

太空載具登錄審查基準

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)第十條第三項與發射載具及太空載具登錄作業辦法(以下簡稱本辦法)第二條第二項及第十一條規定,辦理太空載具登錄審查相關事項,特訂定本基準。

1.2 適用對象

本基準於依本辦法第三條規定申請太空載具登錄之案件適用之,但於本基準公告施行前,已於軌道上開始運行之太空載具,不在此限。

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太空載具登錄審查作業之法人、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,其分級應依「發射載具登錄審查基準」規定辦理。
- 1.3.5 衛星星群(satellite constellation):指一組人造衛星共同運作而形成的系統。
- 1.3.6 太空載具操控設備:指可直接或透過其他無線設備方式進行下述通訊方式之設備:
 - 具備接收來自太空載具上無線設備傳送之電磁波、顯示該太空載具的位置、姿態及狀態訊號的設備;或
 - 將訊號發送到該太空載具,再接收反射訊號的設備;或
 - 其他方法來掌握位置之機能,同時具備使用電磁波發送控制太空載具位置、姿態和狀態之訊號至該太空載具上無線設備之機能之無線設備。
- 1.3.7 太空載具操控:指使用太空載具操控設備,掌握太空載具的位置、姿態和狀態,並對其進行位置、姿態及或狀態控制之行為。
- 1.3.8 型態安全:指確認太空載具的性能參數、功能及物理特性的狀態與變化,與設計及操作需求一致。

- 1.3.9 環境測試：指確認太空載具得通過嚴苛的發射環境以及高低溫變化劇烈且真空的環境中仍能正常工作。
- 1.3.10 導控重返：指控制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。
- 1.3.11 奈米衛星：指重量小於10公斤之人造衛星。
- 1.3.12 立方衛星：或稱為方塊衛星。指由外形為一個邊長10公分的立方體，重量約為1.3公斤之衛星單元(1U)所單個或倍數組成之衛星。
- 1.3.13 低軌道保護區：指從地球表面到高度2,000公里之球形區域。
- 1.3.14 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) $-15 \text{ 度} \leq \text{緯度} \leq +15 \text{ 度}$
- 1.3.15 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。
- 1.3.16 大離心率：指初始離心率為0.003。
- 1.3.17 無線設備：指使利用電磁波傳送或接收訊號之電子設備以及藉由電信線路與其相連之電子儀器。
- 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。
- 1.3.19 COSPAR (Committee on Space Research)：指國際太空研究委員會。
- 1.3.20 IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee)：指機構間太空碎片協調委員會。
- 1.3.21 ISO (International Organization for Standardization)：指國際標準化組織。
- 1.3.22 FAA (Federal Aviation Administration)：指美國聯邦航空總署。
- 1.3.23 CSpOC (Combined Space Operations Center)：指聯合太空作戰中心。

第二章 太空載具登錄及證書核發

2.1 申請作業程序

太空載具登錄人應依下列各點規定向受託單位提出登錄申請，登錄作業程序應依附件1太空載具登錄作業流程圖所示，並依「發射載具及太空載具申請登錄收費標準」繳納費用。

2.2 登錄申請

登錄人應檢附下列文件，若為衛星星群 (satellite constellation)，其衛星規格有差異時應於申請文件內說明：

1. 太空載具登錄申請書(附件2)
2. 登錄人身分文件(委任代理人辦理者，其代理人應併同提出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. 太空載具型態安全審查核可文件。如為首次登錄並同時辦理型態安全審查申請者，免附本款文件。
4. 太空載具之所有權、使用權及相關權利與負擔證明文件。
5. 太空載具營運計畫，包括以下事項：
 - (1) 預計發射日期、地點、發射載具及軌道參數。
 - (2) 太空載具地面操控設施、位置及操作計畫。
 - (3) 太空載具任務終止預計採用之終止措施。
 - (4) 太空載具需要返回地球者，其返回方式與路徑。
 - (5) 登錄人廢棄、終止管理太空載具或太空載具登錄失效後之處置措施。
 - (6) 其他主管機關規定相關文件。

登錄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、第4款文件。

登錄人為外國人，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。

太空載具操作開始時期原則以太空載具與發射載具分離時認定之。

若申請登錄之太空載具已有操作實績，例如其星群之同類型太空載具過去曾完成登錄時，亦可提供相關操作實績資料供受託單位參酌。

2.3 型態安全審查申請

同一型號太空載具首次辦理登錄時，應同時申請型態安全審查。但依本辦法第三條第二項申請登錄者，得免辦理型態安全審查。

登錄人申請型態安全審查應填具附件3太空載具型態安全審查申請書，並檢附下列文件：

1. 太空載具之使用目的及方法。
2. 太空載具之構造。

2.4 審查作業時間

自受理登錄申請之日起三個月內完成審查，並以書面通知登錄人，必要時得延長二個月。

登錄人申請文件有欠缺或提供資訊不足，或未依本辦法第十條規定辦理者，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，不予受理。

審查期間，受託單位得視需求，邀請登錄人進行簡報及進行實地確認。

2.5 登錄完成

登錄人申請太空載具登錄，經審查核可，由受託單位核發登錄完成證書。證書有效期間由受託單位依太空載具安全性、功能、發射活動等因素於一年至五年期間核定之。

太空載具登錄併同申請型態安全審查之申請案，應於通知登錄審查結果時，同時通知其載具型態安全審查結果。

2.6 資訊公開

依本辦法第十五條，太空載具型態安全審查與登錄之資訊，受託單位得予公開或供查詢，登錄資訊有異動時，亦同。但涉及登錄人營業秘密或政府資訊公開法第十八條第一項各款情形之一者，就該部分得不予公開或提供。

