

LNG 船舶岸基加注风险防控要点

王晓晶

中国石化燃料油销售有限公司山东分公司

【摘要】LNG船舶岸基加注是保障LNG运输船正常运营的关键环节，涉及多个潜在风险，如设备故障、操作失误和环境因素等。本文分析了LNG船舶岸基加注过程中的风险来源与影响因素，探讨了有效的风险防控技术与管理措施，重点介绍了自动化控制系统、远程监控、火灾防控等技术手段。通过对操作规范与应急响应的严格要求，减少加注过程中的安全隐患。最后，本文展望了LNG船舶岸基加注风险防控的技术进步与挑战，强调了智能化与综合管理的未来发展方向，为提升LNG加注安全性提供了理论依据和实践参考。

【关键词】LNG船舶、岸基加注、风险防控、应急响应

Key points of risk prevention and control of LNG ships

Wang Xiaojing

Sinopec Fuel Oil Sales Co., LTD. Shandong Branch

【Abstract】 Bank-based refueling of LNG vessels is a key link to ensure the normal operation of LNG carriers, which involves multiple potential risks, such as equipment failure, operational error and environmental factors. This paper analyzes the risk sources and influencing factors in the process of LNG ship shore base refueling, discusses the effective risk prevention and control technology and management measures, and mainly introduces the technical means of automatic control system, remote monitoring, fire prevention and control. Through the strict requirements on the operation specifications and emergency response, reduce the safety risks in the filling process. Finally, this paper looks forward to the technological progress and challenges of the prevention and control of the risk of LNG ship shore-based refueling, emphasizes the future development direction of intelligent and comprehensive management, and provides the theoretical basis and practical reference for improving the safety of LNG refueling.

【Key words】 LNG ship, shore-based refueling, risk prevention and control, emergency response

1 引言

LNG（液化天然气）作为一种清洁能源在全球能源转型中得到广泛应用，LNG船舶岸基加注的安全性和可靠性直接关系到船舶安全和环境保护。然而，LNG船舶岸基加注过程中存在若干潜在风险，包括设备故障、操作失误和火灾导致的泄漏，这些都可能危及生产和环境。因此，开展LNG船舶岸基加注风险防控研究具有重要的理论与实践意义^[1]。本文旨在深入分析LNG船舶岸基加注过程中可能面临的风险因素，并探讨有效的防控措施。通过对国内外相关技术与

管理实践的梳理，结合实际案例，提出切实可行的风险防控对策，提升LNG船舶岸基加注的安全性。

2 LNG船舶岸基加注的基本原理与流程

2.1 LNG船舶加注基本概念与原理

液化天然气运输船的加气包括将液化天然气（LNG）从陆上设施输送到液化天然气船舶储存系统，主要是为液化天然气油轮提供能源并支持其航行。加注过程通常在港口或加气站进行，涉及多个阶段，包括在陆上设施停泊船舶、安全输送液化天然气和向船舶储罐加气。由于液化天然气要求液

体保持在非常低的温度，因此加注过程中的温度、压力和设备控制非常重要^[2]。

LNG 船舶加注的基本原理基于液化天然气的低温液态特性。液化天然气在约-162℃时可保持液态，这使得其在运输和储存过程中占据较小体积。通过低温管道系统，LNG 从岸基储罐输送至船舶储罐。在加注过程中，岸基加注设施和船舶加注接口需精确对接，以确保液态天然气的安全转移，避免泄漏或其他安全隐患。

LNG 船舶的整个加注过程应严格按照操作程序进行，以确保安全高效地完成加气作业。为避免设备故障或操作失误带来的风险，加注设施应配备自动控制系统，实时监控和调整温度、压力和流量。同时，操作人员的专业培训和安全意识对确保加油操作的顺利进行也很重要。

2.2 LNG 船舶岸基加注的主要流程

LNG 船舶岸基加注的主要流程从船舶与岸基设施对接开始。首先，LNG 运输船靠泊至岸基加注站或港口，加注设施与船舶的加注接口进行精确对接。这个环节需要确保船舶与岸基的距离和位置正确，以便安全连接液体天然气输送管道。接下来，工作人员会检查对接设备的完整性，确保没有泄漏风险。

在对接完成后，液化天然气通过低温管道从岸上的储罐输送到船上的储罐。在此过程中，温度、压力和流量等参数受到实时监控，并由自动控制系统进行调整。在加注过程中，操作人员必须严格遵守标准操作程序，避免因温度和压力波动造成液体溢出和设备损坏。加气系统的安全性和稳定性是整个加气过程的关键。

最后，加注完成后，工作人员会再次检查船舶储罐的充装情况，并进行记录和确认。确保所有操作都符合安全要求后，船舶可安全离开岸基继续航行。整个加注流程不仅要求技术精湛，还必须严格遵循安全操作规程，确保加注过程的高效与安全。

3 LNG 船舶岸基加注风险识别

3.1 风险来源分析

LNG 船舶岸基加注过程中的风险来源主要可以归纳为

以下几类：

(1) 设备故障。加注过程中所用的管道、泵、阀门及接头等设备可能因老化、损坏或维护不当导致泄漏或失效，从而引发安全事故。

(2) 操作失误也是加注过程中常见的风险。加注操作涉及多个环节，操作人员如果未按照规范流程执行，如连接不当、压力控制失误等，可能导致液化天然气泄漏或火灾等事故。

(3) 环境因素。恶劣的天气条件，如强风、暴雨或低温，可能影响船舶与岸基设施的安全对接，并增加设备故障的风险。

(4) 火灾与泄漏是加注过程中最严重的风险之一。由于液化天然气是一种易燃的低温气体，任何泄漏都很容易导致火灾或爆炸，对人身和财产安全构成严重威胁。因此，识别和防范这些风险源是保障 LNG 船舶岸基加注安全的关键。

