

# 發射載具技術規範及發射許可審查基準

國家科學及技術委員會

# 第一章 總則

## 1.1 依據

為執行太空發展法（以下簡稱本法）第十一條第四、五項與發射載具發射許可及太空事故處理辦法（以下簡稱本辦法）第七條規定，辦理發射許可審查及發射載具技術標準公告相關事項，特訂定本基準。

## 1.2 適用對象

依本法第十一條第一項及本辦法第二條規定申請發射許可，其審查及應參照之發射載具技術標準應依本基準規定辦理。

本基準不適用於國防部與其所屬機關(構)、學校及依法所監督之法人所進行或委託進行之發射活動。

## 1.3 名詞定義

本基準所用名詞，定義如下：

1.3.1 主管機關：依本法第二條第一項規定為國家科學及技術委員會。

1.3.2 受託單位：指主管機關依太空發展法第五條第二項委託辦理發射載具之發射許可申請及審查作業之法人、團體或機構。

1.3.3 太空載具：指人造衛星、無人或載人之太空航行器及其酬載。

1.3.4 發射載具：指為進行太空活動，發射太空載具或儀器設備之火箭或航空器。火箭指包含實驗性質之高空探空火箭，總衝大於10,240N-s之探空火箭及入軌火箭，其分級，依「發射載具登錄審查基準」規定。

1.3.5 低軌道保護區：指從地球表面到高度2,000公里之球形區域。

1.3.6 地球靜止軌道保護區：指符合以下定義之球形區域：

(1) 下限高度=比地球靜止軌道高度（約35,786公里）低200公里之高度

(2) 上限高度=比地球靜止軌道高度高200公里之高度

(3)  $-15^\circ \leq \text{緯度} \leq +15^\circ$

1.3.7 故障等情形：指故障、錯誤動作或錯誤操作。

1.3.8 預估傷亡人數（ $E_c$ ：Expected Casualties）：指因與墜落物接觸而導致死亡或人體機能長期惡化或喪失之重大損害，該損害之被害人數之機率推估值。

- 1.3.9 飛行終止措施：指當發射載具飛離預定飛行路徑、或發生其他異常情事時，銷毀該發射載具或終止其飛行之措施。
- 1.3.10 飛行安全管制：指在發射載具及太空載具發射完成之前，為確保公共安全，且為使所有因全部或部分發射載具或太空載具未正常分離而發生發射載具或太空載具墜落、碰撞或爆炸，致使地表、水面或飛行中之飛行器等其他飛行物對人員生命、身體或財產造成危害之可能性降至最低限度，所採取之措施。
- 1.3.11 墜落限制線：指發射載具飛行終止時不造成危害範圍邊界之標示線。
- 1.3.12 墜落預定區域：指發射載具之可燃性外殼以及於發射載具正常飛行時自其分離之物體將墜落之預定區域。
- 1.3.13 墜落預測區：指發射載具飛行時，倘發生異常致發射載具或其碎片等墜落時，可能危害的範圍。
- 1.3.14 發射載具入軌段：指進入繞地軌道或軌道外的發射載具箭體。
- 1.3.15 導控重返：指控制發射載具或太空載具，使其重返地球時降落或墜落至經事前確保安全之著陸或落水點或區域內。
- 1.3.16 FAA (Federal Aviation Administration)：指美國聯邦航空總署。
- 1.3.17 CSpOC (Combined Space Organizations Center)：指聯合太空作戰中心。
- 1.3.18 載人太空載具等：指國際太空站（International Space Station）及載人太空載具等。

## 第二章 發射載具技術規範

發射許可申請人所檢附之發射計畫，應符合下列發射載具技術規範。

### 2.1 發射設施

技術規範：

發射載具於我國境內發射，應於國家發射場域實施發射作業。國家發射場域未設置完成前，探空火箭應於國家科學及技術委員會短期科研探空火箭發射場域實施發射作業。發射載具於我國境外發射者，發射場域需為場域

所在地合法設立。

## 2.2 安全措施

技術規範：

發射載具發射時，自其準備作業起，至發射終了為止，應施以妥適之安全措施。

## 2.3 制定防災計畫

技術規範：

1. 於發射設施內，應基於防止災害之目的制定防災計畫，並遵守防止災害的必要設備或處理的相關法令。
2. 將火災或氣體的檢測、防盜警報等的資訊予以集中並掌握常時之狀態，針對防火、消防、防護設備等，在實施危險作業之前進行完整的檢查。

## 2.4 推進劑之操作相關安全對策

技術規範：

為確保發射設施內推進劑等(火藥類、高壓氣體以及危險物等)之安全處理，應訂定符合相關法令之對策。

## 2.5 考量墜落預定區域之飛行路徑設定

### 2.5.1 分離物墜落預定區域

技術規範：

評估墜落預定區域據以設定飛行路徑：

1. 發射載具的可燃性外殼，以及於正常飛行時自發射載具分離墜落的物體等，其墜落預定區域應盡可能排除陸地、其周邊海域及海洋保護區。
2. 墜落預定區域不得涉及外國之領土或領海。若預計將涉及外國之領土或領海時，應取得該國同意。

## 2.5.2 飛行路徑

技術規範：

發射載具於推進飛行時突然發生推力中斷之狀態，於預估其墜落點軌跡(墜落預測點軌跡)的分散區域時，除了應盡可能將飛行路徑設定在遠離人口稠密區域外，即便發生異常情況，為了使飛行路徑以及對於發射設施周邊的風險降至國際標準或是各國太空機關等所訂定的標準之下，應採取必要的對策。

## 2.6 設定適當之墜落限制線

技術規範：

為確保安全，應劃定於發射載具飛行終止時不造成危害之範圍邊界的標示線(墜落限制線)。

## 2.7 設定警戒區域及建立防止第三者進入之管制措施

技術規範：

因應發射相關作業期間的各階段，應視周邊狀況設定警戒區域，並實施非關係人員之出入管制。

1. 整備作業期間之警戒區域：於組裝發射載具之各階段，設定警戒區域以減少發生事故之影響。
2. 發射時之警戒區域：發射時的警戒區域，應至少包含下列的陸地安全及飛行安全之警戒區域。

(1) 與陸地安全相關的警戒區域：

至少應考量到因爆破、飛散物、氣體、火球火災所生之輻射熱等事項所劃定的區域。

(2) 與飛行安全相關的警戒區域：

考量到下列事項所劃定的區域：

A. 在發射設施周邊，應防止下列事項所生之危害：

- a. 墜落物的碰撞。
- b. 於飛行中爆炸時的爆風。
- c. 推進劑墜落以及碰撞地面發生二次爆炸所生的爆風以及碎片飛散。

d. 搭載推進劑的洩漏以及擴散。

B. 另外，關於發射設施周邊的海域，應估計發射後飛行終止所伴隨的碎片分散落下的情形，並盡可能防止船舶等因碎片落下遭受損害。

## 2.8 天然災害警報發布時之對策

技術規範：

應訂定暴雨、雷擊、地震等警報發生時之對策。

## 2.9 對航空器及船舶等之事前通報

技術規範：

發射作業期間，為確保航空器及船舶等的安全，應協助受託單位辦理陸、海、空域相關機關之事前通報作業。

## 2.10 設定適當的發射日期和時間

技術規範：（探空火箭不適用）

於發射時，為確保在軌道上活動者的生命安全，發射日期之決定應避免與軌道上之國際太空站及有人的太空載具發生碰撞。

## 2.11 考量搭載太空載具之飛行能力

技術規範：（探空火箭不適用）

1. 發射載具的飛行能力，應能夠將太空載具投入預定之軌道。
2. 構成確保發射載具的飛行路徑及發射設施周邊安全之功能的重要系統等，不得因搭載太空載具致該功能發生重大障礙。

## 2.12 根據氣象情況確認飛行可行性

技術規範：

1. 於即將發射之際，應確認不會因氣象條件之影響造成偏離預定飛行路徑及預估墜落區域。
2. 應掌握飛行路徑中發生雷擊之可能性，並避免因雷擊導致機器故障

或對第三人之損害等情事。

## 2.13 防止警戒區域解除前發生對第三方之損害

技術規範：

於發射作業期間，應實施安全措施，包含於必要情形下停止作業。

## 2.14 飛行安全管制之實施

技術規範：

為了確保在發射載具故障致生墜落物等情況下之安全，應監視飛行狀態，並採取得在必要情形時能夠安全地終止飛行之措施。

## 2.15 飛行終止之實施

技術規範：

有下列任一情形時，應終止發射載具的飛行：

1. 發射載具及其碎片的墜落預測區將觸及墜落限制線時。但是，於預定飛行範圍飛行之發射載具，其墜落預測區通過墜落限制線時，其飛行狀態始終受充分監視且飛行正常者，不在此限。
2. 對發射載具之墜落預測區無法監視，而該發射載具及其碎片的墜落預測區有觸及墜落限制線之虞時。
3. 發射載具的終止飛行功能有喪失之可能，且該發射載具及其碎片的墜落預測區有觸及墜落限制線之虞時。
4. 其它經判斷發射載具推進飛行之續行對安全之確保有造成障礙之虞時。

## 2.16 海上漂流物之回收

技術規範：

因發射載具墜落物所發生之海上漂流物，將對船舶航行構成危險者，不論漂浮或沉底，均應盡可能將其回收並妥善處理。

## 2.17 抑制軌道上太空廢棄物之發生

技術規範：（探空火箭不適用）

針對於軌道上衍生太空廢棄物之問題，應採取下列措施：

1. 於發射載具進入軌道階段，應防止意外觸發破壞用火工品之措施。
2. 發射載具推進劑為液態燃料者，為盡可能排出殘留推進劑及殘留氣體，並安裝安全閥避免內壓上升，或有其他安全設計可確保壓力尚未排出時仍能避免破損。

## 2.18 將發射載具入軌段自保護區移出

技術規範：（探空火箭不適用）

1. 在可能之限度內，於通過低軌道保護區之軌道或有接觸低軌道區域之虞之軌道上完成發射之發射載具，應將其移動到軌道壽命較短的軌道上，或藉由控制其位置、姿態、狀態等方式將其返回地球，且避免陸地受損害。
2. 在可能之限度內，應避免發射載具入軌段與地球靜止軌道保護區發生永久或是週期性的接觸。

## 2.19 建立執行發射載具發射計畫之組織架構

技術規範：

為使以上第2.2至2.18點所列事項得以順利實施，應如下述建立適當的組織架構。

－ 安全組織及職責：

應設置確保安全性之專責組織，透過緊密的通訊措施，俾能有效性地發揮功能，並確立對於安全上的任何問題點，均能順暢通報至發射責任者。

－ 實施安全教育訓練：

對參與發射之人員施以安全教育及訓練，並且徹底將確保安全之相關事項予以周知。

－ 對於緊急事態之應對：

應建立於發射作業期間面對事故等緊急情況時，均能確實且立即應對。



## 第三章 發射許可申請、審查程序與基準

### 3.1 申請作業及審查程序

依本法第十一條第一項及本辦法第二條申請發射許可之申請人，應依下列各點規定向受託單位提出發射許可申請，申請作業流程如附件1發射載具發射許可作業流程圖所示，並依「發射載具申請發射許可收費標準」繳納費用。

