

LNG汽车罐车夹层真空度影响因素讨论

吴凯平¹ 黄明胜²

1. 身份证号码: 450521198710040031

2. 身份证号码: 452129198711192054

摘要: LNG汽车罐车的夹层真空度是衡量罐车绝热性能的重要指标, 影响罐车夹层真空度的因素主要有外筒漏气和夹层材料的放气。本文结合现场检验、有关标准和规定, 对影响夹层真空度的因素提出了自己的看法。

关键词: LNG汽车罐车; 高真空多层绝热; 夹层真空度; 影响因素; 漏放气率

Discussion on factors affecting vacuum degree of interlayer of LNG tanker

Kaiping Wu¹, Mingsheng Huang²

1. ID No.: 450521198710040031

2. ID No.: 452129198711192054

Abstract: The sandwich vacuum degree of the LNG automobile tank car is an important index to measure the thermal insulation performance of the tank car. The factors affecting the sandwich vacuum degree of the tank car mainly include the outer cylinder air leakage and the discharge of the interlayer material. This paper combines the field inspection, relevant standards and regulations on the factors affecting the sandwich vacuum.

Keywords: LNG tank truck; High vacuum multi-layer insulation; Sandwich vacuum; Influencing factors; Leakage rate

引言:

汽车罐车是一种可移动的压力容器, 它具有灵活、方便、快捷的特点, 是危险化学品的主要运输工具。LNG是一种清洁的能源, 它既符合世界各国的发展趋势, 也符合我国节能、环保、低碳的发展趋势。近几年, 国内LNG项目发展迅速, 为LNG行业的发展奠定了良好的基础。LNG汽车罐车的绝热形式基本上属于高真空多层绝热, 也被称为“超级绝热”。在LNG罐车中, 为了达到更好的隔热效果, 管道内的真空是要求其真空度小于1.33 Pa的重要因素。而夹层材料的放气和外管漏气都会使夹层真空逐渐升高, 从而直接影响到容器的绝热性能。因此, 保持夹层高真空度对压力容器使用寿命有直接影响。

一、LNG罐车的主要结构

LNG罐车的液体储罐由U型副梁与车辆底盘相连, 增压蒸发器位于车辆的右边, 而管道控制系统则集中设置在后操纵箱中。该储液箱是一种采用真空粉末绝缘的卧式夹套容器, 采用双层结构。内外罐之间的连接是由

玻璃纤维支架螺栓固定, 后支架是固定的, 前支架是滑动的, 这样可以弥补由于温度的变化造成的膨胀。夹套中填充膨胀珍珠岩, 并进行真空抽真空, 加排管、排气管等由内容器排出, 通过真空夹套引到机箱的后底部, 与管道系统相连。

二、LNG贮罐的流程原理

下部设有液体加排线及蒸发升压系统, 上部设有排气系统、安全系统及液位显示系统。在将液体注入到罐中时, 通过管路控制系统开启应急关闭阀门, 开启气体阀门或排气阀门及安全阀, 然后通过容器通过加料口进入水箱, 通过液位仪读取液位, 在溢液孔中有液体流出, 即为已注满。当将液体注入到容器中时, 气控系统打开紧急关闭、蒸发器阀、止回阀, 液罐开始通过蒸发器增压, 当罐内压力达到0.4-0.6 MPa时, 液相阀打开, 液体从加料口流入容器。

三、LNG罐车管路操作系统及工作原理

LNG罐车的管路控制系统安装在液面控制箱中, 包

括液位计, 紧急关闭阀, 低温截止阀, 安全保险装置, 管路导管, 阻火器等。液位仪采用了双波纹管差压表和三通阀门。为了防止出现任何不正常的状况, 车辆在罐体内的液相线和气相线上都装有紧急关闭阀门。罐车在排气管道上安装了安全阀和爆裂片, 在油罐压力大于0.84 MPa的情况下, 安全阀会自动开启, 释放内部的压力; 在压力小于0.7 MPa的情况下, 安全阀会自动关闭, 爆裂片与安全阀并联, 在安全阀失效的情况下, 作为第二个安全保护措施, 它的爆裂压力为0.90~1.0 MPa。罐车体上装有安全装置, 其安全装置安装于箱体的上部, 在套筒泄漏引起的套筒内部压力上升时, 该装置会自动排出压力, 爆炸压力在0.02~0.07 MPa之间^[1]。而且, 因为这辆车是一种比空气更轻的易燃液体, 所以很容易在车顶上产生爆炸。为了防止火焰通过管道进入, 采用“波N带蜂窝”型阻燃器, 使车辆的安全性能得到了改善。

四、气路控制系统

气源通过(还可以外部连接)车架式气缸来供应; 在日常工作中, 控制三通阀门是用来开启或关闭应急关闭的; 紧急关闭三通阀门用于当管道有大量泄漏或事故时关闭气源, 关闭紧急关闭阀门; 手刹联动装置, 仅在紧急关闭处于关闭状态时, 车辆才能执行; 超越式停车制动器联锁功能是在装卸场地出现突发事件, 应急阀门无法正常(或应急)关闭时, 可以开启本超越式停车制动器, 在气闸关闭后将罐车驶离事故现场。

五、LNG罐车的安全附件及其作用

(1) 罐车辆管线的安全阀和爆破片双保险。安全阀是一种重要的压力容器安全附件。在设计时, 由于介质的低温, 在安全阀被冻结无法正常工作的情况下, 会持续上升的压力, 导致爆炸片爆炸, 排出气体, 从而达到二次保险的目的。

