

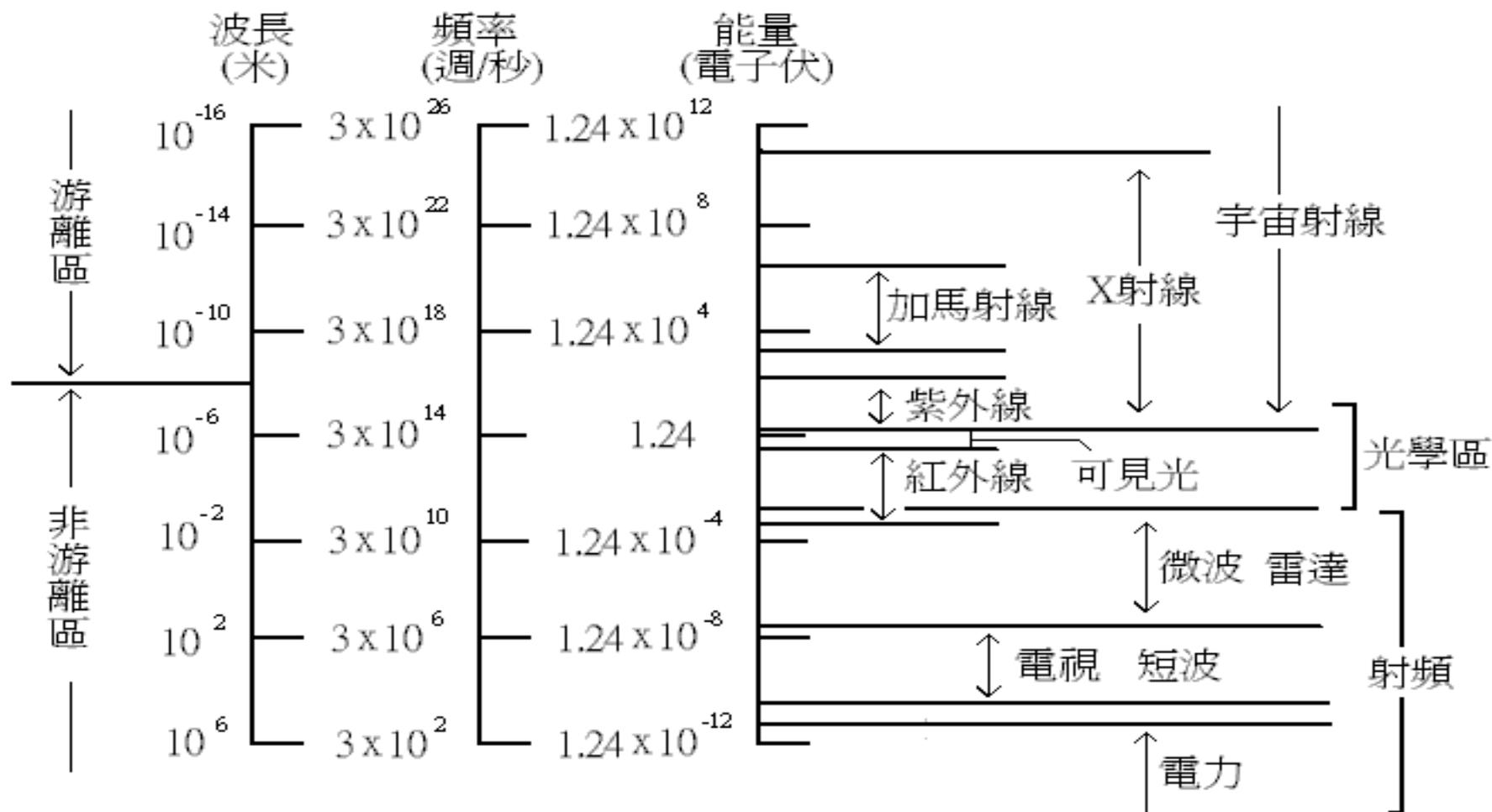
游離輻射設備安全管制與檢查 (8月21日3小時課程)

