

童叢小學工

法油汽造煉

編者黃煥

行發館書印務商

書叢小學工

法 油 汽 造 煤

編 著 實 徐

行 發 館 書 印 務

中華民國

十七年二月初版

(69332)

*E三九〇〇

港

工業小書 煤造汽油法一冊

每冊實價國幣貳角伍分

外埠酌加運費匯費

纂者 徐寶鼎

行人 王雲五
長沙南正街

印刷所 商務印書館
長沙南正街

發行所 各埠商務印書館

(本書校對者喻飛生)

目錄

液體燃料的檢討及造成汽油之方法

一 前提.....	一
二 燃料通論.....	三
三 汽油概論.....	九
四 用氫化煤炭法製造汽油.....	一二
甲 歷史.....	一二
乙 氫化煤炭的工業製造原理.....	一四
丙 用氫化煤炭法所得汽油之成分.....	一九
丁 氫化煤炭作用上之改良及技術上的困難.....	二一

a	煤炭的質地.....	二一
b	氫化筒的構造.....	二二
c	製造氫化管所採用的金屬.....	二五
d	氫化器的加熱情形.....	二九
e	氫化煤炭反應上的改良.....	三一
戊	氫氣的來源.....	三五
己	汽油的精煉和貯藏.....	四〇
五	歐洲各國用氫化煤炭法製造汽油發展近況.....	四一
六	結論.....	四四

自序

世界各國，昔日以煤鐵爲富強要素，現今科學日進，重要燃料又首推汽油爲第一，科學發達，一日千里，良可畏也。自內燃機發明後，商業戰略，有重大之改革，汽油之價值，乃駕乎煤鐵之上，就平日言之，種種建設，如交通之發達，工業之建樹，就非常時期言之，如武器之運用，空軍之充實，在在以汽油之多寡有無爲轉移，此所以有煤油礦之國家，乃能雄視世界，如美、如俄、是也，無煤油礦之國家，不能不焦心積慮，攫人之所有，以歸諸己，如阿比西尼亞之覆亡於意大利是也。回顧我國，非無油礦，而棄貨於地，無力開採，然積極建設，刻不容緩，時期非常，國防至重，汽油之用，實屬萬急，生產毫無，惟人是賴。此種消耗，每年輸出於國外者，不知幾千百萬，建設愈多，國防愈固，則消耗亦必愈重，而危機尙不在金錢之外溢，在倘不自知奮發，依人終非得計，一旦有事，海洋封鎖，來源斷絕，則舟車不能推行，機械無法動轉，凡百事業，均告停頓，雖有堅甲利兵，俱將失其效用，即使擁有巨資，亦必書空咄咄聽

人宰割，任人魚肉，國家前途，又寧堪設想耶！我國地廣人多，公路、汽車、飛機，日益發達，所需汽油，全仰外來，三尺之童，亦知其不足恃。晚近有志之士，怒然憂之，有擬以酒精代汽油者矣，有試以木炭代汽油者矣，是亦不過姑備一格，終非治本之計，與其以乙代甲，勿寧人定勝天，而努力人造汽油之實現。尚矣。寶鼎自幼嗜好科學，未出國以前，即潛心於人造汽油之研究，謂以煤液化，可成汽油，一再試驗，頗著成效。及游學歐西，始知英法德各國，以煤造汽油之法，不惜數千萬巨資，努力研究，及至去年，已告成功，年出千百餘萬噸，此種科學貢獻，對於我岌岌可危，需要孔殷之中國，裨益實大，可知雖無油礦，亦可不感缺乏，平日可無求於人，并獲厚利，戰時可大量生產，以張國威，得此機緣，敢不精益求精，以登堂奧。方今歐西各國，已努力設廠，日事擴充，德國宣言於十八個月以後，絕對不用國外輸入之煤油，則其人工造油大收效果，又極發達，可見一斑。即日本亦重視煤液化事業，派人實習，盡心提倡，獎勵發明，又設立研究會，政府補助經費千萬元，以促其成，又在北海道一帶，設立人工造油廠，以解決非常時期之燃料問題，經費一萬萬元，豈僅攫取東亞煤油事業之霸權而已。人之勝於我者如此，我之不如人者，又將如何耶，獻身科學，以報國者，此其時矣。課餘成煤造汽油法一篇，備論原理製法。

寄回披露，以饗國人，尙希明達有以教之。

民國二十五年徐寶鼎識於里昂大學化學院

自序

三

煤造汽油法

液體燃料的檢討及造成汽油之方法

一 前提

在一切工業建設的基本問題中，最重要者，就是「能 (Energy) 的來源」實在也就是推動現代一切文化進展的一個先決問題。能的來源，完全是天然所賦與的。我們人類，表現最大的能，就是役使天然間的能力來替我們工作。能力的取得，可以有兩條最大的途徑：一條就是自然力，一條路就是天然間產生的燃料，由燃料生力，或者是由這種蘊藏着能的物質——而生出我們所需要的原動力。

關於第一條的「自然力」其顯著的就是風力和水力。近年來這兩種自然力的應用，已有驚

人的進展，靠着這種廉價的自然力之取得，世界各國，都在努力發展各種科學工業和城市的建設；其最方便的一途，就是用這動能（*énergie mécanique*）變成電能（*énergie électrique*），而後輸送到遠處，供一切之用，這是屬於水利和機械的問題了。

關於第二條路，就是本文所要談的原料問題。因氣候地勢和建設等等問題，直到近代，自然力的應用，纔比較的發展，然而究竟還有許多困難，不能取到這種自然力。可以代替這種自然力的，又是什麼呢？就是燃料。我們可以說：燃料在日常生活上，有廣大的用途；試舉一例，如輪船的行駛，必須用煤炭或重油，飛機的行駛，要用汽油等等；在此等時候，要用自然力，已不可能，即使用自然力直接產生的電能，也一樣的發生困難，結果還是直接取用燃料，來得方便。

二 燃料通論

在開始論及燃料問題的時候，我們先討論燃料是什麼？依照化學的觀點，我們可以下一個定義，凡是一種物質和另一種物質化合以後，能產生出一種新的物質；同時即產生出一部份熱量，這種物質就可以叫作蘊藏能的物質。在許多這種物質之中，我們又區別為可燃物，不可燃物，和助燃物三種，就狹義說：氧氣是一種助燃物質，凡能同氧氣化合生熱生光的，就是可燃物質；反之，不能生熱生光的，就是不可燃物。為便利和清楚起見，我們就籠統一點說：凡是生熱生光的可燃物，都叫作燃料。

在許多燃料之中，就其性狀的不同，大致可分為三種：

- (一) 固體燃料——例如煤炭、木材等。煤又可分為無煙煤 (anthracite)、煙煤 (houille)、軟煤或褐煤 (lignite)、泥煤 (tourbe) 等；關於這一個問題，已有許多作者論及，此文不再贅述。
- (二) 液體燃料——廣義的說：大部分的有機液體，多半是可燃的，但是由工業的觀點來說：

實用液體以作燃料的，有以下幾種：酒精、汽油、煤油、輕油 (huile légère)、重油 (mazout)、其他如苯 (benzène) 等；其唯一的主要條件，須產量豐富，而售價低廉，纔能合用。

