

出國報告(出國類別：其他)

參加第 **33** 屆國際煤炭運輸暨貿易會議
(33rd Coaltrans)

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：徐振湖/燃料處處長

派赴國家：德國

出國期間：102 年 10 月 19 日至 102 年 10 月 25 日

報告日期：102 年 12 月 24 日

目 錄

壹、出國緣起與任務：

貳、出國行程：

參、工作內容

一、參加第 33 屆國際煤炭運輸暨貿易會議

二、參訪德國 Welzow-Süd 煤礦

肆、結論與建議：

壹、出國緣起與任務：

第 33 屆國際煤炭運輸暨貿易會議(33rd Coaltrans)於 102 年 10 月 21 日至 10 月 22 日期間在德國柏林(Berlin)召開，會中針對全球煤炭供需情勢作深入之探討分析，世界主要煤炭供應廠商、貿易商、運輸業者以及各國主要煤炭用戶，均派員出席會議。本次會議主要議題如下：1.煤炭產業在未來國際能源市場的發展；2.過去 10 年世界煤炭價格波動因素分析與未來價格展望；3.印度煤炭需求遽增對市場的影響；4.澳洲煤、美國煤與南非煤在全球煤炭市場的機會與展望。5.煤炭與天然氣在能源市場的競合剖析。

本公司發電用所需燃煤年需求量約為 2,700 萬公噸，全數仰賴進口，且預估未來 10 年內將成長至約 4,000 萬公噸，數量非常龐大，如何制訂適當的採購策略以採購適質適量燃煤供電廠燃用，並抑低燃煤採購成本對本公司至為重要，本次會議針對燃煤供需現況與展望作整體介紹並對造成燃煤價格波動因素進行研析，所獲資訊對本公司燃煤採購及營運策略之研擬，極具參考價值。

貳、出國行程：

日期	工作地點	工作內容
102/10/19~102/10/20	台北➡德國柏林	往程
102/10/21~102/10/22	德國柏林	參加第 33 屆國際煤炭運輸暨貿易會議
102/10/23	德國柏林	參訪德國 Welzow-Süd 煤礦
102/10/24~102/10/25	德國柏林➡台北	返程

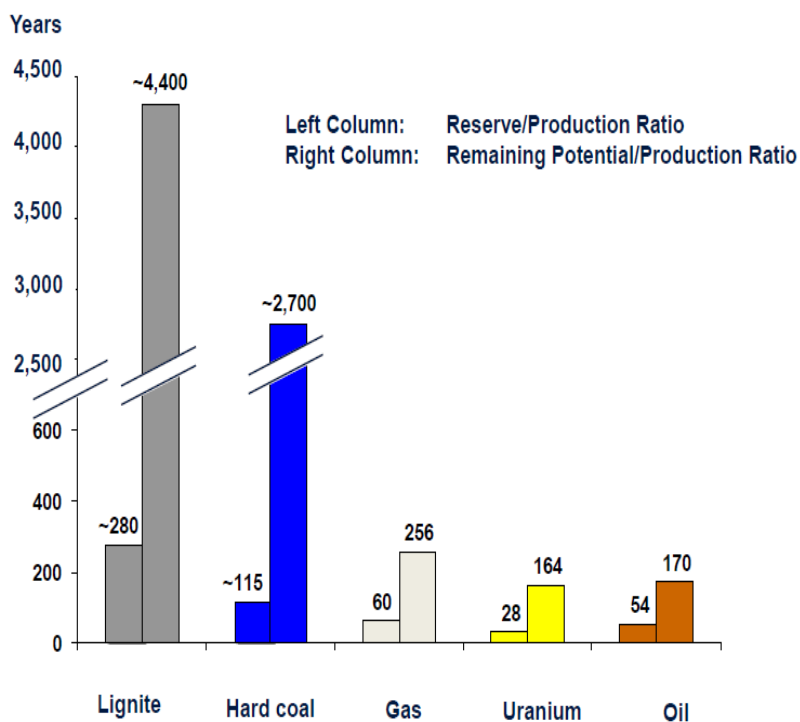
參、工作內容：

一、第 33 屆國際煤炭運輸暨貿易會議重要議題摘要

(一)全球煤炭能源局勢分析：

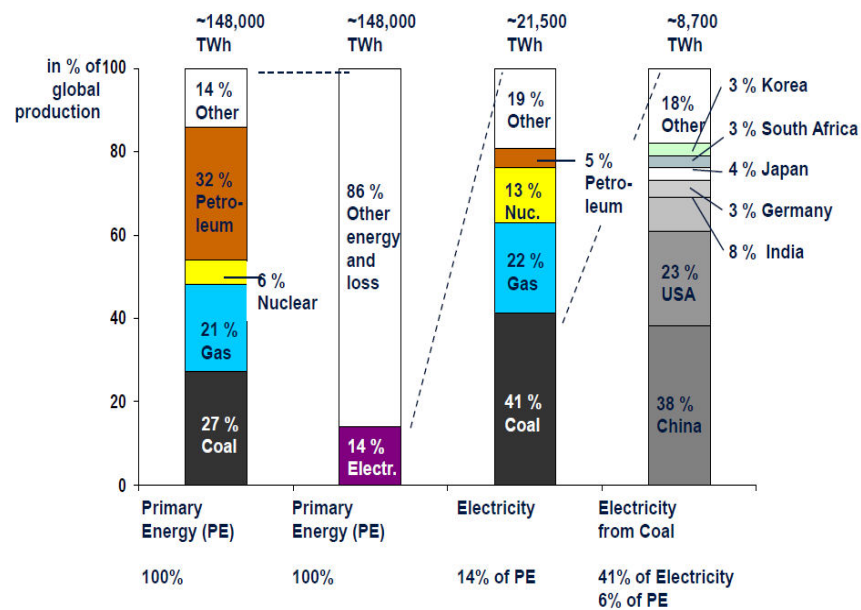
1.煤炭生產的穩定性：

在各項非再生性的能源中，燃煤蘊藏量的生產年限最長，在下圖中，左側的直線代表的是以儲量(Reserve)與目前全球生產量(Production)計算出的開採年限，右側的直線則是代表以潛在蘊藏量(即儲量+資源量(Resources))與目前全球生產量(Production)計算出的開採年限，在燃煤部分，不論是煙煤或褐煤，都還有可供開採 100 年以上的儲量，較其他能源都來得高，若以潛在蘊藏量來看，甚至可開採年限可以達到千年以上。



2. 燃煤在世界能源組成及發電能源之重要性：

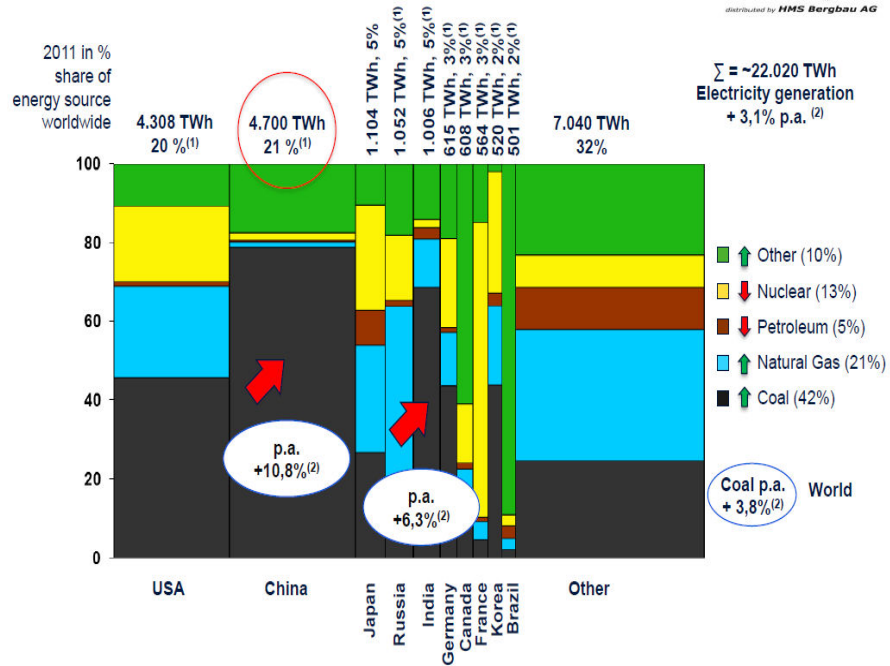
根據國際能源總署(IEA)的統計資料，在 2010 年時煤炭在世界初級能源使用上的占比為 27%，與其他能源相較，僅低於石油的 32%，但較天然氣(21%)及核能(6%)為高。若將焦點集中在電力產業上，由下圖可得知，電力產業消費初級能源的比例為 14%，而電力產業使用的能源有 41%來自燃煤，遠較其他的能源為高，而全球燃煤在電力產業的使用上，以中國大陸占比最大，達 38%，其次分別為美國及印度，分別占了 23%及 8%，僅中國大陸與美國在電力產業上已使用了全球燃煤生產數量的 6 成，相當可觀。



