

液化天然气储运安全技术及管理

郭盛统

北京兴油工程项目管理有限公司 天津 东丽 100083

摘要: 众所周知,石油是经过漫长生成时间而形成的自然资源,逐渐被人类发现而广泛开采。但是它是不可再生的资源,随着开采量的逐年增加,全球石油储备逐渐减少,寻找代替石油的新型能源已经迫在眉睫,而天然气的使用逐渐得到人们重视和关注。本文对液化天然气储运安全技术及管理进行探讨。

关键词: 液化天然气; 储运; 安全技术; 管理措施

一、液化天然气所具有的重要特征

1.1 易燃特征

甲烷是易燃气体,并且在加压液化后仍然具有易燃性。甲烷在 -160 左右环境中能够以 0.3m/s 燃烧,体积比约为 6% 至 13% 。当周围空间足够大时,液化天然气及其BOG只会发生燃烧而不会发生爆炸。但是,在液化天然气接触火源燃烧过程中,前期燃烧速度较慢,随着时间推移火势逐渐蔓延,发生燃烧的区域增加,与氧气的接触面积也逐步增大。当液化天然气在燃烧时,周围空间环境满足不了火势蔓延的发展,液化天然气就会与空气混合在一起,就容易满足爆炸条件而发生安全事故^[1]。

1.2 低温特征

天然气在常压下的沸点约为 -160 ,因此在小于 -160 时为液态,常温常压下为气态。尽管在低温条件下能够存储天然气,但在运输和使用过程中较为不便,也就是说所有操作都必须在低温条件下进行,一方面低温条件较为严格,另一方面会导致运输成本提高。另外,如果处理液化天然气,则需要提供小于 -160 的低温环境,并且需要相关设备、工作环境和管道材料,由于在超低温下进行作业,需要设备和材料能够保持良好的性能,以避免由于加工过程中材料设备不适应低温而引起的诸如收缩、硬化甚至断裂等故障,防止天然气发生泄漏。最后,在储运过程中需要能够持续提供低温条件的设备,目前一般采用液化天然气储罐是BOG储罐,在超低温条件下,BOG储罐的零件或储罐发生热胀冷缩的现象,因此要重视BOG储罐竞争零件或罐体的体积变化,以保证天然气的安全储运^[2]。

1.3 快相变特征

如前文所说,在小于 -160 时天然气为液态,但是在与周围介质发生接触后,就会从液态瞬间变为气态,即具有快相变特征,因此这种液态很不稳定。根据生活常识,在两种表面温度相差较大的介质相互接触时,当两种介质的沸点相差 100 倍以上时,温度较低的介质会迅速升温,而温度较高的液体在接触低温介质后,会瞬间降温并产生大量水蒸气,发生类似于向烧红的铁片上泼水的现象。液化天然气泄

漏时,就会与空气中的水蒸气相接触,此时就会发生相变。特别是当液化天然气流入水中时,两种温差巨大的液体会产生极强的对流换热,产生的热量如果在有限空间内无法传递出去,就会产生剧烈的爆炸事故^[3]。

二、液化天然气储运安全技术及管理

2.1 液化天然气储存阶段的安全管理

由于液化天然气始终存在蒸发现象并且储罐容纳气体的能力是有限的,液化天然气在储存阶段也面临较大的风险。当储罐内的工作压力达到允许最大值时,而蒸发还在进一步提升,就会有爆炸的可能性。导致压力暴增的可能性主要是制冷设备的失灵而使介质温度升高,所以在液化天然气的储存中,一定要重点做好温度监控工作,另外还需对以下方面进行控制:首先是储罐材料的控制,尤其在首次进行液化天然气储存时应重点关注,储罐材料在低温条件下应具有一定的物理适应性,比如:低温工作状态下的抗拉和抗压等机械强度、低温冲击韧性和热膨胀系数等指标;其次是液化天然气充注方式的控制,最好能在储罐顶部和底部均设置充注管路,防止液化天然气出现分层现象,或者有效消除已经存在的分层现象;最后是储罐的隔热性能的设置,不仅有利于保障储罐的安全,同时良好的隔热效果也可以有效降低制冷设备的能源消耗,隔热材料的选择最好还能在一定情况下,保证面临火灾环境时的高温隔热效果,确保其在高温环境下不会出现融化或者沉降的现象;最后就是要做好储罐周边的安全辅助设施,比如:压力的控制和报警防护系统、灭火设施等配套系统,有效提升储存环境下的应急能力。

2.2 液化天然气罐车运输安全控制管理

罐车运输的安全控制主要从两方面考虑:第一方面主要是罐车本身的质量控制,对于我国当下液化天然气运送罐车本身存在的不足之处进行改善,比如淘汰设计中的内外筒体厚度较薄、本身的重量较轻、而承载大质量的液化天然气罐车。在整体结构上配置方面,做好辅助安全设施的配套工作,比如配套静电接地装置,消除运输过程中产生的静电。确保阻火器的安全有效,保证其能在放空口处出现着火时,能够防止火焰回火,从而实现对设备的安全保护,最后罐车

