

國家原子能科技研究院 廢棄物放行作業計畫

國家原子能科技研究院
中華民國 112 年 10 月13日

國家原子能科技研究院 廢棄物放行作業計畫

(第一版)

編 寫：詹季達 日期：112.10.11

審 查：薛美玲 日期：112.10.12

職安會審查：張志賢 日期：112.10.12

職安會審查：張柏菁 日期：112.10.12

核 准：李海光 日期：112.10.13

目 錄

1.目的-----	1
2.適用範圍-----	1
3.權責-----	1
4.廢棄物放行限值-----	2
5.量測儀器與放行偵測作業-----	3
5.1 量測儀器-----	3
5.2 放行偵測作業-----	3
6.放行作業流程-----	7
7.品保要求-----	9
8.廢棄物處理方式-----	9

圖 目 錄

圖 1.放行作業流程-----	8
-----------------	---

表 目 錄

表 1.廢棄物放行限值-----	2
------------------	---

1.目的

國家原子能科技研究院(以下簡稱本院)為減少廢棄物倉儲壓力及強化廢棄物再利用，並確保環境之輻射安全，針對一般建築/工程廢棄、例行維修汰換等產生且預期不會遭受污染的固體廢棄物(如金屬、廢土、混凝土塊、磚塊、管線等)之外釋，特訂定「廢棄物放行作業計畫」(以下簡稱本計畫)，期藉由嚴謹之偵測篩選，確認符合放行限值者，始得依一般廢棄物規定處理，以確保民眾健康及環境品質。

2.適用範圍

本計畫適用之預期不會遭受污染固體廢棄物來源如下：

- (1)一般建築/工程廢棄物(含廢土、混凝土塊、磚塊及其他固體廢棄物)，
- (2)例行維修、改善工程及設備維修汰換產生之金屬或其他固體廢棄物。

3.權責

廢棄物放行作業由本院職業安全衛生會(以下簡稱職安會)、廢棄物產生/持有單位、核子設施及工程技術研究所(以下簡稱工程所)、輻射防護研究所(以下簡稱輻防所)、總務處等共同執行，各單位權責說明如下：

- (1)職安會負責放行作業計畫之制訂及執行作業之審核及監督。
- (2)廢棄物產生/持有單位依本計畫及「廢棄物放行作業程序」執行廢棄物放行作業(含取樣量測、送職安會審查、外運處理及廢棄物申報)。
- (3)輻防所協助廢棄物產生/持有單位進行樣品分析，並提供輻射偵檢儀器校正及相關協助。
- (4)工程所提供施工管制相關協助。
- (5)總務處提供必要之行政協助。

4.廢棄物放行限值

廢棄物放行限值如表 1 所示，各類廢棄物應依其特性，分別採用不同偵測儀器或方法，並符合其對應之放行限值。

表 1. 廢棄物放行限值

偵測項目	輻射類別	偵測方式及儀器要求 ⁽¹⁾	放行限值
表 面 輻射強度	α/β	1.擦拭取樣(擦拭面積 100 cm ²)及 α/β 低背景計測系統 儀器之計測低限： α LLD ⁽²⁾ ≤ 0.5 Bq/100 cm ² β/γ LLD ≤ 1.5 Bq/100 cm ² 2.大面積污染偵檢器 量測地點之背景值： $\leq$ 日常背景值 $+3\sigma$	$\alpha \leq 1.0$ Bq/ 100 cm ² $\beta/\gamma \leq 2.0$ Bq/ 100 cm ²
	β/γ	手提式偵檢器 量測地點之背景計數率： ≤ 150 cps	淨計數率 $\leq$ 合格計數率 合格計數率 =背景值+ MDCR ⁽³⁾
表 面 劑量率	β/γ	手提式偵測器 量測地點之背景值應與國家原子能科技研究院清潔區 ⁽⁴⁾ 之背景值相當	劑量率 $\leq$ 背景值 $+3\sigma$
活 度	γ	廢棄物活度監測器或加馬能譜計測系統 MDA ≤ 0.02 Bq/g	≤ 80 Bq/kg

註：(1)使用之儀器均需在有效校正期限內，量測地點之背景無法達到「偵測方式及儀器要求」時，偵檢器應加鉛套以降低環境背景之影響，如加鉛套仍無法達到「偵測方式及儀器要求」時，則另選擇低背景地點執行量測作業。

(2) LLD 為儀器之最低可測值(Lower Limit of Detection)。

(3)MDCR 為最低可偵測計數率(Minimum Detectable Counting Rate)，其定義採用 NUREG-1575 第 6 章之 MDCR 的定義，相關說明參見本計畫公式(1)。

