

核能研究所「016館核子原(燃)料貯存 設施除役計畫書」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111年1月

目錄

一、前言	1
二、審查過程	2
三、審查發現	3
四、審查結果	7
五、審查結論	9

一、前言

核能研究所「016館核子原(燃)料貯存設施」於民國61年建置，民國93年3月獲主管機關核發「核子原、燃料貯存設施運轉執照」，執照使用年限於132年12月31日到期。早年為核化學實驗室屬燃料再循環操作的一環，專門處理超鈾元素，超鈾元素核化學研究任務於77年結束，絕大部分超鈾設備已分別於78~82年、86~87年及93~101陸續進行相關設備清理，並於民國93年移除微量的 $^{233}\text{UO}_2$ 粉末(0.07g)和 $^{242}\text{PuO}_2$ 粉末(0.026g)，現已無存放核子原料及燃料，民國108年5月完成本設施最後一項核化學運轉廢棄物檢整換裝作業後，全館為封館狀態，僅維持例行輻防檢查工作。依「放射性物料管理法」第14條第1項核子原料、核子燃料貯存設施永久停止運轉，其經營者應擬定除役計畫，報請主管機關核准後實施，及「放射性物料管理法施行細則」第19條規定應於永久停止運轉1年前提出。核研所經審慎評估考量後，於110年6月提出除役申請，並檢附除役計畫報請主管機關核准。016館核子原、燃料貯存設施之除役計畫書內容係依「放射性物料管理法施行細則」第20條載明事項撰寫。整個除役工作，依「放射性物料管理法」第23條第5項規定，應於永久停止運轉後15年內完成。

本除役計畫主要接受基準，摘要如下：

- (一)「放射性物料管理法」第14條規定，略以，核子原料、核子燃料貯存設施之永久停止運轉，其經營者應擬訂除役計畫，報請主管機關核准後實施；實施期間，主管機關得隨時派員檢查；除役完成後，經營者應報請主管機關檢查。除役應於永久停止運轉後15年內完成。
- (二)「放射性物料管理法施行細則」第19條第1項規定，核子原料、核子燃料貯存設施有下列情形之一者，經營者應依本法第14條第1項規定填

具申請書，並檢附除役計畫，向主管機關申請除役：一、設施永久停止運轉。二、經營者依本法第9條第3項，提出申請換發運轉執照，經主管機關審核未通過。三、依本法第14條第2項規定視為永久停止運轉。前項各款申請期間，規定如下：一、前項第一款：應於永久停止運轉一年前提出。二、前項第二款：應自收受主管機關審核未通過通知之次日起一年內提出。三、前項第三款：應自主管機關認定視為永久停止運轉日之次日起一年內提出。主管機關對於第一項申請案之審查，其處理期間為六個月。

(三)依「放射性物料管理法施行細則」第20條規定，經營者依本法第14條第1項規定擬訂之除役計畫，應載明下列事項：設施綜合概述、除役目標及工作時程、除污方式及放射性廢棄物減量措施、除役廢棄物之類別、特性、數量、處理、運送及貯存、輻射劑量評估及輻射防護措施、環境輻射監測、人員訓練、廠房或土地再利用規劃、品質保證方案、意外事件應變方案，及其他經主管機關指定之事項。

(四)「放射性物料管理法施行細則」第19-1條第2項規定，規定除役後之設施場址，其對一般人造成之個人年有效劑量，不得超過0.25毫西弗。

(五)除役作業對工作人員造成之輻射劑量應符合游離輻射防護安全標準第7條規定：輻射工作人員職業曝露之劑量限度，每連續五年週期之有效劑量不得超過100mSv，且任何單一年內之有效劑量不得超過50mSv。

(六)「放射性物料管理法」第29條規定：放射性廢棄物之產生者，應負責減少放射性廢棄物之產生量及其體積。

二、審查過程

核能研究所於110年6月29日檢附「016館核子原(燃)料貯存設施除役許可申請書及除役計畫書」，函請本會審查，經程序審查結果，本除役計畫申請案，符合下列規定：

- (一)符合「放射性物料管理法」第14條原料、核子燃料貯存設施永久停止運轉，其經營者應擬訂除役計畫，報請主管機關核准後實施。
- (二)符合「放射性物料管理法施行細則」第 19 條第1項填具申請書，並檢附除役計畫之規定。
- (三)符合「放射性物料管理法施行細則」第20條除役計畫應載明事項規定。

