

# Risk Factors and Targeted Management Methods of the LNG Receiver Station

Lin Wang

Guanghui Energy Comprehensive Logistics Development Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226200, China

## Abstract

By expounding the main process flow of LNG receiving, this paper focuses on the risk factors in the process flow of LNG receiving terminal at the present stage, and finally puts forward effective management methods for risk factors for reference.

## Keywords

LNG receiver; risk factors; management method

## LNG 接收站的风险因素及针对性管理方法

王林

广汇能源综合物流发展有限责任公司，中国·江苏·南通 226200

## 摘 要

论文通过阐述 LNG 接收主要工艺流程，重点分析了现阶段 LNG 接收站工艺流程过程中的风险因素，最后针对风险因素提出了有效的管理方法，以供参考。

## 关键词

LNG 接收站；风险因素；管理方法

## 1 引言

伴随着中国经济快速发展，人们对能源的需求也在与日俱增，能源短缺、环境污染严重等问题逐步走进到人们的视野中，LNG 它作为一种高效清洁的资源，逐步的成为各区域引进的重点。由于 LNG 体积小、热量高，极大地促进了天然气的储运和贸易发展，LNG 也是增长最快的天然气供应来源<sup>[1]</sup>。LNG 接收站的建设，它是能源引进的关键环节，能有效缓解能源短缺的问题，有利于调整产业结构、优化能源结构，促进经济社会发展全面绿色转型，推动实现高质量发展。

## 2 LNG 接收站主要工艺流程

### 2.1 卸船工艺流程

卸船工艺流程主要功能是把 LNG 船的 LNG 通过船舱低温泵输送至 LNG 储罐，涉及的主要设备为卸料臂及卸船工艺管道。卸船工艺整个过程包括液相卸料臂和气相臂的连

接、吹扫、压力检漏、ESD 测试、液相泄漏臂预冷，卸船管线低速卸料阶段、返船补气、全速度卸料阶段、减速卸料及停止卸料，卸料臂和返气臂吹扫、置换及拆臂。

### 2.2 储存工艺流程

储存工艺流程主要功能是 LNG 物料储存，包括 LNG 进料、LNG 储存和 BOG 外输及放空。LNG 在进料过程中，为防止因来料与罐内 LNG 密度不同形成分层，通常采用上、下进液方式进料；当储罐内 LNG 长期储存时，为防止因罐内 LNG 吸热，避免下层 LNG 形成独立的自由热循环，通常采用 LNG 出液或内循环，打破 LNG 分层。由于储罐从环境中吸收热量及泵运行产生热量，在内部会产生闪蒸 BOG，为了有效地保持管内部的压力，通常采用 BOG 压缩机将罐内 BOG 抽出以降低储罐压力，带压 BOG 通过外输管线可至市政中压管网，当外输量小于储罐 BOG 闪蒸量或无法采用其他方式处理 BOG 时，为确保储罐安全，储罐闪蒸产生的 BOG 可打开放空阀通过火炬燃烧。

### 2.3 LNG 装车工艺流程

LNG 装车工艺流程主要功能是将 LNG 物料通过 LNG 槽车外运。包括：LNG 泵出液、LNG 灌装、LNG 槽车计量等。LNG 灌装主要设备为 LNG 装车橇，有单台单橇和单台双橇，

【作者简介】王林（1974-），男，中国甘肃瓜州人，本科，工程师，从事危险化学品（化工）安全管理、LNG 接收站工艺及过程安全管理研究。

每台装车橇上配有液相装车臂和气相装车臂,当 LNG 槽车压力超过灌装压力时需通过气相臂,将槽车内的 BOG 降压进入生产系统,确保装车正常进行。

## 2.4 LNG 气化外输工艺流程

LNG 气化外输工艺流程主要功能是将 LNG 物料通过加热方式转换为常态天然气,通过管网外输。气化外输一般有两种方式,中压外输和高压外输。中压外输一般通过空温式气化器加热,供气压力 $\leq 0.4\text{Mpa}$ ,主要供市政中压管网使用;高压外输主要通过高压泵加压,再通过海水系统加热,供气压力 $\leq 10\text{Mpa}$ ,主要供高压外输管网使用。

## 3 LNG 接收站的风险因素

其一,LNG 泄漏的火灾与爆炸。一旦 LNG 发生泄漏,LNG 遇热后急剧气化,当大量泄漏达到一定量后有可能形成 LNG 池火,在蒸发过程中形成蒸汽云,逐步扩散,如果遇到明火,会引发火灾。当泄漏后的天然气和空气混合以后,遇到明火或静电火花会发生火灾爆炸。LNG 在卸船、存储、输送以及气化过程中,由于设备设施故障、操作人员违章操作、防爆区使用非防爆电气或违章动火,都容易发生火灾。

其二,LNG 翻滚事故。在 LNG 接收站储存中,由于储罐中的 LNG 有不同密度,密度较大的可与密度较小的在特定条件下处于相对平衡状态。当上下层 LNG 密度接近时,下层 LNG 突然上升而越过上层 LNG,上层 LNG 被下层温度较高的 LNG 加热而快速蒸发,下层 LNG 翻上来之后失去上层 LNG 的压制,因压力降低而处于过热状态,进而剧烈蒸发形成 LNG 翻滚事故。在发生翻滚现象时,罐内 LNG 的气化量达到正常的 10~50 倍,会导致储罐内的气压迅速上升并超过设定的安全压力,使储罐出现超压现象。如果不及通过安全释放阀排放,就有可能造成储罐损伤,对设备造成损坏,严重会引发 LNG 泄漏事故。

