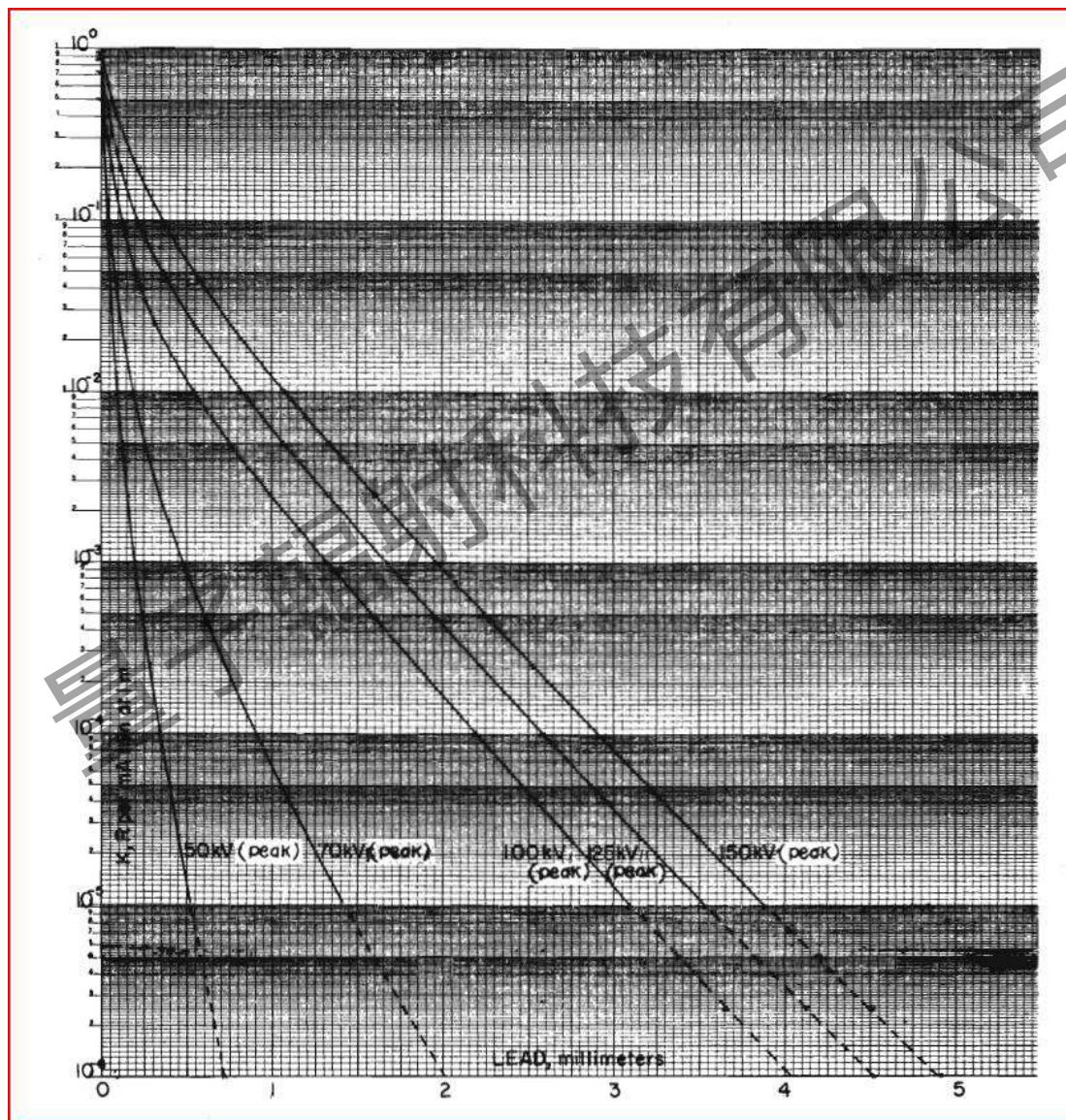


# 50-150 keV X光在鉛中衰減曲線

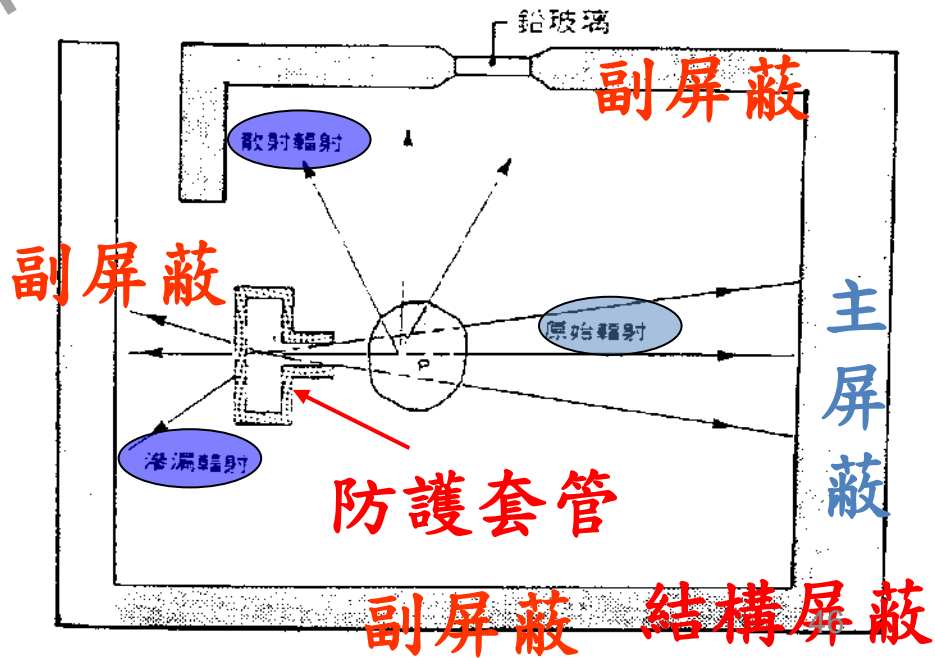
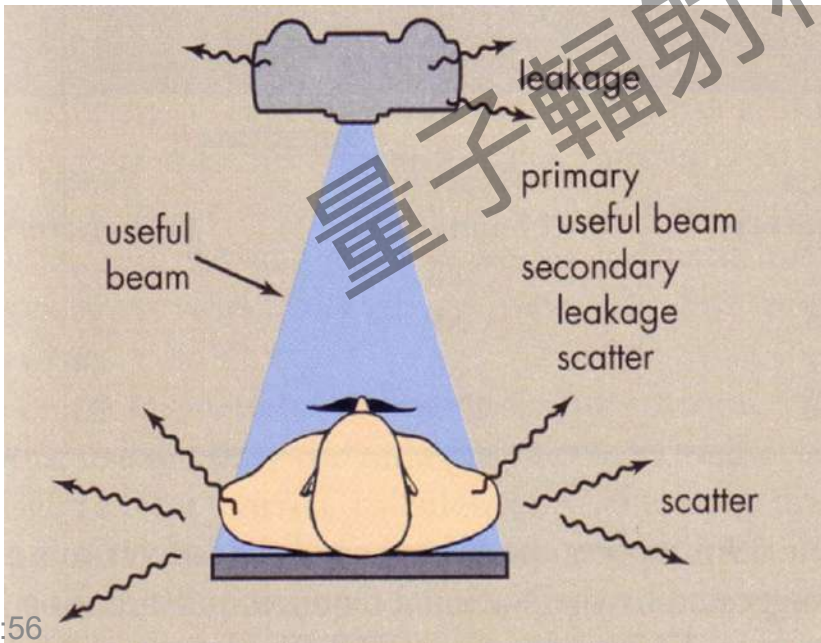


# 體外照射(X光機)之屏蔽設計

X光機從業人員輻射曝露來源

- ➡ 有用射束
- ➡ X光管之滲漏輻射
- ➡ 照射病人或待測物品時之散射輻射

- 必須針對三種輻射實施屏蔽設計：
- 1.原始輻射(primary radiation)
- 2.散射輻射(scatter radiation)
- 3.滲漏輻射(leakage radiation)



# 櫃型X光機輻射安全

- 櫃型X光機設備本體內就是管制區。
- 櫃型X光機設備本體以外就是非管制區，一般人距任何可以接近櫃型X光機外表面5cm處之劑量率最高不超過0.5  $\mu\text{Sv/h}$ 。
- 若未達此一標準，則測量劑量率不超過0.5  $\mu\text{Sv/h}$ 的區域，為一般人可以活動的區域。其內則畫為管制區。
- 櫃型X光機可以放置在一般人操作的房間。

台灣地區天然背景值約 0.05~0.1  $\mu\text{Sv/h}$

# X射線螢光分析儀的輻射防護

- 所用低能量光子是相當易於屏蔽，但必須要小心以防止直接曝露於主輻射束，特別是靠近儀器。
- 良好設計與維持的鄰近裝置(proximity device)，能防止安全活門的開啟，除非探頭是與調查中的樣品接觸。必須細心運用，避免射源的正面受損傷。



