

檔 號：

保存年限：

# 行政院原子能委員會放射性物料管理局 函

地址：234新北市永和區成功路1段80號2樓

承辦人：莊武煌

電話：02-82317919轉2337

傳真：02-22322307

電子信箱：chris@aec.gov.tw

受文者：潘欽委員等

發文日期：中華民國102年9月5日

發文字號：物三字第1020002407號

速別：最速件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨

主旨：檢送「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」審查總結會議紀錄乙份，請 查照。

正本：潘欽委員、董家鈞委員、周冬寶委員、鄧希平委員、                    、施純寬委員、江祥輝委員、                    、黃克尤委員、陳建源委員、台灣電力股份有限公司核能後端營運處

副本：黃偉慶委員、石瑞銓委員、羅俊雄委員、許榮鈞委員、蘇德勝委員、尹慶中委員、張似璫委員、王泰典委員、林威廷委員、李境和委員、張德鑫委員、吳祚任委員、余信遠委員、葛勝厚委員、吳成吉委員、許文勝委員、林善文委員、陳志行委員、王立華委員、蔡履文委員、本局第三組

局長邱賜聰

裝

訂

線

## 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告 審查總結會議紀錄

一、時間：102年9月3日上午10時至11時45分

二、地點：原能會2樓會議室

三、出席單位及人員：(略)

四、主席：潘欽教授 邱賜聰局長

記錄：莊武煌

五、討論事項：

(一)分組召集人報告各分組「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」審查結論(附件一)。

(二)總召集人報告「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」審查總結。

1.本案安全分析報告審查，主管機關邀請30位專家學者及4位原能會業務有關人員擔任審查委員，與物管局負責乾貯管制人員18位，總共52位組成專案審查團隊，以確保審查之專業客觀。

2.審查團隊依專業分成綜合、場址、運轉、臨界、結構、熱傳、屏蔽與輻防、密封、意外事件及品質保證等10個審查分組，共計提出278項審查意見，歷經6回合嚴密審查後，確認台電公司之答復說明已能澄清問題，就現階段之開發範圍與評估基準，審查結果為「可以接受」。

3.臨界、結構、熱傳、屏蔽、密封及意外事件等分組之審查作業含括第三章「設施之設計基準」，相關章節研提安全審查報告時，請參照結構或屏蔽分組，敘明符合相關設計基準之審查結果。

4.本案所提重要安全管制事項彙整共6項(附件二)，重要品保管理事項經共14項(附件三)，請原能會進行後續管制查核。

六、結論：

(一)「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」經10個分組的詳細審查，確認台電公司之答復說明已能澄清審查疑慮，就現階段之開發範圍與評估基準，審查結論為「可以接受」。

- (二) 本案所提重要安全管制事項經彙整共 6 項 (附件二)，重要品保管理事項經共 14 項 (附件三)，應由原能會進行後續之確認及管制。
- (三) 台電公司應依審查委員歷次所提審查意見及其承諾事項完成修訂後，提送原能會查核。

行政院原子能委員會放射性物料管理局 會議簽到單

會議名稱	核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告審查總結會議		
時間	102年9月3日10時		
地點	二樓會議室		
主席	潘欽總召集委員、邱賜聰局長 <b>潘欽</b>		
出 席 人 員			
董家鈞召集委員	<b>董家鈞</b>	周冬寶召集委員	<b>周冬寶</b>
鄧希平召集委員	<b>鄧希平</b>		
施純寬召集委員	<b>施純寬</b>	江祥輝召集委員	<b>江祥輝</b>
		黃克尤召集委員	<b>黃克尤</b>
陳建源召集委員	<b>陳建源</b>		

