

衛生福利部苗栗醫院

X光機 輻防空間
屏蔽計算建議報告

B2樓

委辦單位：量子輻射科技有限公司

中華民國一一一年八月制訂

X 光室屏蔽計算建議報告

報告編號: 量輻屏計字 111-05-54

圖號: A2-6-G-b案-地下二層平面圖(不回填)-A.dwg ; A4-1~3_剖面圖(CT上方機房)-A.dwg

房間編號: B2F CT掃描室

第1頁、共2頁

1. 醫院名稱: 衛生福利部苗栗醫院
2. 機器名稱: 電腦斷層掃描儀(附圖設備僅為示意圖, 實際依院方採購設備為主)
3. 平均工作負荷W: 112000 mA*Min/Week (40 Patients/day*400 mA*60sec*7day/week*1min/60sec)

4. 主屏蔽計算: $B_{ux} = P * D^2 / WUT$

$I_{max} =$ 1000 mA
440

5. 滲漏屏蔽計算: $B_{Lx} = P * D^2 * 600 * I / WT$

$d =$ 1.00 m

6. 散射屏蔽計算: $K_{ux} = P * D^2 * d^2 * 400 / aWTF$

$F_{max} =$ 800 cm*cm (50*320*0.5 mm/slice)

7. 最高管電壓: 140 KV

$a =$ 0.0016 (150KVp, 90°) NCRP 49 Table B-2

管制區最大許可週曝露率P=	0.04	R/week	10μSv/h	採用ICRP 60 Report建議, 每五年不超過100mSv
非管制區最大許可週曝露率P=	0.002	R/week	0.5μSv/h	
管制區 (ALARA) P=	0.01	R/week		
非管制區 (ALARA) P=	0.0004	R/week		

Kvp	HVL RC	HVL Pb	HVL ST
125	2.00	0.28	
140	2.14	0.29	
150	2.24	0.30	4.70
(保守)	cm	mm	mm

NCRP 49 Table C-27
內插
NCRP 49 Table C-27

8. 屏蔽計算說明: 參考NCRP Report No. 147 2.2.6節, 對於電腦斷層(Computed Tomography)之設備, 考慮其配置準直器或射束侷限配件使X光為扇形, 且受照體必定為人/假體或偵檢器阻擋, 因此僅需考慮散射與洩漏輻射。

測量點	P	U	T	D	B_{ux}	B_{Lx}	HVL	K_{ux}	需屏蔽厚度
A牆:	0.0010	0.25	0.00	2.6	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
次屏蔽 非管制區	-----								
150kVp需RC屏蔽厚度					不考慮	#DIV/0!		#DIV/0! cmRC	NA
150kVp需屏蔽厚度					不考慮	#DIV/0!		#DIV/0! mmPb	NA
B牆:	0.0010	0.25	1.00	4.1	6.0E-07	0.09	3.47	4.7E-05	
次屏蔽 非管制區	-----								
150kVp需RC屏蔽厚度					不考慮	7.78		27.8 cmRC	27.8 cmRC
150kVp需屏蔽厚度					不考慮	1.04		3.2 mmPb	3.3 mmPb
C牆:	0.0010	0.25	1.00	4.8	8.3E-07	0.12	3.00	6.5E-05	
次屏蔽 非管制區	-----								
150kVp需RC屏蔽厚度					不考慮	6.72		26.9 cmRC	26.9 cmRC
150kVp需屏蔽厚度					不考慮	0.90		3.1 mmPb	3.1 mmPb
D牆:	0.0010	0.25	0.00	4.5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
次屏蔽 非管制區	-----								
150kVp需RC屏蔽厚度					不考慮	#DIV/0!		#DIV/0! cmRC	NA
150kVp需屏蔽厚度					不考慮	#DIV/0!		#DIV/0! mmPb	NA
天花:	0.0010	0.25	1.00	4.2	6.3E-07	0.09	3.40	4.9E-05	
次屏蔽 非管制區	-----								
150kVp需RC屏蔽厚度					不考慮	1.02		27.6 cmRC	27.6 cmRC
地板:	0.0010	0.25	0.00	3.8	#DIV/0!	0.08	3.69	#DIV/0!	
次屏蔽 非管制區	-----								
150kVp需RC屏蔽厚度					不考慮	1.11		#DIV/0! cmRC	NA

