

這裡可放團隊照片
代表LOGO

隊名：
團隊成員：

各階段報告內容要求

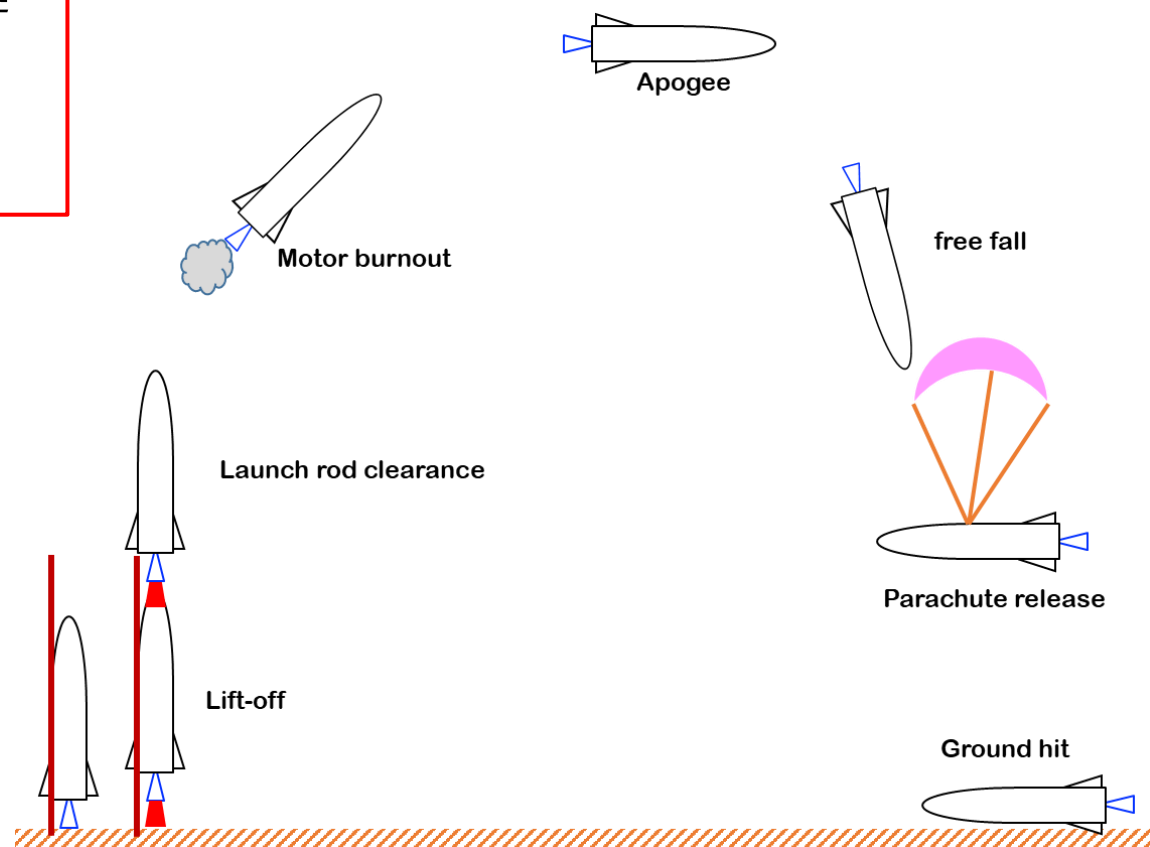
SE No.	Description	任務計劃書 (書審)	第一次設計審查報告 (書審)	第二次設計審查報告 (實體審)	發射備便報告 (書審)
0	隊名、參賽任務目標	F	F	F	F
1	團隊運作規劃				
1.1	團隊組織分工	P	U	U	F
1.2	時程規劃	P	U	U	F
1.3	火箭零件表、經費與預算規劃	P	U	U	F
2	火箭功能需求、架構、設計與分析				
2.1	火箭概念設計與功能需求確認	P	F		
2.2	火箭系統設計與功能需求確認		P	F	F
2.3	火箭飛行模擬分析		P	F	F
2.4	次系統設計與功能需求確認		P	F	F
3	如何達到設計目標				
3.1	研發路徑規劃	P	U	F	F
3.2	功能驗證方法與整合測試規劃		P	F	F
3.3	列表功能需求驗證成果			P	F
4	競賽日工作規劃				
4.1	發射前備便項目規劃與標準作業流程		P	U	F
4.2	發射執行規劃與標準作業流程			P	F
5	風險評估	P	U	U	F

P: Preliminary Version; U: Update Version; F: Final Version

參賽任務目標

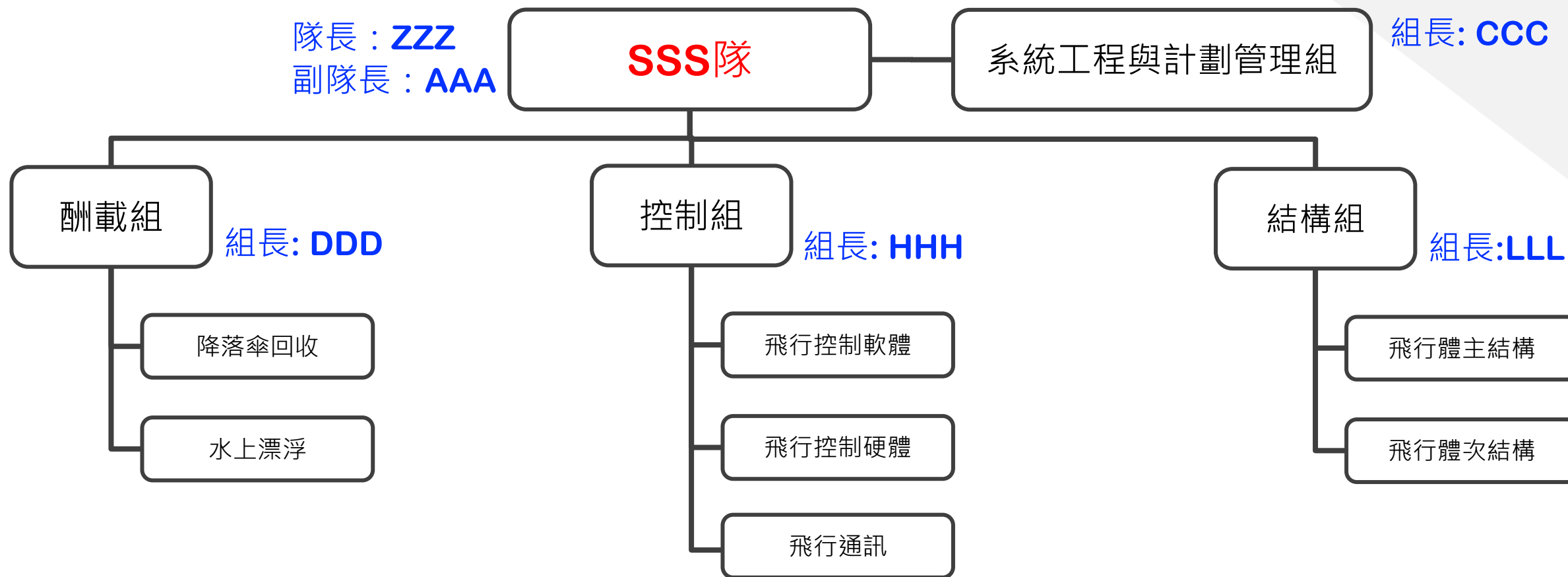
範例：本任務以火箭回收系統作為主要任務酬載，使火箭順利發射升空至1公里高度，降落後火箭可漂浮於海面並記錄基本飛行數據

- 上述內容以人、時、地、物的角度來描述
- 可以多個目標
- 可搭配右方任務概念流程圖說明



團隊組織分工

分組分工架構圖



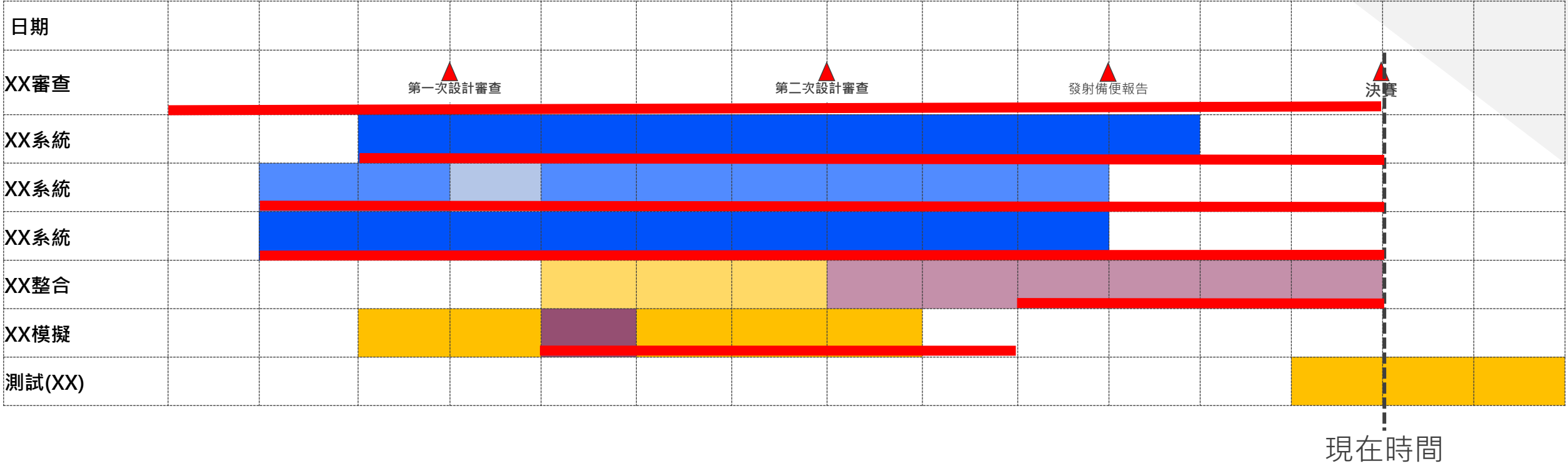
團隊組織分工

人數、各組工作內容說明

職稱	工作內容	人員
指導員		
隊長		
副隊長		
系統工程與計劃管理組		
結構組		
酬載(回收)組		
控制組		

團隊總人數：XX人

工作項目規劃、甘特圖



火箭零件表、經費與預算規劃

火箭零件表 (規格、自製or購買、金額預算)

