

由NOAA衛星估求台灣附近地區海水溫度

王 光 華

中央氣象局氣象衛星中心

摘 要

衛星遙測海溫是大氣遙測技術中最基本的一項工作，海面溫度遙測有許多方法，本研究採用雙頻道訂正法，濾雲則採用了多頻道濾雲法，不但可以濾雲而且可以進行雲分類，並且大幅提高空間解析度到2公里。日夜濾雲分別採用不同的方法，充分運用AVHRR頻道特性，在大氣修正方面採用統計迴歸雙頻法，使精確度得以提高，目前的海溫與海溫觀測報告誤差約為1度K，隨著作業時間增長，將可達到0.5度K以內。

一、前 言

海溫遙測中最重要的工作是濾雲，一般常用的方法有直方圖法、空間相關法及改良式二閾值法等，各方法有其優缺點，而本研究是採用 SAUDERS (1988)，E.P. McClain等(1990)的多頻道濾雲法，其特色在於可以適用於海洋及陸地空間解析度可達相元(Pixel)平方單位(即 2×2 pixels)，無季節性或區域性限制，適用於全球大部份地區，稱為 CLAVR (clouds from AVHRR)。

CLAVR使用AVHRR 5個頻道 Ch1 ($0.65 \mu\text{m}$) 主要是量測可見光反照率，頻率 2 ($0.85 \mu\text{m}$) 量測近紅外線頻道的輻射量頻道 3 ($3.7 \mu\text{m}$)，頻道 4 ($11 \mu\text{m}$)，頻道 5 ($12 \mu\text{m}$) 都是紅外線頻道量測大氣層底部的熱輻射，因為 $3.7 \mu\text{m}$ 有紅外線及可見光兩部份，頻道 3 在白天會受陽光反射影響，所以必須做反射陽光校正， $3.7 \mu\text{m}$ 則受水汽影響比頻道 4

NOAA 衛星的 AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) 在直下點解析度為1.1公里，比GMS的IR(解析度5公里)解析度好

。衛星分為AM、PM兩個，AM衛星每天約地方時8點、20點通過，PM衛星每天地方時約2點、14點通過上空，所以台灣每天可以接收兩顆作業衛星至少4次。每次信號掃描範圍約1,200公里，由於紅外線及可見光均無法穿透雲層或受雲影響，因此求取海面水溫必需先濾雲。

二、白天濾雲

衛星各頻道資料在完成輻射儀校正、衛星定位、陽光校正、亮度溫度轉換後，以每 2×2 畫素的 Moving window 為單位處理。因為白天有CH1、CH2及CH3受陽光反射影響，所以處理方式與夜晚不同，白天要經過1.反射率檢定(RGCT)，雲的反射率通常大於晴空。2.反射率均勻度檢定(RUT)。4.個畫素內之最大與最小值的差異是否過大。3.反射率比檢定(RRCT)依據Saunders & Kriebel(1988)，CH2與CH1的比值，若小於0.75是海上晴空區，在0.9與1.1之間表示有雲。4.頻道3反射率檢定(C3AT)，將頻道3的反射率及輻

射量分別出來 (Gesell, 1989) , 特別有利於雪的判別。5. 熱輻射均勻度檢定 (TUT) , 太大表示有雪。6. 卷雲偵測 (FMFT) 將頻道 4 減去頻道 5 的結果與頻道 4 有 2 次的線性相關, 依此函數可以濾除卷雲 (Parol 1990)。7. 熱輻射檢定 (TGCT) , 直接由頻道 4 的亮度溫度來決定。通過以上七項檢定的資料位置可以定為晴空, 其頻道 4、5 所代表的亮度溫度可以做為海溫之估計, 各項檢定的閾值如下:

表一 白天雲檢測閾值

TEST	陸 頻道	上 閾 值	海 頻道	上 閾 值
RGCT	1	> 44%	2	> 20%
RUT	1	> 9%	2	> 0.3%
RRCT	2/1	0.9 < R < 1.1	2/1	0.9 < R < 1.1
C3AT	3	> 3%	3	> 3%
TUT	4	> 3K	4	> 0.5K
FMFT	4.5	> fcn T4	4.5	> fcn T4
TGCT	4	< 250K (隨季節變化)	4	< 270K

