

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科
佳作

031725

太陽閃焰活動分析

學校名稱： 臺北市立麗山國民中學

作者：	指導老師：
國二 許驥今	邱琬婷
國二 鄭伯耘	
國二 陳文	
國二 江孟樺	

關 鍵 詞：太陽閃焰、黑子、太陽表面活動

太陽閃焰活動分析

摘要

我們利用隸屬於 NOAA 的 GOES 衛星，在 X 射線波段對太陽閃焰所作的觀測數據，分析了各類型閃焰的數量、總閃焰的數量及閃焰能量的變化，並計算其相關係數。發現閃焰總量與 C 型閃焰最具相關性；但在閃焰能量部分，則與較高能量形式的 M 型閃焰最為相關。進一步比較閃焰與黑子的關係，發現 M 型閃焰與黑子數量的變化最具相關性。

在週期性的分析部分，我們將總閃焰數量、M 型、X 型閃焰數量、閃焰能量及黑子數量的週期性變化分別用高斯函數作曲線擬合，發現 M 型閃焰與黑子數量的週期性變化較趨於一致，最近一次的高峰期分別出現在 2001 年中與 2000 年底，周期約為 9~11 年，由此預測下次太陽表面活動較劇烈的時期約是在 2010 年至 2012 年之間。

閃焰噴發對地球的影響方面，我們分析噴發的閃焰型式對電離層質子流強度的影響，發現噴發的閃焰能量越強，衛星偵測到的質子流強度越大，尤其對 X5 以上的閃焰最為明顯。

壹、研究動機

曾經在國小及國一自然與生活科技的課本中看到太陽系的介紹，但內容並沒有充分的資訊滿足我們的好奇心，反而激起更多的疑惑，於是我們去詢問老師有關太陽閃焰及黑子的一些資料，除了在高中地球科學課本得到較詳盡的解說外，並知道可由網站上得到即時的衛星觀測資料，只是必須做進一步分析，於是一趟充滿刺激與未知的知性之旅就此拉開了序幕。

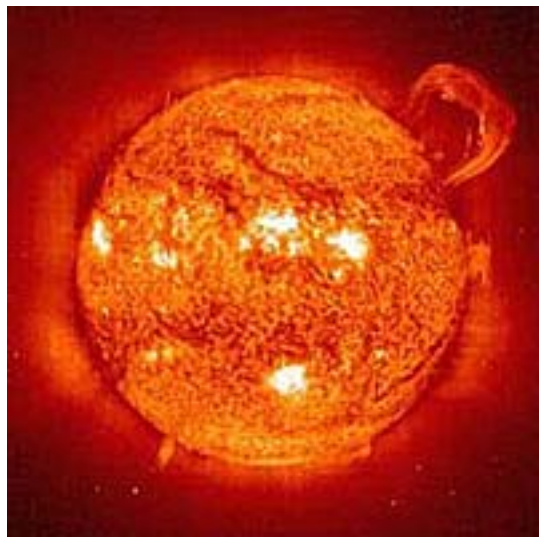
貳、研究目的

利用 1976~2005 年來 NOAA(美國國家海洋大氣總署)的 GOES 衛星紀錄每天不同能量密度的閃焰次數、閃焰能量及從隸屬於比利時皇家天文台的 SIDC 網站下載太陽黑子之資料，統計而成：包含每半年各類型閃焰總量、不同能量密度的閃焰佔閃焰總量的百分比、閃焰能量及黑子數量變化，並做成圖表，比較彼此之間的相關性，並將週期性活動的數據擬合，找出太陽表面閃焰數量、能量及黑子數量極大和極小期出現的年份，算出週期性的變化，並預測

下一次太陽表面活動極大期出現的時間。再來又因為閃焰會對電離層濃度造成影響，所以我們利用了 GOES 衛星偵測到的質子流之資料統計成質子流與閃焰能量形式的長條圖。

參、文獻探討

一、太陽閃焰



(圖一太陽閃焰及日珥噴發)

(一)原理：

太陽閃焰是太陽表面劇烈噴發的現象，和磁場有關。太陽閃焰發生時會帶動了它四周的磁場線與繞著磁場打轉的帶電氣體（電漿）。這些電漿與磁場線被提升得太多時，一部分會被打回太陽表面，就形成明亮的太陽閃焰。也就是太陽四周的磁場嚴重扭曲時，它所儲存的巨額能量會在瞬間內釋放出，而產生閃焰。而閃焰的溫度大約是百萬度。

(二)衛星資料:

GEOS 衛星長期在 X 射線波段監控太陽閃焰的發生，自 1975 下半年起每天偵測各種類型閃焰的發生時間、次數及能量。其中 M 及 X 型閃焰代表太陽閃焰中能量較高的型式，可進一步分析太陽表面活動較劇烈時，較高能量的閃焰出現的比例是否也較高。

(三)X 射線閃焰分類：

科學家為了簡化紀錄的方式，將太陽所輻射出來的 X 射線閃焰能量密度分為五級，分別以 A、B、C、M、X 字母代表，其代表的能量密度分別為：

$$A = 1.0 \times 10^{-8} \text{ (瓦/平方公尺)}$$

$$B = 1.0 \times 10^{-7} \text{ (瓦/平方公尺)}$$

$$C = 1.0 \times 10^{-6} \text{ (瓦/平方公尺)}$$

$$M = 1.0 \times 10^{-5} \text{ (瓦/平方公尺)}$$

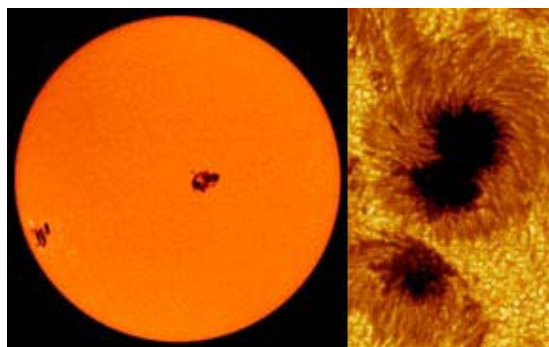
$$X = 1.0 \times 10^{-4} \text{ (瓦/平方公尺)}$$

因此若一個閃焰的強度紀錄為 A3.4 代表的就是強度為 3.4×10^{-8} (瓦/平方公尺) 的 X 射線。

(四) 太陽閃焰對地球的影響：

太陽閃焰對地球會產生很大的影響，它所釋出的 X 射線及紫外光能量以電磁波的速度前進，將影響到短波通訊，進而產生雜音或中斷通訊。太陽閃焰也會影響地球磁場並產生強大的電流，這些強大的電流也會影響地球磁場而產生磁爆。其它的太陽閃焰對地球的影響有對高壓電線產生瞬間超高壓，也對於超音速飛行的飛機、太空船造成輻射線傷害。

二、太陽黑子



(圖二太陽表面黑子的分布)

(一) 原理：

太陽赤道部分的轉速(自轉週期約 25 天)，較南北極部分的轉速(自轉週期約 35 天)快，由於旋轉速度的差異性，造成磁力線的糾結。太陽內部的擾流將此磁力線糾結部分浮出太陽表面而形成所謂的太陽黑子，黑子附近的磁場較周圍平均磁場高，且黑子區域的溫度較周圍來得低，太陽表面的溫度大約是 5800°C ，而黑子的溫度大約是 4500°C ，所以看起來較

暗。

(二)太陽黑子週期：

如取過去世界各地所觀測黑子的平均數目，對年份作圖，可看出太陽黑子有週期性的變化。每一黑子週期長者可達 13.3 年，短的只有 7.3 年，而平均值是 10.8 年，所以現在最常被引用的黑子週期為 11 年。

(三)太陽黑子對地球的影響：

太陽黑子週期對地球地面天氣的影響是由於電磁作用所造成的間接影響。當太陽黑子數目多時，太陽的總發光亮度通常會略微增加一些。另一方面，在以往歷史上黑子數愈多的時期天氣愈熱，反之黑子數愈少的時期，天氣愈冷，且下雨機會愈大。

在太陽黑子極大期時，太陽輻射的高能部分成比例增加，使地球大氣中的臭氧量增加，暖化高層大氣，影響從平流層距離地面 10~18 公里處到地面的風向和風速，使得全球各地氣候型態改變。

三、X 射線

X 射線是一種電磁輻射，在表面溫度約攝氏 5-6 千度的物質才會有可見光的輻射；在溫度百萬度的物體表面就會有 X 射線。X 射線是一種穿透力很強的電磁波，其波長範圍為 0.1~100 埃之間(1A=10⁻⁸ 公分)。

四、數據分析原理：

(一)相關係數 r：

r 的定義：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

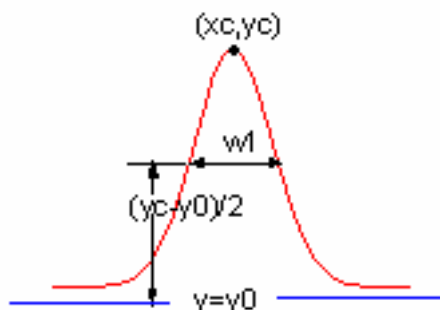
表示兩組樣本之間的相關程度，其值介於-1 與 1 之間，越接近 1 表示兩者間相關性越大。

