

全球頁岩氣開採技術發展及對台灣 石化產業價值鏈之影響研究

Global Shale Gas Technology Development and Value Chain
Impact of Taiwan Petrochemical Industry

作者： 曾繁銘
劉致中
范振誠
陳明君

委託單位：經濟部技術處

執行單位：財團法人工業技術研究院
產業經濟與趨勢研究中心

中 華 民 國 1 0 2 年 1 0 月

摘要

自 2012 年以來全球石化業最熱門的議題是美國頁岩氣開發後引起石化中心新建的風潮，這個風潮使得美國石化業在 2017 年將增加近 1,000 萬噸乙烯的新產能。由於頁岩氣做為石化廠進料的成本低廉，加上美國石化廠擁有的先進技術和全球運籌能力，全球石化業興起探討美國頁岩氣帶來的原料轉換及經營成本問題，並開始思索相關的因應策略。

在能源產業中，由於頁岩氣的投入，引發了一場傳統與非傳統能源的市場競合，全球各國無論是處於主動或是被動影響的角色，更將面對此一新能源時代帶來的衝擊與挑戰。

本研究的研究內容包含(1)頁岩氣開採與應用之基礎資料收集與分析；(2)各國發展時程以及各國法規對產業發展的影響議題；(3)頁岩氣對原料的影響；(4)頁岩氣對能源的影響等四大方向。在原料上針對石化上中下游的影響，裂煉廠由原本石油腦改採頁岩氣後的技術設備轉換與競爭力變化以及生質產業在此波競合中的未來發展利基進行分析；在能源議題上，則以頁岩氣取代傳統能源的成本效益，以及對再生能源產業的影響等進行整體的研究與分析。

本研究的目的是在於瞭解並探討在美國頁岩氣的大幅開採下，造成全球能源市場及石化產業的變化、衝擊與威脅，以成為我國石化及能源產業未來的因應方式、發展方向與策略建議參考。

本報告結論如下：

1. 中國大陸頁岩氣全面發展影響週邊市場的時程預計在 2025 年後：

目前中國大陸在頁岩氣的開採方面，由於(1)開採成本高於美國(2)基礎管路設施普及度低因素；但因政府推動力道高於美國，估計於 2025 年後中國大陸頁岩氣周邊產業環境將達到基本要求，產業開始快速成長，將造成另一波的產業影響。

2. 頁岩氣影響下，未來採用輕油為進料之輕裂廠面臨低利潤的經營挑戰：

美國頁岩氣的大量生產造成石化產業中乙烯產品的增加，隨之而來的低廉乙烯價格將排擠以石油腦作為原料進行生產的裂煉廠。我國石化產業均以石油腦作為原料進行生產，屆時廠商將面臨國外低價乙烯產品的強烈競爭。如何從經營方向、產品生產策略與強化競爭力方面進行調整，是我國廠商未來應即早面對的嚴肅課題。

3. 台灣應儘早佈局與美國 FTA 能源談判與擴建 LNG 輸入設備：

美國對於出口頁岩氣有所限制，初期同意出口其 FTA 國家，台灣非美國 FTA 國，再加上能源為戰略考量因素，基於分散能源取得及安全考量，應及早進行相關佈局，未來進口 LNG 部份，建議應該由相關單位與美國進行磋商。預估美國將於 2017 年開始有限量的出口；根據 EIA 預計，美國將於 2020 年全面出口天然氣，我國應及早開始進行其 LNG 出口的設備佈局。

4. 再生能源產業受頁岩氣的影響以投資層面為主：

對台灣再生能源的發展，以太陽能電池為例，可分成短、中、長期。短期而言，因中國大陸的太陽能電池目前正遭受到美國與歐盟的雙反制裁，台灣 PV 產業可利用此次機會深耕國際市場。中期而言，分散台灣過度依賴美國與歐盟的市場，開拓新興國家(如印度)與阿拉伯世界的市場。長期而言，應由製造導向的思維(追求規模經濟)轉化為價值導向的思維(追求範疇經濟)。

本研究受限於研究資源，在廣泛的探討頁岩氣對石化及能源產業的影響與分析研究中或有不完備之處，例如在能源產業的影響分析，及對電網的影響等。建議未來可針對這些方面作更深入的研究與探討。

另外，特別感謝本中心能源組 洪德芳專案經理，在能源產業的影響與分析部份大力的協助及提供許多相關資料，本研究方能順利完成。

Abstract

The most popular topic in the global petrochemical industry from 2012 is that the success of shale gas in the United States has led to rapid development of petrochemical centers, making an increase by nearly 10 million tons of ethylene in the U.S. petrochemical industry in 2017. As the U.S. petrochemical industry enjoys advantages of lower feedstock and energy costs of shale gas, advanced technology, and global logistics capabilities, a number of issues related to the U.S. shale gas feedstock conversion, operating costs, and relevant coping strategies have been raised worldwide.

