

Aus Wissen und Wissenschaft

—19—

PETROLEUM UND KOHLE

學藝叢刊(19)

石油與石炭

中華學藝社編



PETROLEUM UND KOHLE

石 油 與 石 炭

中 華 學 藝 社 編

一
九
五
四
年
查
訖



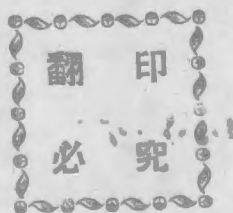
華社出版 1928 商務印書館發行

Aus Wissen und Wissenschaft
Petroleum und Kohle
 The Commercial Press, Limited
 All rights reserved



學藝叢刊
 回石油與石炭

中華民國十七年八月初版



(每册定價大洋陸角)
 (外埠酌加運費匯費)

編輯者	上海北四川路麥拿里三十五號	中華學藝社
發行者	上海棋盤街中市	商務印書館
印刷所	上海寶山路	商務印書館
	發行所	

上海棋盤街中市
商務印書館

北平天津保定奉天吉林龍江濟南太原開封西安南京杭州蘭谿安慶蕪湖南昌九江
 漢口長沙常德衡州成都重慶廈門福州廣州潮州香港梧州雲南貴陽張家口新加坡

商務印書館分館

目 次

石油問題	張資平
石油	龔學遂
石油頁岩工業.....	劉文藝
石油在國防上及產業上之真價值.....	凌 飛
新疆油礦與世界石油問題.....	龔學遂
石炭之低溫乾餾	劉文藝
萍鄉煤礦洗煤台練習記	徐式莊
山東省之所謂下部石炭系之研究.....	早坂一郎

石 油 問 題

張 資 平

(一) 概 說

此次歐洲大戰，最能發揮其真價，得各國民之信仰，而引起近代最大之物質的革命者；非德之陸軍，亦非英之海軍，非潛航艇，亦非航空機，非裝甲自動車(Tank)，亦非爆彈投射機(Mienen werfer)，(註一)非毒氣(Poisonous gas)，亦非催淚彈(Tear shell)。(註二)然則果何物耶？曰天然產之有機的液體礦物石油(Petroleum)是也！

國際間石油競爭之激烈，莫今日若也。其暗爭最烈者，尤為英美兩國。吾今欲述石油之競爭，不能不先敘其惹起此激烈競爭之原因。原因為何？曰其用途廣，其效率大也。從來以為石油用途，祇限於燈用。今日物質文明愈進步，石油用途亦從之愈推廣

矣。茲略述之。

(二) 石油之用途

由礦山油井直接汲出之石油，是爲原油(Crude oil)。分出其中泥水，及其他不純物質之後，入蒸餾釜中，用部分蒸餾法(Fractional distillation)，使按沸騰點之高下，順次蒸發。其最先餾出者爲揮發油(Volatile oil)。歐戰前尙不深審揮發油之效能；經此次大戰，始知揮發油與兵器糧食，爲戰爭上不可須臾離之要素也。如空中之飛行機；陸上之自動車，裝甲自動車，牽引車；及海中潛航艇等之原動力；無一不賴此揮發油，戰爭上用途之外，工業上用途亦廣，如鑛山之安全燈，揮發油暖爐，衣服及機械之洗滌，橡膠製造，豆油製造，動植物性脂肪類之溶解及分出，漆及油畫色料(Varnish and paint)之製造，醫藥用之消毒劑等，皆用此揮發油。

其次蒸出者，因其用途而得名，曰燈用油(Illuminating oil)。近來電氣及氣體燃料(Gas)事業發達，燈用用途雖漸縮小，但工業上之石油發動機，及鈉金屬等保存劑，均用燈用油不尠。

次燈用油餾出者，曰輕油(Light oil)。其用途爲

氣體燃料製造原料漁燈，發動機，殺蟲劑，機械洗滌等。

又其次餾出者爲機械油 (Machine oil)。其用途如其名所示，多用於機械也。

最後爲重油(Heavy oil)，又稱燃料油(Fuel oil)。下部分蒸餾之最後殘物也。爲蒸汽罐之燃料，車，船，軍艦等均用之，所謂內燃機關者是也。(註三)此外如金屬製煉用燃料，玻璃製造用燃料，及材木防腐用劑等，均用此重油。此次大戰，在船用機關方面，尤能發揮其效能，與揮發油共爲戰爭上之一要素。西洋人有“Man-power, munition and petroleum are three sinews”一語，良不誣也。

(三) 石油之效率(Efficiency)

前述船舶之改用內燃機關，其始則施之軍艦，次則施之商船。英美及其他列強軍艦，均多改爲內燃機關。日本軍艦四分之三，亦廢石炭，改用石油。至英商船大部分，戰爭中採用重油燃料。美國舊造商船十分之九，亦然。德法二國，石油缺少，故仍用外燃機關。至今日各國軍艦，競用重油爲燃料，其狂熱可謂已達極點。故今日之重油，不獨工業界，經濟界；即

軍事上，國際上，實占重要之地位；國際所據以決勝負者，全視其國之石油有無，及能否利用之也！然則以石油代石炭者，其利點果何在乎？今試舉之：

- (1) 船海作業，若用液體燃料，經費上之節省，勝石炭三倍。
 - (2) 石油之貯藏容積較石炭小，不如石炭之徒占船舶之有用位置。
 - (3) 裝載重油，較石炭省事。以橡膠管 (Oil hose) 連絡貯油 (Oil-bunkering station) 及船舶；不論夜間，雨天，均得輸載。不如裝載石炭之多費時間，多耗人力也。
 - (4) 石炭燃燒後有殘灰，海航中不便處置，重油則否。
 - (5) 重油無需焚火作業 (Stoking)，可省用多數火夫。
 - (6) 重油之效率，遠勝石油。
 - (7) 重油能保持均一蒸氣壓力，長時間內，得同一速力進航。
 - (8) 無急激之熱度變化，故汽罐亦少損壞。
- 石油既如上所舉，有八利點。故各國競用之。既

改用重油，則必於航路範圍內，設供給石油之貯油所。故於航海直徑一萬英里 (Miles) 之內，(Steaming radius)須設自國之專管貯油所。英國先見及此，實行此策。美國繼起，(註四)在(1)太平洋東方之 Azores 島，(2) 地中海南岸亞非利加之突尼斯國(Tunis)屬之 Bizerta 島，(3) 太平洋西南境之菲律賓島，及(4)南美洲東岸之 St. Thomas 島四地，新設四貯油所。

(四) 列強之石油競爭

(甲) 英國

物質文明最發達之邦，首推德國；故先知戰爭上之石油真價者，亦為德國。但德國內地石油缺少，歐戰起後，盛由中立之美國購輸；英國妬之，絕其輸入之途；德不得已，乃轉其馬首，向加里西亞(Galicia)及羅馬尼亞(Rumania)方面覓油源地。彼麥健生(Mackensen)將軍之努力進軍加里西亞及羅馬尼亞者，即此故也。乃英復阻之，德之計畫遂敗。蓋當時英國民之石油熱漸次顯靈矣。

東半球方面之石油區域。可稱全歸英國勢力範圍。如(a)澳洲，(b)Papua，(c) Borneo，(d)緬甸，(e)喜馬拉雅南麓(Sub-Himalaya Ranges)，(f) 波斯大油田，(g)

美索不達迷亞，(h) 埃及東境，(i) Baku，(j) 羅馬尼亞，加里西亞兩地，及(k)我國新疆石油產地，(註五)均操英人掌中。其石油權，實跨歐亞澳三大洲，及斐洲之一部，顧盼自雄，號稱大英石油帝國(British Petroleum Empire)；其目的全在確立今後商業政策之基礎也。對於民間之石油事業，悉與以強有力之後援；換言之，英國現在之石油事業，皆政府與人民合辦也。其石油政策條例有四，即：

- (1) 本國及領土內之石油礦區之所有權，及開採權；不准讓與他國人民。
- (2) 石油公司之管理，及一切事務；政府得直接參加。
- (3) 石油公司不得讓賣其財產與他國。
- (4) 石油股票不得讓賣與英國人民以外之國民。

最後一條之排外策(Exclusive right)，尤為露骨；其用意固在使美國國民，不能在海外投資也。故美國人深憾之。

英國既如上述占有全東半球之石油區域矣。然其野心，猶未已也。更伸其辣腕，向墨西哥，及南美

洲各地投資；其結果惹起墨西哥之政爭，及得墨西哥灣南境之加勒比海 (Caribbean Sea) 爲石油權範圍；對美之們羅主義，爲一大威嚇；尤爲美國民所深惡痛絕。激起美國之石油侵略政策者，英國也！

(2) 美國

美國，西半球之石油主權者也。其本國石油之豐富，人所周知。(註六) 加拿大領產油地，亦多歸美國資本家範圍。此外如墨西哥，中央美洲，及南美之可倫比亞，委內瑞辣 (Venezuela)，秘魯 (Peru) 等地之石油採掘權，均操美國之手。

美國石油之豐富，既如上述，戰前尙未深知其在戰爭上之真價，故多輸出各國。需用時，向美國之 Standard 公司定購，即可。我國燈用燃料，大都賴此公司之供給。故美國油商，亦自稱石油大王 (The King of Petroleum, The Greatest in the World)，對世界石油，得自由高下其價格。經歐戰後，石油真價，日益發揮。美國爲世界中交通機關最發達之國，需重油尤多；(註七) 至今日，有供給不能勝需要之概。(註八) 就其國近四年間調查之結果觀之，美國石油告盡之患，實逼眉睫。今試舉其調查之結果如次：

年次	產出額	消費額	貯積額
1916	306297	329000	179371
1917	326525	384000	156168
1918	356027	418000	132800
1919	377719	425276	

單位等於一千樽(Barrel)

據上表觀之，美國近四年來，每年石油之產額增加二千萬乃至三千萬樽；但消費額亦從之激增，至每年不足額達五六千萬樽。不得已一方取貯積額充補之，一方向國外輸入外油。去年消費額中之四千七百七十萬樽，皆由墨西哥輸入之油也。且美國現在建造中船舶，有七百二十艘；其中六百三十六艘，爲用石油之內燃機關；此後石油消費額，激增至如何程度，實有足令美國人寒心者。故國內對於石油補救策之議論，到處沸騰。威爾孫大統領特命其祕書(Assistant secretary)報告石油缺乏情狀於議會之委員會，並徵Standard石油公司總理之意見。該公司總理則以“Aggressive policy of the oil field acquisition in foreign domains.”對；即國外之油田權利，須取侵略政策也。於是礦山調查部，地質調查部，及民間各礦

業團體，競爲油田之探查事業；聘多數之地質名家，於未開發之地，則使考察新油田之地質，於既調查之地，則使選擇油井之地點。地質局長 Otto Smith 氏亦宣言，若民間之礦業團體，在國外之石油調查事業，需用技師時；彼必派部下技師，前往效勞。要言之，今日美國全國，上下團結，協力同心，斷行其石油政策；其奮勇之狀，與在戰場上進軍時，無以異也！其石油狂熱，可謂達極點矣。（註九）

（丙） 其他各國

十一月十三日東京朝日新聞載美京來電，稱美國商務部接東京通信，謂日本政府，既確立獨占該國內地及殖民地之石油發掘權。際此石油競爭激烈之秋，日本自不能不有此效顰之舉。較之英美，尙難望其項背。唯吾人所當注意者，則日本東京大學之地質學採礦學教室，近來研究石油頗盛。且該國之地質採礦學者，亦多往俄領樺太，西比利亞，滿蒙方面，及四川甘肅內地；其目的所在，無俟明言也。（註十）

法國之石油事業，本不發達。唯近據巴黎通信；法國政府對於亞爾薩斯 (Alsace) 油田，及製油所事

業，銳意擴張；以圖產額之增加。且近與英國訂有石油協約。聞該約內容，似關於羅馬尼亞，加里西亞，小亞西亞，及Baku方面等之油田開發事；法默認英之採掘權，英則許法以將來在美索不達迷亞採得之石油之四分之一，分與法國。此協約，法藉以弭法意間之石油競爭，英則藉以抵制美國也。

又據石油世界(Petroleum World)所載，意大利每年之石油需要額，十六萬八千噸；欲以國內產額充此需要，到底不能支持；故本年四月八日，意國稅法，關於石油輸入一則，附加減稅之一項，亦消極的增加石油之一法也。

(五) 結論

上述列強對石油之政策矣。回顧我國，何如耶？我國人，知列強間石油競爭之事者尙鮮；矧云石油真價乎？我國人中，對物質文明事業，能為獻身的研究，以圖他日與列強爭衡者有幾耶？在理想主義，人道主義盛唱之今日，而為此言，或不免迂腐之譏。雖然吾猶有說。有實力之強者，言理想主義可也，言人道主義亦可也，一呼百諾，莫不率從；若出之弱者之口，乃乞憐耳，寧不為強者哂乎？欲求理想主義，人道

主義之實現，非有使之實現之實力不可。各有相當之實力，然後國際間可得平等，國際間既平等，然後可以言理想主義，人道主義。若手無寸鐵，雖極口稱讚國際聯盟，亦空言耳！吾望國人稍犧牲其研究空理空論之時光，以從事研究物質文明，圖早日與列強並駕齊驅也。無實力，雖新思想家，人道主義家，理想主義家，文學家，哲學家，盈天下；焉有用！

(註一)炮彈投射機，又稱塹壕臼炮(Trench mortar)。日本陸軍則稱之爲迫擊炮。其構造要領，與普通火炮略同。唯構造簡單，材料輕易；人力所能達之地，皆能運搬同行。其彈丸甚大，不能裝入炮內，故於炮口附有尾桿，插入炮腔，以承彈丸，受丸藥爆發壓力，向外發射。

(註二)彈丸中裝入一種刺激性藥品。破裂後，化爲氣體，彌散空氣中，刺激人目，淚流不止，致數日間眼不能開。

(註三)從前以煤炭爲燃料者，曰外燃機關 (External combustion engine)。近時使用重油者，曰內燃機關 (Internal combustion engine)。內燃機關不限於船舶，唯從前外燃機關之船舶，近多改用內燃機關。

(註四)五月間，日本新聞載美國之內燃機關商船，來航東洋；因東洋方面，美國無給油所；重油缺乏，回航之

時，不得已改爲外燃機關，使用石炭，遂致啓航遲延。

(註五)九月間日本朝日新聞，載北京來電：「熊希齡氏，陳光遠氏，潘復氏，有與英商合同開採新疆全省石油之計畫。既得督軍楊增新之贊成。九月十八日，將合辦契約書，及意見書，提出；請國務院許可」。該新聞又載「新疆省石油，爲中國全國油礦之冠，次舉諸礦；皆既試採，或已經調查完了者也。即：(1)獨山子油礦，在庫爾喀喇烏蘇之東南，沿奎屯河左岸戈壁沙漠，而突起之小山也。周圍百里，南麓西麓，均有兩個石油泉。光緒三十三年新疆商務總局，採辦各地石油；送至俄國試驗。當時有此礦油質最精良，且多量之報告。宣統元年，由俄國購買機械，開掘油井，刻既達七八丈之深云。又據新疆官憲報告，油井內發聲，有若波濤，油氣蒸騰云。其爲有價值之油礦，不難想像。(2)旗桿溝油礦，在庫爾喀喇烏蘇之西南七十里。(3)將軍溝油礦，在庫爾喀喇烏蘇之西南九十里。(4)四顆樹油礦，在庫爾喀喇烏蘇之正南九十里。(5)博羅通古油礦。在綏來廳之南百五十里，獨山子油礦外，以此爲最著名，由石炭坑中噴出。(6)紅溝油礦。(7)下子灣油礦。以上三者，相接近。(8)頭屯河油礦，在昌吉之南七十里，亦由石炭坑湧出。以上所舉，不過沿天山北路之伊犁大道一部分之油礦而已。若涉全省，爲精細之調查，其利權當甚鉅大也。」

我國今日尙無能力利用石油，不知當局急欲與外人合辦開採之意何在，其原油定必賤價售與外人無疑也。

(註六)九月間日本朝日新聞，載「世界石油戰」一篇，中述美國實占有世界之石油權。美國本國所產額，既當全世界總額百分之七十；墨西哥產石油，歸美所有者，占世界總額百分之十二三；合計在中國方面所得之數；實占有世界石油總額百分之八十二。

(註七)美國於航空機，軍艦，商船之外；汽車之發展，尤無限量。政府爲防重油及揮發油之濫費起見，對於遊覽的不必要之汽車，加課重稅。

(註八)據美國鑛山局之調查；一九一八年美國內之石油需要額；約等於美國內油田地下貯油量(即預算而未採取者)十二分之一，及地上貯積額(即既採取者)五分之一之和。就此數推算，合此地上地下全量，實不敷此二十年間之用。二十年後，美國若不能在外國採取石油，則美國石油界，必陷於破產狀態。故政府民間，均努力向國外發展。美政府向英政府提議，凡關於委任統治國內之石油開發，須與美國國民以均等之權利者，其一例也。

(註九)日本地質雜誌載美國岩石學大家 Iddings 氏，(氏於前年九月八日死去，享年六十三歲)致日本東京

大學岩石學教授小藤氏函云：“……What are you working on these days? And how geology since the war? One hears only of oil, oil, oil—in America. The young geologists are developing their o(i)l factory (嗅感，英文發音似油感，故加入一(i)字以形容之，非真有 oil factory 之字也)。senses, like a pack of hounds, scenting the trail of high salaries; and geology is suffering in consequence……”亦足以推知美國之石油熱矣。

(註十)日本之「東洋學藝雜誌」本年正月號，載「戰後爲石油時代」一篇，以中國四川甘肅石油，歸入日本範圍。

一九二〇年十二月二日晚脫稿。

石 油

龔 學 遂

- | | |
|--------|--------|
| (1) 概說 | (2) 產地 |
| (3) 成因 | (4) 產狀 |
| (5) 探驗 | (6) 採取 |
| (7) 精製 | (8) 用途 |

(1)

談到煤油,不免想起煤炭。但是兩者究竟有什麼關係,有什麼差別,非專門家恐怕不能完全說出。元來煤油(石油)這件東西,很早就發見了。古時叫做石漆。唐朝叫做石脂水。五代及宋朝叫做猛火油,石腦油,石油。後來有叫做雄黃油,腦油的。近年學術上又叫做石油,而普通叫做洋油,煤油。煤油這個名稱,來自英國,因為:五十幾年前,英國曾用低溫,乾餾褐炭(Lignite)和瀝青灰(Bituminous coal)製造煤油(Coal

oil)。可是現在普通所說的煤油，都是拿自石頭底面吸出的原油(Crude oil)所製成的，所以叫做石油(Petroleum)，纔算名實相符。並且 Petroleum 本是拉丁語 Petra(石)和 Oleum(油)合成的字，而產油地方，譬如：美國叫做 Rock oil, Rumania 叫做 Pacura 或 Petrol crut, Birma 叫做 Yena 或 Yenangyang, Galiccia 叫做 Ropa 或 Ropianka, 都有石油的意義。可見古今中外，取義皆同。

容積	{	石油……2000 磅(lbs.)……35 立方呎(Cub. fts.)
		煤炭…… ,, ……40 ,,
熱量	{	石油……1 磅……18,900 英國熱量單位(B. T. U.)
		煤炭…… ,, ……13,500 ,,

並且石油比較煤炭煙了，又沒有灰，差不多不含硫黃，所以沒有腐蝕金屬物的事。(煤炭裏面，往往含有硫黃，燃燒的時候，硫黃化成液體，和火爐裏面赤灼灼的鐵條作用，損害火爐。)加之點火；息火；燃燒都容易處理，比較用煤炭，可以減少三分之一的火夫。因為有這些利益，新式軍艦差不多都用石油做燃料，就是飛行機；潛航艇；汽車等，也莫不是借自原油製成的揮發油做原動力。所以石油已經由燈火

時代達到燃料時代，由日用品達到國防物的境域了。既然石油有這麼要緊，就不可不把世界上產油的地名調查一次。

(2)

據 Engineering and Mining Journal, Feb. 4, 1922 上所載的世界產油處如次：——

美國，墨西哥(Mexico)，委內瑞辣(Venezuela)，可倫比亞(Colombia)，玻利非亞(Bolivia)，阿根廷(Argentina)，俄國，美索不達迷亞(Mesopotamia)，西波斯(Western Peria)，亞西利亞(Assyria)，亞拉伯(Arabia)，東印度(East Indies)，中國，西比利亞，日本，印度，南阿弗利加，澳洲(Australia)，巴布亞島(Papua)，波羅洲(Borneo)，緬甸(Burma)，喜馬拉雅南麓(Sub-Himalaya Rangs)，埃及(Egypt)，澳國(Austria)等。

據去年的統計，全世界產石油 85 億桶 (Billion barrels)，—— 壹桶約一石半 —— 美國 實占 55 億桶。縱占第一位，但是因為機械工業非常的發達，仍然石油不敷用，所以一面積極的獎勵國內石油工業，一面勃勃然向 墨西哥，阿根廷 和我國發展。英國 也拼命的向 美索不達迷亞，西波斯，東印度 投資。世界

上的石油霸權，已經握到英美兩國手裏去了。當華盛頓會議以前，美日戰爭盛傳的時候，日本只管向美國買石油，做擴張海軍的準備。現在日本的石油工業，雖然在繼續進行，無奈油量太少，生產費比較美國的要貴四五倍。最近一桶石油的生產費，在日本要十元上下，而美國祇合兩三元，連運搬費和海關稅每桶不過七八元，日本怎麼能夠和他們競爭呢。

我國一共有好多地方產石油，儲量若干，目下還不明白。不過據外國專門家的調查，大抵說油脈自新疆北部，沿南山北麓而到玉門燉煌，復自甘肅北部延入陝西北部，越秦嶺山脈而到四川盤地，適繞西藏高原之半。祇有陝西的油田，因為民國三四年的時候，和美孚公司合辦探礦，把地質調查得詳細一點。但是美孚鑿了七個井，都沒有發見豐富油層，官廠所鑿的四個井，也祇有第一號井稍微多得一點兒油。究竟不知道什麼原因，還望有志的人研究研究。

(3)

宇宙間千形萬狀的物件，都有所以生成的原

因。不過有的容易知道，有的難知道罷了。如果我們能夠就觀察和推想上去做工夫，也不難漸漸弄個明白。關於石油的成因，有二種學說，就是：無機物說和有機物說。

(A) 無機物說(Inorganic theory)

這個學說有三種，都是說石油是因無機物的化學作用而生成的，並不要借有機物的力量。

(a) 炭化物說(Carbide theory)

✓ 1877年，當時化學泰斗 Mendelejeff 氏說：“地殼裏面很多鐵礦，遇着碳素，變成碳化鐵，復因高熱，熔為液體，和地下水接觸，變成氧化鐵及碳化氫，這些碳化氫凝集起來，就造成石油的礦牀”。不但理論上可以說得過去，並且油田附近，往往發見鐵礦，足以證明和事實相符。但是地質學者很不信這個學說，因為：石油隨着地層昇降而遷移位置，附近的鐵礦，不一定可以為憑，且近來石油光學性質研究的結果，越發覺得石油自是有機物變成的。

✓ (b) 石灰石，石膏和熱水說(Limestone, gypsum and hot water theory)

地下熱水和石灰石 (CaCO_3)，石膏 (CaSO_4)等起

化學反應的時候，大概會發生一種似石油的液體。還沒有確實的說明，不過這三件東西裏面，含有構成石油的原料就是了。

(c) 火山說(Volcanic theory)

火山裏面噴出來的氣體，往往含有少量的碳化氫，和較冷的地層接觸，就變成石油。這不過是一種想像，究竟怎樣還不明白。

(B) 有機物說(Organic theory)

這個學說，一般很信的，就是說：“古時動植物的遺骸，堆積地下，借有機物(如微生物 Bacteria) 的力量，起分解作用，復因壓力和溫度的關係，行天然乾餾(Natural distillation)，和人工乾餾煤炭(或魚骨)製造似石油的液體，同出一理”。有的學者主張動物是石油的根源，有的學者主張植物是煤油的根源。據多數人的研究，好像 Asphaltic base 的石油，是發源於動物，Paraffine base 的石油，是發源於植物。

(a) 動物說(Animal theory)

古時海棲動物，非常的發達。譬如魚類，牡蠣類(Oysters)，海貝類(Scallops)，軟體動物類(Mollusks)，珊瑚類(Corals)，微小有孔蟲(Foraminifera)都很多的。現

在在原油裏面,往往發見這些動物的化石,所以說石油就是這些動物變成的。

(b) 植物說(Plant theory)

(i) 海生雜草說(Sea weed theory)

太平洋沿岸和薩加索(Sargosso)海附近的油田,有的很像發源於海生雜草。

(ii) 陸生植物說(Land plant theory)

古時埋沒於地下的植物,因受某種溫度和壓力的作用,不變成煤炭而變成石油。

已經知道石油是什麼東西生成的,必定會起一種疑問,到底石油生在什麼時候呢,什麼地方呢。所以把他分別寫出來。

(4)

儲油層的地質時代,各處不同。陝西延長一帶的油層,屬於中生界(Merozoic Era)侏羅紀(Jurassic Period),美國 Kentucky 的油層,屬於古生界(Paleozoic Era)下部志留里亞世(Lower Silurian Epoch),Pennsylvania 的油層,屬於古生界泥盆紀(Davonian Period),Colorado 的油層,屬於中生界白堊紀(Cretaceous Period),California 和 Borneo 及 歐洲 的油層,屬於近生界(Cai-

nozoic Era)第三紀(Tertiary Period),墨國 Tampico 的油層,屬於白堊紀,日本越後油層,屬於第三紀。石油分佈於水成岩(Sedimentary rocks)的背斜軸(Anticline),上部常有煤氣,下部常有鹽水。儲油層的上下,必定有緻密的地層,纔不至漏油。油層的數,常達至十餘層,越深儲油越多。石油浸染的地層,砂和砂岩(Sandstone)居多,其次礫岩(Conglomerate),其次頁岩(Shale),其次透滲性石灰岩(Dolomitic limestone),各種岩石的含油量,據各國研究的結果,大概如次:——

砂.....	15—25%
砂岩.....	5—12%
礫岩.....	30%
頁岩.....	2—10%
滲透性石灰岩.....	35%

(5)

世界上有名的油田,如美國的 Pennsylvania, 俄國的 Baku, 墨國的 Tampico, 日本的越後等處,很早就被附近的居民知道了。不過那時人智沒有開通,都把他看做奇怪的泉水,那曉得幾千尺深的地下,有許多油層呢。祇見透出地面的油,浮在水上,或者含

