

采用液化天然气（LNG）作为应急调峰储气方式的探讨

张清阳（杭州宸诺投资有限公司，浙江 杭州 310052）

摘要：随着中国城镇化步伐加快，人口、资源及能源向城市的集中趋势促进了巨型都市的不断出现（巨型都市指常住与流动人口总计超越一千万的城市），包括北京、上海、天津与深圳等地。巨型都市对国家的治理与经济版图扮演着至关重要的角色，而持续稳定的能源供给则是维系其在各领域持续领先地位的关键根基。新近，我国的天然气产业迅猛兴起，其在城镇能源供应体系里所占的份额年复一年上升。本篇文章旨在分析利用 LNG 来作为紧急时期平衡供需的储存方法。

关键词：液化天然气（LNG）；应急调峰储气方式；探讨

1 引言

天然气消费者的用气量在时间上呈现出一定的波动性。特别是在过去两年里，由于秋季和冬季雾霾天气频发，各地区相继强化了“以煤换气”的措施，致使冬季与夏季的天然气消耗量差异进一步扩大。西北地带因大规模使用天然气以供冬季取暖，该情况在此尤为严峻。关中地带位于陕西省内的几个主要城市，包括西安、咸阳、宝鸡及渭南等，在需求高峰时段，天然气供应不足的情况最严重时可能会达到每天 200 万立方米。

发展和改革委员会在《关于构建确保自然气源稳固供给的长期长效机制的几点意见》中提出：鼓励各种市场参与者在法律框架内公平参与到储存气体设施的资金投入、构建及管理中，并探讨建立促进储存气体设施开发的相关政策规定。赋予首要援助政策给那些所辖销售区域内天然气使用高峰与低谷比例超出 3 比 1、以及民用燃气需求占比逾 40% 的城镇燃气公司，以便它们建立储存气体的相关设备。所有地方需着力提升天然气储备和液化天然气接收、储运体系的建设水平，以实质性增强紧急储备实力，确保至少具备满足本区域连续三日平均消耗量的应急储存能力。因此，挑选妥帖的储存气体方法，打造符合该地区需求的应急储气与调节峰值设备，已迫在眉睫，成为部分地区天然气供应系统的重中之重。

2 液化天然气（LNG）作为调峰储气方式的优势

我国目前普遍采用的几种调节天然气供需的方法包括使用地下存储库、气体存储罐、高压输气管道以及液化气储存设施等。地下储存天然气的方法主要包括以下几类：用尽的油气田、地下蓄水层、盐洞以及已废弃的煤矿井。井下储存设施具备高容量的储气能力，在使用土地资源方面相对节约，且其稳定性和安全性极佳如表 1 所示。然而，兴建必须选在地质结构适宜之处，所需的资金投入高昂，而且工程耗时甚长。大部分区域鲜见可用于搭建地下储气设施的合适地质结构。气体储存的主要工具是地面上的储气容器。现阶段普遍采用的储存方式为高压容器。尽管如此，天然气的高压储存罐体积不甚宽敞，所需土地面积相对较广，其产生的经济收益有限，而对其安全性的标准要求尤为严格。通过对原本就必须铺设的多条燃气输送管道进行优化，即在保证正常输送效率的前提下，恰当扩大管道直径，从而使这些管道拥有了一项额外功能——储存气体的能力。尽管城镇的高压输气管道延展距离受限而且压力并不强大，通常只能充当储存燃气设备的辅助。相较之下，经过液化处理的天然气（LNG）其体积仅为等质量状态下的天然气的 1/625，因而可以通过卡车或轮船轻松地输送至缺乏天然气资源的区域供应使用。液态天然气的存储既节省空间又降低成本，而且效率出众，仅需 10 立方米的存储容

表 1 液化天然气（LNG）作为调峰储气方式的优势

调节方法	存储设施	存储容量	土地资源的使用	稳定性与安全性	投资与耗时	经济收益	安全性要求	使用范围
地下存储库	地下油气田	高	节约	极佳	高昂且耗时	中等	高	地质结构适宜之处
	地下蓄水层	高	节约	极佳	高昂且耗时	中等	高	地质结构适宜之处
	盐洞	高	节约	极佳	高昂且耗时	中等	高	地质结构适宜之处

量便能满足一万个家庭一整天的燃气需求。因此，在城市临近区域如若存在合适的液态天然气供应，构建 LNG 紧急存储及调节峰值的设备，并利用 LNG 来实施紧急储气及峰值调节，为当下较为恰当的紧急储气与调峰方法。