#### 3.1.1 許可申請文件

申請人應檢附下列文件：

1. 發射載具發射許可申請書(附件2)。
2. 申請人身分文件；其委任代理人辦理者，代理人之委任書及身分或登記證明文件：
  - (1) 身分證明文件或登記證明文件。
  - (2) 代表人或負責人身分資料。
  - (3) 控制權結構及實質受益人。
  - (4) 其他主管機關要求之證明文件。
3. 申請人財務能力證明文件。(如申請人為政府機關或公立學校者，得以設立依據說明文件為財務能力證明文件)
4. 依據本法完成發射載具登錄之證明文件。如申請人同時申請發射載具登錄，免附本款文件。
5. 發射計畫，內容應包含下列事項，並依第二章發射載具技術規範及附件2-1發射載具發射許可申請應提供資訊表，提供相關資訊：
  - (1) 預定發射日期與時間。
  - (2) 發射載具飛行路徑。
  - (3) 確保該飛行路徑及發射設施周邊安全之方法。
  - (4) 發射程序書，包含準備及發射程序之進行、發射載具之控制等。
  - (5) 針對發射載具運行及維護公共安全之必要措施，包含發生太空事故之緊急應變、工作人員安全及公共安全緊急應變、周遭區域疏散、發射終止措施等。
  - (6) 若發射載具返回，提供返回程序書，包含返回路徑、區域、時間與方式等。如發射載具無須返回，免附本目文件。
  - (7) 操作發射載具之人員專長或經歷。
6. 搭載之太空載具及其登錄文件。如無搭載太空載具，免附本款文件。

7. 發射載具及運載之太空載具之責任保險或財務保證文件。

8. 其他主管機關規定之事項。

申請人為國家太空中心或依本法第四條成立之專責法人時，經主管機關同意得免予提出前項第2款及第3款文件。

申請人為外國人，且居住地或主事務所在我國境外時，其委任代理人之委任書應經我國駐外單位認證。

申請人已取得外國之發射許可者，得提出相關資料或文件。受託單位於審查時得一併審酌。

### **3.1.2 審查作業時間**

受託單位應於受理發射許可申請之日起三個月內完成發射許可審查，並由主管機關將審查結果以書面通知申請人，必要時得延長二個月。

申請人檢附之許可申請文件有欠缺或提供資訊不足、發射計畫文件內容與本辦法規定不符或不足以證明申請案符合本辦法第八條第一項要求，或未依本辦法第十九條規定辦理者，受託單位得限期通知其補正；補正期間不計入前項期間。屆期未補正者，不予核發發射許可。

審查期間，受託單位得視需求，邀請申請人進行簡報及進行實地確認。

## **3.2 審查基準**

### **3.2.1 申請人身分**

身分證明應證明申請人具有本辦法第二條之申請人資格。申請人與申請發射許可之發射載具登錄完成證書所載登錄人不相符者，應提供足證申請人為發射載具之所有權人或合法使用人之證明文件。申請人及其代表人有本辦法第四條情形之一者，不予核發發射許可。

申請人委任代理人辦理本辦法相關申請或申報事項，代理人應為我國人。

### **3.2.2 財務能力**

申請人具有相當財力者，係指經會計師簽證或審計機關審定之上一年會計年度或最近一年度財務報告及其所附報表，其內容合於下列規定者：

1. 流動資產不低於流動負債。
2. 總負債不超過淨值的四倍。

申請人為政府機關或公立學校者，得以設立依據說明文件為財務能力證明文件，無須依前項規定審查。

### 3.2.3 發射載具登錄完成證明文件

申請人應提供發射載具登錄完成證書。登錄完成證書有效期限之末日必須晚於申請之預定發射日期。

### 3.2.4 發射計畫

申請人檢附之發射計畫應載明本基準第3.1.1點第1項第5款所示之事項，需具備完整性與可行性，並應遵循本法第六條及第七條之原則，確保發射載具無造成公共安全之虞，發射計畫不得進行非和平目的之活動。

應符合本基準第二章所載之發射載具技術規範，並依下列各款審查事項進行審查。

#### 3.2.4.1 發射設施

審查事項：

1. 我國境內發射：發射載具應於國家發射場域實施發射作業。國家發射場域未設置完成前，探空火箭應於國家科學及技術委員會短期科研探空火箭發射場域實施發射作業。各級火箭適用場域如下表1說明：

表1 適用發射場域

發射場域	探空火箭	入軌火箭
短期科研探空火箭發射場域	V note	
國家發射場域	V	V

Note:發射場域使用申請及作業相關事宜，應依「國家科學及技術委員會短期科研探空火箭發射場域管理及申請使用要點」辦理。

2. 發射場域與發射載具登錄完成證書登載不符者，應辦理登錄變更。

#### 3.2.4.2 安全措施

審查事項：

## 1. 安全管制項目：

為防止災害，對於可能對第三方造成損害（例如，物理特性上具有高能量或對人體有害）之材料，申請人應予以辨識，並將其列為安全管制項目及對其採取相應之安全措施。申請人所採取之安全措施，需將第三方之安全列為確保對象。發射作業關係人之安全確保，須符合職業安全衛生法等勞動法令。

所使用安全管制項目及其相對應之安全措施舉例如下：

### (1) 使用安全管制項目之例示

#### A. 與火藥類管制法規相關

- a. 固態推進劑
- b. 火工品(含固態發射載具發動機)

#### B. 高壓氣體安全法規相關

- a. 被分類為液化氣體之液態推進劑
- b. 裝填於發射載具或太空載具上之惰性氣體
- c. 整備作業中，用於箭體及管路吹洗之惰性氣體

#### C. 消防法、毒物及有害物質管制法規相關

- a. 具易燃性及自反應性之石油類、液態推進劑
- b. 對人體有害之液態推進劑

### (2) 安全對策

遵守相關法律執行必要程序，並制定適當之安全對策。

從安全管制項目之運輸到接收、儲存、對發射載具和太空載具之安裝或充填、使用操作以及廢棄物處理之所有過程，皆應從管理及技術層面採取安全對策。

#### A. 組織架構之整備

- a. 任命安全管制項目作業主管負責安全之作業執行，當整備發生問題時，迅速接受報告掌握狀況，對發射設施內外進行必要聯絡之組織架構。
- b. 此外，包含依法負法定責任者之配置，關於安全管制項目之處理須遵守與所使用之安全管制項目相關的法規。

#### B. 事故應對計畫之整備

- a. 檢討與安全管制項目有關之事故風險，提前規劃各種因應對策，以避免造成第三者損害。
- b. 討論因應對策時應留意繼發性損害之發生。且明定事故發生時需要通報之外部機關及其程序。

- c. 須事前安排事故發生時對發射設施周邊居民之通報與疏散方法。此外，若由參與發射人員負責第三方之疏散及安全確保，須提供必要之教育訓練。

#### C. 設施設備之安全對策

- a. 各安全管制項目之儲存、處理相關設施設備，須遵守相關法律規定，並配合所使用之發射設施規定之安全要求。
- b. 設置複數易爆危險物儲存區時，應採取例如防爆性建築和適當間隔距離等措施，以防止因一次事故引起連環爆炸。最終須將其反映於警戒區域之設定（本基準第3.2.4.7點）中。
- c. 設置避雷針，防止雷擊損害。

### 2. 保安措施：安裝感測器、警示器以及通報系統，以監控安全管制項目：

#### (1) 組織架構之整備

任命安全管制主管且明定其責任與權限，當發生安全疑慮時迅速接受報告掌握狀況，對發射場域內外進行必要聯絡之組織架構。

辨識有關重要設備、裝置及發射載具之重要資訊，並管理少數可進入發射場域取得此類資訊之人員。此外，須藉由配戴徽章等方式，採取得以輕易識別可存取者之機制。

#### (2) 防止第三人進入的措施

對於以下設備，根據安全管制項目種類和發射載具特性（推進劑種類、箭體控制方式、飛行安全方式等），透過門禁管制系統、保全人員巡邏、監視攝影機等方法，對從整備作業期間到發射載具發射結束之各階段中有其必要之時段，採取措施防止上述第(1)項規定以外之人員進入。

- A. 存放火藥類安全管制項目之場所
- B. 發射載具及太空載具之組裝建物
- C. 發射台周圍
- D. 控制發射載具發射、緊急停止、安全措施等之建物
- E. 飛行安全管制大樓
- F. 與飛行終止有關之地面站（近端站及遠端站）\*若以發射載具之箭體判斷飛行安全時，則為管制對象外。

即便於未採取安全管制措施之時段，在開始作業前須確認該時段內不會有其他可疑物品影響作業。

### (3) 資訊安全之建構

對與發射有關之重要資訊，須採取防火牆等機制防止上述(1)規定以外之人存取。

在發射相關作業期間之外，若有未採取資訊安全措施之時段，在開始作業前須確認該時段內未發生資料竄改等情事。

#### 3.2.4.3 制定防災計畫

審查事項：

須製作涵蓋下列防災設備及有害物質處理設備之防災計畫：

1. 警報裝置
2. 防火消防設備
3. 聯胺等有毒燃料廢液處理設備
4. 其他災害防止所需之設備

此外，火災和氣體之偵測、防範警報等資訊收集，隨時監控，並於進行危險工作前事先徹底檢查防火、消防和防護設備。

對於推進劑等（火藥類、高壓氣體及危險物質等），須依本基準第3.2.4.4點之規定確保安全。

#### 3.2.4.4 推進劑之操作相關安全對策

審查事項：

為確保發射設施之推進劑（火藥類、高壓氣體及危險物質等）處理作業之安全，應對推進劑實施本基準第3.2.4.2點審查事項第1項之安全對策，並根據其類型採取以下措施：

1. 推進劑周邊環境之溫度或濕度偏離該推進劑之使用範圍時應終止作業。
2. 操作推進劑時，須避免靜電產生。
3. 須能夠檢測毒性和其他危險推進劑之洩漏並防止洩漏擴散。
4. 須事先確認火工品測試設備之有效性以確保量測資料健全性。

原則上，禁止在火工品接線作業期間使用發射電波或需要大電流之設備。若無法避免使用，須事先評估確認不會發生誤作動。另外，不要攜帶非必要之電子設備或將其電源關閉。

### 3.2.4.5 考量墜落預定區域之飛行路徑設定

#### 3.2.4.5.1 分離物墜落預定區域

審查事項：

對於有計畫性地從發射載具分離並投出之物體，須考量以下因素後設定分離物墜落預定區域。須提出具體考量後各因素之數據及其根據。

1. 飛行路徑之誤差(位置、速度)
2. 因機械性誤差或電氣性延遲而導致分離物墜落時機之偏差
3. 墜落物之氣動力學特性之不確定性
4. 分離物墜落預定區域附近的風場

分離物墜落預定區域盡可能不要設定在陸地及陸地周邊海域。設定時，除不與外國領土和領海重疊外，還應盡可能不與專屬經濟海域（Exclusive Economic Zone, EEZ）重疊。

若無法避免將分離物墜落預定區域設在包括外國領土和領海在內之區域時，須按照該國之規定、安全基準及主管機關或受託單位指示，取得該國同意。此外，若將分離物墜落預定區域設在包括本國內領土和領海之領域時，須避開有居民的陸地，並避免涉及海洋保護區以維護海洋生態環境保育。

針對航空器及船舶等的航行，須同時透過實施本基準第3.2.4.9點之程序來確保安全。

#### 3.2.4.5.2 飛行路徑

審查事項：

無導控設計之探空火箭須以斜角方式發射，發射傾角（火箭與地面夾角）須小於等於88度，透過軌跡拘束導引，確保火箭離架時，具足夠之離架速度，以提供火箭離架初期安全穩定性。

設定飛行路徑時，應使墜落預測點軌跡之分散範圍（通常為 $3\sigma$ ）盡可能遠離人口稠密地區。或者，計算出預估傷亡人數，顯示其等於或小於本基準附件3發射載具預估傷亡人數計算條件及方法所示之國際水準。

