

石油工業技術叢書之十八

BBF

石油煉廠 油品調度員須知

蘇聯 С.С.波波夫 著



石油工業出版社

內 容 提 要

書中敘述在石油煉廠中運輸、儲藏、計量原油和石油產品的技術和防止油品損失的方法。同時扼要地介紹了原油的加工過程，石油產品的性質，油品調度員的業務範圍，石油煉廠油品業務方面的技術裝備、操作條例和操作方法。

本書可以作為培養和提高石油煉廠油品調度員的教材，也可供石油基地和油庫的油品調度員參考。

С. С. ПОЛОВ

ТОВАРНЫЙ ОПЕРАТОР

НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1955年莫斯科版翻譯

統一書號：15037·235

石油工業技術叢書之十八

石油煉廠油品調度員須知

李樹鈞 孟志光譯

*

石油工業出版社出版(社址：北京六鋪炕石油工業部十号楼)

北京市書刊出版業營業證可證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 印張5 $\frac{1}{2}$ * 115千字 * 印1—1,600冊

1957年4月北京第1版第1次印刷

定價(11)1.20元

前 言

在苏联国民經济中，石油工業佔有一个主要的地位。这是因为石油产品对国民經济有着重大意义的緣故。

在石油煉厂中，可从石油里煉制出供大量內燃机使用的燃料，而这些內燃机是用来帶动飞机、汽車、拖拉机以及农業和工業中的各种各样机器的。石油也是制造潤滑油和潤滑脂的原料，而沒有潤滑油和潤滑脂，任何一台有着摩擦部分的机器都不能运转起来。从石油中还能得到筑路、敷設管道和建設其他建筑物时所需要的瀝青。从石油中也能得到在工業和日常生活中所需要的許多特殊的产品(凡士林、石蜡等等)。

所有这些决定了石油工業最廣闊的發展前途，它的使命是要滿足我国对各种石油产品不断增長的需要。石油煉厂的工作人员，特別是油品調度員，每天都要去完成艰巨的任务。

要想順利地完成工厂的原油加工計劃，只有当原油能不断供应、成品能按計劃运出时才有可能。为了实现这样的目的，每一个石油煉厂都有自己的油庫業務部門，它的工作就是接受和儲存运至煉厂的原料并將其分發至各加工裝置，同时从各裝置接受各种石油产品，將其儲存起来并利用某种运输方法运出厂外。

油品調度員是厂內油品業務方面的重要工作人员之一。他的职责范围包括直接领导有关原油和石油产品的收發、儲藏和精确計量的全部作業。他尚須领导关于原油和石油产品的泵送和裝卸作業。油品調度員应采取措施，保証泵送工具、裝卸設備、工具和測量仪表以及在他所看管的油庫中的所有油罐經常沒有毛病而且能随时使用。他还負有防止原油和石油产品損失和变坏的责任，并負責混合各种原油或石油产品以及加入添加剂以改善油

品質量。油品調度員應會使用消防工具，一旦發生工傷事故時能進行緊急救護和自救。

石油煉廠原油和成品油油罐區的工作能力，因而也就是能否順利完成原油加工計劃，在頗大的程度上取決於油品調度員的工作質量。這就要求煉廠油品業務方面的調度員和其他工作人員提高勞動生產率，最合理地使用各種設備，從而盡力增加煉廠油庫的工作能力。

在油庫業務方面開展先進工作方法的必要條件，是使油品調度員和其他工作人員能掌握有關原油和石油產品的儲藏和運輸的基本技術，還要能正確地執行本崗位的職務。只有把實際經驗和相應的技術知識結合起來，油品調度員的工作才能收到最高的效果。

在本教材中，介紹了有關石油產品的品種和生產方法，以及原油和石油產品的運輸方法的最起碼知識。作者促請教師注意，必須要學生仔細研究有關石油煉廠油品業務方面的生產條例和規程（它們中一些主要的條例和規程都列在本書附錄中）。

