

# 美華核能微言二十四集

美華核能協會

Volume 24, July 29, 2014

談言微中、可以解紛

## 目錄

頁數

1. 多元的能源與環保 .....	2
2. 知核家園歌 .....	8
3. 龍門謠 .....	8
4. 外行充專家 反核演很大 .....	9
5. 不可輕忽迫在眉睫的停電危機 .....	11
6. 全黑起動氣渦輪發電機救台灣供電危機 .....	13
7. 核四封存時機與代價 .....	14
8. 談德國廢核的真相 .....	15
9. 太陽能的能與不能 .....	19
10. 等候一盞燈 .....	21

# 美華核能微言二十四集

## 多元的能源與環保 江仁台

風力、水力、草木生長、煤、天然氣和石油都來自太陽能，而太陽能來自氫核融合能。因此，地球上所有的能源，大部份都間接(太陽的氫核融合)或直接(核電廠鈾核分裂)來自核能。太陽能和風力等再生能源有不少進步，但還太貴，發電有間斷性，且難以大量開發。由於電力公司沒有大量儲存能源的技術，無法單靠風力與太陽能來滿足現代社會的需求。

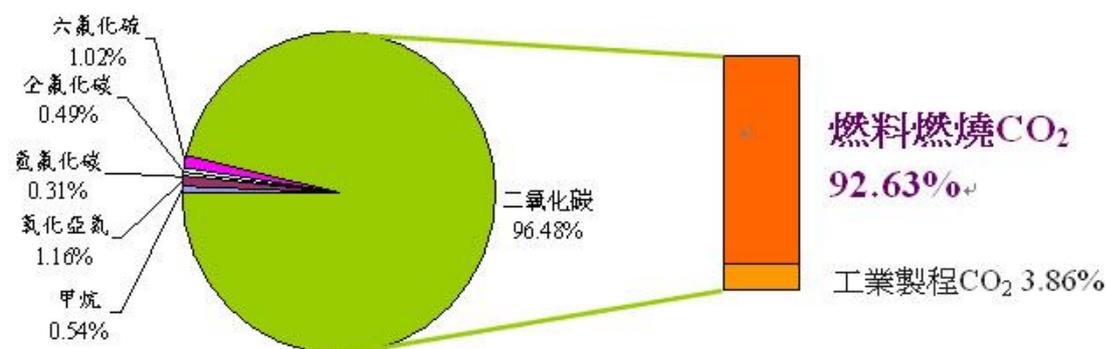
地球越來越暖，空氣品質越來越差，夏天南北極的冰越熔越快，秋天颱風的強度越來越高，春天的雨越下越酸，這些主要都是火力發電排二氧化碳、二氧化硫與氧化氮迅速不斷上升惹的禍。

各種發電方式所產生的二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)、二氧化硫 (SO<sub>2</sub>)、氧化氮 (NO, NO<sub>2</sub>) 量，見下表所示，以燃煤的最多，燃石油的次之，燃天然氣的又次之，最低的是核能發電。二氧化碳會使地球變暖，二氧化硫與氧化氮會使雨水變酸。

發電方式	CO <sub>2</sub> (磅/瓩小時)	SO <sub>2</sub> (磅/瓩小時)	NO, NO <sub>2</sub> (磅/瓩小時)
燃煤	2.249	0.013	0.006
燃石油	1.672	0.012	0.004
燃天然氣	1.135	0.0001	0.0017
核能	0	0	0

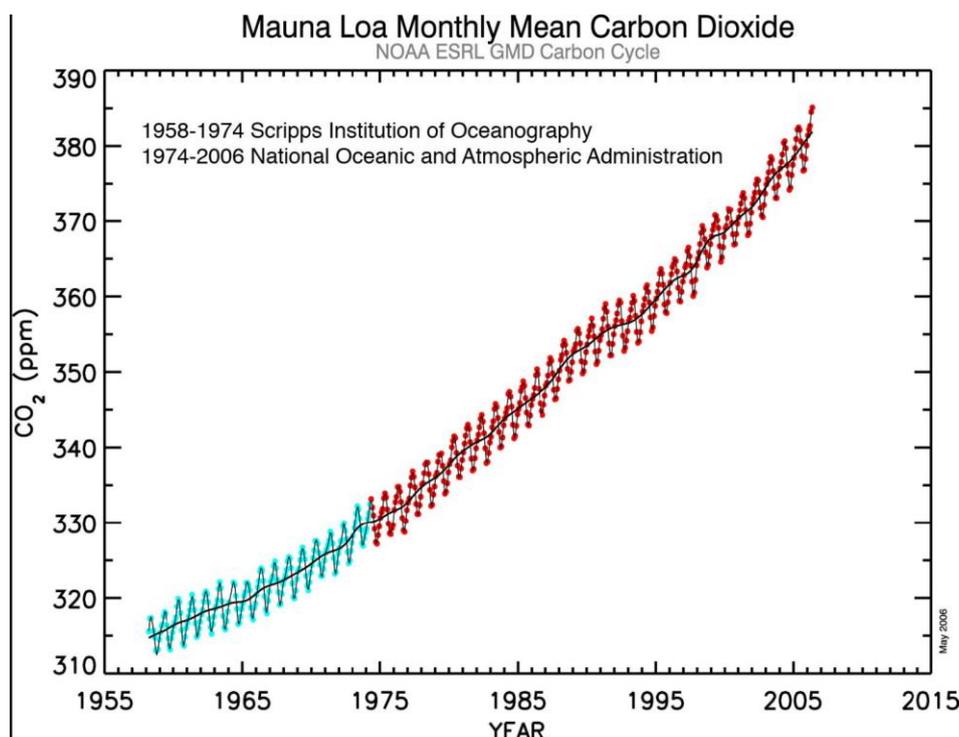
### 環保與溫室氣體排放量

台灣溫室氣體的總排放量，從 1990 年的 138.3 百萬公噸二氧化碳當量，上升至 2010 年的 274.7 百萬公噸二氧化碳當量，約計成長 98.6%。台灣 2010 年溫室氣體排放量分佈，可用下圖顯示，其中二氧化碳是最大宗，約占 96.48%。



全球 1958 年至 2006 年二氧化碳排放量如下圖所示，逐年加速上升，令人觸目驚心。

## 美華核能微言二十四集



全球變暖已經影響到世界各地，包括增長損壞的珊瑚礁，冰川融化，更持久的乾旱，更糟糕的事情是海平面上升、動植物種的喪失和農業產量的萎縮。

為了避免了這種命運，需要大幅減少溫室氣體排放量，這意味著必須改革生產和消費能源的方式。

美國總統歐巴馬上(6)月2日宣布推動美國環境保護署的一項提案：在2030年之前，把美國電廠的二氧化碳排放量，按2005年的標準減少30%。瞄準的目標是全美碳汙染的最大來源，即600多家火力發電廠。

