

LNG 工厂原料天然气预处理工艺技术研究

赵彤阳 王 凤 黄安东 (新地能源工程技术有限公司, 河北 廊坊 065001)

摘要: 对于 LNG 生产工艺下的产品规格要求而言, 为了实现加工的效果, 就需要基于不同原料气的实际气质特征, 开展脱酸、脱汞、脱水以及脱氮等方面的预处理工作。上述预处理工作, 就是一种在处理的过程中, 利用预处理单元进行处理的过程。受到工艺、设计以及适应性关系的影响, 还需对预处理工艺进行针对性的筛选, 本文主要基于 LNG 工厂原料天然气预处理工艺技术进行详细的分析。

关键词: LNG; 工厂原料天然气; 预处理工艺; 供应链

LNG 是一种清洁能源, 因此在倡导可持续发展的背景下, 受到了全世界的广泛重视。虽然输气管道相比较 LNG 而言, 可以很好的降低运输的成本, 但是一旦管道运输的距离过长, 就会导致成本提升。同时, 在运输的过程中, 也会受到部分外界因素的影响。将 LNG 供应链应用到运输过程中, 能够促使运输呈现出较强的灵活性。因此, 有必要对相关应用方法进行分析。

1 原料天然气规格要求

原料天然气当中, 包含着大量的物质, 分别为水、二氧化碳、有机硫、重烃以及汞等诸多的物质成分。对于这些杂质而言, 存在于天然气当中, 会导致液化的过程中, 对于 LNG 产生不良的影响。同时, 在不同杂质以及有害成分的存在下, 也会导致对装置造成不良的影响。

1.1 水

当下在液态水的存在下, 就会导致酸气组分会对钢材产生较强的腐蚀性。同时, 也会导致水蒸气的存在, 也相应会全面降低管输能力以及效率。另一方面, 在一定的工况情况下, 还需要与天然气当中的某些成分形成水合物。其中液态水聚集到管道的低洼处之后, 一旦温度过低就会导致结冰情况出现, 进而导致对设备造成堵塞的问题。

1.2 二氧化碳

当处理装置当中存在二氧化碳之后, 上述物质就会与管道当中的一些烃类物质相互反应, 形成一类水合物。这些水合物会对管道造成堵塞问题。在一项调查中发现, 当二氧化碳与游离水共存的情况下, 就会导致对设备以及管道造成严重的腐蚀, 影响管道寿命。

1.3 N₂

N₂ 出现的情况下, 会一定程度上直接增加液化单元的自身负荷, 同时也相应的会对 LNG 造成产品的热值影响。其次, 这也是一种较为容易挥发的稀释剂。在外界温度不断提升的情况下, 就会导致罐体当中的含量不断提升, 甚至出现翻滚的危险情况。

2 脱酸工艺

当下国内外的研究过程中, 天然气的脱酸方式出现了多种不同的类型, 例如出现的湿法、干法以及膜法等。在使用干法的过程中, 就是一种利用中低压进料天然气

当中的 H₂S 进行脱除。而在使用膜法的过程中, 需要从含有大量二氧化碳的天然气, 进行大量的去除二氧化碳。这样的方法可以湿法进行有效的结合, 以此可以实现全面的降低二氧化碳的效果。在使用湿法的过程中, 基本上都是用于对 LNG 工厂的进料含酸天然气的净化处理。

其中湿法的使用过程中, 基本上可以分为通用醇胺类溶剂法、混合胺溶剂法以及配方溶剂法这三种不同的类型。这种预处理技术, 现阶段已经被广泛的应用在了气田开采的过程中, 以此可以有效的对二氧化碳以及 H₂S 的去除工作。

在现阶段的一些欧美国家的发展中, 配方溶剂以及相关配套技术相对比较完善, 因此可以在其使用的过程中, 依靠着较为先进的设备和溶剂, 取得良好的经济效益。对于基本负荷型的 LNG 工厂而言, 由于在附近有有着大来那个的气田开采设施, 同时在原料气当中, 会存在着大量酸性的气体, 不同的成分也有着不同的酸性性质。因此, 就需要对其进行针对性的处理, 可以很好的对原料气实现针对性的脱酸处理。例如, 在天然气当中的二氧化碳较多的时候, 就需要利用膜法的方式, 对其含量进行针对性的去除, 同时也有一部分有机硫, 因此可以充分的利用配方溶剂的方式, 实现针对性的处理^[1]。

而在调峰型的 LNG 工厂, 其原料气是由管道的方式进行输送, 但是在管输气的过程中, 只有进行充分的预处理, 才可以进入到管道当中进行运输, 因此, 当下调峰型的 LNG 当中的原料气, 就会存在着较低的酸性物质。在确定某种脱酸处理工艺之前, 往往需要对其天然气当中的酸性组成成分进行全面的分析, 进而充分的保障实现净化效果, 也相应的可以很好的完成处理目标^[2]。

3 脱水工艺

在现阶段国内外的的发展中, 对于天然气的脱水方法, 基本上可以分为冷却、吸收以及吸附法。

其中在使用冷却脱水法的过程中, 就是始终控制压力不变, 使天然气当中的含水量, 伴随着温度的降低和逐渐下降。这样的方法由于受到环境的限制, 同时脱水深度也相对较低, 而经常采用出气粗处理场合比较多, 因此基本上都会与其他类型的脱水方法进行联合^[3]。

而在使用吸收法的过程中, 则是吸湿性液体, 或者采用一些活性的固体, 对气流当中的水蒸气进行去除。

当下吸收法当中应用比较广泛的就是甘醇脱水法。其中甘醇分子当中有着羟基，因此这样的结构便可以与水产生较强的融合性。其次，甘醇水溶液的使用，也可以让天然气当中的水蒸气，全部蒸发出来。

