

我国内河 LNG 燃料船及水上加注发展现状研究

梅 林

(中海油能源发展股份有限公司采油服务分公司,天津 300452)

摘 要:中国能源结构进入深度调整期,天然气等能源将快速发展。按天然气发展“十四五”规划,预计 2025 年天然气消费将增加 1000 亿-1500 亿立方米。国际海事组织通过了 MARPOL 公约附则 VI 修正案(MEPC.328(76)),并决定自 2023 年 1 月起对包括 LNG 船在内的船舶温室气体排放进行技术和营运双重监控。在内陆河流域对于节能减排的要求更高,LNG 燃料船具有良好的运行效益,符合发展低碳绿色经济和可持续发展的战略理念。由于使用 LNG 燃料的船舶数量不断增加,LNG 加注产业也成为多方关注的热点问题。因此,研究 LNG 燃料船及水上加注的发展,对于进一步推广 LNG 燃料船应用具有积极的作用,同时对于实现碳达峰碳中和,绿色转型,促进节能减排具有重要的意义。

关键词:我国 LNG 燃料船;水上加注;发展现状研究

[DOI]10.12231/j.issn.1000-8772.2022.06.010

1 引言

随着经济的发展,环境污染日趋严重,改善环境已刻不容缓。LNG 在环保、清洁方面具有突出的应用优势,逐步替代了传统能源。为实现水运行业转型发展和节能减排的目标,加之社会发展对于能源安全、环境保护的压力,国内水运能源将集中于 LNG。政府机构也在不断出台相关的政策,强调使用 LNG 作为船舶燃料的优势。LNG 燃料船使用的重要平台是加注站,LNG 燃料船的数量在不断增加,加快了 LNG 加注的发展。

2 LNG 燃料船运营优劣势

2.1 优势分析

2.1.1 减少了环境污染

船舶节能是关系到船舶工业可持续发展的关键技术。近年来,燃料产品价格的上涨,增加了运输成本的压力。许多船舶为了节约成本,使用千秒油,甚至使用重油为燃料,这将造成严重的环境污染。使用 LNG 能源的船舶可以减少燃料消耗和污染物排放。随着国家经济的增长,海运业取得了巨大的成功,同时也给环境带来了一定的影响。航运业需加快经济结构调整,实现节能、环保等领域的可持续发展。LNG 燃料具有无色、无味、无腐蚀性的特点,其主要成分是甲烷。使用 LNG 燃料船不需要采取其他措施来满足污染排放要求。发动机天然气与空气更均匀,燃烧更充分,不含有害物质,排放满足了严格的环保标准,证明了 LNG 燃料船在环保方面的优越性。

2.1.2 安全性能可靠

LNG 自身的着火温度和爆炸极限高于柴油,柴油泄漏为蒸发扩散,天然气泄漏为直接扩散,运行时加入特殊嗅剂,当发生泄漏时可及时发现,降低了潜在的运行危

险。即使发生泄漏,也会自然地气化。它的密度比空气轻,当发生泄漏后自动溢流,不会污染水资源。由于 LNG 在液化中去除了硫和水分,减少了燃烧时的磨损,消除了材料氢脆的问题,增加了气瓶的运行安全性和可靠性。LNG 燃料船配备了泄漏监测、气体检测系统,以及供气系统使用的安全功能,一旦发生泄漏,安全系统会自动采取相关的保护措施,确保了使用过程的安全性。当泄漏量达到 1%时,触发低爆报警,开启排气扇释放气体;当泄漏量达到 2%时,将触发高爆警报,发动机将切换到清洁柴油模式。远程关闭燃气管道,打开排气扇和堵塞的燃气阀,以全面释放可燃气体。

