

核能安全委員會
委託研究計畫 114 年度期末報告

113 至 114 年度民生放射性物質與可發生游離輻射設備
的輻射防護精進
(勞務採購案)

(2024-2025) Improvements in radiation protection for civilian radioactive
materials and equipment capable of producing ionizing radiation

計畫編號： NSC11211040L

受委託機關(構)：國立清華大學

計畫主持人：許芳裕

聯絡電話：(03)5715131 分機 62096

報告日期： 1 1 4 年 1 2 月 1 1 日

目 錄

目 錄	ii
中文摘要	iii
英文摘要	iv
壹、前言(計畫緣起與目的).....	1
貳、114 年研究方法	2
參、主要發現與討論	14
肆、結論	51
伍、參考文獻	52
附件一、114 年現場訪查紀錄表單	55
附錄一、114 年訪查檢測紀錄表列資料	59
附錄二、輻射偵檢儀器最近一年內之校正報告	70
附錄三、非醫用輻射作業分類之劑量約束值建議表(114 年更新版)	78
附錄四、櫃型 X 光機與移動型/手持式 X 光機之輻射安全防護規範 建議(草案).....	79
附錄五、櫃型 X 光機與移動型/手持式 X 光機之劑量約束管理措施 通用範本建議書(草案).....	85

中文摘要

國際放射防護委員會(ICRP)提出之 ICRP 26 號報告(1977)首次提出了防護最適化 (optimization)的精神，在防護最適化的作法下，於 ICRP 60 號報告(1991)明確引入了“劑量約束 (dose constrain)的概念。ICRP 103 號報告(2007)亦強調劑量約束和風險約束概念。國內近來將修改游離輻射防護法，並正式將「最適化」精神內容入法。修正草案中配合國際輻射防護趨勢，增訂劑量約束名詞定義，以強化輻射作業自主管理，亦增訂設施經營者應依主管機關公告，實施劑量約束。本研究為二年期計畫，自 113 年起執行，114 年為第二年期(本期)，規劃針對風險較低之登記備查類輻射源，進行現場訪視與輻射安全檢測，並評估可能之人員劑量與風險。本年期計畫主要訪查之輻射源標的為櫃型 X 光機與移動型 X 光機，此外，其他類型 X 光機也考慮進行檢查；依據年度訪查結果，評估不同輻射源作業之人員輻射劑量與風險，提出具體輻射防護管制建議、年度訪查之輻射源標適用之劑量約束值等，並將建立劑量約束管理措施通用範本之建議書，提供主管機關(核安會)精進輻射作業管理、及提供業者於未來修訂輻射防護計畫、建立輻射源作業之劑量約束作法時之依循與參考。

關鍵詞：輻射作業、輻射安全、劑量約束、輻射源調查、輻防管制

英文摘要

The International Commission on Radiological Protection (ICRP) first introduced the concept of optimization of protection in its Publication 26 (1977). Under the practice of protection optimization, the concept of “dose constraint” was explicitly introduced in ICRP Publication 60 (1991). ICRP Publication 103 (2007) also emphasized the concepts of dose constraints and risk constraints. Recently, Taiwan has been preparing to amend the Ionizing Radiation Protection Act, formally incorporating the principle of "optimization" into the legislation. In alignment with international trends in radiation protection, the draft amendment adds a definition for the term “dose constraint” to strengthen self-management in radiation operations. It also stipulates that facility operators shall implement dose constraints in accordance with announcements made by the competent authority. This study is a two-year project, which will be implemented from 2024, with 2025 being the second year (current period). It plans to conduct on-site visits and radiation safety tests on registered radiation sources with lower risks, and evaluate Possible human doses and risks. The radiation sources that are mainly inspected in this year's project are cabinet-type X-ray machines and mobile X-ray machines; besides, other types of X-ray machines also be considered to be inspected. Based on the annual inspection results, the radiation dose and risk of personnel operating different radiation sources will be evaluated. By means of the results, specific radiation protection control recommendations and annual inspection of radiation source standards applicable dose constraint values will be proposed. And a general template for dose constraint management measures will be established to provide the competent authorities (Nuclear Safety Commission, NSC) with guidance and reference for improving radiation operation management, and for Facility operator with a basis for revising radiation protection plans and establishing

radiation follow and refer to when implementing dose constraints in radiation practices.

keywords : radiation practices, radiation safety, dose constraint, radiation source investigation, radiation protection control

壹、 前言(計畫緣起與目的)

本研究計畫之目的乃針對風險較低之登記備查類輻射源，由主管機關(核能安全委員會，簡稱核安會)委託國內第三方相關學術機構或專業團體擔任輻防專業協助者角色，對國內不同分級及類型輻射源之輻射作業執行輻射安全訪查與檢測，藉由訪視與現場執行輻射安全檢測，評估輻射作業可能之劑量與風險，宣導並落實劑量約束與輻射防護概念；藉由對年度訪查輻射源標的進行劑量約束值評估，提出適用之劑量約束值及精進管理措施建議；藉由探討與研析檢測結果，提出具體輻射防護管制建議，提升管制單位及使用單位之管制及自主管理效能。

本計畫分二年期進行，114 年為第二年期，延續第一年期計畫目標與方法，依核安會管制需求，針對主要年度訪查標的(114 年為櫃型 X 光機及移動型 X 光機)輻射源提出適用之劑量約束值、精進管理措施建議及具體輻射防護管制建議。藉由本計畫之輻射源作業現場訪視與輻射安全檢測，宣導並落實劑量約束與輻射防護概念，可使國內輻射應用業者熟悉相關規定。

此外，為配合游離輻射防護法的修訂，本計畫規劃逐年對年度訪查標的類型之輻射作業，建立劑量約束管理措施通用範本建議書及提出精進管理措施建議，作為主管機關輻射防護精進管理與管制之參考；並可作為未來業者輻射防護計畫修訂時，能迅速、有效地建立其輻射源作業之劑量約束作法之依循，以落實業者輻射安全管理、提升主管機關輻防管制效能。

貳、 114 年之研究方法

本計畫分二年期進行(114 年度為第二年期)，規劃主要針對登記類動物用 X 光機、離子佈植機、櫃型 X 光機與移動型 X 光機，以及其他類型可發生游離輻射設備等輻射源與作業場所，持續進行抽樣現場訪查與輻射安全檢查，提出適用之劑量約束值及具體輻射防護管制建議，逐年對年度訪查標的類型之輻射作業，建立劑量約束管理措施通用範本建議書及提出精進管理措施建議。詳細工作內容說明如下：

一、 執行非醫用登記類游離輻射源之輻射安全訪查

本計畫規劃 114 年度之主要訪查標的為櫃型 X 光機與移動型 X 光機，視輻射源類型訪查時間與抽樣安排連繫經驗，將再搭配其他類型可發生游離輻射設備等輻射源作業場所進行現場訪查與輻射安全檢測，並進行劑量評估與輻射安全風險分析。詳細執行方法說明如下：

(一) 現場輻射安全檢測及訪查

本計畫每年期均與核安會溝通、確認進行檢測及訪查項目及訪查人員資格，並由核安會提供年度最新之登記備查輻射源名冊，以抽樣方式進行相關訪查及檢測。執行現場訪查人員須接受過本計畫安排之訪查前訓練後，協調核安會製作訪查人員證，始能進行現場訪查及輻射安全檢測(進行訪查時訪查人員皆需配掛核安會核發之訪查人員證)。

現場訪查及輻射安全檢測之實施方式，包括查核操作人員資格、安全裝置測試、登錄資料稽核、測試報告查驗、了解業者輻防措施實施狀況、宣導劑量約束與輻射防護法規規定等，並對抽樣之輻射源進行輻射安全測試。訪查及檢測之項目如下：

1. 查核操作人員資格：確認操作人員資格是否符合規定，是否有異動。
2. 安全裝置測試：進行X光機之連動裝置及警示燈號測試，確認其功能正常。
3. 登錄資料稽核：核對受檢設備之種類、設備規格如廠牌、型號、序號等是否與核安會提供之登錄資料相符。

4. 測試報告查核：記錄現場使用單位提出測試報告之編號及其測試單位、測試人員、測試時間及使用偵檢器等資訊。
5. 了解業者輻防措施實施狀況：警示標誌、管制區實施狀況、教育訓練、體檢、劑量監測等實施狀況確認與記錄(將於計畫決標後與核安會確認詳細查核項目)。
6. 宣導劑量約束與輻射防護法規規定：對業者進行例行法規提醒及核安會之重要輻安管制事項宣導等(相關法規內容及宣導事項將於計畫決標後與核安會確認)。對抽樣之輻射源進行輻射安全測試：查核輻射源所在位置與設施經營者所提供之測試報告平面圖所列位置是否相符、現場執行之輻射劑量偵測結果與原測試報告是否相符。輻射劑量偵測結果須符合管制區內劑量率最高不超過 $10 \mu\text{Sv/h}$ 、監測區之劑量率最高不超過 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ 之劑量率規定要求。

現場檢測除上述項目外，並將依據核安會公告之輻射安全測試報告[17-23]中之檢查項目進行輻射安全測試，並建立相應之檢查紀錄表，針對可發生游離輻射設備現場訪查與之檢查紀錄表，示於附件一(以櫃型 X 光機及手持式 X 光機為例)。

(二) 現場訪查檢測之儀器設備

本計畫執行現場訪查時，如受訪查標的為 X 光機或光子輻射源，且其使用能量範圍在 $15 \text{ keV} \sim 10 \text{ MeV}$ ，將以手持式輻射偵檢器(Atomtex AT1121 塑膠閃爍偵檢器(如圖 1(a))、電子式劑量警報計(Atomtex AT3509B 可測累積劑量與劑量率，如圖 1(c))等裝備進行現場輻射偵測；針對訪查標的光子之能量在 $5 \text{ keV} \sim 15 \text{ keV}$ 範圍者(一般多為 X 光管式靜電消除器)，則使用 Atomtex AT1103M 偵檢器檢測(如圖 1(b))。針對輻射源表面輻射劑量率或表面計數率的偵測，則可以表面污染偵測器偵檢器(Pancake GM-tube, Thermo RadEye B20)(如圖 1(d))進行測量。針對可能產生中子輻射的情況，則以中子偵檢器(Thermo RadEye NL, ^3He tube)(如

圖 1(e))進行測量。



圖 1. 計畫執行現場訪查之輻射偵檢儀器設備：(a) Atomtex AT1121, (b) Atomtex AT1103M, (c) Atomtex AT3509B, (d)Thermo RadEye B20, (e) Thermo RadEye NL。

(三) 訪查人員訓練

本計畫規劃執行現場訪查時，每組訪查人員須至少二人(其中至少一人須具備輻射防護專業人員 m 照)；執行現場訪查人員須接受過本計畫之訪查前訓練，始能進行現場輻射安全檢測及訪查。除了輻射安全檢測及包括操作人員資格、安全裝置測試、登錄資料稽核、輻防措施實施狀況、測試報告查核等訪查項目外，亦將協助核安會對受訪查單位進行適當之政令宣導。訪查人員訓練規劃於每年至少執行一次，規劃於每年第一季(最遲於 3 月底前)進行，訓練內容包括偵檢器特性與操作訓練、訪查程序及注意事項說明、輻射安全檢測程序說明、輻射防護作業相關法規介紹及協助主管機關傳達之政令宣導事項等；其中主管機關要求之政令宣導事項如有更新，則於獲知更新資訊(並與核安會確認是否需協助宣導)後即儘快通知相關訪查人員於訪查時進行宣導，以隨時更新政令宣導

事項。接受訓練後之訪查人員，將請核安會協助製作訪查證，持有訪查證之人員始得進行現場輻射安全檢測及訪查。

訪查人員於接受前述訪查人員訓練後，其訪查分工主要係平均分配檢查數量、隨機分配輻射源類型，並考量人員可配合時間(不以地區、訪查難易度作考量)。

(四) 抽樣訪查標的

登記類可發生游離輻射設備一般包括 X 光管式靜電消除器、離子佈植機、移動型/手持式 X 光機、櫃型 X 光機以及動物用(獸醫)X 光機等。本年度(114 年)之主要訪查標的為櫃型 X 光機與移動型 X 光機，視輻射源類型訪查時間與抽樣安排連繫經驗，將再搭配其他登記類可發生游離輻射設備等輻射源作業場所進行現場訪查與輻射安全檢測，並進行劑量評估與輻射安全風險分析。本計畫 114 年將針對登記類非醫用輻射源設備進行訪查，訪查數量至少 324 件。主要訪查標的之特性說明如下：

1. 櫃型X光機：

指原設計或製造型式之可發生游離輻射設備(X 光機)，裝置於有適當屏蔽之櫃中，使用時能防止人員進入，但該櫃不為建築物之一部分。

2. 移動型X光機：

移動型 X 光機(包括手持式 X 光機)，係指可方便攜帶或移動使用，並進行開放式照射之 X 光機設備。為避免因不慎操作 X 光檢測儀而造成人員接受不必要的輻射曝露，這些 X 光機通常設計有安全感應啟動裝置確保其使用人員或周遭人員的輻射安全。

3. 動物用X光檢查儀：

國內大部份動物醫院均配置有X光檢查儀為動物執行健康檢查，其使用的X光檢查儀與在醫院為民眾使用的X光機相同，主要差別在於使用對象不同。動物醫院的X光機均為診斷使用，其原理為X射線穿透動物身體造成影像後，據以判讀動物身體傷痛之原因。

4. 離子佈植機：

離子佈植技術是一種半導體生產的技術，將預欲摻雜於半導體內的原子或分子轉為帶電離子，並經由加速將具有一定能量的離子植入半導體表面層或特定的位置，使得材料的表面和本體性能得到改善或達成設計之特定電子元件性能。離子佈植機中的離子源係為產生各種離子的基本設備，其將靶材物質游離形成帶正電或負電的離子，利用高電壓將離子引出，再經由分析磁鐵選擇所需的離子，使其進入加速腔體，經加速腔體的高壓加速至所需的能量後，便沿著射束傳輸線傳送至靶室，並藉由聚焦與掃描系統將離子束植入於靶室的靶材上。

離子佈植機產生離子束以生產半導體元件，是目前半導體元件製程中十分重要的儀器設備；其產生之游離輻射除了帶電的離子束外，尚會因離子束在其路徑中及與靶材等物質作用而伴隨產生制動輻射X光，這些X光相較於離子輻射具有較大的穿透力，也因此離子佈植機設計有一定的屏蔽以減少其運轉射伴隨產生的制動輻射X光對操作人員的影響，達到人員防護的目的。此外，近年在國外亦有文獻討論離子佈植過程中產生的中子輻射問題[24-25]。

5. 其他：(X光管式靜電消除器)

X光管式靜電消除器是使用低能量（一般在10 keV左右）X光，直接離子化帶靜電物體週遭的空氣，透過這些低能量X光產生的空氣離子和物體上的靜電荷中和，而將靜電消除的裝置。

(五) 人員劑量與風險評估

1. 現場訪查與檢測

(1) 櫃型X光機

- (a) 在櫃型X光機平常常用之正常操作條件下，以手持式偵檢器(AT1121)測量工作人員手部、身體(人員居佔(occupied))位置之劑量(率)，並進行非醫用可發生游離輻射設備輻射安全測

試之檢查項目。

- (b) 針對設有屏蔽門之櫃型X光機，可能發生之異常使用，推估為安全連動裝置失效而在屏蔽門開啟(未關)情形下照射X光。本計畫將針對此種可能之異常操作，造成工作人員之劑量(率)與風險進行評估，評估方法如下：

屏蔽門未關時之工作人員劑量(率)係考量A點及其距輻射源距離x(現場實際量測)，並依據距離平方反比關係，計算評估在設備外30 cm處(B點)之劑量率代表工作人員劑量(率)。相關位置示意圖如圖2，計算式如下公式。

$$\frac{D_B}{D_A} = \frac{x^2}{(x + 30)^2}$$

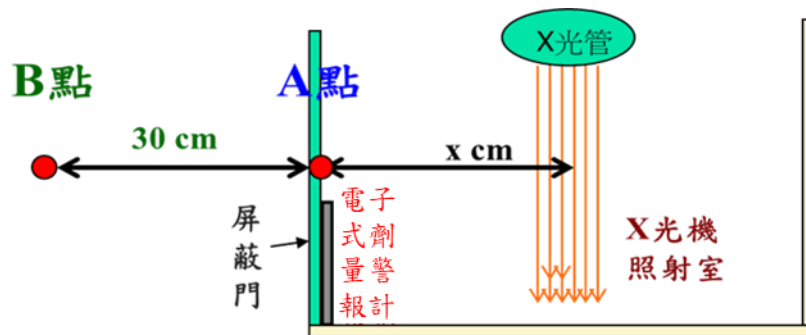


圖2. 針對有屏蔽門之櫃型X光機等設備的異常使用劑量評估方法示意圖

(2) 移動型(手持式)X光機：

- (a) 改變不同樣品大小(面積大於或小於X光主射束面積)，測量X光機表面附近5-10 cm、30-50 cm (評估工作人員手部、身體位置)之劑量(率)、距X光機1 m處(其他可能接近之一般人員身體處)之劑量(率)。
- (b) 在安全條件許可時(避免人員誤入，X光射束方向避開人體)，測試紅外線安全感應啟動裝置失效或被故意遮蔽情形下，以手持式輻射偵檢器測量X光機表面附近之工作人員手

部、身體位置之劑量(率)，以及距X光機1 m處(評估可能接近之一般人員身體)之劑量(率)與射束前方特定位置(表面0 cm處)之劑量(率)。此種情境係模擬假設可能之異常操作(手持式X光機直接貼近人體照射)。

(3) 動物用X光機：

- (a) 在平常常用之操作條件下，以手持式偵檢器測量操作X光機人員之手部、身體(人員居佔)位置之劑量(率)。
- (b) 考量協助者在檢查室內協助動物擺位照相的情形，以手持式偵檢器搭配自製支架(模擬協助照相者站立於照相室內居佔位置)測量，評估有穿鉛屏蔽衣及無穿鉛屏蔽衣之居佔位置劑量(率)，居佔位置則考量距照野中心50 cm(協助者通常居佔位置)；考量鉛衣不易直接包覆於偵檢器上(會有滲漏輻射疑慮)，本計畫規劃以等效鉛(0.5 mm Pb eq)套筒包覆偵檢儀器模擬協助者穿著鉛衣時之輻射劑量測量，等效鉛(0.5 mm Pb eq)套筒之照片及包覆偵檢儀器之情形示於圖3。此外，亦將以手持式偵檢器放置於照野下方處，評估協助人員之手部可能接受之劑量(率)。在檢查室內協助動物照像者未穿鉛屏蔽衣物，視為異常使用情形。



圖3. 模擬協助者穿著鉛衣之等效鉛(0.5 mm Pb eq)套筒(左上)、
包覆鉛套筒位置示意圖(左下)，及以完成包覆後之偵檢器及
鉛套筒照片(右)。

(4) 離子佈植機：

- (a) 在離子佈植機平常常用之正常操作條件下，以手持式偵檢器(AT1121)測量工作人員手部、身體(人員居估)位置之劑量(率)，並進行非醫用可發生游離輻射設備輻射安全測試之檢查項目。
- (b) 考量近年部分文獻提及離子佈植機誘發中子輻射而影響其產品的問題，故規劃進一步蒐集與研析相關文獻，並記錄現場訪查之離子佈植機加速之離子種類與能量，並以中子偵檢器(Thermo RadEye NL, ^3He tube)實測離子佈植機周圍與人員居站位置是否能測得中子輻射劑量。

2. 輻射偵檢器測得之劑量與人員有效劑量之轉換：

手持式輻射偵檢器需定期進行校正，以確保其準確性。一般手持式輻射偵檢器之校正會送至偵檢儀器校正單位進行，測得之數值為為周圍等效劑量 $H^*(10)$ ，因此手持式輻射偵檢器如果要評估有效劑量，應用適當的轉換因子來計算有效劑量。ICRP發佈之體外曝露劑量轉換係數相關建議書包括ICRP 74 (1996) [26]、ICRP 116 (2010) [27] 以及ICRP 119 (2012) [28]報告，此外，歐洲輻射劑量學組織(European Radiation Dosimetry Group, EURADOS)亦於曾提出其第106號輻射防護報告(RP 106) (1999) 及(RP 160) (2009) [29,30]針對環境輻射監測中輻射偵檢器測得之劑量與人員有效劑量間之轉換因子進行分析討論。

本計畫將持續以往執行訪查計畫之劑量評估方法，主要以手持式輻射偵檢器測得之周圍等效劑量再考量所訪查偵測之可發生游離輻射設備之作業能量(評估有效能量)後，依據有效劑量之轉換因子[26-28]將手持式偵檢器測得之周圍等效劑量 $H^*(10)$ (偵檢器讀值) 轉換為人員之有效劑量及手部四肢等價劑量。

3. 風險評估：

本計畫輻射風險分析與評估方法概述如下：

本計畫以手持式輻射偵檢器測得之周圍等效劑量 $H^*(10)$ 再考量所訪查偵測之可發生游離輻射設備之適當轉換因子(一般登記類能量範圍之轉換因子約為0.4~1.0，本計畫以1.0做為保守計算值)後，評估得合理之人員有效劑量及手部皮膚等價劑量。並考量操作時之劑量率、操作頻率/時間(調查各輻射源：可發生游離輻射設備或密封放射性物質(裝備)每週之使用時數)、每年工作50週計算，並保守假設人員於操作輻射源之工作時間均站在量測之最大劑量位置處進行評估(一般情形工作人員通常在控制機台位置處操作，機台位置處之劑量率均為背景範圍)，以評估出操作特定設備之合理可能且保守之輻射工作人員年皮膚等價劑量與年有效劑量。本計畫分別以評估之皮膚等價劑量與有效劑量之大小來量化輻射健康效應之確定效應與機率效應的風險，並與現行法規之等價劑量與有效劑量的限度作比較分析。

在機率效應之風險評估上，本計畫對輻射工作人員採用ICRP建議之成年人危險度係數、對非輻射工作人員採用一般公眾(包括未成年者)之危險度係數[1,2](如表1)，評估工作人員之年有效劑量轉換為癌症標稱危險度之風險。

表 1 ICRP-60 及 ICRP-103 建議使用之癌症標稱危險度係數[1,2]

	ICRP-60	ICRP-103
輻射工作人員	$4.8 \times 10^{-2}/\text{Sv}$	$4.1 \times 10^{-2}/\text{Sv}$
非輻射工作人員	$6.0 \times 10^{-2}/\text{Sv}$	$5.5 \times 10^{-2}/\text{Sv}$

在確定效應之風險評估上，考量以 ICRP 60 及 103 之劑量限度建議(以等價劑量之劑量限度做規範)，比較評估工作人員之手部年等價劑量是否超過 500 mSv，如未超過則視為不會發生確定效應。

(六) 檢測及訪查數據之統計分析

本研究計畫針對檢測及訪查之數據結果，依現場之查核項目如操作人員資格、安全裝置測試、登錄資料稽核、輻防措施實施狀況、測試報告查核以及現場進行輻射安全測試等之結果，對其合格(相符)率及整體合格(相符)率進行統計分析，此外，亦將針對不同輻射源於正常與可能異常使用時之人員劑量與風險評估結果進行記錄與統計分析。

二、 蒐集與調查國際間對年度訪查輻射源標的類型之輻射作業管制作法與新趨勢

本計畫之主要訪查登記類輻射源標的，113 年主要訪查標的為動物用 X 光機、離子佈植機，114 年主要訪查標的則為櫃型 X 光機與移動型 X 光機。因此規劃將蒐集與調查國際間對年度訪查輻射源標的類型之輻射作業管制作法與新趨勢，113 已蒐集與研析動物用 X 光機與離子佈植機之相關輻防管制作法文獻[31-35]；本年度(114 年)則將蒐集與研析與櫃型 X 光機、移動型 X 光機有關之工業用 X 光機管制作法的相關輻防管制作法文獻，此部分亦國際上亦有相關文獻提出輻射防護作法建議[36-37]。

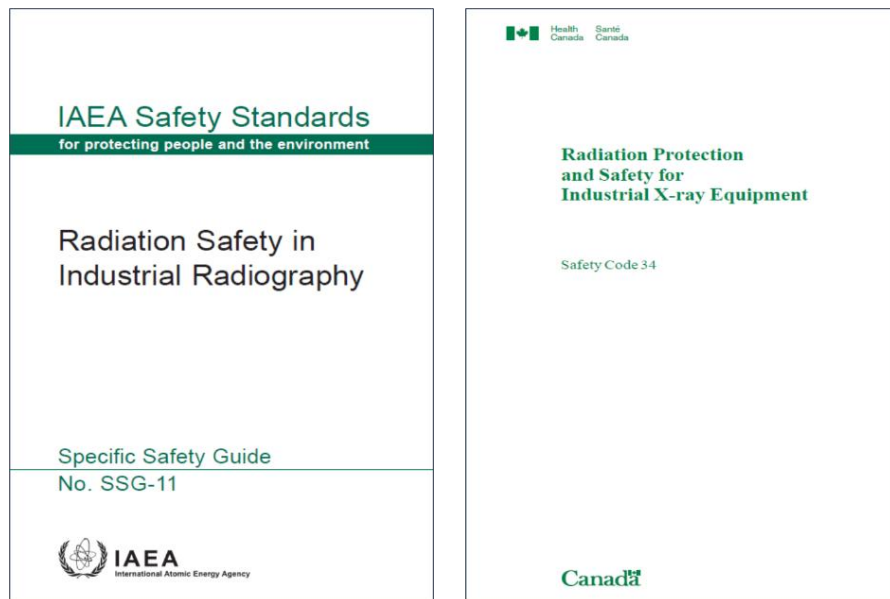


圖 4. IAEA SSG 11(2011)報告[37]及 Canada Safety Code 34 報告(2003)[36]

三、 評估與提出所訪查輻射作業類別之劑量約束建議值與輻射安全防護精進管理措施建議

劑量約束(Dose Constraint)的概念首先出現在 ICRP 60 報告，而 ICRP 103 報告中亦多所強調。在計畫曝露的狀況，最適化的上限值是劑量約束值，意即設施經營者對輻射源在其承諾合理可達成之輻防措施下，在正常作業時，輻射工作人員及一般民眾可能接受該輻射源造成的最大劑量(即為所訂定之劑量約束值)。

因本研究團隊係自 109 年起開始對所訪查之輻射源類別評估劑量約束建議值，因此 114 年結合 109 年至 113 年國內歷年實際訪查數據進行彙整計算，以評估更具統計意義及更高參考價值之劑量約束建議值。故本計畫依據國際間輻射作業劑量約束實務作法並結合 109 年至 113 年訪查數據與該年度訪查之輻射源或輻射作業類別數據，評估 114 年度訪查輻射源或輻射作業類別之劑量約束建議值；此外，亦將針對年度訪查之輻射劑量及風險評估結果，分析彙整後，提出輻射安全防護精進管理措施建議，作為主管機關精進管制之參考。

