

礦冶半月刊

卷三第

第十一期

要目

- 屏山隄爲樂山三縣油頁岩調查報告 汪允慶
- 北歐愛沙尼亞之油頁岩及其工業 王善政
- 巴縣石油第一試井之現況及產物之利用問題 王善政
- 德國之石油資源 先訓譯
- 美國石油工業之研究與發明 谷烈譯
- 蘇俄石油業之現況 谷烈譯
- 油頁岩石孔隙度測定法之介紹 黃餘
- 中國石油參攷資料簡目 黃餘

經濟部礦冶研究所編審委員會主編

屏山隄爲樂山三縣油頁岩調查報告

汪允慶

一、位置及交通
二、分佈及面積
三、地形
四、地質簡述
五、礦質儲量及油量
六、施工計劃
甲、勘探
乙、開採

正隄爲樂山兩縣油頁岩

一、隄爲縣泉水鄉周家溝油頁岩
二、隄爲縣平安鄉廣重灣油頁岩
三、樂山縣太平寺灣油頁岩
四、樂山縣福祿場台峯灣油頁岩
五、樂山縣許家鄉諸家灣油頁岩

經濟計劃
一、煉油廠廠址
二、產量
三、礦山開採
四、煉油廠用費
五、利益

汪允慶：屏山隄爲樂山三縣油頁岩調查報告 十八聯合版

每册零售法幣肆角

民國二十九年十一月一日出版



引言

石油爲立國之要素，戰鬥利器，交通用具，非石油無以施其技，外人有言，無石油無國防，一點油一點血，石油之重要可知矣，我國石油，向仰外來，每年漏卮，何止萬萬，抗戰軍興，用量激增，漏卮益大，當局有鑒於此，一面積極探求石油礦牀，一面搜索能提煉石油之原料，慶此次奉命調查油頁岩者，亦本斯旨也，油頁岩爲含有有機物之一種頁岩，蒸餾之後，可得石油，由油頁岩提取石油，各國早已行之，其中以蘇格蘭每年產量爲最多，我國油頁岩儲量，就知者言，以撫順爲第一，惟淪敵人之掌握反爲侵畧我國之資源，可不痛哉，此次調查地點，爲四川犍爲縣踏水鄉第十六保談家山驢龍坳杉木林獅子山，陡壘子大堡坪濞田灣，及屏山之下洞橋二處，其附近各地，如犍爲縣泉水場之周家溝平安場之廣東灣，樂山縣太平寺之灣灣店，福祿場之台基灣，許家鄉之許家溝，亦經路事調查，其調查注意之點，(一)儲量，(二)含油量，(三)汽油成分，(四)有否與煤同時開採之利益，查屏山峽下洞橋之油頁岩，以農拖灣頭爲最多，故名爲農拖灣油頁岩，產於白堊紀之中部，與煤層相距甚遠，無同時開採之可能，其厚度平均約七公分，儲量約三十萬噸，其他各處之油頁岩，均生於侏羅紀之香溪煤系中，與煤共生，或在煤之上，或在煤之下，其性質幾乎煤與油頁岩之間，厚度自四公分至三十公分，儲量自七萬噸至二十萬噸，可與煤層同時開採，惟煤層不厚耳，犍爲踏水鄉之油頁岩該處稱爲刀兒石，昔年曾一見於蕭家溝之鳳來廠廠內東部

，現深鑄於廢窿道中，其附近各地，如上述之談家山等處，俱無該項油頁岩之露頭，樣品既不可得，礦量更不能估，故踏水鄉之油頁岩，無可具報，本篇中之原油油量係用乾涸法瀋出，如用濕涸法，成分可以稍增，其中一部礦樣，蒙植物油提煉輕油廠化驗，特此鳴謝，至於汽油成分，本所無此提煉設備，而煉油廠，以汽油成分，不能完全以原樣爲標準，製煉方法，乃爲重要之根據，目前提煉方法，尙未決定，似無分析之要，故報告中，汽油成分暫付缺如，將來設法化驗以後，再行補報

工屏山縣農拖灣油頁岩

一、位置及交通

農拖灣位於屏山縣之西北，距城約十二里，南距金沙江之三公河口約五里，地臨屏山犍爲之官道，自農拖灣至三公河口，均係下坡大路，無越山過嶺之艱，金沙江自三公河口以下常年暢通舟楫，江之中途，雖有灘口，但亦無何危險，洪水時，大船可載重六十噸，枯水時，亦可載重二十噸，本處交通，頗稱方便，昔年小形軍艦，曾駛至三公河口以上，若將河道略爲整頓，添用汽輪，則交通更便矣。

二、分佈及面積

本區油頁岩，按其露頭情形，可分爲三區，(一)南區，東起長腰崗水洞灣，經農拖灣，西至石船灣大坪上，成四角形，東西長約一千五百公尺，南北長約四百公尺，其面積約十萬方公尺，(二)中區，東起長腰崗，西至大坪上王家

堡，成三角形，以長腰崗為頂點，大坪上王家堡為底邊，高二千二百公尺，底長約一千一百公尺，其面積約一百三十萬方公尺，此兩段共約二百三十萬方公尺，北區仍有曠層存在之可能，為慎重計，暫不估入。

三、地形

本處地形，西北高而東南低，境內崗陵坳阜，懸崖斷壁，到處皆是，凌家岩時立中區，三面懸崖，甚為壯觀，兩部金沙江沿岸，亦屬斷壁，致隔斷王家堡石船灣等處。至金沙江之交通近道，境內之峭壁，都以嘉定層之硬砂岩所造成，河流除金沙江外，有三公河在其東，三公支流繞其西南，母猪河環其北，此種河流，皆為溪澗，坡陡灘多，不能為交通之工具，河水均匯三公河，以入金沙江。

四、地質簡述

本處地質，頗為簡單，岩層僅有白堊紀一紀，其中嘉定層之鮮紅色岩層，見於紅土坡，紅岩灣，施孔灣，及凌家岩等處，嘉定層之下，為重慶層之紫色砂岩頁岩，灰綠色灰質砂岩頁岩，及黃色砂岩，油頁岩即於灰棕色岩層中，紫色岩層之露頭面積，除嘉定層外，以此為最，油頁岩露頭地點，為農地灣，水洞灣，石船灣，大坪上，王家堡等處，而長腰岡之黃土中，遍地油頁岩碎片，雖未見露頭，其中有露頭必也，因浮土太厚，未曾發掘，農地灣油頁岩之下，有深青二層，一層層狀者，厚一公分，寬三十公分，一層扁豆狀者，厚五公分寬十二公分，他處俱未見之，灰綠色砂岩頁岩，於油頁岩露頭處，均有露頭，是以油頁岩露頭地點，土帶灰

汪允慶：屏山礦業樂山三縣油頁岩調查報告

綠色，異乎他處之紅黃色土壤，但境口頭一帶，有同樣之灰綠色岩層，而無油頁岩之踪跡，可見油頁岩之變化不定也，半里坡灰綠色岩層之上，紫色岩層中，夾有薄油頁岩一層，瀝青一層，油頁岩厚半公分，瀝青一公分，至於黃色砂岩，長腰岡東邊，及新店子一帶之岩石均屬於此，白堊紀下部之自流井層，其上部石灰岩，曾發現於本區西北部之附近，自流井層下之條羅紀煤系，本區附近無露頭，無從知其與油頁岩相距之遠近，以理推之，決不在三百公尺以內，本處油頁岩之生因，由於化油之有機物，與造頁岩之泥土，同時沉澱而成，油頁岩下部之瀝青，乃由於油頁岩內之油分，滲出岩外，經氧化作用而成，故此種瀝青，大概近于氧氣所及地點，內部似不能有，本區礦牀構造，為一小盆地，各處傾斜，除石船灣外，均向中心，茲將各處岩層傾斜走向，列表如下

地點	走向	傾斜
農地灣	東	一六〇北
水洞灣	北四〇東	一七〇北
半里坡	北六五〇東	二二〇南
境口頭	北五四〇東	二八〇南
王家堡	北七二〇東	四〇南
大坪上	北一二〇東	五八〇東
石船灣	北六〇〇東	二八〇西

境內有較大斷層二，一沿三公河支流，一沿農地灣河底，斷距似不甚大，無影響於礦量，但因礦牀距地面甚近，於開採工程，不免稍感困難耳，油頁岩共有五層，以第四層為

較厚，約七公分，其餘僅一公分左右。

五、礦質儲量及油量

本處油頁岩，為灰黑色之薄片頁岩，新裂斷口，呈淡棕色，用刀剖岩面，可成捲曲小片，質頗韌，不易破裂，矇視之似黑硬木，開掘或燃時，發煤油味，灰為灰白色，含油成分之如下（經濟部植物油提煉輕油廠化驗）

出產地 原油 油水 分灰 分氣體及損失

農拖灣 A 四、五% 三、〇% 七八、七% 三、八%

B 〇、一% 八、〇% 八九、七% 二、二%

石碇灣 F 五、七% 一、〇% 七九、〇% 四、三%

大坪上 H 三、一% 九、〇% 八五、二% 二、五%

水洞灣 六、八% 九、〇% 七九、五% 四、七%

上表以農拖灣 A 之原油成分為最佳，達百分之一四·五，即每噸可提原油三十四·八加倫，B 之成分為最劣，但 B 為 A 上之一薄層，其厚度僅一公分，可毋庸計算，水洞灣大坪上石碇灣之原油成分，亦不見佳，其原因以屬露頭外露過久，油之成分，因風化作用而減低，如向內掘，或可得較好之成油，茲按照已試驗之成分，不計 B 樣其平均油益為一〇〇% 即每噸含油二四·〇加侖

本區油頁岩層數，原有五層，以一二三五各層厚度太薄

其計算儲量時，均不計入，僅計第四層之量，第四層之厚度

為幾拖灣九公分，長慶兩油頁岩厚度，假定與水洞灣同，則

前段平均厚度為八公分，北段平均厚度為六公分，今知油頁

岩之比重為二計算南北兩段之儲量及油量如下。

1. 儲量

(A) 原儲量

南區 $1,000,000 \times 0.8 \times 2 = 1,600,000$ 噸

中區 $300,000 \times 0.00 \times 2 = 168,000$ 噸

南中兩區共 $160,000 + 168,600 = 326,600$ 噸

(B) 可探礦量 $326,600 \times 0.9 = 293,400$ 噸

含油量

(A) 原儲之中含油量 $326,600 \times 24 = 7,824,000$ 加侖

(B) 可探油量中之含油量 $293,400 \times 24 = 7,012,000$ 加侖

設可提原油量為 B 項油量之半則

(C) 可提原油量 $7,012,000 \times \frac{1}{2} = 3,521,500$ 加侖

六、施工計劃

甲、勘探

本處儲量及礦層厚度，如上節所述，因中區礦層越薄之施工困難，如中區不能開採，僅餘南區，礦量即有過小之嫌，在中區王家堡露頭露頭，雖具油頁岩之特性，而無他處之堅韌，難是露頭外露過久之所致，向內開掘，似有礦層轉厚之望，故本區施工開採以前，必須加以勘探，茲將勘探工作略述如次。

本處礦床，四週距地面甚近，或露出地面，中部因受家岩之峙立，故距地面較遠，茲擬於王家堡北段兩處，由露頭層層向南探，長以二百公尺為度，又區內之橫沖灣施孔灣二處，以鑿探井，約五十公尺，可達礦層，掘進工作，

每日約二公尺，四處同時動工，需時百日可以竣工，凌家岩中部，適當之中心，於此擇地兩點，設機鑽探，約二百公尺，可及礫層，此種鑽探鑽機，以沙利文之手搖金鋼石鑽機為最適宜，每日鑽進速率，四公尺（三班工作）則兩眼需時亦約百日，如探道與鑽探同時工作，二種工程，百日可完，外加籌備時間，約二個月，則此項勘探工作，共需半年，其用費列表如下。

名稱	數量	單位	單價	價共	價備	致
探道	四〇〇	公尺	六.〇〇	四六〇〇.〇〇	二公尺乘一公尺	
探井	一〇〇	公尺	四.〇〇	四二〇〇.〇〇	四公尺乘一公尺	
鑽機	一	部	一〇〇〇〇.〇〇	一〇〇〇〇.〇〇		
鑽石	八	粒	二五〇.〇〇	二〇〇〇.〇〇		
鑽眼	四〇〇	公尺	二〇.〇〇	八〇〇〇.〇〇	工料費	
管理費				九〇〇〇.〇〇		
其他				六二〇〇.〇〇		
總計				五二,〇〇〇.〇〇		

上表所列之鑽機鑽石，於此項工作完畢後，尚值一萬八千元，是以實際費用，僅三萬四千元。

乙、開採

開採工程，須於礫牀探勘清楚之後，方可詳細計劃，勸探之前，本無計劃可言，茲假定中區礫層變佳，有可採價值，并就調查所得之情形，以每日八十噸之產額，略述開採方法，以供參攷。

