

氣象衛星班受訓報告

蘇公顯
高季和
王振南

APT OJT Report

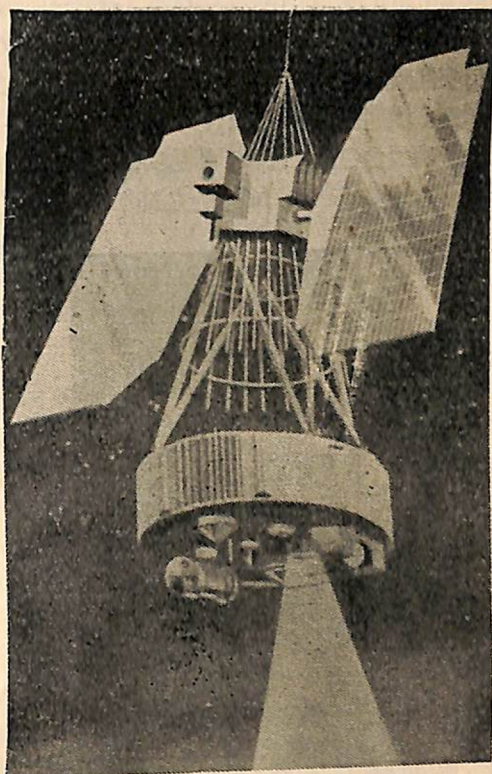
一、前言

此次奉派至沖繩克地那美空軍基地接受「氣象衛星班」(Weather Satellite)訓練，學員共四位，除我們三人外，尚有在台美空軍氣象官皮特森上尉。訓練期間原定為兩週，後經該基地教官建議延長一週，以參加實際工作。該班訓練內容共分四項：

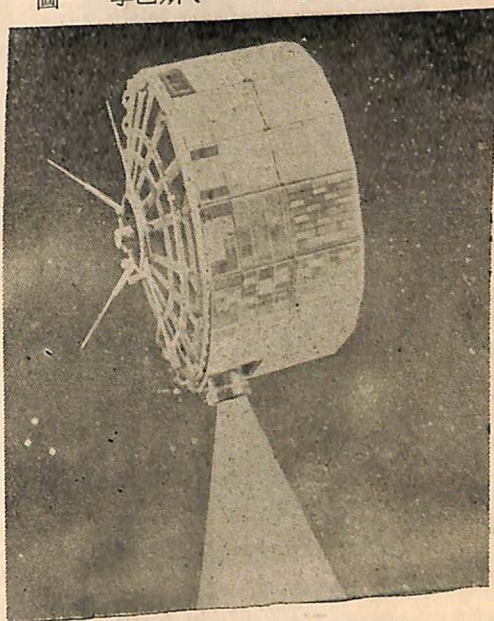
- (一)自動傳送雲圖系統。(A.P.T. Automatic Picture Transmission)
- (二)傳真地面接受站之操縱。(T.V.G.S. Operation (Television Ground Station))
- (三)雲圖之分析應用。(Picture Interpretation)
- (四)在職訓練。

二、自動傳送雲圖系統

一九六〇年四月一日，美國發射了第一枚氣象衛星「泰洛斯—號」。這是人類自太空中大量獲取覆蓋地球雲層照片的第一次，但是從氣象衛星上自動傳送雲圖至地面的接收站還是始自「泰洛斯八號」。泰洛斯一號至泰洛斯八號都是太空定向 (Space Oriented)，即該衛星之攝影機鏡頭固定攝向太空中之某一點，因之該攝影機鏡頭不可能永遠對準地球，所以地面接收站僅能獲得25%之有效照片，自「泰洛斯九號」改良設計為輪型轉動衛星，且為地球定向 (Earth Oriented)。即攝影機攝影時鏡頭正對地球表面而指向地心。寧巴斯 (Nimbus) (圖一)與愛莎二號 (Essa. Environmental Science Services Administration) (圖二)也同樣設計為地球定向。目前正在運行之愛莎二號與泰洛斯八號頗為相似，有兩架成相反方向裝置之攝影機，每架攝影機之壽命為三個月故「愛莎二號」約有六個月之壽命，美國預定在愛莎二號失效之後放射另一枚「愛莎」氣象衛星，以代替「愛莎二號」之任務，美國在今年二月三日發射之「愛莎一號」氣象