以其他方法確保安全時，要分析對確保公共安全之影響並採取必要措施。

以下列出預估傷亡人數（ $E_c$ ）之計算公式以供參考。

$$E_{C-Total} = \sum_i \sum_j E_{Cij}$$

$$E_{Cij} = P_{lij} \left( \frac{N_{pj}}{A_{pj}} \right) (N_{Fi} A_{Ci})$$

$P_{lij}$ ：墜落物體i墜落至區域j之機率

$A_{Ci}$ ：墜落物體i之危險面積

$N_{Fi}$ ：墜落物體i之數量

$N_{pj}$ ：區域j之人口

$A_{pj}$ ：區域j之面積

資料來源：FAA Flight Safety Analysis Handbook ver1.0, September 2011

### 3.2.4.6 設定適當之墜落限制線

審查事項：

以墜落限制線界定要保護免受發射載具墜落所致損害之區域邊界。發射載具發射活動必須在墜落限制線內進行，且不對墜落限制線所保護之區域造成危害。

具體而言，為防止發射設施周邊造成第三者之損害，在陸地上要將墜落限制線設定在發射時警戒區域內（本基準第3.2.4.7.2點）。在發射設施周邊區域外亦應考慮領海，應設定在距海岸線適當距離之位置。申請人應於申請案提供適當距離之資訊供審查。

### 3.2.4.7 設定警戒區域及建立防止第三者進入之管制措施

審查事項：

為確保公共安全，須依本基準第3.2.4.7.1點和第3.2.4.7.2點所示，在整備作業期間及發射時設定警戒區域。設定警戒區域時，須考慮涵蓋發射載具和太空載具在內之所有推進劑及火工品。此外，裝載未記載於本項之推進劑時，須使用適當之換算率另行計算所需距離。又，使用與本項記載不同之換算率等，以與本項不同之方法來設定警戒區域時，須提出根據。

以其他方法採取措施，例如設備之防漏措施（防護牆、障礙物等）時，透過提出該措施之有效性，藉由其效果可考慮縮減警戒區域。

關於設定之警戒區域，對各安全管制項目之各個儲存地點或作業



地點明定警戒開始時期和結束時期，以使有關人員得以掌握，並在警戒期間內限制第三方進入警戒區域。

整備作業期間及發射時之警戒區域開始與結束時期，以下依推進劑種類分別舉例：

1. 整備作業期間之警戒區域開始與結束時期之例示

(已採取措施防止誤爆及連環爆炸時)

種類	開始時期	結束時期
液態推進劑	最終火工品接線(包含用於指令破壞系統者)之前或向箭體開始充填推進劑之前，兩者中較早者	發射時之警戒區域開始時期
固態推進劑	最終火工品接線(含用於指令破壞系統者)之前	

若固態推進劑和液態推進劑共存於同一儲存地點或作業地點時，則以上述較早者為準。

雖然姿態控制系統(噴射推進)和太空載具所有之推進劑也在對象之中，透過「消防法」、「高壓氣體勞工安全規則」等相關法規確認安全者，可縮小或取消整備作業期間之警戒區域。

2. 發射時之警戒區域開始與結束時期例示

(已採取措施防止誤爆及連環爆炸時)

種類	開始時期	結束時期
液態推進劑	點火裝置等(*)因應系統數量即將變為2個或以下數量之前	到確認警戒區域內安全為止
固態推進劑		

\*屬於點火裝置者，參閱「發射載具登錄審查基準」第3.2點。

### 3.2.4.7.1 整備作業期間之警戒區域

1. 陸域警戒區域及海域警戒區域

為了使事故影響最小化(包括二次爆炸在內)，依據安全管制項目，整備作業期間之警戒區域應至少涵蓋以儲存地點或作業地點為中心，取下列第(1)目和第(2)目計算出之安全距離中較大值為半徑畫出之圓

型區域。

採取措施防止第三者進入陸域警戒區域和海域警戒區域。若已經進入或快要進入時則須中斷整備作業，並採取安全措施。

(1) 火藥・推進劑等爆裂物

A. 僅火工品時

$$R = 2 \times 5 \times w_p^{\frac{1}{3}}$$

R：安全距離 (m)

$w_p$ ：推進劑等之質量 (kg)

註1：若使用火藥作為火工品時，上式之  $w_p$  可改乘為0.5 倍。

B. 僅液態推進劑（例如聯胺、四氧化二氮（以下分別稱「 $N_2H_4$ 」  
「NTO」））時

a. 僅NTO時：

採取表2之安全距離。

但，靜態儲存者，依消防法等相關法律規定。

b. 僅 $N_2H_4$ 時：

採取表2之安全距離。

但，靜態儲存者，依消防法等相關法律規定。

c.  $N_2H_4$ 及NTO共存時：

$N_2H_4$ 及NTO共存時，將表2中兩種推進劑總質量以TNT炸藥換算率 $T_e = 0.1$ 換算後，該質量所對應之安全距離與表2中僅聯胺類的安全距離中以較大者為準。

C. 固態推進劑及液態推進劑（例如 $N_2H_4$ 、NTO）共存時

a. 極低溫檢修及發射預演以外之作業或儲存時：

採用表2中，固態推進劑以 $T_e = 0.05$ ；液態推進劑（例如 $N_2H_4$ 或NTO）以 $T_e = 0.1$ 換算之總質量所對應之安全距離。

表2中求得之安全距離為高危險操作之安全距離，在低危險操作，如儲存，其安全距離可設為60%。

b. 極低溫檢修及發射預演時：

採取比照本基準第3.2.4.7.2點第1項第1款陸域警戒區域第

(1)至(3)目之安全距離。

(2)產生有害氣體之危險物質

採取比照本基準第3.2.4.7.2點第1項第1款陸域警戒區域第(4)目之安全距離。

2. 空域警戒區域：無。

表2 整備作業期間中之安全距離

推進劑等之質量		NTO (註1)		N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (註2)		N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 及NTO共存;或以及此類物品與固態推進劑共存時(註3)	
kg	(lbs)	m	(ft)	m	(ft)	m	(ft)
0.1	(0.2)	15.2	(50)	243.8	(800)	71.9	(236)
0.2	(0.5)	15.2	(50)	243.8	(800)	72.1	(236)
0.3	(0.7)	15.2	(50)	243.8	(800)	80.2	(263)
0.5	(1)	15.2	(50)	243.8	(800)	88.8	(291)
4.5	(10)	15.2	(50)	243.8	(800)	144.4	(474)
9.1	(20)	15.2	(50)	243.8	(800)	161.1	(529)
13.6	(30)	15.2	(50)	243.8	(800)	170.9	(561)
22.7	(50)	15.2	(50)	243.8	(800)	183.2	(601)
45.4	(100)	15.2	(50)	243.8	(800)	200.4	(658)
65.4	(144)	15.2	(50)	243.8	(800)	243.8	(800)
90.7	(200)	15.2	(50)	243.8	(800)	282.6	(927)
136.1	(300)	15.2	(50)	243.8	(800)	330.6	(1085)
181.4	(400)	15.2	(50)	243.8	(800)	364.7	(1197)
204.1	(450)	15.2	(50)	243.8	(800)	378.7	(1243)
226.8	(500)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
453.6	(1,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
2,268	(5,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
4,536	(10,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
6,804	(15,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
9,072	(20,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
10,567	(23,297)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
11,340	(25,000)	15.2	(50)	249.6	(819)	381.0	(1250)
13,608	(30,000)	15.2	(50)	265.2	(870)	381.0	(1250)
16,785	(37,004)	15.2	(50)	284.5	(933)	406.3	(1333)
20,412	(45,000)	15.2	(50)	303.6	(996)	433.7	(1423)
22,680	(50,000)	15.2	(50)	314.5	(1,032)	449.2	(1474)
31,751	(70,000)	15.2	(50)	351.8	(1,154)	502.5	(1649)
45,359	(100,000)	15.2	(50)	396.2	(1,300)	566.0	(1857)
68,039	(150,000)	15.2	(50)	453.6	(1,488)	715.2	(2346)
90,718	(200,000)	15.2	(50)	499.2	(1,637)	844.4	(2770)
113,398	(250,000)	15.2	(50)	537.8	(1,764)	960.4	(3151)

推進劑等之質量		NTO (註1)		N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (註2)		N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 及NTO共存;或以及此類物品與固態推進劑共存時(註3)	
120,201	(265,000)	15.2	(50)	548.3	(1,798)	979.1	(3212)
136,077	(300,000)	15.2	(50)	548.6	(1,800)	1020.5	(3347)
226,795	(500,000)	15.2	(50)	548.6	(1,800)	1209.9	(3969)

(註) 依AFMAN91-201(29 November 2018)或NASA-STD-8719.12A, Safety Standard for Explosive, Propellants, and Pyrotechnics.

(註1) NTO/MON (一氧化氮添加型四氧化二氮) 之安全距離15.2m (恆定)

(註2) N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>之安全距離 (儲槽破壞壓力 > 690 kPa)

最小安全距離為243.8 m。

$11.11 \times \text{推進劑量}^{(1/3)} \text{ m}$

若超過120,201kg, 則為548.6m

(註3) N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>與NTO共存, 以及其與固態推進劑共存時

最小安全距離為71.9m。

$\text{TNT換算質量} < 45.4 \text{ kg} \Rightarrow 107.87 + [24.14 \times \ln(\text{TNT換算質量})] \text{ m}$

$45.4 \text{ kg} \leq \text{TNT換算質量} \leq 204.1 \text{ kg} \Rightarrow -251.87 + [118.56 \times \ln(\text{TNT換算質量})] \text{ m}$

$204.1 \text{ kg} < \text{TNT換算質量} \leq 13,608 \text{ kg} \Rightarrow 381.0 \text{ m}$

$13,608 \text{ kg} < \text{TNT換算質量} \leq 45,359 \text{ kg} \Rightarrow 15.87 \times \text{TNT換算質量}^{(1/3)} \text{ m}$

$45,359 \text{ kg} < \text{TNT換算質量} \leq 113,398 \text{ kg} \Rightarrow 1.164 \times \text{TNT換算質量}^{0.577} \text{ m}$

$113,398 \text{ kg} < \text{TNT換算質量} \Rightarrow 19.84 \times \text{TNT換算質量}^{(1/3)} \text{ m}$

有N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>時, 最小安全距離為243.8m。

### 3.2.4.7.2 發射時之警戒區域

警戒區域應採取下列措施：

#### 1. 陸域警戒區域

陸域警戒區域應至少涵蓋以發射裝置為中心，對爆炸波、飛散物及火球產生之輻射熱及有害氣體，分別根據以下第(1)至(3)目計算出安全距離，取其最大值為半徑畫出之圓型區域。關於第(4)目，應設定在以有害氣體擴散發生點為中心之圓型區域內。例如裝載聯胺之衛星墜落時，在以其墜落點為中心之圓型區域內。

發射前須確保陸域警戒區域無第三者進入，若已經進入或快要進入時則停止發射。

須留意發射載具墜落在警戒區域內之易爆危險物上，發生二次爆炸時的影響。

#### (1) 對爆炸波之安全距離

對爆炸波之安全距離R由以下公式1數據計算。根據發射載具的種類，將該當推進劑等之質量換算成TNT當量，並加總TNT當量計算。

公式1：

$$R = \left( \frac{74}{\Delta P^{1.41}} \right) \times [\Sigma(T_e \times w_p)]^{\frac{1}{3}}$$

$R$ ：爆炸波安全距離(m)

$\Delta P$ ：基準爆炸波壓 (kPa)

