

# 氣象衛星之評介

中央氣象局

洪理強

## 摘要

本文對於美國、蘇俄、歐洲、日本、印度等國之太空機構自 1958 年迄今所致力之所有氣象衛星作全般之評介。文中亦涉及 1980 年代初預計畫要參加服務行列之未來氣象衛星系統。對於參與「世界天氣守視」計畫作業之繞極及地球同步氣象衛星系列之發展亦作綜合介紹。此外，並討論衛星之感應儀器、軌道、資料傳送等狀況。本文亦說明目前正發展之 TIROS-N 及 SMS/GOES 衛星為綿延不斷並按步就班的迎接 1980 年代所需之衛星負載。

## 壹、前言

十九世紀初頁，人類為了瞭解大氣現象，開始利用氣球蒐集高空氣象資料。到 1930 年代的中期，高空氣球已被利用於高層大氣觀測之例行作業。第二次世界大戰之前，小型的火箭探測亦開始逐步用於高層大氣探測。二次大戰期間，美軍制虜獲之 V-2 火箭及 Viking 火箭加以深入研究。1954 年美國 Aerobee 火箭由高空送回地球及雲層的動態圖片。早期人類企圖利用衛星作氣象觀測者首推 1954 年的 Vanguard II 號衛星，可惜由於該衛星之運行軌道欠佳，笨拙的自轉軸擺動不定，以致未能如願。1958 年中期，美國籌辦 TIROS 計畫，至 1960 年四月一日 TIROS-I 號衛星成功發射升空，成為人類有史以來第一枚氣象衛星，氣象科技因此邁入一個新的里程。

聯合國世界氣象組織為達成全球大氣研究計畫之目的，已將氣象衛星觀測納入「世界天氣守視計畫」(World Weather Watch, 簡稱三W計畫)，列為全球性基本天氣觀測之主要系統之一。在三W計畫中，將包括兩個氣象衛星體系，即繞極軌道氣象衛星體系及地球同步氣象衛星體系。

繞極氣象衛星體系由美蘇兩國負擔，美國提供

TIROS/NOAA 衛星系列到一九七八年，一九七八年以後由新一代之 TIROS-N 衛星接替。蘇俄則提供 METEOR 衛星系列，蘇俄之 METEOR 衛星雖然已作業多年，但未同意開放廣播。

至於地球同步氣象衛星體系將有五枚同類衛星排列在地球赤道上空約三六、〇〇〇公里，對地面上觀察者而言，該五枚衛星以靜止狀態停留在高空之固定點。第一枚命名為 SMS/GOES-1 號，停留在西經七〇度，涵蓋整個大西洋及美洲東部；第二枚命名為 SMS/GOES-2 號，停留在西經一四〇度，涵蓋太平洋東部及美洲西部，以上兩枚衛星均由美國負擔，已於一九七四年發射，並率先參加三W計畫之作業。其餘三枚地球同步氣象衛星將分別由蘇俄、歐洲、日本負責，定於一九七七年至一九七八年發射。由蘇俄發射之衛星，命名為 GOMS 號，將停留在東經七〇度，涵蓋印度洋、中東、印度半島、蘇俄及中國大陸之一部份，GOMS 衛星目前尚未發射。由歐洲數國合組「歐洲太空研究組織」所發射之地球同步衛星，命名為 METEOSAT 號，將停留在經線〇度上空，涵蓋歐非大陸及地中海區域。由日本負擔之衛星命名為 GMS 號，將停留在東經一四〇度上空，涵蓋西太平洋、東亞及澳洲等地。

## 貳、繞極軌道氣象衛星

### 一、美國TIROS衛星系列

TIROS (即Television and Infra-Red Observation Satellite 之簡稱) 衛星系列是美國第一代的氣象衛星, 自第一枚TIROS-1號衛星於1960年四月一日發射成功之後, 由1960至1965六年間先後共發射同一系列衛星共十枚, 從萌芽進入了半作業的階段。每一枚TIROS衛星均攜帶一對袖珍型的電視攝影機及早期的紅外線掃描輻射儀(Scanning Radiometer)。外型貌似小鼓, 攝影機與輻射儀均安裝於鼓底, 鼓面及自轉軸固定朝向某一行星, 其軌道雖沿近似地球南北方向運行, 在環繞地球一周期間僅半周時間鼓底見到地球, 未能發揮其應有之預計功效。因此在TIROS-9號衛星, 試將攝影機及輻射儀安裝在鼓側, 且自轉軸改與地球表面平行, 當衛星環繞地球時, 貌似車輪, 如此即可發揮攝影機及輻射儀之最大功效。TIROS衛星系列使用1.27公分之Vidicon攝影機拍攝雲系照片。

TIROS衛星系列共發射十枚, 發射及終止作業日期詳如下表:

衛 星	發 射 日 期	終 止 作 業 日 期
TIROS-1	1960年 4月 1日	1960年 6月 17日
TIROS-2	1960年 11月 23日	1961年 12月 4日
TIROS-3	1961年 7月 12日	1962年 2月 22日
TIROS-4	1962年 2月 8日	1962年 6月 10日
TIROS-5	1962年 6月 19日	1963年 5月 4日
TIROS-6	1962年 9月 18日	1963年 10月 11日
TIROS-7	1963年 6月 19日	1966年 2月 3日
TIROS-8	1963年 12月 21日	1967年 7月 1日
TIROS-9	1965年 1月 22日	1967年 2月 15日
TIROS-10	1965年 7月 2日	1967年 7月 3日

### 二、美國TOS衛星系列

TOS (TIROS Operational System 之簡稱) 衛星系列係美國航空太空總署 (National Aeronautics and Space Administration 簡稱NASA) 應當時之美國環境科學服務總署 (Environmental Science Service Administration 簡稱ESSA 該機構即為今日之美國國家海洋大氣總署, 簡稱NOAA之前身) 之要求, 利用衛星對全球雲系作不中斷之每日例行觀測, 它仍屬第一代的繞極衛星。TOS衛星之外貌與TIROS-9及TIROS-10號衛星相同, 外型貌似車輪, 也屬繞極軌道衛星。為了要達成ESSA所賦予任務, 凡是單號的TOS衛星裝置有錄影設備, 雙號者則裝置即時資訊傳送設備。無論是單號或雙號衛星, 一旦經過測試正常開始作業, 即易名為ESSA衛星。當ESSA單號衛星飛臨美國地面指揮資料蒐集站之通信範圍內, 由地面指揮衛星將全部錄影資料傳送到環境科學服務總署。至於ESSA雙號衛星則對全球各地作即時之資訊傳送, 亦即低解像的自動圖片傳送 (Automatic Picture Transmission 簡稱APT)。自1966至1969年間, 總共發射了九枚ESSA衛星, 其中以ESSA-8號衛星最為成功, 一直維持作業至1976年三月, 創下了繞極軌道衛星最長使用壽命的先例。ESSA衛星使用2.54公分較大型之望遠vidicon攝影機, 因此所獲得之影像品質較TIROS衛星系列為佳。

ESSA衛星共發射九枚, 其發射及終止作業日期如下表:

衛 星	發 射 日 期	終 止 作 業 日 期
ESSA-1	1966年 2月 3日	1967年 5月 8日
ESSA-2	1966年 2月 28日	1970年 10月 16日
ESSA-3	1966年 10月 2日	1968年 10月 9日
ESSA-4	1967年 1月 26日	1967年 12月 6日
ESSA-5	1967年 4月 20日	1970年 2月 20日
ESSA-6	1967年 11月 10日	1969年 10月 17日
ESSA-7	1968年 8月 16日	1969年 7月 19日
ESSA-8	1968年 12月 15日	1976年 3月 12日
ESSA-9	1969年 2月 26日	1971年 12月 10日

### 三、美國ITOS衛星系列

#### (一)概 述

(1)名稱：改良型 TIROS 作業衛星系統( Improved TIROS Operational Satellite system 簡稱 ITOS )。

衛星命名：ITOS -1 , NOAA -1, 2, 3, 等。

(2)作業狀況：ITOS 衛星系列以一枚衛星在軌道上保持全作業狀態，一枚衛星在軌道上隨時待命準備取代，另一枚衛星則預備在受命一百二十天內發射。由一九七〇年一月正式啓用，並延續至一九七八年與下一代繞極軌道衛星系統部份重疊。

#### (二)軌 道

環繞地球兩極附近，呈太陽同步軌道；平均飛行高度為一、五〇〇公里；該衛星由北極南下約在當地太陽時上午九點鐘越赤道進入南半球，並於夜裡由南極北上於當地太陽時廿一時左右穿過赤道；每繞地球一周需一一五分鐘，每廿四小時環繞全地球十二圈半。

#### (三)感應儀器

(1)垂直溫度剖面輻射儀( Vertical Temperature Profile Radiometer 簡稱 VTPR )：

VTPR 輻射儀以八個頻道觀測地球及其大氣八個層次之輻射量，該輻射儀橫跨衛星軌道方向掃瞄觀測，每一掃瞄步驟可以獲得八個相隔約七〇公里觀測點之八層垂直溫度剖面資料。此種資料以 136.77 或 137.14 MHz 之 VHF 頻率直接現場廣播。

