

輻射防護簡訊 15

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10月1日

電話：(035)722224

電傳：(035)722521

歡迎索取

□輻防消息報導

▲澳洲訂定修正之輻射防護標準 (原能會 陳為立 袁志強)

澳洲輻射專家已草擬降低游離輻射曝露之新建議及限制職業曝露之國家標準。

此新標準和國際輻射防護委員會(ICRP)1990年建議一致，即要求職業曝露的限制從每年50毫西弗降低至20毫西弗(連續5年的平均值)，此建議預期不久將列入法律。

資料來源：澳洲輻射實驗室／鈾資訊中心

▲操作執照考試 (原能會 徐仁溥)

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，於本(八十四)年八月十七日(星期四)上午八時卅分台北假考試院國家考場、高雄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533人報考初級，31人報考中級，及格人數共有初級270人，中級17人，及格率分別為54%及59%，(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三類，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。

八十四年非醫用操作能力鑑定測驗各類科成績統計表(八月)

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	245	225	117	52%
	中 級	12	11	7	64%
非 密 封 放 射 性 物 質	初 級	68	62	27	44%
	中 級	10	10	8	80%
可發生游離 輻 射 設 備	初 級	206	201	118	59%
	中 級	9	8	2	25%
動物用 x 光 機 設 備	初 級	14	14	8	57%
	初 級	533	502	270	54%

合 計	中 級	31	29	17	59%
-----	-----	----	----	----	-----

▲輻射防護專業人員認可測驗
(原能會 蔡友頌)

為加強各產生游離輻射場所之防護措施，甄審輻射防護專業人員申請人之資格能力，認定其可否執行輻射安全管制與監察作業；並依據原子能委員會之輻射防護專業人員認可辦法訂定，特舉辦輻射防護專業人員認可測驗。

認可測驗已於九月十八日~廿二日採通訊方式報名，考試日期為十月廿八日假木柵考試場舉行。詳情參閱簡章，簡章逕向原能會洽購，請電洽(02)3634180轉523蔡友頌先生。

▲物質與設備接受補辦執照
(原能會)

行政院原子能委員會呼籲：凡尚未取得執照之可發生游離輻射設備及放射性物質之機關、學校、公民營企業、公私立醫療院所等，即日起至八十四年十二月卅一日止，於開放期限接受補辦執照。持有無照且不擬使用之設備或物質者，亦請於上述期間申辦報廢。詳情請洽：(02)3634180轉530~536(醫用物質及設備)或轉510~516(非醫用設備及物質)。

□會議訓練報導

▲CNLA 評鑑技術委員聯誼會
(工研院量測中心 黃瑞耀 石兆平)

中華民國實驗室認證體系(CNLA)評鑑技術委員聯誼會於84.08.30假台北市師範大學國際會議廳舉行，會中由CNLA主任委員中央標準局陳佐鎮局長致詞，除感謝第二屆評鑑技術委員任期內之辛勞外，並助勉第三屆評鑑技術委員繼續為提昇國內實驗室品質管理及檢測

技術能力而努力，以保障國內公共工程及消費大眾生活之福祉。

會中計有來自國內校正、機械性、化學、光學、生物、非破壞、音響與振動、溫度與熱、游離輻射及電性等十大領域計112位技術專家參與。本(游離輻射)測試領域由第二屆評鑑技術委員召集人原能會陳為立處長及第三屆新任委員輻射防護協會李四海教授擔任授獎代表。

第十八次游離輻射測試評鑑技術委員會預定10月中旬假原能會舉行。

▲七月訪美記行
(輻協 李四海)

