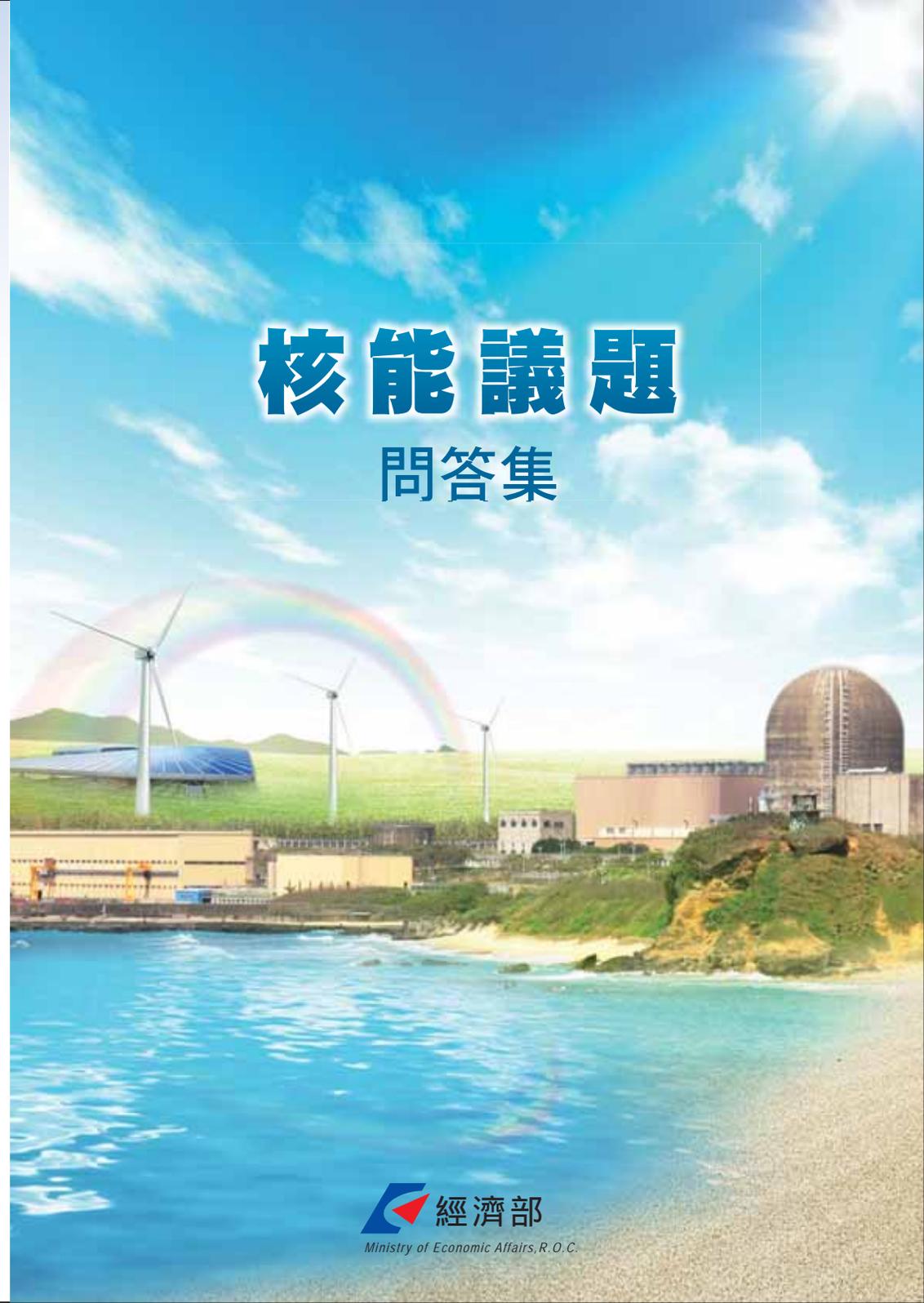


確保核安
穩健減核
打造綠能低碳環境
逐步邁向非核家園

核能議題 問答集



目 錄

前言：世界核電發展趨勢	I
世界各國使用核電情形分析表	III
使用核能發電的31個國家	IV

壹 能源政策

1-1 政府的核能政策和立場是什麼？	1
1-2 為什麼要穩健減核，而不立即廢核？	3
1-3 如果核四停建，對臺灣有什麼影響？	5
1-4 如果核四停建，臺灣真的會缺電嗎？	8
1-5 如果核四停建，電價是不是一定會上漲？	11
1-6 核能發電真的是最便宜的發電方式嗎？	13
1-7 如果政府積極推動節約用電，以「電力零成長」為目標，是不是就不需要核四？	16
1-8 我們能不能以再生能源（太陽能、風力、地熱）全面取代核電？	19
1-9 如果我們積極發展太陽能，是不是就不需要核四？	21
1-10 如果我們積極發展風力發電，是不是就不需要核四？	23
1-11 如果我們積極發展地熱等其他再生能源，是不是就不需要核四？	25
1-12 如果我們增加天然氣發電，是不是就不需要核四？	27
1-13 美國已有核電廠改成天然氣電廠的案例，核四廠能不能改建成天然氣電廠？	29
1-14 福島核災後，日本、德國曾宣布廢核，臺灣做不到嗎？	31

目錄

貳 核能安全

- 2-1 聽說核四工程沒有統包商負責，就像拼裝車，如何相信它是安全的？ 33
- 2-2 核四興建過程中發現許多工程缺失，這些問題解決了嗎？ 35
- 2-3 目前很多民眾對核四沒有信心，政府要如何確保核安？ 37
- 2-4 聽說核四接近斷層又靠近海邊，它經得起地震和海嘯嗎？ 39
- 2-5 國外媒體報導，臺灣的核電廠是世界上最危險的電廠之一，這是真的嗎？ 42
- 2-6 聽說臺灣沒有能力處理核廢料，我們還要繼續使用核能嗎？ 44
- 2-7 萬一臺灣發生類似日本福島的核災，請問政府有應變計畫嗎？ 46
- 2-8 連十分重視品質的日本都發生福島核災，臺灣難道就不會發生嗎？ 49
- 2-9 有人說，核四運轉之後還要付出高額的後續處理代價，其發電成本遠高於台電的估計，這是真的嗎？ 51

參 核四公投

- 3-1 目前民意調查顯示多數民眾反對續建核四，政府為什麼不直接宣布停建核四？ 53
- 3-2 如果要舉辦公投，為什麼不能以距離核四較近的北北基宜為範圍進行公投？ 56

前言

世界核電發展趨勢

我國能源98%依賴進口，電力系統又屬獨立電網，無法從他國輸入電力，而發展再生能源的條件不佳，能源安全（如缺電風險）面臨的挑戰遠較其他國家嚴峻。因此，追求能源多元化以降低對進口能源的依賴、提升能源自主性，是確保我國能源安全的重要政策。**核電因為具有穩定、低碳、低成本、與發電效率高的特性，可以作為我國邁向非核家園過程中過渡的能源選項。而「沒有核安就沒有核電」，則是政府繼續使用核電的首要前提。**

目前全世界擁有核能電廠的國家共有31個，其中18國是「經濟合作發展組織」（OECD）的成員，例如美國、加拿大、英國、法國、德國、日本等先進國家；另外13國則包括「金磚五國」（BRICS）：就是巴西、俄羅斯、印度、中國大陸與南非等廣土眾民的新興經濟體，以及包括我國在內的8個亞洲、東歐、中東與南美國家。這31個國家大部分分布於人煙稠密、經濟發達的北半球（南半球只有三國，即阿根廷、巴西與南非），極少分佈於非洲與大洋洲（兩洲僅一國，即南非）。這31國總面積占全球46%，總人口占全球62%。顯然全球主要國家都認為核能發電對國計民生相當重要。也因為如此，近40年來，核能也一直是我國能源供應關鍵選項之一。

2011年日本福島核子事件，震驚世界，上述31國都立刻提高核電安全標準，加強安全維護，並檢討本國的核電政策。其中德國、瑞士、比利時等三國在2011年宣布，將在經過11年至23年不等的緩衝期後，廢除核電。**至於原先宣布全面立即廢核的日本，在兩年來因大量進口天然氣與石油以替代核電而造成的鉅額貿易逆差(2012年6.9兆日圓)之後，已經提出「減核而不廢核」的新核電政策，並繼續興建大間及島根兩座核電廠的兩個機組。**其他27個擁有核能電廠國家，使用或發展核電的政策並未改變，其中包括曾遭受核災的俄羅斯與美國。

目前世界各國使用中的核電機組共有435部，興建中或計畫興建的核電機組則有231部，這些國家包括現有核電國，如美國、英國、印度、伊朗、俄羅

斯等，也包括非核電國，如沙烏地阿拉伯、阿聯大公國、越南、印尼等，都未受福島事件影響。這些國家中有部分國家自產能源豐沛，但它們仍然興建核電廠，顯然是為了降低對自產能源的依賴，以提升能源的多元化與自主性。另一方面，我國主要貿易競爭對手 韓國，基於確保能源安全與維持產業國際競爭力的考量，不但不廢核，反而大幅提升核電的占比，甚至大力發展核電產業，製造核電廠外銷。

福島事件發生兩年來，世界核電發展趨勢出現一些令人深思的轉變：使用核電的 31 個國家中，一方面許多人民持續反核，另一方面除少數國家宣布漸進廢核外，絕大多數國家基於經濟民生考量，必須持續甚至增加核能發電。有的國家雖願減核，但無法廢核，更無法立即廢核。換言之，廢核並未成為國際社會的主流趨勢；相反的，九成以上的核電國仍然維持或增加核能發電。另一方面，一些原無核電的新興國家卻積極加入核電國的行列，以加速經濟發展。經濟合作發展組織的「國際能源總署」(International Energy Agency, IEA)一向將核電視為準自產能源（因為採購一次燃料可用一年半），這些新加入核能發電的國家，就是為了能源自主性與多元化。

我國政府在兩年前即提出能源政策：在「不限電、合理電價、達成國際減碳承諾」的前提下，做到「確保核安，穩健減核，打造綠能低碳環境，逐步邁向非核家園」。我們深刻體認社會大眾對核四安全及核廢處理的殷切關注，除積極推動各項強化核能安全方案，以最高標準進行安全檢測外，亦將秉持負責嚴謹的態度，公開各項相關資訊，讓民眾充分瞭解停建與不停建核四可能付出的代價，最後透過公民投票，讓人民對核電問題，作出理性而有拘束力的抉擇。

這本《核能議題問答集》針對社會大眾對核四或核能的疑慮，提出解答。在社會溝通的過程中，希望大家少一點激情，多一點理性，也許因此社會可以少一點對立，多一點共識。不論核四停建與否，我們都愛我們的孩子，我們當然要照顧他們的安全，不只是人身的安全，也要有經濟的安全，這是政府的責任，政府絕不會迴避，因為臺灣畢竟是我們共同的家園。

