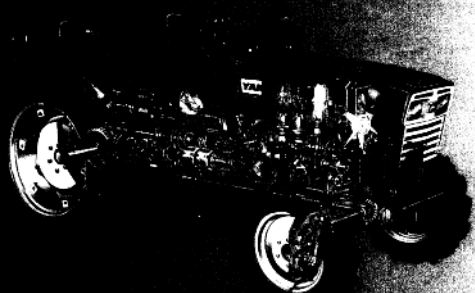


蒋承豪 高 海 编著



汽车拖拉机燃油与润滑剂

北京科学技术出版社

前 言

人们普遍认为：一旦选定了汽车或拖拉机，燃油和润滑剂的问题就解决了。实际上随着科学技术的发展，为汽车、拖拉机提供的燃油和润滑剂的品种、规格、成分和质量等都在不断变化；我国的石油产品标准正向国际标准（ISO 标准）靠拢。因此，掌握和了解国家标准和国际标准，科学地选择燃油和润滑剂，对提高汽车、拖拉机的动力性、经济性，减少故障和延长使用寿命意义重大。

我们遵循理论与实践相结合的原则，重点讲述基本概念和各种油品的内在联系，力求将汽车、拖拉机所用的燃油和润滑剂作为一个有机的整体，深入浅出地加以叙述，而不是孤立地介绍具体油品，以希望读者能从根本上提高技术水平，能独立解决油品选用和管理的一些技术问题。

本书根据我国 1989 年颁布的石油化工产品标准，比较系统、全面地论述了正确选用汽车、拖拉机所用的燃油和润滑剂的新概念；介绍了燃油、润滑油、润滑脂的组成、性能、种类和牌号；汽油机有害排放物的形成及控制；轻柴油的污染及机械杂质的分析测定；提高油品质量添加剂的作用机理；还编入了国产主要汽车、拖拉机的燃油和润滑剂表等。

本书可供汽车、拖拉机驾驶员、油料管理、经营人员和工程技术人员使用，也可作为机务人员培训教材，并供大、中专院校有关专业学员参考。

由于我们的知识、技术水平和编写能力所限，差错或不足之处难免，敬请读者指正。

编 者

1990 年 11 月

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 能源及其分类	(1)
第二节 燃油的化学组成及炼制原理	(6)
第三节 油料应用的特点	(15)
第二章 汽油	(18)
第一节 汽油机工作原理和对汽油的要求	(18)
第二节 汽油性质对蒸发性的影响及其评价	(21)
第三节 汽油性质对抗爆性的影响及其评价	(27)
第四节 汽油性质对腐蚀的影响	(37)
第五节 汽油性质对氧化安定性的影响	(40)
第六节 汽油的商品种类和规格	(44)
第七节 汽油机有害排放物的形成及控制	(51)
第三章 柴油	(58)
第一节 柴油机工作原理和对柴油的要求	(58)
第二节 柴油性质对流动性与雾化性能的影响及其 评价指标	(62)
第三节 柴油性质对正常燃烧的影响	(70)
第四节 柴油性质对腐蚀和积炭的影响	(75)
第五节 柴油的其它指标	(77)
第六节 柴油的种类、规格和使用	(79)
第七节 柴油的污染及机械杂质的分析测定	(86)
第四章 润滑油	(91)
第一节 摩擦与润滑	(91)
第二节 润滑油的种类	(97)

第三节	润滑油的主要使用性能·····	(100)
第四节	润滑油最适宜的化学组成及其炼制·····	(122)
第五节	发动机润滑油·····	(135)
第六节	汽车拖拉机底盘用润滑油·····	(156)
第五章	润滑脂 ·····	(170)
第一节	润滑脂的功用、内部结构和分类·····	(170)
第二节	润滑脂主要分析项目的评价·····	(173)
第三节	汽车拖拉机常用的润滑脂·····	(179)
第六章	附录 ·····	(183)
附录一	汽车用燃油与润滑剂·····	(183)
附录二	拖拉机用燃油与润滑剂·····	(202)
附录三	石油化工常用法定计量单位及其换算·····	(221)
附录四	全国主要城市气温 (℃) ·····	(230)
附录五	汽车拖拉机常用燃油与润滑剂简易 识别方法·····	(233)

