

核一廠一號低放射性廢棄物貯存庫
十年再評估報告
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108年4月

目 錄

一、審查概要	- 1 -
二、審查過程	- 2 -
三、審查發現	- 2 -
四、審查結論	- 7 -

一、審查概要

台電公司核一廠一號低放射性廢棄物貯存庫(以下簡稱一號低放貯存庫)為行政院原子能委員會(以下簡稱本會)於民國 78 年 5 月 10 日核准設置,本會並於 87 年 5 月 14 日核准使用。依據「放射性物料管理法」第 21 條與「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 17 條之要求,經營者應每十年執行貯存設施再評估,台電公司於 97 年 1 月 18 日提送一號低放貯存庫十年再評估報告,本會於 97 年 5 月 29 日同意核備;本次為台電公司於 107 年 4 月 30 日依前述法規要求再次提送「核一廠一號低放射性廢棄物貯存庫十年再評估報告」。

台電公司核一廠一號低放貯存庫位於核一廠廠區南方邊緣山坡地,三面環山,建築面積約 2,360 平方公尺,為兩層鋼筋混凝土建築(地上一層、地下一層),臨乾華溪,為用以貯存核一廠運轉、維護產生之低放射性廢棄物。一號低放貯存庫內設有作業區(檢整、暫存、檢查區)及 3 個廢棄物桶貯存區,依「第一核能發電廠放射性待處理物料貯存庫計畫書」(該貯存庫原申請設置文件),該貯存庫設計貯存 23,390 桶(55 加侖桶)低放射性廢棄物,設計總貯存活度為 3×10^{16} Bq (812,000Ci)。一號低放貯存庫採遙控作業,操作員可在貯存庫操作室內配合電腦及閉路電視監視貯存作業之進行,並遙控一號低放貯存庫內廢棄物桶之存放或取出,以降低工作人員所接受之輻射劑量。

核一廠一號低放貯存庫十年再評估報告之審查作業,其「核一廠一號低放射性廢棄物貯存庫十年再評估報告」內容應包含「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 17 條所要求應說明之事項,並應符合「低放射性廢棄物貯存設施再評估報告審查導則」之要求;貯存庫相關系統應具有「放

射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 13 條設計要求之功能；貯存庫之運轉應符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 14 條第 2 項：核子反應器設施內之貯存設施，其輻射防護設計應符合核子反應器設施管制法規之規定，意即應符合「核能電廠環境輻射劑量設計規範」之規定，任一核能電廠廠址，不論有多少部輕水式核反應器機組及其他附屬設施，其所造成廠界外非限制區域中，任一民眾的年有效劑量評估值總和，每年不得超過 0.5 毫西弗。

二、審查過程

台電公司於 107 年 4 月 30 日提送「核一廠一號低放射性廢棄物貯存庫十年再評估報告」送本會審查。首先執执行程序審查，審查結果確認台電公司提送之報告內容已包含「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 17 條所要求之事項，且確認無缺頁、印刷錯誤等情形後，進入實質審查。

實質審查作業由本會物管局邀集局內外共 8 位審查委員進行審查作業，委員之專長包含土木結構、放射性廢棄物管理、輻射防護等方面；審查期間適逢本會於 107 年 9 月 27 日發布「低放射性廢棄物貯存設施再評估報告審查導則」，請審查委員參考該審查導則執行審查作業。本案業經 3 回合審查共提出 39 項審查意見，另於 107 年 12 月 6 日辦理現勘作業暨審查會議後，各項審查意見均已完成澄清並結案。

三、審查發現

「核一廠一號低放射性廢棄物貯存庫十年再評估報告」之審查作業，經 3 回合審查共提出 39 項審查意見，確認審查意見及台電公司答覆說明。本十

年再評估報告之重要審查發現分述如下：

1. 依「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 13 條之要求，放射性廢棄物貯存設施之設計，應包含具有輻射監測設備、具有火災偵測受信及消防設備、具有洩水收集功能及取樣設備、具有廢棄物接收、偵檢、操作監控及貯存之功能等共 8 項要求。惟台電公司於本十年再評估報告中僅說明火災偵測受信設備、消防設備及廢料桶吊卸設備目前皆正常使用中，並定期維護保養，但未說明前述法規所述其餘設備之狀況，因此審查委員提出審查意見要求台電公司補充說明。對此，台電公司針對前述法規所要求之事項一一提出說明，確認一號低放貯存庫符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 13 條所要求貯存庫應具有之設計功能。
2. 有關一號低放貯存庫結構安全評估，台電公司針對一號低放貯存庫結構使用現況進行調查，並進行結構材料強度評估，及依現有耐震規範靜力分析計算之地震力作用下，檢核一號貯存庫結構耐震容量。現況調查結果一號低放貯存庫建築物發現部分瑕疵，台電公司說明該瑕疵均非主結構之瑕疵，並不影響主結構體之安全性；而耐震檢核方面結果顯示一號低放貯存庫整體結構各構件皆能滿足目前最新耐震基準之需求。針對台電公司之說明，審查委員有以下意見：
 - (1) 建築物結構健康狀態評估係一專門技術，從現況勘查、採取材料強度試體、建立分析模式配合耐震設計規範進行分析，都需由專業技師進行，請台電公司檢附一號低放貯存庫結構評估技師簽證資料。
 - (2) 針對一號低放貯存庫現況調查所發現之建築物劣化，台電公司說明該劣化並不影響主結構體之安全性，但對於裂縫寬度大於 0.4 毫米之劣化處需進行修補以避免持續劣化，惟台電公司並未說明

