

輻射防護簡訊 99

中華民國98年10月1日

- 出版單位：財團法人中華民國輻射防護協會
- 地 址：新竹市光復路二段295號15樓之1 ■ 電話：(03)5722224 電傳：(03)5722521
- 編輯委員：王昭平、尹學禮、何 偉、李四海、施建樑、
張寶樹、董傳中、趙君行、鄧希平、蘇獻章 (依筆劃順序)
- 發行人：鄧希平 ■ 主 編：劉代欽 ■ 編 輯：李孝華
- 印刷所：大洋實業社 地址：新竹市建功一路95號
行政院新聞局出版事業登記證局版北市誌字第柒伍零號

□輻防消息報導

▲ 高捷檢測無氡害，安啦！

(原能會訊)

世界運動會已在高雄盛大舉行，期間有相當多的乘客使用捷運作為交通工具。由於過去曾有報導首爾地鐵站內氡氣偏高的新聞，雖然在捷運建構期間，相關建材均已陸續採樣檢測無輻射安全之虞，行政院原子能委員會輻射偵測中心仍於 6 月至現場進行高雄捷運站實地氡氣檢測，結果確認氡氣濃度均符合原子能委員會之規定，搭乘之旅客與在站內長期作業人員均無須擔心氡氣的危害。

氡氣是天然存在的放射性氣體，主要來自地下土壤與岩石，因此通風較差的地下室容易累積較高的氡濃度。由過去國外礦工的流行病學調查結果顯示，氡氣為僅次於吸菸的肺癌致癌因素。因此原子能委員會於民國 83 年比照美國環保署，建議當住家氡濃度高於 150 貝克每立方米時，應加強通風系統之改善，以減低氡濃度。

對於氡氣的健康危害世界各國看法不盡相同，如日本及部分歐洲國家認為氡的風險被高估，甚至有另類療法學者認為氡氣有刺激新陳代謝及抑制發炎反應的功效。因此各國對氡氣之建議改善濃度並不相同，也鮮少有國家將氡氣標準納入法規。2005 起世界衛生組織(WHO)提出國際氡氣防治計畫，經四年的會議研討，於去年底完成共識之草案，預計於今年發行氡氣參考手冊。台灣雖非 WHO 會員國，但與國際氡氣研究相關友人均保持聯繫，未來 WHO 正式發行後，將參考世界各國相關做法，建立與國際一致的氡氣因應作業方法。

原子能委員會輻射偵測中心對於國內公共空間及抽樣住家做過氡氣調查；另外，對一般建材如花崗岩等，該中心也均主動且定期至市面採樣分析，以確保國人健康的生活環境。過去經驗顯示國內氡氣濃度因室內通風良好，不曾發

現有超過建議改善濃度之情況，未來原子能委員會輻射偵測中心也將持續監測了解國內氦氣狀況。

【新聞小辭典】

1. 氡氣(Radon)：

氡氣無色無味，化學性質穩定，是唯一的天然放射性氣體元素。其來源為土壤或岩石中微量的放射性鐳元素，因此會由土壤或建築石材中逸出至人類生活空間。通風不良的地下室便容易累積較高的氡濃度。

2. 世衛組織國際氡氣防治計劃(WHO Radon International Project)：

由於國際間各國對於氡氣致癌的風險評估差異頗大，造成各國對於室內氡氣的建議改善濃度無一致的標準。對於全球化的趨勢，這樣的差異會造成民眾遷徙與建材選用等困擾。世界衛生組織於 2005 年啟動國際氡氣防治計劃，約 40 會員國參與，於 2008 年 11 月初步達成共識，確認氡氣之風險為必須重視的公衛問題。並完成氡氣防治參考手冊，預計 2009 年 9 月發行。

▲98 年核安演習演習後報導

(原能會訊)

98 年核安演習已於 8 月 11~13 日(星期二~四)在臺北縣石門鄉以核能一廠為中心半徑五公里之緊急應變計畫區(EPZ)及各應變中心和前進指揮所舉行。本次演習參演單位除包括核子事故中央災害應變中心之成員外，尚包括臺北縣政府所屬單位、石門鄉公所、三芝鄉公所、輻傷責任醫院及台電公司所屬之核能一廠、緊急計畫執行委員會與放射試驗室等，預計約 1100 名應變人員及 264 名在地民眾參與演習。為了讓全民瞭解政府的準備，由本會主委拍攝了兩支演習宣導短片，於 7 月下旬起在有線及無線電視台播放，希望全民能共同關心核能安全。

