

行政院原子能委員會令
中華民國 100 年 11 月 24 日
會物字第 1000018323 號

修正「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」，並自即日生效。

附修正「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」

主任委員 蔡春鴻

申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則修正規定

壹、依據

本導則依據行政院原子能委員會「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」第三條、第四條及「放射性物料管理法施行細則」第二十六條、第二十八條規定，申請放射性廢棄物貯存設施建造執照、運轉執照或換發運轉執照者，應撰擬或更新安全分析報告。

貳、目的

本導則旨在提供經營者申請用過核子燃料乾式貯存設施（以下簡稱設施）建造執照、運轉執照或換發運轉執照，編撰安全分析報告（以下簡稱報告）之依循。依本導則所建議之格式內容撰寫者，將有助於資料準備之完整性，並縮短審核所需之時間。

參、安全分析報告內容概要

用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告內容概要詳如附錄。

肆、修改

本導則如有未盡事宜者，得視需要修訂之。

附錄 用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告內容概要

第一章 綜合概述

一、概論

(一) 緣由及目的

說明申請機構之需求及貯存設施設置之目的與規劃。

(二) 專有名詞

使用政府機關所頒訂之專有名詞，若非常用或自行編譯之專有名詞，需明確定義並加註原文，以利對照。

(三) 引用法規及設計準則

- 1、撰寫報告時所採用之各種資料，其調查、分析、推估之方法，凡於現行法規中有規定者，需從其規定。

2、詳列撰寫報告時所引用的國內外法規、設計準則及技術規範，並註明其名稱、公（發）布單位、日期及版次。

(四) 參考文獻

引用法規、設計準則及技術規範以外之其他參考文獻，依內容性質歸類整理，並詳列文獻出處。

二、設施綜合概述

(一) 位置

描述設施在核子反應器設施內之地點，並以適當比例之地圖說明。

(二) 貯存系統概述及使用限制條件

描述該系統之貯存護箱、傳送護箱、吊卸運搬機具設備等。說明貯存護箱可裝填用過核子燃料總數、貯存與傳送護箱吊昇高度限制、表面最大劑量限值、貯存護箱之頂部空氣出口溫度限值及護箱內中子有效增殖因數之最大限值等，以及設施所能貯存用過核子燃料最大容量。

(三) 使用年限

說明設施之設計使用年限及其作業時程規劃。

(四) 作業程序

簡述用過核子燃料吊卸裝填、運搬、接收、貯存等作業程序，並附上重要之操作流程簡圖。

(五) 設施配置

敘述設施配置，包括混凝土基座、貯存護箱排列方式及保安圍籬等，並使用適當之比例尺繪製設施平面配置圖，圖上需標示比例尺、方位、區域名稱及設備名稱，並附必要之剖面圖或透視圖。

第二章 場址之特性描述

設施得引用原核子反應器設施之資料，並註明文件名稱及編號；設施安全設計與安全評估所需之必要資料，需於相關章節內檢附。

一、地形與地貌

提供一適當比例尺之地圖，清楚標明貯存設施所有場界範圍與附近重要地理特徵，如道路、河川、鄉鎮、山脈、湖泊、海岸線等。

二、地質與地震

提供地質鑽探資料，包括主要地層單元、岩石及土壤類別、地層柱狀圖等；提供地震調查資料，包括地震紀錄、地震分區、斷層、邊坡穩定及海嘯等資料。

三、水文

描述場址附近地表水文、地下水文、洪水及附近居民飲用水源等資料的蒐集及調查結果。

四、氣象

提供場址附近最近三年之氣溫、平均相對溼度、降雨量及強度、風速、風向、硫氧化物及氮氧化物濃度等氣象資料。

五、周圍人口概況

以場址為中心，並以適當比例尺地圖標示半徑五公里範圍內鄉鎮市之位置及人口超過一千人之聚集點。

六、其他足以影響設施設計與建造之場址特性因素。

第三章 設施之設計基準

一、設施之設計

(一) 貯存護箱設計

- 1、可貯存之用過核子燃料特性：如用過核子燃料之長度、寬度、重量、護套材質、最大燃耗、冷卻期、衰變熱、燃料完整性及其初始濃縮度等。
- 2、正常運作、異常狀況、意外事故及自然災害事件之設計基準：說明各項主要安全功能之結構、系統與組件在不同分析情節之設計參數、應用法規及工業標準，包括貯存護箱之結構、熱移除能力、輻射屏蔽、臨界、密封性能等。
- 3、如採用或參考經外國核准護箱之設計，需檢附原申請文件、審查及核准文件之影本，並表列說明因應國內場址特性考量之各項設計變更。