本計畫針對不同類別之輻射作業劑量約束值評估方法如下：

1. 以現場訪查結果之正常作業造成輻射工作人員年劑量的平均值+3 倍標準差，作為工作人員職業曝露的劑量約束值範圍。
2. 以現場訪查結果之正常作業造成一般民眾年劑量的平均值+3 倍標準差，作為一般民眾的劑量約束值範圍。
3. 參考(須符合) ICRP 之建議：
 - (1) 對緊急曝露之劑量約束值範圍為 > 20 至 100 mSv 間；
 - (2) 對職業曝露之劑量約束值範圍為 ≥ 1 至 20 mSv 間；
 - (3) 對公眾曝露之劑量約束值範圍為 < 1 mSv ($0.3 \sim 1$ mSv)。

依據上述方法並參考與結合本計畫之訪查數據結果，提出之不同類別非醫用輻射作業之劑量約束值(範圍)建議。彙整歷年工作人員年劑量之平均值至平均值+3 倍標準差之值為其建議劑量約束值範圍，如其值小於 1 mSv 則取 1 mSv 為劑量約束值；若其值大於 20 mSv，則取 20 mSv 為劑量約束值。公眾曝露則以一般民眾年劑量的平均值+3 倍標準差之值為其建議劑量約束值範圍，或可以職業曝露劑量約束值的 30% 為原則；若其大於 1 mSv，則取 1 mSv 為劑量約束值。

四、建立年度訪查標的輻射源之劑量約束管理措施通用範本及輻射防護安全規範建議書

國內近來將修改游離輻射防護法，並正式將「最適化」精神內容入法。核安會已提出「游離輻射防護法」部分條文修正草案送立法院審議，此次修法重點包括加強對輻射源的管理、提高人員的輻射防護意識、以及完善輻射事故應變機制；修中草案配合國際輻射防護趨勢，增訂劑量約束名詞定義(修正條文第二條)，以強化輻射作業自主管理。此外，為合理抑低人員劑量，增訂設施經營者應依主管機關公告，實施劑量約束(修正條文第七條之一)。

本計畫規劃建立年度訪查標的輻射源適用之劑量約束管理措施通用範本建議書，可提供主管機關(核安會)精進輻射作業管理、及提供業者於未來修訂輻射防護計畫、建立輻射源作業之劑量約束作法時之依循與參考。114年規劃建立櫃型 X 光機、移動型/手持式 X 光機之劑量約束管理措施通用範本(輻射防護安全規範)建議書；劑量約束管理措施通用範本建議書包括人員劑量合理抑低作法建議、最適化劑量管理目標值評估與訂定方法建議、劑量約束值建議、劑量逾限(異常)發生之應變處理與檢討改善程序建議等。

五、至核安會進行工作進度簡報(每年 3 次)

本計畫規劃每年至核安會進行 3 次工作進度簡報，114 年第 1 次將於 114 年 3 月 31 日前進行(期初工作規劃報告)、第 2 次於 114 年 7 月 15 日前進行(期中成果報告)、第 3 次於 114 年 12 月 15 日前進行(期末成果報告)。

六、完成計畫規劃工作，並提出相關報告。

依契約書規定之時程，自履約日起 30 工作天內，提送 114 年度期初規劃報告(一式 5 份及其電子數位資料)；於 114 年 7 月 15 日前，提送 114 年度期中報告(一式 5 份及其電子數位資料)；114 年 12 月 15 日前，提送 114 年度期末成果報告(一式 5 份及其電子數位資料)。

參、 主要發現與討論

一、 進度說明

1. 本計畫於 114 年 3 月 19 日於國立清華大學原子科學技術發展中心 207 會議室，進行 114 年度訪查人員輻射作業現場訪查訓練，訓練內容包括檢測事項講解及經驗回饋。參與訓練人員包括清華大學參與本計畫現場實測訪查人員 7 名 (許芳裕、林宥蓉、許皓翔、蔡雅涵、陳宗源、陳永泰、陳德照等)及核安會輻防組人員(蕭展之技士)1 人，共計 8 人。訓練相關照片如圖 5。



圖 5 114 年度訪查人員輻射作業現場訪查訓練：檢測事項講解及經驗回饋

2. 114 年 3 月 13 日上午由計畫主持人代表至核安會進行 114 年第 1 次(期初)工作方法與進度簡報。
3. 114 年 6 月 26 日上午由計畫主持人代表至核安會進行 114 年第 2 次(期中)工作方法與進度簡報。
4. 114 年 12 月 3 日下午由計畫主持人代表至核安會進行 114 年第 3 次(期末)工作方法與進度簡報。
5. 截至 114 年 12 月 10 日止，**已執行完成 330 件**(另有複查 8 件)游離輻射源(登記類可發生游離輻射設備)之現場輻射安全訪查與檢測，包括：移動型 X 光機檢查 93 件，複查 4 件；櫃型 X 光機檢查 150 件，複查 2 件；動物用 X 光機檢查 30 件，複查 2 件；離子佈植機檢查 57 件。已達成原規劃於 114 年須完成之預定進度(324 件)。

二、現場輻射安全檢測及訪查

(一) 現場訪查結果統計

1. 檢查區域分布

113 年至 114 年各縣市檢測非醫用游離輻射源之件數分布，列於表 2。表 2 中亦列出各訪查類別輻射源之年度訪查率及二年期(113 至 114 年)之總訪查率。113-114 年之訪查率：櫃型 X 光機為 8.83%，移動型/手持式 X 光機為 7.41%，動物用 X 光機為 8.27%，離子佈植機(以證照數比例計算)為 28.26%。

表 2 各縣市檢測之可發生游離輻射設備數量分布(113 年至 114 年)

縣市別	櫃型 X 光機				移動型/手持式 X 光機				動物用 X 光機				離子佈植機			
	113 年		114 年		113 年		114 年		113 年		114 年		113 年		114 年	
	總台數	已完成	總台數	已完成	總台數	已完成	總台數	已完成	總台數	已完成	總台數	已完成	總證數	已完成	總證數	已完成
基隆市	8		7	1	12		16	1	13		14		1	1 證 (2 台)	1	
台北市	106	6	85	7	130	4	133	8	306	19	298	6				
新北市	371	7	352	17	226	5	208	12	282	19	265	6	2	1 證 (3 台)	2	
桃園市	636	23	598	37	273	10	279	17	161	12	161	4	11	3 證 (3 台)	12	
新竹縣	276	2	278	18	59	1	62	4	40	5	47	2	15		13	1 證 (5 台)
新竹市	144	11	153	15	42	1	39	3	40	4	44	2	32	10 證 (88 台)	34	1 證 (20 台)
苗栗縣	73	2	80	3	32	1	35	2	21	2	22		5	2 證 (12 台)	5	
台中市	206	4	206	13	209	4	212	10	222	16	245	5	5	1 證 (30 台)	4	
彰化縣	63	1	70	4	88	2	97	7	41	1	45					
南投縣	20		20	2	9		9	2	12		12					
雲林縣	21		19	1	62		60	1	16		17					
嘉義市	20		22	2	23		21		44	1	43					
台南市	180	1	183	12	177		180	12	124	10	127	3	15	2 證 (5 台)	15	1 證 (32 台)
高雄市	334	8	332	18	363	10	386	14	170	9	188	2	4	2 證 (14 台)	5	
屏東縣	9		12		25	2	24		38	3	42					
宜蘭縣	17		17		17		19		16	1	17		1	1 證 (1 台)	1	
台東縣					7		8		12	2	12					
花蓮縣	1		1		10		7		19		21					
連江縣					2											
澎湖縣					1				3							
金門縣					1				2							
	2485	65	2435	150	1768	40	1795	93	1582	104	1620	30	91	23 證 (158)	92	3 證 (57 台)
訪查率	2.62%		6.16%		2.26%		5.18%		6.57%		1.85%		25.27%		3.26%	
	8.83%				7.41%				8.27%				28.26%			

2. 現場訪查資料，表列如附錄一。

(二) 現場訪查輻射測試結果

現場訪查及檢測結果截至 114 年 12 月 10 日止，已完成 330 件游離輻射源之抽樣現場訪查(另有 8 件複查)。相關輻射測試檢測結果彙整說明如下：

1. 移動型/手持式 X 光機現場訪查與檢測 93 件，有 88 件檢測結果符合規定；有 5 件安全連鎖裝置異常(且其中有 2 件缺輻射安全測試報告，其中有 1 件已於複查時一併提供文件。另一件已於 12 月 9 日申請報廢並經核安會核可)，其中 4 件已完成修繕並經複查確認安全連鎖裝置正常，另一件已於 12 月 9 日申請報廢並經核安會核可。(說明如表 3)
2. 櫃型 X 光機現場訪查與檢測 150 件，有 146 件檢測結果符合規定；有 1 件安全連鎖裝置異常(已完成修繕並經複查確認安全連鎖裝置正常)，有 1 件缺輻射安全測試報告(已回傳輻射安全測試報告)，有 1 件操作人員離職，安排人員受訓中，機台貼暫時停用(人員完成訓練，已完成訪查，輻射安全符合規定，無異常情形)。有 1 件廠商告知設備故障，維修完成後經訪查確認，輻射安全符合規定。
3. 動物用 X 光機現場訪查與檢測 30 件，有 28 件檢測結果符合規定，有 2 件安全連鎖裝置異常；經複查後確認安全連鎖裝置已正常。
4. 離子佈植機現場訪查與檢測 57 件(3 證)，檢測結果均符合規定。另外，對訪查之離子佈植機進行中子劑量率偵測，現場訪查與檢測 57 件中，檢測結果均未測得中子劑量率。

表 3 現場訪查疑似安全連鎖裝置異常之檢測狀況說明表

編號	類別	類別 編號	證照號碼	檢測日期	異常情形說明	備註
1	移動型/手持式 X 光機	P14	登設字 2016657 號 (桃園市)	4 月 21 日	安全連鎖裝置失效；未提供輻射安全測試報告。	於 6 月 18 日提供重測完成之測試報告。已於 9 月 11 日複查，確認安全連鎖裝置正常。

2	櫃型 X 光機	C36	登設字 2014962 號 (新竹縣)	5 月 07 日	安全連鎖裝置 失效。	已於 6 月 16 日複查, 確認安全連鎖裝置正常。
3	移動型/手持式 X 光機	P24	登設字 2015371 號 (新竹縣)	5 月 07 日	安全連鎖裝置 失效。	已於 7 月 8 日複查, 確認安全連鎖裝置正常。
4	動物用 X 光機	V3	登設字第 2017806 號 (新北市)	7 月 15 日	安全連鎖裝置 失效。	已於 7 月 17 日複查, 確認安全連鎖裝置正常。
5	動物用 X 光機	V11	登設字第 2016127 號 (台中市)	8 月 18 日	安全連鎖裝置 失效。	已於 9 月 8 日複查, 確認安全連鎖裝置正常。
6	移動型/手持式 X 光機	P75	登設字 2015718 號 (台南市)	9 月 3 日	安全連鎖裝置 失效。	已於 9 月 3 日複查, 確認安全連鎖裝置正常。
7	移動型/手持式 X 光機	P82	登設字 2019221 號 (高雄市)	9 月 16 日	安全連鎖裝置 失效。	已於 11 月 20 日複查, 確認安全連鎖裝置正常。
8	移動型/手持式 X 光機	P93	登設字 2009257 號 (台南市)	10 月 31 日	安全連鎖裝置 失效	另一件已於 12 月 9 日申請報廢並經核安會核可

表 4 現場訪查未提供輻射安全測試報告或登記證明等文件之狀況說明表

編號	類別	類別 編號	證照號碼	檢測日期	備註(狀況說明)
1	移動型/手持式 X 光機	P13	登設字 2016657 號 (桃園市)	4 月 21 日	<ul style="list-style-type: none"> ● 4 月 21 日檢測時未提供有效期限內之輻射安全測試報告。 ● 廠商於 6 月 18 日提供重測完成之測試報告。
2	櫃型 X 光機	C72	登設字 2009534 號 (桃園市)	6 月 6 日	<ul style="list-style-type: none"> ● 6 月 6 日檢測時未提供有效期限內之輻射安全測試報告。 ● 已於 7 月 19 日回傳輻射安全測試報告。
3	移動型/手持式 X 光機	P93	登設字 2009257 號 (台南市)	10 月 31 日	<ul style="list-style-type: none"> ● 未提供有效期限內之輻射安全測試報告。 ● 另一件已於 12 月 9 日申請報廢並經核安會核可。

表 5 人員異動說明表

編號	類別	類別編號	證照號碼	檢測日期	備註(狀況說明)
1	櫃型 X光機	C90	登設字 2013990 號 (新竹縣)	6月18日	<ul style="list-style-type: none"> ● 5月24日廠商來電告知操作人員離職，已安排其他人員受訓，機台已暫時停用。 ● 6月7日廠商來電通知人員已異動完成。 ● 6月18日完成訪查，檢測結果均符合規定。

表 6 廠商告知設備故障狀況說明表

編號	類別	類別編號	證照號碼	檢測日期	備註(狀況說明)
1	櫃型 X光機	C140	登設字 2014817 號 (台南市)	8月26日	<ul style="list-style-type: none"> ● 8月26日至現場後發現設備故障。 ● 已於9月11日複查完成。

三、訪查非醫用游離輻射源之人員劑量與風險評估分析

本計畫為二年期(113 至 114 年)，針對訪查之非醫用游離輻射源(包括移動型/手持式 X 光機、櫃型 X 光機、動物用 X 光機、離子佈植機等)進行正常輻射作業以及考量可能發生之異常使用情形，可能或造成輻射工作人員與一般人(非輻射工作人員)之劑量與風險評估分析如下：

1. 人員輻射劑量評估結果

(1)移動型/手持式 X 光機

圖 6 為 113-114 年訪查 133 件(113 年 40 件、114 年 93 件)移動型/手持式 X 光機現場調查之每周平均工作時數分布(113 年: 1~40 ; 114 年: 41~133)；圖 7 為移動型/手持式 X 光機執行單次測試之工作人員手部、身體處可能接受之淨劑量率，其中執行單次測試之工作人員手部最大劑量率約為 3.018 $\mu\text{Sv/h}$ (第 14 件，編號 113-P14)，工作人員身體最大劑量率約為 0.121 $\mu\text{Sv/h}$ (第 22 件，編號 113-P22)。

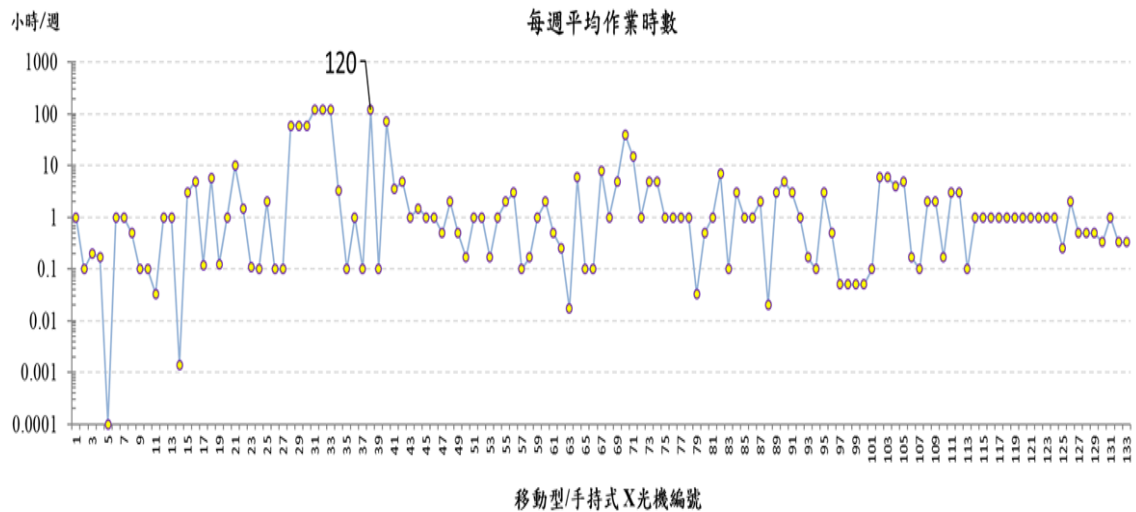


圖 6 113-114 年訪查 133 件移動型/手持式 X 光機之每周平均工作時數分布(113 年:編號 1~40 ; 114 年: 編號 41~133)

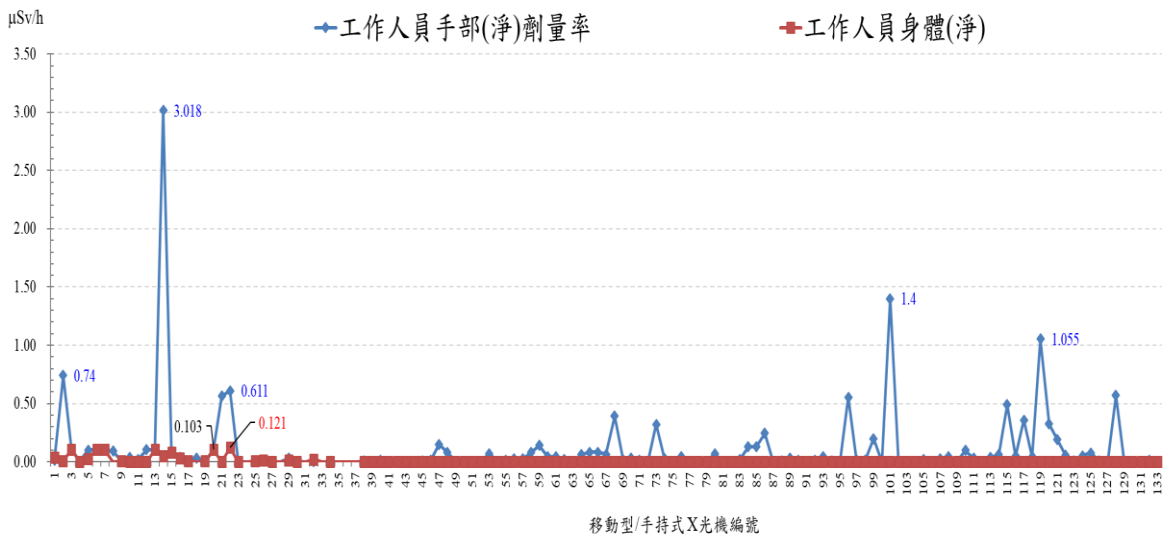


圖 7 本計畫(113-114 年)訪查評估移動型/手持式 X 光機執行單次測試之工作人員手部、身體可能接受之淨劑量率分布(113 年:編號 1~40 ; 114 年: 編號 41~133)

考量每件移動型/手持式 X 光機之操作時間(如圖 6)及其相對應 X 光機之淨輻射劑量率檢測結果(如圖 7)，評估個別業者工作人員可能接受之淨年劑量結果如圖 8。操作移動型/手持式 X 光機之工作人員手部接受之最大年劑量約為 0.282 mSv/y (第 21 件，編號 113-P21)，工作人員身體接受之最大年劑量約為 0.132 mSv/y (第 32 件，編號 113-P32)。

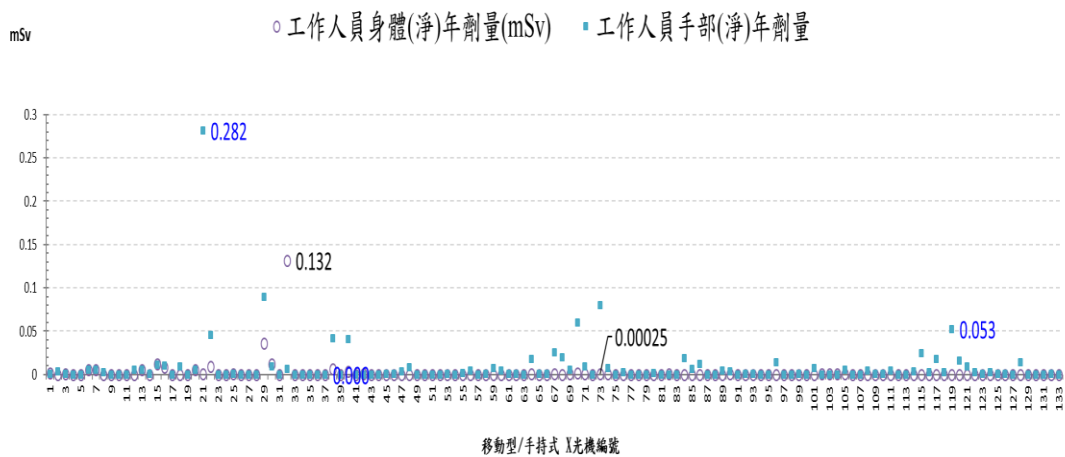


圖 8 本計畫(113-114 年)訪查評估移動型/手持式 X 光機之工作人員可能接受之淨年劑量結果(113 年:編號 1~40 ; 114 年: 編號 41~133)

對於移動型/手持式 X 光機可能發生之異常狀況，主要考量為不排除其可能發生朝向人員身體照射的情況；故本計畫評估 113-114 年所訪查測試之 133 件移動型/手持式 X 光機，如發生有工作人員持手持式 X 光機朝其他人員(視為非輻射工作人員)身體照射的異常使用情況。為模擬此異常情況發生時之劑量，以手持式 X 光機朝向空曠處方向(確定前方無人)，直接貼緊輻射偵檢儀器進行照射，模擬前述異常狀況發生時受照射者可能接受之劑量。

異常使用(朝人照射)一秒可能造成之劑量

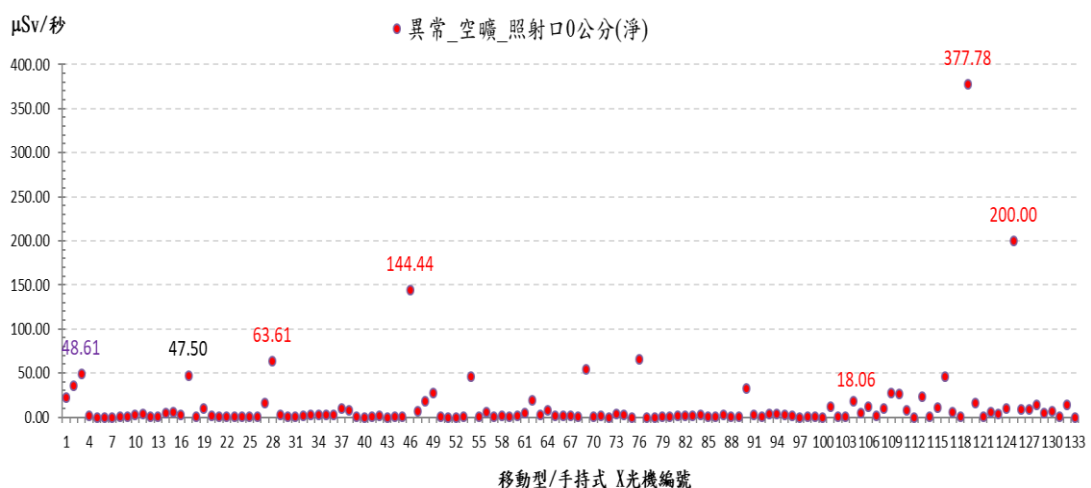


圖 9 本計畫(113-114 年)以手持式 X 光機直接貼緊輻射偵檢器(後方為空曠處)模擬移動型/手持式 X 光機朝向人員身體照射的異常使用情況測得之每秒劑量率結果(113 年:編號 1~40 ; 114 年: 編號 41~133)

圖 9 中以手持式 X 光機直接貼緊輻射偵檢器(後方為無人員之空曠處)進行照射之測量結果最大劑量率為 377.78 $\mu\text{Sv}/\text{秒}$ (約 0.378 mSv/s) (第 119 件, 編號 114-P79), 即如發生該次異常狀況時受照射者可能接受之最大劑量率為 0.378 $\text{mSv}/\text{秒}$; 如被照射時間為 5 秒, 則受照射人員接受之累積劑量約 1.890 mSv 。

(2) 櫃型 X 光機

圖 10 為本計畫 113-114 年現場訪查所調查之 215 件櫃型 X 光機(113 年 65 件、114 年 150 件)每周平均工作時數分布(113 年: 編號 1~65; 114 年: 編號 66~215); 圖 11 為櫃型 X 光機執行單次測試之工作人員手部最大劑量率(已扣除背景值)約為 1.13 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ (第 141 件, 編號 114-C76), 工作人員身體最大劑量率(已扣除背景值)約為 0.188 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ (第 171 件, 編號 114-C106)。

考量每件櫃型 X 光機之操作時間及其相對應 X 光機之淨輻射劑量率檢測結果, 不同業者操作 X 光機之工作人員可能接受淨年劑量評估結果如圖 12。工作人員手部接受之最大年劑量約為 624 μSv (0.624 mSv)(第 171 件, 編號 114-C106), 工作人員身體接受之最大年劑量約為 564 μSv (0.564 mSv)(第 171 件, 編號 114-C106)。

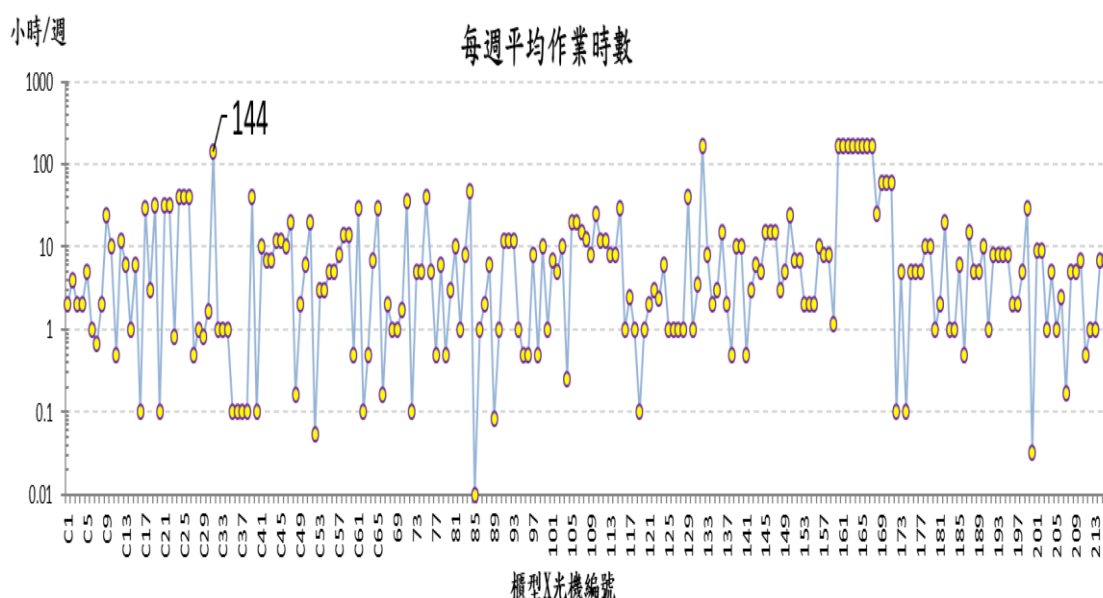


圖 10 本計畫(113-114 年)現場訪查之 215 件櫃型 X 光機之工作人員每周平均工作時數(113 年: 編號 1~65; 114 年: 編號 66~215)

