

LNG 动力船加注技术研究

杨江辉

(海洋石油工程股份有限公司, 天津 300451)

摘要 液化天然气(LNG)是一种清洁能源,在安全性、经济性、环保性等方面优势明显,未来将成为船用燃料的首选。在对比研究国内外 LNG 动力船加注标准的基础上,对 LNG 加注工艺流程、加注类型、加注特殊性及加注站的建设方案与规模等多个方面进行综合研究,提炼出一套适用于我国内河流域和沿海的 LNG 动力船的加注方案和应用原则,可保障加注作业顺利进行。研究结果将为我国 LNG 动力船加注技术的推广应用提供一定的借鉴。

关键词 LNG 动力船;加注模式;低温储罐;船基加注

中图分类号 U473.2+4; TE835

文献标志码 A

文章编号 2095-7297(2014)03-0263-04

LNG Fueled Ship Filling Technology

YANG Jiang-hui

(Offshore Oil Engineering Co., Ltd., Tianjin 300451, China)

Abstract Liquefied natural gas (LNG) is a kind of clean energy, which has obvious advantages in safety, economy, environmental protection and other aspects. LNG will become the preferred fuel for ships in the future. Based on the comparison of domestic and foreign LNG fueled ship's filling standards, the comprehensive research about the LNG filling process, filling type, filling particularity, as well as the construction scheme and scale of the filling station are completed to ensure the safety of filling operations. Filling scheme and application principle capable of inland river and coastal LNG fueled ships are abstracted. The results can provide a certain reference for the promotion and application of the LNG fueled ship filling technology in China.

Key words LNG fueled ship; filling mode; low-temperature tank; ship to ship filling

0 引言

据统计,世界航运业每年要消耗燃油 20 亿桶,排放 CO₂ 超过 12 亿吨,约占全球总排放量的 6%。为应对世界气候变化,国际海事组织(IMO)出台了环保规则,规定了船舶污染防治、减少排放的标准和时限。IMO 海洋环境保护委员会所制定的《船舶污染防治国际公约》规定:要求 2010 年 7 月以后在排放管制区域(ECA)航行船只所用燃料含硫量不能超过 1%(质量分数),2015 年 1 月 1 日后不能超过 0.1%。ECA 范围目前包括波罗的海和北海到英吉利海峡南端的连续海域,未来北美部分地区和亚洲香港地区也极有可能纳入。

目前中国大部分船舶如果要在欧盟港口停靠只能采用两种方式:一是提前关闭引擎靠岸;二是使用液化天然气(LNG)等清洁能源。在此背景下,根据

绿色航运能源发展趋势,LNG 作为船舶能源在安全性、经济性、环保性等方面优势明显,逐渐成为了未来船用燃料的首选。相比同热值的燃油,LNG 可减少 CO₂ 排放 15%~20%,减少 NO_x 排放 80%~90%,完全没有 SO_x 排放。根据交通运输部《关于推进水运行业应用液化天然气的指导意见》,预计有数万艘内河船舶符合改燃条件,每年新增内河船舶 4 000~5 000 艘,到 2016 年中国内河流域 LNG-柴油双燃料动力船舶保有量将达 2.38 万艘^[1]。

随着 LNG 动力船的快速推广应用,其燃料加注技术愈发受到人们关注。本文以 LNG 动力船加注技术为研究对象,重点研究了加注工艺流程、加注类型、加注特殊性及加注站的建设方案与规模等多个方面,为我国 LNG 动力船加注技术的推广应用提供一定的借鉴。

收稿日期:2014-08-06

作者简介:杨江辉(1981—),男,硕士,工程师,主要从事 LNG 低温工程和海洋油气工程结构设计研究。

1 LNG 动力船加注技术标准研究

1.1 国际标准

国际上关于 LNG 生产、储存和运输的标准较多,但关于 LNG 加注的标准却较少,目前主要有:

(1) 美国消防协会 NFPA52 车载燃料系统规范;

(2) 美国消防协会 NFPA59A LNG 生产、储存和装运。

以上国外标准强调本质化安全和小型设施简单宽松的原则。NFPA52 与 NFPA59A 比较,更加注重科学合理原则,对加注设施安全标准要求宽松。

1.2 国内标准

由于 LNG 属新兴产业,国内标准化工作还处于起步阶段。目前只有一些指导性的意见,尚无具体的实施细则、具体参数、标准。与 LNG 相关的标准如下^[2]:

(1) GB/T 24963—2010《液化天然气设备与安装船岸界面》;

(2) GB/T 26980—2011《液化天然气(LNG)车辆燃料加注系统规范》;

(3) GB17422—1998《液化气体船上过驳作业安全准则》;

