

(一)核廢料總檢討：我國核電廠自開始商轉之後，各核電廠目前累計迄今核廢料之數量(公噸、桶)、標準作業處置方式、暫時及永久場址和處置費用；以及預估未來核電廠停役之核廢料數量、標準作業處置方式、暫時及永久場址和處置費用，以及上述對環境監測和環境衝擊評估報告；(二)低放射性廢棄物：歷年來核電廠減容中心處理可燃及可壓低放射性廢棄物之數量、標準作業處理方式、底渣去處、處置費用，以及對環境監測和環境衝擊評估

專案報告

報告人：行政院原子能委員會

中華民國 103 年 5 月 5 日

目 錄

一、核電廠放射性廢棄物安全管制	1
(一)低放射性廢棄物處理及貯存	1
(二)用過核子燃料.....	3
(三)低放射性廢棄物最終處置	4
(四)用過核子燃料最終處置	5
(五)處置費用之估算.....	6
(六)環境監測.....	7
二、核電廠減容中心安全管制	9
三、結語.....	11

主席、各位委員先進：

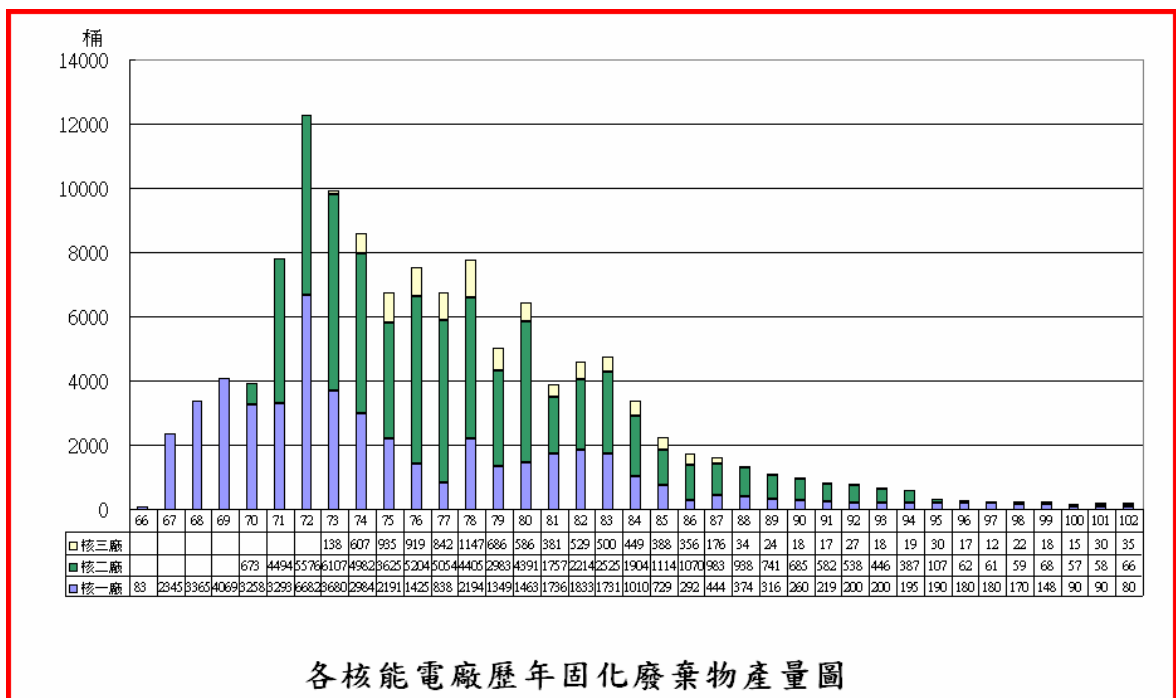
今天應 大院要求，針對「核電廠放射性廢棄物」議題，謹代表行政院原子能委員會（以下簡稱原能會）提出專案報告。我國放射性廢棄物的處理規劃，依法係屬經濟部及台電公司的權責，原能會則負責安全管制工作。以下謹就低階及高階放射性廢棄物的管制，進行摘要報告。