在砂裏罷了。爲什麼地下的油會滲透出來呢？因爲：受周圍浸來的地下水的壓力，勢向上昇，如果沒有緻密的地層蓋着他，一直就跑到地面，無奈有了緻密的地層，祇好由斷層的空隙，稍微跑出一點。或者因爲地殼的變動，把十餘層油層中的一二層昇到地面來的也有。這個露在地面的油叫做油苗 (Seepages)，現在踏查油礦，可不是端賴油苗，就是：——

第一：水成岩 火成岩不會儲油，但是周圍都是水成岩，獨有幾處是圓錐形的火成岩，附近還會儲油。(如墨國的油田)

第二：背斜軸 譬如馬背，脊骨的地方儲煤氣，下一點儲石油，再下一點儲鹽水，因爲：氣比油輕，而水比油重。背斜軸的傾斜，以三十度以內爲適當。

第三：煤氣 看見地上有可燃性的煤氣(如四川省的自來火)，下面不一定有石油，其理由如次：
(i) 自地下的有機質泥土發出的，大抵在海岸附近，噴氣的期間很短，不到一年。(ii) 自煤炭層裏發出的，噴氣的期間很長，大抵在炭礦的露頭 (Outcrop) 附近。
(iii) 自火山性的岩石發出的，噴氣的期間很長，附近一定有火山岩。

如果真正是自油層發出的，附近必定有油苗。

第四：油苗 有油砂 (Oil stained sand)，油頁岩 (Oil stained shale)，土瀝青 (Asphalt) 幾種。大概成黑色，如油舖的舊油罐一般，現於山脚下。往往把鐵的氧化物，錳的氧化物，黑鹼 (Alkali)，植物的腐跡錯認為油苗。所以必定要取一塊投入水中，看有五彩浮油沒有，如果有了，再拿杖棒亂攪，看油圈的變化怎樣。因為：硫化鐵或碳化鐵溶於水中，驟然接觸空氣，也會發生浮油，不過亂攪起來，則油圈分成一片一片。如果是石油的油圈，則分成一絲一絲。這是水上鑑別石油的妙法。若是疑點很多，就取一大塊標本帶歸，用 E. G. Woodruff 氏的試驗含油岩石法去鑑識他，沒有不會明白的。就是：(i) 搥細標本，放在太陽下曬乾。(ii) 搥成粉末，充分攪拌。(iii) 取粉末一食匙放在玻璃瓶裏，注入迷蒙精 (Chloroform) 或四氧化碳 (Carbon-tetra-chloride)，待他完全飽和，塞住瓶口，振盪十五至二十分鐘。(iv) 放白濾紙 (Filter paper) 於玻璃漏斗 (Funnel) 中，漏斗下面放好磁杯 (Enamel dish)。(v) 注溶液於漏斗中，待他完全濾過，把磁杯放在通空氣處，讓他蒸發。(vi) 驗查濾過紙有無黑

褐色的油影,其次看磁杯裏面剩有油分沒有。

往往油砂不呈黑色而帶白色,這是 Dueto sulphur stain 的作用,向此處掘數寸深,則暗褐色(Chocolate)或帶綠色或褐色或黑色的油砂就會現出來。

(6)

1806 年,美國人在 Kanawah 河岸鑿鹽井,發見原油,視為穢物,棄於河中。到 1858 年, E. I. Drake 氏辦 Senica 石油公司,在 Pennsylvania 的 Titusville 鑿井取油,事業大成,於是世人方知道鑿井可以取油。但是還不知道非在儲油層的背斜軸鑿井不可,更不知道越深油量越多。

(I) 人力鑿井:二十幾年前,英美都是用人力鑿油井,大概和 四川鑿鹽井大同小異。因為祇能夠鑿一千尺以內的井,所以現在不很用了。

(II) 機械鑿井:預先在地面建築七八丈高的四脚木架或鐵架,架頂裝置鐵滑車(Pulley),懸鋼索二條。架旁另設粗大橫木(Beam),一端懸數百斤的鐵鑿,一端和鋼索連接,鐵鑿因橫木兩端的上下運動而擊地穿孔。近年迴轉(Rotary)式鑿井機非常的發達,各處爭先利用,可以鑿五千尺以上的深井。油

井的直徑 (Diameter) 自六寸至八寸,每鑿一二丈,用鐵管插入井中,防止周圍的泥沙落下,而保護油井。若中途遇着水層,則施塞水法,就是:將石灰和黏泥調水,灌入插在井中的鐵管裏面,把鐵管向上抽出一點,送壓搾空氣 (Compressed air) 入管中,使混凝土進進鐵管外側的空隙部分,然後復將鐵管插下,停一星期,則土凝而水不能隨鐵管流到井底。其次則放較小的鐵管於井中,依順鑿下,若遇着油層於中途,則放有孔鐵管,使油漏入。達到豐富油層的時候,先噴煤氣,次噴原油,勢頭凶的,至起火傷人。不噴油的井,則用唧筒 (Pump) 吸取,油量時多時少,常含鹽泉,有時至十分之八九。往往因斷層的關係,兩井相距數十尺,所出的油量大不同。煤氣和原油在唧筒裏面各分徑路,原油和鹽泉由油桶分開,所有原油,概用鐵管送到中央貯油池,經一次洗滌,送往製油處。

(7)

原油的性質,因種類而異,大概分下列三種:

- (I) 無色,乏粘性,含多量揮發油分,比重 0.7 以下的。

〔II〕 黃色,稍粘,比重 0.73 至 0.97,普通的原油。

〔III〕 暗褐色的濃液,或半固體,含多量天然煤膠 (Tar),比重 0.9 至 1.0。

將原油送入蒸餾器,自下面加熱,所發生的油氣,經冷卻裝置的鐵管而復成液體,因蒸餾溫度的高低,所餾出的物質各不同,可分為下列四種:

(一) 揮發油(Volatile oil)—— 150°C . 以下蒸餾的。

(二) 燈油(Kerocene)—— 150° 至 300°C . 間蒸餾的。

(三) 重油(Heavy oil)—— 300° 至 400°C . 間蒸餾的。

(四) 殘滓(Pitch)——最後殘留的,比重約 1.1。

揮發油更分四種 (i) Petroleum ether: 沸騰點 40° 至 70°C ., 比重很小。 (ii) Gasoline or canadol: 沸騰點 70° 至 90°C ., 比重 0.6 以內。 (iii) Naphtha: 沸騰點 90° 至 100°C ., 比重 0.67 至 0.71。 (iv) Ligroin: 沸騰點 100° 至 120°C ., 比重 0.71 至 0.72。

自冷卻器所得的燈油,為粗製品,注入含有少量硫酸的水而攪拌之,則油中的不純物被水溶解,復利用比重分開油水。其次加碳酸鹼,中和燈油的酸性,則得精製品。比重為 0.753 至 0.864,透明,淡藍鋼色,就是現在普通所說的煤油。

(8)

石油所以爲現在英美兩國互相爭奪的中心點的緣故，就是因爲他的用途甚寬，不但戰時要緊，平時也是必須的。茲把用途分別寫出如次：——

Petroleum ether 的用途：樹脂，橡皮及各種油的溶解劑。局部麻醉劑。寒冷劑。消毒劑。瀉劑。

Gasoline 的用途：汽車，汽艇，飛行機，飛行船的燃料。

Naphtha 的用途：衣服和各種機械的洗滌用，礦坑安全燈用。

Ligroin 的用途：揮發燈。燈用煤氣的製造。顏料和油漆(Varnish)的稀釋劑。

燈油(Kerocene)：洋燈用。引火點甚低，炎暑的時候，往往自然發火，那時宜注礮砂(氯化銨 Ammonia)於火中，則火滅。

重油(Heavy oil)：船舶汽罐(Marine boilers)，陸上汽罐(Land boilers)，火車汽罐(Locomotive boilers)的燃料。美國系的重油適於製造石蠟，俄國系的重油適於製造機械油(Lubricating oil)。

殘滓(Pitch)：修築道路的材料。木材防腐劑。煉炭的結合劑燃料。

石油頁岩工業

劉文藝

I. 總論

1. 石油之需給關係

石油頁岩工業 (Oil Shale Industry) 於 1850 年(即七十四年前)既創始於英國之蘇格蘭而繼續至今,絕非近來之新發見。然以從來不甚注意之事業,近數年來忽盛唱道於美國而漸喧囂於世界者,其中當有絕大原因在焉。

從來石油之主要用途首在點燈;後因事業發達產額增加,遂由燈用時代進而至於工業上及車輛船艦之燃料時代。近由歐戰之經驗,石油效率之遠勝於石炭尤為世人所公認,軍艦之燃料殆非石油不為用,且飛行機潛水艇原動力之揮發油亦仍不外石油製品之一種,則石油之為物更由日用必

需品進而爲國防上不可缺之貴重品矣。

石油之需要既如此增加，而其供給則如何？他國無論矣，即以世界第一產油國之美國而論猶年告不足。試舉其例：

年別	生產量(桶)	消費量(桶)	貯藏量(桶)
1916	306,297,000	329,000,000	179,371,000
1917	326,525,000	384,000,000	156,168,000
1918	356,027,000	418,000,000	132,800,000
1919	377,719,000	425,276,000	

生產量雖年年有二三千萬桶(Barrel)之增加，然自1917年後消費量俄然激增年年遞加，生產量每年不足至五六千萬桶僅以貯藏油及輸入之外油補足之。1819年之輸入量爲4770萬桶，殆盡爲墨西哥油。因此關係美國政府對於自國產之保護獎勵固不待言，墨國石油亦用種種手段助其發達，其他南美阿根廷共和國等之油田亦極力圖其開發。再觀英國，亦同感石油供給之不安極力圖新油田之利權獲得。石油豐富之美索不達迷亞油田既因其委任統治權之獲得而取得之，更投極大資本於波斯，埃及，蘭領，印度，墨西哥及美國之石油業而圖供給

之圓活。

石油供給之不足既如上述，而其需要猶日增無已，則今後石油市價之日益騰貴及各國油田競爭之日趨激烈固無足奇，所可最為寒心者乃地中海石油之埋藏量問題。世界石油埋藏量之總額號稱四百三十億桶，其中屬於美國者為九十一億五千萬桶。近數年來世界石油之總產量年達七八億桶，去年因美國加州三大新油田之開發竟達十億以上，其中屬於美國者為百分之七十·四。由此觀之，世界石油之生命不過四十餘年，而美國石油之生命僅餘十三年而已盡。

世界第一大產油國之美國既已如此，則石油資源較少之英、德、法、日更何待言，其注意於石油代用品之研究，尤着眼於石油頁岩工業之發展，實屬自然之趨勢。就中以美國綠河層中之石油頁岩實占極大之面積，即單以Colorado一州之量而論，已能得美國自開發油田以來產油之總量，可知石油頁岩工業之喧囂於世非無故焉。

2. 石油代用品之種類

可為石油代用品者首推電力，然電力雖能用

於陸上以代燃料用之石油，以言空中及海上則失其效用。其次乾餾石炭除可得燃料焦炭及煤氣外可於其副產物之煤焦油(Tar)中製出安息油(Benzol)，與氣油(Gasoline)及酒精(Alcohol)相混用作汽車之燃料。然此種副產物其量極少，即如以美國出炭額之全部皆送入煉焦爐而製出之，其所得亦不過僅為揮發油消費量之百分之二十，將來低溫乾餾法若能發達，其量或可望增加。第三為酒精，可與氣油及安息油相混用作汽車燃料。現今工業的酒精生產之主要原料為甜菜，甜菜糖蜜，玉蜀黍，高粱，馬荅薯，甘薯，甘蔗糖蜜及製紙廢液等，此等原料皆能年年收穫生產迅速，用作輕液體燃料前途極為有望。第四為石油頁岩，此為最緊要之石油代用品，英法兩國自古已由此製出石油，將來必能成為一大工業殆有極大之可能性。

3. 石油頁岩工業之歷史

由瀝青質石炭製取石油雖已見於十八世紀之末葉，然蒸餾頁岩以製油則始於1830年法人 Laurent 氏。氏由 Autun 產頁岩製出石蠟，於1839年得專賣特許權。其後 Selligie 氏，依氏之方法起頁岩工

業出售製品於市上，此工業雖稍見發達，然仍無十分起色。至 1893 年政府爲獎勵斯業之發達，或與以補助或增加石油關稅以保護之，然十餘年間仍無佳果，不過僅能繼續其生命而已。1847 年英國蘇格蘭人 James Young 氏由一溪流中滲出之石油製出石蠟，然其原料未久則盡，乃於 1850 年乾餾瀝青質石炭發明石蠟油之製法而得特許權。此種製法當時雖多見採用於美國，然因石油業之勃興遂漸歸衰滅。其後於蘇格蘭發見一種瀝青炭 (Boghead coal or Torbanhill mineral)，含揮發分百分之 60-70，一噸可採收石油 120-130 加倫，遂於 1862 年採掘之而起業焉。然如此優良原料未幾已盡，其後即由石炭紀之瀝青質頁岩製取石油及石蠟等。因石油市價之高下雖事實常有盛衰，而其命脈則直延至今。

II. 石油頁岩之性質

4. 石油頁岩之定義

石油頁岩之性質雖因產地而略有異同，一般之石油頁岩皆含一種焦瀝青物質，乾餾分解可得類似原油 (Crude oil) 之油類及煤氣，此物質謂之油母 (Kerogene)。石油頁岩祇含油母不含原油，其含原

油者謂之含油頁岩 (Oil bearing shale), 以與石油頁岩 (Oil shale) 相區別。石油頁岩之外觀頗似石炭, 然所含灰分較多 (大約 33% 以上), 燃燒時可保持其原形。頁岩若含有機物多量時謂之黑色或炭質頁岩, 有機物為瀝青質時謂之瀝青質頁岩, 瀝青質物甚多, 乾餾時可生石油者謂之石油頁岩。要之石油頁岩含有油母, 乾餾時可發生少量石油。至如蘇格蘭產之瀝青炭即亦為一種類似礦物, 外觀近於石炭, 惟固定碳則甚少 (18%) 輕氣元質較多, 原料一噸產油 120-130 加倫, 硫酸銹之產率則甚少。

5. 石油頁岩之特性

石油頁岩質多緻密, 呈暗褐色, 褐色或黑色, 有葉狀節理, 比重為 1.4-2 大於石炭。褐色頁岩屢與青灰色頁岩質交互成層, 青灰色頁岩有少含瀝青質者謂之 Blaes, 其非瀝青質者謂之 Kingle。Blaes 曝露於空氣中時易於風化破為碎片, 褐色頁岩則祇表面變為青灰色, 不易風化可長時貯藏。褐色頁岩與青灰色頁岩之 Blaes 間, 有時漸次遷移頗難區別。撫順炭田之石油頁岩亦呈褐色, 漸至上部則介有帶青灰色者。此青灰色頁岩亦含若干瀝青質熱之

可以燃燒。蘇格蘭頁岩中有俗稱平滑頁岩 (Plain shale) 及波皺頁岩 (Curly shale) 者,前者表面平滑後者稍呈波皺,質皆柔軟易於刀削,其佳良者之削片柔軟可捲。美國 Colorado 州之頁岩亦為褐色,紙狀頁岩 (Papery shale) 之剝片有彎曲性易與他種頁岩區別。蘇格蘭頁岩之價值不僅在可製石油,其中所含之氮可製硫酸銨。現在之頁岩每噸含油在 30 加倫以上者其例極少,若氮量多則雖在 15 加倫以下亦可收支相償,故硫酸銨之製出於石油頁岩工業之利益上有甚大之關係。

6. 石油頁岩之化學成分

石油頁岩中之礦物質大部分為鋁之硅酸鹽類,試觀下表:

產地	硅石(SiO_2)	礬土(Al_2O_3)及鐵	石灰	苦土(MgO)	硫
蘇格蘭	55,60	84,77	1,55	微量	0,94
澳洲	29,60	67,4	1,4	0,3	
Colorado 州	48,80	17,9	16,6	8,6	
Utah 州	45,80	16,4	33,9	7,9	
Wyoming 州	38,90	12,4	38,3	4,9	

如上表所列,英澳種與美國種中石灰苦土之成分

大有異同。氮有僅見微量者，有1%以上者，若在1%以下(0,96%)，則每噸頁岩所生硫酸銦之量約為90磅。英國頁岩中之氮量與含油量為反比例，美國產則為正比例。頁岩中硫之一部來於黃鐵礦及石膏等，一部則含於油母中。蘇格蘭產含2,66%，Colorado產1,16%，Wyoming產2,16%。硫常混於製出之油中，故其量之多少影響於頁岩之價值者頗大。

7. 油母(Kerogene)

以顯微鏡檢視石油頁岩則見油母為黃色，赤黃色，褐色或黑色之微球或斑理(Streak)。適當處理之，可與礦物質分離。由其量之多少計算含油之分量。英國石油頁岩之化學成分為

碳	氫	氧	氮	硫	灰分
25,27	8,67	5,65	1,14	0,49	63,78

其中之氮及硫雖亦為油母之成分然為量極少，故油母之成分可視為

碳	氫	氧
73,05	10,62	16,33

其分子式為 $n(C_8H_{10}O)$ 。然油母之成分常因地而異，即同一地方亦難盡同。試舉一例，如Colorado州產每

噸含油 60 加倫者其油之比重爲 0,899,每噸含油 48 加倫者其比重爲 0,906,製出石油之性質鮮然不同。

8. 石油頁岩之成因說

石油頁岩成因之研究尙無何等進步,議論雖多,莫衷一是。置石油頁岩於顯微鏡下而檢視之:一

- (1) 含已經碳化之植物微片,有時見纖維組織,且含花粉或孢子;
- (2) 含黃色或赤黃色之球體,類似硅藻孢子及油球;
- (3) 含黃色或暗褐色不規則斑理或不透明物質;
- (4) 含魚類之鱗骨及甲殼類之殼;
- (5) 含砂粒及黃鐵礦晶等之礦物質。

由此觀之,黃色球體及暗褐色之斑理爲油源之植物性物質,以溶解劑所抽出之油概卽爲此微球體。其中有如瀝青炭除此黃色微球體外不含別種有機物者,亦有如綠河 (Green river) 頁岩於暗褐色斑理之外仍含少量微球體,兩者之中間性物亦常有之。要之,石油頁岩爲池沼瀉地之沈積物其說雖皆一致,至關於油母之根源則尙無可確信之議論。有

謂爲由硅藻而來者；有謂爲植物之孢子者；有謂爲由微菌作用於有機物而成者；其生成物常因微菌作用之狀況及有機物之如何而有差異。Davis 氏謂綠河層之油母爲硅藻及花粉等分解而成如泥炭層之所見。又有謂頁岩之油源爲樹脂，不透明之有機物爲植物之分解液，黃色體多者蒸餾時可得多量輕質油，不透明質多者則生 Tar，頗近似於石炭。石油與石油頁岩之關係雖尙未明，然兩者常不相伴其成因當非同途，石油頁岩屬於淡水層常與石炭相伴兩者大有密接之關係。

III. 石油頁岩之分布

9. 石油頁岩之地理地質的分布

今日世界所已知之石油頁岩產地甚多，在歐洲者英，法而外，德，意，澳，西班牙，巴爾幹，斯干的那維亞諸地方均產之。

英格蘭之頁岩產於 Kimmeridge 黏土中。此黏土層各地皆有，尤發達於 Norfolk, English Oilfield Co. Ltd. 以資本百五十萬鎊築爐三種已開始試驗的製油。Norfolk 地方之主層其厚八呎可生 50—88 加倫之粗油 60—112 磅之硫酸銹，惟粗油中含硫 4—9%，

除供燃料之外無他用途,現正在研究脫硫之方法。英蘭之粗油比重較高於蘇蘭,多合成油氣及不飽和碳化氫而少石蠟。

法國頁岩產於 Autum (Saône-et-Loire) 及 Buxieres-les-Mines (Allier) 地方,自 1860 年已繼續經營,前者之層厚 2-2,5 呎,後者約 1,3 呎皆與石炭相伴。法國石油頁岩之開發雖先於英國,然因含油量少未能發展。

德國之頁岩產於來因及近於來因之德國南部。來因地方及 Reutligen 附近於歐戰之前已先開發,戰爭中又開業於 Darmstadt 近處。每噸可出粗油 32 加倫,鹵精水 71 加倫,煤氣 1900 立方呎以供煤氣機關之用。

在北美者產於美國及加拿大。加拿大礦床雖到處皆有,然現在製油者惟 New Brunswick 煤氣油田公司一所。其主產地之大概約略如下:—

	粗油(葛浪)	硫亞(磅)
(1) New Brunswick Albert	27-52	38-92
New Brunswick Dover	27	30
New Brunswick Toylowille	37-48	85-110

New Brunswick Baltimore	40-57	31-110
New Brunswick Prosser Brook	30	75
(2) Nova Scotia Picto Co. Curly Shale	60-75	35
Cannel Shale	20-70	30-70
Nova Scotia Antigonish Co.	11-23	23-38
(3) Outario 大湖之半島 (瀝青頁岩厚		150-400呎)
(4) Saskatchewan, Pasquia Hill 瀝青頁岩	40	34
(5) Newfoundland Deer Lake 厚50-100呎150方哩瀝青頁岩	50	80

在澳洲者產於 New South Wales, 多為瀝青炭礦質極良, 現時經營者約有五處。Newnes 地方為 John Fell 公司所經營, 一日製油 15,000 加倫, 同州年產石油頁岩之總量為 15-30 萬噸。Tasmania 之所產亦為瀝青炭出油 30-50 加倫。Queensland 所產為石油頁岩出油 27 加倫硫酸銨 42-47 磅。New Zealand 為含炭瀝青頁岩多與石炭相伴, 產油 23-38 加倫。

此外如南美之巴西及印度, 土耳其, 亞非利加皆有所產。日本北海道及中國撫順, 熱河, 廣東等處亦發見之。

以上為地理的分布之大概情形。再觀地質的

分布，加拿大 Albert 產屬於泥盆紀，英國之蘇格蘭產屬於下部石炭紀，Kimmeridge 產屬於侏羅紀，美國產，日本產，中國之撫順產屬於第三紀，其他之中國產皆屬於中世層。要之，石油頁岩不論何種地層皆有所產，概與石炭相伴為沈積於池沼瀉地或河口之淡水層，與胚胎於海成層中之石油頗異其趣。今再就主要產地數處稍詳述之如次。

10. 蘇格蘭之石油頁岩

世界惟一之英國石油頁岩工業地位於蘇格蘭 Edinburgh 南方，在 Lothion 之西部廣約六哩，北自 Edinburgh 沿岸之 Dalmeny 及 Abircorn，南迄 Cobbinshaw, Torbrax 延長約 15 哩，其域內有 Broxburn, Uphall, Calder 等工業中心地在焉。

(a) 地質

此地方之地質屬於石炭系可區別為下之四層：

(1) 夾炭統 (Coal-Measure Series) 上部為赤色砂岩，頁岩及泥灰岩之累層，下部為白色及灰色砂岩中夾多數良質炭層及菱鐵鑛。

(2) 硬砂統 (Millstone Grit Series) 為粗粒質砂岩

中夾耐火黏土，薄層石炭及菱鐵鑛石灰岩。

(3) 炭灰統(Carboniferous Limestone Series)分爲上中下三部，上部有三層以上之石灰岩介以厚層砂岩及炭層，中部有多數重要炭層及菱鐵鑛，下部爲石灰岩砂岩頁岩炭層及菱鐵鑛等之累層。

(4) 灰砂統(Calciferous Sandstone Series)分爲上下二部，上部爲石油頁岩之累層厚約三千呎以上，頂部夾有劣等炭層，底部有六層主要石油頁岩與砂岩頁岩耐火黏土泥灰岩及河口性石灰岩交互成層。下部少有價值之頁岩，主由白色砂岩及頁岩而成，至於下方漸變爲灰綠或赤色頁岩，黏土及泥灰岩等，介有黏土質石灰岩即水泥石(Cementstone)。

(b) 標準層

如上所述，石油頁岩多存於石炭系下部之灰砂統中，欲判定此等之層位須準據下列各種之標準層。

(1) Burdge House Limestone 除 Pumpherstone Shale 層外現今所知之石油頁岩皆位於其上，爲堆積於河口或淡水中之石灰岩，含多數魚類及甲殼類化石。

(2) Binny Sandstone 此為介於 Dunnet Shale 及 Broxburn Shale 間之厚層砂岩，質堅色灰適於建築，常介有帶青色頁岩之薄層。

(3) Broxburn 泥灰岩 位於 Broxburn 頁岩之上，介有黏土及頁岩，其上部有時伴以乳白色之石灰岩。

(4) Houston Coal 為屬於石炭系炭層中之最下部者，炭質惡劣含硫化鐵，現時無採掘者。

(5) Houston 泥灰岩 位於上記四者之上，雖名為泥灰岩恰如泥土帶石灰質。

(c) 石油頁岩

石油頁岩大小有二十餘層，其主要者為 Raeburn Shale, Mungle Shale, Fells Shale, Broxburn Shale, Dunnet Shale, Barracks Shale, Pumpherston Shale 等之六七層，就中現時所盛行採掘者為 Broxburn, Dunnet 及 Pumpherston 三層。頁岩之厚為 1-6 呎，有時夾以含油量甚少之 Blaes 層。

Lothion 地方之頁岩雖皆含油，然易地則否，亦絕無轉移為石炭層者，惟有時變為黑色炭質頁岩微含油量。

上述多數之石油頁岩並非重疊出現於一地方，即三四少數層依次相重者亦不多見，概皆一地方祇有一層完全發達。

(d) 石油頁岩之總量

蘇格蘭石油頁岩之採掘深度以 1800 呎為界限，自此以下無論由地質上之考察或由試掘之探測，皆無何等新發見，以此為限度而計算 Lothion 地方石油頁岩之總量約略如下：——

試掘完了區域(噸) 有望區域(噸) 合計(噸)

601,886,000 883,791,000 1,485,677,000

自頁岩工業勃興之 1862 年至 1872 年間之生產額雖不甚明瞭約為千萬噸左右，其後 1873—1917 年間之總產額為九千萬噸，再加入 1918 年分合計約略為一億萬噸，假定採掘損失量為 20%，則從來之總採掘量為一億二千萬噸，試掘完了區域之頁岩尚餘四億八千萬噸。其後每年採掘額約為三百萬噸，加算損失為 360 萬噸，依此狀態而採掘之，試掘區域尚有 127 年之生命，再加入有望區域之埋藏量更可延長 245 年，合計可以持續 372 年。

(e) 石油頁岩中石油及硫亞之含有量

石油頁岩中石油及硫亞之含有量皆因地因層而略有差異，出量最多者為瀝青炭，其優良者一噸可出石油 130 加倫及少量之硫亞。然現今之最良者不過 70 加倫，平均為 20 加倫。若能生多量硫亞，則雖在 20 加倫以下亦能經營。今將蘇格蘭產石油頁岩之石油及硫亞含有量表示如下：—

