



2025 台灣盃火箭競賽

火箭設計規範

Version 3

March 25, 2025

1 火箭設計規範簡介

本設計規範為針對台灣盃火箭競賽所建立，為競賽評分與發射核可的參考標準，以確保火箭競賽之安全。主辦單位可視競賽賽程狀況調整設計規範並評估競賽團隊於決賽時是否可進行最終發射。競賽團隊需熟知設計規範，並在不違反設計規範之前提下進行火箭設計。

競賽規則與設計規範詢問管道說明

表單詢問：<https://forms.gle/nB6zGCJzjWkv3joA8>

官方信箱：twcup_rocket@tasa.org.tw

2 火箭競賽目標與基本設計規範

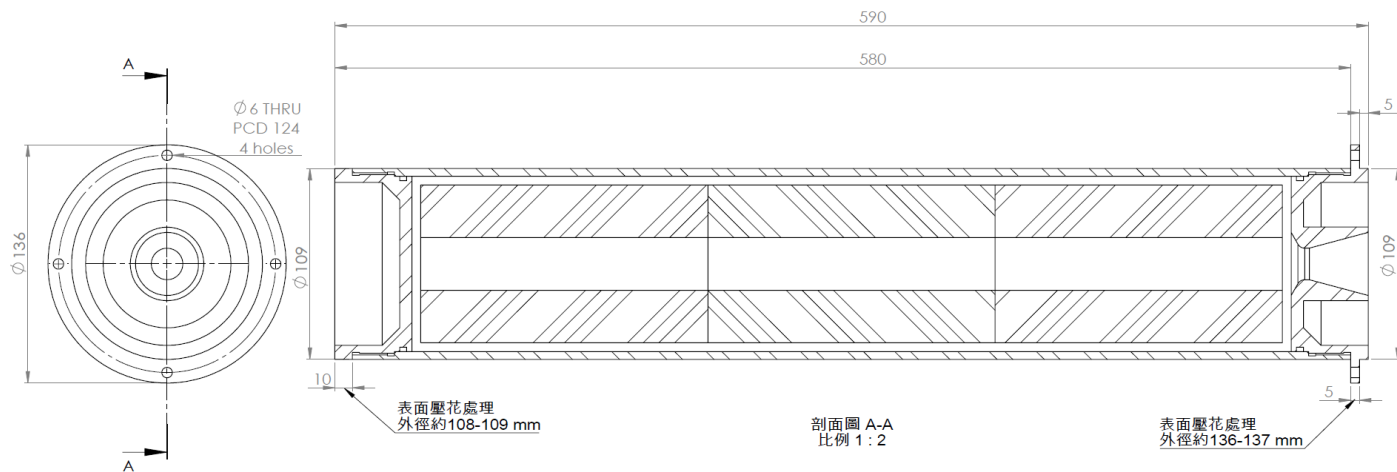
- 2.1 以火箭回收系統作為主要任務酬載，使火箭順利發射升空，降落後火箭可漂浮於海面並記錄基本飛行數據。
- 2.2 大專組須有額外任務酬載。
- 2.3 各團隊火箭須符合「2025 台灣盃火箭競賽_火箭設計規範」文件規定，並於決賽時通過發射許可方可進行發射。
- 2.4 入圍隊伍各階段評分項目包含書面審查、實體報告與決賽成果展示，評分項目於「火箭設計實作教學培訓課程」集訓時公告。
- 2.5 決賽地點：屏東縣旭海村-國科會科研火箭發射場