本次演習主要目的有：

1. 加強複合式災害應變作業之演練，健全災害防救體系功能，確保民眾健康與安全。
2. 擴大民眾參與實兵演練，建立正確的防災觀念並強化民眾防護能力。
3. 提供整體訓練平台，精進應變人員應變技能。
4. 檢驗平日應變整備成效與災害偵測評估技術。

今年演習重點：

1. 假想核能一廠發生廠內機組事故，搶救期間伴有颱風來襲，台電公司進行廠內緊急應變演練(包括核子保安與消防演練)。
2. 假想颱風造成廠外部份地區發生水災、土石流、交通中斷等災情，核子事故中央災害應變中心進行複合式災害應變作業演練(演練與災防會中央災害應變中心之災情通報與救災協調)。
3. 擴大民眾參與疏散行動實兵演練，臺北縣災害應變中心演練風災地區民眾防護行動及輻傷救護作業。

4. 核研所加入核子事故輻射監測任務，北部輻射監測中心演練機動式環境輻射偵測及數據無線傳輸作業、轉進後備作業場所。
5. 北部支援中心演練戰術區域通信系統驗證及人員、道路、車輛輻射污染消除作業。
6. 建立民眾正確防災觀念，加強溝通宣導成效，辦理 EPZ 內民眾溝通座談會、家庭訪問、電話民調、宣導短片製播以及各村里民眾防災講習等。
7. 劑量評估系統、事故評估系統、防災電子地圖、疏散路網模擬、核子事故緊急應變工作平台等工具之應用與功能測試。

經由核安演習平台的訓練，一方面可檢驗各級政府緊急應變能力，也可藉此發掘潛存問題，並進一步檢討改善，以消除各項支援與救災行動的盲點。透過演練，各應變單位及人員得以更深刻了解其權責，團隊工作默契得以更強化。民眾親身參與，使其對政府處理核災的防救能力更具信心。

▲「醫療曝露有標籤、民眾健康上上籤」原能會啟用醫療曝露品質標籤

(原能會訊)

我國醫療輻射曝露品質已與世界先進國家同步，行政院原子能委員會對經醫療曝露品質保證檢查合格的醫療設備，自即日起發給相當於「身分證」的品質標籤提供民眾辨識，使接受輻射診斷及治療的民眾能夠安心。為此，原能會蔡春鴻主任委員與楊瓊瓔立法委員共同於今日在台中梧棲童綜合醫院舉行「輻射醫療曝露品質標籤啟用儀式」。

原能會自 94 年至今，已將 7 種輻射醫療設備(詳附表)納入應實施醫療曝露品保作業範疇，以確保每年超過 135 萬人次的就診民眾輻射安全。蔡春鴻主任委員強調，醫院必須在設備功能、品保作業及操作人員資格均符合規定後，原能會才會核發曝露品質標籤(如附圖)。未來民眾到醫院就診時，可在合格設備明顯處看到標籤，俾放心就診。長期關注婦女健康與權益問題的楊瓊瓔立委肯定這項政策，認為原能會去年起將乳房 X 光攝影儀納入品保作業，對於每年 15 萬接受乳癌篩檢女性是一大保障，意義重大。

輻射醫療曝露品質標籤上，註明有設備廠牌、型號與設置地點，將張貼於檢查合格設備，與國際間先進國家之醫療曝露品質管理做法一致。實施醫療曝露品質保證，將有助於提升輻射醫療的品質，減少病人可能接受的不必要輻射曝露，強化國內醫療的輻射安全管理，對於提升醫療產業的國際競爭力，有莫大助益。

【新聞小辭典】

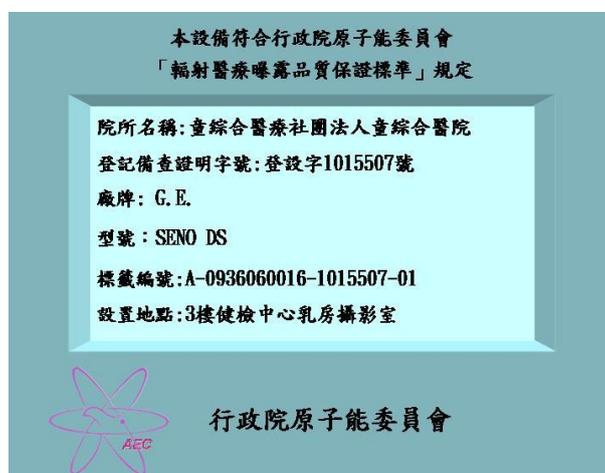
輻射醫療曝露品質保證 (Medical Exposure Quality Assurance)藉由每日、每週、每月、每季、每半年、每年品質保證測試的執行，以確保輻射醫療設備各方面性能均維持在一定品質。

