

# 討論案二：能源科技政策

## 主題二、能源科技研發整合規劃

### 一、摘要

能源是經濟與社會發展必須的實體基礎建設(physical infrastructure)，但其實際內容則受環境保護及政治發展所影響，而完成實體基礎建設之後，又必須有完備、彈性及與時併進的軟體建制(policies、regulations & implementation plans)，以便提供具經濟效益、可靠、有效率的能源服務體系。提升至能源安全層次來審視，並考慮 21 世紀特有的內、外在因素後，顯然分散使用能源的種類與來源、提升能源使用效率、開發能源新利用及再生能源技術、能源安全國際合作等四領域值得再進一步分析並提出具體措施；此外，在追求能源安全的同時，另一個值得考慮但過去並未受重視的項目是能源產業的建立。由於我國缺乏傳統能源資源，在全力發展經濟與工業的時代，能源安全的目標主要是靠分散使用能源種類與來源達成，比較屬於被動的方式，但 21 世紀在能源需求的快速成長、石化能源的持續/轉變及全球氣候變遷等特有的新環境下，提升能源使用效率、開發能源新利用及再生能源技術與能源安全國際合作等領域均有可能產生新的經濟利基，在能源市場自由化的推動下，可由以往較消極、被動的策略調配為具積極、主動性的產業建立。本子題包括前言、能源科技研究發展組合、能源研發團隊與預算及綜合結論等子項，其主旨期以對環境負責的政策建議，追求 21 世紀能源技術與產業的發展，以達到能源供應安全的最終目標。

### 二、前言

能源是產業與經濟發展的原動力，世界各主要國家為確保經濟的穩定成長，對能源的問題皆相當重視，而高度仰賴進口能源的我國，對於能源問題的重視更形迫切。近幾年來國內外時空變化快速，時時牽動了我國能源供需，並進而影響我國的經濟發展。

國際間因能源的使用，而造成的種種環境問題，有氣候公約與京都議定書的推動，以及溫室氣體減量的壓力，非締約國的我國亦無可避免，因此低碳或無碳的潔淨能源將是未來的主流。另一方面，化石能源所造成的環境問題尚待解決，能源的枯竭將構成能源安全與穩定供應的限制條件，而核能發電的安全顧慮一直無法排除亦是困境之一。高度仰賴進口能源的我國，對於國際間各種政治經濟的變化至為敏感，此亦往往直接

衝擊到我國的能源供應的穩定和安全。

檢視影響國外能源相關情勢的變化,主要可歸納為能源需求的快速成長、由油轉氣的化石能源持續轉變、全球氣候變遷以及中東地區的緊張情勢;國內則有政府非核家園政策的宣示與推動、能源市場民營化與自由化的催生、再生能源中風力發電的技術和價格已達具競爭力,而太陽光電的競爭力則亟待提昇。

能源科技方面,先進國家正加速無碳新能源的研發,但短期內尚無法上線;既有的高碳排放能源轉換效率有待改善;能源使用效率提昇離預期目標尚有大幅的空間。為了因應新的能源情勢與政策,相關的法規之訂定與修訂亦刻不容緩。總體而言,為達確保我國能源的穩定與安全供應,兼顧環境保護,進而促進經濟發展提昇全民福祉的最高目標,我國能源政策和相關的技術發展策略,實有必要加以檢視和調整之必要。在現有研發基礎上,藉助整體規劃、擴大國際合作以及強化新興能源的研究,積極推動相關策略與技術的研發,進而希望輔導新創能源相關產業,促使能源領域成為經濟發展的基石和產業轉型的動力。

### 三、能源科技研究發展組合

#### (一)能源與溫室氣體問題

##### 1、背景說明

化石能源之開發與利用,提供人類舒適的生活與便利,促進經濟與社會快速的發展。然而使用化石能源產生之空氣污染物與溫室氣體,亦造成我們居住環境的惡化。例如燃燒化石能源產生之硫氧化物、氮氧化物、懸浮微粒,致使區域空氣品質惡化。而化石能源產生以二氧化碳為主之溫室氣體,造成全球氣候暖化,影響環境、生態系統的平衡。

為改善並維護居住環境,世界多國於一、二十年前即著手進行區域空氣品質改善,我國政府亦復如此,且有顯著改善成效。惟因溫室氣體對全球環境影響,近年方有進一步的確定評析結果,是以全球溫室氣體減量行動起步亦較晚;自 1995 年簽訂「聯合國氣候變化綱要公約」後,1997 年 12 月「京都議定書」至今仍未正式生效。

由於「京都議定書」對公約附件一國家設定溫室氣體減量目標,直接影響附件一國家能源配比與產業結構,進而影響其經濟發展,甚至損及國際競爭力。因此,各國對於履行京都議定書的態度分歧,形成已開發國家與開發中國家對立的情勢。

我國為能源進口依賴度高的海島國家,實施能源溫室氣體減量,必然

對我國經濟造成衝擊。政府為具體表達共同保護環境的決心，自 1998 年全國能源會議後，即著手研訂溫室氣體減量措施。

觀諸國外能源溫室氣體減量策略，實一舉兩得；由於化石能源使用為溫室氣體主要排放源(約佔 80%以上)，減少使用亦可大幅降低溫室氣體排放，同時，降低化石能源使用，可使產業生產更具效率，節省成本及增加市場競爭力，進而改善我國進口化石能源依賴度。是以如何進一步改善能源結構，減少環境衝擊是為當前重要的政策研析課題。

## 2、問題與分析

我國政府為能源安全與維護環境之目的，實施節約能源、提升能源效率、開發再生與潔淨能源、五大耗能產業自願節能計畫、及全民造林運動等等措施，其執行成果茲以溫室氣體排放量、能源生產力、產業節能目標及減量成本等指標，與世界主要國家之比較結果分述如下：

### (1)溫室氣體排放量

由於各國致力推行能源政策，相對使得全球能源使用排放之溫室氣體(CO<sub>2</sub>)排放量逐年降低，如 1971 年能源使用 CO<sub>2</sub> 排放量為 147 億公噸、1990 年為 213 億公噸、1997 年為 230 億公噸、1998 年為 227 億公噸。1998 年雖比 1990 年增加 6.7%，但比 1997 年降低 1.4%。世界主要集團與國家 1990、1997、1998 年 CO<sub>2</sub> 排放量之比較詳列如表一。大部份國家 1998 年排放量雖比 1990 年水準高，距離減量目標值仍有段差距，但 1998 年比 1997 年排放水準低。

### (2)能源生產力

綜觀日本、法國、德國、荷蘭、紐西蘭、英國、美國及南韓等國家能源部門因應政策與措施，除美國以開發新及再生能源、南韓以提升能源效率為主外，其餘國家皆致力節約能源。由日本、法國、德國、英國、美國、南韓、義大利及我國以其相對美國購買力平價衡量之能源生產力而言(表二)，義大利最高，我國與日本相近，且高於法、德、英、美、韓、加諸國。

### (3)產業節能目標

由於產業能源耗用佔比較高，因此各國普遍由產業提出自願性減量計畫。綜合英國、德國、荷蘭、澳洲、日本與南韓等國家產業自願性減量計畫相關資料，這些國家實施自願性減量計畫 90%與能源使用有關。以減量指標而言，英國、荷蘭及南韓產業是以能源效率提升率為減量目標，德國、澳洲與日本是以節約能源所致之 CO<sub>2</sub> 排放削減率為減量目標。就參與減量方案之產業而言，以

英國(30 個行業)參與之行業最多，荷蘭與日本(29 個行業)次之，德國(17 個行業)再次之，澳洲(12 個行業)及南韓(6 個行業)較少，我國共 5 個行業參與自願節能計畫。若以節能率目標而言，英國平均 14.25%節能率，荷蘭平均 15.12%節能率，南韓平均 8%節能率，我國平均 4.02%節能率。

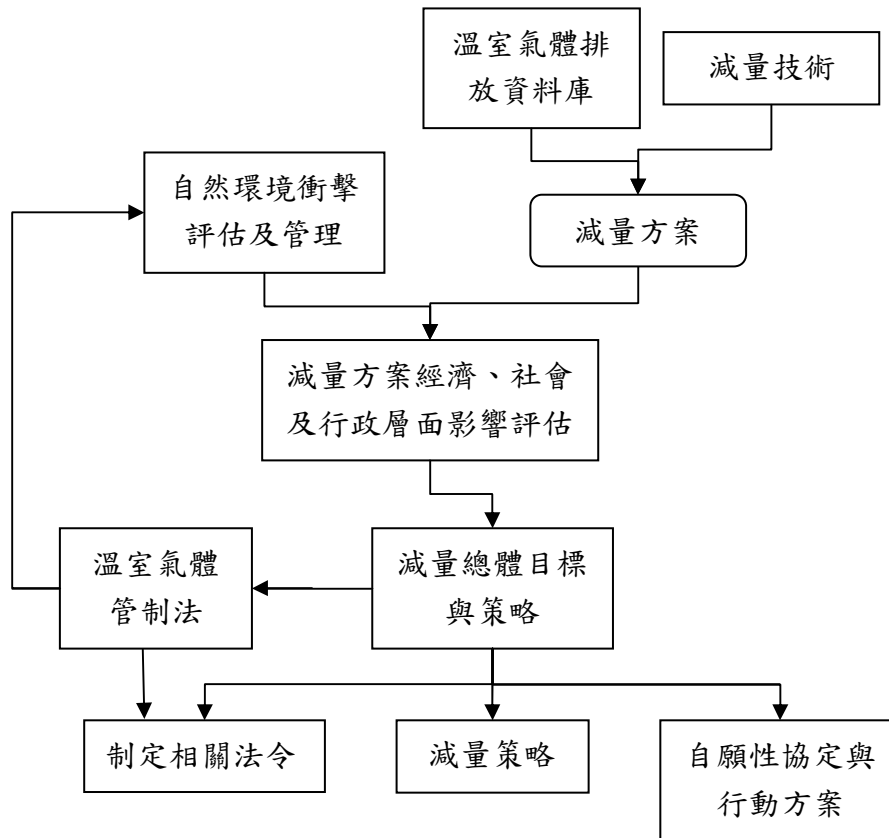
#### (4)減量成本

依據工研院能資所環保署 90 年委辦計畫估算產業節約能源減量成本，造紙業、鋼鐵業、化工業、紡織業、食品業、水泥業及電機業節能減量措施，工業部門七個行業邊際減量成本介於 1990 年幣值負 NT2,986.36~1,282.99/t CO<sub>2</sub>。其中，減量成本為正者僅鋼鐵業與電機業設備汰舊換新、電機業照明等減量措施，其餘皆屬減量成本為負者，即節約能源有其效益。

由上述四項比較指標比較結果顯示，我國由此顯示，我國節能水平優於法、德、英、美、韓、加等國家，相對而言，我國「經濟有效」節能空間相對於其他國家是較低的，可見政府推行之節能策略已收若干成效。惟我國能源使用 CO<sub>2</sub> 排放趨勢仍在成長中，其他附件一國家溫室氣體排放成長率與 GDP 成長率逐漸分離，且我國產業、住商節能措施確有效益，因此我國能源使用效率仍有進一步提升空間。

### 3、建議方案

為使我國能源使用溫室氣體減量策略具有成本效果且確實可行，經參酌國外溫室氣體減量策略，建議我國分由法令、策略、技術、資料庫、影響評估等層面，增(修)訂我國溫室氣體調適策略，減量策略關連如圖一，建議執行時程詳如表三。詳細措施條列如下：



圖一 我國溫室氣體調適策略建議

### (1)、通過溫室氣體管制法

加速溫室氣體管制法草案之立法程序；以明確規範溫室氣體管制結構，以利於各項減量措施與相關配套措施之執行，並強化對外的互動立場與能力。

### (2)、建立國家排放基線

為正確評估減量潛力與減量技術，並為後續監督查核之依據，建議由各部會依其職掌每年統計該部門溫室氣體排放量，統合建立我國所有部門溫室氣體排放量。同時確定排放量稽核審查制度，以建立完整的溫室氣體排放估算、驗證系統。

### (3)、建立總體減量目標與策略

依據各部門排放基線與減量技術，研擬減量方案，評估經濟、社會及行政等層面影響後，供決策者訂定減量目標與策略之參考。

#### (a)能源轉換

- 提高新及潔淨能源比率
- 電力業燃料轉換
- 提高廢棄物再生使用率
- 提升輸配電效率

#### (b)工業

- 訂定設備最低耗能標準
- 推動能源需求管理制度

#### (c)住商

- 擴大電器用品能源耗用標準(如電視、錄放影機、影印機、電腦、磁碟裝置)
- 制定住宅與建築物之省能標準
- 推動商業需求之能源管理

#### (d)運輸

- 加速興建都會區捷運系統
- 汽車稅(費)環保化
- 促進清潔能源車輛之普及
- 推動高度道路交通系統 (ITS)
- 設置號誌燈並改良為系統化、感應式
- 促進降低環境負荷之物流系統
- 推動國內航運與鐵路貨運運輸效率
- 提倡民眾搭乘大眾交通工具

#### (e)其他

- 擴大全民造林計畫增加匯

#### (4)、執行自願性協定與行動方案

我國僅有鋼鐵、石化、水泥、人纖、造紙等五大行業實施自願節能措施，建議未來以排放總量 80%以上行業按其排放量多寡分年實施自願節能計畫：

第一階段(至 2004 年)：電機業、塑膠製品業、塑膠業、發電業、油氣煉製業及石化原料業。

第二階段(至 2008 年)：商業、住宅、道路運輸。

(5)、研發與引進溫室氣體減量技術開發與引進能源環境友善技術

- 高性能鍋爐
- 高效率照明
- 清潔能源車輛
- 省能型新世代交通工具之研發
- 省能源相關技術開發
- 超高效率太陽能發電技術開發
- 革新的氫製造技術開發
- 二氧化碳的貯留，固定化等技術開發

(6)、自然環境衝擊評估及管理

為了解我國受氣候變遷之影響，建議進行我國衝擊調適評估，研究議題包括：

- 海岸環境管理評估
- 公共衛生衝擊與調適評估
- 海陸域生態衝擊與調適評估
- 災害應變評估

表一、1990、1997、1998 年能源使用 CO<sub>2</sub>排放量之比較

單位：%

| 國家別   | 增加率<br>(98/90) | 增加率<br>(98/97) | 減量目標          | 國家別  | 增加率<br>(98/90) | 增加率<br>(98/97) | 減量目標          |
|-------|----------------|----------------|---------------|------|----------------|----------------|---------------|
| 附件一國家 | <b>-3.20</b>   | <b>-1.11</b>   | x             | 荷蘭   | 9.30           | <b>-2.28</b>   | <b>-6.00</b>  |
| 附件二國家 | 8.40           | <b>-0.40</b>   | x             | 瑞典   | 3.40           | 1.52           | 4.00          |
| 北美洲   | 11.80          | <b>-1.01</b>   | x             | 挪威   | 20.60          | 4.89           | 1.00          |
| 加拿大   | 13.30          | <b>-0.40</b>   | <b>-6.00</b>  | 英國   | <b>-4.00</b>   | 2.08           | <b>-12.50</b> |
| 美國    | 11.70          | <b>-1.06</b>   | <b>-7.00</b>  | 太平洋  | 10.40          | <b>-2.24</b>   | x             |
| 歐洲    | 2.20           | 1.49           | x             | 日本   | 7.60           | <b>-2.76</b>   | <b>-6.00</b>  |
| 奧地利   | 4.90           | <b>-3.75</b>   | <b>-13.00</b> | 紐西蘭  | 26.90          | <b>-2.87</b>   | 0.00          |
| 比利時   | 15.30          | 3.20           | <b>-7.50</b>  | 澳洲   | 20.10          | <b>-0.22</b>   | 8.00          |
| 丹麥    | 12.30          | <b>-4.98</b>   | <b>-21.00</b> | OECD | 8.70           | <b>-0.94</b>   | x             |
| 芬蘭    | 11.90          | 12.43          | 0.00          | 經濟轉型 | <b>-33.00</b>  | <b>-3.98</b>   | x             |
| 德國    | <b>-11.40</b>  | <b>-0.96</b>   | <b>-21.00</b> | 國家   |                |                |               |
| 法國    | 1.90           | 7.35           | 0.00          | 非附件一 | 26.30          | <b>-2.26</b>   | 無             |
| 義大利   | 6.10           | 2.38           | <b>-6.50</b>  | 國家   |                |                |               |
| 盧森堡   | <b>-31.30</b>  | <b>-8.86</b>   | <b>-28.00</b> | 中國   | 21.10          | <b>-7.97</b>   | 無             |
|       |                |                |               | 南韓   | 59.40          | <b>-12.55</b>  | 無             |
|       |                |                |               | 台灣   | 73.76          | 6.26           | 無             |