世界各國使用核電情形分析表

分類	說明	國名	數目
使用核電國家	使用核電，並有核能機組增建或計畫建造中	阿根廷、保加利亞、巴西、中國大陸、芬蘭、法國、美國、英國、印度、伊朗、日本、南韓、巴基斯坦、斯洛伐克、俄羅斯、烏克蘭、台灣	17
	使用核電，但目前無核能機組增建或計畫建造中	亞美尼亞、加拿大、捷克、匈牙利、墨西哥、荷蘭、羅馬尼亞、瑞典、西班牙、斯洛維尼亞、南非	11
	使用核電，但明定廢核時程	德國、瑞士、比利時	3
未使用核電，但計畫興建核能機組之國家		孟加拉、白俄羅斯、智利、埃及、印尼、以色列、約旦、義大利、哈薩克斯坦、北韓、立陶宛、馬來西亞、波蘭、沙烏地阿拉伯、泰國、越南、阿拉伯聯合大公國、土耳其	18
未使用核電之國家		澳洲、紐西蘭及大部分亞洲、非洲、拉丁美洲及大洋洲等國家	

資料來源：

2013，世界核能協會(World Nuclear Association)

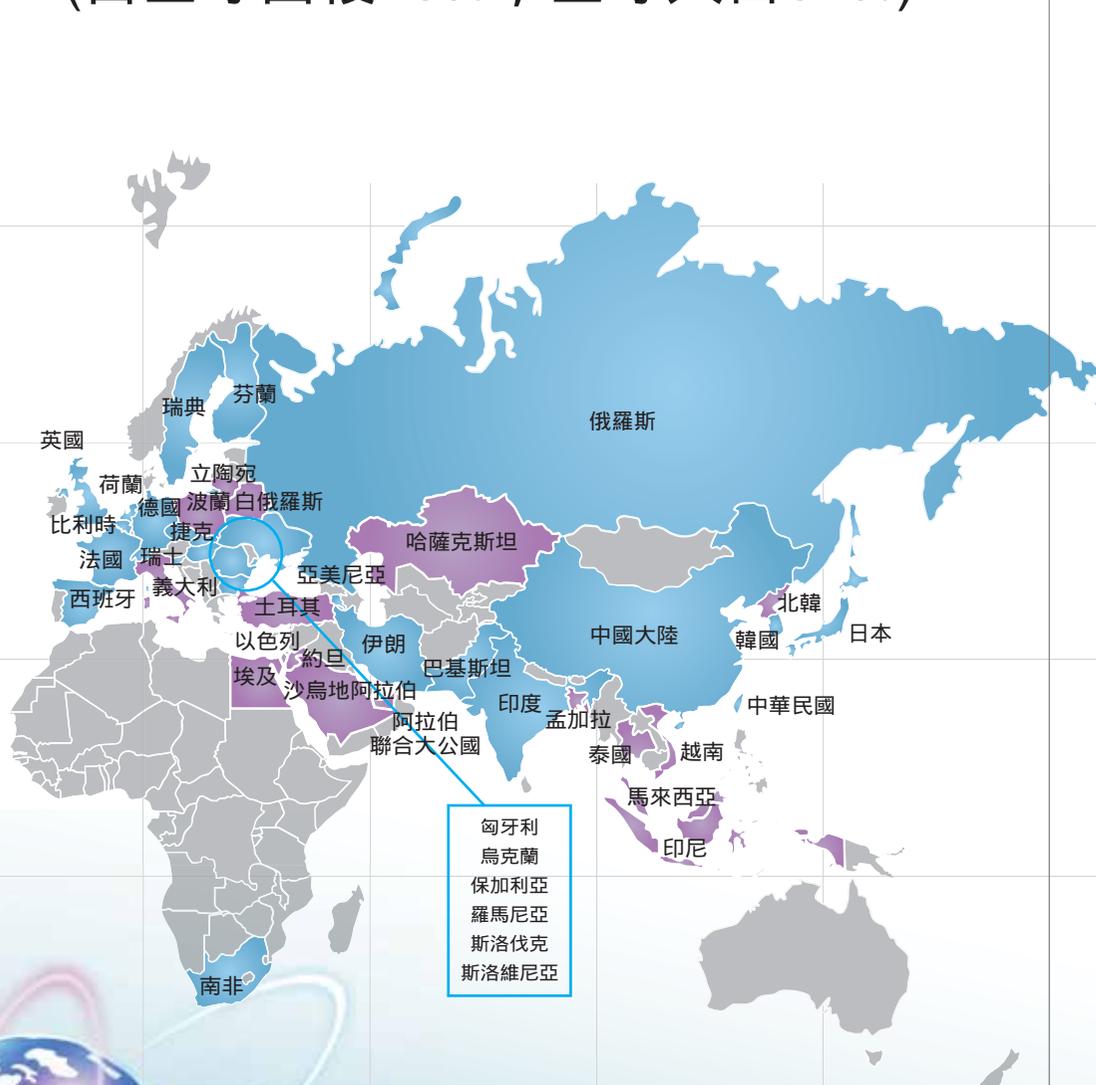
<http://world-nuclear.org/Information-Library/>

備註

- 1.德國、瑞士、比利時：均擁有核能電廠，但明確宣示廢核期程，其中比利時於法條中保留檢討修正政策的彈性。
- 2.日本：擁有核能電廠，因福島事件而宣布將全面廢核，但目前正檢討修正該國廢核政策中。
- 3.義大利：2010年時曾提議於2030年之前興建10座核電機組，但該計畫於2011年6月公投被否決。

使用核能發電的31個國家

(占全球面積46%，全球人口62%)



匈牙利
烏克蘭
保加利亞
羅馬尼亞
斯洛伐克
斯洛維尼亞

資料來源：
2013，世界核能協會(World Nuclear Association)
<http://world-nuclear.org/Information-Library/>

備註

- 1.德國、瑞士、比利時：均擁有核能電廠，但明確宣示廢核期程，其中比利時於法條中保留檢討修正政策的彈性。
- 2.日本：擁有核能電廠，因福島事件而宣布將全面廢核，但目前正檢討修正該國廢核政策中。
- 3.義大利：2010年時曾提議於2030年之前興建10座核電機組，但該計畫於2011年6月公投被否決。

壹 能源政策 1-1

政府的核能政策和立場是什麼？

我國能源幾乎全部依賴進口，為了確保國家能源穩定供應，必須推動能源多元化政策，其中也包括核能。政府的核能政策就是「確保核安，穩健減核，打造綠能低碳環境，逐步邁向非核家園」。

1. 臺灣不容發生缺電或限電：

經濟繁榮是人民安居樂業的基礎，而我國需要的能源有98%依賴進口，如果能源供應不足，就會形成國家安全問題。因此，政府必須確保能源穩定供應以滿足產業發展，進而創造人民就業機會。我們必須充分利用各種能源優點，發展多元且適當的能源組合，使能源穩定供應，以避免缺電或限電。

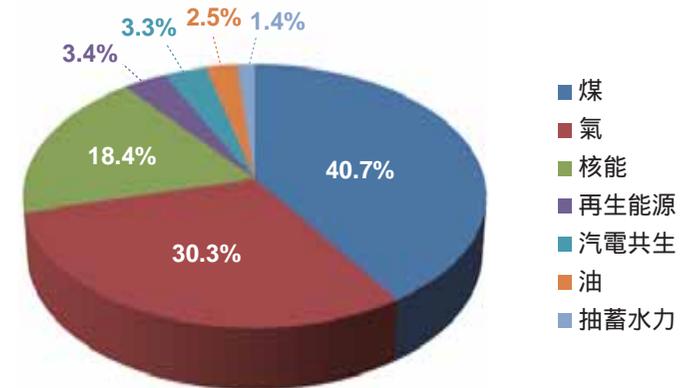
2. 政府以先進國家標準確保核能安全：

政府堅持「沒有核安，就沒有核能」的立場，嚴格要求核電廠做好安全檢測及運轉的工作。在日本福島核災事件之後，行政院原子能委員會特別要求台電公司進行核能電廠的安全總體檢，而經濟部也責成台電在102年4月2日成立「強化安全檢測小組」，由國內外專家所組成的團隊重新檢視核四安全，並聘請外部專家學者成立「核四安檢專家監督小組」，負責監督試運轉測試作業。

3. 有步驟、有配套地穩健減核：

政府規劃逐步降低核能發電在總發電量的占比，並積極發展再生能源，但這些工作不可能一步到位。依照規劃，核一廠的一號機、二號機將分別於民國107、108年除役；核二廠的一號機及二號機將在110及112年除役；核三廠的一號機、二號機預定在113、114年除役。核四如果能順利商轉，不但可以改善電力系統，還可以在前述核電廠除役過程中彌補電力缺口，再配合低碳電源開發的進展，逐步邁向非核家園。

臺灣地區101年電力系統發電量結構



壹 能源政策 1-2

為什麼要穩健減核，而不立即廢核？

立即廢核會增加缺電的風險，不利民生物價、產業國際競爭力及環境負荷。尤其參考日本、德國採取廢核政策後對民生、產業所造成的重大衝擊，我國更不能立即廢核。

1. 立即廢核對產業發展及日常生活影響太大：

「非核家園」絕對不是隨意訂定一個期限，或是直接關閉並停建核電廠就可以達成。如果沒有先做好周詳評估與準備就貿然停止核能發電，將有缺電風險，並因電價上漲而帶動民生物價上漲、增加交通運輸與產業成本，也會增加環境負荷。

2. 替代能源無法立即銜接，電力結構調整需要時間：

從電力供給面分析，太陽能及風力發電等再生能源仍屬間歇性能源（看天吃飯的能源），不能作為全年必須穩定發電的「基載供電」，因此短期內無法取代核能。從電力需求面來看，減少耗能產業及節能減碳等手段，都需要較長的時間來適應，因此在替代能源還無法承擔基載發電任務的過渡期間，核能發電仍然是必要的選擇。

3. 其他替代方案成本很高：

若核四停建，而再生能源也無法及時填補電力缺口，最可能取代核電的是燃氣及燃煤機組，但未來新建燃氣及燃煤機組不但發電成本高，其碳排放量更是遠多於核電，因此這兩者若占比太高，不僅企業生產成本大增，也不利我國製造產品的碳足跡，有可能遭到貿易制裁，將影響我國產業的國際競爭力。更何況興建一座可以取代核四的燃煤電廠或燃氣電廠與增建所需的天然氣接收站與輸氣管線設施時間，恐非10-12年無法完成。

4. 廢核代價，連日本與德國也吃不消：

日本在福島核災後陸續停止全國48座核電廠運轉，目前(102年4月)只保留大飯3號及4號機組運轉。這使得日本從2010年6.6兆日圓的貿易順差，在2011年首度出現30年來罕見的2.6兆日圓逆差，並在2012年擴大到6.9兆日圓逆差，2013年1到2月的逆差更高達1.2兆日圓。大量進口天然氣與石油替代核能發電就是主要原因之一。宣布廢核之後，日本的電價也上漲10%-20%，而壓低二氧化碳排放量的原訂目標也無法達成。再以德國為例，自2005年為了邁向廢核而推行能源轉型政策，開始大量補貼再生能源，至今電價累計上漲約44%，目前德國電價約為新臺幣11元/度，約為我國101年平均電價的4倍，令民眾怨聲載道。

