

投稿類別：自然領域類

篇名：
石頭會燃燒？
淺談頁岩油及頁岩氣

作者：

倪禾臻。私立慈大附中。國三大愛班

尹凡瑄。私立慈大附中。國三大愛班

徐依華。私立慈大附中。國三大愛班

指導老師：

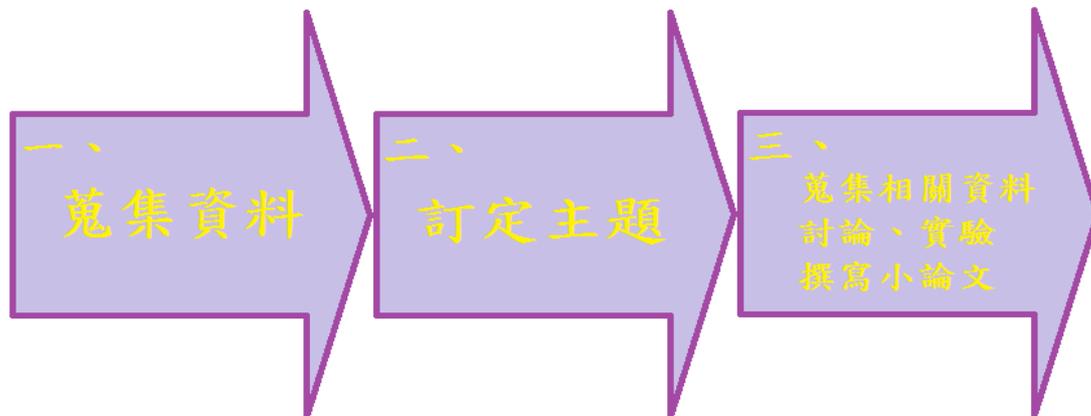
熊毅老師

壹.前言

一、研究動機：

現今世界石油、天然氣之價格不斷節節飆升，父母總為上漲的油價而唉聲嘆氣、雖環保但無法有效利用的太陽能車的發明，不禁讓我們開始思考，為何一定要使用石油作為汽機車的燃料？除了太陽能之外還有什麼東西能夠用來驅動汽車、公車等如此龐大笨重的交通工具呢？這使我們幾個同學展開了如火如荼的討論。

二、研究過程



貳.正文

一、頁岩是什麼

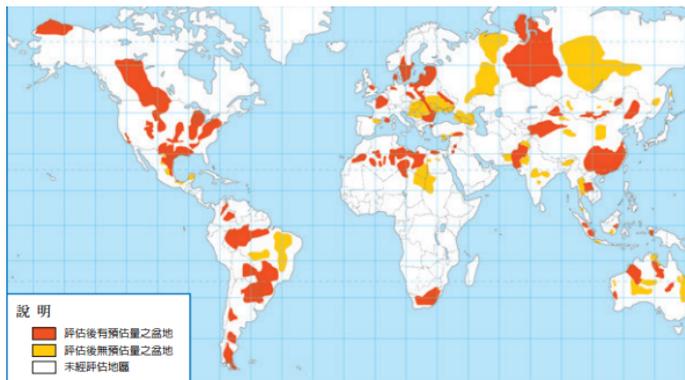
頁岩一般是顆粒小於 4 微米的細顆粒沉積岩，由粉砂和黏土級顆粒經壓實作用而形成。頁岩孔隙很小，從 1 ~ 3 奈米到 4 0 0 ~ 7 5 0 奈米不等，比表面積大，部分頁岩氣是吸附在頁岩顆粒表面上。頁岩不同於其他黏土和泥岩，呈薄片狀且易分裂，意味著頁岩有可能形成裂縫。頁岩地層中的自然裂縫可為頁岩氣提供部分的儲存空間，也可為頁岩氣提供通道，進而有效提高頁岩氣產量。頁岩在自然界中分布廣泛，沉積岩中頁岩約占 6 0 %，而且是大多數傳統油氣的主要生成岩石。常見的頁岩類型有黑色頁岩、碳質頁岩、砂質頁岩、鐵質頁岩、鈣質頁岩等。當頁岩中含有一定砂質成分時，就形成砂質頁岩。富有機質頁岩主要包括黑色頁岩與碳質頁岩，暗色富有機質的頁岩可以大量生成油氣。若頁岩內的脆性礦物如石英含量越高、黏土礦物越少，會有利於施作液裂。由於砂岩的滲透率較高，因此頁岩層的粉砂或砂岩夾層可改善頁岩氣層的滲透性，有效提高其滲透率（註七）。