頁岩一噸之石油及硫亞產出量

層名	石油(加倫)	硫亞(磅)	石油比重
Airdrie Shale	33	6	0,957
Westfield Shale	24	10	0,961
Monkland	32	6,3	0,961
Torbanehill Mineral	90—130	—	
Levensseat Shale	34,3	4,3	0,904
Raeburn Shale	54,5	7	0,887
Mungle Shale	36	30	
Addiewell Gray Shale	11—28	9	
Fells Shale	26—40	20—35	
Oakbank Wee Shale	35,6	—	
Oakbank Big Shale	22,3	—	
Broxburn Gray Shale	20—32	34—41	

Broxburn Curly Seam	23-32	16-19,5	
Broxburn Seam	10-50		
M'Lean Shale	38,4		
Lower Wild Shale	19,3		
Dunnet Seam	20-46	11-25,2	0,876
Oakbank New Shale	20,6		
Barracks Shale	18,7-23		
Pumpherstons Shale	20,8-	53,7	0,883

今更舉英國以外石油頁岩之含有量數種於下以供參考:

層名	地名	石油(加倫)	硫亞(磅)
New Brunswick,	Canada.	30-51	61-111
Kimmeridge Shale,	Eng.	50-67	最多38
Buxiere-les-Mines Sh.,	France.	70-80	5-7
Alexinatz Shale,	Serbia.	42-46	-
Orepuki Sh.,	New Zealand.	20-40	-
Harthley Seam Sh.,	N. S. W.	14-60-150	微量
N-Western Colorado Sh.		10-68	22

由上表觀之,可見蘇格蘭石油頁岩之位於上部者出石油20加倫以上硫亞30磅以下,位以下部

者如 Pumpherston Shale 出石油 20 加倫以下硫亞 30 磅以上,約言之即位於上層者富於石油而乏於硫亞,位於下層者富於硫亞而乏於石油。非惟此也,即在同一層中因深度之大小亦有如此之現象,今就 Broxburn Shale 表示於下:

層 名	深度(尋)	石油(加倫)	硫亞(磅)
Broxburn Curly Seam	13	26,67	19,70
	71	26,70	18,93
	109	21,45	21,29
Broxburn Gray Seam	13	23,65	19,51
	71	19,49	19,33
	109	22,21	18,62
Broxburn Seam	露頭	31,8	9,3
	438呎	30,7	10,4
	821	24,1	15,4
	912	25,8	11,6
	?	24,8	13,4
	965	22,5	9,0
	1007	17,3	16,6
	最深底	13,5	17,1

上表為實驗室試驗之結果,若在工場採取則硫亞之量當成倍額。

(f) 石油頁岩分析表

層名	水分	揮發物	固定碳	灰分	硫	比重
Torbanite	0,20	61,42	8,81	29,17	0,277	1,274
Raeburn Sh.	1,61	30,86	8,82	58,71	3,053	1,808
Mungle Shale	1,62	32,58	6,93	58,87	2,276	1,768
Fells Curly Sh.	0,96	37,16	8,24	53,64	1,435	1,617
Fells Plain Sh.	1,45	21,85	5,08	71,62	1,285	2,174
Broxburn Gray Sh.	0,97	31,65	3,36	64,02	1,219	2,070
Broxburn Curly Sh.	1,47	22,85	4,43	71,25	0,788	1,868
Broxburn Seam	1,72	22,43	5,15	70,70	0,622	2,047
Dunnet Seam	1,70	21,35	5,92	71,02	1,093	1,948
Dunnet Curly Seam	1,57	27,38	8,78	62,27	1,110	1,804
Dunnet Plain Seam	1,67	26,05	8,08	64,20	1,246	1,842
Wee Shale	1,40	21,40	1,90	75,30	0,826	2,224

氮含有量之已知者如下:—

Broxburn Shale	0,52—0,94%
Oakbank Big Sh.	0,72 %
Dunnet Shale	0,629 %

Oakbank New Sh. 0,548 %

蒸 餾 頁 岩 所 得 石 油 中 各 種 分 餾 品 之 百 分 率

如 下：——

層 名	揮發油	燈油	中間油	機械油	蠟	殘滓	原油 比重
Raeburn Sh.	—	43,27	3,69	13,11	5,17	—	0,888
Fells Shale	—	27,67	—	26,19	13,89	1,64	0,890
Broxburn Gray	1,43	27,62	1,75	28,03	10,76		0,877
Broxburn Curly	1,15	31,14	4,42	22,86	12,28		0,864

11. 美國之石油頁岩

美國之石油頁岩多存於 Colorado, Wyoming, Utah 三州之廣漠綠河層中 (Green River Formation), 其他東部之 Alabama, Indiana, Pennsylvania, Tennessee, Virginia, Ohio, Kentucky, Illinois 諸州亦少產之, 間有位於炭田之上部者。

綠河層屬第三紀之始新統 (Eocene) 最厚處達 2600 呎, 中部夾以良質石油頁岩。綠河層主由頁岩而成雜以砂岩及魚面狀石灰岩。頁岩之露頭驟見之為灰白色, 細檢之則為灰色青灰色白色等之縞狀層, 富於石油之部分為暗褐色或黑色, 風化後變為青灰色。含石油分多量者有時呈石炭之玻璃光

澤。石油頁岩有能剝落如紙片者，多為淡褐色，其薄片有彎曲性，可與他種炭質頁岩相區別。

Colorado州之石油頁岩層長50哩廣20哩面積極大，其中之3,692,000畝政府已保留為海軍軍用。就美國政府所調查美國油田一畝之平均產油為3000—5000桶(barrel)，然Colorado州頁岩之含油量更遠勝於此，一畝平均達50,000桶。Colorado州之頁岩層約可產石油200億桶(內含揮發油20億桶)硫亞三億噸，Utah州之頁岩亦略有同量。此兩州之頁岩層皆露於地表，故可以Steam shovel採掘之，較之蘇格蘭之開坑採掘遙為有利。

美國鑛山局分析之結果約略如下：—

	水分	揮發分	灰分	硫	氫	碳	氮	氧	發熱量 (B.T.U.)
(1)	1,05	33,55	65,43	0,27	1,80	13,37	0,39	18,74	2,266
(2)	1,05	55,04	45,73	1,07	5,19	36,76	0,39	10,86	7,714
(3)	3,18	19,55	79,00	1,08	1,75	8,34	0,46	9,37	1,157
(4)	0,45	37,90	62,65	0,55	2,76	22,48	0,54	11,02	4,012
(5)	0,43	39,85	59,95	0,30	2,24	18,87	0,46	18,18	3,055
(6)	0,85	51,60	46,23	0,95	4,32	36,40	1,22	10,88	6,976

[註] 本表之灰分中尙含固定碳。

硫,氫,碳,氮,氧等乃分析揮發分而得者,故其總和等於揮發分之百分率。

一美噸頁岩之石油及硫亞含有量如下:——

產 地	標本個數	石油(美加倫)	比重	硫(磅)
Colorado 產	51	16,2	0,9032	7,6
Utah	38	25,2	0,9026	5,3
Wyoming	42	16,4	0,8997	6,0
平均		19,2	0,9018	6,3

原油分餾品之百分率如下:——

揮發油	燈油	蠟	土瀝青
9,6	3,73	4,9	2,0

由上表觀之,美國產頁岩之含油量及硫亞收得率不及蘇格蘭產者遠甚。再觀之東部諸州其含油量為1,4—27,6美加倫,平均不過為12,5,故欲經營東部諸州之頁岩工業須備有下列之二條件:(1)頁岩露出地面可用 Shovel 採掘者;(2)下有炭層可同時開採者。美國因石油需要之激增自國供給之不足,雖極注意於石油頁岩工業之發展,然因油價及上述之關係尙未達起業之時期,即偶有創設者亦頗呈困難之狀態,至將來之發達則自在預期之中。

12. 中國之石油頁岩(a) 奉天撫順之石油頁岩

撫順炭田炭層之上覆以一種褐色頁岩厚約 200—300 呎，其上更被以帶綠色之頁岩層。褐色頁岩可剝落為薄片，新鮮者為褐色或暗褐色，風化後變為灰色或暗灰色，岩質柔軟可以小刀削之。帶綠色頁岩易於風化破為碎片。此等頁岩於炭層之露天採掘時須先剝取而移運於棄石場。褐色頁岩曝露於外常發出揮發分引火燃燒，若乾餾之則可生石油，蓋為一種石油頁岩。帶綠色之頁岩亦有時含有少量瀝青質易於燃燒。

就撫順炭礦所調查此等頁岩(至地面以下 550 呎)之量約略如下：——

	<u>萬達屋以西</u>	<u>萬達屋以東</u>	合 計
褐色頁岩	633,425,115(噸)	667,465,671	1,330,890,780
帶綠色頁岩	552,517,349	387,069,679	939,587,028
總計	1,185,942,464	1,054,535,350	2,240,477,814

帶綠色頁岩有時雖亦含石油分，然其量極微。將此除外即祇以褐色頁岩而論尚達 13 億噸，若算至千呎以下其量當更可觀。今假定如一噸之含油量為

12加倫，則全含油量當爲156億加倫即41,250萬石。以地下千呎計算其含油量當增至72000萬石。

撫順頁岩之石油收得量爲9-22加倫，硫亞爲57-61磅，若與蘇格蘭之平均20加倫相較，固不可同日而語，然撫順之褐色頁岩爲採炭時必須剝取之物，故採掘費可謂不取分文。若建蒸餾爐於採掘場近處，則運搬費亦所用無幾。惟煤氣發生量每噸僅爲2,000立方呎，不過相當於石炭一噸熱量之十分之一，將來足供燃料之用否尙屬疑問。

日本南滿鐵道會社對於撫順之石油頁岩現已由研究時代進而至於經營時代。撫順石炭既已稱霸於東洋，而其石油恐不久亦將飛躍於市場矣。其頁岩中含油雖少，然生產費廉足以相償，况乎擁此莫大之量，以地表下550呎計算可當日本現今年產石油之一百六十五年分，以千呎計算可當其288年分，即以每石20元計之其總價格已達144億元。日本得此其國防上產業上經濟上之所得固不言可知，返觀吾地主之中國，則拱手讓人竟不能少沾餘潤可勝歎哉。

(b) 熱河之石油頁岩

熱河五佛堂附近有石油頁岩露出地表，土人採之以供燃料。此處地質大概屬於中生代，最下部有蠻岩，頁岩，凝灰岩及凝灰質砂岩之互層，時有石炭介於其間；上部有黏板岩層，兩者之間橫以珍岩。黏板岩層厚 180—300 呎，夾以蠻岩及凝灰岩，上部介有暗灰色板狀之石油頁岩其厚不過十呎，黏板岩層之上部覆以綠色頁岩厚達 1300 呎，時夾有石灰質砂岩及石油頁岩。石油頁岩厚約 20 呎為褐色或暗灰色之堅硬塊狀。此頁岩之日本石油株式會社試驗結果約略如下：

石油(加倫)	硫亞(磅)	煤氣(立方呎)
14,89	16,74	2,702

(c) 廣東高州之石油頁岩

廣東之石油頁岩產於其南部高州茂名縣公館附近，夾在於中生代之綠色頁岩層中，東西約五六里間露於地面，厚約 45 呎，鑛量達數千萬噸，每噸含油 7—40 加倫平均 19 加倫。此岩層品質良好交通便利頗有注目之價值。

IV. 石油頁岩之採掘乾餾 及精製法

13. 採掘法

現今石油頁岩工業之最發達者惟有英國之蘇格蘭，其採掘法與採炭無大差異，層厚而變化少者用柱掘法，層中有夾雜者用長壁法，傾斜急激者用階段法，而最常用者為柱掘法。柱掘法掘進時先取頁岩 15—20%，餘切為 120 呎之方形岩柱而殘留之。採取殘柱時先四分之，然後依次進掘。採掘損失約為 10%。頂壁較強無須多用支柱，水量亦少。勞動時間一日七時分三班交替。用包工法分區包於工頭，工頭自招工人給以工具火藥，掘出礦石積入礦車運於最近之坑道，然後由公司之運礦夫運出之。採掘時多用螺旋錐 (Auger) 及黑色火藥。採礦夫一人運礦夫一人每日可採 9,5 噸，採礦夫二人運礦夫一人每日可採 14,25 噸。Broxburn 乾餾工場之傍即有二井坑一斜坑，斜坑用循環繩捲上礦車直送於乾餾工場。全職工約 2000 人，一日處理礦量 2500 噸。

保安上適用炭坑法有通風設備，然既無炭粉又少煤氣，除保安職員用安全燈試驗煤氣之存量外，皆用裸燈，故災變極少，Pumpherston 於十二年間僅死傷三人。

14. 乾餾

(a) 緒說

乾餾頁岩時因乾餾爐 (Retort) 之構造及處理法之如何所生之石油頗異其性質。飽和碳化氫氣無色無臭且甚安定極便貯藏，不飽和碳化氫氣初時雖亦無色無臭然不甚安定，久則變色發臭不適於貯藏，故乾餾頁岩時以減少不飽和碳化氫氣之發生為最緊要之問題。因油母 (Kerogene) 之本性不甚明瞭，故理想的乾餾不飽和碳化氫氣之最低發生量亦無從得知。蘇格蘭石油頁岩之油母於攝氏 427 度以下即起分解，其可能的最高溫度為最高級石蠟之沸點 3,554 度。欲減少不飽和物之發生須遵下列之三條件：

- (1) 油母之分解務用低溫；
- (2) 石油蒸氣務速由爐中抽去以免熱至生成溫度以上；
- (3) 石油蒸氣勿使凝結於爐內，否則再乾餾時起二次分解。

此外於乾餾中送入水蒸氣為蘇格蘭之慣法。同一石油頁岩時以出油率多者性質優良。若

富礦與貧礦相較則貧礦易於乾餾精製，硫亞之出量亦多。乾餾溫度high時所得之粗油甚重帶暗黑色，精製時損失既多產蠟亦少，惟硫亞之產量增加。瀝青炭若採出後即乾餾之，以較石油頁岩可得輕而無黏着性之粗油，乾餾之初雖多不飽和物，乾餾既進飽和物漸次增加。

乾餾爐以楊(Yaung)式為其基礎，初時為水平式與煤氣工場所用者無大差異，惟煤氣製造用高溫，石油頁岩乾餾用低溫為略有不同耳。頁岩工業之初期以燈油為主要目的，鹵精液尚為一種廢物，今則硫亞已為此工業之重要副產物，石油採收亦不僅以燈油為目的地蠟亦成為一種主要製品，故現今所用之乾餾爐頗異從前。爐為直立式皆吹入蒸氣，工程既較往時為多，故發生煤氣盡用無餘，裝入排出亦大見進步。精製時從前祇用單獨蒸餾器間歇分餾，今則以多數水平圓筒式蒸餾器直列連結分段採收。重油與蠟之分離亦大加以改良。

(b) 乾餾爐(Retort)

乾餾爐雖因地稍異大體則同。下圖所示者，為Pumpherston式。A為礦車，B為爐蓋，C為鋼製漏斗，

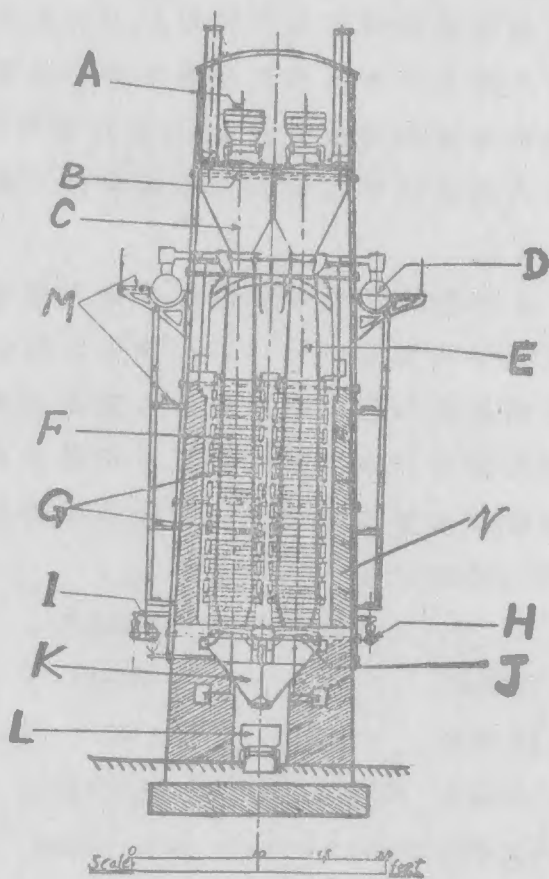
約可裝入頁岩五噸。*D*爲鋼製煤氣主管，直徑2.5呎以直徑8吋之支管連接於爐之上部，引導油及水之蒸氣於凝結器。*E*爲鑄鐵製之爐，下方較大以便原料之沈降，爲油氣發生之主要部。其溫度調節之當否影響於頁岩工業之生命，大概以攝氏450—600度爲普通。Broxburn地方以鑄鐵外部夜間稍現赤色爲限度。

乾餾爐各部之溫度試驗約如下表：——

鑄鐵爐內	480°—540°攝氏
吹入爐內之水蒸氣	330°
距頂一呎半時即裝入三時間後之頁岩	330°
裝入十六時間後之頁岩	390°
排出管中之煤氣及蒸氣	260°—320°

*F*爲連續於*E*下之火磚製爐，頁岩中之氮、碳及水蒸氣相化合以生硃精，其溫度約爲頁岩中碳之燃燒溫度攝氏700—1000度。此部亦下方擴大，便於裝填物之沈降，其底部有聯動機*J*，爲有齒之圓板，徐徐轉動使反應完了之頁岩漸降於漏斗*K*內，上部漏斗中之頁岩即以自重徐徐下落相繼乾餾。

*K*底爲鐘式及圓錐式之構造，便於乾餾滓之



乾 餾 爐

排取。K漏斗之傍有由水蒸氣主管I分出之支管
 水蒸氣為漏斗中之餾滓過熱上昇於F爐內。G為
 煤氣之燃燒室在爐之外，即本爐為外熱式而非內

熱式，燃燒煤氣與油蒸氣不相混同。 H 爲由乾餾而生之永久煤氣或由煤氣發生爐而來之煤氣主管，煤氣燈由此分歧其數爲一組（即乾餾爐四個）六支。燈之入口近處有空氣入口，以此兩口可調節爐熱。

L 爲餾滓車， M 爲人之通路。 N 爲支爐之磚壁，內爲火磚外爲普通磚，再外則以鋼帶緊締之。

乾餾爐以四個成爲一組，十六組連成爲一列（Bench）。乾餾爐之水平斷面有圓形橢圓形角形長方形各種，其主要部之尺寸雖稍有異同，大概則如下表：——（就內側言）

		上部直徑	下部直徑	高
圓形式	鑄鐵部	2呎	2呎4吋	11呎
	火磚部	2呎4吋	3呎	20呎
橢圓式	鑄鐵部	2呎×2呎6吋	2呎4吋×2呎10吋	14呎
	火磚部	2呎4吋×2呎10吋	3呎×4呎6吋	22呎

Broxburn 式及 Thompson 式爲斷面橢圓形，後者之餾滓由漏斗之側方排取。導取油蒸氣及鹵精時 Broxburn 用吸出扇風機，其真空壓爲水柱 0.75—1 吋。亦有用鼓風扇風機者。

(c) 處理

由採礦場運來之礦石先以碎礦機破碎為約 2-1,5 吋之小塊,然後再積於礦車裝入爐頂之漏斗。頁岩在爐內之時間因礦質而略異,富礦之時間較長, Broxburn 為 24 時。一爐所處理之礦量為 3-5 噸平均 4 噸,一交替時補給一次。Broxburn 之一日一爐所生者為比重 0,87 之粗油 80 加倫,鹵精液 400 加倫(1 加倫可生硫亞 4 磅),永久煤氣 32,000-40,000 立方呎。煤氣之熱量為 200-300 B. T. U.。原礦產油為每噸 30 加倫時所生煤氣足供乾餾之用,現時祇為每噸 20 加倫,故煤氣量大告不足,尚須用發生爐煤氣以補給之。

蒸氣吹入為此地之普通習慣, Broxburn 所用者為蒸氣渦輪(Steam turbine)之廢汽,入爐時之壓力為水柱六吋。每噸頁岩約需 100 加倫之水蒸氣,細粒時常較大塊所要之水蒸氣為多。吹入蒸氣有下列各種利益:

- (1) 爐內溫度常保均一;
- (2) 油蒸氣速為迫出減少二次分解;
- (3) 增加鹵精;

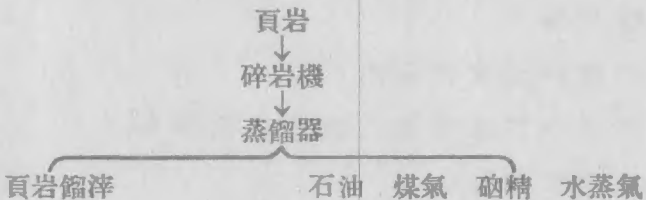
- (4) 防止鹵精之分解;
- (5) 加增產油之價值;
- (6) 加增固體石蠟之產量。

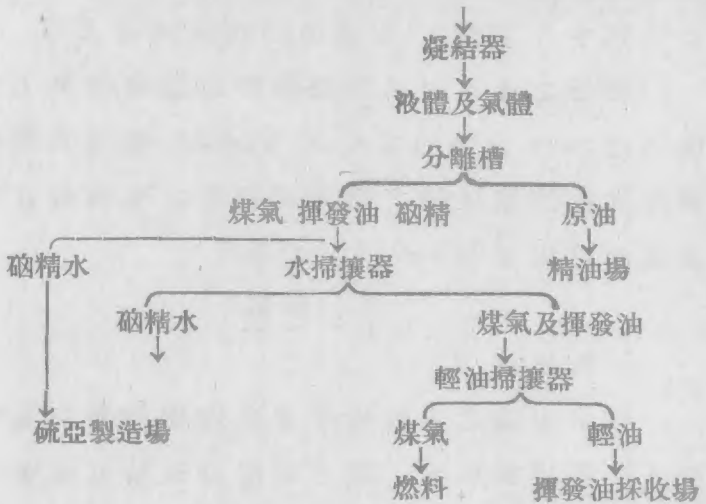
吹入蒸氣雖有上述之利益,然其後之凝結操作尚需費用,且又有謂水蒸氣與硫化合為硫化氫則雖加石灰或碱灰於頁岩中亦不能加高石油之品質及鹵精之產率。

韶洋為原礦之75%含氧化鐵(FeO)12.8%故不能為耐火材料,含碳3-4%易於粉碎亦不能為普通磚瓦之原料。

蘇格蘭之乾餾爐於石油之外更以採取硫亞為目的,若氮甚少或不以製取硫亞為目的者其構造工作皆不能無所變更。Broxburn 地方雖於燭炭(Cannel coal)有所試驗成績尚好,然於石炭之低溫乾餾從未一試,其構造大約不甚適當。

石油頁岩之處理系統略如下表。





(d) 凝結器及掃攘器(Condenser and Scrubber)

石油、礮精及水之蒸氣及煤氣約以攝氏 200° 之溫度由煤氣主管導於凝結器。凝結器由多數直徑四吋之直立鐵管而成，鐵管頂上以圓曲短管其下以箱櫃連接之。外部以空氣冷卻之，使其內部之粗油及蒸氣凝結礮精溶解於水以成所謂礮精液(Liquor)。粗油及礮精液導於分離槽(Separator)，因比重之差別為暗綠色至褐色之粗油上層，及黃色之礮精液下層，再由槽車送於精製所。凝結器中不凝結之煤氣由排出器送於水塔之底部，為塔上降下之撒水所洗滌，除去礮精。此洗液可反覆使用至百

立方呎中含礶精0,5克令時即送於硫亞工場。

洗過之煤氣更導於掃攘器之底部,由其上部噴下之Straw油吸收其中之Naphtha,再導入煤氣槽以供乾餾爐燃料之用。此處所用之草油為自製之重油或比重0,84—0,85之中油。

15. 精製

(a) 石油精

可由上述之重油或中油分餾而得(重油及中油可反覆用為草油),謂之粗製石油精或掃攘石油精(Scrubber naphtha)。用酸及苛性鈉洗滌後再蒸餾之而成為精製石油精及機械油(Motor spirit)。如此所產之機械油約為每噸2加倫,比重0,73。

(b) 硫亞

由Henderson塔式蒸餾器之頂部滴下礶精液,底部以30磅之壓力吹入水蒸氣,距頂部六呎之處注入石灰,分離礶精為氣體;由鐵管導入鉛裏之圓筒以與其中之硫酸(由酸性焦油收回之硫酸)相反應成硫酸銨液,漸積漸濃再由遠心分離機分出固體硫亞,以38°—49°之溫度乾燥數日即包裝之送於市場。

(c) 原油或粗油

由凝結器生出之粗油雖外觀略似石油，含成油氣甚多，大概為石蠟及成油氣之混合物，其比重 0,86—0,98，更含少量之俄國石油，烴及植物鹼(Alkaloidal bases)。原料為瀝青炭時粗油之比重輕，富於流動性，少烴及俄國石油。

Broxburn 試驗粗油之結果略如下表：——

	比重	灰色層之粗油	凝乳母層之粗油
粗油之比重		0,877	0,864
粗油之凝固點		30,°5	31,°1
石油精	0,74	1,43	1,15
燈油	0,81	27,62	31,14
中油	0,84	1,75	4,42
減摩油	0,865	14,82	12,69
減摩油	0,885	13,21	10,17
固體石蠟		10,76 (熔點46°,1)	12,28 (熔點47,°5)
全製品		69,59	71,85
消失		30,41	28,15
合計		100,00	100,00

頁岩粗油精製時所與石油相異者，石油分餾

時不起分裂(Cracking)作用,即一次分餾時抽去輕油二次分餾時則不復再生輕油。頁岩粗油於二次分餾時尚生少許直至三次而後止。

(d) 第一回分餾

粗油於抽去水分後經過第一回分餾除却石油精,樹脂及骸炭等分而成之 Once-run oil, 如下圖所示。此分餾與其後之分餾皆連續而行既如前述。以水平圓筒式蒸餾器之直結於裝入槽 (Charging tank) 者為中心,異其水準面對稱的直列連結之。各蒸餾器皆接以水冷凝結器,一定之蒸餾器中採收一定之油,先取比重較輕者,順次及於比重較重者,最後殘留骸炭。蒸餾器之熱用燃料雖亦有用石炭者,大部分則混合洗滌時所生之酸性及苛性鈉焦油而用之。分餾漸進時吹入過熱蒸氣於蒸餾器,以防油之分解促進油氣之發散低下製油之沸點。第一回分餾時生少量永久煤氣可供燃料之用。