(附表)

應實施輻射醫療曝露品質保證作業的設備

	設 備 名 稱
1	醫用直線加速器
2	含鈷六十放射性物質之遠隔治療機
3	含放射性物質之遙控後荷式近接治療設備
4	電腦斷層治療機
5	電腦刀
6	加馬刀
7	乳房 X 光攝影儀

(附圖)



▲原能會發現商品 SE Pendant 墜飾及墊子含有微量天然放射性物質

(原能會訊)

行政院原子能委員會發現兩項市售商品 0352-SE 墜飾及 0355-SE 墊子含有微量天然放射性物質，經量測發現表面輻射劑量率較天然背景值高 2 至 3 倍。原子能委員會基於輻射合理抑低的原則，呼籲民眾不要長期佩戴或使用此商品，以避免接受不必要的輻射曝露。

依中央社 9 月 9 日報導，香港政府針對一款名為「SE Pendant」的項鍊吊墜商品因含有微量天然放射性物質鈷-232、鈾-238，提出警告。原子能委員會獲悉後立即於台北地區，蒐尋此類標示有「SE Pendant」的商品進行輻射量測。經初步測量結果，雖然低於輻射安全管制標準，但仍高於天然輻射背景的 2 至 3 倍，建議民眾不要長期佩戴，以減少不必要的輻射曝露。另有關樣品的放射性分析，已在原能會所屬之實驗室進行分析中。

原子能委員會(9 月 11 日)已派員至上述商品之國內總代理商進行訪查，該公司聲明表示，已於今天通知各銷售經理人，將此類商品下架回倉。

▲原能會分析 SE Pendant 墜飾商品未超過輻射安全管制標準

(原能會訊)

行政院原子能委員會所屬實驗室分析市售商品 0352-SE 墜飾，經量測結果該商品確實含有天然放射性物質鈾-232、鈾-238 系列核種(其個別含量如附表)，該墜飾不具有被人體攝食或吸入的風險，但仍可能會對人體皮膚造成影響。

依「天然放射性物質管理辦法」規定，核種活度濃度造成一般人之年有效劑量大於 1 毫西弗者，主管機關得公告納入管理。本會評估 0352-SE 墜飾造成之皮膚劑量，換算成有效劑量約 0.02 毫西弗，遠低於管制標準。但基於輻射合理抑低的原則，呼籲民眾不要長期佩戴或使用此商品，以避免接受不必要的輻射曝露。

行政院原子能委員會

SE Pendant 0352 項鍊吊墜放射性分析報告

單位：貝克/克

計測單位	加 馬 能 譜 分 析	
	鈾系列	鈾系列
輻射偵測中心	16.2±0.06	1.8±0.02
核能研究所	17.8±0.7	2.1±0.2

備註：

1. SE Pendant 0352 項鍊吊墜樣品(外觀為圓形狀，直徑為 4.33 公分；厚度為 0.48 公分)計測時間為 30,000 秒。
2. 鈾系列放射活度之定量，係以鈾-228(911 keV)核種推算；鈾系列放射活度則以鈾-214(609 keV)核種推算。

會議訓練報導

▲98 年度各項訓練班開課時間

(輻協訊)

班別	組別	期別及日期	地點
放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員研習班	(A 組) 36 小時 許可類 設備	98 年 A6-- 10 月 21 日~ 28 日	(高雄)輻射偵測中心
		98 年 A7-- 11 月 2 日~ 6 日	(新竹)帝國經貿大樓
		99 年 A1-- 1 月 27 日~2 月 3 日	(高雄)輻射偵測中心
		99 年 A2-- 1 月 25 日~29 日	(新竹)帝國經貿大樓
	(B 組) 18 小時 登記備 查類 設備	98 年 B18--- 11 月 11 日~ 13 日	(台北)建國大樓
		98 年 B19--- 11 月 25 日~ 27 日	(新竹)帝國經貿大樓
		98 年 B20--- 12 月 2 日~ 4 日	(高雄)輻射偵測中心
		98 年 B21--- 12 月 22 日~ 24 日	(台中)文化大學推廣部
		99 年 B1-- 2 月 2 日~ 4 日	(台北)建國大樓
		99 年 B2 -- 2 月 24 日~26 日	(新竹)帝國經貿大樓
	99 年 B3 -- 3 月 3 日~ 5 日	(高雄)輻射偵測中心	