一、核電廠放射性廢棄物安全管制

(一)低放射性廢棄物處理及貯存

原能會對於低放射性廢棄物處理之管制重點，在保障系統安全運轉、減少廢液之產量與排放，達成廢棄物減量減容之目標，並能確保廢料固化體品質符合規範要求，使後續之貯存、運輸、處置能順利安全進行。歷年來核能電廠所產生之低放射性固化廢棄物桶數持續減少，減廢成效良好如下圖所示。

低放射性廢棄物貯存設施的管制方面，在興建前，台電公司依法應提送相關文件，經核准後始能興建，建造期間原能會均派員檢查施工情形，完工啟用前經勘驗合格後，台電公司須提出運轉申請，經審查核准後始得正式運轉。



截至 103 年 3 月底止，各核電廠低放射性廢棄物貯存量，如表一、二所示。

表一、核電廠低放射性廢棄物貯存統計表(單位：桶)

設施別	固化廢料	脫水樹脂	可燃廢料	可壓廢料	其它廢料	總計
核一廠	8,550	5,527	10,144	11,288	9,057	44,566
核二廠	26,349	7,950	1,109	932	15,032	51,372
核三廠	2,658	1,783	1,351	1,508	1,055	8,355
合計	37,557	15,260	12,604	13,728	25,144	104,293

表二、蘭嶼貯存場低放射性廢棄物貯存統計表(單位：桶)

來源	核一廠	核二廠	核三廠	小產源	減容中心	重新固化	總計
貯存量	40,479	36,628	6,336	11,291	528	5,015	100,277

另依據台電公司「低放射性廢棄物最終處置場可行性研究技術服務工作-低放射性廢棄物數量預估更新報告」，預估核電廠運轉 40 年將產生低放射性廢棄物

292,048 桶，另核電廠除役將產生 455,793 桶低放射性廢棄物，合計約 74 萬 7 千餘桶。

(二)用過核子燃料

我國對於用過核子燃料的管理，採行「近程燃料池貯存、中程乾式貯存、長程最終處置」之策略。國內三座核電廠產生之用過核子燃料，目前總計 16,671 束，皆貯存於核電廠之燃料池內。台電公司已規劃於核一、二廠興建乾式貯存設施，俟啟用後即可陸續遷移燃料池內的用過核子燃料至乾式貯存設施。對於長程最終處置，則要求台電公司依法提報用過核子燃料最終處置計畫，並應依計畫時程切實推動。台電公司各核電廠用過核子燃料的產量，如表三所示。

表三、各核電廠用過核子燃料產量統計表

機組		商轉年	貯存容量 (束)	已貯存量		每週期 退出燃 料束
				束	MTU(公 噸)	
核一廠	一號機	67	3,083	2,982	512	100
	二號機	68	3,083	2,856	491	100
核二廠	一號機	70	4,398	4,180	702	170
	二號機	71	4,398	4,068	684	170
核三廠	一號機	73	2,160	1,311	524	66
	二號機	74	2,160	1,274	509	66

註：MTU (Metric Tonnes Uranium)，單位：公噸。

依據台電公司「核能後端營運總費用估算與每度核能發電分攤率計算總結報告(民國 99 年 12 月)」，預估 6 部機運轉 40 年將產生用過核子燃料總重量約 5,048 公噸鈾，相關資料如表四。

表四、各核電廠用過核子燃料總產量預估表

電廠	燃料元件重量	1 號機	2 號機	六部機合計 鈾燃料重量(kgU)
	kgU/束	燃料量(束)	燃料量(束)	
核一廠	178.5	3,812	3,788	5,048,322
核二廠	178.5	5,732	5,800	
核三廠	417.5	1,911	2,001	

(三)低放射性廢棄物最終處置

低放射性廢棄物最終處置場的設計，世界各國皆採多重障壁的概念，防護措施包括放射性廢棄物固化體盛裝容器、緩衝回填材料等工程及天然障壁，以隔絕放射性廢棄物於人類生活環境之外。處置方式已獲國際原子能總署之認可與推薦，在技術上並無困難。我國法規規定最終處置設施對民眾所造成之輻射劑量，每年不得超過 0.25 毫西弗，為一般民眾年劑量限值的 1/4。

