



浩然講座

擴大中華衛星計劃效益帶動 太空技術產業發展

◎郭南宏



出生日期：民國二十五年十月二十日

學歷：國立台灣大學電機系畢業

國立交通大學電子研究所碩士

美國西北大學電機工程博士

加拿大曼尼特大學博士後研究

加拿大英屬哥倫比亞大學博士後研究

經歷：國立交通大學教授（民57～64）

教育部技術及職業教育司司長（民64～66）

高雄工業專科學校校長（民67）

國立交通大學校長（民68～76）

交通部部長（民76～78）

行政院政務委員（民78～82）

現任：行政院國科會主任委員

太空計劃奉行政院核定，一共有十五年，預計要發射3枚人造衛星。我們希望這個計劃能夠永續地維持下去，能夠有最大的經濟效益。先進國家不但在人造衛星方面的技術已非常成熟，且在進入21世紀時，更從宇宙的探索，進而開發，利用宇宙資源。我們如何從後來者切入，發揮最大經濟效益，這個問題不僅是國科會的問題，實是整個科技界、產業界應該深思的。

我們的衛星1號將在87年4月升空，接下來有衛星2號、3號。如何將提昇整體的經濟效益，同時又能帶太空科學、太空技術的發展，是值得我們深思的。如果可以將由太空計畫得到的額外資源加在現有的工業基礎上，便可以由此進入國際市場。這一部份是我們的重點。另外，對於經濟效益較低的部分，為了能夠兼顧到太空科學、技術的健全發展，我們需要逐步地，有計畫地參加國際性的合作計畫。過去所謂的國際合作大都只是交換學者，現在如何能夠進入實質的合作計畫，將是未來努力的目標。

我們強調的是，在較有經濟效益的部分，希望在投入之後，幾年內在國際市場能佔有一席之地。至於較無經濟效益的部分，我們必需參加國際性的大型合作。

十五年計劃中的前六年，要發展基礎架構。單靠一個太空計畫室是不行的。太空計畫室是個核心，必需和外圍的產、官、學界形成一個分工合作的體系。如此才能發揮最高的成本效應。其



次要建立大型計畫的管理和整合能力。後幾年的第二階段，則要從衛星1號得到的經驗技術，而自行設計、發射衛星2號和3號。這時應該就有許多我們自己設計的產品在市場上出現。

衛星1號是個低軌道的科學衛星。利用衛星1號計畫來建構整個的基礎架構，衛星2號部分，目前太空計畫所規畫的是一個同步通訊衛星，用途除了傳統的通訊服務外，還有衛星的廣播、轉播和行動通訊系統。這一部分目前會陸續有公聽會，以求得共識。而衛星3號部分，太空計畫室將其規畫為太陽資源探測，環境監測方面的用途。不過目前仍有爭議。

基本上，在發射部分我們不做，才公開發標，委託發射。我們著重於空中部門，包括了酬載模組和本體結構兩大部分。加上地面部門，整個衛星系統是相當複雜的。因此我們想成功，就必需引進技術，建立技術，進而適當地擴散。這是我們整個的構想。經濟效益為我們主要的目標。

中華衛星1號的任務在於建立衛星系統設計、製造、整合與測試能力。另外，一個任務是要確保低軌道衛星於任務期間能成功運作，並達成有意義之科學性與技術性實驗，包括了電離層電漿電動現象，做一些低緯度靠近赤道的電離層物理現象的探討。其次是海洋水色照相儀測，來看海洋的污染，海洋間的動力等研究，第三部分是Ka頻道的通訊，即下一代的通訊技術，使傳輸量更大。從美、日的資料來看Ka頻道通訊是相當有潛力的。我個人傾向衛星3號仍朝這個方向去做。

