

液化天然气储运的安全技术及管理研究

王 骥 (浙江天为安全科技有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘 要: 随着科学技术与经济水平的不断发展, 我国国民的生活水平也逐日提升, 对天然气的需求也与日俱增。本文先总述天然气的重要特征, 再提出天然气储运过程中容易出现的问题, 最后再从机器设备的安全预防要点、预防罐体翻滚事故要点、控制人员的操作系统要点、严控车辆运输风险要点等多方面论述液化天然气的安全储运的管理要点研究, 以期相关的实践操作提供一定参考。

关键词: 液化天然气储运; 安全技术; 管理技术

液化天然气是普通天然气在低温条件下经由液化的方式处理而成。较未经处理过的天然气具有体积小、运输储存便利、节约运输储存成本等多种优势。又由于其具备较强的热值, 可以被广泛地应用于城市内部用气、发电、交通工具等能源驱动的工程燃料, 在使用过程中应用天然气不仅可以获得较好的经济效益与使用效果。还能参与能源调节, 缓解我国能源紧缺的问题。

1 液化天然气的重要特征

1.1 易燃特征

甲烷是液化天然气的主要构成物质, 能够占到 75% 以上, 该气体具备较强的易燃性, 其具体表现在: 该物质有两种形式, 一种是液态, 另一种则是气态, 在常温和常压的状态之下, 该物质大多以气态的方式存在, 但被加压以后, 则会变为液态, 而液态甲烷与气态甲烷相比密度更低, 因此当与氧气接触, 被充分混合之后很有可能会出现爆炸现象。并且空气中的甲烷占比达到了 5%-15% 之间可能会进一步扩大爆炸范围。而甲烷在恶劣的环境条件之中仍可以继续燃烧, 据研究资料表明, 甲烷在 -160°C 的环境之中, 其燃烧的速度仍可达到 0.3m/s 。

1.2 低温特征

天然气在正常压力状态之下的沸点在 -160°C 左右, 当低于 -160°C 时, 天然气就会变成液态, 也就是液化天然气, 虽在常温常态下也能够存储天然气, 但对于运输和使用而言较为不便, 因此为了解决这一问题所有的运输作业都需要在低温条件下开展。而这不仅对环境条件的要求极为严格, 还会造成运输成本的提高。在处理过程中由于温度过低对于设备设施、工作环境以及管道材料等都是一大考验, 如质量无法达到既定标准, 则很有可能引发收缩、硬化以及断裂等问题, 致使天然气泄漏。当前运输、存储液化天然气

的主要设备是 BOG 储罐, 在超低温的状态之下, 仍会因为热胀冷缩问题, 导致零件和罐体发生变化。

1.3 快相变特征

基于液化天然气的主要构成物质是甲烷, 能够在液态以及气态之间进行变换, 因此也导致了液化天然气呈现出了较强的快相变特征。根据相关化学知识可得, 当两种介质的沸点相差 100 倍以上时, 两种介质如果产生了接触, 则会使得温度较低的介质快速升温, 而如果温度较高的介质呈现出液体状, 在与另一介质相接触以后, 水分则会快速流失, 变为蒸汽, 产生类似于在烧红的铁片上泼冷水的状况。同理, 当液化天然气发生泄漏时, 与空气之中的水蒸气相接触则会立刻出现相变。而如果液化天然气进入水中, 则会产生对流换热现象, 导致热量无法快速地散播, 最终产生爆炸。

2 液化天然气储运过程中易出现的问题

2.1 储罐与设备易被腐蚀

液化天然气存在一定的腐蚀性, 这种特性是由于液化天然气之中所含有的二氧化碳以及硫化氢所造成的, 在液化天然气运输以及存储的过程中均会对设备设施产生腐蚀作用, 因此在生产过程中对酸性气体的处理十分重要。不仅如此, 液化天然气之中所含有的少量汞元素会对低温作业的冰箱造成腐蚀, 冰箱为了提高换热的效率, 多数会采用铝作为主要的制造材料, 当汞与铝接触之后, 则会形成较强的化学反应, 从而出现腐蚀现象, 在长期的腐蚀作用之下, 冰箱的管壁会逐步变薄, 当达到无法承受的节点时, 则会出现破裂现象, 最终导致液化天然气泄漏。

2.2 挥发损耗

液化天然气由于存在快变相的特点使得其存储、运输状态很不稳定, 虽在处理时的环境温度要远远低于环境温度, 并采取了抽真空以及添加珠光砂等隔热

材料,避免液化天然气与外界产生换热现象,但也不能保证在处理过程不会出现损耗与挥发现象,从而导致换热问题的出现。在处理的过程中会经过开采、生产、储运等环节,完成诸多工序以后才能到达目的地,在此过程中的挥发现象较为明显,并且甲烷属于温室气体,如直接挥发至空气之中,则会对大气环境造成影响,而如果储罐之中的安全放空系统设置不合理,也极易导致罐内压力上升,出现破裂,造成泄漏。

