

「核二廠燃料廠房三樓裝載池設備修改及安裝工作」 申請案常見問答集

- Q1：本案內容及法規依據為何？
- Q2：為何要進行本案？
- Q3：國際上有無類似申請案例?技術上可行嗎？
- Q4：原能會如何確保本案的安全性？安全審查的重點為何？
- Q5：修改後的裝載池會不會變成永久貯存用過燃料？
- Q6：核二廠修改裝載池是否為核能延役手法？
- Q7：再運轉 3 年是否值得投入這麼多經費和改建的安全性？
- Q8：本案設計與安全分析是否應由原設計廠家執行？
- Q9：龍門電廠的燃料格架為何可移至核二廠使用？
- Q10：核二護箱裝載池以及格架的尺寸大小為何？
- Q11：台灣地處地震帶，核二廠附近之金山地區發現有山腳斷層，燃料貯存安全性如何？
- Q12：貯存燃料數量增加後，燃料池冷卻能力足夠嗎？
- Q13：本案安全分析軟體之國際使用經驗為何？
- Q14：本案安全分析報告台電公司執行之品保作業為何？
- Q15：裝載池改裝後是否可恢復原設計功能？
- Q16：本案施工完成後機組即可再起動嗎？

Q1：本案內容及法規依據為何？

答：

1. 本案為核二廠參照國外核能電廠之作法，於緊鄰用過燃料池之護箱裝載池(cask loading pool)設置用過燃料儲存格架，改為用過燃料貯存空間，其容量為每部機增加 440 束，約為目前用過燃料池容量(4398 束)的十分之一。
2. 本案涉及核能電廠終期安全分析報告及運轉技術規範，有關燃料儲存內容之修改，屬重要安全事項之設計修改，需依核子反應器設施管制法第 13 條：「核子反應器設施於興建或運轉期間，其設計修改或設備變更，涉及重要安全事項時，應報請主管機關核准後，始得為之。」之規定，向原能會提出申請，經核准後始得進行施工與安裝測試。
3. 本案依據之技術規範為原能會「核能電廠用過燃料池貯存格架改裝安全分析報告審查規範」，另亦參考美國相關法規、規範及導則。

Q2：為何要進行本案？

答：依照台電公司之說明，係為因應核二廠兩部機用過燃料池貯存的空間接近滿儲，目前剩餘可儲放空間不到 20 束，1 號機於去年(105 年)11 月大修即無法將爐心更換之用過燃料移至用過燃料池儲放(每次大修約需更換 180 束燃料)，為確保核二廠兩部機組能在除役前維持運轉，故提出本申請案。

Q3：國際上有無類似申請案例?技術上可行嗎?

答：美國已有 7 座核電廠申請，並經管制機關核能管制委員會審查同意的先例(如下表)。原能會亦會參照其管制機關之作法，採取一致之標準進行安全審查。

美國核能電廠申請於護箱裝載池安裝格架獲准案例

電廠	反應器型式	內容	提出申請日期	審查同意日期
Clinton	BWR 6	Reracking +cask pitx2	2004.08.18	2005.10.31
Cooper	BWR 4	Cask set-down area 北側及本身區域各 1	2006.10.17	2007.09.06
Waterford	CE-PWR	cask pit +傳送池	1997.03.27	1998.07.10
Davis-Besse	B&W-PWR	cask pit +傳送池	1999.05.21	2000.02.29
St Lucie	CE-PWR	cask pit	2002.10.23	2004.07.09
Turkey Point	WH-PWR	cask pit	2002.11.26	2004.11.24
Diablo Canyon	WH-PWR	cask pit	2004.11.03	2005.11.21

註：

1. 資料擷取自美國核能管制委員會網站。
2. WH: Westinghouse、B&W :Babcock & Wilcox、CE :Combustion Engineering

Q4：原能會如何確保本案的安全性？安全審查的重點為何？

答：本案的安全性為首要原則，原能會已聘請相關領域的學者專家與原能會同仁組成專案審查小組，從臨界安全、燃料池冷卻能力、結構材料與耐震、輻射安全與放射性廢棄物處理、異常事故之評估，以及吊運作業安全等各個面向，嚴格進行審查，並於確認符合各項安全要求後，於 106 年 4 月 6 日同意本申請案。原能會已將審查

