

# 中国内河船舶使用LNG清洁能源的发展前景

□ 杭州市城乡建设设计院有限公司 (310004) 孙佩奇

**摘要:** 发展LNG动力船舶对于促进我国内河航运的节能减排具有十分重要的意义。本文介绍了国内外船用LNG的发展情况、LNG替代船用燃油的竞争优势,结合我国内河运输低碳、绿色的发展要求,分析在我国内河发展LNG船舶的应用前景。

**关键词:** 内河航运 LNG 船舶 清洁能源 发展前景

## 1 引言

节能减排是当今世界发展的主题,我国也已经将节能减排列为国家“十二五”发展规划的战略目标之一。

我国内河及长江航运普遍存在污染严重、船舶机型复杂、技术装备陈旧老化、能耗高、效率低等问题。2011年1月国务院《关于加快长江等内河水运发展的意见》提出,利用10年左右的时间,建成畅通、高效、平安、绿色的现代化内河水运体系。在目前所有的节能减排方法中,使用清洁燃料是一条非常重要的途径。陆上交通已广泛推广清洁燃料,而水上交通领域却没有大面积推广使用清洁燃料,也正是如此,内河运输船舶的污染问题相当严重。液化天然气(LNG)是世界公认的清洁能源之一,与柴油相比,有三大优势:环保优势、经济优势和安全优势。因此,发展LNG动力船舶对于我国内河航运的节能减排具有十分重要的意义。

## 2 国外船用LNG发展情况

LNG作为船舶动力燃料,最初应用于LNG运输船,主要是基于LNG运输船舶长时间长距离航行会有少量LNG蒸发成气体(简称BOG),BOG与燃料油按

一定比例混合,就可以成为传统蒸汽轮机推进系统主锅炉的燃料,这样既解决了BOG的安全排放问题,又节省了燃料消耗。而将LNG作为船舶动力燃料真正地应用于非LNG运输船,始于2000年的挪威。

目前,LNG作为船用燃料在全球范围内普及程度较低,只有零星几个国家在为数不多的轮渡、游轮等进行定点运输的船舶上采用了LNG作为船用燃料,全球大部分船用LNG应用集中在挪威。据挪威船级社(DNV)2011年末统计,目前全球用LNG作为燃料的船舶有22艘在商业化运营,主要是运行于挪威沿岸的小型渡船,另外还有一些是海洋供应船和巡逻船,挪威已建立了为船舶提供LNG燃料的基础设施。在挪威海峡区域,部分客滚船被改造为LNG和柴油的混合动力船,运营情况良好。随着LNG用作船用燃料的经验不断积累,适用船型也在不断扩展。同时,LNG燃料经济性优势也正在推动船用LNG的发展。

近年来,国际海事组织(IMO)加强了对海上船舶排放的强制性规定。目前,波罗的海、北海和北美沿海已经设立排放控制区(ECA),其他地区如地中海等有望在不远的将来设立排放控制区。2015年以后,在ECA地区营运的船舶,其燃油的硫含量将不得高于0.1%或者其排出的气体必须经过净化以达到要求;2016年以后新造船的氮氧化物排放必须减少约75%。

随着全球减少碳排放的呼声日益高涨,作为碳排放大户的航运企业纷纷表示将参与开发新的节能技术,研发新能源船型,推动未来全球航运市场向节能低碳方向发展。在技术进步和油价攀升的大背景下,天然气以其环保、清洁、经济的特征在传统能源市场的替代作用愈加明显。如果各国都执行IMO的排放强制性规定的话,5年~10年后世界上用于近海贸易的船只大多数都会使用LNG作为船用燃料。未来LNG船用燃料国际市场发展重点区域是波罗的海地区、北海和地中海地区。

目前,国际上LNG燃料船动力系统主要由瓦锡兰、MAN、罗尔斯·罗伊斯和三菱重工4家公司供应,其中瓦锡兰和MAN以双燃料发动机为主,而罗尔斯·罗伊斯和三菱重工以气体发动机为主。LNG船体制造方面,日本和韩国为主要产地。