X 光室屏蔽計算建議報告

9. 結論：
根據以上計算：

第2頁、共2頁

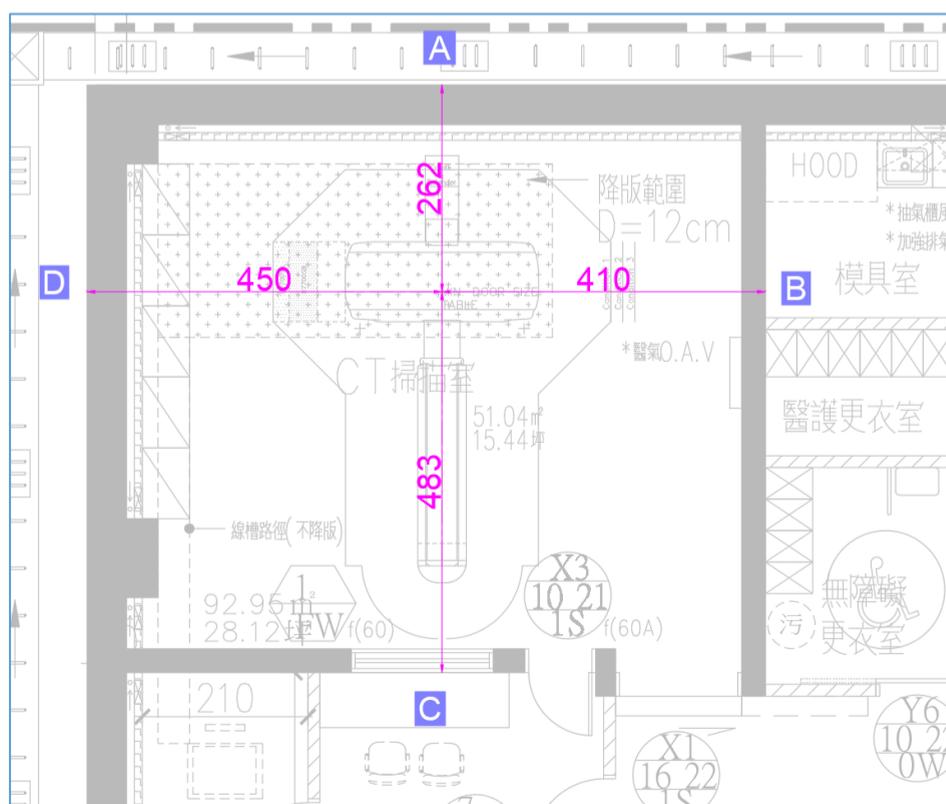
報告編號：量輻屏計字 111-05-54
房間編號：B2F CT掃描室

- 註：
- 全區鉛板鋪設高度需到樓板頂，高於3.2公尺處建議鋪設 2 mm Pb或採包覆施作方式，周邊牆鉛板施作高於天花40~50cm，再向內全面包覆，鉛板採吊架支撐鋪設；
 - 排煙風管. 空調或大型管路建議避開X光室，或從房間側邊角落進出，以減少散射，如需管路穿牆，則注意穿牆管路包覆，參照NCRP報告，二端包覆鉛板長度至少為最大管徑之2倍， 包覆鉛板厚度皆至少為 2 mm Pb。
 - 屏蔽牆若為混凝土砌空心磚，則空心磚中的混凝土重疊的總厚度應大於所需RC厚度。

鉛門屏蔽施作注意事項：

- 電動滑門設計時，門於關閉時，門寬度須與牆左右二端重疊至少 10 cm 以上。門下建議採軌道式設計，避免散射輻射外洩。
- 扇門設計時，門框需包覆鉛屏蔽（與門片相同厚度），門片與門框於門關閉時要密合，避免輻射洩漏。
- 門上須貼輻射警示標誌，裝警告紅燈及安全聯鎖開關(portable CT如無法可免安全聯鎖)。

d. A牆為土方，無人居佔。	NA
b. B牆須 27.8 cmRC或3.3 mmPb, 建議至少30 cmRC或4.0 mmPb。如設有鉛玻璃至少含鉛當量 4.0 mmPb。鉛門需至少 4.0 mmPb。若為既有屏蔽牆，則應確認鉛板/RC厚度大於所需厚度。	B牆+30cm RC/ 4.0 mmPb
c. C牆須 26.9 cmRC或3.1 mmPb, 建議至少30 cmRC或4.0 mmPb。如設有鉛玻璃至少含鉛當量 4.0 mmPb。鉛門需至少 4.0 mmPb。若為既有屏蔽牆，則應確認鉛板厚度大於所需厚度。	C牆+30cm RC/ 4.0 mmPb
d. D牆為土方，無人居佔。	NA
e. 天花須 27.6 cmRC；樓高 450 cm，現有 30 cm RC樓板，足夠防護所需。若樓板為DECK板，則應確認最薄處厚度大於所需厚度。若既有已鋪設鉛板屏蔽，則應確認鉛板厚度大於所需厚度。	天花+30 cm RC+ 0 mmPb
e. 地板為土方，無人居佔。	NA
g. 樓高及既有樓板厚度如與現況不符，請務必提出，以利修正計算。	



