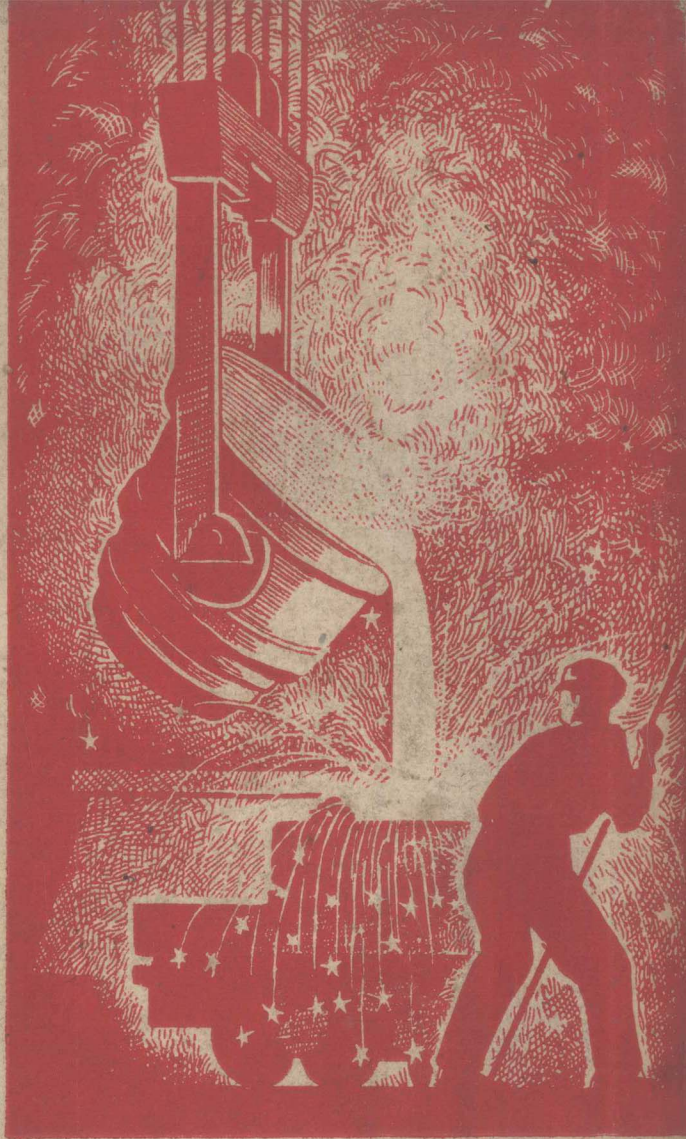


煤造石油

王正平編



現代工業小叢書



現代工業小叢書

煤 造 石 油

王 正 平

蘇工業學院圖書館
藏 書 章

商務印書館出版

現代工業
小叢書
煤
造
石
油

編纂者 王 正 平

出版者 商務印書館

發行者 中國圖書發行公司
上海河南中路二一號
三聯中華商務開明聯合總機

發行所 三聯書店
北京絨線胡同六十六號

印刷者 商務印書館印刷廠

★版權所有★

(69311)

1951年6月初版 定價人民幣4,000元

(滬)1-5000

目次

第一章	總論	一
第一節	石油類液體燃料的重要	一
第二節	人造石油工業的興起	三
第三節	人造石油法的種類	七
第四節	煤造石油法	八
第二章	直接液化法(柏吉斯法)	一〇
第一節	直接液化原理	一〇
第二節	原料煤的選擇	一二
第三節	液化工程	一三
第四節	製氫廠	一五
第五節	混煤廠	二三
第六節	第一次液化廠	二九

