

液化天然气罐式集装箱调峰储备等效能力分析

常心洁, 刘淼儿, 高振, 李秋英, 罗婷婷, 李玥, 汪思, 潘龙亚

(中海石油气电集团有限责任公司, 北京 100020)

摘要: 为了核定 LNG 罐箱在调峰储备项目中的储气能力, 综合考虑 LNG 罐箱供应链中影响资源与市场之间的各方面因素, 结合目标市场情况及当地政府拟投入保供量, 尝试提出 LNG 罐箱调峰储备中心的储备能力核算方法和商务模式建议。对比 LNG 罐箱调峰储备模式与新建 LNG 储罐和新建管输设施两种模式的储运能力可知, 其投资较新建储罐模式低, 在特定区域作为管道设施的有效补充方式, 既具备政策符合性和技术可行性, 又满足经济合理性。运用 LNG 罐箱储气能力核定方法确定调峰储备试点项目的储气能力, 可为地方政府提供三种商务模式的储气服务。

关键词: 液化天然气; 罐式集装箱; 调峰储备; 储气能力; 经济性

中图分类号: TE82 **文献标识码:** A

文章编号: 1006—7973 (2022) 10—0080—03

随着液化天然气 (liquefied natural gas, LNG) 攀升为我国天然气供应的主力气源, LNG 罐式集装箱 (以下简称“罐箱”) 因无损存时间长和宜储宜运的优势, 更适用于以 LNG 罐箱堆场的型式建设在内陆地区, 作为调峰储备设施补齐当地储气能力不足的短板。国家发展改革委和国家能源局多次发文鼓励、支持、明确了 LNG 罐箱作为储气设施是天然气保供的一种手段。但在推进 LNG 罐箱调峰储备试点项目过程中, 存在核定储气能力和确定商务模式的难题。本文分析了 LNG 罐箱调峰储备项目的政策符合性, 探索了储气能力核定方法, 给出了试点项目的商务模式建议, 为地方政府行政审批和试点企业建设调峰储备项目提供了指导, 以期推动 LNG 罐箱多式联运产业发展。

1 LNG 罐箱调峰储备项目的必要性

近年来天然气占我国一次能源消费比增速加快, 未来我国在实现碳达峰、碳中和承诺的发展机遇期中天然气消费比仍有提升空间。近些年供暖季天然气用气紧张现象暴露了供应链中管网建设周期较长、LNG 接收站设施满负荷运转、运输形式单一等问题^[1, 2]。LNG 罐箱因无损存储时间长和“宜储宜运”的优势用于调峰储备项目可有效填补资源缺口, 并提高基础设施供应能力^[3, 4]。

2 LNG 储气能力核定

2.1 政策符合性

在天然气供需出现区域和季节不平衡现象后, 近些年国家连续出台多项鼓励 LNG 罐箱多式联运和作为调峰储备设施的政策。2017 年 5 月, 中共中央、国务院印发《关于深化石油天然气体制改革的若干意见》部

署了“提升油气战略安全保障供应能力”的重点改革任务。为落实该意见并补足储气调峰短板, 2018 年 4 月国家发改委和能源局联合印发《关于加快储气设施建设和完善储气调峰辅助服务市场机制的意见》, 要求供气企业、县级以上政府部门和城燃企业具备一定的储气能力。2019 年 6 月 25 日国家发改委和能源局印发《关于做好 2019 年能源迎峰度夏工作的通知》, 要求尚未达到储气任务的地区提前增加备用 LNG 罐箱等方式履行储气责任。因此发展 LNG 罐箱调峰储备项目符合国家产供储销体系相关政策要求。

2.2 LNG 罐箱储气能力核定方法探索

政策明确了 LNG 罐箱作为储气设施是天然气保供的一种手段, 但如何核定其在调峰储备中心的储气能力指标是推进试点项目的难题。

综合考虑 LNG 罐箱供应链中影响资源与市场之间供需的各方面因素 (如运输方式、气候、环境等), 以及结合目标市场情况及当地政府拟投入保供量, 尝试提出 LNG 罐箱调峰储备中心的储备能力核算方法。堆场储备能力是一个基本参数, 可以在项目前期通过计算该指标初步确定 LNG 罐箱堆场的规模, 以及相关工艺参数, 建议按照以下公式计算:

$$S = [(t + 2)n + m]U$$

其中: S 为罐箱堆场等效核算储备能力, 单位为吨; t 为储备罐箱静态堆放的平均天数, 用于防止计划外的事件成 LNG 罐箱物流终端对客户造成断供; n 为平均每天市场消费 LNG 罐箱量, 单位为台/天; m 为当地政府 (或城燃企业等储气能力指标租赁/购买者) 为满足储气指标的要求静态堆放在堆场, 租赁或购买的 LNG 罐箱数, 单位为台; U 为单位罐箱的罐容, 通常为 17 吨/台。