資料來源：International Energy Agency, Dealing with Climate Change-Policies

and Measures in IEA Member Countries, 2000。

表二、世界主要國家能源生產力比較表(以各國相對美國購買力平價衡  
量)

單位：美元(1990年PPP幣值)/公斤油當量

| 年別   | 中華民國 | 日本   | 法國   | 德國   | 英國   | 美國   | 韓國   | 義大利  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1981 | 4.61 | 4.79 | 4.40 | 3.00 | 3.67 | 2.48 | 3.87 | 5.63 |
| 1982 | 4.76 | 4.91 | 4.62 | 3.09 | 3.74 | 2.53 | 3.93 | 5.82 |
| 1983 | 4.50 | 5.02 | 4.56 | 3.15 | 3.88 | 2.62 | 4.06 | 5.91 |
| 1984 | 4.62 | 4.84 | 4.46 | 3.13 | 3.98 | 2.66 | 4.06 | 5.95 |
| 1985 | 4.76 | 5.04 | 4.34 | 3.10 | 3.90 | 2.72 | 4.11 | 6.04 |
| 1986 | 4.77 | 5.13 | 4.36 | 3.18 | 4.00 | 2.80 | 3.99 | 6.11 |
| 1987 | 5.19 | 5.28 | 4.36 | 3.21 | 4.14 | 2.75 | 4.11 | 6.08 |
| 1988 | 5.13 | 5.25 | 4.54 | 3.30 | 4.32 | 2.75 | 4.07 | 6.16 |
| 1989 | 5.06 | 5.30 | 4.41 | 3.47 | 4.40 | 2.80 | 4.08 | 6.08 |
| 1990 | 5.06 | 5.29 | 4.43 | 3.63 | 4.39 | 2.88 | 3.87 | 6.17 |
| 1991 | 5.01 | 5.37 | 4.23 | 3.82 | 4.19 | 2.84 | 3.88 | 6.08 |
| 1992 | 5.12 | 5.32 | 4.36 | 3.98 | 4.18 | 2.86 | 3.60 | 6.13 |
| 1993 | 5.11 | 5.29 | 4.22 | 3.97 | 4.22 | 2.86 | 3.40 | 6.13 |
| 1994 | 5.17 | 5.08 | 4.48 | 4.09 | 4.37 | 2.92 | 3.45 | 6.33 |
| 1995 | 5.16 | 5.01 | 4.41 | 4.10 | 4.44 | 2.96 | 3.42 | 6.20 |
| 1996 | 5.17 | 5.13 | 4.24 | 4.02 | 4.38 | 3.01 | 3.31 | 6.26 |
| 1997 | 5.22 | 5.13 | 4.46 | 4.16 | 4.64 | 3.11 | 3.24 | 6.26 |
| 1998 | 5.18 | 5.06 | 4.45 | 4.30 | 4.36 | 3.23 | 3.30 | 6.18 |

資料來源：能源會(2000年)。



## (二)、能源安全

### 1、背景說明

我國能源 97% 必須仰賴進口，其中進口石油依存度高達 99% 以上，天然氣則有逐年遞增的趨勢。由於能源分佈極不平均，因此能源的交易及運輸成本與安全成為一個國家經濟與社會能否持續的重要因素之一。石油為目前世界最重要的能源之一，過去多次的石油危機對世界各國的政治、社會與經濟都造成非常大的影響；能源價格的波動直接影響到民生與經濟。

由於我國能源消費量近年來快速增加，有鑑於能源安全對我國之經濟社會與環保目標的日趨重要，而我國自產能源有限，隨著能源需求增加對進口能源依賴日益加深；政府近年來雖致力於分散進口來源及能源多元化政策，惟能源安全穩定的供應仍是我國長期發展所面臨的挑戰。因此如何維持穩定的能源供應及降低能源供應風險為我國在能源安全方面最迫切的課題。

### 2、問題與分析

我國能源高度仰賴進口，因此需要有適當的設施加以儲存、運送與利用，對於能源安全的問題主要有：

#### (1)、自有能源比例過低

我國自有能源比例再以開發或開發中國家相比較，美國 74%、德國 39%、芬蘭 32%、日本與義大利 20%，我國只有 2.9%，明顯偏低，故進口能源的安全與穩定供應對我國更行重要，展望未來，隨著經濟發展的需要，可預見自有能源的比例將持續下降。

#### (2)、能源供應來源種類過於集中

我國能源供應結構中，水力發電數量有限且需仰賴天候，再生能源（新能源）則尚未達經濟開發的規模，近年來在政府能源多元化的措施下，已大幅降低石油的依存度，但其所佔的比例仍高達 50% 以上，就世界各國能源供應量來看，石油至今仍是各國主要的能源之一。我國能源 97% 為進口，原油超過 60% 集中自中東國家依靠船運進口，甚為費時。在運送過程中遇有事故或中東地區發生供應中斷，將對國內能源造成重大影響。煤炭 90% 以上來自澳洲、美國、南非及印尼等四個國家，液化天然氣大多來自印尼及馬來西亞，核能燃料則仰賴尼日、那密比亞及美國的鈾礦，在美國濃縮製造後進口，凡此種種均顯示目前我國能源供應安全的問題。因此有必要加強分散進口的來源，以及加強探勘與

開發的投資，以獲取我國自有的能源礦區，提高能源供應的安全度。

### (3)、電源開發不易

二十一世紀是電力高度成長的時代，基於電力有區域性及不易儲存的特性，且我國過去十多年來電力設備的增建緩慢，政府在政策上雖然開放民營電廠的設置，惟電力設施之興建仍備受環保及其他抗爭因素所影響，使得電源開發更趨困難。

### (4)、國際能源的蘊藏量及區域經濟發展

由於石油及天然氣的蘊藏量有限，預估僅剩 40-70 年的使用量，且在美國發生恐怖攻擊事件後，航線安全及供給的可靠性已成為重要議題，未來能源安全供應如何促進分散風險與能源多元化，避免國際原油市場的波動或暫時供應中斷對區域或我國的經濟發展造成風險，為我國應正視的問題。

### (5)、能源法規與管理的不足

我國目前對於能源安全方面的相關法規，較重要的僅有能源管理法、石油管理法及其他相關辦法及作業要點等等，不足以應付當前的能源安全問題，造成管理上的困難，特別是全國能源會議後需要相關的配合措施非常多，需要法規加以規範，因此必須加強法規的制訂，例如災害防範體系建立、法規與標準的建立、能源安全相關技術研發與引進等等。同時應提高能源法規的位階，例如制訂能源基本法，以實踐能源安全的目標。

## 3、建議與解決方案

我國對於能源安全目前的考量，其政策性的目標可分為：

- 加強能源安全供應的可靠性與穩定性
- 促進能源安全技術的發展、交流與應用
- 促進多元且有效的能源供應組合

為達成前述目標，可分成短期與中長期的執行策略，短期策略以抑制需求、提高原油生產量、緊急儲油等等；中長期的策略則以永續的方式使用能源，包括能源市場之重整，以及透過發展再生能源或其他替代能源以分散能源供應，並降低對單一能源的依賴度，確保國內能源供應與使用的穩定。

有關能源安全各項規劃時程表示如表四，建議的作法如下：

### (1)、加強整體能源規劃

參酌世界能源供需情勢，我國能源進口來源與國內能源消費情況，規劃整體能源安全供應、能源相關設施及掌握國內外能源礦藏；具體措施包括訂定能源供需及應變計畫（如能源安全存量及調節性應變機制、建立石油安全申報及查核制度、油氣管線資訊管理系統等），以及建立能源災害防範應變體系等。我國能源政策雖已包含能源安全之重要目標，執行策略則可進一步考量是否需要加以修正，例如：能源配比、加強能源管理、發展替代能源以降低對石油的依賴、加強能源國際合作以提昇我國能源技術等。

### (2)、訂定各種能源安全相關法規與標準

為減輕能源市場的變動及突發性的暫時供應中斷對經濟造成的影響，對於能源供應事業設置能源儲存設備，應予以訂定相關法規與標準，俾使國內經濟有較長的緩衝期及調適時間。安全存量的標準，則應依據能源購置與建儲成本及能源市場供應短缺的風險相互參考擬定。

### (3)、妥善規劃能源供應多元化

能源之供應除考量安全、經濟與環保因素之外，電源結構應充分運用民營電廠的彈性，規劃電力使用燃料的適當配比，如擴大天然氣的使用、推廣汽電共生、淨煤技術、開發燃氣及提升核能發電機組效率等，同時加強電力調度，提高供電品質，推廣分散式發電系統，輸配電工程及電力調度方面應予自動化，以提高供電的品質與穩定性。

### (4)、促進能源種類多元化、分散能源進口來源

加強整體能源規劃，訂定中長期能源供需計畫，持續開發水利發電，擴大天然氣使用，並適度增加核能機組，以降低對石油之依賴。石油進口除中東地區外，積極拓展其他如中南美洲等地區的油源，以降低對中東地區的依賴。

### (5)、加強國際合作

為確保能源穩定供應，加強國際合作，提供合理數量的國際共同儲油，以掌握自有能源並結合國際相關能源公司共同探勘開發，以分擔風險，輔以獎勵方式提高投資意願。

### (6)、建立我國安全儲油運作制度

石油管理法第二十四條第三款明訂政府儲油需有三十天之存

量，為使政府儲油之運作能擺脫冗長的行政程序，提高運作之靈活性，宜借鏡日、韓國經驗，以石油基金成立專責機構（如財團法人），以第三者角度管理與操作儲油相關業務，委託民間具有儲槽設施與操作經驗之煉製業或輸出入業者代為作業，並建立儲油資訊之即時通報系統，同時妥善規劃查核業務之進行，以掌握我國儲油之最新狀況。對於緊急時期儲油管理與操作制度需特別加以考量，特別是採境外儲油的部分，緊急時期能否及時從境外將油運返國內，為首要考量條件，且需進一步評估評估合作之國家或區域及合作方式，以確保我國自身權益。

#### (7)、分散與確保油源

為確保我國油源之供應無虞，取得能源產權或礦區為最直接保護能源供應安全的方法，因此應加強鼓勵石油與天然氣或其他能源的探勘與開發國際合作案，同時考慮收購或投資海外能源產權或礦區，以保障國內能源來源之安全性，並確保緊急時期油源供應充足。

#### (8)、參與與協助 APEC 會員體建立安全儲油

由於亞太地區對於原油之依賴持續增加，且區域內安全儲油量偏低，因此若遭遇原油供應中斷，則將對區域經濟運作造成巨大影響。此外，從國際原油市場角度而言，國際能源總署會員國或美國之釋油動作對於油價之影響，將隨亞太地區原油消費量佔全球總消費量之增加而逐漸減弱。因此提高亞太地區之安全儲油量為因應原油供應中斷之當務之急。我國應積極參與協助尚未建立安全儲油之會員體建立儲油，推動方式可藉由目前在亞太經濟合作下之能源安全倡議邀集有相關經驗之會員體如美國、日本、韓國、澳大利亞及紐西蘭等共同執行。

#### (9)、原油與天然氣運輸安全

台灣海峽為中東及東南亞原油或天然氣運輸至東北亞之必經路線。雖此海域目前遭遇海盜或恐怖份子劫持的機會不高，然撞船事件與原油洩漏事件發生的可能性不可忽視，目前我國已有處理原油洩漏事件的經驗，然尚有待加強，建議成立任務小組，並尋求國際專家協助人員訓練及緊急應變作業之規劃。

#### (10)、積極發展替代能源與再生能源

提高能源安全手段之一是使用替代能源與再生能源，特別是近年來運輸部門對於能源的消耗量不斷提高，減少交通運輸部門對於石油的依賴可以直接提升我國的能源安全度，因此應透過國際合作的方式提昇我國研發替代能源及再生能源之技術。

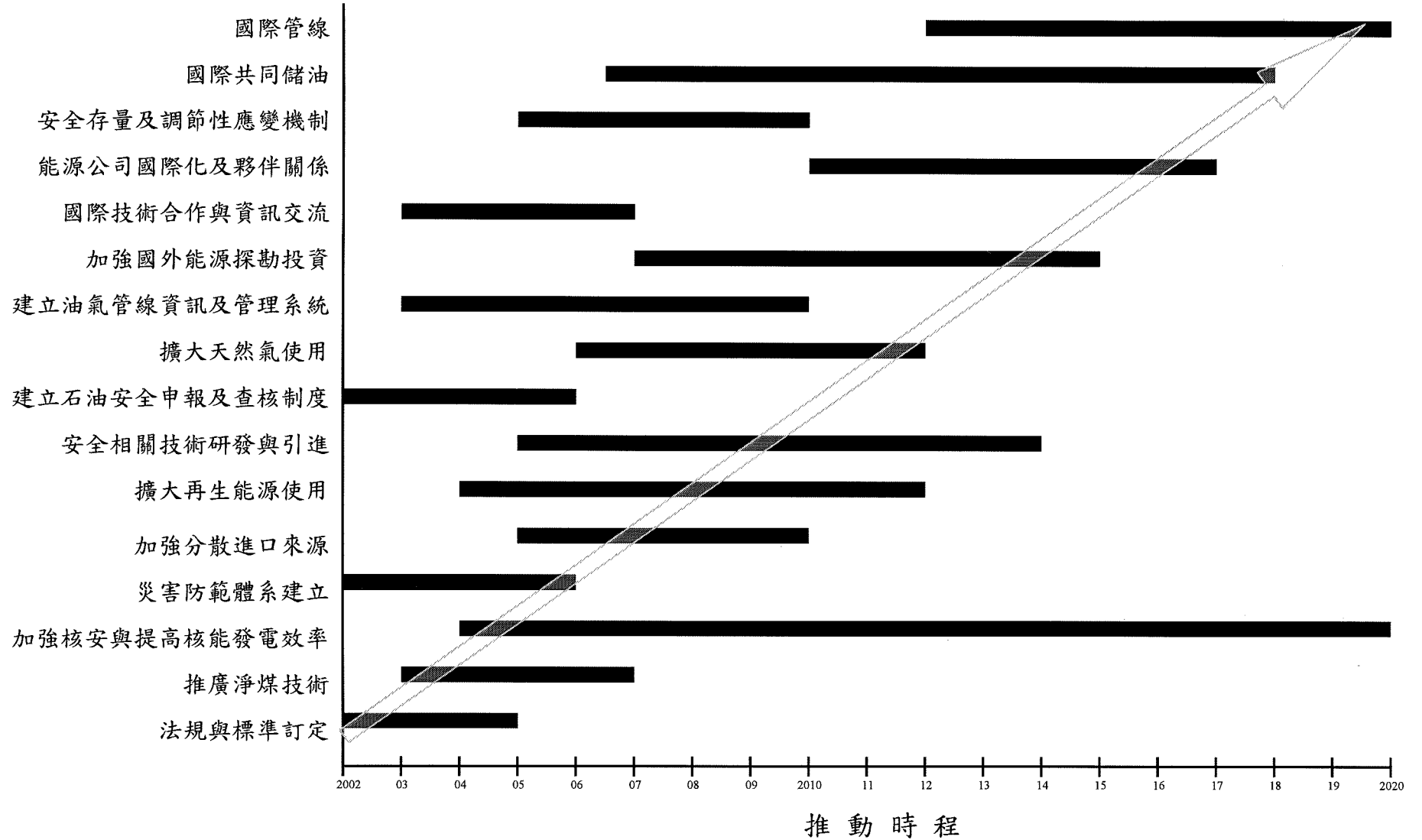
### (11)、推廣分散式發電系統

分散式發電系統可以提高電力供應的穩定性，避免區域性的小事故造成大區域甚至全國的電力系統受到影響，亦可減少目前南電北送所增加的成本以及輸配線路架設所遭遇的抗爭。

### (12)、建立油氣管線資訊及管理系統

我國目前石油有管線與交通載具方式進行輸送，天然氣則僅有南部永安接收站，以管線方式輸送至北部。管線的埋設與輸送過程都均有其風險，如何降低操作時所遇到的事故風險將直接影響到能源供應的安全，因此實有必要建立油氣管線資訊及管理系統，以確實掌握我國油氣管線的狀況，以確保輸送過程能安全無虞。