3. 各國發電構成：

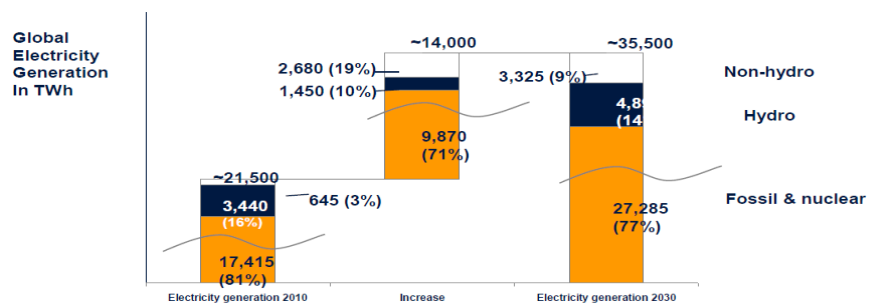
在 2011 年，全球發電量約為 22.02 兆度，發電量的年成長率為 3.1%，以國別來看，中國與美國的發電量居於領先地位，分別為 21%及 20%。在總發電量中，燃煤、天然氣及其他如水力或再生能源的比重均有所成

長，但仍以燃煤最為重要，占比為 42%，而全球燃煤發電量的年成長率為 3.8%中國與印度的燃煤發電量成長速度則領先其他國家，年成長率分別為 10.8%及 6.3%。



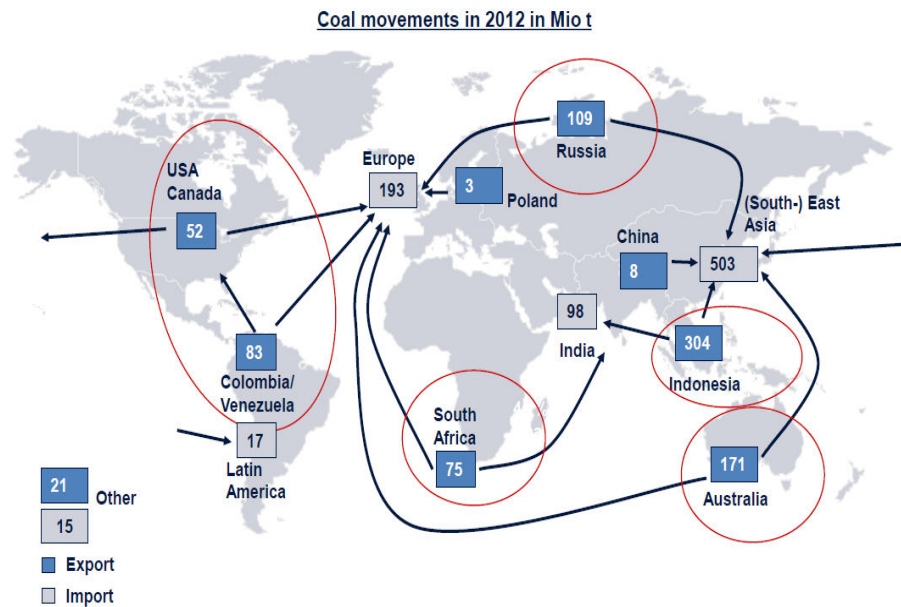
4. 電力產業使用能源的變化(2010~2030)：

在 2010 年時，全球的發電量為 21.5 兆度，其中 81% 來自於化石燃料及核燃料，16%來自於水力，而再生能源僅 3%，預估在到 2030 年為止的 20 年期間，發電量將再成長 14 兆度，主要的成長仍是來自於化石燃料及核燃料，占比為 71%，其次則為再生能源的 19%，水力則為 10%，2030 年時，全球發電量為 35.5 兆度，將有 77%來自化石燃料及核燃料，其餘則為水力(14%)與再生能源(9%)。



5. 世界燃煤貿易概況：

在 2012 年，全球燃煤的貿易量為 8.26 億公噸，亞太地區為燃煤需求的最多的區域，特別是在東亞區域的需求量就高達 5.03 億公噸，其次則為歐洲地區的 1.93 億公噸，而印度也有 0.98 億公噸，由於亞太地區龐大的需求，使得亞太地區除了依靠傳統的煤源國如印尼及澳洲供應之外，包括俄羅斯、南非、美國、加拿大與哥倫比亞均有燃煤流入亞太市場。

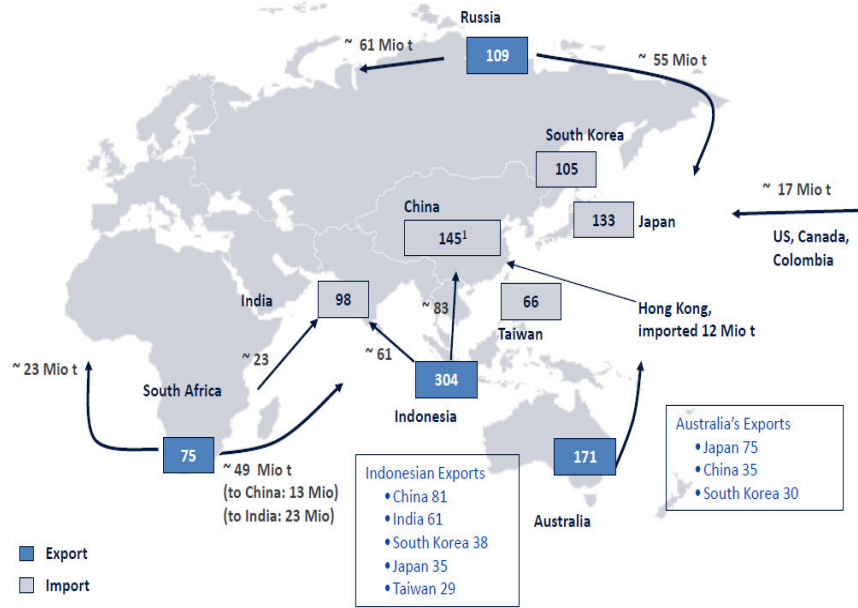


6. 亞太地區燃煤貿易概況：

若以供給面來看，在亞太地區中，印尼是最重要的燃煤供應國，各國進口印尼煤的比例至少都在 3 成以上，至於澳洲煤則僅次於印尼煤，惟日本仍是澳洲煤最大的需求國，澳洲煤進口比例占該國的 6 成。值得注意的是南非煤的出口重心已由歐洲轉移至亞太地區特別是印度，而俄羅斯煤出口至亞太地區的比重也有顯著增加，已與出口至歐洲比例大致相等。

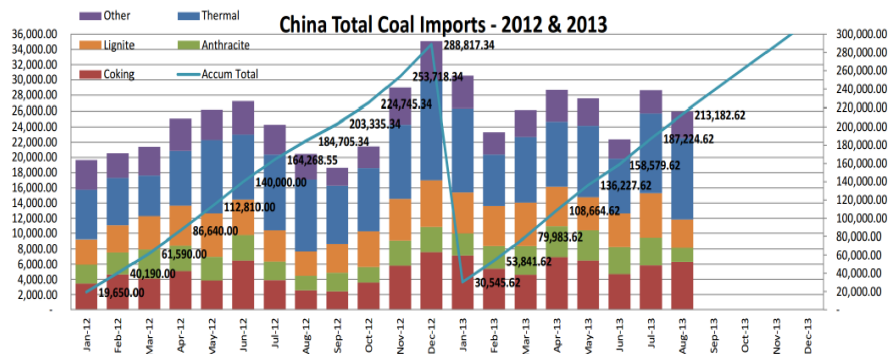
Pacific Market: coal movements in 2012 in Mio t

