

核能安全

核一廠機組老舊，且距離台北市區非常近(僅廿八公里)，萬一發生災害後果

1. 無法想像，對照福島核電廠事件，我們是否可以考慮不要延役，甚至立即停止其運作？

答：核能機組的安全運轉，是所有使用核能的國家共同的首要條件，並不涉及利或弊的層面。核一廠是否延役，必須由能源主管機關考量電力供給、節能減碳政策、替代能源、經濟效益以及台電公司營運狀況等，綜合各項利弊得失後向原能會提出申請，並經過原能會以專業、公正、客觀的角度嚴密審查，在確保營運安全符合法令規定的前提下，才會核准延役。

2. 3月16日有週刊報導核四廠興建過程中有許多弊端，造成民眾的安全疑慮，這樣狀況下，核四興建的進度仍然維持不變嗎??

答：原能會本於原子能相關法令所賦予的權責，除持續監督台電公司按部就班，確確實實施工、完整進行測試外，並秉持「安全第一、品質至上」之首要目標，嚴格監督建廠安全與施工品保管制，惟有一切設備在符合安裝品質、功能測試符合要求下，才會核准龍門電廠裝填燃料。而燃料裝填後，惟有在起動測試驗證各項設計、功能，符合安全規定後，才會核發運轉執照，龍門電廠才能正式商轉，原能會絕不會因為時程的考量，而妥協、犧牲任何一絲一毫的施工品質及安全要求。

3. 針對台灣核能電廠設址安全性，目前官方及民間說法是南轅北轍，政府是否提出具體資料，以說服民眾？

答：我國各核能電廠之廠址選擇與耐地震值之設定，完全依照國際核能電廠地震工程技術規範並經嚴謹之安全分析。在設計之初，我國依據美國聯邦法規 10 CFR 50 附錄 A 之規定，將耐震及耐海嘯納入考量，而國內四座核能電廠設計都根據所在地歷史曾發生最嚴重的地震及海嘯作為安全防範參考。我國核能電廠地震設計參考資料如下表：

核一廠	核二廠	核三廠	龍門(核四)廠
假定 1909 年發生於板橋規模 7.3 的地震，是發生在新莊斷層，且距核一廠最近距離約 8 公里處，經衰減後，推定安全停	假定 1909 年發生於板橋規模 7.3 的地震，是發生在新莊斷層，且距核二廠最近距離約 5 公	假定 1920 年發生於花蓮外海規模 8.3 的地震，是發生在距離廠址 35 公里之歐亞板塊與菲律賓板塊交界處，經衰	假定 1908 年發生於台灣東部規模 7.3 的地震，是發生在距廠址最近之地體構造區分界處(約 5

機地震基準值為 0.3G ，而新莊斷層為 非活動斷層，但為保 守仍假定其為活動 斷層。	里處，經衰減 後，推定安全停 機地震基準值 為 0.4G 。	減後，推定安全停 機地震基準值為 0.4G 。	公里），經衰減 後，推定安全停 機地震基準值為 0.4G 。
--	--	--------------------------------------	--

我國核能電廠營運至今，仍以 95 年 12 月 26 日恆春大地震(芮氏規模 7.0)之影響最鉅。恆春大地震核三廠的實際震度為該廠耐震設計加速度值的三分之一左右。原能會在 921 集集大地震(芮氏規模 7.3)後已要求台電公司於核一、二、三廠裝設強震自動急停裝置，此設備已於 96 年底完成後上線使用，而龍門核能電廠則於設計之初即考量強震自動急停裝置，因此地震強度一旦超過設定之警戒值(約為耐震設計值的二分之一)，反應器即會自動緊急停機，以免核能電廠遭強震破壞，確保核電廠安全。

國內四座核能電廠之耐海嘯設計都根據所在地歷史曾發生最嚴重的海嘯作為安全防範參考，其設計參數如下表：

核一廠	核二廠	核三廠	龍門(核四)廠
核一廠廠址發生海嘯預估最高海潮海拔是 9.0 公尺。	核二廠廠址發生海嘯預估最高海潮海拔是 10.28 公尺。	核三廠廠址發生海嘯預估最高海潮海拔是 11 公尺。	核四廠廠址發生海嘯預估最高海潮海拔是 8.57 公尺。
核一廠廠址最低處之海拔是 11.99 公尺。	核二廠廠址最低處之海拔是 12 公尺。	核三廠廠址最低處之海拔是 15 公尺。	核四廠安全設備開口最低為海拔 12 公尺。

除了考慮海嘯最大浪高可能對廠房造成的安全衝擊，核能電廠安全設計也要考慮海嘯消退後，海面潮位低於進水口高度，造成冷卻系統抽不到海水，危及爐心安全問題。因此在設計時，於進水口周圍規劃蓄水功能的「儲水池」，在潮水消退時，把海水蓄積在「儲水池」裡，可持續維持機組正常運作。該「儲水池」之儲水量足供安全設備持續運轉 30 分鐘之久，比海嘯退潮期的 25 分鐘長；25 分鐘過後海水再度湧入，可繼續提供設備運轉所需之冷卻水。