三、夜間濾雲

資料先期處理與白天相同, 在濾雲上則比較簡化, 因為沒有頻道 1、2, 濾雲步驟為 1. 熱輻射檢定 (TGCT) , 看頻道 4 亮度溫度是否過小。2. 熱輻射均勻檢定 (TUT) , 查頻道 4 亮度溫度差值。3. 低層雲測試 (ULST) , 以頻道 3 減去頻道五。4. 卷雲測試 (FMFT)。5. 卷雲測試 (CIRT) , (CH3 - CH5) / CH5 的值與 CH4 呈二元線性關係。通過上述 5 步驟者定為晴空區, 以估算海溫。

表 2 夜間夜檢定之閾值

TEST	陸 頻道	上 閾 值	海 頻道	上 閾 值
TGCT	4	< 240K	4	< 269K
TUT	4	> 3K	4	> 0.5K
ULST	3.5	< fcn T4	3.5	< fcn T4
FMFT	4.5	> fcn T4	4.5	> fcn T4
CIRT	3.5	> fcn T4	3.5	> fcn T4

四、海溫估算

在各畫素定出海洋與陸地之區別後, 即以有雲及無雲比例可以估算出雲量, 雲型也可以略知, 但不是本研究主要產品, 每次衛星的亮度溫度值與船舶報告的資料匯集後, 可求得統統迴歸關係為

$$SST = C_1 + C_2 T_4 + C_3 (T_4 - T_5)$$

C_1, C_2, C_3 分別為此線性方程式的係數

五、結果與討論

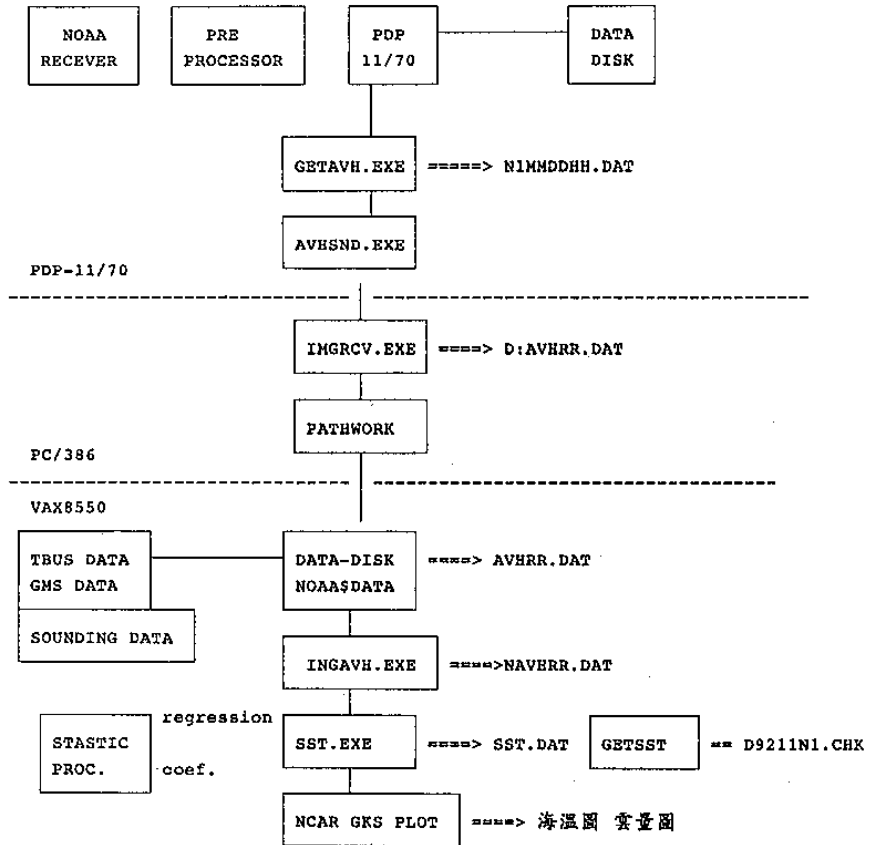
以船舶及海上浮標觀測站的海溫為真值, 對衛星海溫進行誤差分析, 標準偏差約為 1 度, 由於海溫與各頻道亮度溫度有些非線性關係因此已著手改為非線性關係式, 以改善精確度, 目前日本所發佈的海溫報告屬大範圍的, 本研究的海溫由於解析度好, 特別有利於區域性海洋作業用及氣象用。經由 NOAA 衛星求取的海溫比利用 GMS 衛星求取的海溫準確, 所以可以用 NOAA 海溫校正 GMS 海溫, 以得到廣大範圍的海溫。

