

液化天然气储存过程中危险性及预防措施研究

王进军（内蒙古恒坤化工有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 016299）

摘要：作为清洁能源之一，液化天然气符合我国绿色持续发展的理念，对于经济发展起到重要推进作用。但由于液化天然气有着易爆易燃等特性，在储存过程中出现任何漏洞都极可能产生极强破坏力。基于此，本文通过查阅现有文献，首先对液化天然气性质进行了概述，其次在分析液化天然气储存技术、储存过程中危险因素的基础上，从六方面出发探究了预防液化天然气储存过程中危险的措施，旨在达到事故预防及控制的目的。

关键词：液化天然气；储存；危险；预防

近些年，液化天然气的广泛应用极大推进了我国天然气发展，其储存问题也日益受到更多关注。在我国对天然气需求持续提升背景下，液化天然气储存过程中一些危险也正逐渐显现，这无疑加大了其应用的难度。为最大限度减少液化天然气储存过程中危险因素，有关人员应结合实际情况深入分析存在问题，在掌握危险因素基础上采取对应预防策略，提升液化天然气利用率，促进其价值得以充分发挥，为其稳定安全发展奠定坚实基础。

1 液化天然气性质概述

作为环保能源之一，天然气已被广泛应用到人类社会的生产及生活中，其以液态为主要的储存方式，这一储存方式不仅能缩减储存的成本，促进空间利用率提升，而且能为天然气的气热值增加创造有利条件。液化天然气特性十分明显，主要体现在易燃性和低温性两方面。

1.1 易燃性

针对液化天然气，指的是天然气在降温液化下所形成液体，仍具备易燃的特征。当环境温度达 -162°C 时液化天然气燃烧体积往往会明显下降，燃烧的速度约达 $0.3/\text{s}$ 。通常而言，开放条件中液化天然气在燃烧中基本不会爆炸，当靠近火源时，会因氧气作用而使得天然气的燃烧火焰迅速扩散，这时云团中天然气会低速燃烧，云团内部的压力会在 5kPa 以内，故爆炸事故往往不严重。但若附近空间较狭窄，则会致云团内部压力加大，在液化天然气和空气间混合浓度到达极限时则会增加爆炸事故严重性。此外，液化天然气自燃温度会随组分变化而变化，重烃含量增加到一定程度时会致其着火温度降低。

1.2 低温性

由于液化天然气具有低温性，故常压低温储存为其储存形式之一，为保证储存有效性、安全性，需要

合理控制好温度并平衡好常压温度、饱和蒸汽压。同时还应关注材料、设备等性能，以防低温下发生脆性断裂、冷收缩等情况。在进行液化天然气储存时，往往会在同一储罐中储存不同成分低温液体，因液体成分不同，蒸发能力、吸热能力也存在差异，而增加大小不一、密度不同双层液体发生可能性。若分层液体密度逐步趋于平衡化时，会发生对流、混合等情况，短时间内形成大量气体，使得储罐内部压力改变，进而引发损坏、超压等事件。在低温下，金属组件会发生收缩情况，储槽中焊缝、阀门等部位极易发生沸腾蒸发、泄漏等问题，加之储存容器振动会加大液化天然气泄露几率，当遇到火源时就不可避免发生爆炸、火灾等事故。作为深冷液体之一，液化天然气若直接接触到人体皮肤，则会发生冻伤事件，虽然其没有毒性，但含氧量极低，若不小心吸入需要立即逃离现场，否则会失去知觉甚至发生伤亡事件。

2 液化天然气储存技术

2.1 地下储气库

地下储气库这一方法应用优势显著，有着大容量、高安全性、低建造成本以及耐用持久等优势，且不易受到距离长短、地理位置等因素限制，储气形式共有四种，分别为岩盐地穴、废弃煤矿井、枯竭油气田地穴以及含水多孔地层。其中，岩盐地穴储气指的是在除掉岩盐矿床孔穴内压入气体并储气的方式；废弃煤矿井储气指的是将采过煤废弃的地下矿井转变为储气库；枯竭油气田地穴储气指的是在已知参数枯竭油气田中压入气体，这种形式建造的总成本最低；含水多孔地层储气指的是在上层无法浸透砂岩、下层高含水砂层结构作用下排出天然气中水分，保证天然气空隙充足的形式。无论哪一种形式均可保证天然气低温环境需求，且环保方面优势显著，但此技术存在一定危险。原因在于液化天然气在储存环境方面要求非

常苛刻,为满足此要求,储罐往往选择围岩进行建造,若所处环境长期低温则会发生不同程度分解,在对地下岩层结构产生破坏的同时使得液化天然气储存过程中发生蒸发或者泄露,最终引发危险。