輻協於七月中旬組團前往美國參觀訪問相關單位，並參加1995保健物理年會。此次由輻協董事長曾德霖教授與輻防處陳為立處長共同領隊，參加人員有清華大學董傳中、李四海教授，核能研究所陳煥東副組長，台電公司劉悟衡先生等共計六人。行程安排相當緊湊，第一站為位於新墨西哥州東南的WIPP(Waste Isolation Pilot Plant)。WIPP 屬於美國能源部，規劃建造作國防中高強度放射性廢料處置之用，承蒙任職於西屋公司吳全富博士的安排(吳博士為本協會海外諮詢委員會召集人)，得以順利參觀WIPP之各項設施，了解這個位於鹽岩中心的處置設施。訪問之第二站位於新墨西哥州北部的LANL(Los Alamos National Laboratory)。該處由徐小樺博士引導，順利參觀LANL保健物理相關設施及運作情形。(徐博士亦為本協會海外諮詢委員)。雖然訪問的那二天正巧碰上他們保健物理演習，但仍然有充分的機會了解及認識。此演習類似核電廠緊急計畫演習，目的在於驗證及操練輻防人員之應變能力及應變措施是否可行。行程中由於華裔專

家之熱心，增加了訪問Inhalation

Toxicology Research Institute 及 Carlsbad環境偵測及研究中心，二者分別由鄭永松博士及李善鋤博士接待。在Albuquerque訪問時，國科會住LA科學組陳耀南組長亦過來，一起與當地華裔工程師、科技專家舉行座談會。

訪問團之第二週行程則為參加在波士頓舉行之保健物理年會。在會議期間，1997年RDAS會議籌備成員另外舉行幾次會議。1997 RDAS為國內輻防界將於1997年舉辦之國際研討會。經由協商，美國保健物理學會及核能學會都將成為會議之協辦單位，將有助於此國際會議之舉辦及推動。綜觀此次訪問團任務均順利達成。在此亦特別感謝華裔專家之協助。國內輻防界若日後有類似計畫，輻防協會亦可商求諮詢委員協助。

▲車諾比爾及輻射—國際會議正籌劃中 (原能會 陳為立 袁志強)

今年 4月26日是車諾比爾核災變的九週年紀念日，但有關它長期的輻射結果迄今仍然沒有真正一致的說法，為了紀念這個日子，國際原子能總署IAEA宣佈召開一個 重要的國際會議，就該事故有關健康及環境衝擊之規模尋求共識。

此五天的會議，標題為 "車諾比爾後十年：總結事故的輻射結果"，將於明年4月8日開始在維也納舉行。它是由國際原子能總署，歐洲聯盟及世界衛生組織 (WHO)主辦並和聯合國合作籌辦。會議之辦理將由白俄羅斯，蘇聯及烏克蘭共組的一個資深科學家諮詢委員會所監管。

此會議將詳細比較國際上有關車諾比爾事故結果的各項調查報告，並特別考慮在此之前的兩項會議的結果。其中第一個是由 WHO主辦今年11月在日內瓦召開，將說明車諾比爾及其它較小事故

的健康結果。第二個將在明年 3月在白俄羅斯之Minsk 召開，是由白俄羅斯、俄羅斯、烏克蘭及歐洲聯盟聯合籌辦有關車諾比爾事故後效應的第一次會議。

在此兩項會議之後，於維也納召開的聯合會議將考慮車諾比爾爆炸的健康與環境效應，以及它的社會、經濟及政治方面之影響。其目的在清楚地建立和事故有關的科學事實，及量化它的長期輻射、健康、社會、經濟及政治等各方面的衝擊。其它的國際組織及多邊的，雙邊的及國家級的計劃，預期都將對此會議之議程有所貢獻。這項會議將對各國政府提名的代表及合格的媒體開放；若希望得到進一步的消息，請和IAEA聯繫(fax:++431234564)。

資料來源：NUCNET INSIDER N°22/95

▲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。簡章、報名表備索，請電洽：(035) 722224 李貞君小姐。

▲第卅八~卅九期輻射防護專業人員訓練班 (輻協)

由輻射防護協會主辦、核能研究所協辦之「輻射防護專業人員訓練班」。每梯次研習四週，上課時間：卅八期84年10月11日至84年11月10日、卅九期84年11月21日至84年12月19日。即日起受理報名，額滿即止。簡章、報名表備索，請電洽：(035) 722224。

