

輻射防護簡訊 13

中華民國輻射防護協會編印(發行人：曾德霖)

通訊：新竹市光復路2段406號2樓 輻射防護協會

中華民國84年6月1日

電話：(035)722224

電傳：(035)722521

歡迎索取

□輻防消息報導

▲操作執照考試 (原能會)

行政院原子能委員會為評定非醫用放射性物質及可發生游離輻射設備工作人員之操作能力和游離輻射防護知識熟悉程度，以保障輻射工作人員安全，並配合輻射防護協會舉辦「非醫用游離輻射防護講習班」之課程段落，依據原子能法施行細則第五十七條之規定，已於本(八十四)年二月十八日(星期六)上午八時卅分，台北地區假考試院國家考場、高雄地區假正修工專同時辦理「非醫用操作執照鑑定測驗」，本次測驗計有588人報考初級，18人報考中

級，及格人數共有初級257人，中級7人，及格率分別為47%及41%，(詳細統計資料如附表)。

該項測驗由原能會輻射防護處主辦，每年辦理二次，分為初、中級，另依非醫用放射線設備之型式再劃分為(一)密封放射性物質(二)非密封放射性物質(三)可發生游離輻射設備(四)動物用X光機設備四類，報考人員依其服務單位所持有及使用設備之性質報名參加測驗。下次考試時間為八十四年八月十七日，報名時間：八十四年七月七、八兩日，詳情請參閱原能會寄發之測驗簡章，或電洽原能會。(02)3634180。

八十四年非醫用操作能力鑑定測驗各類科成績統計表(二月)

類 別		報考人數	實考人數	及格人數	及 格 率
密 封 放 射 性 物 質	初 級	131	117	42	36%
	中 級	2	1	1	100%
非 密 封 放 射 性 物 質	初 級	70	67	46	69%
	中 級	7	7	5	71%
可發生游離 輻 射 設 備	初 級	339	319	140	44%
	中 級	9	9	1	11%
動物用 x 光 機 設 備	初 級	48	48	29	60%
合 計	初 級	588	551	257	47%
	中 級	18	17	7	41%

▲非破壞檢驗作業之稽查

(原委會 徐仁溥)

原能會獲悉大台北瓦斯公司定於八十四年四月十九日至二十日進行台北市復旦橋東側瓦斯管遷移工程，並由精林企業公司負責執行非破壞照相檢驗工作。故派員於十九日晚十一時至施工現場，其時舊管已挖出，二十日零時卅分開始焊接新管，三時精林公司人員以鈹-192射源進行非破壞照相檢驗作業，原能會人員立即出示身份並執行稽查，結果二位工作人員皆持有原能會核發之操作執照，現場警戒區經偵測，劑量為每小時四·五微西弗，工作人員均已配帶劑量佩章、警報器及偵檢儀器，照相時工作人員執行警戒甚為嚴謹，現場除未依規定攜帶工作日誌外，餘均符合原能會之管制規定，稽查人員完成相關檢查並紀錄後於四時離開，並於五時左右重返現場檢查該公司完工後之現場情況，結果並未發現任何違規或缺失。為維護公共安全，原能會今後將持續執行此類機動性稽查。

▲核能研究所自製熱發光劑量計為民服務概況

(核研所 蘇獻章、陳昶昇)

自民國八十一年七月三十一日發現第一棟輻射污染鋼筋建物起，核能研究所即投入相當大之人力進行輻射污染鋼筋建物之普查工作，其普查工作內容包括熱發光劑量計(TLD)普查、現場偵測、評估與屏蔽改善等工作。

為迅速解決輻射對人民之居家環境造成的不安和恐懼，核研所積極配合原能會之整體規劃，成立輻射鋼筋技術專案小組，並針對71至73年間建造之建物做全面性之普查。而熱發光劑量計(TLD)的普查即為此一任務的先期工作。