致 謝

本研究感謝中央大學遙測中心劉振榮教授、陳萬全學長、中央研究院物理所曾忠一老師的指導、協助。

參考文獻

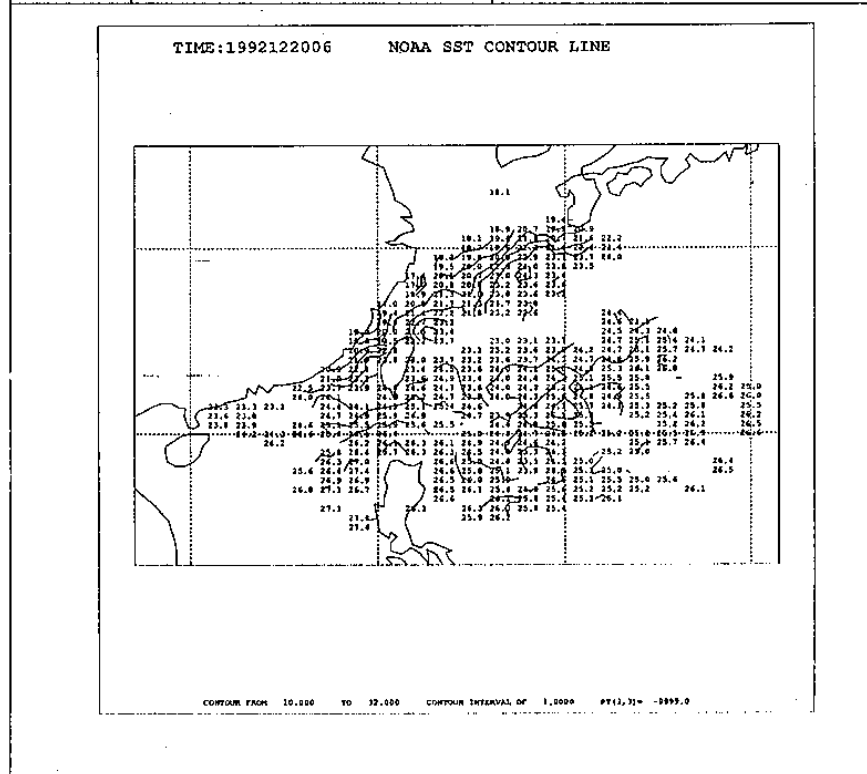
1. F. Parol, J.C. Buriez, G. Brogniez & Y. Fouquart,
Information Content of AVHRR Channel 4 and 5
with Respect to the Effective Radius of Cirrus
Cloud Particles J. Appl. Meteo. Vol 30 Jul
1991 P.973-984.
2. E.P. McClain, C.C. Walton, L.L. Stowe, CLAVR
Cloud/Clear Algorithms and Non-Linear
atmospheric corrections for multi-channel sea
surface temperature, conference on Satellite
meteorology and Oceanography, Sep. 1990. London
England.
3. R. W. SAUNDERS, An improved method for
detecting clear sky and cloudy radiances from
AVHRR data, INT. J. Remote Sensing, 1988 Vol.
9. No 1. 123-150.
4. R. W. SAUNDERS, An automated scheme for the
removal of cloud contamination from AVHRR
radiance over western Europe, Int. J. Remote
Sensing, 1986, Vol.7, No.7, 867-886.
5. G. Gesell, An algorithm for snow and ice
detection using AVHRR data an extension to the
APOLLO Software package, Int. J. Remote Sensing,
1989 Vol, 10, No. 4 and 5, 897-905.
6. 曾忠一，大氣衛星遙測學，渤海堂。