中華衛星1號是個小於1000公斤的小衛星在600公里高的圖形軌道，與赤道之間有35度的傾斜角，任務壽命至少2年，可延長至4年。衛星在任務終了時的可靠性至少維持在0.9。酬載儀器的平均電力為40瓦，尖峰電力為100瓦。Downlink的資料為1.0Mbps，酬載模組重量小於100公斤，我們衛星的本體已經開工，依照合約的進度，預計在87年4月發射。衛星的軌道週期為97分鐘，陽光照射的時間大約在60%以上。衛星與台灣接收站每天有七次的接觸機會，每次約10分鐘，除了台灣以外，我們也在接洽其他國家的接收站，

如此可以做更多的實驗，節點上升率是5.96度/天，繞完整個經度週期為52天。

High technology是High risk的，如何降低風險，成功了，就是高附加價值。國內目前都是消費性的產品，我們今後要切入特殊用的市場，這個計畫是最好的機會。因此，太空計畫實驗室必須定期把學習到的東西擴散。降低風險方法，即衛星整體可靠度之配置，過度設計、錯誤容忍度、複置、零件挑選及測試等策略都是在這個計劃中可以學習到的，在產品保證方面，包括可靠性、零件、原料與製程，污染控、電磁相容及系統安全，尤其是太空環境中的品保，例如宇宙射線等污染，陽光照到時的溫度和未照到時的溫度會差攝氏150度，因此它必須要能夠適度地把熱排除。

在地面部門方面，主要由六個次系統組成，依序為科學資料分送中心，飛行動態設備，科學資料控制中心，任務控制中心，任務操作中心，追縱遙傳與指令站。

衛星本體系統工程包括了介面需求發展：包括本體與酬載，發射載具及地面站之間介面，概念設計，整合與測試。而衛星本體次系統包括了結構次系統、電力次系統、熱控次系統、指令及資料處理次系統、遙傳追縱及指令次系統，姿態判定及控制次系統、反作用力控制次系統。而衛星本體工程有些由國內主導，有些由國外引進，引進技術部分則要移轉至國內。目前的構想希望在衛星2號時能全部由國內主導，國外只是顧問性質。

工程發展模型的定義為由衛星各次系統電子元件之工程模型體組合而成，並配合以適當之地面補助設備，用來模擬衛星之電機功能與運作。主要效果為縮短衛星發展之時程，降低技術上及費用上之風險度。並藉由參與發展工作，引進所需科技與經驗，以期帶動或提昇國內研發單位和產業界對大型科技計畫發展與整合能力。

衛星本體上有許多元件，我們原先希望技術引進後，由國內廠商來製造。經過風險技術評估後，定為六項。而元件技轉的重點則包括了(1)以最短時間獲得最多的科技能力。(2)發揮火車頭功效，帶領相關產業提昇技術。(3)技術移轉必須具



有實用性，長持續性及延展性。(4)確認每一元件均為關鍵技術。(5)建立太空環境測試的基礎。(6)全方位提高廠商產品質。(7)落實設計、製造、功能、測試、太空規格之技轉。(8)強調廠商技術移轉之後續成效，以及對其相關產品之幫助。我們希望衛星元件的自製率要慢慢提高。

在技術引進方面，其流程大致是由國內元件廠商從國外元件廠商引進技術、元件發展出來後，交給太空計畫室測試，測試合格後便可裝上衛星本體。而技術引進的重點則有6項：(1)衛星電腦：電腦設計架構（包括硬體、資訊及輸出／入介面）；太空規格等。(2)遠端介面組件：遠端介面組件設計架構；多元化設計；太空規格等。(3)濾波器／雙波器：低噪音放大器與固態功率放大器的設計、製造、功能測試與太空規格等。此項在往後的通訊衛星中，應用面可望大幅擴增。(4)天線：接收發射器、反射器與固態功率放大器的設計、製造、功能測試與太空規格等。(5)太陽電池板組合：太陽電池模板的製造（包括基板、結構、太陽電池組裝）設計、製造、測試功能與太空規格等。(6)電力調節，供應與控制：小體積高輸出率的電力控制、配電、電池充電及放電控制器的設計、製造、功能測試與太空規格等。