第一章 总 论

第一节 能源及其分类

一、能源发展史

能源是发展生产和提高人民生活水平的重要物质基础，也是国民经济建设中存在的主要问题。

在能源利用发展史上，经历过三次重大的能源变革，即薪草时期、煤炭时期和石油时期。以薪草为主要燃料的能源时期，延续了漫长的时间，至今在发展中国家的农村能源中薪草仍占很大比重。18 世纪瓦特发展蒸气机以来，逐步从依靠人力、畜力为动力转向以蒸气为动力，以煤炭为主要燃料。从 19 世纪 70 年代开始，电力逐步取代了蒸气，成为主要动力，这标志着资本主义工业化的基本完成。20 世纪 50 年代和 60 年代，价廉质优的石油、天然气的大量开发和使用，把世界能源结构从以煤炭为主转向以油气为主。它促使西方经济在 60 年代进入黄金时期。

1890 年世界能源消费总量是 $7.75 \times 10^8 \text{t}$ 标准煤（ 1kg 标准煤 = 29300kJ ），其中煤炭占 95%，油、气占 4%。1950 年的世界能源消费总量是 $25 \times 10^8 \text{t}$ 标准煤，其中煤炭占 61%，油、气占 36.6%。1988 年的世界能源消费总量是 $81 \times 10^8 \text{t}$ 油当量（ 1kg 油当量 = 41900kJ ），其中煤炭占 30%，油占 38%，气占 20%，水电占 6.5%，核电占 5%。

二、能源分类

能源的种类很多，为了便于研究，人们从不同的角度，对能源作了分类，如表 1-1 所示。能源一般按生成成分为一次能源和二

次能源；按再生与否分再生能源和非再生能源。能源资源经过开采收集后获得的一次能源，只有在少数情况下以它原始的形式为人类服务，在更多的情况下需要进行加工，转换成为便于使用的二次能源。

表 1-1 能源分类

类 别		第 一 类				第二类		第三类						
		常 规 能 源		新 能 源										
一 次 能 源	再 生 能 源	水 能		生 物 质 能	海 洋 能	太 阳 能	风 能	地 热	潮 汐 能					
	非 再 生 能 源	煤 炭	石 油	天 然 气	油 页 岩	油 砂		原 子 核 能						
二 次 能 源		焦 炭	煤 气	电 力	氢 气	蒸 汽	酒 精	汽 油	柴 油	煤 油	重 油	液 化 石 油 气	甲 醇	硝 化 甘 油

再生能源是不会随着它本身的转化或人类的利用而日益减少，具有天然恢复功能。水能、潮汐能、太阳能、风能、海洋能和草木燃料等都是再生能源，它们可以源源不断地从自然界中得到补充。而矿物燃料和核燃料则不然，它们将随着人类的利用而逐渐减少，我们称它为非再生能源。

一次能源还可以按其成因或来源分为三类：

第一类能源来自天体的能量，其中主要是太阳辐射能。此外，还有其它恒星或天体发射到地球上的各种宇宙射线的能量，不过在近阶段，还很难应用于实际。

第二类能源是来自地球内部的能量，主要有地热能和核燃料。

第三类是由于地球和其它天体相互作用而产生的能量，如潮汐能等。

根据各种能源在当代人类社会经济生活中的地位，人们还常

常把能源分为常规能源和新能源两种。习惯上，把技术上比较成熟、使用比较普遍的能源称为常规能源（如煤炭、柴草、石油、天然气、水能等）；而新近才利用的、或正在开发研究的能源称为新能源（如核能、太阳能、沼气、风能、地热能、海洋能、氢等）。所谓新能源，是相对而言的。现在的常规能源在过去也曾是新能源，今天的新能源将来也会成为常规能源。例如在某些国家中，目前已将核能作为常规能源。