二、關於油頁岩

(一) 油頁岩是什麼

油頁岩是一種富含豐富原油的頁岩，頁岩油則是蘊含在油頁岩間極小縫隙中的一種非常規能源，成分以甲烷為主，由頁岩中的油母質 (kerogen) 經緩慢的高溫作用轉化而形成頁岩油。相較於一般石油，油頁岩的含量並不是十分稀少，甚至在很早以前便有開採的紀錄，為何直到現在這項能源的存在才漸漸被重視呢？這是因為早期開發技術尚未成熟，開採所需經費也不符合經濟效應，直到近期石油價格節節高升，原先被擱置一旁的油頁岩才受到世界的矚目，開始了這方面的研究。頁岩油、氣並非一體兩用，頁岩油是透過油頁岩中的油母質加工而成人造石油；而頁岩氣則存於數種岩類頁岩層中，為非傳統天然氣，成份以甲烷為主。(註六)油母質是動植物遺骸在地下深部受細菌分解作用後殘留的有機物質，存在於頁岩間，因此油頁岩及頁岩氣的分布極散，十分難以開採。而頁岩氣的形成方式如同天然氣，是由頁岩層生成天然氣，傳統天然氣經「過移棲至孔隙率及滲透率大的砂岩層中聚積，但頁岩氣並沒有經過移棲，而是直接聚於頁岩間的微小裂縫中(註一)。

(二) 油頁岩分布及蘊含量



←2013年5月估計含頁岩油及頁岩氣形成層之盆地全球分布圖

→全球頁岩氣蘊藏量分布 (註十一)



三、如何開採？

(一) 傳統水平鑽井法 (Horizontal Drilling)

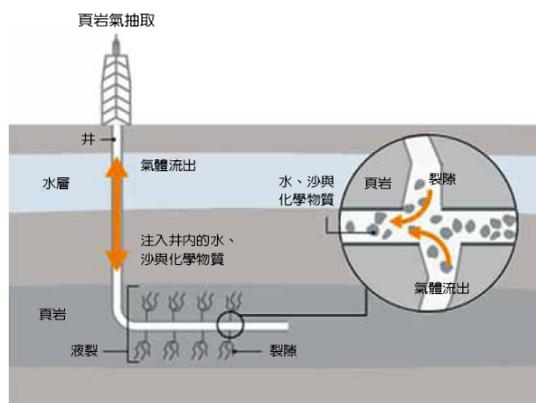
先垂直鑽井至所需的深度，然後再橫向鑽探至氣田儲量豐富的位置。

優點：技術熟練，與一般石油開採方式相同

缺點：效率低且難以流向生產井口

石頭會燃燒？ - 淺談遊頁岩及頁岩氣

(二) 水力壓裂 (Hydraulic Fracturing)
在地下超過三千公尺之處注射一種混合沙子、水與微酸性物質的高壓液體。利用高壓將這種促進分裂的液體注射到裂縫中的石頭，縫隙會擴大到數百公尺，進而釋放儲藏在岩層內的碳氫化合物，等這些碳氫化合物沿井上升後，再加以採集 (註二)。



優點：產量高、減少地面設備、開採範圍大、受地面不利因素干擾小
缺點：汙染嚴重，須使用大量水，且高壓水容易造成頁岩碎裂而形成小型地震

↑水力壓裂示意圖 (註七)