項目編號	項目名稱	規格	單位	屬性	數量	預估單價
STR.1.1	碳纖板	厚度3 mm	片	購買	4	865
STR.1.2	引擎固定件	自行設計	個	委外加工	3	680
STR.1.3	水電材料	直徑5吋PVC管	個	購買	1	225
STR.1.4	火箭鼻錐	自行設計	個	自製	1	609

整理火箭零件表 (可包含規格、自製or購買、金額預算)

預算總金額：XX元

火箭零件表、經費與預算規劃

競賽經費來源與預算規劃，需考量後續決賽發射預算

經費來源	支出項目	數量	單位	單價	總價	備註
學校競賽補助費用 XXX元	高鐵來回	10	人	1,200	12,000	
	餐飲住宿費(1300元/日)	10	人	1,300	13,000	
	保險費	10	人			
決賽補助費用 XXX元	火箭耗材	1	批			
拉贊助費用 XXX元	測試費用	1	次			
	遊覽車費用	3	天			

競賽經費來源與預算規劃，需考量後續決賽發射預算

XXX火箭全系統

這裡可放全系統代
表圖/照片

火箭概念設計與功能需求確認

釐清要達到任務目標火箭全系統所需要具備的功能、型態（外觀、物理特性）介面、操作等基本需求。

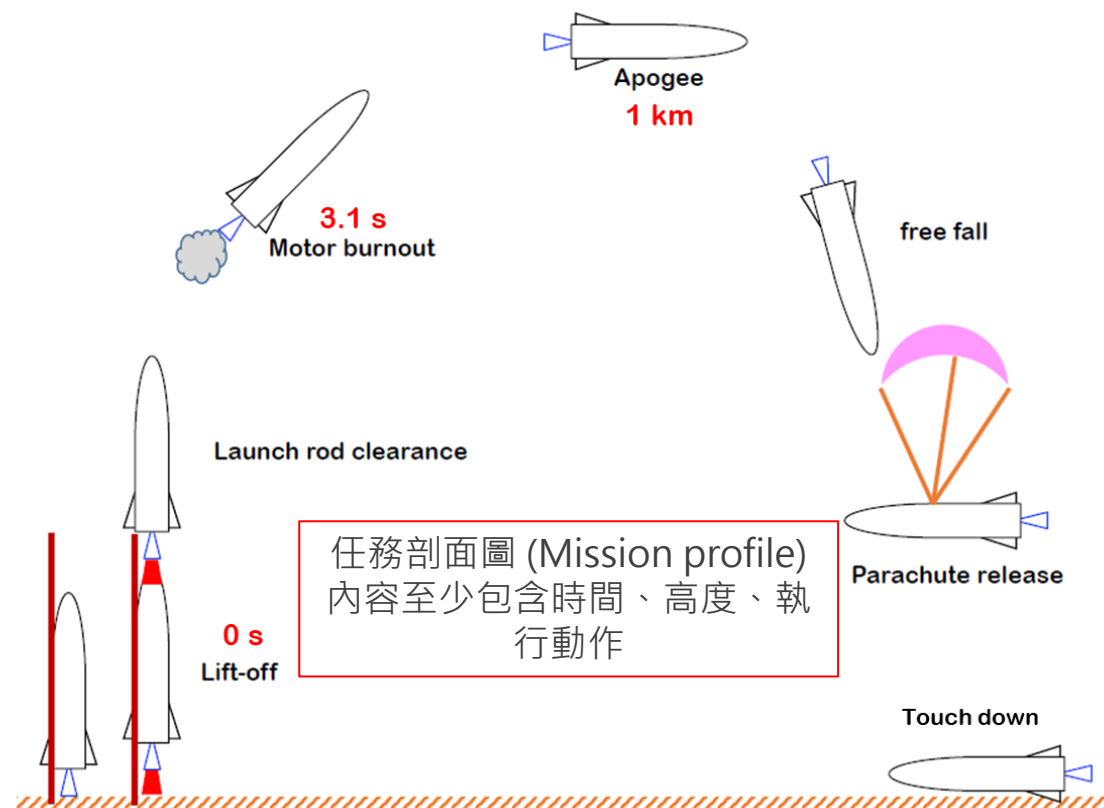
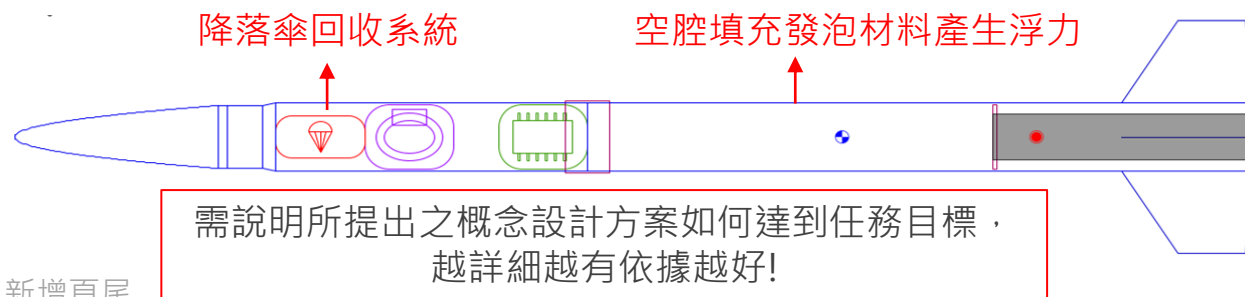
數值待確認請標註TBD

任務目標：

本任務以火箭回收系統作為主要任務酬載，使火箭順利發射升空至1公里高度，降落後火箭可漂浮於海面並記錄基本飛行數據

任務功能需求：

- ✓火箭應透過公版火箭推進系統抵達至少1 km的飛行高度火箭應可攜帶4 kg任務酬載
- ✓酬載應可於火箭中執行XXX實驗
- ✓火箭應具備使用降落傘回收整支火箭的能力
- ✓火箭可漂浮於海面上
- ✓火箭應完整記錄任務過程中的所有飛行資料
- ✓火箭應可回傳落點位置資訊
- ✓發射任務應確保人員及設施安全



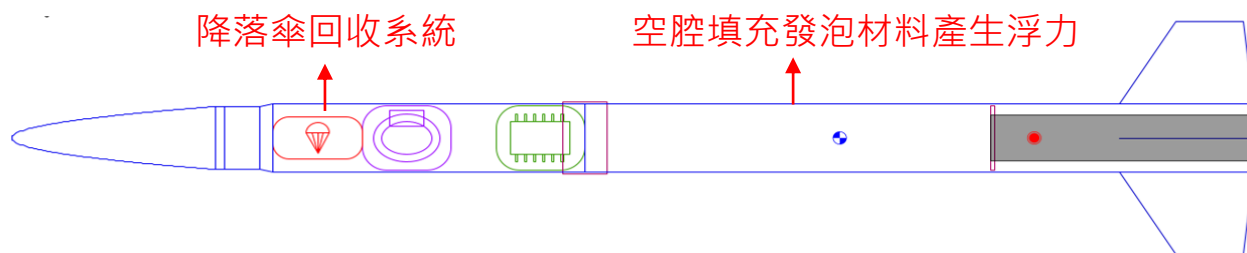
火箭任務需求與驗證成果

任務需求與驗證狀態

- 可參考下表需求矩陣檢查撰寫方向，並注意此並非標準答案。

- 整理驗證成果圖/照片/影片
- 除了必須飛行測試才能驗證項目，應盡可能讓相關需求在飛行前透過地面測試被驗證。

	編號	需求內容	Trace from	Owner	Verification metod	Verification lead	Verification level	原因	狀態	需求類型
Mission statement & Concept (MDR定案)	ISSE.1	任務應於2024年6月完成任務	Stakeholder		Demonstration		System	任務宣言		環境需求
	ISSE.2	任務應達到1 km飛行高度	Stakeholder		Demonstration		System	任務宣言		功能需求
	ISSE.3	任務應完成火箭系統回收	Stakeholder		Demonstration		System	任務宣言		功能需求
	ISSE.4	任務應確保人員及設施安全	Stakeholder		Inspection		System	任務概念		安全需求
	ISSE.5	任務應使用公版固態火箭推進系統	Stakeholder		Inspection		System	任務概念		型態需求
	ISSE.6	全箭成本應低於預算2萬之內	Stakeholder		Inspection		System	任務概念		環境需求
編完一段請空行										
Mission requirements (MDR定案)	MR.1	火箭應透過公版推進模組抵達至少1km的飛行高度	ISSE.2/5		Demonstration		System			功能需求
	MR.2	火箭應可承受飛行過程中的所有作用力	ISSE.2		Demonstration		System			性能需求
	MR.3	任務應具備地面支援設備使火箭能順利發射	ISSE.2		Demonstration		System			功能需求
	MR.4	火箭應完整記錄任務過程中的所有飛行資料	Stakeholder		Demonstration		System	本任務做為旭海火箭比賽的驗證與測試，可以透過資料		功能需求
	MR.5	火箭應能與地面站穩定進行通訊	ISSE.3		Demonstration		System			功能需求
	MR.6	火箭應具備在空中打開降落傘的能力	ISSE.3		Demonstration		System			功能需求
	MR.7	火箭應具備從海中完整回收的能力	ISSE.3		Demonstration		System			功能需求
	MR.8	位於台灣東部朝東發射，軌跡盡可能遠離陸地與人口	ISSE.4		Demonstration		System			環境需求
	MR.9	任務的成本應在新台幣兩萬塊以內	ISSE.6		Inspection		System	經費稍微超支，目前	pass	品質需求
	MR.10	任務應於2024年6月完成任務	ISSE.1		Demonstration		System	任務時程延至8月初	pass	品質需求
	MR.11	任務應使用專案管理工具進行任務規劃	Stakeholder		Inspection		System		checked	功能需求