第七節	廢氣處理廠	三九
-----	-------	----

第八節	蒸餾廠	四一
-----	-----	----

第九節	第二次添氫廠	五一
-----	--------	----

第十節	直接液化法中原料對生產物的關係	五五
-----	-----------------	----

第三章	間接液化法(斐雪法)	五七
-----	------------	----

第一節	間接液化原理	五七
-----	--------	----

第二節	觸媒與反應條件	五九
-----	---------	----

第三節	原料及工程順序	六三
-----	---------	----

第四節	原料氣體製造工程	六四
-----	----------	----

第五節	石油合成工程	六六
-----	--------	----

第六節	合成物的加工	七一
-----	--------	----

第四章	品質及用途	七七
-----	-------	----

第一節	直接液化油的品質及用途	七七
-----	-------------	----

第二節	斐雪油的品質及用途	八一
-----	-----------	----

煤造石油

第一章 總論

第一節 石油類液體燃料的重要

石油類液體燃料是現代飛機、船艦、戰車、汽車、內燃機等的主要「能」源，無論在國防上及平時的工業、交通、運輸等各方面，都是不可缺少的。尤其是汽油（gasoline），在戰時更爲重要，飛機、戰車、軍用汽車等，都靠它開動；它在戰場上的重要，好像人體裏需要血液來生活一樣，所以外國俗語，有「一滴汽油一滴血」的比喻。當第一次世界大戰後期，聯軍的石油供給已感不足，頗起恐慌，後來由於美國參戰，獲得了豐富的石油支援，於是立即發揮優勢，贏得了勝仗。當時英國外相寇遜（Curson），曾打電報給美國大總統威爾遜（Wilson）說：“The Allies floated to victory on a wave of oil.”「聯軍乘着石油的波濤到達了戰勝的彼岸。」這個電報，竟成了現代史上一句有名的插話。

幾年前，希特勒膽敢發動第二次世界大戰，據說一半也因為他估計到德國的石油問題已獲得了滿意的解決，在戰爭中不致有告絕之虞，才決定來一個這樣罪惡的冒險。

所謂石油類液體燃料，包括汽油、燈油、輕油、狄賽爾油（或稱柴油）、重油、潤滑油等各種。汽油是飛機、汽車的燃料；狄賽爾油與重油是內燃機、船艦等的燃料。現今輪船和軍艦，大都改裝了燃燒重油的鍋爐，而煤炭、柴薪、煤氣、電力等的能源，仍不能普及於飛機及汽車，其原因即在於石油類的液體燃料具有下述各項的優點。即：

（一）發熱量大 石油的發熱量，每仟克在一〇、〇〇〇卡以上，而每仟克煤的發熱量，通常只有五、〇〇〇至八、〇〇〇卡。又對於同一重量的容積，石油遠比煤為小。所以對於同一熱量，石油的容積只達煤的三〇至五〇%。此點就汽車、飛機、船艦等藉發生動力而移動的引擎來說，是最重要的利點。由於這些移動性的引擎，其燃料的裝載量受着一定的限制，所以燃料的容積對於燃料所具的熱量，其比率愈小，運轉的時間愈長。

（二）熱效率佳 拿各種引擎的熱效率來比較，燃燒煤炭的鍋爐，其熱效率普通為五〇至六〇%，而燃燒重油的鍋爐，其熱效率則能發揮至八〇%以上。又蒸汽機的熱效率，不過一〇%內外，而汽油引擎的熱效率，常為二六至二七%，內燃機的熱效率則達三二至三

三%。所以對於發生同一量的動力，其燃料的消費量，石油類遠比煤爲少。並且石油類比煤容易完全燃燒，發生的煙很少，亦沒有像煤那樣有生成灰分的不便。

(三) 燃燒調節容易而且迅速 石油類比煤炭易於調節燃燒，操作簡單。又燃燒的始動與停止，亦容易而且迅速行之。近時雖因節省汽油起見，已有若干採用燃燒柴炭的汽車類，但是這些燃燒柴炭的引擎，其燃燒的調節以及斷續的使用，非常不便。

(四) 搬運與裝載等處理簡單而且迅速 這個優點無需說明，只要舉一例就可明白。例如裝煤於軍艦時，用機器來吊裝，每小時最高的能率，不過二十噸而已；如在重油，則用唧筒來吸裝，在四十分鐘之內，就可裝入二百噸。並且重油雖在海上，裝添亦很簡單。

