

美華核能微言三集

美華核能協會

Volume 3, March 25, 2013

談言微中、可以解紛

目錄

	頁數
1. 龍門核電公投不如在立法院辯論、議決.....	2
2. 朝氣蓬勃的龍門核電廠.....	3
3. 助龍脫困話龍門.....	5
4. 核安天機知多少？.....	6
5. 「反核四」別鬧了.....	8
6. 「反核四」不要再鬧了.....	9
7. 風險管理與核電風險.....	10
8. 非核不如知核.....	12
9. 三哩島及車諾比爾核能事故問答讀後感.....	14

讀者迴響：「美華核能微言集」，幾篇大作都很有說服力，尤其濮勵志先生所言，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。他們爲了選舉，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。

美華核能微言三集

龍門核電公投不如在立法院辯論、議決江仁台 3/24/2013

核能發電是一種高度專業的綜合科技，牽涉核反應器物理、熱傳導、流體力學、電儀控制、電機、材料、機械、土木、建築、地震、水化學、放射線監測與防護、風險評估、廢料處理和環境保護等等，本質複雜。希望各行各業的大眾，充分瞭解核能發電的效益和風險，很不容易。

立法委員們的教育程度、社會經驗和判斷能力，都比一般大眾高，加以有支薪的助理們，可以協助搜集龍門核電廠相關的資料和做核電的安全研究。因此，筆者認為龍門核電廠的存廢，大眾公投不如在立法院辯論、議決，更恰當和更有效率。一般大眾倘有對龍門核電存廢的意見，可以向代表自己選區的立法委員陳述和分析反映。

立法委員們倘對核電有疑問，歡迎向美華核能協會詢問，美華核協的詢問電郵網址是：canta.service@gmail.com。

龍門核電廠



朝氣蓬勃的龍門核電廠江仁台3/20/2013

最近台灣朝野與大眾，對龍門核電廠的續建與否，因執政黨擬提公投案而熱烈討論。為了解龍門現況，筆者因與龍門核電廠的王廠長同是清華核工系友，很幸運的有機會以電郵方式，向王廠長請教。問答之後，覺得龍門核電廠在王廠長的領導下朝氣蓬勃。

龍門核電爐是奇異(GE)公司製造第七代進步型沸水式核反應器，電功率為1350百萬瓦特，現有四座同型的核電爐在日本商轉。

當問到龍門核電廠的近況，王廠長答：「龍門電廠員工平均的年齡是38歲，平均的年資是9年，正值人生的黃金時期，有朝氣、有活力、能吃苦耐勞、肯學習。龍門電廠在測試階段，每一步驟都用嚴謹的態度去確認，有良好的組織文化，有優秀的員工，具備先進的安全設計觀念，準備有妥善的事故因應程序和措施，萬一發生嚴重的事故，會按照廢廠的程序處理，以確保民眾安全。現在，電廠已成功地完成許多重要的測試，而且這些測試都在管制單位及顧問公司的監督下完成。所有的測試都是一次就成功，有些還打破過去其他電廠、包括火力廠的紀錄。我可以大聲的說『龍門電廠會是安全的』；因為『數據會說話』。

龍門電廠在這幾年，已經完成在燃料裝填前、必須完成的重要測試，包括：

1.反應器壓力槽水壓測試在97年11月完成

執行設計壓力1.25 倍的靜水壓測試，證明反應器壓力槽及其系統結構的完整性。

2.緊急爐心冷卻系統注水測試在99年4月完成

驗證緊急時可注水進入爐心，確保反應爐安全。

3.反應器內部組件振動測試在99年9月完成

確認爐心組件可在運轉條件下保持完整。

4.主冷凝器擴大抽真空在101年6月完成

驗證主冷凝器、主汽機、飼水泵汽機及蒸汽管閥完整沒有洩漏。以往國內外初次抽真空查漏工作都很困難，常常要花好幾個月的時間。我們廠測試的工期原定56天，但只花了28天就完成，顯示施工品質是**可信賴**的，打破台電以往電廠的紀錄。