圖一 寧巴斯 (Nimbus) 氣象衛星全貌



圖二 愛莎 (Essa) 氣象衛星全貌

衛星沒有裝置自動傳送雲圖系統，故一般普通之接收站，不能接收該衛星之信號。民國五十五年十月二日在美國西部時間上午三時卅九分於加州范登堡空軍基地發射之「愛莎三號」氣象衛星是為代替「愛莎一號」工作者。該衛星也沒有裝置自動傳送雲圖系統。「愛莎二號」能在地球向太陽的一面連續攝取八張雲圖，並立刻自動傳送到地面傳真接收站，每張雲圖在一次軌道中接收站最多可連續接收四張雲圖（如圖三）八時見方有八百條線。傳送一張照片需時二〇〇秒，每秒可傳送四條線，每張雲圖有五條基準線（Fiducial）廿五個基準符號。「愛



圖三 A.P.T. 接收站在對衛星一次軌道追蹤中所接收之四張連續雲圖。

莎二號」距地面之高度平均為七五〇哩，環繞地球飛行一週需時一小時五十三分三十一秒，每兩週之軌道在赤道壓量間隔（Nodal Increment）為廿八度卅八分，最初之泰洛斯衛星皆不經兩極，軌道與赤道之斜角度小最高可抵高緯南北緯六〇度左右。愛莎二號與寧巴斯二號之軌道為「極地軌道」（Polar Orbit）環繞南北兩極運行，且與日光時同步（Sun-Synchronous）。愛莎二號通過赤道時為當地時間上午九點，寧巴斯二號通過赤道時為當地時間中午十二點，但愛莎二號是在自北向南運行時攝取雲層照片，而寧巴斯二號則是在自南向北運行時攝取雲層照片。

目前氣象衛星仍然是在起步階段，需待改進的地方很多。現在世界上只有三個地方可以接收在夜間自衛星所傳送之紅外線照片，將來可能每個地面接收站都可以接收夜間之紅外線照片。美國計劃在不久發射一枚同步軌道衛星（Synchronous Orbit）。其高度為二二三〇〇哩，位置是在 160°E 之赤道上空，此衛星因其高度甚高故涵蓋面積甚廣對將來太平洋區域之颱風偵察，必有很大幫助，美國並計劃在不久發射一枚威菲克斯（Wefax）氣象衛星其主要特性，在能接受地面供給之資料，而後傳送到其他各地區使用。另外美國計劃着手改進黑白之傳真照片為彩色，這樣更容易地分辨出雲層陸地湖泊、山脉及海洋。

利用攝影機與各項儀器在衛星上偵察天氣總不如由人親自在太空中偵察天氣更好，更快。美國在將來也許會讓太空人在太空站經常擔任天氣偵察之任務，如此其對預報之幫助將更大了。

三、傳真地面接收站

美國目前所使用之自動傳送系統（A. P. T.）傳真地面接收站有兩種型式，一種為固定型式（圖四）一種為活動型式（圖五）固定型式之天線通常裝置於鐵架之上或裝於屋頂。接收機則置於室內活動型式者；是將天線裝置於大型卡車之車頂，接收機則置於車內。目前美國空軍在韓國使用者即屬活動型式，情況良好。

不論接收站所使用為何種型式。其所使用之天線本身及接收機，則大同小異。主要是由兩組組成，天線部份包括有天線支架、信號擴大器、仰角方位角定位箱，導線等組成。接收機部份則包括有天

愛莎二號之頻率。傳真機之傳真接收照片灰色顏色其程度分為十級，但目前該機接收衛星照片可以收至七級。



圖六 地面接收站主要裝備，包括接收機、傳動機、錄音機與天文時鐘

接收站的設立之位置選定非常重要。如果天線位置設立不當，則接收雲圖時，必有很大影響。主要之條件為天線之四週在仰角 6° 之上不能有障礙物存在，天線至接收機之距離不應超過三〇〇碼。天線距接收機之距離越近越好。另外在天線之四週，最好沒有強力之電機及通信設備和車輛的來往，這些都足以干擾傳真信號的接收情況。

