以適當科技與風險評估的角度來看核能系統

班級:自控三甲

學號:49812097

姓名:高廉傑

指導老師：林聰益

核能發電系統原理

核能發電原理

所有物質都是由原子所組成，而原子又是由中子、質子和電子所組成，若是以宇宙來比喻的話，原子就像一個太陽系，由中子和質子所組成的原子核就像太陽，至於圍繞在原子核周圍的電子，就像地球或其他行星一樣，永遠圍繞著太陽旋轉，當原子核與其他中子碰撞時，極容易分裂為兩個較小的原子核，這就是核分裂，核能電廠就是利用核分裂的能量來發電其釋放的能量，比水力和火力發電都來的有效率，風力和太陽能更是望塵莫及。

|  |
| --- |
|  |

核能發電廠

核能發電其實和火力發電的原理有點相似，核能發電主要使用的燃料是鈾，利用鈾進行核分裂連鎖反應所產生的熱能，將水加熱變成高溫高壓的蒸汽，然後推動汽輪機帶動發電機來發電，這樣的原理其實和水力發電也有點相似，因為它們最終目的都是要推動汽輪機，只是水力發電用的是大自然的力量，而火力發電是燃燒煤，核能發電則是利用鈾進行核分裂。

目前台灣電力公司的核能發電廠有核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠和核四廠，這些核能發電廠分怖在台灣北部和南部，大部份都蓋在人煙稀少的地方，而核能發電用的核子反應爐，是採用美商奇異公司所生產的沸水式反應爐或壓水式反應爐，汽輪發電機則採用美商西屋公司和日本三菱重工所生產的發電機，反應爐內的低濃縮鈾錠，約十八個月停爐更換燃料

核能發電燃料

雖然核能發電和原子彈都是以鈾來產生能量，但原子彈所使用的原料，鈾濃度高達90%以上，只有高濃度的鈾才能瞬間密集連鎖反應產生巨大的能量，而台灣電力公司核能發電所使用的燃料，鈾濃度不到5%，其他都是無法核分裂的鈾，所以核能發電基本上是比原子彈還要安全的，而且核能發電廠有使用控制棒調節和使用鋼筋水泥包覆。

核能發電的優點很多，但是缺點也不少，和石化燃料比起來，核能發電的確比較不會造成環境污染，不需使用氧來燃燒，自然就不會產生二氧化碳，少量的鈾原料就能產生大量的能源，這些都是核能發電的優點，雖然核能發電不會造成太大的環境污染，但是對於附近的海域生態多少是有影響的，核廢料的輻射對人體有害，核廢料的處理是核能發電的最大問題。

<http://www.rod.idv.tw/fastfood/electricity0009.html>

何謂適當科技

在 1970 年代開展的適當科技（appropriate technology）運動，主張科技的發展要適合社區生活，並延伸了兩種路徑。在貧窮國家的適當科技，強調低資本、採用當地資源，能由社區居民所掌控與維修，並促進社區互助，與環境共榮。在富裕國家，當時的適當科技運動則著力於再生能源與永續農業的發展，促發先進國家的科學家與工程師投入相關科技的研發。進入二十一世紀，特別是全球對於再生能源的積極鼓動，適當科技的概念有什麼新修正、新取向？而不同路徑的適當科技似乎在台灣匯流，無論在地方社區還是大學的實驗室，這些再生能源相關的工程創新案例，能帶給我們什麼啟發？其他小而美國家的永續科技發展，又能提供台灣什麼樣的適當科技前景？在這場「工程創新、再生能源＆台灣的適當科技」工作坊，工程科學、設計以及科技與社會研究（STS）各界將透過深入交流，期許共振出更多適當科技的思辯與實踐方向

<http://speech.ntu.edu.tw/user/vod_film.php?film_series=65&film_sn=750>

以適當科技來看核能

**優點**

1.核能發電不像化石燃料發電那樣排放巨量的污染物質到大氣中，因此核能發電[不會造成空氣污染](http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nue/1000coat.html)。

2.核能發電不會產生加重地球溫室效應的[二氧化碳](http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nue/newspaper.html)。

3.核能發電所使用的鈾燃料，除了發電外，沒有其他的用途。

4.核能發電的成本中，燃料費用所佔的比例較低，核能發電的成本較不易受到國際經濟情勢影響，故[發電成本](http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nue/1-3.html)較其他發電方法為[穩定](http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nue/curve1.html)。

