



頁岩油氣之發展與可能影響*

吳明修**

- | | |
|---------------------|----------------|
| 壹、研究背景與目的 | 肆、頁岩油氣對台灣之可能影響 |
| 貳、頁岩油、頁岩氣之現況與展望 | 伍、結語與建議 |
| 參、頁岩油氣對全球經濟與產業之可能影響 | |

摘 要

近年美國頁岩油、頁岩氣的成功開採，已引發各國尋求技術發展頁岩氣的熱潮，由於頁岩氣具備蘊藏量大、屬乾淨能源等優勢，這個潮流勢必將影響未來數十年全球能源供需。鑒於美國及世界各國發展頁岩能源之發展態勢，將對我國能源政策及相關產業帶來一定程度的影響，政府部門及有關業者須及早因應規劃，方能在此波能源版圖大洗牌中穩步發展。

本文旨在探討頁岩油、頁岩氣的商業化應用後，對全球經濟及各國能源新布局之連帶影響，期透過頁岩能源版圖的變化，初步觀察對我國能源供應及相關產業發展之影響，並探索可能之對策。

* 本文參加經建會 2013 年研究發展作品評選，榮獲產業及人力政策類優等獎。

** 作者為經濟發展處專員。

The Development and Impact of Shale Oil and Gas

Min-Hsiu Wu

Specialist

Economic Development Department, NDC

Abstract

Due to the exploration success of U.S. shale oil and gas in recent years, it has caused great mass fervor that many countries seek technical development of shale gas. Owing to possessing large reserves, clean energy and other advantages, this trend is bound to affect the global energy supply and demand in the coming decades. As the development trends of shale energy of the U.S. and the world, it will bring a certain degree of influence on Taiwan's energy policy and related industries. Government departments and industry must urgently respond to plan strategies in order to steady development in major reshuffle of energy territory.

In this study, it aims to explore the related influence of global economy and many countries' energy arrangement. The study preliminary observes the impact on Taiwan's energy supply and related industry development, and explores possible countermeasures through the development changes of global shale energy territory.



壹、研究背景與目的

由於頁岩油 (tight oil)、頁岩氣 (shale gas) 增產將對全球經濟成長存有正面效益，特別是，直接影響美國境內企業得以享有穩定且低廉成本的能源，並對美國正在推行的國內「再工業化」產業策略創造加分效果，同時帶動美國製造業回流、提升產業競爭力。

鑒於台灣能源高度依賴進口，頁岩能源供給增加對我國之影響與衝擊，值得重視。本研究主要目的在於探討頁岩油氣的成功開採後，連帶影響全球經濟及各國能源新布局，期透過頁岩能源版圖的變化，初步觀察對我國能源供應及相關產業發展之影響，及探索可能之對策。

本文後續章節安排如下：第二章將透過研究機構報告瞭解頁岩油、頁岩氣之近況與未來可能發展；第三章，將分析頁岩油氣對全球經濟與產業之可能影響；第四章，將討論頁岩油氣持續發展下，我國應積極面對的課題或可能之影響；第五章，結語與建議。

貳、頁岩油、頁岩氣之現況與展望

一、全球頁岩油、頁岩氣蘊藏量豐富

(一) 依美國能源資訊署 (EIA) 2013 年 6 月報告，針對美國及其他 41 個國家的 137 處頁岩構造中之頁岩油氣資源預估，全球頁岩油、頁岩氣可開採蘊藏量分別由 2011 年的為 320 億桶及 6,622 兆立方英尺，增至 2013 年的 3,450 億桶及 7,299 兆立方英尺，分別擴增幅近 10 倍及 1 成。(詳表 1)

表1 2011 及 2013 年 EIA 調查報告之比較

	2011 年報告	2013 年報告
國家數	32	41
盆地數	48	95
地層數	69	137
全球可開採蘊藏量(包含美國)		
頁岩氣(兆立方英尺)	6,622	7,299
頁岩油(億桶)	320	3,450

資料來源：EIA, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas : An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States, June 2013。

