

秒懂煉油產業

柯經緯

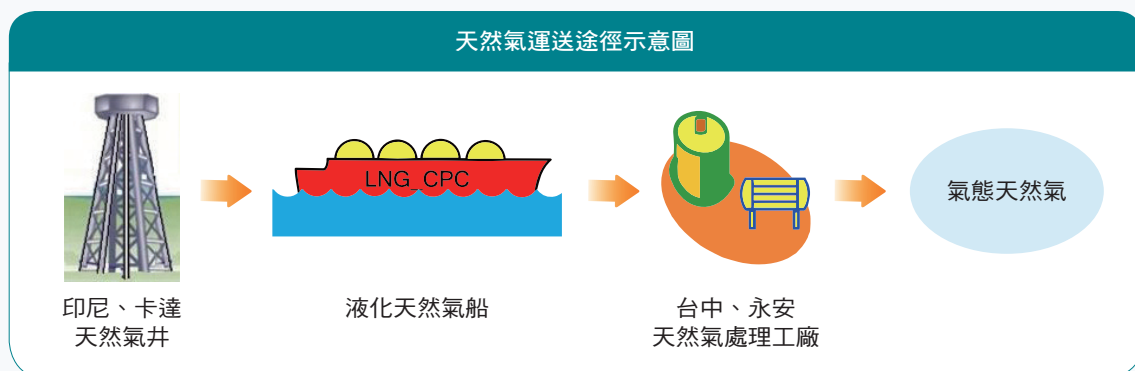
從天然氣、石油提煉的油品與石化產品
讓人類生活更便捷、舒適、多采多姿。

從天然氣、石油提煉的油品及石化原料與人類生活息息相關。天然氣是低污染的燃料，可作為家庭與工廠（plant）的燃料，石油提煉的液化石油氣作為家庭與餐廳的燃料，石油提煉的汽油、柴油、燃料油、潤滑油作為汽車、機車、飛機、船舶的燃料與潤滑用。

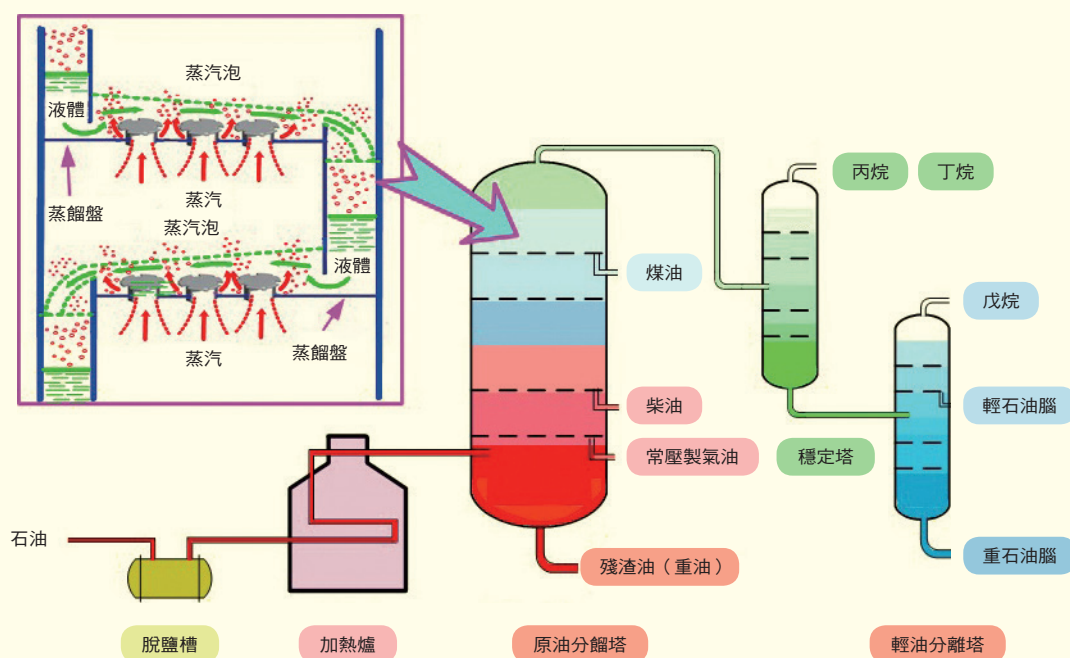
石化原料（乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯）可以製造各種塑膠、橡膠、纖維、化學品等材料，再把這些材料加工成為日常用品，如服飾、鞋子、3C 產品外殼、背包、沙發、床舖、壓克力板、汽機車零件、光碟片、電子零件、黏著劑、輪胎、油漆、溶劑等。從天然氣、石油提煉的油品與石化產品讓人類生活更便捷、舒適、多采多姿。

