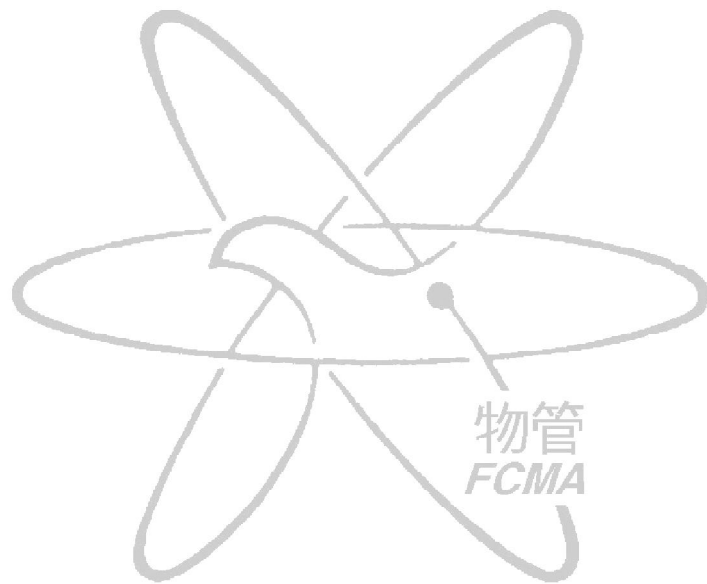


核一廠用過核子燃料乾式貯存設施
乾貯系統再取出實體模擬測試結果報告

審查報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局
中華民國一〇二年九月

目 錄

一、 審查概要.....	1
二、 審查過程.....	1
三、 審查結論.....	5

一、審查概要

台電公司依「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」之規定，於核一廠用過核子燃料乾式貯存設施(以下簡稱核一乾貯設施)安全分析報告第5章提出再取出作業設計，並經原子能委員會(以下簡稱原能會)於97年1月21日完成審查同意核備。另依核一乾貯設施核能安全專家會議第三項共識要求，台電公司應針對萬一發生密封鋼桶破損洩漏時之用過核子燃料再取出程序，進行實體模擬測試並納入運轉執照申請之測試報告中。

台電公司依核一乾貯設施安全分析報告審查重要管制事項，向原能會提報「再取出操作作業程序書」，經原能會於100年11月21日同意備查。另台電公司提報之核一乾貯設施「試運轉計畫書」，含再取出實體模擬測試作業，經原能會審查後，於101年5月23日同意核備。再取出實體模擬測試作業分成三個階段：(1)前置作業及反應器廠房內吊運作業、(2)銲道移除作業、(3)燃料棒移出作業及操作設備存放作業等。台電公司分別於101年6月及11月間完成密封鋼筒上蓋銲道移除測試，此為燃料再取出之關鍵技術，銲道切割過程中氫氣偵檢與輻防作業模擬、混凝土護箱從乾式貯存設施回運、在反應器廠房內進行密封鋼筒用過核子燃料(以假燃料代替)再取出並回貯燃料池等作業測試。原能會放射性物料管理局(以下簡稱物管局)除派員檢查外，亦要求台電公司落實自主品保作業，並加強工安、輻安檢查，以確保作業安全。

台電公司於完成再取出實體模擬測試作業後，於102年4月19日提報測試結果報告。物管局於完成程序審核，確認文件內容齊全後正式受理，並交由物管局負責審查同仁與外部學者專家進行技術審查。審查重點主要為銲道移除作業之技術能力、作業程序、人員熟練度以及輻防作業管制等。審查依據文件包括核一乾貯設施安全分析報告、安全審查報告、試運轉計畫書及其程序書，並參考美國NAC-UMS護箱之運轉技術規範及各電廠作業實務等技術文件。

二、審查過程

本案由物管局負責乾貯管制同仁，並邀請 6 位外部學者專家組成專案審查小組進行審查，另亦依原能會之業務權責分工，分由綜計處、核管處、輻防處及核技處等就其職掌相關事項進行審查。經審查小組審查乾貯系統再取出實體模擬測試結果報告，共提出 19 項審查意見，其中 4 項重要審查議題摘述如下：

議題 1：再取出作業過程中之人員管制及保安作業

審查意見：

台電公司於再取出過程之吊運及操作相關人員應實施酒測及毒品檢測，此外，保警應於再取出過程加強警戒，對進出保護區之人車分離檢查應落實。

答覆說明：

再取出作業時，所有工作人員均需定期按規定實施毒品檢測，通過方准予進廠工作，作業前，車輛駕駛並需依規定進行酒測。過程中保警均派員實施交通管制及戒護，另於乾式貯存場設置有警衛崗亭，有保警負責保安相關事宜。執行運貯作業期間，在貯存場前設置臨時輻射管制站，按保護區規定執行進出人員查核。詳細作業要求已納入乾式貯存設施「保安計畫及料帳管理計畫」。

審查結果：

台電公司應確實依照「保安計畫及料帳管理計畫」實施人員及車輛管制，以確保再取出作業安全。

議題 2：再取出技術能力及設備，是否會移轉台電公司？

審查意見：

現階段結構上蓋及屏蔽上蓋銲道切除作業模擬測試均為承包廠商進行，由於用過燃料乾式貯存會運作很長時間，隨時有可能遭遇再取出需求，承包廠商再取出技術及設備如何移轉台電公司？

答覆說明：

台電公司將透過技轉方式辦理用過核子燃料再取出作業之訓練，並由承包商技術人員擔任講師，核一廠相關人員均將參加此一課程，以逐漸建立台電公司自主之再取出能力。此外，台電公司相關人員亦全程參與再取出作業之功能測試，功能測試期間並全程錄影，以作為日後核一廠相關人員之訓練教材。