劣化處之修復規劃，故請台電公司補充說明。

針對審查委員之意見，台電公司說明如下：

(1) 執行一號低放貯存庫結構健康狀態評估之評估人員具有土木技師執業資格，評估結果報告並經該土木技師簽證。台電公司並提出簽證資料加以佐證。

(2) 現況調查所發現不影響一號低放貯存庫結構安全之混凝土結構裂縫，將於 108 年 8 月底前完成修復。

3. 有關一號低放貯存庫周邊邊坡安全評估，台電公司說明一號低放貯存庫附近地質與山坡地地質狀態良好，水文水理分析檢討亦達安全值，無邊坡滑動之虞。惟 106 年 6 月 2 日北海岸地區之超大豪雨確實造成一號低放貯存庫東南角邊坡有覆土滑動現象，該覆土滑動現象未造成一號低放貯存庫運轉安全上之疑慮，惟仍請台電公司說明一號低放貯存庫周邊鄰近邊坡穩定狀況之調查結果及採行之保護措施。台電公司說明針對一號低放貯存庫東南角邊坡覆土滑動現象，規劃於致損坡面範圍上進行整治工程，現已依法編具「第一核能發電廠乾華區東南側山坡整治工程水土保持計畫」送新北市政府水土保持管制機關審查，待核定後施工；而針對廠區山坡滑移潛勢部分，調查分析作業持續進行中，並特別針對 106 年 6 月 2 日超大豪雨進行災後之山崩及土石流補充調查及再評估，將就豪雨事件辦理對比與驗證、崩塌判釋結果現地調查、補充地質鑽探、現場水文地質試驗與調查等工作，完成後將展開監測預警系統研擬(包含建置原則、監測儀器佈設地點與方式、監測資料蒐集與分析等)，再經本會審核後，據以辦理相關改善、監測。

4. 有關一號低放貯存庫貯存環境之安全評估，台電公司說明一號低放貯存庫在良好空調系統控制下，維持貯存環境相對溼度及溫度，使低放射性廢棄

物桶皆能於安全條件下貯存。針對台電公司之說明，審查委員有以下意見：

- (1) 請台電公司說明近十年一號低放貯存庫內部溫、濕度之變化情形，並比對安全分析報告，說明是否對廢棄物桶之貯存安全造成影響。
- (2) 從美國核管會 NUREG/CR-4062 (Extended Storage of Low-Level Radioactive Waste: Potential Problem Areas, 1985.) 報告中 5.2.1 節有關離子交換樹脂之說明：離子交換樹脂的被照射可能產生和/或釋放出化學活性物質，這可能不利地影響粘合劑和容器材料，並已經觀察到裂解氣體的產生，主要氣體是氫氣，在某些貯存條件下可能會引起燃燒或爆炸危險。由於一號低放貯存庫存放有核一廠運轉產生之廢棄離子交換樹脂，請台電公司說明氫氣濃度的檢測設備、檢測頻率與檢測結果，並說明降低氫氣濃度的措施。

針對審查委員之意見，台電公司說明如下：

- (1) 一號低放貯存庫內部溫度控制在 23℃ 至 28℃；相對濕度部分，貯存庫內貯存區相對濕度約 55% 至 65%，與本貯存庫原申請設置計畫書第 3.1.6 節所述本貯存庫空調系統將相對濕度控制在 50% 以下有些差異，惟經每年執行粒狀廢樹脂桶及固化廢物桶檢視，檢查結果廢料桶無銹蝕、洩漏、剝落等異常情形，顯示對廢棄物桶之貯存安全未造成影響。再查核一廠二號低放貯存庫、核二廠三號低放貯存庫及核三廠低放貯存庫之安全分析報告，對於低放貯存庫內之相對濕度要求皆為應控制於 65% 以下，且根據美國 RegGuide-1.140 item 4.g 章節說明若大氣進入空調淨化系統其相對濕度大於 70% 時，須設置加熱器以維持相對濕度在 70% 以下，以確保廢棄物桶貯存安全，綜上所述，顯示計畫書設定之相對濕度值不甚合理，現今之濕度下並不會影響廢棄物貯存安全，將另

案申請修訂本貯存庫原計畫書（即「第一核能發電廠放射性待處理物料貯存庫計畫書」）之相對濕度值為 65%。

- (2) 有關一號低放貯存庫氫氣濃度監測，台電公司說明已於一號低放貯存庫脫水樹脂貯存區執行氫氣濃度檢測，檢測頻率為 1 年 1 次、檢測結果皆未檢測到氫氣存在。由於一號貯存庫空調設備運轉循環功能正常，若確實有氫氣產生時，可有效降低氫氣濃度，確保貯存庫運轉安全。

