

心導管或血管攝影用X光機 醫療曝露品質保證作業程序書

©台灣醫學物理股份有限公司
2023/12/4 初版
2024/1/29 第2版

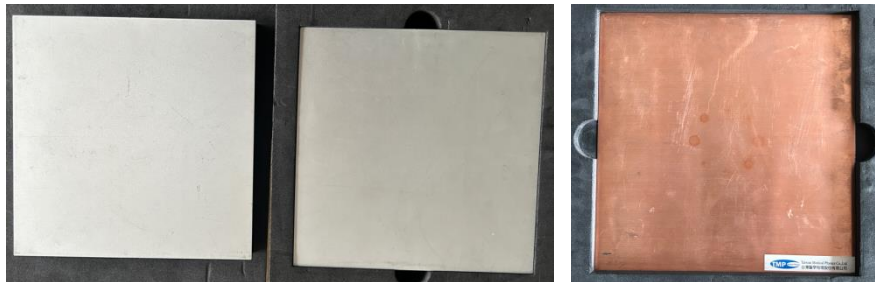
【二】自動曝露（率）控制功能確定

透視模式及照相模式

測試目的：確保自動曝露（率）控制系統功能正常。

測試工具：模擬人體衰減之壓克力或金屬(如鋁片、銅片、鉛片)製的假體，需滿足下列條件：

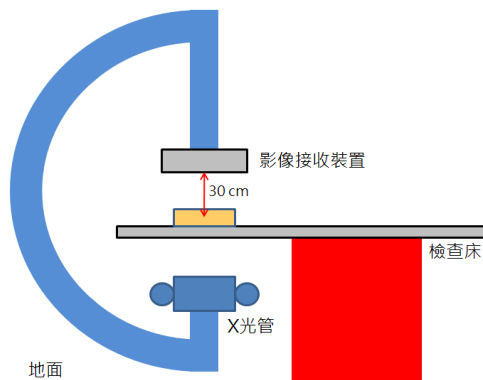
1. 模擬成人(約75公斤重)腹部對X光等效衰減之假體(如38公厘鋁塊加0.5公厘銅片)
2. 可使攝影系統於透視時採用之管電壓超過前項20 kV以上之假體



操作程序：

[正管球]

1. 將模擬成人腹部之假體水平放置於檢查床上。
2. 設定射源與影像接收裝置距離(SID)為臨床上最常用的距離，一般為100至110公分。
3. 調整檢查床的高度，使假體(厚度)中央距離影像接收裝置為30公分(如下圖)。



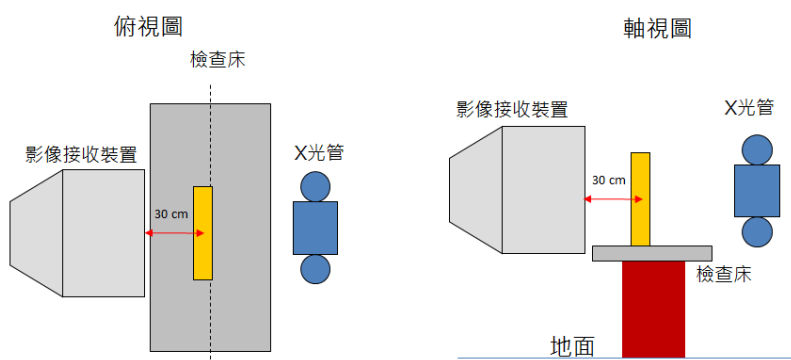
4. 選擇臨床上最常用的透視模式，例如Cardiac、Angiography等。
5. 啟動透視模式，並移動檢查床使假體中心與照野中心對齊。
6. 適當縮小或放大照野尺寸，使假體剛好可以完全覆蓋整個照野範圍。
7. 啟動透視模式，並紀錄系統穩定時的管電壓、管電流數值。
8. 啟動照相模式，並記錄系統穩定時的管電壓、管電流(或管電流時間乘積)數值。
9. 重複步驟7-8兩次。

10. 增加假體厚度，使透視時的管電壓超過步驟7的管電壓20kV以上。
11. 重複步驟7-8三次。
12. 計算透視模式與照相模式下3次管電壓與管電流的平均值(m)與標準差(SD)，記錄在表格中。
13. 依照下列公式計算其變動，並記錄在表格中。

$$\text{變動} = \frac{SD}{m} \times 100\%$$

[側管球]

14. 將模擬成人腹部之假體垂直放置於檢查床上。
15. 設定射源與影像接收裝置距離(SID)為臨床上最常用的距離，一般為100至110公分。
16. 將影像接收裝置盡可能靠近檢查床。
17. 調整假體的位置，使假體(厚度)中央距離影像接收裝置為30公分(如下圖)。



18. 啟動透視模式，並移動檢查床的位置及高度，使假體中心與照野中心對齊。
19. 適當縮小或放大照野尺寸，使假體剛好可以完全覆蓋整個照野範圍。
20. 啟動透視模式，並紀錄系統穩定時的管電壓、管電流數值。
21. 啟動照相模式，並紀錄系統穩定時的管電壓、管電流(或管電流時間乘積)數值。
22. 重複步驟20-21兩次。
23. 增加假體厚度，使透視時的管電壓超過步驟18的管電壓20kV以上。
24. 重複步驟20-21三次。
25. 計算透視模式與照相模式下3次管電壓與管電流的平均值(m)與標準差(SD)，記錄在表格中。
26. 依照步驟13計算其變動，並記錄在表格中。