(2)掃瞄輻射儀( Scanning Radiometer, 簡稱 SR )：

SR 為兩頻道之掃瞄器，沿軌道左右橫向掃瞄連續獲取影像，日間以紅外線及可見光兩頻道掃瞄，夜間以紅外線掃瞄。可見光頻道採用 〇·五至 〇·七微米波長觀測，在衛星軌道直下點之解像度為四公里，而紅外線頻道則採用 一〇·五至一二·五微米波長觀測，其解像度在直下點處為七公里。除有錄影設備紀錄全球影像外，SR 資料專供世界各地接收低解像之自動圖片傳送( Automatic Picture Transmission, 簡稱 APT) 站作現場廣

播之用。

(3)極高解像輻射儀( Very High Resolution Radiometer, 簡稱 VHRR )：

VHRR 與 SR 之作業非常相似，但其解像能力遠比 SR 為高，可見光頻道採用 〇·六至 〇·七微米波長觀測，紅外線頻道採用 一〇·五至一二·五微米波長觀測，兩個頻道之直下點解像度均為一公里。由於錄影容量不大，僅限於衛星在北美洲及其鄰近海面上空時，才執行錄影任務。VHRR 之現場資料供全球接收高解像圖片傳送( High Resolution Picture Transmission, 簡稱 HRPT ) 之接收站予以接收。

(4)太陽質子偵測器( Solar Proton Monitor, 簡稱 SPM )：

SPM 由兩組偵測器組成。一組為全向偵測器，用以偵測來自各方向大於 10.30 及 60 Mev 之累積質子通量。另一組為定向偵測器，用以偵測來自天頂方向及與軌道正交方向 0.27 至 60 Mev 範圍內四個不同等級之能量，同時提供一個頻道用以觀測 12.5 至 32 Mev 範圍之阿爾發粒子通量( alphapartical flux )，一個頻道用以觀測大於 140 Kev 電子頻道，另一頻道用以計算質子或阿爾發粒子穿透偵測器外緣之所謂「背景」頻道。

#### (四)資料蒐集系統

無資料蒐集系統。

#### (五)資料直接傳送

(1)自動圖片傳送( Automatic Picture Transmission, 簡稱 APT )：

透過 SR 輻射儀觀測到低解像資料以 137.50 或 137.62 MHz 頻率作現場廣播，接收此種解像度四公里之可見光影像及解像度七公里之紅外線影像，僅需裝備簡單之 VHF 接收及顯示儀器即可勝任。

(2)高解像圖片傳送( High Resolution Picture Transmission, 簡稱 HRPT )：

透過 VHRR 輻射儀觀測之資料，無論可見光或紅外線頻道，其解像度均達一公里，以 1697.5 MHz 頻率廣播。接收 HRPT 資料需要裝置 S 頻帶之接收設備及較複雜之顯示儀器。

## (3) 垂直探測資料傳送：

未經處理之垂直溫度剖面輻射儀 (VTPR) 資料以 136.77 MHz 頻率廣播，地面接收站接收設備並不複雜，但需備有較完善之電子計算機作複雜之資料處理。

ITOS 衛星系列共發射八枚，其中有兩枚失敗，各衛星之發射日期及其作業壽命如下表：

衛 星	發 射 日 期	壽 命 (天)
ITOS(TIROS-M)	1970年 1月 23日	510
NOAA-1(ITOS-A)	1970年 12月 11日	252
(ITOS-B)	1971年 10月 21日	失敗
NOAA-2(ITOS-D)	1972年 10月 15日	837
(ITOS-E)	1973年 7月 16日	失敗
NOAA-3(ITOS-F)	1973年 11月 6日	1029
NOAA-4(ITOS-G)	1974年 11月 15日	1463
NOAA-5(ITOS-H)	1976年 7月 29日	1067

#### 四、美國TIROS-N衛星系列

##### (一) 概 述

(1) 名稱：TIROS-N 衛星系統。

衛星命名：TIROS-N, NOAA-A, B, C 等。

(2) 作業狀況：

TIROS-N 衛星為第三代之繞極軌道衛星系列，以取代第二代的 ITOS 衛星。

於 1978 年首次發射升空，約半年後再將其後繼衛星陸續發射，每一枚衛星預期壽命兩年，整個系統至少維持八年作業。

此系統將有兩枚衛星以正交軌道維持正常作業，因此每一衛星將不需裝置備份儀器。除 APT 信號外，在衛星上之資料處理均採用數據 (digital) 方式。

##### (二) 軌 道

TIROS-N 衛星之平均飛行高度為 833 公里，比 ITOS 衛星 1,500 公里之飛行高度為低，每 24 小時將繞地球 14.25 圈。兩枚作業衛星，有一枚在當地太陽時上午 8 時左右南下穿越赤道，另一

枚衛星則於當地太陽時下午 16 時左右北上穿越赤道，每繞地球一周需 102 分鐘。

##### (三) 感應儀器

TIROS-N 衛星系統感應儀器之主要改進部份包含有：①以微波頻道改進對流層及平流層之垂直溫度探測；②組合上一代 ITOS 衛星之 SR 及 VHR 輻射儀並添加波譜資料組成精密之多頻道影像觀測能力；③增加前所未有之資料蒐集與遙控觀測臺定位系統。資料傳送方面將同時包括 APT, HRPT 及垂直溫濕探測等三種直接傳送。為適應未來需要，衛星亦預留有增加裝載儀器所需之負載能力。裝載於衛星之儀器系統如下：

(1) TIROS 作業垂直探測器 (TIROS Operational Vertical Sounder 簡稱 TOVS)：

(a) 高解像紅外線輻射探測器 (High resolution Infrared Radiation Sounder, 簡稱 HIRS/2)；HIRS/2 是採用裝載於 NIMBUS-6 號衛星之 HIRS 儀器再稍加修改，為易於分辨起見，最初者稱為 1，改良型之後者稱為 2。HIRS/2 具有二十個可見光及紅外線頻道的掃描波譜儀，包括波長 15 微米之長波及波長 4.3 微米之短波區域，以探測對流層之溫度及濕度剖面。

(b) 平流層探測組 (Stratospheric Sounding Unit 簡稱 SSU)：

平流層探測組由英國提供，以選擇性吸收技術透過紅外線三個頻道以觀測平流層之垂直溫度分布。

(c) 微波探測組 (Microwave Sounding Unit, 簡稱 MSU)：

微波探測組為一組由四個頻道組成之輻射儀，以被動方式 (passive) 觀測 0.55 mm 氧氣帶，即使在有雲覆蓋區域亦可穿透雲層以探測雲層下方之溫度。

以上三組儀器之資料將組合處理，以提供準確度達 1 至 1.5 攝氏溫度，由地表至一毫巴大氣層溫度資料及對流層中三個層次之水汽含量。由於衛星沿其軌道前進，探測組儀器將採取沿軌道左右方向掃描，因此將可涵蓋地球上大範圍之區域。

(2) 精密極高解像輻射儀 (Advanced Very

High Resolution Radiometer, 簡稱 AVHRR) :

AVHRR 與 ITOS 衛星之 VHRR 輻射儀相似, 所不同者即 AVHRR 具有五個觀測頻道, 而 VHRR 僅二頻道而已, 各頻道使用波長如下:

(a) 第一頻道: 波長 0.55 至 0.90 微米屬可見光範圍, 與目前 ITOS 衛星之可見光頻道相同。

(b) 第二頻道: 波長 0.725 至 1.0 微米, 此頻道可改進提供對水、陸及未經溶化冰雪之辨認。

(c) 第三頻道: 波長 3.55 至 3.93 微米, 此頻道位於第二段「大氣窗」(atmospheric window) 之頻道, 以改進在裂雲區海面溫度之觀測。

(d) 第四頻道: 波長 10.5 至 11.5 微米, 與目前 ITOS 衛星之紅外線頻道相似。

(e) 第五頻道: 波長 11.5 至 12.5 微米, 此一頻道儀器預定裝置於 TIROS-N 後期衛星之上, 該頻道以消除因水汽衰減效應而獲得海面溫度之較佳觀測資料。

AVHRR 資料將分四公里低解像之 APT 廣播及一公里高解像之 HRPT 廣播兩種方式。

(3) 太空環境偵測器 (Space Environmental Monitor, 簡稱 SEM) :

SEM 對全球性提供近地太空環境之太陽質子、電子通量密度及總能量移位 (total energy disposition) 之偵察任務。

SEM 由三組儀器構成, 即 Medium Energy Proton and Electron Detector (簡稱 MEPED), High Energy Proton and Alphaparticle Detector (簡稱 HEPAD) 及 Total Energy Detector (簡稱 TED)。

(四) 資料蒐集系統

TIROS-N 衛星具備有資料蒐集與遙控觀測臺定位系統, 可接收來自固定及移動觀測臺之資料, 並在衛星上將資料予以處理及儲存以備事後作資料傳送。該系統每日可蒐集 2000 個觀測臺資料。對於移動觀測臺之定位將足可確定正負每秒三公尺之風速準確度。裝置於衛星上之資料蒐集系統將由法國提供, 定名為 ARGOS 系統。

