

美華核能微言七集

美華核能微言七集

美華核能協會

Volume 7, April 22, 2013

談言微中、可以解紛

目錄

	頁數
1. 恐核病的治療	2
2. 廢燃料儲存池的安全設計.....	3
3. 核安已不怕萬一.....	4
4. 核電介紹的補充說明.....	5
5. 電費分擔合理性的問題.....	7
6. 轉載：核電安全的認知與認證.....	8

恐核病的治療

江仁台 4/19/2013

恐核病是一種心理病，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引起的。主要起因之一是 有民眾認為核電廠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。

心病須用心藥醫，只要接受適當的核能教育，恐核病就會消失。

一、恐核病的簡易治療

筆者在「恐核病的診斷」一文中，將美國公視台的恐核病十個測試題列出，依美國公視台的標準，答對七題以上，就算沒有恐核病。

因此，倘有讀者自行測試，答對七題以下，只要自行查資料，或請教核工專家，將答錯題的原因想清楚，把觀念改正，重新測試，答對七題以上，就算沒有恐核病了。

二、恐核病的常識治療

恐核病常識治療的方法是，藉增進核電的常識，慎思明辨，知核後就不會恐核，步驟包括：

1. 對核電，不要先有偏見的預設立場。
2. 上谷歌網站，打”核能發電廠” 搜尋，就可以找到龍門、金山、國聖、馬鞍山核能發電廠的資料，仔細讀這些資料。
3. 上谷歌網站，打”核電廠事故” 搜尋，就可以找到三哩島核電廠事故、車諾比爾核電廠事故、福島核電廠事故的資料，詳細比較這三種電廠與事故的不同處。
4. 上谷歌網站，打”美華核能微言” 搜尋，仔細讀「美華核能微言集」的文章。

假如做了這些，相信恐核病就能治好。

三、恐核病的害處

恐核病倘不治療，日日生活在對核災不必要的恐懼當中，會影響正常的生活和社會關係的和諧，對身體健康不利。

恐核病倘不治療，恐核病對身體健康的傷害，將超過核災風險的傷害。因為，心理會影響生理，心存恐懼，當然會影響健康。

四、結語

檢日不如撞日，請患者立刻開始搜尋上述資料，相信很快的就會知到病除。

廢燃料儲存池的安全設計 林超 4/19/2013

編者按：作者任職於核電安全與風險管理顧問公司

前一陣子，反核人士嘲諷核工業界，說如果早能預測到福島核燃料池升溫事件，就不會讓大家虛驚一場。事實上，燃料池升溫事件，確實是核電廠設計上，已經考慮到的事件，這就是為什麼用過的核燃料儲存池，有溫度及水位偵測儀。同時，有些核電廠設計，還有不同的後備除熱系統，核電廠運轉程序書，也很清楚的定出，各種補水到燃料儲存池的方法。所有的這些設計與運轉考量，都是為了能游刃有餘的因應可能發生的，喪失正常除熱系統的事件。以下進一步的介紹，核廢燃料儲存池的安全保守設計。

用過的核廢燃料儲存池，通常是用鋼筋混凝土建造，再加上不銹鋼做襯裡，以確保它能滴水不漏，它的牆壁與底座約為 1.2 到 1.5 公尺厚。如此堅固的結構，在強烈地震時也不會受損。儲存池裏的水，是用至少雙重的冷卻系統，來提供除熱功能。因此，完全喪失冷卻功能發生的可能性，非常的小。只有在儲存池裏廢核燃料棒頂上的水，完全蒸發掉以後，用過的燃料棒，才會露出水面，用過的燃料棒的溫度，才會升高。在高溫下，燃料棒套管才會與水，行劇烈的放熱化學反應，產生氫氣。

通常，儲存池的水位，高過廢燃料棒的頂端，大約有 7.5 公尺。在廢燃料儲存池沒有任何外漏的狀況之下，即使儲存池裏裝滿了用過的核廢燃料棒，倘發生冷卻系統完全失效，也要經好多天，燃料棒頂上的水，才會被完全蒸發掉。這就是為什麼對於核燃料池升溫事件，實在不需要大驚小怪，因為有非常長的時間，可以去進行補水與修復冷卻系統的措施。此外，許多核電廠，還有其他的後備除熱系統。甚至，即使完全沒有冷卻功能，每一個核電廠，都有非常多的方法，取補水到廢燃料儲存池，以冷卻儲存在池內的廢燃料棒。因此，廢核燃料棒儲存池冷卻系統，是很完備的。

核安已不怕萬一

濮勵志 4/18/2013

關於或然率大小，對於一般民眾來說，已經不能再用百萬年一次等非常小的數值來做根據。因為不管或然率多小，像數億美金的超級樂透大獎，都有人中過。而超大型的地震和海嘯，近幾年內也在印尼和日本發生。隕石不久前掉在西伯利亞，都不是天方夜譚。