$w_p$ ：推進劑等質量 (kg)

$T_e$ ：TNT 換算率

註1：TNT 換算率  $T_e$

固態推進劑： $T_e = 0.05$

火工品： $T_e = 1$

Hydrazine/NTO:  $T_e = 0.1$

LOX (液態氧) / LH<sub>2</sub> (液態氫)： $T_e = \frac{6.7}{w_p^{\frac{1}{3}}}$

Alcohol or kerosene/LOX:  $T_e = 0.2$

(對發射載具各段、輔助助推器、太空載具等分別計算TNT轉換率)

註2：基準爆炸波

註2.1：脈衝 $I (P_a \cdot s)$ 適用以下內容：

$$\Delta P = 1.379 \quad (I \leq 140)$$

$$\Delta P = 1.379 \times \left( \frac{140}{I} \right)^{0.24} \quad (140 < I \leq 400)$$

$$\Delta P = 1.073 \quad (I \geq 400)$$

註2.2：脈衝 $I (P_a \cdot s)$ 可以由下列二個公式計算：

$$I = [\Sigma(T_{ei} \times w_p)]^{\frac{1}{3}} \times 367 \times Z^{\{-1.08 + 0.0072 \times \ln(Z)\}}$$

$$Z = \frac{R}{[\Sigma(T_{ei} \times w_p)]^{\frac{1}{3}}}$$

註3： $T_{ei}$ ：脈衝計算用TNT換算率

固態推進劑： $T_{ei} = 0.05$  \*與爆炸波安全距離計算用相同

火工品： $T_{ei} = 1$  \*與爆炸波安全距離計算用相同

$N_2H_4/NTTO$ ： $T_{ei} = 0.1$  \*與爆炸波安全距離計算用相同

$LOX/LH_2$ ： $T_{ei} = \frac{7.8}{w_p^{\frac{1}{3}}}$

Alcohol or kerosene/ $LOX$ ： $T_{ei} = 0.2$

\*與爆炸波安全距離計算用相同

(對發射載具各段、輔助助推器、太空載具等分別計算TNT轉換率)

\*參數 $R$ 及 $w_p$ 與爆炸安全距離計算相同。

## (2) 對飛散物之安全距離

對飛散物之安全距離 $D$ 依下列公式計算，參數皆為共通：

$D$ ：飛散物安全距離 (m)

$w_p$ ：推進劑等之質量等 (kg) 註：各種、各段之總量

A. 固態推進劑及火工品單獨、或與液態推進劑共存時

$$D = 117 \times W_p^{0.21}$$

B. 液態推進劑 ( $LOX/LH_2$ 、 $N_2H_4/NTTO$ 、及alcohol/ $LOX$ 、kerosene/ $LOX$ ) 時

$$D = 59 \times W_p^{0.21}$$

## (3) 對火球輻射熱之安全距離

對火球輻射熱之安全距離 $F(m)$ 之計算如下：

A. 固態推進劑及火工品時

依照a及b所示之條件分別計算 $F$ 值，並取其中值較大者為安全距離。

a. 從以下算公式2~4得出之F值

b.  $I_S = 12,560$ 、從公式2得出之 F值

(i) 公式2

$$I_S = 2.69 \times 10^7 \times \frac{[\sum(T_e \times w_p)]^{0.65}}{F^2}$$

(ii) 公式3

$$t_S = 0.258 \times [\sum(T_e \times w_p)]^{0.349}$$

(iii) 公式4

$$t_S \times I_S^{1.15} = 550,000$$

$I_S$  : 火球輻射強度(固態) (W/m<sup>2</sup>)

$t_S$  : 火球持續時間 (s)

$w_p$  : 推進劑等之質量 (kg)

$T_e$  : TNT 換算率

固態推進劑 :  $T_e = 0.05$

火工品 :  $T_e = 1$

\*註：公式4是Eisenberg之對人類放射照度基準

B. 液態推進劑 (LOX/LH2、N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/NTO、及 alcohol/LOX、kerosene / LOX) 時

依照a及b所示之條件分別計算F值，並取其中值較大者為安全距離：

a. 從以下公式5~7得出之F值

b.  $I_L = 12,560$ 、從公式5得出之 F值

(i) 公式5

$$I_L = 8.58 \times 10^6 \times \frac{w_p^{\frac{2}{3}}}{F^2}$$

\*無其他推進劑(包含固態推進劑)，僅LOX/LH<sub>2</sub>時  
可採上式之 0.85 倍

(ii) 公式6

$$t_L = 1.82 \times W_p^{\frac{1}{6}}$$

(iii) 公式7

$$t_L \times I_L^{1.15} = 550,000$$

註：

$I_L$ ：火球輻射強度(液態) ( $W/m^2$ )

$t_L$ ：火球持續時間(s)

$W_p$ ：推進劑質量(kg) \*各種、各段之總量

#### C. 固態推進劑及液態推進劑共存時

a.  $t_L \geq t_S$ 時

依照(i)及(ii)所示之條件分別套用公式2、公式3、公式5、公式6，分別計算F值，並取其中值較大者為安全距離。

$$(i) \quad t_S \times (I_L + I_S)^{1.15} + (t_L - t_S) \times I_L^{1.15} = 550,000$$

$$(ii) \quad I_L + I_S = 12,560$$

b.  $t_L < t_S$ 時

依照(i)及(ii)所示之條件分別套用公式2、公式3、公式5、公式6，分別計算F值，並取其中值較大者為安全距離。

$$(i) \quad t_L \times (I_S + I_L)^{1.15} + (t_S - t_L) \times I_S^{1.15} = 550,000$$

$$(ii) \quad I_S + I_L = 12,560$$

#### (4) 對有害氣體擴散之安全距離

根據擴散之有害氣體種類、風速等決定適當之安全距離。此時若提出相關根據可考慮降低由於燃燒或熱分解引起之擴散氣體容量。有害物質之容許濃度應等同於各對象物質之美國國際標準。



參考：FAA 14CFR Part417 Launch Safety Appendix A, 23 March 2018

<<https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-III/subchapter-C/part-417#Appendix-A-to-Part-417>>

有害物質之容許濃度等模擬，可參考美國國家環境保護局（EPA）之工具「Degadis」及「ALOHA」。

Degadis：

<<https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-alternative-models>>

ALOHA：

<<https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>>

## 2. 海域警戒區域

- (1) 海域警戒區域之設定，至少應涵蓋碎片墜落船舶機率 $1 \times 10^{-5}$ 以上之海域。但分離物墜落預定區域藉實施本基準第3.2.4.9點之手續，可自海域警戒區域排除。
- (2) 發射前須確保海域警戒區域無第三者進入，若已經進入或快要進入時則停止發射。

## 3. 空域警戒區域

- (1) 空域警戒區域之設定應至少包含以下區域之空域：
  - A. 陸域警戒區域
  - B. 海域警戒區域
- (2) 發射前須確保空域警戒區域無第三者進入，若已經進入或快要進入時則停止發射。

### 3.2.4.8 天然災害警報發布時之對策

審查事項：

對惡劣天氣、雷擊、地震等天然災害之對策及其實施條件之規定如下：

1. 若因中央氣象局之警報或個別觀測數據，預測發射設施周邊將遇惡劣天氣、雷擊、地震、海嘯等天然災害時，須對發射載具及發射設施採取安全措施，並在必要時終止作業。
2. 於發射設施及發射載具上的設備之間有發生電位差之虞時，須實施適當之接地、防雷設計。

### 3.2.4.9 對航空器及船舶等之事前通報

審查事項：

為確保航空器、船舶及周邊居民之安全，對下列區域及需要警戒之時段，須協助主管機關或受託單位辦理相關機關之發射載具發射通報作業。

對需要警戒之時段，須充分考量從發射前到危害可能性排除為止之時間（發射前警告區域之監控、發射預定期間、分離物墜落時間、分離物墜落後之海上漂流時間等）。

#### 1. 空域(航空器)

執行通知相關手續，例如NOTAM（Notice to Airmen）。具體手續須遵循主管機關或受託單位及該航線主管單位之指示。

另，此通知涉及下列資訊：

- (1) 分離物墜落預定區域（本基準第3.2.4.5.1點）
- (2) 空域警戒區域

#### 2. 海域(船舶)

執行通知相關手續，例如水路通報。具體手續須遵循主管機關或受託單位及該航線主管單位之指示。

另，此通知涉及下列資訊：

- (1) 分離物墜落預定區域（本基準第3.2.4.5.1點）、種類及大小
- (2) 海域警戒區域

#### 3. 陸域(發射設施之周邊關係人)

對發射設施周邊之一般民眾之公告及對周圍海域漁民之安全措施，為實施相關手續，須遵循主管機關或受託單位及對發射設施具有管轄權之地方政府指示。

此公告涉及下列資訊：

- (1) 陸域警戒區域
- (2) 海域警戒區域
- (3) 空域警戒區域

#### 4. 主管機關及發射場域管理單位

發射日期時間等詳細資訊以及發生延期時須聯絡受託單位及發射場域管理單位。

### 3.2.4.10 設定適當的發射日期和時間

審查事項：（探空火箭不適用）

發射載具發射日期和時間，須避免干擾載人太空載具等。應避免干擾載人太空載具等之期間，係指自發射載具發射至發射載具達到以下任一狀態止。

1. 進入軌道時不會干擾載人太空載具之軌道。
2. 與載人太空載具相干擾之軌道中，下列情形較晚者：
  - (1) 完成姿態或軌道變更程序（軌道操作、發動機燃燒等）（若該程序已在確認有對載人太空載具等干擾後實施，則藉由提出解釋該計畫之方式，可自發射日期和時間設定項目排除。）
  - (2) 發射載具發射後經過60小時。

前項所稱不干擾載人太空載具，係指下列情形：

1. 不接近該載人太空載具行進方向上相對距離為200公里且正交方向上相對距離為50公里之旋轉橢圓體空間；且
2. 與該載人太空載具碰撞機率小於 $1 \times 10^{-6}$ 。

應對發射載具及所有抵達高度超過150公里之分離物進行有無干擾之確認。但若在太空載具分離後、上述確認對象期間內進行軌道操作時，以到軌道操作開始為止為對象。確認干擾時，應考量正常範圍內投入軌道之不確定性。

因載人太空載具亦會執行軌道變更操作，故此干擾確認有必要在與發射載具發射十分接近之時間點實施。因此，在申請階段須制定干擾確認之計畫，在最終判斷是否可發射之階段進行確認。確認結果認為會發生干擾時，須提出取消發射或更改日期時間之計畫。

在以下網站註冊後可取得載人太空載具等的軌道資訊：

1. 聯合太空作戰中心 (CSpOC) 資訊

[<https://www.space-track.org/auth/login>](https://www.space-track.org/auth/login)

因載人太空載具將定期或不定期進行軌道修正，故應致力於獲取相關資訊並儘可能使用最新資訊。關於國際太空站（ISS），未來幾日之軌道預測會發佈於以下網站，可作為軌道變更時期和程度之參考。

2. 國際太空站（ISS）之資訊（NASA/Human Space Flight）

[<https://www.nasa.gov/international-space-station/>](https://www.nasa.gov/international-space-station/)

### 3.2.4.11 考量搭載太空載具之飛行能力

審查事項：（探空火箭不適用）

須提出記載發射載具系統配置、推進劑組合、飛行事件順序、標稱及分散飛行路徑、太空載具投入軌道、飛行安全管理等的飛行計畫。對於正常及分散飛行路徑，應同時提示其計算條件和使用數據。