第三章型態安全審查基準

太空載具型態安全審查，應參考國際標準，依下列審查基準辦理。

3.1 太空載具之使用目的及方法

審查基準：

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。

審查內容：

確實實施太空相關國際公約及其相關規範。太空載具不得搭載任何非和平目的之酬載。登錄人需提出任務概要資料以供確認上述內容。

太空載具搭載需釋放至軌道之子酬載，亦應提送釋放手酬載資料。

3.2 太空載具之構造

需具備防止其組成部件及零件飛散之機制，防止對月球等天體之太空空間造成有害污染，並確保無發生公共安全危害之虞。

3.2.1 防止非預期之物體釋放

審查基準：

1. 構成太空載具之設備，其結構應難以脫離或飛散。
2. 太空載具進行分離、展開機構時，其設備等之結構亦應難以發生飛散。
3. 於釋放火工品等之燃燒生成物時，其結構應使該釋放限縮在必要之最小範圍內。

審查內容：

結構應採取以下(1)~(3)中列出之措施，以防止構成太空載具的設備等飛散。以環境測試評估所採取措施之妥適性時，基本上應以投入軌道之實機系統執行。若為測試機或次系統等原因而無法採用實機系統者，則於釐清其差異後，說明其可認定與實機系統等效。

將同一測試機的測試結果套用於多個實機系統時，應釐清測試機與各實機系統間的差異後再進行評估。

- (1)應採取構成太空載具之設備等不易脫離或飛散之措施：必須具有一定程度之耐受性，以防止在常規運用中天線、太陽能電池板、多層隔熱材（Multilayer Insulation，簡稱MLI）等的脫離和飛散。例如必須能夠抵抗

一般太空載具之發射環境（振動、衝擊、溫度及氣壓變化）。

(2)即使在進行太空載具分離、展開機構等動作時，亦須採取措施使設備等不會輕易飛散。若在太空載具操控期間未有分離、展開機構等動作時，則不在此限。

- 在分離、展開等過程中，不可因太空載具及展開物本身損傷或分離而造成飛散。
- 對於用於分離和展開之解鎖機構，採取各項預防措施。例如不使用爆炸螺栓切割的分離方法；防止天線、太陽能電池板等展開時散落緊固件的螺栓捕捉器；考慮結構和配置，使熔斷後的殘餘不易飛散之熔斷方式。

(3)對於火工品等產生之燃燒生成物，應採取以下措施，並應標明可能釋放進入軌道之物體大小與材質。但在太空載具操控期間不使用火工品者，則不在此限。

- 火工品燃燒生成物之釋放，不得將最大尺寸超過1公釐(mm)之燃燒生成物釋放至地球軌道。
- 對於固態燃料發動機，須採取下列措施：
 - 採取措施避免固態燃料燃燒生成物釋放至地球靜止軌道保護區。
 - 應採取措施避免釋放可能污染低軌道保護區之固態燃料燃燒生成物。

3.2.2 防止在分離或對接期間干擾其他太空載具之操控

審查基準：

1. 當構成太空載具的設備或是零件分離時，為避免對於其他太空載具之操控（包含搭載人員之太空船）造成重大妨礙，太空載具之結構應確保其得以妥適地進入軌道。
2. 當與其他太空載具對接時，為避免對其他太空載具之操控造成重大妨礙，太空載具之結構應能防止設備等之脫離或飛散等。

審查內容：

- 有計畫性地釋放組成太空載具之設備時（例如子酬載與太空載具分離的情況），應提出實施計畫性釋放所需之設備和系統之組成，同時提出釋放至軌道上之物體的大小和形狀，並根據被釋食物體之面積質量比和軌道壽命等特性來評估與其他太空載具（包括載人太空船）碰撞的機率，提出說明表示該結構已採取不會造成其他太空載具妨礙之措

施。

- 要實施與其他太空載具對接或太空廢棄物捕捉時，應提出說明表示該結構已採取措施避免因對接或捕捉過程中的衝擊而產生太空廢棄物。因對接過程中的衝擊而會產生太空廢棄物時，須分析對接或捕捉廢棄物物體以外的太空載具之影響，提出說明表示該結構已採取不會造成其操控上重大妨礙之措施。
- 若在太空載具操控期間未有分離或對接等動作時，則不在此限。

3.2.3 防止異常時之解體

審查基準：

1. 太空載具應具有能直接或透過其他的無線設備，將太空載具之位置、姿態及狀態傳送至太空載具操控設備之功能。
2. 太空載具應具備將可能造成太空載具發生解體之推進劑殘留或電量能殘餘能源排出，以預防發生解體之功能。

