

# 发动机燃料綜合的 化学、工学及計算

下 册

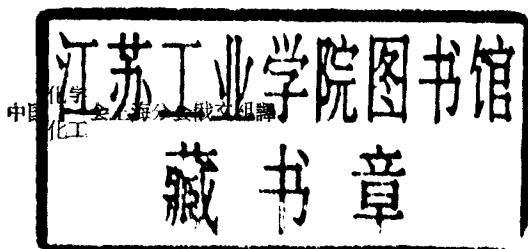
苏联 М.Ф.納吉也夫著

石油工业出版社

# 發 动 机 燃 料 綜 合 的 化 学 工 学 及 計 算

下 册

苏联 M. Φ. 納吉也夫著



石 油 工 業 出 版 社

## 内 容 提 要

本下册共包括三、四兩篇，共十章。第三篇叙述发动机燃料生产的工艺，共分五章，分别介绍各种装置工作效率的测定原理；气体和液体产品热裂化的方法；催化裂化及其他催化加工的方法以及裂化原料的制备和各种工具装置工作效率的测定方法等。第四篇叙述燃料制造过程中化学反应的运动学和过程的计算，一共也有五章，分别介绍反应器的型式，流程，均一和非均一化学反应的运动学，制订工艺流程和设计工业装置中的运动学定律的应用等，最末一章介绍了反应器计算的实例。

本書各章中除全面叙述之外，并举有大量实例，因此可供从事石油炼制、石油研究人員以及高等石油院校师生参考。

М. Ф. НАГЛЕВ

ХИМИЯ ТЕХНОЛОГИЯ И РАСЧЕТ  
ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА МОТОРНЫХ

ТОПЛИВ

根据苏联科学院出版社(ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР)

1955年莫斯科版翻譯

統一書号:15037·644

发动机燃料綜合的  
化学工学及計算

下 册

中国化学会上海分会俄文組譯  
工学

\*

石油工業出版社出版(地址:北京六鋪炕石油工業郵內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083号

石油工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

\*

850×1168 $\frac{1}{16}$ 开本 \* 印張11 $\frac{1}{16}$  \* 285千字 \* 印1—2,700册

1959年3月北京第1版第1次印刷

定价(10)1.85元

# 目 录

## 第三篇 动力燃料生产的工艺学

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 序 言 .....                            | 1   |
| 第九章 工業裝置工作效率測定原理(再循環理論) .....        | 3   |
| 再循环过程理論 .....                        | 5   |
| 个别反应單元以多組分原料工作时所呈的特点 .....           | 10  |
| 用实验法測定連續作用系統的穩定状态参数(再循环式拟連續过程) ..... | 14  |
| 第十章 液体和气体石油产品热裂化的工厂方法 .....          | 28  |
| 液体石油产品裂化 .....                       | 28  |
| 双爐式重油裂化裝置 .....                      | 31  |
| 附有原油脫除汽油的联合裂化裝置 .....                | 37  |
| 四爐式联合裂化裝置 .....                      | 44  |
| 烴类气体的加工 .....                        | 46  |
| 气体热解 .....                           | 46  |
| 热聚合过程 .....                          | 48  |
| 叔己烷的生产 .....                         | 49  |
| 气体烴液体烴的共同加工聚合改質过程 .....              | 51  |
| 第十一章 烴类催化裂化和其他催化加工方法的工艺学 .....       | 57  |
| 各种裂化系統中反应單元工作原理的工艺分析 .....           | 57  |
| 影响催化裂化过程的因素 .....                    | 64  |
| 液体石油产品煉制的工業催化过程簡述 .....              | 67  |
| 煤、油頁岩的加工和烴类的合成 .....                 | 106 |
| 第十二章 催化裂化原料的制备和重裂石油殘油的加工方法 .....     | 112 |
| 重質殘油的減压蒸餾和隨后的裂化 .....                | 112 |
| 用液化气体烴的方法脫除重油(催化裂化原料)中瀝青 .....       | 116 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 制备催化裂化原料的焦化法 .....                    | 120 |
| 第十三章 工業設備工作效率的測定（再循環理論的实际应用） .....    | 125 |
| 具有最簡單工艺流程裝置（一个反应單元）的工作主要定量指标的測定 ..... | 125 |
| 平衡計算的典型实例 .....                       | 132 |