# 個人的防護(輻射偵測儀的使用)

## 佩章型: 熱發光劑量劑

用於紀錄累積一段時間後，場所環境的輻射劑量或佩帶於輻射工作人員身上，以便得知在這段期間所累積的輻射劑量。



手提型: 游離腔或蓋革管偵檢器  
偵測輻射強度，有助於了解這個地方輻射量，單位為mSv/hr或 $\mu$ Sv/hr



## 固定型: 門框/手足污染偵檢器

設置在設施場所進出門口，用於偵測離開場所時手足或衣物有無遭輻射污染。



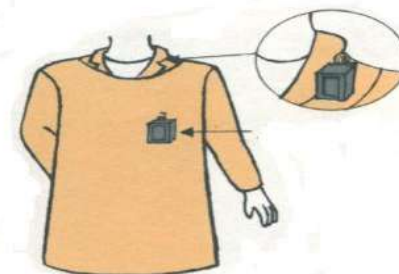
## 筆型: 劑量筆

用於佩戴個人進出輻射作業場所，可立即得知接受輻射劑量多寡。

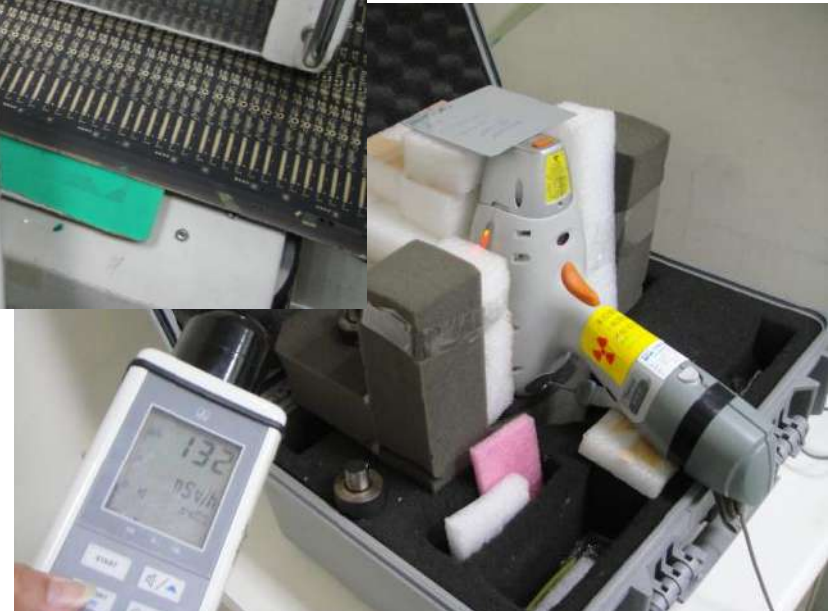


# 佩帶人員劑量配章

- TLD佩章表面突出物應朝外佩帶。
- 穿著鉛衣時應將佩章佩帶於鉛衣內。
- 佩章受到不當曝露，應立即告知輻防人員。
- 工作完畢應將佩章放回佩章架。
- 每月依規定定時計讀。
- 離職時應向輻防人員索取工作期間劑量報表。



# 設備定期輻射劑量率量測



量子輻射有限公司

## 2. 密封射源

- 國際放射防護委員會(ICRP)定義：  
將放射性物質密封在足夠強度的容器中，或將其牢固地摻合在非放射性材料內，在正常使用情況下，能防止放射性物質散失或逸漏，使人員不易與該放射性物質接觸，稱為密封射源。
- 密封在包殼或緊密覆蓋層裡的輻射源。該包殼或覆蓋層應具有足夠的強度，使之在設計上的使用條件和正常磨損下，不會有放射性物質散失出來。

常使用高活度長半衰期核種

# 密封射源種類

- 種類：計有阿伐、貝他、加馬、中子和低能量光子射源。
- 幾何形狀：有點狀、線狀、面狀、圓柱狀、圓環狀。
- 活度精確度：有核對級(check)、操作級、參考級、標準級等不同級別的射源。
- 用途：有醫學應用、工業程序控制用、工業照相用、加馬照射用、輻射儀表用、離子發生器用、放射測量用。