**缺點**

1.核能電廠會產生[高低階放射性廢料](http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuwaste/index.html)，或者是使用過之核燃料，雖然所佔體積不大，但因具有放射線，故必須[慎重處理](http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuwaste/process.html)，且需面對相當大的政治困擾。

2.核能發電廠熱效率較低，因而比一般化石燃料電廠排放更多廢熱到環境裏，故核能電廠的熱污染較嚴重。

3.核能電廠投資成本太大，電力公司的財務風險較高。

4.核能電廠較不適宜做尖峰、離峰之隨載運轉。

5.興建核電廠較易引發政治歧見紛爭。

6.核電廠的反應器內有大量的[放射性物質](http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/rad/index.html)，如果在事故中釋放到外界環境，會對生態及民眾造成傷害。

<http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nue/question6.html>

以風險評估來看核能

**核能研究所量化風險評估技術**

核能研究所建立量化風險評估技術已逾24年，除了在發掘核能電廠系統安全上潛在的弱點、提出因應與改善之道方面著有成效之外，也積極應用於核能管制決策制訂，提出具體量化的風險指標與風險洞見，供管制單位作為核電廠監管與法規合理化的參考，並兼顧核電廠運轉績效與安全考量。由於量化風險評估具備科學、量化與客觀的優越特性，對於輔助大型複雜系統如石化廠、液化天然氣廠，乃至於國家層級之重要基礎建設、國土安全等相關的風險管理決策，均極具應用的潛力。

核能研究所甫於去年接受台灣中油公司委託，針對永安液化天然氣廠三座一期儲槽完成量化風險模式與後果分析，並提出提昇儲槽系統可靠度的關鍵改善重點，相關成果已經勞委會南檢所審查通過，並同意台灣中油公司續展延永安一期儲槽開槽檢查作業2年，使台灣中油公司能在維持安全的前提下，確保天然氣能源供應的穩定與社會工業發展之需求，經濟效益顯著，也同時兼顧管制單位安全考量及台灣中油公司營運需求。量化風險評估也可提供國內石化相關特定業者，作為勞委會8月間所頒佈構造與安裝方式特殊之大型儲槽系統檢查的替代選擇方案，以求維持安全並同時提昇業界的運轉彈性與運轉績效。

核能研究所將提供此一評估技術，技轉於國營或民間營運業者，作為提昇設施安全的工具，近年來更舉辦多次的量化風險評估技術應用研討會，廣邀電力產業、石化工業、航空與軌道車輛系統等運輸產業、公共衛生、基礎建設、大學院校等主管機關、業者與學界，建構國內風險告知決策的論壇，形塑新的安全觀念與決策文化，不遺餘力。近年來在氣候變遷與新型態戰爭之大環境趨勢下，國土安全已漸漸成為全世界均需面對之議題，以美國為例，量化風險評估技術也為美國國土安全部採用，作為重要基礎建設的實體與資通安全防護評估與資源規劃的依據，並發展評估工具提供大型設施的民營單位應用，以達成公私部門緊密結合，進而建立完備國土安全網的目標。核能研究所也希望能透過國內量化風險評估技術的整合，協助政府建制我國國土安全決策平台，提供政府合理分配相關資源的輔助工具，作為規劃決策的依據

**核能風險知多少**

**聽說核能發電風險很大，對於民眾的生命威脅很嚴重，是真的嗎？**
使用任何能源都有風險，核能當然不能例外。然而，核能是最重視安全、最尊重生命的能源，因為它的環境風險最低。其他能源風險，尤其是傳統火力發電，其實都被忽略不見。瑞士Paul Scherrer Institut的ERSAD資料庫分析，1969到1996年共發生1,943次重大能源事故：其中有15,000多例與石油有關的死亡案例、8,000多例與煤有關、5,000例與水力有關，卻只有32例與核能有關。核電風險甚至比日常家居生活還要低得多。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **核能是最尊重生命的能源**核能發電的可能風險可分成3大類：**1. 發電過程的風險**包括燃料開採時的礦工死亡風險、燃料製造運輸的事 故風險、發電過程的工安事故風險…等等，瑞士PSI的ERSAD資料庫(1998)主要分析這一部分。如表1所示，核能顯然是最安全的能源，最熱門的天然氣發電，反而最危險，風險是核能的400倍以上；號稱最乾淨的水力發電，風險竟也是核能的110倍。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **發電方式** | **生命損失** |  | **受傷人數** |  |
|  | **每Twa死亡率** | **為核電倍數** | **每Twa死亡率** | **為核電倍數** |
| **燃煤** | 342 | 43 | 70 | 0.7 |
| **燃油** | 418 | 52 | 441 | 4.4 |
| **天然氣+** | 3,365 | 421 | 14,113 | 141 |
| **液態天然氣** |
| **水力** | 883 | 110 | 195 | 2 |
| **核能** | 8 | 1 | 100 | 1 |