構成確保發射載具飛行路徑及發射設施周邊安全之機能之重要系統等，以下列事項為對象：

1. 飛行終止系統
2. 判斷執行飛行終止所必要之系統

關於搭載太空載具對重要系統等之影響，須考量下列內容，提出發射載具或該太空載具具有耐受力之評估結果：

1. 強度不足導致太空載具損壞
2. EMI（Electro Magnetic Interference：電磁干擾）
3. 太陽能板等展開物之誤展開
4. 太空載具推進劑之洩漏
5. 太空載具電池、熱導管等異常而導致解體

### 3.2.4.12 根據氣象情況確認飛行可行性

審查事項：

須在申請階段提出釐清確認方法和判斷基準，並在最終判斷可否發射時加以確認，亦應顯示於預估將發生問題時，取消發射或更改日期時間之計畫。

以下舉例之氣象條件，可能對防止第三方受到發射相關損害造成影響。設定為判斷可否發射之基準。但，若依據發射載具和發射設施之特性、飛行終止方式而無須考慮下列事項者，不在此限。

1. 地面風速限制
  - (1) 升空過程中發射載具與發射台設備間的干擾
  - (2) 追蹤天線之正常操作
2. 降雨、濕度、溫度限制
  - (1) 確保發射載具正常飛行能力
  - (2) 確保適當之發射載具追蹤訊息
3. 計畫飛行路徑周邊有無雷雨雲及凍結層
4. 發射設施（發射裝置及追蹤站等相關設備）周圍發生地震、海嘯等
5. 因閃電、直射光線、霧氣等原因造成正常飛行安全管理之阻礙

6. 當天風況（特別是高層風）對飛行計畫及飛行安全控制之適用性

(1) 與設定分離墜落預定區域（本基準第3.2.4.5.1點）及海域及空域警戒區域（本基準第3.2.4.7.2點）、飛行路徑（本基準第3.2.4.5.2點）時的條件是否有偏差

(2) 正常飛行中的發射載具是否抵觸飛行終止基準

註：確認時，須考慮從觀測到發射\的時間差之不確定性。

**3.2.4.13 防止警戒區域解除前發生對第三方之損害**

審查事項：

規劃停止作業等措施及其條件，以防止對第三方造成損害。

在制定計畫時，整理應終止作業及延期發射之事由，並應顯示於判斷將發生問題時，以取消發射或更改日期時間來防止第三方損害發生之計畫。以下顯示應終止發射作業並應採取安全措施之主要示例。

1. 由於發射載具或地面系統故障、人為失誤、外來電磁波可能干擾飛行終止設備或降低用於飛行安全管制之追蹤功能準確度，進而影響正常飛行安全管制時
2. 當第三者、船舶或飛行器進入警戒區域時
3. 當確認安全相關設備或作業發生問題，研判繼續作業或發射會造成第三者之危險時
4. 發現安全問題（包含資訊安全）並研判繼續作業或發射將對第三者造成危險時
5. 對相關機構之通知、公告（本基準第3.2.4.9點）或法令上之手續有問題時
6. 預測將會干擾載人太空載具等時（本基準第3.2.4.10點）
7. 根據天氣情況飛行路徑之可行性有問題時（本基準第3.2.4.12點）
8. 因其他問題而無法維持正常發射系統時

作業終止、發射延後、發射終了或飛行終止後解除警戒區域時，須準備考量安全之時間表與程序書，並提出據此實施之計畫。

尤其在發射倒數程序中被判斷不可發射而終止該程序時，須執行適當的安全措施，例如關閉安裝在發射載具上之火工品，減壓以及排放液態燃料。

#### 3.2.4.14 飛行安全管制之實施

審查事項：

於飛行安全管制期間，應持續取得可供判斷本基準第3.2.4.15點所示飛行終止實施條件之所需資訊。但可認定無實施飛行終止必要之時段，不在此限。

所需資訊如下：

1. 發射載具的位置、速度資訊
2. 發射載具箭體之健全性資訊（推進系統及導航系統）
3. 飛行終止系統之健全性資訊（發射載具及地面系統）

飛行終止方法是以接收地面訊號方式進行者，須確保訊號連結，使飛行終止可被確實執行。

為確保重要系統等可確實運作，須證明安裝於箭體上之射頻鏈結在需要終止飛行的期間可確實運作。（總衝小於100,000N-s之探空火箭不適用）

取得所需資訊之方法，除了從發射載具直接發送訊號，亦可經由其他太空載具、飛行器或氣球等設施。須提供資訊之傳遞路線，例如經過之太空載具、飛行器和氣球。

應充分考慮因數據遺失（包括故障等情形）而導致無法進行飛行安全管制的因素後採取對策。

為確認與飛行安全相關之發射載具設備、火工品及地面設備在發射前處於良好狀態，須提出機器設備維護點檢計畫，內容包括從地面設備到發射載具設備之端至端測試。

#### 3.2.4.15 飛行終止之實施

審查事項：

因發射載具異常飛行而有對公共安全及財產造成損害之虞者，必須終止發射載具之飛行。

遵循本點所示之飛行終止實施條件，並設定與發射載具及發射設施之飛行終止機能相對應之飛行終止實施條件。設定之飛行終止實施條件須具體明確足供判斷應否實施。於載具飛行時，須遵循該條件進行飛行安全管制，且須根據飛行終止的方法考慮以下事項：

1. 飛行終止方法是以接收地面訊號方式進行者：

從箭體或地面系統之數據量測到飛行終止之延遲時間，以及這段時

間內箭體之飛行範圍。

2. 飛行終止方法是由箭體端判斷進行者：

從箭體之數據量測到飛行終止之延遲時間，以及這段時間內箭體之飛行範圍。

在地面應進行飛行終止規劃者，發射載具在其計畫飛行區域範圍內之墜落預測區（圖1）以不得干擾發射設施周邊之墜落限制線以及飛行方向的地區（圖2）為原則。在正常的飛行軌跡及無可避免的情況下，墜落預測區可通過墜落限制線。但是，在制定飛行計畫時應確保發射載具通過墜落限制線時不會發生影響發射載具繼續飛行功能的嚴重事件（例如停止燃燒、分離等），且在實際飛行安全管制下，應在墜落預測區通過墜落限制線前，確認發射載具滿足允許通過墜落限制線之條件，不滿足者，應終止飛行（圖3）。

設定發射載具墜落預測區時須考量以下幾點：

1. 箭體當前位置、速度之測量誤差（若飛行終止方法是以接收地面訊號方式進行，則為追蹤誤差）。
2. 墜落物碰撞（將墜落物空氣力學特性之變動及墜落期間之風向差異、解體時儲槽內壓釋放所施加之速度等變動因素納入墜落預測區展開之考量）。
3. 飛行中爆炸時的爆炸波。
4. 推進劑墜落觸地而有爆炸（二次爆炸）之虞時，由二次爆炸引起的爆炸波和二次飛散。
5. 一定以上濃度之有害氣體擴散範圍。

設定發射載具墜落預測區時應考慮之損壞極限如下。不採用該等閾值者，須提出得以證明具有同等安全性或新設定之極限為妥適之證據：

1. 碎片碰撞（包括二次碰撞）：墜落能量 $15\text{J (kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2)$ 以上之碎片之墜落範圍及彈道係數 $15\text{kg} / \text{m}^2$ 以上之碎片之墜落範圍\*。但，即使飛行終止成功仍要評估彈道係數未滿 $15\text{kg} / \text{m}^2$ 且墜落能量 $15\text{J}$ 以上

碎片之風險時，對墜落預測區之設定可略過墜落能量15J以上碎片之墜落範圍不計。

2. 爆炸波壓：最高超壓力6.9 kPa (1.0 psi) 以上
3. 火球輻射熱：參閱本基準第3.2.4.7.2點第1款第(3)目。
4. 有毒氣體濃度：應等同於各對象物質之國際標準或各國航太機構設定之基準。

