

輻射防護簡訊 52

中華民國90年12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406號2樓 ■ 電話：(03)5722224 電傳：(03)5722521
- 編輯委員：王嵩峰、李四海、林友明、邱賜聰、翁寶山、許文林
陳為立、陳宜彬、董傳中、蔡昭明、劉仁賢、蘇明峰 (依筆劃順序)
- 發行人：曾德霖 ■ 主 編：劉代欽 ■ 文 編：李孝華
- 印刷所：大洋實業社 地址：新竹市光復路二段376之9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

▲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，委託國立清華大學於90年9月15日舉行「非醫用操作執照鑑定測驗」。本次測驗計有543人報考初級，27人報考中級，及格人數共有初級283人，中級3人，及格率分別為58.4%及15.8%，(詳細統計資料如附表)。

九十年第二次非醫用操作能力鑑定測驗各類科成績統計表(十月)

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	148	131	82	62.6%
	中級	4	3	1	33.3%
非密封放射性物質	初級	65	62	29	46.8%
	中級	2	1	0	0%
可發生游離輻射設備	初級	300	266	161	60.5%
	中級	21	15	2	13.3%
動物用x光機設備	初級	30	26	11	42.3%
合 計	初級	543	485	283	58.4%
	中級	27	19	3	15.8%

▲非破壞照相檢驗意外事故處理程序及工作前設備檢查要點

(原能會 張志堅、徐仁溥)

意外事故處理程序：

一、射源洩露：射源的焊道可能會破裂造成射源洩露，每次完成照相工作搖回射源後，操作人員應偵測導管。假如偵測到輻射異常，應假設射源洩露，操作人員應迅速將照射器及相關連接設備用塑膠帶包妥，防止污染擴散；操作人員應洗手並檢查衣服是否遭受污染，然後迅速請求輻防人員或專家協助處理。

二、射源卡住於照射點：射源的傳送系統假如出現失效而卡住，詳細的處理程序視情況而有所不同，如要安全的回收射源，必須具備裝備的專業知識，無論如何，應該採取下列所提供的基本動作：

1. 確保無人進入高輻射區域，在任何嘗試絞回射源後，因為劑量率會變動，必須加以偵測。
2. 詳細規劃回收動作，並且進行模擬演練以節省作業時間。事前沒有足夠的計畫就匆忙進入輻射區域，曾造成許多操作人員遭受輻射意外。
3. 再嘗試絞回射源，確認射源的確脫鉤後，重新偵測射源位置。
4. 回收射源會遭受較高的劑量，因此，必須決定操作人員的許可劑量並且設定警報器。
5. 假如射源仍然無法回收，必須精確的測定射源新的位置，然後利用屏蔽（如鉛皮）將導管覆蓋。
6. 絞回驅動鋼索並且檢查連接器是否正常，假如連接器仍然正常，可以重新連接，但需要專業知識。

7. 割開導管，迅速利用連接器將射源連接，必須十分謹慎，避免損壞射源或連接器。為了避免操作人員超劑量，這種動作必須事先規劃和演練，操作人員工作位置的劑量率也必須監測。

8. 絞動驅動鋼索，將射源收回照射器內，再偵測一次，確保射源得到適當屏蔽，最後將照射器鎖上。

9. 假如連接器壞掉，上述步驟並不適用，射源必須利用長夾撿起來，然後放入射源容器內。

工作前設備檢查要點：

- 一、檢查照射器外表是否有損壞。
- 二、檢查射源連接器是否有磨損（可利用量規測量射源連接器尺寸是否合於標準）。
- 三、取下照射器之安全塞並連接驅動鋼索，檢查射源出口是否平滑無損。
- 四、檢查射源導管是否凹陷或遭泥垢堵住。
- 五、檢查安全鎖開關是否平順。
- 六、當射源搖出照射器時，檢查是否不正常受阻或卡住。
- 七、紀錄任何問題，在裝備尚未修妥前不要使用。

（摘譯自國際原子能總署安全系列 102 號報告）

▲為何沒人相信我們

(陽明大學 陳為立、蔡顯智)