ARGOS 是一個透過 TIROS-N 衛星系列以蒐

集地面上固定的觀測台及活動的觀測台所傳送的資料。1974 年 12 月 10 日法國太空署 (簡稱 CNES) 與美國航空太空總署 (簡稱 NASA)、美國國家海洋大氣總署 (簡稱 NOAA) 達成協議, 設置資料蒐集系統安裝於 TIROS-N 衛星系列, 以蒐集全球固定 (不需定位) 及活動 (需定位) 之觀測資料。

每一固定觀測台安裝一具觀測台發送端末機 (Platform Transmitter Terminal 簡稱 PTT), 將觀測台的資料向衛星傳送。裝置於觀測台上的感應器可以直接連到 PTT。每一觀測台最多可以裝置 32 個不同的感應器, 各感應器的資料可為類比式或數據式。每一具 PTT 可以獨立向 TIROS-N 衛星系列直接傳送信號, 不需衛星發出諮詢信號。所有這一類的觀測台均使用相同的 401.650 MHz 頻率。需要定位之觀測台每 40 至 60 秒發送信號一次。不需定位之觀測台則每 100 至 200 秒發送信號一次。所發送信號包括某一觀測台之特定編號以及感應器輸出之觀測值。感應器之數量愈多, 傳送資料的時間愈長, 但總不得超過一分鐘之傳送時間。

當衛星以隨機方式 (random) 接收各觀測台資料時, 即刻將資料紀錄在衛星之磁帶上。當衛星飛臨美國阿拉斯加州或維吉尼亞州之兩個地面指揮資料蒐集站, 或飛臨法國之地面接收站時, 衛星將接受地面之命令將磁帶資料送到地面。此外, TIROS-N 衛星系列也即時傳送遙控觀測台的資料到世界各地的接收站, 傳送頻率為 136.77 或 137.77 MHz。

(五) 資料直接傳送

TIROS-N 衛星對全球將提供 APT, HRPT 及垂直溼濕探測資料直接廣播服務。對 APT 廣播而言, AVHRR 輻射儀之可見光及紅外線資料將降低其解像能力以 VHF 頻率每分鐘 120 轉之掃描速率廣播。為消除景緣扭曲 (panoramic distortion), APT 雲圖畫面在每隔三條掃描線中只顯示其中一條, 並沿掃描方向將各掃描點作非線性平均, 因此其解像度將降低為四公里。至於 HRPT 廣播 AVHRR 資料將以衛星直下點達一公里解像度之能力, 用 S 頻帶廣播, 但其廣播資料未作任何景緣扭

曲校正處理。

(六)未來發展

在 TIROS-N 衛星系列的最後三個衛星（即命名為 NOAA-E, F, G 三枚衛星），將要增加其載重量，以擴充其功能。除了具備 TIROS-N 衛星系列的設備之外，這三枚衛星將配合未來需要，在感應器方面有大幅度的擴充。其裝備詳如下表：

衛 星 裝 備		TIRO	NOAA	NOAA	NOAA	NOAA	NOAA	NOAA
		S-N	-A	-C	-D	-E	-F	-G
AVHRR	4 個頻道	有	有	—	—	有	有	—
	5 個頻道	—	—	有	有	—	—	有
TOVS	HIRS/2	有	有	有	有	有	有	有
	MSU	有	有	有	有	有	有	有
	SSU	有	有	有	有	—	—	有
DCS		有	有	有	有	有	有	有
SEM	MEPED	有	有	有	有	—	—	有
	HEPAD	有	有	有	—	—	—	—
	TED	有	有	有	有	—	—	有
SBUI		—	—	—	—	—	有	有
ERBE	掃 瞄 器	—	—	—	—	—	有	有
	非掃瞄器	—	—	—	—	—	有	有
SAR		—	—	—	—	有	有	有

（註：NOAA-B 衛星發射失敗）

自該系列的第六枚衛星（即 NOAA-E）起，將加裝「搜救系統」（Search And Rescue System 簡稱 SAR），這是由美國與加拿大，法國與蘇俄合作實驗計畫，其目的在利用衛星提供資料以偵察出事飛機及船隻的地點。在 NOAA-F 及 NOAA-G 衛星上，預計要加裝「太陽返散紫外綫裝置」（Solar Backscatter Ultraviolet Instrument 簡稱 SBUI），以測量地球之臭氧分布；同時亦加裝「地球輻射收支實驗裝置」（Earth Radiation Budget Experiment 簡稱 ERBE），以測量地球所獲得或損失之輻射量。

目前作業之 TIROS-N 衛星系列將於一九八四發射該系列最後一枚 NOAA-G 衛星。一九八五年以後之繞極軌道氣象衛星稱為 LEO 衛星系列。LEO 為 Low-Earth Orbiting Satellite 之簡稱。LEO 衛星之影像拍攝系統將組合現有 TIROS-N 衛星之 AVHRR（即 Advanced Very High Resolution Radiometer）及目前 NIMBUS 衛星之 CZCS（即 Coastal Zone Color Scanner）兩組掃瞄輻射儀而改稱為 Colorimeter（簡稱 CLR）。在大氣垂直溫度濕度探測方面，將綜合目前 TIROS-N 衛星之 HIRS（即 High-Resolution Infra-Red Sounder）及改良型之 Advanced Microwave Sounder（簡稱 AMSU）而改稱 HIS（即 High Resolution Interferometer Sounder）。此外，繼續維持 TIROS-N 衛星之 SEM（即 Space Environmental Monitor）、DCS（即 Data Collection System）SARR（Search and Rescue Repeater）等三系統，另加裝 Earth-Radiation Budget（簡稱 ERB）及 Solar Backscatter Ultra-Violet Spectrophotometer 簡稱（SBUV）兩新系統。LEO 衛星將裝置「全球定位系統」（GPS）可以直接在衛星上計算影像之地理位置，同時亦將備有 TDRSS（Tracking and Data Relay Satellite System）將全球之資料即時透過其他地球同步衛星傳送到美國之 CDA 站。

TIROS-N 衛星系列迄今已發射四枚，發射日期如下表：

衛 星	發 射 日 期	壽命(天)
TIROS-N	1978年10月13日	868
NOAA-6(NOAA-A)	1979年6月27日	仍維持作業
(NOAA-B)	1980年5月21日	(失敗)
NOAA-7(NOAA-C)	1981年6月22日	仍維持作業

## 五、美國實驗性之NIMBUS衛星系列

### (一)概述

(1)名稱：NIMBUS 衛星系列，NIMBUS 為希臘

語「雨雲」之意。

衛星名稱：NIMBUS-I, II, III等。

(2) 作業狀況：

NIMBUS 衛星系列是美國航空太空總署研究性之氣象衛星，從最簡單到最複雜之大氣遙感探測儀器，均試裝載於 NIMBUS 衛星先行試驗，一旦成效良好，再正式裝置於其他作業之氣象衛星。

(二) 軌道

NIMBUS 衛星是繞極軌道衛星，高度由900至1100公里，軌道與赤道面約呈99度，在正午時分正交通過赤道。繞地球一周約需104分鐘。

(三) 感應儀器

由於 NIMBUS 衛星屬於研究發展衛星，裝載在各衛星之感應儀器不盡相同，僅就 NIMBUS -V, VI, VII 三衛星所攜帶感應儀器列表如下：

(1) ESMR

儀器名稱	Electrically Scanning Microwave Radiometer
裝載衛星	NIMBUS - V, VI
頻率	19.35 GHz (NIMBUS-V), 37 GHz (NIMBUS-VI)
解像度(公里)	40 ~ 50 × 20
功用	測定海冰、冰上雲之分布及變化，陸地表面性質。

(2) SCMR

儀器名稱	Surface Composition Mapping Radiometer
裝載衛星	NIMBUS - V
波長範圍	0.8 ~ 1.1, 8.3 ~ 9.3, 10.2 ~ 11.2 微米
解像度	600 microradian
功用	觀測地球表面狀態

(3) ITPR

儀器名稱	Infrared Temperature Profile Radiometer
裝載衛星	NIMBUS - V
波長範圍(微米)	3.7, 11.1, 13.4, 14.0, 14.5, 15.0, 19.7

解像度	60 公里
功用	測定地表溫度，溫度垂直分布，水汽輻射。

(4) NEMS

儀器名稱	NIMBUS-E Microwave Spectrometer
裝載衛星	NIMBUS - V
頻率(GHZ)	27.23, 31.4, 53.65, 54.9, 58.8
解像度	200 公里
功用	測水汽吸收帶以及氣溫分布

(5) SCR

儀器名稱	Selective Chopper Radiometer
裝載衛星	NIMBUS - V
頻率(微米)	14.9 14.5 14.1 13.8 15.0 11.1 2.65 2.95 2.08 3.5 18.6 46.3 100.0
解像度(公里)	18
功用	決定卷雲存在，測定水汽和二氧化碳吸收帶之雲輻射等。

(6) TH IR

儀器名稱	Temperature Humidity Infrared Radiometer
裝載衛星	NIMBUS IV, V, VI, VII
波長範圍(微米)	10.5 ~ 12.5 (大氣窗) 6.5 ~ 7.0 (H <sub>2</sub> O)
解像度(公里)	8 (大氣窗) 22 (H <sub>2</sub> O)
功用	測定雲之分布，地面溫度，水汽分布，雲頂溫度。