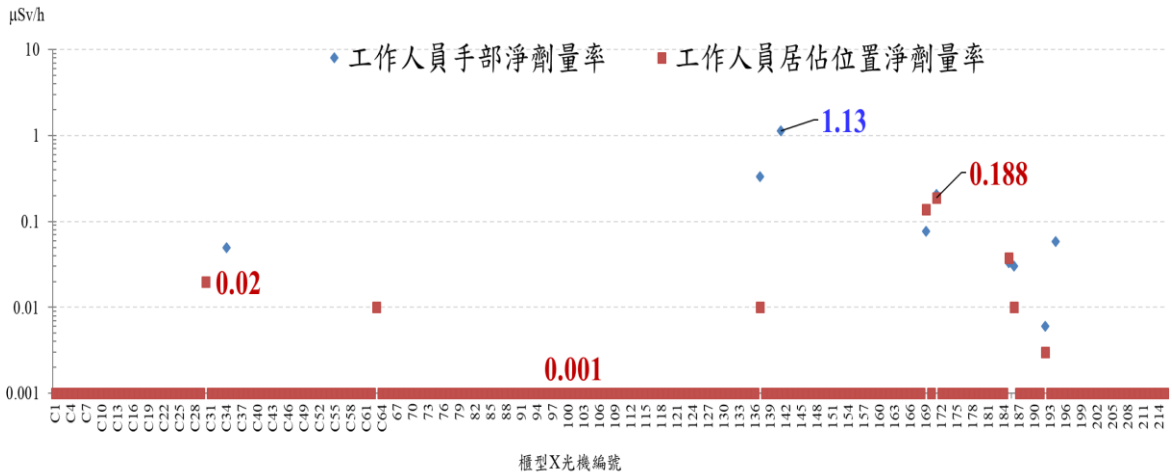


圖 11 本計畫(113-114 年)評估所訪查之櫃型 X 光機執行單次測試之工作人員手部、身體處最大淨劑量率 (113 年: 編號 1~65 ; 114 年: 編號 66~215)

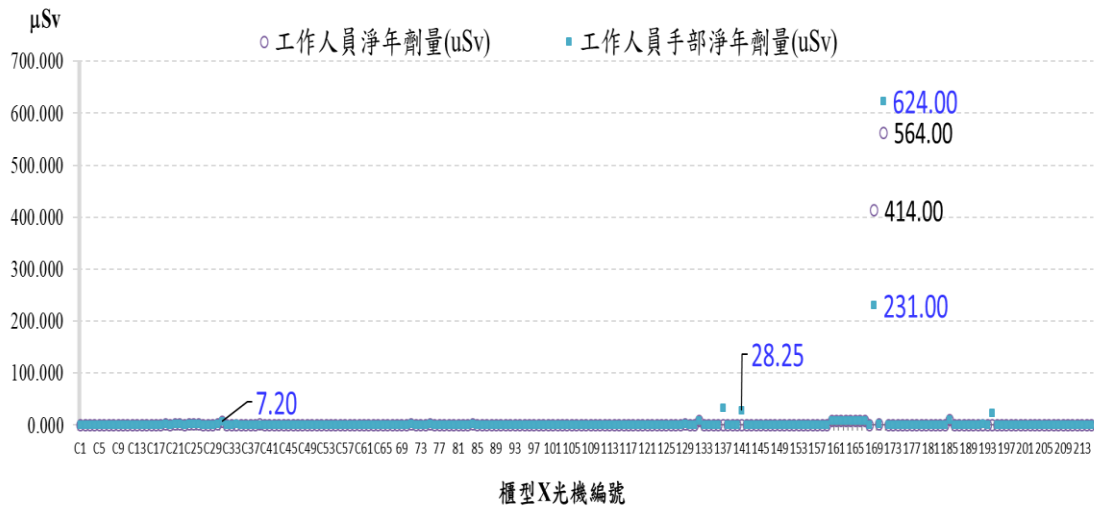


圖 12 本計畫(113-114 年)評估所訪查不同業者之櫃型 X 光機工作人員可能接受之淨年劑量結果(113 年: 編號 1~65 ; 114 年: 編號 66~215)

評估屏蔽門未關(安全連動裝置失效)時之櫃型 X 光機異常使用情形，可能造成工作人員之淨劑量(率)與風險結果如圖 13，評估之人員淨劑量係以現場實際量測屏蔽門內側(A 點)，及計算評估在設備(屏蔽門)外 30 cm 處(B 點)之劑量率代表工作人員劑量(率)，距設備外 1 m 處(C 點)之劑量率則代表可能接近之一般人員劑量(率)，再乘以各櫃型 X 光機之單次操作時間所得之劑量。異常情形發生時可能之現場實際量測屏蔽門內側(A

點)最大值為 762222 $\mu\text{Sv}/\text{次}$ (約 762.222 $\text{mSv}/\text{次}$)，最大工作人員劑量約為 114887.196 $\mu\text{Sv}/\text{次}$ (約 114.887 $\text{mSv}/\text{次}$)(第 70 件，編號 114-C05)，可能之最大一般人員劑量約為 83005.999 $\mu\text{Sv}/\text{次}$ (約 83.005 $\text{mSv}/\text{次}$)(第 70 件，編號 114-C05)。圖 13 中部份無數據之 X 光機係因其無法將偵檢器置入屏蔽內，而無法取得相關劑量數據。

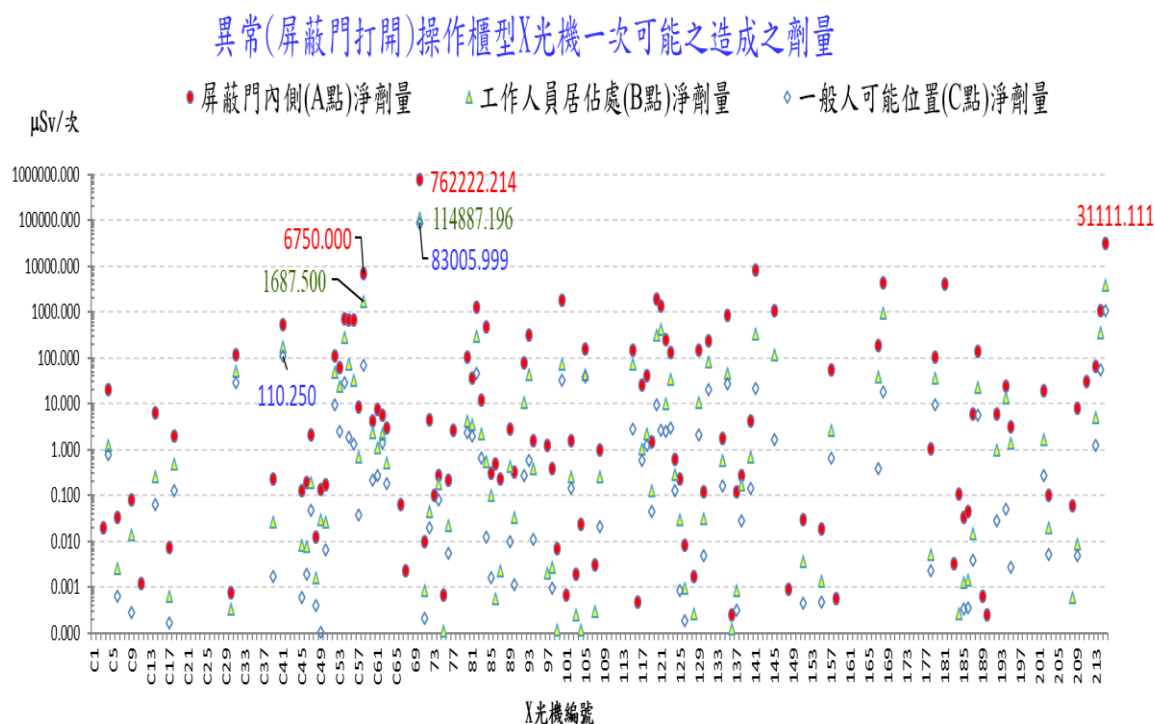


圖 13 本計畫(113-114 年)評估如發生異常(屏蔽門打開)操作櫃型 X 光機一次可能之造成之劑量(113 年: 編號 1~65; 114 年: 編號 66~215)

(3) 動物用(獸醫)X 光機

本計畫 113-114 年現場訪查調查完成 134 件動物用(獸醫)X 光機現場輻射安全檢測(113 年 104 件、114 年 30 件)，執行單次測試操作 X 光機之工作人員手部、身體最大淨劑量率(已扣除背景值)結果如圖 14(113 年: 編號 1~104; 114 年: 編號 105~134)，其中執行單次測試之工作人員手部最大劑量率約為 1.188 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ (第 121 件，編號 114-V17)，工作人員身體最大劑量率約為 1.188 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ (第 121 件，編號 114-V17)。

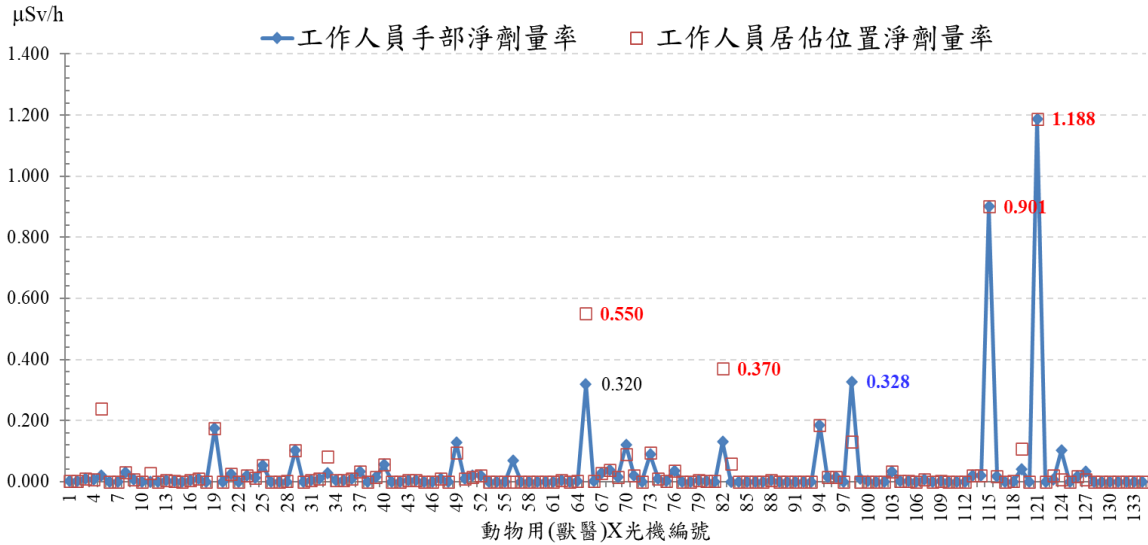


圖 14 113-114 年檢測動物用(獸醫)X 光機執行單次照相之工作人員手部、身體最大淨劑量率結果(113 年: 編號 1~104; 114 年: 編號 105~134)

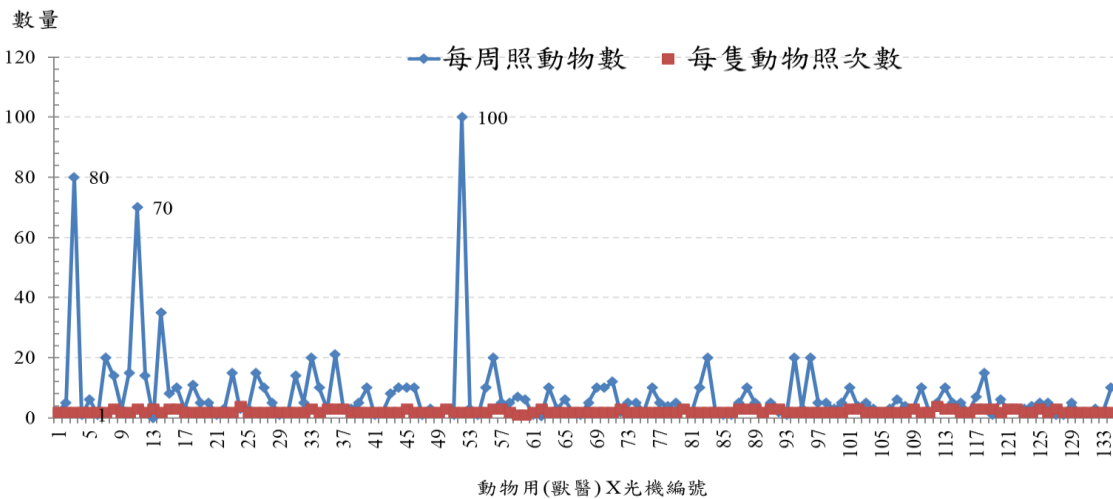


圖 15 113-114 年調查之每件動物用(獸醫)X 光機操作時間：每周照射動物數及每隻動物照相次數(113 年: 編號 1~104; 114 年: 編號 105~134)

圖 15 為調查得知之每件動物用(獸醫)X 光機之操作時間分布，包括各動物用(獸醫)X 光機每周照射動物數及每隻動物照相次數。各別動物醫院操作 X 光機之工作人員可能接受之淨年劑量評估結果如圖 16。工作人員手部接受之最大年劑量約為 0.535 mSv/y (第 121 件，編號 114-V17)，工作人員身體接受之最大年劑量約為 0.535 mSv/y (第 121 件，編號 114-V17)。

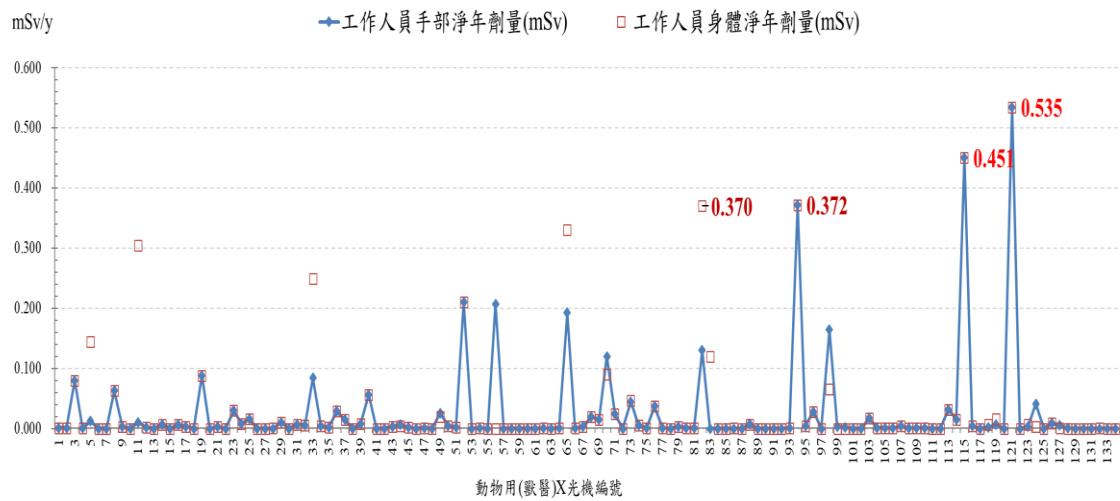


圖 16 113-114 年評估個別動物醫院業者之工作人員可能接受之淨年劑量結果 (113 年: 編號 1~104 ; 114 年: 編號 105~134)

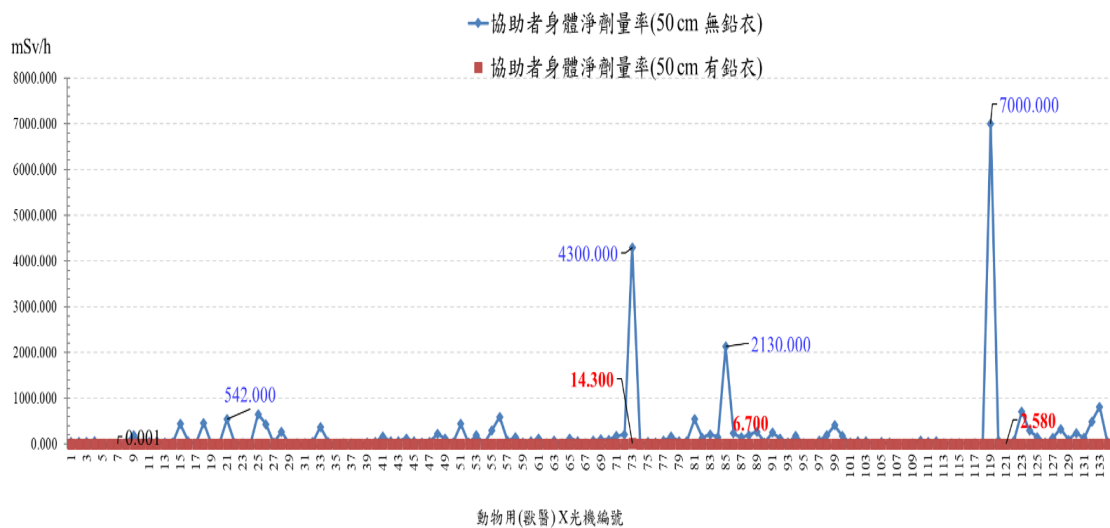


圖 17 113-114 年評估動物醫院業者如發生進入 X 光照射室協助安撫動物或協助照相者無穿鉛衣(異常狀況)的劑量率, 及有穿鉛衣的對比劑量率結果(113 年: 編號 1~104 ; 114 年: 編號 105~134)

如考量動物醫院業者可能發生之異常照射狀況, 以進入 X 光照射室協助安撫動物或協助照相者無穿鉛衣的情形(協助者身體居站位置均保守假設假設距離照射桌面上之照野中心 50 cm 處), 並以有穿鉛衣一併作劑量結果之比較(如圖 17)。考慮每次協助動物照相時, 一般協助者居站於

檢查室內 X 光桌檯旁，距離照射中心約 50 cm 遠處，所評估之協助者身體最大淨劑量率(有穿鉛衣)約為 14.3 mSv/h (第 73 件，編號 113-V73)，協助者身體最大淨劑量率(無穿鉛衣)約為 7,000 mSv/h (第 119 件，編號 114-V15)。

如以協助者最大劑量率作考量(協助者身體居站位置均保守假設假設距離照射桌面上之照野中心 50 cm 處)，考慮每隻動物之照相次數，並考慮每次 X 光照射時間，則協助者協助每隻動物照射之累積劑量結果示於圖 18，所評估之協助者身體最大累積淨劑量(有穿鉛衣)約為 0.993 μ Sv (第 73 件，編號 113-V73)，協助者身體最大累積淨劑量率(無穿鉛衣)約為 24.850 μ Sv (第 120 件，編號 114-V16)，均遠小於 1 mSv (1000 μ Sv)。

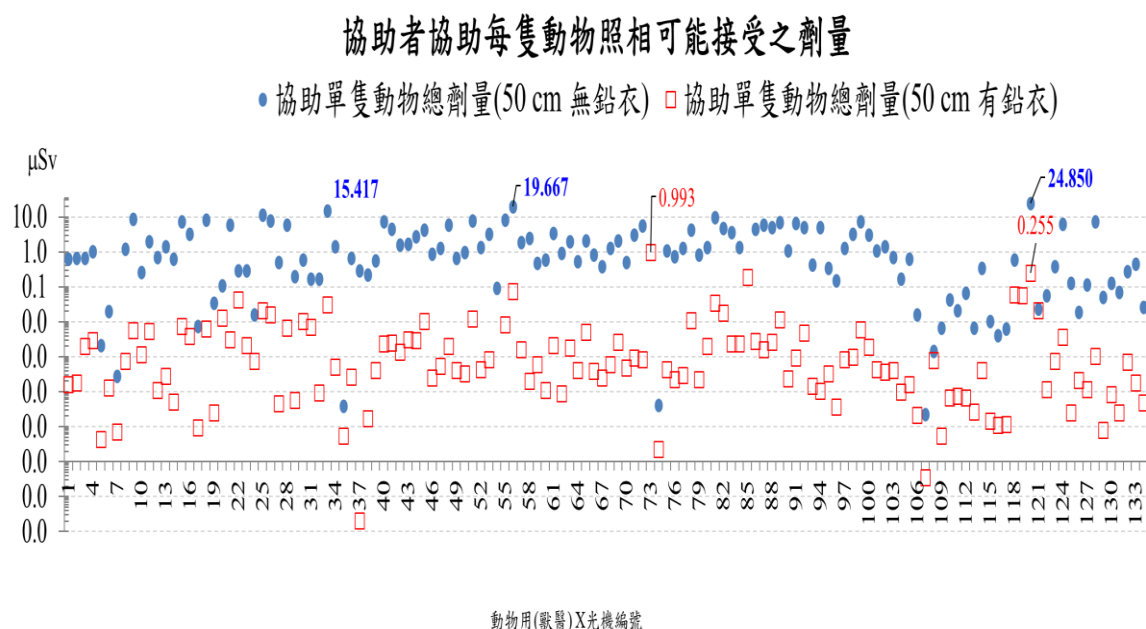


圖 18 113-114 年針對不同動物醫院 X 光機對每隻動物之照相次數及每次照射時間，以檢測之協助者最大劑量率作計算(考量無穿鉛衣及有穿鉛衣)，所評估之協助安撫動物或協助照相者可能接受的劑量 (113 年: 編號 1~104; 114 年: 編號 105~134)

考慮每隻動物之照相次數及每次照射時間，如為同一位協助者(動物醫院人員)在無穿鉛衣及有穿鉛衣的條件下，於一年內協助動物照相可能接受之淨年劑量結果示於圖 19; 所評估之同一位協助者身體最大年累積淨劑量(有穿鉛衣)約為 0.248 mSv (第 73 件，編號 113-V73)，同一位協助者身體

最大年累積淨劑量率(無穿鉛衣)可能達 74.653 mSv (第 73 件, 編號 113-V73)。因此在檢查室內協助照相者, 穿著鉛衣是非常重要的防護措施, 可有效地降低人員所接受的劑量。

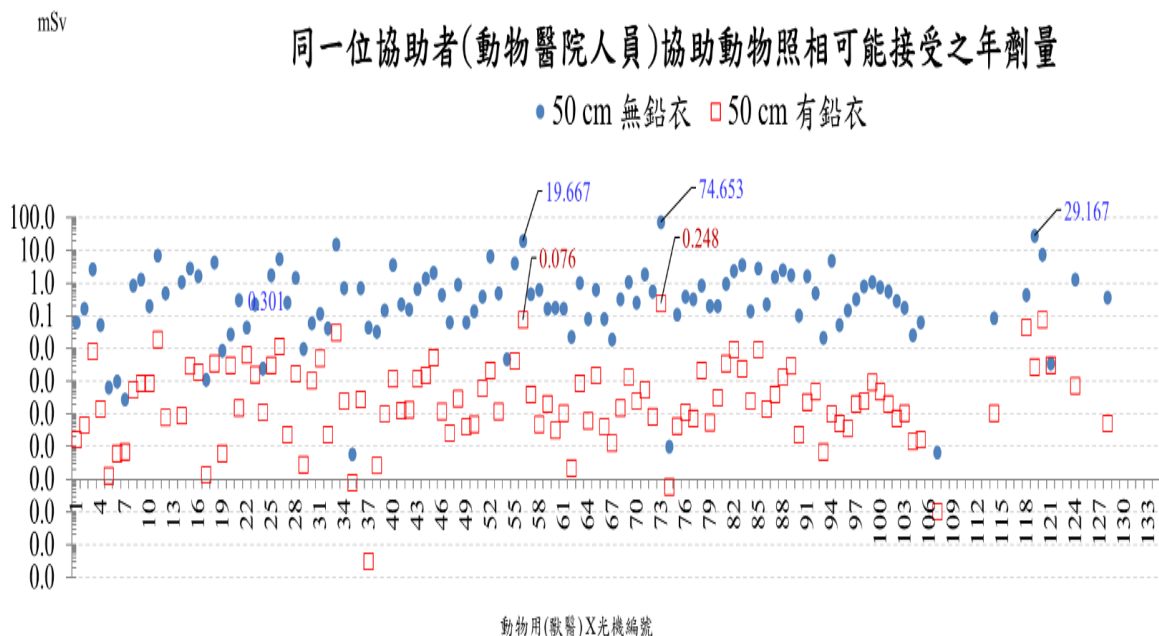


圖 19 113-114 年針對每隻動物之照相次數及每次照射時間, 同一位協助者(動物醫院人員)者無穿鉛衣及有穿鉛衣的條件下, 評估協助動物照相可能接受之淨年劑量結果(113 年: 編號 1~104; 114 年: 編號 105~134)

(4)離子佈植機

113-114 年針對離子佈植機現場訪查與檢測總計 26 證 215 台(113 年 23 證 158 台、114 年 3 證 57 台), 檢測結果其人員居站位置之檢測值全部均為背景範圍(淨劑量率均 $< 0.1 \mu\text{Sv/h}$, 如以每年工作時數 2000 小時評估, 年劑量在背景範圍內約 $< 0.2 \text{ mSv/y}$), 均符合規定。因此不特別對離子佈植機之人員輻射劑量評估結果與風險作進一步分析。

此外, 對離子佈植機之中子劑量偵測部分, 完成之 215 件離子佈植機檢測中, 其中 113 年測有 6 件之表面 10 cm 處可測得中子劑量率, 最大中子淨劑量率分別為 $0.4 \mu\text{Sv/h}$ (1 件)、 $0.3 \mu\text{Sv/h}$ (3 件)、 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ (2

件)；114 年則均未檢測出中子輻射。如考慮操作人員居站位置處，有 5 件離子佈植機可測得中子劑量率，2 件淨劑量率為 0.3 $\mu\text{Sv/h}$ 、3 件為 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ ，雖略高於背景劑量率，但仍屬於微量(如以每年工作時數 2000 小時評估，操作人員居站位置最大年劑量約 0.6 mSv/y)。因此亦不特別對離子佈植機操作人員之中子輻射劑量評估結果作進一步風險分析。

2. 輻射安全風險分析

本計畫於 113-114 年所檢測之可發生游離輻射設備(包括動物用 X 光機、離子佈植機、移動型/手持式 X 光機及櫃型 X 光機)，所評估在正常作業情況下操作 X 光機之工作人員與一般人員身體居站位置可能接受之劑量率結果均小於法規要求(工作人員如位於管制區 $< 10 \mu\text{Sv/h}$ ，一般人員位於監測區 $< 0.5 \mu\text{Sv/h}$)，且多在背景劑量率範疇，因此不須特別評估風險。

