

# FLNG 液货处理系统初步研究

吴军, 王继鸣, 邵孟飞, 方钰奇

(沪东中华造船(集团)有限公司 LNG 技术研究所, 上海 200129)

**摘要:** FLNG 是 LNG 海上产业链中重要一环, 开展该类研发可完善我国在 LNG 海上产业链重大装备方面的自主设计及建造能力, 对未来海上油气能源深度开发具有重要的战略意义。本文以小型 FLNG 船为切入点, 对小型 FLNG 船的液货系统进行初步研究, 旨在提升我国 FLNG 自主设计和建造能力, 提高 LNG 领域全产业链领域的技术能力。

**关键词:** FLNG; 液货处理系统

**中图分类号:** U491   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1006—7973 (2021) 12—0060—03

FLNG 具有高技术含量、高经济附加值、高建造难度等特点。液货处理系统的研究是 FLNG 设计中至关重要的一环。

## 1 液货处理系统组成

液货处理系统可分为功用系统和辅助系统。液货输送系统用于将产品输送到货舱存储或外输至卸货模块。卸载系统将储存的 LNG 输送到穿梭 LNG 船。氮气系统为 FLNG 的火炬系统、液货设备及管路、液货围护系统等提供吹扫气和密封气。惰气系统是为了降低舱内和管路内气体中的含氧量, 以避免可燃气体发生爆炸的可能。蒸汽加热系统主要以乙二醇水溶液为热媒, 保护货舱周围钢结构不受低温影响。

## 2 LNG 和 LPG 液货操作系统设计

### 2.1 液货输送系统及挥发气处理

#### 2.1.1 液货系统操作工况

液货系统操作工况与 LNG 运输船类似, 为了安全生产与操作, 主要分为船舶试航或检修保养时货舱的干燥、惰化、气体置换、冷却、装载、货舱间货物的驳运、液货卸货和进坞前的扫舱、暖舱、惰化和通风。相较于 LNG 运输船的使用维护工况, FLNG 最大的不同点在于其船只是无自航能力, 在海况恶劣时需要围绕单点系泊系统调整船艏方向。同时运行时考虑成本因素, 上部模块很少停车, 故此大多数卸货时, 仍有产品从上部模块排入货舱。这些工况都对输送管路、货舱及相关设备提出了更高的要求。

#### 2.1.2 船体货舱布置

FLNG 液货操作系统根据产品的不同分为两类, LNG 液货操作系统与 LPG 液货操作系统。其中 LNG 液

货操作系统与 LNG 运输船的液货操作系统类似。为扩大销售渠道, 故将 LPG 中的两大主要组分丙烷和丁烷分开储存。同时丙烷和丁烷的基础物性不同, 两者的维护条件也有所不同, 保证所有产品均以液态形式保存在薄膜舱中。LPG 作为 FLNG 上部模块生产的副产品, 产量不是很大, 且丙烷摩尔质量小于丁烷。将丙烷与丁烷舱先后放置于船艏部。考虑到 FLNG 为无动力装置型船舶, 为保证作业时船只稳定, 减少晃动对液货舱内货物的影响, FLNG 所有液货系统的货舱均采用双排并列布置设计(见图 1)。

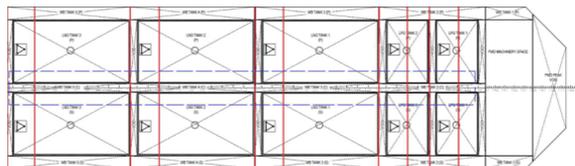


图 1 双排舱布置图

#### 2.1.3 液货输送及挥发气处理系统

从海底采集上来的天然气经过脱酸、脱水、脱汞及分馏等处理后, 从上部模块经液货总管排入相应货舱之中储存。卸货泵位于货舱底部, 负责将液货产品从舱底泵出, 经卸货总管流向卸货区。同时设置喷淋泵, 通过喷淋总管负责对货舱和液货管进行冷却等操作。气体穹顶上连接挥发气总管, 负责将挥发气输送至上部模块中的公用模块, 作为发电设备的燃料气。在气穹上设置舱压应急处理部分, 如遇挥发气量太大, 舱压过高, 可以通过应急处理系统输送天然气至船艏部的火炬塔, 将其燃烧消耗。总管部分设置上部维护总管与下部维护总管, 以及连接各舱气液穹作为设备维护处理使用时的备用总管。