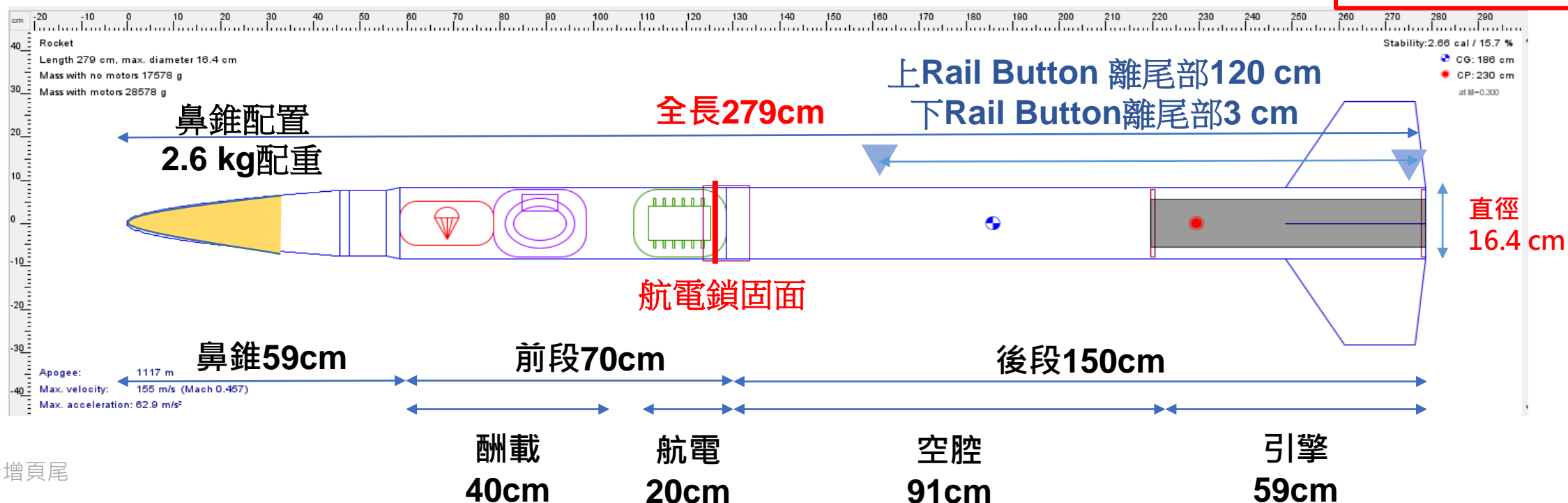


火箭系統設計與功能需求確認

使用open rocket或其他相同功能軟體進行更細節的火箭設計繪製

箭身材質	火箭總重	全長	箭身尺寸	頂點高度 @風速 4 m/s	離架穩定 度	質心和壓力中心	離架速 度	到頂點時間	供電時間	火箭上下鏈 通訊頻段
4.1mm 厚 PVC管	28.4kg	280cm	外徑164mm 內徑156mm	1021m~ 1068m	>1.52 倍 火箭直徑	CG : 190.3 cm CP : 231 cm CP-CG>2倍火箭直徑	16.1m/s	15.4s	>3hr	434Mhz

數值待確認請標註TBD



數值待確認請標註TBD

- 總重：28.4 kg
- avionics：1.02 kg
- payload：1.89 kg
- 配重塊：**2.6 kg**
- 引擎：13.5 kg (結構重9kg，藥重4.5kg)
- 管身結構重：
 - 鼻錐：0.34 kg
 - Connector 6" to 5"：0.5 kg
 - 前段管：2.24 kg
 - 後段管：3.86 kg + **0.4 kg發泡**
 - Connector 6"：0.56 kg
- 3 mm碳纖尾翼+尾翼固定結構+尾部端蓋：1.51 kg

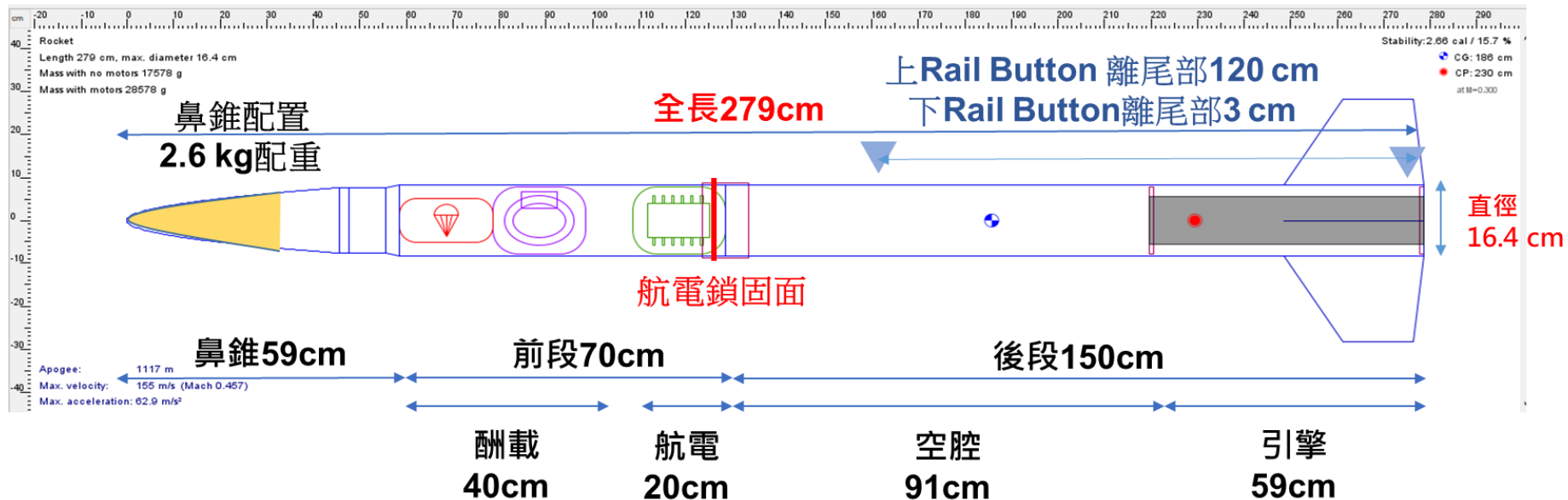


火箭系統設計與功能需求確認

質量分佈、浮力等資訊

數值待確認請標註TBD

- 浮力公式： ρV (kgw)，PVC管面積： $\frac{\pi}{4} \times 0.164^2 = 0.2112 \text{ m}^2$ ， $\rho = 1020 \text{ kg/m}^3$ (海水密度)
- 若要25 kgf (少了引擎藥重)的浮力，六吋PVC管約需要**120 cm**的管長
- 主要以**航電段前後的39cm+空腔81cm** (螢光標記)作為漂浮段(內部填充發泡)，鼻錐也能提供額外浮力

