

# 太空氣象介紹

章鳳林

——美空軍太陽觀測及預報——

Space weather

## 一、前言

本文簡述美空軍氣象部隊太空支援任務之一——太陽觀測及預報網 (SOFNET = Solar Observing and Forecasting Network) 作業概況及其重要性。

目的有二：(一)太陽觀測及預報為太空支援之一。由於空軍活動的範圍，已從地球表面進入太空，太空中一切情況的瞭解，其需要也隨着發生。所以美空軍氣象勤務司令部 (AWS)，其中很重要的一個學術研究單位，過去稱之為「學術發展組」 (Scientific Service) 在 5 年前，改稱為「航空太空科學組」 (Aerospace Science)。我們一向認為影響地球大氣活動的主要原因是太陽，尤其是在對流層裡面的一切大氣變化，主要是受到太陽能量變化的影響。但是在離開地面 50 公里以上，大氣變化的主要原因，可說完全是由太陽所控制。因此要瞭解太空中氣象的變化，主要依靠太陽觀測，進而提供預報。

(二)介紹氣象新發展乃 AWS 努力方向之一。目前氣象部隊努力的方向有三：電子化、機械化、太空化就是氣象裝備要走上電子化，自動化；氣象資料處理要走上機械化，觀測工具要走上太空化。在「太空化」方面，我們氣象部隊現在已有氣象衛星圖片的接收，是為太空的觀測工具之一。現在介紹太陽觀測，觀測的對象就是太陽。太陽觀測在美國也是最近軍方開始大力發展的事，可說是氣象上的新興事業，尤其是太陽預報，才實施了四年。記得六年以前，當我們訪問 AWS 時，他們給我們作的專題報告，就是有關太陽預報的問題。今年三月間，我們在夏威夷訪問美空軍第一氣象聯隊，承他們安排，在 3 月 25 日，去訪問屬於美第四氣象聯隊第七氣象分隊第四工作站的夏威夷 PALEHUA 太陽觀測站，負責人白金漢少校 (Jack L. Buckingham) (圖 1)，非常熱心，雖然那天他身體不適，傷風流鼻涕，仍舊駕車接我們到他新成立的觀測台去參

觀，詳細講解，還贈送圖片及資料，使我們對它發生了濃厚的興趣。目前我軍雖然還沒有實施太陽觀測及預報工作，但是瞭解它的發展情形，相信一定可以作為未來發展的借鏡。

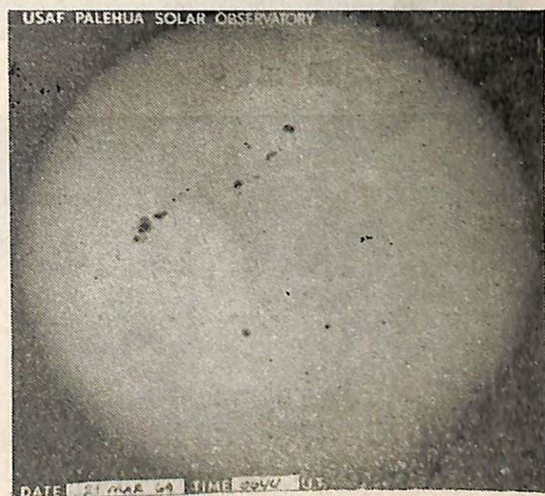


圖1：白金漢少校（坐者）正翻閱太陽觀測圖片。

## 二、美空軍太陽及預報作業概況

(一)觀測內容——太陽焰 (Solar Flares)

太陽本體本為一團火球，永遠不息的發射着光芒，就像是一堆燃燒中的紙屑，有時其中有如被扔進一小團廢紙，會發出一股熊熊而強烈的火焰，太陽表面，如果有火焰爆發時，也會突然發出強烈

