

# 浅析我国煤制乙二醇现状及面临的问题

朱潇潇 杨 恒 (河南龙宇煤化工有限公司, 河南 永城 476600)

**摘要:**近年来,随着我国社会经济的快速发展,人们生活水平的不断提高,对能源的需求不断增大。由于我国具有“贫油富煤”的能源结构特点,在乙二醇生产的石油制法和煤制法中,煤制乙二醇是更加具有实用价值的化工技术。本文针对我国煤制乙二醇的现状进行阐述,并分析其中存在的问题,以期煤制乙二醇技术的创新发展提供有价值的参考。

**关键词:**煤制乙二醇;现状;问题

## 0 引言

随着时代的发展和进步,各项不可再生资源会逐渐减少,所以,我国必须在正视煤制乙二醇现状的前提下,对相关技术进行优化,使煤制乙二醇工艺迅速迎来春天。

## 1 我国煤制乙二醇现状及面临的问题

### 1.1 产能现状

#### 1.1.1 建成产能

自2009年我国第一套煤制乙二醇项目投产以来,现有煤(合成气)制乙二醇企业21家,合计产能495万t,占全国乙二醇生产企业总量45.6%左右,占总产能约44.2%。其中,2019年新增煤制乙二醇产能50万t/a,产能增速约11%,较2018年54%的增速水平大幅放缓。

#### 1.1.2 在建产能

未来三年计划投产的在建煤制乙二醇项目15个,总产能624万t/a。其中,由2019年延迟投产的项目10个,合计产能254万t/a。

#### 1.1.3 生产成本

煤制甲醇制乙二醇成本的具体计算方法:  $1.74 \times \text{甲醇价格} + 1500 \text{元/t}$ , 2018年甲醇制乙二醇平均利润为372元/t, 2020年以来由于乙二醇价格下跌,煤制乙二醇的利润大幅压缩。从表1看出,煤制乙二醇到达华东地区的价格为4500~5000元/t。随着工艺条件的成熟与生产负荷的提高,成本还会下降,与石油路线相比,煤制乙二醇具有一定的成本优势。虽然,煤制乙二醇的成本较低,但对煤质的要求较为严格,且乙二醇的主要消耗区域与成产区域距离较远,造成乙二醇运输成本高。

表1 煤制乙二醇项目成本分析元/t

项目	内蒙古地区	中部地区
	褐煤	无烟煤
	价格=344	价格=680
煤炭	1926	2176
催化剂、甲醇等化学品	500	500
折旧、维修费等	1200	1200

公用工程(水电气等)	150	130
人力成本	150	150
管理费用	250	300
财务费用	200	200
运输费用	550	450
副产物回收	420	450
合计	4506	4656

### 1.2 面临的问题

#### 1.2.1 工艺技术问题

当前,煤制乙二醇主要有三条技术路线:煤制烯烃工艺、一步法合成工艺、草酸酯工艺。从工业化角度来看,各技术路线均不同程度存在问题。其中,煤制烯烃路线是传统石化路线基础上发展而来,生产本部相对较高;一步法工艺在催化剂活性、寿命方面存在瓶颈;草酸酯路线存在污染严重、催化剂寿命短及产物分离难度等问题。

#### 1.2.2 产品品质问题

从现有煤制乙二醇投产项目运营情况来看,相关装置产品可以满足国家标准(GB/T4649-2018《工业用乙二醇》相关指标要求,但因项目生产过程中煤质变化、以及工艺中催化剂的不稳定,易导致每批次产品质量不稳定。下游聚酯行业必须将煤制乙二醇与石化路线乙二醇掺混使用。

#### 1.2.3 环境约束问题

“三废排放”等环境污染问题是煤制乙二醇等煤化工产业发展的重要影响因素。在严厉大气污染、水污染、土壤污染防治等的环境约束条件下,煤制乙二醇项目获得用水、用能、环保容量指标的难度也将加大。

## 2 煤制乙二醇精制工艺特点

### 2.1 煤制乙二醇精制的特点

在加氢合成单元中,乙二醇经过加氢反应生成的乙醇与乙二醇反应生成1,2-丁二醇,根据乙二醇和1,2-丁二醇气液相平衡与分离的研究中得出,常压下(101.3kPa)乙二醇的沸点为197.6℃,1,2-丁二醇的沸点为193.8℃,

两者相差 4℃左右,脱醇塔的操作压力,塔顶为 14kPa (A),在此压力下,乙二醇的沸点为 140℃,1,2-丁二醇的沸点为 134℃,两者的沸点差为 6℃左右,经研究得出,乙二醇和 1,2-丁二醇的沸点差值随着压力的降低而增大,说明减压可有利于乙二醇和 1,2-丁二醇两种物质的分离,增大两者之间的挥发性,且乙二醇精制过程中若操作温度过高,会在塔釜发生聚合反应,生成二甘醇、三甘醇等碳链较长的重组分,严重时甚至结焦,这些杂质的存在严重影响乙二醇的纯度及 UV 值。所以煤制乙二醇采用减压精馏,有利于粗乙二醇各组分的分离,从而得到聚酯级产品。