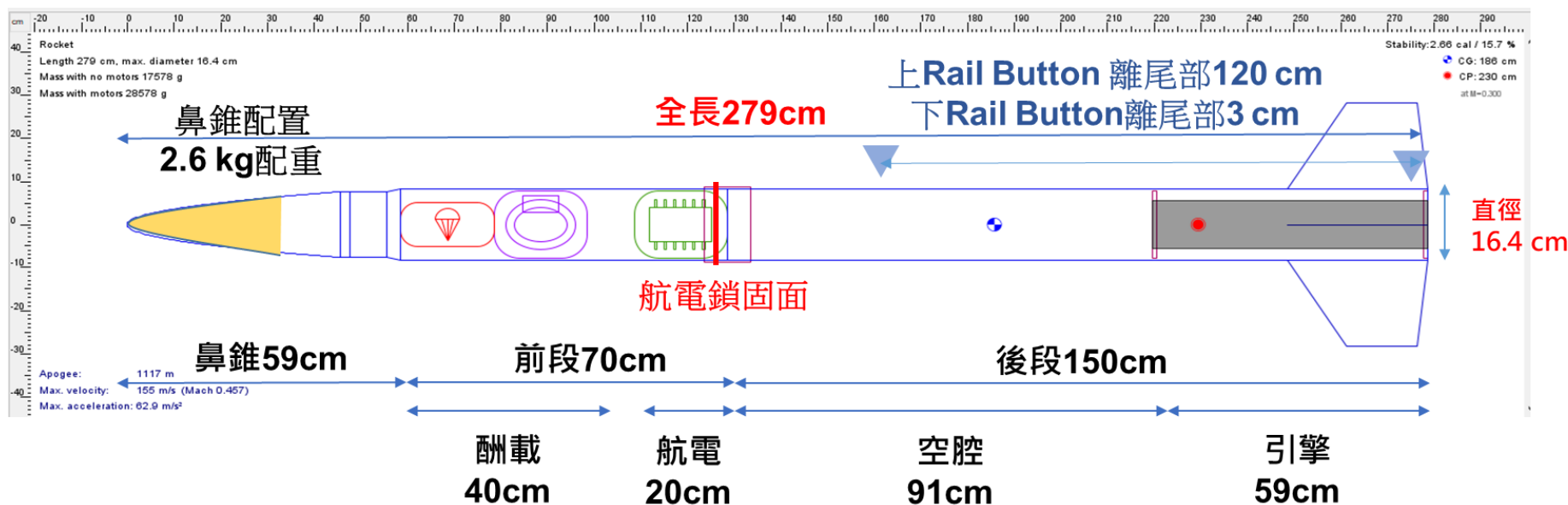


火箭系統設計與功能需求確認

火箭設計與發射架長度

數值待確認請標註TBD

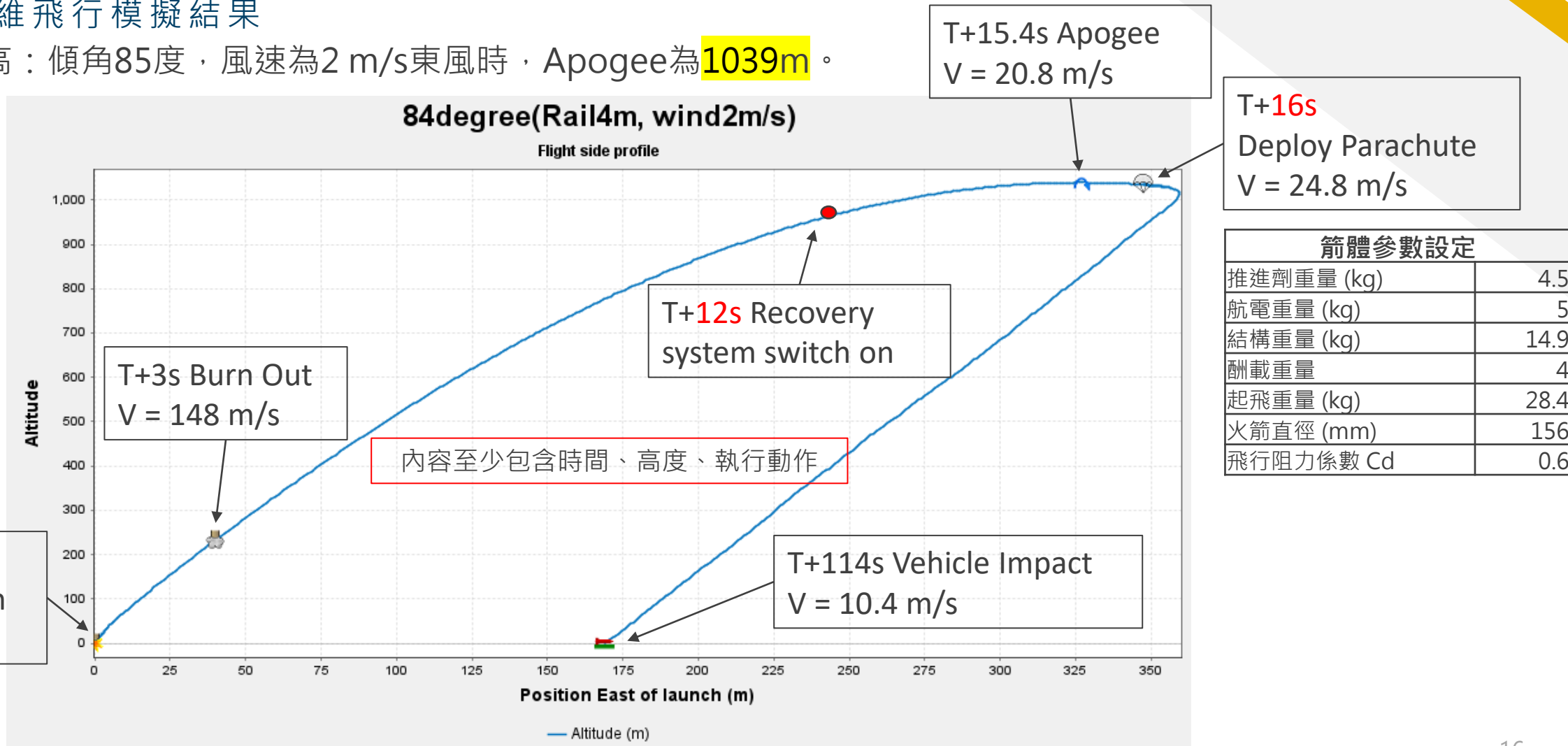
- 鋁擠軌道長度400 cm，上方(靠近鼻錐)Rail button (藍色三角形)離尾部120 cm
下方(靠近尾翼)Rail Button離尾部3 cm，有效滑動長度280 cm (400-120 cm)