判定準則：

1. 管電壓峰值變動少於5%。
2. 管電流或管電流時間乘積變動少於5%。

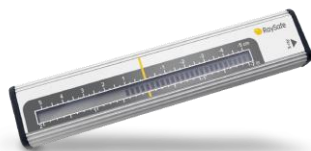
【三】準直儀評估（輻射照野與影像接收裝置可見範圍一致性）

透視模式或照相模式

測試目的：確保輻射照野與影像接收裝置可見範圍一致性。

測試工具：

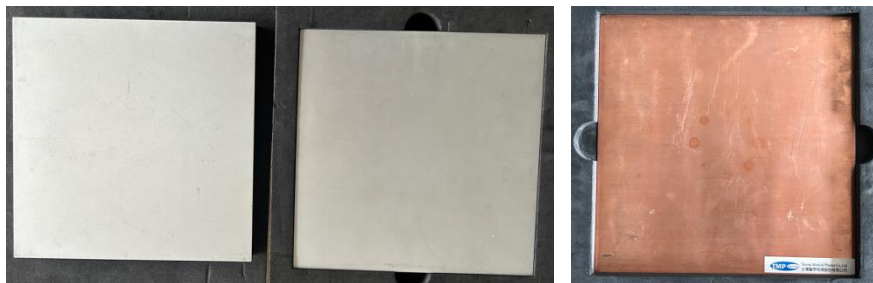
1. 可顯現輻射照野功能之設備，如：自顯像底片(Gafchromic Film)、數位影像板。



2. 鉛尺或可於X光影像中顯示距離位置之工具，如：鉛測量板。



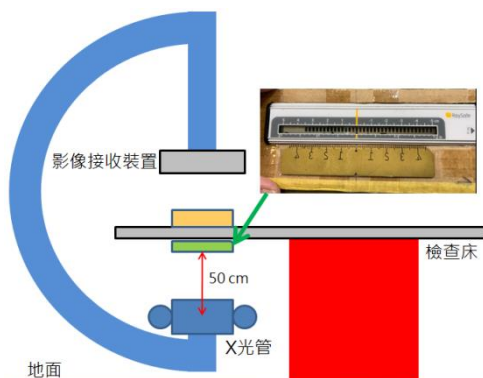
3. 適當厚度之衰減物以縮短自顯像底片曝露時間，如：0.5 mm銅片4片或19 mm鉛板。



操作程序：

[正管球]

1. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
2. 將準直儀設定為最大照射範圍。
3. 將輻射範圍尺與銅尺中央固定在一起，然後置於檢查床下方並朝向X光管(如下圖)。輻射範圍尺上黑色三角箭號朝向照野中心，另一端朝向受檢者頭部的方向。

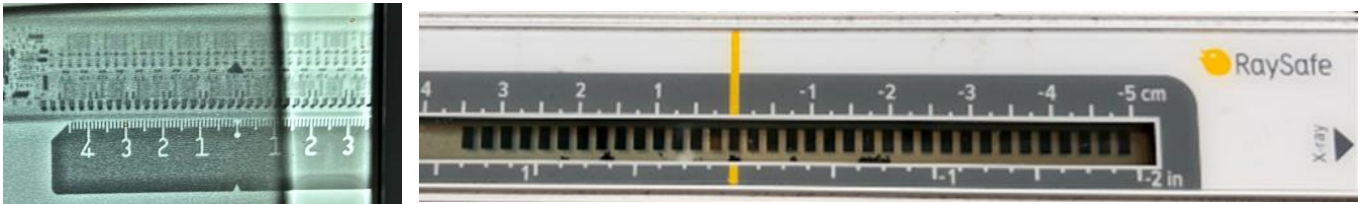


4. 測量輻射範圍尺與X光管球焦斑的距離d(本範例中為50 cm)，計算測試使用放大率及轉換因子(本範例中為2.0及0.02)，並記錄在表格中。

$$\text{放大率} = \frac{SID}{d}$$

$$\text{轉換因子} = \frac{\text{放大率}}{SID} = \frac{1}{d}$$

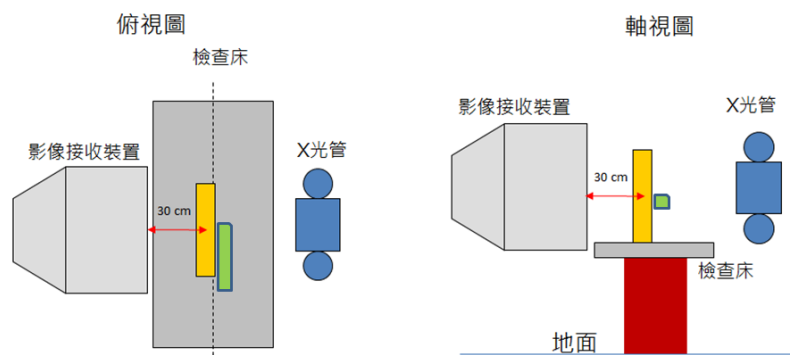
5. 啟動透視模式，持續大約5-10秒。
6. 檢視影像與輻射範圍尺上所顯示的範圍(如下圖)，計算其差異(%)並將所有數值記錄在表格中。
差異%=(影像上顯示的邊界 — 輻射範圍尺顯示之輻射範圍) x 轉換因子



7. 旋轉輻射範圍尺與銅尺的方向，重複步驟3-6依次測試腳部、左手及右手方向上的差異。

[側管球]

8. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
9. 將準直儀設定為最大照射範圍。
10. 將輻射範圍尺與銅尺中央固定在一起，然後置於衰減物表面並朝向X光管(如下圖)。輻射範圍尺上黑色三角箭號朝向照野中心，另一端朝向受檢者頭部的方向。



11. 測量輻射範圍尺與X光管球焦斑的距離，依步驟4所列之公式計算測試使用放大率及轉換因子，並記錄在表格中。
12. 啟動透視模式，持續大約5-10秒。
13. 檢視影像與輻射範圍尺上所顯示的範圍，計算其差異(%)並將所有數值記錄在表格中。
14. 旋轉輻射範圍尺與銅尺的方向，重複步驟10-13依次測試腳部、左手(上方)及右手(下方)方向上的差異。

