

你不能不知的”核廢燃料棒乾式儲存槽”問題

臺灣環境保護聯盟整理 2008/8/29

用過核燃料棒是人類創造出最毒的物質

乾式儲存槽是為了裝”用過核燃料棒”，但是用過燃料棒與一般東西使用之後性質減弱不同，用過核燃料棒自反應爐取出後反應依舊進行，釋放大量的熱與放射性物質；核燃料棒在經過中子撞擊 5-6 年後拿出，放射性比未使用的燃料棒強百萬倍，剛拿出的”用過核燃料棒”若無任何屏蔽，1 公尺遠的人幾秒鐘就送命。放置在冷卻水池數十年的用過核燃料棒仍可以在幾分鐘致人於死！

剛取出的核燃料棒需要放置在冷卻水池中充分散熱，十年後釋放的熱仍為新燃料的千倍以上，如果散熱不良，就可能融解產生核子反應，沒有容器可以屏蔽；內含經過打擊產生的鈾(Pu)毒性高，且半衰期長達 24,000 年，可以作核子武器，是恐怖份子渴望獲得的物品。 是人類所創造最可怕的毒物。

過去與現在儲存方式

臺灣核電完全美式，每 18 到 24 個月更換 1/4 至 1/3 的燃料，用過核燃料棒放置在持續流動的冷卻水池中，一方面降溫，一方面減少高放射性物質外逸。

早期核電業根本沒有考慮核廢料的長遠處理方式，以為可以將用過核燃料再處理(reprocessing)，拿出鈾與鈾再製成燃料，或與其他剩餘大量高放射性物質棄置在一個被犧牲的地方—深層”永久地質儲存場”。

因為花費高昂，產生更多高階核廢料，可能引起核武擴散及恐怖份子覬覦等，美國 1970 年代放棄用過核燃料棒的再處理。至於深層的永久儲存場至今爭議不斷，懸而未決。許多已停止使用的核電廠，用過核燃料棒依舊留在水池中。

乾式儲存

美國核能管制委員會(NRC)為了應付逐漸塞滿的水池發展出的暫時儲存方式，或稱 ISFSI: 用過核燃料棒在冷卻水池中五年後，可以移到 NRC 核可的乾式槽。

乾式槽其實像一個超大型熱水瓶，一邊開口，在冷卻池中將用過核燃料棒放入內桶；抽乾桶內池水，焊接上蓋子，填充氬氣避免燃料棒氧化。填裝的桶先裝入不鏽鋼外桶中，再移到水泥屏蔽中。用過燃料棒以空氣冷卻，但是內桶溫度仍可高達攝氏 200 度！最外圍水泥也將有 80-90 度左右。

先作再核可(追認)

無論任何設計，都缺乏實際測試。2000 年美國 Holtec 公司被內部檢舉品質有問題：不正確的焊接，與原設計不符，偷工減料，... 九項重大缺失；但月前美國原子能管制委員會(NRC)檢查卻沒發現，檢舉人 Oscar Shirani 被解雇並被列入

核能黑名單。 Holtec 在 2003 年前已承包美 33 座核電廠乾式儲存設施。

裂、鏽蝕與爆炸

1996 年 5 月 28 日 Wisconsin Point Beach 反應爐乾式儲槽爆炸；內裝 24 組用過核燃料的 VSC-24 型焊接時點燃 H₂ 將兩噸蓋子衝開。 1999 年在 Palisades 也發生類似情況，但資料被無名火燒掉。 之後業者對 NRC 承認事件，另外也承認乾式儲槽放有不到五年的用過核燃料棒。 直到 2000 年 6 月 NRC 才指出 VSC-24 品管(製造與維修)差。

1997 年 3 月，NRC 發現許多電廠(Palisades, Point Beach, Arkansas One)乾式儲槽 VSC-24 封口的焊接開始有裂縫，可能導致氬氣外洩，內部容易腐蝕，這些事 NRC 與業者事先都沒有想到。

VECTRA Technologies 製造的 NUHOMS，三座遠低於技術規範要求：水泥屏障品質差，鋼桶壁太薄。

2000 年 1 月 NRC 報告發現 Surry 核電廠一座 TN-32(裝 32 束)水泥屏蔽有 15 公分裂縫，氬氣外洩。

被忽視的危險

每一束用過核燃料棒所含高放射性物質相當於 10 個廣島原子彈釋出的量；臺灣是每桶 65 束；每束 170 公斤共約 10 公噸，金屬桶 34.5 公噸，不鏽鋼外套約 100 公噸，總重約 150 公噸！在冷卻水池懸吊移動如此重物，任何人為疏失或機具故障，後果不堪設想；萬一脫落會將冷卻水池砸穿，冷卻水迅速流失，所有 30 年累積的用過核燃料棒立刻暴露，無法散熱，...

1995 年 5 月 13 日，美國 Minnesota, Prairie Island 核電廠裝好的乾式儲槽，因為機具故障，懸在冷卻水池上空 16 小時！幸好最後沒事。

臺灣核一、二廠是奇異公司的沸水式反應爐，用過核燃料棒儲存在數(有的相當一般建築 10 層樓)層樓高處，如何將這麼沉重東西搬下，不發生意外？需要十分審慎規劃。

中期儲存 = 終期棄置

1994 年 8 月美國 Consumers Energy 發現安裝的 VSC-24 焊接有問題，宣布要重裝。 至今仍未能處理，因為發現沒有安全的重裝方法。

乾式儲槽內部金屬桶溫度高達攝氏 200 度，回到近乎常溫(37C)的冷卻池，不僅會產生大量輻射蒸氣，快速降溫也會破壞內部所有金屬結構，如燃料棒支架。

乾式儲槽移回重裝過程中因為無法充分散熱，因此必須在 50 小時內完成，包括切開焊接等。 否則，內部過熱，逐漸融化，...

安置一段時間的乾式槽，內槽與外槽在高溫下黏合，該如何拆解？

至今，沒有任何技術可以將裝好的乾式儲槽放回水池中重新安裝！乾式儲存其實就是終期棄置！

基本問題(美國):

1. 20-30座(各200噸) 放在沙土上 (Palisades, Michigan); 距飲用水水源僅150m; 許多人擔心傾倒, 翻覆, 但美 NRC 沒理會。
2. 先作再核可(事後追認); 美國 NRC 許可期限是 20 年, 但 NRC 認為 100 年沒問題。但無論任何設計, 都缺乏實際測試。2000 年 Holtec 公司被內部檢舉品質有問題: 不正確的焊接, 與原設計不符, 偷工減料, ... 九項重大缺失; 但月前的 NRC 檢查卻沒發現, 檢舉人 Oscar Shirani 被解雇並被列入核能黑名單。Holtec 在 2003 年前已承包美 33 座核電廠乾式儲存設施。

TEPU