

液态产品处理厂轻烃回收工艺技术应用及效益分析

王 赢 (中海石油深海开发有限公司, 四川 成都 610000)

摘 要: 在国家节能减排和保护环境政策的推动下, 更多的工业生产企业开始关注到了自己的生产过程中的环保问题, 同时还会引入新技术, 对自己的产品进行有效的回收, 从而减少了污染物的排放。当前, 在对环境保护的要求不断提高的同时, 人们也更加重视对轻烃的循环利用过程和新技术的研究。在轻烃再生方法的应用发展中, 尽管有很多方法, 其中低温分离再生方法是使用最广泛的一种, 然而由于轻烃再生方法的能耗较大, 而且得到的收益也不尽如人意, 因此, 轻烃再生处理公司不断地研发和创新轻烃再生方法和新技术, 寻找更好的轻烃再生方法, 从而增加轻烃再生的经济效益和环境保护。

关键词: 轻烃; 回收工艺; 发展方向

0 引言

天然气碳氢化合物是一种非常重要的液体燃料。目前, 国内已有的提取方法多采用冷凝分离、吸附、石油吸附等方法, 而吸附剂对碳氢化合物 (特别是 C_1 、 C_2) 的吸附性能差, 导致其在碳氢化合物中的应用受到限制。采用柴油或石脑油等对天然气中的碳氢化合物进行吸收, 需要较大的设备容量, 但其蒸发速度较快, 且运行费用较高。凝结式分离技术是指在特定的高压条件下, 对天然气进行加压、分离, 将其加热到低温下, 并将其加热到露点以下, 再将其气化、液相分离, 以获取高含量的天然气。

1 天然气凝液回收的目的和方法

1.1 天然气凝液回收的目的

天然气凝液回收的目的主要包括以下几个方面:

1.1.1 满足商品天然气对烃露点的要求

按照商品气品质指标所需的烃露点条件, 提取液化天然气。在天然气中能够被冷凝回收的碳氢化合物非常小的情况下, 只要对其进行适当的回收, 并对其进行露点控制就可以了: 在能够被冷凝回收的碳氢化合物变成液态产品的情况下, 比起将其用作商品气中的一种成分, 会产生更好的经济效益, 那么就应该在满足商品气的最低热值要求的情况下, 尽可能多地将其回收。所以, 液化天然气的采收率除了受其成分影响外, 还受其热值、碳氢化合物露点等条件影响。

1.1.2 最大限度地回收天然气凝液

在以下若干情形中, 要求对天然气液体进行最大限度的回收: ①为了提高原油的采收率, 必须在伴气中提取液态烃类的基础上尽量提高采收率。换言之, 当从伴气中开采出来的液态碳氢化合物返回到原油时, 其价值会更高; ②对凝析气进行处理, 主要是为了提

取液态油气, 提取了液态油气之后, 剩余的气体要重新注入到油藏中, 以维持油藏压力; ③由于从天然气液体中提取出的液体烃类产物的价值高于它在商业气中的组成成分, 所以, 天然气液体提取技术的经济效益很好。

在国内, 通常按照是否回收了乙烷, 把天然气凝液回收装置分成两种类型: 一种是为了回收丙烷及更重的烃类, 叫做浅冷; 一种是为了回收乙烷及更重的烃类, 叫做深冷。

1.2 天然气凝液回收方法

1.2.1 吸附法

吸附法是利用固态吸附剂对烃类进行吸附, 将烃类从油气中分离出来的一种行之有效的方法, 在国际上已被部分油气厂所使用, 可将烃类从油气中分离出来, 且油气露点满足油气管线的要求。此法具有操作简便、设备简便、原料易得、价格低等优点。采用吸附法对碳氢化合物进行资源化处理时, 需要选择合适的吸附剂。

1.2.1.1 分子筛

分子筛是一类以氧桥为骨架的分子筛, 由于氧桥的作用, 其骨架上有很多空隙, 空隙与空隙间有很多空隙, 能够吸附比空隙更小的分子。在此基础上, 采用了一种以物理吸附为主的新型吸附剂。分子筛的吸附有两种方法, 一种是物理吸附, 另一种是化学吸附。分子筛的吸附性不但可以在其表面进行, 也可以在其晶体中进行。与其他吸附材料相比, 沸石分子筛在吸附材料中表现出了较大的优势。

1.2.1.2 硅胶

根据硅胶的性质, 可分为两种: 一种是无机硅, 另一种是有机硅。硅酮是一种性能优良的吸附材料。

采用硫酸与水玻璃的作用对其进行陈化,再用酸浸等方法对其进行改性,制得了水玻璃。硅胶是一种非晶态材料,它是由各种大小的二氧化硅粒子堆砌而成,在堆砌时,粒子与粒子之间的空隙即为其空隙。该产品不溶于水,不溶于任何有机溶剂,无毒无味,化学性质稳定。采用硅胶作为吸附剂,不仅具有高的吸附量,而且具有良好的热稳定性和良好的力学性能,在碳氢化合物的资源化中得到了广泛的应用。