(7) ERB

儀器名稱	Earth Radiation Budget
裝載衛星	NIMBUS - VI, VII
波長範圍(微米)	太陽頻道：0.2 ~ 3.8, 0.2 ~ 50 0.526 ~ 2.8 0.698 ~ 2.8 0.395 ~ 0.508 0.344 ~ 0.460 0.300 ~ 0.410 0.275 ~ 0.360 固定廣角視野頻道：< 0.2 ~ > 50 0.2 ~ 3.8 0.695 ~ 2.8

	狹角視野掃瞄頻道：0.2~4.8 4.5~5.0
功 用	(1)測量入射太陽輻射。 (2)測量在衛星高度由地球放射之輻射。 (3)以狹角視野取樣，以測量地球輻射。

## (8)HIRS

儀器名稱	High Resolution Infrared Radiation Sounder
裝載衛星	NIMBUS-VI
波長範圍 (微米)	15.0 14.7 14.4 14.2 14.0 13.6 13.4 11.0 8.2 6.7 4.57 4.52 4.46 4.40 4.24 3.71 0.69
功 用	探測由地面到30毫巴之溫度及水汽含量垂直剖面。

## (9)LRIR

儀器名稱	Limb Radiance Inversion Radiometer
裝載衛星	NIMBUS-VI
波長範圍 (微米)	14.9~15.4, 14.3~16.9, 8.6~10.2, 22.4~24.3
解像度(公里)	2.0×20, 2.5×25
功 用	探測15到60公里的溫度、臭氧和水汽的分布。

## (10)PMR

儀器名稱	Pressur Modulated Radiometer
裝載衛星	NIMBUS-VI
頻 率	15 Hz
功 用	(1)偵測大氣的平均結構及其在40至85公里高度處，隨緯度和季節的變化。 (2)探討大幅度大氣波動的傳播，尤其是平流層的增溫現象。 (3)探討電離層和環流的關係。

## (11)SCAMS

儀器名稱	SCanning Microwave Spectrometer
裝載衛星	NIMBUS-VI
頻率(GHZ)	22.23 31.65 52.85 53.85 55.45

解像度(公里)	145~330
功 用	以獲得對流層之垂直溫度分布、水汽含量資料

## (12)CZCS

儀器名稱	Coastal Zone Color Scanner
裝載衛星	NIMBUS-VII
波長範圍 (微米)	0.433~0.453 0.510~0.530 0.540~0.560 0.660~0.680 0.700~0.800 10.5~12.5
功 用	測量河口及海水之顏色，以決定水中所含之葉綠素及沉澱物。

## (13)LIMS

儀器名稱	Limb Infrared Monitor of Stratosphere
裝載衛星	NIMBUS-VII
波長範圍 (微米)	6.1~6.4 6.4~7.3 8.8~ 10.8 10.9~11.8 13.2~ 17.3 14.9~15.7
解像度(公里)	20×2至30×4
功 用	(1)為NIMBUS-VI之LRIR之改良型。 (2)利用衛星對地球視野周圍邊緣之輻射以求得平流層之O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O以及溫度垂直分布。

## (14)SAM-II

儀器名稱	Stratospheric Aerosol Measurement II
裝載衛星	NIMBUS-VII
波長範圍 (微米)	1.0
功 用	測定南北極平流圈氣溶膠(aerosol)垂直分布。

## (15)SAMS

儀器名稱	Stratospheric And Mesospheric Sounder
裝載衛星	NIMBUS-VII
波長範圍 (微米)	2.7 4.3 4.7 5.3 7.7 15.0 25.0~100.0
功 用	測定15到80公里的溫度，50到140公里的二氧化碳帶振動溫度，15到60公里的CO, NO, CH <sub>4</sub>



N<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O的分布, 100 ~ 140 公里的 CO<sub>2</sub>, CO 分布, 60 ~ 100 公里的 H<sub>2</sub>O 分布。

## (16) SBUV/TOMS

儀器名稱	Solar Backscatter Ultraviolet / Total Ozone Mapping Spectrometer			
裝載衛星	NIMBUS-VII			
波長範圍 (微米)	SBUV	0.340	0.331	0.328
		0.312	0.306	0.302
	TOMS	0.298	0.292	0.288
		0.283	0.274	0.256
功 用	(1)測定紫外綫輻射, 地球大氣散射, 臭氧含量 (2)由 NIMBUS-IV 衛星之BUV改良而成SBUV。			

## (17) SMMR

儀器名稱	Scanning Multichannel Microwave Radiometer			
裝載衛星	NIMBUS-VII			
頻率(GHZ)	6.6	10.69	18.0	21.0 37.0
解像度	27 × 18 公里到 148 × 95 公里			
功 用	(1)測定海面溫度、地表附近的風 (2)測定海冰、土壤的水份、冰上積雪率、雲表面下的溫度、降雨量			

NIMBUS 衛星系列共發射八枚, 其中一枚失敗, 各衛星發射日期如下表:

衛 星	發 射 日 期	終 止 作 業 日 期
NIMBUS - I	1964年 8月28日	1964年 9月23日
NIMBUS - II	1966年 5月15日	1969年 1月18日
(NIMBUS - B)	1968年 5月18日	(失敗)
NIMBUS - III	1969年 4月14日	1972年 1月22日
NIMBUS - IV	1970年 4月 8日	不詳
NIMBUS - V	1973年12月11日	不詳
NIMBUS - VI	1975年 6月12日	不詳
NIMBUS - VII	1978年10月24日	不詳

## 六、美國實驗性之SEASAT衛星系列

## (一)概述

(1)名稱: SEASAT 衛星系列。

衛星命名: SEASAT-A, B, C 等。

SEASAT-A 於 1978 年 6 月 27 日發射, 於 10 月 10 日發生故障其壽命僅有 106 天。由於受到預算限制, SEASAT-A 以後之衛星尚無發射計畫。

(2)作業狀況:

SEASAT 衛星系列屬實驗性繞極軌道衛星, 該計畫試圖利用人造衛星作工具, 在衛星上裝置主動 (ACTIVE) 及被動 (PASSIVE) 的微波探測儀, 穿透雲層以達到下列目的:

- 偵測全球各海洋上之波浪高度、波浪方向與波幅、海面風、海洋溫度及洋流。
- 測量正確的海面地形。
- 偵測洋流、潮汐、風暴長浪及海嘯。
- 繪製海上冰場及冰區可供航行通道之海圖。

## (二)軌道

SEASAT 衛星沿著環狀軌道繞極運行, 飛行高度約 790 公里, 軌道面與赤道面呈 108 度傾角。週期 101 分鐘, 每 36 小時重返地球一固定點一次。

## (三)感應儀器

裝置在 SEASAT 衛星之感應器有主動及被動兩類。

主動感應器方面共有三具主動遙測雷達:

(1)壓縮脈衝雷達測高儀:

簡稱壓縮脈衝測高儀 (Compressed Pulse Altimeter 簡稱 ALT)。偵測 0.5 至 1.0 公尺以內之平均海浪高度為其功用之一, 其次是測 10 公分以內之海浪高度變化。此種雷達測高儀使用 2.2 公分波長 (即頻率為 13.5 GHz), 天綫直徑 1 公尺, 波束寬為 1.5 度之拋物面, 解像度為 1.6 至 12 公里。此種雷達曾裝載到 GOES - C 衛星及太空實驗室 (SKYLAB) 使用過。

(2)微波雷達測風散射儀

簡稱微波散射儀 ( Microwave

Scatterometer 簡稱 SCAT )。散射儀之功用是測量海水表面的粗糙度，通常當海面風速加大，海水表面益形粗糙。由海面粗糙度可推算海面之風向風速，每秒 3 公尺到每秒 25 公尺之風速均可測到，準確度約每秒二公尺；在衛星軌道左右兩側海面 500 公里以內範圍，風向可測到二十度之準確度。

SCAT 使用波長 2.1 公分 ( 即頻率為 14.59927 GHz ) 之雷達，解像度為 50 公里，相鄰回波之空間間隔為 100 公里。SCAT 也曾在 SKYLAB 太空實驗室使用。

### (3) 合成光圈影像雷達

簡稱合成光圈雷達 ( Synthetic Aperture Radar 簡稱 SAR )。此種雷達在提供各種天氣狀況下，藉雷達拍攝影像，以了解海浪、冰區、冰山、冰區通道、海岸狀況、海岸動力過程等。

SAR 使用波長為 22 公分 ( 即頻率為 1275 MHz ) 之雷達，沿軌道左右 100 公里之海面範圍內之解像度達 25 公尺。

被動感應器方面有：

#### (1) 掃描多頻道微波輻射儀

掃描多頻道微波輻射儀 ( Scanning Multispectral Microwave Radiometer 簡稱 SMMR ) 使用直徑 80 公分機械掃描碟，由 6.6 GHz, 10.7 GHz, 18.0 GHz, 21.0 GHz 及 37.0 GHz 五個頻率組合在一公用之饋波系統，解像度為 25 至 144 公里。其功用如下：

- 測量海水表面溫度，精確度達攝氏溫度一度範圍。
- 測量泡沫之亮度，可以轉換推算每秒 50 公尺以上的強風風速。
- 了解海上雲或冰雪涵蓋範圍。
- 測量液態及氣態之水汽含量，以校正主動雷達之觀測值。