distributed by HMS Bergbau AG



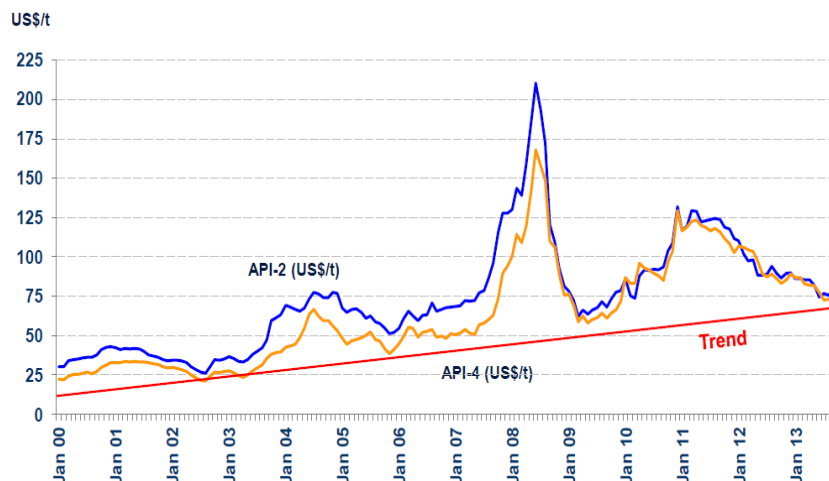
7. 中國大陸煤炭進口概況：

下圖顯示了近2年中國煤炭進口的情形，柱狀圖顯示的是各類煤炭進口的數量(包括冶金煤及燃煤)，折線圖則顯示了進口的總量，因此，我們可以得知中國大陸煤炭的進口量仍呈現穩定成長的趨勢，以今(2013)年累積至8月的進口總量約為2.13億公噸，較去(2012)年同期的約1.65億公噸來說，成長了約5,000萬公噸，若以組成來看，燃煤在進口煤中一直占有最大的比例。根據彭博社(Bloomberg)的分析，在2010~2015年，中國大陸燃煤發電的裝置容量將由655GW成長為955GW，至2020年則將達到1,167GW，儘管10年間的成長率有78%，但從中國各類裝置容量增加的情形來看，燃煤機組所占比例為58%，與目前整體裝置容量中70%為燃煤機組來看，已有顯著減少。



8.2000 年迄今歐洲的燃煤價格趨勢(API2 & API4) :

以下圖 API2(歐洲燃煤的到岸價格指數)& API4(南非燃煤的離岸價格指數)的價格走勢圖來看，燃煤價格在 2003 年開始出現波動幅度擴大的趨勢，在 2008 年時更經歷了價格上漲至歷史性高點後又因全球金融風暴而驟跌的狀況，之後隨著經濟回復而緩步走高，但在 2011 年由於歐洲債信危機的影響走跌迄今，但是若將價格趨勢線畫出後，很容易可以發現從 2000 年以來，價格趨勢一直呈現上揚的，也因此講者認為未來價格仍將循著此一趨勢，故煤價在明(2014)年出現反轉的機率較高。



(二)煤炭在歐洲能源供應的角色

1. 歐洲發電量有 27%來自燃煤發電。對於其他產業亦扮演相當重要的角色，鋼鐵業、汽電共生、中小企業如食品加工及住宅用暖氣等。
2. 2012 年歐洲各國煤炭供應部分，主要仰賴褐煤、硬煤的生產以及進口。

歐洲 2012 年褐煤產量約 4.3 億公噸(但所供應的能源量次於進口煤)，硬煤產量約 1.3 億公噸，煤炭進口量約 2.1 億公噸。

歐洲為全世界最大的褐煤消費地區，去(2012)年的消耗量約 4.3 億公噸，其中用量最高為德國，波蘭其次，再來則是希臘。

3. 整體來說，歐洲各國燃煤發電量的占比平均為 27%，高於平均值國家中，占比最高者為波蘭，將近 90%，再來依序是捷克、保加利亞、希臘、德國。

至於在歐洲先進國家中，德國燃煤發電占比最高，在 40% 以上，英國大約在平均值 27% 左右，法國最低，不到 5%。

另外值得注意的是，芬蘭以及愛爾蘭的燃煤發電燃料中包含泥煤。

4. 歐洲主要產煤國及進口國：

(1) 褐煤：產量排名為德國、土耳其、波蘭、希臘及捷克。

(2) 硬煤：主要為波蘭、烏克蘭。

(3) 主要進口國：依序為英國、德國、土耳其、義大利、

西班牙及法國。

5. 由於煤炭資源豐富、開採容易、來源多元等優勢，未來歐盟地區仍將持續依賴煤炭能源。目前最重要的工作是如何將煤炭使用變得更現代化、更具效率以及更環保，歐盟計劃在 2030 年時能將燃煤機組效率提升到 50% 以上，如此將可減少二氧化碳 40% 的排放量。

6. 發展下一世代的高效率、彈性的燃煤發電技術：

為了提供更高的鍋爐及發電效率，對機組/鍋爐材料進行研究。而除了提高鍋爐效率外，燃煤發電必須成為作為再生能源電廠如風力及太陽能等電廠的備載/援電廠，在歐盟提升再生能源發電的目標下，再生能源如風力或太陽能電廠成為首先調度的電力供應來源下，燃煤電廠此時必須扮演輔助、備援的角色，燃煤電廠必須及時升降載來因應再生能源發電不穩定的缺點，維持電力供應的穩定度。

未來要避免二氧化碳的排放不再增加，CCS(碳補捉封存技術)是必須要採取而且是可行的措施。CCS 的技術在過去十年來在石油或天然氣的產業已經有所突破，預估二氧化碳的儲存成本也將下降，加上除硫技術突破，將使相關的成本降低。歐盟正透過政府與煤炭業界協力合作，以取得社會認同以及 CCS 專案計畫的融資障礙，預期 CCS 未來將發展的更為順利。

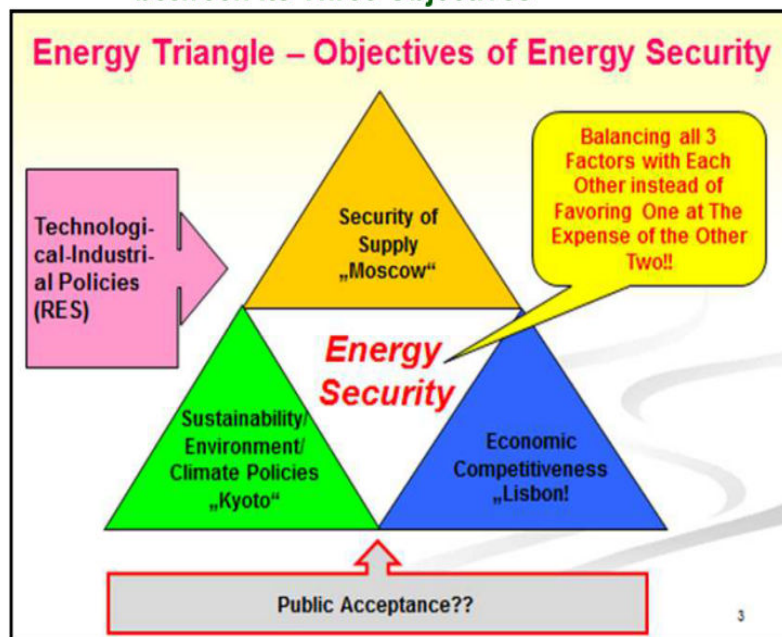
(三)頁岩氣革命適合在歐洲發生嗎？

1.歐洲能源安全是要下列三者目標皆達到平衡，缺一不可：

- (1) 能源供給無虞；
- (2) 強調自然環境之永續性；
- (3) 能源價格要具競爭性。

Maintaining the Balance within the Energy Triangle and between its Three Objectives

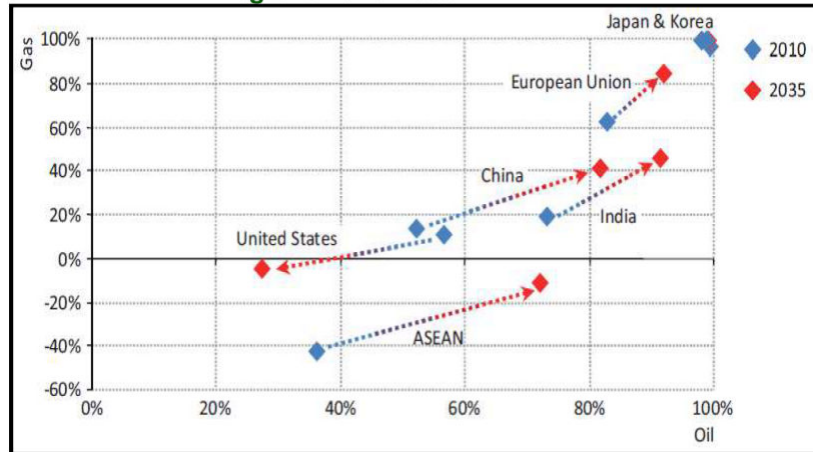
Contere
www.coaltr



各地區對於油及天然氣進口依存度不同，美國因頁岩(油)氣發展，2035年天然氣能夠自給自足(天然氣進口依存度接近0)，油的進口依存度也大幅下降(從60%下降至30%左右)，對於其能源供給安全有相當大的提升。其餘國家油及天然氣進口依存度都增加，顯示供應安全問題惡化日趨嚴重(以歐洲為例，2035年天然氣進口依存度接近86%，石油進口依存度為95%)。如何增加能源自主性為各國考量是否發展頁岩氣開採的主要動力之一。

