

編號：(93) 049.108

## 國際能源問題之探討與我國因應對策

〔本研究系列係受委託者之觀點，不應  
引申為行政院經濟建設委員會之意見〕

行政院經濟建設委員會  
民國93年9月

編號：(93) 049.108

GPN：1009303306

## 國際能源問題之探討與我國因應對策

(本報告內容純係受委託單位之觀點，不應引申  
為行政院經濟建設委員會之意見)

計劃主持人：劉錦添

協同主持人：劉錦龍

研究助理：李武隆

委託單位：行政院經濟建設委員會

行政院經濟建設委員會

民國93年9月

## 中文摘要

本報告首先從全球能源供需狀況說明，其次，說明全能源投資展望，接著探討國際原油價格變動與衝擊，緊接著說明國際能源問題的兩項重要課題，再者，說明有關電力自話間的初步探討，最後說明政策含義與因應之道。上述的探討，本報告得到下列結論：

- 一、在過去10年間台灣的能源需求成長平均率，遠高於國際能源市場的年平均成長率。
- 二、中國與印度能源市場的需求興起，對國際能源市場中的石油、煤礦與電力均產生明顯衝擊，天然氣因成本較高，短期的影響較緩，但長期仍不可忽視。
- 三、全球的能源投資業已以開發中國家為主，而電力投資是未來投資的主流，資金的需求仍以已開發國家供應為主。
- 四、國際原油價格業已脫離過去15年間每桶20美元的低水準，而進入每桶至少30美元的階段，且將延續一段時間，但若達到第二次石油危機時每桶原油實質價格為120美元的情形，尚無可能。
- 五、國際原油價格的上下波動情勢，業已逐漸形成，而波動的加驟現象與上升趨勢將難以避免。
- 六、國際能源問題的主要課題在能源安全與氣候變遷二項議題上，維持適當的能源安全性為刻不容緩之政策方向；而在氣候變遷議題上，主要仍是在如何有效減低二氧化碳排放量的相關作為上。
- 七、電力市場自由話為國際能源新興課題，目前確實施行的國家與地區尚屬有限，其整體成效與適當的設計均仍在發展與評估中。

## 英文摘要

In this report, we first describe global energy supply and demand, and explain the prospect for global energy investment. Then we discuss the impact of changes in international crude oil price, and interpret two important issues of global energy problems. Finally we explain the meanings of policies and the ways to respond. Based on the issues presented above, we draw the following conclusions:

1. In the last decade, Taiwan's average rate of growth in energy demand is far higher than that of the global energy market.
2. The growing energy demands of China and India have led to significant impacts on global oil, coal, and electricity markets. While the impact on natural gas is slight due to higher costs, the long-term influence should not be neglected.
3. The global energy investment mainly focuses on developing countries, and the electricity sector will dominate the future investment. Most capital needed for energy investment will come from developed countries.
4. The international crude oil price has increased from the past 15-year low level of \$20 per barrel to \$30 per barrel, and this trend will be lasting for a period of time. However, there is no possibility suggesting that the real crude oil price will reach the level of the second oil crisis of \$120 per barrel.
5. The trend of fluctuation in the international crude oil price has formed, and that the price will rapidly fluctuate and keep soaring is inevitable.
6. The primary concerns of global energy problems lie in energy security and climate change. Policies should be addressed in maintaining adequate energy security and reducing CO<sub>2</sub> emissions.

## 目 錄

	頁
一、前言 .....	- 1 -
二、全球能源供需狀況 .....	- 2 -
(一)石油 .....	- 2 -
(二)天然氣 .....	- 6 -
(三)煤礦 .....	- 8 -
(四)電力 .....	- 10 -
三、全球能源投資展望 .....	- 11 -
(一)2001-2030全球能源投資需求展望 .....	- 11 -
(二)全球能源投資課題 .....	- 14 -
四、國際原油價格的變動趨勢與對整體經濟之衝擊 .....	- 21 -
五、國際能源問題之重要課題 .....	- 26 -
(一)能源安全 .....	- 26 -
(二)氣候變遷 .....	- 27 -
六、探究電力自由化議題 .....	- 33 -
(一)電力投資與管理 .....	- 34 -
(二)電力市場的自由化與發展 .....	- 37 -
七、政策涵意與因應之道 .....	- 40 -
參考文獻 .....	- 44 -

## 表目錄

	頁
表2.1 2002-2005年全球石油生產統計 .....	- 4 -
表2.2 1988-2002年全球石油需求統計 .....	- 5 -
表2.3 2002-2005年全球石油需求統計 .....	- 6 -
表2.4 全球無煙煤需求.....	- 10 -
表2.5 主要OECD國家發電來源.....	- 11 -
表3.1 開發中國家與東歐國家長期資金流入統計.....	- 15 -
表3.2 2001-2030年電力部門投資 .....	- 16 -
表3.3 2001-2030年石油部門投資 .....	- 18 -
表3.4 2001-2030年天然氣部門投資 .....	- 19 -
表3.5 2001-2030年煤礦部門投資 .....	- 20 -
表5.1 IEA會員國與能源相關的二氧化碳排放量 .....	- 29 -
表6.1 電力自由化備載容量變化.....	- 38 -

## 圖目錄

	頁
圖2.1 1990-2002年全球石油生產 .....	- 3 -
圖2.2 1990-2002年全球天然氣產量 .....	- 7 -
圖2.3 1990-2002年全球煤礦產量 .....	- 9 -
圖3.1 全球能源投資—依能源別 .....	- 12 -
圖3.2 全球能源投資—依區域別 .....	- 13 -
圖3.3 各能源別佔各國家或區域投資之比例 .....	- 13 -
圖4.1 國際原油價格的變動趨勢 .....	- 22 -
圖4.2 美國石油存貨趨勢 .....	- 23 -
圖4.3 國際石油價格波動趨勢 .....	- 24 -
圖4.4 國際石油價格歷史預測勢 .....	- 24 -
圖4.5 國際石油價格變動與全球經濟成長 .....	- 25 -
圖5.1 重大石油供應中斷事件 .....	- 27 -

## 一、前言

自從2002年度原油價格每桶上升至30美元，持續至2004年價格攀升至40美元以上，國際油價上漲所引發的國際能源問題會受到各界重視，特別是在全球經濟景氣經歷了2000年至2003年初期間的衰退現象，在2004年各界對景氣復甦深切期盼之際，國際原油價格的高漲普遍認為將拖緩復甦的腳步，而其進一步的衝擊，受到各界的關切。

國際原油價格高漲僅是國際能源問題之一環，目前，在能源使用中主要包含石油、煤炭、天然氣與電力，另外，尚含少部份再生能源。由於台灣已有共識推動非核家園，使用核能產生電力的相關問題業已有廣泛討論，而再生能源的使用雖日漸重要，但仍佔能源使用中的微小部份，本報告將對這兩種能源項目，暫不考慮，而著重於石油等傳統能源問題探討。

本報告首先從全球能源供需狀況說明，其次，說明全能源投資展望，接著探討國際原油價格變動與衝擊，緊接著說明國際能源問題的兩項重要課題，再者，說明有關電力自給間的初步探討，最後說明政策含義與因應之道。上述的探討主題，本報告至少得到下列結論：

- (一)在過去10年間台灣的能源需求成長平均率，遠高於國際能源市場的年平均成長率。
- (二)中國與印度能源市場的需求興起，對國際能源市場中的石油、煤礦與電力均產生明顯衝擊，天然氣因成本較高，短期的影響較緩，但長期仍不可忽視。
- (三)全球的能源投資業已以開發中國家為主，而電力投資是未來投資的主流，資金的需求仍以已開發國家供應為主。
- (四)國際原油價格業已脫離過去15年間每桶20美元的低水準，而進入每桶至少30美元的階段，且將延續一段時間，但若達到第二次石油危機時每桶原油實質價格為120美元的情形，尚無可能。
- (五)國際原油價格的上下波動情勢，業已逐漸形成，而波動的加劇現象與上升趨勢將難以避免。

(六)國際能源問題的主要課題在能源安全與氣候變遷二項議題上，維持適當的能源安全性為刻不容緩之政策方向；而在氣候變遷議題上，主要仍是在如何有效減低二氧化碳排放量的相關作為上。

(七)電力市場自由化為國際能源新興課題，目前確實施行的國家與地區尚屬有限，其整體成效與適當的設計均仍在發展與評估中。

## 二、全球能源供需狀況

### (一)石油

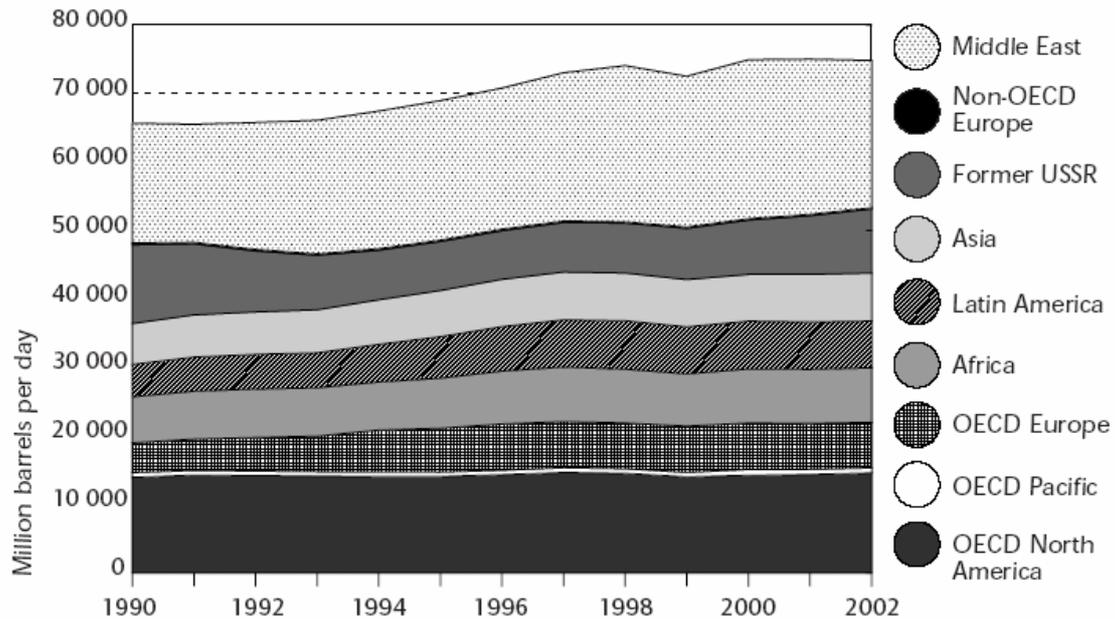
根據國際能源總署 (International Energy Agency, 簡稱IEA) 2003年的研究<sup>1</sup>，2002年全球石油總生產達每日76.5百萬桶，較2001年減少0.2%。然而，非OPEC會員國2002年則較2001年增加1.37百萬桶/日，是自從1980年代以來，年成長最高的一年。這部分的增加主要來源地區為前蘇聯，增加每日881千桶 (成長9.5%)，其中俄羅斯即佔了每日644千桶。北美地區則成長每日209千桶 (1.5%)，大部分是加拿大東岸外海增產及提高合成原油 (synthetic crude oil) 的供給。非洲增產每日217千桶 (7.8%)，主要為安哥拉的產量增加。中國及拉丁美洲則增加每日100千桶，分別成長2.8%及3.1%。2002年來自於巴西深海的生產大幅增加，但被其他拉丁美洲地區的減產所抵銷。北海地區、OECD太平洋會員國及非OPEC中東國家則減少供給。

2002年全球供給減少的原因，最主要是來自於OPEC國家原油減產1.9百萬桶/日，其2002年平均每日25.1百萬桶的產量，為該組織自1994年以來最低的水準，部分原因是該組織的過去數年來持續降低其生產限額，以及伊拉克的供應中斷所致。OPEC的生產於2002年四月達到低點，為每日23.6百萬桶，與伊拉克大幅減產之現實狀況相吻合。雖伊拉克於第三季的生產及出口仍受到限制，但OPEC的產量逐漸恢復到七月25.3百萬桶/日及十一月的每日26.5百萬桶的水準。

---

<sup>1</sup> 本節內容主要參閱 OECD/IEA (2003), Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review, Paris.

圖2.1 1990-2002年全球石油生產



資料來源：摘自OECD/IEA (2003), Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review.

