



國立中山大學九十六學年度第二學期輻射防護講習

# X光機與ECD之輻射防護

日期: March 1, 2008

時間: 9:40-11:00

地點: 國立中山大學海洋科學院演講廳

- 主辦: 國立中山大學輻射防護管理委員會
- 講員: 張寶樹 (Pao-Shu Chang, PhD)
- 高雄醫學大學醫學放射技術學系、輻防班，附設醫院放腫科、輻防室、輻委會，國立中山大學物理系
- 醫學物理師(醫物甄字第019號)，高級輻射防護專業人員(輻專高字第003號)(已換發輻專師字00095號)，非醫用可發生游離輻射設備高級操作執照(非醫人字第10753號)
- E-mail: paoshu@cc.kmu.edu.tw
- Cell phone: 0939272822
- Office phone: 07-3121101轉2355、7127
- 高醫輻防班網頁: <http://rptic.dlearn.kmu.edu.tw/>

國際放射防護委員會 (ICRP) 第 60 號

建議書的兩點



游離輻射防護法規彙編

行政院原子能委員會  
中華民國九十二年八月

# 游離輻射防護法

● 第三條 本法之主管機關，為行政院原子能委員會。

# 游離輻射防護法

● 第五條 為限制輻射源或輻射作業之輻射曝露，主管機關應參考國際放射防護委員會最新標準訂定游離輻射防護安全標準，並應視實際需要訂定相關導則，規範輻射防護作業基準及人員劑量限度等游離輻射防護事項。

# 游離輻射防護法架構

## ● 總則

- 天然放射性物質、背景輻射及其所造成之曝露，不適用本法之規定。但有影響公眾安全之虞者，得經公告之程序，將其納入管理。

## ● 輻射安全防護

## ● 放射性物質、可發生游離輻射設備或輻射作業之管理

- 核子原料、核子燃料或放射性廢棄物不適用之。

## ● 罰則

## ● 附則

# 輻防管制系統

輻射作業  
Radiation practice

天然背景  
Natural background

waste

source

法規管制  
Regulatory control

不予管制  
No control

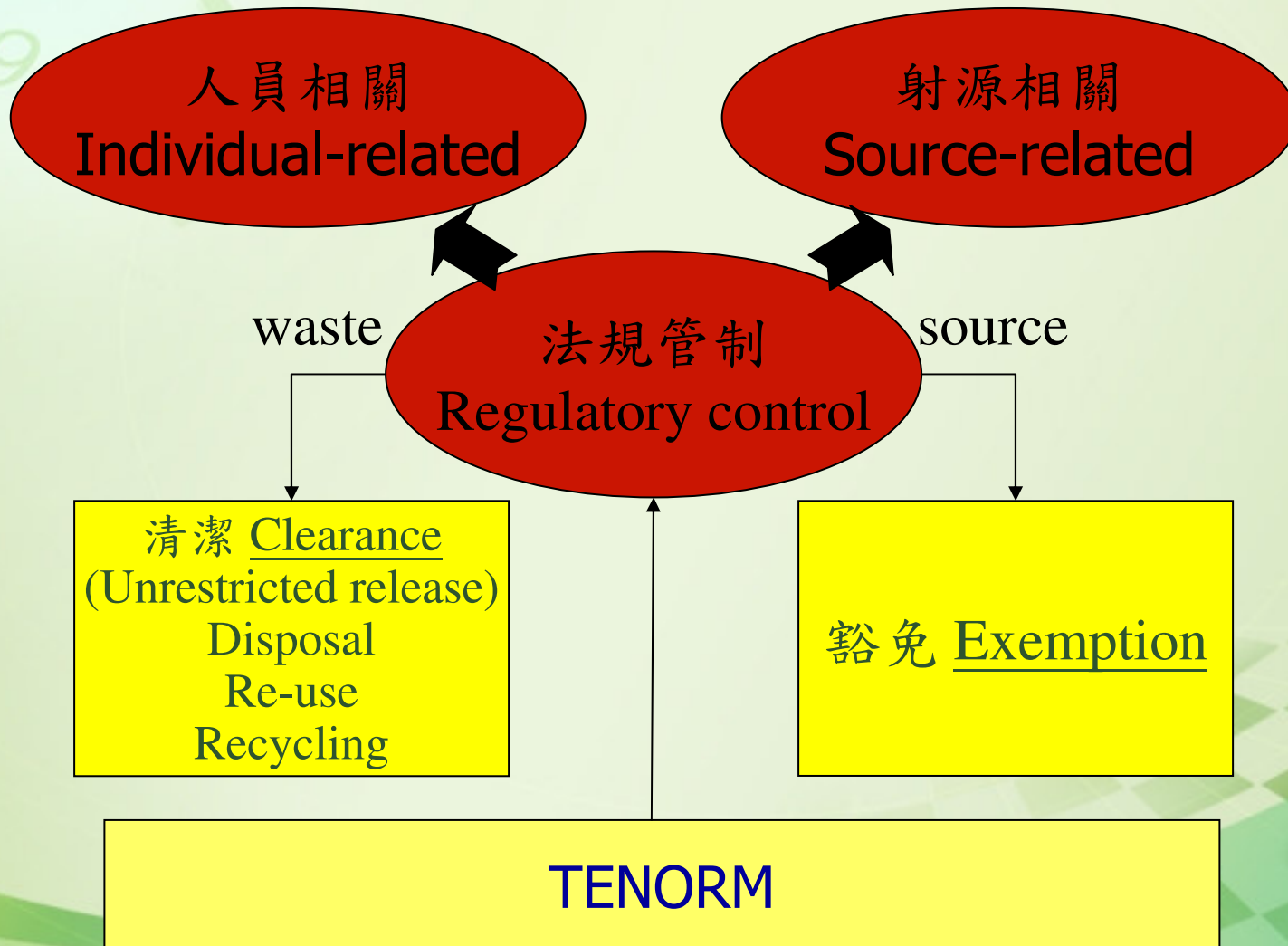
清潔 Clearance  
(Unrestricted release)  
Disposal  
Re-use  
Recycling

豁免 Exemption

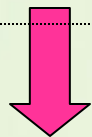
Exclusion

TENORM

# 法規管制的輻射防護系統



# 游離輻射防護法



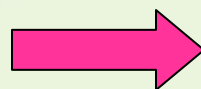
物



組織

操作人員

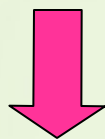
輻射防護人員



場所管制

放射性物質運送

其他



劑量管制

劑量評估

豁免管制

輻射屋

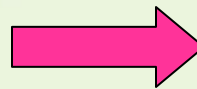
商品

- ▶ 輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準
- ▶ 輻射防護人員管理辦法
- ▶ 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法
- ▶ 放射性物質生產設施運轉人員管理辦法
- ▶ 高強度輻射設施種類及運轉人員管理辦法
- ▶ 輻射醫療曝露品質保證組織與專業人員設置及委託相關機構管理辦法

## 輻射防護法



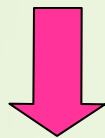
物



場所管制

放射性物質運送

其他



量管制

量評估

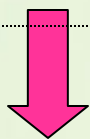
免管制

輻射屋

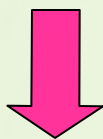
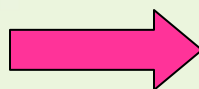
商品

# 輻射防護法

- ▶ 輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準
- ▶ 輻射防護人員管理辦法
- ▶ 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法
- ▶ 放射性物質生產設施運轉人員管理辦法
- ▶ 高強度輻射設備運轉人員管理辦法
- ▶ 游離輻射防護安全標準
- ▶ 人員輻射劑量評定機構認可及管理辦法
- ▶ 輻射醫療曝露組織與專業人員委託相關機構
- ▶ 輻射源豁免管制標準
- ▶ 輻射醫療曝露品質保證標準



物



場所管制

放射性物質運送

其他

輻射屋

商品

# 輻射防護法

▶ 輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準

▶ 輻射防護人員管理辦法

▶ 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法

▶ 放射性物質生產設施運轉人員管理辦法

▶ 高強度輻射轉人員管理辦法

▶ 輻射醫療曝露組織與專業人員相關機構管理辦法

物

▶ 輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則

▶ 放射性物質安全運送規則

▶ 嚴重污染環境輻射標準

▶ 軍事機關輻射防護及管制辦法

▶ 輻射防護服務相關業務管理辦法

▶ 游離輻射防護管制收費標準

▶ 天然放射性物質管理辦法

▶ 游離輻射防護安全標準

▶ 人員輻射劑量評定機

▶ 輻射源豁免管制標準

▶ 輻射醫療曝露品質保證標準

輻射屋

商品

# 輻射防護法

▶ 輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準

▶ 輻射防護人員管理辦法

▶ 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法

▶ 放射性物質生產設施運轉人員管理辦法

▶ 高強度輻射設備運轉人員管理

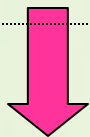
▶ 輻射醫療曝露組織與專業人委託相關機構

▶ 游離輻射防護安全

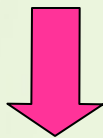
▶ 人員輻射劑量評定

▶ 輻射源豁免管制標準

▶ 輻射醫療曝露品質保證標準



物



▶ 輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則

▶ 放射性物質安全運送規則

▶ 嚴重污染環境輻射標準

▶ 軍事機關輻射防護及管制辦法

▶ 輻射防護服務相關業務管理辦法

▶ 游離輻射防護管制收費標準

▶ 天然放射性物質管理辦法

▶ 放射性污染建築物事件防範及處理辦法

商品

# 游離輻射防護法

- ▶ 輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準
- ▶ 輻射防護人員管理辦法
- ▶ 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法
- ▶ 放射性物質生產設施運轉人員管理辦法
- ▶ 高強度輻射設備運轉人員管理辦法
- ▶ 輻射醫療曝露組織與專業人員委託相關機構

防範及處理辦法

物

- ▶ 輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則
- ▶ 放射性物質安全運送規則
- ▶ 嚴重污染環境輻射標準
- ▶ 軍事機關輻射防護及管制辦法
- ▶ 輻射防護服務相關業務管理辦法
- ▶ 游離輻射防護管制收費標準
- ▶ 天然放射性物質管理辦法

- ▶ 游離輻射防護安全標準
- ▶ 人員輻射劑量評定標準
- ▶ 輻射源豁免管制標準
- ▶ 輻射醫療曝露品質保證標準

▶ 商品輻射限量標準

# 輻射防護法

▶ 輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準

▶ 輻射防護人員管理辦法

▶ 放射性物質或可發離輻射設備操作人員管理辦法

▶ 放射性物質生產設施運轉人員管理辦法

▶ 高強度輻射設備運轉人員管理

▶ 輻射醫療曝露組織與專業人委託相關機構

▶ 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

▶ 游離輻射防護安全

▶ 人員輻射劑量評定

▶ 輻射源豁免管制標準

▶ 輻射醫療曝露品質保證標準

▶ 輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則

▶ 放射性物質安全運送規則

▶ 環境輻射標準

▶ 軍事機關輻射防護及管制辦法

▶ 輻射防護服務相關業務管理辦法

▶ 游離輻射防護管制收費標準

▶ 天然放射性物質管理辦法

▶ 放射性污染建築物事件防範及處理辦法

▶ 商品輻射限量標準



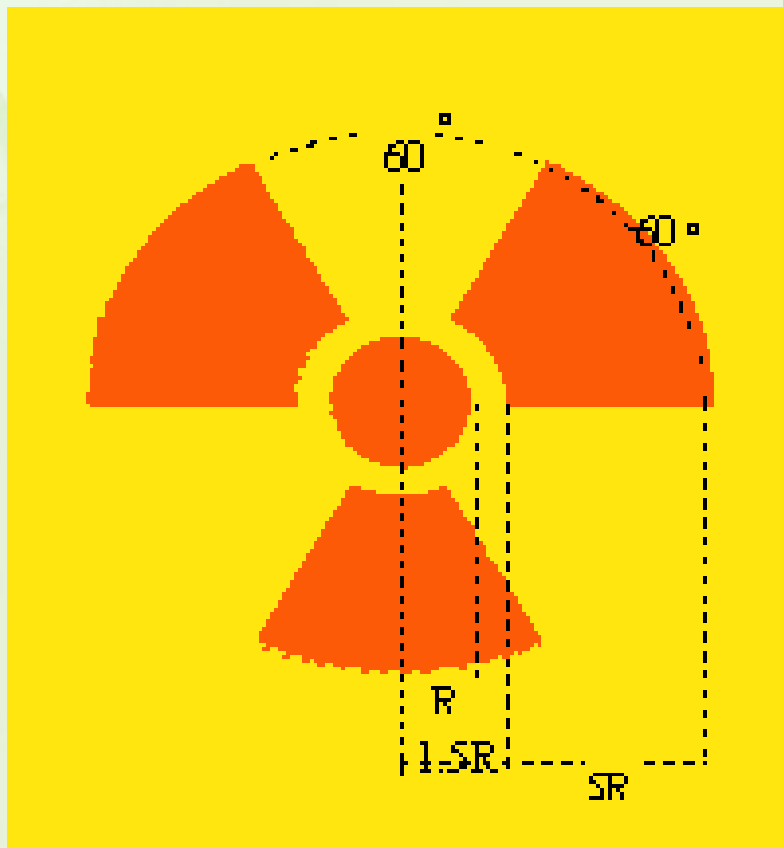


違法處罰案件

更新日期：96年3月5日

處分日期 (年/月/日)	違法事實	違規條文	罰則條文
92/3/11	迴旋加速器操作人員長期滯留國外未實際參與迴旋加速器之操作。	違反游離輻射防護法第三十四條第一項規定：「其生產製造設施之運轉，其所需具備之安全條件與原核准內容不符者，設施經營者應向主管機關申請核准停止使用或運轉，並依核准方式封存或保管」及其施行細則第十九條第一款：「輻射作業場所依本法規定需由合格人員負責操作，其操作人員離職而未於三十日內補足者」之規定。	依游離輻射防護法第四十二條處新台幣四十萬元以上二百萬元以下罰鍰，並令其限期改善；屆期未改善者，按次連續處罰，並得令其停止作業；必要時，廢止其許可、許可證或登記。

# 輻射示警標誌




# IAEA(2007)輻射示警輔助標誌





# 可發生游離輻射設備與放射性物質 (Radioactive material and equipment capable of producing ionizing radiation)

- 可發生游離輻射設備：指核子反應器(原子爐)設施以外，用電磁場、原子核反應等方法，產生游離輻射之設備。
- 放射性物質：指可經由自發性核變化釋出游離輻射之物質。
- X光機屬於可發生游離輻射設備。
- $^{63}\text{Ni}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{241}\text{Am}$ 屬於放射性物質。



# 醫用可發生游離輻射設備與 醫用放射性物質

(Medical radioactive material and medical equipment capable of producing ionizing radiation)

- 使用於病人的診斷、治療之可發生游離輻射設備與放射性物質稱為醫用可發生游離輻射設備與醫用放射性物質。

# 非醫用可發生游離輻射設備 與非醫用放射性物質

(Non-medical radioactive material and  
non-medical equipment capable of producing  
ionizing radiation)