5.爐水流失事故與洩漏偵測邏輯聯合測試在101年7月完成

這項測試驗證相關安全系統的邏輯設計、警報、設備動作的正確性，確定安全功能都能正常運作。

6.全爐心急停測試在101年8月完成

驗證205個控制棒接受急停信號後，能於規範時間內插入反應爐，證明緊急時反應爐可安全停機。

7.反應爐壓力槽洩漏測試在102年2月完成

美華核能微言三集

以運轉時的壓力執行測試，確認反應爐壓力邊界內的系統、管路及設備都沒有不正常的洩漏。

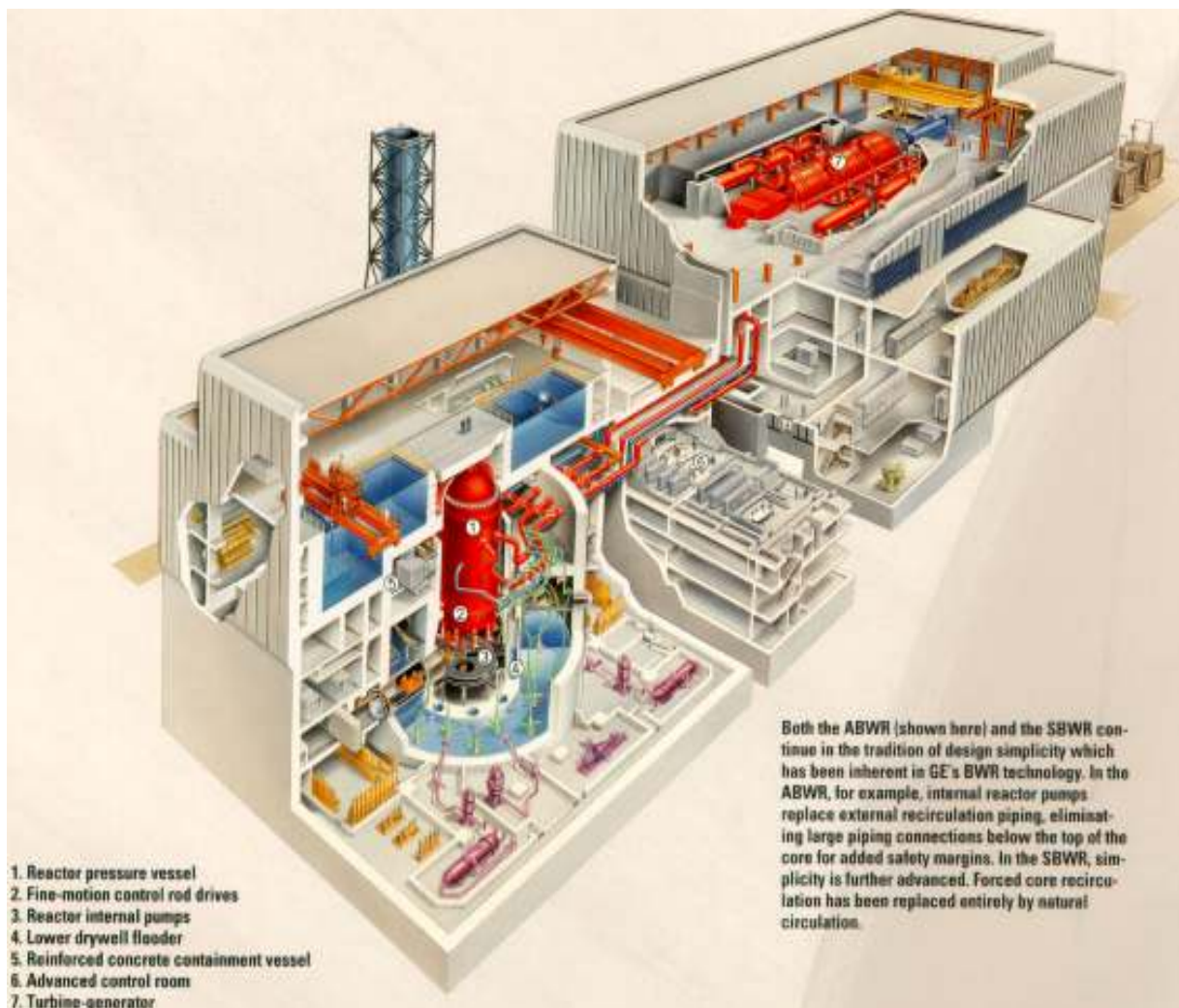
8.發電機氬氣填充及洩放測試在102年3月完成

證明發電機的冷卻功能可以正常運作。現在正準備的重大測試是廠房結構完整性洩漏的測試、廠房負壓的測試，我們已經準備了很久了，狀況也完全在掌控當中！」

當問到個人背景，王廠長答：「我生長在台灣南部的農村家庭，到北部受教育，民國61年畢業於清華大學核工系，民國63年畢業於清華核工所，對台灣這塊土地有著深厚的感情。台灣是我的母親，身為廠長，身為工程師，我必須為這塊土地負責，我一定會盡全力率領龍門電廠的全體員工，蓋個很好、很安全的電廠！」

看完解答後，筆者對王廠長的表白，肅然起敬，對龍門核電廠的團隊，更具信心。

進步型沸水式核反應器（ABWR）



美華核能微言三集

助龍脫困話龍門江仁台 3/23/2013

現在用「龍困沙灘遭蝦戲，虎落平陽被犬欺」，來比喻龍門核電廠，應相當貼切。這裡「龍」指的當然是龍門，因為龍門核電爐是奇異公司製造第七代進步型沸水式核反應器，而國聖(核二)是第六代，金山(核一)是第四代，龍門較先進，安全度也較高，故稱龍。這裡「虎」指的是核電，核電本應是虎虎生風的，但現在在台灣卻被反核人士折磨成了病貓。這裡「蝦」指的是因不懂核、害怕核而反核的人，而這裡「犬」指的是故意誇張核害而反核的人，如將核電廠事故意誇張成核彈的人。