此種輻射儀曾於 NIMBUS 衛星實驗過。

#### (2) 掃描可見光紅外線輻射儀

掃描可見光紅外線輻射儀 ( Scanning Visible and Infrared Radiometer 簡稱 VIRR ) 為提供在晴天狀況之海水表面溫度資料、雲覆蓋型式及海岸交界。可見光部份選用 0.49 至 0.94 微米，紅外線部份則選用 10.5 至 12.5 微米波長範圍。可見光頻道之解像度為 3 公里，紅外線頻道之解像度為 5 公里。

#### (四) 資料蒐集

SEASAT 衛星亦具有蒐集地面遙控觀測台資料的能力。

#### (五) 資料直接傳送

SEASAT 衛星以 2287.5 MHz 頻率傳送 ALT, SCAT, SMMR 及 VIRR 資料，另以 2265.1 MHz 頻率傳送 SAR 資料。

## 七、蘇俄 METEOR 衛星系列

### (一) 概述

#### (1) 名稱 METEOR 衛星系列。

衛星命名：METEOR-1, 2, 3 等。

#### (2) 作業狀況：

METEOR 是蘇俄準繞極軌道氣象衛星，除實際作業外，兼負實驗之任務。這一系列衛星通常維持二至三枚同時作業。每一枚衛星之作業壽命至少六個月以上。

蘇俄自 1966 年起，開始發射一連串的實驗氣象衛星 COSMOS 系列。1969 年起開始發射 METEOR 衛星系列。

### (二) 軌道

METEOR 衛星被送入高度為 900 公里之環狀軌道，軌道面與赤道面呈 81 度傾角，週期為 102 分鐘。

### (三) 感應儀器

METEOR 衛星裝置有下列感應器：

- 電視攝影機，感應可見光波段，以獲得雲量，冰雪覆蓋等有關之資料。在近地點之解像度為 1.5 公里，沿軌道涵蓋寬度約 1400 公里。

——紅外線電視攝影式儀器，感應8至12微米波段，以獲得雲量及冰覆蓋量有關之資料。近地點之解像度為20公里，沿軌道涵蓋寬度約1600公里。

——掃瞄輻射儀，測量0.3至3微米波段反射量、3至30微米由地球向太空之輻射量，以及8至12微米地球表面及雲頂溫度。近地點之解像度為70公里，沿軌道涵蓋寬度約2700公里。

負責驗任務之METEOR 衛星，除裝置上述儀器外，並再加裝下列儀器：

——掃瞄望遠測光儀 ( Scanning telephotometer )，感應可見光波段，以作為自動直接圖片傳送 (APT) 之用。近地點之解像度為1.6公里，沿軌道涵蓋寬度約2700公里。

——波譜儀 ( spectrometer )，測量15微米波段以獲得垂直溫度剖面，在近地點之解像度為13 × 53公里。

——雷達，探測降水及冰覆蓋區，測量0.8公分波段，在近地點之解像度為50公里。

——輻射儀，研究大氣層上層之 corpuscular fluxes 效應。

#### (四) 資料蒐集系統

無資料蒐集系統。

#### (五) 資料直接傳送

在早期的METEOR 衛星所觀測到的資料均紀錄於磁帶上，METEOR-10及METEOR-18號兩衛星曾試驗將掃瞄望遠測光儀之資料直接向地面傳送，傳送方式與美國繞極衛星之APT規格相似，至於正式將資料直接傳送之作業日期未詳。

已知之蘇俄METEOR 衛星發射日期如下表：

衛 星	發 射 日 期
METEOR-1	1969年 3月 26日
METEOR-2	1969年 10月 6日
METEOR-3	1970年 3月 17日
METEOR-4	1970年 4月 28日

METEOR-5	1970年 6月 23日
METEOR-6	1970年 10月 15日
METEOR-7	1971年 1月 20日
METEOR-8	1971年 4月 17日
METEOR-9	1971年 7月 16日
METEOR-10	1971年 12月 29日
METEOR-11	1972年 3月 30日
METEOR-12	1972年 6月 30日
METEOR-13	1972年 10月 27日
METEOR-14	1973年 3月 20日
METEOR-15	1973年 5月 29日
METEOR-16	1974年 3月 5日
METEOR-17	1974年 4月 23日
METEOR-18	1974年 7月 9日
METEOR-19	1974年 10月 28日
METEOR-20	1974年 12月 17日
METEOR-21	1975年 4月 1日
METEOR-22	1975年 9月 18日
METEOR-23	1975年 12月 25日
METEOR-24	1976年 4月 7日
METEOR-25	1976年 5月 15日
METEOR-26	1976年 10月 16日
METEOR-27	1977年 1月 7日
METEOR-28	1977年 4月 5日
METEOR-29	1977年 6月 29日

## 叁、地球同步氣象衛星

### 一、美國ATS衛星系列

#### (一) 概述

(1) 名稱：ATS ( Applications Technology Satellite )

衛星命名：ATS-1, 2, 3等。

#### (2) 作業狀況：

ATS 衛星是最早期的地球同步氣象衛星，其任務雖然是實驗性的衛星，但也曾擔負起半作業的任務以支援天氣預報及颶風警報的工作。

，尤其首次擔負起天氣圖傳真 (Weather facsimile 簡稱 WEFAX) 之工作。維持有兩枚衛星同時作業。

#### (二) 軌道

ATS 衛星是屬於地球同步軌道，停留在赤道上空 36000 公里。

#### (三) 感應儀器

ATS 衛星攜帶自轉掃描雲系攝影機 (Spin Scan Cloud Camera)，該掃描攝影機是一具附有望遠鏡頭及準確的緯度逐步調整機械裝置。掃描時由西向東，由北向南，拍攝一張地球全景照片需 24 分鐘。

ATS-1 衛星攜帶一架可拍攝波長為 0.48 至 0.58 微米之可見光攝影機。ATS-3 號衛星則攜帶一架可拍攝多色彩的自動掃描攝影機，即在可見光波段內分為三個頻道。解像度為四公里。

#### (四) 資料蒐集

ATS 衛星未具備資料蒐集系統，無法接收來自地面的遙控觀測台資料。

#### (五) 資料直接傳送

ATS 衛星可以提供 135.60 MHz 頻率之天氣圖及衛星雲系照片傳真，地面接收設備與標準的 APT 裝備相似。

ATS 衛星系列共發射六枚，其發射日期如下表：

衛 星	發 射 日 期	終 止 作 業 日 期
ATS-1	1966年 12月 6日	1972年 10月 16日
ATS-2	1967年 4月 5日	1969年 9月 2日
ATS-3	1967年 11月 5日	1975年 10月 30日
ATS-4	1968年 8月 10日	1968年 10月 17日
ATS-5	1969年 8月 12日	不詳
ATS-6	1974年 5月 30日	不詳

## 二、美國 SMS / GOES 衛星系列

#### (一) 概述

(1) 名稱：GOES (即 Geostationary

Operational Environmental Satellite 之簡稱)。

衛星命名：SMS-1, SMS-B, GOES-A, B, C 等。

這一系列衛星在發射及測試階段暫時稱為 SMS (即 Synchronous Meteorological Satellite 之簡稱)，當一切順利可以作業之後，SMS-B 衛星即易名為 SMS-2, GOES-A, B, C 等易名為 GOES-1, 2, 3 等。為方便起見，位於美洲東面的這一系列衛星稱為 GOES-EAST 衛星，位於美洲西面的這一系列衛星稱為 GOES-WEST，位於兩者之間則稱 GOES-CENTRAL。

#### (2) 作業狀況：

SMS/GOES 衛星系列經常維持兩枚衛星連續作業，日以繼夜的守視著西半球的大部分區域。第三枚衛星則隨時待命。

#### (3) 進度

衛 星	發 射 日 期
SMS-1	1974年 5月 17日
SMS-2	1975年 2月 6日
GOES-1(A)	1975年 11月 16日
GOES-2(B)	1977年 6月 16日
GOES-3(C)	1978年 6月 16日
GOES-4(D)	1980年 9月 9日
GOES-5(E)	1981年 5月 22日

#### (二) 軌道

地球同步，繞赤道，高度約三萬六千公里。GOES-EAST 位於西經 75 度，GOES-WEST 位於西經 135 度。

#### (三) 感應儀器

(1) 可見光紅外線自轉掃描輻射儀 (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer 簡稱 VISSR)：

VISSR 是一具附有望遠鏡沿緯度逐線掃描之機械裝置。隨衛星的自轉由地球的西面向東面掃描。共有兩個頻道，一個是 0.55 至 0.75 微

米的可見光頻道；另一個是 10.5 至 12.6 微米的紅外線頻道。每一張地球全景的可見光影像，由 14000 條綫組成，解像度是一公里。紅外線頻道之地球全景影像由 1750 條綫組成，解像度是七公里。

#### (2) 太空環境偵測器 (Space Environment Monitor, 簡稱 SEM) :

SEM 由三組個別偵測器所組成 :