並非完全沒有人相信我們，但保健物理學界總是無法喜獲群眾中成員的壓倒性支持。為何如此？這可能是對的，在此我們有另一種看法；部分答案可能隱含在真理的基本觀念中。

許多人以他們每天的經驗為基礎來達到他們對真理的認知。若老周一輩子抽煙

喝酒很凶且活到 90 歲，則抽煙和喝酒不可能對你有害。若某人因“輻射傷害”而死，並且我們知道接受很高劑量的輻射一定會致死，因此任何輻射必定對人體都有害。此一真理的認知印象導致某些新聞從業人員的“一件逸聞可抵千件統計資料”的信條。但這並非一定得始終如一，在對真理的描述上並非是必然的。

一些人相信真理只能經由某些內在的教化而達到。內心以外的世界與事實無關。只有純思想才能達到純真理。這些真理的概念流行於以思考為樂，但不傾向於實驗的古希臘哲學家之間。有些現代的修道者仍認同這樣的真理的概念。

在美國的法律體系，真理是由陪審團決定的。在陪審團裁決之前的罪犯總是被檢察官聲稱有罪的。法律系統慎重的設計將證據呈現於沒有特殊數學或邏輯技巧的普通人（陪審團）前。真理（陪審團的裁決）將依陪審團的組成和律師的技巧而定。因此兩種相同的情況可能因證據呈現的方式和陪審團的好惡傾向而導致兩種不同的結局。

有些人觀看真理只能就他們宗教的教義而論。在他們古老的宗教著作中的每件事被認為是絕對的真理。任何與其教義牴觸的事不可能是真的。這些人通常喜歡隨時引用某段教義為證。似乎將他們的神放在身邊。對這些人來說，唯一存在的真理必須是在信仰上完全無瑕的，或基於可能存在數千年間經過數次翻譯的古老工具中。不在這些教義之中的任何事既不重要也不正確。

另一方面，科學真理是較難以捉摸的。除非可用實驗證明，否則任何事都不能被認為是真的。真理變得很飄渺不定。有些我們今日認為正確的事在明日也許不正確了。絕對的真理幾乎不是如你所能依

賴的那樣令人滿意。使真理改變所需要的是另一實驗表現出矛盾的結果。且實驗必須能重複作，可再檢驗的，並且須公開發表；不能只像老周的例子。這種嚴格的水準也需要有一致的邏輯和超出常人所能了解的數學為入門的基礎。

因為有這些不同的真理的概念，難怪人們總是不能意見一致，且有時相當激烈地對立。認同科學描述為真理的人只有少數。我們的學校在基礎自然科學的教育工作上並沒有做得特別好；大部分高中學生悖離一些已熟知的“事實”。我們的國家領導人和治國模式通常來自法律或宗教且常以他們自己的看法當作真理。娛樂業經常虛構的事實結合人們在現實世界對真理的概念，當作特別的電影題材，加深人們對核能發電安全的誤解。

科學真理不特別吸引人，這並無須驚訝。老周的長壽嗜好不適合日常的真理。亦不適用於宗教信仰，而且它也不循法律原則。科學的真理是經常改變的，而無法令人滿意。你 20 年前在高中所學的東西在今日並非必然是對的。且並非所有的科學家相信相同的真理。例如，有人相信輻射傷害在低劑量下無效應，有的相信風險隨劑量降低而成比例下降，且甚至有些人相信接受低劑量是有益的。當然，若無法由實驗證實這些可能的“真理”，無人能肯定地反駁，而試著對眾人去解釋那件事。有這些不同形式的真理在人們的心中競爭，難怪我們在應付群眾時會遇到麻煩。

溝通事實並不是問題。如何將事實解釋成真理，是一個非常難的根本的問題。科學真理不太可能很快被確定下來。我們在科學教育需要較大的改進使科學真理能公平的與其他真理競爭。這是我們需要凝聚及努力的地方。

(本文譯自 HPS Newsletter, September

2000. 原作者為 Bill Belanger，譯者亦加 了一些註解。)

□會議訓練報導

▲九十一年度輻協各項訓練班預定時間表

(輻協)