執行單位：量子輻射科技有限公司

原子能委員會認可輻防偵字 第 00075 號

中華民國一一年五月

衛生福利部苗栗醫院

直線加速器 輻防空間
屏蔽計算建議報告

B2樓

委辦單位：量子輻射科技有限公司

中華民國一一一年八月制訂

直線加速器室屏蔽計算建議報告

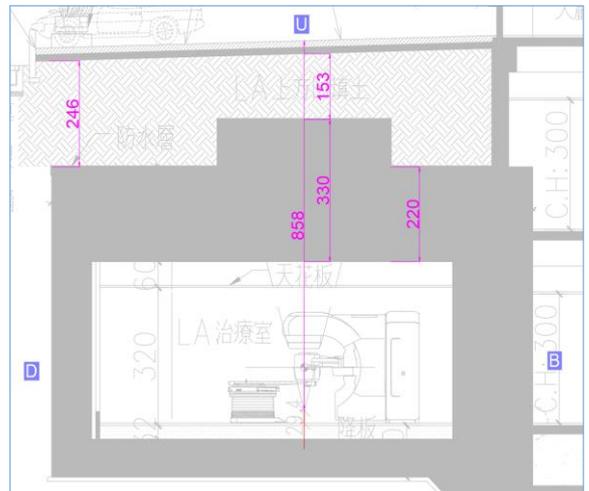
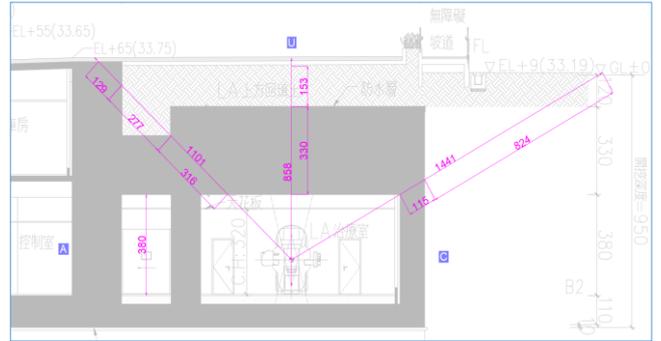
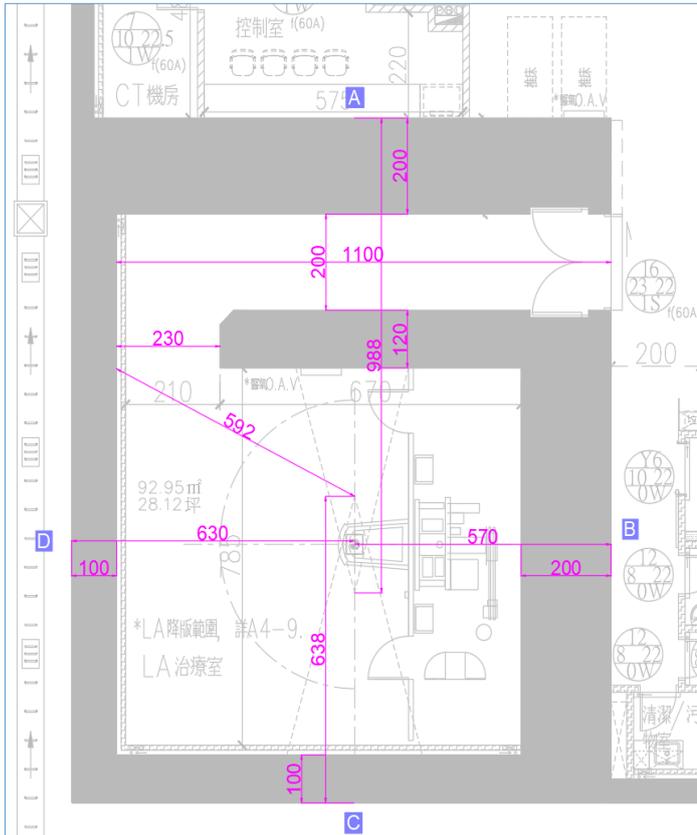
1. 醫院名稱: **衛生福利部苗栗醫院** 報告編號: **量輻屏計字第111-05-53** 號

2. 機器名稱: LINAC (附圖設備僅為示意圖, 實際依院方採購設備為主) 圖號: A2-6-G-b案-地下二層平面圖(不回填)-A.dwg; A4-1-3_剖面圖(CT上方機房)-A.dwg
房間號: 直線加速治療室(1)

<p>3. 機器規格:</p> <p>a. 射束阻擋器 Beam Stopper 無</p> <p>b. 多葉式準直儀 MLC 有</p> <p>c. 電子驗證影像系統 EPID 無</p> <p>d. 最大輸出劑量率 2400 cGy/min</p> <p>e. 光子束能量 10 MV</p> <p>f. 電子束能量 6 MV</p> <p>g. 特殊治療模式:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td>TBI</td><td>有</td></tr> <tr><td>SRS</td><td>無</td></tr> <tr><td>IMRT</td><td>有</td></tr> <tr><td>Cyberknife</td><td>無</td></tr> </table>	TBI	有	SRS	無	IMRT	有	Cyberknife	無	<p>4. 平均工作負荷 W: 1200 Gy/Week 1cGy = 1R</p> <p>5. 瞬間最大工作負荷 W_{max}: 1440000 mGy/h Maximum Dose Equivalent in any one hour 保守計算工作負荷(原能會實測條件)2400cGy/min*60min/h*10mGy/cGy=1440000mGy/h</p> <p>6. 主屏蔽計算: $B_x = P \cdot D^2 / WUT$</p> <p>7. 滲漏屏蔽計算: $B_{lx} = 1000 \cdot P \cdot D_{sec}^2 / WUT$ (U=1)</p> <p>8. 散射屏蔽計算: $B_{sx} = P \cdot D_{sec}^2 \cdot D_{sca}^2 \cdot 400 / \alpha_x \cdot WUTF$</p> <p>9. 迷宮防護門計算: $H = D_2 \cdot (\alpha_1 \cdot A_1) \cdot (\alpha_2 \cdot A_2) / (d_{r1} \cdot d_{r2})^2$</p> <p>管制區最大許可曝露率 P = 0.010 mSv/hr 管制區採用 ICRP 60 Report 建議, 每五年不超過 100mSv</p> <p>非管制區最大許可曝露率 P = 0.0005 mSv/hr</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>MV</th> <th>TVL 水泥 cm</th> <th>TVL Pb cm</th> <th>TVL Steel cm</th> <th>TVL 土方 cm</th> <th>TVL 水泥 cm (洩漏)</th> <th>TVL 水泥 cm (散射)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NCRP49 Table 27</td> <td>0.5</td> <td>11.7</td> <td>1.19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">NCRP151 Table B.2/B.7/B.5a</td> <td>6</td> <td>37.0</td> <td>5.7</td> <td>10.0</td> <td></td> <td>34.0</td> <td>17.0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>41.0</td> <td>5.7</td> <td>11.0</td> <td>64.3</td> <td>35.0</td> <td>18.0</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>44.0</td> <td>5.7</td> <td>11.0</td> <td>69.0</td> <td>36.0</td> <td>18.0</td> </tr> </tbody> </table>		MV	TVL 水泥 cm	TVL Pb cm	TVL Steel cm	TVL 土方 cm	TVL 水泥 cm (洩漏)	TVL 水泥 cm (散射)	NCRP49 Table 27	0.5	11.7	1.19					NCRP151 Table B.2/B.7/B.5a	6	37.0	5.7	10.0		34.0	17.0	10	41.0	5.7	11.0	64.3	35.0	18.0	15	44.0	5.7	11.0	69.0	36.0	18.0
TBI	有																																														
SRS	無																																														
IMRT	有																																														
Cyberknife	無																																														
	MV	TVL 水泥 cm	TVL Pb cm	TVL Steel cm	TVL 土方 cm	TVL 水泥 cm (洩漏)	TVL 水泥 cm (散射)																																								
NCRP49 Table 27	0.5	11.7	1.19																																												
NCRP151 Table B.2/B.7/B.5a	6	37.0	5.7	10.0		34.0	17.0																																								
	10	41.0	5.7	11.0	64.3	35.0	18.0																																								
	15	44.0	5.7	11.0	69.0	36.0	18.0																																								

