



國立中央大學104學年度(上)
實驗室輻射安全防護教育訓練

密封放射性物質簡介 與輻射防護

量子輻射科技有限公司 總經理

陳皇龍

輻專高字第59號, 輻射防護師字第0484號

qrt.service@msa.hinet.net

alvin.chen@radiation.com.tw

日期 :2015.09.15



目錄

- 壹.定義
- 貳.密封放射性同位素的應用
- 參.常見之密封射源
- 肆.密封射源的輻射防護
- 伍.密封射源輻射安全法規要求



壹. 密封射源定義

- 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。



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。



貳. 密封放射性同位素的應用

1. 核子醫學

2. 放射線治療(^{60}Co)

3. 農業照射

4. 滅菌消毒

農業: 在食物的保存上, 輻射可以阻止根塊植物在收成之後發芽, 殺除一些攀在植物上的寄生蟲與害蟲, 還可以用來控制一些儲存起來水果以及蔬菜的成熟度。

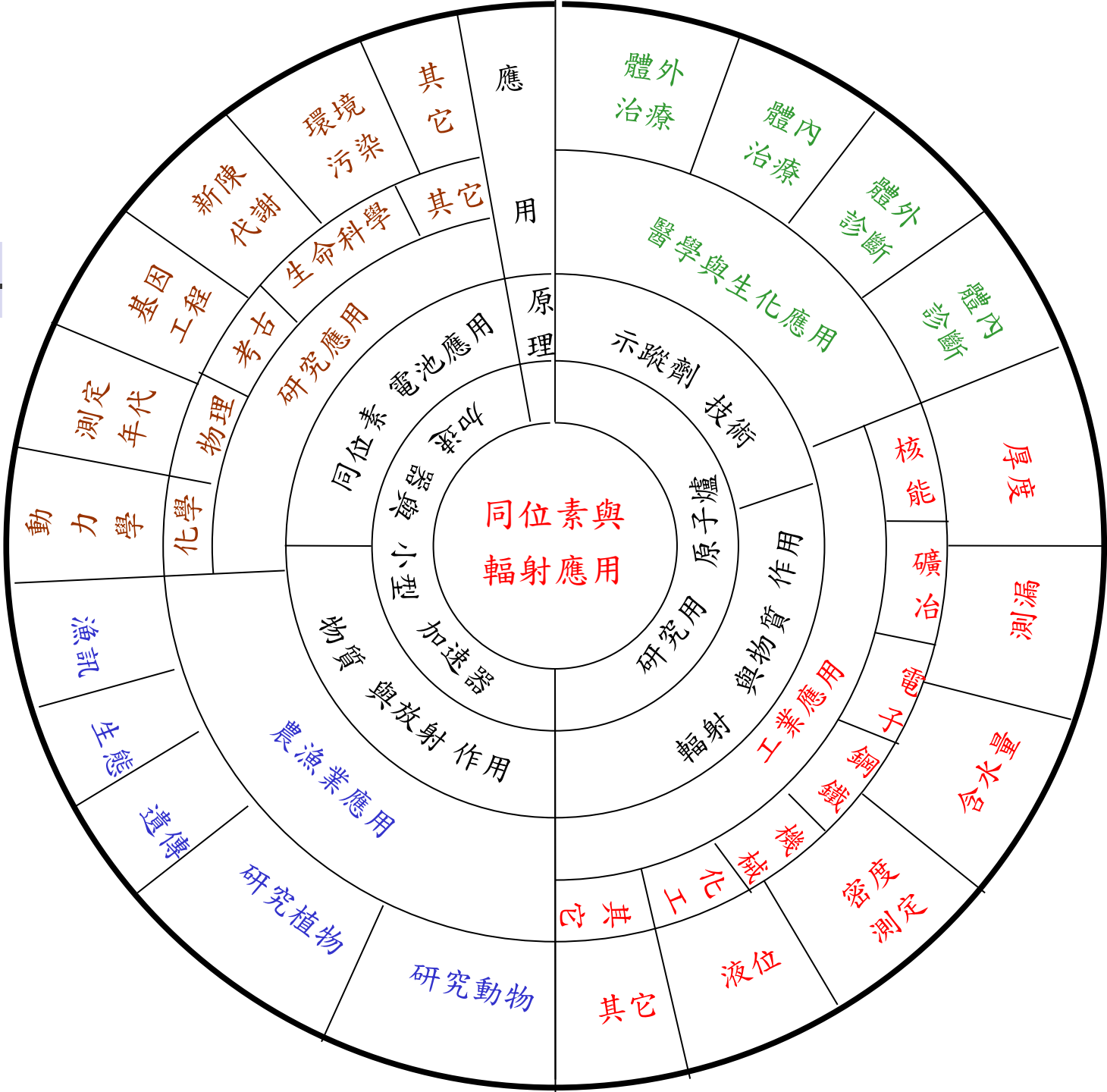
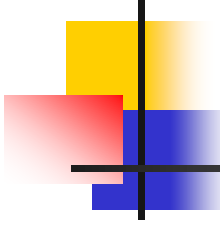
5. 輻射計測