在問到有什麼委屈時，龍門核電廠王廠長答：「最近台灣社會的氛圍對核能及龍門電廠諸多批評，幾近無情及殘酷；然而大部份引用的資料都是工程初、中期的缺失。核能電廠是系統龐大，介面複雜的重大工程，不可否認，的確有一些設計介面、施工未得當的狀況，但更重要的是勇於發掘問題及誠實面對，採取適當的工程技術解決，同時避免問題再發生。龍門工程初、中期過程中的紛紛擾擾，都已做適當的處理，得到相關單位之驗證並已結案，實在不必要再重提。目前龍門工程已進入試運轉階段，在這過程中必然會發現問題；但一切都在控制中，也穩健地前進。此外，身為廠長的我，在這期間努力地讓同仁及包商情緒平穩、工作順利；同時，我也希望了解建核電廠艱辛的國人，給龍門核電廠的同仁講些公道話。」從王廠長的答覆中，筆者覺得龍門核電廠是遭到很多誤解，而且還遭到許多不實的指責。

現在金山、國聖、和馬鞍山核電廠都可商轉40年，而讓已投資數千億，較先進，而且已完成燃料裝填前重要測試的龍門核電廠停工，實在是有些厚彼薄此。各位看官，閣下覺得在龍門核電廠辛勤建廠員工的情緒，能夠平穩嗎？

美華核能協會的同仁，很高興看到一位讀者的下列迴響：『「美華核能微言集」，幾篇大作都很有說服力，尤其濮勵志先生所言，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。』

只要認同我們理念的朋友，像這位讀者一樣，將美華核能微言各集，用電郵寄給您的立委和親友，經溝通後，除去他們對核電不必要的恐懼，就是行善。因為您不但可幫助大家未來節省電費，也能幫助減少二氧化碳的排放，有益環保。

這樣美華核能協會的同仁，為協助龍門從沙灘脫困所花的心力，就能夠得到更大的效果。

核安天機知多少？-- 評核四停工之三濮勵志 3/21/2013

我寫過多篇反對「核四停工」文章刊登，最近外界有些反應，事態也有些新發展，就再補充一下。

一、核安天機

首先面對嚴重天災的「斷然處置」，有人反應，「你說核電廠銅牆鐵壁，萬無一失，那麼福島為什麼會發生？」

大哉問，因為我們工程師的知識也是逐漸累積的。世界上各地要建造核電廠，事先都調查當地歷來最大地震，像美國東部不過五級，我們台灣六、七級，日本是最高的達八級。福島按明治維新以來最大海嘯記錄，築了六公尺高防波堤，曾有傳說在我國南北朝時有極大地震海嘯，但無正史記錄，就未加理會。結果前年地震九級，機組雖安全停機，停電後緊急柴油發電機照設計起動，但等到海嘯來襲時浪高十六公尺，淹過防波堤直接灌入汽輪機房地下室的柴油發電機，短路不僅切斷驅動注水泵的交流電，連控制閥門的直流電也喪失了。原子爐高壓放不掉，又沒動力驅泵打水，加上東京電力當局延誤手動洩壓時機，才造成嚴重後果。

當初核電廠設計採「多重防衛」理念，有高、中、低三層緊急供水系統，總是想把反應器維持在運轉高壓的狀態。但如事發超過預估，像福島的大海嘯，就一籌莫展，事後教訓是我們上古兵法所云：「置之死地而後生」，就是在極端情況下避死求活，主動開閥洩壓，然後用備用緊急泵和預儲水源冷却，可保證安全無虞。

去年原能會核研所、台電和清華聯合論文「斷然處置」就是這個概念，高層甚至聲明「就算放棄電廠，也要保障民眾安全」！話說的慷慨激昂，其實論文不是蓋的，經過最先進的數理分析，洩壓後水位短暫下降，爐心燃料暫時升溫，不久後灌水到達冷却，機組並無損傷。「斷然處置」也好、「置之死地而後生」也好，其實不難做到。

我們一方面痛惜福島居民，至今還有人常住避難所生計艱難，但另一方面也感謝老天透露天機，這麼好的無碳能源，終於可以安全駕馭，讓我們工程師們花三十年領悟出「多重防衛」加「斷然處置」乾坤二式，造福後代子孫。就像老天讓福島打出犧牲打，保送後打者安全上壘。三十年前的三哩島也一樣，犧牲了一台機組，教訓了全世界四百多台不犯類似錯誤。有人不領情，嚇跑了回到刀耕火種時代，真沒種。

二、遠來和尚

我先前擔心隨便找遠方的和尚來唸經會不勝任，最近原能會請到「經濟合作暨發展組織核能署」(OECD/NEA)，獨立專家小組進行「運轉中核能電廠壓力測試國家報告。這機構算是有公信力的，兩年來對歐洲、美國、和日本二百多電廠壓力測試 (StressTest) 做評估，考量地震、海嘯、洪水及其他可能潛在導致喪失安全系統之特殊狀況下，對核能電廠之安