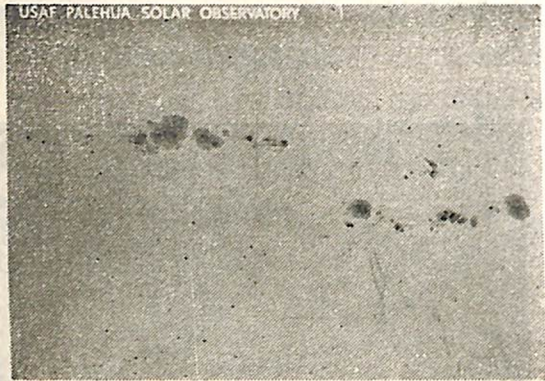


太陽焰觀測圖（分三圖 為太陽焰 A.B.C 景之逐步放大 本圖為圖二 A）



的白光，時間很短，這就是所謂太陽焰（Solar Flares）（圖2）

太陽焰與地球上的光電現象，有着很密切的關係。紀元前45年，我國漢元帝永光元年，就已經有系統的太陽觀測網，當時是透過霧，霾，煙等，用肉眼觀測，一直維持到明愍帝崇禎十一年（1638年）（均有正式歷史記載。美國在1959年9月1日，第



圖二 B



圖二 C



圖3 最大的太陽黑子 洛杉磯觀測站於1968年1月31日所攝，箭頭以指為該年最大黑子，其面積有地球的14倍，美國的900倍

一次有正式太陽焰觀測紀錄。當當觀測者兩人中的一位，加林頓（R.C. Carrington），曾發現在數小時之後，地球上發生了很強烈的磁暴和北極光。現在已可證明，太陽焰與地球上的光電現象之密切關係。當太陽黑子（圖3）最高的週期之後的第二年，南極光和北極光發生也是最多（圖4）

太陽表面活動情況，以程度分，可以分為三類：第一類「靜止太陽」（Quiet Sun），太陽表面

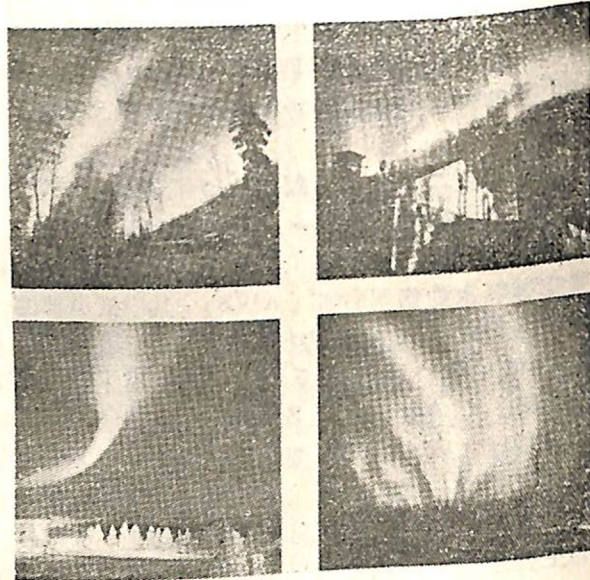


圖4：北極光 北極光直昇地面上空50至600哩對通信的干擾直接影響軍事行動。圖為阿拉斯加州立大學地球物理系Hessler於1968年春所攝。

活動情況很少或者沒有活動；第二類：「部分的緩慢變動」（Slowly varying components），這類情況與太陽黑子活動的週期完全相合；第三類「爆發」（bursts），其強度較之「靜止」類可大上千萬倍。

太陽依其面積大小分為零至4級。零級太陽最小，但其區域範圍比地球還大，時間約數分鐘。4級太陽，是最大的一種，持續時間可達數小時，非常發生。

太陽發生的原因，是由於太陽活動中心和強烈的磁場相會合，發生很大的能量，突然爆發出來。一次爆發發射出來的能量，相當於100萬個到1萬萬個百萬噸炸彈的能量。這聽起來好像是天文數字，但是和太陽所發射出來的總能量比數，所佔比例還是很小。