## 第四篇 在动力系統中化学反应的运动学与發动机

### 燃料綜合过程的計算

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 引 言 .....                         | 150 |
| 第十四章 現代石油煉制設備的反应器及其反应單元 .....     | 162 |
| 反应器的型式 .....                      | 154 |
| 工業設備反应單元的流程图 .....                | 162 |
| 第十五章 在流体中均一与非均一化学反应的运动学 .....     | 167 |
| 化学反应流体中的气体动力学 .....               | 167 |
| 在流体中容积不改变的均一化学反应速度 .....          | 176 |
| 在流动体系中反应時間的确定 .....               | 179 |
| 在流动体系中濃度的确定 .....                 | 180 |
| 在化学反应流体中濃度改变速度的确定 .....           | 181 |
| 流动体系反应速度总的方程式 .....               | 183 |
| 在流动体系中确定反应产率的运动方程式 .....          | 184 |
| 用不流动催化劑層时流体中非均一化学反应速度方程式的推論 ..... | 185 |
| 化学反应和扩散 .....                     | 190 |
| 第十六章 完全混合气流中均一和非均一化学反应的运动学 .....  | 222 |
| 使完全混合的容器中容积不变的反应运动学 .....         | 222 |
| 理想混和容器中改变容积的均一化学反应运动学 .....       | 252 |
| 完全混合气流中非均一催化反应的运动学 .....          | 257 |
| 第十七章 制訂工艺流程和設計工業裝置中运动学定律的应用 ..... | 264 |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 过程分級进行的效率测定法 .....              | 265        |
| 根据运动学和再循环方程式制訂反应單元工艺流程的方法 ..... | 295        |
| <b>第十八章 反应器計算实例 .....</b>       | <b>306</b> |
| 丙烷热裂化反应器的計算 .....               | 307        |
| 管式爐内裂化过程运动学計算实例 .....           | 321        |
| 在抗散区中进行反应的計算实例 .....            | 342        |
| 裂化裝置中粉狀催化剂循环系統的計算 .....         | 357        |
| <b>参考文献 .....</b>               | <b>372</b> |

### 第三篇 动力燃料生产的工艺学

#### 序 言

目前在煉油工業中广泛采用的新过程，大多数是根据俄国許多杰出化学家的研究而实现的；这些杰出的化学家是：罗蒙諾索夫，盖斯，齐宁，布特列洛夫，門捷列夫，別凱托夫，明舒特金，柯諾瓦洛夫，扎依采夫，馬尔柯夫尼柯夫，列別傑夫，澤林斯基等等。

典范的俄罗斯化学家們的成就和思想，在有机化学的各方面都起着影响，不論在苏联和外国，在随后的工作中都获得了广大的發展。

俄罗斯科学家舒霍夫在上世紀九十年代發現的碳氢化合物裂化反应，引起了全世界煉油工業的徹底改革，这乃是促使石油煉制轉变为化学工業部門的一个最重要的因素。采用裂化反应，使制得的石油产品的品質提高了許多，使我們可以対石油加工的深度更加提高。

汽油产率的提高，以及汽油抗爆性的改善，不單是依靠热裂化过程工艺学的改进，而且是由于催化裂化的新方法出現而达成。

这里首先應該指出列別傑夫和他的学派的工作；他們的工作属于接触催化之列，在硅酸鋁催化剂的存在下使烯屬經發生聚合与解聚作用，这在現代的催化裂化过程中是被广泛采用的。

古尔維奇首先闡明了硅酸鋁的催化性質。使石油的重質經在三氯化鋁的影响下發生裂解的头一批实验，是古斯塔夫松完成的。1915年，馬克—阿非开始在工業規模上研究了这些問題。在

