

美華核能微言五集

美華核能微言五集

美華核能協會

Volume 5, April 8, 2013

談言微中、可以解紛

目錄

頁數

1. 恐核病的診斷(上).....	2
2. 核災風險的迷思.....	4
3. 「核災風險的迷思」的讀後感.....	6
4. 核電廠的耐震設計知多少?	7
5. 愛家愛國話龍門之二.....	8

恐核病的診斷(上)

江仁台 4/6/2013

一、恐核病的起源

自從第二次世界大戰末期，美國在日本長崎和廣島投下兩顆原子彈爆炸，造成巨大毀滅性的傷亡以來，原子彈在一般人們心中，自然而然深刻的發生了一種談核色變的恐懼症。這是很正常的心理狀態。有識的政治家，就公開承認核武器超級可怕，利用這種對核武器超級害怕的事實和心理作用，做為防止世界戰爭的一種方法。但正因為核武器戰爭的可怕，有些民眾不免把和平用途的核能發電，同樣也認為在核災時，會和原子彈一般爆炸，萬分可怕，於是就產生了恐核病。

1979年3月28日，在美國發生了三哩島核電廠事故，雖無人傷亡，恐核病開始從美國漫延到許多有核電的其他國家。1986年4月26日，在俄國發生了車諾比爾核電廠事故，有36人因核災死亡，噴出的輻射性氣體飄至東歐、北歐和西歐，恐核病在世界多國漫延，達到高潮。2011年3月11日，在日本發生了福島核電廠事故，雖無人因受核放射線照射過量死亡，因地近台灣，恐核病在台灣迅速遭擴大傳染，加速漫延。

反觀美國，在三哩島事故後，初期民間恐核病漫延嚴重，但經核管會、能源部、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，民間恐核病群漸被治癒。即使在最近發生福島嚴重事故後，美國得恐核病的民眾數目不多，核電運作一切如常。

二、恐核病的解析

恐核病顧名思義，就是由對核放射線照射傷害的恐懼，而生的病。恐核病是一種疑心病，由害怕可能遭核災所放出來，可能造成致命的、或重傷身體健康的放射線源照射而起。

在醫院裏接受放射線照射的診斷和治療時，民眾因有醫護人員的照顧，大多不會有恐核症。然而，對核電廠可能發生的核災，台灣民眾大多沒有接受過適當的核能教育，很容易被傳染到恐核病。

日本發生福島事故後，恐核病在台灣迅速被擴大傳染、加速漫延，助長反核勢力，衝擊龍門核四廠續建與測試。

.....

三、恐核病的診斷

筆者現在將美國公視台的恐核病測試題翻譯於下，供台灣鄉親們測試自己有沒有恐核病。總共有十個測試題，依美國公視台的標準，答對七題以上，才算沒有恐核病。

美華核能微言五集

各位鄉親請自行測試，不會答時，可自行查資料，或請教核工專家。標準答案，筆者將寫「恐核病的診斷(下)」，於美華核能微言六集中公佈，並解說。

恐核病測試題

[測試標準] 對 1 到 6 題、有恐核病；對 7 到 10 題，無恐核病

- ___對___ 錯 1. 所有核材料的高放射線毒會持續幾千年。
- ___對___ 錯 2. 在接受同樣的劑量後，人造放射線比天然放射線更毒。
- ___對___ 錯 3. 人體有能力修補，放射線照射造成的傷害。
- ___對___ 錯 4. 在台灣，大部份人體的癌症是由人造放射線造成的。
- ___對___ 錯 5. 我寧願住在一個燒煤的電廠、而不願住在一個核電廠的 50 公里範圍內。
- ___對___ 錯 6. 核電廠一個主要的危險是，會像核彈一樣爆炸。
- ___對___ 錯 7. 駕駛在一個滿載汽油的卡車後面，比一個滿載廢核燃料的卡車後面安全。
- ___對___ 錯 8. 平均而言，大眾從核電廠，比在家中從氡氣，接受到更多的放射線照射。
- ___對___ 錯 9. 自從建造第一座核電廠以來，人造放射線照射，導致產生了新植物和動物品種。
- ___對___ 錯 10. 核電廠附近詳細疏散的計劃顯示，核電廠比其他種的電廠危險。