The shale gas revolution has evoked a market competition between traditional and non-traditional energy sectors. Whether active or passive, countries around the world will have to face the challenges and impacts of the new energy era.

The objectives of this research are (1) data collection and analysis of shale gas exploration and application, (2) national development process and the impact of regulations on industrial development, (3) the effect of shale gas revolution on raw materials, and (4) the impact of shale gas on energy markets.

The aim of this research is to understand and investigate changes, impacts and threats to global energy market and petrochemical industry due to large-scale shale gas discoveries in the U.S., and to provide some suggestions for future references of Taiwan's petrochemical and energy industry.

目 錄

第一章	緒 論	1-1
第一節	研究目的	1-1
第二節	研究範疇與架構	1-3
第三節	研究流程與方法	1-5
第四節	研究限制	1-8
第二章	全球頁岩氣關鍵開採技術與開採狀態分析	2-1
第一節	頁岩氣關鍵開採技術	2-1
第二節	各區域頁岩氣的蘊藏量	2-2
第三節	頁岩氣的主要開採技術	2-5
第四節	頁岩氣開採的地質條件	2-8
第五節	開採帶來的問題	2-9
第六節	各主要國家頁岩氣的發展狀態	2-10
第三章	頁岩氣對石化產業的影響分析	3-1
第一節	裂煉廠改頁岩氣進料的競爭力分析	3-1
第二節	進料採用頁岩氣對石化上游原料的影響分析	3-6
第三節	頁岩氣對石化中下游聚合物的影響分析	3-11
第四節	台灣裂煉廠的競爭力變化分析	3-17
第五節	煤產業影響分析	3-18
第六節	頁岩氣對生質產業影響分析	3-24
第四章	頁岩氣對能源產業的影響分析	4-1
第一節	頁岩氣取代傳統能源成本效益分析	4-1
第二節	頁岩氣對再生能源產業的影響	4-16

第三節 能源價格便宜對產業競爭力的影響	4-23
第五章 結論與建議	5-1
第一節 頁岩氣帶來的影響與影響的時間點	5-1
第二節 對產業的正面與負面影響	5-8
第三節 新商機的出現	5-14
參考文獻	6-1



圖目錄

圖 1-1	研究範疇與架構	1-4
圖 1-2	研究流程與方法	1-5
圖 2-1	水平鑽井與水力壓裂技術及添加物	2-1
圖 2-2	全球頁岩氣的蘊藏地點	2-3
圖 2-3	各國頁岩氣的蘊藏量	2-4
圖 2-4	頁岩氣的開採進程	2-6
圖 2-5	頁岩氣開採的方式	2-7
圖 2-6	經水力壓裂後所產生的岩層裂縫	2-7
圖 2-7	各地區未來對天然氣的需求量與頁岩氣的蘊藏量	2-10
圖 2-8	全球頁岩氣產量預測	2-11
圖 2-9	美國頁岩氣的蘊藏地點	2-12
圖 2-10	美國頁岩氣的生產產量	2-13
圖 2-11	美國頁岩氣開採量的成長	2-14
圖 2-12	中國大陸頁岩氣規劃的發展方向與目標	2-17
圖 2-13	中國大陸三大石化集團在頁岩氣的投資動態	2-18
圖 3-1	石油腦、天然氣對西德州原油價格的相對走勢圖	3-2
圖 3-2	石油腦與乙烷進料製造乙烯的利潤	3-2
圖 3-3	美國地區丙烯、丁烯的生產比例(相對於乙烯)	3-3
圖 3-4	2012 年美國乙烯利潤與乙烷價格	3-6
圖 3-5	美國與其他地區業者在乙烯產品上的利潤比較	3-7
圖 3-6	每百萬噸熱值單位下天然氣、原油與煤的價格	3-11
圖 3-7	石腦油與頁岩氣作為進料可生產的石化產品	3-12