(2) 容器的外壳保险装置。在容器或夹套内管道发生泄漏, 使真空夹套中的压力升高至0.02~0.07 MPa时, 保险装置可快速开启, 以保证储液箱的安全。

(3) 储罐液和气相管上的应急关闭阀门。当管线出现大量泄漏或接近停车场时, 可及时切断液体和气体来源。

(4) 在罐车的前后操作箱中, 均设有紧急式切断开关。它的作用是在罐车发生突发事件时, 能快速关闭应急阀门, 把油罐运到安全位置。

(5) 阻火器。设于管道排气口的阻火器。易燃易爆气体, 易着火, 能有效阻止回火进入管道和罐体, 造成更大事故。

(6) 静电接地胶板。它的接地电阻不超过5欧姆, 在管道法兰的连接处, 采用铜导线, 其接触电阻不超过10 mΩ。

(7) 灭火器材。主要用于灭火油罐车内的煤气和发动机、驾驶室的初期火灾。

只有对LNG罐车的总体性能、制造原理、安全设备的功能、工作原理、操作方法等有了充分的认识, 才能真正的做到心中有数, 忙而不乱。

六、在用LNG罐车夹层真空度影响因素分析

内筒内的气体泄漏和夹层物料的泄气是造成夹层真空的重要因素。LNG罐车在使用中, 因其使用的不确定性和生产后的问题, 导致其在真空度超标的汽车上出现了大量的漏气现象。一些罐车在生产过程中, 都会在外筒外侧放置加强筋, 这样的布置会造成外筒与外筒之间的接缝裂缝而导致外筒漏气。(见图1)



图1 外壳角焊缝开裂

另一种方法是将加强筋放置在外圆筒内(图2), 这种装置除非受到外力的破坏, 否则很难造成外圆筒和外圆筒的角焊缝撕裂。



图2 加强筋置于外筒体内部

当使用LNG罐车的真空隔离阀处于测量完毕(参见图3)后, 如果抽真空后的真空吸气孔密封不严(见图4), 则会导致夹层的真空度迅速上升。

如果接管和外管接头处出现裂纹, 也会导致真空失真空(见图5); 此外, 由于意外撞击造成外筒破损, 造成夹层快速失真空。



图3



图4

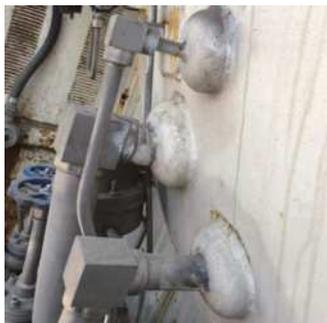


图5 外筒体连接部位焊缝裂纹

另一种则是用夹层材料进行放气。分子筛对空气中主要组分 N_2 , O_2 , Ar等有很好的吸附作用,但不能有效吸附He, Ne, H_2 。氢气是夹层材料放气的主要成分,国内外大量试验表明,在超过 $100^\circ C$ 的热环境下,经真空放气一段时间后, H_2 占放气组分的70%以上,而高真空多层绝热容器夹层内的放气量远远大于实际漏气量。由于He和Ne的含量很低,能有效地被 N_2 置换,因此 H_2 是影响夹层真空度的主要因素。

分子筛和一氧化钡是目前使用最广泛的两种吸附剂,其吸附率较低,但其吸附条件有限。由于分子筛对极性分子和不饱和分子的亲和力很高,例如,它对水的吸附量很大,而对一些非极性分子和沸点低材料,则很难被吸附。一氧化钡是一种在高温下分解的稳定化合物,它不能溶解在含有王水在内的所有酸中。一氧化钡具有吸附量大、性质稳定等特点,可广泛用于各种低温液罐^[2]。

分子筛的湿气是由物理吸附实现的;一氧化钡(PdO)是LNG罐车中常用的吸氢剂,它是由PdO粉在吸氢后发生化学反应形成Pd,吸附后仅含有Pd和PdO。

当两种吸附剂在使用LNG罐车的时候,会发生吸附饱和现象,当吸附剂达到饱和后,当空载或者外部圆筒温度上升时,分子筛就会释放出已经被吸收的湿气,从而导致夹层的真空度持续上升。在实际检测中,通常选取每日最高气温时进行夹层真空度的测定。LNG罐车真空度高的主要原因是由于吸附剂的饱和,可以采用外部加热+真空真空的方式进行,但是这种方法存在着一定的缺陷,而且真空度保持的时间也很短。目前有些厂商采用的是在外圆筒后端或前端盖上开小孔,并安装一个常温吸收腔(见图6),从而解决了由于吸附剂的饱和所造成的真空度超标问题。



图6

六、结语

LNG罐车安全运行受多种因素的影响,其中夹层真空度是罐车安全性能和低温性能的直观反映,安全运行的关键在于使用者,加强罐车使用者的安全意识及专业素质对于保证安全运行意义重大。本文从影响LNG罐车真空度的因素入手,对影响真空度检验的几个问题进行了总结和讨论。

参考文献:

- [1]赵波,李超.浅谈LNG汽车罐车定期检验中的相关问题[J].中国特种设备安全,2019(3):19-20.
- [2]曾宇梧,陈树军,汪荣顺.高真空多层绝热结构中一氧化钡吸氢特性研究[J].低温与超导,2018,36(7):4-8.