

UOP

MOLEX 分子筛装置

操作手册

UOP 工艺部

1973年8月

轻工业部第一设计院情报组译

目 录

第一章	工艺原理.....	1
第二章	工艺流程综述.....	1 5
第三章	安全设施.....	2 3
第四章	初运转.....	2 4
第五章	吸附剂的填装.....	3 5
第六章	脱附剂的准备.....	
	吸附室内注装脱附剂.....	3 9
第七章	正常启动.....	4 4
第八章	正常运转.....	4 8
第九章	正常停车.....	5 3
第十章	紧急事故处理.....	5 6

第一章

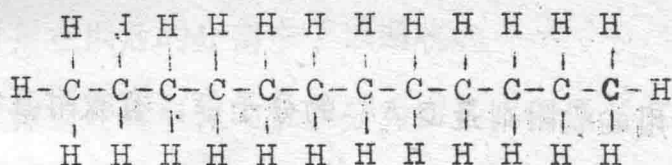
工艺原理

UOP公司的MOLEX*法是用物理方法将不同类型的烃类进行分离的一种工艺。在一般应用中，MOLEX法都用来处理性质和煤油相似的一些石油馏份，使分离为纯净的正构烷烃馏份和非正构馏份。

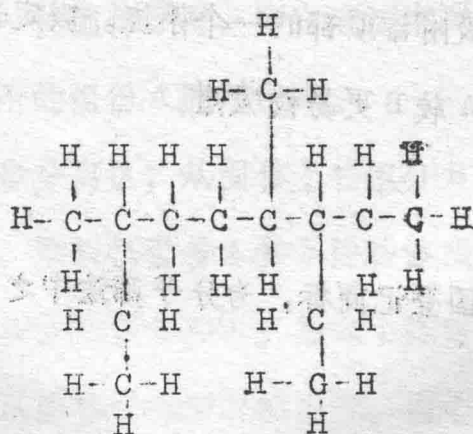
在煤油这类天然的石油馏份中，有许多种不同类型的分子，为便于鉴别，可大别为正构和非正构两类。在MOLEX的语义中，非正构有时即指异构化合物，严格说来，这是不正确的。