天然氣與油品的生產流程

天然氣的生產流程 天然氣主要存在於油田及天然氣田，天然氣和石油常常並存於同樣的岩石層中，也有少量存在於煤礦岩石層。台灣的天然氣主要從卡達或印尼進口，在卡達或印尼把天然氣冷凍成液化天然氣（liquefied natural gas，縮寫為 LNG），裝入液化天然氣船送至台中與永安天然氣處理廠。把船上的液化天然氣泵送至液化天然氣儲槽，再把液化天然氣經汽化與減壓成氣態以管線輸送至用戶處。



石化原料可以製造各種塑膠、橡膠、纖維、化學品等材料，
這些材料可加工成為日常用品。



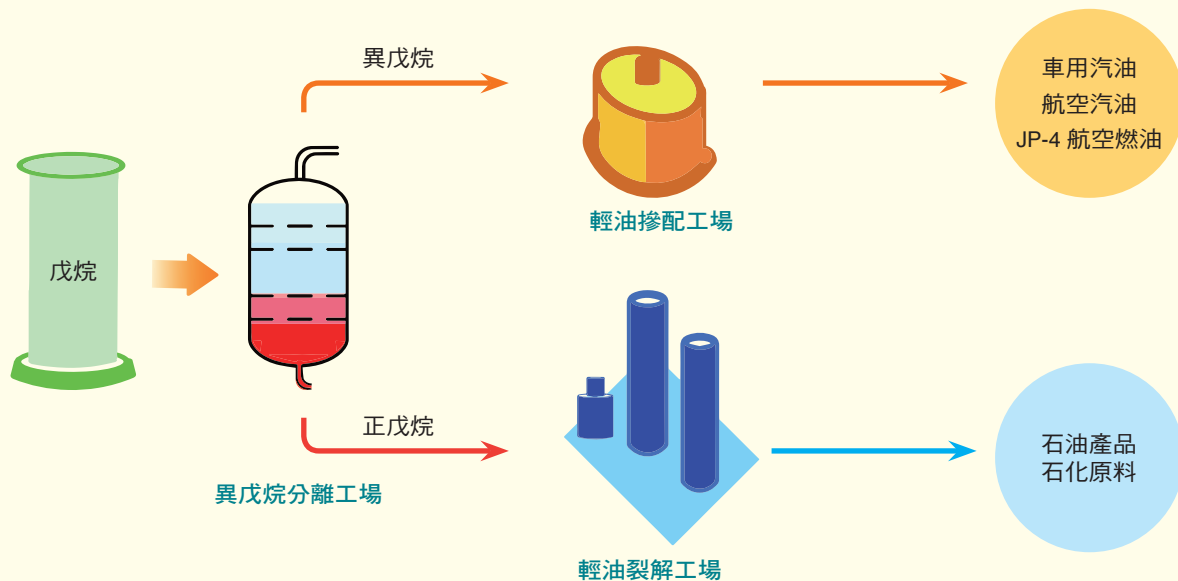
石油（原油）蒸餾流程與蒸餾盤的示意圖。



石油（原油）蒸餾工場。

天然氣主要是由甲烷組成的氣態化石燃料，含有 80% 以上的甲烷，與較少量的乙烷、微量丙烷和丁烷。天然氣除了作為家庭燃料外，還用來作為工廠與發電廠的燃料。天然氣是較乾淨的燃料，燃燒天然氣產生的二氧化碳比燃燒燃料油少 30%，比煤少 45%。

石油（原油）的提煉流程 「石油」的英文名稱是 petroleum，多呈液體狀，通常把尚未提煉前的液態石油泛稱為「原油」。石油含有各種不同碳數的碳氫化合物（簡稱烴），這些碳氫化合物必須按不同碳數以蒸餾分離才能製造所需要的油品。從中東進口的石油先脫去鹽分後，經加熱爐升溫至攝氏 320 ~ 340 度，送入原油分餾塔，蒸餾過後分出許多初級產品如煤油、柴油、常壓製氣油、殘渣油（又稱重油）等。