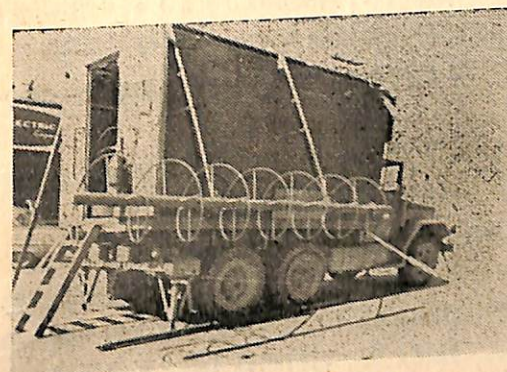
接收機在接收信號時，如能將信號同時用錄音機錄取，則在重放所錄之信號時，仍可再得到傳真雲圖，唯情況可能不如原始者良好。

四、天線諸元之準備

在追蹤接收氣象衛星所發射之信號前，首先必須要知道該衛星運行軌道之情形，時間與位置是兩大重要因素。美國華盛頓國家氣象局通信中心，每天都發佈氣象衛星行程之預告，由此預告中可以獲知該衛星之轉數經過上升點（Ascending Node）之時間（世界標準時），經度，兩次過上升點之時間（Nodal Period）及在赤道之增量（Nodal Increment）度數，同時並預告每四轉之上升點時間，經度，除此之外尚預告跨越赤道前後每兩分鐘之衛星高度及正下點之經緯度位置，如有其他說明還可在第四部份中用明語說明。由以上之資料可以在氣象衛星追蹤標示板上，找出該衛星經過本接收站有效範圍內每分鐘或每半分鐘之位置由其所在位置，在氣象衛星追蹤標示板上，查出應賦予天線之仰角及方位角來，這些工作也同時需在「自動傳送



圖四 固定式 A.P.T. 地面接收站之天線



圖五 活動式 A.P.T. 地面接收站

線位置指示板、天線位置控制板、極高頻率（V.H.F.）接收機傳真機錄音機（如圖六），傳真檢驗板及電源輸送板組成。另外尚有一些所屬設備同樣為接收站所必需。此種型式之天線在風速每小時60哩下仍能繼續操作但在每小時110哩之風速下天線則易遭損壞。此天線可以向左或向右轉 360° ，旋轉最大速率為每分鐘 350° 。天線之仰角可轉動 180° 每分鐘可轉 350° 。天線接收雲圖涵蓋區域之半徑為一八〇〇哩。接收機可使用兩個頻率（ 136.95MC/s 137.50MC/s ）。此即為目前正在運行之寧巴斯二號及

雲圖追蹤計算表」中先行作出。在該表中最主要者為算出何時（世界標準時）可以收到氣象衛星所發出之信號及其仰角方位角如何。同時並需記入以後每分鐘之仰角（即衛星位置）。但在衛星軌道經過接收站附近上空時（仰角在50度以上或在8大圈以內）Great Circle），需求出每半分鐘仰角方位角位置。因該時仰角方位角變換甚快。欲求天線諸元，第一需有華盛頓所發佈之預告資料，其次就是需要「氣象衛星追蹤標示板」了。該標示板之底圖為極地投影之經緯度及簡略地形，上有兩張透明覆板，一為接收站之可能接收範圍覆板，是繪有同心橢圓形圓圈，單位為大圈（Great Circle）。將其中心置於底圖接收站之經緯度上。可由大圈之數字顯示至接收站之距離，此覆板需固定於底圖之上。另一張透明覆板為「衛星軌跡覆板」。中心置於北極，可以任意旋轉，覆板上用黑色標出上升點之位置及過上升點後每分鐘之位置。（在經過8大圈範圍之內標出每半分鐘位置）。另外在赤道上推算出第一次上升點以後之各上升點的經度位置，此覆板之衛星軌道每半月需重新繪製一次，因衛星之軌道略有變更之故。

