

# KBR烯烃分离工艺脱乙烷塔调整分析

祁鸿彬 李春昊

久泰能源(准格尔)有限公司 内蒙古自治区鄂尔多斯 010321

**摘要:** 久泰能源(准格尔)有限公司600kt/a烯烃分离工艺采用KBR烯烃分离技术,工艺特点为前脱丙烷后加氢。脱乙烷塔作为C2/C3分离的重要设备,在日常调整过程中至关重要,本文就脱乙烷塔工艺参数控制以及调整操作等进行了详细分析总结。

**关键词:** 脱乙烷塔; 参数; 调整; 参数

久泰能源(准格尔)有限公司600kt/a烯烃装置甲醇制烯烃采用UOP/Hydro公司开发的MTO专利技术,烯烃分离采用美国KBR公司分离专利技术,由中国石化工程建设公司(SEI)完成工程详细设计。烯烃分离装置的任务是将反再装置来的气、液烃混合组分实现分离、精制,生产出合格产品送出装置。装置按照35.04万吨/年丙烯产品和26.10万吨/年乙烯产品进行详细设计。其中除了丙烯、乙烯主产品外,还生产一些副产品,包括燃料气、丙烷、C4和C5以上烃类。装置按照年操作时间8000小时设计,可在70~110%负荷下运行。

乙烯、丙烯生产技术和生产能力是衡量一个国家石油化工技术发展水平和产业发达水平的重要标志<sup>[1]</sup>,而脱乙烷塔的主要作用是将混合的C2/C3物料分离,以便进一步分馏出来聚合级乙烯和丙烯。在日常操作中,脱乙烷塔的操作至关重要,关系着乙烯塔和丙烯塔的稳定运行。

## 1、脱乙烷塔概述

脱乙烷塔利用两个再沸器进行加热,一个为急冷水再沸器,用急冷水做热源,另一个为蒸汽再沸器,用低压蒸汽做热源,开车时使用蒸汽再沸器,正常生产时使用急冷水再沸器。塔底C3组分利用脱乙烷塔釜泵一部分送至脱甲烷塔作为“贫油”来回收乙烯,另一部分物料根据需要可用作补充高压脱丙烷塔的回流(正常不用),其余的C3组分作为1#丙烯塔的进料。

正常操作时,脱乙烷塔顶部气相在脱乙烷塔冷凝器通过汽化乙烯塔中段物料进行冷凝,开车用脱乙烷塔开工冷凝器,用-38℃冷剂丙烯进行冷凝,冷凝下来的物

料进入脱乙烷塔回流罐,脱乙烷塔回流罐中液态C2组分由脱乙烷塔回流泵通过流量控制送回脱乙烷塔作为塔顶回流(见图1)。

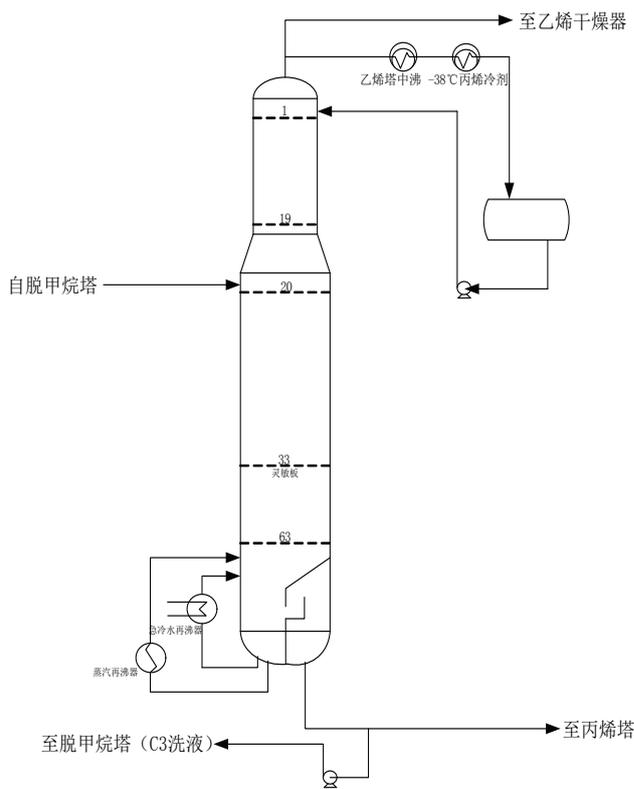


图1 脱乙烷塔流程图

## 2、脱乙烷主要工艺参数

表1 脱乙烷主要工艺参数

名称	单位	控制指标	设计值	操作值
塔压	MPa	2.1~2.3	2.2	2.15
灵敏板温度	℃	45~55	48.9	50
塔顶温度	℃	-19~-25	-23.3	-23.5
塔底温度	℃	56~61	56.7	56.5
进料量	t/h	—	97.00	—
回流量	t/h	—	52.7	56

**通讯作者简介:** 祁鸿彬,出生年月:1985年8月,民族:汉,性别:男,籍贯:陕西咸阳泾阳,职位:工艺管理,职称:工程师,学历:本科,邮箱:578869898@qq.com,研究方向:甲醇制烯烃以及烯烃分离工艺。

### 3、调整思路

MTO反应和分离是甲醇制烯烃技术不可分割的组成部分,应该进一步一体化设计、建设和管理<sup>[2]</sup>。本装置的KBR分离工艺调整完全能够适应前系统的组分和负荷变化。