IEA: Net-Oil- and Gas Dependency of Different Countries and Regions 2010-2035

Conference
www.coaltrans.co



目前 IEA 有針對歐洲是否發展非傳統天然氣開採等兩種情境假設，其結論如下：(Golden Rule Case VS Low Unconventional Case)

IEA: Natural Gas Indicators in the EU by Case

Conference
www.coaltrans.co

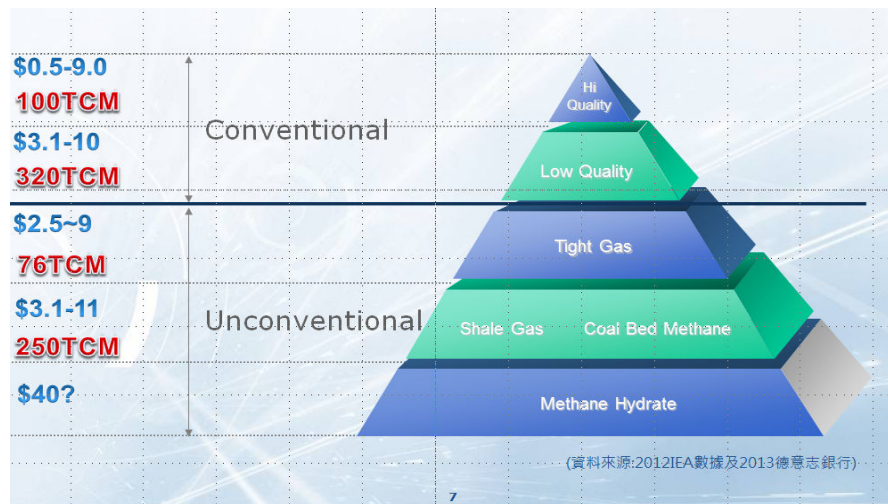
	2010	Golden Rules Case		Low Unconventional Case		Delta* 2035
		2020	2035	2020	2035	
Production (bcm)	201	160	165	139	84	81
Unconventional	1	11	77	0	0	77
Share of unconventional	1%	7%	47%	0%	0%	47%
Cumulative investment in upstream gas, 2012-2035**		434		235		199
Unconventional		181		-		181
Net imports (bcm)	346	432	480	423	510	-30
Imports as a share of demand	63%	73%	74%	75%	86%	-11%
Share of gas in the energy mix	26%	28%	30%	26%	28%	2%
Total energy-related CO ₂ emissions (million tonnes)	3 633	3 413	2 889	3 414	2 873	16

* Difference between the Golden Rules Case and the Low Unconventional Case. ** Investment figures are in billions of year-2010 dollars. Source: IEA, 2012.

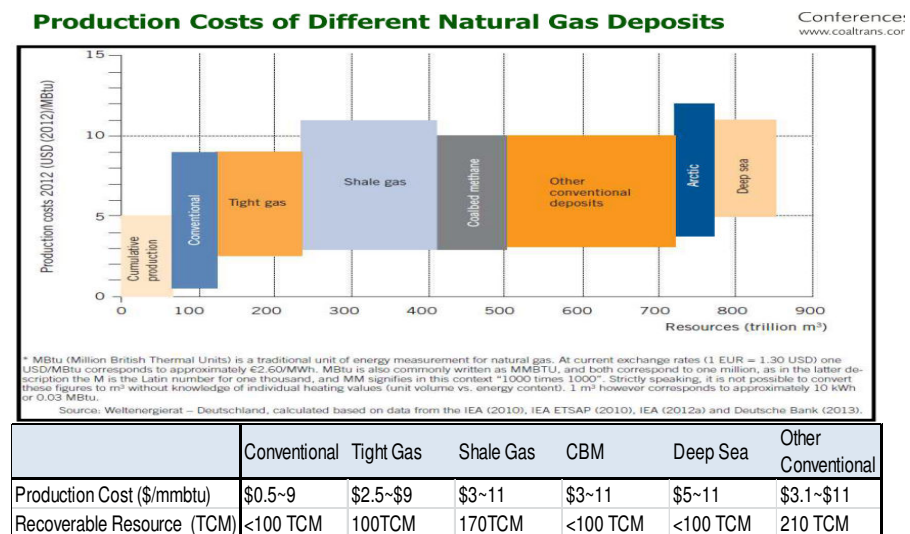
綜合以上可發現，歐洲若投資非傳統天然氣開採，至 2035 年其總投資成本將增加 1,990 億美元，天然氣產量每年多增加 81BCM(10 億立方公尺)，天然氣進口依存度將從 86%降至 74%，天然氣占總能源結構比例將從 28%提高至 30%，與能源有關之碳排放每年將增加 160 億公噸。

2. 天然氣分類：

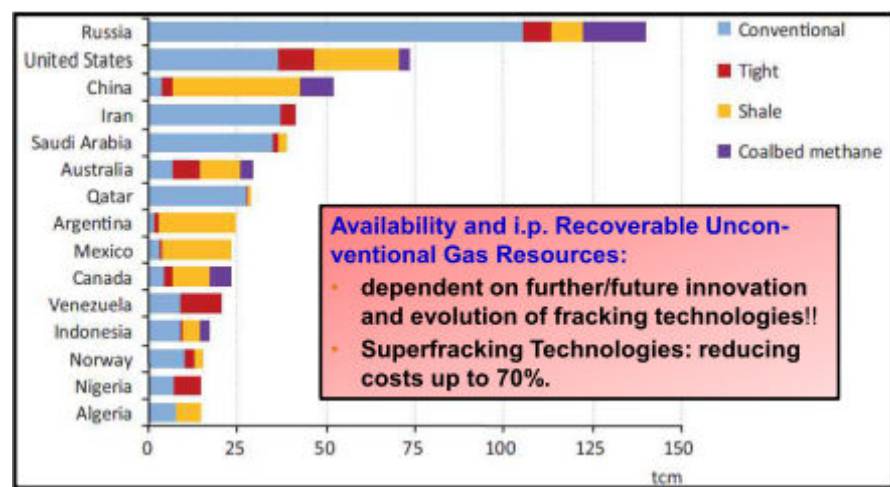
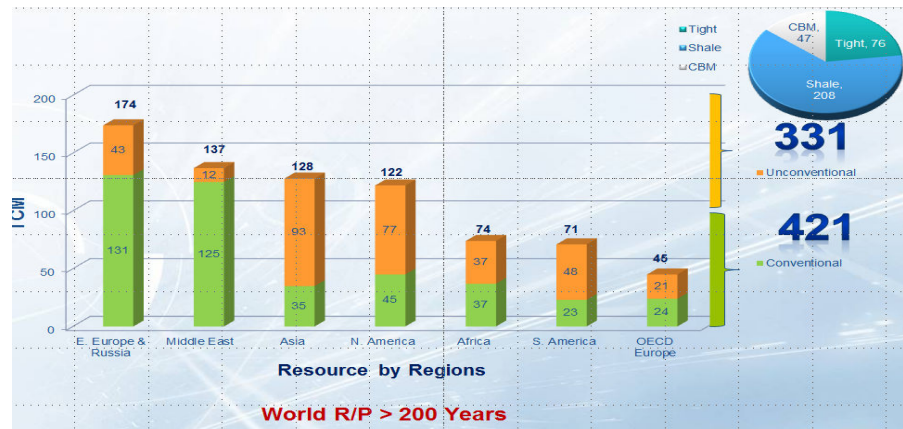
	傳統天然氣	非傳統天然氣
定義	天然氣蘊藏在滲透率高的多孔岩層中藉由地層本身的壓力，經由氣井將天然氣擠壓至地表所開採的天然氣(滲透率高的岩層中，天然氣具流動性，開採時僅需垂直鑽探後即可藉由地層壓力，將天然氣擠出)	天然氣蘊藏於滲透率低的岩層中，須使用特殊技術破壞岩層結構才能開採(天然氣在滲透率低的岩層中難以流動，水平鑽探可延伸在地層中，增加天然氣汲取範圍。水力壓裂法係將大量滲入化學物質的水以高壓泵入頁岩層中，將岩層壓開併產生裂縫，使岩層釋放出天然氣。)
開採成本	蘊藏量低，開採成本較低	蘊藏量高，但開採成本亦較高
種類	伴隨原油開採的伴生氣(associated gas)、無原油開採的之非伴生氣(non-associated gas)	緻密砂岩氣(Tight sand gas)、頁岩氣(Shale gas)、煤層氣(Coal Bed Methane)及可燃冰等(Methane Hydrate)四種