FLNG 装置的挥发气 (BOG) 主要来源于 LNG 船舱受热和 LNG 装载时产生的挥发气。BOG 的处理主要



# 小型船舶电站系统调试及系泊试验

左鼎<sup>1</sup>, 李超<sup>2</sup>, 柏君励<sup>1</sup>, 王杰<sup>1</sup>, 吴汉波<sup>1</sup>

(1. 武昌船舶重工集团有限公司, 湖北 武汉 440060; 2. 南部战区海军某登陆舰支队, 广东 湛江 524000)

**摘要:** 电站系统是船舶最主要的系统之一, 电站系统的调试试验是系泊试验的重要内容。本文根据船舶电站系统系泊试验相关规范要求, 结合某小型船舶电站系统调试和系泊试验中遇到的问题, 详细论述了电站系统系泊试验的准备工作、试验流程、试验方法和注意事项, 供相关技术人员参考, 以确保电站系统试验顺利进行, 各项性能指标满足试验册及相关标准规范的要求。

**关键词:** 船舶电站; 系泊试验; 稳态特性; 瞬态特性; 电站监控

**中图分类号:** U665.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 12—0062—04

船舶电站系统<sup>[1]</sup>包括柴油发电机组、主配电系统和电站监控装置等, 是船舶的电力来源, 为船上电气设备提供电源。在系泊试验阶段需进行电站系统的调试及试验<sup>[2]</sup>, 尤其是对于新设计的船型, 若电站系统上船前未进行联调, 则调试期间可能出现各种故障、问题<sup>[3-4]</sup>。通过对电站系统的调试, 确保各设备间接口正确、信号畅通, 保证发电机组及电站监控设备工作的可靠性、稳定性和协调性, 为船舶供电质量和航行安全提供保障。

某小型新研船舶配置 2 台额定功率为 90kW、额定电压为 390V 的三相交流无刷同步发电机, 电站系统部分设备为新研产品, 各设备上船前未进行联调。本文结合该船的电站系统调试及系泊试验, 详细论述调试试验

的流程和方法。同时, 对调试过程中可能存在的故障问题进行简要的探讨和分析, 以供相关人员参考。

## 1 试验前准备工作

系泊试验前, 由试验牵头单位组织召开船舶电站系泊试验协调会, 明确试验的流程、职责分工、站位安排等。技术人员进行试验技术交底, 专职安全管理人员宣讲试验过程中的安全注意事项及应急预案等。

同时还应做好下列准备工作:

(1) 技术资料准备。主要包括: 电力一次、电力二次、电站监控、直流供电电气系统图和相应接线图, 柴油发电机组、主配电板、电站监控装置、蓄电池和自

泵的型选应遵循以下原则: ①使所选泵的形式和性能应符合装置流量、扬程、压力、温度等工艺参数的要求; ②应满足工质特性的要求; ③机械方面可靠性高; ④经济上要综合考虑设备费用、运转费、维修费和管理费的总成本最低。

## 5 结语

全世界对 LNG 的需求量正不断逐年走高, 国外各大能源企业与造船企业纷纷联合, 投入对海上浮式 LNG 储存装置的研发与更新。相较于国外, 国内 FLNG 方面的研究起步较晚。对 FLNG 液货系统的研究有助于强化我国的能源战略, 提高我国造船水平, 打破国外对我们的技术垄断, 对其研究分析将大步推进我国 FLNG 船舶

的国产自主化进程。

参考文献:

- [1] 液化天然气浮式生产储卸装置研究进展 [J], 马华伟, 刘春杨, 徐志诚.
- [2] FLNG 液化工艺的关键技术 [J], 李玉星, 朱建鲁, 王武昌.
- [3] 浮式液化天然气液化工艺综述 [J], 王春节, 魏林瑞, 张磊.
- [4] 浮式液化天然气技术综述 [J], 夏丹, 郑云萍, 李剑锋.