本套装置E/P(乙烯/丙烯)设计为0.74,实际生产可达到0.81。日常操作中C2组分相对于C3组分占比提高,导致C2组分的分压占比相对提高。压力越高组分相对挥发度越小,在2.2MPa的设计压力操作中出现了提馏段分离效果不足造成C2组分下移,导致进入丙烯塔的C2组分变多。丙烯塔会随时间积累大量不凝气影响换热效果和产品指标。后续对脱乙烷塔压力进行下调,在2.15MPa下操作,塔底C2组分得到了很好的控制。但随着塔压的下降后,灵敏板温度依旧正常控制,造成精馏段分离效果不足,所以塔顶C3组分开始上升。又对回流量进行调整,适当加大回流量,加大精馏段的分离效果。在低塔压大回流的操作下,塔内各个温度点趋于设计值,C2/C3组分得到了非常高效的分离。

### 4、异常工况调整

#### 4.1 塔顶C3超标

在日常操作中塔顶C3组分超标可以从以下几个方面进行分析调整:

第一,在塔顶压力正常的情况下灵敏板温度过高。灵敏板温度过高代表此时塔底再沸量偏大,塔内气液相平衡被打破,上升气相量大于下降液相量,导致在塔盘的传质传热进行的不够彻底,一些重组分被夹带着上升到塔顶,造成塔顶C3组分超标。在调整时可以在塔压恒定的条件下进行减小再沸的操作,达到气液相平衡的状态。

第二,在灵敏板温度正常的情况下塔压过低。塔压降低各组分的沸点相应降低,C3组分更容易被蒸发汽化。压力降低后气相组分流速加快,使得在塔盘中传质传热的时间减少,分离效果变差,造成塔顶C3组分超标。在调整时可以在灵敏板温度不变的情况下适当提高塔压,加大各组分的沸点以及减小气相流速,增加分离效果。

第三,在塔压和灵敏板温度正常的情况下,回流量较小。回流量小会导致各个塔盘的液层相对较薄,气相在液相中停留时间减少,不能很好的回收重组分,造成气相中夹带部分重组分,导致塔顶C3组分超标。在调整时可以维持塔压与灵敏板温度的前提下适当增加回流量,加大气液相接触时间增加分离效果。

第四,因不合格丙烯回炼或者装置调整导致进料组分中C3组分占比变大。此时需要对C3组分占比的大小相应调整塔压、再沸与回流。

#### 4.2 塔底C2超标

脱乙烷塔塔底C2超标的分析与调整正好与塔顶C3超标相反。原则是在维持精馏塔物料平衡、热量平衡、气液平衡三大平衡的条件下,调整回流、再沸、冷剂量,使精馏段的轻组分与提馏段的重组分相应提纯,达到组分分离的效果。

#### 4.3 冻塔的现象及处理

在日常操作中可能会存在痕量的水带入脱乙烷塔,长时间积累会产生冻塔现象。

脱乙烷塔上塔温度最低可达到-23℃左右,冻塔一般发生在精馏段。此时上塔压差会有明显的上涨趋势。由于冻塔导致塔盘堵塞,气液相流通受阻,塔内分离效果严重下降,塔顶C3组分明显变多。同时塔顶气相量不足塔压开始维持不住,回流罐液位相应下降。严重时明显感到塔内被分割成为两部分,从冻塔塔盘往上皆失去作用。

此时需要进行注解冻甲醇对塔进行解冻,利用甲醇与水形成烃水合物,冰点下降的原理进行解冻,打通塔盘,恢复塔的分离效果。

本装置原设计的注甲醇线在脱乙烷塔顶部气相出口管线,在这个部位进行注甲醇后一部分甲醇随着气相采出进入乙烯塔,会影响乙烯塔再沸加热和产品质量。并且大幅降低了解冻效率。随后注甲醇线技改到了塔顶两台塔顶冷凝器之间,这样甲醇随着回流进入塔顶1层塔盘,可以对塔进行完整的解冻,同时也大幅减少了解冻时间。

注入甲醇后应当定时在再沸器LD(液相排净线)处及时排放,防止甲醇在底部设备管线中积存,影响到换热效果。

解冻精甲醇中也含有少量水,所以在第一次解冻后极可能还会出现冻塔现象,但随着甲醇注入后冻塔的频次和现象都会相应减弱,直至不再发生冻塔现象。这个现象持续长则一周,短则两到三天即可缓解。

#### 4.4 塔顶冷凝器调整

由于C2组分的增加,导致利用乙烯塔中沸作为冷凝器的负荷变大,增加了乙烯塔的中沸,这样经常导致乙烯塔中沸与底沸不匹配,乙烯塔下段利用率下降,并且乙烯塔极易发生液泛,分离效果变差。所以要及时调整另外一台冷凝器,利用调整-38℃冷剂维持塔顶冷量。

这样也稳定了乙烯塔的中段再沸量，使操作更平稳。

### 5、节能降耗

由于急冷水再沸器长时间使用，管束内壁容易结垢或部分堵塞，导致换热效果下降，蒸汽再沸器平时也在投用或备用状态。而蒸汽再沸器的凝液罐下的凝液外送泵只有一台，没有备用泵。通过对凝液罐进行技改，增加了一条氮气管线、改变凝液罐的测液位取压点等手段，在平时凝液罐中利用充氮气补压和定期排不凝气等措施，使凝液靠压差外送至管网，这样不用启动凝液泵，节省了电耗同时避免了没有备用泵可能造成的生产波动。

### 6、结语

通过参数优化、工艺技改、操作调整等措施，能够解决日常操作中脱乙烷塔遇到的各种问题。塔的运行稳定以及指标合格也保证了下游精馏塔的稳定。根据现场实际流程，进行切实可行的技改，节能降耗，保证了装置的安稳长满优运行。

### 参考文献：

[1]王松汉，何细藕.乙烯工艺与技术[M].北京：中国石化出版社，2000：1.

[2]刘中民.甲醇制烯烃[M].北京：科学出版社，2015：379.