(二) 構造安全設計

- 1、建築設計：說明設施主要結構物、使用需求規劃及其配置。
- 2、土木設計：說明設施主要結構物之工程材質與設計標準。
- 3、結構設計：說明設施主要結構物之耐震設計、防颱設計、結構分類、設計荷重及其組合等。
- 4、防洪及防水之設計：描述設施防洪之排水系統，防止海嘯及洪水灌入設施之措施，防止雨水、地下水滲入設施之措施，邊坡坍方之監測及防治設計或護岸工程等。
- 5、消防系統設計：說明設施內消防系統設計所遵循之法規、標準及規範，如有特殊之防火、防爆或除熱等設計，亦需一併說明。
- 6、設施結構物耐熱性、耐久性、抗腐蝕性及抗磨損性等之設計，需詳細描述其結構體及塗裝所採用之材料。
- 7、其他有關設施本體結構安全之設計。

(三) 輔助系統及設備之設計

說明裝填檢視區、傳送護箱及吊卸傳送系統、真空乾燥及惰性氣體充填、放射性廢棄物處理等系統之設計，以及相關之防蝕措施。並需評估其對所在核子反應器設施既有之結構、系統、組件及整體運轉安全之影響，如經評估有潛在影響者，需提出具體之運轉、維護或行政管制加強措施。

(四) 公用系統及設備之設計

說明通訊、電力、供水、供氣、照明、一般廢棄物處理、通風及排氣等系統之設計。並需評估其對所在核子反應器設施既有之結構、系統、組件及整體運轉安全之影響，如經評估有潛在影響者，需提出具體之運轉、維護或行政管制加強措施。

(五) 設施各結構、系統與組件之分類

就設施內所有結構、系統與組件項目，依其影響用過核子燃料、貯存系統及環境安全等重要性，區分為「主要安全功能」及「次要安全功能」之結構、系統與組件等兩類。主要安全功能之結構、系統與組件，需於第七章品質保證計畫中詳述之。

(六) 輻射安全設計

- 1、安全限值：說明設施內外各區域或作業之輻射劑量限值。
- 2、輻射屏蔽設計：說明貯存系統與設施輻射屏蔽結構體之材料、組成、比重、厚度及幾何空間位置等有關設計資料。
- 3、職業曝露合理抑低：說明設施正常運轉期間，合理抑低工作人員輻射劑量所採行之設計或措施，至少需包括下列各項：
 - (1) 輻射管制區及監測區之劃分，含輻射防護及監測設備之設置。
 - (2) 用過核子燃料吊卸裝填、運搬、接收、貯存及管制站等作業區職業曝露合理抑低之設計。

(七) 作業安全設計

- 1、描述設施內用過核子燃料之吊卸裝填、運搬、接收、貯存及再取出等重要作業，在正常運作、異常狀況、意外事故及自然災害事件下均能維持次臨界狀態所採行之設計或措施。
- 2、依設施配置圖描述各重要作業區域或空間之安全設計，包括該作業區特有之照明設備、通風排氣系統、監視系統、吊卸運搬機具設備及相關法規之規定。
- 3、說明及評估在正常運作、異常狀況、意外事故及自然災害事件下，各項相關作業對所在核子反應器設施既有結構、系統、組件及整體運轉安全之影響，並提出具體之運轉、維護或行政管制加強措施。

(八) 預防異常狀況或意外事故之設計：

說明設施依場址、結構體或作業特性所需加強預防異常狀況或意外事故之設計，如火災、爆炸、放射性氣體外釋、排水系統失效、入滲量異常增加或設施內積水等之補救措施。

(九) 利於未來除役作業之設計：

就主要安全功能之結構、系統與組件項目，說明有利於未來除污及除役作業之設計。

(十) 設計資料需附適當比例尺之詳細圖說，細部設計或分析資料得列報告附冊備查。

二、設施之建造

(一) 施工特性

說明施工規劃概要，包括所遵循之法規、標準及規範、施工階段及施工範圍等。

(二) 施工計畫

說明施工項目、時程及管理方法等，且需考量施工期間對所在核子反應器設施既有結構、系統、組件及整體運轉安全之影響，並提出對應施工管理措施。

第四章 設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫

一、組織規劃

(一) 組織架構

說明施工及運轉組織架構之編組、功能、責任與權限，包括與承包商及承製廠商間之分工。

(二) 人員編制

說明人員編制、權責及資格，包括編制員額、職稱、每一運轉班次人數。各級主管人員之權責與資格，管理、監督及輻射防護人員之權責與資格等。

二、行政管理

(一) 管理程序

說明設施安全運轉相關作業活動之管制與管理程序，包括設備管制、維護管理、工安、品保及人員與車輛出入之污染管制等。

(二) 審查與稽核

說明設施各項作業之審查與稽核程序，包括施工、運轉作業之審查與安全措施之稽核，作業程序或系統變更之審查，審查與稽核文件之管制等。

三、人員訓練計畫

針對設施之運作提出人員訓練計畫，說明用過核子燃料之吊卸裝填、運搬、接收及貯存等重要作業之訓練規劃，至少需包括下列項目之訓練課程內容、時程及授課人員資格，訓練成效評估或資格檢定辦法等。