審查內容：

- 具有將太空載具位置、姿態及狀態傳輸到太空載具操控設備的功能。包含以太空載具接收和處理來自太空載具操控設備之訊號，並將該訊號傳送到太空載具操控設備以掌握位置之功能。從太空載具發送之訊號，其路徑亦可經由其他太空載具、飛機或氣球等設施。此時須提供資訊傳遞路線，例如經過之太空載具、飛機和氣球。
- 由於需要預防性檢測出太空載具解體的可能性以採取適當的措施，在釐清可能導致解體的太空載具故障模式後，為偵測出該類異常，須具備監測必要系統（姿態控制系統、推進系統、電源系統等）項目之機能。如太空載具未具備上述系統或係使用依設計原理上不會出現內部壓力升高的電池類型、具有可確實運作之安全閥的儲槽或電池、又或結構強度足以承受預期最大內部壓力的儲槽或電池，不在此限。
 - (1) 用於監測儲槽壓力異常之壓力感應器顯示值、溫度感應器顯示值。
 - (2) 用於監測電池異常之溫度感應器顯示值、端子電壓顯示值。
- 採用即使發生異常仍可執行安全化措施之結構（機械結構、電路、系統或軟體等任一措施皆可），可行措施舉例如下。若異常時的解體預防措施僅能透過從地面接收命令來進行操作，則須在操控計畫中明確說明與該太空載具通訊之頻率，並說明該操作的確實性。
 - (1) 殘留液體推進劑及殘留高壓流體相關措施

防止解體之具體對策可包含加入監測儲槽壓力並在確認內部壓力異常升高時執行減壓噴射之機能；提升結構強度到即使因熱輸入而引起的壓力升高仍沒有解體的危險性；加裝限制內部壓力上升的裝置（安全閥）。

(2) 電池異常之對策

防止解體之具體對策可包含選擇在原理上不會發生內部壓力升高的電池；裝設限制電池內部壓力升高的裝置（安全閥）；加入可根據電池狀態監測功能永久阻斷充電路徑之機能。具備使電池在阻斷充電路徑後放電之機能尤佳。

3.2.4 防止重返時第三方之損害

審查基準：

墜落至地面之太空載具或構成太空載具的設備之結構需可完全燃燒，或在充分燃燒後，對著陸或落水預定地之風險等於或小於國際標準或各國家太空機構所設定之基準。

審查內容：

- 須顯示墜落至地面之太空載具或構成太空載具之機器設備將燒熔殆盡。或者，按照預定的終止措施（導控重返或自然墜落）計算出通過大氣層後的殘留物的傷亡人數預測，顯示其等於或小於附件4太空載具預估傷亡人數計算條件及方法所示之國際水準。
- 若有分離物，須同時對分離物進行評估。
- 進行熔融分析時，須考慮以下事項：
 - 重返物體之物理特性（形狀、尺寸、質量、材質等）
須特別注意使用高熔點材料之材質者。
 - 分析開始時之軌道特性（高度、軌道傾角等）
 - 大氣模型
- 奈米衛星依其設計得省略熔融分析之詳細驗證。詳情請參閱附件4太空載具預估傷亡人數計算條件及方法第A.4.4.5節。

以下列出傷亡人數預測（ E_c ）之計算公式以供參考。

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

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

P_{Iij} ：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

3.2.5 防止因其他天體物質而導致地球環境惡化

審查基準：

對於曾投入地球以外天體的軌道，或墜落在該天體上之太空載具，若要將該太空載具或構成太空載具之設備或零件帶回地球回收，應具備防止因引入地球外物質而導致地球環境惡化之結構。

審查內容：

- 對於曾投入地球以外天體的軌道（包括飛掠(fly-by)軌道和重力彈射(swing-by)軌道），或墜落在該天體上之太空載具，將該太空載具或構成太空載具之設備或零件帶回地球回收之設備（包含從其他天體採集之物質和來自其他天體之附著物），須按照COSPAR規定的行星保護政策（Planetary Protection Policy）採取應有措施。若未曾投入地球以外天體的軌道，或墜落在該天體上之太空載具，則不在此限

國際太空研究委員會 (COSPAR) 行星保護政策 (Planetary Protection Policy) <https://cosparhq.cnes.fr/scientific-structure/ppp>

- 受COSPAR的行星保護政策影響，各國太空機構也制定各自的相關規定。各國太空機構之行星保護規定可參考以下內容

<https://planetaryprotection.nasa.gov/intpolicy>

3.2.6 防止其他天體之環境污染

審查基準：

使太空載具或構成太空載具之設備等進入環繞地球以外天體之軌道、或使之墜落於該天體時，該太空載具或設備等之結構應能夠防止對該天體造成有害之污染。

審查內容：

- 投入地球以外天體的軌道(包括飛掠(fly-by)軌道和重力彈射(swing-by)軌道)，或墜落在該天體上之太空載具或構成太空載具之設備及零件，須按照COSPAR規定的行星保護政策(Planetary Protection Policy)採取應有措施。

第四章 登錄審查基準

4.1 登錄人身分

身分證明應證明登錄人之確實身分，憑以審核登錄人是否具有本辦法第三條之登錄資格。登錄人及其代表人有本辦法第五條情形之一者，不予登錄。

登錄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。

4.2 型態安全審查

應提供太空載具型態安全審查核可文件，確認無發生公共安全危害之虞。

如太空載具為首次登錄，應依第2.3點一併提出型態安全審查申請。

依本辦法第三條第二項辦理登錄者得免附本項文件。惟，若於登錄完成後，更改發射地為國內，則應依第5.1點辦理變更，並提出太空載具型態安全審查核可文件，或比照第2.3點於辦理登錄變更同時提出型態安全審查申請。