作業相關資訊，包括台電公司安全分析報告與原能會安全評估報告等，公開於網站上，供大眾檢視。

Q5：修改後的裝載池會不會變成永久貯存用過燃料？

答：裝載池修改案是台電公司提出的臨時應變措施，與用過燃料池一樣，都不是永久貯存設施。

Q6：核二廠修改裝載池是否為核能延役手法？

答：經濟部先前已表明核電廠不延役，且依台電公司於 8 月 22 日所發布新聞稿內容，說明因核二廠用過燃料池近飽和，這項計畫為確保核二廠兩部機組能在除役前維持運轉，挹注全台電力系統的供電能力，核二廠於運轉到營運執照屆期時，將依照相關規定除役。

Q7：再運轉 3 年是否值得投入這麼多經費？

答：有關改建之花費為經濟部及台電公司依其能源規劃而作之決定，核二廠 1 號機的現有運轉執照期限是 2021 年 12 月 27 日、2 號機為 2023 年 3 月 14 日，依台電公司所提申請案，改建完成後核二廠雖可多運轉 3 年，但仍會依規定時程除役，與非核家園目標並無違背。

Q8：本案設計與安全分析是否應由原設計廠家執行？

答：參考美國電廠格架擴充或裝載池設置格架申請案，其改裝設計與安全分析大都由格架廠家進行，並非一定由電廠原設計廠家執行。核

二廠裝載池案相關設計、監造等作業係由泰興工程顧問公司(其為負責核二廠建廠之美國貝泰工程顧問公司在台子公司)負責；核一、二、三廠以往格架擴充案亦由其負責訂定施工規範、現場施工管理及品質工安作業監驗。另本案實際執行施工作業之主要人員，過去亦曾參與核二廠第二次格架擴充案，故施工經驗上應無問題。

Q9：龍門電廠的燃料格架為何可移至核二廠使用？

答：

1. 燃料格架之適用性主要考量與置放之燃料設計參數及燃耗等有關，需就臨界安全、異常事故評估、燃料池冷卻能力、結構材料與耐震等要項分析，確認是否可符合安全要求。
2. 台電公司核二廠護箱裝載池改為用過燃料貯存空間申請案所採用的4組燃料格架，係龍門電廠的庫存尚未拆封的格架，其貯存單元內部尺寸(長 x 寬 x 高為 6.26X6.26x169.5 吋)較核二廠現有格架(6.05X6.05x169.0 及 6.043X6.043x169.0 吋)稍大，就尺寸而言，儲放核二廠之用過燃料為可行。此外，台電公司分析報告中已就臨界安全、異常事故評估、燃料池冷卻能力、結構材料與耐震等要項提出說明，經原能會專家審查小組嚴格執行安全審查後，確認符合安全要求。
3. 原能會對核二廠護箱裝載池改為用過燃料貯存空間申請案之安全管制重點為採用之設備是否能符合各項安全要求，至於未拆封的燃料格架由封存狀態之龍門電廠移用至核二廠部分，則屬台電公司對於其所有設備運用之自主管理，原能會並無意見。

Q10：核二護箱裝載池以及格架的尺寸大小為何？

答：核二護箱裝載池以及格架的尺寸大小如下表

項目 \ 尺寸	(長 x 寬 X 高) 公分
裝載池	396.2x365.8x 1273
格 架	185 x 168 x 468(含格架支撐腳)
貯存單元 內部尺寸	15.9 x 15.9 x 430.5(不含硼片) 16.45 x 16.45 x 430.5(含硼片)

Q11：台灣地處地震帶，核二廠附近之金山地區發現有山腳斷層，燃料貯存安全性如何？

答：在裝載池與格架之結構與耐震評估中，台電公司已依原能會要求，以山腳斷層新事證之耐震基準(0.67G)進行格架動力分析以及燃料池結構之耐震評估，分析評估結果符合耐震要求，其中台電公司依山腳斷層新事證與土壤參數重新建立之樓層反應譜，亦經過國家地震中心進行同行審查確認。