規劃工作項目



表四、能源安全各項規劃時程表

### (三)、再生能源與潔淨能源研發

#### 1、背景說明

由於我國經濟持續成長，國民生活水準不斷提高，致使能源消費量逐年增加，大約每十二年即增加一倍；惟台灣地區自產能源匱乏，高達百分之九十七的能源仰賴進口，為配合今後經濟發展與民生福祉的需要，加強開發再生能源及淨潔能源，以減低進口依賴及增進能源多元化已成為眾所關切的重要課題。

另外由於傳統化石能源的大量使用，逐漸加劇地球暖化現象，已成為全球性的課題，聯合國氣候變化綱要公約並已達成溫室氣體排放減量協議及規範減量目標；我國雖非氣候變化綱要公約會員國，但為善盡地球村一份子的責任，經濟部遂於八十七年五月召開「全國能源會議」，以尋求各界共識，研擬一兼顧經濟發展、能源穩定與環境保護之因應策略與作法。會中在能源結構調整方面達成了”推動節約能源、提升能源效率，以及大力推動新能源及淨潔能源開發利用”之重要共識，並訂定二〇二〇年再生能源之發展目標。經濟部能源委員會依據該項結論，邀集相關單位及學者專家深入研討，於八十八年五月完成「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」，作為推動研發應用的重要參考依據。

由於各種再生能源技術在國內外之技術發展成熟度不同，商業化應用及產業發展條件有別，總報告中有關我國再生能源發展規劃，即就國內外技術成熟度、商品化程度、國內外差異、本土化技術、以及本土產業發展特性等等，分成研發、示範、推廣、普及等四個階段來執行(如表五所示)。

能源會並對各項潔淨再生能源技術依研發、示範、推廣、普及訂定階段性目標與作法，原則上能源生產成本愈低而推動執行外在阻力愈小者優先推動；生產成本雖較高，但未來產業關聯大，推行亦無阻力者，次優先推動；未來應用潛力大，但技術仍有待繼續努力突破者，列為研究發展項目。能源會依此原則規劃建議各項技術各階段重點推動工作。

表五、各項潔淨能源技術發展進程階段歸類簡表

| 推動階段    | 技術狀況   | 產品/技術                   |
|---------|--|-------------------------|
| 1. 研發階段 | 國內外技術均在發展中，尚無成熟產品問市者。                        | 如海洋溫差發電、燃料電池、複合動力電動車輛   |
| 2. 示範階段 | 國外已商品化，但國內僅有少數實驗研究性及示範實例者。                   | 如太陽光電、風力發電、地熱發電、氣化複循環發電 |
| 3. 推廣階段 | 國內已商品化，惟成本仍偏高或採用量不大，若配合政策性獎勵措施可使成本下降或被大量採用者。 | 如太陽能熱水系統、小水力發電          |
| 4. 普及階段 | 產品已達市場競爭力，民間也有足夠購買力，只要加強宣導便可普及應用者。           | 如廢棄物焚化發電                |

整體而言，我國再生能源及潔淨能源研發體系迄今尚未完整，目前研發重心仍在政府相關單位（含任務導向的財團法人）及學術界，主要由能源主管機關經濟部能源委員會資助進行；另在行政院國科會、經濟部技術處及工業局等亦有部份經費資助一些能源相關之應用研究。未來如何加強再生及潔淨能源研發工作、擴大示範推廣以帶動市場及產業，達成推廣目標，發揮其兼具能源、環保之貢獻和效益，實為重要。

## 2、問題與分析

我國再生能源及潔淨能源之占總能源需求比例仍低，1999年約僅2%（以發電部份而言占總需電量比例亦僅約4%），依經濟部能源會最近配合「挑戰2008：國家重點發展重點計畫」修訂我國再生能源發展目標結果為：2010占總能源需求比例達3.38%（發電部份占6.14%）；2020占總能源需求比例達6.00%（發電部份占11.00%）。欲達成前述目標，再生能源及潔淨能源之研發、示範推廣挑戰更劇。茲就潛在之問題困難分析如下，以供克服障礙、達成目標之參考。

### (1)、部分技術仍未達成熟及商業化應用階段

目前各項再生及潔淨能源中，以小水力、太陽能熱水、地熱、及沼氣等應用技術較為成熟及廣為應用；風力發電技術亦漸趨成熟，且由岸上擴及離岸式應用；而屬於海洋能之波浪、潮汐因受天然條件限制，連同海洋溫差發電應用技術皆有待進一步

開發。

太陽光電因目前價格仍偏高，正持續朝提昇效率、降低成本以量產應用之路邁進；而深具未來應用潛力之燃料電池與氫能應用技術亦有待進一步發展。另外生質物氣化發電、生物製氫及廢棄物氣化發電等技術亦仍待發展應用。

## (2)、傳統化石能源未計外部成本，再生及潔淨能源相對較不具競爭力

由於傳統化石能源如煤碳、石油等未計探採、輸運（如洩漏污染、油路保護）及燃燒使用時之二氧化碳等污染物排放導致酸雨損害、溫室效應影響等外部社會環境成本（包括環境與健康的損害、污染的消除等），致目前的化石能源價格受到扭曲偏低，使得再生及潔淨能源相對較不具競爭力，阻礙其發展。

## (3)、市場規模不足，致對民間產業較乏誘因

國內目前除太陽能熱水器外，其他再生及潔淨能源設備僅有少數之利用，且大部分仍處於示範階段。再生及潔淨能源市場規模較小，尚待開拓，若未能同時跨足國際市場，將影響民間產業誘因，對投入研發躊躇不前。

## (4)、推廣應用存在法規面、土地取用等非技術性障礙

目前經由經濟部能源會推動各項再生能源示範推廣過程中，已陸續發掘一些有待克服之非技術性障礙，如國有及公有土地之使用限制、環保及建管法令對再生能源設置與營運許可之規範不明、申請設置行政程序過於複雜等問題。此外，缺乏併聯及優惠售電辦法提供足夠經濟誘因，亦導致應用推廣的不易。以風力發電為例，空曠富風力、適宜開發風電區域多屬「非都市土地使用管制規則」有關農牧用地、林業用地、養殖用地、水利用地、遊憩用地、國土保安用地等地目，但上開地目目前尚不容許使用於設置風力機，有礙風電之推廣。又風力發電開發業者及設置者申請雜項建照及相關證照之過程，各地方機關認定標準不一，且因相關承辦人員對法規解釋有疑慮，並無清楚的指導原則可遵循，造成申辦作業耗時費事。

## (5)、民眾對再生及潔淨能源之認知仍不足

再生及潔淨能源的應用在我國仍處於起步階段，有些民眾對潔淨能源欠缺瞭解或有所誤解；如認為部分再生能源現階段並無經濟效益，部分再生能源無法提供尖峰用電不值得推廣等。此外，大多數民眾對如能源多元化、環境保護與永續發展的重要性仍欠缺認知，影響有效的推廣。

### (6)、相關產業尚待扶植建立

國內除太陽能熱水器產業略具規模、太陽光電產業開始萌芽外，其他各項再生及潔淨能源產業皆尚待扶植建立。

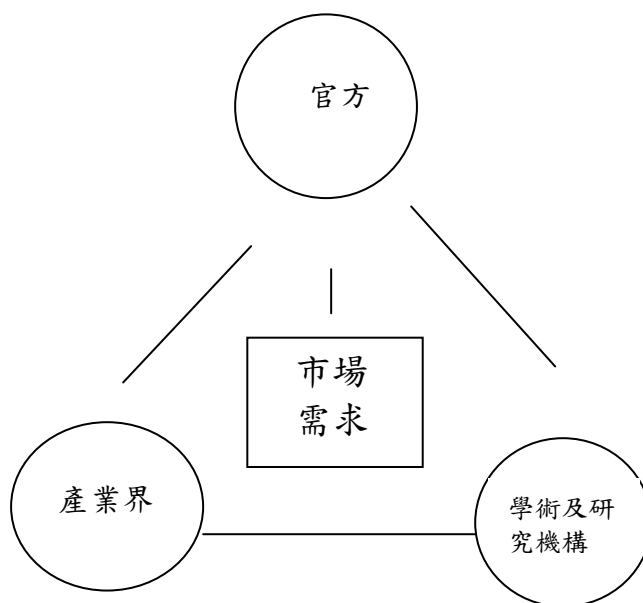
## 3、建議與解決方案

針對上述問題及困難，建議解決方案如下：

### (1)、加強研發能量，健全研發體系

針對部分仍未達成熟及商業化應用階段技術，有待加強研發能量，健全研發體系。依行政院國家科學委員會最近對九十二年度中央政府科技發展計畫審查結果，在能源領域方面計有經濟部能委會、技術處、工業局，以及原子能委員會所提八項計畫（共約有 60 件子項計畫），總經費僅約 18 億元。鑑於以台灣能源的使用情形，研發及人才培育經費投入太偏低，尤其與國科會共同進行能源科技學術合作研究僅列 2600 萬元，是以相對於國內百多所大學校院之研究人員數目，宜再增加經費，並兼顧五個學校之能源中心之研究計畫。

至於下游產業方面，由於受到國內能源價格偏低之影響，相關產業成長甚緩，目前以再生能源而言，以太陽熱能應用產業較為具體，該產業目前雖有多家，但仍待扶植成長。此外，未來研發體系宜涵蓋產官學研各層面，相互密切配合（如圖二所示），始克迅速彰顯績效。



圖二、能源產業研發體系示意圖

其中屬於官方之政府單位，允宜策略性訂立具挑戰性之推廣目標，營造有利之內需市場及研發推廣環境。除修訂法令排除推廣障礙、提供財稅獎勵措施以扶植建立能源產業外；對於產業界之技術引進及學術研究機構針對產業所需之技術研發改良及創新應用研究，亦應給予有效輔導及大力資助。屬於產業界之生產廠家，允宜引進或發展、改良應用技術，藉由學術研究單位之協助，提昇性能效率及降低成本，並著重加強區域性本土化應用。而學術研究機構宜接受政府或產業界或推廣應用單位之委託，協助技術引進、本土化改良及創新研究，提供政府決策措施建言，以能有效發揮研發體系之研發及諮詢功能。

(2)、傳統能源宜計入外部成本（如徵污染稅或碳稅），或提供再生及潔淨能源優惠價格

傳統能源的外部環境成本均未能實際反應在能源價格中，以致現階段的再生及潔淨能源成本相對較不具競爭力。針對傳統能源之外部成本，可仿效歐美先進國家訂定環保法規徵收污染稅或碳稅，或是考量其無外部污染及社會環境成本，對再生及潔淨能源給予優惠收購價格，以鼓勵開發利用。

(3)、擬定具體明確有挑戰性之示範推廣目標，擴大內需市場

國外如歐洲之德國、丹麥、西班牙等藉大力推廣風電利用已建立起風電產業；且美、日、德等國亦利用推廣補助千屋、萬屋太陽光發電示範計畫以扶植壯大其本國光電產業，藉由加速推動潔淨能源利用不但可累積技術與經驗，並有助佔有市場及創造就業機會。

國內依能源會新修訂之目標，2020年時風電用量達150萬瓩，太陽光電達100萬瓩，即為明確之推廣目標，若能提昇容量目標或縮短年限達成，則每年之市場即可進一步擴大，而對促進技術成長、產業發展、加速推廣應用將大有幫助。

(4)、排除推廣應用法規面、土地取用等障礙

宜參酌如丹麥、荷蘭及德國等國外推廣再生能源成功經驗，除允許風力機可設置於各種建築用地外，並因風力機塔架僅屬點狀土地使用，尚允許廣泛設置於堤防、農地、綠地、林地、公園、港埠、海濱、淺海區域等多屬風場較佳之區域共生使用。故各類相關地目宜儘量開放容許設置再生及潔淨能源應用設施，至少允許如設置風力發電機之點、線狀土地使用。

至於有關雜項建照及相關證照之申請，亦宜釐清或明定申請及審核作業之程序及期限，並力求作業程序之明確及簡化，以利

請領雜照者及地方機關有所依循，俾使再生及潔淨能源如風力發電之申設得以簡化，以加速推廣應用。

(5)、建立資源分布及相關應用技術資訊，以供政府及民間規劃開發普及利用

彙整台灣地區各項再生及潔淨能源之資源分布及潛力調查評估資料，建立資源分布及相關應用技術資訊，以供政府及民間規劃開發普及利用。

(6)、落實挑戰 2008 重點示範工作（陽光電城、風力電場、地熱公園）以加強示範宣導教育及促進推廣

追蹤管考，落實 2008 年前完成下列重點示範工作，以有效加強示範宣導教育及促進推廣。

陽光電城：結合 PV 與建築及交通設施，營造一綠色新市鎮。

風力電場：目標容量 20 萬瓩，至少推動一處集中式風力電場，並輔導補助設置展示設施。

地熱公園：0.5 萬瓩（未來擴增至 5 萬瓩）。

(7)、依技術發展進程，鼓勵及扶植民間建立再生及潔淨能源產業

宜依各項技術發展進程，藉由策略性、主導性新產品輔導計畫，並運用財稅獎勵措施，鼓勵及扶植民間發展再生及潔淨能源產業。

#### (四)、能源與生活環境

##### 1、背景說明：

能源之使用為現代經濟發展以及生活必要的手段，然而能源使用卻帶來環境污染問題，例如使用運輸工具造成空氣污染，使用電力設施亦可能同時造成空氣、地表、地下之海洋等環境污染的問題，因電力由發電廠而來，而發電過程的能源轉換，卻可能引起上述環境問題，若是核能發電，甚至可能有核廢棄物最終處理問題。

