

BANSIGHT

10号刊//2024年5月

替代燃料 - 液化天然气

航运业在力求脱碳与实现净零排放目标时,面临到前所未有的挑战。

航运脱碳不仅是环保的当务之急,同时也是新兴的创新领域,反映该产业转为使用替代燃料的趋势。



本期的合作伙伴

Waves Group是一家具有全球影响力的独立海事与离岸设备顾问公司,提供关键性建议、分析与数据,为航运与离岸能源产业提供支持,提高作业信心度以及成果的确性。

Waves Group的全球应变小组全年无休协助客户应对计划方案与各种意外状况,凭借多年营运所累积的经验,我们提供基于详细技术分析和数据的实用建议,减少不确定性并有效解决问题。

本公司的专业团队包括了船长、轮机工程师、造船工程师以及海事土木工程师,在火灾、海上打捞作业、离岸能源、起重机、替代燃料以及海事数据搜集与分析领域提供专业的服务。从项目建立、竣工乃至竣工以后,我们都能针对海上事故、纠纷、港口营运、离岸能源基础设施兴建和退役方面提供客户支持。

本公司在伦敦、南安普敦、新加坡、休斯敦以及鹿特丹均设有办事处,能够确保我们提供最迅捷高效的全球服务。

液化天然气(LNG)在目前的过渡性燃料中占有领先地位,但诸如甲醇与氢气等几种有潜力的零排放燃料也正在崛起中,目前仍无法确定未来哪一种会是首选的替代燃料,也可能同时需要多种替代燃料以满足未来所需。

作为决策的一部分,船东在选择替代燃料时应尽责查证,包括全面的风险识别与评估。评估过程中应包含数个利害关系人,例如:引擎制造商、燃料供货商、船级社、船体保险公司与船旗国。

应纳入考虑的因素包括:

1. 对于船上引擎的影响及适用性

应咨询引擎制造商以确认船上现有引擎是否适用所选用之替代燃料,或需要额外进行改装。

2. 燃料管理

相较于化石燃料,在处理替代燃料时将可能产生不同的危险,因此必须对船员进行适当的培训,以确保他们能妥善处理替代燃料。

3. 健康、安全与环境(HSE)

尽管替代燃料可能对环境带来显而易见的效益,但伴随而来的可能是安全风险的升高。因此,任何替代燃料的使用都应先对其HSE风险进行全面评估,并以此作为船上处置该燃料的安全措施制定基础。

4. 品质

由于目前缺乏国际标准化,船东应制定清晰且详细的燃料规格要求,以确保交付的是合适的燃料。

Britannia的损害防阻部门与Waves Group合作,针对广受讨论的替代燃料提供实用的建议,例如:生质燃料、液化天然气、甲醇、氨以及氢气。对于每一种替代燃料的审视,将着重于储存、处理、燃料加注、安全与紧急处置措施。

本指引将重点讨论液化天然气(LNG)。液化天然气多年来一直做为被运送之货物,同时也是运送船舶直接使用的燃料。然而,本文仅探讨以液化天然气作为燃料的船舶。由于其环保效益、可用性提升,以及作为可靠之船用燃料的成熟技术,对于各种船舶类型而言,液化天然气也成为备受欢迎的传统化石燃料替代品。液化天然气是一种化石燃料,可能不符合未来在净零碳排上的要求和期待。因此,液化天然气通常被视为在其他净零碳排替代燃更为普及之前的过渡方案。

就法律框架而言,液化天然气燃料将受到《国际船舶使用气体或其他低闪点燃料安全章程》(IGF)的规范,特别是有关燃料加注、储存和船上处理方面。



储存

做为燃料使用的液化天然气主要采用两种不同的储槽：「C」型加压槽和薄膜式储槽。C型加压槽是透过压力来储存液化天然气，通常装设在船舶甲板，而且占用大量的空间。薄膜式储槽则通常设置于船体内部，仅依靠隔热材料，将液化天然气的温度维持在沸点以下。