三、地球的能流图及能量资源估计

为了全面而深刻地阐述地球的能量资源问题，首先必须对地球上的能量收支关系有一个定量的概念。

在地球、太阳这个系统中，太阳通过光辐射给予地球的能量是极大的。太阳总辐射功率约为 $3.75 \times 10^{26} \text{W}$ ，地球在一年中从太阳获得的能量（考虑到地球大气层的吸收和散射）约为 $6 \times 10^{17} \text{kW} \cdot \text{h}$ ，尽管这份能量只是太阳发出的总辐射能量中的十分微小的一部分，但它却相当于人类现有各种能源在一年内所提供能量的上百万倍。图 1-1 表示地球上的能量进出的情况。

图 1-1 下方的水平横截面代表地球表面，它的下面储存着来自矿物燃料以及地热，月亮与太阳的引力和核物质等的各种能量。在地球表面之上则绘出射向地球和由地球辐射到外层空间的各种能量，图 1-1 称为地球的能流图。

地球上三种主要能量来源之中，潮汐能的数值最小，如图 1-1 所示，只有 $3 \times 10^{12} \text{W}$ 。这部分能量起源于日、月对地球海水的引力，这种能量的作用表现为潮汐的涨落。潮汐的涨落能可以利用，但如果不利用，就形成对地球自转运动的摩擦阻力，并使自转速度逐渐降低。地生能主要包括地热和核物质所含的能量，地热主要是地核中的高温熔化的岩石中的能量，是在地球生成的时候就已经存在于地心之中的。它的总量极大，但并不反映在地球能流图上。图 1-1 中所示的 $32 \times 10^{12} \text{W}$ 仅仅是地核能量中通过热传导作用到达地球表面并散发到地球之外去的那一小部分，另外还有 $0.3 \times 10^{12} \text{W}$ 的能量则通过火山和温泉的热对流作用传到地

球之外。核物质也是在地球形成的时候就已经存在的，核物质通过自身的裂变不断地在矿石中辐射出能量并散发到地球之外。这就构成图 1-1 中的 $32 \times 10^{12} \text{W}$ 的另外一部分能量失散。很明显，这也不是地壳中核物质的全部能量。

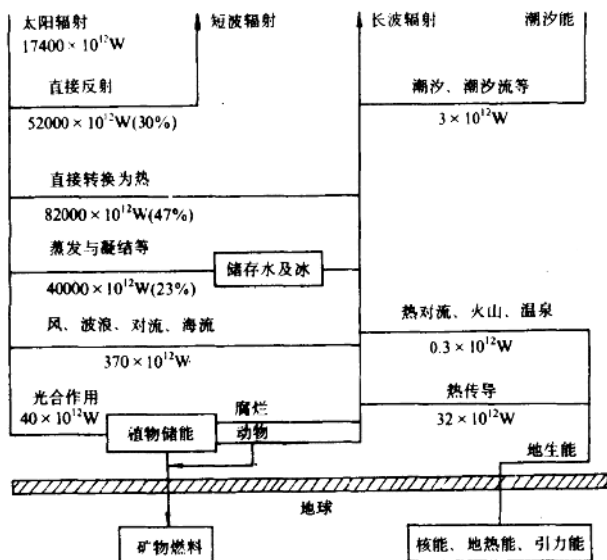


图 1-1 地球能流图

总结以上分析，地球上现有的能量资源如表 1-2 所示（太阳能和潮汐能等参见图 1-1）。

四、我国能源储量

我国是能源大国，总地质储量居世界第三。但从人均占有量来看，我国又是能源贫国，只有世界人均占有量的 $1/2$ ，是美国的 $1/10$ ，是独立国家联合体的 $1/7$ 。从一次能源储量看，我国是煤炭大国，是石油贫国。世界上煤炭、石油和天然气可采储量的比例为 4:1，而我国比例很大，所以我国是以低质能源为主的国家。

