

衛星氣象探測之望展

林碧初

美空軍氣象勤務部司令彼得生將軍(Brig Gen. Norman L. Peterson)曾指出：在現階段，衛星資料是輔助普通一般觀測之資料，但是將來就不同了，將來你所依賴的預報資料，就是氣象衛星所觀測的資料。

一、前言

自利用火箭與人造衛星探測氣象以來，所獲資料甚為豐碩，已使氣象科學步入一嶄新時代，亦為氣象研究發展開闢出一全新領域。

美國航空太空總署(National Aeronautics and Space Administration 簡稱 NASA)與蘭道公司(Rand Corporation)訂有合同，對於人造氣象衛星所獲資料之經濟價值，作詳盡深入之研究。設若資料能予迅速處理、分析與傳遞，必可改善天氣預報之準確率、釐訂最有利之播種及收穫工作計劃、及提早並準確地發出風暴或颱風警報，以挽救生命財產之損失。

近年來航空器日新月異，其航行速度及高度與日俱增，高層氣象天候之研究，日益迫需。而太空航空器之飛速進步，對於上層大氣及太空間之探測，亦在研究之列。利用人造氣象衛星從事高層大氣結構之研究，以及地表雲系之探測，正在積極推進。初步研究結果，已獲得高空實測之情況及許多空前未有之新知識。由於此一成就，氣象儀器、觀測技術、分析與預報方法、以及通訊傳遞技巧，均隨之作重大革新，足堪吾人警惕，能不急起直追乎！

二、衛星氣象學之構想

早在一九四九年就曾利用垂直探空火箭拍攝各種雲系照片，而且 S.M. Greenfield 與 W.W. Kellogg 二氏亦曾在蘭道公司一九五一年之分類報告內提及由人造衛星作天氣觀測之可行性，但第一位描繪從高空俯瞰地表大規模天氣型者，當首推 Harry Wexler 博士。Wexler 氏所繪太空俯瞰地球之假想圖，於一九五四年五月四日曾在紐約海頓天文館(Hayden Planetarium)美國博物館第三屆太空旅行座談會內提出。不過 Wexler 氏論文在當時尚未刊出該圖，到一九五七年始正式刊出。Wexler 氏所設計繪製之假想圖，即如圖一中所示。為便利討論計，特在圖內框以黑線並標明數字。



圖一：氣象衛星在美國德克薩斯州 4,000 哩上空所攝取理想天氣形勢之假想圖（該圖係一九五四年 Wexler 博士所設計）。圖上之黑線框及阿拉伯數字係後人加繪以利討論介紹。

Wexler 氏 (1954, 1957) 指出圖一內之各項特徵如下（下列數字與圖內數字相配合）：

1. 含有三個發展階段不同之風暴氣旋群，自加拿大哈得遜灣 (Hudson Bay) 向西南伸延至美國德克薩斯州，包括：
 - a. 位於哈得遜灣之成熟四錫風暴。
 - b. 五大湖區南南西方正在四錫之氣旋。
 - c. 美國德克薩斯州上空之氣旋波。
 - d. 各風暴間之冷鋒。
2. 另一氣旋群其東北部，為一最衰老氣旋位於阿拉斯加灣，而其西南方之其他氣旋在本圖內正消失中已無法見到。
3. 小型颱風。
4. 波多黎各以北信風積雲之「雲街」。(墨西哥灣及加勒比海)
5. 間熱帶輻合區(赤道面)——北半球東北信風與南半球東南信風間之輻合帶——自巴拿馬地峽西伸

至太平洋中部。

6. 颱風——有利劇烈風暴及龍捲風之產生——在美國東部移行於冷鋒前方，兩側被花椰菜狀之濃積雲所包圍。

7. 暖地面上空厚薄不一之疏積雲——尤常見於山區及有動力舉升效應之地區。

8. 莢狀高積雲，係因寬廣濕氣層越過山區迫舉上升所造成，常見於「噴射氣流」橫過山區處，如加拿大落磯山北部是。

9. 低層雲及霧，見於加利福尼亞南部及下加利福尼亞之外海、大湖區及紐芬蘭——乃由於暖濕空氣行經冷表面而形成。

10. 反氣旋中心或「高壓」區，僅有少量雲或無雲。由氣象衛星泰洛斯一號所獲資料，及其他高空所攝雲層照片，指出 Wexler 氏的假想圖(圖一)與高空實測大氣之組織頗相配合。Wexler 氏的假想圖雖然對間熱帶輻合區、颱風、及颱風雲型的大小稍有偏差，但對鋒面、溫帶風暴、積雲、山區背風面之雲、層雲、及高氣壓，則完全相符。因此，利用氣象衛星觀測資料來預報雲型和天氣，足堪重視，應予研究發展之。