壹 能源政策 1-3

如果核四停建，對臺灣有什麼影響？

核四電廠為我國關鍵的能源基礎建設之一，如果貿然停建核四，將對我國電力供應、電價、產業發展及國家減碳目標產生重大衝擊。民國89年核四一度停建，也曾造成股市下跌與政經情勢不安，而此鉅額損失都是由全民共同承受。

1. 備用容量下降，缺電風險增加：

我國屬於島嶼型獨立電力系統，電力供應吃緊時無法由國外支援，因此電力的備用容量率參酌國際經驗訂為15%。比較同為獨立電網的韓國，我國備用容量率與其相當，但與日本相比則我國偏低。若核四廠無法順利商轉發電，預估自105年以後，備用容量率將有多年低於10%，甚至有不足5%的情形。就我國過去經驗統計，當備用容量率低於10%時，就可能有缺電風險；低於7.4%時，則限電幾乎無法避免。如民國79-85年間，我國電力備用容量率皆在7%以下(79年為7.4%)，總計限電次數高達43次，其中83年更高達16次，對產業及民生都造成相當大的衝擊。

2. 替代能源所增加的成本將導致電價上漲：

台電公司電價結構平均有70%是反映燃料成本，因此當油、

煤、天然氣等進口能源價格波動時，電價也會受到影響。核四如果不商轉，使用其他替代能源所增加的發電成本，勢必反映於電價上漲。電價上漲雖然對收入較高家庭影響有限，但對一般家庭及用電成本較高的產業則會造成相當大的衝擊。

3. 經濟衝擊廣泛深遠：

日本於福島核災後停止核電廠運轉，使得日本從2010年的6.6兆日圓貿易順差，變成2011年2.6兆日圓的逆差，並在2012年擴大到6.9兆日圓，大量進口天然氣與石油替代核能發電就是主要原因之一。同一時期日本電價也上漲10%-20%。因此，如果沒有先做好周詳評估與準備，就貿然停止核能發電，除影響國家電力供應穩定、帶動電價反映成本調漲外，將廣泛影響民生物價、交通運輸，衝擊產業國際競爭力，甚至影響投資意願及就業機會，以及增加環境負荷等層面。相對而言，韓國在日本福島核災後，仍然堅持發展核能，就是為了使其電價相對穩定與低廉，以維持其產業競爭力。

4. 不利國家減碳目標達成：

若核四不商轉，目前技術上最可能取代的電力是燃氣及燃煤機組，但是燃氣與燃煤機組不但在既有發電成本上高於核電，每年也會增加751萬噸到1,619萬噸的碳排放。如果這二者占比太

高，必定不利我國製造產品碳足跡，將影響產業國際競爭力，也無法達成國家減碳目標。

5. 過去核四停建的慘痛經驗，至今記憶猶新：

回顧民國89年，當時行政院片面宣布停建核四，股市三個月內下跌1,818點，跌幅28.2%，股票總市值減少1.25兆元，並引發朝野紛爭及政局不安。停工110天後復工又造成契約糾紛、工期延宕、預算追加、鉅額損失及品質安全疑慮等後遺症。核四停工復工，如僅計算復工後增加經費及使用燃氣發電替代成本，直接損失已高達新臺幣1,870億元，尚未包含國家信譽傷害、影響投資意願等間接損失，可見核四停建決策草率不當所造成的鉅額代價，最後都是由全民共同承受。

核能、燃氣、燃煤發電的碳排放比較

發電類型	每度電力碳排放量(公克/度)		取代核四*所增加碳排放量(噸/年)	
	發電過程直接排放	生命週期**碳排放量	發電過程直接排放	生命週期**碳排放量
核能	0	16	-	-
燃氣	389	469	751萬	874萬
燃煤	839	1,001	1,619萬	1,901萬

* 核四廠每年可穩定發電193億度

** 資料來源：IPCC, Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, 2011.取中值(50th percentile)代表。生命週期評估為「對產品系統自原物料的取得到最終處置的生命週期中，投入和產出及潛在環境衝擊之彙整與評估」。

壹 能源政策 1-4

如果核四停建，臺灣真的會缺電嗎？

若核四廠停建，104年以後開始有限電風險，107年以後限電缺電風險大增，尤其北部地區的民生及產業用電將遭受重大衝擊。

1. 備用容量下降，缺電風險增加：

我國屬於島嶼型獨立電力系統，電力供應吃緊時無法由國外支援，因此電力的備用容量率參酌國際經驗規劃為15%。比較同為獨立電網的韓國，我國備用容量率與其相當，但與日本相比則我國偏低。若核四廠無法順利商轉發電，預估自105年以後，備用容量率將有多年低於10%以下，甚至有不足5%的情形。就我國過去經驗統計，當備用容量率低於10%時，就可能有缺電風險；低於7.4%時，則限電幾乎無法避免。如民國79-85年間，我國電力備用容量率皆在7%以下(79年為7.4%)，總計限電次數高達43次，其中83年更高達16次，對產業及民生都造成相當大的衝擊。

2. 北部地區缺電風險最大：

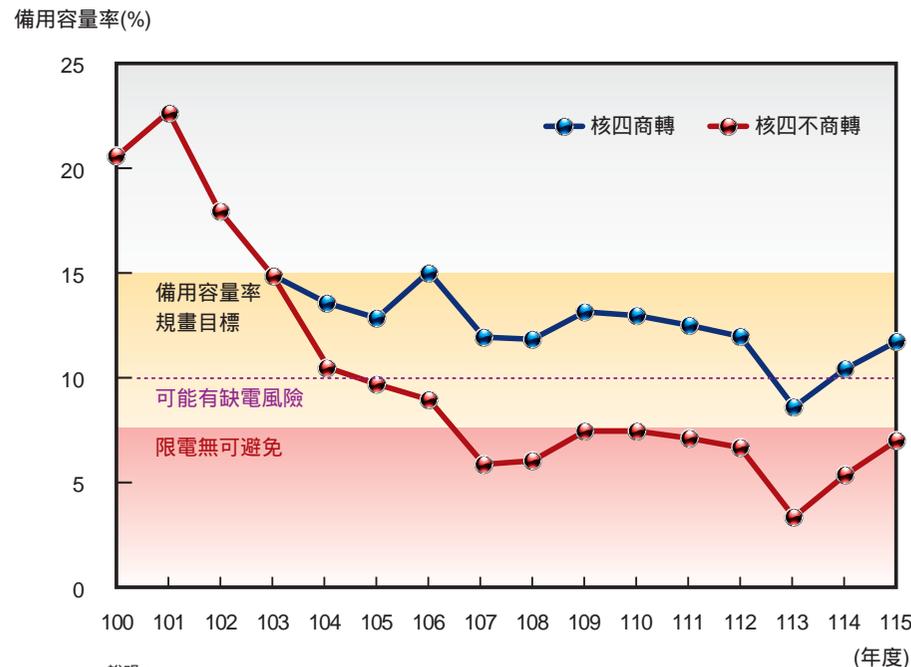
臺灣整體電力系統劃分為北、中、南三個區域，北部用電需求占全國40%以上。如果核四廠無法正常商轉發電，加上103年起位在北部的林口電廠、協和電廠、核一核二廠陸續除役，就算規劃中的大潭電廠增建機組計畫(109-112年)及深澳更新擴建計

畫(110-111年)如期商轉，預估北部電源自104年不足117萬瓩，到115年擴大為300萬瓩。未來即使可透過輸電線將中南部電力北送支援，依然無法補足北部的電力缺口，將使得北部區域停限電機率大增。

3. 影響範圍逐漸擴及全國：

臺灣北部是用電量最大的地區，同時也是經濟活動頻繁的工商重鎮，且金融中心、證券公司、國內企業與跨國企業總部多設於此，特別需要充足穩定的電力供應。若此區域因缺電、限電風險而導致企業無法正常運作，不但影響投資意願，使國際競爭力大損，其連帶效應也會逐漸擴及全國各地，降低我國的經濟成長動能。

臺灣100-115年備用容量率曲線圖



說明：
核四商轉，燃料組合係考量經濟調度(成本最低)原則。核四未商轉，假定必須將排放量維持在0.6公斤/度左右，除大量使用燃氣發電，且滿足再生能源設置目標外，還需推動太陽光電「推廣倍增」方案與陸上風電「加速發展」方案。

世界重要獨立電網國家備用容量率比較

國別	備用容量率
臺灣	15%
韓國	15-17%
新加坡	30%
日本*	8-10%(預備率) 45%(備用容量率)

* 日本沒有備用容量率的說法，稱為預備率 = [可調度容量 - 尖峰負載] / 尖峰負載。其中，可調度容量指尖峰月扣除各項不能發電因素後的淨出力。根據2009年實績，以國際備用容量率慣例估計，日本備用容量率高達45%。

壹 能源政策 1-5

如果核四停建，電價是不是一定會上漲？

我國電價結構有70%是反映燃料成本，因此當油、煤、天然氣等進口能源價格波動時，電價會跟著受到影響。此外，核四如果不商轉，使用其他替代能源所增加的發電成本，也將反映於電價，所以電價一定会上漲。

1. 核電的燃料價格最穩定：

我國電價結構中有70%係反映燃料成本，就發電成本而言，核能燃料比起其他化石能源燃料，其價格相對低廉，且進口一批核燃料可發電一年半，價格比較不會受到國際價格波動影響，相較其他化石燃料易受國際市場波動影響，核電價格具有相對穩定性。

2. 用其他替代能源的代價比較高：

在電價合理化及不考慮燃料波動的前提下，若核四不商轉，依目前技術成熟度而言，最可能取代核能的發電方式為燃氣及燃煤機組，但燃氣與燃煤的既有發電成本均高於核電，其中燃煤的發電成本雖然比燃氣便宜，但因污染性高、碳排放量高及建廠用地不易取得等因素，比較不具可行性。而如果以燃氣機組取代核四，額外興建天然氣接收站、鋪設管線及電廠之投資總額

預估將超出新臺幣2,000億元，這都將反映於電價上。更何況增興建天然氣電廠與前述配套設施時間長達10-12年。

3. 核四停建，售電成本大幅增加：

核四廠二部機組預計於104、106年商轉發電，若停建核四，必須以燃煤、燃氣發電替代，售電成本因反映燃料成本勢將大幅增加。預估107年電價(以售電成本表示)將較102年10月調整後的電價(3.15元/度)上漲約13%-15%；另既有核電廠於114年以前陸續屆齡停役後，估計115年電價(以售電成本表示)將較前述電價(3.15元/度)上漲34%-42%。

