

BANSIGHT

第11号 // 公元2024年7月

替代燃料—氨

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。



本期刊的合作伙伴

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、分析和数据，为航运和离岸能源产业提供支持，提高作业信心度以及成果的确 定性。

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之基础。

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。

本指引将着重于无水氨(本文件后续内容将简称为「氨」),无水系指含水量可忽略不计或为零。这种燃料来源的显著优势在于燃烧期间不会产生二氧化碳(引燃燃料而产生的任何二氧化碳除外),使其成为实现更环保的海事作业过程中的关键角色。此外,氨的丰富供应量以及现有工业化基础设施,使其成为业界广为采用的可行选择。然而,使用氨也并非安全无虞。氨的高毒性会造成严重的健康与安全风险,而且生产过程会消耗大量的能源,若不采取永续管理,可能会与以达成的部分环境效益相抵。不仅如此,氨的腐蚀性和储存要求可能导致船舶之设计和基础设施面临到相当的挑战。

就法律框架层面而言,以氨为燃料可以参照《国际船舶使用气体或其他低闪点燃料安全章程》(IGF)之指引,特别是有关燃料加注、储存和船上处理方面。目前相关组织亦着手修订《国际船舶载运散装液化气体构造与设备章程》(IGC章程),以利氨货物作为燃料使用。

储存

以氨为燃料的船舶，通常会使用A型（非加压）或C型（加压）燃料舱。

若使用A型燃料舱，船舶必须配备再液化系统以控制蒸发气(BOG)，使其还原至液体以流回储存舱。氨在大气压力下的沸点为 -33°C 。另外，还可以使用船舶引擎、辅助引擎和锅炉进行蒸发气之管理。即使船舶处于停航状态，亦须进行蒸发气管理，因此设计上必须能够处理仅使用辅助引擎/锅炉时预期会出现的蒸发状况。

C型燃料舱采取压力容器设计，设计压力最高可达18巴，相当于 45°C 时氨的蒸气压。

这两种储存舱的制造材质必须能够承受低温 -33°C 的氨，且须事先规划以利储存舱进行清洗和排放。储存舱在注入液态氨之前必须进行惰化，并审慎选择燃料舱的位置，如果是C型燃料舱，可安排放置在露天甲板上。采取C型设计的独立燃料舱，亦可放置在燃料舱连接空间(TCS)，并由此处经由合格的软管与船舶管路系统连接。

由于能量密度不到传统燃料的一半，因此需要更大体积的燃料储存舱，才能提供同等的燃料耐久性。

燃料加注

以氨为燃料的船舶受制于IGF章程规范，因此氨的加注过程必须受到严格管制。管理加注燃料产生的蒸发气时，可能需要使用第二条连接软管（即蒸气回流管），方可将蒸发气送回给燃料供货商。

已知氨具有高毒性，负责供气软管连接/断开的作业人员，应穿戴正确的个人防护装备。其他需要考虑的要点如下：

1. 与燃料供货商密切合作，每一次的燃油加注作业都应单独规划，包括：
 - a. 进行综合性风险评估
 - b. 进行兼容性评估
 - c. 制定共同作业计划
 - d. 针对其他同步作业(SIMOP)制定计划和风险评估
 - e. 确立沟通管道
2. 在船舶上安装紧急关断系统(ESD)，并在燃料加注作业期间，联机至燃油加注源头的ESD系统
3. 在燃料加注软管完成连接后，以及开始氨的转移作业前，先测试ESD系统
4. 在燃料加注源头安装过滤器/过滤网，以防止异物进入
5. 在开始加注燃料前，以氮气清洗软管，确保其低于氨的爆炸下限(LEL)
6. 在开始转移氨之前，用氮气对歧管连接处进行压力测试，以确认没有泄漏
7. 与燃料供货商确认最大转移速率
8. 持续监控燃料舱的液位和压力，并将燃料舱释压阀的功率列入考虑
9. 在完成燃料加注作业并断开连接之前，排空并清洗燃料加注软管和管路
10. 在整个燃料转移期间，持续监控船舶的系泊，避免出现脱缆情况
11. 若船舶与燃料加注源头分离(脱离)，使用干式拉断式接头/自封式快速释放装置，以停止氨转移作业，并断开加注软管
12. 住舱区域应保持正压，以防止有毒氨气进入