另外，元件技術移轉的主題則有(1)成品生產之技術，包括了零件之追縱、儲存、清潔、焊接及靜電之防止等。(2)測試計畫及步驟，包括了太空環境中之溫度、真空、振動、電磁之相容性等。這些都是將來我們學習的重點。

在衛星地面部門方面，是將來衛星1號最能看到成效的部門。目前衛星的地面接收站大多是美國廠商生產的。在這個計畫之後，相信國內的廠商便可漸漸擁有這方面的技術，而有產品出來。尤其是使用者遠端的設備，我們很快便可切入，這是和我們目前的工業基礎較為接近的一環。另外，在軟體方面也是我們將來要努力的。這一部分是衛星1號前六年便可開花結果的部分。

衛星地面部門的目標為可同時操作多衛星任務，其基礎架構為開放式及模組式，任務及操作需求為指令上鏈，科學實驗及工程資料之下鏈，衛星追縱及控制。地面系統則由六個次系統組

成：(1)追縱遙傳和指令站(TT&C)，(2)地面通訊網路(GCN)；(3)任務執行中心(MOC)，(4)任務控制中心(MCC)，(5)飛行動態設施(FDF)，(6)科學控制中心(SCC)等。

整個地面系統的發展大致是系統／次系統的分析，進而是訂定系統／次系統規格，然後做軟體需求規格以及硬體的發展規格，而品保方面的計畫重點則為可靠性，易維護性，可再用性及系統安全等。這方面我們的要求會特別嚴格，到時在這方面會有2個team，一個是財團法人，從事新的技術的研究，另一個則直接引進技術。我們希望透過這個計畫，可以大幅提高國內軟體工業的水平。

基本上，如何將地面系統的六個次系統整合起來是非常非常困難的。原先我們打算找一個系統來做整合，考慮許久後，仍決定發包給一家公司，目前仍在開標階段中。這個主承包商必須找一組由三家以上國內廠商所組成的團隊來開發所需要的軟體。接受技術，進而建立自主的技術。這是一個team。另一方面，我們也和幾個研究機構合作，如資策會、工研院、電信研究所。這是另一個team，以新的技術來發展同樣需求的軟體。我們希望經由這兩個team，透過這個計畫，能夠確實掌握我們所想要的技術，並且能夠擴散。

在Payload（酬載模組）部分，包括了(1)OCI（海洋水色照相儀），(2)電離層電動電漿儀，(3)酬載連接器，(4)Ka頻率通訊實驗酬載天線。

電離層電漿電動儀的任務大致是：(1)設計、製造、組合及運作儀器之技術，(2)測量中低緯度小尺度（小至幾米長）電離層電漿成分，溫度、密度變化、及離子速度等參數。而長期任務則為透過國際合作，有系統地調查電離層全球性電場分佈，隨經度及季節而變化。這是高緯度部分，和赤道傾斜角45度以上。

整個的FPEI酬載工作職責大致可分為兩部分。第一部分為任務執行，由中央大學負責數據的校正、整理、分析。第二部分為儀器發展，感應器部分委託德州大學達拉斯分校進行，並將技術移轉至國內。而控制器、電路設計與軟體部分則由交通大學負責。



海洋水色照相儀的製做則需召開國際標，得由國外廠商主導，並進行技術移轉、引進。另外，在太空計畫室和精儀中心之間，必需成立一個太空光電實驗，來進行測試、校正等工作。另外，在大學間成立一個科學團隊，針對資料的校正、測試來做科學實驗。主要在科學儀器的製做方面，是我們極待加強的。

海洋水色照相儀(OCI)的技術移轉項目包括了(1)遠心望遠鏡設計與分析。(2)相機鏡頭製造、包裝、對準及位素校準。(3)融合電位感測器最佳化(訊號雜訊比、抗模糊、動態物性範圍等)。(4)系統分析及最佳化。(5)輻射量測及系統校正。