編寫關於這一專業的教材還是第一次。因此，讀者如對改進本書提出批評和建議，作者將非常感激。

作 者

目 录

前 言

第一章 石油产品的生产和精制的基本过程简述	1
第一节 原油在加工前的准备	1
第二节 在常减压装置中进行原油的加工	5
第三节 裂化	6
第四节 高温热解	11
第五节 各种馏出油的精制	12
第六节 沥青、商品康达克特和脱乳化剂的生产	18
第七节 油品的混合以及各种添加剂的掺合	18
第八节 催化剂、化学药剂、溶剂和吸收剂	20
第二章 石油产品的品种、性质、使用范围及分析方法	22
第一节 石油产品试样的采取和分析	22
第二节 石油产品的品种	37
第三章 原油和成品油的运输	50
第一节 油管输送	50
第二节 铁路运输	55
第三节 水路运输	61
第四章 石油炼厂油品业务方面的技术装备	66
第一节 油罐区	67
第二节 管路交通	73
第三节 泵站	76
第四节 装卸设备	82
第五节 装桶间和油桶库	84
第五章 石油炼厂油品业务方面的操作	86
第一节 成品与原料的相互关系	86
第二节 泵送前管路的准备工作	87

第三节	泵的操作和维护	89
第四节	易凝固的、高粘度的和揮發性油品的油泵輸送	90
第五节	石油貨物鐵路運輸的組織	92
第六节	石油貨物水路運輸的組織	96
第七节	泵站設備、管道和油罐的檢修	99
第八节	預防及消滅管道和油罐事故的措施	104
第九节	生產組織和操作成本。勞働工資制度	106
第六章	原油和石油產品的計量	114
第一节	油罐中油品數量的測定法	114
第二节	鐵路油槽車中油品數量的測定法	117
第三节	油船中油品數量的測定法	118
第四节	商品平衡	120
第七章	原油和石油產品在儲存和運輸	
	過程中損失的預防	122
第一节	損失方式和引起損失的原因	122
第二节	蒸發損失	123
第三节	在液體狀態下的損失	131
第四节	損失量的測定	132
第五节	減少損失的主要方法	133
第八章	油品業務的安全技術和防火	134
第一节	社會主義生產條件下的勞働保護	134
第二节	原油、石油產品和某些其他物質的毒性	136
第三节	油品業務作業中的主要安全措施	138
第四节	發生不幸事故時的急救	141
第五节	石油煉廠油品業務方面的防火	143
	參考文獻	147
附录	涉及石油煉廠油品業務操作方面的條件和	
	指示的清單	148

第一章 石油产品的生产和精制

的基本过程简述

第一节 原油在加工前的准备

原油的性质与油田和地层有关，它可以有很大的差异。

按照标准分类法(ГОСТ 912-46)，可根据原油中含硫量的多少将其分成低硫(小于0.5%)原油和含硫(硫含量在0.5%以上)原油。根据重油中胶质的含量，原油可分成低胶的(17%以下)、含胶的(18—35%)和多胶的(高于35%)三种。根据粘度为BY-7的润滑油的凝固点，可将原油分成低蜡的(凝固点为 -16°C 或低于 -16°C)、含蜡的(自 -15 到 $+20^{\circ}\text{C}$)和多蜡的(高于 20°C)三种。最后，根据直馏汽油和拖拉机煤油的辛烷值以及粘度为BY-7的润滑油馏分的密度，可将原油分成48种类型。

从地下开采出来的原油含有各种各样的杂质，这些杂质不但是多余的，而且在某些场合对加工的进行还会发生有害的影响。所以，原油在进入加工装置以前，应当经过净化，净化的程度和方法决定于杂质的种类及其在原油中的含量。

水、机械杂质、盐类和硫化物是原油中最常见的杂质。

如原油中含有大量的水，那就不仅会降低原油加工装置的处理量，而且会增加加工时所需要的燃料和冷却水的消耗量，并影响到油品的精制。在石油炼厂的设备中，当水变成汽时，会引起压力的急剧上昇，而当蒸汽量大时还有引起爆炸的危险。

如果原油中所含水分的颗粒较大，则用简单的沉降法就可以将其除去。这时为了加速沉降速度，可以采用加热的方法；加热可以降低原油的粘度，因而使水易于从原油中分离出来。在钢质沉降罐中，可借装在其中的蒸汽盘管，将原油加热至 $50-60^{\circ}\text{C}$ 。