3 液化天然气（LNG）应急调峰储气系统

临近主要输气管道地带兴建液化天然气（LNG）的加工设施，目的是在天然气供应量过剩的非高峰使用期间，对其进行液化并低温保存。而在消费需求激增的高峰时段，再将储存的 LNG 转化为气态进行分发，以此作为城市燃气输配系统的一种缓解策略，保障其供应稳定。

负荷在冬季起到了平衡高峰需求的功能。当天然气田或远距离输送管道出现问题时，它能扮演紧急备用气源的角色，保障城市燃气的供给连续性和安全性。同样能够向下游城市市民自设的液化天然气调节站输送用车携带的 LNG。

4 应急 LNG 储气量的确定

遵循国家发展和改革委员会发布的《关于形成确保天然气供应稳定性的长期机制意见》，地区应急储备天然气能力不应少于该地区平均三天的用量需求。

以西北地区的重镇西安为例，2013 年该市全年气体消耗总量达到约 12.264 亿立方米，日均消耗量约为 3360 万立方米，据此推算，西安应当建立的紧急储备天然气量约为 10.08 亿立方米，换算成液化天然气（LNG）则大约是 1.62 亿立方米。

5 调峰 LNG 储气量的确定

都市天然气分配网络上，鉴于不同消费者使用燃气的波动性，天然气配给的数量随月、随日、随时均呈现出波动。相较之下，燃气供给通常较为平稳，上游部门负责解决城市季节性（按月计）和每日的燃气供应波动，而在“小时”级的供给不平衡则主要由城市的输送和分配网络来调节。所以，为了确保消费者连续不断的燃气供应，解决天然气供给与使用之间平衡的问题势在必行。

依据国家发展和改革委员会所提出的《建立确保天然气稳定供给持续性机制的几点建议》，将城镇燃气使用中高峰和低谷比例超过 3 比 1 的额外部分，设定为城市季节性调节储存的容量。

6 储气方式选择

根据国家发展和改革委员会的第八号法规文件明确指示：负有天然气存储职责的公司拥有权利独立或合作兴建用于存储天然气的设备，亦可授权其他机构

代为执行储存任务。

所以，对于季节性气体需求波动较低的城市，可以独立建立液化天然气峰值调节储存及气化设施以实现供气平衡。然而，对于像西安这种具有相对较高储存和调节能力需求的城市而言，自设液化天然气（LNG）调节设施将为当地的燃气供应商带来不小的运营负担。建议可以建立一定规模的 LNG 储存系统以应对紧急需求，以及满足部分平衡用途，其余的调峰需求可以通过与上游企业合作来实现储备。

7 LNG 作为应急调峰气源所需成本

当前我国液态天然气出产价格大约是每立方米 3.5 元人民币，而在 1000 公里范围内的运输成本大约每吨公里 0.9 元人民币。将其转换成按体积计算的运费，大约是每立方米公里 0.000605 元人民币。设想若居住的城镇与液化石油气厂的相隔距离处于 300 至 1000 公里范围内，搬运用费大概介于 0.18 元至 0.61 元每立方米之间。再考虑到液化天然气贮存及汽化所需成本约为 0.2 元每立方米，那么该城镇采用液化天然气作为紧急调峰能源的总成本大约位于 3.88 元至 4.31 元每立方米。

8 实例介绍

陕西燃气供应系统的运行特点和存在的困难。

8.1 供应系统的运行特点

位于北方的陕西省，在天然气供给领域，展现出如下若干典型特征：全域性的燃气配置尚存不均，季节波动的高低差显著。在陕西省，居民生活、商业活动以及公共服务领域的天然气使用是主要的消费领域，其消费比例约占总量的四分之三。在 2012 年期间，陕西燃气集团全年输送天然气量总计达 28.55 亿立方米，其中冬季供暖期间的输气量就高达 15.1 亿立方米，这个数字占据了年总供气量的 52.9%。日供气量的峰值可达 1558 万立方米，而日供气的最高峰与最低谷之间的比值为 3.3 比 1。

另外，月供气峰谷差在近三年的平均比率为 2.62 比 1。资源分配平衡性与市场需求失衡性之间的对立显著，输送天然气的管道网络未能充分利用其输气潜力。随着下游使用者对天然气需求的飞速增长，每年对此能源的需要量不断上升，同时高峰与低谷的消耗差距持续拉大。然而，上游产气田的开发能力相对固定，其产气调整范围往往无法覆盖冬季下游用气的高峰期，从而造成元气供应与市场需求之间的不对等，冬季天然气供不应求的状况年复一年地恶化。根据对陕西往年天然气消费总量及远距离管道建设方案的统