▲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。假國立清華

大學及台北清華大學辦事處開課。每班暫定40人；團體報名得另安排梯次。簡章、報名表備索，請電洽：(035) 722224 林麗芬小姐。

▲ICRP第二委員會1996北京會議

(中國衛生部 陳興安)

ICRP第二委員1996年討論會訂於1996年8月26至31日在北京舉行，目前建議討論的主題包括：

- 1.General Overview of the Work of Committee 2
- 2.Internal Dosimetry--Biokinetic Models
- 3.Internal Dosimetry--Dosimetric Models
- 4.Weighting Factors
- 5.ICRP 66 Lung Model
- 6.Leukaemia near nuclear installations
- 7.Reliability of ICRP Dose Coefficients
- 8.Applications of Dose Coefficients-IAEA Basic Safety Standards and European Community Directives
- 9.Operational and Protection Quantities ICRU/ICRP

會中並安排有半天的時間與中國朋友討論輻射防護主題。有興趣者可洽陳興安先生北京德外新康街2號 電話：002-8610-2021166-239 傳真：002-8610-2012507

道模型相比，概論是廣度和深度，都有

□專題報導

▲內容十分豐富的ICRP第66號出版物

(一)

(衛生部工業衛生實驗所 陳興安)

歷時10年，由ICRP第2委員會從1984年開始陸續指定的，選自中國、美國、日本、英國、法國、德國，和加拿大的10名ICRP呼吸道模型工作組正式成員和11名通訊成員，通過艱苦努力，終於在1994年完成了對ICRP原呼吸道模型的修訂工作。一本內容十分豐富，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，廓清和生物效應最新成就的用於輻射防護的人的呼吸道模型開始與讀者見面了。和原有呼吸

了很大的進展。單就其篇幅之擴增倍數，高過60多倍(由原來的7頁增加到482頁)，這在ICRP出版物的歷史上，可以說是空前的。為此，感到有必要對該出版物作一介紹。

ICRP66號出版物，正文部份除前言和術語匯集外，共計10章，占120頁。8個附錄占362頁，全書共482頁。

現將正文10章的主要內容作如下介紹。

1 引言

引言部分共有7小節，分別闡述了修訂呼吸道模型的目的；呼吸道劑量學模型的客觀需要；ICRP第2號出版物中使用的模型；ICRP第30號出版物使用的模型；為什麼需要一個新模型；新模型的主要特徵；模型的發展，在這小節中

介紹了整個呼吸道劑量學模型的6個組成部分：形態度量學、呼吸生理學、放射生物學、沉積、廓清和劑量學。

讀完這一章就可以對ICRP呼吸道模型的歷史、現況、目的和特徵有了一個較全面的基本了解。

2 形態度量學模型

這一章主要是對呼吸道的形態學特徵作一扼要的介紹。

這個劑量學模型將呼吸道分成4個解剖學區域：(1)胸外區(ET)，由前鼻(ET1)和後鼻道、喉、咽和嘴(ET2)構成；(2)支氣管區(BB)，由氣管和支氣管構成，沉積在此的物質通過纖毛運動廓清；(3)細支氣管區，由細支氣管和終末細支氣管構成；(4)肺泡-間質區(AI)，由呼吸細支氣管(細支氣管和若干接近的肺泡)，肺泡管和肺泡囊和它們的肺泡，以及間質性結締組織構成。這四個區包含有淋巴組織(LT)。LNET負責從胸外區(ET)排出淋巴液；位於支氣管區(BB)的LNTH則負責排出細支氣管區(bb)和肺-間質(AI)區的淋巴液。上述分區是新肺模型和原肺模型主要區別之一。出版物中有一詳細圖解，看起來一目了然。對於上述4個區的細胞學，組織學，功能和結構均用表格形式詳細列出，以用於計算輻射劑量。除此之外，對上述4個區的功能，解剖學和組織學的特徵包括上皮細胞層的厚度，處於危險細胞的細胞核位置的深度，總表面積等劑量計算時所必須的參數，用圖文並茂的形式分成4小節進行了詳盡的介紹，其細致程度為一般解剖學和組織學的教科書所不及(例如用圖解方式標明分泌細胞核基底細胞核所在處的深度)。另一節則介紹了對不同年齡和性別者氣道大小的按比例測量方法。最後一節為靶組織的質量，包括成年男性，成年女性，15歲的男女兒童以及10歲、5歲、1歲和3個月的兒童及嬰幼兒的呼吸道靶組織的質量。自從1986年蘇聯發生切爾諾貝利核事故之後，ICRP第2委