行政院原子能委員會放射性物料管理局 會議簽到單

會議名稱	核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告審查總結會議		
時間	102年9月3日10時		
地點	二樓會議室		
主席	潘欽總召集委員、邱賜聰局長 <span style="float: right;">邱賜聰</span>		
出席人員			
台電公司	李清山	邱顯郎	
	陳福強	李仁	葉亞勤
物管局	邱耀祺	郭大生	
	謝		
	徐海明	藍泰蔚	
	陳文泉	劉志遠	王錫勳
	曾慶輝	莊武煌	黃衍品
	郭明偉	嚴國城	嚴沛亨
	馬志銘	洪進達	李長良
		蘇元皓	萬明憲

AFC 賴弘偉 賴世斌

# 「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」

## 分組審查結論

### 一、綜合分組

#### 第 1 章 綜合概述

本章之引用法規與設計準則、貯存系統使用限制條件、使用年限、作業時程規劃、作業程序、設施配置，審查結果認為可以接受。

#### 第 4 章 設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫

- 一、本設施興建計畫有關之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫，主要依據核二廠目前執行中的相關程序書作業，審查結果認為可以接受。
- 二、本設施之組織（自台電公司總公司核能部門至施工、運轉、維護與承包單位之組織架構及責任職掌）以及相關之人員編制，審查結果認為可以接受。
- 三、本設施之施工、安裝、吊運及貯存階段人員，將由檢定合格或取得專業證照之人員負責，行政管理與人員訓練計畫，審查結果認為可以接受。
- 四、本設施之施工、安裝、吊運及貯存階段人員訓練，請台電公司依安全分析報告之訓練時程辦理並做好自主管理工作。
- 五、本設施興建之安全衛生計畫及施工安全評估，請台電公司依據相關主管機關規定確實辦理，並副知原能會。

#### 第 8 章 消防防護計畫審查結論

- 一、本設施消防防護之各項管理、火警偵測、防火及消防有關之人員訓練及設備維護與管理，已納入核二廠消防工作組織，審查結果認為可以接受。
- 二、依核二廠與新北市政府消防局簽訂之消防救災防護支援協定，足以因應本設施發生火災事件之處理，審查結果認為可以接受。

#### 第 9 章 保安計畫及料帳管理計畫

本章內容符合核子保防作業辦法及國際原子能總署對核物料保安的要求與核子保防的規定。

## **第 11 章 除役初步規劃審查結論**

- 一、本章所提除役初步規劃，經審查結果符合法規要求。
- 二、本設施未來永久停止運轉時，台電公司應依據放射性物料管理法第 23 條規定，提出除役計畫送審，經主管機關核准後實施。

## 二、場址分組

### 第 2 章 場址之特性描述

- 一、本設施場址及其附近區域有關位置、範圍、地形、地貌等現況之說明及附圖，審查結果認為可以接受。
- 二、本設施場址附近之山腳斷層為最主要的區域地質構造，依台電公司提出更新之海陸域總長 74 公里活動斷層特性描述，經審查結果認為可以接受。於山腳斷層錯動 74 公里之條件下，定值法評估獲得之地表加速度小於乾式貯存設施之設計值，審查結果認為可以接受。
- 三、本設施場址地質特性提供地表與地下地質探查資料、液化潛能評估、邊坡穩定評析與火山活動影響等，審查結果認為可以接受。
- 四、本設施場址上游兩處土石流潛勢溪流，經台電公司對土石流成因、場址現地條件踏勘覆核結果及影響範圍之評估，場址環境無造成嚴重土石流災害及形成堰塞湖之條件，審查結果認為可以接受。
- 五、依據核電廠海嘯總體檢評估顯示，海嘯溯上高度不致影響設施場址之評估結果，審查結果認為可以接受。另針對超過設計基準發生意外事故之情節，採較保守之情境模擬分析，顯示海嘯對混凝土護箱之影響仍符合安全設計要求，審查結果認為可以接受。
- 六、本設施場址水文、氣象、周圍人口概況及其他足以影響設施設計與建造之場址特性因素，審查結果認為可以接受。
- 七、本章重要管制事項 1 項，摘要列於表 1，台電公司應依專案品保規定確實辦理，並提報原能會核備。