衛星看下來角度是 60° ，掃幅是690Km，而每一個pixel代表800m的寬度。並由7個不同的光波帶super impose組成。其科學及應用目標有(1)海洋動力學(2)海洋生化學(3)全球變遷(4)海岸環境監測(5)海氣作用(6)漁業應用。

通訊實驗酬載計畫包括了空中部分(酬載)、地面部分、及實驗部分。空中部分包括一具30GHZ Ka頻段之接收天線，一具20GHZ Ka頻段之發射天線，及一具將30GHZ上鏈uplink訊號轉換為20GHZ下鏈downlink訊號，頻率為27MHZ之彎管式詢答器(transponder)。地面部分包括一座Ka頻段之中心站(Hub)及數個遠端站(remote terminals)。而將進行之Ka頻段通訊實驗包括多媒體及視訊實驗、電波傳播實驗、數位通訊實驗及語言、傳真、數據通訊實驗。

在衛星組測方面，本體由七個次系統組成，酬載則是各種實驗或其他用途(如通訊、量測地球資源)之儀器。尤其太空環境及地面不同，如真空、溫差大、放射性強等。將來的組測廠房會建立在新竹。目前結構正在施工，設備已開始在規劃，準備訂購。整個組測廠房完成之後，可以提供衛星1號、2號和3號，並開放給其他廠商來使用，包括了零組件的測試。我們希望這個國內唯一的投資，一定發揮出他的效果，一定要開放給民間產業來使用。

將來在技術人員培訓方面，一部分將由法國Intespace協助訓練，包括設備維護、測試人員。衛星組測人員則委託TRW協助訓練。

至於發射部分，衛星在完成組測之後，送往發射基地與發射載具整合後發射，發射時先點燃第一節火箭，之後是第二節火箭，整流罩分離後，第二節火箭燃燒終止，修正速度後，衛星與火箭分離，正式進入軌道運作，時間大致是20分鐘。第一階段在進入軌道後，便開始進行檢查，初步實驗預演，作業程序評估等，時間為3個月。第二階段為實驗及科學資料收集、時間為二年。第三階段的任務則是增加任務的壽命與新實驗、時間為二年。

太空計畫室的任務執行計劃則包括了建立中華衛星任務執行架構，發展與擬定操作工程規範。現在是人家來幫助我們建立地面部門系統，將來是我們要出去幫人家建立地面系統，因此，這一部分也不能忽視。

在後續規劃工作方面，太空計畫室負責將技術引進後，如何可以變成自主性的技術並加以擴散，這是未來要努力的。衛星2號是通訊的部分，這目前已確定。衛星3號則視市場與技術發展仍擇通訊衛星發展。如果發展順利的話，時間也可能提前，衛星2號除了提供Direct Broadcast的通訊外，另外也可提供行動通訊的服務，衛星3號的任務規劃計畫則是發展我國資源衛星之一種任務構想為使用解析度黑白5米與彩色10米，scan的幅度為100公里之光電儀器，放在每日繞地14圈之太陽同步軌道上操作，高度約為900公里。這是太空計畫室目前的構想。

不過，我們認為這方面將來可以參加國際性的合作，因為這部分的經濟效益較低。將地面的設施建立更完整後，可以參加國際合作，並不是放棄！我們強調有些部分可以自己主導使我們自己主導。有些部分則必需參加國際合作。

現階段是發展太空計畫最適時機，具有經濟價值且有效益性。這當然不是空口白談，絕對是有希望的。有經濟效益的持續做下去，經濟效益較低的，則參與國際合作。一個考慮到面，一個考慮到點，而太空計畫室仍需不斷地與外圍的單位不斷合作、溝通。大家要有信心，絕對會有經濟效益！

(交通大學電信工程研究所 李宗霖 整理)