2.3 案例分析

以某县为例，预计五年内当地天然气需求将达到13亿方，为满足调峰储备任务要求，政府3天的调峰储备规模为7800吨LNG，约需459台LNG罐箱的储备量。则在不同市场规模条件下（考虑中断天数 t 为4天），政府需额外购置的LNG罐箱数量 m 见表1。

表1 政府需购置LNG罐箱数

	S	n	$(t+2)n$	m
市场规模1	459	15	90	369
市场规模2		30	180	279
市场规模3		60	360	99
市场规模4		80	480	0

可见市场对LNG罐箱的需求量越小，则政府需要额外承担的罐箱数量越大。如市场平均消费量为15台/天，则政府需额外投入369箱；而当市场量达到80台/天时，则政府无需专门投入额外的LNG罐箱，LNG罐箱堆场正常的运转就可以承担政府3天的储气能力。对比可知，如果LNG罐箱“自有市场”足够大，政府几乎不需要额外投资，即便LNG罐箱“自有市场”较小，政府只需配套部分LNG罐箱，就可达到3天储气调峰目的。

3 经济性对比和分析

以上案例为例，对比LNG罐箱调峰储备模式与新建LNG储罐和新建管输设施两种模式的储运能力。

3.1 与新建LNG储罐对比

成本方面，采用LNG罐箱调峰储备模式需配备459台LNG罐箱，试点企业购买1/3即153台、租赁306台LNG罐箱，并建设相应规模的LNG罐箱堆场，总成本约1.2亿元；而采用新建LNG储罐的模式，达到同等规模的储备能力，需建设2万方的LNG全容储罐，其储罐建设费用达到约1.5亿，再配套相应的LNG装卸装置及其气化器、配套管道等设施，成本超过2亿元。具体对比情况见表2。

假设罐箱按照15天周转一次，每年最多可实现18万吨LNG的周转量，充分满足当地天然气市场缺口，并可辐射周边地区。随着市场量的进一步增加，可根据运输条件相应增加周转次数。而LNG储罐模式还需再额外配备槽车和罐箱才能实现周转。显然，LNG罐箱作为调峰储气设施的模式比新建LNG储罐的模式建设投资更低。

表2 与新建LNG储罐对比储备能力

类别	传统LNG储罐调峰储备	LNG罐箱调峰储备	备注
储气规模	2万方全容储罐	459台罐箱	租赁306台
建设周期	1年	0.5年	
占地面积	60亩	100亩(单层)、50亩(双层)	18万元/亩
静态时间	5天	90天以上	
辐射区域	管网	跨区调拨	
辐射对象	就近城燃	200km区域用户	
特性	相对单一	灵活调配	
年损耗	468吨(约187万元)	0	储罐损耗率0.5%
年周转量		18万吨	储罐周转需额外配套槽车或罐箱
建造成本	1.4亿元	1.2亿元	

3.2 与新建管输设施对比

在管道等基础设施薄弱的内陆地区，依托四通八达的铁路网络和完善的配套设施，可将LNG有效辐射半径扩大至1000公里以上，并利用“一罐到底”优势，在一定的输气规模内比新建管道输配设施具备较强的竞争优势^[5]。

从沿海接收站通过LNG罐箱铁路运输到达内陆中原某县（约1000公里），再通过储备中心向终端用户配送，中间环节综合成本为0.6元/方。如果通过新建管线（约1000公里）到达中原地区再配网至终端用户，中间环节综合成本至少为0.85元/方，详见表3。LNG罐箱在特定区域作为管道设施的有效补充方式，既具备政策符合性和技术可行性，又满足经济合理性。

表3 与气态管道输送成本对比

输送方式	环节	成本	备注
LNG罐箱铁路运输	沿海LNG接收站—中原某县	0.33	含两端短倒
	配送至终端用户	0.12	含堆场堆存费用
	合理利润	0.15	
	合计	0.60	
气态管道输送	江苏—河南	0.30	
	首门站—城市管网	0.15	管按只经一层配网
	城燃管网—终端用户	0.40	
	合计	0.85	

4 商务模式

依据发改能源规〔2018〕637号文中“储气设施经营企业可统筹考虑天然气购进成本和储气服务成本”和“鼓励储气设施运营企业通过提供储气服务获得合理收益”的政策，探索推进试点项目可采用如下三种商业模式^[6]。