從1990-2002年區間來看，在1998年以前全球石油產量是呈現持續上升的趨勢，1999年稍有下降，2000年回升後至2002年變動不大。中東地區一直保持為最大石油生產地，且佔全球的產量比例在2000年前逐年增加，2000年後小幅度減少；OECD北美會員國歷年來產量大致相當，歷年保持為第二大供應地區。前蘇聯地區在2002年的產量不如1990年早期來的多，其餘地區則持平或稍微增加。

以2002年全球石油產量比例來看，中東地區佔29%，其次依序為OECD北美會員國19%、前蘇聯地區13%、非洲11%、亞洲9.4%、拉丁美洲9.1%、OECD歐洲會員國佔8.8%。

根據最新統計，全球石油生產於2004年第2季達到每日82.3百萬桶，已較2003年的79.6百萬桶與2002年的生產數量為高，而產量主要增加來源係來自於OPEC的增產（參見表2.1 2002-2005年全球石油生產統計）。

表2.1 2002-2005年全球石油生產統計

單位:百萬桶/每日

	2002	1Q03	2Q03	3Q03	4Q03	2003	1Q04	2Q04	3Q04	4Q04	2004	1Q05	2Q05	3Q05	4Q05	2005
<b>OECD SUPPLY</b>																
North America	14.5	14.6	14.4	14.6	14.7	14.6	14.8	14.7	14.6	14.9	14.7	15.1	14.9	14.8	14.9	14.9
Europe	6.6	6.7	6.2	6	6.4	6.3	6.4	6.2	6	6.3	6.2	6.2	6	5.8	6.1	6
Pacific	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Total OECD	21.8	22.1	21.3	21.3	21.8	21.6	21.7	21.4	21.2	21.7	21.5	21.8	21.4	21.1	21.5	21.4
<b>NON-OECD SUPPLY</b>																
FSU	9.4	9.9	10.1	10.5	10.7	10.3	10.8	11.1	11.3	11.4	11.1	11.4	11.6	11.9	12.1	11.7
Europe	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
China	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Other Asia	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7
Latin America	3.9	4	3.9	4	4	4	4	4	4.1	4.2	4.1	4.3	4.3	4.4	4.4	4.3
Middle East	2.1	2	2	2	2	2	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9
Africa	3	2.9	3	3.1	3.2	3	3.3	3.4	3.5	3.5	3.4	3.7	3.8	3.8	3.9	3.8
Total Non-OECD	24.5	25	25.2	25.7	26.2	25.5	26.3	26.6	27	27.3	26.8	27.6	27.9	28.3	28.6	28.1
Processing Gains	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9	1.9
Total Non-OPEC	48.1	48.9	48.3	48.7	49.8	48.9	49.9	49.9	50	50.9	50.2	51.4	51.1	51.2	51.9	51.4
<b>OPEC</b>																
Crude	25.1	26.7	26.2	26.6	27.7	26.8	27.9	28.2								
NGLs	3.7	3.5	3.9	4	4.1	3.9	4.3	4.3	4.4	4.5	4.4	4.8	4.8	4.9	4.9	4.8
Total OPEC	28.8	30.2	30	30.6	31.8	30.7	32.2	32.4								
Total Supply	76.9	79.1	78.3	79.4	81.6	79.6	82.1	82.3								

資料來源：MONTHLY OIL MARKET REPORT，INTERNATIONAL ENERGY AGENCY，Aug.，2004.

根據表2.2，全球石油需求由1988年的每日64.0百萬桶上升至2002年的每日77.3百萬桶。其中，OECD國家在2002年間，需求量為47.7百萬桶，佔總量的61.7%，而非OECD國家在2002年間的需求量為29.6百萬桶，佔總量的38.3%。若以區域劃分，北美洲為全世界需求量最多的地區，佔總量的31.3%，亞洲地區其次，佔總量的27.3%，再其次為歐洲地區，佔總量的20.5%。另根據表2.3 2002-2005年全球石油需求統計，預估至2005

年的全球石油需求為84百萬桶，其中，OECD國家的需求為49.7百萬桶，佔總量的59.1%，較過去為低；而非OECD國的需求比率則略為上升；以區域而言，亞洲國家所佔有的比率亦將提高至28.8%。

表2.2 1988-2002年全球石油需求統計

單位:百萬桶/每日

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
OECD DEMAND															
North America	20.8	21	20.7	20.5	20.8	21.1	21.7	21.6	22.2	22.7	23.1	23.8	24.1	24	24.2
Europe	13.4	13.5	13.6	14	14.2	14.2	14.3	14.6	14.9	15	15.3	15.2	15.1	15.3	15.1
Pacific	6.4	6.7	7.2	7.5	7.9	8	8.4	8.7	8.8	9	8.4	8.7	8.6	8.5	8.5
Total	40.6	41.2	41.5	41.9	42.9	43.2	44.4	44.9	45.9	46.7	46.8	47.7	47.8	47.8	47.7
NON-OECD DEMAND															
FSU	8.9	8.7	8.4	8.1	6.9	5.9	4.5	4.4	4	3.8	3.7	3.6	3.7	3.7	3.8
Europe	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8
China	2.2	2.3	2.3	2.5	2.6	3.1	3.1	3.3	3.6	3.9	4.1	4.3	4.6	4.7	4.9
Other Asia	3.7	4.1	4.4	4.5	4.8	5.1	5.6	6	6.4	6.8	6.9	7.3	7.4	7.6	7.7
Latin America	3.5	3.6	3.5	3.6	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8
Middle East	3.2	3.2	3.1	3.4	3.7	4	4.2	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	5	5.1
Africa	1.8	1.9	1.9	2	2.1	2	2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6
Total	24.3	24.7	24.6	24.9	24.5	24.6	24.2	24.9	25.7	26.7	27.2	27.8	28.4	29.1	29.6
Total Demand	64.9	65.9	66.1	66.8	67.3	67.9	68.6	69.8	71.6	73.3	74	75.5	76.2	76.9	77.3

資料來源：OIL MARKET REPORT: Annual Statistical Supplement, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, Aug., 2003

表2.3 2002-2005年全球石油需求統計

單位:百萬桶/每日

	2002	1Q03	2Q03	3Q03	4Q03	2003	1Q04	2Q04	3Q04	4Q04	2004	1Q05	2Q05	3Q05	4Q05	2005
OECD DEMAND																
North America	24.1	24.5	24.1	24.8	24.9	24.6	25	24.9	25	25.3	25.1	25.3	25.1	25.3	25.5	25.3
Europe	15.2	15.3	15.1	15.3	15.6	15.3	15.7	15.2	15.5	15.9	15.6	15.8	15.4	15.6	16	15.7
Pacific	8.6	9.8	8.2	8	9.2	8.8	9.4	8.1	8.1	9.1	8.7	9.4	8	8.2	9.1	8.6
Total OECD	48	49.6	47.3	48.1	49.6	48.7	50.1	48.2	48.6	50.2	49.3	50.5	48.5	49.1	50.6	49.7
NON-OECD DEMAND																
FSU	3.5	3.8	3.1	3.4	3.9	3.6	3.5	3.7	3.7	3.9	3.7	3.8	3.6	3.7	4	3.8
Europe	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8
China	5	5.2	5.2	5.8	5.9	5.5	6.2	6.5	6.3	6.4	6.3	6.6	6.9	6.8	7	6.8
Other Asia	7.9	7.9	7.9	8	8.5	8.1	8.4	8.4	8.4	8.8	8.5	8.7	8.7	8.6	9	8.8
Latin America	4.8	4.5	4.7	4.8	4.9	4.7	4.7	4.9	5	5	4.9	4.8	5	5.1	5.1	5
Middle East	5.4	5.5	5.3	5.7	5.7	5.6	5.8	5.8	6	6	5.9	6.1	6.1	6.3	6.2	6.2
Africa	2.7	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9
Total Non-OECD	29.9	30.6	29.7	31.1	32.4	31	32.2	32.9	32.7	33.7	32.9	33.8	34.1	34.1	35.1	34.3
Total Demand	77.9	80.2	77.1	79.2	82	79.6	82.3	81.1	81.4	83.9	82.2	84.3	82.6	83.2	85.7	84

資料來源：MONTHLY OIL MARKET REPORT, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, Aug., 2004.

## (二)天然氣

全球天然氣產量由1990年約2,100百萬立方公尺，逐年成長至2002年的261百億立方公尺，成長約25%；其中2002年較2001年成長0.9%，是1990年以來成長較低的一年。俄羅斯與美國仍是全球天然氣最大的生產國，各約佔全球產量的四分之一。

2002年天然氣產量除美國及中歐外，其他各區域均有成長。美國降至53百億立方公尺，跌幅達3.8%，主要是九、十月颶風造成的供應中斷。而2002年初偏低的天然氣價格也降低生產及投入發展的意願。

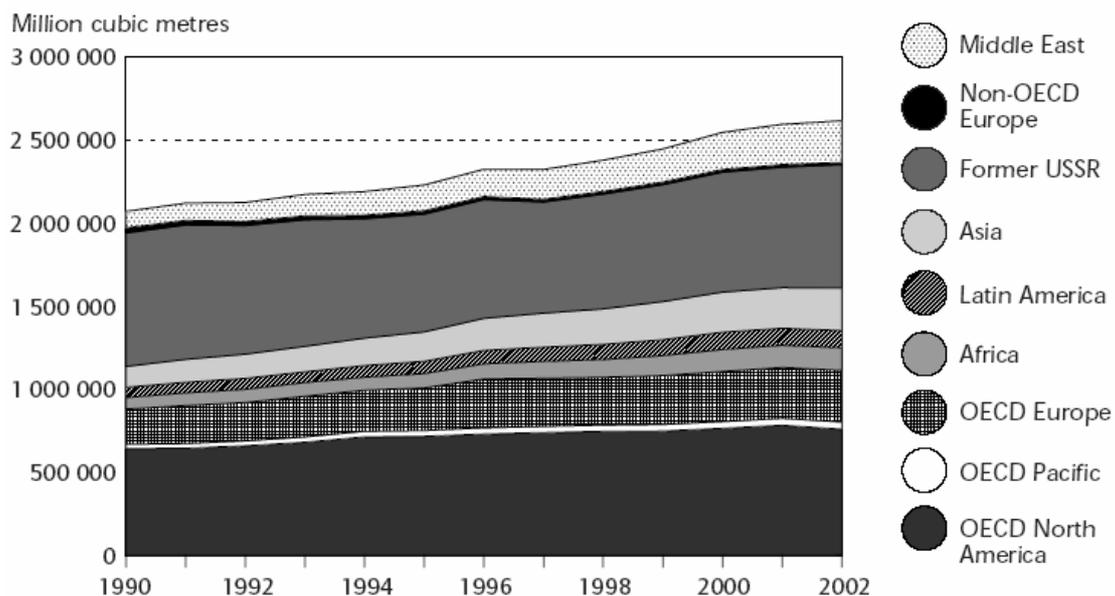
OECD歐洲會員國產量成長1.6%，達31百億立方公尺。英國因受較暖和的天氣及出口降低的影響，致使其產量較2001年下降2.8%，而丹麥亦減少3.2%。挪威則因北海的數個天然氣田於2002年投入生產，使得產量成長20%。OECD太平洋會員國

成長4.8%，主要為澳洲增產及增加出口所致。俄羅斯較2001年成長2.5%，至59百億立方公尺。亞太地區、中國、印尼及馬來西亞產量亦均有成長。因應液化天然氣（LNG）出口及境內需求的成長，中東地區產量也增加3.8%。

綜觀1990年至2002年，全球總產量呈現持續上升的趨勢，而OECD北美會員國、前蘇聯地區、OECD歐洲會員國、中東地區、亞洲這五區域佔了全球絕大部分產量，其中前蘇聯地區和OECD北美會員國在早期產量合計更達全球2/3以上，該期間前蘇聯地區的產量還高於OECD北美會員國。爾後，由於前蘇聯地區產量減少，中東地區、亞洲、OECD歐洲會員國產量逐漸成長，而使OECD北美會員國和前蘇聯地區的比例降低，但合計仍維持一半以上，OECD北美會員國也超越前蘇聯地區成為最大天然氣生產國；OECD太平洋會員國、非洲、拉丁美洲、非OECD歐洲會員國等地區的成長較有限。

2002年OECD北美會員國的天然氣產量佔全球29%，其次依序為前蘇聯地區28%、OECD歐洲會員國12%、中東地區9.6%、亞洲8.4%。

圖2.2 1990-2002年全球天然氣產量



資料來源：摘自OECD/IEA（2003），Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review.

根據全球市場研究中 (World Market Research Center) 發表的研究報告指出<sup>2</sup>，液化天然氣因開採、運載、儲存與提供等技術上的改進，未來將在全球能源市場上扮演重要的角色，特別是運用在發電上。根據該中心估計，在2004年初液化天然氣的需求約為141百萬噸（約略於18.6百億立方公尺的天然氣），而在2010年前，需求量將成長一倍至280萬噸。根據2002年的統計，全球液化天然氣的進口量以日本為首位達53.08百萬噸、南韓其次達16.9百萬噸、法國再其次為10.58百萬噸，台灣則居於第5位為5.11百萬噸。

### (三)煤礦

IEA (2003) 報告指出，2002年全球煤礦產量為4,713百萬噸，較2001年成長0.3%。中國成長4.6%，成為全球第二大煤礦出口國，相較其於1996-2000年間因當地礦業的重整而致使產量下跌，2002年的成長成為非常明顯的對比。若將中國排除，全球煤礦產量則下降8.5%；自1990年以來，中國煤礦產量已成長了36%，是全球各區域中成長最多者。前蘇聯地區自1990年起，除1999-2001年略有成長之外，其餘各年產量均持續下跌，2002年較前一年下降3.4%；與1990年相比，共減少了約42%。OECD歐洲會員國自1990年起逐年下降，2002年較2001年減少了2.4%，但與1990年相比，總共減少約38%。前蘇聯地區與OECD歐洲會員國是各區域中產量下跌較明顯的兩個區域。OECD北美會員國雖於2001年成長4.7%，但於2002年下降了3.4%，與1990年相比，僅些微成長約3%。OECD太平洋會員國2002年則增加3.1%，主要來自於澳洲。

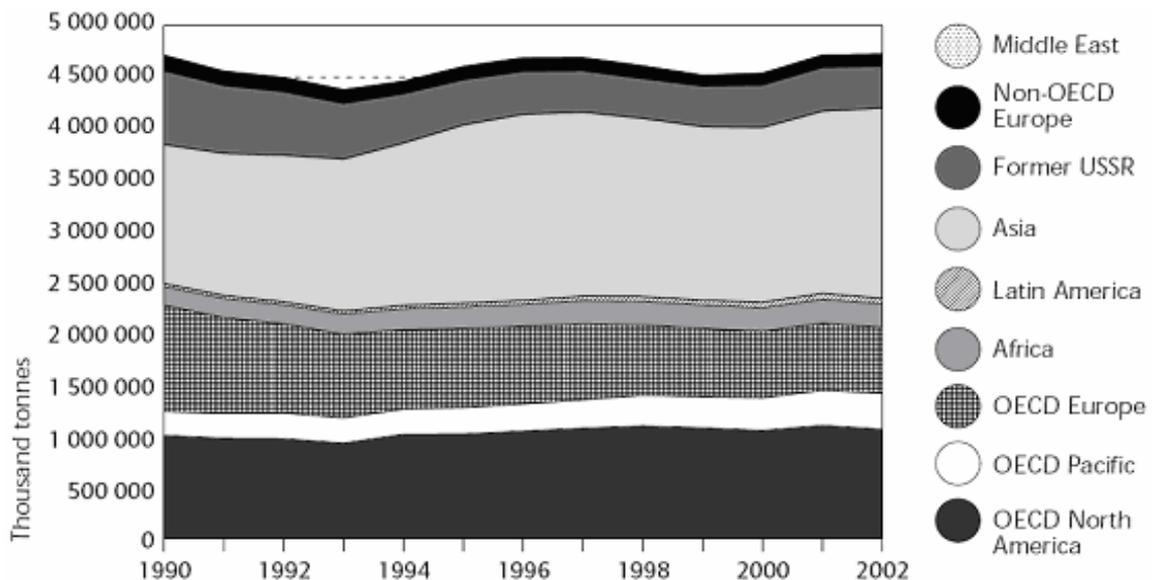
若從各區域的產量來看，在1990年，以亞洲地區最多，約佔全球28%，其次為OECD歐洲會員國約22%、OECD北美會員國約21%、前蘇聯地區約15%。至2002年亞洲地區提高至39

---

<sup>2</sup> 參閱 World Market Research Centre (2004), Global LNG Outlook, Mar. 2004.