(4) NB/T 1001—2011《液化天然气(LNG)汽车加气站技术规范》;

(5) 中华人民共和国海事局于 2012 年印发的《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》。

国内针对 LNG 船基加注方面的规范还没有出台,也没有针对 LNG 岸基加注站的施工规范文件。

2 LNG 动力船加注技术

2.1 概述

LNG 动力船储罐中液体温度为 $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。为防止加注过程中 LNG 吸热气化,必须对管线进行相应保温。LNG 动力船储罐在加注前需进行氮气置换或抽真空处理,保证含氧量小于 3% 才可进行加注^[3]。同时,加注前还需做好喷雾预冷工作,喷雾预冷应缓慢进行,保证温度升至 $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后才可缓慢加注 LNG 液体。LNG 动力船加注的主要工艺流程如图 1 所示。世界上主要的 LNG 动力船应用情况如图 2~4 所示。

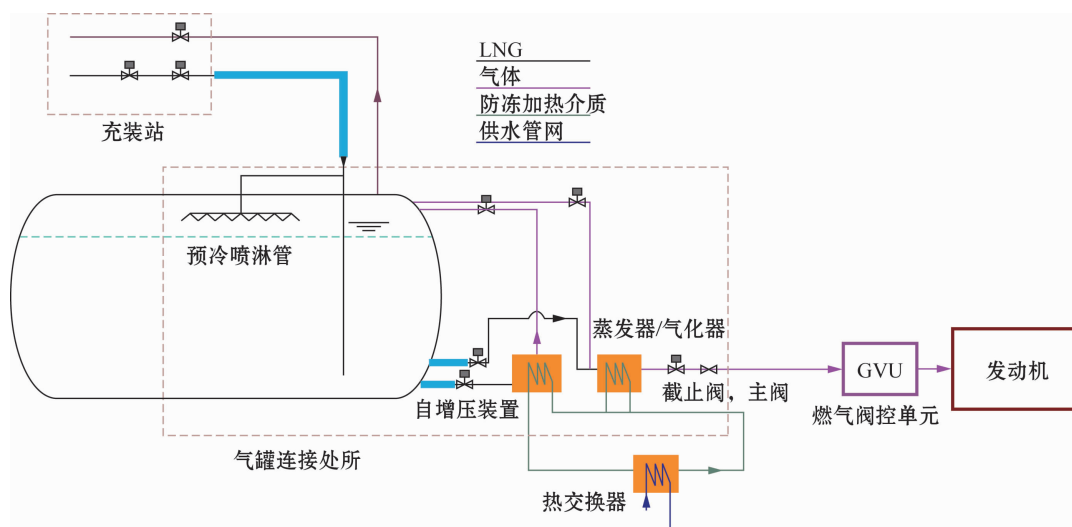


图 1 LNG 动力船加注工艺流程图

Fig. 1 Filling process of LNG fueled ship

2.2 加注类型

LNG 动力船加注类型主要有槽车码头或换罐加注、岸基加注和船基加注^[4],分别介绍如下。

(1) 槽车加注是指由岸上 LNG 槽车向水中船舶加气。同时,对于小型渔船、货船、渡轮也可采用换瓶方式,LNG 船载瓶容量一般小于 275 m^3 。

(2) 岸基加注是指在海岸线码头建立 LNG 终



图2 世界首艘 LNG 燃料动力船:Viking
Fig. 2 The first LNG fueled ship: Viking



图3 世界首艘改装 LNG 燃料动力成品油轮,
LNG 燃料容量 $2 \times 500 \text{ m}^3$
Fig. 3 The first modified LNG fueled ship. Its
LNG fuel capacity is $2 \times 500 \text{ m}^3$



图4 世界首艘 LNG 燃料集装箱船
5000TEU Maersk Drury 号
Fig. 4 The first LNG fueled container ship
5000TEU Maersk Drury

端接收站,通过低温保冷管线(加注软管或者加料臂)向船舶加注 LNG,接收站用于接收、储存、气化并外输天然气。欧盟部分接收站已经具备对 LNG 动力船舶进行加注的能力。

(3) 船基加注是通过 LNG 运输船对 LNG 动力

船进行船对船加注,类似于燃油船对船加注模式。这种方式有较强的灵活性,不需要固定地点,尤其是对于不能进港的超大型集装箱船或油轮特别适用。加注船停泊时须把握好停泊时机,还应配置适当的护舷和充足牢靠的锚绳/锚索^[5]。加注系统的设计应保证加注船和接收船均能安全、有效地移动,加注船的系泊时间应根据接收船的周转时间决定。船基加注将成为未来 LNG 燃料动力船的主要加注模式,主要是因为船基加注具有高度灵活性,可以在码头和海上对各种类型的船舶进行加注,而且船基加注的装载率高、加注容量大。