2.2 常压低温储存

通常情况下,常压低温储存更适合储存大量的液化天然气,这一储存法以常压油罐作为储存罐,环境适应性较强,能在合理的范围内保持液化天然气温度。此类油罐结构具备平底拱盖及立式的双层壁,有较大容积,能促进运输成本有效降低。不过,此种油罐在承压能力方面不具优势,罐内液化天然气的蒸发速度较快,加之此储存法有着较复杂应用原理和较高操作难度,对于技术人员专业水平要求非常高。在安装储存容器时需要选择水泥修建台面,在保证台面平整性的同时确保储存罐稳固性。同时,还需要选择锚带加固处理储存罐的周围,将干燥氮气填充到其中以保持内部压力平衡,这不仅能够预防内槽在外力作用下发生内凹情况,而且能预防发生锈蚀现象。

2.3 高压储存

为了避免发生能源浪费、能源泄露等情况,当接收站存在过剩能源时需要储存多余能源以将其作为备用,而高压储存方法则用于此类少量的液化天然气储存中。这一方法是在高压储存罐内储存液化天然气,其结构使用的是真空隔热型,有承压能力高、容量小以及良好隔热性能等优势,能在有效减慢罐中液化天然气蒸发速度的同时减少非必要能源浪费。同时,这一储存方法能减少污染,保冷绝热性能良好,能避免发生冻伤事故,并降低发生气体爆炸的可能性。

3 液化天然气储存过程中危险因素分析

3.1 储存罐

在液化天然气储存过程中,储存罐会增加其储存风险,主要体现在下述三方面:①储存罐接地装置发生失效、松动等情况,使得罐体出现静电集聚而致其放电,最终引发火灾、爆炸等事故;②罐壁已经超过了使用的期限,内部腐蚀会明显降低其厚度,甚至导致某一罐体某部分发生损伤而不具备防腐性能,最终出现泄露的可能性;③储存罐不具备压力表或者压力表已失效,使得工作人员无法实时观测储存罐内气压,无法有效判断外面温度对内部造成影响,不了解罐体实际情况,如内部是否出现差压、高压等情况,而使得危险性不断增加。

3.2 储存区

储存区在液化天然气储存过程中是一关键性危险

因素,其影响主要包括下述三点:①储存罐放置区域未设置对应防护堤,若液化天然气发生泄漏情况,在无防护堤情况下会无法有效缓解所出现火灾、爆炸等情况,也无法对所造成损伤进行有效阻止;②储存罐内没有完善基础设备或者支座设计合理性不够,防冻效果不佳,在储存过程中发生变形损坏等情况,甚至会使得储存罐发生倾倒而增加损伤严重性,使得危险系数不断上升;③作为安全防线的防爆区域,倘若防爆区域没有完善设备,且对应设计缺乏合理性或者防爆工具配备不齐全,则会致防爆区实际作用得不到充分发挥,最终使得储存危险性增加。

3.3 温度

温度对于液化天然气影响很大,当外围温度较高时会增加罐内压力,进而大幅提高液化天然气爆炸几率,甚至致其出现泄漏情况,而已泄漏天然气会短时间内气化,在与空气结合后形成易爆炸气体,当碰伤火源后则会致严重爆炸事故发生,最终发生人员伤亡、经济损失等。

4 液化天然气储存过程中危险预防措施

4.1 确保设备安全性

液化天然气储存主要装置为储气罐,倘若储气罐发生管路破裂、阀门漏气等故障,则不可避免会出现天然气泄露的情况。且作为可燃气体之一,天然气一旦处于高温热源、明火等火源中则会引发爆炸或者火灾事故。因此,为确保液化天然气储存过程中安全性,就需要保证储存期间储存罐安全,且在防爆区设置储运的场所,以免气体与火源接触。在进行燃气管路设计时,需要全面勘测管道的周边环境,以实际情况为根据制定可行科学预防措施,管道附近不可出现土地结冰情况,以免破坏管道而引发危险。另外,由于液化天然气对于储存条件的要求十分苛刻,储罐材料除了具备高强度、耐低温等性能外,还需具备抗冲击、防腐蚀等性能,以确保液化天然气储存过程中的有效性、安全性。

4.2 合理控制操作系统

针对液化天然气储存过程中可能发生危险,人员操作违规、失误是重要因素这一,因此对于工作人员专业技能要求极高。首先,企业应加大人才培养力度,通过定期组织技术培训的方式促进其知识结构丰富化、专业技能综合化,保证其在实际操作时能够达到熟练、规范操作的目的。其次,针对存在消极心理人员,应通过心理疏导、定期考核以及德育培训等多元化管理手段促进其精神压力缓解,保证其能以饱满积

