

附件四 體外及體內劑量評估方法

一、體外劑量評估

- 1、民眾體外劑量評估由累積劑量監測，或沉積在土壤、岸砂中加馬核種活度方法推算，由環境劑量推算至民眾劑量應考慮其占用因數。
- 2、由累積劑量監測評估淨劑量選擇下列方法計算（每一監測站都應計算）：
 - (1) 累積劑量監測淨劑量 = (本季劑量) - (過去5年20季劑量平均值 + 3倍標準差)，每季劑量評估以92天為基準。若所得淨值小於每年0.05 mSv 或每季0.025 mSv，則註記小於MDA。
 - (2) 累積劑量監測站設站期間未達五年者，則以扣除該站運轉前背景正常變動範圍或鄰近地區之天然背景正常變動範圍為其淨劑量計算原則。
- 3、地表土壤或岸砂沉積之人造放射核種所造成體外劑量之計算如下：

$$D=8760 \times S \times K \times H$$

D：體外曝露之有效劑量 (mSv/a)

S：指土壤或岸砂所造成之居住屏蔽或砂灘曝露因數。居住屏蔽因數（土壤）建議採用0.36，居住屏蔽因數係室內占用因數0.8乘以屏蔽因數0.2再加上室外占用因數0.2。砂灘曝露因數（岸砂）則依各設施調查數據或國內相關機關公布資料。

K：單位面積放射性活度 (Bq/m²)

對土壤表面密度採80kg/m²，取0.05m深，密度為1600kg/m³。對岸砂表面密度採40kg/m²，取0.025m深。

H：核種的劑量轉換因數 (mSv-m²/Bq-h)。

各核種造成劑量分別計算後再相加。

土壤及岸砂如僅測得銫(Cs)-137或銣(Sr)-90核種，計算體外劑量時，扣除該站過去五年之正常變動範圍，但如測得錳(Mn)-54、鈷(Co)-58、鈷(Co)-60、銫(Cs)-134等人工核種，則應以實測值計算體外劑量。

二、體內劑量評估方法

- 1、體內劑量以放射性核種之攝入評估，攝入包括嚥入和吸入兩大途徑。
- 2、以放射性核種在一年內攝入評估約定有效劑量。

約定有效劑量 (毫西弗) = [約定有效劑量轉換係數 (毫西弗/貝克)] × [一年間的核種攝入量 (貝克)] × (年齡修正) × (市場稀釋修正) × (由調理等減少的修正)

一年間的核種攝入量，可採下列方法之一：

- (1) 核種年攝入量 = (環境試樣中的核種年平均活度) × (年飲食攝入量)
- (2) 核種年攝入量 = Σ (環境試樣中每日平均的放射性核種活度) × (其飲食物等的平均每日攝食量)。本方法為日攝入的飲食中放射性活度有變化，而需分別求每日的放射性活度的方法。

原則上在正常監測時，不必要計算甲狀腺等組織的約定等價劑量。當輻射工作場所異常排放放射性物質時，放射性碘有顯著增加的可能性時，必須推算甲狀腺的約定等價劑量，使用有效劑量換算係數依上述同樣方法計算之。

3、飲食等攝食量可參考國內相關單位公布資料，或設施經營者之最新調查資料。

三、劑量評估參數

- 1、環測計畫應將使用量因子及占用因數等參數，送主管機關審查。
- 2、銫(Cs)-137及銣(Sr)-90可能來自核爆落塵，先扣除當站歷年正常變動範圍值後再計算淨劑量，歷年平均值採取最近五年數據為統計對象，不足五年者取所有數據或運轉前背景數據。
- 3、錳(Mn)-54、鈷(Co)-58、鈷(Co)-60及銫(Cs)-134等人工核種均歸輻射工作場所貢獻，天然核種如鉀(K)-40、鈾系、釷系均不計算淨劑量。
- 4、同一試樣同時採用加馬能譜分析及化學方法定量時，取較大值做劑量評估。
- 5、同一時間，同一種試樣，採用取樣地點中活度平均值最高的地點做劑量評估。
- 6、個人最大年劑量計算係取年活度平均值最大者作計算，若某季劑量未達評估標準，則以“-”表示。