由于液化天然气不易于低温条件下保存于储槽内，最终可能因出现某种形式的热能传输，而造成液化天然气沸腾。这种在热能传输可能来自于船舶航行使货物受到扰动，或是来自储槽周围环境的热传导，导致液化燃料转变成气态，致使储槽内部的压力增加。若无法维持储槽的正确压力，将导致燃料从释压阀意外泄漏。这不仅浪费燃料并对环境造成破坏，同时有发生释压阀在释放过高压力后无法再度密封的风险，并可能造成整座储槽泄漏。为防范这种情况发生，操作员应慎重考虑：

1. 使用热成像摄影机找出冷区，确保储槽之热层和低温管路状态良好，避免热能传输储槽，并在储槽/管路出现升温状况时，修任何损坏的隔热层。
2. 监控储槽的压力，储槽压力越高，液化天然的温度就越高，通过定期消耗液化天然气以将储槽维持在低压和低温条件。然而，若船人在液态燃料价格低于液化天然气时寻求降低燃料成本，这可能会在双燃料船舶上起船东与租船人间的问题。燃烧较为便宜液态燃料，而不消耗任何液化天然气，这会致液化天然气储槽的压力(和温度)攀升。果佣船人要求燃烧液态燃料，应该了解船有必要消耗液化天然气，才能维持储槽温和压力。

燃料加注

液化天然气的固有属性和低温特质，与传统燃料截然不同，因此，在加注过程中转移液化天然气，存在着安全隐忧，也因此产生了需要减缓的风险。

为了因应这些新的风险和危害，需要谨慎规划并且进行兼容性研究。不论液化天然气是从船舶至船舶、岸上至船舶、还是卡车至船舶传输，都需要针对各种燃料加注情境，规划具体的作业流程，此外，为确保作业顺利进行，亦需要实施兼容性评估。透过这些可靠的研究和流程，可以确保在发生液化天然气可能泄漏或爆开事件时，使储槽传输系统能够恢复到安全的状态，并停止液化天然气流动。为此，请务必：

1. 在船舶设计时间即应确定船上储槽的加注情况了解储槽的燃料装载量和装载速度限制，以及合该作业的传输系统。
2. 船上储槽可接收的最大流量以12 m/s为限。
3. 若发生紧急关闭(ESD)事件时，应考虑压力骤增的可能性。
4. 测漏装置可以提供适当的侦测范围，迅速找出泄漏处。
5. 选用具额定安全完整性等级(SIL)的储槽传输设备，确保设备不会「需求时失效」。
6. 安排船上人员进行安全流程训练，确保所有人知道危险区位置，而且不得在燃料加注区域火，以免酿成风险。
7. 使用邻近设置的水雾幕，能确保任何少量泄漏液化天然气都能迅速蒸发，而且储槽结构体与温液体「隔离」。
8. 船舶间的燃料加注作业结束后，仍应持续监控且留意船舶的系泊状况，以降低爆开的风险。道步骤通常是兼容性评鉴的其中一环，但操作员仍需谨慎留意，以防止液化天然气泄露而可能需要紧急关闭的情况。
9. 在操作之前，先进行ESD系统测试。
10. 在燃料加注作业期间，判定是否允许同步操作(SIMOPS)。

处理

由于液化天然气的低温特性及在大气条件下的表现,需要将其保存在密闭系统,并运用与ESD系统相连接的气体侦测系统进行监控以防止泄漏。若因燃料加注、保养或维修之故,需要破坏密闭系统或任何液化天然气管路,务必先使用惰性气体针对系统进行排气,这是因为惰性气体在低温条件下不会液化或冻结。因此,氮气在此处是首选的气体。再者,当开启系统进行保养作业时,必须在注入液化天然气之前进行干燥、排气与惰性处理。