正构烷烃的特点是碳链结构既长而直。非正构化合物则或有支链，或呈环状结构。说明如下：

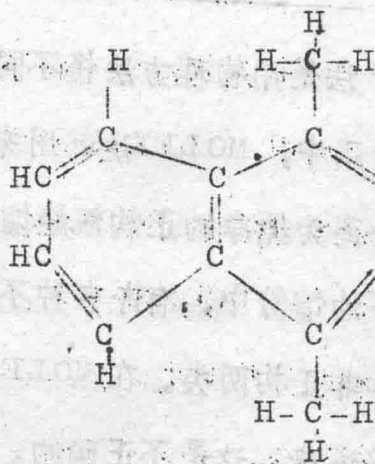
1、正构烷烃，如十二烷：



2、支链烷烃，下式为许多异构十二烷中的一种：



3、环状化合物，如二甲基萘

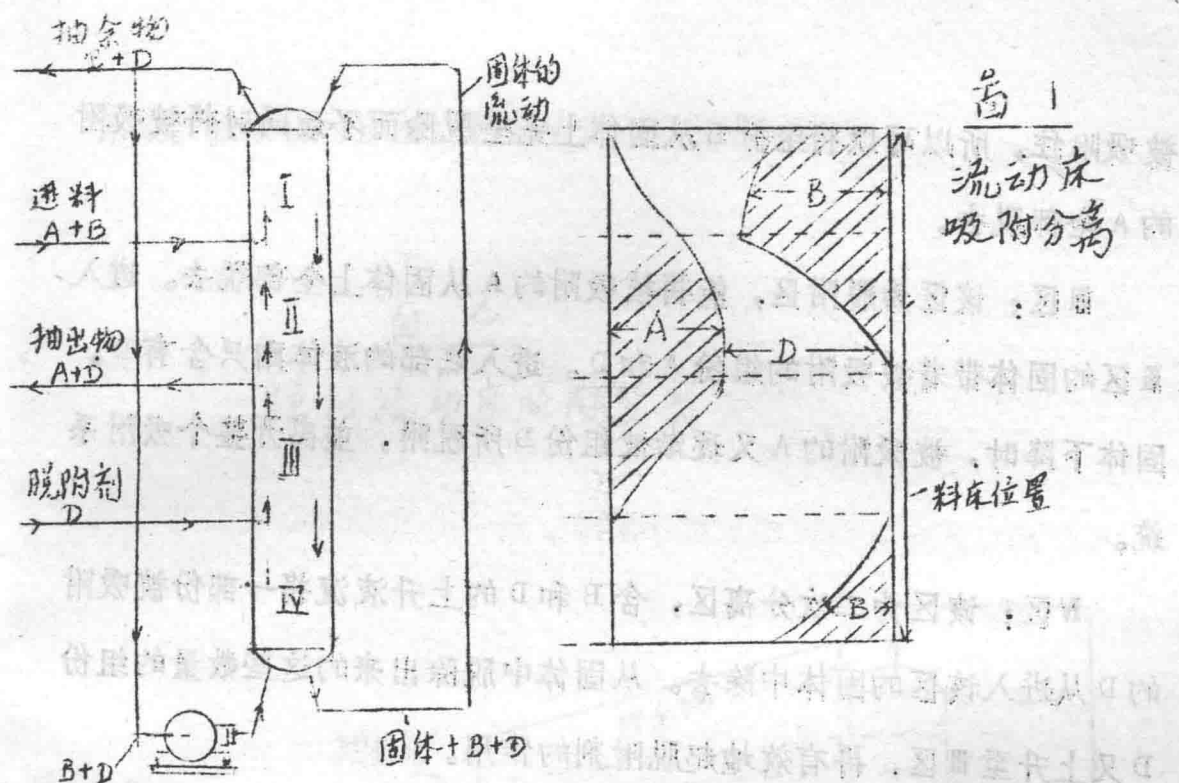


MOLEX法在技术上就是在固体吸附剂的固定床中以液相吸附正构烷烃而予以回收的方法。被吸附的正构烷烃又用较轻的正构烷烃混合物，即所谓脱附剂，从固体上洗涤下来，然后再用分馏的方法从所得产物中回收脱附剂。

Mo!ex法中所用的吸附剂是5A°的分子筛，有吸附直链烷烃并排除所有其它类型的烃类于吸附区之外的优异性能。

为便于说明，先按流动床予以叙述。图1表示固体通过料床连续下行，然后又循环至吸附器顶部的一个系统。假定进料中含有两个组份或两类组份A和B，A较B更易被吸附。

* Mo!ex 美国登记商标，为分子筛法中之一种



D 是一种液体脱附剂。在它自己被吸附时能将 A 和 B 从固体吸附剂上置换出来。在抽出物和抽余物中含有组份 A 和 B，各和脱附剂混合，脱附剂在以后的分离中予以回收。

分子筛按外部料流的位置分为四区，每区各有其不同的功能：

I 区：该区为吸附区，能从上升的液流中全部除去组份 A，使料流成为组份 B 和 D 而从该区的顶部排出。进入 I 区的固体只以 B 和 D 作为被吸附的组份。一俟固体下降，即自液流中吸取组份 A。同时一部份组份 D 便被被吸附的组份 A 脱附出来。

II 区：该区为初步分离区，从固体上将组分 B 完全除去。固体由于刚和新鲜原料接触，所以携带着 A 和 B 两种被吸附的组份而进入 II 区。进入该区底部的液体只含 A 和 D。固体下降时，被吸附的组份 B 被上升的 A 和 D 液流从固体中逐渐脱附出来。由于 A 较 B 更为牢固地

被吸附住，所以可以将组份 B 从固体上完全脱除而不致同时将被吸附的 A 全部脱去。

Ⅲ区：该区为脱附区，能将吸附的 A 从固体上全部脱去。进入Ⅲ区的固体带着被吸附的组份 A 和 D。进入底部的液体则只含有 D。固体下降时，被吸附的 A 又逐渐被组份 D 所脱附，并离开整个吸附系统。

Ⅳ区：该区为二次分离区，含 B 和 D 的上升液流将一部份被吸附的 D 从进入该区的固体中除去。从固体中脱除出来的这些数量的组份 D 又上升至Ⅲ区，再有效地起脱附剂的作用。