(二) 頁岩氣、頁岩油占全球天然氣及原油總蘊藏量的比重分別逾 3 成、1 成

全球 42 個國家 3,450 億桶的頁岩油蘊藏量，可使目前全球原油蘊藏量增加 11%，達 3 兆 3,570 億桶，並占全球原油總蘊藏量的 1 成；各國的 7,299 兆立方英尺的頁岩氣，也可使全球天然氣蘊藏量提高 47%，達 2 萬 2,882 兆立方英尺，並占全球天然氣總蘊藏量的 3 成 2。(詳表 2)

1. 其中，美國與其他 41 個國家的頁岩油蘊藏量分別為 580 億桶及 2,870 億桶，可使目前美國與其他 41 個國家的原油總蘊藏量，分別增加 35%、10%，達 2,230 億桶及 3 兆 1,340 億桶。
2. 另美國與其他 41 個國家的頁岩氣蘊藏量分別為 664 兆立方英尺及 6,634 兆立方英尺，可使目前美國與其他 41 個國家的天然氣總蘊藏量，分別增加 38%、48%，達 2,431 兆立方英尺及 2 萬 451 兆立方英尺。



表 2 頁岩油、頁岩氣對原油及天然氣蘊藏量的影響

	原油(10 億桶)	天然氣(兆立方英尺)
41 個國家(不含美國)		
頁岩蘊藏量	287	6,634
其他蘊藏量	2,847	13,817
總蘊藏量	3,134	20,451
頁岩提高蘊藏量比率	10%	48%
頁岩占總蘊藏量比率	9%	32%
美國		
頁岩蘊藏量	58	664
其他蘊藏量	164	1,766
總蘊藏量	223	2,431
頁岩提高蘊藏量比率	35%	38%
頁岩占總蘊藏量比率	26%	27%
全球		
頁岩蘊藏量	345	7,299
其他蘊藏量	3,012	15,583
總蘊藏量	3,357	22,882
頁岩提高蘊藏量比率	11%	47%
頁岩占總蘊藏量比率	10%	32%

註：總蘊藏量=頁岩蘊藏+其他蘊藏。

資料來源：同表 1。

二、全球頁岩油、頁岩氣蘊藏主要集中於俄羅斯、美國、中國大陸等國

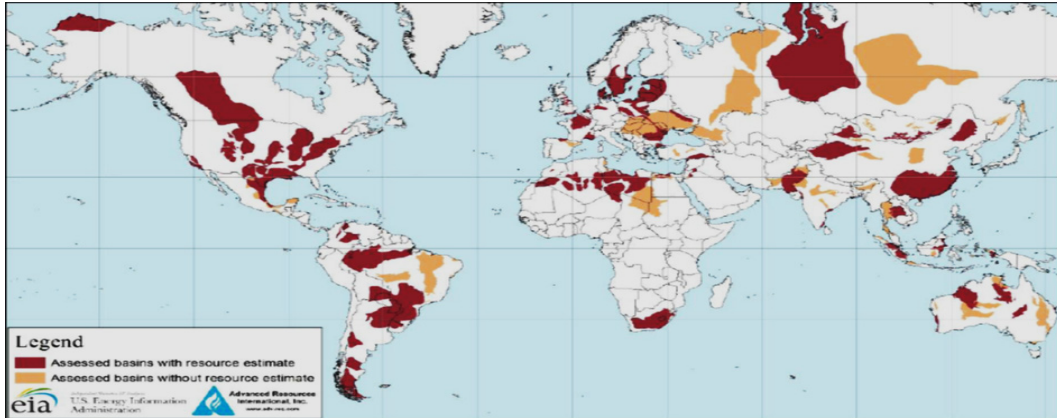
以國家別而言，頁岩油或頁岩氣的蘊藏分布均呈現高度集中。全球逾 6 成的頁岩油集中在俄羅斯等 5 國，而全球超過半數的頁岩氣則集中在中國大陸等 5 國。其中，美國頁岩油、頁岩氣的蘊藏分別占全球第 2 位、第 4 位。(詳表 3、圖 1)