三、開採油頁岩所會造成的環境問題

(一) 水汙染

若是使用液壓法來開採，必須注入大量的水，且這可能遭受地底輻射汙染的水是無法重複利用的，只能引入附近廢棄礦坑中存放，極有可能滲入地下水層成為我們所飲用的水。且燃燒後廢棄灰渣佔地面積大，其中金屬元素和微量元素滲入地下水體，危害人們飲用水品質(註三)。

(二) 空氣汙染

開採得到的油頁岩用於燃燒轉換電能時，產生大量灰渣，如果不回收利用會造成空氣汙染。

(三) 土壤汙染

燃燒油頁岩乾餾和燃燒後的廢棄灰渣佔地面積大，其中金屬元素和微量元素滲入地下水體，危害人們生產生活 (註四)。



(四) 地質破壞

頁岩地質十分的脆弱，開採破壞了地層可能導致小規模地震或土石流，造成民眾生命財產的損失 (註五)。

石頭會燃燒？ - 淺談遊頁岩及頁岩氣

四、使用油頁岩的優點及缺點

優點：

- (一) 燃燒頁岩氣所排放的二氧化碳比煤炭少40%到50%
- (二) 可供開採壽命長 (約30到50年)
- (三) 生產週期長 (註十)
- (四) 能量轉換率相較可再生能源高
- (五) 燃燒產生的灰渣可製成製造砌塊、磚、水泥、陶粒等

缺點：

(一) 水力壓裂液中含有許多化學物質，殘留在油井中容易汙染飲用水。(表格參考註九)

(二) 生產成本極高

成分	用途	所佔比例
水	以高壓震碎頁岩	90%
酸	幫助溶解鹽類及起始石塊裂縫	0.123%
戊二醛	去除水中的細菌	0.001%
氯化鈉	延緩聚合物的分解	0.01%
二甲基甲醯胺	避免管線鏽蝕	0.002%
硼酸鹽	溫度上升時維持流速穩定	0.007%
聚丙烯醯胺	減少液體及管線之間的摩擦力	<0.001%
石油蒸餾物	使水潤滑以減少摩擦力	0.088%
關華豆膠	讓水變稠沙子因而可以懸浮在水中	0.056%
檸檬酸	避免金屬氧化物沉澱	0.004%
氯化鉀	產生鹽鹼	0.06%
亞硫酸氫銨	去除水中的氧，保護管線避免鏽蝕	<0.001%
碳酸鈉或鉀	維持其他成分的效力	<0.001%
壓裂砂	使裂縫維持，讓氣體可以逸出	0.2%
乙二醇	避免鱗狀物沉澱於管線中	0.043%
異丙醇	增加水力壓裂液的濃稠度	0.085%

六、水力壓裂實驗

(一) 原因

我們想要了解水力壓裂的原理跟執行方式，好對油頁岩本身及水力壓裂會遇到的阻礙、汙染有更深一步的了解。(二) 實驗所需

(二) 實驗所需

器材：

玻璃缸一枚、長短塑膠管各一 (不溶於有機溶劑)、塑膠片、針筒、保麗龍、土、沙子、燒杯、膠帶、藥匙

藥材：乙酸乙酯約500ml

(三) 實驗步驟

1、最底層以沙子鋪薄薄的一層，將保麗龍平鋪於沙子上面，再將沙子與土壤混合放入壓實直到填滿玻璃缸1/2到2/3左右，。

2、將長短塑膠管一端放入燒杯中，長塑膠管觸底、短塑膠管不觸底，以塑膠片蓋在燒杯上方，再以膠帶徹底將燒杯與塑膠片封實。

石頭會燃燒？ - 淺談遊頁岩及頁岩氣

- 3、以刀片將長塑膠管邊緣刺洞，作為乙酸乙酯打入及抽回之孔，再將尾端徹底封死，避免土壤及空氣吸入。
- 4、用藥匙將土壤垂直向下挖，直到挖到保麗龍（油頁岩地層）後，向水平方向挖掘。
- 5、將長塑膠管埋入土壤中，將土蓋回以固定塑膠管。
- 6、針筒固定於長塑膠管，將乙酸乙酯打入土壤中至土壤濕潤且保麗龍溶化。
- 7、再將針筒固定於短塑膠管，將溶於乙酸乙酯的保麗龍抽出。
- 8、隔水加熱使乙酸乙酯蒸發，取得凝固知保麗龍。