機頭洩漏輻射 IEC 標準為小於主射束 0.1% · 保守以 0.001 計算。

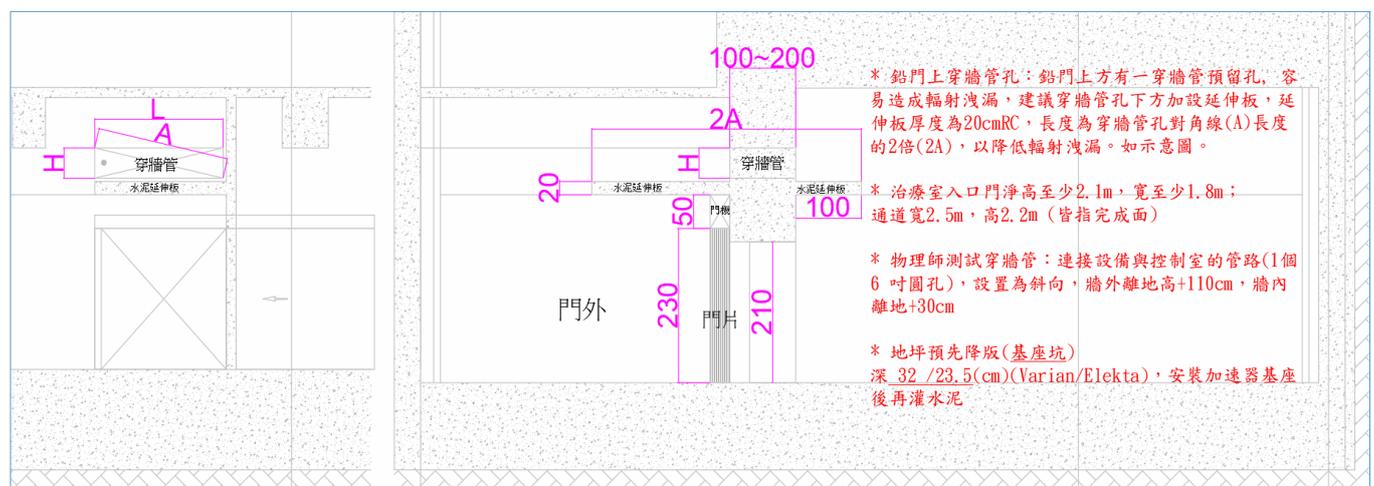
$D_{sca} = 1.0$ m	靶焦點至散射體距離	
$D_{sec} = -$ m	散射體至屏蔽外評估點距離	
$D_L = -$ m	靶焦點至屏蔽外評估點距離	
$F = 1600$ cm ²	Field Size (射束在病人身上之視野)	40*40 cm ²
$\alpha_x = 0.0250$	NCRP 51 E-15, 0.5MeV	
$\alpha_1 = 0.0010$	第一次反射係數	
$\alpha_2 = 0.0200$	第二次反射係數	
$A_1 = 0.16$ m ²	第一次反射截面積	
$A_2 = 8.74$ m ²	第二次反射截面積	= 內迷宮口寬度*內迷宮口淨高 = 2.3*3.8 m ²
$d_{r1} = 5.92$ m	迷宮至第一次反射點距離	
$d_{r2} = 11.00$ m	迷宮至第二次反射點距離	



