

發展中之氣衛星

高 季 和
Kou Chi-Ho.

Weather Satellite on Development Abstract

the rapid development on weather satellite and its utilization stimulated weather men to study this problem. This article provides the

一、前言

氣象預報人員，早已對地面觀測所獲之資料大為不滿，一八七〇年時，曾嘗試以氣球來測量溫度與高度之關係，所獲之資料十分有限，直至第一次世界大戰。才因飛機之發明及軍事之需要，開始由飛機在空中觀測，並利用探空以探測高層大氣。第二次世界大戰結束之後，美國自德國手中獲得大量之V-2火箭，因此才有機會使氣象觀測向更高層大氣發展。在一九四六—一九五二年之間，美國在新墨西哥州陸軍白不發射場連續發射了五十枚V-2火箭，以探測一百哩以下大氣之資料，為了明瞭火箭在空中運行之情形，曾於其上裝置照相機。但在無意中却攝得覆蓋地面之雲層，氣象人員對於此種照片，十分感興趣。一九五四年之後，又發射了一連串的改進後之V-2火箭，「航空蜂」火箭（Aerobee），獲得了很多覆蓋地面的雲層照片，於一九五四年十月五日，更以兩具16mm照相機裝置於航空蜂之上，在一百哩高空處，攝得一幅十分完整之天氣系統照片，照片中十分明顯的颶風環流系統，鼓勵了人類向高空發展之野心。一九五五年，美國官方第一次正式探探步驟，發展氣象衛星，由美陸海軍負責發展，是謂先鋒（Vanguard）計劃。一九五八年九月廿六日，一枚先鋒衛星，裝置有「光電管」，以掃描地球向太陽部份之反射太陽光線情形，而經由無線電發送至地面，但此衛星未能成功的進入軌道，一九五九年二月十七日，裝置有光電管之先鋒二號衛星，成功的進入軌道，但安定系統失效，衛星旋轉過快，未能拍攝到有效照片。同年八月七日，携有電視照相系統之探險者（Explorer）六號昇空，但傳送回之照片，效果欠佳，十月十三日探險者七號昇空，携有地球能量輻射計，十分成功。此輻射計在以後發展之氣象衛星上，亦換被使用。效果良好。

一九五八年初期，美國國防部，計劃發展用氣象觀測為目的之衛星，定名為電視紅外線觀測衛星

introduction of a summary of the different satellites

(Television Infrared Observation Satellite) TiRos。於一九五九年四月十三日美國國家航空及太空總署奉命接掌該項計劃。一年後，成功的發射了第一枚以氣象觀測為目的之衛星泰洛斯一號（TiRos），自此之後氣象觀測進入了新里程，在以後的十年之中，美國發射了一連串的氣象衛星，包括十枚泰洛斯衛星，四枚寧巴斯（NIMBUS）衛星，九枚愛莎衛星（ESSA. Environmental Science Services Administration），二枚愛蒂斯衛星（ATS Applications Technology Satellite），和一枚愛透視衛星（TIOS Improved TIROS Operational Satellite）。預計在一九七〇年十二月上旬發射一枚泰洛斯M衛星，昇空之後將被稱為諾亞一號（NOAA. Notional Oceanic and Atmospheric Administration）。在以上的這些衛星裡，除了愛莎衛星系列裝置儀器變更較少外，其他各系列衛星，沒有兩個衛星是完全相同者。現將各系列衛星性能介紹如下：

泰洛斯衛星

第一枚泰洛斯衛星於一九六〇年四月一日上午六時四十分發射昇空，此衛星重二百七十磅，外型為一十八面體帽盒型狀，高四十八公分，直徑一〇七公分。為一太空定向（Space Oriented），傾斜軌道（Inclined Orbit）衛星。所謂太空定向即此衛星在軌道運行中，照相機鏡頭永遠指向太空中某一點，因此，此衛星僅在軌道中鏡頭指向地球時才能拍攝到有效照片。所謂傾斜軌道即此衛星軌道面與赤道之交角較小，成傾斜狀。泰洛斯一號軌道與赤道之交角成四十八度。因此，此衛星僅能拍攝到南北緯五十度以內之照片，無法拍攝到高緯資料。每衛星軌道最高點為四六〇哩最低點四三〇哩。圍繞地球一週需時九十九分鐘，安定系統使用旋轉安定，每分鐘旋轉八至十二轉以維持衛星之安定，若旋轉速度降低時，可以發動衛星四週之小火箭，衛星之四週共裝置五對小火箭。每發動一對小火箭