若考慮少部分工作人員可能發生異常使用的情形下，則可能會有人員受到一定程度劑量曝露的情況，其可能之風險分析如下：

(1) 操作移動型/手持式 X 光機人員之輻射風險

本計畫 113-114 年現場檢測 133 件(113 年 40 件、114 年 93 件)移動型/手持式 X 光機正常作業時，操作 X 光機之工作人員手部接受之最大年劑量約為 0.282 mSv/y (第 21 件，編號 113-P21)，工作人員身體接受之最大年劑量約為 0.132 mSv/y (第 32 件，編號 113-P32)，均小於 1 mSv/y ，故不特別針對正常作業時離子佈植機可能造成之人員輻射劑量評估結果與風險作進一步分析。

考量本計畫 113-114 年現場檢測之移動型/手持式 X 光機，如發生朝向人員身體照射的異常使用情況(如照射人體 5 秒，造成受照射者之最大劑量約 1.89 mSv) (編號 114-P79)，受照射者視為非輻射工作人員(一般民眾)，則在機率效應之風險評估上，分別考量 ICRP-60 及 ICRP-103 之風險係數之輻射效應風險計算如下：

	ICRP-60	ICRP-103
--	---------	----------

非輻射工作人員	$=6.0 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 1.89 \text{ mSv}$ $=1.13 \times 10^{-4}$	$=5.5 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 1.89 \text{ mSv}$ $=1.04 \times 10^{-4}$
---------	---	---

在確定效應之風險評估上，若被照射人員之最大身體皮膚等價劑量亦為 1.89 mSv (編號 114-P79)，因其劑量值遠小於一般民眾皮膚等價劑量限值 50 mSv，故判斷為不會發生確定效應。

(2) 操作櫃型 X 光機人員之輻射風險

本計畫 113-114 年現場檢測 215 件櫃型 X 光機(113 年 65 件、114 年 150 件)正常作業時，操作 X 光機之工作人員手部接受之最大年劑量約為 624 μSv (0.624 mSv) (第 171 件，編號 114-C106)，工作人員身體接受之最大年劑量約為 564 μSv (0.564 mSv) (第 171 件，編號 114-C106)，均小於 1 mSv/y，故不特別對正常作業時櫃型 X 光機之人員輻射劑量評估果與風險作進一步分析。

考量櫃型 X 光機可能發生之異常狀況：可能發生在屏蔽門未關(安全連動裝置失效)時仍操作 X 光機之異常使用情形。前述異常情形可能造成每次異常操作 X 光機時之最大工作人員劑量約 762.222 mSv/次(編號 114-C05)，可能之最大一般人員劑量約為 83.005 mSv/次 (編號 114-C05)。機率效應之風險計算如下：

	ICRP-60	ICRP-103
非輻射工作人員	$=6.0 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 83.005 \text{ mSv}$ $=4.980 \times 10^{-3}$	$=5.5 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 83.005 \text{ mSv}$ $=4.565 \times 10^{-3}$
輻射工作人員	$=4.8 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 762.222 \text{ mSv}$ $=3.659 \times 10^{-2}$	$=4.1 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 762.222 \text{ mSv}$ $=3.125 \times 10^{-2}$

在確定效應之風險評估上，若受曝露工作人員之最大身體皮膚等價劑量為 762.222 mSv/次 (編號 114-C05)，因其劑量值已超過輻射工作人員之皮膚年等價劑量限值 500 mSv，而若受曝露之一般人員最大身體皮膚等價劑量為 83.005 mSv/次(編號 C65)，其劑量值亦超過一般人的皮膚年等價劑量限值 50 mSv；故應極力避免屏蔽門未關(安全連動裝置失效)時仍操作 X

光機之異常使用情形發生。)

(3) 動物用(獸醫)X光機照相檢驗時，於檢查室內協助安撫動物照相之協助者的風險

考量動物醫院如需對動物進行 X 光照相檢驗時，通常會有進入 X 光照射室協助安撫動物或協助照相者，且通常會提供鉛衣等屏蔽用輻射防護裝備供其穿戴使用，但本計畫亦考量若發生進入 X 光照射室協助照相者未穿鉛衣的情形：保守考慮協助動物照相時，協助者居站於檢查室內 X 光桌檯旁，距離桌面照射中心約 50 cm 遠處，所評估之協助者無穿鉛衣時，考慮每隻動物之照相次數及每次照射時間，協助一隻動物照相之協助者身體(無穿鉛衣)身體最大累積淨劑量約 24.850 μSv (編號 114-V16)、有穿鉛衣時身體最大累積淨劑量約為 0.993 μSv (編號 113-V73) (均 < 1 mSv/y 之一般人年劑量限度)。機率效應之風險計算如下：

	ICRP-60	ICRP-103
非輻射工作人員 (協助照相者， 無穿鉛衣)	$=6.0 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 24.850 \mu\text{Sv}$ $=1.491 \times 10^{-6}$	$=5.5 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 24.850 \mu\text{Sv}$ $=1.367 \times 10^{-6}$
非輻射工作人員 (協助照相者， 有穿鉛衣)	$=6.0 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 0.993 \mu\text{Sv}$ $=5.958 \times 10^{-8}$	$=5.5 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 0.993 \mu\text{Sv}$ $=5.015 \times 10^{-8}$

在確定效應之風險評估上，若受曝露人員無穿鉛衣時，協助一隻動物照相可能造成之最大身體皮膚等價劑量如(保守視為與身體接受之劑量相同)為 24.850 μSv (編號 114-V16)，其劑量值遠小於一般人皮膚等價劑量限值 50 mSv；而如有穿鉛衣進行防護，最大身體皮膚等價劑量(保守視為與身體接受之劑量相同)約為 0.993 μSv (編號 113-V73)，亦遠小於皮膚等價劑量限值 50 mSv，故判斷為不會發生確定效應。

若考慮每隻動物之照相次數及每次照射時間，如為同一位協助者(動物醫院人員)在無穿鉛衣及有穿鉛衣的條件下，在同一家動物醫院於一年內協

助動物照相可能接受之淨年劑量結果(圖 21)：同一位協助者身體最大年累積淨劑量(無穿鉛衣)可能達 74.653 mSv (編號 113-V73)，同一位協助者身體最大年累積淨劑量率(有穿鉛衣)約為 0.248 mSv(< 1 mSv/y 之一般人年劑量限度)(113-編號 V73)。此情況下之機率效應之風險計算如下：

	ICRP-60	ICRP-103
非輻射工作人員 (協助照相者， 無穿鉛衣)	$=6.0 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 74.653 \text{ mSv}$ $=4.479 \times 10^{-3}$	$=5.5 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 74.653 \text{ mSv}$ $=4.106 \times 10^{-3}$
非輻射工作人員 (協助照相者， 有穿鉛衣)	$=6.0 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 0.248 \text{ mSv}$ $=1.488 \times 10^{-5}$	$=5.5 \times 10^{-2} / \text{Sv} \times 0.248 \text{ mSv}$ $=1.364 \times 10^{-5}$

在確定效應之風險評估上，若受曝露人員無穿鉛衣時，同一位協助者協助動物照相可能造成之最大身體皮膚年等價劑量如(保守視為與身體接受之劑量相同)為 74.653 mSv (第 73 件，編號 113-V73)，其劑量值會高於一般人年皮膚等價劑量限值 50 mSv，因此應注意並極力避免此情況發生；而如有穿鉛衣進行防護，最大身體皮膚等價劑量(保守視為與身體接受之劑量相同)約為 0.248 mSv (第 73 件，編號 113-V73)，仍遠小於一般人皮膚等價劑量限值 50 mSv，則判斷為不會發生確定效應。

四、蒐集、研析與彙整國際間對年度訪查輻射源標的(櫃型 X 光機、移動型/手持式 X 光機)之輻射作業管制作法與新趨勢

本計畫 114 年蒐集與研析 IAEA SSG-11(2011)報告及 Canada Safety Code 34 報告(2003) 等櫃型與 X 光機、移動型/手持式 X 光機有關之工業用 X 光機管制作法的相關輻防管制作法之國際文獻。相關文獻重點彙整如下：

1. IAEA SSG-11(2011)

國際原子能總署於 2011 年發行的第 11 號特定安全指南 IAEA Specific Safety Guide (SSG)-11: Radiation Safety In Industrial Radiography (工業放射照相檢驗的輻射安全)，提供工業放射線照相檢驗的輻射安全建議，適用於非破壞檢測之目的，包括：使用 X 射線與加馬射線者、使用具有有效工程管制的固定式屏蔽設施及在無屏蔽設施條件下使用移動型輻射源（現場射線照相者。本指南第 2 章概述各組織與個人的職責；第 3 章與第 4 章則分別描述安全評估及其與輻射防護計畫之關係。第 5 章論述人員的訓練與資格；第 6、7 章分別說明人員與工作場所的輻射監測。後續章節依序說明：輻射源控制與管理(第 8 章)、加馬與 X 射線及附屬設備的安全(第 9 章)、固定設施中之安全作業(第 10 章)、現場射線照相之安全(第 11 章)、輻射源運送之安全(第 12 章)、工業射線照相中之緊急應變準備與處置(第 13 章)。重點彙整如下：

- 關於設施經營者：

須負責建立並落實必要的技術與組織措施，以確保防護與安全，並遵守法規。即使部分工作可委由外部人員執行，最終責任仍由設施經營者承擔。設施經營者應指定一位高階主管負責全面監督輻射安全，並確認所有射線照相作業均符合法規要求。應確保具備保護工作人員、民眾與環境的程序、劑量維持 ALARA、所有政策與程序均完整記錄並可供員工及主管機關查閱。應建立、紀錄並執行輻射防護計畫，內容包括：輻射防護安排、安全評估、實施措施、定期檢討與更新機制等。

- 關於輻射工作人員/操作人員：

操作人員須具備合格資格，雖然最終責任在設施經營者設施經營者，但人員仍須遵守相關工作及安全守則、正確佩戴個人劑量計、正確使用輻射監測設備、配合輻射防護人員建議、參與訓練以及不得故意違反安全規定。臨時或自僱人員必須享有與正式人員同等的安全保障。

- 安全評估：

工業射線照相放射源具有高劑量率，因此必須涵蓋全面性的安全評估。安全評估中應納入：

- (a) 屏蔽與非屏蔽狀態下的劑量率評估(包括放射性同位素與 X 光機所產生的輻射)。
- (b) 各類人員在正常及可預期事件中的可能曝露，包括：放射線照相人員、其他工作者與公眾，並需涵蓋「正常操作」與「合理可預見的事件」。
- (c) 輻射源操作的限制與技術條件。
- (d) 結構、系統、元件可能失效並造成曝露的方式，包含：設備故障、作業程序失效、可能導致劑量升高的後果分析。
- (e) 外部因素對安全的影響，例如：火災、極端天候、地震、腐蝕或其他環境影響。
- (f) 人為錯誤與人因因素，包括：不良作業習慣、疲勞、未遵守程序。

安全評估應作為決策基礎，使設施經營者能制定下列事項：

- (a) 工程控制措施，例如：屏蔽設計、連鎖系統、警示系統。
- (b) 作業程序的制定，包含：輻射源操作、現場布置、關閉流程、檢查程序。
- (c) 管制區與監測區的設置原則。
- (d) 公眾防護要求，例如：維持距離、設置屏蔽、外部圍籬
- (e) 合理可預見事件的資料，包含：降低事件發生機率的措施、防止事件惡化的控制手段、所需的緊急設備。
- (f) 事件中降低曝露與保護環境的行動，包含制定：緊急應變計畫及應變程序。

在下列情況下，安全評估應重新檢討：

- (a) 安全可能受以下因素影響：設施修改、程序改變、新放射源或不同特性放射源的取得。
- (b) 從作業經驗、事故調查、失效或錯誤中發現現行安全措施不充分或無效。
- (c) 相關法規、標準或指引已修改。

- 輻射防護計畫：

輻射防護計畫是組織內建立與維持安全文化的關鍵元素，並應符合相關法規要求。應依組織的工作性質與規模量身規劃，反映工業放射照相檢驗作業的複雜程度與相關危害。應建立在安全評估的基礎上，並包含：計畫性曝露(planned exposure situations)與潛在曝露(potential exposures)。輻射防護計畫應涵蓋所有與輻射安全相關的主要要素，其內容必須適度詳盡並紀錄。基本要素包括：

- (a) 管理架構與政策
- (b) 輻射安全職責的分配
- (c) 對所有相關人員的教育與訓練計畫
- (d) 作業程序與監督安排
- (e) 管制區或監督區的劃設
- (f) 個人與職場監測，包括輻射偵測設備的取得與維護
- (g) 健康監護 (health surveillance)
- (h) 劑量與曝露相關資料的紀錄與通報
- (i) 緊急應變計畫與程序
- (j) 定期檢討與稽核的程序
- (k) 品質保證(quality assurance)與程序改進措施

- 人員訓練：

所有參與工業射線照相作業的工作人員都必須接受充分的輻射防護與安全訓練。訓練的目的是：使人員了解作業中可能遇到的輻射危害、使人員具備必要的知識與技能以安全地執行其工作、確保所有作業均符合法規與作業程序。訓練內容應涵蓋：輻射源特性、設備操作、工作程序、緊急應變。

訓練不應為一次性；所有相關工作人員應定期接受複訓。複訓的頻率與時數通常依法規規定(例如每年 3 小時)。複訓目的：更新安全知識、強化作業技巧、使人員熟悉新的法規、技術或設備、彌補因時間久遠而可能遺忘的內容。

若發生下列情況，也應立即安排額外訓練：發生事故或未遂事件、發現作業程序未被正確遵守、引進新設備或新程序、作業人員出現知識或技能不足的跡象。

- 人員劑量監測：

所有參與工業放射照相檢驗的作業人員都應接受個人輻射劑量監測。個人劑量監測是評估作業人員是否受到輻射曝露、確保遵守劑量限值、提供職業曝露紀錄的重要依據。人員劑量紀錄應安全保存並保密，不得隨意更動或刪除。當作業人員離職時，應提供其個人劑量紀錄摘要，以便未來雇主作為健康監護參考。

- 健康監護：

所有從事工業射線照相的作業人員都應接受適當的健康監護，包括：事前健康評估(聘僱前)、例行健康檢查(依法規頻率，如每年一次)、可能遭受過度曝露後的醫療評估。健康監護的目的為確定個人是否適合從事輻射作業、及早發現與輻射曝露相關的健康問題以及為職業曝露建立醫療基準。

- 工作場所監測：

設施經營者應依照其安全評估與輻射防護計畫，制定一套正式的工作場所監測計畫。此計畫應確保在所有進行工業射線照相的場合，均能進行適當的劑量率量測、對工作人員與公眾曝露風險的確認、用以設定或確認管制區、監督區的合理邊界、用以檢查設備是否正常運作。

監測計畫應針對下列內容訂定具體要求：監測頻率、如何使用並記錄監測儀器的讀值、何時需進行額外監測(例如更換輻射源、環境條件劇變或懷疑有異常曝露時)、建立標準監測程序等。

- 輻射源管制：

操作機構必須建立且維持一套完整的放射源管制制度，此制度應確保：放射源的取得、儲存、使用、運送與最終處置均受到嚴格管理，未經授權者無法接觸到放射源，可隨時追蹤輻射源的所在位置、狀態與活動量；輻射源管制的落實，是工業放射照相檢驗作業安全的核心。

所有放射源應依照主管機關要求：進行登記或申請許可、設置唯一識別資料(如序號、活度、製造商資訊)、建立輻射源證明文件(source certificate)；放射源的資料應完整保存，以供稽核、檢查與追蹤使用。

- 工業放射照相檢驗輻射源與曝露裝置的安全：

工業射線照相通常使用密封放射性物質產生加馬射線(如 Ir-192、Se-75、Co-60)或 X 光產生器產生 X 射線。所有放射照相檢驗設備，包括：曝露裝置(exposure devices)、輻射源容器(source containers)、加馬射線導引管(guide tubes)、遙控驅動器(remote control units)、輔助設備都必須符合主管機關及標準制定機構規範的設計與製造要求，以確保：結構完整性機械可靠性、輻射防護能力、能耐受預期的作業與環境狀況。

設施經營者必須確保：所使用的射線源與設備經法規授權核准、設備僅由受過訓練且具資格的人員操作、在任何操作前確認設備與相關配件均處於可安全運作的狀態。

使用 X 光產生器(X-ray Generators)進行工業放射照相檢驗的一般要求：X 光產生器必須具備可調整輸出、設計能耐受現場環境、符合國家或國際標準。設備必須具備安全連鎖裝置(interlocks)，使 X 光束不得在未完全就位、未妥善連接、屏蔽未到位的情況下產生。X 光機應具備明顯的視覺指示(如紅燈)與聲響警報以顯示何時正在產生輻射。

- 固定式屏蔽設施中的射線照相安全：

固定式屏蔽設施設計的主要目的，是提供一個可完全控制輻射場的環境，使工業射線照相可安全進行、對作業人員及公眾的曝露維持在 ALARA 原則下，不需額外設立大型管制區或警戒區。固定設施通常包括：具足夠厚度的屏蔽牆、升降門或滑動門(通常具備連鎖裝置)、輻射源收納與固定系統、曝露與操作控制室、警示燈號與警報器，設施需根據使用的輻射種類與強度進行設計。

固定式設施的優勢包括：較低的輻射外洩風險、較高的安全自動化程度、適合多次、重複、常態性照相檢驗工作、減少人為操作造成的事故。必須制定明確的操作程序、人員訓練、緊急應變計畫及定期檢查，以確保在所有情況下皆能維持輻射安全。

屏蔽設計應考慮輻射源類型(加馬射源或 X 光機)、活度與能量、可能的曝露位置、周圍區域的佈局及使用情況、占用因數(occupancy factors)與劑量限制；屏蔽材料可使用混凝土、鉛、鋼或其組合，依照所需防護程度選用。

當曝露即將開始或正在進行時，設施外部必須有明顯的視覺警示(如紅燈“X 射線 ON”或“輻射源外露”燈)以及聲音警報(如蜂鳴器或警報器)。警示燈應具有高可視性、在曝露期間全程亮起、不可與環境照明混淆；若燈泡熄滅，必須立刻修復。連鎖系統必須防止在門未關閉時開始曝露，若門被開啟，則必須立即終止曝露。設施內外均應設置緊急停止裝置，使操作員可在任何情況下立即中止曝露或立即觸發放射源收回機制，緊急停止裝置應顏色明顯(通常為紅色)，並容易接觸。

需建立一套針對固定式設施的書面作業程序(local rules)，包括：曝露前檢查清單、曝露中不得進入的規定、異常狀況處理流程、緊急停止操作方法、監測與紀錄方式，所有人員都必須熟悉並遵守。在每天開始作業前應測試：連鎖系統、緊急停止裝置、警示燈與警報器、監視系統、門的閉合和鎖定功能；任何安全功能異常都必須立即修復，且在修復前不得進行曝露。

- 現場放射照相檢驗的安全：

現場放射線照相必須採取所有合理可行的措施，使得輻射工作人員/操作人員的曝露維持在 ALARA 原則下，公眾不因作業而接受不必要曝露。曝露開始前必須劃設管制區，其邊界必須符合：安全評估的計算、劑量率在管制區外不得超過法規標準、持續監測並必要時調整。現場照相最常見的事故之一就是：無關人員闖入管制區。因此助理必須持續監看整個區域；在視線受阻(例如管線後方)時，需要增加額外的管制點或人員。曝露前必須使用劑量率儀器確認：輻射源是否外露、管制區外的劑量率低於限制、所有邊界合理且正確，若測得劑量率高於預期，必須重新調整佈置。

操作員與助理在曝露期間應保持最遠可行距離、在輻射源直線方向之外，若可能，利用屏蔽物遮擋，距離是最有效的輻射防護方式之一。在曝露期間：操作員必須留在控制位置，助理負責監看周邊，必須持續監測任何接近管制區的人，若任何人試圖進入管制區，操作員應立即停止照射、收回輻射源。

使用 X 光機等機器產生輻射設備 進行之非破壞檢測 (NDT) 作業，與使用密封放射性物質輻射源(如 Ir-192)不同之處在於：機器產

生輻射可隨時開啟或關閉、作業條件更易控制、無射源遺失的風險，但仍可能產生高劑量率，因此也需嚴格安全管理。

所有 X 光設備必須具備連鎖機制，確保：門開啟時 X 光無法產生、X 光產生時門不得開啟、任何連鎖故障均會停止 X 光生成。當 X 光正在產生時，設備必須提供清楚可見的視覺指示(紅燈)，在必要時提供額外閃光燈表示正在曝露。視覺指示器應放置於控制位置、可能有人接近的入口、設備周圍其他明顯位置。

X 光機必須符合電氣安全標準：接地正確、高壓電纜完整無損、絕緣良好、無曝露帶電部位。X 光機未使用時應關閉電源、上鎖或存放於受控區域、避免未授權人員操作。X 光束應盡量準直(collimated)、限制大小、只照射所需範圍以減少散射輻射。必要時可使用局部屏蔽物或可調整準直器以降低周圍人員曝露。

不得在 X 光機附近放置易爆物、易燃物、無關設備，除了必要人員外，任何人不得進入管制區。曝露前必須確認 所有人已撤離、所有安全機制運作正常、控制電纜與設備完整。曝露期間操作員須留在控制區並保持對設備的監控，若任何人接近管制區，應立即停止曝露。曝露後必須立即確認 X 光機是否已停止產生輻射，以確認安全。必要時應使用額外屏蔽以降低散射。避免使操作員的手或身體部位接近 X 光束。

● 緊急應變措施：

設施經營者必須制定並維持一套完整的緊急應變計畫，以便在下列情況發生時能迅速、有效地處置：放射源無法收回、放射源從設備中脫離、放射源遺失或遭竊、設備損壞導致外洩、人員誤入高輻射區、任何可能導致過度曝露的突發狀況。

緊急狀況時的首要目標為：保護人員安全、減少輻射外洩、控制放射源狀態、快速恢復正常狀況。所有參與工業射線照相的作業人員都必須理解緊急應變程序、熟悉自身角色、知道緊急設備的位置。

所有作業人員必須接受緊急應變訓練、放射源卡住處理訓練、劑量監測器操作訓練、危害辨識訓練。訓練需包含模擬事故、實務操作、緊急撤離演練、防護工具使用。訓練紀錄必須保存，以供稽核與改善。

2. Canada Safety Code 34 報告(2003)

加拿大國家健康環境與消費者安全處(Healthy Environments and Consumer Safety Branch)於 2011 年發行的 Canada Safety Code 34 報告(Radiation Protection and Safety for Industrial X-ray Equipment)對於工業 X 射線設備的輻射防護與安全提出規範。此安全規範旨在協助建立適當的輻射防護管理制度、安全操作程序、設備性能與設施要求。適用於所有在加拿大聯邦轄管環境中所使用的工業 X 光設備、使用該設備進行放射線檢查的工作人員、相關機構與管理者、設備製造商與維修人員、與輻射工作間接相關的支援人員等。重點彙整如下：

- 現有專門設計的機器用於產生 X 光，以透過放射線影像來檢查結構物或元件的完整性；這類應用稱為非破壞檢測(NDT)或工業放射線檢測。在其他應用環境中，X 光設備可能被安裝在具備屏蔽與安全機制的固定設施內，可顯著降低輻射風險。另有一種工業應用是使用高能電子束，在真空中熔融並接合金屬，電子與金屬的交互作用會產生 X 光作為副產物。此類系統稱為電子束焊接機(Electron Beam Welders)。
- 輻射防護與安全管理：設備擁有者(設施經營者)對整體輻射防護體系負最終責任。其義務包括：
 - (a) 建立輻射防護計畫，設施經營者必須建立並維持一套有效的輻射安全管理制度，指定合格的輻射安全負責人員制定和推動安全程序與標準作業流程。
 - (b) 確保設施安全，設施經營者應確保工作環境具備適當的 屏蔽、防護設備、警告標誌、控制措施，設施與作業流程符合本《安全規範》所有要求。
 - (c) 設備管理：擁有者必須確保：僅操作合法登記且合乎安全要求的 X 光設備，定期維護、校正儀器，設備故障或異常立即停止使用並修復。
 - (d) 職員訓練：擁有者必須確保所有操作該設備的人員具備合格訓練、保留訓練與資格紀錄、與確保新進人員在接受適當指導後才能操作。
 - (e) 監督與紀錄：必須保持完整紀錄，包括輻射測量、設備維修、事故回報；配合監管機構進行稽查，確保所有工作人員的輻射劑量在合法與安全範圍內

- 合格工業放射線檢查員：此類人員必須具備認可資格、熟悉 X 光產生機制、操作程序、輻射防護原則，在所有作業中確保自身與他人安全。其責任包括：按照標準流程操作設備；進行輻射測量，確認作業區域劑量安全；配戴個人劑量監測器；發現異常時立即通報；僅在合法授權之區域進行放射線照射。
- 工業 X 光設備製造商：製造商必須確保設備符合法規所要求的設計標準，提供安全功能、風險資訊、操作手冊，提供維修、校正及安全技術支援。維修技術人員必須了解 X 光設備的運作與風險，在檢修時遵循輻射安全要求，確保設備維修後安全功能完整，保留維修紀錄並提交給設施經營者或相關輻防管理人員。
- 任何非授權人員不得進入輻射控制區、操作 X 光設備或操作任何可能影響安全的控制裝置。
- 工業用 X 光機之設計標準：設備必須符合適用的國家或國際安全標準，具備防止意外曝光的安全機制，提供清楚的警示、標示與操作控制。
- 設備設計應包含下列安全功能：
 - (a) 主要電源控制(Main Power Control)，設備必須具有易於辨識的主電源開關，並能清楚顯示電源是否開啟，便於操作人員在緊急情況下快速切斷電源。
 - (b) 啟動控制與延遲(Initiation Control and Delay)，X 光產生之前，設備應設計成必須人工啟動、提供啟動前延遲警示(例如聲光信號)，確保操作人員與周遭人員已離開受照區域。
 - (c) 安全連鎖裝置(Interlocks)，對於設置於固定設施內之 X 光系統，門、蓋、可開啟的屏蔽面板必須有連鎖，連鎖被觸發時，X 光必須立即停止，連鎖不得被簡易方式繞過。
 - (d) 輻射指示器(Radiation Indicators)，設備必須具備位於操作人員可見的位置清楚顯示 X 光正在產生的「動作中(ON)」指示，以適當的顏色，如「紅色」表示輻射正在產生。
 - (e) 防止雙重啟動(Protection Against Accidental Exposure)，設計上必須避免：意外觸發 X 光、自動重新啟動、。不當的遠端啟動

