

液化天然气储存过程中危险性及预防措施

郭建廷

巴彦淖尔华油天然气有限责任公司, 内蒙古 巴彦淖尔 015000

[摘要]液化天然气属于清洁能源范畴,它在车辆燃料、工业燃料、民用燃料以及动力燃料等诸多领域都有着广泛的应用。不过,液化天然气自身存在着易挥发、低温以及易燃易爆等一系列危险特性,所以其在储存的过程当中,所面临的安全风险是比较高的。所以说,在针对液化天然气展开储存管理工作的过程中,务必要强化安全方面的监管举措,同时要借助科学的方式去识别并且对那些潜在的危险因素加以有效控制。这篇文章着重对液化天然气在储存期间有可能出现的各种各样的危险因素展开了分析,并且还相应地提出了一些具有针对性的预防办法,通过这些办法来促使事故发生的可能性得以降低,进而切实保障储存环节的安全以及运行的稳定性。

[关键词]液化天然气储存; 储存过程; 危险性; 预防措施

DOI: 10.33142/ect.v3i9.17880

中图分类号: TE88

文献标识码: A

Hazards and Preventive Measures in the Storage Process of Liquefied Natural Gas

GUO Jianting

Bayan Nur China Petrol Natural Gas Co., Ltd., Bayan Nur, Inner Mongolia, 015000, China

Abstract: Liquefied natural gas belongs to the category of clean energy, and it has a wide range of applications in various fields such as vehicle fuel, industrial fuel, civilian fuel, and power fuel. However, liquefied natural gas itself has a series of hazardous characteristics such as volatility, low temperature, and flammability and explosiveness, so the safety risks it faces during storage are relatively high. So, in the process of carrying out storage management for liquefied natural gas, it is necessary to strengthen safety regulatory measures and use scientific methods to identify and effectively control potential hazards. This article focuses on the analysis of various hazardous factors that may occur during the storage of liquefied natural gas, and proposes targeted preventive measures accordingly to reduce the possibility of accidents and effectively ensure the safety and stability of storage and operation.

Keywords: liquefied natural gas storage; storage process; danger; preventive measures

引言

液化天然气属于一种较为清洁且高效的能源类型,因其自身所具备的体积小、便于开展储运工作以及能源密度颇高的优势,故而在工业领域、城市燃气范畴以及交通运输行业等诸多方面均得到了广泛的运用。不过液化天然气在储存进程当中呈现出低温的特点,同时还有着高挥发性的特性,并且存在易燃易爆的风险,其储存安全状况直接和能源供应的稳定性以及人员、设施的安全情况紧密关联起来。在储存期间出现的温度方面的波动情况、压力发生的变动情形、液体出现的分层状况以及储存区所处的环境因素等,都有可能致使液化天然气产生蒸发、发生泄漏、出现液面翻滚或者引发燃爆等一系列危险事故。这些风险一方面会对储存设施自身形成威胁,另一方面也极有可能给周边的环境以及人员的安全带来隐患。

1 液化天然气常见储存模式

1.1 常压低温

液化天然气的常压低温储存属于一种广泛采用的储存方式,其关键原理是借助把天然气降温到大概 -162°C 的程度,促使它实现液化,如此一来便可大幅缩减体积,方

便开展储存以及运输方面的操作。在这样的储存模式当中,储罐往往会选用绝热性能颇为不错的双层构造,其中内罐是用来直接存放下液化天然气的,而外罐则起到给予机械支撑以及提供热绝缘防护的作用,并且会在内罐与外罐之间填充高效的绝热材料,以此来削减热量传入的情况,进而减少蒸发方面的损失。常压低温储存所具备的优点体现在储罐承受的压力比较低,结构相对来说较为简单,运行时的安全性也比较高,而且能够在相对较长的时间范围内维持液化天然气处于稳定的状况。不过,因为液化天然气在低温状态下有着高度的挥发性以及易燃性,所以在储存的过程里依旧需要对温度和液位加以严格的把控,要防范出现液面翻滚以及过量蒸发等情形,与此同时还得配备安全阀以及压力释放装置,以便能够妥善应对可能出现的异常压力方面的变化情况。