### 3 国内船用LNG发展情况

我国LNG动力船舶的研究和应用始于2010年,至2011年底先后改造了苏宿货1260号、长迅3号、芜湖红日166号、武汉轮渡302号这4艘柴油机船舶使用LNG—柴油双燃料,在京杭运河和长江航线进行了试验示范运行。船型有散货和拖船两类,发动机功率覆盖330kW、440 kW、105kW这3种规格。开展船舶油改气业务的企业主要有昆仑能源有限公司、北京油陆商贸有限公司、湖北西蓝天然气有限公司、港华燃气有限公司、新奥能源控股有限公司、中国长江航运集团公司、中国石油济柴动力总厂等,国家海事局、船级社及江苏、安徽、湖北等地方的海事、船检、交通等相关部门对试验示范项目也给予了较大关注和支持<sup>[4]</sup>。

为加快推进和规范LNG燃料动力在内河船舶上的应用,配合LNG动力船舶应用安全性研究项目的开展,明确LNG燃料动力试点船及其相关设备的适用标准,2012年中华人民共和国海事局组织制定了《LNG燃料动力试点船舶技术要求》和《LNG燃料动力试点船舶关键设备技术要求》。

### 4 LNG替代船用燃油的竞争优势

(1) 有利于节能减排,发展低碳经济  
液化天然气(LNG)是一种新型的环保能源,根

据我国成功改造的内河柴油/LNG双燃料动力船舶试航结果显示:双燃料燃烧模式下,SO<sub>x</sub>减排100%,CO<sub>2</sub>减排17%,NO<sub>x</sub>减排88%,颗粒排放显著减少,噪声减小<sup>[5]</sup>。因此,LNG替代船用燃油可有效降低PM<sub>2.5</sub>含量,从根本上改善环境质量。此外,LNG适应性强,不含铅和芳香族等添加剂;不稀释润滑油,有助于延长润滑油的使用期;没有任何碳粒,无积碳,发动机的寿命也得以延长。

(2) 有利于降低物流运输业整体成本,提高经济效益

以2010年成功试航的内河首艘双燃料动力船舶“轮渡302号”为例,改装费用共18万元,1m<sup>3</sup>天然气产生的能量相当于1.1L~1.2L柴油所产生的能量,当时柴油价格6.5元/L,天然气4.5元/m<sup>3</sup>,该船舶有2台柴油主机,每天工作10h,一年工作300天,以70%柴油替代率(“轮渡302号”的改造试验结果显示其柴油替代率可达66%~80%)计算,1年节约费用19万元,则1年内即可收回改装成本<sup>[5]</sup>。现在柴油价格已涨到7.0元/L以上,如果营运船舶的主机功率更大、续航时间更长,所节约的费用将更加明显。另外,LNG价格相对稳定,LNG/柴油双燃料机比汽柴油机维修及维护费用少,故障率低。

(3) 安全可靠,安全隐患小

LNG是由天然气经过降温冷却至-162℃形成,属低温液体,储存在密闭绝热储罐中。首先,LNG燃点为650℃,而柴油燃点为260℃,LNG比柴油的燃点高,不容易引燃;其次,LNG爆炸极限为5%~15%,而柴油爆炸极限为0.5%~4%,即空气中柴油浓度达到0.5%即容易发生爆炸,而天然气则需累积到5%才会发生爆炸;最后,LNG气化后密度很低,只有空气的一半,稍有泄漏即挥发扩散,不会对水体产生污染,加入特殊嗅剂后,天然气泄漏可及时发现。因此,相对于柴、汽油,以LNG作为燃料危险性更小,更安全。

### 5 我国内河船舶使用LNG清洁能源的发展机遇

2011年1月国务院《关于加快长江等内河水运发展的意见》提出,利用10年左右的时间,建成畅通、高效、平安、绿色的现代化内河水运体系。

2011年7月,中国船级社《气体燃料动力船检验指南2011》由人民交通出版社正式出版,这标志着清洁能源在船舶上应用将进入实质推广阶段。指南对以液化天然气等为燃料发动机船舶的气体燃料供应、机舱布置、检测与安全保护、操作与培训等方面作了明确规定,为在我国推广运用气体燃料发动机船舶提供了一个设计、建造与检验标准,以保证其可操作性和安全性。

