

LNG 船国产化研究

张 涛¹ 高彩魁² 罗明星³

1.广东省深圳市城市规划发展研究中心 2.广东省深圳市城市规划设计研究院有限公司
3.重庆大学城市建设与环境工程学院

张涛等.LNG 船国产化研究.天然气工业,2010,30(7):76-79.

摘 要 随着 LNG 海上贸易的蓬勃发展,LNG 船的建造越来越受到各国的重视,而我国在这方面的工 作才刚刚起 步。为此,概述了 LNG 船的发展历史,详细介绍了 GTT 型(薄膜舱)、MOSS 型(球形舱)和 SPB 型(棱形舱)3 种类型 LNG 船货舱货物围护系统;讨论了 LNG 船的关键性技术,指出 LNG 船的技术进步主要反映在降低日气化率和提高蒸 发气的回收利用率上;分析了我国 LNG 船制造业和国际先进水平的差距,认为我国发展 LNG 船制造业面临如下瓶颈问 题:①目前我国制造业的整体水平、冶金及材料等相关行业的发展水平和工人技术水平都是发展 LNG 船的制约因素; ②缺乏关键性技术,需要攻关相关基础技术、设计技术、建造技术、管理技术、专用工装设计 5 项技术难题。最后提出了 打造中国自己的 LNG 船的技术途径——只有坚定不移地走自主创新与技术引进相结合的道路,才能构建好中国的 LNG 船舶制造业,打造出完全属于中国自己的 LNG 船。

关键词 LNG 船 产业链 薄膜舱 球形舱 棱形舱 自主创新 技术引进

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2010.07.021

在 LNG 海上运输行业中,LNG 船是连接天然气 液化厂和 LNG 接收站的重要工具^[1]。LNG 船是除长 输管线以外进行规模化天然气输送最为有效的方法之 一,同时也是下游燃气企业摆脱“照付不议”制约条款 最有效的方式。这类船舶在目前技术条件下的标准载 货量主要集中在 $(13\sim15)\times10^4\text{ m}^3$ 的区间,设计船龄 在 40~45 a。

构建中国 LNG 船舶制造业有着极其重要的意 义,但同时也面临着缺乏关键性技术的瓶颈问题,要想 打造中国自己的 LNG 船,需要走自主创新与技术引 进相结合的道路。

1 LNG 船的发展概况

20 世纪 50~60 年代,美国开始研究 LNG 船,并 率先投入于规模化的天然气液化和海上 LNG 商业贸

易运输,后来其他的少数发达国家逐渐掌握了 LNG 船的建造技术,并发展至大规模使用阶段。据统计, 2006 年 LNG 船全球共有 206 艘,2009 年就已经增加 到了 300 艘。

从目前的技术发展来看,某些先进国家已经设计 并投入使用了 $16\times10^4\text{ m}^3$ 、 $20\times10^4\text{ m}^3$ 乃至 $30\times10^4\text{ m}^3$ 的 LNG 运输船舶^[2]。 $20\times10^4\text{ m}^3$ 以下的 LNG 船 普遍采用双燃料作为动力(天然气和柴油)。为求适应 LNG 贸易的理性发展,同时也受到 LNG 发送站和 LNG 接收站港口水深条件的限制^[3],LNG 运输船舶 的舱容量稳定在 $(10\sim20)\times10^4\text{ m}^3$ 的水平是较为合 理的。此类容量 LNG 船的建造合同价格同样随着 LNG 海上贸易的发展而稳步攀升,表 1 为在 1998 年 至 2006 年间,舱容量为 $13.5\times10^4\text{ m}^3$ LNG 船的建造 合同价格统计情况。

表 1 $13.5\times10^4\text{ m}^3$ LNG 船的建造合同价格表

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
造价/亿美元	1.90	1.65	1.725	1.65	1.50	1.55	1.85	2.05	2.20

作者简介:张涛,1981 年生,学士;主要从事市政燃气专业规划与设计工作。地址:(518040)广东省深圳市福田区红荔西路 8009 号规划大厦一楼 108B 室。电话:13510519754。E-mail:34342369@qq.com