- ENERGETIC PARTICLE SENSOR :  
用以偵測 0.8 至 500 Mev 之入射質子、4.0 至 392 Mev 之阿爾發粒子，大於 2.0 Mev 之電子。
- Magnetometer : 用以測量衛星周圍磁場之方向及磁通量。
- Solar X-ray sensor : 測量 0.5 至 3 Å 及 1 至 8 Å 之 X 射綫。

#### (3) VISSR 大氣探測器 (VISSR Atmospheric Sounder, 簡稱 VAS) :

VAS 基本上是組合 VISSR 以及 ITOS 衛星所使用 VTPR 溫度及濕度垂直剖面輻射儀，以同時提供影像及垂直剖面的數值資料。倘 VAS 之成效良好，極可能在將來以 VAS 取代 VISSR。VAS 之優點如下 :

- 保有 SMS/GOES 衛星所使用之 VISSR 功能，即同時提供可見光及紅外線影像。
- 同時提供多頻道之影像資料，即一個可見光頻道，四個可以選擇性的紅外線頻道。
- 提供大氣層垂直方向之探測，以獲得溫度及水汽之垂直剖面大氣結構。

VAS 自 GOES-4 (即 GOES-D) 號衛星開始實驗以來，成效相當良好，預計其他國家之地球同步氣象衛星亦將採用此種儀器。

#### 四 資料蒐集系統

GOES 衛星具有蒐集及轉播地球上各式各樣遙控觀測台之資料，例如水位計、雨量計、地震儀、驗潮儀、漂浮站、船舶以及自動天氣觀測站等。每一枚 GOES 衛星可以同時接受一萬至一萬以上的遙控觀測台資料。

各遙控觀測台使用 400 至 403 MHz 頻率將資料傳送給 GOES 衛星，只須裝備 10 db 增益之天綫、5 瓦特之發射機，天綫仰角在七度半以上即可有效達成此項需求。當然每一遙控觀測台必須賦予一固定之頻率及呼號。

#### (五) 資料直接傳送

##### (1) VISSR 資料直接傳送

GOSE 衛星高速率資料經地面之指揮資料蒐集站轉換成低速率資料之後，向地面備有高解像衛星站傳播。

##### (2) WEFAX 廣播

衛星影像資料及天氣資料透過 GOES 衛星以 1691.0 MHz 頻率廣播，所有在 GOES 衛星通信涵蓋範圍內的地面接收站均可接收到此項低解像資料。

#### (六) 未來發展

目前作業之 GOES 衛星系列，於一九八三年將發射最後一枚 GOES-F 衛星。為迎接一九八五年以後之衛星發展，自一九八〇年之 GOES-D 衛星起，將目前之「可見光紅外線自轉掃描輻射儀」(VISSR) 影像拍攝裝置與「大氣垂直溫度濕度探測器」組合成「VISSR 大氣探測器」(VISSR Atmospheric Sounder 簡稱 VAS) 加裝於 GOES 衛星作實驗。此外並計畫加裝 TDRSS 資訊中繼系統、維持現有 GOES 衛星之「太空環境偵測器」(Space Environment Monitor 簡稱 SEM) 及「資料蒐集系統」(Data Collection System 簡稱 DCS) 以繼續蒐集太空及分布於高山離島海洋之遙控觀測資料。下一代地球同步氣象衛星稱為 GEO 衛星，即 Geostationary 之簡稱。美洲東西岸各有一枚此類衛星之外，在兩者之間可能增加另一枚衛星。觀測之時間間隔亦可能由目前之三十分鐘再予縮短，以偵測各種大氣中生命短暫且發展迅速之天氣現象。

### 三、歐洲 METEOSAT 衛星系列

#### (一) 概述

(1)名稱：氣象衛星 ( METEOROLOGICAL  
SATellite 簡稱METEOSAT )。

(2)數量：一枚

(3)發射進度：

METEOSAT-1 號衛星於 1977 年十一月  
二十三日發射至 1979 年十一月二十四日發生  
故障停止作業。

METEOSAT-2 號衛星於 1981 年 6 月 19  
日發射。但因更換電腦，至 1982 年春天才能  
正式作業。

(二)軌道

METEOSAT 衛星之軌道與地球自轉速度相  
等，與地球同步運轉。對地球而言，衛星停留於  
經度零度赤道上空約三萬六千公里高度上。

(三)感應儀器

(1)METEOSAT 輻射儀屬自轉掃瞄輻射儀，每分  
鐘自轉 100 次，每隔三十分鐘同時以三個頻道  
掃瞄地球一次，由東向西、由南向北掃瞄。三  
個頻道分別為：

——0.5 至 0.9 微米之可見光頻道，解像度為  
2.5 公里。

——10.5 至 12.5 微米之紅外線頻道，解像度  
為 5 公里。

——5.7 至 7.1 微米之水汽吸收帶 ( water-  
vapour absorption band ) 頻道，  
解像度亦為 5 公里。

(2)衛星上具備資料處理之能力：

(a)由類比式編碼 ( encoding ) 為數據式：

紅外線資料採取 8 bits 綫性，

可見光資料採取  $2 \times 6$  bits ；

當記憶體正常作業時，資料傳輸速率減慢為  
每秒 166 kbits，但當記憶體故障時，則採  
用每秒 2700 kbits。

(b)除非執行資料速率減慢之作業，否則不作錄  
影，影像資料傳輸採用逐綫傳送方式。

(四)資料蒐集系統

METEOSAT 衛星裝備有資料蒐集與轉發系  
統，可蒐集固定於陸地上之遙控站或移動之船舶

或漂浮站資料 ( 統稱資料蒐集台 )。

這些資料蒐集台就功能分類：

(a)定時發送資料蒐集台：事先訂定時間，將資  
料蒐集台之資料透過衛星發送到地面上之中央  
資料蒐集站。

(b)諮詢式資料蒐集台：當地面之中央資料蒐集  
站有需要時，透過衛星詢問資料蒐集台將某項  
觀測資料透過衛星傳送到中央資料蒐集站。

若就區域作業分類，則可分為國際或國內之  
資料蒐集站。國際資料蒐集站指定使用 2097.975  
MHZ 頻率接收衛星指令，國內資料蒐集台則指定  
使用 2098.25 MHZ 頻率。

(五)資料直接傳送

METEOSAT 衛星除具備能力將原始資料傳  
送到中央衛星接收站及主要資料利用站 ( Primary  
Data Users' Station 簡稱 PDUS ) 外，亦  
可將中央衛星接收站處理過之資料傳送到  
METEOSAT 衛星通訊涵蓋範圍內之地面接收站  
，其資料傳送方式如下：

——高解像資料，以數據式編碼，傳送到各 PDUS  
站。

——類比式圖片 ( 或稱 WEFAX 資料，WEFAX 為  
Weather FAX 之簡稱 ) 以低解像 APT 資  
料規格傳送到各 PDUS 站及次要資料利用站  
( Secondary Data Users' Station 簡  
稱 SDUS 站 )。

## 四、日本GMS衛星系列

(一)概述

(1)名稱：地球同步氣象衛星系統 ( Geostationary  
Meteorological Satellite System  
簡稱 GMS )。

(2)計畫內之衛星數量。

由日本操作之地球同步氣象衛星為數一枚，預  
計壽命至少可達三年。

(3)作業狀況：

在一枚 GMS 地球同步氣象衛星萬一發生故障之  
情況下，第二枚同類衛星將於三至六個月內予

以遞補。

#### (4) 進度：

GMS-1 號衛星已於 1977 年 7 月 14 日發射。

GMS-2 號衛星已於 1981 年 8 月 11 日發射，  
於 1981 年 12 月 21 日取代 GMS-1，目前

GMS-1 衛星移到東經 160 度赤道上空，GMS-2 衛星停留在東經 140 度赤道上空。

#### (二) 軌道

GMS 衛星之軌道將與地球自轉速度相等，與地球同步運轉。對地球而言，衛星停留於東經一四〇度赤道上空三五八〇〇公里高度上。

#### (三) 感應儀器

(1) 可見光紅外線自轉掃描輻射儀 (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer, 簡稱 VISSR)：

VISSR 基本上是一具附有望遠鏡以機械式逐步移動之掃描輻射儀，隨著衛星自轉由西向東進行掃描，當一次掃描步驟完成以後機械隨即移動到下一掃描位置，使輻射儀由北至南完成二五〇〇個掃描步驟而能全部涵蓋整個地球表面四分之一之全景。

VISSR 以 0.5 至 0.75 微米波長之可見光及 10.5 至 12.5 微米波長之紅外線兩個頻道觀測地球。當衛星作一次自轉掃描時，可見光頻道以四條平行線掃描，而紅外線頻道則以一條線掃描，因此在衛星直下點處，可見光頻道之解像度達 1.25 公里，而紅外線頻道之解像度達五公里。

(2) 太空環境偵測器 (Space Environmental Monitor, 簡稱 SEM)：

SEM 由三個獨立偵測器組合而成，以觀測太陽質子、阿爾發粒子及電子數，俾瞭解太陽活動及太空環境之狀況。太陽質子之觀測範圍自 1 至 500 Mev，共分七級觀測。阿爾發粒子之觀測範圍自 8 至 390 Mev，共分五級觀測。至於電子則觀測 200 Mev 以上之能量。