- (f) 控制面板標示(Control Panel Labelling)，控制面板應：清楚標示所有控制鍵、使用標準化圖示與文字、標示操作條件(如 kV、mA、曝光時間)。
- (g) 安全文件，製造商必須提供：完整操作手冊、輻射安全資訊、維修與校正指引。
- 設備設計標準之目的：確保人員不會遭到意外輻射、確保設備在任何狀況下均能保持安全、提供一致且可預期的操作介面、減少因人為錯誤造成的輻射事故。
 - 在加拿大聯邦轄管之場所使用工業 X 光設備，必須：依法完成設備註冊(登記)、確保設備在操作前已被監管機構認可、保存註冊(登記)文件於設施內備查。設備註冊(登記)內容包括：設備類型、型號、序號、製造商資料、最大能量、輸出特性、安全功能、操作環境與用途等。註冊(登記)之目的：確保所有設備均具有可追蹤性、使監管機構能掌握設備分布情形、促進設備安全管理、在事故時能迅速追查設備狀況。
 - 放射檢驗之作業場所要求：設施必須具有：
 - (a) 適當屏蔽(Adequate Shielding)：設施牆壁、門、天花板必須設計成可阻擋 X 光，屏蔽設計需依照最大設備輸出參數計算。屏蔽目的在於確保管制區外劑量率不超標、。公眾區域劑量最低化。
 - (b) 管制區(Controlled Area)界定：設施內必須清楚劃分控制區、輔助區及公眾區，設置標準化輻射警告標誌，嚴格限制進入人員。
 - (c) 安全連鎖與警示系統：永久設施必須具備：連鎖門、輻射警示燈、聲響警示裝置、緊急停止開關。
 - (d) 操作控制台 (Control Console)：控制台需位於受照區外，能監測輻射警示狀態，配備緊急停止功能。
 - (e) 輻射測量(Radiation Surveys)，設施必須定期執行：安裝後初次輻射測量，設施變更後再測量，定期安全檢查測量。目的為確認：
 - 工業 X 光設備的非放射攝影用途：工業 X 光設備有時會被用在非工業攝影的任務，例如：材料分析、組件檢查、品質控制、研究用途等。設施經營者必須確保使用者具備適當教育、訓練與能力，包括：
 - (a) 基礎原子與輻射物理
 - (b) X 光生成機制與 X 光與物質交互作用
 - (c) 輻射偵測與測量方法

- (d) 輻射對生物之影響
 - (e) 個人劑量監測設備使用方法
 - (f) 輻射防護三原則：時間、距離、屏蔽
 - (g) ICRP 原則與對工作人員/公眾的劑量限值
 - (h) 相關法規與適用安全標準
 - (i) 特定工業 X 光設備的操作、風險與安全程序
 - (j) 該設備之輻射量測結果與安全限制
 - (k) 緊急程序
- 對於以 X 光管為基礎的系統，會產生次級 X 光的電子束焊接機需注意：測量儀器必須適用於高能 X 光、儀器需能準確反應脈衝或變動輻射場、人員需了解儀器的偵測限制。
 - 非預期輻射曝露之緊急應變：若發生非預期輻射曝露事件，必須：
 - (a) 立即採取行動：立刻停止輻射、撤離所有人員、控制現場。
 - (b) 通知輻射防護人員及設施經營者。
 - (c) 評估曝露：可能需使用個人劑量紀錄、進行生物劑量評估、測量現場輻射。
 - (d) 醫療評估：如有必要：立即安排醫療檢查、評估確定性效應或晚期風險。
 - (e) 提交報告：向主管機構提出事故報告、說明原因、影響、與改善措施。
 - 設備轉售時，設備擁有者必須：通知買方該設備屬於受管制之輻射設備、提供所有安全資訊與文件、確認買方了解相關法規、確保設備在新場址也必須依法登記。
 - 報廢 X 光設備時必須確保 X 光管無法再被啟動、移除或破壞關鍵部件、依照法規管理規定處理、保留文件證明該設備已正式停用。

3. 彙整分析國際作法與我國輻防法之差異

彙整上述國際作法與我國目前輻防相關法規之比較分析如下表(表 7)，比較分析包括對(1)設施經營者、(2)輻射源設備、(3)輻射工作人員/操作人員、(4)作業場所安全評估、(5)輻射防護計畫、(6)人員訓練、(7)人員劑量監測、(8)健康監護、(9)工作場所監測、(10)現場放射照相檢驗的安全、(11)緊急應變措施等 11 項輻防管制作法分類之比較分析。在相關國際文獻如

IAEA 的報告多依據國際放射防護委員會 ICRP 出版的輻防建議書，作進一步輻防實務的建議；IAEA 報告列出輻防建議原則與方向，則受到歐美國家等納入法規訂定的主要依據。如加拿大亦遵循 IAEA/ICRP 等國際組織建議的輻射防護方向與精神納入其輻防法規作法；然而，仍有部分管制細節由各國視其國情而訂定。

從表 7 中可看出，我國現行之輻防法規與國際作法相較，僅少部分與國外有不同處，如輻射工作人員/操作人員之要求：從事或參與輻射作業之人員，以年滿十八歲者為限(我國規定成年人年齡為 18 歲，歐美則多訂為 17 歲)；相關國際文獻似乎未特別規定工作人員年齡限制，但其提醒應注意未成年者對輻射的健康效應(年齡愈輕者對輻射愈敏感)。此外，在輻射防護計畫的內容要求中，IEAE 亦多明訂須包括”定期檢討與稽核的程序”以及”品保與改進措施”。另外，國際組織要求對於相關的紀錄文獻應與保存，保年限則由隔國自行訂定。綜合而言，我國現行輻防法規大致上與國際作法相一符，差異不大。

表 7 國際作法(IAEA SSG-11 與 Canada Safety Code 34)與我國輻防法之比較

輻防管制作法分類	國際輻射作業管制作法與趨勢彙整(IAEA SSG-11 與 Canada Safety Code 34)	國內法規之輻射作業管制作法
設施經營者	<ul style="list-style-type: none"> ● 須負責建立並落實必要的技術與組織措施，以確保防護與安全，並遵守法規。 ● 設施經營者應指定一位高階主管負責全面監督輻射安全。 	<p>游離輻射防護法：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 第 7 條：設施經營者應依其輻射作業之規模及性質，依主管機關之規定，設輻射防護管理組織或置輻射防護人員，實施輻射防護作業。 ● 第 14 條：雇主對在職之輻射工作人員應定期實施輻射防護教育訓練，並保存紀錄。 ● 每人每年受訓時數須為三小時以上。(施行細則第 5 條) ● 第 15 條：雇主應對輻射工作人員實施個別劑量監測。但經評估輻射作業對輻射工作人員一年之曝露不可能超過劑量限度之一定比例者，得以作業環境監測或個別劑量抽樣監測代之。輻射劑量監測結果，應依主管機關之規定記錄、保存、告知當事人。 ● 第 16 條：雇主對在職之輻射工作人員應實施定期健康檢查。

輻射源設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用輻射源(X光設備),必須依照主管機關要求:進行註冊(登記)或申請許可、設置唯一識別資料(如序號、活度、製造商資訊)、建立輻射源證明文件。 ● 須建立且維持一套完整的輻射源管制制度,此制度應確保:輻射源的取得、儲存、使用、運送與最終處置均受到嚴格管理,未經授權者無法接觸到放射源,可隨時追蹤輻射源的所在位置、狀態與活動量。 ● 報廢 X 光設備時必須確保 X 光管無法再被啟動,應移除或破壞關鍵部件、保留文件證明該設備已正式停用。 	<p>游離輻射防護法:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 第 29 條:放射性物質、可發生游離輻射設備或輻射作業,應依主管機關之指定申請許可或登記備查。經指定應申請許可者,應向主管機關申請審查,經許可或發給許可證後,始得進行輻射作業。經指定應申請登記備查者,應報請主管機關同意登記後,始得進行輻射作業。 <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 第二章:申請輸入、轉讓、輸出、過境或轉口之許可。 ● 第三章:申請使用、安裝、改裝或持有之許可、許可證或登記備查。 ● 第四章:申請停止使用或永久停止使用之許可。
輻射工作人員/操作人員	<ul style="list-style-type: none"> ● 輻射工作人員/操作人員須具備合格資格; ● 人員須遵守相關工作及安全守則、正確佩戴個人劑量計、參與訓練等。 	<p>游離輻射防護法:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 第 31 條:操作放射性物質或可發生游離輻射設備之人員,應受主管機關指定之訓練,並領有輻射安全證書或執照。於操作一定活度以下之放射性物質或一定能量以下之可發生游離輻射設備者,得以訓練代之。 ● 第 14 條:從事或參與輻射作業之人員,以年滿十八歲者為限。任何人不得令未滿十六歲者從事或參與輻射作業。 ● 第 14 條:輻射工作人員對於雇主安排之輻射防護教育訓練,有接受之義務。 ● 第 16 條:輻射工作人員對於雇主安排之定期健康檢查,有接受之義務。
作業場所安全評估	<ul style="list-style-type: none"> ● 作業場所要求:設施必須具有: <ul style="list-style-type: none"> (a)適當屏蔽 (b)管制區界定:須清楚劃分控制區、輔助區及公眾區,設置標準化輻射警告標誌,嚴格限制進入人員。 (c)安全連鎖與警示系統:永久設施必須具備:連鎖門、輻射警示燈、聲響警示裝置、緊急停止開關。 (d)操作控制台:控制台需位於受照區外,能監測輻射警示狀態,配備緊急停止功能。 (e)輻射測量(Radiation Surveys):輻射設備安裝後須初次輻射測量,之後須定期安全檢查測量。 	<p>游離輻射防護法第 10 條:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 設施經營者應依主管機關規定,依其輻射工作場所之設施、輻射作業特性及輻射曝露程度,劃分輻射工作場所為管制區及監測區。管制區內應採取管制措施;監測區內應為必要之輻射監測,輻射工作場所外應實施環境輻射監測。 ● 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附件一(放射性物質或可發生游離輻射設備作業場所及屏蔽規劃之規定): ● 固定型可發生游離輻射設備場所: <ul style="list-style-type: none"> (一)放射性物質或可發生游離輻射設備之位置描述及透視圖。

		<p>(二)場所四周之狀況(含樓上、樓下)描述。</p> <p>(三)場所四周屏蔽材料及厚度。</p> <p>(四)主射束照射方向。</p> <p>(五)各進出大門位置。</p> <p>(六)鉛玻璃位置及鉛厚當量;無此規劃者免。</p> <p>(七)進出大門應安裝安全連鎖之位置。</p> <p>(八)進出大門應張貼輻射警示標誌及裝置警示燈之位置。</p> <p>(九)使用時之輻射劑量之描述或屏蔽計算過程。</p> <p>(十)其他相關防護措施。</p> <p>● 移動型可發生游離輻射設備場所: (一)放射性物質或可發生游離輻射設備之使用場所及場所四周描述。 (二)主射束照射方向之描述。 (三)使用時之輻射劑量之描述或屏蔽計算過程。 (四)設有可移動式鉛防護屏蔽者,並應註明屏蔽之鉛厚當量或其他相關防護措施。</p>
輻射防護計畫	<p>● 輻射防護計畫應依組織的工作性質與規模量身規劃,反映輻射作業的複雜程度與相關危害。應建立在安全評估的基礎上,並包含計畫性曝露(planned exposure situations)與潛在曝露(potential exposures)。</p> <p>● 輻射防護計畫應涵蓋的基本要素包括:</p> <p>(a) 管理架構與政策</p> <p>(b) 輻射安全職責的分配</p> <p>(c) 對相關人員教育與訓練計畫</p> <p>(d) 作業程序與監督安排</p> <p>(e) 管制區或監測區的劃設</p> <p>(f) 個人與場所監測</p> <p>(g) 健康監護</p> <p>(h) 劑量與曝露相關的紀錄與通報</p> <p>(i) 緊急應變計畫與程序</p> <p>(j) 定期檢討與稽核的程序</p> <p>(k) 品保與改進措施</p>	<p>游離輻射防護法施行細則第 2 條:</p> <p>● 擬訂輻射防護計畫,應參酌下列事項規劃:</p> <p>一、輻射防護管理組織及權責。</p> <p>二、人員防護。</p> <p>三、醫務監護。</p> <p>四、地區管制。</p> <p>五、輻射源管制。</p> <p>六、放射性物質廢棄。</p> <p>七、意外事故處理。</p> <p>八、合理抑低措施。</p> <p>九、紀錄保存。</p> <p>一〇、其他主管機關指定之事項。</p>
人員訓練	<p>● 所有參與輻射作業的工作人員都必須接受充分的輻射防護與安全訓練。</p> <p>● 訓練不應為一次性;所有相關工作人員應定期接受複訓。複訓的頻率與時數通常依法規規定(例如每年 3 小時)。</p>	<p>游離輻射防護法第 14 條:</p> <p>● 雇主對在職之輻射工作人員應定期實施輻射防護教育訓練,輻射工作人員有接受教育訓練之義務。</p> <p>施行細則第 5 條:</p> <p>● 對在職之輻射工作人員定期實施之教育訓練,每人每年受訓時數須為三小時以上;相關資料至少</p>

人員劑量監測	<ul style="list-style-type: none"> ● 所有參與輻射作業的人員都應接受個人輻射劑量監測。 ● 人員劑量紀錄應安全保存並保密，不得隨意更動或刪除。 ● 當作業人員離職時，應提供其個人劑量紀錄摘要，以便未來雇主作為健康監護參考。 	<p>保存十年。</p> <p>施行細則第 7 條：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 雇主依規定對輻射工作人員實施個別劑量監測，應記錄每一輻射工作人員之職業曝露歷史紀錄，並依規定定期及逐年記錄每一輻射工作人員之職業曝露紀錄。 ● 前項紀錄，雇主應自輻射工作人員離職或停止參與輻射工作之日起，至少保存三十年，並至輻射工作人員年齡超過七十五歲。 ● 輻射工作人員離職時，雇主應向其提供第一項之紀錄。
健康監護	<ul style="list-style-type: none"> ● 所有從事工業射線照相的作業人員都應接受適當的健康監護，包括：事前健康評估(聘僱前)、例行健康檢查(依法規頻率，如每年一次)、可能遭受過度曝露後的醫療評估。 	<p>游離輻射防護法第 16 條：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 雇主僱用輻射工作人員時，應要求其實施體格檢查；對在職之輻射工作人員應實施定期健康檢查，並依檢查結果為適當之處置。 ● 輻射工作人員因一次意外曝露或緊急曝露所接受之劑量超過五十毫西弗以上時，雇主應即予以包括特別健康檢查、劑量評估、放射性污染清除、必要治療及其他適當措施之特別醫務監護。
工作場所監測	<ul style="list-style-type: none"> ● 設施經營者應依照其安全評估與輻射防護計畫，制定一套正式的工作場所監測計畫。確保進行作業時，對工作人員與公眾曝露風險的確認、用以設定或確認管制區、監督區的合理邊界、以及用以檢查設備是否正常運作。 	<p>游離輻射防護法第 10 條：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 設施經營者應依規定，...劃分輻射工作場所為管制區及監測區。管制區內應採取管制措施；監測區內應為必要之輻射監測，輻射工作場所外應實施環境輻射監測。 <p>輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 第 11 條：設施經營者應視其使用輻射源類別、作業性質、管制區輻射防護計畫及執行情況，於監測區選適當地點及監測頻次，實施定期或連續性輻射監測。 ● 第 13 條：設施經營者應置備適當之輻射偵測及監測儀器並定期校驗。 ● 第 15 條：對輻射工作場所內規劃之各項偵測及監測，設施經營者應訂定紀錄基準、調查基準及干預基準。
現場放射照相檢驗的安全	<ul style="list-style-type: none"> ● 現場放射線照相必須採取所有合理可行的措施，公眾不因作業而接受不必要曝露。曝露開始前必須劃設管制區，其邊界必須持續監測劑量率，在管制區外不得超過法規標準。 ● 所有 X 光設備必須具備連鎖機制，確保：門開啟時 X 光無 	<p>事業單位招人承攬放射線照相檢驗業務注意事項：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 四、事業單位於承攬人進行放射線照相檢驗工作時，應確認其操作人員確依輻射防護計畫及相關作業程序採行必要輻射防護措施，並隨時派員查核下列事項：(一)作業前已通知事業單位輻防(工

	<p>法產生、X 光產生時門不得開啟、任何連鎖故障均會停止 X 光生成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 當 X 光正在產生時，設備必須提供清楚可見的視覺指示(紅燈)，在必要時提供額外閃光燈表示正在曝露。 	<p>安)部門。</p> <p>(二)已設置臨時輻射管制區，並置有輻射警示標誌、警語、警示燈，可防止無關人員近。</p> <p>(三)現場操作放射線照相檢驗設備之人員均領有輻射安全證書。</p> <p>(四)操作人員均妥善佩戴人員劑量計，並配置個人警報器，且警報器功能正常。</p> <p>(五)每組至少配備一具手提式輻射偵檢儀器，功能正常並依規定使用。</p> <p>(六)放射線照相檢驗設備於使用前後均執行輻射偵檢。</p>
緊急應變措施	<ul style="list-style-type: none"> ● 設施經營者必須制定並維持一套完整的緊急應變計畫，以便在下述情況發生時能迅速、有效地處置：放射源無法收回、放射源從設備中脫離、放射源遺失或遭竊、設備損壞導致外洩、人員誤入高輻射區、任何可能導致過度曝露的突發狀況。 ● 所有輻射作業人員必須接受緊急應變訓練。訓練紀錄必須保存，以供稽核與改善。 	<p>游離輻射防護法第 7 條：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 設施經營者應先擬訂輻射防護計畫，報請主管機關核准後實施。未經核准前，不得進行輻射作業。 <p>游離輻射防護法施行細則第 2 條：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 擬訂輻射防護計畫，應參酌下列事項規劃： ... 七、意外事故處理。

五、評估與提出所訪查輻射作業類別之劑量約束建議值與輻射安全防護精進管理措施建議

1. 評估與提出所訪查輻射作業類別之劑量約束建議值

本計畫依據 114 年抽樣現場訪查數據，參考國際間輻射作業劑量約束實務作法，並結合 109-113 年訪查之輻射源或輻射作業類別數據，評估該年度訪查輻射源或輻射作業類別之劑量約束建議值，作為管制參考。提出之不同類別非醫用輻射作業之 114 年更新版劑量約束值建議如附錄三。附錄三中任一類別職業曝露之劑量約束值係以 109 年至 114 年現場調查所評估之全部件數之工作人員身體年劑量平均值+3 倍標準差之值為其建議劑量約束值範圍，如其值小於 1 mSv 則取 1 mSv 為劑量約束值；若其值大於 20 mSv，則取 20 mSv 為劑量約束值。公眾曝露則以職業曝露劑量約束值的 30%為原則，若其大於 1 mSv，則取 1 mSv 為劑量約束值。

2. 輻射安全防護精進管理措施建議

本計畫二年期(113 至 114 年)執行期間，針對訪查之非醫用游離輻射源(包括移動型/手持式 X 光機、櫃型 X 光機、動物用 X 光機、離子佈植機等)進行正常輻射作業以及考量可能發生之異常使用情形。總計訪查移動型/手持式 X 光機檢查 133 件+複查 9 件(113 年 40 件+複查 5 件，114 年 93 件+複查 4 件)、櫃型 X 光機檢查 215 件+複查 5 件(113 年 65 件+複查 3 件，114 年 150 件+複查 2 件);動物用 X 光機檢查 134 件+複查 5 件(113 年 104 件+複查 3 件，114 年 30 件，複查 2 件);離子佈植機檢查 215 件+複查 8 件(113 年 158 件(25 張證照)+複查 8 件(1 張證照)，114 年 57 件(3 張證照));共 697 件+複查 27 件(113 年 367 件+複查 19 件，114 年 330 件+複查 8 件)。

在現場訪查檢測結果統計上，113-114 年主要發現的輻射安全疑慮仍為安全連鎖裝置的問題較多，包括移動型/手持式 X 光機 14 件(113 年 9 件+114 年 5 件)、櫃型 X 光機 2(113 年 1 件+114 年 1 件)、動物用 X 光機 7 件(113 年 5 件+114 年 2 件)、及離子佈植機 8 件(113 年：1 證 8 件)，於現場訪查後發現問題後，除有一件移動型/手持式 X 光機廠商已於 12 月申請報廢並經核安會核可外，其餘均已改善並經複檢確認符合規定無異常；而在現場訪查時亦有 8 件(113 年 5 件+114 年 3 件)未能及時提供或提出有效期限內之輻射安全測試報告，除一件移動型/手持式 X 光機廠商已於 12 月申請報廢並經核安會核可外，其餘均於現場檢查後陸續提供或重新執行輻射安全測試並提供報告供確認完成改善。

彙整 113-114 年檢測之 697 件非醫用可發生游離輻射設備，在正常作業情況下之工作人員與一般人員之可能劑量率均符合法規要求(多在背景劑量範疇)，因此不須特別評估風險或所評估之風險均極低。在可能發生之異常狀況上，主要考量動物醫院於檢查室內協助動物 X 光檢驗之協助者、移動型/手持式 X 光機如發生朝向人員身體照射的情況、以及櫃型 X 光機屏蔽門未關閉即進行 X 光照射等情況，可能造成之人員劑量與風險。

在評估輻射源進行輻射作業之風險時，本計畫係以合理保守之情形，假設人員於操作 X 光機台時居站位置之劑量，均以人員居站位置量測之最大劑量進行評估。在可能發生之異常狀況上，113-114 年現場檢測之移動型/手持式 X 光機如發生朝向人員身體照射的異常使用情況(如照射人體 5 秒，造成受照射者之最大劑量約 1.89 mSv)(編號 114-P79)；劑量值已超過劑量限值(一般人年劑量限度：1 mSv/y)，而因手持式 X 光機本身之特性及其是否會異常使用取決予使用者的自制力及安全連鎖裝置功能是否功能正常。

因此，建議針對移動型/手持式 X 光機之輻射作業應特別重視使用程序、作業管控及人員之輻射安全教育訓練，經常確認安全連鎖裝置功能正常，並要求業者重視與落實輻射源管理，以避免對人體照射的異常情形發生。

此外，113-114 年以於檢查室內協助動物 X 光檢驗之協助者之可能異常情形(考慮若動物飼主僅協助一隻動物照 X 光時未穿鉛衣)，協助者身體(無穿鉛衣)身體最大累積淨劑量約 24.850 μSv (編號 114-V16) 仍遠高於有穿鉛衣時身體最大累積淨劑量約為 0.993 μSv (編號 113-V73)；若是由動物醫院工作人員擔任協助者，於一年內均由同一人協助動物照相時，此協助者身體最大年累積淨劑量率(有穿鉛衣)約為 0.248 mSv (113-編號 V73)，同一位協助者身體最大年累積淨劑量率(無穿鉛衣)則可能達 74.653 mSv (編號 113-V73)，此劑量值若視為有效劑量，已超過輻射工作人員職業曝露年劑量限值(50 mSv/y)；若視為皮膚等價劑量，雖未達輻射工作人員皮膚等價劑量限值 500 mSv/y，但已高於一般人皮膚等價劑量限值 50 mSv，因此強烈建議動物醫院業者應注意並極力避免此情況發生，在檢查室內協助照相者，提供鉛衣等防護裝備供協助者穿戴是非常重要的防護措施，可有效地降低協助者所接受的劑量，確保其輻射安全。

彙整上述檢測結果，建議逐年持續對不同種類用途之 X 光機進行抽樣現場訪查，且應持續關注相關 X 光機設備安全連鎖裝置功能是否正常之檢測，及檢視輻射安全測試報告有效性(確認業者是否確實每五年定期實施檢測)的情形，將有助於提升輻射防護安全效能、降低輻射作業之風險。

六、 建立櫃型 X 光機與移動型 X 光機之輻射安全防護規範建議

針對櫃型 X 光機與移動型 X 光機的輻射作業，本計畫蒐集研析國際間之相關檢測要求與輻射安全作法後，彙整建立之櫃型 X 光機與移動型 X 光機之輻射安全防護規範建議，詳附錄四。

七、 建立年度訪查標的輻射源之劑量約束管理措施通用範本建議書

本計畫規劃於 114 年第四季建立移動型/手持式 X 光機及櫃型 X 光機之劑量約束管理措施通用範本建議書，內容包括人員劑量合理抑低作法建議、最適化劑量管理目標值評估與訂定方法建議、劑量約束值建議、劑量逾限(異常)發生之應變處理與檢討改善程序建議等，詳附錄五。

八、至核安會進行工作進度簡報(每年 3 次)

本計畫規劃每年至核安會進行 3 次工作進度簡報，114 年第 1 次(期初報告)已於 3 月 13 日完成，並於 6 月 26 日至核安會進行第 2 次工作進度(期中報告)簡報； 114 年 12 月 3 日進行第 3 次(期末)工作進度簡報。

九、完成計畫規劃工作

本計畫依契約書規定之時程(於 114 年 7 月 15 日前)，已於 7 月 11 日提送 114 年度期中報告；114 年 12 月 15 日前，提送 114 年度期末成果報告。

肆、 期末結論

本計畫執行截至 114 年 12 月 11 日止，已完成 330 件(不含複查)游離輻射源之現場輻射安全訪查與檢測(114 年規劃完成 324 件)，包括：移動型 X 光機檢查 93 件(複查 4 件)；櫃型 X 光機檢查 150 件(複查 2 件)；動物用 X 光機檢查 30 件(複查 2 件)；離子佈植機檢查 57 件。相關檢測結果彙整於表 3 至表 6，現場訪查發現之疑似異常情形，均請廠商限期改善、通報主管機關，並均經複查後確認完成改善。

113-114 年各類別輻射源之訪查率：櫃型 X 光機為 8.83%，移動型/手持式 X 光機為 7.41%，動物用 X 光機為 8.27%，離子佈植機(以證照數比例計算)為 28.26%。彙整年度訪查檢測結果，建議逐年持續對不同種類用途之 X 光機進行抽樣現場訪查，且應持續關注相關 X 光機設備安全連鎖裝置功能是否正常之檢測，及檢視輻射安全測試報告有效性(確認業者是否確實每五年定期實施檢測)的情形，將有助於提升輻射防護安全效能、降低輻射作業之風險。

除了現場輻射安全訪查與檢測外，本計畫亦搜集對櫃型 X 光機、移動型/手持式 X 光機有關之相關輻防管制作法文獻 IAEA SSG-11(2011)報告及 Canada Safety Code 34 報告(2003)並完成研析彙整；亦依據年度訪查輻射源或輻射作業類別之劑量評估結果，參考國際間輻射作業劑量約束實務作法並結合先前訪查數據，更新評估年度訪查輻射源或輻射作業類別之劑量約束建議值；此外，亦建立櫃型 X 光機與移動型 X 光機之輻射安全防護規範建議(附錄四)、提出櫃型 X 光機、移動型/手持式 X 光機之劑量約束管理措施通用範本及輻射防護安全規範建議書(附錄五)。

已依契約書規定安排至核安會進行 114 年第 1 次工作進度簡報(114 年 3 月 13 日)，並於 114 年 6 月 26 日進行第二次工作進度簡報(期中報告)，114 年 12 月 3 日進行第 3 次工作進度簡報；114 年度期中報告於 7 月 11 日發文提送至核安會審查，114 年 12 月 15 日前提送 114 年度期末成果報告。

綜合而言，本計畫依據契約書規訂之方法與要求進行，符合原規劃之進度，完成預定工作項目，並達成計畫目標。

伍、 參考文獻

- [1] The 1991 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, 1991.
- [2] The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, 2007.
- [3] IAEA Safety Standards Series No. GSR-Part3: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements. International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, 2014.
- [4] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫期末成果報告：102 年登記類可發生游離輻射設備之輻射安全檢查作業與研究計畫，102 年 11 月。
- [5] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫期末成果報告：103 年可發生游離輻射設備之輻射安全風險分析，103 年 11 月。
- [6] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫期末成果報告：104 年可發生游離輻射設備之輻射安全風險分析，104 年 11 月。
- [7] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫 105 年期末成果報告：105-106 年度計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究，105 年 11 月。
- [8] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫 106 年期末成果報告：105-106 年度計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究，106 年 11 月。
- [9] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫 107 年期末成果報告：107-108 年度計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究，108 年 12 月。
- [10] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫 108 年期末成果報告：107-108 年度計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究，108 年 12 月。
- [11] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫 109 年期末成果報告：109-110 年度計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究，110 年 12 月。
- [12] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫 110 年期末成果報告：109-110 年度計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究，110 年 12 月。
- [13] 許芳裕，行政院原子能委員會委託研究計畫 111 年期末成果報告：111-112 年度計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究，111 年 12 月。
- [14] 許芳裕，核能安全委員會委託研究計畫 112 年期末成果報告：111-112 年度計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究，112 年 12 月。
- [15] 核能安全委員會，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(2018.12.22)。

- [16]核能安全委員會，靜電消除器、離子佈植機及其輻射作業全廠管制規定。
- [17] 核能安全委員會，非醫用可發生游離輻射設備輻射安全測試報告。
- [18] 核能安全委員會，非醫用密封放射性物質(裝備)輻射安全測試報告。
- [19] 核能安全委員會，非醫用非密封放射性物質輻射安全測試報告。
- [20] 核能安全委員會，靜電消除器(離子佈植機)輻射安全測試報告。
- [21] 核能安全委員會，非破壞照相檢驗X光機安全測試報告。
- [22] 核能安全委員會，非破壞照相檢驗密封放射性物質(裝備)輻射安全測試報告。
- [23] 核能安全委員會，密封放射性物質擦拭測試報告。
- [24]Turcaud, J.A., Heckman, C., Heckman, V. et al. Risk of neutron generation with implantation of light ions. *MRS Advances* 7, 1343 – 1346 (2022).
- [25]Platow, W, Rubin, L., Mayfield, P. et al. Neutron radiation due to high energy boron ion beams. *MRS Advances*, <https://doi.org/10.1557/s43580-022-00377-1> (2022)
- [26]International Commission on Radiological Protection , Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74 , 1996
- [27]International Commission on Radiological Protection, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures, ICRP Publication 116, 2010.
- [28]International Commission on Radiological Protection, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60, ICRP Publication 119, 2012.
- [29]European Radiation Dosimetry Group (EURADOS), Technical recommendations on measurements of external environmental gamma radiation doses. *Radiation Protection* 106, 1999.
- [30]European Radiation Dosimetry Group (EURADOS), Technical recommendations for monitoring individuals occupationally exposed to external radiation. *Radiation Protection* 160, 2009.
- [31]IAEA Safety Report Series No.104: Radiation protection and safety in veterinary medicine, International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, 2021.
- [32]NCRP REPORT No. 148: Radiation Protection in Veterinary Medicine, National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP), 2004.
- [33]Radiation Safety relating to veterinary medicine and animal health technology in California, California Veterinary Medical Board, 2012.