石油類燃料因有上述各項優點，故在今後的燃料界中，將佔有最重要的地位，這是不能置疑的。

第二節 人造石油工業的興起

石油和煤一樣，是地下的儲藏物。由於近年飛機、汽車、內燃機等的異常發達，世界石油的需要隨之激增。從供給方面來看，如其地下的石油資源繼續加速採掘下去，不能不

考慮到今後世界油源的壽命，究竟還有多少年？據一九三七年統計，世界最大石油國的美國與蘇聯及世界所有石油的儲藏量與採掘量及其壽命，如左表所示：

國 別	一九三七年初的儲藏量（單位千公噸）	對於世界資源的百分率	至一九三六年底為止的已採掘額（單位千公噸）	壽 命
美 國	二、〇二九、二八三	四九·九一%	二、四一〇、一五七	十五年
蘇 聯	五五〇、六五八	一三·五四%	四七一、〇三八	二十二年
世界總計	四、〇六六、〇〇〇	一〇〇·〇〇%	三、七五六、九一二	十八年

(Monteur du Petrole Roumain, Glükau: 73, 1937, Nr. 18)

照這個統計所示，從一九三七年以後，在幾乎佔有世界石油資源一半，而為一般相信其有無盡藏石油的美國，其油源的壽命竟只剩十五年，即就全世界的油源壽命來說，也只剩十八年而已。這真是太可悲的數字了。

現在世界的油源，除美國、巴爾幹、中東、南洋等地外，尚有未經詳細調查的如中國與西伯利亞等。一方面由於鑽探方法的進步，近年如蘇聯等國家，續有新的油田發見，石油的儲藏量因之天天在超出先前的估計。所以上表所示悲觀的數字，當然是不可靠的。然而就拿樂觀方面所發表的數字來說，也認為在今後不過六十年的壽命而已。總之，從今以

後最多七八十年之間，世界的石油資源，似乎總要採盡的。那末到了那時，飛機便不能起飛，汽車便不能開駛，戰場上便不能驅動戰車，一切內燃機便不得不停止運轉，船艦、原動機等，便不能不重行燃燒煤炭，文化就勢非逆轉不可了。

由於這樣的未來威脅，人造液體燃料的念頭，就自然而然的會發生於人們的腦海中。因為這正是解除未來石油恐慌的唯一辦法。

其次，由於世界石油資源的分佈，非常不均，這些石油資源，幾乎全爲美英二大帝國主義者所獨佔。如將現今世界原油的產額，按照資本來區分，則屬於美國資本的，有：美國本國、墨西哥、中南美，遠及於荷屬東印度及中東的巴林（Bahrein）島，實佔世界產額的六七%。其次，英國的本國雖不足道，但由於其獲取海外資源的成功，所有伊朗、南北美及南洋等地佔世界產額一七·五%的石油資源，全在其資本的支配之下。蘇聯則佔有一%弱。此外約四%內外，爲其他各國所分配。因此在幾乎未沾天然油源之惠的德、法、意、日諸國，自不能不苦心焦慮以謀石油的自給。這些國家的石油自給政策，不消說首先是努力獲得新的天然資源。但是如上所述，世界石油資源的大部份既然已在美英二大托拉斯的支配之下，所以除非用戰爭來掠奪外，不容你再有多大的期待，結果就非設法用人工

來製造，以解決其石油飢饉不可了。

遠在一八六八年，法國化學家柏特羅 (Berthelot) 氏，已發見可使煤炭氫化 (Hydrogenation) 爲石油的事實。當時因爲石油還沒有現在那樣的需要，所以這個發見，也只是被看做化學史上的一個新發見而已。但是到了一九一三年第一次世界大戰以後，人造石油的工業，便在歐洲各國尤其是德國，陸續興起，發展甚速。迨至二十世紀四十年代，這門工業在歐美，已經是盛極一時了。亞洲的日本自亦不落人後，在其發動侵華戰爭以前，早就投下了鉅大的資金，成立了幾處工廠，從事製造。並且在我國東北如吉林、錦縣、四平、遼寧、撫順等地，也設立了這種工廠，利用我國所產的煤，製造石油，實行其對我國的經濟侵略。