我國為高度開發的國家，各項能源使用如產業能源使用、運輸能源使用、住商能源使用等均隨經濟發展而增加，故對大至大氣環境，小至居家環境等環境保護有負擔日重。有鑑於能源使用與環境保護之間的和諧，近來政府大力推動各項能源環境友善技術之使用，如再生能源、潔淨能源、節約能源等，同時亦倡導各項環保措施，以期兼顧能源與環境的問題。

## 2、問題與分析

相關於能源與環境主要的問題包括：

### (1)、發電廠發電與環境關係

電力為工業之母，在推動經濟發展扮演相當重要的角色。我國發電結構主要以火力發電方式為主，其次為核能及水利發電；火力發電裝置容量佔總發電裝置容量 70%，核能發電裝置容量 16%，水力發電 14%。其中火力發電與核能發電所引發的環境問題，較為明顯，可能引起的環境問題包括大氣污染、溫室效應、環境熱污染、核廢料問題等，如何加以防治，以將可能產生的環境污染問題降到最低程度，乃吾人須面對的嚴肅課題。

### (2)、產業耗能與環境的關係

產業的發達是經濟發展最重要的一環。產業所使用的能源不外乎電力、燃油、燃氣、燃煤等初級或高級能源。在諸如石化工業、紡織工業、食品工業、鋼鐵工業、機械工業、電子工業等產業，其製程中使用能源衍生的排放物對大氣污染的問題、有毒排放物污染、對地表及地下水、河川污染等，以及可能衍生的，包括環境熱污染、溫室氣體排放造成的溫室效應等問題，我國環保署雖已有部份標準及管制措施，但如何經技術層面的正本清源，自前端主動徹底減廢、減輕污染源，以符合經濟及環保雙重效益，仍存有極大努力的空間。

### (3)、運輸能源與環境的關係

運輸的範圍包括陸運、海運、空運，運輸的方式，使用各種不同的能源，最普遍的是汽油、柴油，鐵、公路雖有使用電力為動力，然其動力來源都來自於初級能源。此等運輸工具影響的環境問題包括空氣品質不良，有毒排放物污染、熱污染、噪音污染等，海運方面還有可能造成海洋污染等問題。另外，汽車及大客車等較大型運輸工具有使用空調者，所衍生相關問題尚有冷媒對臭氧層的影響，溫室效應等。目前環保單位雖訂有一些相關的排放標準與管制措施，然而如何在既有的基礎上更進一步，如提高整體發電、用電效率、引擎燃燒效率、採用潔淨能源及更有效的監管等，都可使我國們在享受舒適快捷的運輸工具時，兼顧與環境的和諧關係。

### (4)、住商耗能與環境關係

住商能源主要為電力，其次是天然氣、鍋爐用油等，其中冷凍空調、照明、家電產品為最主要的用電器具。隨著生活形態的改變、

商業、辦公大樓林立、便各種商店、百貨公司、遊樂場等場所隨處可見，居家高度的電氣化，用電在住商部份的比例有逐年提升之趨勢。夏季尖峰負載之電力不足之原因往往肇因於天氣炎熱，冷氣瞬間大量使用的結果。如減少一分用電，即減少一分發電，對環境造成的影響亦可相對減少，在非電力的原因方面，如 CFCs，HCFCs 冷媒對臭氧層的破壞，溫室氣體對環境溫室效應的影響，卻是因為用電器具中所使用之工作流體或物質所造成的。此外，城市中大量使用冷氣機，造成熱污染現象，加上運輸工具排放廢氣造成的污染及溫室效應等，均直接與所謂都市熱島現象有關，開啟空調的結果，會降低與戶外的換氣量，但不足夠的換氣量又會造成室內空氣不良，引起疾病健康的問題。因此，針對住商部門的耗能，首要之務是用電效率的提升，以減少電力使用，其次是冷媒與熱排放的問題及室內空氣品質改善的問題。

#### (5)、能源與環保法規相互為用

能源使用對環境的兼顧亦為必要的措施，除了在技術面研發與推廣外，在法規面應有相關的配合措施，方能加成效果。在現有能源及環保法規基礎上，宜再擴大其涵蓋層面，並考慮兩法規之間的協調性，相互為用。尤其在全國能源會議後，需要落實的方案相當多，相關的法規宜兼顧能源與環保的目標。

### 3、對策與建議

多元化利用與能源有效利用為我國既定政策，降低對單一能源的依賴與節約能源應是能源技術推展的主軸，針對能源使用所引發的相關環境問題，因應對策建議如下：

#### (1)提高發電效率與應用潔淨發電

提高發電效率包括發電廠整體能源有效利用，提升單位能源發電量並減少對環境之影響，加以環保防治措施，可有效解決發電廠對周遭環境之影響。另外，使用潔淨能源發電，如天然氣及燃氣，使整體發電效率提升，或汽電共生系統，使能源達到整體有效利用。

#### (2)高效率用電設備

提升用電設備的效率，如冷凍空調器具、照明器具等能源效率，可有效降低電力用量，亦有益於環保。我國用電器具部份產品已訂有能源效率標準，但並未全面性化、普遍化，很多用電器具能源效率標準待訂，相關執行與管理辦法待加強，高效率用電仍有很大推動的空間。除了法規面的推動，在技術面，應發展高效率用電設備之技術；如高 EER 冷氣機、冰水機、高 EF 值冰箱、高效率照明設備等相關技術。全力推廣，輔以法規規範，將可大幅提升用電設備之效

率。

### (3)有效控制 ODS 與 GHG

進年來大氣環保主要關心的議題集中在臭氧層破壞物質 (ODS) 的管制與替代及溫室氣體的管制，ODS 主要源自於冷凍空調系統所使用的冷媒、清洗物質、及發泡用之氣體。依循蒙特婁議定書的管制時程，我國已訂有明確之管制目標與措施，並發展相關替代技術，依序為替代 CFCs 的 HCFCs，再進到 HFCs，長期的使用目標為天然冷媒。

另外，對溫室氣體 (GHG) 的管制，則宜注意京都議定書後續相關發展，儘早訂定因應策略及相關減量之技術發展。

### (4)綠建築與建築節能

建築物的耗能主要來自於內部用電設施，包括照明與冷凍空調，外部的熱能負載，此部份主要與方位、採光、隔熱等有關。目前建築物耗能雖已有一些如 PACS、EAC、ENVLOAD 等指標可參考，然如何進一步執行及有效管制，以及如何在節能技術上進一步發展，均有待努力。

另外，針對建築物所使用的材料，可回收、可再利用，有益於環保處理等亦是綠建築強調的理念。

### (5)省能與潔淨運輸

運輸工具能源使用的高效率化，有助於節省能源與排放物減量，高效率化主要是針對使用燃料的引擎，提升效率及控制有害物質的排放。政府在汽機車油耗管制方面，雖已明訂相關法規，但在電動機車、電動汽車之推動，電池技術之發展，仍有很大的空間。新技術之發展如燃料電池電動車，亦有相當大的發展潛力。

### (6)通風與室內空氣品質

如何正確設計與操作空調設施，及使用室內空氣品質技術，達到省能與良好的室內環境是目前發展之趨勢。在醫療場所，室內空氣品質尤其重要，避免交叉感染等狀況發生，有賴通風與室內空氣品質技術之應用，以達到省能與健康環境的境地。

### (7)產業製程省能

產業製程使用的能源，透過整體規劃，如廢熱回收措施、能源多段多階利用等都可以有效節省製程所需能源，並降低排放量。整體能源利用規劃中，如何考量多種系統的結合，如汽電共生等應用，均有助於達到省能目的。

## (五)、節約能源研發與效率管理

## 1、背景說明

能源轉換、消耗是所有工業製程中不可或缺的一個重要程序，舉凡石油化學工業、紡織纖維工業、製藥或食品工業、鋼鐵或金屬工業、玻璃工業、造紙工業等均有各種不同之吸熱或放熱之化學反應在交替進行，以獲得最終之產品。在能源有百分之九十七以上依存進口的台灣地區，除了應考慮如何有效利用現有之能源以創造更高之產值外，更需考慮到環境保護之因素。因此如何透過能源之適度管理以及高效率產品之應用以達成能源節約目的就成為從事能源節約研究工作及效率管理不可忽視之重點。

依據行政院 88 年 8 月 5 日第 2640 次院會通過之「全國能源會議結論具體行動方案」，有關推動能源科技研發之工作目標之一即為推動節約能源及提昇能源效率，以達成至 2020 年累積節約能源 28% 之目標。經濟部並據以完成「全面節約能源及提昇能源效率推動計畫」，該計畫對各部門推動節約能源之發展目標、策略及節約量均有詳細的規劃。

## 2、問題與分析

為達成能源之充分有效利用以節約能源之目的，透過能源之有效管理及加強高效率產品之研發和應用推廣是不可或缺之手段；相關問題可以自下列三個方向來分析：

### (1) 效率管理

能源效率之管理係透過管理之手段以達成節約能源之目標，然而管理一定要有其必要性和合理性。目前政府已根據全國能源會議之結論，陸續推動強制性能源效率管理並逐步提高效率標準，對於能源設備、用電器具及車輛未達效率標準者不准進口及銷售，以促進省能設備及新技術之使用。此外並陸續針對建築物、工廠等制定相關之耗能指標及查核制度，以期加強工業部門、住商部門、運輸部門及電力部門之能源效率管理；同時透過各項節約能源獎勵優惠，促使廠商有意願投資進行設備之更新以節約能源消耗。此外政府亦透過節能標章之推動以使廠商有意願提升技術水準生產高效率產品。

能源效率之管理需和國內產業之技術能力相互搭配，以引導技術研發之走向。以效率指標而言，做法乃係透過效率標準之管制以逐步引導國內業者提升其技術水準，並可將研發成果落實至產品上而達到節約能源之目的。

### (2) 技術研發

經濟部能源委員會根據全國能源會議之結論，已完成中、短期之發展

規劃並陸續推動及執行各項節能技術之研發，其範圍涵蓋：①發展綠建築節能技術，結合通風、採光、遮陽及太陽能利用，以無需耗能為理想境界之零能源建築，創造省能、環保、健康、對生態友善及永續經營之居住環境，其研究內容包括空調系統設計規範、省能材料及外殼節能設計技術等；②開發產業能源效率提升技術，促進整廠系統高效率化及耗能合理化，包括廢熱發電技術、區域性熱電整合技術、省能新製程技術、智慧型能源管理技術等；③開發高效率設備生產技術，加速核心技術之實用化、商品化及量產化，包括變頻渦卷式壓縮機、全熱交換器、產業用之風機濾網機組等；④發展新世代省能產品與技術，以因應新技術、新觀念及新需求之發展趨勢，並進一步拓展節能空間，包括變頻空調機、超省電變頻冰箱、新冷媒高效率冰水機、高效率照明燈具等；⑤加強推動產業界、學校及社會大眾之能源教育宣導，建立全民節能共識。

### (3) 前瞻研究

為因應未來長期之發展需求以達成節約能源之目標，目前經濟部能源委員會已輔導五所大學成立能源科技中心，除了運用學界能量進行能源相關之基礎研究外，並擴大能源科技團隊及培養能源科技人才。除了學校基礎研究外，同時宜審酌國內之技術現況及未來中、長期需求，慎選相關節約能源科技前瞻性之研發方向和課題，以提早厚植國內在能源領域之技術能力，如此方能因應國內外未來環境之變化。

除了短期上高效率節能產品之技術開發外，長期上仍宜持續進行更新一代節能技術及產品之研發，如：①奈米節能技術研發及應用，以利用最新奈米科技創造出更高效率之產品；②半導體照明系統，結合 LED 高效率照明器材以求大幅減少照明所耗之電能，同時又能減少照明器材所造成之空調負載；③無塵無菌室是我國未來由半導體產業轉向生化產業所不可或缺之一項重要環境設施，但是一項極為耗能之設備，是以其節能技術就成亦為一項重要課題；④以日本 Eco-City 模式進行之區域性熱電整合將是未來能源有效應用之走向，而其中各項元件或組件多半係成熟之技術或產品，因此透過系統之整合設計規劃，乃是使能源能充分發揮效益之有效方法。

## 3、建議與解決方案

政府在推動節能策略以建立國內在節能技術或產品之整體技術能力為主要目標，在執行上應以協助國內業者建立核心關鍵技術，並達成協助國內產業界製造高性能、高品質之產品為整體標的。同時因應全國能源會議及科技會議之結論，加速各項節約能源技術或新產品之開發；並致力於落實研發之成果；在推動各項研發計畫應鼓勵國內業者和研究單

位共同參與，同時善加應用學術界之學理基礎潛力，整體實施方法及步驟建議如下：

(1) 鼓勵企業參與政府之研發計畫

為使政府各項節能政策之推動與國內業界之製程或最終產品結合，在擬定策略或推動新技術之開發中，應尋求國內業者之合作與共同參與，一方面可以針對企業實際之製程進行改善，並協助其進行新型省能產品之開發；另一方面則能將這些研發計畫所開發之技術或產品迅速移轉國內企業進行生產，以真正落實省能產品之生產。

(2) 獎勵省能產品之應用推廣

為能落實並達成政府節約能源之政策目標，透過研討會、示範系統、技術說明會、技術交流會及策略聯盟之形成等方式，可使國內企業界充份了解這些高效率新產品對公司成本結構及國內環境永續發展之重要性，同時亦可以透過租稅或其他型式之獎勵手段，以求產業界樂於採用這些高效率新產品或新製程，如此方能迅速將各項研究成果落實至應用層次，而達成節省能源之目標。

(3) 研發計畫應注重技術之未來性

為能協助國內業者因應我國在加入 WTO 後之各項挑戰、冷媒使用之限制及二氧化碳排放量之管制，政府在整體開發計畫中宜列入前瞻性技術之評估和分析，俾及早應變，協助業者提升技術能力和產品層次，以達成傳統產業根留台灣之目的。

(4) 建立各項能源指標，並以政策引導節能產品之開發和應用

在我國進入 WTO 後，各項產品在面臨國外競爭之態勢下，惟有透過技術升級之模式來提升產品之技術層次並創造更高階之產品，方能和國外之產品相互競爭；故積極建立各項產品之效率指標，一方面能以高能源效率作為防制國外低階產品之低價傾銷，另一方面則可以透過政策之手段要求廠商進行技術之升級。