其三,中毒与窒息。LNG 基本无毒,但在高浓度下容易操作人员窒息。如果发生 LNG 泄漏,应该立即切断泄漏源,保持工作环境通风,避免人员在现场聚集,在应急抢险过程中,技术人员要配备正压式空气呼吸器,防止中毒和窒息的危险。

其四,低温冻伤事故,LNG 它的温度一般为零下 $162^{\circ}\text{C}$ ,如果没有对低温管道阀门进行隔热,一旦人员与其接触,会产生严重的损伤<sup>[2]</sup>。在 LNG 卸船、LNG 操作灌装等作业过程中,操作人员要佩戴防冻手套、防护面罩等劳保防护用品,对低温输送管道也要采用安全防护设施,防止人员造成低温冻伤事故。

## 4 LNG 接收站的针对性管理方法

### 4.1 规范工艺设计

现阶段我们在进行 LNG 接收站风险因素探究时,要严

格按照工艺要求,尽可能减少 LNG 泄漏及流淌火造成的危险。在进行大中型液化天然气接收站设置布置时,要优先的考虑国家和行业的标准,然后按照天然气标准、石油天然气标准、石油化工标准以及一般通用标准进行装置的布设。根据 LNG 接收站主要工艺流程及存在的风险因素,合理布局,优化工艺流程,可以在 LNG 码头、储罐区、装车区等区域设置事故积液池,可有效地收集 LNG 的泄露;尽可能使用 $\pi$ 型弯,减少热胀冷缩造成的管线受损和法兰接口泄漏;合理设置安全仪表系统和视频监控系统设计,本质上减少人为因素造成的安全生产事故。

### 4.2 把控工艺流程

在 LNG 工艺流程控制时,应根据不同工艺流程进行合理控制。在卸船流程中,提前对卸船管线进行预冷,防止因短时间预冷导致卸船管线上、下温差大,造成管线应力过大;合理控制卸船过程中返船补气,维持船舱内部的压力平衡;根据来料密度合理控制上、下进料方式,可有效避免罐内 LNG 分层。对于现有的 LNG 存储工艺系统分析时,主要有低温储罐、进出口管线、阀门以及控制仪表等设备组成。LNG 低温储罐采用的是绝热保冷设计,罐中的 LNG 液泵的散热压力会发生变化。LNG 它通过泵井从罐顶排出,能够对它的泄漏问题进行有效控制。然而,在非卸船期间,LNG 储罐的操作压力应该保持在低压状态,为储罐留有缓冲的余地,在卸船操作时要提高储罐内部的压力<sup>[3]</sup>。

因此在 LNG 接收站针对性管理办法落实过程中,一方面,我们要考虑到在工厂内部较低的区域布置,形成天然的保护屏障,防止事故的泄漏。另一方面,对于 LNG 储罐与配套设备、建筑物之间的距离需要满足规范要求,尽量靠近卸船码头,减少管线的长度,有效地节约投资。通常情况下,需要将 BOG 压缩布置在半敞开式厂房内。在厂房设计时要注意天然气主要成分是甲烷,空气的密度比甲烷的密度高,顶部应该留有足够的通风通道,避免可燃气体堆积遇明火产生的爆炸<sup>[4]</sup>。

### 4.3 落实事故计算

和其他国家的发达国家相比,中国的 LNG 处于起步发展阶段,各大中型的 LNG 接收项目也不断发展,在工程建设过程中对 LNG 泄漏事故计算,成为该项目能否通过安全设施设计的主要因素之一。一旦发生泄漏,对项目的立项、建设、运营都会产生各种各样的影响。我们在进行 LNG 项目经验分析时,设计人员要全方位地了解 LNG 接收站的工艺要求,认真钻研国内外的 LNG 接收站行业规范准则,对存在的问题不断质疑,彼此之间相互交流,提高该项目的设计水平。我们在进行 LNG 泄漏事故计算分析时,还要考虑到接收站内部存在着大量的危险物质,如果持续泄漏,会对

人员的生命安全产生极大的威胁。我们要结合工厂内部的实际情况,根据 LNG 泄漏的特点,科学地计算出 LNG 泄漏所产生的热辐射影响范围,根据设备、建筑物、人员活动场所能够承受的热辐射强度,布置或者是调整相应的措施。我们还要及时地了解 LNG 和天然气的特性,在进行泄漏事故计算时,要包括池火、闪火、蒸气云爆炸事故等计算工作<sup>[5]</sup>。

## 5 结语

综上所述,在 LNG 接收站工艺系统分析时,我们要做好日常的安全维护工作,这样才能在最大范围内,确保系统安全有效运作。LNG 接收站不断兴起,不仅为相关的投资企业带来良好的经济效益,而且能够有效改善环境,实现区域经济可持续发展,更好地提高区域人们的生活质量。我们

要对 LNG 技术站的风险因素进行分析,提出有针对性的解决方案,加大清洁能源的使用,LNG 接收站在未来经济建设过程中占据着关键作用。

## 参考文献

- [1] SHELL R D.壳牌液化天然气前景报告[R].北京:壳牌公司,2019.
- [2] 汪侃,岳修维.LNG接收站BOG产生与处理过程风险评价及应用[J].天然气与石油,2020,38(6):114-121.
- [3] 林剑彬,胡超.LNG接收站船舶卸货作业风险分析与对策[J].安全、健康和环境,2019,17(6):11-14.
- [4] 郑哲.基于FSA的LNG船双燃料电力推进系统安全评价[D].辽宁:大连海事大学,2019.
- [5] 杨克瑞,尹清党.LNG接收站的风险与预防措施[J].油气储运,2021,30(8):675-676.