TLD 普查工作乃針對71至73年的建物，將TLD(每戶8枚)郵寄至住戶手中，

並請住戶依說明將TLD黏貼於家中樑柱上，待一個月後再取下，送回本所計讀，並從計讀結果中篩濾出可能具有輻射污染之鋼筋建物。這種作法不但減輕了必須利用人力至現場挨家挨戶偵測的負擔及時間上的浪費，而且由於TLD之製作成本低廉、靈敏度高、偵測範圍廣且可快速大量供應，因此對於經費的節省亦有莫大的幫助。

有關輻射污染鋼筋建物普查工作之概況，截至八十四年四月為止本所已生產TLD共105,826戶(每戶8枚)供住戶與學校建物普查之用，其中住戶TLD送回本所計讀目前累計計讀完畢有39,625戶；另為維護莘莘學子之健康與安全，各級學校亦在近期完成發放TLD作業，已陸續回收並完成4,688枚之計讀工作。在此數量龐大的住戶普查中，目前確定有輻射污染之鋼筋建物中有十五處即為利用TLD普查發現的。

□期刊書籍報導

▲ICRP66號出版物簡介

(工業部工業衛生實驗所 陳興安)

由美國西北太平洋實驗室Bair博士為組長的ICRP新呼吸道模型工作組，包括選自中國、美國、日本、英國、法國、德國和加拿大的10名ICRP人呼吸道模型工作組正式成員和11名通訊成員，通過艱苦工作，反覆修改，終於在1994年完成對ICRP原呼吸道模型的修訂工作。一個內容十分豐富，充分反映當代有關呼吸道生理、組織、解剖，以及吸入放射性微粒沉積，廓清和生物效應，用於輻射防護的最新人呼吸道模型開始與讀者見面了。和原有呼吸道模型(1978)相比，無論是廣度和深度都有很大進展，篇幅增加了60多倍(原模型僅7頁)，這在修訂ICRP已有的出版物中是尚未見到過的。其主要特點為由原

先的計算平均肺劑量改進為計算特定呼吸道纖的劑量，應用範圍由原先只考慮歐美工作人員擴張為能應用於全世界的工作人員和公眾。更值得一提的是在有關生理學參數的章節中有不少中國人的資料，這在以往的ICRP出版物中幾乎是從未見到過的。全部共計482頁。正文10章佔120頁，8個附錄佔362頁。

（註：作者自1985年起即為ICRP第2委員會委員兼ICRP人呼吸道模型工作組的通訊成員。）

▲大陸翻譯UNSCEAR 1993年報告出版消息（輻協）

聯合國原子輻射效應科學委員會（UNSCEAR）自1958年至今已出版十幾份報告了，為輻射防護、環境保護和放射醫學工作者了解世界和各國的各類輻射水平及輻射效應研究發展的權威性評述報告。

1993年報告書--“輻射源水平與效應”（原書728頁約80萬字）除正文外，含九個附件：（1）天然輻射源照射；（2）人工輻射源照射；（3）醫學輻射源照射；（4）職業輻射照射；（5）輻射致癌機制；（6）劑量和劑量率對輻射致隨機性效應的影響；（7）輻射遺傳效應；（8）發育人腦的輻射效應；（9）兒童晚期確定性效應。

大陸譯本預計1995年6月前出版。全書約180萬字，由原子能出版社出版，中國核工業北京華清公司所屬華清書店發行。有興趣者可洽：北京2102信箱23分箱華清公司（郵編100822）。

（轉載自大陸出版之輻射防護雜誌。）

□會議訓練報導

▲第九屆中日環境試樣放射性分析比較實驗討論會

（偵測站 賴淑瑛）

行政院原子能委員會台灣輻射偵測站職司全國環境輻射偵測工作，因此對如何精確度量環境試樣中之放射活度，深受國人重視。為了提升分析技術水準及確保分析數據的品質，自民國75年起與日本分析中心(JCAC)每年定期舉辦環境試樣放射性分析比較實驗。