輻射防護專業人員訓練班	輻防師(12小時) 輻防員(108小時)	員 16 期 第一階段-12 月 14 日~ 18 日 第二階段-12 月 21 日~ 25 日 第三階段-99 年 1 月 4 日~ 8 日 第四階段-99 年 1 月 11 日~ 14 日 進階 11 99 年 1 月 20 日~ 22 日 (進 11-1) 99 年 2 月 3 日~ 5 日 (進 11-2)	(新竹)帝國經貿大樓
		鋼鐵建材輻射 偵檢人員訓練班	鋼--98 年 12 月 3 日~ 4 日 鋼--98 年 12 月 10 日~ 11 日
98 年度 輻射防護教育訓練		98 年 10 月 29 日(四) 3 小時	(高雄)
		98 年 11 月 05 日(四) 3 小時	(台北)
		98 年 11 月 19 日(四) 3 小時	(新竹)
		98 年 11 月 20 日(五) 6 小時	(新竹)
		98 年 11 月 25 日(三) 6 小時	(高雄)

◎以上各項訓練班簡章備索詳細內容網址為 www.rpa.org.tw，電話：(03)5722224。◎

▲輻射偵測中心支援輻射彈爆炸應變救援演練後記

(輻射偵測中心 曹鴻富、林培火、洪明崎、黃景鐘)

壹 前言

自從美國 911 恐怖攻擊事件發生後，國家安全戰略改變，各國無不致力於強化反恐工作，部分國家甚至成立新機構來因應此情勢，杜絕毀滅性攻擊事件再次發生。我國政府亦於 93 年成立「行政院反恐怖行動管控辦公室」，針對暴力、生物、毒化物、放射性物質、重大交通設施、重大經建設施、資通及其他等類型的恐怖攻擊，設立八個應變組分別負責相關列管應變業務。另為完備反恐行動法制、成立專責處理單位、統合全國相關情報及負責國際間動態合作，亦參酌各國另立專法之體例，擬具「反恐怖行動法」作為應變依據。

針對現今國際恐怖組織可能採用含放射性物質爆裂物-「輻射彈」作為新興攻擊武器，國際原子能總署於民國 92 年 3 月在維也納總部召開「加強防範輻射彈措施」之國際性會議，共計有 120 個國家、700 餘人參加，會中對於高風險輻射源之儲存位置及使用目的等應制定執行計畫、嚴格偵檢高風險輻射源之非法交易、加強宣導髒彈爆炸後之危害與影響、國際間應相互合作防止輻射源被惡意使用等作成決議。

輻射彈破壞性雖無法與一般爆裂物相比，但當民眾得知輻射意外事故，產生的心理恐慌與焦慮確遠大於一般事故，恐怖組織及份子亦利用此特性，達到造成社會動盪，嚴重影響或瓦解經濟運作的目的。我國為使輻射彈事故發生時

應變作業有所依循，確保民眾及警政、消防等救災人員等之輻射安全，並將可能的輻射傷害降至最低程度。民國 92 年由行政院原子能委員會核能研究所制定「輻射彈事故緊急應變作業程序書」，成立北、中、南部三個作業中心負責北、中、南三個區域的應變支援，並於民國 93 年在核能研究所舉辦第一次輻射彈爆炸應變救援演練，民國 94、95、96 及 97 年續配合全民防衛動員萬安 28、29、30 及 31 號演習，分別於高雄中鋼、桃園青埔站、嘉義中洋工業區及台北六號水門舉辦四次輻射彈爆炸應變救援演練。

今年則依原能會職權交辦南部作業中心（輻射偵測中心）規劃並配合嘉義市政府辦理 98 年全民防衛（萬安 32 號）演習，進行輻射彈爆炸應變救援演練。本中心亦遵循本次應變演練規畫，達成協助嘉義市政府將輻射彈緊急應變作業納入現有的災害應變機制、建立高效率輻射安全管制方式、建立相關緊急應變措施及能力、建立快速反應指揮系統及精進輻射彈緊急應變作業機制等目標要求。