林招澎 博士
國立清華大學原科院

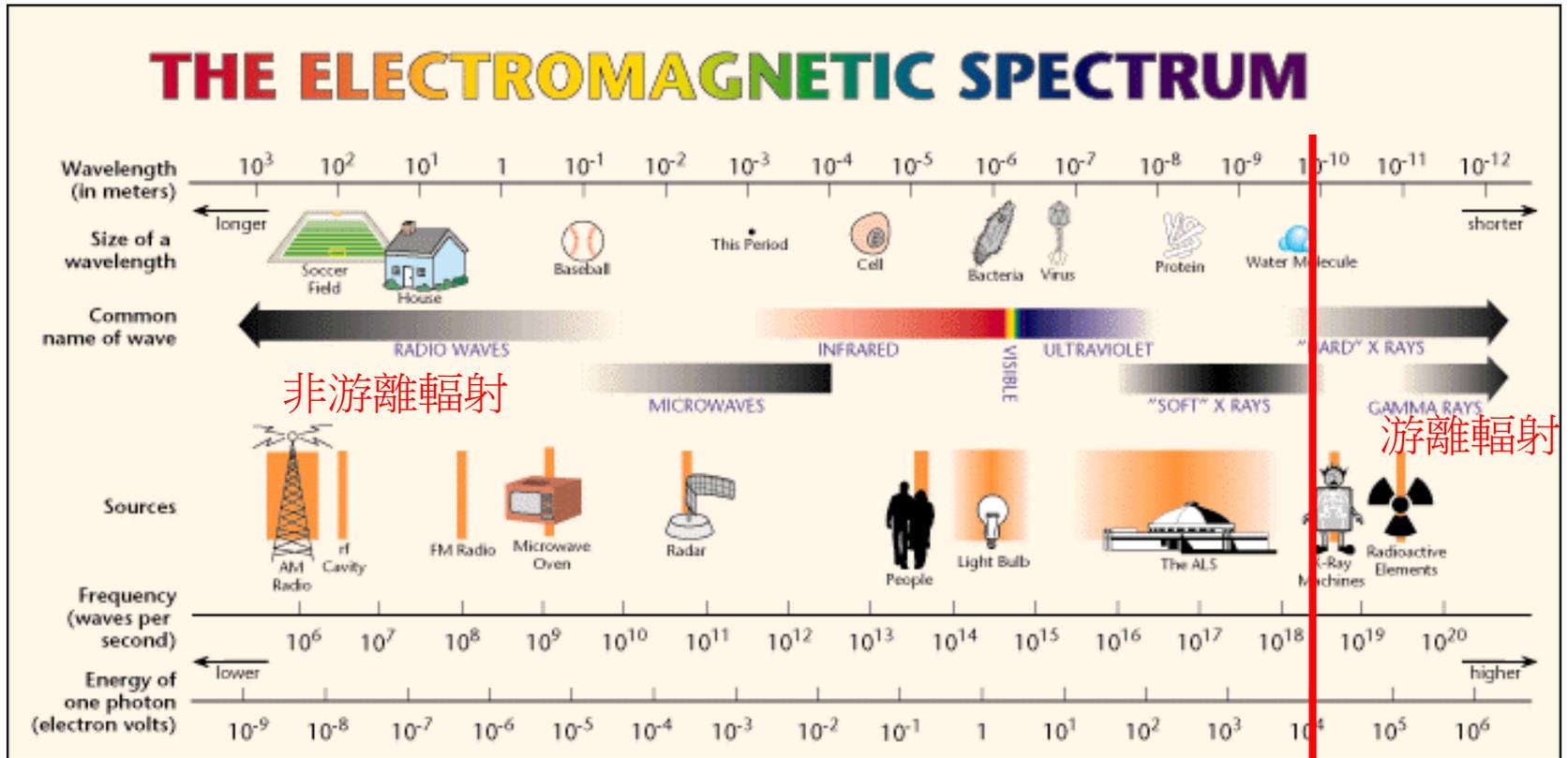
內容

- 輻射概論
- 游離輻射設備類別與特性
- 游離輻射源的防護要求
- 游離輻射源的安全管制重點說明
- 游離輻射設備的檢查
- 結論

輻射的概論



電磁游離輻射



非游離輻射

游離輻射

NCC、DEP

AEC

$$c = v\lambda, E = hv$$

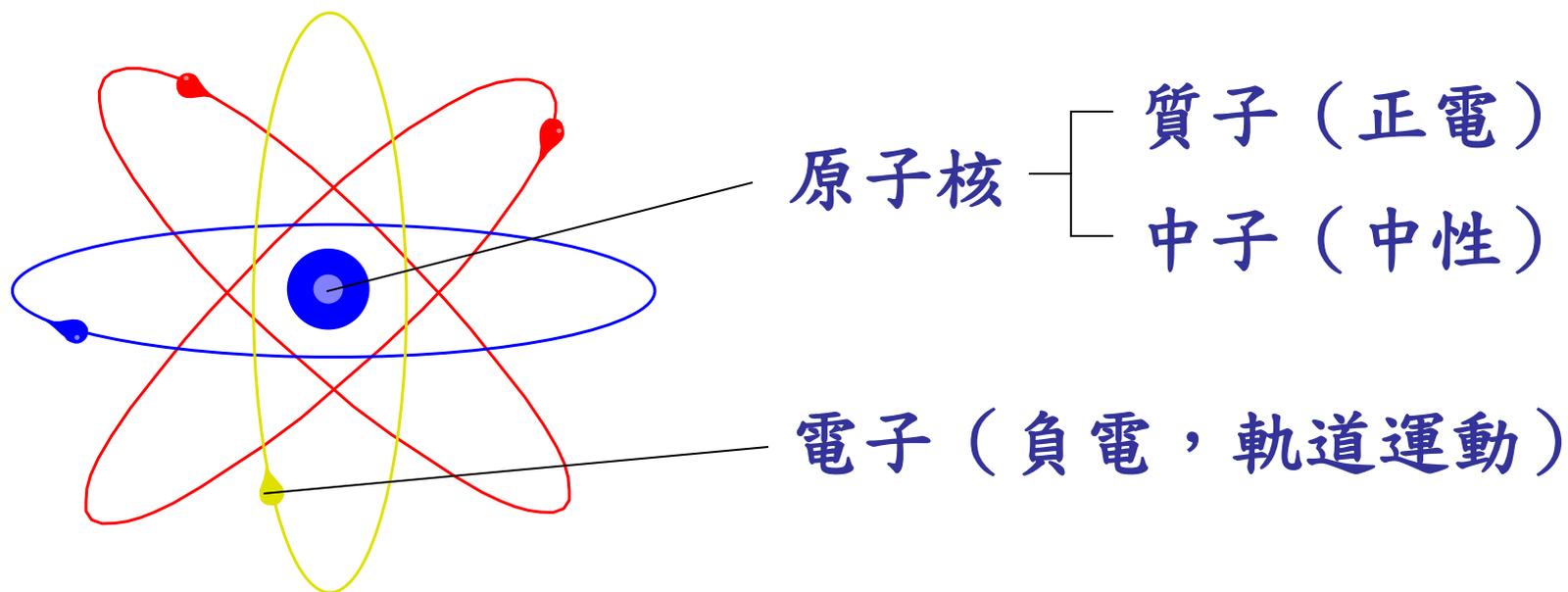
wavelength from 10^7 (radio waves) to 10^{-13} m (ultrahigh energy x-rays)

Visual light : 4×10^{-7} m (blue light) ~ 7×10^{-7} m (red light)

名稱	非游離輻射	游離輻射
能量高低	小於 10keV，能量低 不會使物質發生游離現象	大於 10keV，能量高 可使物質產生正、負電荷 的游離現象
區分種類	電磁波、無線電波微波、 紅外線可見光、紫外線	α 粒子、 β 粒子 γ 射線、 X 射線中子
常見品項	手機、微波爐高壓電塔、 基地台	X 光機 放射性物質 (如鈷 -60、碘 -131)
主管機關	國家通訊傳播委員會 (基地台管理) 行政院環境保護署 (非游離輻射之管制) 經濟部標準檢驗局 (商品檢測)	核能安全委員會



原子模型



$$Z = \text{原子序} = \text{質子個數} = \text{電子個數}$$
$$A = \text{質量數} = \text{質子個數} + \text{中子個數}$$

- **輻射源**：放射性物質、可發生游離輻射設備、核子反應器及主管機關指定或公告之物料或機具。
- **醫用游離輻射**：應用於醫療上的診斷或治療之游離輻射，如X光照相診斷、核醫掃描和放射線治療等。
- **非醫用游離輻射**：用於學術研究、工業測量控制、非破壞檢驗以及農業輻射照射滅菌等。