三、泰洛斯氣象衛星族

泰洛斯氣象衛星，原名為 Television and InfraRed Observation Satellite，按其原意應為「電視紅外線觀測衛星」，以原名各英文字之首字合併而成 Tiros，吾人按其發音譯為「泰洛斯」。又因「Tiros」一字係「新手」之意，故又有譯作「新手」衛星者。

自泰洛斯一號發射以後，先後已發射四具同類族之氣象衛星。茲略述如下：

一、泰洛斯一號 (Tiros I)：

泰洛斯一號係在一九六〇年四月一日上午六時四十分，由美國佛羅里達州的坎納維拉岬(Cape Canaveral)，以「雷神A型」三節火箭發射進入太空軌道。該氣象衛星之外形宛如一具十八邊的鼓狀。其直徑42吋，高19吋，淨重約270磅。衛星軌道與赤道形成48°之傾角，其遠地點(Apogee)為468哩，近地點(Perigee)為432哩，軌道近似圓形，運行於南北緯48°間，最適宜於拍攝地球上空之雲層照片。火箭射出時之速率約為每時16,812哩，衛星進入軌道後環繞地球一週約需99分鐘。

(一) 內部構造及性能——泰洛斯一號之頂部及四周裝置有9,200個太陽電池(Solar Cells)，吸

收太陽熱變為電能，而對化學電池充電，為電力供應之能源。其頂上安裝一根接收天線與衛星之頂部垂直，接收地面信號，俾受地面人員之指揮。其底部伸出發送天線四根，各成直角，具有二個波長，供向地面發射信號之用。衛星中裝有照相機兩具，其一為廣角電視照相機，可以在460哩上空攝取800平方哩範圍之照片；另一為狹角電視照相機，可以在廣角照相機所攝景象中心攝取80平方哩範圍之照片。該兩具照相機配合電視發射機及磁性紀錄帶設備，可隨時向地面傳遞所攝照片或儲存相當時間再行傳遞。同時裝有太陽輻射感應器九具，供拍照時探測太陽之角度。另裝有減旋火箭2個及增旋火箭18個，為使衛星射入軌道時保持平衡，其轉速應約為每分鐘100轉；及進入軌道後為使所拍照片清楚，其轉速應減為每分鐘10轉。實際上，衛星進入軌道後之兩個月內，無須啓用增旋火箭。(請參閱本期第七頁圖一)

(二) 天線與地面設備——美空軍在新澤西州之 Belmar 及夏威夷州之 Kaena Point 設置有衛星追蹤收聽站，作為抄收衛星資料及氣象判讀之一員，並與氣象局、海軍及其他單位取得密切合作連繫。該站裝有直徑60呎之圓形天線一具及地面控制接收室一座。經由天線可以遙控衛星使保持適當工作狀態及在正確之軌道上運行，並可接收來自衛星之信號，將衛星所拍攝之照片紀錄於磁性紀錄帶上。

美國 RCA 公司為應戰術上及機動運載之需要，特別設計出一種輕便容易攜帶之天線，該天線呈20呎見方之對稱形態，並配有一具約28呎之有效接收望遠鏡頭。利用此種天線，再配合用兩部卡車裝載之地面控制接收設備和發電機，即可抄收到泰洛斯的滿意資料。

(三) 參與工作之單位——泰洛斯氣象衛星計劃，非單一機關或個人之事，乃係數個單位及所屬人員通同合作之事業。該項計劃原由 Roger Warner 氏領導下之 ARPA 所主持，一九五九年四月始轉由美國航空太空總署主持其事。衛星內部及地面設備係由美國無線電公司(RCA)之天體電子製造部負責設計製造，並由美陸軍通信研究發展實驗室監製。發射工具係由美空軍彈道火箭部、太空技術實驗室、及道格拉斯飛機製造廠共同策劃。發射設備係由美空軍火箭試驗中心供應。資料抄收站之工作人員，在新澤西州係由美陸軍通信研究發展實驗室人員擔任；在夏威夷則由美空軍彈道火箭部人員擔任。衛星之追蹤與遙控係由美國航空太空總署之微軌道(Minitrack)及所屬太空遙控與太空計算中心負責。資料之整理

與分析，係由美國氣象局之氣象衛星科及地球物理研究所衛星氣象課所擔任。美海軍照相判讀中心負責照片之洗晒、複印、和決定位置等工作。此外，史丹福研究所、夏威夷大學、紐約大學、以及其他許多學術團體，亦參與資料之分析與研究工作。