在某些情況下，還可利用換熱器來加熱，通過換熱器後的原油再進入油罐里進行沉降。換熱器是一密封的圓筒，內部裝有許多直徑不大的管子。冷的原油沿着管程通過，而蒸汽或熱的油品沿着殼程通過。原油因此被加熱。

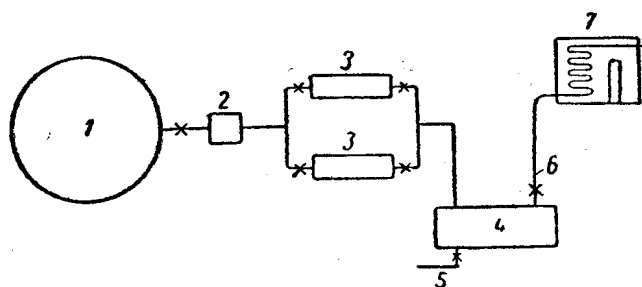


圖 1 用泥水分离器的原油脱水流程

1—含水原油罐；2—泵；3—換熱器；4—泥水分离器；
5—放水管；6—脱水后原油管；7—原油加工裝置的管式爐。

在石油煉廠內進行原油脫水時，可將泥水分离器和換熱器聯合使用。這樣的脫水裝置的流程如圖 1 所示。原油用泵 2 自油罐 1 抽出來，經過換熱器 3 後，進入泥水分离器 4。水沿着管 5 不斷地從泥水分离器的底部排出，而已沉降的原油則連續地沿着管 6 從分离器頂部出去又進入原油加工裝置的設備 7。由於原油的溫度被提高到 $100-170^{\circ}\text{C}$ ，在泥水分离器中的沉降速度就加快了。在這種情況下進行加熱，不會引起原油中輕質餾分由於蒸發而損失的現象，因為在泥水分离器中所進行的原油沉降過程是在密封的條件下進行的，這和在油罐中用盤管來加熱是不同的，在那種情況下，輕質餾分會大量地蒸發並通過呼吸閥而損失掉。

當水滴很細並和原油形成一種穩定的混合物（所謂乳化液）時，要把原油中的水去掉是相當困難的。在采油時，當油和水一起在地層中和沿着油井流動時，就會形成這樣的混合物。

從原油乳化液的外表來看，它大半為黃色不透明的液體。按其構造共有兩種類型：1) 很細的油滴分佈在水中；2) 相反，很細

的水滴分佈在油中。在每一種場合下，兩種液體（油及水）的顆粒都被一種含在原油內的名為乳化劑的物質的薄膜所包裹着。假如把這層膜去掉，那末兩種液體的顆粒就會融合起來而發生油水分離的現象或所謂乳化液被破壞了。

要破壞這層乳化劑膜可用各種不同的方法，即：加熱並沉降、用脫乳化劑以及用電的方法。究竟選用何種方法抑或是聯合使用，要決定於乳化液的穩定性以及在一定程度上每一種方法的經濟性。

以上所述的將原油加熱並沉降的方法僅適用於不穩定的原油乳化液。如要破壞較穩定的乳化液，則要採用脫乳化劑或電的方法。

脫乳化劑是一種能對乳化劑所生成的膜產生破壞影響的物質，由於破壞的結果，乳化液就分成原來的組成部分，也就是說分成純粹的原油和水，而水由於沉降的結果可將其分離出去。

用來破壞原油乳化液的最普通的一種脫乳化劑，是一種中性的黑色康達克特，簡稱為 H₄K。有機酸、環烷酸鹽和別的物质都可當脫乳化劑用。

借 H₄K 或其他脫乳化劑以進行原油脫乳化的裝置的流程圖如圖 2 所示。其操作過程如下。乳狀原油用泵 2 自油罐 1 抽出，經過加熱設備 3 而入沉降罐 4。在進入加熱設備（管式爐或換熱器）前，先借自動配料器 5 將破壞乳化液所需的 H₄K 加入乳化液中。