- 醫用游離輻射涉及醫療行為，除需符合游離輻射防護法的規定外，亦須符合醫療衛生方面的法規。
- 為提升輻防安全，輻射工作人員能夠多多瞭解各個不同領域的輻射應用與安全防護，是必須且重要的工作。

游離輻射設備類別與特性

- 游離輻射設備種類很多且應用很廣。如(1)厚度、密度及容量的自動控制設備，(2)非破壞檢查的放射照相，(3)食物、化粧品、醫療器材等輻射滅菌，(4)農產品改良、肥料、飼料及病蟲害的照射，(5)學術研究、油礦探測、土壤濕度測定，(6)民生應用，如電視機映像管煙霧警報器等。
- 游離輻射設備大致可分為六類：(1)防護型設備，(2)固定封閉型設備，(3)自動操作型設備，(4)移動型設備，(5)非密封放射性物質，(6)消費性產品與各種不同性質的射源。

游離輻射設備類別與特性



圖 8.1 行李檢查 X 光機



圖 8.3 含 Cs-137 石材分析儀

■ 防護型設備的特性

- ▶ 本身具有良好的輻射防護屏蔽，設備外表面的輻射曝露量可以保持在一定劑量限度以內。
- ▶ 機場行李檢查用的 X 光機(圖 8.1)，放射性核種元素成份分析儀(圖 8.3)。

游離輻射設備類別與特性



圖 8.4 工業用照相檢驗 X 光機



圖 8.5 醫用診斷型 X 光機

■ 固定封閉型設備的特性

- ▶ 輻射能量高、工作負荷小與占用因數低，且在固定場所使用的設備。
- ▶ 屏蔽材料較少，必須配合適當的現場監測，以達到輻射防護的要求。
- ▶ 如非破壞檢測的X光機(圖8.4)或加速器、醫用診斷型X光機(圖8.5)、電腦斷層掃描儀、直線加速器及鈷60治療設備。

游離輻射設備類別與特性

■ 自動操作型設備的特性

- 大多數利用**放射性核種**，但也有利用**X光**的。
- **正常作業時**，不需要人員參與，且本身具有**相當的防護能力**。
- 如**液位計(圖8.6)**、**厚度控制儀(圖8.7)**及**密度測定儀**等皆是自動操作型游離輻射設備。



圖 8.6 液位計



圖 8.7 紙廠厚度偵測儀

游離輻射設備類別與特性



圖 8.8 移動型 X 光元素成分分析儀



圖 8.9 醫用移動型 X 光機

■ 移動型設備的特性

- 根據作業的需要移動於不同場所使用的設備，移動型游離輻射設備沒有固定屏蔽。
- 如非破壞檢查用的移動型X光機(圖8.8)或銩192照相設備，土壤水份密度測定儀及醫用移動型X光機(圖8.9)。
- 移動型游離輻射設備的輻射安全端賴操作人員嚴格地遵守安全操作步驟。

游離輻射設備類別與特性



圖 8.10 非密封放射性物質

- **非密封放射性物質的特性**
 - ▶ 使用非密封放射性物質(圖8.10) **應特別小心**，容易造成作業現場的**污染**，除了造成**體外曝露**外，也可能造成**體內污染**。

游離輻射設備類別與特性

- **消費性產品**與各種不同性質射源的特性
 - 電視機、高壓產生器、電子顯微鏡、自發性螢光鐘表、煙霧警報器、夜間標誌、人造寶石、景泰藍等，有其產品設計目的，但**帶有微量游離輻射**。
 - 這類民生產品有**輻射防護**的規定，得免申請使用**登記證及許可證**。

游離輻射源的防護要求

■ 防護型設備的輻射防護要求

- ▶ 本身須裝有**安全連鎖裝置**，拆卸、開啟照射室門或「設備」防護罩時，將**自動停止產生輻射**。
- ▶ 「設備」之外表面有明顯可見的**輻射示警標誌**及表示「本儀器內含輻射源，報廢前應經原子能委員會核准」之警語。
- ▶ **管制區外**輻射劑量須**小於等於 $0.5 \mu\text{Sv/h}$** ，**管制區內**人員位置輻射劑量須**小於等於 $10 \mu\text{Sv/h}$** 。

