

氣象衛星發展演進與作業簡介

潘大綱 丁文中

空軍氣象中心

摘要

空軍氣象中心自民國 79 年 7 月起，正式使用新換裝之氣象衛星接收系統於作業之中，新系統除了具有接收繞極軌道 NOAA — 10 與 NOAA — 11 資料之外，亦可同時接收日本 GMS — 04 之高解度與低解度資料，作業之硬體軟體及部分成果均在文中加以討論。

氣象衛星之發展歷史，各衛星所配備之功能目的以及演化階段在本文中均有詳細介紹。

前言：

當第一枚「電視及紅外線觀測」的氣象衛星 (TIROS-1)，於 1960 年 4 月 1 日成功地送入地球軌道之後，氣象觀測與預報就已邁向一個新的紀元。過去在沒有氣象衛星資料之前，氣象人員對於全球天氣系統的掌握，僅僅依賴每天二次的高空探空氣球觀測以及每日四次的地面觀測，由於測站密度的不一致，往往對較小空間尺度的雷雨系統無法掌握，至於海洋上的天氣變化，更是全憑預報員的想像而已，因此對於許多天氣系統之演變及嚴重天氣之預警幾乎束手無策；然而利用遙測技術的氣象衛星觀測，不但可以將即時的全球天氣系統明確地、活潑地展示於預報員眼前，更重要的是它填補了傳統觀測於時間與空間尺度上之不足所造成的缺憾。

我國首先從事氣象衛星接收作業的單位，是空軍氣象聯隊所屬氣象中心之氣象衛星課，自民國 55 年 12 月 9 日成立之後分別透過不同硬體之設置，接收了泰洛斯 (TIROS)、寧巴斯 (NIMBUS)、愛莎 (ESSA)、愛透斯 (ITOS)、諾亞 (

NOAA)、泰洛斯—N (TIROS—N) 等繞極軌道衛星所傳送之衛星雲圖，以及日本氣象廳所有之 GMS 同步氣象衛星。

早在民國 55 年以前，當颱風接近台灣地區時，既沒有海洋上的資料來源，又沒有氣象衛星之觀測，唯一地資料來源靠美軍的氣象飛機穿越颱風中心 (或眼) 予以定位及颱風強度判定後，利用有線或無線的通訊網路向各地傳送。如此地資料來源在時效上，或是觀測時間密度上十分明顯地不足，當時氣象預報員在颱風強度變化、移行方向和中心位置之判定上，著實地渡過了一段黑暗的時期。

自從氣象軌道衛星加入氣象服務之後，迅速地改變了這一個「黑暗」瓶頸，再以颱風預報為例，軌道衛星觀測使得氣象人員可以較密集地收到氣象衛星雲圖並加以研判，如此不但改善了過去無法掌握的強度變化或路徑移向的困擾，由於實際的雲圖及精細的研判，也使預報員提昇了不少自信心。然而，由於軌道衛星平均一天亦僅僅只有四次通過地球上某一定點上空，所以若是颱風路徑正好在一次觀測後四小時內發生了戲劇性的變化，那麼預報人

員仍是「束手無策」。事實上，諸多的例子證實了筆者上述的說法，因此，氣象學者就企圖利用原本主要用之於洲際通訊用途的地球同步衛星來執行氣象觀測，實際上這一理想很快地就付諸實現了；目前就以位於 140°E 之赤道上空東亞區的 GMS-04 同步衛星來說，它提供了每小時一次的觀測，如遇颱風侵襲，更可調整為每30分鐘一次的密集觀測，對於上述所提及之諸多疑慮可謂盡掃一空。

近年來，由於遙測技術的突飛猛進，電算機能力的一日千里，氣象理論與研究工作的相互配合，使得預報員在應用、分析、研判資料到做出預報比過去更充滿了信心，本文之目的方面將簡述氣象衛星之演進與發展，另一方面則針對目前本軍衛星接收系統換裝之後，各種功能及系統硬、軟體之突破予以摘述，希望有助於本軍人員在這方面應用之認識。

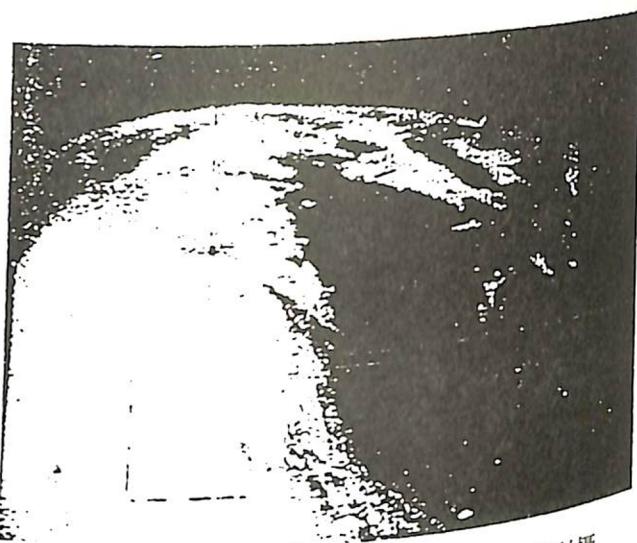
二、氣象衛星之發展演進

(一) 繞極軌道衛星

1960年4月1日，TIROS-1自美國佛羅里達州卡拉維爾角發射升空，其主要的目的是要測試利用裝置於TIROS-1上的低速掃描相機，在其繞極運行的過程中，是否可以將地球雲量覆蓋清晰地表現出來。當時TIROS-1距地面644公里並且繞行軌道亦與赤道面呈48度的傾斜。圖一即是TIROS-1利用廣角鏡頭所拍攝的雲圖，自是時起，氣象衛星觀測這一種又新且十分有效的氣象觀測工具於焉誕生了。