液体成份和料床位置的关系，典型形象如图 1 所示。

模拟移动床：

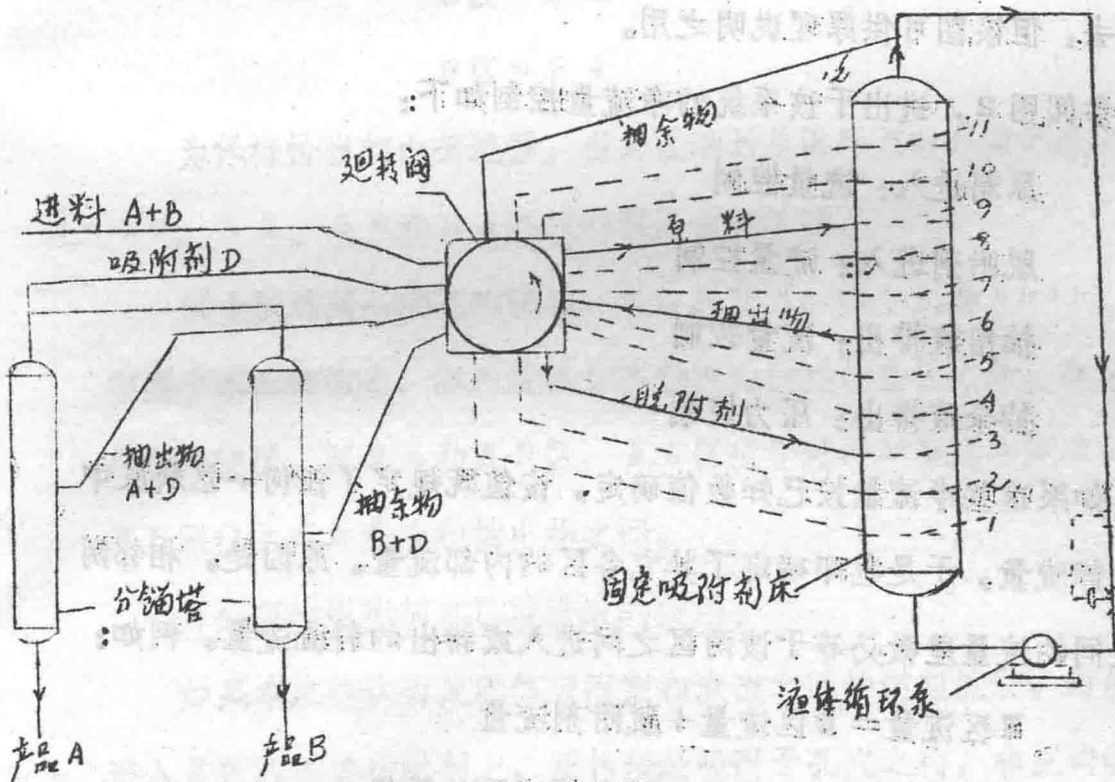
上述关于固体分子筛通过位置固定的液体原料并从中排出的全部运动过程，可以改变为让液体原料的位置运动，使之通过固定床并从中排出。液体位置在液流方向上的转移也就可以设想为固体在相反方向上进行运动。

这样的排列代表着这一方法在工业上的具体化，表示如图 2。在吸附床上配置许多出入管线，各和料床内的分布器连接，另一端则和外面的迴转分配阀连接。料流从图中所示的阀的左方连续送入和排出。在图 2 中所示的某一特定位置上，除 3、6、9 和 12 四管输送料流外，连接于料床的所有其它管子都不发生作用。当分配阀的位置前进一步，脱吸剂即转至管 4 以代替管 3，其它的作用位置也都前进一个

床段。抽余物的排出位置也从管 2 前进至管 1。

图 2

模拟流动床吸附分离



于是，分配阀上元件的运动就代替了料床的运动。连接于料床的进出管愈多，整个过程就愈接近于连续式的逆流系统。

为完成这一模拟，料床中的液体流量须高于类似真正移动床操作

中的流量，高出的流量等于进料和排料位置通过料床中空隙容积而运动的流量。

液体循环泵是程序化的，净料流每次从管 1 2 改换至管 1 时，循环泵即改变其流量。其所以必须如此，是因为在四个作用区中，每区的料床中所需的流量都不相同，泵在连续的四区中须各有不同的操作。