# 密封射源的應用

- 阿伐射源：煙霧警報器、靜電消除器、避雷器的離子產生器、活度量測與能譜分析的參考射源，  
Ex:  $^{210}\text{Po}$ 、 $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{241}\text{Am}$ 、 $^{235}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$ 。
- 貝他射源：測厚計、標誌發光體、離子產生器、參考射源或操作級射源。
- 低能量加馬射源：螢光分析儀、厚度計、密度計，  
Ex:  $^{55}\text{Fe}$ 、 $^{57}\text{Co}$ 、 $^{109}\text{Cd}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{153}\text{Gd}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 。
- 加馬射源：廣泛用於工業、農業、科學研究等。
- 中子射源：用於地質探勘、輻射育種、活化分析、濕度計和科學研究。

# 實驗室密封射源

GC Ni-63



Cs-137

Kr-85



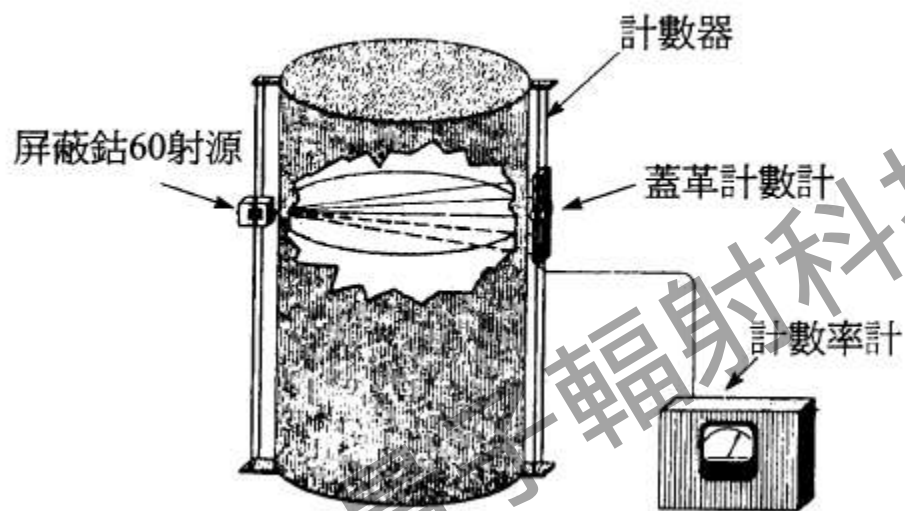


校正/測試用射源



# 常見之密封型射源

## 密封射源的工業應用



啤酒廠品管線



抽砂船

# 工業製程控制-液位檢測

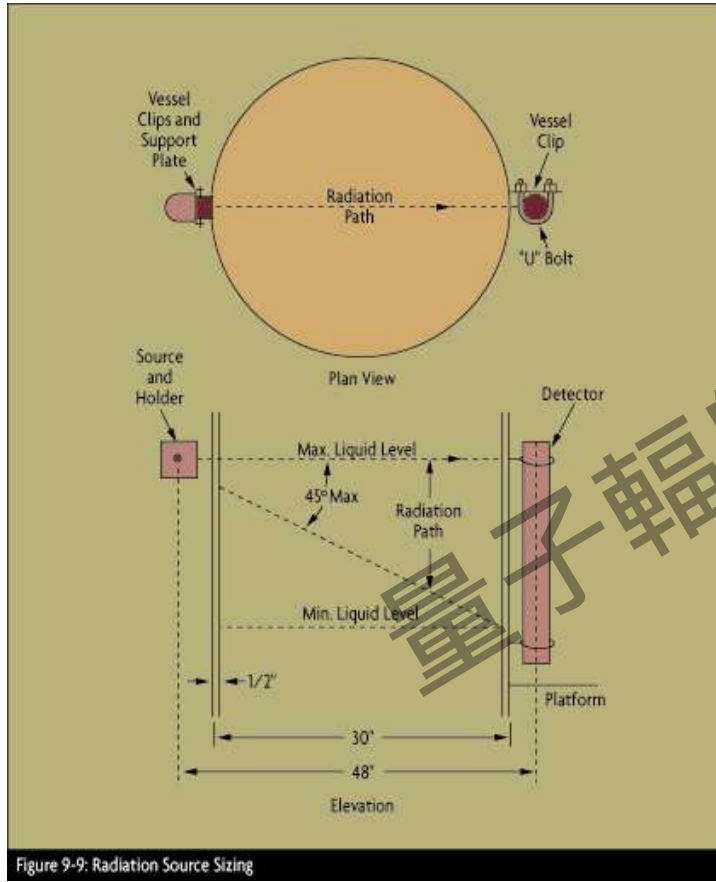
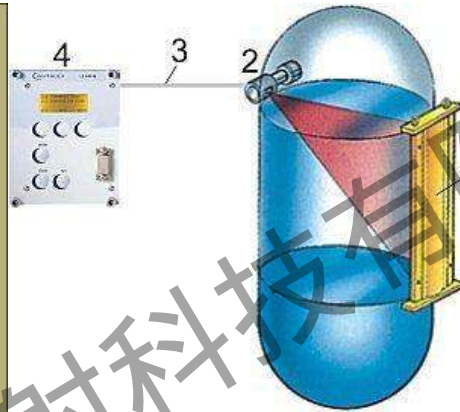