實質審查部分，為周延本除役計畫申請案之審查，由本會物管局負責審查，並請本會輻防處及2位外部專家協助審查。本案歷經3回合審查，共提出27項審查意見，經核研所答復說明及修正除役計畫書，並於110年11月17日邀集相關審查委員，辦理審查會議及現勘作業，審查委員同意核研所說明。

三、審查發現

本除役計畫之審查作業，審查委員提出有關輻射特性調查、放射性廢棄物量測、數量及分類、歷史清理作業紀錄、偵檢儀器及背景計數率量測方式、最終輻射偵測評估方式、工作人員劑量評估、除役作業期間對一般人及環境之影響及法規釋疑等，相關之重要審查意見摘述如下：

- (一)「GH32及 GN44場地除污作業(壁面/天花板/地面除污)」，以上除污作業有包括天花板，然而2.3(2)與(3)節中並沒有針對天花板進行初步污染擦拭偵檢，請補充說明理由。

核研所答復說明：

除役前之初步污染擦拭規劃，考量一般輻射作業時牆面與地面較易有污染可能，故未針對天花板進行污染擦拭偵檢；而除役過程則因考量風管若有污染，拆除時可能造成天花板污染，故除役清理後之污染擦拭將天花板納入污染擦拭偵檢。

(二)圖 2.3為未來除役後館區輻射及污染區域劃分。圖面中僅標示各區域，未見輻射與污染區域劃分，請補正。

核研所答復說明：

說明如後：W 為示警區、GN 為低輻射非污染區、GL 為低輻射低污染區，數字為各區流水號。除役後原 GH32變更為 GN32。已補充於計畫書內文。

(三)依據2.2節內文敘述 GN44室為非污染區，表2.8中 Q-46到 Q-68的擦拭結果共4點有污染情形，請說明4點的取樣位置，並說明該區為何有污染情形。

核研所答復說明：

Q-53為頂部中負壓風管通風口、Q-59、Q-61、Q-65均為頂部日光燈，其污染估計來自該館先前進行廢棄物包件換桶作業及除污作業時造成之輕微污染。

(四)請說明量測與擦拭偵檢數量之依據為何？

核研所答復說明：

由於本設施原設備輻射源均已移除，設施內同區之輻射強度變化不大，故同區輻射強度量測點僅採代表處量測；而污染擦拭偵檢，則基於需配合除污作業，參考所內以往相關設施經驗，採除污前、後不同之偵檢範圍單位劃分(mapping)進行擦拭採樣。進一步說明如下：

1. 輻射強度量測方式：以適當間隔位置進行量測，而 GH32室內空間較大，故多取2處位置；又 GH32室因有一區域為負壓隔離帳篷佔據，取作業區(C 區)為代表量測點。另有關輻射強度量測，以測量 A 點為例，係採該位置點上依逆時鐘進行前、左、後、右四個方位輻射劑量率量測，再以讀值最高者作為該點紀錄值。

2. 初步污染擦拭為污染範圍之初步調查，採較大面積單位($2 \times 2 \text{ m}^2$ 面積)劃分進行擦拭採樣；而除污作業後，為確定可符合除役目標限制值，則需執行全面污染擦拭偵檢，採更小面積單位($0.3 \times 0.3 \text{ m}^2$ 面積)劃分進行擦拭採樣。
3. 本案除污後污染擦拭偵檢之 mapping 規劃係參考 IAEA 的報告「Radiological Conditions in Selected Areas of Southern Iraq with Residues of Depleted Uranium」，其中章節4.6說明金屬、混凝土、牆面之表面污染擦拭藉以計算污染程度，其擦拭面積以 10×10 至 $50 \times 50 \text{ cm}^2$ 不等。

(五)請於除役計畫摘要說明3階段歷史清理作業 GH32及 GN44的清理情形，並說明相關穿牆和地下廢液管線、桶槽...等均已全部完成清理。

核研所答復說明：

補充於除役計畫書章節「1.設施綜合概述」，內容如下：「...期間 GH32室、GN44廊道經歷清理計畫(即前述第3階段清理)，原本在 GH32室尚存1大型手套箱(Unit 21)及廢液管線分布於 GH32、GN44地面下與穿牆處，大型手套箱 Unit 21於95年拆除並進行現場除污作業完成，而全數廢液管線亦已於98~99年間移除，廢液管線均密封切割、細部切割、嚴密包裹及偵檢分類，作業現場並完成偵檢、除污及清理。...」，並檢附相關清理作業完成報告供參。