4.3 權利證明

權利證明應證明登錄人對於申請登錄之太空載具，具有合法之所有權或使用權。

4.4 營運計畫

須依第2.2點第1項第5款規定之事項提供完整資訊，內容應具備完整性與可行性，太空載具之操作計畫及終止措施等，應符合下列規範。

4.4.1 操作計畫

操作計畫須規劃避免與其他太空載具碰撞之措施、防止太空有害污染之必要措施，以及終止措施，且登錄人(若為個人，包括死亡時的繼承人或承受人)具有足夠能力執行該操作計畫。

4.4.1.1 防止在分離或對接期間干擾其他太空載具之操控

審查基準：

1. 為避免分離構成太空載具之設備或零件時對其他太空載具之操控（包含有人太空船）造成重大妨害，應訂定使之進入適當軌道之措施。
2. 為避免與其他太空載具對接時對其他太空載具之操控造成重大妨礙，應訂定防止設備等發生脫離或是飛散等之措施。

審查內容：

- 有計畫性地釋放組成太空載具之設備時（包括子酬載與太空載具分離的情況），須從釋放物體之形狀、質量、軌道壽命、釋放方向、釋放速度等特性來評估與其他太空載具（包括載人太空船等）碰撞之機率，提出可避免造成其他太空載具妨礙之步驟（含釋放條件）。評估碰撞機率時，若軌道面不相交，於敘明相關分析後可省略詳細機率之推算。
- 要實施與其他太空載具對接或太空廢棄物捕捉時，應分析對接或捕捉之影響，提出可避免對接或捕捉廢棄物物體以外之太空載具操控造成妨礙之步驟（含對接或捕捉之條件）。
- 若曾實施分離或對接，須製作該分離或對接之紀錄，並保留到確認不會影響其他太空載具的操控或造成地面損害為止。

4.4.1.2 防止異常時之解體

審查基準：

應訂定發現太空載具有異常狀態時預防解體措施之實施方法、要領等事宜。

審查內容：

- 須規定當偵測到太空載具位置、姿態及狀態異常時，執行太空載具之解體預防措施或終止措施（第4.4.2點）之條件。例如設置監測項目以判斷異常，當有解體危險時規定解體預防措施之實施方法如下。若異常時的解體預防措施僅能透過從地面接收命令來進行操作，則須說明實施該措施之方法，且該方法應具有監測太空載具位置、姿態及狀態能力（包含考慮到不可視區間之太空載具監測頻率、太空載具操控設備對系統停機之抵禦性等）。如太空載具未具備上述系統，不在此限。
- (1) 殘留液體推進劑及殘留高壓流體相關措施：須說明當異常發生時，排出或消耗儲槽及管道內殘留推進劑以防解體之步驟。但構造上無解體風險者，不在此限。

- (2) 電池異常之對策：須說明永久阻斷充電路徑之步驟。但構造上無解體風險者，不在此限。

4.4.1.3 迴避與其他太空載具之碰撞

審查基準：

應訂定掌握與其他太空載具等發生碰撞可能性之相關資訊的方法，以及取得該等資訊後之措施等事宜。

審查內容：

- 針對具有能力可移動到不同軌道之太空載具，對該太空載具與其他太空載具（包括已結束操控之太空載具和發射載具入軌段）發生碰撞之可能性，須訂定該資訊之取得方法，以及得到資訊後是否採取迴避措施之判斷條件。
- 例如制定操控計畫。該計畫包含建立當其他太空載具接近登錄人所操控之太空載具時，聯合太空作戰中心 (CSpOC) 會向登錄人提供資訊之系統。一旦收到接近的資訊，登錄人要分析發生碰撞的可能性，若研判發生碰撞的可能性很高且評估碰撞機率變化後認為迴避可有效降低風險時，執行迴避。在以下網站註冊後可取得載人太空船等的軌道資訊，CSpOC 資訊 <https://www.space-track.org/auth/login>。

4.4.1.4 建構執行太空載具之操作組織架構

審查基準：

為確實執行上述第4.4.1.1至4.4.1.3點之操控計畫，應依下述建置妥適之系統：

- 操控之組織及職責
- 異常事態之對應
- 建構安全對策

審查內容：

為確實執行操控計畫，需整備下列組織，直到執行終止措施為止。

此外，當登錄人以外之關係人參與太空載具的操控時（太空載具被送入地球靜止軌道後開始操控時、或者通過國際合作與其他國家組織合作操控太空載具時），須釐清該關係人與登錄人間之責任範圍，提出包含該關係人在內之必要組織架構內容。

- (1) 操控之組織及職責：以操控組織架構圖闡明各業務負責人及其職責所

在。則該關係人之操控組織架構圖也須提供。以下為應載內容之範例：

- 管理職及員工之角色、負責平時操控之部門、負責從CSpOC接收資訊及對應之部門組織架構(樹狀圖)及各承辦人之業務內容概要。
- 各承辦人應皆為有能力執行該運作之合格人員及其合格人員訓練計畫。
- 採行輪班制者，提供輪班制實施辦法、各班之間的交接方法等。

