工程與社會專題

以適當科技與風險評估角度看核能系統



指導老師：林聰益

班級：自控三甲

學號：49812002

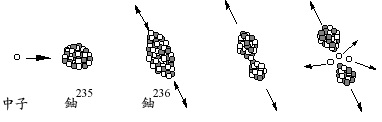
姓名：許峻嘉

**前言**

現今發電方式總類繁多，但也存在著該選擇哪種發電方式才是對國家發展有益也不會對環境造成危害的社會議題，本報告將討論核能發電帶給了現今社會什麼？如果不幸發生了核災對我們與環境又有什麼樣的影響，我們到底該如何選擇。擁核？反核？

**核能發電原理**

核能發電的原理與火力發電相似，核能發電是利用鈾燃料進行核分裂連鎖反應時所產生的熱，將水加熱成高溫高壓的蒸汽，用以推動汽輪機，再帶動發電機發電。



核分裂如上圖，每次分裂後會有2到3個新的中子產生，而這些中子也就是引發後續分裂反應的關鍵，如果它們分別又引發了2到3次分裂反應，則分裂反應的次數便會一直增加，而且是以等比級數的速度增加，即1次變2次，2次變4次，4次變8次，8次變16次……，因而產生巨大的能量使水加熱推動汽輪機發電。

**核能優缺點**

*優點*

* 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。
* 核能發電不會產生加重地球溫室效應的二氧化碳
* 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
* 能量密度比起化石燃料高上幾百萬倍，故核能電廠所使用的燃料體積小

*缺點*

* 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。
* 熱效率較低，故核能電廠的熱污染較嚴重。
* 投資成本太大，電力公司的財務風險較高。
* 較不適宜做尖峰、離峰之隨載運轉。
* 興建核電廠較易引發政治歧見紛爭。
* 核電廠的反應器內有大量的放射性物質，如果在事故中釋放到外界環境，會對生態及民眾造成傷害

**核能的危害-輻射傷害**

輻射的劑量單位為「侖目」。輻射所引起的傷害，隨著劑量增加而增大。高劑量照射人體時，將使大量的細胞壞死，而使人體的組織與器官遭到破壞。低劑量對細胞的傷害較少，並不會立刻影響組織或細胞的功能，但這些受傷害的細胞就不再遵守生理規律來繁殖，而演變成對人體有害的細胞團。因此許多放射性的物質都是隔著厚重的鉛玻璃遙控處理，避免受到輻射傷害。

在過量的輻射環境下可能會導致基因突變、骨癌、皮膚癌、各種癌、性腫瘤(含白血病) 、 白內障、不孕，還會引發不明頭痛、噁心、胃不舒服、感冒、過敏、鼻竇炎、蕁麻疹、全身無力、不想工作、甚至精神失常!!

**風險評估**

* 第一道防線是燃料丸

燃料丸（Fuel Pellet）是高溫燒結的陶瓷固體，質地緻密堅硬、而且可以承受2,000 0C以上的高溫。核分裂就發生在燃料丸內，因絕大部份放射性物質移動距離非常短，所以幾乎都滯留燃料丸內。

* 第二道防線是燃料棒

燃料丸裝入鋯合金燃料護套（Cladding）成為燃料棒（Fuel rod），可以承受高溫高壓環境。通常護套破損的機率都小於百萬分之一。只要護套不破裂，溢出燃料丸的放射性氣體及碘，可以有效的被阻滯。

* 第三道防線是反應度先天穩定設計

反應度是衡量反應器設計安全非常重要的參數。我國反應器就規定必須設計成負的反應度，所以系統溫度、壓力升高時，會自動抑制反應進行。車諾比爾電廠的設計就完全不同，當系統溫度與壓力升高時，反應會更加快、更不受控制。

* 第四道防線是反應器控制系統

保護反應器是維護電廠安全最重要的手段，控制棒（Control rod）群與備用硼液控制系統（Standby Boron Liquid Control System, SBLC）是不可或缺的安全系統。一但反應器狀況超過設定，系統立刻自動停機，只要1.5秒，就可以把核反應停止。如果控制棒故障怎麼辦？我們還有硼液控制系統作為後備，必要時，數十噸高濃度硼液會自動注入反應器，立即終止反應。

