

LNG 运输船 BOG 产生和控制措施分析

许冬东, 伍安杰, 张秀峰, 杨凯博

(贵州大学土木工程学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 在全世界 LNG (液化天然气) 市场高速发展背景下, 我国对 LNG 运输船的节能环保指标提出了更高要求, 为达到节能环保的指标以及优化管理方案, 本文对 LNG 运输船的闪蒸气 (BOG) 产生原因进行了分析并提出了相应的控制措施来减少 LNG 运输船储罐以及系统其他部件产生的闪蒸气 (BOG) 产生的量, 为 LNG 运输船节能环保提供有效保障。为了尽可能在 LNG 运输船有限的甲板空间上减少 BOG 的产生和提高环保能力从古至今一直都是研究者研究的重点和难点, 根据本文相应建议为 LNG 运输船布局设计和管理以及节能环保提供了理论参考。

关键词: LNG; BOG; 控制措施; BOG 再液化

中图分类号: U662 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 10—0075—02

如今, 随着世界科学技术高速发展, 当今世界船舶行业已不再局限于使用化石能源来驱动船舶行业的发展和船舶运行, 而是向着节能环保方向发展。国际能源机构 (IEA) 在《2020 年世界能源展望》中指出, 到 2040 年, 全球天然气需求将会增加 30%, 尤其在东南亚地区会特别明显^[1]。天然气作为一种高效、无污染、产量大的清洁能源, 已经越来越多地被各行各业所使用, 因此 LNG 环保能源具有极大的发展前景。天然气的闪蒸气 (BOG) 产生在 LNG 运输船上不可避免的, 必须提出相应减少 BOG 产生的措施并进行有效管理, 这对船舶行业的节能和长远发展都具有长远的战略意义。

1 LNG 运输船 BOG 产生原因分析

1.1 LNG 运输船运行中

LNG 运输船在进行 LNG 加注和海上运输时, 因为与海上环境有温差导致环境不断漏热。再者就是在海上运输途中船舶不断的晃荡都会引发 LNG 储罐内有部分 LNG 蒸发, 从而 BOG 增加^[2]。

1.2 LNG 船空间结构布局设计和真空设备缺陷



图 1 LNG 运输船

如图 1 中 LNG 运输船甲板上和储罐上空间管网布局中在管道各段间设有很多弯头, 这些弯头都会增大 LNG 在管道内的摩擦阻力并且会导致局部损失和产生热

量, 由此会导致 LNG 管道内的 LNG 发生气化从而管道内产生大量 BOG。LNG 运输船上有大量的弯管和 U 型管、阀门数量较多, 在长时间暴露在外界环境下也都会导致 BOG 产生量增加。

在 LNG 运输船上 LNG 储罐和 LNG 低温泵池都采用低温绝热材料, 但受我国现有技术影响下这些材料在与外界环境发生接触时会不可避免的发生热量传递, 导致 LNG 周围环境有热量产生, 这些都会导致 BOG 的产生^[3]。这主要是因为这些绝热材料难以保证 LNG 周围环境达到绝对的真空绝热。在光照、温度、海水腐蚀以及 LNG 储罐本身质量等因素下都会导致 LNG 周围环境气压不稳定和不断进行热交换从而 LNG 运输船储罐内真空度迅速下降并产生 BOG 闪蒸气。

1.3 LNG 船在工作人员作业和过驳作业中

LNG 船上工作人员在执行加注、卸货、设备运行、装卸作业等操作环节, 其操作的规范性、熟练度也将影响船舶上的 BOG 产生量。

LNG 船在进行船对船过驳作业中导致产生 BOG 闪蒸气主要是因为 LNG 卸载泵热输入和 LNG 软管热输入以及 LNG 船的舱壁在冷却过程中会向 LNG 传入一定的热量, 所以导致产生 BOG 闪蒸气。

2 相关控制措施及建议

2.1 应用软件模拟 BOG 处理工况

因为 LNG 运输船在海上运行过程中所遇环境复杂多变, LNG 船上材料和液化工艺要求严格, 现如今又发展出很多的天然气液化的技术^[4]。可以利用化工流程模拟软件 AspenHYSYS 对整个 BOG 处理流程和采用进行模拟, 根据图 2 中船用 BOG 再液化的各种工艺类型和

顺序进行不同工况下的模拟，从中分析并找出最好的节能工况。

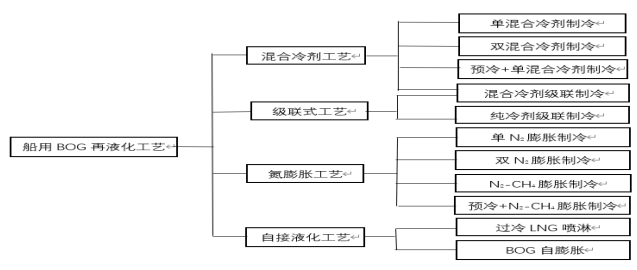


图 2 船用 BOG 再液化工艺分类

2.2 深化 LNG 船的空间布局设计方案

深入进行 LNG 运输船空间的布局设计优化。为减少 LNG 在管道的局部损失和沿程损失，本文建议应尽量减少 LNG 船上的 U 型管和弯管、阀门的使用。为减少 LNG 管网中的压力损失、在设计时应适量增大进液管道、回气管线的坡度，这样处理主要目的是减少管道摩擦阻力，同时需要尽可能选用曲率半径大的弯头^[5]。

2.3 规范人员作业

定期对工作人员进行关于在 LNG 船进行加注、维护、运输时操作的培训，当进行人员操作时，要有人进行监督，以增强工作人员的熟练度和规范性，进一步减少 BOG 产生量。此外，在 LNG 船对船过驳作业中，工作人员应对装卸载船舶容量、装载压力及装载速率做出适当的调整以减少 LNG 船对驳作业中 BOG 的产生。

3 结语与展望

在中国“双碳”背景下怎样减少 LNG 运输船 BOG 闪蒸气的产生对节能和环保具有重大意义。通过本文措施为基础调整 BOG 再液化工艺流程、优化 LNG 运输船管道设计、优化人员管理方案等措施减少 BOG 产生量，为 LNG 运输船运行效益与节能提供保障。本文主要介绍了 LNG 运输船 BOG 产生原因，提出了降低 BOG 产生量的建议和措施，使得船舶 BOG 再液化工艺的能效与液化能力得到了进一步的提升，如何将船舶液化工艺与其它液化工艺的的优点相结合是实现未来船舶 BOG 再液化能力突破的重要途径。

参考文献：

[1] International Energy Outlook 2020. U.S. Energy Information Administration, 2020.

[2] 刘浩, 金国强. LNG 接收站 BOG 气体处理工艺 [J]. 化工设计, 2006(01):13-16.

[3] 邱林, 李品友. 液化天然气船 BOG 再液化处理的初步探讨 [J]. 南通航运职业技术学院学报, 2003(04):23-25.

[4] 沈九兵, 严思远, 李志超, 等. 船用 BOG 再液化工艺对比分析 [J]. 天然气化工 (C1 化学与化工), 2021, 46(01):16-21.

[5] 任金平, 于春柳, 任永平, 等. LNG 加气站 BOG 产生分析及处理 [J]. 天然气技术与经济, 2018, 12(04):56-58.

