

# 美華核能微言二集

美華核能協會

Volume 2, March 18, 2013

談言微中、可以解紛

## 目錄

|                           | 頁數 |
|---------------------------|----|
| 1. 龍門核電廠安全資料.....         | 2  |
| 2. 核電諍言：請實事求是、勿嚇升斗小民..... | 3  |
| 3. 龍門核電廠必須公投嗎？.....       | 4  |
| 4. 「核四停工？」的迴響.....        | 6  |
| 5. 愛家愛國話龍門.....           | 8  |
| 6. 核電發聲應停止「一言堂」.....      | 10 |

## 龍門核電廠安全資料

美華核能協會提供

### 機型：

進步型沸水式核反應器 (Advanced Boiling Water Reactor-ABWR)，為通用電氣 (奇異;GE) 公司製造第七代沸水式核反應器，電功率為1350百萬瓦特。金山(核一)廠為第四代(BWR4)，國聖(核二)廠為第六代(BWR6)。

### 同類機型：

1. 日本東京電力公司柏崎核一廠、核二廠，1992/3動工，1996商轉。
2. 日本北陸電力公司志賀核電廠，2001動工，2005商轉。
3. 日本Chuden中國電力公司濱岡核電廠，2000動工，2005商轉。

### 安全特徵：

在正常冷卻水系統流失事故發生後，緊急冷卻供水系統會自動啟動，三天之內不須值班人員操作。三天之後，值班人員須補充緊急冷卻供水。這些改進，使進步型比舊型更安全。(The ABWR is fully automated in response to a loss-of-coolant accident, and operator action is not required for 3 days. After 3 days the operators must replenish Emergency Coolant Cooling System water supplies. These and other improvements make the plant significantly safer than previous reactors.)

### GE風險機率評估 (Probabilistic Risk Assessment):

核爐心熔毀機率約為每六百萬年一次 (A core damage event would occur no more often than once in six million years as the core damage frequency of the ABWR is  $1.6 \times 10^{-7}$ .)

### 美華核能協會解說：

核電廠在發生嚴重事故後，會將所有中子控制棒插入爐心，立刻停機。但停機後仍有長時間餘熱放出，停機餘熱為正常運轉功率的7%，一小時後迅速下降至1.5%，一天後降至0.4%，一週後降至0.2%。因此，停機後，爐心冷卻水仍須不斷循環，以避免核燃料溫度過高。倘爐心冷卻水流失或不再循環，則核燃料溫度會不斷升高，造成核燃料包管熔裂，大量放射性核分裂產物溢出。因此，停機後，只要供電不斷、使爐心冷卻水繼續循環，核電廠就是安全的。

所有核電廠在正常供電中斷後，備用的緊急柴油發電機都會立刻啟動供電。倘柴油發電機故障停轉，備用直流蓄電池仍可供電約8小時。在直流蓄電池電用完後，仍有不須電、用蒸氣推動的緊急冷卻水系統供水，可繼續循環約三天。倘供電無法恢復，冷卻水停止循環，為避免核爐心熔毀，可採「斷然處置」用海水灌入核電廠內冷卻。因此，核電廠安全是可以控制的。

## 核電諍言：請實事求是、勿嚇升斗小民 江仁台 3/12/2013

見友人傳來《今周刊》所載：「台灣人，你睡在一萬顆核彈上」、「燃料棒會讓你房產歸零、股票變壁紙」，理由是「燃料棒使用過，退出反應爐之後，外觀仍然不變，而且還會繼續散發熱量，需要放在有循環系統的冷卻水池，起碼存放五年以上，讓溫度慢慢降低。如果沒有冷卻，累積的熱量會促使燃料棒繼續產生核反應，當溫度持續升高，燃料棒就會跟反應爐出問題一樣，散發出大量輻射物質，甚至產生氫爆，演變成無法收拾的核災。」

