

# 天然气化工技术开发趋势

班明哲 (中国石化销售股份有限公司贵州贵阳石油分公司, 贵州 贵阳 550001)

**摘要:** 天然气属于重要的清洁能源, 同样属于优质化工原料。近些年, 天然气储备总量的进一步提高, 环境标准要求更加严格, 原油价格的不断上涨, 天然气化工也获得广泛关注, 技术开发随之进入快速发展阶段, 并在工业获得重点应用。基于此, 本文对天然气化工技术开发趋势进行分析探讨。

**关键词:** 天然气; 化工技术; 开发趋势

## 1 天然气化工生产技术现状及总体趋势

天然气化工原料, 最初起源于制造合成氨工业的原料氢, 便由此逐步发展, 对化学工业发展有着重要影响。不过, 由于石油乙烯化学加工的出现, 也对天然气化工产生冲击影响, 不过, 针对天然气化工, 因其独特的技术经济优势, 依然保持稳定发展。天然气用于化工原料, 凸显出原料、技术经济领先的重要发展优势。当前, 化学工业领域, 天然气化工依然尤为重要, 属于重要支柱, 大部分产品所使用的原料, 多为天然气原料以及天然气凝析液原料。氨、甲醇、乙炔为主的大宗商品, 以天然气为主要原料, 在技术、经济方面凸显出重要优势。

随着石油资源的不断萎缩以及劣质化, 天然气探明储量以及消费量的稳步提高, 全球能源结构也就此发生改变, 天然气势必将发展成第一大能源。有关专家预测, 全球能源结构, 天然气占比会不断提高, 占比可到 40% 左右。石油资源短缺以及价格上涨的趋势影响, 促使天然气化工结构也发生相应的改变。天然气化工发展趋势方面, 则以液体燃料烯烃、含氧化合物为主。

总而言之, 天然气化工发展, 依然以天然气乙炔、天然气合成路径为主。针对天然气乙炔路线, 同石油乙炔路线相比, 具有相同现有产品, 其中, 聚氯乙烯、1,4-丁二醇 (BDO) 与下游产品, 天然气乙炔路线优势特点更加突出。因煤化工发展, 且天然气合成路径存在部分共性特点, 以至于天然气合成路径发展相对缓慢。天然气直接转化, 并由此制化工产品, 所涉及流程相对较短, 经济性良好, 此方面研究开发也得以良好开展。

## 2 天然气合成路线技术开发趋势

### 2.1 液体燃料

#### 2.1.1 费-托合成生产液体燃料

针对天然气, 经过合成气, 并转化成液体燃料, 在此方面的科学研究与开发, 成为全国各国所关注的重点, 并在此方面投入大量人力与资金, 并开发研究出 GTL 新工艺, 由荷兰 Shell 公司所研究开发的中间馏分油 (SMDS) 工艺, 由南非 Sasol 公司所研究开发的淤浆床生产馏分油 (SSPD) 工艺以及 SAS 工艺, 已经在化工领域获得重点应用。

#### 2.1.2 甲醇制汽油 (MTG)

针对天然气合成气, 经甲醇生产液体产品, 美国 Mobil 公司率先研究开发甲醇制汽油技术 (MTG), MTG

工艺也受到行业广泛认可, 是继费-托合成, 在合成气转化成液体燃料所取得的技术突破。高油价背景下, 甲醇制汽油方才凸显出良好的经济性。除此之外, 甲醇可直接用于汽车燃料以及燃料电池车的燃料。

#### 2.1.3 典型 SMDS 工艺

20 世纪 70 年代初期, Shell 公司重点对合成燃料油 (SMDS) 进行展开深入科学研究。经过多年研发, 最终获得成功, 并正式投产。该装置的正式投产, 具体用于中间馏分油以及高附加值重质蜡的生产。

