

全民參與事務諮詢會

114 年第 2 次諮詢會議摘要紀錄

- 一、 日期：114 年 8 月 14 日(星期四)下午 1 時 20 分
- 二、 地點：核能一廠模擬操作中心第 3 教室
- 三、 主 持 人：施委員信民
- 四、 共同主持人：張副主委欣
- 五、 出席人員：(如簽到單)
- 六、 列席人員：(如簽到單)
- 七、 宣讀本會 114 年 4 月 21 日全民參與事務諮詢會會議決議後續辦理情形：(略)

主持人裁示：

114 年 4 月 21 日全民參與委員會會議決議後續辦理情形
相關資料，洽悉。

- 八、 報告事項：「核一廠室外乾貯設施安全管制現況」簡報及
觀看「核一廠用過燃料乾式貯存作業程序全紀錄」影片。

(一) 報告內容：略。

(二) 委員發言紀要及回應說明：

委員意見(陳委員曼麗)：

1. 請問核廢料由濕式貯存轉為乾式貯存的具體操作為何？
是否所有濕式貯存均取出改為乾式貯存而使濕式貯存

空間被廢棄？

2. 從濕式貯存轉換到乾式貯存大約需要 28 天，作業時程是否依作業套數而呈現乘數關係？
3. 核廢料半衰期長達上萬年，現有硬體設施是否能長期提供核廢料安全存放？乾式貯存設施在陽光下可能產生熱效應，是否有進行相關安全影響評估？

委員意見(鍾委員玉娟)：

國際原子能總署派檢查員進入現場檢查之申請程序為何？檢查作業係任務還是常駐屬性？在封緘後是否僅以遠端監視器進行監控？

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

1. 有關國際原子能總署檢查作業，IAEA 檢查員通常不常駐，而是依排程來台進行檢查作業，通常 1 個月前提出預排，7 天前完成確認。作業前，IAEA 檢查員會先檢查燃料池內之燃料是否正確，也會逐一查驗是否與計畫編號一致。完成後，IAEA 檢查員暫時離開，待燃料封裝並準備搬運至乾貯設施時，再次到場進行封緘。搬運過程中，IAEA 檢查員會監看並於抵達乾貯場後重新檢查、加裝監視設備，最後再封緘。其後並有定期與無預警檢查，搭配攝影監控，防止核物料擴散。所有費用由台電負擔，作業須嚴格掌握時程並保持彈性，亦

透過協調以應對現場突發狀況。

2. 目前國際上作法是在電廠運轉期間，逐步將用過燃料自用過燃料池轉移至乾式貯存。以核一廠為例，用過燃料池將最終清空並拆除，部分組件經切割後送至貯庫存放。現階段室外乾貯設計容量 25 筒，每筒完成搬運需約 28 天，預估搬運完成需至後年。後續燃料將移至室內乾貯，預計於 120 年完工並取得運轉執照，實際搬運時間視系統與得標廠商而定。
3. 用過核燃料因含有長半衰期物質（如鈾-239），最終必須進行地質深層處置，乾式貯存僅為過渡階段。國際上如芬蘭即將啟用深地質處置場，透過人工屏障與永久隔離方式，確保不影響環境與人類安全。台電亦正朝高放射性廢棄物最終處置及選址方向規劃辦理。

核安會回應說明(陳組長文泉)：

核一廠室外乾式貯存場於設計與審查階段即針對機械結構、臨界安全、輻防及事故情境進行全面審查，確認符合相關規範。自容器製造起即由核安會進行檢驗，並在後續熱測試及運轉過程中，針對每一乾貯筒皆定期派員檢查，並逐一確認關鍵程序。所有檢查報告完成後，均公開上網供外界參考。

委員意見(陳委員條宗)：

乾貯筒實際搬運時間每筒約 28 天，遠高於廠商原先宣稱的 7 至 14 天，是否因國際原子能總署（IAEA）須全程參與封緘與檢查，幾乎每月派員自維也納來台視察，導致作業時程拉長？僅室外乾貯階段即需約兩年完成，後續室內乾貯則估計需時五年，顯示在檢查程序與人力調度上仍有優化空間，以避免頻繁動員造成費用壓力與進度延誤。

核安會回應說明(李組長綺思)：

IAEA 針對核一乾式貯存的檢查相當密集，幾乎每月都派員到場，過程中除了透過現場檢查，也會透過遠端攝影監控或封緘等方式，主要是為了確保核物料未被移作他用。雖然 IAEA 頻繁檢查使核安會及電廠皆需投入大量人力，但 IAEA 的作業原則上仍會配合施工期程，並不會影響實際搬運進度，該搬運時程主要源自電廠本身的安全與操作考量。