的前后左右两侧的灭火器设置,从而提升罐车在突发火灾时的应急能力。另外罐车运输安全控制还要做好操作技术上的控制,比如为了降低罐车内的含氧量,在注入液化天然气之前先行使用氮气进行充分置换,直到罐车内含氧量小于2%为止。另外就是要做好罐车的防超压工作,防超压的实现可通过平压和泄液过程实现。平压过程的操作是,在降低储罐压力的同时提升槽车压力,主要方式有两种:第一种是储罐顶部与槽车顶部连接平压;第二种是储罐顶部与槽车底部连接平压。两者中的后者具有更好的平压效果,但是在操作难度上比起前者更高,风险更大,尤其是在平压过程中存在储罐顶部高压气体冲击槽车底部液体的可能,导致液体蒸发加速,更严重的可能产生旋涡引起事故,因此一般建议采用第一种平压方式。卸液过程是通过进液来降低储罐压力,卸液方法分为上进液、下进液和上下共同进液三种方式,其中上进液方式是应用最为普遍,该模式下储罐顶部设有喷淋点,有助于储罐顶部的气体液化,从而达到更好的降压效果^[4]。

2.3 液化天然气船运安全控制管理

通过船运对液化天然气进行运输是全世界天然气贸易中发展最快的运输方法,因此在船运方法上,具有所有LNG运输中最为完善成熟的安全控制体系,其具体的控制工作包含了以下多个方面:在船体控制方面,采用双层壳体的结构,在船舶的外壳体和储槽间形成保护,有效的保护了空间,从而降低船舶撞击触礁引起事故的可能性;在制冷方面,常采用全冷式或半冷半压式制冷技术,一般来说大型LNG运输船一般采用全冷式储槽,而小型沿海LNG运输船一般采用半冷半压式;在隔热手段控制上,主要采用真空粉末、真空多层、高分子有机发泡材料等方法,而每种隔热手段都有各自的优缺点。真空粉末隔热是一种成本最低的隔热效果,其操作工艺也相对简单,真空多层隔热成本更高,但是具备三个显著优势,第一就是真空多层隔热效果更好,相比同样真空粉末隔热效果的船舶,其所占空间更小,这意味着货物装载量自然更大;在经济方面,随着船体的增加,填充粉末随之增加,真空隔热的成本会显得更低;最后就是粉末隔热会因为船体运动导致沉降现象的发生,但是真空隔热完全不存在这样的缺陷^[5]。另外,液化天然气的船运还具有再液化的控制手段,主要是通过再液化将已经蒸发的天然气重新液化实现降压。在实现方式上,使用三分之一的蒸发气作为能源即可完成对剩下三分之二的蒸发气的回收,可谓是一种安全经济的控制手段,最后使用特制运输球罐,增加各种安全警报装置,也保障了液化天然气船运的安全^[6]。

2.4 液化天然气管道运输安全控制管理

我国液化天然气管道运输以短距离运输为主,相比于

运输其他介质,液化天然气的管道运输要求的运行温度更低,对密封性和压力控制要求更高,这自然是提升了对管道运输环境的要求^[7]。在具体的管道运输安全控制上要注意以下三方面:首先是要做好第三方施工安全管控与各类地质灾害防控,确保液化天然气管道本身质量和运输环境的高度安全,其中管道施工质量可通过人为验收测试进行,在质量控制上要严格控制各项参数,保障管道施工指标达到预定的标准。在地质灾害控制方面,需要定期做好管道周边环境的监测控制,加强预防;其次是要做好场站设备的安全控制工作,依据标准化场站建设相关要求建立安全管理体系;最后是管道维护人员的职业技能素质管理,由于液化天然气管道本身对于环境要求很高,所以应加大维护的频率,对维护的技术要求也需要具有一定的专业化和标准化,因此相关管理人员要坚决做好对管道维护人员的素质培养工作,进而保障运输管道的安全性^[8]。

结束语

液化天然气储存和运输工作是一项复杂且危险的工作,对液化天然气的储运安全控制管理,关系到我国的能源的安全供应,在这方面,要充分结合当下液化天然气运输中存在的不足,重点把控风险高发阶段,做好响应的管理控制措施,严格按照操作流程进行操作管理,加强应急保障体系建设,从而全面提升我国LNG运输的质量水准。

参考文献:

- [1] 耿江波. 国际天然气市场及中国液化天然气供应安全策略研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2014.
 - [2] 王伟, 朱英波, 贺军, 等. 液化天然气罐式集装箱技术优化[J]. 集装箱化, 2020,31(7):16-21.
 - [3] 施宇航. 液化天然气(LNG)储运的安全技术及管理措施[J]. 石化技术, 2016,23(7):250,254.
 - [4] 姜超. 液化天然气储运的安全技术及管理要点分析[J]. 石化技术, 2020,27(11):274-275.
 - [5] 王志恒. 液化天然气的运输方式及其特点[J]. 化工管理, 2018(36):42-43.
 - [6] 王兴军. 液化天然气的储运问题与安全技术管理探讨[J]. 石化技术, 2018, 25(12):157.
 - [7] 高文晓. 液化天然气(LNG)储运安全问题与发展前景研究[J]. 石化技术, 2018, 25(5):68-69.
 - [8] 刘伟. 液化天然气(LNG)储运的安全技术及管理措施[J]. 化工管理, 2017(27):189.
- 姓名: 郭盛统(1988年11月), 性别: 男, 民族: 汉, 籍贯: 山东济南, 职称: 中级汽油储运工程师, 学历: 大学本科, 研究方向主要从事: 油气储运工程、HSE管理工作