班 別	訓 練 日 期	上 課 地 點	聯 絡 人
非醫用班	90年12月04日至12月11日(甲組12)	高雄	邱靜宜
〃	90年12月11日至12月18日(甲組13)	清華大學	邱靜宜
〃	90年12月11日至12月18日(乙組2)	清華大學	邱靜宜
〃	91年01月29日至02月05日(甲組1)	清華大學	邱靜宜
〃	91年03月05日至03月12日(甲組2)	高雄	邱靜宜
〃	91年03月12日至03月19日(甲組3)	清華大學	邱靜宜
〃	91年04月23日至04月30日(甲組4)	清華大學	邱靜宜
〃	91年06月04日至06月11日(甲組5)	清華大學	邱靜宜
〃	91年06月04日至06月11日(乙組1)	清華大學	邱靜宜
〃	91年06月18日至06月25日(甲組6)	高雄	邱靜宜
〃	91年07月30日至08月06日(甲組7)	清華大學	邱靜宜
輻 防 班 第 5 4 期	91年04月15日至04月19日(第一階段)	清華大學	李貞君
	91年05月13日至05月17日(第二階段)		
	91年06月17日至06月21日(第三階段)		
	91年07月08日至07月12日(第四階段)		
輻 防 班 第 5 5 期	90年08月12日至08月16日(第一階段)	高雄	李貞君
	90年09月02日至09月06日(第二階段)		
	90年09月30日至10月04日(第三階段)		
	91年10月28日至11月01日(第四階段)		
輻 防 班 第 5 6 期	90年09月16日至09月20日(第一階段)	清華大學	李貞君
	90年10月14日至10月18日(第二階段)		
	90年11月11日至11月15日(第三階段)		
	91年12月09日至12月13日(第四階段)		
鋼材班	90年12月12日至12日	高雄	李貞君
〃	91年05月07日至08日	高雄	李貞君
〃	91年05月29日至30日	清華大學	李貞君
鋼複訓班	90年12月14日	高雄	李貞君
〃	91年05月09日	高雄	李貞君
〃	91年05月31日	清華大學	李貞君

▲IAEA高水平天然輻射工作場所職業性防護條件評估技術委員會會議概況
(衛生部工業衛生實驗所 陳興安)

2001年5月7日至11日，國際原子能總署在維也納國際會議中心召開了名為“高水平天然輻射工作場所職業性防護條件評估技術委員會會議”。來自比利時、巴西、加拿大、中國大陸、芬蘭、德國、印度、愛爾蘭、意大利、荷蘭、挪威、波蘭、斯洛沃克、南非、西班牙和瑞典 16 個國家的 23 名專家參加了這次具有歷史性意義的重要會議。

現將會議概況介紹如下：

1.會議的背景

聯合國原子輻射效應科學委員會 2000 年報告書中提到，不包括鈾礦在內的來自天然輻射的職業性照射佔到了由職業性照射引起的全球年集體劑量的 80% 以上。因此，原子能總署的輻射安全標準系列，各種要求和安全導則(由原子能總署和國際勞工辦公室共同倡辦的)都提出了控制來自天然輻射源的職業性照射。此外，針對專門問題的若干安全報告書正在最後定稿。儘管如此，1998 年國際原子能總署召開的有關核、輻射和放射性廢料安全的地區性問題國際會議上的結論認為，對於控制天然輻射照射，特別是對於從事含有高水平天然放射性核種的物質的工作以及接受宇宙射線照射的空勤人員，需要進一步編制實際導則。1999 年 IAEA 的一個評審組又提出了國際原子能總署的各個會員國需要提供有關資料，以便確定主要受影響的工業以及需要優先控制的工業流程和物質。

2.開幕辭

國際原子能總署輻射和廢料安全部主任，A.J Gonzalez 首先致辭。他提出天然放射性物質(NORM-Naturally Occurring Radioactive Material)的問題已經成為全世界的一個熱門問題，歡迎與會者在討論中給予支持和提出忠告。接著他強調了以下 3 個問題。

(1) 針對職業性防護的責任。

針對游離輻射的防護以及輻射源安全的國際基本安全標準(BSS)，確定對於安全的責任由雇主承擔，但在某些會員國是由領有執照者承擔，此人在某些情況下不是雇主。Gonzalez 強調了明確責任的重要性。

(2) 工作人員的分類

國際 BSS 是對區域進行分類而不是對工作人員實行分類。然而，在某些會員國仍需對工作人員進行分類。這就導致對各種要求方面進行協調所帶來的問題。

(3) 劑量限值

某些會員國選擇了執行單一的劑量限值，而 BSS 對於應用於職業性受照人

員劑量限值的執行提供了靈活性。這就造成某些混淆和問題。

Gonzalez 認為上述問題主要發生在採礦業，特別是在南非，他表示反對採用針對人工射源和天然射源的不同標準。

3.會議目的

在國際原子能總署的安全標準發展規劃中，目前將重點是放在控制天然輻射的實際導則，特別是針對操作高水平天然放射性核種物質的工作人員以及空勤人員所受的宇宙射線的照射。這次會議的目的大體上是：