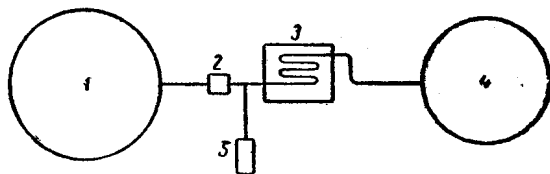


圖 2 以脫乳化劑進行原油脫乳化的流程圖

1—乳狀原油罐；2—泵；3—加熱設備；

4—沉降罐；5—脫乳化劑配料器。

脫乳劑和加熱(將原油加熱至 $60-70^{\circ}\text{C}$)的共同作用促成了乳化液的破壞，結果罐 4 中的原油和水就互相分離，水被排入下水道。

用于原油脫乳化的 H₂K 量與乳化液的穩定性和加熱的溫度有關。這一用量常常達到原油重量的 0.5 %。

當用電法時，原油的脫乳化過程系在一稱為電氣脫水器的專門設備中進行。和洗滌水混合在一起的原油先被加熱至 $60-90^{\circ}\text{C}$ ，然後在電氣脫水器中的兩根高壓電極間通過。在乳化液的顆粒所帶電荷的作用下，乳化劑的膜遭到破壞，乳化液分成為原來的組成部分，結果原油就很快地從水中分離出來。借電法所達到的脫水度為乳化液所含總水量的 95 %。

含在原油中的**機械雜質**，如泥土、砂子和別的固體，能磨損煉廠設備的器壁、能阻塞設備的管子並降低傳熱效率，因而引起燃料的過分消耗和設備的過早損壞。

當原油在脫水或脫乳化裝置中進行脫水時，機械雜質也一起給去掉了。所以就不需設置一套專用于脫除原油中機械雜質的設備。

含在原油中的**鹽**能引起煉油設備的腐蝕，這是由於鹽和金屬器壁之間所發生的化學反應的結果而引起的器壁的腐蝕。因為在煉油設備中進行原油加工時所需保持的溫度較高，所以這些反應進行得格外劇烈。

當原油脫水時，原油中的鹽大部分也被脫掉了。在多數場合下，靠原油脫水就足以將其中所含的鹽量降低至 75—100 毫克/公升。但脫水後如原油含鹽量仍然超過許可含量時，那末就需要在專門的脫鹽裝置中進行原油的處理，在該裝置中借化學藥劑和水洗而將鹽脫去。

含在原油中的**硫化物**的害處比起鹽來並不為小。當加工原油時，硫化物能對煉廠設備的金屬引起強烈的腐蝕。除此而外，在

成品油中如果含有硫磺就会损坏油品的性質。例如，含硫的重油能引起蒸汽鍋爐設備的腐蝕；当含硫的汽油、煤油和柴油在內燃机中燃燒时，就能腐蝕汽缸壁；含硫的潤滑油和潤滑脂能引起被潤滑金屬的腐蝕。

最好在含硫原油进入煉油設備前就將其中所含的硫化物除去。除去的方法是在脫硫裝置中將能和硫化物起化学反应的特殊化学剂加入原油中以进行脫硫。結果，硫化物就形成了能用沉降和洗滌方法同原油分离的新物質。

第 二 节 在常減压裝置中进行原油的加工

現在原油的加工可在各种各样的煉油裝置上用不同的方法进行。蒸餾为基本的原油加工过程之一。蒸餾过程照例是在所有其他原油的加工过程之前进行的。

原油(經处理的)蒸餾須經下列各基本操作：1)从原油罐用泵或靠自流將原油送至加工裝置；2)在换热器中进行原油的預热；3)在加热設備中进行原油的加热；4)在分餾塔中將原油蒸汽分成不同的餾分；5)油气的冷凝和冷凝后得到的热凝液的冷却；6)用泵或靠自流將蒸餾产品送至油罐。

經過以上的操作所得到的蒸餾产品称为餾出物，它們还不是最后的商品油品，因为还必须將其中有害的雜質去掉。精制过程系在專門的精制裝置中进行，在其中用不同的化学剂和吸收剂来处理各种餾出物。

