

液化天然气工厂重烃脱除应用技术分析

马 军 (宁夏哈纳斯液化天然气有限公司, 宁夏 银川 750021)

摘要: 随经济的发展和市场需求的不不断扩大, 我国天然气发展步伐加快, 但天然气资源多分布在中西部不发达地区, 因此天然气的传输是天然气应用过程中的重要环节, 天然气中的重芳烃含量高, 容易造成液化天然气工厂核心设备冷箱造成冻堵, 影响天然气工厂的正常运营, 造成严重的经济损失, 本文将根据天然气的组成性质及常用的重烃脱除方法来对液化天然气工厂所进行的重烃脱除技术进行分析和探究以实现高产、稳定运营的目标。

关键词: 液化天然气; 重烃脱除; 应用技术

近年来, 随着重工业的发展及石油开采步伐加快, 天然气作为工业和民用的主要燃料, 给人们的生活提供了极大的便利, 天然气工艺装置中最重要的一环是重烃的脱除, 如何有效的脱除重烃, 影响着整个液化天然气装置的平稳运行。

1 天然气的形成及主要发展方向

1.1 天然气的形成及主要组成成分

天然气的主要成分是甲烷气体 (即一个碳原子和四个氢原子组成) 它的形成主要是源于古生物遗骸长期沉积底下, 后经慢慢转化裂解所形成的气态碳氢物。天然气蕴藏在地下多孔隙岩层中, 包括油田气, 气田气, 煤层气, 泥火山气和生物生成气等, 也有少量出于煤层。天然气的组成中, 除大部分为甲烷, 还有少量的乙烷, 丙烷以及微量的其他气体, 如氮, 二氧化碳, 硫化氢等其他组成成分。

1.2 天然气的性质特点

天然气是一种多组分的混合气体, 有多种可燃和不可燃的气体组合成的混合气体, 主要以低分子饱和烃类气体为主, 并含有少量的非烃类气体, 具有可燃性, 沸点为 -162.5°C , 熔点是 -182°C , 着火点是 650°C , 除具有一般燃气易燃易爆的共同特点外, 与人工燃气相比它的热值更高, 多在油田开采原油时伴随而出。由于主要成分是甲烷, 比重是 0.65, 比空气轻, 物理性质无色、无味、无毒的特性, 当气态的天然气在空气中的浓度达到 5%~15% 的范围时达到爆炸极限, 遇明火即可发生爆炸, 因此天然气在运输的过程中一般采用液化形式进行管道运输或者装罐运输。

1.3 天然气在我国的发展方向

1.3.1 天然气可用作工业原料

天然气可代替煤炭用于采暖装置, 降低煤炭燃烧带来的环境污染, 同时节省了能源。

1.3.2 用于生活燃料

随着城市化水平的提高及环保意识的增强, 人们对天然气的需求量增加, 天然气可在生产后并入管道, 作为居民的生活用燃料其热值高, 安全性能好, 环境性能好, 其经济效益也大于工业效益。