控制料床总流量的原理见以下各节。图 2 已经简化，冲洗液流已予略去，但该图可供原理说明之用。

参阅图 2，进出于该系统的净流量控制如下：

原料进入：流量控制

脱附剂进入：流量控制

抽出液排出：流量控制

抽余液排出：压力控制

如果这些净流量按已知数值确定，该值既规定了任何一区料床中的内部流量，于是也即确定了其它各区的内部流量。原因是，相邻两区之间的流量差数必等于该两区之间进入或排出的料流流量。例如：

$$\text{III 区流量} = \text{IV 区流量} + \text{脱附剂流量}$$

$$\text{II 区流量} = \text{III 区流量} - \text{抽出物流量，等等}$$

当图 2 系统在稳定条件下运转时，每区的内部流量，不管区和料床的相对位置如何，都必须是一样的。为此，在总循环点的流量，在每一循环中都须按照泵所作用的区段而进行四次定位：例如，净流量和内部流量可设定如下：

净流量：进料 = 9

脱附剂 = 1 1

抽出物 = 4

抽余物 = 1 6

内部流量：I 区 = 4 0

II 区 = 3 1

III 区 = 3 5

IV 区 = 2 4

为保持恰当的内部流量，当每区通过总循环点时总循环泵必须按 4 0、3 1、3 5 和 2 4 这样的程序进行泵送。

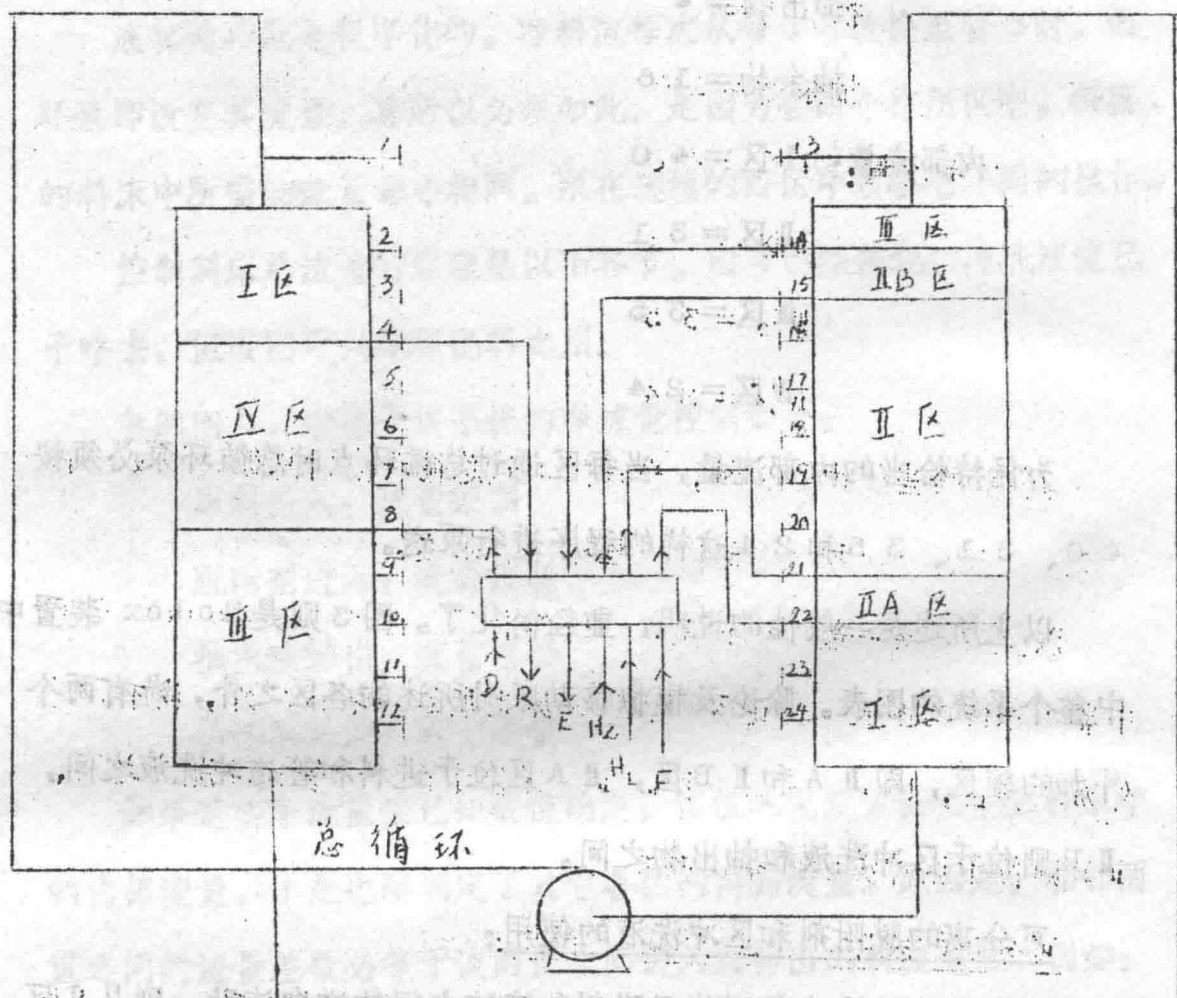
以上所述是一般性的说明，并经简化了。图 3 则是 Molex 装置中整个系统的图表。除论及模拟移动床时所述的各区之外，尚有两个外加的辅区，即 II A 和 II B 区，II A 区位于进料和管道冲洗液之间，II B 则位于区冲洗液和抽出物之间。