2.3 加注类型对比

加注类型对比见表 1。

表 1 LNG 动力船加注类型对比

Table 1 Comparison of LNG fueled ship filling type			
类型	岸基	船基	
名称	加注码头	LNG 加气趸船	LNG 移动加气船
LNG 储罐、LNG 泵、LNG 加气机等	岸上	趸船	船上
设施	加注软管	岸→船	船→船
原料卸车点	岸上	岸上→固定管道→船	水中接受原料
投资	储存规模 / m^3	2×350	2×350
资金/万元	2 200	4 250 (含加气臂)	5 000
安全性能	好	较好	差

2.4 加注特殊性

(1) LNG 船舶加注不同于陆地槽车加注。陆地加注时,加气和进气设施处于同一平面;码头加注时,船舶可能晃动;趸船加注时,趸船和船舶同时晃动,必须考虑高低位和船舶晃动产生的不利影响。

(2) 水位落差。有时水位落差几十米,LNG 动力船不能靠岸,只能偏向航道中心停泊加注,加注码头的加气管道可能长达 120 m;趸船如向航道中心移动,补给燃料时卸料软管要足够长,或需将 LNG 动力船拖至岸边补给。LNG 动力船加注口高差很大,海浪、涨潮、洋流、风速、能见度等因素将对加注造成不利影响。

2.5 加注站建设方案与规模

(1) 对于我国内河水域,选择合适的加注方案还需要考虑水域特点、输送距离、交通状况、容量、加注频次、安全性、周边其他加注站以及岸上 LNG 需求等。对于长江流域,采用布置于江面中心的加注趸船是经济合理的加注模式;对于运河或者河道较窄的河流,一般采用岸基加注模式;对于沿海或者远洋 LNG 动力船加注,一般采用船基加注模式。

(2) LNG 加注站通过低温卸料臂向船舶加注 LNG。这种卸料臂操作简单,出现紧急情况时卸料臂会自动与被加注船脱离并同时切断 LNG 加注。

(3) 因 LNG 动力船舶加注量大,故码头加注站储存规模应大于陆地普通汽车加注站,一般低温储罐单罐容积以 350 m^3 为宜,总储量以 $1\,400 \text{ m}^3$ 为宜,LNG 加注趸船规模一般为 $4 \times 350 \text{ m}^3$ 。

(4) 内河 LNG 改造船舶吨级为 $2\,000 \text{ t}$ 左右。考虑到 LNG 船舶夜间作业的安全隐患,加注一般应在白天进行,加注时间控制在 1 h 以内。

3 结 语

详细介绍了 LNG 动力船加注的工艺流程、加注类型、加注特殊性、加注站建设方案等,同时进一步研究了适合于我国内河和沿海的加注模式、LNG 加注站储存规模和加注时间要求。上述研究结果可为我国 LNG 动力船加注技术的推广应用提供一定的借鉴。

参 考 文 献

- [1] 中国船舶工业集团公司. LNG 燃料动力试点船舶关键设备技术要求[S]. 2012.
- [2] 中国船级社. 气体燃料动力船检验指南[S]. 2011.
- [3] 王仲珏,詹水芬,张晓春. 液化天然气船舶加注问题的研究[J]. 山西建筑,2012,38(19):274.
- [4] 李超,王立席,杜太利,等. LNG 动力船舶加气技术[J]. 油气储运,2013,32(9):997.
- [5] 石国政,张晖,范洪军. 天然气燃料动力船燃料加注模式研究[J]. 船海工程,2013,42(6):57.

• 书 讯 •

船舶货物布置和系固

陈小剑 主编

上海交通大学出版社出版

定价:¥150.00

内容简介:

本书叙述船舶货物布置和系固,是有关船舶安全的一门科学技术,是根据国际海事组织(IMO)的“货物堆装和系固安全操作规则”(CSS 规则)、世界各国船级社规范和“国际海上人命安全公约 1974”(SOLAS)等编著的,从船舶设计和研究的角度描述了货物如何在船上布置、堆装和有效系固,还描述了货物受力计算的方法。

本书对集装箱船、滚装船、车客渡船、铁路车辆运输船、海峡车辆摆渡船、运木船等的设计和研究,具有实用价值和参考价值。

本书是海洋工程和船舶工程的设计研究人员、船舶建造者、广大海员、船舶管理者、船舶检验部门和验船师有益的读物;可供货物系固设备的厂商设计和制造时参考;也可供从事海事教学和学习的师生参考。

目 录

第1章 总论

第2章 标准货——集装箱的装载和系固

第3章 半标准货和非标准货的装载和系固

第4章 《货物系固手册》的编制

参考文献

结束语