1918年，澤林斯基就把重質殘油(重油)的催化裂化过程(采用三氯化鋁，溫度为150-200°，汽油产率超过60%)研究出来了。

正如在本書第二編中已經指出的，在石油化学和工艺学方面，首先应加以指出的是在澤林斯基和那苗特金的领导下所做的工作，以及ЦИАТИМ、格魯吉亞石油研究所、阿塞拜疆石油研究所、苏联科学院石油研究所和阿塞拜疆共和国科学院的工作。

在蘇維埃政权年代中，弗罗斯特、奥洛契可、阿密利克、古秋良和其他人做了許多重要的研究工作。

把化学反应动力学运用到反应單元工艺学的研究中，这方面的理論工作是由奥洛契可、包列斯柯夫、納吉也夫、侯根、瓦特松等人完成的。例如，奥洛契可曾在加氢过程的設備器械定型方面，包列斯柯夫在最适宜的反应帶溫度範圍的測定方面，納吉也夫在逐段抽取反应产品而使过程分段进行方面，等等，都做了許多值得重視的工作。

生产力最大的煉油工業裝置，都是按照連續作用的原則工作的。在这一类裝置中的多数場合，为了避免足以增加廢品的副反应，都采用一种效率極高的工艺手段，也就是將反应領域中退出的产品加以反复加工的再循环方法；在这种情况之下，同时还可以达到極完全的，近乎100%的原料轉化率。再循环方法是舒霍夫在研究裂化过程工艺时首先發明的。

虽然再循环过程是早就創立了的，并且它不仅被广泛地采用在只完成一种过程的簡單裝置上，而且还被采用在复杂的联合裝置上，但是，長时期来却没有出現再循环过程的一般理論。再循环过程的一般理論是著者研究出来的，已發表在文献[25, 26, 30]上。此外，在文献[30]和[27]中，著者还研究出一种完善的、用实验方法測定稳定过程参数的新方法；这时于工業用石油产品的精煉是極其重要的。

在本書的第三編亦即本編中，开头叙述的是根据再循环过程

理論而編訂物料平衡計算的原理；這對於簡單裝置和複雜的聯合裝置的主要工藝指標(個別產品的產率和總生產率)的求出，是必需的。

裝置中的反應設備和各個單元的工作，以及調節這些工作的方法，也在本編中詳盡地加以討論，並且還敘述某些最重要的煉油過程的工藝流程。

## 第九章 工業裝置工作效率測定原理

### (再循環理論)

一切聯合(綜合)工業裝置或其個別單元，當過程中有未經反應的原料進行再循環的時候，編訂物料平衡是很困難的。

在化學工藝，特別是在煉油工藝中必須廣泛採用再循環方法，有二個主要的理由。

首先，在多數場合，如果不採用再循環方法，就不可能使反應物質達到我們所期望的轉化深度。這是因為，許多過程在一定的條件下都會達成平衡，在平衡時原料的轉化率還不夠高，或則在過程中伴有許多副反應，這些副反應或則是一個接着一個發生的，或則是并行地發生的，都會隨着過程的深度而加劇。在用作裂化或里格羅因裂化裝置中進行煉油，就屬於這一類型的過程；在這些裝置中，可以用再循環方法使原料達到完全的轉化，而避免增加副產物。在裂化中生成的汽油，它本身在裝置的工作條件下是不穩定的，因之會分解成為價值較低的產物。工業原料裂化時的循環物，我們知道，乃是沸騰範圍與起始原料相同的產物。

其次，當原料中有一種或幾種組份顯著過量的時候，反應就會基本上朝着要求的方向進行。廣泛採用着一系列化學合成方法

的發动机燃料的生产，便是这方面的例子。特别是：在原料組份之一大量过量的情况下进行烷基取代反应，例如在異丁烷过量时从異丁烷和異丁烯合成異辛烷，从乙 烯 和 異丁烷合成叔己烷，以及在苯过量时从苯和丙烯合成異丙基苯。

我們知道，再循环过程既可以施行分段再循环，也可以施行全面再循环<sup>①</sup>。这二种过程，每一种过程的規律都决定着裝置的总工作效率。为了在連續进行的再循环系統中求得連續过程的动力学特性，必須將再循环过程的規律和化学变化的动力学一起加以研究。可是，在稳定状态下，过程中的产品产率是已知的时候，裝置中个别單元的生产能力及其总工作效果，就單單决定于过程的再循环特性。