火箭飛行模擬分析

2維-3維飛行模擬結果

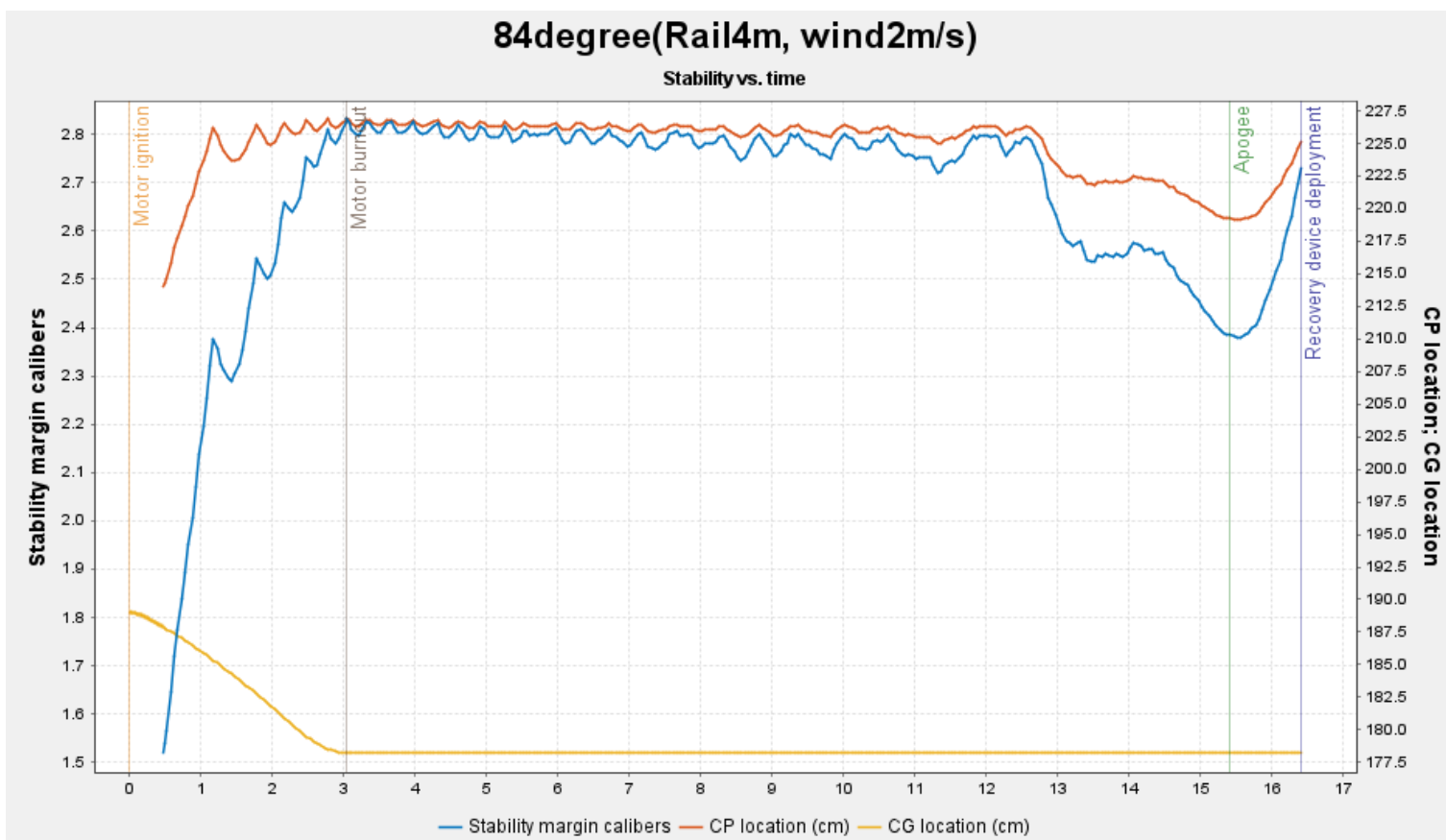
- 飛高：傾角85度，風速為2 m/s東風時，Apogee為1039m。



火箭飛行模擬分析

2維-3維飛行模擬結果

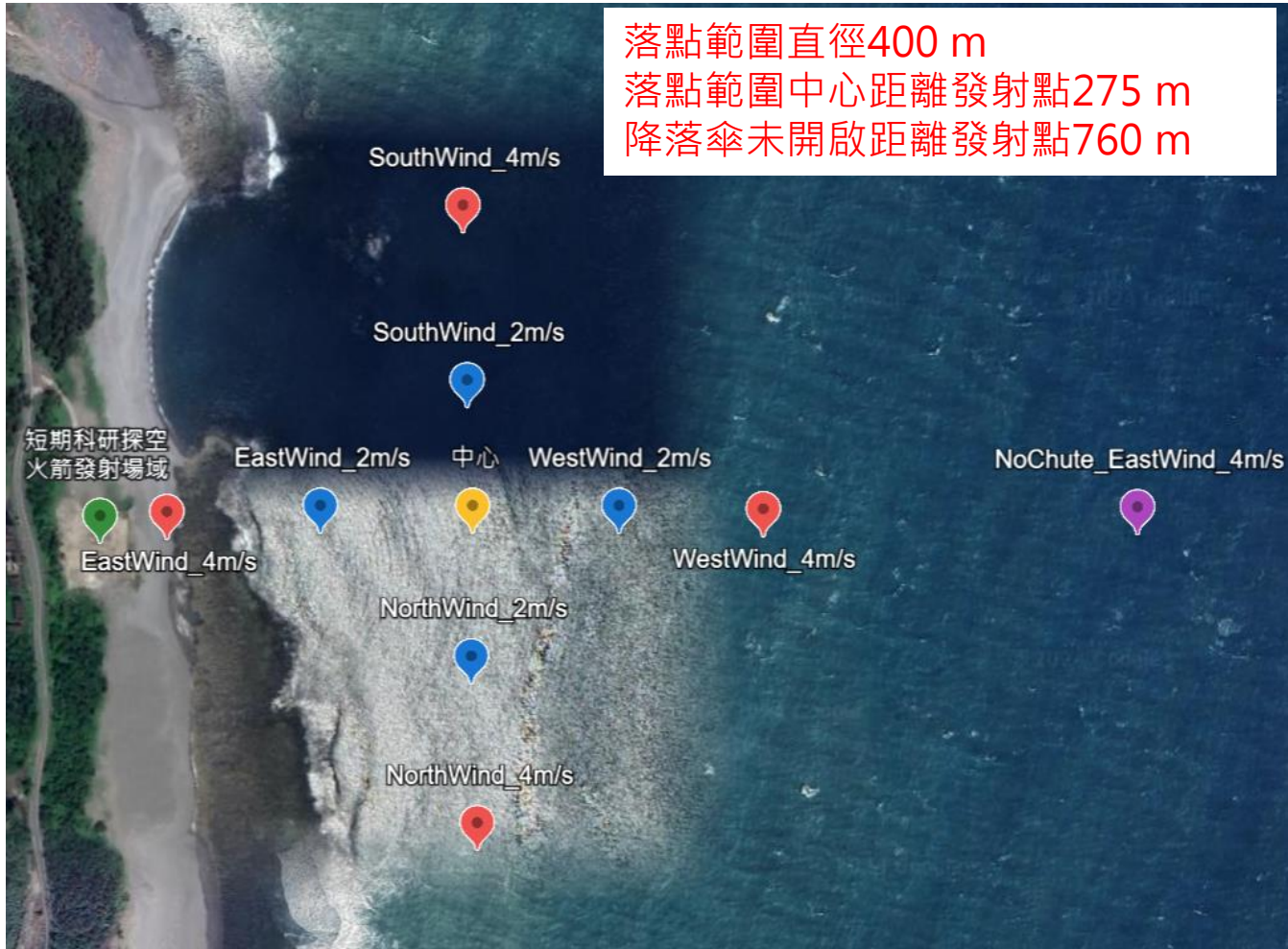
- 穩定度(CG到CP長度/直徑)：離架時是1.52，後面飛行過程都在2.8左右。
- 離架速度=16.1 m/s，如果現場風速大於4 m/s (1/4離架速度)就要考慮NO-GO



箭體參數設定	
推進劑重量 (kg)	4.5
航電重量 (kg)	5
結構重量 (kg)	14.9
酬載重量	4
起飛重量 (kg)	28.4
火箭直徑 (mm)	156
飛行阻力係數 Cd	0.6

火箭飛行模擬分析

落點分析

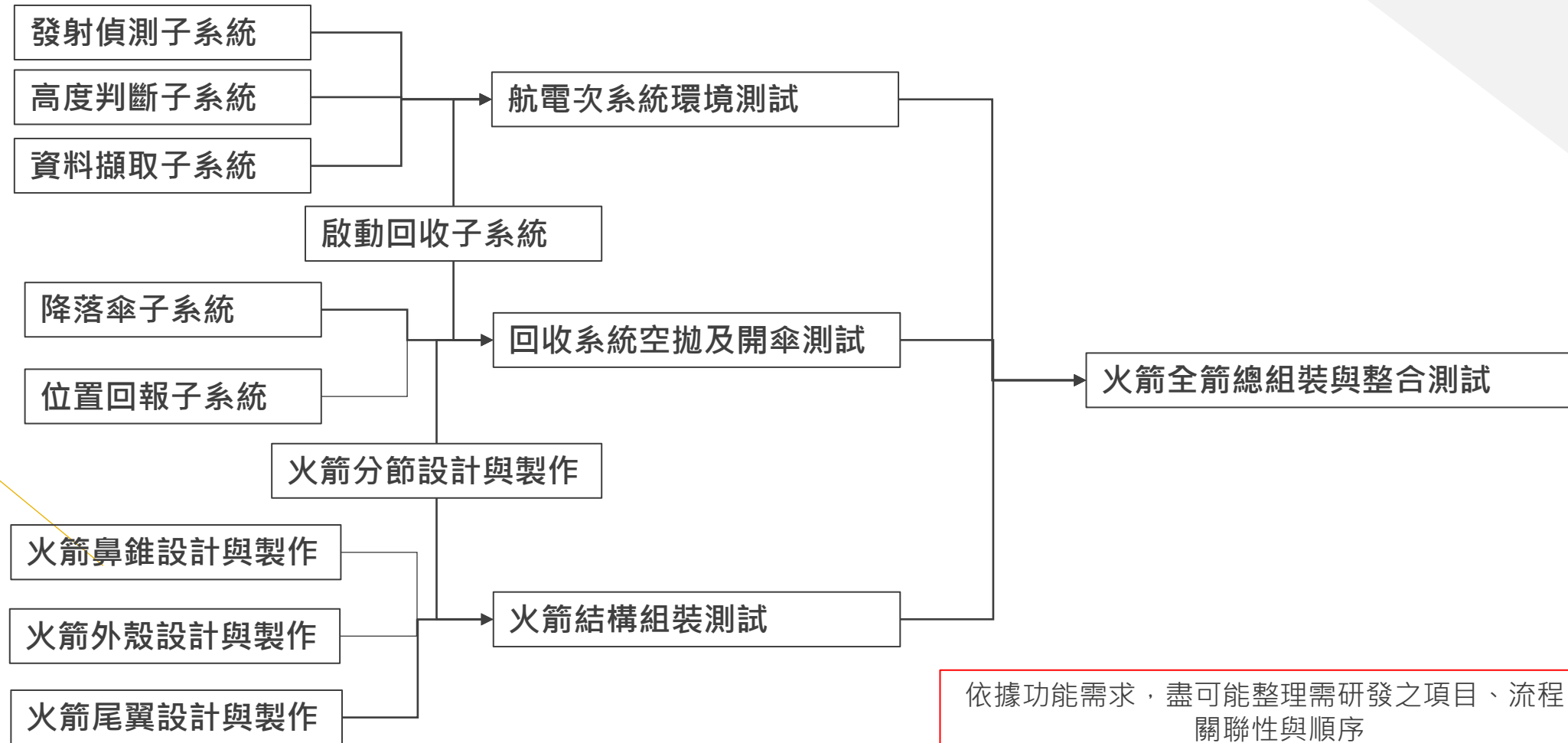


- 左圖為在2 m/s及4 m/s的東、南、西、北風之下之落點分析，下表為落點位置
- 應注意東風大於2 m/s時，火箭**很可能在岸上落地**！

Name	Latitude	Longitude
Launch Field	22°10'29"N	120°53'33"E
EastWind_2m/s	22°10'29"N	120°53'39"E
EastWind_4m/s	22°10'29"N	120°53'34"E
WestWind_2m/s	22°10'29"N	120°53'46"E
WestWind_4m/s	22°10'29"N	120°53'50"E
SouthWind_2m/s	22°10'32"N	120°53'42"E
SouthWind_4m/s	22°10'36"N	120°53'42"E
NorthWind_2m/s	22°10'26"N	120°53'42"E
NorthWind_4m/s	22°10'22"N	120°53'43"E
NoChute_EastWind_4m/s	22°10'29"N	120°54'00"E

研發路徑與整合測試規劃

研發流程圖釐清主要工作項目、工作順序與關聯性，並補充說明整合測試的方法



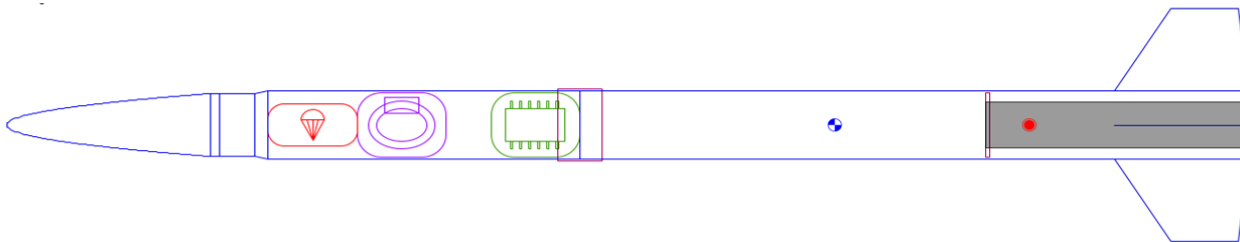
火箭系統需求與驗證成果

火箭全系統

- 可參考下表需求矩陣檢查撰寫方向，並注意此並非標準答案。
- 針對需求列表說明如何驗證 (Inspection、Demonstration、Analysis、Test)
- 整理火箭的設計方案與對應的需求項目驗證結果

- 整理驗證成果圖/照片/影片
- 除了必須飛行測試才能驗證項目，應盡可能讓相關需求在飛行前透過地面測試被驗證。

	編號	需求內容	Trace from	Owner	Verification metod	Verification lead	Verification level	原因	狀態	需求類型
System requirements (MDR初版 / SDR定案)	SYS.1	火箭結構應有空間容納所有次系統	MR.1/2		Test		System		checked	功能需求
	SYS.2	火箭重量應低於公版推進模組所能負荷之重量	MR.1		Analysis		System		checked	功能需求
	SYS.3	火箭結構應能回收	MR.7		Demonstration		System		TBC	功能需求
	SYS.4	火箭應提供各個次系統所需電力	MR.4/5/6		Test		System			功能需求
	SYS.5	火箭應於落海之前與地面站保持穩定通訊	MR.5		Demonstration		System		TBC	功能需求
	SYS.6	火箭應具備判斷自身姿態的功能	MR.1		Test		System			功能需求
	SYS.7	火箭應於展開降落傘後落於海面上	MR.6/7		Analysis		System		checked	功能需求
	SYS.8	火箭應能承受所有環境變化	MR.8		Test	nice to have	System		pass	功能需求
	SYS.9	火箭應具備漂浮於海上的能力	MR.7		Demonstration		System		TBC	功能需求
	SYS.10	火箭應具備飛行資料紀錄器	MR.4		Inspection		System		checked	功能需求
	SYS.11	火箭應具備位置回報系統	MR.4/5		Inspection		System		checked	功能需求
	SYS.12	火箭應具備影像紀錄能力	MR.4		Demonstration	nice to have	System		pass	功能需求
	SYS.13	火箭應具備點火能力	MR.1		Test		System			功能需求
	SYS.14	火箭應有能使其穩定發射的機構	MR.1							