TIROS-2 很快地亦於 1960 年 11 月 23 日發射升空，它在氣象觀測上首度使用了 5 個紅外線與可見光頻道，此外也增加了另二個波段，用來度量大氣及地表所放射或反射的熱能，雖然當時僅僅尚稱之為實驗階段，然而事實上它已為許多氣象學者在研究上，提供了最佳的資料與證據。

TIROS-3, 4, 5, 6 和 7 於 1961 年 7 月



圖一：1960年TIROS-1利用廣角鏡頭所拍
的第一張衛星雲圖。

至1963年6月間先後陸續地發射升空，其目的除了繼續TIROS-1及TIROS-2的目標之外，更將重點置於熱帶地區颱風生成、強度變化及路徑變化上的觀測，這是第一次氣象人員得以利用特殊觀測的方法，對颱風得以進一步的分析。1963年12月TIROS-8裝置了自動影像傳送系統（APT）發射升空，這種APT裝置不但可以在200秒內對地球掃描並自電視上呈現800條的影像，同時亦可迅速地將此一影像即時地傳送到地面接收站，過去僅僅只有衛星控制中心才能收到的資料，此時則不需花費太多的經費，亦可同時的收到每天4~6張經由衛星透過APT所傳送下來即時的衛星雲圖。雖然TIROS-8已具有了實際氣象觀測服務的功能，但是仍然尚非作業用的氣象衛星，TIROS-9是TIROS作業系統（TOS）的先鋒，也是TIROS研究發展系列中最後第二個衛星，TIROS-10結束了實驗的階段，促成了1966年至1969年TOS的付諸實現。

美國環境科學服務總署（Environmental Science Services Administration; ESSA）分別於1966年2月3日與2月18日將ESSA-1和ESSA-2成功的送入軌道，這是全球第一個氣象衛星作業系統，此一作業系統是由二個軌道衛星為一組，

奇數編號的衛星具有改良的相機系統 (AVCS)，可攝取全球的雲圖影像至控制中心；偶數編號的衛星則配備 A P T 的功能，可以即時傳送雲圖影像至地面接收站。所有 ESSA 的衛星的高度均在地表上空 1450 公里左右。改進的 TIROS 作業系統衛星 (Improved TIROS Operational System (ITOS) Satellite-ITOS-1) 正式地將 ESSA 上二種功能加以整合，使得每個單獨的衛星均具有 ESSA 的 AVCS 與 A P T 服務，此外，ITOS-1 亦加上了兩個頻道的掃描器 (Scanning Radiometer; SR)，以提供不受日夜限制的資料傳輸。第二個 ITOS 衛星是在 1970 年 12 月 11 日由美國國家海洋大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration; NOAA) 所發射的 NOAA-1。後續經過不斷的改良，將衛星感應器與服務功能再予改進，並將高解度感應元件 (Very High Resolution Radiometer; VHRR) 與 SR 更替原先的 AVCS 和

A P T 功能，再加上垂直溫度剖面感應元件及太陽中子監視感應元件（Vertical Temperature Profile Radiometer（VTPR）and Solar Proton Monitor（SPM），而演進到 ITOS-D 系列的氣象衛星，這改進的 ITOS-D 氣象衛星分別在 1972、1973、1974 和 1975 成功的將 NOAA-2、3、4 和 5 送入地球軌道。ITOS 可算是氣象衛星作業系統的第二代，1978 年起，由於作業繞極環境衛星系統成功的研發並測試完成，使得氣象衛星作業系統步入第三代，這一組第三代的作業系統是由 11 個衛星所組成（TIROS-N / NOAA-A 到 J），自 1978 年服役到 1988 年，在這個階段中，改進的高解度感應元件（AVHRR），TIROS 垂直探空作業（TOVS）、太陽環境監測元件（SEM）、高解析度影像傳送功能（HRPT）、搜尋及援救系統（SAR）、地球輻射收支實驗探測（ERBE）、太陽輻射在地球反向散射超紫外線感應器（SBUV）均陸續地參與研究或作業

表二：說明各縮寫字母所代表之感測器的功能

表二：說明各縮寫字母所代表之感測器的功能			
APT	Automatic Picture Transmission TV	PMR	Pressure Modulated Radiometer
AVCS	Advanced Vidicon Camera System (1" Vidicon)	SAM-II	Stratospheric Aerosol Measurement-II
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer	SAMS	Stratospheric and Mesospheric Sounder
BUV	Backscatter Ultraviolet Spectrometer	SAR	Search and Rescue
CZCS	Coastal Zone Color Scanner	SBUV	Solar Backscatter Ultraviolet Spectrometer
DCS	Data Collection System	SCAMS	Scanning Microwave Radiometer
ERB	Earth Radiation Budget	SCMR	Surface Composition Mapping Radiometer
ERBE	Earth Radiation Budget Experiment	SCR	Selective Chopper Radiometer
ESMR	Electronic Scanning Microwave Radiometer	SEM	Solar Environmental Monitor
FPR	Flat Plate Radiometer	SIRS	Satellite Infrared Spectrometer
FWS	Filter Wedge Spectrometer	SMMR	Scanning Multichannel Microwave Radiometer
HB	Heat Budget Instrument	SPM	Solar Proton Monitor
HEPAD	High Energy Proton and Alpha Particle Detector	SR	Scanning Radiometer
HIRS	High Resolution Infrared Radiometer	SSU	Stratospheric Sounding Unit
HRIR	High Resolution Infrared Radiometer	T&DR	Tracking and Data Relay
IDCS	Image Dissector Camera System	TED	Total Energy Detector
IR	Infrared 5 Channel Scanner	THIR	Temperature Humidity Infrared Radiometer
IRIS	Infrared Interferometer Spectrometer	TOMS	Temperature Mapping Spectrometer
IRLS	Interrogation, Recording and Location Subsystem	TV	Total Ozone Mapping Spectrometer
IRP	Infrared Passive		Television Cameras (1/2" Vidicon)
ITPR	Infrared Temperature Profile Radiometer		NA Narrow Angle-12°
LIMS	Limb Infrared Monitoring of the Stratosphere		MA Medium Angle-78°
LRIR	Limb Radiance Infrared Radiometer		WA Wide Angle-104°
MEPED	Medium Energy Proton and Electron Detector	TWERLE	Tropical Wind Energy Reference Equipment
MRIR	Medium Resolution Infrared Radiometer	VAS	Very High Resolution Radiometer
MSU	Microwave Scanner Unit	VHRR	Visible Infrared Spin Scan Radiometer
MUSE	Monitor of Ultraviolet Solar Energy	VISSR	Vertical Temperature Profile Radiometer
NEMS	Nimbus E Microwave Spectrometer	VTPR	Weather Facsimile
		WEFAX	