(2) 異常事件應變程序：須訂立偵測異常之監測系統和監測方法。同時訂立偵測到異常時繼續或暫停操作之程序。以下為應載內容之範例：

- 規定發現異常情況時的資訊通報系統和通報架構（樹狀圖等），若發現有解體或墜落至無法確保安全地點之虞，必須能夠立即與受託單位聯繫。因執行計畫性終止措施而自然墜落者除外。
- 各負責單位預設之運作異常偵測項目的內容。
- 發現異常後繼續或停止運作之判斷（流程圖等）。
- 確認各負責單位藉由事前訓練，對於異常事件均能遵循應變程序。
- 模擬異常情況時之訓練內容。
- 初步應變後探究原因以制定永久性措施之職務分配與組織。
- 發現外太空中太空載具非預期釋放之物體時，當下及之後就所持有之太空載具與太空載具操控設備間收發之訊號之記錄及保管。

若以自動化系統執行部分該類措施，則須證明該系統可穩當運行。

(3) 建構安全對策：太空載具操控設備應採取措施防止太空載具操控相關重要資訊洩漏或被外部竊取，並使外部無法輕易入侵。以下為應載內容之範例：

- 資訊安全負責人及實施負責人等各負責單位之組織架構（樹狀圖等）。
- 與外界之連結通訊採取加密和防病毒等安全措施，並須採行可透過定期檢查偵測、發現之系統。
- 運作過程中資訊安全規則。
- 太空載具操控設備之出入及記錄媒體管理辦法。

若相關措施係依登錄人之內部規定，可將該規定以附件方式提出即免於申請表中說明。

4.4.2 終止措施

4.4.2.1 重返地球之導控

審查基準：

為確著作陸或是入水時預估地點之安全，應訂定實施控制重返之措施(飛行路徑、著陸點等)。

審查內容：

- 對於以導控重返方式終止操控之太空載具，須執行以下操作：
 - (1) 設定預期著陸或入水區域（環繞太空載具及太空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其他太空載具間的碰撞迴避）。
 - (3) 預估之傷亡人數（第3.2.4點）。
 - (4) 識別相關機構（預期著陸區所牽涉之國家、該空中、海上航線之主管機關等）之聯繫方式。
 - (5) 制定導控重返異常時之應對方案（是否再次進行導控重返。若是，上述第(1)~(3)款條件是否有變）。
 - (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操控造成影響及未造成地面損害為止。
- 若太空載具未具導控重返功能，則不在此限。

4.4.2.2 推升至地球靜止軌道保護區以外的區域

審查基準：（立方衛星及奈米衛星不適用。）

應訂定措施，以將軌道推升至不會對其他太空載具之操控造成妨礙之高度。

審查內容：

- 對於推升一定高度並結束操控之太空載具（一般指地球靜止軌道太空載具及近地高度進入地球靜止軌道保護區之大離心率橢圓軌道太空載具），為避免與其周圍之其他太空載具等碰撞，須移至滿足以下第(1)或(2)款之軌道：
 - (1) 採取終止措施後之初始離心率應為0.003以下，且地球靜止軌道高度上空之最低近地點高度 ΔH (km) 如下列算式。

$$\Delta H = 235 + 1,000 \cdot CR \cdot \frac{A}{m} (km)$$

CR：太陽輻射壓力係數

A：太空載具有效截面積(m^2)

m：太空載具質量(kg)

(2)若採取終止措施後之初始離心率超過0.003，即使將長期擾動力列入考量，仍不可於100年內進入地球靜止軌道保護區。

- 若太空載具有可能因殘留液體推進劑及殘留高壓流體或電池異常而解體，須採取與第4.4.1.2點相同之措施以防止故障及爆炸。
- 製作採行措施之相關記錄並加以保管。

4.4.2.3 進入地球以外天體之軌道

審查基準：

應訂定措施，須使太空載具進入環繞地球以外之天體的軌道，或是使太空載具朝該天體墜落時，對該天體的環境無造成顯著惡化之虞。

審查內容：

- 進入地球以外天體的軌道，或墜落在該天體上之太空載具，須按照COSPAR規定的行星保護政策（Planetary Protection Policy）採取終止措施，且製作採行措施之相關記錄並加以保管。

4.4.2.4 其他終止措施

審查基準：

1. 應訂定措施以避免發生解體的情形，或是排出可能導致太空載具破碎的推進劑殘留及電力等之殘留能源。
2. 當太空載具操控終止之際，於保護區內應訂定以下措施：
 - 致力於在操控終止後25年以內，自低軌道保護區移除。
 - 盡速從地球靜止軌道保護區脫離。

審查內容：

- 若太空載具有可能因殘留液體推進劑及殘留高壓流體或電池異常而解體，須採取與第4.4.1.2點相同之措施以防止故障及爆炸。若無解體可能者，則不在此限。
- 針對具有能力可移動到不同軌道之太空載具，除上述措施外，須根據軌道採取以下所示措施，製作採行措施之相關記錄並加以保管。
- 對低軌道保護區之措施：對其軌道會進入低軌道保護區之太空載具，採取以下第(1)至(4)款之任一措施，使終止措施後在該保護區內之停留時間盡可能縮短。重返地球須遵循第3.2.4點。
 - (1) 軌道壽命之縮短：若終止措施後之太空載具軌道壽命超過25年，在25年之內移到自然墜落之軌道。此時，須提出此終止措施可行之機率在0.9以上之說明。
 - (2) 自然墜落：若因大氣阻力將在25年內自然墜落者，則無需特別移動。另外，在投入原定軌道的情況下，可在25年內自然墜落，但因發射載具軌道投射異常而進入遠高於計畫的軌道，導致25年內不會自然墜落時，應盡可能移動到可於25年內自然墜落之軌道。
 - (3) 移至不干擾低軌道保護區之高空：若第(1)或(2)款措施，從確保公共安全觀點來看並不適當，或從運作層面來看不切實際，為避免與載人太空船等其他太空載具發生碰撞，應移至與低軌道保護區不相交之高軌道。
 - (4) 軌道上回收：在軌道上回收該太空載具，將其自低軌道保護區中移出。
- 對地球靜止軌道保護區之措施：對其軌道會進入地球靜止軌道保護區之太空載具，須移到低軌道以避免相交（一般指遠地點高度進入地球靜止軌道保護區之大離心率橢圓軌道太空載具）。此時，須提出此終止措施可行之機率在0.9以上之證明。

