

油頁岩開發概況

余新谷

前言

推動經濟發展的各種能源中，「石油」所扮演的角色最為重要。惟自一九七三年發生能源危機，原油價格節節上漲，使各石油消費國深切地體會到石油的「有限性」，不得不採取節省能源措施，以及盡可能脫離對石油的依賴。因此，除現有的天然氣和煤炭等所謂代替能源，作更有效利用外，對於新能源研究發展，更是雨後春筍般地蓬勃發展起來。其中最受注目的「油頁岩」開發就是其中之一。由於它的蘊藏量龐大，目前已知其蘊藏量比較多的國家有：美國、巴西、澳洲及中國大陸。當中，美國和巴西兩國即將進入商業開採階段。

目前，雖然原油價格不斷下跌，且本省尚未發現足可開採的油頁岩構造，然而，站在能源供應源多角化觀點來看，實須多加關切，並應早日具備這方面的技術；或可利用現階段油價低迷為機會，及早與資源擁有國聯繫，圖謀經濟合作關係以備不時之需。

本文針對全球油頁岩的分佈情況以及開發方式作簡要說明。

油頁岩的定義

油母岩或稱油頁岩，英文名為 Oil Shale，慣例上每公噸油頁岩能蒸餾出四十公升原油，始為合格的油頁岩。這種油頁岩，雖與蘊藏石油

的岩層同一類型，但油頁岩生成石油的過程，並未受到高溫影響，且通常較一般油頁岩層所含的有機物為多。油頁岩中所含的有機物，是一種不易受到有機物或無機物溶媒影響的有機物。而這種油頁岩是由海生或淡水生的藻類或動植物以及浮游生物 (Plankton)，在比較惡劣的環境下，受到微生物分解或水分解後成為腐泥質物，再受到層積和壓縮，最後形成油頁岩。

依照油頁岩形成過程和沈積環境不同，可有如下幾種分類：

(一) 大陸內的大湖沼沈積者：多以白雲石 (Dolomite) 與石灰質為其主要礦物質。例如著名的美國克林利佛 (Green River) 油頁岩構造或加拿大阿爾巴大 (Alberta) 油頁岩構造，均屬這一類型岩層。

(二) 大陸棚淺海部份沈積者：多屬石英或長石，以硅質為主要礦物。例如西伯利亞北部或巴西南部，均有這種地層存在。

(三) 小規模淡水湖或沼澤區沈積者：這種沈積層富含石英。澳洲特巴奈特地區及中國大陸撫順地區多屬這類地層。

油頁岩資源

關於油頁岩蘊藏量，由於它的品位評估方式尚未一致，且亦未普遍開發，至今仍無比較確實統計數字。但其粗估的全世界原始蘊藏量約有三、三兆桶之多。這個數目與原油原始蘊藏大致相

仿。

油頁岩分佈於世界各國，惟美國和巴西兩國較為豐富，得天獨厚，約佔全世界九〇%以上的蘊藏量。

油價高漲時期，因為代替能源的開發意願高昇，澳洲及摩洛哥亦已有新的蘊藏量發現。今後如繼續不斷地積極進行探勘，其蘊藏量或可大量增加。

據最保守的估計，直到現階段為止油頁岩的可採蘊藏量約有三、四〇〇億桶，惟往後對探勘、挖採及蒸餾技術預料將有更輝煌發展，加上蘊藏量評估方法改進等，其可採蘊藏量繼續成長的可能性，頗令人樂觀。

茲將各國已知蘊藏量概況分述如下：

(一) 美國：美國擁有全世界最大的油頁岩蘊藏量。特別是涵蓋科羅拉多、猶他及懷俄明等三州的克林利佛構造以及跨越中、東部廣大沈積區，都已經證實有油頁岩構造存在。但因考慮其品位、經濟上和技術上的因素，到目前為止，其開發目標仍集中於克林利佛礦區。這個令世人垂涎的龐大礦區，以安斯盆地，猶印塔盆地及克林利佛盆地等三個盆地連成一氣，其原始蘊藏量，僅指十五加侖/噸以上的部份就有一、八兆桶之多。而這些礦區預定由聯合、愛克森及德士古等著名油公司投資開發。

(二) 巴西：這個國家的原始蘊藏量預估為八、〇〇〇億桶，列為世界第二位。主要礦區位於南部的聖保羅、巴拉那和利克蘭特爾等三州內。東部地區亦已發現幾處零散的小規模構造。

(三) 澳洲：該國油頁岩礦區大致分佈於昆士蘭、新南威爾斯及塔斯瑪尼亞等，屬東部的幾個州。比較大的礦區則集中在昆士蘭州。目前已知原始蘊藏量共計為三〇〇億桶。依其礦區之不同分別有：昆士蘭州蘭特爾礦區二〇〇億桶，昆特爾