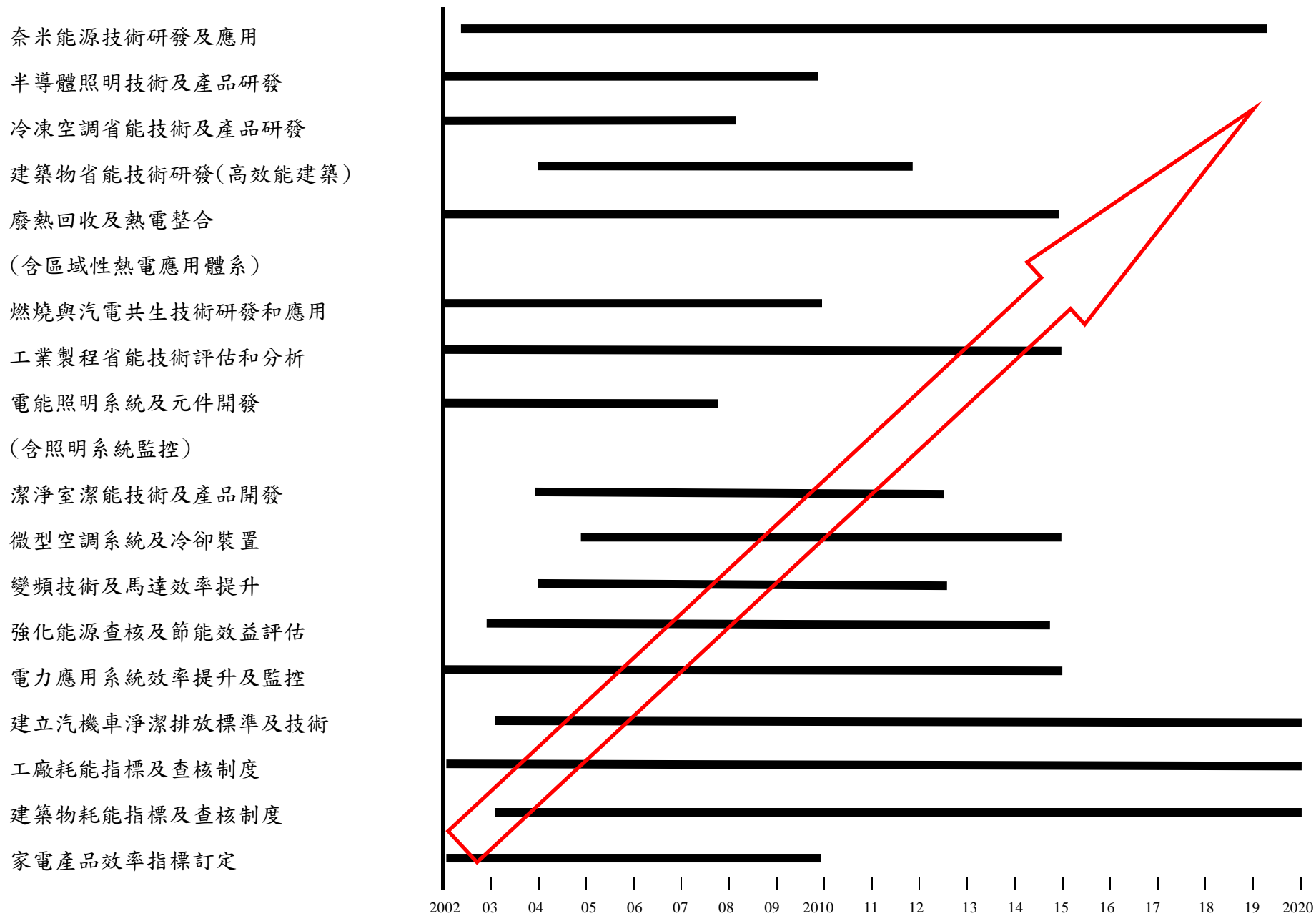
至於在具體執行方法上，建議如下：

- (1)、節約能源技術研發計畫應首先建立發展優先順序之規劃，第一優先為近程可提升能源效率之技術及產品，例如：家電產品、產業、交通及建築省能技術。第二優先為近期可能商用化之技術，例如：工廠廢熱回收再利用、廢熱發電、區域性熱電共用等系統整合性技術。第三優先為需要長期研究發展之高科技大規模之能源計畫，例如：先進之奈米

能源技術。

- (2)、參考韓國在 90 年代中期向歐洲 OEM 廠商簽約，建造大型之 Combined Cycle Power Plants，其中要求 25% 設備如 Boiler、Casing 等向本土廠商採購，尋找適當切入點，建立本土化產業及能源應用相關產業。
- (3)、國內產業界鍋爐應用廣泛，但技術層次比 Turbine，Combustor 等低，國內許能資所、中科院、核研所、工材所等機構，雖已有許多如系統設計、材料、結構力學、破壞力學、NDT 等相關技術，但因缺乏明有效整合，故無法形成關鍵產業；故應儘速進行系統整合技術之研發，以建立自主能力，扶植相關產業之建立，如區域熱電整合之設計規劃能力。
- (4)、政府應扮演主導角色，凝聚國內各界共識，確立方向，並積極整合國內產學研之研發能力，同時搭配產品及技術之輔導獎勵措施，以建立本土化之技術能力及協助產業技術升級，以使本土化能源科技生根。
- (5)、將歐美國家分散式發電系統（如法國之 Block Heiz Kraftwerke，BHK）及日本之區域性熱電整合（CCHP，Combined Cooling, Heating, and Power 或稱 Eco-City）之概念引入國內加以改良，列入辦公大樓、觀光旅館、醫院及工業廠區/工商綜合區之基礎建設中，變成「區域性熱電廠」。
- (6)、政府應更積極建立各項能源效率管理之相關法規；如加強實施工業製程能源效率管理、建立產品最低耗能標準（推動 Top Runner）、建立汽機車潔淨排放標準及技術、建立建築物省能標準及查核制度、強化能源查核及節能效益評估、電力系統效率提昇等。
- (7)、各項能源科技研發應針對國內環境之需求並審慎衡量國內產業之現況來擬定重點項目並積極推動，例如：建築物省能、冷凍空調、電能照明、製程省能、廢熱回收與熱電整合、燃燒與汽電共生等相關技術或產品應是國內現階段應優先發展之項目。

有關節約能源研發與效率管理各項規劃工作推動時程表示如表六。



表六、節約能源研發與效率管理各項規劃工作推動時程

#### 四、 能源研發團隊與預算

##### (一) 能源研發團隊

###### 1、 背景說明

台灣係屬島嶼地區，地狹人稠，資源匱乏，自產能源更是嚴重不足，欲維持生活水準及經濟發展，相關科能源技發達及充裕而穩定的能源供應實不可或缺。針對我國能源政策，近年來在各項大型會議中，獲得多項結論且付諸執行。其中與本子項相關者，摘述如下：

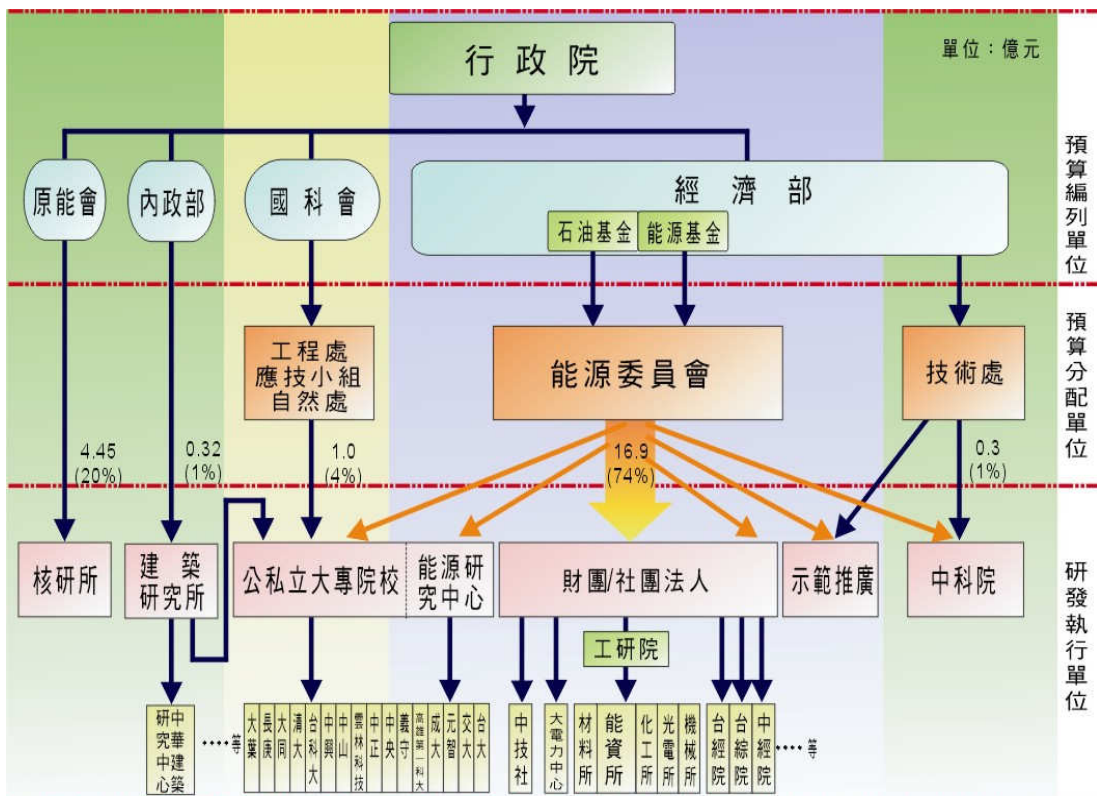
- (1) 87年5月26~27日舉行之「全國能源會議」，針對氣候變化綱要公約發展趨勢與因應策略、能源政策與能源結構調整、產業政策與產業結構調整、能源效率提升與能源科技發展、以及能源政策工具等五項議題之討論，做成「於89至93年度五年期間，籌撥100億元推動相關工作」之重要結論。
- (2) 88年5月為執行上述「全國能源會議」結論，妥善運用政府籌措之經費，乃由經濟部能源委員會及工業技術研究院能源與資源研究所共同邀請國內學者專家成立一工作小組，進行「新能源及潔淨能源研究開發規劃」，並提出「規劃總報告」，其中結論之一為：「建議成立專案小組或國家型計畫以積極推動後續工作」。
- (3) 90年元月中旬舉辦「第六次全國科技會議」，其中第四議題「永續發展與民生福祉」之第八子題「能源科技」，有“整合現有資源、配合創新研究計畫之需求、研議建構先進之實驗設施；諸如「能源與環境科學中心」等”結論。
- (4) 90年7月30日至8月2日科技顧問組及能源委員會舉辦「能源科技與創新研討會」，邀請行政院海外科技顧問Prof. Ernest J. Moniz及其他國內外專家參加。所提出之「顧問與海外專家建議」，經同年12月5日行政院第二七六三次會議通過，將其中之重點做成處理原則，並納入追蹤考核。此等重點包含：
  - a. 相對於台灣在能源方面所面臨的挑戰，我國能源部門之研發投資，佔國家總體研發經費比例明顯偏低。
  - b. 能源部門之研發投資似乎太偏重於能源計畫之示範與推廣項目。
  - c. 在質與量方面，政府應期許能源研發投資均能趕上其他先進國家的水準，並增加中長期研究發展投資。
- (5) 91年5月20日行政院舉行五月份國內科技顧問座談會，由李遠哲

首席顧問及蔡清彥政務委員共同主持，邀請國內科技顧問及相關部會代表參與，結論有：基於全球對溫室及二氧化碳排放效應的衝擊，核能發電仍為重要來源，故核電廠之利用年限或可考量加以延長。

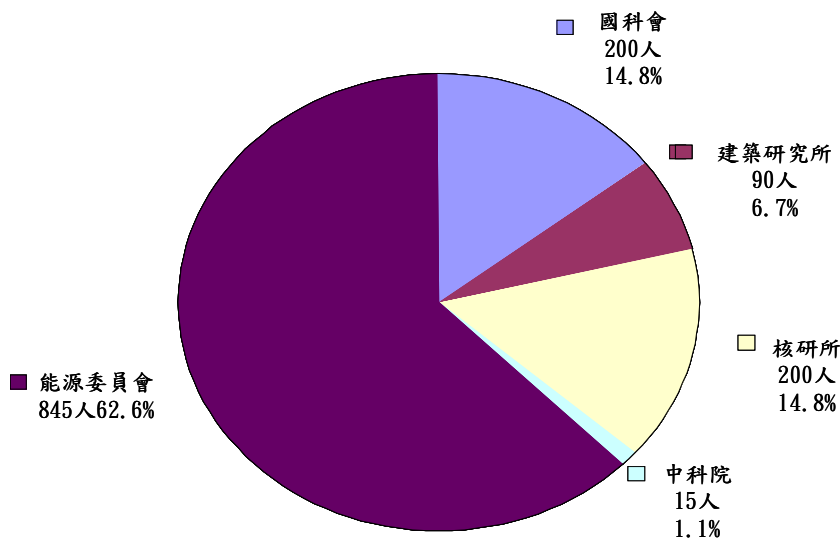
檢視以上各項重要會議結論，顯示政府對於國內能源科技研發方面之深度與廣度，均有所關心，並認為應及早推動具體因應措施，以避免一、二十年後，由於全球石油能源之日漸枯竭，而對自產能源極度匱乏之我國造成重大危機。因此，我國實應及早整體規劃適合我國情之能源研發組合，排定研發資源投入之優先順序，在國家財政能力許可下，逐步擴大國內能源研發團隊，增加政府能源研發預算，而各大專院校則應積極加強開設能源相關學程，以增加能源相關研究人力之培育，俾加速我國在能源領域之研發，提高未來在能源方面之自主性與安全性。

國內公務部門從事能源相關研究人員數約有 1,350 人，研發團隊大小不一，大約有 30~40 個，但較具規模者不多。經費來源主要係由政府部門編列預算，直接或間接支助研發團隊執行(目前能源研發經費來自民間者非常有限)。

依政府經費支持之研發團隊組織屬性，可將目前國內有實質從事能源研發者分成三類：①政府部門，如經濟部能源委員會(屬計畫規劃及經費分配單位)、中央地質調查研究所、內政部建築研究所(經費分配單位)、國防部中科院及原能會核研所等；②財團/社團法人，如工研院之能源與資源研究所(為目前國內研發主力)、材料研究所、機械研究所、光電研究所、與化工研究所，以及金屬研發中心、大電力試驗中心、中華經濟研究院、台灣經濟研究院、台灣綜合研究院、和中國技術服務社等；③公私立大專院校(為目前基礎研發主力)，如清華大學、台灣大學、交通大學、成功大學、元智大學、...等 20 多所學校。政府相關研發機構之架構如圖三，而各研發機構之能源研究人力配置則如圖四所示。



圖三、我國 91 年政府能源研發經費編列與執行單位架構圖(總經費:23 億元)



2002年政府能源研發人力約1,350人

- 註：1. 研發經費含人事費者，每人年次200萬元計。  
 2. 國科會委辦大專院校研發計畫，每年100萬元額度計畫。  
 以一位指導教授，三位研究生；另教授每人年以100萬元計。  
 3. 建築研究所係以電話聯繫取得。  
 4. 核研所人力之人事費每人年以100萬元計。  
 5. 不含國營事業及中研院等投入經費。

## 2. 問題與分析

圖四、我國 91 年政府能源研發人力分佈

我國能源議題所面臨之最大挑戰，在於「能源安全」及「能源環境」兩大方面。台灣地區自產能源缺乏，百分之九十七的能源需仰賴進口，對外依存度相當高，故「能源多元化」是未來國家能源安全保障之必要政策，因此諸如分散進口來源、制訂策略性安全存量、強化儲備與輸送系統的可靠度、加強自產能源比例、提升能源使用效率及勵行節約能源政策等，都是值得加以探討之議題。又國內的能源供應網路屬於封閉式系統，宜設法提升輸配系統的可靠度，以免危及能源之安全。

近年來，國際間對「溫室效應」之爭議甚囂塵上，從 1992 年聯合國的地球高峰會通過「氣候變化綱要公約」，首次提出二氧化碳減量目標以來，歷經 1997 年「京都議定書」的制訂及後續諸多相關論壇，在在顯現國際上對抑制溫室氣體排放量之壓力。二氧化碳減量是能源永續的一項重要課題，且是世界各國的共識。對國內而言，政府應修訂相關政策，調整能源與產業結構，促進台灣社會的永續發展；在實務執行方面，諸如碳吸收、減量技術之研發與引進，配合貧碳或無碳能源之推廣應用，加強再生與潔淨能源應用研發等均為可行對策。另一方面，基於國內社會大眾對「輻安家園」之期望，核能安全及核設施除役問題向來受到政府的持續關注。就長期而言，境內放射性廢棄物最終處置場址之選定及停用核設施之除役，將是未來必須重視的議題。