至於將資料迅速研判、定位、分析和傳遞之工作，亦由上述有關單位通同合作推進之。

泰洛斯一號所携之電視照相機，於一九六〇年六月二十九日失靈，在前後七十八天中共攝取地表雲層照片 22,952 幅，其中百分之六十對氣象研究上頗有價值。此類雲層照片經過鑲砌工作後，確能與天氣系統之位置相配合。大風暴的發現以及繼續偵查，因泰洛斯之助而獲得更多之寶貴資料。

二、泰洛斯二號 (Tiros II)：

泰洛斯二號係在一九六〇年十一月二十三日 1113Z 自坎納維拉岬發射成功。該衛星運行軌道距離地球表面約 387—453 哩，環繞地球一週需 98 分鐘強，其赤經(Right Ascension) 為 90° — 100° 。

泰洛斯二號所携之設備除與一號相似外，尚携有七具紅外線感應器，以測量地球表面所反射之輻射。其所携之廣角照相機在發射時發生故障，所攝取之照片，地面抄收到者模糊不清無法判讀，經改善修正後始堪使用；不過狹角照相機所攝之照片，則非常清楚。至一九六一年七月二十七日，廣角照相機重又恢復工作。

地面收聽泰洛斯二號訊號之收聽站，設於美國加利福尼亞之 Point Mugu 及新澤西州之 Belmar。分析人員由美氣象局、海空軍、及聯合研究協會選派，參與雲系分析工作，俾供氣象從業人員使用。

任何情況下，地面追蹤收聽站自收到照片至完成雲系分析再予廣播，其間約需 2½ 至 3 小時。通信手續遲延約二、三小時，照片經由傳真機傳送至預報單位耗時尤多。

在開頭之六十二次分析中，平均遲延 8.7 小時。若吾人不計及少數特殊情形，則自觀測以至完成雲系分析而傳達預報人員之手，其間約稍超過七小時。如衛星攝取照片隨拍隨發送，直接判讀照片，則遲延時間可縮短到三至四小時。

到一九六一年十一月十三日(差十天滿一週年)為止，泰洛斯二號曾獵取近 3,840,000 呎磁性紀錄帶之有用氣象資料，包括總數 36,156 幀之照片

——其中 11,650 幀得自狹角照相機，24,506 幀得自廣角照相機。250 幅之雲系分析乃由加利福尼亞 Point Mugu 及佛琴尼亞 Wallops 島之遙控判讀站適時作出。

按衛星軌道之幾何學，泰洛斯二號在一九六〇年十二月進入南半球。次年一月初又返回北半球，並攝得聖勞倫斯為厚密冰雪所覆蓋。

三、泰洛斯三號 (Tiros III)：

泰洛斯三號係在一九六一年七月十二日發射進入軌道。其遠地點為 439.7 哩，近地點為 400.3 哩，環繞地球一週需時 100.3 分鐘，衛星軌道與赤道形成 47.9° 之傾角。

泰洛斯三號携有兩個廣角照相機，以替代過去之一具廣角照相機和一具狹角照相機，因此若其中之一發生故障時，另一具仍可繼續供應最有價值之觀測資料。此外，除一如泰洛斯二號之携有紅外線輻射感應器外，更携有類似探險者 (Explorer) 七號所載之 Suomi 式紅外線輻射感應器 (該感應器能連續測量每一軌道上全部之長波輻射，其他輻射感應器只能探測每一軌道之 1/5 左右)。泰洛斯三號自發射後不到二個星期 (一九六一年七月二十四日) 其中一具照相系統發生故障或被凍結，惟另一照相系統操作靈活，繼續供應非常清楚之照片。

泰洛斯三號發射之時，恰好是颱風季節，因此該衛星在攝取雲層照片及紅外線輻射探測方面，對風暴現象獲得甚多寶貴之資料。先後曾適時攝取安娜 (Anna) 颶風及伊斯爾 (Esther) 颶風之照片。

由於泰洛斯三號之赤經與二號者不同，故當泰洛斯二號俯瞰北半球時，泰洛斯三號則俯瞰着南半球 (七月二十五日以後觀測南半球，至八月下旬恢復北半球之觀測)。此項巧合使得南北半球均有氣象衛星在不斷偵察。其所攝得之地表雲層照片，與地面或高空天氣圖甚為配合。同時，雲層照片一經拍攝之後，數小時內即可經由無線電傳真系統送達各氣象預報站，供實際氣象作業上之參考。

四、泰洛斯四號 (Tiros IV)：

泰洛斯四號係今年 (一九六二) 二月八日上午七時四十三分仍在坎納維拉岬由一枚高 90 呎之「雷神 D 型」三節火箭射入離地五百哩之太空近似圓形軌道。該衛星之外形仍似一鼓狀，重 285 磅，所携儀器除兩具廣角電視照相機中有一為新型鏡頭外，其餘均與泰洛斯三號相同。新型鏡頭之電視照