游離輻射源的防護要求

■ 固定封閉型設備的輻射防護要求

- ▶ 照射時，一般僅有**輻射源**、**被照射物**或**人**在**照射室內**。
- ▶ 門扉必須裝有**安全連鎖裝置**及**明顯警示燈**。拆卸、開啟照射室門時，將**自動停止產生輻射**；照射室內備有**啟動照射之警示**、**緊急停止照射**及**緊急開門**等裝置。
- ▶ 「設備」之外表面有**輻射示警標誌**，及表示「本儀器內含輻射源，報廢前應經核安員核准」之警語。
- ▶ **管制區外**輻射劑量須小於等於**0.5 $\mu\text{Sv/h}$** ，**管制區內**人員位置須小於等於**10 $\mu\text{Sv/h}$** 。

游離輻射源的防護要求

■ 自動操作型設備的輻射防護要求

- ▶ 裝備之標幟銘牌須與原廠資料相符，裝備備有射源閘門開關且功能正常。
- ▶ 裝備之外表面有明顯可見的輻射示警標誌，及表示「本儀器內含輻射源，報廢前應經原子能委員會核准」之警語。
- ▶ 管制區外輻射劑量須小於等於**0.5 $\mu\text{Sv/h}$** ，管制區內人員位置輻射劑量須小於等於**10 $\mu\text{Sv/h}$** 。

游離輻射源的防護要求

■ 移動型設備的輻射防護要求

- ▶ 作業現場應備有輻射偵檢器，以隨時瞭解該作業場所的輻射，操作人員應配戴劑量計且作業現場應加以管制隔離並設置輻射警示標誌及「注意！輻射地區」的警語。
- ▶ 作業狀況亦應留存詳實工作紀錄。
- ▶ 管制區外輻射劑量須小於等於 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ ，管制區內人員位置輻射劑量須小於等於 $10 \mu\text{Sv/h}$ 。

游離輻射源的防護要求



圖 8.11 操作非密封放射性物質的氣櫃

- **非密封放射性物質**的輻射防護要求
 - **輻射防護措施**，依所使用放射性同位素的種類，強度與工作性質而定。
 - 應**分開處理**高、中和低活度的非密封放射性物質，備有**氣櫃**(圖 8.11)、**滯留槽**、**鉛屏蔽**、**廢料桶**、**廢液貯存槽**(圖 8.12)等裝置。
 - 操作人員的**衣著**、**防護用具**等應齊全。
 - 應設有**地區輻射偵測警報器**與**適當的防護屏蔽**，以保護工作人員的安全。



圖 8.12 非密封放射性物質廢液貯存槽

游離輻射源的防護要求

- **非密封放射性物質**作業場所年度偵測證明項目如下：
 - 1. 偵測作業場所及工作檯面**污染偵測**。(請繪製平面圖並註明偵測值)
 - 2. **廢水偵測**及**分析其核種**(請註明量測值)。
 - 3. 作業場所**四週之輻射劑量**(率)。(請繪製平面圖並註明劑量率)
 - 4. **廢水管線偵測**。(請繪製平面圖並註明偵測值)。

游離輻射源的防護要求

- **消費性產品**與各種不同性質的射源的輻射防護要求
 - 放射性消費產品的放射性物質活度，通常在**豁免管制量**之內。
 - **正常使用這類產品的個人**，其在**1年內**所受的曝露應不會超過**1mSv**。
 - 含射源的煙霧警報器、含氡或鉅(Pm)的手錶或號誌表面，均有不同的輻射安全規定；廠商在銷售前必須確定無安全顧慮才可。

游離輻射源的安全管制

- 管制方式：登記備查、許可
- 管制流程：建造與製造許可、運轉管制、換證、變更登記、停用管制、再使用或再運轉管制、永久停止使用或運轉。
- 放射性物質、可發生游離輻射設備或輻射作業，應依主管機關之指定申請許可或登記備查。（游離輻射防護法第二十九條第一項）
- 放射性物質之生產與其設施之建造及可發生游離輻射設備之製造，非經向主管機關申請審查，發給許可證，不得為之。（游離輻射防護法第三十條第一項）

游離輻射源的安全管制

- 放射性物質、可發生游離輻射設備或輻射作業**許可證**，**有效期間最長為五年**。
(游離輻射防護法第三十二條第一項)
- 放射性物質**生產設施許可證**，**有效期間最長為十年**。(游離輻射防護法第三十二條第二項)
- **每年至少偵測一次**。(游離輻射防護法第三十二條第三項)