### 能源風險比較

在歐洲，每年死於煤、油及天然氣工業的事故超過500人。全世界每年死於因燃燒煤導致呼吸道疾病者，超過170,000人。

製造太陽能板是一個涉及十分劇毒的過程，釋放出多種對人體健康有害的汙染物。安裝太陽能板也牽涉到兩種最危險的行業，屋頂作業以及電路作業。統計屋頂作業及太陽能板安裝作業數據，發現在這行業裏，每10的12次方瓦小時(TWh)的發電量，會造成兩人死於自屋頂掉落。核能發電每TWh的發電量，只造成0.05人死亡(包括所有的原因，甚至爐心熔解)。

60年來核電運轉，全球有三次嚴重核電事故。三哩島二號機事故，沒有造成人員死亡，而且附近民眾並無任何可察覺到的健康問題，因此三哩島一號機仍在正常運轉。車諾比核電廠是俄式，台灣的核電廠是美式，車諾比核災不會在台灣發生。福島事件中，沒有一個人因為輻射照射而死亡，2013年世界衛生組織《健康風險評估》指出，99%居民的

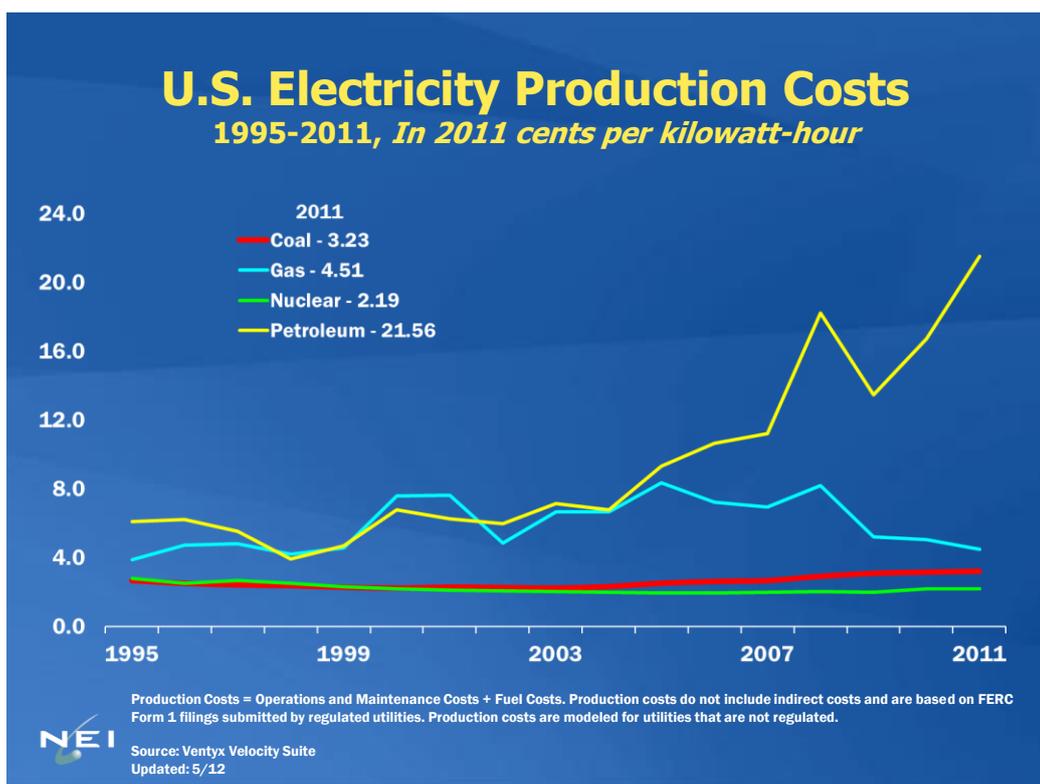
## 美華核能微言二十四集

外部劑量低於 10 毫西弗，99.9%居民的內部劑量低於 1 毫西弗。因此，電廠附近的人會有長時期輻射健康問題是微乎其微的。

1 西弗相當於 1 公斤的人體經 X 光照射後，吸收 1 焦耳的輻射能量(1 公斤人體的體溫將升高約 0.24 攝式度)。最低安全標準是，每人每年接受的輻射劑量不能超過 50 毫西弗，而且一年中任何一季人體接受的輻射劑量不能超過 25 毫西弗。人們每年所得平均的背景輻射劑量約為 3.012 毫西弗，包括自然輻射劑量 2.40 毫西弗 和人造輻射劑量 0.612 毫西弗。

### 美國能源近況

美國 1995 年-2011 年各類電力的生產費如下圖所示，美國的核電約佔總發電量約 20%。



2013 年中，美國頁岩氣的使用大量降低了美國的天然氣價錢，這是三十幾年來各界對鑽探開採技術研發的成果，這也說明了現階段在新核能技術研究的重要性。

美國有 5 部新核電機組正在興建，原有 104 部運轉中核電機組，最近二年有 1 部因經濟原因，3 部因重大設備故障修復不符合成本，而決定永久停機，目前只有 100 部機組運轉中，但年底 Vermont Yankee 因經濟原因將永久停止運轉，將變成 99 部，一直要等到明年底後年初 Watts Bar 2 加入才能再恢復到百部。。

美國在三哩島事故後，初期民間反核聲浪很高，但經核管會、能源部、美國核能學會與核電工業界 30 多年共同努力下，核能安全大幅改善，民間反核聲浪漸平息。即使在最近發生福島嚴重事故後，美國核電運作一切如常，目前有五部新核電機組正在興建，核電廠普遍增加功率(最高至 120%原功率)，75%核電廠延役 20 年。核電廠增加功率及延役，

## 美華核能微言二十四集

成本很低；在美國能源部、國會及總統的支持下，核管會核准核電廠增加功率及延役，是促進美國經濟持續成長，造福美國大眾的德政。

### 德國能源近況

2012 年德國電力為 70%化石燃料、5%太陽能、7%風力和 18%核能。德國雖產低價煤填補廢核的部份缺口，但再生能源成本很高，2013 年德國住宅電價約為台灣的 4 倍。德國表面上決定「非核家園」政策，但可從接壤的法國購買不足的核電(法國 79%為核電)，又受到俄國特別照顧，輸入廉價燃油和天然氣。為解決再生能源高比例影響電網穩定，德國投入巨資(200 億歐元)更新電網，但受民眾抗爭而建置進度嚴重落後，昂貴電費導致產業外移與員工失業。