(4)依據本院「輻射防護計畫」輻射區域劃分之規定，清潔區係指本院院界內道路及行政區。

5.量測儀器與放行偵測作業

5.1 量測儀器

廢棄物的量測分析根據偵測項目及偵測對象選擇適當之儀器，且儀器之計測低限(或量測地點之背景、儀器的最低可測量活度(Minimum Detectable Amount, MDA))需符合表 1 的要求，各儀器的校正與量測追溯需符合下列要求：

- (1)輻射偵檢器包括 α/β 污染偵檢器及 β/γ 偵檢器，均須送經國家或相關機構(如財團法人全國認證基金會)認可之校正實驗室校正合格並備有校正報告。
- (2)執行試樣分析之實驗室需通過國家或相關機構(如財團法人全國認證基金會)的認證，該實驗室的 α/β 低背景計測系統及加馬能譜計測系統由實驗室自行校正，且其標準件或標準參考物質(標準射源)應追溯至國家標準或同級標準，並備有追溯證明。
- (3)廢棄物活度監測器應定期校正，且其標準件或標準參考物質(標準射源)應可追溯至國家標準或同級標準，並備有追溯證明。

5.2 放行偵測作業

偵測作業依據本院廢棄物放行作業程序執行，符合放行標準者，始得依一般廢棄物規定處理。廢棄物偵測使用之儀器應在有效校正期限內，所有偵測分析數據，均需填註儀器廠牌、型號、序號、校正日期、背景值、偵測或分析人員及審核人員簽章；各類廢棄物應依其特性，分別採用不同偵測儀器或/及方法，各項偵測作業原則說明如下：

(1) α/β 污染偵測：

以擦拭取樣送實驗室量測，或以大面積污染偵檢器直接偵測。

A.以擦拭取樣送實驗室量測 α/β 污染者，擦拭面積為 100 cm²，擦拭樣送分

析實驗室以 α/β 低背景計測系統量測。

B.以大面積污染偵檢器直接偵測 α/β 污染，可採用手提式大面積污染偵檢器或推車式大面積污染偵檢器，偵測規定如下：

(a)以手提式大面積污染偵檢器量測廢棄物表面 α/β 污染者，應先偵測背景值，背景值應 $\leq$ 日常背景值 $+3\sigma$ ；偵測廢棄物表面時偵檢頭與廢棄物表面距離約1公分，偵檢器移動速度應小於每秒5公分。

(b)以推車式大面積污染偵檢器(俗稱地板偵檢器)量測廢棄物表面 α/β 污染者，應先視表面粗糙或平滑情形，調整偵檢器與廢棄物表面之距離；調整適當之距離後量測背景值，背景值應 $\leq$ 日常背景值 $+3\sigma$ ；偵檢器移動速度應小於每分鐘10公尺。

C.偵測值扣除背景值後，其淨值應小於或等於放行限值， α 、 β 表面輻射放行限值如下：

$$\begin{aligned}\alpha &\leq 1.0 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2, \\ \beta/\gamma &\leq 2.0 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2.\end{aligned}$$

(2) β/γ 輻射偵測：

以手提式偵檢器，偵測廢棄物之計數率或劑量率。

A.廢棄物表面計數率量測使用高靈敏度加馬輻射偵測儀，偵測時應選擇適當背景值的地點；偵測時偵檢頭與廢棄物表面距離約1公分，偵檢器移動速度應小於每秒5公分。偵測結果應小於或等於放行限值(合格計數率)，合格計數率採用NUREG-1575⁽¹⁾第6章中掃描靈敏度的定義，即合格計數率 = 儀器背景計數率 + MDCR，MDCR的計算方法如公式(1)所示。

$$MDCR = \frac{d'(b_i \cdot i)^{1/2}}{i \cdot P^{1/2}} \quad (1)$$

式中

d' = 效能水平，選用 95% 真的正感應、20 % 假的正感應為可接受之偵測效能水平，參考 NUREG-1575(第 6 章)，其值為 2.48。

b_i = 背景計數率(counting rate, cps)。

I = 偵測計數時間(sec)

P = 偵測者效率(≤ 1)，保守假設 $P=1$ 。

B. 表面輻射劑量率採用手提式加馬輻射偵測儀，偵檢地點之背景值應與本院清潔區*之背景值相當；偵測時偵檢頭與廢棄物表面距離約 1 公分，偵檢器移動速度應小於每秒 5 公分；偵測結果之劑量率 $\leq$ 背景值 $+3\sigma$ ，始得外運。