2.3 火灾隐患

火灾事故一直是运输液化天然气过程中的重要安全隐患问题,其由于受到理化性质的影响,加之组成物质均存在易燃、易爆的属性,使得在生产与储运阶段极易出现火灾事故,尤其是在有明火的状态之下,由初步的火灾燃烧可能会进一步导致爆炸现象的发生。在储运的过程中,储罐与运输车之间会产生一定的摩擦,这种摩擦会形成静电,当静电荷载达到一定的数量以后,便会将电量传播出去从而引发火灾事故与爆炸风险。

3 液化天然气的安全储运的管理要点研究

液化天然气是天然气的特殊运输形态之一,因其具有体积较小、运输形式便捷、单次运输量较大的优势,已成为我国能源供给端至关重要的组成部分,当前经济高速发展,致使液化天然气的需求量一直有增无减。所以在对天然气进行液化与运输的过程中要格外注意安全管理等事宜,对待容易发生安全隐患的操作流程要对其给予格外的关注,这样才能有效提升液化天然气储运的安全性及效率性。

3.1 机器设备的安全预防要点

液化天然气在日常进行储备与运输的过程中最主要的存放容器就是液化天然气的储罐,所以一旦出现储罐罐体损坏、储罐故障、液化天然气阀门泄漏、运输管道破损等意外事件,就容易出现液化天然气泄露的恶性事件。又因为天然气性质十分易燃,所以包括明火、静电火花、冲击和高温热源在内的一系列因素都可能会在不经意间将其引燃。因此工作人员在对天然气进行储存与运输的过程中,应该针对在压缩运输的过程中需要用到的相应的机械设备做好与之对应的安全事项检查与具体的防范工作。这样才能保证其运输与储存的全过程都处于安全状态。要注意将液化天然气的储存地点进行明确的划分与规定。设置明显的防爆区警示,严禁无关人员入内,并切记远离高温与火源。

在进行储运项目设计这一环节之前,首先要做到对液化天然气储藏地的气候环境、地质条件等相关因素进行全面的调查与了解。这样才能避免在项目建设完成以后出现储藏区及其上相关建筑物下沉的情况。在对天然气进行液化压缩的全过程都要注意操作规范,严格遵守操作流程,还要对其进行实施监测。观察储存罐地基是否有明显的沉陷状态,如果沉陷明显且超出规定范围,则要进行有效的报告和调整,如发现异常沉陷,要进行相应的调查,并采取相应的处理措施,以确保天然气的储存安全^[1]。设计者在对天然气管道进行合理设计时,务必对管道的周边环境进行调查,并对管道周围进行一定的处理以防管道周围的土壤因温度过低而结冰,对管道造成一定损害。管道周边的土壤对管道产生破坏的概率极大,所以一定要提前对土壤中可能对管道造成破坏的因素进行细致的分析,并具有针对性地对破坏内容采取相应的解决措施。例如在天然气储存罐中合理地安装密度计、温度计和液位计等能对天然气储藏状态进行连续测量的设备。这种做法可以便于相关管理人员直观地观察到储存罐是否处于正常的工作状态。在储存罐设计之初,还应该在其上安装较为灵敏的报警装置,以确保天然气储存罐在正常运作的过程中突发意外时相关负责人能在第一时间得知,并以最快的时间赶去维修,避免更大程度的损失产生。

其次,众所周知储存罐是液化天然气在储存与运输的过程中最为主要的环境与场所,所以对于储存罐材料的选择也十分重要。用于制作储存罐的材料不仅要满足耐低温性,还要保障硬度强度较大,还要具备抗腐蚀、抗冲击和抗多种外部因素的特性。由于液态天然气是一类需要低温保存的物质,所以在对其进行储存与运送的过程中都要注意其接触的材质皆要具备抗低温的特性,而运输管道与管材和管道的支撑部分也要保证隔热性能极佳,这也是液化天然气能否得到安全妥善保存的重要因素。

3.2 预防罐体翻滚事故要点

会导致液化天然气罐体翻滚的原因有许多,例如如动态测量仪器故障、气源组分变化或提纯程度不够等,这些都是天然液化气罐体翻滚的原因之一^[2]。要想预防罐体翻滚事故的发生,首先要对气源组成的比例变化进行科学合理的调控,保证液化天然气配比的纯度与净度。在将液化气进行采集与灌装的过程中,应尽量保证气源来自于同一片天然气田,这是为了避