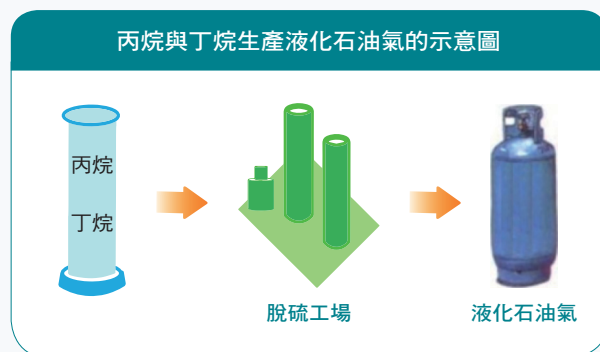


戊烷應用流程的示意圖

從原油分餾塔頂部取出的油品送至穩定塔，蒸餾過後從穩定塔頂部取出初級產品丙烷與丁烷。穩定塔底部取出的初級油品送至輕油分離塔，蒸餾過後從輕油分離塔頂部取出初級產品戊烷，輕油分離塔中段取出初級產品輕石油腦，輕油分離塔底部取出初級產品重石油腦，初級產品再經由不同製程精製成為最終產品。

原油分餾塔、穩定塔、輕油分離塔都是蒸餾塔，蒸餾塔是一種蒸餾裝置，內部有數十個蒸餾盤，液體在蒸餾盤上，蒸氣由蒸餾盤上的閥向上流，蒸氣與液體在蒸餾盤上互相接觸，液體中低沸點成分揮發至蒸氣中，蒸氣中高沸點成分凝結成液體。如此蒸餾塔內部的蒸氣隨著蒸餾盤愈往上移，其中的低沸點成分濃度愈來愈高。同樣地，蒸餾塔內部的液體隨著蒸餾盤愈往下移，液體中的高沸點成分濃度愈來愈高。因此蒸餾塔頂部

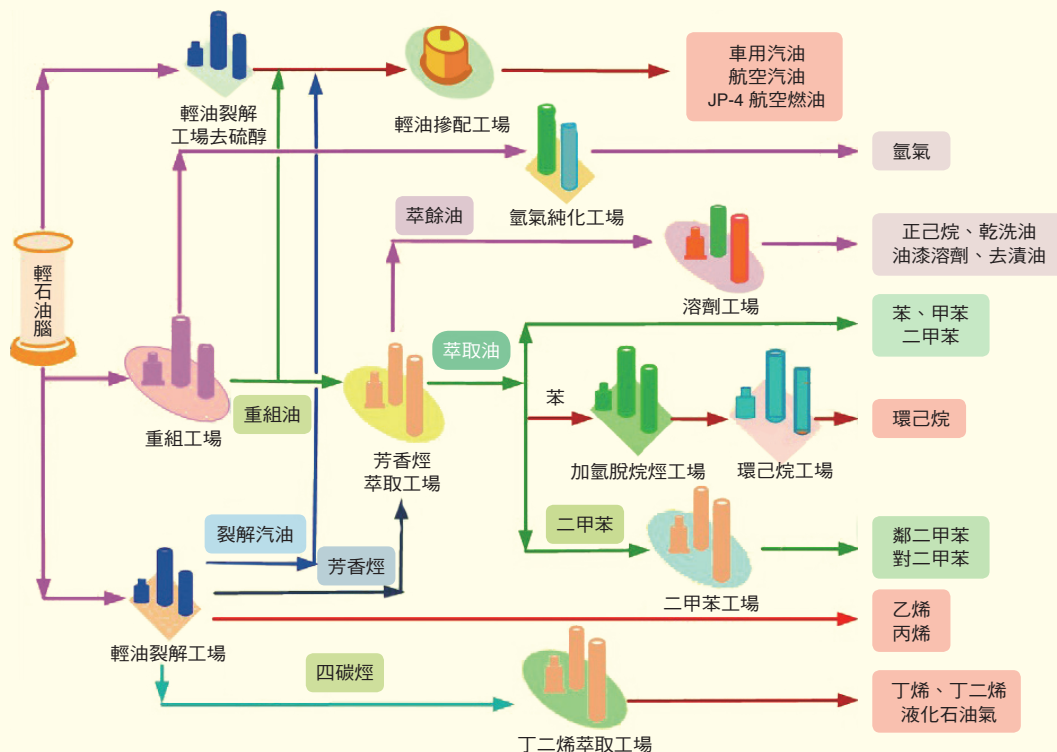
丙烷與丁烷生產液化石油氣的示意圖



取出純度很高的低沸點油品，蒸餾塔底部取出純度很高的高沸點油品。

丙烷與丁烷的應用 從穩定塔頂部取出的初級產品丙烷與丁烷帶有酸性，必須送入脫硫工場（unit），以鹼性溶液吸收丙烷與丁烷中所含的酸性成分（如硫化氫）後，成為可以作為燃料的液化石油氣，就是日常生活使用的桶裝瓦斯。

