

專題報導

黑黝黝的液體黃金

# 石油提煉

石油的用途，提供了人們方便的燃料，  
還有合成塑膠、橡膠、纖維、特殊化學品  
等工業的基本石化原料，  
但石油是如何提煉的呢？

林俊雄

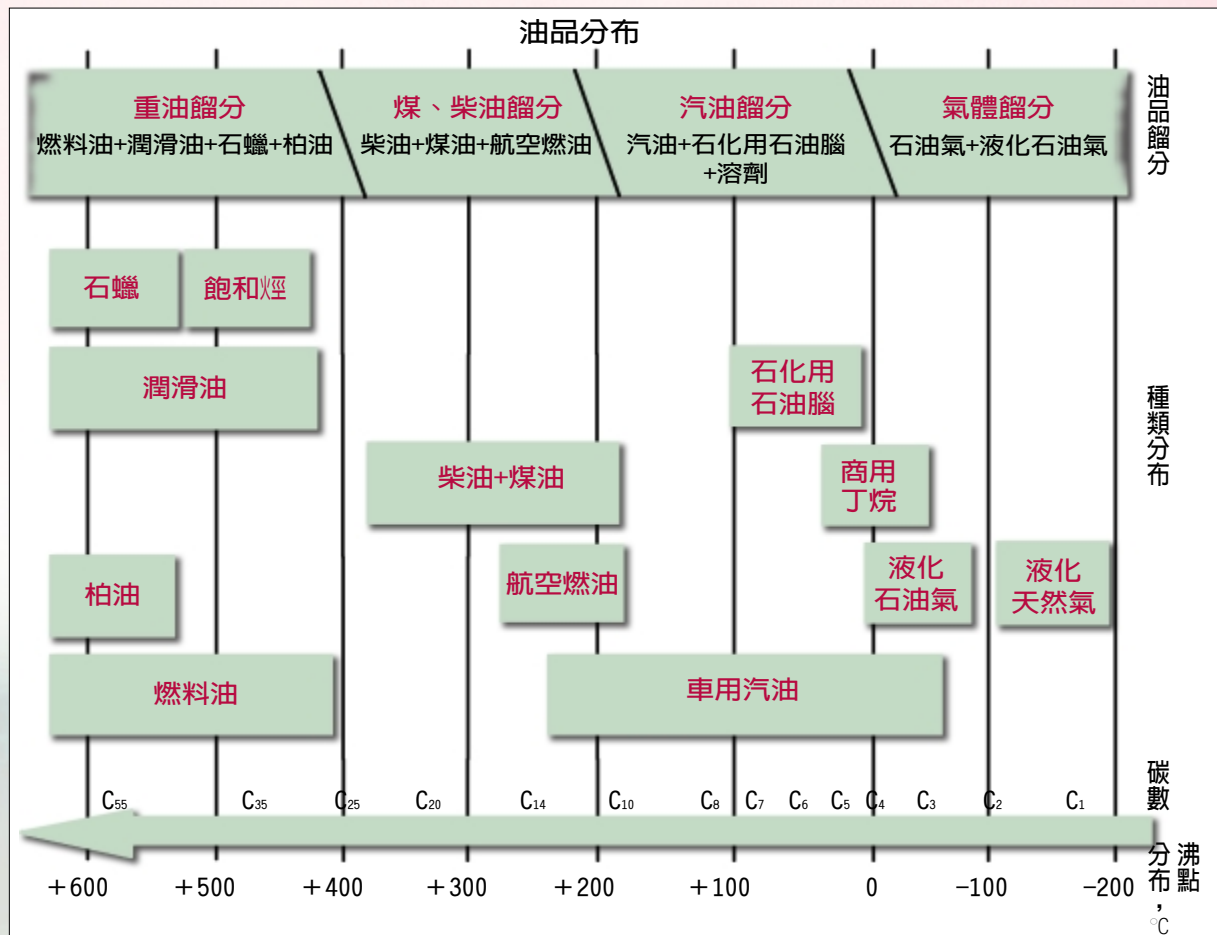


## 石油特性

石油或稱原油，是一群難以計數的碳氫化合物的混合物，碳數分布由 $C_1 \sim C_{55}$ 左右，四個碳以上即含有同分異構物，如正丁烷和異丁烷，且同分異構物的數目隨碳數而明顯增加，因此其中各成分甚難逐一加以測定。在一大氣壓和室溫下， $C_1 \sim C_4$ 呈氣態， $C_5 \sim C_{16}$ 呈液態， $C_{17}$ 以上呈固態，並以液態成分為溶劑，把氣、液、固成分互溶，呈混合液。原油中含有石蜡烴或稱飽和烴、環烷烴和芳香烴等三種分子構造不同的成分。