安全

由于液化天然气具有低温特性,一旦与空气、地面或水接触便会开始蒸发。因此,若发生泄漏的情况,液化天然气对于环境的长期影响会较少。然而,液化天然气会形成气体云,并随着气体升温而逐渐散开,这种气体云,取决于蒸发速率,起初可能是冷气体。由于冷气体的密度大于空气,因此冷气体会滞留在甲板附近,造成人员受伤或接触到着火源的可能性升高。低温液化天然气可能导致人员受到冷烧伤。处理液化天然气的所有人员必须了解这种危险,我们建议公司备妥急救程序,以因应人员不慎暴露于液化天然气中。

紧急应变

虽然已备有多道措施以防范事故和事件的发生,但紧急事件可能在任何时间及任何情况下发生。唯有在先行规划和备妥实用程序,且相关人员已通过训练和定期演习熟悉这些程序的情况下,才可能有效因应紧急事件的发生。

实施紧急应变措施时,应包括下列计划目标:

- 抢救及治疗受伤人员
- 维护他人安全
- 尽可能减少财产和环境受到的损害
- 掌握整个事件

对于液化天然气的具体使用,务必针对不同情境备妥因应程序和训练,包括:

- 来往船舶发生冲突和撞击(碰撞)
- 液化天然气释出
- 排气
- 火灾
- 传输期间泄漏

用于处理液化天然气火灾的主要灭火材料为水、干粉、泡沫和惰性气体系统。如果无法有效控制气体的泄漏,则扑灭气体火灾可能会造成其他的危害。因此,只有止住泄漏来源,才能有效防止可能形成爆炸性环境的气体继续堆积。



水

随手可得的水, 对于暴露于辐射或直接受火焰冲击的表面来说, 是极好的冷却剂。此外, 水可采喷雾形式辐射屏蔽以保护消防人员。切勿将水用于燃烧中的液化气体池, 因为这会导致液体更快速蒸发而提高燃烧速度。水最适用于下列情况:

- 扑灭喷射燃烧的气体, 但这并非是理想的
- 在燃烧前, 使用水炮驱散蒸气云
- 在燃烧前, 用水保护甲板以免受到低温泄漏的影响
- 在燃烧后, 使用水炮保护起火点附近的钢制结构和管路
- 协助扑灭二次火灾 (这需要良好的协调, 因为高通量水炮若定位错误, 可能伤及船上的船员)

化学干粉

化学干粉是透过在燃烧过程中吸收自由基来灭火, 但不具冷却效果, 这意味着气体可能在接触周围的高热表面时, 有可能再度燃烧。使用化学干粉灭火前, 应先用水冷却高热区域, 以防止此类风险发生。化学干粉绝不能与喷洒的水混合使用。

化学干粉最适用的情况:

- 扑灭喷流火焰
- 扑灭通风管桅火灾
- 扑灭甲板火灾

泡沫

发生池火时 (液化天然气池起火), 使用高膨胀性泡沫可抑制热辐射, 并降低蒸发速率, 然而, 泡沫至少要累积至一到两公尺的深度才能发挥作用, 因此只适用于封闭区域或围堤区域。泡沫最适用的情况如下:

- 适用于最高两公尺的围堤式液化天然气池火灾
- 适用于液化天然气池以提高蒸发速率, 并驱散蒸气云

惰性气体系统

在船上使用氮气或二氧化碳, 可将氧气稀释至无法助长火势的浓度, 对于扑灭封闭空间火灾最为有效。惰性气体系统最适合用于:

- 封闭空间, 只要有足够高的惰性气体流速, 该空间随即能惰性化
- 通风管桅和竖管火灾

惰性气体释放至封闭空间之边界时, 需要采取冷却措施, 确保在氧气重新进入该空间时, 不会再度起火。

有关替代燃料相关风险的进一步考虑因素, 可参阅我们的[脱碳指南](#)。

更多信息

欲取得任何进一步信息, 可联络损害防阻部门。

免责声明

本损害防阻见解报告系由BRITANNIA STEAM SHIP INSURANCE ASSOCIATION EUROPE出版。截至出版日期为止所收录的内容据信正确无误, 但本协会对于信息的完整性或正确性不承担任何责任。本出版品内容不视为法律建议, 会员可随时联络本协会, 针对特定事项寻求专业建议。