6. 放射非破壞檢驗



密封射源的應用

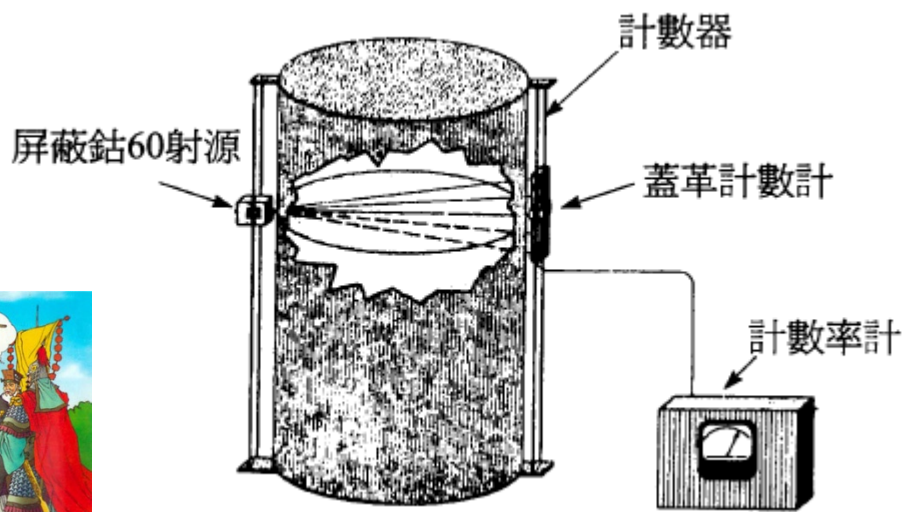
- 阿伐射源：煙霧警報器、靜電消除器、避雷器的離子產生器、活度量測與能譜分析的參考射源，
Ex: ^{210}Po 、 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{241}Am 、 ^{235}U 、 ^{238}U 。
- 貝他射源：測厚計、標誌發光體、離子產生器、參考射源或操作級射源。
- 低能量加馬射源：螢光分析儀、厚度計、密度計，
Ex: ^{55}Fe 、 ^{57}Co 、 ^{109}Cd 、 ^{125}I 、 ^{153}Gd 、 ^{210}Pb 。
- 加馬射源：廣泛用於工業、農業、科學研究等。
- 中子射源：用於地質探勘、輻射育種、活化分析、濕度計和科學研究。



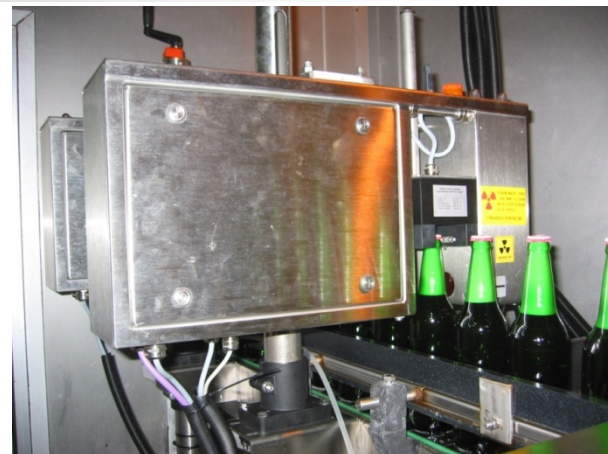
1. 放射性同位素示蹤劑技術(Radioisotope Tracer Techniques) #1 (註)
 - 流速與流量測定(measurement of flow velocity and rate)
 - 測漏(detection of leakage)
 - 測混合(mixing of fluids, powders, slurries and gases)
 - 測腐蝕(measurement of corrosion rate)
2. 放射照相技術(Radiography Techniques) #2
 - 加馬與 x 射線(industrial gamma and x ray radiography)
 - 非破壞性檢驗(non-destructive testing)
 - 中子照像(neutron radiography)
3. 計測儀技術(Gauging Techniques) #2
 - 穿透計(transmission gauges, beta and photon)
 - 貝他回散射計(beta backscatter gauge)
 - 加馬回散射計(gamma backscatter gauge)
 - x 射線螢光計(x ray fluorescence gauge)
 - 液位計(photon switching, level gauge)
 - 選擇加馬吸收(selective gamma absorption)
 - 加馬散射(gamma scattering)
 - 熱化中子(thermalization of neutrons)
 - 中子穿透(neutron transmission)
4. 輻射照射技術(Irradiation Techniques) #3
 - 輻射滅菌(radiation sterilization)
 - 食物保鮮(food preservation)
 - 高分子聚合、熱化與接枝等(radiation polymerization、cross-linking、curing and grafting)
 - 環境保護(treatment off gases、liquid and solid wastes)
5. 分析技術(Analytical Techniques) #3
 - x 射線螢光(x-ray fluorescence)
 - 電子捕獲(electron capture)
 - 中子捕獲與活化分析(neutron capture and activation analysis)
6. 其他(Miscellaneous Techniques) #3 & #4
 - 靜電消除器(static elimination)
 - 煙霧偵檢器(smoke detectors)
 - 發光警示系統(lightning warning systems)
 - 露點計(dewpoint meters)
 - 強化放電(enhancement of electrical discharge)
 - 核子電池(nuclear batteries)