极热情投进工作中。当条件允许时可对工作人员作业环境进行改善,避免发生疲劳作业的情况,进而降低储存风险。

4.3 合理检测液化天然气分层情况

液化天然气储存过程中若发生分层情况,则极易致其翻滚,因此在具体操作中应重点检测其分层情况,并以检测结果为依据做好对应预防措施。通常而言,可使用下述两种方式进行分层情况检测。第一,以储罐中液化天然气的具体高度为依据设置对应测温点,垂直间距应在2m以内,通常而言若温差达14℃时极易出现翻滚情况。第二,合理检测新灌入液化天然气与罐里存留天然气所形成密度差,或者检测两者间热值差,若差值较大则会增加翻滚出现的可能性。

4.4 预防控制液化天然气分层及翻滚

为预防控制液化天然气分层,在储罐里注入液化天然气时,可由上部管口直接注入或选择顶部插管方式由底部注入,可结合液化天然气不同比重选择具体方式。通常而言,针对质量重液化天然气可由上面注入,针对质量轻液化天然气可由下面注入。同时,为更有效避免液化天然气分层,可选择低压的输送泵将罐内天然气实施上部或下部循环。另外,在进行液化天然气充装前,可将环装喷嘴设置到储罐顶部,以少量的液化天然气预冷储罐,预防实际充装中储罐因温度激变而发生应力过高、液化天然气大量蒸发等情况,进而保证储存安全性。针对翻滚事故原因,涉及不合理组件更换、动态仪器故障以及清洁未到位等,为避免发生此事故,可从下述几点进行预防控制。首先,合理控制气源比例改变,特别是加工液化天然气时应尽可能使用同一气场气源,以保证燃气成本统一。其次,在设计、管理罐内的液位和高度时,应与现代化天然气使用规定相符,且配备足够报警设置。再次,在进行液化天然气供应时应综合考虑气体密度,制定合理的方案,若天然气的密较低可从罐底开始,若天然气的密度较大可从罐顶开始,在保证合理混合的同时避免翻滚发生。最后,在储罐内部、外部均需要进行温度点设置,实际生产中应对储罐内部的冷却情况、温度变化实施定时检查,以免液化天然气储存中出现泄漏事件。

4.5 控制运输风险

在液化天然气的应用过程中,运输为关键性环节,是保证液化天然气储存安全性、可靠性的前提,因此需要加强管理,保证每一环节均与规范标准相符。运输前需全面检查罐体,确定运输车辆的配件在不在有

效期,并审核运输人员资质,为安全运输提供有力保障。运输中需要遵守各项规则,避免疲劳驾驶,停车时泄压安全阀出口应远离火源。

4.6 采取对应安全措施

首先,液化天然气储存相关人员应深入了解其特性,详细掌握可能出现各种危险性因素,并结合具体储存条件合理科学储存,合理设置压力、流量、温度等。其次,适当增加高压、高温报警装置的数量,加大储罐内部检测力度、监督力度,保证储存过程中设备、管线都处于良好状态。最后,针对性检查罐体,正确安装罐体中仪器、接地装置以及报警装置等,在提高储罐储存安全性的同时尽可能降低罐体因素所引发事故。

5 结束语

总而言之,作为可再生能源之一,液化天然气有着广泛的应用范围和较低的储运成本,能在提高燃料燃烧效率的同时减少环境污染,与我国绿色发展相关理念相符。但由于液化天然气储存过程中极易受多种因素影响而存在一定危险,因此需要加强危险因素分析,通过安全措施提高储存规范性、专业性,预防危险事故发生,在满足不同区域用气需求的同时促进液化天然气应用到更多领域。

参考文献:

- [1] 廖伦丰. 液化天然气储存过程中危险性及预防措施[J]. 石化技术, 2021, 28(06): 89-90.
- [2] 邓志安, 周庆哲. 液化天然气(LNG)的制备与储存运输[J]. 山西化工, 2021, 41(02): 90-91+94.
- [3] 单铂琳. 关于液化天然气储存及应用技术的研究[J]. 化工管理, 2019(23): 94-95.
- [4] 刘亮. 液化天然气的储存与运输技术现状分析[J]. 化工管理, 2019(15): 119-120.
- [5] 雷静瑶. 浅谈液化天然气储存过程中危险性及预防措施[J]. 中国设备工程, 2018(13): 191-192.
- [6] 蒋军, 李文艺, 胡军, 等. 液化天然气槽车泄漏处置实例与决策研究[J]. 当代化工研究, 2022(18).
- [7] 程松民. 基于历史事故数据的液化天然气工厂设备风险事故预测研究[J]. 油气田地地面工程, 2021(11).
- [8] 廖伦丰. 液化天然气储存过程中危险性及预防措施[J]. 石化技术, 2021(06).
- [9] 刘如杰, 谢玉强. 液化气泄漏危险性及预防措施[J]. 化工管理, 2015(19).
- [10] 刘鹏, 仇国贤. 液化石油气的火灾爆炸危险性及消防安全预防措施[J]. 化工安全与环境, 2009(50).