(一) 設施及貯存系統之設計。

(二) 核工原理。

(三) 設施之保安與通訊系統。

(四) 貯存護箱之驗收要求。

(五) 起重機與索具操作要求。

(六) 裝填前準備作業（包括燃料與貯存護箱之檢查及測試）及裝填作業。

(七) 密封作業（包括焊接、洩漏測試、排水、真空乾燥及氮氣充填等）。

(八) 運搬輔助機具之操作、接收貯存及監測作業。

(九) 異常狀況與意外事故之應變及改正措施。

(十) 其他特殊作業項目。

第五章 設施運轉計畫

本章內容至少需包括下列各項，於申請設施建造執照時，需說明初步規劃；申請運轉執照時，需詳細說明之。

一、作業程序

(一) 吊卸裝填

說明欲裝填之用過核子燃料完整性檢測方法及判定標準，裝填前後之燃料束識別確認程序；傳送護箱入池前檢查作業、入出池吊卸操作程序、及貯存護箱真空乾燥、充填氬氣及密封焊接之作業程序、測試程序及標準。

(二) 運搬

說明傳送護箱與運搬輔助機具之檢查、裝載、除污、吊卸操作等程序，以及執行上述作業時維持熱移除能力、次臨界與輻射防護之措施。說明運搬規劃路線、地下埋設物種類、埋設深度，以及運搬方法、人員及車輛之污染管制措施等。

(三) 接收及貯存

說明設施之接收、貯存及再取出之作業。

二、貯存期間之檢視作業

說明設施輻射劑量、貯存護箱之溫度與密封監測及例行檢視作業之規劃。

三、作業流程

以流程圖標示操作順序及其控制方法，重要步驟需說明預防事故之措施，並註明相關系統及設備之操作特性與限制條件。

四、輔助系統及設備之運轉。

五、公用系統及設備之運轉。

六、設施各項系統及設備之維護保養。

七、申請運轉執照時，需檢附設施運轉程序書清單。

八、設施材料評估及接受測試

說明密封鋼筒、傳送護箱及混凝土護箱與安全有關重要組件之材料選擇、特性及其適用的法規、工業標準或材料證明文件；並說明各項有關之非破壞性檢查，以及結構、壓力、洩漏、材料測試等之接受程序及合格標準。

第六章 設施之安全評估，含預期之意外事故評估

說明用過核子燃料吊卸裝填、運搬、接收、貯存等作業，在正常運作、異常狀況、意外事故及自然災害事件下，均能確保安全。評估項目至少需包括下列各項，必要時得列報告附冊備查。

一、臨界安全評估

分析設施在正常運作時，用過核子燃料之吊卸裝填、運搬、接收、貯存等作業均能維持次臨界狀態，至少需說明下列項目：

(一) 臨界設計規範。

(二) 待貯存之用過核子燃料性質。

(三) 臨界計算。

(四) 臨界基準驗證。

二、結構評估

結構、系統與組件區分以下四類，依序說明結構設計特性、設計準則與工業標準、材料性質及結構計算分析等內容。

(一) 具密封性者。

(二) 鋼筋混凝土結構。

(三) 其他主要安全功能者。

(四) 次要安全功能者。

三、熱傳評估

為確認衰變熱移除系統能可靠運轉，需證明主要安全功能之結構、系統與組件及燃料護套之溫度，在正常運作時，均能符合限值。報告中需說明下列項目：

(一) 衰變熱移除系統。

(二) 材料溫度限值。

(三) 熱傳負載及週遭環境狀況。

(四) 分析方式、模型及計算。

(五) 防火及防爆。

四、輻射屏蔽評估

確認貯存系統、運送與設施之屏蔽設計能提供適當之輻射防護，屏蔽功能需能確保工作人員及民眾之輻射劑量符合法規限值。報告中至少需說明下列項目：

(一) 輻射源種類與性質。

(二) 貯存系統及運送作業之屏蔽。

(三) 屏蔽組成及細節。

(四) 屏蔽計算分析。

(五) 輻射劑量評估。

五、密封評估

說明貯存系統之密封作業與密封分析，報告中至少需說明下列項目：

(一) 密封系統與作業說明。

(二) 密封分析。

(三) 密封監測。

(四) 避免用過核子燃料劣化之評估。

六、異常狀況、意外事故及自然災害事件之安全評估

經營者需就設施操作環境條件與貯存系統特性，預測用過核子燃料運轉可能發生之異常狀況、意外事故及自然災害事件並辦理相關安全分析，所有事件分析結果需符合結構、次臨界、密封、輻射劑量法規限值及再取出等安全設計要求。

