ICS 03.220.40
CCS R22

团　　体　　标　　准

T/CIN XXX—XXX

船舶氨燃料供应系统及运输安全操作要求 第3部分 液氨与LPG货物切换

Guidelines for the Safe Operation of Shipboard Ammonia Fuel Supply Systems and Ammonia Transportation Part 3: Cargo Switching between Liquid Ammonia and LPG

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXX-XX-XX 发布　　XXX-XX-XX 实施

中国航海学会　　发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　基本要求 1
5　操作程序 2
6　安全控制 4
7　环境保护 4
8　记录与报告 4
附录 A（资料性）　液氨/LPG 切换操作流程图 5

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：中远海运能源运输股份有限公司、大连中远海运能源供应链有限公司、中远海运重工股份有限公司、中远海运航运先进技术研究院、交通运输部科学研究院。

本文件主要起草人：尹相涵、耿佳东、陈超、李彦璋、赵子聪、李庆和、王楠、朱剑锐、宋月胜、郭芳泽、曹凯、熊云霞、李娟、赵书毅、田策。

船舶氨燃料供应系统及运输安全操作要求 第3部分：液氨与LPG货物切换

1 范围

本文件规定了液氨与液化石油气（LPG）货物切换的基本要求、操作程序、安全控制、环境保护、记录与报告等要求。

本文件适用于从事液氨和LPG运输的船舶，包括沿海及远洋运输船舶。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液氨 liquid ammonia

在常压下沸点为-33℃的无色液体，具有强烈的刺激性气味、剧毒性和腐蚀性。

3.2

液化石油气 liquefied petroleum gas(LPG)

通常为液化丙烷和丁烷等的混合物，具有高易燃性。

3.3

加热蒸发 warm up

货物压缩机产生的热气体通过液货管线提供热量，以蒸发掉残余的液体，将整个货舱结构加热到环境温度条件，为惰性气体（氮气）进入做好准备。

3.4

惰化 inert

向货舱内引入氮气（或惰气），将氧气含量降低到爆炸下限以下，以确保货舱内处于非易燃状态的操作过程。

3.5

纯化 gas up

在装载新货物前，向货舱内充入纯净的新气态货物，以清除货舱内的不可冷凝气体，并使货舱气体环境达到装载要求的操作过程。

3.6

冷舱 cool down

通过缓慢冷却货舱，使其温度接近预（期）装货物的温度，以减少热应力和装载过程中货舱压力过高风险的操作过程。

4 基本要求

4.1 船舶资质

4.1.1 船舶必须持有有效的船级社认证证书，符合国际海事组织及其他相关国际和国内法规对液化气体运输船舶的要求。
4.1.2 船舶应具备多货品兼容设计，货舱及货物系统需通过船级社对液氨和 LPG 运输的兼容性验证，确保货舱材料能够耐受液氨和 LPG 的物理和化学特性。
4.1.3 船舶需配备符合要求的惰性气体系统、货物压缩机、加热盘管（建议配备，非强制）、喷淋管线、气体检测设备等，并定期进行维护和校验，确保其正常运行。

4.2 人员资质

4.2.1 操作人员须持有海事局签发的液化气操作证书，且每年完成至少 8 小时专项培训。
4.2.2 负责货舱置换操作的人员需具备丰富的实操经验，熟悉船舶货物系统的结构和操作，能够正确处理操作过程中可能出现的异常情况。
4.2.3 船上应配备经过培训的应急救援人员，掌握氨气泄漏、中毒等应急处置方法，并定期进行应急演练。
4.2.4 船长、大副需具备液氨/LPG 运输管理经验，并通过海事局组织的应急处置考核。