計算總結：

評估點	代號	治療室原屏蔽厚度	所須屏蔽厚度(cm)	說明	牆外劑量率(μSv/h)
A牆：控制室	B _x	320cm RC	306.27	A牆現有主屏蔽320cm RC，相當於320 cm RC，足夠防護所需。可適當縮減至330cm RC。	0.231
	B _{Lx}	200cm RC	163.32	A牆現有副屏蔽200cm RC，相當於200 cm RC，足夠防護所需。	0.045 非管制區應<0.5
	B _{Sx}		118.13		
B牆：走道	B _x	200cm RC	NA	非主射束	NA
	B _{Lx}	200cm RC	173.17	B牆現有副屏蔽200cm RC，相當於200 cm RC，足夠防護所需。	0.086 非管制區應<0.5
	B _{Sx}		125.06		
C牆：土方	B _x	100cm RC+400cm 土方	321.84	C牆現有主屏蔽100cm RC+400cm 土方，相當於355.06 cm RC，足夠防護所需。為避免日後鄰近區域開挖造成輻射劑量外洩，建議設有100cmRC，與鄰棟相隔至少400cm土方。	0.077
	B _{Lx}	100cm RC+400cm 土方	181.18	C牆現有副屏蔽100cm RC+400cm 土方，相當於317.73 cm RC，足夠防護所需。為避免日後鄰近區域開挖造成輻射劑量外洩，建議設有100cmRC，與鄰棟相隔至少400cm土方。	6.27E-05 非管制區應<0.5
	B _{Sx}		125.96		
D牆：土方	B _x	100cm RC+200cm 土方	NA	非主射束	NA
	B _{Lx}	100cm RC+200cm 土方	170.12	D牆現有副屏蔽100cm RC+200cm 土方，相當於208.87 cm RC，足夠防護所需。為避免日後鄰近區域開挖造成輻射劑量外洩，建議設有100cmRC，與鄰棟相隔至少200cm土方。	0.039 非管制區應<0.5
	B _{Sx}		123.49		
U天花板：1F	B _x	330cm RC+153cm 土方	311.29	U天花板現有主屏蔽330cm RC+153cm 土方，相當於427.56 cm RC，足夠防護所需。	0.001
	B _x	115cm RC+824cm 土方	0.00	現有主屏蔽115cm RC+824cm 土方，相當於640.42 cm RC，足夠防護所需。	4.69E-09
	B _{Lx}	220cm RC+246cm 土方	168.80	U天花板現有副屏蔽220cm RC+246cm 土方，相當於353.91 cm RC，足夠防護所需。	2.57E-06 非管制區應<0.5
	B _{Sx}		120.60		
地板：土方	B _x	土方	NA	土方	NA
	B _{Lx}	土方	NA	土方	NA
	B _{Sx}		NA		
鉛門	G. 迷宮防護門：裝警告紅燈及安全聯鎖開關；門上須貼輻射警示標誌。 ●若迷宮防護門外欲符合非管制區劑量率限值≤0.5 μSv/Hr，光子屏蔽須至少2.36 cm Pb，建議加3 cm Pb； ●因加速器為10MV 機型，會產生光中子，計算理論鉛門須中子屏蔽15.39 cm PE，建議加16 cm PE。 ●鉛門屏蔽材料順序為：靠門內PE + 靠門外鉛。 ●鉛門寬度左右及上方應與水泥牆至少有20 cm 之重疊。鉛門下方加設滑軌以避免下方空隙洩漏。 ●鉛門與加速器間須有安全連鎖裝置，且鉛門開關設定與加速器能否出束照射有連帶關係。			光子屏蔽：3 cmPb	光子劑量率(μSv/h)：0.029
				中子屏蔽：16 cm PE	中子劑量率(μSv/h)：0.025

鉛門上穿牆管孔：鉛門上方有一穿牆管預留孔，容易造成輻射洩漏，建議穿牆管孔下方加設延伸板，延伸板厚度為20cmRC，長度為穿牆管孔對角線(A)長度的2倍(2A)，以降低輻射洩漏。如下示意圖。



中華民國一一年五月制訂

屏蔽計算說明:

A. 主防護屏蔽:	B. 副防護屏蔽(洩漏輻射):	Use Factor=1	C. 副防護屏蔽(散射輻射):	Use Factor=1 : for isotropic scattering
(1) A牆 : 控制室 B _x =P*D ² /WUT D _p = 9.88 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr U= 1 主射束 T= 1 (保守) B _x = 3.39E-08 n= 7.47 TVL RC 306.27 cm RC	(1) A牆 : 控制室 B _{Lx} =1000*P*D ² /WT D _L = 7.88 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr T= 1 B _{Lx} = 2.16E-05 n= 4.67 TVL RC 163.32 cm RC	DL說明: 洩漏射源為機頭處,因此保守選擇最近計算點的機頭位置,為對向相差180度的機頭位置,與Dp距離相比少2 m。	(1) A牆 : 控制室 B _{sx} =P*D _{sca} ² *D _{sec} ² *400/α _x WUTF D _{sca} = 1.0 m D _{sec} = 8.88 m =(Dp-1) P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr α _x = 0.025 U= 1 T= 1 F= 1600 cm ² B _{ws} = 2.74E-07 n= 6.56 TVL RC @90° scatter 118.13 cm RC	Dsec說明: 為散射體至屏蔽外評估點距離,即為治療中心點至計算點位置,與Dp距離相比少1 m。