- ☐ SYS.1: 已完成全箭次系統組裝與鎖固測試
- ☐ SYS.2: 已完成軟體分析，全箭可透過公版推進模組達1 Km飛行高度
- ☐ SYS.3: 待飛試驗證
- ☐ SYS.4: 尚未完成箭身上電測試
- ☐ SYS.5: 待飛試驗證
- ☐ SYS.6: 尚未完成箭身IMU姿態測試
- ☐ SYS.7: 飛試模擬分析完成
- ☐ SYS.9: 待飛試驗證
- ☐ SYS.10: 已完成箭身飛行資料紀錄測試

XXX火箭結構次系統

這裡可放次系統代
表圖/照片

依照組織架構其他次系統以同樣模式處理

火箭結構次系統設計與功能需求確認

火箭主結構設計-全箭

- 結構設計說明

材料:

火箭箭身-PVC水管

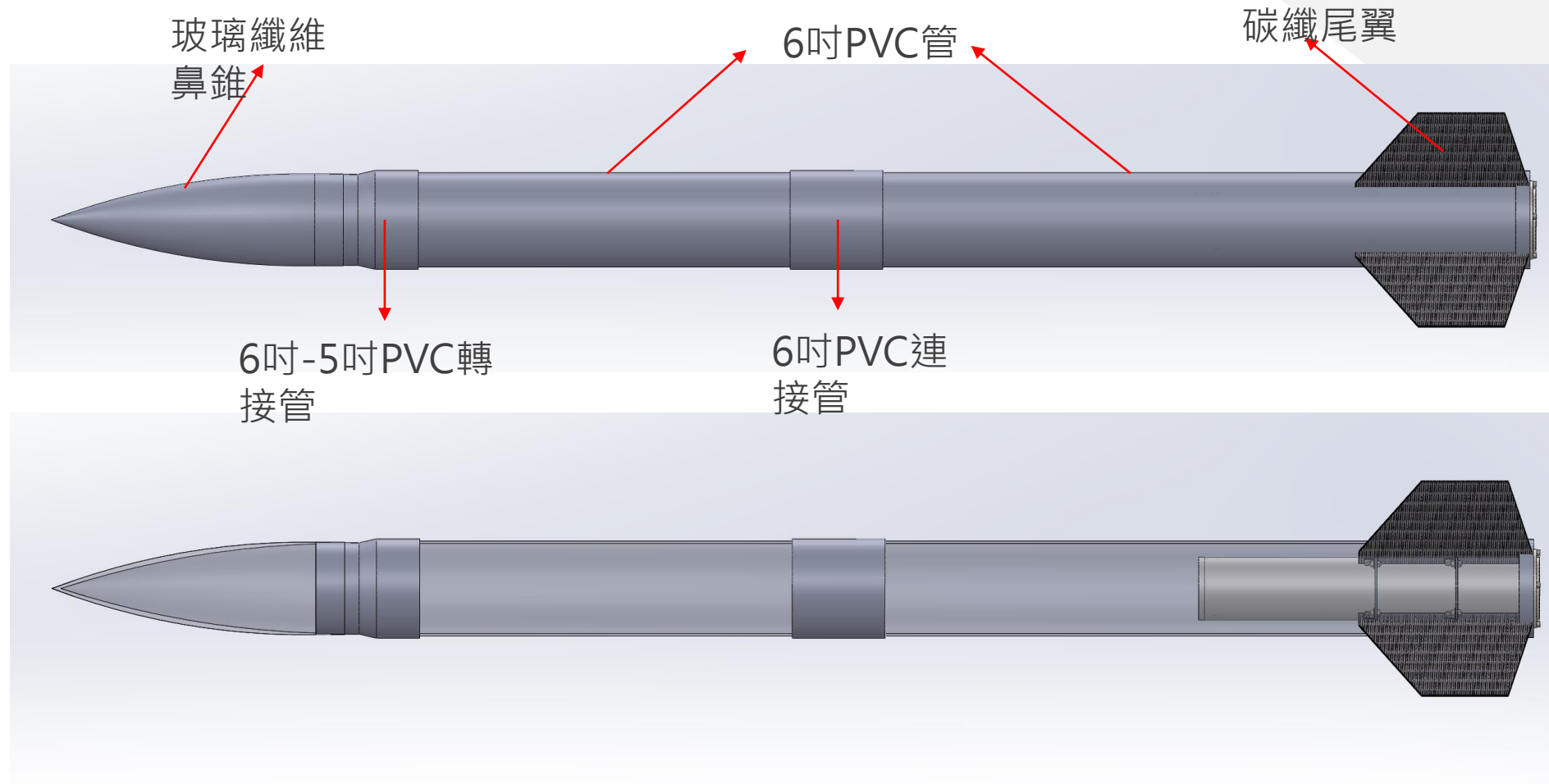
鼻錐-玻璃纖維

尾翼-碳纖維板

連接方式:

6吋PVC連接管連接兩
段PVC水管

6吋-5吋PVC轉接管連
接PVC管與鼻錐



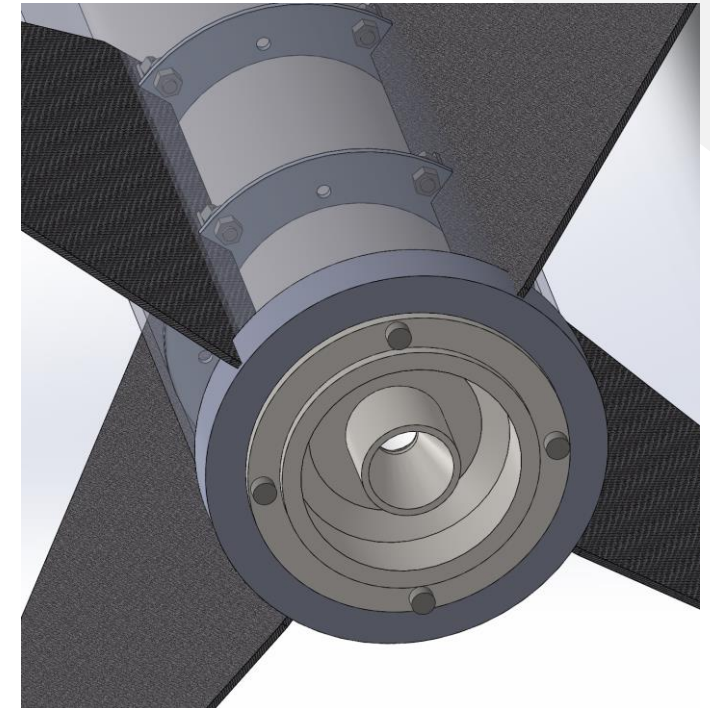
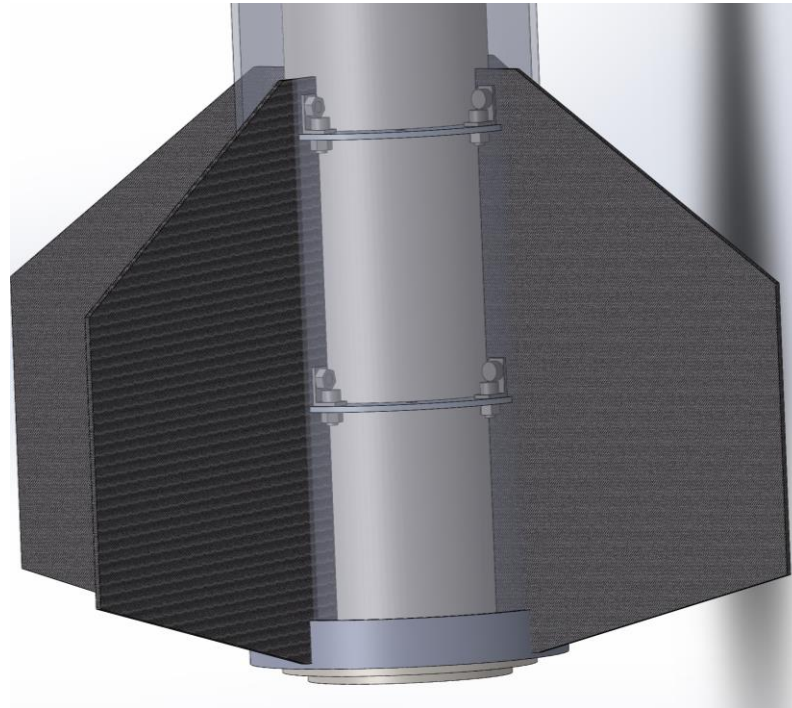
火箭結構次系統設計與功能需求確認

火箭主結構設計-尾翼與固態推進系統

- 推進系統固定說明

利用M6*12 螺絲與螺帽固定尾翼於金屬雷切板

再利用PVC管蓋與M6螺絲將底部與火箭外殼固定



火箭結構次系統設計與功能需求確認

火箭次結構設計-火箭發射架滑塊(Rail Button)

- Rail Button固定說明

利用M6螺絲與螺帽固定於PVC管

與發射軌道接觸部分則為光滑無牙

Rail Button共有兩個以固定於鋁擠
行發射軌道



火箭系統需求與驗證成果

火箭結構次系統

- 可參考下表需求矩陣檢查撰寫方向，並注意此並非標準答案。
- 針對需求列表說明如何驗證 (Inspection、Demonstration、Analysis、Test)
- 整理火箭的設計方案與對應的需求項目驗證結果

