

液化天然气罐箱堆场安全技术探讨

金鑫 武国兵 高杰 (华新燃气集团有限公司, 山西 太原 030000)

摘要: 液化天然气罐应用较为广泛, 所以安全性受到人们的广泛关注。我国进口的液化天然气主要应用大型接收站和大型运输船进行运输, 而用户主要应用储罐进行使用。传输过程中管道工程周期较长, 而且还要投入大量的人力和物力, 所以在很大程度上阻碍了液化天然气进口业务的发展。罐箱是液化天然气运输过程中的重要载体, 水运和铁路运输能够对运输问题进行有效补充, 也能够更好的满足运输工作。因此本文针对液化天然气的实际应用和发展情况进行分析, 提出以下有针对性的安全技术, 以此来保障液化天然气罐箱堆场的安全性, 同时也保障工作人员的生命安全。

关键词: 液化天然气罐箱堆场; 安全技术; 全容罐

液化天然气具有体积小、比重小而且不溶于水的特点, 所以运输速度较快, 而且储存性能较强, 使其被广泛应用。液化天然气的主要成分为甲烷, 如果发生汽化以后会有较高的热量, 在液化天然气罐装储存过程中也产生大量的冷能, 可以用来对食品进行保鲜, 也可以用来发电, 但是液化天然气罐箱堆场安全技术和储存仍然是一项重要难题。

1 液化天然气罐的特性

液化天然气储罐的特性主要包括以下几方面内容:

①具有耐低温的特性。液化天然气通常被储存于低温环境当中, 如果将温度降低到 -160°C 以下, 并增加液化天然气储罐的压力, 能够使安全性得到显著提升, 具有良好的耐低温特性; ②具有较强的塑性和韧性。由于在低温状态下天然气处于液态, 所以工作人员在对液态天然气罐进行运输过程中需要注重运输安全^[1]。液化天然气在储存过程中通常所应用的都是具有绝热性能的储罐, 一旦有任何热量渗入到储罐当中都会使液体天然气转化为气体, 从而导致储罐被破坏, 气态的天然气也会形成一个易爆的气团, 随时都有爆炸的风险, 会对周围人员的生命安全造成威胁, 所以咋说对液态天然气进行储存过程中需要具有塑性和韧性都较强的液化天然气储罐, 而且储罐还需要具有双层结构, 避免发生天然气泄露事故, 保障储存的安全性; ③具有良好性能的金属结构。液化天然气储罐所应用的绝热材料可以选择泡沫玻璃, 不仅具有较强的稳定性, 而且还能够避免脆性破坏; ④具有较强的抗压性能。为了避免液化天然气罐在外界压力下发生泄露事故, 所以需要选择抗压性能较强的材料来制作储罐。即便压力很大也不会发生爆裂, 包括地震。所以

在对储罐进行制作过程中需要对材料进行合理选择, 在制作结束以后需要做好抗压性能的试验, 在低温储罐实际工程检验过程中需要保障检验制度的有效性和规范性, 包括对内罐水压的检验, 对外罐气密性的检验和对焊缝的检验, 除此之外还要对压力条件下的性能指数进行详细分析, 以此来保障液化天然气储罐的安全性; ⑤具有较强的耐腐蚀性。目前全世界都在开展对液化天然气储罐进行耐腐蚀性研究, 使储罐的耐腐蚀性能提高能够保障储罐的安全, 也能够为储罐的进一步设计和发展提供有力指导。

2 液化天然气储罐分类

液化天然气储罐在实际选择和应用过程中通常是根

根据液化能力来进行考虑的, 所以在对储罐的形式进行设计过程中需要对储罐的建设条件和容量等内容进行综合考虑。目前我国液化天然气行业在不断发展, 所以液化天然气储罐的容量也在不断扩大, 当前应用过程中以大容量储罐为主。根据液化天然气储罐的形状可以分为全容罐、单容罐和双容罐三种。其中单容罐的安全性要低于其他两种, 这种储罐的外壁主要是由碳钢制作而成的, 可以避免基本的液化天然气泄漏事故发生。全容罐是这三种储罐当中安全性最高的, 其内壁为含镍 9% 的合金钢, 外壁覆盖混凝土, 这种结构不仅可以避免出现液化天然气泄露的事故, 甚至还可以抵挡子弹的冲击。不过这三种不同的储罐都有其各自的优点和缺点, 所以在实际选择过程中需要进行综合考虑, 选择最适合的储罐类型。