(六)除役後廢棄物經除污、減量措施後，應有一大部分屬於一定活度或比活度以下的放射性廢棄物，未來可解除管制，而非均屬低放射性廢棄物。低放射性廢棄物與未來可解除管制的廢棄物，應分開貯存，不宜全部入貯存庫。

核研所答復說明：

現行本所低放處理廠於廢棄物接收時，均會依廢棄物放化分析結果做分流貯存，其中屬低微放射性者係貯存於廢棄物貯放場所，不會送廢

棄物貯存設施貯放，以待未來就此類低微放射性者做進一步外釋篩選量測。

- (七)本次除役已預期會產生3類低放射性廢棄物，分別為可燃性廢棄物、可壓廢棄物，以及不可壓廢棄物。雖然核研所已有製表說明其數量，但品項眾多且無最終的總計數量，請於本章節中簡要說明此3類廢棄物各自預估的總量。

核研所答復說明：

已整理並統計可燃性廢棄物、可壓廢棄物以及不可壓廢棄物各自預估最終的總計數量於表4.3、除役廢棄物數量統計表，另於表中加註說明除役後廢棄物全部總重及全部桶數。。

- (八)請補充 AT1121量測儀器讀值與紀錄方式，並說明儀器背景值為何會有小數點。

核研所答復說明：

AT1121儀器具面板顯示量測值均值及離散統計功能，均值離散絕對值會隨計測時間逐步縮小，儀器讀值(量測值均值)亦隨之漸趨於穩定，此時方計讀與紀錄；實際量測時，於量測點表面依逆時鐘進行前、左、後、右四個方位輻射劑量率量測，再以讀值最高者為該點紀錄值。另儀器背景值計數係採數次計測結果平均，故有小數點。

- (九)除役目標訂定時應納入國內除役法規或規範規定，並以劑量評估程式證明符合法規或規範劑量限值。請補充用來評估場址設施造成人員有效劑量的評估程式名稱，並說明規劃的評估方法，及該評估結果與設施除污劑量目標轉換成輻射量測 Action Level 關係，並說明為證明達到除役目標所做輻射偵檢儀器最小可測值 MDA，是否可小於 Action Level 的0.5倍以下。

核研所答復說明：

業依110.11.17之本設施除役計畫書審查及現勘會議中委員建議，增加「附錄三、016館核子原(燃)料貯存設施除役期間設施對工作人員及所外民眾輻射影響評估」，說明除役前、除役後及除役期間之設施對工作人員及所外民眾輻射影響評估，並於內文增加5.6節摘述附錄三之評估結果。而5.6節中亦說明本案除役目標 Action level 保守採各污染點之和不得大於 1.54×10^{10} 管制。

上述 Action level 中涉及量測者為擦拭污染值，未來除役期間擦拭污染將以低放處理廠管制站之污染量測儀器進行量測，而該處儀器3分鐘 β 空白計數值(背景)一般約為100~120 counts，儀器 β 計測效率為34.7%，據此可算出 MDA 值如下為0.79~0.86 Bq。

$$(4.65 \times 100 / (2+3)) / (60 \times 3 \times 0.347) = 0.79$$

$$(4.65 \times 120 / (2+3)) / (60 \times 3 \times 0.347) = 0.86$$

而擦拭污染值之量測最低值為背景，於此處背景值為1.60 Bq【 $100 / (60 \times 3 \times 0.347) = 1.60$ 】~1.92 Bq【 $120 / (60 \times 3 \times 0.347) = 1.92$ 】，則知上述污染量測儀器最小可測值 MDA (0.79~0.86 Bq)，分別低於或等於背景值1/2。

(十)除役計畫應考量除役期間預期輻射作業情形，並單獨評估設施於除役作業期間，對場外民眾造成的有效劑量，以證明設施除役期間仍符合法規「放射性物料管理法施行細則」第18條，對所外一般人造成之個人年有效劑量不超過0.25mSv/y 規定。

核研所答復說明：

業依110.11.17之本設施除役計畫書審查及現勘會議中委員建議，增加「附錄三、016館核子原(燃)料貯存設施除役期間設施對工作人員及所外民眾輻射影響評估」，說明除役前、除役後及除役期間之設施對工作人員及所外民眾輻射影響評估，並於內文增加5.6節摘述附錄三之評估結果，說明符合相關之法規限值。