2.1.3 减少噪音污染

船舶噪声污染具有一般的噪声污染,还有其他一些危害,威胁沿海生态环境,危及了船舶航行技术安全。柴油机噪声包括空气动力、燃烧、摩擦、螺旋桨和辅助设备等的噪声。柴油机整个燃烧混合气体同时燃烧,整个过程没有缓冲空间。但 LNG 成分稳定,同时不含硫和粉尘等杂质,提供了稳定的空燃比,有效保证了发动机平稳运行。气缸燃烧后不易有积碳,可大幅降低发动机噪音,减少噪音的污染。LNG 燃料除了比柴油发动机的噪音优势外,还能提高发动机的使用寿命。因为在气缸内产生的积碳很少,减少了气缸与活塞的摩擦损耗,进而延长发动机的使用寿命。

2.2 缺点分析

2.2.1 改造成本较高

根据船型和船龄的不同,油改气成本将达到数十万元。改造 LNG 船的主要成本之一为增加船用 LNG 储罐,其费用可达数百万元,并且还需要在现有柴油机上增加

LNG 供气系统以及 LNG 双燃料系统,整体改造成本颇为可观,影响船东的改造意愿。LNG 的价格具有不确定性,行业专家没有对未来五年的 LNG 价格进行预测。但目前欧洲和亚洲之间的天然气存在较大差价,亚洲由于大量进口抬高了天然气价格。随着我国天然气需求快速增加,同时,欧美能源企业缺乏人员和资金的投入以扩大天然气产量,LNG 供应捉襟见肘。因此,在供需矛盾凸显的情况下,带动了天然气价格的攀升。如果未来天然气价格继续上涨,船东出于成本的考虑对于船舶的改造将不会有大量投入。

LNG 燃料作为清洁能源,各大船东已经充分认识到 LNG 能源所带来的环保价值和相对于 MGO/LSHFO 的经济性,但是水运行业由传统船舶燃料完全转化为 LNG 燃料需要一个过程,在此过程受到燃料价格、新技术使用、环保政策等方面的综合影响,存在诸多不确定因素影响 LNG 燃料的行业替代率。

2.2.2 LNG 储罐体积小及加注问题

目前 LNG 燃料船的续航能力较差,无法满足长途运输的要求。由于储罐体积小,系统布局复杂,对管道的要求较高,在同等条件下,LNG 量相当于燃料油体积的两倍,需要更多的占用空间。对于 LNG 的储存,给船舶的设计带来了困难。LNG 船更适合中小型短途运输船舶,不太可能适应大型集装箱船。未来如果不能改善储罐问题,LNG 燃料船大规模引进将面临更大的障碍。LNG 燃料船的性能、环保等都得到了很好的体现,但加注问题给 LNG 燃料船运营带来很大的困扰。只能通过更换 LNG 储罐来加注。目前,以 LNG 为燃料的船舶最长续航为 22 天,大部分港口尚未配备全面的 LNG 加注设施,加注的可靠性、及时性和便捷性影响船东决策是否选用 LNG 作为船舶燃料,因而 LNG 燃料船舶的发展严重受制于基础加注设施的完善。目前,内河航道能源以柴油为主,LNG 的使用需要进一步发展。我国 LNG 试验船传统的加注 LNG 要么是通过临时陆上通过软管直接加注,要么通过更换储罐供应。LNG 管道是具有很低膨胀系数超低温管道,在长江沿岸建设陆上 LNG 加注,夏季高水期水位大幅下降,LNG 加注难度较大,同时也会受到潮汐的影响。LNG 燃料船在水上的加注模式的使用也面临需要克服的技术挑战。沿海建设 LNG 加注站,需由港口、航道、规划、消防、环保等多个部门监管,并且存在审批流程复杂、耗时等问题。