員會考慮同題已不再局限於職業性人員，而是著眼於廣大公眾，這在本章的上述內容中已有所體現。

3 生理學參數

人呼吸道的組織和細胞所接受的輻射劑量在很大程度上取決於呼吸特徵和某些呼吸參數。因為它們影響被吸入空氣的容積和吸入率以及通過鼻和嘴的比例，並決定放射性微粒和氣體被吸入的量，進入到呼吸道並在該處沉積的量。呼吸特徵和呼吸參數在全世界人口之間是不相同的，在很大程度上是身體大小，體力勞動的水平，呼吸道的健康狀況的函數以及此人是否為吸煙者，因此，在這一節中不僅給出了針對白種人(工作人員和廣大公眾)的最主要的呼吸參數的參考值，而且還列出了中國、日本、印度、美國黑人、塞乃加爾、津巴布專等6個國家的成人(男性和女性)，和其中少數國家年齡為3個月、1歲、5歲、10歲、15歲的兒童和嬰幼兒的身高、體重、肺的總容量，功能殘留量以及肺活量的有關參數。值得一提的是在這6個國家的數據中，中國的數據相對地最為齊全。提供上述生理學參數的目的是為了計算各國工人和廣大公眾的單位攝入放射性核素時的輻射劑量。這一章在原呼吸道模型是沒有的。(下期待續)

▲高空飛行之宇宙射線劑量評估

(偵檢站 林友明 陳清江)

宇宙射線強度隨高度和緯度不同而異，一般國際航線飛航度在10公里左右，少數民航機飛行高度在15公里以上。國內線班機之飛行高度多在3公里至6公里。

法國在1987年起耗時兩年，對6架民航機測量結果，飛行所受宇宙射線劑量率在12微西弗/小時左右，飛行員之年劑量約3毫西弗，英國在1990年對2000航次作測量結果，平均劑量率為10

微西弗/小時，最大值為50微西弗/小時，空服員平均年劑量為2.5毫西弗，最大個人劑量約17毫西弗/年，其中中子劑量約佔一半。

1993年台灣輻射偵測站以美國民航局最新發展之CARI-II 飛航劑量評估模式針對台灣地區國內外航線進行評估，各主要航線所受劑量如附表所示，其中國際線劑量最高的是台北紐約航線，去程經安克拉治接受87微西弗劑量，回程

直飛僅69微西弗，由於去程與回程之航線略異，因此所受劑量亦略有不同，合計為156微西弗。

另根據國際飛航組組規定每年飛行720小時，並假設全年均飛台北紐約航線作估計，空服員每年所受劑量約3.4毫西弗，佔法定限值50毫西弗/年的7%。由上述評估結果顯示，飛航宇宙射線劑量仍在安全限值之內，無須憂慮。

國內外航線旅客所受宇宙射線劑量

航線（往返）	劑量（微西弗）
台北＝紐約	156
台北＝阿姆斯特丹	99
台北＝洛杉磯	93
台北＝約翰尼斯堡	72
台北＝雪梨	48
台北＝新加坡	15
台北＝金門	0.67
台北＝高雄	0.48
台北＝台南	0.23
台北＝蘭嶼	0.13
高雄＝馬公	0.07

▲職業曝露範疇

（偵檢站 林友明 陳清江）

飛行員所受宇宙射線劑量究竟屬於職業曝露或一般人曝露？這是一個帶有爭議性的課題，依據游離輻射防護安全標準第三條第十二款之定義，職業曝露係指工作人員於工作期間所接受之曝露。依此定義，飛行員係在工作期間接受宇宙射線之曝露，因此應屬職業曝露。但是國內部份輻射防護專家卻認為飛行所受輻射應屬於一般人之曝露，理由不外乎飛行員並非輻射工作人員，他們未接受輻射防護訓練，也未領有放射性物質或設備操作執照。