1. 土法開採人工運輸

汪允慶：屏山隄為樂山三縣油頁岩調查報告

土法開採，人工運輸之方法，與四川各縣之土法煤礦，完全相同，開採方法，為前進長點充之法，最合於薄層煤礦，亦最合於本區內之礫層油頁岩，礫砂運輸，用木軌竹車，人工推送，坑口擬分四處，除長腰崗王家堡兩處，將探道擴大，改為出砂坑道外，另於砂田子與桂花井附近，開鑿坑道，約於一年半內，可達每日八十噸礫砂之產量，關於抽水問題，暫用竹筒，將來各礦鑿透後，於適當地點，裝安水泵，各礦之水，均由一處出口，本區礫牀，因中部低，四周高，運砂排水，均屬困難，又以礫層過薄，採取一噸礫砂，須採十噸以上廢石，其礫山成本因之昂貴，每噸須二十五元左右，其設備費列表如下。

名稱	數量	單位	單價	價共	價備	考
運輸道	二〇〇	公尺	四〇.〇〇	八〇〇〇〇.〇〇	二公尺乘一.五公尺	
擴充探道	四〇〇	公尺	二〇.〇〇	八〇〇〇〇.〇〇	二公尺乘一.五公尺	
四吋水泵	二	部	八,〇〇〇.〇〇	一六,〇〇〇.〇〇	可於三年後再行裝置	
四吋水管	一〇〇	公尺	三五.〇〇	三,五〇〇.〇〇		
二吋汽管	一〇〇	公尺	一〇.〇〇	一,〇〇〇.〇〇		
用具				一〇〇,〇〇〇.〇〇		
其他				五〇,〇〇〇.〇〇		
總計				一五〇,〇〇〇.〇〇		

此外材料及流動金約五萬元故開辦費共須二十萬零四千元

2. 土法開採機械運輸

查本處礦量不豐，每日產量又小，無大規模機械化之必要

要，故擬開採，仍用土法，惟運輸方面，添裝捲揚機，起統礮砂而已，法於長腰岡之東北，地勢較平地點，開鑿直井，至相當深處時（假定五十公尺）乃向盆底開鑿總運道，一面長腰岡之探道，亦向盆底延長，每隔百公尺，與總運道以橫風巷相連，至兩道相過於盆底為止，（假定盆底至井底為七百公尺）總運道裝安鐵軌，上推半噸竹車，經道則改爲出風道，開採工作，即由盆底起，向四方開上山道，並採取礮砂

，此礮砂與一部充塞多餘之廢石，由總運道運出地面，及上山道距盆底約三百公尺時，環繞盆底，築環狀運道，此道與總運道以橫風巷聯絡之，並將此巷擴大，下部裝以閘門，以爲儲砂裝車之用，凡此環狀運道以上之砂，與廢石均由此道運入總運道，上山道再及三百公尺時，築第二環狀運道，以上同此，上山道及環狀運道，均裝木軌，上推竹車，排水用四吋泵，裝置井底，茲將設備費，列表如下

名稱	數量	單位	單價	共價	備考
直井	五〇	公尺	三〇〇〇〇	一五〇〇〇〇	二公尺乘四公尺木架方井
總運道	七〇〇	公尺	四五〇〇	三一五〇〇〇	二公尺乘一・八公尺
運輸道	二〇〇〇	公尺	四〇〇〇	八〇〇〇〇〇	二公尺乘一・五公尺
風道	七〇〇	公尺	三〇〇〇	二一〇〇〇〇	一・五公尺乘一・五公尺
五節鍋爐	二	部	一〇〇〇〇〇	二〇〇〇〇〇	
噸半捲揚機	一	部	一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	
木井架	一	架	四〇〇〇〇	四〇〇〇〇	
六分鋼絲繩	一	捲	一五〇〇〇〇	一五〇〇〇	
四吋汽泵	二	部	八〇〇〇〇〇	一六〇〇〇〇〇	
四吋水管	二〇〇	公尺	二五〇〇	五〇〇〇〇	
二吋汽管	二〇〇	公尺	一〇〇〇	二〇〇〇〇	
小鐵道	一〇	噸	一六〇〇〇〇	一六〇〇〇〇〇	一二磅道
手搖鐵牀	一	架	二五〇〇〇〇	二五〇〇〇〇	
手搖鑽牀	一	架	一五〇〇〇〇	一五〇〇〇〇	
零星機件				二〇〇〇〇	
裝安費				八〇〇〇〇	

房用總具計

五〇〇〇〇
一〇〇〇〇〇〇
二四七四〇〇〇

此外材料及流動金，約八萬元，故共需開辦費二十二萬七千四百元，其工作時間，鑿井開井須五個月，開掘總運道須十四個月，開展時間，須六個月，籌備約五個月，是以開工後三十個月，方可達每日八十公噸之產量，其鑿山成本每噸約二十元左右。

觀上二種採法，第二法成本雖較輕，但開辦費大，出產遲，且一切機件，購置不易，就目前時勢，如礦牀情形之許可，應採取第一法，資本輕，而出砂速，礦砂運至三公河口裝船，每噸運費約四元。

II 隄爲樂山兩縣油頁岩

隄爲樂山兩縣之油頁岩，俗稱刀兒石，色黑或微帶黃色，斷面有條紋，條痕棕色，入火崩裂發響，其性質介乎油頁岩與烟煤之間，所含成分，灰達百分之四十以上，固定炭與揮發物之比，爲一比一，火力薄弱，附生於條紋結煤層之上或下，採煤者採煤炭外，兼採油頁岩以爲副產物品，故一部儲量，已遭損失，茲將各處調查所得，編錄於下。

一、隄爲縣泉水鄉周家溝油頁岩 周家溝位於隄爲縣城西北約七十里，泉水場西北八里，北至石礮場四十里，西距福祿場約十五里，福祿場爲大渡河之巨埠，周家溝至福祿場，雖係山路，均屬下坡，搬運尚不困難，大渡河與岷江揚子江之間，有舟楫暢通，運輸甚便，本處地層，有三疊紀青

汪允慶：屏山隄爲樂山三縣油頁岩調查報告

灰色石灰岩，出現於周家溝之西部，其東部爲侏羅紀之炭色砂頁岩，中央煤層有六，而見於周家溝者，僅最下部二層即鈣炭與棉絲炭是也，油頁岩生於棉絲炭之下，分佈情形，按其露頭，以溝爲界，可分南北二區，南區之露地點，爲渭水灣，陳家灣及大定山之左近，礫層東薄而西厚，平均約二十公分，面積約六十四萬方公尺，而棉絲炭之厚度，東厚而西薄，平均亦約二十公分，北區露頭地點，爲石廟子傅家山及周家祠堂左近，厚度東西相同，約三十公分，面積約三十萬方公尺而棉之厚度，約四十公分，含油量東部每噸二十一加崙，西部每噸十二加崙平均爲十六，五加崙，比重爲一。八已採掘之儲量，約佔原儲量二分之一，茲估計其儲量及油量如下

1. 儲量

A 原有儲量	
南區	$640,000 \times 1.3 \times 0.3 = 250,000 \text{噸}$
北區	$309,000 \times 1.8 \times 0.3 = 172,000 \text{噸}$
南北兩區共	$250,000 + 172,000 = 422,000 \text{噸}$
B 現有儲量	
	$400,000 \times \frac{1}{2} = 201,000 \text{噸}$
設可採儲量爲現有儲量百分之九十則	
C 可採儲量	$201,000 \times 0.9 = 181,000 \text{噸}$

2. 含油量

王次選：煤山礦區油頁岩含油量調查報告

A 現有儲量中之含油量 $201,000 \times 16.5 = 3,290,000$ 加侖
B 可採礦量中之含油量 $181,000 \times 16.5 = 2,990,000$ 加侖
C 可提原油油量為 (B) 項油量之半數則

設可提油油量為 (B) 項油量之半數則

C 可提原油油量 $2,990,000 \times \frac{1}{2} = 1,495,000$ 加侖

本處油頁岩區域，土密林立，已如上述，整個礦林，零亂不堪，惟南區西部，較為完整，但含油量不及東部之佳耳，開採工程可用土法，將來如於此處開掘三坑口，每日可產礦砂六十噸，棉絲炭可同時開採，礦山成本，每噸約需七元，如運至福祿場出口，每噸加運費七元。

二、犍為縣平安場廣東灣油頁岩 廣東灣位於犍為縣城西北十二里，平安場西南約五里，地接岷江，交通極便，地層屬侏羅紀之灰色砂頁岩，中含煤層有七，其名稱自上而下，曰三層煤，蠻子炭，飄子岩，獨層子，爐子炭，腰炭及黑炭，油頁岩即在飄子岩底部生存，厚約二十五公分，上部泡炭，約十五公分，其東北之火燒店，及其南之瓦窰溪，均有相同之油頁岩露頭，面積約六十二萬五千方公尺，含油量每噸為十八加侖，水重為一，六七，已探掘之礦量，約佔原儲量三分之一，茲估其儲量及油量如下。

1. 儲量

A 原有儲量 $625,000 \times 1.07 \times 0.35 = 260,000$ 噸

B 現有儲量 $200,000 \times \frac{3}{4} = 150,000$ 噸

C 可採礦量 $193,000 \times 0.9 = 173,000$ 噸

2. 含油量

A 現有儲量中之含油量 $193,000 \times 18 = 3,510,000$ 加侖
B 可採礦量中之含油量 $173,000 \times 18 = 3,150,000$ 加侖
C 可提原油油量 $3,150,000 \times \frac{1}{2} = 1,575,000$ 加侖

此處油頁岩與飄子岩共生者外，另有一層，與蠻子炭共生，厚僅五公分，不易開採，故未計入，開採工程，可用土法，二坑口出砂，每日可產砂四十噸，炮炭可以同時開採，每噸礦山成本，約七元，如運至河邊，每噸加運費一元五角。

三、樂山縣太平寺灣油頁岩 灣油店位於樂山縣城南約百里，太平寺西南約三十里，西至羅葉溪約十五里，西南至譚堡約十四里，南至葫蘆壩約二十八里，羅葉溪譚堡及葫蘆壩，都為大渡河之水埠，灣油店一帶貨物，皆在譚堡集中出口，地層屬侏羅紀，岩石為青灰色砂岩頁岩，中含煤層有六，其名稱自上而下，為上皮炭，下皮炭，獨層子，毛炭，三層炭，及萍炭，油頁岩附生於獨層子之上或下，其分佈區域，以露頭情形，可分為東西兩區，東區東自八里坡白楊灣，西至包谷峇童子灣，面積約九十萬方公尺，厚度平均九公分，含油量每噸十五加侖，比重為一，八三，炮炭各厚十五公分，已探掘之礦量約佔原儲量二分之一，茲計算其儲量及油量如次。

1. 儲量

A 原有儲量

東區 $900,000 \times 6.09 \times 1.16 = 118,000,000$ 噸
西區 $150,000 \times 6.09 \times 1.23 = 23,000$ 噸
東南兩區 $118,000 + 23,000 = 143,000$ 噸

B 現有儲量

東區 $11800 \times \frac{1}{2} = 59,000$ 噸

西區 $23,000 \times \frac{1}{2} = 11,500$ 噸

東西兩區共 $59,000 + 11,500 = 71,500$ 噸

C 可採礦量

東區 $53000 \times 0.9 = 47,700$ 噸

西區 $12,500 \times 0.9 = 11,250$ 噸

東西兩區共 $47,700 + 11,250 = 58,950$ 噸

A 現有儲量中之含油量

東區 $59,000 \times 20.2 = 1190,000$ 加崙

西區 $12,500 \times 15 = 187,500$ 加崙

東西兩區共 $1,190,000 + 187,500 = 1,377,500$ 加崙

B 可採礦量中之含油量

東區 $53,000 \times 20.3 = 1,076,000$ 加崙

西區 $11,000 \times 15 = 165,000$ 加崙

東西兩區共 $1,076,000 + 165,000 = 1,241,000$ 加崙

C 可提原油油量

$1,241,000 \times \frac{1}{3} = 413,667$ 加崙

本處開採工程，亦應採取土法如各區各掘一坑口，先開東區後開西區，每日產量為二十噸，炮炭可用同時開採，其鑛山成本約七元，如將礦砂運至讀堡，每噸加運費八元。

四、樂山縣福祿場台峯油頁岩 台峯灣位於樂山縣南約百五十里，西南距福祿場約十二里，南距周家溝約八里

汪允慶：屏山麓為樂山三縣油頁岩調查報告 一十八 聯合版

，地層屬侏羅紀之灰色砂岩頁岩，中含煤層數層，台峯灣所見者，僅有硫磺層，其上十公分為油頁岩，油頁岩之分佈地點，東起台峯灣，西至關王寺，面積約一百二十萬方公尺，厚度平均為十公分，含油量每噸為二十加崙，比重為一、六二，共生之硫磺層，分層炮炭硬炭兩層，炮炭厚十公分，硬炭厚四公分，已被採取之儲量，約占原儲量四公分之一，茲計算其儲量及油量如下。

1. 儲量

A 原有儲量 $1,000,000 \times 0.1 \times 1.62 = 162,000,000$

E 現有儲量 $130,000 \times \frac{1}{2} = 65,000$ 噸

C 可採礦量 $146,000 \times 0.9 = 131,400$ 噸

2. 含油量

A 現有儲量中之含油量 $146,000 \times 20 = 2,920,000$ 加崙

B 可採礦量中之含油量 $31,400 \times 20 = 628,000$ 加崙

O 可提原油油量 $628,000 \times \frac{1}{3} = 209,333$ 加崙

本處開採工程，亦應採用土法，並可於適當地點，開掘一坑口，每日可產礦砂四十噸，硫磺層亦可同時開採，礦山成本每噸約六元五角，如運至福祿場交貨，每噸加運費七元

五、樂山縣許家鄉許家溝油頁岩 許家溝位於樂山縣南約七十里，北距犍為縣之石磷，約十里，東距西壩約五十里，為樂山縣產煤區域之一，其出之煤，由許家溝航運，順沫溪河，至西壩以入岷江，地層屬侏羅紀之灰色砂岩頁岩，中含煤層十九，其名稱自上而下，曰上皮千子兒灰，硫磺層