隔行如隔山，看了這些文字，升斗小民很難用常識判斷。相信的升斗小民，可能會像該文作者一般，被嚇得驚出一身冷汗，寢食難安。筆者認為該文作者也是出於善意的警告，但由於專業不足，誤導結果，可能弄巧成拙。

事實是：

- 核電廠在發生嚴重事故後，會將所有中子控制棒插入爐心，立刻停機。但停機後仍有長時間餘熱放出，停機餘熱為正常運轉功率的7%，一小時後迅速下降至1.5%，一天後降至0.4%，一週後降至0.2%，長時間的繼續下降。因此，停機後，爐心冷卻水仍須不斷循環，以避免核燃料溫度過高。
- 使用過的燃料棒，仍需放在有冷卻水循環的儲存池中，等燃料棒溫度慢慢降低。如果沒有冷卻，累積的熱量在不通風的儲存池中，會使燃料棒溫度升高。在高溫下，燃料棒包管的鋁金屬可能會和水起劇烈的化學反應，產生大量的氫氣。當大量的氫氣與空氣中的氧接觸後，會迅速燃燒，發生氫爆。氫爆有可能將核電廠外層圍阻體震壞，但不一定會造成燃料棒嚴重損壞。請注意，在儲存池中使用過的燃料棒沒有產生連鎖核反應的環境，也不會繼續發生連鎖核反應產生有害的熱。
- 核電廠使用鈾235燃料的濃縮度低於百分之五，核彈使用鈾235燃料的濃縮度高於百分之九十五，美國製造的台灣核電廠永遠不會像核彈一樣爆炸。

各位看官，在看了上列事實的敘述和解說後，「台灣人，你是睡在一萬顆核彈上嗎？」的答案是不是就呼之欲出了呢？

文學對意境的描述，有許多想像的空間。但科學的描述，卻不能只憑想像，要實事求是，要講求證據，而且有三分證據，不能講五分的話，不然隨意誇張，難免失實。倘誇張過度，更容易造成「失之毫厘，差以千里」的流弊。

在西方科學的領域裏，事實和意見是很不一樣的。此外，倘以「部份事實」當做「全部事實」，也容易造成「以偏概全」的失誤，產生「瞎子摸象」般的情形。

「國有諍臣，不失其國。家有諍子，不敗其家」。謹呈核電諍言，請同胞們核電公投三思。

## 龍門核電廠必須公投嗎？

濮勵志 2003

編者按：目前執政黨擬提龍門電廠公投案，濮博士十年前舊作仍值得參考。

最近據報載龍門存廢將訴之公投，筆者從事核電三十餘年，大部分時間在國外工作，參與國內諮詢服務也前後二十餘年，正反兩面理由聽得多了，且涉及政治立場及意識型態，在此不再重覆，也很難改變預設立場人士，只把國外最近核能電廠發展趨勢，報導一、二，供大家第一次行使公投權時，參考定奪。