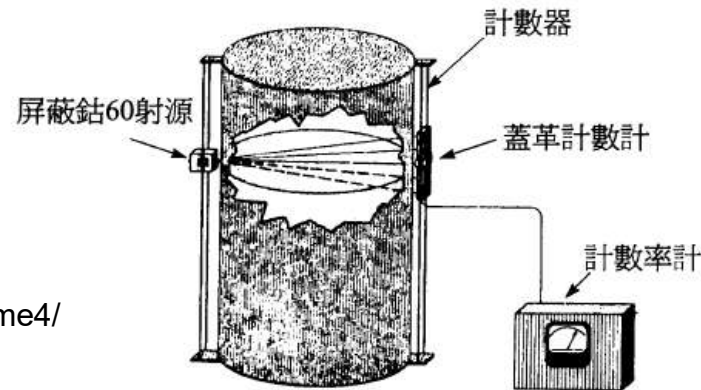
Figure 9-9: Radiation Source Sizing

[http://www.omega.com/literature/transactions/volume4/images/14\\_Fig\\_09\\_I.GIF](http://www.omega.com/literature/transactions/volume4/images/14_Fig_09_I.GIF)



[http://www.primemax.com.tw/images\\_pdt/184\\_1.jpg](http://www.primemax.com.tw/images_pdt/184_1.jpg)

[http://img.directindustry.com/images\\_di/photo-g/radiometric-level-gauge-331425.jpg](http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/radiometric-level-gauge-331425.jpg)



# 輻射的工業應用-製程品保控制/監測

- $\gamma$ 射線的量會隨穿透的被照射物質的厚度、密度改變，可在工業方面進行多種測試與控制應用。
- 生產線上的自動品質控制系統，可用來偵測罐裝飲料內的填充高度或香菸的菸草密度等。
- 其他應用還包括磨損與潤滑測定、爐壁的侵蝕探測、鋼鐵中的氧氣測定、電鍍薄膜的厚度量測、金屬鑄件焊接點的裂縫探測、液面計、水分計等。
- 放射性氣態射源**氬-85**可作為IC晶體及半導體電子成品密合性的**測漏檢查**。

# 輻射的工業應用-非破壞檢測

## Ir-192非破壞檢測儀



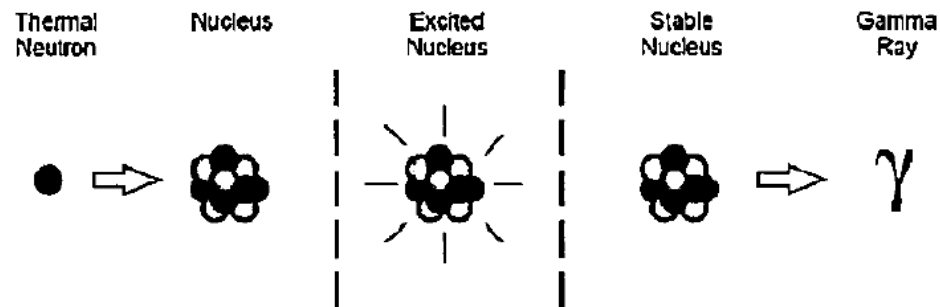
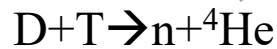
## Co-60非破壞檢測儀



# 材料分析-混凝土成分檢測

信大水泥股份有限公司  
南聖湖廠中子在線分析儀  
混凝土成分檢測

分析水泥礦物原料成分，如矽、鋁、鎂、鐵、錳、硫、鈣、鈉、鉀等元素。  
中子源是由中子管(Neutron Emission Module, 簡稱NEM)產生，NEM含有氘(50%)和氚(50%, 5Ci), 藉由70~110 kV 高壓加速氘離子(D)撞擊氚離子(T)，可產生中子脈衝，中子能量為14.1MeV。反應式如下：