第九屆中日環境試樣放射性分析比較實驗討論會於本（八十四）年四月十日假原能會台灣輻射偵測站舉行，由偵測站主任林友明主持，日本分析中心則由該中心分析部部長高田芳矩(Dr.Y.Takata)率該部三人與會。本次比較實驗項目有土壤、岸沙、羊奶粉糙米、茶葉、淡水、海水與熱發光劑量計等八項，共計二十一個放射核種分析，雙方結果大部份頗為一致。會中除比較和討論各放射核種分析結果外，並訂定第十屆比較實驗計畫內容及加強雙方技術交流等議題。經九年來比較實驗結果，對環境輻射偵測技術之提昇頗有助益。

▲非醫用游離輻射防護研習班（輻協）

由輻射防護協會所主辦之

「非醫用游離輻射防護研習班」，每梯次為期六日。訓練班總上課時數為四十小時，受訓費用：新台幣陸仟伍佰元正。非密封射源組於84年6月5日~6月10開課、密封射源組除84年6月12日~6月17日外，由於報名人數眾多另於6月19日~24日加開一梯次，歡迎有志從事非醫用放射線工作或刻正從事非醫用放射線工作者報名參加。上課地點假國立清華大學原子爐參觀台上課。簡章、報名表備索，請電洽：（035）722224 李貞君小姐。

▲鋼鐵建材輻射偵檢人員訓練（輻協）

(一) 為協助鋼鐵業者建立自行偵檢制度以確保鋼筋原料、半成品與成品免受輻射污染。(二) 為協助房屋仲介業、營建業、建築師事務所及其相關公會之現職人員建立輻射建物偵檢能力，以保障買、賣雙方之權益。訂於六月十五、十六日上課，每班暫定30人，報名費\$2,500元。簡章、報名表備索，請電洽：(035) 722224 林麗芬小姐。

▲醫用游離輻射防護講習班 (陽明大學)

「醫用游離輻射防護講習班」八十四年度秋季班報名業務即將於八十四年七月一日起展開，至七月底結束，預計招訓全國之醫師、牙醫師、獸醫師等，自八月起至十二月止開辦輻射防護之講習課程。

另外，根據考試院最新發佈之「醫事人員檢覈辦法」第八條規定：醫用放射線技術師之第二款人員之申請檢覈，其期限至民國八十五年十二月卅一日止，逾期不予受理。為配合此一辦法，醫用游離輻射防護講習班將於八十四年十二月一日起至月底止受理X光技術組及同位素技術組報名，八十五年一月間受訓。詳情電洽：(02) 8217486。

□專題報導

▲天然放射性物質管制現況

(原委會 陳為立、廖家群)

自發現輻射異常路段後，天然放射性物質(Naturally Occurring Radioactive Material, NORM)的管理與處置格外受到關注。原能會為確保民眾之輻射安全，正積極蒐集國外相關之管制資料，希能儘速完成「天然放射性物質管理規範」之研訂。

就目前蒐集所得資料發現，世界各

國對對NORM管制的態度均相當審慎。除了美國為因應含鐳之天然礦物開採問題，提出聯邦管制規範草案(DRAFT SSRCR)外，其他各國均僅針對核子原料及應用於建築材料之煤灰訂有管制標準，對其他的NORM則只有簡單的建議與規定。

茲將美、英、日等國對NORM的管制現況摘要說明如下：

一、美國

美國環保署(EPA)於聯邦管制規範草案Part N，對NORM之接收、持有、使用、處理、轉讓、銷售及處置，訂有若干之豁免管制規定：

- (一)含有或受污染物質中Ra-226或Ra-228的比活度在0.185Bq/g(不含背景值)以下。惟若含核子原料(Source Material)，除非其符合核子原料礦(Source Material Ore)之分類標準，否則不在豁免規定之內。
- (二)已持有 N.20 a 所定的特定核照之接收人員。
- (三)製造、銷售、使用及處置未濃縮K-40之鉀或鉀化合物及巴西花生(Brazil Nut)。
- (四)銷售、持有及使用磷酸、鉀肥，農業用磷石膏及建築材料(NORM必須未經人為技術之增強)。
- (五)持有及使用天然氣及其產品，原油及其產品作為燃料。