### 英國能源與環保近況

英國風險專家所做能源風險的研究，舉福島核災中因海嘯死亡的人數、比核災多得多的例子，認為氣候風險遠大於核能風險，因為氣候風險無法控制，但核災的風險卻可以控制。

英國在福島核災後，支持核電的民調不降反增，就是因為大多數的英國人，覺得氣候變遷的風險，大過核災的風險。英國的環保人士、生態學家，也大都支持這種看法。目前，英國正在招標建新核電廠，英國對 GE 製造、與龍門核四廠同型的進步型沸水式核反應爐(ABWR)，很有興趣，很可能會到日本 ABWR 各廠與龍門核四廠考察、取經。

### 法國能源近況

法國在深受 1974 年能源危機之苦後，大力發展核能發電，目前核電佔法國總發電量的 79%，還賣電到因減核電而缺電的德國賺錢。因為大量的使用核電，法國是排放二氧化碳最低的工業國。

### 台灣能源近況

2012 年台灣電力為 40.7%燃煤、30.2%燃氣、2.5%燃油、3.4%太陽能與風力、3.4%汽電共生 18.4%核能和 1.4%抽蓄水力。台電每度電的發電成本，核能 0.69 元，天然氣發電是核能的 4.7 倍，而每度電成本高達 5.96 元的燃油，更是核能的 8.6 倍，台電因此盡量利用核能，而閒置其他發電機組。

在台灣，由於天然氣須加液化費及長途運費，無論美國產地的天然氣費用多低，加液化和長途運費後，天然氣在台灣價錢比美國就高出許多。此外，台灣是島國，還有短期儲存量(約一週)和戰時運輸的關鍵問題。

太陽能、風能等各類再生能源，發展受制於氣候和土地條件，發電有間斷性，且難以大量開發，實際應用上各有先天限制，勉強只能做到輔助角色。

## 美華核能微言二十四集

### 未來能源與環保需求

為避免排放溫室氣體造成地球溫度危險上升，未來四十年內，需要減少 80%二氧化碳排放，但同時又面臨二至三倍全球的能源需求。因此，需要能產生大量「零碳」排放的廉價能源，目前看起來核能是唯一辦得到的能源。

### 核能安全與效益

核電的安全是可以控制的，核廢料是可以處理的，核電的發電成本是最便宜和穩定的，核電不會排放二氧化碳。

台灣已經商轉的核一、核二、核三電廠，商轉的安全記錄良好。當年，核一、核二、核三都是台灣成功的大建設，三十多年來，三座核能電廠所發的廉價電力，對促進台灣的環保和經濟發展貢獻良多。

核四採用進步型沸水式反應爐的安全功能包括：一)反應爐提高了爐內泵的性能，同時省略了大型外循環泵。二)全數位化反應爐的保護系統，確保高水準的可靠性和簡化了安全檢測和應變能力。三)全數位化反應爐控制系統使得控制室可容易的、更快速的控制電廠的營運和流程。四)改進緊急爐心冷卻系統，提供了對預防事故發生一個非常高水準的保障。

嚴重事故後，反應爐將立即停機。衰變熱將被餘熱移除系統排出，緊急爐心冷卻系統將啟動。萬一電廠停電，進步型沸水式反應爐可完全自動化解沒有冷卻水的事故，而且運轉員可以三天不需操作。三天內，運轉員只須補充緊急冷卻系統供水。這些改進使反應爐明顯的比以前更安全。GE公司的安全度評估顯示，爐心損壞事件發生的或然率不超過六百萬年一次，進步型沸水式反應爐爐心損壞機率為 $1.6 \times 10^{-7}$ 。

核四進步型沸水式反應爐的優點包括：一)核四進步型沸水式反應爐比核一沸水式第四代和核二沸水式第六代更安全。二)核四進步型沸水式反應爐之發電功率（1350MW）比核二沸水六式發電功率（985MW）與核一沸水四式（636MW）能提供更充裕的電力供應。三)滿足台灣北部高電力的需求。

### 台灣核電現況

受「非核家園」思維的影響，台灣目前核四廠一號機計劃封存、二號機停建，核一、核二和核三廠所有的六部機組，計劃在運轉發電四十年後，全部不再延役。技術上，各機組增加功率及延役二十年的商業運轉毫無問題。不再增加功率及延役，完全是為了達成「非核家園」的政治決策。若延役20年以6部機組平均每年發400億度電估計，可以替台灣額外創造至少2兆新台幣的利益，還能大量減排二氧化碳。若增加功率，可以創造更多的額外利益。

若急廢核電，台灣為島嶼獨立電網，無外國電力可支援。根據日本停用核電的經驗，限電將難以避免。急廢核電將導致物價將因電價大幅上漲而高漲，民眾購買力大幅下降，對社會民生大不利，限電將造成企業競爭力衰退，外資恐裹足不前，能外移的產業將外移，台灣的經濟前途堪憂。

## 美華核能微言二十四集

核四廠是國家的重大建設，投資巨大，已接近完工。當年核准興建時，是經過慎重評估的。巨大投資，都是民脂民膏，除非有重大缺失，完全無法補正，否則不宜封存或廢棄。核四若商轉，不但可避免投資2838億元建廠的浪費，每天還將增加約六千萬元的收入，除可維持低價和穩定的電源，還能大量減排二氧化碳。

### 大陸核電現況

大陸有28部新核電機組正在興建，21部核電機組運轉中。大陸興建和投入運轉核電機組的速度，相信令全世界真的是瞠目結舌。香港核電投資公司投資廣東大亞灣核電站，佔股25%，大亞灣核電大部分售予香港。

### 台灣環保檢討

台灣2010年溫室氣體排放量約為1990年的兩倍，每年仍繼續迅速增長。台灣目前的能源與環保政策是：確保核安，穩健減核，打造綠能低碳環境，逐步邁向「非核家園」。

由於台灣要減核，然而太陽能與風力發電難以大量開發，無法取代核電，打造綠能低碳的環保目標將無法達成。因此，民國91年公布的「環境基本法」第23條文：「政府應訂定計畫，逐步達成非核家園目標…」明顯已過時。

為達到低碳的環保目標，建議「環境基本法」第23條文應改為：「政府應執行知核計畫，維持合理比例的核能發電，減少火力發電二氧化碳的排放量，以保護環境，降低氣候變壞的風險。」

### 最佳能源與環保組合、台灣需要核電

火力發電燃料成本高，並會大量排放二氧化碳，造成空氣污染與地球溫室效應。太陽能發電、風力發電等再生能源受制於氣候和空地，成本高，發電為間斷性不穩定，而且難以大量開發。

台灣島缺乏煤、天然氣和石油資源，電網獨立，發展再生能源既受制於氣候和土地條件又不穩，實在沒有放棄核電的條件。何況核電造成死亡率的風險遠小於煤、油及天然氣工業的事故和燃煤的風險，甚至於小於太陽能發電的風險。