3 推進系統

3.1 公版推進系統

3.1.1 所有競賽團隊皆統一使用 pioneer-5K 公版固態火箭發動機。

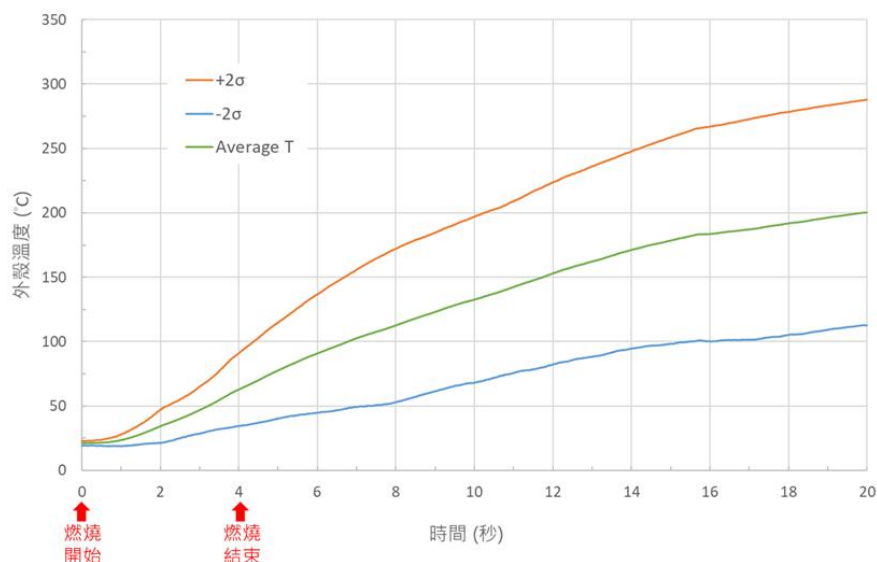
3.1.1.1 須依據下圖 pioneer-5K 公版固態火箭發動機尺寸與組裝介面進行火箭結構體設計。



3.1.1.2 pioneer-5K 公版固態火箭發動機外殼質量 8.7 公斤(不含介面鎖固螺絲)，推進劑質量 4.64 公斤。尺寸公差如下圖所示。

| 設計尺寸範圍 | 加工公差 |
|-------------|----------|
| 0.5~6 mm | ±0.05 mm |
| 6~30 mm | ±0.1 mm |
| 30~120 mm | ±0.15 mm |
| 120~400 mm | ±0.2 mm |
| 400~1000 mm | ±0.3 mm |

- 3.1.2 公版固態火箭發動機應可於火箭發射前以螺絲鎖固的方式快速安裝。
- 3.1.3 火箭含公版推進系統總重量應小於 28.5 kg，以確保火箭推重比與離架速度可符合發射核可標準。
- 3.1.4 火箭應參考線上 [pioneer-5K 推力曲線數據](#) 檔案進行飛行模擬分析。
- 3.1.5 火箭與公版固態火箭發動機組裝介面設計應考慮 pioneer-5K 公版固態火箭發動機外殼平均溫度隨時間變化數據（下圖，外殼平均溫度與正負 2 標準差範圍隨時間變化結果）。



- 3.1.6 決賽之固態火箭發動機點火器安裝、點火線路安裝與火箭發射程序皆統一由競賽現場工作人員執行。

4 火箭航電與降落傘回收系統

4.1 航電系統

- 4.1.1 隊伍應提供火箭航電系統功能可達到設計需求並正常運作之證明，包括地面測試，並在決賽前完成。
- 4.1.2 火箭航電系統應適當考慮衝擊、震動及感測器誤差的影響，並進行適當的系統設計與環境測試。
- 4.1.3 火箭航電系統應針對啟動回收系統有額外獨立或冗餘的設計。例如：啟動開關、感測器、啟動電源、冗餘降落傘釋放裝置等。
- 4.1.4 火箭航電系統若採用無線電波方式與地面遙傳追蹤指令站(TT&C)進行資料與指令傳輸，須遵循下列通訊頻率與功率規範：
- 4.1.4.1 若該無線系統使用業餘無線電頻帶，其操作頻率與發射功率須遵循國家通訊傳播委員會之「業餘無線電機技術規範」，並須於設計審查報告中出示對應等級之「業餘無線電人員執照」。此外，須於決賽前完成不同頻道之通訊測試，以避免比賽進行時與其他隊伍產生同頻道干擾。
- 4.1.4.2 若該無線系統使用無需執照之物聯網頻帶，其操作頻率與發射功率須遵循國家通訊傳播委員會之「行動寬頻業務窄頻終端設備技術規範」，且須於決賽前完成不同頻道之通訊測試，以避免比賽進行時與其他隊伍產生同頻道干擾。
- 4.1.5 火箭發射後於開啟降落傘前禁止進行任何形式的主動式姿態控制，如使用前翼(鴨翼)、尾翼或 RCS 控制火箭滾轉或飛行方向。