## 2.2 煤制乙二醇精制工艺流程

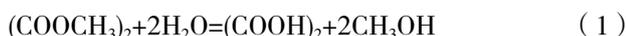
EG 精制单元设有甲醇回收塔、脱水塔、两台脱醇塔、乙二醇产品塔、乙二醇回收塔、乙二醇浓缩塔、乙醇分离装置、液相加氢装置及树脂吸附装置。甲醇回收塔的主要目的是回收加氢粗醇产品中的甲醇,侧采出精甲醇,送至草酸二甲酯酯化反应单元循环使用;脱水塔主要目的是除去粗醇产品中的水分和部分低沸点醇类(甲醇、乙醇等);脱醇塔的主要目的是脱除粗醇产品中的二元醇类及酯类(如:2,3-丁二醇、1,2-丙二醇、1,2-丁二醇,乙醇酸甲酯)等轻质二元醇;乙二醇浓缩塔的主要目的是回收轻质二元醇中的乙二醇;乙二醇产品塔的主要目的是获得聚酯级乙二醇产品;乙二醇回收塔的主要目的是回收工业级乙二醇和采出重馏分。乙醇分离装置主要由甲醇分离塔、乙醇产品塔、乙醇浓缩塔组成,甲醇分离塔的主要目的是回收甲醇回收塔和脱水塔顶采出的水分和低沸点混合醇中的甲醇,乙醇产品塔的主要目的是获得乙醇产品,乙醇浓缩塔主要目的是回收乙醇产品塔塔釜物料中的乙醇。液相加氢装置的主要目的是将来自乙二醇产品塔和乙二醇回收塔塔顶采出及乙二醇浓缩塔塔釜采出的工业级乙二醇,在液相加氢催化剂作用下使乙二醇溶液中微量的对紫外有吸收的不饱和键: $-C=C-$ 、 $-C=O-$ ,与氢气发生加成反应,转化为对紫外线无吸收的饱和键,从而提高产品的紫外透光率。树脂吸附装置的主要目的是将来自乙二醇产品塔侧采的聚酯级乙二醇进入树脂塔进行脱醛处理,提高聚酯级乙二醇的紫外透光率后送至罐区作为产品销售。

## 3 煤制乙二醇精制工艺优化

某化学公司 180 万 t/a 煤制乙二醇精制工艺基于已投入生产的装置运行经验,对 EG 精制工艺从产品质量、下游产业的应用、装置的成本等方面进行了优化。

### 3.1 酸度的控制

加氢催化剂末期,催化剂活性下降,草酸二甲酯和乙醇酸甲酯不能完全被转化,草酸二甲酯在 60℃时会水解生成草酸,不完全加氢产物乙醇酸甲酯会水解生成乙醇酸,反应式(1)和式(2)如下:



草酸与乙醇酸均可溶解在乙二醇中,草酸沸点为

150℃,不容易从乙二醇中分离,乙醇酸在 100℃会分解成甲醛、一氧化碳和水,因此草酸在 EG 精制单元中会不断产生和累积,对设备和管线产生腐蚀,严重时影响乙二醇产品质量。有前学者曾提出煤制乙二醇产品中的草酸和乙醇酸的有机酸进入下游产业,影响其产品质量及外观。本项目对酸度控制进行了优化,在正常生产中,控制加氢工段原料草酸二甲酯的酸度,加氢催化剂末期,对加氢系统的床层温度进行相应的调整,尽可能使草酸二甲酯充分反应。本项目在详细设计阶段在脱水塔回流罐和甲醇回收塔进料管线设有加碱管线和在线 pH 分析仪,有效中和系统中的有机酸,控制 EG 精制单元的有机酸含量,进一步提高乙二醇产品质量。

### 3.2 产品品质及收率的提高

煤制乙二醇聚酯级产品收率一般在 85%~95%,增加液相加氢和乙二醇浓缩塔可将煤制乙二醇聚酯率提高至近 100%,乙二醇收率提高至 98% 以上。乙二醇浓缩塔进料 1,2-BDO 含量 7.8%,EG 含量 83%,经浓缩后副产品混合醇酯中 1,2-BDO 含量 26%,EG 含量 23.54%,年回收 EG(按 100%EG,年运行 300d 计)38671t。在 EG 精制下游增加液相加氢工艺,将来自乙二醇产品塔和乙二醇回收塔顶采及乙二醇浓缩塔塔釜的工业级乙二醇溶液中微量酯类如碳酸二甲酯、碳酸乙烯酯、草酸二甲酯及乙醇酸甲酯等在加氢催化剂下,与氢气发生加氢反应,脱除醛类等不饱和有机杂质,提高乙二醇产品的紫外透光率,返回 EG 精制单元重新精馏,最终提高聚酯乙二醇产品收率。其吸附催化剂具有在氢环境下对杂质吸附的普适性和高吸附容量的特点,脱除醛类、酮类、羧酸、酯类等有机杂质,脱除率达 90%~95%。提高乙二醇 UV(乙二醇紫外透光率)值,改进产品内在品质,提高聚酯生产时煤基乙二醇掺混比例,同时提高煤制乙二醇整体技术先进性,实现聚酯级乙二醇产率 > 98% 的目标。

## 4 结束语

总的来说,在国内乙二醇产能缺口和进口依存度较大的情况下,受全球产能增加,特别是国外低成本产品冲击,国内行业开工负荷较低,加之在国内下游聚酯消费市场需求增速放缓等因素影响,我国乙二醇市场供需结构呈过剩趋势,未来我国煤制乙二醇行业发展面临较大风险。因此,建议国家加强煤制乙二醇产业宏观指导和项目审批监管,在运项目推进技术升级、提高产品质量,筹建项目慎重推进前期工作。

### 参考文献:

- [1] 郭邑.煤制乙二醇技术现状及存在的主要问题[J].化工管理,2014(14):99-99.
- [2] 付军之,王莉.我国煤制乙二醇现状及面临的问题[J].化工管理,2020(1):14-15.
- [3] 巴换粉,穆立文,张岗,等.我国煤制乙二醇生产现状及存在的问题[J].广州化工,2013,41(15):36-37.