天然气间接转化方面, 通过 MTG 工艺以及费-托合成工艺, 技术尽管获得成功, 不过, 流程相对较长, 效率明显不足, 经济竞争力相对较低。

### 2.2 天然气制低碳烯烃

#### 2.2.1 甲烷氧化偶联路线 (OCM)

基于 OCM 为主, 以此制备乙烯, 工艺过程简单, 只包含一步, 不过, OCM 反应则具有较高难度, 原料甲烷相对较为稳定, 目的产品乙烯则相对较为活泼。针对研究开发, 催化剂也成为关键, 不过, 过程所涉及的高温与强放热性质, 二次反应引起的工程放大以及流程安排等, 需对此加以合理解决。

当前, OCM 路线研究开发, 主要以 REDOX 工艺、OXCO 工艺等为主。与此同时, 研究重点方面, 则以反应器研究以及高选择性催化研究等为主, 不过, 工业化应用依然有待深入研究开发。

#### 2.2.2 天然气合成气路线制烯烃

合成气直接制低碳烯烃, 利用催化剂直接作用于 CO 与 H<sub>2</sub>, 结合费-托合成法, 制取碳原子 ≤ 4 的烯烃。一般而言, 以费-托反应为主, 制取产物的碳数分布, 服从 Schulz-Flory 规律, 所以, 这也对合成气直接制取低碳烯烃的选择产生相应的显著影响。基于当前国内外研究开发现状分析, 轻质烯烃收率明显较低, 工业化应用难以实现。

#### 2.2.3 天然气经甲醇制烯烃 (MTO/MTP)

针对甲醇制烯烃, 以煤炭或是天然气为主要原料, 经过甲醇制低碳烯烃相同的工艺流程, 是有可能对石脑油路线制烯烃进行有效替代的重要工艺。针对 MTP 工艺, 基于甲醇生产系统工艺为主。全球范围内, 各国公司均致力于此方面的科学研究开发。当前, 鲁奇公司研究开发有 MTP 技术, 国内中石化同样研究开发有 SMT

技术。

同石脑油烯烃装置作出对比, MTO/MTP 工艺依然发展保持在工业示范阶段, 部分工程技术问题亟待做出有效解决, 工业化推广也受到一定限制。MTO/MTP 工艺, 所需甲醇消耗量相对较多, 吨烯烃甲醇消耗可达 3t, 而有关技术经济性, 甲醇成本/价格以及装置投资则属于重要影响因素。

### 2.3 天然气合成气路线合成醇

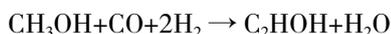
#### 2.3.1 低碳混合醇

针对低碳混合醇, 以所含成分为主, 可划分成甲基燃料、乙基燃料, 分别以甲醇、乙醇为主。基于各不相同生产路线以及催化剂, 可生产各不相同醇基燃料。经过科学研究开发, 当前, 合成低碳混合醇工艺, 具体涵盖 MAS 工艺、IFP 工艺、Sygmol 工艺、Octamix 工艺。针对不同工艺, MAS 工艺相对较为成熟, IFP 工艺次之。针对 Sygmol 工艺, 所使用的催化剂, 存在抗硫性特点, 此工艺与 IFP 工艺, 所得最终产物, C<sub>2</sub> 与醇含量相对较高, 化工应用具有良好前景。不过, 国内方面, 以技术成熟度为标准, Octamix 工艺相对成熟, Sygmol 工艺由于技术难度相对较大, 依然处在试验阶段。同时, 基于催化剂制备、设备国产化以及工艺成熟度等方面分析, Octamix 工艺所具有的开发周期相对较短。

#### 2.3.2 乙醇

具体涉及涵盖甲醇同系化制乙醇以及合成气直接制乙醇。

有关甲醇同系化制乙醇, 属于研究开发的重。同时, 其属于羟基化反应的特殊存在, 反应式:



有关合成气直接气相法合成乙醇, 所使用的催化剂, 具体涵盖:



针对直接法合成, 铑系催化剂尤为关键, 占据主导地位, 属于双金属催化剂。

针对上述不同生产路线, 依然处于研究开发阶段, 如果可实现降低操作压力, 提高催化剂稳定性以及活性, 乙醇选择性以及收率, 对工业化应用可产生重要促进作用。针对上述不同工艺, 目的在于石油资源若是出现短缺, 可通过天然气或是重质油、煤炭、CO 废气等, 以此最为主要原料, 制取合成气, 并最终合成化工产品。

#### 2.3.3 乙二醇

乙二醇, 用途主要为生产抗冻剂以及聚酯产品, 工业生产乙二醇, 方法具有唯一性, 即环氧乙烷直接水合法。原料选择甲醛为主, 以此合成乙二醇, 所涉及的方法涵盖甲醇与甲醛缩合、甲醛二聚法、甲醛氢甲酰化法等。

全球范围内, 有关合成气合成乙二醇, 各国也相继展开深入科学研究, 合成气制乙二醇, 设计的方法涵盖合成气直接合成乙二醇、合成气经草酸酯制乙二醇。

开发研究合成气一步合成乙二醇, 属于前景广阔的

重要工艺, 催化剂选择方面, 催化体系多以钴、钌、钌-铑等为主。

合成气直接合成乙二醇, 各国均积极开展科学研究开发, 因合成压力相对较高, 副产甲醇含量过大, 铑回收率不足等因素影响。此方法工业化应用明显受限。

### 2.4 与煤化工的关系

针对新型煤化工, 处在工业示范阶段, 存在部分工程技术问题, 亟待做出合理有效解决。不过, 石油资源不断减少, 天然气化工多样性受限, 天然气乙炔路径发展形势不明朗等因素下, 煤化工也成为非常重要的发展方向。煤化工属于碳-化工的关键构成, 基于工艺流程分析, 碳-化工所涉及的工艺, 具体可划分成 3 个不同优化层次, 详见图 1。

基于层次划分, 合成气生产属于第一层次, 属于碳-化工原料加工所涉及的关键步骤, 即气化工艺。合成气之后第二层次, 天然气化工与煤化工可实现并轨, 亟待解决问题相同, 即合成气之后第二、三层次, 存在通用性特点。合成气组成, 基于要求具体化, 基于补碳、净化等方式, 对此作出科学合理调整。

鉴于此, 新型煤化工所研究开发的技术发展方向, 如 GTL、MTO/MTP、煤制天然气等, 均可为天然气化工技术研究开发提供参考与借鉴。

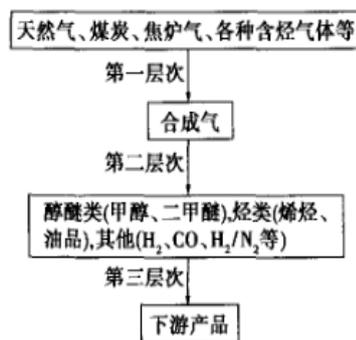


图 1 碳-化工工艺层次

### 3 结论

综上所述, 天然气属于重要的清洁能源, 同样也属于优质化工原料。随着天然气开采的全面推进, 天然气位于化工领域也获得重点应用。有关天然气化工的科学研究与开发也得以快速推进和全面开展, 为全球经济以及工业发展产生重要推动作用。鉴于此, 为推动我国经济保持稳定良好发展, 有必要对天然气化工技术进行深入研究开发与开发, 对天然气能源作出科学高效利用, 真正实现节能降耗、节能减排与绿色环保, 以此促进能源可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] 周昌贵, 陈华茂. 天然气化工技术开发趋势 [J]. 现代化工, 2012(02):1-5.
- [2] 祝燕, 周钊. 天然气化工技术现状与发展趋势分析 [J]. 化工管理, 2017(33):103-103.
- [3] 郭靖梅. 天然气化工利用与发展趋势 [J]. 当代化工研究, 2019(04):177-178.