3 液化天然气罐堆场工艺和设施安全设计

3.1 一般规定

液化天然气罐箱堆场当中工艺装置和工艺设备都需要具有一定的流畅性, 而且还要方便操作、安装和

检修,还需要考虑到消防。在常规操作下需要根据《液化天然气的一般特性》来对液化天然气直接接触设备的管道和受压元件材料进行合理选择。其中所有的组件都应该按照相关标准进行制造和设计,也需要满足液化天然气的物理性能和化学性能,其物理化学性质见表1,以此来保障整体结构的安全性和稳定性。

3.2 工艺和设施

液化天然气罐箱本体选择和附件材料选择、制造和设计过程中应该严格符合《冷冻液化气体罐式集装箱》和《压力容器》等规范和标准,也要符合相关安全技术监察规程。罐箱在实际设计过程中应设置相应的液位计,液化天然气的最高液位之前应该设置压力表,在外罐和内罐之间需要设置环形空间压力检测仪器,压力表和液位计应该根据相关内容和指示将检测信号传输到控制室当中,并进行集中显示。堆场作业和水平运输机械等应该根据堆场的容量、安全性能和堆场的布置形式进行综合考虑和比对。堆场装卸设备主要包括水平运输和垂直起吊运输两种。其中垂直起吊运输设备应该与堆场当中的集装箱正面吊相符合,堆场当中的作业通常应该超过12m^[2]。堆场作业应用轮胎式集装箱龙门起重机时,应该尽可能的满足必要的设施收集和箱距要求,如果不超过六列应该设置一条宽度超过5m的消防通道,供作业应用。应用正面吊作业时,通道的宽度不应该小于12m,如果集装箱都处于空箱状态,那么不应该进行堆高作业,由于空箱重量大约在12t左右,如果多个箱子同时作业那么具有较高的操作风险。水平运输设备主要采用的是集装箱拖挂车运输机械,同时应用清洁能源。

应急处置区应该设置集中放散管,如果对BOG进行回收利用需要满足《城镇燃气设计规范》当中的相关内容和规定。放空总管和放散管的设计应该满足以下规定和需求:

- ①放空总管和放散管在低温气体加热过程中,应该使气体轻于空气,然后从后方排入到放散管当中;
- ②在堆场内部进行放散和检修放散操作时,应该在高于放散管口10m的范围内建设2m以上的露天设备或者建筑物,而且距离地面的高度不应该小于5m;
- ③防空阀门的排气口到放散管和放空总管之间的管道不应该进行缩径;
- ④应用人工操控的方法能够更好地将天然气引至管道当中;
- ⑤在放空总管和放散管的顶端不应该设置弯管;
- ⑥应该根据实际需求设置防火装置和防回火装置;
- ⑦总管底部应该设置排污装置;
- ⑧放空总管的管口应该比周围25m内的建筑物高2m以上,而且距离地面的高度应该大于10m;
- ⑨排放量和有害物质的浓度需要严格符合相关排污标准的规定。

4 液化天然气罐箱堆场安全运行和维护

4.1 一般规定

液化天然气罐箱堆场在运行过程中,所设置的操作规范和管理制度应包括以下几方面内容:第一,应该合理设置事故统计分析制度。第二,应该合理调整隐患排查制度和分级治理整改制度。第三,对于日常运行过程中存在的问题和事故应该设置相应的报告程序和处理措施。

在对堆场进行维护和运行过程中,应该合理应用数据监控和数据采集系统,以此来对其中存在的故障进行有效判断,也能够对事故内容和作业指挥内容进行智能化分析。在堆场当中应该24h安排驻站人员进行值守,在进入站内以后不能携带任何非防爆型无线通信设备,也不能携带火种,在未经过批准的情况下不能在站内进行任何可能产生火花的操作。液化天然气罐箱运输车应该严格按照我国相关标准和规定进行选择,而且要正确悬挂安全标识^[3]。在罐箱的维护和运行过程中应该符合以下几方面规定:

第一,在罐箱当中的液化天然气压力、温度和液

表1 液化天然气的物理化学性质

成分	危规号	气态比重	沸点/℃	闪点/℃	爆炸下限/%	爆炸上限/%	临界压力/MPa	临界温度/℃	燃烧热/(MJ·kg ⁻¹)
甲烷等	21007	0.55	-161.5	-188	5.3	15	4.59	-82.6	55.6

位都应该进行定期监测和检查,储存压力不能超过最大工作压力。第二,罐箱的基础应该较为牢固,而且要对罐箱的垂直度进行定期检查。第三,应该对罐箱的外壁进行定期检查,确保外壁表面没有凹陷,也没有漆膜脱落的情况,而且没有结雾和结霜。第四,应该对罐箱的静态蒸发率进行定期监测,而且要每年进行一次真空度检测。