(一) 異常狀況之安全評估

說明每一項異常狀況之可能發生原因、評估方法、結果影響分析、主要輻射曝露途徑及情節、工作人員及設施外民眾所接受之輻射劑量評估、及改正措施等。

(二) 意外事故及自然災害事件之安全評估

說明每一意外事故及自然災害事件之發生原因、評估方法、結果影響分析、設備或系統防護措施、主要輻射曝露途徑及情節、工作人員及設施外民眾所接受之輻射劑量評估等。

第七章 輻射防護作業與環境輻射監測計畫

如設施係附屬於核子反應器設施內時，得引用原核子反應器設施之相關計畫。但需依設施之特性，詳細說明引用之方法及原則。

一、輻射防護作業計畫：依設施之作業特性、貯存放射性廢棄物之活度與特性，並參考「游離輻射防護法施行細則」相關規定撰寫輻射防護作業計畫，內容需包括輻射防護管理組織與權責、人員防護、醫務監護、地區管制、輻射源管制、放射性廢棄物處理、意外事故處理、合理抑低措施、紀錄保存及其他主管機關指定事項等。

二、環境輻射監測計畫：需依「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」規定撰寫環境輻射監測計畫。

第八章 消防防護計畫

如設施係附屬於核子反應器設施內時，得引用原核子反應器設施之相關計畫。但需依設施之特性，詳細說明引用之方法及原則。

- (一) 消防工作之組織及行政管理。
- (二) 火災災害分析及影響評估。
- (三) 防火設計及措施。
- (四) 火警偵測及消防能力評估。
- (五) 相關單位之消防及救護支援。
- (六) 防火及消防有關設備之維護及管理。
- (七) 防火及消防有關之人員訓練。

第九章 保安計畫及料帳管理計畫

如設施係附屬於核子反應器設施內時，得引用原核子反應器設施之相關計畫。但需依設施之特性，詳細說明引用之方法及原則。

一、保安計畫內容至少需包括下列各項：

- (一) 保安工作之組織、管理及訓練。
- (二) 保安區域之劃定及管制。
- (三) 周界實體阻隔物、入侵偵測及警報監視系統。
- (四) 保安通訊設施及與警察機關協調支援事項。

(五) 保安系統測試、維護及各項紀錄保存。

(六) 其他經主管機關公告之事項。

申請運轉執照時，需說明有關門禁管制及進出人員查核措施（包括人員酒精及毒品防治篩檢方案）、警衛之部署與運用、保安事件應變、防範內部破壞措施及保安系統整體效能評估等事項。

二、料帳管理計畫至少需包括下列內容：

(一) 國際原子能總署之料帳管理要求。

(二) 貯存量及其明細

說明用過核子燃料中鈾、鈾-235 及鈾之重量及總重。

(三) 識別與貯放位置

說明每一用過核子燃料元件之識別，包括燃料元件型式、序號、批次、流水號及置放位置等相關紀錄。

(四) 變動記錄

用過核子燃料之異動原因及其紀錄。

(五) 其他經主管機關指定者。

第十章 品質保證計畫

為確保貯存系統與設施之設計、建造及運轉品質，申請建造執照時需提出建造及設計品質保證計畫，申請運轉執照時需提出營運品質保證計畫，其內容需包括：

一、組織。

二、品質保證方案。

三、設計管制。

四、採購文件管制。

五、工作說明書、作業程序書及圖面。

六、文件管制。

七、採購材料、設備及服務之管制。

八、材料、零件及組件之標示與管制。

九、特殊製程管制。

十、檢驗。

十一、試驗管制。

十二、量測及試驗設備管制。

十三、裝卸、貯存及運輸。

十四、檢驗、試驗及運轉狀況之管制。

十五、不符合材料、零件或組件之管制。

十六、改正行動。

十七、品質保證紀錄。

十八、稽查。

第十一章 除役初步規劃

說明設施未來之除役構想，包括除役時機、除役目標、放射性廢棄物處理、財務規劃及預定未來提出除役計畫書之日期等內容。本設施設計已考量有利於未來除役作業之事項，需一併說明。