叁. 常見之密封型射源

密封射源的工業應用



中國華文教育網



啤酒廠品管線



抽砂船



Ir-192非破壞檢查

本校教學研究射源使用概況

單位	密封射源
物理系	1.Na-22 10mCi x 1 2.Co-57 25mCi x 1
化學系	1.Ni-63 15mCi x 4 2.Ni-63 10mCi x 1
鹿林山實驗室	1.Ni-63 15mCi x 1
新屋濱海測站	1.Ni-63 15mCi x 1
環工所	1.Ni-63 15mCi x 6 2.Kr-85 2mCi x 2
生科系	1.Cs-137 30 μ Ci x 1
地科系	1.Cs-137 100mCi



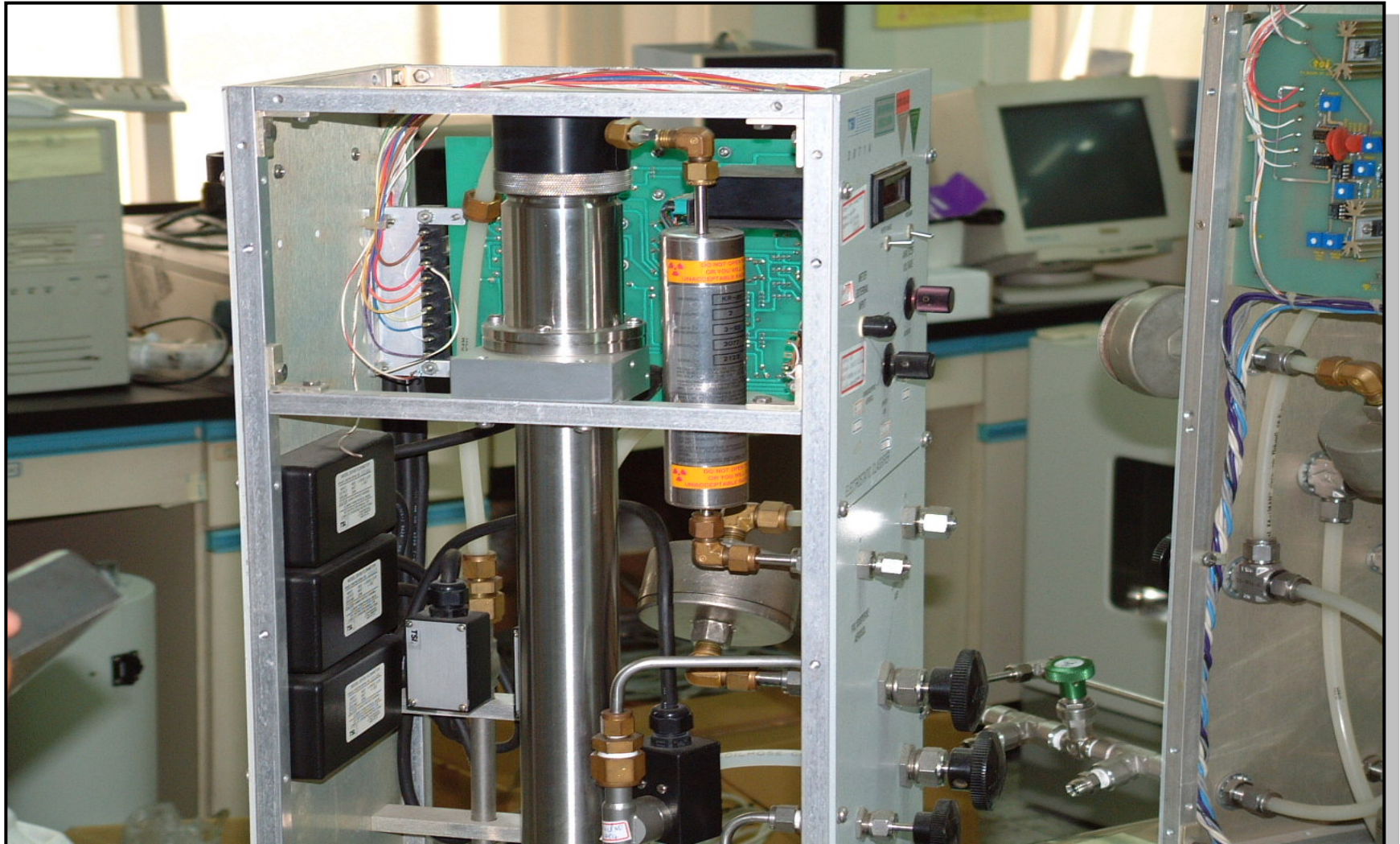
校正/測試用射源



氣相層析儀 Ni-63



環工所 Kr-85



地科系:Cs-137

APPLICATIONS

Minerals

- Lithology
- Density and porosity
- Correlation with other logs
- Bed thickness and boundary location