3. 各種天然氣開採成本及資源量之比較：



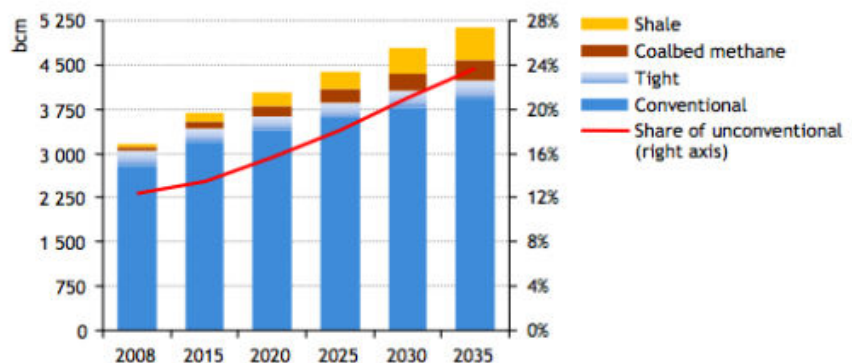
4.各國可開採之天然氣資源量排行：



Source: IEA 2012

2008 年全球天然氣年產量約為 3.3TCM(兆立方公尺)，IEA 預估 2035 年全球天然氣年產量約為 5.15TCM，其中非傳統天然氣產量將占總天然氣產量約 24%。

Figure 1.7 ▶ Natural gas production by type in the GAS Scenario

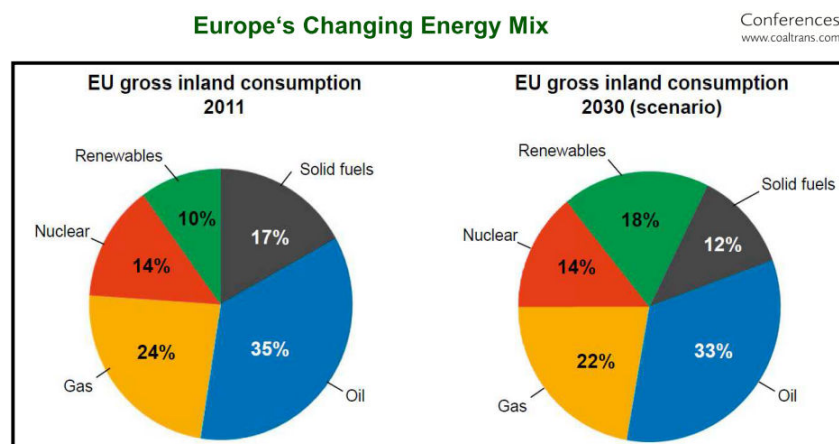


5.非傳統天然氣開採技術對環境影響之議題：

- (1) 污染地下水及飲用水的疑慮；
- (2) 裂解岩層之化學用劑可能對環境造成危險；
- (3) 大量水資源的使用可能使其它需用到水資源的活動受到排擠，如水利灌溉；
- (4) 無法分解或回收之廢水問題；
- (5) 造成頻繁之地震；
- (6) 開採過程中更多的碳及甲烷排放至大氣層中。

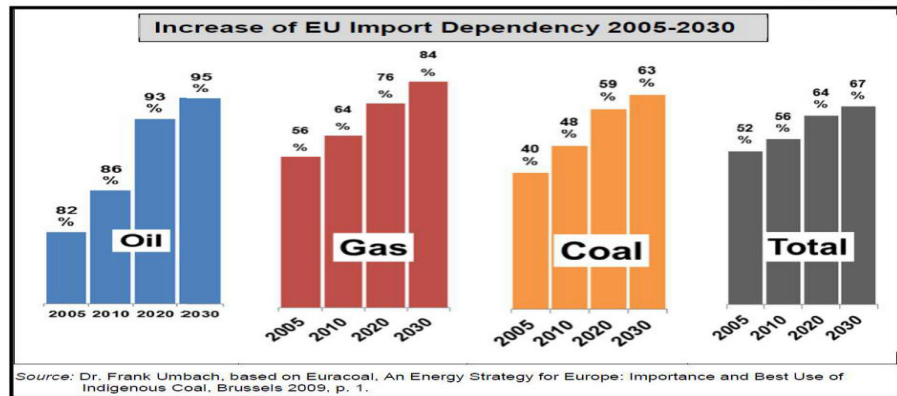
6.歐洲能源概況：

歐洲能源需求比例變更圖(預測 2030 年與 2011 比較)：



- (1) 再生能源將從 10%提高至 18%；
- (2) 核能比例中立：維持在 14%；
- (3) 固體燃料(17%->12%)、石油(35%->33%)、天然氣(24%->22%)比例均下降。

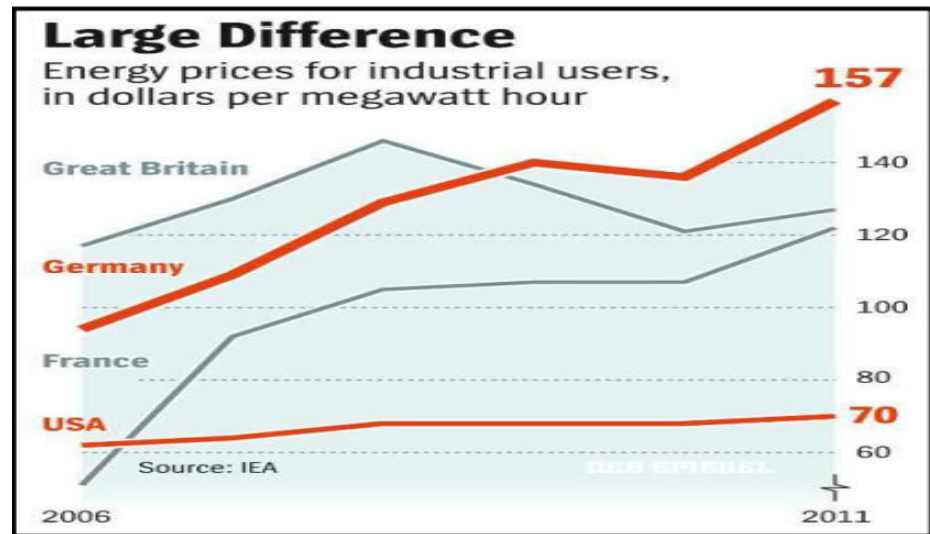
2030 年歐洲能源進口依存度：



- (1) 石油進口依存度：從目前約 83% 至 95%；
- (2) 天然氣進口依存度：從目前約 64% 至 84%；
- (3) 煤炭進口依存度：從目前約 48% 至 53%。

IEA 預測全球煤需求年衰退率為 2%，至 2035 年之前全球煤炭需求將會是 2010 年總需求的 60%。以 2012 年美國出口煤炭增加將近 23% 情況來說，的確是符合以上趨勢，然另一方面，在國際煤價越低，天然氣價格越高的情況下，歐洲及其他 OECD 國家長期減煤計畫遭受停擺，甚至出現反轉現象，例如 2012 年歐洲工業等大國煤炭需求反倒增加(英國增加 24%，法國增加 20%，德國也增加近 4%)。因此，以煤炭來取代天然氣在歐洲尚未定論是否為短期現象(IEA 甚至預測要至 2020 年歐洲才會回到 2010 年需求水準)，但以天然氣取代煤炭之趨勢在美國已經是顯而易見之國家能源策略。

2006~2011 年美國及歐洲國家每千度發電成本：(單位：美元/每千度電)

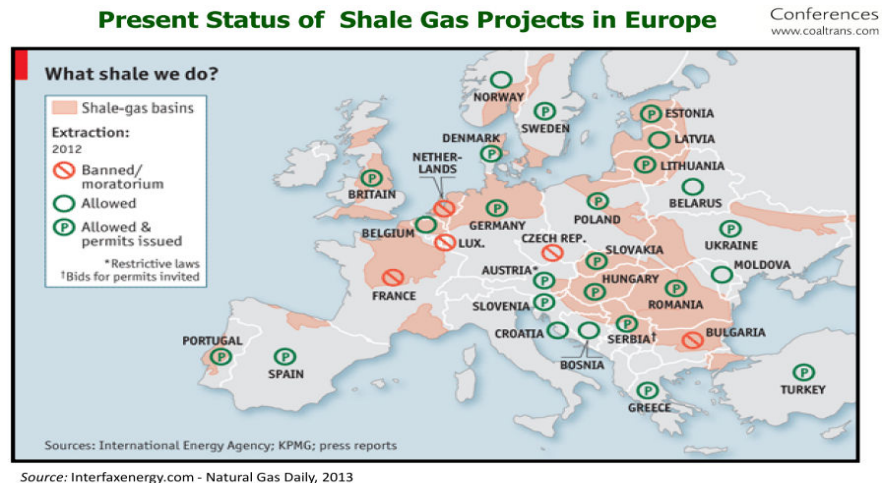


- (1) 2006~2011 年美國皆維持其較為水平之發電成本，但歐洲地區這幾年發電成本平均就成長了 38%，對於電力需求大的產業來說，在歐洲發展十分不具競爭力。
- (2) 2011 年美國天然氣價格因頁岩氣發展遠低於歐洲自俄羅斯輸入之管輸氣。
- (3) 綜上可知，歐洲各國的產業在天然氣成本及電力費用大增的情況下，將可能使歐洲面臨產業外移及大量失業人口之狀況。