核電的安全是可以控制的，核廢料是可以處理的，核電的發電成本是便宜和穩定的，而且核電幾乎不會排放二氧化碳。

就能源風險、經濟發展和環保減碳三方面綜合考量，台灣的能源和環保政策，在加強核電安全監督的原則下，宜參照美國的能源與環保多元化，理智而且負責的維持適度的核能發電。將國家的能源和環保政策的目標，由「非核家園」改為「知核家園」，讓核四廠早日商轉，並將核一、核二和核三廠商轉延壽二十年，以保障「不限電、維持合理電價、維持減碳承諾」的三大民生需求，及提高台灣的競爭力。

# 美華核能微言二十四集

## 知核家園歌

江仁台

### 其一

荷葉何田田，碧綠滿園春。  
知核能御核，技高惠人群！  
用核去發電，科學日日新。  
核能潛力大，核電真奇神！

### 其二

荷花滿池開，核子不可怕。  
大家來學核，知核開心花！  
核能不排碳，核電救暖化。  
恐核病不生，用核笑哈哈！

\*\*\*\*\*

## 龍門謠 江仁台

龍門好！龍門妙！減碳環保正需要。

龍門高！龍門巧！發電一流樂陶陶。

龍門高！龍門巧！知核用核志氣高。

龍門好！龍門妙！大家來唱龍門謠。

## 美華核能微言二十四集

外行充專家 反核演很大 2014年07月10日 中國時報 唐慧琳、林基興、江仁台

2011年福島核災以來，知名旅日作家2012年邀日本反核者小出裕章來台演講「假設核四輻射外洩，死亡將達3萬人，另700萬人罹癌」。日本福島嚴重事故後3年多來，無人因此死亡，也無人有明顯受放射線傷害跡象。

美式核電啟用60年來，無一人因其輻射死亡，其他發電方式導致死亡人數反倒不可勝數。

NASA統計，全球使用核電有效防止184萬人免於空汙造成的死亡。即便計入福島核事故影響，至本世紀中，核能還能再挽救43萬至704萬條人命，減少800至2400億噸碳排放量，而大規模增用天然氣則會比擴大使用核能造成更多死亡。台灣用核電36年，核電管理遠勝日本（台灣全球第5名，日本第26名）。我國工程師學會等確認核四不會遭遇福島所受地震海嘯，因台灣最大斷層長度100公里，僅達造成日本311地震海嘯的斷層五分之一長。

各國為爭奪資源迭起衝突，最近伊拉克最大煉油廠遇襲關閉，國際油價應聲走高。烏克蘭遭蘇俄切斷天然氣供應，使德國等買家心驚膽跳，因其輸氣管路經烏克蘭。中國大陸與日越等國劍拔弩張，背後都為爭奪能源物資。我們9成9能源靠進口，有資格隨著無知者與政客起舞而放棄核能（準自產能源）嗎？

反核者以再生能源可靠，實情是：太陽能與風能可發展，但均屬極不穩定間歇性電源、可用土地面積有限、近期內成本仍昂貴。我風力發電年利用率3成，太陽光電1成半。電力輸出不穩定，易對既有電網造成衝擊，再生能源電力占比逾2成時，須克服系統供電穩定問題。我發展太陽能潛能極為有限，如一旦設置，其設置土地至少20年無法他用，廣泛設置會影響糧食安全與生態。太陽光電每度4.9至7.2元，大量使用對產業及民生用電是沉重負擔，更別提供電不穩下業者可能競相出走。在風能方面，民眾抗爭，常常導致無法施工。

2002年，《新台灣新聞周刊》專訪呂秀蓮副總統，她說：「5月31日我會去蘭嶼過夜，去年看過後，我認為核廢料場沒有問題，是有些政客每年就要去挑它一下，所以我這次去就要住在核廢料場旁邊，表示我跟它們在一起。」她告訴記者，目前沒有明確科學根據可證明核廢料對人體及生態的危害。

今年夏季高溫難耐，7日下午1點41分瞬間用電量高達3485.73萬瓩，已破歷年紀錄，整體供電餘裕僅剩222.35萬瓩，連成本近7元的燃油機組也必須長時間運轉才能確保供電無虞，限電危機迫在眉睫，對比一群外行專家掛保證說：即便核電全廢我國電也夠用，何其諷刺？對這些人而言，電費漲個4成甚至翻倍，委實無關痛癢，但對基層民眾呢？還要任由這些外行專家繼續傾國傾城，劫貧濟富，來成就他們的假仁假義嗎？

### 讀者迴響：

#### 1. 重點就這一段：

\*\*\*\*\*

今年夏季高溫難耐，7日下午1點41分瞬間用電量高達3485.73萬瓩，已破歷年紀錄

## 美華核能微言二十四集

錄，整體供電餘裕僅剩 222.35 萬瓩，連成本近 7 元的燃油機組也必須長時間運轉才能確保供電無虞，限電危機迫在眉睫，對比一群外行專家掛保證說：即便核電全廢我國電也夠用，何其諷刺？對這些人而言，電費漲個四成甚至翻倍委實無關痛癢。但對基層民眾呢？還要任由這些外行專家繼續傾國傾城，劫貧濟富，來成就他們的假仁假義嗎？

\*\*\*\*\*

說好能取代核四的風電與光電跑到那裡去了？怎麼會讓高污染又不道德的核電、火電出來扛呢？

2. 日本政府自己的調查報告直指這件事情是人為疏失，而且是「日本製造的錯誤」，肇因於日本人盲目服從的文化，錯失了多次改善安全的機會。相對的，台灣的核電廠運作良好，都順利通過了國際標準的核電廠壓力檢測。主要原因在於原子能委員會的有效監督，以及台灣核電廠對於所有來自美國核能管制委員會和國際原子能委員會的安全改進建議，都一直做到仔細評估和實施。所以類似福島的事故不可能在美國或台灣發生。
3. 福島是天災加上人禍，但不能否定科技發展對目前很多困境的解決是有助益的。在再生能源（綠能）尚在發展的時期，成熟的核能技術就是眼前可以仰賴的解決方案，福島發生的事，在台灣都能防，但過度碳排放，地球暖化，電力供應的吃緊，現階段... 沒任何解決方案（節約用電這種口號就參考就好，多人的是說的到做不到的..）
4. 三哩島就約 1/3 爐心熔毀，沒有輻射物質外洩，算是沒事！福島如果也妥善應變的會，也會是這樣！舉個例子，菅直人首相要不是雞婆去視察的話，福島核電廠也不會延誤反應爐洩壓的時機，今天情形可能不會這麼慘... 菅直人後來還跑到台灣反核，政客都是這副德行... “日本發生的事故，幸好那風向是向其他地方.....” 這真是胡說八道！風也不會是每天都吹同一個方向..... 看看福島地區輻射強度的分布這三年來變化，也看得出來輻射物質其實大部分都往西北方向的內陸飄的！反核陣營就是甚麼功課都不做就上台胡謔一番..... 700 萬人怎麼來的？荒唐！連長崎廣島也沒死這麼多.... 難不成是嚇死還笨死的嗎？