美華核能微言三集

全餘裕大小所作之再評估，確定採用的標準及程序是一致的，更重要的是採行的強化措施，包括強化洩壓、備用發電機、和水源等，是良好的做法(good practice)。

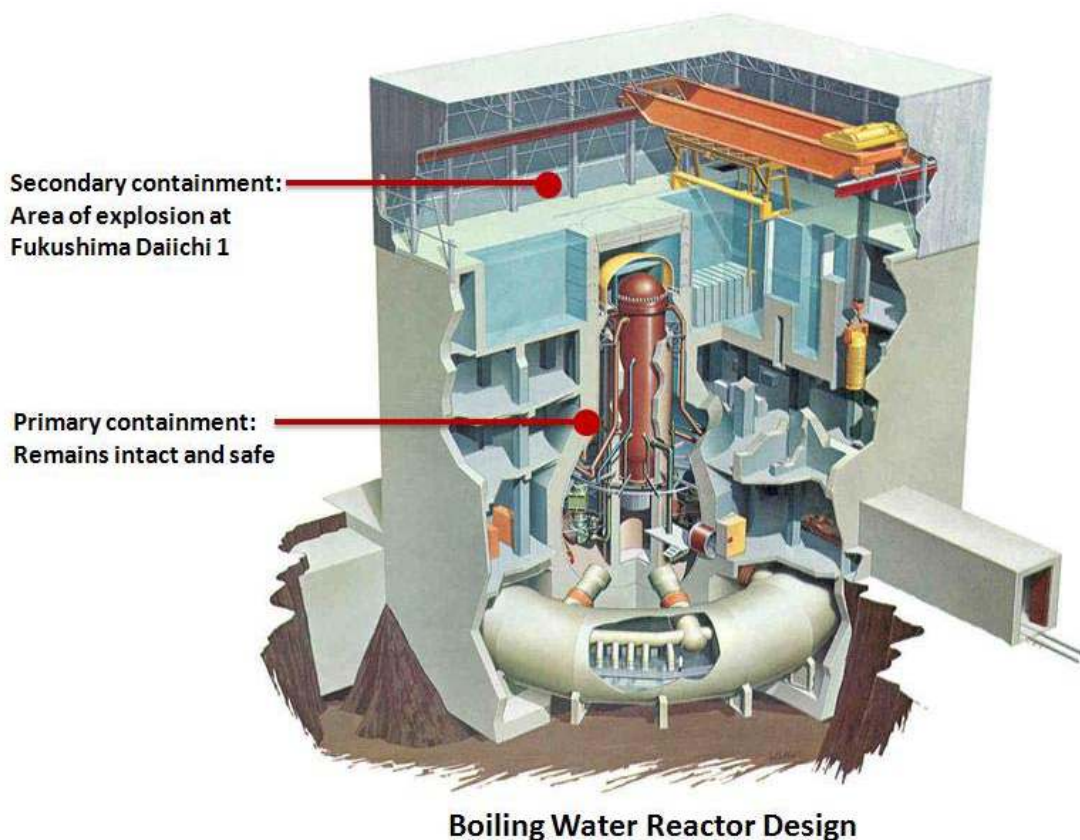
經他們審核後貼張符，不光可安定人心，也可鎮懾邪魔妖怪。

三、龍門廠長的話

最近我們「美華核能協會」會長江仁台先生，因與龍門核電廠廠長王伯輝先生同是清華核工系友，很幸運的有機會以電郵方式，向王廠長請教。龍門王廠長談到八項測試已完成，包括極重要的反應器壓力試驗、緊急注水試驗、洩漏試驗、急停、冷凝器抽真空等。在我們行內人看這些都是里程碑式「收關」項目。反核喧鬧的詬謂「測試遥遥無期」，不知可有根據？其他數項也在正常企劃中，有信心如期達成。行內人腳踏實地，行外鼓躁起哄，可謂寶島一景。

激情過後，回頭辦正經事，該幹啥的幹啥，我們搞專業的繼續搞專業，勉強可寫點學術論文，不擅寫通俗文章。唱歌的還是去唱歌，不過這世界也有專罵人一行的，永遠要罵人，那也拿他沒辦法，別太在意就好了。

福島電廠一號機GE第三代沸水式核反應器



美華核能微言三集

「反核四」別鬧了-- 評核四停工之四漢勵志 3/24/2013

編者按：漢博士此文，語重心長，發人省思。

我先前寫了幾篇核四停工相關的技術層面的溝通文字，盡量用通俗言詞。上星期在韓國教了兩個講壇，分別是政府機構 KINS (Korea Institute of Nuclear Safety) 和韓電國際核能研究生學院 (KEPCO International Nuclear Graduate School) 辦的。學員除韓方人員外，還有阿聯酋、越南、泰國、印尼、馬來西亞、約旦、土耳其和南非等國家派來的學員。有讀碩士的，也有進長短不一訓練班的。我授課內容不外核電安全，就是我前三篇文章所敘，不再重覆。阿聯酋國已訂購韓國四台機組，價二百餘億美元。其他國家都在籌建核電廠，韓國為強勢競標者，所以有大批留學生。