因此他們所受輻射劑量應以一般

人之劑量限值作管制。

其實在具有輻射源工作場所工作的人員，並非每個工人均受過訓練，領有執照或輻射加給，在游離輻射防護安全標準中並未附“輻射工作人員”加以定義，因此上述理由並不足於說明飛行員應使用一般人之劑量限值。

也有人認為飛行員所接受輻射為天然游離輻射，並非人造游離輻射，因此應採用一般人劑量限值。其實輻射劑量限值並不分天然或人造輻射，像鐳、鈾等天然核種也可能對輻射工作人員造成高劑量，卻歸屬在職業曝露，類似的天然輻射源造成之曝露尚有煤礦工人、肥料工廠、太空飛行等均是天然輻射造成之職業曝露。

在1993年UNSCEAR報告中將職業曝露分為(1)核燃料循環，(2)國防活動，(3)輻射工業應用，(4)輻射醫學應用，(5)天然輻射源，(6)輻射事故等六大類，飛航劑量列入第(5)類的B小類，顯然飛行員所受輻射劑量應屬職業曝露殆無疑義。

▲輻射鋼筋建築物發生率的探討 (高雄醫學院 張寶樹)

截至民國84年4月止，已於台北市發現40棟建於民國71至73年間的建築物鋼筋受到輻射的污染。依據內政部公布的「內政統計提要」得知71至73年間，台北市鋼筋建築物的總數為8,344棟，所以這三年間，台北市的輻射鋼筋建築物發生率為 $40/8,344 = 0.48\% < 1\%$ 。依照統計學的理論，其可符合Poisson分布。利用Poisson分布估計95%信賴區間之上下限因數，得知發生率的下限為 $0.48\% \times 0.714 = 0.34\%$ ，上限，為 $0.48\% \times 1.36 = 0.65\%$ 。

根據高醫的一項建築物輻射偵測調查顯示，71至73年間，高雄市、臺南市與鳳山市的鋼筋建築物分別有9,335、8,853與1,724棟，且分別偵測1,600、1,088與212棟，結果發現並無輻射鋼筋的存在。若分別估算發生率的95%信賴區間時，可以將上限值定為 $n=3$ ，如此推估75%信賴區間的發生率分別為 $0 \sim 3/1,600 = 0.19\%$ ， $0 \sim 3/1,300 = 0.23\%$ （臺南市與鳳山市合併計算）。此推估結果與台北市發生率的95%信賴區間相比較，發現並無重疊的部份，因此若高雄市、台南市與鳳山市有輻射鋼筋建築物的存在，則其發生率均比台北市低且有統計上的意義。

▲傳達輻射風險概念給政府立法及管制 相關人員 (原能會)

本文為美國核醫學會會長

Silbestein博士之演講大綱，摘要該會會員如何與政府立法及管制官員溝通，以有效達到將輻射劑量傷害風險觀念傳達給這些官員之目的。

I. 準備工作：

- A. 在問題未發生時即與相關人員連繫
- B. 瞭解溝通對象的知識水準
- C. 相關人員可能已擁有相當的工作資歷
- D. 清楚的確認問題
- E. 心理要有解決問題的穩定目標
 - 1. 教育／認知
 - 2. 有特定的行動（選票）支持你的立場
- F. 留下書面文件，提醒相關人員你想要他（她）知道或做的是什麼。

II. 訪問過程：

- A. 帶一名當地選民代為引介
- B. 提及相關人員所屬地區內設施之數據、活動、或關切之事項
- C. 避免用「術語」，例如，科學用語：侖貝，雷得等。
- D. 應技巧地重覆以表明重點