A. 主防護屏蔽:	B. 副防護屏蔽(洩漏輻射):	Use Factor=1	C. 副防護屏蔽(散射輻射):	Use Factor=1 : for isotropic scattering
(2) B牆 : 走道 B _x =P*D ² /WUT D _p = 5.70 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr U= 0 非主射束 T= 1 (保守) B _x = #DIV/0! n= #DIV/0! TVL RC #DIV/0! cm RC	(2) B牆 : 走道 B _{Lx} =1000*P*D ² /WT D _L = 5.70 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr T= 1 B _{Lx} = 1.13E-05 n= 4.95 TVL RC 173.17 cm RC		(2) B牆 : 走道 B _{sx} =P*D _{sca} ² *D _{sec} ² *400/α _x WUTF D _{sca} = 1.0 m D _{sec} = 5.7 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr α _x = 0.025 U= 1 T= 1 F= 1600 B _{ws} = 1.13E-07 n= 6.95 TVL RC @90° scatter 125.06 cm RC	

A. 主防護屏蔽:	B. 副防護屏蔽(洩漏輻射):	Use Factor=1	C. 副防護屏蔽(散射輻射):	Use Factor=1 : for isotropic scattering
(3) C牆 : 土方 B _x =P*D ² /WUT D _p = 6.38 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr U= 1 主射束 T= 1 (保守) B _x = 1.41E-08 n= 7.85 TVL RC 321.84 cm RC	(3) C牆 : 土方 B _{Lx} =1000*P*D ² /WT D _L = 4.38 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr T= 1 B _{Lx} = 6.66E-06 n= 5.18 TVL RC 181.18 cm RC	DL說明: 洩漏射源為機頭處,因此保守選擇最近計算點的機頭位置,為對向相差180度的機頭位置,與Dp距離相比少2 m。	(3) C牆 : 土方 B _{sx} =P*D _{sca} ² *D _{sec} ² *400/α _x WUTF D _{sca} = 1.0 m D _{sec} = 5.38 m =(Dp-1) P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr α _x = 0.025 U= 1 T= 1 F= 1600 cm ² B _{ws} = 1.01E-07 n= 7.00 TVL RC @90° scatter 125.96 cm RC	Dsec說明: 為散射體至屏蔽外評估點距離,即為治療中心點至計算點位置,與Dp距離相比少1 m。

A. 主防護屏蔽:	B. 副防護屏蔽(洩漏輻射):	Use Factor=1	C. 副防護屏蔽(散射輻射):	Use Factor=1 : for isotropic scattering
(4) D牆 : 土方 B _x =P*D ² /WUT D _p = 6.30 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr U= 0 非主射束 T= 1 (保守) B _x = #DIV/0! n= #DIV/0! TVL RC #DIV/0! cm RC	(4) D牆 : 土方 B _{Lx} =1000*P*D ² /WT D _L = 6.30 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr T= 1 B _{Lx} = 1.38E-05 n= 4.86 TVL RC 170.12 cm RC		(4) D牆 : 土方 B _{sx} =P*D _{sca} ² *D _{sec} ² *400/α _x WUTF D _{sca} = 1.0 m D _{sec} = 6.3 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr α _x = 0.025 U= 1 T= 1 F= 1600 cm ² B _{ws} = 1.38E-07 n= 6.86 TVL RC @90° scatter 123.49 cm RC	

A. 主防護屏蔽:	B. 副防護屏蔽(洩漏輻射):	Use Factor=1	C. 副防護屏蔽(散射輻射):	Use Factor=1 : for isotropic scattering
(5) U天花板 : 1F B _x =P*D ² /WUT D _p = 8.58 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr U= 1 主射束 T= 1 (保守) B _x = 2.56E-08 n= 7.59 TVL RC 311.29 cm RC	(5) U天花板 : 1F B _{Lx} =1000*P*D ² /WT D _L = 6.58 m P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr T= 1 B _{Lx} = 1.50E-05 n= 4.82 TVL RC 168.80 cm RC	DL說明: 洩漏射源為機頭處,因此保守選擇最近計算點的機頭位置,為對向相差180度的機頭位置,與Dp距離相比少2 m。	(5) U天花板 : 1F B _{sx} =P*D _{sca} ² *D _{sec} ² *400/α _x WUTF D _{sca} = 1.0 m D _{sec} = 7.58 m =(Dp-1) P= 0.0005 mSv/hr W= 1440000 mGy/hr α _x = 0.025 U= 1 T= 1 F= 1600 cm ² B _{ws} = 2.00E-07 n= 6.70 TVL RC @90° scatter 120.60 cm RC	Dsec說明: 為散射體至屏蔽外評估點距離,即為治療中心點至計算點位置,與Dp距離相比少1 m。

A. 主防護屏蔽: Use Factor=1 C. 副防護屏蔽(散射輻射): Use Factor=1 ; for isotropic scattering

(6) 地板 : 土方
 $B_x = P \cdot D^2 / WUT$ 非管制區
 $D_p = 2$ m
 $P = 0.0005$ mSv/hr
 $W = 1440000$ mGy/hr
 $U = 1$ 主射束
 $T = 0$ (保守)
 $B_x = \#DIV/0!$
 $n = \#DIV/0!$ TVL RC
 $\#DIV/0!$ cm RC

B. 副防護屏蔽(洩漏輻射): Use Factor=1
(6) 地板 : 土方
 $B_{Lx} = 1000 \cdot P \cdot D^2 / WT$ 非管制區
 $D_L = 0.00$ m
 $P = 0.0005$ mSv/hr
 $W = 1440000$ mGy/hr
 $T = 0$
 $B_{Lx} = \#DIV/0!$
 $n = \#DIV/0!$ TVL RC
 $\#DIV/0!$ cm RC