好在畏核不如知核，以上任何一樣天災，發生在龍門核四，或核一、二、三廠，都沒關係，因為我們已把天機（物理也）摸透，安全停機後，餘熱用被動的冷卻系統（Turbine-driven Reactor Coolant Isolation Cooling, high-pressure coolant injection or spray）排除。無論緊急柴油發電機起動與否，終極「斷然處置」程序洩壓，並灌注生水排熱，保證三、四天沒問題。那時周遭已是哀鴻遍野，核電廠可作救災中心。請注意龍門核四已在山坡上建有生水池，用重力驅動，不必抽海水灌，所以事後機組無損，不必廢廠，更不必沒完工就廢廠。

另一重大區分是或然率有瞬間性，無論多小的或然率，該發生的已經發生了。其後過程有百分之百持續性，而不是像阿 Q 挨打後，罵聲：「今天總算給兒子打了」。飛機失事就有瞬間性，墜毀後乘客存活的可能性很小。但核能事故則不然，它是隨餘熱曲線，緩慢又逐漸的，有許多緩衝的時間。福島一號機洩壓過遲，在二十小時之後氫氣爆炸。二、三和四號機，在其後三天陸續氫氣爆炸。如操作員有足夠素養，採用「斷然處置」或其他已熟練的程序，加上現已裝好的補強設備，其後兩、三天餘熱逐漸降低，就什麼問題都沒有。

福島事件後兩星期，日本、美國和 IAEA 向行內專門人士要求支援，這都有案可查。兩年多後的今天，我們已不必在提什麼萬一不萬一了，這也是今天為何全世界核能持續穩定增長的主因。

台電和原能會官員，為專業訓練和法令約束，無法為核能安全百分之百地「保證」，或像簽支票一樣「背書」，因為支票跳票時，背書者少付一分都不成。但我們學理工的瞭解了一分天機，就用最通俗的語言與大家分享。

核電介紹的補充說明

鄒成虎 4/16/2013

編者按：作者曾任職於 GE 核能公司核電安全部

1. 核電反應器內的核分裂，絕不可能像核彈爆炸一樣，有超高速的核分裂連鎖反應，這是核能發電廠最基本的安全設計。因此，發電用核燃料的鈾 235 濃縮度必須低於百分之五。核彈的鈾 235 濃縮度，則高於百分之九十五。
2. 核電嚴重事故應包括，在可能的不正常運轉狀況發生下，任何假想中的意外事故。
3. 燃後的核燃料棒，只要金屬包管外仍有薄薄一層水膜(water film) 冷卻，就是安全的。當金屬包管外薄水膜蒸發後，因為傳熱較差，燃料棒本身溫度會加快升高。高熱的燃料金屬包管會與蒸氣進行劇烈的化學反應，產生氫氣，而且燃料中的放射性核分裂產物會漏出。但漏出的放射性核分裂產物，還是被封存在爐壓力殼內或內阻體或外阻體內，不會直接洩到大氣之中。兩層堅固可靠的圍阻體，是核電廠極其重要的設計。這也是為什麼台電說，即使 747 飛機衝擊，也不會傷到核子爐的根據。前蘇聯的車諾比核電廠，就是因為沒有圍阻體，才引致放射性核分裂產物大量外溢。
4. 冷卻水，即使在幫浦因無電啟動或故障無法啟動，不能以強行循環帶走餘熱時，餘熱仍可由管道內的自然熱對流循環，帶走爐內的一些熱能，使之不致快速升溫。這些自然對流循環的除熱，都在反應爐的設計考量之中。

附：核電介紹

核能發電是利用鈾或鈾核燃料，吸收中子核分裂後所產生的熱能，將高壓水加熱成高溫蒸氣，然後用高溫蒸氣流轉動發電機發電。每次核分裂能(約200百萬電子伏特)約是每次石油或煤碳分子燃燒能(幾個電子伏特)的一億倍。每次核分裂會射出二到三個一百萬電子伏特左右的快速中子，這些中子會被散射、吸收或漏出。被核燃料再吸收的中子會造成連鎖反應，繼續核分裂。核能發電是用中子控制棒或中子控制液控制，使核反應器每代核燃料分裂數保持一定，以維持固定的功率(瓦特數)，譬如龍門核四設計的電功率是每部核發電機1350百萬瓦特。

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

美華核能微言七集

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 8 小時。倘直流蓄電池電用完，仍有不須電、用蒸氣推動的緊急冷卻水，可繼續循環約三天。倘供電無法恢復，冷卻水停止循環，則可採「斷然處置」廢核電廠，譬如用海水灌入核電廠內。因此，核電廠安全是可以控制的。

電費分擔合理性的問題 錢善恆 4/17/2013

編者按：作者現任職於南加州電力公司

核四存廢經濟層面的評論，有一電費分擔的問題，似乎少見關注，在此提出討論，以供參考。

德國，在積極推動綠色能源下，電費增加負擔最大的是，中階級收入者。

整體電價，雖因大量推廣太陽能及風能而升高，但低收入戶，因有政府電費補助，故影響不大。

高收入及中高收入者，因用電量較大，而且能負擔太陽能高額安裝開支，可自行發電，且餘電回售至電網，更加減少電費支出，是現行綠能政策下真正受益者。美國加州，現在裝置太陽能板的首先條件是，月電費高於 250 美元。