2 LNG 船货舱的围护系统

LNG 船货舱气化率数值的取值高低完全是由 LNG 船货舱的漏热性能决定的,因设计理念的不同,各个国家 LNG 船货舱货物围护系统采用的隔热方法也有所不同。据此,LNG 船货舱货物围护系统可分为以下 3 种:GTT 型(Gaz Transport Technigaz)、MOSS 型(Moss Rosenberg)和 SPB 型。GTT 型是薄膜舱,MOSS 型是球形舱,SPB 型是棱形舱(前身为 Couch 型)^[4]。

2.1 GTT 型 LNG 船

GTT 型 LNG 船为薄膜围护系统的 LNG 船,此类围护系统主要由主薄膜、次薄膜、双层船壳和低温隔热层 4 部分所组成,其结构如图 1 所示。GTT 型的围护结构有两种形式,其薄膜内均会受到静应力、动应力和热应力的作用影响。

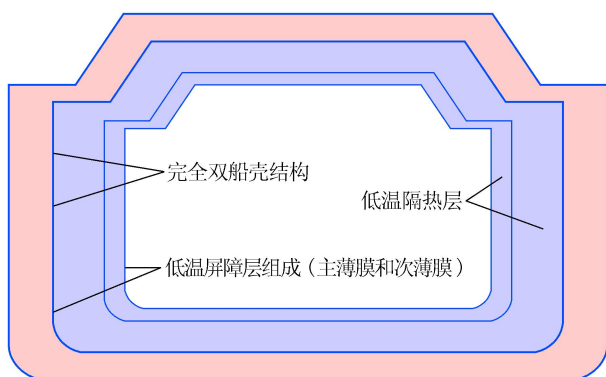


图 1 GTT 型 LNG 船货舱的结构示意图

2.2 MOSS 型 LNG 船

MOSS 型 LNG 船的球罐采用铝合金制成,板材的厚度按照不同的部位大致取值在 30~170 nm。为达到理想的保温作用,铝合金球的外表覆盖着一层厚厚的泡沫绝缘材料,同时为了保护绝缘材料,整个货舱球的最外表面是保护型金属外壳。大型球罐的制造工艺流程分为备材、分段焊接、组件合成和液罐总成 4 个部分,详见图 2。

2.3 SPB 型 LNG 船

SPB 型 LNG 船是由棱形 Couch 型 LNG 船逐渐发展而来的,其货舱结构原本是考虑设计在液化石油气(LPG)船上的。研发之初,为减少货物(即 LNG)在舱内的晃荡撞击,增加船舶的稳定性和安全性,通常在货舱内部增加一道纵向舱壁将货舱一分为二,货舱材料采用的是耐低温铝合金,绝热材料采用塑料泡沫。目前此类结构船舶已较少用作 LNG 船。

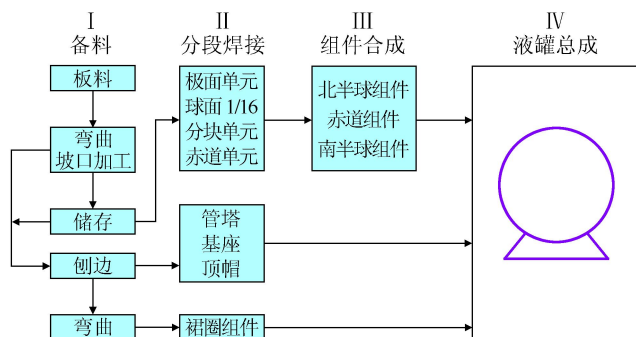


图 2 MOSS 型 LNG 船的球罐总成流程图

3 LNG 船技术发展的新构思

在 LNG 船的建造和发展过程中,技术的持续更新和不断进步是提高 LNG 运输效益和拓展 LNG 市场的一个非常重要的因素,LNG 船的技术进步主要反映在日气化率和蒸发气的回收利用上。

3.1 具备热阻滞新型舱裙结构系统

在 MOSS 型船的球形储槽中,沿舱裙结构的漏热量占储槽总漏热量的比例较大,如果我们在此流程中采用较为先进的热阻滞结构,则可大大地减少漏热量。此项技术的关键在于插嵌入一块特殊材质的不锈钢板在铝和钢质裙之间,这样既可以起到隔热的效果,又可以发挥其稳定系统的作用,而且可以将日气化率下降到 0.1% 左右。其结果如图 3 所示。