壹 能源政策 1-6

核能發電真的是最便宜的發電方式嗎？

以發電成本而言，核能燃料比起燃煤、燃氣，燃油的價格相對低廉，即使加上核廢料的後端處理成本，核電成本仍然低於平均售電單價，在我國確實是最便宜的發電方式。

1. 核能發電成本相對較低且供電穩定性高：

就發電成本而言，核能燃料比起其他化石能源燃料相對低廉，亦低於平均售電單價(101年平均售電單價為2.72元/度，核能發電成本為0.72元/度，核四預估發電成本也低於2元/度)，因此核能發電的存在，對電價穩定有正面助益。而且進口一批核燃料可發電一年半，較天然氣有相對較高的安全存量，有助於供電穩定性（目前液化天然氣安全存量平均有7-14天 夏季是7天，因依賴船運進口，易受颱風過境或出口國政情變化等外在因素影響，其供應穩定性遠不如核能發電）。

2. 韓國大力發展核能，也是因為發電成本低：

相較亞洲鄰近國家，與我國同樣是能源高度依賴進口的韓國，目前營運中的核電機組有23座，核能發電量占比達30.4%（我國目前為18.4%）。即使在日本福島核災後，韓國仍維持能源自主政策、不僅持續發展核能，並將積極輸出核電技術，預定

2030年提高核能發電量占比達到59%。韓國之所以這麼做，就是為了藉由穩定低廉的電價，持續提升該國產業競爭力。相反的，日本在福島核災後停止核電廠運轉，使得日本從2010年的6.6兆日圓貿易順差，變成2011年2.6兆日圓的逆差，並在2012年擴大到6.9兆日圓，大量進口天然氣與石油替代核能發電就是主要原因之一。

3. 美國的頁岩氣比核電成本低，但我國沒有這個優勢：

坊間引述美國奇異公司執行長提出核電並不便宜等說法，其實此一發言主要是討論美國的發電成本，與我國處境完全不同。美國本土近年因開發出大量頁岩氣，只需透過管線輸送就可提供發電使用，發電成本較為低廉。但我國天然氣發電均須依賴進口天然氣，除了多出運輸成本外，還必須先在產地以非常耗能的程序經低溫液化、壓縮等處理後才能海運。進口後還需要建置儲槽接收、存放等，因此我國天然氣發電成本遠高於核能、燃煤、陸上風力等發電方式。此外，在臺美「自由貿易協定」（FTA）簽署前，自美國出口頁岩氣到臺灣，依美國法令無法享有優惠待遇。

4. 有人質疑我國的核電成本估計偏低，其實是誤解：

精確地說，目前運轉中的核能發電成本每度為0.72元，而核四廠如果順利完工商轉，該廠預估之核能發電成本仍然低於每度2元，這是因為現有核電廠已使用二、三十年，建廠費用多已折舊攤提完畢，而新建電廠的成本則必然反映在新電廠的電價中。核能發電的成本計算方式，都是將設備折舊、燃料、運維費、後端費用(包括廠址除役及核廢料處理之成本)及利息等各項成本加總，再以40年實際發電度數分攤。此一計算方式與國際間作法相同。至於核四廠的發電成本是以國際間針對尚未運轉電廠所做之生命周期「均化發電成本」估算，其中已考量建廠、燃料、運維及後端費用等所有成本。我國的核電成本都已經把未來核廢料處理所需之費用計算在內，絕非另外還要加計費用。

我國101年各種發電方式成本比較表

發電方式	發電成本(元/度)
核能	0.72
燃煤	1.64
燃氣	3.81
陸上風力*	2.64
太陽能*	6.76-9.46

*為101年度經濟部公告之躉購費率

壹 能源政策 1-7

如果政府積極推動節約用電，以「電力零成長」為目標，是不是就不需要核四？

政府正積極推動節約用電，但短期內不可能做到「電力零成長」。我國近十年能源效率每年提高2.3%，但用電還是持續成長，在可預見的未來，我國用電量仍將跟經濟發展趨勢一致，如果限制電力零成長，將意味著經濟衰退。

1. 政府在最近四年內已經積極推動節能減碳：

政府自97年開始推動「四省運動」(省油、省電、省水、省紙)，四年來政府機關及學校用電累計節約率為5.26%；另外電費折扣獎勵節能措施方面，97年至101年底，家戶用電累積節省188.9億度，相當於台北市家戶2.5年總用電量。但工業用電仍難以減少，畢竟外銷占臺灣國內生產毛額(GDP)的7成。至於再生能源方面，101年太陽光電及風力發電合計之裝置容量已為97年的3倍，未來還會繼續努力。

2. 追求電力零成長可能導致經濟零成長：

電力的需求與經濟發展息息相關，綜觀我國歷史趨勢，在民國80年代經濟持續高成長時，電力消費也呈現高度成長；而在民

國90年與98年經濟大幅衰退時，電力消費也呈現大幅下降，兩者間具有高度連動性。例如民國97-98年間受到全球金融海嘯影響，當時電力消費出現罕見的負成長，工廠放無薪假及失業率攀高，民生消費也大幅萎縮，民眾至今記憶猶新。

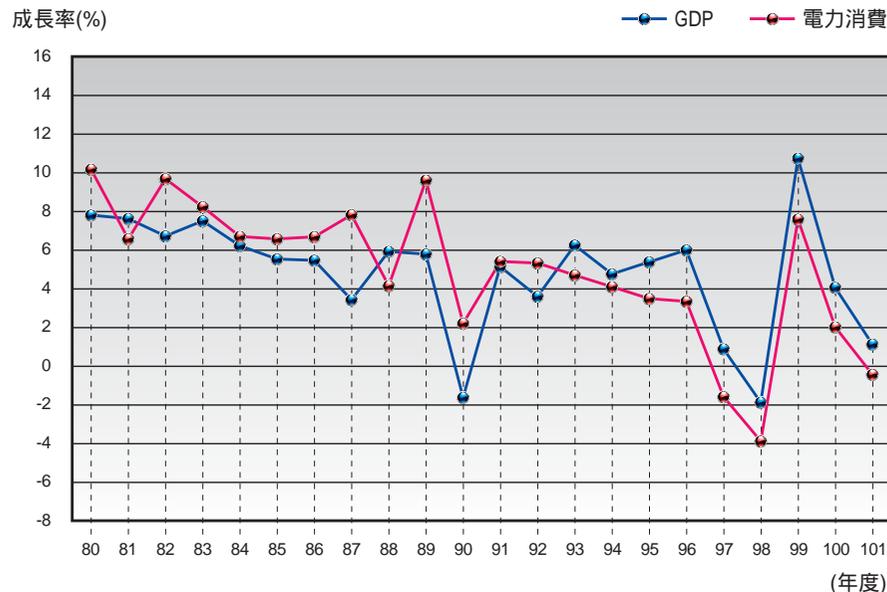
3. 經濟發展成熟國家，電力一樣會成長：

有人質疑我國為何不能像一些國家達到用電零成長目標。事實上歐美等經濟發展成熟國家經濟成長率原本較低，所以在經濟成長趨緩時有少數國家(如英國)出現用電零成長現象，但這絕不是英國經濟發展的目標，英國政府推估未來電力需求仍將持續成長。

4. 臺灣仍須追求經濟發展，以創造更多就業機會：

我國目前失業率略高，必須仰賴產業轉型及經濟成長。但是，如果只是為了達到「用電零成長」的目標而刻意降低經濟成長，甚至貿然採取強制手段，同時減少供電服務及抑制用電需求，就有可能導致經濟成長轉緩、產業出走、甚至薪資下降或失業擴大等難以承受的後果。

經濟成長率與電力成長率之關係



資料來源：能源局及行政院主計總處統計資料

壹 能源政策 1-8

我們能不能以再生能源(太陽能、風力、地熱)全面取代核電？

再生能源受日照、風速的影響，無法如核能發電般全天候穩定持續供電；而臺灣淺層地熱可開發量僅約15萬瓩，相當於核四廠總容量的5.6%。至於深層地熱國際間尚無商轉之實例，因此短中期內再生能源還無法取代核電。

1. 發展再生能源仍有其限制：

臺灣地狹人稠，土地資源有限：太陽能板、陸上風力發電機等設置都需要考量設置地點所需要的土地，以及周邊民眾以居住品質降低而抗爭的問題。

再生能源發電成本仍然偏高：目前除陸上風力發電成本較低(2.6元/度)外，其餘再生能源相較傳統能源(化石能源及核能)為高，例如太陽光電(6-9元/度)、離岸風力(5.6元/度)、淺層地熱(4.8元/度)之發電成本仍然偏高，大量使用對產業用電及民生用電都是沉重負擔。

再生能源因無法穩定供電，致使設備利用率低：如太陽光電、風力發電，需有足夠的風力或日照才能發電，不像傳統火力電廠或核能可全天候發電。傳統能源電廠年利用率達90%以上，反觀風力發電機組，年利用率僅達28%(陸上風力) 38%(離

岸風力)，太陽光電更只有14%，現階段皆無法成為穩定持續的供電來源。

我國電網屬島嶼型獨立系統，電網的穩定度十分重要：不像歐洲的國家，我國電力網路為獨立系統，缺電時沒有其他來源可以補充，供電與用電之間的平衡攸關電力網路的穩定及安全性。因此，若無法穩定供電的再生能源占供電來源比例擴大時，就必須額外增建儲能設施、智慧型電網等配套措施，才能確保供電系統穩定。

2. 再生能源於短期或中期仍無法取代核能發電：

現階段仍須依賴核能發電：核電廠屬「基載發電」(即指可提供24小時穩定的供電)，核一、二、三廠合計年發電量約400億度，101年占全國發電量的18.4%；未來核四廠如果商轉，每年可供193億度電。

再生能源尚無法取代核能發電量：有穩定的陽光及風力，才可穩定的發電，但陽光及風力都受天候因素影響；地熱雖然可以全天候穩定發電，但經評估臺灣淺層地熱可開發量僅約15萬瓩，相當於核四廠總容量的5.6%，且地點大多位於國家公園範圍內(如：大屯山)，開發限制較多；至於深層地熱仍在研發階段，目前國際間尚無已商轉之電廠。綜合考量國內外技術進展、可開發潛能及成本效益等因素，再生能源開發緩不濟急，因此，再生能源於短期或中期還無法取代核能發電量。

壹 能源政策 1-9

如果我們積極發展太陽能，是不是就不需要核四？

有日照的時候才有太陽光電，因此不能代替可24小時穩定發電的核四廠。即使不考慮供電穩定性，如果要以太陽能板提供核四的一年發電量，用地就要鋪滿約160平方公里(約五分之三個台北市)，在寸土寸金的臺灣幾乎不可能。而且太陽能發電成本是現有電價的2至3倍，比燃煤或燃氣都要貴很多，短期大量設置勢必影響發電成本，電價調高也在所難免。