4.3 设备设施

4.3.1 货舱应具备良好的密封性和隔热性能（全压型货舱可不隔热），内壁需采用耐腐蚀材料或涂层。货舱应配备液位监测、压力监测、温度监测等装置。
4.3.2 阀门和管道应选用耐液氨和 LPG 腐蚀的材料。管道系统应具备良好的耐压性和密封性，设置必要的截止阀、止回阀、安全阀等，以控制货物的流动和压力。
4.3.3 配备加热盘管、货物压缩机等加热设备，同时配备冷却装置，满足货舱温度控制的要求。
4.3.4 配备个人防护装备，包括防毒面具、滤毒罐、自给式呼吸器或正压式呼吸器、耐化学腐蚀的防护服、耐腐蚀的防护手套、防护眼镜或面罩、安全鞋等，性能符合相关标准要求。

5 操作程序

液氨/LPG切换操作流程图见附录A图A.1，包括下列具体步骤。

5.1 切换前准备

5.1.1 准备好操作记录表格，用于记录操作过程中的各项数据（如温度、压力、气体浓度、操作时间等）。
5.1.2 对货舱、阀门、管道、加热和冷却设备、气体检测设备、个人防护装备等进行全面检查，确保其处于良好的工作状态。
5.1.3 与码头操作人员确认岸上提供的气体返回设施、液体或气体供应情况、冷却剂的供应和处理方式等，确保操作过程中与岸上的协调配合。

5.2 货物系统隔离

5.2.1 关闭货舱与外界连接的所有阀门，包括液相阀、气相阀、增压阀等，确保货舱与其他货舱、管道系统及岸上设施完全隔离。
5.2.2 对于与货舱相连的管道，可采用盲板或其他可靠的隔离措施进行隔离，确保管道内的残留货物不会进入货舱。同时，对隔离后的管道进行压力测试，检查隔离的可靠性。
5.2.3 将货物压缩机、再液化装置等设备与货舱断开连接，关闭设备的进出口阀门，并进行必要的固定和防护。

5.3 货物置换

5.3.1 液货卸空

记录卸货过程中的泵排压、电流表安培数、液位变化等数据，确保残留液体被彻底清除。

5.3.2 加热蒸发

5.3.2.1 当货舱温度较低时，启动货物压缩机，将加热后的货物气体循环至舱底后部货泵吸口附近，旧货物蒸汽经蒸汽吸入管线抽出，压缩加热后通过压缩机排气管线返回货舱底部，直至货舱内无液体且温度达到接近环境温度。

5.3.2.2 若旧货物为液氨，惰化前需用空气置换掉氨气,使用干燥无油空气从货舱底部注入，顶部排出氨气，排出的氨气应通过船舶废气处理系统进行处理，达标后排放，不得直接排入大气。未配备此类废气处理系统的船舶需要在具有回收处理或火炬燃烧的码头进行回收。同时应满足以下要求：

——氨气含量测量后应低于 30ppm;

——氧气浓度应稳定在 21%，确保货舱内氨气被充分稀释置换；

——全舱保持连续通风，置换通风量不少于 3 倍货仓容积气体量，并在货舱上中下不同位置多次取样检测，确保全系统达标；

——记录空气置换过程中的空气露点温度、可燃气体、氨气浓度变化等数据。

5.3.3 惰化

5.3.3.1 以低流速从货舱底部引入氮气，纯度≥99.9%，露点温度≤-33℃。将氧气含量降低至近 0.1%以下，可燃气体控制在爆炸下限 1%以下。

5.3.3.2 当各货舱、所有装卸货用的气相管线、液相管线、增压泵、加热器管线、货物压缩机以及相关储罐中的旧货物可燃气体含量小于爆炸下限的 1%时，可停止操作。为确保货舱内不留残余，应将货舱关闭一段时间（至少 1-2 小时），并再次测量氧气和碳氢化合物含量。若仍达到可燃极限，则停止通风；否则继续通风，直至数值低于爆炸下限的 1%，作业结束。记录惰化过程中的氮气用量、氧气浓度变化等数据。