可分离的脱附剂和区冲洗液的使用：

如果本法被认为是固体吸附剂和液流之间的逆向流动，则从 I 区进入 II 区的固体吸附剂上，正构烷烃吸附于孔穴之内，非正构烃位于孔外的空隙之中。为防止这些物质通过 II 区和抽出物一起带出，总循环的流量须使 II 区的液体流量永远大于非吸附性空隙容积的运动速度。这样就可以将可能存在的所有污染物洗出，回入 I 区，和抽余物一起排出。液体的这一净流量就是脱附剂的流量。

图 3

分子筛室简图



D = 脱附剂

R = 抽余物

E = 抽出物

H_Z = 区冲洗液

H_L = 管线冲洗液

但是，如果有一定数量的正构烷烃在Ⅱ区中和脱附剂接触，就会和被吸附的正构烷烃发生互换作用，被脱附的重正构烷烃便进入抽余物内而离开系统，造成回收的损失。解决的办法是在抽出物排出前一料床中送入轻质的非正构冲洗液。流量的确定须使在吸附剂的同一方向上有一小的净液流，并能防止有任何正构液流自Ⅲ区进入Ⅱ区。冲洗Ⅱ区的这种物质和抽余物一起排出，然后再从脱附剂中分出，回至吸附室内。

各区流量的计算：

Motex 装置能否成功地运转，有赖于对吸附室内各流量的相互关系有清楚的理解和正确的控制。兹举一流量计算的典型例子，再讨论在希望使某一变数改变时，须改变那些流量。所列数值不得视为正确的流量数值，因为空隙容积和孔穴容积都只是估计的，应在吸附剂装料之后，在开车运转之前算好这些数值。

假定吸附剂的孔穴容积为 2 5 4 1 加仑

吸附剂的空隙容积为 1 3 9 7 3 加仑

装置的空隙容积为 6 8 1 加仑

则：总的空隙容积为 1 4 . 6 5 4 加仑

加料速度为 4 8 0 0 桶/日，即 1 4 0 加仑/分，于 6 0° F

所有流量都在 3 5 0° F 的操作温度下量取

3 5 0° F 时的原料流量 = 1 6 5 加仑/分

1. 孔穴循环速度 A 的计算

按照设计，A 值须为原料中正构烷烃含量的 1.15 倍。

原料中的正构烷烃含量 = 22% (容积)