地表面污染放射性核種距地一公尺高度體外有效劑量轉換因數*

單位：(毫西弗-平方公尺/貝克-小時)

核種	有效劑量係數
鉻(Cr)-51	1.07×10^{-10}
錳(Mn)-54	2.85×10^{-9}
鈷(Co)-58	3.33×10^{-9}
鐵(Fe)-59	3.96×10^{-9}
鈷(Co)-60	8.28×10^{-9}
鋅(Zn)-65	1.95×10^{-9}
鋯(Zr)-95	2.53×10^{-9}
鎳(Nb)-95	2.62×10^{-9}
碘(I)-131	1.31×10^{-9}
銫(Cs)-134	5.33×10^{-9}
銫(Cs)-137**	2.08×10^{-9}
銻(Sb)-125	1.47×10^{-9}
鋇(Ba)-140	6.84×10^{-10}
鐳(La)-140	7.78×10^{-9}
鈾(Ce)-141	2.49×10^{-10}
鈾(Ce)-144	6.62×10^{-11}

註：* 本表資料取自美國聯邦輻射防護指引報告(Federal Guidance Report 13. Cancer Risk Coefficient for Environmental Exposure to Radionuclides, 2002)。

** 銫(Cs)-137之體外有效劑量係數以美國聯邦輻射防護指引報告中銫(Cs)-137與鋇(Ba)-137m相加而得。

放射性核種吸入或吸入對一般人之約定有效劑量的轉換因數*1 (毫西弗/貝克)*2

核種	嚥入						肺吸 收類 別	吸入					
	≤1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲		≤1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲
氫(H)-3	6.4×10 ⁻⁸	4.8×10 ⁻⁸	3.1×10 ⁻⁸	2.3×10 ⁻⁸	1.8×10 ⁻⁸	1.8×10 ⁻⁸	S	1.2×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁶	6.3×10 ⁻⁷	3.8×10 ⁻⁷	2.8×10 ⁻⁷	2.6×10 ⁻⁷
碳(C)-14	1.4×10 ⁻⁶	1.6×10 ⁻⁶	9.9×10 ⁻⁷	8.0×10 ⁻⁷	5.7×10 ⁻⁷	5.8×10 ⁻⁷	S	1.9×10 ⁻⁵	1.7×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁵	7.4×10 ⁻⁶	6.4×10 ⁻⁶	5.8×10 ⁻⁶
鉻(Cr)-51	3.5×10 ⁻⁷	2.3×10 ⁻⁷	1.2×10 ⁻⁷	7.8×10 ⁻⁸	4.8×10 ⁻⁸	3.8×10 ⁻⁸	S	2.6×10 ⁻⁷	2.1×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁷	6.6×10 ⁻⁸	4.5×10 ⁻⁸	3.7×10 ⁻⁸
錳(Mn)-54	5.4×10 ⁻⁶	3.1×10 ⁻⁶	1.9×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻⁶	8.7×10 ⁻⁷	7.1×10 ⁻⁷	M	7.5×10 ⁻⁶	6.2×10 ⁻⁶	3.8×10 ⁻⁶	2.4×10 ⁻⁶	1.9×10 ⁻⁶	1.5×10 ⁻⁶
鐵(Fe)-59	3.9×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁵	7.5×10 ⁻⁶	4.7×10 ⁻⁶	3.1×10 ⁻⁶	1.8×10 ⁻⁶	S	2.1×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁵	8.1×10 ⁻⁶	5.8×10 ⁻⁶	5.1×10 ⁻⁶	4.0×10 ⁻⁶
鈷(Co)-58	7.3×10 ⁻⁶	4.4×10 ⁻⁶	2.6×10 ⁻⁶	1.7×10 ⁻⁶	1.1×10 ⁻⁶	7.4×10 ⁻⁷	S	9.0×10 ⁻⁶	7.5×10 ⁻⁶	4.5×10 ⁻⁶	3.1×10 ⁻⁶	2.6×10 ⁻⁶	2.1×10 ⁻⁶
鈷(Co)-60	5.4×10 ⁻⁵	2.7×10 ⁻⁵	1.7×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁵	7.9×10 ⁻⁶	3.4×10 ⁻⁶	S	9.2×10 ⁻⁵	8.6×10 ⁻⁵	5.9×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻⁵	3.4×10 ⁻⁵	3.1×10 ⁻⁵