- [34]SSI FS 2000:5, The Swedish Radiation Protection Institute' s Regulations and General Advice on Practice with X-rays in Veterinary Medicine, Swedish Radiation Protection Institute, 2000.
- [35]STUK GUIDE ST 8.1, Radiation Safety in Veterinary X-ray Examinations, Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland, 2012.
- [36]Safety Code 34: Radiation Protection and Safety for Industrial X-ray Equipment. Healthy Environments and Consumer Safety Branch (Canada), 2003.
- [37]IAEA Safety Standards Series No. SSG-11: Radiation Safety in Industrial Radiography, Specific Safety Guide. International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, 2011.

附件一 114 年現場訪查紀錄表單

1. 可發生游離輻射設備(以櫃型 X 光機為例)現場訪查之檢查紀錄表

核能安全委員會登記備查可發生游離輻射設備檢查記錄表

一、基本資料
 檢查日期：_____年____月____日
 單位名稱：_____ 統一編號：_____ 負責人：_____
 裝設地點：_____ 電話：_____
 負責操作人員：_____ 證照號碼：_____ 聯絡人：_____
 二、設備種類 使用證照號碼：_____

非醫用型	<input checked="" type="checkbox"/> 櫃型 X 光機	<input type="checkbox"/> 手持式/移動式	<input type="checkbox"/> 離子佈植機	<input type="checkbox"/> 靜電消除器	<input type="checkbox"/> 獸
	醫用	<input type="checkbox"/> 其他_____			

三、設備規格

規格不符者，請於下表書寫正確廠牌型序號；無法辨識者，請於表格內註明「無法辨識」。機台及管球與申請明細表相符者請在相符性欄打✓。

	廠牌	相符性	型號	相符性	序號	相符性
控制器 或機台						
管球						

四、輻射安全測試報告留存備查：有(請註明下列資料)，無 檢測日期：
 偵測業者：_____；偵測儀器廠牌：_____型號：_____

五、必要檢查項目(以✓註記於內；免驗項目劃)

	項次	合格	否	免檢	檢 查 內 容
	一般規定	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	距任何可以接近 x 光室之四週障壁外表面 30cm 處(管制區外)之劑量率最高不超過 $0.5 \mu\text{Sv/hr}$ 。
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	管制區內 <input type="checkbox"/> 無人員居佔(免測劑量率)； 管制區內 <input type="checkbox"/> 有人員居佔，劑量率：_____ $\mu\text{Sv/hr}$ ($\geq 10 \mu\text{Sv/hr}$ 者需附符合劑量限度)。
	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	「櫃型或行李檢查 X 光機、離子佈植機或靜電消除器」正常使用時，可接近表面 5 cm 處劑量率：_____ $\mu\text{Sv/h}$ (不得 $>5 \mu\text{Sv/h}$)。

六、劑量率評估(櫃型)

(a)正常使用之劑量率($\mu\text{Sv/h}$)		※每週平均作業時數(估計):		
	工作人員 手部	可接近表面 10 cm 處	工作人員 居估位置	一般人員居估位置 <input type="checkbox"/> 有設置管制區(管 制區邊緣外) <input type="checkbox"/> 無設置管制區(表 面 1 m 處) 距照射中心距離: _____ cm
平常照射條件 · _____ kVp · _____ mA · _____ s		左: 右:		左: 右: 中後:
最大使用條件 · _____ kVp · _____ mA · _____ s		左: 右:		左: 右: 中後:
(b)異常使用之劑量(單位:_____)				
	屏蔽門內側(A點) 距照射中心 距離: _____ cm	工作人員居估位置 (B點) 距照射中心 距離: _____ cm	一般人員居估位置 (C點) <input type="checkbox"/> 有設置管制區(管 制區邊緣外) <input type="checkbox"/> 無設置管制區(表 面 1 m 處) 距照射中心距離: _____ cm	
平常照射條件 · _____ kVp · _____ mA · _____ s	(量測值)	(計算值)	(計算值)	
最大使用條件 · _____ kVp · _____ mA · _____ s	(量測值)	(計算值)	(計算值)	

七、是否有執行法規宣導 是 否

八、偵測儀器 (1)廠牌: ATOMTEX 型號: AT1121 序號:
校正單位: 清華大學 校正日期: _____ 景劑量率: _____ $\mu\text{Sv/h}$
(2)廠牌: ATOMTEX 型號: AT3509B 序號: _____
校正單位: 清華大學 校正日期: _____ (EPD)

九、檢查人員簽名: _____

十、陪檢人員簽名: _____

十一、建議事項:

2. 可發生游離輻射設備(以手持式 X 光機)現場訪查之檢查紀錄表

核能安全委員會登記備查可發生游離輻射設備檢查紀錄表

一、基本資料
 檢查日期：_____年____月____日
 單位名稱：_____ 統一編號：_____ 負責人：_____
 裝設地點：_____ 電話：_____
 負責操作人員：_____ 證照號碼：_____ 聯絡人：_____

二、設備種類 使用證照號碼：_____

非醫用型	<input type="checkbox"/> 櫃型 X 光機	<input type="checkbox"/> 移動型	<input checked="" type="checkbox"/> 手持式	<input type="checkbox"/> 離子佈植機	<input type="checkbox"/> 靜電消除器
	<input type="checkbox"/> 獸醫用 <input type="checkbox"/> 其他_____				

三、設備規格

規格不符者，請於下表書寫正確廠牌型序號；無法辨識者，請於表格內註明「無法辨識」。機台及管球與申請明細表相符者請在相符性欄打✓。

	廠牌	相符性	型號	相符性	序號	相符性
控制器 或機台						
管球						

四、輻射安全測試報告留存備查：有(請註明下列資料)，無 檢測日期：
 偵測業者：_____；偵測儀器廠牌：_____ 型號：_____

五、必要檢查項目(以✓註記於內；免驗項目劃)

一般規定	項次	合格	否	免檢	檢 查 內 容
	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	距任何可以接近 x 光室之四週障壁外表面 30cm 處(管制區外)之劑量率最高不超過 0.5 μ Sv/hr。
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	管制區內 <input type="checkbox"/> 無人員居佔(免測劑量率)； 管制區內 <input type="checkbox"/> 有人員居佔，劑量率：_____ μ Sv/hr (\geq 10 μ Sv/hr 者需附符合劑量限度)。
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	「櫃型或行李檢查 X 光機、離子佈植機或靜電消除器」 正常使用時，可接近表面 5 cm 處劑量率：_____ μ Sv/h (不得 $>5 \mu$ Sv/h)。

六、劑量率評估 (手持式)

(I) 正常使用下特定位置之劑量率		※每週平均作業時數(估計)：_____			
		工作人員 手部 ($\mu\text{Sv/h}$)	可接近表面 10 cm 處 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作人 員居佔位 置 ($\mu\text{Sv/h}$)	一般人員居佔位置 ($\mu\text{Sv/h}$) <input type="checkbox"/> 有設置管制區 (管 制區邊緣外) <input type="checkbox"/> 無設置管制區 (表 面 1 m 處) 距照射中心距離： cm
小 樣 品：	(最常)照射條 件 · _____ kVp · _____ mA · _____ s		左： 右：		左： 右： 中後：
大 樣 品：	(最常)照射條 件 · _____ kVp · _____ mA · _____ s		左： 右：		左： 右： 中後：
(II) 紅外線安全感應啟動裝置失效或被故意遮蔽情形下之劑量率					
		工作人員手部 ($\mu\text{Sv/h}$)	可接近表面 0 cm 處 (X 光照射出口處) ($\mu\text{Sv/h}$)	工作人員居佔位置 ($\mu\text{Sv/h}$)	
朝 空 曠 處 照 射	(最常)照射條 件 · _____ kVp · _____ mA · _____ s				

七、是否有執行法規宣導 是 否

八、偵測儀器 廠 牌：ATOMTEX 型號：AT1121 序號：
校正單位：清華大學 校正日期：_____ 背景劑量率：_____ $\mu\text{Sv/h}$

九、檢查人員簽名：_____

十、陪檢人員簽名：_____

十一、建議事項：

附錄一、114 年檢測紀錄表列資料

114 年統計至 12 月 11 日，合計完成 330 件，複查 8 件；包括：移動型 X 光機檢查 93 件，複查 4 件；櫃型 X 光機檢查 150 件，複查 2 件；動物用 X 光機檢查 30 件，複查 2 件；離子佈植機檢查 57 件。

(一) 移動型 X 光機 Portable X-ray (P) (檢查 93 件，複查 4 件)

編號	日期	單位	區域	證號	檢查員 1	檢查員 2
P1	4 月 7 日	華聯工程股份有限公司六堵機械工廠	基隆市	登設字 2011030 號	蔡雅涵	陳德照
P2	4 月 9 日	香港商立德國際商品試驗有限公司台灣分公司	台北市	登設字 2020803 號	林宥蓉	陳德照
P3	4 月 9 日	金敬順企業有限公司	台北市	登設字 2014080 號	林宥蓉	陳德照
P4	4 月 10 日	新通鎰工業有限公司	新北市	登設字 2015885 號	許皓翔	陳永泰
P5	4 月 11 日	大興電線電纜股份有限公司	新北市	登設字 2018864 號	林宥蓉	陳德照
P6	4 月 11 日	慶霖電子企業股份有限公司	新北市	登設字 2015241 號	林宥蓉	陳德照
P7	4 月 14 日	國立臺北科技大學	台北市	登設字 2016778 號	蔡雅涵	陳宗源
P8	4 月 14 日	國立臺北科技大學	台北市	登設字 2018487 號	蔡雅涵	陳宗源
P9	4 月 15 日	經登企業股份有限公司	新北市	登設字 2017989 號	蔡雅涵	陳德照
P10	4 月 15 日	建和實業有限公司	新北市	登設字 2017673 號	蔡雅涵	陳德照
P11	4 月 17 日	典暉科技股份有限公司	新北市	登設字 2016486 號	許皓翔	陳永泰
P12	4 月 17 日	亞力電機股份有限公司	新北市	登設字 2017054 號	許皓翔	陳永泰
P13	4 月 18 日	恆逸工程股份有限公司	新北市	登設字 2011901 號	蔡雅涵	陳德照
P14	4 月 21 日	鴻岳汽車材料有限公司	桃園市	登設字 2016657 號	林宥蓉	陳德照
P15	4 月 28 日	洋百有限公司	新北市	登設字 2011831 號	許皓翔	陳永泰
P16	4 月 28 日	台灣柏恩氏電子股份有限公司	新北市	登設字 2017964 號	蔡雅涵	陳宗源
P17	4 月 30 日	台灣舒瑞普股份有限公司	新北市	登設字 2010229 號	許皓翔	陳永泰
P18	5 月 6 日	天鴻精密股份有限公司	新竹市	登設字 2018785 號	蔡雅涵	陳宗源
P19	5 月 6 日	微芯科技有限公司	新竹縣	登設字 2012814 號	許皓翔	陳永泰
P20	5 月 6 日	優美科薄膜材料股份有限公司	新竹縣	登設字 2017157 號	許皓翔	陳永泰
P21	5 月 6 日	晨鈞股份有限公司	新竹市	登設字 2016416 號	蔡雅涵	陳宗源
P22	5 月 6 日	金益鼎企業股份有限公司	新竹市	登設字 2016276 號	蔡雅涵	陳宗源
P23	5 月 7 日	布魯克斯自動化股份有限公司	新竹縣	登設字 2015025 號	許皓翔	陳永泰
P24	5 月 7 日	台灣高美可科技股份有限公司	新竹縣	登設字 2015371 號	林宥蓉	陳德照
P25	5 月 12 日	元鼎環保企業有限公司	桃園市	登設字 2016053 號	許皓翔	陳永泰
P26	5 月 12 日	承彰環保工程有限公司	桃園市	登設字 2020489 號	許皓翔	陳永泰
P27	5 月 12 日	方圓環保工程有限公司	桃園市	登設字 2018832 號	許皓翔	陳永泰
P28	5 月 12 日	榮盛五金鐵材有限公司	台北市	登設字 2018936 號	林宥蓉	陳德照
P29	5 月 12 日	純粹寶石有限公司	台北市	登設字 2018821 號	林宥蓉	陳德照
P30	5 月 13 日	日商大豐營造股份有限公司台灣分公司	台北市	登設字 2020111 號	林宥蓉	陳德照

P31	5月14日	柏彌蘭金屬化研究股份有限公司	桃園市	登設字 2019894 號	林宥蓉	陳德照
P32	5月14日	禾凌科技股份有限公司	桃園市	登設字 2018875 號	許皓翔	陳永泰
P33	5月15日	和亞實業有限公司	桃園市	登設字 2016401 號	林宥蓉	陳德照
P34	5月16日	中嘉金屬企業有限公司	台北市	登設字 2017047 號	林宥蓉	陳德照
P35	5月19日	航進科技股份有限公司	桃園市	登設字 2007288 號	林宥蓉	陳德照
P36	5月21日	采鑫科技股份有限公司	桃園市	登設字 2019353 號	林宥蓉	陳德照
P37	5月23日	悅城科技股份有限公司	桃園市	登設字 2012842 號	林宥蓉	陳德照
P38	5月23日	啟定實業股份有限公司	桃園市	登設字 2015676 號	林宥蓉	陳德照
P39	5月27日	新月應用材料有限公司	桃園市	登設字 2016491 號	林宥蓉	陳德照
P40	5月28日	宇宣實業有限公司	桃園市	登設字 2016716 號	林宥蓉	陳宗源
P41	5月28日	佳航金屬有限公司	桃園市	登設字 2016801 號	林宥蓉	陳宗源
P42	6月9日	權邦資源回收企業有限公司	新北市	登設字 2019630 號	林宥蓉	陳德照
P43	6月10日	瑞領科技股份有限公司	桃園市	登設字 2017218 號	林宥蓉	陳德照
P44	6月11日	同泰電子科技股份有限公司東二廠	台中市	登設字 2013330 號	蔡雅涵	陳永泰
P45	6月11日	景順實業股份有限公司	台中市	登設字 2016740 號	蔡雅涵	陳永泰
P46	6月11日	得鑫貿易有限公司	台中市	登設字 2015959 號	蔡雅涵	陳永泰
P47	6月12日	安鴻金屬有限公司	南投縣	登設字 2018994 號	蔡雅涵	陳永泰
P48	6月13日	景泰順檢驗股份有限公司	苗栗縣	登設字 2018807 號	林宥蓉	陳德照
P49	6月13日	台灣鋼聯股份有限公司	彰化縣	登設字 2016480 號	蔡雅涵	陳永泰
P50	6月13日	台灣鋼聯股份有限公司	彰化縣	登設字 2017559 號	蔡雅涵	陳永泰
P51	6月13日	慶欣欣鋼鐵股份有限公司	彰化縣	登設字 2015030 號	蔡雅涵	陳永泰
P52	6月17日	美耐不銹鋼股份有限公司	苗栗縣	登設字 2012881 號	林宥蓉	陳德照
P53	6月17日	鑄泰股份有限公司	台中市	登設字 2012571 號	蔡雅涵	陳永泰
P54	6月17日	總清有限公司	雲林縣	登設字 2016931 號	許皓翔	陳宗源
P55	6月18日	凌巨科技股份有限公司	桃園市	登設字 2013420 號	蔡雅涵	陳永泰
P56	6月25日	美商酷拜客有限公司台灣分公司	台中市	登設字 2015270 號	蔡雅涵	陳永泰
P57	6月26日	豐興鋼鐵股份有限公司	台中市	登設字 2014775 號	蔡雅涵	陳永泰
P58	6月26日	豐興鋼鐵股份有限公司	台中市	登設字 2016511 號	蔡雅涵	陳永泰
P59	6月26日	豐興鋼鐵股份有限公司	台中市	登設字 2016512 號	蔡雅涵	陳永泰
P60	6月26日	奧鋼聯科研亞洲股份有限公司	南投縣	登設字 2019168 號	林宥蓉	陳德照
P61	6月30日	聯茂電子股份有限公司	桃園市	登設字 2018041 號	許皓翔	陳宗源
P62	7月8日	日康金屬企業股份有限公司	台南市	登設字 2008019 號	許皓翔	陳永泰
P63	7月8日	日康金屬企業股份有限公司	台南市	登設字 2018717 號	許皓翔	陳永泰
P64	7月15日	雄鑫環保有限公司	高雄市	登設字 2016534 號	許皓翔	陳宗源
P65	7月24日	一原金屬工業股份有限公司	彰化縣	登設字 2015767 號	林宥蓉	陳德照
P66	7月24日	世鴻工業股份有限公司	彰化縣	登設字 2014965 號	林宥蓉	陳德照
P67	7月24日	昇華工業股份有限公司	彰化縣	登設字 2018126 號	林宥蓉	陳德照
P68	7月24日	域誠環保科技股份有限公司工廠	彰化縣	登設字 2017217 號	林宥蓉	陳德照
P69	7月24日	域誠環保科技股份有限公司工廠	台南市	登設字 2018738 號	林宥蓉	陳德照

		廠				
P70	8月20日	金耘鋼鐵股份有限公司	台南市	登設字 2020022 號	許皓翔	陳永泰
P71	8月20日	邵富企業股份有限公司	台南市	登設字 2016721 號	許皓翔	陳永泰
P72	8月26日	臻揚企業股份有限公司	台南市	登設字 2018754 號	許皓翔	陳永泰
P73	8月27日	台灣艾克檢測有限公司	台中市	登設字 2016974 號	林宥蓉	陳德照
P74	8月27日	台灣艾克檢測有限公司	台中市	登設字 2018640 號	林宥蓉	陳德照
P75	9月3日	易昇鋼鐵股份有限公司	台南市	登設字 2015718 號	林宥蓉	陳宗源
P76	9月3日	結進不銹鋼工業股份有限公司	台南市	登設字 2016358 號	林宥蓉	陳宗源
P77	9月3日	建典精密股份有限公司	台南市	登設字 2012710 號	林宥蓉	陳宗源
P78	9月9日	新富環保有限公司	高雄市	登設字 2017685 號	林宥蓉	陳宗源
P79	9月10日	昇元鋁業有限公司	高雄市	登設字 2013973 號	林宥蓉	陳宗源
P80	9月10日	泉沂有限公司	高雄市	登設字 2017767 號	林宥蓉	陳宗源
P81	9月16日	萬機鋼鐵工業股份有限公司	高雄市	登設字 2013157 號	蔡雅涵	陳宗源
P82	9月16日	萬機鋼鐵工業股份有限公司	高雄市	登設字 2019221 號	蔡雅涵	陳宗源
P83	9月16日	萬機鋼鐵工業股份有限公司	高雄市	登設字 2019742 號	蔡雅涵	陳宗源
P84	9月17日	晟田科技工業股份有限公司	高雄市	登設字 2014852 號	蔡雅涵	陳宗源
P85	9月17日	力煒奈米科技股份有限公司高 科分公司	高雄市	登設字 2013763 號	蔡雅涵	陳宗源
P86	9月22日	台灣金剛鋼鎂股份有限公司	高雄市	登設字 2018759 號	許皓翔	陳宗源
P87	9月22日	奕和金屬股份有限公司	高雄市	登設字 2015871 號	許皓翔	陳宗源
P88	9月22日	奕和金屬股份有限公司	高雄市	登設字 2018455 號	許皓翔	陳宗源
P89	9月23日	右忠企業股份有限公司	高雄市	登設字 2013923 號	蔡雅涵	陳宗源
P90	9月23日	京華企業股份有限公司	高雄市	登設字 2019118 號	蔡雅涵	陳宗源
P91	9月25日	金豐沛金屬材料	台南市	登設字 2012261 號	林宥蓉	陳宗源
P92	9月25日	漢泰國際電子股份有限公司	台南市	登設字 2017336 號	林宥蓉	陳宗源
P93	10月31日	展興企業社	台南市	登設字 2009257 號	林宥蓉	陳宗源
P-R1	4月21日	鴻岳汽車材料有限公司	桃園市	登設字 2016657 號	林宥蓉	陳德照
P-R2	7月8日	台灣高美可科技股份有限公司	新竹縣	登設字 2015371 號	林宥蓉	陳德照
R-3	9月3日	易昇鋼鐵股份有限公司	台南市	登設字 2015718 號	林宥蓉	陳宗源
R-4	9月17日	萬機鋼鐵工業股份有限公司	高雄市	登設字 2019221 號	蔡雅涵	陳宗源

(二) 櫃型 X 光機 Cabinet X-ray (C) (檢查 150 件，複查 2 件)

編號	日期	單位	區域	證號	檢查員 1	檢查員 2
C1	4月7日	日盈珠寶銀樓	基隆市	登設字 2011672 號	蔡雅涵	陳德照
C2	4月8日	創見資訊股份有限公司	台北市	登設字 2012063 號	許皓翔	陳永泰
C3	4月8日	台灣思百吉股份有限公司	台北市	登設字 2016515 號	許皓翔	陳永泰
C4	4月9日	優力國際安全認證有限公司	台北市	登設字 2014085 號	林宥蓉	陳德照
C5	4月9日	醫療財團法人台灣血液基金會 台北捐血中心	台北市	登設字 2019279 號	林宥蓉	陳德照
C6	4月10日	宏鑫貴金屬有限公司	台北市	登設字 2015548 號	林宥蓉	陳德照
C7	4月10日	博來科技股份有限公司	新北市	登設字 2005289 號	許皓翔	陳永泰
C8	4月10日	靖舜科技股份有限公司	新北市	登設字 2015406 號	許皓翔	陳永泰