(三) 氣體燃料——如氫氣、電石氣 (acétylène)、沼氣 (méthane) 及在各國大都市常用的煤氣 (gaz à l'eau) 等。

以上許多燃料中，因為純淨程度的不同，比重亦有大小之差，在運輸的方便與否和一個最重要的問題，就是熱能 (capacité calorifique) 的大小，諸項問題的限制，在燃料本身的價值，就有了高下之分，普通最常用，而用量最多的，當然要算煤；不過因為他本身的熱能小，而且在不完全燃燒後，所生出煙和渣滓的不潔，所以在許多高速率的機械中，都不採用。至於氣體燃料，則因為比重較小，而體積很大，運輸極不方便；而且比較純潔一點的氣體，如電石氣和氫氣，價值也較昂，如保藏不慎，更有爆炸危險。只有在特別情形之下，如燒焊和切斷鋼軌等時纔用之。最後我們談到最有價值的燃料，就是液體燃料了。液體燃料的便利，有容易保藏，熱力甚大，燃燒比較完全，渣滓極少，潔淨便於攜帶。因為有這種的優點，所以液體燃料，極佔重要的位置。無論在工業方面或軍事方面，無須

用理論去證明，就事實而論，自從美國提煉石油 (Petroleum) 以來，世界文化的開展，實在產生了一個新的進展和改革，幾乎一切高速率的機械，都隨着石油的發現而產生。也可以說：一切高速率的機械，都非用液體燃料不可，而且機械速率越高，他所需液體燃料的本身價值也越高，很明顯的，如汽船載重車，可以用重油 (Fuel Oil) 而汽車飛機等，則非用汽油不可。所以由此一點看來，在發展工業國防軍事交通各方面等等，液體燃料的重要，可謂超乎其他一切之上。我們更仔細的審查一下，這許多液體燃料之中，尤重要的是否就是「汽油」？

我們爲審慎起見，拿汽油和別種液體燃料比較一下：

(一) 酒精——差不多和汽油可以並駕齊驅的一種液體燃料；但是他尙有一點缺點，不如汽油就是他本身的熱能小。汽油的組成，完全是氫和碳的化合物，(從石油中提出之物質，其熱能最小，亦超過一萬加路里 *calories*，沼氣之熱能最大爲，一萬三千三百零九加路里)。酒精則無論如何，總含六分之一到二分之一的氧，所以他本身蘊藏的能，總比汽油小，而且酒精的揮發性不如汽油，尤其是普通所提煉出的酒精，多少要含約百分之二至五的水，所以想用酒精來代替汽油，是

不十分完美的，因為這二者的性能，是根本不容混淆的，然而我們再看一看他的優點，處在我國的地位，我們可以設想幾點來討論。

(a) 來源方面——製造酒精的原料，來源很豐富，在我國北方，和黃河流域一帶，出產大量的高粱和馬鈴薯，用此原料，製造酒精，價值低廉，而來源不缺，這是一個優點。至於汽油，雖然在我國不能尋出適當的石油礦，但原料照樣是豐富的，何以呢？最近在德英法，都已經成立了幾千萬元資本的合成汽油製造廠了。合成汽油，也就是人工法製造汽油，所用的原料，僅祇是煤和水。在我國足以自豪的，就是大量的煤礦；至於水，當然更不必談了。既然用煤和水，可以造成汽油，性質功效與天產品毫無差異，我國更何懼石油礦的不豐富，和外國汽油來源的斷絕呢？退一步想，如果我國能大量製造合成汽油，縱使戰爭忽起，海口被封，或者外國油商故意操縱，市價飛漲，我國自有出品，絲毫不受牽制和威脅，交通軍事各方面，有整個獨立行動的可能，不會因外界的影響，而停頓了國內一切運輸和對外的戰鬥能力，所云抗衡外貨抵塞漏卮尤為末焉者也。

(b) 製造方面——按製造方面說，這是同設其他工廠一樣的，無所謂容易和困難，這完全

是一種建設問題和技術問題。按大量的工業製造說：建立一個造汽油廠或造酒精廠，是同樣重要的，而且由近一二年來，歐洲各國，努力開辦許多這樣的工廠來製汽油，對於一切技術和行政方面的困難，可謂完全解決，而且已經完全工業化了。

(11) 苯 (Benzène) —— 爲比較起見，我們再說一說苯 (俗稱安息油)。他在工業上有變成液體燃料的可能，這裏所要說的，只是一種粗製苯，當然不是提純的。根本用他作工業燃料，只求價廉合用，並不須他純粹的程度如何高。

苯的來源，是由蒸餾煤膏 (goudron) 而得到一種副產品，普通蒸餾煤膏，在一七〇度以上所得的輕油 (huile légère) 含有大部份的苯，甲苯 (toluène) 和二甲苯 (xylène)。這種輕油，即是很好的液體燃料；不過因爲產量不多，煤膏係提取煤氣，即乾餾煤所得之副產品 gaz à l'eau 或 cod gas，而且這種輕油，再經幾次分餾，即可得較純的苯，這種較純的苯，多用以作溶劑 (solvant organique) 或製造其他工業產品，且售價較高，所以很少用他作爲燃料者。

再者，汽油的本身，無論是天然的或人工造出的，都含有一小部份的苯，只有從汽油裏設法提取，但很少用他來代汽油作燃料用的。

由以上兩種液體燃料的比較，我們可以得到一個結論：就是汽油有他本身的價值，要想用汽油，就應當設法製造，不應以其他的物品來代替，因為代替的東西是絕不會勝過他本身的。

三 汽油概論

在未談製造之先，我們先要看一看汽油究竟是由什麼組成的？我們知道由蒸餾天然的石油，可以得到汽油（essence 或 Gasoline），然而石油的來源如何，尚不可詳知，據一般的推測，認為是由海中動物的屍骸腐化而成，或由其他有機物腐化而成，我們只可姑且信之而已。石油由地中噴出或取出時，是一種深黃或棕色的液體，比水輕一點；因地域的不同，成分也隨之而異，不過都是由許多不同的碳化氫（hydrocarbures）混成的。在北美所產的，主要部份含有石蠟（paraffine）；在蘇俄所產的，含萘（naphthalène ou cycloparaffine）及環狀碳化氫系的物品居多。石油的成分，比較不確定而複雜；至於汽油的成分，就純粹多了，他所含的碳化氫，其沸點都在一七〇度以上。普通由天然石油中提出的汽油，都須經過精煉的手續，除去其中的不飽和碳化氫和硫化物（carbures non saturés et composés sulfurés），其餘少量的氧化物和氮化物（composés oxygénés et azotés），當然也在除去之列。總之，汽油的理想組成，是由大多數的低級飽和碳化氫和一部份環狀

碳化氫混和而成。

天然石油中，常含有的成分，下表中略舉其大概：

碳 化 氫	沸 點
丁 烷 (Butane)	1°C
戊 烷 (Pentane)	38°C
己 烷 (Hexane)	70°C
庚 烷 (Heptane)	98°C
辛 烷 (Octane)	125°C
壬 烷 (Nonane)	150°C
癸 烷 (Decane)	173°C
環戊烷 (Cyclopentane)	50°C
甲基環戊烷 (Methylcyclopentane)	72°C
環己烷 (Cyclohexane)	81°C
環庚烷 (Cycloheptane)	171°C