層，夾岩，三層灰，下皮千子，獨層子，真雙層，鐵炭等是也，油頁岩即產於真雙層之下，厚自四公分至十公分，真雙層厚約八十公分，同濟峪高洞子同人廠，即開採此層，並此層下十五公分之鐵炭，礦層面積，為該煤礦煤洞所探知者，東西長約千七百公尺，南北長約八百公尺，面積為一百三十萬方公尺，厚度平均為七公分，會油量每噸為二十一加崙，本處原有儲量，以油頁岩火力不強，未曾採取，故無若何損失，茲計算其儲量如下：

1 儲量

A 原有儲量 $1,360,000 \times 0.07 \times 1.55 = 147,000$ 噸

B 可採儲量 $147,000 \times 0.9 = 132,000$ 噸

2 含油量

A 原有儲量中之含油量 $14,000 \times 21 = 2,987,000$ 加崙

B 可採儲量中之含油量 $13,000 \times 21 = 2,730,000$ 加崙

C 可採原油油量 $2,730,000 \times 1 = 2,730,000$ 加崙

查該廠每日產煤三十餘噸，油頁岩如需用，每日可供五噸至二十噸，如加開一坑口，每日產量，可達四十噸，但多產油頁岩，即多產煤炭，故設法多產油頁岩以前，須先設法處置煤炭，礦山成本，每噸約須六元，礦砂運自西壩每噸加運費五元。

此外鑿食之米房溝，樂山之倒埋人溝天樂店等處，均有類似油頁岩之岩堡，性質不佳，不堪提煉。

上述鑿為樂山兩縣油頁岩之現有儲量，約七十六萬噸，含油量平均值百分之七·七五，儲量既不甚多，含油又不

豐富，無單獨開採油之價值，惟際茲原油缺乏之秋，若與所由之油頁岩同廠提煉，增加煉油之原料，增加油量之生產，不能謂不可，開採工程，宜採土法，隨時加以改良，開採之先，並須試探，以明礦層之情形，開辦之費，每一坑口，需款約五千元，試探之費每一探道，需款約二千元，上述五處，計坑口九口，共需四萬五千元，假定每一坑口，除許家溝外，須用一探道試探，則探道八道，需費二萬四千元，探礦時期，又須一年，定預產額，於二年之後方可達到。

III 經濟計劃

一、煉油廠廠址

屏山鑿為樂山三縣之油頁岩，分佈零星，難於集中開採，故選擇煉油廠廠址，不能近乎一處，必須擇一適中地點，宜賓縣地臨岷江金沙江之處，又為昆昆鐵路之起點，交通極便，各處礦砂，均可順流而至，建立油廠，最為適宜。

二、產量

本處油頁岩可採儲量為九十七萬噸，分為十年開採每年九萬七千噸，年以三百四十日計，每日產砂，一百八十噸，礦砂之含油量，每噸二十、二七加崙，每日可產原油五千六百七十六加崙，或二十三、六五噸。

三、礦山費用

1. 資本攤還

本處儲量，既分為十年開採，而所投資本，亦應分為十年攤還，其所投資本，計探礦費七萬九千元，開辦費二十四

萬九千元，假定年息六厘，籌備時間之利息不計，則每年應攤還四萬四千六百元，每噸應攤還四角六分

2. 礦山成本

礦山成本每噸自六至元二十五元，平均十二元一角五分。

分。

3. 運費

運費可分為兩種，(一)自礦山至裝船碼頭，每噸運費，自一元五角至七元，平均四元九角一分，(二)自裝船碼頭至宜賓，每噸運費，自三元九角至六元四角，平均四元七角四分，共九元六角五分

4. 管理費及雜費

管理費及雜費每噸約一元

以上每噸礦砂共需二十三元二角六分

四、煉油廠費用

1. 資本攤還

煉油廠可分為二部，一屬蒸餾，一屬提煉，本處擬設蒸餾一部，不設提煉，蒸出之原油，請由桶物油提煉輕油廠提煉，藉減輕資本，節省人材，蒸餾爐各地各有不同，以何種為宜，須經試驗後，方可決定爐之設計與試驗所需時間，約為半年，建設時間，約須一年有半，設備費用，每日蒸餾礦砂一噸，需款約五千元，則二百八十噸礦砂，需費一百四十萬元，機廠及電力廠，約需費四十萬元，材料及流動金又為四十萬元，共計二百二十萬元，分十年還清，年息六厘，每年應攤二十九萬九千二百元，每噸應攤三元一角四分。

汪允慶：屏山魁為樂山三縣油頁岩調查

2. 工資燃料及修理費

工資燃料及修理費，每日約二千元，每噸約七元〇二分

3. 管理費及雜費

管理費及雜費每噸約二元

以上每噸礦砂共需十二元一角六分，

五、利益

工廠之利益在乎存品市價之高低，原油既無市價，其中所含各種類之成分又未分析，價格貴賤無可估計。茲假定與柴油之價值相同，每噸為七百元，則每日製出原油之價值為

$$23.65 \times 700 = 16,555.00 \text{元}$$

每日礦山用費為 $280 \times 23.26 = 6512.80 \text{元}$

每日蒸餾費用 $280 \times 12.13 = 2404.80 \text{元}$

每日利益為 $16555.00 - 6512.80 - 2404.80 = 6637.30 \text{元}$

每年利息為 $6637.30 \times 240 = 2,333,712.00 \text{元}$

結論

礦產之價格，在乎量質運銷，四者之中，有一不善，價值驟形低落，查本處各礦，各距河道不遠，交通尚稱便利，銷路更無問題，質雖非佳，勉可應用，惟礦量不豐，分佈零星，礦層又薄開採不易，成本甚高，昔日外油充斥，原無一顧之資格，茲值抗戰之時，油源滯澀油價高漲，為開闢油源，增加抗戰力量計，本處油頁岩，確有開採提煉之必要，至於開採工作，可用官商合作，採砂之爭商人承之工程方面，公家督促指示，借收事半功倍之效果，煉油工程，慶向之研究，所列費用，聊作參攷而已。

巴縣石油溝第一試井之現況及產物之利用問題

王善政

一、試探鑽井之現況

重慶南岸石油溝試探鑽井，籌備及工作迄今約有三年，係採用最新式螺旋鑽井機 (Rotary drilling machine) 該機係德國 (Horn and Lange) (即係 Gut Heiliger A.G.) 機廠所造，費源委員會購有三部，二部在石油溝，一部在遂縣一部在威遠縣城，鑽機部係鑽井深度為一千二百公尺，係用柴油機為原動力，共有柴油機兩部，每部約有八九十匹馬力，循環打藥取筒兩部，該井現已鑽至一千四百公尺，已超過担保深度二百公尺，恐再深打時，機件或將發生障礙，故現已停止打井工作。

最初鑽井時，係由機器廠派來德籍鑽井工程師 Müller 一位，該工程師已於去年 (廿八年) 回國，據現礦上王顯文工程師語筆者，謂最初鑽井所過之困難有兩點：一為四川之地層較硬，所用之德國魚尾式鑽頭，不甚適用，每日能鑽之深度太慢，後經購到美國之牙齒式鑽頭 (適用於鑽入較硬地層者) 則每日可鑽之深度大為增加，第二點為按一般用螺旋式鑽井方法，只須將離地面一百公尺以上之白水層下入一層粗套管後，則可無須再下套管 (Casing) 而鑽至最深度，但石油溝試探井鑽至九百公尺左右時，井孔壁泥疏鬆倒塌，如不下套管，則工作困難，甚易將鑽頭埋入井孔內，故該德籍工程師，不待已在五百餘公尺時，曾下入套管一道 (按若將沖

泥用之泥漿比重加高，則頗有不用加套管而能繼續深鑽之可能)，乃繼續深鑽，鑽入四五十公尺時，曾發現油苗，但為量極微，或謂此層油苗，即相當於現在石油溝所流出之石油苗層，鑽井於七百公尺時發現煤氣一層，此層煤氣據資實動力油廠夏勤輝先生分析後，謂為乾燃煤氣含甲烷約百分之九十左右，但此層氣壓頗高，約有五六十大氣壓以上，產量尚豐，每日估計流出量為二三萬立方英尺，最高流量可至四十餘萬立方英尺，繼續在九百公尺左右及一千一百公尺左右，又發現煤氣數層，共計發現煤氣不下四五層，而主要出煤氣層可分為兩層即七百公尺左右一層及一千一百公尺左右一層，而在一千一百公尺左右之煤氣層，其壓力較高 (最高之壓力達至一百零幾大氣壓力)，且流量較多，估計此層天然煤氣每月之流量約為四十餘萬立方英尺，最高可達至六十餘萬立方英尺，故現在估計該兩層煤氣總合每日約可產七十餘萬立方英尺，即約合兩萬餘立方公尺，以一井而出產天然煤氣量，如此之豐，不無可利用之價值，其後繼在煤氣層之下發現鹽水一層其層厚若何，儲量若何，現尚未十分清楚，但可略知者，為若加以利用，鹽水儲量當屬甚多，而其缺點，為含鹽成份太少，其比重為 1.0110，相當於含鹽成份不過 1.1% 而已此外在 300 公尺左右曾發現黑頁岩一層其後又發現煤層數層，謂均屬甚薄，且在地面下甚深，當無利用之價值，該井除至五百公尺左右下一套管外，現又下一較細

較深之第三層套管，直伸入鹽水層中。

二、試探井中天然煤氣的利用問題

石油溝試探鑽井，雖未發現油層，但以確得天然煤氣數層，井內壓力尚大，流量頗豐，頗有相當利用之價值，雖不能成爲較大工業，但因其成本低廉，放棄實甚可惜，如以國家經濟觀點，放棄之，則頗失去一種利用之資源，該煤氣雖經分析後，其中含汽油成份甚低，如以提取汽油，當無若何經濟價值，但天然煤氣之其他用途尚廣，如爲工業燃料，壓縮鋼罐中，用以爲開駛汽車燃料製取烟黑（Carbon Black）以及用以蒸餾鹽水製鹽之燃料等，今將其利用之可能三種辦法即（一）壓縮於鋼罐中，用以爲開駛大汽車之燃料；（二）試驗製取煙煤；（三）用以爲蒸餾鹽水製鹽之燃料，略述之。

（一）利用天然煤氣壓縮於鋼罐中，以爲開駛大汽車之燃料，此種方法在英、德、意大利等國，早嘗有採用，試驗結果，謂一立方公尺天然煤氣（大部成份爲甲烷 CH_4 ），可相當於一公升汽油之用，每一鋼罐在普通壓力下爲四十公升左右容積，若壓至一五〇大氣壓後，可裝入天然煤氣量約爲七千公升即約合七公升汽油，或約合兩加侖汽油之用，按一加侖汽油，約可開駛大汽車十五公里左右（十英里）故一鋼罐縮至一五〇大氣壓力之天然煤氣，約可開駛大汽車至三十公里左右，每大汽車，每次可帶三鋼罐至五鋼罐，故可行駛一百至一百五十公里左右，若於較短途，或大城中行駛，則頗爲適用，用壓縮天然煤氣開駛大汽車上之零件部份需

王善政：巴縣石油溝第一試井之現況及產物之利用問題

略有添加或更改（但氣志馬達內部分本身，則完全無需變動，應添加之主要部份爲預熱器，減壓控制器（Pressure Reducer）及空氣混合三件，此三種配件以減壓控制器之構造，略爲困難但並不難仿製者，預熱器暫可省却，至於空氣混合器部份與木炭汽車上所用之空氣混合器大致相同，僅空氣開口處略需加大以便有較多量空氣混入，而可使天然煤氣完全燃燒，按理論上完全燃燒一倍體積之天然煤氣，約需空氣八九倍左右也。

石油溝，離重慶市區僅四十八公里離川黔公路僅九公里，且築有支路連接，故利用該地天然煤氣爲開駛大汽車之燃料，極有經濟上之價值，不但於抗戰缺乏汽油期間，吾人有推進實現此種辦法之必要，即於和平時期，舶來汽油運川不易，亦有其存在之價值。

欲實現此種利用辦法，所必不要缺少之器具爲（甲）高壓力壓縮機，其工作壓力須至 500 大氣壓以上者（乙）能抵抗高壓力之鋼罐（需能抵抗 500 大氣壓以上而甚安全者）；（丙）汽車零件添加部份如減壓控制器，空氣混合器，須能製法自造，如此三項工具，能有具體之解決，則利用石油溝天然煤氣開駛大汽車之計劃，即可推動實現，茲將筆者近來向各方接洽探詢之結果略述如下：

（甲）高壓力壓縮機之設備，據聞瀘州兵工廠曾有一部尚未使用，據中國煤氣公司李恭光語筆者，該壓縮機之工作量，每四十分鐘可裝滿十個鋼罐氣體，該機現存於瀘州兵工廠之製氣廠中，此外聞有航空委員會，曾仿裝高壓壓縮機六部