五、氣象衛星追蹤程序

(一)追蹤前之準備。

1. 選擇決定有效軌道（軌道可通過接收站之有效範圍內者）。
2. 旋轉軌道覆板至軌道之上升點對正決定使用之有效軌道上升點之經度。
3. 在氣象衛星追蹤標示板上讀出衛星在預定軌道上每分鐘對接收站之方位角，及大圈數（讀至仰角為零為止）。
4. 變大圈距離為仰角。
5. 計算每點之時間為世界標準時，（由跨越赤道之上升點時間推算）。
6. 校正時鐘誤差在一秒鐘之內。
7. 傳真圖紙在接收信號前數分鐘，裝入傳真機（不要過早將紙裝入機器中因該紙之溫

3. 打開天線控制板電源開關。
4. 打開極高頻率接收機開關。
5. 將錄音開關轉至錄音。
6. 將偏差控制開關轉向25。
7. 打開錄音機開關，（如有錄音裝置）。
8. 打開仰角控制開關。
9. 打開方位角控制開關。
10. 旋轉仰角控制鈕將天線置於預定位置。
11. 將選擇控制鈕轉至100KC（預定接收前兩分鐘打開）。
13. 打開傳真紀錄機電源開關（接收前兩分鐘打開）。
13. 信號進入機器後，立即記入信號開始時間。

（如自雲圖之中間開始接收，則將首先看到之基準線（Fiducial）之時間暫記入第一欄，待雲圖接收完畢後，再推算其雲圖開始時間。

14. 依次記入基準線出現時間。
（每張雲圖最低限度需記入兩條基準線時間。以取其平均開始時間）。
15. 每分鐘變換仰角方位角一次。
（如仰角超過50度需每半分鐘變換一次）。
16. 記入開始時間後，即記取開始信號之強度值。
17. 迅速檢查雲圖是否在傳真機中適當位置，如稍有偏差，即須立刻調整（但如雲圖將在中間分開，可以不要調整）如雲圖自動偏斜太多，可打開傳真機之緊急開關，（Emerg Freq）。
18. 如雲圖顏色太黑，可按增色（Inc）鈕以增強白色。如雲圖之顏色過淺，可按減色（Dec）鈕以減少白色。
19. 經常旋轉校正週率轉鈕使信號強度保持獲得最大值。

（055）。

24. 打開傳真機上之快速移動開關。
（待傳真圖紙迅速移出後該機自動關閉）。
25. 待該機（傳真機）自動關閉後，再將快速移動開關關閉。
26. 關閉傳真機電源開關。
25. 按相反程序關閉所有開關。

註本程序之一至六項，美軍經常保持在使用階段，而不關閉大部份之電源開關。

六、追蹤紀錄表

本紀錄表在紀錄追蹤氣象衛星中所獲之各項料資，其內容包括有接收每張雲圖之開始之時間，每張雲圖各基準線出現之時間。該次軌道之上升點時間，每張雲圖之攝取時間。上升點之經度，軌道之轉數，預計收取信號時間，實際收取信號時間，開始接收時之仰角方位角，信號強度等，由基準線出現之時間，求出雲圖平均攝取時間，因而求出每張雲圖正下點（Subpoint）所在之經緯度位置，同時還需記入所收雲圖之數量及每張雲圖接收情形遇有何種困難等。

七、雲圖之定位

雲圖自傳真機上獲得之後決定雲圖之經緯度是非常重要的。首先注意的一點是自傳真機上割取雲圖時，應立即標以在接收時之順序，以免在決定雲圖之接收先後順序時發生錯誤，其次是使用經緯度標板時，（Grid）取用適當之標板，如自北向南攝取之雲圖，決不可使用自南向北攝取雲圖之經緯度標板。另外是取用與正下點所在緯度最相近之緯度之經緯度標板。