對有害氣體之考量，參閱本基準第3.2.4.7.2點第1款第(4)目。

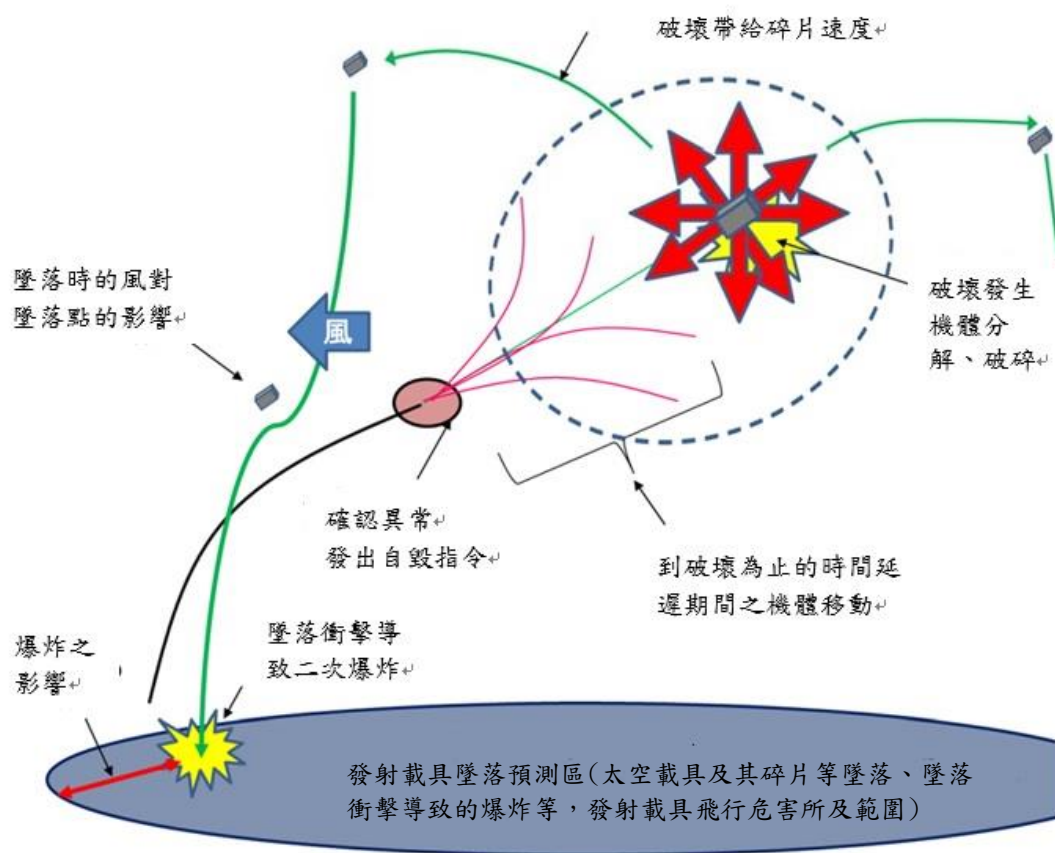


圖1 發射載具墜落預測區之概念



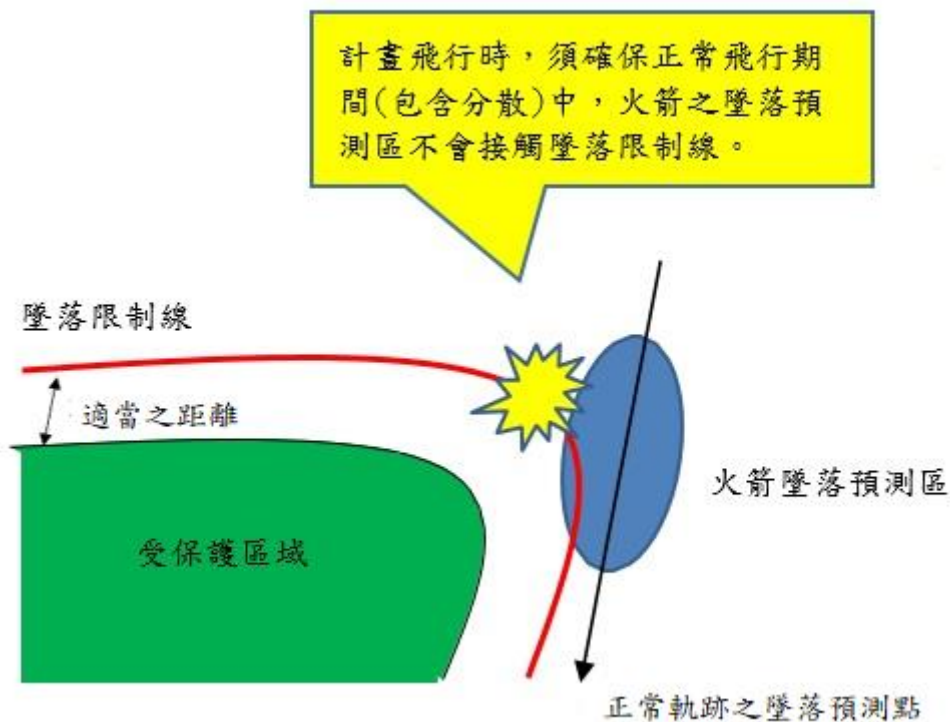


圖2 墜落預測區和墜落限制線（原則上禁止飛行路徑之範例）

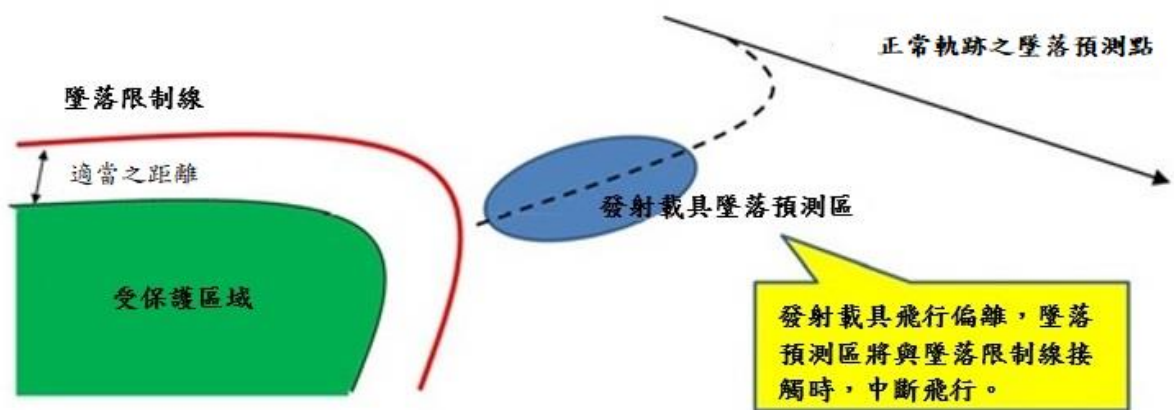


圖3 墜落預測區和墜落限制線（應終止飛行之範例）

參考資料: Guideline on Permission Related to Launching of Spacecraft, etc. Cabinet Office, National Space Policy Secretariat, Japan, March 2018.

### 3.2.4.16 海上漂流物之回收

審查事項：

提示發射載具墜落物導致的海上漂流物之大小、材質、數量及範圍，並評估對船舶安全航行之影響。對有造成重大影響之虞者，不論漂浮或沉底，均應盡可能將其回收並妥善處理。

發射載具墜落物若會下沉而非漂流，須提出其沉沒所需之時間及其會沉沒之根據。

#### **3.2.4.17 抑制軌道上太空廢棄物之發生**

審查事項：（探空火箭不適用）

##### **1. 對發射載具入軌段指令破壞用火工品之措施**

計畫應規定當執行指令破壞之可能性消失時，指令破壞接收器應立即關閉以防止誤作動。若飛行終止方法是由箭體端判斷進行，也應將防止誤作動之必要措施納入計畫。此外，確保關閉接收器時也不會發出破壞火工品動作之訊號。

##### **2. 排放殘留液態推進劑、殘留氣體等措施**

計畫應規定將入軌段之殘留液態推進劑及殘留高壓流體消耗或排放，直到殘量不至引起解體為止。或證明無殘留流體導致解體的可能性。具體如下：

- (1) 雙基推進劑之儲槽和管道系統，特別是在自燃性推進劑組合的情況下，應採用不會因部分零件等缺陷而導致推進劑混合及燃燒之設計。
- (2) 操作結束後，軌道變更操作完成時，將殘留在儲槽和管道中的推進劑排出。雙基推進系統若無法同時排出兩種推進劑，則優先排出具有高自反應性之推進劑。
- (3) 若無法進行排出處理，應考量無因受熱而造成解體之危險性，或加裝限制內壓上升的裝置（安全閥），以確保其安全性。
- (4) 排出系統之設計應確保不會因凍結而阻礙排出。

##### **3. 與其他衛星之碰撞防止**

顯示所搭載之太空載具被釋放的方向，同時顯示入軌段和該太空載具在釋放之後不會相互碰撞。

#### **3.2.4.18 將發射載具入軌段自保護區移出**

審查事項：（探空火箭不適用）

分析入軌段是否會干擾低軌道保護區及地球靜止軌道保護區。若將干擾低軌道保護區，計畫須包含以下方案之實施：

1. 使其移動到軌道壽命25年以內之軌道或規劃重返。
2. 不實施導控重返時，計算出通過大氣層後的殘留物的傷亡人數預測，顯示其等於或小於本基準附件3發射載具預估傷亡人數預測計算條件

及方法所示之國際水準。若傷亡人數預測超過標準，應盡可能實施導控重返。

3. 使其導控重返時，至少須執行以下操作：

- (1) 設定預期著陸區域（環繞入軌段及碎片墜落範圍之區域）。
- (2) 設定可實施重返之具體條件（包含與載人太空載具等碰撞之迴避）。
- (3) 評估導控重返時之傷亡人數預測。
- (4) 識別相關機構（預期著陸區所牽涉之國家、該空域/海域航線之主管機關等）之聯繫方式。
- (5) 制定導控重返異常時之應對計畫（重設預期著陸區、重設重返實施條件、重新評估傷亡人數預測等）。
- (6) 製作導控重返相關記錄並加以保存，直到確認未對其他太空載具管理造成影響及未造成地面損害為止。

若將干擾地球靜止軌道保護區，計畫須包含以下方案之實施：

透過軌道變更，避免與地球靜止軌道保護區永久或週期性接觸。

#### **3.2.4.19 建立執行發射載具技術規範及發射計畫之組織架構**

審查事項：

為確實執行第二章中列出的發射載具技術規範及第3.1.1點第1項第5款發射計畫，應整備下列組織架構：

1. 安全組織及職責：

以安全組織架構圖闡明各業務負責人及其職責所在。以下為應載內容之範例：

- (1) 發射操作者必須編制負責安全確保之組織，並在負責發射安全主管監督下確保地面安全和飛行安全。
- (2) 為確保地面安全，任命人員統籌確保發射設施周邊之安全及管制、以及相關設施設備之維護運用相關業務。
- (3) 實施飛行安全之主管負責統籌飛行安全相關業務及其所需設施設備之運用與安全相關業務。
- (4) 使用組織架構表標示管理職及員工之角色及責任。
- (5) 提出各承辦人員皆為發射載具發射合格人員（有能力執行該發射之人員）之佐證及其訓練計畫。

## 2. 安全教育訓練之實施：

發射載具發射之前，須進行模擬事故發生之安全教育訓練，並將與安全確保有關之事項徹底公告周知。

## 3. 緊急事態之應對：

為迅速應對發射作業期間中的緊急情況，須建立消防小組、現場事故措施總部等組織架構。並根據事故情況制定必要的措施（包括和航空器與船舶聯絡之方式）。

### 3.2.5 太空載具之利用目的及方法，並應完成登錄

（無搭載太空載具者不適用）

搭載之太空載具，其利用目的及方法應遵循本法第六條及第七條之原則，尊重國際公約及其相關規範，確保國內、國際及太空之環境安全，且不得用於任何非和平之目的。

搭載之太空載具應完成登錄，並提供有效之登錄完成證書，其證書有效期限之末日應晚於申請之預定發射日期。太空載具需符合登錄完成證書核發之內容，不符者，應辦理太空載具登錄變更。

### 3.2.6 發射載具及運載之太空載具責任保險或財務保證

申請人應於發射日前，完成購置適當之責任保險或提供財務保證。

申請人應於申請發射許可時，提送保險公司之保單建議書（包含保險內容及契約條款），若為財務保證則應提送銀行保證書草案供審查。

第1項保險或財務保證期間應包含準備作業期間、實施發射期間及場地復原期間，其保險或財務保證內容應涵蓋於事故發生時可能造成第三人之人身及財物之損害。對於參與發射任務人員亦須投保傷害險。

第1項責任保險契約簽署後或銀行保證書簽發後，申請人應於發射日前十四日，將責任保險契約副本或銀行保證書送達受託單位核定。未於前述時間完成相關責任保險或提供財務保證，或保險或保證內容未經核定通過，其發射許可將予廢止。

### 3.2.7 太空事故或違反本法相關法令

申請人自申請日前一年內，須未曾發生太空事故或違反本法相關法令，如曾發生者，應就其實際改善情形，提供改善說明文件。

如於申請日前一年以上，曾發生太空事故或違反本法或相關法令

者，受託單位得要求提供相關改善說明文件。

### **3.3 發射許可核發**

申請人申請發射許可，經審查通過，由受託單位報請主管機關核可及核發發射許可。許可有效期間由主管機關核定，最長不得超過五年。

發射許可不得轉讓、主管機關得考量公共安全或公共利益，於核發時或核發後，附加條款。申請人若未遵守附加條款，將構成廢止許可之原因。

申請人僅得於發射許可之發射日期與時間內，實施發射。申請人未能於預定發射時間實施發射者，應於事前向主管機關及受託單位報備。但因突發事由取消發射者，應於事由發生後一日內，向主管機關及受託單位報備。

## **第四章 許可之變更、展延、撤銷**

### **4.1 許可內容變更**

申請人應依發射許可事項進行發射。發射許可原申請事項有變更者，申請人應填具附件4發射載具發射許可變更申請書，並檢附相關文件，向受託單位申請變更。於許可完成變更後，方得實施發射。但變更事項為維護發射安全所必要且事前申請變更有困難者，應於發射後一日內向受託單位補辦變更申請。