太陽爆發時發射出來的輻射：

1. 電磁波：其波長包括光波和無線電波。波長擴大，涵蓋面積很廣，使地球上的臭氧層發生變化，使高頻率的通信發生干擾，有時通信中斷。並導致地磁暴。

2. 微粒子輻射：低能量的微粒子輻射，可以形成「太陽風」（Solar Wind），這種微粒子，約需數天，才從太陽飄到地球表面。相反的，電磁波以光速進行，8分鐘就到達地球表面。強烈的太陽爆發所發出來的微粒子，由於加速度的關係，降速可達光速的1/3，在如此情況下，當觀測到太陽發生爆發後的15分鐘，微塵即到達地球表面。高能量的微粒子，可造成輻射損害，也干擾臭氧層，妨礙通信。

太陽爆發由於輻射的關係，使地球上空的空氣由熱而膨脹，也就是使較重的空氣向外擴張，使地球上50-70哩高度的空氣密度增大至15%。

（一）歷史回顧

1940年代，美軍AWS的研究發展工作，由美空軍創橋研究院所擔任。該院中的哈佛大學和麻省理工學院的科學家們，仍舊鑽研於「太空氣象」（Space Weather）以外的「旁務」如地球物理學及電子學等等。但是很快的就發現僅祇研究地球表面的氣象科學，已不能適應美空軍在太空中的發展，他們需要星際的太空氣象。在向太空進軍的第一步，是為1947—1952年，美空軍在新墨西哥州薩克里門多山峯設立了太陽觀測站，觀測太空資料，以作研究及未來實際的應用。

美AWS在1950年代晚期，正在向「傳統氣象」大踏步邁進的時候，有件事使他們發覺有對「太空氣象」加以努力的必要1957—1958的國際地球物理年（IGY）及1957年10月俄國人發射了斯波脫尼克衛星（Sputnik）。為了適應時代的需要，1960年美AWS的任務重新修訂為：「在美空軍參謀長的領導下，對空軍作地球物理（geophysics）及太空物理（astrophysics）的支援。」

在1962年10月，美空軍為了達成上項任務，設置了一個委員會，規定由AWS，劍橋研究院，電子系統研究所，太空系統研究所的副主任官們所組成。用以設計AWS的太陽觀測及預報網計劃，它們所建議的觀測及預報網計劃正式由美空軍部所批准。

計劃中的太陽預報中心（solar Forecast center）設立在科羅拉多州的Colorado Springs，其原因是便於兩大顧客的使用方便：北美防空司令部（NORAD）及太空防空司令部（Aerospace Defense Command）。美AWS的太陽試辦工作於1964年正式移交給設在Ent基地的第四氣象聯隊辦理。1965年四月，在第四聯隊部正式成立了一個包括四位軍官的獨立參謀組織，稱為「太陽預報組」（Solar Forecast Facility）。

（二）作業概況：

1. 太陽守視（SOL WATCH）

現在美第四氣象聯隊的第七氣象分隊，已經組成了一個全球性的太陽守視網，其分佈及製備如下：

| 單      | 位 | 裝          | 備 | 駐 | 地                     |
|--------|---|------------|---|---|-----------------------|
| O L 1  |   | 光學儀器       |   |   | 新墨西哥州 Sacramento Peak |
| O L 2  |   | 無線電        |   |   | 麻州 Sagamore Hill      |
| O L 3  |   | 光學儀器       |   |   | 夏威夷州 Palehua          |
| O L 4  |   | 光學及無線電     |   |   | 希臘雅典                  |
| O L 5  |   | 光學及無線電     |   |   | 菲律賓馬尼拉                |
| O L 6  |   | 光學及無線電     |   |   | 加州洛杉磯                 |
| O L 7  |   | 光學儀器       |   |   | 波多黎各 Ramey            |
| O L 9  |   | 光學儀器       |   |   | 伊朗德黑蘭                 |
| O L 10 |   | （預報中心，無裝備） |   |   | 科羅拉多州 Ent基地           |



每站工作人員僅4-5人，每天舉行觀測，自日出至日落為止，每10分鐘一次，所用裝備（目視者）為Razdow太陽望遠鏡，（附圖5.6）每套美金21,000元，裝有照相機，隨時可拍攝照片。所得觀測資料經研判（附圖7）後，按一定格式編成電碼，使用無線電印字機拍發至預報中心。如遇有情況緊急時，則使用專線電話，全球各地重要單位均可通話，二秒鐘即可接通。這項工作，稱之為太陽守視（Solwatch），等於氣象守視（METWATCH）一