## 美華核能微言二十四集

轉載：不可輕忽迫在眉睫的停電危機 【聯合報／社論】2014.07.11

節氣剛進入「小暑」，夏天方才揭開序幕，一周來台灣已連續兩天出現供電紅色警訊，嚴重到連「雲南白藥紅色保命子」的備用電力都投入，仍有小區域發生零星停電。這意味，當年七二九全台大停電的危機隨時可能重演。然而，目前相關部門的應變仍僅止於救火，不嚴肅面對問題肇因，民眾對危機也缺乏足夠的警惕，難道真要「不見棺材不掉淚」？

經濟部八月下旬將召開全國能源會議，討論核四封存後的電力供應問題；然而，供電危機恐怕不會等到那時才爆發。其實，問題的成因並不複雜，只因政府和社會長期以來不願面對電力供需困局，才一路惡化至今。如今，唯有拋開情緒及立場，正視台灣電力結構的脆弱體質，才能阻止斷電危機上演。

所謂供電緊急到把「雲南白藥紅色保命子」都投入，是指這一波的用電緊張，竟然到了必須啟動核一、二、三廠備用的柴油氣渦輪發電機都投入的程度。這些備用電力其實還不到廿萬瓩，但對核電廠安全保障卻極重要，沒想到這個暑假卻必須拿來應急。日本三一一震災後福島核電廠之所以難以收拾，主要是海嘯侵襲後，電廠失去全部自主電力，陷入零電力狀態。也因此，全球核電界檢討應變，認為關鍵時刻防止「電廠全黑」的應變電力極其重要。台灣才剛入夏，為了防止不斷電，竟已用上核電廠的救命電力，其急迫性應不難想像。

這一波的供電緊張令人震驚，整體供電結構之脆弱，超乎想像；然而，這樣的局面並非一日造成。主要是：長期以來作為發電主力的燃煤電廠更新受阻，燃氣電廠又受限燃料進口的區域限制，加以高溫下的火力機組無法全功率運作，包括大潭、通霄、興達、南火、台中等火力機組的發電都須減載；因此，便宜的基載電力出問題，只得出動發電成本每度超過台幣十元的氣渦輪發電機上陣，調度遠水來搶救近火，所費不貲

一個為人們忽視的原因，是新的耗電量體不斷加入。近年來，國人對核四、非核議題投注大量心力，卻輕忽了一些改善城鄉差距、提高都市運輸效能的耗電量體不斷墊高了用電需求。例如，剛啟動的東線鐵路電氣化，必須全線維持兩萬五千伏特的高壓運轉環境，這是極大的耗電需求。再如，台北捷運新通車的信義線，乃至即將開通的松山線和機場線，也都是極為耗電的交通系統。此外，許多大型豪宅，以及造鎮計畫一推出動輒一、二千戶的社區，都是人們忽略的耗電來源。

遺憾的是，人們寄望的節約能源及綠色電力，在這次供電緊張之際，似乎絲毫未派上用場。以本周為例，綠電的貢獻僅千分之三左右，不足一貳；至於七月起推出的綠色電價，旨在鼓勵民眾節電，但一周下來，只有九萬度的申購量，且多是個人申購；高耗電的企業、工業用電戶反應更是冷淡。

只要不停電，用電戶幾乎不會在乎電力結構如何；事實是：我國擔任發電主力的「基載」，幾乎是全球電力系統最糟糕的局面，燃煤、核電、火力等穩定且燃料成本低的機組，比

## 美華核能微言二十四集

率低於四成。以台灣的獨立電力系統，理論上基載應達六成；這表示，我們幾乎每天都處在「鋌而走險」的境地。尤其，一些高成本的天然氣機組，甚至在半夜離峰時段也擔任「基載」角色，包括日月潭抽蓄發電，每度電都是賠本生意；但為求不斷電，只好和血吞下。

本周連續兩天台北盆地飆出高溫，便逼出了局部斷電的危險真相。根本問題出在北部用電量高，供電缺口高達一百六十萬瓩；而不管是南電北送，或是中電北送，一旦輸送過程有任何差錯，對政經樞紐的北台灣之衝擊，絕對是要命的。回顧一九九九年的七二九大停電，對台灣的傷害決不止於經濟層面，連社會人心的安定都深受打擊。

民眾要求少建電廠，卻未能減少用電，政府也忘了規劃核四封存後的電力缺口；此時，誰知台灣電力窘迫的困境會提早現形。需知，電力供應危機是燃眉之急，沒有徐圖的空間，任何大停電都是台灣難以承受的變故。

## 美華核能微言二十四集

### 全黑起動氣渦輪發電機救台灣供電危機

江仁台

引言：主要內容來自筆者參考賴芝祥博士提供清華同窗程宜彬博士在美華核能 Facebook 上所載的評語(comment)，標題與末段「核四豈可封存？」為筆者所加。讀者迴響也來自 Facebook。

核電廠在喪失外電時，仰賴廠內之緊急柴油發電機(Emergency Diesel Generator, EDG)供電給電廠安全系統所需用電，它每台的容量約在 5MW，雖然每一核電廠有 5 部，但是並無法供電給廠外使用。

聯合報報導上所說的是氣渦輪發電機(Gas Turbine Generator, GTG)，每一核電廠有 2 部，每台容量高達 50MW，其原始設計功能是在台電系統全部掛掉或全黑 (Blackout)，可以供電給核電廠重新起動所需電力，再由核電廠供電至電力網逐步將其他機組救起來，逐步恢復正常供電，所以它的全名是全黑起動氣渦輪發電機(Black-Start GTG)。它的電力輸出是進開關場而與電力網相聯，所以最近幾天不得已也用來發電應付尖峰負載危機。

台灣這一波 7 月熱浪造成的用電緊急，竟然到了必須啟動核一、二、三廠備用的柴油氣渦輪發電機都投入的程度。

核四豈可封存？

#### 讀者迴響

1. 核四豈可封存？應加速安全認證，隨時派上用場。可以預見，今明兩年必會開始缺電。
2. 馬英九應開始思考使用總統緊急處置權，隨時會用到的。
3. 生於憂患、死於安樂。當大家沈浸在供電穩定是理所當然，開始去追逐理想、夢想的時候。很快的電力黑暗期即將降臨，屆時大家才會發現，原來基本的供電穩定也是那麼的不容易啊～
4. 痛到不可承受之痛，被居心叵測的有心人士操弄的民眾，才會覺醒重新思考支持核四。
5. 想到前台電陳董座所說：「自己的績效指標，第一是電力的穩定供應，第二是電力建設的速度，要符合需求。」顯然，獲利不是台電的主要績效指標。董座直言：「電價不是我能夠掌控，是被管制的，那我會把獲利放在比較後面。」