之中，截至1988年10月止，由TIROS，ESSA，ITOS到TIROS-N 美國總共計有32個軌道衛星成功的完成其任務，另外三個衛星

的任務由於火箭發射時失敗而放棄。表一為美國國內氣象衛星發展的一覽表，表二則說明各縮寫字母所代表之感測器的功能。表三則為美

表一：美國國內之氣象衛星發展的一覽表

NAME	LAUNCHED	PERIOD (MIN)	PERIGEE (KM)	APOGEE (KM)	INCLINATION (DEG)	REMARKS
TIROS-1	01 APR 60	99.2	796	867	48.3	1 TV-WA and 1 TV-NA
TIROS-2	23 NOV 60	98.3	717	837	48.5	1 TV-WA, 1 TV-NA, passive & active IR scan
TIROS-3	12 JUL 61	100.4	854	937	47.8	2 TV-WA, HB, IR, IRP
TIROS-4	08 FEB 62	100.4	817	972	48.3	1 TV-WA, IR, IRP, HB
TIROS-5	19 JUN 62	100.5	680	1119	58.1	1 TV-WA, 1 TV-MA
TIROS-6	18 SEP 62	98.7	783	822	58.2	1 TV-WA, 1 TV-MA
TIROS-7	19 JUN 63	97.4	713	743	58.2	2 TV-WA, IR, ion probe, HB
TIROS-8	21 DEC 63	99.3	796	878	58.5	1st APT TV direct readout & 1 TV-WA
Nimbus-1	25 AUG 64	98.3	487	1106	98.6	3 AVCS, 1 APT, HRIR "3-axis" stabilization
TIROS-9	22 JAN 65	119.2	806	2967	96.4	First "wheel", 2 TV-WA global coverage
TIROS-10	02 JUL 65	100.6	848	957	98.6	Sun synchronous, 2 TV-WA, FPR
ESSA-1	03 FEB 66	100.2	800	965	97.9	1st operational system, 2 TV-WA, APT
ESSA-2	28 FEB 66	113.3	1561	1639	101.0	2 APT, global operational APT
Nimbus-2	15 MAY 66	108.1	1248	1354	100.3	3 AVCS, HRIR, MRIR
ESSA-3	02 OCT 66	114.5	1593	1709	101.0	2 AVCS, FPR
ATS-1	06 DEC 66	24 hr	41,257	42,447	0.2	Spin scan camera
ESSA-4	26 JAN 67	113.4	1522	1656	102.0	2 APT
ESSA-5	20 APR 67	113.5	1556	1635	101.9	2 AVCS, FPR
ATS-3	05 NOV 67	24 hr	41,166	41,222	0.4	Color spin scan camera
ESSA-6	10 NOV 67	114.8	1622	1713	102.1	2 APT TV
ESSA-7	16 AUG 68	114.9	1646	1691	101.7	2 AVCS, FPR, S-band
ESSA-8	15 DEC 68	114.7	1622	1682	101.8	2 APT TV
ESSA-9	26 FEB 69	115.3	1637	1730	101.9	2 AVCS, FPR, S-band
Nimbus-3	14 APR 69	107.3	1232	1302	101.1	SIRS A, IRIS, MRIR, IDCS, MUSE, IRLS
ITOS-1	23 JAN 70	115.1	1648	1700	102.0	2 APT, 2 AVCS, 2 SR, FPR, 3-axis stabilization
Nimbus-4	15 APR 70	107.1	1200	1250	99.9	SIRS B, IRIS, SCR, THIR, BUV, FWS, IDCS, IRLS, MUSE
NOAA-1	11 DEC 70	114.6	1422	1472	102.0	2 APT, 2 AVCS, 2 SR, FPR
NOAA-2	15 OCT 72	114.9	1451	1458	98.6	2 VHRR, 2 VTPR, 2 SR, SPM
Nimbus-5	11 DEC 72	107.1	1093	1105	99.9	SCMR, ITPR, NEMS, ESMR, THIR
NOAA-3	06 NOV 73	116.1	1502	1512	101.9	2 VHRR, 2 VTPR, 2 SR, SPM
SMS-1	17 MAY 74	1436.4	35,605	35,975	0.6	VISSR, DCS, WEFAX, SEM
NOAA-4	15 NOV 74	101.6	1447	1461	114.9	2 VHRR, 2 VTPR, 2 SR, SPM
SMS-2	06 FEB 75	1436.5	35,482	36,103	0.4	VISSR, DCS, WEFAX, SEM
Nimbus-6	12 JUN 75	107.4	1101	1115	99.9	ERB, ESMR, HIRS, LRIR, T&DR, SCAMS, TWERLE, PMR
GOES-1	16 OCT 75	1436.2	35,728	35,847	0.8	VISSR, DCS, WEFAX, SEM
NOAA-5	29 JUL 76	116.2	1504	1516	102.1	2 VHRR, 2 VTPR, 2 SR, SPM
GOES-2	16 JUN 77	1436.1	35,600	36,200	0.5	VISSR, DCS, WEFAX, SEM
GOES-3	15 JUN 78	1436.1	35,600	36,200	0.5	VISSR, DCS, WEFAX, SEM
TIROS-N	13 OCT 78	98.92	849	864	102.3	AVHRR, HIRS-2, SSU, MSU, HEPAD, MEPEP
Nimbus-7	24 OCT 78	99.28	943	955	104.09	LIMS, SAMS, SAM-II, SBUV/TOMS, ERB, SMMR, THIR, CZCS
NOAA-6	27 JUN 79	101.26	807.5	823	98.74	AVHRR, HIRS-2, SSU, MSU, HEPAD, MEPEP
GOES-4	09 SEP 80	1436.1	35,600	35,600	0.5	VAS, DCS, SEM, WEFAX
GOES-5	22 MAY 81	1436.1	35,600	35,600	0.5	VAS, DCS, SEM, WEFAX
NOAA-7	23 JUN 81	101.92	852	869	98.9	AVHRR, HIRS-2, SSU, MSU, HEPAD, MEPEP
NOAA-8	28 MAR 83	101.2	826	801	98.2	AVHRR, HIRS-2, SSU, MSU, SEM, SAR
GOES-6	28 APR 83	1436.1	35,803	35,771	0.1	VAS, DCS, WEFAX, SEM
ERBS	05 OCT 84	96.8	608	393	5.7	ERBE, SAGE-II
NOAA-9	12 DEC 84	102.0	862	841	98.9	AVHRR, HIRS-2, SSU, MSU, SEM, SAR
NOAA-10	17 SEP 86	101.277	803	824	98.66	SBUV, ERBE
GOES-7	26 FEB 87	1436.1	35,759	35,826	0.0493	AVHRR, HIRS-2, SSU, MSU, SEM, SAR
NOAA-11	24 SEP 88	102.139	845	863	98.91	SBUV, ERBE

