

國家科學及技術委員會自然科學及永續研究發展處暨國家太空中心 「福爾摩沙衛星科學酬載開發與應用」專案計畫

課題說明 A02：福衛九號第二顆衛星 (FS-9B) 科學酬載開發與應用

(一)研究目的/背景說明

福衛九號為微波遙測衛星，除了 X 頻段合成孔徑雷達主酬載外，亦安裝科學酬載等次酬載以執行科學任務。本案為福衛九號第二枚衛星 (FS-9B) 科學酬載，工作內容包含系統設計分析、軟硬體設計分析與實現、製作組裝與測試。本案規劃完成科學酬載飛行體研製與衛星整合測試，並於發射後完成早期軌道測試，確認科學酬載功能無誤。如本案執行成效良好，擬預計進行科學酬載任務操作、分析校正衛星下載之觀測資料、資料處理與儲存及服務使用者等工作，將另案處理。

(二)執行期程、審查會議時程

- 執行期程自 115 年 10 月 1 日起 54 個月內或衛星發射日起算 5 個月內完成履約（兩者以日期較晚者為主）。
- 各階段審查會議與工作會議時程與交付項目詳表一。

(三)工作內容

受補助單位應依下列各項工作內容，提供人力、設施、測試與製造設備以及其他相關資源，配合福衛九號第二枚衛星 (FS-9B) 發射時程，規劃完成 FS-9B 之科學酬載 (Payload, P/L) 系統之開發、製造與驗證等研製工作。

- 依據附錄「**FORMOSAT-9B Science Payload to Spacecraft Interface Requirement Document**」需求，提出科學酬載發展規劃。
- 進行科學酬載發展包含設計、製造、組裝與測試。
- 於審查/工作會議報告包含工作進度、完成的工作項目、行動要項、重要問題等。
- 交付文件，清單如表二、**Committed Data Requirements List** (交付文件清單)。
- 交付實體項目包括：**科學酬載工程體 (EM, Engineering Model)** 一組，及**科學酬載飛行體 (Flight Model)** 一組。
- 執行在國家太空中心工程發展體 (EDM) 上及衛星系統層級的科學酬載測試。

- 支援國家太空中心的衛星系統層級有關科學酬載的整合測試。
- 支援早期軌道運轉測試。
- 於以下各研製階段應完成之相關報告及文件，應於期限內完成並交付。除另有規定外，每項報告、文件及簡報繳交紙本 1 份及電子檔各 1 份。審查會議後仍有需改正之項目，受補助單位應於會議紀錄規定時間內（未載明者為自通知日起 15 個日曆天）完成改正，交付國家太空中心再行審查。

1. 各階段工作項目及工作內容簡述

受補助單位應依以下各階段所列之工作項目及內容，分階段完成科學酬載之研製工作，並完成各階段之審查會議、工作/進度會議。

(1) 任務定義暨系統設計審查會議 (MDR/SDR, Mission Definition Review & System Design Review)

- A. 組織、人員、工作分解內容 (WBS, Work Breakdown Structure)。
- B. 時程、發展規劃。
- C. 完成科學酬載系統任務定義，並確認系統需求與介面需求。
- D. 完成符合科學酬載系統與介面需求之系統設計、完成品保計畫書 (Product Assurance Plan, PAP) 初稿與確認使用者需求。

(2) 初步設計審查會議 (PDR, Preliminary Design Review)

- A. 完成初步科學酬載/元件與地面系統之規格定義與設計，及完成品保計畫書 (PAP)。
- B. 完成測試與組裝初步規劃。

(3) 關鍵設計審查會議 (CDR, Critical Design Review)

- A. 完成科學酬載系統細部設計，確認系統與介面規格符合任務需求。同時須完成科學酬載之零件選用。
- B. 完成測試與組裝計畫 (初版)、初版組裝程序書及測試程序書 (包含科學酬載飛行體本身的環境、測試程序書與衛星本體介面整合測試用的程序書)。
- C. 完成初版之科學酬載系統操作計畫，包括發射操作、早期軌道操作、一般軌道操作以及資料分析、處理與儲存等。同時須完成科學酬載與衛星、科學酬載與地面、地面與衛星操控中心 (SOCC) 之介面參數定義。

(4) 製造備便審查會議 (MRR, Manufacturing Readiness Review)

- A. 完成製造前的準備工作，包含製造工程圖、零件材料、製造廠商、製造程序、組裝程序、品保檢驗等。
- B. 確認科學酬載關鍵零組件可符合國家太空中心耐輻射需求，相關需求將於計畫啟始後提供。

(5) 測試備便審查會議 (TRR, Test Readiness Review)

