

輻射健康系列七

對於醫學、牙科及獸醫 診斷用 X-射線設施 的保護屏蔽設計指引

衛生署
放射衛生科

序言

輻射健康系列旨在提供有關在香港特別行政區於醫學、工業和教育方面安全使用電離輻射源的若干基本資料。

本部按照國際權威機構（例如國際放射防護委員會、世界衛生組織、國際勞工組織及國際原子能機構等）的建議編製本系列文件。本部希望，對於你在電離輻射環境中工作時，有關資料能有助保障你和身邊人士的健康。

閣下對本系列文件內容如有任何疑問或欲提出改善意見，請與本部聯絡，地址為

香港西灣河
太康街 28 號
西灣河健康中心 3 字樓
衛生署
放射衛生科

電話：2886 1551

傳真：2834 1224

電郵：rhd@dh.gov.hk

網域：<https://www.rhd.gov.hk/>

2019 年 10 月(修訂)

詮釋及規例

電離輻射指電磁輻射（如 X-射線、伽瑪射線）或粒子輻射（如阿爾發粒子、貝他粒子、電子、陽電子、質子、中子或重粒子），即能夠產生電離子，從放射性物質或由用以產生電離輻射的機器或可利用不少於 5 千伏電壓將電子加速的機器釋出的電磁輻射或粒子輻射

輻照儀器指任何具有以下用途及功能的儀器

- (a) 用以產生或釋出電離輻射；或
- (b) 能以超逾每小時 5 微希（以距離儀器表面任何接觸點 5 厘米計算）的劑量率產生或發射電離輻射的儀器

放射性物質指由任何放射性化學元素（不論為天然或人造）組成或含有上述元素的任何物質，這種物質的特定活度為每克超過 75 貝克勒爾的原生輻射性化學元素

輻射工作指涉及由任何人士操作輻照儀器的工作，而該人士身體的任何部份每年可能接收超過 6 毫希沃特的輻射劑量；有關人士應歸類為輻射工作人員。

輻射條例

於香港，凡涉及電離輻射的活動均受香港法例第 303 章《輻射條例》及其附例管制：

香港法例第 303 章《輻射條例》；

《輻射（管制放射性物質）規例》；

《輻射（管制輻照儀器）規例》

根據本條例及規例，

(1) 除根據本條例及規例發出的許可證外，任何人士不得：

(a) 製造或以其他方式生產；或

(b) 出售或以其他方式經營或處理；或

(c) 管有或使用

任何放射性物質或輻照儀器

(2) 凡違反任何有關條文之人士即屬違法，可被罰款 50,000 元及監禁兩年

有關輻照儀器防護及安全常規的主要規定載於《輻射（管制輻照儀器）規例》第 17(1)、(2)及(3)條。

基本防護規定

放射設施防護屏蔽要求取決於器材類別，工作量，輻射能量，工作場所的大少及佔用率等因數。受直接照射時的防護要求比受散射時高。因此儘管牙醫 X-射線室在正常情況下一般需要約 1.5 毫米鉛的屏蔽來阻擋直接照射，對散射則祇需 0.7 毫米的鉛。診斷用的 X-射線室對直接照射及散射通常需要 3 毫米及 1.5 毫米鉛。對於採用黏土，混凝土或磚等物質，其不同能量的等值厚度列於表一。表二則列出商業上通常提供的鉛片厚度。

將防護屏蔽貼近 X-射源，是最實際的做法 — 屏蔽厚度一樣，但需防護的範圍卻較小。大部份 X-射線管槽均有足夠的內置防護屏蔽，限定只容許有用的 X-射線束透過孔隙進入，但我們仍需阻擋有用射線束本身的輻射、管槽滲漏的微量輻射，以及來自病人和其他受輻照物件（例如房間地板和牆壁）的散射。