，於六個月前已即在該廠中自行製造，但現未造完，外國廠家現貨甚多，但須預先向香港，或歐美接洽訂購。

(乙) 鋼罐之供給，現只有利用盛氣罐之高壓鋼罐代替使用，筆者曾訊問重慶中國煤氣公司李恭光先生，彼謂該公司現有盛氣罐約有二千餘個，若租給盛天然煤氣中之鋼罐，數百個當無問題。

(丙) 大汽車零件配選部份，筆者曾向交通部汽車修配廠秦子週工程師接洽，因秦工程師現正在設計四部木炭汽車，不久當可裝完試車，彼甚贊同此種試驗辦法，並提出兩點具體意見：請即送兩鋼罐天然煤氣，由該廠以現有之車輛試用；再根據此次試驗之結果，進一步決定設計各配備零件之圖樣尺寸，筆者認為秦工程師此提出之辦法，甚為恰當，而需要即時進行者。

根據上述與各方探洽之結果，筆者認為利用石油溝天然煤氣開駛大汽車之計劃，甚有實現之可能此，外筆者尚有一理想，即減低盛氣罐之壓力，而增加其容量，則可省去高壓力壓縮機之設備，例如假定用鋼版電焊一儲氣罐，其容積為一立方公尺，壓力為三十大汽壓力，則可盛天然煤氣量為三十立方公尺，相當於約八加侖汽車，亦可開駛大汽車行程在一百公里以上，但此種辦法，亦須有試驗後，始能決定。

除上述各種辦法外，現應準備之工作為應向外國專製此方面之機械廠家接洽詢問訂購，以為將來仿造之參考。按筆者所知關係製造高壓力壓縮機廠家有德國之 *Wendler, Eisen- & Maschinenbau, Esslingen, Aachen, Germany*；頗為出名，製造

高壓儲氣鋼罐廠家有 *C. Gessert & Co., Göttingen, Berlin*；汽車配備零件廠家如減壓控制器等則有 *Schmitt, Richter & Co., Leipzig, Dresden, Germany* 為專係承造此種配備零件者。

至於石油溝天然煤氣現在所出煤氣量之供給問題，可勿須過慮，因據計算每日若能壓縮一萬立方公尺天然煤氣，即相當於二千加侖以上汽油之用，即需鋼罐數千個，而壓縮機亦需數部，大汽車須改造配備零件者，亦需數百部以上，而實際上之一萬立方公尺之天然煤氣，僅估該井所出天然煤氣之半數也。

(二) 試驗製取煙黑 (*Carbon Black*) 於上文中可看出天然煤氣為開駛大汽車燃料之用量有限，尚餘多量天然煤氣，擬為試驗製取煙黑之用，查普通用一千立方英尺天然煤氣，僅可製得煙黑一磅左右，故若用石油溝天然煤氣，製取大量煙黑，尚嫌其產量不足，今估計每日用十萬立方英尺，天然煤氣，則每日約可得煙黑常在百磅左右，對於鋪路方面當可無問題，按用天然煤氣所製之煙黑為製油黑油漆以及橡皮車帶之上品原料，現重慶市油墨廠家不少，若無品質較佳煙黑之供給，據調查市上美國貨之氣煙煙黑在貨極少，價格甚昂，每磅所值十餘元以上，而後方欲自行製造石印油墨，則必須以氣煙煙黑為原料。

製造煙黑所用之器械，種類甚多，如在和平時期，其易向外國廠家訂購，以美國為最發達，但現時則須自行設計，故第一步試驗工作，為必不可缺少者，其工作原理大都為使不足空氣與天然煤氣燃燒，因而有炭粒子生成，使其於附着

於有冷水冷涼金屬面上，而刮之下，此外尚有高熱分裂法及電板法以裝氣煙煙黑者，其得量可較高，而設備亦較複雜者。查氣煙煙黑製造工業，美國最爲發達，產量較大，而成本亦最廉，石油溝天然煤氣產量有限，僅可期望爲一種後方之小工業，而並無多大發展希望，更不足與美國煙黑工業相抗衡。

(三) 利用石油溝天然煤氣爲蒸發鹽水之燃料，此種辦法亦頗有可能性，因該試探井自產鹽水，鹽水濃度雖淡，而現煤氣成本方面可以降至甚低，而石油溝附近暫時又無其他工業可利用此項天然煤氣燃料。

三、鹽水的利用問題

上文業已提及在井深最下層煤氣之下，曾發現鹽水一層，約深在一千公尺以下，據化驗結果含鹽濃度太低，比重僅有 1.00 至 1.01 含食鹽約爲 2% 至 3% 此層鹽水是否有較濃希生，是否是由上層之淡水將其濃度沖淡，則尙未敢斷言，故其是否有利用價值，尙待有進一步之試驗工作，現僅可預料，其頗有值得利用之可能，其理由爲(一) 該井本身即係出產大量天然燃料，將來如利用該層鹽水蒸鹽時，燃料成本可以降低，(二) 該層鹽水層雖在地面下甚深，但汲水時頗可利用井下天然煤氣之壓力，換言之，天然煤氣壓力，可以將鹽水煤氣共同噴出，如此則可減低汲取鹽水之成本；(三) 抗戰後方食鹽大部靠富榮鹽業諸大鹽廠，而尤以自流井大坎堡及貢井黃石坎產鹽最多，亦爲空襲最危險區域，設有不幸，

大坎堡被炸，則食鹽之供給成嚴重問題，故現時爲預防及準備計，凡有可出鹽水蒸鹽之地，皆有加以注意及準備利用之必要(四) 石油溝製得之鹽如運至重慶或貴陽方面其運費遠較四川其他鹽場爲低廉，至於石油溝鹽水之缺點，爲其溝鹽成份太低，鹽水層離地面太深，以及究竟每日可汲鹽水若干，可成鹽若干，井底鹽水儲量若何，亦爲尙未確知問題，補救鹽水太淡方法，據唐永建先生在工業中心所發表(二十八年十二月號)之湖北應城膏鹽調查報告：一文中記載該處鹽水最初濃度亦僅有比重 1.03 (即所謂豆付水)，經用技條架法，反復灑濃後可增加至比重得 1.10 (即所謂摸鷄蛋水) 然後再用以熬鹽，而湖北應城仍能存在爲一小鹽區，如以湖北應城爲例，只要石油溝鹽水產量較多，則頗可有利用蒸鹽之可能也。

最後則爲關於石油溝油田，是否應放棄問題，筆者意見以爲第一井雖未達到油層，但此不能以代表石油溝便無油田之存在，因該處之油苗，究來之何層，究係如何流出，均爲尙未十分明瞭之問題，現若人力財力不足不能在石油溝再另打井時，則地質或地質物理之工作，在石油溝方面，似仍值得研究，至於對已得之天然煤氣及鹽水之加以利用，則爲筆者極力所主張，而有是文之作。

北歐愛沙尼亞之油頁岩及其工業

王善政

一、地理與地質

愛沙尼亞係歐戰后新興之小國，東鄰蘇聯，南接拉脫維亞，北臨芬蘭灣；面積一萬八千餘方哩，人口一百十餘萬，以國際關係言，該國並無重要地位。油頁岩礦產地位於芬蘭灣沿岸一帶，該礦面積：東西長約一百三十公里，南北寬約三十餘公里，含礦岩層年代：為古生代之奧陶紀，礦層厚度：約為一·八公尺，儲藏量：約為五十萬萬噸，倘全數用低溫蒸餾方法提煉當可得焦油約十萬萬噸；礦層露頭：由北向西南略傾斜向下，計每公里傾斜三·五公尺，北部礦區係露天採掘，南部則須開井。過去所產油頁岩，係直接作為燃燒之用，大部份用為鐵路之機車燃料，惟因灰份過高每公斤之發熱量僅得三二〇〇格拉里因之銷量有限；近因低溫蒸餾工業之興起，乃以油頁岩為製原油之主要原料，於是需用量大增，計一九三四年全年油頁岩產量為五十餘萬噸，直接作為燃燒之用者約為三十餘萬噸，藉蒸餾以製取原油者為二十餘萬噸。

二、工廠與產品

該國境內主要油頁岩工廠有四：就中一為國營其他三廠均為私人資本所經營，現共有工人七千名以上；一九三六年計產焦油六萬噸，一九三七年則增至十二萬噸左右。製油工廠所用之低溫蒸餾爐計有三種一、*Reid*式特殊構造蒸餾爐

，二、*Davidson*式橫臥轉動爐，三、*Conrad-Ramsche*式溝道爐；其中以第三種在應用上最其成效。此種煉爐係由：愛沙尼亞石油公司（*Estonia Petroleum Company*）試驗設計成功者最初試驗時每次容量僅為三噸，一九二九年建造七十五噸煉爐一座，一九三一年更加造二百五十噸煉爐兩座，於一九三七年內更又加造三百五十噸煉爐兩座；據云：新建之大爐與原有之小爐在構造原理上並無變更，並謂即欲再造五百噸乃至一千噸之煉爐，在技術工程上，並無困難。

緣愛沙尼亞之油頁岩蒸餾時，甚易軟化而結成塊狀，故蒸餾過程甚為困難，前述之溝道式煉爐即在解決此種困難；使油頁岩均勻連續加熱，並將蒸餾所得之氣體立即分離而使油頁岩在爐內並無動搖藉以免除結塊之困難，茲略述蒸餾程序如下：

油頁岩在礦坑中，先即行壓碎，並經節析分類凡岩塊之直徑在一〇公厘以下者作燃燒之用其直徑在一〇與一〇〇公厘間者作為低溫蒸餾之用，蒸餾時將此種岩塊裝入可容二千二百公斤之鐵車中，若干鐵車用鐵索連續引入蒸餾溝道，而先至蒸餾乾燥間，以過熱蒸汽先行乾燥，並使乾燥時生成之水蒸汽循環蒸氣過熱器以為加熱之用，乾燥時間每車約需十至十四分鐘乾燥後隨將鐵車引入蒸餾間，蒸餾間中有輸氣機一排，其數目與鐵車數目相等，用以將蒸餾氣體輸入蒸餾溝道中，如此循環流動，但有一部份蒸餾氣體則入於冷

凝器中以凝製粗油。此種粗油之凝固點在——20°C以下，若直接加以蒸餾即可獲得辛烷值頗高之汽油與上等柴油等；若油頁岩經蒸餾後之各種產品若經精煉則可得成品在二十種以上。其主要者有如各種汽油、柴油、防腐油及瀝青等；防腐油甚適於木材防腐之用；蒸餾粗油所得之汽油，可供汽車及飛機之用；所得之重油可與酒精或輕汽油混合，以作汽油代用品；瀝青則可供修築馬路及屋氈之用。

三、工業經濟概況

愛沙尼亞之油頁岩工業僅有十餘年之歷史，其開採量於一九三六年為六〇四，〇〇〇噸，一九三五年為五八八，〇〇〇噸，歷年蒸餾而得之粗油量及粗油之輸出量列如下表。

年 度	粗油生產量(噸)	粗油輸出量(噸)
一九二五	三,一八八	一三三
一九二七	四,二九一	八九六
一九二九	二,一〇二	一,八六七
一九三一	一七,〇五二	二,三五三
一九三三	三七,六一七	六,二一一
一九三五	四七,三〇九	一四,八二六

王善政：北歐愛沙尼亞之油頁岩及其工業

愛沙尼亞頁岩粗油之輸出國：為荷蘭、瑞典、德意志、芬蘭、立陶宛及挪威等國。計於一九三四年輸出總值為六八五，〇〇〇庫隆（Kopek）（註一）一九三五年為六九四，〇〇〇庫隆。愛沙尼亞國家鐵路局年用粗油約二五，〇〇〇噸為蒸餾耗量之最大者。

歷年由粗油製得之汽油量如左表。

年 度	一九三二	一九三三	一九三四	一九三五
汽油產量噸	一三三	四〇九	四九三	六〇〇

瀝青在一九三四年輸出一三七四噸值九二，〇〇〇庫隆。在一九三五年輸出一七二〇噸值一〇六，〇〇〇庫隆。

註（一）庫隆為愛沙尼亞幣制單位

經濟部礦冶研究所編審委員會

主任委員 王恆源
副主任委員 王世豐
委員

（以筆劃多少為序）
王 棧 王顯梧
朱玉崑 李嘉善
安朝俊 趙天從
俞再麟 謝家蘭
劉樹人 顧爾鏗

德國之石油資源

英 Murray's Stuart 原作

以石油對此次歐戰關係之重要，此時若對德國石油資源加以檢討不致毫無意義。該國油區有二，即德國北部，來因河流域及阿爾卑斯北麓地帶。本文僅論及德國北部，因德國油產百分之九十九均出於此，他區似不足道也。

迄一九三〇年，德國北部各油田皆為鹽丘構造，甚至今日產油之地仍多與鹽層有關。德國北部地勢平坦較海面略高，全區地層分佈整齊，近代地層及更古地層多出露地表，其下緊接第三紀，白堊紀，侏羅紀，三疊紀及二疊紀地層。