游離輻射源的安全管制

- 放射性物質或可發生游離輻射設備之**輸入、轉讓、輸出、過境或轉口**，須經主管機關**許可**。(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二章)
- 放射性物質或可發生游離輻射設備之**使用、安裝、改裝或持有**，須經主管機關之**許可或登記備查**。(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三章)

游離輻射源的安全管制

- 使用下列**放射性物質**者，應向主管機關**申請登記證**
 - 毒氣偵檢器含**銻241**之活度為一千萬貝克（**10MBq**）以下，可接近**表面5公分處劑量率為5 μ Sv/hr**以下者。
 - 放射性物質在**儀器或製品內活度為豁免管制量一千倍以下**，可接近表面五公分處劑量率為**5 μ Sv/hr**以下者。
 - **氣相層析儀或爆裂物偵檢器**所含**鎳六三**之活度為七億四千萬貝克（**740MBq**）以下，可接近表面五公分處劑量率為**5 μ Sv/hr**以下者。
 - **避雷針**中所含**銻二四一**之活度為三億七千萬貝克（**370MBq**）以下者。
 - 前四款**以外之放射性物質活度為豁免管制量一百倍以下者**。
- 使用**登記外之放射性物質**者，應向主管機關**申請許可證**。

游離輻射源的安全管制

- 使用下列可發生游離輻射設備者，應向主管機關申請登記證
 - 公稱電壓為十五萬伏（150kV）或粒子能量為十五萬電子伏（150keV）以下者
 - 櫃型或行李檢查X光機、離子佈植機、電子束焊機或靜電消除器，可接近表面五公分處劑量率為5 $\mu\text{Sv/hr}$ 以下者。
- 使用登記以外之可發生游離輻射設備者，應向主管機關申請許可證。

游離輻射源的安全管制

- 應申請許可之密封放射性物質或可發生游離輻射設備，需安裝者，須經主管機關審查合格發給安裝許可。
- 使用許可證有效期間最長為五年。
- 應申請許可之放射性物質或可發生游離輻射設備改裝時，須經主管機關審查合格後，發給改裝許可。
- 使用高強度輻射設施，須經主管機關審查合格發給安裝許可。

游離輻射源的安全管制

- 從事**銷售**可發生游離輻射設備或應許可的密封放射性物質，**申請持有者**，須經主管機關**審查合格後**，發給持有許可證。
- 申請**停止使用或永久停止使用之許可**。
- 申請**展示或租借之許可**。

游離輻射源作業的安全管制

- 設施經營者應依其輻射作業之規模及性質，依主管機關之規定，設輻射防護管理組織或置輻射防護人員，實施輻射防護作業。(游離輻射防護法第七條)
- 輻射防護作業，設施經營者應先擬訂輻射防護計畫，報請主管機關核准後實施。(游離輻射防護法第七條)
- 設施經營者應確保其輻射作業對輻射工作場所以外地區造成之輻射強度與水中、空氣中及污水下水道中所含放射性物質之濃度，不超過游離輻射防護安全標準之規定。(游離輻射防護法第八條)

游離輻射源作業的安全管制

- 輻射工作場所排放含放射性物質之廢氣或廢水者，設施經營者應實施輻射安全評估，並報請主管機關核准後，始得為之。(游離輻射防護法第九條)
- 設施經營者於下列事故發生時，應採取必要之防護措施，並立即通知主管機關(游離輻射防護法第十三條)
 - 人員接受之劑量超過游離輻射防護安全標準之規定者。
 - 輻射工作場所以外地區之輻射強度或其水中、空氣中或污水下水道中所含放射性物質之濃度超過游離輻射防護安全標準之規定者。
 - 放射性物質遺失或遭竊者。

游離輻射源作業的安全管制

- 醫療機構使用經主管機關公告應實施醫療曝露品質保證之放射性物質、可發生游離輻射設備或相關設施，應依醫療曝露品質保證標準擬訂醫療曝露品質保證計畫，報請主管機關核准後始得為之。
(游離輻射防護法第十七條)
- 醫療機構對於協助病人接受輻射醫療者，其有遭受曝露之虞時，應事前告知及施以適當之輻射防護。(游離輻射防護法第十八條)