III. 注意事項：

- A. 聽者會懷疑你的觀點是偏頗的及少有公平的
- B. 很難將你對風險的討論與周遭的政策問題，以及你被認為會帶來的「包袱」分開。
- C. 國會的工作人員大多在40歲以下
 - 1. 很少與醫學界接觸。
 - 2. 對疾病很少瞭解。
 - 3. 具備的背景較你所希望者為差。
 - 4. 有太多的問題需要處理。
- D. 國會的相關人員如何看管制
 - 1. 相關人員視美國核管會功用僅為管制反應器安全
 - 2. 視環保署功能僅為污染控制
 - 3. 視聯邦藥物管理局功能僅為藥物安全，並將所有的藥物視為造成相似的風險。
- E. 提出日後變為不正確的事實，會形成立即的自毀立場。

- F. 提出違反直覺的資料，如低劑量有益效應，即使是真的也很少令人信服。
- G. 設若沒有數據顯示問題的存在，則不會低估管制者謹慎的想法。
- H. 小心相對風險的觀念
1. 自願居住在地或高背景地區，或橫越東西岸的飛行風險不同於一般風險。
 2. 非自願性帶入你社區的風險，如缺乏控制將導致憂慮及對抗。
- IV. 訪問內容：
- A. 避免技術用語
1. 科學專門用語通常導致聽者目瞪口呆。
 2. 不要用輻射劑量毫侖目來表達危險度，而使用「相等」於若干次的C.T.掃描，「相等」於若干張的胸部X光照相，及橫越美國飛機次數等來代替。
- B. 提出具體數據，且用不同方式重覆說明
- C. 準備對方要求討論反方之論點
- D. 強調當地使用核醫之場所
- E. 瞭解聯邦及州政府對核醫已作多重管制
- F. 瞭解你的州如何處理輻射管制
- G. 強調核醫在政治上重要性領域的應用
1. 乳癌。
 2. 老人痴呆症。
 3. AIDS。
 4. 甲狀腺亢進症。
- H. 應將核醫及核能問題分別處理
- I. 強調核醫的安全性
1. 不利的反應數據。
 2. 無低劑量效應缺少實驗證據。
- J. 核醫造影功能無其他替代方法
- K. 相對風險數據
1. 關於輻射，這些風險是人們自願選擇去接受的。
 2. 相關人員也許會對非自願曝露提出爭論。
- V. 相對風險的考慮
- A. 以一般放射性操作的輻射曝露劑量排列順序
1. 電腦斷層劑量（標準假體中軸的中點）是3.4-5.5cGy(Radiol. 1992; 184:135)
 2. 上消化道系列造影對胃部造成的劑量為2.4cGY(RERF 1990)
 3. 胸部X光照相(後前方，側面)之劑量分別為0.010-0.025cGY (RERF 1990)
- B. 線性無低限值假說
1. 對高劑量曝露為 $10 \times 10^{-2} \text{Sv}^{-1}$ 或10案例/100受曝露者/100雷得(ICRP 1991; NCRP 1993)。
 2. 對低劑量及劑量率而言，劑量與輻射效應之縮減因子為2-10。
- C. 此假說之問題
1. 忽略超過背景值之劑量未增加健康風險之實驗證據(Mayo Clin Proc 1994; 69:436)。
 2. 假說中認為在單一細胞內光子或電子與DNA之作用可引發癌症（通常需要多次射中）。
 3. 忽略大規模細胞修補機制—每小時每個細胞有一萬次可測的DNA修改事件發生。
- D. 導致 $10^{-5}/\text{yr}$ 死亡風險的曝露
1. 來自人造射源的
0.1rem/yr(1mSv/yr)連續曝露（使用線性無低限值假說及劑量縮減因子為10）。
 2. 空中旅行四千哩。
 3. 汽車旅行300-600哩。
 4. 一至十次醫療注射或服藥(Rad Res.1987; 112:191)。
- E. 做一遍風險計算
1. 1Sv (100侖目)的曝露使每100人中10個人得到癌症，則每侖目為使每一萬人中有10個人得到癌症。
 2. 假如線性無低限值假說是正確的，則此值將被劑量縮減因子減