(四) 結果

於實驗過程中，土壤即使壓實了，仍然會有崩塌的現象產生，若是崩塌的就是我們現在所站立的土地，那恐怖的結果不堪設想。

參·結論

經由上述的報告可知頁岩氣只是是暫時來代替石油的，很快的過了幾年頁岩氣也會面臨與石油一樣的結果，始終都會被用完，而它的開採對於環境也並非是好的。因此在頁岩氣還未開採完之前，人類應該要再找到足以用的長久又不會太汙染環境的能源才是現在最重要的。

肆·引註資料

註一：<http://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/Articles/C/0/9/10/1/1985.htm>

註二：<http://www.pyc.edu.hk/~reading/12article4.htm>

註三：<http://ecolife.epa.gov.tw/Cooler/newsitem.aspx?key=10402>

註四：<http://www.uuuwell.com/mytag.php?id=43769>

註五：<http://lowestc.blogspot.tw/2013/03/blog-post.html>

註六：

[http://b5.secrechina.com/news/13/01/05/481335.html?%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%95%91%E6%98%9F%EF%BC%9F%EF%BC%81%E9%A0%81%E5%B2%A9%E6%B0%A3%E5%B0%8D%E5%85%A8%E7%90%83%E5%8F%8A%E7%94%A2%E6%A5%AD%E4%B9%8B%E8%A1%9D%E6%93%8A\(%E5%9C%96\)](http://b5.secrechina.com/news/13/01/05/481335.html?%E8%83%BD%E6%B A%90%E6%95%91%E6%98%9F%EF%BC%9F%EF%BC%81%E9%A0%8 1%E5%B2%A9%E6%B0%A3%E5%B0%8D%E5%85%A8%E7%90%83%E 5%8F%8A%E7%94%A2%E6%A5%AD%E4%B9%8B%E8%A1%9D%E6% 93%8A(%E5%9C%96))

註七：頁岩氣的特性與開採技術 科學發展 2013 年10 月 490 期

註八：

[http://b5.secrechina.com/news/13/01/05/481335.html?%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%95%91%E6%98%9F%EF%BC%9F%EF%BC%81%E9%A0%81%E5%B2%A9%E6%B0%A3%E5%B0%8D%E5%85%A8%E7%90%83%E5%8F%8A%E7%94%A2%E6%A5%AD%E4%B9%8B%E8%A1%9D%E6%93%8A\(%E5%9C%96](http://b5.secrechina.com/news/13/01/05/481335.html?%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%95%91%E6%98%9F%EF%BC%9F%EF%BC%81%E9%A0%81%E5%B2%A9%E6%B0%A3%E5%B0%8D%E5%85%A8%E7%90%83%E5%8F%8A%E7%94%A2%E6%A5%AD%E4%B9%8B%E8%A1%9D%E6%93%8A(%E5%9C%96)

註九：

<http://www.energy4me.org/hydraulicfracturing/inside-fracturing/how-it-works/fracturing-fluid/>

註十：

<http://james070872.pixnet.net/blog/post/99099664-%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E9%A0%81%E5%B2%A9%E6%B2%B9%EF%BC%88shale-oil%EF%BC%89%E9%A0%81%E5%B2%A9%E6%B0%A3%EF%BC%88shale-gas%EF%BC%89>

十一：

<http://blog.thomsonreuters.com/index.php/global-shale-gas-basinsgraphic-of-the-day/>