註：*依據本院「輻射防護計畫」輻射區域劃分之規定，清潔區係指本院院界內道路及行政區。

(3) 大型物件或設備之偵測

如廢棄物為大型物件或設備，無法或不易切割，先以擦拭取樣(每一樣品擦拭面積為 100 cm^2)，送分析實驗室以 α/β 低背景計測系統量測 α/β 活度，量測結果符合放行限值；再以手提式偵檢器分別進行 α/β 、 β/γ 表面輻射偵測，方式與(1)、(2)相同，偵測結果須同時符合(1)、(2)所規定之放行限值，始得外運。

(4) 活度量測

活度量測採用廢棄物活度監測器或加馬能譜計測系統二種儀器，量測方法說明如下：

A. 廢棄物活度監測器

a. 廢棄物活度監測器須定期校正，並至少建立 ^{137}Cs (662 keV) 及 ^{60}Co (1,250 keV) 二核種在不同的平均密度之計測效率校正曲線，作計算廢

棄物活度之計測效率依據。

b.廢棄物裝入適當容器內，以廢棄物活度監測器秤重並計測 1~2 分鐘，計算平均密度參照已建立之效率校正曲線，選擇適當之計測效率，計算該批廢棄物之總比活度及比活度。

c.廢棄物量測結果符合放行限值，始得外運。

B.加馬能譜計測系統

一般建築/工程廢棄物取樣後送分析實驗室以加馬能譜計測系統量測分析；加馬能譜計測系統應先經適當校正，方能進行擬放行廢棄物之量測，量測結果符合放行限值，始得外運。

(5)廢棄物量測要求如下：

A.一般建築/工程廢棄物

如該場所位於本院監測區內，自施工或開挖完工後之廢棄物中取各類廢棄物具代表性的試樣，送本院輻防所作加馬核種分析，分析結果符合放行限值，始得申請放行。

如該場所位於(1)本院管制區內，(2)歷史紀錄曾有污染者，以及(3)位於本院監測區，但於例行環測中曾有高於查驗值之人工放射性核種者，於施工或開挖前，先規劃取樣送本院輻防所加馬核種分析，分析結果需符合放行限值，始可進行施工或開挖作業。完工後需再取各類廢棄物具代表性的試樣，送本院輻防所作加馬核種分析，分析結果符合放行限值，始得申請放行。

B.小物件或可切割之廢棄物

此類廢棄物需經表面輻射強度、表面劑量率及活度量測，且各項量測結果均符合放行限值，始得申請放行。

C.大型物件或設備

如廢棄物為大型物件或設備，無法或不易切割，先以擦拭取樣(每一樣品擦拭面積為 100 cm²)，送分析實驗室以 α/β 低背景計測系統量測 α/β 活度，量測結果符合放行限值；再以手提式偵檢器分別進行 α/β 、 β/γ 表面輻射偵測，偵測結果均符合放行限值，始得申請放行。

6.放行作業流程

廢棄物放行作業流程如圖 1 所示，相關規定說明如下：

- (1)廢棄物產生/持有單位於執行放行作業前，應先完成放行作業執行規劃，並經職安會審查通過後，再依規劃書進行廢棄物量測與取樣，並將樣品送輻防所分析，所有量測分析數據需經單位之輻防人員審核簽章；量測分析結果符合放行限值，再將分析數據報表等資料送職安會審查並申請放行作業，經核准後依規定執行外運處理作業。
- (2)職安會、輻防所、工程所與總務處等單位依權責提供廢棄物產生/持有單位必要之支援。
- (3)擬放行廢棄物標售案，應要求業者提供標售相關紀錄含：得標業者之公司名稱、負責人、公司住址、連絡電話及標售物類別、數量、點交日期、運送人員、最終處理方式及處理場所等資料，標售相關紀錄至少保存十年備查。
- (4)廢棄物外運前需經職安會抽檢，確認符合放行限值，始可交由得標廠商處理。
- (5)本院應出具無污染證明給廢棄物處理得標廠商。