在这样一种場合，就是当裝置中只进行一种过程的时候，上面这个問題是很容易解决的；使这个問題解决的略見复杂的因素是：在現代的化学工艺中，尤其是在裂化航空燃料高辛烷值組份的生产中，或則由于原料来源的关系，或則由于原料加工或成品加工的关系，許多互相牽連的过程都要在一家工厂中进行。在这样的生产系統中，裝置的一部分的生产操作会决定着整个过程的运行，因为从裝置的一部分出来的产品不断在进入其它部分。

在結合着許多个过程的联合連續系統中，有些單元由于特殊，可能要按照單程过程的方式工作，另一些單元可能要按照分段循环的方式工作，再有一些單元則可能要按照全面循环的方式工作。

决定任何联合和非联合过程中各个过程各个單元的終局效果和生产能力，乃是重要的工艺問題之一。

决定整个裝置及其个别單元的生产能力，不仅对于过程中各

---

① 参看 М. Ф. Основы химической кинетики промышленных систем, гл. I, Изд. АН Азерб. ССР, 1950. 納吉也夫工業系統化学动力学原理，第一章阿塞拜疆科学院出版社 1950 年。

个环节的产品产率和生产率的决定是重要的，而且对于装置元件的热工学的计算也是重要的。

不知道物流的功率值，就无从谈起热计算。所以，对个别产品的产率作出数量上的评比，以及对进行化学过程的统一装置中每个设备的生产率作出决定，就不仅从确定过程的数量指标来着眼是重要的，而且，对于整个工艺过程的总工艺效率的查明也是重要的。

我们的工作，就是根据再循环过程理论来解决这些问题。

### 再循环过程理论

在本节中，所叙述的问题将从再循环效果的计算来解决；计算的基础是分别考量各个单元，在一次流程中所获致的一定的反应产率，这时过程的状况已经稳定，而且全部的綜合流程是由个别的段落所构成，其中有些段落一般是沒有再循环的，而另一些段落却是采用分段循环或全面循环的。

进行一个过程而有未經反应的原料参加再循环的装置，其生产率早已有人[34,25]用所謂再循环系数  $K_R$  来加以测定；我們知道，再循环系数指的是反应设备中新原料和再循环物的混合装料量对系統中新装料量的比值：

$$K_R = \frac{1}{1-\alpha} = \frac{g_1 \textcircled{1}}{g_n},$$

式中  $g_1$ ——新装料量；

$\alpha$ ——未經反应物質的比量：

將一次循环中得自綜合原料的产品(参加再循环的产品除外)的重量比值乘以再循环系数，就等于根据起始原料计算的产品产率的值。

①  $\frac{g_1}{g_n}$  似为  $\frac{\tilde{g}_n}{g_1}$  之誤。參看后文，特別是9頁上的註。——譯者

在 1946 年，著者[28]曾得出一个再循环系数公式，这个公式考虑到一个反应系统中的多组份原料的轉化率。著者所研究出的这个方法也可以用来分別計算起始原料和反应产品的全部或某些組份的再循环，而不受組份間相互关系的限制。

我們所得出的再循环系数公式如下：

$$K_R = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^{i=k} \alpha_i},$$

式中  $\alpha_i$ ——参加再循环的  $i$ - 組份的比量(对反应器裝料量)，  
或者換句話說，乃是从反应器中出来的产物中  
 $i$ - 組份的重量比率。

后面將給出这一公式的推导过程，在这里，重要的是指出下列一点：如果把  $\sum \alpha_i$  標为  $\alpha$ ，就可以把我們的公式改成一般熟知的再循环系数公式。这样，在一般場合， $\alpha$  的值就是全部再循环組份的总比量。

文献[28]的結論，对于各种碳氢化合物在不同合成裝置中进行合成时，求算操作指标上具有巨大的意义。

对于联合和非联合裝置的生产能力的决定，以及物料平衡的編訂等問題，下面將敘述一般的解决方法。

將再循环联合裝置的一切可能的联合型式都包括所遺的最完全的圖解，示于圖77。

这个圖解表示出在一套裝置的各个段落中进行着 1, 2, 3, ...,  $m$  过程的联合型式；每一个段落都有独立的新料裝入，并且制造出在全系统中的每一个段落中进行再加工的原料。