1. 不下雨、無雲、非夜間、陽光強度夠才有太陽光電：

太陽光電可以在夏季用電高峰時供電，但其他季節時段對系統助益有限。臺灣平均每天可用於太陽能滿載發電的時間約為3-4小時，惟平均設備年利用率偏低，無法替代可24小時穩定供電之核四廠。因為太陽光電發電不具穩定性，以及我國屬於獨立電網，不像歐洲可以有鄰國電力聯網支援，因此無法解決陰雨時的供電需求。

2. 太陽能板鋪滿約五分之三個臺北市，才能取代一座核四廠：

即使不考慮供電穩定性，想要完全以太陽光電取代核四發電量

(每年193億度)，以101年太陽光電裝置容量約22萬瓩，年發電約2億度計算，考慮太陽光電發電設備利用率低，估計約需建置1,544萬瓩之太陽光電發電系統。依102年的設置成本估算，大約需要新臺幣1.08兆元，所需用地面積約160平方公里(相當於五分之三個台北市)，在寸土寸金的臺灣幾乎不可能實現。雖然有人主張可以考慮利用中南部休耕農地裝設太陽能板，但一旦設置之後，休耕農地即無法恢復耕作，亦會妨礙我國糧食生產，影響未來糧食供應。

3. 若核四未商轉，加速推動太陽光電「推廣倍增」方案，其可行性評估：

考量太陽光電設置成本將隨技術進步而逐年下降，另納入地層下陷及污染管制廠址等不具開發條件地區設置地面型太陽光電，以「先緩後快」方式規劃，預計至119年，整體太陽光電累計目標量將由原擴大化目標310萬瓩提升為620萬瓩，增加1倍，所需用地總面積將約為62平方公里。加速推動本方案，全部再生能源基金支出約需新臺幣2,943億元。但即使這樣，還是只能大約彌補核四廠停建後電力缺口的40%而已。

4. 太陽能成本是現有電價2至3倍：

近2年我國太陽光電躉購電價約每度6-9元，是現有平均電價的2至3倍，如果短期大量設置太陽能，電價大幅上漲在所難免。

壹 能源政策 1-10

如果我們積極發展風力發電，是不是就不需要核四？

有穩定的風才有風力發電，但風力發電無法替代可24小時發電之核四電廠，也無法提供夏季用電高峰所需之電力。就算不考慮風場設置的成本效益，想像一下，臺灣環島一圈都插滿了風機，不但破壞景觀，實務上也不可行。

1. 風力發電須有夠強的風才能發電，此外也無法持續穩定發電：

風力發電除了受限於天候（風速）、土地利用等自然環境的限制外，目前風力發電的效率也很低，例如夏季是用電高峰，但是大部分時間風速不足（最低可發電風速須達2.5公尺/秒），根本無法發電，因此無法像核能電廠可全天候24小時穩定發電。當沒風不來電時，臺灣不像歐洲可以靠鄰國電力聯網支援，因此如果要大量增加風力機組，還必須準備相同容量的備用電源待命（通常為可快速起停之燃氣發電機組），以因應無風時的供電缺口，但這樣將導致實際發電成本更高。

2. 夏季用電高峰，剛好風力最弱：

臺灣用電高峰在夏季，此時恰好是風力供電最弱的季節，而當秋冬兩季東北季風強盛時，風力發電條件較好，卻不是用電高

峰，因此風力發電不僅無法提供夏季高峰用電，還會嚴重干擾供電穩定性。德國剛好相反，用電高峰是在使用暖氣的冬季，恰好是風力供電能力最強季節，所以有相輔相成的效果。

3. 臺灣環島一圈全插滿風機，才能取代一座核四廠：

即使不考量風力發電穩定性及供需失調的問題，如果以陸上風電取代核四（每年發電193億度），以101年風力發電裝置容量約57萬瓩、年發電量14億度計算，則約需建置804.2萬瓩的風電裝置容量。以102年的風力發電機設置成本推算，大約需要花費新臺幣4,584億元，共需設置3,496座風機（每座裝置容量2,300瓩），其數量幾乎可以繞臺灣一圈，實務上並不可行。再加上目前已有許多風力機附近的居民強烈抗爭，抱怨噪音、眩光乃至影響風水問題，因此未來要大量推廣風力發電，也有相當的困難。

4. 若核四未商轉，推動陸上風電「加速發展」方案，其可行性評估：

我國地狹人稠，陸上風力發電最大潛能總量約為120萬瓩，為加速發展風力發電，提供費率誘因增加業者設置意願，提前於106年達成陸上風電累計裝置容量至最大潛能120萬瓩，總目標共450座風機（102年3月底已建置314座），考量可能面臨前述種種的多項阻力，欲達此目標挑戰性極高。但即使這樣，還是只能大約彌補核四廠停建後電力缺口的15%而已。

壹 能源政策 1-11

如果我們積極發展地熱等其他再生能源，是不是就不需要核四？

我國傳統地熱發電開發潛能，推估可開發量僅約15萬瓩，相當於核四廠總容量5.6%，發電成本達4.8元/度；深層地熱發電目前在國際間尚無商轉電廠。因此，短中期內地熱發電無法取代核四停建所產生的電力缺口。海洋能發展技術尚未成熟，國際間還沒有商轉機組。生質能部分，僅有都市垃圾焚化廠、少部分事業廢棄物及沼氣等發電運用，而國內生質柴油主要做為運輸工具的燃料。

1. 我國傳統淺層地熱系統多屬變質岩裂隙型地熱，效益相對較低：

地熱可分為傳統地熱系統(或淺層地熱系統)及深層地熱系統。傳統地熱依其熱量來源之不同，可分為火山型及變質岩裂隙型地熱二種。地熱發達國家(如美國、菲律賓)均屬火山型地熱；我國除大屯火山地區屬火山型地熱外，其餘均屬變質岩裂隙型地熱，發電效益相對較低。

2. 國際間尚無進行深層地熱資源驗證開發：

目前美國、澳洲、法國、德國等先進國家已進行深層地熱資源驗證開發，惟仍屬小規模示範階段，尚無中、大型商業運轉機組。至於菲律賓則屬傳統地熱發電(火山型地熱)，也並未進行深

層地熱資源驗證開發。

3. 我國傳統淺層地熱發電，推估可開發量僅約15萬瓩：

我國傳統淺層地熱發電潛能雖經估計達73萬瓩，然而考量限制開發因素(如國家公園、風景特定區、林業用地、地質災害敏感區)後，推估可開發量僅約12萬瓩，即使加上部分風景特定區及林業用地可辦理變更使用目的，推估總計可開發量約15萬瓩，發電成本達4.8元/度；至於深層地熱，則國際間尚無商轉之電廠。

4. 短中期以地熱發電取代核四尚有困難：

部分先進國家雖已投入深層地熱研究，供小規模示範研究，尚無中大型商業運轉機組。因此，短中期以地熱發電取代核四停建所產生之電力缺口，仍有困難。

5. 海洋能及生質能亦無法取代核電：

海洋能因發展技術尚未成熟，國際間還沒有商轉機組，短期無法導入，也無法大量開發以替代核四的發電量；生質能部分，目前國內受限於料源之供應不足及成本過高，僅有都市垃圾焚化廠、少部分事業廢棄物及沼氣等發電運用。國內生質柴油主要做為運輸工具的燃料，若要開發為電力能源物料，則可能會影響糧食自主政策。

壹 能源政策 1-12

如果我們增加天然氣發電，是不是就不需要核四？

天然氣有低碳的優點，但因為幾乎全部依賴進口，故涉及能源供應安全與發電成本等考量；此外，要在北部區域增建天然氣接收站與輸氣管線，至少需要10-12年，時間上也緩不濟急，無法填補核四停建的電力缺口。

天然氣雖相較於傳統化石能源(煤炭、石油)具有低排碳的優點，然而我國要以天然氣發電取代核電，以下問題尚需克服，包括：

1. 天然氣安全存量有限，若依賴進口程度過高，不利能源供給之安全與穩定：

液化天然氣依賴船運進口，易受外在因素(如颱風、地緣政治等)影響，且天然氣夏天的安全存量只有7天，若颱風影響臺灣超過7天，馬上對國家能源安全供應構成威脅。

2. 新建天然氣接收站緩不濟急：

即使立刻開放民營天然氣電廠，並於北部地區新建天然氣接收站、儲槽與相關管線佈設，有鑑於民眾對相關設施的反感與抗爭再加上環評時程的不確定因素，工期變數極大，估計約需10-12年，時間上緩不濟急，無法填補核四停建之電力缺口。

3. 天然氣成本過高，不利控制電價：

我國天然氣發電廠使用的是液化天然氣，需自國外進口，而且還需要加壓、液化、運輸及儲存，與美國當地可自產自用，使用管路輸送的天然氣(含傳統天然氣及頁岩氣)價格相比，價差最高達3倍左右，如果大量使用，必然使電價上漲。

4. 頁岩氣雖低價，短期內我國尚無法進口：

美國近年開採頁岩氣技術獲得突破，頁岩氣產量大增，但全球僅美國生產的頁岩氣規模可達出口條件(美國天然氣價格約4.6-6.9美元/百萬BTU-含傳統天然氣及頁岩氣)。臺灣進口天然氣的成本包含：管輸成本、液化成本、運輸成本，以往總計約12-15美元/百萬BTU，大約是美國境內價格的2-3倍。中油公司101年進口液化天然氣平均單價約15.04美元/百萬BTU、102年1月約14.03美元/百萬BTU，相較之下，進口頁岩氣並未明顯便宜(1百萬BTU約相當於28立方公尺天然氣所產生的熱能)。同時，美國頁岩氣出口到台灣需時60天，遠比目前自卡達、馬來西亞或印尼要長二至四倍，調度風險乃大為增加。

壹 能源政策 1-13

美國已有核電廠改成天然氣電廠的案例，核四廠能不能改建成天然氣電廠？

兩者設計截然不同，核四廠設備幾乎不能作天然氣電廠使用，因此改建比新廠更難，另必須面對土地因變更使用目的而辦理廢止徵收、歸還原地主土地與重新辦理徵收，並增設天然氣供應設施等問題，曠日費時，且將增加發電成本及二氧化碳排放量。

1. 廢止徵收後，土地很難重新取得：

核四廠土地當初係依土地法第208條規定，以興建第四核能發電廠名義用徵收方式取得，並劃設為「核能電廠用地」。若將原廠址變更為興建天然氣發電廠，依現行土地徵收條例廢止徵收，再重新辦理徵收作業，不但作業過程曠日廢時，而且許可興建的不確定性極高，無法滿足未來供電需要。

2. 核電廠設計與天然氣電廠截然不同，設備幾乎無法使用：

核四廠如改建為燃氣複循環發電機組，因目前設備市場高效率複循環發電機組均已標準化，設計上與核四廠機組截然不同，致使原來核四廠設備幾乎全數不能轉用；至於改建燃氣電廠所需費用，新購燃氣機組目前價格約新臺幣920億元，若加計未來物價調整指數，總計電廠完工時總投資金額約新臺幣1,365億元。