表 3 主要國家頁岩油、頁岩氣蘊藏量

名次	頁岩油		頁岩氣	
	國家	10 億桶；占全球比率	國家	兆立方英尺；占全球比率
1	俄羅斯	75；22%	中國大陸	1,115；15%
2	美國	58；17%	阿根廷	802；11%
3	中國大陸	32；9%	阿爾及利亞	707；10%
4	阿根廷	27；8%	美國	665；9%
5	利比亞	26；8%	加拿大	573；8%
6	澳洲	18；5%	墨西哥	545；7%
7	委內瑞拉	13；4%	澳洲	437；6%
8	墨西哥	13；4%	南非	390；5%
9	巴基斯坦	9；3%	俄羅斯	285；4%
10	加拿大	9；3%	巴西	245；3%
	其他國家	65；19%	其他國家	1,535；21%
總量	345(32)		7,299(6,622)	

註：()內數據代表 2011 年之全球頁岩油及頁岩氣技術上的可開採總量。

資料來源：同表 1。



註：紅色代表具開發條件且被估算含量；黃色區是具開發條件，但數據不足無法估算含量；白色區代表未被估算區域。

資料來源：同表 1。

圖 1 全球頁岩油氣蘊藏區域圖

- (一) 在頁岩油可開採蘊藏量方面，俄國排名全球第一（750 億桶）、美國第二（580 億桶）、中國大陸第三（320 億桶），阿根廷（270 億桶）及利比亞（260 億桶）分居第四、第五。
- (二) 頁岩氣可開採蘊藏量前五大的國家，依序為中國大陸（1,115 兆立方英尺）、阿根廷（802 兆立方英尺）、阿爾及利亞（707 兆立方英尺）、美國（665 兆立方英尺）及加拿大（573 兆立方英尺）。
- (三) 亞太地區的頁岩油氣蘊藏量，以中國大陸及澳洲較為豐富，惟目前亞洲地區頁岩氣的發展仍在萌芽階段，對於全球天然氣市場的影響仍有限。亞洲地區的進口國，則因應日漸提升的天然氣需求，包括日本、韓國及印度等國，持續積極尋求北美地區的頁岩油氣資源。
- (四) EIA 報告亦指出，由於前述估計值尚未包括眾多可能蘊藏油氣的頁岩構造，例如：中東及裏海地區大型油田地下的頁岩

構造中，加上在從開採井獲得進一步數據之前，對頁岩油氣儲量的估計數還存在很大的不確定性，因此，實際的頁岩油、頁岩氣蘊藏量可能更高。鑒於全球目前僅美國與加拿大的頁岩油、頁岩氣開採，可達商業化量產，下節頁岩油氣對全球經濟與產業之可能影響，側重從美國角度進行分析。

參、頁岩油氣對全球經濟與產業之可能影響

一、頁岩油氣效應衝擊能源價格及產業版圖

(一) 頁岩油氣紓緩原油及、天然氣價格漲勢

1. 鑒於美國積極開採頁岩油、氣，已引發各國尋求技術發展頁岩能源的熱潮，由於蘊藏量大，若能克服技術、環境等瓶頸，頁岩油、氣供給增加，長期有助舒緩原油及天然氣價格上漲壓力。
 - (1) 油價：根據普華永道會計師事務所(PwC)研究估算，¹ 2035年原油價格將自每桶133美元，跌至每桶83美元~100美元間，跌幅達25%至40%。另依EIA預估，² 2035年原油價格將自每桶145美元，跌至每桶139美元。
 - (2) 天然氣價：依EIA預估，³ 2015年至2035年天然氣價格將自於4~8美元/每百萬英熱單位，跌至4~6美元/每百萬英熱單位。
2. 隨著美國頁岩氣產量的提升，有助於降低美國對原油的消費需求，從能源進口國轉變為能源出口國，而中東的原油產能銷往亞洲市場的比重也將會提高，故頁岩氣的產能擴增，有助於減低全球原油供應短缺的疑慮，進而抑制國際油價上漲。

¹ PWC, Shale oil: the next energy revolution, February 2013。

² EIA, Annual Energy Outlook 2012, June 2012；假設頁岩油產量2.81百萬桶/每天。

³ 假設頁岩氣存量約720兆立方英尺。



3. 由於美國頁岩氣的大量生產，使得原先從卡達、西非奈及利亞等地進口至美國的液化天然氣（LNG）需求大為減少，促使該等國家將原先出口至美國的液化天然氣轉向西歐國家銷售，連帶造成歐洲天然氣市場價格的波動。