該草案對NORM污染之土地除污訂有明確之執行標準，惟其主要著重於Ra-226或Ra-228之管制，而對除污後之廢棄物應如何處理，無明確規定。

二、英國

英國對放射性物質管制之主要法規係1993年修訂之放射性物質法案(Radioactive Substances Act 1993)，其中有關NORM之管制規定包括：

- (一)一般而言，除了某些核種外，物質中含放射性核種之比活度低於0.4Bq/g者，可授權予以豁免管

制。而對特殊核種之豁免值列於表一。

- (二)光學設備中含鈾之玻璃、合金、燈絲及白熱燈氣罩所使用之抗熱矽酸鈦等物質均免於管制。
- (三)對於 2 公斤以下，不含子核種之鈾鈦化合物，可免登記。
- (四)有關含鈾鈦之天然礦物或岩石，總量 100 公斤以下免登記。若該天然礦物或岩石不溶於水可免核准。另該物質之鈾鈦含量小於每天 100 克時，可以掩埋方式處置於非放射性物質之處置場。

至於廢棄物的處置方式，大致可分述如下：

- (一)比活度低於 0.4Bq/g 者，經評估後，可送至一般衛生處置場。
- (二)比活度低於 4Bq/g 者(非核設施之廢料)，可以特別預警方式掩埋。
- (三)比活度高於 4Bq/g 之大型廢棄物，可於核准後，掩埋於地下 1.5 公尺深處。
- (四)設置專用貯存場統一處置。

三、日本

目前日本科技廳並未針對 NORM 的輻射管制單獨立法，而僅於「放射線障害防止法」中一條規定，固體 NORM 比活度低於 370Bq/g 者，可豁免管制。但於「核原料，核燃料&原子爐管制法」則將含鈾鈦之放射性物質限制為 74Bq/g 。另其於 1991 年訂出「有關鈦礦問題的對應方針」。

我國原子能法對核子原料及燃料均訂有相關的管制規定，而游離輻射防護安全標準則規定，對於固體 NORM 比活度低於 370Bq/g 者，得免申請登記及核發執照，此管制值與日本相同。原能會於

八十一年訂定「建築材料用煤灰之放射性物質限制要點」，以維護環境安全及人體健康。另對鈦礦進口加工業，則參照日本，於八十一年訂出建議管制措施如下：

- (一)工廠之運轉應符合「游離輻射防護安全標準」及其他相關法規之規定。
- (二)廠方應定期執行輻射監測，包括廠區之輻射測量及液、氣體排放之測量。
- (三)超過自然背景值之場所，如：礦砂貯存區及廢棄物貯存區，應以適當之欄柵隔開，並應有輻射示警標示，禁止人員任意逗留。
- (四)生產流程所產生之廢棄物應於廠區內之專門掩埋場棄置，其現場之直接輻射劑量不得超過 $0.14\mu\text{Sv/hr}$ 。未經本會核准不得移出廠外。
- (五)礦砂及廢棄物應予以適當處置，以防止飛散及流失。
- (六)應儘量採用放射含量低之礦砂，以降低對人員及環境之影響。故礦砂之進口，生產國應提供分析報告。

目前有許多工業設施大多非輻射作業場所，也非因利用放射性核種而開採提煉，然而其礦渣或產品可能因濃縮效應而增加民眾之輻射曝露。惟除須從輻射防護的觀點考量予以適當管制外，也應兼顧對社會整體經濟效益之影響。故原能會除將參考國內外相關之研究及法規外，更將調查國內各相關工業 NORM 之利用現況，在充分評估利弊得失後，訂出相關規範，以確保管制能落實執行，保障民眾輻射安全。