％，其次依序為OECD北美會員國23％、OECD歐洲會員國13％、前蘇聯地區8.6％。從1990-2002年這段區間來看，亞洲地區產量佔全球比例持續上升，OECD北美會員國大致上持平，OECD歐洲會員國及前蘇聯地區則呈現較大的跌幅，OECD歐洲會員國產量已落於OECD北美會員國之後。

圖2.3 1990-2002年全球煤礦產量



資料來源：摘自OECD/IEA (2003), Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review.

全球煤礦需求，主要以無煙煤為主，根據表2.4全球無煙煤的需求在2002年約為3,853百萬噸，而主要需求地區為亞洲，約為1,998百萬噸，佔總需求量的52.1％。其中，又以中國為主，其需求量为1,252百萬噸，佔全世界總需求的32.6％；其次為印度的356百萬噸，約佔總需求的9.27％，再其次為前蘇聯國家的284百萬噸，約佔總需求的7.4％。若以長期趨勢觀察，中國的需求成長最為顯著，而前蘇聯國家則呈現需求減少的情形。

表2.4 全球無煙煤需求

單位：千噸

Year	World	West Europe	East Europe	Former USSR	North America	Latin America	Asia	E/N Asia	Aus. +N.Z.	Africa	China	India	
1990	3505360	509024	342900	166124	516600	758738	26121	1507472	183957	51328	136077	1050951	210500
1991	3436857	503750	346628	157122	455202	749288	26831	1507469	189502	51382	142935	1027818	228537
1992	3391124	471566	325160	146406	395254	758535	25995	1552626	189107	53105	134043	1064175	241888
1993	3463058	439936	297950	141986	376538	780841	26497	1636957	196890	53987	148302	1130433	252495
1994	3533719	432690	297641	135049	342001	796076	27485	1729593	199965	53487	152387	1207484	264180
1995	3658178	427747	289319	138428	323541	801393	28216	1865114	209130	53772	158395	1316891	279140
1996	3779428	429812	289127	140685	305649	845109	29202	1950325	219671	58361	160970	1377249	290568
1997	3727681	413335	276074	137261	279653	872255	31074	1906999	228311	59482	164883	1320518	293109
1998	3683326	398895	274757	124138	271518	872752	31494	1885321	232691	61092	162254	1283552	306676
1999	3639125	372191	256725	115466	271216	881525	31558	1851864	241688	62534	168237	1229109	311933
2000	3743142	380511	269633	110878	273960	918569	31818	1906904	269767	62695	168685	1214916	340158
2001	3772393	375557	262388	113169	275183	930304	30412	1918505	286813	75333	167099	1191945	348599
2002	3853310	365601	260981	104620	284498	918210	34895	1998492	291723	80449	171165	1252032	356833

資料來源：IEA (2003), Coal Information, IEA Statistics.

#### (四)電力

2002年OECD會員國的電力生產較2001年成長1.7%，天然氣、石油、燃煤與核能發電分別成長7.4%、1.8%、0.9%與0.2%。水力發電減少1.6%，主要因為北歐地區氣候變為比較乾燥所致。雖然再生能源發電的產量大幅成長了13%，但該部分發電仍僅佔全部發電量的2.5%。燃煤發電佔OECD會員國總發電量約38%，為主要供應來源，其次依序為核能發電約24%、天然氣發電約18%、水力發電約13%與石油發電約6%。

2002年日本因核能相關資料偽造問題而使得核電廠中斷供應，進而造成日本核能發電的比率下降2.4%，石油、燃煤及天然氣發電分別增加7.7%、3.6%、2.4%。

過去十年來，天然氣發電的比例大幅增加，這個趨勢以OECD歐洲會員國最為明顯，尤其是英國及義大利燃煤發電的快速成長，使其已成為這兩個國家最重要的電力來源（參見表2.5 主要國家發電來源）。而美國及德國對於燃煤發電的依賴程度仍高於OECD會員國燃煤發電比例之平均值。

表2.5 主要OECD國家發電來源

單位:TWh

	France		Germany		Italy		Japan		United Kingdom		United States	
	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002
Coal	38	28	305	302	25	41	138	284	194	126	1741	1971
Oil	9	8	13	6	116	76	251	154	30	6	107	97
Gas	3	17	33	56	35	109	175	250	13	150	427	716
Nuclear	338	437	159	165	-	-	223	295	77	88	656	823
Hydro Comb.	69	61	17	23	42	40	83	80	5	5	254	248
Renewables	2	4	6	28	4	10	19	23	1	7	86	93

資料來源：OECD/IEA (2003), Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review.

### 三、全球能源投資展望

#### (一)2001-2030全球能源投資需求展望

根據國際能源總署IEA(2003)的對國際能源投資的研究<sup>3</sup>，全球能源市場在未來三十年預估會成長三分之二，大約每年成長1.7%，而2001-2030年全球能源供應之投資總需求(含擴充產能、重置耗用完畢或過時之設備)大約為16兆美元。雖然絕對數字看起來相當龐大，但從全球整個經濟規模來看這個金額，約僅佔全球GDP的1%。而各國面臨投資需求的挑戰因不同地區而有所差異，如：俄羅斯投資需求佔該國GDP5%，非洲佔4%，而OECD會員國所佔的比例較低。

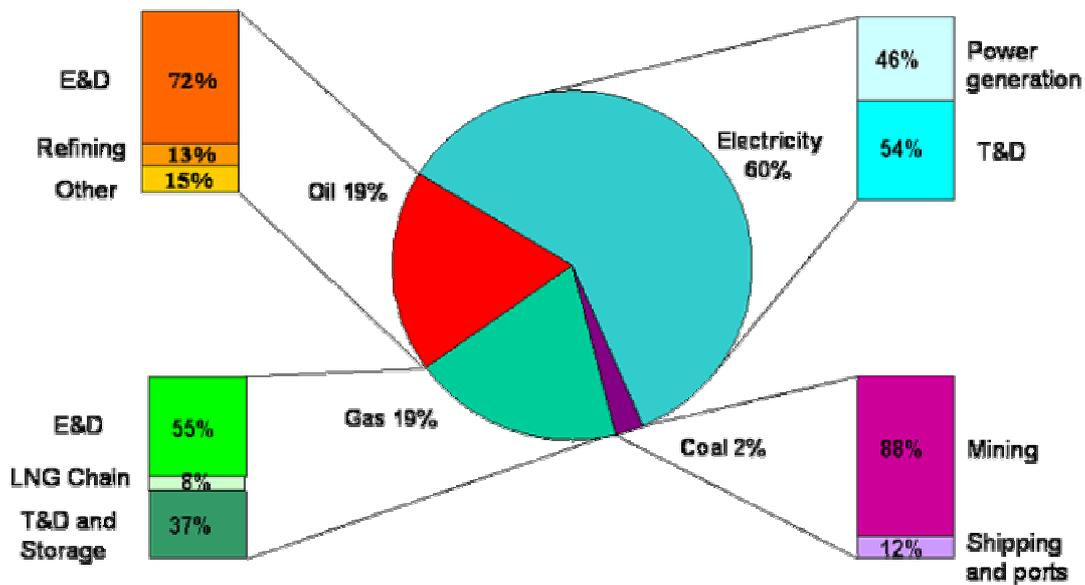
從目前能源的貯藏量來看，應足以符合這段時間的需求成長，但是否能吸引足夠資金投資在能源市場，將原始能源開發成可供使用的能源，則需考慮到能源產業與其他不同產業間對於資金的需求與競爭。

依能源別來看(參考圖3.1全球能源投資—依能源別)，電力投資(含發電、輸送、配電)佔了總能源投資之60%(約10兆美元)，為各種能源投資中之最大宗。石油及天然氣約各佔19%，煤礦約佔2%。探勘、煉製成本佔了化石燃料投資的大部

<sup>3</sup> 本節內容主要參閱 IEA (2003), World Energy Investment Outlook: 2003 Insight, International Energy Agency, Paris.

分，其中除電力外，煤礦（88%）、石油（72%）與天然氣（55%）均佔了大部分。在電力輸送及配送系統部分，由於開發中國家新設施需求、OECD國家重置部分設備需求，致使其佔了電力投資的一半以上，且幾近於石油及天然氣的投資總和。

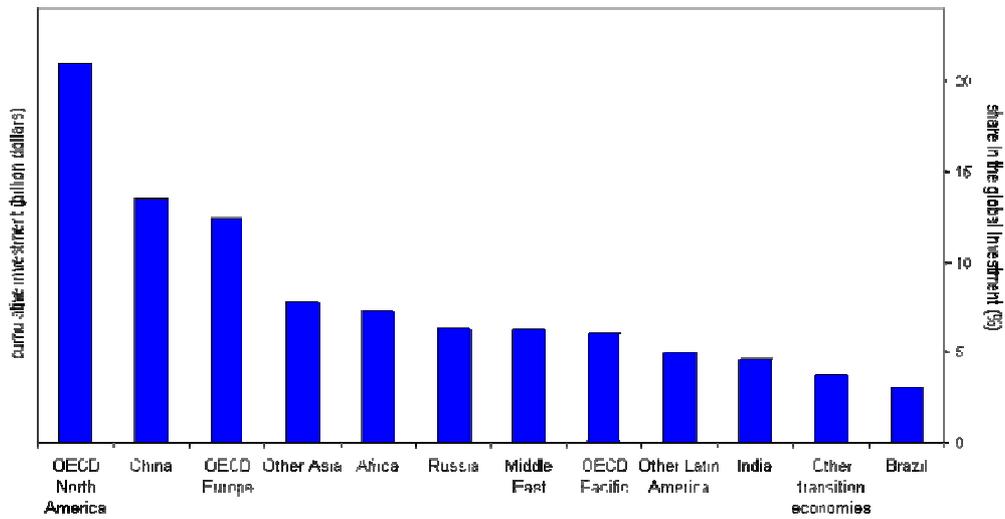
圖3.1 全球能源投資—依能源別



資料來源：摘自IEA（2003），World Energy Investment Outlook: 2003 Insight; E&D =能源的探勘（Exploration and Development）；T&D =電力輸配電線路（Transmission and Distribution）

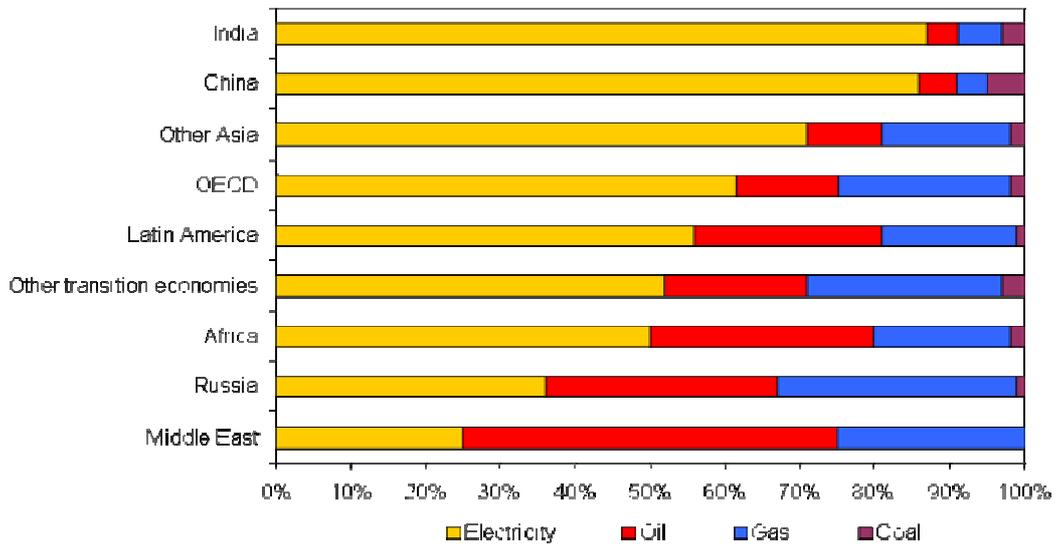
從區域別來看（參考圖3.2全球能源投資—依區域別），美國與加拿大佔全球總投資需求比例最多，約為23%（3.2兆美元），OECD會員國總共佔41%。開發中國家佔總投資需求將近一半，其中，中國大陸大約需2.3兆美元的投資，約佔全球投資的14%。綜合能源別佔各國家或區域總投資的比例來看（參考圖3.3各能源別佔各國家或區域投資之比），非洲與中東國家總投資約2.2兆美元，其中超過一半是投入在石油與天然氣的上游投資部分，而印度與大陸則急需電力投資。在非OECD會員國部份，儘管這些資源大部分蘊藏在非OECD會員國中，但主要則投資在石油、天然氣及煤礦能源中，而其中40%會出口至OECD會員國。

圖3.2 全球能源投資—依區域別



資料來源：摘自IEA（2003），World Energy Investment Outlook: 2003 Insight

圖3.3 各能源別佔各國家或區域投資之比例



資料來源：摘自IEA（2003），World Energy Investment Outlook: 2003 Insight.