經緯度標板之製作是自35mm原始膠卷底片中放大得來，其中有兩個製作重要因素，一為衛星之高度，一為傳真雲圖之大小，因之，不同高度之衛星所使用之經緯度標板必不相同。

雲圖在定位之前，須將攝取雲圖之衛星名稱，接收站之地點，攝圖時間日期，接收該圖之順序號碼及軌道之轉數等記在該圖之頂端。

雲圖之定位程序。

(一)取出與雲圖正下點相同緯度（或相近緯度）之經緯度標板。

(二)將雲圖放置於經緯度標板之上。

(三)將雲圖中心之基準符號（十）精確地對正相對經緯度標板中之正下點經緯度位置。

(四)檢查雲圖之垂直基準線是否與經緯度標板中之垂直參考線平行。

(五)用顏色筆指畫經緯度標板上之經緯度線於雲圖之上。（取用適當經緯度間隔，以5度較佳）

(六)將經緯度數字標於雲圖之邊緣。

八、雲圖攝取時間

要決定雲圖之經緯度位置，首先需知道雲圖之攝取時間，在「愛莎二號」自動傳送之雲圖中，雲圖與雲圖之時距為三五二秒，其中包括三秒鐘之開始訊號（Start Tone），五秒鐘之位相訊號（Phase Tone），二百秒之照片傳送時間，另加一四四秒照片停止傳送時間，實際上照片之傳送在位相訊號一半時即已開始。雲圖之基準符號十字中心位置，即是衛星在開始攝取雲圖時之正下點位置。因之，獲知攝圖開始時間，即獲知正下點位置，下列幾點可以幫助獲取平均開始時間。

(一)第一條水平基準線出現之時間，是在照片開始後的第十三秒。

(二)第二條水平基準線出現之時間，是在照片開始後的第五七秒半。

(三)第三條水平基準線出現之時間，是在照片開始後的第一〇一秒半。

(四)第四條水平基準線出現之時間，是在照片開始後的第一四六秒。

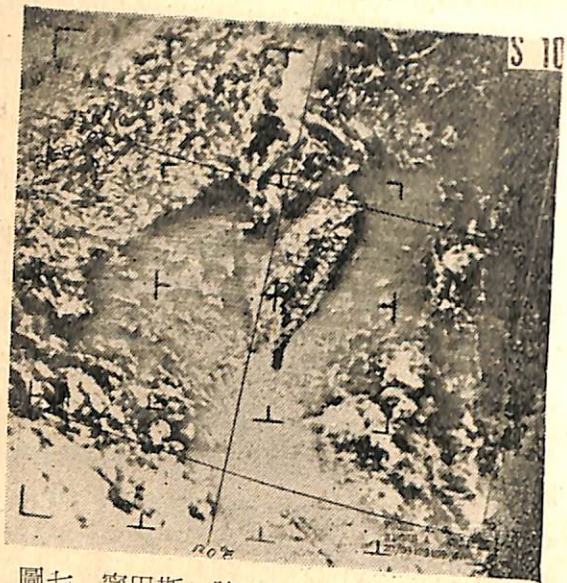
(五)第五條水平基準線出現之時間是在照片開始後的第一九〇秒。

九、雲圖之分析應用

雲圖之分析與應用，是放射氣象衛星與架設地面接收站之主要目的。通常對天空之觀測都是自下而上。因而與由衛星之自上而下的攝取的雲圖影像略有不同，又因地球表面之弧形造成對衛星攝影機鏡頭距離上之差別，這是目前無法彌補之缺點。但無論如何，我們仍可清楚的分辨出各種類型的雲，還可由其顏色的深淺

低。

一般講來，水面呈黑色，陸地呈灰色，雲之顏色由淺灰到白色（如圖七），完定依雲之高度及厚薄而定，通常厚雲層在照片上呈白色，個別之雲狀在衛星上很難決定。分析雲亦是一項很難的工作，所以在盡可能之範圍內，利用各種方法將雲區分為幾種顯著之圖形（Patterns）。