石油含有各種不同碳數的碳氫化合物（簡稱烴），必須按不同碳數以蒸餾分離才能製造所需要的油品。



輕石油腦應用流程的示意圖

戊烷的應用 從輕油分離塔頂部取出初級產品戊烷（主成分：五碳烴），送入異戊烷分離工場的異戊烷分離蒸餾塔，因異戊烷沸點比正戊烷低，異戊烷由蒸餾塔塔頂取出，正戊烷由蒸餾塔塔底取出。異戊烷的辛烷值高，送入輕油摻配工場作為摻配車用汽油、航空汽油、4號航空燃油（JP-4）的原料。正戊烷辛烷值較低，送入輕油裂解工場經裂解後生產石化原料、石化產品。

輕石油腦的應用 從輕油分離塔中段取出的初級產品是帶酸性的輕石油腦（主成分：六碳烴～八碳烴）有3個用途：

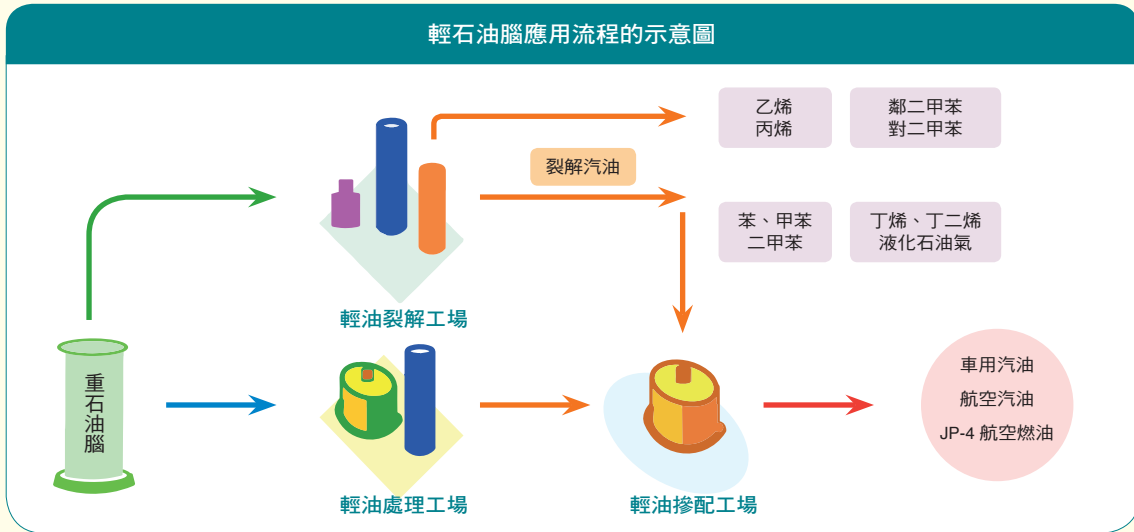
（1）送去脫硫工場，脫硫後送入輕油摻配工場作為摻配車用汽油、航空汽油、JP-4 航空燃油的原料。

（2）送去重組工場，重組反應是把烷烴、環烷烴轉成芳香烴的重組油，重組油

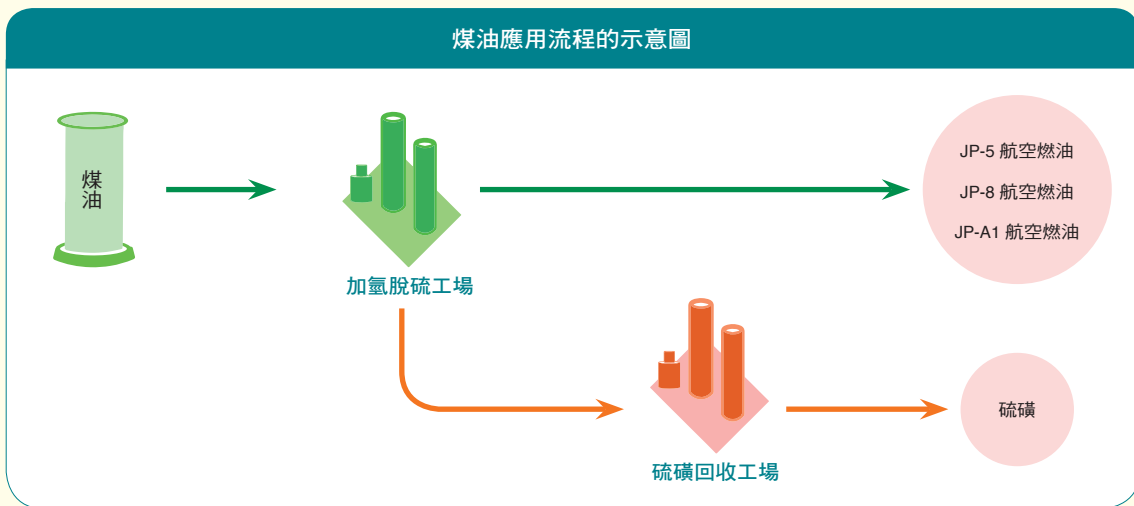
作為摻配車用汽油、航空汽油、JP-4 航空燃油的原料。重組油也可送去芳香烴萃取工場萃取出芳香烴，稱為萃取出油。萃取出油包含苯、甲苯、二甲苯。苯送入加氫脫烷烴工場與環己烷工場產出環己烷；二甲苯送入二甲苯分離工場，以吸附方法分離出對二甲苯、鄰二甲苯。芳香烴萃取工場不含芳香烴的油品稱為萃餘油，萃餘油送入溶劑工場以蒸餾方法生產正己烷、乾洗油、油漆溶劑、去漬油。