2011年8月交通运输部发布了《“十二五”水运节能减排总体推进实施方案》,该方案明确提出“十二五”时期,将根据节能减排技术发展和研发情况,逐步增加新节能减排技术的应用试点,持续不断开展技术试点工作,根据试点应用经验,确定推广应用项目,推动水运节能减排技术的应用。内河柴油和LNG混合动力船舶技术正是5项试点新技术之一,内河船舶“油改气”项目有了国家政策的支持,已成为业内关注的焦点。

发展LNG动力船舶对于我国内河航运的节能减排具有十分重要的意义,因此,在国家政策的大力支持下,我国内河船舶推广使用LNG清洁能源将迎来前所未有的机遇。首先,我国内河航运资源丰富,拥有大、小天然河流5 800多条,河流总长43万km,发展内河LNG船舶对防止船舶污染,对保护江河水域环境,保护水域生态,都具有十分深远的现实意义。其次,国家加大资金投入推进内河航运发展,对LNG船舶发展构成有力支持。交通运输部副部长徐祖远透露,“十二五”期间,中央将安排450亿元财政资金,加大航道、支持保障系统和中西部地区港口等的资金投入,同时安排50亿元财政引导资金,推进内河船型标准化和运力结构调整。这意味着“十二五”内河航运投资将比“十一五”期间增加2.7倍,增幅创造历史新高。

## 6 推广使用LNG清洁能源船舶存在的困难和建议

### 6.1 存在的困难

LNG作为内河航运燃料的美好前景毫无疑问,但是,从已投入运行的近海和内河LNG动力船舶数量来看,近10年来其发展相对缓慢,主要因为目前在LNG

燃料船的推广上面临较大的阻碍。

#### (1) 船舶改造成本高,续航能力较弱

船舶的燃油舱体积虽大,但可以在船上见缝插针随机安放,而LNG储罐体积虽小,却系统复杂,布局困难,安装圆筒形LNG储罐也会损失部分运输空间,加之严格的安全储存槽和输送设备间的安全距离要求,为船舶的设计和改建增加了很大难度。另外要改变主机和燃料舱的设计布置,圆柱形压力罐所需空间约为等量柴油罐所需空间的3倍~4倍,特殊的储气罐和舱室结构使LNG储存的重量约为船用柴油的1.5倍,建造成本增加约8%~20%。因此,在LNG动力船舶普及前,多数厂家出于谨慎和降低成本的考虑,均会选择将改造后的船舶投入短途航线运营。

#### (2) 配套LNG补给设施严重不足

推广和发展LNG船舶必须加快相关配套基础设施的投入和建设。然而,LNG配套基础设施建设的初期投入很大,不仅需要行业内企业的积极响应,而且必须得到港口和相关部门的支持。

关于水上或岸基LNG加注站的建设国内尚无规范,也存在技术难题。目前试验船所用LNG均为通过岸上临时加气设施(LNG运输槽车)通过软管直接加注,或者直接采用更换LNG储罐的方式供给。LNG输送管道均为低温管道,不易延展和伸缩。若在长江沿岸建设岸基LNG加注站,由于夏季丰水期和冬季枯水期水位落差大,向船舶加注LNG非常困难,且沿海建站还受涨潮落潮的影响。因此,如何给船加气成了目前需要克服的最大难题。目前,国内尝试利用趸船与陆上管道实现对接,装满LNG之后为经过船舶补充燃料,但这也仅仅停留在试验阶段,还存在一些待攻克的技术问题。

此外,沿江或沿海建设LNG加注站受港口、航道、海事、规划、消防、环保、安监等多个部门的管理,审批环节复杂耗时。

#### (3) 行业标准匮乏,国内相关研发相对落后

LNG使用技术早就存在,许多主机制造商都已经生产使用LNG为燃料的主机。比如,瓦锡兰集团对外宣布其20DF发动机成功实现双燃料应用,标志着可以灵活选择LNG或燃油的双燃料发动机已经拓展到20DF、34DF和50DF等机型,使船舶迈向燃气时代在技术上成为可能。