## 美華核能微言二十四集

### 轉載：核四封存時機與代價

永續發展組研究專員 黃士修

就電力結構、減碳環保和經濟民生的角度，核四商轉加上核一二三延役，無疑是最好的選擇。穩定而充足的電力，可說是先進國家的基本人權。可惜的是，這並不一定是政治和民意的必然結果。

福島核災已過去三年，大量的科學證據指出福島的情況並不如原先想像中嚴重。但在國內某些反核團體和政黨一再以謊言煽動民粹的壓力下，迫使政府作出封存核四的決定。如果人民對核四有重大疑慮，那麼暫時封存等待公投，似乎是個政治解套方案。但政府務必慎重考量封存時機。在尚未進行運轉測試的現況下貿然封存，將失去證明核四安全的大好機會，後患無窮。

另外，核四封存必定會延宕商轉之時程。如今台灣的電力供給已十分緊迫，若核四未能如期上線，則有限電之危險，造成產業和民生的重大損失。台電方面為因應核四封存政策，提出以天然氣填補電力缺口的方案。這些由國外進口的液化天然氣非常昂貴，本應作為調度使用，卻拿來作為基載電力，本末倒置。若以天然氣取代核四，每年必須付出五百億元的成本；若再加上核一到核三全部退役，則每年必須多付一千五百億元！而我國的天然氣進口一簽就是二十年的長期合約，重傷我國之電力與經濟結構，卻少有人警覺。

核四封存與核一二三延役等核能政策，究竟能扭轉乾坤或白白葬送，仍在未定之天。戰線延長至更久遠的未來，必須推廣能源教育，並以堅實的證據澄清來自各方的所有疑慮，才能讓科學事實成為公認事實。

### 轉載：馬英九總統真的被德駐台代表打臉了嗎？——談德國廢核的真相

永續發展組研究專員 黃士修

馬英九總統昨日（15日）參加第二屆「Green+ Together 台灣永續峰會」，致詞時將德國的電價與台灣相比，卻被德國駐台副代表古茂和（Mirko Kruppa）當場反駁。今日各大媒體爭相報導，並強調馬總統被打臉一事，但這些新聞似乎都沒有對德國的現況作出正確的說明。

#### 一、釐清雙方的說法

首先，我們必須釐清馬英九總統和古茂和先生雙方的說法是否為真。

古茂和先生說德國電價高，但出口競爭力還是很強的理由是：德國政府和企業投資了再生能源，讓企業競爭力提升，這是事實。因為德國自2000年制定全球首部再生能源優先法（Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien），簡稱再生能源法（Erneuerbare-Energien-Gesetz）以來，已成功促使綠色產業蓬勃發展，相關法規並已成為世界上許多國家師法之典範[1]。

然而，馬總統所言德國電價高昂，也是事實。德國民生電價是歐洲第二高，僅次丹麥，去年每度電達28.73歐分（約台幣11.5元），是台灣3.7倍，高電價在德國已成政治議題[2]。2013年德國有三十萬戶家庭因為繳不出電費而被斷電。DIHK曾對德國企業大規模調查，對於電價和能源轉向政策，二成五製造業已有備案，將減少在德投資。若企業電費超過營業額百分之十四，近半企業會外移[3]。

雖然德國工業電價只有民生電價的一半，但年年飆漲的再生能源附加費還是造成企業嚴重的負擔，特別是德國最自豪的化工、冶金、電機等產業偏偏都是環保人士討厭的「耗能產業」。缺電與電費上漲已經引發德國產業關廠與外移潮，包括德國最大的ThyssenKrupp鋼鐵廠、鋼鐵、鋁業、紙業、水泥與化學廠商等。德國GEA集團已關閉Datteln製鋅廠、歐洲最大煉銅業者Aurubis也宣布轉赴海外投資。[4]

德國南部業者最有危機感，因為德國核電廠大部分設在南部，二〇一五年起這些核電廠就要陸續關閉，而燃煤與再生能源電廠又多在北部，輸電網目前還在建置中，儲存電力技術也還沒開發成功。德國經濟部預估，光要建置這些電網和開發儲存電力技術，至少又要花三千億歐元。相較鄰國波蘭等地的低電價，「德國製造」的優勢，正因高電價而逐漸消失。[5]

另外，古茂和先生認為台灣需要有三、四十年的長期政策，才有清楚的能源方向可以遵循，同時也要有短期措施，例如政府可以先預告，未來五年內將逐步減少能源電價補貼

## 美華核能微言二十四集

，讓大家從現在開始，就會考慮能源成本。這也是十分中肯的建議。

但是，德國前環保部長奧特麥爾估計，德國能源轉向政策需時 40 年，到 2050 年完成，費用高達 1 兆歐元，約占德國 GDP 的 38%[6]。此政策建立在德國強大的工業基礎、德國人民的堅強意志、以及歐洲電網支援的前提上。台灣是否有能力效法，值得商榷。

古茂和先生還指出，台灣電力市場壟斷的問題必須解決，讓所有企業都能自行發電；台灣除了少數幾家大企業外，幾乎無法自行發電，在德國，任何企業只要願意，都可以自行發電，當發電多元下，就能發展自由市場，降低工業電價。

這點筆者並不完全同意，因為台灣是用稅金補貼電價，德國是用電價補貼稅金。一張典型的德國家用電費帳單，會清楚地列明以下項目[7]：

1. 再生能源附加費
2. 離岸附加費
3. 地方權利金
4. 電網附加費
5. 汽電共生附加費
6. 網路費
7. 電表費
8. 抄表費
9. 網路使用結算手續費
10. 電力稅
11. 增值稅

這就是古茂和先生說的：「在德國，稅佔電價的 60%。」

我們可以說馬英九總統不瞭解德國能源政策的全貌，但另一方面，古茂和先生也不一定瞭解台灣的能源困境。以降低電價為目的之電業自由化在台灣是假議題，因為台電雖是獨占國營事業，但身負穩定經濟之重任，近年來的售電價格已低於售電成本，虧損賣電。電業自由化是經濟部 and 台電未來努力的目標，但必然會帶來電價飆漲的結果，攸關國家競爭力與民生需求，不可不查。

### 二、德國的現況

EEG 法案的宗旨是要推廣再生能源，原先並沒有把廢核列為目標。德國是在 2011 年福島核災後，才決定廢核。德國在 2011 年一口氣關閉了八座核電廠，但境內仍有九座核電廠在運作，佔德國電力來源的 15%，預計要到 2022 年才會關閉所有的核電廠。這不代表德國就不使用核電，因為德國透過歐洲電網購電，以維持電力調度之需求。2011 年德國進口 511 億度電力，輸出 548 億度電力[20]，進口以核電大國法國(核電占比 79%)、捷克(核電占比 33%)、奧地利(無核電)、瑞士(核電占比 41%)等為主[4]。