游離輻射源作業的安全管制

- 商品非經主管機關許可，不得添加放射性物質。(游離輻射防護法第二十一條)
- 從事輻射防護服務相關業務者，應報請主管機關認可後始得為之。(游離輻射防護法第二十六條)
- 主管機關為達成本法管制目的，得就有關輻射防護事項要求設施經營者、雇主或輻射防護服務業者定期提出報告。(游離輻射防護法第二十八條)

游離輻射源作業的安全管制

- **輻射防護計畫**，應參酌下列事項規劃：(游離輻射防護法施行細則第二條)
 - 輻射防護**管理組織及權責**
 - 人員**防護**
 - 醫務**監護**
 - **地區管制**
 - **輻射源管制**
 - 放射性物質**廢棄**
 - **意外事故處理**
 - **合理抑低措施**
 - **紀錄保存**

游離輻射源作業的安全管制

- **輻射安全評估**，應載明下列事項（游離輻射防護法施行細則第三條）
 - **輻射作業說明**
 - 計劃**排放**廢氣或廢水所含放射性物質之性質、種類、數量、核種及活度
 - **場所外圍情況描述**
 - 防止環境污染之**監測設備與處理程序及設計**

游離輻射源作業的安全管制

- 設施經營者依其設備、業務或規模，應設立輻射防護管理組織，並配置適當的各級輻射防護人員。(輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準第四、五條)

游離輻射源作業的安全管制

- 放射性物質或可發生游離輻射設備之輻射安全測試及密封放射性物質擦拭測試，應由經主管機關認可之輻射防護偵測業務者或設施經營者指定之輻射防護人員為之。
- 設施經營者使用非密封放射性物質者，應於每週或每次作業完畢後，偵測其工作場所污染情形乙次並記錄。每年應就排放之廢水取樣至少二次，並偵測分析其核種。

游離輻射源作業的安全管制

- 設施經營者對下列證件所載之放射性物質或可發生游離輻射設備，每半年應查核其料帳及使用現況，查核紀錄並應留存備查：
 - 放射性物質使用或持有許可證、登記證。
 - 可發生游離輻射設備使用或持有許可證。
- 使用或持有密封放射性物質之設施經營者，應於每月一日至十五日之期間內，向主管機關申報前月之使用或持有動態。

游離輻射源作業的安全管制

- 設施經營者使用或持有半化期大於三十天之貝他或加馬核種活度大於三百七十萬貝克（ $3.7\text{MBq}=100\mu\text{Ci}$ ）或阿伐核種活度大於三十七萬貝克（ $370\text{kBq}=10\mu\text{Ci}$ ）之密封放射性物質者，應依下列規定時間，實施密封放射性物質擦拭測試，並留存紀錄備查。
 - 遠隔治療設備、遙控後荷式治療設備用之密封放射性物質為半年實施一次。
 - 其他用途之密封放射性物質為每年實施一次。
 - 毒氣偵檢器中所含之銻二四一為每三年實施一次。

游離輻射源作業的安全管制

- 放射性物質應實施年度偵測項目：
 - 儀器裝備或或屏蔽容器外四週之輻射劑量(率)。
 - 安全連鎖及急停裝置功能測試。
 - 放射性物質及工作檯面污染擦拭測試。
 - 管制區、監測區四週之輻射劑量(率)。
 - 廢水槽、管線之輻射劑量(率)偵測。

游離輻射源作業的安全管制

- 可發生游離輻射設備應實施年度偵測項目：
 - 安全連鎖及急停裝置功能測試。
 - 護管套外表面距靶一公尺處，或X光管罩滲漏輻射劑量(率)。
 - 管制區內操作人員或工作人員居佔位置之劑量(率)。
 - 管制區及其四週之輻射劑量(率)。

游離輻射設備的檢查

- 為維護游離輻射設備的輻射安全，執行**輻射防護檢查**是必要的。
- **輻射防護檢查**可以分為兩種：使用單位的**自行檢查**，核安員會的**公務檢查**。
- **自行檢查**
 - 使用單位，須依規定**檢查設備**本身。
 - 經常執行**輻射偵測**，可維護輻射安全。
 - **自行檢查的頻率**，依設備的性能、使用狀況及原生產廠商所提供的技術資料與建議來決定。

游離輻射設備的檢查

■ 自行檢查要領

- 各類型的設備均能符合游離輻射防護安全標準為原則。
- 設備檢查的內容，應包括可見或可聞的警告系統、安全連鎖系統、偵檢系統校驗、緊急停止裝置、外觀的檢視、輻射劑量測量與記錄、輻射源數量的清點、封存、停用與廢棄射源的查核。