相機，旨在減少斜視使獲得更佳之雲層照片。

泰洛斯四號於進入軌道不久，即向地球拍發所攝得之雲層照片。由於資料傳遞極為迅速，對日常天氣預報裨益增大。

今後，美國航空太空總署計劃至少每四個月向太空發射一具氣象衛星，並正研究使未來泰洛斯衛星之軌道具有 60° 之傾角，以獲取更多之雲層照片及輻射資料。

四、泰洛斯氣象衛星族之成就

美國航空太空總署所主持之氣象衛星計劃，旨在研究發展下列各項：1. 供應氣象衛星探測資料予氣象人員，俾增進對大氣之認識與預報天氣之能力。2. 改進太空船之雛型以及氣象衛星系統作業之基本原理。3. 從連續發射中，確實對氣象感應器、太空船、及氣象衛星系統作累積有效之改善。由於泰洛斯氣象衛星族之發射成功，已奠定下良好之基礎，爰就其所獲成就略述如下：

一、特別設計之感應器 (如電視照相機、紅外線輻射感應器等) 使太空船與地面支援系統大為改善，並能將此等感應器所獲資料完滿可靠地傳達地面：

僅就為數可觀之雲層照片以及紅外線輻射探測資料，已足證氣象衛星作業之成就。此項輝煌成就僅因泰洛斯二號電視照相機之一度失靈而稍遜色，惟合成照片經修正研判後，仍能清楚地顯示出大塊雲層及陸地之圖像，僅略欠詳細而已。

促成此項卓越貢獻之主因，實由於各項精密連鎖之儀表、零件、及電子部門間之密切合作。若干部份竟啓用從未嘗試之最新技術，例如在衛星發射入太空內七個星期之後，由地面指揮引發其上之迴旋火箭使其保持穩定；衛星位置之部份控制亦由地面予以遙控；以及在太空境內對球軸承加添滑潤劑等，都是神乎其技的事。

二、從氣象衛星探測中獲得甚多有益氣象之資料：

單就所獲雲層照片而言，已顯示氣象衛星能偵測雲的形成及雲型。美國氣象局、海空軍、以及其他大專學術團體之氣象研究部門，均在致力於泰洛斯氣象圖片之解釋問題。初步研究結果，指出雲層照片與天氣型間之密切配合，例如：低氣壓之氣旋或風暴系統 (即照片中之螺旋形系統)、冷鋒、大片之層雲、不穩定區之細胞狀雲、局部劇烈風暴、山區之雲等。凡此種種，足證以前由火箭獲得有限圖片所作之

假定，即大自然以雲層繪製其本身之天氣圖。

從紅外線輻射感應器測量結果提取氣象資料，手續過煩。因由氣象衛星傳來之信號，必先轉換為有實質意義的數值，然後填繪於圖上以供研究。根據初步研究結果，已頗令人滿意：衛星測得之低溫區必伴同多雲地帶出現，而高溫區則與晴空無雲之高氣壓區相符。

三、有用氣象資料經予選擇，並及時傳遞至氣象單位，使對天氣分析與預報具有價值：

為期泰洛斯之資料對實際氣象作業上有所裨益，一群軍民氣象人員經常派駐在資料收聽站，以便研判適時收到之資料。就泰洛斯一號而言，在其發射後之 60 小時以內，工作人員已能對前 6 小時之雲層照片加以判讀分析，並藉無線電傳真機送達華盛頓附近 Suitland 之美國國家氣象中心。此項傳真資料並即編入美國氣象局之經常天氣分析與預報內；副本亦傳送至國內外海空軍氣象單位，以及世界氣象組織下之一百零三個會員國，經證實頗為有用。

紅外線輻射資料亦甚有價值，惟需經填繪圖上始能作適當之判讀。由此觀之，除非簡化手續，否則紅外線輻射資料實不若雲層照相之有用。

五、氣象衛星資料之處理問題

美國航空太空總署所主持之氣象衛星計劃，除致力於太空船及有關系統之改進發展外，對於所獲資料之處理，亦刻不容緩。

一、資料之研判：

鑒於泰洛斯氣象衛星所收集之資料已够繁多，將來其他氣象衛星之發射，所獲資料必更堆積如山。美國氣象局以及海空軍等其他氣象單位正致力研究分析此等資料，並設法鼓勵一般科學界及大專學術團體參與工作，以期將研究結果有效運用於實際氣象作業。