表 1-2 地球部分能量资源状况

能量资源项目	总蕴藏量
地热能	$4 \times 10^{19} \text{MJ}$ ($1 \text{MJ} = 10^6 \text{J}$)
石油和天然气	$2.5 \times 10^{14} \text{MJ}$
煤	$2.0 \times 10^{15} \text{MJ}$
核裂变燃料 (矿石)	$1.5 \times 10^{17} \text{MJ}$
核聚变燃料 (氘)	$3.0 \times 10^{25} \text{MJ}$
水能资源	$20 \times 10^8 \text{kW}$
风能资源	$1.0 \times 10^8 \text{kW}$

我国一次能源的储量：

1. 煤炭

我国煤炭的地质储量为 $14400 \times 10^8 \text{t}$ ，居世界第三位。1983 年底探明煤炭的贮量为 $7770 \times 10^8 \text{t}$ ，也居世界第三。可采储量 $1750 \times 10^8 \text{t}$ ，其中已占用 $1000 \times 10^8 \text{t}$ ，目前我国的勘探能力每年为 $50 \times 10^8 \text{t}$ 。

2. 石油和天然气

我国的石油地质储量为 $600 \times 10^8 \text{t}$ ，但探明储量只有 $70 \times 10^8 \text{t}$ ，而探明可采储量只有 $23.3 \times 10^8 \text{t}$ 。天然气探明储量约 $6700 \times 10^8 \text{m}^3$ 。而目前石油勘测能力每年只有 $1.5 \times 10^8 \text{t}$ 左右。

3. 水利资源

我国水利资源的蕴藏量为世界首位，占世界总蕴藏量的 $1/3$ ，约 $6.3 \times 10^8 \text{kW}$ 。可开采储量 $3.78 \times 10^8 \text{kW}$ ，目前我国只开采了其中的 5% 左右。据 1985 年统计，全国水电站装机容量达 $2641 \times 10^4 \text{kW}$ ，占水火电总装机容量的 30.3%，发电量 924×10^8 度，占总发电量的 22.5%。预计到 2000 年，我国水电的装机容量将达到 $3000 \times 10^4 \text{kW}$ ，年发电量可达 2500×10^8 度。

我国计划在黄河中上游、红水河流域、金沙江、雅鲁江、大渡河、乌江、长江三峡、澜沧江、湘西及闽浙赣等建 10 个水电基地，可装机 $18752 \times 10^4 \text{kW} \sim 19332 \times 10^4 \text{kW}$ ，年可发电 9733×10^8

$\sim 9988 \times 10^8$ 度，从而将大大缓解我国的电力矛盾。

第二节 燃油的化学组成及炼制原理

现代化的动力机械均须利用固体燃料、液体燃料（燃油）、气体燃料或裂变物质作为燃料，而又以燃油应用最为广泛。与其它燃料相比较，燃油具有很多优点，如单位质量的发热量较高、容量较大，可以利用简单的机构（泵和管道）输送，便于运输贮存，燃油经气化或雾化后可以直接在气缸内燃烧，动力机械的结构可以比较简单和轻便，热效率较高，燃烧后灰分极少等等。因此，它广泛地应用在汽车、拖拉机以及其它移动或固定式发动机上。

燃油是天然石油（原油）或人造石油炼制得出的产物。石油炼制过程中，不但可以获得不同性质的燃油，还可获得各种润滑油、特种油品（如变压器油等）、沥青、石蜡、炭黑、各种气体烃类、酚类、芳香烃类、氨、硫化氢等等。其中某些石油产品又是制造塑料、人造纤维、人造橡胶、绝缘剂、洗涤剂、炸药、有机玻璃、颜料、化肥、油漆、防腐剂、香料和药剂等的重要原料。