在總能源投資中，相當比例的投資是用來維持目前的能源供給水準，而在這段時間初期投入的新產能，在2030年以前也

需要更新。在與生產相關的投資中，51%是用來重置或維修現有或將來的產能，剩餘的49%才是用來生產新的產能以符合增加的需求。天然氣的需求大約以每年2.4%約成長，是在所有化石燃料中，成長最快的項目。電力的需求以每年約2.4%成長，石油和煤礦各為1.6%及1.4%，其中大部分是用來供應電力成長所需的需求。

## (二)全球能源投資課題

根據IEA（2003）的研究，在未來有關能源投資的課題主要分成七項子題，分別是：能源資金需求的不確定性、電力部門的投資大幅增加、石油投資的移轉、天然氣投資的瓶頸、煤礦投資與環境政策、環境政策與科技發展、政府部門的角色，茲分別說明如下。

### 1.能源資金的需求

雖然能源本身的供應能夠符合需求成長，但投資所需的資金來源則仍不確定，依世界銀行統計顯示，目前大部份國家國內的儲蓄遠超過能源投資的需求，但在某些地區，能源投資需求佔國內儲蓄的比率仍非常高，例如：在非洲大約是佔50%，意味著能源投資必須與其他領域的投資者競爭有限的資金。另一方面，即使在資基金充足的地區，也需考慮到能源投資的報酬與相對的風險是否足以吸引投資者，因而，技術、地理、市場、政治、以及法規等因素，都是能源投資潛在的風險。

由於全球化現象與國際金融市場的活絡影響，未來大部分的資金需求會來自私有資金及國外資金（參見表3.1 開發中國家與東歐國家長期資金流入統計）。越來越多的政府已經逐步將能源產業民營化並開放外資參與，以便於募集資金及降低對政府預算的負擔。由於外資的流向對於總體經濟狀況及政府政策穩定十分的敏感，一般預期，外資將成為非OECD會員國的重要資金來源，而在石油及天然氣等產業的投資方面將特別明顯。

整體而言，相較於OECD國家，發展中國家及轉型中的經濟體在資金需求面臨很大的挑戰。這些地區往往存在有不健全的財務資本市場，而且政治與經濟不穩定、以及不確

定的法令風險等，因此不利於資金的流動。因此，在非OECD國應先創造一個便於資金流動的投資架構，才足以吸引所需要之資金。

表3.1 開發中國家與東歐國家長期資金流入統計

單位:10億美元

	1991	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>Total flows</b>	<b>124</b>	<b>261</b>	<b>327</b>	<b>337</b>	<b>276</b>	<b>238</b>	<b>234</b>	<b>207</b>
<b>Official flows</b>	<b>62</b>	<b>54</b>	<b>40</b>	<b>62</b>	<b>43</b>	<b>23</b>	<b>58</b>	<b>49</b>
Aid	35	33	27	28	29	30	30	33
Debt	27	21	13	34	14	-6	28	16
<b>Private flows</b>	<b>62</b>	<b>207</b>	<b>287</b>	<b>274</b>	<b>233</b>	<b>214</b>	<b>177</b>	<b>158</b>
Equity flows	43	144	203	187	211	200	185	161
FDI	35	108	176	180	196	174	179	152
Portfolio	8	36	27	7	15	26	6	9
Debt flows	19	63	84	87	22	15	-9	3
Bonds	11	31	38	40	30	17	10	19
Bank lending	5	31	43	51	-6	3	-12	-16
Others	3	2	3	-4	-2	-6	-7	-6

資料來源：取自IEA（2003），World Energy Investment Outlook: 2003 Insight

## 2. 電力主宰大部分的能源投資

相對於化石燃料，電力因其需求快速成長且供應電力的單位資金成本較高，因此電力投資高達10兆美元，約佔總投資需求的60%。其中又以中國大陸的投資需求最大，將近2兆美元。OECD會員國中有約三分之一現今的產能將在未來三十年內除役，故所佔4兆美元投資中，大部分會用來取代現有的產能，而其中超過40%是投資在美國與加拿大，這使美加將繼續維持全球最大的電力市場，同時也是僅次於中國大陸，為第二大的電力投資需求地區（參見表3.2 2001-2030年電力部門投資）。

此外，因應電力自由化策略而增加了發電廠的投資，尤其是在尖峰產能的部份；另外，自由化市場也需要較多的輸配電路投資，以符合系統間電力交易的需求。但輸配電路的投資具不確定性，這可從部分OECD會員國中發現輸配電之投資落後於發電廠的投資得到驗證。電力市場的操作者、實際生產者、及擁有者三者之間的分工愈來愈分明，也使責任

之分攤及整個市場的規劃工作愈來愈複雜。

電力投資的資金需求仍是主要問題，OECD以外五個最大的國家—大陸、俄羅斯、印度、印尼、巴西約佔全球電力投資的三分之一，轉型中的東歐經濟體及開發中國家約佔了60%。而開發中國家是否能融資到五兆美元的資金一直是個疑問，這當中有三分之二的的需求落在亞洲開發中國家；此外，非洲地區也面臨相同問題。由於在許多地區中的電力市場投資報酬狀況並不符合預期，以致無法吸引足夠的資金投入。儘管電力投資的快速成長，全球仍有14億人口在2030年時沒有電力可以使用，預估較目前僅減少2億人口，因此國際社會應共同思考承擔起提供貧窮地區基本電力的責任。

表3.2 2001-2030年電力部門投資

單位：10億美元

	發電		輸送	配銷	總計
	新設	重置			
OECD Europe	645	62	143	501	1,351
Of which European Union	525	52	120	413	1,110
OECD North America	717	137	295	728	1,876
Of which US and Canada	654	130	261	649	1,694
OECD Pacific	357	61	131	260	809
Of which Japan, Australia, New Zealand	274	48	98	185	606
<b>Total OECD</b>	<b>1,719</b>	<b>260</b>	<b>569</b>	<b>1,488</b>	<b>4,036</b>
<b>Transition economies</b>	<b>297</b>	<b>41</b>	<b>82</b>	<b>280</b>	<b>700</b>
Of which Russia	157	21	45	154	377
China	795	50	345	723	1,913
East Asia	344	22	133	301	799
Of which Indonesia	72	6	33	74	184
South Asia	310	18	142	312	783
Of which India	268	15	119	262	665
Latin America	317	19	128	281	744
Of which Brazil	149	7	54	122	332
Middle East	92	15	47	103	258
Africa	206	13	123	266	609
<b>Total developing countries</b>	<b>2,064</b>	<b>138</b>	<b>918</b>	<b>1,987</b>	<b>5,106</b>
<b>Total world</b>	<b>4,080</b>	<b>439</b>	<b>1,568</b>	<b>3,755</b>	<b>9,841</b>

資料來源：取自IEA（2003），World Energy Investment Outlook: 2003 Insight

### 3.石油投資將會從OECD國家移至他處

根據IEA的研究，未來三十年，全球石油產業總投資金額為3.1兆美元，其中2.2兆，大約72%係投資在傳統石油（conventional oil）的探勘上面。非傳統石油（non-conventional oil，包含gas-to-liquids）佔7%，油槽和油管投資佔8%，原油提煉的投資佔13%。這些投資中大約有三分之一的投資係集中在OECD會員國，但OECD會員國以外地區的投資中，大約有45%是用來供應OECD會員國的需求（參見表 3.3 2001-2030年石油部門投資）。由於中東地區傳統石油預藏量佔世界一半以上，因此未來三十年全球石油需求增加的部分，三分之二將會由此地區供應。非傳統石油的供給將會愈來愈重要，其來源主要為加拿大及委內瑞拉。

在石油業上游的投資部分，大約四分之一用來滿足石油需求的增加，其餘部分則用來維持既有的產能水準（含現有及未來投入的油井）免於下降。由此可知，產能自然下降率（natural decline rate），將因缺乏額外投資以維持既有產能所造成的產能下降，對於上游投資的敏感程度，更勝於需求的成長率。估計的下降率依地區而異，範圍從中東國家每年4%，至位於北海的歐洲國家為每年11%。

中東地區的探勘發展成本相對較低，然而這些地區若缺乏及時投資，將造成產量的增加無法符合預期，則必須仰賴更多的資金投資到成本較昂貴的地區。根據假設性的情境，若中東國家政策性地限制石油生產成長及投資，則全球石油投資資金的需求會上漲8%，而價格上升導致全球石油需求減少8%，同時OPEC會員國或非會員國收入均會減少，而全球經濟成長也會趨緩。因此，不論是石油生產國或消費國，都必須共同促進資金能充分流向中東地區的上游石油業。

表3.3 2001-2030年石油部門投資

單位: 10億美元

	Exploration & development	Non-conventional oil	Refining	Total
OECD North America	466	114	43	622
OECD Europe	199	1	22	222
OECD Pacific	19	1	24	44
<b>Total OECD</b>	<b>684</b>	<b>115</b>	<b>89</b>	<b>888</b>
Russia	308	0	20	328
Other transition economies	113	0	7	120
<b>Total transition economies</b>	<b>422</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>448</b>
China	69	0	50	119
South and East Asia	87	7	69	163
Middle East	408	16	99	523
Africa	311	7	42	360
Latin America	241	59	37	336
<b>Total developing countries</b>	<b>1,116</b>	<b>89</b>	<b>297</b>	<b>1,502</b>
<b>Total non-OECD</b>	<b>1,538</b>	<b>89</b>	<b>323</b>	<b>1,950</b>
<b>Total world</b>	<b>2,222</b>	<b>205</b>	<b>412</b>	<b>2,839</b>

資料來源：取自IEA（2003），World Energy Investment Outlook: 2003 Insight

#### 4. 天然氣投資會持續上升，但可能會形成瓶頸

未來三十年天然氣投資約達3.1兆美元，一半的投資在OECD會員國，而單單北美地區就高達25%。在總投資中，超過50%投資在探勘上面，用來補足現有產能的下降及滿足近兩倍的天然氣需求成長；另外，約1.4兆美元用在運輸及配送網絡、地底儲存、LNG液化場、船隊、氣化站等投資上（參見表 3.4 2001-2030年天然氣部門投資）。為因應區域間的LNG交易將成長六倍，故LNG的投資將較以往高度成長，預估至2030年，超過50%的區域間天然氣交易都會以LNG的方式進行。

天然氣投資需求將逐漸倚靠私有資金的供給，實際上，只有國際上大規模的石油及天然氣公司能承擔動輒數十億美元的投資，因此，對於外國投資限制的解除及有效的政策設計，是資金能否充分流動的關鍵因素，尤其是在中東、非洲及俄羅斯等三地區。根據預測，未來30年全球天然氣生產及

出口成長的部分，大多會出自於這三地區。

有鑑於某些地域的天然氣投資風險仍然相當高，而部分供應鏈的成長又不夠迅速，而天然氣開發作業的前置時間長等因素，可能會產生供給上的瓶頸，進而造成價格上漲與波動。

表3.4 2001-2030年天然氣部門投資

單位: 10億美元

	Exploration & development	Transmission & storage	LNG	Distribution	Total
OECD North America	553	145	44	189	931
OECD Europe	227	110	29	108	474
OECD Pacific	46	22	30	21	119
<b>Total OECD</b>	<b>826</b>	<b>277</b>	<b>102</b>	<b>318</b>	<b>1,524</b>
Russia	187	109	5	32	333
Other transition economies	85	56	0	19	160
<b>Total transition economies</b>	<b>272</b>	<b>165</b>	<b>5</b>	<b>51</b>	<b>493</b>
China	31	29	5	35	100
South and East Asia	168	51	18	31	270
Latin America	141	52	21	39	253
Middle East	140	65	64	12	280
Africa	153	34	37	3	226
<b>Total developing countries</b>	<b>633</b>	<b>230</b>	<b>145</b>	<b>120</b>	<b>1,129</b>
<b>Total non-OECD</b>	<b>905</b>	<b>395</b>	<b>150</b>	<b>171</b>	<b>1,621</b>
<b>Total world</b>	<b>1,731</b>	<b>673</b>	<b>252</b>	<b>489</b>	<b>3,145</b>

資料來源：取自IEA（2003），World Energy Investment Outlook: 2003 Insight

## 5.煤礦投資決定於相對價格及環境政策

全球煤礦投資總額僅4千億美元，且主要是在非OECD會員國，中國大陸佔了34%。儘管北美及澳洲煤礦市場仍具有相當重要性，OECD會員國的總投資僅稍高於中國大陸的投資（參見表 3.5 2001-2030年煤礦部門投資）。煤礦投資是相對低資金密集產業，約僅天然氣的六分之一，因此雖然天然氣發電廠建造成本比煤礦發電廠有優勢，但考量總成本，天然氣發電的相對優勢則大幅減低，而當天然氣價格呈一定幅度上漲時，此一優勢將可能完全消失。

另一方面，政府嚴格的環境保護政策將削弱煤礦在價格上的優勢地位，並降低煤礦需求及煤礦的投資。因此，當新的投資計畫要求更高的投資報酬時，將對煤礦投資形成更大的障礙；然而持續的煤礦科技研究，將能對煤礦發電對環境的影響提供有效的改善方案，維繫煤礦在發電體系中的一些地位。