(一)雲層照片位置之確定：

應用氣象衛星所攝取之雲層照片時，必先確定照片在地球表面上之位置，欲知照片之位置，當先明瞭衛星在軌道上之情況。美國航空太空總署之太空計算中心已製有天體位置推算表，利用該表即可推算衛星與赤道及各緯度交點之時間，由此即可推知衛星在軌道上之位置。既知某一時間衛星所在之位置，則照片所攝之地區當可確定。

(二)雲層照片之修正：

衛星所拍攝之照片，因 (a) 地球表面攝

成弧形、(b)多數鏡頭在傾斜角度下、及(c)若干鏡頭與電子探測根本未對向地球，致所得形像必有視差。為確定照片中各種雲像之正確位置，必先經過修正手續。此項修正手續，應在抄收衛星資料之追蹤判讀站完成，然後始予傳播。

修正上項視差時，尚應注意：(a)電視照相機鏡頭角度傾斜下所拍照片，在配上經緯度線時，各緯度間之地理距離本應相等，但在圖上所佔面積相差懸殊。(b)將照片套置於天氣圖上之實際位置時，照片所涵蓋之面積與實際應佔地理面積出入甚大。

二、資料之傳播：

衛星資料能否適時傳達氣象從業人員之手以改善天氣預報，仍為一嚴重問題。除選擇具有代表性之資料，發展自動分析器械，及簡化通信連繫手續外，發展迅速傳遞之方法實為當務之急。



圖二a：泰洛斯一號之雲層照片(第659次軌道)

經修正後之雲像，除可按其所在地及雲系之大小形狀編成電碼發佈外〔電碼格式請參閱本期「泰洛斯三號(Tiros III)氣象衛星觀測資料之應用」一文〕，並可經由無線電傳真系統傳送至各抄收站。美國氣象局天氣預報發展室之第一號報告內，曾提出如何描繪雲系以供傳真用之方法。該法頗為簡明扼要，不僅適用於傳真圖，亦可供譯述電碼時繪圖之用，爰特介紹如下(描繪時按下列次序為佳)：

(一)雲像之描繪：

最明顯雲像之邊界

雲塊較密之一邊
雲塊較疏或碧空之一邊

明顯雲像之邊界

雲塊較密之一邊
雲塊較疏或碧空之一邊

不明顯雲像之邊界

雲塊較密之一邊
雲塊較疏或碧空之一邊

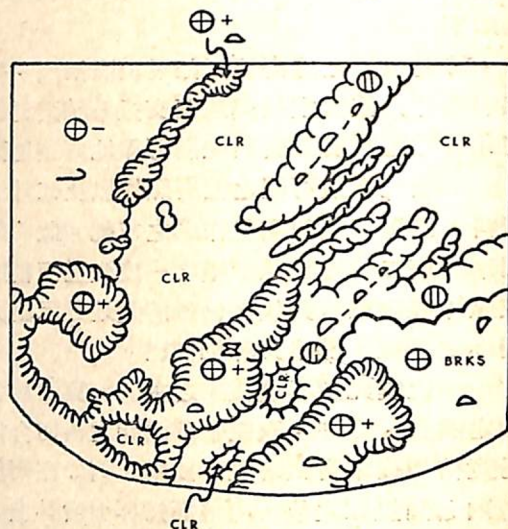
(二)雲量：

密雲 “⊕” >9/10
裂雲 “⊖” 5/10-9/10
疏雲 “⊙” 1/10-4/10
碧空 “CLR” <1/10

(三)雲之厚度(依雲像之相當亮度決定之)：

(下列符號加於雲量符號之後)

厚 “+” (⊕+ 表示厚密雲)
中等 (⊙ 表示中等厚度之疏雲)
薄 “-” (⊖- 表示薄裂雲)



圖二b：根據圖二a描繪成之雲系分析圖

(四)雲狀：

積狀雲 △ (個別之細胞狀——不一定是低積雲)
積雨雲 ☂ (常須推究一番)
層狀雲 ∟ (不一定是高層雲)
卷狀雲 ∩ (有時須加推究一番)

(五)特別象徵：

1.雲帶(雲帶邊界清晰時通常無須用)：

積狀雲 層狀雲 卷狀雲
(此兩類不常用)
△-△-△ ∟∟∟ ∩∩∩
(符號排列與雲帶平行)

雲之厚度多少一致

△-△-△ ∟∟∟ ∩∩∩

雲之厚度增加→

飽線 ∩-∩-∩

2. 積狀雲，但無一定方位排列 ∩∩
3. 雲之紋理組織無法表示者(其發生常與渦旋有關) ← Streak →
4. 渦旋中心 ∩
5. 雲像圖之邊界 ————
6. 必要時加註備考