課間閒聊，學員們知道我的台灣背景，難免問到台灣的核電現況，我發現無論韓方高層、或外國學員，對我國內最近紛爭都一無所知。一來我沒義務細說從頭，二來家醜不外揚，就以「還好」應之，無人追問或感興趣，不在話下。

講壇地點在中部 Daejong，漢字為儒城，顧名思義，此地自古以來就是書香文化重鎮，自七零年代起又規劃為高新科技中心，相當我們的新竹。兩百萬人口，寬大秩序的街道，滿街現代、大禹、和起亞新型汽車，完全是高度發達氣象。三星廠房和研究中心在此，眾所週知，三星早已打趴日本松下、Sony，如今直追蘋果。現代也緊追豐田、本田。不過十多年前現代車在美國市場因品質不良接近破產，孤注一擲地拋出十年保固和超低價策略，居然起死回生。如今現代車質量和美感絲毫不遜德、日，只等自信加市場口碑把價錢拉平，可能為時不遠，可見韓國人為「質量」二字下了多少心血。

我前文曾說過韓國核工業自主，始於撿我們八十年代不要的核四，三十年來已成核能大國。品質信譽需三十年建成，卻可毀於一旦，不費吹灰之力，如不信且聽我道來：

最近反核四最強的論點是施工品質不良。本來專業性極高的耐震係數、錨栓規格、管路接口等被平民化到遍地漏水、隨地大小便層次。於是激起民憤，除了全面廢核的前輩教主外，又有不反核只反核四、只反核廢料、只反一到三廠延壽、只反完工、等等以至全民專業化，全民多元化，可謂全民皆反，民調在「不反任何項目」下百分比只有個位數字。順應民意的首長也忙著撇清，「我也是反核的」！至於怎麼反，反多少，誰也說不清。

至今這場紛爭在國外完全沒有報導，多年來台灣已是沒有新聞的地方。等哪天正式公投也罷、直接行政決策也罷，正式宣佈廢核那天，難免會上國際新聞版面，外面會皺眉問，「不是早就解決了嗎？怎麼輪到今天他們來廢核？」「喔！原來不是核能的問題，原來他們專門偷工減料、遍地漏水、隨地大小便，做不出像樣的東西來」！於是 CNN、BBC、NY Times 標題是 TAIWAN Failed to Build Nuclear Power Plant! Taiwan Failed, Taiwan Failed -----。

失敗的不僅是核能，所有 MIT 產品質量、所有商譽、所有國民經濟、以至三萬六千平方公里國土，都為媒體海嘯陸沉。不信且拭目以待，套句伯陽先生慣語，「誰敢跟我打賭一塊錢？」

美華核能微言三集

「反核四」不要再鬧了 周盛基 3/24/2013

當年台灣停建核四放棄的機組，促成現在韓國的核電壯大。

韓國的第一部機組，是 1980+年代建的，是台灣 1984 年第一次停建核四時不要的機組。

現在韓國有 25 部核電廠在運轉，八座在蓋，甚至提供四部給阿聯酋國蓋。韓國也是"小"國，難道韓民沒有"核去何從"的憂慮嗎？

另外台灣中鋼在海外的市場，已大部份被南韓取代了，原因是煉鋼廠所需大量的電力，他們鋼廠比中鋼得來的成本低，自然被取代。

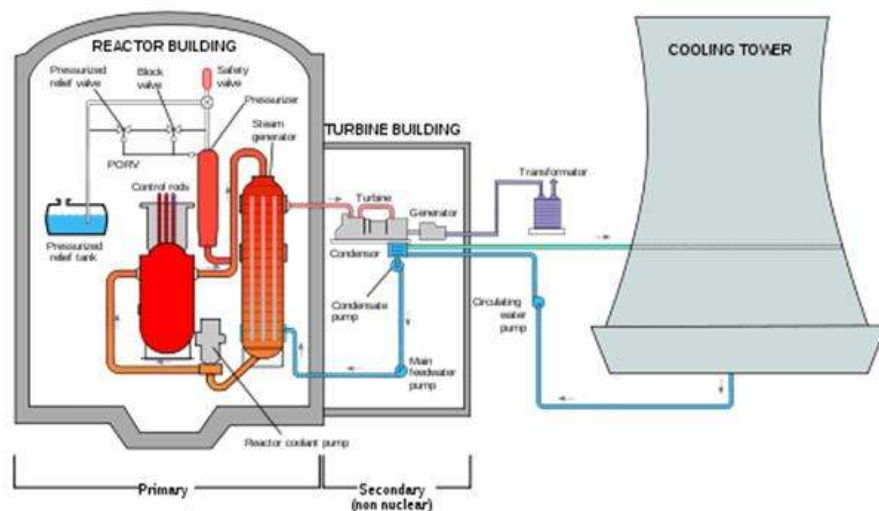
另外多年來，韓國兩大"現代"和"KIA"汽車廠，這幾年也打入美國市場和歐洲。試問最早受國家扶持的裕隆，它們的產品在那裡？

這些都是"數據會說話"，說給小學畢業的人聽，都懂，不必太高深的學問!!!