## 美華核能微言二十四集

同時，德國也加緊了擴充再生能源裝置容量的腳步。在優惠的獎勵措施下，大量的業者投入再生能源發電，賺取高額的補助金。但是，綠電生產者及收購的電力公司，並不在乎市價，因為在廿年保證收購機制下，市價和保證收購之間的價差，就以「再生能源附加費」名目全數轉嫁給消費者[8]。

「再生能源附加費」只是再生能源總成本冰山的一角。德國政府長期透過政府資金、再生能源附加電費以及再生能源的相關法規來推動其再生能源的發展。例如 2011 年再生能源價花掉德國人 229.1 億歐元(9,324 億台幣)，其中再生能源附加費是 168 億歐元(6,823 億台幣)，其餘 61 億歐元就以各種補助與獎勵名目提供，最後還是由全民買單。[4]

「發展再生能源已導致社會問題，能源轉向所造成財產重分配，是將下層搬到上層。」國會議員菲舒直言，「下層人民生活負擔加重，付更多電費；上層有錢人則大量投資再生能源，去賺保證收購，賺更多的錢。」

「德國義無反顧擴張風力及太陽能發電已為人民帶來沉重負擔，其負擔往往落在窮人身上。」德國經濟周刊副總編輯克魯瑞評論，能源轉向讓窮人更處在劣勢。「德國能源轉向充滿著理想性，」菲舒表示，「但要人民負擔得起，這是永遠不能遺忘的。」[9]

由於再生能源的不穩定，裝置容量愈多，電力調度也就愈困難，以容量佔比達 50%的德國而言，只能供應近 20%電力，且 2011 年大大小小停電次數累計已高達 20 萬次；相對而言核能只有 7%容量，卻供應 17%的電力。許多人都誤以為再生能源供電佔比是「穩定的」20%，因此可以取代核電，事實上 20%只是一個平均值，再生能源的供電佔比應是 0%至 60%不等，本質上是一種無法預測的電力。[10]

為補足再生能源發電的不穩定性，除了透過歐洲電網向外國購電外，德國大量使用傳統的燃煤電廠來補足電力缺口，確保經濟發展和穩定供電，此舉也受到環保人士和國際媒體的批評。

2014 年 4 月，著名雜誌《新科學家》以〈綠能先鋒身陷自掘洞中〉為題，質疑德國的「兩面」作為。話說 2011 年，德國跨黨派「過渡能源」政策，要求淘汰核能與燃煤，代之以太陽能與風能。「過渡能源」政策志在不燒褐煤，實際上卻助長，因為基載的再生能源就是「看天」而不穩定，要減少風險，只好如此倚賴自產豐富的褐煤（又可壓低電價）。另外，德國又進口煤，例如最大電力及天然氣公司意昂（E.ON）目前年購逾 400 萬噸美國煤炭，遠高於 2010 年的 80 萬噸。德國燃煤供電的比率，2010 年是 43%，2013 上半年就逾 5 成。[11]

使用再生能源應該是為了減碳環保的目標，但燃煤電廠造成的汙染問題，卻與這個目標互相衝突。對德國政府和電廠業者來說，這是必要的犧牲，因為他們清楚地瞭解到：雖然看起來有點諷刺，但唯有穩定供電確保經濟發展，才有本錢發展再生能源的願景。

### 三、反觀台灣

台灣的能源進口率高達 98%，且為獨立電網，不像德國能藉由歐洲電網進行電力調度。

## 美華核能微言二十四集

台灣的地理環境對再生能源有諸多不利之條件，比如地狹人稠造成鄰避效應嚴重、多雨造成日照不足，多颱風造成風機架設不易。德國用電高峰在風力強勁的冬天，也與台灣用電高峰在無風的夏天相反。

德國大力推動再生能源的政策，非常令人敬佩；德國面臨能源轉型的困境，我們也必須記取教訓。隨意唱衰德國的廢核之路是不公道的，德國有堅強的廢核意志，世界各國都期待著它的表現，我們也能從中學習到許多珍貴的經驗。但台灣的非核家園之路，究竟是全民的共識，還是被某些利益團體綁架的政策？值得所有關心這塊土地的人好好深思。

參考資料：

- [1] [立法院國會圖書館 外國法案介紹 再生能源發展條例](http://npl.ly.gov.tw/do/www/billIntroductionContent?id=31)  
<http://npl.ly.gov.tw/do/www/billIntroductionContent?id=31>
- [2] 德國扛 3 包袱 再痛也要廢核 - 德國篇 - [核四專題](#) - 聯合報系  
[http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f\\_ART\\_ID=1026](http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f_ART_ID=1026)
- [3] 油電雙漲 德國小店喊倒 - 德國篇 - [核四專題](#) - 聯合報系  
[http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f\\_ART\\_ID=1033](http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f_ART_ID=1033)
- [4] 掀開德國廢核真相 - 國家政策研究基金會  
<http://www.npf.org.tw/post/2/12387>
- [5] [真相] 德國 電費單開箱 ~ 9.8 萬台幣/年 [單價 12 元/度 約 6 倍]  
<http://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=356&t=3875533&p=1>
- [6] 德國觀察 / 廢核，德國憑什麼？ - 導論 - [核四專題](#) - 聯合報系  
[http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f\\_ART\\_ID=1043](http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f_ART_ID=1043)
- [7] **【借鏡德國】** 全面廢核 德國民眾付出加倍電費  
<https://www.youtube.com/watch?v=syAjIY3Q-dM>
- [8] 德國發展綠能 3 矛盾 40 兆的豪華餐 - 德國篇 - [核四專題](#) - 聯合報系  
[http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f\\_ART\\_ID=1030](http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f_ART_ID=1030)
- [9] 富人賣電、窮人摸黑 用電貧窮兩世界 - 德國篇 - [核四專題](#) - 聯合報系  
[http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f\\_ART\\_ID=1027&pno=0](http://nuclear.udn.com/storypage.jsp?f_ART_ID=1027&pno=0)
- [10] 以德日為鑑 我國實不宜貿然廢核 - 國家政策研究基金會  
<http://www.npf.org.tw/post/3/13284>
- [11] 時論－德國廢核 兩面手法  
<http://www.chinatimes.com/newspapers/20140516000989-260109>

## 美華核能微言二十四集

### 轉載：太陽能的能與不能

2014年07月26日 中國時報 謝永生/朔榮有機光電總經理

約4年前開始，每次我開車去賭城時，在接近內華達州界的沙漠裏，會看到一圈又一圈的太陽能板圍繞著一個高塔。心想這大概就是當時的州長阿諾先生引以為傲的「世界最大的太陽能發電廠—Ivanpah」。今年春天，這個發電廠開始運作了。