(二) 未來頁岩氣將逐漸改變石化與能源產業秩序

2000 年美國開始發展頁岩氣，至 2007 年開始有較大幅度的成長，近年頁岩氣的產出量已超越煤層氣（Coal Bed Methane；CBM）。據專家預言，2020 年頁岩氣的產量將超越現有的傳統天然氣產量，成為美國市場主要氣源，連帶造成全球天然氣市場價格的波動，以及重新建構全球能源與石化市場秩序。

1. 受美國天然氣市場價格下滑影響，石化裂煉廠開始利用便宜的頁岩氣做為進料，提高天然氣的進料比例，生產低價的乙烯、丙烯等產品。在石化產業中，低廉的乙、丙烯系列產品價格，將造成採用石油腦當作原料生產的廠商利潤大幅下滑，這種轉變將促使全球能源與石化市場秩序的重新洗牌。
2. 由於國際油價的走高有助於提升全球企業發展生質產品的誘因，故伴隨頁岩氣的原油替代效果持續擴大，恐抑制全球廠商投資發展生質能源及生質材料的誘因，對於生質能源、生質材料的影響，值得做後續的觀察。

(三) 東亞主要國家積極參與頁岩能源版圖大洗牌

鑒於能源屬國家戰略工具，替代石油的天然氣大量開採，勢必扭轉全世界的能源分布，進而改變國際局勢，導致政治板塊移動。因此，東亞主要能源進口國，包括中國大陸、日本、韓國等，除積極購併美國及加拿大的能源公司，以取得頁岩油氣的開採技術和礦區的開採權外（詳表 4），並設定了發展目標。

表 4 中國大陸、日本、韓國購併頁岩能源情形

	年份/公司	投資項目	金額 (億元新台幣)
中國大陸	2011 中海油	取得美國能源公司 (Chesapeake Energy) 部分頁岩油氣 33% 權益	323
	2012 中石油	取得加拿大能源公司 (Encana) 一座頁岩氣項目 49.9% 權益	658
	2012 中石化	取得德文能源 (Devon Energy) 在美三分之一頁岩油氣資產權益	748
	2013 中國中化	收購美國先鋒自然資源公司在德州頁岩油氣田 40% 權益	508
	2013 中海油	收購加拿大尼克森 (Nexen) 能源公司	4,520
日本	2010 三井	取得 Atlas Energy 公司 Marcellus 頁岩礦區 32.5% 的頁岩油氣資產權益	419
	2012 中部電力、 大阪瓦斯	取得自由港 20 年液化天然氣合約	—
	2013 住友集團、 東京瓦斯	收購馬里蘭州科夫角 (Cove Point) 液化天然氣	1,017~1,137
	2013 三井、三菱、 日本郵船	取得桑普拉 (Sempra Energy) 33.2% 股權	—
韓國	2009 韓國天然氣	加拿大卑詩省基蒂馬特液化天然氣計畫	—
	2010 韓國天然氣	取得加拿大能源公司 (Encana) 50% 股權	162
	2010 韓國主權基金	取得美國能源公司 (Chesapeake Energy) 可轉換優先股	269
	2012 韓國天然氣	取得 Sabine Pass 液化天然氣合約	—

資料來源：一顆石頭改變全世界，商業週刊 1333 期，2013 年 6 月。



1. 中國大陸國家能源局頒布「頁岩氣發展規畫」，明確規範「十二五」期間攻克勘探開發關鍵技術，「十三五」大規模開發頁岩氣。
2. 2012年4月，日本首相野田佳彥訪美，向美國總統歐巴馬直言：「日本的公司對於從美國進口頁岩氣非常有興趣」。2013年起，日本經濟產業省將與石油資源開發公司合作試驗生產。
3. 韓國知識經濟省計畫目標：「2020年前讓頁岩氣進口達到全部天然氣進口的五分之一」。

二、美國頁岩能源革命帶動經濟成長

近年美國透過先進開採技術，⁴ 加速發展頁岩油 (tight oil)、頁岩氣 (shale gas)，致頁岩能源生產大增，並直接影響美國境內企業得以享有穩定且低廉成本的能源，對美國正在推行的國內「再工業化」產業策略創造加分效果，並帶動美國製造業回流、提升產業競爭力。