- Ash content in coal
- Indication of fractures and permeable zones
- Moisture determination in coal

Engineering

- Rock strength and elasticity parameters (with sonic log)
- Detection of weathered or fractured zones
- Ground compaction studies

Water

- Location of aquifer and aquitard
- Porosity measurement
- Detection of cavities and missing cement

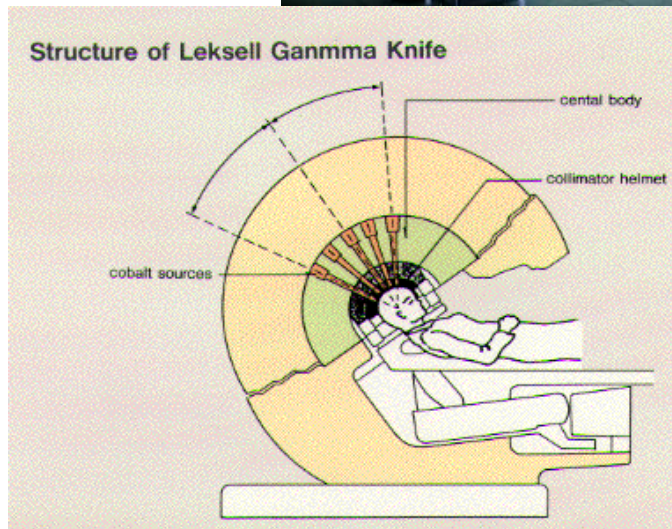


醫療院所常見之密封型射源

鈷六十治療機
加馬刀
血液照射儀
近接治療
校正用射源



鈷六十治療機

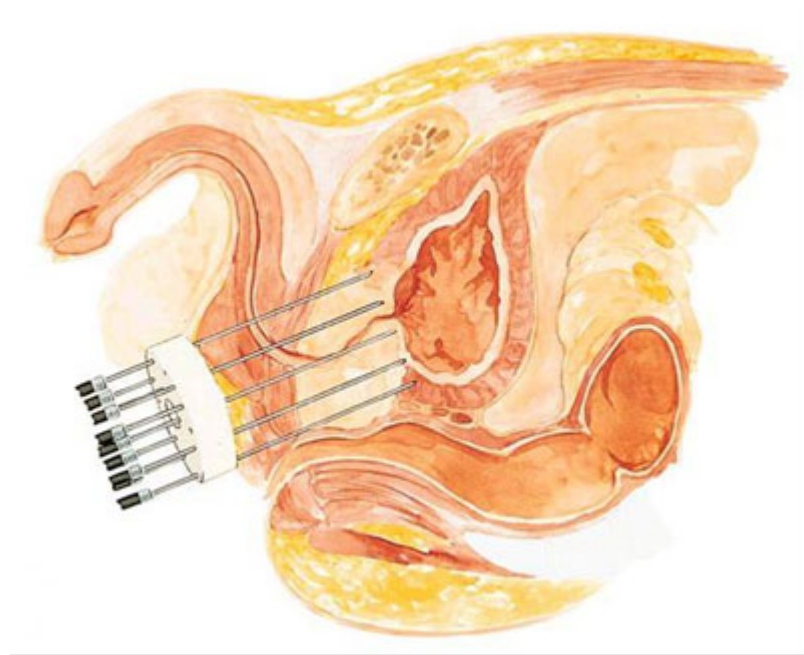


加馬刀

血液照射儀 (^{137}Cs)