表 1 場址特性重要管制事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	2-1	2	場址未來若有活動斷層、海嘯之新事證經原能會核定，或地下水位監測結果發現高於設計地下水位時，台電公司應重新驗證評估，必要時應提出改善措施，並更新安全分析報告。	興建期間

### 三、運轉分組

#### 第 5 章 設施運轉計畫

- 一、本設施作業程序，包含吊卸裝填、運搬與傳送、貯存及接收等作業，審查結果認為可以接受。
- 二、本設施貯存期間的檢視作業，包括混凝土護箱熱移除功能、混凝土護箱外觀結構及輻射監測，審查結果認為可以接受。
- 三、本設施輔助系統及公用系統及相關設備之運轉，設施各項系統及設備之驗收測試與維護保養等，審查結果認為可以接受。
- 四、本章重要管制事項 2 項，摘要列於表 2，台電公司應依專案品保規定確實辦理，並提報原能會核備。
- 五、本章重要品保管理事項 1 項如表 3，台電公司應依專案品保規定做好自主管理，並提報原能會備查。

表 2 設施運轉計畫重要管制事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	5-1	5	乾式貯存輔助系統設備結構安全評估及公用系統設備之設計分析。	試運轉作業申請
2	5-2	5	乾式貯存施「燃料完整性評估與檢驗計畫書」及「用過核子燃料啜吸檢驗之抽樣計畫書」。	試運轉作業申請

表 3 設施運轉計畫重要品保管理事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	5-1	5	乾式貯存設施運轉相關程序書。	試運轉作業申請

## 四、臨界分組

### 第6.1章臨界安全評估

- 一、本設施貯存二種用過核燃料為 GE8x8-2 與 ANF8x8-2 型式的臨界分析，考量必要之程式偏差值與所有不準度，在正常、異常及意外事故情況下，最大有效中子增殖因數( $k_{eff}$ )皆小於 0.95，維持次臨界且保有相當安全餘裕，符合安全設計要求，審查結果認為可以接受。
- 二、本章重要品保管理事項 1 項如表 4，台電公司應依專案品保規定做好自主管理，並提報原能會備查。

表 4 臨界重要品保管理事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	6.1-1	6.1	乾式貯存設施 27 組護箱應採用相同中子吸收劑材質，並應加強品保測試，確保固定中子吸收物之 $^{10}\text{B}$ 有效面積密度符合設計要求 $0.02 \text{ }^{10}\text{B g/cm}^2$ 。	試運轉作業申請

## 五、結構分組

### 第3章 設計基準

- 一、本設施之設計基準符合「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」有關設施之設計基準應說明內容規定。
- 二、本設施之設計及建造各項設計基準與依據規範及標準，審查結果認為可以接受。
- 三、本設施樁基礎之設計分析，採用土壤垂直及水平地盤反力係數乘以液化折減係數，已考慮地震及液化影響，審查結果認為可以接受。
- 四、本章重要管制事項 1 項，摘要列於表 5，台電公司應依專案品保規定確實辦理，並提報原能會核備。
- 五、本章重要品保管理事項 1 項如表 6，台電公司應依專案品保規定做好自主管理，並提報原能會備查。

表 5 設計基準重要管制事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	3.1	3	乾式貯存設施密封鋼筒應進行應力腐蝕破裂 (SCC) 監測。	試運轉作業申請

表 6 設計基準重要品保管理事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	3.1	3	乾式貯存大型運輸車輛及機具對傳送路徑及燃料廠房結構評估報告。	試運轉作業申請

### 第6.2章 結構評估

- 一、本設施密封鋼筒、燃料提籃及混凝土護箱在正常貯存狀態各種組合負載之分析結果，顯示具有相當安全餘裕，符合 ASME B&PV Code、建築法、建築技術規則及美國混凝土協會(ACI 349)等規範要求。
- 二、傳送護箱分析結果，顯示符合 ANSI 14.6 與 NUREG-0612 在無複置負載路徑條件之安全係數要求，審查結果認為可以接受。