（3）送去輕油裂解工場，經裂解後產出裂解汽油、芳香烴、乙烯、丙烯、四碳烴等。裂解汽油送入輕油摻配工場，作為摻配車用汽油、航空汽油、JP-4 航空燃油的原料。芳香烴送入芳香烴萃取工場萃取出苯、甲苯、二甲苯；四碳烴送入丁二烯萃取工場以蒸餾方法分出丁烯、丁二烯與少量的液化石油氣。

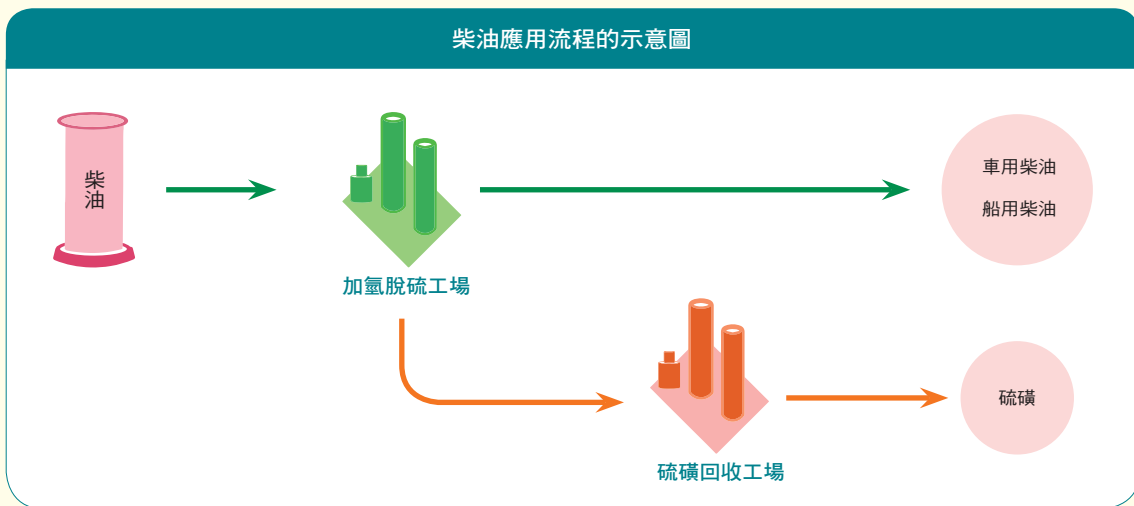
輕石油腦應用流程的示意圖



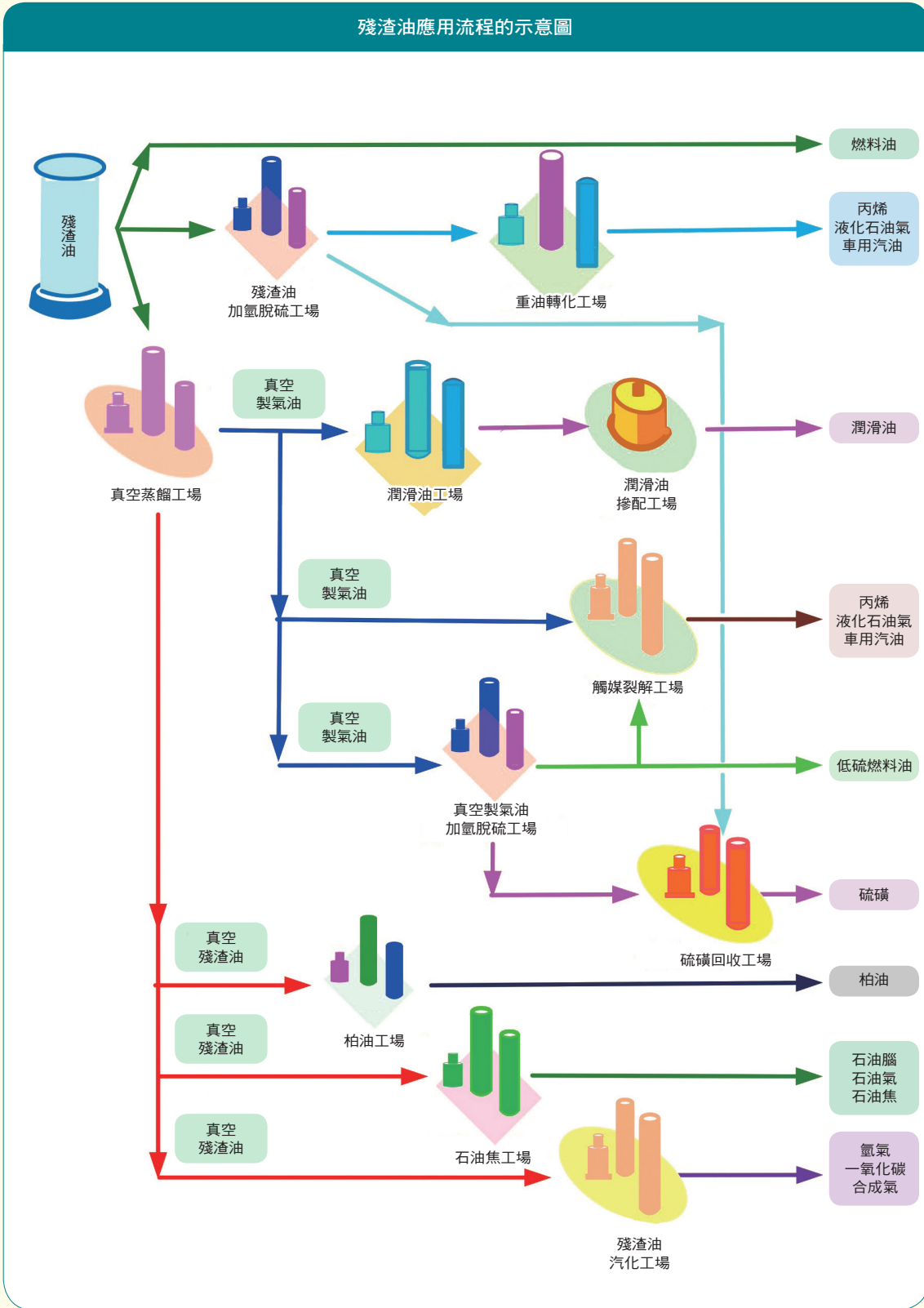
煤油應用流程的示意圖



柴油應用流程的示意圖



殘渣油應用流程的示意圖



液化石油氣是丙烷和丁烷的混合物，
使用時會加入一種強烈的氣味劑—乙硫醇，使其洩漏很容易發覺。

重石油腦的應用 從輕油分離塔底部取出的初級產品是帶酸性的重石油腦（主成分：九碳烴～十碳烴），有兩個用途：送去輕油裂解工場，經裂解後產出芳香烴（苯、甲苯、二甲苯）、乙烯、丙烯、丁烯、丁二烯等石化原料，裂解後也會產出裂解汽油，摻配為車用汽油；送去輕油處理工場，再送入輕油摻配工場作為摻配車用汽油、航空汽油、JP-4 航空燃油的原料。

煤油的應用 從原油分餾塔上段取出的是帶酸性的煤油（主成分：十一碳烴～十四碳烴），經加氫脫硫工場處理後分出煤油與硫化物。煤油可生產 5 號航空燃油（JP-5）、8 號航空燃油（JP-8）與 A1 號航空燃油（JP-A1），硫化物送入硫磺回收工場產出硫磺。

柴油的應用 從原油分餾塔中段取出的是帶酸性的柴油（主成分：十五碳烴～二十二碳烴），經加氫脫硫工場處理後分出柴油與硫化物。柴油可直接作為車用柴油與船用柴油，硫化物送入硫磺回收工場產出硫磺。