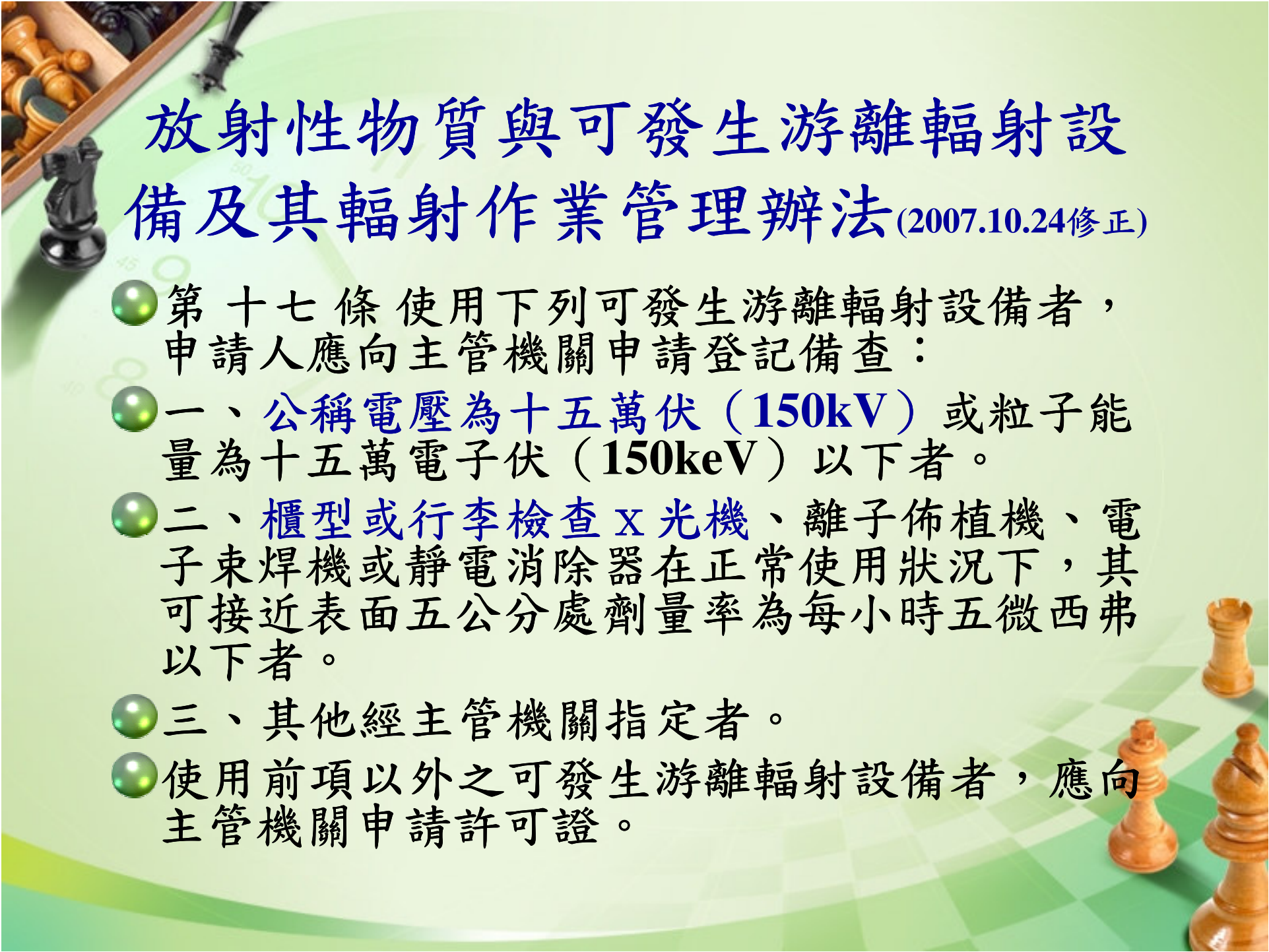
- 使用於病人的診斷、治療之外的可發生游離輻射設備與放射性物質稱為非醫用可發生游離輻射設備與非醫用放射性物質。
- 獸醫X光機屬於非醫用可發生游離輻射設備。
- 櫃型X光機屬於非醫用可發生游離輻射設備。
- 研究用標誌放射性物質，如 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{32}\text{P}$ ，屬於非醫用放射性物質。

# 櫃型X光機



# 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

- 「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」(Management of Radioactive Material, Equipment Capable of Producing Ionizing Radiation and Practice)。中華民國92年1月22日會輻字第0920001511號令發布。中華民國94年2月23日會輻字第0940008702號令發布修正部分條文。中華民國94年12月29日會輻字第0940039736號令發布修正第四條之一、第六條之一、第六條之二。
- 中華民國九十六年十月二十四日行政院原子能委員會會輻字第○九六○○二八四三一號令修正。



# 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(2007.10.24修正)

- 第十七條 使用下列可發生游離輻射設備者，申請人應向主管機關申請登記備查：
  - 一、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。
  - 二、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、其他經主管機關指定者。
- 使用前項以外之可發生游離輻射設備者，應向主管機關申請許可證。

# X光機的管電壓

● X光機的管電壓以 **kVp** 或 **kV** (千伏) 為單位，其中，**p** 為 **peak** (電壓巔值)。

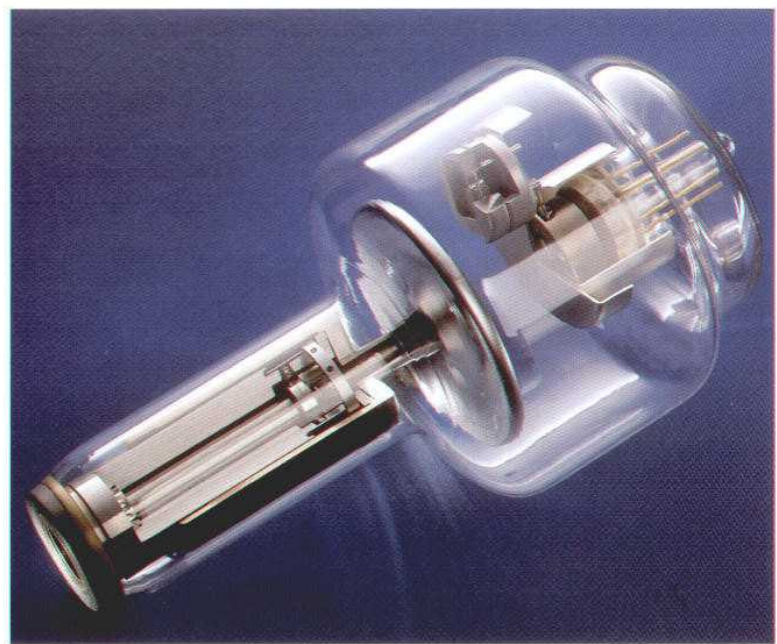


Fig. 82 Super Rotalix – SRO – (1959).

# 櫃型X光機

● 「放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法」(Administrative Regulations for Operators of Radioactive Material or Equipment Capable of Producing Ionizing Radiation)。中華民國91年12月25日會輻字第0910025069號令發布。中華民國94年2月23日會輻字第0940008681號令發布修正「放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法」部份條文。中華民國95年8月8日行政院原子能委員會會輻字第0950021002號令修正第7條、第10條。

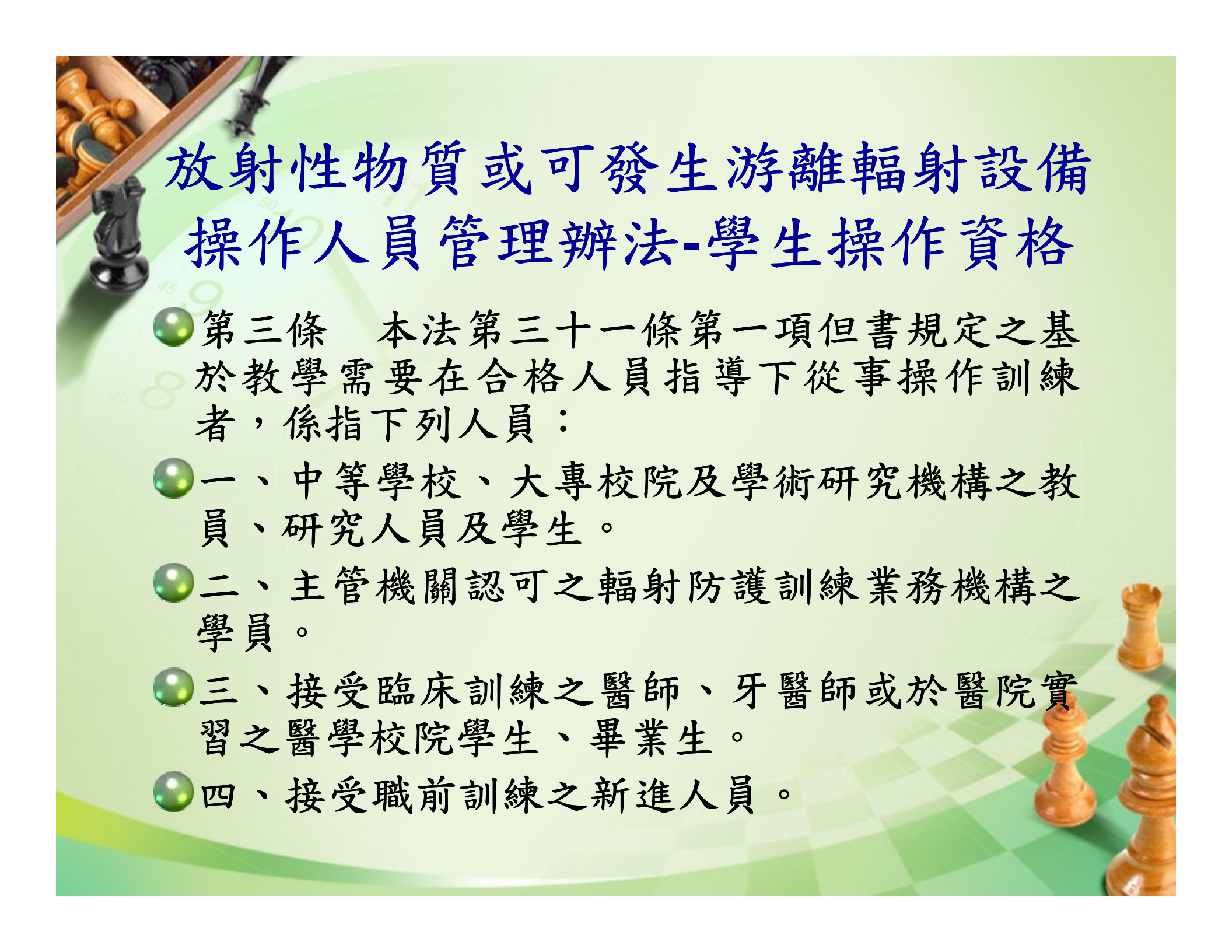
# 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法-登記備查類

- 第五條 本法第三十一條第二項規定之一定活度或一定能量之限值如下：
  - 一、毒氣偵檢器中任一組件所含銻二四一之活度為十百萬貝克(MBq)，且可接近表面五公分處劑量率為每小時五微西弗。
  - 二、放射性物質在儀器或製品內或形成一組件，其活度為豁免管制量一千倍以下，且可接近表面五公分處劑量率為每小時五微西弗。
  - 三、氣相層析儀或爆裂物偵檢器所含鎳六三之活度為七百四十百萬貝克。



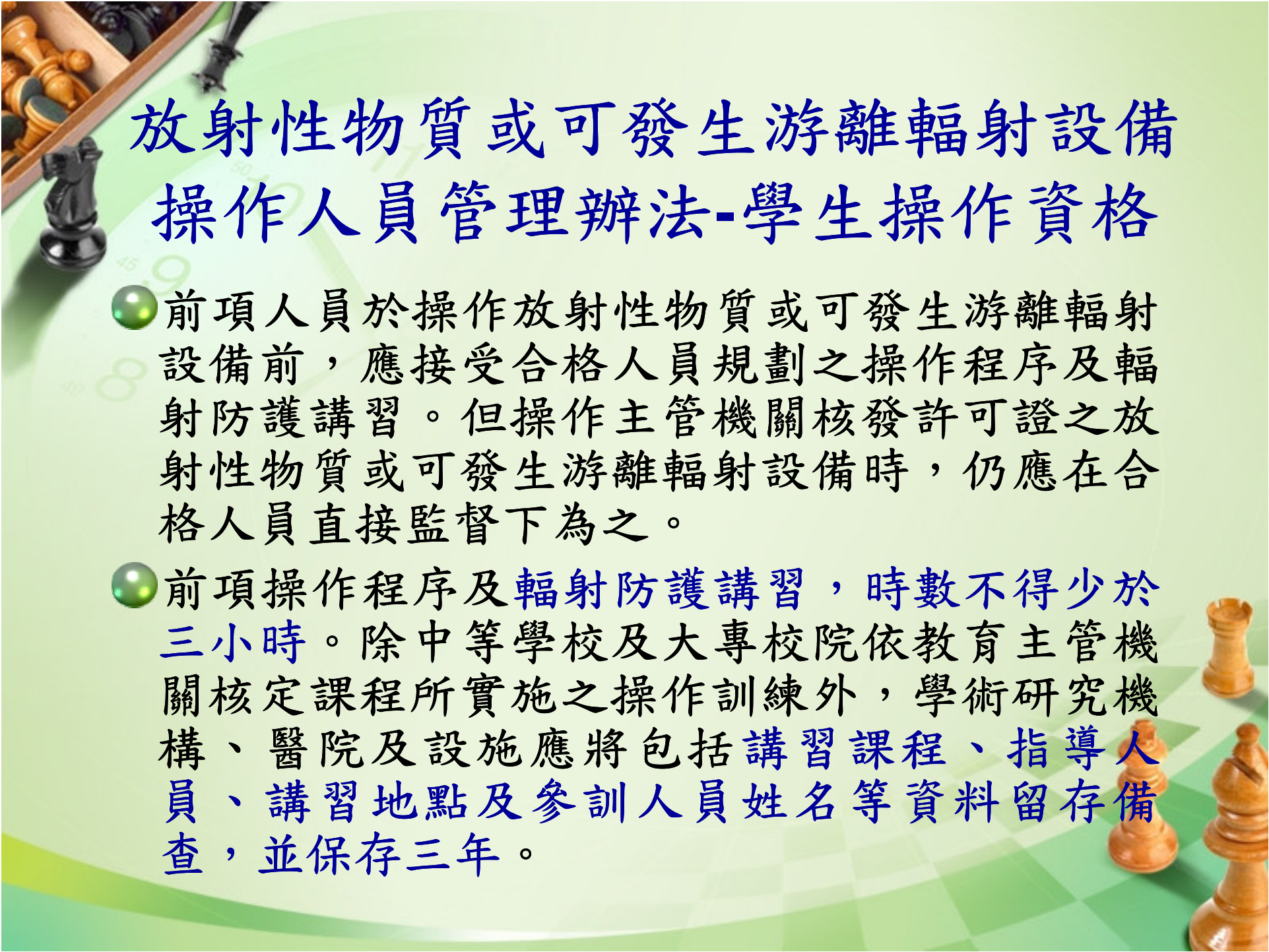
## 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法-登記備查類

- 四、避雷針中所含銻二四一之活度為三百七十萬貝克。
- 五、前四款以外之放射性物質活度為豁免管制量一百倍。
- 六、可發生游離輻射設備其公稱電壓為十五萬伏或粒子能量為十五萬電子伏。
- 七、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，其可接近表面五公分處劑量率為每小時五微西弗。
- 八、其他經主管機關指定者。



# 放射性物質或可發生游離輻射設備 操作人員管理辦法-學生操作資格

- 第三條 本法第三十一條第一項但書規定之基於教學需要在合格人員指導下從事操作訓練者，係指下列人員：
  - 一、中等學校、大專校院及學術研究機構之教員、研究人員及學生。
  - 二、主管機關認可之輻射防護訓練業務機構之學員。
  - 三、接受臨床訓練之醫師、牙醫師或於醫院實習之醫學校院學生、畢業生。
  - 四、接受職前訓練之新進人員。