#### (3) 資料處理過程

VISSR 原始資料經地面之指揮暨資料收集

站 (Command and Data Acquisition 簡稱 CDA)，接收以後，先將信號解調，並將可見光與紅外線資料分開，隨後送至資料處理中心 (Data Processing Center, 簡稱 DPC) 再作進一步資料處理。在 DPC 站除將全景雲圖分隔成八個區域畫面外，並將其中幾個區域畫面改成天氣圖常用之投影。同時又將資料劃分為兩種不同解像能力之傳真信號，供不同規模之地面接收站利用。高解像傳真 (High Resolution Facsimile, 簡稱 HR FAX) 信號由 DPC 站透過 CDA 站送回 GMS 衛星，再由 GMS 衛星定時廣播，供各國中規模資料利用站 (Medium Data Utilization Station, 簡稱 MDUS) 接收利用。至於低解像傳真 (Low Resolution Facsimile, 簡稱 LR FAX) 信號亦以相同方式由 GMS 衛星定時廣播，供各國小規模資料利用站 (Small Data Utilization Station 簡稱 SDUS) 接收使用。此外，DPC 站為獲得風速、雲系分布、雲頂及海面溫度等資料，尚需作較複雜之資料處理，並將此種已處理過之資料送至日本氣象廳予以應用。在 GMS 衛星內部並無資料儲存裝備，所有信號均一一送到 CDA 站儲存。

#### (四) 資料蒐集系統

GMS 衛星裝備有資料蒐集與轉發系統，由分散各處之環境資料觀測台觀測所需資料，這一類之環境觀測台包括有離島、船舶、內陸及海上漂浮之遙控觀測台，統稱為資料蒐集台 (Data Collection Platform, 簡稱 DCP)。每一資料蒐集台均需配有可與 GMS 通信之設備，以受 GMS 衛星之諮詢命令，因此 GMS 衛星必需有同時接收上千個資料蒐集台資料報告之能力。資料經 GMS 衛星蒐集之後，即刻轉發至 CDA 站，再由 CDA 站傳至資料處理中心 (即 DPC 站) 經過一連串資料處理之後送到日本氣象廳，隨後由日本氣象廳轉發給世界各有關氣象機構參考應用。

#### (五) 資料直接傳送

GMS 衛星透過 VISSR 輻射儀觀測到之地球

雲系影像資料，經資料處理中心編成高解像傳真（HR FAX）及低解像傳真（LR FAX）兩種資料。高解像傳真信號專供GMS衛星有效通信範圍內之中規模資料利用站（MDUS）予以接收，而低解像傳真信號專供小規模資料利用站（SDUS）使用。所謂小規模資料利用站即商業船舶或陸上簡便接收站，由於此等利用站遍布全球，接收圖片之性能要求不高，因此全球五枚地球同步衛星將此等信號統稱為天氣傳真（Weather Facsimile，簡稱WEFAX）信號。

VISSR 輻射儀之觀測作業分為兩種方式進行，即正規觀測與特別觀測兩種。當VISSR 輻射儀執行正規觀測時，中規模資料利用站每日可以收到十一張八次觀測之地球全景雲圖及四張經過座標轉移之麥卡托投影區域雲圖，其解像能力均達一公里直徑。而小規模資料利用站則無法一次收到地球全景雲圖，每張全景雲圖均經事先分隔為八張分隔畫面，小規模資料利用站每日可接收到八次傳真廣播。

當VISSR 輻射儀執行特別觀測時，中規模資料利用站除每日可接收十一張八次觀測之全景雲圖外，每日並可接收到十二次特別選擇之區域觀測雲圖；而小規模資料利用站除每日接收八次分隔雲圖外，將無法接收到特別觀測資料。

GMS 衛星之高解像傳真信號以 1687.1 MHz 頻率廣播，傳真機之轉速為每分鐘四〇〇轉。而低解像傳真以 1691.0 MHz 頻率廣播，傳真機轉速為每分鐘二四〇轉。

## 五、印度INSAT衛星系列

### (一)概述

- (1)名稱：INSAT衛星系列（即印度衛星之簡稱）  
衛星命名：INSAT-1, 2, 3等。
- (2)作業狀況：

INSAT 衛星是印度政府首次投資之地球同步衛星，它兼負了電信、氣象、大眾通信、電視教育等任務，並非「世界天氣守視計畫」內之衛星系統。該衛星由美國福特航空太空通信

公司製造，並承建該衛星之地面主控中心。其發射工作則與美國航空太空總署簽訂合約，委託美國代為發射。

### (二)軌道

INSAT 衛星屬地球同步軌道衛星，高度約三萬六千公里，位於東經74度赤道上空。

### (三)感應儀器

INSAT 衛星裝置有一具高解像之自轉掃瞄儀，使用兩個頻道，可見光頻道是 0.55 至 0.75 微米，紅外線頻道是 10.5 至 12.5 微米。每三十分鐘可以完成地球全景之掃瞄。可見光之解像度為 2.5 公里，紅外線之解像度為 11 公里。

### (四)資料蒐集系統

INSAT 衛星可以同時接收一百個以上從地面或海洋上之「資料蒐集台」所觀測的資料。這些資料包括氣象、海洋及水文等遙測資料。當衛星將這些有關資料蒐集整理之後，向地面主控中心傳送，再由主控中心轉送到其他有關單位使用。

### (五)資料直接傳送

INSAT 衛星未具備 1691.0 MHz 之氣象衛星專用頻率，無法直接向各地傳送衛星影像資料，僅利用 4 至 6 GHz 之頻率將高解像輻射儀觀測所得之影像資料向主控中心傳送。

### (六)發射進度

INSAT-1 號衛星已於一九八二年四月十日在美國卡納威爾太空中心發射。

## 肆、未來展望

人類自步入太空時代迄今，雖然僅僅二十餘年，然而對於地球上之大氣、海洋、土地等人類生活環境之觀測技術，隨太空科學之進步而有神速之發展。近年來，一方面由於美國國家航空太空總署大力發展太空梭（SPACE SHUTTLE），以及光學、電子學、材料科學等之快速發展；另一方面又因為美國現行作業之環境衛星於一九八四、一九八五年間即將進入尾聲，為使下一代之環境衛星在過渡時期仍能按步就班繼續維持作業，因此美國各有關單位正積極籌劃一九八五年以後之環境衛星計畫。



爲了要確定未來之發展方向，首先由各有關專家先行擬訂未來之需求，再確定目標及步驟，以因

應未來之發展。茲將美國方面對於氣象衛星之需求列表於后，以供吾人參考。

觀 測 項 目	具此能力之衛星感應器	期 望 之 精 確 度 及 解 析 度
1. 大氣溫度剖面	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多頻道紅外線探測器</li> <li>• 微波探測器</li> <li>• 邊緣掃瞄 (limb-scanning) 之紅外線輻射儀</li> </ul>	水平解析度：4公里(局部)，100公里(全球) 時間解析度：30分鐘(局部)，3小時(全球) 垂直解析度：2至4公里 精確度：2°C(絕對)，0.5°C(相對)
2. 大氣水汽剖面	與大氣溫度剖面同	水平解析度：4公里(局部)，100公里(全球) 時間解析度：80分鐘(局部)，3小時(全球) 垂直解析度：2至4公里 精確度：±20%(絕對)，±10%(相對)
3. 大氣密度	由溫度剖面推算	精確度：1%(絕對)，0.25%(相對)
4. 風之剖面	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多頻道影像掃瞄器</li> <li>• 脈衝二氧化碳杜普勒雷射 (Pulsed CO<sub>2</sub> doppler laser)</li> </ul>	水平解析度：2公里(局部)，100公里以上(全球) 時間解析度：15分鐘以內(局部)，3小時(全球) 垂直解析度：雲層內一公里，晴空0至20公里 精確度：每秒4公尺(局部)，每秒2公尺(全球)
5. 雲系影像(包括烟、霾、雲、霧之偵測、太陽輻射及降水估計)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高解像可見光及熱紅外線影像掃瞄儀</li> <li>• 脈衝雷射</li> </ul>	水平解析度：1公里(同步衛星可見光) 4公里(同步衛星紅外線) 時間解析度：5分鐘(局部)，3小時(全球) 垂直解析度：雲頂—100公尺立體觀測 2公尺雷射觀測 雲底—1公里以內立體觀測 2公尺以內雷射觀測
6. 熱分布圖	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高解像可見光及熱紅外線影像掃瞄儀</li> <li>• 微波影像輻射儀</li> </ul>	水平解析度：1公里(繞極衛星) 4公里(同步衛星) 時間解析度：5分鐘(局部)，3小時(全球) 地面精確度：雲區海面—1°C(絕對) ±1°C(相對) 晴空海面—1°C(絕對) ±0.5°C(相對) 晴空陸面—±1.0°C 雲頂精確度：±2°C
7. 噴射氣流之偵測	• 被動式之探測輻射儀 (Passive Sounding)	水平位置精確度：比20公里爲佳 時間解析度：30分鐘(同步衛星)