判定準則：

1. 輻射照野與影像接受裝置各邊緣差異，應為 3% SID 以下。
2. 四邊差異總和應為 4% SID 以下。

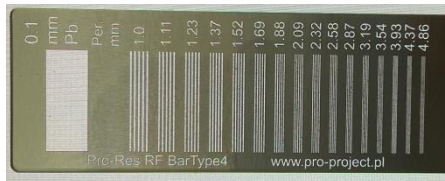
【四】空間（高對比）解析度

透視模式或照相模式

測試目的：測量設備可辨識之最佳空間解析度，確保系統對細微構造的分辨能力。

測試工具：

1. 高對比解析度線對假體或具有該測試物之假體。(假體偵測範圍至少為 0.5 lp/mm 至 5 lp/mm)



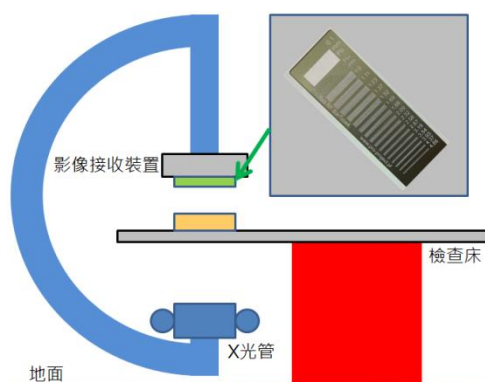
2. 可產生臨床常見透視或曝露條件的衰減物，如：厚度0.8mm至1.2mm銅片或19mm鉛板。



測試步驟：

[正管球]

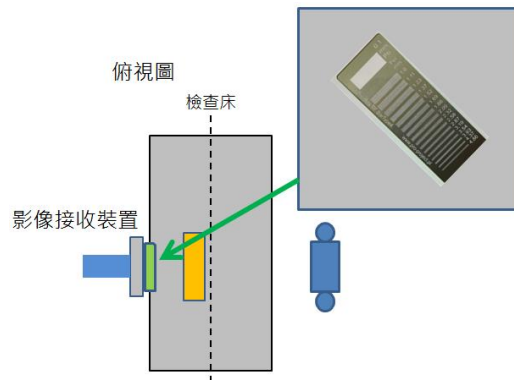
1. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
2. 將解析度測試假體固定在影像接收裝置表面，並使兩者形成45°之角度(如下圖)。



3. 將照野範圍設定為 6英吋 (或 15 公分)。
4. 啟用透視模式(或照相模式)並觀察影像顯示器上可辨識之最高解析度。
5. 將透視(或照相)時使用的參數(管電壓及管電流)及最高解析度記錄在表格中。

[側管球]

6. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
7. 將解析度測試假體固定在影像接收裝置表面，並使兩者形成45°之角度(如下圖)。



8. 將照野範圍設定為 6 英吋 (或 15 公分) 。
9. 啟用透視模式(或照相模式)並觀察影像顯示器上可辨識之最高解析度。
10. 將透視(或照相)時使用的參數(管電壓及管電流)及最高解析度記錄在表格中。

判定準則：

1. 使用線對假體標準 6 inch FOV 測量可清楚分辨 2 lp/mm 以上。
2. 使用 6 inch 以外 FOV 進行測量，應以下列公式計算所得結果作為判定標準：
$$(2 \text{ lp/mm}) \times 6 \text{ inch} \div \text{測量使用 FOV (inch)}$$

【五】低對比偵測度

透視模式

測試目的：測試設備分辨低對比物或構造之能力。

測試工具：

1. 具兩組直徑為1、3、5和 7 mm圓孔、厚度 1.0 mm、純度99%鋁片測試物。



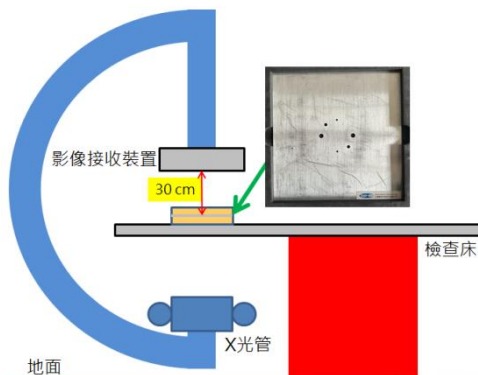
2. 衰減物厚度為 19 mm、純度99%鋁板2片。



操作程序：

[正管球]

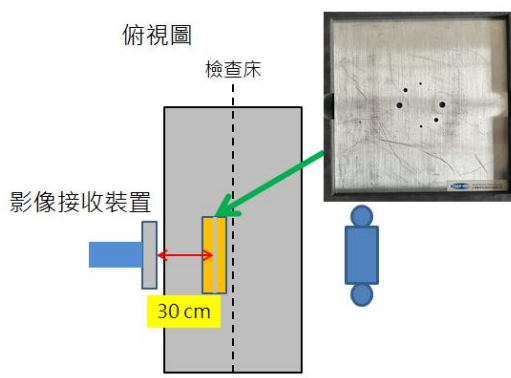
1. 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
2. 將有孔洞之鋁板測試物放在兩片 19 mm鋁板中間，將鋁板組合放置在檢查床上，其中央距離影像接收裝置 30 cm 處。(如下圖)



3. 將照野範圍設定為 6英吋 (或 15 公分)。
4. 啟動透視模式，同時調整檢查床高度與位置，使鋁板中央與影像中心對齊。
5. 在影像中辨識最小可視孔洞尺寸，連同此時的參數一併記錄在表格中。

[側管球]

- 維持[項目二]時之假體、X光管與影像接收裝置三者間的相對位置，在表格中紀錄SID。
- 將有孔洞之鋁板測試物放在兩片 19 mm鋁板中間，將鋁板組合放置在檢查床上，其中央距離影像接收裝置 30 cm 處。(如下圖)