# 放射性物質或可發生游離輻射設備 操作人員管理辦法-學生操作資格

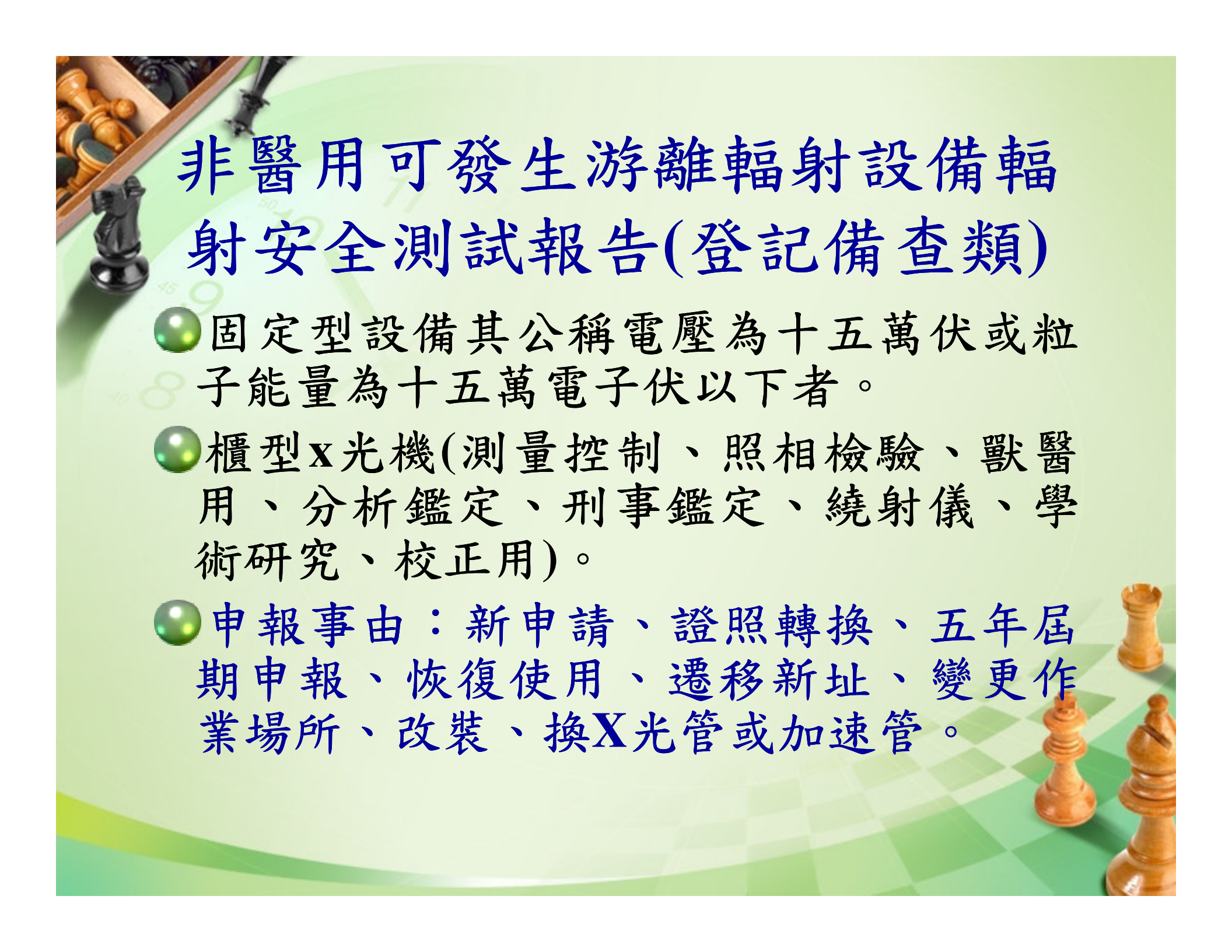
- 前項人員於操作放射性物質或可發生游離輻射設備前，應接受合格人員規劃之操作程序及輻射防護講習。但操作主管機關核發許可證之放射性物質或可發生游離輻射設備時，仍應在合格人員直接監督下為之。
- 前項操作程序及輻射防護講習，時數不得少於三小時。除中等學校及大專校院依教育主管機關核定課程所實施之操作訓練外，學術研究機構、醫院及設施應將包括講習課程、指導人員、講習地點及參訓人員姓名等資料留存備查，並保存三年。

# 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法-操作許可類

- 第四條 操作放射性物質或可發生游離輻射設備之人員，除有本法第三十一條第一項但書規定之情形外，應符合下列要件之一並取得證明，經主管機關測驗合格後，填具申請書向主管機關申領核發輻射安全證書：
  - 一、經主管機關認可之輻射防護訓練業務者依輻射防護服務相關業務管理辦法附表一規定辦理之訓練。
  - 二、國內公立或立案之私立大學校院或符合教育部採認規定之國外大學校院取得輻射安全、保健物理、放射物理、輻射生物、輻射劑量或相關課程達四學分以上。

# 放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法

- 三、本法施行前曾參加主管機關認可或委託辦理之游離輻射防護講習班。
- 前項第一款之訓練不得以第六條第一項第一款規定之訓練抵充計算之。
- 外國人因履行承攬、買賣、技術合作等契約之需要，在中華民國境內從事契約範圍內之工作，須操作放射性物質或可發生游離輻射設備時，應由訂約之設施經營者檢具該外國人之國外操作或輻射防護訓練證明文件影本，向主管機關申請審查合格後，始得為之。



## 非醫用可發生游離輻射設備輻射安全測試報告(登記備查類)

- 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。
- 櫃型X光機(測量控制、照相檢驗、獸醫用、分析鑑定、刑事鑑定、繞射儀、學術研究、校正用)。
- 申報事由：新申請、證照轉換、五年屆期申報、恢復使用、遷移新址、變更作業場所、改裝、換X光管或加速管。

# 櫃型X光機輻射安全檢查項目

- 「設備」與原廠型錄及圖說相符。(適用「新申請」案)
- 裝有安全連鎖裝置及明顯警示燈，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」之照射室人員無法進入；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。

# 櫃型X光機輻射安全檢查項目

- 「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。
- 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)。

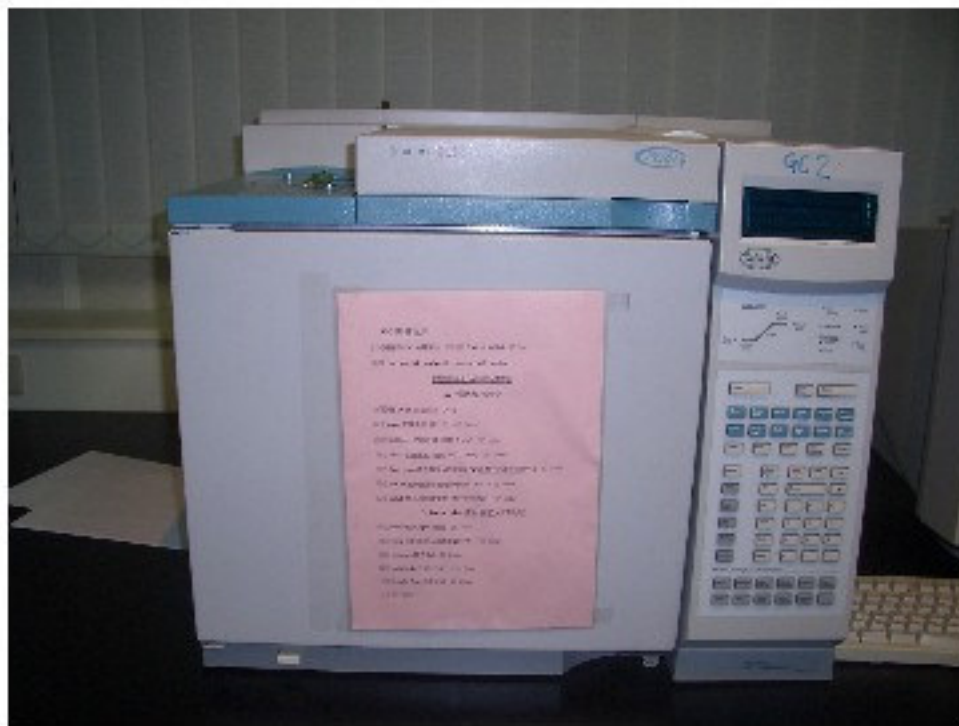
# 管制區外 $\leq 0.5 \mu\text{Sv/hr}$

- 一般人之年劑量限度為  $\leq 1\text{mSv/y}$ 。
- 一年工作時數為  $2000\text{hr}$ 。
- $1\text{mSv}/2000\text{hr} = 0.5 \mu\text{Sv/hr}$ 。
- 管制區外  $\leq 0.5 \mu\text{Sv/hr}$ 。

# 櫃型X光機輻射安全

- 櫃型X光機本身就是管制區。
- 櫃型X光機本身以外就是管制區以外，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，以為一般人可以活動的區域。
- 櫃型X光機可以放置在一般人操作的房間。

# 氣相層析儀(ECD)



氣相層析儀GC 6890

# 氣相層析儀(ECD)



氣相層析儀  
(GC 6890N)

# 氣相層析儀(ECD)

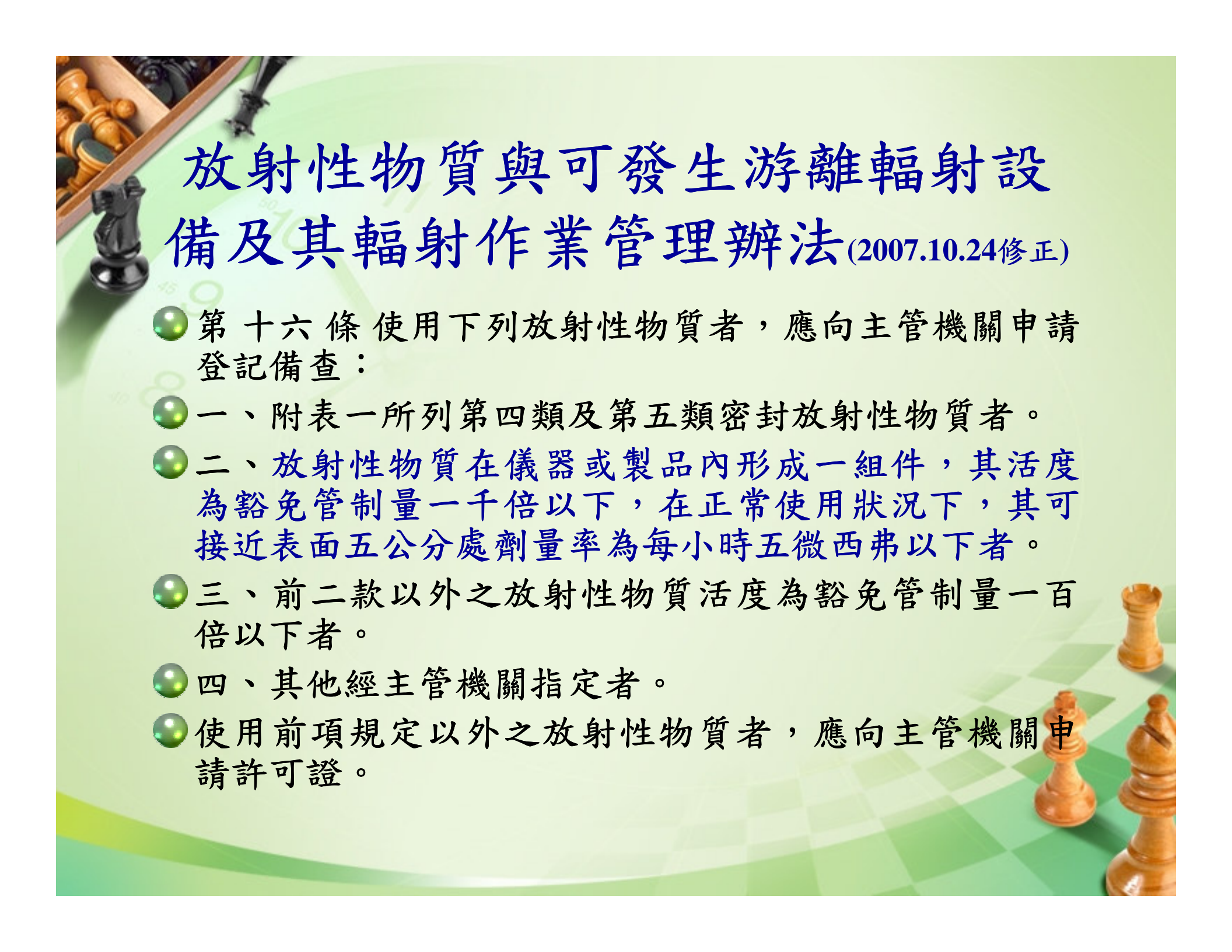


氣相質譜儀(GC-MS)



## 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-登記備查

- 第十二條 使用下列放射性物質者，應向主管機關申請登記證：
  - 三、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(740 MBq)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。



# 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(2007.10.24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。

## 鎳63( $^{63}\text{Ni}$ )

- 氣相色層分析儀之電子捕獲器(ECD, Electronic Capture Detector)一般內含密封射源 $^{63}\text{Ni}$ 。
- $^{63}\text{Ni}$ 的半化期 $t_{1/2}$ 為100年， $^{63}\text{Ni}$ 為純 $\beta$ -發射體(emitter)，最大 $\beta$ -能量為65.9 keV。
- $^{63}\text{Ni}$ 的產生為 $^{62}\text{Ni}(n, \gamma)^{63}\text{Ni}$ 。
- $^{63}\text{Ni}$ 為 $^{62}\text{Ni}$ 的中子(n)活化產物。

# 電子捕獲器(ECD) (Electronic Capture Detector)



拆卸下來之電子捕捉器(ECD)

92/4/11	劑量率為三十三微西弗/小時，高於本會核准內容二十五微西弗/小時。	其所需具備之安全條件與原核准內容不符者，設施經營者應向主管機關申請核准停止使用，並依核准之方式封存或保管」及其施行細則第十九條第六款：「其他經主管機認定之情形」之規定。	並令其限期改善；屆期未改善者，按次連續處罰，並得令其停止作業；必要時，廢止其許可、許可證或登記。
92/5/12	設置之電腦斷層掃描儀，未經本會同意即進行輻射作業。	違反游離輻射防護法第二十九條第三項規定：「經指定應申請登記備查者，應報請主管機關登記後，始得進行輻射作業」。	依游離輻射防護法第四十三條處新台幣十萬元以上五十萬元以下罰鍰，並令其限期改善；屆期未改善者，按次連續處罰，並得令其停止作業。
92/9/5	儀器（ECD）內含密封放射物質Ni-63，未經本會核准即予報廢。	違反游離輻射防護法第三十五條第一項規定：「放射性物質之永久停止使用，應列冊陳報主管機關，並以放射性廢棄物處理或依主管機關規定之方式處理」。	依游離輻射防護法第四十三條第六款處新台幣十萬元以上五十萬元以下罰鍰。
93/4/12	該診所單齒X光機（設備執照號碼醫設字第9346號）於九十三年元月二日遷移完畢，但未檢送輻射安全測試報告予本會審核，當日即逕行恢復使用，未經本會同意	違反游離輻射防護法第二十九條第三項規定：「經指定應申請登記備查者，應報請主管機關登記後，始得進行輻射作業」。	依游離輻射防護法第四十三條第一項第四款之規定：「處新台幣十萬元以上五十萬元以下罰鍰，並令其限期改善；屆期未改善者，按次連續處罰，並得令其停止作業。」。

# 非醫用密封放射性物質(裝備)輻射 安全測試報告(登記備查類)

- 申報事由：新申請、證照轉換、五年屆期申報、恢復使用、改裝、遷移新址、變更作業場所、更換放射性物質、增加核種或活度。
- 氣相層析儀所含 $^{63}\text{Ni} \leq 740\text{MBq}$ 。