2.2.3 LNG 船舶存在的危险因素

LNG 燃料船泄漏发生在密闭环境中,气体不能随时散去,导致气体聚集,造成浓度的增加,如果气体暴露在

明火中容易发生爆炸。LNG 会泄漏到船体钢板上,随着时间的推移,泄漏不会扩散。LNG 流体与低合金碳钢接触会导致结构件脆性断裂。当超低温液体与常规普通船体接触时,由于局部冷却的过度热应力会导致脆化、船体破裂,从而破坏整个液化天然气燃料船体结构,降低 LNG 船舶的运行安全系数。泄漏的 LNG 如果喷到人体上,会对身体造成一定的伤害。由于 LNG 是低温液体,皮肤直接接触 LNG 会造成严重的损害。接触后皮肤水分会凝结,并粘在物体的表面,皮肤下的织物很容易被冻伤。如果 LNG 燃料船操作不慎或发生泄漏,操作员会接触到蒸汽。当大量泄漏或人员长期吸入蒸气时,大量蒸气会降低局部区域的氧气分压,可能会发生窒息危险。

3 我国内河 LNG 燃料船的发展

在船舶运行过程中,对于尾气污染是内河运输污染的重要因素,这与燃料油的使用直接相关。由于我国目前的低硫燃料技术相对较低,为了节省成本,燃油水平与标准不同。近年来,天然气在能源市场中有所扩大。以长江水系为例,随着黄金水道的治理,长江运输船舶呈现大型化、标准化、专业化的发展趋势,即运输船舶总体数量有所减少,但船舶载重量大幅增加,平均吨位不断提高。

2018 年 8 月在交通运输部发布《关于深入推进水运行业应用液化天然气的意见》中明确了“内河新建船舶应用 LNG 燃料的推进目标,即到 2025 年,内河新建船舶应用 LNG 燃料比例达 10%以上”。

基于内河新建船舶数量的预测以及意见的推进目标,假定新建船舶,2020 年采用 LNG 为动力比例 5%或 10%,2025 年采用 LNG 为动力比例 10%和 20%;2030 年采用 LNG 为动力比例 30%和 40%。

表 1 2020 年、2025 年及 2030 年内河新建船舶采用 LNG 燃料规模预测

年份	2020 年		2025 年		2030 年	
	内河新建船舶采用 LNG 动力(艘)	448	896	1856	3712	8454
备注:内河新建船舶采用 LNG 动力比例	5%	10%	10%	20%	30%	40%

在运行尾气排放方面,运行过程中不排放硫化物,NO_x 排放量也得到了大幅的减少,同时 CO₂ 排放量也在相对减少,而对于其他类型的污染、烟尘和废油的排放量减少。由于我国 LNG 储藏十分丰富,具有使用方便和环保清洁的优势,进一步优化了内河航运的燃料结构,更好的体现了节能环保的理念,有利于我国开展低碳经济的可持续发展。

4 完善水上加注网络建设

引进 LNG 船舶中,逐步对 LNG 加注网和设施进行改造。采用内陆、沿海船舶的方法促进加注。重要的任务是建设供气站,快配套建设,解决 LNG 燃料船加注复杂问题。建立完善的以港口为中心的加注供给、维护设施。对于 LNG 船舶,需要提供不同的加注方式,还需要适用于不同的 LNG 燃料船类型、尺寸。逐步完善 LNG 燃料船加注的设备,完善 LNG 燃料船的维护保养。逐步推广使用加注罐或为小型船舶加注,完善陆上 LNG 加注站加注能力。在内河、沿海加注方式上,建设加注泵船,逐步推进加注站建设。逐步研究和积累加注建设和管理经验,针对不同的 LNG 燃料船加注方式,以此来制定标准化的操作规程^[2]。