原油特性或品質評估有以下三種：元素分析法用以測定碳、氫、硫、氧、氮和金屬成分如鎳、鈮等元素。原油的氫碳原子比在 1.57 以上，較煤 0.84、木材 1.54 等高。原油中其他元素會對油品品質和提煉設備、觸媒等造成負面影響，尤其硫經燃燒會產生 $SO_x$ 或酸雨污染。所以原油中硫含量在 1.0 wt%（重量百分比）以內最佳，售價最高，1.0~2.0 wt% 適中，2.0 wt% 以上最差，相對售價最低。蒸餾法用以測試含不易冷凝天然氣（ $C_1 \sim C_2$ ）和液化石油氣（ $C_3 \sim C_4$ ）、石油腦或汽油餾分，煤油、柴油和不易蒸餾的燃料油等餾分產率分布。比重法，原油的比重一般介於 0.8~0.9 之間，較水輕，其比重愈低品質愈佳，表示含輕質汽油餾分（比重 0.75 左右）愈多。為明顯區分，另訂

原油提煉油品沸點範圍與其碳數分布。





美制比重 ( $^{\circ}\text{API}$ ) 表示，其定義為

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{\text{比重}(15.5^{\circ}\text{C})} - 131.5, \text{顯示}$$

美制比重與一般比重呈反比關係，相對的一般原油 API 介於 25~46 之間。原油是外觀呈黑色黏稠狀的液體，黏度比水高約 6~40 倍，很少直接使用，故必須經提煉才能變成市場所要的油品，以發揮其產值。

### 煉油工業

煉油工業就是選購價格適當的原油或合成原油，依其呈碳氫化合物混合液等特性，經一系列物理分離和化學處理程序，轉變成符合市場所要的高價油品的工業，也是靠著獲取油品與原油間的毛利價差，來維持永續經營的工業。

衍生品主要供作燃料和石化原料二種用途，但是規範不同。燃料例如汽油、柴油、航空燃油等，強調對其使用機器設備如內燃機或引擎所產生綜合性能，包括易啓動、抗爆震、作功大小、熱效率、低污染等，故燃料規範屬於多

成分摻配混合物，並呈沸點範圍分布。而石化原料如乙烯、丙烯、丁二烯和芳香烴等，則是需再經由嚴格化學處理程序製成合適分子量大小和構造，包括塑膠、橡膠、纖維和特殊化學品等合成產品的原料。由於這些產品的抗壓力、抗張力、抗熱、抗酸鹼和抗氧化等品質要比天然產品佳，所以原料的純度

要高達 99.9 wt% 以上。

### 原油提煉

物理分離方法是在不改變分子構造或產出新成分的前提下，直接依據原油組成特性，如燃料油品餾分的沸點分布或碳數分布、和分子構造間的差異加以分離回收。主要的應用方法依序如



下：

蒸餾——是原油提煉的第一步，先在加熱爐中把原油加熱至攝氏 370~400 度間，泵入內裝篩板、閘板或填料板等內件的常壓蒸餾塔底內驟沸，依沸點範圍或揮發度不同，以分餾出各段餾分，如液化石油氣、汽油、航空燃油、柴油和未揮發常壓塔底油等。另外再把常壓塔底油經減壓（25~40 毫米汞柱）並加熱至攝氏 380 度左右，再泵入真空蒸餾塔分離出重柴油、潤滑油、燃料油和柏油等油品餾分。