(一) 美國頁岩氣、頁岩油供給擴增

根據國際能源總署 (IEA) 預估，⁵ 2035 年全球頁岩油、頁岩氣產量將分別達 13.2 百萬桶/每天、1.3 兆立方米，分別占全球原油、天然氣供給增量的 7 成 5、5 成。美國亦將於 2035 年成為能源自給自足的國家，並將於 2015 年超越俄羅斯，成為全球最大的天然氣產出國；2020 年前可望超越沙烏地阿拉伯，成為全球最大的原油生產國。⁶

⁴ 美國引用水壓致裂 (hydraulic fracturing) 及水平鑽井 (horizontal drilling) 兩工法於頁岩氣 (shale gas) 開採，使得頁岩油、頁岩氣產出大幅攀升。

⁵ IEA, World Energy Outlook 2012, November 2012。

⁶ 原油生產產品包括：石油、天然氣、煉油廠提煉衍生產品。

此外，美國能源資訊總署（EIA）資料（詳表5），亦對美國頁岩油、氣的供應前景提出預測：

1. 頁岩氣：2020年、2040年供應量分別達11.1兆立方英尺、16.7兆立方英尺，占天然氣供給量比率將由2011年約3成，增至2020年4成以上、2040年的5成。
2. 頁岩油：2020年、2040年將分別達2.81百萬桶/每天、2.02百萬桶/每天，占原油供給量比率將由2011年約2成，增至2020年近4成、2040年約3成。

表5 美國原油及天然氣供給之變化

	天然氣(兆立方英尺)			原油(百萬桶/每天)		
	2011	2020	2040	2011	2020	2040
總產量	23.00	26.61	33.14	5.67	7.47	6.13
陸上	20.54	24.27	29.12	3.67	5.29	3.97
頁岩氣、油	7.85	11.05	16.70	1.22	2.81	2.02
	(-,34%)	(3.20,42%)	(8.85,50%)	(-,22%)	(1.59,38%)	(0.80,33%)
海上	2.11	2.07	2.85	1.43	1.69	1.75
阿拉斯加州	0.35	0.28	1.18	0,57	0.49	0.41
價格	3.98	4.13	7.83	96.55	103.49	160.38

註：1. (當年較2011增量,當年產量/當年總產量)。

2. 原油價格單位：全美48州(不含阿拉斯加及夏威夷)平均原油井口價格(2011年美元/每桶)；天然氣價格單位：路易斯安娜州Henry Hub現貨價格(2011年美元/每百萬英熱單位)。

資料來源：EIA, *Annual Energy Outlook 2013Early*, December 2012。



(二) 生產頁岩油、氣可帶動美國經濟成長

依環球透視機構 (Global Insight) 報告 (詳表 6) ，隨著美國加速生產頁岩油、氣，增加資本支出，將創造就業機會及增加政府稅收，有助於美國經濟成長。

1. 增加投資：頁岩油、氣之資本支出，將從 2012 年的 873 億美元，增至 2020 年的 1,725 億美元，累計 2012 至 2035 年資本支出將逾 5.1 兆美元。
2. 刺激生產：生產頁岩油、氣所創造的附加價值，將從 2012 年的 2,370 億美元，增至 2020 年的 4,160 億美元、2035 年的 4,740 億美元，2012-2015 年、2015-2020 年及 2020-2035 年美國 GDP 平均每年增加 1.8%、2.1% 及 1.9%。
3. 帶動就業：考量直接、間接及誘發等效果，⁷ 就業機會將由 2012 年的 170 萬個，增至 2020 年的 300 萬個 (增幅近七成) 、2035 年的 350 萬個。其中，直接效果占總創造就業效果皆約 2 成。
4. 創造稅收：生產頁岩油、氣所創造的政府稅收，將從 2012 年的 620 億美元，增至 2020 年的 1,110 億美元 (增幅近 8 成) ，2035 年續增至 1,240 億美元，有助改善財政赤字。

⁷ 直接效果：生產頁岩油、頁岩氣核心產業之創造就業效果；間接效果：上中下游相關產業之創造就業效果；誘發效果：直接、間接所創造就業人口之所得支出透過整體經濟活動所創造就業效果。