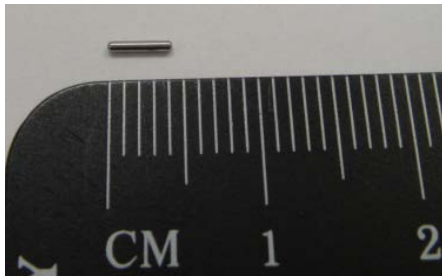
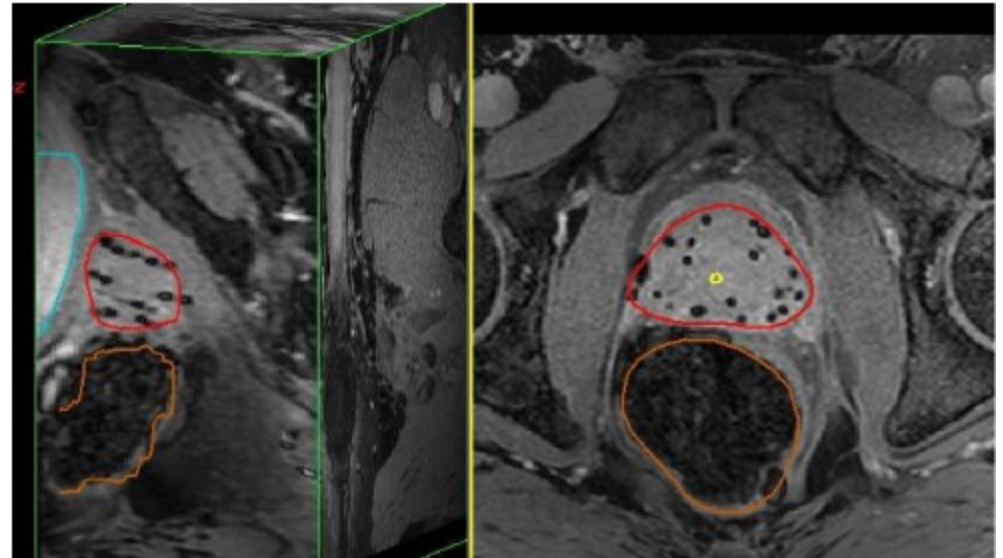
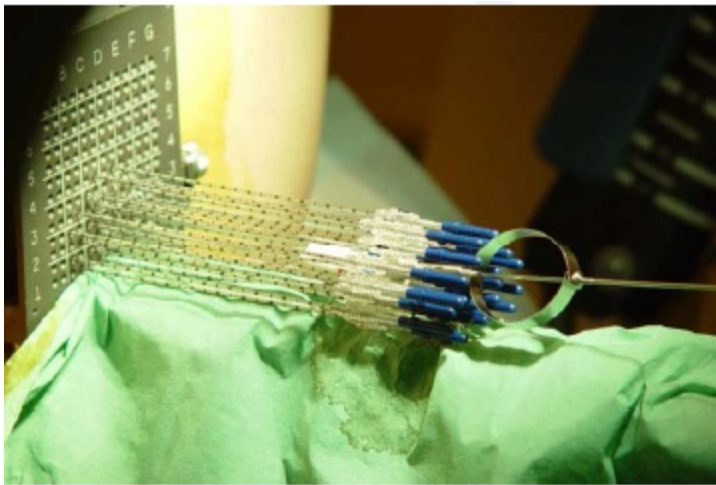


HDR近接治療儀 (Ir-192)



HIGH DOSE RATE (HDR) BRACHYTHERAPY

LDR近接治療 (I-125)