1.3.3 用于化工产业

天然气是用于制造氮肥的最佳原料, 成本低、污染

小、经济效益高。

1.3.4 作为增效天然气

以天然气为气源, 加入天然气增效剂混合形成的一种新型节能环保工业燃气, 可用于工业切割、焊接还代替乙炔、丙烷等应用领域广泛。

1.4 天然气的运输

①管道运输。管道运输输送量大, 但输送成本高, 运输过程中危险性高, 在输送沿线需要加设加压站和调节站; ②液化输送。运输量较大, 运输成本低。

2 液化天然气工厂在天然气处理过程中的主要问题

2.1 液化天然气的生产工艺

天然气的生产工艺主要包括原料天然气的净化处理, 天然气的液化和天然气的储存三个方面。而天然气的处理过程中最主要的是液化过程,

2.2 液化天然气形成过程中遇到的问题

液态天然气和管输天然气一样, 均为常温气态应用。天然气在零下 -162°C 储存气化形成液化天然气, 方便存储和运输。但天然气具有低温特性, 因此对原料气体的洁净度很高, 需要对原料的气体以及各种不同的类型气体进行洗涤和脱除, 尤其是天然气成分中的重烃 (乙烷及其以上的烃类气体) 其组分主要是戊烷和更重的烃类。他们所含的碳原子比较多, 熔沸点低, 而在碳氢化合物的液化过程中碳原子需要吸收热量, 碳原子越多, 吸收的热量也越多, 那么液化过程中重烃会先于甲烷冷凝下来, 如不把重烃先分离掉, 则重烃可能冻结从而堵塞冷箱, 造成设备损坏, 因此, 要维持天然气设备的正常运行与气体的运输, 就要求把进入冷箱的天然气中的重烃含量降至足够低。因此我们要选择合适的重烃脱除技术。

3 液化天然气工厂常用的重烃脱除技术及技术分析

3.1 液化天然气工厂对重烃脱除技术的应用研究

天然气中重烃脱除技术一般采用的是物理脱除, 即利用天然气中各组分的物理性质如熔点、沸点、在特定溶剂中的溶解度差异等物理特性加以脱除, 常用的脱除方法有:

3.1.1 固体吸附法

固体吸附法利用固体在不同温度下吸附容量的不同来分离天然气中的重烃。最常用的固体吸附法是活性炭吸附法。因活性炭孔隙发达、比表面积大, 具有很高的

吸附能力,天然气中大部分比较大的有机物分子,芳香族、化和炔等,能够牢固地吸附在活性炭的表面上或者空隙中,对合成有机物和低分子量的有机物有明显的去除效果,活性炭吸附法的吸附过程可分为三个阶段:吸附、加热再生、冷却。脱水后的天然气经过脱重烃塔 A 和脱重烃塔 B,当塔 A 吸附时,塔 B 进行加热再生及冷却。吸附法较为适用天然气液化脱重烃,主要根据原天然气中重烃组分含量的多少,来选择合适的脱重烃工艺,这样就可以保证天然气液化工作的正常进行。

3.1.2 溶剂吸收法

溶剂吸收法是采用“相似相溶”原理以有机溶剂来吸收天然气中的重烃。其中最主要的是异戊烷溶解法。它的吸附范围主要针对的是含苯天然气,苯是具有对称性环状结构的芳香烃,分子量为 78,其化学性质比较稳定,不易被氧化,不像有机烯烃一样容易发生反应,苯无色、具有芳香味,比水轻,极易溶解于异戊烷中,其溶解工艺为:在脱苯塔的底部注入含苯的重烃天然气,在脱苯塔的中上部由机泵打入异戊烷进行补充,两者进行逆流接触反应,脱苯后的天然气由塔顶馏出,异戊烷的反应液从塔底流出进行回收再利用,此工艺针对性较强,局限性大,吸收剂再生时需要消耗大量的能量,被分离的重烃还要进入后续的脱乙烷塔来回收轻烃,导致其他重烃脱除不干净,选择异戊烷溶解法多为天然气原料中含苯较高的。

3.1.3 低温分离法

由于天然气各组分中,各气体的熔沸点不同,重烃类气体熔沸点较低,因此在进行天然气液化前先采用低温换热的方式将天然气原气体中的重烃成分进行气液分离。在低温分离法中,天然气的原料气进入冷剂换热器与液和冷剂进行换热得到 -45°C 的气液混合原料气,在经过重烃分离器将脱除部分液相重烃的气相原料气循环进入冷剂换热器,继续冷却,而液化重烃继续进入下一个重烃换热器,随后经过分离罐将原料气与液相重烃分离开来。低温分离工艺是目前使用最广泛的重烃脱除技术,它是将天然气冷却至烃露点温度以下的某一低温,得到部分富含较重烃类的冷凝液,在此低温下与气体进行分离。此种方法适用于重组分较少的情况,同时要求分离罐中气体进入挡板的尺寸,要保证足够的余量,防止未充分分离中组分进入下游,调整冷剂的组分和压力,合理控制进入重烃分离罐的温度,确保重组分的有效分离,一般来说温度越低,重组分的分离效果越好,与此同时液化天然气的产量也就会相应降低,因此在进行分离时要做好产量与分离的平衡。