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

乾貯筒搬運需 28 天，主要因為作業過程包含吊運、封焊、抽真空等關鍵步驟不可中斷，需大量人力輪班，且必須符合國內勞基法規範，導致無法如美國般採 24 小時連續作業；加上搬運數量較多，時程因此拉長近一倍，但此安排可降低人員疲勞風險並確保操作安全。

委員意見(陳委員曼麗)：

核一廠一號機與二號機共計有 6128 束用過核燃料，以每筒可容納 56 束用過核燃料計算，是否需超過 109 筒才能完成搬運與遷移？

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

目前核一廠室外乾貯一期設計為 25 筒，每筒可容納 56 束燃料，但因室內乾貯仍在招標中，未來所採用筒型與容量尚未確定，不能單純以每筒 56 束計算總數，需待得標廠商決定後才能確認實際所需筒數。

委員意見(陳委員曼麗)：

既然目前僅規劃室外乾貯放置 25 筒，其餘燃料將移至室內乾貯，是否有規劃將這些室外乾貯筒後續一併移入室內？

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

依行政院政策指示，台電規劃分兩階段辦理，第一階段先利用已建好的室外乾貯將爐心燃料淨空，以確保安全；第二階段待室內乾貯興建完成後，再將用過燃料池清空。若國家政策沒有改變，未來室外乾貯也將轉為室內乾貯，台電公司會遵照政策執行。

委員意見(陳委員曼麗)：

室外乾貯規劃放置 25 筒，目前已完成 5 筒，預計何時能全部完成？另外，用過核燃料半衰期動輒上萬年，但目前使用的鋼材與水泥筒實際耐用年限為多少？廠商是否提供相關保證，筒體及設施的耐用年限又是多久？

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

核一廠室外乾貯預計後年完成搬運，國外乾貯技術已成熟並運轉 30 年，美國經驗顯示其設施可使用 60 至 100 年。我國亦規劃透過定期監測如鋼筒焊道劣化等情況，以確保安全。惟室外乾貯僅屬過渡措施，最終仍須建立最終處置場進行永久處理，避免用過燃料長期存放於現地。

委員意見(陳委員曼麗)：

乾貯筒的耐用年限估計可達 100 年，係參考美國技術並由台灣技轉應用，並透過劣化監測確保安全。目前運轉執照以 20 年為一期，需多次展延。最終處置場盡快選址仍是關鍵，否則用過燃料將持續存放於各核電廠，由台電後端營運處長期負責管理。

核安會回應說明(陳組長文泉)：

依物管法規定，乾貯設施運轉執照之核准年限最長為 40 年，台電公司若於執照期滿仍需繼續運轉，可於期限屆滿二年前向核安會提出換照申請。我國為督促台電公司加速推動最終處置並兼顧安全，運轉執照採 20 年一期。乾

貯筒設計壽命原為 50 年，但美國 NRC 最新評估可達 100 年，相關數據已有檢驗報告佐證。台灣雖採 20 年核發與延照制度，但另要求台電公司定期監測，並每 10 年提交安全再評估報告，由核安會審查確認。

委員意見(陳委員曼麗)：

剛才提到乾貯筒的耐用年數為 50 年到 100 年，那是不是對外應該統一說明為「50 至 100 年」，而不是單純只強調 100 年？

委員意見(陳委員條宗)：

剛才提到「燃料」與「貯存設施」是兩件不同的事情，目前燃料放置 60 年安全性已經有實證，但 60 到 100 年仍在研究階段，尚不能保證；至於貯存設施則依材質不同而有不同年限，金屬筒 100 年沒問題，水泥雖一般設計年限為 50 年，但可以更換，所以不是太大問題。

主持人意見：

室外乾貯的運轉執照期限是多久？

核安會回應說明(陳組長文泉)：

運轉執照依規定最長可核發 40 年，但核安會首次僅核發 20 年，台電需在執照到期前 2 年依物管法提出換照申請。

主持人意見：

目前乾貯用的密封鋼筒材質為 304 不鏽鋼，耐腐蝕性不如 316；另因設計增加外加屏蔽，雖能降低輻射劑量，但可能影響散熱效率，尤其在夏季。建議加裝溫度計於護箱進氣口與出氣口處，以掌握實際對流狀況，不宜只用貯存場中央的溫度計所測得之溫度當成進口溫度。並請關注 25 筒乾貯護箱設置後對區域氣流及溫度變化的影響，避免若因熱島效應影響自然對流散熱效能時，可及時採取因應措施。