同是亞州小龍，核電韓國行，台灣為什麼不行？

「反核四」不要再鬧了！難到要把台灣的產業敗光了才爽？

三哩島核電廠簡介



1979年3月28日的三哩島二號機核能事故，由操作疏失引起，核能電廠部份燃料棒因缺水冷卻，導致燃料金屬包管熔裂，但第二重防線壓力殼和第三重防線圍阻體沒有損壞，只有少量輻射性氣體自圍阻體外洩，無人傷亡，三十多年來，對附近居民(劑量0.014毫西弗)健康也沒有察覺到的影響。

美華核能微言三集

三哩島一號機1985年重新運轉，2009年NRC 核准延壽至2034年。

美華核能微言三集

風險管理與核電風險 林超、江仁台 3/24/2013

編者按：林先生現任職於核電安全與風險管理顧問公司

近日，龍門核電廠的辯論經常討論到核電廠可能會造成的災害和風險。大家都知道我們在常的生活中經常必須面對各種風險，譬如每天晚上睡覺時，不知道是否第二天早上會醒過來，當我們吃東西時，也不是百分之百的確定不會噎死，我們外出的時候，有可能會在一宗交通意外中喪生。那麼，在日常生活中，我們應該如何應對各種在身邊的風險？通常我們會盤算風險的大小，然後設法去控制必須承受的風險，對於非常小的風險，因為它影響的程度很小，就不去管它，也就是說我們會接受這個風險。如果風險高於可以接受的程度，我們就會找方法去降低風險。例如，我們會更小心的去駕駛，讓風險降到最低，以減少出車禍的可能。當風險無法控制時，我們就使用其他方法來轉移風險。譬如，我們買保險來支付可能因為地震或火災造成的財物損失，這就把風險轉移給了保險公司。

每一種工程設施、技術、或活動，都會涉及一定程度的風險，有的是安全上的風險，有的是技術上的風險，也有專案執行的風險，營建成本可能會超出，進度也可能落後，還有社會風險，法律風險等。但是，我們必須控制這些風險。對於一個工程的設施，風險的掌控必須考慮其使用期間所有的階段，包括設計、測試、製造、運行、維護等。由於沒有任何活動和設施是絕對零風險的，怎麼去決定什麼程度的風險是可以接受的呢？我們必須比較風險的大小，然後做選擇。

在今天的社會，需要使用各種不同的技術，去維持我們生活的方式。有些項目可能比其他項目會涉及更多的風險。例如，我們在日常生活中，使用的各種化學產品的原料，是安全的嗎？答案是，都不是百分之百的安全，但只要是足夠安全的，我們就可以接受。

與核電廠的安全相比，化工廠不見得更安全。譬如，1984年聯合碳化物公司在博帕爾發生的工廠事故，官方公佈的死亡人數超過2200名。煉油及其他石化廠的爆炸與火災意外，每隔幾年，也會發生一次。此外，在日本大地震所產生的超級海嘯，造成25000人因遭海嘯襲擊死亡，卻沒有人有因遭福島電廠核災輻射過量而死亡和受重傷的報導。

在核能發電五十多年的期間，發生了1979年美國的三哩島，1986年俄國的車諾比爾，和2011年日本的福島三大電廠核災。這三大電廠核災可分為兩類，一類是美式(三哩島與福島)電廠核災，另類是俄式(車諾比爾)電廠核災。兩類的差別是，美式電廠核災無人因遭輻射過量而死亡和受重傷，而俄式電廠核災有31人直接死亡，5人間接死亡。美、俄兩類電廠核災的結果，比較起來有天壤之別。主要原因是，當時在俄國不注重人命，核能電廠設計的安全度與運轉的管制，有嚴重的缺失，以致造成巨大的人禍。除了前述的三大核災外，其他核電廠運轉都相當安全。

台灣的所有核電廠是美式核電廠，絕對不會發生俄式核電廠的災難。台灣有反核人士誇張的說，台灣的美式核電廠會產生俄式電廠的悲慘核災，是不正確的。

美華核能微言三集

全世界各類電廠自 1969 年到 2000 年死亡人數的統計比較是，燃煤電 20259 人，燃天然氣電 2043 人，水力電 30014 人，核電 36 人，燃油電和風力電沒有記載。(資料取自 worldnuclear.org 網)。這核電的 36 人，是俄國的車諾比爾核災死的。看了這些統計數字，難怪美國反核的民眾已經很少了，因為核電的風險是可以管理的。