使用吸附法的过程中，往往需要对天然气当中的饱和水进行深入的脱除。吸附法的基本原理在于，某种气体分子在接触到了某种固体表面后，就会导致气体分子与固体表面产生一定的凝结。同时，水分子与固体表面的分子会产生相互吸引的效果。因此就可以很好的实现良好的吸附效果。这样的方法在使用中，会在单位质量内，产生较大的亲水性颗粒。现阶段比较常见的吸附法，基本上都会采用氧化铝、硅胶或者分子筛的方式。特别是分子筛的方法下，由于装置体积比较小，吸附能力较强，就使得可以很好的发挥出相应的作用。在一些温度较高的环境下，依然可以很好的具备着较高吸附效果。因此，就可以保障在当下对 LNG 进行处理的过程中，可以满足脱水深度的要求^[4]。而在一些负荷型的 LNG 工厂而言，由于基本上采用的都是冷却脱水法，因此就可以很好的在井场粗脱出原料天然气当中，对其一部分水与液烃实现良好的处理。而对于调峰型的 LNG 工厂而言，一旦管输气当中有着一定量的二氧化碳，或者存在着一定的有机硫，就会导致需要设置出大量的分子筛，进行全面的脱酸脱水处理。

4 脱汞工艺

在没有得到净化的进料天然气当中，一般情况下含汞量都在 200 的标准下。天然气当中的汞基本上都是基于单质汞的形式出现。而在天然气当中的脱汞处理中，基本上可以分为化学吸附、溶剂吸收以及低温分离等多种不同的处理方式，在我国现阶段的发展中，普遍使用化学吸附的方式。

在化学吸附法的使用中，采用载硫 / 银活性炭，或者使用载银分子筛，可以取得良好的脱汞效果。同时，对这种材料进行使用，也可以控制成本的投入，因此十分适合在一些中小型的气量处理工作。当下，已经成为 LNG 工厂进行脱汞处理的最佳方式。使用载银分子筛的过程中，不仅仅可以进行高效率的去除，同时可以进行回收再利用。但是这种技术一次性投入较高，因此基本上都在大型的 LNG 工厂，或者进行天然气凝液回收工厂当中进行使用。

而在专利脱汞剂的使用，一般情况下都是使用金属硫化物，或者使用氧化物的方式。进行脱汞的基本原理，就是利用天然气当中的汞以及金属硫化物，或者将其中的氧化物进行反应，以此可以生产含汞的化合物，这样就可以将其停留在脱汞剂当中，以此实现良好的脱汞效果。

当下在技术的发展背景下，已经有大量的工厂都进行了这样技术的使用，其中所研发的各种吸附剂，很多都是基于载银分子筛的技术上的研发成果。其中某种研发的产品，在使用中不仅仅可以高效率的脱汞，同时也

可以很好的运用到天然气与液烃的处理工作。

因此，在 LNG 工厂的原料气处理过程中，要基于实际的处理规模、气源含汞量等诸多的情况进行分析，同时还需要保障与工程项目的具体内容进行结合，以此可以很好的处理脱汞工作。例如，在基本负荷型的 LNG 工厂，由于需要处理的装置气量较大，同时有着较高含量的汞，这就使得需要在处理的过程中，可以很好的利用载银分子筛，或者使用专用脱汞剂的方式，进行合理的处理与分析。

5 脱氮工艺

在天然气脱氮处理的过程中，其使用的装置基本上都需要放置在脱酸与脱水流程之后。

当下使用的 CNR 技术，就是一种在使用中较为普遍的技术类型，基本上可以分为单塔分离、双塔分离以及三塔分离这三种不同的处理阶段。在运行的原理上，就是充分的利用进料器当中的串级减压，以此导致出现焦耳效应。当下所使用的这样的双塔处理工艺上，可以很好的基于不同的处理情况，实现针对性的工艺调整，以此满足脱氮的处理效果。

在使用溶剂吸收法的过程中，是一种低温油吸收的方式。溶剂的使用，或导致对之后的脱氮效果产生较大的影响。同时在系统当中的设备种类较多，加上整体流程较为复杂，因此该技术有着一定的难度系数。

采用固体吸附法的过程中，是基于变压吸附的方式，可以在常温低气压的情况下进行处理。该技术使用的设备较少，同时吸附寿命比较长，因此当下在处理的过程中，就可以很好的实现针对性的处理。因此，在 LNG 工厂需要进行脱氮处理的过程中，往往要进行多种处理手段的融合，这样才可以实现节能减排的效果，不会对其造成严重的故障问题。

6 总结

综上所述，在进行 LNG 工厂处理的过程中，预处理单元涉及到大量的工艺和技术，只有保障针对性的进行处理，才可以实现脱氮、脱汞等方面的处理，进而保障原料气有着较高的质量，不会在日后的输送过程中，埋下一定的安全隐患。

参考文献：

- [1] 李建芳, 冯星星, 赵仕浪. 浅谈提高 LNG 液化工厂液化率的方法 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40 (05): 48-49.
- [2] 黄刚. 大型负荷型 LNG 工厂液化工艺模拟及优化 [D]. 成都: 西南石油大学, 2019.
- [3] 冯帆. LNG 工厂脱重烃工艺技术探析 [J]. 化工管理, 2017 (28): 69.
- [4] 刘佳, 白改玲. 中小型天然气液化工厂 BOG 压缩机技术和经济分析 [J]. 压缩机技术, 2017(02): 60-64.

作者简介：

赵彤阳 (1993-), 女, 满族, 辽宁沈阳人, 学士, 主要从事: 工艺方案液化天然气工厂工艺设计。