蒸餾裝置分为常压和減压兩種。在前者，裝置中的設備系在絕對压超过大气压的条件下进行操作的，而在后者，則系在絕對压小于大气压，也就是在真空情形下操作的。

根据設備本身基本構造的不同，常、減压裝置又可分为管式的和釜式的。

在釜式裝置中进行原油和重油的加工有着許多严重的缺点。

所以，現在都采用管式裝置來代替釜式蒸餾裝置以蒸餾重油和原油。管式爐是管式蒸餾裝置的主要部分，其作用和鍋爐相似。由於燃料在爐膛中燃燒而得到的氣體，在通過裝滿管子的爐室時，即將其自己的熱量傳給了爐管。原油和重油從相反方向（對煙道氣流動方向而言）被泵過這些爐管，並被加熱到足以使所有必需的餾分得到蒸發的溫度，然後就進入分餾塔，在其中將油氣分成各個餾分。

常壓管式蒸餾裝置是用來蒸餾原油，將所有輕質油品從原油中取出；另外在殘余物中，則得到直餾重油。

蘇維埃式的常壓管式蒸餾裝置（在其中第一次應用了閃蒸的方法從原油中預先將汽油去掉）是各種蒸餾裝置中最好的流程設計之一。在其中，汽油的收率大約為潛含量（即原油中汽油總含量）的99%，而輕油品的總收率在各餾分切割得很好的情況下可達到98%。

減壓管式蒸餾裝置是用來蒸餾重油以得到各種潤滑油。與常壓裝置不同，在減壓裝置中，蒸餾過程是在真空下進行的，減壓裝置這個名稱就是由此得來的。在減壓裝置的主塔內的高度真空度（達700公厘水銀柱）可借石油蒸汽的冷凝和將其抽走的方法來達到。

蘇維埃式減壓管式蒸餾裝置有着高度的工藝指標，可以使全部潤滑油餾分從原料中蒸發，而不會引起它們的裂化。

第 三 節 裂 化

裂化過程不同於簡單的蒸餾的地方，首先是被加工的原料須加熱到較高的溫度。與原油蒸餾裝置相比較，裂化裝置的設備和工藝流程較為複雜。

世界上第一個裂化裝置是由俄羅斯學者B. Г. 舒霍夫在1890年所設計出來的。但在十月革命前的俄國，這個設計並沒有得到

实现；只有在苏維埃政权下(在 1923 年)，才在巴庫建立了第一个以 B. Γ. 舒霍夫所提出的設計为基础的裂化裝置。

裂化过程可以使我們从根本不含汽油馏分的重質原油和直馏重油中得到車用汽油；借此法也能从煤油-瓦斯油馏分中得到航空汽油等等。

裂化过程的实质是：当將重油或其他作原料用的油品加热到高温时，組成这些原料物質的分子就分解了，并生成較輕和更重的分子。根据这一点，原料在裂化厂加工的最后結果，首先得到了比原料較輕的产品(汽油、煤油、瓦斯油、裂化气等等)，其次得到了比原料更重的产品(裂化殘油、焦炭)。

现在，根据条件(即温度、压力、原料种类以及在裂化时所采用的輔助物質——催化剂、氫气等等)的不同，裂化过程可分为若干种。讓我們簡短地討論一下几种基本的裂化过程。

原料的**热裂化**基本上是由于將原料加热到高温而發生的。热裂化又分成輕度裂化和深度裂化两种。

輕度裂化可用来裂化重質油；輕度裂化系在 25—40 个大气压力及 450—460°C 的温度下进行。在輕度裂化时不采用較高的温度，因为这会在設備中引起不可容許的結焦現象。由于重質原料輕度裂化的結果，可得到 5—10% 的裂化汽油和大量可进一步加以裂化的煤油-索拉油馏分。

深度裂化，是利用由重油的輕度裂化所得的煤油-索拉油馏分，以及从外面得到的索拉油为原料的裂化。深度裂化时，温度保持在 500—510°C 而压力則保持在 45—60 大气压之間。汽油的产率为原料的 30—35%。