鋅(Zn)-65	3.6×10 ⁻⁵	1.6×10 ⁻⁵	9.7×10 ⁻⁶	6.4×10 ⁻⁶	4.5×10 ⁻⁶	3.9×10 ⁻⁶	F	1.5×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	5.7×10 ⁻⁶	3.8×10 ⁻⁶	2.5×10 ⁻⁶	2.2×10 ⁻⁶
錒(Sr)-89	3.6×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻⁵	8.9×10 ⁻⁶	5.8×10 ⁻⁶	4.0×10 ⁻⁶	2.6×10 ⁻⁶	S	3.9×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁵	1.7×10 ⁻⁵	1.2×10 ⁻⁵	9.3×10 ⁻⁶	7.9×10 ⁻⁶
錒(Sr)-90	2.3×10 ⁻⁴	7.3×10 ⁻⁵	4.7×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻⁵	8.0×10 ⁻⁵	2.8×10 ⁻⁵	S	4.2×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	1.8×10 ⁻⁴	1.6×10 ⁻⁴	1.6×10 ⁻⁴
鋅(Zn)-95	8.5×10 ⁻⁶	5.6×10 ⁻⁶	3.0×10 ⁻⁶	1.9×10 ⁻⁶	1.2×10 ⁻⁶	9.5×10 ⁻⁷	S	2.4×10 ⁻⁵	1.9×10 ⁻⁵	1.2×10 ⁻⁵	8.3×10 ⁻⁶	7.3×10 ⁻⁶	5.9×10 ⁻⁶
鎳(Nb)-95	4.6×10 ⁻⁶	3.2×10 ⁻⁶	1.8×10 ⁻⁶	1.1×10 ⁻⁶	7.4×10 ⁻⁷	5.8×10 ⁻⁷	S	7.7×10 ⁻⁶	5.9×10 ⁻⁶	3.6×10 ⁻⁶	2.5×10 ⁻⁶	2.2×10 ⁻⁶	1.8×10 ⁻⁶
鈦(Ru)-106	8.4×10 ⁻⁵	4.9×10 ⁻⁵	2.5×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁵	8.6×10 ⁻⁶	7.0×10 ⁻⁶	S	2.6×10 ⁻⁴	2.3×10 ⁻⁴	1.4×10 ⁻⁴	9.1×10 ⁻⁵	7.1×10 ⁻⁵	6.6×10 ⁻⁵
銀(Ag)-110m	2.4×10 ⁻⁵	1.4×10 ⁻⁵	7.8×10 ⁻⁶	5.2×10 ⁻⁶	3.4×10 ⁻⁶	2.8×10 ⁻⁶	S	4.6×10 ⁻⁵	4.1×10 ⁻⁵	2.6×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁵	1.2×10 ⁻⁵
碘(I)-129	1.8×10 ⁻⁴	2.2×10 ⁻⁴	1.7×10 ⁻⁴	1.9×10 ⁻⁴	1.4×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻⁴	F	7.2×10 ⁻⁵	8.6×10 ⁻⁵	6.1×10 ⁻⁵	6.7×10 ⁻⁵	4.6×10 ⁻⁵	3.6×10 ⁻⁵
碘(I)-131	1.8×10 ⁻⁴	1.8×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	5.2×10 ⁻⁵	3.4×10 ⁻⁵	2.2×10 ⁻⁵	F	7.2×10 ⁻⁵	7.2×10 ⁻⁵	3.7×10 ⁻⁵	1.9×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁵	7.4×10 ⁻⁶
碘(I)-133	4.9×10 ⁻⁵	4.4×10 ⁻⁵	2.3×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	6.8×10 ⁻⁶	4.3×10 ⁻⁶	F	1.9×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻⁵	8.3×10 ⁻⁶	3.8×10 ⁻⁶	2.2×10 ⁻⁶	1.5×10 ⁻⁶
鈾(Ce)-134	2.6×10 ⁻⁵	1.6×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁵	1.4×10 ⁻⁵	1.9×10 ⁻⁵	1.9×10 ⁻⁵	S	7.0×10 ⁻⁵	6.3×10 ⁻⁵	4.1×10 ⁻⁵	2.8×10 ⁻⁵	2.3×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁵
鈾(Ce)-137	2.1×10 ⁻⁵	1.2×10 ⁻⁵	9.6×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁵	S	1.1×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻⁵	4.8×10 ⁻⁵	4.2×10 ⁻⁵	3.9×10 ⁻⁵
錒(Ba)-140	3.2×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻⁵	9.2×10 ⁻⁶	5.8×10 ⁻⁶	3.7×10 ⁻⁶	2.6×10 ⁻⁶	S	2.9×10 ⁻⁵	2.2×10 ⁻⁵	1.2×10 ⁻⁵	8.6×10 ⁻⁶	7.1×10 ⁻⁶	5.8×10 ⁻⁶
鐳(La)-140	2.0×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁵	6.8×10 ⁻⁶	4.2×10 ⁻⁶	2.5×10 ⁻⁶	2.0×10 ⁻⁶	M	8.8×10 ⁻⁶	6.3×10 ⁻⁶	3.1×10 ⁻⁶	2.0×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻⁶	1.1×10 ⁻⁶
銻(Ce)-144	6.6×10 ⁻⁵	3.9×10 ⁻⁵	1.9×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁵	6.5×10 ⁻⁶	5.2×10 ⁻⁶	F	3.6×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	1.4×10 ⁻⁴	7.8×10 ⁻⁵	5.8×10 ⁻⁵ (S)	5.3×10 ⁻⁵ (S)
鐳(Ra)-226	4.7×10 ⁻³	9.6×10 ⁻⁴	6.2×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁴	1.5×10 ⁻³	2.8×10 ⁻⁴	S	3.4×10 ⁻²	2.9×10 ⁻²	1.9×10 ⁻²	1.2×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	9.5×10 ⁻³
釷(Th)-232	4.6×10 ⁻³	4.5×10 ⁻⁴	3.5×10 ⁻⁴	2.9×10 ⁻⁴	2.5×10 ⁻⁴	2.3×10 ⁻⁴	F	2.3×10 ⁻¹	2.2×10 ⁻¹	1.6×10 ⁻¹	1.3×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹
鈾(U)-235	3.5×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻⁴	8.5×10 ⁻⁵	7.1×10 ⁻⁵	7.0×10 ⁻⁵	4.7×10 ⁻⁵	S	3.0×10 ⁻²	2.6×10 ⁻²	1.7×10 ⁻²	1.1×10 ⁻²	9.2×10 ⁻³	8.5×10 ⁻³
鈾(U)-238	3.4×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁵	6.8×10 ⁻⁵	6.7×10 ⁻⁵	4.5×10 ⁻⁵	S	2.9×10 ⁻²	2.5×10 ⁻²	1.6×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	8.7×10 ⁻³	8.0×10 ⁻³
鐳(Pu)-238	4.0×10 ⁻³	4.0×10 ⁻⁴	3.1×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻⁴	2.2×10 ⁻⁴	2.3×10 ⁻⁴	F	2.0×10 ⁻¹	1.9×10 ⁻¹	1.4×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹
鐳(Pu)-239	4.2×10 ⁻³	4.2×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻⁴	2.5×10 ⁻⁴	F	2.1×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻¹	1.5×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹	1.1×10 ⁻¹	1.2×10 ⁻¹

*1：本表資料取自94年12月30日行政院原子能委員會會輻字第0940041080號令修正之游離輻射防護安全標準。吸入之劑量轉換係數取該核種之最大值，並標示該數值之核種肺吸收類別。若該某一年齡層吸收類別數值與其他年齡層不同，則另標示於該數值之後。

*2：為與劑量評估結果毫西弗單位一致，本表採用單位為毫西弗／貝克，係以游離輻射防護安全標準數值乘以1000。