4.2 运行规定

液化天然气罐箱操作人员必须经过专业培训和学习,而且每天都要对堆场进行测漏,并且做好相应的记录。罐箱和管道检修工作前和工作后都应该应用干燥的氮气进行置换,不能采用充水置换方法。在对管道进行检修以后正式投入使用之前应该进行预冷试验,你在试验操作过程中罐箱当中和管道当中都不应该含有杂质和水分。在液化天然气罐箱进入到堆场之前,应该安排堆场工作人员和物流部门做好罐箱的检查工作,主要包括对外部结构进行检查,对操作箱内配件进行检查,对罐箱压力进行检查,对铅封状态进行检查,对温度和液位进行检查,如果在检查过程中发现任何异常情况,都应该及时上报给管理部门,在未进行有效处理之前不能入场。罐箱堆码应该稳固和整齐,使上下两箱的角件充分接触。液化天然气罐箱在离开堆场之前也需要进行相同的检查操作,如果没有进行有效处理不能离场。为了能够对各种突发事件进行有效处理,同时尽可能的减少突发事件所造成的影响和损失,保障工作人员的生命安全,堆场应该设置应急处理方案,其中应该包含的基本内容为:液化天然气泄露处理、火灾爆炸事故处理、汛期灾害处理、罐箱跌落处理、恶劣天气处理、真空失效处理等^[4]。在日常检测过程中应包括消防设施的状态检测、违规检测、气体泄漏检测、罐箱的堆码状况检测。

4.3 维护规定

根据堆场当中的实际配置和设备特点,管理人员应该制定相应的设备和设施维护方案。车辆和工作人员在实际工作过程中应该严格符合以下几方面管理规则:

第一,在出入堆场过程中,堆场应该做好人员、车辆和罐箱数量的登记,并对相应资料进行管理和核对。第二,在车辆当中应该安装静电拖地带和火星熄灭器,以此来保障运输的安全性。第三,工作人员应该严格按照规定,佩戴相关防护用品和防护装置。第四,严禁携带明火。第五,甚至使用手机和对讲机等

无线通讯设备。第六,非操作人员和车辆禁止在操作区域内休息和停留,也不能在操作区内进行故障排查。第七,禁止在堆场当中丢弃杂物。第八,在车辆进去堆场时车速应该低于5km/h,在进入堆场以后车辆的速度不应该超过10km/h。第九,进入堆场的车辆应该严格按照所规定的路线和方向进行行驶。第十,车辆在进入堆场以后,驾驶人员不可以离开驾驶室^[5]。第十一,在运输过程中驾驶人员不能急转弯、急刹车,也不能超车或者逆行。第十二,非专业人员和车辆不能够进入到安全警示区内。

堆场建设过程中应该符合以下几方面标准:

①在堆场当中地面应该平整,没有任何障碍物或突出物;②在堆场当中照明装置应该符合相关规定;③要对堆场当中所产生的污水进行集中处理;④应该对防雷和接地设施进行定期检测,并使其保持良好的状态;⑤消防器材应该严格符合相关规定,并进行检查,保障使用安全。而且火警报警系统应该处于良好状态;⑥如果遇到事故或者火灾等情况需要做好相关转移工作,并对事故的危险性进行充分考虑;⑦根据相关规定进行做好应急预案工作,并定期进行演练和培训。

5 结束语

总体而言,液化天然气罐箱堆场在对罐箱进行储存过程中存在较大的危险性,所以需要根据实际情况进行有针对性的管理,并做好相应的安全检测工作,以此来对液化天然气罐箱堆场的安全环境进行优化,促进行业的发展和建设。

参考文献:

- [1] 闫猛,韩志刚,李艳艳,等.液化天然气罐箱周转堆场的设计[J].煤气与热力,2021,041(001):10007-10009,10027,10045.
- [2] 吴俊毅.浅析压缩天然气(CNG)加气站的消防安全措施[J].新型工业化,2021,11(3):3.
- [3] 高振,常心洁,赵思思,等.液化天然气罐箱门到门供应和液态分销经济性分析[J].国际石油经济,2022,30(5):8.
- [4] 常心洁.液化天然气罐式集装箱安全阀起跳预防和应急措施[J].集装箱化,2021,32(11):4.
- [5] 海航,周小翔,董玉军.基于风险识别的液化天然气罐式集装箱多式联运应急处理[J].集装箱化,2021,32(3):5.