，可使衛星每分鐘增加三轉旋轉速度，以維持衛星安定。

此衛星雖被稱為電視紅外線觀測衛星，但泰洛斯一號卻沒有裝置紅外線設備，只裝了兩架照相機，一為視界十二度之窄角鏡頭，另一為一〇四度之廣角鏡頭，此兩照相機皆為「高級維地肯照相系統」（Advanced Vieican Camera System）照相機，所獲資料需光錄於錄音上。衛星上共裝置二架錄音機，錄音帶長四〇〇呎，可錄三十二張照片、兩架錄音機共可錄六十四張照片。照相機每三十秒拍攝一張照片，錄音機所錄之資料。需待衛星運行至地面控制接收站接收範圍之內時，方能由地面控制接收。維地肯（Vrdican）管，為一種電視攝影管，管直徑為半吋，前有快門開啓以獲得影像，快門開啓時間為四萬分之一秒。

此衛星由Thor-Able火箭推進自佛羅里達州卡那佛勒爾角處昇空（Cape Canaveral）（現已改名為甘迺廸角），火箭高九十呎，重五十七噸，第一節使用液體燃料。燃燒一百五十秒，可產生十七萬磅衝力，第二節亦為液體燃料，燃燒一百六十秒，可產生七千五百磅衝力，第三節為固體燃料，燃燒四十秒，可產生三千磅衝力。

泰洛斯一號壽命僅七十九天，共計拍攝一萬九千三百八十九張照片，平均每日拍二百四十餘張。衛星電力來源是使用太陽能電池，可將太陽能轉變為電能。衛星外表除底部外，皆包以太陽能電池。共計裝有二公分長一公分寬之太陽能電池九千個，此種電池最大之優點為，重量輕，成本低，及不需加添燃料，但此九千個電池中僅有十分之一的電池同時發生作用。因為此種電氣，只有在正對太陽輻射時才能產力最大輸出電力。

泰洛斯二號於一九六〇年十一月二十三日進入環繞地球軌道，除裝有一個十二度窄角鏡頭照相機在一個一〇四度廣角鏡頭攝影機外，並裝有紅外線測量儀，以測量太陽及地球之幅交。此項紅外線裝置在以後的泰洛斯三號四號及七號中皆換裝設。是由威建康新大學的紹米（Suomi）教授設計。

紅外線裝置可依據其不同之波長獲致不同之資料，例如：

波長在5.5—6.5 micro（微米）可測量高層水氣之吸收輻射能及雲頂溫度

波長在8—12 micron可測量夜間雲圖、地面溫

度，及雲頂溫度和高度。

波長在0.2—5.0 micron可測量地球反射之太陽輻射。

波長在7—30micro可測量地球與大氣輻射之總能量。

波長在0.55 | 0.75 micron（可見光譜）可獲得日間雲圖。

一九六二年六月十九日發射之泰洛斯五號衛星，將軌道面與地球赤道之角度增加至五十八度，使衛星攝照範圍向高緯度伸展不少，而此衛星之壽命也增加至三百二十天。

一九六三年十二月二十一日發射之泰洛斯八號衛星，裝設有自動傳送雲圖系統（A.P.T. Automatic Picture Transmission）。此種一統之裝設，使衛星資料之供與效能大為增進，過去衛星資料由美國的地面控制接收站接收之後，需先轉送至馬里蘭州之國家氣象中心，經過分析之後，再經由電碼或傳真機傳送至世界各地。而裝有自動傳送雲圖系統之衛星，可以將衛星之資料圖片，立刻自動的傳送到當地之A.P.T.接收站。而當地之預報人員，可從資料中看到數分鐘前之實際天氣資料。