一、原油和燃油的化学组成

1. 原油的元素组成

天然石油（原油）通常是红棕色到黑色的粘稠液体，有的带有绿色或蓝色的萤光，并有特殊的气味，比重一般在 $0.85 \sim 0.95$ 之间。也有个别产区的原油全是轻质易挥发的液体，颜色很浅，比重很小，甚至不经炼制就可直接用作发动机燃油。有些产区的原油则轻质组分较少，颜色较深，比重较大。我国大庆原油比重为 0.86 左右，轻质组分约占 30% 。

按元素分析，原油中的主要组成元素是碳和氢，它们的含量约占原油的 $96\% \sim 99.5\%$ ，其中碳约占 $83\% \sim 87\%$ ，氢约占 $11\% \sim 14\%$ 。此外，原油中还有氧（ $0.1\% \sim 1.3\%$ ）、硫（ $0.01\% \sim 5.5\%$ ）、氮（ $0.03\% \sim 1.7\%$ ）等元素。它们均以复杂的有机化合物状态存在。在原油的灰分（含量甚微）中，还发现含有氯、碘、

磷、钾、钠、钙、钒、铁等金属元素。

2. 燃油的化学组成

原油的化学组成极其复杂，目前还了解得不够清楚，特别是其重质的部分。根据现有的研究结果，可以肯定它是一种复杂的混合物，含有数目庞大的各种碳氢化合物（俗称为烃），以及少量的非烃化合物。

由原油炼制而得的燃油中的碳氢化合物，主要的有烷烃、环烷烃、芳香烃和烯烃等四种。

(1) 烷烃（俗称：石蜡烃或链状烃），烷烃是链状饱和烃，其分子通式 C_nH_{2n+2} 。分子结构呈链状，如图 1-2 所示。

低分子烷烃（如甲烷、乙烷、丙烷、丁烷）在常温常压下是气态。戊烷以上的中分子烷烃在常温下则是液态，它们是燃油

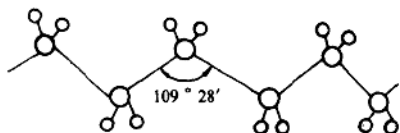


图 1-2 直链烷烃分子中碳、氢原子排列

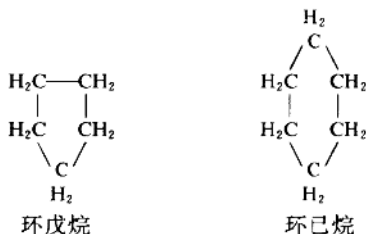
的主要组成部分。从十六烷起的高分子正构烷烃，在常温下为固态。固态烷烃在燃油中呈溶液状态存在。燃油中所含的固态烷烃在低温冷却时，将呈微粒结晶析出，继而晶粒长大，并形成空间晶网，阻止燃油流动，影响燃油的抽灌、添加和它在供油系统中的过滤等。

烷烃在低温时比较稳定，当提高温度后（ $250^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 以上）就可被氧化而生成过氧化物，以及醇、醛等氧化产物。烷烃的碳链愈长结构愈不稳定，愈容易在点燃式发动机中产生爆燃。因此，长链烷烃的辛烷值低，作为点燃式发动机的燃油时抗爆性差，但对压燃式发动机而言，由于它易生成过氧化物，着火延迟期短，可以避免发动机的工作粗暴性。

烷烃中的异构体较正构烷烃结构紧密，不易被氧化而形成过氧化物，故辛烷值较同族正构烷要高得多。所谓异构体是指其成分（碳、氢的原子数）虽与同族的正构体相同，但分子结构却