5 LNG 燃料船加注方式选择

5.1 加注模式类型

迄今为止,基于 LNG 燃料船加注,国内外对加注进行了一系列的研究,最终获得了加注模型,采用可加注储存罐型,这种方法需要多个协作。储罐在加注站加注,由专门运输危险品的车辆运输,在危险品终点站取出。对于整个运行过程繁琐复杂,并且存在的风险因素较高。另一种利用船舶的加注是基于海上钻井平台和燃料储存,这种模式对平台有一定的要求,适用于气液一体化的运行模式,储存容量大,用于大型容器。泵船式加注主要依靠燃料储罐的燃料泵船,可分为陆上加注和不接岸两种方式。主要基于与岸边相连的设施,对于沿海加注站,可以采取地面和海上形式,加注站通过海上补给。对于加注泵船灌装系统比较简单,主要由储罐组成,对于加注过程使用的设备,包括半年臂、泵、软管等组成,用于灌装过程。通常用于灌装的容器位于水域,可根据实际情况进行适当的调整,该方法在使用过程中具有一定的灵活性。

5.2 岸基加注

对于岸基加注使用陆上设备为 LNG 燃料船补给,它通常以固定形式发生。主要的储存是燃料储存罐,由于港口和码头的不同,加注码头可分为岸基式码头和栈桥式码头两种。在对 LNG 燃料船进行加注过程中应避免水位带来的操作影响。对于岸基式码头加注这种模式下,通常使用装卸臂来减少水位差的影响。对于栈桥式码头,当水位存在较大差异时,需要设置相应的坡度,以此方法减少水位带来的操作影响。一般来说,栈桥式充装的设备大多安装在岸上,在使用过程中具有一定的稳定性。

5.3 槽车加注

在对 LNG 燃料船加注过程中,可以选择槽车加注的方式。该加注轮是利用槽车为船舶加注。在这种模式下不使用储罐,加注期间不能直接加注,必须配备必要的设备

或增压器。使用所需的压差对 LNG 燃料船进行加注。该加注模式的使用优点是需要的设备简单,同时有一定的流动性,传播范围广。但该技术在使用中也存在一定的缺陷,比如安全性和稳定性得不到全面的保障,对于槽车的使用容量有一定的限制,不能满足大型 LNG 燃料船的加注需要^[3]。

5.4 加注船加注

由于 LNG 燃料船进行水上加注,燃料动力可以固定在锚上。整个系统主要以储罐为主,用于适当的装卸等设备。比如装卸臂、泵和软管等。这种加注模式的使用优点是,加注船拥有动力,可在不同的水域条件下进行航行,满足更广阔区域的 LNG 燃料船加注需求,尤其是对于一些大型船舶,LNG 燃料船很难停靠,将需要很多时间。因此,基于这种模式的应用,可以减少 LNG 燃料船加注时间并提高了加注工作效率^[4]。

6 结束语

《中国天然气发展报告(2021)》指出,天然气是清洁低碳的化石能源,是保障能源安全的“压舱石”,是新能源电力安全的“稳定器”,“双碳”目标下它将在国家能源体系中展现韧性。目前全球航运业对节能减排越来越重视,国内的船舶污染治理政策越来越明确,态度越来越坚决,措施越来越严格,LNG 作为低碳、高效能源替代高污染燃料是大势所趋。近年来,LNG 作为燃料的船舶逐年增加,对于 LNG 燃料船及水上加注实施越来越重要,伴随 LNG 水上加注设施规模的壮大,有效解决 LNG 燃料船舶发展的瓶颈,使得 LNG 燃料船舶数量上产生巨大量变,迎来 LNG 用作船舶燃料的飞速发展。

参考文献

- [1]耿杰哲,吴婧.我国 LNG 燃料船及水上加注发展现状研究[J].中国水运(下半月),2016,16(12):145+18.
- [2]向东旭.三峡库区 LNG 船舶市场前景与发展策略研究[D].重庆交通大学,2017.
- [3]郁鹏飞.基于节能减排要求的 LNG 动力船舶推广研究[D].上海交通大学,2015.
- [4]王卿权.LNG 动力船舶燃料罐火灾、爆炸事故后果数值研究[D].大连海事大学,2014.

作者简介:梅林(1969,6-),男,湖北武汉人,本科,中级经济师,研究方向:商务合同、市场规划、经营管理等。