加注站亦应装设下列设备：

- a. 在加气歧管上的所有可能泄漏点，装设适当的机械屏蔽物，包括加注连接处的临时机械屏蔽物
- b. 自动关闭加注阀的测漏系统
- c. 位于加注歧管上方装设喷水系统，可减少加注站的有毒蒸气
- d. 若采用封闭式加注站，需要安装适当的通风及气体侦测系统
- e. 在燃料舱连接处下方安装盛漏盘，用于收集任何泄漏物，并防止水/氨溢出船外

处理

为防止有毒蒸气进入船上人员的活动区域，氨燃料管路应采用双层管路设计。至于燃料舱连接空间和燃料准备室等区域，由于装有正确的通风和气体侦测系统，可能不需要用到双层管路。双层管路内部的环形空间应采机械方式通风，将气体排放至露天安全区域，通常是船舶的通风桅杆。机舱内部的管道必须采用双层设计。在选择燃料管路和次级管层的材质时，务必确保耐腐蚀性和耐低温性。为避免燃料系统不必要的氨排放，系统设计之运行压力最低应为18巴。此压力相当于45 °C时的氨蒸气压，这是国际船级联合会规定的温度范围内最高的温度，燃料系统的所有机器应按此温度范围进行设计。

船舶应尽可能减少人员逗留于氨设备装载区域的时间，并严格控管人员进出这些空间。

燃料系统的设计必须考虑到能够充分清洗、证明确实洁净且隔离所有零件，以便人员进行侵入性维护作业。

内燃机燃烧氨气可能会产生氮氧化物(NOx)，包括二氧化氮(N₂O)，这是一种强效温室气体。选择性触媒还原技术虽然能处理氮氧化物的问题，但氨若要成为切实可行的零碳排燃料，引擎制造商必须找出二氧化氮问题的解决方案。

安全

氨的安全问题主要在于燃料的毒性。氨是有毒物质，法令明确规范人体接触氨的上限值。职业安全与卫生协会将此上限值设定为25至50 ppm，因为达到此数值会产生容易察觉的气味，而浓度若超过300 ppm将会带来危险的后果。氨具有吸湿性，这意味着它会从最近的水源(包括人体)中吸取水分。这使得眼睛、肺部和皮肤等部位因其本身所具之湿度而最容易受到伤害。一旦氨溶入人体组织，会造成腐蚀性灼伤。另一项疑虑是，液态氨的沸点很低，接触到皮肤时会造成灼伤。

若不慎接触到氨，必须使用紧急淋浴设备和洗眼台进行冲洗。

从安全角度而言，相较于将氨保留在船舶上，将溢出的氨排出船外，并在水下排放氨蒸气是比较好的作法。然而，一般认为氨对水中生物有毒害，将氨排放至海中会对环境造成影响，因此，预期船舶将需要配有一个盛漏盘和独立储存舱，以便盛装氨混合水。

氨在空气中的可燃性范围为体积15%至28%，在露天场所不容易燃烧，通常需要明火辅助方可维持燃烧。氨可能在密闭空间内形成爆炸风险，但应注意的是，油污可能提高氨蒸气的易燃性。因此，没必要将露天甲板指定为危险区域。置于密闭空间的电气设备应取得一区作业验证。



紧急应变

氨气虽然不易燃,但若与空气相混合,并达到一定浓度且引燃后,可能会爆炸。点燃氨气需要大量密集的能量。

因氨引发的火灾有多种扑灭方法。由于液态氨的温度极低,直接对着火场喷水,会导致快速蒸发,反而使火势变得更危险。至于小型火灾,建议使用干性化学品或二氧化碳扑灭。如果火势庞大,最好采喷水、水雾或适当泡沫进行灭火。

紧急应变计划需要考虑下列情境:

- **起火**
- **在密闭空间泄漏**
- **大范围泄漏及人员暴露风险** - 采取之措施包括通风和隔离火源,以防止气体云形成。
- **急救** - 如果因不慎接触而吸入、摄入和皮肤吸收燃料毒性时。

此外,掌握完备且经验丰富的专业人力资源在紧急情况下将非常宝贵,特别是在时间紧迫的情况下。

更多信息

如需替代燃料相关风险的进一步考虑因素,请参
阅我们的[脱碳指南](#)。

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。