(二)曲線擬合：

希望能找出一個函數來近似這組數據，並且能估計這個近似的品質及曲線中所需調變參數之誤差，即稱為曲線擬合。

我們利用高斯函數來做曲線擬合，高斯函數公式及其圖型如下：

$$y = y_0 + \frac{A}{w\sqrt{\pi/2}} e^{-2\frac{(x-x_c)^2}{w^2}}$$



利用高斯函數做擬合可找出更精確的週期與極大值。

肆、研究設備與器材

1. 計算機
2. 電腦
3. 電腦程式 Internet Explorer (網路瀏覽器)
4. 電腦程式 Microsoft Word (文書編輯軟體)
5. 電腦程式 Microsoft Excel (數據處理軟體)
6. 電腦程式 Origin (數據處理軟體)

伍、研究方法

- 一、在 NOAA(美國國家海洋大氣總署)GOES 衛星的網站上，下載 1976 年~2005 年每天不同能量密度的閃焰、能量記錄，再利用 Microsoft Excel 的程式來計算每半年閃焰總量、能量、各類型閃焰總量，並繪製成表。
- 二、將之前計算好的半年不同能量密度的閃焰次數，分別計算其所佔的百分比例並繪製成表，
百分比例 = (半年不同能量密度的閃焰次數 ÷ 半年所有類型閃焰總數) × 100%。
- 三、在 SIDC(Solar Influence Data Center)網站上，有詳細的黑子資料，我們下載 1976 年~2005 年間每月黑子數量記錄，再利用 Microsoft Excel 的程式來計算半年總量，並繪製成圖表。

四、將以上表中數據(半年閃焰總量、能量、各類型閃焰百分比、黑子數量)，利用 Microsoft Excel 的程式分別繪製出：閃焰總量每半年變化圖、閃焰半年能量加總變化圖、各類型閃焰每半年總量變化圖、各黑子數量半年變化圖。

五、數據分析：

(一)相關係數的計算：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

利用以上公式，計算兩組數據間的相關係數。我們計算了(a)閃焰總數量與 B、C、M、X 型閃焰之間的關係，(b)閃焰能量與 B、C、M、X 型閃焰之間的關係，(c)閃焰總數量與閃焰能量之間的關係，(d)高能量形式 M、X 型閃焰數量之間的關係，(e)黑子數量與閃焰能量之間的關係，(f)黑子數量與 B、C、M、X 型閃焰數量之間的關係，(g)黑子數量和閃焰總數量之間的關係。

(二)曲線擬合：將閃焰總量每半年變化、閃焰每半年能量變化、M 型閃焰每半年總量變化、X 型閃焰每半年總量變化、黑子數量半年變化，利用數據處理軟體 Origin 程式中，分析項目選單下的高斯函數來做擬合，做成閃焰總量擬合圖、閃焰能量擬合圖、M 型閃焰擬合圖、X 型閃焰擬合圖、黑子數量擬合圖，推測出下次太陽表面活動極大期及極小期出現的年份。

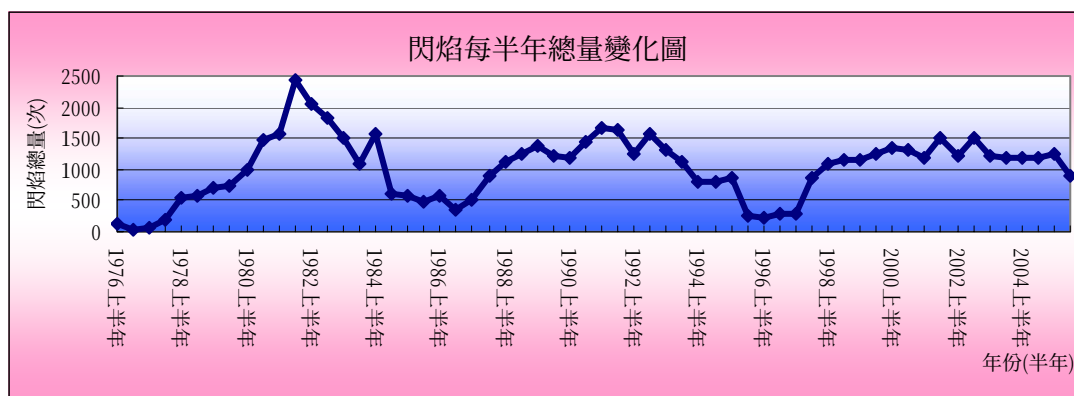
六、運用 GOES 衛星偵測到的質子流資料，將質子流強度在 100 MeV 以上的事件，對照閃焰噴發的強度，用 Microsoft Excel 的程式來做成質子流與閃焰能量形式的長條圖。

陸、研究結果

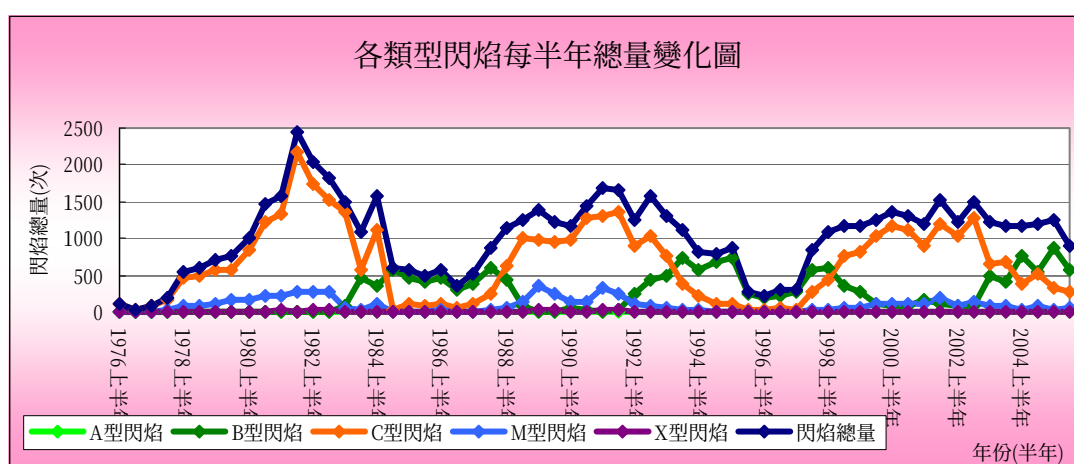
一、閃焰數量之半年變化

詳細數據請參見(附表一 閃焰每半年總量統計)。

(一)「閃焰總量變化」及「各類型閃焰總量變化」



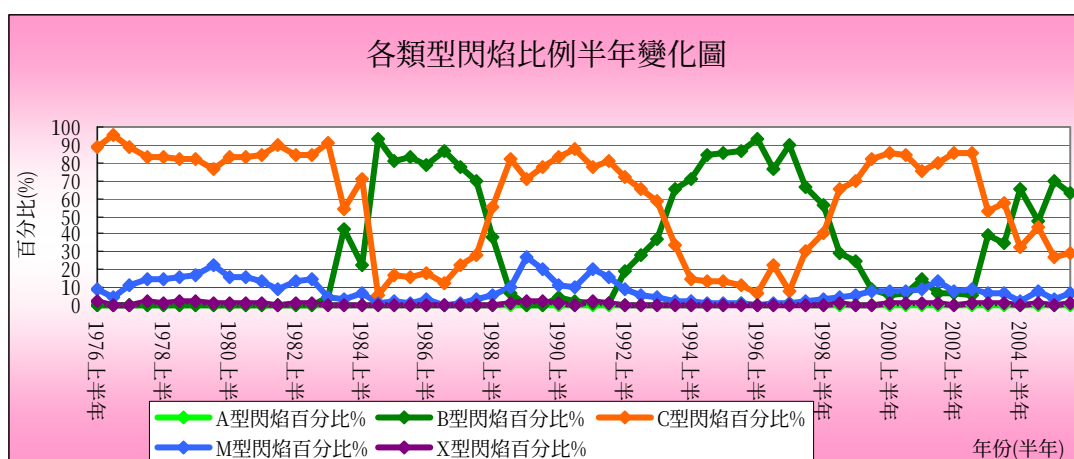
(圖三 閃焰每半年總量變化圖)



(圖四 各類型閃焰每半年總量變化圖)

(二)各類型閃焰比例之變化

數據請見(附表二 各類型閃焰比例半年統計表)



(圖五 各類型閃焰比例半年變化圖)