# 氣相層析儀所含<sup>63</sup>Ni檢查項目

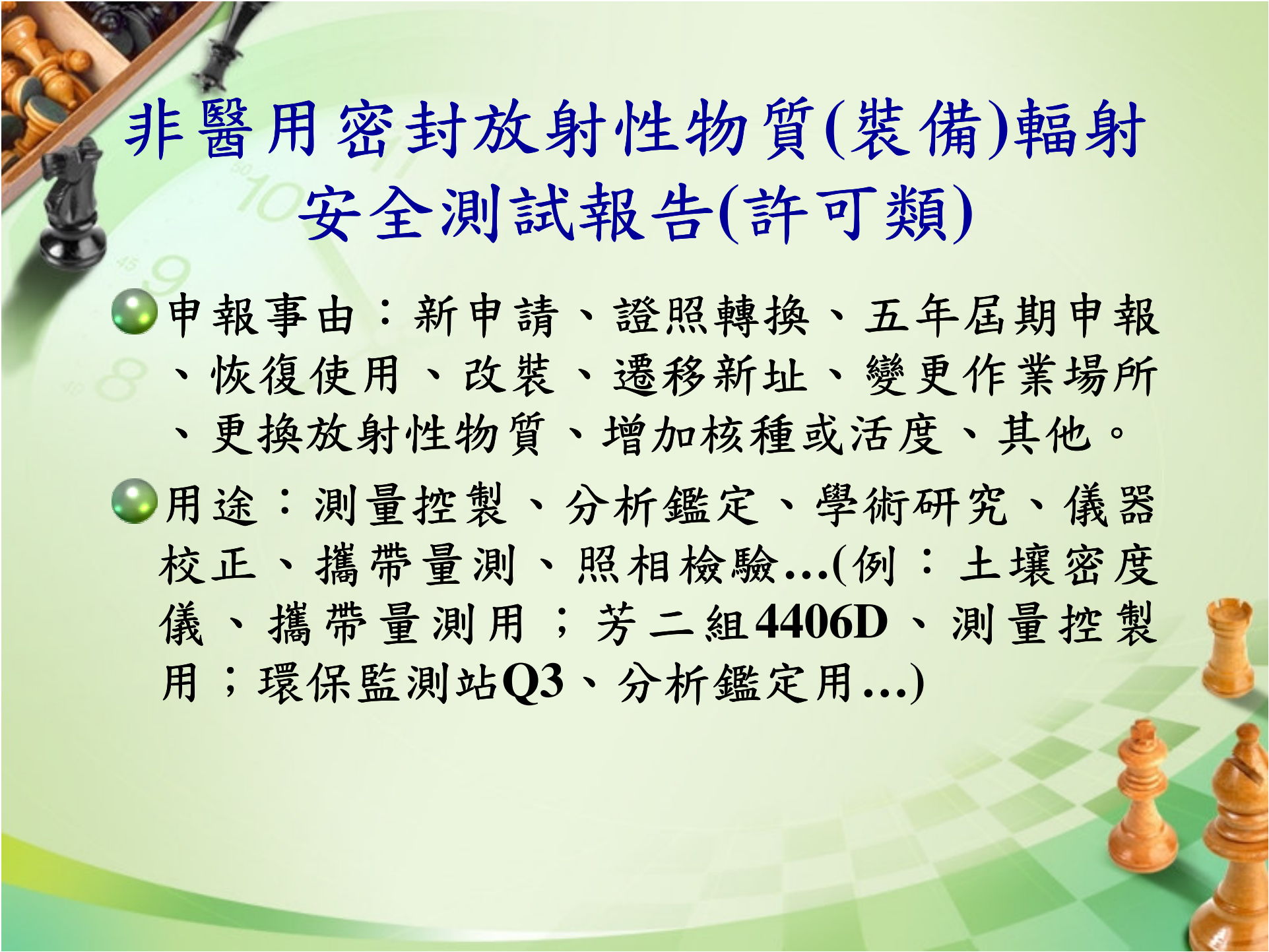
- 密封放射性物質(裝備)與原廠型錄及圖說相符。(適用「新申請」案)
- 密封放射性物質(裝備)之標幟銘牌與原廠資料相符。
- 密封放射性物質(裝備)備有射源閘門開關且功能正常。
- 密封放射性物質(裝備)之照射室人員無法進入；裝有視窗或閉路電視，得以確認照射時照射室內無人逗留；或照射室內備有啟動照射之警示、緊急停止照射及緊急開門等裝置。

# 氣相層析儀所含<sup>63</sup>Ni檢查項目

- 密封放射性物質(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。
- 偵測結果如下（請填附頁檢查照片及場所偵測示意圖）：
  - 1. 管制區外  $\leq 0.5 \mu\text{Sv/hr}$ 。
  - 2. 密封放射性物質(裝備)正常使用時可接近表面5公分處劑量率小於  $5 \mu\text{Sv/hr}$  (避雷針及其他放射性物質活度  $\leq$  豁免管制量100倍者除外)。

# 土壤密度儀所使用的 $^{137}\text{Cs}$

- $^{137}\text{Cs}$ 的半化期 $t_{1/2}=30.17$ 年， $^{137}\text{Cs}$ 為 $(\beta^-, \gamma)$ 發射體，曝露率常數 $\Gamma=0.34\text{Rm}^2/\text{hCi}$ 。
- $^{137}\text{Cs}$ 為 $^{238}\text{U}$ 分裂產物， $\text{U}(\text{n},\text{f})^{137}\text{Cs}$ 。
- 土壤密度儀使用許可類密封放射性物質 $^{137}\text{Cs}$ ，使用者須持有輻射安全證書。
- 輻射安全證書有效期間為六年，期限屆滿前三個月至六個月內，申請人得填具申請書，並檢附證書有效期限內接受下列訓練或積分合計時數三十六小時以上證明文件，向主管機關申請換發。



## 非醫用密封放射性物質(裝備)輻射 安全測試報告(許可類)

- 申報事由：新申請、證照轉換、五年屆期申報、恢復使用、改裝、遷移新址、變更作業場所、更換放射性物質、增加核種或活度、其他。
- 用途：測量控制、分析鑑定、學術研究、儀器校正、攜帶量測、照相檢驗...(例：土壤密度儀、攜帶量測用；芳二組4406D、測量控制用；環保監測站Q3、分析鑑定用...)

# 土壤密度儀檢查項目

- 密封放射性物質(裝備)與原廠型錄及圖說相符。(適用「新申請」案)密封放射性物質(裝備)標幟銘牌與原廠資料相符。
- 密封放射性物質(裝備)備有輻射源閘門開關且功能正常。
- 密封放射性物質(裝備)之照射室人員無法進入；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。

# 土壤密度儀檢查項目

- 密封放射性物質(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。
- 偵測結果符合地區管制劃分及游離輻射防護安全標準之劑量限度，測值如下（請填附頁檢查照片及場所偵測示意圖）：
  - 1.管制區外： $(> 0.5 \mu\text{Sv/hr}$ 者需附符合劑量限度說明)。
  - 2.管制區內人員居佔位置： $(\geq 10 \mu\text{Sv/hr}$ 者需附符合劑量限度說明)。

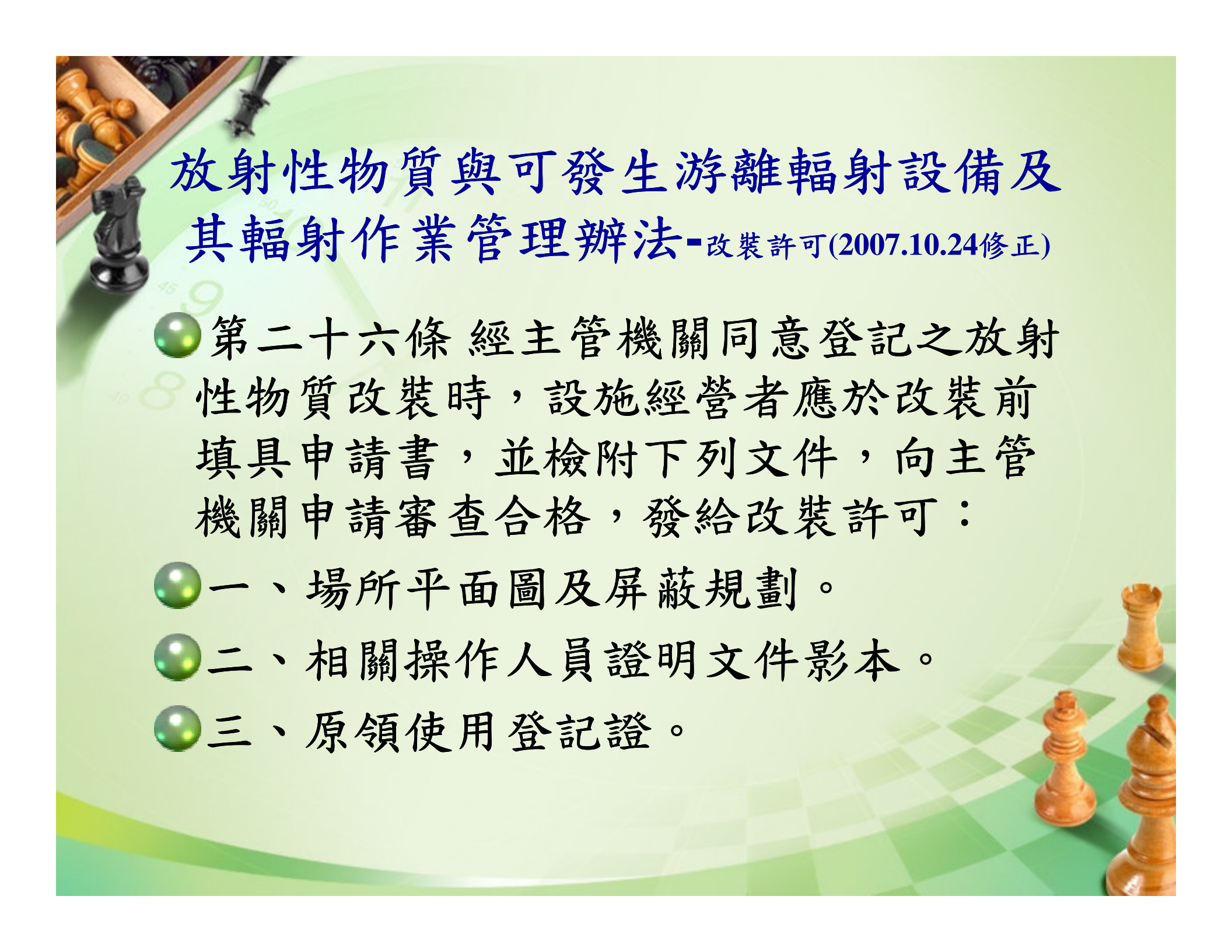
## 管制區內人員居佔位置 $\leq 10 \mu\text{Sv/hr}$

- 輻射工作人員每連續5年之劑量限度為  $\leq 100\text{mSv}$ ，平均一年為  $\leq 20\text{mSv}$ 。
- 一年工作時數為  $2000\text{hr}(=8\text{hr/d} \times 5\text{d/week} \times 50\text{week/yr})$ 。
- $20\text{mSv}/2000\text{hr} = 20000 \mu\text{Sv}/2000\text{hr} = 10 \mu\text{Sv/hr}$ 。
- 管制區內人員居佔位置  $\leq 10 \mu\text{Sv/hr}$ 。



# 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-換發使用許可證(2007.10.24修正)

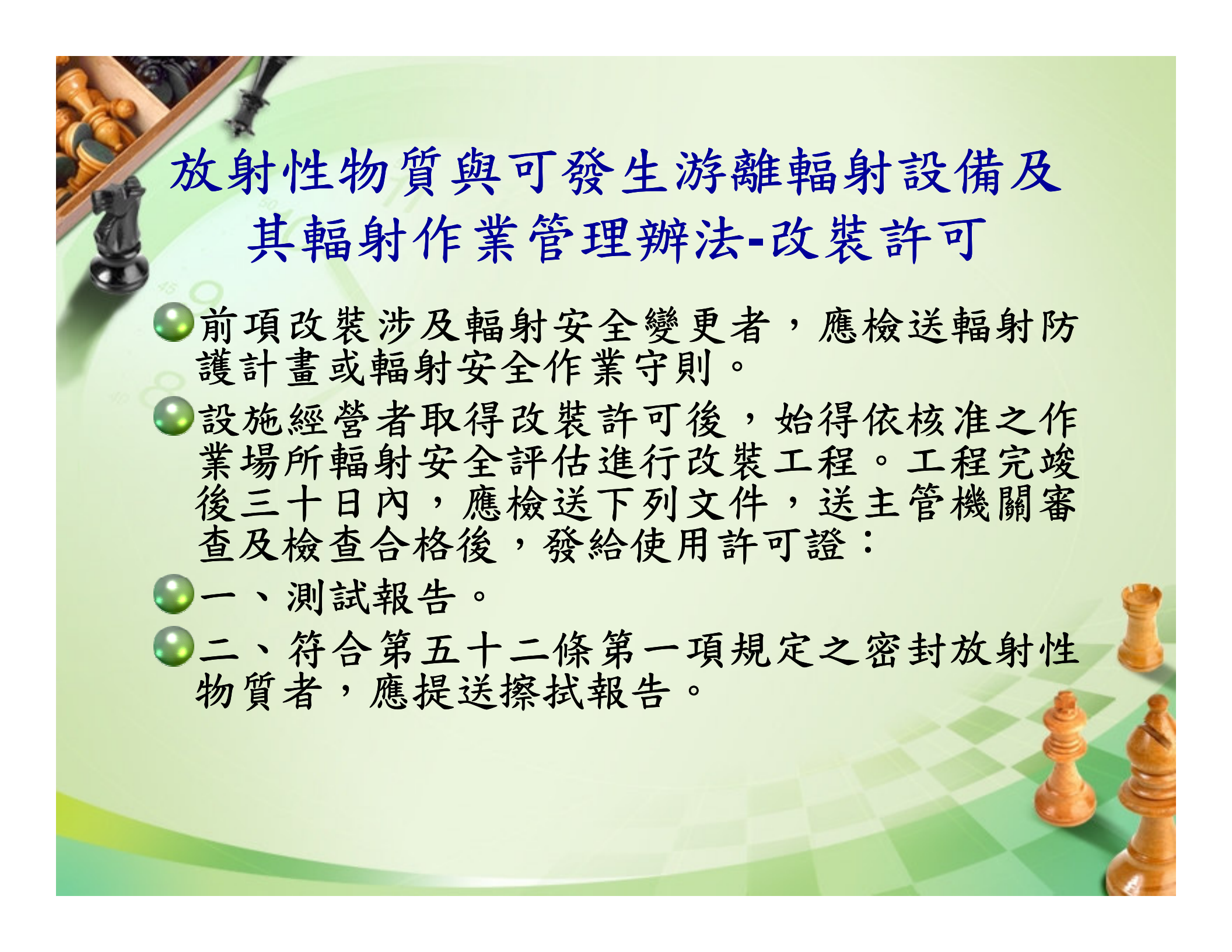
- 第二十一條 使用許可證有效期間最長為五年，設施經營者應於期限屆滿前六十日至三十日內，填具申請書，並檢附下列文件，向主管機關申請審查及檢查合格後，換發使用許可證：
  - 一、經核准設立或登記之證明文件影本。政府機關（構）免附。
  - 二、原領使用許可證。
  - 三、最近三十日內測試報告。
  - 四、符合第五十四條第一項規定之密封放射性物質者，應另檢附最近一次擦拭報告。



## 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-改裝許可(2007.10.24修正)

● 第二十六條 經主管機關同意登記之放射性物質改裝時，設施經營者應於改裝前填具申請書，並檢附下列文件，向主管機關申請審查合格，發給改裝許可：

- 一、場所平面圖及屏蔽規劃。
- 二、相關操作人員證明文件影本。
- 三、原領使用登記證。



## 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-改裝許可

- 前項改裝涉及輻射安全變更者，應檢送輻射防護計畫或輻射安全作業守則。
- 設施經營者取得改裝許可後，始得依核准之作業場所輻射安全評估進行改裝工程。工程完竣後三十日內，應檢送下列文件，送主管機關審查及檢查合格後，發給使用許可證：
  - 一、測試報告。
  - 二、符合第五十二條第一項規定之密封放射性物質者，應提送擦拭報告。

# 土壤密度儀

- 土壤、水泥、岩石、瀝青等各種土工建築材料的密度、含水率和壓實度現場測試。
- CPN MC-4C 土壤密度儀使用  $10\text{mCi } ^{137}\text{Cs}$   $\gamma$  射源、 $50\text{mCi } ^{241}\text{Am-Be}$  中子射源。



CPN MC-4C 型  
密度/濕度測試儀



# X射線螢光分析儀

## (X-ray Fluorescent Spectrograph Analyzer)

- 一種利用元素發出的特性x射線(characteristic x-ray)又稱螢光來測量樣品中元素及其含量的儀器。
- 「特性」又譯為「特徵」，x射線俗稱x光。
- 這種儀器主要由輻射源(x射線或放射性同位素)、偵檢器和電子設備組成。