苯 (Benzène)	60°C
甲苯 (Toluène)	111°C
二甲苯 (Xylène)	138°C

汽油的成分，既知其大概，我們更可以進一步說。汽油的組成，只含二種元素，即碳和氫。這兩種元素，在天然間的存量極豐富；尤其我國，藏煤更多，所以在任何方面，我們應以這兩種分離的元素，加以人工手續，而造成所需求的石油（或汽油及機油等）。這樣，一方面可以補救日後石油來源的竭盡，另一方面，我國目前不產石油，可以抵塞對外漏卮。

四 用氫化煤炭法製造汽油（註）

（甲）歷史

第一次的試驗，在一八六九年，柏德樓（Barthelot）在一隻密閉的管中，行煤炭的氫化，溫度二七〇度。以後一八九七年，薩伯替（Sabatier）及其同伴，另外創立一個方法，是在一種媒觸劑上（散碎的金屬如還原鎳 nickel réduit）對於發揮性有機物質行氫化，到一九一〇年，伯給司（Bergius）用氫氣在高壓下處理石油，惟並不加媒觸劑。這種方法，在提煉石油的工廠中極通行。此法本名破解法（cracking），工廠中多用之。將重油分子破壞，而增加輕油（即汽油）之產量。直至一九二五年，伯給司經多次的試驗，將此氫化的方法直接應用於煤炭，他纔公佈他的結果和成績。在此時，每一公噸（一〇〇〇公斤）普通煤，可產一百五十公斤汽油，二十五公斤脂油（黃油），二百零二公斤其他不帶黏性油，內含有四分之一的石炭酸，二百公斤之氣體，及三百公斤之炭質餘渣。

以後德國最有名之化學工廠 I G 公司 (Interessen Gemeinschaft für Farbenindustrie) 又在其指導下實行用煤觸劑氫化軟煤煤膏 (Goudron de lignite) 之試驗，遂得伯給司法之專利製造權。至一九二六年，德國就在買司堡 (Mersebourg) 成立一液化軟煤廠；一九二七年，此廠正式開工，每月能產出汽油一千噸。然而並未用煤觸劑，只能由每噸淨煙煤中，提出四百七十至五百公斤之汽油。此後氫化作用，只限於處理單純的軟煤煤膏，其效率為百分之七十五至八十。如欲得一噸汽油時，須七百六十至八百立方公尺之氫氣。到一九三二年，德國又重行其軟煤氫化工作，直至今日，德國所採用者共有二法，而此二法亦即世界各國通用者也。

第一法：即伯給司 (Pergins) 法；其原理為利用煤觸劑，在四二五度至四五〇度之溫度，及二〇〇至二五〇倍大氣壓力，實行煤炭或煤膏之氫化。

第二法：係費雪 (Fischer) 法；係利用水煤氣 (Gaz à l'eau) 中所含之一氧化碳及氫氣，令此氫氣實行還原作用，而得汽油。此法亦須用煤觸劑，溫度由一百八十至二百度，且用普通壓力。惟此法不能將煤炭完全氫化，所以結果產生一大部份的焦煤，故在需要焦煤極多時，頗為合用。而

汽油反成副產品。

德國合成碳化氫的產出，可分兩大區：一在德國中部，自一九三二年起，利用煙煤製造，採取第一法，每年產汽油達一百萬噸。一在路耳（Ruhr）係用第二法，因需求大量之焦煤，故汽油反成爲副產品，而焦煤之產量爲每年二千萬噸。

英法亦皆有大廠成立，皆採用第一法。關於其出產情形，在下章詳論之。

總之，用氫化煤炭法造出汽油，已成事實，且漸成爲大規模的工業化了。在歐洲產油量微小的國家，已經努力從事於這種工業的發展。再看我們的東鄰——日本——也成立了高麗淡氣公司，每年產量約在五十萬噸。而回顧我國，汽油產量可謂毫無，又該如何的急起直追呢。

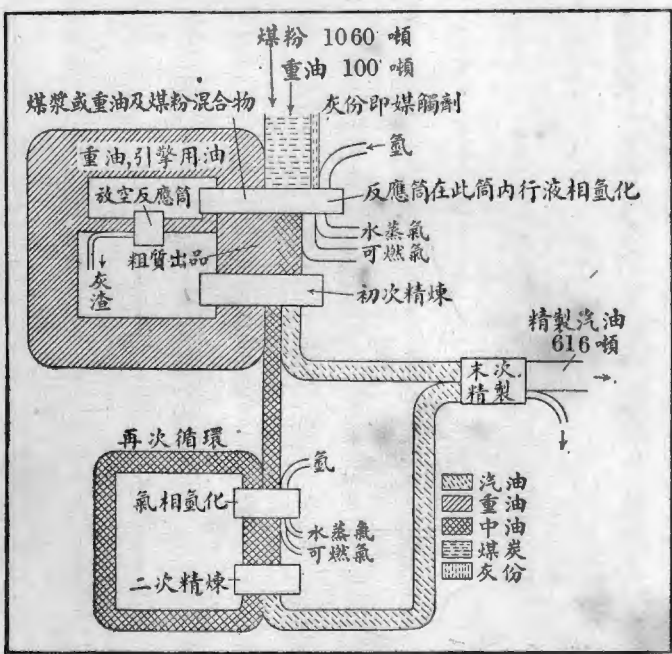
（註）本文只談伯給司法，關於費雪法，只簡略的談其製造原理而已。因爲第二法，是製造焦煤問題的副產品，而第一法則完全爲製造合成汽油的根本方法。

（乙）氫化煤炭的工業製造原理（伯給司法）

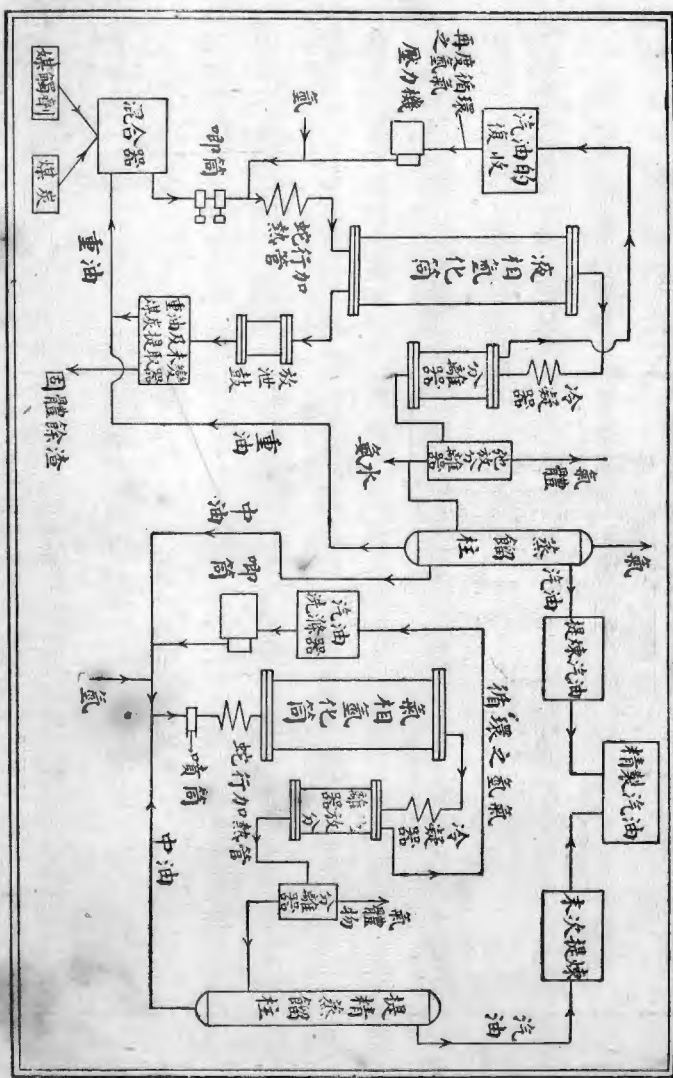
氫化煤炭的手續，可分四步，在這四步之中，又分成兩個循環。現在用圖解的方法表明之（參