1.2 高压储存

高压储存算得上是液化天然气的一种颇为常见的储存形式。它的主要特征在于,会把天然气在相对来讲比较高的压力状况之下压缩成液态或者接近液态的状态,如此一来便能够达成对体积的有效缩减以及相应的储存目的。

和常压低温储存不一样的,高压储存往往是在相对而言温度比较高的条件下来开展的。不过它得承受住不小的储存压力,所以储罐还有管道系统都务必要拥有极高的结构强度以及密封性能,唯有如此才能够保障在高压环境下能够安全地运行起来。这样的储存模式比较适合那种对空间的要求较为紧凑、运输或者短期储存的需求相对比较大的场景,就好比车辆燃料加注站又或者是中小型的储存设施这类情况。在高压储存的整个过程当中,对压力以及温度的监控显得极为关键,必须要配备上精度颇高的压力传感器、安全阀以及自动调节装置,只有这样才能够避免因为压力过高的缘故或者气体出现泄漏而产生的安全方面的风险^[1]。除此之外,高压储存对于材料的选择以及施工工艺同样有着相当严格的要求,储罐一般会选用那种能够耐得住低温并且强度还很高的合金钢或者复合材料,并且要经过严格的焊接以及检测工艺来确保其能够在长时间里保持稳定的状况。

2 液化天然气在储存中的危险因素分析

2.1 温度的影响

液化天然气在储存期间,温度属于影响其安全性以及稳定性的关键要素之一。因液化天然气的沸点极为低下,大概只有 -162°C 左右,在储存进程里,但凡出现温度波动的情况,都有可能致使液体部分发生汽化,进而使得储罐内部的压力有所增加。要是温度把控不到位或者绝热举措不够完善,液化天然气表层的温度出现了升高状况,那么液体就会呈现局部蒸发以及液面翻滚的现象,如此一来便会形成不均等的密度与压力分布情况,进一步加剧储罐结构承压的不均衡程度。温度发生变化还可能引发储罐材料出现热应力累积的情况,特别是在钢制或者复合材料储罐当中,随着高低温不断交替,这会促使金属产生疲劳现象或者使裂纹得以扩展,最终致使结构损伤的风险不断增大。温度出现异常还会影响到液化天然气的物理特性,像是密度、黏度以及挥发性等方面,进而改变在储存条件之下气液平衡的稳定性状态。

2.2 储存罐的影响

在将液化天然气注入到储罐里面的时候,液化天然气在进行充装的过程中,可以由上部的管口进行直接的注入,也可以使用顶部插入管的方式从底部开始注入。具体使用方式可以结合天然气的不同比重来决定。一般情况下,为了避免让储罐中的液化天然气出现分层或者是翻滚的情况,对于质量重的天然气使用从上面注入的方式,质量轻的天然气就使用从下面注入的方式。与此同时,还可以使用液化天然气低压输送泵把罐里面的天然气进行上部或者是下部的循环,这样可以有效避免出现分层或者是翻滚的情况。在储罐顶部设置环装喷嘴,充装液化天然气前,用少量液化天然气对储罐展开预冷,这样可以防止储罐在

进行实际充装过程中发生温度激变造成应力过高或者液化天然气出现大量蒸发的情况,这样的设计具有安全性高的特点。

2.3 储存区的影响

液化天然气储存区的环境状况对于储存安全有着极为重要的影响,其中储存区的选址情况、布局安排以及周边的具体条件,均会直接牵涉到发生事故的风险高低。储存区要是靠近高温热源、易燃物品或者各类工业设施,那么其周围的环境温度以及潜在存在的火源,就极有可能致使液化天然气出现蒸发、泄漏甚至着火等情况,进而增大相关风险。储存区的通风条件如何、地形地貌是怎样的、排水状况又怎样,这些因素都会对泄漏出来的气体产生扩散以及积聚方面的影响。要是通风不够顺畅或者地势呈现低洼态势,那么挥发性的气体就很容易在储区的低点处大量聚集起来,如此一来便形成了潜在的爆炸或者窒息方面的危险^[2]。除此之外,储存区所设置的防护设施、与外界保持的隔离距离以及交通流线的安排情况,同样会在紧急时刻对人员疏散以及事故控制起到影响作用。要是布局安排得不够合理,那很可能会使得事故进一步扩散开来,或者是让损失变得更加严重。储存区周边的气象条件,像是风向的走向、风速的快慢以及温湿度的变化情况等等,也都会对液化天然气蒸气的扩散行为以及储存安全产生一定的影响。