表一 豁免管制的元素及其比活度

元素	比活度 (貝克/克)
錒(Ac)	0.37
鉛(Pb)	0.74
釷(Po)	0.37
釷(Pa)	0.37
鐳(Ra)	0.37
釷(Th)	2.59
鈾(U)	11.10
一般(In General)	0.4

▲非破壞檢驗違規案例

(原能會)

南部某非破壞檢測公司於本年初從事中油公司天然氣管焊道非破壞照相檢驗時，現場未依規定劃設管制區；工作人員未佩戴人員劑量計；輻射警示標誌及警語均未懸掛，另輻射偵檢儀器及工作日誌亦未攜帶，現場無警聲人員劑量計，經本會派員查證屬實，當場勒令其停止放射線照相作業。

該公司輻射作業顯已嚴重違反「游離輻射防護安全標準」第二十六條第二項、第卅一條第一款及第四十四條之規定，本會依該標準第六十四條規定：停止該公司使用全部放射性物質及可發生游離輻射設備一個月，並將該等放射線設備封存停用；所有工作人員亦需接受輻射防護在職訓練再教育，本會並將違反規定事實函告委託單位，以配合本會輻射安全管制作業。

▲鈾：對恐怖份子不是一個容易的選擇 (原能會 陳為立、袁志強)

最近發生於東京的神經毒氣攻擊事件，造成世界性的頭條新聞，並說明極端團體獲得這些物質是如何的容易。它同時幫助洞悉最近幾年來流行的一種是

是而非的說法----害怕極端份子可能使用走私的放射性核燃料物質，鈾，以殺死或威脅大量的人們。

一直到蘇聯解體之後，鈾的走私才成爲問題。在過去幾年內，已經有一些有關放射性核子物料從前蘇聯核子設施走私出去的報導。這些報導曝光後受到廣泛的爭議，但重要的是，應瞭解鈾黑市對可能的恐怖份子所提供的仍是一項非常壞的交易。被報導走私的鈾爲量很少，而且由媒體詢問得知其價格節節升高。正如東京毒氣攻擊事件所顯示的，對於任何一個有意用致命物質去濫殺或傷害別人者而言，化學武器仍然是一種遠較便宜、易於獲得且較有效的選擇。

假設一個恐怖份子團體仍然選擇以這種方式使用鈾，則他們將如何進行呢？他們可以將一塊鈾放在一個主要的飲水源裏，但有兩個原因說明那將是無效的。首先，鈾是不溶解的重金屬。其次，即使它可溶解，將需要相當的數量才能對民眾健康造成任何實際的影響。簡單的說，就化學毒性而言，鈾大約和任何其它一種重金屬，例如鉛一樣。

另外，他們可以把它直接放在一個公共場所。然而，這同樣不切實際；東京的毒氣事件說明了原因。沙林，這種使用在東京毒氣事件的神經毒氣，不僅毒性較鈾強三百倍，同時它是一種氣

體，在公共場所裡放一塊鈾，僅能造成程度如灰塵粒子被吞嚥或吸入的放射性毒性災害，其散佈的範圍較氣體小的多。

鈾和鉛之間的主要差異當然在於放射性。鈾放出的 α 射線能造成癌症，但這將需要長期的曝露。對於一個可能的恐怖份子而言，再一次的有兩大缺點。首先， α 射線幾乎能被任何固態物體所擋住，甚至一片紙。其次，放射性很容易偵測到。

總之，鈾是昂貴的，很難得到且不適合極端份子用來當作一種武器。實際上有許多的化學或其它的毒性物質是便宜而容易獲得的，並且當釋放給不知情的民眾時，其潛在的致命性效果更大；東京的毒氣攻擊事件已經很清楚的說明了這一點。