- 將照野範圍設定為 6英吋 (或 15 公分)。
- 啟動透視模式，同時調整檢查床高度與位置，使鋁板中央與影像中心對齊。
- 在影像中辨識最小可視孔洞尺寸，連同此時的參數一併記錄在表格中。

判定準則：

標準6 inch FOV測量可清楚分辨直徑3mm以下測試物。

【六】影像顯示器之評估

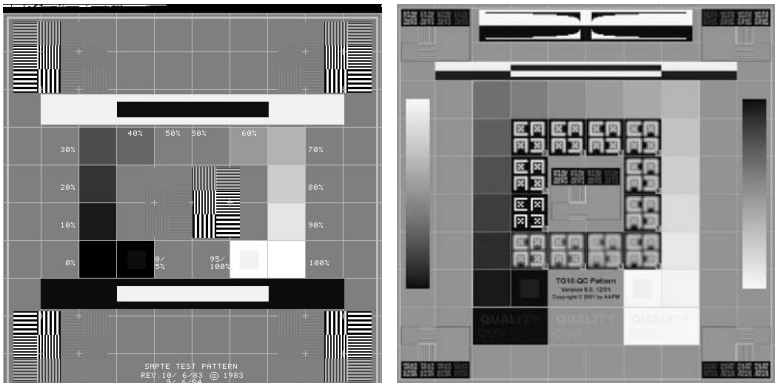
測試目的：確保操作台及檢查室內之影像顯示器品質符合標準。

測試工具：

1. 亮度測量計。



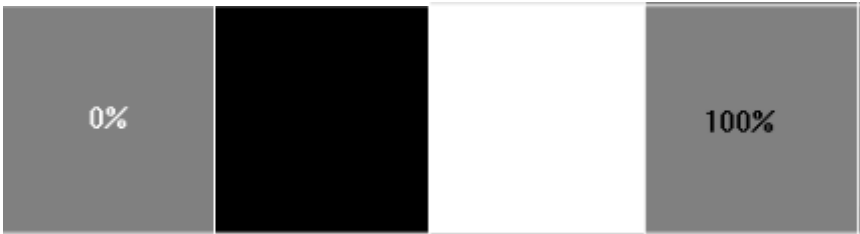
2. SMPTE或AAPM TG18-QC測試圖像。



操作程序：

1. 在控制台開啟測試圖像。正常狀況下測試圖像顯示在螢幕上時，會自動選用適當的窗寬與窗高，切勿自行變更此二者之數值。若顯示的圖像有異常的情形，則應聯絡維修工程師進行處理，或依照下列方式設定窗寬與窗高：

[範例]

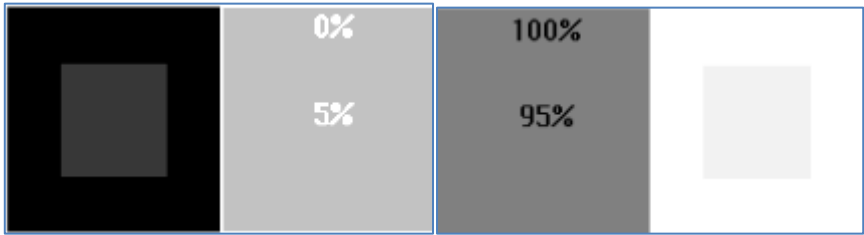


- 2.1 以ROI圈選工具測量0%與100%的像素值，例如：0%的像素值為974，100%的像素值為1074。
- 2.2 將窗寬設定為100(=1074-974)。
- 2.3 將窗高設定為1024(=974+100/2)。

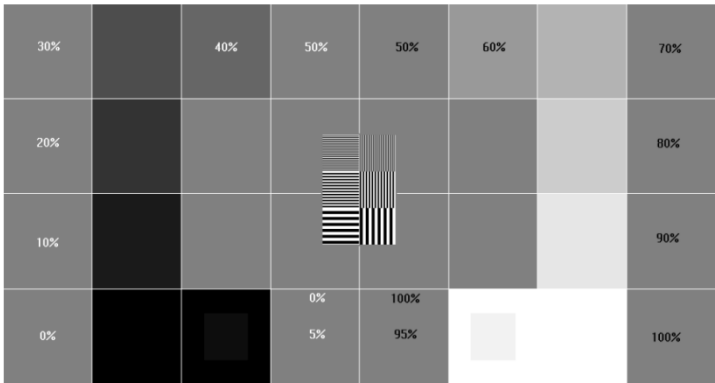
[攝影室內螢幕]

