

LNG 项目中低温管道的布置

徐莹

中国五环工程有限公司 湖北武汉 430223

摘要: 本文以国内 200,000 t/a LNG 液化气化装置为研究对象,在现有国家标准、行业规范的基础上,选择两种典型的低温管道(LNG 管线、BOG 管线),针对其在低温环境下的特点,探讨其布置要点和技术难点,并提出相应的优化配置方法。

关键词: LNG; BOG; 低温管道; 保冷管托

由于 LNG 管线和 BOG 管线都属于低温管线,并且 BOG 管线中含有少量的液体,因此在管线的布置和管线支撑方面都存在着许多困难,需要特别注意的地方很多,下面就针对这些一一进行探讨。

1. 工艺简介

原料气由原料气管网来,经气-液分离后,以 5.01 MPa (G) 的压力进入该项目的净化设备脱碳系统中,CO₂ 经分子筛吸附,脱汞后经脱汞塔脱汞,经干燥纯化的天然气送入液化装置脱除重烃及苯,液化后得到合格的 LNG 成品,由 LNG 储罐贮存,由槽车运输到各用户,被分离的重烃储罐进行储存后外卖。

年运行时间 8000 小时,产出液化天然气(LNG),正常产能为 21.25 万吨。其副产物是 LNG 节流过程中生成的闪蒸气(简称 BOG)及 LNG 储罐热吸收生成的闪蒸气(BOG),再由 BOG 压缩机加压至 0.55 MPa (G),作为脱苯系统的再生气,输送到全厂燃料管网。

2. LNG 管道的布置

2.1 LNG 管道的工艺简介

从净化液化装置送来的符合要求的 LNG 通过低温保冷管道输送到低温常压 LNG 储罐中,再通过安装在罐内的 LNG 罐内泵将 LNG 输送到装卸设备,通过槽车运输到外面销售。

LNG 管路工作温度 -162℃、设计温度 -196℃、LNG 储罐进口管路工作压力 0.11 MPa、设计压力 1.0 MPa (g)、LNG 罐内泵出口管路工作压力 0.59 MPa (G), LNG 管路为低温不锈钢,阀门为进口低温不锈钢焊接球阀,保冷材料为硬质 PIR 加泡沫玻璃,所有管托均采用保冷管托。

2.2 LNG 管道的布置

液化天然气管线是一种在设计温度 -196℃ 的低温管线,在敷设管线时应注意如下问题:

(1) 在保证管道柔性的条件下,尽量缩短管道,尽量减少弯头数目,减少“液袋”,并充分利用管道自身的天然补偿作用,以吸收过热引起的应力。如图 1 所示,由于 LNG 储罐的上部工作平台大小受到限制,LNG 管线需要采用多弯几个折角的方法来吸收应力。

(2) 为使主管上的保冷层在拆除螺栓时不损坏,冷管法兰不应与弯头、三通直接焊在一起,若要安装阀门,则法兰两端应至少有一端留出便于安装和拆卸的直管段,以便安装和拆卸。如图 1 所示,切断阀两端都保留有直管段,而 B 方向的切断阀由于必须留出顶部平台上的检修通道,仅能在阀的左侧留出一个便于拆除的直管段。

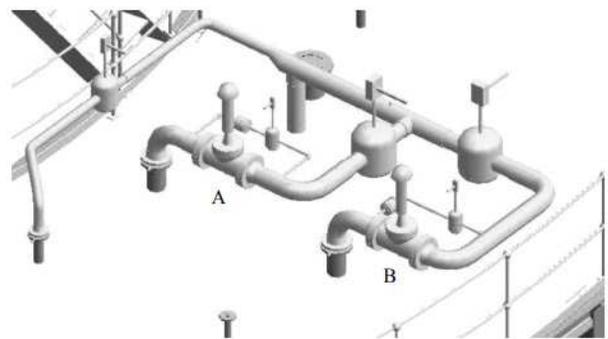


图 1 LNG 储罐罐顶 LNG 入口管道

(3) 低温管线的布置也要防止管线的震动,如果有震动源,也要进行减振处理,靠近管线的地方应该安装弹簧。如图 2 所示,布置在 LNG 储罐内的罐内泵是一种振动装置,在出口管转角位置设置横向耳轴,并在水平耳轴上安装弹性支座,以消除振动对系统的冲击。

板的高压一侧,使其流向介质的上游。如果泄压方向设置不当,会影响到阀门的密封性能,必须在滴水盘与阀体上同时标明泄压方向标志“VENT”。

为了防止在标示箭头时与液体流动方向相混淆,低温球阀卸压方向图。

当一段管线上有两个阀,两个阀同时关闭时,液态LNG就会滞留在两阀间的阀体中,由于液态的吸热气化,没有泄压通路会超压,所以需要在两阀间开一个泄压孔,泄压的方向是介质的源头。阀门安装后,保冷通常在现场进行,采用泡沫式保冷材料,保冷所占位置较大,安装阀门时要预留一定的保冷空间。对于低温蝶阀,必须按照设计图上所标明的安装方向进行配置,确保其与管道内介质流动方向相同,否则会削弱其密封作用。

4.3 低温管托安装要点

LNG深冷管线所用管托通常为卡箍式,仅对其与管线的连接部分进行保冷,与结构体相接触的管托底部设置在保冷层之外,其保冷材质与主管道相同,保冷厚度和保冷层数均不变。在保冷管托的最外面,再加一层金属保护层。管子的自由伸缩不应受到管托的限制,而要按照管子的热胀冷缩程度来确定管托的长度。低温管架的强度要考虑风载、试验荷载和启停工况等因素,在多种荷载的共同作用下,管架和保冷材料要有足够的强度来支撑。

LNG低温管线通常采用自然补偿模式,为避免因温度升高引起的管线偏移,在大变形区域如 π 形弯处,需适当加长低温管托的底板长度。选用的粘结剂、密封剂、抗磨损

剂等必须保证其在低温条件下的各项性能,并且要有很大的粘附力和密封性。

5. 总结

LNG管线是一种温度较低的管线,因此必须保证管线的柔性,以防止管线的振动。存在机械振动的情况下,需要进行有效的减振处理;法兰和管道接头的一端必须预留足够的直管段,以便拆除;管线不宜用结构钢梁直接支承,应采取保冷管托进行隔离。

本文针对BOG低温管线中存在的气液两相问题,考虑到低温管线布置的特殊性,以及部分BOG需要排入冷火炬主管道的问题,提出了沿介质流动方向45度倾斜接入火炬主管道的思路。

参考文献

- [1] 陈海琴. LNG项目中低温管道的布置[J]. 化工设计通讯, 2019(2):2. DOI:CNKI:SUN:WGTX.0.2019-02-070.
- [2] 王志坚, 孙建文. 全数字脉冲MIG焊在LNG项目低温管线焊接中的应用[J]. 金属加工: 热加工, 2015(6):4.
- [3] 李云山, 马业元, 张经纬, 等. FLNG低温用换热器的管道设计[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020(12):2.
- [4] 文习之, 黄明, 彭知军. LNG气化站内低温管道补偿问题的探讨[C]//vip.vip, 2016:3.
- [5] 李慧文, 戈新锐, 张建, 等. LNG低温管道的设计原则[J]. 广东化工, 2016, 43(14):2.
- [6] 秦玉良, 池旺. LNG接收站低温管道预保冷技术应用研究[J]. 山东化工, 2023, 52(8):181-184.