三、混凝土護箱在異常或意外事故中之屏蔽功能，及密封鋼筒結構完整性之分析評估，審查結果認為可以接受。

四、本設施在各種正常、異常或意外事故假設條件下，密封鋼筒可維持結構完整性，無破損洩漏之虞，審查結果認為可以接受。

五、本節重要品保管理事項 1 項如如表 7，台電公司應依專案品保規定做好自主管理，並提報原能會備查。

**表 7 結構評估重要品保管理事項**

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	6-1	6.2	傳送護箱於燃料廠房內操作之廠房樓板結構評估報告。	試運轉作業申請

## 六、熱傳分組

### 第6.3章 熱傳評估

- 一、本設施貯存護箱之熱傳設計基準及使用之材料熱傳特性，審查結果認為可以接受。
- 二、本設施貯存護箱之相關之周圍溫度、日照及空氣進出口狀態等假設及邊界條件，審查結果認為可以接受。
- 三、本設施貯存護箱採用之分析方法及模式校驗等結果，審查結果認為可以接受。
- 四、本設施貯存護箱之於正常、異常及事故狀況下之熱傳評估與分析，審查結果認為可以接受。
- 五、本設施貯存護箱之熱傳設計，經平行獨立驗證結果認為可以接受。

## 七、輻射屏蔽分組

### 第6.4章 輻射屏蔽評估

- 一、本設施護箱系統之輻射屏蔽設計，主要參採美國核管會 NRC 核准之 MAGNASTOR 乾貯系統的輻射屏蔽設計，審查結果認為可以接受。
- 二、本設施護箱系統之輻射屏蔽設計基準修改，係台電公司為符合合理抑低及環境影響評估承諾需要，審查結果認為可以接受。
- 三、本設施護箱系統輻射屏蔽所使用之評估程式、評估模式、輻射源以及評估驗證結果，審查結果認為可以接受。
- 四、本設施護箱系統輻射屏蔽之各項設計基準及法規限值符合情形評估，審查結果認為可以接受。
- 五、本設施護箱系統之輻射屏蔽設計，經平行獨立驗證結果認為可以接受。
- 六、本節重要品保管理事項共 2 項如表 8，台電公司應依專案品保規定做好自主管理，並提報原能會備查。

表 8 輻射屏蔽評估重要品保管理事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	6.4-1	6.4	乾式貯存輻射劑合理抑低計畫。	試運轉作業申請
2	6.4-2	6.4	依美國電廠 MAGNASTOR 系統乾貯護箱使用及核一廠用過核子燃料乾式貯存除污作業經驗回饋，於運轉作業程序書建立除污作業行政管限制值。	試運轉作業申請

### 第七章 輻射防護及監測

- 一、本設施之輻射防護作業，採用核二廠動態的核設施之輻射防護計畫，審查結果認為可有效執行靜態的貯存設施之輻射防護作業。
- 二、本設施位於核二廠內，採用核二廠之環境監測計畫，並增設加強之監測措施，審查結果認為可有效監測本設施之環境輻射。
- 三、本章重要品保管理事項共 2 項如表 9，台電公司應依專案品保規定做好

自主管理，並提報原能會備查。

**表 9 輻射防護與監測重要品保管理事項**

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	7-1	7	乾式貯存輻防作業程序書。	試運轉作 業申請
2	7-2	7	乾式貯存輻射偵測作業程序書。	試運轉作 業申請

## 八、密封評估分組

### 第6.5章 密封評估

- 一、本設施貯存護箱密封鋼筒之密封系統、作業說明及密封分析符合 ASME 及美國核管會相關技術規範之規定，審查結果可以接受。
- 二、本設施貯存護箱密封鋼筒之密封邊界是藉由雙層封銲所構成，在正常貯存的情況下，不會有任何密封邊界的損壞，審查結果可以接受。
- 三、本章節重要管制事項 1 項如表 10，台電公司應依專案品保規定確實辦理，並提報原能會核備。

表 10 密封評估重要管制事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	6.5-1	6.5	乾式貯存設施維護與監測計畫	試運轉作業申請