資料來源：NUCNET

▲冷戰的環保代價

(海外諮詢委員 陳士友)

應美國國會要求，美國能源部於最近發表了一篇基礎評估報告，為冷戰後環境"除污"所需之經費，提出乙份可靠的參考資料。本人借輻防簡訊之一角，為國內同仁作一簡要的介紹。

由於二次世界大戰及冷戰時期的需要，五十年來，在美國總計有一百多個核子武器發展設施，分佈於三十幾州。這些場址設施所含蓋的總面積不下於兩百多萬英畝(相當於台灣總面積的四分之一)。在這一龐大的土地上，貯存有千百萬居禮的核子廢料。有廢棄的核子設施、危險的核武器原料以及多年來污染的土壤、空氣和地下水。隨著冷戰的結束，此一龐大核子產物的處置責任，很自然的便落到能源部手中。由於多年來營運的累積及其對環境所造成的污染，清理的工作在目前已到了刻不容緩的地步。

根據能源部的評估報告，總清理費

用約需2300億美元，(下限為2000億，上限為3500億)，而時間拖越長代價越高。

此一數目大概相當於美國一年的國防經費，或是能源部十五年的經費。以目前能源部除污的經費估計，總共的清理工作最少也需要七十五年的時間。也就是說：每個美國國民須分攤約一千美元在將來的除污工作上。

在預計的經費中花費的主要項目包括：(1)廢料管理(1120億元，49%)，(2)環境整治(650億元，28%)，(3)設施及武器材料管理(220億元，10%)，(4)技術研究及發展(120億元，5%)，及(5)其他開支(190億元，8%)。以設施而言，百分之七十的經費將用於五大核子中心：漢弗(Hanford)，沙瓦那河(Savannah River)，砗磲平原(Rock Flats)，橡嶺(Oak Ridge)，及愛達荷(Idaho)。

目前的評估包含許多的未知數。而這些未知數很有可能影響到將來環境清理的時刻表及經費。這些可能之因素如下：

土地使用(Land-use)。土地使用的方式乃是決定未來場址使用的可能與否。其可行性包括：(1)鐵柵封地—保留場址現狀，無除污之運件；(2)污染圍堵—有效的穩定廢料及污染于現址，無移除之運作；(3)污染移除—廢料及污染之清理及穩定和移除。場址回歸於指定用途；及(4)回歸綠地—廢料及污染的清理與移除可使場址回歸於無限制的利用。以上以鐵柵封地(1)為最便宜，然而也最無濟于事。綠地回歸(4)為一般民眾所愛，然而費用也最高。目前能源部則矚意於污染圍堵(2)及污染移除(3)之間。

除污標準之制訂。本人於前文提及(第12期簡訊2頁)，目前“如何才算乾淨？”乃是環境除污工作的大瓶頸。目前除污的法規，大多是依照美國環保署“超級基金(Super fund)”的既定法

規。此一規定乃是以個人一生的生命風險(lifetime health risk)為基底的上限值， 10^{-6} 。對輻射線而言， 10^{-6} 風險值相當於每年約1微西弗(μ Sv)，此乃目前法訂限值1000微西弗/年的千分之一，以多數核種而言，要達到超級基金法規的上限值，甚是困難。因此，設立一個一致而可行的風險上限值將為環保當局刻不容緩的課題。

新技術之研究發展。新技術發展有助於環境除污之經濟效益。新技術包括：(1) 土壤整治(例：Electro-kinetics, Soil washing, In-situ Vitrification)；(2) 地下水處理(例：Recirculating wells, Microbial filters, In-situ bio remediation, Dynamic underground stripping, Biosorption of uranium)；(3) 建築除污(例：Robotic System, Gas phase decontamination)；(4) 廢料掩埋(例：telerobotic system, Automatic Waste handling)；(5) 混合廢料處理(例：Plasma hearth system)；(6) 環境特性之描敘(例：Integrated site characterization)。