二、閃焰數量之相關性分析

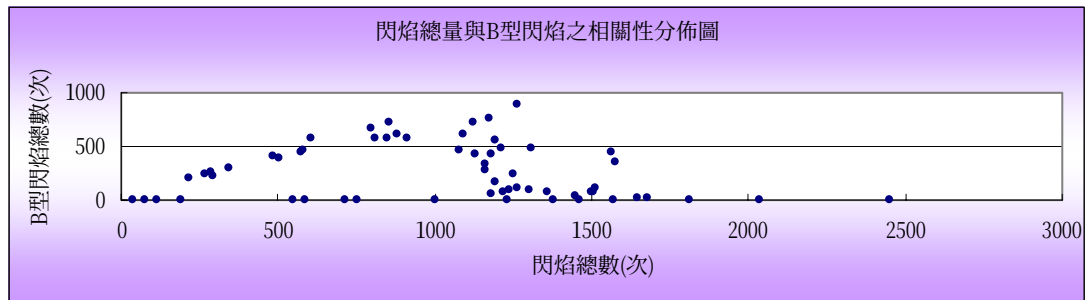
(一) 閃焰總量與 B、C、M、X 型閃焰之相關性：

閃焰總量與 B 型閃焰之相關係數：-0.12。

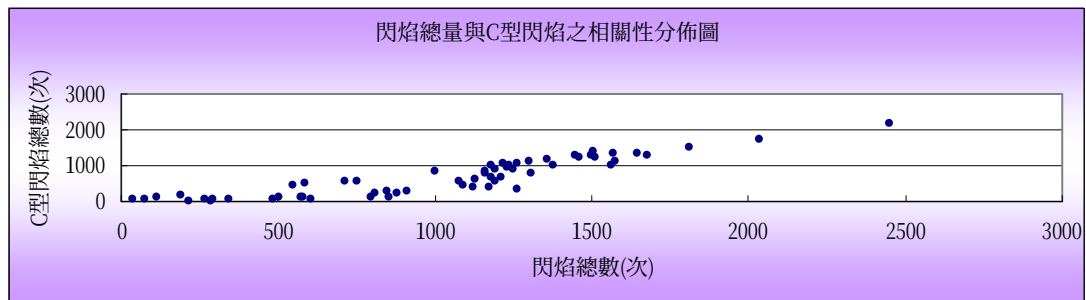
閃焰總量與 C 型閃焰之相關係數：0.91。

閃焰總量與 M 型閃焰之相關係數：0.73。

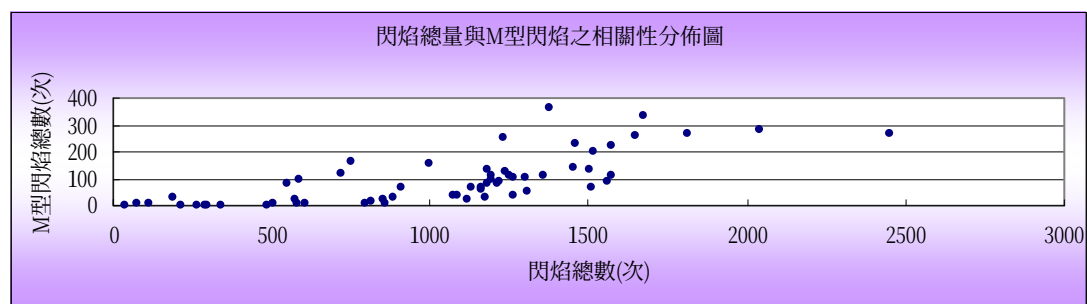
閃焰總量與 X 型閃焰之相關係數：0.56。



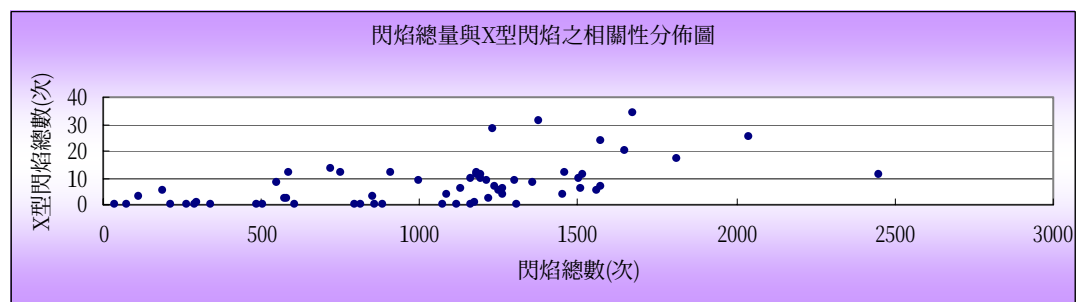
(圖六 閃焰總量與 B 型閃焰次數相關性分布圖)



(圖七 閃焰總量與 C 型閃焰次數相關性分布圖)



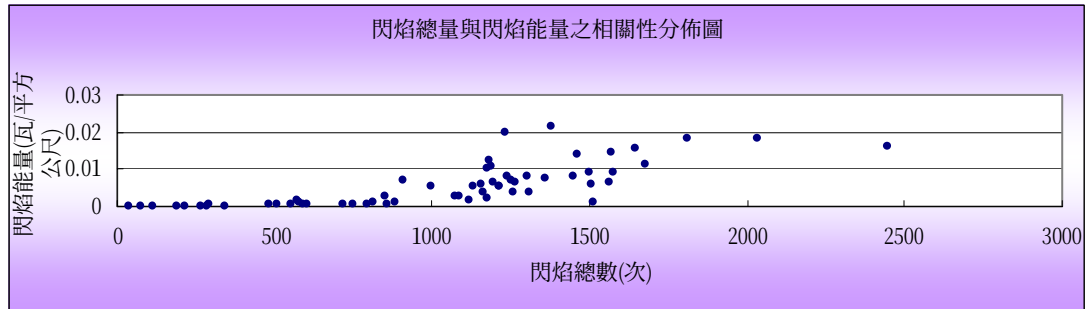
(圖八 閃焰總量與 M 型閃焰次數相關性分布圖)



(圖九 閃焰總量與 X 型閃焰次數相關性分布圖)

(二) 閃焰總量與閃焰能量之相關性

閃焰總量與閃焰能量之相關係數：0.77



(圖十 閃焰能量與閃焰總量相關性分布圖)