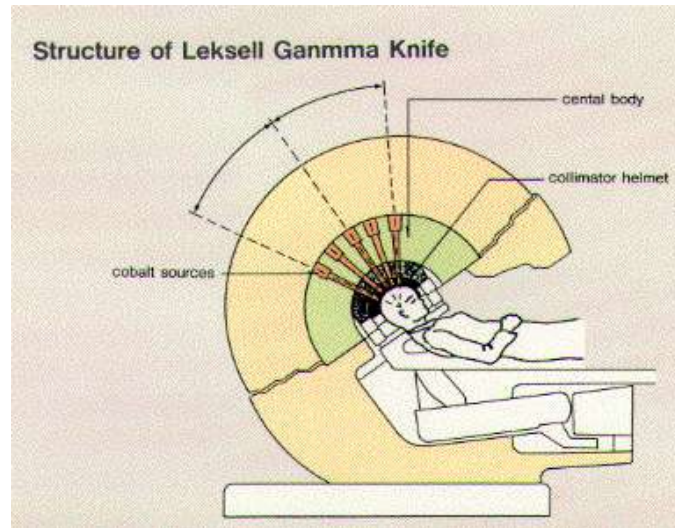


# 醫療院所常見之密封型射源

鈷六十治療機  
加馬刀  
血液照射儀  
近接治療儀  
校正用射源



鈷六十治療機

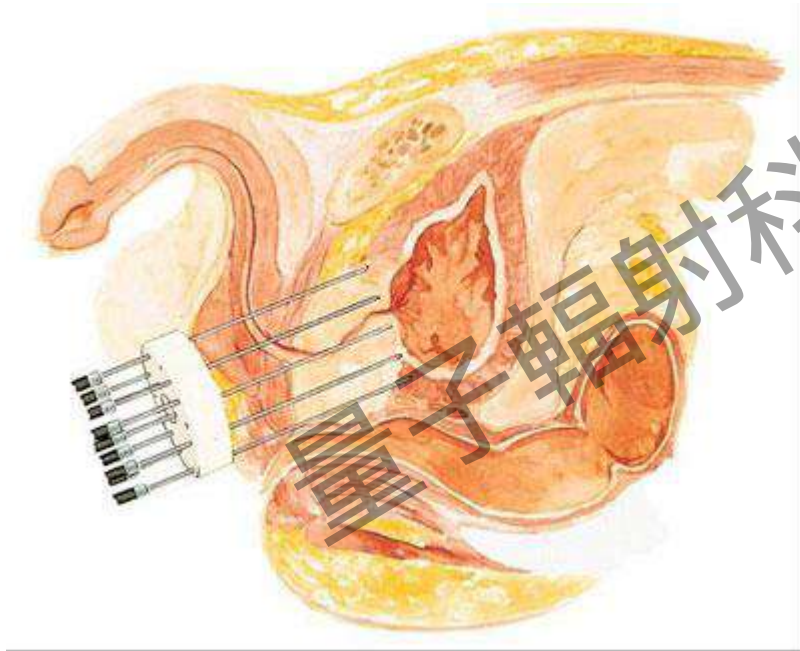


加馬刀

# 血液照射儀 ( $^{137}\text{Cs}$ )



# 近接治療儀 (Ir-192)



HIGH DOSE RATE (HDR) BRACHYTHERAPY

# 射源的輻射防護

- 輻射防護原則
- 體外曝露的輻射防護基本原則
- 密封射源的輻射防護



IAEA 新游離輻射警示輔助標誌

# 輻射防護的原則

- 為了防止輻射確定效應的發生，同時也要抑低機率效應的發生率到社會能接納的程度，所以從事輻射作業必須符合以下三原則：
  - 正當化：利用輻射所獲得的效益必須超過它的代價。
  - 最適化：在考慮到經濟與社會因素之後，一切輻射曝露必須保持合理抑低。
  - 劑量限制：輻射作業人員與一般民眾接受輻射劑量均不得超過法規的限制。

# 密封射源的輻射防護

## 基本觀念:

- 使用密封射源，須嚴守使用規定，絕對禁止在超出規定的條件下運作(如溫度、壓力、機械振動、磨損狀況等)，也須定期安全檢查，降低密封容器破損的機會。
- 使用射源之前，須了解射源的物理特性、安全性能和密封結構，依規定做好輻防準備工作及操作人員之職前訓練，才能減少輻射曝露的意外事故發生。