表三：美國極軌道衛星發射時程與所配備之儀器功能

SATELLITE	LAUNCH DATE	TIME OF DAY	INSTRUMENT COMPLEMENT							
			AVHRR/2	HIRS/2	MSU	SSU	SEM ¹	DCS	SAR	SBUV ²
TIROS-N	10/13/78	PM	4-Channel	X	X	X	X	X		
NOAA-6(A)	6/27/79	AM	4-Channel	X	X	X	X	X		
NOAA-7(C) ¹	6/23/81	PM	5-Channel	X	X	X	X	X		D
NOAA-8(E)	1/28/83	AM	4-Channel	X	X	X	X	X	X	X
NOAA-9(F)	12/24/84	PM	5-Channel	X	X	X	X	X		X
NOAA-10(G)	9/17/86	AM	4-Channel	X	X	X	X	X		
NOAA-H	9/24/88	PM	5-Channel	X	X	X	X	X		
NOAA-D	*12/89-6/90	AM	5-Channel	X	X	X	X	X	X	
NOAA-I	*9/90	PM	5-Channel	X	X	X	X	X		
NOAA-J	*12/91	AM	5-Channel	X	X	X	X	X		
NOAA-K	*4/93	PM	6-Channel	HIRS/3	AMSU		X	X		
NOAA-L	*8/94	AM	6-Channel	HIRS/3	AMSU		X	X		
NOAA-M	*11/95	PM	6-Channel	HIRS/3	AMSU		X	X		
EOS (Polar Orbiting Platform)	*6/96									

¹ SEM will be included on future spacecraft as available.
² SBUV will fly only on PM satellites.

NOAA-B failed to achieve useful orbit.

* () = Dummy unit

* Proposed launch date

國極軌道衛星發射時程與所配備之儀器功能一覽表。目前台灣地區作業之氣象極軌道衛星是以 NOAA-10 與 11 為主，其飛行高度約 850 公里，繞行地球週一週約需 102 分鐘，因有兩枚極軌道氣象衛星同時作業，故約每隔 6 小時即有一枚繞經台灣附近上空一次，拍攝雲系影像，並探測大氣各層溫度與濕度，再將資料傳回地球。除了上述的衛星外，美國國防部早在 1960 年代中期起就由空軍執行一項極軌道的國防氣象衛星計劃 (DMSP)，然而此一計劃主要是對影像辨認為主，而氣象觀測僅為其副屬工作而已。其它實驗性的衛星計劃，諸如 HCMM 的任務是要度量地球對太陽入射時的反射以及地球紅外輻射量的變化；SAGE 則是針對平流層懸浮粒子與氣體所進行的實驗衛星；ERBE 則為地球輻射收支實驗衛星計劃，後述三者也分別在 1978 年，1979 年與 1984 年送入軌道執行。