3 液化天然气的安全存储措施

3.1 对储罐中的液化天然气加强分层检测

在液化天然气的安全存储期间,针对储罐内液化天然气展开分层检测,这无疑属于保障储存安全以及运行稳定的极为关键的环节。其重要性一方面体现于可防止液面出现翻滚情况以及压力产生异常状况,另一方面还关乎整个储罐系统的结构完整性、操作的可控性以及事故预防的能力。液化天然气处于低温环境之下时,会因为密度、温度以及组成方面存在着微小的差异,进而形成十分明显的分层现象。每一层液体的温度、压力以及体积膨胀系数都极有可能存在显著的差异。这种分层现象在储存的过程当中,有可能引发局部热应力的集中或者液体发生翻滚的情况,使得储罐壁受力出现不均的风险有所增加,如此一来便对储罐的结构安全构成了潜在的威胁。分层检测技术借助在储罐内部布置多个点的温度、压力以及液位传感器,并且结合浮子式、超声波、导波雷达等多种不同的测量方式,可以达成对液体各层状态进行实时监测以及动态分析的目的。与此利用数据采集与处理系统对液层的变化予以建模以及趋势预测的操作,能够及时察觉到异常的状况。通过精准的分层检测,不但能够判定储罐内液化天然气的温度梯度以及密度分布情况,而且还能识别出液面翻滚、局部蒸发速度

过快以及潜在气泡形成等诸多隐患,进而为储罐的操作给予科学方面的依据。分层检测所获取的数据能够与储罐的压力释放系统、液体抽取控制系统以及温控调节系统相互联动起来,实现全方位的安全管理以及自动化的调节,以此来降低人为操作失误所带来的风险。长期对液化天然气的分层特性加以监测与分析,还能够为储存方案的优化、设备维护周期的制定以及紧急事故的应对提供较为可靠的数据支撑,让储罐的运行变得更加精细化、智能化以及可控化。

3.2 对储罐内的液化天然气分层以及翻滚情况进行预防控制

在液化天然气的储存管理工作当中,针对储罐内液化天然气出现的分层以及翻滚这类现象展开相应的预防与控制举措,这无疑属于极为关键的一个环节,其对于保障储存方面的安全状况、促使设备使用寿命得以延长以及提升运行所具备的可靠性均有着十分重要的意义。液化天然气处于低温环境之下时,会有比较显著的密度层面以及温度层面的分层特性表现出来。而不同液层之间存在的温度梯度情况、密度方面存在的差异情况以及液位发生的相应变化情况,是有可能引发液体产生局部翻滚这一现象的。具体而言,就是上层较为轻盈的液体会快速地往下沉,进而与下层相对较重的液体相互融合在一起,如此一来便会形成较强的动能冲击以及瞬时产生的压力波。这种情况不但会让储罐的局部应力有所增加,对结构的稳定性产生影响,而且还极有可能加速液化天然气的蒸发进程,最终导致储罐内部的压力出现异常状况或者使得安全阀频繁地进行动作,如此便会使操作风险随之增加。要想有效地对这种状况加以预防,那就必须要依靠完备且健全的监测体系以及科学合理的控制措施才行。要针对储罐内液化天然气各个层次的温度情况、压力情况、液位情况以及流动状态情况展开连续且实时的监测工作。通过运用高精度传感器、导波雷达、浮子液位计等一系列的技术手段来获取相关数据,并且要结合历史运行方面的记录情况以及动态分析所构建的模型,以此来及时地去识别出液体分层存在的异常情况或者潜在的翻滚发展趋势。在储存操作的具体实施过程中,可以通过对液体注入的速度加以控制、对分层抽取的比例加以控制以及采取温度均衡的相关措施等方式,以此来减少液体出现剧烈混合的可能性^[3]。与此还可以借助储罐内部设置的导流板、隔板或者缓冲装置来引导液体的流动走向,进而降低液体冲击给罐壁所带来的作用力。除此之外,把监测所获得的数据和储罐自动化控制系统相互关联起来,达成液位调节、压力释放以及温控调节等方面的同步控制效果,那么就可以在翻滚现象刚刚初现的时候便立即着手进行干预处理,进而避免危