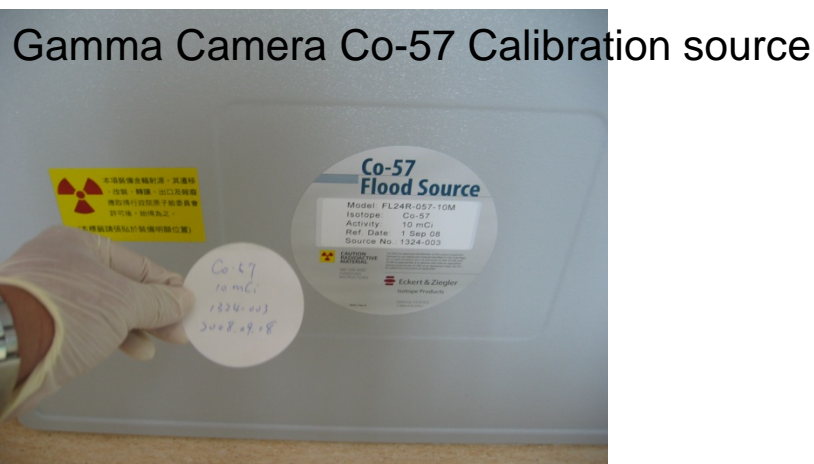


 **Nucletron**
Improving patient care

LOW DOSE RATE (LDR) BRACHYTHERAPY

核醫密封校正射源

PET/CT Scanner Ge-68 Calibration source



肆.射源的輻射防護

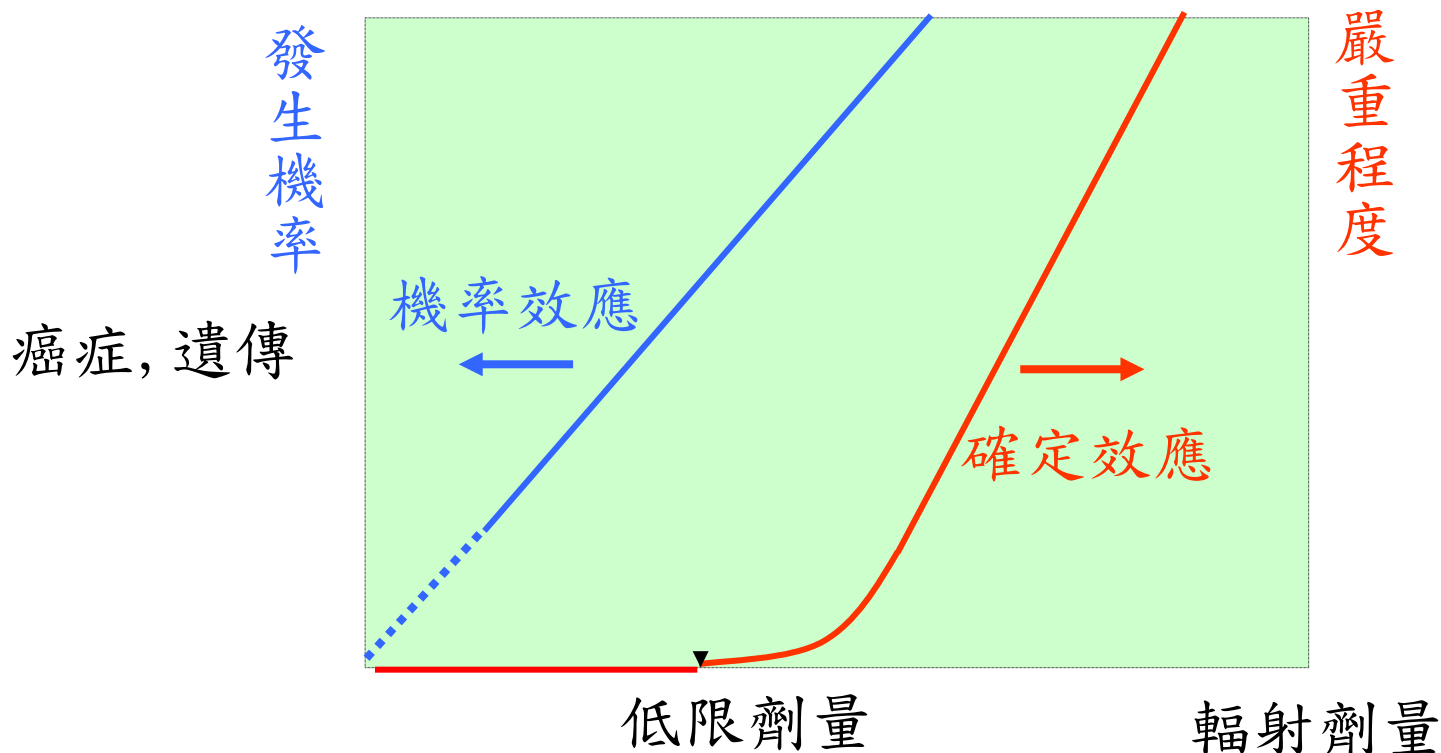
- 輻射防護目的與原則
- 體外曝露的輻射防護基本原則
- 密封射源的輻射防護



IAEA 新游離輻射警示輔助標誌

輻射防護目的

- 防止**確定效應**的發生(皮膚紅斑, 白內障)
- 降低**機率效應**的發生至合理可接受之低水準





輻射生物效應

(一) 確定效應(deterministic effect)：指導致組織或器官之功能損傷而造成之效應，其嚴重程度與劑量大小成比例增加，此種效應可能有劑量低限值。

(二) 機率效應(stochastic effect)：指致癌效應及遺傳效應，其發生之機率與劑量大小成正比，而與嚴重程度無關，此種效應之發生無劑量低限值。

輻射之健康效應	內容	與接受劑量關係	劑量低限值	損傷類型
確定效應 (等價劑量)	指導致組織或器官之功能損傷而造成之效應	其嚴重程度與劑量大小成比例增加	此種效應可能有劑量低限值。	皮膚損傷、白內障、嘔吐、皮膚紅斑、不孕
機率效應 (有效劑量)	致癌效應 遺傳效應	其發生之機率與劑量大小成正比	此種效應之發生無劑量低限值。	癌(白血病、甲狀腺癌)、遺傳效應

輻射防護的目的

目的	組織器官	劑量限度 (毫西弗/年)	
		輻射工作人員	一般民眾
抑低機率效應至可接受水平	全身	50 (100 mSv/5年)	1
防止確定效應發生	個別組織或器官	500	50
	眼球水晶體	150	15