表3.5 2001-2030年煤礦部門投資

單位: 10億美元

	Mining	Ports	Total
OECD North America	70.4	0.2	70.6
US and Canada	70	0.2	70.1
OECD Europe	24.9	0.2	25.1
EU15	10.1	0.1	10.3
OECD Pacific	32.8	3	35.7
Japan, Australia & NZ	32.7	2.2	34.9
<b>OECD total</b>	<b>128.1</b>	<b>3.4</b>	<b>131.5</b>
<b>Transition economies</b>	<b>32</b>	<b>0.3</b>	<b>32.4</b>
Russia	13.1	0.3	13.4
China	120.6	2.1	122.7
East Asia	15.4	4.4	19.9
Indonesia	9.8	1.8	11.6
South Asia	24.4	0.8	25.2
India	24.1	0.8	24.9
Latin America	8.6	1.2	9.8
Brazil	0.5	0.1	0.6
Middle East	0.1	0.1	0.2
Africa	21.8	0.4	22.2
<b>Developing countries</b>	<b>190.9</b>	<b>9.2</b>	<b>200.1</b>
<b>World total</b>	<b>351</b>	<b>12.9</b>	<b>363.9</b>
<b>World total with shipping</b>			<b>397.8</b>

資料來源：取自IEA（2003），World Energy Investment Outlook: 2003 Insight

## 6.OECD未來的環境政策與科技發展將改變投資的型態

OECD會員國致力於削減溫室效應氣體的排放及能源使用的政策，將明顯改變與影響能源投資的模式。根據假設的情境，若OECD會員國採取更嚴格的環境保護政策，整體的

能源需求將會下降，但因使用可更新能源的高成本方式將會抵銷掉因減少新增產能的投資需求，因此發電投資的需求將會持平，但輸送及配電的投資大約減少40%左右，而煤礦開採及運送的投資會減少250億美元，其中的50%係在非OECD國家，主要的因素在於OECD國家對於這些地區的進口需求將減少。

環境的考量將會影響未來能源科技的發展，持續與先進的科技發展將會改變投資型態及投資需求。例如：碳隔離科技（carbon-sequestration）會增加OECD國家對發電的投資，氫燃料電池對電力使用的貢獻、更先進的核能發電系統、改良式的電力輸送及配電設施等，都將影響未來的能源投資。

#### 7.政府在降低能源投資障礙所採取的行動具指標意義

未來政府在能源投資所扮演的角色會不斷改變，但會越來越強調在於建構一個良好的投資環境的角色。大部分政府將尋求更多的私有經營者參與能源投資，少部分仍將由政府或公營事業持續在石油及天然氣投資上扮演融資的角色。整體而言，政府必須朝向降低政策與法規架構對投資的風險及投資的障礙等方向進行改革。

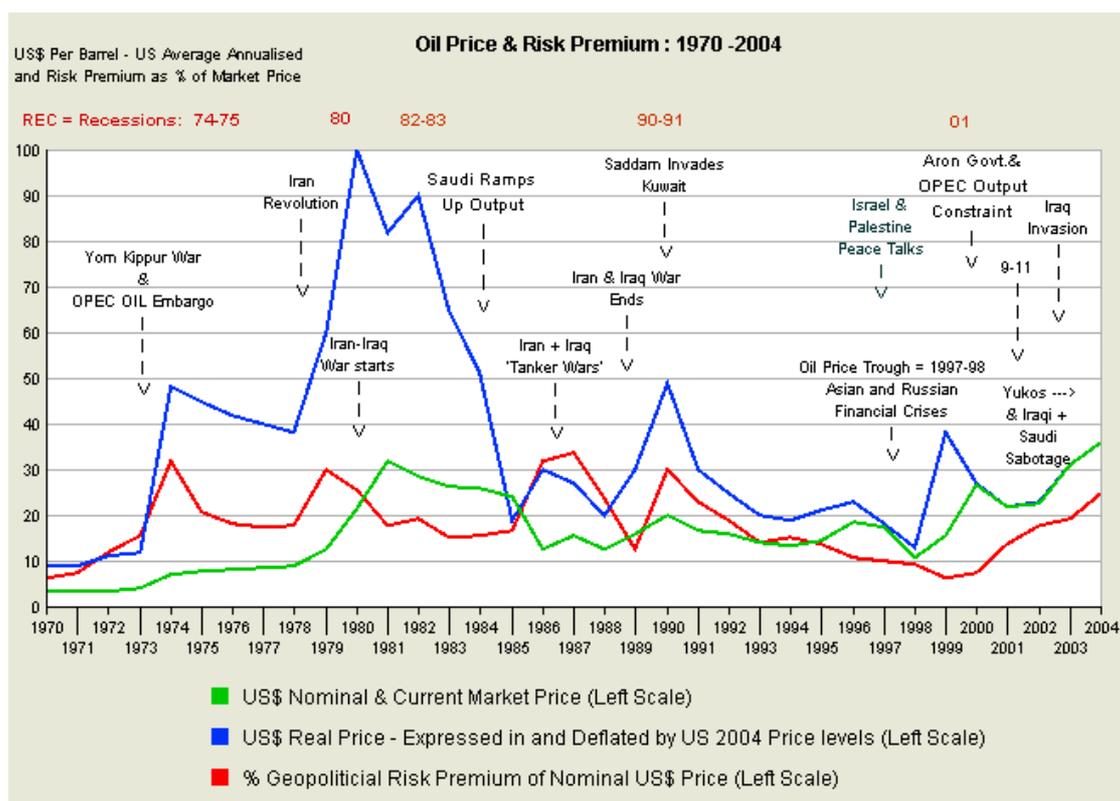
至於目前倡導採行能源市場競爭的政府，卻引進另一種可能影響消費者利益的龐大風險，在此政府需進行適當的監督與管理，並隨時調整市場的法令規範，以確保各方利益。另一方面，政府必須提供更加穩定與透明並可預測的政策法規，以便於市場參與者能評估市場風險及投資的可行性。

目前，許多非OECD會員國政府仍採直接干預能源市場的政策，進而對能源投資造成反效果，而如「石油生產量限制」等能源生產國的決策將會影響外資投入的意願。整體而言，非OECD會員國在能源市場的監理機制的發展，仍需要相當多的配套措施與時間來進行變革。

#### 四、國際原油價格的變動趨勢與對整體經濟之衝擊

國際原油價格於1974年1月由原來每桶 \$ 3.42 美元，跳升至 \$ 13.43 美元，引發第一波能源危機，隨後原油價格則略跌，到1978年11月間，原油價格漲至每桶 \$ 13.77 美元。但到了1979年5月原油價格再跳升至每桶 \$ 32.67 美元，至1980年11月間，原油價格漲至 \$ 40.49 美元，為歷史最高點，形成所謂第二次能源危機。之後，原油價格持續滑落，在1986年7月曾跌至每桶 \$ 9.88 美元的紀錄，而到了2000年間，大部分時間原油價格每桶均低於 \$ 25 美元，而又以每桶低於 \$ 20 美元為主。而自2003年起，石油價格則升至每桶 \$ 30 美元，而在2004年間則再升至每桶 \$ 40 美元，並已越過 \$ 50 美元的界限(參見圖4.1國際原油價格的變動趨勢)。

圖4.1 國際原油價格的變動趨勢

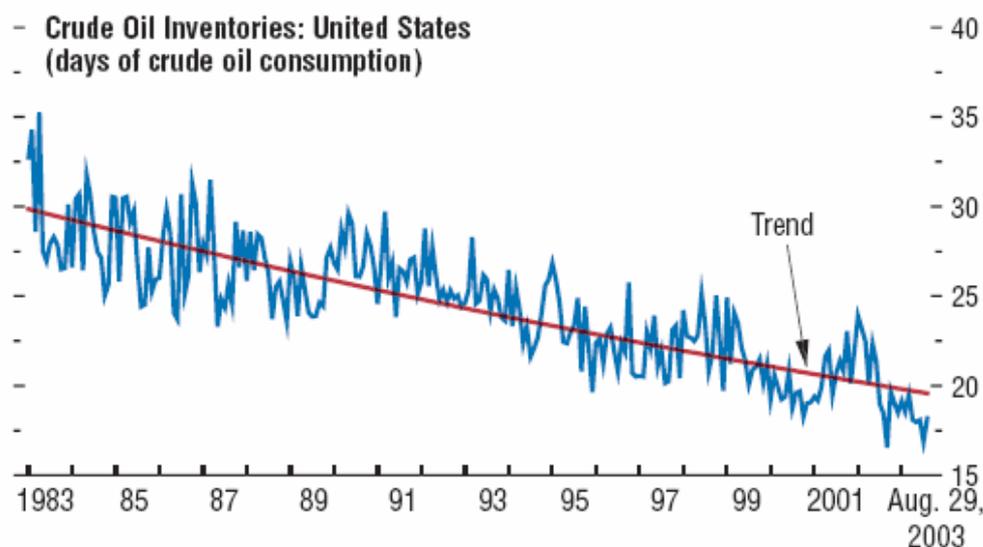


資料來源：摘自 World Market Research Center (2004), Global: Does the Oil Price Premium Exist?, Aug. 2004.

但若以實質價格觀察，目前的原油實質價格約相當於1973至1978年的價格，而仍遠低於1979年至1982年間每桶實質價格高達\$60美元，甚至\$90美元的情形。正因如此，美國著名智庫（Resource for the Future）的董事長Portney在最近表示目前美國每加崙石油售價\$2美元仍然是一項福音（good deal），因為，以實質價格觀察，目前的價格甚至比1918年福特引擎發明時的\$3美元為低。再者，美國的石油價格原就比歐洲或日本的\$4至\$5美元為低；更何況目前石油價格完全無法反應環境外部性問題<sup>4</sup>。

再者，2005年數項在西非、巴西、美國與墨西哥灣進行的深海石油探勘投資將開始採油，而巴庫-第比利斯（Baku-Thilisi）油管的興建完成將可能增加石油供給，對石油價格的上漲壓力將可獲得舒緩，但因美國的石油存量長期呈下降趨勢（參見圖4.2美國石油存貨趨勢），但石油價格變化的高度不確定性仍然存在，而且從長期觀點高度波動性將繼續存在（參見圖4.3國際石油價格波動趨勢）。

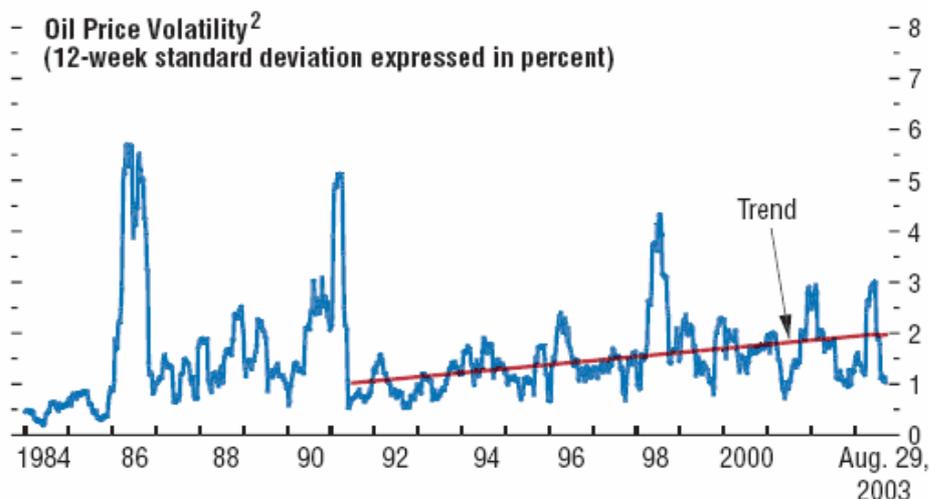
圖4.2 美國石油存貨趨勢



資料來源：摘自IMF（2004），Economic Prospects and Policy Issues, World Economic Report, IMF.

<sup>4</sup> 參閱: Portney, P.R. (2004), Why \$2/Gallon Gas is Still a Good Deal, Resource of the Future, Summer, 2004.