再看我國自己，歷來受着帝國主義、封建主義、官僚資本主義的壓迫與剝削，一直阻礙着工業的發展，雖有天然油礦，而棄貨於地，尙未大規模開採，更談不到有人造石油工業的出現。每年需要的大量石油，幾乎全由外國輸入，利權外溢，不可勝計。現在國內公路、汽車、飛機、輪船、工廠等日益發達，政府正在積極建設之際，石油類燃料的需要，更十百倍於往昔，決不能僅賴外來接濟，以供消耗了。那末我們應如何急起力圖，來解決

這個非常迫切的重要問題呢？

第三節 人造石油法的種類

現今石油類液體燃料及其代用品等的人造法，大致有如下各種：

- (一) 煤的直接液化法——柏吉斯(Bergius)法。
- (二) 煤的間接液化法——斐雪(Fischer)法。
- (三) 煤的低溫乾餾法。
- (四) 煤的溶劑提煉法。
- (五) 油母頁岩(oil shale)的乾餾法。
- (六) 用氣態烯屬烴(石油分解氣)及乙炔類以製聚合汽油(polymer gasoline)法。
- (七) 異辛烷、異丙烯醚等的合成法。
- (八) 由甲烷(天然煤氣)合成苯類法。
- (九) 由一氧化碳與氫的混合氣體以製甲醇法。
- (十) 由油脂及樹脂類的分解以製燃料油法。

此外尚有用酒精、膠態燃料 (colloidal fuel) 等以充石油代替品的方法。此等各法，其一部份早已實行，一部份猶屬計劃程度，亦有一部份雖可能得其製品，然在產量及價格等各點，都有種種問題，尙待以後解決。至於原料方面，則以煤爲最適宜。

第四節 煤造石油法

上節所舉石油類液體燃料的人造法中，其以煤爲原料者，因原料的來源豐富，價格低廉，故最屬重要。煤雖也和石油一樣，是地中的埋藏物，但其壽命比諸石油遙爲永久；在今後數千年間，決無枯竭之虞。我國藏煤極豐，雄居世界第四位，故用煤來製造石油，最爲相宜。

用煤製造石油的方法，其已被工業化了的，有（一）煤的直接液化法（柏吉斯法），（二）煤的間接液化法（斐雪法），（三）煤的低溫乾餾法，三種。

第一法爲利用觸媒劑 (catalyst)，在二百氣壓以上的高壓與攝氏四百度以上的高溫下，添氫於煤粉與煤塔 (coal tar) 或重油調成的煤漿 (paste)，使之氫化爲石油類的液體。此係一九一三年德國柏吉斯 (F. Bergius) 博士所發明，故亦稱柏吉斯法。一九二七年時德國

已設廠製造。

第二法爲用煤或焦煤爲原料，作成水煤氣 (water gas)，使其所含的氫與一氧化碳的比爲二比一，在常壓或加壓下加熱至攝氏二百度左右，使通過觸媒之上，以合成石油。此法亦在德國發明，其發明者爲斐雪 (F. Fischer) 教授與杜洛普西 (H. Tropsch) 博士，故也稱斐雪·杜洛普西法，通稱斐雪法。發明於一九二六年，至一九三二年始在德國成立工業，其後發展甚速。

第三法係將煤加熱至攝氏五百度附近，乾餾而得低溫煤渣，以充燃料之用，同時蒸餾之以得少量的汽油。此法在本世紀初，已爲英國所採用，第一次世界大戰後，盛行於歐美各國。

以上三法以第一二兩法爲重要。第三法主要在於製造焦煤，其煤渣所產不多，汽油更少；且其煤渣多用以製造貴重藥品、火藥、人造樹脂及染料等。故本書祇就第一二兩法介紹之。

第二章 直接液化法(柏吉斯法)