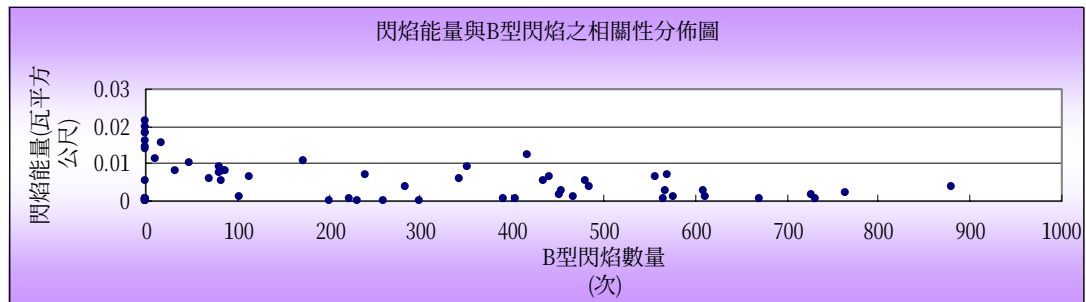
(三) B、C、M、X 型閃焰與閃焰能量之相關性：

閃焰能量與 B 型閃焰次數相關係數：-0.4。

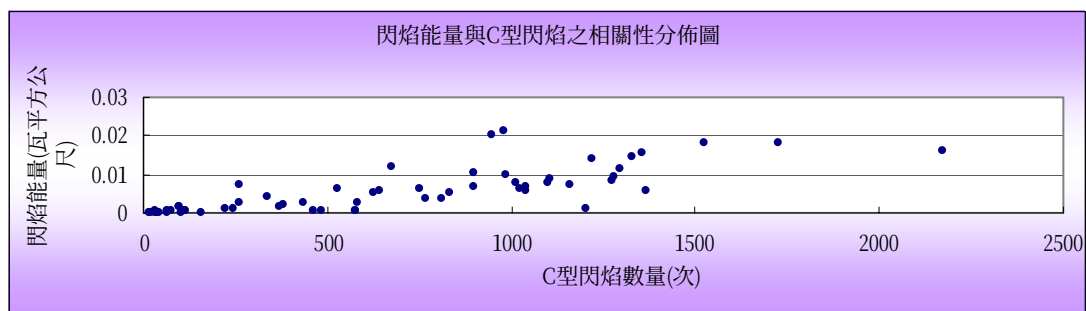
閃焰能量與 C 型閃焰次數相關係數：0.79。

閃焰能量與 M 型閃焰次數相關係數：0.86。

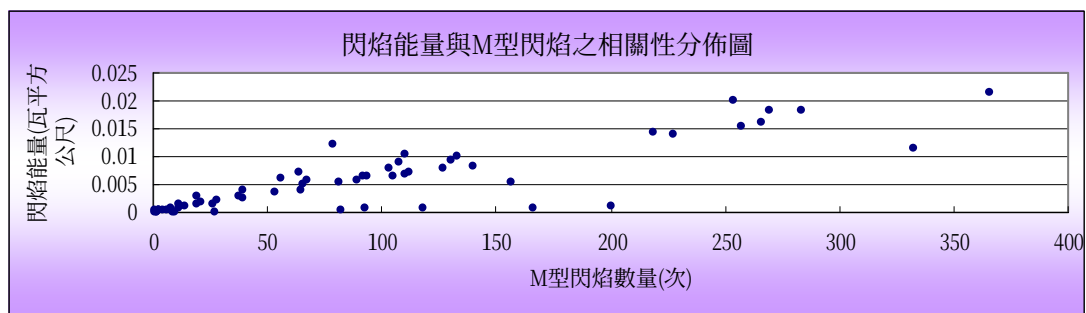
閃焰能量與 X 型閃焰次數相關係數：0.80。



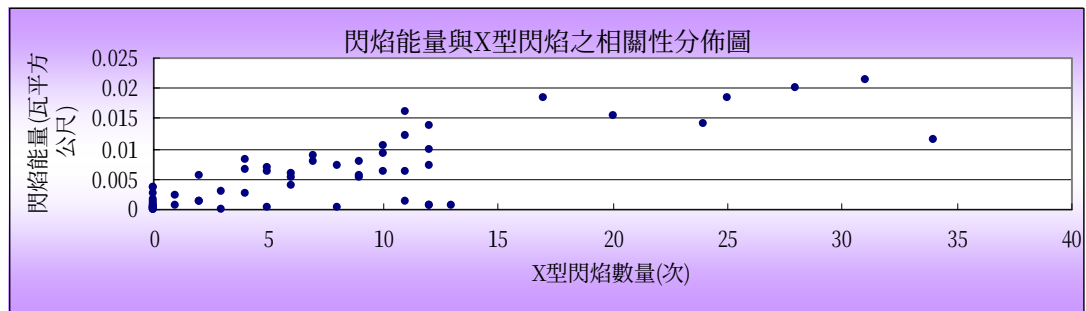
(圖十一 閃焰能量與 B 型閃焰次數相關性分布圖)



(圖十二 閃焰能量與 C 型閃焰次數相關性分布圖)



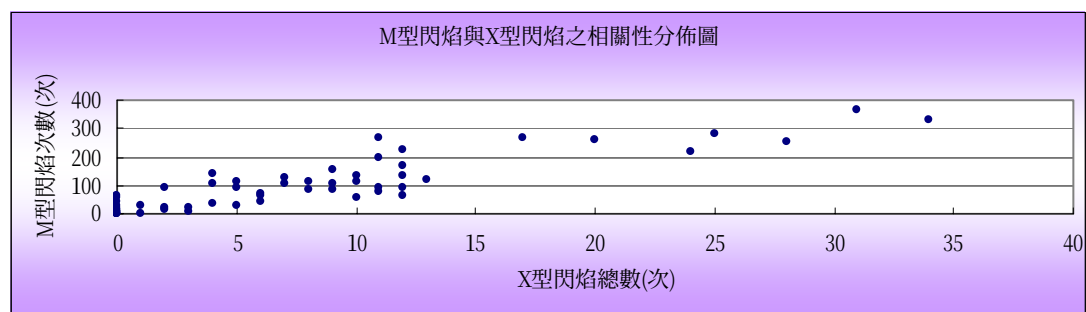
(圖十三 閃焰能量與 M 型閃焰次數相關性分佈圖)



(圖十四 閃焰能量與 X 型閃焰次數相關性分佈圖)

(四)高能量型式閃焰之相關性：

M 型閃焰與 X 型閃焰次數相關係數：0.90。



(圖十五 M 型閃焰與 X 型閃焰次數相關性分佈圖)

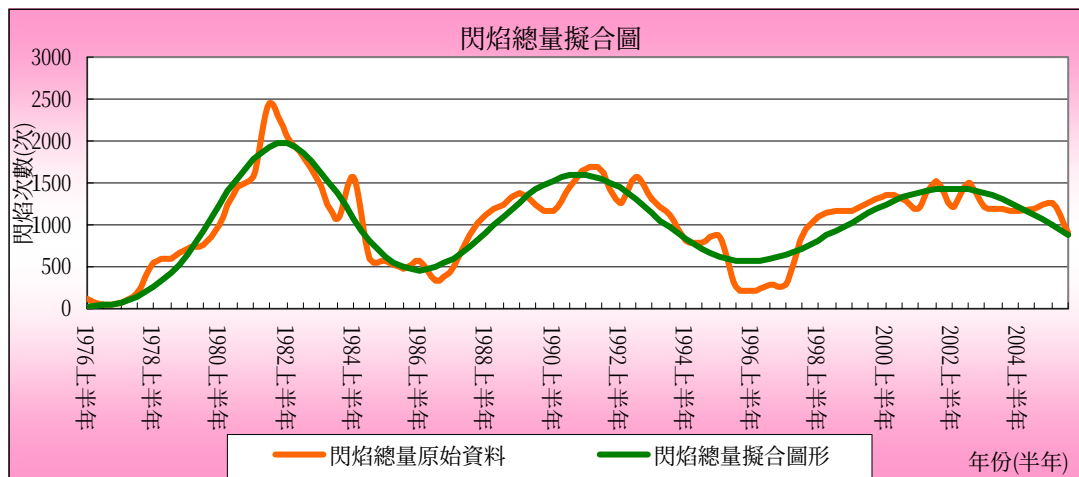
三、 曲線擬合

以高斯函數對黑子及閃焰做擬合之結果如下表：

	第一次高峰值 年份 (年)	第二次高峰值年 份 (年)	第三次高峰值 年份 (年)	週期 (年)	下次高峰期預測 (年)
閃焰半年總數量	1981.84±0.12	1990.75±0.21	2001.96±0.30	8.91~11.21	2010.87~2013.17
閃焰半年能量	1981.71±0.14	1990.01±0.20	2002.11±0.72	8.30~12.10	2010.41~2014.21
M 型閃焰半年數量	1981.19±0.18	1990.24±0.18	2001.48±0.44	9.05~11.24	2010.53~2012.72
X 型閃焰半年數量	1980.93±0.34	1990.07±0.23	2003.12±1.65	9.14~13.05	2012.26~2016.17
黑子半年總數量	1980.53±0.09	1990.31±0.08	2000.92±0.12	9.78~10.61	2010.70~2011.53

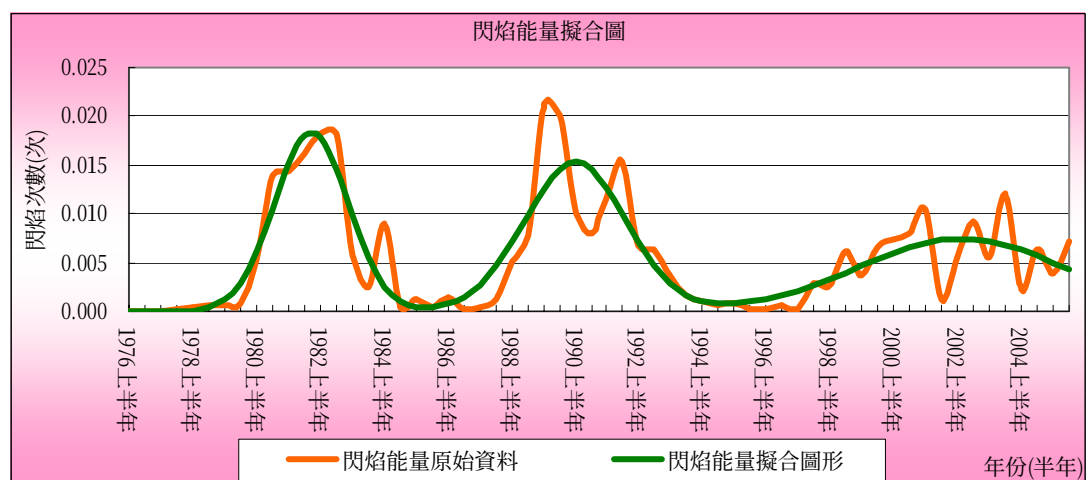
(表一 曲線擬合結果)

(一)閃焰總量擬合結果



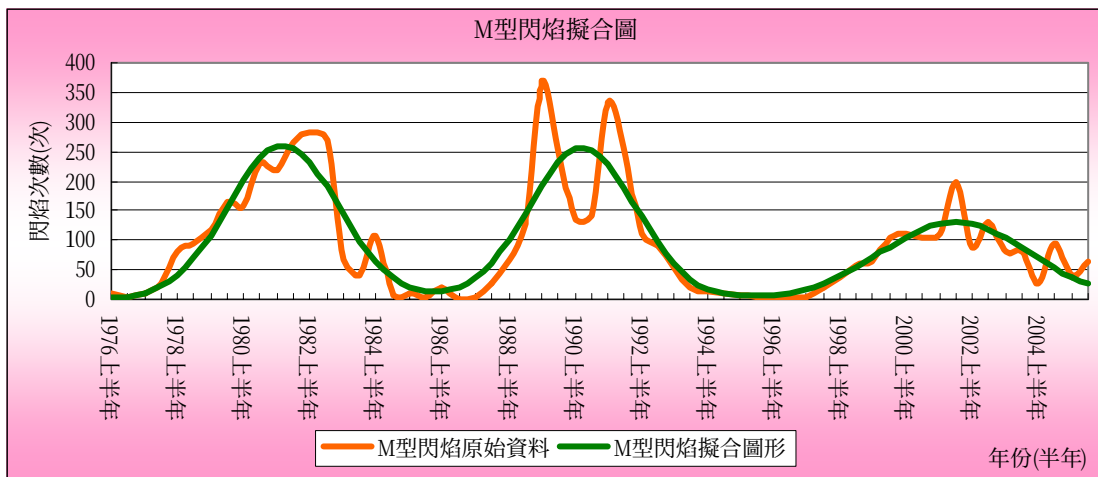
(圖十六 閃焰總量擬合圖)