正构烷烃的流量 (F_n) = 36 加仑/分

$$\frac{A}{F_n} = 1.15$$

$$A = 1.15 \times 36 = 41.4 \text{ 加仑/分}$$

2、阀周期时间 θ 的计算

孔穴容积为 254.1 加仑

循环速度为 41.4 加仑/分

阀周期时间为 61.4 分钟

3、空隙循环速度 V 的计算

空隙容积 = 14,654 加仑

阀周期时间 = 61.4 分

$$\text{空隙循环速度} = 238.7 \text{ 加仑/分}$$

这是平衡的回流速度，用来确定 II 区、II B 区和 IV 区中的速度。

4、脱附剂流量的计算

脱附剂中的正构含量 (D_n) 为 60%。

按照设计， $\frac{D_n}{A} = 2.2$

$$\text{脱附剂循环速度 } D = \frac{2.2 \times 41.4}{0.6} = 152 \text{ 加仑/分}$$

5、管路冲洗液流量的计算

$$\text{管路冲洗液所需的流量} = \frac{\text{吸附室管路的最大容积} \times 24}{\theta}$$

为确保污染物的完全脱除，容积须加倍。

在本例中，该值可采用 15 加仑/分

6、区流量的计算

为便于讨论，在字母 Z 的右下角加注号码以代表各该区的流量。

II 区的循环速度定为平衡回流速度的 1.1 倍，

亦即， $Z_{II} = 1.1 \times 239 = 263$ 加仑/分

II B 区的循环速度较回流低 3 %

$$Z_{IIB} = 0.97 \times 239 = \underline{232} \text{ 加仑/分}$$

IV 区的循环速度较回流低 5 %

$$Z_{IV} = 0.95 \times 239 = \underline{227} \text{ 加仑/分}$$

于是： $Z_{IIA} = Z_{II} + H_1$ (管路冲洗液流量)

$$= 263 + 15 = \underline{278} \text{ 加仑/分}$$

$Z_I = Z_{IIA} + F$ (新鲜原料流量)

$$= 278 + 165 = \underline{443} \text{ 加仑/分}$$

$Z_{III} = Z_{IV} + D$ (脱附剂流量)

$$= 227 + 152 = \underline{379} \text{ 加仑/分}$$

于是：抽余物 (R) = $Z_I - Z_{IV} = 443 - 227 = \underline{216}$ 加仑/分

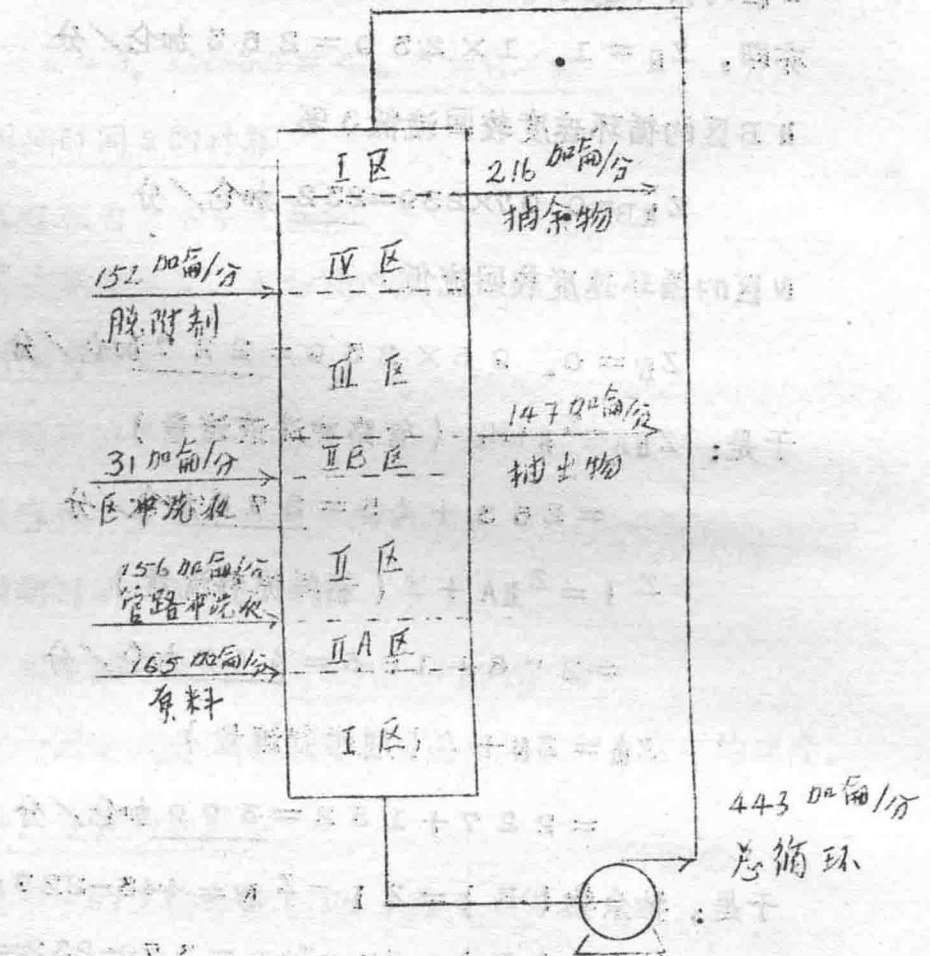
抽出物 (E) = $Z_{III} - Z_{IIB} = 379 - 232 = \underline{147}$ 加仑/分