不同（一般带有较多的支链或侧链），其化学性质亦不相同。

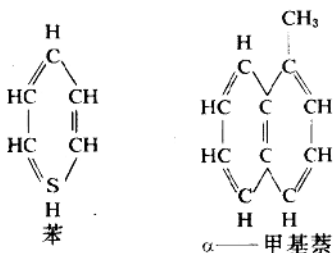
(2) 环烷烃（俗称聚次甲基或环状烷烃）。环烷烃是一种环状饱和烃，系由一些围成环形的次甲基（ CH_2 ）所构成，其分子结构式中的碳原子呈环状排列。在燃油中，大都是单环的五员环及六员环的环烷烃，如：



环烷烃的分子通式是 C_nH_{2n} ，它的化学性质与烷烃相近，由于其分子结构成环状，故在抵抗分裂和氧化方面比烷烃有较大的稳定性。一般须在接近 400°C 以上时才能自燃。因此，它比正构烷烃具有较高的抗爆性，与大部分异构烷的抗爆性能则相当。环烷烃带有侧链时，将使辛烷值降低，而且侧链愈长，愈接近于长链烷烃的性质，辛烷值也愈低。

(3) 芳香烃（苯族）：芳香烃是以苯核为基础组成的化合物，在燃油中主要是苯、甲苯及少量萘的同系物。

苯的结构为 6 个碳原子和 6 个氢原子组成的环，其中碳原子之间以单键与双键交替连接，如：

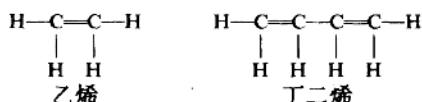


苯族的分子通式是 C_nH_{2n-6} ，萘族的分子通式为 C_nH_{2n-12} 。

苯的分子结构中的单键和双键能相互作用，这样就好像围成了二层对称的环，因此芳香烃具有非常高的热稳定性，其自燃温度达 600°C 。因而辛烷值很高，能抵抗爆燃。大多数芳香烃的辛烷值接近 100 甚至在 100 以上。所以在汽油中掺入少量的苯可以提高汽油的抗爆性。但苯的发热量低（含氢原子少），凝固点高（ $+5.4^{\circ}\text{C}$ ），而且当气缸压缩终了温度不高时，容易造成燃烧不完全而成烟状物排出。因此，在实际使用时，应当引起注意，并采取控制含量、加强预温等相应的措施。

(4) 烯烃：烯烃为不饱和烃，在天然石油中含量极少，只是在天然石油加工的产品以及人造燃油中才大量存在。

烯烃较相当的烷烃少两个氢原子。它的分子结构中，有一个双键的称为烯烃，有二个双键的则为二烯烃，它们都是链状的。如：



烯烃的分子通式是 C_nH_{2n} ，二烯烃的分子通式是 C_nH_{2n-2} 。

烯烃、二烯烃由于它们的分子中含有双键，所以性质不安定，在常温下易氧化生成高分子粘稠物，即胶质。二烯烃更甚。所以，含有烯烃、二烯烃的裂化汽油或柴油，在保管中容易氧化变质。

不饱和烃在汽油机中燃烧时，其燃烧性能较正构烷烃好。

以上四种烃类是燃油中常见的碳氢化合物。另外，可以作为燃油的碳氢化合物尚有醇及醚（非石油产品）：

醇是木材、谷物等蒸馏时的产物，其中乙醇（酒精）可以直接作为点燃式发动机的燃料并且具有较高的抗爆性能。其缺点是热值较低，气化潜热较大（低温时汽化器易形成结冰现象）。乙醇可以用来掺入汽油中以提高其抗爆性。

醚是由醇脱水制得，挥发性很高。因价格昂贵，不适合于直接作为燃料，但可掺在燃油中，使发动机在低温下容易起动。

二、天然石油燃料的炼制

从地下开采出来的原油，是复杂的混合物，一般都不直接使用，需要送到炼油厂加工，生产出符合一定质量要求的产品，才能满足各方面的需要。不同的炼制方法，得到性质不同的产品。