# X射線螢光分析儀



# X射線螢光分析儀

● X射線螢光分析法所使用的輻射源種類及強度最大值如下：

● 小型x光管及供電器，40kV，50  $\mu$  A。

● 銂241( $^{241}\text{Am}$ )，740MBq(20mCi)，1110 MBq(30mCi)。

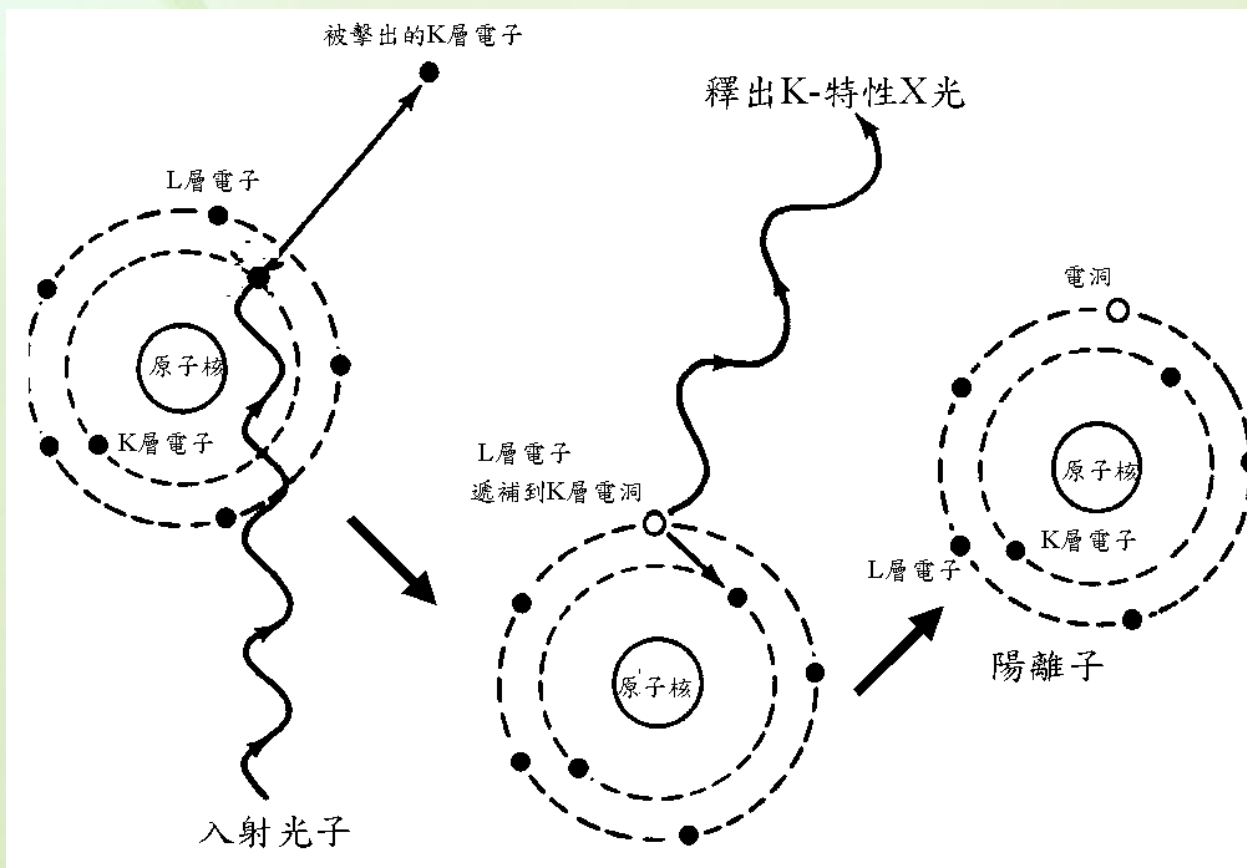
● 鎘109( $^{109}\text{Cd}$ )，1480 MBq(40mCi)。

● 鐵55( $^{55}\text{Fe}$ )，740 MBq(20mCi)。

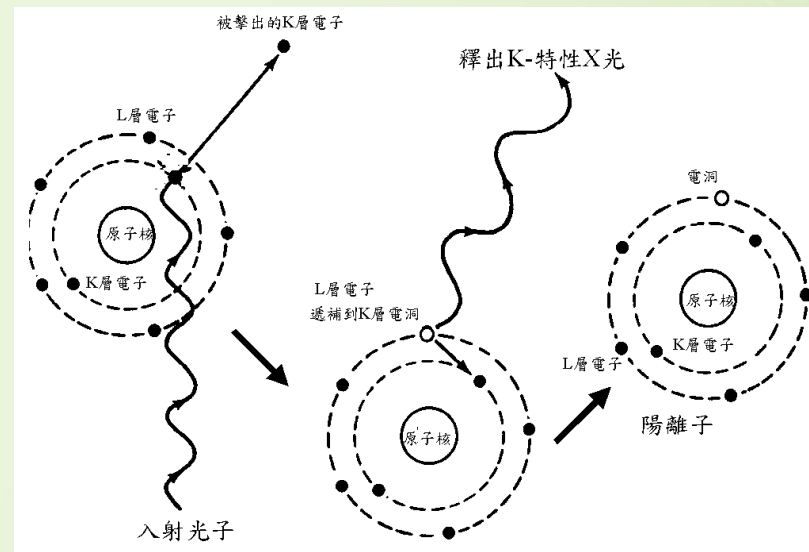
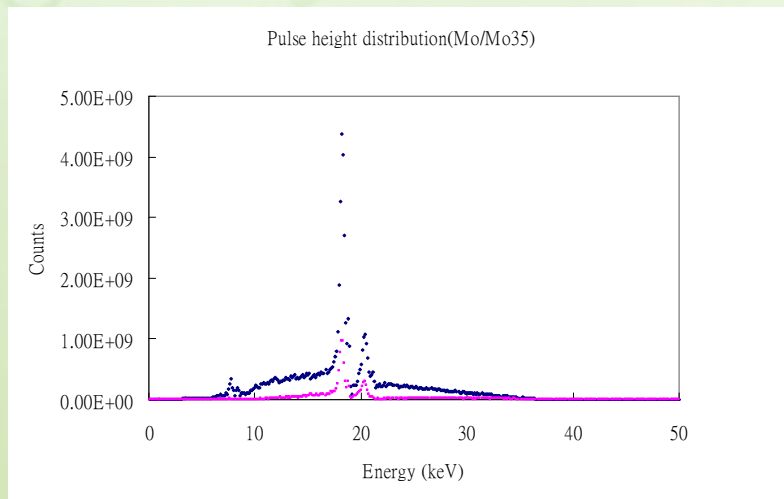
# 特性X光

- 輻射源發出單能或多能的輻射以激發樣品，使樣品中待測的元素發出特性X射線(俗稱特性X光)。
- 不同元素發出特性X射線能量各不相同，因此通過對特性X射線能量或波長的測量即可知道它是從何種元素發出的，從而可以進行元素的定性分析。
- 同時樣品受激發後發射某一元素的特性X射線強度與這元素在樣品中的含量有關，因此測出它的強度就能進行元素的定量分析。

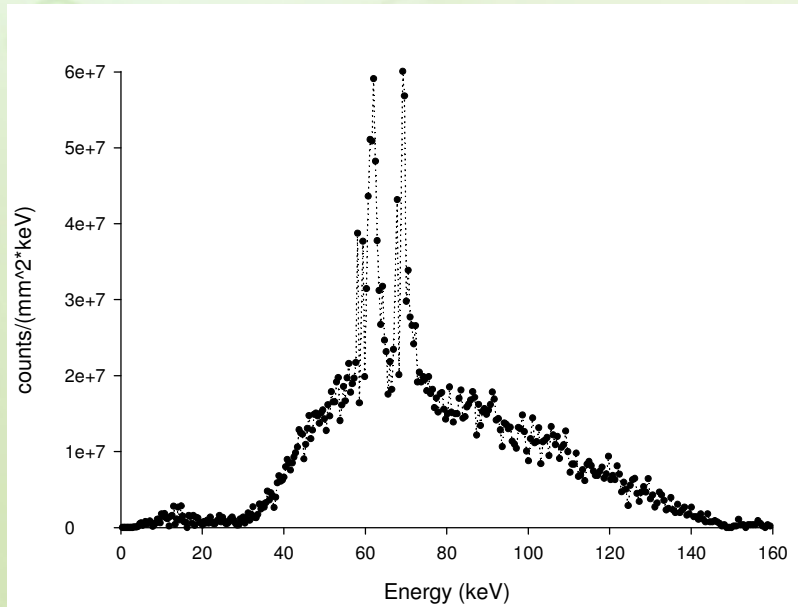
# 特性X光(特性輻射)的產生



# Mo靶Mo濾器的特性 x光(Characteristic x-ray) at 17.4 and 19.6 keV-乳房攝影



# 中山醫大附設醫院Siemens sensation 64 電腦斷層掃描儀(CT)的X光能譜





# 手提式X射線螢光分析儀

- 一照不同的分析對象，這種儀器可製成供野外探勘用的手提式分析儀，以及供實驗室用的，配有高分辨率偵檢器及電子計算機的多元素同時快速分析儀。
- X射線螢光分析儀廣泛應用於地質、礦山、冶金、環保、考古領域中。

# 手提式X射線螢光分析儀



1. 測量塑料、焊料和印刷線路板中的重金屬含量。
2. 對不同材料的分析：電纜、PCB、零部件、塑料外殼、焊料、緊固件等。
3. 可分析元素 $_{17}\text{Cl}$ 至 $_{92}\text{U}$ 。

# 資源保存與回收法

- 我國電子和電機產品外銷頗多，國外的法令對這些產品均作限制。
- 美國的資源保存與回收法 (Resource Conservation and Recovery Act, RCRA) 指定的元素為砷(As)、硒(Se)、鋇(Bq)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、銀(Ag)、汞(Hg)、鉛(Pb)。
- 歐盟強制執行的指令摘要則附於表1。

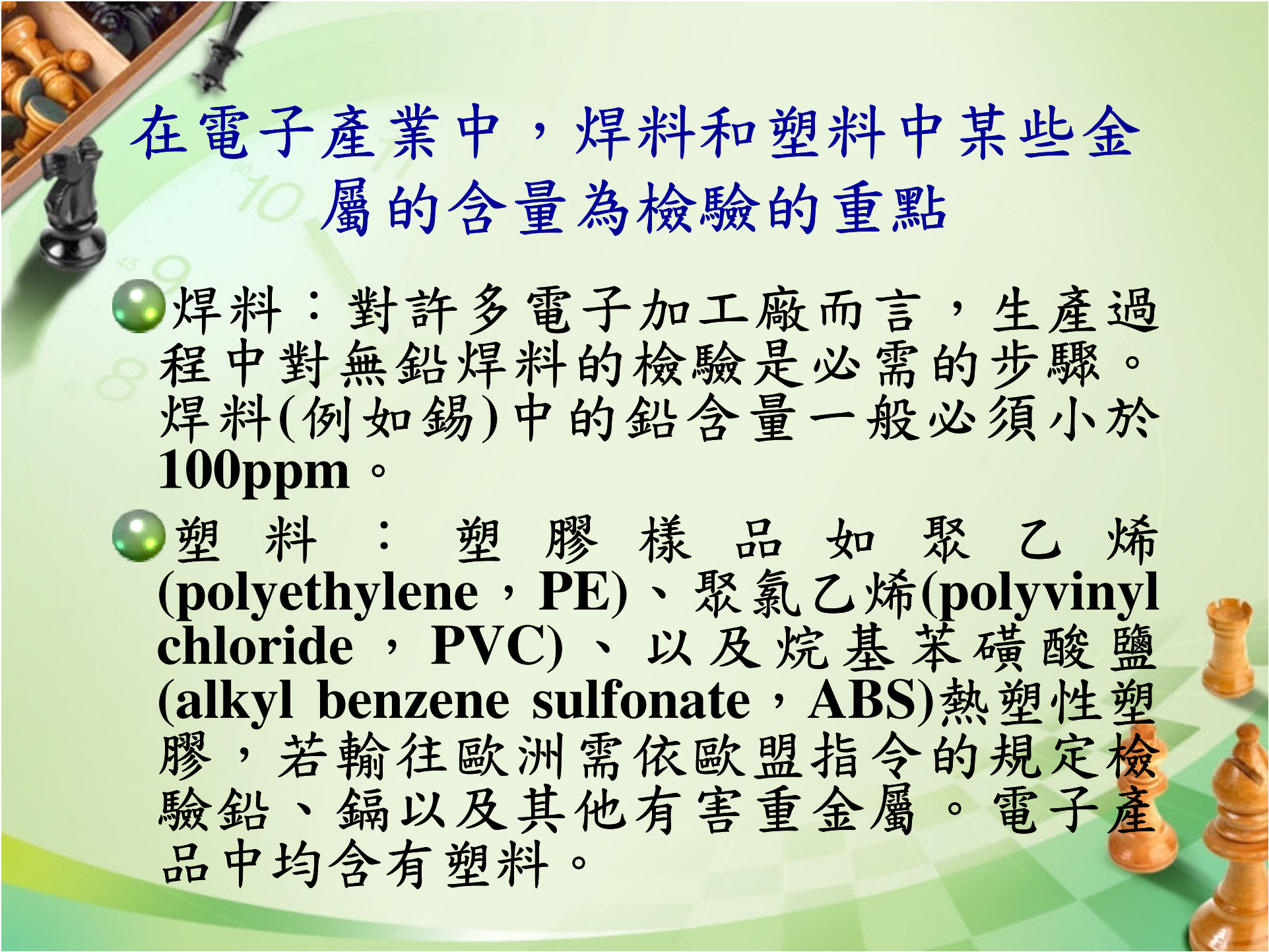
# 表1 強制執行的歐盟指令摘要

相關條例	公布日期	適用範圍	濃度上限	實施日期
Council Directive91/338/EC	1991.6.18	所有消費品	Cd < 100ppm	1992.12.31
EC Directive94/62/EC	1994.12.20	所有包裝材料	Cr(VI)、Hg、Pb、Cd總量 < 100ppm	1996.6.30
Council Directive2002/95/E C-ROHS	2003.2.13	所有電子電器產品	Cr < 100ppm、Hg、Pb、PBB、PBDE < 1000ppm	2006.7.1
Council Directive2002/96/E C-WEEE	2003.2.22	所有廢棄電子電器產品	廠家自行回收和處理含有害物質的廢棄電子電器產品	2004.8.13

Cr(VI)：鉻(6價)

PBB：多溴聯苯(polybrominated biphenyls)

PBDE：多溴二苯醚(polybrominated diphenyl ethers)



## 在電子產業中，焊料和塑料中某些金屬的含量為檢驗的重點

- 焊料：對許多電子加工廠而言，生產過程中對無鉛焊料的檢驗是必需的步驟。焊料(例如錫)中的鉛含量一般必須小於100ppm。
- 塑料：塑膠樣品如聚乙烯(polyethylene, PE)、聚氯乙烯(polyvinyl chloride, PVC)、以及烷基苯磺酸鹽(alkyl benzene sulfonate, ABS)熱塑性塑膠，若輸往歐洲需依歐盟指令的規定檢驗鉛、鎘以及其他有害重金屬。電子產品中均含有塑料。



# X射線螢光分析儀的分析範圍

- 塑膠模式(分析18種元素)
- 合金模式(分析26種元素)

# 塑膠模式(分析18種元素)

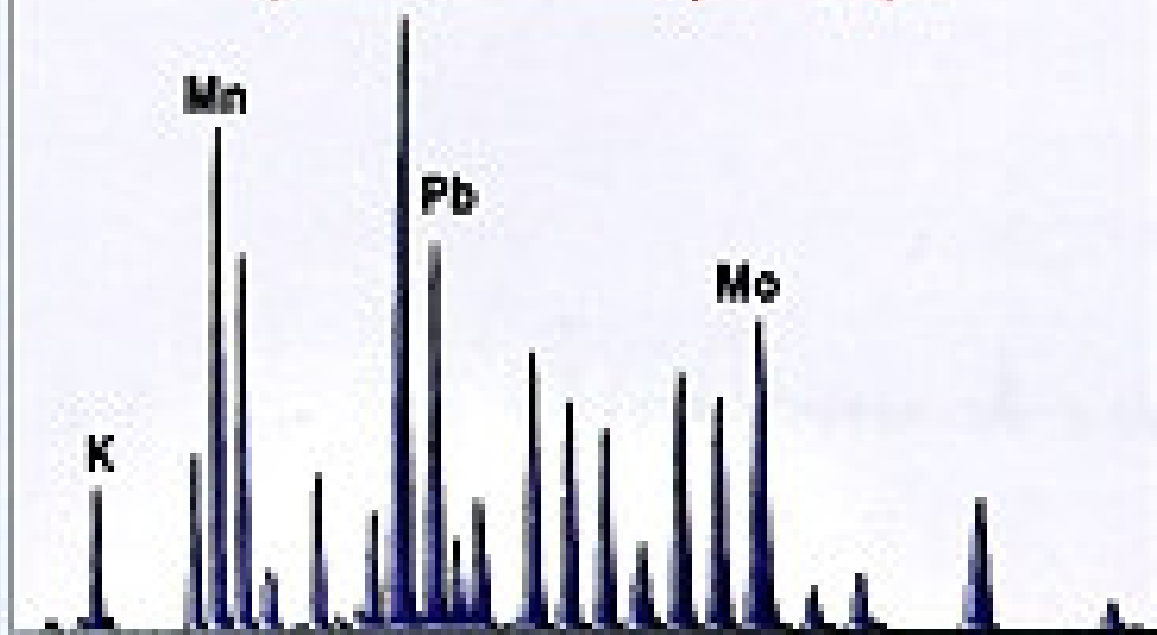
● 氯(Cl)、鈦(Ti)、釩(V)、鉻(Cr)、鐵(Fe)、銅(Cu)、鋅(Zn)、硒(Se)、砷(As)、溴(Br)、鎘(Cd)、錫(Sn)、銻(Sb)、汞(Hg)、鉛(Pb)、鉍(Bi)、金(Au)、鎳(Ni)

# 合金模式(分析26種元素)

● 鈦(Ti)、釩(V)、鉻(Cr)、錳(Mn)、鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鋅(Zn)、硒(Se)、鋯(Zr)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鈀(Pd)、銀(Ag)、鎘(Cd)、銦(In)、錫(Sn)、銻(Sb)、鈦(Hf)、鉭(Ta)、鉑(Pt)、金(Au)、鉛(Pb)、鉍(Bi)、鋁(Al)

# X射線螢光分析儀的特性 X光能譜

4) Multichannel Analyzer Output



數字脈沖處理器

Digital Pulse Processor (Made USA)

## 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。

# X光管

高速電子撞擊鎢靶產生制動輻射(X光)，  
制動輻射(X光)的能量是連續的。



Fig. 80 Rotalix rotating-anode tube  
with hard glass envelope.