(二) 閃焰能量擬合結果



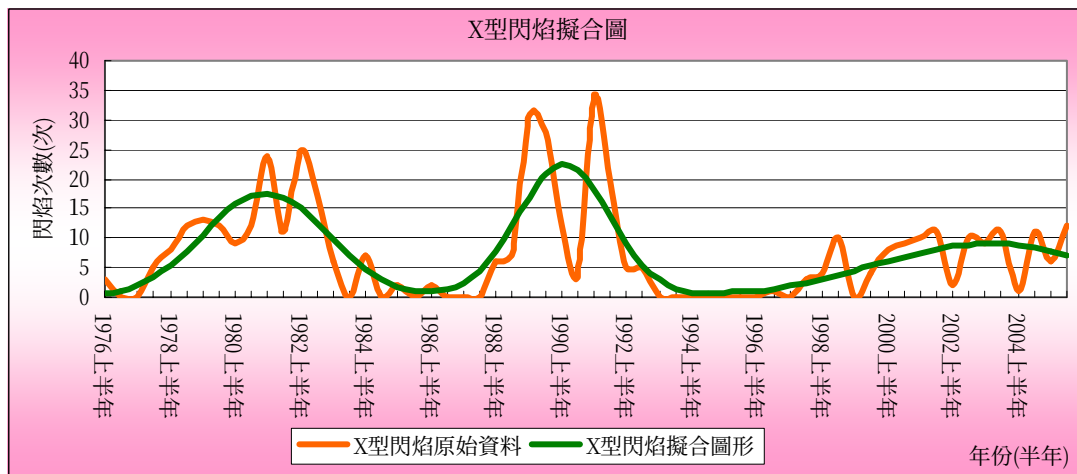
(圖十七 閃焰能量擬合圖)

(三) M 型閃焰擬合結果



(圖十八 M 型閃焰擬合圖)

(三) X 型閃焰擬合結果

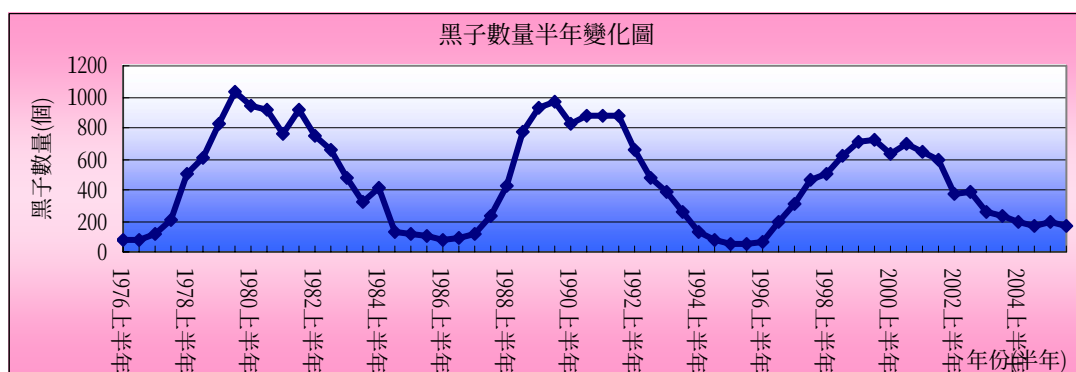


(圖十九 X 型閃焰擬合圖)

四、黑子數量與閃焰之相關分析

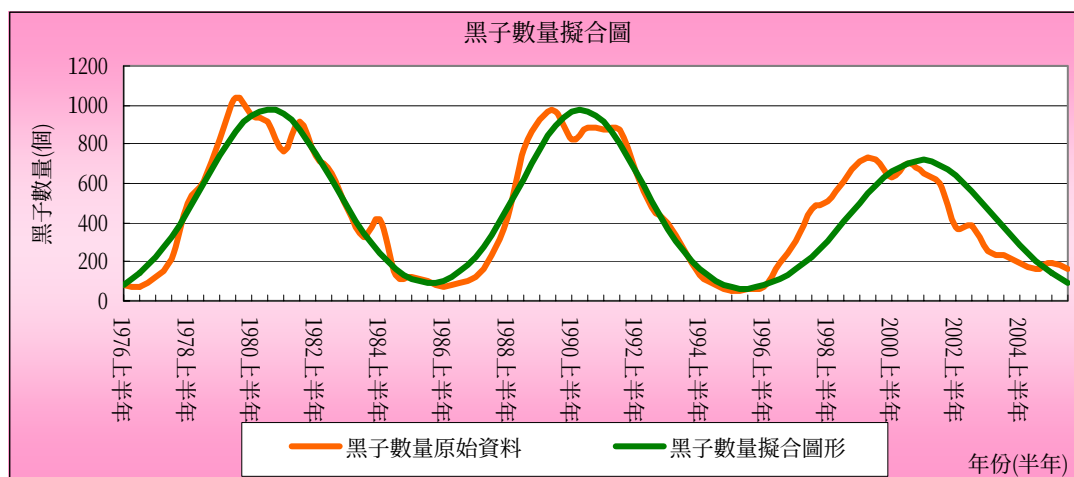
(一) 黑子數量計算

數據請參見(附表三 黑子數量半年統計表)。



(圖二十 黑子數量半年變化圖)

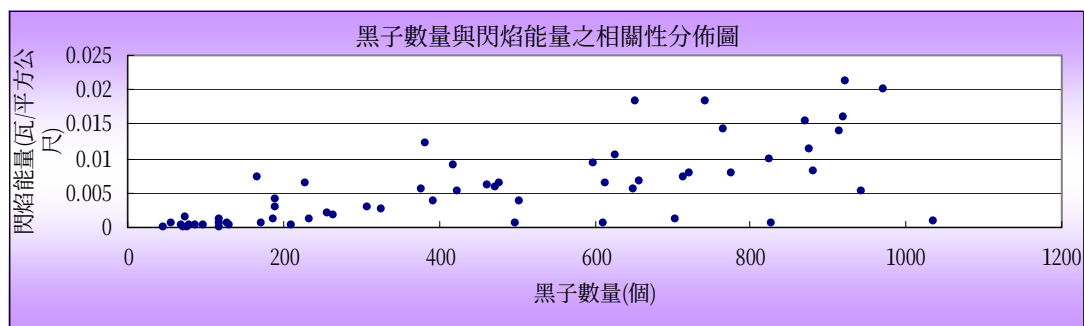
(二)黑子數量擬合結果



(圖二十一 黑子數量擬合圖)

(三)黑子數量與閃焰能量之相關性

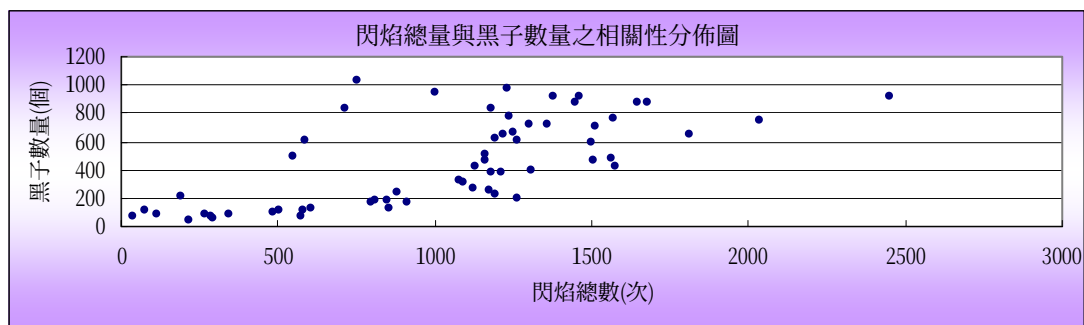
黑子數量與閃焰能量相關係數：0.69。



(圖二十二 黑子數量與閃焰能量次數相關性分布圖)

(四)黑子數量與閃焰總量之相關性

黑子數量與閃焰總量相關係數：0.68。



(圖二十三 黑子數量與閃焰總量次數相關性分布圖)