吸收——利用各氣體成分在液體溶劑中溶解度的不同而加以分離，如用乙二醇胺吸收氣體餾分中的硫化氫等。

萃取——利用各液體成分對第三成分或溶劑的溶解度不同而加以分離，如用二己二醇醚萃取苯、甲苯、二甲苯芳香烴供作石化原料。



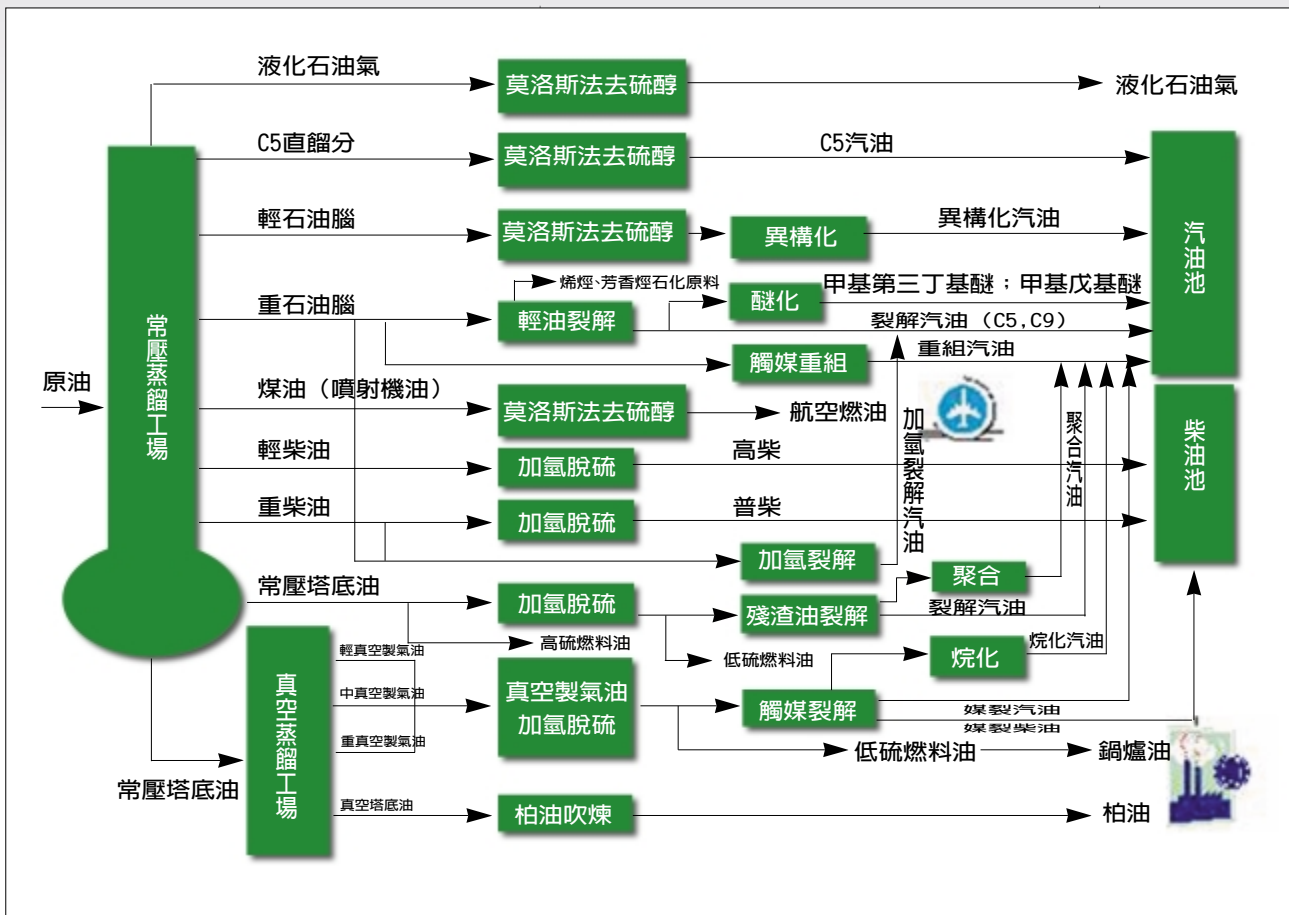
結晶——利用各成分融點和溶解度的不同而加以分離，如丁酮脫腊、丙烷脫柏油等。

吸附——利用各成分對多孔性固體吸附劑的親和力不同而加以分離，如從煤油中分離正烷烴，供作軟性清潔劑原料，從混合二甲苯分離出對二甲苯，供作聚酯纖維原料。

化學轉化方法著重在改變各項餾分的分子構造，以配合下列四項需求：1. 調整原油中某段餾分的分子構造，如直鏈變成支鏈或環狀，以配合油品品質需求，增加汽油辛烷值；2. 調整原油中各段餾分產率分布，如大分子變成小分子，以配合市場消費量；3. 去除原油中硫、氮、氧和重金屬成分，以免造成空氣和河川污染等；4. 把氣態成分經烷化二聚合或三聚合變成液態餾分。

化學轉化方法或製程有下列幾種：觸媒重組是以在矽鋁氧化物上的鉑和鐳等金屬，把直鏈  $C_5$  以上的成分，脫氫環化變成環烷烴和芳香烴，以增加汽油辛烷值或抗震值和芳香烴類石化原料的產量；異構化則是以酸性沸石當觸媒，把直鏈變成支鏈的碳氫化合物，增加汽油辛烷值；觸媒裂解是用酸性沸石當觸媒，把分子量高的石臘狀餾分變成汽油、柴油、丙烯和  $C_4$  等輕質成分，降低燃料油產率，提高汽油和石化原料（如丙烯和丁烯）產率。

加氫處理是原油或其分餾餾分含有硫、氮、氧等雜元素，利用加氫方法，在含有鈷、鉬、鎳等金屬的觸媒作用下，加以處理使其變成硫化氫、氨和水等氣態化合物，而與油品分離。例如從原油蒸餾的直餾汽油中硫含量為 200 ppm 左右降為 5~10 ppm，以配合環保規定；烷化是如異丁烷和丁烯在硫酸、氫氟酸等作用下，在攝氏 150 度左右反應變成 2,2,4-三甲基戊烷或異辛烷，使辛烷值由 65 增至 95~96，改善汽油品質；熱裂解則是在攝氏 820~900 度裂解爐，把石油腦或稱輕油或柴油，與稀釋水蒸氣，在 2 秒內快速通過，產生熱裂油氣，



石油煉製流程圖

並經驟冷、加壓、冷卻分餾出乙烯、丙烯、四碳烴、汽油和柴油等餾分，相對提升產品價值並增加石化原料供應；莫洛斯法去硫醇主要是把低沸點餾分中的硫醇溶解在燒鹼溶液中，然後通氧變成無味和無腐蝕性的二硫化物。