5.3.3.3 保压测试，保持 0.25bar 维持 60 分钟，压降小于等于 0.02bar。

5.3.3.4 若新货物为液氨，需在完成惰化后进行除气，使用干燥无油空气从顶部注入、底部排气，清除氮气。操作步骤如下：

——将储罐串联连接，确保气体流动均匀，通过干燥空气稀释惰性气体，直至氧气浓度稳定在 21%，且通过气体检测仪确认储罐内 CO 浓度完全消除；

——操作过程中需全程使用干燥无油空气，防止水蒸气进入储罐导致腐蚀或杂质污染。在储罐不同位置多次取样检测，确保全系统达标。记录除气过程中的露点温度、气体浓度变化等数据。

5.3.4 纯化

引入纯净新货物气体，排出氮气或空气，实时测量记录新货物气体浓度、露点温度。

5.3.5 冷舱

5.3.5.1 冷却速率通常约为每小时 10℃，以尽量减少热应力。货舱温度应尽可能接近预期货物的温度。

5.3.5.2 当第一个货舱开始充气时，从岸上获取冷却剂，通过集液井填充货舱。在装载冷却剂时，将货物分流到喷淋管线，保持喷淋管线至少 2bar 的压力，以获得良好的喷淋效果。

5.3.5.3 以最低速率开始装载，检查管汇处液体的压力和温度、货舱内的温度，启动压缩机将气体重新液化，降低货舱压力并辅助冷却。

5.3.5.4 正常情况下，冷却操作不在码头旁进行，一旦货舱有足够冷却剂，船舶前往其他位置完成冷却过程。完成冷却后，核实码头对货舱温度和压力的具体要求，若码头无要求，货舱温度应接近-33℃，压力应为 50-70Mb(毫巴)。

5.3.5.5 记录冷舱过程中的温度、压力变化等数据。

5.4 应急切断

5.4.1 在货物切换操作过程中，如发生货舱泄漏、设备故障、人员中毒、火灾爆炸等，应立即启动应急中断程序。

5.4.2 迅速关闭所有相关阀门，停止货舱的加热、冷却、充气、排气等操作，切断货物和气体的流动。

5.4.3 立即通知所有操作人员撤离操作区域，到指定的安全集合点集合。

5.4.4 向船舶驾驶室、码头管理人员及相关应急救援部门报警，说明紧急情况的性质、位置、严重程度等信息，请求救援。

5.4.5 根据紧急情况的类型，采取相应的应急处置措施。如发生氨气泄漏，应立即开启喷淋系统稀释

氨气，使用沙袋等封堵泄漏源，防止氨气扩散；如发生火灾，应使用灭火器、消防水等进行灭火；如有人中毒，应立即将中毒人员转移至通风良好的安全区域，进行急救处理，并尽快送往医院。
5.4.6 在应急处置完成后，对船舶设备、货舱状态等进行全面检查和评估，确认安全后方可重新开始货物切换操作。

6 安全控制

6.1 气体检测

6.1.1 在货物切换操作的各个阶段，需定期进行可燃气体检测，检测频率应根据操作步骤和风险程度确定：在惰化过程中，每小时检测一次氧气浓度和可燃气体浓度；在除气过程中，每 1 小时检测一次氧气浓度、一氧化碳浓度和氨气浓度；在装载液氨前，再次检测货舱内的气体浓度，确保符合要求。
6.1.2 可燃气体检测的阈值应符合以下要求：
——装载液化气标准：惰化后氧气浓度体积比小于 2%，可燃气体浓度低于爆炸下限的 10%；
——装载液氨标准：惰化后氧气浓度体积比小于 0.2%，可燃气体浓度低于爆炸下限的 1%；
——除气后氧气浓度稳定在 21%，一氧化碳浓度为零，氨气浓度低于应低于 30ppm。
6.1.3 记录每次检测的时间、位置、气体浓度等数据，如检测结果不符合要求，应立即停止操作，查找原因并采取相应的处理措施，直至检测结果合格为止。