圖 3-8	石腦油與頁岩氣作為進料可生產的石化產品	3-13
圖 3-9	IPEX/WTI/Henry Hub 間的價格走勢	3-14
圖 3-10	美國與其他地區業者在乙烯產品上的利潤比較	3-15
圖 3-11	煤化工可發展相當多項衍生物產品	3-19
圖 3-12	煤化工亦可生產苯系列產品以及燃料	3-19
圖 3-13	中國擁有豐富的煤炭資源	3-21
圖 3-14	中國大陸積極推動煤化工新建計畫	3-22
圖 3-15	2012 年全球主要化學品生產來自生質來源的種類	3-25
圖 3-16	化學生產業者有意願以生質原料生產的產品	3-26
圖 3-17	2011~2020 年間估計的生質化學品產能	3-28
圖 3-18	利用廢棄橘子皮生產乙醇的製程	3-29
圖 3-19	利用廢棄的番茄外皮生產罐頭用漆	3-29
圖 3-20	生質 C4 化學品的發展途徑	3-31
圖 4-1	2040 年全球天然氣供給及北美天然氣供給預測	4-2
圖 4-2	全球天然氣價格分佈	4-3
圖 4-3	美國、日本與歐盟之歷年天然氣價格走勢	4-4
圖 4-4	頁岩氣蘊藏量豐富的地區，其天然氣大都需要進口	4-5
圖 4-5	美國天然氣的總生產量因頁岩氣開出而增加	4-6
圖 4-6	1990~2040 年美國天然氣生產、消費及淨進出口	4-7
圖 4-7	全球天然氣運輸管道	4-9
圖 4-8	天然氣價值鏈	4-10
圖 4-9	由美國進口天然氣成本分析	4-11
圖 4-10	2007.01~2011.10 美國煤和天然氣發電平均成本	4-14
圖 4-11	2008~2035 煤、石油和天然氣二氧化碳排放量比較	4-14

圖 4-12	1990~2035 年美國發電方式之比率變化	4-16
圖 4-13	美國對再生能源投資的變化	4-17
圖 4-14	2016~2018 年美國各種發電方式之成本評估	4-18
圖 4-15	美國頁岩油的產量預估	4-19
圖 4-16	全球排碳壓力圖	4-20
圖 4-17	2013 年全球主要國家之再生能源競爭力排名	4-20
圖 4-18	全球主要國家或地區的再生能源發展預測	4-21
圖 4-19	台灣太陽能電池產業的市占率變化	4-22
圖 4-20	日本石化業者積極與美商合作	4-23
圖 4-21	頁岩氣發展時程對區域與產業的影響	4-24
圖 5-1	受頁岩氣影響的大宗石化產品品項	5-2
圖 5-2	我國受頁岩氣影響的石化業廠商	5-3
圖 5-3	由美國經驗推估中國大陸發展時程	5-6
圖 5-4	生質化學品的消費區域市場分布比例	5-10

表目錄

表 2-1	全球頁岩氣估計儲量	2-2
表 2-2	中國大陸頁岩氣儲量	2-15
表 2-3	歐洲各國頁岩氣儲量及政府態度	2-22
表 3-1	不同進料產出的乙/丙烯與副產品產量	3-4
表 3-2	不同進料產出的乙/丙烯與副產品之成本分析與比較	3-5
表 3-3	規劃興建之乙烯廠	3-10
表 3-4	頁岩氣發展趨勢下，建構之石化產業面臨情境	3-16
表 3-5	中國大陸煤化工投產設備	3-22
表 4-1	頁岩氣使用年限	4-1
表 4-2	亞洲天然氣市場消費量	4-8
表 4-3	美國天然氣出口的貿易狀態	4-12
表 5-1	石化裂煉廠的進料成本分析	5-2
表 5-2	對產業正面與負面影響分析	5-8
表 5-3	頁岩氣影響下台灣投資輕裂廠的建議	5-9

第一章 緒 論

第一節 研究目的

自 2012 年以來全球石化業最大的議題是美國頁岩氣(實際上重點是頁岩氣中含有乙烷、丙烷、丁烷的 natural gasliquid, NGL)規劃興建石化中心的風潮，這個風潮使得美國石化業增加近 1,000 萬噸乙烯新產能，由於頁岩氣的進料成本低，加上美國石化廠擁有先進技術和全球運籌能力，全球石化業興起探討頁岩氣帶來的威脅和因應策略。

在能源產業中，由於頁岩氣的投入，引發了一場傳統與非傳統的能源市場競合，全球各國無論是處於主動或是被動角色者，更都將面對此一新能源時代帶來的衝擊與挑戰。

本研究的目的，將進行關鍵議題的研究：

1. 美國頁岩氣的大幅開發已造成全球天然氣價格的低廉，打破了原油價格上漲，天然氣價格跟隨上升的慣例。低廉的天然氣價格造成使用量的大幅上升，能源市場在原油、天然氣與煤的使用上，出現了重新分配的現象，天然氣的使用量開始大幅成長，石油與煤的使用量則相對下滑，美國地區的發電廠紛紛改採天然氣作為主要進料。
2. 受到頁岩氣影響下我國能源配比和採用頁岩氣“應用”設備策略。
- 3.
- 4.