圖一.海溫作業流程圖

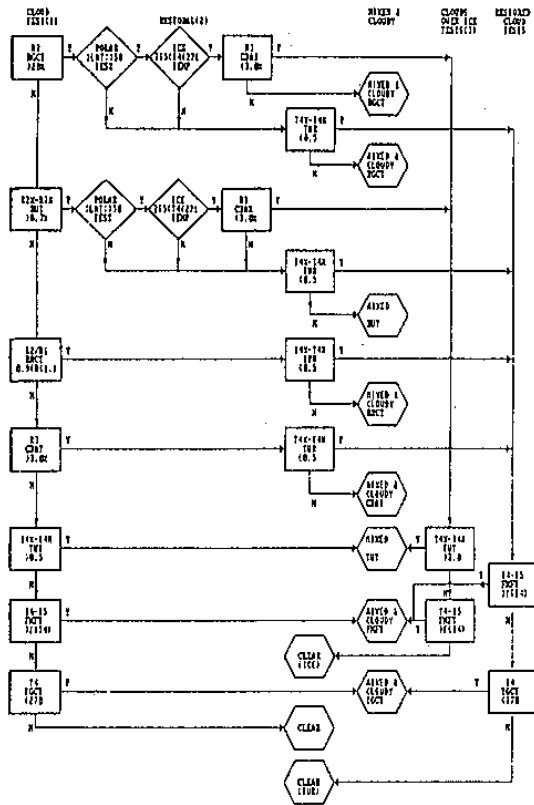
衛星遙測海溫圖

發佈單位	中央氣象局氣象衛星中心	發佈日期	81年12月21日 9時
編號	018	資料時間(L)	12月20日14時
通報地	臺北市公園路64號	電話	(02)371-3181 (EXT:712 703)

