

# 論 太 陽 大 氣

魏元恒

## The Solar Atmosphere

Yuan-Heng Wei

A description and discussion of the general characteristics of the Sun and its atmosphere are given in this paper. Especially to the isolated temporary phenomena, such as sunspots, Faculae, Flares, plages, within the solar atmosphere which are important to influence the space environment and the earth are discussed in some of details.

太陽在宇宙間，為無數恒星之一，言來似無足重輕；但在太陽系內，則為各行星之主宰，其一切性質及變化，均影須於各行星，尤其對吾人之地球。在人類向太空發展之時代，太空航行，所受太陽各種輻射能之影響尤大。為瞭解太空諸問題，對太陽特性之認識，自甚需要；例如今年及明年（民國五十三及五十四年），為國際太陽活動靜止年之觀測，以及七年前（民國四十六至四十七年），當太陽活動最激烈時，國際地球物理學年之觀測，均係在太陽活動最低潮時與最高潮時，國際上特別對太陽，所舉行之觀測研究。

太陽純為氣體狀態，直徑一百四十萬公里，質量為地球三十餘萬倍，其每秒鐘放出之能量，相當於太陽內，四百萬噸物質，在一秒鐘內，經熱核子反應，所產生之能量。太陽此種能量之放射，係為電磁波輻射；依據普蘭克斯 (Planks) 定律，在分光研究下，太陽表面溫度為  $5,900^{\circ}\text{K}$ 。

### 一、太陽大氣之分層

太陽之主體，係不透明，目視可見其顯明輪廓，名為「光層」或「光球」(Photosphere)，太陽之光及熱，均發自光層。在光層之上為「色層」(Chromosphere)，高出光層約一萬公里，係屬稀薄透明之氣體，「光針」(Spicules) 由此層射出。在色層之上為「日冕」(Corona)，亦係透明，但是不規則而極稀薄之瀰漫狀，高可達日球直徑之數倍，溫度亦甚高。「色層」及「日冕」僅在分光鏡中可見，兩者均放射無線電波，其週率為每秒十五兆週至三萬兆週 (mc)。

「光層」，「色層」及「日冕」三者，構成太陽之大氣層，此三者經觀測研究，得知其化學成分均相同，可能與日球核心之成分，稍有差異。太陽上此三種大氣層為永恒現象。

### 二、太陽活動 (Solar activity)

在太陽大氣中，有時出現各種特殊及暫時之現象，類似地球大氣中之雲、雷雨、龍捲風者，特稱之為「太陽活動」。此種活動，包括太陽大氣中，各層出現之特殊現象；諸如出現於光層者，有「太陽黑子」及「光斑」(Faculae)；出現於色層者，有「閃焰」(Flares)，「黑紋」(Plages) 及「光針」(Spicules)；出現於日冕層者，有「日珥」(Prominence)。出現於色層及日冕兩氣層之特殊現象，有者與太陽爆發出之無線電波相伴隨，且此時其所發射較低週率電波，常超出正常之百千倍。

太陽中之物質，為中性及游離原子，自由電子，及微小極堅硬分子。由於太陽之高溫，即甚堅硬物質，亦均汽化；更由於極大衝擊作用，分子亦多變為原子。

太陽射出之總能量，大致甚少變化；經阿伯特氏 (Abbot) 多年之研究，確定可能有百分之一至二之變化。惟由於觀測太陽輻射時，須受地球大氣吸收之影響，僅能以統計法，或以行星與恒星光度比較法，求得其變化，其結果並不完全精確；惟就天文學上言，太陽實係一變星也。

### 三、太陽活躍區 (Solar active regions)

太陽輻射總能量，變化固甚微；但太陽確有其他方面之變化，引起紫外線及原子放射等，因而影響地球甚巨。此種變化中，最重要者，為太陽上「活躍區」之生長與消失。所謂太陽活躍區，係指太陽面，千百分之一的面積上（實際直徑約10萬公里），發生特種變化之活動。此種活動，深具特殊意義，為科學家多年來，悉心研究者。此種活躍區，本身甚為重要，以下概述其要點。