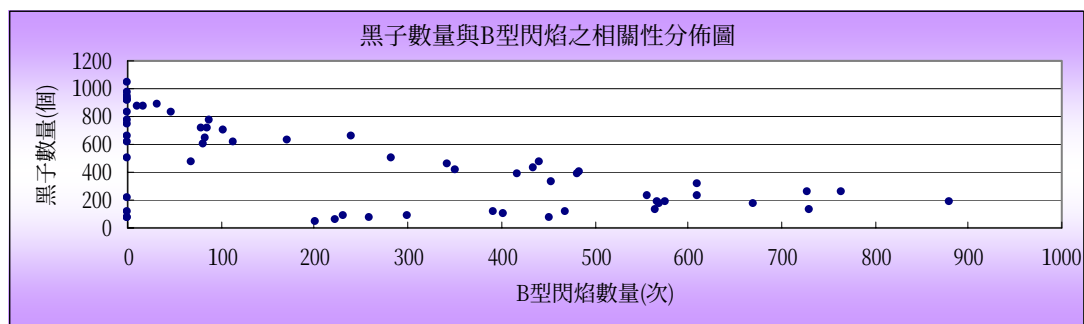
(五) 黑子數量與 B、C、M、X 型閃焰之相關性：

黑子數量與 B 型閃焰次數相關係數：-0.63。

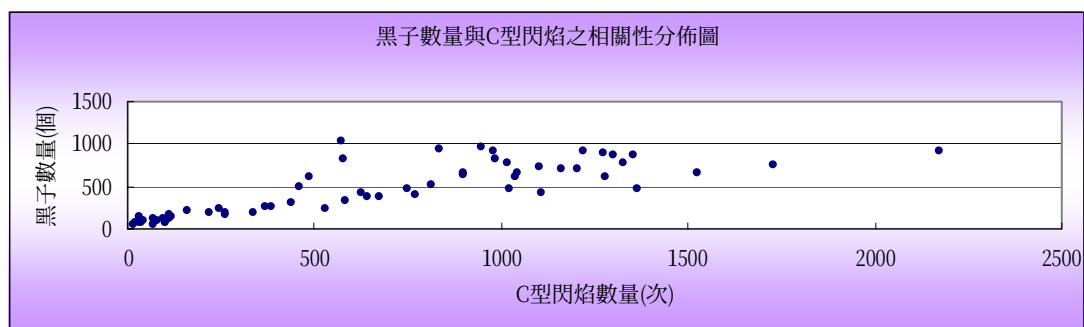
黑子數量與 C 型閃焰次數相關係數：0.82。

黑子數量與 M 型閃焰次數相關係數：0.86。

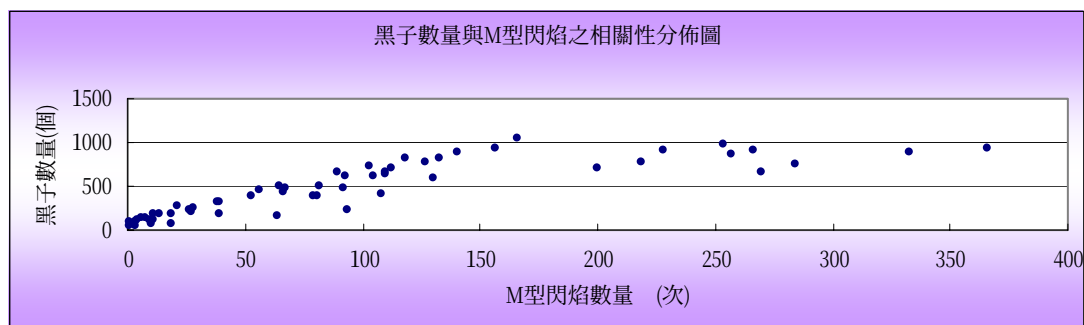
黑子數量與 X 型閃焰次數相關係數：0.71。



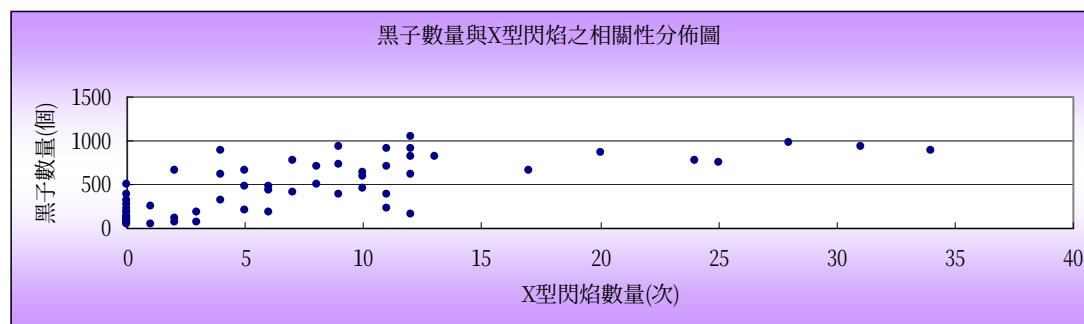
(圖二十四 黑子數量與 B 型閃焰次數相關性分布圖)



(圖二十五 黑子數量與 C 型閃焰次數相關性分布圖)



(圖二十六 黑子數量與 M 型閃焰次數相關性分布圖)



(圖二十七 黑子數量與 X 型閃焰次數相關性分布圖)

柒、研究討論

一、閃焰數量與能量分析

(一) 閃焰總量與各類型閃焰數量之相關性

1. (圖三)、(圖四)中可觀察出 A 型閃焰次數較少，原因是因為其能量較小，所以人造衛星較難偵測到，而 X 型閃焰較少則是因為其能量較大，所以本身產生次數就較少。在(圖五各類型閃焰比例半年變化圖)當中，更能明顯的看到 A 型閃焰在每年當中所佔的百分比都較少。

2. 由(圖三)、(圖四)可看出 C、M 型閃焰的高峰和閃焰總量的高峰出現的年份相似，就因為 C、M 型閃焰的高峰和閃焰總量的高峰有相關性，因此 C、M 兩型閃焰可以當成閃焰總量的指標。由(圖三)、(圖四)中可觀察出：閃焰次數多的年份，都由能量較高的閃焰佔絕大多數。B 型閃焰和 C 型閃焰之間在(圖四)當中則有一些規律，當 B 型閃焰所佔的次數較多時，C 型閃焰的次數則較少，因為閃焰噴發總數較高時，能量較高的閃焰次數也較高。而 1987 年及 1994 年有兩個較小的高峰，因為在當時 C 和 M 型閃焰次數少，而能量較低的 B 型閃焰佔多數。

3. 由(圖四)並計算各型閃焰與閃焰總量之相關係數可發現，B、C、M 三型閃焰中，閃焰總數與 C、M 型閃焰有較大關連性。B 型閃焰與閃焰總量的相關係數為 -0.12，兩者間無相關性。C 型閃焰與閃焰總量的相關係數最高，達 0.91，由圖中可看出兩者變化趨勢非常類似。M 型閃焰與閃焰總量的相關係數稍低，為 0.73。

4. 在(圖五)中，可以看出 B、C 兩型閃焰的交錯，高峰期由 C、M 兩型佔了大多數，而相對的，在閃焰總數較少時，卻由 B 型閃焰佔的百分比較高，因此可以整理出：閃焰噴發總數較多時，所噴發的閃焰能量也較高；反之，閃焰噴發總數較低時，則由能量較低的閃焰佔多數比例，這點也可從第 3 點中，相關係數的比較清楚看出。

5. 在(圖九)中，可看出 X 閃焰和閃焰總量之間相關性並不高，只有 0.56，這是因為 X 型的噴發次數本身就少，佔閃焰總量的比例不高，所以相關性也不會太高。

(二) 閃焰總量與閃焰能量之相關性

1. 閃焰總量和閃焰能量相關係數為 0.77，並沒有極高的相關性，這可能是由於我們統計的能量是一個閃焰發生時能量的最高值，不是從一開始到結束期間全部能量的總合，所以可能會導致計算相關係數時的誤差，這是由於 GOES 衛星的觀測資料中，只有閃焰發生時能量的最高值，而無自始至終的能量總和，已持續觀測閃焰發生時的能量總和，期望再

累積更多年的觀測數據後，再做進一步的分析。

2.進一步分析閃焰能量與各類型閃焰數量之相關性發現：在 B、C、M 三種類型的閃焰中，閃焰能量和 M 型閃焰的相關係數最高，為 0.86；和 X 型閃焰的相關係數次之，為 0.80；與 C 型閃焰次數相關係數是 0.79；而和 B 型閃焰相關係數為-0.4。所以閃焰能量和較高能量型式的 M 型及 X 型閃焰的關係較密切，因為高能量形式的閃焰，會直接影響閃焰的總能量。而和 B 型閃焰關係不明顯，這可能是 B 型閃焰不但次數較少、能量低，且本身週期變化不明顯。