表 6 美國頁岩油、頁岩氣生產活動對總體經濟之影響

	2012	2020	2035	2012-2035 ³
資本支出 ¹ (億美元)	873	1,725	3,531	51,485
頁岩油	407	723	1,404	21,723
頁岩氣(含致密氣, tight gas)	466	1,002	2,127	29,762
創造就業人數(千人)	1,749	2,985	3,499	-
頁岩油	846	1,346	1,390	-
頁岩氣(含致密氣, tight gas)	903	1,639	2,109	-
創造附加價值(2012年10億美元)	237	416	474	-
頁岩油	116	191	187	-
頁岩氣(含致密氣, tight gas)	121	225	287	-
政府稅收收入 ² (2012年10億美元)	62	111	124	2,517
頁岩油	31	53	51	1,157
頁岩氣(含致密氣, tight gas)	31	58	73	1,360

註：1. 包括鑽井、完井、收集系統等上游工程設備之資本支出。

2. 包括聯邦稅、州、地方及聯邦特許權使用費等政府收入。

3. 包括2012年至2035年各年的加總。

資料來源：Global Insight, *America's New Energy Future: The Unconventional Oil and Gas Revolution and the US Economy*, October 2012。

5. 由於就業增加將提高個人薪資，而頁岩油氣投入市場造成能源價格降低，則減少美國家庭的電費及開車燃料費支出，間接增加家計單位可支配所得，有助促進美國民間消費。⁸

(三) 美國石化業、鋼鐵業再現發展契機

受惠美國頁岩氣的開採技術革命，帶動天然氣增產，大幅壓

⁸ 據報導，近年美國家庭電費支出下降約10%，而家庭可支配所得全年則增加約1,000美元。



低美國的天然氣成本，促使美國天然氣價格自 2005 年的 7-8 美元/每百萬英熱單位，跌至近年約 4 美元/每百萬英熱單位，較歐洲的 12 美元及日本的 17 美元為低，有效提升美國石化業、鋼鐵業等高能源密集度產業的競爭力，振興製造業景氣。

1. 石化業：根據工研院 IEK 資料，⁹ 預計 2016-2017 年間，美國殼牌（Shell）、陶氏化學（Dow Chemical）等 7 家公司計劃擴充 850 萬噸乙烯產能投資，以及中下游聚乙烯、聚丙烯相關投資，總計美國石化業新增投資額將逾 300 億美元。
2. 鋼鐵業：除受惠於開採頁岩油、氣衍生的機器設備投資增加外，能源價格降低，亦有利於提升屬高耗能鋼鐵業的競爭力。彭博社指出，¹⁰ 美國鋼鐵商 Nucor、奧地利鋼鐵商 Voestalpine 已宣布將分別於美國啟動 7.5 億美元及 6.61 億美元的投資計畫。

肆、頁岩油氣對台灣之可能影響

一、對我國能源供應之影響

我國由於天然資源短缺，能源自給量明顯較低；依據經濟部能源局針對國內能源供給與消費資料的統計，我國 98% 的能源需仰賴進口。

觀察世界主要國家之能源配比（詳表 7），我國天然氣使用之比例約 8.6%，明顯低於韓國（11.5%）、日本（15.9%）等其他亞洲鄰近國家。

⁹ 工研院 IEK 新聞稿，2012 年 10 月 15 日。

¹⁰ 工商時報報導，2013 年 1 月 2 日。

表 7 世界主要國家之能源配比

單位：%

國家	總能量供應 (百萬噸油當量)	煤	石油	天然氣	化石能源比
德國	386.9	21.4	38.0	22.4	81.8
日本	523.0	21.8	46.4	15.9	84.2
韓國	283.4	22.1	51.3	11.5	84.9
美國	2514.9	24.0	39.5	22.7	86.2
台灣	127.1	32.7	49.9	8.6	91.2

