油气储运专业, 现主要从事液化天然气接收站的运行管理工作。

电话: 15899753216; Email: dfcr2002@163.com

Li Guangzhou, senior engineer, born in 1974, graduated from Fushun Petroleum Institute, oil & gas storage and transportation, in 1998, engaged in the operation management of LNG receiving terminal.

Tel: 15899753216, Email: dfcr2002@163.com