圖 77 中的符号的意义如下：

$g_{1n}, g_{2n}, g_{3n}, \dots, g_{in}, \dots, g_{mn}$ ——在第  $n$  次循环时，在联合为一的裝置中的 1, 2, 3, ...,  $i$ , ...,  $m$  过程的裝料量。 $g$  旁边的指数  $n$  表示相应于所研究的裝料量的那一次循环，

$\alpha_{11}, \alpha_{21}, \alpha_{31}, \dots, \alpha_{i1}, \dots, \alpha_{m1}$ ——联合装置中 $t$ -过程的反应器中进行的 $1, 2, 3, \dots, i, \dots, m$ 过程所生反应产物的比量。

既然我們是在研究由 $m$ 个器械組成的系統，那末，当然， $\alpha$ 旁边的第二个指数应该取从1到 $m$ 的值。

考量物流的动态和物流互相联合的方式，即得每一个别过程的裝載量的值如下：

$$g_{1n} = g_{11} + g_{1(n-1)}\alpha_{11} + g_{2(n-1)}\alpha_{21} + g_{3(n-1)}\alpha_{31} + \dots + g_{i(n-1)}\alpha_{i1} + \dots + g_{m(n-1)}\alpha_{m1}$$

$$g_{2n} = g_{21} + g_{1(n-1)}\alpha_{12} + g_{2(n-1)}\alpha_{22} + g_{3(n-1)}\alpha_{32} + \dots + g_{i(n-1)}\alpha_{i2} + \dots + g_{m(n-1)}\alpha_{m2} \quad (\text{区}, 1)$$

$$\dots$$

$$g_{in} = g_{i1} + g_{1(n-1)}\alpha_{1i} + g_{2(n-1)}\alpha_{2i} + g_{3(n-1)}\alpha_{3i} + \dots + g_{i(n-1)}\alpha_{ii} + \dots + g_{m(n-1)}\alpha_{mi}$$

$$\dots$$

$$g_{mn} = g_{m1} + g_{1(n-1)}\alpha_{1m} + g_{2(n-1)}\alpha_{2m} + g_{3(n-1)}\alpha_{3m} + \dots + g_{i(n-1)}\alpha_{im} + \dots + g_{m(n-1)}\alpha_{mm} \quad (\text{区}, 1)$$

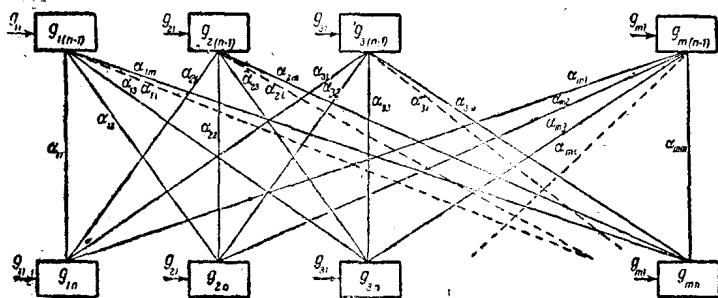


圖 77 联合过程物流行动圖解

整个系統的稳定的工作狀況，显然是在第無穷次循环时达到的。因之，对于 $n \rightarrow \infty$ 时的稳定状态的系統， $(\text{区}, 1)$ 將呈下列的形式。

$$\begin{aligned}
(1-\alpha_{11})g_{1n}-\alpha_{21}g_{2n}-\cdots-\alpha_{i1}g_{in}-\cdots-\alpha_{m1}g_{mn}&=g_{11} \\
-\alpha_{12}g_{1n}+(1-\alpha_{22})g_{2n}-\cdots-\alpha_{i2}g_{in}-\cdots-\alpha_{m2}g_{mn}&=g_{21} \\
\cdots\cdots\cdots &\cdots\cdots\cdots (IX, 2) \\
-\alpha_{1i}g_{1n}-\alpha_{2i}g_{2n}-\cdots+(1-\alpha_{ii})g_{in}-\cdots-\alpha_{mi}g_{mn}&=g_{i1} \\
\cdots\cdots\cdots &\cdots\cdots\cdots \\
-\alpha_{1m}g_{1n}-\alpha_{2m}g_{2n}-\cdots-\alpha_{im}g_{in}-\cdots+(1-\alpha_{mm})g_{mn}&=g_{mi}
\end{aligned}$$