区冲洗液 (H_z) = $Z_{II} - Z_{IIB} = 263 - 232 = \underline{31}$ 加仑/分

参考下图可使逐区计算更为简化。必须注意，各区的位置是相对的，在迴转阀前进时，所有各区一起移动。

各区流量也需要随时调整以改变产品的得率和纯度。

一般说来，Ⅱ区中的变化对产品的纯度和回收率影响最大，Ⅱ区流量增加，可以改进纯度，但将降低回收率；Ⅱ区流量降低，则结果相反。



Ⅳ区中的变化只影响纯度。但Ⅳ区的流量不得过份降低，否则将浪费脱附剂。

再参阅图表，就可明白如何进行改变。较为通常的变化方法详述如下：

1 原料流量的改变

如要改变原料流量，则须在相同的方向上按相应的数量改变 I 区的流量。在上例中，如要将原料流量降至 155 加仑/分，则须将 I 区的流量降至 433 加仑/分。

2、脱附剂流量的改变

要改变脱附剂流量须相应地改变 III 区中的流量和抽出物的流量，在上例中，如果脱附剂流量自 152 增至 162 加仑/分，则 III 区的流量将自 379 增至 389 加仑/分，抽出物流量将自 147 增至 157 加仑/分。

3、II 区流量的改变

如拟将 II 区流量稍为提高，则可改变 II 区流量的定位点，并对区冲洗液流量作相同的改变。在上例中，如果 II 区的流量从 263 提高到 273 而增加 10 加仑/分，则区冲洗液流量将自 31 增至 41 加仑/分，II A 区流量须增至 288 加仑/分，I 区流量须增至 453 加仑/分。

4、N 区流量的改变

如拟稍为改变 N 区流量，则对脱附剂流量作等量而相反的改变即可。在上例中，如拟将 N 区流量自 227 下降至 220 加仑/分，则总循环流量控制的定位点可下降至 220 加仑/分，脱附剂流量则自

152 提高至 158 加仑/分。

较为常见的改变已讨论如上。但尚须对图表和各方程式作细致研究，理解流量和操作变数之间的密切连系，以便作出其它的任何改变。

装置的运行主要决定于Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ区的内部流量。这些流量的影响如下：

Ⅱ区：流量增加将使正构烷烃产品的纯度提高，但正构烷烃的抽出率将降低。流量须调整至最低值，使产品达到足够的纯度。

Ⅲ区：如流量过低，正构烷烃的脱附不完全，抽出率因而也低。流量过高固然无损于运转性能，但由于有过量的脱附剂送入抽出物塔，浪费了公用工程。因此，流量须在正构烷烃完全脱附的条件下尽量降低。

Ⅳ区：过高的流量易将抽余物迫入Ⅲ区，从而有害于产品纯度。流量过低无损于运转性能，但由于有过量的脱附剂送入抽余物塔，浪费了公用工程。

第二章

工艺流程综述

以下是Molox装置工艺流程和设备的一般叙述。个别装置在加热介质（加热炉、热油环路或蒸汽）、冷却介质（空气或水）、或正构烷烃产品的分馏等细节方面可能有些不同，须按炼油厂的具体要求和各自的经济条件和实际情况而定。

A、原料流量

原料一般从加氢装置的汽提塔底部，按流量控制，通过原料罐，泵入迴转阀，再进入吸附室。

B、吸附室流量

吸附剂应平均分装于简图中所示两吸附室内的20个或24个料床上。有四条料流进入室内，二条料流从室中排出。另外，一条料流从一室的底部排出，又重新进入另一室的顶部。进入的料流为原料、脱附剂、区冲洗液和管路冲洗液。原料就是准备从中分离正构烷烃的物料。脱附剂是从吸附剂上置换被吸附正构烷烃的物料，其有效成份为轻正构烷烃。（在大多数Molox装置中，都以含有异辛烷的正构戊烷为脱附剂）。区冲洗液为一富含异构烃（一般为异辛烷）的料流，用来冲洗Ⅱ区。管路冲洗液为一小料流，用来冲洗迴转阀和吸附室之间的一段管路，该管路在用于从吸附室送出抽出物之前，须将管内的原料冲洗出去。

从吸附室出来的两条料流为抽出物和抽余物。抽出物料流为含有