

重啟核四安全嗎？

楔子：有個奇怪的人，新車不開而只開二十年的老爺車，還一直強調自己很怕開車，因為日本多年前曾因水災淹車而發生過一次車禍……

核四公投在即，蘇貞昌院長說：核四很不安全，不值得重啟。我願從工程師的觀點重新審視核四（即龍門電廠）的安全問題。

台灣廢核之舉是肇始於 2011 年日 3 月 11 日的日本福島核災。但是福島電廠出事，不是因為核能電廠無法承受規模 9.0 的強震（福島附近的女川核能電廠即安然無恙），而是因 13 公尺高的海嘯入侵（福島核電廠高程僅 5.7 m），造成柴油發電機停止運作，反應爐無法冷卻，再加上核電廠工程師久久未獲得主管單位授權而貽誤戎機。未能斷然處置的結果使得幅射外洩。但根據調查，其實日本並沒有人因福島電廠幅射而死亡，遠遠低於我們的想像。

根據國內著名某工程顧問公司未正式發表的海嘯模擬研究：假設台灣東側發生與日本規模相同的地震，因琉球之深海溝，由海嘯引起的浪高不超過 2 公尺，而核四電廠之高程為海拔 12.3 m，因此造成日本福島電廠失靈的海嘯肇因並不會發生。何況台灣的斷層破裂面最多僅 200 公里，與日本 311 地震近 500 公里的斷層長度不可同日而語，所以台灣的地震規模

從未超過 8，與日本地震的規模 9，能量差了數十倍以上，因此日本地震引發的大海嘯，台灣從未發生也不太可能發生。

就安全性言，核一、核二、核三在 2013 年 3 月被經濟合作暨發展組織核能署（OECD/NEA）專家評定為 **Good Practice**，由此證明此三座電廠營運經驗受國際肯定。核四廠確定方圓 35 公里內沒有活動斷層，遠遠超過美國核電廠 8 公里的標準。核四廠至少能承受目前震度分級中最高 7 級劇震與 14.5 公尺高海嘯。1,600 位工程師在現場進行試運轉測試及問題的解決，且經過台電 45 名工程師與奇異公司 12 名顧問組成的強化安全檢測小組通過。台灣核電廠比福島多出 7 重防護措施，75 分鐘內可以執行斷然處置措施。綜上歸納核四廠具有值得信賴的安全性。

據實際參與核四電廠施工的新亞建設總工程師劉泰儀博士（時任核四專案經理兼土木技師）告訴筆者：核四工程的確做得非常嚴謹，也克服了諸多整合困難，過程中均經 GE 等外國公司專家指導或審核，絕非某些媒體報導的品質不佳。比較可惜的是當時基於建廠時程壓力和政府機關的保守作風，沒有讓利害關係團體、民意代表及專業學協會前來參訪，以至於大家對於核四有些誤解。工程師也比較不擅於在第一時間以清晰易懂的語言說明，導致被擁有話語權的媒體和政治人物操弄成為政治議題，實為遺憾。辛辛苦苦花了三千億蓋了十幾年的龍門電廠，在一場政治人物的絕食抗議後，成為遭封存（**Stop and Store**）的蚊子電廠，豈不令這些樸實的工程師留下壯志未酬的英雄之淚。

根據前核四廠廠長王伯輝的說明：當年封存時曾為解封而做了諸多準備，派了二個團隊分別赴日本及美國實際了解封存狀況，而且找加拿大具有封存 8 年電廠經驗的運轉主管前來協助。團隊把一個系統一個系統慢慢的封存，把管內的水洩光而且保持溼度在 40% 以下，儀器就不至於生鏽。而且最近檢驗也顯示，管路內部、閥、泵等都保存著好好的！原子爐內的溼度幾乎近乎零，而儀控、電氣系統仍然按照規定定期保養，都有留下記錄。換句話說，封存後一切如原狀，絕非某些政治人物說的已過期或不堪使用。如果尚未啟用的設備就已老舊過期，如何解釋幾十年前設計、目前還在運轉的其他核能電廠呢？

至於核廢料的處理，目前台灣核電廠使用過的核料棒皆暫儲存在燃料池中，利用循環水加以降溫並減少幅射。除非已滿載，也並無大礙，只要儲存的空間足夠並維持運轉即可。近年來日新月異的科學發展已有一些新的處理技術產生。就在去年十月，美國西北太平洋國家實驗室（PNNL）表示成功發明了一種抗輻射材料，該材料能夠很輕易的在核廢料回收過程中，捕捉仍有其他用途的放射性氣體，這不僅減少了核廢料體積，同時還能再製為麻醉劑、照明設備、發動機推進器等等。其他如法國、俄國、日本等更是研發核廢料再利用有成，甚至法國還有些商轉的成績。假以時日，核廢料未必需要埋藏，或許能開發為循環經濟，並能將真正的廢料減量至十分之一。

事實上福建沿海遍佈許多核能電廠，其中平潭島旁邊的福清核電廠距離台灣也只有 164 公里，台中距它的距離比核四還

近，而且規模遠大於核四，且仍在擴建第五、六號機組。無論我們如何廢核，也無法改變這地理位置帶來的宿命。而中國為了減碳，正大力發展核電，五年之後大陸的核能發電量將是目前的三倍，並逐步廢棄燃煤發電，而這也是世界的趨勢。

根據 2020 年統計資料，全台再生能源只占台電系統的 5.8%，而更容易產生碳排放的火力電廠則高達 78.5%，核電則占 12.7%。以碳足跡觀點，核電真還是綠能，其碳排放量僅為燃煤發電的廿分之一和天然氣發電的七分之一。

微軟創辦人比爾·蓋茲近期在新書中具體指出，預計到了 2100 年，氣候變遷要比新冠病毒致命 5 倍。經濟情勢也很黯淡，未來一、二十年內，氣候變遷造成的經濟損失就像每 10 年發生一次新冠病毒大流行。因此碳排放量才是我們當前最需注意的大敵，相對而言，核能風險反而是被搞錯對象的假議題。何況火力發電造成的空污更製造了多少的肺癌冤魂？而天然氣發電除了成本較高、碳排量，更有運輸及儲存高風險及三接破壞大潭藻礁的顧慮。

所謂風險，是數學中期望值的概念，即發生事故之機率乘以事故的損失。一個是發生機率微乎其微的核災潛勢（目前台灣還未曾發生過），另一個則是機率頗高的 PM 2.5 導致的死亡和健康受損（已成千上萬），以及因碳排放量日增而必定造成的高氣候風險。因此從風險管理角度來看，重啟核四造成的風險遠遠小於燃煤或燃氣。