除自行建立再取出作業能力外（含相關技術與設備），同時考量委託具有相關能力之機構廠家，提供台電公司再取出之技術服務，以確保台電公司具有用過核子燃料再取出的能力。

審查結果：

同意答覆。物管局另要求台電公司應於核一廠除役作業拆除用過核子燃料池前 1 年，覓妥或設置乾式貯存之再取出作業場所，並於核一廠除役計畫書相關章節或採附錄方式提出具體規劃。同時，為確保核一廠具有用過核子燃料再取出之能力（含相關技術與設備），核一廠用過核子燃料乾式貯存設施意外事件應變計畫之演練，應含括再取出之相關模擬作業項目。

議題 3：再取出作業過程中重要階段之人員劑量評估

審查意見：

用過核子燃料再取出作業過程，請問那些步驟或階段工作人員可能受到的輻射劑量較高？建議可以安全分析報告書中的輻射劑量率數值當參考，大致評估可能的工作人員劑量範圍。

答覆說明：

用過核子燃料再取出作業過程，第二階段作業執行工作人員可能接受到較高的輻射劑量。

執行步驟安裝環狀間隙注水系統之作業時間約 30 分鐘；結構上蓋銲道切除驗證作業，計約 7.5 小時；排水排氣孔蓋銲道切除驗證作業，作業計約 3 小時；氬氣沖流與灌水等相關驗證作業，工時約 1 小時；屏蔽上蓋切除

驗證作業工時約 8.5 小時。共計 20.5 小時。

上述作業過程，於執行各項步驟設備安裝與拆除時，工作人員約有 2~3 小時較近距離接觸傳送護箱，故預估可能接受到較高的輻射劑量。密封鋼筒內的水排出後，傳送護箱側面表面 1 公尺處平均輻射劑量率評估為 0.927 mSv/hr；2 公尺處平均輻射劑量率為 0.45 mSv/hr (參考安全分析報告第 6.4.7 節)，如以一工作人員全程參與執行各項作業步驟，評估可能的劑量為 2~3mSv。另作業過程如加裝臨時屏蔽防護等管制措施，工作人員劑量將可進一步更低。

審查結果：

同意台電公司答覆，台電公司於作業期間應確實做好人員劑量管制。

議題 4：再取出第二階段作業第(13)項提及水溫限制，若注水 8 小時後，出口水溫仍大於 41℃ 時之處置措施。

審查意見：

再取出第二階段作業第(13)項提及「持續監測出口水溫並記錄，待降至 41℃ 時，停止水流，拆除注水管，或水溫降至 93.3℃ (200°F) 時，改以 30 gpm 流量，注水 8 小時後停止水流，拆除注水管。」，若注水 8 小時後，出口水溫仍大於 41℃ 時，是否如所述要停止水流或其他處置措施。

答覆說明：

經本次實體模擬測試結果，已檢討修作業程序書內容，其作業改為兩選項 (6.5.16 節)，以下為其內容：「持續監測出口水溫，待降至 93.3℃ (200°F) 以下，下述兩種措施擇一採行，並勾選所採行之措施，☐ 措施 (a) 持續降溫至 41℃、☐ 措施 (b) 改以 30gpm 水流連續注水 8 小時」停止水流，拆除注水管。

不同熱負載之護箱採行措施 (a) 或措施 (b) 後，至密封鋼筒進入燃料池前可作業時間如下表所示，並已列入技術規範運轉限制條件 LCO 3.1.1(1) 中。

總熱負載(L)(kW)	採行措施(a)可作業時間(小時)	採行措施後(b)可作業時間(小時)
$L \leq 4$	90	89
$4 < L \leq 4.5$	82	75
$4.5 < L \leq 5$	70	62
$5 < L \leq 5.5$	61	52
$5.5 < L \leq 6$	54	47
$6 < L \leq 6.5$	49	41
$6.5 < L \leq 7$	45	39
$7 < L \leq 14$	21	16.7

故注水 8 小時後，即停止水流，續依相關程序執行後續作業。

審查結果：

同意台電公司答覆。台電公司應確實依據貯存護箱不同熱負載及可作業時間規定執行再取出，以確保作業安全。

本案審查意見經台電公司 3 回合答覆說明澄清問題後，物管局於 102 年 7 月 23 日召開審查會議，會議決議如下：

1. 核一廠乾式貯存設施「乾貯系統再取出實體模擬測試結果報告」經台電公司答覆說明澄清審查意見後，審查結果認為可以接受。
2. 請台電公司依據審查意見處理結果，完成修訂「乾貯系統再取出實體模擬測試結果報告」(含修正對照表)，提報原能會核備後，始得依 101 年 5 月 23 日經原能會核准之試運轉計畫書，進行後續熱測試作業。

三、審查結論

台電公司已依照原能會 100 年 11 月 21 日備查之「再取出操作作業程序書」及 101 年 5 月 23 日核備之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫」，執行乾貯系統再取出實體模擬測試作業。

本案乾貯系統再取出實體模擬測試結果報告歷經 3 回合答復澄清及 1 次審查會議，各項審查意見已完成澄清並結案，審查結果認為可以接受。

台電公司為強化自主管理能力，已於核一廠反應器廠房 5 樓加強再取出作業之銲道移除演練，以提升熟練度並增進作業安全。

為確保核一乾貯設施之再取出場所及技術能力，台電公司應於核一廠除役作業拆除用過核子燃料池前 1 年，覓妥或設置乾式貯存之再取出作業場所，並於核一廠除役計畫書相關章節或採附錄方式提出具體規劃；另核一乾貯設施意外事故應變計畫演練應含括再取出相關模擬作業項目，定期演練以保有再取出作業之技術能力。