圖七 寧巴斯一號所拍攝之台灣附近雲圖

雲之分析一定要事先了解每個地區之情形，如山脉、湖泊、山谷、河流、森林、平原、島嶼、城市等均為重點，其他如地面天氣圖之資料，在圖片分析上亦甚重要，反正一定要盡量利用高空及地面各種資料以期能從雲圖分析盡量精確。

積雲為細胞狀，是顯示在中或高緯度冷空氣中，及在渦旋與界面帶之後方。尤其在水面區域，因有充足之水汽供應，一方面冷空氣亦被暖水面所加熱之故，在低層雲頂上所顯示之陰影，常常可以辨認上空有大量積雲之存在。此陰影區顯示出崎嶇不平的，或為鵝卵石狀之輪廓，是小的晴天積雲。大體是很小的，個別細胞顏色為淺灰色。層狀雲，中雲層狀雲與高雲層狀雲和霧最難區別，它們之出現常常是一種很薄而顏色較灰，假若雲層出現成列而平行於地面或低層風向時，我們可以斷定它們為低雲。假如在順風因島嶼而導致旋渦，在此雲層中我們亦可認為它是一種低雲。如果雲之出現在海陸間有很顯著變化，它們亦可能是低雲。在衛星雲圖中有兩種型式之卷雲易於辨認，一為噴射卷雲，一為積雨雲頂之卷雲。

積雨雲可由發亮之白色清晰輪廓中辨別，一般講積雨雲狀最為崎嶇多瘤狀。

界面系統之雲易於辨認，伴同它的冷面與錫錫面很為明顯，但在暖面上雲系常不易看出，因其系統較弱。界面雲系常常可以彎曲到錫錫系統中心，且可彎曲之轉數，測出錫錫時間之久暫。500mb槽前之雲較槽後之雲廣而且厚，在其槽後多為破碎之小塊少量積雲，在寬廣之界面帶中，有時可看出低壓波之發展，在發展區中界面會變得更厚更寬廣。雪與冰看起來很像雲。但其形狀之持久不變，與雲狀之時時在變可幫助來區別。

十、在職訓練

氣象衛星班之訓練共有三週，前兩週多是講解最後一週為在職訓練，其間每日工作分由我們四位担任，每天每人收取一次軌道中所攝之雲圖，工作之前一日我們需將次日的天線追蹤諸元計算出來，每次接收雲圖時由一人操作其他三位從旁協助，每日晨六時半以後就可接收「愛莎二號」所發送之雲圖，工作人員需提前到達接收前之準備工作，每日工作，通常持續到下午一時左右，每次雲圖接收完畢後需立即給雲圖定位，在雲圖上描畫好經緯度後立即將之送至天氣室分析應用。下午之工作通常為準備次日接收時之天線諸元，及拼合本日所接收各次軌道攝取之雲圖，我們將之分析後與地面天氣圖比較由拼合後之雲圖，可以校正地面天氣圖分析之正確與否。

除此之外，尚需將前一日之雲圖自天氣室中收回編號、歸檔，以備將來研究之用。

十一、結 論

自動傳送雲圖系統之地面傳真接收站，算是目前最新之氣象儀器，或氣象裝備，雖然氣象衛星在目前還在未成熟的階段，但由於其獲得之雲圖資料很具價值，已引起氣象界之重視，在不久的將來必會因氣象衛星之發展使氣象有很多重大之改革。目前世界各國已設立很多地面傳真接收站，準備接收來自氣象衛星之各項資料。處於亞熱帶海島瞬息變化之氣候下，我們不應缺少對天氣分析預報有很大幫助之地面傳真接收站。担負着空軍飛行安全衛護着地面人員裝備的安全，中國空軍氣象，應及早設立自己的地面傳真接收站。