- A. 交付一套科學酬載工程體 (EM, Engineering Model)，並交付 EM 功能測試結果報告。
- B. EM 交付後，受補助單位應配合國家太空中心時程提供人力至國家太空中心進行 EM 與衛星工程發展體之介面驗證工作；並進行與衛星工程發展體測試；於測試期間，EM 若有損害，受補助單位須配合執行修復工作。
- C. 研製 EM 所發展之軟體，國家太空中心具有取得使用、修改及再製權利。
- D. 確認科學酬載飛行體備便可進行環境測試。受補助單位負責科學酬載本身的性能測試與環境測試，及完成科學酬載飛行體測試程序書撰寫。科學酬載層級的測試包含功能性測試 (FPT) 及環境測試。
- E. 環境測試項目可包含 Vibration、Shock、Thermal Vacuum、EMC 等測試，詳細測試規格請參照附錄「FORMOSAT-9B Science Payload to Spacecraft Interface Requirement Document」。

(6) 交付審查 (DR, Delivery Review)

- A. 受補助單位須研發完成並交付科學酬載飛行體 (Flight Model) 一組，經由設計、分析與測試等方法，完成此飛行體在嚴苛發射與太空環境下仍能維持正常功能及操作之驗證，包括通過功能測試與環境測試。
- B. 完成科學酬載飛行體規格符合驗證與確認 (Verification & Validation)、科學酬載飛行體 EIDP (End Item Delivery Package) 備便且通過審查。
- C. 受補助單位負責科學酬載飛行體研製所需之資本設施。飛行體與衛星本體進行測試期間，若有損害，受補助單位須配合執行修復工作。受補助單位負責完成科學酬載系統操作計畫與初版科學酬載系統操作手冊之撰寫。

(7) 科學任務備便審查會議 (SMRR, Science Mission Readiness Review)

- A. 受補助單位應完成科學任務備便並交付報告。
- B. 受補助單位須提供資料伺服器與人員，進行科學酬載資料之分析、校正、處理與儲存工作。對於未經處理之低階資料及已處理過之高階資料、所有處理參數以及相關技術文件，均由此資料伺服器須負責儲存及管理。並適時提供給國內外有需求之單位及個人。

(8) 衛星整合測試支援服務 (ITSS, Integration & Test Support Service)

受補助單位須配合 FS-9B 衛星整測時程進行下列工作：

- A. 負責科學酬載與相關地面設備的整合測試，同時支援科學酬載與衛星本體的整合測試過程中的科學酬載相關工作。
- B. 完成科學酬載系統測試與組裝計畫、組裝程序書及衛星本體介面測試程序書撰寫。此階段的測試包含衛星層級功能性測試 (CPT) 及環境測試 (可包含 Vibration、Acoustic、Pyroshock、Thermal、EMC 等)、酬載儀器與地面站系統的端到端測試 (End-to-End Test)、視需要而做的 RF Compatibility Test 等。
- C. 配合國家太空中心參加 FS-9B 衛星運送前審查會議 (Pre-Shipment Review, PSR)。
- D. 應派員於發射場負責科學酬載之檢查作業。

(9) 早期軌道運轉測試審查會議 (IOCR, In-Orbit Checkout Review)

- A. 衛星升空後，衛星系統之操控任務將由國家太空中心現有之衛星操控中心 (SOCC) 與 TT&C 地面站執行。受補助單位須配合參與發射初期 (約為發射日起算 3 個月內) 儀器之檢查操作。
- B. 若發射失敗，此階段工作將不予執行。
- C. 若發射延後，以單一計畫主持人計畫件數核給基準為原則或特殊情形經本會同意者，可申請計畫執行期限展延。

(10) 年度計畫審查會議及期中進度報告、研究成果報告

- A. 受補助單位在各年度計畫執行期滿前 2 個月，至國科會系統線上繳交期中進度報告 (Progress Report)。
- B. 受補助單位應依規定完成期末報告階段之相關工作。
- C. 執行期滿後 3 個月內，必須至國科會系統繳交研究成果報告 (Achievement Report)，並辦理經費結報。

2. 計畫管理、系統工程與品質保證

(1) 計畫管理

- A. 本案執行期間受補助單位須配合 FS-9B 計畫時程，與國家太空中心團隊共同舉辦及參與相關審查及介面會議；共同討論工作規劃、執行進度及成果報告與討論。
- B. 各階段審查會議將邀請相關人員與會審查，受補助單位必須負責審查會議之會議紀錄、行動要項、審查報告、簡報資料，及所有將使用、參考或交付之技術或管理文件。
- C. 依照規範完成各階段及各期工作/審查會議應完成並交付相關文件、定期綜整之季報與月報。
- D. 依國家科學及技術委員會相關規定繳交各項報告，並配合本會施政需要提供參考資料及參加活動與展會（如衛星科學工作坊、臺灣太空國際年會）。

(2) 系統工程

任務需求定義與系統工程由受補助單位負責，國家太空中心可提供軌道分析相關協助，視需要可召開技術會議。交付文件中之系統需求、介面需求、系統驗證、操作規劃類文件，國家太空中心可提供受補助單位參考資料。

規格與工作項目若有 TBR (To Be Revised)、TBD (To Be Defined)，最遲於 CDR (Critical Design Review) 會議，由國家太空中心及受補助單位雙方共同確定。