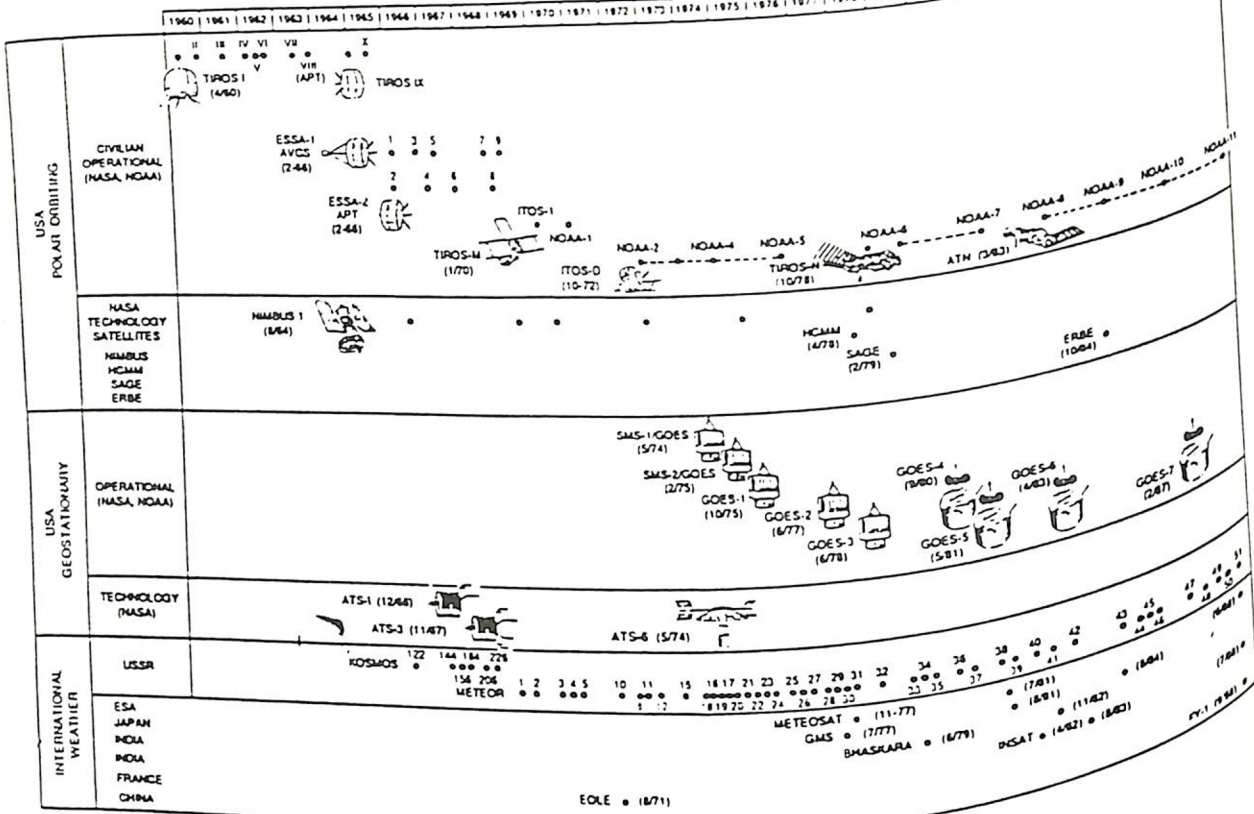
美國在 1960 年代初期，即有發展同步衛星的方案與作為，美國太空總署 (NASA) 的研究發展部將此一計劃轉由 NOAA 同步作業環境衛星 (Geostationary Operational

Environmental Satellite, GOES) 計劃繼續執行。1966 年第一個由聖塔巴布拉研究中心 (Santa Barbara Research Center) 依據威斯康辛大學教授蘇歐米 (Dr. Suomi) 所設計建造的 SSCC 感應器成功的放入距地表 41,000 公里的地球同步軌道上，SSCC 顯示出其每半小時傳送乙張全球雲量覆蓋雲圖的強大功能。其空間水平解析度亦增強為 3.2 公里，同時透過裝置的 WEFAX，更可即時監控地球上各天氣系統之演變與發展，這即是一般所知的應用技術衛星的第一代 (ATS-1)，1967 年 ATS-3，1974 年 ATS-6 先後的也成功的將同步衛星送入地球軌道，在 ATS-6 中其已備有 0.55 μ m 到 0.75 μ m 波長的可見光觀測，水平解析度 5.5 公里；10.5 μ m 到 12.5 μ m 波長的紅外線觀測，水平解析度則為 11 公里，此時一張全球的雲圖掃描需時 25 分鐘。從 ATS-1 到 ATS-3 的成就，促使 NASA 發展了專為氣象用途的同步衛星，這組系列共由 5 個衛星所組成，它們分別是 1974 年 5 月的 SMS-1、1975 年 2 月的 SMS-2、1975 年 10 月的 GOES-1、1977 年的 GOES-2 以及

1978年6月的GOES-3。自1980年到1987年GOES-D到H主導了此一期間的作業服務，而自80年起最顯著的改進則是它具備了V A S的功能。1989年起，GOES-I到M將會陸續地加入服務行列。

除了美國之外，世界許多國家都意識到衛星發展之重要，無論在學術與應用上，它突破

了許多傳統觀測所無法克服的困難，因此蘇俄、歐洲太空中心、日本、印度均已針對不同的需要，成功地發射了屬於自己的衛星，中國大陸今年亦發射了一枚氣象衛星。巴西、阿根廷亦同時在發展其實驗性的衛星計劃。圖二是1960年起到1988年止全球衛星施放的概略圖示。



圖二：自1960年起到1988年止全球衛星施放的概略圖示

西太平洋地區之同步氣象衛星(GMS)，係由日本出資發射，位於東經140度，赤道上空約36,000公里處，不分晝夜每隔30至60分鐘，拍攝地球雲系影像一次，並將資料傳送至地面接收站，其涵蓋範圍約佔地球表面四分之一。