C9	4月10日	樂音科技股份有限公司	新北市	登設字 2015502 號	許皓翔	陳永泰
C10	4月11日	英屬開曼群島商鴻騰精密科技股份有限公司台灣分公司	新北市	登設字 2016027 號	林宥蓉	陳德照
C11	4月11日	岱煒科技股份有限公司	新北市	登設字 2011921 號	林宥蓉	陳德照
C12	4月14日	國立臺北科技大學	台北市	登設字 2012974 號	蔡雅涵	陳宗源
C13	4月14日	國立臺北科技大學	台北市	登設字 2014331 號	蔡雅涵	陳宗源
C14	4月15日	陸正五金有限公司	新北市	登設字 2010474 號	許皓翔	陳永泰
C15	4月15日	融程電訊股份有限公司	新北市	登設字 2012664 號	許皓翔	陳永泰
C16	4月16日	進奮實業有限公司	新北市	登設字 2019046 號	林宥蓉	陳德照
C17	4月17日	崧貿實業股份有限公司	新北市	登設字 2014679 號	林宥蓉	陳德照
C18	4月17日	崧貿實業股份有限公司	新北市	登設字 2017779 號	林宥蓉	陳德照
C19	4月21日	龍漢工業股份有限公司	新北市	登設字 2004270 號	蔡雅涵	陳宗源
C20	4月21日	明緯企業股份有限公司	新北市	登設字 2012968 號	蔡雅涵	陳宗源
C21	4月21日	明緯企業股份有限公司	新北市	登設字 2002168 號	蔡雅涵	陳宗源
C22	4月21日	源進實業股份有限公司	新北市	登設字 2008083 號	蔡雅涵	陳宗源
C23	4月28日	勝機企業股份有限公司	新北市	登設字 2009438 號	蔡雅涵	陳宗源
C24	4月29日	智晶光電股份有限公司	苗栗縣	登設字 2014999 號	蔡雅涵	陳德照
C25	4月29日	誠屏科技股份有限公司	苗栗縣	登設字 2018857 號	蔡雅涵	陳德照
C26	5月6日	泰詠電子股份有限公司	新竹市	登設字 2012315 號	蔡雅涵	陳宗源
C27	5月6日	泰詠電子股份有限公司	新竹市	登設字 2013710 號	蔡雅涵	陳宗源
C28	5月6日	泰詠電子股份有限公司	新竹市	登設字 2016073 號	蔡雅涵	陳宗源
C29	5月6日	泰詠電子股份有限公司	新竹市	登設字 2020533 號	蔡雅涵	陳宗源
C30	5月6日	優群科技股份有限公司	新竹市	登設字 2010473 號	蔡雅涵	陳宗源
C31	5月6日	優群科技股份有限公司	新竹市	登設字 2014568 號	蔡雅涵	陳宗源
C32	5月6日	俐業股份有限公司	新竹市	登設字 2009522 號	蔡雅涵	陳宗源
C33	5月7日	捷揚光電股份有限公司	新竹縣	登設字 2016176 號	許皓翔	陳永泰
C34	5月7日	台灣盛禧奧股份有限公司	新竹縣	登設字 2015337 號	林宥蓉	陳德照
C35	5月7日	新加坡商格瑞特維股份有限公司台灣分公司	新竹縣	登設字 2016069 號	許皓翔	陳永泰
C36	5月7日	辛耘企業股份有限公司	新竹縣	登設字 2014962 號	林宥蓉	陳德照
C37	5月7日	振曜科技股份有限公司	新竹縣	登設字 2016520 號	許皓翔	陳永泰
C38	5月7日	啟昂科技有限公司	新竹縣	登設字 2001071 號	林宥蓉	陳德照
C39	5月14日	友暉企業有限公司	桃園市	登設字 2003663 號	許皓翔	陳永泰
C40	5月14日	仁寶電腦工業股份有限公司	桃園市	登設字 2014693 號	林宥蓉	陳德照
C41	5月14日	仁寶電腦工業股份有限公司	桃園市	登設字 2016150 號	林宥蓉	陳德照
C42	5月14日	仁寶電腦工業股份有限公司	桃園市	登設字 2020620 號	林宥蓉	陳德照
C43	5月16日	環球晶圓股份有限公司	新竹市	登設字 2012903 號	蔡雅涵	陳宗源
C44	5月16日	閎康科技股份有限公司-金山實驗室	新竹市	登設字 2002544 號	蔡雅涵	陳宗源
C45	5月16日	閎康科技股份有限公司-金山實驗室	新竹市	登設字 2018913 號	蔡雅涵	陳宗源
C46	5月16日	復盛精密工業股份有限公司	新竹市	登設字 2013885 號	蔡雅涵	陳宗源
C47	5月16日	復盛精密工業股份有限公司	新竹市	登設字 2015790 號	蔡雅涵	陳宗源

C48	5月16日	錄聯通科技股份有限公司	新竹市	登設字 2014609 號	蔡雅涵	陳宗源
C49	5月16日	德凱宜特股份有限公司/故障分析課	新竹市	登設字 2015652 號	蔡雅涵	陳宗源
C50	5月16日	德凱宜特股份有限公司/故障分析課	新竹市	登設字 2016353 號	蔡雅涵	陳宗源
C51	5月19日	台達電子工業股份有限公司平鎮廠	桃園市	登設字 2016044 號	許皓翔	陳永泰
C52	5月19日	台達電子工業股份有限公司平鎮廠	桃園市	登設字 2016277 號	許皓翔	陳永泰
C53	5月19日	台達電子工業股份有限公司平鎮廠	桃園市	登設字 2016888 號	許皓翔	陳永泰
C54	5月20日	新加坡商亞必福科技股份有限公司台灣分公司	新竹縣	登設字 2016532 號	許皓翔	陳永泰
C55	5月20日	台星科企業股份有限公司	新竹縣	登設字 2015467 號	林宥蓉	陳德照
C56	5月20日	台星科企業股份有限公司	新竹縣	登設字 2014716 號	林宥蓉	陳德照
C57	5月20日	天一電子股份有限公司	新竹縣	登設字 2018164 號	許皓翔	陳永泰
C58	5月20日	日越電子有限公司	新竹縣	登設字 2017318 號	林宥蓉	陳德照
C59	5月20日	矽成積體電路股份有限公司	新竹縣	登設字 2012322 號	許皓翔	陳永泰
C60	5月21日	采鑫科技股份有限公司	桃園市	登設字 2003615 號	林宥蓉	陳德照
C61	5月21日	采鑫科技股份有限公司	桃園市	登設字 2015608 號	林宥蓉	陳德照
C62	5月21日	台灣上村股份有限公司	桃園市	登設字 2013519 號	林宥蓉	陳德照
C63	5月21日	台灣上村股份有限公司	桃園市	登設字 2015712 號	林宥蓉	陳德照
C64	5月21日	晉倫科技股份有限公司	桃園市	登設字 2005727 號	林宥蓉	陳德照
C65	5月23日	悅城科技股份有限公司	桃園市	登設字 2016832 號	林宥蓉	陳德照
C66	5月28日	勝品電通股份有限公司	桃園市	登設字 2016479 號	林宥蓉	陳宗源
C67	5月28日	勝品電通股份有限公司	桃園市	登設字 2019444 號	林宥蓉	陳宗源
C68	6月4日	宣德科技股份有限公司	桃園市	登設字 2010191 號	許皓翔	陳宗源
C69	6月4日	宣德科技股份有限公司	桃園市	登設字 2015078 號	許皓翔	陳宗源
C70	6月4日	宣德科技股份有限公司	桃園市	登設字 2017182 號	許皓翔	陳宗源
C71	6月4日	艾杰旭顯示玻璃股份有限公司	雲林縣	登設字 2015818 號	蔡雅涵	陳永泰
C72	6月6日	爭鮮股份有限公司	桃園市	登設字 2009534 號	許皓翔	陳宗源
C73	6月10日	信通交通器材股份有限公司	桃園市	登設字 2012194 號	蔡雅涵	陳永泰
C74	6月10日	信通交通器材股份有限公司	桃園市	登設字 2012831 號	蔡雅涵	陳永泰
C75	6月10日	信通交通器材股份有限公司	桃園市	登設字 2014039 號	蔡雅涵	陳永泰
C76	6月10日	信通交通器材股份有限公司	桃園市	登設字 2016754 號	蔡雅涵	陳永泰
C77	6月10日	健策精密工業股份有限公司	桃園市	登設字 2002095 號	許皓翔	陳宗源
C78	6月10日	健策精密工業股份有限公司	桃園市	登設字 2015860 號	許皓翔	陳宗源
C79	6月10日	健策精密工業股份有限公司	桃園市	登設字 2015031 號	許皓翔	陳宗源
C80	6月11日	佳世達科技股份有限公司	桃園市	登設字 2017133 號	林宥蓉	陳德照
C81	6月11日	佳世達科技股份有限公司	桃園市	登設字 2017141 號	林宥蓉	陳德照
C82	6月11日	佳世達科技股份有限公司	桃園市	登設字 2020177 號	林宥蓉	陳德照
C83	6月12日	博智電子股份有限公司	桃園市	登設字 2011881 號	許皓翔	陳宗源
C84	6月12日	博智電子股份有限公司	桃園市	登設字 2012756 號	許皓翔	陳宗源
C85	6月12日	興霖食品股份有限公司	南投縣	登設字 2011746 號	蔡雅涵	陳永泰

C86	6月12日	台灣中油股份有限公司煉製研究所	嘉義市	登設字 2012901 號	林宥蓉	陳德照
C87	6月12日	台灣中油股份有限公司煉製研究所	嘉義市	登設字 2014095 號	林宥蓉	陳德照
C88	6月12日	瑞大鴻科技材料股份有限公司	桃園市	登設字 2011430 號	許皓翔	陳宗源
C89	6月13日	台灣鋼聯股份有限公司	彰化縣	登設字 2002031 號	蔡雅涵	陳永泰
C90	6月18日	佳興螺絲工業股份有限公司	新竹縣	登設字 2013990 號	林宥蓉	陳德照
C91	6月20日	立安東化工股份有限公司	新竹縣	登設字 2014108 號	林宥蓉	陳德照
C92	6月24日	大日科技股份有限公司	苗栗縣	登設字 2010341 號	林宥蓉	陳德照
C93	6月24日	大日科技股份有限公司	台中市	登設字 2010342 號	林宥蓉	陳德照
C94	6月24日	醫療財團法人台灣血液基金會 新竹捐血中心	新竹縣	登設字 2015911 號	林宥蓉	陳德照
C95	6月24日	台灣美光記憶體股份有限公司 台中一廠	台中市	登設字 2006903 號	林宥蓉	陳德照
C96	6月24日	台灣美光記憶體股份有限公司 台中一廠	台中市	登設字 2006911 號	林宥蓉	陳德照
C97	6月24日	台灣美光記憶體股份有限公司 台中一廠	台中市	登設字 2006912 號	林宥蓉	陳德照
C98	6月24日	台灣美光記憶體股份有限公司 台中一廠	台中市	登設字 2013800 號	林宥蓉	陳德照
C99	6月24日	台灣美光記憶體股份有限公司 台中一廠	台中市	登設字 2018602 號	林宥蓉	陳德照
C100	6月24日	台灣美光記憶體股份有限公司 台中一廠	台中市	登設字 2018877 號	林宥蓉	陳德照
C101	6月24日	台灣美光記憶體股份有限公司 台中一廠	台中市	登設字 2019261 號	林宥蓉	陳德照
C102	6月25日	業泓科技股份有限公司	台中市	登設字 2017628 號	林宥蓉	陳德照
C103	6月25日	英特盛科技股份有限公司-后 里廠	台中市	登設字 2017822 號	林宥蓉	陳德照
C104	6月25日	味丹企業股份有限公司	台中市	登設字 2019607 號	蔡雅涵	陳永泰
C105	6月25日	味丹企業股份有限公司	台中市	登設字 2019608 號	蔡雅涵	陳永泰
C106	6月25日	味丹企業股份有限公司	台中市	登設字 2019609 號	蔡雅涵	陳永泰
C107	6月25日	中衛科技股份有限公司	南投縣	登設字 2009562 號	許皓翔	陳宗源
C108	6月26日	鴻佰科技股份有限公司	桃園市	登設字 2013737 號	許皓翔	陳宗源
C109	6月26日	鴻佰科技股份有限公司	桃園市	登設字 2016679 號	許皓翔	陳宗源
C110	6月26日	鴻佰科技股份有限公司	桃園市	登設字 2016698 號	許皓翔	陳宗源
C111	6月26日	鴻佰科技股份有限公司	桃園市	登設字 2019186 號	許皓翔	陳宗源
C112	6月26日	鴻佰科技股份有限公司	桃園市	登設字 2019534 號	許皓翔	陳宗源
C113	6月30日	聯茂電子股份有限公司	新竹縣	登設字 2012177 號	許皓翔	陳宗源
C114	7月15日	台灣雙葉電子股份有限公司	高雄市	登設字 2014054 號	許皓翔	陳宗源
C115	7月15日	光寶科技股份有限公司高雄分 公司	高雄市	登設字 2013430 號	許皓翔	陳宗源
C116	7月15日	光寶科技股份有限公司高雄分 公司	高雄市	登設字 2014432 號	許皓翔	陳宗源
C117	7月15日	光寶科技股份有限公司高雄分 公司	高雄市	登設字 2020152 號	許皓翔	陳宗源
C118	7月23日	香港商辛普森眾泰亞洲有限公 司	高雄市	登設字 2012757 號	許皓翔	陳永泰

C119	7月23日	金利華食品有限公司	高雄市	登設字 2012287 號	許皓翔	陳永泰
C120	7月24日	凱銳光電股份有限公司高雄分公司	高雄市	登設字 2018471 號	許皓翔	陳永泰
C121	7月24日	新盛力科技股份有限公司	高雄市	登設字 2014783 號	許皓翔	陳永泰
C122	7月24日	新盛力科技股份有限公司	高雄市	登設字 2019260 號	許皓翔	陳永泰
C123	7月24日	昶亨科技股份有限公司	高雄市	登設字 2016096 號	許皓翔	陳永泰
C124	7月24日	丞真有限公司	彰化縣	登設字 2014032 號	林宥蓉	陳德照
C125	7月24日	金全益股份有限公司	彰化縣	登設字 2015253 號	林宥蓉	陳德照
C126	7月24日	順達興企業股份有限公司	彰化市	登設字 2009229 號	林宥蓉	陳德照
C127	7月30日	廣和科技股份有限公司南科廠	台南市	登設字 2011677 號	蔡雅涵	陳永泰
C128	7月30日	廣和科技股份有限公司南科廠	台南市	登設字 2013056 號	蔡雅涵	陳永泰
C129	7月30日	廣和科技股份有限公司南科廠	台南市	登設字 2017666 號	蔡雅涵	陳永泰
C130	7月30日	廣和科技股份有限公司南科廠	台南市	登設字 2018357 號	蔡雅涵	陳永泰
C131	8月6日	新倡發工業股份有限公司	高雄市	登設字 2014143 號	蔡雅涵	陳永泰
C132	8月6日	香港商快扣有限公司	高雄市	登設字 2006523 號	蔡雅涵	陳永泰
C133	8月6日	安拓實業股份有限公司	高雄市	登設字 2014935 號	蔡雅涵	陳永泰
C134	8月6日	天郁城科技有限公司	高雄市	登設字 2015003 號	蔡雅涵	陳永泰
C135	8月7日	台日部品工業股份有限公司	高雄市	登設字 2012484 號	蔡雅涵	陳永泰
C136	8月7日	強茂股份有限公司	高雄市	登設字 2014392 號	蔡雅涵	陳永泰
C137	8月7日	強茂股份有限公司	高雄市	登設字 2015013 號	蔡雅涵	陳永泰
C138	8月7日	璨揚企業股份有限公司	台南市	登設字 2019342 號	許皓翔	陳永泰
C139	8月26日	達方電子股份有限公司	台南市	登設字 2001649 號	許皓翔	陳永泰
C140	8月26日	達方電子股份有限公司	台南市	登設字 2014817 號	許皓翔	陳永泰
C141	8月26日	達方電子股份有限公司	台南市	登設字 2014997 號	許皓翔	陳永泰
C142	8月27日	友勁科技股份有限公司台南廠	台南市	登設字 2015049 號	許皓翔	陳永泰
C143	8月27日	友勁科技股份有限公司台南廠	台南市	登設字 2015124 號	許皓翔	陳永泰
C144	8月27日	友勁科技股份有限公司台南廠	台南市	登設字 2016749 號	許皓翔	陳永泰
C145	9月10日	合豐工廠股份有限公司	台南市	登設字 2014093 號	林宥蓉	陳宗源
C146	9月17日	亞洲漢威螺帽股份有限公司	高雄市	登設字 2013778 號	蔡雅涵	陳宗源
C147	9月18日	美商祥茂光電科技股份有限公司台灣分公司品質管理部	新北市	登設字 2013859 號	林宥蓉	陳德照
C148	9月18日	美商祥茂光電科技股份有限公司台灣分公司品質管理部	新北市	登設字 2014370 號	林宥蓉	陳德照
C149	11月20日	汎銓科技股份有限公司	新竹縣	登設字 2017153 號	許皓翔	陳德照
C150	11月20日	汎銓科技股份有限公司	新竹縣	登設字 2017317 號	許皓翔	陳德照
C-R1	6月18日	辛耘企業股份有限公司	新竹縣	登設字 2014962 號	林宥蓉	陳德照
C-R2	9月11日	達方電子股份有限公司	台南市	登設字 2014817 號	許皓翔	陳永泰

(三) 獸醫 Veterinary(V) (檢查 30 件，複查 3 件)

編號	日期	單位	區域	證號	檢查員 1	檢查員 2
V1	7月14日	全陽犬貓專科醫院	台北市	登設字 2017270 號	林宥蓉	陳德照
V2	7月15日	永和獸醫院	新北市	登設字 2009871 號	蔡雅涵	陳德照

V3	7月15日	唯光動物醫院	新北市	登設字 2017806 號	蔡雅涵	陳德照
V4	7月15日	康展動物醫院	新北市	登設字 2017424 號	蔡雅涵	陳德照
V5	7月17日	慶生動物醫院	新北市	登設字 2008580 號	蔡雅涵	陳德照
V6	7月18日	思亞動物醫院	台北市	登設字 2017099 號	林宥蓉	陳德照
V7	8月7日	小腳印動物醫院	台中市	登設字 2015002 號	林宥蓉	陳德照
V8	8月8日	陽光動物醫院	台中市	登設字 2003150 號	蔡雅涵	陳德照
V9	8月8日	康寧動物醫院	台北市	登設字 2010138 號	林宥蓉	陳宗源
V10	8月18日	迦南動物醫院	台中市	登設字 2011451 號	林宥蓉	陳德照
V11	8月18日	歐米咖動物醫院	台中市	登設字 2016127 號	林宥蓉	陳德照
V12	8月18日	尼昂貓專科醫院	台中市	登設字 2008990 號	林宥蓉	陳德照
V13	8月19日	旺竹動物醫院	台北市	登設字 2014626 號	林宥蓉	陳德照
V14	8月20日	史密斯寵物醫院	高雄市	登設字 2016092 號	蔡雅涵	陳宗源
V15	8月20日	吉盈動物醫院	高雄市	登設字 2012091 號	蔡雅涵	陳宗源
V16	9月2日	力晨動物醫院	台南市	登設字 2014562 號	林宥蓉	陳宗源
V17	9月2日	佳愛動物醫院	台南市	登設字 2017845 號	林宥蓉	陳宗源
V18	9月2日	立安動物醫院	台南市	登設字 1025218 號	林宥蓉	陳宗源
V19	9月4日	旺鑫動物醫院	新竹市	登設字 2013830 號	許皓翔	陳永泰
V20	9月4日	台大安欣動物醫院	新竹市	登設字 2009960 號	許皓翔	陳永泰
V21	9月4日	森之心動物醫院	新竹縣	登設字 2018624 號	許皓翔	陳永泰
V22	9月5日	波特動物醫院	新竹縣	登設字 2017904 號	林宥蓉	陳德照
V23	9月5日	明誠動物醫院	台北市	登設字 1016233 號	許皓翔	陳永泰
V24	9月8日	環東動物醫院	桃園市	登設字 2015363 號	許皓翔	陳永泰
V25	9月8日	恆星獸醫院	桃園市	登設字 2012853 號	許皓翔	陳永泰
V26	9月8日	呈品動物醫院	桃園市	登設字 2012830 號	許皓翔	陳永泰
V27	9月8日	領航動物醫院	桃園市	登設字 2015364 號	許皓翔	陳永泰
V28	9月9日	眾新動物醫院	新北市	登設字 2010968 號	許皓翔	陳永泰
V29	9月10日	魏大夫動物醫院	新北市	登設字 2015914 號	許皓翔	陳永泰
V30	9月16日	愛心動物醫院	台北市	登設字 2011140 號	林宥蓉	陳德照
V-R1	7月17日	唯光動物醫院	新北市	登設字 2017806 號	蔡雅涵	陳德照
V-R2	9月8日	歐米咖動物醫院	台中市	登設字 2016127 號	林宥蓉	陳德照




(四) 離子佈植機 Implanter (I) (檢查 57 件)

編號	日期	單位	區域	證號	檢查員 1	檢查員 2
I1	9月17日	台灣積體電路製造股份有限公司(三廠)	新竹縣	登設字 2008623 號	許皓翔	陳德照
I2	9月17日	台灣積體電路製造股份有限公司(三廠)	新竹縣	登設字 2008623 號	許皓翔	陳德照

		司(十八廠)				
I30	9月24日	台灣積體電路製造股份有限公司(十八廠)	台南市	登設字 2015631 號	許皓翔	陳宗源
I31	9月24日	台灣積體電路製造股份有限公司(十八廠)	台南市	登設字 2015631 號	許皓翔	陳宗源
I32	9月24日	台灣積體電路製造股份有限公司(十八廠)	台南市	登設字 2015631 號	許皓翔	陳宗源
I33	9月24日	台灣積體電路製造股份有限公司(十八廠)	台南市	登設字 2015631 號	許皓翔	陳宗源
I34	9月24日	台灣積體電路製造股份有限公司(十八廠)	台南市	登設字 2015631 號	許皓翔	陳宗源
I35	9月24日	台灣積體電路製造股份有限公司(十八廠)	台南市	登設字 2015631 號	許皓翔	陳宗源
I36	9月24日	台灣積體電路製造股份有限公司(十八廠)	台南市	登設字 2015631 號	許皓翔	陳宗源
I37	9月24日	台灣積體電路製造股份有限公司(十八廠)	台南市	登設字 2015631 號	許皓翔	陳宗源
I38	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I39	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I40	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I41	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I42	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I43	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I44	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I45	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I46	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I47	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I48	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I49	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I50	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I51	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I52	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I53	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I54	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I55	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰

I56	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰
I57	9月25日	聯華電子股份有限公司(8A廠)	新竹市	登設字 2008659 號	蔡雅涵	陳永泰

附錄二、輻射偵檢儀器最近一年內之校正報告

劑量率校正報告						114/07/02
國立清華大學原子科學技術發展中心						
輕便型輻射偵檢儀校正實驗室						
共 1 頁 第 1 頁	新竹市光復路二段101號	FAX: (03) 5722660	TEL: (03) 5745157			
單位名稱	：國立清華大學					
單位地址	：新竹市光復路二段101號					
單位代號	：5999	報告編號	：114-5999-034-0			
儀器廠牌	：ATOMTEX	儀器型號	：AT1121	儀器序號	：40675	
偵檢器	：閃爍偵檢器	偵檢器型號	：—			
環境溫度	：20.6 °C	大氣壓力	：99.9 kPa	相對濕度	：52.0 %RH	
校正射源	： ¹³⁷ Cs	參考值單位	：μSv/h			
校正射源活度：111 GBq, 18.5 GBq, 1850 MBq (July 1, 1996)						
儀器接收日期	：114/06/30	校正日期	：114/06/30	報告發行日期	：114/07/02	
校正刻度	參考值 μSv/h	平均器示值 μSv/h	實驗平均值 相對不確定度	校正因子	相對 擴充不確定度	
x1	10	10.32	0.20%	0.97	5.1%	
x1	80	82.4	0.30%	0.97	5.1%	
x1	200	204	0	0.98	5.0%	
x1	800	798	0.25%	1.00	5.1%	
備註：						
1. 校正因子 = 參考值 ÷ 器示值。						
2. 本報告的擴充不確定度，係以組合標準不確定度乘以涵蓋因子 2 來表示，相應之涵蓋機率約為 95%。						
3. 本報告僅說明此儀器之校正結果，不作其他用途。						
4. 報告須整份使用，不得任意摘錄。						
5. 校正方法參考 ANSI N323AB (2013) 規範，自訂 HPCLP-09 方法執行。						
6. 校正追溯：標準游離腔 PTW TM32002 序號：298 已於國家游離輻射標準實驗室(TAF N0842)校正。 校正報告編號：NRSL-114137；校正日期：114年4月08日；校正週期：二年。						
校驗單位：				報告簽署人：		

校正報告

114/02/20

國立清華大學原子科學技術發展中心

輕便型輻射偵檢儀校正實驗室



共 1 頁 第 1 頁

新竹市光復路二段101號

FAX: (03) 5722660

TEL: (03) 5745157

單位名稱 : 國立清華大學原科中心保健物理
單位地址 : 新竹市光復路二段101號
單位代號 : 5999 報告編號 : 114-5999-003-0
儀器廠牌 : ATOMTEX 儀器型號 : AT1123 儀器序號 : 53814
偵檢器 : 閃爍偵測器 偵檢器型號 : - 偵檢器序號 : -
環境溫度 : 20.0 °C 大氣壓力 : 101.5 kPa 相對濕度 : 39.7 %RH
校正射源 : ¹³⁷Cs 參考值單位 : μSv/h 器示值單位 : μSv/h
校正射源活度 : 111 GBq, 18.5 GBq, 1850 MBq (July 1, 1996)
儀器接收日期 : 114/02/17 校正日期 : 114/02/17 報告發行日期 : 114/02/20

校正刻度	參考值 μSv/h	平均器示值 μSv/h	實驗平均值 相對不確定度	校正因子	相對 擴充不確定度
X1	10	10.36	0.24%	0.96	5.1%
X1	80	80.0	0	1.00	5.0%
X1	200	200.	0.13%	1.00	5.0%
X1	800	800.	0	1.00	5.0%

備註：

1. 校正因子=參考值÷器示值。
2. 本報告的擴充不確定度，係以組合標準不確定度乘以涵蓋因子 2 來表示，相應之涵蓋機率約為 95%。
3. 本報告僅說明此儀器之校正結果，不作其他用途。
4. 報告須整份使用，不得任意摘錄。
5. 校正方法參考 ANSI N323AB (2013) 規範，自訂 HPCLP-09 方法執行。
6. 校正追溯：標準游離腔 PTW TM32002 序號：298/靜電計 ATOMTEX AT5350/1 序號：10527，已於國家游離輻射標準實驗室(TAF N0842)校正，
校正報告編號：NRSL-113142；校正日期：113年5月10日；校正週期：二年。

校驗單位：



報告簽署人：陳宗源

劑量校正報告

114/09/08

國立清華大學原子科學技術發展中心

輕便型輻射偵檢儀校正實驗室

共 1 頁 第 1 頁

新竹市光復路二段101號

FAX: (03) 5722660

TEL: (03) 5745157

單位名稱 : 國立清華大學
單位地址 : 新竹市光復路二段101號
單位代號 : 5999 報告編號 : 114-5999-048-0
儀器廠牌 : ARROW-TECH 儀器型號 : W500 儀器序號 : XH378379
偵檢器 : 游離腔 偵檢器型號 : - 偵檢器序號 : -
環境溫度 : 20.6 °C 大氣壓力 : 100.1 kPa 相對濕度 : 53.3 %RH
校正射源 : ¹³⁷Cs 參考值單位 : mR 器示值單位 : mR
校正射源活度 : 111 GBq, 18.5 GBq, 1850 MBq (July 1, 1996)
儀器接收日期 : 114/09/03 校正日期 : 114/09/04 報告發行日期 : 114/09/08

校正刻度	參考值 mR	平均器示值 mR	實際值 mR	實驗平均值 相對不確定度	校正因子	相對 擴充不確定度
0-500mR	100	100.0	100.7	—	0.99	5.0%

備註：

1. 校正因子 = 參考值 ÷ 實際值。
2. 實際值 = 器示值 × 溫壓修正因數 (F)。
3. 溫壓修正因數之計算公式如下：
$$F = ((273.2 + T) / (273.2 + 22)) \times (101.3 / P)$$
4. 本儀器之照射方向因子應乘 1.0。
5. 本報告的擴充不確定度，係以組合標準不確定度乘以涵蓋因子 2 來表示，相應之涵蓋機率約為 95%。
6. 本報告僅說明此儀器之校正結果，不作其他用途。
7. 報告須整份使用，不得任意摘錄。
8. 校正方法參考 ANSI N323AB(2013)、ISO 4037-3(2019) 規範，
自訂「輻射偵檢儀校正作業程序 (HPCLP-09) ver 4.3」方法執行。
9. 校正追溯：標準游離腔 PTW TM32002 序號：298 已於國家游離輻射標準實驗室(TAF N0842)校正。
校正報告編號：NRSL-114137；校正日期：114年4月08日；校正週期：二年。
10. Cs-137, 661 keV加馬輻射照射下，空氣暴露劑量；單位倫琴 (R) 轉換為周圍等效劑量、
人員深部等效劑量；單位西弗 (Sv)，轉換係數為：1 R ≡ 0.0106 Sv