- 制訂出一個有問題領域的全面清單。
- 對有問題領域的大小作出評估。
- 為國際原子能總署起草一個行動計畫。

4.會議的範圍

會議的範圍採用全體大會形式，所有與會者都要報告各個國家針對天然輻射引起的職業性照射所開展的活動以及所採取的補救措施。

5.會議程序

會議首先由 IAEA 作有關報告，隨後由與會者作報告。

IAEA 所作報告為：

- K.Mrabif 作了“IAEA 職業性輻射防護規則”的報告。
- IAEA 專家組對確定各種規章範圍的簡化手段的檢驗。

報告後，IAEA 發給每位與會者 4 份同天然輻射源職業性照射有關的 IAEA 安全文件的草稿，其名稱為：

採礦和加工原材料的職業性輻射防護的安全導則。

礦山以外工作場所氬防護的安全報告。

工業進行中鈾的職業性輻射照射防護的安全報告。

油和天然氣工業輻射和礦物安全的安全報告。

6.與會者所作大會報告

IAEA 官員作完報告之後，接著由來自各國的專家作了下列演講。

- (1) 天然輻射職業性照射在巴西－巴西 D.R.Melo。
- (2) 長期吸入鈾塵健康效應。14 年追縱研究在中國大陸－中國陳興安。
- (3) 芬蘭工作場所氬的控制－芬蘭 M.Markkanen。
- (4) 工作場所氬照射的監測、管理手段－德國 E.E.Henhuber。
- (5) 歐盟多國研究合同和空勤人員受照的主要結果－意大利 L.Tommasino。
- (6) NORM 活動在荷蘭的確認－荷蘭 J.van der Steen。
- (7) 鋳工業的職業性輻射問題－南非 J.Selby。
- (8) 金屬礦的開採，煤礦/煤灰的應用以及磷酸鹽加工在南非－南非，D.G.Wymer。
- (9) 對南非地下金礦職業性照射的總的看法－南非 M.Khoathane。
- (10) 南非冶金工業和其它含 NORM 的工業的職業性照射－南非 I.D.Kruger。
- (11) 高水平天然輻射照射工作場所，在瑞典的情況－瑞典 L.Mjones。

(12) 若干瑞典自來水質的室內高濃度－瑞典 L.Mjones

7.大會報告後需要進一步討論的問題

在大會報告和討論之後的第 2 天下午，根據大家提出的問題，確定了以下 15 個問題需作進一步討論，這些問題是：

- (1) 受氡照射的工作場所及其所採用的行動水平。
- (2) 歐洲國家對於非氡照射所作的努力。對工業和部門的確認以及如何實行控制。
- (3) 高背景地區的職業性照射。
- (4) 豁免－決定針對 NORM 的標準。
- (5) 小型採礦設施的規章。
- (6) 對處理 NORM 設施進行控制的導則。
- (7) 對現行設施實施監督－干預或實踐問題。
- (8) 缺乏對 NORM 的知識。
- (9) 缺乏資料。
- (10) 規章的水平。
- (11) 對方法學的評估。
- (12) 針對礦以外工作場所的輻射概念資訊。
- (13) 對參考水平提出建議。
- (14) ICRP 對輻射防護、哲學的新的討論。
- (15) 對用於評估空勤人員照射的儀器問題的導則。

8.對專題調查組的指導

在確認了上述問題之後又進行了進一步的討論。會議主席再次強調了本次會議的目的，為此，決定將與會者分成 3 個專題調查組。第 1 組為採礦，第 2 組為礦以外工作場所中的氡；第 3 組為對加工處理、操縱、除役和任何其它自身確認的問題的評議。為了統一文件的結構，提出了以下指導性意見。

- 確認問題的範圍
- 決定問題的大小，以及
- 起草一個行動計畫，並將 IAEA 的出版物以及能提供的服務考慮在內。

9.最終建議

根據分組討論的內容，這次會議的最終建議歸納如下：

- (1) IAEA 應當評述它們把 NORM 問題作為一個部門手段(sector approach)來處理所使用的各種手段。會議建議建立一個以部門為基礎的綜合性手段，包括廢料管理，運輸和下游的應用(downstream uses)。雖然將焦點放在職業性照射，環境方面也應給予考慮。
- (2) 已經寫成的工業進行中鈾所致職業性輻射照射防護報告需要將焦點放在獨居石和稀土礦石再進行修訂。
- (3) IAEA 應當將單個部門的安全報告的編寫按下列次序給予優先。