2. 以肉眼目測評估下列項目：

2.1 評估是否可以分辨0%-5%及95%-100%之低對比方塊。

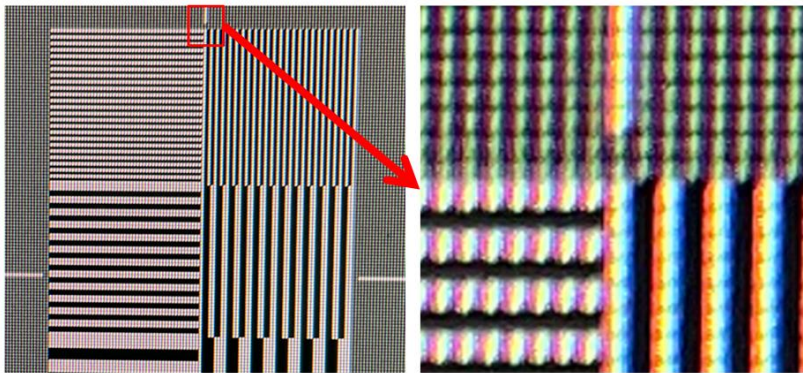


2.2 評估由最低亮度漸變至最高亮度的方塊，是否可以分辨任意兩個相鄰亮度方塊是不同的亮度。

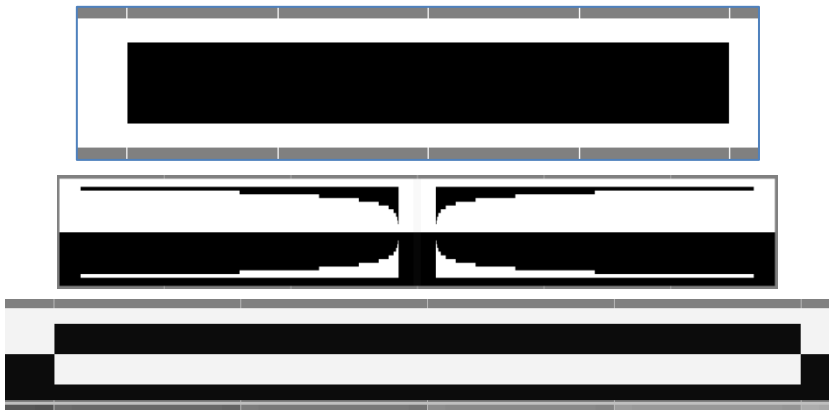


2.3 評估螢幕是否存在任何假影、圖像扭曲或任何異常狀況。

2.4 評估圖像中央及四個角落區域之高對比線對(建議將影像縮放比調整至100%，即1個圖像像素投射到1個螢幕像素)，是否在平行與垂直方向皆無扭曲且無異狀。



2.5 評估測試圖像在黑白交界處是否有嚴重渲染的狀況。



3. 以亮度測量計測量螢幕上0%與100%區域的亮度值。

請注意：AAPM TG18-QC在0%-5%旁邊的亮度方塊以及在95%-100%旁邊的亮度方塊並非是0%與100%的亮度，切勿測量這兩個亮度方塊作為0%與100%的亮度值。若要使用AAPM TG18-QC進行本項測試，可使用步驟2中第2或第3個附圖進行測量。



4. 將步驟2、3的評估與測量結果記錄在表格上。

[控制台螢幕]

5. 重複步驟2、3。
6. 將步驟5的評估與測量結果記錄在表格上。

判定準則：

1. 符合SMPTE或AAPM TG18-QC圖像測試合格標準

SMPTE圖像測試合格標準：

- 1.1 0% - 5%及95% - 100%之低對比方塊需清楚可分辨。
- 1.2 0% - 100%所有灰階方塊皆清楚可分辨。
- 1.3 無明顯可見條紋假影、圖像扭曲、陰影與灰階不足現象。
- 1.4 四個角落及中間之平行與垂直高對比線對，皆清楚可分辨。
- 1.5 所有黑白交界處邊緣皆明顯可分辨，無邊緣區分不清之情形。

AAPM TG18-QC圖像測試合格標準：

- 1.6 0% - 5%及95% - 100%之低對比方塊清楚可分辨。
- 1.7 十六個灰階方塊及角落之灰階方塊皆清楚可分辨。
- 1.8 低對比度文字清楚可分辨。
- 1.9 無任何非均勻亮度區域或假影，且漸層條紋顯示為連續而平順。
- 1.10 測試影像邊緣與線條清晰可見，平直無扭曲。
- 1.11 測試影像位於此螢幕有效區域之中央位置。
- 1.12 中心及角落Cx測試物之給分介於0-4之間。
- 1.13 中央與角落之高對比線對皆可清楚分辨。

2. 最大亮度 $\geq 100 \text{ cd/m}^2$ 。
3. 最大亮度與最小亮度之比值 ≥ 100 。

【七】射束品質評估

透視模式及照相模式

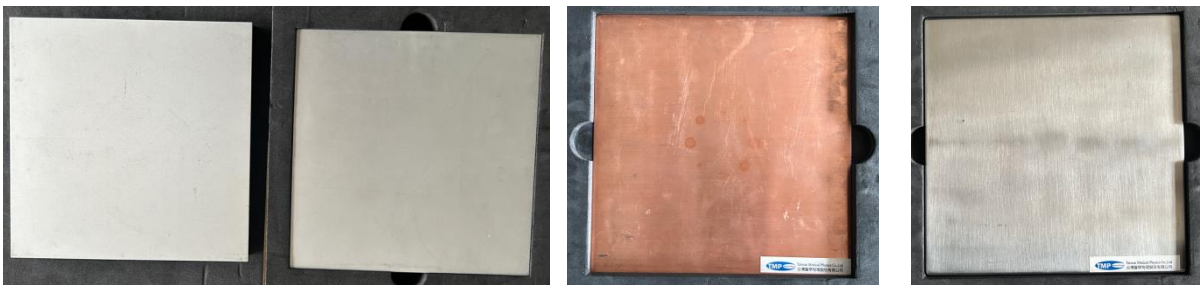
測試目的：確保射束半值層（HVL，Half-value layer）符合標準，以減低病人劑量。

測試工具：

- 1. 多功能固態輻射劑量計，其量測光子能量範圍應在40 kV-150kV之間（需涵蓋所測試設備之最低與最高管電壓），且校正日期符合規定（2年以內）。



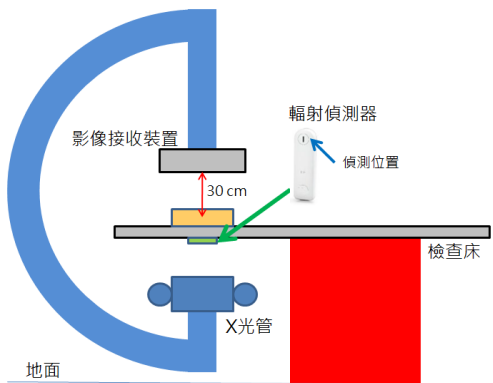
- 2. 可模擬人體在X光照射下之衰減狀態之假體，如鋁塊、銅片、鉛片。



操作程序：

[正管球]