泰洛斯九號於一九六五年一月二十二日發射。其軌道為同太陽時軌道，地球定向，輪型旋轉。所謂同太陽時軌道（SUN-Synsynchronous）即衛星隨地球繞太陽運行時，地球一年旋轉三百六〇度。衛星亦旋轉三百六十度。因此使衛星在地球上空運行時通過某緯度的時間，以太陽時計算是一定的，例如衛星自北向南運行通過赤道時是當地太陽時上午九時，則每當衛星自北向南運行，不論在何經度，其時間必為當地之太陽時上午九點。此種軌道衛星在七〇〇哩高度時與赤道之夾角為八十度左右。因此亦為稱為極地軌道，可以拍攝到世界上任何角落照片。所謂地球定向，即衛星在軌道中運行時，不論在任何地點。當其拍攝照片時。其攝影機鏡頭，必指地心而垂直於地球表面，因此每張雲圖照片都是有效的，不像過去太空定向衛星，僅有四分之一的有效照片。

泰洛斯十號衛星於一九六五年七月二日發射，僅裝有廣角鏡頭照相機兩架。

以下這一連串的泰洛斯衛星，在外形上雖完全一樣的，每一個衛星都有其個別的使命，去完成某一項試驗，氣象衛星經過這一連串的試驗，已奠定

了初驗的基礎，從泰洛斯十一號起，氣象衛星正式步入了作業階段。由泰洛斯作業衛星 (T.O.S. TIROS Operational Satellite) 應運而生。

三、愛莎衛星

愛莎一號是第一個泰洛斯作業衛星，於一九六六年二月三日發射昇空。為同太陽時、極地軌道、旋轉安定、地球定向衛星，外形與泰洛斯衛星一樣為一帽盒型狀。不過照相機是裝置於邊緣而非帽盒底部，軌道高度約七五〇哩，(一千四百餘公里) 環繞地球一週時間約一一三分鐘。

愛莎衛星共計有九枚，可以分為兩類。第一類有五枚，為愛莎一號三號五號七號九號衛星。擁有高級維地肯照相機系統照相機兩具，並有錄音設備。衛星在軌道中所拍攝資料需先錄於錄音機磁帶之中，於運行至主要的地面控制接收站接收範圍內時收回，然後將資料傳送至馬里蘭州的蘇地蘭 (Suitland) 國家氣象衛星中心，及尼布拉斯加州的歐福特 (Offutt) 空軍基地軍事氣象中心，作全球性的分析和預報。另一類愛莎衛星是二號四號六號及八號，衛星上僅裝置A.P.T. (自動傳送雲圖系統) 照相機兩具，衛星在軌道中可將拍攝之雲圖資料，自動地立即的傳到地面。一般接收站裝有適當之天線及接收機，且在其接收衛星信號範圍之內，都可以收到衛星所傳送之資料雲圖、本軍氣象衛星接收站，曾接收過以上四枚衛星所傳送之資料，目前所接收者，即為愛莎八號衛星所傳送之資料。愛莎衛星所裝之自動傳送雲圖系統照片。有八百條掃描線，可在二百秒內傳送完畢雲圖之大小分十吋半及八吋二種，本軍者即為十吋半見方大小。在中低緯度之A.P.T.接收站可接收同一枚衛星日間雲圖二至三次每次可收到一至三張雲圖，有時最多可接收四張。

以上兩類愛莎衛星僅能在地球向太陽之一面拍攝照片，亦即僅能拍日間之雲圖。裝有高級維地肯照相機之前面一類愛莎衛星，是在地球之日間部份自南向北拍攝照片，通過赤道時為當地時間上午九點。

自從愛莎衛星正式作業以來，全球各地所發生之熱帶低壓、颱風、颶風皆未能逃出其掌握。各地警報機構皆適時發佈警報。美國利用裝有高級維地肯照相機之資料，作正常的全球性天氣分析。而全

球各地之國際機場。用以作長途飛行天氣講解，效果特別良好。至於全球各地設有 APT 接收站之氣象機構，所獲資料對天氣預報之幫助，更是不可估計。此皆為愛莎作業衛星昇空以來之偉大貢獻。

四、愛透視衛星

愛莎衛星之分為兩類發射，雖各有其特點，但究竟是一種浪費，愛透視衛星，即包括了上兩類衛星之特點，其上裝有兩具高級維地肯照相機及錄音裝置，APT照相機亦裝有兩具，除此之外尚裝有兩具拍攝日間雲圖及雲頂溫度之「掃描測定儀」及兩具測量太陽質子活動情形之「平板測定儀」。因此愛透視衛星不僅是愛莎兩類衛星之特點，同時歸可以在夜間拍攝雲圖，日間拍攝雲頂溫度，及測量太陽質子之活動情形，供給太陽質子預報單位資料，以支援載人之太空活動。