看第一圖及第二圖) 第一步
 在溫度四五〇度及大氣
 壓二〇〇公分之下, 用氫氣通
 入煤粉及重油混成的煤漿中,
 (la pulpe de charbon broyé
 et d'huile lourde) 煤粉須研
 至極細, 其每個顆粒之直徑, 須
 在二百四十眼網左右。(註)重
 油 (huile lourde) 係為分段
 蒸餾時, 在三百二十度以後所
 蒸出之油, 此時用以作分散劑。
 因直接用氫氣與固體煤炭化

四 用氫化煤炭法製造汽油



第一圖 氫化煤炭的循環作用



第二圖 氫化煤炭的循環統系，此種組織係英國柏林漢薩廠所採用者（英皇家化學會公佈）

合，作用遲緩，且不均勻，如加重油調混，則此時煤粉均勻分散於重油之液狀體態中，成浮懸現象 (en suspension)，化合容易，效力加強。

(註) 眼網是一種工業上的特殊單位，專門用以研究煤礦礦砂等用的。所謂二百四十眼網，係一種金屬線織成的篩子，在每一平方公厘 (cm²) 中含有二百四十個孔。

在此混合煤漿中，所須加入之媒觸劑，為氫氧化亞錫 (hydrate stanneux Sn(OH₂))。此物之製造，係用氯化錫 (SnCl₂)，加入氫氧化鈉或氫氧化鉀而得。所加入之比數為千分之一，即一分煤漿，需用一分媒觸劑。

此第一法之手續，係在液體狀態時完成，故名液相之氫化 (hydrogenation en phase liquide)。其平均效率，為百分之七十，按產出之混合各種油，與加入煤粉之重量而言。此混合油只為一種中間產物，因此時所含汽油之量，只在百分之十四至三十之數也。

第二步——將此得出之混合油，行分段蒸餾 (distillation fractionnée) 即得。

(a) 在一七〇度以前蒸出者，為汽油。

(b) 在一七〇至三二〇度間得出者，爲粗石油或中油，含有大量之燈油。
 (c) 在三二〇度以後蒸出者爲重油。

最後尙餘一部不溶之有機物渣滓，將此渣再行一次逼乾手續 (essorage)，可以提出其大部所含之油。此逼乾之渣，仍可得一次蒸餾，而提出其最後所含微少油量。

第三步——在一七〇至三二〇度所提出之中油，在氣體狀態中，實行其分碎的氧化作用，卽氣相氫化 (Dépolymérisation en phase vapeur par hydrogénalisateur)。此步手續，亦在高溫及高壓力下行之，惟所用媒觸劑則已換爲硫化鉬 (sulfure de molybdène)，此媒觸劑，係附着於氧化鋁顆粒上者 (alumine)。

此次氫化之後，可由此被氫化之中油中提出百分之八十至百分之九十三之汽油。按重量計，百分之七至百分之二十之可燃氣體，及百分之五之水氣，其氫氣消耗量，爲每噸中油，自五百四十至七百二十立方公尺之數，依當時情形而定。

其對於每噸煤炭所需之氫氣總量，約爲一八〇〇至二、〇〇〇立方公尺。曾有人專門製造

一種汽油，供笛色耳 (Diesel) 引擎所用，內含石蠟及萘，則減少氫氣之用量極多，但汽油之產量極少。

第四步——將第一步所得之汽油，及第三步由破解中油而得之油，加以精製，煉出市場上所需用之普通汽油。

至於在第一步所得出之重油，則又與煤粉混合，行初步之氫化作用，而實行循環。

(丙) 用氫化煤炭法所得汽油之成分

由下表可知由人工方法所造之汽油，與天然石油所提出者，俱有同樣之性質，且因所用之方法不同，而成份亦稍形變化，惟其結果則極為圓滿。一種為半碳化汽油 (essence de semi-carbonisation) (註) 所用氫氣較少，而油中所含碳成分自高。另一種為氫化碳汽油 (essence du charbon hydrogéné)，係在高壓下實行強烈之觸媒氫化作用而得。

(註) 碳化作用 (carbonisation) 普通分為兩種：一為高溫的，一為低溫的。在一千度以下，為低溫碳化 (carbonisation à basse température)，他的作用就是在一千度以下乾餾煤炭，而得到一部份初級煤膏 (Goudron primaire)

四 用氫化煤炭法製造汽油

及大部的焦煤，然後將所得煤膏通入氫氣，而實行氫化。由這種方法所得的汽油，稱為半碳化汽油。

	半 碳 化 汽 油 %	氫 化 碳 汽 油 %
苯 (Benzène)	8.2	3.4
甲苯 (Toluène)	10.7	6.2
二甲苯及其他高級芳香碳化氫 (Xylène et hydrocarbures aromatiques supérieurs)	5.8	18.0
不飽和碳化氫 (Hydrocarbures non saturés)	42.0	10.4
飽和碳化氫 (Hydrocarbures saturés)	33.3	62.0

由上表可見在氫化碳汽油中，含氫較多，故飽和碳化氫之成分甚大，而且含有大量之芳香系碳化氫。故由此又可以煉出大量之甲苯 (toluène)，因甲苯用途較廣，可用以作工業原料，製造染

料，及火藥等。且價值較昂，故此氫化煤炭法，亦未始不可作為一提取甲苯之法。

再者，實際上對此芳香族碳化氫，亦有提取之必要；不然，則當此汽油久存之後，受有光線影響，此物能自行化學變化，而結成一種橡膠狀之化合物，對於汽油本身，亦有妨害。

(丁) 氫化煤炭作用之改良及技術上的困難

關於氫化煤炭一事，就大體上看，可以算是完全成功了；然而就工業的立場來說，困難正多；其最大的問題，就是在高溫高壓下，實行氫化作用，所須選取的建築材料問題。現在先就原料論起，逐漸及其他。

(a) 煤炭的質地——關於所選用的煤炭，理論上是無論軟煤或褐煤 (Lignite)、煙煤 (houille) 及無煙煤或硬煤及紅煤 (anthracite) 都可用，不過煤的採取，當然以方便、價廉為主，須視地域而定。不過最大的條件，是灰渣不得超過百分之三。因此種無機質的固體渣滓，一則可以增加煤觸劑的消耗量，二則因磨擦反應筒 (tuba de réaction) 壁，而器具易於損壞，三則灰渣愈多，夾出之油量亦愈多，因此而損失一部份產油量。如果煤炭含渣過多，而又非用此煤不可，則祇能於