第五章 登錄之變更、展延、廢止與撤銷

5.1 登錄內容變更

登錄人應維持其完成登錄之太空載具與登錄資料所載之內容相符。經完成登錄後，登錄事項有變更者，登錄人應填具附件5太空載具登錄變更申請書，並檢附相關文件，向受託單位辦理。

變更涉及載具安全標準、設計，或其他經受託單位認定對載具安全性、功能、發射活動產生相當影響者，受託單位得要求重新辦理型態安全審查後，始准予變更登錄。

5.2 登錄效期展延

登錄效期屆滿三個月前，登錄人得填具附件6太空載具登錄效期展延申請書，並檢附相關文件，向受託單位申請登錄效期之展延，受託單位得視情況核准展延期間。

登錄效期屆滿，未依前項規定申請展延或未經受託單位准予展延者，其登錄於登錄效期屆滿時當然失效，並應繳回登錄完成證書。

5.3 登錄廢止

登錄人有本辦法第十九條第一項各款情形之一者，受託單位得報請主管機關核可後，廢止其太空載具之登錄。

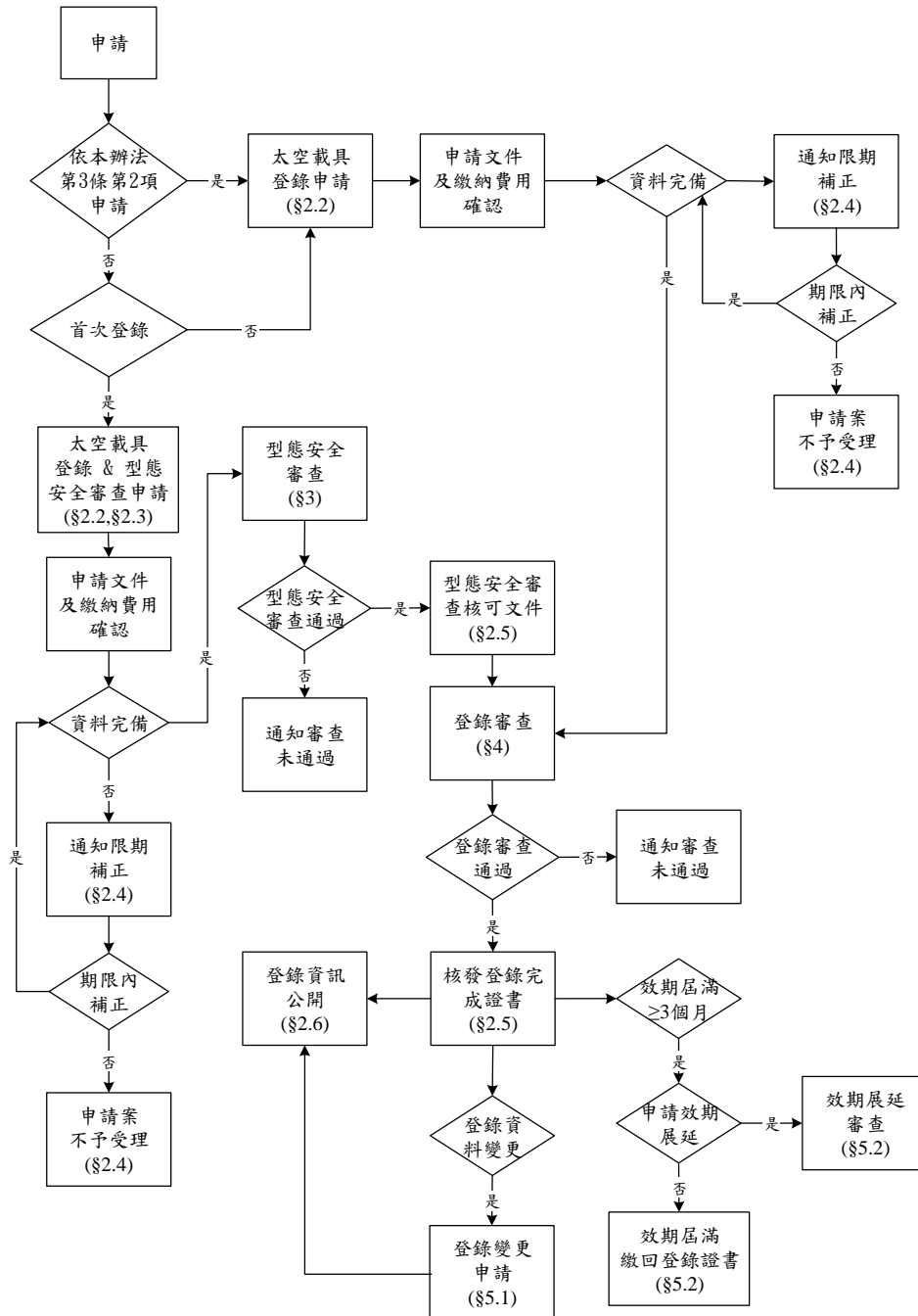
5.4 登錄撤銷

登錄人以詐欺之方法或虛偽不實之資料文件取得太空載具登錄，受託單位應報請主管機關核可後，撤銷其登錄。

5.5 登錄資料補充或更新

登錄人應依受託單位之要求及指定期間提出登錄資料之補充或更新。依前項提出之補充或更新資料，受託單位認定有辦理變更登錄之必要者，應依本章第5.1點之規定辦理。

附件1 太空載具登錄作業流程圖



附件2 太空載具登錄申請書

登錄案號 (由受託單位填寫)	
太空載具名稱	(請說明型號、序號及數量；若為衛星星群，規格有差異時應說明)
登錄情形	是否首次登錄 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (登錄字號_____， 請提供登錄完成證書影本)
登錄人名稱	(請提供身分證明文件或登記證明文件)
登錄人代表人 或負責人 (登錄人為自然人者免填)	(請提供身分資料)
登錄人地址	
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)
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。登錄人為外國人，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)
太空載具之軌道	
太空載具之任務目的	<input type="checkbox"/> 遙測 <input type="checkbox"/> 氣象 <input type="checkbox"/> 通訊 <input type="checkbox"/> GPS <input type="checkbox"/> 科學研究 <input type="checkbox"/> 外太空探索 <input type="checkbox"/> 其他 (請說明) _____
太空載具地面操控設施場所及操作團隊	

營運計畫	(請依第2.2點第1項第5款及第4.4點規範，提供詳細說明文件)
------	----------------------------------

註：請用正式函文提送申請書。(正本：受託單位，副本：主管機關)

附件3 太空載具型態安全審查申請書

型態安全審查案號 (由受託單位填寫)	
太空載具名稱	(請說明型號、序號及數量；若為衛星星群，規格有差異時應說明)
登錄人名稱	
聯絡人姓名	
聯絡人電話	
聯絡人電子郵件	
太空載具之使用目的 及方法	(請依第3.1點規範，提供詳細說明文件)
太空載具之構造	(請依第3.2點規範及範例，提供詳細說明文件)

註：請用正式函文提送申請書，可與登錄申請或變更申請併同函文。

(正本：受託單位，副本：主管機關)

太空載具之構造 (範例)

1. 概要說明

尺寸 (mm)	(發射時) (運行時)
重量 (kg)	
設計壽命	
電源方式	例如 Lithium-ion battery with safety valve、Shunt control + unstabilized bus method