## 九、意外事件分組

### 第6.6章 異常狀況、意外事故及天然災害事件之安全評估

- 一、本設施貯存護箱在各種異常事件、意外事故及天然災害評估，貯存設施在各種保守假設條件下，密封鋼筒仍能維持結構完整，無破損洩漏之虞，審查結果認為可以接受。
- 二、本設施設施有關意外事故及天然災害事件分析結果顯示，最小安全係數出現在混凝土護箱傾倒意外事故。密封鋼筒結構應力的最小安全係數為1.08，燃料提籃應力分析之最小安全係數為1.07，位於燃料方管處。可知整體密封鋼筒及內部燃料提籃均能保持結構完整，無放射性物質洩漏之虞，審查結果認為可以接受。
- 三、混凝土護箱傾倒為意外事故中出現最大輻射劑量率者，意外事故處理工作人員，每人可能接受之輻射劑量為7.71mSv，低於法規之年劑量限值50mSv，審查結果認為可以接受。
- 四、本設施對於洪水、海嘯、雷擊、颱風及拋射物之襲擊等，具備良好的抗災能力，審查結果認為可以接受。
- 五、本節共提列3項重要管制事項，摘要列於表11，台電公司應依專案品保規定確實辦理，並提報原能會核備。
- 六、本節重要品保管理事項共3項如表12，請台電公司確實辦理，並做好自主管理，並提報原能會備查。

表 11 異常狀況、意外事故及天然災害事件安全評估重要管制事項摘要表

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	6.6-1	6.6	參照現行國際標準訂定事故內容（包括天然災害）及類別，建立因應措施及緊急應變程序；且護箱淹埋及護箱傾倒意外事故之相關處理，應備有大型吊車廠商協議支援處理；於試運轉作業申請提報意外事件應變計畫。	試運轉作業申請
2	6.6-2	6.6	試運轉計畫應含括用過燃料再取出作業，	試運轉作

			並檢附再取出作業程序書，進行實體模擬測試。	業申請
3	6.6-3	6.6	乾式貯存設施維護與監測計畫，應含混凝土護箱出氣口溫度自動監測、混凝土護箱碳鋼試片監測及密封鋼筒不鏽鋼試片監測。	試運轉作業申請

表 12 異常狀況、意外事故及天然災害事件之安全評估重要品保管理事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	6.6-1	6.6	傳送護箱環狀間隙水冷系統(ACWS)漏水或破裂之評估及處理方法，應於運轉程序書訂定作業程序。	試運轉作業申請
2	6.6-2	6.6	傳送作業現場風速超過 13.41m/s (30mph) 時的運轉限制應納入運轉程序書。	試運轉作業申請
3	6.6-3	6.6	傳送護箱(TFR)防撞緩衝器製造時應取樣存證。	興建期間

## 十、品保分組

### 第10章 品質保證計畫

- 一、本章品質保證計畫，對各項可能影響品質之作業及安全相關之重要結構、系統與組件，均依其對應之重要性，提供充分的品質管制，符合分級品質管理原則。本章內容符合「核子反應器設施品質保證準則」及 10 CFR Part 72 Subpart G 之要求，審查結果認為可以接受。
- 二、本章品質保證計畫內容，已詳細說明如何規劃符合核能品保十八條準則之各項要求、程序及管制，台電公司應依照品質計畫書落實執行各項品保作業，並確認其作業符合品質保證計畫之要求。
- 三、本章重要品保管理事項 1 項如表 13，請台電公司依專案品保規定做好自主管理，並提報原能會備查。

表 13 品質保證計畫重要品保管理事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	6.6-1	10	乾式貯存關鍵製程應執行第三者檢驗，其品質巡查計畫書須先完成品保自主審查。	興建期間
2	10-2	10	專案品質保證計畫應定期與不定期檢討執行狀況及適用性。	興建期間
3	10-3	10	密封鋼筒的射線檢測應使用複片照相，且全數執行目視射線檢測底片設定（RT film setup）並拍照存證。	興建期間