事前另行一番刷清手續 (Opuration)，將其灰渣減至百分之三，最好至百分之二·五以下，然後入機研細，混以重油，再行氫化手續。再者煤炭含有百分之三五以上之發揮性者方可用，因發揮質多則氫化良好，而質純淨。至於一種特殊之炭條 (fusain) 一種植物用以製造炭筆用的，則係氫化的敵害，絕對不可含有。

對於煤炭灰渣之認識，更須特別注意，在轉化筒 (boute de conversion) 中之煤漿 (油及煤混合物) 不能呈鹼性，因鹼性能減少氫化反應之能力；另一方面，且須其含有微量之稀罕金屬質，用以促進向良好方面之進行。

在美國之燃料考核局 (Fuel Research Board)，曾經考察數種含百分之一·五灰渣的煤炭，其中含有十萬分之六之鉬 (germanium) 為證實此項極少金屬元素的存在，必須用光譜分析法 (analyse spectroscopique)。此物的存在，對於氫化是有利的。

(b) 氫化筒的構造——因為高溫和高压的原因，溫度四五〇度氣壓二〇〇倍，所以此筒構成一極大的難題，更因氫氣在筒中，與煤炭中所含少量硫合成硫化氫 (H^2S hydrogene

ature) 之故，對於筒壁的侵蝕，亦成爲不可避免的事實。再者更須使此氫化筒均勻受熱，不可使其局部受熱增高，而因此引起凝聚作用 (Polymerisation)。此作用能使聚在此處的煤炭並不影響於媒觸劑的還原作用，而暗中將鋼筒損壞，不易早行察知。爲這種原因，此筒的加熱不能直接行之。如製造成成氫時一樣，須用電阻生熱法，在筒外層加熱，且此筒須用一種特鋼鐵製成，外加一層適宜之護熱層 (calorifuge)。此外層之護熱層能將溫度減低至最高爲二〇〇度，普通可達一〇〇度左右。

在德國陸得惠格沙芬 (Ludwigshafen) 某工廠中，係用兩個鋼筒，連續作用，每個筒長爲一公尺。

筒內直徑爲一、一〇〇公厘 (mm) 卽一公尺又一公寸，並考察得：(1) 煤炭或煤膏氫化作用，爲一放熱作用 (Réaction exothermique)，以無須將氫化筒本身加熱，而必須在未入氫化筒之先，加熱至適當溫度，(因煤炭氫化時之反應熱，已能維持氫化筒至於四五〇度之溫度，而欲令此反應發生，則須事前將反應物質加熱至適宜之溫度)。(2) 反應物質之加熱爲分離的；

即氫氣與煤漿，事先須分別單獨加熱。

關於此種事的實行，在德國係令煤漿通過一蛇行管，此管用受壓水汽 (vapeur surchauffée sous pression) 加熱至四百度，水汽之加熱法，即令其直接與電阻相接觸。至於氫氣，則令其直接與電阻相接觸，而令其達到四百度以上之高溫，然後按照氫氣之溫度，及氫化後所得溫度之函數比例混合之。最近考察所得氫化作用之溫度為四五〇度，然亦有試用其他適宜之媒觸劑，而減低反應溫度為四二五度，甚至至三五〇度者，惟須視其所欲得到油類品質而定。因在此低溫度下，所得非汽油，而係滑機油或笛色耳引擎油。

這種氫化溫度的降低，可以有利於原動力的消耗；更因為我們減少氫氣的體積在內循環之故。

最初氫化筒中裝有攪拌器，近來已經逐漸改良而取消。因煤漿的攪拌，直接用氫的氣流即可之故。再者為求氫氣在煤漿中之均勻分散，亦可用一種多孔性的物質作中間物，以分配氫氣。

總之，此種預先加熱氫氣及煤漿之改善，對於鋼筒之保護，及氫化作用之進行，都有裨益的。在

實際上，此點亦極關重要；因為每一鋼筒重約一百八十公噸，由特種合金製成，每筒的原價達國幣一百萬元上下；實際上在英國柏林漢工廠，都已將此諸點改良成功。

為令氫化筒溫度均勻起見，可以在筒上不同之高度處通入新鮮之氫氣，或加入適當之媒觸劑。

必須事先特別注意的，是腐蝕各附屬機件中的構成，尤其在溫度互換器中 (échangeur de température 或名換熱器) 金屬機件的侵蝕，係由硫化氫 (H_2S) 氣或鹽酸 (HCl) 作用而產生；氫化時，煤中所含硫及氮，與氫化合而成氫硫氣及鹽酸，為防範硫化氫之侵蝕，緩熱管 (tubes du chauffeur) 起見，普通常加一層鋅在管壁內。據云：此鋅能與鋼結合，而成一種不怕氫硫酸侵蝕之物，而其內容究竟如何，則尚未正式公布，不能揣想其奧妙。此外還可以在煤漿中經氫化後，加入鹼性物質，以中和產生的物質。關於這種種的問題，都須在事前檢定煤炭的成分時，加以周詳的考慮，看其各種情形，而應用適宜的方法，並且設法時時加以改良。

(c) 製造氫化管所採用的金屬——此處所採用的金屬，不獨須具彈性特質，而且其流動

性(註)必須極小,用時並能抵抗氫硫酸的侵蝕,和氫氣的去炭作用(décarburation)。

(註)流動性(Écoulement)是一種流動性的現象,換言之,就是黏力(Viscosité),經科學家研究,還不算甚久(法人給野Guillet 波特完 Portevin 等曾研究之),這種現象,表示出一種永久而漸進的特性,並不是歸附在金屬可逆晶體距離的改善中,而係各層(résau)中所有質點(noeud)的互相移動,金屬的可逆晶體距離(les paramètres du réseau cristallin),即金屬在結晶形固體狀態下,每個原子(atome)間的距離;此種距離,常可受有外界的影響,然而每種金屬,都自有其一種最穩定的距離;例如一種金屬,經加熱加壓鍊製後,其原子間的距離已改變,所以可成爲一種具有特性的堅強金屬。然而此種金屬常有反回原狀的傾向,這反回原狀的內幕,也就是原子間距離的變回,所以這也是冶金問題中極重要的一個。此種流動性現象,可以因溫度的關係,而引起一種永久而繼續的變形性。這變形性是隨着超過彈性極限,繼續疲乏而進展的。

現在不談流動性的極限溫度,我們已觀察到從某一個階段起,這種流動性現象已經明顯的在增加着,而且溫度愈高,他的增加速度也愈高。普通含碳鋼在二五〇度至三〇〇度時,他的流動性已經很顯明了。實際上有各種鋼鐵,在四〇〇及四五〇度時,能呈顯著充足的抵抗流動性能力。

的是都在被採用之例。普通所採用的大半都是合金，因為在鋼中加入適當的鉻 (chromé) 或鎢 (tungstène) 或鉬 (molybdène)，能使鋼中的炭硬化，而加強其抵抗氫的侵襲。