低放射性廢棄物最終處置設施選址作業方面，依據「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」，經濟部為選址主辦機關，並指定台電公司辦理場址調查、安

全分析及公眾溝通等工作。經濟部已於 101 年 7 月 3 日選定台東縣達仁鄉及金門縣烏坵鄉二處為建議候選場址，後續將依法辦理地方性公民投票以決定候選場址。

經濟部選定之建議候選場址，若順利完成地方性公投選定候選場址，台電公司仍需執行二階段環境影響評估，經環評主管機關審核通過後，再由經濟部核轉行政院正式核定為場址。依台電公司規劃，預定於 105 年完成選址作業，最終處置設施預定於 110 年完工啟用。

(四)用過核子燃料最終處置

用過核子燃料(或稱高放射性廢棄物)最終處置設施，國際間一致規劃採行深層地質處置方式，將用過核子燃料埋藏於深約 300 至 1,000 公尺之穩定地層中。配合包封容器、緩衝/回填材料等工程障壁，與處置母岩等天然障壁構成多重障壁系統，以有效阻絕放射性核種影響人類健康與環境安全。以深層地質處置用過核子燃料之方式，已獲國際原子能總署之認可與推薦。我國法規規定放射性廢棄物最終處置設施對民眾所造成之輻射劑量，每年不得超過 0.25 毫西弗，為一般民眾年劑量限值的 1/4。

台電公司依據放射性物料管理法規定，提報「用過核子燃料最終處置計畫書」，規劃最終處置場於 2055 年完工啟用。全程計畫分為「潛在處置母岩特性調查與評估」、「候選場址評選與核定」、「場址詳細調查與試驗」、「處置場設計與安全分析評估」及「處置場建造」等五個階段。

台電公司於 2009 年提出「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」，確認國內具有潛在處置母岩，可供進一步研究調查。原能會已要求台電公司應於 2017 年提報「用過核子燃料最終處置技術可行性評估報告」，並須經國際同儕審查，以確認國內最終處置技術能力可符合國際水準。

(五)處置費用之估算

為籌措核能電廠除役、用過核燃料及核廢料等核能發電後端營運管理所需之費用，台電公司自民國 76 年起即按核能發電量逐年提撥成立核能發電後端營運費用基金。依行政院核定之「核能發電後端營運基金收支保管及運用辦法」，以經濟部為該基金之主管機關，由經濟部設立「核能發電後端營運基金管理會」，負責管理該基金之收支、保管及運用。

核能發電後端營運總費用估算係以運轉中 6 部核能機組，運轉 40 年，高、低放射性廢棄物均採境內處置方式為計算基礎，合計約需新台幣 3,353 億元。其中低放射性廢棄物最終處置費用約需 375 億 5 千 5 百萬元，用過核子燃料最終處置費用約需 1,382 億 2 百萬元。目前每度核能發電係提撥 0.17 元，截至 103 年 3 月底止，該基金已累積新台幣 2,361 億元。

(六)環境監測

原能會職掌監督核能電廠運轉與輻射安全，依據「游離輻射防護法」，要求核能電廠之氣體及液體排放均須符合法規規定，並執行環境輻射監測，有效掌握電廠排放對環境之影響，確保輻射安全。

國內核能電廠的氣液體排放，都必須確實遵守「游離輻射防護法」及相關法規的規定。所有的排放過程，都必須經過嚴格地處理並執行取樣分析及偵測，確認符合「游離輻射防護安全標準」排放限值後才可以排放。依歷年各核能電廠放射性氣液體排放監測結果，評估造成廠外民眾的輻射劑量均遠低於法規限值(每年 1 毫西弗)，且均在台灣地區背景輻射變動範圍內，對民眾健康沒有影響。