貳 演練過程

一、演練想定

- (一)98 年 6 月 25 日（星期四）上午 6 時敵方持續以大量之電磁脈衝武器、M 族導彈對台澎地區觀通、戰管雷達、防空陣地、機場、港口及重要軍事設施實施攻擊；嘉義地區部份主張反戰求和平人士，聚眾於嘉義市立棒球場停車場抗議，要求停止戰爭，正與警方對峙。
- (二)為使民眾恐慌，當日上午 10 時敵特工伺機將一含有放射性核種（鈷-60）輻射炸彈的黑色旅行包放置在抗議民眾後方，隨後並將其引爆，造成 10 名民眾受傷，現場警員立即警戒維持秩序、疏散現場人員至安全地方等待救援，並聯絡嘉義市政府警察局及消防局前來支援。
- (三)敵特工亦打電話給嘉義市政府消防局，告知嘉義市立棒球場停車場已經被引爆輻射彈，消防局在接獲不明人士電話及警察人員求援電話後，研判現場可能有受到輻射污染，立即通知嘉義市政府成立災害應變中心啟動輻射災害應變機制，並派員前往現場救援。
- (四)嘉義市政府消防局接獲報案後，人員緊急抵達現場，並實施檢傷分類、緊急救護及後送作業。
- (五)嘉義市政府研判敵特工可能使用含有放射性物質的爆裂物，除立即起動成立災害應變指揮中心因應外，並向行政院原子能委員會核安監管中心通報及請求支援。原能會依據嘉義市政府所描述事故之情節，隨即成立輻射彈緊急應變小組，並通知南部應變作業中心（行政院原子能委員會輻射偵測中心）主管。輻射偵測中心並依原能會緊急應變小組召集人指示，立即前往事故現場，並開設「輻射彈事故現場作業中心」執行應變處置任務。

二、演練內容

(一)第一階段

1. 嘉義市政府動員會報單位接獲民眾電話後，啟動防災應變機制，成立災害應變指揮中心。並指示嘉義縣政府警察局、消防局、衛生局、環保局等單位前往事故現場救援。
2. 輻射偵測中心亦同時前往事故現場，並設置「輻射彈事故現場作業中心」指揮應變救援。

(二)第二階段

1. 警察單位派員針對事故現場及周邊主要道路進行人員（民眾與救災人員）、車輛管制。
2. 輻射偵測中心向「災害應變聯合指揮中心」指揮官報到，並針對事故爆炸現場與環境進行輻射劑量率之偵測、污染擴散範圍確認與圍籬、取樣等處置作業。
3. 受傷民眾經衛生單位篩檢處理後，並送至輻傷醫療醫院做進一步處置。

(三)第三階段：

1. 利用 3G 網路及無線影像傳輸系統，將作業現場狀況及相關偵測結果迅速傳送至現場作業中心。
2. 進行環境試樣及可能受輻射污染物品的放射性核種分析。
3. 偵測組與輻防組分別回報樣品分析、核種鑑定、輻射強度及劑量預估的結果。
4. 「輻射彈事故現場作業中心」負責人（輻射偵測中心副主任）接獲輻防組與輻射偵測組之各項事故現場與環境輻射劑量率偵測結果回報。
5. 「輻射彈事故現場作業中心」負責人向「聯合災害應變前進指揮所」指揮官報告處置作業結果，並提供民眾防護行動建議參考，同時陳報原能會及南部作業中心主任。

(四)第四階段

陸軍 36 化學兵群針對人員、車輛、事故現場及周邊道路完成污染清除等相關作業後，「輻射彈事故現場作業中心」再派遣偵檢人員實施事故現場除污後之輻射偵測，確認輻射污染已降至背景值。

(五)第五階段

輻射彈爆炸緊急應變救援任務解除。

參 演練成果

藉由 94 及 96 年度（萬安 28、30 號）兩次演習之經驗，並與嘉義市政府動員會報及環境保護局等單位進行兩次協調會、兩次演練腳本討論及場地會勘，並進行兩次組合演練、三次聯合預演，最終於 6 月 25 日進行實兵演習。期間因正值梅雨季節，不利天候因素使得預演準備過程相當艱辛，幸有賴同仁戮力合作，排除各項困難終能圓滿達成任務。其演習具體成果臚列說明如下。