金屬(包括鈷)、鋅、磷酸鹽、色素(=氧化鈦)、煤和煤灰、螢石(Fluorspar)

10.結束語

IAEA 把 NORM 的防護問題列為當前輻射防護規劃的熱點問題，除了其在全球集體劑量中佔到 80% 以上的很高份額外，本人認為也是同它涉及到的 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 和 ^{222}Rn ， ^{220}Rn 和它們的短壽命子核對人的致癌性有關。大量流行病學調查已先後證明，不採取必要的防護措施，工作人員長期受到上述核種高水平的照射，對廣大職工的健康會帶來嚴重損傷。同歐洲發達國家相比，中國在發展對 NORM 職業性照射防護方面的工作差距甚大，對有的行業的放射衛生調查尚屬空白。在全國範圍內缺乏統一規則。因此，如何找準差距，結合中國職業病防治法即將發佈的大好時機積極開展這方面的工作，是在中國有關政府部門和廣大放射衛生防護工作者面前一項光榮而又艱巨的長期任務。

▲依『ICRP-68 的劑量係數估算體內劑量』研習會

(輻協 劉代欽)

於 11 月 23 日假台電林口訓練中心舉行的『依 ICRP-68 的劑量係數估算體內劑量』研習會，蒙輻防界的熱心參與已順利完成，此次研習會有 40 位學員報名參加，成員有來自清華大學、各大醫院的核醫和放射部門、原子能委員會以及核能研究所等。

研習會的內容主要是介紹 ICRP-68，此報告於 1998 年出版，內容根據 ICRP-66 提出的呼吸道模式，以取代以 ICRP-30 肺模式為基礎的 ICRP-54 報告。新的呼吸道模式 (ICRP-66) 與舊的肺模式 (ICRP-30) 比較整理如下表：

比較項目	ICRP-30	ICRP-66
隔室數目	3 隔室	5 隔室
考慮粒徑範圍	0.2~10 μm (AMAD)	0.0005 μm (AMTD) ~ 100 μm (AMAD)
粒徑缺省值	工作人員	1 μm (AMAD) ; $\sigma_g < 4.5$
	一般人	5 μm (AMAD) ; $\sigma_g = 2.5$
考慮人種	高加索人	1 μm (AMAD) ; $\sigma_g = 2.47$
考慮人種	高加索人	全球 (一般人種)
對象、年齡	成年男性	成年男性、成年女性、15 歲男女、10 歲、5 歲、1 歲、3 個月
呼吸狀況	未考慮	睡眠、休息、輕運動與激烈運動等
肺劑量	肺平均劑量	呼吸道內不同組織的劑量

從上表可看出 ICRP-66 的內容比 ICRP-30 更符合有關呼吸道的生理，以及在吸入放射性核種後的放射性微粒沈積、廓清來計算劑量以考慮生物效應。所以有關職業人員與一般人員攝入放射性核種的劑量評估，也在評估模式與資料

更加完備下，將 800 多個放射性核種資料列於 ICRP-68 的附件中，所以 ICRP-68 是目前以輻射防護角度計算體內劑量相當重要的參考資料。

此次研討會的講義資料，由本協會翁寶山執行長編寫，除了將 ICRP-68 的內容做整理外，更加入了日本原子力研究所編寫的應用範例，以及日本保健物理學會 ICRP 新呼吸道模型專門研究會有關的內容。由於內容涉及許多生理學方面，所以講義中也多輔以圖表以對生理學陌生的人士更容易閱讀。本協會為便於未參加研習會而有興趣的讀者取得此份講義，以 150 元（含稅加郵資）販售，有需要的請與輻射防護協會訓練組聯繫。

▲大江南北行

(輻協 翁寶山)

前言

第四屆兩岸核能學術交流研討會於 2001 年 11 月 4 至 6 日在浙江省海鹽縣舉行，筆者獲輻協曾德霖董事長指派赴會。臺灣代表團係由核能科技協進會林英董事長擔任團長，團員包括產、官、學等 24 人，陣容相當龐大。會後還參觀兩處的核能電廠及兩處的核能機構，行跡遍及長江南北，看遍魚米之鄉。