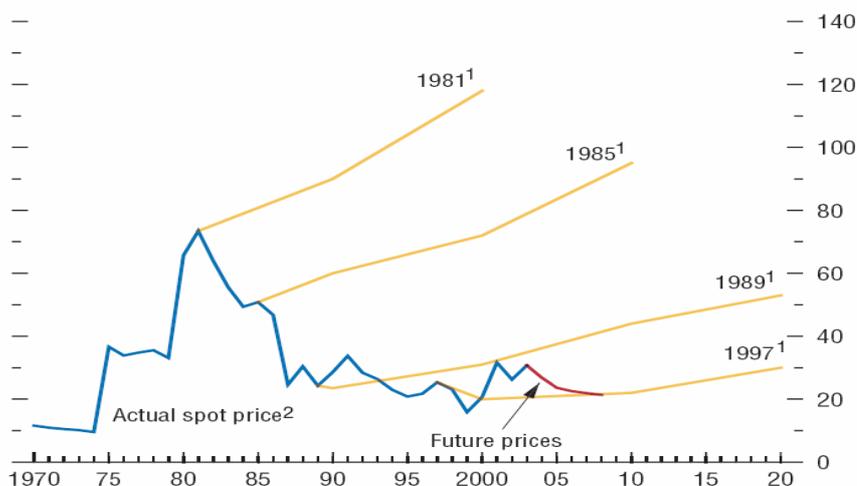
圖4.3 國際石油價格波動趨勢



資料來源：摘自IMF（2004），Economic Prospects and Policy Issues, World Economic Report, IMF

長期油價的預測尤其存在許多未知變數，例如：1981年間預測油價於2000年達到每桶 \$ 80美元，但仍然產生相當誤差，雖然，1989年間的預測準確預知2000年的油價達到每桶 \$ 35美元，但不同年間仍有相當差異；而1997年間的預測未來20年間油價將落於每桶 \$ 35美元之內，但此一預測則在今2004年幾乎每桶維持在 \$ 40美元而亦產生重大誤差（參見圖4.4國際石油價格歷史預測勢）。

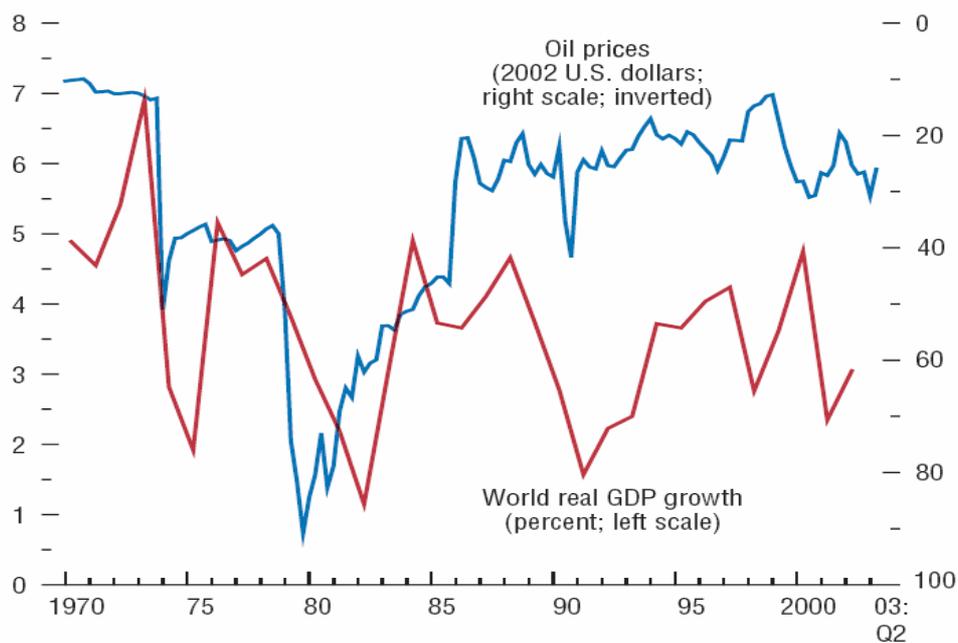
圖4.4 國際石油價格歷史預測勢



資料來源：摘自IMF（2004），Economic Prospects and Policy Issues, World Economic Report, IMF

根據過去資料觀察，油價漲跌與經濟成長仍保有相當程度的緊密相關，1970年代的油價高漲造成經濟衰退，反應出全球經濟體系依賴石油的事實；而1990年與2000年的石油價格高峰與接續的全球經濟景氣衰退亦突顯出石油的重要性（參見圖4.5國際石油價格變動與全球經濟成長）。根據IMF的研究<sup>5</sup>，考量石油消費者對生產者的所得移轉，商品與服務在生產成本上的變化，整體價格與通貨膨脹因素、對金融市場的衝擊、產油的投資與石油供給與需求價格的變化等因素，當每桶石油價格持續性上漲\$5美元，將會造成次年全球經濟成長率降低0.3%。而根據IEA（2004）的研究<sup>6</sup>，預估油價由每桶\$25美元漲至\$35美元，次年OECD國家的經濟成長率將降低0.4%。

圖4.5國際石油價格變動與全球經濟成長



資料來源：摘自IMF（2004），Economic Prospects and Policy Issues, World Economic Report, IMF

<sup>5</sup> 參閱 IMF（2004），Economic Prospects and Policy Issues, World Economic Report, IMF

<sup>6</sup> 參閱 IEA（2004），Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy, IEA.

## 五、國際能源問題之重要課題

當前國際能源的主要課題，集中於兩方面，分別是因石油市場全球化下引發的能源安全問題與因應溫室氣候變遷所重視的二氧化碳減量問題。<sup>7</sup>

### (一)能源安全

從2002-2003年早期，因石油產國政治、軍事、社會問題而造成石油供應的疑慮，能源供應的安全保障成為能源政策制訂者的高度重要議題。而政策制訂者也意識到必須著重在比短期石油供應風險更廣泛的議題，這包含自由化市場下石油、天然氣及電力供應的保障，對石油、天然氣進口的依賴程度增加與投資於未來能源需求所具有的不確定性，甚至是以全球角度來看能源安全的問題。

#### 1.石油市場全球化的風險

石油市場面臨了相當程度的經濟變異及全球的不確定性而顯得詭譎多變，恐怖攻擊、委內瑞拉與奈及利亞因政治不穩定所造成的石油供應中斷、伊拉克戰爭等，這類新型態的風險已逐漸浮現，而這些風險和逐漸走向全球化、自由化、高度競爭的石油市場息息相關。石油產業必須改善其經濟效率，包括及時（just-in-time）管理、降低過多的產能等。2002年OECD國石油存量較2001年底下降155百萬桶（6%），此舉雖然降低成本，卻也帶來供給彈性降低的負面效應；同時，OPEC採取生產供應配額措施維持石油的高價格，更使石油業不願意持有高於需求的昂貴存量。石油市場容易受到短期因素波動而顯的相當脆弱。OPEC會員國為回應委內瑞拉與奈及利亞的石油供應中斷及伊拉克戰爭，因而提高生產；但另一方面，其在伊拉克戰爭後僅維持相當低的備用產能，因而降低了石油市場的彈性。

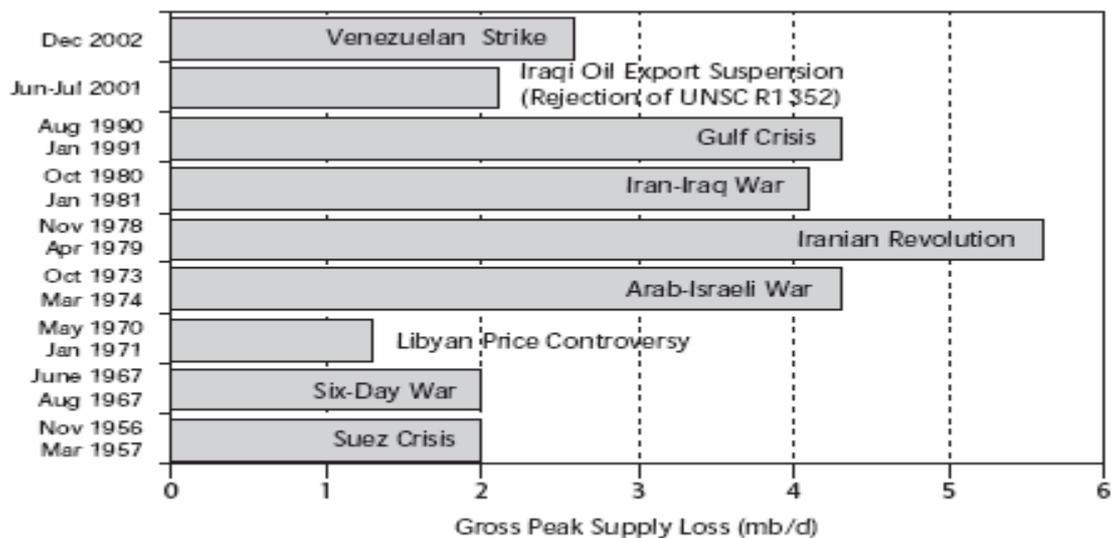
#### 2.因應石油市場的新挑戰

---

<sup>7</sup> 本節內容主要參閱 OECD/IEA (2003), Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review, Paris.

全球石油市場的相互依賴意味著區域性的供應中斷會對全球造成衝擊，而廣佈於全球各地的IEA會員國便是決定整體能源保障的重要因素。在過去半世紀以來，全球發生多次的重大石油供應中斷事件。最嚴重的一次發生在1978-1979年的伊朗革命，造成了每日約5.6百萬桶的尖峰供應損失（Gross Peak Supply Loss mb/d）；其次為1990-1991年的波灣戰爭、1973-1974年的以阿戰爭及1980-1981年的兩伊戰爭，當時均造成每日超過4百萬桶的尖峰供應損失。最近的一次則是2002年12月委內瑞拉罷工造成的供應中斷，也造成約每日約2.6百萬桶的尖峰供應損失。其他尚包括2001年的伊拉克石油出口限制大約2.1百萬桶、1967年六日戰爭與1956-1957年蘇伊士危機各約2百萬桶、及1970-1971年利比亞價格爭議約1.3百萬桶的損失（參閱圖5.1重大石油供應中斷事件）。

圖5.1 重大石油供應中斷事件



資料來源：取自OECD/IEA（2003），Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review, Paris.

## (二)氣候變遷

過去數年來已可看見世界各國為減緩氣候變遷所做的努力，包括國際間訂定了京都議定書（Kyoto Protocol）及聯合國

氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change），以協助各國共同達成緩和氣候變遷的目標。雖然幾個重要溫室效應氣體排放國家尚未批准京都議定書，如美國（全球最大溫室效應氣體排放國）、澳洲等，但不論批准與否，全球許多國家都已經制訂了相關政策以達成這個共同的目標。

### 1. 二氧化碳排放

IEA 會員國在2002年與能源相關的二氧化碳排放量（energy-related CO<sub>2</sub> emissions）較2001年些微上升0.5%，達到118億噸，但與1990年相比，則增加了14.5%。1990-2001年間，IEA歐洲會員國排放量上升3%，其中以葡萄牙、土耳其、愛爾蘭、西班牙及挪威較多，均成長30%以上；同期北美會員國增加近18%。而太平洋地區會員國在1990-2001年間增加29%，其中韓國更高達93%，紐西蘭及澳洲亦達40%以上，僅日本增加幅度較低，為11%（參見表5.1 IEA會員國與能源相關的二氧化碳排放量）。

若從絕對數字來看，北美會員國仍為主要的二氧化碳排放區域，2001年達62億噸，遠高於歐洲會員國的37億噸及太平洋地區會員國的20億噸，而單是美國，就製造了62億噸，而日本、德國、英國、加拿大分別有11億噸、8.5億噸、5.4億噸及5.2億噸，是IEA會員國中二氧化碳最主要的排放國家。

IEA預期1990-2010年增加的幅度，北美地區將達38%，而土耳其的成長預測更達215%，屆時也將擠身於主要排放國之一。其他主要成長國家包括希臘、西班牙、葡萄牙、紐西蘭、義大利、紐西蘭，預測都達50%以上。

分析二氧化碳排放量的變化，電力生產以及陸運交通的需求的持續增加，是造成排放量上升的主要原因。因能源生產造成的二氧化碳排放，在北美、歐洲及太平洋地區會員國分別增加23%、5%、43%；因交通而產生的二氧化碳排放則分別增加21%、19%、39%。而歐洲二氧化碳排放量僅小幅上升的原因，則是因數個歐洲國家在1990年代歷經了經濟變革，而使二氧化碳排放量減少，尤其是捷克、匈牙利及盧森堡，均降低

約20%左右，德國也達12%，抵銷了其他國家的增加。

平均來說，來自於工業產生的二氧化碳排放降低了15%，從1990年起來自於這部分的排放量已些微下降。在某些國家，尤其是德國及英國，因在燃料使用上已轉換成較低碳密度的燃料，使得工業所產生的二氧化碳排放量已巨幅降低。

表5.1 IEA會員國與能源相關的二氧化碳排放量

單位：百萬噸

	1990	2001	% change 1990-2001	2010	% change 1990-2010
Canada	430	520	20.76	542	25.87
United States	4826	5673	17.56	6736	39.59
<b>North America</b>	<b>5256</b>	<b>6193</b>	<b>17.82</b>	<b>7278</b>	<b>38.47</b>
Australia	260	370	42.33	390	50.08
Japan	1019	1132	11.15	.	.
Korea	226	436	92.68	.	.
New Zealand	22	33	47.35	34	51.61
<b>(一)Pacific</b>	<b>1527</b>	<b>1971</b>	<b>29.06</b>	<b>.</b>	<b>.</b>
Austria	57	67	17.82	65	15.81
Belgium	107	120	11.89	114	7.00
Czech Republic	154	119	-22.80	103	-32.93
Denmark	51	50	-0.22	64	26.27
Finland	55	60	9.55	59	7.24
France	353	385	9.12	462	30.96
Germany	964	850	-11.82	839	-13.03
Greece	71	90	27.73	118	67.5
Hungary	71	56	-20.12	58	-17.33
Ireland	30	43	42.47	46	51.02
Italy	400	425	6.3	429	7.12
Luxembourg	10	8	-19.68	8	-21.59
Netherlands	157	177	12.94	169	7.80
Norway	29	38	32.95	.	.
Portugal	40	59	49.08	60	51.91
Spain	207	286	38.30	337	63.15
Sweden	51	48	-6.10	50	-3.21
Switzerland	42	44	5.59	43	4.58
Turkey	129	188	45.97	406	215.44
United Kingdom	560	541	-3.48	538	-4.00
<b>IEA Europe</b>	<b>3535</b>	<b>3655</b>	<b>3.38</b>	<b>.</b>	<b>.</b>
<b>(二)IEA Total</b>	<b>10318</b>	<b>11818</b>	<b>14.54</b>	<b>.</b>	<b>.</b>

資料來源：取自OECD/IEA (2003), Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review, Paris.