地史

若吾人已知德國北部由石炭紀以迄最近之地史，則該區之地質構造極易明瞭。上石炭紀及下二疊紀岩層所代表之地質時期中有大規模之區域地殼運動及局部之火山活動，此次地殼之區域擾動使近如英國及歐洲西部岩層遠如北美之古生代地層均遭受其影響。彭林山脈，不列坦尼丘陵以及阿利格哈尼山系均係於此時造成。英國石炭紀地層均折成極大之背斜，頂部已遭侵蝕，使原屬大致連續之煤層分離而成現今各煤田，雖形陸地及大小有如現時裏海之內陸海亦於此時形成。其中有伸展至英格蘭東北部者，致有約克及魯丁哈姆之鑲質石灰岩之生成。

另一較大之內陸海似曾擴延至德國北部及中部並於此處積成含有厚層岩鹽與鉀鹽之石灰岩。此內陸海之西南部則陸

地高聳，以其地勢之峻峭當日其上必有冰川之存在，因米德蘭西部地方多狹隘之河岸與深切之峽谷且常有角礫岩之發現。海水擴展之範圍極廣由中部阿爾卑斯以至遠東印度之西北部均有此二疊紀古海之分佈。

德國之三疊紀

在德國之中部覆于二疊紀地層以上者為三疊紀之地層。底部岩層有與二疊紀整合者亦有與之不整合者。此紀地層可分三部：

上三疊紀——紅色泥岩，石膏與岩鹽層之下為砂岩泥岩，粘土層含薄煤層。

中三疊紀——原層石灰岩與白堊岩縫隙中常見海百合之梗，白堊岩中間石膏與岩鹽。

下三疊紀——原層紅色粗砂岩夾零○石膏與岩鹽層，頁岩中常含紅色及綠色泥岩。

德國三疊紀地層似積成於一範圍廣大但形體不甚規則之平坦盆地中，吾人此時雖尚無法證明海水曾否於此時侵入英國盆地，但德國中三疊紀確係於盆地中之海水尚與公海相通時造成。三疊紀地層之上為侏羅紀地層出露於下列二處：佛朗哥史瓦本區及德國之西北部。德國侏羅紀地層亦分三部：

上部或白侏羅紀。
中部或棕侏羅紀。

下部或黑侏羅紀。

研究岩石之性質知德國侏羅紀岩層係形成於當時與公海相連之內陸海水中。

白堊紀地層

緊接於侏羅紀之後者為中生代末期之白堊紀。英國之白堊紀地層通過北海及英吉利海峽以達於比，德，丹諸國之北部波蘭瑞典及俄羅斯諸國之南部。大部雖已為近期地層所掩覆，但經研究岩層中所含化石之結果知所叙各國之白堊紀地層應屬同一系統，分佈範圍由英吉利以至俄羅斯。此紀地層中白堊土之性質雖不因分佈之遠濶而稍有差異，但他紀岩層之局部變化頗大。德國哈魯弗地方現有陸相岩層之出現，東部為粘土及礫石所掩覆含 Zoolitha 及 Y. p. B. 海生動物化石。賽羅門安層于西法利，一帶為泥層及石灰岩，至沙宏尼附近時砂性遂漸增高，此處地層含有少數煤層及豐富之植物化石層。土魯尼安及賽羅門安以後各期地層均曾遭致相同之變化，造成德國東部之厚層砂岩及沙安瑞士風景區之峻峭岩壁。當英國本部及歐陸西部白堊紀地層生成時，此一帶地域在侏羅紀末期中多較海面為高，威爾頓層係於大湖中造成。下白堊紀時代中，已經升起之陸地經過慢性陸沉，但因陸沉之不連貫，致白堊紀地層之沉積頗為零亂。上白堊紀時代大地陸沉，高爾特及上部綠砂層乃越過侵蝕陸地而西。此時陸地之東部及南部則深沉於侵入海水下。此時之英國，歐洲中部及南部，非洲北部，亞洲南部以及喜馬拉雅山地除少數極高地點留出一部作為海島外，均為海水所淹沒。上白堊紀中

先翻譯：德國之石油資源

之大地陸沉即所謂賽羅門安海水侵入期對中生代地質關係為重要而且普通。

第三紀地層

沉積於白堊紀地層之上者為第三紀地層多係淺水沉積物，英，比，德諸國及法國北部之第三紀地層為砂質或砂質岩層分別形成於數個盆地中且與白堊紀不整合，其所含化石與白堊紀者全異。第三紀地層以上者為近代與更新世地層分佈於德國之西北部。

第一表 德國北部地層系統

更新世

沖積層

第三紀

鮮甸世

中新世

漸新世

始新世

上白堊紀

色羅尼亞

艾德西

土魯尼安

賽羅門尼安

下白堊紀

高爾特

賴柯米安

侏羅紀

馬爾姆

道格

尼阿司

三疊紀

銳艾德克

高白

康西爾阿克

二疊紀

本特砂岩

左赫司坦

魯特賴根德

地質構造

因前敘各期地殼運動致有德國北部之大小山脈之造成，主要者多走西北東南向即所謂「赫西運動」向，此區最大之折綫使古生代地層露出地面並使之形成哈滋山脈及其二大支脈：弗萊希丁格平行於哈滋山脈之東北，色任格瓦爾平行於哈滋之西南，其間另有二支較小山脈其一沿亞勒河而西北，另一則沿阿爾伯河下游遼漢堡而西。

鹽丘與石油

在地殼運動期中，二疊紀左赫可坦之厚層岩鹽融成膠體，其有穿透上覆地層而成所謂鹽丘或穹窿者。由於鹽丘隆起乃將附近岩層掀起造成宜於石油集聚之地層結構。一九二〇年前德國石油盡皆產於此種地層中，本區已發現之鹽丘數約有七八十。德國北部亞勒賓斜層上之四大油田即俾茲油田，朝哈根油田，俄百格油田，及俄爾海姆艾德司油田。他處鹽丘亦嘗有油質之發現但均無開採價值。一八八一年德人於艾德司焦油鹽頭附近鑽井得油此為德國採油之始。

俾茲穹窿

俾茲之食鹽穹窿寬約一·五公里長約五公里乃漢伯冷歐遺不規則穹窿之延長部份。漢伯冷之正確範圍不甚清晰，但其接近俾茲之處因有鑽井紀錄可資參考情形頗為明瞭。此鹽丘北向傾斜且為三疊，侏羅，白堊等紀地層所包圍均由鹽丘向外傾斜。石油產地僅限於鹽丘北部及西北寬約一公里之狹長區域。油層存于上三疊紀，中侏羅紀上侏羅紀及上白堊紀等地層中。

賴哈根油田。

此處油田為一食鹽穹窿長約八公里走東北西南向，寬約三公里，西翼傾斜較緩石油即產於此。直至第一次歐洲大戰以後此地油田始有人着手開發，至一九二二年始有大量出產，油層存于地下八九公尺之威爾頓油中，由此以一九二一年伏康路達油田發見之前，賴哈根為德國石油之主產要地。

艾德司俄爾海姆油田

此處油田亦為一食鹽穹窿，長三公里寬一公里走南北向。東翼陡急西翼傾斜稍緩，含油層為上三疊紀，中侏羅紀及第三紀地層。一九二五年以前此油田之鑽探工作皆行於俄爾海姆附近一鹽丘之南部，一九二五年鹽丘北部鑿一深井所揭岩層之構造頗為複雜，一九二八年於距離鹽丘稍遠處鑿第二井即發現中侏羅紀中之油層，此二井即所謂艾德生第一第二兩井，歐洲石油探探專家安東銳奇亦於此時租領百克好本森林地帶開鑿三井於深抵上三疊紀地層時獲得大量石油。此三井中其產量最大者為艾德生第四井初期產量每日一百二十噸，全區產量於一九二八年中僅獲八十一噸，至一九三〇年增至一四，〇〇噸。事後德國政府由安東銳奇購回租地自行探探亦有良好結果云。

俄百格油田

俄百格鹽丘長四公里半寬一公里半走西南東北向。鹽丘周圍地質構造因斷層關係頗形複雜，石油產於離鹽丘基柱東面二公里之處，油層亦為中侏羅紀。

石油產量

一九三〇年以前德國西北部石油產地即前敘之四大油田，其由最初以迄一九二九年之石油產量見表二。

第二表 德國石油產量 噸數

1873	335	1901	24,098
1874	385	1902	29,520
1875	385	1903	41,733
1876	45	1905	65,604
1877	—	1905	87,741
1878	—	1906	58,327
1879	47	1907	80,385
1880	266	1908	118,170
1881	5861	1909	113,822
1882	11058	1910	110,996
1883	8331	1911	98,444
4383	3035	1912	87,443
1885	2728	1913	71,134
1886	2715	1914	61,134
1887	2552	1915	55,023
1888	2770	1916	51,245
1889	3059	1917	43,622
1890	2289	1917	38,029
1891	2498	1918	37,353
1892	1855	1920	35,945
1893	1465	1921	20,389
1894	1600	1922	41,955
1895	1612	1923	50,771
1896	1512	1925	79,150
1897	2601	1925	79,150
1898	2545	1926	98,597
1899	3408	1927	86,880
1900	27,731	1928	92,603
		1929	103,798

由表二可見德國在前次戰爭中對於本國油田未曾積極設法利用。此何以故？蓋德人於戰爭中所致力之鑽探工作始終無有相當成效也。一九二〇年德國境內油井深鑿至三百公尺者甚少，嗣后艾爾威瓦士公司於賴哈根地面下五百公尺處偶而鑿成一噴井，於四年半之時期內共量原油一五,〇〇〇噸。自有此井成功之后，鑿於賴哈根北部之深井日漸增加且皆有相當產量，德人對石油事業之興趣亦因之大為激動，一九二〇年后油產遂增加蓋有由矣，至一九二九年時產量已在一〇三,七九八噸以上。

第三表 1930—1939年德國石油產量 噸數

1930	107,000
1931	239,000
1932	230,000
1933	238,600
1934	317,500
1935	427,400
1936	444,600
1937	453,451
1938	552,074
1939	647,337

石油掘探

前次歐戰中德人於阿爾薩斯實行石油掘探獲有相當成功，其法為於油岩下開一礦洞，由礦洞中將鉄管通入油層以吸取岩層中之石油，一九一七年用此法于阿爾薩斯探得之油量達七,七八七噸，一九一八年增至一九,一七四噸。

旋因凡爾賽條約之締定，阿爾薩斯割歸法國，德人遂不復于此採油，而於德國西北部之偉茲油田重振旗鼓，一九一七年開始鑿井，一九二〇動工採油。該地現有鑿井二，深約二百五十公尺遇油層處，在每油層之下均掘有坑道採油時即由坑道向上開鑿立眼，俟油層內能自行流出之石油取完之后即將含油層岩碎成小塊運在地面加熱再用梳打及熱水洗出石油原作者曾于一九三一年至該礦參觀，據德國石油公司中人云：用此法可得油層中之全部石油，即石油之收回率為百分之百。當時雇用工人約有六百，礦中並無瓦斯，探礦工作與普通採煤者無異，由掘探

而得之石油約爲全區總產額之半。德人遇事講求効果可於此
鑒見之；如礦工離礦時須將工作服裝換下以備用汽油將服裝
上之石油洗出，據云：每月由此法洗得之石油亦約有十噸之
譜。

新油層

德國境內新油層之發現爲該國一九三〇年內之一件奇蹟
。是年六月二日德國色任格之伏康路達鉀鹽礦洞底部發現石
油，此礦在柯賽爾之東約一百公里之處，位於哈茲山脈與色
任格系爾間一寬潤而平緩之向斜層上。鉀鹽礦洞深約一千
公尺所掘探者係左赫司坦鹽層中含夾之鉀鹽。同年十月二十
日又遇石油侵入，隨之有大量瓦斯之逸洩並發生爆炸慘劇。
事後此二處油泉源流不絕有人着手開一小井，井口直徑僅數
公分冀由鉀鹽礦底部穿過鹽層以視石油之有無。于五十公尺
以內於含鹽地層之下遇白雲石灰岩飽含石油及天然瓦斯，一
九三一年二月第一井遇油，繼起開鑿之小井頗多，井口直徑
有大至九二公厘者。迄一九三一年一月計產油一五二〇公噸
，二月產一二九七噸，三月產一四六二噸，四月產二二五一
噸五月產二〇九七噸，六月產三六〇〇噸，七月產五二二一
噸，八月產八〇八〇噸，八個月即已共產二六五三八噸，截
至一九三一年年底共產油五一三九七噸。

德國新油層之發現頗具研究興趣，不僅因油源之異常豐
富且以此含油白雲石灰岩能出現鹽層之下堪作石油地質學理
方面一強有力之例證也。一九二六年原作者於石油專家學會
之雜誌上發表一文曰：「利用地質方法勘尋石油之幾種秘訣

「于最后兩頁有言：

「若湖成白雲石灰岩爲鹽岩所掩覆者或可有石油之
存在……：具以鹽丘附近若發現石油而不加石油之來源
爲何則應察着鹽層之下有無白雲石灰岩之出現」

一九三二年初該礦因遭火災停工五十餘日，一九三二年
十二月份每日僅可產油二十噸，至一九三三年二月初始提高
至日產五十噸。此處所產石油質地優良比重爲〇·八三六含
汽油百分之二十五，硫份百分之〇·八三，石臘百分之一，
五四。