1.2.1.3 活性碳

活性炭是一种以含碳物质为原料,通过炭化和活化而形成的具有孔隙结构的物质。在活化期,微粒间的形貌会改变。不同粒径的多孔结构,可对活性炭进行吸附。孔隙大小分布与原料和活化方式有很大关系。当前,在我国用于再生轻烃的活性炭,包括了木材活性炭,煤活性炭,果壳活性炭等。

1.2.2 油吸收法

该法是一种通过在吸附油层中不同的碳氢化合物的溶解性来将气体中的各组分进行分离的方法。吸附油通常为石脑油、煤油或柴油,在5、6世纪60年代被广泛应用。但因该方法投资大、运行成本高,在70年代后已逐步为更为经济、更为先进的凝结分离法所代替。

1.2.3 冷凝分离法

冷凝分离方法是在一定的压力条件下,利用组分挥发程度的差异,使其降温到烃的露点温度之下,从而获得部分含重烃的凝结核。

这种方法的特征就是要给煤气供给充足的低温来冷却它。冷凝分解法根据所用的制冷系统的不同,可以划分为三种类型:冷剂制冷法、直接膨胀制冷法和联合制冷法。该方法利用多种形式的膨胀装置,将燃气的高压能量转化为低温能量,同时将燃气的自温降为低温,从而实现对燃气组份的分离。通常使用的膨胀式制冷装置包括节流阀,涡轮膨胀器和热风分离器。复合制冷方法也叫复合制冷方法。该方法的制冷能力主要有两个方面:一是利用膨胀制冷方法供给;另外一种是通过低温冷冻技术来实现的。为了充分、经济地回收液体,需要在原料气中加入有冷剂预冷,或者在原料气中的压力小于合适的凝结与分离压力时,使用有冷剂预冷的组合制冷方式2。

1.2.4 膜分离技术

近年来,我国对膜分离技术的研究,尤其是对可再生资源的开发与回收,使其优势更加明显,并在气

体分离方面有了长足的进步。根据膜的材质,将其分为有孔隙的与无孔隙的两类。不同的材料,其透过机理也不相同。多孔质薄膜分离技术利用不同的流动速度,利用多种气体分子进行碳氢化合物的分离与回收。相对于多孔质的膜,它的分离机理更复杂一些,它是一种溶-扩散机理,可以划分为两个阶段。第一个步骤是把气体溶入到膜中,使溶入的气体在膜中扩散、运动,第二个步骤是把膜的一端的分子从膜中分离出来。它以其工艺简便、成本低等特点,在气体处理中得到了越来越多的应用。

1.3 天然气凝液回收工艺

1.3.1 原料气的预处理

对天然气进行预处理,主要是为了去除天然气中的油、水、泥等杂质。为了确保凝结过程的顺利进行,通常采用分离过滤装置来实现。

1.3.2 原料气的压缩

对原料进行气体压缩的作用是:①为了压缩更多的碳氢化合物;②确保膨胀机进口压力,保证有充足的冷却能力;③伴生气体的压力只有分离压力(3sa),为了使轻烃回收后的废气压力达到管道输送压力,还需要进行加压。所以,对伴生气体中的轻烃开采设备,必须进行加压,而对气井气体来说,可以采用井口压力,而不必进行加压3。

1.3.3 原料气的净化

对煤气进行纯化处理,其作用是:①除去煤气中的水分,使煤气在较低温度下不能形成固态水化物;②除去煤气中的酸度,使煤气不受腐蚀。在浅冷式分选过程中,如果原料气中的CO₂不会对商业气的品质造成影响,则可以不进行CO₂的脱除。

2 工艺流程

2.1 脱水单元

分子筛的再生工艺为降压再生,在外部输送干气体的调压阀前,再生成气体。在加温过程中,再生气体40℃先通过再生气体热交换器与从分子筛干燥器顶端排出的再生气体换热,使其温度升到100℃或更高,再通过再生气体加热炉达到290℃最后由下往分子筛干燥器,使分子筛再生;在冷吹的时候,天然气会直接从分子筛干燥器的下部进入,在将分子筛的热量带出之后,它会进入到再生气换热器进行换热,之后,它会进入到再生气冷却器,将再生气的温度降到45℃左右,之后,它会进入到再生气分离器,将游离水分离出来,最后,它会与外输干气进行内外输。