免来自不同气田的天然气的纯度不一致造成气体在罐内存在一定的密度差,出现分层的现象。如天然气罐体内部实在难以保证纯度的一致,应对不同气体纯度的气源开展相应的处理措施,以避免气体在罐内产生分层现象。液化天然气存储罐的液位设计和监控设备都要满足现代化天然气应用的监控要求,逐一配备完善的报警装置,在灌装与运输的全过程中要做好安全管理工作。在对天然气进行进料操作时时,相关人员要充分考虑到罐内气体的密度因素制定科学可行的进料方案。密度较小的天然气应当由储蓄罐的下部注入罐体,而密度较大的天然气应当从顶部注入罐体,这样才能确保罐内的天然气得到充分的混合,避免存储罐在放置过程中由于罐内气体密度分布不均,导致总体分布头重脚轻,造成液化天然气罐体的翻滚时间发生。存储罐应该在罐身的多个位置设置对应的测温区,用以检验罐内遇冷及正常工作时罐体的温度浮动情况,并时刻监测是否出现液化天然气发生泄露的情况。

3.3 控制人员的操作系统要点

工作人员在运输过程中由于自身或客观原因对天然气存储罐发生操作失误的现象,这也是导致天然气储运失误的主要原因之一。这就要求相关操作人员一定要掌握精湛严谨的专业技能与操作手法。企业的管理人员也应该对这一现象进行防范与杜绝。可定期对相关操作人员进行培训与考核,借助多种形式有效提升相关人员工作的质量与水平。借助科学高效的培训形式不断提升操作人员对专业工作的掌握程度。并在日常工作中能够具有一定的抗压力能力,对工作压力可以理性应对并将其转化为动力。各企业的管理者还应该温和及时地对员工在工作过程中产生的不良情绪予以劝导和柔性化解,这样才能保相关工作人员对本分工作持有积极的、认真对待的态度。在日常工作的进行中,企业应该尽力保证员工的生命财产安全,为员工制定合理的轮休制度,避免疲劳作业导致安全管理工作出现问题,这样也能使员工的工作效率得以提升^[3]。

3.4 严控车辆运输风险要点

液化天然气能够投入我国各地生产生活之中与其运输环节密不可分。当前对于天然气的陆运方式还是以专用车辆运输为主,其中包括天然气的灌装、运输、卸车等多个流程,每个一流程若操作不甚都会发生都液化天然气泄漏甚至火灾、爆炸等风险。因此运输安全控制环节也是天然气在储藏与运输过程中经历的纪

委重要的流程之一。其应该注意的内容主要包括车辆装车、卸车前对车辆的准备工作;以及车辆、槽车、对天然气进行运输人员的资质以及液态天然气检验日期是否在有效期内,车辆各项配件是否完整无故障;装车、卸车前后应检查车辆及存储罐的各连接处是否存在泄漏的情况;还要保证静电接地装置连接完好。

液化天然气在进行陆运车运的过程中一定要注意严格遵守交通通规则。若运输路途较远,应采取数名轮换驾驶的方式,以避免疲劳驾驶造成事故;当液化天然气车辆在运输过程中要进行停运时,尤其要注意使泄压安全阀出口远离火源。

3.5 合理利用检测设备

液化天然气在储运过程中可以合理利用检测设备对其进行安全的监控。一方面,必须安排专业人员定期检查,以准确获得液化天然气的储存状态,确保操作过程的安全性和可靠性,并防止发生泄漏和其他事故。另一方面,在对天然气进行置换的过程中,应做到不断强化对置换气体的压力。对天然气进行更换的工作进行中,应反复查看接头是否损坏出现泄露现象,一旦出现液化天然气泄漏的情况,应立即停止对其进行更换,及时对泄露部位采取补救措施。

4 结束语

液化天然气作为一种清洁能源,虽有其独有的优势与其他能源不具备的洁净性与高效性,但其在运输过程中存在的风险性也同样不能被忽略。其在运输过程中无论哪一环节出现了纰漏,所造成的后果的危害性都是不可估量的。所以就要求现代参与液化气处理并运输的相关工作人员要提升对液化天然气进行液化压缩与储存运输技术手段研究的重视程度,不断提升我国天然气储运技术,促进我国的天然气资源能够得到最大程度的利用。

参考文献:

- [1] 赵力. 液化天然气安全管理中存在的问题及对策 [J]. 当代化工研究, 2021(13):187-188.
- [2] 周凌立. 浅析液化天然气安全管理中存在的问题及对策研究 [J]. 建材与装饰, 2019(22):221-222.
- [3] 薛恺. 液化天然气加气站的消防安全设计 [J]. 石化技术, 2021, 28(12):154-155.

作者简介:

王骥(1991-), 男, 汉族, 浙江杭州人, 本科, 注册安全工程师(中级职称), 研究方向: 安全评价、化工安全。