為一半，即每侖日每一萬人中有五個案例。

3. 但這一萬人在一生中會因所有的原因而有3333人得到癌症；我們永遠無法區分3,333/10,000及3,338/10,000。

VI. 有關「標準」的經濟考慮，無法顯示其對民眾的利益及其使民眾增加的對應成本。

A. 環保署限值／來自控制中射源之建議限值

1. 來自空氣中之總限值：
10mrem/yr。
2. 來自空氣中放射性碘部分：
3mrem/yr。
3. 飲水：4mrem/yr。
4. 低階廢料場址：15mrem/yr。

B. 與癌症篩選及治療所省下的金額作比較：

1. 環境標準 > 10⁶美元／生命。
2. 癌症治癒，大約50,000美元／生命 (Health Physics 1980;38:33)

VIII. 結論：傳達風險給政府相關人員

- A. 細心的準備，包括清楚的目標，具體的數據及書面文件。
- B. 瞭解相關人員的心態。
- C. 利用與你地方選民及設施有關的途徑去進行溝通。
- D. 相對風險的概念必須易懂。
- E. 選免用「術語」。

▲車諾比爾事故有十二萬五千人死亡之報導不實（原能會 陳為立 袁志強）

最近在國際新聞媒體上的說法—有超過十二萬五千個人死於1986年的車諾比爾事故—已被英國核能工業的首席發言人駁斥為不正確。

Paul Seaman 是英國核能工業協會（貿易協會）的主要新聞官員；剛從前往車諾比爾發掘事實之任務回來；隨同他去的有兩名英國新聞記者；已經調查出為何如此高的數字會被引用之原因。

此數字是在車諾比爾事故 9周年紀念日前一天的研討會上，由烏克蘭健康部所發出的新聞稿中出現的，記者們亦可得到烏克蘭語翻譯成英語之資料。在英文版中的一處說到（以下逐字的引用）：“在1988到1994年期間受到車諾比爾災難影響的人中，其總死亡數目超過十二萬五千人（包括1994年的三萬五千九百一十九人）”。

國際新聞機構引述烏克蘭健康部副部長Andrei Serdyuk先生的話而宣布此數字，而英國的一家新聞廣播報導說連結車諾比爾事故和死亡人數的證據是“壓倒性”的。

然而，Paul Seaman說“此種說法並不正確，這和烏克蘭較差的新聞稿翻譯及草率的新聞處理有關。此副部長真正說的是在受影響區域內由所有因素（大部分是和年齡有關）造成的死亡人數是十二萬五千人。由健康部發出的新聞稿—和過去一樣很糟糕的翻譯—已經很清楚的指出它是報導在受影響區域內所有各方面的健康情形。”

此新聞稿結束時亦說科學家及醫護專家現在的結論認為健康情況之改變是由於複雜的有害性因素所引起。除了輻射因素外，該部指向“較差的生態狀況，相當程度的經濟困難，群體的飲食改變，及忽視由專家建議的預防措施”等因素。

Paul Seaman 說，雖然在一般群眾中的死亡人數尚未確知，世界衛生組織的數字顯示有 200個嚴重輻射疾病的案例發生。所謂的“清道夫”，即執行事故後復原及清理行動者，是災害中受到輻射曝露效應最嚴重的一群。

資料來源：NUCNET NEWS N° 189/95

▲UNSCEAR 1993 報告中所提到的航空與太空飛行的職業輻射曝露 (清大朱鐵吉)

1. 航空飛行

飛行高度和時間是決定宇宙射線對航空空司機組人員和乘客劑量的主要因素。現代商用飛機的最佳飛行高度是13000m左右，但航線是根據使用和安全要求而確定的。現有的數據似乎還不足以確定平均的飛行方式。UNSCEAR 1988 年報告中假定有代表性的飛行高度為8000m，平均航速是 $600\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ，這是因為主要是短距離飛行。其他研究報告採取其他高度和航速：例如，英國在評估中採用的飛行高度為9000m，航速為 $650\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ，美國飛機用於飛行時間小於1小時的高度為7000m，用於的較長時間飛行的高度為11000m。飛行高度為8000m時，估計有效等效劑量為 $2\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，這是直接的和間接的游離輻射在組織中的吸收劑量的和。在德國Lufthansa航空公司飛機上進行的世界範圍的測量計畫顯示，大部分飛行高度在10—11.9km的範圍，在這些高度上的有效等效劑量分別為 $5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 和 $8\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