第二章 全球頁岩氣關鍵開採技術與開採狀態分析

第一節 頁岩氣關鍵開採技術

開採頁岩氣的關鍵技術為水平鑽井(Horizontal Drilling)和水力壓裂(Hydraulic Fracturing)。水力壓裂法是開採岩層內的天然氣和石油的主要技術。傳統的方法是，從地面向岩層高壓灌注大量添加了沙子(支撐劑)和少量化學物質的水，使含有天然氣和石油的岩層中形成微小的裂縫。注入的沙子會進入岩層的裂縫中，防止裂縫崩裂。這樣便可從裂縫中穩定地釋放出天然氣和石油。據說添加化學物質是為了解軟化土質及提高水的黏度，但因為是開採企業的核心技術，所以基本上不會公開具體添加的物質。



資料來源：JRC Report 2012

圖 2-1 水平鑽井與水力壓裂技術及添加物

第三章 頁岩氣對石化產業的影響分析

2011 年 4 月號的美國《Time》雜誌、2012 年 4 月的全球化工專業雜誌《ICIS Chemical Business - AFPM Supplement》都指出「頁岩氣」(shale gas)的開採與供給將改變當前的能源供應狀況，並對產業造成極大衝擊，甚至會對美國裂煉石化業者造成所謂的「U 型翻轉」(U-turn)。

第一節 裂煉廠改頁岩氣進料的競爭力分析

一、美國裂煉廠開始提高天然氣進料比例

由於美國天然氣市場價格的低迷，致使石化裂煉廠開始提高天然氣的進料比例，2005 年至 2010 年間石油腦與乙烷的價格走勢，由 2010 年開始即逐漸拉開，石油腦與天然氣間的價格差距呈現日益擴大的狀態。圖 3-1 為將石油腦、天然氣的價格與西德州原油價格經加權後所獲得相對起勢圖。

第四章 頁岩氣對能源產業的影響分析

第一節 頁岩氣取代傳統能源成本效益分析

一、全球天然氣供需概況

目前全球天然氣產量以傳統的燃氣佔主導地位，佔市場總輸出的85%以上，未來在全球能源需求不斷增加下，勢必將出現供不應求以及價格上漲的局面；估計全球已知頁岩氣蘊藏量為460兆立方公尺，約為傳統天然氣儲量的2.55倍。相較於傳統天然氣主要產地在中東，頁岩氣則主要分布於北美、中國、中東等處。各項初級能源使用年限，請參考表4-1。

預估至2040年天然氣將是成長最快的主要燃料，全球天然氣的供應將成長約65%，其中20%將發生在北美，主要原因是美國頁岩氣的大量商業化開採，促使美國由原本天然氣進口國轉換為天然氣出口國所致。2040年全球天然氣供給及北美天然氣供給預測，請參考圖4-1。

表 4-1 頁岩氣使用年限

能源項目	蘊藏量	年開採量	使用年限	能源占比	備註
石油					
天然氣					
煤					
頁岩氣					

資料來源：BP statistical review of world energy June 2012

第五章 結論與建議

- 第一節 頁岩氣帶來的影響與影響的時間點
- 第二節 對產業的正面與負面影響
- 第三節 新商機的出現



全球頁岩氣開採技術發展及對台灣石化產業價值鏈之影響研究

全本電子檔及各章節下載點數，請參考智網公告

電話 | 02-27326517

傳真 | 02-27329133

客服信箱 | itismembers@micmail.iii.org.tw

地址 | 10669 台北市敦化南路二段 216 號 19 樓

劃撥資訊 | 帳號：01677112

戶名：財團法人資訊工業策進會

匯款資訊 | 收款銀行：華南銀行—和平分行

(銀行代碼：008)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：98365050990013 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm13:30-18:00



如欲下載此本產業報告電子檔，

請至智網網站搜尋，即可扣點下載享有電子檔。

ITIS 智網：<http://www.itis.org.tw/>