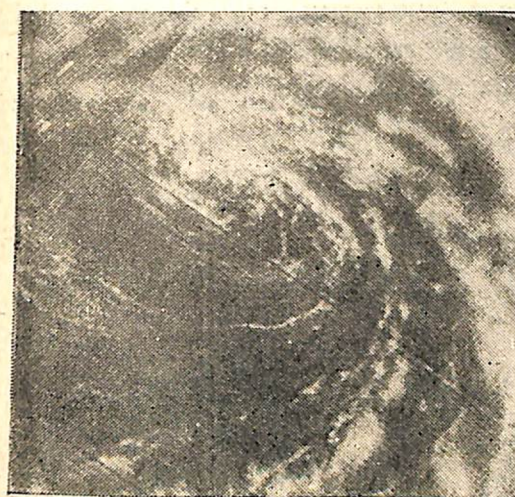
(六)舉例：

1. 例一：圖二a及圖二b分別為泰洛斯一號第659次軌道上所拍攝之雲層照片及依照上述方法描繪出之雲系分析圖。

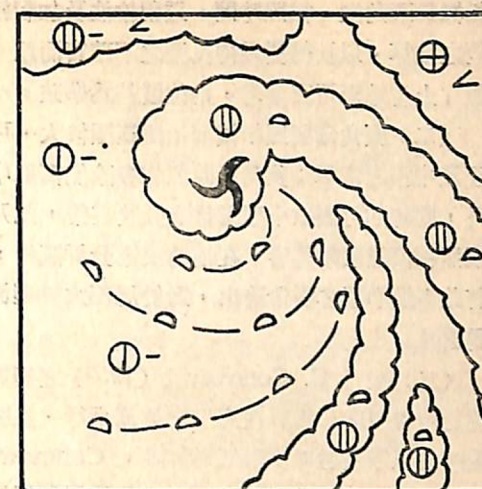
2. 例二：圖三為根據一九六〇年五月二十日



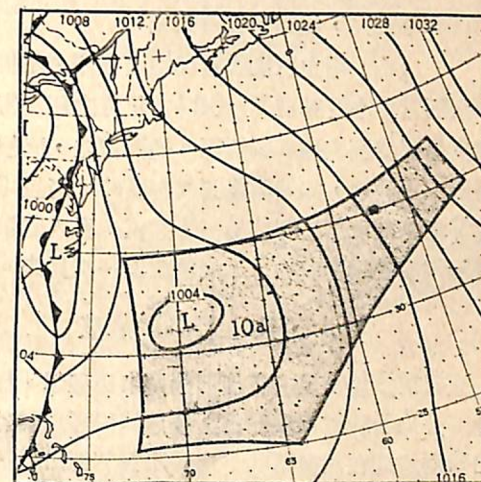
圖三：根據1960年5月20日0000GMT泰洛斯一號第704和第705次軌道所攝雲層照片描繪成之雲系分析加繪於當時之天氣圖上之情形。



圖四a：薄雲帶呈螺旋形顯示出一衰退之氣旋渦旋中心。該風暴中心過去已緩慢北移，其中心氣壓亦已減低，現即將併入位於美國北卡羅林納州沿岸正在發展之氣旋波環流內。



圖四b：衛星所攝照片內無顯著雲塊出現。清晰可見者為寬狹厚薄不等之條紋雲帶旋向渦旋中心。



圖四c：導致產生圖四a雲層之地面天氣圖。(1960年5月9日GMT)陰影區即為圖四a所拍攝之地區。

0000GMT 泰洛斯一號第704和第705次軌道上所攝雲層照片描繪出之雲系分析圖加繪於當時之天氣圖上之情形。(該次衛星照片，請參閱本刊第五期之封底照片)

3. 例三：圖四a與圖四b分別為位於美國東南海上弱氣旋之衛星所拍照片及雲系分析圖。圖四c為當時之海平面等壓線圖。

三、資料之運用：

在運用無線電傳真儀所抄收到之衛星雲系分析圖時，下列數款應予考慮及，必可提高該圖對實際氣象預報作業之應用價值。

(一)分析者在描繪雲系分析圖時，對圖之範圍及雲之特性所作估計出入甚大。此項誤差乃因衛星

上照相機鏡頭角度、拍照時間、透視繪法及加配緯度比例之推算、以及轉變為傳真圖之不確實而起。如雲層照片上有地形可資參考，則位置甚為準確。

(二) 廣角電視照相機因拍攝範圍較大，可攝取大型及中型之雲帶；狹角電視照相機除能攝取中型雲帶外，同時亦可攝取小型雲帶或弧狀雲帶，此乃廣角電視照相機無法拍得者。在描繪雲系分析圖時，是否能將此等最小型之雲帶繪出，對於局部大氣環流而言頗為重視。