為了計算整個大氣層的輻射水平，已研發了計算程式，並正在取得更多的

測量經驗考慮射質因數變化的宇宙射線劑量的初步評估顯示，其有效劑量很可能比上面報告的有效等效劑量大百分之幾十。在進行這些作了修正的估算之前，並考慮在對機組的劑量估算中固有的其他不確定性後，這裡作了簡化的假設：有效劑量在數值上等於UNSCEAR報告的有效等效劑量。除了隨高度變化外，宇宙射線劑量也隨緯度和太陽週期變動而改變。

數量有限的超音速飛機商業飛行和巡航在15km的高度上。使用偵測設備對機上的劑量進行一般測量。有效等效劑量率通常在 $10\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 左右，最大值約為 $40\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。自1987年七月起的兩年裡，6架法國飛機的總平均值為 $12\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，月值最高達 $18\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；1990年的平均值為 $11\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，空勤人員的年劑量約為3mSv。在1990年英國飛機約飛行2000次的平均劑量率為 $10\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，最大值為 $50\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；機組人員的年劑量平均為約2.5 mSv，最大值為約17 mSv。總有效等效劑量中，中子的貢獻約佔一半。偵測設備會對太陽黑子發出警報，飛機由此可降低飛行高度。

在UNSCEAR 1988 年報告中，假

定空勤人員典型的年飛行時間為600小時，這與英國、德國和法國的經驗相一致，但在美國飛行時間可能高50%。估計美國機組人員的年集體有效等效劑量在1985年約為400 man·Sv，這是基於約114000名空勤人員(其中，機上飛行人員和服務人員分別為46000和68000人)的平均年有效等效劑量為3.5 mSv得出的。德國Lufthansa公司空勤人員的年集體有效等效劑量估計為約30 man·Sv，這是以有12000空勤人員及具有2.5 mSv的平均年個人劑量為根據的。若干其他歐洲航空公司所報告的空勤人員的年有效等效劑量與2.5 mSv相一致。在假定平均年劑量為3 mSv(即介於歐洲和美國的值之間)，並且注意到全世界空勤人員的人數(80年代後期約為25萬人)時，可以做出世界範圍集體有效等效劑量的估算。所得到的世界範圍年集體有效等效劑量約為800 man·Sv。這個值比以前估算的要高出幾倍。儘管其仍然僅僅是近似值，但它是比較有根據的，且應是一個較準確的估計值。

除了空勤人員外，某些其他人員(如專業信使)在飛行途中也接受較大的劑量。對倫敦機場1988年的乘客分析顯示，有四分之一的乘客在前一年作了十

次或十次以上的飛行，相當於飛行30或30多小時，而某些專業信使一年進行200次旅行，意味著飛行1200小時。這些人的人數不詳，但必然只為空勤人員數的一小部分。

2. 宇宙飛行

宇宙飛行只限於少數太空飛行員。目前美國和前蘇聯的宇宙飛行只限於在各種傾角的低地球軌道上。劑量大小完全取決於高度，不那麼決定於傾角。6次太空船飛行和7次太空站飛行的實驗結果顯示，在300—500km高度上的日有效等效劑量為0.1—0.7 mSv。低 LET 和高 LET 輻射是分別測定的；每一種貢獻都約為總劑量的一半。由於太空飛行器中輻射場的複雜性，難以用有效劑量來估算輻射曝露；因此作了簡單的假設：從數值上講，它已與前述的值相等。由於涉及的人很少，該實踐的集體劑量是十分小的。

1989年NCRP 98號報告書已經發表了一份關於太空空間輻射的全面評論報告。該報告詳細敘述了這一題目的物理和生物學問題，並預測了將來可能進行的太空飛行的劑量。