校驗單位：



報告簽署人：

陳宗源

校正報告

國家原子能科技研究院
輻射度量儀器校正實驗室
桃園市龍潭區佳安里文化路1000號
(03)471-1400轉7620

儀器名稱：SURVEY METER
廠牌型號：ATOMTEX AT1103M
儀器序號：11939
送校單位：國立清華大學
單位地址：新竹市東區光復路二段101號
校正日期：114年08月05日

報告編號：1147402320

本報告含附頁共2頁分離使用無效



鄒騰泓

報告簽署人

發行日期：114年8月15日

國家原子能科技研究院 輻射度量儀器校正實驗室

送校單位：國立清華大學	報告編號：1147402320
儀器名稱：SURVEY METER	環境溫度：20.9 °C
廠牌型號：ATOMTEX AT1103M	相對濕度：46.6 %
儀器序號：11939	大氣壓力：98.3 kPa
送校日期：114年08月05日	電池量：正常
校正日期：114年08月05日	機械零點：—
儀器外觀：良好	儀表零點：—

校正結果

項次	校正刻度	校正源	參考值 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	器示值 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	Type A (%)	校正因子	擴充不確定度(%)
1	0~100 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	^{241}Am	1.052 76.14	1.01 79	0.42 1.2	1.00	5.1

校正說明：

- (1) 本報告僅說明此部儀器之校正結果，不作其他用途，除非獲得實驗室書面同意，本報告應不得摘錄複製，但全部複製除外，如全部複製時應包括頁碼。
- (2) 依據美國 ANSI N323A (1997) 規範及國際輻射防護委員會 ICRP-60 (1999) 建議執行儀器校正。
- (3) 參考值及器示值為周圍等效劑量率 $H^*(10)$ 。
- (4) 游離腔型號：INER-10000-SP2，序號 001。係追溯至國家游離輻射標準實驗室原級標準，校正因子擴充不確定度 ($k=2$ ， k 為涵蓋因子) 為 1.0%，輻射校正場參考值之擴充不確定度 ($k=2$) 為 5.0%。
- (5) Type A 為儀器器示值的 A 類標準不確定度。
- (6) 校正結果以校正因子(參考值/器示值)及擴充不確定度 (k 約等於 2) 表示，相當於 95% 信賴水準。
- (7) 儀器在參考輻射場下之器示值為能量依持修正後之讀值，儀器對校正射源之能量修正因子為 1.0。
- (8) 儀器背景讀值：12 nSv/h。

校正報告



Calibration Laboratory
N0842

校正日期：114年03月28日

報告編號：NRSL-114083

儀器名稱：中子偵檢器
廠牌型號：Thermo RadEye NL
儀器序號：10483
送校單位：國立清華大學

上項儀器經本實驗室校正，結果如內文。
本報告含封面/裡及 1 頁內文，分離使用無效。



朱健豪


國家游離輻射標準實驗室負責人

國家游離輻射標準實驗室

經濟部標準檢驗局委託國家原子能科技研究院辦理

校正報告使用說明

- 國家游離輻射標準實驗室以慎重之態度執行校正作業，待校正結果詳列於本報告內。
- 本校正報告僅說明此部儀器之校正結果，不作其他用途。
- 除特別聲明外，本實驗室執行校正均不對送校件另作調整。顧客如需調整，建議送回原廠或原代理商處理，惟調整後仍須再次校正，以確保送校儀器準確。
- 未得本實驗室書面同意，本校正報告不得摘要複製，但全文複製除外。
- 本校正報告全文複製亦應包括頁碼和總頁數。
- 為確保送校單位游離腔之準確度，請定期送校。
- 本報告所述與國際度量衡委員會(CIPM)制定之全球相互認可協定(MRA)的附錄 C 登錄之能力內容一致。依據全球相互認可協定，所有參與機構就登載於附錄 C 的量測參數、範圍及量測不確定度相互承認校正與量測報告的有效性。
(詳見 <http://www.bipm.org>)



報告簽署人

發行日期：114年 4 月 16 日

國家原子能科技研究院

桃園市龍潭區佳安里文化路 1000 號

(03)4711400 轉 7620

國家游離輻射標準實驗室

校正結果

送校單位： 國立清華大學	環境溫度： 22.2 °C
單位地址： 新竹市光復路二段 101 號	相對濕度： 55.2 %
儀器名稱： 中子偵檢器	大氣壓力： 98.7 kPa
廠牌型號： Thermo RadEye NL	電池量： 正常
儀器序號： 10483	機械零點： —
送校日期： 114 年 03 月 06 日	儀表零點： 正常
校正日期： 114 年 03 月 28 日	一般檢驗： 正常

校正距離 (m)	校正源	參考值 ($\mu\text{Sv/h}$)	測讀值 ($\mu\text{Sv/h}$)	Type A (%)	校正因子	平均 校正因子	擴充不確 定度(%)
1.5	Cf-252	42	27	1.9	1.540	1.623	8.8
2.0	(bare)	24	15	2.5	1.610		
2.5		15	9	2.2	1.718		

校正說明：

- (1) 本報告僅說明此部儀器之校正結果，不作其他用途，除非獲得實驗室書面同意，本報告應不得摘錄複製，但全部複製除外。
- (2) 依據 ISO 8529-2 (2000)標準執行儀器校正。
- (3) 依據 ISO 8529-3 (1998)標準，中子通量對劑量轉換因子為 $385 \text{ pSv} \cdot \text{cm}^2$ 。
- (4) 中子射源發射率係追溯至美國 NIST 國家實驗室(報告編號:NIST TEST No 283090)，射源發射率之擴充不確定度($k=2$, k 為涵蓋因子，相當於 95%信賴水準)為 4.5%，輻射校正場參考值之擴充不確定度($k=2$)為 6.0%。
- (5) 測讀值為經中子散射修正後之儀器讀值。
- (6) 校正因子=(參考值)/(測讀值)。
- (7) 平均校正因子擴充不確定度為 k 約等於 2 時之評估值。
- (8) 使用者偵檢時將儀器讀值乘以平均校正因子，即為偵測值。

附錄三 非醫用輻射作業分類之劑量約束值建議表(114年更新版)

輻射作業分類			劑量約束值建議 (mSv/y)(扣除背景)					
			職業曝露範圍			公眾曝露範圍		
			平均值	最大值	建議值	平均值	最大值	建議值
登記類	可發生游離輻射設備	(1) 櫃型 X 光機	0.005	0.904	1	0.001	0.040	0.3
		(2) 移動型 X 光機	0.026	1.709	2	0.0595	0.331	0.6
		(3) X 光管式靜電消除器	0	0	1	0	0	0.3
		(4) 離子佈植機	0	0.072	1	0	0	0.3
		(5) 動物用(獸醫)X 光機	0.062	3.360	1	0.008	0.008	0.3
	密封放射性物質	(1) 分析鑑定用	0.098	0.188	1	0.0294	0.0564	0.3
		(2) 校正用	0.097	0.178	1	0.0291	0.0534	0.3
		(3) 測量控制	0.113	0.116	1	0.0339	0.0348	0.3
		(4) 黃金成色分析儀	0.107	0.155	1	0.0321	0.0465	0.3
		(5) 學術研究用	0.101	0.182	1	0.0303	0.0546	0.3
		(6) 輻射源式靜電消除器	0.030	0.153	1	0.009	0.0459	0.3
		(7) 攜帶式測量儀	0.066	0.231	1	0.0198	0.0693	0.3
	許可類	可發生游離輻射設備	(1) 非破壞照相檢驗 X 光機	0.023	0.344	1	0.0069	0.1032
(2) 加速器			0.016	0.136	1	0.0048	0.0408	0.3
(3) 照相檢驗 X 光機			0.213	1.596	2	0.0639	0.4788	0.6
(4) 貨櫃 X 光機			0.073	0.469	1	0.0219	0.1407	0.3
(5) 刑事鑑定 X 光機			0.075	0.897	1	0.0225	0.2691	0.3
(6) 測量用 X 光機			0.239	1.922	2	0.0717	0.5766	0.6
(7) 移動型 X 光機			0.117	1.143	2	0.0351	0.3429	0.6
(8) 校正用 X 光機			0.015	0.384	1	0.0045	0.1152	0.3
(9) 學術研究用 X 光機			0.101	0.515	1	0.0303	0.1545	0.3
密封放射性物質		(1) 校正用射源	0.113	1.121	2	0.0339	0.3363	0.6
		(2) 照相檢驗用	0.082	0.205	1	0.0246	0.0615	0.3
		(3) 學術研究用	0.062	0.134	1	0.0186	0.0402	0.3
非密封放射性物質		(1)學術研究用 (2)生產 (3)標誌及分裝 (4)分析鑑定 (5)校正用 (6)分析檢驗 (7)測漏 (8)測量控制 (9)核醫藥局 (10)製造裝配業 (11)核子醫學	0.038	0.926	1	0.038	0.038	0.3
高強度輻射設施		0.110	1.106	2	0.033	0.3318	0.6	

附錄四

櫃型 X 光機與移動型 X 光機之 輻射安全防護規範建議 (草案)

附錄四

櫃型 X 光機與移動型/手持式 X 光機之輻射安全防護規範建議

(草案)

第一章 總則

1.1 本規範目的

為確保使用不同型態 X 光設備之場所具備足夠的輻射防護措施，降低作業人員及公眾之曝露風險，並符合「游離輻射防護法」與「游離輻射防護安全標準」。

1.2 適用範圍

本規範適用以下設備：

1. 櫃型 X 光機 (Cabinet X-ray System)
2. 移動型 X 光機 (Mobile Industrial X-ray Unit)
3. 手持式 X 光機 (Handheld X-ray Device, 如 XRF 等)

第二章 輻射安全防護

2.1 櫃型 X 光機

櫃型 X 光機屬封閉式設備，常用於 PCB、電子零件、食品異物、行李檢查等檢測。

2.1.1 設備安全要求

屏蔽：完全封閉，外洩輻射 $\leq 1 \mu\text{Sv/h}$ 。

安全連鎖：照射/檢查室門或蓋若打開時，X 光必須停止照射。

警示燈：紅/綠燈(紅燈 = X 光 ON；綠燈 = 安全/待機)須正常運作。

緊急停止按鈕：必備，可立即停止 X 光照射。

機體外殼：不得破洞、裂縫、縫隙。

2.1.2 操作流程

- (1) 開機前檢查互鎖及指示燈
- (2) 放入物件

- (3) 關閉屏蔽門（必須完全閉合）
- (4) 啟動檢測/曝光
- (5) 檢測/曝光完畢，確認 X 光停止照射
- (6) 開門取出物件

2.1.3 操作禁忌

- 禁止任何人於門未完全閉合時曝光
- 禁止移除或短接互鎖
- 禁止自行拆卸外殼或屏蔽
- 禁止在運轉時將手伸入櫃內

2.1.4 維護與測試

- 每日安全連鎖裝置測試
- 每年輻射外洩測量
- 定期校正手持式輻射偵檢儀器

2.1.5 緊急應變

門開啟但 X 光仍運作：應變處置方式：立即按緊急停止、關閉電源、通報輻防人員或輻防管理人員。

外殼破損：應變處置方式：停機 → 測量 → 維修

無法關閉 X 光：應變處置方式：切斷主電源，人員撤離、通報輻防人員或輻防管理人員。

2.2 移動型 X 光機

此類設備常用於工業射線照相（焊縫、管線、鑄件）、戶外或高風險環境、高穿透、高能量屬開放式輻射設備，風險最高。

2.2.1 作業人員要求

- 必須至少 2 人：操作員+助理
- 持合法訓練證明與個人劑量計

2.2.2 設備安全要求

X 光指示燈：必須有明顯紅燈警示。

控制線、高壓線：不可磨損、不可潮濕。

機體：固定、避免傾倒。

2.2.3 管制區設置

半徑：依能量 5–20 m（或依實測）

管制區必須包含：

- 黃黑警戒線
- 警示牌（X 光危險、禁止進入）
- 反光錐（夜間）
- 閃燈
- 協助看守人員

2.2.4 曝光前流程

1. 設置管制區
2. 劑量率儀測試
3. 360 度環境確認
4. 協助看守人員回報「區域淨空」

2.2.5 照相/曝光流程

- 操作員啟動曝光（紅燈亮）
- 助理監看周圍是否有工人靠近
- 遇干擾立即停止曝光

2.2.6 照相/曝光後

- 停止 X 光
- 測量劑量率回到背景值
- 移除管制區

2.2.7 緊急應變

無法關閉 X 光：應變處置方式：切斷主電源、撤離所有人員。

設備倒落：應變處置方式：擴大管制區，測量劑量範圍。

人員誤入：應變處置方式：停止照相/曝光，做劑量評估。

2.3 手持式 X 光機

手持式 X 光設備（如 XRF）由於可手握、可指向任意方向、容易誤用，在國際上視為高風險分類。

2.3.1 設備特性與風險

- 非固定方向，容易照射到他人。
- 距離近 → 劑量率高。
- 操作者的手、腹部、腿部可能誤曝輻射。

2.3.2 設備安全要求

項目 要求

按鍵(扳機)需兩段式或安全開關，防止誤按。

射束指向需清楚標示，避免誤照。

必須有 X 光指示燈、LED 紅燈。

必須附遮蔽罩(Shield)，減少散射。

建議使用遠端架台，減少手持曝光。

2.3.3 操作流程

1. 開機自檢（指示燈亮、安全連鎖裝置正常）。
2. 將射束朝向樣品，不得指向人體。
3. 固定設備或使用三腳架。
4. 操作者後退 ≥ 30 cm（依設備商建議）。
5. 啟動測量（照射 X 光）。
6. 測量完畢確認 X 光停止照射。

2.3.4 操作禁忌

- 嚴禁手持時讓射束指向人體。
- 嚴禁對他人或自己進行「測試」。
- 禁止未訓練人員操作。
- 禁止設備靠近腹部、臉部、身體軀幹。

2.3.5 管制區（簡易）

手持式 X 光機不需像移動型 X 光機劃大型區域的管制區，但需：

- 不可讓任何人站在射束方向範圍內。
- 與他人保持 ≥ 1 m 安全距離。
- 可能的話儘量在桌上測量（避免手持）。

2.3.6 緊急應變

誤射到人體：應變處置方式：停止使用、評估曝露、通報 RPO

設備跌落損壞：應變處置方式：停止使用、輻射測試、維修。

X 光無法停止：應變處置方式：切斷電源、隔離裝置。

第三章 記錄保存

須保存之紀錄包括：每日上機檢查紀錄、照相/曝光紀錄、劑量監測紀錄、外洩測試紀錄、訓練紀錄、緊急事件記錄、保存期限：至少 5 年(依法規)。

附錄五

櫃型 X 光機與移動型/手持式 X 光機之 劑量約束管理措施通用範本建議書 (草案)

附錄五

櫃型 X 光機與移動型/手持式 X 光機之劑量約束管理措施通用範本建議書 (草案)

一、目的定義

- 1.1 依據「游離輻射防護法」部分條文修正草案，其修正重點四：為合理抑低計畫曝露之職業及公眾劑量，設施經營者應依主管機關公告，將劑量約束管理措施納入輻射防護計畫（修正條文第七條）。
- 1.2 本通用範本之目的係提供櫃型 X 光機與移動型/手持式 X 光機之設施經營者建立其輻射作業之劑量約束管理措施之參考，以達合理抑低人員劑量，確保輻射安全之目的。

二、名詞定義

- 2.1 合理抑低：指盡一切合理之努力，以維持輻射曝露在實際上遠低於游離輻射防護安全標準之劑量限度。
- 2.2 劑量限度(dose limits)：法規要求不得超過之劑量值。
- 2.3 劑量約束(dose constraints)：指為合理抑低人員劑量，在計畫曝露中，依輻射源規模及其性質，訂定最適化劑量管理目標值；亦即在最適化輻射防護之輻射作業時，預期輻射源造成的個人最大劑量值；包括職業曝露劑量約束與公眾曝露劑量約束；劑量約束須低於劑量限度。

三、人員劑量合理抑低作法

3.1 櫃型 X 光機輻射作業

- 3.1.1 X 光機機體外殼、鉛門、鉛玻璃需保持完整無裂縫。接縫、鎖點、鉸鏈處無間隙或變形。不得移除或鬆動外殼及防護材料。
- 3.1.2 確認安全連鎖裝置(Interlock)正常運作，檢查/照射室門未關妥時 X 光無法啟動，照射/曝光中開門則 X 光應自動立即停止照射；禁止停用、短路或修改安全連鎖裝置。
- 3.1.3 應確保警示系統功能正常，X 光發生時需有明顯的“X-RAY ON”指示燈，設備周圍張貼輻射示警標誌提醒人員注意，未授權人員不得靠近或操作。
- 3.1.4 設備應有自動故障保護，過熱、系統異常時自動停止曝光；不得在警告或故障狀態下強制操作。

- 3.1.5 定期(建議每年至少一次)進行輻射洩漏檢測，檢測點包含門縫、玻璃視窗、接縫、通風口。輻射洩漏值應低於標準限值（一般管制區 $<10 \mu\text{Sv/h}$ ，如設定周圍為監測區則須 $<0.5 \mu\text{Sv/h}$ ）。
 - 3.1.6 制定並遵循作業程序(SOP)，至少包含作業前檢查、操作程序、異常處置、紀錄管理。
 - 3.1.7 操作人員需具備合格操作資格(登記類設備需 18 小時訓練，許可類設備則需有輻射安全證書)，至少每年複訓一次(依法規每年至少 3 小時輻射防護繼續教育)。
 - 3.1.8 記載每日照射/曝光次數、操作者、異常情形；定期內部稽核設備安全性與紀錄完整性。
 - 3.1.9 作業時間合理化，先準備好檢查品，減少機器開啟與照射/曝光次數，避免重複不必要的影像檢查；熟悉作業程序，減少作業時間即可減少曝露機會。
 - 3.1.10 操作人員需配戴個人劑量計，定期檢視劑量紀錄，如發現劑量異常(超過標準)應立即調查原因並依法規規定通報。
 - 3.1.11 工作時避免倚靠或貼近 X 光機機體接縫、玻璃視窗，照射/曝光時保持操作距離，不彎腰貼近查看。
 - 3.1.12 不得以身體靠近或以手探測是否洩漏輻射，不得在運轉中開啟 X 光機機門。
 - 3.1.13 緊急應變：若懷疑外漏或設備異常時應立即停止照射/曝光，關閉主電源，疏散人員並保持距離，封鎖設備周圍，通知主管/輻防人員/廠商維修；經檢測確認安全後方可恢復作業。如發現人員劑量異常(如超過標準)應立即依法規規定通報主管機關。
- 3.2 移動型 X 光機輻射作業
- 移動型 X 光機因可於現場進行拍攝，曝露風險較櫃型高，因此合理抑低(ALARA)原則必須更嚴格執行。
- 3.2.1 應有良好設備防護設計：X 光管球、探測器、主機外殼完整無破損，纜線、接頭固定良好，不可裸露，照射口屏蔽光欄(collimator)可正常關閉與調整。
 - 3.2.2 應有自動保護機制：過熱、連續曝光過量時自動停機，緊急停止按鈕可即時中止曝光。
 - 3.2.3 定期輻射外漏檢測：建議每年一次檢測管球外漏，若更換管球或維修結構部件後，需重新檢測。
 - 3.2.4 照射野最小化：使用光欄將 X 光照野縮到必要範圍，避免無意照射到周遭人員；嚴格避免過度曝光或重複拍攝。
 - 3.2.5 至拍攝現場後需設置輻射警告標示，在必要範圍內設置臨時輻射警

戒線；非必要人員必須離場或避至牆後。

- 3.2.6 操作人員需具備合格操作資格(登記類設備需 18 小時訓練，許可類設備則需有輻射安全證書)，至少每年複訓一次(依法規每年至少 3 小時輻射防護繼續教育)。
- 3.2.7 如發生異常事件(誤曝、重新拍攝、設備故障)需記錄與通報。
- 3.2.8 移動型 X 光機的 ALARA 核心是 距離>屏蔽>時間；操作者曝光時與管球保持一定距離(依原廠建議)，且盡可能站在 背向 X 光源的牆後、屏蔽後，與主射束保持離軸(off-axis)位置。
- 3.2.9 操作者與留在現場必要人員必須穿戴鉛衣等防護用具；操作者需配戴個人劑量計，定期檢視劑量，若偏高需調查原因。
- 3.2.10 作業前先檢查設備功能正常(含指示燈、光欄)，確認周圍人員已離場或已妥善屏蔽。X 光照射時應有明顯視覺指示(X-RAY ON)；照射曝光時操作者應以語音提醒：「注意要曝光！請保持距離！」
- 3.2.11 移動途中保持電纜不拖地、不繞線、不絆倒，管球移動需確定鎖定以防意外滑落。
- 3.2.12 緊急狀況：如遇下列情況，需立即停止操作：持續異常聲響或設備震動、指示燈失效(無法確認是否正在曝光)、管球明顯過熱、連續重曝(無法停止曝射)、懷疑管球有輻射洩漏。
- 3.2.13 如發生前述緊急狀況之處置流程：
 - (a) 立即停止曝光或按下緊急停止。
 - (b) 關閉主電源。
 - (c) 撤離現場人員。
 - (d) 通知主管/維修單位。
 - (e) 經專業檢測後確認安全才可重新使用。

3.3 手持式 X 光機輻射作業

- 3.3.1 儀器應具備完整鉛遮蔽，防止管球洩漏；應有安全連鎖(interlock)：開蓋(或樣品室)未關閉時不可曝光。
- 3.3.2 手持式 XRF 應有散射抑制鼻錐、防滑握把與射束指示燈；使用儀器原廠提供的錐、準直器或散射防護配件。減少射束區域與樣品間的空隙，降低散射線外洩。
- 3.3.3 定期漏洩測試(leakage test)、檢查安全連鎖是否正常運作，並定期校驗 X 光管工作條件與能量設定。
- 3.3.4 操作人員必須熟悉設備(如 XRF)射束特性(固定射束向下/向前)、散射線分布、正確站位、緊急停機程序。
- 3.3.5 建立標準操作程序(SOP)，至少包含：開機與日常檢查、樣品準備與定位、拍照/分析程序、異常與故障處理、清點與儲存儀器規範。

- 3.3.6 照射/測試時應設立臨時輻射工作區(範圍依設備商建議)，於手持式 XRF 使用時需要隔離旁人。
- 3.3.7 操作人員應穿戴個人劑量計、鉛圍裙(建議)，如可能接近射束位置者，建議加戴鉛手套(不可靠近射束口！)；任何身體部位不得進入射束出口。
- 3.3.8 減少不必要分析、縮短曝光時間(依需求調整測量條件)。
- 3.3.9 避免站在射束正前、正後位置(散射最多)；與設備保持盡可能遠距離(距離加倍=劑量減少約 1/4)。
- 3.3.10 建議使用可攜式遮蔽罩(如鉛玻璃屏)保護旁人。
- 3.3.11 非必要勿於反射性金屬面上操作手持式 XRF，以免散射輻射增強。
- 3.3.12 固定使用場所時，設置輻射標示。測量在室外進行時，以錐形安全線、錐桶或警示帶設定防護半徑。避免在狹窄密閉空間使用手持式 XRF(散射線可能反射提升暴露量)。
- 3.3.13 定期檢查個人劑量計紀錄；建議配備環境劑量監測器或偵檢器以掌握即時散射輻射量。
- 3.3.14 緊急狀況：若劑量異常升高，立即檢查使用姿勢、距離、遮蔽與設備狀況；如發現持續異常聲響、指示燈失效(無法確認是否正在曝光)、管球明顯過熱、連續重曝(無法停止曝射)、懷疑管球有輻射洩漏等情況，需立即停止操作(停止曝光或按下緊急停止、關閉主電源或拆除電池)。經專業檢測後確認安全才可重新使用。

四、劑量約束值評估與訂定方法

輻射作業劑量約束值評估方法如下：

4.1 工作人員職業曝露的劑量約束參考值評估方法

建議可以輻射安全測試報告之工作人員居站位置實測劑量率值，乘以工作人員每周平均作業時數+3 倍標準差後之時數值，再乘以 50(周/年)之劑量值，作為工作人員職業曝露的劑量約束參考值。

4.2 一般公眾曝露的劑量約束參考值評估方法

建議可將 4.1 節所評估之工作人員職業曝露的劑量約束參考值的 30%(即乘以 0.3 倍)之劑量值，作為一般公眾曝露的劑量約束參考值。

4.3 劑量約束值之訂定

劑量約束值之訂定建議參考(須符合)下列 ICRP 之建議：

- (1) 對職業曝露之劑量約束值範圍為 $1 \leq$ 至 20 mSv 間；

(2) 對公眾曝露之劑量約束值範圍為 $\leq 1 \text{ mSv}$ (0.3~1 mSv)。

如依 4.1 節評估之工作人員職業曝露的劑量約束參考值，若其值小於 1 mSv 則取 1 mSv 為其劑量約束值；若其值大於 20 mSv，則取 20 mSv 為劑量約束值。如依 4.2 節評估之一般公眾曝露的劑量約束參考值，若其值小於 0.3 mSv 則取 0.3 mSv 為其劑量約束值；若其值大於 1 mSv，則取 1 mSv 為劑量約束值。

五、劑量逾限(異常)發生之應變處理檢討改善程序

5.1 設施經營者(雇主)應每月檢視人員劑量監測結果，或於有事故發生後，應立即評估人員劑量結果。

5.2 如發現人員劑量已超過所訂定之劑量約束值應依規定實施調查、分析、記錄；如為事故應依相關規定負責清理。調查報告中應載明下列事項：

- (1) 含人、事、時、地、物之案件或事故描述。
- (2) 人員劑量超過劑量約束值之原因或事故原因分析。
- (3) 影響評估(是否涉及需重新評估/調整劑量約束值)。
- (4) 改善措施。

5.3 調查報告等相關紀錄應予留存備查。

5.4 如發生有”輻射工作人員劑量異常案件處理作業導則”所稱之下列異常案件時，應依該導則規定調查發生原因及採取相關因應措施，並於規定時限內通報主管機關。

- (1) 人員接受職業曝露，超過游離輻射防護安全標準規定之職業曝露劑量限度。
- (2) 人員接受職業曝露，任何單一年內，超過游離輻射防護安全標準規定之職業曝露劑量限度十分之四。
- (3) 劑量計遺失、損毀或污染，導致無劑量紀錄。
- (4) 其他造成無劑量紀錄或人員劑量異常情形。