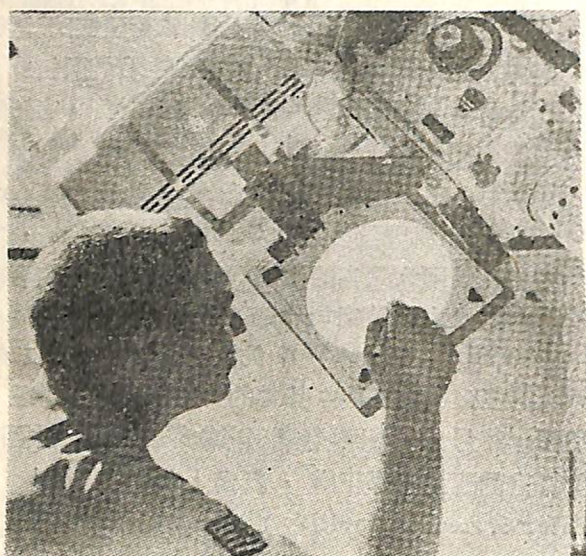


圖5：太陽光學觀測儀Razdow望遠鏡，每具美金21,000元。右為調整35mm照相機，左為調整跟隨太陽轉動的望遠鏡頭。

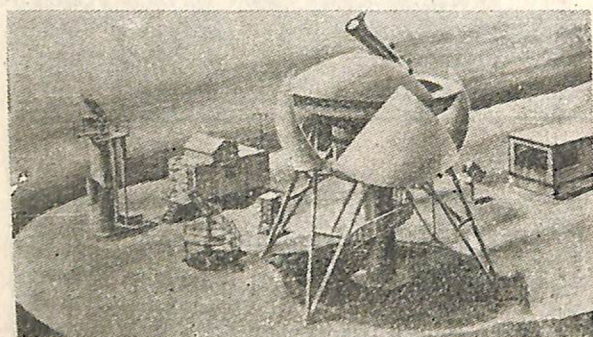


圖6：未來的太陽觀測儀——即將設於加州洛杉磯的新裝備，用以作太陽守視。圖左方小方盒形為新式望遠鏡。

其目的在隨時觀測太陽的活動，以供預報中心作分析研判之用。

## 2. 預報及警報發佈

每日固定發佈太陽預報4次，供應全球軍民58個單位，每週發佈長期預報一次，遇有需要，隨時

發佈警報。此項工作，主要為太空活動，重大軍事行動的依據。

太陽預報中心，同時與環境科學總署（ESSA）駐在科羅拉多州Boulde的太空亂流預報中心（Space Disturbance Forecast Center）駐在加州Sunnyvale的衛星管制站（Satellite control Facility）以及太空航空總署（NASA）戈達太空飛行中心（Goddard Space Flight center）等單位密切合作，交換太陽觀測資料。



圖7：研判資料——透過「白光」（White light）望遠鏡描繪太陽黑子大小，以作研判。

## 觀測站位置的選擇

一個太陽觀測站位置的決定主依據：

(1)地理環境的是否適當，全年所受到雲雨等的影響（無線電觀測儀雖可透過雲層觀測，但在暴雨時無法接收信號，強風的天線必需收起以便防風）最少。視界廣闊。

(2)後勤設施良好，有充分的水電設施，基地週圍無安全顧慮，道路情況良好，交近方便。使設置費用減少至最低限度。通信情況良好。

## 三、太陽觀測的重要性

### (一)國家安全，人類禍福

現在世界各國，都在作軍事偵察的活動，以便隨時發現敵方有所行動的徵候時，加以報復。美國在這方面的工作，自然也不落人後。但是，為了要判斷空氣中核塵數量的增加，是人為的因素，或者是由於太陽活動加強的關係，必需要具有完整而良好的太陽守視網，隨時提供準確而迅捷的資料，以供研判。如果沒有這種資料作依據，輕易地發動核

（下接第12頁）