一、提升緊急應變救援能力

辦理相關之輻射彈攻擊事件緊急應變訓練及演習，使緊急應變救援人員熟悉相關應變作業，並驗證相關應變程序書之作業規定。

二、建立緊急應變救援作業機制

近年因應反恐意識高漲，為落實本會輻射彈攻擊事件緊急應變救援作業能力，本中心成立南部應變作業中心，負責嘉義以南地區發生輻射彈攻擊事件的緊急應變救援任務，建置緊急應變救援處置機制，並建立有關緊急應變人員之編組，備妥相關通訊設備、偵測分析儀器、取樣工具及輻射防護等必要裝備。

三、輻射彈爆炸應變訓練計畫

(一)各參演單位訓練計畫

為訓練各級救援單位人員對輻射彈的認識及輻射彈爆炸之應變救援能力，本計畫由嘉義市政府環境保護局主辦及原子能委員會、原子能委員會輻射偵測中心協辦。於 96 年 4 月 8 日假嘉義市政府消防局 5 樓教育訓練室辦理訓練，參訓單位計有、嘉義市政府警察局、消防局、衛生局、環保局、動員會報等單位。訓練課程包括萬安 32 號演習輻射彈爆炸應變程序介紹、認識輻射與應用、輻射偵測、分析與防護管制、輻射災害與應變法規等訓練課程。

(二)南部應變作業中心訓練計畫

本次應變訓練，本中心參演人員共計 25 員參訓，其課程包括萬安 32 號演習輻射彈爆炸應變程序介紹、輻射彈實兵演習影片觀賞（萬安 31 號演習）、輻射彈事故災害應變現況、手提式連續空浮監測儀、阿伐/貝他輻射污染偵檢器操作、吸塵器及圍籬樁（繩）操作說明等。

四、平時整備及程序書修訂與驗證

為使輻射事故應變作業程序符合真實狀況並增進實作上的效率需求，本中心於 98 年 3 月 31 日完成最新版「輻射彈事故緊急應變南部作業中心作業程序書 3001」之修訂。主要修訂內容包含 A.將「現場應變中心」之名稱修正為「現場作業中心」，以符合原能會頒布「輻射彈事故應變作業程序書」之作業場所使用名稱。B.新版作業程序書將原本較複雜冷區、暖區及熱區之管制區劃分，簡化為輻射污染管制區及事故管制區，以利實際緊急應變作業。C.編組實務化，將除污組、分析組之編組及所屬任務分別納入輻射防護組與輻射偵測組。

本次輻射彈事故緊急應變救援演習依循該新修訂作業程序並逐一驗證，結果顯示新修訂的作業程序確實更符合實際緊急應變救援需求，明顯提升緊急應變救援時效性。

五、民眾宣導與溝通

藉萬安 32 號演習輻射彈爆炸應變救援演練，由嘉義市政府邀請地方民意代表、基層員工及民眾，於 98 年 4 月 9 日假嘉義市政府消防局 5 樓教育訓練室辦理民眾宣導課程，溝通說明本會相關業務，加強地方對於本會管制業務作為之

瞭解，化解民眾對核能與輻射安全之疑慮，以利爾後各項政策之推動。

六、儀器操作及應變能力

針對輻射彈緊急事故應變，本中心已建立輻射彈事故應變必要之輻射偵測、分析、取樣與輻射防護之裝備及工具，藉由本次實兵演習，對演習相關防護設備、偵檢儀器的性能及人員應變、操作能力與其熟悉度進行測試及驗證，以落實輻射彈事故應變能力與機制的要求。

肆 結論

嘉義市政府首次辦理輻射彈爆炸應變救援演習，藉由各參演單位充分溝通協調，並歷經多次腳本討論、場地會勘、組合演練及聯合預演等前置作業，得於 6 月 25 日順利進行實兵演習，並圓滿達成任務。

本次演習依據最新版「輻射彈事故緊急應變南部作業中心作業程序書」規定，將管制區簡化為輻射污染管制區及事故管制區，以符合應變救援實際需求。演習過程並利用無線影像傳輸系統、衛星定位及 3G 行動網路等數位科技裝備，將「機動式環境輻射自動監測器」、「機動式環境輻射自動監測器」、「大面積阿伐/貝他輻射污染偵檢器」等偵檢儀器之監測結果及現場處置狀況，傳送至現場作業中心及本會核安監管中心，以利即時掌握事故發展現況，提升整體應變效率。