核災風險的迷思

林超 4/4/2013

編者按：林超先生、現任職於核電安全與風險管理顧問公司

很多監督核電的人士，喜歡只強調可能發生的最嚴重後果，卻不提最嚴重後果到底有多大的可能性。然而，當須決定風險可否接受時，我們不但要看可能發生的後果及其嚴重度，還應該檢視發生的可能性有多高，以及對後果及可能性的評估，有多大的不準度。任何人，只要是僅大聲急呼可能發生的最嚴重後果，而不去談各種嚴重後果發生的可能率，都極有可能，變成去誤導民眾。

就可能發生後果的嚴重性而論，有很多其他天然和人造的事件，會造成比核電事故，還要嚴重的後果。比方說，地球可能因為被殞石撞擊而局部毀滅。1908 年，墜落到西伯利亞 Tunguska 的殞石事件，把一片兩千多平方公里的地方完全夷為平地。今年二月十五日，墜落在俄國 Chelyabinsk 的殞石，如果不是在地球上空 25 公里處就先爆炸的話，它可能造成的後果，也是會相當嚴重的。今年二月中，另外一個近距離略過地球的殞石，如果當時它擊中地球的話，可以毀掉一整個城市。雖然殞石撞擊地球，會造成非常嚴重的後果，我們還是接受這種嚴重後果的風險。這並不是因為對於殞石撞擊我們完全束手無策，對於小的殞石，我們可以強化建築物屋頂的結構，對於大的殞石，我們可以廣建地下防空洞，根據美國太空總署的殞石預報，我們可以在殞石襲擊之前，躲入地下防空洞。我們沒有這樣做去降低風險，主要是因為我們被擊中的發生頻率小於一億年一次，發生的可能性非常的小。

回過頭來再看龍門核四廠的安全風險，核四的沸水式進步型設計是比任何一個目前正在運轉的美國核電廠都安全。在美國三哩島核電事故以後，美國核工業界花了極大的精力去改善核電廠的運轉、維修、設計以及事故發生後的安全。每一個核電廠都做了非常詳細的風險評估，由這些分析中，找出了許多可以降低風險的改善方法。核四的設計就已經吸取了所有這些改善的經驗，這就是為什麼它被稱為進步型核電廠的原因。同時，核四的設計也經過了美國核能管制委員會，長達十年的設計審查與驗證，將它所有可能會出錯的地方，都找出來做改善，一直到它的風險降到極低為止。因為過去 30 年的持續改善，美國目前還在運轉的核電廠風險，比三哩島核電事故發生時，已降低了 10 到 100 倍之多。而核四的風險，又比美國目前運轉的核電廠還要低很多，它可能發生核災事故造成爐心熔損的頻率，小於十萬年一次。

此外，爐心熔損後，輻射塵還不會外洩入空中。因為，熔損爐心的外面，還有反應器包封容器和電廠的圍阻體的兩重保護。只有在反應器包封容器熔穿，和圍阻體功能也損壞下，輻射氣體和微塵才會外洩。因此，龍門核四廠可能發生核災事故輻射外洩空中的頻率，更遠小於一百萬年一次。

美華核能微言五集

媽媽聯盟與馬總統會談時，提到核一和核二廠因離台北市都在 30 公里以內，分別被「自然雜誌」列為全世界上比較危險的核電廠之一。當時在場的清華大學核工所所長喻冀平教授指出，「自然雜誌」不能只用距離來衡量核電廠的危險性，還要看核電廠本身的安全度以及廠外的地形和風向。

核一，二，四廠和福島電廠，有一個很大不同的地方。福島電廠附近是平原，和民眾居住與工作的城鎮，中間沒有任何天然屏蔽，而核一，二，四廠和台北市之間，卻有山可做天然屏蔽。核四廠和台北市之間的山，最高處達 500 公尺以上，這樣的天然屏蔽，當然會擋住大量的輻射塵，何況輻射外洩時的風向，不見得就朝台北市吹。所以，當我們把天然屏蔽和風向考慮進去，核一，二廠和台北市之間的等效距離（effective distance），就超過了安全的距離。因此，原能會規定最遠 16 公里緊急應變的疏散區，是適當的。