3.2 风险影响因素

LNG 船舶岸基加注过程中的风险受多种因素影响，其中船舶设计和安全标准是关键因素。船舶设计及其加注接口是否适当，直接影响到加注过程中停靠设备的质量。如果设计不当或标准不符合当前的安全要求，就会导致连接不稳定、泄漏和其他安全风险。此外，船舱和管道系统的完整性对加油操作至关重要，设备的任何老化或损坏都会增加事故风险。

岸基设施的安全性也是风险的重要影响因素。岸基加注设施包括储存罐、加注管道、泵站和控制系统等，这些设施的设计、建造与维护质量直接决定了加注过程的安全性。如果岸基设备出现故障或缺乏必要的安全保护措施，将可能导致泄漏、火灾等灾难性后果。操作人员的素质与培训管理也不容小觑。操作人员的专业知识、经验和应对紧急情况的能力直接影响到加油过程的安全水平。如果操作人员没有接受过足够的培训或在压力下做出错误的决定，就会导致违规操作，进而引发安全事故。

4 LNG 船舶岸基加注的风险防控措施

4.1 技术措施

为了有效防控 LNG 船舶岸基加注过程中的风险,采用先进的自动化与远程监控系统是必要的技术手段。自动化系统可以实时监测加注过程中的温度、压力、流量等关键参数,确保各项指标保持在安全范围内。一旦出现异常,系统能够自动报警并采取相应措施,减少人为操作失误带来的风险。此外,远程监控技术可让操作人员的安全距离内实时跟踪加注情况,提高应急响应效率。

在防火防爆技术的应用方面 LNG 加注设施必须配备先进的火灾探测和灭火系统。加注区需安装气体泄漏探测器,并与自动灭火系统连接,以便在发生气体泄漏时迅速做出应急响应。此外,防爆设计应包括所有关键设备,以确保在高风险环境下的安全运行,如电气系统和充气管道连接。这些技术措施有助于有效降低事故发生的概率,并保障 LNG 船舶岸基加注过程的安全性。

4.2 操作管理措施

为了确保 LNG 船舶岸基加注的安全性,必须制定严格的操作流程与规程。加注操作人员应按照标准化操作手册执行每个阶段的操作,避免违规操作。加注前,应对设备进行全面检查,确保所有设备运行良好,包括加油管线、油罐和泵站等关键设备。在操作过程中,工作人员应持续监控加油参数,确保温度、压力和流量等关键指标保持在安全范围内,避免因操作失误或设备故障造成潜在的安全风险。

定期的设备检修与检查是保证加注安全的重要管理措施。所有涉及 LNG 加注的设备应进行周期性的维护和技术检测,及时发现和解决潜在的故障隐患。同时,操作人员的培训与应急演练至关重要。加注操作人员应接受定期的专业培训和应急响应演练,提高其对突发事件的应急处理能力,确保能够在紧急情况下迅速、有效地采取应对措施。通过这些操作管理措施,可以大大降低 LNG 加注过程中的风险,保障作业安全。

4.3 应急响应与处置

LNG 船舶岸基加注过程中,一旦发生泄漏、火灾或其他突发事故,必须迅速启动应急响应程序。首先,发现异常情况时,应立即停止加注操作,并通过紧急停机装置切断液化天然气流通,防止泄漏扩大。接着,立即通知应急响应团队,并启动相关安全设备,如自动灭火系统和泄漏探测器。同时,迅速评估事故的规模,采取适当的隔离措施,避免事故蔓延。

发生紧急情况时,应急人员应按照既定的应急计划做出适当反应,确保现场人员安全疏散,并迅速采取灭火和泄漏应对措施。在发生火灾事故时,应避免使用水源,而应使用适合液化天然气火灾的消防设备,如泡沫和粉末灭火器。事故发生后,应详细记录所有操作和处置过程,并进行事故分析,总结经验教训,改进安全措施,防止类似事故再次发生。

5 结论与展望

随着全球 LNG 需求的增加,LNG 船舶岸基加注的安全性变得越来越重要。未来,智能监控系统和人工智能应用等技术进步将显著提高加注过程中的风险防控能力。实时数据分析和预测建模可以更密切地监测加气过程中的安全指标,及时发现潜在风险并采取行动,从而提高加气过程的安全性和效率。

然而,LNG 船舶岸基加注仍面临诸多挑战。首先,环境因素如极端天气可能影响加注操作的稳定性和安全性。其次,加注设备的高成本与技术复杂性也对其安全性提出了更高要求。此外,操作人员的技能水平与应急处理能力仍需进一步提升。随着行业的快速发展,需要不断完善相关法规和标准,以应对新技术、新设备和新风险的挑战,确保 LNG 加注过程中的安全性与可持续性。

参考文献

- [1]张轩维,徐宏斌.LNG 动力船舶加注码头加注工艺设计[J].港口装卸,2022,(02):68-70.
- [2]刘志仁.水上液化天然气加注站可研中的关键问题研究[D].东南大学,2019.