

## 高放射性核廢料的處理辦法摘要

摘要自作者Nicholas Lenssen的"They Call it Disposal"與"Technical Fixes?"(pp. 20-34)兩書，以及Worldwatch Paper 106: Nuclear Waste: The Problem That Won't Go Away. Washington, D.C.: Worldwatch Institute, 1991. 經授權使用，保留所有權利。

### 引言

因為其危險的本質，高放射性核廢料必須被極小心地與我們的生活環境隔離，而這些廢料必須經過數千年的衰變之後才能被認定為安全物質。在台灣，大部分的高放射性廢料是為核電廠反應爐使用過的燃料棒，它們目前都被暫時性地貯藏在發電廠區內的燃料棒貯存水池。

### 核廢料的暫時性存放辦法摘要

#### 描述：

目前為止，台灣所有的核能電廠，都將使用過的燃料棒存放在廠區內的燃料棒貯存水池。其中有大部分使用過的燃料棒被放置在水池中，以吸收核廢料所釋放出的熱能。而低中強度核廢料則暫時貯存於蘭嶼及現有三個核電廠廠區內的臨時倉庫。

#### 優點：

核廢料將被存放在發電廠附近的附屬設施裡，因此不需要擔心運送的問題。核電廠的工作人員可以監管這些廢料，並在第一時間處理任何的問題；另外，亦可以在任何時間對核廢料進行再處理(*Reprocessing*)。

#### 缺點：

核電廠附近的附屬貯存設施只是被設計來暫時性地存放核廢料，直到另一個永久性的處理辦法出現。倘若存放所已經變得擁擠不堪，則需擴建。冷卻池裡的水量日益減少可能會導致過熱的現象，與大型意外災害發生的可能性。另外，有許多貯存設施，就像核能發電廠本身一樣，是被設建在人口密集居住的區域附近，因此更是危險。

### 永久性的核廢料處置辦法選擇

目前來說，台灣並沒有任何高放射性核廢料的永久性貯存場所或是處置方法。一直以來，有許多的永久性處置辦法被提出，台灣與其他的國家也都在認真地研究其可行性；其中有些辦法已被採用，而另有些選擇則未被列入考慮。下面就 *永久性核廢料處置* 一議題列出幾個不同的處理辦法，並且整理出它們各自的優缺點。

## 1. 將使用過的燃料棒埋在地底

### 描述：

將使用過的燃料棒放入護箱裡，並將之埋在人工挖掘的地下貯存設施。一個理想的地下貯存場必須要地質穩定(沒有地震或是火山活動的影響)，並且不會與地下水，或與由地表水系滲入岩層的滲透水，有任何接觸的機會。一旦該貯存場被裝滿，就必須永久地被密封起來。

### 優點：

這個處理辦法比任何的地上貯存設施更安全，因為透過隔離，可以大量地減少核廢料與生物接觸的機會。而高放射性廢料也可以被集中存放在一特定定點，而不是分散於各個發電廠設施中。

### 缺點：

- 地質的穩定性無法被準確地預測。地震可能會發生，地下水的水平面高度可能會改變。
- 任何的人為地標或警告標誌可能無法被未來的居民，或是欲在該地開採者，所了解。
- 一旦廢料被埋入地底就很難再被取出，因此如果發生任何問題，或是未來需要使用任何再處理過的核燃料，都將會造成不便。
- 該地居民可能會強烈地反對任何的核廢料貯存設施被建置在靠近自己居住的地方。

### 現況：

目前台灣(台電)暫時將用過燃料貯存於核電廠地下貯池，低中強度核廢料亦暫時貯存於蘭嶼核廢料儲存廠及現有三個核電廠廠區內的臨時倉庫。在美國，地下貯存/掩埋方式是美國針對核廢料處置的主要辦法。有幾個特定的地點已被詳細地研究其可能性。但即使終於選定某地作為地下掩埋場所，在公元2020年之前是不太可能開始接受核能廢料的貯放的。