半個天堂

俗語：「上有天堂，下有蘇杭。」11 月 3 日黃昏終於抵達久聞的花園都市杭州。第二天上午有一空檔，到聞名中外的西湖一遊。江南秋天，仍是風和日麗，遊人如織，正如南宋林升詩所云：「山外青山樓外樓，西湖歌舞幾時休，暖風薰得遊人醉，直把杭州作汴州(指河南開封)。」由於時間有限，只能在湖心亭和三潭印月稍作停留，然後在岳王廟憑弔民族英雄岳飛。蘇東坡的：「欲把西湖比西子(指西施)，淡妝濃抹總相宜」為描繪西湖最佳的名詩句。筆者遊西湖時居然踏破「鐵鞋」，添增旅途佳話。

秦始皇南巡

秦山核能電廠位於浙江省海鹽縣，傳說秦始皇南巡時止於此，故曰秦山。由杭

州到秦山的車程約兩小時，11 月 4 日黃昏抵達秦山，進住電廠經營的國光賓館。

接下去兩天即 11 月 5 日和 6 日為海峽兩岸第四屆核能學術交流研討會，兩岸與會人員交叉報告心得和經驗，內容可概分為核能安全、輻射安全、公眾接受性、以及放射性廢料管理等。由於雙方都有相當的經驗，會議進行當中討論熱烈，欲罷不能。

會議結束後即到電廠參觀，第一期的電廠為自行設計和建造的 30 萬瓩壓水式一座，已於 1991 年 12 月 15 日併聯發電；二期為自行設計和建造的壓水式 60 萬瓩 2 座，已於 1996 年 6 月 2 日動工建設；三期為 70 萬瓩加拿大重水式 2 座，已於 1998 年 6 月 8 日動工建設。到了 2003 年第二和第三期工程可望竣工，秦山的總裝機容量可達 300 萬瓩。

上海不夜城

參觀秦山電廠後，驅車前往上海，車程約 2 小時。入夜的上海外灘，燈火輝煌，行人如梭，不愧為不夜城。11 月 7 日上午參觀上海核工程研究設計院。該院是以核能電廠的設計為主，除前述的秦山一期外，還設計巴基斯坦恰希瑪電廠，目前正開展百萬瓩級的核能電廠。兩岸的同行在聽完簡報後，熱烈討論有趣的核能話題，交換實務的經驗。是日下午登上浦東

的東方明珠，塔高 468 公尺，可俯瞰繁忙的黃埔江和吳淞江以及外灘的車水馬龍。晚餐在城隍廟小吃一番，看看老上海的風貌。

另半個天堂

蘇州是以江南庭園聞名的都市，距上海約 2 小時的車程，是另一半的人間天堂。11 月 8 日上午在蘇州訪問國家電力公司蘇州熱工研究所，以研究核能電廠建設和運轉技術為主，兼顧核能電廠的安全監督及檢驗。

由於旅途受到風寒，在聽完熱工所簡報後拍攝團體照時，已有微燒。承熱工所派車送往蘇州大學(前東吳大學)附屬第二醫院掛特別門診，闢一病房先服中藥發汗，藥名為正柴胡沖劑，然後打點滴，歷經 5 小時即告退燒。住院期間熱工所一直派人在旁照料，醫師護士也很熱心招呼。筆者雖失去參觀機會，卻在醫院中看到半個天堂。

身在五雲堆

位於江蘇北部幾與山東接壤的連雲港是訪問核能電廠的最後一站，距蘇州約 6 小時車程。連雲港對於臺灣的讀者比較陌生。元朝武尚行有詩曰：「...天連齊魯千峰繞，地接江淮萬里來；徙奇飛樓時極目，自驚身在五雲堆」。唐朝白居易也有一詩曰：「...明月不臨沉碧海，白雲愁色滿蒼梧。」

原名連雲港核電站現已易名為田灣核電站，是中俄高科技能源的合作項目。第一期工程建設 2 台俄羅斯 NPP-91/WWER-1000 型壓水式，屬於百萬瓩級。有些文獻把 WWER 寫成 VVER。臺灣訪問團於 11 月 9 日午後抵達連雲港，立即到現場參觀。這兩座機組預計於 2004 年和 2005 年相繼投入商業運轉，與臺灣核四廠早先預定商業運轉的時間相似，惟我們現在已經落後了。據簡報資