(三) 據 J. H. Conover 氏 (1959) 之研究，中高雲之雲帶似與該雲所在高度之氣流平行，且明顯的雲層邊沿似以噴射氣流附近為界限。Conover 氏並指出，積雲「雲街」(Street) 或雲帶似與低層氣流平行。運用此項觀念時，應認明與氣流平行之雲帶尺度，在某些情形下同時出現不同尺度之雲帶其排列方向却不相同，此點尙有待研究。

(四) 衛星所測雲量與地面觀測之雲量略異。一般而言，小於緯度 2° 或 $2\frac{1}{2}^\circ$ 見方之個別密雲區，在衛星雲像圖上則為裂雲區。換而言之，直接在衛星俯瞰下之測站，當地面觀測為密雲時，衛星「鳥瞰」之雲像將顯示出該測站為一裂雲區。吾人應默記，電視照相機之鑑別能力，不能精確至一哩見方。

六、最近未來之展望

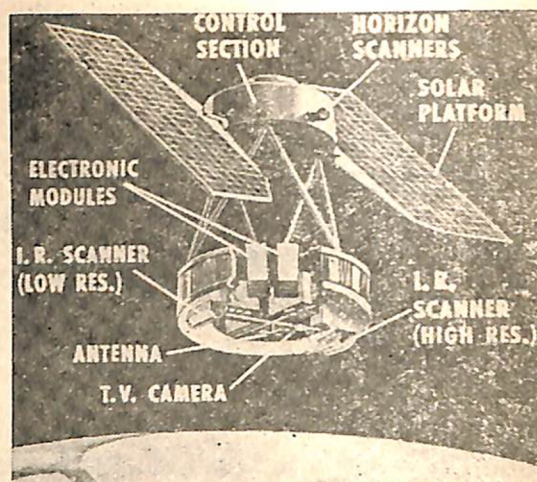
目前氣象衛星之雲層觀測尙未臻理想，僅能約略地區分出層狀雲或積狀雲，雖然偶而可用紅外線偵察出積雨雲或在某種情況下由層狀雲判別出卷雲或卷層雲，但進一步地加以分類及決定雲高十分須要。同時雲層觀測資料一經修正再描繪成雲像分析圖，不僅誤時，尙且導致雲系位置之不確實及未能將較小雲帶全部描繪出。為求衛星觀測資料對氣象預報作業發揮最大效用，若干觀測儀表及電子部門等尙有待簡化改進。

美國航空太空總署正計劃繼泰洛斯氣象衛星族之後，發射下列兩個氣象衛星族：

一、寧巴斯 (Nimbus) 氣象衛星族：

在美國航空太空總署所屬 Goddard 太空飛行中心之設計下，寧巴斯氣象衛星具有更佳之伸縮能力，感應系統亦較新穎。該衛星將包含發射火箭最後一級之全部，重約 650 磅。首具寧巴斯衛星已定於本年 (一九六二) 內向太空發射。

泰洛斯氣象衛星因採用迴旋穩定，致嚴格地限制了探測潛力，在 50° 左右之傾斜軌道上，其電



圖五：寧巴斯氣象衛星之外形構造，其電視照相機及感應器將始終面對地球。

視照相機僅能攝取每一軌道上百分之二十五之地球景像，此項限制使其只能探測南北緯 55° 間之地區。寧巴斯衛星將克服此次困難，即利用一個慣性輪，以保持其電視攝影機及其他大氣感應器經常面對地球；軌道亦改作繞兩極運行，每日可有兩次機會俯瞰地球之每一地區。

寧巴斯衛星之較佳視界及其外形構造，如圖五中所示。就目前之設計，寧巴斯衛星將携有較泰洛斯更闊視界和更佳效能之電視照相機及改良輻射感應器。此外，亦計劃裝置一具精確測量太陽常數之儀器。

寧巴斯衛星之下部，設計成可調節式或標準規格式，以便各感應器可隨時個別更換新型裝備，而不致影響整個衛星之設計。到寧巴斯衛星三號四號發射時，可能已啓用更新型之探測裝備，例如能探測降水地區之雷達，探測平流層溫度結構之輻射光譜表，以及辨識雷雨發生地區之雷雨偵測儀等。

首具寧巴斯衛星雖為初創供研究發展用之太空船，相信亦必能供應寶貴資料予實際氣象作業。計劃中此等資料將適時自阿拉斯加之 Fairbanks 追蹤收聽站傳送至美京附近 Suitland 之美國國家氣象中心，即經分析並將結果分送軍民氣象單位使用。

二、愛洛斯 (Aeros) 氣象衛星族：

泰洛斯與寧巴斯氣象衛星環繞地球運行時，雖監視着地球上不同之地區，但追蹤天氣系統之發展，僅在衛星連續經過同一地區之上空時始能辦到，可能要等候數小時之久。氣象人員則對風暴潛在區作連續不斷之觀測以監視其發展頗為重視。尤對生命短促之劇