此衛星重量為六七五磅，外形似一大箱，其各邊之長為四十九吋、四十吋，及四十吋，有三面太陽儀板伸出箱外，其長為三十六吋及六十三吋。發射前太陽儀板折射很小，發射後自動打開。衛星之高度約為七十五哩。為同太陽時極地軌道，地球定向。日間自南向北拍攝雲圖，通過赤道時為當地太陽時下午三點，自動傳送之日間APT照片有六百條線。傳送一張雲圖需時一百五十秒。兩張雲圖之間有一百秒傳送紅外線雲頂溫度資料。故對雲之分析，更為詳盡。夜間自北向南拍攝雲頂溫度資料，通過赤道時為當地太陽時清晨三點。

愛透視衛星是由二節的 Thor-Deita 火箭推送昇空。由於此衛星具有多種特性，故未來發射氣象衛星在數量上將相對減少。

目前本軍之接收站正接收此衛星之各項資料。

二、寧巴斯衛星

寧巴斯為氣象研究衛星，約重八〇〇磅。高為一一四吋寬一三四吋。由三部份所構成，包括直徑五七吋原一三吋之感測環，安定控制系統及太陽能儀板。感測環內裝電視攝影機，紅外線裝置、電池及其他通信及電子系統。安定控制系統位於上方。兩太陽能儀板位於兩側，每個面積為九十六吋寬能十九吋，有二吋見方之外陽能電池一萬個，太陽三儀板在飛行中永遠指向太陽，此衛星亦為向太陽時極地軌道，地球定向，高度約在六〇〇哩左右。

寧巴斯衛星到目前為止共發射了四枚，寧巴斯一號於一九六四年八月二十八日發射。它擁有高級維地肯照相機及自動傳送雲圖系統外，並裝有高級紅外線測定儀，可在夜間拍攝雲圖，寧巴斯一號是裝設此項系統之第一個氣象衛星，其所使用之紅外線波長為3.4—4.2 micron (微米) 能測量溫度之範圍是在 210°K—330°K 之間，高解紅外線測定儀 (High Resolution Infrared Radiometer HRIR) 亦能在日間拍攝雲圖，其所使用之波長為0.7—1.3 micron。紅外線照片是以顏色的深淺的代表溫度之高低，顏色愈淺愈白，表示溫度愈低愈冷，顏色愈深愈黑，表示溫度愈高愈熱。

寧巴斯二號於一九六六年五月十五日發射，擁有三具高級維地肯照相機，一具自動傳送雲圖之照相機及一具高解紅外線測定儀，A.V.C.S. 及 HRIR 皆附有錄音設備。寧巴斯一號之 HRIR 之夜間雲圖資料，僅能由美國的幾個主要地面控制接收站接收，而寧巴斯二號之 HRIR 夜間資料，可以通過APT裝置自動地發送到地面 APT 接收站。

除以上三項儀器外尚裝有中解紅外線測定儀一具 (Medium Resolution Infrared Radiometer)。是利用五種不同波長以測量地球及大氣對太陽輻射之反射情形，而由主要的地面控制接收站接收其資料，其所使用之波長如后；

6.5—7.0 micron 測量大氣構造，水汽之分佈。

10—11 micron 測量地球某處之大氣溫度。

14—16 micron 測量CO₂ 吸收帶之放射。

7—30 micron 測量地球長波紅外線輻射總能量。

0.2—4 micron 測量地球之接近紅外線區域能量。

寧巴斯三號攜帶儀器如下

(一)高解紅外線測定儀；

(二)中解紅外線測定儀；

(三)紅外線干涉分光儀 (Infrared Interferometer) 測量大氣溫度剖面圖。

(四)衛星紅外線分光儀 (Satellite Infrared Spectrometer) 大氣溫度垂直剖面之測量。

(五)紫外線太陽能感測儀 (The Monitor of Ultraviolet Solar Energy) 以五種波長觀測太陽紫外線通量隨時間之變化情形。

(六)影像解析照相系統 (Image Dissector Camera System) 拍攝日間雲圖以代替過去 APT 照相系統此。系系統鏡前無快門裝置。以免機械損壞縮短其工作壽命。

(七)質問、紀錄、定位系統。(Interrogation, Recording and Location System)