3. 新建天然氣接收站，時間緩不濟急：

目前國內只有台中及高雄永安兩座天然氣接收站，如果核四廠改建天然氣廠，需於北部地區新建天然氣接收站並佈設相關管線，亦需約新臺幣1,230億元，且所需期程大約是10-12年，時程上對於彌補北部地區供電缺口緩不濟急。

4. 天然氣成本比核電高：

國內天然氣以液態型態(LNG)自國外海運進口，過程中需經過冷凍液化、壓縮、運輸等作業，價格上遠高於歐美地區國家使用的管道天然氣，成本高昂，估計核四改建為天然氣電廠完工後發電成本將較原核四高出甚多，難免造成電價上漲，影響物價安定。

5. 天然氣電廠會增加二氧化碳排放量：

以天然氣廠代替核四計畫，每年將增加二氧化碳排放約751萬公噸，相當於1萬9000座大安森林公園一年的二氧化碳吸收量，不僅影響我國對國際社會減碳的承諾，也可能使我國產品遭到貿易制裁。

壹 能源政策 1-14

福島核災後，日本、德國曾宣布廢核，臺灣做不到嗎？

日本已重新檢討廢核政策；而德國電價因為2005年推動能源轉型而上升44%。

1. 日本暫停核電運轉後，造成高額貿易赤字：

日本在福島核災後陸續停止全國核電廠運轉，使得日本從2010年的6.6兆日元貿易順差，在2011年首度造成2.6兆日元逆差，並在2012年擴大到6.9兆日元，2013年1至2月更達到1.2兆日圓。大量進口天然氣與石油替代核能發電就是主要原因之一。同期電價也上漲10%-20%，而日本降低二氧化碳排放量的原訂目標也無法達成。

2. 日本在經濟衝擊下，正在重新檢討能源政策：

日本2011年暫停核電運轉後，當年夏季曾經實施大規模分區限電，2012年增加3.2兆日圓燃料成本，對經濟衝擊極大，效果相當於加稅7%或日圓升值10%。前首相野田佳彥在2012年9月宣布無核政策，仍必須重啟大間-1號機、島根-3號機建廠工程與大飯電廠2部機組運轉發電。目前安倍政府正重新檢討廢核政策，首相安倍晉三日前曾表示未來將減核而非廢核，而且目前島根電廠及大間電廠皆繼續興建。

3. 德國電價已上漲約44%：

德國從2005年為邁向廢核而推動能源轉型政策，大幅補貼再生能源，至今電價已累積上漲約44%。目前德國電價高達新臺幣11元/度，為我國4倍左右。今年起，四口之家每年還要再多付新臺幣9,500元電費，民眾與企業已經對於高昂的電價產生了反彈。

4. 德國如果缺電可從鄰近國家電網支援，臺灣四面環海，沒有外國電力支援：

臺灣沒有德國的非核條件，因為德國位於歐洲大陸，與鄰近國家都有電網相連，即使電力生產不足，也可以由其他國家進口電力，而臺灣是獨立的電力系統，無法向鄰國進口電力。且我國發電燃料幾乎全數依賴進口，自然不能與德國相提並論。

貳 核能安全 2-1

聽說核四工程沒有統包商負責，就像拼裝車，如何相信它是安全的？

國際上愈先進的產品，本來就會採用不同高科技廠商所擅長生產的系統做整合，核四廠雖然各個部分分別有負責的廠商，但同樣有統包商負責整合。

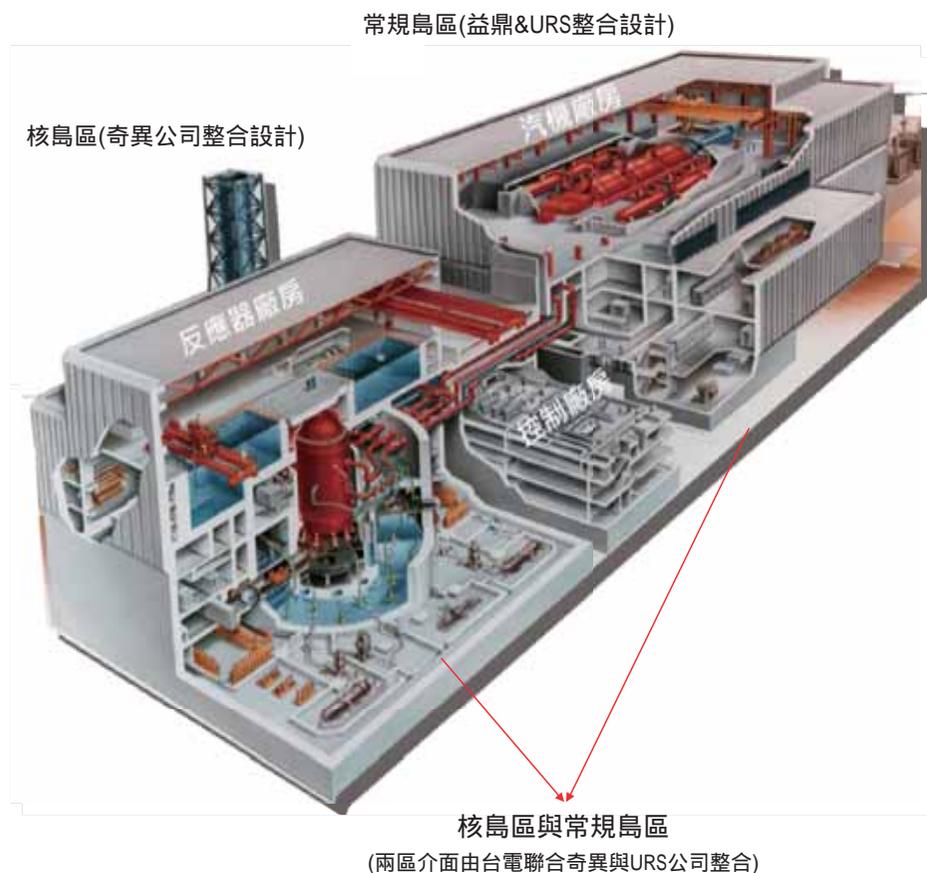
1. 現代科技的生產結構重視專業分工：

現代科技的生產結構，任何一項產品絕對不可能是由單一廠家所獨立完成。3C產品如此、重大工程建設如捷運、高鐵亦是如此，更何況如核四量體如此龐大複雜的工程。核四主要設備的核能蒸汽供應系統由奇異公司負責提供，汽輪發電機系統由三菱公司提供，核能廢料處理系統由日立公司提供，各依專業分工負責執行。日本柏崎刈羽電廠6、7號機也是先進沸水式反應爐(ABWR)，其主要設備也是由日立、東芝及奇異公司提供，其專業分工與核四廠的情形相近。

2. 核島區與常規島區之間的介面嚴密整合：

核四廠主要有「核島區」（含核能蒸汽供應系統與控制廠房等）及「常規島區」（含汽輪發電機等系統）兩區塊，其中核島區由奇異公司負責整合設計，常規島區自民國98年11月改由

益鼎公司聯合美國URS公司負責整合設計。核島區與常規島區之間的介面整合由台電、奇異與URS公司聯合負責，因此核四廠整體規劃是具有嚴密的整合性，核四廠並不是拼裝車。



貳 核能安全 2-2

核四興建過程中發現許多工程缺失， 這些問題解決了嗎？

原能會為我國核能安全嚴格把關，自88年至102年4月對核四工程共裁處違規案49件，其中35件已改善並經原能會同意結案，其餘列管案件持續改善中。目前台電已成立「強化安全檢測小組」全面重新進行試運轉測試，並由外部專家監督以確保核安。最後在安全無虞下，才會由原能會核准裝填燃料。

1. 原能會為我國核能安全嚴格把關，自88年至102年4月對核四工程共裁處違規案49件，其中35件已改善並經原能會同意結案，其餘列管案件持續改善並須在向原能會申請裝填燃料前完成。
2. 任何工程於施工階段後期都會進行全面現場勘查及試運轉測試，這是確保安全的慣例與正常作法，因此，核四計畫將會在此階段盡一切可能嚴格檢視問題。台電公司已經列管核四計畫中「施工未完成事項」、「現場查核發現的問題」及「試運轉測試發現的問題」，總共有18項，截至102年3月底已完成6項，其餘項目預定於申請裝填燃料前完成。待全部項目完成改善後，將更能確保核四的安全品質。

3. 為進一步祛除國人心中疑慮，經濟部已要求台電公司自核一、二、三廠共抽調45名經驗豐富的工程師，並聘請奇異公司12名顧問，共同組成「強化安全檢測小組」再檢視並重新進行試運轉測試，自102年4月進程序規劃，5月開始進行檢測工作。
4. 此外，經濟部也邀請國內外學者專家成立「核四安檢專家監督小組」，監督前述「強化安全檢測小組」的試運轉測試作業，以確認核四廠的核能安全，並將測試結果完整公開提供民眾參考。在台電提出燃料裝填申請後，由原能會邀請美國核能管制委員會（NRC）代表來台共同進行視察，並由原能會確認符合國際法規要求及安全無虞下才會允許裝填燃料，並在「安全第一」之前提下讓核四廠營運。

貳 核能安全 2-3

目前很多民眾對核四沒有信心，政府要如何確保核安？

經濟部已責成台電成立「強化安全檢測小組」，對核四廠重新進行試運轉測試，並聘請外部學者專家成立「核四安檢專家監督小組」監督試運轉測試作業，最後還會由原能會確認符合法規要求及安全無虞下，才會讓核四裝填燃料。

1. 福島事故後，原能會於100年4月6日提出「因應日本福島電廠事故-核能安全防護要求辦理事項」，要求台電公司進行全方位核能安全總體檢。台電公司於101年1月12日提送「龍門電廠因應日本福島事故總體檢初期檢討報告」，發現龍門電廠現有設計比福島電廠多出5重防護優勢，並主動研提67項因應與強化方案，目前已完成52項，其餘項目預計最遲於104年5月完成。
2. 台電公司計畫再增設防海嘯牆（可防止14.5公尺高度海嘯）、設置圍阻體排氣過濾系統（吸收輻射物質，減少環境輻射影響）與隔震建築（強化事故緊急應變指揮作業中心）等多項設施以強化事故應變能力。

3. 日本福島核災事故雖肇因於超大型複合式天災(海溝型地震引發的大海嘯)，但主要原因應該還是決策程序僵化等人為疏失。因此，我國特別建立了「斷然處置措施」，一旦遭遇超大型複合式天災，在有輻射外洩的可能性前，立即執行注水冷卻反應爐措施，也就是寧願廢棄核電廠，也不能讓核能電廠有任何發生核災的機會。因此，類似福島的核能災變不會在臺灣發生。
4. 日本福島核災之後，臺灣民眾對核能電廠的安全疑慮升高，同時也對過去台電處理工程缺失的態度感到不滿。為了重新取得社會大眾的信任，經濟部除了全面重新檢測核四安全外，也要求台電公開相關資訊，並成立與民間團體的對話平台，虛心傾聽外界的批評與指教，迅速答覆民眾所關心的問題。