太陽活躍區，最顯著者，爲其所發生之光學現象及電波現象。活躍區可分爲噴出 (Eruptive) 及均衡 (Equable) 兩種。所謂均衡者，即在活躍區內，此現象存在時間，比較持久，可隨太陽自轉數週 (太陽自轉一週，爲27日)，同能並能引起數千高斯 (Gauss) 之強烈磁場變動。太陽黑子、光斑、黑紋等，爲此種活躍區所具有之現象。

另一種則爲「噴出活躍區」，即在此區內，此種特殊現象，存在時間短促，但又特殊強烈，常出現「閃焰」及各種形狀之「日珥」(或稱太陽紅焰)。

此兩種活躍區，均能導致地球上，發生各種擾動，如「磁暴」及「極光」等；此爲來自太陽之「原子雨」(Corpuscular shower) 所致者。惟地球上所受影響，須依其對太陽面上，活躍區之位置而定，並非依活躍區有否爆發現象。活躍區之原子放射，可能係呈光柱形，有顯著之界限範圍；當其經過日面時，地球上有時不受何影響，此或由於無放射物射出，亦或由於其放射方向，未正對地球之故。

由太陽紫外線，導致地球上擾動者，如突然出現於游離層之擾亂，及特殊之磁暴等，多數係與太陽面上，噴出活躍區相關連，並主要由於閃焰所致。此種相關連，係一地面擾動，與一特別閃焰，直接相關；但亦有甚多閃焰，對地球毫無影響者。

#### 四、太陽活躍區之成因

太陽磁場，易於在分光中，直接測量。太陽磁場，大多甚弱，一般在一「高斯」(Gauss) 磁單位以下；但有時在太陽面上，某一獨立小面積，其磁場特強，可達數千高斯。此種小面積，無疑即爲活躍區；但其爲何具有此強大磁場，解說甚多。惟吾人須知，活躍區之存在，起因於磁場，亦爲磁場即活躍區；吾人所測得，太陽各種活動現象，均由其所誘起者。就現代磁動力學之研究，得知一強力磁場，對物質運動，有絕大影響，對導體介質，則產生壓力擾動，如太陽大氣然。

關於太陽活躍區內，磁場觀測記錄不多；最可貴者，爲美國維爾遜 (Wilson) 天文臺，所保有35年來，太陽上每一黑子之磁性記錄；經貝爾 (Bell) 氏予以統計分析，求得太陽黑子磁性，與活躍區之閃焰，發生相互間之關連，此結果甚爲科學家所重視。貝爾氏並發現，太陽黑子俱有高度不規則及複雜性質，大量正負分力並列，簡單之單極性，或雙極性磁場，趨向於產生閃焰，而非黑子。由此可知，均衡活躍區

與噴出活躍區之分別，主要係於磁場偏極性之程度；因此由磁場之觀察，可預知活躍區之性質也。

#### 五、太陽黑子

爲吾人所習知者。黑子出現，有時爲單個，但多係成群。黑子成群時，其長軸常在太陽轉動之方向；成對黑子，常包括一先行黑子，及一隨後黑子。此成對之二黑子，具有相反之磁極；如先行之黑子在北半球，具有正極，則在南半球者，將具負極。黑子之極性，似隨每11年之週期而變化。由此可知，真正之黑子週期，可能爲11年之2倍，即爲22年，除此之外，似有一更長之100年週期。多年來有一趨勢，即每次黑子最多時，常較其上次最多時之體積爲大。

太陽黑子，較其周圍日面爲暗，此乃由於溫度較低之故；其冷却之力學原因，現尚不明，惟有一較可能之解釋，係基於磁場之理。太陽黑子，經常出現於磁力場最強之區，此處日面正常之對流，因太陽內部流質，上下交換受阻遏而趨遲滯。此種對流爲太陽內部與表面熱能之交換，某區一旦對流停滯，自然趨於冷却，而變爲較暗之太陽黑子。