Once-run oil 以比重 1.8 之硫酸 5% 洗滌之。洗滌時用壓縮空氣或攪拌機攪拌 15 分至一時間然後沈定一日取除其底部之焦油收回硫亞再供燃料之用。硫酸洗滌後可除硫化物及一氮陸煨鹽基

(Pyridine bases), 煥醇 (Phenoles) 之大部分。酸洗之後再用鹼洗之, 可除殘餘之煥醇及酸類。Once-run oil 洗滌後謂之綠油 (Green oil)。

(e) 第二回及第三回分餾

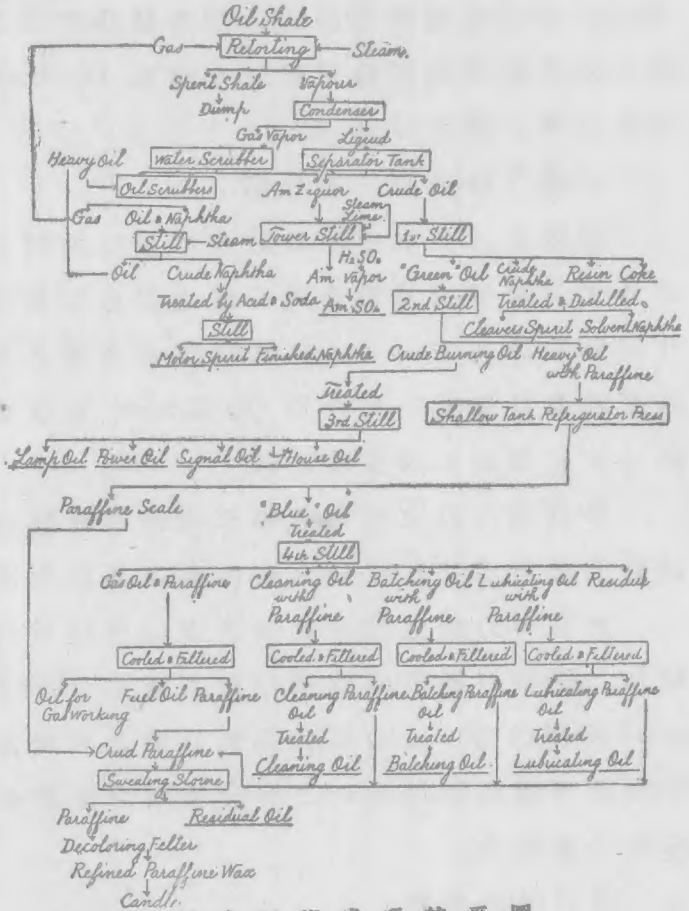
以綠油行二次分餾時除生少量石油精及骸炭外主為粗燈油及重油與石蠟之混合物。此時之分餾裝置雖與第一次大略相同, 惟於最後之蒸餾器原油進口處置一交換器 (Exchanger), 以油蒸氣熱油管之周圍以助其流動性。

粗燈油洗滌之後再行第三次分餾而製成商品如下圖所示。其 L/H 油之略字為燈塔油之意。

重油與石蠟之混合物裝入淺爐內, 以冷却器冷却之, 凝結石蠟, 以壓濾機分離石蠟片 (Paraffine scale) 及藍油 (Blue oil)。藍油洗滌分餾之可成油四種。再冷却濾過分離殘餘之石蠟, 重新洗滌製成商品如下圖所示。

(f) 石蠟之處理

以上所得之粗石蠟用 Henderson 氏發明之蒸熱法 (Sweating process) 處理之。裝石蠟片於有水鍋內, 冷却後移置於張銅網之箱再連箱裝入蒸熱暖



石油頁岩處理統系圖

爐，以蒸氣管熱之，熔出熔點較低之殘餘油分，達適當之硬度時，冷卻之為中製石蠟。或用中有銅網圓筒之直立圓筒暖爐，則冷卻時外部之石蠟先行結

晶壓押軟石蠟及油分於中心易於熔出，此為新式構造，其工程為前法之二倍。

熔融中製石蠟加以動物性骸炭脫色濾過再與炭分離。蒸熱及脫色工作反覆兩次即可得純白色之地蠟。

純白色之精製石蠟專用以製蠟燭。Broxburn所用之製燭機械為倫敦 Battersea 之 Prince's Patent Candle 公司所製之 Improved candle molding machine。

16. 製品之性質及用途

機械油 比重 0,66—0,75, 沸點攝氏 60°—175°, 硫千分之一以下。用於汽車。

石油精 比重 0,73—0,77, 沸點 60°—193°。用於漆、塗料、橡皮等之製造及由植物種子製油時之乾淨劑(Dry cleaning)及坑內安全燈。

燈油(Lamp oils) 比重 0,78—82, 沸點 150°—305°, 引火點 40°—60°。供點燈之用。

動力油(Power oils) 比重 0,83—0,85, 沸點 230°—375°, 引火點 90°—120° 供漁船、農業牽耕機及牛乳製造機等動力之用。

信號油及燈塔油 比重 0,81—0,82, 沸點 200°—

300°，引火點 60°-75°，供燈臺之用。

煤氣油 比重 0,84-0,85，沸點 260°-375°，引火點 105°-130°。混於燈用煤氣可強其燭光。

燃料油 比重 0,85-0,865，沸點 280°-385°，引火點 120°-150°。供爐熱及水蒸氣發生用。特製者供英國海軍之 Diesel Engine 及石油機關用。硫在 0,5% 以下，一磅有 19,500 B. T. U. 之熱量，引火點為 93°。

Batching 油及減摩油有下之三種：——

比重	沸點	引火點
0,865	302°-376°	135°-149°
0,885	343°-466°	160°-171°
0,895	390°-470°	170°-180°

與他種礦油及植物油相混，作減摩之用，較由石油製出者為佳。比重 0,865 者用為機關車之清淨油。

石蠟 熔點 36°-54°。蠟燭製造之外又供火柴，爆發物，耐水布，包紙及食料品之製造及電氣絕緣之用。

石蠟餅 固定碳 90% 以上，揮發物 1% 以下，灰分 0,5 以下。可供船室內燃料，鑄物之擦黑及電極製造之用。

渣油 土瀝青製造用。

民國十三年十一月三日於東京

石油在國防上及產業上之真價值

凌 飛

一. 序論

歐戰方終，石油之戰又起，英美兩國，競爭尤劇，英所獲得油田之區域匪不敵於他國也，美所保有石油之鑛區，匪不甲於全球也，猶必着着進行不遺餘力者，其故何哉？蓋石油與煤，固同為國家存立上重要之燃料，第依大戰之刺戟教訓，石油用途，較煤尤廣，因感需要供給之必要，而石油在國防上及產業上所占之位置，遂有駕煤而上之勢矣。近來各國政策，莫不集中此點，保護獎勵，不遺餘力。就今日現狀觀之，敢謂各國之內外政策，殆無一與石油無關係者，而油田之開發經營，實非單獨私人之營業的

事業也。

法蘭西 霍休 元帥有言曰：『揮發油之一滴，其價值與一滴之人血相等』。又曾充戰時法國石油委員長之伯蘭加氏曰：『吾人能於戰爭獲最後勝利者，乃所謂地球之血即石油之賜也。若石油為戰時決定勝敗之活血，則此活血於平和之戰爭時，亦非為決定勝負之基準不可』。英國海軍大臣俄爾塔朗氏曰：『能得石油之潤澤與供給者，為該國國民第一之成功，苟能確保石油之供給，則凡吾人所欲為者，無所不成』。是石油真價之重大，果何如耶？

石油之真價，既如此其重且大，吾人不可不繼起直追，以求其相當的了解，庶幾我國上下，知所準據，速定保護獎勵之策，圖產業之勃興及國防之鞏固，今請先言石油之生存分析及用途於次。

〔註〕石油之為物及其性質用途，知之甚詳者，固屬不少，其毫無具體觀念者，諒不乏人，用特介紹如次，識者諒之。

二. 石油之生存及其分析

石油者，地中產出之可燃性液體，為種種碳氫之混合物也。先於石油鑛區，掘地鑿井，液體自地

噴出，噴出數量，莫能一定，如墨西哥有日噴二萬二千石之油井，其在加里佛尼亞者，則繼續每日三十九石上下，若日本油田，除秋田黑川五號井當大正三年五月每日曾出油一萬石者外，餘皆每日平均僅二石而已。石油之色澤狀態及其組織，多因產地不同，不能一致，其天然噴出未加製鍊者，曰原油，約為深青或濃黑色與半透明或不透明之粘液。常有天然燃氣同時產出，此種氣體，可供燈火及燃料之用，或依冷卻及壓榨方法製為揮發油，至於液體石油，先用濃硫酸及苛性鈉處理，利用各混合物沸點之差，行分別蒸餾，可分各部如次：

(一) 凡在百五十度以下之溫度蒸餾所得者，曰揮發油，更依其揮發度不同，遂有下列種種名稱，其所附記之溫度，乃沸騰點也。

Petroleum	40°-70°	Naphtha	80°-120°
Gasolene	70°-90°	Benzine	120°-150°
Petroleum benzine	70°-90°	Ligroin	90°-120°

(二) 凡在溫度百五十度與三百度之間者，曰燈油；即日常所用之石油也。

(三) 沸點在三百度以上者，曰重油；再蒸餾之；

可得機械油,燃料重油,土瀝青等物。

(四) 曰中間油或曰輕油,即溫度在燈油與重油之間者,可分為火爐用油與燃氣油二種。

(五) 前記四項外,石油精製之際,得下記之附產物,即製蠟燭之石蠟(Paraffin)與充膏藥製造之礦脂(Vaselin)是也。

石油精製之法,各地不同,生產物品,自難劃一,上記各項,俱就其大概情形而酌定者,茲舉石油分析表如下: (係就美國加州產為標準)



三. 石油之用途

石油之原油,發見最早,當時科學尚未十分發

達，僅知供給醫藥及燈火之用而已。然因其發生惡臭與油煙之故，爲人所厭，後法國發明燈油，可由煤炭及含油頁岩蒸餾而得，一般學者，仿照上理，銳意研究，由石油精製燈油之法，始達今日石油之狀態，於是石油用途，遂逐漸擴張，而需要益形增大。茲將各油用途，略述於下：

揮發油多用爲飛行機飛行船自動車自動自轉車等之燃料，兼供樹脂橡皮油等之溶媒及其他各種方面之用。

機械燃料油，則依比重大小。可分兩種；重者可充下等自動車用，輕者係淡黃色，充燈油及內燃機關燃料之用，又可充低速度之馬林型小機關，及營業用之發動機與曳引之四汽筒機關之燃料。

燈油當今日電氣及煤氣事業普及之際，其用途雖多被蠶食，我國大小都會，以充燈火用者，尙屬不少，至若世界各國之僻地村落，需要猶巨。

中間油或輕油用途最廣者，係充石油發動機燃料，就中由蒸餾所得之火爐用油，則除家庭用火爐用外，尙可用爲輕油發動機之燃料，若燃氣油固原爲煤氣之增燭用，更能爲分解揮發油之原料。

機械油用途，人恆知之，即將此塗佈各種機械時，能使各種機械運轉圓滑，速度增進，並可預防機械之破損磨滅，而為他種動植物油所不能代用者也。燃料重油，乃世最重要之燃料，較諸煤炭，更為有效，列強軍艦汽船及其他陸上用諸汽罐之燃料，近有全以重油代煤之勢，蓋重油之有效發熱量，較大於煤，其他如裝載容易，不發煤煙及灰燼，燃燒時火勢緩急，得任意加減，並能相當節約火夫之勞力諸點，俱為煤炭所不及。震駭全球之潛航艇，亦專恃重油為其唯一之燃料。

土瀝青之用途，約分兩種，即敷瓦(Roofing)及鋪道用(Paving)是也。又常為防水防腐之塗料。

四. 石油在國防方面之真價值

石油用途，既如前述，昔之視為無足輕重者，今一變而為最可寶貴之緊要燃料矣。更據今次大戰之教訓，彼素在國防上未感必要之石油，一變而為與兵士兵器食糧三者同為一日不可或缺之必需品，即依其供給如何？足以決定戰爭勝負之一大要素矣。雖然，石油與國防，果有若何之關係，此為吾人

首宜詳細討論者也。

當今之世，欲圖一國國防之鞏固，非先籌陸海空三軍之充實不可。蓋陸軍者，專任陸地之防衛，海軍者，專負海面之防護及海上交通之維持耳。而空軍則備空中偵探與防敵軍侵入之任。至若馳驅疆場，司兵士器糧輸送之重任，兼負偵察傳令之使命者，非陸軍新進武器之自動車及自動自轉車乎？其視礮林彈雨及毒氣如無一物，突進敵陣，蹂躪敵軍，一時有陸上戰鬪艦之稱者，非英國所新發明陸軍武器之裝甲車(Tank)乎？彼德軍之潛航艇，逞其暴威，橫行海上，其慘酷不仁狀況，談者色變，聯合軍之重油專燒艦艇，發揮最高能率，常操必勝之算，致令同盟海軍，始終蟄伏，莫敢抗衡，何一非近世海軍之新式武器耶？至若使本隊之人命損傷程度較少，而與敵之人命財產以巨大之殺傷破壞者，莫飛行機飛行船若也。飛行機在戰爭中之效力，枚舉不遑，僅以德機襲擊倫敦言之，英國受害，莫可言狀，其他更無論矣。德機之襲英京也，飛行船凡五十一回，飛行機凡五十七回，因是之故，市民被殺害者，有千二百六十名之多，負傷者，達三千五百六十人之衆，其他建築

物工場被害之程度，幾不可計，嗚呼空軍新武器之威力，又誠非陸海兩軍武器所能及其萬一者也。

吾人今日所謂籌三軍之充實者，非若曩昔僅求人員之訓練，軍糧之整備，武器之精奇已耳。而於運動武器之原動力，尤不可絲毫漠視也。然則其爲上記陸海空三軍新式武器之原動力者，果何物乎？石油是也。使無石油，雖新式之武器，亦不足以施其威逞其能，此即石油在國防方面之真價值，吾人既不能期世界永久之和平，即難獲戰爭絕滅之機會，國防充實一語，實謀國者宜印諸腦海莫敢或忘者也。而與國防方面有重大關係之石油，寧可忽乎？

五. 軍艦燃料採用石油之理由

從前軍艦燃料，專用煤炭，十數年前，軍艦內部，始有煤炭石油混燒之裝置，迨大戰開始，世界各海軍國，咸欲使其軍艦發揮最高能率，益感專燒石油之必要，於是燃料種類，遂成全部改爲重油專燒之勢矣。今軍備制限，業已實施，各國海軍，相當縮小，無待贅言，夫以少數之軍艦，苟欲期其有效活動，發揮其最高能率，依今日現狀觀之，舍專燒石油外，寧有

他法？是故各國目下建造中及將來應建設各大小軍艦，勢必全以石油為其燃料，此後石油之需要可勝言耶？

一、增大軍艦之續航距離。以與軍艦所載煤炭倉庫同容積之石油槽，搭載重油，能增大該艦之續航力至百分之八十，若將軍艦改載與該艦所搭煤炭同重量之重油，亦能增大其續航力至百分之五十之多，故搭載石油軍艦，較諸煤炭燃料軍艦，能堪長時間之航行及戰鬥，此即軍艦燃料採用石油重重理由之一也。自各國採巨艦巨砲主義以來，主力艦則以裝搭巨砲為唯一目的，戰鬥距離，日益延長，而續航力之強大，遂成戰鬥上不可缺之條件，回憶日俄戰爭時代，艦上所載大砲之最大口徑，僅十二吋，而戰鬥距離，亦不過六千呎而已，近數年來，大砲口徑，遂由十二吋一躍而為十五吋以至十六吋，英美兩國，尙有十八吋口徑大砲之計畫，（幸此次軍備制限，已規定各國軍艦所載大砲，其口徑不得超過十六吋以上）大砲口徑，既逐漸增大，則戰鬥距離，勢不得不依之增長，昔之六千呎者，亦變而為一萬呎二萬呎乃至三萬呎矣。萬一協約破裂十八

時破實現，則距離必更延長，可斷言也。不寧唯是，近來海戰區域，非若往日所能局限，即舉全世界之廣大海面，為交戰國家爭逐之場是也。故軍艦亦非保有優秀之續航力不可。

二、增加軍艦之速力。重油之熱效率，遠勝於煤，如以煤三噸所能蒸發之水，若用重油，僅需二噸，故軍艦燃料，使用重油，其速力必較燒煤者大，此亦即軍艦燃料採用石油重要理由之一也。歐陸大戰之際，凡保有高速力之軍艦，常奏偉功，於是各國益感軍艦宜保有優秀速力之必要，近年以來，銳意改良，速力之增，實堪驚駭。彼日俄戰爭時代，主力戰艦之速力，僅十八節，主力巡洋艦之速力，僅二十節者，今一變而為戰鬪艦二十三節以上，巡洋戰艦三十節以上，輕巡洋艦三十五節以上矣。況更有保有快速力必要之驅逐艦乎？其速力變化，所以能如斯速者，皆重油之賜也。

三、燃料裝載容易。載煤千五百噸於軍艦，需一晝夜之時日，如依前項所述，其所用燃料，若為重油，則僅載煤量三分之二即千噸之重油而已，如以唧筒吸之，約需三四時間，兩者所需時間，相差一倍

有奇。又軍艦每當交戰之際，常於海上由燃料輸送船裝載燃料入艦，設不幸海波大興，若其燃料為煤，則無法裝載，重油則否，且於軍艦進行中，煤則絕難轉載，重油則以油槽船與艦並行，漸由唧筒吸入可也。

四、火夫勞力之節約。燃燒重油，較燒煤時，其勞力可以節約至百分之七十，何也？蓋供給重油於汽罐之際，非若煤炭之煩難，以一火夫司給油管栓之開閉調節足矣。且不若燒煤時常有灰燼殘滓殘存，又汽罐中不至生出塵芥。

五、點火滅火及發生蒸汽俱異常容易而又迅速。重油之點火滅火，較迅於煤，且煤自點火後，至發生蒸汽，需相當之時間，重油則能於最短時間內發生蒸汽，故機關之運轉停止迅速異常。

六、火勢得自由加減。燃料之火勢，得自由加減者，則軍艦速力，亦能隨機應變自由變化其緩急之度，此點對於戰鬥上，非常有益，燃料之中，其能使軍艦速力急遽變化至最高程度者，重油甚易，煤炭則否。

七、燃燒時全無煤煙，若遇必要亦能急遽發生

濃煙。重油係完全燃燒，自無煤煙發生，故軍艦無因煤煙爲敵發見之虞，然當軍艦敗退之際，有陰蔽之必要時，亦能使其急發濃煙，以炫敵目。

六. 軍備制限後列強海軍與石油燃料之關係

某海軍專家有言：以石油爲燃料之巡洋戰艦，每時間能得三十節以上之速力，若同一軍艦使用煤炭時，其速力難達二十五節以上。又驅逐艦如用石油，每時間之速力，能達三十五六節，若該艦以煤爲燃料，欲求三十節以上之速力，殆不可能云。更就前記諸點觀之，以石油爲燃料之軍艦，各種方面俱優於燒煤軍艦，故使用煤炭軍艦，已失其現代軍艦之資格，去春英國海軍大臣曾於下院演說曰：「英國艦隊，不久將有全部以石油爲燃料之軍艦構成，凡屬於現在英帝國領土內之各海軍給煤所，必將悉改爲給油所」云。茲更記一九一九年美國海軍大臣大利額爾(Daniel)之陳述如次：「今後美國海軍之石油使用量，必益增加，蓋海軍根據續航距離之增加保持艦內清潔及其他各種理由，有使用石油

之必要，故以後造艦計畫，亦必全部爲重油專燒軍艦，又軍艦商船，欲得多量之燃料油，則非將陸上石油之使用量，大加節約不可。若欲爲海軍將來籌畫，則海軍預備油田，不僅宜先事保存，更宜爲預備供給地步，有保有或獲得其他油田之必要云云。據是觀之，號稱世界第一等海軍國而油田又異常豐富之英美海軍方面，尙感石油供給之絕對緊要，此外列強，自不待論。

或謂軍備制限實施後，列強之既成軍艦，多數廢棄，則燃料之需要量必大減少，石油供給或能緩和。殊不知既成艦中因此協定受廢棄處分之運命者，除少數之新式艦外，殆全係煤炭專燒及一部炭油混燒之軍艦，故協定成立，與石油之需要似無何等重要關係。茲後主力艦之補充建造，其燃料之爲重油，實乃必然之勢，補充艦方面，會議中既無相當之制限，則以快速力爲目的之輕巡洋艦驅逐艦水雷艇等之數目，自難一定，將來建設，亦非借重重油不可。依此言之，協定成立後，海軍方面，石油之需要量，較諸今日，必益增巨，可斷言也。

雖然，列強艦艇若干及其採用燃料之內容，亦

有詳細考查之必要，但爲數過多，編輯有限，先略記其軍備未制限以前，五強國之既成及建造中艦艇之概數，次將軍備制限後之主要艦艇所要燃料，分別類記，以供參考：

一、軍備制限以前五強國既成及建造中之艦艇概數表。

國名	艦艇種類	戰鬪艦	巡洋戰艦	輕巡洋艦	飛行機母艦	驅逐艦及水雷艇	潛航艇
英國		三七	八	六二	六	二五九	九七
美國		四七	六	二五	二	三一八	一四九
日本		一七	九	一七	一	一一二	三八
法國		一五	〇	五	〇	一二九	一二九
意大利		一四	〇	一〇	〇	一六二	一六二

二、軍備制限後五強國應保有主要艦名及其所要燃料種類表。

英國之戰鬪艦

共十四隻

燃料種類

隻數

艦名

重油專燒

十隻

Royal Sovereign; Royal Oak; Revenge; Resolution; Ramilles; Malaya; Valiant; Barham; Warspite; Queen Elizabeth.

炭油混燒

四隻

Benbow; Emperor of India; Iron Duke; Marlborough.

<u>英國之巡洋戰艦</u>		共六隻
炭油混燒	一隻	Hood.
重油專燒	三隻	Renown; Repulse; Tiger.
未定	二隻	名未名
<u>美國之戰艦</u>		共十八隻
重油專燒	十二隻	Maryland; California; Tennessee; Idaho; New Mexico; Mississippi; Arizona; Pennsylvania; Florida; Utah; North Dakota; Delaware.
炭油混燒	六隻	Oklahoma; Nevada; New York; Texas; Arkansas; Wyoming.
<u>日本之戰艦</u>		共六隻
炭油重燒	六隻	Mutsu; Nagato; Hiuga; Ise; Fuso; Yamashiro.
<u>日本之巡洋艦</u>		共四隻
炭油混燒	四隻	Kirishima; Haruna; Hiyei; Kongo.
<u>法國之戰艦</u>		共七隻
炭油混燒	七隻	Bretagne; Lorraine; Provence; Paris; France; Courbet; Jean Bart.
<u>意國之戰艦</u>		共五隻
炭油混燒	五隻	Andrea Doria; Caio Duilio; Giulio Cesare; Conte di Cavour; Dante Alighieri.