申請變更內容經主管機關認定違反法令、有影響發射活動安全性或發射許可申請人營運能力者，得不予許可變更。

### **4.2 許可效期展延**

許可效期屆滿三個月前，申請人得填具附件5發射載具發射許可效期展延申請書，並檢附相關文件，向受託單位申請許可效期展延，主管機關得視情況核准展延期間。

許可效期屆滿，未依前項規定申請展延或未經主管機關准予展延者，應重新申請發射許可。

### **4.3 許可撤銷**

發射許可有本辦法第十五條第一項各款情形之一，主管機關得撤銷之。

#### **4.4 許可廢止**

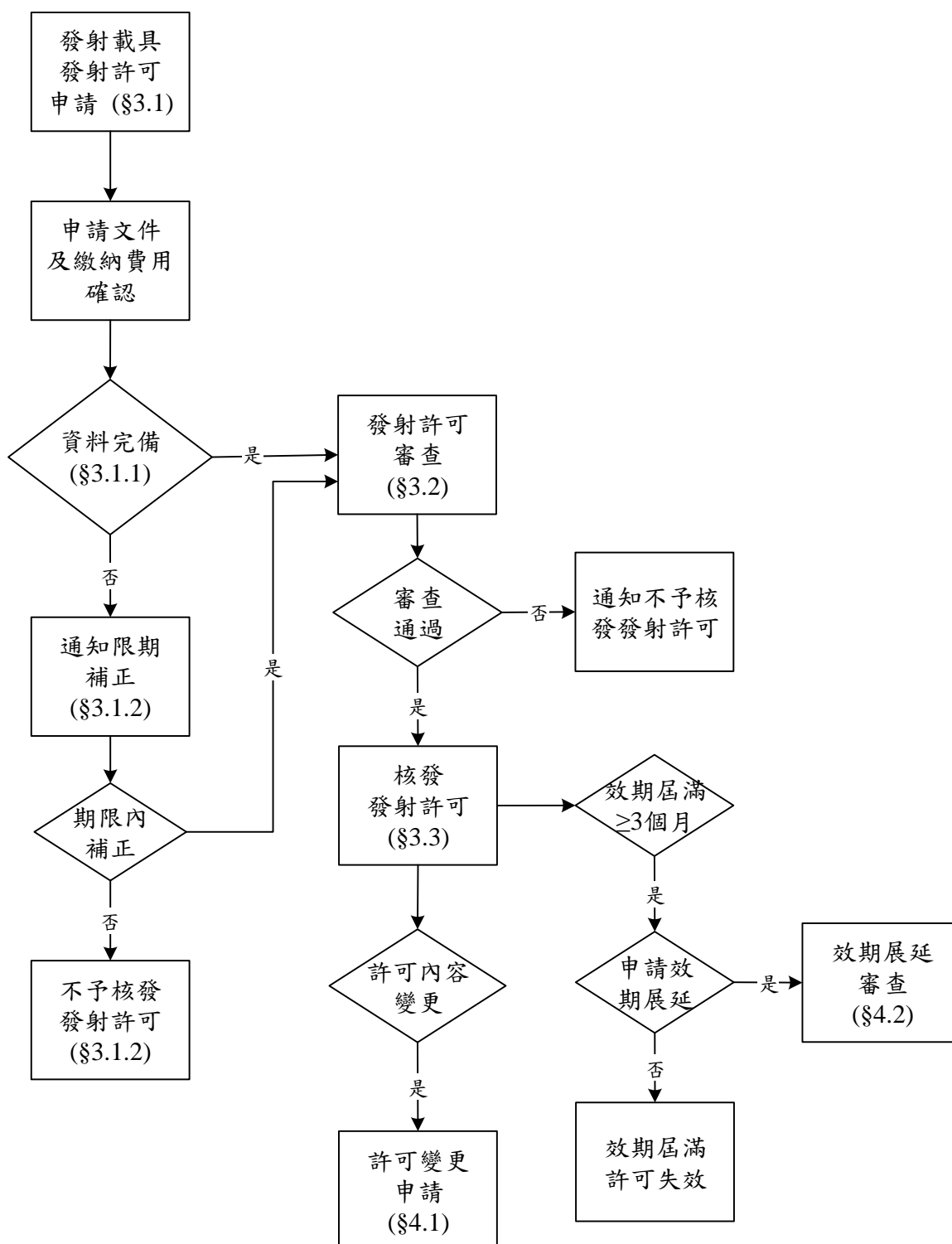
發射許可有本辦法第十五條第二項各款情形之一、未依本基準第2.9點協助主管機關或受託單位進行陸、海、空域相關機關之事前通報者或涉及太空事故依事故調查結果或其他基於國家安全或公共利益之具體情事認定為必要時，主管機關得廢止之。

#### **4.5 許可資料補充或更新**

申請人應依主管機關或受託單位之要求及指定期間提出發射許可資料之補充或更新。

依前項提出之補充或更新資料，主管機關認定有辦理變更發射許可之必要者，應依本基準第4.1點之規定辦理。

## 附件1 發射載具發射許可作業流程圖



## 附件2 發射載具發射許可申請書

申請案號 (由受託單位填寫)	
發射載具級別 (請依據「發射載具登錄審查基準」附件1填寫)	<input type="checkbox"/> 總衝>10,240N-s探空火箭 <input type="checkbox"/> 入軌火箭
發射載具名稱	(請說明型號、序號及數量)
發射載具登錄情形	是否完成登錄 <input type="checkbox"/> 否 (應同時提送發射載具登錄申請，若無，將不受理。) <input type="checkbox"/> 是 (登錄字號_____， 請提供登錄完成證書/文件影本)
搭載之太空載具登錄情形 (無則免填)	是否完成登錄 <input type="checkbox"/> 否 (若無，將不受理。) <input type="checkbox"/> 是 (登錄字號_____， 請提供登錄完成證書/文件影本)
申請人名稱	(請提供身分證明文件或登記證明文件)
申請人代表人或負責人 (申請人為自然人者免填)	(請提供身分資料)
申請人地址	
聯絡人姓名	
聯絡人電話	
聯絡人電子郵件	
控制權結構及實質受益人	(請提供證明文件)
申請人財務能力證明文件	(請提供證明文件)



<p>委任代理人</p>	<p>是否委任代理人辦理</p> <p><input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是（請填寫委任代理人名稱及聯絡資訊）</p> <hr/> <p>（請提供委任書及身分或登記證明文件。申請人為外國人，且居住地或主事務所在我國境外時，其委任代理人之委任書應經我國駐外單位認證）</p>
<p>發射場域</p>	<p>（請提供地點說明）</p>
<p>發射計畫</p>	<p>（請依第二章、第3.1.1點第1項第5款及附件2-1表列需求規範，提供詳細說明文件及填表。）</p>
<p>發射載具責任保險或財務保證</p>	<p>（請提供證明文件）</p>
<p>運載之太空載具責任保險或財務保證</p> <p>（無搭載太空載具者免）</p>	<p>（請提供證明文件）</p>

註：請用正式函文提送申請書。（正本：受託單位；副本：主管機關）

**附件2-1 發射載具發射許可申請應提供相關資訊表**

項目
1. 發射活動實施負責人姓名、電話、電子郵件與聯絡地址
2. 發射作業日期/時間/期程(包含準備作業、發射實施及場地復原時間)
3. 詳細作業內容：
3.1. 發射火箭的數量
3.2. 推進類型(液態、固態、混合式火箭)
3.3. 描述回收系統
3.4. 預計發射的高度
3.5. 發射場的經緯度與海拔高度
3.6. 安全應變計畫
3.7. 最大影響範圍
3.8. 全程飛行動態穩定性
3.9. 火箭主要系統說明
3.10. 安全操作所需之支援設備
3.11. 飛行計畫概況
3.12. 3個標準差內受影響的區域
3.13. 發射標準
3.14. 倒計時程序
3.15. 事故程序
3.16. 作業位置
3.17. 開始時間(日期及時間)
3.18. 結束時間(日期及時間)

## 附件3 發射載具預估傷亡人數計算條件及方法

### A3.1 前言

本文例示說明，作為風險評估，預估傷亡人數之計算條件及方法。申請人亦可提出依據，採用本文所述以外之條件及方法進行風險評估。

### A3.2 適用階段及基準

對於發射載具評估「預估傷亡人數」，可分成以下兩階段：

- (1) 自發射載具發射至飛行安全管制期間結束：為使發射載具飛行對地面造成之風險控制在國際標準範圍內，應設定適當飛行路徑，並在發射載具設計中搭載飛行終止功能。
- (2) 重返地球階段：為使發射載具入軌段重返地球對地面造成之風險控制在國際標準範圍內，應使發射載具入軌段自保護軌道區移出，必要時執行導控重返地球操作。

相關規範如本基準第2.5.2點飛行路徑、第2.15點飛行終止之實施、第2.18點將發射載具入軌段自保護區移出，及發射載具登錄審查基準第3.4點飛行終止功能。

### A3.3 預估傷亡人數之標準值

評估發射及重返地球之風險時，預估傷亡人數乃國際間廣泛採用之指標之一。通常以 $Ec$ （Expected Casualties）表示，單位為「人」。表A3-1為各國規定發射載具發射及重返地球之預估傷亡人數之比較。

表A3-1 預估傷亡人數 ( $E_c$ ) 基準比較表

項目	組織	文件名稱	預估傷亡人數 ( $E_c$ )
1	USAF	AIR FORCE INSTRUCTION 91-217 SPACE SAFETY AND MISHAP PREVENTION PROGRAM	(1) 發射載具發射至入軌： $100 \times 10^{-6}$ ( $= 1 \times 10^{-4}$ ) ※須考慮以下情況： • 分離物墜落 • 控制著陸在發射地點或降落地點 (2) 重返地球： $100 \times 10^{-6}$ ( $= 1 \times 10^{-4}$ ) ※可個別評估主要組成（例：入軌與裝載 太空載具等）
2	FAA	14CFR part417、其他 Commercial Space Transportation Regulations Licensing and Safety Requirements for Launch	< 共同事項 > ※考量碰撞能量超過15J之碎片 (1) 發射載具發射至入軌： $1 \times 10^{-4}$ ※須考慮以下情況： • 分離物墜落 • 控制著陸在發射地點或降落地點 (2) 重返地球： $1 \times 10^{-4}$
3	NASA	(1) NASA-STD-8719.25 Range Flight Safety Requirements (2) NASA-STD-8719.14A Process for Limiting Orbital Debris	(1) 發射載具發射階段 $100 \times 10^{-6}$ ( $= 1 \times 10^{-4}$ ) ※可接受滿足發射、重返地球等有別於飛行 階段之標準 (2) 返回階段 • 以重返地球之太空載具等為對象 • 考量碰撞能量超過15J之碎片 <u>Uncontrolled Reentry</u> • The risk of human casualty $< 1 \times 10^{-4}$ <u>Controlled Reentry</u> • The risk of human casualty $< 1 \times 10^{-4}$
4	RCC	RCC DOCUMENT STANDARD 321-16 COMMON RISK CRITERIA STANDARDS FOR NATIONAL TEST RANGES	$100 \times 10^{-6}$ ( $= 1 \times 10^{-4}$ )

項目	組織	文件名稱	預估傷亡人數 ( $E_c$ )
5	ESA	ESSB-HB-U-002 ESA Space Debris Mitigation Compliance Verification Guidelines	$1 \times 10^{-4}$
6	CNES	French Space Operations Act Technical Regulation	(1) 發射載具發射階段 $2 \times 10^{-5}$ (2) 返回階段 導控重返： $2 \times 10^{-5}$ 自由落體※： $1 \times 10^{-4}$ ※當有適當證據顯示無法執行導控重返操作時，須在許可範圍內採取最大可能措施。

另，在美國發射發射載具之預估傷亡人數計算中，係將異常發生機率套用於過去的發射機的實績，標準值亦是從該實績中所建立。

根據失效模式及效應分析（Failure Modes and Effects Analysis，FMEA）計算的故障機率，可能有低估設計失誤或人為疏失機率之情形，推力降低、結構不良、外在因素等所造成之異常發生機率亦有相同情況。

應注意是否低估所套用之標準值。

### A3.4 預估傷亡人數之計算過程

本章節列出預估傷亡人數的典型計算過程。

另，有關計算方法之詳細內容，亦可參照以下資料。

Flight Safety Analysis Handbook Version 1.0, September 2011,  
Federal Aviation Administration (FAA)