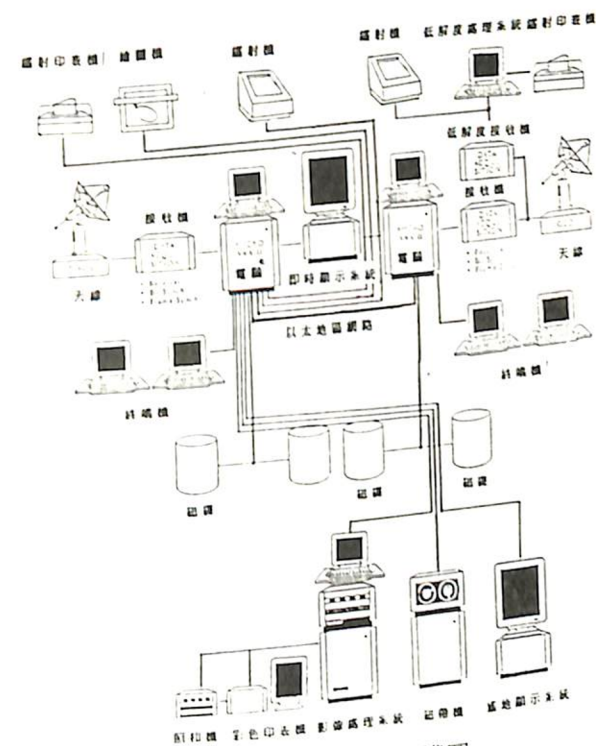
三空軍氣象中心衛星接收作業系統

早在民國55年12月9日，空軍氣象中心衛星課成立之時，即使用了APT接收機，接收到衛星雲

圖，當時空軍氣象部隊是國內氣象界最早使用衛星雲圖輔助預報的作業單位。後續由於汰舊換新及配合新衛星所具備之其它多種功能，以及同步氣象衛星之發展及作業服務，民國68年9月17日起換裝美國EMR廠850-II型接收機，其系統包括軌道衛星(VHF)天線及同步衛星(UHF)天線，由星接收日本在東經140度上之GMS系列雲圖，由於使用鐳射傳真機出圖，清晰且具立體感。GMS衛星每次最多可連續送七張圖片，涵蓋面積廣泛從北緯70度到南緯70度，東經70度至西經150度，每日利用太陽光(可見光波長VIS)及紅外線(IR)攝得雲圖照片，同時亦可接收處理後的加強雲圖(Enhanced)照片，對於守視颱風、雷雨及惡劣天氣之追蹤成效卓著。由於此套系統無法對接收下來的雲圖做進一步的影像處理或分析，因此，往往在某些特定情況之下無法確切地掌握住重要的訊息。另者由於GMS系列後來裝置了高解析度數據傳送功能，已使原來為接收低解度雲圖所裝置的EMR-850-II不能滿足現實要求，因此又展開換裝高解度衛星接收系統，於民國79年7月1日正式展開作業。此系統裝備主要接收GMS-4同步衛星及NOAA-10及11號軌道衛星，除可自動接收、處理產生雲圖之外，由於衛星雲圖乃經由可見光及紅外線拍攝而得，其清晰度可使氣象人員辨認地表上直徑1公里以上之氣象及海洋目標。可見光雲圖明暗度由物體表面反射率之大小而定，反射率愈高，色調愈白，可用來分析雲系之分布及雨區之範圍。紅外線雲圖明暗度由物體輻射強度之大小而定，溫度愈低者，色調愈白，可用來分析雲層高度、大氣溫度分布及氣流走向。因此，可利用GSC METPAK軟體進一步處理衛星觀測資料，例如風場、雲頂高、雲頂溫度、垂直大氣特性反求、彩色或單色影像處理等，對於加強支援各項戰訓演習之天氣預報或守視，以及研究發展極有助益，以下簡述本裝備之硬、軟體之架構與功能。

(一)硬體架構

目前新裝置之衛星接收系統的處理中心是由二台迪吉多公司的Micro VAX-II所組成，透過地區性VAX Cluster網路(Local Area VAX Cluster; LAVC)彼此交談，並配備四個磁碟機、一具磁帶機，圖三為衛星接收系統架構圖，資料接收部分是二組天線與接收機獨立完成，此外對同步衛星接收部分而言，此套系統組合了過去的低解度雲圖接收的功能，使得凡是氣象衛星所傳送之資料，無論高解度或低解度，不管同步衛星或軌道衛星，全部整合在目前的硬體裝備之中。為了能監控接收資料的品質，無論任何一次的接收，均可透過即時顯像系統一觀究竟。影像



圖三：衛星接收系統架構圖

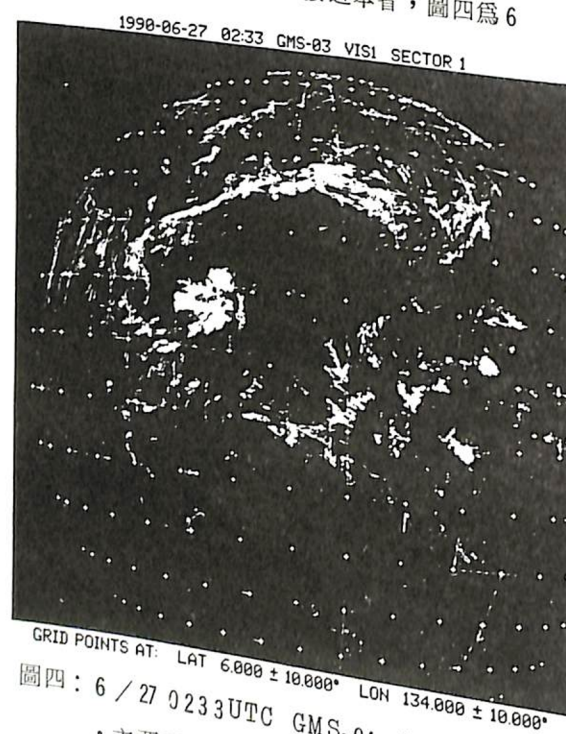
處理是經由一套國際影像處理系統(International Image Processing System; IIS)完成，成品輸出部分，可直接將處理後顯示於螢幕上的影像，經由彩色列表機製作成一般彩色圖或彩色透明膠片，亦可利用照相機製作成一般照片或幻燈片。一般文字輸出則可經由鐳射印表機來執行，部份繪圖功能不僅可顯示於影像處理系統之螢幕上，同時也可以經由繪圖機，鐳射印表機或影像處理系統下的輸出裝置製成成品，另外全系統配有二台鐳射機用來製作高解度與低解度灰度雲圖成品，為滿足部份使用者同時進行多項處理工作，因此使用者可利用通訊專線進入中央處理部分，分享系統資源。簡言之，全系統具備了接收、分析處理、儲存與製作多樣化成果的功能。為了滿足即時提供服務的目的，全系統特別裝置了遙地顯示系統，透過此一裝置，遙地使用者(此處遙地指同一大樓，不同課室)可以立即瞭解最新時間的雲系分佈、演變和發展的情況。

