

热裂化操作规程

南京石油化工厂热裂化车间

一九七六年三月

热裂化操作规程

南京石油化工厂热裂化车间

毛主席语录

工业学大庆。

路线是个纲，纲举目张。

看来发展石油工业，还得
革命加拼命。

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

政治上思想上的路线正确与否是决定一切的。

备战、备荒、为人民。

看来发展石油工业还得革命加拚命。

团结起来，争取更大的胜利。

目 录

前言	1
第一章 热裂化的基本知识	3
第一节 热裂化的基本反应原理	3
第二节 影响热裂化深度的主要因素	7
第二章 热裂化工艺流程说明	11
附图 热裂化设备平面布置图	
热裂化工艺流程图	
热裂化自动控制流程图	
瓦斯系统管网流程图	
50 米 ³ 球型罐及液态烃流程图	
热裂化装置供排水平面图	
第三章 热裂化装置设备汇总表及主要工艺设备结构图	15
设备一览表	16
主要设备结构图	32
附图 炉—1 总图	
炉—2 总图	
反应塔总图	
高压蒸发塔总图	
分馏塔总图	
低压蒸发塔总图	
第四章 装置开工	33
第一节 开工前的准备工作	33
第二节 装油、退油及冷循环	41
第三节 升温热循环	43

第四节	稳定开工步骤	46
附图	热裂化装置开工升温曲线指示图	
第五章	装置停工	48
第一节	装置正常停工	48
第二节	装置紧急停工	49
第六章	正常操作及事故处理	51
第一节	正常操作	51
第二节	事故及处理	51
第七章	岗位操作法	58
第一节	第一操作员岗位操作法	58
第二节	第二操作员岗位操作法	63
第三节	第三操作员岗位操作法	68
第四节	司炉员岗位操作法	74
第五节	透平员岗位操作法	81
第六节	司泵员岗位操作法	91
第七节	火炬员岗位操作法	97
第八章	安全规程	99
第一节	防火防爆	99
第二节	防冻防凝	107
第三节	安全检修	108
第九章	仪表知识	113

前 言

热裂化装置是石油炼制过程中的二次加工装置之一。其方法是以常减压装置之减压塔的一线、二线、三线蜡油及延迟焦化所产的蜡油为原料，在较高的温度和压力条件下进行热分解，从而得到裂化气体、裂化汽油、裂化柴油和裂化渣油等产品。

本装置是我国热裂化装置的定型设计。原设计加工能力，双炉为30万吨/年，双单炉为45万吨/年。该装置自一九六五年五月份投产以来，在设备上进行了三次较大的改造。第一次一九六六年十月，炉-2由串联改为并联，塔-3底部筛板孔径改大，孔心距缩小，增加柴油汽提塔($\phi 1200 \times 6312 \times 12$)一座，机泵及冷换设备作了部分调整。第二次一九六九年三月，炉-2四根过热蒸汽管割去，增加(Cr5Mo $\phi 102$) 12根炉管，塔-3上部10层槽型塔盘换为浮阀塔盘，容-1筒体接长1.6米，加切水包一只，容-2顶部接高1.6米。第三次一九七一年三月，炉-1增加(Cr5Mo $\phi 127$)炉管60根，其中对流室28根，壁辐射管32根，炉-2增加(Cr5Mo $\phi 102$)壁辐射管28根，塔-3槽型塔盘全换为浮阀塔盘，去掉集油箱，共新增浮阀塔盘12层，塔-3下部六层筛板塔盘全换为舌型塔盘，120热油泵、芯子换大成为180泵，其它管线、机泵、冷换设备均有增舍。经过三次改造后，双单炉裂化处理能力可达80万吨/年，但开双炉的可能性不大了。

毛主席教导说：“人类总得不断地总结经验，有所发现，有

所发明，有所创造，有所前进。”为了统一操作，确保安全生产，加强企业管理，以适应国民经济的发展，我们在总结生产经验的基础上，重新编写了这本操作规程。由于我们学习不够，编写水平不高，理论知识和实际经验都很少，缺点和错误在所难免，敬请应用和参阅本规程的同志予以指正，以便进一步修改。

第一章 热裂化的基本知识

第一节 热裂化的基本反应原理

顾名思义，裂化就是劈开、打开、破坏的意思。故裂化就是使原来的大分子分解为较小分子的过程。而热裂化就是在温度的作用下，用直馏蜡油、重油或原油为原料，经过许多复杂反应(即：分解、烃化、迭合、环构化、异构化等)，而生产车用汽油、柴油及燃料油的化学过程。