殘渣油的應用 從原油分餾塔底部取出的帶酸性殘渣油，有 3 個用途：

（1）直接作為燃料油。

（2）送至殘渣油加氫脫硫工場，經處理後分出低硫燃油與硫化物。低硫燃油經重油轉化工場裂解產出丙烯、液化石油氣、車用汽油，硫化物送入硫磺回收工場產出硫磺。

（3）經真空蒸餾工場蒸餾，產出沸點較低的真空製氣油與沸點較高的真空殘渣油。真空製氣油經潤滑油工場、潤滑油摻配工場產出潤滑油；真空製氣油可經觸媒

裂解工場裂解產出丙烯、液化石油氣、車用汽油；真空製氣油也可經真空製氣油加氫脫硫工場產出低硫燃料油，產出的硫化物送入硫磺回收工場產出硫磺。真空殘渣油有 3 個用途：送入柏油工場產出柏油；送入石油焦工場產出石油腦、石油氣、石油焦；送入殘渣油汽化工場產出氫氣、一氧化碳、合成氣。

石油提煉的產品與其衍生物

液化石油氣 液化石油氣（liquefied petroleum gas，簡稱 LPG）是丙烷和丁烷的混合物，其中含戊烷以上的成分低於 2%，液化石油氣在室溫、6 個大氣壓的條件下液化，再裝入壓力鋼瓶。液化石油氣除了作為家庭、餐廳與工廠的燃料外，另外有汽車用的液化石油氣。液化石油氣中會加入一種強烈的氣味劑—乙硫醇，使其洩漏很容易發覺。

車用汽油 車用汽油是無色液體，具特殊臭味，易揮發，易燃，主要成分是烷烴和環烴類，並含少量芳香烴。為了在儲藏、輸送過程能夠清楚了解儲藏、輸送的油品，煉油廠會在不同級別的油品中加入不同的顏料以易識別，92 無鉛汽油是淡藍色，95 無鉛汽油是淡黃色，98 無鉛汽油是淡紅色。

汽油在引擎內必須保持在壓縮過程中不自動燃燒，直到壓縮到汽缸最小體積時，以火星塞點火才開始燃燒。汽油在引擎內被壓縮的過程中有時會自動燃燒造成爆震，抗爆震的能力以辛烷值量度，分為 92 無鉛汽油、95 無鉛汽油、98 無鉛汽油。汽油辛烷值



石油提煉的產品與其衍生物

愈高，抗爆震能力愈佳，也就是汽油在引擎內被壓縮的過程中愈不會自動燃燒。92 無鉛汽油適用於引擎壓縮比較低的車子，98 無鉛汽油適用於高引擎壓縮比的車子。

航空燃油 航空燃油是指專門為飛行器而設的燃油品種，用於具噴射發動機的飛機。四號航空燃油（JP-4）是噴射軍機燃料，主成分是 50% 汽油與 50% 煤油；五號航空燃油（JP-5）與八號航空燃油（JP-8）是噴射軍機燃料，主成分是煤油；JP-A1 航空燃油是噴射客機燃料，主成分是煤油。

車用超級柴油 超級柴油可以作為汽車、坦克、飛機、拖拉機、鐵路車輛等運載工具或其他機械設備的燃料，也可用做移動式發電機的燃料。柴油主要成分是含 15 到 22 個碳原子的直鏈烷烴、環烷烴或芳香烴。超級柴油是含硫量低於 10ppm

的柴油，柴油燃燒性能用十六烷值表示，十六烷值愈高愈好，超級柴油的十六烷值規範要 48 以上。

船用柴油 船用柴油分為海運輕柴油、海運重柴油、漁船用油，中速與高速柴油引擎船舶使用海運輕柴油，低速與中速柴油引擎船舶使用海運重柴油，海運輕柴油與海運重柴油含硫量低於 0.5%。甲種漁船用油適用於中速與高速柴油引擎漁船，含硫量低於 1%；乙種與丙種漁船用油適用於低速柴油引擎漁船，含硫量低於 3.5%。

燃料油 燃料油有低硫燃料油、特級燃料油、船用燃油。低硫燃料油適用於電力、化學、紙漿等工業的鍋爐用燃料，含硫量有低於 0.5% 與 1% 兩種。特級燃料油適用於船舶鍋爐用燃料，含硫量可低於 3.5%。船用燃油含硫量低於 3.5%。

柏油 柏油又稱為瀝青，是一種含碳多而含氫少的黑色固體或半固體的石油產品，主要用於鋪路、屋頂與防水用。另外，柏油可用於水利工程與垃圾處理工程中的密封。

潤滑油 從石油製得的潤滑油約占總潤滑劑產量的95%以上，除潤滑性能外，還具有冷卻、密封、防腐、絕緣、清洗、傳遞能量的作用。潤滑油產品有國光牌車用機油、自動變速箱油、透平機油、高級循環機油、冷凍機油、液壓油、汽缸油、軸承油、切削油、橡膠軟化油等。