七. 歐戰中石油之真價

(甲) 歐戰中自動車之活動

交戰各國，當美國尚未參戰以前，戰場中所使用之自動車數，已達三十萬輛以上，今記各國所使車輛於下：

美國未參戰前

<u>英國</u>	三萬輛	<u>法國</u>	八萬輛	<u>俄國</u>	四萬輛
<u>意國</u>	一萬輛	<u>比國</u>	一萬四百輛	<u>德國</u>	十萬輛
<u>奧國</u>	三萬輛	合計	共三十萬〇四百輛		

戰爭中新製而送諸戰場者及被破壞或擊毀者，俱達莫大巨額，至交戰五年間，各交戰國之軍用自動車數，變化無定，難於統計，但休戰當時，歐洲戰場實有輛數，總計實超三十四萬輛，茲記重要交戰國之概數於下：

休戰當時

<u>美國</u>	十萬輛	<u>英國</u>	五萬輛	<u>法國</u>	八萬輛
<u>意國</u>	一萬輛	<u>比國</u>	五千輛	<u>俄國</u>	一萬五千輛
<u>德國</u>	六萬輛	<u>奧國</u>	二萬輛	合計	三十四萬輛

戰時自動車功績，尤為顯著，如兵士兵器糧食之輸送，及偵察傳令負傷兵搬運等類，多被採用。此外有以充戰場之野戰病院用炊事用塹壕掘鑿用及埋葬戰死者之掘穴用者，用途之廣，筆難盡述。茲更分

別記其實際偉功及其利益所在，以資研究。

當大戰開始，彼德意志得以一日四五十哩之急速力，蹂躪比土，進擊巴黎，使其軍隊長驅直進者，非自動車之力耶？又法蘭西欲避其鋒，當其遷首都於巴黎南方三百六十哩之波爾多 (Bordeaux) 之際，終能於馬爾內 (Malne) 河畔，擊退勢如破竹之德軍，至使德軍不得不於西部戰場籌持久之策者，皆當時法軍總司令霞飛將軍，能巧乘時機，分巴黎守備軍之半，以千四百臺之自動車，一舉輸送大軍於馬爾內河畔之賜也。若自動自轉車，不僅於戰場供偵察傳令之用，美國參戰後，遂於自動自轉車上裝置機關銃，組有武裝之自動自轉車隊，使之參加追擊，頗建奇勳，是自動車及自動自轉車之功，不亦偉乎。

供負傷兵搬運之特種構造自動車，大戰場中，往來如織，普通之自動車內部，臨時稍事改造者，多被採用，至若自動自轉車，祇需另附擔架，即可充負傷兵搬運之用，蓋擔架之上，使負傷兵橫臥，上部及其周圍俱用防水布掩覆，則風雨塵埃，萬難侵入，故此歐戰，負傷兵之輸送，異常迅速，因之負傷兵之死亡率，得藉以減少，而傷痕恢復期得較早全癒者，

未始非自動車或自動自轉車能於最短時間，輸送多數負傷兵士，收容於野戰病院，使治療上無較遲之虞也。

此外有以自動車代用野戰病院者，即使負傷兵士，橫臥起居於車內，而受治療是也。又有齒科治療自動車，係車內有醫齒必要諸設備。並載齒科醫士，使之巡迴戰場，從事於戰鬪負齒疾之治療，若炊事用自動車，多備有以石油為燃料之庖廚器具，大戰場中，每車能一時供給二百五十人乃至五百人份之食料，並能利用由自動車發動機排出之氣熱，以助炊事，及發動機冷卻器中之水，以滌食器，故自動車雖疾走中，亦能作戰鬪者食物之準備，其便利又如此。

至若塹壕掘鑿或埋葬戰死者掘穴之自動車，則該車有掘鑿機之設備，當其向目的地時，則以自動車疾走，掘鑿之際，則自動車之發動機，變為掘鑿機之動力是也。

(乙) 歐戰中 裝甲車及牽引車之活動

裝甲車者，新式武器之一，巨大之裝甲自動車也。亦以石油(揮發油)為其原動力，形狀不一，然俱裝

置數門之機關砲於車內，以備衝鋒射擊之用。其前後車輪，則有迴轉於輪周之廣幅無限軌道，除急遽傾斜或凸凹不平之處，皆得自由前進，超越塹壕，突破鐵網，尤其能事。障礙樹木不足以阻其前，彈丸擲彈不足以威其後，故能深突敵陣，莫敢或當，射砲彈如雨霰，使敵軍望風披靡者，其功不亦大乎？歐戰之際，英國曾於索猛之戰場，最初使用，大破德軍，厥奏偉勳。自茲以後，法德美各國羣起效之，於是裝甲車戰，愈演愈烈矣。

歐戰方熾，馬匹缺乏，且因飼養馬匹食料不足之故，不得不設法補充，其為當時馬匹代用物。被交戰各國所採用者，即以揮發油為動力之牽引車是也。此車構造，亦自動車之一種，其運搬大砲於戰場能率，較迅於馬，因是大戰末期，採用之馬匹頭數，大為減少，殆成全部以牽引車代之之勢焉。

(丙) 歐戰中飛行機之活動

歐洲戰場，各交戰國實際使用之飛行機數，實達巨額，但破壞捕獲，增減無定，難於統計，今將戰前及休戰當時歐洲重要交戰國家保有之飛行機數，列表如下：

國 別	戰 前 台	休戰時 台
<u>英 國</u>	一三〇	一,五〇〇
<u>法 國</u>	六〇〇	二,〇〇〇
<u>意 國</u>	一〇〇	一,〇〇〇
<u>美 國</u>	二〇〇	五〇〇
<u>德 國</u>	三〇〇	一,七〇〇
<u>奧匈國</u>	五〇	三五〇
合 計	一,三八〇	七,〇五〇

上表所記，戰前各國之飛行機數，共一千三百八十臺，休戰當時，竟達七千〇五十臺之多。此等飛行機中，有設備活動寫真機者，以之偵察敵陣，撮取實況，所謂偵察用飛行機者是也。有設備無線電信機者，觀測本隊所發砲彈之落下，報告砲兵，所謂砲兵用飛行機者是也。有裝置機關砲，以攻擊敵機或飛行船之戰鬪用飛行機，有以快速力為目的之驅逐用飛行機，有突進敵陣以圖投下爆彈之爆擊用飛行機等類，其收效可勝言哉？

(丁) 歐戰中潛航艇之活動

德奧海軍，難與聯合軍匹敵者，乃必然之勢，然僅依其潛航艇之活動，振動全球觀之，實堪欽佩，計自大戰開始即千九百十四年八月至休戰當時即

千九百十八年十月末日止聯合國及中立各國因戰禍所喪失船舶之總噸數，實達一千一百八十二萬八千噸之巨額，今分別記之於下：

國名	喪失船舶噸數
<u>英</u> 國	七,七五三,〇〇〇
<u>英國屬領</u>	一六九,〇〇〇
<u>法</u> 國	七二二,〇〇〇
<u>意</u> 國	七四五,〇〇〇
<u>美</u> 國	三四三,〇〇〇
<u>日</u> 本	一一九,〇〇〇
<u>比</u> 國	八五,〇〇〇
<u>西</u> 牙 牙	一五七,〇〇〇
<u>丁</u> 抹	二一〇,〇〇〇
<u>希</u> 臘	三四九,〇〇〇
<u>哪</u> 威	九七六,〇〇〇
<u>瑞</u> 典	一八〇,〇〇〇
<u>伯刺西爾</u>	二〇,〇〇〇
合 計	一一,八二八,〇〇〇

上表所載，以被潛航艇擊沉者為多，自千九百十七年二月德國宣言無警告無制限之潛航艇攻擊以後，聯合國及中立國之船舶，所蒙損害，較前尤烈。當美未參戰前，德之潛航艇德意志蘭號 (Das Deutch-

land)卒能脫去聯合國優勢艦隊之監視，經三千哩以上之潛行，橫渡大西洋，安着紐約，而世人益信潛航艇之偉力矣。查潛航艇之能為遠距離航行者，因內部設有二種之推進機關之故，即水上推進機關及水中推進機關是也。當其水上進行之際，則採用以石油為燃料之內燃機關；潛航用時，則使用由二次電池採取動力之電動機。最初曾有採用揮發油機關之舉，但揮發油之引火點低，爆發性強，不適於用，現今殆已為以重油為燃料之德哲爾機關所獨占。是故潛航艇能出沒於海上而無敵者，表面觀察，雖原於潛航時之水中推進機關之力不少，實則潛航艇以德哲爾機關航行水上之際，該機關先使推進機迴轉，並同時使發動機迴轉，發生電力，而後充電於二次電池，以為水中潛航時之準備。是故德哲爾重油機關，確為潛航艇在水上水中航行時，一切動力之原動力，就此觀之，彼潛航艇之能成其偉功者，謂非石油之賜得乎？

(戊) 歐戰中重油專燒艦之活動

歐戰當時，海軍主力，聯合軍方面為英國，同盟方面為德國，而德之艦隊，實少於英，石油專燒艦亦

不及英之多，故屢招敗北。英國當一九一四年大戰勃發之際，石油專燒艦艇之既成及建造中者，總計凡百六十六隻，炭油混燒者，亦達七十九隻，但大戰前所完成之軍艦中，石油專燒者，多限於驅逐艦水雷艇等，當時所謂主力艦隊之 Tiger; Iron Duke; Marlborough; Emperor of India 等，俱係炭油混燒，一九一二年度乃至一三年度起工之弩級戰艦 Queen Elizabeth; Warspite; Barham; Valiant; Malaya 等五艦，始建石油專燒之主力艦隊，開戰後（即一九一五年乃至一九一六年）全部完竣，一九一六年五月加體蘭之海戰，前記五隻之快速力重油專燒艦，最奏偉功。其他如一九一五年一月之北海度加班克海戰，及一九一四年十二月智利福爾克蘭海戰，俱係石油燃料之軍艦，占優勝地位，於是各國益確認石油燃料在海軍方面之真價值矣。

八. 石油在產業方面之真價

石油在國防上之價值，已如前述，而於平和時代即產業方面之之價值，亦未可輕視也。何則？蓋石油於產業方面之用途需要日益擴大，如今日充平

和方面使用之飛行機飛行船自動車自動自轉車自動艇消火唧筒鐵道船舶等之動力，普通之石油燈礦山之安全燈漁燈或漁船燈誘蛾燈等之燈火材料，及暖爐庖廚金屬製鍊玻璃製造等之燃料者，無一非石油也。若象皮豆油膠漆之製造，動植物性脂肪類之溶解及浸出等，亦多被採用。此外如農業則用以爲殺蟲劑，醫業衛生方面則用以爲殺菌劑消毒劑及下劑，其他如衣類及諸機械之洗滌用，諸機械之減摩用或防銹用，蠟燭之原料及火材軸木之塗料用，化粧油之原料用，道路修築之材料用，木材之防腐劑用，建築用之塗料用，煉炭之製造原料用等類，不勝枚舉。然則石油之爲物，實家庭用醫療用農業用工業用商業用及其他海陸空三方面之各種交通機關用，俱異常重要之必需品也。今日朝野上下，欲謀國家之進步發達，並圖富國興業之策，及海外貿易維持振興之計者，得不注意於石油戰爭乎？

以上所記，要不過產業方面石油價值之具體觀念，欲爲詳細介紹起見，勢不得不條分縷細，逐一解說不可。然用途過多，勢所難能，茲僅擇其需要顯

著關係緊要者，舉二三例於後。

九. 揮發油今後需要之盛況

念數年前，世界各國，當其由原油精製燈油之際，最初蒸餾所得者，揮發油也。該油揮發性強，且多爆發危險，故恆視為廢物，不知利用，迨至近年，其用途急遽擴大，反為石油產物中最重要之一，而其將來需要狀況，猶未可限量也。

(甲) 自動車發達之趨勢

現今揮發油需要之最大者，自動車也。其能堪實用之自動車，世界中最初製造國家，法蘭西也。以時日計，距今僅二十七年耳。其將自製之自動車開始販賣世中者，則為美國，亦不過二十六年前事而已。今也全世界所使用自動車之輛數，達一千萬臺以上。就中北美合衆國一國之車數，幾占全數中十分之八九，據一九二一年六月終旬調查，該國自動車數，已達九百二十五萬七千五百七十五臺之多。夫以最短之年歲，而發達趨勢反若斯其速者，吾不能不拜服於物質的偉力之前矣。

今試將北美合衆國自千九百十二年以來至

千九百二十一年止十年間之自動車數，揭於下表，以便讀者知其發達之歷史。

年 代	自 動 車 數
一九一二年	一,〇〇九,五一三台
一九一三年	一,二五三,〇三四
一九一四年	一,七五四,五七〇
一九一五年	二,四二三,七八八
一九一六年	三,五四四,九五二
一九一七年	四,九四一,二七六
一九一八年	六,一四六,六一七
一九一九年	七,五二三,六六四
一九二〇年	七,九〇四,二七一
一九二一年	九,二五七,五七五

據上表所記，美國之自動車數，每年激增，至一九二一年六月終旬，已成人口十一人半與自動車一臺之比率，較諸全世界平均之比率數值，即人口每二千一百四十人得保有一臺之自動車，其相差實可驚駭。

自動車一臺所消費之揮發油量，每因乘用者之關係，難得一定之數字，有每日之消費量，在一加倫(Gallon)以內者，若以多載客爲主之自動車，則每

日之消費量常在十加倫以上，美國四十九州中，有揮發油之檢查規定者，僅十二州，即阿拉巴瑪 (State of Alabama) 阿肯色 (State of Arkansas) 科羅拉多 (State of Colorado) 佛羅里達 (State of Florida) 干薩斯 (State of Kansas) 北喀爾勒拿 (State of North Carolina) 南喀爾勒拿 (State of South Carolina) 俄亥俄 (State of Ohio) 俄克拉何馬 (State of Oklahoma) 俄勒岡 (State of Oregon) 南達科他 (State of South Dakota) 田納西 (State of Tennessee) 是也。一九二〇年上記十二州一個年間所消費揮發油之總量，共計八億八千九百五十二萬四千九百四十四加倫，是每輛一年間之平均消費量，約計四五二·一加倫。今只以去年美國全體之自動車數為九百萬臺，並以前記十二州計算所得每輛每年之消費量，為全美每輛平均之一年間消費量而計算之，美國全體之自動車，去年一個年間所消費之揮發油量，實達四十億六千八百九十萬加倫之巨。況今年美國之自動車總數，已超千萬臺乎？

世界各國全體之揮發油消費量，雖不及美國之多，究其所消費之數字，諒亦未可稍加輕視也。況

當各國銳意改良製造使用日盛一日之際，將來世界間存在之自動車數，自難揣測，則他日為自動車唯一原動力之揮發油之需要總量安可限量哉？

(乙) 使用於平和方面之飛行機及其將來發達之推測

大戰中翱翔空際，孳猛異常，機影所到，社稷為墟，三尺之童，聞音色變，並能遂其長足之進步，一時有空中霸者之稱者，非飛行機耶？孰意平和克復，彼慘酷不仁不寒自慄之新式武器，遂一變而為競相研究舉世歡迎之平和使者矣。其故何哉？蓋飛行機者，非若他般武器，僅充戰時攻擊防禦之用，實帶和平與戰爭兩性者也。

近來飛行機之進步，已達若何之程度，想亦吾人所急欲知之者。夫飛行機之最大三要件，安全率、速力及續航力是也。據去年英國航空部所發表，最近二百六十日間，英國民間飛行公司之飛行回數，凡三萬六千二百數十次，乘客計六萬六千餘人，飛行距離，共六千零一萬九千哩，恰與迴繞地球三十回之距離相等，而乘客死者，僅一人耳，其安全之程度如此。設使器械優良，操縱純熟，在今日狀態，已經

無危害可知，速力一項，戰前僅每時間六十哩，戰後則每時間八十哩乃至百四十哩者，據最近世界之記錄，已達每時間二百哩之速矣。至續航力，依德利麥爾之記事，以四十噸之飛行機，搭載五噸之貨物時，能續航至八十時間之久云。其他機體之大，爲東亞所未曾見者，不知凡幾。機械馬力，有多至五千者，貨物搭載能力，約有十五噸以上，前記各項，俱適合於平和方面使用之條件，於是競相利用，今日歐美各國之天空，能達往來如織之狀況者，職是故也。

歐美航空界，已由國家之攻擊防禦時代，全入於實用的運輸時代矣。凡各主要都市，殆無一處未實施郵政物運搬飛行者，若旅客貨物之輸送，貴重礦石之搭載，森林火災之巡查，警察勤務之補助，巡行海洋沿岸，預報海上之危險，飛行國境上空，司密輸出入之監視，其他漁業牧場之守護，山川地形之測量，國土地質之調查，氣象觀測及探險娛樂冒險飛行等，應用之宏，筆難盡述。各國首都間之航空輸送，實施亦久，據英法兩國共同設立之萬國航空輸送公司報告，計自一九一九年九月二日至一九二〇年九月二十五日止，該公司之輸送量，人數實三

千四百七十九人，貨物及郵政物之全量，計十七萬一千六百十三英斤，其航空距離之總延長哩數，約達二十五萬一千七百六十哩，又該公司自開始經營內外大陸輸送以來，十二個月間，所輸送之人數，總計有八千二百名云。近兩年來，該公司營業之發達，定可預卜，僅以一公司兩年前之報告觀之，其輸送成績既已如此，此外近兩年間各國政府經營及其民間私營之輸送事業，雖其成績無統計之調查以資證實，然所輸送之人員貨物郵政物件之數字，必增若干倍也無疑。

飛行機之進步發達既如前述，而世界各國之飛行機製造能力何如，即能否圓滿供給今日之需要，亦為吾人所急欲知者。據去年日本之帝國飛行協會副會長陸軍中將長岡外史氏視察歐美後之所發表，英法美三國之製造能力，旗鼓相當，目下每月約二千五百臺，是每年可得三萬臺。而法國去年一個年間，製造臺數，實達二萬四千六百五十臺之多。德國能力，殆等於法，至日本全國，盡其全力，難製千臺云。回視我國，除北京有專造飛行機工場一所外，殆未聞有製造飛行機者，且聞該工場實奄奄一

息，將有倒閉之虞，可勝慨哉？

自大西洋橫斷飛行舉行以來，世界各國，乃計畫種種之長距離飛行，特懸重賞，募集勇士，成功者固有之，尙未舉行者亦有之，就中業已決行者，如太平洋橫斷；桑港與菲律賓間；羅馬東京間；加拿大日本間；巴黎及麥爾波隴間；英國澳洲間；及美大陸橫斷；世界一週；南美橫斷等；所謂有志者，事竟成，吾人可拭目而待也。

總前所記，飛行機之製造能力如此，其用途之範圍及其發達之速度如此，安全率速力續航力等之進步又如此。恐不出數年，而世界之交通輸送事業，行將爲飛行機所獨占，則其所需要之揮發油燃料，其數量又何如耶？

(丙) 其他用途

揮發油除平時戰時之自動車飛行機用及自動自轉車牽引車裝甲車等燃料用外，自動艇消防用唧筒灌溉用唧筒等之動力用，揮發油火爐及揮發油燈用；其他揮發油尙能充多數工業的用途，即洗濯業者用之以脫却衣類上所附着之油脂污垢；印刷業者，則充活版之洗滌；至若樹脂之溶解；杜節

油之代用；皮之製造；豆油之榨取；鑛山坑內之安全燈等；無一非使用揮發油者。甚矣哉當軍備未完全撤廢工業又日益發達之今日，揮發油需要量之增加，誠不知伊於胡底也！

十. 世界海運之現勢與石油燃料之關係

據英國雷多氏之調查報告：稱一九二一年六月末。世界中百噸以上之商船總隻數及噸數，共三萬三千二百〇六隻，計六千一百九十七萬四千六百五十三噸，就中帆船實占四千七百七十三隻，三百一十二萬八千三百二十噸，汽船則有二萬八千四百三十三隻，五千八百八十四萬六千三百二十五噸云。上記帆船汽船全體之隻數噸數，比諸一九二〇年六月末所發表者，僅有一千六百十一隻與四百六十六萬一千噸之差，即隻數方面。不過有百分之五強，噸數方面則百分之八強之增加而已。然較之大戰開始之年即一九一四年六月末之調查，則噸數確已激增，實有千二百五十二萬一千噸，即約百分之二十五之增加，但上記之增加數字，僅係

汽船之膨脹,帆船方面,實呈逐年衰退之勢。茲將一九一四年六月末及一九二一年六月末,兩年中所調查之鋼鐵製汽船之分布,及主要海運國所有船腹之消長關係,表示於下:

國 別	一九一四年六月末調查 千噸	一九二一年六月末調查 千噸	增加噸數 千噸
<u>英國及其屬地</u>	二〇,二八四	二一,二三八	九五四
<u>美 國</u>	一,八三七	一二,三一四	一〇,四七七
<u>日 本</u>	一,六四二	三,〇六三	一,四二一
<u>法 國</u>	一,九一八	三,〇四六	一,一二八
<u>意 國</u>	一,四二八	二,三七八	九五〇
<u>挪 威</u>	一,九二三	二,二八五	三六二
<u>荷 蘭</u>	一,四七一	二,二〇七	七三六
<u>西班牙</u>	八八三	一,〇九四	二一一
<u>瑞 典</u>	九九二	一,〇三七	四 五
<u>丁 抹</u>	七六二	八六六	一〇四
<u>德 國</u>	五,〇九八	六五四	*四,四四四
<u>奧匈國</u>	一,〇五二	不 明	* ——
<u>希 臘</u>	八二〇	五七六	* 二四四
其他諸國	二,三九八	三,四五九	一,〇六一
合 計	四二,五一四	五四,二一七	一一,七〇三

(註) 凡附有* 號者表示減少之意

上表所記,就各國所有汽船之位置言之,英國

雖仍占第一位，但一九一四年六月末，英國所有汽船對於全世界汽船之比率，實有四成四分五釐，而一九二一年六月末，已減至三成五分五釐矣。美國之能占第二位者，蓋美國於一九一四年六月末，原有噸數僅四千二百萬噸，而戰時中得遂行其一千萬噸之大建造計畫，突增加至千二百萬噸之多故也。又就一九一四年六月末與一九二一年六月末比較之，昔曾占第三位之挪威，今降為第六位；日本則奪挪威之地位，及由第六位昇至第三位；法則因較日本僅少一萬七千噸之故，居第四位；意由第八位進占第五位；荷蘭則保其原狀；西班牙亦由第十一位躍至第八位；瑞典則由第十位昇為第九位；丁抹則由第十二位進至第十位。然戰前曾保有五百萬噸以上之船舶，居世界海運界第二位之德意志，一九二一年六月末，遽減至六十五萬四千噸，勢不得不降至第十一位矣。

世界各國之船舶所有狀況，既如前述。次言船型之進步發達如何？以嚮讀者。自商船發達以來，一般要求大型船之傾向，日益濃厚，即一九一四年六月末四千噸以上之海上航行汽船，僅三千六百六

十八隻，至一九二一年六月末，乃增至五千二百〇九隻，特於六千噸乃至一萬噸級者，異常發達，計八年前，共僅千〇四隻，去年已增至千七百八十四隻之多矣。船舶使用之燃料，昔以煤炭爲主者，今則石油燃料使用船，急遽增多。茲先言其採用石油燃料之理由，次述其變遷之狀況如下：第一石油燃料之真價值，已爲世人所公認。第二戰時及戰後煤價異常昂貴。第三英美各國煤炭坑夫同盟罷業，煤炭產出減少。第四內燃機關尤以德哲爾機關發達迅速。綜此四點，故燃料遂有專重石油之勢。查一九一四年六月末，煤炭燃料船，占全世界商船百分之八十八又九六，迨至一九二一年六月末，乃減爲百分之七十二又三矣。而重油燃料船，則由全商船百分之二又六二增至百分之二十六又五，約增十倍。茲就重油燃料使用船言之，一九一四年六月末，船數計三百六十四隻，噸數爲百三十三萬噸者，去年六月末，船數二千五百三十六隻，噸數達千二百七十九萬七千噸，約增九倍之多，尤以最近兩三年間爲最甚。且呈將來日益增加之傾向，故石油燃料之需要，不能不日益增大也。近來煤油輸送船，亦大增加，一

九一四年六月末，計三百八十三隻四十七萬九千噸，至一九二一年六月末，則成八百六十一隻四百四十一萬九千噸矣。除內地航海二千噸以下之小型船不計外，所餘七百三十一隻之平均噸數，為五千八百七十五噸，計八千噸以上一萬噸以下者，凡五十五隻，一萬噸以上者三十七隻云。就此一端，亦足以知近來船舶需要煤油之趨勢矣。

此外內燃機關裝置船，尤有注意之價值，計至一九一四年六月末止，僅二百九十二隻二十三萬四千噸，至前年六月末，突增至一千四百七十隻百二十三萬三千噸之多。蓋內燃機關，已風靡全世，其機關之構造，亦進步異常，近英德美意丁抹等國，相互競爭，專從事於該機關之改良製造，諒不久又將雄飛海上也。

再內燃機關對於燃料之消費量，能非常節約，德國曾以德哲爾機關船與煤炭專燒之蒸汽機關船，比較之如次表：

	<u>德哲爾</u> 機關船	蒸汽機關船
機關部人員	四	四
機關士	二	六
燃料每噸所要價格	重油二五先零	煤炭一五先零

船長	三三八呎	同	上
船幅	四八呎	同	上
船深	三一五呎	同	上
吃水	二一呎五	同	上
馬力	一三五〇		一五〇〇
燃料庫容積	三五〇噸		四八〇噸
速力	一〇節		一〇節
每日燃料之消費量	七噸一		一九噸八
航海一日間燃料之價格	一二鎊二先零		一五鎊二先零
機關部人員每月之薪金火食費	五二鎊二辨士		七二鎊一〇先零

據上表所示結果：德哲爾機關船較之蒸汽機關船能節約如次：

燃料容積	二八〇噸
一日之燃料費	三鎊九先零
一個月之薪金火食費	二〇鎊一〇先零

今假定航行一次，每噸之運送費為八先零，航海八次，能得下記之利益：

航海八次之運費	$280 \times 8 \times 8 =$	八九六鎊
百六十日間所節約之燃料價格	$3 \text{ 鎊 } 9 \text{ 先零} \times 160 =$	五五二鎊
機關部人員薪金火食費之節約額		二四二鎊
合計		一六九〇鎊

但德哲爾機關船之建造費，較蒸汽機關船，約

貴一成五分，今將多要價格之利息，由上記利益減去之，可得 $1690-125=$ 一五六五鎊之純益云。因是世界海運各國，更熱心從事於石油發動機船建造矣。

據英國雷多氏之調查，一九二〇年末，各國建造中之石油發動機船之隻數及噸數，如下表：

國名	隻數	噸數
<u>英國</u>	五七隻	二二七,〇一〇噸
<u>瑞典</u>	二二	五七,三二八
<u>意大利</u>	四九	四九,九八四
<u>丁抹</u>	一六	四四,六七一
<u>美國</u>	七	二五,〇八五
<u>挪威</u>	一五	二二,一七六
<u>荷蘭</u>	一一	一九,五八五
<u>中華民國</u>	三	四,三三二
<u>英殖民地</u>	五	二,九七三
<u>伯刺西爾</u>	一	一,五九八
<u>希臘</u>	一	六〇〇
<u>法國</u>	一	二六〇
合計	一八九	四五四,六〇二

此外德意志建造中者，雖無正確之數字，聞其噸數，已超過五萬噸。日本則有大阪商船會社已於

橫濱開始建造八千噸級者。日本郵船會社，近亦有裝置內燃機關於新船之計畫。據是觀之，商船方面，已有全部改爲石油燃料機關之趨勢，無待贅述矣。

至若漁船方面，其船型雖小，近來頗多採用石油發動機關者。世界漁業最盛國家，首推日本哪威及美國三國。據日本各種年鑑所載，大正四年（即民國四年）末，石油發動機漁船之數，計二千五百十六隻，至大正九年末，已增至五千五百八十一隻，今後尙有增加之傾向云。

如上所記，近來石油在船舶用燃料中，已占最重要之地位，是故今日不欲參加海運競爭以圖海外貿易之整興則已，否則，非首先解決船舶重要燃料之石油問題不可。

十一．石油充汽罐用燃料時之真價值

石油在軍艦燃料方面之價值，已於五節逐條詳述矣。茲將其充軍艦以外即船舶用汽罐及陸上汽罐用燃料之價值於次：

一般使用於汽罐燃料之重油，雖因產地及製造法不同，成分稍異，然其平均成分，要不過碳佔百

分之八十五；氫約百分之十四；殘餘百分之一，則爲氧，氮，硫等物耳。依重油燃燒器向爐中所噴出之重油，成細霧狀，燃燒之際，先起氣化及分解作用，次與大氣中之酸氣結合，起化學作用，於是發生強熱，至其最終之燃燒生成物，則爲石油中之碳氫，與空氣中之氧化合所得之二氧化碳及氫耳。此外氧，氮，硫等夾雜物，實無若何之影響，何則？蓋硫與氧化合，得二氧化硫，雖發生些少之熱，比諸碳氫爲量至微，故毫無影響之可言，氮實無益無害之物，更無何等之關係故也。

煤炭每因產地不同，成分大異，其發熱量亦生大差，故每磅 (Pound) 有八,〇〇〇乃至一五,〇〇〇加路里之懸隔，重油則否，即每磅約一九,〇〇〇內外之加路里是也。此即煤炭不及石油之處。雖然，此猶不過僅就重油煤炭之含有熱量而比較者，如更就其實際使用於燃料時之效果言之，則重油之真價值，較易顯明，姑述於次：

煤炭與重油所含有之熱，不能全部利用以供蒸發水也，無待贅言。而其蒸發效率，固因燃料之種不同，致生歧異，而汽罐之樣式構造，亦爲效率歧異

原因之一。何則？試就使用於同一汽罐之煤炭重油而比較之，煤炭在爐中不能行完全燃燒，一部分成爲煤煙，逸散空中，又一部分成爲粉末，墮入爐底，其所失之熱量大，若重油殆能完全燃燒，則熱量之損失少，故就其發熱量能實際利用之熱效率言之，重油方面，較佳於煤，重油之發熱量及熱效率，俱大於煤，此卽近世以石油充船舶及陸上汽罐用燃料重要之理由也。此外使用上便利之點尙多，今特區分爲船舶汽罐用陸上汽罐用鐵道汽罐車用三項，逐一舉之於次：