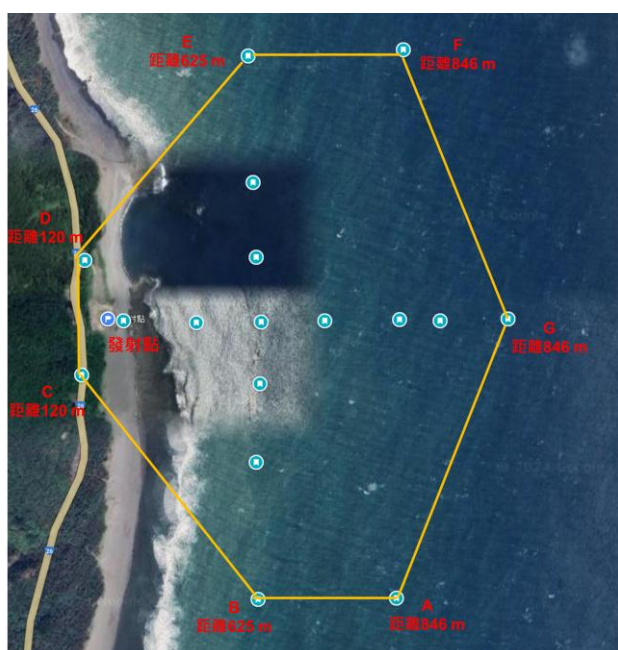
4.2 降落傘回收系統

- 4.2.1 火箭應具備降落傘回收系統，並可透過火箭航電系統或其他獨立系統啟動。
- 4.2.2 降落傘回收系統之啟動與釋放裝置應遵循以下條件：
- 4.2.2.1 釋放裝置應具有冗餘設計，如 2 組以上儲能裝置、2 組以上降落傘回收系統等方案。
- 4.2.2.2 釋放裝置應在接近預期之環境負載下成功進行地面測試。
- 4.2.3 降落傘回收系統之運作應可於離地最高點附近展開第一頂降落傘。
- 4.2.4 降落傘下降速率的計算應基於火箭當下所位於之高度。
- 4.2.5 火箭在降落觸水時的下降速率(終端速度)應小於 12 m/s。

- 4.2.6 若回收系統運作時有高溫氣體產生，回收系統應設計充分的耐熱保護以防止高溫氣體損壞回收系統。包括但不限於，傘繩、降落傘等。
- 4.2.7 降落傘顏色應與天空顏色成對比。
- 4.2.8 主辦單位保留根據團隊的具體設計向競賽團隊提出額外的設計資訊和制定特殊要求的權利。

4.3 回收區域

- 4.3.1 本次競賽落海待回收之火箭皆由競賽現場工作人員統一執行打撈回收程序。
- 4.3.2 主辦單位針對任何飛出指定回收區域或沉入海底的硬體不保證可順利回收。
- 4.3.3 如果主辦單位認為回收可能脫離下圖安全回收區域 (A~G 橘線所圍成的區域)，主辦方可認定設計不安全並取消發射核可。



| Name | Latitude | Longitude |
|------|------------|-------------|
| A | 22°10'10"N | 120°53'55"E |
| B | 22°10'10"N | 120°53'45"E |
| C | 22°10'26"N | 120°53'32"E |
| D | 22°10'33"N | 120°53'32"E |
| E | 22°10'47"N | 120°53'44"E |
| F | 22°10'47"N | 120°53'55"E |
| G | 22°10'30"N | 120°54'03"E |

4.4 安全關鍵線路

- 4.4.1 本節所述的安全關鍵線路是指與回收系統之啟動、釋放、驅動之感測器、及任何可能影響火箭飛行軌跡或穩定性的相關電子線路。
- 4.4.2 所有安全關鍵線路/電纜/端子連接應足夠牢固，以防在發射準備、搬運和飛行過程中過度自由移動、斷開或纏繞。
- 4.4.3 線路應清楚標記或顏色編碼，以便於輕鬆確定其所屬的子系統。
- 4.4.4 線路應在所有連接/端子處設置抗拉保護，防止意外脫離或斷開。
- 4.4.5 电路板的安裝需有結構支撐，例如使用螺絲和支柱固定。

