

# LNG 接收站火灾危害及预防分析

## Fire hazard and prevention analysis of LNG receiving station

刘文博 胡庭瑞 (国家管网集团大连液化天然气有限公司, 辽宁 大连 116000)

Liu Wenbo Hu Tingrui (National Pipe Network Group Dalian Liquefied

Natural Gas Co., Ltd, Liaoning Dalian 116000)

**摘 要:** LNG 接收站运行过程中存在着严重的安全隐患, 一旦发生泄漏, 不仅会发生危险化学品和氮气的排放, 还会发生火灾和爆炸, 使工作人员的生命和财产安全受到严重威胁。为了从根本上避免类似情况的发生, 就需要采取最为严格的安全保障措施。全面保证 LNG 接收站的安全运行是关系到社会和民生稳定的大事要事。基于此, 本文分析了 LNG 接收站火灾危害和防范措施, 为降低火灾风险隐患, 严格防范措施, 优化消防安全系统, 确保 LNG 接收站安全稳定运行提供了一些参考。

**关键词:** LNG 接收站; 火灾危害; 火灾预防; 安全稳定

**Abstract:** There are serious safety risks in the operation of LNG receiving station. Once leakage occurs, not only dangerous chemicals and nitrogen emissions will occur, but also fire and explosion will occur, so that the safety of staff's life and property are seriously threatened. In order to fundamentally avoid the occurrence of similar situations, it is necessary to take the most stringent security measures. To ensure the safe operation of LNG receiving station is an important matter related to the stability of society and people's livelihood. Based on this, this paper analyzes the LNG receiving station fire hazard and prevention measures, to reduce the fire risk hidden danger, strict prevention measures, optimize the fire safety system, to ensure the safe and stable operation of LNG receiving station to provide some reference.

**Key words:** LNG receiving station; Fire hazard; Fire prevention; The safe and stable

### 0 引言

LNG 是一种高效、清洁的能源, 一般在  $-162^{\circ}\text{C}$  左右的低压和低温下储存和运输。近年来, 我国计划进口一定数量的液化天然气, 以此优化我国的能源结构, 改善东南沿海城市的环境污染, 并且建设液化天然气储存库、码头和其他项目。

在国外一些发达国家, 液化天然气接收站已经成功建成, 并且得到有效运行, 具有一定的参考价值, 为我国液化天然气项目的建设提供了良好的经验。考虑到我国缺少关于液化天然气生产、储存和使用的比较专业的消防法规, 本文介绍了液化天然气接收站的消防设计系统<sup>[1]</sup>。

### 1 LNG 的物理化学特性

LNG 接收站火灾危险等级为 A 级。液化天然气的主要成分为甲烷时, 形成 LNG 的大部分成分可以在低温下生产, 液化天然气的储存温度约为  $-162^{\circ}\text{C}$ 。液化天然气具有易蒸发、温度低、易发生爆炸的特点, 当人体与液化天然气接触后容易出现冻伤。液化天然气发生泄漏后, 会快速蒸发, 与空气混合后具有爆炸性。另外, 液化天

然气比空气轻, 具有很强的窒息性, 当空气中的 LNG 浓度超过标准时, 人们会感到头痛、头晕, 严重时会导致窒息死亡。由于液化天然气是易燃易爆气体, 如果与一定浓度的空气混合并遇到火源就会发生爆炸。液化天然气储存、运输和气化的主要风险是火灾/爆炸, 次要危险包括低温危险、噪音危险、毒性、窒息, 电击和机械损伤等。同时, 由于项目所处的地理条件, 还会受到自然灾害的影响<sup>[2]</sup>。

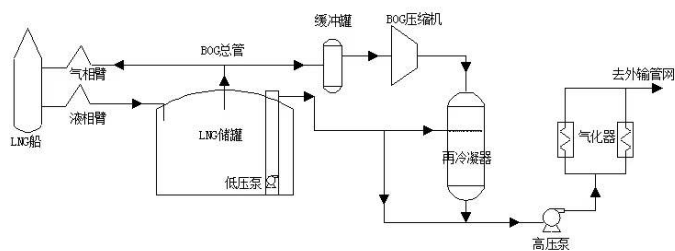


图 1 LNG 接受站工艺流程

### 2 液化天然气处理过程中的火灾爆炸危险性

液化天然气在储存、气化和运输以及天然气在输送过程中, 主要易发的泄漏事故包括:

①天然气卸货、储存、气化运输、运输过程中发生的重大泄漏事故；

② LNG 船在卸货时卸货手柄处处理不当，导致的泄漏；

③ BOG 压缩机、高压泵、再冷凝器、化油器、称重站，管道出口高压管道泄露；

④ LNG/NG 管道阀门、法兰、螺纹等部位，由于维护不当、长期腐蚀或松动等原因，导致出现泄漏；

⑤在取样、实验室分析和其他辅助操作过程中，出现泄漏；

⑥在检查设备（如接收站）时，发生泄漏。

由于液化天然气（LNG）是一种易燃、易爆、低毒性的气体混合物，具有较高的火灾和爆炸风险。在液化天然气（LNG）与空气混合以后，遇到明火时就会发生爆炸，威力极强。当 LNG 发生泄漏以后，其中一部分会快速的蒸发，而其他的则是流向地面，沸腾蒸发，与空气混合稀释后形成爆炸性混合物，一旦接触到火源就会引起火灾或爆炸。