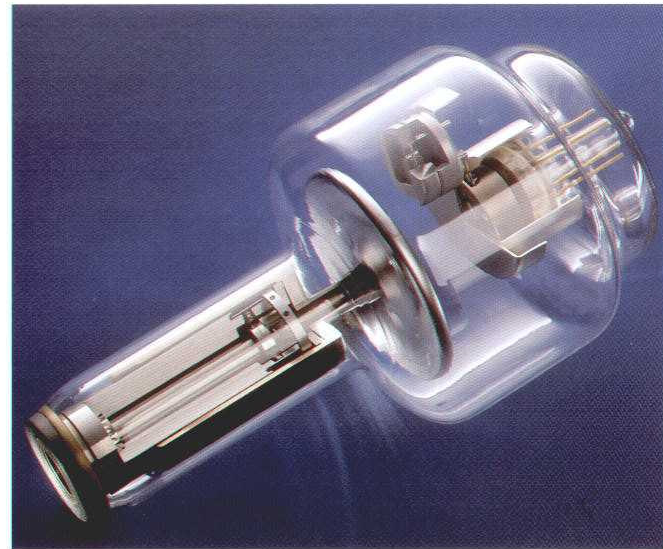


Fig. 82 Super Rotalix - SRO - (1959).

# X光管

Fig. 48 Ion Tube No. 37 (1915).

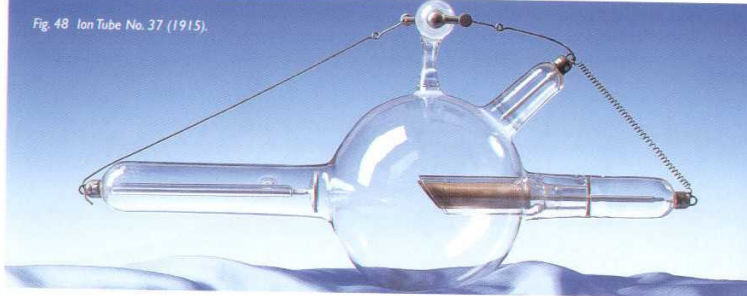


Fig. 49 Ion Tube No. 38: ion tube with heat sink (1915).

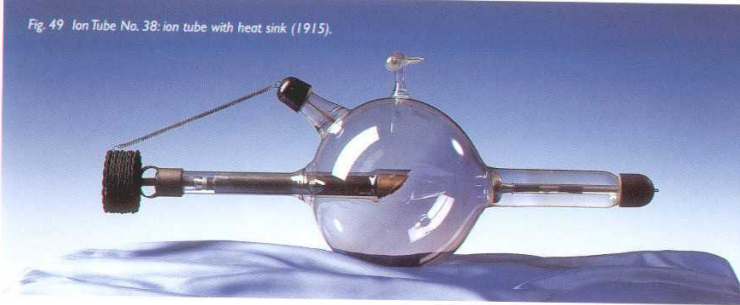
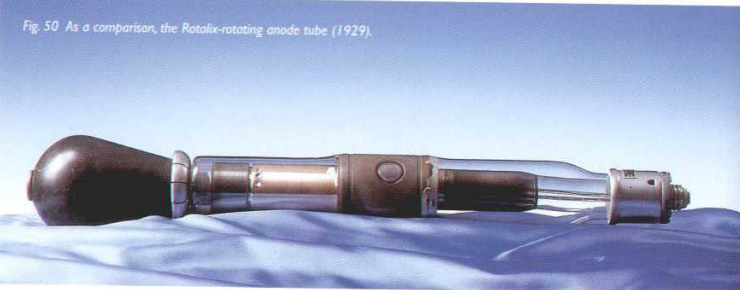


Fig. 50 As a comparison, the Rotalix-rotating anode tube (1929).



Therapy  
Fig. 51 Ion Tube No. 40: ion tube with water cooling (1916).

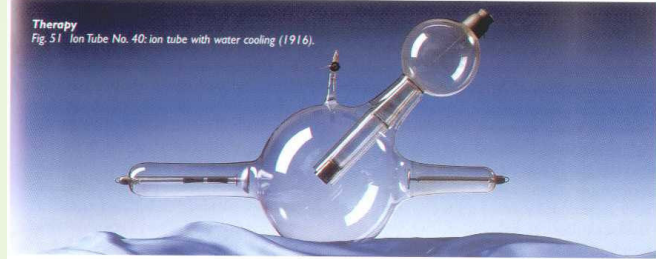


Fig. 52 Ion Tube No. 43: the SFIS (Selbsthärtende Siederöhre) self-hardening evaporating type. This is the first and most powerful ion tube for radiation therapy.  
This tube ends the history of the development of ion tubes for therapy.

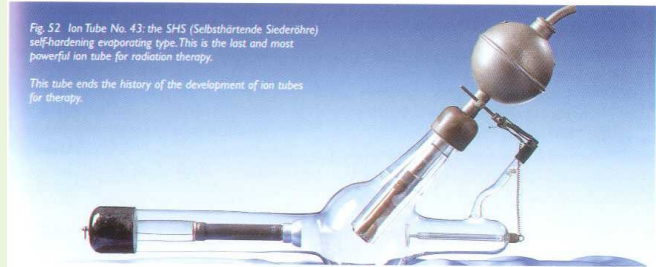
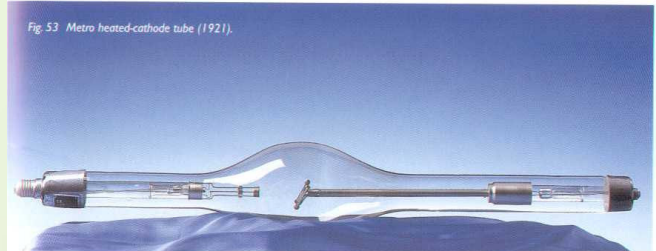


Fig. 53 Metro heated-cathode tube (1921).



# X射線(X光)

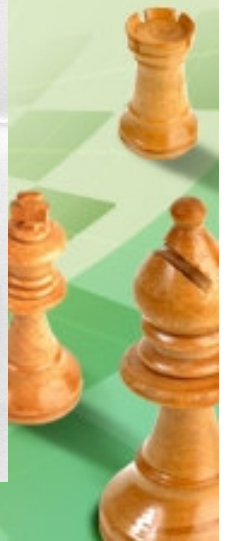
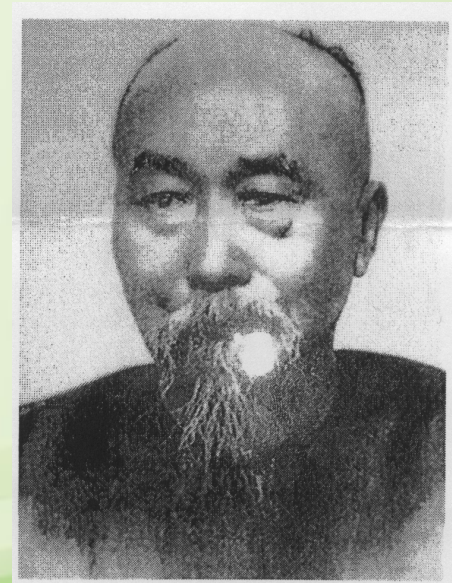
- 在倫琴(Wilhelm Conrad Roentgen, 1845-1923)的論著裏(1895年12月28日)，他用X射線描述新發現的射線。
- 發生在1894年的甲午戰爭是中日兩國在近代史的第一次戰爭，也是對中國、日本、朝鮮及台灣都具有深遠影響的一場戰役，日本稱此次戰爭為「日清戰爭」，並冠之以「聖戰」之名，而戰敗的中國則稱此次戰爭為「不義之戰」。

● 1894年農曆2月28日，李鴻章在日本馬關準備參加中日兩國談判之際，被日本刺客小山豐太郎暗槍擊中左額，雖未致命，但瞬時血流如注並發生暈厥，彈頭遺留在左頰內。



● 1896年6月，李鴻章應邀訪問德國，其間，德國政府建議李鴻章到醫院拍「X光」檢查身體。

● 李鴻章左眼槍傷猶可見。



# 古早的X光管製作工藝

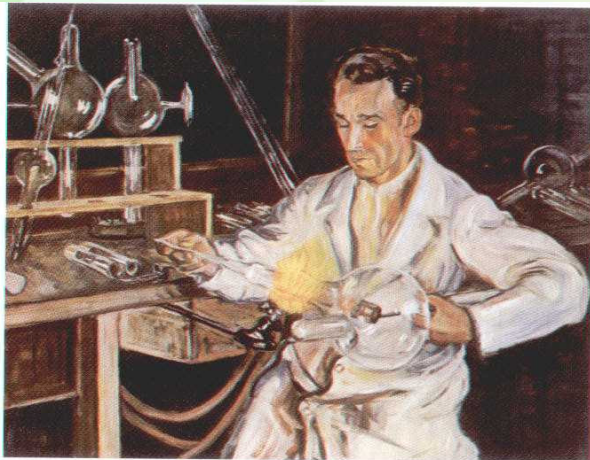


Fig. 101 'Glassblower'— oil painting by Lore Aifter.



Fig. 103 'Old copper foundry'— oil painting by Lore Aifter.

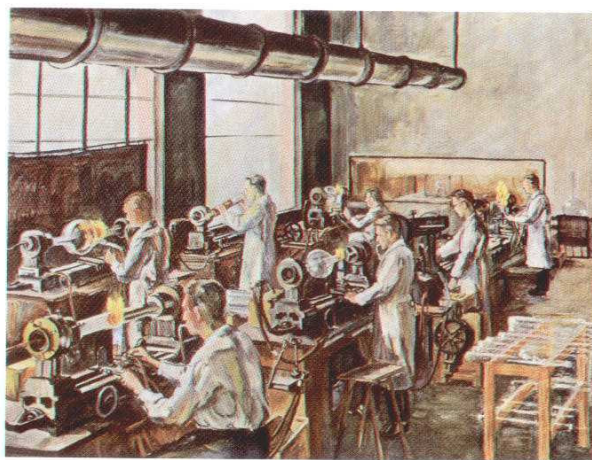


Fig. 102 'Mechanical glassblowing'— oil painting by Lore Aifter.

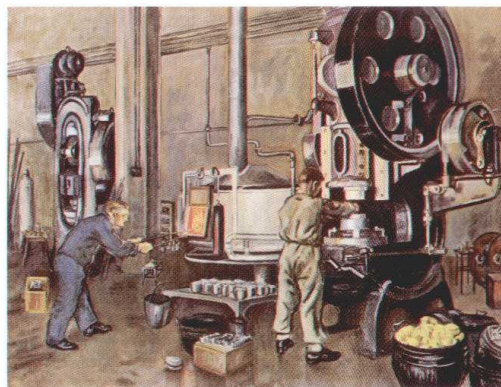


Fig. 104 'Drawing presses'— oil painting by Lore Aifter.

# X光管的製作工藝



Fig. 103 'Old copper foundry'—oil painting by Lore Alfter.

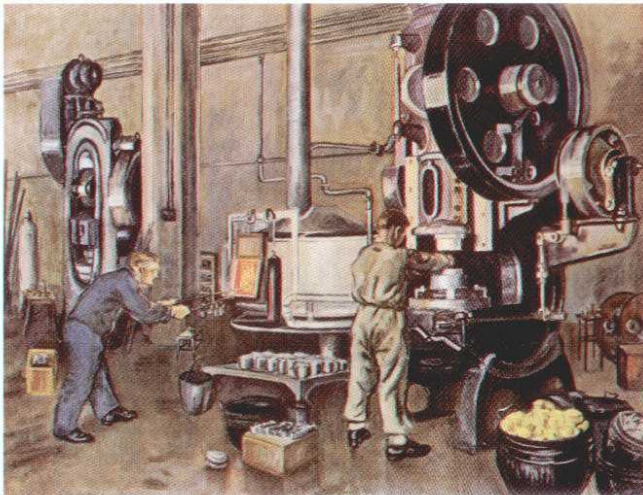


Fig. 104 'Drawing presses'—oil painting by Lore Alfter.

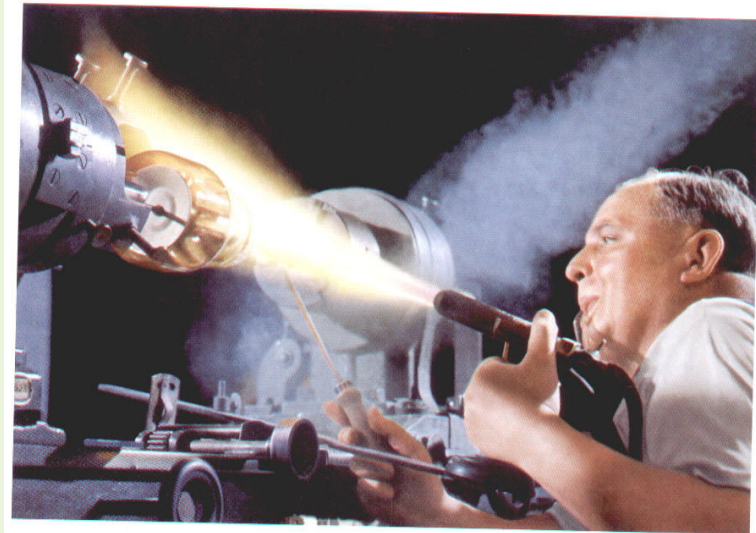


Fig. 119  
Glassblower Klemens Abraham at work.  
The picture was taken in 1973.  
It shows sealing of the anode and cathode  
into the hard glass envelope.  
Klemens Abraham worked as a glass blower at C.H.F. Müller for over 50 years.

# 古早的透視

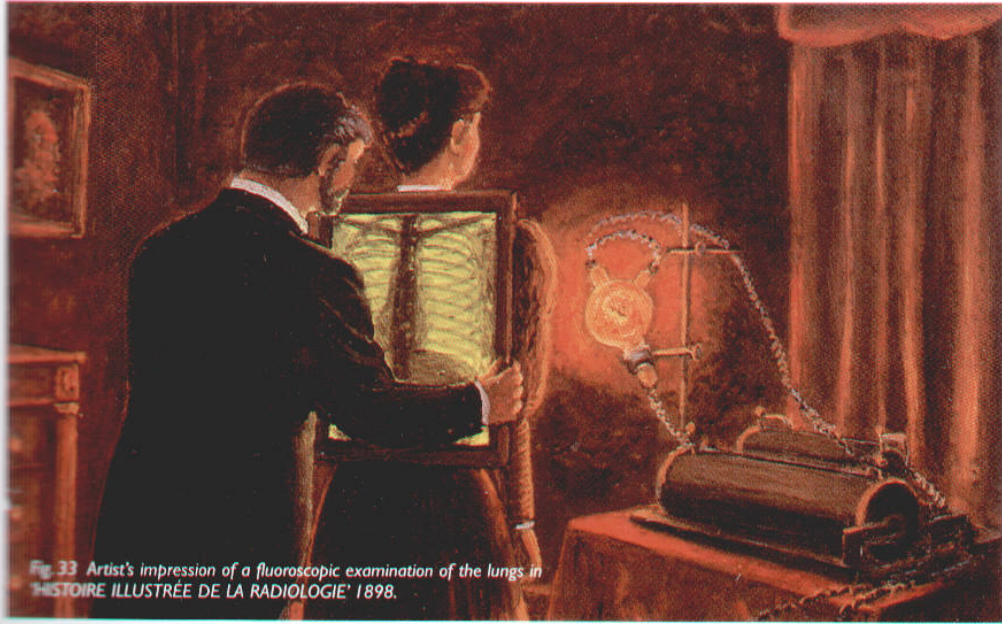


Fig. 33 Artist's impression of a fluoroscopic examination of the lungs in 'HISTOIRE ILLUSTRÉE DE LA RADIOLOGIE' 1898.