3.1.4 重烃洗涤法

重烃洗涤法和低温分离法原理相似。是将洗涤塔引入低温分离的过程,是含重组分的天然气与重烃液相在洗涤塔内进行多次分离,从而获得纯度较高的气相和液相分馏,其工艺一般是,原料气先进入重烃洗涤塔,被洗涤后气相的天然气经冷箱上部被冷却至 -60 度左右,

在冷箱中部进入重烃分离罐分离出的重烃通过重烃回流泵增压后送至重烃塔顶作为洗涤液,重烃洗涤法在液化天然气的重烃脱除技术中应用广泛,短期设备较多,工艺复杂,同时天然气需要外排,成本高。

3.2 重烃脱除工艺研究

3.2.1 对固体吸附法的研究

就目前来说,液化天然气装置大多是采用固体吸附法来进行重烃脱除,基于技术上的成熟固体吸附法可增加变温吸附脱除装置。使天然气经过碳脱水,干燥及脱汞后进入吸附床,将天然气成分中的重烃吸附,吸附剂再生后的再生器被冷凝,液相的重烃被送至重烃储罐,气相的作为在生气分子筛选单元,固体吸附法对甲烷重烃体系的选择性很强,适合国内管输气乙烷、丙烷等含量不高,但重烃含量较高的气源特点,同时固体吸附剂的吸附弹性大,可适应气源组分的快速变化,只要种重含量在吸附剂的饱和范围内均可成功脱除,由于重烃含量高,导致设备,成本高,因此液化天然气工厂可再增加吸附装置后,改变当前所采用的降低冷箱中部引出点的温度和压力的操作方式,将原料气的投入体积相应减少,这样不仅可以确保重烃脱除精度解决冻箱冻堵的问题,还能促进装置的长期稳定运行,提高液化效率。

3.2.2 组合工艺的研究

鉴于以上脱除重烃的方法各有各的优点和缺点,我们可根据本地地区的天然气组成尝试着结合两种分离工艺来达到重烃脱除的优化原则。以固体吸附法和低温分离法来讲,一般来说固体吸附法将天然气中的重烃吸附到标准范围内是很难实现的,而低温分离法又适用于分离重烃含量较少的天然气。因此我们可采用吸附剂与低温分离结合的装置,先利用固体吸附法去脱除天然气中大部分的重烃成分,剩下的含少量重烃组分的天然气在进入低温分离设备,以达到天然气的液化运输标准。

4 结束语

天然气的发展给我国资源的开发和利用带来了极大的优势,它给人们的生活提供了方便,在天然气的液化过程和天然气的一些特殊用途中,有效地脱除天然气中的高碳链的重烃是重要的一个技术环节,它能避免重烃在冷箱内发生冻堵,维持天然气工厂设备的正常运输和使用,但由于天然气组成成分不尽相同,因此在选择重烃脱除方法时要综合考虑天然气的气源组成、重烃含量、以及液化工艺、工业的需要等方面去选择、发展探究适合本地区、本公司的脱除工艺,以维持天然气液化过程中设备的正常运行,带动经济的可持续发展!

参考文献:

- [1] 芦刚. 中压洗涤法在 LNG 生产中的应用. [J] 施工管理, 2017(002):240.
- [2] 岳春静. 液化天然气系统中重烃脱除系统的研究. [J]. 广东化工, 2013(12):222.
- [3] 曾凡平. 液化天然气工厂重烃脱除工艺方案比选 [J]. 石油与天然气化工, 2015(08):35.