## 2. IEA會員國因應氣候變遷之政策

因應氣候變遷的相關政策與能源部門間的關係相當重大，為生產能源而燃燒富含碳的化石燃料（煤、石油、天然氣）製造了80%溫室效應氣體的排放。因此，為減緩氣候變遷，無疑地必須把重心放在降低能源生產所製造的溫室效應氣體排放。

一般而言，為達成減量目標，在能源政策上可以採取兩種政策包括使用較少的能源，及轉換使用含碳較少的資源來生產能源（可再區分成轉換至低或不排放溫室效應氣體的資源，以及從一種含碳較高的化石燃料轉換至另一種含碳較低的化石燃料，如：由煤礦轉換至石油、天然氣）。IEA會員國已相當廣泛地應用這兩個觀點來形成相關的能源政策，目前更發展出了另一種政策的選擇，即使用傳統的化石燃料但應用新科技將碳予以隔離、收集、儲存。雖然這樣的政策仍屬早期階段，但已經成為一項解決方案，惟目前的處理成本仍然很高，且長期而言對環境的影響也尚未確定，但這類科技的發展仍將是未來的主流。

目前IEA會員國採用的政策措施可包括下列幾項：

### (1) 財政措施 (fiscal measures)

財政措施是IEA會員國為降低溫室效應氣體排放的政策中相當重要的一項，佔了過去四年來已採行或計畫中的各種新措施達三分之一。大部分的財政措施用來支援或提供誘因以發展低碳科技，如再生能源及能源效率改良等。此外，多國政府也對採用這類科技者給予稅賦上的減免。另外有些國家則提高與化石燃料、二氧化碳相關的稅率，或提高電力使用的能源稅，藉以抑制溫室效應氣體的排放。

### (2) 法規工具 (regulatory instrument)

法規工具是另一項用來降低溫室效應氣體排放的政策，而且越來越多IEA會員國所採用。雖然法規政策較

缺乏彈性，但卻能對於達成排放減量的目標，提供比較高度可行的方式並降低不確定性。

目前許多政府的法令及相關標準，主要在於提高能源使用效率與再生資源的使用，例如：對於零售商品包括汽車、電器用品，政府傾向用以下兩種方式來改善能源使用效率；其一為對國內銷售的產品要求需符合設定的能源效率標準，並要求在產品上標示其產品的能源效能；另一種方式則是仰賴大眾有關提昇能源效率的知識，例如法國及瑞士在2002年起，要求汽車展售場必須提供有關該車輛石油消耗及二氧化碳排放的資訊給潛在的購買者。愈來愈多國家也強制要求在家電用品上標示電力消耗量。燃而與設定最低能源效率相比較，此種藉由消費者意識的效果相對而言比較具不確定性。

除此之外，多項與再生能源相關的法案業已付諸實施，例如：日本、比利時、及美國數州開始要求來自於再生能源產生的電量必須符合最低限額，澳洲和歐盟亦訂有與再生能源限額相關的法規付諸實行。

### (3)自願性協議 (voluntary agreements)

各國亦自行發展各式的協議，多半是與產業部門訂定。2002年自願性協議在歐洲及北美地區持續扮演重要的角色，而IEA亞洲會員國則沒有發展出任何新的重要自願性協議。例如，美國引進氣候領導計畫 (Climate Leaders Programme)，這是政府與產業部門間的合夥關係，目標為鼓勵企業針對他們的日常運作所需來發展防制溫室效應氣體排放的產品。在美國這類協議扮演越來越重要的角色，並作為美國在不批准京都議定書下的替代方案。

自願性協議對於防制溫室效應氣體排放的效果並不如法規工具來的嚴格與明確。然而，這類協議提供較大的彈性，對於處在國際競爭的產業部門而言尤為重要。

### (4)交易許可 (tradable permits)

適當地使用市場工具一直是國際間及各國國內討論的話題。應用市場工具雖有其經濟效率性，但各國間對於這項選擇仍處於缺乏經驗的階段，也缺乏較完整的發展架構，因此在應用上進展較為緩慢。儘管如此，IEA會員國已加快腳步發展這類措施，過去數年間發展出來的交易許可措施大多數均由歐盟所開發，其會員國亦發展各自國內的計畫。

2002年四月，英國最先發佈了境內二氧化碳排放交易（emissions trading）計畫，這項計畫建立一個自願性架構，同時能使企業部門能在排放交易上獲得實質的經驗，又能協助英國達到其在京都議定書所設定的目標。荷蘭亦在發展類似計畫，而自2002年起，日本與韓國亦在這方面進行努力。

此外，國際間也發展出其他型態的交易許可，以降低溫室效應氣體的排放：可交易再生能源認證（tradable renewable energy certificates）、清潔發展機制（CDM）及聯合減量（Joint Implementation, JI）等，亦逐漸引起各國的注意。

#### (5) 政策程序（policy processes）

政策程序可分為規劃性政策（planning policies，諮詢、策略規劃與機構發展）與延伸性政策（outreach policies，資訊傳播與建議）兩大類。

規劃性政策是溫室效應氣體減量計畫的主幹，過去數年來，IEA各會員國已發展出國家性、地區性與部門性環境變遷策略，並強調氣候變遷問題應優先於政治議題。2001年有20個IEA會員國已發展或正在發展國家性、地區性與部門性環境變遷的策略部分，至2002年則降到剩下10個會員國，這顯示部分國家已經結束規劃階段，而在未來幾年內將會逐漸轉移到政策執行的部分。規劃性政策也牽涉到創立特定的機構，以對氣候變遷相關政策執行情形加

以衡量。如：愛爾蘭就創立了永續能源愛爾蘭（Sustainable Energy Ireland）的機構，以監督衡量其於2002年通過的永續能源法案之執行狀況。

延伸性政策包括如何有效地將降低溫室效應氣體排放的資訊告知大眾或機構組織，並給予實質上的建議。儘管訊息告知對於緩和氣候變遷十分重要，但目前除了在產品上做標示的方法外，2002年並未見到其他新的政策措施付諸實施。

#### (6)研究發展與示範（Research, Development & Demonstration, RD&D）

資助能源研究與科技發展是另一項傳統的方法，透過科技的革新能提供乾淨無排放污染的能源，進而降低溫室效應氣體排放，將是一項持續性措施。雖然許多研究認為私部門最適合從事科技的商業發展，但僅在特定而有限的市場狀況下，私部門才會進行投資。由於科技發展的早期階段，不僅風險高，投資回收期間不確定，且研發的成果也不易受到完善的保護。因此，為填補研發上的不足，政府必須介入擬定創新科技的策略投資。

2002年，部分國家（尤其是美國）投入開發新的RD&D計畫，其中主要是以水力為基礎的科技發展。南韓也在再生能源科技、能源效率及收集儲存溫室效應氣體排放等方面的領域，建立了新的研究計畫。加拿大在最近數年內則投入了超過10億美元在與氣候變遷相關的科技上。

### 六、探究電力自由化議題

電源供應的保障（security of supply）係指應用所以可能的方式來確保電源能夠不間斷地供應；而為保障電源持續的供應，適當的投資為重要關鍵。這些投資包含：提供足夠發電量以符合需求、能具備適度的科技以因應投入燃料種類之變異、具備適當的傳輸與配電系統。

近年來電源供應產業的變革已對投資決策形成深遠的影響，傳統投資決策在於為達到任何時候皆維持足夠產能以符合電力需求，以致成本控制並非決策的主要目標。過去大多數OECD成員國均維持大量供電資產，以達到此目標，但卻形成過度投資，造成消費者額外的負擔。近年來透過自由化的市場機制，在考量成本與風險因素下，將可消除過度投資的誘因，形成一個產能較少，但仍能維持產能的電力系統。

大部分電力市場均存在市場的不完全競爭與資源扭曲，進而對電源供應的保障形成負面的衝擊。尖峰與備用產能的投資規範，降低投資者的意願；特定技術的發展與特定燃料的使用等政策的限制，及過份嚴格的法令規範，繁雜的執照核發程序等，均會降低投資者的意願。

2001-2002年的加州能源危機，主要是新的發電及傳輸投資量不足，所造成並引起世人對於電力市場改革的關切。此外，發電方式的改變，如英國增加採用天然氣發電，使得歐盟對天然氣進口之仰賴，及部分國家計畫逐步淘汰核能及煤炭發電等，亦引發了市場自由化對於發電科技界衝擊的討論，本節將就此等問題進行比較周延的說明。<sup>8</sup>

## (一)電力投資與管理

### 1.投資決策

最適電力投資的決定在於消費者對於維持的電力供應持續與不間斷的價值，亦即是所謂的Value of Lost Load (VOLL)。VOLL為消費者消費最後一單位能源的貨幣價值，也就是衡量消費者為了交換能源使用而願意付出的價值。因此，投資的上限就在於投資成本與消費者所認定的價值二者之間取得平衡，但在實務上，最適投資的計算十分困難。IEA則建議利用邊際備載容量的觀念來衡量電源供應的可靠程度；其衡量公式為在一段期間內，總安置的產能超過

---

<sup>8</sup> 本節內容主要參閱: IEA (2002), Security of Supply in Electricity Markets: Evidence and Policy Issues, International Energy Agency, Paris.

尖峰需求量能的百分比：

$$\left( \frac{\text{Installed Capacity} - \text{Peak Demand}}{\text{Installed Capacity}} \right) \times 100\%$$

其中，總安置產能係指某一區域內發電廠的產能，但要考慮由外地輸入的產能，或因維修與設備故障等而無法產生的產能。水力發電的產能必須考慮水量的波動，尖峰需求產能必須調整因中斷供給而造成的需求減少。此外，設備本身的老舊與維護狀況、燃料的供應也必須列入考量。

## 2.傳統法令下的投資決策

在傳統法令規範下，投資決策是由政府來制訂或核准，投資決策的焦點在於符合電力需求的成長與重置無法運作的設備，而降低成本的投資則僅被視為選擇性項目。由於這一類決策目標，往往造成較高水準的電源供應，形成過度的投資，亦即超過最適投資水準。然而，停電與投資不足容易在社會上遭受責難，以致於過度投資不會引起注意；而另一方面，法令的規定卻又能夠將過度投資的成本轉嫁至消費者身上，而造成投資效率不彰的結果。

一般而言，市場機制能夠解決過度投資的問題。在自由化市場中，價格高低為決定是否投資的主要因素；價格越高，提供越高誘因促使投資投入；而產能是隨需求變動而變化，因此價格亦會隨著時間而波動。然而，不完全的市場與法令規範則導致投資不足及循環性的產能波動，以下分別說明可能遭遇的幾項問題：

### (1)價格扭曲

大部分電力市場，多數消費者均受到庇護而免於受到市場價格影響，因此不會對於市場狀況做出回應。「價格上限」是最常用來抑制市場力量所造成價格高漲的一項策略。另一方面，亦可做為補償高價格所造成的需求不足。理論上，價格上限應設定在VOLL，若設定值較

VOLL為低，則容易導致投資不足，然而實務上，VOLL則不易訂定。

#### (2) 風險管理工具不足

電力產業為高度資本密集且長時間分期攤還的產業，在高度風險的情況下，風險管理工具不足會降低投資意願。若沒有適當的工具規避收入變動的風險，則可能沒有投資者願意對備用存量進行投資。

#### (3) 投資循環

電力產業的投資與部分產業相同，均面臨市場景氣與價格高低的循環波動，若調整的腳步無法跟上需求狀況的改變，則會造成產能的起伏波動。

#### (4) 法規風險

在邁向競爭化市場過程中，可能會產生對未來市場如何運作的高度不確定性風險，進而造成投資遞延或投資的融資成本大幅提高之結果。一般而言，法規風險包含二種不確定性：改革宣布與實施時點的風險及持續性的不可預測所續生的規範性干預風險。關於前者，當整個產業面臨重大轉變，如解禁鬆綁時，該風險就可能偏高；當產業結構是漸進式地轉變，該風險就會較小。至於後者，該風險與市場法令規則、能源政策的改變相關，這些因素越不明朗，或法令規範越多，風險就會越高。

### 3. 電力管理政策工具：產能機制（capacity mechanisms）或價格上限（price caps）

產能機制是用來穩定備用產能的生產，英國英格蘭及威爾斯市場在2001年以前使用該項機制，西班牙、美國部分地區以及部分拉丁美洲國家現在則仍使用該項機制，而大部分其他國家的電力市場則仍為純粹能源面市場（energy-only markets），亦即電力生產者是依照實際供電而獲取報酬。

在產能機制之下，給付電力生產者的報酬，係用來交換必要的電力供應；最普遍的一項方式，則是法令設定價格，

讓市場決定產能。但若採用產能給付制 (capacity payments)，法令制定者能控制成本，但備用產能則不確定。但若採用產能要求制 (capacity requirements)，則備用產能水準能加以控制，但價格變為不確定。

另一方面，產能給付制可搭配價格上限以保護消費者對抗市場力量並降低價格波動。然而價格上限有其爭議，特別是誘使電力生產者移到價格上限較高的地區去生產，與提供電力生產者操弄價格的機會，利用電廠的設立以增加收入。此外，有產能機制的發電系統與無產能機制的發電系統互交流時，則可能導致價格扭曲，進而持續持有現存不經濟的發電設施，而降低創新及提高污染。

## (二)電力市場的自由化與發展

### 1. IEA會員國的趨勢

根據統計自1985至1999年間，IEA會員國大致上維持高水準的電力備載存量，然而美國卻從1980年中期開始下降，至1999年達到最低點。另一方面，IEA會員國一直維持高度的電力投資，其中1974至1990年間集中投資在核能發電廠，而燃煤發電則較少，石油發電亦下降，但自1990年起則朝向天然氣發電發展。而隨著投資趨勢發展，天然氣發電及核能發電產能增加，燃油發電產能一直下降，水力發電產能則維持平穩的水準。

電力市場自由化對投資電力生產的衝擊，主要國家與地區，包括：英國、瑞典、挪威、澳洲、美國加州及美國東北部（賓州、紐澤西州及馬里蘭州）等。

### 2. 自由化市場的投資、備載容量及燃料組合

整體而言，自由化之後備載容量些微下降，而降幅以澳洲最大達24%，其餘地區在自由化後備載容量大致與自由化前相當或些微下降。由於自由化前，邊際備載容量相對較高，雖自由化後下降，但現在約維持在16%以上，為可接受的電源可靠度水準。挪威與瑞典因電力系統整合，而區域內部分

地區邊際備載容量下降。加州地區自由化之際正值價格較高時期，因此邊際備載容量偏低（參見表6.1電力自由化備載容量變化）。雖然如此，在英國、美國東北州、澳洲三地區，持續之投資造成淨產能些微上升，其餘地區變化則十分微小。

表6.1 電力自由化備載容量變化

單位：%

Country	UK	Norway	Sweden	Australia Victoria	Australia N.S. Wales	US: California	US: PJM
Change in reserve margin since year of liberalization until year of 2000	0	-2	0	-24	-13	1	0
Change in average reserve margin	5	-3	-5	-16	-7	-7.5	-3
<b>Year of liberalization</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1996</b>	<b>1994</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1998</b>

資料來源：取自IEA（2002），Security of Supply in Electricity Markets: Evidence and Policy Issues, International Energy Agency, Paris.