中階級收入者，既無裝置太陽能發電板的經濟條件，也無法得到政府的補貼，只有自行吸收所有電價上漲的負擔。因此，德國現行綠能政策的結果，變成了中收入者貼補高、低收入者，引起中收入用戶極大的不滿。

參考資料：

1. “Germans face hefty bill to end nuclear power in favor of renewable energy sources.” Metis Sectoral Post, Oct 16, 2012.
2. “Europe pays more for electricity than US”, page 10, Power Grid International, March 2013.

轉載：核電安全的認知與認證 李敏 3/17/2013

編者按：作者現任清華大學副校長、工科系暨核工所教授。原作標題為『安全』是『主觀的認知』，還是『客觀的認證』

『安全』是個人對外在情況的感覺，『安全』是一種行為模式的描述，『安全』是對公共設施存在狀態的說明。對前兩者而言，『安全』是主觀的認知，主觀認知與個人的人格特質、宗教信仰、身家狀況、知識與常識、經驗等因素相關。經驗顯示，天底下沒有『絕對安全』的事與狀態；十餘年前，華航大園空難中，就有一位民眾是在家中罹難的；居家生活最簡單的活動，也有可能發生意外。但是依第三個定義，『安全』是依據法規之客觀的認證。

社會存在著許多公民營的公共或私有的設施，例如：核能電廠、化學工廠、捷運、高鐵、高速公路與隧道、卡拉OK、百貨公司、電影院……，所有的設施都有發生意外的可能，發生意外就會對環境、社會、與民眾帶來傷害。說得極端一點，設施不存在才是最安全的；但是人類的經濟活動需要這些設施，這些設施的安全要求不能因人而異，為了保障民眾與投資者，政府必須針對各類型的設施訂定法規或規範，經過政府法規管制單位的認證，才能取的設施興建與使用的權力。法規的制定與執行屬於專業的範疇。有人會說，核能電廠與其他設施不一樣，核能電廠一旦發生爐心熔損的放射性物質外釋的事故，對社會與民眾的影響極其嚴重，所以應更加嚴格；事實上，核能電廠的法規要求與管制流程確實遠遠超過其他工業設施。

由於台灣使用的核能機組源自美國，所以幾乎所有的法規與管制模式均與美國一致。台灣使用核能發電已經超過30年，2011年Nucleonics week期刊評比，台電公司核能電廠的運轉績效，在2010全球排名第2。而在2011年世界核能發電協會(WANO)的評比中，關於核能安全的幾項重要指標，如機組能力因數(代表機組發電績效)、臨界7000小時非計劃自動急停(代表機組跳機指標、安全系統績效(機組安全指標)、燃料可靠度等，台電的平均值亦名列前茅。代表台灣有成熟與完整的核能法規管制機制與能力。

馬總統、政府單位、與台電公司都說沒有核能安全就沒有核能發電；做不到安全，核四就不會運轉；他們所謂的安全是指經由法規認定的『客觀安全』，不是反核人士或政治人物口中的『主觀安全』。當原子能委員會的官員被立委或媒體以極不友善的態度問到是否能『保證』核四廠的安全時，站在專業的立場，他們合理的回答會是要看台電公司的施工過程與測試結果是不是符合法規要求，才

美華核能微言七集

能確認；但在提問者二分法的思維中，官員給的答案不是肯定的，就被解釋為「不能為核四廠的安全背書」。事實上，就算原能會官員此時回答，他可以為核四安全掛保證，他已經踰越了法規管制者必須依客觀證據進行判定的守則，媒體與政客會對他進行更無情得鞭撻。向法規管制單位提出這樣的問題，等同於『入人於罪』。同樣的，台電黃董事長被問到相同問題時，在所有測試未完成前，他也無法提出任何保證；若是他提出保證，也是踰越了分寸，媒體會說他超越專業的下指導棋。他唯一可以做的，就是承諾會要求所屬依據法規要求完成電廠的興建與測試。但這些話，又會被解釋為推脫責任。

也許大家對自己國家的管制體系沒有信心，希望透過外來和尚的嘴來保證台灣核能電廠的安全，恐怕也是緣木求魚。工業設施安全的認定是內政問題，其他國家或國際組織的專家，最多只會說『核四的狀況或台灣管制措施與國際要求一致』，或者『沒有發現重大瑕疵』等無法滿足噬血媒體的聲明。

就如同所有設施的安全，都是由相關主管單位，根據法規來判定的一樣，個人認為核四安全與否必須回到體制面，由法規管制單位依據制度、法條、與規範，獨立的判定核四是否可以運轉。但是對核能有意見的人，永遠可以說核四不安全，因為他們對安全的認知是主觀的。