计数据显示,一旦下游地区的年度用气量触及管道设定的年输送极限容量的半数至 55% 之间,该长途管道在满足下游地区用户冬季用气高峰期的需求上将显得力不从心。

8.2 存在的困难

8.2.1 主供气源单一

陕西省的天然气供给主要依赖于长庆气田。近年虽引入西二线提升供气量,然而此管道主要满足珠三角和长三角区域的需求,对我省的供应较为有限且缺乏稳定性。如果上游的长庆气场或靖边至西安的输气管发生供应中断,西二线在应急补给方面的作用不足。

8.2.2 燃气产品单一

陕西地区的天然气供给主要依赖于管道输送,不论是中小型城镇还是车辆加气站采取压缩天然气(CNG)方式供气,其气源均来源于邻近的管线。在陕西北部的气田附近已经开始运营的液化天然气(LNG)生产设施,其生产的 LNG 产品主要供应给省外市场。伴随省内“净化空气、消弭雾霾”行动的深入落实,众多工业锅炉及窑炉实现从煤炭向天然气的转换,汽车燃油向天然气转型,以及三联供的天然气分布式能源项目不断兴起,可断开供应的用户和可替代燃料的用户比例持续下降,用户对天然气的依赖将更进一层。倘若天然气供给出现短缺,必将对日常生产活动及生活秩序造成重大干扰,这直接牵涉到民众的福祉以及社会的和谐与稳定。

8.3 液化天然气(LNG)应急储备调峰项目在陕西燃气市场的应用分析

《陕西省第十二个五年规划》对能源战略发展提出了具体的目标,指明要加速建设天然气的调节和储存基础设施,以提升天然气使用的安全保障能力,并确保中大型城市在生产和居民生活中气源充足。在“十二五”规划期内,陕西燃气集团计划依据能源供应情况、气网铺设、消费市场分布以及地质环境,分阶段在杨凌与西安地区兴建两处 LNG 应急储备及调节工厂。这些工厂将具备每天 600 万立方米的液化处理规模和 900 万立方米的气化处理规模,以及 1 亿至 1.69 亿立方米的储存容量。预计建设总投资约为 36 亿元人民币。根据各类紧急情况等级的要求,确保对应的紧急备货充足。

8.3.1 源头遭遇重大突发事件

天然气净化设施及主输气管道出现供应中断,紧急启用液化天然气(LNG)备份系统以应对危机,以保障居民生活和公共服务等关键用户的燃气需求得到

满足。2015 年度中,陕西地区固定客户对天然气的日需求量估计为 1,954 万立方米,若按 7 日的紧急应对时间来计算,该省的紧急储备天然气量大约需要达到 13,678 万立方米。

8.3.2 出现了局部性紧急状况

因机械压缩装置发生故障、输气管线遭受损害泄漏或都市供气管口突发异常等情况引致降低产能、暂停生产,需费时二至三日方可复原燃气供应,同时开展城镇液化天然气紧急储藏的准备工作。在 2015 年期间,紧急储备的容积大约达到了 3908 万立方米。

9 结语

采取以天然气供给为主导的储备方针,提高储存设备的经济运作效率。在建立超大城镇天然气储藏系统时,必须全面顾及气体资源的来源。针对远距离跨境管线输送而来的天然气,应优先选用地下蓄气设施或盐穴蓄气设施进行储藏,以其较高的经济效益和较低的操作成本。至于沿河、沿海一带,由于该区域的天然气多源自进口液化天然气(LNG),建议主要考虑建立地面或地下的 LNG 存储罐以进行存储,并且可通过 LNG 的贸易活动或租赁存储服务来增强其运作的经济效益。

参考文献:

- [1] 张卫冰,王科平,耿安杰,等.陕西城市 LNG 应急储备调峰设施的建设意义[J].化学工程与装备,2021(12):5-7.
- [2] 李健胡,萧彤.日本 LNG 接收站的建设[J].天然气工业,2020,30(1):109-113.
- [3] 曹育军.北京市天然气应急储备建设方案研究[D].北京:北京建筑工程学院,2007.
- [4] 程跃东.我国 LNG 应急调峰站的发展及建议研究[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(7):2.
- [5] 崔少军,王雷.城市 LNG 应急储备调峰设施建设探索与实践[J].化工管理,2020(05):31-33.
- [6] 段永章,张友波,李建伟.LNG 作为城市燃气调峰与应急储备的经济性分析及政策建议——以川渝地区为例[J].天然气工业,2020(11):4-6.
- [7] 陶晨俊,赵周美.我国 LNG 应急调峰站的发展及建议[J].工业,2020(01):121-123.
- [8] 马明.液化天然气在城市燃气建设的应急储备[J].城市建设理论研究,2021(12):105-107.

作者简介:

张清阳(1963-)女,汉族,陕西延川人,研究生,高级工程师,主要从事化工工程管理工作。