面臨上述能源「安全」與「環境」之挑戰，我國亦應掌握伴隨而來之機會。未來人類使用能源的兩大趨勢是「高效率分散式供電」與「能源多元化」，而「小電力」產品相關之市場則正方興未艾。中央研究院李遠哲院長曾建議，國內應注重節省能源及發展能源替代方案，避免再興建大型發電廠，而國內產業多屬中小企業型態，故小型化模組式發電設備產品之開發與利用，頗適合在台灣奠基生根。其次，基於永續發展之思維，節能產品（如省能家電等）之市場有逐漸興起並擴大之趨勢。因此，如何定位我國能源產業切入之利基市場及相關發展之核心技術，將是我國新興能源產業的機會。

依據能源科技研究發展組合之研擬，對於我國能源研發議題，可大致分為：①能源與環境、②能源安全、③建立新興能源產業、④再生能源與清潔能源研發、⑤節約能源研發與效率管理、及⑥綠色能源綜合示範等六大領域。各能源議題之短中長程初步研發目標初步規劃建議如表七所示，其中至少宜包含有綠色示範國家重點計畫（如陽光電城、風力電場及地熱公園等），台電公司規劃之高低放射性廢棄物處置場及核一、二、三廠除役規劃，國內外有關 CO<sub>2</sub> 排放限量之政策宣示<sup>(23)</sup>，長期節約能源之規劃構想，再生能源發電比率之政策宣示，以及新興能源產業之產值推估等。

由圖三、四顯示，目前政府研發團隊及人力配置，主要以能源委員會為主軸進行研究議題之規劃及研發經費之分配，而國內主要之二個大型能源研究執行團隊之情況是：①工研院能資所，過去大多扮演技術引進及產品示範推廣角色；②公私立大專院校所接受國科會與能源委員會委辦之能源研究計畫，則大多侷限於基礎研究及材料／組件發展等，離系統展示或商業化尚有段差距。國內其他大型研究機構如中研院、中科院及核研所，除核研所能源相關研究主力在放射性廢棄物處理及除污/除役等技術研發外，餘均較少在能源研發上有所著墨。另外，國內在能源研發之技術及人力上，可謂尚只有點的接觸，還未匯集成面或全系統之發展，因此，解決問題之能力及產業效益仍嫌薄弱。

由前所述可知，政府中與能源利用相關之各部、會、署，對於能源相關研發之投資尚不夠充裕，而大專院校中，只有清華大學有核工之能源學程，其他如太陽能、風能、生質能、燃料電池、及能源節約等能源學程，則均有待開設，以培養足夠之研發人才。幾個大型研究機構如工研院、中研院、及中科院，亦未將能源相關研究列為研發重點。因此，政府相關單位有必要編列較充足之研發預算，俾能適時投注更多之人力與物力，以從事相關能源之研發工作。

表七、能源科技研發目標規劃(草案)

|       | 2003 年  | 2010 年  | 2020 年   |
|-------|---|---|--|
| 能源與環境 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尋找境內低階放射性廢棄物最終處置場場址</li> <li>2. 積極進行高階放射性廢棄物處置研究</li> <li>3. 加強清理國內停用核設施並建立除役技術</li> </ol>                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CO2 排放成長幅度緩和，並於 2008~2012 年間成長歸零</li> <li>2. 完成低階放射性廢棄物最終處置場正式營運</li> <li>3. 完成清理國內停用核設施並建立相關除役技術</li> <li>4. 選出高階放射性廢棄物最終處置候選場址(2016 年)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CO2 排放降到 2000 年水準(約 220 佰萬公噸，人均排放量約 10.1 公噸)</li> <li>2. 高階放射性廢料最終處置場正式營運(2032 年)</li> </ol> |
| 能源安全  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 來源地區多元化指標訂定</li> <li>2. 種類多元化指標訂定</li> <li>3. 更合理有效石油安全存量管理</li> <li>4. 核能安全度指標(爐心熔毀機率，CMF)優於 <math>10^{-5}</math></li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 輸配電線路可靠度達 <math>10^{-5}</math></li> <li>2. 國際合作開發指標訂定</li> <li>3. 油氣管可靠度(待定)</li> </ol>   |  |

|                       |  |   |  |
|-----------------------|--|---|--|
| 建立能源產業 <sup>(5)</sup> |  | 1. 太陽能:300 億元/年 <sup>(1)</sup><br>2. 風能:140 億元/年<br>3. 燃料電池:110 億元/年<br>4. 白光 LED:340 億元/年<br>5. 分散式發電:110 億元/年<br>6. 低放射廢料處置:300~700 億元 <sup>(2)</sup> | 後端營運:<br>1. 高放射廢料處置:2,500~5,000 億元 <sup>(3)</sup><br>2. 除役 500~1,000 億元 <sup>(4)</sup> |
| 再生能源與潔淨能源研發           |  | 1. 再生能源佔能源總供應量比例 >3%<br>2. 再生能源發電佔總發電裝置容量比例>7.5%  | 1. 再生能源佔能源總供應量比例>4.5%<br>2. 再生能源發電佔總發電裝置容量比例 >10%                                      |
| 節約能源研發與效率管理           |  | 1. 累積節約率 16%，累積節約量 1,973 萬公秉油量  | 1. 累積節約率 28%，累積節約量 4,187 萬公秉油量   |
| 綠色能源綜合示範              | 綠色能源綜合示範 1. 能源會五年(2000~2004)示範推廣計畫<br>(1) 太陽能熱水系統 1.3x10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup><br>(2) 太陽光電示範系統 1MW<br>(3) 小區域風力示範系統 18MW<br>(4) 經費需求 5.08 億元 2. 陽光電城<br>3. 風力電場:至少推動一處 20MW 以上之風力電場 4. 地熱公園:2006 年 5MW, 2009 年 450MW<br>5. 燃料電池示範規劃(2003-2010), 平均每年成長 2MW<br>-家庭、定置型發電設備<br>-運輸、定置型發電設備 | 燃料電池(2010~2020)平均每年成長 10MW<br>-運輸<br>-定置型發電廠  |  |

註：(1)根據 91.9.24 會議討論後之建議

(2)減容後約 70 萬桶，每桶 4 萬~10 萬元

(3)含核四 8,100 噸，每噸 100 萬~200 萬美元

(4)含核四共 9.8GW，每 GW 處理費 2 億~4 億美元

(5)單位為新台幣元

### 3. 建議與解決方案

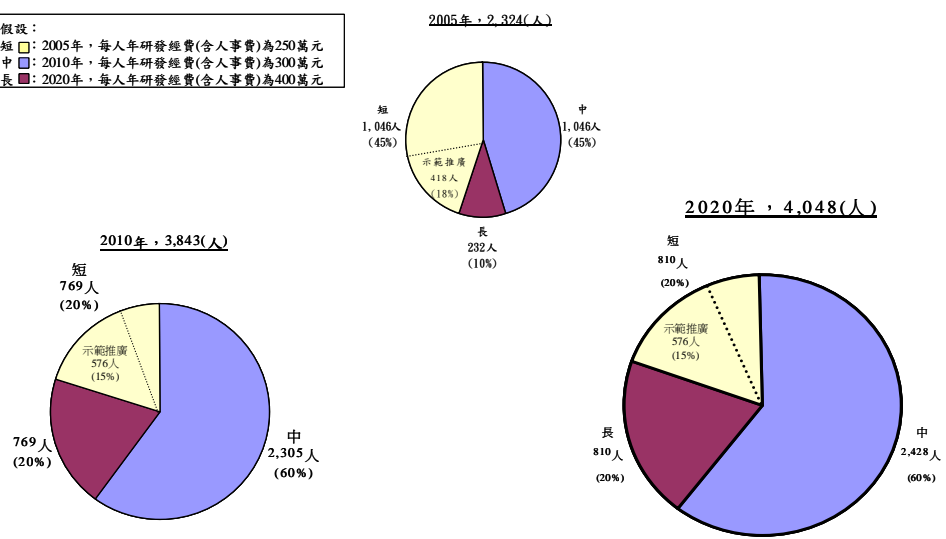
在人力方面，建議比照上述預算成長而成長，惟每人年研發經費成本標準則逐年適度提昇。假設 2005 年之每人年研發經費成本平均為 250 萬元新台幣，2010 年增為 300 萬元，2020 年再增為 400 萬元，則投入人力將需由目前(2002 年)之約 1350 人，逐年擴增為 2005 年之約 2300 人、2010 年之約 3800 人，最後達到 2020 年之約 4000 人，擴增速度約為每年增加 110 人左右，詳如圖五所示。這些擴增之人力主要可來自現有研究團隊的擴大，以及爾後包含新加入之中研院、環保署、交通部、國防部、教育部及農委會等單位的增加投入人力。

前述新加入能源團隊之部會署中，環保署、交通部及農委會均和環境與能源使用有密切關係。國防部未來在離島用電、通訊與軍用高密度發電設備等應有需求，而中研院與教育部在基礎研究及人才培育方面，應可有貢獻。至於國內現有之大型研究機構，如工研院，除已積極投入能源科技研發之能資所外，光電所、材料所、機械所、化工所等亦可考慮分別在例如太陽電池、風力發電、燃料電池、淨媒技術、及 CO<sub>2</sub> 再利用／貯存等方面，設法加入相關研發團隊；中科院則可擴大參與例如微引擎、分散式發電組件、燃料電池及太陽電池等方面之研發；至於核研所，除了 92 年度開始規劃之燃料電池 (SOFC 及 DMFC)、III-V 太陽電池外，主要著力點應在放射性廢棄物處置、核設施除役、及物種轉換等技術之開發。當然，未來最重要的能源研發團隊，主要應是來自工業界，是故，與工業界的產學研合作實是擴大團隊的重要一環。圖六所示為未來能源研發團隊架構建議。

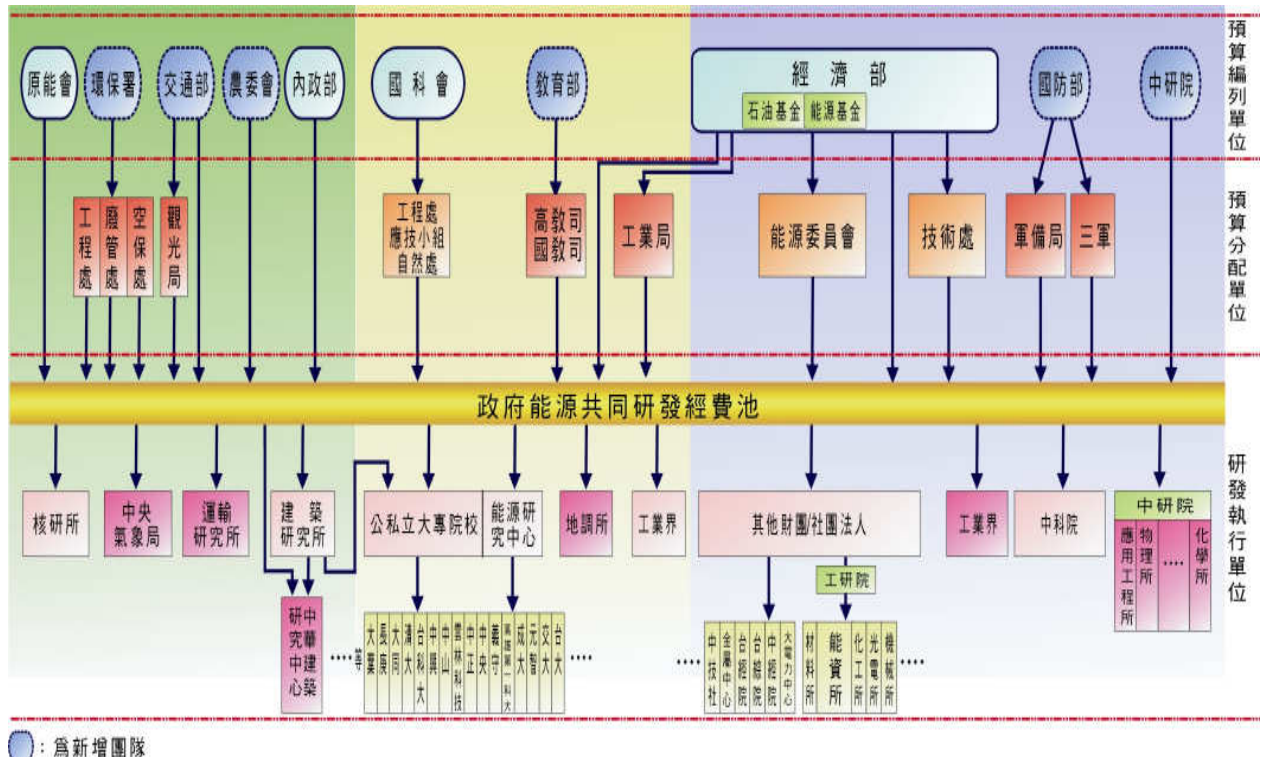
由於未來能源科技研發單位將會眾多，如何使研發資源能予以集中，及使上、中、下游技術研發能予貫串，則必須依據「能源研發組合」排定之優先順序，並成立各研發項目工作圈，以整合各研發機構之方向與人力。

上述研發人力之需求在十年內預計共需增加約 2,000 餘人，短期內所需專業人力，可由目前及可望新加入之各研究團隊自行於內部調整研發重點，而移撥有經驗或專長相符之人力因應；中長期而言，則需各大專院校加強能源相關學程，以增加能源相關研究人力之培育與來源。

假設：  
 短：2005年，每人年研發經費(含人事費)為250萬元  
 中：2010年，每人年研發經費(含人事費)為300萬元  
 長：2020年，每人年研發經費(含人事費)為400萬元



圖五、短、中、長程之能源研發所需人力成長與分配建議



圖六、擴大能源研發團隊後之建議架構圖

## (二) 能源研發預算

### 1、背景說明

#### (1)、國際能源研發經費概況

表八所列为世界各主要國家之能源研發經費概況，圖七所示則為各國之政府能源研發經費佔政府科技研發總經費比例及該國自產能源佔總能源需求比例。

美國擁有豐富的石油蘊藏量，自產能源比例高達 74%，其在 2001 年之能源研發經費高達 30 億美元左右，佔政府科技研發總經費（約 413 億美元）之 7.3% 左右，主要用於節約能源(27%)、石化能源(18%)、再生能源(12%)、及核能(8%)等方面之研究。

日本是我鄰邦工業大國，與我國一樣大部分能源仍係仰賴進口，但程度不同，自產能源比例約佔 20%。其 1997 年之能源研發經費達 25 億美元左右，佔政府科技研發總經費(約 174 億美元)的 14.3%左右，依序重點使用於核能(75%)、石化能源(9%)、節約能源(8%)、及再生能源(3%)等。

德國擁有豐富的煤礦藏，自產能源比例約 39%，其 1997 年之能源研發經費為 8.9 億美元，佔政府科技研發總經費(約 156 億美元)的 5.7%左右，主要研發領域依序為環境保護(56%)、核能(16%)、節約能源(15%)、再生能源(6%)、及石化能源(3%)等。