非醫用可發生游離輻射設備輻射安全測試報告 (登記類)

一、申報單位基本資料

單位：	
代碼：	
地址：	
使用場：	
負責操：	

二、申報事由 (申請文號：099N0004756、原領登記證明字號：登設字第 2009230 號)

<input checked="" type="checkbox"/> 新申請	<input type="checkbox"/> 證照轉換	<input type="checkbox"/> 五年屆期申報	<input type="checkbox"/> 恢復使用
<input type="checkbox"/> 遷移新址	<input type="checkbox"/> 變更作業場所	<input type="checkbox"/> 改裝	<input type="checkbox"/> 年度偵測

三、設備種類：

<input type="checkbox"/> 固定型設備其公稱電壓為十五萬伏或粒子能量為十五萬電子伏以下者					
<input checked="" type="checkbox"/> 櫃型 X 光機 (<input type="checkbox"/> 測量控制 <input type="checkbox"/> 照相檢驗 <input type="checkbox"/> 獸醫用 <input checked="" type="checkbox"/> 分析鑑定 <input type="checkbox"/> 刑事鑑定 <input type="checkbox"/> 繞射儀 <input type="checkbox"/> 學術研究 <input type="checkbox"/> 校正用)					
<input type="checkbox"/> 離子佈植機		<input type="checkbox"/> 電子束焊機		<input type="checkbox"/> 靜電消除器	
<input type="checkbox"/> 行李檢查 X 光機					
廠牌	FISCHER		型	XDLM-C4	序
X 光 機	X 光管	1 個	號	GCA051/0M/5/W	號
				080003146	
				製造日期無法查得	
				製造日期無法查得	
				最高能量 (<input checked="" type="checkbox"/> 一般裝置 <input type="checkbox"/> 透視裝置)	
				50 kV、0.5mA	
加速管	輻射線種類及最高能量			(keV 或 MeV)	
	最大輸出劑量率			(cGy/min 或 R/min)	

四、檢查項目：(以 註記於 內；免驗項目劃 並說明) 日期：99 年 06 月 07 日

檢 查 內 容	合格
1. 「設備」與原廠型錄及圖說相符。(適用「新申請」案)	✓
2. 裝有安全連鎖裝置，拆卸、開啟照射室門或「設備」防護罩時，將自動停止產生輻射。	✓
3. <input checked="" type="checkbox"/> 「設備」之照射室人員無法進入； <input type="checkbox"/> 裝有視窗或閉路電視，得以確認照射時照射室內無人逗留；或 <input type="checkbox"/> 照射室內備有啟動照射之警示、緊急停止照射及緊急開門等裝置。	✓
4. 「設備」之外表面有明顯可見的輻射示警標誌，及表示「本儀器內含輻射源，報廢前應經原子能委員會核准」之警語。	✓
5. 偵測結果如下 (請填附頁檢查照片及場所偵測示意圖) (靜電消除器加填附表)： ① 管制區外 $\leq 0.5 \mu\text{Sv/hr}$ 。 ② 「設備」正常使用時可接近表面 5 公分處劑量率小於 $5 \mu\text{Sv/hr}$ (固定型設備除外)。 檢查條件：50 kV、0.5 mA、照射時間 300sec 背景輻射： $< 0.15 \mu\text{Sv/hr}$ 偵測儀器廠牌：ATOMTEX 型號：AT1121 序號：4087 校正單位：清華大學 校正日期：98 年 10 月 23 日	✓

檢查人員簽章：曾鴻 99.6.08 輻專師字第 182 號
 申報單位輻射防護作業管理人員簽章：謝佑華 電話：07-7870611 轉 5105

游離輻射設備的檢查

- 核安會的**公務檢查**有下列四種：
 - 1. **安裝、改裝及報廢檢查**
 - 2. **定期檢查**
 - 3. **不定期檢查**
 - 4. **意外事件檢查**

結論

- 游離輻射的**應用範圍至為廣泛**。
- 大家做好游離輻射**防護措施與檢查工作**，使輻射工作人員均能在良好的防護條件下工作。
- **防範輻射傷害的發生、降低輻射劑量及進而達到自身的安全與大眾的健康**。

謝謝大家的參與!!