以上乃是目前美國最近的資料。希望此一資料對國內環保及輻防有參考性的用途。

▲室內天然輻射曝露限值：必要性與可行性 (輻射偵測站 陳清江)

最近由於輻射鋼筋度量過程中，發現輻射道路、花崗岩建物、鈦鋼管等較高之天然輻射，因而引發原能會擬研訂法規，以加強管制現有天然放射性物質。筆者於文獻中發現，在1983年10月於義大利舉辦的“室內天然輻射與相關危險度評估”會議中，有一段圓桌會談，特將討論主題與主要結論摘譯如下。

此次討論由瑞典Lindell教授引言，主題有(一)那一種可控制的射源

應列入考慮？定義“可控制的”將可釐清ICRP的建議，因為要清楚的區分“正常的”或“不正常的”天然輻射源是很困難的。(二)對於現存的住宅能做什麼改善？主要的目的應該是試圖減少住在較高背景輻射住宅的劑量，主要的原則是如何減少可控制的射源造成之集體劑量，並找出可行的對策。(三)對於未來的住宅應採取什麼樣的政策？如何選擇一個合理的行動基準及合理的劑量限值。

此一議題經與會的專家討論後，由德國的Jacobi教授作結論，要解答上述的問題，顯然需要更確定的資訊與實驗證據，對於限制及規範方面，Jacobi認為還不是研究的對象，它只是一種決策(decision making)，但管制的行動需要相關的研究結果作依據，他強調這是全人類的問題，因此在有限的經費及迫切地時間下，需要大家高度地分工合作，這也是歐洲輻射研究計劃的目標。

由與會學者的討論可看出，各國背景輻射不同，國情不同，要訂定一個全世界通用的限值是不容易的，因此ICRP在1984年出版的第39號報告除了對室內氡活度有建議限值外，並未對其它天然輻射作劑量或活度限置之建議。

▲瑞典的氡管制計劃 (輻射偵測站 陳清江)

瑞典的林德教授(Lindell)在1991至1985年為ICRP主席，他在1983年發表一篇論文名為“氡管制計畫的理念與實務”，文中詳述天然輻射氡。在瑞典引發的爭議與管制限值的訂定過程，此一經驗亦為ICRP 39號報告撰稿之重要參考，表一列出氡管制計劃發展時程。

此一發展時程和ICRP 39號報告之撰稿過程相似，從室內輻射的研究，至發現礦坑、住宅氡活度偏高引發媒體關切，乃至特別委員會的設立，最後提出

管制政策報告，歷經30年時間。可見一個管制限值的訂定需要相當多的背景知識以及溝通討論，如此制訂的決策將有週全的考量與合理可行的標準，以免朝

令夕改或阻力重重，此一決策過程或許可為國內制訂相關規範之參考。

瑞典氡管制值發展時程表

年 代	事 件
1953-1956	西弗及哈維斯 (Hultquist) 兩學者研究室內輻射
1966	媒體關心放射性建材
1968	瑞典國家輻射防護研究所對氡提出警訊
1969-1971	瑞典國家輻射防護研究所發現礦坑氡偏高
1971	媒體關心礦工的致肺癌危險度
1972	瑞典輻射防護研究所對建材工業的加馬輻射提出警告
1973	歐洲核能局討論成立放射性建材專案小組
1974	瑞典輻射防護研究所對民眾提出警告，降低通風率會增加肺癌風險
1976	瑞典輻射防護研究所發行氡會引發肺癌的小手冊
1976	三個主管當局作政策性討論
1976-1978	進行室內氡度量
1978	瑞典輻射防護研究所要求政府設立氡委員會
1979	部份氡水平偏高，引起民眾關切，每天約接獲800通詢問電話
1979	瑞典政府成立氡委員會
1979	相關單位成立聯合資訊文件
1979	氡委員會完成行動建議初稿
1979	全國進行普查
1980	對現存住宅提出初步行動基準
1980	對新建築法規提出授權限制
1981	相關機構提出新的資訊文件
1981	氡委員會提出中期報告
1983	氡委員會提出末期報告及政策建議