在實施或正在計劃實施者。

一、傳遞氣象衛星雲系分析資料至國外。

二、盡可能使所有國家，自美國氣象紀錄中心 (National Weather Records Center) 獲得基本之衛星資料。

三、鼓勵其他國家擴大氣象觀測，以配合通過該地區之氣象衛星觀測，俾供相互對照引證。

四、設立衛星氣象學之國際研究機構。

五、促使其他國家能直接判讀氣象衛星資料。

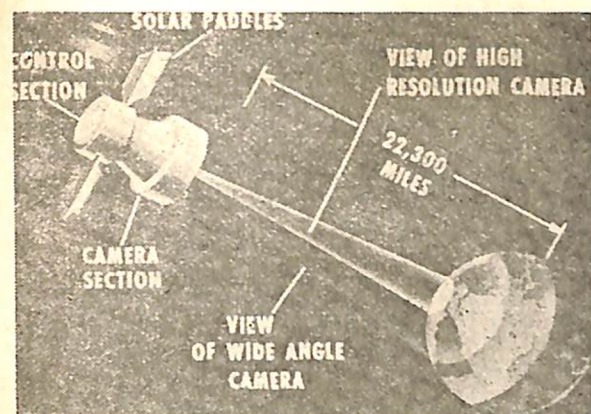
六、國際共享全球性氣象衛星系統。

八、結 論

氣象衛星所拍雲系照片，確能顯示出地球表面雲系之真正情況。由此等照片所獲廣大地區之雲系組織，實非其他一般氣象觀測方法所能測得者。蓋大自然本身自行繪製之雲系圖像，較吾人目前繪製之天氣圖直接顯示而準確，對於氣象預報作業之改進，價值必將宏大。惟目前在太空運行之泰洛斯氣象衛星，因所取軌道、電視照相機鏡頭之位置、資料之處理與傳遞程序之種種限制，致尙不能同時測知全地球之天氣情況，更無法追蹤天氣系統之連續變化。踪天氣預報立場而言，此項需求甚為重要。將來寧巴斯衛星及愛洛斯衛星之發射，以及觀測儀器與傳遞技術之改進，相信必可大為改善氣象預報作業，以造福人群。

參 考 文 獻

1. Widger, W.K.: "Satellite Meteorology-Fancy and Fact", From "Weather" Vol. XVI No.2, Feb. 1961
2. Widger, W.K.: "Examples of Project Tiros Data and Their Practical Meteorological Use", GRD Research Notes No.38, July 1960
3. USA Weather Bureau: "Depiction of Satellite Cloud Observations for Facsimile Transmission", Forecast Development Report No.1, Dec. 1960
4. Tepper, M.: "A Report on the Meteorological Satellite Program", AMS "Weatherwise" Vol.14 No.4, Aug. 1961
5. AWS SS "Review" Vol.2 No. 2&4, 1960, Vol.3 No. 2&3, 1961



圖六：未來愛洛斯氣象衛星之初步概念。

烈風暴而言，其整個生命亦不過僅數小時，繼續監視更感需要。對於初生風暴在其發展成熟以前之連續追蹤亦甚重要。

為應上述需求，美國航空太空總署刻正積極計劃發展愛洛斯氣象衛星族 (圖六)。此項衛星將發射至 22,300 哩高空之固定 (Stationary) 軌道上運行，因之可避免去與地球之相對運動。如取赤道之軌道，則可偵測熱帶及溫帶之一切天氣變化。有此種衛星三個，即可對全球作普遍連續不斷之觀察。該項衛星預定於一九六四年發射。

七、氣象衛星資料國際間之合作使用

大氣充塞地表以上之空間，故氣象學實屬一國際性之科學。美國之氣象衛星計劃，尙有待國際間之合作，始克發揮最大功效。

一九六一年八月，美國航空太空總署與美國氣象局聯名發出請柬，邀請一百多個國家參加該年十一月十三日至二十二日在美京華盛頓所舉行之「國際氣象衛星會議」。並邀請其中二十七個國家之代表，討論當前氣象衛星作業，研究成果，及未來之計劃。與會各國代表，會後並參觀美國航空太空總署及美國氣象局之設備，包括在 Suitland 之太空飛行中心，危幾內亞 Wallops 島上之資料收聽站、氣象衛星實驗室、以及美國國家氣象中心。經此次會議之後，與會各國代表，對氣象衛星之偵察能力、所受限制、及未來計劃，獲得更多之概念。

下列數端，為美國航空太空總署及美國氣象局已