或許您會問，既然美式的核電廠這麼安全，為什麼還會發生福島核災事故？這主要是因為日本和美國與台灣核電廠的營運文化差異。美國和台灣許多年以來，一直在兢兢業業的做風險評估，然後用評估出來的結果做安全改善。例如，台電的風險評估結果，曾經顯示喪失廠外的交流電源供應，是一個很重要的風險來源，結果，台電就在每一個核電廠加裝了一台獨立、而且是不同設計的柴油發電機。這台額外的柴油發電機，在 2001 年核三廠喪失外接電源的事件中，發揮了極大的功能，避免了一個因長時間喪失交流電源，可能發生的事故。相反的，雖然日本核工業界的設計，製造，與建造的能力非常強，但是，日本核電廠比較不信任風險評估的結果，也就比較不用風險評估的結果去做安全或設計的改善，他們比較執著於原廠的設計。其實，他們早就知道可能發生的最大海嘯，會超過 5.7 米的海嘯設計基準，但是他們卻一直沒有更改海嘯設計的基準，也沒有加高防海嘯的圍牆。同時，由於長期以來，日本侷限於比較僵化的法規文化，福島核電廠在事故發生後的反應措施，也是相當僵硬的，以至於錯失緩解事故的時機。相對的，美國與台灣的核電廠，就不斷的從核電業界發生的事件中，吸取經驗和尋求改善。比方說，福島核災後，台電很快的就研發出來「斷然處置」措施，以便在發生最嚴重的事故後，能夠確保公眾的安全。事實上，近年來，台灣核電廠的運轉績效，在全世界核電廠上是名列前茅的。

台灣核能業的從業人員，一直都在努力的克盡職守。當然，他們也希望同時能夠確保家人的安全。在權衡了核災的風險，我們也需要考慮經濟的風險，同時還要顧及到對環境的衝擊。畢竟，我們也不希望自己的子孫，將來必須靠去鄰國打零工度日吧！

「核災風險的迷思」的讀後感

周盛基 4/5/2013

編者按：作者任職於南加州電力公司。十餘年前，曾在 GE 參與核四的部份工程。

在拜讀了「核災風險的迷思」後，很高興看到我清華同班林超同學，在核災風險方面，有這麼精闢的分析和言論。尤其是，當一些反核人士，動不動，就拿過去日本的福島核災負面的結果，立刻套進還在測試階段的龍門電廠，如臨大敵式的，好像與日本一樣的福島核災，就要在龍門核四廠發生似的。

近日，看完 TVBS 製作的一連五天的節目-〈核四行不行〉之後，可以看到參加的反核人士，言談的不夠專業。如福島核電廠的爆炸事件，清華核工專家李敏教授在旁，一直去糾正，福島核電廠是氫氣爆炸不是核爆炸。核爆炸比氫氣爆炸的破壞力大非常多，失之毫厘，差以千里。這種不當的大誇張，會引起非專業群眾的恐慌，對社會和核能產業的殺傷力，是可想而知的！！

這篇論述，可用來給一般群眾做參考，因為有下列很多可讀點：

1. 台灣核電廠，地形和風向上的優點。
2. 日本風險計算的盲點，如比較執著於原廠的設計，不重視核電廠風險評估的結果。
3. 風險計算後，台灣三個核廠立刻加獨立的交流發電機改進，而且發揮了大功能。

另外，個人以非風險計算模型專家的角度，建議可否找一個風險計算的模型（model）軟件，用電腦去計算，將台灣目前所有的核電廠過去多少年的核運轉，用過去三大核災事件所遭到的風險做壓力測試，然後去和另一也有風險、但大眾卻可以接受、且大量在使用的工業產品，做個比較。以增進一般群眾，對如何去管理風險的基本認識。

台灣核能界，被人誤解最深，也最難去解釋的，就是那「核災萬一性」。反核人士甚至用「台灣那麼小，一個類似福島核災事件，台灣就會亡國滅種」的危言聳聽論調，去求取大眾非專業群體人士的靠攏。不是嗎？

所以諸位核能專業人士，大家可以集思廣益，討論之後，得出一些可行的方法，再深入闡述，好贏得一些被誤導人士的回流。想想，當我們是一個被「攻擊」的對向時，可要多做功課，才更能駁倒那些反核人士，這就是眼前一般的社會現象。但不用氣餒，我們可以「以小駁大」，為台灣這「母親河」，回饋我們在專業上的廣泛知識，這也算是為台灣的鄉親們，盡一點心力吧!!!