所需防護屏蔽程度視乎多項因素，包括：

- a) X-射線管電壓
- b) 每週工作量：mA-min/wk
- c) 輻射類別：例如有用射線束、洩漏或散射
- d) 所佔用範圍與輻射源或散射源的距離
- e) 範圍類別：受管制或不受管制（後者由公眾佔用或屬公眾地方）

很多時候，設施有限卻要處理大量工作，最理想的做法便是為 X-射線室就可預見的最大工作量安排足夠的防護，以便有充裕時間編配病人及進行 X-射線檢查。

進行放射照相時，射線束通常會指向地面或牆壁。為確保安全，所有牆壁範圍和整個地面都會設有阻擋直接輻射源的防護屏蔽。其他並非時常會受到有用射線束照射的範圍，則須設置阻擋間接輻射源的防護屏蔽。

不過，建設新的 X-射線室時，最好能安排設置從**所有**方向有效阻擋**直接**輻射源的屏蔽，這樣，即使移動或更換

器材，也不會有進一步問題。無論在任何情況下，所有範圍都不能沒有防護措施，因為散射的輻射可朝每個方向滲透。私人執業方面，X-射線機往往位於商廈之內，附近單位均為公眾地方，故尤須確保輻射水平不會超出監管規定。

須特別留意為 X-射線機操作者提供防護，只有合資格人士方可操作 X-射線機為他人檢查身體。將 X-射線設備控制台放在隔壁房間，配以含鉛房門，便可達到有效的屏蔽功能。此外，亦可使用無門屏蔽控制間，只要利用設計迂曲的通道便可大大減低進入控制區裡散射。

防護屏蔽的設計

防護屏蔽需有多厚才能將來自任何 X-射線機的輻射減至極限容許水平，須視乎 X-射線管的電壓、使用機器的程度（負載）、X-射線管與佔用範圍之間的距離、範圍類別以及阻隔物的構造材料。

必須小心確保所需的防護阻隔物不會因存在缺口或縫隙而減低其防護功能。

以下段落說明有關安裝鉛墊作防護屏蔽的指引。

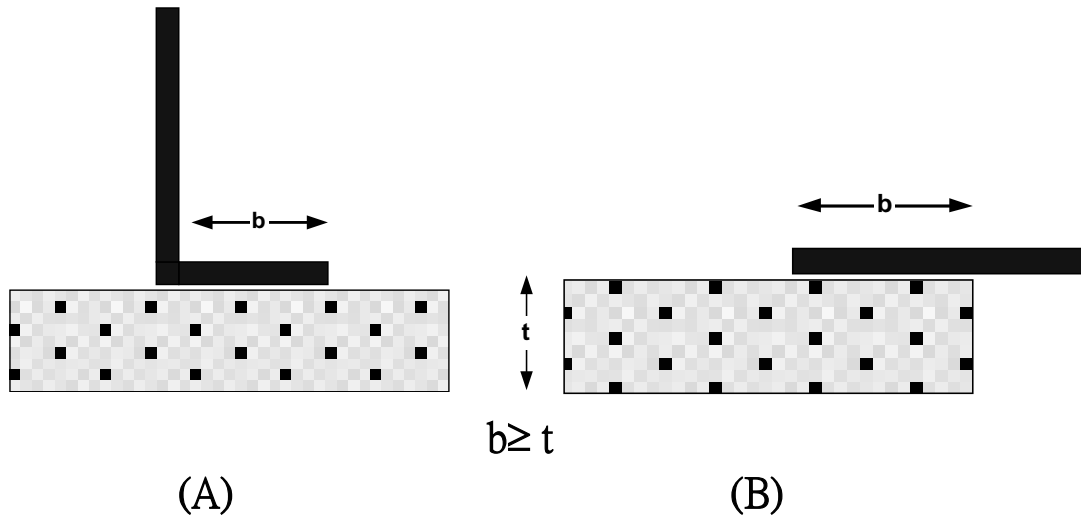
接口

將防護物料複疊，可排除接口之間出現滲漏的可能。複疊程度要求視乎各層物料之間的距離、屏蔽厚度及兩層的相對厚度。圖一顯示在鉛與混凝土之間進行複疊的方法。複疊部份(b)的闊度最少必須與混凝土(t)的厚度相若。