石油世界

礦區六十億桶，珠利亞克利克礦區二十億桶左右。西部澳大利亞州亦經發現有油頁岩礦區，但其蘊藏究竟有多少，則未見公佈。

四中國大陸：中國大陸油頁岩資源，目前缺少可靠資料。但據估計資料指出，其油頁岩的原始蘊藏量當在一、〇〇〇億桶以上。並且已知全國到處都有油頁岩的露頭出現，已經確定的礦區亦有六十餘處。其中已開發中的礦區有遼寧省撫順礦區和廣東省茂名礦區比較著名。而這兩個礦區的原始蘊藏量，前者約為二十億桶，後者約三十億桶。另外，黑龍江省北安、吉林省樺甸、陝西省延安及廣東省海南島等地區，均是盡人皆知有待開發的地區。

資源開發

從油頁岩裏回收油頁岩油的方法，大致可分為1.地上蒸餾法2.地下蒸餾法等兩種。

地上蒸餾法，是將油頁岩由地下挖出後，經以蒸餾方法獲得油頁岩油。以下將其不同的蒸餾方法和有關技術分述如下：

油頁岩採探方法：

油頁岩採探法跟煤炭的採探法大同小異。有坑道採探法及露天採探法兩種。如果能露天採探，這是最經濟的採探方法。但是大規模的露天採探，不僅容易破壞地面上景觀，且所產生的塵灰亦將引起空氣和水的污染問題。

至於地下採探法，可配合其有利條件，任選房柱式採探法 (Room and Pillar) 或 Block Caving 法。例如房柱式採探法必須在一定位置預留支柱，以策安全。所採得的油頁岩塊，則用輸送器運出地面。

蒸餾法：

採用蒸餾法以回收油頁岩油，這是目前最主要方式。但是蒸餾法却有幾個不同方式。主要差

異在於蒸餾塔的加熱方法不盡相同。就其原理上，可分為四個不同的加熱方法，如：1.外部加熱式。2.塔內瓦斯燃燒式。3.瓦斯外部燃燒加熱式。4.固體熱媒加熱式。其不同點分述如次：

外部加熱式是由蒸餾塔外直接加熱，以蒸餾塔內的油頁岩。惟這種方式目前仍在實驗階段。

塔內瓦斯燃燒方式中，又可分為N.T.C法，瓦斯燃燒法、Mittler法、Paraho內部燃燒法及Superior法等不同方式。

這兩種熱供應方式，論其功能是大同小異各有千秋。主要是將瓦斯與空氣噴入蒸餾塔內燃燒，利用熱量從事油頁岩蒸餾工作。

至於瓦斯外部燃燒法，它是將加熱設備另行設在蒸餾塔外，再將所產生的熱導入蒸餾塔內，以進行蒸餾工作。同樣的外部燃燒法，亦有幾種不同的流程，如 Petro-sin 流程、Union oil 流程、Paraho 外部燃燒式流程及 Superior 流程等。

在固體熱媒加熱式中，又可細分為 Tosco 流程、Lurgi Ruhr Gas 流程、Galoter 流程及 Chevron STB 流程等。這些不同的流程方式，都是以固體作為熱媒的。

地下回收法：此法唯一的優點是不必將龐大數量油頁岩運出地面，可直接在地下回收油頁岩油。到目前為止這種方法雖然已研究成功的已有西洋油頁岩公司 (Occidental Oil Shale Inc.) 流程及粗石原地提煉 (Rubble in situ Extraction) 流程。惟這兩種方法都尚未脫離試驗室階段。

其他正在研究發展中的方法，有溶劑抽提法和利用微波等方法。預料不久的將來，必定有所突破。

結語

分散石油的來源是全世界石油消費國一般的趨勢，油頁岩的開發亦是其中的一環。目前本省雖然尚未發現可資開發的油頁岩構造存在。但世界各地有為數可觀的油頁岩蘊藏量，故我們必須早日具備這方面的開發技術，以及收集這方面的資料，以備不時之需。

日本的石油供銷環境跟我們相似，將近百分之百的能源依靠國外輸入。該國對於分散石油來源的措施一直沒有鬆懈，故到目前為止已有數十家石油公司，在政府輔導及融資下，深入各國開發石油及天然氣，並已收到相當豐富的成果。

油頁岩的開發亦是日本追求的目標。自一九八一年起以五年計畫，進行油頁岩開發技術的研究與調查，同年十月石油公團內另成立「油頁岩事業室」，並訂定中心工作目标為：1.有關油頁岩開發技術的研究。2.油頁岩開發目標礦區的遴選。因此，日本當局為推行這兩項工作計畫，針對第一項目標的達成，在通產省（經濟部）和石油公團的力促下，已由工廠設計公司、鋼鐵公司及石油煉製公司等，聯合投資組成「油頁岩開發工程公司」，將以該公司為中心致力推行有關油頁岩開發所需技術研究與服務為主要業務。

至於遴選礦區予以開發的目標，很快地已得到世界各國的回響，已知有澳洲、巴西、中國大陸及美國等，紛紛要求日本協助開發其本國油頁岩資源。其中已與澳洲首先取得協議，於一九八一年十二月組成以開發澳洲東部克特爾礦區的油頁岩為宗旨的「日澳油頁岩開發公司」。

最近以來由於石油價格不斷下跌，一些國際大油公司紛紛放棄次級礦區或尋求合作。因此，為穩定我國的石油來源，我們似可掌握機會獲取更多有價值的礦區自主開發，並將油頁岩的開發列入考慮。亦唯如此始可有助國內石油的供應。