7.非傳統天然氣在歐洲現行發展情形：

IEA 預測歐洲可開採之非傳統天然氣高達 35 TCM(緻密氣為 12 TCM，頁岩氣約為 15 TCM，煤層天然氣為 8 TCM)；頁岩氣開採計畫遍佈歐洲，但仍有許些國家法令仍禁止頁岩氣開採，如法國，荷蘭，盧森堡，捷克及保加利亞等。歐洲雖然到處有頁岩氣開採計畫，但相

對於美國，仍處在萌芽階段而已。



8.2020 年歐洲非傳統天然氣生產優勢與劣勢分析：

優勢：

- (1) 增加供應安全：減少從政經不穩定之國家進口、能源來源(Energy Mix)更多元化；
- (2) 能源價格更具競爭性：雖然生產成本比美國高，但整體而言將比從俄羅斯生產之長途管輸天然氣，或比深海或極區開採之天然氣便宜(或更具彈性)；另外根據歷史經驗，在經過開採新技術普及化後，其生產成本將隨學習、規模效果逐漸降低；
- (3) 降低燃料對氣候變遷造成的影響：二氧化碳排放將明顯比煤炭低；以總排放碳足跡比較，也較俄羅斯長途管輸天然氣少 30%。

劣勢：

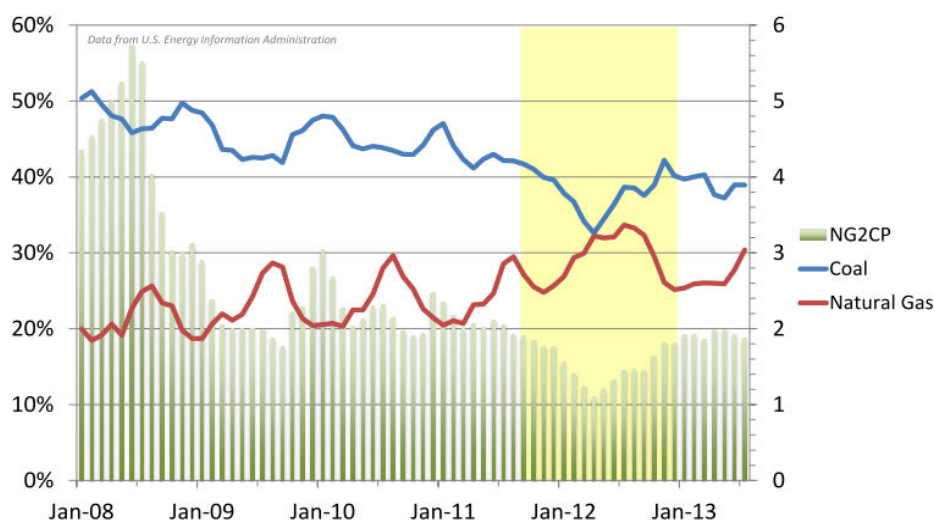
非傳統天然氣開採伴隨著對環境上的風險，但對於可察覺之風險因技術可操作性，可被詳細規範及避免，事實上風險仍比極區及深海天然氣開採低。

(四)天然氣在美國發展概況及未來可能性評估

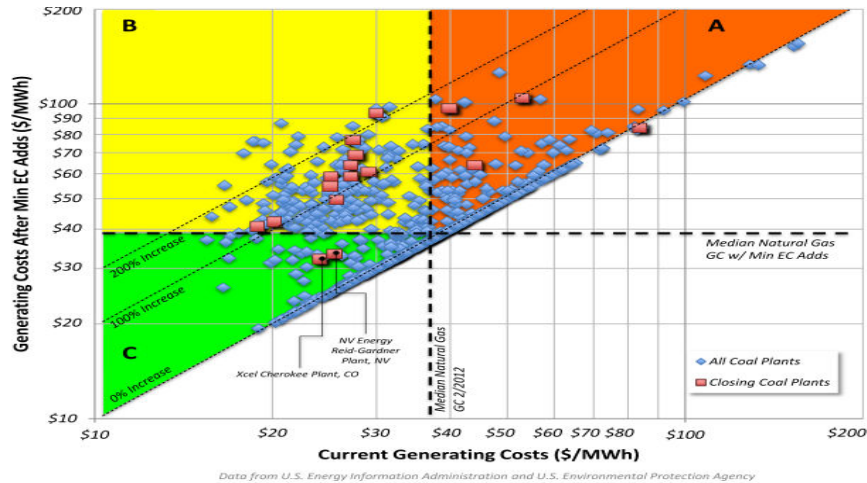
隨著近年天然氣的開採量上升，天然氣價已大幅下降，由於天然氣價的下降，部分原本由燃煤電廠所供應的基載電源，被燃氣電廠所取代，面對未來新能源的走向，人們應該思考更長遠的未來。能源未來會走向什麼方向呢？從1997年簽署的「京都議定書」到近期在哥本哈根舉行的會議，世界的潮流將使能源將走向對於環境更友善的一方，而天然氣是否正好符合人們的需求？

以美國為例，在2008年燃煤電廠所占的發電比率約為50%，燃氣電廠所占的發電比率約為20%，同時天然氣與燃煤單位熱值的價錢比例約為5~6倍，但到2012年時燃煤電廠所占的發電比率與燃氣電廠所占的發電比率已相當接近，且在2012年間天然氣與燃煤單位熱值的價錢比例下降至接近1:1，其主要原因是因為非傳統天然氣的大量開採，這使得原本昂貴的天然氣發電在美國變的較燃煤發電更加具商業競爭力。

Net Electricity Generation vs. Natural Gas Energy Price/Coal Energy Price
percent share, $NG2CP = (\$/MMBtu\ NG) / (\$/MMBtu\ Coal)$



從環境成本的角度來看，許多燃煤電廠在面對日益嚴格的環保標準下，為處理機組運轉所造成的外部成本，使其發電成本增加許多，相對天然氣發電在加入環境成本後，發電成本的增加量則較大部分燃煤電廠為低。



面對日益嚴格的環保排放標準，一再的暗示著我們燃煤電廠可能已經不符合新時代的要求。從 IGCC(煤炭氣化發電系統)成本的上升及具商業規模之 CCS 計畫數量的下降可知，這已不再只是一個產生多少外部成本的問題，而是一個關於未來世界的問題，而在這時代的我們是否是該選擇排放較少污染物的天然氣發電呢？

(五)澳洲煤炭產業在全球的競爭力(以昆士蘭州為例)

1.澳洲煤炭生產商面臨的困境與政府作為：

澳洲出口燃煤平均現金營運成本(FOB Cash Cost)從2006年每公噸小於40美元到2011年每公噸超過80美元，2012年則小幅降至每公噸77美元，僅低於目前市場價格約2~5美元，使許多生產商面臨虧損局面。

此外，澳洲礦商除了負擔生產相關成本外，尚須支付30%之公司所得稅、重置成本、碳稅、替換已折舊之資產，增加渠等之營運成本。澳洲煤實際稅率(Effective Tax Rate)很高，在世界排名前茅，僅次於印尼之50.6%，其中昆士蘭州實際稅率為50.0%，新南威爾斯州則為44.2%，南非之實際稅率為40.4%，中國大陸則僅為25.8%。由於煤價下跌，為維持既定盈餘，各生產商以增加產量、提升出口銷售量來達成目標。

澳洲新總理 Tony Abbott 於今(2013)年9月18日上任後，宣佈將逐步進行渠在競選期間所承諾要廢除之碳稅(Carbon Price)與礦物資源租賃稅(Mineral Resource Rent Tax)，減少申請開發計畫所面臨之繁文縟節(Red Tape)，以及推行一站式服務(One-Stop Shop)模式，設立單一窗口進行開發計畫之環保審查，減少聯邦政府與州政府之重複程序，加速開發計畫之審核時程，增加開發計畫之可預期性。