5. 有關一號低放貯存庫之輻射影響評估，台電公司說明至 107 年 4 月 30 日止，一號低放貯存庫共貯存 18,671 桶廢棄物桶，低於原設計容量 23,390 桶；並說明依「核一廠除役計畫」第 10 章之內容，以一號低放貯存庫 104 年 6 月底之貯存量 20,439 桶、總活度 1.15×10^{14} Bq，進行直接輻射與向天輻射劑量評估，對最近廠界處 TLD 佈點編號 106 位置劑量影響為直接輻射劑量為 4.45×10^{-2} mSv/y，向天輻射劑量為 3.70×10^{-3} mSv/y，總劑量為 4.82×10^{-2} mSv/y，符合輻射防護及放射性物料相關法規之要求，因此以 107 年 4 月 30 日之貯存量 18,671 桶、總活度 8.617×10^{13} Bq，合理推估其對廠界民眾造成之劑量影響更加低微。惟審查委員針對台電公司之說明，提出以下審查意見要求台電公司再補充說明：

- (1) 請台電公司說明所述輻射劑量評估之方法與所使用之程式。
- (2) 報告內容僅針對廠外民眾之輻射劑量進行評估，請台電公司補充說明一號低放貯存庫近十年之作業人員劑量統計結果，並評估其對作業人員造成之影響。

針對審查委員之意見，台電公司說明如下：

- (1) 廠界外民眾關鍵群體之輻射劑量影響評估，主要評估之曝露途徑為直接輻射與向天輻射。直接輻射劑量評估主要採用點核仁法，

採用商業化工具程式如 QAD-CG 系列與 Microshield 程式，而向天輻射劑量評估方法直接輻射劑量評估方法主要採用點核仁法，採用商業化工具程式為 SKYSHINE-III 程式、SKYDOSE 程式與 MicroSkyshine 程式。

- (2) 有關一號低放貯存庫工作人員所接受之輻射劑量，台電公司列表說明一號低放貯存庫近十年工作人員劑量統計結果。依台電公司所提數據，一號低放貯存庫近十年之作業人員集體有效劑量最低為 105 年 0.81 人毫西弗，最高為 99 年 54.59 人毫西弗及 101 年 58.45 人毫西弗。台電公司補充說明 98 年至 99 年間因#27 倉庫固化桶搬移至一號廢棄物貯存庫貯存，工作人員年集體有效劑量最高為 54.59 人毫西弗，另 101 年至 102 年間，因壕溝內 2,497 桶高劑量廢棄物桶搬遷至一號低放貯存庫檢查，後送至二號低放貯存庫貯存，工作人員年集體有效劑量為 27.45 至 58.45 人毫西弗。對於上述劑量偏高之工作項目，作業期間已採取必要之防護管制措施，例如人力調度、遙控吊車吊卸、屏蔽堆高機搬運、工作人員著裝鉛衣、臨時屏蔽增設等劑量抑低措施，並落實劑量抑減宣導、管控、統計及追蹤，以確保工作人員所接受之有效劑量不超過核一廠每日行政限值 0.6 mSv 目標及連續五年內不超過 100 mSv，任何單一年內不超過 50mSv 之法規限值，作業期間工作人員無劑量超限及人員受污染情事，確保輻射安全。

四、審查結論

1. 核一廠一號低放貯存庫應具有安全貯存等相關功能性之設備皆正常運轉中，符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 13 條之要求，審查結果認為可以接受。
2. 核一廠一號低放貯存庫結構安全之評估說明，確認一號低放貯存庫

建築體已委託土木技師進行調查評估，評估內容包含使用狀況調查、結構材料強度評估及結構耐震容量評估等，確保核一廠一號低放貯存庫於運轉期間能維持其應有之功能，符合「低放射性廢棄物貯存設施再評估報告審查導則」之要求，審查結果認為可以接受。

3. 核一廠一號低放貯存庫周邊邊坡之安全評估，台電公司已針對 106 年 6 月 2 日北海岸地區之超大豪雨造成該貯存庫東南角邊坡有覆土滑動現象，規劃於致損坡面範圍上進行整治工程，並已針對該貯存庫周邊鄰近邊坡穩定狀況進行補充調查，審查結果認為可以接受。
4. 核一廠一號低放貯存庫貯存環境之安全評估，一號低放貯存庫在良好空調系統控制下，維持貯存環境相對溼度及溫度，使低放射性廢棄物桶皆能於安全條件下貯存，符合「低放射性廢棄物貯存設施再評估報告審查導則」之要求，審查結果認為可以接受。
5. 有關核一廠一號低放貯存庫對廠界外各評估位置輻射劑量之評估結果，符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 14 條第 2 項之規定，不會影響核一廠廠界劑量率，審查結果認為可以接受。