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。

美俄科學家：火星生物早就到了地球了

【2006/12/21】

- 美國和俄國科學家說，火星生物早就到了地球了。他們表示，火星上的細菌跟著從火星上爆出來的隕石抵達地球。這些科學家說，一九五零年代美國俄勒岡州出現了一批**完全不受輻射線影響的生物**。地球上的生物都會受輻射影響。他們認為，**對輻射免疫的生物**應該是火星來的，因為火星原來就沒有阻擋輻射的能力。



體外曝露的輻射防護基本原則

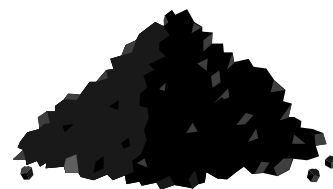
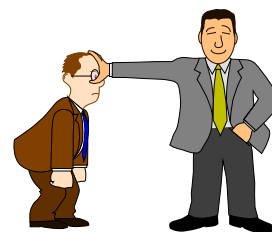
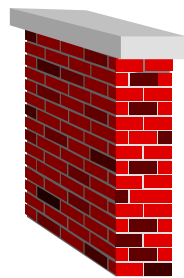
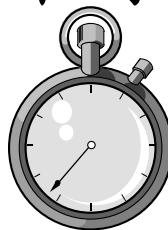
- 體外輻射防護的基本原則是指TSD原則

- T: Time(時間)

- S: Shielding(屏蔽)

- D: Distance(距離)

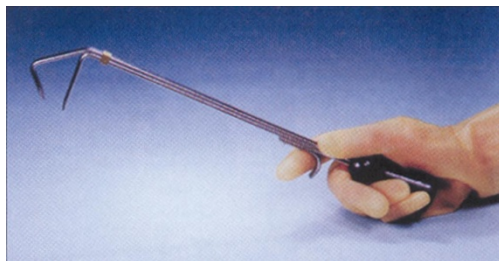
- D: Decay (衰減)



- TSD原則是儘量減少體外曝露時間，使用輻射屏蔽與增加距射源距離

體外輻射的防護

- 最簡單有效的體外輻射防護方法是距離
 - 如：使用長柄鉗取用射源
 - 原因：輻射強度與距離平方成反比
- 為使工作人員降低曝露時間，熟悉工作流程，常受訓練亦可降低曝露時間
- 屏蔽的設計使用，亦可將曝露劑量降至法規許可值





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。



密封射源的輻射防護特點

- 防止人員接受過量的體外曝露，並防止射源遺失或密封的性能遭受破壞，造成不必要的輻射曝露或污染，甚至攝入體內，造成體內曝露。
- 射源均須管制，並要向原子能委員會申請登記及申請使用執照，操作人員須接受射源操作和輻射防護的訓練。
- 低活度密封射源造成體外劑量不大，不須固定的屏蔽。通常可在無特殊保護情況下使用，但是要預防遺失。
- 高活度射源常固定於設施內使用，有固定屏蔽及防護措施，不易遺失。(保安措施)
- 非破壞檢驗所用射源的活度高且可攜帶，因為工作性質或疏忽緣故，射源遺失機會很大。



伍、密封射源輻射安全法規要求

1. 使用及申請登記備查
2. 密封放射性物質的輻射檢測

放射性物質與可發生游離輻射設備 及其輻射作業管理辦法(2012.1.16修正)

- 第十六條 使用下列放射性物質者，應向主管機關申請登記備查：
 - 一、附表一所列第四類及第五類密封放射性物質者。
 - 二、放射性物質在儀器或製品內形成一組件，其活度為豁免管制量一千倍以下，在正常使用狀況下，其可接近表面五公分處劑量率為每小時五微西弗以下者。
 - 三、前二款以外之放射性物質活度為豁免管制量一百倍以下者。
 - 四、其他經主管機關指定者。
- 使用前項規定以外之放射性物質者，應向主管機關申請許可證。



申請登記備查

■ 第二十三條

使用應申請登記備查之密封放射性物質者，申請人應於申請輸入或轉讓時，填具申請書並檢附下列文件，向主管機關申請審查。其需安裝者，審查合格後發給安裝許可；無需安裝者，應於主管機關發給輸入或轉讓許可後，檢附第二項文件，送主管機關審查合格後，同意登記：

- 一、經核准設立或登記之證明文件影本。政府機關（構）免附。
- 二、相關操作人員證明文件影本及在職證明。
- 三、場所平面圖及屏蔽規劃。無需安裝或符合第十六條第二款者得免附屏蔽規劃。
- 四、輻射防護計畫。



申請登記備查(續)

- 前項申請人取得安裝許可後，始得依核准之場所平面圖及屏蔽規劃進行**安裝工程**。工程完竣後三十日內，應檢附下列文件，送主管機關審查合格後，同意登記：
 - 一、放射性物質原始證明文件影本。
 - 二、**測試報告**。
 - 三、符合第五十四條第一項規定之密封放射性物質者，應提送擦拭報告。