本斯威克之鑽探工作

自左赫司坦白雲岩中有大量石油發現之後，德國探油工
作遂激形展開，德國西北部之左赫司坦鹽層均位於地之深處
爲一般鑽機之能力所不能達到。幸有數處背斜構造將左赫司
坦提升至鑽機能力可達到之範圍以內，此地無鹽丘構造地下
鹽層亦無特殊變化，應有鑽探成功之望。以伏康路達油礦所
在爲一向斜，其前由背斜層中獲得之油量或可較多，結果遂
選定于本斯威克之艾爾姆背斜鑿一試井，然因此處地質構造
與他處頗爲不同，鑽井地點之選擇勢須額外慎重：緣左赫司
坦鹽層於造山運動中原爲膠體具有流動構造與內部運動，是
以鹽層雖可隨同其上覆岩層而生折綫但鹽層本身內部亦可發
生扭曲，其走向與傾斜與上覆之岩層並無若何關係。艾爾姆
背斜中之左赫司坦鹽層內部自亦應有此種扭曲存在之可能，
若欲儘由地面地層判定此種情狀之是否正確不無相當困難，
好在另有兩項現成資料可供參考：一即艾爾姆附近曾鑿有二

井最深者穿過鉀鹽層遇一滙青鹽層，又此背斜之北端有石油泉之出現。過去有人在此油泉之附近開井曾深達上三疊紀地層終因無油乃罷。由此推知油泉中石油之來源應自上三疊紀之下部岩層即左赫司坦白雲石灰岩是也。過去所鑿僅遇滙青鹽層未獲石油之礦井其失敗原因或係位置過於接近背斜之頂部。因之新井位置遂定於背斜層之西南翼。鑽探結果：井深雖達左赫司坦鹽層但因所遇鹽層太厚與鉀鹽礦井中所見者大不相同。最后亦雖遇薄層白雲岩終以油源不旺，此井遂廢。此井失敗後一時無人再敢試探矣。但一年之後又有人於此附近鑿成一井日產二十五噸，油層仍為左赫司坦鹽層。自有此成功之後德人對該國左赫司坦層可產油一節仍未完全失望。開發石油之事業或由是而東山再起耶！

鑽井方法

數年前德國所用之鑽井方法皆為衝擊法，唯此種鑽機構造與一般衝擊機略有不同，有泥漿循環設備，懸擊鑽頭者非鋼索而為一粗約二吋半至三吋之鋼管。近來則多採用該國自製之旋轉鑽機。其他配件如套管油管該國均能自製，鑽機動力為柴油機或電機，利用蒸汽機者甚少。

地球物理探油工作亦因該國之特殊地質環境頗形發達。

石油產量總計

此時之奧、捷、波等國油產應認作德國油產之一部。一九三九年奧大利產油六三，四六八噸，捷克產一八，一六三噸，波蘭產五二二，八七四噸，加上德國之產量共達一，二五一，八四二噸之多。本年度產量自應較此數為大。德國國

先朝譯：德國之石油資源

內石油精煉廠已有二十八處，其中有最新式之汽油廠數家，以德國現時之煉油能力論該國當不致感受困難。除採煉天然石油外，德國並能用白氏氫化法與飛洗及特魯泡洗二氏法由煤炭製出大量人造石油。飛洗及特魯泡洗二氏所發明之人造石油法亦非偶然之事，蓋沙悲特耳氏之於一九〇二年發現鍊鈷鋼煤劑表面之氫與一氧化炭于攝氏二五〇及三〇〇度間能生成甲烷之化學現象即： $CO + H_2 + CH_4 + H_2O$ 之反應也。飛特二氏加用催化劑如鎳、錳、鈷等則此種反應於較低溫度如攝氏一八〇至二二〇度中亦可發生完成。但此時甲烷生成者極少以至於無而代之以各級直鏈烷烴。焦炭若用此法處理可製造水煤氣。至於此二種造油方法現時已發展至若何程度無由知曉但用此二法造出之油量至本年底應不下二，五〇〇，〇〇〇噸。

前次大戰開始時德人即曾利用電學方法由重油及脂肪油中製取機油，此種製油法當仍在繼續進行中，德國更有用低溫炭化法製出之油類，可資應用。近聞德國國車輛增加液體燃料不敷分配限令各種車輛盡量採用罐裝液體瓦斯。煤氣為人造汽油之副產以可用於普通炭化機中，苯之瓦斯每罐僅售十五新馬克，如福特一類之普通汽車每罐瓦斯約可行二百英里罐重不過百磅用者稱便。

由前述種種油產的情況以估計德國可採石油產量每年應不下四〇〇，〇〇〇噸，倘德人設法增產其成功亦自大有可能。

先朝譯自The Mining Magazine 一九四〇年六月號

美國石油工業之研究與發明

美 H. K. Brown 原作

二十年前之石油工業供給社會需用之數百種產品其中除燈油，燭油及另幾種用途不廣者外似已更無他種能吸引今日購油者之注意，不僅自動機燃料與機油之精煉方法已逐漸改進，他如柴油，柏油，藥用油脂及各項有關工業所需特種石油產品之製造技術亦已日新月異，營煉油業者為要煉製極合實用之產品在研究方面勢不能不加以努力，即令不究產品之質，若無研究工作為之助亦決無法應付此日漸增加之需要。

石油工業研究工作之經緯

一九一四年第一次世界大戰開始，因自動車之使用量激增，造成燃料缺乏之恐慌；當時由原油中所煉出之汽油量平均僅約百分之十八，至一九三八年一般煉油廠均可由原油中提取汽油百分之四十五上下。最近新式煉油器械之汽油提煉率可高達百分之七十五以上。汽油產量之增加乃由於煉製方法之改進，其對燃料增產計劃之成功，誠屬利莫大焉！

一九二五年每煉原油一桶平均須耗燃料一，〇四五，〇〇〇英熱單位，待至一九三七年時減至五五四，〇〇〇英熱單位，近來更藉接觸煤，作用以破裂，合成，氫化石油使生產產多量高級馬達燃料，假若破裂法此時尚未研究成功且仍用舊法煉油，則原油之生產量至少應為現時產量之二倍，否則所獲汽油決不能供應現時之需要。

一九三八年美國從事石油工業之研究者有五〇三三人其中百分之四十五為專家學者。在人數之比較上僅次於九五四名之化學工業研究者。

美國石油工業研究工作之進展較他國為速，工作人數於十一年內增長百分之六三九，人數比例由第七位躍進至第二位，根據統計知石油工作者每萬人中即有研究者五百六十三人。

每年研究費用究需多少因統計資料之不盡可靠勢難估計準確。茲將比較可信之數字列後：

- 一九三六 一二，〇〇〇，〇〇〇美元
- 一九三七 一四，三〇〇，〇〇〇美元
- 一九三八 一六，七〇〇，〇〇〇美元

小煉油廠實驗室中常獲較有價值之研究效果。原油生產方法與生產工具之研究工作常為一般油礦及煉油廠所主動，除上述直接由於石油工業界所發動之研究工作外，尚有多項之研究工作為私人財力所支持，蓋彼等莫有所發明後面轉售其專利與石油界也，試觀多數極重要之精煉方法，例如格雷氏處理法 (Gray Treatment)，氫化法，及德布氏破裂法 (Dahle cracking process) 等，在其研究之初，研究組織之本身與石油之產運銷等事業並無若何直接關係，由此可知：一九三九年中石油工業本身及私人方面所支付之研究費應達二〇，〇〇〇，〇〇〇美元以上。

精煉石油爲最大之製造作業爲化驗師及化學工程師之重要工作領域，化學工業所可替此類職業者開拓之領域若以之與煉油業相較時則將瞠乎其後矣！除煉油工作而外，他處化學工程師所能處理之原料決不如是之多，化驗師可能管理之工作亦決難如是之繁。地質學者及地球物理學者鑑於石油需要日漸增加亦積極設法擴充其工作範圍。

石油工業研究工作之成效

利用科學方法——地質學，地震學，顯微古生物學，攝影術——以搜尋石油，代替了各種不合理的古舊方法。一九二二年中，日產十萬桶之井開成者計二十二個，其中因地質研究而成功者十四井，瞎碰成功者八井；一九三八年內成一四四井，其中僅有二井係瞎碰成功，因地質研究成功者雖有七十八井，而爲地球物理學者所發現者竟達六十四井。

利用地球物理學方法可測知地下岩層之深度，傾斜及形式，進而判定含油地層之有無；採用扭秤以測重力微差及用磁性儀以標示地磁變化等方法以成過去，現時雖尚有採用者然爲數不如採用地震學方法者之多，地震學方法在測定爆炸物於地面爆發時地下岩層所生震動反應力之強弱。重力方法因高度靈敏性之重力計製造成功近來亦頗盛行。地球化學方法，亦漸有人採用，此法僅藉微量之瓦斯逸氣以搜尋石油及天然瓦斯儲藏之處，分析地面泥土判定是否含有臘質，液體油類煙氣類或其他成分，此項分析工作極爲精密，百萬分之

微量亦可驗出。

鑽井工具之研究工作因有進展迅速之物理科學爲之助，致有驚人發展：能提取數年前認爲不能提取之地下深處之石油，一九二六年最深鑽井記錄爲八〇四六呎，近來則井有深整至一五，〇〇四呎者，發現過去認爲業已涸絕之油井下尚有豐富之油源。更因鑽井技術之精進，不論所遇地下情形如何仍能鑿成直井毫無歪曲，並可依照環境之需要隨時改換鑽頭之方向使井形具有一定之角度。倘屬必要時，一向裝用於地面上之排油機械與馬達等亦可置入井底照常工作，各種化學作業亦可於數千呎之深井中執行完成之。石油之流動亦可於地之深處藉化學藥料處理含油地層以激發之。凝塞（*condensate*）工作項目頗多，如加強井壁，防止滲漏，或固定套管等，不僅行於井底，井中其他各部亦可。炸藥亦可施用於油井中，遇井底油層油流不旺時可用散裝炸藥爆裂油層以激發之，欲爆裂井底上部油層則可由套管中射出子彈以達到目的。以靈敏之物理及化學方法管制鑽井工作亦爲近數年來之重要發明：用電學方法連續地記錄鑽頭經過之地層，此種記錄結果對於地層之正確鑑定大有裨益。其他記錄方法亦無一不在利用岩層之理化諸特性。是爲研究與發展之主要方向。由井口以至主要油層間之各級岩層能否含蘊石油與天然瓦斯可由連續分析泥漿之結果判定之。所用儀器之感覺性亦至爲敏銳。

產油作業之效率亦有巨大之增進。用舊法產油所得極少平均僅爲油層含量百分之二十。美國某地近來採用新法於

產油十一年之老油田中產出原油二三，六〇〇，〇〇〇桶，此法即將因儲于岩層內之氣體壓入油層迫使石油流出，若用舊法開採時所餘某地僅可產油七，五〇〇，〇〇〇桶，迨至最近該地仍有出產，其最後總產量當可達二一，〇〇〇，〇〇〇桶以上。為增加瓦斯之出產量，亦曾施壓於瓦斯層使汽油之生產量因之驟增。一部壓解瓦斯於一逆行凝集區 (Reverse Condensing Zone) 若經減壓或加熱之處理即可液化，此項事實過去不久僅有少數物理化學者悉知其詳，但此時已有人根據此宗原理建立多數天然汽油廠，此一逆行凝集區一詞已為營此業者之日常習語。

至精煉方面之進展亦大可驚人，若以一九二五年與一九三八年相較，以相等資本經營之煉油廠於一九三八年生產之汽油量為一九二五年之二倍。但現時用以蒸餾及破裂原油之機械其消耗與生產能力幾為二十五年前所用機械之數百倍。一九一三年，第一部破裂機械每日僅能煉油二百桶，其延續工作能力至多不過二十四小時，過時則須修理，待至一九二五年時破裂機械有能每日煉油二千五百桶者並能連續工作至二十日以上，至於最近此種機械之工作時間可延長至一百日以上，煉油量每日三萬五千桶。

原油產地若不同，其性質亦異，欲製出各種有用產品須以各種特別方法處理之。美國各地原油性質多數已經分析，其結果且經公佈俾便煉油廠家知悉何處原油可為提煉柴油，機油或其他種產品之用。精煉含硫過多之原油過去曾使煉油廠家感覺異常困難，此時若從技術觀點上言則頗毫無麻煩，

此種原油若經特別方法之處理可產汽油其質地之優良與由上等原油產出者無異。過去廢棄不用之瓦斯現今亦有法使之適合造成上等汽油。

油業專家認為由原油煉出之機油不合實用，設法利用特選熔劑由原料中提出各種宜於製造上等機油之原料。天然瓦斯及煉油時所生各種瓦斯現均有法使之合成汽油。

異丁烯 (Isobutylene) 乃煉油時所生瓦斯中一種，用途頗多，若經熱化，氫化或鹼化程序即可合成高級航空燃料及最優良之自動車燃料。若經他種聚合程序，氣體之異丁烯亦可合成人造機油，及用以製造松香，橡皮，或膠塊之藥劑。煉油時所生無用瓦斯亦可製出乙烷，丙醇，丙酮，甘油等。油業專家近來且認為用普通方法由原油中製出之馬達燃料不合實用，大有欲以原素煙製成純淨馬達燃料之趨勢。