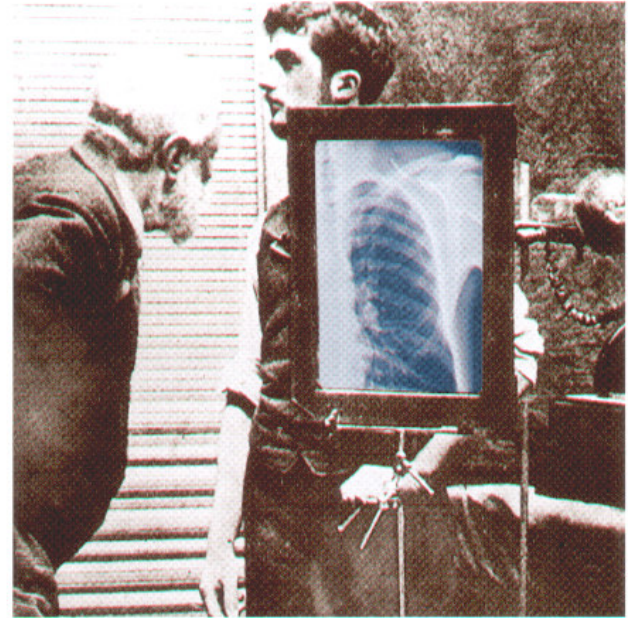
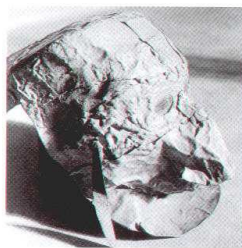


Fig. 5  
From simple X-ray images (circa 1898)  
to digital radiography –  
a montage.

# 古早的X光照相



Fig. 34  
Protective  
face mask.



Figs. 35, 36 A view of the first X-ray room. In the first years of X-ray application, the tube was suspended freely in space, without any form of radiation protection. It was not until the beginning of the 20th century that the damaging effect of heavy radiation exposure was recognized, and protective measures such as face masks (Fig. 34) began to be used.

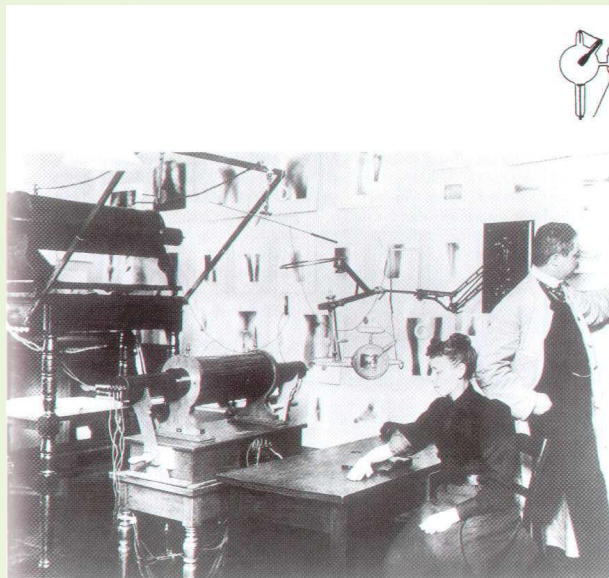
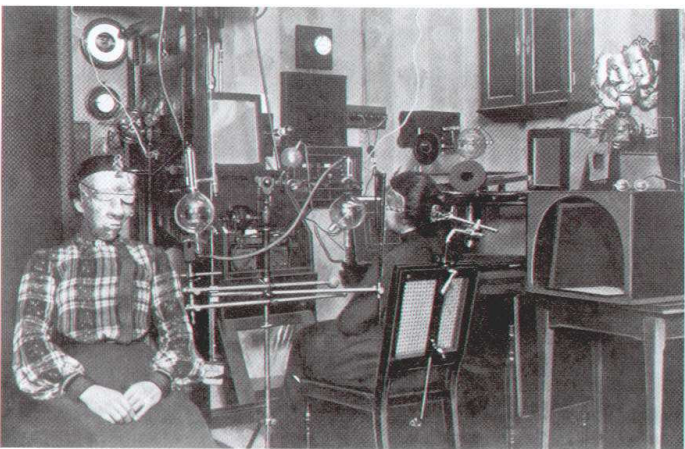


Fig. 37 Professor Albers-Schönberg's X-ray room, St Georg General Hospital in Hamburg, 1903.

# 古早的X光照相

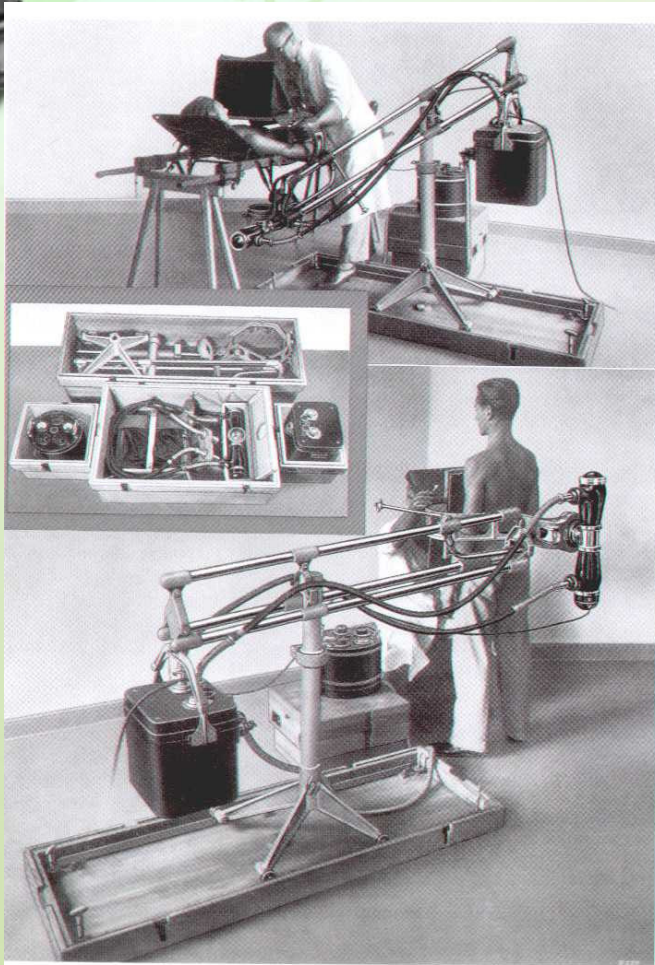


Fig. 68 The transportable Metalix Standard D workstation with a universal stand designed by Dr. Melchert. Page from a 1935 catalogue.



- good image contrast, i.e. low exposure voltage
- fast transition from fluoroscopy to radiography in mass screening
- constant image quality, necessary for comparing exposures (results) obtained at long intervals of time
- simple operation, with protection against radiation damage
- complete high voltage protection.

Fig. 67  
The transportable Metalix Junior D workstation.  
This system was also useful for examining bed patients.

# 現代的電腦斷層掃描儀(CT)



Made for Life

國際放射防護委員會 (ICRP) 第 60 號

建議書的兩點



游離輻射防護法規彙編

行政院原子能委員會  
中華民國九十二年八月

# X光室

裝有警示標誌、安全連鎖裝置








# 輻射防護的目的

防止確定效應的發生及降低發生機率  
率效應的機率



為達成輻射防護的目的，輻射防護體系必須考慮

正當化  
最適化  
劑量限度

The background features a green gradient with a faint chessboard pattern. In the top left, there is a wooden tray containing chess pieces. A large, semi-transparent clock face is overlaid on the background, showing numbers from 8 to 11. Several chess pieces are scattered across the scene, including a black knight and a black king in the upper left, and several wooden pieces (king, queen, rook) in the lower right.

## 正當化(justification)

係指即所有涉及增加的輻射劑量，  
所獲得的利益必須超過其代價。



# 最適化(optimization)

係指必須考慮到經濟和社會的因素，一切曝露應合理的符合合理抑低(ALARA)原則。



## 劑量限制(dose limits)

係指任何個人所接受的輻射劑量  
(包括體內與體外)，不得超過ICRP  
所建議的劑量限值。



# 輻射防護的原則

## 1. 人的輻射防護原則：

- 可區分為體外輻射與體內輻射防護。

## 2. 環境的輻射防護原則：

- 2C原則 與2C-2G原則。



# 體外輻射防護的原則 (TSD三原則)

時間(**time, T**)

屏蔽(**shield, S**)

距離(**distance, D**)



## 時間(time, T)

係指所接受輻射曝露的時間，任何涉及輻射的操作均可藉由事先充分的準備、計劃以及熟練的模擬操作來縮短曝露的時間，以減少接受不必要的輻射曝露，此為輻射防護上首要的原則。



## 屏蔽(shield, S)

藉由物質對輻射的衰減、吸收等作用，減少輻射場的輻射曝露，因此屏蔽與距離兩者的關係在輻射防護上可視為一體的兩面，相輔相成。



## 距離(distance, D)

由於輻射場的曝露隨者與輻射源的距離增加而降低，因此可藉由良好的規劃設計，使人與輻射源間獲得最大的空間距離，以降低所接受的輻射曝露。



# 體內輻射防護的原則 (3D原則)

**稀釋(dilute)**

**分散(disperse)**

**除污(decontaminate)**



## 稀釋(dilute)

係指對受放射性物質污染的水或空氣，藉由大量的非污染的水或空氣，將其所含放射性物質濃度稀釋至可接受的程度(如游離輻射防護安全標準所訂定的參考濃度或豁免管制量)，然後釋入水域或大氣中。



## 分散(disperse)

其目的與方法和稀釋相同，將放射性污染物，藉由大氣或水域的擴散作用，將放射性污染物分散。



## 除污 (decontaminate)

係指將附著在人體或物件上的放射性污染物，藉由物理或化學方法去除或減少。除污前、後的活度比值即為除污因數，除污因數越大表示除污效果越好。

## 2C原則

- 放射性物質(尤其是非密封放射性物質)，藉由大氣擴散等作用，進入地表、植物、水與懸浮於空中成為空浮微粒等，再經由呼吸與食物鏈等途徑進入人體，造成人體的體內輻射傷害。
- 環境的輻射防護原則為將放射性物質藉由(1)包圍(contain)與(2)集中(concentrate)二種方式，防止放射性物質擴散，減少污染環境的機會。

## 2C-2G原則

- 環境的輻射防護亦可藉由屏蔽圍阻 (containment)、環境清潔 (cleanliness)、良好的整頓 (good house keeping) 以及良好的團隊精神 (good teamwork) 來防止放射性物質污染環境、減少人員受到輻射曝露。



# 靜電消除器

- 靜電放電可以改變半導體器件的電性能，使它降級或損壞。靜電放電也會擾亂電子設備的正常操作，引起設備故障或損壞。靜電荷還會在無塵室引起困擾。帶電表面能夠吸引污染物，使它們在環境中移動困難。當矽晶體或器件的電路部份沾染了灰塵，就會造成電路不可預料的缺陷並引響其產品品質。

# 輻射源式消電器

● 輻射源式消電器也叫同位素靜電消除器，它是利用放射性同位素發出的輻射使空氣游離，產生正負離子對，中和帶電體上的靜電。放射性同位素種類較多，放出的輻射有 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 等。不同的放射性同位素，有不同的半衰期，短的只有百分之幾秒，長的有1010年以上。如消電器中經常使用的天然放射性同位素釷 $^{210}\text{Po}$ 和鐳 $^{226}\text{Ra}$ 的半衰期分別為138.38年和1600年，它們主要發出 $\alpha$ 射線，但也有 $\gamma$ 射線。

# 輻射源式消電器

●  $\alpha$  射線的游離能力很強，一個  $\alpha$  粒子在空氣中每厘米長度上能產生1萬個離子對，但是它穿透物質的能力不強，在空氣中只能穿透2.5—8.6cm，一層普通寫字紙即可擋住它。 $\beta$  射線的游離能力和穿透能力為中等； $\gamma$  射線的游離能力很弱(在空氣中每厘米長度只能產生幾對離子)，但穿透能力很強，對人體有傷害。所以，消電器中輻射源應選擇游離能力強、穿透能力差的輻射源。

## 輻射源式消電器的結構

- 輻射源式消電器由輻射源、屏蔽框和保護網等部份組成。結構如圖1所示。輻射源一般是厚度為**0.3-0.5mm**的片狀元件，用固定堅固定在屏蔽框的底部；屏蔽框應有足夠的厚度，以防止輻射危害。為了防止操作者不慎直接觸及輻射源，消電器前面裝有保護網。