1. 原油的直接蒸馏

原油是各族烃以及少量非烃化合物等组成的复杂混合物。它们的沸点各不相同。因此，可以通过蒸馏的方法把原油按不同温度范围分馏成几种馏出物（粗产品），然后再经精炼和配剂，便成为各种商品燃油和其它产品。分馏的温度范围大致为：200℃以下——汽油馏分；200℃~370℃——煤油、轻柴油馏分；370℃以上——重柴油、燃料油（用于锅炉的重油）与各种润滑油馏分等等。剩余的渣油则常用以制造沥青。随着分馏温度的升高，得出的粗产品的比重、凝固点、粘度以及含蜡、胶质、沥青质等的含量一般也随着增加。

（1）原油直馏的流程

工业上进行原油直馏的流程，如图 1—3 所示。图中两个分馏塔是把原油分成几个馏分的关键设备。沸点较低的馏分如汽油、煤油、柴油是在常压分馏塔 4 中，在 360℃~380℃ 的温度下分离出来的。沸点较高的馏分如重柴油与润滑油如要在常压下分离出来，分馏温度就要超过 400℃。这样就会显著地产生热裂化分解，因而破坏了润滑油的性质，即粘度和闪点降低，化学稳定性变差。为了使分馏温度不致过高（不超过 440℃），可以在减压分馏塔 5 内，利用减压来降低重馏分的沸点。减压分馏塔需要一套抽空降压设备（图 1—3 中未示出）。

加热炉 3 是为了提供热量，保证油品进入分馏塔时有足够的气化率。热交换器 2 是为了回收分馏塔的高温产品中所带的热量，以降低加热炉的负荷与燃料消耗量。换热后的产品，还需用冷却器，进一步把产品冷却到适当的温度，以便于输送、贮存。最后，为了泵油和粗产品的输送，必须设有泵与管道设备。

（2）蒸馏的一般原理

蒸馏乃是将欲分离的溶液加热，使其沸腾，此时沸点较低的

馏分优先蒸出，随后沸点较高的馏分也依次被蒸出，这样就达到了分离的目的。但是，在低沸点馏分蒸出时，高沸点馏分也有一部分被蒸出来，这是气液平衡的必然结果。因此所谓“优先”和“依次”分离只是一般笼统的说法。为了达到精细的分离，必须采用较复杂的蒸馏方法，即精馏。

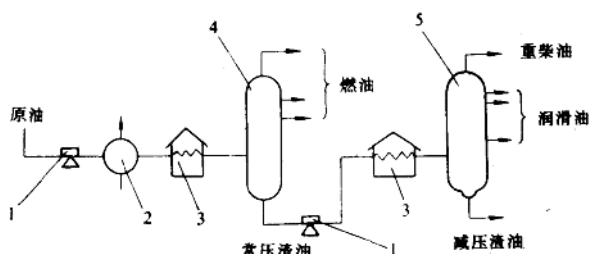


图 1-3 原油直馏示意图

1—泵；2—热交换器；3—加热炉；4—常压分馏塔；5—减压分馏塔

现有的分馏塔（常压或者是减压）都能达到近似的精馏。其办法是在分馏塔内安置了必要数量的塔盘，在每一块塔盘上，保留一层已知沸点的液体，如图 1-4 所示。这时，当保留有一层已知沸点液体的塔盘与原油的气化物接触时，同时进行着两种过程：①与已知沸点液体相等或更低的低沸点烃类，不断蒸发上升；②比已知沸点液体高的高沸点烃类被凝结而下降。

这样我们在复合式分馏塔内，在塔盘间只要控制与保留一定温度范围的液体层，就能从石油中分馏出不同馏分组成的燃油产品：汽油、煤油和轻柴油等。而且一般馏分组成间的塔盘数目愈多愈能达到更加精细的分馏。