4. 對於現有核電廠各項設計的防震設計，是否有計畫予以加強，以提高防震能力？

答：96 年 7 月 16 日本新潟發生大地震後，原能會即責成台電公司應對核一、二、三廠周圍區域(陸域及海域)進行地質及地質活動再確認，台電承諾將參照日本作法對核一、二廠附近之山腳斷層、發生在核三廠附近之恆春大地震等議題進行海陸域地質調查。目前台電公司規劃之「核能電廠耐震安全再評估精進作業」，預計 101 年 8 月完成「營運中核能電廠補充地質調查」工作，102 年 4 月完成「營運中核能電廠地質穩定性及地震危害度再評估」並

於 102 年 8 月完成安全系統組件(SSCs)耐震餘裕度檢討，本會將以最專業的態度，持續管制與追蹤整個精進作業的推動，以有效釐清地震風險，確保運轉中核能電廠的耐震安全性能。

5. 核一、核二廠緊鄰山腳活動斷層，核電廠如何因應？

答：

1.我國核電廠防震設計及廠址之選定，係參照美國核能法規之規定，除詳細調查廠址及周圍之地質，且廠房須座落於堅實岩盤上。核一、二廠即以廠房基礎面(與岩盤接觸面)耐震 0.3g 與 0.4g 為設計基準，設計核電廠廠房結構時，另保有相當餘裕。

2.96 年 7 月經濟部地調所，將山腳斷層由樹林向北延伸至台北市北投區，長約 13 公里，再由北投向北延伸至台北縣金山，長約 21 公里，另參考地調所 96 年年度報告，山腳斷層似有向外海延伸約 16.6 公里。經台電公司委請學術機構進行初步評估，所得結果為：假設山腳斷層海陸域總長 50.6 公里同時破裂，核一、二廠廠房結構仍可安全無虞。

3.為精確掌握山腳斷層的特性，並詳細評估核一、二廠廠房結構耐震設計餘裕，原能會除已要求台電公司進行核一、二廠廠址附近海、陸域現地地質勘測、地球物理震測及必要之試驗等計畫，以便進一步評估是否需要進行廠房結構與設備耐震補強。

6. 我國核能電廠強震緊急停止設備之設置情形如何？

答：

1.88 年 9 月 21 日發生集集大地震，11 月 4 日原能會要求台電現有三座核能電廠加裝強震時反應器自動急停裝置。各核能電廠已分別於 94 至 95 年間完成強震急停裝置之安裝，並於 96 年 11 月 30 日系統正式上線使用，提供強震時反應器自動急停的功能。

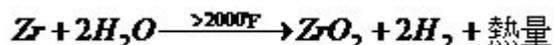
2.核能電廠強震急停裝置於 96 年 11 月 30 日系統正式上線使用迄今，除定期系統功能測試外，歷經數次地震，皆未達強震設定值。

3.核能電廠將依程序書規定嚴格執行運轉與維護作業，使系統維持最佳狀況，以確保當強震時本系統能提供核能電廠反應器自動急停功能，使核能機組置於安全停機狀態。

7. 福島第一核能電廠發生氫爆的原因為何？

答：由於福島第一核能電廠第 1~3 號機組反應爐中的冷卻水，不能完全淹蓋爐心燃料，導致燃料溫度上升，當燃料溫度大於 2000°F(約 1093°C)時，燃料

外的護套中有鋯(Zr)金屬，其會與水產生化學反應，即會產生大量的氫(H₂)與熱量，而釋出熱量會更加速鋯金屬與水起反應，因此在短時間內會產生大量的氫氣，當氫氣的濃度大於 6%，與氧氣(>5%)混合後，即會發生氫爆。其反應式如下：



8. 核能一廠與日本福島核能電廠設計有何差異？

答：國內核能一廠與福島第一核電廠 1-5 號機皆採用馬克一型(Mark I)之圍阻體，反應爐則為沸水式第 4 型，與福島第一核電廠 2-5 號機相同(6 號機反應爐為沸水式第 3 型，馬克二型之圍阻體)。二者其主要差異在於備用電力部分，除原有之兩部柴油發電機外，核一廠尚有一台緊急柴油發電機及兩台氣渦輪發電機，相關設計比較如下表：