	Radiometer) • 脈衝 CO <sub>2</sub> 雷射	3 小時 (繞極衛星) 垂直解析度：被動式熱紅外線觀測為 ± 2 公里。 主動式雷射杜普勒風之觀測為 ± 1 公里。
8 降水	微波掃描輻射儀	水平解析度：3 公里 (局部) 時間解析度：20 秒 (局部) 同步衛星 3 小時 (全球) 繞極衛星 精確度：比每小時 5 公厘為佳
9 可降水量	微波輻射儀	地面水平解析度：30 至 50 公里 範圍：每小時 0.5 至 10 公分 時間解析度：3 小時 (局部)，12 小時 (全球) 精確度：1 %
10 地面風	• 主動式微波感應器 • 被動式微波感應器	水平解析度：30 公里 時間解析度：3 小時 測風範圍：風速每秒 0 至 75 公尺 風向 0 至 360 度 精確度：風速每秒 ± 2 公尺，風向 ± 10 度
11 地面氣溫	未知何種儀器可測地面氣溫	
12 海面溫度	• 紅外線感應器 • 微波感應器	精確度：1 °C
13 海冰狀況	• 微波輻射儀 • 雷達	水平解析度：20 公里 時間解析度：12 小時 範圍：0 至 500 公里 精確度：2 公尺
14 陸面溫度	紅外線自轉掃描輻射儀	水平解析度：4 公里 (局部)，100 公里 (全球) 時間解析度：30 分鐘 (局部)，3 小時 (全球) 精確度：2 °C
15 土壤含水量	微波感應器	
16 土壤霜凍	微波感應器	
17 洪水泛濫	擴展 VISSR 型感應器	時效：6 小時 精確度：1 公里 位置精確度：± 2 公里
18 冰雪覆蓋	AVHRR 及 VISSR 感應器微	水平解析度：0.9 公里

	波感應器	位置精確度：4公里 時效：12小時
19. 潮汐	測高儀 ( Altimeter )	水平解析度：0至10呎範圍，間距2呎；10至30呎範圍，間距5呎；30呎以上，間距10呎。 位置精確度：±30公里 時效：6小時
20. 表面鹽度	微波輻射儀 可見光極化儀 ( Polarimeter )	精確度：千分之一
21. 葉綠素密集區	高解像可見光感應器	精確度：低、中、高葉綠素集中量
22. 水之混濁度	高解像可見光感應器	水平解析度：0.4公里 測定範圍：未知 精確度：±0.01 PPM
23. 淺水測深 ( Bathymetry )	LANDSAT-D 之主題測圖儀 ( Thematic Mapper )	水平解析度：0.04公里 範圍：0至30公尺 精確度：±0.15公尺
24. 海洋大地水準面 ( Geoid )		精確度：10公分
25. 海洋定位	Beacon 或全球定位系統	精確度：10公尺
26. 海浪之方向性 能量波譜 ( Energy Spectra )	測高儀 ( Altimeter ) 雷達	水平解析度：100公里 精確度：浪高一±10%，波長一±10%， 方向一±10% 範圍：浪高0至25公尺 波長6至1000公尺
27. 表面洋流	測高儀 ( Altimeter ) 可見光感應器	水平解析度：1至20公里 範圍：流速每秒0至250公分 流向0至360度 精確度：±10%
28. 永久冰區之地形	測高儀 ( Altimeter )	水平解析度：10至50公里 垂直精確度：10公分 時效：每30天重覆一次
29. 大氣污染	雷射雷達 ( LIDAR ) 雷射輻射儀	精確度及解析度未確定

30 熱量收支	地球輻射收支測量儀	水平解析度：100 公里 精 確 度：± 7 瓦特 / 平方公尺 時 效：12 小時
31 大氣組成—臭氧	紫外線輻射儀	精 確 度：臭氧總含量—系統性 1 % —隨機性 5 % 臭氧剖面—系統性 10 % —隨機性 20 % 時 效：24 小時 解 析 度：在最大含量以上為 5 公里
32 太空環境	太空環境偵測器	荷電粒子： —電子 0.3 到 300 Kev —質子 0.3 到 2500 Kev —離子 6000 Kev 以上 全向性質子 16 到 800 mev Vector Mynetics ± 400 v

在可以預計的數年內，美國即將採取之發展步驟如下：

#### 一、衛星發送工具

目前推送人造衛星進入太空是藉用火箭發射，這種發送工具不但造價昂貴，衛星之載重以及體積、外型均因火箭系統而受限制。對衛星而言一經進入軌道，人類雙手即無法再度接觸，一旦衛星發生故障，幾無修護機會，直接影響衛星壽命。

一九八五年以後之人造衛星將不再由昂貴之火箭帶到太空，預計將採用美國國家航空太空總署所發展之太空運輸系統，即以「太空梭」攜帶人造衛星進入軌道。此種運輸系統之優點是當人造衛星發生故障時，太空人可乘太空梭前往修護；當人造衛星偏離運行軌道時，可由太空梭帶到原軌道歸正。由於太空梭可攜帶之載重加大，其效益當比目前之運輸系統更為經濟有效。為迎接太空梭之作業，各種環境衛星將自一九八〇年起，逐步配合太空梭之發展而執行模擬與實驗，預計一九八五年以後太空梭將可達到使用階段。

#### 二、資訊傳送

目前作業之環境衛星其資訊傳送同時具備「即時傳送」( REAL-TIME TRANSMISSION ) 及「錄影」( RECORDED ) 兩種方式，將「即時傳送」資訊即時提供世界各地使用資料之接收站，另將「錄影」資訊提供美國之「指揮資料蒐集站」( COMMAND DATA ACQUISITION 簡稱 CDA 站)。美國既在環境衛星投下鉅資，當然希望能藉衛星蒐集全球各地之環境資料。但因衛星上之錄影磁帶長度有限，大量之資料不可能全部紀錄，為其缺點之一。全球資料又須等待衛星繞遍全球每一角落之後，當衛星飛經其 CDA 站方能獲得所需資料，無法即時作業為其缺點之二。

目前美國國家航空太空總署正積極發展「追蹤及資訊中繼衛星系統」( Tracking and Data Relay Satellite System 簡稱 TDRSS )，飛行於離地三萬六千公里之地球同步衛星，在具備 TDRSS 系統之後，即可兼顧負起資訊中繼之任務，一面接收來自離地較近之繞極軌道衛星資料，一面將此項資訊傳送到 CDA 站或其他地面接收站。如此，美國不必再因缺乏足夠多之 CDA 站或因衛星上之磁帶長度不足而無法即時接收到全球

之環境資料。另一方面，當繞極軌道衛星在CDA控制範圍以外時，美國仍然可藉 TDRSS系統追蹤此一繞極軌道衛星，不至造成追蹤上之「盲點」(Blind Point)。

### 三、環境資料之地理位置

目前由繞極軌道衛星觀測所得之環境資料，其在地球上之正確地理位置，必須先獲知該衛星在航行中之姿態(ATTITUDE)及其軌道資料之後，地面接收站才能利用電子計算機計算各環境資料之個別地理位置，不但運算程序複雜，減少資料之利用時效，且每一接收站須備有完善之電子計算機設備，增加地面接收站之造價。

美國國防部目前正發展「全球定位系統」(Global Positioning System, 簡稱GPS)，此一系統裝置於衛星之後，該衛星即可利用其本身之姿態資料及該衛星相對於離地較高之其他衛星位置，自動在該衛星上自行處理，並將處理結果與環境觀測資料同時送到各地之接收站，無論在定位之準確度或資料利用時效均顯著提高。

由於太空梭之發展，使未來之人造衛星在結構、壽命、載重等方面亦有突破之發展。為使衛星資料使用者更能即時運用資料，目前已有趨向，將各種衛星資訊儘量在衛星上預先處理，以簡化地面接收站之作業程序。由於發展衛星所投下人力物力相當龐大，軍民合作與多國參與之趨勢將更普遍可行。

## 參考文獻

- A. Schnapf, June 1976----The second decade of the TIROS operational system.
- A. Schnapf, Oct 1976----A survey of U. S. meteorological satellite programs.
- Arthur Schwalb, March 1978----The TIROS-N/NOAA satellite service. NOAA TM NESS 95.
- A. Schnapf, Jan. 1982----The development of the TIROS global environmental satellite system.
- David S. Johnson, 1979----The future United States space program, vol. 38, Advances in the Astronautical Science.
- Garddard Space Flight Center, NASA, Aug. 1978----The NIBUS 7 users' guide.
- Japan Meteorological Agency May 1977----MDUS SDUS technical report.
- Japan Meteorological Agency, March 1980----The GMS users' guide, issue 1.
- NOAA/NESS, Apr. 1979----System '85 Level 2 Report, Preliminary Sensor Requirements for the Next Generation of Operational Environmental Satellite Service ARGOS, March 1978----ARGOS user's guide

曾忠一-----大氣遙測

## A Review of Meteorological Satellite Systems

Lee-Chiang Hong

Central Weather Bureau

This review paper presents an overview of all meteorological satellite systems that have been evolving by the space organizations of the USA, USSR, Europe, Japan and India countries from 1958 to the present. It also reviews plans for the future meteorological satellite systems that are scheduled to place into service in the early 1980's. The development of operational polar-orbiting and geostationary satellite series that have been participating in World Weather Watch programme is summarized. On-board satellite sensor, orbit, data dissemination etc. is discussed. Included are descriptions of both the TIROS-N and SMS/GOES satellite future payloads currently under development to assure a continued and orderly growth of these systems into the 1980's.