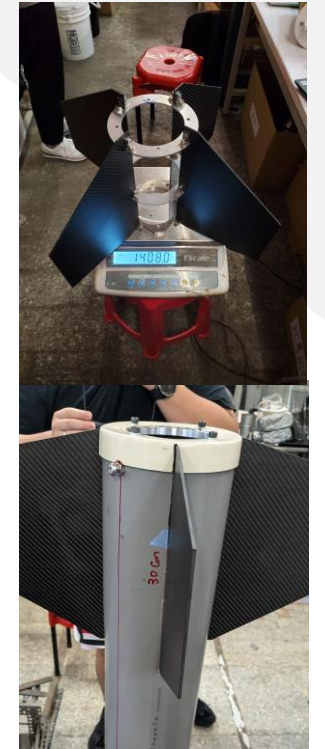
- 整理驗證成果圖/照片/影片
- 除了必須飛行測試才能驗證項目，應盡可能讓相關需求在飛行前透過地面測試被驗證。

	編號	需求內容	Trace from	Owner	Verification metod	Verification lead	Verification level	原因	狀態	需求類型
Structure Subsystem Requirement	STR.1	火箭結構的安全係數應大於 1.3	SYS.2		Analysis		System			功能需求
	STR.2	火箭結構內的空間應足夠容納推進次系統	SYS.1		Test		Sub-system			介面需求
	STR.2.1	火箭應有能固定推進次系統的鎖件	STR.2		Test		Element			介面需求
	STR.3	火箭結構內的空間應足夠容納航電次系統	SYS.1		Inspection		Sub-system			介面需求
	STR.3.1	火箭應有能固定航電次系統的鎖件	STR.3		Test		Element			介面需求
	STR.4	火箭結構內的空間應足夠容納酬載次系統	SYS.1		Inspection		Sub-system			介面需求
	STR.4.1	火箭應有能固定酬載次系統的鎖件	STR.4		Test		Element			介面需求
	STR.5	火箭結構總重量應小於18.5公斤	SYS.2		Inspection		System			性能需求
	STR.5.1	航電系統重量應小於2公斤	STR.5		Inspection		Element			性能需求
	STR.5.2	酬載系統重量應小於3公斤	STR.5		Inspection		Element			性能需求
	STR.6	火箭應有能套上鼻錐的固定件	SYS.1		Inspection		Sub-system			型態需求
	STR.6.1	鼻錐應有能讓酬載施加推力的平面	STR.6		Test		Element			功能需求
	STR.7	火箭結構應能使訊號傳輸順利	SYS.5		Test		System			介面需求
	STR.8	火箭結構應能穩定放置於地面的發射架	SYS. 14		Test		Sub-system			功能需求
	STR.9	火箭結構應能有完整的組裝流程	MR.2		Inspection		System			操作需求
	STR.10	火箭結構應能承受降落時的衝擊	MR.2		Demonstration		System			性能需求

- STR.1 安全係數確認完成



- STR.2 推進系統空間與固定確認完成



火箭系統需求與驗證成果

火箭航電次系統/酬載次系統

- 可參考下表需求矩陣檢查撰寫方向，並注意此並非標準答案。
- 針對需求列表說明如何驗證 (Inspection、Demonstration、Analysis、Test)
- 整理火箭的設計方案與對應的需求項目驗證結果

同結構次系統整理相關設計、
驗證成果圖/照片/影片

	編號	需求內容	Trace from	Owner	Verification metod	Verification lead	Verification level	原因	狀態	需求類型
Avionic control Subsystem Requirement	AVI.1	通訊模組應具備傳輸訊號至少 1.4 公里的能力	SYS.5		Test		Sub-system		checked	功能需求
	AVI.2	飛控電腦應能夠以更新率 0.5 秒回傳火箭位置、速度等飛行資料	SYS.5/10/11		Test		Sub-system		checked	性能需求
	AVI.3	姿態感測器應能夠至少以每 0.5 秒紀錄火箭的速度、位置、高度等飛行資料	SYS.10		Test		Sub-system		checked	性能需求
	AVI.4	飛控電腦應於火箭過最高點時正常發送訊號給酬載組	SYS.7		Test		Sub-system		checked	功能需求
	AVI.5	電力供應模組應在火箭回收之後至少還保留 10 % margin	SYS.4		Test		Sub-system		TBC	功能需求
	AVI.6	電力供應模組需要有更換電池的設計	SYS.4		Test		Sub-system		TBC	功能需求
	AVI.7	電力供應模組需要要有上電設計	SYS.4		Test		Sub-system		TBC	功能需求
	AVI.8	航電盒子應能夠容納於箭體當中	SYS.1		Inspection		System		checked	介面需求
	AVI.9	航電系統應有檢測模式可在地面進行timer檢測	MR.3		Test		Sub-system		checked	功能需求
	AVI.10	航電系統應有分離接頭判斷火箭是否離架	MR.3		Test		Sub-system		checked	功能需求

需求矩陣範例下載請點我

Payload Subsystem Requirement	PL.1	酬載系統應於達到最高點前後 2 秒內使降落傘開傘	SYS.7		Test		System	確保開傘的環境不會	checked	功能需求
	PL.2	酬載系統應具備降落傘開傘機構	PL.1		Test		Element		checked	功能需求
	PL.3	降落傘應可承受速度30 m/s之展開力	SYS.7		Analysis		System	避免開傘時降落傘受	checked	性能需求
	PL.4	火箭的降落終端速度應小於 13 m/s	SYS.7		Analysis		System	避免落海時箭體受損	checked	安全需求
	PL.5	酬載系統應能承受起飛時的震動	MR.2		Demonstration		System		pass	性能需求
	PL.6	酬載系統應能承受海邊鹽度、濕度	SYS.8		Demonstration		System		pass	環境需求
	PL.7	酬載系統應能於降落後準確回報位置且至少持續 5 小時	SYS.11		Inspection		Sub-system	縮小火箭降落範圍	checked	功能需求
	PL.8	通訊地面站應能實時紀錄火箭的速度、位置、高度等飛行資料	SYS.10		Test		Sub-system		checked	功能需求
	PL.8.1	地面通訊站需有UI介面方便判斷資料	SYS.10		Test		Sub-system		checked	功能需求
	PL.9	酬載系統應具備監控降落傘是否開啟的能力	MR.6		Demonstration		Sub-system		pass	介面需求

競賽日工作規劃

這裡可放次系統代
表圖/照片

決賽工作項目與流程

決賽期間，發射日前的工作項目規劃、時程規劃（人、時、地、物）

發射日，火箭上發射架前與發射後的工作項目規劃、時程規劃（人、時、地、物）

D-1 Day								
Work item	☑	owner	15:00		16:00		17:00	
場地整理		結構組						
發射架架設		結構組						
控制室地點與點火模組操作距離確認		航電組						
火箭組裝與上電功能測試 (test mode test)		航電組、酬載組						
火箭通訊測試		航電組						
推進系統試組裝(OK後要拆下)		推進組						
火箭上架測試		結構組						
合照		All						
火箭發射演練		All						

決賽工作項目與流程

決賽期間，發射日前的工作項目規劃、時程規劃（人、時、地、物）

發射日，火箭上發射架前與發射後的工作項目規劃、時程規劃（人、時、地、物）

D Day										
Work item	☑	owner	5:00		6:00		7:00		8:00	
場地整理		結構組								
火箭組裝與上電功能測試 (test mode test)		航電組、酬載組								
火箭通訊測試		航電組								
推進系統組裝		推進組								
火箭上架 (包含點火頭安裝)		結構組								
發射程序		All								
回收&收拾		All								

決賽工作項目與流程

發射日標準作業流程、檢查項目表

檢查項目表範例

Operation Checklist				日期:
校名				
隊名				
Assemble Recovery Systems				
步驟	組別	工作描述	完成	
1-0	回收	將減速傘放入部署袋中（附有旋轉接頭）。	<input type="checkbox"/>	
1.1	回收	將主傘放入部署袋中（附有旋轉接頭）。	<input type="checkbox"/>	
1.2	回收	使用快速連接件將降落傘與預先綁好的減震繩連接（40 英尺的減速傘，30 英尺的主傘）。	<input type="checkbox"/>	
1.3	回收	秤量黑火藥的需求重量（主要）（___ 克）。	<input type="checkbox"/>	
1.4	回收	秤量黑火藥的需求重量（備用）（___ 克）。	<input type="checkbox"/>	
1.5	回收	重複步驟 1.4 和 1.5 以完成主傘的準備。	<input type="checkbox"/>	
Final Confirmation of the Avionics				
2-0	航電	檢查 CAN 線纜：確保它們沒有損壞。	<input type="checkbox"/>	
2.1	航電	鍵盤開關短路測試：確保所有鍵盤開關正常運作。	<input type="checkbox"/>	
2.2	航電	線纜短路測試：確保所有線纜正常連接且未損壞。	<input type="checkbox"/>	
2.3	航電	裝上電池：確認所有電池的電壓。18650 鋰離子電池：約 4V 每節，9V 電池：約 9V（使用全新電池）。	<input type="checkbox"/>	
2.4	航電	確保所有鍵盤開關處於關閉狀態（開路）。	<input type="checkbox"/>	
2.5	航電	將航電系統連接至鍵盤開關。	<input type="checkbox"/>	
2.6	航電	開機測試：	<input type="checkbox"/>	
2.6.1	航電	Easymini：確認啟動順序。「滴」代表短促的蜂鳴聲，「答」代表長蜂鳴聲（三倍長度），「哪」代表不和諧的聲音。	<input type="checkbox"/>	
2.6.2	航電	GPS：檢查 GPS 信號。	<input type="checkbox"/>	
2.6.3	航電	SRAD：啟動時，數據模組的 LED 燈亮起，蜂鳴 2 秒，延遲 3 秒，再蜂鳴 2 秒，獲取初始高度（移動平均），蜂鳴 5 秒。	<input type="checkbox"/>	
2.7	航電	確認電源模組電壓：3.3V 埠應為 ~3.28V，點火電源應為 ~5V。	<input type="checkbox"/>	
2.8	航電	關閉所有鍵盤開關：COTS SW -> COTS PWR -> SRAD EM -> SRAD PWR。	<input type="checkbox"/>	
2.9	航電	斷開所有連接器。	<input type="checkbox"/>	
2-10	航電	為 SRAD 航電設備放置塑料屏蔽（塑料瓶）。	<input type="checkbox"/>	
Assemble Avionics Bay				
3-0	航電艙	鎖緊航電艙隔板兩側的螺絲。	<input type="checkbox"/>	
3.1	航電艙	開啟所有鍵盤開關：SRAD PWR -> SRAD FM -> COTS PWR -> COTS SW。	<input type="checkbox"/>	