▲周圍等效劑量與定向等效劑量定義

(清大 朱鐵吉)

國際輻射單位與度量委員會第51號報告(ICRU51)對區域偵測所使用到的周圍等效劑量與定向等效劑量的定義如下：

1. 周圍等效劑量

輻射場中某點處的周圍等效劑量(ambient dose equivalent), $H^*(d)$, 是相應的擴展齊向場在ICRU球體內, 逆齊向場的半徑上深度 d 處產生的等效劑量。

單位: $J\ kg^{-1}$

周圍等效劑量單位的名稱是西弗(Sv)。

凡是提到周圍等效劑量, 都應當包括詳細說明參考深度(reference depth), d 。爲了簡化符號, d 將以mm爲單位。

用吸收劑量可以定義一個類似於周圍等效劑量的量。該量稱爲周圍吸收劑量(ambient absorbed dose), $D^*(d)$ 。

對於強貫穿輻射, 目前推薦的深度 d 爲10mm。這個深度的周圍等效劑量用 $H^*(10)$ 表示; 對於弱貫穿輻射, 用類似的符號, 對於皮膚, 深度採用0.07mm; 對於水晶體, 深度採用3mm。

度量 $H^*(d)$ 時, 通常要求在儀表尺度範圍以內輻射場是均勻的, 以及儀表具有各向同性的回應(isotropic response)。

2. 定向等效劑量

輻射場中某點處的定向等效劑量(directional dose equivalent), $H^*(d, \Omega)$, 是相應的擴展場在ICRU球體內, 沿指定方向 Ω 的半徑上、深度 d 處產生的等效劑量。

單位: $J\ kg^{-1}$

定向等效劑量單位的名稱是西弗(Sv)。

凡是提到定向等效劑量時, 都應當包括詳細說明參考深度 d 和方向 Ω 。爲了簡化符號, d 將以mm爲單位。

用吸收劑量可以定義一個類似於定向等效劑量的量。該量稱爲定向吸收劑量(directional absorbed dose), $D^*(d, \Omega)$ 。

在弱貫穿輻射的情況下, 對於皮膚, 深度採用0.07mm; 對於水晶體, 深度採用3mm。因而這兩個深度的定向等效劑量分別表示爲 $H^*(0.07, \Omega)$ 和 $H^*(3, \Omega)$ 。

Ω)；對於強貫穿輻射，用類似的符號，目前推薦的深度為10mm。

度量 $H'(d, \Omega)$ 要求在儀表線度範圍以內輻射場是均勻的，以及儀表具有所要求的方向回應[等方向回應(isodirectional response)] (參見ICRU47, 1992)

詳細規定方向需要選擇一個表示方向(specified direction) Ω 的參考座標系(例如，極座標和方位角)。常常可以把這個參考座標系與輻射場聯繫起來。在單向場的特例中，可以用逆入射場的半徑與規定的半徑之間的夾角 α 來規定方向，當 $\alpha=0$ 時，量 $H'(d, 0)$ 可以寫成 $H'(d)$ ，並且等於 $H^*(d)$ 。(參見 ICRU 47, 1992。)

對於弱貫穿輻射，用以測定等效組織材料平板中適當深度處的等效劑量之儀表，如果該平板表面垂直於 Ω ，也將適合於測定 $H'(0.07, \Omega)$ 和 $H'(3, \Omega)$ 。

【小啓】

本協會海外諮詢委員羅源銓先生通訊地址更新如下：

Yuan-Chyhan Lo, Ph.D
Radiation Oncology
U. Mass Medical Center
55 Lake Avenue North
Worcester, MA 01655

敬請

賜稿