鉛片應互相連接，並複疊至少 1 厘米，或相當於鉛片本身厚度的兩倍（以厚度較大者為準）。

不同防護物料接口的結構須以無損防護阻隔物整體功能為原則。

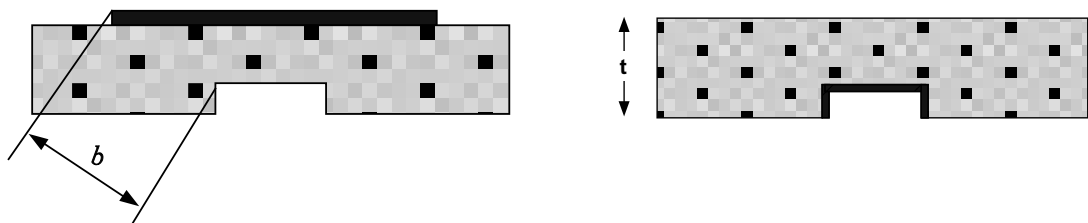
圖一：鉛與混凝土之間的複疊



凹槽

阻隔物中的凹槽（例如為電線出口及鎖位而預留的凹位），必須加以覆蓋，以發揮與所需防護阻隔物同等的防護功能（圖二）。

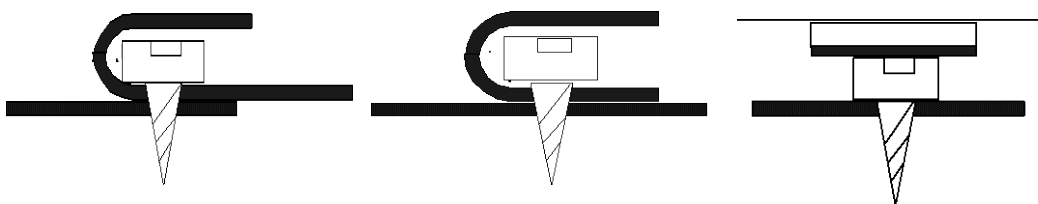
圖二：屏蔽裡凹槽的防護措施



孔眼

必須遮蓋打進鉛製阻隔物的釘子和螺絲，以發揮與無孔眼阻隔物同等的防護功能（圖三）。

圖三：遮蓋孔眼位置



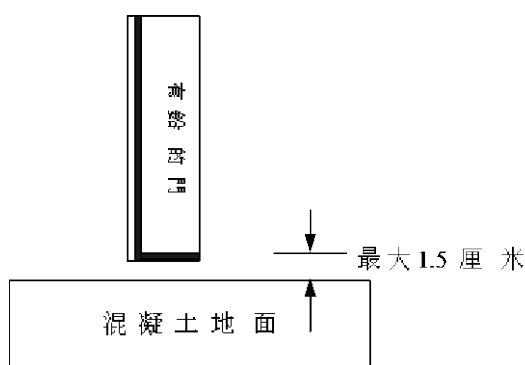
地板及天花接口

牆壁內裡的鉛片與地板或天花內裡的混凝土之間的複疊闊度至少必須與混凝土的厚度相同（圖 1A）。

室門

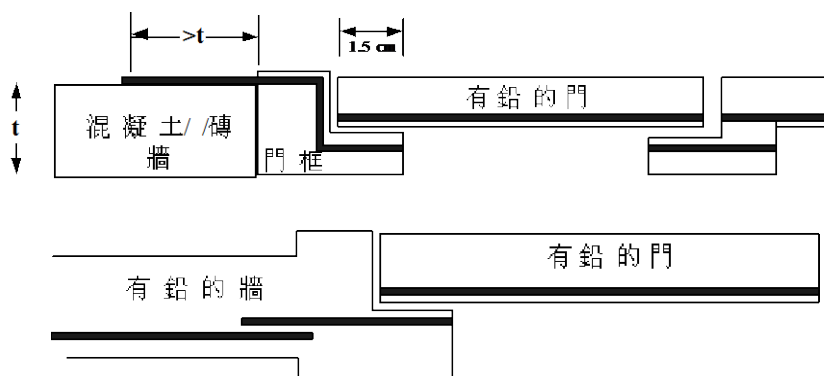
輻射設施應經過適當設計，以致室門不會受到直接照射。由於室門僅會接收間接輻射，室門的內襯鉛層與地板內裏的混凝土可在門邊形成防護板。