第一節 直接液化原理

在未說如何使煤液化爲石油之前，先來一說煤所以可液化爲石油的原理。

煤與石油都以碳爲主成分，以氫爲第二成分，但二者中所含碳與氫的比，煤約爲一比一，石油約爲八比一。又煤的分子量在二、〇〇〇以上，石油的分子量約爲二〇〇。這是二者的主要異點。

依上述二者的異點來想，那末如欲將煤變爲石油，就必須添氫於煤，使其氫的含量與石油相等，同時必須使煤所含的氧、氮及硫等轉變爲水、氮及硫化氫等而分離之，並使大分子的煤起熱分解(thermal decomposition)而變爲小分子的液態烴。

在直接液化法中，實際上就是於高溫高壓，即攝氏四〇〇至四五〇度，壓力二〇〇至三〇〇氣壓之下，添氫於用煤渣或重油爲媒體混和煤粉而成的煤漿，使之氫化爲石油。關於這時的氫化機構，雖很難作一確實的說明，但綜合許多研究結果，可以描出其大體的輪廓。

柏吉斯博士認為這個反應機構是氫化熱裂 (hydrogenation cracking) 機構，而分做二段說明之。第一段是那構造複雜而很大的煤分子的氫化；第二段是那受氫化後的煤分子熱裂爲小分子，更受氫化而生成類似於石油的液態烴。第一段的反應起於攝氏三〇〇至三五〇度，第二段的反應起於攝氏四〇〇度。

這個見解大體近於事實。其後經許多實驗結果，推定爲：第一段是在攝氏三〇〇至三五〇度中，存在於煤分子中的氧與外部反應系的氫接合而成爲水，行所謂脫氧反應。其結果遂以氧爲媒介，使那由許多基本分子聚合而成的大煤分子，分解爲許多的小分子。實際上在這個溫度中，可以看出氫的吸收甚微，水的形成很少，其煤分子則以膠質狀態分散溶存於媒體中。這個現象爲煤的溶劑提煉法或膠態燃料製造法所應用，故上述推定，大體可以認爲正確。

其次，溫度一超過攝氏四〇〇度時，則可以看出分散的煤分子又起氫化反應，氫的吸收漸趨急激。這時分散的煤分子受充分氫化後，便轉變爲類似石油的液態烴，於是由膠質狀態而變爲真實的溶解，遂與混合的媒體形成均態的混和，起所謂油化現象。這就是柏吉斯博士所說的第二段氫化反應。

溫度更上昇至攝氏四五〇度附近時，上述已經油化的烴，便起熱裂，即所謂氫化熱裂，而分爲更小分子的烴，這樣便形成了低沸點的汽油。同時更進而生成過小的分子，而形成若干的甲烷(methane)、乙烷(ethane)及其他氣狀烴。溫度再上昇至攝氏四五〇度以上時，則分解愈盛，甲烷等的發生愈多，遂招致油分的損失。溫度至攝氏五〇〇度以上時，氣狀烴的發生愈形急激，於是生成的液化油，便起芳香族化，轉變爲苯及其他環狀化合物。所以在製造苯類等芳香族烴爲目的時，常有採用攝氏五〇〇度以上的溫度以行氫化，但在製造汽油爲目的時，一般以攝氏四五〇度以下的溫度爲適宜。

上面所說的氫化反應，都是起於有觸媒存在時的，如無觸媒存在，則不但反應溫度須大爲提高，而氫化反應也就很難充分進行；更因熱分解急激之故，盛行生成氣狀烴、氫及焦煤等，致不能達到油化目的。不消說，在沒有觸媒存在時，當然也能發生某程度的氫化反應，而且煤中的灰分亦有幾分觸媒作用。但實際上卻是必須使用觸媒的，不用觸媒，就極難使煤液化。

第二節 原料煤的選擇