(甲) 充船舶汽罐用燃料時之真價值

一、對於所需之同一熱量，如使用石油時，燃料之重量容積，俱得相當減少。船舶燃料，使用與煤炭重量相等之重油時，則汽船得增加百分之五十之續航力，又設所使用之重油，其容積若與煤等，則其續航力亦能增至百分之八十。換言之，航海於同一距離之際，重油燃料之重量，僅需煤量之六成七分，容積則只需煤炭之五成六分耳。是故使用重油之船舶，其貨物之積載力，重量容積兩方面俱能相當增加。

- 二. 船中有爲煤炭貨物所不能積載之處,重油亦能充滿。汽船之二重底或汽船中過於狹長之處,而爲貨煤所不能積載者,石油則否,且易由唧筒吸出,故船舶之貨物積載力,亦能相當增加。
 - 三. 燃料容易搭載。
 - 四. 火夫減少,經費節約。
 - 五. 航海於熱帶地方火夫亦不感痛苦。因重油燃燒之際,勞力甚少,故不若燒煤時之苦。
 - 六. 容易點火及發生蒸氣。
 - 七. 熄火迅速。此點當汽罐發生故障,有急速熄火必要時,非常便利。
 - 八. 不生煤煙及灰燼。
 - 九. 處理燃料之際不生塵芥,能常保船內之清潔。
- 各海運國家對於汽船之煤炭燃料與石油燃料之比較的試驗,舉行已久。今示其一例如下:即航海歐美兩洲間之阿林比亞號。原爲煤炭燃料船,自改爲石油燃料船一年間後,航行凡四十二次,據其最近所發表該船一年間之成績,石油燃料使用時,比諸燒煤時實得下列之利益:
- 一. 貨物積載量增加一千噸。設以每噸之運費

爲二十五美金，則全年貨物運費之增收額，計五二五，〇〇〇美金。

二. 火夫減少百五十三名，故乘客得增三百名。如以每客之船票費爲七十八美金，則全年增收統計四九一，四〇〇美金。

三. 火夫一名每月之俸金約九十美金。減少人數，有百五十三名。故一年間所能節約之經費，共計一六五，二四〇美金。

四. 火夫每名每月之火食費，約四十五美金。故全年能節約之經費，共計八二，六二〇美金。

五. 航海一回所需之煤炭裝載人夫百三十三名，可以節省，本項全年所能節約之經費，共計二九，三二六美金五〇。

以上五項共計一，二九三，五八六美金五〇。

此外停泊港灣裝載煤炭所要時間之減少，煤炭與石油之價格上的差異，汽罐附屬機械器具之損傷腐蝕較少等類，不勝枚舉，特於汽罐室中，使用石油時，無不潔及高熱之缺點，尤爲煤炭燃料所不能及者也。

又同一噸數之美國汽船二隻，其一專燒重油，

其一專燒煤炭,使之航海於同一航路,得其比較結果如次:

航路	歐洲——喜望峯——桑港——太平洋——蘇伊士——歐洲	重油專燒船	煤炭專燒船	重油之利益
航海哩數	各三萬一千六百哩			
航海日數	一四〇日	一八三日 (一)	四三日	
停船日數	九六日	一一七日 (一)	二一日	
全航海日數	二三六日	三〇〇日 (一)	六四日	
燃料消費量	一,四四六噸	八,五〇〇噸 (一)	七,〇五四噸	
燃料消費價格	一二,九四〇美金	四一,二七五美金(一)	二八,三三五美金	
貨物積載力	八,五〇〇噸	七,五〇〇噸 (十)	一,〇〇〇噸	
火夫	——	一四人 (一)	一四人	
機關部員	一三人	一九人 (一)	六人	
因裝載燃料停船之回數	二回	一四回 (一)	一二回	

上記重油船之重油裝載能力,爲一,二五〇噸。設最初能將重油充分裝載,則中途無需停船,殆有迴繞世界一週之能力,因其出發時,僅載八二〇噸,是以有於桑港及波斯灣二回停船補充之必要云。然則石油充船舶汽罐燃料之價值,不亦重且大耶。

(乙) 充汽罐車燃料時之真價值

一. 因其完全燃燒,毫無煤煙發生,故無與乘客以

不快感之虞。

- 二、非若燒煤時，常由煙筒發生花火，故無使沿線人家惹起火災之危險。
- 三、點火滅火及蒸汽發生，迅速異常。
- 四、火熱得自由加減。
- 五、運轉中能維持一定之蒸汽壓力。燒煤時常由爐中除去灰燼或掃除爐底，致令火門開閉，罐內溫度，因之低下。故蒸汽壓力，亦變化無定，而重油能保有一定之火力，且無開閉爐口之事，故壓力得以維持。
- 六、能增大其牽引力。
- 七、能保汽罐之清潔。
- 八、能節減火夫之勞力。
- 九、汽罐之受熱面，無附着物發生，故能增加汽罐之效率，且免掃除汽罐之時間。
- 十、重油自身有防腐防銹效力，故唧筒油槽等之損傷少。

美國鐵道。曾就油炭兩燃料，行比較的試驗，得其成績如次：

運轉時間	哩數	一時間 之速度	所蒸發 之水量	使用燃 料量	以一封度之燃料 所蒸發之水量	牽引 重量
時 分			封度	封度		噸
燃料 為煤時 { 7.86	126.5	16.64	75.563	12.188	6.20	461
{ 8.13	同	15.39	84.007	13.200	6.36	476
燃料 為重 油時 { 6.31	同	19.41	69.472	6.145	11.31	470
{ 7.21	同	17.21	74.531	6.196	21.06	743

如上所記，石油充汽罐車用之價值，實非淺鮮，故鐵道燃料，全部採用石油之時期，諒為日不久，將來供給此宗燃料之消費量，實不知達到若何地步也。

(丙) 充陸上汽罐用燃料時之真價值

汽罐之內不生塵芥，常保清潔，全無煤煙，全無灰燼，火夫減少，點火滅火甚易，依水蒸氣所要量之多少，得自由加減火勢，能保一定之汽壓，及汽罐之效率增加，且汽罐之掃除容易等事，俱與乙項相同。此外有兩最大利益之點，更為使用煤炭燃料時所不能及者，即

(一) 一旦設備貯油槽後，貯藏燃料時，手續簡單，且又容易。

(二) 雖常久貯存，於石油品質，毫無損傷。

是也。陸上汽罐燃料，採用石油，其利益既若斯之多，效率又如此其大，則將來石油必有代煤炭之一日，

近來一切工業，全仗陸上汽罐蒸汽發動之機械，爲數甚巨，故陸上汽罐之需要頗廣，則充此宗用途石油燃料之消費量，必日盛一日也。

十二. 結論

國運之盛衰隆替，恆視其國之政策如何爲斷。古今中外，證據昭然。至於一國之執政，猶操舟之舟夫，安危禍福，民實賴之，舟楫所向，民實從之。當德意志戰敗於拿破崙戰爭之際，土地人民，任人蹂躪，且賠償巨額之軍費，致陷國家於貧弱之境，慘憺情形，莫可言狀，自決定盛興教育以圖恢復國勢方策後，曾幾何時，德之學藝遂冠絕全球，而國家亦漸就強大，其明證也。又英國此次大戰，食糧一宗，頗感缺乏，論者謂該國四十年前，食糧用品，差堪自給，其後因政府獎勵工業之故，農業方面，等閒視之，土地荒蕪，收穫大減，致招今日困難之厄運。由是觀之，國策之影響於國家者，不綦重乎？雖然，徒善不足以爲政，徒法不能以自行，人存則政舉，此執政者所以影響於國家也。

石油在國防產業兩方面之價值，已如前述；而

英美各國之石油戰，方興未艾，回視我國石油，蘊藏之富，其質之佳，世所公認，乃政府無保護獎勵之策，人民無研究經營之徒，即日常使用之燈油，尚係英美之輸入，遑論國防之鞏固，產業之勃興耶？噫！

新疆油礦與世界

石油問題

龔學遂

在新疆建設馬爾柯尼無線電報局之英國工程師托克禮少佐，於二月下旬自北京來滬，與英美三大洋油公司磋商獲得新疆油權事。當由該公司等，電請各本國速派專門家前往調查。美商卜幹礦務公司，即開始向北京政府運動；日商三井公司，亦正在暗中飛躍，於是中外報章，多傳英美日三國將發生暗鬪。

試觀現在物質文明之中心，已由煤鐵而移於石油。蓋以石油之致用日廣，非僅戰時為不可少之利器，即日常生活，亦特為安樂之文明物品，此英美各國孜孜爭奪油權之理。惜我國一般人士，對此尙少有概念，任人爭奪而莫之抗。一旦權歸外國，非徒

經濟上受莫大之損失，直不啻將我國物質文明之中心，置於外人手中，此予不得不介紹一二於國人前，而希望有若干之反響。

一. 新疆的油礦

地屬偏僻，交通不便，農商部之地質調查所，未嘗派員前往，惟間有英美俄日等國之專門家，報告實地之狀況者。茲於日本石油界之將星伊木先生（東京帝國大學教授）處，抄得最近甘肅新疆礦業探險家金子信貫氏之報告數端，特譯於次，俾未抵新疆者，亦可知彼處油礦之概狀。

(1)迪化附近 離迪化西門約五千公尺，有舊時滿城，其西南有老君廟頭道岔三道岔四道岔大泉等處。此地西南約一百方里，出產煤炭。石油之產地，在三道岔及四道岔之間，距頭道岔約十五里，迪化約五十里。東南有劣質赤鐵鑛之石山，西南有粘石板(Slate)，東北及西北為沙漠之一部，成盤地形。其西北斜面，有泉水五處，其中二處，湧泉較多，成細流，向盤地之東南流，石油與煤氣，則湧於三處小泉中，而浮於水面。泉水附近有沙質粘質之土油，呈瀝青(Asphalt)狀，含蠟分。湧出之油量，夏季每日約有十二

斤，多季每日約有五斤。其色褐而黑，可供點燈之用。石油湧出之地點，爲沙質粘土。由附近之地質觀之，此處之地層，似係砂石(Sandstone)及粘板石交雜而成。至於該礦發現之歷史，頗難調查，前清時代，地方官長，曾鑿一井，現已被水充滿，不知深若干尺，近傍尚有倒塌之牆脚，亦足以追想當年之事業。邇來僅見哈薩克之游牧兒童，隨意採取而已。其採油方法，或用木杓掠取水面之油層；或用蘆草吸取水面之油層，而擗入杓中，至爲幼稚。

(2) 瑪納蘇一帶 沙灣縣西南約七十里，有波羅鎮溝，產石油。現在之礦權者，爲余兆龍，渠於民國七年，得省長之許可，每年納稅銀二百兩。湧出之油量，每日約七十斤，其色黑而綠，稍帶粘性。

(3) 烏蘇縣一帶 湧油甚多。清光緒三十年，地方官長，欲應用新法採油，以銀十萬兩，購機械於俄國。正擬着手，而官長因事調任，俄工程師亦以意見不合，棄職歸國，其事遂止。

(4) 庫車一帶 庫車之北九十里，有喀拉玉棍。此處湧油最多，油泉其五，毫不混水，每日湧出之量，約一百二十餘斤。其色紫而黑，油質清淨，頗適點燈。

礦權爲東干回回教馬某，渠於民國二年，得知事之許可，開始採油。現在已轉租與五名纏頭回回教人云。

該礦附近之崖石上，噴出生蠟。其色白而褐，形似春筍。漸積漸大，卒以太重而折落。村人拾之，由塔什鬼之雜貨店，輸往俄國。此蠟不經製鍊，可以做燭。雖遇吐魯蕃地方之炎暑，亦不呈彎曲狀，足見其熔解點之高。

(5) 溫宿縣一帶 縣治之南，有瑪里克山，石油產於此。每日湧量在一百斤左右。

(6) 莎車縣一帶 縣治西南百餘里，有上窩鋪，產石油。每日湧量約七八十斤，油質清淨。

(7) 搭城縣一帶 縣治東南多山，傳爲石油之產地。每日湧量約七十斤，尙未知確否。

(8) 喀什噶原一帶 西方有豐富之油礦。於民國七年，馬鎮守使欲自俄國購買機械，從事製鍊，適變亂發生，其計畫未能實現。

新疆之油礦概況，大抵如斯。然轉視鄰省，究竟如何。據各處報告，多云油脈自新疆北部，沿南山北麓，而到玉門燉煌，復自甘肅北部，越秦嶺山脈，而達

四川盤地，適繞西藏高原之半。由是觀之，誠世界最大之油脈，苟有志建設新中國者，不可不留意！

二. 石油之成因及其產狀

石油之成因，有無機物及有機物兩說，分別敘述如次：

(1) 無機物說 (Inorganic theory)

此說復分三種，均主張石油係因無機物的化學作用而成，並無有機物夾雜其中。其主張之理由有六：

- (一) 加硫酸於鐵之碳化物或錳之碳化物，可得類似石油之碳化氫。
- (二) 使水蒸汽，硫化氫，碳及鐵等，熱至攝氏九百六十度以上，則得類似石油之液體。
- (三) 石油往往存在於斷層(因火山作用而生者)附近。
- (四) 噴火山之噴出物中常含石油。
- (五) 自新油礦湧出之煤氣，石油，泉水等，其溫度較地表略高。
- (六) 石油雖常存於水成石層，此不過為胚胎之便宜而已。

茲再將三種無機物說，簡單分述於次：

(甲) 碳化物說(Carbide theory)

西曆一八七七年，當時化學界之將星俄人門
對雷葉夫 (Mendelejeff) 氏說：地殼裏面多鐵礦，遇碳
則變成碳化鐵，復因高熱，熔為液體，與地下水作用，
變成氧化鐵及碳化氫。此等碳化氫集於地層間，造
成油礦。徵諸油礦附近，往往發見鐵礦，亦足知此說
與事實相符。

(乙) 石灰石，石膏及熱水說(Limestone, gypsum
and hot water theory)

地下熱水與石灰石 (CaCO_3) 及石膏 (CaSO_4) 起
化學反應時，發生一種類似石油的液體，油礦即因
此而成，亦未可知。

(丙) 火山說(Volcanic theory)

火山噴出物中，稍含碳化氫，與較冷的地層接
觸，則變成石油。

以上諸說，雖有一面之理，然皆出於推想，多患
反駁。試舉五條於後：

(一) 如果地下多碳化金屬，則凡有斷層處，將
見石油湧出。但事實與此相反。

- (二) 石油多存在於火山現象最少之水成岩地方。
- (三) 如果石油係碳化金屬與水蒸汽作用而成，則遊離氫必存於其中。但事實與此相反。
- (四) 如果石油係生成於高溫之下，則噴出之氣體中，必混氧化氫。但事實與此相反。
- (五) 近來石油的光學性質研究之結果，殆證明有機物成因說可信。

(2) 有機物說(Organic theory)

古時地溫較高，動植物甚形發達。其遺骸堆於地面，藉有機物（如微生物 bacteria）而起分解作用，復因地壓與地溫的關係，行天然乾餾，與人工乾餾煤炭或魚骨，而製類似石油之液體，同出一理。據多數學者的研究，似乎瀝青系 (Asphaltic base) 的石油，發源於動物；石蠟系 (Paraffine base) 的石油，發源於植物。

(甲) 動物說(Animal theory)

古時海棲動物，極其發達。如魚類，牡蠣類，海貝類，軟體動物類，珊瑚類，微細有孔蟲等的化石，常發現於油井。所以主張石油係此等動物變成者。

(乙) 植物說(Plant theory)

海生雜草及陸生植物，堆於海底，受地溫及地壓的作用而化為石油。

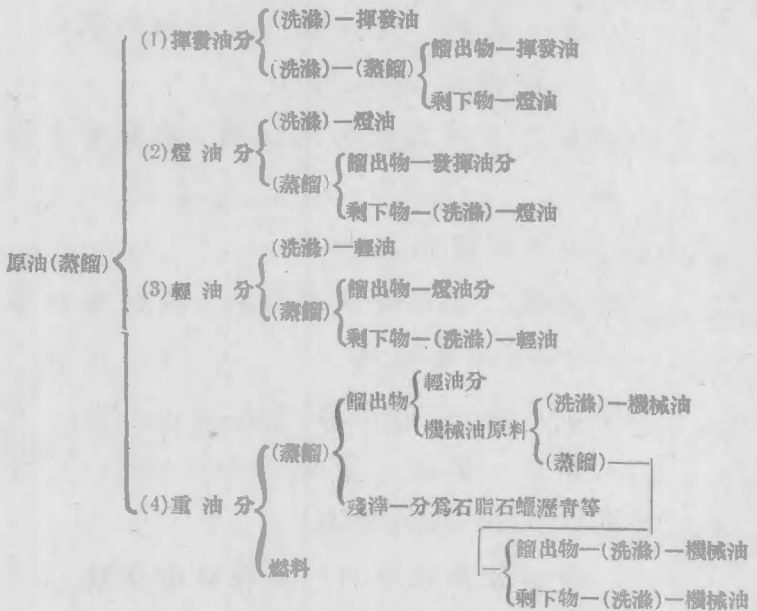
石油分布於水成岩(Sedimentary rocks)的背斜軸(Anticline)，一如馬背。其上部常有煤氣，下部常有鹽水，石油適居其中，以氣比油輕，而水比油重故也。

三. 原油及其精製

地質學家，審定油礦之背斜軸。然後用機械或人力鑿井，其大七八寸，深自二三百尺至四五千尺。井達油層，則煤氣，石油以及鹽水，源源湧出。其不湧出者，則用唧筒吸之。自井內湧出或吸出之油，謂之原油。其質甚雜，其色不一，然帶螢光，發油臭，則皆相同。

原油之成分，為各系各級之碳化氫，皆各具固有之沸騰點。如行蒸餾，則沸騰點低者，儘先餾出，漸及其高者。餾出之油，為不飽和碳化氫，硫磺化合物，樹脂，及氮化合物等。色污氣臭，非以硫酸及氫氧化鈉(NaOH)之溶液洗滌，則不能使用。

精製法因原油之性質而異，不能一律論之，今試舉其普通者於次：



四. 用處及特徵

石油已自燈用時代而達燃料時代,其用處甚多。茲試案上列普通製法之類別,分敘如次:

(1) 揮發油之用處

共分四種

(一) 一號揮發油(Petroleum ether)

樹脂橡皮及各種油的溶解藥 局部麻藥
消毒藥 瀉藥 冷藥。

(二) 二號揮發油(Gasoline or canadol)

汽車 汽艇 飛行機 飛行船的燃料。

(三) 三號揮發油(Naphtha)

衣服及各種機械的洗滌用 礦洞安全燈用。

(四) 四號揮發油(Ligroin)

揮發燈 燈用煤氣的原料 顏料及油漆(Varnish)的稀釋藥。

(2)燈油(Kerocene)的用處

(一) 點燈 煖爐 菜爐。

(3)輕油(Light oil)的用處

(一) 石油發動機燃料 煤氣製造原料。

(二) 機械的洗滌 殺蟲。

(4)機械油(Lubricating oil)的用處

(一) 各種機械之減摩用。

此亦為用處中之重要者，其種類頗多，例如 Cylinder 油, Valve 油, Engine 油, Marine 油, Mabil 油, Dynamo 油, Spindle 油, 製冰機油, 車軸油等，乃主要者耳。其特有之粘力, 引火點及凝固點等, 經適當之調和, 或耐強壓, 或耐高速, 或宜於船舶, 或宜於飛機, 其用處至廣且大。

(5)石蠟(Paraffine)的用處

- (一) 蠟燭的製造原料 洋火的木身塗料。
- (二) 飲食物的保存包蔽及防腐。

(6)石脂(Vaseline)的用處

- (一) 粧飾品 膏藥。
- (二) 鈉等的保存。

(7)重油(Heavy oil)的用處

- (一) 蒸汽鍋爐(船舶的,陸上的,火車的)的燃料。
- (二) 輕質碳化氫的製造原料(用分解法)。
- (三) 木材之防腐用 驅逐害蟲用。

其他重油(或原油)可以散於道路,以達改良道路之目的。或混入混凝土(Concrete),而增其硬度。或為香油製造之原料,或為肥皂中之脂質(Grease),或用於電氣之變流器,或造成乳油,而為殺菌殺蟲之用。

(8)瀝青(Asphalt)或殘滓(Pitch)的用處

有粘性者為瀝青,無粘性者為殘滓。

- (一) 燃料 塗料 煉炭之結合劑。
- (二) 修新式馬路的材料。

各種燃料發熱量之比較(日本燃料試驗所)如

次:

燃料種別	發熱量之比較(以重油爲標準)	灰分%	水分%
硬木	三四	一.〇	未詳
軟木	三九	一.四	未詳
泥炭	三一	一〇.〇	二〇.〇
褐炭	三九	一五.〇	一二.〇
普通煤炭	五三	一二.五	七.〇
無煙炭	六九	二.〇	四.〇
木炭	六六	二.〇	四.〇
焦炭	六一	五.〇	五.〇
重油	一〇〇	一.五	—

石油爲蒸汽鍋爐燃料,較優於煤炭之理如次:

- (1) 重量減輕四成。
- (2) 容積減少三成半。
- (3) 火夫減去四分之三。
- (4) 點火,消火及火力之調節,皆較容易。
- (5) 溫度之上昇較速。
- (6) 易於貯藏。
- (7) 易於運搬。
- (8) 不發煤煙,不剩灰燼。

軍艦用石油爲燃料之利益如次：

- (1) 易於搬入或移轉(用鐵管流送)。
- (2) 石油常保一定水準,可以調節船體之傾斜。
- (3) 可免煤炭之自然爆炸,及因雨天搬入發生之危險。
- (4) 機關室及船面不至污穢。
- (5) 不發煤煙,所以戰時可以匿其行蹤,使敵艦難以發現。
- (6) 無設兩根煙筒之必要,故便於配置砲塔,而增加射擊角度。
- (7) 較之用煤炭爲燃料,其航力增加甚多(速度更快)。
- (8) 無打掃燃燒爐之必要,故不至減少汽力。
- (9) 可免自不便位置之煤炭庫運搬燃料,以及除去灰燼,殘滓,煤煙等,故可減少火夫之數。於航海經濟上,亦佔便宜。
- (10) 航海持續力,增加一半(以航海一日所要之煤炭重量相等之石油,可以航海一日半。)

五. 世界的趨勢

自西曆一八五八年，美國某地鑿井採油以來，石油事業日形發達，最近兩年之產額，尤見增加。茲將美國石油雜誌所載之調查結果，抄錄於次：（以桶爲單位，等於我國一石五斗四升。）

產地	西曆一九二一年(桶)	西曆一九二二年(桶)
<u>美國</u>	四七二,一八三,〇〇〇	五五一,一九七,〇〇〇
<u>墨西哥</u>	一九三,三九七,五八七	一八五,〇五七,〇〇〇
<u>俄國</u>	二九,一五〇,〇〇〇	三五,〇九一,〇〇〇
<u>波斯</u>	一六,六七二,五九〇	二一,一五四,〇〇〇
<u>荷蘭(東印度)</u>	一六,九五八,一〇五	一六,〇〇〇,〇〇〇
<u>羅馬尼亞</u>	八,三六八,〇〇〇	九,八一七,〇〇〇
<u>印度</u>	八,〇〇〇,〇〇〇	七,九八〇,〇〇〇
<u>秘魯</u>	三,六九九,二八〇	五,三三二,〇〇〇
<u>波蘭(格利砂)</u>	五,一六七,〇〇〇	五,一一〇,〇〇〇
<u>捨惹瓦克</u>	一,四一一,〇〇〇	二,九一五,〇〇〇
<u>阿爾然丁那</u>	一,七四七,九一〇	二,六七四,〇〇〇
<u>托利尼打德</u>	二,三五四,〇〇〇	二,四四五,〇〇〇
<u>委內瑞辣</u>	一,四三三,〇〇〇	二,三三五,〇〇〇
<u>日本</u>	二,四四七,〇〇〇	二,〇〇四,〇〇〇
<u>埃及</u>	一,二五五,〇〇〇	一,一八八,〇〇〇
<u>法國</u>	三九二,〇〇〇	四九四,〇〇〇
<u>哥倫比亞</u>	—————	三二二,〇〇〇

德 國	二〇〇,〇〇〇	二〇〇,〇〇〇
加 拿 大	一九〇,三三八	一七九,〇〇〇
意 大 利	三四,四〇〇	三一,〇〇〇
亞爾枝利亞	二,六八八	九,〇〇〇
其 他	二,六五二	五,〇〇〇
共 計	七六五,〇六五,〇〇〇	八五一,五四〇,〇〇〇

美國石油記錄,始自西曆一六二九年。至一八六一年,油井深達四五百尺,日產原油三四千石。於是油價大跌,原來原油一石,可值九十餘元,至一八六〇年,則跌為三十餘元,其翌年則跌至十四元,現在原油一石,約值洋二元而已。最近六十年間,美國之輸出油價,合計將近一百億元,在工商上,實佔重要地位。邇來猶見增加,一年之輸出油價,不下七億元。

墨西哥於一九〇六年,僅產石油百萬桶,至一九一九年,一躍而為世界第二產地。其產油量,較之十年前,增加二十六倍。英美兩國為之注目,爭先投資,互相暗鬪。一九一五年,塞羅阿刺爾地方一油井,將達油層,煤氣大噴,鑿井機械,為之飛揚空中,高達三百餘尺,極其壯觀。此井一日夜湧油三十萬桶,造世界空前之記錄。

俄國於一八六三年，僅產石油四萬桶，至一九〇〇年，約產七千六百萬桶，佔世界之半，其翌年竟達八千五百萬桶，造俄國最高之記錄。自後漸減，及一九〇五年，與日本開戰，其主要產地霸克（Baku），被亂黨蹂躪，事業中止。其後雖極力恢復，然經營失當，征稅過重，卒未恢復原狀。至一九一八年，歐戰發生，國內遂亂，產額愈減。試觀最近幾年，又漸呈增加之勢。原來霸克地方，為波斯亞爾墨尼亞及俄國所共有，自一八〇六年，即被俄國全佔，以油礦之關係也。

波斯之石油事業，始自一九〇三年英人遮西氏之手，一九〇九年，即創設英波石油公司，積極開採，以及今日。

東印度之產油地，共有四十餘所。發見於一八六三年，開採於一八八六年，其尤有望者，為波羅島（Borneo）。

羅馬尼亞人對於石油工業，不知注意，任憑外人經營。一九一六年，羅馬尼亞加入聯合軍，德國因石油之關係，佔領羅馬尼亞之油礦。聯合軍臨敗退時，炸壞一切設備，燒棄石油六百餘萬桶。故翌年僅