姿態控制方式	例如 Three-axis attitude control method
推進方式	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 (請提供說明) 例如 mono propellant blow-down method
推進劑種類	例如 Hydrazine、3N thruster x 4
推進劑質量 (kg)	
火工品	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 (請提供使用說明) 例如 S-Band Antenna展開機構、太陽能板展開機構
展開物	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 (請提供說明) 例如 S-Band Antenna、太陽能板
主要構造材料	例如 A5052P、SUS304
主要搭載酬載	例如 遙測酬載、通訊酬載、氣象酬載、科學酬載
計畫將來自其他天體的物質投放和回收到地球	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 是 (請提供說明)
計畫將其放入圍繞地球以外的天體軌道或將其投放在天體上	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 是 (請提供說明)

2. 太空載具示意圖

(請登錄人提供太空載具發射時及運行時之示意圖)

3. 太空載具系統圖

(請登錄人提供)

附件4 太空載具預估傷亡人數計算條件及方法

A4.1 前言

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

A4.2 適用階段及基準

當太空載具或構成太空載具之設備等，在太空載具操控期間或結束後墜落地球，通過大氣層而未完全燒毀時，須進行預估傷亡人數評估。

確認預估傷亡人數在國際標準範圍內，方可視需求執行導控重返操作，減少對地面之風險。

相關規範如本基準第3.2.4點防止重返時第三方之損害及第4.4.2.1點重返地球之導控。

A4.3 預估傷亡人數之標準值

評估發射及重返風險時，預估傷亡人數乃國際間廣泛採用之指標之一，通常以 E_c (Expected Casualties) 表示，單位為「人」。

表A4-1為各國規定太空載具重返地球之預估傷亡人數。

表A4-1預估傷亡人數 (E_c) 基準比較表

No.	組織	文件名稱	預估傷亡人數 (E_c)
1	NASA	NASA-STD-8719.14A Process for Limiting Orbital Debris	<共同事項> • 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 Uncontrolled Reentry • The risk of human casualty < 1×10^{-4} Controlled Reentry • The risk of human casualty < 1×10^{-4}
2	ESA	ESSB-HB-U-002 ESA Space Debris Mitigation Compliance Verification Guidelines	1×10^{-4}
3	CNES	French Space Operations Act Technical Regulation	伴隨回收之導控重返： 2×10^{-5} 伴隨銷毀之導控重返： 2×10^{-5} 自由落體※： 1×10^{-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

No.	組織	文件名稱	預估傷亡人數 (E_C)
			能措施。

根據FMEA (Failure Modes and Effects Analysis, 失效模式及效應分析) 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。應注意是否低估所適用之標準值。