二、閃焰與黑子之相關性討論

(一) 黑子數量和閃焰數量的相關性

黑子數量與閃焰總數的相關係數 0.68，沒有高度相關，我們一一探討黑子數量與各類型閃焰數量的相關性。

在 B、C、M 三種類型的閃焰中，太陽黑子數量和 M 型閃焰數量的相關係數最高，為 0.86；和 C 型閃焰數量相關係數為 0.82；X 型閃焰與黑子的相關性則是 0.71；和 B 型閃焰數量呈現負相關，相關係數為-0.63，這可能是如前面提到的，因為 B 型的規律不明顯所導致。根據上文所述，太陽黑子跟高能量的閃焰型式較為密切。所以黑子與閃焰總數無法明顯相關，可能是 B 型閃焰的影響。

(二) 黑子數量和閃焰能量的相關性

再看黑子數量和閃焰能量的相關性，兩者間相關係數為 0.69，相關性並不算太高。

綜合（一）、（二）點所討論的結果，太陽黑子數量跟高能量型式的閃焰，在數量方面相關性較高。這代表黑子數量較多的時候，噴發出較高能量型式閃焰的比例也較高，是太陽表面活動較劇烈的時期。

三、週期性討論

(一) 閃焰及黑子的週期性

1.閃焰總量之週期性(圖十六)

第一次高峰值的年份是 1981.84 年；第二次是 1990.75 年；第三次是 2001.96 年。週期為 8.91~11.21 年。我們預測下次極大期出現在 2010.87~2013.17 年。

2.閃焰能量之週期性(圖十七)

第一次高峰值的年份是 1981.71 年；第二次是 1991.01 年；第三次是 2002.11 年。週期為

8.30~12.10 年。我們預測下次極大期出現在 2010.41~2014.215 年。

3.M 型閃焰數量之週期性(圖十八)

第一次高峰值的年份是 1981.19 年；第二次是 1990.24 年；第三次是 2001.48 年。週期為 9.05~11.24 年。我們預測下次極大期出現在 2010.53~2012.72 年。

4.X 型閃焰數量之週期性(圖十九)

第一次高峰值的年份是 1980.93 年；第二次是 1990.07 年；第三次是 2003.12 年。週期為 9.14~13.05 年，但由於此數據與其他三項的結果差距較大，且 X 型閃焰數量偏少，所以此項結果我們僅供參考。

5.黑子數量之週期性(圖二十一)

第一次高峰值的年份是 1980.53 年；第二次是 1990.31 年；第三次是 2000.92 年。週期為 9.78~10.61 年。我們預測下次極大期出現在 2010.70~2011.53 年。

(二) 各種週期性之比較及其意義

綜合以上結果可看出閃焰總量、閃焰能量的週期之數據兩者較為接近，但和黑子的週期有些差距，那是因為閃焰總量和閃焰能量受到較低能量的 B、C 型閃焰的影響，而 B 型閃焰如上文所提到 B 型閃焰次數不多、能量低而且規律不整，而造成閃焰總量、閃焰能量的週期和黑子之間的週期差距。而 X 型閃焰的週期與其他三項差距頗大，所以不採用此數據來做週期性的討論。

然而將 M 型閃焰的週期和黑子的週期作比較後，發現兩者週期非常相近。我們綜合 M 型閃焰與黑子週期來做下個太陽表面活動極大期的預測：下次太陽表面活動的極大期約出現在 2010 年~2012 年間。因為 M 型閃焰本身的能量高，更能直接顯示太陽表面劇烈的活動，且其對地球的影響也較大。

四、閃焰對地球的影響

閃焰發生時，會對地球的電離層濃度產生影響，地球短波通訊受干擾，地表上也會發生一些停電、磁場變化、極光出現的現象。以下是我們將蒐集到的事件，做的整理與分析：

(一)閃焰引起的事件

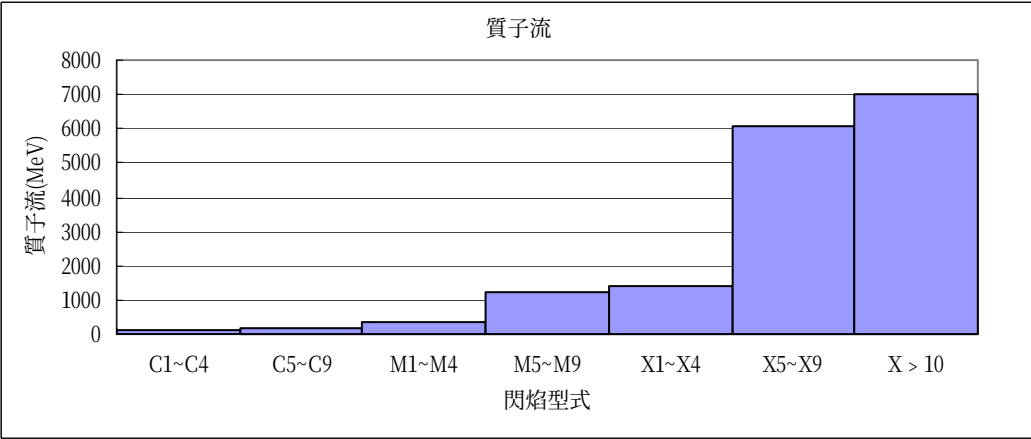
時間	閃焰強度	影響事件
1989 年 3 月	最強為 X15 等級的多次噴發	(1)加拿大魁北克省大停電 加拿大海防部隊通訊中斷 1 天。 (2)通常只能在高緯度地區見到, 但此次所引發的極光, 卻是南至美國佛羅里達州的威斯特礁和墨西哥的猶加敦半島都可見到。
1989 年底	多次 X 等級的閃焰噴發, 最強為 X13	觀察太陽極大期任務衛星縮短壽命, 在 1989 年 12 月 2 日墜落於地球大氣的過程中焚毀。
2001 年 4 月 2 日	X20	日本一枚通訊衛星由於遭到近三十年來最大的太陽閃焰擊中, 發生故障, 暫停運作。
2003 年 10 月 28 日	X17.2 X10 X3	在台北時間 28 日晚上 7 時左右發生日冕大噴發, 對地球造成的影響, 包括衛星、通訊與電力網路等。但由於針對警報所做的預防措施, 已將損失降至最低。例如, 電廠可以降低線路負載, 以承受額外的偏壓。

在我們的預測中, 2010 年~2012 年間的太陽閃焰活動極大期, 會嚴重影響通信, 包括衛星通信和靠電離層反射傳播的地面調幅廣播, 而也可能造成衛星訊號偏移幾百公里, 必須要特別提防。在國際太空站上的太空人會受到較高的輻射照射, 所以在這段期間內太空人不可從事艙外活動, 以避免危險。

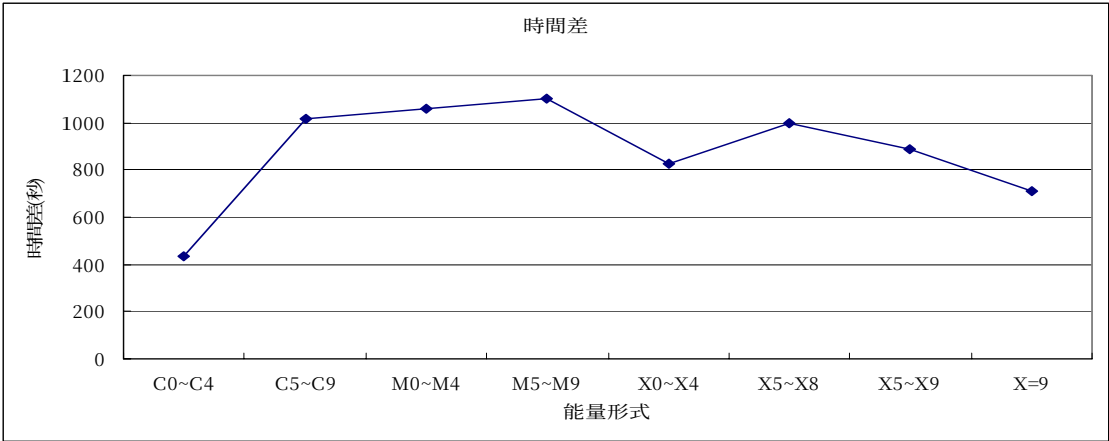
(二)閃焰對電離層濃度的影響

閃焰噴發出來的帶電粒子抵達地球時, 會對電離層的濃度造成影響, 這會影響到地球上依靠電離層反射的通信訊號。我們用 GOES 偵測到的質子流強度之資料與太陽閃焰資料, 進行交互分析, 得到(圖二十八), 我們可以看出, 閃焰能量愈強, 質子流就愈大。且在閃焰能量

型式高於 X5 的噴發，質子流增加得非常快速。但閃焰噴發的型式距電離層質子流強度增強的時間差則無明顯關係存在(圖二十九)。



(圖二十八 質子流與閃焰能量型式圖)



(圖二十九 閃焰噴發與時間差)