(6) 地板 : 土方
 $B_{sx} = P \cdot D_{sca}^2 \cdot D_{sec}^2 \cdot 400 / \alpha_x \cdot WUTF$ 非管制區
 $D_{sca} = 1.0$ m
 $D_{sec} = 1$ m $= (D_p - 1)$
 $P = 0.0005$ mSv/hr
 $W = 1440000$ mGy/hr
 $\alpha_x = 0.025$
 $U = 1$
 $T = 0$
 $F = 1600$ cm²
 $B_{ws} = \#DIV/0!$
 $n = \#DIV/0!$ TVL RC @90° scatter
 $\#DIV/0!$ cm RC

Dsec說明: 為散射體至屏蔽外評估點距離, 即為治療中心點至計算點位置, 與Dp距離相比少1 m。

DL說明: 洩漏射源為機頭處, 因此保守選擇最接近計算點的機頭位置, 為對向相差180度的機頭位置, 與Dp距離相比少2 m。

屏蔽鉛門 非管制區

$H = D_0 \cdot \alpha_1 \cdot A_1 \cdot \alpha_2 \cdot A_2 / (d_1 \cdot d_2)^2$
 $D_0 = 1.44E+06$ mGy/hr
 $d_1 = 5.92$ m
 $d_2 = 11$ m
 $\alpha_1 = 0.001$
 $\alpha_2 = 0.020$
 $A_1 = 0.1600$ m² 40*40 cm²
 $A_2 = 8.74$ m² (2.3*3.8)
 $H = 9.50E-03$ mSv/hr capture gamma
1.98E+00 TVL Pb @ 0.5 MV
2.36 cm Pb
門外劑量率 2.86E-02 μSv/hr with 3 cm Pb

中子防護屏蔽:

衛生福利部苗栗醫院

0.4 mSv n/Gy X @ 10 MV

$H_0 = 576$ mSv/hr-m

(1) A牆 非管制區

$$B_{nx} = P * D^2 / H_0$$

D = 7.88 m

P = 0.500 μ Sv/hr

$H_0 = 576$ mSv/hr-m

$B_{nx} = 5.39E-05$

n = 4.27 TVL RC

93.90 cm RC

Dose rate = 2.64E-11 μ Sv/hr

(2) B牆 非管制區

$$B_{nx} = P * D^2 / H_0$$

D = 5.7 m

P = 0.500 μ Sv/hr

$H_0 = 576$ mSv/hr-m

$B_{nx} = 2.82E-05$

n = 4.55 TVL RC

100.09 cm RC

Dose rate = 1.44E-06 μ Sv/hr

(3) C牆 非管制區

$$B_{nx} = P * D^2 / H_0$$

D = 4.38 m

P = 0.500 μ Sv/hr

$H_0 = 576$ mSv/hr-m

$B_{nx} = 1.67E-05$

n = 4.78 TVL RC

105.13 cm RC

Dose rate = 1.92E-12 μ Sv/hr

(4) D牆 非管制區

$$B_{nx} = P * D^2 / H_0$$

D = 6.3 m

P = 0.500 μ Sv/hr

$H_0 = 576$ mSv/hr-m

$B_{nx} = 3.45E-05$

n = 4.46 TVL RC

98.18 cm RC

Dose rate = 6.20E-07 μ Sv/hr

(5) U天花板 非管制區

$$B_{nx} = P * D^2 / H_0$$

D = 6.58 m

P = 0.500 μ Sv/hr

$H_0 = 576$ mSv/hr-m

$B_{nx} = 3.76E-05$

n = 4.43 TVL RC

97.35 cm RC

Dose rate = 4.66E-16 μ Sv/hr

(6) 地板 非管制區

$B_{nx} = P * D^2 / H_0$

D= 2 m
P= 0.500 μ Sv/hr
H₀= 576 mSv/hr-m
B_{nx}= 3.47E-06
n= 5.46 TVL RC
120.11 cm RC
Dose rate= 土方 μ Sv/hr

(7) 鉛門外: 走道 非管制區

H₀= 576 mSv/hr-m
T₀= 8.74 m² Inner = 2.3*3.8 m²
T₁= 7.60 m² Outer = 2*3.8 m²
d₀= 1 m
d₁= 5.92 m
d₂= 11 m
H= 1.19E+02 μ Sv/hr-m
n= 3.08 TVL PE @100keV
15.39 cm PE
門外劑量率 0.075 μ Sv/hr with 16 cm PE

$$H = H_0 \times \left(\frac{T_0}{T_1}\right) \times \left(\frac{d_0}{d_1}\right)^2 \times 10^{-d_2/5}$$

根據以上計算:

中子防護屏蔽		治療室原屏蔽厚度及材質	所須屏蔽厚度RC	說明
A牆	Bnx	200cm RC	93.90	規劃之屏蔽厚度,足夠防護所需
B牆	Bnx	200cm RC	100.09	規劃之屏蔽厚度,足夠防護所需
C牆	Bnx	100cm RC+400cm 土方	105.13	規劃之屏蔽厚度,足夠防護所需
D牆	Bnx	100cm RC+200cm 土方	98.18	規劃之屏蔽厚度,足夠防護所需
U天花板	Bnx	330cm RC+153cm 土方	97.35	規劃之屏蔽厚度,足夠防護所需
地板	Bnx	土方	120.11	規劃之屏蔽厚度,足夠防護所需
鉛門	G. 迷宮防護門:裝警告紅燈及安全聯鎖開關;門上須貼輻射警示標誌。 ●若迷宮防護門外欲符合非管制區劑量率限值 $\leq 0.5 \mu$ Sv/Hr,光子屏蔽須至少2.36 cm Pb,建議加3 cm Pb; ●因加速器為10MV機型,會產生光中子,計算理論鉛門須中子屏蔽15.39 cm PE,建議加16 cm PE。 ●鉛門屏蔽材料順序為:靠門內PE+靠門外鉛。 ●鉛門寬度左右及上方應與水泥牆至少有20 cm之重疊。鉛門下方加設滑軌以避免下方空隙洩漏。 ●鉛門與加速器間須有安全連鎖裝置,且鉛門開關設定與加速器能否出束照射有連帶關係。			

中華民國一一年五月制訂

衛生福利部苗栗醫院

核子醫學科 輻防空間
屏蔽計算建議報告

B2樓

委辦單位：量子輻射科技有限公司

中華民國一一一年八月制訂

苗栗醫院

核子醫學科

醫用非密封放射性物質
輻射作業場所輻射安全評估

新增核醫科

報告書編號：量非密屏計字 P111-07-02

委辦單位：量子輻射科技有限公司

中華民國一一一年八月制訂

目 錄

目 錄.....	2
第一節 屏蔽計算報告說明事項.....	3

第一節 屏蔽計算報告說明事項

1. 此份報告目的為設計階段所需，非主管機關送審文件使用。
2. 此份報告核種假設條件如下，如有使用 **Generator**(如：**Mo-99/Tc-99m**)須另行規劃。

核種	單次最大使用量(mCi)	備註
Ga-67	8	-

3. 上下樓板資訊如下。(為既有建築條件，如有需修正之處請務必提出，以利重新計算屏蔽。)
 - B2F 上樓板外: 450 (B2F 地板到 B1F 地板)-70(作業台高) =380 cm
 - B2F 下樓板外: 筏基，無人居站。
 - 上樓板 RC 建議板厚 25 cm RC。
4. 管制區劃分如下頁圖黃底標示，如需變更請務必提出以利重新計算屏蔽。
5. 新增屏蔽牆及上下樓板厚度如下頁圖示，鉛牆厚度標於圖面牆上，厚度單位皆為 **cm**，例如：**0.3Pb** 為 0.3cm 鉛板；**15RC** 為 15cm 混凝土牆。
6. 劑量率如下頁圖示，標示此位置可能的最高劑量率，單位皆為 **μ Sv/h**，例如：**0.0633** 為 0.0633 **μ Sv/h**。設計值為：落在管制區內應 <10 **μ Sv/h**，在管制區外應 <0.5 **μ Sv/h**。
7. 屏蔽牆材質以鉛或混凝土計算為主，請依需求提出所需計算材質。
8. 注意：櫃台須鉛屏蔽，鄰外圍牆、等候區牆鉛屏蔽
9. 新增屏蔽高度建議至少 320 cm 以上，屏蔽高度如因現場結構等問題建議提出討論。

若設備為 SPECT/CT，即設有 CT 設備則高於 320 cm 處須以 0.2 cm Pb 鋪設至頂(至上樓板)，或採包覆施作方式，周邊牆鉛板施作高於天花板 40~50cm，再向內包覆，鉛板採吊架支撐鋪設。

注意穿牆管路包覆，參照 NCRP 報告，二端包覆鉛板長度至少為最大管徑之 2 倍。
10. 設有 CT 設備之造影室鉛門裝警告紅燈及安全聯鎖開關。門與牆重疊部分(上、左、右)須至少 10 公分，門下建議採軌道方式施作以避免散射洩漏。

11. 本評估設備為 SPECT/CT 及 PET/CT，除考慮核醫及正子外，本設備需同時考慮合併 CT 劑量之貢獻，二者應選擇保守的屏蔽厚度。
12. 本報告屏蔽計算評估所使用的分析程式，為 Microshield Version 5.05 (Grove Engineering, 1998) 計算程式。
13. 本規劃圖之尺寸依據廠商提供平面圖及想法套繪，如與實際尺寸有出入，請告知。
14. 本規劃圖依院方要求規劃，尚未考慮相關法規(建築、消防等)規範。
15. 劑量率評估值(如下圖)及管制劃分仍需待院方輻防委員會同意；屏蔽厚度最後需經原子能委員會同意為之。

0.5Pb 新增屏蔽牆厚度，厚度單位皆為cm
 例如：0.3Pb為0.3cm鉛板；15RC為15cm混凝土牆

0.0633 標示此位置可能的最高劑量率，單位皆為 $\mu\text{Sv/h}$
 例如：0.0633為0.0633 $\mu\text{Sv/h}$ 。
 設計值為：落在管制區內應 $<10\mu\text{Sv/h}$ ，在管制區外應 $<0.5\mu\text{Sv/h}$

- 上樓板建議25 cmRC
- 建議管制區域範圍

- 註：
1. 本規劃圖之尺寸依據廠商提供平面圖及想法套繪，如與實際尺寸有出入，請告知。
 2. 圖內設備部份僅供參考，詳細規格以設備採購合約為準。
 3. 本規劃圖依使用單位要求規劃，尚未考慮相關法規(建築、消防、輻防)規範。