2. 二次加工

由原油直接蒸馏而获得汽油、煤油和柴油等轻质燃油是有限的，如汽油只有 10% 左右。有的在质量上也难以满足规格上的要

求，于是产生了二次加工的炼制方法。直馏油不破坏原油中烃类的结构，二次加工则要破坏烃类的结构，以获得更多的轻质油，所以又称为破坏加工。现将二次加工常用方法简述如下：

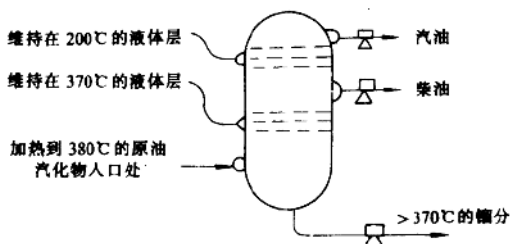
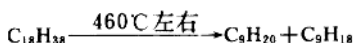


图 1—4 分离石油的复合式分馏塔

(1) 热裂化

热裂化是以重质原料（如常压蒸馏所得重油）经过加热分解，生产热裂化汽油和柴油的过程。大分子的烃在高温下能分解成小分子的烃，如烷烃在分解时形成一个烷烃分子和一个烯烃分子。



而初次分解的产物，又很可能再分解，形成更简单的烃类分子。所以重质原料经过热裂化可以生产裂化汽油（产率为 30%~50%）和裂化柴油（产率约 30%）。但热裂化产品含有大量烯烃（约 40%），性质不安定，容易氧化变质，不宜长期贮存。

(2) 催化裂化

催化裂化法是在常压和 450℃~510℃ 温度下，经催化剂（硅酸铝）的作用，使重质石油馏分裂解，以制取航空汽油的基本组分和高质量的车用汽油。

催化裂化和热裂化的主要区别在于：热裂化只用高温使大分子烃裂解成小分子烃；催化裂化不但有大分子的裂解，还能使烃类的结构改变。

由于催化裂化有异构化、芳构化的作用，并能使烯烃转变为饱和烃，所以催化裂化法生产的汽油性质较安定，燃烧时不易产生爆震，在贮存过程中也不易氧化产生胶质。

(3) 催化重整

催化重整的目的是改变汽油的化学组成，提高汽油的抗爆性。催化重整使用的催化剂有铂、铑等，我国使用铂作催化剂，所以又称铂重整。

铂重整产品因含芳香烃和异构烷烃较多，汽油的抗爆性好；含烯轻少，比较安定，贮存中不易变质。此外，还可生产一定数量的氢气，可以作加氢裂化或加氢精制的原料。

(4) 加氢

加氢的炼制方法分两种，一种是加氢裂化，另一种是加氢精制。

加氢裂化是在 $9807 \sim 14710 \text{ kPa}$ 和以钨、钼、镍等为催化剂的作用下，在温度达 400°C 左右时加入氢气，使重质的残渣油分解并加氢成为饱和的轻质油。加氢裂化可以生产高辛烷值的汽油或安定性高、结晶点低的喷气燃料，还可以生产低凝点的柴油。

加氢精制，是在 $1000 \sim 30000 \text{ kPa}$ 和在钨酸钴或钨酸镍等催化剂的作用下加入氢气，使油品（液体燃料或润滑油）中的不饱和烃变为饱和烃，并除去产品中的氧、氮、硫，即可得到高质量的产品。目前我国的加氢工艺正在迅速发展。

由于石油裂化原理和方法的飞速发展和不断改进，目前汽油的产品率已提高到原油的 60%。

三、油品的精制和商品燃油的配剂

1. 油品的精制

从原油直馏取得的粗产品（包括润滑油），以及二次加工（如热裂化、催化裂化等）所得的产物，绝大多数不能直接作为成品应用。为了使这些产品合乎一定的规格要求，就应该进行精制，除去其中的有害物质（如氧、硫、氮等的化合物），某些不需要的烃类（如高度不饱和的烃类和分子结构复杂的多环烃类），胶质与沥