以現時自動機構造而論，其燃料中含有大量芳香族煙類者為上選，至於將非芳香族煙類原料變成芳香族煙類之馬達燃料之大量生產亦屬可能。

一、種內燃燒之效率與功能增加時須將汽油與空氣之混合體在燃燒前加以壓縮，但此項壓縮作用常使汽油先行燃燒，因之油業專家又製出一種汽油不生此弊。抗爆性能或燃燒值在一九一六年僅能達到五十至五十五，一九三八年則高至七十與八十之間。美國某汽油公司以四乙鉛作抗爆劑成績顯著。然仍未普遍應用。

谷澗摘譯自 The Petroleum Refining and Processing
Copyright 1940年四月二十五日出版

蘇俄石油業之現況

十二年前之蘇俄油產來源以該國南部之巴庫，格魯滋尼及邁柯卜等地之油田為主，此外在遠東部份，僅庫頁島上有小量出產。但今日之蘇俄油田除上述諸地外，在哈撒克斯坦附近安姆巴河盆地中，爾克麥尼亞境內，頓比梯載格山上，烏滋比克斯坦之弗哈拉流域，克其半島，塔幾克克斯坦山脈中，以及喬治亞之西拉克草原上均有新開之油田。數年前在烏克蘭中部之羅姆尼城附近亦有石油之發現。

蘇俄于近，年中所發現之油田其中最大者即為一般人所謂之第二巴庫；此油田分佈遼闊。由烏拉山之西南麓延展至伏爾加河畔。在第三次五年計劃中的蘇俄則正積極開發此地。冀於此地完成一儲量達二·七〇〇百萬噸之油田。

若按一九三七年一月一日之統計以論蘇聯石油儲量之世界地位，則全世界石油儲量不過九〇〇〇〇百萬噸蘇聯油儲佔六〇〇〇〇百萬噸，在過去兩年中，該國已知石油最儲增至八·六〇〇〇百萬噸所以若按石油儲量言：蘇聯佔世界第一位。

石油之探勘工作毫無間斷，一九三九年中為蘇俄地質學者所發現之油田為數在二十以上。其中最重要者有二均在亞古西之安姆加河附近，又在西北利亞西部低地中之塔弗達車站附近發現大油田一處。在貝加爾湖畔亦有油苗之發現。探勘工作現正盛行於俄國中割之依凡洛夫，亞羅斯拉夫爾及高爾基區中，鞏固自治共和國境中及其他各處。

自一九二〇年五月間蘇維埃政權成立后之二十年中，俄

翼

國石油工業具有巨大之進展。革命前之俄國石油工業不過為外國資本家爭逐之樂園，當時俄國石油工業實產百分之五十五係外人所有。各地油田之開發政府無力統制，貴族地主之輩雖願牟利但對油產欠豐之地決不投資。至於油田探勘工作，則更未曾注意。倘某地產油甚豐，而該地之所有權不在此輩貴族及地主手中，則彼等必施用種種手段使之停閉而后已。即如烏拉山與伏爾加河間之油苗早經發現，俄國著名科學家賴普金於一七六八年間即已發及該地之石油及硫磺礦層，唯其著作因帝俄時代之黑暗而致埋沒當時雖亦有人企圖開發該處礦產卒因貴族之橫加梗阻致無結果。

一九一三年，為帝俄油產較盛之一年，計產出九，二〇〇，〇〇〇噸此中僅有百分之五、九係由機器取得其餘皆用人工探汲一九三七年蘇聯產油二一〇，五〇〇，〇〇〇噸約為荷印，墨西哥，依蘭及羅馬尼亞四地油產之總量，一九三八年更增至三二，二〇〇，〇〇〇噸一九三七年中所成之油井百分之九十八為機械鑿成。近日更廣汎地採用渦輪鑽井法及密桿採油法使石油工業產量更有增加。所謂渦輪鑽井法亦為旋轉鑽法其與一般旋轉鑽法不同者在其旋轉部份僅為鑽頭而鑽桿不動，鑽頭裝于鑽桿末端之渦輪而旋轉，渦輪則由水力推動之。用此法鑿井，需時較少，又因鑽桿穩定不動故不致有與井壁磨擦而生之損失，且所成井形易於控制不致彎曲，所謂密閉採油法即可集普通採法無法捕集之各種可製高級

馬達燃料之氣體。渦輪鑽法之發明者及最初施用者係克普爾烏雲尼可夫教授及其同志。

蘇維埃青年工程師——奧斯特洛夫斯基及亞力山大特洛夫——二人根據渦輪鑽之研究製造出一種更為完善且易操作之電鑽，此鑽經實地試用後認為結果圓滿，據云將於本年度設廠開始製造。

蘇俄計於一九四二年出產石油四八、五百萬噸較一九三九年增加百分之七十。各地鑽井總深度將達五百萬公尺，而一九三九年者僅一、九百萬公尺。增加小井之出產，減低瓦斯之耗損亦為此次計劃中之工作，而特別努力於伏爾加與烏拉山間油田之開發，此地油田之產量在一九三七年佔蘇俄全部油產百分之三六而一九三三年僅佔百分之〇·二，一九四二年之計劃產量將達七百萬噸，輸油管及煉油設備均將隨之增建以適合需要，一九四二年安姆巴油區之計劃產量亦達二、一百萬噸之巨。

一九三八年蘇俄地質學者估計該國石油儲量為八六四〇百萬噸。各項石炭加氫道油法及利用瓦斯製油之方法均將實行。煉油能量亦將擴增為現時設備之二倍。

覽於供給該國全部油產百分九十以上之高加索油田之易遭侵略或為蘇俄此次努力開發安姆巴及他處油田之主要動機。

本所調查資料目錄（續）

- 二五 西康寧雅兩屬礦產調查報告
- 二六 雲南彝良縣長發洞錳鐵礦產調查簡報
- 二七 涪陵彭水鐵礦調查報告
- 二八 古爾仁懷二縣鐵礦調查報告
- 二九 四川雷波縣獐子村哇沙坡鉛錳礦調查報告
- 三〇 貴州威寧得者銅礦調查簡報
- 三一 貴州威寧銅廠河銅礦調查簡報
- 三二 江北縣蜀江人和兩廠調查報告
- 三三 川北廣元縣礦產調查報告
- 三四 指導威遠縣舊法採煤之土器改善技術報告
- 三五 仁壽縣查家場楊家溝一帶煤礦調查
- 三六 貴州威寧鐵礦山鐵礦調查簡報
- 三七 貴州威寧榨子場錳礦及煉鉛煉錳場調查
- 三八 榮昌鐵廠調查報告
- 三九 永川鐵廠調查報告
- 四〇 觀音峽背斜東翼嘉陵江岸至磁器口間煤礦及煉焦調查報告
- 四一 古爾仁懷永古宋江安江津等五縣耐火材料調查報告
- 四二 雲南宣威打鎖坡宜明煤礦調查簡報
- 四三 雲南宣威顧家海子硫磺調查簡報
- 四四 雲南羅平富廠鉛錳礦調查簡報
- 五四 四川省重慶市砂鐵製煉情形報告

油層岩石孔隙度測定法之介紹

黃 鈺

小引——油層岩石孔隙度之測定為估計一油層含油量多少之基本工作，茲將美國現時採用之諸方法擇

尤介紹于后：

一、麥爾哲及雷汀二氏法 (Mader Nutting Method) 籍物體重量之化關係以測定含油砂塊全部孔隙度之法也。

其計算公式如下：

$$\text{孔隙度} = 100 \left[\frac{\text{全部孔隙體積}}{\text{砂塊體積}} \right] = 100 \left[\frac{V_B - V_S}{V_B} \right]$$

$$= 100 \left(1 - \frac{V_S}{V_B} \right) \dots \dots \text{公式1}$$

V_B 為砂塊體積

V_S 為砂塊研成細粒時之體積

$$P = 100 \left(1 - \frac{W_S}{W_B} \cdot \frac{P_B}{W_B} \right) \dots \dots \text{公式2}$$

P 為全部孔隙之百分數

W_B 為砂塊重量

W_S 為砂粒重量

P_B 為砂塊密度

P_S 為砂粒密度

因 $W_B = W_S$

$$\text{故 } P = 100 \times \left(1 - \frac{P_B}{P_S} \right) \dots \dots \text{公式3}$$

由公式3可知待求之數為砂塊及砂粒二者之密度。

黃鈺：油層岩石孔隙度測定法之介紹

試驗用具

- 一、玻璃製比重瓶
- 二、試驗用大秤準確至 0.1 公絲 (Milligram)
- 三、白及杵
- 四、溫度計
- 五、加熱器 (電烘爐或加熱版)
- 六、蘇氏 (Searle) 吸收器
- 七、四氫乙炔液三五〇公撮，四氯化炭液 1000 公撮
- 八、其他：蒸餾水，手套，鉗子，封口油膏，巴臘等

砂塊密度之測定：將砂塊削成圓粒形大小以能置入比重瓶中者為合度，先求此圓粒形砂塊之重量，次求空比重瓶之重量，再求比重瓶內滿盛蒸餾水時之重量。比重瓶之容積可由所盛蒸餾水之重量求得之。設法以薄層巴臘封護砂塊使入水時不致滲露 (即以手執砂塊浸入融臘分作二次浸入，每次各半) 俟臘皮凝固后將此砂塊過秤記其重量，再將此砂塊置入比重瓶中，注蒸餾水入瓶至瓶滿為止，再過秤記其重量。

計算法：(舉例)

砂塊重

7.9184克

臘皮砂塊重

8.6693克

臘皮重 = 8.6693 - 7.9184 =

0.7509克

$$\text{臘皮體積} = \frac{\text{重量}}{\text{密度}} = \frac{0.7539}{0.90} = 0.8389 \text{公撮}$$

$$\text{空比重瓶重} = 50.7210 \text{克}$$

$$\text{滿盛蒸餾水時之比重瓶重} = 39.6857 \text{克}$$

$$\text{水重} = 39.6857 - 20.7210 = 19.0647 \text{克}$$

$$\text{水體積} = \frac{\text{重量}}{\text{密度}} = \frac{19.0647}{0.9983} = 19.0129 \text{公撮}$$

$$\text{比重瓶+臘皮砂塊+蒸餾水同秤時重} = 39.0351 \text{公撮}$$

$$\text{比重瓶+臘皮砂塊+蒸餾水分秤時共重} = 42.3510 \text{克}$$

$$\text{失去重量} = \text{為臘皮砂塊所代置之蒸餾水重} = 4.2690 \text{克}$$

$$\text{臘皮砂塊體積} = \frac{4.2699}{0.9963} = 4.2859 \text{公撮}$$

$$\text{砂塊體積} = \text{臘皮砂塊體積} - \text{臘皮體積} = 3.3990 \text{公撮}$$

$$\text{砂塊之密度} = \frac{7.0154}{3.3990} = 2.3287 \text{克/公撮}$$

砂粒密度之測定

用蘇氏吸收器除去臘皮，俟砂塊於華氏二一五度之溫度中乾燥後移入臼中以杵搗碎研細之，事先求得比重瓶滿盛鹽蒸水時及滿盛四氫乙炔（比重約一·五八）時之重量，再求比重瓶半盛研細砂樣時之重量。

移去比重瓶之蓋，注四氫乙炔於砂粒上至瓶滿為止。附于砂粒上之氣泡應設法除去，加蓋于瓶再秤。

計算法（續前例）

$$\text{比重瓶重} = 20.7210 \text{克}$$

$$\text{比重瓶+乾燥砂粒共秤時重} = 33.4113 \text{克}$$

$$\text{乾燥砂粒重} = 12.7203 \text{克}$$

$$\text{比重瓶+砂粒+四氫乙炔液共秤時重} = 46.3540 \text{克}$$

$$\text{比重瓶滿盛蒸餾水時重} = 39.6930 \text{克}$$

$$\text{水重} = 39.6930 - 20.7210 = 19.0720 \text{克}$$

$$\text{水體積} = 19.0720 \times 1.0033 = 19.0135 \text{公撮}$$

$$\text{比重瓶滿盛四氫乙炔時重} = 1.3138 \text{克}$$

$$\text{四氫乙炔液重} = 41.3136 - 20.7210 = 20.5928 \text{克}$$

$$\text{四氫乙炔之密度} = \frac{20.5928}{13.9135} = 1.5828 \text{克/公撮}$$

$$\text{比重瓶+砂粒+四氫乙炔液分秤時共重} = 54.0341 \text{克}$$

$$\text{砂粒所代置之四氫乙炔重} = 54.0341 - 16.3540 = 7.6801 \text{克}$$

$$\text{為砂粒所代置之四氫乙炔重體積} = \frac{7.6801}{4.8537} = 1.5824$$

$$\text{砂粒體積} = 12.7203 - 1.5824 = 4.8537 \text{公撮}$$

$$\text{砂粒密度} = \frac{12.7203}{4.8537} = 2.6209 \text{克/公撮}$$

由公式求得

$$P = 100 \left(1 - \frac{9.9997}{2.6209} \right) = 100 \left(0.1110 \right) = 11.1\%$$

二、羅素氏法 (Russell method) 利用體積瓶以測定砂塊及砂粒之體積，此二者之較差為孔隙體積，孔隙體積除以砂塊體積再乘一百即為砂塊全部孔隙度之百分數。