4.5 回收系統測試

- 4.5.1 所有回收系統機制應在第二次設計審查報告前完成一個或多個關鍵子系統的地面測試，且無重大異常。
- 4.5.2 測試過程的影片應包含在第二次設計審查報告中，或提供影片連結。
- 4.5.3 啟動回收系統之感測器應在模擬觸發其功能的環境條件進行地面測試。
- 4.5.4 若測試有危險性，競賽團隊應著安全防護裝備並在指導員的監督下於適當地點進行測試。

4.6 回收系統儲能裝置的安全與啟動

- 4.6.1 本節所述的儲能裝置是指在能量釋放時有合理的潛在可能會造成身體傷害的裝置。
- 4.6.2 儲能裝置以氣瓶、機械能或其他非黑火藥的驅動方式進行設計。
- 4.6.3 儲能裝置被視為「安全」時，需兩個獨立的事件才能釋放能量。
- 4.6.4 儲能裝置被視為「啟動」時，只需一個事件即可釋放能量。
- 4.6.5 所有儲能裝置應保持「安全」狀態，直到火箭處於發射位置時再遵照競賽工作人員的指示進行啟動。
- 4.6.6 所有儲能裝置的啟動、測試應在無人員靠近火箭且配備個人防護裝備的情況下從外部控制。
- 4.6.7 是否進入啟動狀態應在不需要任何人將頭靠近火箭或距離火箭 100 mm 範圍內的情況下進行驗證。例如可透過聲音、指示燈、電腦連線等方式確認。
- 4.6.8 下表列出了常見的儲能裝置類型，並提供低風險性設計建議與已安全處理或已啟動的狀態範例

| 儲能裝置類型 | 建議之低風險設計 | 安全狀態 | 啟動狀態 |
|-------------|--|---|---|
| 點火頭+可燃燒產氣物質 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 可燃燒產氣物質<1 g ✓ 使用限制氣體排放且無彈出物之驅動裝置，如爆通閥(Pyro valve)、燃燒切割器(Pyro Cutters)等 | 至少達到下述任 2 個獨立事件 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 點火線路未連接 ✓ 點火線路並聯一段導線 ✓ 航電系統未上電 ✓ 未達到啟動條件 | 已完成下述 2 個獨立事件，只需再一個事件即可釋放能量 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 點火線路已獨立連接航電系統 ✓ 航電系統已上電 |
| 機械裝置 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 裝置機構可於無受力狀態下進行測試 ✓ 無彈出物設計 | 至少達到下述任 2 個獨立事件 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 額外機械固定(如配置飛行前移除插銷) ✓ 驅動線路未連接 ✓ 航電系統未上電 ✓ 未達到啟動條件 | 已完成下述 3 個獨立事件，只需再一個事件即可釋放能量 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 無額外機械固定 ✓ 驅動線路已連接航電系統 ✓ 航電系統已上電 |
| 壓力容器 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 使用商規壓力容器與對應閥門 ✓ 不需要自行充氣 | 至少達到下述任 2 個獨立事件 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 閥門驅動線路未連接 ✓ 航電系統未上電 | 已完成下述 2 個獨立事件，只需再一個事件即可釋放能量 |

| | | | |
|--|--|-----------|------------------------------|
| | | ✓ 未達到啟動條件 | ✓ 閥門驅動線路已連接航電系統 ✓ 航電系統已上電 |
|--|--|-----------|------------------------------|

4.7 電池

- 4.7.1 火箭應避免使用鋰聚合物 (LiPo) 電池、濕式鉛酸電池，因存在火災風險。
- 4.7.2 火箭應避免使用矩形外形的鋰離子電池。
- 4.7.3 電池電力應可供應火箭系統正常功能運作 1.5 小時以上。

5 火箭 GPS 追蹤要求

5.1 GPS 定位追蹤系統

- 5.1.1 所有火箭應有 GPS 追蹤系統，並在設計審查報告中說明其設計規格與測試結果。
- 5.1.2 可使用商規 GPS 定位追蹤器產品進行系統設計
- 5.1.3 若是獨立於飛行電腦的 GPS 定位系統應在最終飛行審查時展示其可以正常運作。