在英國所用以製氫化器具的鋼鐵，成分是碳千分之四，鎳千分之二八，鉻千分之八，鉬千分之五，其餘都是鐵。這種鋼比較容易鍛鍊，其流動速率 (vitesse de fluage) 在十萬鐘點 (100,000h.) 內，是百分之一。用每平方公厘 (mm^2) 二百公斤級的，他頗有穩定性，然而只能用於不和氫氣直接接觸的部位，因為在壓力下的氫，能使之起變化。所以尋常總在反應筒內，加一層合金的襯裏 (套筒)，這種合金，是含鉻百分之一八，及鎳百分之八的鋼鐵。他能抵抗硫化氫的侵蝕，直至七百度的高溫。由種種經驗方面的示知，我們確定鉻的加入，可以緩和鋼鐵之被硫化氫氣侵蝕，現在取一種鋼作實例的比較試驗；例如用一種極軟的鋼，含炭千分之一，加入百分之四至六的鉻，即可減少百分之四〇至五〇的侵蝕量 (觀察單位，以在溫度四五〇度，時間一百六十小時) 將此鋼放在硫化氫氣中，查所得之侵蝕程度，為百分之百。同樣的取此鋼加入百分之一八的鉻，則其被侵蝕的程度，可以減至百分之九〇。

總之，此種合金之成分問題，極爲複雜而緊要；而且歐洲各國，都努力於新合金的發明與製造，以期得到一種質地堅固，而價值低廉的物品，用以製作氫化筒，而且各守着祕密，不肯輕易告人，在本文中，因爲這是一個冶金工業問題，當然也不便再加以深切的探討了。

英國柏林漢 (Berllingham) 所用的氫化筒，爲「冷」式管。因外管壁之溫度，普通在一二〇度之故。普通在四〇〇度以上者，稱之爲「熱」式管；其管之構造，即係採用雙層套筒式，內管即係採用一種特製合金，對於硫化氫氣、氫氣及鹽酸之侵蝕，具有極強的抵抗力。外層則爲一種軟鋼製的強力筒，二層筒之間，裝有保熱層，金屬光版及氮氣層。(註)

(註) 因在高溫，氫氣有擴散力 (diffusion)，能透鋼管而逸出。加入此氮氣層，則可以防止之；並且氮氣與鋼鐵不生作用，能保護外層強力鋼筒，絕對不被侵蝕。

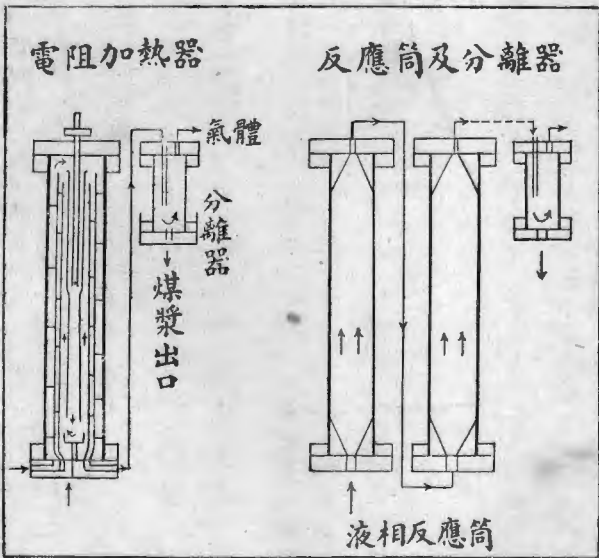
此外尚有 Titan 式之起重機，能極敏捷的調換此媒觸鋼筒。就工廠建築上說，此種氫化鋼筒，都是露天式的，外用鐵筋磚牆隔開，以防爆裂和火災等的意外事件。關於氫化鋼筒，我們歸納之，在採用製筒鋼時，須注意次列各點：(一) 約五〇〇度的高溫；(二) 氫的去炭作用；(三) 氫硫

酸的侵蝕作用；(四)鹽酸的侵蝕作用。

(d) 氫化器的加熱情形——至

於小體積氫化筒的加熱情形，是多用電阻加熱法，把電阻器放在中央套筒和外層強力筒之間；此層強力套筒，必須能抵抗高溫和大力。在電阻的外層，即二層筒的空間，須加入一層石棉，和光澤的金屬板，用以減少因輻射而失去的熱量，並且將強力筒的內壁溫度減至二百度以下。在這種情形下，已經將阻礙的情形，由壓力與化學的作用，而變為硫化氫與氫氣的侵蝕作用，因內層套裏鋼筒，不必顧

四 用氫化煤炭法製造汽油



第三圖 德國陸得葛格沙芬工廠所用煤炭氫化筒的構造情形

及壓力與全部的化學作用，只須能在四五〇度時抵抗氫硫酸之侵蝕，及氫氣之去炭作用即可。

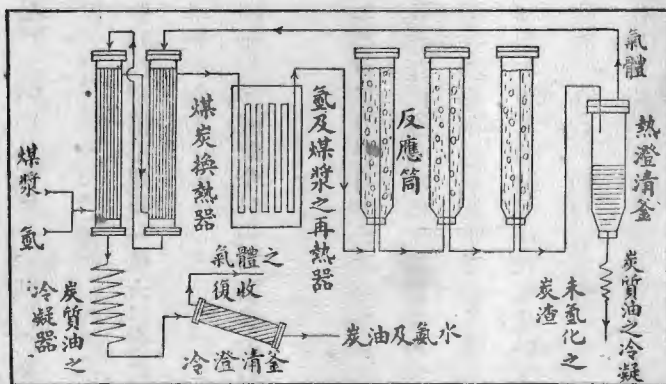
在應用電阻法加熱筒管方法時，附帶着掀起一個大難題，就是各處電線路接口的裝置。

如果能夠很容易的裝置一種制水關節時（禁止水氣侵入時接頭），當然須要保證他確能完善的阻止其他導體與地球的隔絕，則其他纖維上和接口的四週，使成電流短路的困難，都可以設法改良了。其改良的方法，就是將各接口處的電極用重油浸泡着。此重油即由氫化後蒸出者，係一種極好絕緣體，惟須不含水份。

在柏林漢廠所採用的氫化煤炭方法，即係伯給司法，他加熱的情形，是先在兩個換熱筒中（*échangeur de chaleur*）混合煤漿及氫氣，在這管狀的組織中，一方面通過煤漿及氫氣，另一方面通過由氫化筒通出的各種氣體，然後再令此混合氫氣的煤漿，通過一個再熱器（*réchauffeur*）。此器的作成係取用一種含有鉻及百分之八鎳的鋼。此器的外部，直接用燃燒着的氣加熱，當煤及氫達到所須要的温度及壓力後，就令其進入三個相連續的氫化筒中，此筒不用電阻加熱。出此三筒，又入一個澄清釜（*pot de purge*），將液體物質與氣體物質分開。此液體物質，經冷卻後，穿

一個弛放龍頭，而最後達到處理氫化餘渣的儀器中，弛放龍頭所用的金屬，須具有抵抗磨裂性 (abrasion)。因液體由高壓流出，其磨擦力極大，龍頭頗易損壞。現在所被選出製作此龍頭的金属是碳化鎢 (carbure de tungstene)。至於氣體物質 (此氣體物質之溫度為四五〇度，故大部之油皆在此氣狀態中存在)，則繼續經過兩個換熱器後，再經一冷卻器及一澄清釜，在此釜底，即得到由煤炭氫化產生之各種油類。將此油取出，加以分段蒸餾 (distillation fractionnée) 的手續，提出汽油等。至於尚有最後所餘之一部份氣體，其中尚含有氫等，則除去小部份，作為燃燒用外，大部仍令其循環，即仍通入煤漿中，而實行氫化工作。

四 用氫化煤炭法製造汽油



第四圖 液相氫化的儀器裝置情形 (英國林漢廠)