台灣的鄉親們也請上網查查看這類資料，看完後對核電就會心安的。

天然氣輸送管的風險--燃爆



非核不如知核江仁台 3/24/2013

核電無罪，無知反核不該，非核不如知核。誇張核害，嚇升斗小民，有過。

是否利用核能去發電，是一種選擇。不瞭解核能，而去反對核電，容易說錯話。因此，非議核電不如去瞭解核能，瞭解核能之後，很可能會發現自己對核電的一些盲點。

過度誇張核電的災害，譬如說核電廠會像核彈一樣爆炸，是會嚇到升斗小民的。無論是有心還是無意，過度誇張核電的災害，都是很不合宜的。美國製造的台灣核電廠永遠不會像核彈一樣爆炸。因為核電廠使用鈾 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。

筆者和許多美華核能協會同仁，在美國核工業界和學術界工作了三、四十年，知核、有技術、有經驗、有信心，藝高才能膽大。現在為台灣適度的核電大聲請命，就是因為瞭解核電的優點和缺點，希望台灣的能源多元化。不但要用火力、水力、風力和日光能發電，還要繼續使用適度的核能發電，以便取長補短。

台灣目前反核勢力高漲，主要是很多人害怕類似日本福島的核災，也會發生在台灣。經過檢討後發現，日本福島事故固然是天災，但也有很多人為的疏失。其中最嚴重的疏失，就是在核爐心有熔毀危險時，沒有及時進行「斷然處置」，沒有把大量海水灌入核爐心內，使爐心冷卻降溫。因此，日本福島核災的最大啓示是，只要在核爐心有熔毀危險時，及時把大量海水灌入核爐心內，類似日本福島的核災，就不會發生。

現在，龍門、金山、國聖、和馬鞍山核電廠，都有在發生嚴重事故後，為避免核爐心熔毀的廢廠處理程序。萬一危險出現，台電發言人說會按照程序立刻斷然廢廠，以確保民眾的健康與安全。

在美國核爐心燃料安全的設計標準是，在發生核爐心冷卻水流失事故，緊急冷卻水系統啓動後，核燃料包管(Fuel Cladding)的溫度不能超過2200華氏度。換句話說，當所有可以用得上的水源都中斷，核燃料包管的溫度超過2200華氏度時，就應是該啓動廢廠的時刻。

龍門核電爐是奇異(General Electric: GE)公司製造的第七代進步型沸水式核反應器(Advanced Boiling Water Reactor: ABWR)。筆者在GE核能公司工作過25年，2005年自GE退休(隨後到佛羅里達大學核子與放射工程學系任教)，其間大部份時間是在GE核燃料部工作，主管核燃料設計與分析電腦程式的維護與研發，對ABWR的爐心設計很熟悉。在此，以自身的專業知識與經驗，及對台電建廠和原能會核管能力的了解，認為龍門核電廠值得續建，因為在核安已有保障的情況下，還不續建完成商業運轉，數千億的投資就打水飄，太可惜了呀！

龍門ABWR的特徵是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啓動，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。此外，GE對龍門ABWR的風險機率評估是，核爐心熔毀機率約為每

美華核能微言三集

六百萬年一次。再加上台電有在發生嚴重事故後，為避免核爐心熔毀的廢廠處理程序。因此，對大眾的安全已經非常有保障了。

在原能會核管處的嚴格管制下，龍門核電廠已在不斷的改進。龍門核電廠建完後，筆者也同意台灣現階段不宜再建新核電廠，但建議金山、國聖和馬鞍山核電廠，分別各再延長使用20年，因為目前美國幾乎所有的核電廠(包括三哩島一號機；1979年出事的是二號機)都獲核管會核准延長使用20年，延役的經濟效益非常大。

核能是豐富的能源，而且不會排放二氧化碳，核能應該是、也必須是解決能源和環保需求的一部份。核電廠已可自動控制三天，萬一危險出現，台電發言人說會按照程序立刻斷然廢廠，以確保民眾的健康與安全。此外，核廢料處理也可以解決。

沒有核能，發電成本將大增，經濟發展將大受影響，減碳環保的目標也很難達成。因此，台灣應該、也必須繼續使用適度的核能發電，以保持能源和環保的多元化。

非核不如知核，瞭解核能之後，對核電廠的安全，就會產生信心。龍門核電廠應該、也必須完成商轉，以促進台灣的經濟發展與環境保護。

孔子說：「智者不惑，仁者不憂，勇者不懼」。對核電的爭議，至聖先師的這些教導，還是有用的。



美華核能微言三集

三哩島及車諾比爾核能事故問答讀後感江仁台 2/1996

編者按：此文為江博士多年前發表於台灣的舊作，仍可供參考。

▲頃閱國內報紙有關核能問答，問題是：三哩島及車諾比爾的核能事故會不會在台灣發生？台灣電力公司及台灣環保聯盟分別提出答覆，現謹以美華核能協會會員的身份發抒一些感想，盼拋磚引玉，使大眾對核能安全有正確的認識。

▲針對此問題，台電答稱：台灣絕不會發生類似車諾比爾的事故，萬一發生事故也不會比三哩島事故嚴重。因台電採美國輕水式而非蘇聯石墨式核反應爐，高溫時石墨會燃燒而水不會，而且美式圍阻體比蘇式圍阻體堅固得多，事故發生時能將放射性物質密封在圍阻體內。