6 火箭箭身結構

6.1 主結構

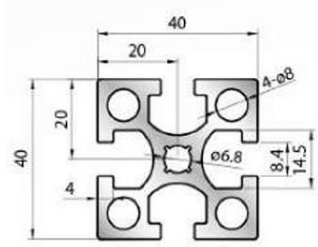
- 6.1.1 火箭外殼應視設計需求具備足夠的洩壓孔，以防止火箭飛行期間內部壓力累積，導致機體損壞或其他未預期的結構變化。
- 6.1.2 火箭應設計足以承受操作過程中的應力，並在搬運、運輸以及火箭飛行期間保持結構完整性。
- 6.1.3 火箭應確保尾翼顫振速度(fin flutter velocity)至少比火箭的預期最大速度高出 50%。
- 6.1.4 火箭整體結構應設計於落海後可漂浮於海面上。

6.2 火箭連接介面

- 6.2.1 針對火箭鼻錐(nosecone)/尾錐(tailcone)/過渡段(transition-to-coupler)/箭身與連接段的可滑動連接介面應至少有 0.5 倍箭身直徑的結構重疊長度。
- 6.2.2 若連接介面設計為不可分離，其連接介面應透過機械緊固件和/或永久性黏合劑固定。

6.3 發射架軌道滑塊

- 6.3.1 軌道滑塊(rail buttons)應完全固定，用於將火箭連接到主辦方提供的 4040 鋁擠型發射軌道，引導火箭在起飛的初始階段，直到火箭達到足夠的速度，以使尾翼提供足夠的空氣動力穩定性。軌道剖面尺寸如下圖所示：



- 6.3.2 軌道滑塊可使用傘頭 M8 螺絲設計，螺絲與發射軌道接觸區域應為光滑無牙。
- 6.3.3 火箭應至少使用兩個軌道滑塊，且位置需分別位於重心上方與下方。
- 6.3.4 軌道滑塊與火箭箭體固定點應額外加強，並至少使用一個金屬緊固件進行固定。
- 6.3.5 最下面的軌道滑塊應能在火箭垂直放置時支撐火箭的總重量。
- 6.3.6 禁止使用黏合劑進行軌道滑塊固定。
- 6.3.7 禁止使用會脫離的軌道滑塊設計。
- 6.3.8 禁止使用塑膠 3D 列印的軌道滑塊。
- 6.3.9 軌道滑塊的放置位置不得導致火箭垂直放置於發射軌道時阻擋箭體上的航電系統操作。
- 6.3.10 火箭軌道滑塊的放置位置以不超過距離火箭底部 120 公分為原則。

6.4 識別標記

- 6.4.1 火箭應標註隊伍名稱、編號，且所有可分離的部件上需有重複標記，無論是設計上的分離還是意外分離。
- 6.4.2 當火箭在發射架上時，隊伍身份應清晰可見。
- 6.4.3 火箭每個翼片的前面應明顯標示隊伍 ID 號碼。隊伍 ID 的數字應按順序縱向標記，從前到後(上到下)沿著發射器箭身標註。
- 6.4.3.1 每個數字的豎直軸應與火箭的縱向軸對齊，且應能在火箭豎立時可讀。
- 6.4.3.2 隊伍 ID 的數字每個至少 75 mm 高，筆劃寬度至少為 12 mm，且顏色必須與箭身背景顏色形成明顯對比。
- 6.4.4 建議火箭主要顏色為白色或淺色調（例如：黃色、紅色、橙色等），有助發射時識別並減少在發射場上因陽光的照射導致內部溫度過高。
- 6.4.5 任何形式的綠色、棕色或其他與迷彩圖案相關的顏色都強烈不建議使用。

6.5 材料禁用規定

- 6.5.1 火箭應使用輕量材料建造，如紙管、PVC 管、玻璃纖維或碳纖維，或在必要時使用延展性輕金屬，如鋁合金，並採用適合計劃飛行的建造技術。
- 6.5.2 不得使用對環境有害的材料作為配重物。這包括鉛、汞和鈾。

7 酬載系統 (大專組額外任務酬載規範)

7.1 酬載設計規範

- 7.1.1 酬載系統可獨立於火箭航電系統進行運作並於火箭開啟降落傘前保持在火箭的箭身內部，或者在整個飛行過程中運作並保持在火箭的箭身內部與火箭航電連接通訊。
- 7.1.2 酬載不得包括任何形式的儲能裝置，包括但不限於火藥、火箭引擎、爆炸螺栓或其他儲能裝置。
- 7.1.3 酬載電池應符合第 4.7 節的要求
- 7.1.4 酬載系統若包含使用無線電波傳輸之裝置，須遵循第 4.1.4 節之通訊頻率與功率規範。