□ 專題報導

▲ 低放射性固體廢棄物之減容處理

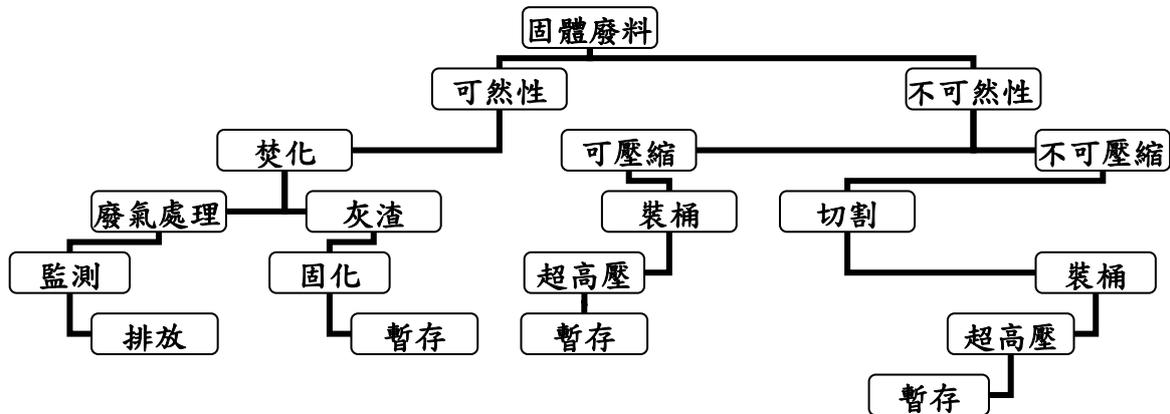
(曾國禎 輻防師)

一、前言

核能發電為台灣目前主要之供電來源之一，但是核能發電除了產生電力外，也會伴隨著產生放射性廢棄物，例如核能電廠在運轉與維護過程中所使用的耗材，如防護衣、手套、工具或一些受到輻射污染的零件等，這些物品就屬於低放射性廢棄物，有別於用過核燃料類的高放射性廢棄物。為了能處理這些低放射性廢棄物，台電尋覓多年能夠作為貯放低放射性固體廢棄物之最終貯存場所，但是核能電廠每天運轉與年度維修過程，不斷產生新的低放射性固體廢棄物，因此減緩低放射性固體廢棄物之產生量，才能延長目前之暫存場所使用壽命。然而如何有效降低放射性固體廢棄物產生量，而又不讓具有污染之低放射性固體廢棄物流入生活環境中，低放射性固體廢棄物減容處理與輻射防護管制工作便顯得格外重要。

二、目前國內核能電廠低放射性固體廢棄物減容處理流程

減容處理顧名思義為減少低放射性固體廢棄物之體積，其處理方式透過焚化爐焚燒與超高壓設備壓縮處理，然而並非所有低放射性固體廢棄物都能透過焚燒方式進行減容處理，而且直接輻射偵測值高於 2mSv/hr 之低放射性固體廢棄物也不適合透過焚燒方式處理，以下為減容處理流程。



透過焚化爐焚燒方式處理之低放射性固體廢棄物，來源主要為核能電廠運轉與大修期間受污染的衣物、手套、工具及廢棄之零組件、設備、樹脂等，以減容專用之焚化爐焚燒每小時可處理約 100 公斤之固體廢棄物，焚燒過後每小時產生約 5 公斤之灰量，因此減容程度可達約 95% 效果。

超高壓設備指使用 1500 噸之油壓機與機械手臂所組成，負責處理受到固著性人工核種污染，且比活度大於 80Bq/kg，總活度大於 2400Bq 無法除污之廢鐵，以置入 55 加侖桶之廢鐵為例，經超高壓設備壓縮後，可減少約 2/3 體積，因此減容程度可達約 66% 效果。

三、焚化爐焚燒減容處理常見核種特性說明

核一、核二電廠屬沸水式核能電廠，其可能污染主要核種為 Co-60、Mn-54、Cs-137，核三電廠為壓水式核能電廠，其可能污染主要核種為 Co-58、Co-60、Mn-54，因此無論核一廠、核二廠或核三廠，運轉過程所產生之低放射性固體廢棄物，皆出現 Co-60 放射性同位素之蹤跡，但慶幸地其亦是最易控制之同位素之一。