此系統主要在自各海上，陸上之自動報去站及空中活動資料報去站蒐集資料，並對追蹤及定位。

寧巴斯四號所携儀器如下、

(一)連續製圖照相系統 (Continuous Mapping Camera System) 代替ADT照相系統拍攝日間雲圖。

(二)溫濕紅外線測定儀 (Temperature Humidity Infrared Radiometer)

可拍攝晝夜雲圖。

(三)衛星紅外線分先儀

(四)選擇斬波測定儀 (Selective Chopper Radiometer) 測量溫度垂直剖面。

(五)紅外線干涉分先儀。

(六)質問記錄定位系統。

(七)楔形過濾分光儀 (Filter Wedge Spectrometer) 測量溫度垂直剖面。

(八)背後擴散紫外線分先儀。(Back Scatter Ultraviolet Spectrometer) 偵測臭氧分佈情形。

(九)紫外線太陽能感測儀

以上九種儀器皆為寧巴斯四號所攜帶。目前因為電力負荷問題無法將所有儀器同時打開使用，代替APT照相系統之連續製圖照相系統。自發射之日起、從未打開使用。

寧巴斯衛星為美國國家航空及太空總署所設計及發射。所有作業之氣象衛星所攜帶之儀器。都會先經寧巴斯衛星飛行及試驗。待成功之後再裝置於作業衛星之上，美國今後仍將繼續發射寧巴斯衛星，以試驗各種新氣象儀器。

六愛蒂斯衛星

第一枚愛蒂斯衛星是於一九六六年十二月六日發射，高度在二萬二千三百哩之同轉軌道 (Synchronous Orbit) 衛星。所謂同轉軌道，即衛星在赤道上空運行的方向和速度與地球自動的方向一致，

在地面上看衛星像不動一樣，因之或稱其為固定衛星 (Stationary Satellite)，此類衛星其高度必為二萬二千三百哩，因只有在此高度，其運行中的軌道速度與圍繞地球運行的週期方為二十四小時，與地球的自轉週期一致。此類衛星因高度甚高，因之照相機的涵蓋面積甚廣，一個中等角度的鏡頭，可照到涵蓋三分之一地球之照片可照到南北緯五十度以內之雲圖照片。愛蒂斯一號所攜帶之儀器，包括兩具旋轉掃描照相機，V.H.F.及U.H.F.接收及發射機，和太陽質子及X光偵測器。照相機所攝之照片有二千條線，其掃描率為每分鐘一百條線，每二十分鐘傳送一張圖片，其圖中心之解圖率約在二哩左右。衛星上之VHF及UHF接收及發射機可以接收及轉播氣象資料與傳真圖。此衛星目前位於 14.2°W 處，即在免威夷南南東方一千三百哩處之赤道上空。現在仍在工作。

另一愛蒂斯三號衛星 (愛蒂斯二號發射失敗) 今年八月。位於 65.8°W 因軌道並不十分精確，每日正以 0.19° 速度沿赤道向東移動。預計在今年十一月可移至 47°W 處。此衛星於一九六七年十一月五日所發射，位置在南美洲亞馬遜河口赤道上空

。此衛星除載有轉播傳真資料通信裝備外，尚携有彩色照相機兩架，拍攝地球彩色雲圖，不過僅有少數的地面接收控制站方能收到彩色雲圖。

七、結論：

在過去十年中，氣象衛星之發展，可說是突飛猛晉，從試驗階段步入正式作業階段。目前雲圖中小的雲塊無法辨識。是對雲圖判讀困難問題之一。不久的將來可能發展一種最高解測定儀 (Very High Resolution Radiometer)，可以日夜拍攝雲圖，其解圖率可達 $1/4$ 至 $1/2$ 哩。每時在正式的作業衛星上裝置溫度垂直剖面測定儀，(Temperature Profile Radiometer)以測量軌道中大氣溫度垂直剖面。一九七二年以後，同轉軌道衛星也將步入正式作業階段。將被稱為地球固定作業環境衛星 (Geostationary Operational Environmental Satellite GOES)，以拍攝大範圍天氣系統雲圖，蒐集全球各地天氣資料，和轉播天氣資料及擔任全球天氣警報網工作。

相信在不久的將來，必將因氣象衛星之不斷發展，使天氣預報更臻於準確，進而造福人群。

園 地 公 開

歡 迎 投 稿