試驗用具

一、玻璃製體積瓶一只

二、加熱器

三、蘇氏吸收器

四、白及秤

五、四氣乙炔四分之一加侖，四氯化炭一加侖

六、時錶、手套、鉗子、吸水紙、四百公撮燒瓶二

只、小玻璃漏斗、濾紙、封口膏等。

手續：試驗砂塊大小應以其體積在十至十四公撮之間者為最適宜，所選砂塊應浸先入四氣乙炔液中至試驗時始取出。羅氏體積瓶原為二部，先將其上部玻璃瓶注入四氣乙炔，注入量約為六十二三公撮，如此則上下二部併合之后上部玻璃瓶中之液體換置于下部玻璃瓶中時必超出下部玻璃瓶高度至刻度○與一公撮之間，記錄此刻度為 A 此二瓶位置顛倒使下部玻璃瓶中之液體流入上部玻璃瓶中，十分鐘后，使瓶身與水平交成約二十度之仰角以便取下部玻璃瓶，即將原置于燒瓶液體中之砂塊鉗出用吸水紙將表面液體吸乾置入下部玻璃瓶中，隨將此下部玻璃瓶與上部者併合緊湊而后使之正立。再十分鐘后讀取刻度為 B 則：

$$\text{砂塊體積} = (B - A) \times 2 \quad (\text{因刻度玻璃有二故乘二})$$

砂塊於華氏二一五度中乾燥一小時后，移入白中以杵研細之用軟毛刷將白中砂粒刷于光面紙上，同時調整羅氏體積瓶記其刻度為 A 隨將紙上砂粒完全填入液中然后將上下玻璃瓶併合緊湊且顛倒之並轉動玻璃瓶以除砂粒間之氣泡，一俟氣泡除盡即將玻璃瓶置正，十分鐘后讀取刻度為 B 則：

$$\text{砂粒體積} = (B' - A') \times 2$$

計算法：(舉例) 一、四氣乙炔 10.47 公撮

砂塊體積：

瓶中液體已加砂粒時之刻度

瓶中液體未加砂粒時之刻度

砂粒體積

砂粒體積：

瓶中液體已加砂粒時之刻度

瓶中液體未加砂粒時之刻度

砂粒體積：

砂粒體積：

砂塊體積

砂粒體積

孔隙度 = $\frac{1.24}{11.94} \times 100 = 10.4$

三、華錫本及本汀二氏法 (washburne - Bunting Method) 利用孔隙

試驗用具：

一、玻璃製孔隙計壹只

二、水銀拾磅

三、羅氏體積瓶

四、加熱器

五、吸收器

六、四氣乙炔四分之一加侖，四氯化炭一加侖

七、其他：時錶，鉗，濾紙，四百公撮燒瓶二只，封口

油膏，手套等。

手續：砂樣大小以十至二十分撮間能置入盛樣室為合宜。先將水銀升降球中之水銀面藉橡皮之連貫與盛樣室下口之水銀面調整平衡，鬆取膨脹室及玻璃管之部俟將樣砂置入後再行裝上，接頭處用膏油封閉使試驗時此處不致滲漏。至此，玻璃管扭塞開放，水銀升降球緩升，俟孔隙計中之水銀面升至玻璃管扭塞以上時為止，再將扭塞關閉，水銀升降球即行緩降。俟計中水銀面降至盛樣室下口為止。五分鐘後，升降球再行上升至與孔隙計玻璃管中之水銀面恰恰平衡時為止，讀取玻璃管中水銀面切于玻面之刻度為A。扭塞開放升降球復升至扭塞之上乃止，關閉扭塞，降球至原處，停五分鐘後又再上升以讀取B。同樣可讀取第三第四等數，惟所得各數須與第一次讀得一併計算。

至於砂塊體積須用他法(如前叙第一或第二法)測定之。

計算法：(舉例)

$$A+B+C+\dots = 1.26 \text{公撮}$$

$$\text{砂塊體積} = 9.11 \text{公撮}$$

$$\text{孔隙度} = 100 \times \frac{1.26}{9.11} = 13.90\%$$

四、巴恩氏法(Barnes method)乾燥砂塊過秤後轉置入吸收燒瓶中加蓋橡皮塞，塞中插一開關漏斗。試驗時先將漏斗關閉，斗內滿盛四氣乙炔，用真空唧筒抽取瓶中空氣，五分鐘後開放漏斗使斗中液體下注於砂樣上，以便砂樣沉浸液體中，再讓空氣入瓶，一小時後用鉗取出瓶中砂

樣用吸水紙吸去砂樣表面液體即置于天秤中秤之。至砂塊體積仍須用他法測定之。

試驗用具：

- 一、分析天秤
- 二、吸收燒瓶
- 三、橡皮塞
- 四、開關漏斗
- 五、四氣乙炔四分之一加侖，四氯化炭一加侖
- 六、真空唧筒
- 七、加熱器
- 八、吸收器
- 九、壓力表
- 十、其他：時計，鉗子，封口油膏，四百公撮試瓶二只，濾紙，手套等。

計算法：

$$\text{孔隙度} = \frac{W_1 - W_2}{V} \times 100 \dots \dots \dots \text{公式1}$$

W₁為飽含四氣乙炔之砂塊重量

W₂為乾燥砂塊之重量

D為四氣乙炔之密度

V為砂塊體積

舉例：

飽含四氣乙炔之砂塊重

14.982克

乾燥砂塊重

13.616克

若砂塊體積測得為

6.92公撮

浸入砂塊之四氣乙炔重

1.266克

由公式(1)得：

設四氣乙炔在華氏70度密度為1.302

$$\frac{14.78}{6.92} = 13.616$$

則浸入何塊之四氣乙炔體積為 $\frac{1.266}{1.302} = 0.7903$ 公撮

$$\text{孔隙度} = \frac{1.602}{6.92}$$

$$\times 100 = 13.35$$

前叙四法之比較表

孔隙之種類	雷麥二氏法	羅素氏法	華本二氏法	巴恩氏法
儀器價值	全部 昂貴*	全部 便宜	有效 便宜	有效 昂貴*
準確度	至 0.005% (1)	至 0.25% (2)	至 0.075%	至 0.05% (2)
需用時間	四小時	一小時	四十五分鐘	一小時
砂塊形體	$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1^{\circ}$	10—14公撮	10—14公撮	10—14公撮
適於何種砂樣	凝固砂塊組織不均	凝固砂塊組織不均	任何含油岩石孔隙細微者	任何含油岩石孔隙細微者
砂樣分析後之情形	研細	研細	少數孔隙充有水銀	易於恢復原狀

*儀器之昂貴在分析天秤，若已有天秤則所費與他法相差不大。

(1)用精密儀器時可得。

(2)使用技術熟練時可得。

最近三年世界各國石油產量統計(單位千桶)

	一九三九	一九三八	一九三七
北美洲			
北美合衆國	1,264,256	1,214,355	1,272,160
墨西哥	42,779	38,279	46,690
特立尼達	19,270	17,737	15,503
加拿大	7,838	6,966	2,944
其他	84	78	33
共計	1,334,227	1,277,415	1,344,330
歐洲			
蘇聯	212,500	204,956	193,241
羅馬尼亞	45,996	48,366	52,452
德意志	4,487	3,861	3,176
奧大利	693	383	221
波蘭	3,898	3,763	3,711
匈牙利	1,055	318	16
阿爾巴尼亞	934	752	619
法蘭西	500	513	502
捷克斯拉夫	120	130	123
意大利	91	101	110
其他	9	9	4
共計	270,283	263,152	254,180
南美洲			
維內瑞拉	205,036	188,174	186,250
哥倫比亞	22,037	21,582	20,599
阿根廷	18,486	17,076	16,355
秘魯	13,508	15,839	17,457
厄瓜多爾	2,313	2,246	2,161
巴拉維亞	215	226	122
共計	262,515	245,143	242,924
亞洲			
依蘭	78,151	78,372	77,804
荷蘭東印度羣島	61,580	57,318	56,724
伊拉克	30,791	32,643	31,836
波斯	7,589	8,298	7,762
緬甸	7,396	7,538	7,848
婆羅洲	7,104	6,913	6,009
庫頁島	4,000	(估計) 3,821	3,656
亞刺伯	3,855	495	65
日本及台灣	2,654	2,511	2,488
英屬印度	2,164	2,488	2,162
共計	205,284	800,397	196,354
非洲			
埃及	4,415	1,581	1,196
其他	27	27	22
共計	4,442	1,608	1,218
澳洲與紐芬蘭未區分者			
澳洲與紐芬蘭未區分者	4	4	4
其他	17	4	4
全世界共計	2,076,772	1,987,723	2,039,014

(上列數字係U.S. Bureau of Mines 最近發表者明註)

中國石油參考資料簡目

一、一般資料

中國之石油

論中國石油之希望

中國石油地質問題

搜尋中國石油礦之途徑

中國石油產地調查記

中國石油之儲量

中國石油之成分

中國石油之供求問題

中國油頁岩之蒸餾試驗

解決我國汽油問題之途徑

解決中國石油自給之先決問題

C. Y. Hsieh, 'China's Future', Oil Weekly, Dec. 30, 1935.

T. O. Chu, 'The oil fields of China', Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol. Vol. 8, No. 9, 1924

T. Shing & W. H. Wong, 'An Outline of the Power Resources of China', Trans. First World Power Conference, Vol. 1,

pp. 739—747, London, 1925.

Bjort Brackvedler, 'Petroleum Resources of China and Siberia', With Discussions by F. G. Clapp, Trans. Amer. Inst. Min. & Metall. Engrs. Vol. 68, 1923.

M. L. Fuller, 'Exploration in China', Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol. Vol. 3, 1919, pp. 99—116.

中國石油參考資料簡目

謝家榮 地理學報 二卷一期二四年

陸貫一 中國實業雜誌 一卷十一期 二四年

翁文灝 北平世界日報自然週刊第六十期

陸貫一 工業中心 三卷十二期廿三年

支那礦業時報第七七期 民二十年

謝家榮 地質彙報 三十號 二六年

金開英 地質彙報 十九號 廿一年

吳兆名 中國建設 十五卷五期

顧毓珍 鄭粟銘 中國實業雜誌 一卷三期

寶果 地質彙報 二四號

李爾康 工業中心廿四年二月連載至廿五年八月

王愷 礦冶半月刊二卷十五六期

C. M. Young, 'Report on Oil Gas plant of Geological Survey of China in peiping', 1936.
F. G. Clapp, 'Oil in China', The Science of Petroleum, Oxford, London, 1938. p. 139

中國礦產志略

歷次中國礦業紀要

中國油礦述略

中國石油產地調查記

石油製造與中國

二、陝西之部

陝西油田地質

陝北油田鑽探工作紀要

延長石油礦略史

陝西油母頁岩地質

陝北含油頁岩之成分

陝北永平延長油田之希望

M. L. Fuller and F. G. Clapp, 'Formations of the North shensi Basin, China', Journal of Geology, Vol. 34, 1916 pp. 434—440.

M. L. Fuller and F. G. Clapp, 'Geology of North Shensi Basin, China', Bull. of Geol. Soc. of American, Vol. 38

C. C. Wang, 'On the Stratigraphy of North Shensi', Bull. Geol. Soc. of China, Vol. 4, part 1, 1925.

陝西延長油礦最近三年產量

陝西省延長石油廠現狀

陝北油田

延長油井

陝西農礦廳：延長石油官廠礦務調查報告

延長石油廠各種油類用途價值一覽表

翁文灝 民八年

北平地質調查所出版

礦業週報第三十三號

支那礦業時報第七七號

吳祥龍 礦冶第三卷第十二期

王竹泉 潘鍾祥 地質彙報第二十號廿二年

孫越崎 嚴 爽 資源委員會月報第一卷第二期

陝西建設廳 十八年

潘鍾祥 地質彙報 第二十四號

寶果 夏武肇

王竹泉 中國實業雜誌一卷五期

實業雜誌第一六四號

支那礦業時報第七八號

中國科學美術雜誌第十九卷第三號

中國編濟週刊二十一卷第十九號

礦業週報第四卷第十五期

礦業週報第八十四號

啟發陝西石油礦之設計

三、西北之部

玉門油田地質

新疆油田與世界石油問題

甘肅省之石油

W. Xurumidshoff: Oil resources in Mongolia and West China, 1925, published by La Librairie-Française, Tientsin.

四、東北之部

M. L. Fuller and F. G. Carr: Oil prospects in North eastern China, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 19, 1926

滿洲之油頁岩

撫順油頁岩與製油工廠

滿洲之油頁岩

註：川康滇黔等省之石油參考資料請閱本刊三卷三四期及以後各期之西南各省礦冶資料索引

油頁岩 (oil shale)

外國礦業

本報特刊中國石油參攷資料簡目

礦冶第三卷第十二期

孫健初未刊稿

龍學遂 學藝叢刊第一九號「石油與石炭」一九二八

支那礦業時報 十五年十二月

胡博淵 工程五卷四期十九年及辦况第三卷第九期

吳燕生 北京大學地質學會刊第五期

虞和寅 礦冶第三卷第十二期

遠東時報第二十二卷第七期

日本礦業會誌四十二卷四九七期

中國文獻

中國文獻

中國文獻

中國文獻

中國文獻

中國文獻

中國文獻

中國文獻

中國文獻