2.昆士蘭州煤炭產業發展狀況：

昆士蘭擁有得天獨厚之條件，但受到一些因素限制，使得能礦新計畫之開發並不順遂，依照昆士蘭資源商會

QRC Growth Outlook Study 之統計，在 2011 年確認之新計畫約有 66 個，總投資金額約 1,400 億澳元，但迄今興建中的僅有 7 個計畫，金額約 370 億澳元，其他僅獲得承諾或尚在進行礦權申請，有的尚未進行礦權申請。

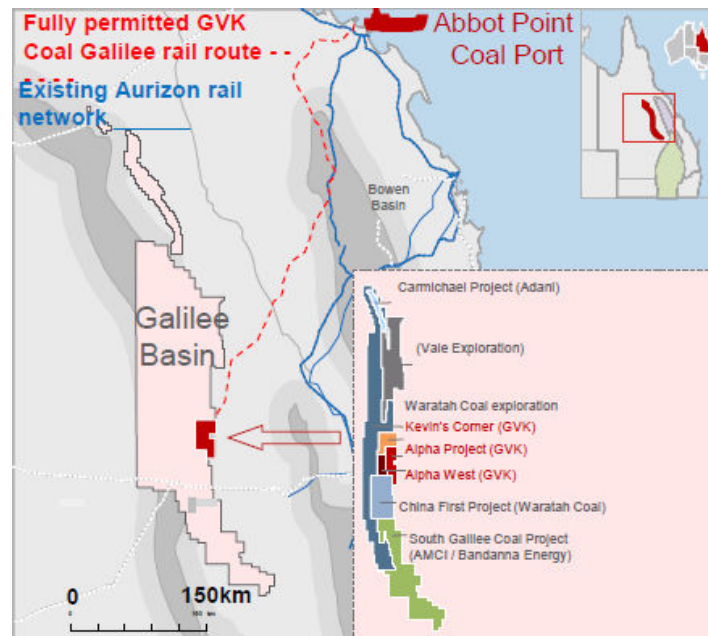
昆士蘭州在 2010 年 12 月至 2011 年初遭受一連串洪水侵襲，至少 70 個城鎮 20 萬人受到影響，損失金額預估約 23.8 億澳元，對昆士蘭州之能礦產業衝擊甚大，開發計畫受到延誤。另由於澳元對美元匯率持續多年之強勢，降低澳洲能礦之競爭力，直到近期澳元才轉為弱勢，使澳洲能礦產業在面臨價格下跌下，稍具競爭力。

昆士蘭州煤炭(包含冶金煤及燃煤等)出口量在 2011 年每月為 1,200 萬公噸左右，2012 年則為 1,300 萬公噸，2013 年則提升至約 1,600 萬公噸。

(六)GVK 集團在澳洲昆士蘭州 Galilee Basin 煤礦發展計畫：

1.Galilee Basin 煤田介紹：

Galilee Basin 之可經濟開採煤層，厚度達 4~8 公尺厚；煤層平緩，像西傾斜 0.5~2.0 度且無中斷煤層之構造。GVK 在 Galilee Basin 投資之煤礦開礦計畫，皆位於 Basin 較淺處，適宜露天開採，開礦成本較低(約 16.74 美元/公噸)。

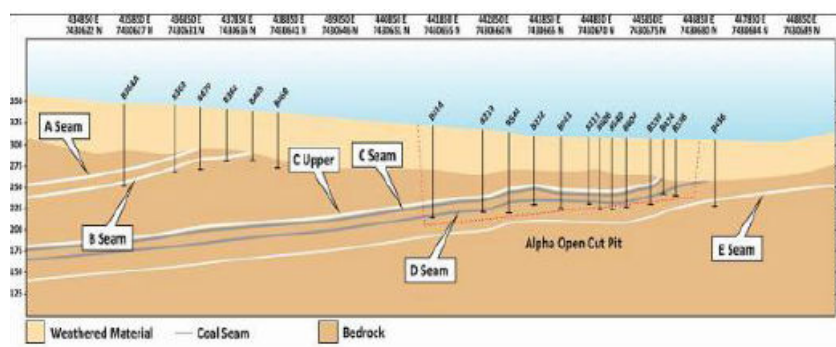


2.GVK 在 GalileeBasin 投資之煤炭開發計畫：

GVK 在 Galilee Basin 有三個煤炭開發計畫，Alpha Project、Kevin's Corner Project 及 Alpha West Project，未來生產之煤炭將由 Abbot Point Coal Port 出口。各計畫蘊藏量詳如下表：

Coal Assets	All seams (Million Tonnes "Mt")				
	Reserves	Resources			
	P&P ¹	Measured	Indicated	Inferred	Total
Alpha	1,193	821	700	300	1,821
Kevin's Corner	473	561	1,251	2,423	4,235
Alpha West			500	1300	1,800
Total	1,666	1,382	2,451	4,023	7,856

- (1) Alpha Project：依據澳洲礦物蘊藏協會聯合會 (JORC)報告之資源量為 18 億公噸，其中包含 12 億公噸蘊藏量；煤層平緩且深度淺，煤層深度僅約 50~75 公尺，像西傾斜 0.5 度，是 Galilee Basin 唯一以露天開採方式開採之礦區。
- (2) Kevin's Corner Project：依據 JORC 報告之資源量為 43 億公噸；東邊煤層深度約 50~75 公尺，像西傾斜 1~2 度，至西邊煤層深度約 300 公尺，會以露天及地下開採兩種方式開礦。
- (3) Alpha West Project：依據 JORC 報告之資源量為 18 億公噸，將進一步進行探勘，以探明提升蘊藏量；會以地下開採方式開礦。



3.Alpha Project 介紹：

Alpha Project 在 2010 年由 Hancock 開始進行建設試驗坑進行煤測試，此試驗是目前 Galilee Basin 第一批也是唯一之煤炭生產及出口。此次開採煤炭數量為 12.5

萬公噸，確認了地質條件、地下水假設及煤炭品質。

Alpha Project 將以露天開採方式開採，開礦計畫只包含開採 C 及 D 兩煤層，在開採年限內，分 6 個開採坑，獨立且同時進行煤炭開採，剝土比約 6.5:1，年產量達 4,200 萬公噸，其洗煤率為 76%，故可售煤產量為 3,200 萬公噸。

煤質報告顯示，Alpha Project 所產煤礦品質良好。且所生產之煤炭經由韓國東南電力公司之 Yeongheung 發電廠及中國大陸之 Guodian Beilun First 發電廠試燒很成功。Alpha Project 所產煤炭品質如下：

Proximate analysis	As received ¹	Air-dried
Total moisture (%)	15.5 - 17.0	
Inherent moisture (%)		8.0
Ash (%)	8.6	9.5
Volatile matter (%)	30.2	33.5
Total sulphur (%)	0.51	0.56
CV gross (kcal/kg)	5,800	6,430
HGI		52.0
Fuel ratio	1.45	

Alpha Project 目前營運成本為 54 美元/公噸，主要為開採成本及運輸成本。根據顧問公司 Wood Mackenzie 之資料顯示，在全球煤炭開發成本曲線中，其成本低於 50% 以上礦區；在亞太煤炭開發成本曲線中，其落於前 1/4 區，Alpha Project 目標為降低成本至落在全球煤炭開發成本曲線中之前 1/4 區。

4.GVK 在昆士蘭州之基礎設施投資計畫：

(1) 鐵路：

GVK Hancock Coal Infrastructure Pty Ltd 往現有之 Abbot Point Coal Port 延伸建設新鐵路與碼頭，GVK Hancock 在 Galilee Basin 的 3 個煤炭開發計畫生產之煤炭將由此鐵路與港口出口，並確保有安全之煤炭出口量配額。

GVK 於 Galilee Basin 之鐵路建設計畫於 2012 年由昆士蘭州政府核准，長 500 公里，連結 Alpha 礦區與 Abbot Point Coal Port，初始運量為每年 6,000 萬公噸，最大運量可達每年 2.4 億公噸。但 GVK 與澳洲最大鐵路運務公司 Aurizon 在 2013 年 3 月簽屬一無約束性契約，一同建設 Galilee Basin 內之鐵路與港口，Aurizon 佔 51% 之股權，GVK 為 49%。與 Aurizon 合作，則只需建設 Alpha 礦區至 Newland 鐵路系統之 300 公里的新路線，因此 GVK 與 Aurizon 合作較有經濟效益且耗時較短即可完成鐵路網絡。