遷移新址或變更作業場所

- 第 27 條

放射性物質或可發生游離輻射設備，遷移新址或變更作業場所而涉及安裝或改裝者，設施經營者應分別依第十八條、第二十二條及第二十三條安裝或改裝規定申請使用許可證或登記備查。



密封放射性物質年度偵測

- 儀器裝備或屏蔽容器外四週之輻射劑量（率）。
- 安全連鎖功能測試。
- 密封放射性物質擦拭測試。
- 管制區、監測區四週之輻射劑量（率）。

「領有許可證之放射性物質、可發生游離輻射設備或其設施年度偵測項目」

密封放射性物質的輻射檢測

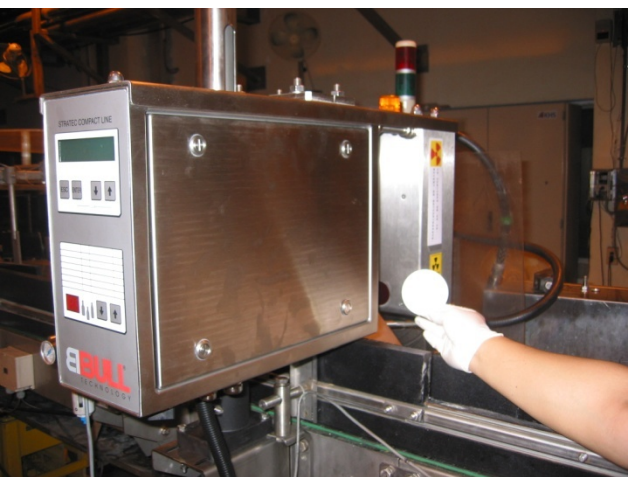
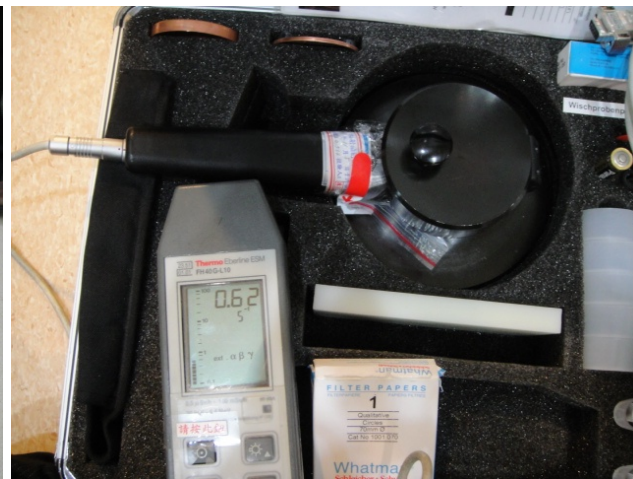
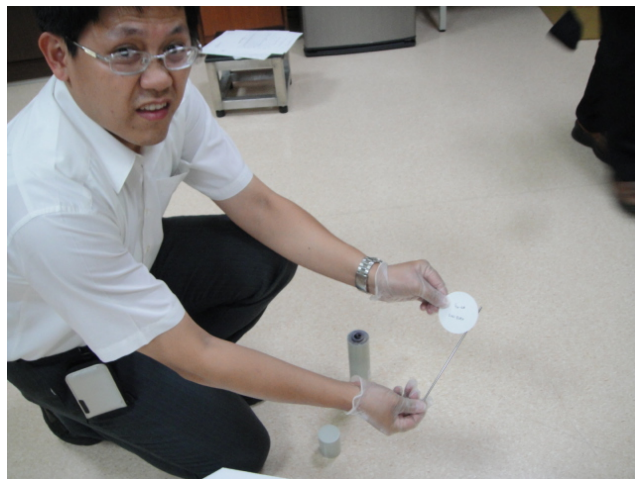
- 輻射劑量偵測(射源四週、管制區、監測區)
- 密封放射性物質(設備)擦拭測試(活度測量)
 - 半化期大於30天貝他核種
 - 加馬核種之活度大於3.7MBq
 - 阿伐核種之活度大於370kBq
 - 用於醫療者，每半年執行一次
 - 其他用途者，每年執行一次
 - 毒氣偵檢器用 ^{241}Am ，每3年執行一次
 - 鐳射源的擦拭，應包含氡氣(Rn)洩漏測試
 - 上述射源擦拭測試結果，活度大於**185Bq**，應立即停止使用，並於7日內向主管機關申報
 - 氬-85氣態密封射源或液態閃爍計數器中供校正用密封放射性物質，可免擦拭測試

放射性物質與可發生游離輻射設備
及其輻射作業管理辦法第五十四條

密封放射性物質擦拭測試及 屏蔽容器外四週之輻射劑量（率）



密封放射性物質擦拭測試及 屏蔽容器外四週之輻射劑量（率）



感謝聆聽!