依物理分離和化學轉化方法、原油來源和特性、油品規範和需求等因素，可規劃一代表

### 原油分餾餾分

| 餾分        | 沸點範圍 (°C) | 相當碳數                             | 體積 (%) |
|-----------|-----------|----------------------------------|--------|
| 氣體        | -164~30   | C <sub>1</sub> ~C <sub>5</sub>   | 1~4    |
| 汽油        | 30~210    | C <sub>5</sub> ~C <sub>12</sub>  | 13~25  |
| 煤油        | 175~280   | C <sub>11</sub> ~C <sub>16</sub> | 9~13   |
| 柴油        | 235~350   | C <sub>15</sub> ~C <sub>20</sub> | 13~23  |
| 蒸餘油 (燃料油) | 350       | C <sub>20</sub> +                | 43~64  |

性石油煉製流程。

原油在所有化石能源中，確實是最方便的能源。但原油蘊藏量是有限的，因此必須未雨綢繆，加速規劃應變策略，包括能源轉換技術研究、開發新替代能源、原油精緻利用和推動節能措施等。

林俊雄

東海大學暨雲林科技大學化工系

### 原油一般物性

| 原油元素組成     | 重量百分比 (wt%) |
|------------|-------------|
| 碳          | 84~87       |
| 氫          | 11~14       |
| 硫          | 0.04~6      |
| 氧          | 0.01~0.5    |
| 氮          | 0.1~1.5     |
| 金屬 (鎳、鈾、鈉) | 0.005~0.015 |
| 氫/碳原子比     | 1.57~1.75   |