式系(IX, 2), 乃是在互相不可分割地联系着的许多过程的综合为一的系统中, 在各个过程的任何复杂的组合情况下, 可用来决定物流的量和編訂物料衡算的主要和基本的式系。

解式系(IX, 2), 可以独立地計算每一裝置或統一联合裝置的每一段落的反应器在稳定工作条件下的裝料量。

$m$  个段落的联合裝置中的  $i$ -段落的裝料量为:

$$\begin{aligned}
&(1-\alpha_{11}) \quad -\alpha_{21} \quad g_{11} \quad -\alpha_{m1} \\
&-\alpha_{12} \quad (1-\alpha_{22}) \quad g_{21} \quad -\alpha_{m2} \\
&\cdots\cdots\cdots \\
&-\alpha_{1i} \quad -\alpha_{2i} \quad g_{i1} \quad -\alpha_{mi} \\
&\cdots\cdots\cdots \\
g_{in} = &\frac{-\alpha_{1m} \quad -\alpha_{2m} \quad g_{m1}(1-\alpha_{mm})}{(1-\alpha_{11}) \quad -\alpha_{21} \quad -\alpha_{i1} \quad -\alpha_{m1}} \quad (IX, 3) \\
&-\alpha_{12} \quad (1-\alpha_{22}) \quad -\alpha_{i2} \quad -\alpha_{m2} \\
&\cdots\cdots\cdots \\
&-\alpha_{1i} \quad -\alpha_{2i} \quad (1-\alpha_{ii}) \quad -\alpha_{mi} \\
&\cdots\cdots\cdots \\
&-\alpha_{1m} \quad -\alpha_{2m} \quad -\alpha_{im}(1-\alpha_{mm})
\end{aligned}$$

將式系的行列式标为  $D$  式系, 而把分子的行列式标为  $D_i$  (式中  $i$  决定于未知过程的号碼和行列式中变动行的行次), 結果即得:

●  $g_{mi}$  似为  $g_{m1}$  之誤。——譯者

$$g_{in} = \frac{D_i}{D_{\text{式系}}} \quad (\text{IX}, 4)$$

再循环过程的数量方面的计算，例如流程如图 77 所示的假定包括一切联合方式的装置的再循环系数、个别物流的量和物料衡算的决定，等等问题，都可以从式(IX, 4)获得总解决。

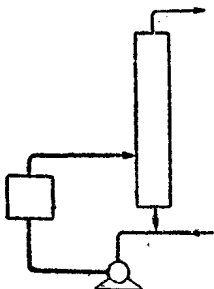


圖 78甲 單反應器  
裝置原則性示意圖

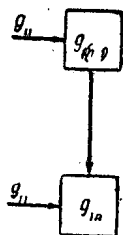


圖 78乙 單系統  
物流行程示意圖

汽油的裂化，輕質石油产品的單爐法吹制以及从若干种單純原料出發的化学合成过程，都适用只进行一个过程的再循环系統。这种过程的一般流程示于圖 78甲 和 78乙。在这里， $i=1, n=\infty$ ，按照式(IX, 4)，反应器的总裝載量將为

$$g_{in} = \begin{vmatrix} g_{11} & 0 \\ 0 & 1 \\ 1-\alpha_{11} & 0 \\ 1 & 1 \end{vmatrix},$$

由此得

$$g_{1n} = \frac{1}{1-\alpha_{11}} g_{11} \text{ ① 及 } K_R = \frac{1}{1-\alpha_{11}}. \quad (\text{IX}, 5)$$

① 准此，即  $\frac{1}{1-\alpha_{11}} = \frac{g_{1n}}{g_{11}}$ ，亦可佐証 5 頁上的  $\frac{g_1}{g_n}$  系  $\frac{g_n}{g_1}$  之誤。——譯者