挪威船级社在2001年率先制定了LNG船舶的船级检验规则,但对于LNG的补给操作和补给站,目前还没有制定统一的标准或操作规程。

国内中小型LNG运输船舶的建造及行驶都缺乏标准规范,虽然中国船级社已经出台了3部关于双燃料发动机及双燃料系统装船的指导性规范,但尚不符合中国航运实际情况的行业标准。如果没有相应的行业标准作为依据,则船舶双燃料改造将很难得到大范围的推广。

此外,国内LNG燃料船的推广还面临着气源不稳定、改造成本偏高、专业的管理和技术研究人才都很匮乏等问题,这些问题的解决对于LNG燃料船的未来将产生不可忽视的影响。

## 6.2 建议

虽然我国内河船舶推广使用LNG清洁能源迎来前所未有的发展机遇,但在推广过程中还是存在较大困难,建议未来需要重点做好以下工作。

(1) 加大宣传,促使观念上的转变,使内河航运界普遍意识到推广使用LNG清洁燃料是优化能源结构并实现减排、防止污染的有效方式。在发展初期,政府应该积极引导和协调。由于柴油/LNG双燃料动力船舶初期投入较大,很多船舶所有人虽然意识到双燃料动力系统的巨大经济效益但却不敢轻易尝试,如果政府部门能够对双燃料动力船舶提供一些政策和资金上的支持,如对LNG给予价格补贴,可大大刺激船舶所有人使用双燃料动力船舶的积极性。

(2) 逐步完善配套设施,推进水上LNG加气站的建设,攻克技术难关,解决加气问题。

(3) 继续对双燃料技术进行攻关并规范相关技术标准。通过研究目前已营运的少数内河双燃料动力船舶所出现的一些问题,不断解决技术难题,为规范标准的确立做好技术储备。此外,柴油机厂家和相关科研单位应以发展的眼光加大投入,推进双燃料发动机的广泛运用。当然目前LNG发动机技术即便在国外也属高端技术,我国想从比较低的基础上迅速发展起来难度较大,建议引进国外先进技术或开展技术合作。

(4) 海事等相关执法部门要做好应对准备。内河船舶使用双燃料动力系统是大势所趋,双燃料动力船舶不久必会大大增加,因此,LNG船舶信息和LNG

船舶执法标准等相关研究应提前开展起来。

## 7 结束语

低碳、环保已成为全球航运业发展的方向,天然气作为船舶动力燃料可以达到国际海事组织“船舶污染防治公约”2020年第三阶段排放标准要求。因此,LNG燃料船日益受到国内外航运企业的关注。我国正在建设高效、绿色的现代化内河水运体系,LNG作为新兴船用燃料,凭借低碳、环保、经济等优势,将会随着我国国家政策和资金的扶持以及相关配套措施的逐步到位,逐步呈现广阔的市场前景。

### 参考文献

- 1 华贲,李亚军.从战略高度认识和推进天然气替代交通运输燃料[J].天然气工业,2012;32(4):83~88
- 2 吴明华.LNG船用燃料突破路径依赖的选择[J].中国远洋航务,2010;12:46~47
- 3 赖鹏博,黄今.船舶未来新燃料—LNG[J].中国远洋航务,2011;11:32~33
- 4 王世荣.我国内河柴油—LNG双燃料动力船舶的现状分析与建议[J].中国水运,2011;11(7):11~13
- 5 谭月静,黄学武.内河柴油/LNG双燃料动力船舶发展现状及建议[J].水运管理,2013;35(2):39~42
- 6 交通运输部.2010年中国航运发展报告[M].北京:人民交通出版社,2011
- 7 交通运输部长江航运管理局.2010长江航运发展报告[M].北京:人民交通出版社,2011

主办:中国城市燃气协会信息委 咨询电话:010-62032933



# 燃气 资讯

为促进会员单位信息的交流和发展服务