#### 六、光斑與黑紋

太陽光斑，常在黑子之先出現，或與其同時出現，亦可在普通光線下觀測，但不如黑子顯著，且多在近太陽邊緣處，方易看出。光斑係圍繞黑子比較光亮之部份，過去不爲科學家所注意，但因其與黑紋相關密切，可能其出現，多在黑紋最密集處，且係處於太陽大氣比較下層。

黑紋 (Plage) 非普通光線所可見者。在分光帶內，對氫氣線，吸收最強。黑紋係出現於「光層」之上，伸入「色層」內並不太高，僅在太陽邊緣處，方可鑑別。

#### 七、太陽閃焰 (Solar flares)

爲太陽活動現象中，最爲猛烈者；普通係隨噴射活躍區內，其他現象相偕出現。由太陽所引起，地球上電離層之突然擾動，及地球上之磁暴，均與閃焰同時出現；但持續較久之磁暴及極光，則約延遲一日發生。閃焰在分光中可見，在各種無線電頻率中可察覺。

閃焰爲突然之光亮，發自黑子群附近者，其強度約兩倍或三倍於日面之光，持續時間極暫，一般僅數分鐘，亦有只數秒鐘者。閃焰在其最亮時過後，即逐

漸衰退，約半小時即消失。閃焰通常按其大小，分爲四級：1、2、3、3<sup>+</sup>等。1級閃焰最小，其平均持續時間爲15分鐘，在黑子最多期內，每隔數小時，發生1次。3<sup>+</sup>級閃焰之平均壽命爲3小時，平均每年發生1至2次。

與「閃焰」光亮現象，相伴出現者，爲自太陽放射之電波，突然增強；其最強之頻率爲200mc，其次爲3000mc頻率，且亦最爲穩定。首先出現者，爲較高週率，數分鐘後，轉爲較低週率；200mc之太陽電波，係來自高出日面甚多之日冕層，而週率愈低，其來源之高度亦愈高；因此由閃焰所發出之電波，依其隨時間之變化，可推知此擾動，初係開始於可見之日面，繼而向高處傳播，通過日冕層。

閃焰發生後，10至30小時，大量電荷質點，即到達地球，因而地球上，發生地磁暴、電離層擾動及極光，已如上述，此種現象，在地球之向日面與背日面，係同時發生，且可能嚴重阻礙無線電通訊，達數日之久。

產生閃焰之黑子區，可能維持數週或數月，因太陽約每27日自轉一次，此黑子區可轉至太陽背面而不見，繼而再度出現，且此再度出現，則可準確預知者。惟不可預知者，爲產生於太陽之背面，而後轉至正面之閃焰。最近之研究，可根據太陽邊緣背面之閃焰，所發出高頻能量或小量之太陽質子，加以偵測得之。

除上述太陽大氣各種現象外，尚有所謂「太陽風」(Solar wind)，係由太陽，連續放射之低能量質點，爲帶有正負電荷者，可自太陽吹至火星以外，但不能吹達木星。當太陽靜止期，此風約爲460 km/sec，在太陽出現「閃焰」時，則此風顯著增加，有時可達66,700 km/sec，此亦爲在太空航行研究中，頗堪注意之現象。

### 參 考 書

1. Air Force & Space digest, Oct., 1961.
2. Aviation Week, March 4, 1963,
3. Awssa. Review, Jan. 15, 1963.
4. Bulletin of AMS, Feb., 1962.

### 氣象學報訂購辦法

- 一、本學報以促進中國氣象學術之研究爲目的。
- 二、個人如欲訂購，可報請服務之單位，備文證明，連同價款，逕寄本社，或利用各地郵局，將書款存入臺灣郵政第2797號劃撥儲金本所專戶，當按址寄送所需之學報。
- 三、本學報本期暫收成本費新臺幣壹拾元，郵票十足通用。

### 氣象學報徵稿啓事

本學報長期徵收稿件，歡迎各方踴躍惠稿，惟爲配合出版時期起見，惠稿最好於二、五、八、十一等月月中以前寄達，以便及時刊載，而免積壓，敬請惠稿諸先生注意。