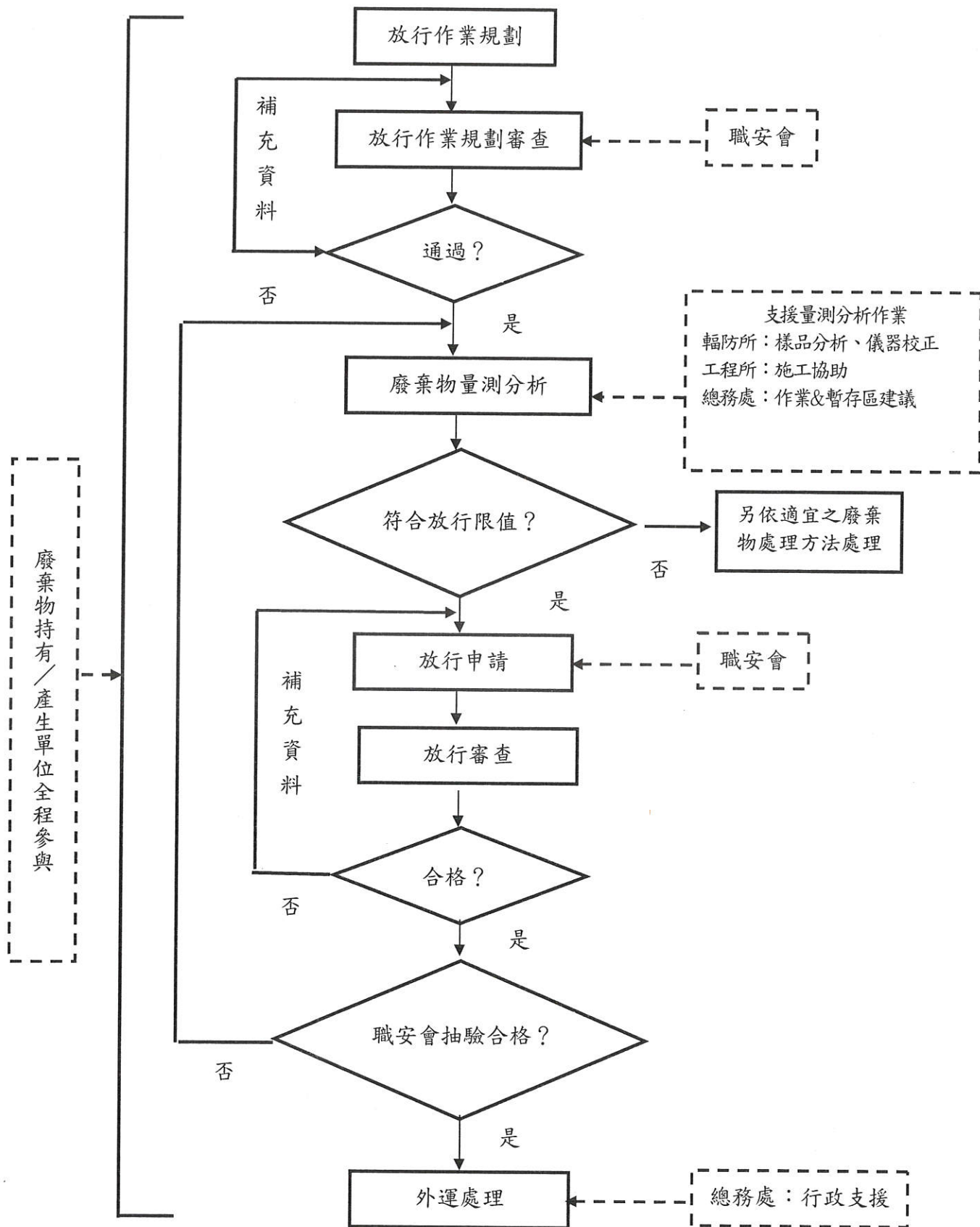


圖 1.放行作業流程

7.品保要求

- (1)廢棄物量測結果須由廢棄物產生/持有單位輻防人員審核簽章。
- (2)實驗室分析數據須依認可實驗室審核程序進行審核。
- (3)廢棄物外運前須經職安會抽檢確認符合放行限值。
- (4)紀錄保存

廢棄物產生/持有單位負責保存廢棄物量測數據報表及放行作業相關文件，並影印一份送職安會存查；各類紀錄保存年限如下：

- A.所有量測分析報告及原始數據，至少保存 10 年。
- B.廢棄物處理相關資料及紀錄應保存 10 年備查。
- C.所有取樣之樣品，至少保存 3 年。
- D.輻射偵檢儀器與分析儀器相關校正紀錄，至少保存 3 年。

(5)內部稽核

職安會應稽核廢棄物放行作業，將稽核結果作成紀錄保存，並印送一份交由廢棄物產生/持有單位保存。

8.廢棄物處理方式

本計畫適用之廢棄物經偵測判定屬可放行者，視為一般廢棄物，依一般廢棄物規定處理；主要處理原則說明如下：

- (1)金屬類偵測結果經院內審查核准放行後，依本院報廢財物標售程序，標售給廢金屬回收業者回收。
- (2)混凝土塊偵測結果經院內審查核准放行後，依各縣市營建剩餘土石方管理自治條例進行辦理；同時配合廢棄物清理法、營建剩餘土石方處理方案等相關法令，由合法廢棄物處理場及運送公司，送合法營建廢棄物處理場處理，相關資訊參照營建剩餘土石方資訊服務中心網頁。

(3)其他類廢棄物量測分析結果經院內審查核准放行後，依本院一般廢棄物處理。