貳 核能安全 2-4

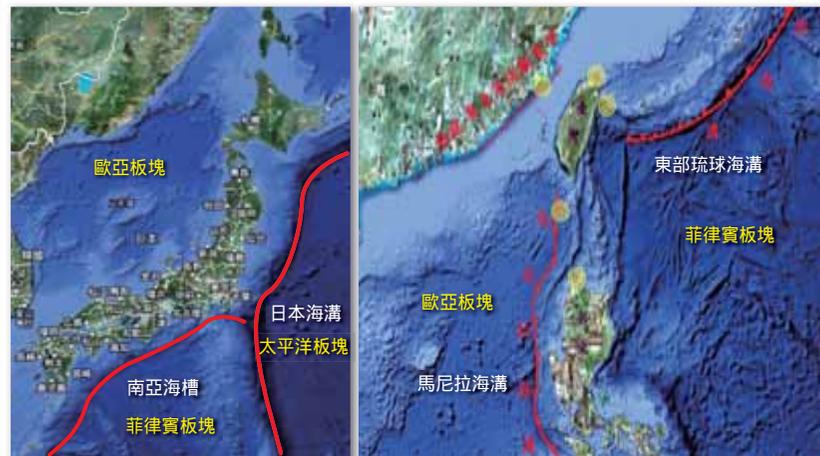
聽說核四接近斷層又靠近海邊，它經得起地震和海嘯嗎？

核四廠址經專家勘查確認安全沒有問題，廠房設計能承受7級強震與14.5公尺高的海嘯。

1. 臺灣位於地震帶，因此我國核電廠廠址選擇與設計，都是以最嚴格且高標準的方式，優先考量過去歷史最大地震強度及海嘯高度，並預留相當大的安全餘裕。
2. 核四廠選址是根據美國核能管制委員會(NRC)1975年頒布的核能電廠選址準則，規定廠址半徑5英里（8公里）內不得有長度超過1000呎（300公尺）之活動斷層。1998年美國核管會重新修訂上述選址準則，保留廠址半徑5英里（約8公里）內沒有活動斷層規定，但取消活動斷層長度限制。由於核四廠址35公里內確定沒有活動斷層，其安全性符合法規。
3. 核四廠址於民國90至93年間即已由國內專家多次勘查確認安全無虞。地基坐落於穩固岩盤的上面，反應爐廠房下方並無破碎帶。

4. 海溝型斷層發生錯動是形成海嘯的條件之一，當前述的斷層與海岸線平行，則發生海嘯時將對海岸造成較大衝擊，日本福島電廠附近的海岸線與大斷層平行，故地震引發海嘯狀況極為嚴重；台灣外海斷層如東部琉球海溝（斷層）與台灣東海岸及北海岸不平行；而菲律賓西方之馬尼拉海溝（斷層），僅斷層北端與台灣南端海岸小部分平行，故基本上台灣核電廠不易遭遇到類似日本福島般的大海嘯衝擊。

日本與臺灣斷層與海岸分布狀況不同



5. 民國100年學者專家針對引發日本311海嘯的海溝型大地震，模擬推估影響核四廠海岸的可能海嘯高度為3.4公尺，而核四廠址高程為12.0公尺，因此廠址高程設計標準相當安全。福島事件後，台電更依照原能會要求規劃興建防海嘯牆，得以抵擋約14.5公尺高之海嘯，足以防止海水倒灌。

臺灣核電廠防海嘯設計遠高於海溝型地震可能引發之海嘯高度

單位: 公尺

比較項目	核一廠 (67年商轉)	核二廠 (70年商轉)	核三廠 (73年商轉)	核四廠
電廠所在位置距離海平面的高度(廠址設計高程)	11.2	12.0	15.0	12.0
模擬海嘯上溯高程結果(100年)*	2.8	2.5	10.0	3.4**
規劃建置防海嘯牆後之抗海嘯高程	17	17	19	14.5

*參考國科會民國100年補助中央大學執行之「臺灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究」計畫報告

**核四廠防海嘯設計是依民國74年「台灣電力公司核能四廠最大可能海嘯及暴潮之評估」最大海嘯上高程為8.07公尺

貳 核能安全 2-5

國外媒體報導，臺灣的核電廠是世界上最危險的電廠之一，這是真的嗎？

這是有人誤解英國《自然》(NATURE)雜誌的說法，事實上，該報導並沒有針對全世界核電廠進行安全評估排比。

1. 福島核災發生後一個月(2011年4月)，英國《自然》(Nature)期刊報導，針對核電廠半徑30公里和75公里內的人口數，進行統計分析。該文指出：電廠周圍30公里內的人口數，以巴基斯坦的Kanupp排名第一(約820萬人)，我國核二廠(550萬人)居次，核一廠(約470萬人)第三。該篇文章其實也強調人口密度只是風險考量因素之一，事實上沒有客觀固定的指標可以用來判斷個別電廠的風險圖像(risk profile)，因此不可能作危險排名(danger ranking)。該篇文章也指出，核能電廠安全與否的真正關鍵是「安全文化」(culture of security)，也就是維護與訓練的品質、經營者與員工的能力、管制監督的嚴謹性。而台電公司擁有數十年核能電廠運轉經驗，目前3座運轉中核能電廠營運績效良好，依國際原子能總署(IAEA)公布資訊顯示，我國核能機組能力因數在世界核能國家中名列前茅，整體核能營運績效表現在世界平均水準之上。

2. 人口密度高的地區對電力需求自然較高，因此很多核電廠鄰近人口稠密地區。《自然》(Nature) 期刊也指出，世界上半徑 30 公里範圍內超過 100 萬人之核電廠就有 15 座。另依據其他資料顯示，香港 (人口 707 萬) 距廣州深圳的大亞灣、嶺澳兩座核電廠只有十多公里，紐約市 (人口 839 萬) 距離 Indian Point 核電廠只有 38.4 公里 (美國核能管制委員會官網載錄為 24 英哩)。Indian Point 核電廠半徑 75 公里的人口甚至還超過 1,730 萬人。
3. 我國依據美國核能法規，以最嚴格標準執行核電廠廠址選擇與設計，以過去歷史最大地震強度及海嘯高度並預留相當大的安全餘裕作為設計基準。福島核災後，我國核電廠安全總體檢也把歐盟、日本及美國等安全標準，均列入我國安全強化方案中。
4. 101 年 2 月世界核能運轉協會 (WANO) 專家團來台評估我國核能電廠執行安全防護總體檢成效，認定已經符合國際核安標準。102 年 3 月原能會邀請經濟合作暨發展組織核能署 (OECD/NEA) 的專家來台檢視核一、二、三廠的各項強化措施，並評定為「優良的作法 (Good Practice)」，其中一位來自日本的專家牟田仁博士 (Dr. Hitoshi MUTA)，更表示核一、二、三廠具有足夠能力應付福島那樣的複合式天災。

貳 核能安全 2-6

聽說臺灣沒有能力處理核廢料，我們還要繼續使用核能嗎？

核廢料的處理，技術上是可行的，並非無解。我國已具備低階核廢處理的技術能力，並與國際同步發展高階核廢料的最終處置技術能力。

1. 核能科技目前已廣泛應用於醫學、農業、工業、學術研究等各領域，無論未來是否廢核，低階放射性廢棄物的產出不會停止，依然需要處理。核廢料處置在技術上並非無解，我國亦具備處理低階核廢料之能力。
2. 核四廠未來如果順利商轉，其產生的核廢料將與核一、二、三廠的核廢料合併規劃處理，不會構成特別的問題。
3. 台電目前對核廢料已有妥善處理規劃：
低階核廢棄物處置：全世界已有80餘座低放射性廢棄物最終處置場安全運轉中，技術上均採「多重障壁概念」來處置低放射性廢棄物，使其與人類生活圈隔絕。台電具備處理低階核廢料的技術，將於最終處置場址決定後8年內，完成低階核廢棄物

最終處置場建造並取得運轉執照。

高階核廢棄物（用過核燃料）處置：目前芬蘭、瑞典都已確定高階核廢棄物最終處置場址，逐步邁入施工階段，預計 2020 至 2025 年陸續啟用。台電公司對用過核子燃料將採最終處置，規劃於 2055 年前完成高階核廢棄物最終處置場，同時也不排除尋求國際合作處理或境外處置之機會。各國對於高階核廢棄物處置非常嚴謹慎重，因此選址作業需要長時期周密評估。未確定最終處置場址的國家，一般先採用乾式貯存設施暫存用過核子燃料，相關技術成熟且國際應用普遍安全無虞。台電公司正積極推動核一、二廠用過燃料乾式貯存設施的興建，核一廠的貯存設施即將進入測試階段。

貳 核能安全 2-7

萬一臺灣發生類似日本福島的核災，請問政府有應變計畫嗎？

福島事故後我國全面強化核電廠防災能力，並建立前所未有的「斷然處置措施」，因此福島核災式的災難不會發生在臺灣。即使發生超乎預期的天然災害，政府也已做好延伸準備，結合防救災資源，確保民眾安全。

1. 日本 311 福島核災發生後，原能會即參酌國際組織及世界核能先進國家的資訊，對我國核電廠進行安全總體檢，檢討可能的潛在危險，以強化抗地震、防山洪、耐海嘯的能力。若上述因應措施仍無法有效控制核子事故的發生，核能電廠會以保障人民健康為首要任務，立即在最短時間內啟動「斷然處置措施」，杜絕輻射外洩的可能，以確保民眾安全，務使臺灣不致發生類似日本福島核電廠的事故。
2. 根據日本國會調查，福島核災發生原因是天災也是人禍，除了遭受超大型海嘯衝擊，也因緊急處置行政程序僵化，而導致決策遲延。但是福島情境的核災，並不會發生在臺灣，因為除外的地質條件不同外，台電公司已經採取許多防範措施，包括

建立前所未有的「斷然處置措施」，就是以確保民眾生命財產安全為最高考量，寧願廢棄電廠，也絕不會讓輻射外洩。一旦達到斷然處置措施啟動條件時，工作人員可在1小時內完成所有準備工作，隨時可將生水或海水注入反應爐。當電廠人員研判已達注水狀況時，視狀況由值班經理或核能副總經理決定注水，決策流程確保不會延宕。

3. 為使民眾更為安心，政府已依據「核子事故緊急應變法」進行緊急應變計畫區範圍之檢討，將緊急應變範圍從核電廠半徑5公里擴大為8公里，台電公司已依法完成8公里緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃。未來原能會擬將核能電廠應變區規劃為3圈，即3公里、8公里、16公里。由於核災導致輻射外洩不會瞬間發生，一般有足夠時間進行民眾防護措施。而政府早在事故惡化前就已啟動各項應變工作，包括預警通知、室內掩蔽、服用碘片及疏散收容等防護措施。由於應變準備是核安深度防護的一環，政府已對超出預期事故做好延伸準備，結合防救災資源，以確保民眾之安全。