## 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施重要管制事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1	2-1	2	場址未來若有活動斷層、海嘯之新事證經原能會核定，或地下水位監測結果高於設計地下水位時，台電公司應重新驗證評估，必要時應提出改善措施，並更新安全分析報告。	興建期間
2	3-1 6.5-1 6.6-3	3 6.5 6.6	乾式貯存設施維護與監測計畫，應含括輻射監測、混凝土護箱出氣口溫度自動監測、混凝土護箱碳鋼試片監測、密封鋼筒不鏽鋼試片監測及應力腐蝕破裂(SCC)監測。	試運轉作業申請
3	5-1	5	乾式貯存輔助系統設備結構安全評估及公用系統設備之設計分析。	試運轉作業申請
4	5-2	5	乾式貯存「燃料完整性評估與檢驗計畫書」及「用過核子燃料啜吸檢驗之抽樣計畫書」。	試運轉作業申請
5	6.6-1	6.6	參照現行國際標準訂定事故內容(包括天然災害)及類別，建立因應措施及緊急應變程序；且護箱淹埋及護箱傾倒意外事故之相關處理，應備有大型吊車廠商協議支援處理；於試運轉作業申請提報意外事件應變計畫。	試運轉作業申請
6	6.6-2	6.6	試運轉計畫應含括用過燃料再取出作業，並檢附再取出作業程序書，進行實體模擬測試。	試運轉作業申請

備註：乾式貯存設施重要管制事項，台電公司應依專案品保規定確實辦理，並提報原能會核備。

## 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施重要品保管理事項

序號	項次	章節	內 容	確認時機
1.	3-1	3	乾式貯存大型運輸車輛及機具對傳送路徑及燃料廠房結構評估報告。	試運轉作業申請
2.	5-1	5	乾式貯存設施運轉相關程序書。	試運轉作業申請
3.	6.1-1	6.1	乾式貯存設施 27 組護箱應採用相同中子吸收劑材質，並應加強品保測試，確保固定中子吸收物之 $^{10}\text{B}$ 有效面積密度符合設計要求 $0.02\ ^{10}\text{B g/cm}^2$	試運轉作業申請
4.	6.2-1	6.2	傳送護箱於燃料廠房內操作之廠房樓板結構評估報告。	試運轉作業申請
5.	6-4-1	6.4	乾式貯存輻射劑合理抑低計畫。	試運轉作業申請
6.	6-4-2	6.4	依美國電廠 MAGNASTOR 系統乾貯護箱使用及核一廠用過核子燃料乾式貯存除污作業經驗回饋，於運轉作業程序書建立除污作業行政管限制值。	試運轉作業申請
7.	6.6-1	6.6	傳送護箱環狀間隙水冷系統(ACWS)漏水或破裂之評估及處理方法，應於運轉程序書訂定作業程序。	試運轉作業申請
8.	6.6-2	6.6	傳送作業現場風速超過 $13.41\text{m/s}$ ( $30\text{mph}$ ) 時的運轉限制應納入運轉程序書。	試運轉作業申請
9.	6.6-3	6.6	傳送護箱(TFR)防撞緩衝器製造時應取樣存證。	試運轉作業申請
10.	7-1	7	乾式貯存輻防作業程序書。	試運轉作業申請

11.	7-2	7	乾式貯存輻射偵測作業程序書。	試運轉作業申請
12.	10-1	10	乾式貯存關鍵製程應執行第三者檢驗，其品質巡查計畫書須先完成品保自主審查。	興建期間
13.	10-2	10	專案品質保證計畫應定期與不定期檢討執行狀況及適用性。	興建期間
14.	10-3	10	密封鋼筒的射線檢測將使用複片照相，且應全數執行目視射線檢測底片設定（RT film setup）並拍照存證。	興建期間

備註：乾式貯存設施重要品保事項，台電公司應依專案品保規定做好自主管理，並提報原能會備查。