A4.4 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, 關於計算方法的詳細內容, 亦可參照以下資料:

FAA Flight Safety Analysis Handbook Version 1.0, September 2011。

A4.4.1 危害識別

識別包含故障在內之所有可能墜落地面的模式。

控制太空載具使其重返地球時, 太空載具進入大氣層, 可能會無法充分燃燒而有碎片墜落地面, 造成人員生命或身體功能長期退化或喪失, 帶來危害。碎片有可能是太空載具構件、剩餘推進劑、回收艙等。

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, 結果發生自由落體之情事。

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。

A4.4.2 設定故障機率

針對導控重返操作，須檢討本附件第A4.4.1節中所提每一種模式的發生機率。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，除重返地球中發生操作異常（在重返地球操作期間，可靠度降低）外，還需考量在執行重返地球當下，必要功能之故障等（開始執行重返操作當下，重返地球所需功能的可靠度）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。

當太空載具為自由落體時，則無須考慮故障機率，且墜落地面機率為1。

A4.4.3 探討碎片模型

針對機體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（亦包含使構成太空載具之設備等計畫性分離的情況）。

執行導控重返時，須針對重返中之故障模式或飛行階段，檢討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。

- 重返地球物體之物理特性（形狀、尺寸、質量、材質等）
使用高熔點材料之材質尤須特別留意。
- 分析開始時的軌道特性（高度、軌道傾角等）
- 大氣模型

A4.4.4 墜落機率 (P_i)

(1) 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，並根據通過軌道通過每個緯度區的時間，按比例分配墜落機率。

(2) 導控重返地球

針對第A4.4.1節中所提故障模式或飛行階段，探討開始重返作業當下，太空載具之軌道、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：

- 太空載具位置、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，無法執行導控重返地球操作，結果成為自由落體時，則請參照前述自由落體的方法。

A4.4.5 預估傷亡人數 (E_c)

辨識最終會墜落地面之碎片，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。

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

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

P_{Iij} ：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, September 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 ($\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$)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。

關於碎片碰撞危險，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的衡量方法。

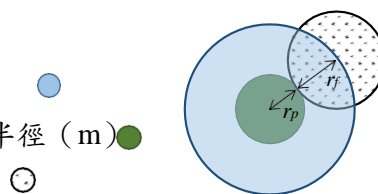
① 球體

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

A_c ：危險面積 (m²)

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

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

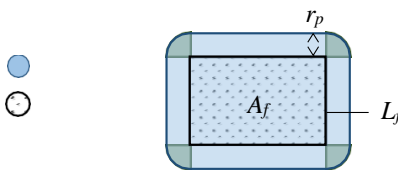
A_c ：危險面積 (m²)

A_f ：碎片面積 (m²)

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 (m²) = $\pi \times r_p^2$



(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0.36m²。

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，雖然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，今後仍有變更之可能，因此宜根據運用之太空載具的特性，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。

在執行導控重返地球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。

A4.5 奈米衛星之墜落危險度

關於奈米衛星，只要不是採極端設計（多數由鈦製構件構成，裝載放射性物質或有毒物質等），基本上墜落危險度低，因此有時可省略詳細討論。可參考以下內容做簡易評估。

【前提條件】

- 採用一般形狀及質量的1U、2U、3U及50cm等級超小型衛星(10公斤以下)。
- 衛星結構體及面板係以高熔點材料製造，或未經耐熱塗層處理。

【評估方法】

- (1)作成超小型衛星使用之構件的物理特性之列表。
- (2)在上述(1)之列表中，邊長60cm以下且屬表A4-2中之材質的構件，如判斷可完全燒盡或碎片墜落能量低於15J，可排除在評估範圍以外。另，被不鏽鋼、鈦等高熔點材料包覆之構件可評價為高熔點構件。
- (3)表 A4-2 以外之構件，則可根據 NASA DAS 或 ESA DRAMA、ORIUNDO等評估預估傷亡人數。

表A4-2各軌道與各材質之詳細內容及可省略評估之閾值

	鋁合金	不鏽鋼	鈦	銅	鎳
自ISS軌道重返	可省略評估	0.2kg以下	0.1kg以下	可省略評估	0.2kg以下
自極軌重返	可省略評估	0.2kg以下	0.2kg以下	可省略評估	0.2kg以下

註1：邊長大於60cm之構件不適用上表。

註2：環氧樹脂、聚乙烯纖維等非金屬材料可省略評估。

註3：使用CFRP時，須根據實際的物理性質進行評估，亦可用更安全的項目（難熔材料）評估來替代。

A4.6 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5 太空載具登錄變更申請書

變更登錄案號 (由受託單位填寫)	
太空載具名稱	(請說明型號、序號及數量；若為衛星星群，規格有差異時應說明)
登錄完成證書字號	
登錄人名稱	
登錄人地址	
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。登錄人為外國人，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)
變更事項說明	(請提供證明文件)
變更涉及載具安全標準、設計	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是(請依第5.1點第2項規範重新辦理型態安全審查)

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6 太空載具登錄效期展延申請書

變更登錄案號 (由專責法人填寫)	
太空載具名稱	(請說明型號、序號及數量)
登錄完成證書字號	
登錄有效日期	
登錄人名稱	
登錄人地址	
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。登錄人為外國人，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)