最近瑞士公投兩項議題，其一是要不要將現有禁建核能電廠的規定，延長增加10年，其二是要不要把現有5座電廠逐步除役。結果第一案遭60%選民拒絕，第二案則達67%，拒絕的百分比更高。此二議題與我們的情形很類似，瑞士電力結構，核能占40%。核能比例、國民教育程度及人民平均收入，皆高於我國，結果以如此高的比例反對「非核」，值得深思。其次，核能電廠該提前除役呢，還是延長使用？當初設計建造時，因經營數據不足，歐日一般要求每10年安全檢查一次，而美國則預設使用年限為40年。當初預設40年，大體是以反應器不銹鋼材料經中子長期照射，其延展度(Ductility)會減弱；又壓水式反應器的，日漸堵塞後，不到40年即須置換，沸水式的緊急供水噴嘴，也常見裂縫須修補。但是核能機組累積運轉及大修經驗後，營運效率提高，尤其是汽機部份，當初設計都有預設擴充容量，目前加大反應器核燃料及延長運轉週期，都獲得核能管制單位核准，普遍增加輸出功率5%至20%，使用年限也延伸至60年。以財務評估現有運轉電廠價值，突增數倍。以筆者本人以前工作的GPU公司為例，GPU公司當局於1999年看衰核電，認為是一個累贅，以1、2千萬美元的價錢賣掉兩座電廠（按帳面值各為美金3、4億）。一年後核能電廠普遍獲准提升功率及延長年限，規模相近的九哩點(NineMilePoint)核能電廠，以9億美元轉手，價格相差了50倍！國際上可有提前除役的呢？的確有，如美國奧立崗州的綽將(Trojan)電廠，加州的沙加緬度電廠，伊里諾的濟昂(Zion)核能電廠等，因為績效不佳而關閉，前後約有20部機組。最可議的是紐約長島的秀漢(Shorham)核能電廠，全新完成後，反核人士以緊急事故時無法疏散為由，全部拆除。建廠花了50億美元，拆廠花了2億美元，都是由民眾負擔，希望我們的龍門廠別走上這條路。

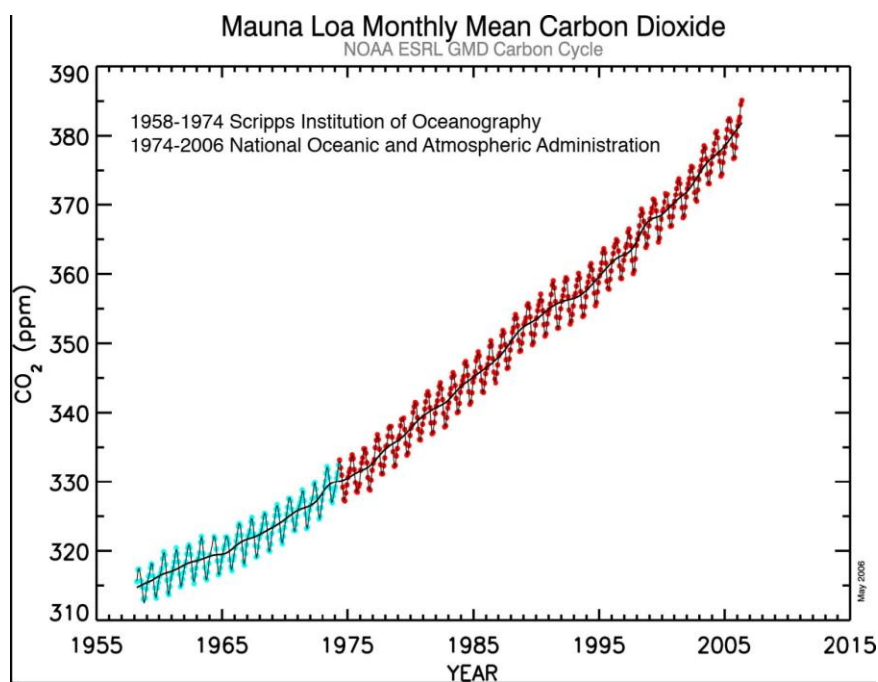
一般人把高、中、低放射性廢棄物混為一談，聞廢色變，大呼「毒得很，近不得」。其實低放射性廢棄物如手套，防護衣等，經焚化回收輻射物，並無放射性廢棄物產生；中放射性廢棄物為過濾殘渣，經水泥或玻璃固化後裝桶，現在蘭嶼和各電廠貯存的就是；高放射性廢棄物是用過鈾燃料，還貯存在各電廠的燃料池裏。蘭嶼貯存場早期的放射性廢棄物桶，經多年風雨後有部份銹蝕，可加裝新外桶嚴封，即無問題。只要有一個足球場大的空間距離，附近住民即無任何新增輻射劑量，所以並不一定要放到偏遠地區。