险情况进一步扩散开来。

3.3 采用相应的安全措施

在液化天然气的储存管理方面,采取恰当的安全措施属于极为关键的一环,其目的在于保证储罐能够安全地运行,将事故的风险降至最低,进而切实保障人员以及环境的安全。液化天然气自身具备低温、高挥发性以及易燃易爆等诸多特性,倘若在储存以及操作过程中稍有不慎,那么极有可能会引发诸如泄漏、蒸发速度过快、液面出现翻滚或者发生燃爆之类的重大安全事故。所以,储存设施务必要从设计环节开始一直到建设完成乃至后续的运行阶段,全面且细致地去落实各项安全防护举措。在设施的设计阶段当中,应当选用耐低温并且强度较高的材料来建造储罐,另外还需配备双层或者多层的结构,以此来给予机械方面的有力支撑以及绝热层面的有效保护。与此要科学合理地设置安全阀、压力释放装置还有液位控制系统,从而能够在出现异常压力或者液位产生波动的情况时,可以快速地将多余的那部分压力释放出去,避免储罐遭受损害。在运行管理这得建立起十分严格的操作规程,这里面涵盖了液体注入、抽取、温控调节以及巡检维护等一系列标准化的操作流程,并且还要配备实时的监控系统,借助温度传感器、压力传感器、液位传感器以及气体浓度传感器等设备,针对储罐内部的实际状态展开持续不断的监测工作,依靠对所收集数据的分析,能够及时察觉到可能出现的异常状况。除此之外,对于储存区域的环境同样需要实施极为严格的管理措施,比如设置专门的安全隔离区,安装防火防爆的相关设施,构建完善的通风以及排水系统,而且还要进一步完善应急预案,强化人员培训工作,确保在出现泄漏或者火灾这类紧急状况的时候,能够迅速做出有效的响应,尽力把损失和风险都降到最低限度^[4]。再者说,安全措施还应当包含物理手段、化学手段以及信息化手段等多种方式的综合运用,像是液化天然气泄漏检测报警系统、远程监控与自动化控制平台,还有防爆电气设备等等,通过技术层面以及管理层面的多层级协同配合,切实保证液化天然气在整个储存过程当中,在其全生命周期之内都能够处于一种可控且安全的良好状态。

4 结语

液化天然气在储存之时,有低温、高挥发性以及易燃易爆这类特性,这使得其储存安全存在着不少潜在的风险,像温度出现波动、储罐结构承受压力还有储存区环境等方面所引发的危险。就这些风险来讲,构建起科学的监测体系,强化对液体分层的检测以及翻滚的控制,并且配套上完整妥当的安全管理举措以及应急预案,这对于阻止事故的发生、确保储存设施以及人员的安全而言,有着颇为重要的意义。借助合理的技术手段和规范化的管理加以综合运用,能够有效地减少液化天然气储存期间的安全隐患,

提高储存操作的可控制性与稳定性,进而达成液化天然气安全、可靠且长期的储存与使用,给能源供应以及社会发展给予稳固的保障。

[参考文献]

- [1]闫晶,王延海.液化天然气储存过程中危险性预防措施[J].化学工程与装备,2023(6):253-255.
- [2]刘若竹.液化天然气储存系统风险评价与控制研究[D].上海:华东理工大学,2011.
- [3]廖伦丰.液化天然气储存过程中危险性预防措施[J].石化技术,2021,28(6):89-90.
- [4]雷静瑶.浅谈液化天然气储存过程中危险性预防措施[J].中国设备工程,2018(13):191-192.

作者简介:郭建廷(1988.12—),男,毕业院校:中国石油大学(华东),学历:本科,所学专业:化学工程与工艺,当前就职单位:巴彦淖尔华油天然气有限责任公司,职务:技术员,职称级别:中级工程师。