(2) 港口-T3 碼頭：

Abbot Point Coal Port 具有吃水深大、卸煤速率高及高裝煤速率等優勢。可處理最大船舶之載重量 (DWT) 為 220,000 公噸、火車平均卸煤速率 8,000 公噸/小時，儲煤容量為 210 萬公噸，而裝煤機平均裝煤速率 8,000 公噸/小時，因為其裝煤速率遠高於昆士蘭州其他碼頭，所以其船舶等港時間將會最短。

二、 參訪德國 Welzow-Süd 煤礦

(一)礦床與地質：

Welzow-Süd 礦位於德國 Brandenburg 邦，在 Spree 河及 Spremberg 城的西邊，屬於 Vattenfall 集團，該公司位於德國為歐洲主要之電力公司之一。目前正在開採 Lusatian 褐煤層(Lignite seam)第二層，介於地下 90~130 公尺深的地方，厚度達 10~16 公尺，每年生褐煤(Raw lignite)生產量約 2,000 萬公噸。

(二)採礦準備與水資源管理：

保障露天開採安全的首要條件是讓煤礦遠離水源。一旦前端區域(Fore field)被清理乾淨，過濾井被鑽探完成，則沉水馬達一分鐘可抽取超過 100 立方公尺的地下水至地表。在水質淨化後，才排入 Spree 河以及受保護之溼地中，維持當地水資源之平衡。部分抽取出來的地下水被送往 Schwarze Pumpe 發電廠作為蒸汽產生器之飼水(Feed water)使用。

(三)覆土移除與處置：

在 Welzow-Süd 礦，一但表土層水分被排出後，移除覆土之挖土機(Overburden excavator)便開始運轉，移除覆蓋 Lusatian 褐煤層上的礫石、砂石及黏土。在可使用覆土輸送皮帶之前，是由一斗輪挖土機(Bucket-wheel excavator)及一斗鍊挖土機(Bucket-chain excavator)預先移除表土層，因為橋式覆土輸送皮帶(Overburden conveyor bridge) (包含兩個斗鍊挖土機 Es 3750 及超過 500 公尺長的輸送皮帶連結之橋梁組成之裝置)有容量限制。橋式覆土輸送皮

帶寬 2.5 公尺，運送預先移除覆土至礦區預先挖掘好的廢土區。再由 Spreader 整理這些廢土，使未來開完礦後之地景回復原貌。褐煤是由橋式覆土輸送皮帶運送。橋式覆土輸送皮帶是世界上最大可移動機械系統，可將覆土跨越礦區以最短之路線送至覆土堆置處。

(四)生煤開採與運輸：

採礦作業直接於橋式覆土輸送皮帶下進行，由斗輪挖土機及斗鍊挖土機進行褐煤開採。不同的煤質被分選分類，2 公尺寬的皮帶輸送帶系統運送褐煤至地表之裝煤站(Coal loading station) 或者是在地表面的壕溝煤倉 (Ditch bunker)。褐煤經由火車送往消費者，每天有超過 9 萬公噸的褐煤由 Welzow-Süd 礦開採出來，主要的消費者是 Schwarze Pumpe 發電廠及精煉廠(Refining plant)。

(五)環境保育：

在礦區商業生產的活動中以最新技術進行開發，要盡快去對會為環境造成之影響進行補償，以避免或將影響降至最低是一大挑戰。

採礦需要使用土地也要創造新土地，礦區土地復耕永遠伴隨在開採褐煤之後。當地之特有樹種如：松樹、橡樹、楓樹、赤楊和檉樹是主要被用來造林之樹種。復耕的目的是要創造一新的森林與農業的文化景觀，以及自然環境保育，提供休閒。開礦後之復整土地，已經成了森林與耕地混合之有趣山丘了，如「 Wolkenberg 山丘」、「Hühnerwasser 計畫」、「Stradow Höhe」及「Energy 森林」。

Welzow-Süd 礦區資料

煤質		
熱值		~9,000 kJ/kg(千焦耳/公斤)
水份		~56%
硫份		~1%
灰份		~5%
歷史		
1966		開始煤炭生產
1972		興建橋式覆土輸送皮帶
採礦成效		
覆土 移除	斗輪挖土機 SRs 6300	~14,000m ³ /h(立方公尺/小時)
	斗鍊挖土機 Es 3150	~5,680m ³ /h
	橋式覆土輸送皮帶	~18,000m ³ /h
煤礦 開採	斗輪挖土機 SRs 1301	~1,800m ³ /h
	斗鍊挖土機 ERs 710	~1,000m ³ /h
	覆土/煤礦	6:1[m ³ /t]
	復耕面積	4,671 公頃(~2011)

橋式覆土輸送皮帶



肆、結論與建議：

- 一、根據國際能源總署(IEA)的統計資料，2010 年煤炭在全球初級能源的比重占比為 27%，與其他能源相較，僅低於石油的 32%，但較天然氣(21%)及核能(6%)為高。而在電力產業所使用的能源中有 41%來自燃煤，更較其他的能源為高，顯見煤炭的重要性。由於全球煤炭蘊藏量比其他能源豐富，以目前生產量計，可供開採年限仍在百年以上，是未來重要能源之一。雖然再生能源是各國關注且積極發展的焦點，但從統計資料觀察，在未來的 20 年間電力能源需求的成長，仍是來自於化石燃料及核燃料，合計占比高達 71%，其中，燃煤占比達 40%。因此，在可預見的未來，煤炭在能源市場上仍扮演最主要之角色。
- 二、由於歐洲本身煤炭資源豐富且開採容易，相較於其他能源，煤炭可以算是歐洲的自產能源，特別是熱值較低之褐煤。儘管目前歐洲許多國家中，燃煤發電非屬基載電源，但隨著歐洲天然氣價格的上揚，許多歐洲電力公司已提高燃煤發電的比例，這可由近幾年來歐洲燃煤消費量的增加得到印證。未來，雖歐洲將提升再生能源發電的目標，但因再生能源發電具不穩定的缺點，為維持電力供應的穩定度，燃煤發電必須扮演輔助、備援的角色，但是燃煤發電有造成大量溫室氣體排放的疑慮，因此，除了透過發電材料技術的改良，以提高燃煤發電效率外，歐洲必須要發展 IGCC(煤炭氣化發電系統)及 CCS(碳補捉封存)技術以降低溫室氣體的排放，惟有如此，歐洲才能達成兼顧能源安全與環境保護的目標。
- 三、非傳統天然氣的發展熱潮正以美國為重心逐漸向外擴散，包括歐洲及中國大陸政府及許多廠商也都積極投入這一個領域。除了著眼於環保的潮流之外，降低能源對外的依存度以提升能源

自主更是一項重要的考量，而國際能源市場也因此開始發生變化。美國因頁岩氣的生產，大幅降低其國內天然氣價格，致燃氣發電成本相對便宜，因而減少燃煤發電比率，降低燃煤需求。美國過剩之燃煤則在國際航運市場低迷下，大量燃煤流向亞太地區，帶動亞太燃煤現貨價格下跌。未來隨著非傳統天然氣的普及度逐漸提高，其與燃煤間能源的競爭，勢必將更加擴張。如何選擇適當的發電能源配比，以取得供應穩定且價格低廉的能源，將是全球電力公司必須要思考的方向。

四、澳洲昆士蘭州的煤炭生產，向來均集中於 Bowen Basin 煤區，但在該煤區歷經多年開採後，政府及煤商目前已將開發焦點轉到位於該州西南內陸區的 Galilee Basin 煤區以及南邊的 Surat Basin 煤區。其中又以印度 GVK 集團在 Galilee Basin 煤區積極進行，並獲政府大力支持，包括：Alpha 煤礦開發計畫、礦區至出口港 Abbot Point 之新建鐵路計畫以及在 Abbot Point 出口港新建含儲煤場在內之 T3 裝煤碼頭計畫在內，號稱近年來澳洲最大之煤礦開發計畫，最為引人著目。100 年 GVK 集團曾邀請本公司透過投資該集團新加坡的控股公司參與 Alpha 煤礦開發計畫，然因投資參與方式與本公司屬意之「非法人型合資企業」有異以及本公司無意投資鐵路與港口設施而予婉拒。此次會議中，該公司人員再向本公司人員表示，該集團可考慮接受本公司單獨投資 Alpha 煤礦開發計畫；有鑑澳洲向為本公司重要的煤源供應國，Galilee Basin 煤區有可能成為未來澳洲重要之煤源出口區，考量在能夠增進本公司供煤安全及穩定用煤成本的前題下，持續密切關注該煤礦開發計畫之發展進度，並在該計畫之主客觀條件均能符合本公司所訂「台灣電力股份有限公司海外煤礦投資初步篩選原則」及「台灣電力股份有限公司海外煤礦投資作業注意事項」之情況下，適時邀請 GVK 集團派員說明投資細節供本公司定奪。