核電廠的耐震設計知多少？

林超 4/1/2013

編者按：林超先生、現任職於核電安全與風險管理顧問公司

在台灣，反核人士談核電，一向喜歡用錯誤的訊息來嚇唬和誤導民眾。比如說：「0.3g 耐震相對地震等級，僅僅只有 5 級」，「7 級應為 0.6g」，簡直是一派胡言。

全世界核能電廠的地震設計，都必須考慮和審查過去至少兩、三百年，在整個區域方圓幾百公里內的地震史，不單是斷層或是其他可能造成地震的地層結構。甚至在附近區域裡，不明原因的地震，例如盲斷層，都要考慮。從過去的地震以及區域內的地層結構，來保守的訂出一個可能發生對核電廠有最大影響的地震。從這個對核電廠有最大影響的地震的震源，再來保守的推算出當這個最大地震發生時，在核電廠廠址岩盤的地震加速度。然後，經過土壤與結構物的交互作用計算，估計出來在廠房地基處的地震加速度。這個地震加速度，就是這座核電廠的地震設計基準 (Design basis earthquake)，又稱為安全停機地震 (Safe shutdown earthquake)。

依據地震設計基準，結構工程師再用廠房的電腦模型，來計算廠房各個樓層的受力大小，來作廠房及設備的設計。所有的這些地震和結構計算，包括從地震的震源到廠址岩盤，從廠址岩盤到廠房地基，從廠房地基到廠房樓層，都是非常的保守。

福島第一核電廠六個機組的地震設計基準是 0.42g 到 0.50g，包括有兩個水平方向和一個垂直方向。2011 年 3 月 11 日的 9 級大地震發生時，在福島廠址偵測到的最大地震加速度只有 0.56g。可見 9 級大地震也只在福島廠房造成 0.56g 的地震加速度。在核電廠址的最大地震加速度，不但和地震的大小有關，也和地震震源的距離以及地震的深度有關。雖然 0.56g 的地震加速度，超過其中一個方向的地震設計基準，福島核電廠的廠房及設備都完全沒有被地震震壞，這都是因為我們前面講到的非常保守的設計計算。依據最近美國電力研究所，用更精確的電腦模型計算，電廠廠房設計的保守度，可能有 10 倍以上。

所以，雖然核一廠的地震設計基準是 0.3g，核二，三，四廠的地震設計基準是 0.4g，它們的耐震度絕對是能抗得住，在整個區域內可能發生的最大地震。再說，過去 30 幾年以來，台灣不知道經歷過多少次 6 級以上的地震，我們的核電廠一向都是毫髮未傷。這都是核能法規的要求，以及保守的設計實務，造成了核電廠從頭到腳，混身都充滿了“安全餘裕”。而不是像有些反核人士所說的：「同紙糊一般」。

解說：“g” 是重力加速度， $1g = 9.8$ 牛頓/公斤。地震力是向量，在三度空間，地震力可分解成兩個橫向（比如，東西橫向與南北橫向）分量和一個縱向（上下縱向）分量。在福島核災，最大地震加速度是 0.56g，發生在東西橫向。

編者按：作者任職於南加州電力公司。十餘年前，曾在 GE 參與核四的部份工程。

今天(4/6/2013) 早上，筆者自南加洛杉磯飛到北加聖荷西，親自見到了，剛從龍門工地返美的工程師胡兄。他是早期 GE 在台灣錄用的精兵，曾是 GE 派在核一和核二廠的啟動測試工程師，迄今有近 40 年的核電經驗。

他在對答中，語重心長的指出，核四蓋廠所引起現今的“政治事件”，已成了不是你、我核工專業的人，可以解決的政治問題。試想，任何工程人員，對任何工程，尤其龍門核四廠，攸關眾人生命和財產，每一位工作崗位上的人，總是兢兢業業的，把手上交付的工作，做的盡善盡美。工程疑慮上的核安，就是這樣一步步的在解決。但是，現在台灣的政治大環境，對工程人員很不諒解。將來發展如何，祇有靠台灣老百姓的智慧，或許在人云亦云下，找出個人良心的選項。

有了決定之後，接受這個決定，可能就是這片土地上的，群體人的集體宿命。現在，祈福於上蒼，請求老天爺如過去一樣的，繼續造福這美麗之島吧！！