此廠所用氫化筒，係三個相連式，每個的高度係一六公尺半，鋼筒外徑係一、八〇〇公厘，單個重量為一百六十公噸。

關於以上所說的氫化循環，可以用上面的簡圖表示他的作用情形。這是一個大量製造的方法，其加熱情形與前者小量的不同，然而小處的困難，也並非絕對無有。

由以上的種種，關於氫化管構造上及加熱方法等的困難尚多，直到今日，尚有許多的問題，待人們去努力解決。

(e) 氫化煤炭反應上的改良——在前面已經說過，煤炭的灰渣中常含有各種的鹼金屬，這種物質的存在，當氫化時能使煤漿呈鹼性狀液，對於氫化作用的進行，和鋼筒管壁是有害的。不過這微量鹼性物質的除去，是極困難的事，所以為除去這一種弊病起見，屬於英國皇家化學會 (Imperial Chemical Industries) 的柏林漢工廠，曾研究利用一種其他物品，中和氫化時灰分中所含鹼土金屬所生出的鹼性物。若所取氫化的原料是軟煤時 (Tonnies)，則更為適宜。

實際上柏林漢工廠是實行其在酸性狀態中的氫化作用，所以只須在煤漿中加入一種物質，

如四氯化碳 (CCl_4) 或氯化銨 (NH_4Cl)，他能在氫化時自行分解，而構成鹽酸，以中和煤炭灰分中的鹼性物質。普通用量，約為煤漿重量百分之一。

在各種氣質和油蒸氣自氫化管蒸出時（此時溫度至低為三五〇度，壓力為二〇〇倍大氣壓），即被引入一種熱石灰及重油混合的液體中，此液即用以為分散劑（dispersion），重油則係含有百分之八至一〇的地瀝青或石炭酸者。石灰用量，最低與欲中和鹽酸量的四倍相當。再者，須令各種氣體和油蒸氣與此鹼性液接觸，至少為八秒鐘。有時從煤觸管（即氫化管）所蒸出氣體及油氣中，其鹽酸的含量，每噸煤可達五公斤。可照上面所說的方法，漸次用石灰液吸收之。

由經驗得知四氯化碳 (CCl_4) 所須用量，為能供給鹽酸生產量與能中和灰分中鹼性物質之半相當。

此外尚有一極重要的問題，即煤觸劑的選擇。直至今日，在煤炭行液相氫化作用時，多用氫氧化亞錫 ($\text{Sn}(\text{HO})_2$)，在前已經提及。其所用量為千分之一。現在又由英皇家化學會尋得另一種物

質，卽草酸錫 (oxalate d'étain) 此物的用量，須與煤炭量的萬分之三相當，較前者約少



三倍餘。

至於在氣相氫化作用時，所用媒觸劑，則爲硫化鉬 (sulfure de molybdène)，實際手續，係將工業出品的鉬酸 (acide molybdique) 溶於稍稍過量的氫氧化鉬液中，此時成爲一種鉬酸鉍液 (molybdate d'ammonium)，在此溶液中加入氧化鋁 (Al_2O_3) 顆粒，煮沸之。此氧化鋁須經用火烘烤至暗紅色，並且其顆粒的直徑在一·五至三公厘之間。

經煮沸後，蒸發至乾，此時氧化鋁吸收鉬酸鉍之重量，約爲本身量之四分之一。然後裝入液相媒觸室中，用一二〇度溫度烘乾。

在行破解作用 (cracking) 或氫化作用時，鉬酸鉍經媒膏 (goudron) (因在液相氫化時，只用初次媒膏或中油，而不直接取用煤炭) 中所含硫化物的作用，而自行變爲硫化鉬。既經六七日的時間後，此媒觸劑必須重行增強其活力，關於媒觸劑活力消失的原因，並未完全求得適宜的解

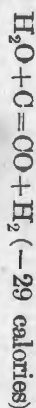
說，我們只知道此媒觸劑經過五日的使用後，已有百分之二〇度爲氧化鉬 (oxyde molybdique) 而百分之八〇爲硫化鉬，表面上好像硫化氫和其他氣體並未完全侵入此媒劑的核心中，經用量方法考查後，得知其分子式爲 $MoS_1.8(?)$ ；依此理由，我們可以揣想此硫化物當初的分子式當爲 MoS_2 ，而其活動力的降低，有因硫一部分或全部失去之故。

(戊) 氫氣的來源

在用伯給司法製合成汽油的工廠，由經驗上計算得爲每噸商用汽油的產出，消費氫氣的平均量爲二、〇〇〇立方公尺。由煤炭起計算，若用自低溫炭化煙煤或硬煤所得的初級煤膏，再行氫化以製油，則氫氣的消耗可減低至每噸用量爲九〇〇立方公尺。

由上面的數量來說，這鉅量氫氣的產出，在採用伯給司法方法的工廠中，是極關重要。例如在柏林漢每年用的氫量約二四、〇〇〇萬立方公尺（即 $240,000,000 m^3$ ）；此鉅量氫的來源，一方面係由碳化 (carbonisation) 十萬噸煤炭後所得的焦煤，再製成水煤氣 (gaz à l'eau) 而得，另一方面則由分解自媒觸劑中得出的甲烷氣 (methane) 即沼氣及乙烷氣 (ethane) 而來。

直至今日，氫氣的製法雖多，然而多半仍係由舊法，將水蒸氣通於燒紅的煤炭上而得，其原理為：



普通將煤炭燒紅，約時一分鐘，然後通入水蒸氣，經六分鐘。在此六分鐘內，所得的水煤氣，經洗滌器 (scrubber) 洗滌後，或用化學方法或用物理方法，除去所出的一氧化碳氣及其他雜氣，而得純氫。普通所用的方法，可分別為三種：

(一) 吸收法——此法所用吸收劑為亞銅鹽的氨溶液 (solution cupro-ammoniacale)。此液的温度須在六〇度，含量為每立方公寸 (litre) 六十克。此液的來源，係用氧化銅或蟻酸銅 (formiate de cuivre) 浸漬於百分之二五碳酸鹽溶液中，此外亦有用硫酸亞銅 (Cu_2SO_4) 溶液及濃硫酸，以吸收一氧化碳者。

(二) 液化法——先將氣體通入一組石灰液或燒鹼液的洗滌器中，然後再送入林德式 (Linde) 器 (此器即用以製造液體空氣者，利用壓力及冷劑，而將氣體液化)，普通常冷卻至負

二〇〇度。在此情形之下，一氧化碳液化，而與不能液化的氫氣分開。由此法所得氫氣，其雜質不超過千分之五。

(三) 水蒸氣法——此法先用氧化鐵加入燒鹼液硫酸亞鐵 (FeSO_4) 及少量的石灰，製成一種媒劑，然後將一氧化碳 (CO) 及水蒸氣在此媒劑上加熱至五〇〇度，則有下面的反應：



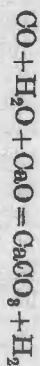
在此情形下，二氧化碳與氫的分開，較前者一氧化碳與氫更為容易。因一則二氧化碳之液化點較低，為負七十八度，而一氧化碳之液化點為負一百九十度（按壓力為一大氣壓時而言）。此外可用一更簡單的方法，將此氣體壓至二十五倍大氣壓時，通入水中，此時 CO_2 能溶於水而與氫分開。