料，雖然機組屬於俄製，但安全方面則依西方規格設計和建造。我們投宿的江蘇核電專家接待中心，位於連雲港市鬧區，服務奇佳。

南京謁中山陵

南京號稱龍蟠虎踞，曾為不少朝代的首都，氣勢雄偉。11 月 10 日上午離開連雲港，約經 4 小時車程，由長江大橋經下關進入南京，投宿於玄武湖畔的玄武飯店。稍作休息，直奔中山陵。中山陵位於南京鍾山，與明孝陵(明太祖朱元璋墳墓)為鄰。國父仍是中華民族敬重的偉人，整個中山陵保持得很好。論高度需要爬 392 台階，筆者中途稍作休息，走完全程，也完成先母的謁陵心願。

入夜到夫子廟品嚐江南佳餚，只見秦淮河畔燈火通紅，遊人如織，板鴨店生意興隆，一片歌舞昇平氣象。突然想起李後主的詞，「...晚涼天淨月華開，想得玉樓瑤殿影，空照秦淮。」這是李後主被囚後有感而發。

第二天 11 月 11 日是旅途的最後一天，上飛機前利用空檔訪舊總統府，一切似曾相識，也是第一次看到太平天國的鱗爪，忽想起劉禹錫詩：「江雨霏霏江草齊，六朝如夢鳥空啼...」。六朝是指東吳、東晉、劉宋、齊、梁、陳，均定都南京。

歸途

短短九天，走遍長江南北，見到許多歷史文物，也看到新鮮的事物。讀萬卷書還要行萬里路，美哉斯言。「江南好」果然名不虛傳，值得再遊。

▲新書介紹

(輻協 劉代欽)

書名：放射治療技術與設備學試題彙編第

一冊

作者：高雄醫學大學醫技系張寶樹教授
出版：合記圖書出版社，電話為 02-27940168

在從事輻射防護協會訓練組的服務工作中，最常接到詢問的事情除了一般的輻射安全外，就屬參加各種測驗或證照考試時該如何複習，我感覺許多對此方面有需求的朋友，常在做了初步準備之後，想找一些適合自我練習評估的試題而不易得，現在，張教授所著的一系列各種試題彙編，恰能提供有需求的朋友絕佳的參考。

本書「放射治療技術與設備學試題彙編」第一冊是以張教授所著「放射物理學試題彙編」與「輻射防護試題彙編」為基礎所編著，加上部份的內容也取自最近考照的試題，所以相當適合擬考取醫事放射師執照的人員參考。書中所載題目雖然全以選擇題的形式呈現，但是每題均有完備詳解，尤其難能可貴之處在於詳解內容之豐富，絕非坊間一般所謂附解答之書所能比，張教授此部份之用心，資料收集之豐富實令人感佩。尤其內容中許多重要的題目，有時一題所提供的解答份量，所整理收集內容就佔有 6 頁之多，可見本書不論是進階深入瞭解或是初步接觸的人均十分適用本書。

本書第一冊分為五章，內容分為第一章「放射治療物理概念」，第二章「遠隔治療技術概念」，第三章「遠隔治療設備概念」，第四章「近接治療技術概念」，第五章「近接治療設備概念」。以張教授近二十年的臨床實務經驗所撰寫的此書，相信適合推薦給所有關心放射治療物理學、遠隔治療技術學、遠隔治療設備學、近接治療技術學與近接治療設備學的人員參考閱讀。

□ 專題報導

▲ 確定效應

(高醫醫技系放射組 穆冠州、郭岳郡)

確定效應(deterministic effects)是大家所熟悉的非機率效應 (nonstochastic effects)，但直到 1990 年 ICRP 60 號報告才出現這個名詞。

確定效應是從機率效應 (stochastic effects) 中區分出來，為了達到輻射防護的目的，確定效應的特性是嚴重程度與所受劑量大小成比例增加。確定效應的劑量低限值(threshold)可能存在，低限值在不同個體上會呈現差異，所以利用輻射敏感度 (radiation sensitivity) 來定義此效應。引起細胞改變的低限值比損害效應 (detrimental effect) 的劑量值還低，這是病理上所要瞭解的重點。當輻射影響足夠的細胞時，確定效應在臨床的身體變化值得注意，如個體接受輻射照射後所引起的臨床癥狀。