既然放著數十億預算，要送到馬祖、大陸、北韓、俄國或大洋洲小國等都行不通，以我書生之見，不妨立法讓國內各縣市來投標，包括台東縣蘭嶼鄉，誰標的最低就放在誰那兒，以國家賠償法做保，如有居民證實受輻射傷害則一律國賠。如沒有一個縣市願意承擔，即追加預算，像樂透累積獎金一樣，總有一天，某縣某鄉願意接下來。民主政治的優點在能掃除積弊，以眾人的智慧找尋出路，不能遇事槓上，拖延無策。尤其不能以過時的邏輯

## 美華核能微言二集

，運用於當前的局勢，就像3、4年前的GPU公司當局，把值錢家當作廢料賣掉，貽笑國際。

筆者不反對公投，除了「龍門」外，最好也把現有電廠「延後除役」，「中放射性廢棄物搬移何處」，這三個議題，統統公投。有瑞士的例子，看看民意所歸，相信眾人的智慧，必能找出最好的法子。



## 「核四停工？」的迴響

濮勵志 3/16/2013

編者按：濮博士「核四停工？」一文讀者反應熱烈，本文為濮博士建中同學問答錄。

同學A

勵志兄： 拜讀大作. 對你的專業 表示敬意 好奇想知道你這一段：

“如考慮到只需可靠的洩壓控制閥，把原子爐壓力放掉，加上防水的發電機把預儲的冷却水低壓打進去，靠自然對流散熱，就可維持三、四天無慮”。

看似簡單，為何福島沒用？是否此法存在爭議？ 維持三四天後的下一步呢？  
核電還能運轉嗎？

還有底下這一段發生意外核四可作救災中心，那是功德無量：

“我說過ABWR真的很耐用耐磨，不怕地震海嘯，如真有天大的災難來臨時，有把握毫髮無損，那時周遭已是哀鴻遍野，核四可作救災中心”

滋事重大值得進一步探討，不宜太早放棄，未知意下為何？

濮答

兄學機械，不是外行，果然一針見血。為何福島沒用？

因福島設計，只達八級地震和六公尺海嘯，日本傳說曾在我們南北朝時有極大地震和海嘯，但無正史和科學記錄，只以明治維新後記錄為準。世界其他地區標準更低，結果海嘯來時十六公尺，淹過防潮堤，灌進汽輪機房地下室的柴油發電機室，緊急交流電和直流電池都短路，無法打開洩壓控制閥，把原子爐壓力放掉，沒有防水的發電機，也沒預儲的冷却水低壓打進去（他們用海水），所以至此。早知把地下室加裝防水門就好多了。我們的二、三、四廠柴油發電機室不面海，也位於較高地點，要好很多。重要的是IAEA、美國、日本、所有持續使用核能國家、包括台灣，都已經認識這點，加以補強。

三、四天後外電源應恢復，即使還是沒有，就用徒手加油、人工挑水也可保平安。反應器在一公尺厚鋼筋混凝土結構裏，當然毫髮無損，汽輪機難免損壞，修復後可再發電。

同學B

核四眾說云云，但有大專家濮博士掛保證，天大災難來臨時可做救災中心，使人放心。但願政府、人民及核四可以玩到三贏的局面。沒有核能，如何談「地球暖化」、「碳交易」？但「偷工減料」如浩熙兄提到的預算追加以及錨栓、核廢料等問題卻令人擔心。二十年前小學弟在建中青年99期第6-42頁探討「自然的警訊」——  
秘雕魚核去何從，真是後生可畏，那時如果大家認真面對，也許就不會走到現在的局面。

## 美華核能微言二集

濮答

偷工減料及錨栓的問題必須改正，預算追加必須嚴控。核廢料不是大問題，先放在水池裏冷卻，五年後放在水泥夾箱裏，幾十年後有國際市場做存放生意，花錢送出就好。這些部份在可控範圍內，全面廢核將進入未知失控狀況。