荷蘭的自產能源比例約 32%，其 1996 年之能源研發經費為 1.3 億美元，佔政府科技研發總經費(約 26 億美元)的 5%左右，主要研發領域依序為節約能源(39%)、再生能源(16%)、核能(13%)、及石化能源(10%)等。

自產能源與我國一樣極度匱乏且工業發展程度亦與我國相當的南韓，其自產能源比例僅約 2.8%，在 2000 年時，能源研發經費為 3.5 億美元，佔政府科技研發總經費(約 39 億美元)的 9%左右，其中核能與環境保護研究各約佔一半經費。

## (2)、國內能源研發經費現況

我國自產能源比例約為 3%，2002 年時之政府科技研發總經費(不包括國防科技研發經費)約為新台幣 790 億元(折合美金約為 23 億美元，係推估值)，佔 GDP 0.8%；其中能源研發經費約為 23 億元新台幣(0.66 億美元，含人事費)，佔政府科研支出之 2.9%，其分佈狀況如圖八所示。以下謹就能源研發資金來源機構及其研發重點加以說明：

- ① 經濟部能源委員會之能源科技研發經費約有 16.9 億元，主要來自台電／中油繳交之能源基金(中油自 91 年 1 月 1 日起改繳石油基金)，佔政府部門能源研發經費之 75%，其任務重點為：推動節約能源及提昇能源效率(目標為在 2020 年累積節約能源 28%以上)；推動新及潔淨能源之開發利用(目標為在 2020 年使再生能源發電容量配比佔 10%以上)。
- ② 原子能委員會核能研究所之能源科技研發經費約 4.45 億元，佔政府年度能源研發預算之 19%，研發重點為發展新能源技術及放射性廢棄物處理與核設施除役技術等。
- ③ 國科會之能源科技研發經費約 1 億元(佔政府能源研發經費 4%)，其中包括有國科會本身預算及來自核研所與能源委員會之相對「能源相關議題」科技學術合作基金(mutual fund)，研發重點在支持國內學術界從事能源科技基礎研究。
- ④ 內政部建築研究所之能源科技研發經費 0.32 億元，約佔 1%，其研

發重點為綠建築及居住環境科技(主要仍為對外之研究補助)。

- ⑤ 國防部中山科學研究院(簡稱中科院)之能源科技研發主要係來自經濟部之補助款，經費每年 0.3 億元左右，約佔 1%，研發重點在開發能提昇能源使用效率之發電系統技術。

表八、各主要國家能源研發經費比較

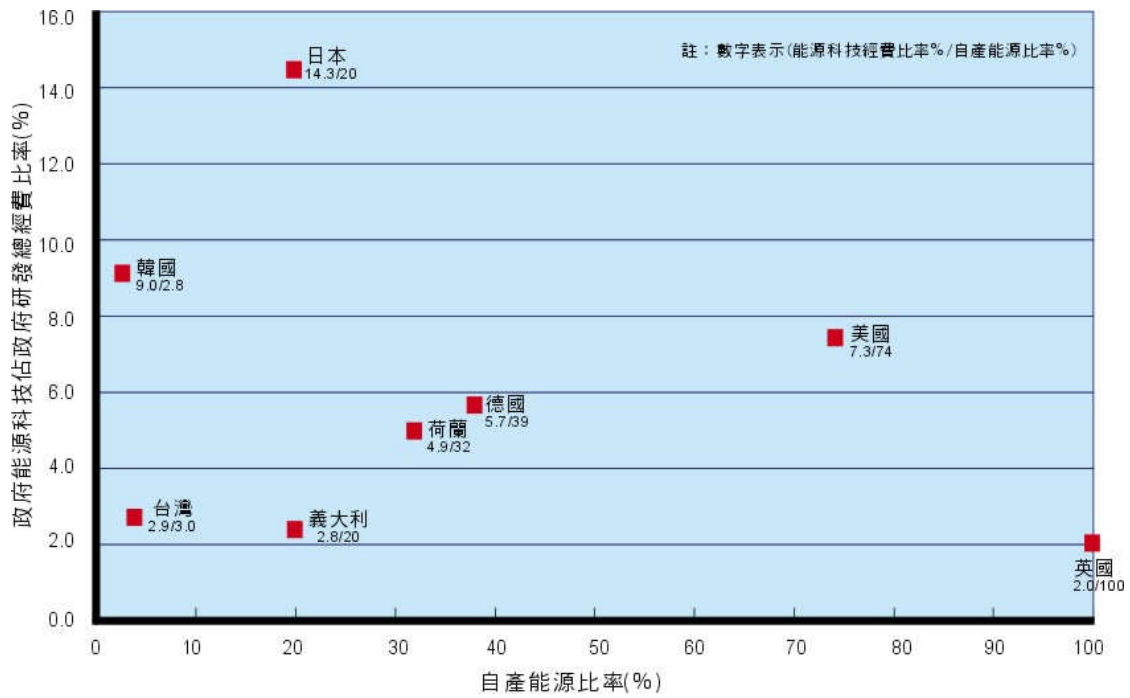
|                        | 美國 <sup>1~4</sup>   | 日本 <sup>4~5</sup>  | 德國 <sup>4,6</sup>   | 英國 <sup>4,7</sup>   | 荷蘭 <sup>8</sup>  | 義大利 <sup>9</sup>  | 韓國 <sup>10~11</sup>  | 我國 <sup>12~14</sup>  |
|------------------------|---|--|---|---|--|---|--|--|
| GDP                    | US\$100820 億<br>(2001)  | US\$33320 億<br>(1997)  | US\$17400 億<br>(1997)   | US\$12500 億<br>(1998)   | US\$3169 億<br>(1996)   | US\$11200 億<br>(1996)   | US\$3974 億<br>(2000)   | US\$2797 億<br>(2002)   |
| 自產能源比率                 | 74%(1999)   | 20%(1999)  | 39%(1999)   | 100%(1999)  | 32%(1996)  | 20%(1997)   | 2.8%(1999)   | 3%(2001)   |
| 政府科研經費                 | US\$413 億<br>(2001, Non-Defence)  | US\$174 億<br>(1997, Non-Defence)   | US\$156 億<br>(1997, Non-Defence)  | US\$40 億<br>(1996, Non-Defence)   | US\$26 億<br>(1996, Non-Defence)  | US\$54 億<br>(1996, Non-Defence)   | US\$39 億<br>(2000)   | US\$23 億<br>(2002, Non-Defence)  |
| 政府科研經費佔 GDP 百分比        | 0.4%<br>(2001, Non-Defence)   | 0.5%<br>(1997, Non-Defence)  | 0.9%<br>(1997, Non-Defence)   | 0.3%<br>(1996, Non-Defence)   | 0.8%<br>(1996, Non-Defence)  | 0.5%<br>(1996, Non-Defence)   | 1%<br>(2000)   | 0.8%<br>(2002, Non-Defence)  |
| 能源 R&D                 | US\$30 億(2001)  | US\$25 億(1997)   | US\$8.9 億(1997)   | US\$0.8 億(1998)   | US\$1.3 億(1996)  | US\$1.6 億(1996)   | US\$3.5 億(2000)  | US\$0.66 億(2002)   |
| 能源 R&D 佔政府科研經費%        | 7.3%(2001)  | 14.3%(1997)  | 5.7%(1997)  | 2%(1998)  | 5%(1996)   | 3%(1996)  | 9%(2000)   | 2.9%(2002)   |
| 能源研究<br>主要領域<br>(政府經費) | 1. Nuclear Energy <sup>a</sup><br>(8%)<br>2. Fossil Energy<br>(18%)<br>3. Energy Conservation<br>(27%)<br>4. Renewable Energy<br>(12%)<br>5. Other Energy Technology<br>(35%) | 1. Nuclear energy <sup>a</sup><br>(75%)<br>2. Fossil Energy<br>(9%)<br>3. Energy Efficiency<br>(8%)<br>4. Renewable Energy<br>(3%)<br>5. Other Energy Technology<br>(5%) | 1. Nuclear Energy <sup>a</sup><br>(16%)<br>2. Fossil Energy<br>(3%)<br>3. Energy Efficiency<br>(15%)<br>4. Renewable Energy<br>(6%)<br>5. Environmental Protection<br>(56%)<br>6. Other Energy Technology<br>(3%) | 1. Nuclear Energy <sup>a</sup><br>(33%)<br>2. Fossil Energy<br>(12%)<br>3. Energy Efficiency<br>(24%)<br>4. Renewable Energy<br>(24%)<br>5. Other Energy Technology<br>(7%) | 1. Nuclear Energy <sup>a</sup><br>(13%)<br>2. Fossil Energy<br>(10%)<br>3. Energy Conservation<br>(39%)<br>4. Renewable Energy<br>(16%)<br>5. Other Energy Technology<br>(22%) | 1. Nuclear Energy <sup>a</sup><br>(47%)<br>2. Fossil Energy<br>(3%)<br>3. Energy Efficiency<br>(23%)<br>4. Renewable Energy<br>(10%)<br>5. Other Energy Technology<br>(17%) | 1. Nuclear Energy <sup>b</sup><br>(50%)<br>2. Energy & Environmental Protection<br>(50%) | 1. Nuclear Energy <sup>b</sup><br>(19%)<br>2. Energy Conservation<br>(39%)<br>3. Renewable Energy<br>(37%)<br>4. Other Energy Technology<br>(5%) |

註：a. 不包括核設施除役及核廢棄物處理經費。

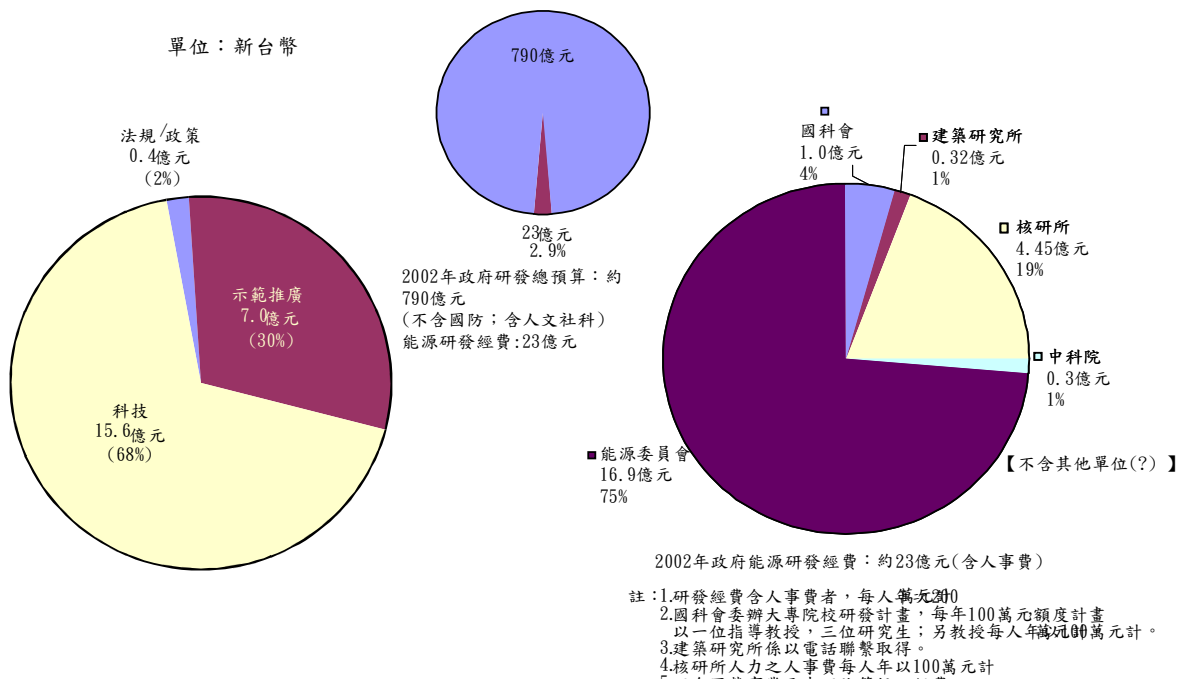
b. 包括核設施除役及核廢棄物處理經費。

資料來源：

1. “GDP and Other National Accounts Data”, Bureau of Economic Analysis (USA), Sep. 20, 2002. (<http://www.bea.doe.gov/bea/dn1.htm>)
2. “Federal R&D Funding by Budget Function: Fiscal Years 1999~2001”, National Science Foundation (USA), Nov. 27, 2000. (<http://www.nsf.gov/sbe/srs/srs01403/start.htm>)
3. “FY2002 Budget Request to Congress”, Department of Energy (USA), May 15, 2001. (<http://www.cfo.doe.gov/budget/02budget/index.htm>)
4. “New and Renewable Energy in Japan”, New Energy Foundation (Japan). (<http://www.nef.or.jp/english/new/>)
5. “Energy R&D in Japan”, Pacific Northwest National Laboratory, Department of Energy (USA), May 1999. (<http://energytrends.pnl.gov/japan/jatoc.htm>)
6. “Energy R&D in Germany”, Pacific Northwest National Laboratory, Department of Energy (USA), May 1999. (<http://energytrends.pnl.gov/germany/getoc.htm>)
7. “Energy R&D in the United Kingdom”, Pacific Northwest National Laboratory, Department of Energy (USA), March 20 (<http://energytrends.pnl.gov/uk/uktoc.htm>)
8. “Energy R&D in the Netherlands”, Pacific Northwest National Laboratory, Department of Energy (USA), April 1999. (<http://energytrends.pnl.gov/netherlands/netoc.htm>)
9. “Energy R&D in Italy”, Pacific Northwest National Laboratory, Department of Energy (USA), December 1999. (<http://energytrends.pnl.gov/italy/ittoc.htm>)
10. “Statistics of R&D in Science & Technology”, Ministry of Science & Technology (South Korea). ([http://www.most.go.kr/index\\_e.html](http://www.most.go.kr/index_e.html))
11. “Korean Experiences in Energy Conservation in Relation to Energy Security”, APEC Energy Working Group, May 12, 2002. ([http://apec-egcfe.fossil.energy.gov/ESI\\_BKK\\_2001/4-4\\_Jong-WhanNoh\\_paper.pdf](http://apec-egcfe.fossil.energy.gov/ESI_BKK_2001/4-4_Jong-WhanNoh_paper.pdf))
12. “能源供需統計”，經濟部能源委員會(ROC)。([http://www.moeaec.gov.tw/07/ecw070101\\_7.htm](http://www.moeaec.gov.tw/07/ecw070101_7.htm))
13. “能源科技研究發展中綱計畫”，經濟部能源委員會 (ROC)，2002。
14. 核能研究所 91 年度機關預算書。



圖七、世界主要國家之自產能源比率與政府能源經費佔政府整體研究經費比率



圖八、91 我國年政府能源研發經費分佈

## (二)問題分析

基於第上節國際能源研發經費概況之分析，由圖七顯示，雖然各國能源研發經費狀況有很大差異，但自產能源與我國一樣極度匱乏且工業發展程度亦與我相當之南韓，在 2000 年時，能源研發經費為 3.5 億美元，佔政府科技研發總經費(約 39 億美元)的 9%。又我國鄰邦工業大國的日本，自產能源比率雖佔有 20%，其在 1997 年之政府能源經費亦達 14.3%。可見我國在實質能源科技研發經費之投資嚴重不足，政府有必要將所佔比率，由目前之 2.9%逐年調高，以達自產能源比率偏低國家應予投資之比率。

