

# 天然气制乙炔工艺的乙炔产率控制

成作康

陕西延长石油(集团)有限公司油田气化工科技公司

**[摘要]**从反应过程的原理出发结合生产过程中操作等实际情况,对影响天然气部分氧化制乙炔收率的因素进行了探讨,希望能够进一步提高乙炔的收率,降低生产成本。

**[关键词]**天然气;乙炔收率

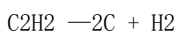
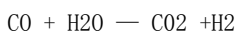
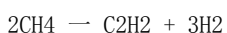
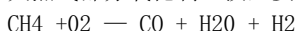
**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.2774

现有应用较为广泛的天然气制乙炔的工艺,一种是巴斯夫(BASF)公司的工艺,一种是乌克兰的工艺。中国70年代川维引进过巴斯夫工艺的工艺包,94年原川东氯碱引进乌克兰工艺包。现如今随着化工发展的必然化,不管哪种工艺在原工艺包的基础上都在与时俱进。我们围绕这两种工艺对产率进行讨论。

## 一、工艺简介

氧气与脱硫后天然气经过滤器与预热炉后,以极快的气流速度在混合段混合,然后通过烧嘴被点燃后进入反应通道,再通过急冷水将温度降至90℃以下后反应终止,产生的混合气体被称为裂解气,裂解气乙炔含量约为7.8%,此时裂解气中炭黑含量高,经过洗涤塔底端降温除炭黑后进入电滤器进行电除尘。从电滤器出来的气体在经过洗涤塔上端洗涤后其炭黑含量低于4mg/m<sup>3</sup>。此时的裂解气已被净化再经过压缩机升压后送入分离单元进行气体分离,分离出的主要气体乙炔被送至下游装置用于生产,而合成气被送至下游分离氢气等。

天然气部分氧化制乙炔主要反应有:



除此之外还有些副反应生成高级炔等。

## 二、影响乙炔收率的因素

### (一) 氧比影响

氧比顾名思义就是氧气与天然气的比值,不同氧比会直接影响部分氧化反应的氧化程度、反应的放热温度。乙炔炉子的构造也会引起适宜氧比的变化。在保证乙炔炉子相同及其他固有条件(预热温度等)给定的情况下,氧比越高乙炔产量越少CO和H<sub>2</sub>越多反之氧比越低乙炔产量越高CO和H<sub>2</sub>产率越低。

### (二) 预热影响

裂解反应的时间在1-3ms之内发生,2CH<sub>4</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>是吸热反应,反应时温度在1200-1500℃之间,所以在相同条件下提高预热温度能更快满足反应条件使反应正向进行。

在此基础上我们要考虑甲烷分解与自然着火温度,甲烷在650℃的情况下会分解结炭,在650-850℃会自然着火,甲烷本来就很难将所有杂质除去,所以在加入抑制氧等前提条件下温度控制也是重中之重。乌克兰工艺一般是将预热温度控制在650℃以下。

### (三) 稳定氧影响

在燃烧过程中燃烧的稳定与位置至关重要,为了使燃烧稳定我们会安装烧嘴,烧嘴处引入少量但均匀的氧气,这样会建立起稳定的火源,其能对混合气体进行连续点火从而控制火焰的稳定。这样乙炔就会匀速产出,不会产生大幅波动。

### (四) 反应时间影响

乙炔从480℃开始分解,在1200℃以上会快速分解出炭黑,同时在450-650℃时乙炔会发生聚合反应。其两种反应均没有乙炔产生快,所以在乙炔完全反应前需在合适的时间终止反应。在乌克兰工艺中,我们会控制反应时间在1-3ms内,我

们结束反应是通过喷嘴喷出冷热水来进行快速降温来实现的。所以在此基础上喷嘴很关键。喷嘴环形均匀分布的,其出水口有多个小喷嘴构成,喷嘴的角度,堵塞情况都会影响淬冷效果,从而影响产率。

### (五) 天然气和氧气的混合与受限流速影响

天然气和氧气在预热后分别延径向和轴向进入上段的混合器,气体在高温状态下无规则运动更加剧烈,所造成的混合会更加均匀,这样在避免气体进入爆炸范围的同时,更会使得同比例下产出乙炔更均匀,总量更多。

反应的高流速受气体压力,气体总量,管道通过面积等多方面因素影响。高流速可以使高温气体在混合器内短暂停留,这样就使其在着火诱导期内通过混合段,并且不会发生火焰倒流。在日常工况中同样的设备也会因为炉砖未烘好,炉砖的损坏,反应通道的堵塞等多种原因使其工况发生变化,我们需要及时调整。

### (六) 刮碳的影响

我司应用的是液压式的刮碳装置,其工作原理是利用水压将刮碳头推入通道来清除壁上的炭黑,此工艺受刮碳头材质,反应通道堵塞等多方面影响,在不同工况下需要对刮碳频率进行调整。在开工初期刮碳头多次因为结焦过多,多次刮碳等问题而损坏。在经过协商技改后在刮碳头上加了冷却水后刮碳头的损坏率大大降低。如前文所说焦炭过多会造成堵塞,影响流速从而降低了产率。焦炭完全去除又会舍弃焦炭的保温特性,保障反应器平稳反应。所以今后对刮碳的改进也是提高产率的一种明确研究方向。

### (七) 淬冷的影响

淬冷作为终止反应的一步,在其中尤为重要,我厂采用的是冷热水作为淬冷剂,这样的优势就是水具有便利便宜的优点,局限性是水会吸收部分乙炔从而影响产量,并且除炭黑装置造价高昂。在巴斯夫等工艺中会考虑使用萘,轻油等作为淬冷剂,这样会在提高产率的同时综合利用生产附属产品。

### (八) 环境的影响

因为中国地大物博,乌克兰的工艺并不能完全应用于不同环境。在南方的厂子里四季昼夜温差都相对较小,不用特别考虑温度的影响,而在北方地区,四季昼夜温差都相对较大,环境温度也会对设备、水等产生影响从而影响产率。我们通过对保温,换热等多种工艺的改进来维持不同情况的产量。

## 结束语

随着社会对环保能源的重视,各种清洁能源的开发都会加快进程,而我们作为新时代一分子,应该学会在旧有工艺上进行改进创新,减少损耗,提高产能,降低污染。这是当今社会的大势所趋。

## 参考文献:

[1] 陈光强. 影响天然气部分氧化制乙炔收率的因素[J]. 维纶通讯, 2009, 29(3): 11-13

[2] 王寿建等. 天然气综合利用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003