- 1. 依照[項目二]之步驟1-6放置假體及調整X光管、檢查床及影像接收裝置之相對位置。
- 2. 將輻射偵測器放置在檢查床與X光管之間的適當位置（例如床板下方），並把偵測面朝向X光管，調整偵測位置至照野中央處。



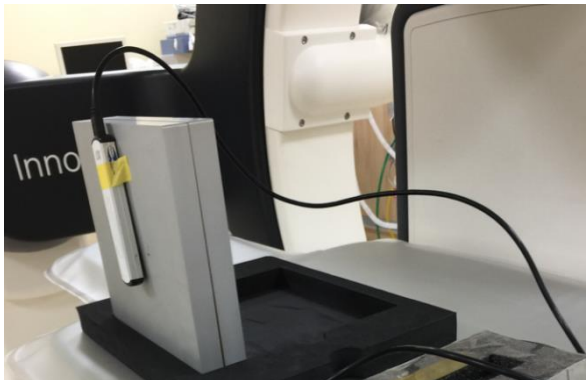
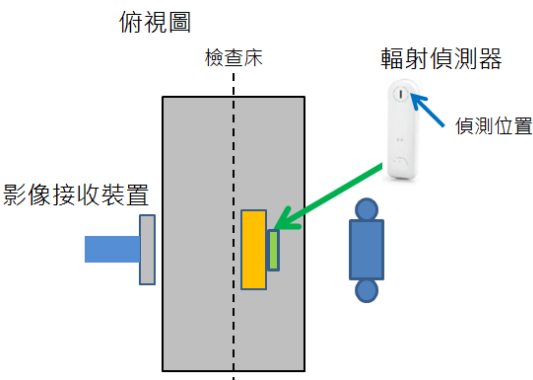
- 3. 啟動透視模式，待X光之管電壓穩定在一固定數值後（約需耗時3-5秒），檢視多功能固態輻射劑量計主機上測得之半值層數值(下圖紅色方框處)，將透視系統顯示之管電壓、管電流及主機顯示

之半值層數值記錄在表格中。

4. 切換至照相模式，重複步驟2-3，並將結果記錄在表格中。

[側管球]

5. 依照[項目二]之步驟14-17放置假體及調整X光管、檢查床及影像接收裝置之相對位置。
6. 將輻射偵測器放置在假體與X光管之間的適當位置，並把偵測面朝向X光管，調整偵測位置至視野中央處。



7. 啟動透視模式，待X光之管電壓穩定在一固定數值後（約需耗時3-5秒），檢視多功能固態輻射劑量計主機上測得之半值層數值，將透視系統顯示之管電壓、管電流及主機顯示之半值層數值記錄在表格中。
8. 切換至照相模式，重複步驟5-6，並將結果記錄在表格中。

判定準則：

1. 70 kVp所量得半值層 (HVL) $\geq$ 1.8 mmAl
2. 80 kVp所量得半值層 (HVL) $\geq$ 2.9 mmAl
3. 以其他管電壓峰值進行測量須符合下表規定：

kVp	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
HVL	0.3	0.4	0.5	1.5	1.8	2.9	3.2	3.6	3.9	4.3	4.7	5.0	5.4

說明：

- 3.1 kVp為管電壓峰值。
- 3.2 HVL為最低半值層限值，單位為mm Al。

【八】輻射曝露率評估

透視模式

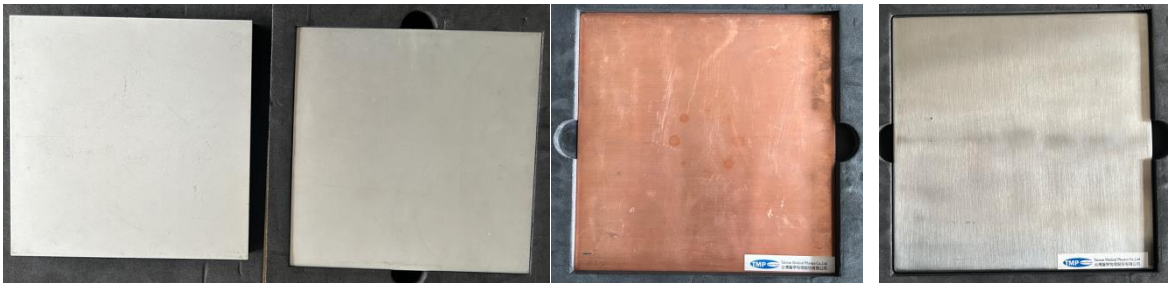
測試目的：量測透視模式之標準成人體型假體入射曝露率及設備之最大曝露率。

測試工具：

- 1. 多功能固態輻射劑量計，其量測光子能量範圍應在40 kV-150kV之間（需涵蓋所測試設備之最低與最高管電壓），且校正日期符合規定（2年以內）。



- 2. 可模擬人體在 X 光照射下之衰減狀態之假體，如鋁塊、銅片、鉛片。

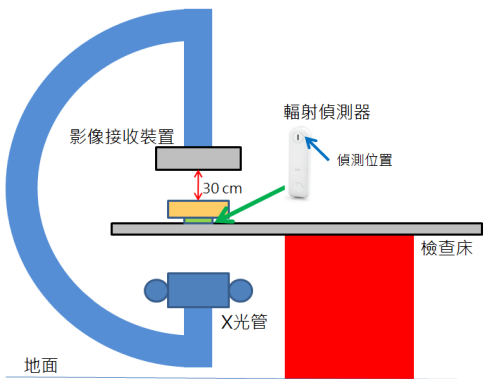


測試步驟：

[正管球]