目前，天然氣發電在不同國家間仍有相當差異，這反映出各國的成本及政策不同所致。在英國及加州，1990年代天然氣使用增加，到了2000年比率約佔39%，這原因包括煤礦成本相對較不具備競爭優勢與環保政策的影響；而在澳洲及美國東北州，天然氣發電比例較低；而挪威則因政策限制使用天然氣發電比重較低。雖然在許多國家市場競爭與增加使用天然氣發電是呈現一致的趨勢，但由上述證據顯示，市場競爭並不一定會使用較多的天然氣。

### 3.價格與市場結構所扮演之角色

在解除管制之電力市場中，一個主要的議題為：價格訊息是否足夠推動及時之投資。由OECD市場證據顯示，投資的確回應了價格變動，但是否是及時反應，則尚無定論。當前的電力自由化經驗顯示下列現象：

#### (1)投資反映價格

根據推論，投資應該由現在及預期電價所驅動。當價

格相對於興建新產能所需成本高時，投資就十分強勁，英國、美國東北州及加州呈現這個趨勢。在挪威及瑞典，因低價形成較少之投資，甚至部分投資為政府補助所產生。在澳洲則因地區間電力系統缺乏整合與區域間傳輸之限制，而出現高電價與低電價的同時並存的狀況。

#### (2) 是否即時投資的仍有待查證

市場自由化之一可能的風險即是隨著景氣波動所造成的投資循環。投資循環的形成對電源供應之保障而言是項威脅，例如在過多產能期後可能形成後來偏低的備用產能期。目前尚無投資循環及投資及時性的證據，但加州經驗則顯示，經歷電力短缺後的投資，發生的時間有偏晚的狀況；而在澳洲，備用產能的陡降，可能是產能因應需求改變所對應之調整有落後的情形所造成。

#### (3) 市場結構影響投資

大部分電力市場在某種程度為寡佔市場，因其市場結構導致高價格及高利潤而吸引新競爭者進入市場，而有利於新投資的形成。由英國的例子不難發現，電力市場因存在高價格而吸引投資及競爭者的現象。

#### (4) 進入障礙為能源政策所造成

市場進入障礙為能源政策所造成，尤其是特定燃料使用的禁止或限制，將會對新的能源生產造成重大的挑戰。這樣的政策雖在現有的案例中尚未成為投資決策的關鍵性因素，但會對未來的發展產生重大的衝擊。

#### (5) 核准

在加州能源危機個案中，不當的執照核發程序，是造成阻礙投資及降低供電可靠度的主要因素之一。執照核准程序也會影響新建電廠的成本，經歷能源危機之後的核發程序改革，已經可以明顯看到投資的快速上升。執照核准程序未必對投資產生嚇阻效果，在某些程序嚴厲、複雜而冗長的OECD國家，仍可看到滿意的投資成果。為符合安

全、健康、環保等目標，這些限制有時無法避免，因此，核准程序並不構成投資的限制因素。

#### (6)法規風險

法規風險會遞延或抑制投資，改變時點所產生對於新法規及新產業結構的不確定性，往往會遏阻投資。法規風險因素被認為是造成美國加州不理想的投資成果之主因，但在澳洲及英國，亦經歷了大規模的產業結構轉變，但卻沒有投資績效不佳的狀況發生。

#### 4.政府的角色

政府所扮演角色主要為：監督並預期潛在的問題、設定清楚的目標及為電源供應之保障負責、針對市場力量尚未發展之處制訂法規、降低法規風險及簡化管理程序、確保政策一致性、監督與預測。目前，大部分自由化市場已建立一套監督電源可靠度與評估未來需求的系統，並由電力系統操作者來負責運作。規劃與預測能提供市場參與者與政策制訂者相當有價值的資訊，亦能平衡分散經營後的市場所產生的不確定性。然而，預測的正確性則受到限制，而採取與市場參與者非正式的諮詢程序來補足。

價格上限的實施，能夠限定過高價格及防止電力生產者不當運用其支配性的地位，然而價格上限會遏止投資，形成電力生產者會往價格上限較高的地區生產與供應。價格上限也會降低電力生產者投資於尖峰產能的誘因，因其無法享受到尖峰需求時高價格帶來的報酬。價格上限的影響取決於對於保護投資人與傳遞投資人正確價格訊息間的取捨。在澳洲，西元2000年為解決低電力可靠度的問題而提高價格上限，以增加投資誘因；在加州電力危機時，價格上限與極高的天然氣價格被視為是無法獲利的因素。若能採行較軟性的上限政策，則可能較不會降低投資意願。

#### 七、政策涵意與因應之道

### (一)全球能源供需狀況

由全球能源供需狀況發現，過去10年間能源供給與需求的平均年成長率約為1%，但根據經濟部能源局統計資料，1992年至2002年間台灣在個別能源間的需求每年成長率分別是：煤炭為8.7%、石油為4.0%、天然氣為10.1%、電力為66.7%。這些成長數據，遠高於OECD國家或全世界的需求，例如：同一時期OECD的石油需求平均成長率為1.0%，而全球煤炭需求的平均成長率為1.2%。台灣能源需求的強勁現象，一方面反應出台灣經濟體的快速成長與發展；另一方面則可能來自於能源的無效率使用所致。若根據目前政府歸劃未來20年間的能源需求在電力部份為每年2.4%、煤炭為2.2%、石油為2.4%而言，這些數據仍高於過去10年OECD國家的能源年平均成長率。基於此，未來台灣的能源最適成長比率應如何擬定，應為當前重要的研究課題。

其次，從全球能源供需狀況分析中亦發現，中國與印度兩個經濟體對能源的需求，過去幾年間均呈現大幅上漲的現象，例如：中國石油消費由1995年每天336萬桶上升至2000年的516萬桶；而印度的消費在同期間由157萬桶上升至218萬桶，平均年成長率分別達7.6%與5.5%。由於這兩個國家的人口總和超過22億，佔了全世界人口的三分之一，對能源需求的持續增加，勢必對國際能源供需產生更大影響。根據World Market Research Center (2004)的分析<sup>9</sup>，中國對石油的需求，將對國際石油市場的價格穩定性形成破壞作用，加深石油能源的不確定性問題。另外，根據World Market Research Center (2004)的一份有關中國電力需求的報告<sup>10</sup>，亦顯示中國業已面臨嚴重的電力短缺問題，儘管金融部門業已提供大量資金供公營部門擴充電力生產設備，但此一電力供應不足現象勢將持續至2008年左右。而外國公司對於在中國進行電力投資部份，鑑於中國市場的高

<sup>9</sup> 參閱 World Market Research Center (2004), China as a Global Driver for Oil Demand, Feb. 2004.

<sup>10</sup> 參閱 World Market Research Center (2004), Playing Catch Up: Chinese Power Generation, Aug. 2004.

度法律與經濟風險，與預期5年後將發生超額電力供給的現象，對於在中國投資仍採取保守的態度。

有鑑於台灣與中國間愈來愈緊密的經濟與貿易關係，中國的經濟發展對台灣的經濟將產生重大影響，這可由今年中國進行宏觀調控，可知一、二。另一方面，印度近年的崛起，特別是在市電子軟硬體產業的發展，表現相當耀眼，這兩個地區的變化將對台灣產生影響，但國內過去甚少由能源需求與供給層面對中國與印度進行有系統的分析，如何整體因應這兩個地區的能政策發展，是目前刻不容緩的重要研究課題。

## (二)全球能源投資展望

在全球能源投資相關課題中，業已列出未來的主要方向，包括：資金的需求仍將依靠已開發國家，電力投資為能源投資的主流，中東地區仍是石油投資的重心地區，天然氣投資持續增加，煤礦投資將取決於環保政策，政府將逐漸降低投資障礙。由於台灣的自有能源相當有限，幾乎全靠國外供應，因此，若能參與國外能源的投資，將有利於掌握國際能源的供應，另一方面亦可利用能源投資機會開創新的投資契機與拓展經貿外交關係。目前，國內能源產業龍頭包括公營的台電與中油及民營的台塑集團。政府應制定政策鼓勵台電與中油等國營事業結合民間廠商積極與國外廠商合作，建立國際能源投資管道，再透過國內豐沛的資金與活絡的金融證券市場進行籌資與運用，勢必能夠進一步帶動國內的相關產業發展。

## (三)國際原油價變動與衝擊

在國際原油價格變動與衝擊分析中，發現國際油價業已脫離過去15年間每桶20美元上下的情況，而進入每桶至少40美元，甚至50美元的趨勢，而且短期間回降至每桶20美元似不可能。另一方面，國際油價的波動加驟並且呈現上升情勢，如何因應油價波局面，政府部門應研擬一套新的方案。目前，國內油價的調整係採部份授權中油方式處理，但若考量油價調漲對國內民生物資影響甚鉅，而且瞭解到價格向下調整的僵硬性，倘

若未來油價係形成波動性的變化方式，則目前經濟部與中油的油價調整方式將有必要進行檢討，以納入此等波動要件。

再者，油價漲跌與國際經濟榮衰亦有相當緊密關係，由於台灣以外銷產業為主，國際經濟的波動影響台灣經濟至深，油價變動的對各產業的衝擊尤應進行深入研究，俾能提供較符合實況的因應方案。依目前的情況觀摩，如70年代間的兩度石油危機衝擊的影響，暫不會出現，但油價上漲所形成對經濟的負面衝擊及景氣復甦減緩，業已產生徵兆，對明後年過度樂觀的景氣預期恐怕有必要進行適當調整。

#### (四)國際能源問題之重要課題

在國際能源的重要課題主要為兩項，分別是能源安全與氣候變遷，其中，能源安全首重於能源供應的確實保障。由於我國能源均依賴國外進口，因而，穩固國外進口來源為政策上之首要觀點；其次，適當的安全存量，亦為政策重點。目前政策係要求石油鍊製業應保有60天的安全存量，而因應國際情勢的變化，安全存量是否調整，仍有待進一步研究。

其次，在氣候變遷部份，主要著眼點在降低二氧化碳排放。由於短期間尚無重大技術可以有效減低二氧化碳排放問題，因此，提高能源使用效率，降低對化石能源的使用成為目前政策主軸。在這方面如何積極進行節約能源與提高效率的相關技術研究發展，政府應列為首要研發項目之一。在財政措施上如何提高節能者的誘因與耗用者的懲罰措施，亦是可行方向；再者，政府與產業部門間訂定自願性協議亦是一可行而有效減低二氧化碳排放的方式。

#### (五)探究電力自由化議題

電力自由化課題為一國際間刻正關心與討論的焦點。目前，確實實行電力自由化的國家與地區仍相當有限。政府對於能源專業自由化與民營化業已列為政策方針，其中，電力自由化並將透過修法進行。然而，電力自由化是否適合台灣環境，且列為能源政策的當前目標，仍賴更多與廣泛的研究參與。

## 參考文獻

1. IEA (2002), *Security of Supply in Electricity Markets: Evidence and Policy Issues*, International Energy Agency, Paris.
2. IEA (2003), *Coal Information, International Energy Agency Statistics*, Paris.
3. IEA (2003), *World Energy Investment Outlook: 2003 Insight*, International Energy Agency, Paris.
4. IEA (2003), *OIL MARKET REPORT: Annual Statistical Supplement*, International Energy Agency, August, 2003
5. OECD/IEA (2003), *Energy Policy of IEA Countries: 2003 Review*, International Energy Agency, Paris.
6. IEA (2004), *MONTHLY OIL MARKET REPORT*, International Energy Agency, August 2004.
7. IEA (2004), *Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy*, International Energy Agency, August 2004.
8. IMF (2004), *Economic Prospects and Policy Issues, World Economic Report*, International Monetary Fund, April 2004.
9. Portney, P.R. (2004), "Why \$2/Gallon Gas is Still a Good Deal", *Resource of the Future*, Summer, 2004.
10. World Market Research Center (2004), *China as a Global Driver for Oil Demand*, February 2004
11. World Market Research Center (2004), *Global LNG Outlook*, March 2004.
12. World Market Research Center (2004), *Playing Catch Up: Chinese Power Generation*, August 2004.
13. World Market Research Center (2004), *Global: Does the Oil Price Premium Exist ?*, August 2004.

國際能源問題之探討與我國因應對策／劉錦添計畫

主持.一初版.一台北市：行政院經濟建設委員會，民93

面：表，公分

GPN 1009303306

委託單位：行政院經濟建設委員會

1.能源利用

554.68

題名：國際能源問題之探討與我國因應對策

計畫主持人：劉錦添計畫主持

出版機關：行政院經濟建設委員會

委託單位：行政院經濟建設委員會

電話：02-23165300 地址：臺北市寶慶路3號

網址：<http://www.cepd.gov.tw/>

出版年月：中華民國 93年 9月

版次：第1版 刷次：第1刷

GPN：1009303306

工本費：200元

平裝