4. 假如事故演變到需採取疏散，政府依照風險及疏散效率，優先疏散3公里內民眾、再視氣象和風向狀況規畫增加下風向疏散範

圍。政府汲取福島經驗，避免多次重複疏散，正進行疏散作業細部規劃，包括疏散路線、收容場所等。依目前規劃，疏散民眾會移往16公里外收容場所安置。經調查，桃園以北收容場所達956處，可收容超過42萬人，此項統計還沒包括台北市收容量和旅宿業者。因此發生核災後，政府有充分能力可疏散並收容核電廠附近民眾。

核能電廠應變整備規劃

整備規劃區別	預警系統	碘片	演習	集結、疏散收容規劃
預防疏散區 (3公里內)	建置核災專用預警警報系統 民政村里廣播系統	每位民眾預先發放2日份	辦理民眾防護行動應變演練	執行防護相關作業(含接待學校規劃)
緊急應變計畫區 (8公里內)	建置核災專用預警警報系統 民政村里廣播系統	每位民眾預先發放2日份	辦理民眾防護行動應變演練	執行防護相關作業(含接待學校規劃)
防護準備區 (8-16公里)	結合民防警報系統	國家碘片儲存庫集中庫存方式保管，視需要分發	辦理觀摩及必要演練	以掩蔽為優先、結合天然災害之收容規劃作整備

貳 核能安全 2-8

連十分重視品質的日本都發生福島核災，臺灣難道就不會發生嗎？

福島核災是因為發生超大型複合式天災，福島一廠的防災能力不足且搶救過程決策延誤所致。我國電廠原即有5重防災優勢，核安總體檢後又新增「斷然處置措施」及防海嘯牆興建規劃，總計較福島一廠多出7重防災優勢。國際專家亦認定我國核能電廠符合國際核安標準，即使發生類似福島天災亦可安全無虞。

1. 五重防災優勢，因應天災衝擊：

台電公司在日本福島事故之後，就立刻檢視各核電廠現有設備應付超大型天災的防護能力，檢視結果發現我國核電廠較福島核電廠多出5重防護優勢，尤其其中的後備電源、水源與防海嘯措施，更是我國核電廠因應超大天災的關鍵優勢。

2. 「斷然處置措施」，阻絕核災發生：

日本福島核災事故雖由超大型複合式天災(海溝型地震引發之大海嘯)引起，但決策程序僵化拖延等人為疏失也是主要原因。因此，我國在汲取福島核災的經驗之後，特別建立了「斷然處置措施」，也就是一旦遭遇超大型複合式天災，在有輻射外洩的可能性前，立即執行注水冷卻反應爐措施，如果生水池的水不夠，就注入海水，以防止燃料棒裸露或發生氫爆。換言之，我們

寧願犧牲一座核電廠，也不會讓核能電廠有任何發生核災的機會。因此，類似福島的核能災變並不會在臺灣發生。

3. 強化多重防護，確保核能安全：

除了「斷然處置措施」外，台電公司已提出數十項再強化措施，截至102年3月止，營運中核電廠的強化措施已完成96%、核四廠則完成78%。另核四廠未來還將增設防海嘯牆、圍阻體排氣過濾系統與隔震建築等多項設施以強化事故應變能力。

4. 台電確保核安努力，國際專業肯定：

101年2月世界核能運轉協會(WANO)專家團來台評估我國核能電廠執行安全防護總體檢成效，認定已經符合國際核安標準。102年3月原能會邀請經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)專家團來台評估我國核電廠進行壓力測試結果，結論認為：我國壓力測試的標準及程序與歐盟相同，各強化措施也與歐盟各國類似。

核四廠與福島一廠複合式防災措施比較

防線	複合防災項目	福島一廠	核四廠
一	緊急海水泵室保護	×	
二	廠址高程	10公尺	12公尺
三	後備電源(氣冷式柴油發電機)	×	
四	後備電源(氣冷式氣渦輪發電機)	×	(辦理中)
五	生水池注水反應爐	×	(4.8萬噸)
六	核電廠斷然處置措施	×	
七	增設防海嘯牆	×	可防14.5公尺海嘯高程

貳 核能安全 2-9

有人說，核四運轉之後還要付出高額的後續處理代價，其發電成本遠高於台電的估計，這是真的嗎？

台電公司在計算核四廠的發電成本時，已包含核廢料處理所需的費用，因此將來不需要付出額外費用。在這種情況下，核四平均每度電價成本不到2元，仍然遠比天然氣發電成本低。

1. 綠色公民行動聯盟(簡稱綠盟)於102年3月6日召開記者會提出「核四真實成本與能源方案報告」，報告內容第6頁說明：「若核四投入運轉，以最保守之計算估計，後續的核燃料、運轉維護、除役、核廢料處理等成本，將會再讓我們付出至少1兆1056億的代價」。綠盟所稱總共需要投入之費用，是以核四運轉40年期間所需支出的費用，再加上電廠除役及核廢料處理的費用，但沒有計入「土地復原成本」。
2. 綠盟資料是以「生命週期」總支出的觀點來計算。事實上，台電估計核四廠的發電成本時，也同樣是根據國際慣用的生命週期「均化發電成本」估算，將設備折舊、燃料、運維費、核後端費用及利息等各項成本加總，再以實際發電度數平均分攤。計算的結果，核四均化發電成本每度電不到2元。其中核後端費

用包括廠址除役、放射性廢料處理與最終處置費用等，因與其他核電廠平均分攤，估計低於新臺幣0.17元/度。

3. 姑且不論綠盟估算金額1兆1,056億元是否正確，即使將綠盟的數字再加上核四已投資總額2,838億元，預計核四建造、運轉、除役及核廢料處理所需總支出費用約1兆3,894億元。前述總費用若以核四40年期間總發電量約7,720億度來分攤(每年約193億度)，平均每度電之發電成本亦僅約1.8元，與上述台電公司初估之均化發電成本低於2元相當。此外，綠盟估算除役成本時，是引用國際原子能總署資料範圍的上限，其估算的數值偏高。
4. 若核四改以天然氣發電，暫不考慮未來的天然氣發電成本是否會上漲，而以台電公司101年之天然氣(高效率機組)發電成本每度3.71元來估算，40年期間7,720億度的發電量，總支出費用需2兆8,641億元(其中約90%為燃料價格)，遠高於綠盟所稱尚須投入之1兆1,056億元(或估計總額的1兆3,894億元)。由此可知，以電廠的生命週期觀點來看，核四發電確實比天然氣發電還要便宜很多。

參 核四公投 3-1

目前民意調查顯示多數民眾反對續建核四，政府為什麼不直接宣布停建核四？

政府不能直接宣佈核四停建，因為這樣做違反了預算法並有違憲之虞。一方面，政府的政策是「確保核安，穩健減核」；另一方面，對於立法機關通過的預算案，在沒有獲得立法院同意前，若斷然片面宣布停建，也違反行政立法之間的分際。

1. 民意調查是政府施政的參考之一，但並不是政府決策的最終依據。尤其民意調查的結果變動不定，隨情勢發展而改變，可能與真實民意存在落差，因此不是法定的決策依據。就像選舉期間，各家民意調查機構，都會預測某一位候選人的當選機率最高，但是，大家都不會以民意調查結果取代投票。
2. 雖然目前有些民調顯示多數民眾反對續建核四，但是根據行政院研考會在102年4月12日到13日所完成的民意調查，其結果顯示：有54%的受訪者認為在安全無虞的情況下，核四可以運轉；有38%的人認為，無論核四安不安全都不應該運轉。有53%的人認為，臺灣的能源高度仰賴國外進口，為避免經濟過度依賴其他國家，影響國家整體發展，可以在安全無虞的條件下，有限度的採取核能發電，反對者則佔35%。有57%的人贊成穩健減核，也就是核一、核二及核三廠如期除役，並興建核四；另有

26%的人主張立即廢核，也就是立即停建核四，核一、核二及核三廠提早除役。另外，有68%的人贊成以公民投票的方式決定核四是否停建，反對者只有19%。未來研考會還會持續進行民調，以做為政府施政的參考。

3. 核四電廠興建工程，是政府執行中的重大政策，已投入納稅人數千億的稅金，目前也已接近完工，倘若政府在沒有任何明確證據顯示核四確實無法安全運轉的情形下，就貿然單方面宣布停建，則不僅是不負責任，更將違反行政與立法之分際，以及司法院釋字第520號解釋。
4. 政府針對核四電廠運轉，始終堅持「沒有核安，就沒有核四」的立場。目前並遵守立法院朝野協商決議，在全民做出決定前不追加預算、不放置燃料棒，且除已發包之工程及安全檢測工作外，其餘工程都暫時停工。
5. 現在立法院正提案以公民投票方式來決定核四是否停建，未來如果舉行公民投票，每一位公民都可以以投票的方式，表達對於核四存廢的看法及對未來生活的選擇。這種由大家一起投票決定核四存廢的民主程序，將可解決爭議多年的核四問題，並深化臺灣的民主經驗。

6. 在公民投票之前，支持「穩健減核」與主張「立即廢核」的人士，都可以公開、理性地討論我國能源政策、核能的必要性、核四的安全、以及未來生活形態的選擇等重要問題。尤其公民團體間的辯論、媒體的公正報導、中選會所舉辦的五場公開辯論會等等，將是一個「審議式民主」的實踐過程，可以讓「核四是否停建」得到徹底的思考，而公投結果也得以成為未來政府施政的依據。更重要的，是核四公投可以解決這個困擾臺灣20多年的問題。

參 核四公投 3-2

如果要舉辦公投，為什麼不能以距離核四較近的北北基宜為範圍進行公投？

核電廠電力是供全國使用，並不侷限於某一地區，核四是否停建與每位國民密切相關，如辦理公投應由最大多數公民經理性思考作出決定。

1. 電廠製造的電力，是供全國使用，並不侷限於某一地區；任何一座電廠的存廢，都將影響全國電力的供應和調度。其次，各種不同的發電方式也影響全國電價的高低，並攸關國家整體經濟發展及民眾生活方式的選擇。所以，核四興建的問題，與每位國民都密切相關，理應由全國民眾一起來決定。
2. 從人性好惡的角度思考，人們對於居家附近設置較具爭議性的公共設施，通常都會排斥，但如果建在其他區域，就比較無所謂，這就是公共建設經常面臨的「鄰避效應」。如果各項公共設施要不要興建，都由設施周邊地方民眾公投決定，可能不夠客觀及全面，反而影響全國大多數民眾的權益和福祉。因此，對於攸關全國民眾的重大政策，仍須舉辦全國性公投。
3. 當一個公共政策必須以全國性公投來決定時，地方性的公投就不必重複舉辦，因為全國性公投的效力高於地方性公投。



經濟部電話：02-2321-2200
經濟部地址：10015臺北市福州街15號
經濟部網址：www.moea.gov.tw