用此同樣的方法，亦可將甲烷氣變為氫氣，他的反應式為：



反應溫度爲七〇〇度。

此外亦可令水煤氣與石灰在五百度時起反應而得。



以上不過簡略的提出幾個例，由水煤氣以製氫的最常用方法；至於其他的方法尚多，不過每個工廠的情形不同，須視其環境而採取適宜的方法，以期能得到極廉價的氫氣爲主。好在氫氣的提取，在近代工業中已極形發展，並不是一個困難的問題了。

據英美各工程雜誌的報告，若用每噸十三先令（合國幣十一二元）的焦煤，則所得每立方英尺的氫，價爲二便士（約合國幣一角餘）。此報告係在一九三五年六月發表。

在當時，此價值可謂極高，其昂貴的原因，不外一則由於洗滌氫氣的工作，二則由於碳酸氣消除的工作，及未曾完全轉變的氧化碳而起，其所得氫的純度爲百分之九十五。

若按此價值而論，則每噸汽油所須消耗的氫氣價值，約七〇〇法郎（合國幣時價約一百三十餘元）。因此得知欲製出廉價的油，非有廉價的氫來源不可，所以由含氫較多的有機物（如

甲烷(CH_4)的身上取氫，這樣比較，由水中提取他所含九分之一的氫，當更合算。然而無論如何，由他物身上取氫氣，其所消耗的能力總是很多的，尤以自水取氫為甚。因水的形成熱每一八克為六八·三加路里，而水蒸氣為五八，所以要想將水內氫放出，必須給還他同樣的熱量，因此纔有以上的方法。如同利用一氧化碳氧化鐵的形成以分出氫氣的方法，然而此外如能有廉價電力的來源時，則利用電解方法，亦未嘗不可。在此等情形下，每立方公尺氫氣的產生，所消耗能力為三千加路里，或三·五的仟瓦特小時(KWH)；關於此數字，有時亦有變動，係因熱量的消失而來。

另一方面，若用水形成時所放出的熱量，以分散甲烷氣中的氫，則每立方公尺的氫，只須八百四十加路里。由此顯見每立方公尺所消耗的能，較前約減去三分之二。此小部熱量的得來，即可用甲烷與氧氣燃燒而產生。因此在前已經提到，由氫化筒經分餾後，其最後的餘氣，含有大部的甲烷，仍用以提取氫氣，而不完全作為燃料用。

按最近的情形說，若由焦煤爐(four à coke)中產生的氣體以提取氫，則其價值能較水煤氣提氫法更廉，按市價每一立方公尺之氫僅為十八生丁(合國幣四五分)。

本文因爲氫的產生對於合成汽油的製造極有關連，所以特爲詳細提出。不過這完全是按伯給司法造汽油而說，若按費雪法則無須如此；他係直接設法將水煤氣的含氫量增強，至如 $\text{CO} + 2\text{H}_2$ 的成分，而行其煤觸氫化手續。不過此法在前已經論過，汽油的產生，只係副產，而以焦煤爲主，且所產的汽油價值，比較用伯給司法，並不見低廉，所以在本文中不再深論。

(己) 汽油的精煉和貯藏

關於這兩個問題，在提煉石油工業中，已有極完善的方法，不過這精製的問題，在合成油中，比較更形容易。因其不含石蠟 (paraffine) 及其他難於除去的有機物，所以只須將由氫化筒中在四五〇度所蒸出的氣體冷卻蒸餾即可。所得重油，又行其往復的循環，所以絕不慮其有所損失。

關於貯藏的情形，已成爲一個極普遍而易解決的事情，不過在預防爆裂及火災諸點上，須特別留意而已。普通有利用氮氣 (air) 層以避免油的蒸發及損失者。

五 歐洲各國用氫化煤炭法製造汽油發展近況

自從一九三四至一九三六年兩年以來，英法德三國極力在競爭合成汽油的製造，截至現在止，其發展的情形和出產量的數字，誠足以使我們驚詫不置。

現在就實際的產量來說，我們可以見到其競爭情形。

因爲兩位發明人（伯給司 Bergius 費雪 Fisher）都是德國人，所以在德國的發展情形比較最明顯。他們預計，在本年度（即一九三六年）的產量，在德國八大工廠中，分配如下表：

工	廠產	量（公噸）	方
勒納維克 (Lena-Werke)		三五〇,〇〇〇下	伯給司法氫化軟煤
馬得堡 (Magdeburg)		一五〇,〇〇〇	同前
保曼輪 (Böhlen)		一五〇,〇〇〇	同前
陸得惠格沙芬 (Ludrigshafen)		六五,〇〇〇	同前

邵樂芬 (Scholven)	三〇,〇〇〇	同前
歐白好森 (Oberhausen)	三〇,〇〇〇	費雪法
加斯托若克色 (Gastrop-Raukel)	三〇,〇〇〇	同前
產量總計共七五,〇〇〇下		

在英國於一九三五年十月十五日，在柏林漢舉行煤炭氫化工廠的正式揭幕禮。在這第一個工廠成立後，預計一九三六年的產量，當可達到年產十五萬噸的數目，此種產出的汽油，完全為供給汽車及飛機用。

在法國則由國家與其他兩大公司合組而成，為一個大工廠，一九三五年十二月正式揭幕。預計的產量第一年為每天氫化煙煤五〇噸，全年產量為一萬五千噸。

按德國全國消耗量說，其產量已達消耗量百分之四〇，而此外若加入重油的供給，與笛色耳引擎所用的油量計，則可達百分之五五的比例。

按用伯給司法，最完善的廠，其產生汽油量，與用煤的比例，為一比三·五六（即普通煤三·

五六噸可生汽油一噸。所有動力用煤，皆包括在內，英國每噸汽油，價爲二·二八金鎊，約合二便士一加侖 (gallon)，依此計算，其所需要的煤價，爲進英海港時，不超過油價百分之五〇即可。至在我國煤的產量，極爲豐富，若按極經濟方法開採和運輸，則其價格的低廉，當爲意料中事。若政府方面再能與以提倡，對於外來油加以限制，對於本國產油，給以種種特權，則我國的汽油業絕對可以得良好的發展，而終能有抵抗外國汽油輸入之一日也。

六 結論

我國天然富源甲於全球，尤以煤炭爲最。可惜數十年來，因政局不安，以致一切工商業，較之其他各國落後，不可以道里計。現在世界情形，日益緊張，歐美各國，對於基本工業及戰時有連帶關係的工業，都極力加以發展，何況汽油一項，又爲平日交通所必須的消耗品。我國既未能尋得石油礦，大量開採，而汽油的消耗，又不能因噎廢食。在此種情形下，應如何應付現在，顧及將來，於是對於這種新工業的提倡和努力，就刻不容緩了。

一九三六年九月十五日，在里昂大學脫稿。

著者按：本人因身在歐西，有鑒於此問題的重要，所以不揣冒昧，將此文寫出。惟因客中，手頭書籍不足，所以關於文中譯名，多有不切實處，希望讀者隨時加以指正，著者當以十二分的熱誠來接受，並致謝忱。

本文參考書籍

Gaz et coke——Dunod.

Chimie industrielle——Paul Bourd.

La nature.

Pétroles Naturels et artificiels——J. Chatrou.

Génie Civil.

Engineering.