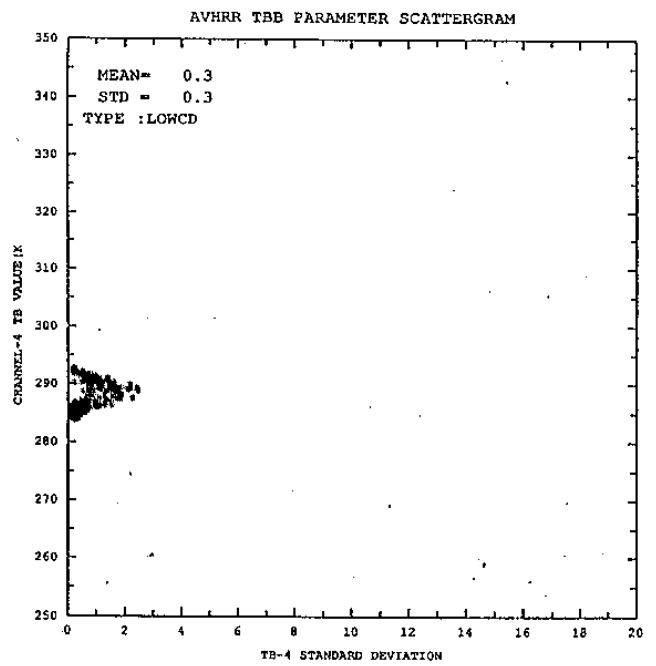


資料範圍：北緯10度到40度 東經110度到145度

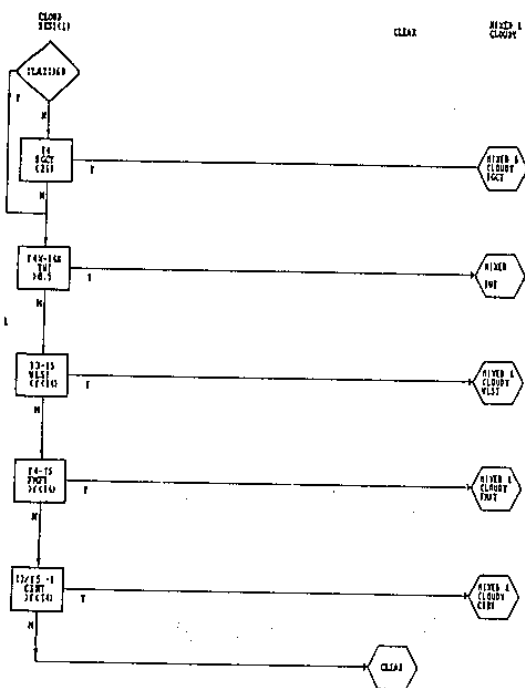
值班員：



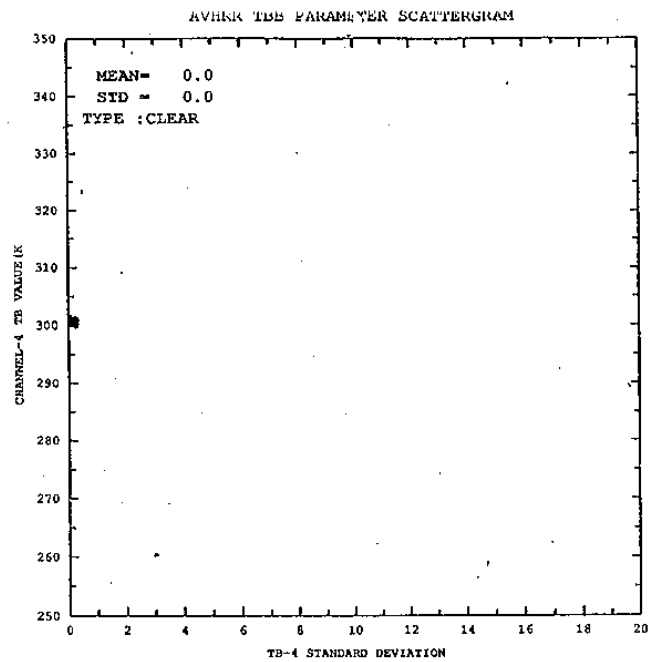
圖三：白天的濾雲流程



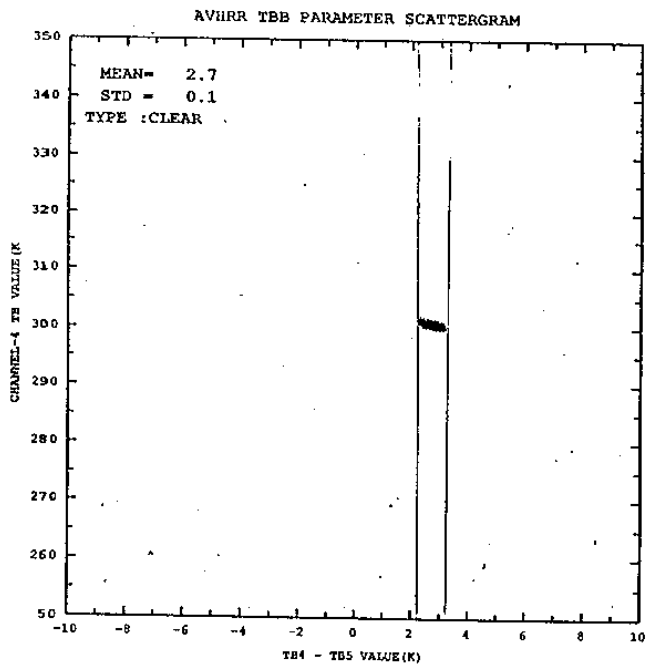
圖五：低雲時的頻道四標準偏差