（1）专业储气服务协议。地方政府向试点企业采购储气服务，不影响试点企业日常经营。堆场现场静态

船舶压载水沉积物灭活技术综述

刘彩霞, 田玉军, 段君雅, 李涛, 王红艳

(交通运输部水运科学研究院, 北京 100088)

摘要: 船舶压载水沉积物含有大量病原体及浮游藻类, 易造成有害生物入侵, 因而压载水沉积物不能随意排放和处置, 需进行灭活处理后才能处置, 但国内外对压载水沉积物处理技术研究较少, 技术相对空缺。本文针对国内外到港船舶压载水沉积物的理化性质、组成成分和生态危害性, 阐述了国内外压载水沉积物的研究进展, 并借鉴了国内外压载水、土壤、污泥的灭活方法, 提出了几种压载水沉积物灭活技术, 并从成本、安全性、可操作性等方面论证了技术的可行性。研究成果为压载水沉积物处置提供参考, 有助于加强压载水沉积物防污染管理, 加快今后压载水沉积物灭活技术的发展和

关键词: 压载水沉积物; 灭活处理; 加热; 微波; 高压脉冲放电

中图分类号: U698.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 10—0082—04

1 压载水沉积物来源及组成

当船舶空载时, 在起航时要将一定量的海水抽进舱底以控制船舶纵倾、吃水、横倾、稳定和抗风浪能力, 到载货时再将海水放出, 这部分水称为船舶压载水^[1]。压载水中的有机物生物碎片、生物及孢囊、及部分海沙成分如粘土等悬浮物, 随着压载水的排入排出, 部分悬浮物会沉降到舱底, 形成船舶压载水沉积物, 简称沉积物。

沉积物其组成在很大程度上取决所用的压载水组分和船舱状况^[2]。大部分的沉积物是颗粒直径小于20 μm 的细泥。主要包含八种主要成分^{[2][3][4]}: 小于等于

2 μm 的粘土颗粒、2–63 μm 淤泥颗粒、63–2mm砂颗粒、大于2mm较大沉积物、压载舱和管道腐蚀物、部分保护层、非生物有机物、生物。

生活在沉积物中的物种多样性很高, 大多为海洋生物, 具有耐盐和耐一定压强的特性, 部分生物在沉积物中可存活数月。沉积物中最丰富的类群包括细菌和病毒、微藻和无脊椎动物^[5]。有害物种主要包括浮游植物、浮游动物, 鱼类及微生物病原体及其卵、囊和幼虫^[6], 其中, 多棘海盘车、斑马纹贻贝、裙带菜、岸蟹、黑口虾虎鱼、链状裸甲藻、链状亚历山大藻、中华绒螯蟹、Cercopagis pengoi 和栉水母是最主要的入侵物种^[7], 病

存放的重箱, 可作为地方政府的应急保供资源。

(2) 供气服务协议。地方政府或城燃公司与试点企业签署固定价格供气协议, 并将完成应急调峰储备任务所占用的设备设施投资, 通过企业合理收益折算到方气价格中。

(3) 储气设施运营服务协议。地方政府或城燃公司从其他方购买 LNG, 试点企业为其提供储气服务, 包括罐箱租赁、堆场堆存、配送服务, 根据所占用的基础设施投资折算储气服务费。

5 结论与建议

LNG 罐箱调峰储备项目符合国家产供储销体系政策要求。本文探索了 LNG 罐箱储气能力指标核算方法和商务模式, 为试点企业建设调峰储备项目提供了指导和建议。LNG 罐箱调峰储备项目比新建 LNG 储罐投资

低, 比新建管输设施输送成本更低。

参考文献:

- [1] 汪思, 常心洁, 李秋英等. LNG 罐式集装箱规模化海陆联运需突破环节分析 [J]. 冶金管理. 2019,(23):119–120.
- [2] 牛月. 我国天然气储气调峰体系发展现状及展望 [J]. 当代化工. 2021,50(07): 1654–1657.
- [3] 李欣欣, 罗婷婷, 常心洁. LNG 罐式集装箱内陆堆场的设计方案研究 [J]. 化工管理. 2021,(01):167–168.
- [4] 常心洁. 液化天然气罐式集装箱安全阀起跳预防和应急措施 [J]. 集装箱化. 2021,32(11): 11–14.
- [5] 单彤文, 高振, 刘森儿等. 液化天然气罐箱铁路运输经济性分析 [J]. 国际石油经济. 2020,28(08): 100–105.
- [6] 孙哲. 浅论我国天然气调峰储备法律制度的完善 [J]. 法制与社会. 2021,(09) 135–136.