標準成人體型假體之入射曝露率

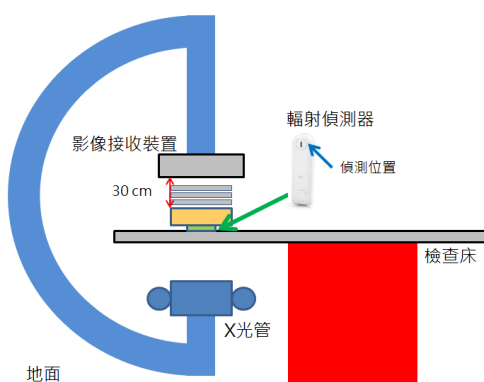
- 1. 依照[項目二]之步驟1-6放置假體（模擬標準成人腹部）及調整X光管、檢查床及影像接收裝置之相對位置。
- 2. 將輻射偵測器放置在檢查床與假體之間，並把偵測面朝向 X 光管（偵測平面距離床板約 1 cm），調整偵測位置至照野中央處。



3. 啟動透視模式，待 X 光之管電壓穩定在一固定數值後（約需耗時 3-5 秒），檢視多功能固態輻射劑量計主機上測得之劑量率數值，將透視系統顯示之管電壓、管電流及主機顯示之劑量率數值記錄在表格中[標準成人體型假體之入射曝露率]內之欄位。

最大曝露率

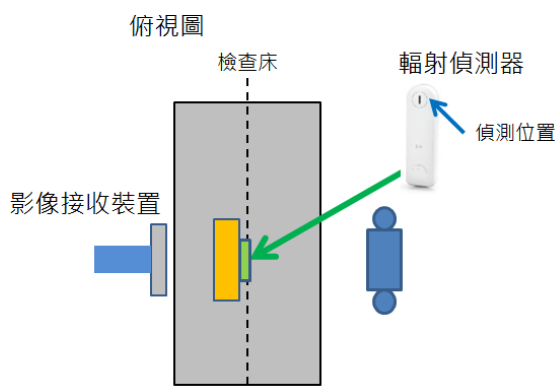
4. 在假體表面逐步增加衰減物（例如增加更多的銅片或鉛片）並啟動透視模式，此時管電壓與管電流會隨著衰減物的增加而同步遞增，當衰減物增加而管電壓與管電流停止增加時，記錄此時透視系統顯示的管電壓與管電流數值，以及輻射劑量計主機顯示的劑量率數值在表格中[最大曝露率]內之欄位。



[側管球]

標準成人體型假體之入射曝露率

5. 依照[項目二]之步驟14-17放置假體（模擬標準成人腹部）及調整X光管、檢查床及影像接收裝置之相對位置。
6. 將輻射偵測器放置在假體與X光管之間，位於檢查床中心軸位置處^{註1}，並把偵測面朝向 X 光管，調整偵測位置至照野中央處。

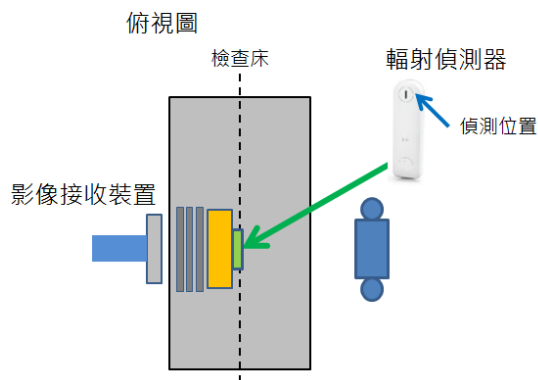


7. 啟動透視模式，待 X 光之管電壓穩定在一固定數值後（約需耗時 3-5 秒），檢視多功能固態輻射劑量計主機上測得之劑量率數值，將透視系統顯示之管電壓、管電流及主機顯示之劑量率數值記錄在表格中[標準成人體型假體之入射曝露率]內之欄位。

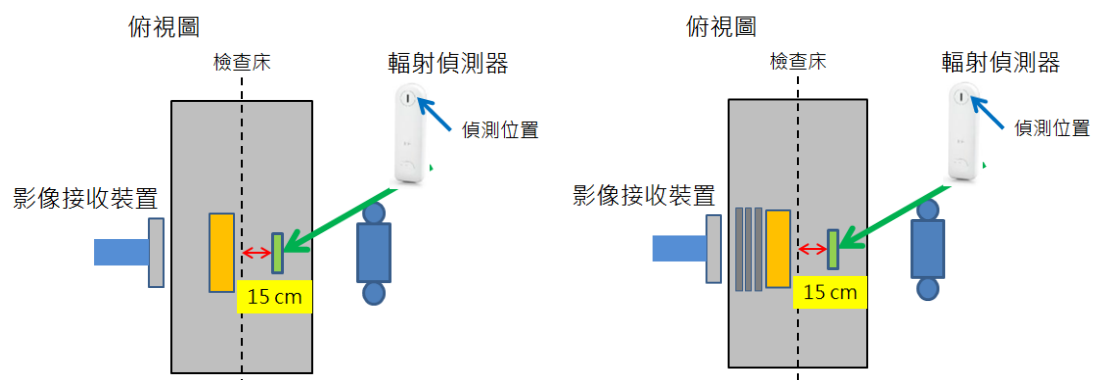
最大曝露率

8. 在假體表面逐步增加衰減物（例如增加更多的銅片或鉛片）並啟動透視模式，此時管電壓與管電流會隨著衰減物的增加而同步遞增，當衰減物增加而管電壓與管電流停止增加時，記錄此時透視

系統顯示的管電壓與管電流數值，以及輻射劑量計主機顯示的劑量率數值在表格中[最大曝露率]內之欄位。



註1：主管機關公告之程序書（2023年版）內並無明確指出輻射偵測器的放置位置。檢查床中心軸處是台灣各原廠工程師指定的位置；依據AAPM及IEC相關文件，測量位置應放置在檢查床中心軸處向X光管移動15 cm處(如下圖)。