热裂化的反应主要是分解反应，其它反应只占从属地位。

裂化反应比较复杂。这里我们只谈一谈裂化反应中的一些基本规律。石油馏分是由许多烃类所组成，因此，我们介绍一些各种烃类在热裂化过程中的化学反应。

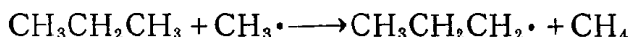
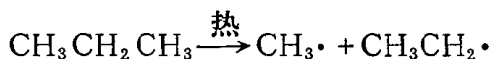
一、烷 烃：

大分子的烷烃，是最理想的裂化原料。因为它在各类烃中，对热的稳定性最差，故最容易裂化。烷烃在热裂化过程中，主要是分解反应，而它的分解总是发生在碳与碳的键上，而不是在碳与氢的键上，这是因为碳与碳之间的键能比碳与氢之间的键能弱，对烷烃的反应理论，可以用自由基学说来解释。

烷烃在热的作用下(光或电供热)碳与碳之间的键断裂生成自由基，这种自由基很不安定，它又在其最弱的键处断裂生成最简单的自由基(如： $\text{H}-$ ， CH_3- ， C_2H_5-)和烯烃，当自由基碰到别的分子时，则夺取别的分子的氢，使自己稳定下来。

这样，别的分子又变成了自由基，如此继续不断的反应下去，称之为自由基的链锁反应。

以丙烷为例说明以上理论：



丙烷在高温作用下，分解为自由基（ $\text{CH}_3\cdot$ 甲基）。当此自由基一旦碰到另外一个丙烷，它就夺取该丙烷的氢，使该丙烷生成自由基（ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot$ 丙基）使自己又稳定下来生成甲烷（ CH_4 ）而另一个比较大的自由基（丙基）很不安定又在其最弱的键处断裂，生成乙烯（ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ）和一个最简单的自由基（甲基）这样不断的反应下去，就产生了烯烃和二烯烃。

烷烃在裂化时，几乎没有异构物产生，因为三个碳的自由基很不安定，还没等到与别的分子相碰，自己就在其最弱的键处断裂了，而变成最简单的自由基。所以当裂化操作压力较低时，在裂化气体中将有大量的 $\text{C}_1\sim\text{C}_2$ 的烷烃和烯烃存在（甲烷、乙烷、乙烯；当裂化操作压力较高时，因为分子间的距离比在压力较低时要小，故分子间碰撞的机会增多，在较大的自由基分解之前，就与其它分子相碰了，这时它就夺取别的分子的氢，使自己稳定下来。所以，在裂化操作压力较大时，裂化气体中将有大量的 $\text{C}_3\sim\text{C}_4$ 的烷烃和烯烃存在（丙烷、丙烯、丁烷、丁烯）而 $\text{C}_1\sim\text{C}_2$ 就少一些。

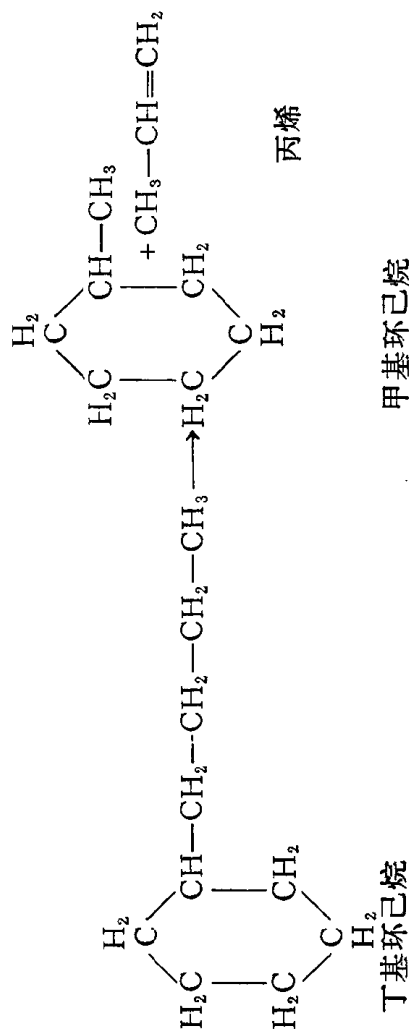
二、环烷烃：

环烷烃的分子结构与烷烃不同。环烷烃是呈环状结构的，因此，在环烷烃裂化时，比烷烃难一些。

1.断侧链:

带有侧链的环烷烃,在裂化反应时,常发生断侧链反应。

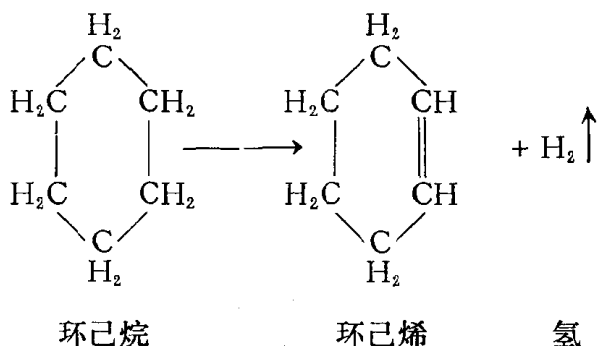
侧链总是在靠近环的地方断裂,生成带有烷基侧链的环烷烃和烯烃。如:



2. 脱氢:

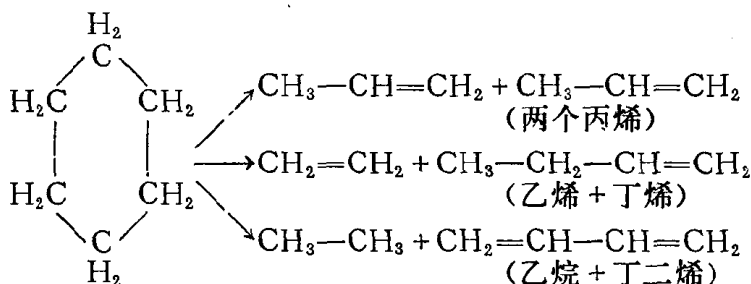
环烷烃裂化时, 脱氢反应起着很重要的作用, 并且高分子的环烷烃比低分子的环烷烃更易脱氢。环烷烃脱氢以后, 生成不饱和的环状化合物。

如:



3. 断环:

当裂化反应温度过高或时间过长时, 环烷烃还容易发生断环反应。生成较小分子的烷烃、烯烃和二烯烃 (带有两个双键的烯烃)。



三、芳香烃:

芳香烃对热的稳定性最好, 不易裂化。它在裂化时容易生

成大分子的多环化合物。然后，放出氢原子，使烯烃饱和。多环大分子的芳香烃。如果进一步反应，就缩合生成焦炭。

四、烯烃：

在裂化原料中，烯烃的含量很少。但在烃类裂化过程中，能生成大量烯烃。烯烃的裂化反应极为复杂，温度及压力的变化，对反应的方向有显著的影响。在裂化反应温度较低时，烯烃迭合生成链状大分子的迭合物；在裂化反应温度较高时，大分子的烯烃就分解成烷烃和二烯烃；在更高的温度下裂化时，则生成气态产物、芳香烃及焦炭。热裂化的汽油中，含有不少烯烃，所以很不安定。

以上所述，是烃类各自单独进行反应时的情况。但石油馏分是由各种单体烃所组成的，是烃类的复杂混合物。因此，石油馏分裂化时，反应更加复杂，而且将受各种条件的限制。

第二节 影响热裂化深度的主要因素

原料的组成，裂化过程的反应温度，反应进行的时间，反应压力，对裂化深度都有决定性的影响。

一、原料的组成：

原料是裂化的对象。它对裂化的反应速度、生焦的倾向、产品的产率与质量，都有很大的影响。因此，它是考虑其他问题的基础，是确定操作条件和加工方案的依据。

1.原料的化学组成：

石蜡烃最容易裂化、且最不易结焦，为较理想的裂化原料。重质芳香烃进行裂化时，主要进行缩合反应，容易造成设

备结焦，因此它为裂化的劣质原料。

化学组成不同的原料，在同样的操作条件下进行裂化时，则裂化反应的速度、生焦的倾向及产品的质量、产量都不相同。烷属原料热稳定性差，裂化速度快，不易生焦，汽油产量高，但汽油的辛烷值比环烷属裂化所得汽油辛烷值要低。

2.原料的馏分组成：

馏分越重，越易裂化，操作条件可以缓和一些。但重质馏分易结焦，因而就限制了它的裂化深度。如用大于 350°C 的直馏馏分作为裂化原料时，一定反应停留时间下的反应温度只要 $480^{\circ}\text{C}\sim 490^{\circ}\text{C}$ 即可，再高就容易结焦了。

轻质馏分不易裂化，也不易结焦，操作条件可以苛刻一些。假如用 $200^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 馏分作为裂化原料时，在同一反应时间下的反应温度需达 510°C 。由此可见，轻重馏分在一起裂化是不合适的，因为操作条件不好选择。故在工业上处理宽馏分油时，多采用双炉裂化。就是一个炉子裂化重馏分，为重油炉。另一个炉子裂化轻馏分，为轻油炉。两个加热炉的操作条件不同，这样不但减少结焦的程度，而且还可以提高产品收率，如果馏分再宽，还可以采用三炉裂化。