圖 3 所示的是石油設計院所設計的双爐裂化裝置，可以作为热裂化裝置的例子。这一裝置系由苏联工程师們所設計，并于 1936 年在格罗茲內建成。后来在許多年內，在苏联只建設这样的裝置。这样一套裝置的处理量，每晝夜大約为 900 吨重油，而得

到的汽油为 34—37%，裂化重油为 55—58%，气体为 7—8%。

在石油設計院設計的双爐裂化裝置操作的基础上，提出了輕度和深度裂化过程。由于这样的緣故，在裝置中就有下列主要設備：輕度裂化爐、深度裂化爐、兩個蒸發塔、冷却器、三个分餾塔、兩個精制塔和兩個油气分离器。

催化裂化不同于普通的热裂化的地方是：原料油分子的裂化过程的进行不仅是由于高温的結果，而且还由于催化剂^①所起作用的結果；所謂催化剂，就是那些能促使原料油的分子分解，并因此而生成汽油及其他产品的物質。

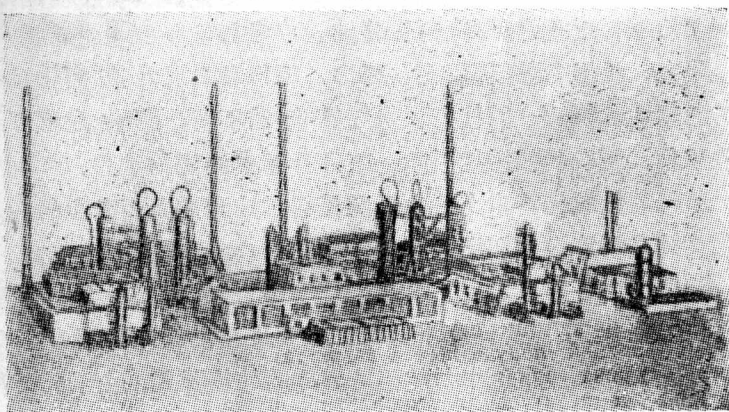


圖 3 石油設計院設計的双爐裂化裝置全貌(兩套)

在热裂化裝置中，輕質烴类的产率与焦炭的产率有关，而焦炭的产率应不大于裂化殘油量的 0.1%，否則由于結焦量多，会使裝置很快就不能操作。

催化裂化时，在催化剂的作用下，焦炭的产率可增至 4—5% 而不至于影响裝置的操作。由于从原料中取出了碳，輕質烴类的产率及其含氮量都增加了。換句話說，汽油的产量增加了而且質量也提高了。这就使得能在催化裂化裝置中不仅生产出車用汽油

① 參閱第一章第八节。

来，而且还可生产品质优良的航空汽油。

在某一催化裂化工厂中，可得到 40% 品质优良的汽油、51% 瓦斯油和 4% 焦炭。在热裂化时，则只能得到 65% 低品质的汽油（不饱和烃类的含量较高）和 20% 裂化重油。由此可见，在催化裂化时，最有价值的产品的产率及品质要比热裂化时高得多。但在作这样的比较时还应考虑到一点，即催化裂化所要求的原料（煤油-瓦斯油馏分）比起热裂化所用的原料——重油及石油的其他重质产品——要有价值得多。

催化裂化装置所应完成的一项主要任务，是保证在原料（要加以裂化的）和催化剂之间要有很好的接触。这一接触系在一专门的设备——作为催化裂化主要部分的反应器——中完成。

根据在被裂化的原料和催化剂之间接触方法的不同，可分成以下三种催化裂化装置：1) 装有固定床催化剂的装置，2) 装有粉末状催化剂的装置，3) 装有移动床催化剂的装置。最近几年来，固定床催化裂化装置已经不用了。

装有粉末状催化剂的裂化装置，系以很细的粉状催化剂来操作的。

反应器——一个特殊的设备——是装置的主要部分，催化裂化反应就在其中进行。

原料和粉状催化剂的混合物被引入反应器中。然后，用过的催化剂在和裂化产品分离后就进行再生，此后又重新进入反应器中。裂化产品从反应器出来后，就入分馏塔以便分成各个馏分，并将从反应器带出来的粉状催化剂洗掉。自塔顶可取走汽油蒸汽和气体而从侧线则可取走瓦斯油。