哀悼福島之餘，也應感謝這次教訓，解決了終極難題，就是歐陽敏盛和我都說過的，只要準備好洩壓和供水管路，天大的災難都不怕。福島就像棒球犧牲打，幫後人安全上疊得分。後打者自願三振就沒法度了。

話再講得有理，但在台灣得看是誰講的，初三四班不算，旅美專家更不算。我最近和歐陽失聯，有誰能找到他？我們這邊有好多人都他熟的，想加上他和國內在野的科技人，合組一個公開論壇，相信有一點公信力。

同學C

關於核四廠的公投，公投後是不是政府依人民的決定就是沒有責任了。

濮答

”公投後是不是政府依人民的決定就是沒有責任了”？這是重點，否則反核成功，不光是失職官員和不肖包商全身而退，花掉三四千億裏有用的部件和好的員工統統報銷。所以愚見應是「反核害蟲」，不管誰在台上，都要把事情幹完、幹好。

昨天(三月八日)中時訪問前原能會主委歐陽敏盛，他也說核四沒問題，最壞情況下把壓力放掉，低壓灌水就好了，在他任上已做好了可靠的水源，與我說的完全相同。松福提到更前任胡錦標，這兩位我都熟悉，都來過我家，我帶他們參觀三哩島。現在我們不需要與內行人交流，他們夠能幹了，需要的是外行高層、立委、縣市鄉長、媒體主編、名嘴。不指望他們立刻轉向，那是不可能的，但希望他們看到底牌，玩摔角別玩死了，真廢了、死了就沒得玩了。

同學D

我來想想辦法，看有無媒體願專訪，順便打打初三四廣告。

同學E

謝謝福兄轉寄的「美華核能微言集」，幾篇大作都很有說服力，尤其濮兄所言，更讓我打消計劃遷居台中的念頭。如今台灣，被那些天文地理‘樣樣通，樣樣鬆’的名嘴們，搞得人心惶惶，也許可將「美華核能微言集」，寄給各地立委、議員、村里長們。他們為了選舉，婚喪喜慶、應酬跑攤，每天醉茫茫，「歹勢歹勢，我無讀冊」，電郵都有公開，我也可以寄一些。

## 愛家愛國話龍門

周盛基 3/15/2013

編者按：作者十餘年前，曾在GE參與龍門核電的部份工程，現任職於南加州電力公司

### 其一

對在美國對龍門核電廠有意見的朋友，我認為身為台灣同胞，關心家鄉事，是件好事，但要用科學實事求是、求証的態度，才下結論或定論，因為祇有數據本身，可以講話，用不著旁人，加油或添醋。我認為這是我們身在美國談龍門，應有的態度，尤其我們又是學科學出身的人，願共勉之!!!

有關核電廠，使用先進的數位系統(Digital network)，那是我1997-2000，仍在GE NuclearEnergy時，個人參與龍門的部份工程。當時GE是選用了，在傳統非核電廠，供應控制系統設備的 Foxboro，為龍門的基礎設施，且標書裡，要求有Safety 和非Safety部份中，Redundancy 是Safety的基本要求；如果你查一下Foxboro 這公司，是在數位控系統，是前驅的廠商，試想，非核電都能控制的，為什麼不能去控制核電廠，所以設備不是問題，而問題是在介面(interface)，就是如何從廠內，那麼多的系統中，如RHR (Residual Heat Remove)，NMS ( Neutron monitoring system)，APRM ( Average Power Range Monitoring) etc. 等有50+多大項其他設備，去取得信號(data acquisition)，然後主控制室的控制信號，如何回饋到這些系統，作有效的控制；任何一核電或非核電，都有試車使用測試期，也就是測這介面，龍門目前就是停頓在這，所謂的Pre-op 階段；如果要真正深入了解的話，當時GE有一華人資深員工宋先生，是最清楚的人。

我知道，他派駐在龍門，至少有5、6年，前幾天我打聽下，知道他也從GE退休了，有否以私人顧問，做台電的諮詢角色，不知道。 如果沒有是最好，不會有球員兼裁判的問題，等我有具體消息後，再回報!!