我厂热裂化原料馏分较窄，故采用双单炉裂化，（两加热炉进料品质相同）。这样不但能提高装置的处理能力，而且还可以获得大量的柴油馏分。

二、裂化过程的反应温度：

温度是影响裂化过程很重要的因素。

1.提高裂化反应温度，使反应速度加快就可以减少反应进行的时间，即缩短原料在设备内停留的时间。这样不但增加处理能力，同时提高了设备利用率，大大节约设备投资。

2.在一定范围内，提高裂化温度，可以使汽油产率提高。温度过高则汽油产率下降，气体和焦炭产率上升，设备结焦，使开工周期缩短。

3.裂化温度升高后，使去氢、环化、芳构化、异构化等反应增加。则汽油的辛烷值提高，但汽油的安定性下降了。

三、反应进行的时间：

裂化反应进行的时间与反应温度可以互相补偿，如果反应温度保持一定，延长反应时间，则裂化深度加大，反之亦然。

以重油为例，采用下列不同的反应温度与反应时间，而获得相同的汽油产率。

反 应 时 间 温 度 °C	汽油收率	10%	20%	30%	40%	50% 重 量 百分数
4 0 0	3 小时	6 小时	12 小时	30 小时	60 小时	
4 2 5	30 分钟	1 小时	2 小时	5 小时	10 小时	
4 5 0	5 分钟	10 分钟	20 分钟	50 分钟	2 小时	
4 7 5	1 分钟	2 分钟	4 分钟	10 分钟	20 分钟	
5 0 0	20 秒	20 秒	40 秒	2 分钟	4 分钟	

上表中40—50%的数据是近似值，只有相对意义。

从以上数据可以看出，反应温度低时，用延长反应时间来弥补，就可以获得相同的汽油产率。用延长反应时间来提高裂化深度的方法是不合算的。因为增加了油品在设备内的停留时间，就降低了设备的生产能力。

四、反应压力：

在反应系统中，除少部分的重质油呈液态外，其余大部分呈气体状态，因为液体几乎是不可压缩的。所以，反应压力对液体产物影响不大，对气体产物则影响较大。

1.反应压力对链锁反应是有影响的。在压力下，分子间距离缩小，自由基与周围分子碰撞机会就多，则自由基变为分子，使汽油产率增加。而气体产率相应有所减少，对气体产品质量也有影响。气体里 C_3 、 C_4 的烃类多，而 C_1 、 C_2 的烃类少了。

2.提高反应压力，使迭合、烃化、加氢反应增加，不饱和烃减少，则提高了汽油的安定性，但其辛烷值有所降低。

3.提高反应压力，使油蒸汽体积缩小。因此，可以减少设备尺寸，从而节约设备投资。

4.提高反应压力、使汽、液两相混合均匀，由此可改善传热效果，避免局部过热，减少设备结焦。

由于压力对裂化反应影响较大，因而在工业上热裂化的过程，多采用高压裂化。一般裂化加热炉的操作压力在20—50公斤/厘米²。裂化反应压力，是用反应塔底部出口的减压阀控制的。

第二章 工艺流程说明

本装置可以同时处理冷原料和热原料，也可以只处理冷原料或热原料。当同时处理冷、热原料时，热原料由常减压装置直接用泵送入换-1与渣油换热，而后进入塔-4上部第五层塔盘与塔底闪蒸出来的油气进行换热后，进入塔-4中集油箱。冷原料则用泵-1从中间油罐抽入装置，经换-2与轻柴油换热后进容-7，容-7油用泵-3抽出经炉-1预热管加热后，与热原料汇合进塔-4上部第五层，再进塔-4中集油箱。

塔-4中原料油由泵-6抽出，进入塔-3廿三层，廿五层和塔底部，与塔-2来的油气进行换热后，一部分轻组份蒸发上去，大部分落入塔-3底。两台透平热油泵，泵-9，泵-10，抽塔-3底油，分别打进炉-1和炉-2，进行加热及裂化反应，炉-1和炉-2出口接反应塔，原料在反应塔内继续进行充分的热反应。

反应后的产物通过塔-1出口减压阀进入塔-2，在塔-2顶打适量急冷油终止裂解和缩合反应，反应后的油气在塔-2中一次气化初步分离。

塔-2底部重油(为防止结焦，在塔-2后路注入适量冷渣油)，由压差作用直接压入塔-4底部，在接近常压下继续蒸发，轻的闪蒸物和进入塔-4第五层的新鲜原料换热后一起落入中部集油箱，少量轻组份从塔顶蒸出经冷-7到容-2。塔-4底部经闪蒸之后的重质油，在塔-4底出口注入少量冷渣油之后，用泵-16送经换-1和热原料换热后经冷-1冷却再出装置，作裂化渣油产品进