氣象衛星軌道預告密碼格式

TBUS 1 KWBC Z
APT PREDICT
MMDDNN
PART I
ONrNrNrNr OYYGG Oggss QL₀L₀I₀I₀ Tmmss
LL₀L₀I₀I₀
N₄N₄N₄N₄G₄ G₄G₄G₄S₄S₄ Q₄L₀L₀I₀I₀
N₈N₈N₈N₈G₈ G₈G₈G₈S₈S₈ Q₈L₀L₀I₀I₀
N₁₂N₁₂N₁₂N₁₂G₁₂ G₁₂G₁₂G₁₂S₁₂S₁₂
Q₁₂L₀L₀I₀I₀
PART II
02 Z₀₂Z₀₂Q₀₂ L_aL_aI_aL₀L₀I₀
04 Z₀₄Z₀₄Q₀₄ L_aL_aI_aL₀L₀I₀
06 Z₀₆Z₀₆Q₀₆ L_aL_aI_aL₀L₀I₀
08 Z₀₈Z₀₈Q₀₈ L_aL_aI_aL₀L₀I₀
10 Z₁₀Z₁₀Q₁₀ L_aL_aI_aL₀L₀I₀ ———etc.
PART III
02 Z₀₂Z₀₂Q₀₂ L_aL_aI_aL₀L₀I₀
04 Z₀₄Z₀₄Q₀₄ L_aL_aI_aL₀L₀I₀
06 Z₀₆Z₀₆Q₀₆ L_aL_aI_aL₀L₀I₀
08 Z₀₈Z₀₈Q₀₈ L_aL_aI_aL₀L₀I₀
10 Z₁₀Z₁₀Q₁₀ L_aL_aI_aL₀L₀I₀ ———etc.
PART IV

報 頭

TBUS 1 美國自動傳送雲圖公告組織發出自北向南攝照軌道衛星之公告標識。

(註) TBUS 1 說明衛星自北向南攝取照片之軌道

TBUS 2 說明衛星自南向北攝取照片之軌道

TBUS 1 與TBUS 2 兩種資料之基本不同之點示之如下。

在TBUS 1 中PART II 部份中資料是起自正下點被陽光照到開始，繼續至衛星跨越赤道南沿為止，在PART III部份中是正下點在南半球之資料，銜接 PART II 跨越赤道後每分鐘之位置，直至衛星之正下點已不被陽光照到。

在TBUS 2 中PART II 部份中正下點之資料始自赤道而繼續向北行進至正下點已

不在地球之向太陽一面，在 PART III 部份中是正下點在南半球之資料，有關衛星在跨越赤道前每分鐘之資料。

KWBC 華盛頓氣象局通信中心國際識別呼號

APT PREDICT 自動傳送雲圖預告標識

MMDDNN 預告資料編號。

MM 月份

DD 日期

NN 預告適用某衛星之號碼。

PART I 本部份公告包括衛星跨越赤道之時間經度

。及兩次跨越赤道所需時間，在赤道上所

在之經度。每四轉跨越赤道之經度，時間

。

O 指示碼
NrNrNrNr 計劃衛星繞行地球轉數。(千、百、十、個位數)

YYGGggss 該氣象衛星在某日、某時、某分、某秒(G. C. T.)自北半球向南半球運行(或自南半球向北半球)運行跨越赤道之時間。

Q 象限
L₀L₀I₀I₀ 該衛星向北(或向南)運行跨越赤道之經度，(單位為度及度之百分數)

T 兩次跨越赤道所需時間組指示碼。

MMSS 兩次跨越赤道所需之時間(分、秒)

L 兩次跨越赤道，在赤道上經度之增量，組指示碼。

L₀L₀I₀I₀ 兩次跨越赤道，在赤道上經度之增量。(經度及度之百分數)

N₄N₄N₄N₄ 第四次衛星繞行地球轉數(千、百、十、個位)

G₄G₄G₄G₄S₄S₄ 第四次向北或向南運行跨越赤道之時間(時、分、秒)

Q₄L₀L₀I₀I₀ 該衛星第四次跨越赤道所在之象限經度及度之百分數。

N₈N₈N₈N₈ 第八次衛星地球轉數(千、百、十、個)(其他與上相同)

PART II 本部份預告包括衛星跨越赤道後每兩分鐘衛星在正下點上之高度及地球座標位置

。

02 跨越赤道兩分鐘後資料指示碼。

Z₀₂Z₀₂ 衛星高度(公里十位數)

(下接第三十六頁)