Q12：貯存燃料數量增加後，燃料池冷卻能力足夠嗎？

答：

1. 核二廠設計上有 2 串燃料池冷卻系統(簡稱 FPCS)，另 2 串餘熱移除系統需要時亦可提供燃料池冷卻。此外尚有 2 串補水系統，以及因

應日本福島事故後增設之燃料池補水與灑水系統，可利用山上水池或消防車等進行補水。

2. 裝載池於貯放燃料池係與現有用過燃料池連通，依照原能會發布之「核能電廠用過燃料池貯存格架改裝安全分析報告審查規範」要求，台電公司必須針對裝載池所設置燃料格架及現有東西池貯滿燃料之情況進行分析，其中燃料熱量及冷卻系統需考量「正常」與「異常」情況，其分析假設、結果及規範限值整理如下表，仍可符合規範需求：

狀況	貯存燃料假設	冷卻系統	分析結果	規範限值
正常	大修時退出 196 束換燃料 (目前核二廠每次大修燃料更換數目為 180 束左右)，加上原用過燃料池加上裝載池均貯滿用過燃料。	1 串 FPCS	59°C(註)	60°C
異常	反應器全部燃料退出，加上前次正常更換燃料所換下之 196 束燃料經 36 天後產生的衰變熱，以及原用過燃料池加上裝載池均貯滿。	1 串 RHR+ 1 串 FPCS	55°C	66°C
		2 串 FPCS	65°C	100°C

註：此為 1 串燃料池冷卻系統運轉情況下之分析結果，實際上有另 1 串可提供冷卻，另依大修時實際量測溫度數據最高溫約 50°C，顯示分析確實有相當的保守度。

3. 另外，對於日本福島事故後用過燃料池所增設之補水與灑水裝置防護範圍亦涵蓋裝載池，其中灑水部分經調整測試使灑水範圍可涵蓋

裝載池。

Q13：本案安全分析軟體之國際使用經驗為何？

答：台電公司安全分析報告中所採用之分析軟體，臨界分析部分採用 CASMO-4 與 MCNP-5，此為國際上廣泛應用於臨界安全之分析程式，國外電廠如 Clinton、Quad Cities 電廠亦採用此分析程式執行臨界安全分析(參見 NRC 文件編號 ML042390181 及 ML14101A228)；在結構耐震分析部分採用之 EKSSI 程式，亦為美國核管會進行核能結構物之地震分析研究所採用(參見 NUREG/CR-6896)；格架本體動力分析所採用之 ANSYS 程式，應用案例參考 NRC 文件編號 ML16168A412；另所採用與 EKSSI 程式比對之 Super SASSI，在美國 SANDIA 國家實驗室接受美國核管會委託建立乾貯設施非線性地震行為評估之完整方法，其中土壤結構互制分析使用 Super SASSI 作為分析工具之一(參見 NUREG/CR-6865)。

Q14：本案安全分析報告台電公司執行之品保作業為何？

答：本案安全分析報告送原能會審查前，已先由承包商自主查核，再經核二廠審查後，由台電公司總處(核發處、核安處及核技處)各依權責進行平行審查。另，台電公司亦依所訂定「核二廠裝載池設備修改、評估與安裝工作品質查證計畫」，執行業主對承包商的設計查證，針對泰興公司執行本案分析之相關軟體 V&V、人員資格、複審人員等相關文件紀錄進行查核，以確認符合要求。此外，依山腳

斷層新事證與土壤參數重新檢討樓層反應譜，則由國家地震中心進行同行審查確認。

Q15：裝載池改裝後是否可恢復原設計功能？

答：台電公司提報原能會審查之安全分析報告中，已包括未來裝載池復原作業之說明，未來若核燃料需外移時，可將裝載池中之用過燃料先傳送至反應器廠房之上燃料池暫放，再依復原計畫恢復裝載池原先之設計功能。

Q16：本案施工完成後機組即可再起動嗎？

答：本案需待施工及相關測試均完成，確認符合要求後，核二廠 1 號機方能進行爐心燃料填換，以能完成相關大修作業。完成大修作業後，台電公司須依核子反應器設施停止運轉後再起動管制辦法規定提出機組再起動申請，經原能會審查同意後，機組方能起動。