這個電廠佔地相當於2000個足球場大，但在廣袤無垠的莫哈比沙漠裡，並不顯得「偉大」，但很刺眼。它由超過35萬塊2公尺高、3公尺寬、電腦控制的鏡片組成3個發電組，將陽光反射到140公尺的高塔，加熱儲水，以水蒸氣推動渦輪發電。為了保證運作順利，晚上以天然氣補助。造價22億美元，谷歌是大股東之一，但有16億美元是美國聯邦政的貸款。可供應14萬個家庭一年的電力需求，還減少了40萬公噸二氧化碳的排放。

在莫哈比沙漠裡，共有10個太陽能發電廠，早在20年前（1984）就開始陸續營運。位在美國西南方的莫哈比沙漠擁有世界上最高的日射量（solar radiation），是其他地區的兩倍多，難怪太陽能電廠幾乎都集中在此。即便有如此優越的太陽能發電環境，發電總量也不過美國總發電量的0.28%。這表示太陽能發電在美國還有很大的發展空間。

太陽能業界認為未來太陽能發電的標準營運模式，應該就是以Ivanpah為典型——私人投資興建大發電廠、所發電力賣給電力公司的「集中發電模式」，而不再是設置於屋頂上的「分散發電模式。」

有了這個認識，我們來看看台灣在太陽能發電的選擇。簡單說，美國能，我們不能。他們地大業大，我們小家碧玉，相似性很小。

先從觀念上談。台灣的能源政策應該明白確立「節能減碳」的優先性。在所有的能源選擇裡，再生能源，特別是太陽能幾乎沒有二氧化碳的排放，加上取之不盡、用之不竭，是非常優越、乾淨的能源之一。但有一個主要的限制，就是日射量。台灣、德國和日本三地的年平均日射量比較調查顯示，台灣日射量僅是日本的63%、德國的53%。一般人以為台灣地處亞熱帶，理論上「越接近赤道，日射量越強」。殊不知台灣氣候潮溼多雨，空氣中的水蒸氣大量吸收了太陽輻射，降低了日射量。

太陽能的另一個限制是面積條件，發電越大，面積就越大。姑不論電廠對人類、動植物及環境的影響，單單是太陽能發電廠所需的土地，台灣就會吃不消。以Ivanpah發電廠為例，面積為2000個足球場，比台北大安區還大，台灣有多少個「日射好，又空曠的大安區」？

另一個問題是：發電與供電不同。電力是文明社會基本需求，不能做科學實驗。為了穩定運轉，電力公司要的是平穩牢靠，方才會考量經濟效益。再生與否、環保與否，都是供電時次要考量。也因此，「穩定的電力，低廉的電費」是一個國家的重要競爭力

## 美華核能微言二十四集

，也是文明社會的基本條件。這也是為明知燒煤對全球暖化的影響，世界各國仍以它為主要的發電來源。例如：2013年，台電系統的火力發電量占比76.3%，核能占18.8%，水力及再生能源占3.4%。供電不穩，是太陽能最大的致命傷。

那麼台灣的選擇是什麼？在「節能減碳」的大前提下，雖然太陽能還有很多改進的空間，太陽能發電仍應是台灣發電的第一選擇，核能第二，天然氣的火力發電可以擔任保證的角色。台灣目前太陽能電池產量僅次於中國，但都外銷，這不是發展太陽能的正途。我們應該積極介入新能源技術，新材料開發之列，很可能就是我們達成節能減碳的捷徑。發展綠能建築，讓每一棟建築都成為太陽能發電站，減低對大電廠的依賴。還有農業用大棚、大眾交通工具、候車亭的路燈、廣告招牌等等，都可以是分散發電，減低對大電廠依賴具體的方法。

最後，談發電不能不談一下核能。台灣可以反核，但現在沒有廢核的條件。反核，可以讓我們正視社會對再生能源的要求，從而釐定符合節能減碳原則的發電比例。但廢核是以恐懼為基礎，自廢武功的不理性主張。

## 美華核能微言二十四集

轉載：等候一盞燈

【聯合報／吳建興】

核能發電廠每年都會排定大修時程，簡單來說，就是將反應爐的機械拆卸，並做全盤清潔、檢查。大修期間，所有包商分配該有的工作，以三班制輪替。工人無法回家，統一睡在貨櫃屋裡。

記得父親有回用手機傳來一張照片——生鏽凹陷鐵櫃前，擺放有序的木頭長凳。我好奇詢問下，原來那是給工人卸班後，可以睡眠的地方。但，全盤待命制，隨時等候人員追加派遣，無法睡得安穩；技術不夠純熟，稍微翻個身也就跌落。索性工人用紙板堆疊，席地而睡。

無眠的夜晚，當我關起客廳小燈後，會坐在小矮凳靜思片刻。寂靜的夜裡，偶有夜行貓咪的腳步，也拉長我沉澱的心境。抬頭將時鐘看得朦朧，只聽得滴滴答答秒針走動的瞬間，卻留下滿地的眷念。

父親還沒回家，我無法闔眼睡得安然。我用冥想和夜晚對話，是否可以摘藏幾顆星，寄予遙望的問候？是否能讓我看見，父親睡著了嗎？或是，晚餐還來不及扒上幾口飯，就被叫進反應爐內工作，而現在正捧著已放涼的便當，大口吞嚥著？

如果夜聽得見我的呼喚，可否讓腳步快些？這麼一來，大修的日子很快就飛逝；如果無法通融，可否倒退些許？這麼一來，大修前的日子，父親可以隔日回家，能盡情打呼，不怕摔落椅凳，不怕一覺醒來，滿身腰酸背疼。

啊！父親帶著疲態，壓垮著倦容，掛著厚重眼皮，盡是布滿血絲的雙眸。那件釣魚背心穿了好幾十年，在稍有涼意的秋天裡，是無從保暖呀！他放下的工作背包，那是我以前嫌著樣式不夠好看，扔進櫃裡，但，父親依舊用得滿足。脫下酸臭泛黃的長襪，我還不確定父親今晚真的回家了。畢竟，一通電話打來，他得無條件前往發電廠。

當我張開眼後，發現漆黑的客廳依然沉睡，我仍停留方才的思緒，拉長的想像是沒有影子的絲路，彷彿駱駝商旅步步蔓延，過了那片沙漠，卻沒有敦煌，才恍然一切為海市蜃樓。

夜，依舊的美艷，掛上幾顆繁星，有月的晴空。唯一有點惋惜，這些日子的月不夠圓潤，不夠完滿，停留的缺是我無盡的想念。不論我多麼呼喚，在心中極力嘶吼，都無法抵擋機械敲打的震然嘎響。

然而，夜也沒被這些機具劃破，全塞納在反應爐的深牆厚壁裡。我湊近時鐘看著仔細，已是凌晨時分，時間仍舊遊走，無法掌握確切的標準，唯一肯定的是，家裡的燈還在等一家之主開啟，而父親還是輪值於核能發電廠裡。