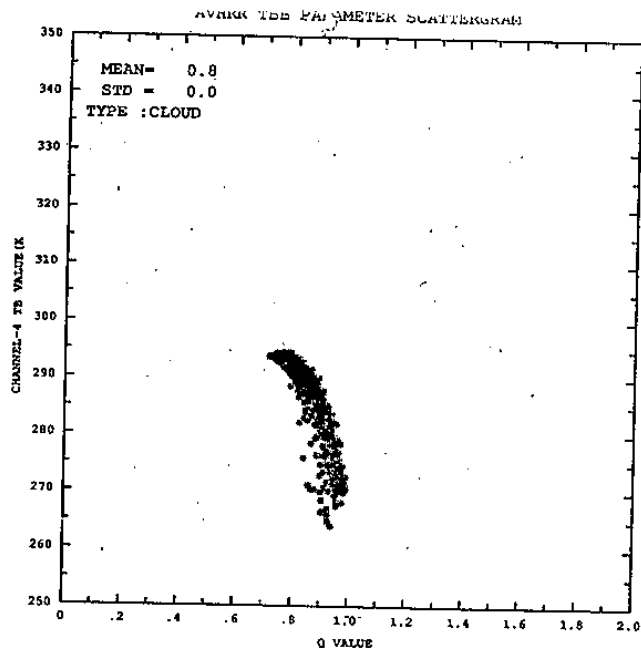
圖四：夜晚的濾雲流程



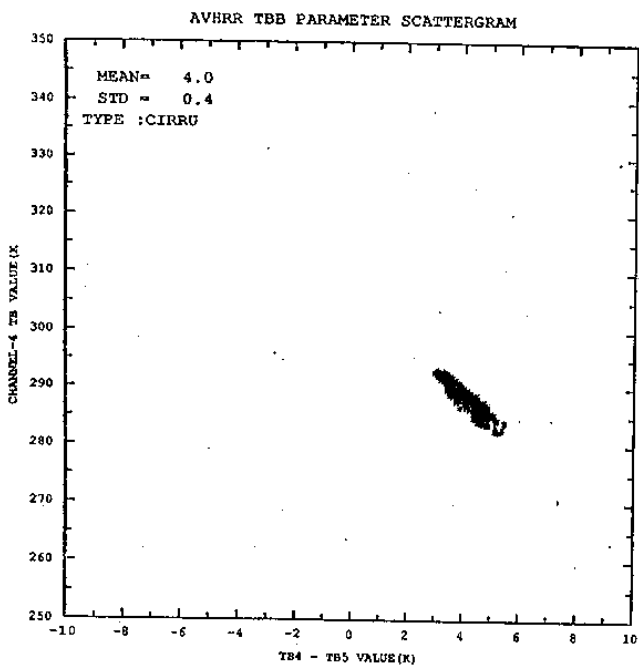
圖六：晴空時的頻道四標準偏差



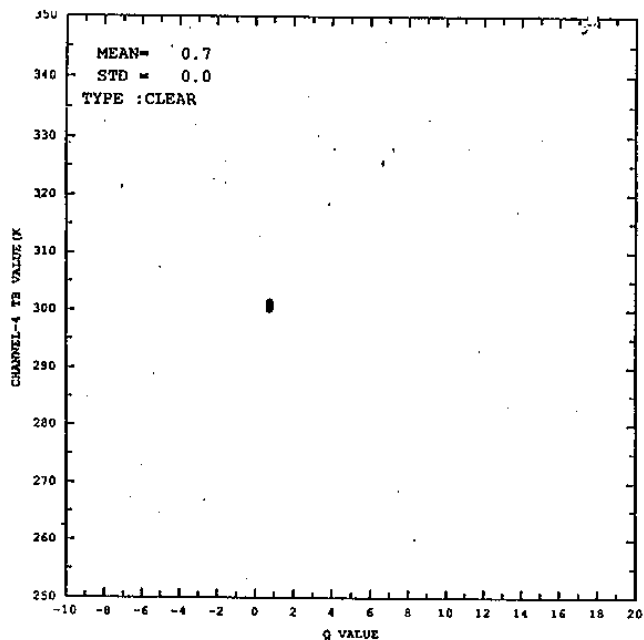
圖七：晴空時的頻道四減頻道五DTB



圖九：有雲時的Q值



圖八：卷雲時的頻道四減頻道五DTB



圖十：晴空時的Q值