表1 瑞士ERSAD分析各種能源產生Twa之生命損失率**2. 發電廠本身安全度**如N. Rasmussen教授分析核能電廠的事故機率，發現100座核能電廠發生事故造成死亡的機率和慧星撞擊地表造成傷亡的機率一樣低。而過去經驗也證實這項結論的正確性（車諾比爾事故是人為蓄意，不能算是安全缺陷）。（請參考《各類能源發電安全比較》）**3. 污染物的環境風險**大家都把核能發電產生的核廢料視作「萬年無解的難題」；卻經常忽略火力電廠每天排放的二氧化碳、SOx、NOx等造成的環境污染、溫室效應與全球氣候變遷影響。核廢料與其他污染物處理最大差異在於：核廢料從產生起，就盡可能侷限（Confirmed）並固定（Stabilized）在小範圍、有完整保護的設施中。而化石燃料污染物則隨風四散，沒有國界，直到酸雨問題出現，才急忙管制SOx、NOx；發現全球暖化，才注意CO2減量。為更宏觀的評估每種能源使用利弊得失，先進國家近年積極進行各種能源壽命週期成本（Life cycle Cost Analysis），並結合環境衝擊的量化分析，完成所謂「外部（或環境）成本分析」（External Cost Assessment）。目前各種外部成本分析報告，以集合歐盟13國的ExternE 官方報告(2001)、世界能源協會WEC報告(2001)與瑞士GaBE報告(1998)等，最完整而客觀。這些報告特別重視能源使用對於環境的衝擊，譬如：空氣污染對於民眾的健康影響、對於自然生態環境衝擊（農業、森林、河川、水文）、社經文化衝擊、全球氣候變遷…等等，對於核能當然考慮核廢料處置影響。但並未考慮土地利用。這些報告的結論非常簡單：所有主要能源（貢獻超過3%）中，核能顯然外部成本最低。換言之，對於整體環境與民眾健康負面影響最小。（如表2 ）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **發電方式** | **我國發電比例(%)** | **外部成本分析結果** |
| **GaBE(1998)** | **WEC (2001)** | **ExternE (2001)** |
| **核能發電** | 23 | 0.37 | 0.16 | 0.33 |
| **燃煤發電** | 46 | 3.98 | 0.98 | 2.85 |
| **燃油發電** | 9 | 4.63 | \* | 3 |
| **天然氣發電** | 18 | 1.3 | 0.23 | 1.38 |
| **水力發電** | 4 | 0.15 | \* | 0.1 |

表2 核能發電的外部成本最低單就污染物對民眾傷害來看，世界衛生組織(WHO)早就提出警告，因為燃燒衍生的空氣污染，造成全球每年300萬人死亡，致病者不計其數。電力部門消耗了全球43%左右的化石燃料，以此推論，全球每年有130萬人死於火力發電的空浮微粒污染。以台灣為例，假如傳統火力廠取代核能發電（含核四），每年要損失1,900位民眾的生命，40年下來，可能達到76,000人。再看核廢料可能造成的民眾傷害，高強度廢料處置場即使在100,000年後，最多只會造成約自然背景萬分之1的輻射劑量，是癌症發生機率的1/100,000,000（1億分之1）。(關於各國處置場風險評估結果，請參考圖1)因此，對於環境影響考慮越周全嚴謹的國家，反而越重視核能發電的重要性。 |



<http://www.chns.org/s.php?id=47&id2=205>

結論

看完了TED 舉辦的辯論會，Stewart Brand 與 Mark Z. Jacobson 各自提出核能的利弊，該不該使用核能似乎變成不那麼重要，怎樣做才能兩全其美好像才是這場辯論會的重點，挺核的說核能好又不占空間，供給量大，排碳量少；反之，反核的卻說風力系統的佔地面積更小，為了建造一個核電廠又需耗時較多時間，這期間的排碳量遠高於風力，佔地面積與佔據空間的迷思又因人而異，挺核反核各有利弊，針對自己國家所需要所符合的條件來選擇用何者發電似乎才是最佳選擇