(二)軟體架構

軟體在全系統上可分為作業系統軟體與氣象服務軟體二大部分，作業系統軟體為VAX/VMS 4.7版，掌管了系統資源之管理、偵錯等功能。氣象服務軟體是由METPAK完成，METPAK下又以表單指引的樹狀結構來引導使用者下達他所欲執行的指令，若是熟練的使用者則可直接下指令而勿需透過表單方式下達指令。METPAK又可依其各別的目的分成四大部份，其分別為衛星資料接收控制部分(GRNTCL)、衛星資料處理部分(SATPAK)、一般氣象應用分析繪圖部份(GEMPAK)與雷達資料分析處理部分(RADPAK)。雖然目前RADPAK並未安裝在系統上，然而僅僅針對衛星資料接收，分析處理上而言，此套軟體已在製作預報、守視及成品輸出方面使時間與品質都縮短和提高許多。

(三)實例與成品

自換裝新的衛星接收系統後，在系統測試期間適值六月份歐菲莉(OFELIA)和波西(PERCY)颱風侵襲與接近本省，圖四為6

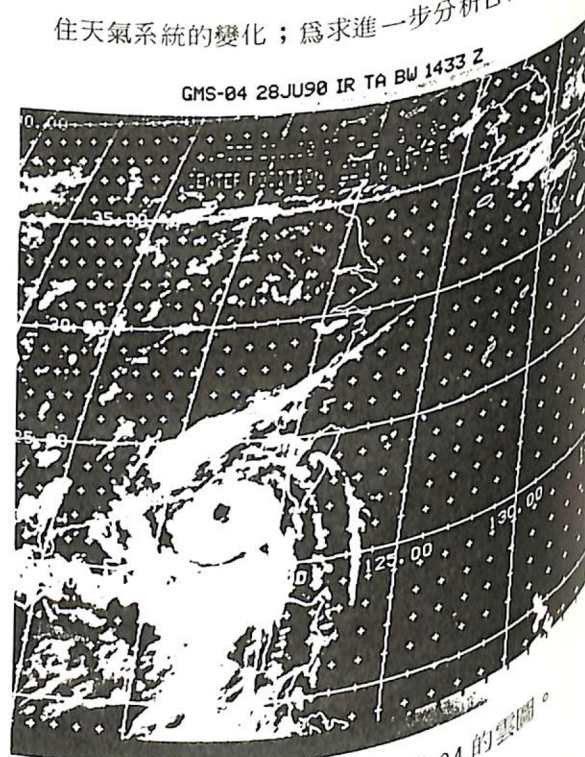


圖四：6/27 0233UTC GMS-04 的可見光雲圖，主要系統為颱風歐菲莉(OFELIA)

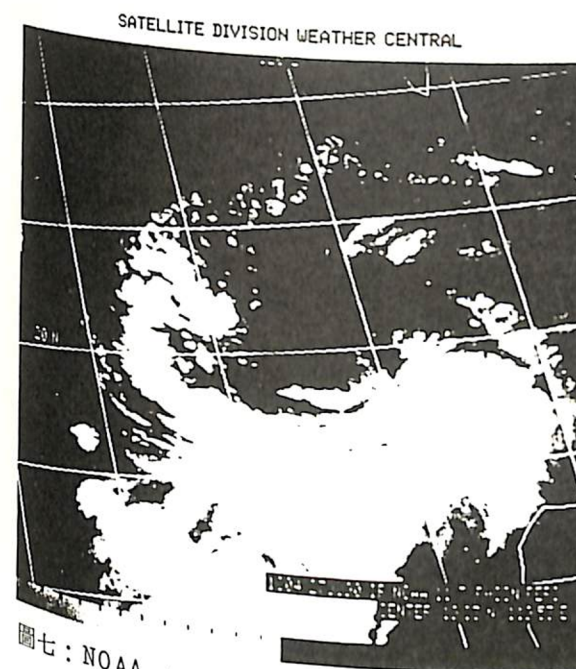


圖五：同圖四時間的紅外線雲圖

月27日0233UTC GMS-04 的可見光雲圖，圖五為同時間的紅外線雲圖，由二張雲圖可知全球雲系分佈情形，主要在菲島附近的波西颱風清晰可見，因此大範圍來說，透過如此表示方式的雲圖，預報人員可以逐時的掌握住天氣系統的變化；為求進一步分析台灣附近



圖六：6/28 1433UTC GMS-04 的雲圖。



圖七：NOAA-11 6/27 1804UTC的衛星雲圖

的天氣系統，作業人員可以台灣為中心，將所接收下來的資料加以處理，圖六則是6月28日1433UTC GMS-04 的雲圖，由此雲圖颱風眼清晰可見，此外透過導航軟體的運用，颱風眼得以正確的讀出經緯度位置。圖七則為NOAA-11，6月27日1804UTC的衛星雲圖，作業人員特別將重心放在審視波西颱風外圍環流、雲牆及颱風眼上，經過影像處理技術，立體及重要特徵躍然圖上，對預報員而言，如此生動真實的景觀對其守視、預警或分析研判上無形中倍增無限信心。