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

當初加裝外加屏蔽是為了降低輻射劑量，但實際上用過燃料熱源已從原估 14kW 降至 4kW，導致溫差遠低於安全分析報告的 36.6 度，因此散熱問題不大。不過，依核安會要求，等 25 筒全數擺放後仍需重新檢視與驗證溫度差是否合理。台電將持續觀察，並在進風口設置量測步驟並留存數據，若與預期有明顯差異將檢討改進，相關資料(核一廠室外乾貯外加屏蔽進氣口空氣溫度量測計畫)也會送交核安會與委員參考。

核安會回應說明(陳組長文泉)：

在每筒 14kW 的限制條件下，僅用混凝土護箱時溫度為 63.2℃，若加外加屏蔽則為 61.4℃，兩者溫差僅約 1.8℃，差異不大，且外加屏蔽側反而較冷。

主持人意見：

能否提供作業時程 28 天的各項工作與所需時間對照表，並分析是否有步驟可縮短，以評估整體時程是否能再縮短？

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

台電公司曾評估縮短乾貯作業時程，但因電廠主要任務是除役，若將 28 天流程改為連續作業，包含週六及週日，會導致員工加班超過勞基法每月 46 小時上限，且曾因連續工作遭勞檢所罰，因此人力與法規皆有限制。目前雖社會期待加速搬運，但在符合法規與人力條件下仍有困難。

主持人意見：

建議台電公司可進行作業分析以提升效率並降低成本，另在乾貯密封過程中，為何最後選擇將抽氣與灌氣孔焊死，而不是僅焊最外層、保留抽氣孔以利未來再利用？此設計考量的原因是什麼？

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

關於密封方式，雖然可以用塞子取代焊接，但焊接在長期使用上更為安全可靠；至於未來若需再取出，台電已完成相關驗證，確保仍可順利操作。

委員意見(陳委員條宗)：

金屬容器若未完全封焊，需加裝監測器長期檢測是否有氦氣洩漏，否則會產生風險；因此美國核管會規定，僅在全焊封的情況下，才可免除壓力監測。

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

乾貯筒的設計皆依廠商與美國核管會核准內容執行，若要變更需經繁複程序，除非有重大益處，否則廠商也不會輕易修改，因此現行設計無法隨意更動。

核安會回應說明(陳組長文泉)：

核一廠乾貯系統依核安會審查採雙重封焊設計，並依照美國 ANSIN 14.5 標準要求，焊後洩漏率須低於 10^{-7} 立方公分/秒，且經非破壞性檢測確認密封，才能符合密封安全規範，因此若不封焊將無法達到標準。

委員意見(陳委員曼麗)：

為什麼已經安全存放於用過燃料池的燃料棒需要全部移至乾貯？是否能維持水池存放，僅將多餘無法容納的燃料改放乾貯？另外，為何規劃要將水池最終剷平？水池貯存是否真的比乾貯安全性低？能否釋疑此一轉換必要性與理由？用過燃料池可否保存下來成為核廢料貯存的地方？

台電公司回應說明(楊副處長國華)：

用過燃料池池水係用於輻射屏蔽與燃料冷卻，但因核一廠已於 108 年取得除役許可，依法必須在 25 年內完成拆除與復原，因此反應器廠房及用過燃料池都需清除，無法長期保留。為符合法規及除役工序，燃料需轉移至乾式貯存設施，才能進行用過燃料池拆除及後續作業。

核安會回應說明(陳組長文泉)：

由於反應器廠房與爐心為一體結構，除役時必須將反應器廠房完全拆除，因此需先將其中的用過燃料移出轉入乾式貯存，才能順利進行結構物的拆除作業。

委員意見(陳委員條宗)：

由於核一廠的用過燃料池與反應器廠房連通在同一結構內，若在拆除反應器時產生粉末污染，水體可能連通導致用過燃料池受污染，因此必須先將用過燃料搬出才能進行拆除；相較之下，核三廠的燃料池為獨立廠房，情況不同，具保留的可能性。

核安會回應說明(高組長斌)：

依美國、歐洲等國際除役核電廠之經驗及國際原子能總署建議，除役電廠首先要將反應爐內核子燃料移出，並依序將用過核子燃料移至乾式貯存設施，儘早展開拆除作業，以降低成本、確保安全並善用現有資源；台電公司目前的規劃，亦符合國際上之做法。

委員意見(陳委員曼麗)：

輻射從業人員的輻射安全防護文化數位學習，是否已經在進行？若過去已有，是否因成效不足而需要加強？另外，此規劃是否擴大至全民推動，而不僅限於專業從業人員，以提升社會大眾對輻射安全的理解？