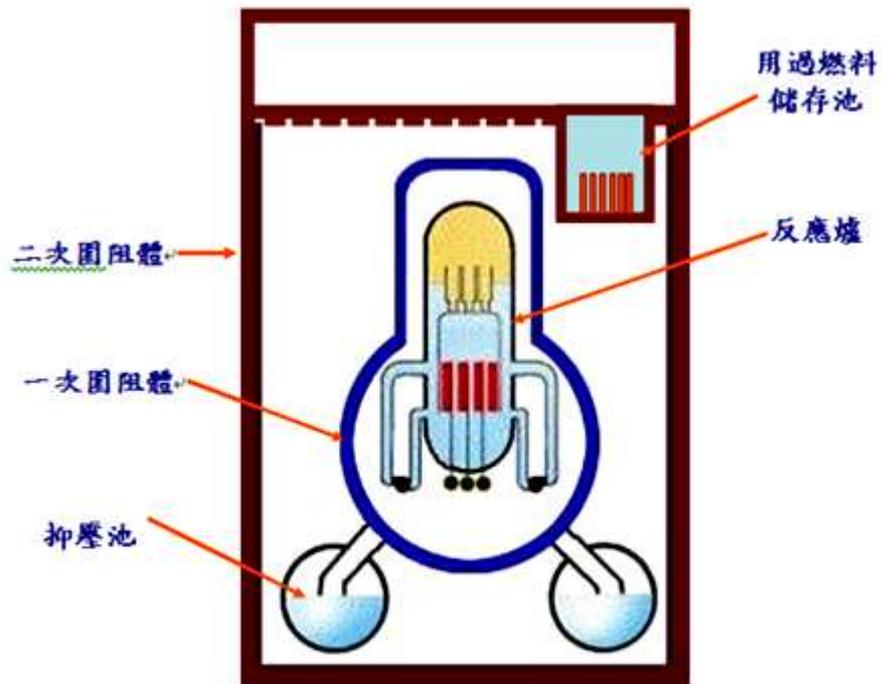
電廠	福島第一核電廠 1 號機	福島第一核電廠 2-5 號機	核能一廠 1/2 號機
反應器型式	沸水式反應器 第 3 型	沸水式反應器 第 4 型	沸水式反應器 第 4 型
反應器供應商	美國奇異公司	2 號機美國奇異公司 3/5 號機日本東芝公司 4 號機日本日立公司	美國奇異公司
一次圍阻體型式	馬克一型	馬克一型	馬克一型
開始商業運轉時間	1971-03	1974-07 (2 號機) 1976-03 (3 號機) 1978-10 (4 號機) 1978-04 (5 號機)	1978-12 (1 號機) 1979-07 (2 號機)
備用電力	每部機兩台緊急柴油發電機	每部機兩台緊急柴油發電機	<ul style="list-style-type: none"> • 每部機兩台緊急柴油發電機 • 共用一台緊急柴油發電機 • 共用兩台氣渦輪發電機
緊急注水	缺詳細資料，但設計應與核一廠相同		4 串馬達驅動補水系統

		2 串蒸汽驅動補水系統
其他注水	缺詳細資料，但研判應有消防水及消防車	消防水或消防車(透過現有專用管路) 10 萬噸水池/溪水

9. 世界各核能機組與福島第一核能電廠圍阻體型式(馬克 1 型)相同之核能機組有哪些？

答：日本福島第一核能電廠 1-5 號機之圍阻體係採用馬克一型(Mark I)設計(參見示意圖)，目前國際間採用相同設計之核能機組，包括美國、日本、瑞士、西班牙及台灣共有 22 座電廠 33 部機組，詳如下表。

機組名稱	國別	反應爐型式
Dresden 2/3	美國	BWR-3
Monticello	美國	BWR-3
Quad Cities 1/2	美國	BWR-3
Pilgrim	美國	BWR-3
Santa Maria de Garofia	西班牙	BWR-3
Shimane 1	日本	BWR-3
Fukushima Daiichi 1 (福島第一 1 號機)	日本	BWR-3
Browns Ferry 1/2/3	美國	BWR-4
Brunswick 1/2	美國	BWR-4
Cooper	美國	BWR-4
Duane Arnold 1	美國	BWR-4
Fermi 2	美國	BWR-4
Hatch 1/2	美國	BWR-4
Hope Creek 1	美國	BWR-4
James A. FitzPatrick	美國	BWR-4
Peach Bottom 2/3	美國	BWR-4
Vermont Yankee	美國	BWR-4
Fukushima Daiichi 2/3/4/5 (福島第一 2/3/4/5 號機)	日本	BWR-4
Onagawa 1	日本	BWR-4
Shika 1	日本	BWR-4
KKM (Muehieberg)	瑞士	BWR-4



馬克一型 (Mark I) 圍阻體型式示意圖。

10. 核能電廠用過燃料池貯存容量現況

答：核能一、二廠目前均已通過兩次用過燃料池之貯存容量擴充申請，核能一廠 1、2 號機在 75 年由原先 1,410 及 1,620 束，擴充至每部機 2,470 束，87 年再擴充至每部機 3,083 束；核能二廠 1、2 號機則在 80 年由原先之 2,571 束，擴充至每部機 3,660 束，92 年再擴充至每部機 4,398 束。核能三廠 1、2 號機則於 84 年申請用過燃料池之貯存容量擴充申請，由原先之 746 束，擴充至每部機 2,160 束。目前核能一廠 1 號機已貯存 2,770 束，2 號機貯存 2,744 束(註)，核能二廠 1 號機貯存 3,828 束，2 號機貯存 3,716 束，核能三廠 1 號機貯存 1,187 束，2 號機貯存 1,141 束。目前核能一、二、三廠每部機尚分別餘有 300 至 1,000 多束的貯存容量，未有貯存超量情形。

註：目前核能一廠 2 號機停機更換燃料中，所述為完成更換作業後存放於用過燃料池中之數目。