(十一) 請補充說明除役作業對附近居民的輻射劑量評估及輻射防護措施。

核研所答復說明：

本所近十年所外環境輻射監測結果遠小於法規之年輻射劑量限值(0.25毫西弗)。現基於(1)本設施設備輻射源均已移除；(2)本設施現有污染源為既存輕微污染，除役過程不會自設施外移入污染源，可評估本設施未來除役過程對所外民眾之輻射影響必遠小於年有效劑量0.25毫西弗規定；另有關「放射性物料管理法施行細則」第19條之1第2項之除役後設施場址對一般人造成之個人年有效劑量不得超過0.25毫西弗之規定，由於本設施預期除役完成後將達非污染區目標，其對所外民眾及除役後設施場址上之工作人員造成之個人年有效劑量亦將微乎其微，而本設施除役後再利用，設施仍屬「輻射工作場所」，常態下一般人不會於設施內活動，惟考量前述法規之精神，屆時本所仍將保守以本設施除污後污染偵檢之最低可測值為污染值，藉相關輻射評估程式評估確認設施場址對現場工作人員造成之個人年有效劑量。

(十二) 為解除「放射性物料管理法」對本案設施運轉執照之管制，除役後場址之輻射劑量調查結果須符合「放射性物料管理法施行細則」第19條之1第2項規定之限值，而非以符合「核能研究所輻射防護計畫」規定之低輻射區、非污染區，亦即非固著污染為背景值，做為本計畫之除役目標」。

核研所答復說明：

業於章節2.2及9補充說明除役後須符合「放射性物料管理法施行細則」第19條之1第2項規定：「依前項規定除役後之設施場址，其對一般人造成之個人年有效劑量，不得超過〇·二五毫西弗」。

四、審查結果

- (一)016館核子原(燃)料貯存設施除役作業依法定除役年限為15年進行時程規劃，主要分成三個階段，包括除役準備階段、拆除及除污作業階段、廠房復原、除役完成報告及廠址環境輻射偵測等階段，符合「放射性物料管理法」第14條規定，審查結果認為可以接受。
- (二)由於本設施輻射源均已移除，設施內同區之輻射強度變化不大，故同區輻射強度量測點採代表處量測；而污染擦拭偵檢，採除污前、後不同之偵檢範圍單位劃分進行擦拭採樣，除污作業前已詳細量測及記錄；除污作業後，為確定可符合除役目標限制值，將執行全面污染擦拭偵檢，採小面積單位($0.3 \times 0.3 \text{ m}^2$ 面積)劃分進行擦拭採樣，審查結果認為可以接受。
- (三)放射性廢棄物減量措施包括對於廢棄物進行除污減量，主要以人工擦拭、可剝式塗料乾式除污、必要時以機械鏟除、研磨或刨除等；另除污過程之必要機具及臨時盛裝容器均留置管制區重複使用，減少不必要廢棄物產生，並使廢棄物容積減到最小，以節省放射性廢棄物之貯存空間及最終處置費用，符合「放射性物料管理法」第29條規定，審查結果認為可以接受。
- (四)除役過程所產生的放射性廢棄物皆由核研所進行後續處理，將依循核研所相關程序書進行作業，廢棄物依其物理、化學性質及表面劑量率加以分類、包裝、記錄後，依規定送核研所低放處理廠進行後續貯存處理；未受污染之廢棄物將依核研所「通案性固體廢棄物外釋作業程序書」辦理外釋規劃，審查結果認為可以接受。
- (五)輻射工作人員進行除污作業時，會使用供氣式呼吸防護具及穿戴式防護衣物，經保守評估，除役工作人員執行本案所接受之每月輻射劑量為 $22 \mu\text{Sv}$ ，低於核研所「共通性輻射防護作業程序」輻射工作人員管制級別一之規定(無工作限制)，且低於「游離輻射防護安全標準」第七條規定之輻射工作人員職業曝露之劑量限度，審查結果認為可以接受。

- (六)本設施除役完成後，將以輻射劑量評估程式進行評估及驗證，場址設施須符合「放射性物料管理法施行細則」第19-1條規定，一般人年有效劑量不得超過0.25毫西弗，審查結果認為可以接受。
- (七)依除役計畫書三級品保精神，執行稽查作業，以求安全完成016核子原(燃)料貯存設施除役工作，審查結果認為可以接受。
- (八)016館核子原(燃)料貯存設施除役後，如需再利用作為放射性實驗室、暫存空間，或作為其他設備、設施之使用場地，將符合游離輻射防護及放射性廢棄物相關法規要求，審查結果認為可以接受。

五、審查結論

本除役計畫許可申請案，經審查合於「放射性物料管理法」第14條第1項之規定，核予除役許可，除役計畫書（定稿版）併予核定。