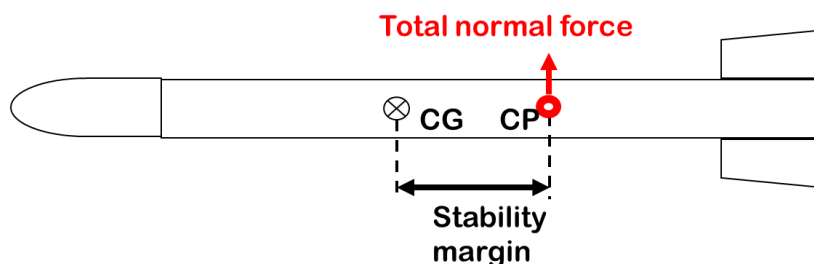
8 火箭發射規範

8.1 發射方位角與仰角

- 8.1.1 火箭發射方位應朝海面發射，由主辦方的競賽工作人員定義。
- 8.1.2 火箭發射仰角應為 $84^\circ \pm 1^\circ$ ，由主辦方的競賽工作人員定義。
- 8.1.3 若在發射前活動中發現飛行安全問題，主辦方的競賽工作人員保留要求某些火箭的發射仰角降低或提高的權利。

8.2 火箭發射穩定性

- 8.2.1 火箭壓力中心 C_p 應位於火箭重心 C_g 的後方(下圖)，確保火箭可在無飛行控制狀態下穩定飛行。



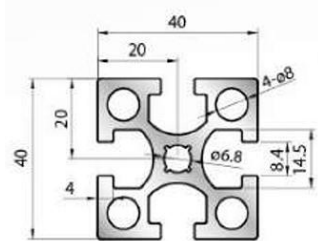
- 8.2.2 火箭必須在從發射到首次回收系統部署事件期間，保持至少 1.5 倍箭身直徑的動態穩定性($Stability > 1.5$)，無論重心 C_g 移動和/或壓力中心 C_p 位置移動。

- 8.2.3 火箭在上升飛行過程中不得“過度穩定”，其定義為起飛前的靜態穩定性應小於 4 倍箭身直徑，火箭飛行過程中的動態穩定性應小於 6 倍箭身直徑。

9 火箭發射架

9.1 公版發射架

- 9.1.1 競賽團隊必須使用官方提供的公版火箭發射架進行火箭發射。
- 9.1.2 主辦單位提供總長度為 4 公尺的發射架軌道。
- 9.1.3 軌道型號為 40*40 mm 鋁擠型(AF4040)，軌道剖面尺寸如下圖所示：



- 9.1.4 火箭應從導軌頂部水平裝載，並將發射架導軌豎立至所需的發射仰角，決賽時可進行火箭上架操作演練。
- 9.1.5 火箭除了軌道滑塊不可有任何線路與發射架連接。例如可分離接頭。

9.2 火箭點火裝置

- 9.2.1 競賽團隊必須依照主辦方的競賽工作人員要求，由競賽工作人員配置火箭推進系統點火裝置。
- 9.2.2 火箭架設與啟動完成後須盡速撤離發射現場，火箭點火發射由競賽工作人員操作。

版本編修紀錄

※ 灰底 or TBD 標示內容會於未來更新

| 時間 | 版本 | 增修項目 |
|------------|-----------|--|
| 2024/11/11 | Version 1 | 初版 |
| 2024/12/12 | Version 2 | 新增官方信箱 新增 3.1.1.2 新增 3.1.5 新增 4.1.4 新增 4.1.5 新增 4.3.1 修改 4.6.8 修改 4.7.2 新增 6.1.4 修改 6.5.1 修改 7.1.1 新增 7.1.4 新增 8.2.1 |
| 2025/3/25 | Version 3 | 更新 3.1.1.2 外殼與燃料質量 更新 3.1.4 " pioneer-5K 推力曲線數據 " 連結 新增 3.1.5 pioneer-5K 外殼平均溫度隨時間變化結果 更新 4.3.3 安全回收區域定義 新增 6.3.10 火箭軌道滑塊的放置位置規定 更新版本編修紀錄格式 |
| TBD | Version 4 | 識別標記 |
| | | |