## 2. 將使用過的燃料棒埋在海床底層

### 描述：

將使用過的燃料棒放入護箱裡，並將之埋入海床底層、人工鑽鑿的9到90公尺深的洞裡。

### 優點：

某些海床在地質上比陸塊更為穩定，並且比陸上的地下貯存場所更能提供核廢料貯藏所需的隔離。此外，海床底層中的黏土層可以在發生意外外漏時，吸收漏出的放

射性物質。

*缺點：*

- 將核廢料掩埋在海床底層的方法可能違反目前的國際法規，而要說服各國改變其相關法規則會需要許多的時間與努力。
- 在將核廢料運送至國外的置放場所的過程中也會有許多風險。
- 一旦廢料被埋入海底就幾乎不可能再被取出，因此如果發生任何問題，或是未來需要使用任何再處理過的核燃料，都將會造成不便。

*現況：*

台灣目前目前並未被列入考慮這個選項。美國政府也不將這個處理辦法列入考慮，但有其他的國家正對此選項進行研究。

### 3. 將使用過的燃料棒存放在特置的地上隔離設施中

*描述：*

建造專為永久貯存核電廠使用過燃料棒與其它高放射性核廢料而設計的特殊地上設施。該設施將交由一組特定的工作人員來進行永久性的守備與管理，這群管理人員甚至需要住在貯放設施附近。

*優點：*

就如地下貯存場一般，高放射性廢料可以被集中存放在一個特定定點，而不是分散於各個發電廠的附屬設施中。設施工作人員可以監管這些廢料，在第一時間處理任何的問題，並可以在任何時間對核廢料進行再處理。

*缺點：*

- 無法確定是否能對地上貯存場進行永續性的管理，因為核廢料裡的放射性物質必須經過數千年的衰變之後才能被認定為對環境無害。
- 人類社會可能會在這段時間中經歷許多的變動或災難（例如戰爭或天災疫病等）。
- 該地居民可能強烈地反對任何的核廢料貯存設施被建置在靠近自己居住的地方。

*現況：*

這個選項目前正被積極地研究當中。

### 4. 將使用過的燃料棒埋在南極冰帽原

*描述：*

將核廢料埋在南極冰帽原裡

*優點：*

南極是地球上最遙遠與最與世隔絕的地方。僅有極少數的生物居住，而且幾乎不見

人煙。另外，南極與大多數的人類居住地（還有地球上大部分的生態系統）間也具有相當距離。

*缺點：*

- 因為冰層的移動，使得南極冰帽原的地質並不如已選定的地下貯存場所穩定，而核廢料所釋出的熱量可能會融化冰塊，導致冰層移動。
- 將核廢料掩埋在南極冰帽原的方法可能違反目前的國際法規，而要說服各國改變其相關法規則會需要許多的時間與努力。
- 一旦廢料被埋入就很難再被取出，因此如果發生任何問題，或是未來需要使用任何再處理過的核燃料，都將會造成不便。
- 在將核廢料運送至南極的置放場所的過程中也會有許多風險。

*現況：*

這個選項目前並未被列入考慮

## **5. 利用火箭將使用過的燃料棒射入太空**

*描述：*

將核廢料射入太空，使之進入太陽系行星公轉的軌道盤旋，或是被太陽引力吸入。

*優點：*

在理想的狀態下，欲將高放射性核廢料與生態環境完全隔絕的最好辦法，即是將它由地球表面移除。

*缺點：*

- 在發射過程中可能發生的意外或爆炸會將有害的高放射性物質散播至附近的廣大區域。
- 將核廢料射入太空是個非常昂貴的辦法，因為必須花大量的金錢建造火箭，但每支火箭卻只能乘裝固定量的核廢料。
- 幾乎不可能將核廢料再取回利用，或者必須冒著極大的風險。

*現況：*

這個選項目前並未被列入考慮