核安會回應說明(朱科長亦丹)：

核安會推動「輻射從業人員輻射安全防護文化數位學習」的原因在於依規定輻射從業人員每年需完成至少三小時教育訓練，具輻防師或輻防員證照者亦有繼續教育要求；醫療人員如放射師與醫師也有相關規範。此數位學習平台借鏡勞動部等單位的經驗，透過網路推廣更便利的學習方式，並先以專業性較高的輻射從業人員為對象，同時也有一般民眾可參閱的科普內容，而核安會官網已有提供大眾化的輻射安全相關資訊。

主持人意見：

核安演習主要是要介紹什麼內容？

核安會回應說明(洪簡任技正子傑)：

核安演習每年在核一、二、三廠輪流舉辦，並持續求新求變，將近期災害經驗及國際案例納入演練情境規劃，例如日本能登半島地震，雖該電廠已停機但仍對居民造成影響，因此也被列入考量。近年核安演習也精進調整演練作

法，例如於中央災害應變中心進行兵棋推演等，以確保演習內容與時俱進，提升應變能力。

委員意見(陳委員條宗)：

「輻射從業人員輻射安全防護文化數位學習網推動規劃與進度」及「核安演習」雖然有其必要性，但屬於例行性或宣導性工作，缺乏討論價值；若核電廠均停機，核安演習的實質意義也顯不足。相較之下，主持人提及之「核管法第 6 條修正後核安會之因應作為」才是更具討論價值的議題，建議可列為下次討論之議題。

委員意見(陳委員曼麗)：

現在核電廠已進入除役階段、不再發電，請問目前核安演習與過去核電廠運轉時相比，有哪些不同之處？

核安會回應說明(洪簡任技正子傑)：

雖然核三廠已停止運轉，但因燃料池內燃料仍具高衰變熱，存在一定風險，因此今年核安演習仍採全規模辦理，廠內與廠外演習皆依過往規模執行，以確保核子事故應變能量。

主持人結論：

1. 今天會議報告案洽悉，同意備查。
2. 請核安會於核一廠用過核子燃料乾式貯存設施運轉期間，嚴格執行相關運貯作業檢查，監督台電公司落實

自主品質管理，以符合工安、輻安、核子保安與保防等管制要求，確認人員作業及用過核子燃料貯存安全。

3. 請核安會針對核一廠用過核子燃料乾式貯存設施每只護箱運貯作業檢查結果資訊公開，讓關心之民眾能獲知運貯作業現況及安全管制作為，提升對乾式貯存作業的瞭解。
4. 114 年第 3 次全民參與事務諮詢會暫訂於 12 月 29 日下午召開，12 月 30 日下午為備案日期，討論主題為「核管法第 6 條修正後核安會之因應作為」相關議題，請報告單位準備簡報資料。

九、 臨時動議：無。

十、 散會

核能安全委員會
全民參與事務諮詢會 114 年第 2 次委員會議
會議簽到單

- 一、時間：114 年 8 月 14 日（星期四）13:00
二、地點：核一廠模擬訓練中心會議室及乾式貯存設施現場
三、主持人：施委員信民
四、出席人員：
委員及列席單位

單 位	姓 名	簽到
前台大化工系	施信民(教授)	施信民
會本部	張欣(副主委)	張欣
行政院災害防救辦公室	王怡文(主任)	請假
前泰興工程公司 副總經理	陳條宗(先生)	陳條宗
前立法委員	陳曼麗(女士)	陳曼麗
財團法人核能資訊中心	鍾玉娟(執行長)	鍾玉娟
前台大生物機電系	謝志誠(教授)	請假
核管組	高斌(組長)	高斌
物管組	陳文泉(組長)	陳文泉

本會各單位

單 位	姓 名	簽到
會本部	王聖舜技正	王聖舜
綜規組	李綺思組長	李綺思
綜規組	杜若婷副組長	杜若婷
綜規組	蔡念純科長	蔡念純
綜規組	高俊廷副研究員	高俊廷
綜規組	李彥憲技正	李彥憲
綜規組	莊坦蓁約僱	莊坦蓁
核管組	吳景輝簡任技正	吳景輝
核管組	臧逸群科長	臧逸群
核管組	吳東岳副研究員	吳東岳
核管組	張經妙技正	張經妙
輻防組	朱亦丹科長	朱亦丹
應變組	洪子傑簡任技正	洪子傑
物管組	嚴國城科長	嚴國城
物管組	李東陽技正	李東陽

[illegible]