檢查項目表範例下載請點我

SSTO Launch SOP

Author: 簡祥哲
Version: v4
Date: 2024-07-27

綠旗：所有人皆可進出管制區
黃旗：特定人員可進出管制區
紅旗：所有人皆不可進入管制區

測試日期: 2024-08-05

測試內容: SSTO launch test 1

發射指揮官: 饒世昕

安全指揮官: 廖俊偉

發射控制官: 簡祥哲

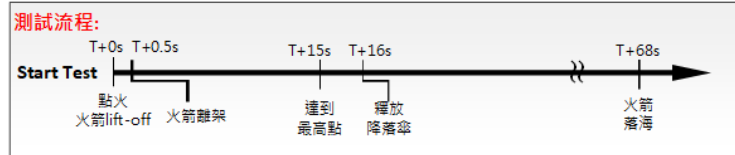
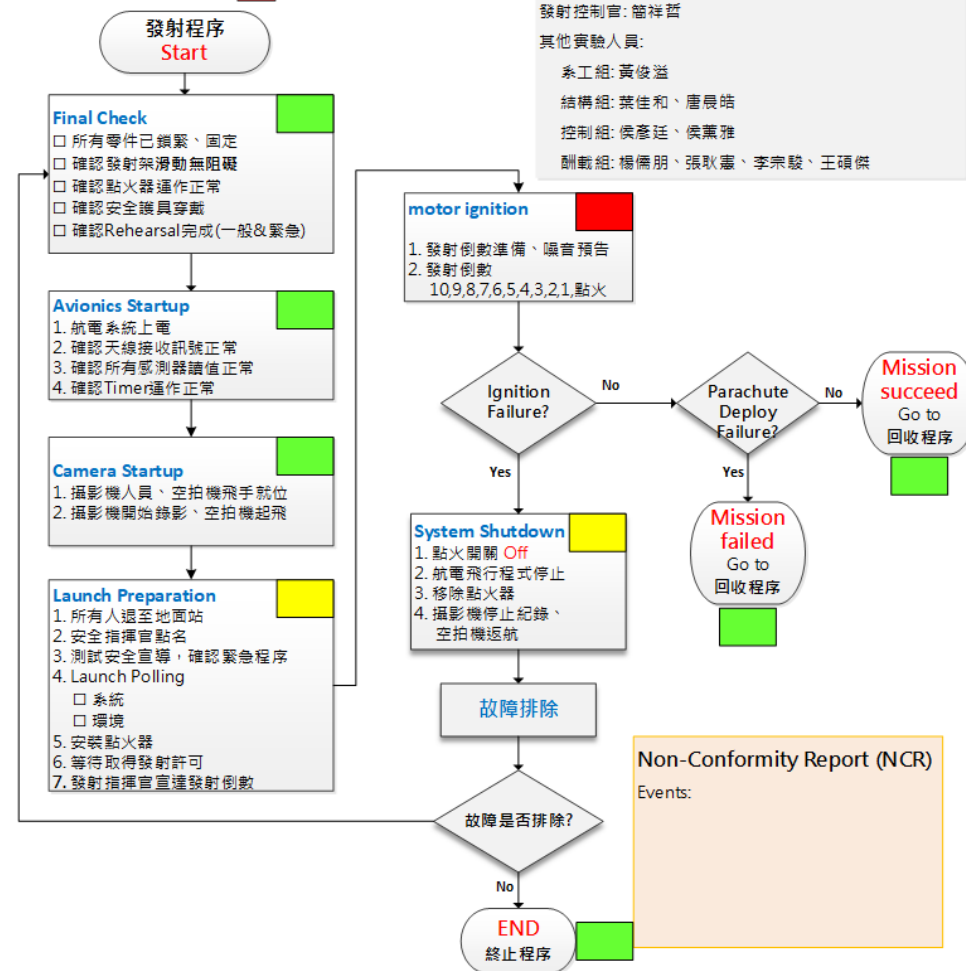
其他實驗人員:

系工組: 黃俊丞

結構組: 葉佳和、唐景皓

控制組: 侯彥廷、侯戴雅

酬載組: 楊儒朋、張耿豪、李宗駿、王碩傑



失效模式效應分析 (FMEA)

參考下表FMEA建立自評內容

可依據自評內容進一步確認功能需求完整性並進行風險管理

次系統	功能	潛在失效模式	失效影響	失效因素	現狀控制	失效模式效應分析 (FMEA)				建議矯正措施/狀態
						矯正前				
						發生度	嚴重度	難檢度	風險優先數(RPN)	
航電系統	提供各次系統電力	無法有效提供	部分或全部功能	電力不足	將謹慎估算所需電力，並設置margin	7	8	5	280	電力還沒經過測試驗證 故發生度稍高一點之後試完會再修正
	次系統之間的訊號傳輸	無法正常傳輸	次系統無法執行	軟體異常	做詳細的整合測試	4	6	6	144	做整合測試，獨立開傘機構
	箭體姿態資料收集	無法判定正確姿態	無法追蹤或收集飛行數據資料	硬體異常、感測器異常	將加強測試和驗證，並確實執行校正工作	5	4	7	140	增加更多的姿態感測器，以提供冗餘並確保數據的可靠性。此外，改進數據收集軟體，增加數據錯誤檢測和修正功能，並定期進行軟體整合測試，以確保數據的準確性和一致性。
	影像資料收集	無法收集影像資料	影像資料無法回收並記錄	攝影模組硬體異常	將加強測試和驗證	8	2	7	112	增加冗餘的影像資料收集設備，以確保在主設備失效時仍能獲得可靠的影像資料。此外，改進影像資料收集和回傳的軟體系統，確保數據的完整性和準確性。
	箭體傳送資料到地面站	無法正確傳輸資料到地面站	無法即時接收到箭體姿態資料、影像資料	通訊硬體異常或訊號干擾	將加強測試和驗證，並加裝記憶卡儲存資料	6	2	8	96	
推進系統	引擎點火	無法點燃推進劑。	無法起飛。	點火系統故障。	建立點火系統的定期檢查和維護程序，包括電子點火裝置的功能測試和點火藥的品質檢測。此外，設計時考慮引入點火系統的冗餘設計，確保主要點火系統失效時，可以立即啟用備用系統。	3	7	3	63	例行檢查與維護，增加點火系統的實時監控。進行定期模擬點火測試。
	推進劑燃燒	火箭推進劑不均勻燃燒。	導致推力波動，影響火箭的穩定性，極端情況下可能造成火箭解體。	推進劑成分分布不均或製造缺陷。	現狀控制措施：對推進劑的製造過程進行嚴格控制，包括精確的成分計量和均勻的混合工藝。實施成品的質量檢驗，包括燃燒試驗，以確保每一批次的推進劑達到設計要求的燃燒性能。	4	9	4	144	加強推進劑的生產過程監控和實時品質分析。
	火箭噴嘴	無法穩定飛行。	推力方向偏移或減小，影響火箭的軌跡和性能。	推進過程中噴嘴受損或因異物堵塞。	現狀控制措施：在火箭組裝和發射前對噴嘴進行徹底的檢查，確保無裂紋、損壞或異物堵塞。同時，開發噴嘴的耐磨和抗腐蝕材料(e.g. 石墨)，以減少運行中的損壞風險。	3	7	3	63	使用更高耐磨性材料。
	推進引擎結構	無法承受發動機運行時的高壓力和溫度。(e.g. 燒穿)	結構損壞，導致推進劑燒穿或火箭解體。	推進系統的結構部件（如殼體或固定裝置）強度不足。	進行結構強度的詳細計算和測試，以確保所有結構元件都能承受預期的最大壓力和溫度。採用高強度材料和加固設計來提高結構的整體強度和耐久性。	2	9	4	72	實施非破壞性檢測技術（eg. 超聲波或X光檢測）提前預測和解決潛在的結構問題。
	推進劑溫濕度敏感性	在極端溫濕度條件下，推進劑的性能可能不符合設計要求，導致推力不足或過強，影響火箭的飛行軌道和任務成功率。	推力方向偏移或減小，影響火箭的軌跡和性能。	固體推進劑對溫濕度變化敏感，過高或過低的溫度都可能影響其性能。		5	7	3	105	建立更精確的環境控制系統，確保存儲和運輸條件始終處於最佳範圍。實時監控推進劑的溫濕度條件，並自動調整以保持穩定性。
火箭結構系統	外殼結構固定	火箭結構損壞	結構損壞造成箭體功能異常	組裝或加工瑕疵	確保組裝依據SOP，並有第2人檢查確認。	2	7	2	28	
	尾翼	結構損壞	結構損壞造成箭體功能異常	組裝或加工瑕疵	確保組裝依據SOP，並有第2人檢查確認。	2	7	2	28	
	地面發射架	被強側風吹倒	被強側風吹倒	設計不良	加強環境測試與整合測試驗證。	3	6	6	108	檢查天氣預報，特別是風速和風向。檢查在地面上固定的螺絲是否穩定
	地面組裝上架	組裝發生異常	無法正常組裝	組裝操作不當	擬定SOP、強化操作演練。	1	1	2	2	
	引擎組裝介面								108	重新設計並標準化引擎組裝流程，強化組裝過程中的每個步驟，確保使用精密的組裝工

Appendix

範例檔下載

- [2025_台灣盃火箭競賽_各階段報告範例_v1投影片檔下載請點我](#)
- [需求矩陣範例下載請點我](#)
- [檢查項目表範例下載請點我](#)
- [失效模式效應分析 \(FMEA\)範例下載請點我](#)