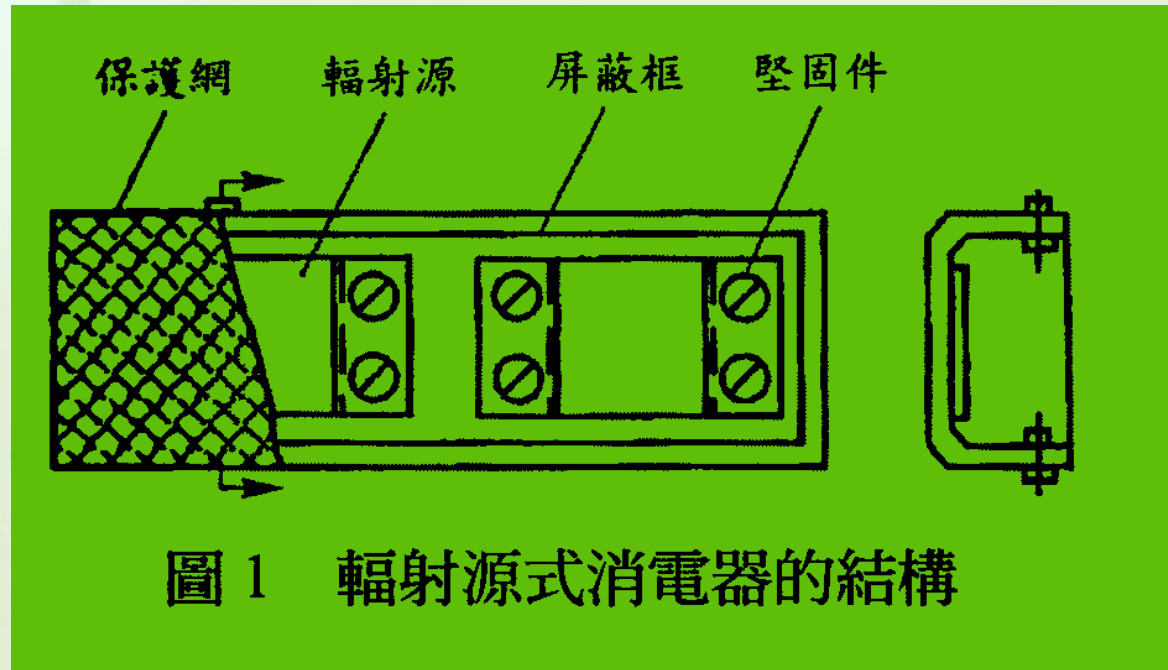


圖 1 輻射源式消電器的結構

## 輻射源式消電器的結構

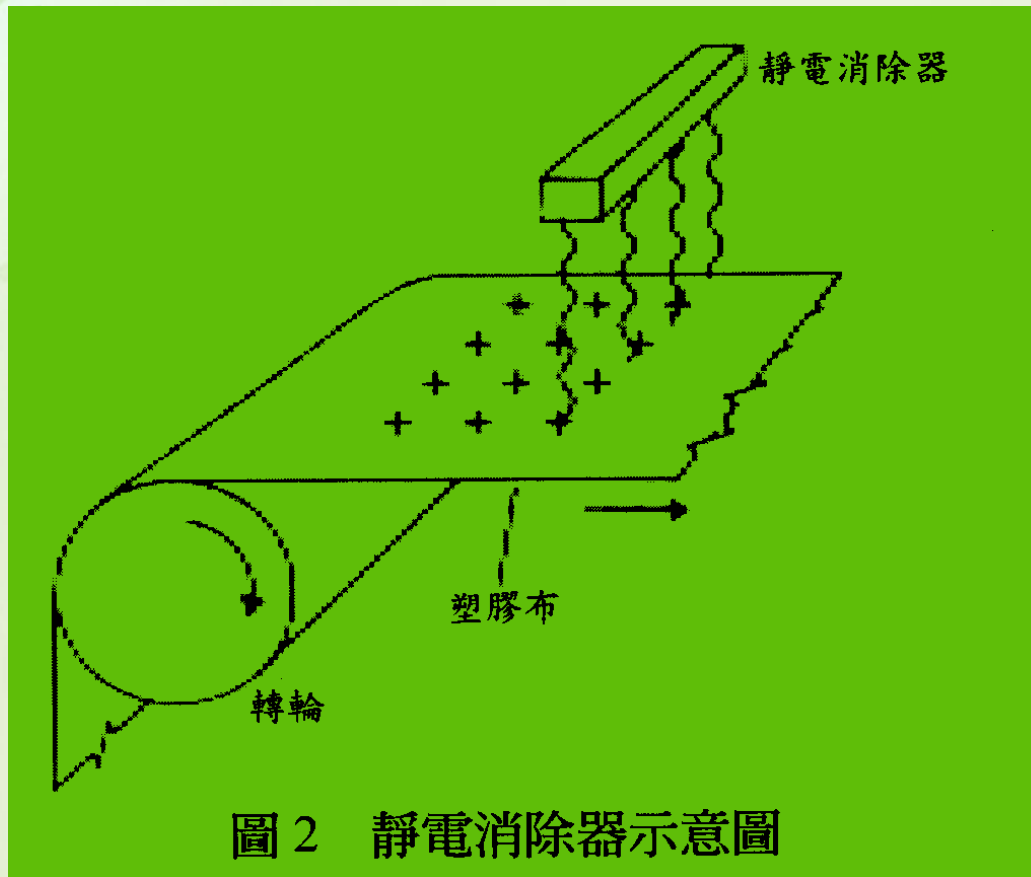
- 針對帶電體的表面形狀不同，可將輻射源式消電器設計條型、環型、盤型和送風型等。針 $^{210}\text{Po}$ 輻射源活性區的厚度不超過1mm、寬度為10mm。條型消電器適宜於消除輻面寬的平整材料，如塑料薄膜、橡膠板材、紙張、化纖織物等。為了消除圓柱狀材料的表面靜電，輻射源式消電器還可以製成環狀或其他形式的。輻射源式消電器也可製成送風型結構的形式，構成離子風防爆型消電器。

# 輻射源式消電器的結構

- 輻射源式消電器是利用輻射游離空氣形成正負離子對來消除靜電。因此，帶電體只有處在輻射作用範圍內才能實現消電。而輻射游離空氣產生的離子對是有一定的存活壽命，即一方面正負電荷分離，另一方面正負電荷又吸引復合。

## 輻射源式消電器的結構

- 當游離和復合這兩個相反的過程達到動態平衡時，就在輻射的作用範圍內維持著一定濃度的正負離子雲。當接地的輻射源消電器靠近帶電體時，在電場力作用下，負離子就會向帶電體表面趨近並發生電中和作用。由於部分負離子消耗於中和作用，各消電器附近正離子相對增多，形成對地電位差，並向接地表面遷移，通過消電器的接地通道向大地滲漏。這樣就使帶電體的靜電得到了消除(圖2)。





## 輻射源式消電器的結構

- 由於目前消電器的輻射源大都採用  $\alpha$  射線源，他的有效範圍一般為10-20mm，最大不超過40-50mm，作用距離較小，使用範圍受到限制。為改善消電器的性能，可以將無源自感應式消電器(圖3)和輻射源式消電器以及離子風式消電器(圖4)等綜合組成一個「綜合性」消電器，取得更好的消電性能。

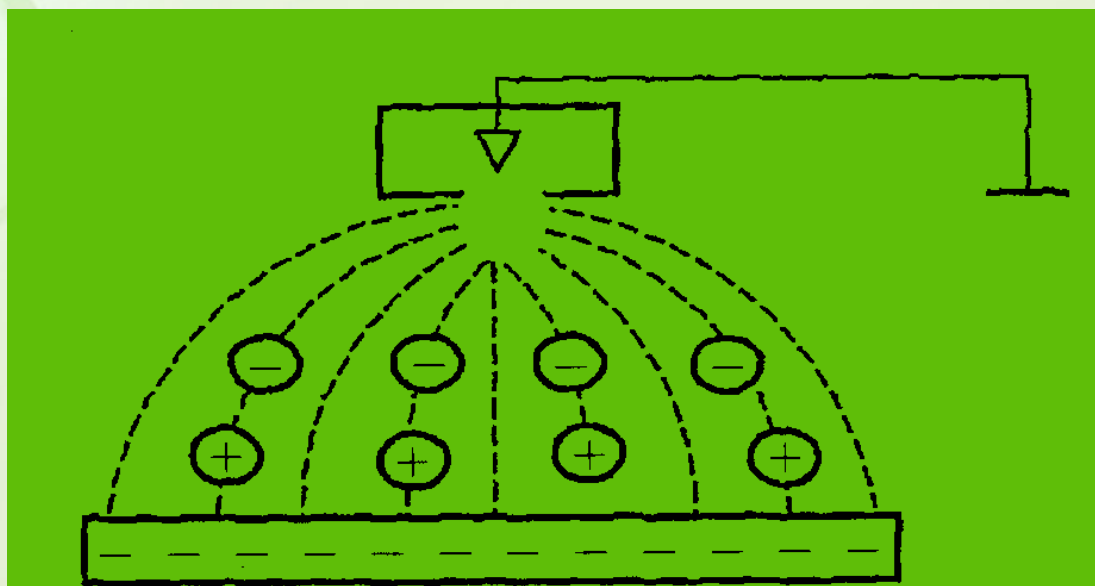
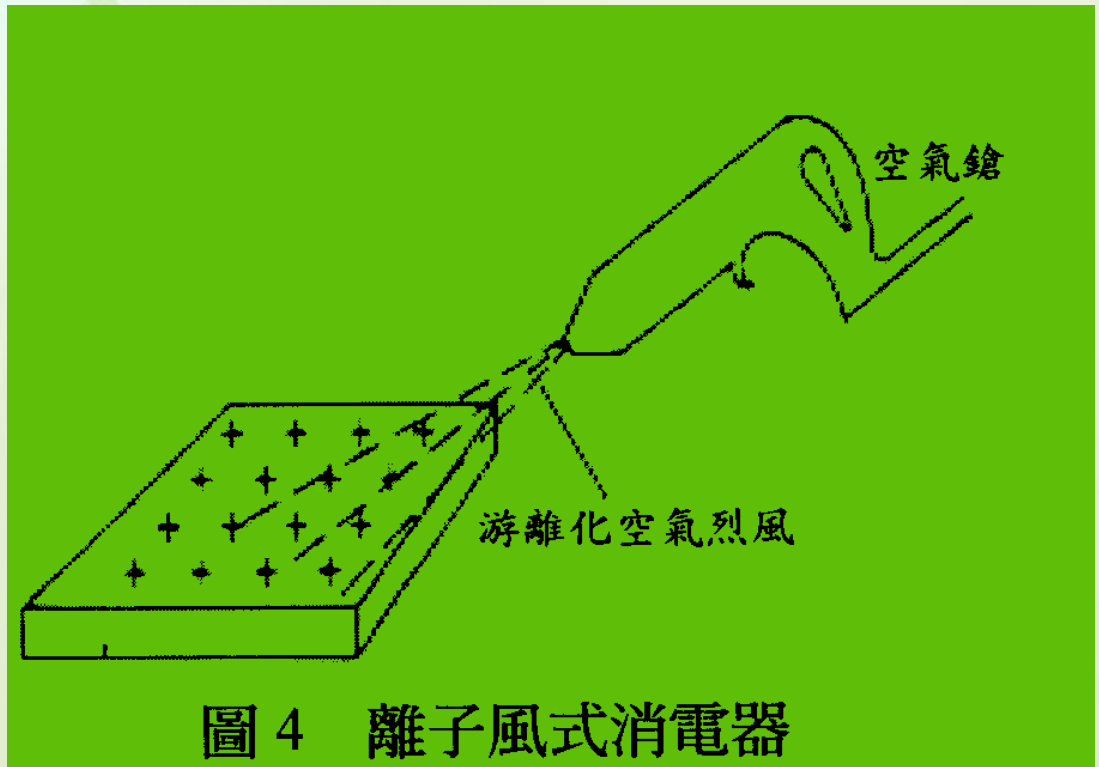


圖 3 無源自感應式消電器的工作原理



## 輻射源式消電器的結構

- 無源自感應式消電器是一種最簡單的靜電消除器，它的工作原理如圖3所示。在靠近帶電體的上方安裝一個接地的針電極，由於靜電感應，針尖上會感應出密度很大的異號電荷，從而在針尖附近形成很強的電場。當局部場強達到或超過起暈電場時，針尖附近的空氣被游離、形成電暈放電，在電暈區產生大量的正、負離子。

## 輻射源式消電器的結構

● 在電場力作用下，與帶電體極性相同的帶電粒子向放電針運動，與帶電體極性相反的帶電粒子向帶電體運動，到達帶電體後，帶電體上的電荷被中和。與此同時，沿放電針的接地線流過電暈電流。如果帶電體上不斷有靜電產生，則電暈放電持續不斷，電暈電流也持續不斷，消電器可以不斷中和帶電體上的靜電荷。

## 輻射源式消電器的結構

● 由於針尖附近的電場依賴於帶電體本身的靜電電位，所以，帶電體的電位越高，針尖電極上感應出的電荷密度越大，針尖附近的電場越強，游離出的帶電離子數目越多，消電效果越好。而當帶電體上的電位降低到一定值後，針尖附近的電場將減弱到不能使空氣發生游離，因而就沒有消電作用了。可見，無源自感應式消電器對帶電電位比較低的帶電體不能起到消電作用；而且，就是帶電電位很高的帶電體，消電器也不可能把帶電體上的電荷全部中和掉，總是殘留一定數量的電荷(或電位)。

# 輻射源式消電器的的特點

- 結構簡單，使用方便。
- 不需要外接電源，工作時不會產生電火花，適用於存在易燃易爆物質的危險場所。
- 游離電流較小，有效作用距離短。

# 輻射源式消電器的特點

- 使用中應注意輻射對人體的傷害和對周圍物質的放射性污染。因此，要嚴格防範輻射源外逸和操作者直接接觸輻射源。
- 因為輻射源受到放射性同位素的半衰期的限制，消電器有一定的使用壽命，應按說明書要求及時更換消電器的輻射源。

# X光管式消電器

- 新竹科學園區廠商已有以小型X射線管(如燈泡)取代放射性同位素，工作電壓僅為9.5kV，故使用時更為安全，且可大量生產。惟X射線管的壽命僅為一年左右，就要更換新品。

# 消電器的安裝

● 消電器的恰當安裝是非常重要的。安裝不妥，不但會降低消電效果，有時還會使帶電加劇，甚至造成更大的危害。所以，如何設置消電器的位置，應根據現場情況，在測量分析的基礎上，正確設置消電器的位置。

# 消電器的安裝

- 一般說來，消電器應盡量安裝在帶電體的最高電位附近，使消電器安裝的位置消電效率最高(如達到90%以上)。消電器的安裝位置和環境原則上應避開以下位置或場所：有靜電產生源的位置(如圖5A)；物體的背面有接地體(如圖5B)、或鄰近接地體(如圖5C)、或有其他消電器(如圖5D)的那些位置；易於污染消電器或溫度在 $150^{\circ}\text{C}$ 以上和相對濕度在80%以上的環境。

# 消電器的安裝

● 消電器的安裝角度應垂直於帶電體表面。此外，消電器應固定在牢固的支承體或固定不動的機械設備上，並要求可靠地接地。在實際的現場或重要設備上，靜電帶電體有很大的差別，應根據上述原則，結合現場的實際情況，合理地安裝消電器。

# 消電器的輻射防護

- 防護主要係關切維持輻射源的完整性以及查核鬆散放射性物質的任何可能散逸。損害的可能原因為機械震動及有機蒸氣的效應。

# 人體的靜電起電

● 人體是一個特殊的靜電系統。在通常條件下人體本身是靜電導體，而與人體緊密聯系的衣服和鞋、襪常常是由絕緣材料製成的，也就是說，人體和大地之間形成了一個電容器，可以儲存靜電能量。在日常生活中，人體系統會由於某種原因帶上一定量的電荷。

# 人體的靜電起電

● 無論是對微電子器件，還是易燃易爆等場所，人體都是危險的靜電源。當帶電的人體系統接近地導體時，就可能發生靜電放電現象。如果人體靜電放電的能量超過危險場所的敏感能量，就會產生靜電事故。因此，在靜電防護領域，如何抑制或消除人體靜電具有重要的意義。

# 人體的靜電起電

● 人體靜電現象是人們在日常生活中所熟知的。例如，室內乾燥時，當在地毯上走動後去開門或摸暖氣管道，往往會聽到「啪」一聲響，同時會感受到指間有電擊感覺。在黑暗中脫化纖衣服時，不僅會聽到「啪啪」聲，同時會看到閃爍的火花。抱小孩時也會發現互相電擊。這些現象都是人體靜電放電現象。

# 影響人體靜電積累的因素

- 衣服的材料影響人體帶電的極性和人體帶電量的多少。當內外衣之間、外衣與外界物體之間產生接觸-分離而使人體帶電時，人體帶電極性與電量的大小，由它們在靜電序列中的位置來決定。在帶電序列中距離較遠的兩種材料接觸起電時，起電量較大。所以，衣服的靜電性能直接影響人體靜電起電和靜電的消散，從而影響人體的靜電電位。

# 影響人體靜電積累的因素

- 人的活動速率或操作速度影響人體靜電起電率。人的活動速率或操作速度越大，起電率越大。試驗表明，同樣是穿塑料拖鞋的人在橡膠板地面上行走，走得快時人體電位可達2.5kV，走得慢時只有0.8 kV。
- 人體對地滲漏電阻對人體靜電的累積有顯著的影響。在起電率一定的條件下，對地滲漏電阻越大，人體累積的靜電電量越多。

# 影響人體靜電積累的因素

● 人體靜電還受到環境條件，特別是空氣相對溼度(RH)的影響。隨著空氣相對溼度的增加，服裝的表面電阻率明顯減小，對靜電的滲漏增加；當RH達到60%時，由於吸收空氣水分而在服裝表面形成一水膜，水膜溶解空氣中的CO<sub>2</sub>或溶解由服裝材料中析出的電解質，形成導電水溶液，使得服裝的表面電阻率大小減小，人體累積的靜電荷會很快滲漏掉。例如，人在地毯上行走時，當RH為35%時，幾乎所有材料的地毯均能產生靜電電擊，而在RH為50%時，除尼龍地毯外，人在其他地毯上行走時均不產生靜電電擊。

# 影響人體靜電積累的因素

- 表1給出空氣相對濕度對人體靜電的影響。從表中可以看出，人在各種活動方式下，當RH為10%—20%時產生的靜電電位比RH為65%—90%時高6—40倍。因此增加空氣相對濕度是抑制人體靜電的一種方法。應當注意的是，對於有些合成纖維，其吸濕能力很差，如聚氯乙烯纖維[polyvinyl chloride (PVC) fiber]，即使濕度提高到100%，也不能使其表面電阻率明顯降低。

# 表1 濕度對人體靜電的影響

人體活動方式	人體對地靜電電位 (伏特)	人體對地靜電電位 (伏特)
	<b>RH：10%—20%</b>	<b>RH：65%—90%</b>
在地毯上行走	<b>35000V</b>	<b>1500V</b>
在乙烯塑料地板上行走	<b>12000V</b>	<b>250V</b>
在工作台上操作	<b>6000V</b>	<b>100V</b>
從工作台上將聚乙烯帶 拿起	<b>20000V</b>	<b>1200V</b>
坐在人造橡膠泡沫靠墊 的座椅上起立	<b>18000V</b>	<b>1500V</b>

謝謝大家!

**Thank You for Your Attention!**



唉~沒法子....

家裡就有**20**隻老老少少要靠我 ....