6.2 个人防护

6.2.1 操作人员在进行货物切换操作时，必须正确穿戴个人防护装备。在惰化、除气、纯化、冷舱等操作过程中，需佩戴防毒面具或滤毒罐；在可能接触到液体氨或 LPG 的情况下，需穿戴耐化学腐蚀的防护服、橡胶或氯丁手套、防护眼镜或面罩等。
6.2.2 自给式呼吸器（SCBA）或正压式呼吸器应放置在操作现场附近的安全位置，以便在发生紧急情况时迅速取用。
6.2.3 操作现场应配备安全淋浴及洗眼器，以便在人员接触到有害液体或气体时及时进行冲洗处理。

7 环境保护

7.1 排放控制

7.1.1 惰化过程中排出的氮气和除气过程中排出的混合气体，需通过船舶的废气处理装置（如有）进行处理将其中的可燃气体和有害气体处理达标后再排放。
7.1.2 禁止在码头旁排放未经处理的烃类气体和其他有害气体，确需排放时，需提前与码头管理人员沟通，按照码头的规定和要求进行排放。
7.1.3 记录废气处理的过程和排放数据，确保符合国家和地方的环保法规要求。

7.2 残留处理

7.2.1 物切换操作过程中产生的残留物，按照危险废物进行处理，不得随意倾倒或排放。
7.2.2 货舱清洗液应收集到专用的储罐中，由具备资质的处理单位进行处理；残留的 LPG 和液氨液体应通过回收装置进行回收，无法回收的应按照相关法规要求进行处理；气体处理过程中产生的废液和废渣，需分类收集并交由专业的环保处理机构进行处置。
7.2.3 记录残留物的种类、数量、处理方式和处理单位等信息，确保残留物的处理符合环保要求。

8 记录与报告

8.1 操作日志

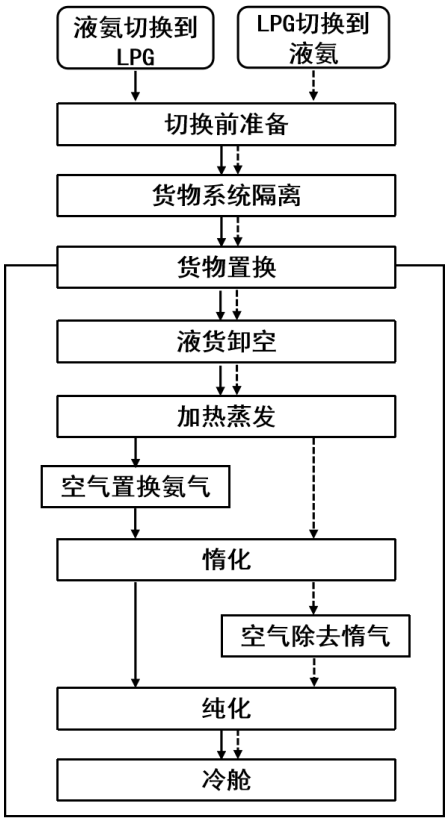
8.1.1 记录置换时间、压力曲线、检测数据及责任人签字，日志保存期 10 年及以上。
8.1.2 电子日志需采用区块链技术防篡改，并同步至船公司数据中心。

8.2 事故报告

泄漏/火灾事件需立即向海事部门进行报告，并在24小时内向海事部门提交分析报告，包括根本原因、纠正措施及预防方案。

附 录 A
（资料性）
液氨/LPG 切换操作流程图

A.1 液氨/LPG 切换操作流程图如图 A.1 所示。



图A.1 液氨/LPG 切换操作流程图

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国交通运输部令2024年第14号《船舶载运危险货物安全监督管理规定》
[2] 中国船级社 《船舶应用氨燃料指南》
[3] 国际海事组织 《国际散装运输液化气体船舶构造和设备规则》（IGC规则）
[4] 国际海事组织 《国际散装运输危险化学品船舶构造与设备规则》（IBC规则）
[5] 《液化气/液氨货物操作手册》