▲台電所答台灣絕不會發生類似車諾比爾事故的理由，基本上正確，但對萬一發生事故也不會比三哩島事故嚴重，卻未說明理由。按美式反應爐設計的最大可容許事故是輸水管大破口；大破口後正常程序為控制棒立刻插進爐心及緊急冷卻硼水迅速流入爐心，反應爐隨即逐漸冷卻。大破口後倘程序失控、燃料棒可能因缺水而溫度升高，終致將燃料棒金屬包管熔裂，造成放射性物質外洩。三哩島事故係操作錯誤致大破口後程序失控，燃料棒因缺水而溫度升高，後雖矯正操作使爐心冷卻，但部份燃料棒金屬包管已熔裂，致放射性物質外洩於圍阻體內。三哩島事故後，基於三哩島事故的經驗，美國核能管制委員會已加強管制反應爐操作員的訓練及加強審核反應爐設計的安全，美國核能工業界也加強反應爐的安全分析及設計改良。相信原子能委員會也會和美國核管會一樣，加強管制反應爐操作員的訓練及加強審核反應爐設計安全，因此台電所答萬一發生事故也不會比三哩島事故嚴重的可信度很高。

▲針對同一問題，台灣環保聯盟答稱：「世界上沒有絕對安全的核能電廠，擁有的國家，隨時都要有承擔核子災變的打算。美俄兩國的核子反應爐之基本原理都相同；其實美國的核電專家早就承認美國反應爐圍阻體的基本設計有錯誤，奇異[GE]公司也為此賠償過華盛頓公共電力公司 12 億美元，美國輕水式反應爐，失控時溫度過高，燃料護套與水作用，會產生大量具有高爆炸性的氫氣，圍阻體只是為正常情況運作而設計。一旦發生爐心熔毀或爆炸時，圍阻體也保護不了。」

▲台灣環保聯盟沒有回答三哩島及車諾比爾發生的核能事故會不會在台灣發生，只是泛指世界上沒有絕對安全的核能電廠，並舉例說明核能電廠的危險性，但台環盟所舉之例大多與事實有出入。首先，美俄兩國的核反應爐之基本原理並不都相同，美國的核反應爐是輕水式，而俄國的核反應爐有車諾比爾類的石墨式，也有 VVER 型的輕水式；美俄兩國輕水式核反應爐之基本原理比較相同，但石墨式與輕水式核反應爐的基本原理則有相當的出入，譬如在大破口事故發生時，輕水式核反應器因缺水致中子無法有效減速，核反應自動隨之迅速降低，而石墨式核反

美華核能微言三集

應器因石墨仍能使中子有效減速，核反應降低緩慢，加以石墨在高溫時會燃燒，因而增加其危險性，這也是為何車諾比爾事故造成傷亡及嚴重放射性污染，而三哩島事故無傷亡且污染輕微的主因。

▲台灣環保聯盟說：「美國的核電專家早就承認美國反應爐圍阻體的基本設計有錯誤」，但沒有說是哪一群核電專家承認，也沒有說明圍阻體的那項基本設計有錯誤，只是舉「奇異公司也為此賠償過華盛頓公共電力公司 12 億美元」為例。台環盟所舉奇異賠償金額與事實也有出入，80 年代中，華盛頓公共電力控告奇異賣一座明知有缺陷的反應爐圍阻體給該公司，要求賠償 12 億美元，但奇異辯稱，奇異在簽約後無須為滿足美國核管會公佈的反應爐圍阻體新安全標準負責。此案纏訟七年，其間陪審團也曾一度以 8 比 2 達成有利奇異的建議，最終因訴訟費用昂貴，雙方庭外和解，條件為奇異提供華盛頓公共電力某些免費物資和服務及提供打折商品，細節未公佈，但絕不是賠償 12 億美元。

▲台灣環保聯盟說：「美國輕水式反應爐，失控時溫度過高，燃料護套與水作用，會產生大量具有高爆炸性的氫氣，圍阻體只是為正常情況運作而設計。」在正常情況，燃料護套溫度不高，護套不會與水作用產生氫氣，圍阻體主要是為失控時而設計。至於「一旦發生爐心熔毀或爆炸時，圍阻體也保護不了。」試問美國核管會會發給這種圍阻體使用執照嗎？事實上，華盛頓公共電力與奇異的官司就是因為美國核管會公佈新的較嚴格的圍阻體安全標準而起的。

▲台灣與日本類似，因本身石化資源不足，須要依賴一定比例的核能以確保足夠能源的供給，但環保也是民生要項，須加以重視。台灣電力公司為發展核能發電任勞任怨，值得稱讚，但核能具風險，也須謹慎。台灣環保聯盟重視台灣環保，值得嘉許，但核反應爐環保須要核能專業知識以科學的方法評估，方能使大眾對核能安全有正確的認識。謹以此文與台電及台環盟共勉，為台灣核能與環保健康的發展共同努力。

福島核電廠