圖四：不會受到直接輻照的門下屏蔽



門和門框的鉛當量必須與鄰牆相同。覆蓋室門的防護鉛必須與門框的防護鉛複疊至少 1.5 厘米。覆蓋門框的防護鉛與牆內的混凝土或泥磚複疊的闊度亦必須至少與混凝土或泥磚的厚度相同（圖五）。

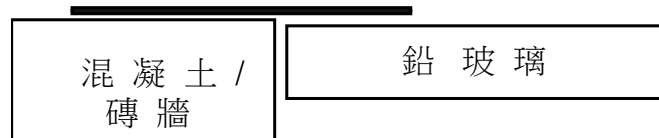
圖五：門和門框的屏蔽結構



觀察窗

窗和窗框的鉛當量必須與鄰牆相同。鉛片與含鉛玻璃的接觸位必須至少複疊 1 厘米，又或複疊闊度須與含鉛玻璃厚度相同（以厚度較大者為準）（圖六）。

圖六：觀察窗沿邊的屏蔽結構



低能量 X-射線不同防護物料的鉛當量值

| | | | 應用千伏特的鉛當量值 (毫米) | | | |
|-------------------|--------------------|--------------|-----------------|-----|-----|-----|
| 物料 | 密度 (每立方米 千克) | 物料厚度 (厘米) | 50 | 75 | 100 | 150 |
| 泥磚 | 1600 | 10 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 0.8 |
| | | 20 | 1.4 | 1.7 | 1.9 | 1.7 |
| | | 30 | 2.2 | 2.7 | 3.1 | 2.6 |
| | | 40 | - | 3.8 | 4.5 | 3.7 |
| | | 50 | - | - | - | 4.8 |
| 重晶石 灰泥或 混凝土 | 3200 | 1 | 0.9 | 1.5 | 1.8 | 0.9 |
| | | 2 | 1.8 | 2.7 | 3.3 | 1.8 |
| | | 2.5 | 2.3 | 3.3 | 4.0 | 2.2 |
| | | 5 | - | - | - | 4.3 |
| | | 7.5 | - | - | - | 5.9 |

(ICRP 委員會第 3 號報告書)

商業用鉛片

| 寸數 | 毫米 | 寸數 | 毫米 |
|-------|------|------|-------|
| 1/64 | 0.40 | 1/8 | 3.17 |
| 3/128 | 0.60 | 5/32 | 3.97 |
| 1/32 | 0.79 | 3/16 | 4.76 |
| 5/128 | 1.00 | 7/32 | 5.55 |
| 3/64 | 1.19 | 1/4 | 6.35 |
| 7/128 | 1.39 | 1/3 | 8.47 |
| 1/16 | 1.58 | 2/5 | 10.76 |
| 5/64 | 1.98 | 1/2 | 12.70 |
| 3/32 | 2.38 | 2/3 | 16.93 |

(NCRP 第 29 號報告書)

輻射健康系列

- 系列一 診斷放射學的輻射防護指引
- 系列二 安全處理放射性遞運貨品
- 系列三 減低由於使用磷-32 所產生的輻射危害的技術
- 系列四 牙科放射學的輻射防護指引
- 系列五 處理、貯存、包裝、運輸及棄置放射性廢料的守則
- 系列六 電離輻射
- 系列七 對於醫學、牙科及獸醫診斷用 X-射線設施的保護屏蔽設計指引