產二十七萬桶，至近年始見恢復。

印度之油苗，多在山間不毛之地。煤氣壓力甚高，每達油層，則猛烈噴氣。

秘魯之油業，自一八六三年，美國投資經營，漸形發達，其產額逐年增加。

格利砂(Galicia)於一八七〇年，僅產油十二萬桶，及一九〇九年，竟產一千五百萬桶。其間不過四十餘年相差如是者，因比法英德各國爭先投資之結果。原來格利砂之油礦，屬於奧國，於一九一四年，被俄國佔領，翌年奪回，歐戰後，劃為波蘭領土，政府正積極獎勵，然鑿井機械不足，運輸設備不全，一時頗難恢復戰前之盛況。

捨惹瓦克(Sarawak)，阿爾然丁那(Argentina)，托利尼打德(Trinidad)，委內瑞辣(Venezuela)等處油礦，皆於歐戰時，藉英美之力開發者，其產額近年漸形增加。

日本之產油地，以越後羽後為最，北海道臺灣遠江信濃等次之。此五十年，共產油四千餘萬石。政府雖積極獎勵，奈油脈不旺，前途恐無大望。現在每石之生產費，約在十元，較之英美，貴五六倍。徒以國

運攸關，故不惜重資，勉強經營。

埃及 (Egypt) 油礦，頗有希望。於一九一四年，組織英埃石油公司，從事開採。又南阿非利加，有Royal Dutch 石油公司。

法國之產油地，爲歐戰後割自德國之阿爾舍斯羅連。其新式開採，始自一八八八年。

哥倫比亞 (Columbia) 之馬谷打勒拿河岸，森林地帶附近有美國石油公司。自一九一七年，漸形發達。

德國自割讓油礦，產額激減，全仰給於格利砂羅馬尼亞二地。斯界學者，正熱心研究自煤炭等製油方法，他日成功，亦未可知。

加拿大之油業，發達甚早，於數年前，其北部又發現油礦，一九二〇年，已着手開採。

伊大利油礦，甚形豐富，惜尙無大規模之開採計畫，現在採油地方不過三處而已。

亞爾枝利亞 (Algeria) 之油業，近正發達，前途如何，尙難預測。

其他米所波太美亞 (Mesopotamia)，緬甸 (Burma)，菲律賓 (Philippine)，巴西 (Brazil)，新西蘭 (New Zealand)，

巴拿馬,玖馬,北樺太等處,皆產石油,惟產額尙少耳。

據去年十月二十七日發行之美國石油時報
(Petroleum Times)所載世界石油埋藏量之推想額
如次:

<u>埋藏石油地名</u>	(以 <u>百萬桶</u> 爲單位)
<u>北美</u>	七,〇〇〇
<u>俄國及西比利亞</u>	五,八三六
<u>波斯及米所波太美亞</u>	五,八二〇
<u>南美(北部及祕魯)</u>	五,七三〇
<u>墨西哥</u>	四,五二五
<u>中美</u>	三,五五〇
<u>東印度</u>	三,〇一五
<u>中華民國</u>	一,三七五
<u>日本(台灣在內)</u>	一,二三五
<u>羅馬尼亞格利砂及東部歐洲</u>	一,一三五
<u>印度</u>	九九五
<u>亞爾枝利亞及埃及</u>	九二五
<u>加拿大</u>	九五
合 計	四一,二三六

由是觀之舉世界之石油總量,亦不足以供六

十年之用。縱將來可以發明製造較優於石油之燃料，然天產物品，亦難免儘先利用。此吾人由世界之趨勢觀之，可斷言新疆油礦，不能長久維持其原始狀態。

六. 結論

石油致用之廣如彼，世界趨勢之急如此，殆不能再聽吾人高枕而臥。夫美國產油雖佔世界百分之六十五，然近年汽車之數激增，自用漸多，且鑑於歷年輸出之利益，一般資本家，莫不欲得油礦而經營之。英人則素富海外發展之精神，且以本國不產石油，非爭奪他處油權，則不足與美國並稱油霸。至於日本，則以位居東隣，對於我國各種事業，自以為有爭奪之優先權，故對英美之運動，必出死力與之競爭。假使此三國得達其目的，或分辦，或獨佔，則必投以巨資，自新疆修一鐵道，經俄國而出。如是不出十年，新疆之局面，將不堪設想。假使我國能察其利益，而懼其危險，努力開辦，由甘肅修一鐵道，直達新疆，則不徒便於開發富源，即於邊防上，亦受莫大利益。但以現在之環境觀之，似屬理想，倘國民果能留意，於一二十年中，亦不難實現。目下不妨以小資本

開辦，產油就地出售。傳聞甘肅一帶，燈油缺乏，且近來有開辦汽車消息，就地似不難銷售，有志之士，曷其試諸。

世人論石油者，多以軍事爲出發點，蓋以飛機潛艇，非石油不足以逞其暴威，新式軍艦，非石油不足以增其速力。此種論法，非徒不足福國利民，適足殃民禍國，不可不爲之戒。譬如鋼鐵，用之造農工器具，可以生人，用之造鎗砲軍械，可以殺人，天之賜物，本無善惡，一視吾人利用之方法爲轉移。予靜觀我國各地，近年開辦長途汽車，且製造工業，將來必見發達。利用石油處，漸次增加，凡我國民，不宜坐視喪失油權，應早爲之計。

民國十三年三月四日於

日本東京帝國大學礦山學科教室

石炭之低溫乾餾

(Low Temperature Carbonization)

劉 文 藝

I. 近年來各國燃料問題之喧囂及 低溫乾餾之沿革

五十年前德國宰相畢斯馬克已云：「吾人近世之經濟生活，一以鐵及石炭為樞紐而迴轉」；數年前英國燃料研究局長佐治貝拜 (Sir George T. Beilby) 氏亦云：「文明之物質的方面皆以燃料為基礎」；美國海軍卿又云：「一滴煤油如一滴血」；然則燃料與人生及國家之關係，其重大可想而知。人與動物之區別，首在於火之有無，人類知識及文明程度之如何，亦以其火之使用能力為測量之尺度。小之自衣食住之改良，大而至於現代科學及產業之發達，即皆謂為火之賜物，亦非過言。燧人氏鑽木

取火，開吾中華古代文明之先河，其後燃燒木材，製成木炭，即為今日之所謂乾餾法，吾人對於燃料之智識，亦即以此為始源。木炭燃料之貢獻於人類古代文明者，其功績固已不鮮，然自然界中又有埋沒於地中之古代動植物，受長年日月熱及壓力之作用，自然乾餾而成之石炭石油；自此發見以來，文化發達積極進步，遂至今日之隆盛。

雖然石炭石油之為物，其量既非無盡藏，又不如木材之可以人工種植，年年收穫，就現在調查所及，其生命已所餘無幾。

1913年萬國地質學會所發表地下5000呎以上之石炭埋藏量約如下表：

總額	7,397,553	百萬米噸
美國	51,8%	
加拿大	16,4%	
中國	13,5%	
德國	5,7%	
英國	2,6%	
西伯利亞	2,3%	
澳洲	2,2%	
其他	5,3%	

(其中含褐炭亞炭等劣質炭 2,997,763 百萬米噸) 1920 年世界各國之出炭總額略如下表:

總額		13 億噸
美國		45 %
英國		22 %
德國		19 %
其他		14 %

今以採炭率為 60 %，除卻劣質炭，則雖假定從今以後世界之產炭額不再增加，其將來之運命亦不過僅餘二千年而將盡。若更想及今後產炭之增加，及深井採炭之困難，則其運命之短促，尤不難想像而知。

1920 年之石油產額約如下表:

總額	688,474,251 (桶)	
	約為 97,000,000 Metric tons (米噸)	
美國	64,8	%
墨西哥	23,3	%
俄國	3,5	%
蘭領印度	2,5	%
印度	1,2	%
羅馬尼亞	1,0	%
其他	3,7	%

(以單位噸與石炭比較為7%，以含有熱量比較為10%。)

就美國地質調查所大衛懷特(David White)氏所調查，美國石油之埋藏量已採去60%，餘40%不過20年而將盡。然去年於加洲地方又開發三大新油田，致世界產額增至十億桶以上，如此更促其生命之短縮，不過13年而將盡。世界最大產油國之美國如此，他國可無論矣。

石炭及石油之運命，既如上述，而其需要猶日增一日，則石炭之完全利用及石油代用品之製出，當為現今最緊要之問題。為謀固體燃料之完全燃燒，於物理的方面既有改造鍋爐，採用自動給炭機，混合炭使用，微粉炭燃燒等法；化學的方面亦有高溫乾餾，完全氣化等法。而最近勃興之瀝青炭低溫乾餾法，一方為固體燃料之完全利用，他方更為液體燃料之製出；至如褐炭亞炭泥炭及石油頁岩之乾餾，則更進而為劣等炭之利用，或專為液體燃料之製造矣。

乾餾褐炭以製取燃料油及石蠟，已早風行於德國麥塞爾(Messel)，薩克森(Saxony)，屠麟根(Thur-

ingen)等地。乾餾石油頁岩以採取石油代用品及石蠟，亦既行於蘇格蘭及法蘭西。此三國者可稱爲低溫乾餾法之元祖，蓋皆缺乏於石油者也。

德意志國內雖不產石油，然歐洲大戰時，所以能供給液體燃料於海陸空軍，以與聯合國相頡頏者，皆賴此由褐炭製出之石油代用品。蓋德國之學術進步，爲世界冠，戰前已於陸爾亥謨魯爾 (Mühlheim-Ruhr)地方之國立石炭研究所 (Kaiser-Wilhelm Institut der Kohlenforschung) 及其他之石炭研究所，早爲燃料之研究。所謂優良炭之粘結性炭，皆用以製造煤氣及焦炭，以供煉鐵冶金之用；其他所謂低級炭之不粘結性炭，則化成煤氣以供一般動力之用；其副產物之液體焦油，則作爲石油燃料之代用品。

英國產炭雖多，石油則無之，每年雖由 300 萬噸之石油頁岩製取原油 6000 萬加倫，其不過爲需要之極少部分，固不待言，即以氣油 (Gasoline) 而論，每年輸入猶爲 5 億加倫。歐戰開始，痛感石油自給之不足，1917 年設石油部於內閣 (Department of Mineral Oil Production)，又設石炭保存調查委員會

(Coal Conservation Committee) 隸於其下。此外更設科學及工業研究院 (Department of Scientific and Industrial Research), 附設燃料研究局 (Fuel Research Board)。1919年於倫敦郊外之東格林維基 (East Greenwich) 地方更設燃料研究所 (Fuel Research Station), 乾餾石炭於 500—600 度之間, 製取焦油, 以供海軍燃料之用。更研究都市煤氣之經濟的製造法, 及煤氣與液體油之改良利用法等。又圖大規模的開採加拿大及澳洲之褐炭, 以製取液體燃料油。

美國之採炭採油雖皆佔世界產額之半額以上, 然關於燃料之使用, 猶極力研究, 不遺餘力, 混合微粉炭於重油作膠質燃料, 吹入壓縮空氣以助燃燒, 即其一端。除設燃料管理局 (Fuel Administration Board) 以調節燃料之需給外, 又由鑛山局之各地研究所, Mellon 工業研究所 (Mellon Institute of Industrial Research, Pittsburg) 及 Illinois 州立大學教授 S. W. Parr 等, 爲石炭之化學的及工業的研究, 以定石油代用品及無煙燃料製造工業之基礎。又開採可倫拉多 (Colorado), 猶他 (Utah), 窩民 (Wyoming) 等州之石油頁岩, 乾餾之以製取原油。

日本國土狹小，產物鮮少，石炭石油，均不足與列強抗衡，近年來感燃料自給之困難，於1919年設國立燃料研究所於埼玉縣川口町，從事劣炭粉炭之利用，及石炭低溫乾餾等之研究。其已將從事起業者為德山海軍燃料廠之石炭乾餾，及奉天撫順炭礦之石油頁岩乾餾兩工廠，其資本皆在二三千萬之數。

我國油源缺乏，不欲圖謀富強則已，苟欲圖謀富強，則對於此種工業，豈可不加注意乎。

II. 石炭之乾餾

置石炭於密閉容器，遮斷空氣而熱之，因加熱之程度，餾出物之發生量，雖不能盡同，然大體言之，則石炭中含有之揮發分，一部化為煤氣，一部凝結而成煤焦油(Coal tar)及煤氣液(Liquor)，餘則殘留為焦炭。即固體石炭，受熱之作用則變化為氣體液體固體之三態，如此變化，謂之石炭之乾餾或碳化(Carbonization)。從來煤氣製造工業及焦炭製造工業，以製取多量之有效煤氣或良質焦炭為目的，常用高溫(1000或1000度以上)，故由石炭中發出之揮

發分皆受熱分解之作用，與原存於石炭中之成分大不相同，故此等高溫乾餾之方法，稱為石炭之破壞蒸餾(Destructive distillation)；反之，近年來因石炭化學成分研究之進步，知石炭中所存之炭素化合物，主為碳化氫類中之烷(Paraffine)系，烯(Olefine)系及異性烯(Naphthen)系而成，而此等成分皆與石油中所得者相同。故乾餾石炭時，若用比較的低溫，則固有之碳化氫類可以原物餾出，不受二次熱分解作用，而得石油類似品，氣體及與木炭類似之固體燃料，此謂之低溫乾餾，或有與固體燃料之氣化法同稱為建設蒸餾或改造蒸餾者(Constructive or Reconstructive distillation)。

雖然，因溫度之高低，生成物常有連續的變化，工業上高溫低溫之界限，頗為一難問題。英國馬沙爾(D. T. Marshall)氏雖以攝氏600度為區別點，然觀之英、德、美各國之實際工作，其製造三態燃料之一點雖同，然因製品之目的及加熱時化學反應之利用如何，溫度高低，極不一致。今略分四類，列表如下：

名稱	西名	溫度	主要目的
1 真正低溫乾餾	True L. T. C.	450°—550°C.	液體及無煙固體液料

- 2 半低温乾餾 Semi L. T. C. 600°-800°C. 液體及無煙
固體燃料
中間温乾餾 M. T. C.
- 3 半高温乾餾 Semi H. T. C. 900°上下 氣體燃料
蒸汽吹入高温乾餾 H. T. C. With Steaming
- 4 真正高 温乾餾 True or Straight H.T.C. 1000°-1400°C. 煤氣及
焦炭

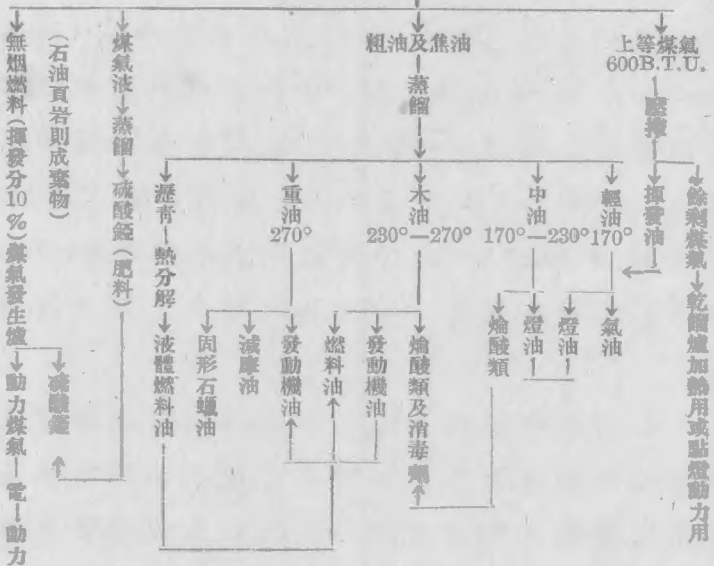
原料一噸各種乾餾之生成物及性質一覽表

		真低 450°-550°C.	半低(中間温) 650°-800°C.	半高及真高 900°C. 1000°-1400°C.
煤	發生量(立方呎).	2,000-3,000	5,000-7,000	9,000-14,000
	發熱量(B.T.U.)	600-800	600-700	450-550
	總熱量(B.T.U.)	2,500,000	4,500,000	6,000,000
氣	成分	主爲甲烷 (Methane)乙烷(Ethane)等烷系碳化氫與烯系相伴之氫, 含量15%以下。	與前略同惟甲烷較多。	甲烷25-35%, 氫45-55%, 甲烷之外不含烷系碳化氫。
煤氣液	成分	硫精外, 含有多價酚醇(Phenol)。	略同前	硫精外, 含有喹化物, 黃血鹽, 硫磺化物等。
	硫酸銨(磅)	5-7	10-15	20-30
焦 炭	收得量(加倫)	14-23(7-10%)	略同前	6-12(4-7%)
	成分	主爲烷系異性烯系碳化氫類及石炭酸以外之醇類, 伴以樹脂物質及軟瀝青, 不含烴。瀝青中無游離碳。	主爲烷系異性烯系碳化氫, 含醇類, 少量烴及軟瀝青, 但無游離碳。	主爲烴及其高級體駢烴(Naphtalene), 駢烴(Anthracene)等, 芳香族碳化氫類及石炭酸類而成。含少量游離碳伴以硬瀝青。

焦炭	性質	脆弱之半焦炭，易於點火。	同前	堅牢焦炭，不易點火。
	成分	殘有15%以下之揮發分。	有10%內外之揮發分。	主為碳素及灰分。

低温乾餾之製品及用途一覽表

石油頁岩，亞炭，褐炭，燧炭，瀝青炭，(烟炭)



III. 低溫乾餾之意義及目的

1. 製造無煙燃料 製造無煙燃料之意義有二：一在免除煤煙，以保人畜之健康，植物之發育，及都市之美觀；一在收回由煙筒飛散之煤煙，使成爲

液體或氣體燃料，以圖石炭中可燃物質之完全利用。煙塔高聳，黑煙濛籠，昔之所以為工業殷繁之徵象者，今則漸知其不惟污損美觀，浪費燃料，且對於人畜植物為害至鉅，因之都市之煤煙免除，遂成為現世之一大問題矣。茲略舉數例，如倫敦因石炭不完全燃燒之損失，每年為400萬磅，曼徹斯特 (Manchester) 市為100萬磅。美國 1916年之石炭消費量為四億噸，價格為46,000萬元(美金)，煤煙損失為20%，約合9,000萬元。大阪市 每平方哩每年堆積之煤煙，平均為429噸，面積3.7方哩之內，共約堆積9,327噸，每噸以20圓計，約為186,500圓，其損失之鉅，可以概見。

2. 製造石油代用品 石油埋藏量之漸減，已略敘如前，而其需要，則日增無已，燈用船用，固無論矣，軍艦，潛艇，汽車，飛機，無一不以石油為發動之源；其關係於人生及國防之重要，觀於歐戰，可見一斑。低溫乾餾工業之所以發達於此時者，蓋有故焉。自世人漸覺煤煙對於生物之慘害及有煙炭直接燃燒之不經濟以來，期望無煙都市之出現者大有人在。英國帕刻 (Parker) 氏即着目於此，遂於1906年建

最初之石炭低溫乾餾工場以製無煙燃料，終以營利關係，未能充分發達，直至歐戰發生，英德兩國皆痛感液體燃料供給之困難，研究所以補充之方法，此種工業，始為世人所注意。蓋用此方法，既可收回浪費之煤煙，又可製出石油代用品及無煙燃料，一舉兩得，經營上亦可免虧折。

3. 劣質炭之利用 劣質炭中(如泥炭,亞炭,褐炭等)含水甚多,燃燒時水分蒸發,多吸收他成分所發之熱量,故使用之先,須預行乾燥。雖然,即為乾燥之炭,加熱時仍發生水分,此謂之結合水,為分布於石炭中之膠質水或由其中之氫氧化合物加熱時分解而成。在 200° 附近,發生漸盛,至 400° 則為無間斷之發散,而以褐炭,亞炭等含氧多者為尤甚,故此等不良質炭不宜用於直接燃燒。若以 500° 之低溫乾餾之,驅逐結合水,使成為煤氣液,餾出輕質碳化氫,可得上等煤氣及石油代用品。

4. 利用吸熱反應 1914年英之和林斯及柯布(H. Hollings and J. W. Cobb)兩氏加熱乾餾種種石炭,試驗其吸熱及發熱反應之溫度,就瀝青炭(有煙炭)所得之結果,約如下表:

to 410°C	吸熱反應
410—470°	發熱反應
470—610°	吸熱反應
610—800°	發熱反應
800 以上	中性或吸熱反應

發熱反應由於石炭成分中 $[-OH]$ 基之分裂,若以此等溫度乾餾時,可多利用熱能。

IV. 低溫乾餾之方法

乾餾方法之原理,英美德各國雖皆略同,然因材料形狀及加熱工作之異,可簡分之為下之數類:

- (A) 外部加熱斷續工作法
- (B) 外部加熱連續工作法
- (C) 內熱並用外部加熱法
- (D) 內部加熱法

(A)外部加熱斷續工作法 此又可分為二種:

甲. 此與收集副生物之焦炭爐或製造煤氣之斷續式爐完全相似,惟因石炭為不良導體,外部加熱,頗難使其乾餾均一。為解決此點,不能不稍變其型,如改「製煤氣用之直立 Retort」為扁平之斷面

者是。現今低溫乾餾工業之元祖英國托馬斯帕刻 (Thomas Parker) 氏之 Coalite Process, 及其他德衛孫及阿姆斯特郎 (Davidson and Armstrong) 氏之改良法皆屬於此類。

乙。上述之爐,裝炭量甚少,且低溫加熱,需時甚久,故其資本設備,皆較高溫乾餾為大。其後加以改良,區分爐內為數部,使火熱易於傳導,以縮短時間增加容量,如 Tozer 法是。上述諸法,皆由焦炭爐及煤氣爐而發達,其目的以製無煙燃料為主,液體燃料為副。

(B) 外部加熱連續工作法 此法雖與前者同由外部加熱,然連續裝炭,工作不至間斷,既省人力,又可得一定之製品,較前已進一步。此法又可分為二類:

甲。爐內石炭,仍保靜止狀態,迴轉爐體,使內部原料,時常移動,可於短時間內,均一乾餾。用此法可得堅硬之無煙燃料。

乙。爐體靜止,爐內用攪拌器攪拌原料,使常與加熱面接觸,以短縮乾餾時間。屬於此者,種類甚多,而以對爾夢 (Del Monte) 氏法及斯密 (Smith) 之

Carbocoal 法最爲盛行。即插入圓軸或圓筭於爐內，周圍附以螺旋翼而迴轉之，以攪拌內部之原料。

(C)內熱並用外部外熱法 爐之上部，行半低溫之乾餾，其下部製造水煤氣(Water gas)通過爐內，使上部原料，內外加熱。此爲從古由德國之褐炭及蘇格蘭之石油頁岩採取原油之方法，發達於現今之低溫乾餾法勃興以前。

(D)內部加熱法 此爲通過熱煤氣於爐內，直接加熱之方法。溫度易於調節，乾餾可以均一，餾出揮發物之熱能，猶可爲他部原料加熱之用，熱效率之理論上，最稱優良。加熱煤氣可用過熱蒸汽或用燃料煤氣。此法又可分爲二類：

a. 製造加熱煤氣於乾餾爐外而導入者。

b. 加熱煤氣製造於乾餾爐內者。送養氣或富於氧之空氣或空氣於乾餾爐，使原料之一部燃爲一氧化碳(CO)，以利用其所發生之熱量，或同時送入適量之蒸汽，使行水煤氣之反應，利用其餘熱，以乾餾上部之石炭。空氣及蒸汽量可自由調節，殘留焦炭量可任意增減，且無論粘結性炭不粘結性炭或褐炭亞炭及石油頁岩等均可應用，以行乾

餾或化爲煤氣。恰如蜂窩式焦炭爐或Mond型之動力煤氣發生爐。此又可分爲數種如下：

甲.改良蜂窩式焦炭爐 如馬克勞烏林 (Mac-laurin) 氏改良法等是。

乙.類似煤氣發生爐 此爲Mond型煤氣發生爐之略高者,如德國陸爾亥謨魯爾 (Mühlheim-Ruhr) 地方之 Maschinenfabrik Thyssen 所用者即屬於此類。

上述兩種,皆將所餘之低溫焦炭,直用爲發生爐之原料,以製動力煤氣,而以低溫焦油爲副產物。如此則低溫乾餾與動力煤氣製造可以合併進行。

丙.德國式發生爐法 上述兩法之低溫餾出物,皆與加熱煤氣相混合,冷卻凝結洗滌精製,均須大規模之設備;且凝結物與煤氣液相混,不惟不純,蒸餾時亦極感困難。故爲使低溫揮發物與加熱煤氣分離,於爐內頂部,設筒形「充炭槽」,先裝原料於此槽,外部以煤氣熱之,以行低溫乾餾,餾出揮發物使成良質煤氣及低溫焦油;然後導此處之半焦炭於氯化反應層中,使全部化爲煤氣。低溫餾出物與加熱煤氣之排出各異其口,不使混淆。如此可使從

來之都市煤氣(即熱用及燈用煤氣)製造,動力煤氣製造,及低溫乾餾同時而行,故此爲內熱式中最進步之方法。現在德國採用此種方法者,已達百處以上。

V. 各種低溫乾餾法之實例

(I) Coalite 法

1905年帕刻(T. Parker)氏製[半焦炭]名爲Coalite以問世,大受當時石炭化學者及一般家庭之歡迎。1906年Gas Light & Coke Co. 及Coalite Co.等開始製造。1913年將行於德國,因大戰而中止。1914年於霸斯來(Barnsley)創設Smokeless Fuel Co., 因經濟關係而失敗。1917年Low Temp. Carb. Co. 新興,繼承各關係公司之事業,1919年五月以來,由德衛孫(T. M. Davidson)氏之改良整理,漸放曙光,現在霸斯來每日處理石炭50噸。乾餾之初,以 450° 爲理想,然如此則1噸之裝入處理,需12時間,目下於 600° — 650° 行之,因乾餾爐容量之大小,5—8時間即能終了(容量1噸時,需8時間)。

德衛孫氏改良法之每噸製品如下:—

煤氣	(立方呎)	8500
發熱量	(B. T. U.)	700—750
燭光		17—20
硫亞	(磅)	20—28
焦油	(加倫)	18
比重		1.080
Coalite	(磅)	1450 (65%)

煤氣之品質甚佳，使通過重油一次，抽去所混之揮發分，殘餘煤氣，可供乾餾爐加熱用或燈用。

舊法之 Coalite 中，生多量燼炭 (65% 中之 5%)，不復可用，今之改良法則可全部出售。較普通焦炭黑而多孔，用為家庭燃料，易於着火，不生煤煙。同量之放射熱，為倫敦從來所用煙炭之二倍半，同塊之燃燒時間，為前炭之一倍半，故欲得同一熱量，祇需煙炭費用之三分之一，欲保同一時間，祇須煙炭之二分之一。惟低溫乾餾，當黏結炭中之樹脂成分將分解而顯其黏結作用時，乾餾已告終止，故所餘之半焦炭，不免脆弱，難於運搬，不能推廣。