Co-60 的熔點約 1540°C，在低於 1200°C 溫度時，Co-60 相對地較不具活性，透過焚化爐焚燒減容時控制運轉溫度，主燃燒室控制在 700~1000°C 之間，後燃燒室控制在 900~1200°C，主燃燒室溫度低於 1000°C 下運轉時，含低放射性之固體廢棄物會由固體轉換成灰與氣體。在此情況下大於 90% Co-60 與廢棄物一同停留於主燃燒室，並與底灰一起被移除。從主燃燒室逃逸的 Co-60 會與廢氣顆粒結合，之後會被後續之廢氣處理裝置，如袋式過濾器與絕對過濾器及填充塔等裝置所移除，因此低放射性固體廢棄物除了講求焚燒減容成效外，對於後續之廢氣處理也佔有重要的環節。

四、低放射性固體廢棄物輻射偵測作業與偵測標準

依據游離輻射防護法之輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則第四條規範，及核能電廠管制區內廢棄物偵測離廠放行作業計畫規定，對於進出管制區之人員和物品需經過輻射偵測確定無遭受放射性污染情況下，才能離

開管制區，其有關輻射偵測作業與偵測標準說明如下。

1.可切割可置入箱型活度偵檢器之小物件執行下列偵測：

偵測項目	偵測對象	使用儀器	儀器參數條件	放行標準
直接輻射	γ 輻射劑量率	蓋格偵檢器	1.有效校正期限 2.偵測場背景值 $<0.2\mu\text{Sv/hr}$	$<0.2\mu\text{Sv/hr}$ 含背景輻射
比活度	總 γ 活度	箱型活度偵檢器	1.有效校正期限 2.背景值變化 $\leq\pm 20\%$ 3.射源測試值誤差 $\leq\pm 10\%$ 4.儀器之MDA $<80\text{Bq/kg}$	$<80\text{Bq/kg}$

2.不可切割無法置入箱型活度偵檢器之小物件執行下列偵測：

偵測項目	偵測對象	使用儀器	儀器參數條件	放行標準
直接輻射	γ 輻射劑量率	蓋格偵檢器	1.有效校正期限 2.偵測場背景值 $<0.2\mu\text{Sv/hr}$	$<0.2\mu\text{Sv/hr}$ 含背景輻射
固著性污染	β, γ 活度	手提式污染偵檢器	1.有效校正期限 2.對Co-60效率 $>6\%$	$<80\text{Bq}/100\text{cm}^2$
非固著性污染	α, β 污染之表面 100cm^2	擦拭紙+低背景污染偵檢器	1.有效校正期限 2.射源測試值誤差 $\leq\pm 10\%$ 3. α LLD $\leq 0.5\text{Bq}$ 4. β/γ LLD $\leq 1.5\text{Bq}$	$\alpha < 1$ $\text{Bq}/100\text{cm}^2$ $\beta/\gamma < 2\text{Bq}/100\text{cm}^2$

低放射性固體廢棄物離開管制區前需經過輻射防護人員，透過各種輻射檢測儀器反覆偵測，如此嚴格把關就是希望遭受放射性污染之固體廢棄物，無法流入市面污染生活環境。



圖 1：門型偵檢器



圖 2：箱型活度偵檢器

五、結語

核能發電相對於火力發電等雖然較為經濟，但對於衍伸出的低放射性廢棄物後續處理上，卻也需要相當龐大的人力、物力及財力進行善後工作，項目包括低放射性廢棄物減容處理作業，低放射性廢棄物輻射防護偵測作業，以及即將決定的低放射性固體廢棄物最終貯存場所等問題，因此我們應該共同響應政府節能減碳政策，一起為愛護地球而努力。

- 1.歡迎賜稿，稿件請寄新竹市光復路二段 295 號 15 樓之 1 或電傳(03)5722521 輻防協會編輯組收。來稿一經刊登，略致薄酬(政令宣導文章，恕不給稿酬)。
- 2.本刊因篇幅限制，新聞類每則請控制在 500 字以內，專題類每篇以 2000 字內為佳。
- 3.歡迎訂閱(每年六期 180 元)。請洽：李孝華小姐 TEL：(03)5722224 轉 314。