LNG 泄漏中的初始冷空气浓度高于环境中的大气空气，容易形成云层或层流。根据土壤和大气的供热情况，开始流动初期，气化速率比较高，经过一段时间以后，气化速率恒定，而液化天然气则流向地表，形成液体的流动，如果没有及时采取安全围护措施，液化天然气泄漏就会扩散到地面，当遇到火灾源时，就会引起火灾、爆炸危险事故发生，除此之外，还会因为有毒气体的泄漏、排放，造成工作人员的职业危害<sup>[3]</sup>。



图 2 LNG 接收站火灾现场

### 3 LNG 接收站火灾预防措施分析

#### 3.1 完善相关预防设备和工艺

首先，LNG 接收站必须要安装手持式干粉灭火器，特别是在配电室等电气设备较多的地方，必须要安装手动二氧化碳灭火器。

其次，要优化 LNG 接收站相关设备的运行控制系统和与此相关的先进技术，实现对人工操作、油罐等环节

的整体控制，及时准确地提供操作失误提前预警、及时纠错等指令。同时，应非常明确 LNG 接收站集装箱交通安全管理的指示，严格控制火源，加强邻近楼宇的防火。

最后，优化 LNG 储罐等设备的安装过程，严格按照规定认真仔细检查储罐、设备、管道、阀门等的密封性能，防止 LNG 发生泄漏。此外，还要加强对消防和应急救援人员的模拟技术培训，提高安全意识，增强日常预防工作，提高防火能力，多措并举，从根本上保证 LNG 接收站安全运行<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 完善火灾自动报警系统

为了能够及时有效地防治 LNG 接收站火灾，需要不断改进自动火灾报警系统的设计和安装施工，以提供更加自动化以及更加有效的火警警报。

一是，加强安全组织结构的完善。配备性能优良的防爆火焰探测器、声光报警控制器、手动火灾报警按钮、触发装置，输出连接装置等；

二是，要保证自动化系统网络的安全可靠，在 LNG 接收区、油罐区等安装火灾报警控制器，并根据消防需要选择合适电源线的长度、电流和电压；

三是，火焰探测器会监察 LNG 接收站内有关地区及设备的运作，一旦发生火警，便会立即转换成为声光信号器，通知接收站及时疏散和采取紧急消防行动。与此同时，改进用于声光报警控制装置的信息记录功能，准确记录火灾发生的时间和区域，进行具有针对性的信息处理和操作。此外，还应在有关公安和消防部门的指导下，完成 LNG 接收站火灾自动报警系统的建设，确保系统的实用性<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 优化火灾应急处理系统与方案

第一，LNG 接收站必须设置消防安全管理部门，检查各地区的消防设备和设施，以及安装消防控制器等设备，同时，应严格按照规定定时检查消防设备和消防水泵和消防水压是否正常，对于老旧和过期设施设备，应及时更换，保证这些设施、设备始终处于最佳的使用状态；

第二，LNG 接收站发生火情后，现场和周边的无关人员应第一时间迅速安全撤离，与此同时，消防人员及专业技术操作人员立即在火灾区域，使用消防设施快速展开消防灭火工作，尽最大可能，先有效控制住火情，立即采取措施降低相应危险设备和输送管道温度。如火警轻微，可使用该区域的消防设备灭火，并要立即向相关管理部门报告结果。一旦发生严重火灾，必须立即启动应急系统，停止设备运行，及时发现和报告火灾情况，启动应急预案和火灾处置方案，在此期间，最重要的是务必首先要保证人员安全。火灾猛于虎，最中之重还应及时做好安全预防和保障措施，一定要防微杜渐，避免

由于任何一点疏忽大意,导致出现严重后果,造成不可估量的损失<sup>[6]</sup>;

第三,应成立专门和专业的防火队,加强日常的监察和控制,以便在发生火警时,可以及时预防危险,对应急措施进行准确的评估和评价。如果火灾威胁到人的安全或设备的质量,可以先将高膨胀泡沫注入液化天然气储罐,或者是喷涂到液化天然气储罐表面,降低火焰高度和散热,有效控制 LNG 蒸发的速率,然后立即使用干粉灭火器,进行灭火。在灭火后,救援人员应该继续密切注意 LNG 蒸汽云的处理,以免再次发生火灾。液化天然气火灾一旦发生,后果严重,难以控制和处理,需要立即向当地消防部门求助。同时,消防车在到达火灾现场时,应该与火灾现场保持一定的距离,站在现场迎风或侧风处,首先应以保证自身安全为前提<sup>[7]</sup>。