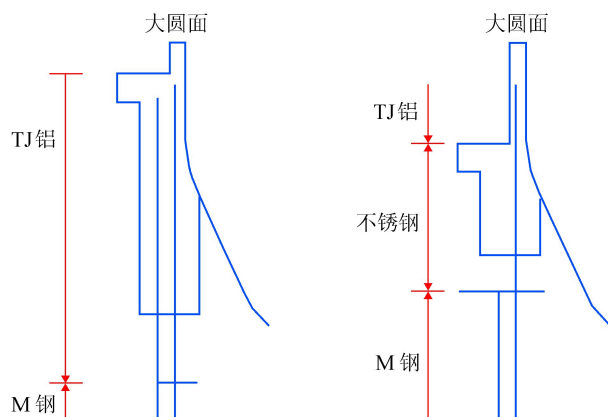


图 3 舱裙结构示意图

3.2 再次液化系统的模拟研究

在 LNG 船上装备可靠性较强的再次液化装置,具有巨大的市场价值。再次液化装置分为全部再次液化装置、自持式再次液化装置和部分再次液化装置 3 类,其均处于可行性研究阶段,并未实际投入生产使用。图 4 为 LNG 船的再次液化装置原理图。

性试验技术等。

6.4 管理技术

包括计划管理技术、质量管理中 CTI 计划标准化、HSE 管理技术和货舱围护系统物流管理技术等。

6.5 专用工装设计

主要包括液货舱围护系统殷瓦安装模板及工具、检验超低温阀门的压力检测设备和泵塔制造的专用工具装备等。

LNG 船的设计、建造要求极为苛刻,目前我国制造业的整体水平、冶金及材料等相关行业的发展水平和工人技术水平都是我国发展 LNG 船的制约因素。

7 中国 LNG 船国产化的技术路径

尽管目前国内某些船舶建造企业基本具备了一定规模的 LNG 船建造能力,但要全面掌握 LNG 船建造技术,完成整个产业链的构建,最好还是要走自主创新与技术引进相结合的道路。

中国的船舶建造企业应该以 LNG 船体结构平台作为总体设计平台,最好以货物围护、超低温液货、动力、电力和集控 5 大系统为研究重点,发挥产学研相结合的优势,充分利用已有基础,引进消化吸收再创新和自主开发协同进行,总体技术和系统技术、配套技术协同展开。在完成目标船的同时,形成自主研发设计能力,实现 LNG 船的自主创新,全面提高产业的竞争力。

要真正实现上述目标,必须要把 LNG 船船型、船体结构两大平台的研制工作交由行业权威研究机构牵头,联合相关高校等研究单位共同攻关,开发出全部具有自主知识产权、能够满足最新技术要求、性能优良的新船型。

此外,LNG 船货舱货物围护系统可以通过购买国外专利技术,逐渐实现绝缘箱和绝缘材料的国产化。在超低温液货系统和动力系统方面,可与国外厂商开展技术合作,进而掌握系统设计技术,实现国产化。在电力系统和集控系统方面,则要实现自主开发,掌握设计技术,实现系统集成。

8 结束语

截至 2009 年,通过技术引进的方式,我国已完成了 5 艘 LNG 船的建造,第 6 艘 LNG 船也已开始进入技术准备阶段。与此同时,数家知名船舶建造企业都已表示愿意涉足 LNG 船建造领域。

要想真正打造出完全属于中国自主研发的 LNG 船,是一项需要长期坚持的工作,涉及众多产业类型和多项创新技术,需要相关专业同仁们的共同努力。

参 考 文 献

- [1] 欧卫新,李玉如.我国 LNG 海运市场发展前景展望[J].水运管理,2007,29(6):6-8.
- [2] 付昌辉.全球 LNG 贸易与 LNG 船需求[J].中国水运,2003(4):5-6.
- [3] 张青松.港口水域 LNG 罐箱运输定量风险评价[J].天然气工业,2009,29(1):114-116.
- [4] 汪风莲,朱荣改,王晶.我国 LNG 船舶的建造技术问题析[J].石油规划设计,2002,13(5):11-13.
- [5] 王健.液化天然气船业运输的探讨[J].天津煤气,2004(4):11-13.
- [6] 顾安忠.液化天然气技术[M].北京:机械工业出版社,2003.

(收稿日期 2010-04-16 编辑 何 明)