過去我國政府投入之能源研發經費，對於技術引進及示範推廣補助之比重偏高，以 2002 年而言，約佔有 30%之比率。雖然在能源產業初期，加強示範推廣對業者之獎勵或補助是必要手段之一，但長期而言，只是有助於國外廠商大量輸入先進之能源產品進入國內市場，並無法由之發展出我國獨特之能源產業技術，以及解決我國自產能源比率偏低之問題。因此示範推廣之經費比率有必要逐年調降，惟由於整體研發預算之成長，示範推廣經費仍會有所成長，以滿足當年度工作之經費需求。

我國目前之能源研發預算投資，僅有不到 5%係屬中程研發計畫，其餘則均屬短程者(參看圖九)，這對於建立自主能源技術或發展本土獨特之能源產業將助益不大。長期而言，政府仍應逐步將研發投資調整為以中程計畫為主，以符合先進國之配比規劃。

## (三)建議或解決方案

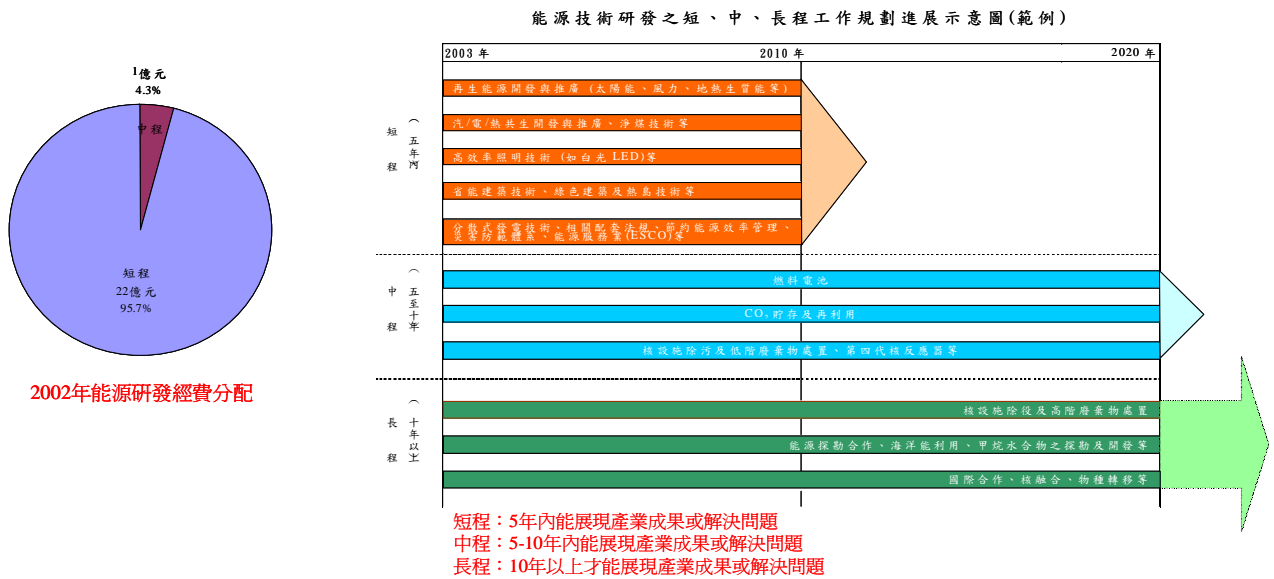
面臨來自能源安全及能源環境的挑戰，以目前研發經費(年約 23 億元新台幣)及人力(約 1,350 人年)規模，要達到整體之能源安全及能源環境目標，顯有差距。謹在此建議國內應進一步擴大能源研究團隊與預算，並先由政府經費預算分配著手，責成相關部會署編入更多能源研發經費，再鼓勵相關研發單位一方面增加投入人力，另一方面各單位彼此間則組成「能源研發組合」，以「分工合作、相輔相成」方式，全面建立能源相關技術與產業。

在預算方面，建議參考日本(能源研發佔科技研發經費之 14.3%)及南韓(能源研發佔 9%)兩個缺乏自產能源的亞洲鄰近國家，將政府之能源科技研發經費，由目前佔全國科技研發經費之 2.9%，逐年提升至 10%。方式包括有：①新增預算編列機關(如增加中研院、交通部、環保署、國防部及農委會等)，在年度固定成長之科技研發預算中，增列能源研究計畫經費；②現有能源研發經營編列機關(如國科會、經濟部、內政部、原能會)將能源研發列為重點工作，並增加能源研發預算編列。另考慮政府財政狀況及投入研發團隊與人力多寡，建議目標達成年限分為達到「能源研

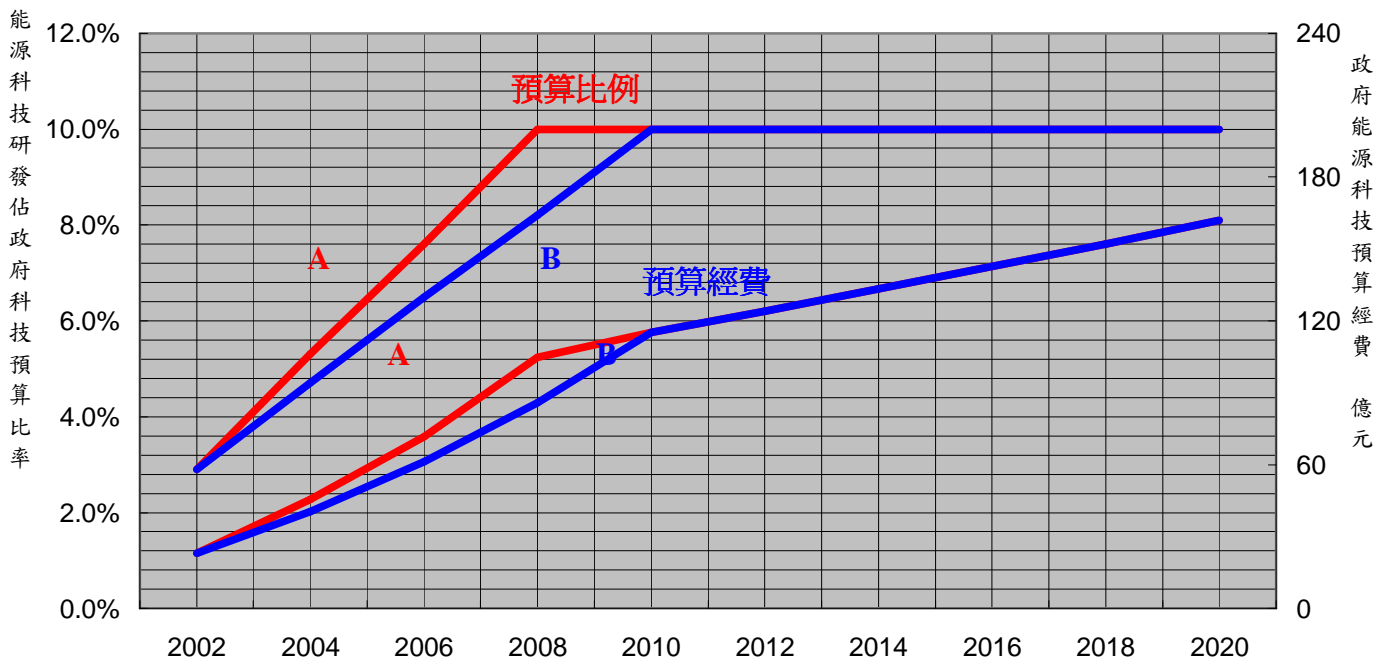
發佔科技研發經費 10%」之目標、中庸(A 方案，2008 年)及緩和(B 方案，2010 年)二種方式(圖十)。至於全國研發總經費佔我國 GDP 之比率，則參照國科會之規劃目標，由目前略高於 2%，逐步提昇至 2010 年之 3%【假設政府研發總經費佔全國總研發經費比率由目前之約 37.5%，在 2010 年降為 30%，而 2011~2020 年間，政府研發預算則維持佔 GDP 之 0.9%(目前約為 0.8%)】。

為求科技研發成果效益回收之綿延長久，能源技術之開發可視該技術之目前成熟度及成功難易度，而規劃區分為短程、中程、及長程計畫。短程計畫可著重在能源技術之展示或示範推廣；中程者應集中於相關系統與零組件之開發與驗證；而長程者則目前應專注於相關技術資訊蒐集、學理探討、及/或材料發展等。整體研發計畫規劃，並應逐年以滾動方式檢討各技術課題之現況與實質需求，調整各技術研發之屬性與狀態。原則上，應先發展短程可達成目標的項目，同時選擇性地展開中/長程項目之基礎研究，然後逐步加重中/長程研究比重。目前國內能源科技研發經費有超過 95%係投入屬於短程計畫者(參看圖九)，應逐漸轉型並加重中/長程研究項目配比。建議短/中/長程規劃經費比例，可由目前狀況先逐步調整至 2005 年之 45：45：10 初期配比，然後於 2010 年時推進至 20：60：20 比例，並予以維持一段期間(例如至 2020 年)，以符合先進國家之類似經費配比情況。圖九中所示我國能源技術研發之短、中、長程工作規劃進展建議，乃是一範例之示意圖。圖十一所示為假設能源研發成長目標採圖十中之 B 方案(中庸型)，且短/中/長程經費配比照上述建議時，政府能源研發之各期程經費。

另外，短程能源研發計畫經費分配中之示範推廣部分所佔比例，則建議由目前(2002 年)之約 30%(7 億元左右)，逐步調降至 2010 年之 15%(約 17 億元)，而於 2020 年降為 14%(約 23 億元)，如圖十二所示。

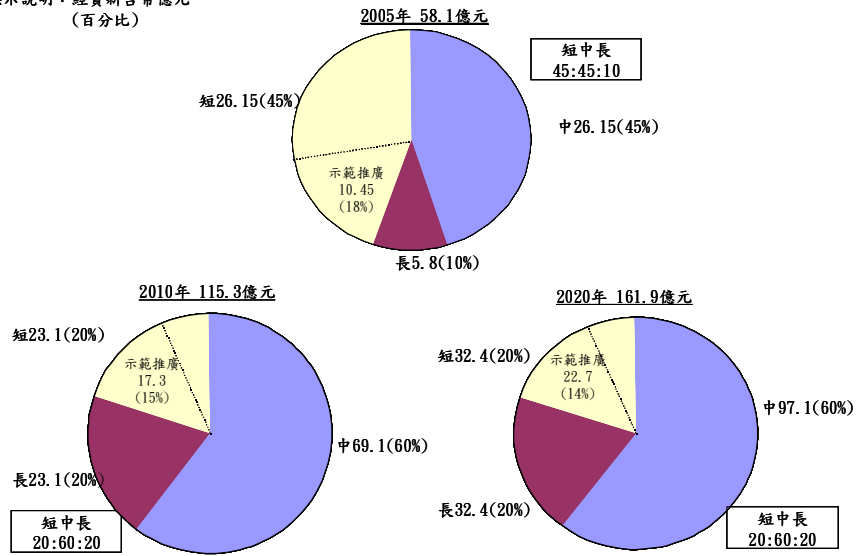


圖九、我國能源科技研發目前之短/中/長程經費分配及建議之工作規劃進展範例示意圖

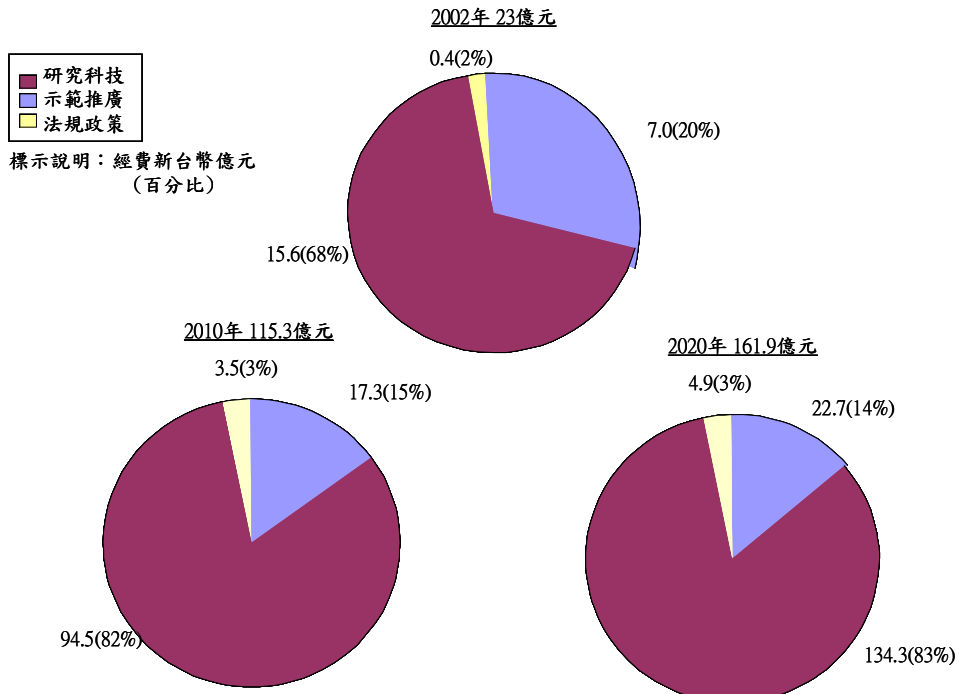


圖十、政府能源科技研發預算及其佔政府科技總預算比率之成長展望建議

短：5年內能展現產業成果或解決問題  
 中：5~10年內能展現產業成果或解決問題  
 長：10年以上才能展現產業成果或解決問題  
 標示說明：經費新台幣億元  
 (百分比)



圖十一、短、中、長程之政府能源研發經費分配建議(B方案)



圖十二、我國未來各領域能源研發經費分配預估/建議(B方案)

## 五、綜合結論

1. 因應全球氣候變遷之衝擊，確保我國能源的穩定供應與安全，兼顧國際環保趨勢，進一步提升能源使用效率，培植國內能源產業，我國能源科技的發展將以低碳或無碳的潔淨能源為研發主流。
2. 為集中研發效能，應整合現有研發計畫，並擴大資源投入，強化重點方向，成立國家型計畫，其重點內容如下：
  - (1)以氫能為主軸之潔淨能源研究並以燃料電池為研發重點
  - (2)以 LED 為主軸之高效率照明設備研發與推廣
  - (3)再生能源應用與推廣
  - (4)積極推動能源效率標準訂定與效率管理
  - (5)擴大能源研究團隊提升研發能力
  - (6)培植能源產業
3. 正視大量使用化石能源所造成之環境問題，透過溫室氣體管制立法，建立國家排放基線，總體減量目標與策略，積極推動自願減量協定與行動方案，研發與引進溫室氣體減量技術，進行環境衝擊評估及調適研究。
4. 加強能源安全供應的可靠性及穩定性，促進能源安全技術研發、交流與應用。在供應來源與能源組合多元化的目標下，短期策略以提高效率，抑制需求，加強儲油為主，中長期策略則以能源市場重整，發展再生能源與替代能源，以分散能源供應，進而達到能源永續利用。
5. 積極建立各項能源效率管理之相關法規，加強實施工業製程能源效率管理，建立產品最低耗能標準，推動汽機車潔淨能源系統，建立建築物省能標準，強化能源查核及節能效益評估，提升能源轉換系統效率。
6. 強化產、官、學、研之整合與各研究機構之系統分工，並推動國際合作與國內人才培訓，以擴大能源研發與應用之綜合效能。
7. 相對於我國在能源方面所面臨之挑戰，我國能源領域之研發投資，佔國家總研發經費之比率明顯偏低，能源科技之研發應透過國家型計畫，逐年提高研發經費比率，並增加中長期研究發展投資。