2.2 制冷单元

由分子筛脱水装置输入的气体(2.85MPa, 38℃)通过增压装置压缩到3.8MPa, 然后通过加压装置输出的风冷器(45℃)冷却到45℃, 然后通过大型冷库, 与来自轻型组分分馏塔(-1000)顶部的冷凝液(V-160)进行交换, 使其冷却到-40℃最后通过冷库(VV-160)将其送入深冷装置。从低温分离器中分离出来的气体, 通过膨胀/压缩机组的膨胀端, 将其膨胀到0.90MPa, -85℃, 之后, 将其流入到轻组分的分馏塔的底部, 从低温分离器中分离出来的低温凝液节流, 将其冷却到0.95MPa, -55℃, 然后再将其冷却到5℃, 再将其送入脱乙烷塔的中部。

T1000分馏塔的塔顶气体通过一个小型冷却箱被加热到-67℃, 然后进入一个大型冷却箱被加热到40℃, 以干气体的形式被加热到40℃。用底部泵(P-15)将轻组分分馏塔的底部冷凝(0.90MPa, -83℃)提高到1.35MPa, 然后进入脱乙烷塔。在一个小型低温箱内, 将脱乙烷塔顶气体0.95MPa, -34℃与轻组分分馏塔顶气体进行交换冷却到-63℃然后将其送入轻组分分馏塔的塔顶, 通过塔底泵(P-10)将脱乙烷塔底的轻烃送入脱丁烷塔分馏体系4。

3 效益分析

3.1 来气情况分析

表1 来气量及去年同期的对比(万方)

	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	合计
2020	10911.39	11438.75	11070.18	10509.76	43930.08
2021	8478.81	9067.04	9701.23	9005.43	36252.51
差值	2432.58	2371.71	1368.95	1504.33	7677.57

2021年处理站总来气量明显高于2020年, 是2021年来气量得1.21倍, 各气源来气情况见表2。

表2 各气源来气情况

	高压气		中压气		低压气	
	气量	比重	气量	比重	气量	比重
2020年第2季度	1554.76	14.25%	1901.42	17.43%	7455.20	68.32%
2020年第3季度	2187.39	19.12%	2641.62	23.09%	6609.74	57.78
2020年第4季度	2484.16	22.44%	2053.15	18.55%	6532.89	59.01%
合计/平均	9736.52	22.30%	7422.16	16.73%	26771.42	60.97%

高压气: 2021年高压气是各来气中唯一呈上涨趋势的气源, 从一季度的1544.76万方涨至四季度的

3510.21万方, 四季度占总来气量的比重为33.4%。

中压气: 2021年中压气的总来气量有较大的波动, 尤其是二季度来气总量涨至2641.62万方, 占总来气量的23.09%, 但是之后呈明显的下降趋势, 截止12月3日已经没有中压气进处理站, 故四季度中压气下降明显。

低压气: 2021年低压气来气量相对比较平稳, 但是总来气量也是有所下降。

3.2 产量情况分析

液化气产量:

表3 液化气产量及与去年同期对比(t)

	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	合计
2020	10662.04	11139.12	10583.51	9503.35	41888.02
2021	9813.86	9832.11	9546.10	8919.17	38111.24
差值	848.18	1307.01	1037.41	584.18	3776.78

2021年液化气产量为41888.02t, 比去年同期高出10.2%, 主要是因为2021年来气量明显高于2020年。

4 结束语

随着相关技术和工艺的持续发展和改进, 许多新技术被应用到轻烃的开发和利用中。新的催化裂解技术大大地丰富了轻烃的来源。FCC技术成熟后, 主要应用于催化裂解技术。

随着我国LNG用量的不断增加, 其加工工艺中所需的碳氢化合物也越来越多。从这些油品中提取出的液体烃类, 既可用于作燃油, 又可用于裂解制取乙烷、丙烷、丁烷和丙烷等。此外, 回收到的轻烃类还可以用于生产基础的橡胶甲乙酮等。随着技术的进步, 轻烃的利用率也会逐渐增加。

参考文献:

- [1] 韩磊, 周龙, 王大力, 等. 瓦斯轻烃回收工艺技术分析及应用[J]. 中国化工贸易, 2018, 10(26): 98.
- [2] 乔爱军, 范传宏. 氨制冷技术在轻烃回收工艺中的应用[J]. 石油炼制与化工, 2014, 45(11): 85-88.
- [3] 张东华, 汤颖, 郭亚冰, 等. 轻烃回收不同制冷工艺的技术分析[J]. 石油化工应用, 2014, 33(5): 80-85.
- [4] 臧建民. 氨制冷技术在轻烃回收工艺中的运用[J]. 化工设计通讯, 2018, 44(1): 79.
- [5] 白春林. 轻烃回收工艺技术研究与应用[D]. 山东: 中国石油大学(华东), 2012.
- [6] 王园园, 郭忠森, 周仕鑫, 等. 某炼油厂氢气和轻烃综合回收工艺分析[J]. 炼油技术与工程, 2022, 52(9): 28-31, 57.