資料來源：全球頁岩氣發展對我國能源供應之影響，工業技術研究院，2012年2月。

我國主要發電方式包括：核能、火力、水力及再生能源等方式，在火力發電方面包含：燃煤、燃油、天然氣及汽電共生等方式。就天然氣的發電成本而言，發電成本每度 3.18 元，介於煤與石油之間，占發電量近 3 成，CO₂ 排放亦是化石燃料中最低（詳表 8）。因此，若未來頁岩氣的開採成本更趨近於煤碳，從潔淨能源與減碳效應角度而言，調高天然氣於能源結構中之比例確屬可行，亦符合國際趨勢。我國應及早因應並探討相關議題，包括：掌握前瞻開發技術、能源安全新布局、增設天然氣儲存設備，以及尋找進口國家等範疇。

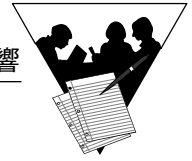


表 8 我國主要發電方式之內部成本

發電方式		發電量比例 (%)	發電成本 (元/度電)	CO ₂ 排放 (g/度電)
核能發電 (均化成本)		19.3	0.66	22
火力發電	燃煤發電	40.4	29.6 10.8(民間)	1.59
	燃油發電	3.8	4.75	742
	天然氣發電	28.0	20.1 7.9(民間)	3.18
	汽電共生	4.6(民間)	2.31	
水力發電	抽續水力發電	1.5	1.87	11
	慣常水力發電	2.2	1.32	11
再生能源		0.3	3.35	50 以下

資料來源：同表 7。

二、對我國相關產業之影響

(一) 石化業

美國頁岩氣的大量生產不僅影響能源產業中天然氣的市場價格，連帶也造成石化產業中乙烯生產成本的變化，隨之而來的是造成乙烯價格下降，將導致使用石油腦 (Naphtha) 做為原料進行生產的裂煉廠，因生產成本較高而毫無利潤可言。我國石化廠幾乎均採用石油腦做為進料，未來數年內，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，是我國石化廠商未來須面對的嚴肅課題。

(二) 航空與海運業

鑒於頁岩氣擁有較低廉的成本以及較低的二氧化碳排放等特性，長期來看，若頁岩氣開採技術持續進步與突破，將直接影響全球原油的消費量，甚至原油消費量逐年下滑，致石油價格將會受到壓抑。隨著油價將受到抑制，航空業與海運業的成本壓力將大減，例如：航空燃油的成本占航空業者的營業成本約4至5成，國際油價的變化扮演影響航空業者獲利的重要因素。因此，我國航空與海運業亦將為油價下跌時的主要受惠產業。

(三) 綠色能源產業

過去十年以來，全球主要國家紛紛投入綠色能源如生質能、太陽能、風力能、水力能等的開發，期待能找到傳統能源以外的再生能源。惟前述替代能源仍有成本昂貴、地理環境等限制因素，致尚未能廣泛運用。若未來頁岩氣的應用技術成熟，在具有成本優勢下，可能減緩積極投入綠色能源開發的急迫性，因此，我國太陽能等相關業者也將受到此一變化的影響。

伍、結語與建議

綜觀全球富藏頁岩油氣的國家，多半非位於中東地區，前幾大蘊藏國分別為：俄羅斯、美國、中國大陸、阿根廷及阿爾及利亞等國，此一分布區域顯示，未來中東地區因為能源因素所引發的緊張態勢可能因此有所趨緩。惟目前頁岩油氣的開採技術仍由美國掌握，其他國家的開採技術僅處於起步階段，例如：蘊藏量最大的中國大陸，仍存有礦區地形及開採技術上的瓶頸，因此，在短期內，其他國家的頁岩油氣的產量仍無法與美國相比。



鑒於頁岩油、頁岩氣產業仍處在初升階段，未來可能的發展潛力與變化仍多，產業連動效應牽連甚廣，相關產業發展的機會與風險值得密切關注、與長期追蹤，惟細部個別產業之影響分析，有賴後續更深入的研究基礎，方可進行研析、判斷，爰本研究謹先就整體方向提出有關建議如下：

一、重視布局美國能源進口以確保我國能源供應安全

若未來的頁岩油氣的關鍵開採技術仍由美國人掌握，則各能源進口國勢將增加對美國的布局力道，並透過投資上游的能源公司、購買開採權或開採技術，兼顧戰略布局及分散能源供應來源。鑒於未來若頁岩油氣供給量增加，可能造成原油及天然氣價格降低，相關部門應及早妥適規劃增加應用頁岩油氣的使用量，並擴建輸儲設施，確保我國能源供應安全。