今比較 Coalite 家庭用瀝青炭及焦炭如下：

水分 揮發分 固定碳 灰分

家庭用瀝青炭	4—6	29—30	59—60	5—6	(%)
Coalite	—	8—9	80—85	7—9	(%)
焦炭	—	1—1,5	89—91	8—19	(%)

副生焦油之量,較高溫乾餾時為多,可為石油代用品及消毒劑,故普通多稱為煤油(Coal oil),或原油(Crude oil)。

今比較低溫及高溫焦油約如下表:

	比重	水分	170°以下	170°—230°	230°—270°	270°	瀝青
			之餾出物	之餾出物	之餾出物	以上之 餾出物	
石炭油	1,080	3—4	6—8	14—16	18—20	16—18	40—43(%)
煤氣焦油	1,180	4—6	3—4	5—7	12—14	8—10	60—62(%)

工作費 每噸之總費用因設備之大小而異:

每日處理炭量 (噸) 50 100 1000

每噸之總費用 (先令) 12 8 4

較之煉焦及乾餾石油頁岩,其額甚大,此實為本法之最大難點。

(II) Tozer 法

此為倫敦郊外巴特西(Battersea)之Premier Tarless Fuel Syndicate 所用之方法,於抽出原油之外,半焦炭以無焦油燃料(Tarless Fuel)之名稱出售於

市場。於低温加熱之外，更利用減壓（水銀柱25吋），使原油速由爐內導出。

爐為鐵製之直立圓筒，內部有三重或更多之同心圓筒，以輻壁連接，其斷面恰如若干同積之扇形。各筒間距離為4—6吋（可使石炭均一受熱之薄層），石炭由爐頂裝入扇形部，由外加熱，傳於筒壁及輻壁，使其內外受熱。發生之揮發乾餾物，以減壓抽出之。爐之下部略擴大，使易於排炭，故可增加容量，減縮時間。

工作費甚廉，每噸為約2,5先令，就同公司之報告，乾餾石炭一噸可得一鎊之利益。其設備及工作上，確較 Coalite 法又進一步。惟規模宏大時，減壓能否不生障礙，用黏結性炭時，排炭能否不生困難，則頗屬疑問。日本海軍煉炭所實驗之結果，對全設備之減壓，頗難圓滿，用強膨脹及黏結性炭時，爐體即為所破壞。

英國同公司試驗日本炭之成績如下：

煤氣 (立方呎)	熱量 (B.T.U.)	煤氣液 (加倫)	硫亞 (磅)	抽出揮 發油 (加倫)	比重	原油(無水) (加倫)	無焦油燃料 (磅)
常規 黑褐 炭 6000	550	34,00	3,7	2,90	0,790	17,86	1,370(61,15%)

三池 瀝青	4000	550	16,17	3,08	3,08	0,780	16,68	1,445 (65,15%)
----------	------	-----	-------	------	------	-------	-------	----------------

今比較原炭及無焦油燃料如下:

	揮發分	固定碳	灰分	氮	硫
常磐	原炭 42,97	33,26	27,70	0,84	1,82 (%)
	無焦油炭 15,70	51,74	32,56	0,98	1,27 (%)
三池	原炭 39,07	48,98	11,95	1,01	4,41 (%)
	無焦油炭 9,21	68,37	22,42	1,20	3,09 (%)

原油一噸之蒸餾結果如下:

	收得量 (加倫)	水分 (加倫)	水分中之 磅亞(磅)	機械油 170°以下 (加倫)	燈油 (加倫)	燃料減摩油 (加倫)	瀝青
常磐炭	22,22	4,86 (21,86%)	0,85	0,31 (1,41%)	3,55 (16%)	9,88 (44,5%)	13,61%
三池炭	27,81	11,12 (40%)	1,50	0,78 (2,81%)	3,47 (12,5%)	8,21 (18,75%)	25,87%

要之, Tozër 法有種種優點:可以短時間及少量熱力,經濟的乾餾種種原料;殘留之無煙燃料含揮發分 10—12%, 無焦油分,可作瀝青炭或木炭之代用品,又為吸入煤氣 (Suction gas) 製造之原料;其餾出原油之收得量及品質(尤以 Motor Spirit [機械油]為最),遠非他法所能追從。

(III) Del Monte 法

英國苦於鑛油之缺乏, 1913 年由政府試驗比較各種低温乾餾方法, 認此爲原油收得量之最多者, 遂設一日百噸之工場於諾定昂 (Nottingham) 附近。其後 Carbon Products & Oil Distillation Co. 以改良方法, 設試驗工場於倫敦 郊外之契稷克碼頭 (Chiswick-Wharf); 且接收政府之諾定昂 工場, 於 1920 年移轉改築, 開始工作, 故此法又名契稷克法。此法對於膨脹性原料 (由石油頁岩至褐炭), 結果皆佳, 惟強黏結性炭常防害推進器之迴轉, 且石炭常受攪拌, 半焦炭皆成粉末, 不能作家庭燃料之用。

英產原料一噸之乾餾成績如下:

	原油(加倫)	原油比重	半焦炭中之揮發分(%)
石油頁岩	10—40	0,856—0,966	—
燭炭	20—50	0,885—0,967	0,9—3,0
石炭	7—41	0,933 0,949	4,7 9,0

密特蘭 (Midland) 產石炭之原油蒸餾成績如下:

(每噸21加倫 比重1,045)

餾出溫度 餾出百分率 比重 外觀

輕油	170°	5,3	0,85	黃褐色液
第二輕油	170°—230°	12,6	0,95	淡紅褐色液
重油	230°—270°	14,8	0,988	暗色液
綠腦油	270°以上	30,6	1,005	暗色黏稠液
瀝青	融點85°,9	34,0	1,134	
損失		3,3		

(IV) Carbocoal 法

前法所得之無煙燃料,易於粉碎,不能供給家庭之用。斯密(Smith)之此法,為製成煉炭,以廣其利用者。氏於十餘年以前,已從事研究,受紐約市 Blair & Co. 獨力之後援,所用試驗費,已達 250 萬元美金,今已得英美日本等九國之特許權。

此法之要點為:第一工作用華氏 850°—900°(攝氏 480°),使石炭自動乾餾(稱為第一次乾餾或低溫乾餾);第二工作混 8—10% 之液狀瀝青於含揮發分 7—10% 之半焦炭,以煉結之為粗煉炭(煉炭工作);第三工作送粗煉炭於傾斜式爐,加熱至華氏 2000°(攝氏 1090°),再乾餾之,更除去煤氣及焦油,以作成類似無煙炭之煉炭(第二次乾餾或高溫乾餾),名為 Carbocoal。以述工作,皆以機械行之,不用

人力。

低溫乾餾爐為倒心臟形之水平式，中插附以推進器之圓軸。經過碎炭機注於爐端之石炭，由圓軸之緩慢迴轉（八分間一迴轉）攪拌推進，使行均一之乾餾，漸及於排炭口，其間約經一時間。餾出之揮發分，由爐頂導出，免受二次熱分解，故收得量頗大。焦油之比重為 1,00—10,6，煤氣之發熱量為 650—700 B. T. U.。煤氣尚可壓搾揮發油。

高溫乾餾爐為火磚製之傾斜式，粗煉炭約六時間乾餾終了。此處再餾出揮發分，煤氣之發熱量為 350—400 B. T. U.；因受高溫乾餾，鹵精之收得量甚多，為此法之特徵；此時所得之焦油與「煤氣焦油」略同，質頗重。殘留焦炭即 Carbocoal 含揮發分 2—5%，較粗煉炭輕 15%，容積小 20%，質緻密而堅牢，便於運搬，機關車及水陸鍋爐之開放火床皆能使用，不生煤煙，火力甚大。

匹茲堡(Pitsburg)產高度揮發分瀝青炭一「美噸」之乾餾生產物如下：

煤氣	硫亞	焦油(加倫)	殘留炭
(立方呎)	(磅)	20%為焦油酸	(%)

第一次	5,600	2,24	22,4	75
第二次	4,480	20,00	5,6	70
合計	10,080	22,24	28,0	70

同公司試驗日本炭之成績如下：

(石炭一噸之生成量)

	煤氣 (立方呎)	發熱量 (B.T.U.)	煤氣壓搾輕油 (加倫)	焦油 (加倫)	硫亞 (磅)	Carbocoal (磅)
北海道黑 褐炭	7840	530	1,11	37,17	23,04	1,399
新入低度 瀝青炭	9614	448	2,84	28,28	13,66	1,378
高島高度 瀝青炭	8890	602	2,47	33,93	16,09	1,387

(V) 德國式發生爐法

此與 Mond 煤氣發生爐略同，不以製造無煙燃料為目的，主產物為「發生爐煤氣」，副產物為「低溫焦油」及上等煤氣。德國於大戰時，缺乏鑛油，曾以此充其一部之用。此法與 馬克勞烏林 (Maclaurin) 法異者，以唧筒導「充炭槽」內發生之低溫揮發物於冷卻塔，由別管排出，給熱煤氣雖亦與揮發物相混，然其量甚少，冷卻凝結洗滌精製，無須特別設備，且可製造「都市煤氣」「低溫焦油」及「動力煤氣」於一爐。

最爲理想的方法。

含揮發分40%之氣炭每噸乾餾成績如下：

	低温煤氣 (呷)	發生爐煤氣 (呷)	烴 (煤氣壓榨)	焦油
	5075	3500	0,3%	10%
發熱量	9000(卡路里)	1200		

焦油中含烴醇類甚多,爲本法之特徵,其利用如何,爲一有趣味之問題。

1,15,1925,於太原

萍鄉煤礦洗煤台練習記

徐式莊

以煤炭供爨事，於炭之形質無甚擇焉；用煤炭於冶金，則煤炭之形質攸關乃著矣。且徒煤炭尚不適用，必煉爲焦炭而後用之。煉焦之炭，必純而不雜，雜則焦炭灰必多；宜細而不粗，粗焦炭質必弱，皆不適爲冶金用也。萍礦開採煤炭，本以供給漢陽鋼鐵廠化鐵之需。欲煉爲焦炭，必先有提洗之煩。洗煤台之設，專爲此也。台凡大小二所，東西並峙，前臨株萍鐵道，左右皆煉焦爐。小台後對八方井 (Shaft)，台內機器乃曩由湖北馬鞍山移置至此，已二十餘年，今暫停洗，茲編略之。大台後對東平巷 (Adit)，台內機器有新舊二部；舊機較簡，今亦暫停，茲編所述，亦略不及；新機爲嗣後擴張，規模較大，且時方開洗，故特詳之，以爲一隅之舉也。

大洗煤台屋宇，前後三座相連。前中兩座各五層，前座第一第二兩層，延出牆外；牆外之地，較台基隆一級，而鐵道即在第一層樓下。後座六層，下闕二三四三層樓，以淨煤倉居其處。台右有鐵橋，敷設軌道，後通礦道，前抵前座二層樓，為生煤 (Out-of-mine coal) 入台，「壁石」(Refused shale) 出台孔道。

煤車此言「煤桶」，每桶容炭五百三十公斤。礦工採掘煤炭，裝入車中，以電車輸送出礦，魚貫列於台右鐵橋，工人沿軌推送至前座一層樓，推入翻車架 (Tippler)。架轉車翻，傾出煤炭。於其下承以輓篩 (Rolling bar screen)，篩眼大六公分而方。篩下之炭，貯於生煤倉；餘留篩上者，輓轉落至檢煤機 (Picking table)。機製同輸送機 (Apron conveyor)，轉運不息，煤炭附之前移；工人立機旁檢去壁石，炭則任其移至機盡處自墮。其下便以掃送機 (Scraper conveyor) 承之，裝入樓下鐵道貨車，運往出售；亦或於樓下置軋炭機 (Roll)，軋碎之後，復由挹斗梯 (Buck elevator) 升至樓上，再從翻車架傾下。

生煤倉之煤，隨即由挹斗起升機 (Bucket elevator) 提至第五層樓上，傾入洗煤篩 (Water-jet-screen)

洗之。挹斗起升機，此言「煤斗」，斗大容煤二百一十磅，起升速度每分鐘可提上二十斗，合計每日提上之煤二千噸左右。洗煤篩長六百五十公分，廣一百七十九公分，斜十五度，高端三分之二之部位，篩眼大為十二公釐而方，篩尾下端三分之一之部位，眼大為二十五釐而方，篩首着偏心輪 (Eccentric)，篩尾懸於曲柄 (Crank)，每分鐘輪轉一百七十五轉，每轉間篩輒前後升沉而動；篩上橫以噴水管，水向篩首噴出，煤自篩首傾下，機簸水沖，精粗乃析。精細者從十二公分之篩眼穿下，為一類；稍粗者從二十五公分之篩眼透下，又為一類；尤粗者都不能穿過篩眼，乃從篩尾落下，亦為一類；各以水寬導之，至樓下諸煤缸 (Jigs) 分別洗選之。煤缸之名，殊欠精意，今姑仍之。

粗煤缸 (Course jigs) 五具並列；以首二具洗所謂尤粗之煤，後三具洗粗煤。煤缸為 Lubrig 之單框式，乃尖底之方箱一具，底作 V 字形，前後隔分二檻，箱中蓄水，前後相通。前檻面置鐵篩，長一千七百九十五公釐，寬一千一百九十五公釐，篩眼大五公釐。所洗之煤，佈於篩上。後檻置壓水板，板上有棒柄，上接

偏心輪，爲動力樞軸。輪以內外大小兩輪相套而成，偏心距(Eccentric distance)爲六十七公釐，壓水板上下衝程(Stroke)，可由是爲節制。偏心輪附軸迴轉，壓水板上下抑揚。方其抑下時，水從前檻篩眼怒湧，篩上煤炭，因之浮躍，大小輕重初無定序；迨板揚上，水乃退下，壁石質重，預先下沉，其小者隨落篩下，積於缸底。底有門可開之使流入水櫃，以挹斗提升機挹入細壁石倉，嗣載以車，棄之東窖(Eastern heap)。

篩上煤炭壁石，均從粗煤缸前緣流出。有鐵板平隔之，使壁石從板下而去，至缸前橫槽接入螺旋輸送機(Screw conveyor)，送至水櫃，復以挹斗機運貯粗壁倉內，嗣亦棄之。

煤炭則從鐵板上溢出，承以水槽。槽面煤水，別以水筭導至中座第二層之淨煤池，餘則逕至樓下第三層之分煤篩(Shaking screen)上滌濾之。篩爲楔形小鐵條編成，條條櫛比成列，中空之格爲寬一公釐。篩長二百公分，寬一百二十公分，斜置若干度(275mm/m)，動作與前洗煤篩略同。炭粉與水，悉從篩孔濾下，由木筭流至中座之雜壁池。其餘粗大者，則從篩尾落下，貯於樓下煤倉，號稱二號煤，以爲鍋

爐燒火等用,不再提洗。

細煤缸(Fine jigs) 六具,以洗十二公分篩眼下之細煤。缸爲雙框式,底尖側視如W字形;前後劃分三檻,中檻置壓水板,板柄上接偏心輪,前後檻各置鐵篩,篩廣七百二十公釐,長一千二百四十五公分,篩眼大十四公釐;左右二缸相連,爲一具,所謂雙框式者以此。左框略較右框爲高,煤水初從左框入缸,浮游盪滌,繼入次框,重濯之後,乃從右首缸緣流出,導入中座之淨煤池中。

細煤缸篩上鋪長石子一層,按長石比重正介煤與壁石之間,可以隔離二者,防止煤屑穿過篩下。缸底石屑,凡從左框出者,概導至水櫃,會同粗煤缸底之壁石,均以挹斗機裝貯細壁倉內,嗣卽棄廢。其從右框出者,尙含有百分之二十五至三十分之煤,不可逕棄,則導至中座三層樓之雜壁池,會同分煤篩下之煤水,均以挹斗機挹注於提煤缸(Rewashing jigs)再洗之。

提煤缸凡四具,製與細煤缸略同。再洗之後,淨煤卽流入淨煤池,缸底壁石,則導入水櫃,更以挹斗機貯入壁倉,尋亦棄之。然其中尙雜煤屑可百分之

二十五分有奇，曾用淘汰盤 (Wifly table) 洗選，所得淨煤猶不少也。

淨煤池所貯淨煤，嗣用挹斗機，此名「淨煤斗」，撈起，提至後座第六層樓上倒下。下即為淨煤倉，倉中所貯，專備土爐 (Native coke ovens) 煉焦之用。亦或於挹斗機之下，接以螺旋輸送機，送至磨煤機 (Distinguator) 磨之粉碎，然後由掃送機掃入煤倉，備為洋爐 (Retort coke ovens) 煉焦之用。

台內水櫃水池所溢之水，皆導至後座地下之煤泥溝。溝曲折作弓字形，濁水迴流其間，煤泥沉澱溝內。底尖有孔，用以排洩煤泥，另導至一池居之，亦可煉為焦炭，以供家用。溝內澄清之水，則復由抽水機抽上，用以洗煤。

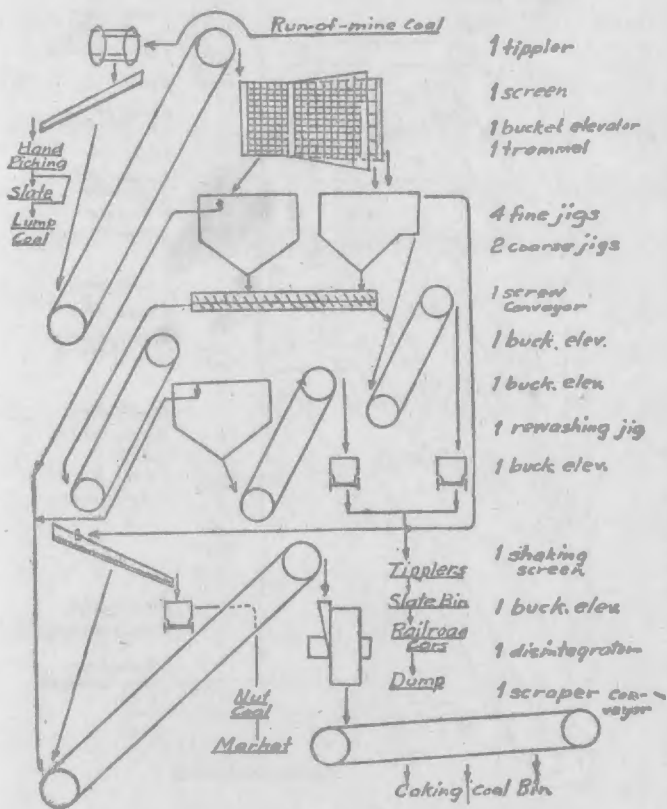
洗煤所用之水，皆自一部遠心力抽水機 (Centrifugal pump) 抽上。抽水機則以電動機轉之，其馬力為一百二十五，迴轉數為六百五十轉，抽水之量每點鐘約為八百五十立方公尺，而亢上二十二公尺之高 (Water head)。吸水管 (Suction pipe) 及送水管 (Discharge pipe) 徑大十四英寸，支管徑大自二英寸至六英寸不等。

洗煤台機器之原動力，乃用蒸汽機二部(Steam engines)，電動機四部(Motors)。其間一百二十五馬力電動機一部，專為轉動抽水機用者；又一百二十五馬力之電動機一部，為轉動淨煤斗，提煤缸等機；又一百四十五馬力之電動機一部，為轉動粗煤缸，精煤缸，生煤斗，煤篩，提升機等機；又五十馬力者一部，為轉動翻車架，檢煤機，軋煤機等機。蒸汽機則一部為五十馬力，有時用以代替五十馬力之電動機；四百五十馬力者一部，為輔助轉動淨煤斗，提煤缸，及新部機器開洗時之用。全台所耗之電流，平均為八百安培(Amperes)，原來之電壓力，則為二百四十和脫(Volts)云。

萍礦洗煤台處長陳君斐成，吾閩長樂人。仁厚敦實，與人無私。此篇之成，多承教示，附此誌謝。

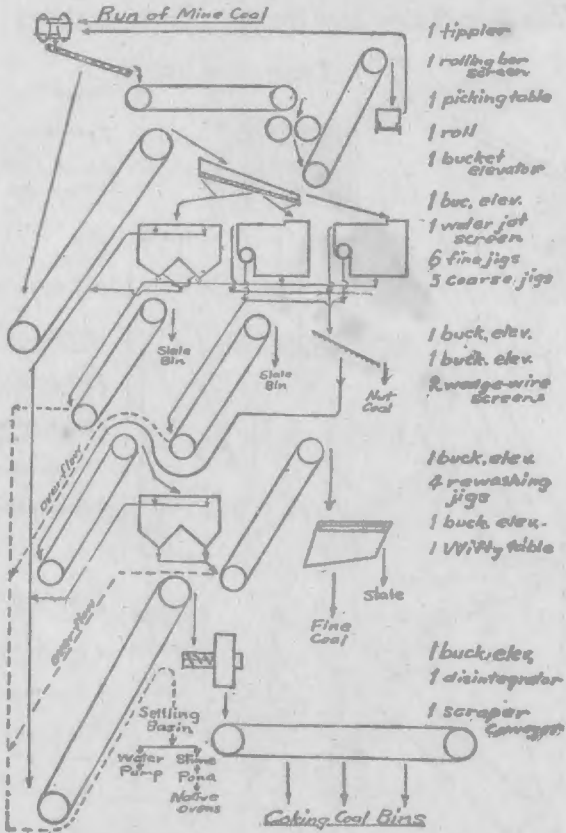
民國十二年八月識於萍鄉礦次

Flow Diagram of the Small Washery of Pingxiang Colliery



萍鄉煤礦小洗煤台統系圖

Flow Diagram of the Large Washery of Pinghsiang Colliery



萍鄉煤礦大洗煤台統系圖

山東省之所謂下部 石炭系之研究

早坂一 郎

本篇爲日本理學博士早坂一 郎先生特投本誌
之稿，經譚勤餘君譯成漢文。 編者誌

關於山東省淄川博山炭田地方夾炭層之下
部含化石石灰岩之地質時代問題，自從利希托芬
(Baron von Richthofen) 男爵研究以來，議論紛紛，尙
難一致；余亦於日本地質學雜誌第二十四卷第二
八三號發表已見，題曰：山東博山地方產石炭紀腕
足類之研究。

關於此地質時代之問題，中國諸學者，曾發表
新學說，然其新學說，實無異仍歸於利氏之論，茲故
就時代論之歷史而簡述之如次：

利氏所採集之化石，曾經弗勒希⁽¹⁾氏研究，其結論謂：此等含化石石灰岩，與歐洲之下部石炭紀石灰岩同。然據小川琢治⁽²⁾氏之研究，曾發見此岩中含有紡錘蟲類之化石；而利氏所採集之標本中，可推知其必有同樣之化石存在；所不可解者：同種岩中，弗氏竟未發見紡錘蟲之化石，亦云奇矣。

余於 1915 年冬，曾旅行淄川博山，新採集該地化石，詳加研究，故有上述之發表；即余之結論：認為淄川博山地方夾炭層下部之石炭岩中所含之化石，非如弗氏所謂下部石炭紀中之物，實最上部石炭紀中之物也。蓋腕足類之多數產出，不限於下部石炭紀，加以上部石炭紀之物，亦存在其中；而小川氏又發見紡錘蟲類之存在，則其證據昭然可見；所可惜者：小川氏所得之材料不完全，未能決定該紡錘蟲類之名稱，殊屬憾事耳。

查美國調查隊在該地採集之化石，經該替⁽³⁾氏

(1) Frech; Neues Jahrbuch für Min. etc. II, 1895: China, Bd. V, p. 63, 71, 1911.

(2) 地質學雜誌第十卷 1903.

(3) Girty; Research in China, Vol. III. p. 294-308.

研究,謂其中有紡錘蟲類之存在,而斷定此種動物羣之時代,爲上部石炭系云。又矢部長克⁽¹⁾氏曾研究東三省及朝鮮之古生代石炭層,亦得同樣結論。

綜上以觀:淄川博山之夾炭層下部之石灰岩層,一方可謂爲下部石炭系之物;他一方又可認爲上部石炭系之最上部;而後說實爲最近諸學者所首肯者也。

中國學者之新學說,實際乃格刺寶⁽²⁾氏之主張。按格氏之研究:認定腕足類與紡錘蟲類相伴生存,而腕足類確可代表下部石炭系;且對於紡錘蟲類之存在加斷語如次:

“The presence of Fusulina…… need not modify this classification, since it is obvious that Fusulina could not have arisen suddenly at the beginning of Moscovian time, it must have had a pre-Moscovian history of some duration which it developed, probably from some Endothyra like ancestor.”

並謂此種 pre-Moscovian 之歷史或起於中國,亦未可

(1) 地質學雜誌第十八卷19。

(2) Grabau; Stratigraphy of China, Pt. I, p. 241, 1922-1924.

知云。

地質彙報第四號第七頁及第四十七頁等所載山西省材料之研究，即最初到達此種結論之報告也。而此種地層在歐洲方面介於下部石炭系與 Moscovian 系之中間，名之曰：太原層。格氏所著之“中國地質史”中，曾謂此太原層分布於中國南北各地，而南京之棲霞山石灰岩等亦屬之云。然李四光⁽¹⁾氏最近研究紡錘蟲類，曾報告謂：山東省章邱炭田夾炭層下部之化石中，有 *Fusulina elongata* vor. *minoris* 蟲存在；伴此蟲而生者有 *Spirifer bisulcatus* 蟲，一見即知其非下部石炭紀中之物；故欲定此時代為石炭紀之最終時代，須沒視此 *Spirifer bisulcatus* 蟲之存在而後可云。據此可知以腕足類而決定地層之時代，其效果頗少，不待論矣。關於格氏之研究，尙未睹其刊發詳細報告，故無置論之餘地，然恐不外以腕足蟲類為長期生存之動物而已。

余於最近曾將十年以前所採集之紡錘蟲類化石，新製成顯微鏡薄片，詳加研究，確知淄川博山地方夾炭層之下部中，亦有 *Fusulina elongata* vor.

(1) Bull. Geol. Soc. China, Vol. II, Nos. 3-4, p. 85, 1923.

minoris 蟲存在，與李氏研究之結果同。故結論認為淄川博山之含化石石灰岩，確係最上部石炭系。

更進而言之，此種結論，余以為尙可推及山西省方面石炭系之地質時代；至於南京棲霞山含化石石灰岩之時代，去歲地質學雜誌第四三二號，余曾論及之，竊以為應屬二疊紀；惟其確證，尙在詳細調查中；此次旅行，即實行調查之目的也。

所謂“太原層”者，果屬必要之名稱耶？

十五年一月十五日上海旅次。