判定準則：

- 1. 標準成人體型假體之入射曝露率 $\leq 4 \text{ R/min}$ 。
- 2. 最大曝露率 $\leq 10 \text{ R/min}$ 。

【九】參考點累積空氣克馬確認

透視模式及照相模式

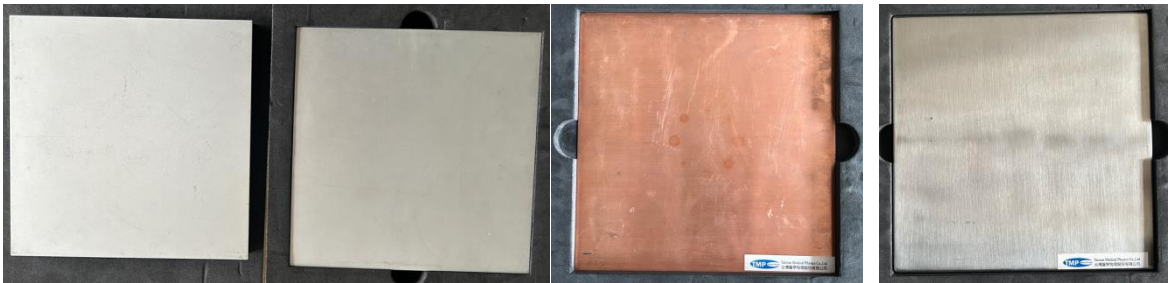
測試目的：確認設備參考點累積空氣克馬顯示值正確性。

測試工具：

- 1. 多功能固態輻射劑量計，其量測光子能量範圍應在40 kV-150kV之間（需涵蓋所測試設備之最低與最高管電壓），且校正日期符合規定（2年以內）。



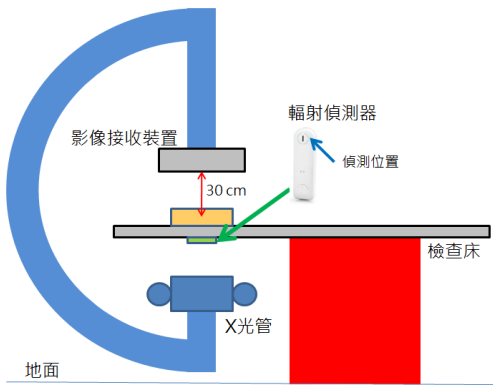
- 2. 可模擬人體在 X 光照射下之衰減狀態之假體，如鋁塊、銅片、鉛片。



測試步驟：

[正管球]

- 1. 依照[項目二]之步驟1-6放置假體及調整X光管、檢查床及影像接收裝置之相對位置。
- 2. 將輻射偵測器放置在檢查床與X光管之間的適當位置(例如床板下方)，並把偵測面朝向 X 光管，調整偵測位置至照野中央處。



- 3. 將適當鉛片放置於假體上，以提高X光系統的輻射輸出（盡量使用最大的管電壓與管電流）。
- 4. 精確測量此時輻射偵測器與X光管焦斑的距離（ D_{dtf} ），記錄在表格中。

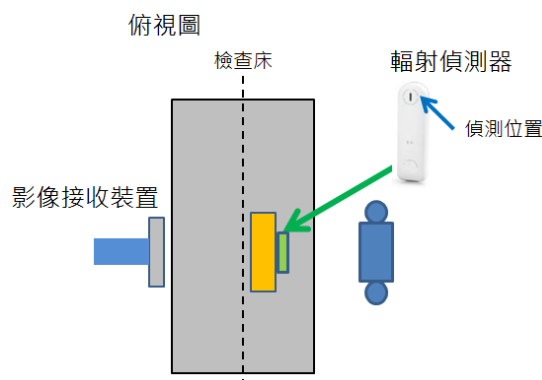
5. 啟動透視模式，注意X光系統的顯示器上呈現的累積劑量值，持續透視直到增加量超過100 mGy時，即可停止曝露，記錄此次曝露的累積劑量值（ E_{sys} ）在表格中。
6. 檢視輻射劑量計主機上的輻射劑量值（ E_{mea} ），並記錄在表格中。
7. 依照該機型的參考點位置（ D_{ref} ）與 D_{dtf} ，用下方公式修正實測參考點累積劑量（ E_{cmea} ）：

$$E_{cmea} = E_{mea} \times \left(\frac{D_{dtf}}{D_{ref}} \right)^2$$

8. 用下方公式計算參考點累積劑量之系統顯示值與實測值的差異(EDF)，並將結果記錄在表格中：

$$EDF = \frac{E_{sys} - E_{cmea}}{E_{cmea}} \times 100\%$$

9. 使用照相模式，重複步驟5-8，測量並計算在照相模式下，參考點累積劑量之系統顯示值與實測值的差異，並將結果記錄在表格中。
10. 依照[項目二]之步驟14-17放置假體及調整X光管、檢查床及影像接收裝置之相對位置。
11. 將輻射偵測器放置在假體與X光管之間的適當位置，並把偵測面朝向X光管，調整偵測位置至視野中央處。



12. 將適當鉛片放置於假體後方，以提高X光系統的輻射輸出（盡量使用最大的管電壓與管電流）。
13. 依照步驟5-8的操作方式，測量並計算在透視模式下，參考點累積劑量之系統顯示值與實測值的差異，並將結果記錄在表格中。
14. 改用照相模式，依照步驟5-8的方式，測量並計算在照相模式下，參考點累積劑量之系統顯示值與實測值的差異，並將結果記錄在表格中。

判定準則：

參考點累積劑量之系統顯示值與實測值的差異應不超過35%。