溶劑油 溶劑油依用途分為以下幾種：
乾洗溶劑油—溶解度適中，是機件的清洗劑，廣用於航空、工業等精密機件的清洗。

去漬油—清除紡織品油漬、洗機件皮革脫脂黏著劑及紡織品油漬、洗機件皮革脫脂黏著劑及油漆的稀釋劑；去漬油成分是六碳和七碳烷烴、環烷烴（97%以上）與芳香烴（3%以下）。

環保去漬油—清除紡織品油漬、清洗機件、皮革脫脂、黏著劑及油墨、油漆的稀釋劑，環保去漬油成分是六碳、七碳烷烴（97%）與環烷烴（3%），不含芳香烴。

乾洗溶劑油—溶解度適中，是機件的清洗劑，廣用於航空、工業等精密機件的清洗；乾洗溶劑油主要成分是烷烴與環烷烴、芳香烴（0.25%以下）。

通用溶劑—除用於酒精變性劑外，其用途是油漆稀釋劑、油墨溶劑、膠合溶劑、一般工業用溶劑等，主要成分是烷烴與環烷烴、芳香烴（3%以下）。

橡膠溶劑—橡膠工業用溶劑、黏著劑、洋乾劑、亮光漆、油墨等的溶劑、稀釋劑、

稀薄劑及皮革脫脂劑；主要成分是烷烴與環烷烴、芳香烴（3%以下）。

油漆溶劑-100與油漆溶劑-150—都是高溶解力的溶劑，廣用於烤漆、油漆、凡立水的塗料調製，工業上多用於人造樹脂、紡織品印染劑等的溶劑，也用做殺蟲劑、木材防腐劑；主要成分是芳香烴（95%以上）。

油漆溶劑-170—是高溶解力的溶劑，工業上多用做農藥稀釋調劑成乳劑、木材防腐劑、人造樹脂、紡織品印染劑等；主要成分是芳香烴（98%以上）。

油漆溶劑-200—是油漆、瓷漆、透明漆、凡立水、油墨、人造皮革、紡織品防水劑、木材防腐劑、人造樹脂等的溶劑、稀薄劑、稀釋劑；主要成分是芳香烴（85%以上）。

石油焦—用於鋼、鋁冶金、水泥行業、化工（電極）行業做電極。

硫磺—主要用於製造染料、農藥、火柴、火藥、橡膠、人造絲等。

石化產品與其衍生物 乙烯—供應下游公司生產聚乙烯、聚苯乙烯、乙二醇、環氧乙烷、1,2-二氯乙烷、氯乙烯、乙酸乙烯酯、氯乙烷、2-氯乙醇等化學品。聚乙烯可做成塑膠袋、塑膠殼；乙二醇可做成抗凍劑、聚酯纖維衣服、寶特瓶。

丙烯—供應下游公司生產聚丙烯、環氧丙烷、異丙醇、合成甘油、丙烯腈、氧化丙烯、庚烯、丙二醇、丙烯酸、丙烯樹脂等化學品。聚丙烯可做成塑膠袋、塑膠殼；環氧丙烷主要用於生產聚醚多元醇做成床墊、沙發、家具、冰箱、跑道、塗料、黏合劑、密封劑等。

丁二烯—供應下游公司生產合成橡膠（丁苯橡膠、順丁橡膠、丁腈橡膠、氯丁

橡膠、異戊橡膠)、ABS 塑膠(丙烯腈—丁二烯—苯乙烯塑膠)、耐隆 66 等化學品。

環己烷—供應下游公司生產環己酮、己內醯胺，己內醯胺，可生產尼龍 6 做成絲襪、球拍網、魚網等。

苯—供應下游公司生產烷基苯(又稱十二烷基苯)、苯乙烯、酚等化學品。烷基苯是製造洗衣粉、清潔劑的原料。苯乙烯生成聚苯乙烯可做成塑膠袋、保麗龍、玩具、水壺、杯、浴缸。酚生成聚碳酸酯可做成手機外殼、筆電外殼、電動工具外殼、電氣儀錶零件、照相機機體。

對二甲苯—供應下游公司生產純對苯二甲酸，主要用於生產聚酯纖維製品如降落傘、服飾、安全帶等。

柯經緯

台灣中油公司煉製研究所製程研究組