式(Ⅲ,5)和普通的再循环系数公式是相同的,它乃是式(Ⅲ,4)的一个最简单的特例。

式系(Ⅲ,2)和式(Ⅲ,4),乃是把应用再循环的一切可能情况都包罗新遗的基本公式。因此,这二个公式的附属式的数目可以新旁之多,而且,凡是循环进行的化学过程,不论它是我们想像所及的何种情况,它们都将是包括在式(Ⅲ,4)中的一个特例。

考虑到再循环过程的可能出现的种种型式而把问题分成如下二类,是合宜的:一类是未知数只限于一部分或全部  $g_{in}$  的问题,另一类是全部或某些  $g_{in}$  和  $\alpha_{ii}$  都是未知数的问题。这二类问题都可以用式(Ⅲ,4)来解决。但是解决第二类问题时必须采用辅助公式,这种辅助公式足以由起始条件和相应的  $g_{in}$  来表出未知的  $\alpha_{ii}$ 。因此,解决第二类问题时宜于利用式系(Ⅲ,2)和适当的足以表出未知  $\alpha_{ii}$  的辅助公式。

在设计联合装置之前必须作出复杂而繁重的计算,但是这种计算只能得出不精确的近似的结果。

怎样决定循环工作的个别单元的功率和全部装置的总功率,这方面的問題使我们创造了一种严整的、可以计算任何复杂的联合工艺流程的方法。我们的方法足以精确地决定个别物流的功率,这对于系统中每一个反应器的详细计算都是必需的。

我们的方法的主要优点是:只要有了当原料在反应器中通过一次时的产品产率方面的数据,就足以解决流量的决定和过程总效果的判断等一切有关问题。就一定的特殊原料来说,获得这种数据是并不困难的,但是,在复杂的混合物的转化中,例如在裂化汽油的场合,却要求安排一些特殊的实验来决定稳定状态下的产率。这一测定方法将在下面叙述。

### 个别反应单元以多组分原料工作时所呈的特点

前面讨论的问题,接触到的是这样的一些联合或非联合过程:

虽然在整個系統中可以同時有任何數目不同種類的原料被加工，但過程中每個反應環節或各個段落是對一種組份構成的原料工作；在這種情況之下，當原料物流是許多組份混合物組成的時候，聯合裝置的許多個別環節的工作不顯現各個環節所專有的特點。

對於以多種烴類的混合物工作的裝置，要解決它的設計和運用上的重要問題，那末，就再循環產物是由許多組份構成時的情況作專門的研究是極端重要的。聯系到下列諸種情況，這些問題的專門研究就尤其重要：

- 甲) 起始原料的全部組份及其中某些組份可能要參加循環；
- 乙) 原料的個別組份的比量在進入和離開反應器時可能改變；
- 丙) 在設計時用到的實驗數據 可能在沒有再循環的實驗中獲得，亦即從單程過程的實驗中獲得。

丁) 運行裝置時可能必須在各種工作條件和各種組份比率的情況下決定過程的數量指標。

因此，對於裝置在各種工作條件下的設計和運行，必須將引入式系(區, 2)的  $\alpha$  值和各該段落中每一組份的循環比量之間的關係加以確定。同樣也必須獲得特殊的公式，用來分別決定應該添加到再循環物流中去的每一組份的量，以求保持在已穩定的工藝條件下進入反應器的全部組份的恒定比率。

文獻[28]是從穩態過程參數的分析出發，解決了這些問題；這時，是將反應物質之一的新裝載量作為恒值。

我們規定符號如下：

$G_n$ ——反應器裝料量(重量)；

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_k$ ——起始原料每一組份的未經反應部分的比量；

$g_1, g_2, g_3, \dots, g_k$ ——添加的新組份的重量，取  $g_1$  為已知值；

$\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_k$ ——每一組份的量對  $g_1$  的比率。

按照這些符號，在穩態過程中將有與  $1, 2, 3, \dots, k$  諸組份相應的下列量的再循環物和新原料進入系統，