#### A3.4.1 危害識別

識別包含故障在內之所有可能墜落地面的模式。

不僅在發射期間，在發射載具入軌段執行導控重返操作時，亦有可能發生其進入大氣層，因未充分燃燒而有殘骸墜落地面，造成人員生命或身體功能長期退化或喪失，帶來危害。殘骸有可能是發射載具構件、剩餘推進劑等。

執行導控重返操作時，應識別下列故障模式：因發生異常而墜落在原預定著陸預期區以外之區域，致使上述危害明顯大增。另，在識別危害時，不僅須考量在導控重返操作期間，因操作等不良而發生無法正

常重返之事態，亦須考量因喪失重返功能，無法執行導控重返操作，結果成為自由落體之情事。

又，在每一種模式下，須針對墜落地面時可能造成損害的危險源（如碎片碰撞、爆炸風、有毒氣體等）評估風險。

當液態推進劑或固態推進劑直接墜落地面，碰撞地球表面時之爆炸風壓或推進劑具有毒性時，可能對健康造成危害。

#### **A3.4.2設定故障機率**

檢討A3.4.1節中所識別的各模式之發生機率。當故障不同，但其結果在墜落地面時導致類似狀態，則可一併統整。另，除重返中發生操作異常（在重返操作期間，可靠度降低）外，還需考量在執行重返當下，必要功能之故障等情形（開始執行重返操作當下，重返所需功能之可靠度）情況。如果從發射或入軌到執行重返之間相隔一段時間，則須留意可靠度之降低。

當發射載具入軌段重返地球時，總墜落機率（按計畫控制墜落之模式亦包含在內）為1。

#### **A3.4.3探討碎片模型**

針對發射載具解體而釋出之各裝載配備及碎片建立模型，並探討最後將以何種狀態墜落至地面。

應針對故障模式或飛行階段探討下列情況：指令破壞所造成的碎片、整支發射載具墜落時燃料的二次爆炸、以及在墜落途中因氣動力分解等。

進行熔融分析時，應考慮以下幾點：

- 重返之物體的物理特性（形狀、尺寸、質量、材質等）
- 分析開始時的軌道特性（高度、軌道傾角等）
- 大氣模型

#### **A3.4.4墜落機率（ $P_i$ ）**

##### **(1) 發射**

針對A3.4.1節中所識別之故障模式及飛行階段，探討發射載具

開始墜落之位置及速度的初始狀態，以得出墜落路徑及墜落地點，且應考慮該等之不確定性。

以下列舉不確定性因素之範例：

➤ 發射載具位置、速度初始狀態的不確定性因素

應考慮不確定性，適度估算可能危及地面的損害範圍。這時應擴大墜落分散範圍，以免機率計算落入不安全區間。

## (2) 自由落體

以可能墜落在軌道傾角範圍內之任何地點為前提進行探討即可。最簡單的方法可採用平均分布，或是在軌道傾角範圍內將地球依緯度區域劃分，並根據軌道通過每個緯度區的時間，按比例分配墜落機率。

## (3) 導控重返

針對A3.4.1節中所識別的故障模式或飛行階段，探討開始重返操作當下，發射載具之軌道、位置及速度的初始狀態，求算墜落路徑及墜落地點，且須考慮該等之不確定性。

以下列舉不確定性因素之範例：

➤ 發射載具位置、速度初始狀態的不確定性因素

➤ 墜落時的不確定性因素

應考慮不確定性，適度估算可能危及地面的損害範圍。這時應擴大墜落分散範圍，以免機率計算落入不安全區間。

另，在考慮墜落於都市區等最壞情況時，得省略詳細墜落地點等討論。

當喪失重返功能，無法執行導控重返操作，結果成為自由落體時，請參照前述自由落體的方法。

### A3.4.5 預估傷亡人數 ( $E_c$ )

辨識最終會墜落地面的碎片，並確認其投影面積。藉由下列公式求算各計算地區之預估傷亡人數，並將各地區之墜落機率乘以每個碎片的危險面積、個數及該地區之人口密度後相加，得到預估傷亡人數之總和。

$$E_{C-Total} = \sum_i \sum_j E_{Cij}$$

$$E_{Cij} = P_{lij} \left( \frac{N_{pj}}{A_{pj}} \right) (N_{fi} A_{ci})$$

$P_{lij}$ ：墜落物體i墜落至區域j之機率

$A_{ci}$ ：墜落物體i之危險面積

$N_{fi}$ ：墜落物體i之數量

$N_{pj}$ ：區域j之人口

$A_{pj}$ ：區域j之面積

出處：FAA Flight Safety Analysis Handbook ver1.0, Sep. 2011

### (1) 排除預期碎片

針對因碰撞或接觸碎片等墜落物體，而危害生命或導致人體功能長期退化或喪失等重大傷害，計算預估傷亡人數。關於發射時及重返地球時產生之碎片的碰撞危害，係以墜落能量超過15J ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ ) 以上之碎片為探討對象。如欲使用其他數值，應提示其根據。

墜落能量小於閾值的碎片，可不列入計算。又，考慮熔融效果，經研判可確定在墜落途中燒盡之碎片，可予以排除。

### (2) 危險面積

危險面積係以面積表示碎片可能危害人員之範圍。

關於碎片碰撞危害，通常係假設人直立站在戶外時，碎片垂直墜落在身上，並以人體投影在地面的投影面積視為碎片面積。

以下舉例說明危險面積之衡量方法。

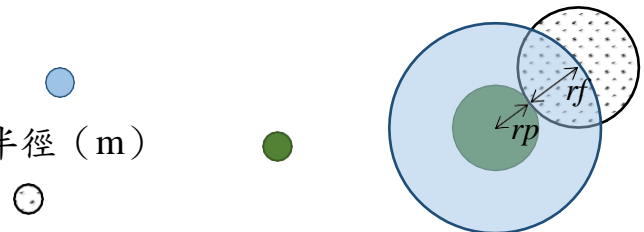
#### ① 球體

$$A_c = \pi (r_p + r_f)^2$$

$A_c$ ：危險面積 ( $\text{m}^2$ )

$r_p$ ：人體投影在地面之投影半徑 (m)

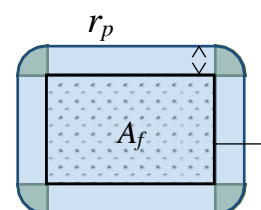
$r_f$ ：碎片半徑 (m)



#### ② 多角形

$$A_c = A_f + (L_f \times r_p) + A_p$$


$A_c$ ：危險面積 ( $\text{m}^2$ )





$A_f$ ：碎片面積（ $m^2$ ）   $L_f$

$L_f$ ：碎片邊長（m）

$r_p$ ：人體投影在地面之投影半徑（m） 

$A_p$ ：人體投影在地面之投影面積（ $m^2$ ）  $= \pi \times r_p^2$

（參考1）在NASA防止產生太空碎片之相關要求中，在危險面積計算中人體投影地面之投影面積約 $0.36m^2$ 。

出處：Process for Limiting Orbital Debris, NASA-STD-8719.14A, NASA, 8 December 2011

（參考2）FAA係以人體直立狀態為典型假設，設定為高度6ft（1.829m）、半徑1ft（0.3048m）的圓柱體。

出處：FAA Flight Safety Analysis Handbook Version 1.0, September 2011

考慮到二次爆炸引發的爆炸風及二次飛散或有毒氣體等危險源，應按下述閾值評估其影響範圍。

- 爆炸波壓：最高超壓力 6.9kPa（1.0psi）以上
- 有毒氣體濃度：每一目標物質皆應與國際標準或各國太空發展機關等制定標準為相同水平。

另，雖然如同前述，現在一般係以人直立站在戶外且碎片垂直墜落在身上時的面積作為衡量碎片碰撞時的危險面積，但亦有國外太空發展機關將被風力橫掃而碰撞直立人體側面或人體橫臥等情況納入考量，並且亦考慮到人員身處室內，雖可大幅排除小碎片之危害，仍有大碎片致使建築物坍塌之情形。

應注意，這些議題在國際間尚未有定論，今後仍有可能變更，因此宜根據發射之發射載具的特性，探討符合安全的假設。

### (3) 計算地區之設定及人口資料

建議使用人口分布資料GPW（Gridded Population of the World）〔2018年1月資料version-4〕來取得世界人口分布。

NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC)：

<<http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v4>>

本資料亦具備預測人口增長功能，且持續更新。

在發射載具發射或執行導控重返操作期間發生異常時，若研判某特定地區受害之可能性極高，則須取得更詳細的資料。尤其針對都市區，應避免導致人口密度因故變得過度稀少，必要時須從人口普查（Census等）等資料來源另行彙整人口資料。

### A3.5 分析工具例

以下列出業經一般公開之風險評估工具的範例。

#### – NASA

##### ➤ DAS (Debris Assessment Software)：

太空碎片評估輔助工具。雖為公開資料，仍須與NASA簽訂〈Software Usage Agreement〉同意書，並須取得NASA Software Catalog帳號。

<https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/mitigation/das.html>

#### – ESA

碎片評估輔助工具。雖為公開資料，仍須設置ESA帳號，登入使用。

<https://sdup.esoc.esa.int/web/csdtf/home>

##### ➤ MASTER (Meteoroid and Space Debris Terrestrial Environment Reference)

##### ➤ DRAMA (Debris Risk Assessment and Mitigation Analysis)

##### ➤ ORIUNDO (On-ground RIsK estimation for UNcontrolled re-entries tOol)

#### – JAXA

##### ➤ ORSAT-J (Object Re-entry Survival Analysis Tool - Japan)：

重返熔融解析工具。可利用附件Excel，計算預估傷亡人數。

<http://sma.jaxa.jp/Software/ORSAT-J/index.html>

#### 附件4 發射載具發射許可變更申請書

變更發射許可案號 (由受託單位填寫)	
發射載具級別 (請依據「發射載具登錄審查基準」附件1填寫)	<input type="checkbox"/> 總衝>10,240N-s探空火箭 <input type="checkbox"/> 入軌火箭
發射載具名稱	(請說明型號、序號及數量)
發射許可字號	
申請人名稱	
申請人地址	
聯絡人姓名	
聯絡人電話	
聯絡人電子郵件	
委任代理人	<p>是否委任代理人辦理</p> <p><input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是，（請填寫委任代理人名稱及聯絡資訊）</p> <p>_____</p> <p>（請提供委任書及身分或登記證明文件。申請人為外國人，且居住地或主事務所在我國境外時，其委任代理人之委任書應經我國駐外單位認證）</p>
變更事項說明	<p>（請提供證明文件）</p>

註：請用正式函文提送申請書。（正本：受託單位；副本：主管機關）

## 附件5 發射載具發射許可效期展延申請書

展延發射許可案號 (由受託單位填寫)	
發射載具級別 (請依據「發射載具登錄審查基準」附件1填寫)	<input type="checkbox"/> 總衝>10,240N-s探空火箭 <input type="checkbox"/> 入軌火箭
發射載具名稱	(請說明型號、序號及數量)
發射許可字號	
發射許可有效日期	
申請人名稱	
申請人地址	
聯絡人姓名	
聯絡人電話	
聯絡人電子郵件	
委任代理人	是否委任代理人辦理 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是，（請填寫委任代理人名稱及聯絡資訊）  （請提供委任書及身分或登記證明文件。申請人為外國人，且居住地或主事務所在我國境外時，其委任代理人之委任書應經我國駐外單位認證）
申請展延期間	
展延效期說明	（請提供證明文件）

註：請用正式函文提送申請書。（正本：受託單位；副本：主管機關）