为得到航空汽油，可采用有两个反应器的装置，其中一个可用来裂化原料，第二个则可用于精制航空汽油。

在粉末状催化裂化装置中，各油品的产率和性质大概和固定床催化裂化装置的一样。

移动床催化裂化装置系以球状或颗粒状催化剂来操作的。该装置系由以下各主要部分所组成：管式炉、蒸发塔、反应器、再生器、催化剂升降机、粉末分离器、分馏塔和油气分离器。

当装置的处理量为每昼夜 1500 吨时，在反应器中循环的催化剂量大约为 100 吨。用过的催化剂不断地从反应器底部被取出，通过再生器并在其中将沉积在其表面上的焦炭去掉后，重新被加到新鲜催化剂中，然后通过顶部的加料器进入反应器中。催化剂的整个移动过程，由于利用以压缩空气为基础的气动设备而实行了机械化。

催化裂化过程系在反应器中进行，而在反应器中则共分成 4 段工艺层。在第一层（处于原料入口下面），用过热蒸汽来吹扫用过的催化剂，以便将被其所带走的裂化产品的蒸汽吹出来。第二层位在第一层之上，其中充满催化剂，原料油就在此层中进行裂化；催化剂不断地自位于反应器顶的加料器中进入此层。第三层位于第二层的催化剂顶面与反应器的内底之间，在此层中从烃类与水蒸汽的混合物中分走从第二层带至此处的催化剂粉末。第四层在更上面，处在反应器的内底与外底之间；在此层中充满了从加料器来的已再生了的催化剂。

裂化产品自反应器出来后就进入分馏塔，在其中被分成瓦斯油（重的和轻的）和汽油蒸汽及水蒸汽的混合物。汽油自塔顶被引出去，而在必要时还可再加以催化精制。

当装置用于生产航空汽油时，汽油的产率达 23%，里格罗因达 10% 而瓦斯油则为 56%。

虽然移动床催化裂化装置的催化剂消耗量要比固定床大好几倍（0.1—0.3% 对 0.02—0.03%），但由于过程的连续性和看管简单，前者还是取代了后者。

气相裂化过程是当原料处在蒸气状态时进行的。这一过程系在温度接近 600°C、压力略高于大气压下进行的。

选择性裂化是在一有着若干座管式爐的裝置中进行的，在每一个管式爐中，一个窄馏分在最适宜的温度下进行裂化。当重油为一輕重馏分的混合物时，这样的裂化方式可以使得从重油中得到的裂化汽油的产率大为增加。

重整过程是一种用来改进汽油、里格罗因和煤油質量的特殊裂化方法，这一过程是在温度为 $510-550^{\circ}\text{C}$ 压力达 70 个大气压的条件下进行的。

氫化过程实际上就是在有氫气存在下的裂化。这一过程是在 $450-500^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行的并要求很高的压力——在 200 大气压或更高的压力下。氫化过程所得汽油的产率高达原料量的 75—80%。

第 四 节 高 温 热 解

石油的**高温热解**或**芳構化**实际上是裂化的变相。与普通的裂化不同，它是在很高的温度—— $670-720^{\circ}\text{C}$ 之間和常压下进行的。

高温热解是一个很复杂的物理-化学过程，在此过程中發生着原料油分子的各种各样分解和縮合的反应。这些反应的主要結果之一为生成了相当量的、能賦予最終产品以宝贵品質的芳香經^①。所以，高温热解也叫作石油的芳構化。

原油中的煤油和瓦斯油馏分，是普通高温热解裝置的最好原料，根据这一点，都用煤油和所謂高温热解原料油(原油的煤油和瓦斯油馏分的混合物)来进行高温热解。

由于煤油或高温热解原料油高温热解的結果，可得到如下的产品：气体(43—48%)、焦油(45—47%)、焦炭和炭黑(达

^① 經类系指仅含有碳和氫原子的化合物。原油和大部分石油产品基本上都是由各种各样經类的混合物所組成的。芳香經在其本身的化学結構中含有一种由六个碳原子所組成的特殊的团——苯环。