為確保民眾的輻射安全，原能會除加強檢查核能電廠放射性物質排放之作業流程、排放紀錄與相關品保作業外，原能會輻射偵測中心並同時對核能電廠周圍環境執行環境輻射平行監測，自各核能電廠運轉 2 年前即開始執行環境背景輻射監測調查，俾憑與電廠運轉後之監測結果進行比對，目前每年計分析包括空氣微粒、落塵、草樣、水樣、土壤、及農畜產物、水產物等環境樣品，約 1,700 件次。經歷年來分析結果均顯示無輻射安全顧慮，各項檢測結果也分別以季報、半年報、年報以及網站對外公開方式，提供民眾查閱。

此外，原能會輻射偵測中心已在台灣本島及金門、蘭嶼等外島地區建置 45 座即時輻射監測站，每縣市至少設置一座環境輻射監測站，全天候 24 小時自動監測環境輻射劑量，並將監測結果公布於網站供民眾查詢；另同步傳送至原能會核安監管中心，隨時掌控環境輻射監測動態，若發現任何異常可即時應變及採取並要之措施，確保環境輻射安全。

二、核電廠減容中心安全管制

台電公司減容中心之放射性廢棄物焚化爐，係於民國 80 年 8 月開始運轉。減容中心採用國際普遍使用的焚化熱處理技術及污染防治方法，每小時約可焚化 100 公斤的低放射廢棄物。包括布、紙、塑膠、木材、廢油、廢樹脂等，表面劑量率小於每小時 2 毫西弗，活度小於 7.4×10^6 貝克/公斤。另裝設有 1,500 公噸超高壓縮機，處理可壓廢棄物。所有處理後產生的底渣均裝桶，安全存放於貯存庫內，歷年處理量如表五。

國際間使用焚化爐處理放射性廢棄物已有幾十年經驗，目前包括美國、俄羅斯、日本、德國、英國、法國、瑞士、瑞典、西班牙、加拿大等國，全球有四十餘座類似的焚化爐運轉中。國內放射性廢棄物焚化爐的設計，符合國際原子能總署的標準，並經過原能會審查核可。運轉期間原能會派員執行檢查，以確認符合安全規定。

核能電廠的焚化爐的廢氣處理系統包括濾除飛灰的袋式過濾器，另裝有可濾除放射性微粒粉塵的超高效率過濾器(HEPA)及洗滌塔等處理設備。最後在廢氣排放的煙道出口前端，裝設有輻射即時偵檢器，可隨時記錄運轉所排放的廢氣，處理過程均相互連鎖，可防止異常排放。歷年運轉均未發生異常排放情事，沒有造成環境輻

射的汙染情形。

表五：減容中心歷年廢棄物處理量及處理產生量

年份	可燃廢棄物焚化量(kg)	可壓廢棄物處理量(桶)	處理產生量(桶)
80	30,350	0※1	3
81	99,453	0※1	38
82	309,503	2,367	740
83	321,395	3,165	863
84	288,339	3,429	675
85	288,727	3,021	618
86	311,231	1,931	407
87	295,918	1,449	317
88	363,921	1,387	341
89	298,577	2,065	588
90	219,208	1,376	399
91	119,744	566	158
92	88,144	960	273
93	90,272	981	274
94	210,686	877	235
95	242,591	876	254
96	13,797	909	253
97	0※2	574	155
98	26,383	568	139
99	132,313	408	124
100	110,613	484	138
101	103,754	512	124
102	205,971	452	102
總量	579,034	28,357	7177

※1：超高壓縮機民國 82 年運轉。

※2：焚化爐換爐檢修作業，當年未焚燒廢棄物。

三、結語

原能會秉持獨立監督立場執行安全管制工作，要求台電公司做好放射性廢棄物的處理及貯存，並應切實推動最終處置計畫。核一、二、三廠及蘭嶼貯存場的低放射性廢棄物，目前並無處理及貯存的安全問題，各電廠的貯存設施也有足夠容量，惟最終處置的選址作業仍需繼續努力。原能會將督促台電公司應依最終處置的計畫時程，切實推動執行。