### 其二

既然我說要找數據，且找到GE同仁宋先生，昨天寫下前述個人意見後，也終於連繫上現住在San Jose的宋兄本人。和他電話對談後，知他現正過一般人，閒雲野鶴的退休日子，細節告訴諸位如下。

首先，把這宋兄背景介紹一下，他是過去1970+年代核一和核二場蓋廠期間，當年GE在台灣早年的員工，後來台灣不再蓋新核電廠，他就調回美國GE核能部，繼續參與有關GE核電廠的運轉、大修和維護，真是一位不可多得的資深核電精兵。當1997，GE龍門得標之後，很自然

## 美華核能微言二集

他又是從一開始就參與龍門的計劃,直到2011年8月,才從GE派駐台灣工地主任上退休下來,他應該是最有資格去下評論或結語的人。

我昨天以如此口氣諮詢他,尤其他也不排除,將來回到台灣去居住過退休生活。如果身為一員當地百姓,你會因為龍門不安全性下,不考慮回台居住嗎?他說,現在大談龍門不安全的人士,都是一些不清楚的人士,什麼事就用日本福島事件來比喻。那事件是在算PRA下,也超過設計系數才發生的,不要動不動就以這福島例為考量。不然,那什麼工程都不用去做了。

龍門在許許多多的Pre-op測試下,然後即使填入燃料後,也要再做低功率運轉測試,然後一段段的加入壓力,才達到功率滿載的測試,安全的問題都是會考量到的。不斷的測試,就是在測 Design Basis 下,等可以量到的數據完全都是在安全範圍內,有專人簽收後,原子能委員會才能核准放行!!!



## 核電發聲應停止「一言堂」

轉載自【聯合報/記者鄭宏斌、李青霖連線報導】2013.03.17 02:35 am原標題：

不要民粹！清大核工人 發起一人一投書

台灣核電「核」去「核」從？引發討論，前身為「清華大學核子工程學系」的清華大學工程與系統科學系，近日發出一封公開信給所有系友，呼籲一人一信投書媒體，提供專業意見，讓社會聽到多元聲音。

清華大學核工系成立於一九六四年，是清華大學在台復校最早成立的兩個科系之一，爾後陸續成立碩博士班；一九九五年改名為「核子工程與工程物理學系」，兩年後再改為現在系名，至今仍為台灣唯一專研核能知識的科系。

清華大學工科系系主任葉宗洸三月八日透過系友會，寄出一封電子郵件給所有系友。信中指出，台灣的核能發展在今年面臨前所未有的挑戰，反核聲浪高漲，民粹思維凌駕一切，「社會氛圍已近乎成了一言堂」。

信中表示，工科系參與電視台舉辦的核電議題辯論，也投書聯合報民意論壇，提供專業建言，但也希望藉由海內外系友的協助，讓台灣社會聽到更多元的聲音。

葉宗洸呼籲，系友可進行讀者投書，談談個人見解，或所在國家的核電發展政策。

清華大學工科系教授李敏對於葉宗洸發函給校友的事說，「沒錯啊！請專業支持專業」，對大家都是好的，為台灣能源長程發展著想，一定要有理性討論的平台，以及相互包容的民主態度。

畢業自清華大學工科系、現就讀核子工程所博士班的陳宇民說，現在網路上相關訊息很雜亂，有時真偽難辯，若有更多專業人士站出來說明，有助大家了解核電知識。

系友陳以勛也說，他認同系主任的呼籲，學習核能的人本來就少，相關學界、業界的人可多表達專業意見；社會普遍聞「核」色變，需要多一點來自專業領域的聲音，讓大家客觀、理性地討論核能。