* 第五道防禦是厚實反應器壓力槽

核反應器是厚達30公分、重達1,000噸的高強度金屬容器。放射性物質從燃料棒洩漏出來，也被侷限在密閉的反應器內，只有發生極嚴重的事故，放射性物質才會洩漏到系統之外。

* 第六道防線是緊急爐心冷卻系統

只要保持反應器水位，就可以防止反應器「乾燒」而傷及燃料。所以在嚴重事故時，保持水位是最重要的行動。我國核電廠都有3套9迴路的緊急爐心冷卻系統，這些系統視反應器壓力啟動，只要有1迴路把水注入反應器，系統就安全無虞。

* 第七道防線是圍阻體

圍阻體是防止放射性物質外釋最重要的外層防線，它由超過2公尺的強化鋼筋混凝土構成，把反應器及密閉冷卻水循環系統通通納入它的防護範圍。任何自反應器或冷卻水系統釋出之放射性物質，均無法釋放到外界環境。

圍阻體是西方核能電廠（如我國）與俄國核能電廠安全措施相當大的差異處。車諾比爾事故（Chernobyl accident）發生石墨大火時，就是因為沒有圍阻體的設計，所以放射性物質隨火勢而直衝雲霄，造成大面積污染。在另一方面，美國三哩島事故（Three Mile Island accident）結果就完全不同，儘管有20%核燃料受到損毀，卻因為圍阻體發揮功能，幾乎沒有放射性物質外釋到環境中。

**發電成本比較**

根據愛因斯坦的相對論，能量和質量可以互換，一公斤重的核能原料，若全部以能的形式釋放，則可得到相當於燃燒四百萬公噸煤的熱量。由統計可以得知核能的發電成本是較低的，且供電穩定，因此成為世界各國的主要發電系統之一。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 發電方式 | 發電量比例 | 發電成本(元/度電) | 為核能倍率 |
| 核能發電（含廢料） | 22.9 | 0.67 | 1.00 |
| 燃煤發電 | 46.4 | 0.87 | 1.28 |
| 燃油發電 | 17.9 | 1.95 | 2.91 |
| 天然氣發電 | 9.0 | 2.75 | 4.10 |
| 水力發電 | 3.8 | 2.24 | 3.34 |
| 全體平均成本 | \* | 1.28 | 1.91 |

**再生能源vs非再生能源**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 再生能源（風力、太陽能…等） | 非再生能源（核能、火力…等） |
| 供電穩定性 | 不穩定 | 穩定 |
| 發電效率 | 低 | 高 |
| 環境危害 | 低 | 高 |
| 地理位置受限 | 無法克服(並不是每個地方都適合) | 易克服(僅需要靠海) |
| 附加價值 | 觀光 | 無 |
| 永續發展 | 高 | 低 |

**結論**

核能發電擁有很多優勢，不僅是目前世上最經濟實惠的能源，並且也不會對現今十分棘手的地球暖化議題在添加一筆，但科技是個雙面刃魚與熊掌不能兼得，感覺核能是最適合目前科技發展的能源，其實是個低風險高後果的科技，核廢料該放哪是個很大的問題，核災的問題也相當可怕，現今仍無法完全避免天災帶來的災害，也無法防禦，核能電廠因需要大量冷卻水又只能蓋在海邊，未來會不會在發生類似日本福島事件誰也無法預測，畢竟萬一輻射外洩，輻射會透過大氣層傳遞散佈影響全球。

在找到替代能源之前發展再生能源是必要的，現在的社會發展已經完全依賴大量電力，要大家大量不使用電器產品讓電力的需求下降，使再生能源發出的電力足以供應大家使用已經是沒有辦法的事情了，但是再生能源雖然沒有辦法取代核能，不過大家所需的電力如果能先由再生能源發電再利用核能或火力補足不夠的電力，不完全依靠單一種的發電方式，互相平衡，以避免萬一發電系統故障時整個區域都無電力供給，這樣至少不會因無發電系統故障而導致無法與外界聯繫，將雞蛋分開放在不同的籃子裡，總是最安全的。

**參考資料**

<http://www.jtis.org/project1/ch41.htm>

<http://www.cv.nctu.edu.tw/~wwwadm/chinese/ts/activity/95template/team03/principle.html>

<http://www.education.ntu.edu.tw/wwwcourse/energy/nuclear.htm>

<http://www.panoramio.com/photo/49549162>

<http://neuron.csie.ntust.edu.tw/homework/94/ComputerIntro/B9415036/presentation3.html>