二、積極參與頁岩氣生產鏈

鑒於我國石化業是以石油腦為原料，相較以頁岩氣為原料之成本會高5成，政府應積極構思如何參與頁岩氣的開採、儲運、裂解的生產鏈中，建構我國相關業者競爭力。同時，國內主要應用廠商也可評估前往美國投資設廠的可能性，藉透過當地的低能源成本、低能源風險以及產業群落效應，形成競爭優勢。

三、推升石化業朝高值化發展

由於頁岩氣開可做為石化業之上游原料，在頁岩氣價格較低的情況下，預期台灣石化業中下游的大宗石化產品，將會面臨以受到頁岩氣為進料所生產產品強大的價格競爭壓力，因此我國宜朝產品高值化研發，提升我國石化業之競爭優勢。

四、評估提高國內天然氣發電比例之可能性

美國頁岩氣進入穩定的開採階段之後，一旦大量進入國際能源市場，將可能壓低國際天然氣價格，甚至造成天然氣價格持續下降，從潔淨能源與減碳效應角度而言，調高天然氣在能源結構的比例可能將成國際趨勢。考量安全、環保與經濟等因素，政府相關部門應及早評估提高國內天然氣發電配比之可能性。



參考文獻

一、中文部分

1. 「一顆石頭改變全世界」(2013)，商業週刊 1333 期，2013 年 6 月。
2. 工商時報社論(2012)，「美國頁岩氣與頁岩油增產的政經意涵」，2012 年 11 月 29 日。
3. 工商時報(2013)，「頁岩氣革命重振美鋼鐵業」，2013 年 1 月 2 日。
4. 呂嘉容(2012)，「頁岩氣之崛起與未來趨勢」，經濟部能源局能源報導，2012 年 9 月。
5. 曾繁銘(2012)，「Shale gas 帶動美國石化產業成長契機」，工研院產經中心，2012 年 7 月 8 日。
6. 劉致中(2012)，「全球石化與能源產業的新契機—頁岩氣」，工研院產經中心，2012 年 7 月 13 日。
7. 范振誠(2012)，「台灣石化產業面臨亞洲國家三面夾擊—加速石化高值化腳步」，工研院產經中心，2012 年 10 月 11 日。
8. 劉致中(2013)，「頁岩氣發展現況與其帶動的產業調整方向」，工研院產經中心，2013 年 4 月。
9. 李勝彥(2013)，「頁岩革命與美元再起」，亞洲金融季報，2013 年 5 月。
10. 李綱信(2013)，「頁岩油氣開採對全球經濟影響深遠」，行政院經濟建設委員會，2013 年 7 月 16 日新聞稿。
11. 郎若帆(2013)，「改變世界能源供應版圖頁岩氣革命」，台灣經濟研究月刊，2013 年 7 月。
12. 陳大科、蕭國鑫、黃啟峰、邱錦松(2012)，「全球頁岩氣發展對我國能源供應之影響」，工業技術研究院(綠能與環境研究所)，2012 年 2 月。
13. 洪德芳(2013)，「頁岩氣撼動全球能源版圖」，工商時報，2013 年 6 月 11 日。
14. 「頁岩氣大解讀」(2013)，今週刊 840 期，2013 年 1 月。
15. 黃心華(2013)，「頁岩氣的開採對於我國能源佈局策略的影響」，國家政策研究基金會，2013 年 2 月 19 日。
16. IEK VIEW(2012)，「美開發頁岩氣撼動全球能源供應鏈」，2012 年 10 月 15 日。

二、英文部分

1. EIA, World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States, April 2011。
2. EIA, Annual Energy Outlook 2012, June 2012。
3. EIA, Annual Energy Outlook 2013 Early, December 2012。
4. EIA, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas : An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States, June 2013。
5. Global Insight, America's New Energy Future: The Unconventional Oil and Gas Revolution and the US Economy, October 2012。
6. IEA, World Energy Outlook 2012, November 2012。
7. PWC, Shale oil: the next energy revolution, February 2013。