(3) 品質管理

受補助單位應依據其研擬的科學酬載之品保計畫書 (Product Assurance Plan, PAP) 執行計畫；於執行期間若發現有不符合事項，應確實紀錄。

(四)實體交付項目

- 1. 科學酬載工程體 (EM) 一組。
- 2. 飛行體一組。

(五)附錄「FORMOSAT-9B Science Payload to Spacecraft Interface Requirement Document」

表一 各階段審查會議時程

項次	會議名稱	完成時點	繳交內容
1	啟動會議 (Kick-off Meeting)	115/10/31	
2	任務定義暨系統設計審查會議 (MDR/SDR)	115/12/31	會議簡報 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件
3	初步設計審查會議 (PDR)	116/4/30	會議簡報 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件
4	年度計畫審查會議	116/8/31	期中進度報告 (116/7/31 前完成線上繳交) 會議簡報
5	關鍵設計審查會議 (CDR)	116/10/31	會議簡報 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件
6	製造備便審查會議 (MRR)	116/12/31	會議簡報 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件
7	測試備便審查會議 (TRR)	117/3/31	會議簡報 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件 科學酬載工程體 (EM) 一組
8	年度計畫審查會議	117/8/31	期中進度報告 (117/7/31 前完成線上繳交) 會議簡報
9	交付審查會議 (DR)	118/1/31	會議簡報 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件 科學酬載飛行體 (Flight Model) 一組
10	科學任務備便審查會議 (SMRR)	118/3/31	會議簡報 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件
11	年度計畫審查會議	118/8/31	期中進度報告 (118/7/31 前完成線上繳交) 會議簡報
12	衛星整合測試支援服務 (ITSS)	受補助單位 應配合 FS-9B 衛星整	Test scripts 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件

		測時程，於 國家太空中心 通知日起 完成本項工作	
13	年度計畫審查會議	119/8/31	期中進度報告 (119/7/31 前完成線上繳交) 會議簡報
14	早期軌道運轉測試 審查會議 (IOCR)	衛星發射日 起算 3 個月 內完成	會議簡報 依據表二交付文件清單 (CDRL) 之文件

表二 Committed Data Requirements List (交付文件清單)

Doc. No.	Title	Delivery Schedule
CDRL-01	Science Payload Specification	SDR/MDR
CDRL-02	Science Payload Product Assurance Plan	MDR, PDR
CDRL-03	Science Payload Software and Firmware Specification	PDR, CDR
CDRL-04	Science Payload to Spacecraft Interface Control Document (ICD)	PDR, CDR
CDRL-05	Science Payload Electrical Interface Control Document (EICD)	CDR, MRR, TRR
CDRL-06	Science Payload TM/TC Interface Control Document (ICD)	CDR, MRR, TRR
CDRL-07	Science Payload Mechanical Interface Control Document (MICD)	CDR, MRR, TRR
CDRL-08	Science Payload Schematic Diagram	CDR, MRR
CDRL-09	Science Payload Declared EEE Parts List	CDR, MRR
CDRL-10	Science Payload Declared Mechanical Parts, Materials, and Process List	CDR, MRR
CDRL-11	Science Payload Failure Mode Effects Analysis	CDR, MRR
CDRL-12	Science Payload Thermal Analysis	CDR, MRR
CDRL-13	Science Payload Structure Analysis	CDR, MRR
CDRL-14	Science Payload Software and Firmware Design Description Document	TRR, DR
CDRL-15	Science Payload Design Report	TRR, DR
CDRL-16	Science Payload Software and Firmware Validation Test Plan	MRR, TRR
CDRL-17	Science Payload Integration and Test Plan (integration, FPT, environmental test, etc.)	MRR, TRR
CDRL-18	Science Payload FPT Test Plan	MRR, TRR
CDRL-19	Science Payload Integration Procedure	TRR
CDRL-20	Science Payload FPT Test Procedure	TRR

CDRL-21	Science Payload LFPT Test Procedure	TRR
CDRL-22	Science Payload EMC Test Procedures	TRR
CDRL-23	Science Payload Thermal Vacuum Test Procedure	TRR
CDRL-24	Science Payload Dynamic Test Procedures	TRR
CDRL-25	As Run Test Procedures and Records	DR
CDRL-26	Science Payload Software and Firmware Validation Test Report	DR
CDRL-27	Science Payload FPT Report	DR
CDRL-28	Science Payload Radiation Test Report	TRR, DR
CDRL-29	Science Payload EMC Test Report	DR
CDRL-30	Science Payload Dynamic Test Report	DR
CDRL-31	Science Payload Thermal Vacuum Test Report	DR
CDRL-32	Science Payload EM User Manual	MRR, DR
CDRL-33	Science Payload User's Manual	DR
CDRL-34	Science Payload Requirements Compliance Matrix	DR
CDRL-35	Science Payload Test Log Book	DR
CDRL-36	Science Payload Data Processing Software Test Report	SMRR
CDRL-37	Science Payload and Spacecraft Bus Integration and Test Report	ITSS
CDRL-38	Science Payload In-Orbit Checkout Report	IOCR
CDRL-39	Quarterly Report	
CDRL-40	Monthly Report	
CDRL-41	Progress Report	
CDRL-42	Achievement Report	