臨床上，確定效應是一種正常組織效應。輻射效應研究基金會 (Radiation Effects Research Foundation, RERF) 使用非癌症死亡率 (noncancer mortality) 來評估確定效應所造成的總死亡率。確定效應可分為早期效應 (early effect) 和晚期效應 (late effect)，其生物統計資料來自於一群接受不同輻射影響的人。

確定效應的資料是從一些輻射意外事件中獲得，但主要的資料則是從治療經驗而得。在非治療的情況下，細胞死亡百分之五十的致死劑量 (LD_{50} ，半致死劑量) 是 3.5Gy，而施打抗生素的支持療法，給於 5Gy 劑量後病人還有存活的可能。

早期的輻射生物效應研究，在於探討輻射誘發的壽命縮短 (life shortening) 和作用機制 (mechanism)。1950~1985 年間，原子彈殘存者的非癌症死亡率，研究發現

在超過 1Sv 的劑量會有過量的非癌症死亡率，而在 1999 年的研究結論，則將低限值修正為 0.5Sv。劑量回應關係(dose-response relationship)的圖形是難以決定的，但是對於低限值的建立是很重要的，所以必須盡可能建立準確的劑量回應關係圖。

確定效應的主要模式是細胞殺死(cell killing)，它對細胞是一種不可修復的損害，且會造成細胞無法完成細胞分裂(mitosis)而死亡。1972 年，研究者收集細胞動力學、輻射誘發的淋巴細胞死亡和腫瘤中細胞死亡的文獻資料，發現可以經由實驗將細胞死亡區分成細胞壞死(necrosis)和細胞凋亡(apoptosis)兩種，其中，細胞凋亡是細胞核改變而造成細胞死亡的一種過程。雖然細胞殺死是確定效應最重要的影響，但是仍有例外出現，如輻射誘發白內障(cataracts)。

對再生(reproductive)作用的瞭解而能更確定細胞的存活曲線(survival curves)，尤其在放射治療中，細胞和組織的輻射敏感度之不同將會造成放射治療效果上的差異。通常使用一元二次方模式(linear-quadratic model, LQ model)來描述細胞存活曲線與輻射劑量之間的關係，其可以說明輻射誘發的染色體異常。LQ 模式的公式為：

$$S = \exp[-(\alpha D + \beta D^2)] \quad (1)$$

其中，S 為細胞存活率(cell survival rate)，存活參數(survival parameter) α 、 β 的比值 α/β 就是分次敏感度。

在正常組織中，分次敏感度 α/β 比值是不同的。早期效應有較高的 α/β

值，大約是 10。早期效應對每次照射劑量大小的改變不敏感，而晚期效應則較敏感，這種差異主要來自分次敏感度的不同。

在 1984 年 ICRP 41、1990 年 ICRP 58、1991 年 ICRP 60 與 1990 年 NCRP 104 中，可以得到確定效應中的相對生物效能(RBE)資料。RBE 會被很多因素所影響，如劑量與劑量率、分次治療、效應評估的方法等。通常利用細胞培養皿和小型哺乳類動物獲得的實驗資料來評估 RBE。

在 1989 年，ICRP 指出 RBEm 用在機率效應，其與 RBE_M 類似，而 RBE_m 是劑量反應曲線中初始斜率的比值。在觀察輻射生物效應的 LQ 模式和高直線能量轉移輻射(high LET radiation)的線性模式中，可以推斷 RBEm 的劑量會比低限劑量還低。

在定義確定效應時發現，RBE 會低於低限劑量。劑量在低限值下所產生的 RBE 值將比劑量在低限值時高。RBE 使用在不同輻射品質或不同輻射劑量時，需將各器官的劑量全部加權起來，且使用戈雷當量(gray equivalents, Gy-Eq)，因此準確的當量戈雷需要更好的器官劑量和低限值評估。

對於初進入的 21 世紀，輻射效應或許會隨時間的不同，而改變其定義，如對於非癌症效應的劑量改為 0.5Sv，就比以往的劑量值少了一半。在未來的日子裡，輻射相關的研究者對於確定效應的瞭解應該會愈感興趣。

1.歡迎賜稿，稿件請寄新竹市光復路二段 406 號二樓或電傳(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。