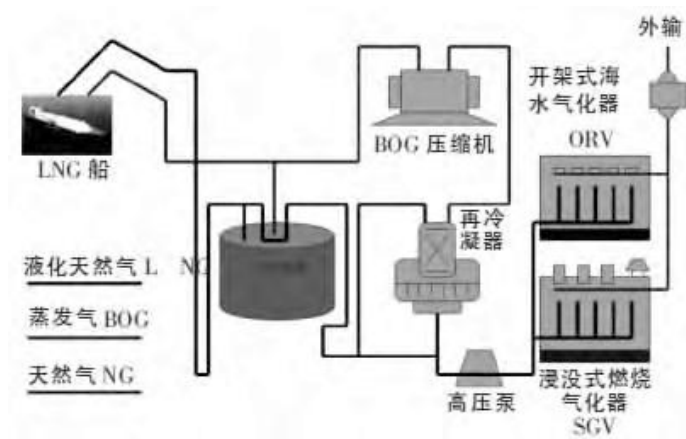


图3 LNG接收站火炬防回火设施的设置

### 3.4 加强 LNG 接收站运行的监管力度

首先,确保现场人员穿戴的个人防护材料应该符合标准的要求,穿着防静电的低温防护服,防护眼镜、空气呼吸器、防火头盖等安全防护装备,有效保护好人身安全。在液化天然气燃烧引起的强烈热辐射影响下,现场人员要避免使用手机通信,应关掉手机,利用防爆无线电通信。

其次,对于液化天然气储存库各个环节的运作以及各个区域的情况,应该进行严格的监督和检查,以防止液化天然气发生泄漏。如果一旦发生泄漏,必须立即检测到气体浓度,如果浓度低于20%,相关技术人员可以在采取相应措施以后,进入到该区域进行及时妥善的处置工作。

最后,公安消防部门要加强对 LNG 接收站消防系统设计的监管,在 LNG 接收站建造自动火灾报警系统时,应在自动火灾报警系统全部验收合格以后,才能正式开始使用<sup>[8]</sup>。

### 3.5 配置高倍数泡沫灭火系统

为了保护 LNG 接收站的安全,防止发生火灾和爆炸

事故,还需要设置高倍数泡沫灭火系统。研究表明,在 LNG 接收站的日常运行中,储罐、管道和连接的破裂以及关键阀门的失效往往会导致较大的泄漏。为了彻底解决这个问题,可以使用高膨胀泡沫覆盖 LNG 泄漏处,以减少蒸汽生成,并且降低燃料气的覆盖率。在 LNG 接收站运行过程中,如果发生火灾事故,使用高倍数灭火系统,可以直接快速地控制灭火,最大限度地减少火灾和爆炸事故造成的损失。每个 LNG 泄漏收集器必须配备高倍数泡沫灭火系统,用于控制 LNG 挥发气捕集器中的液化天然气。每个 LNG 收集罐应配备至少三个低温探测器,当两个低温探测器检测到 LNG 出现泄漏或火灾探测器检测到火灾信号时,应该及时关闭启动阀,启动高膨胀泡沫灭火系统<sup>[9]</sup>。

## 4 结论

液化天然气储罐泄漏的后果严重,不仅会引发火灾、爆炸等事件,还会对人身、经济和环境造成危害。因此,为了能够有效的确保 LNG 接收站的安全可靠运行,需要把前期的预防工作做好,不断完善相关的设施设备和灭火系统、自动报警系统等系统,加强对 LNG 接收站运行的监控,科学规范、有效地预防和处理火灾事故隐患,切实保证 LNG 接收站能够安全稳定的生产和运营。

### 参考文献:

- [1] 陈文博,张雪峰,杨勇,等.关于 LNG 接收站泄漏火灾事故处置的思考[J].当代化工研究,2019(10):15-16.
- [2] 闫晓,赵东风,孟亦飞.大型 LNG 储罐区卸料管线泄漏事故定量风险分析[J].中国安全生产科学技术,2016(09).
- [3] 邹喜权.大型 LNG 接收站及码头的消防系统设计方案.化工设计,2012,12(6).
- [4] 杨信一,刘筠竹,李硕.唐山 LNG 接收站浸没燃烧式气化器运行优化[J].油气储运,2018(10):1153-1157.
- [5] 乔国发,李玉星,张孔明,等.我国液化天然气工业的现状与发展趋势[J].油气储运,2005,24(3):1-4.
- [6] 陈雪,马国光,付志林,等.我国 LNG 接收终端的现状与发展新动向[J].煤气与热力,2007,27(8):63-66.
- [7] 李佩铭,焦文玲,宋汉成,等.我国液化天然气应用与推广[J].煤气与热力,2008,28(1):25-28.
- [8] 张立希,陈慧芳.LNG 接收终端的工艺系统及设备[J].石油与天然气化工,1998(3):163-166.
- [9] 王泓.快速相变——在 LNG 储运中应注意的问题[J].上海煤气,2006(4):20-22.

### 作者简介:

刘文博(1994-),男,汉族,辽宁抚顺人,职称:助理工程师,研究方向:LNG 接收站。  
胡庭瑞(1998-),男,汉族,辽宁辽阳人,职称:助理工程师,研究方向:LNG 接收站。