由於全程的守視，颱風中心定位，路徑統計預報的執行和細心的分析研判，對於各地預警之發佈，颱風強度之變化與路徑追蹤，衛星資料無疑提供了最佳的幫助，使得這二次颱風預報守視任務更臻完善。

四、結論

遙測技術的應用已成為未來即時天氣預報不可或缺的工具，無論氣象衛星乃至氣象雷達資料之分析處理和使用，勢必決定性的影響到空軍飛航安全

，生命和財產的確保。空軍氣象聯隊在近年來的多項換裝工程，即是朝此方向努力。筆者深信，若是人員訓練適時配合，加上新換裝之各項儀器裝備，氣象部隊在飛航安全服務上，必然可以更快、更準、更有信心。

參考文獻

1. Rao, P.K; S.J. Holmes; R.K. Anderson; J.S. Winston and P.E. Lehr, 1990: Weather Satellites: Systems, Data, and Environmental Applications. A.M.S., 1990, pp.503.
2. Anderson R.K. 1974: Application of Meteorological Satellite Data in Analysis and Forecasting. pp.402.
3. General Science Corporation 1989: Ground Station Operations and Maintenance Guide (Version 2.0) G.S.C. pp. 320.
4. General Science Corporation 1989: The SATPAK User's Guide (Version 1.0) G.S.C. pp.400.
5. General Science Corporation 1989: The METPAK User's Guide (Version 2.0) G.S.C. pp.340.
6. 中央氣象局，1984：熱帶地區雲系分析研判手冊，中央氣象局，pp. 90。
7. 中央氣象局，1984：中緯度地區雲系分析研判，中央氣象局，pp.132。
8. 徐勝一，1985：新氣象衛星手冊，大中國圖書公司，pp.233。
9. 空軍氣象聯隊，1988：衛星雲圖解說，空軍氣象聯隊，pp.95。
10. Brandli H.W., 1976: Satellite Meteorology, A.W.S. pp.188.
11. W.M.O. 1977: The use of Satellite imagery in Tropical Cyclone analysis, W.M.O. pp.84.

An Intraduction on the Developing and Operation of the Weather Satellite

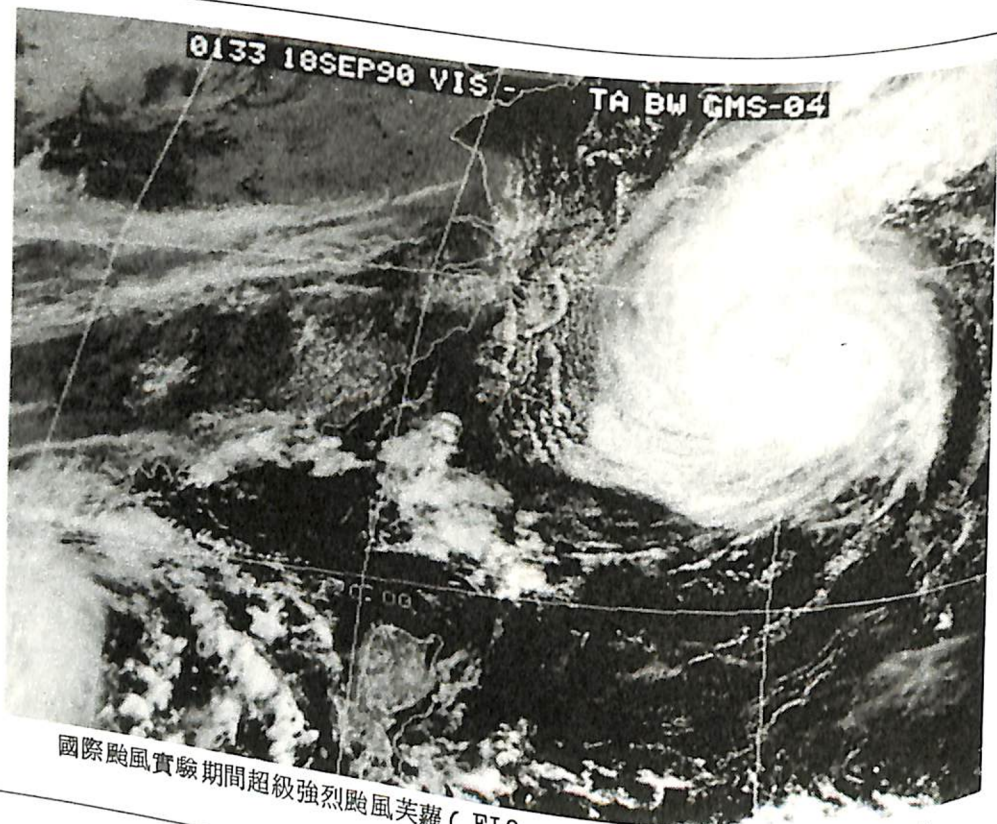
Peter Da-Gang Pan Sam Wen-Chung Ting

WEATHER CENTRAL, WEATHER WING

Abstract

A new Satellite receiving System has been installed and operated since July 1, 1990. This System is Capable of injusting felemetry data both Polar Obital Satellites and Geostationaly Satellite. (NOAA-10; GMS-04). Several illustrations of using this system on the Typhoon (Ofelia and Percy) analyis are discussed.

Also, we briefly describe the history and development of the Meterological Weather Satellites.



國際颱風實驗期間超級強烈颱風芙蘿 (FLO 、145 G 175 KTS) 可見光雲圖