捌、結論

在這次的研究分析中，我們歸納出以下結論：

- 一、閃焰噴發總數較高時，能量較高的閃焰所佔比例也隨之升高。閃焰總數與 C、M 型閃焰有較大關連性，彼此間的變化趨勢類似。
- 二、閃焰總量和閃焰能量相關係數並沒有極高的相關性，但進一步分析閃焰能量與 B、C、M、X 四種類型的閃焰發現：高能量形式的閃焰(M、X 型閃焰)，會直接影響閃焰的總能量，故相關性高。
- 三、太陽黑子數量跟高能量型式的閃焰，無論在數量或能量方面相關性都很高。這代表黑子數量較多的時候，噴發出較高能量型式閃焰的比例也較高，是太陽表面活動較劇烈的時期。
- 四、M 型閃焰數量高峰值出現在 1981.19 年、1990.24 年及 2001.48 年。週期約為 9.05~11.24 年。下一次 M 型閃焰數量之極大值出現在 2010.53~2012.72 年。
- 五、黑子數量高峰值出現在 1980.53 年、1990.31 年及 2000.92 年。下一次黑子數量之極大期出現在 2010.70~2011.53 年之間。
- 六、我們選擇 M 型閃焰與黑子週期來做結論，因為 M 型閃焰本身的能量高，對地球的影響較大。將其綜合後，我們預測下次太陽表面活動的極大期約出現在 2010 年~2012 年之間。
- 七、閃焰噴發出來的帶電粒子抵達地球時，會對電離層的濃度造成影響，我們發現閃焰能量形式愈大，質子流就愈大，並且到了 X5 型閃焰以上時，質子流突然快速增加。此期間地球的短波通訊或太空觀測的電子儀器可能較易遭受干擾。

玖、參考資料

1. (民 93) 國中一上自然與生活科技。康軒出版社。
2. 王執明等 (民 90)。高級中學基礎地球科學。龍騰出版社。
3. 現代天文學十五講。北京大學出版社。
4. Space Environment Center (英文網頁)。 <http://sec.noaa.gov/>
5. Today Space Weather(英文網頁)。 <http://sec.noaa.gov/today.html>
6. SIDC:Solar Influence Data Analysis Center (英文網頁)。 <http://sidc.oma.be/>
7. NOAA Satellite and Information Service。 <http://www.ngdc.noaa.gov/>
8. The Center for Science Education (英文網頁)。 <http://cse.ssl.berkeley.edu/>
9. GOES 衛星已噴發閃焰的紀錄 (英文網頁)。
ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_FLARES/XRAY_FLARES/
10. 教育部學習加油站。 <http://content1.edu.tw/>
11. 中央大學天文所。 <http://www.astro.ncu.edu.tw>
12. 南 e 網。 <http://www.nani.com.tw/big5/>
13. 中央大學太空所。 <http://www.ss.ncu.edu.tw/>
14. 天文詞彙檢索。 <http://sir.cyivs.cy.edu.tw/~hchung/skywords.htm>
15. 成功大學物理系。 <http://www.phy.ncku.edu.tw/>
16. 國立高雄師範大學應用數學系:機率統計網路學習館。 <http://probbstat.nuk.edu.tw>
17. 大紀元時報。 <http://www.epochtimes.com.tw>
18. 科學小芽子。 <http://www.bud.org.tw>
19. TAS 台灣天文網。 <http://www.tas.idv.tw/>
20. National Aeronautics and Space Administration (英文網頁)。 <http://www.nasa.gov/>
21. Windows to the Universe(英文網頁)。 <http://www.windows.ucar.edu/>
22. 天文教育資訊網。 <http://aeaa.nmns.edu.tw>

附錄

(附表一 閃焰每半年總量統計表)

年份	A 型閃焰	B 型閃焰	C 型閃焰	M 型閃焰	X 型閃焰	閃焰總量
1976 上半年	0	0	101	10	3	114
1976 下半年	0	0	38	2	0	40
1977 上半年	0	0	68	9	0	77
1977 下半年	0	0	160	27	5	192
1978 上半年	0	0	462	82	8	552
1978 下半年	0	0	485	93	12	590
1979 上半年	0	0	578	118	13	718
1979 下半年	0	0	575	166	12	753
1980 上半年	0	0	834	157	9	1000
1980 下半年	0	0	1222	228	12	1462
1981 上半年	0	0	1329	219	24	1572
1981 下半年	0	0	2173	266	11	2450
1982 上半年	0	0	1728	284	25	2037
1982 下半年	0	0	1527	270	17	1814
1983 上半年	0	69	1365	67	6	1507
1983 下半年	0	454	583	39	0	1076
1984 上半年	0	351	1108	108	7	1574
1984 下半年	0	566	34	6	0	606
1985 上半年	0	468	99	11	2	580
1985 下半年	0	403	78	3	0	484
1986 上半年	0	451	100	19	2	572
1986 下半年	0	299	44	1	0	344
1987 上半年	0	391	112	4	0	507
1987 下半年	0	611	245	26	0	882
1988 上半年	0	434	624	66	6	1130
1988 下半年	0	88	1015	127	7	1237
1989 上半年	0	0	982	366	31	1379
1989 下半年	0	1	947	254	28	1230
1990 上半年	0	47	986	133	12	1178
1990 下半年	0	32	1276	140	4	1452
1991 上半年	0	10	1299	333	34	1676
1991 下半年	0	17	1354	257	20	1648
1992 上半年	0	240	897	110	5	1252
1992 下半年	0	441	1025	92	5	1563

1993 上半年	0	484	770	53	0	1307
1993 下半年	0	728	372	21	0	1121
1994 上半年	0	577	222	14	0	813
1994 下半年	0	670	114	11	0	795
1995 上半年	0	731	117	8	0	856
1995 下半年	2	232	31	3	0	268
1996 上半年	0	201	14	1	0	216
1996 下半年	0	223	67	3	1	294
1997 上半年	4	259	24	2	0	289
1997 下半年	1	567	262	19	3	852
1998 上半年	0	610	437	38	4	1089
1998 下半年	0	342	751	56	10	1159
1999 上半年	0	283	813	65	0	1161
1999 下半年	0	113	1041	105	4	1263
2000 上半年	0	80	1161	112	8	1361
2000 下半年	0	86	1102	103	9	1300
2001 上半年	0	172	899	110	10	1191
2001 下半年	0	102	1202	200	11	1515
2002 上半年	0	83	1042	89	2	1216
2002 下半年	0	81	1281	130	10	1502
2003 上半年	0	481	641	81	9	1212
2003 下半年	0	417	675	79	11	1182
2004 上半年	0	765	383	28	1	1177
2004 下半年	2	556	529	94	11	1192
2005 上半年	0	881	335	39	6	1261
2005 下半年	0	570	264	64	12	910

(附表二 各類型閃焰比例半年統計表)

年份	A 型閃焰百分比%	B 型閃焰百分比%	C 型閃焰百分比%	M 型閃焰百分比%	X 型閃焰百分比%
1976 上半年	0.0	0.0	88.6	8.8	2.6
1976 下半年	0.0	0.0	95.0	5.0	0.0
1977 上半年	0.0	0.0	88.3	11.7	0.0
1977 下半年	0.0	0.0	83.3	14.1	2.6
1978 上半年	0.0	0.0	83.7	14.9	1.4
1978 下半年	0.0	0.0	82.2	15.8	2.0
1979 上半年	0.0	0.0	81.5	16.6	1.8
1979 下半年	0.0	0.0	76.4	22.0	1.6
1980 上半年	0.0	0.0	83.4	15.7	0.9
1980 下半年	0.0	0.0	83.6	15.6	0.8
1981 上半年	0.0	0.0	84.5	13.9	1.5
1981 下半年	0.0	0.0	90.2	9.4	0.5
1982 上半年	0.0	0.0	84.8	13.9	1.2
1982 下半年	0.0	0.0	84.2	14.9	0.9
1983 上半年	0.0	4.6	90.6	4.4	0.4
1983 下半年	0.0	42.2	54.2	3.6	0.0
1984 上半年	0.0	22.3	70.4	6.9	0.4
1984 下半年	0.0	93.4	5.6	1.0	0.0
1985 上半年	0.0	80.7	17.1	1.9	0.3
1985 下半年	0.0	83.3	16.1	0.6	0.0
1986 上半年	0.0	78.8	17.5	3.3	0.3
1986 下半年	0.0	86.9	12.8	0.3	0.0
1987 上半年	0.0	77.1	22.1	0.8	0.0
1987 下半年	0.0	69.3	27.8	2.9	0.0
1988 上半年	0.0	38.4	55.2	5.8	0.5
1988 下半年	0.0	7.1	82.1	10.3	0.6
1989 上半年	0.0	0.0	71.2	26.5	2.2
1989 下半年	0.0	0.1	77.0	20.7	2.3
1990 上半年	0.0	4.0	83.7	11.3	1.0
1990 下半年	0.0	2.2	87.9	9.6	0.3
1991 上半年	0.0	0.6	77.5	19.9	2.0
1991 下半年	0.0	1.0	80.4	15.3	1.2
1992 上半年	0.0	19.2	71.6	8.8	0.4
1992 下半年	0.0	28.2	65.6	5.9	0.3

1993 上半年	0.0	37.0	58.9	4.1	0.0
1993 下半年	0.0	64.9	33.2	1.9	0.0
1994 上半年	0	71.0	14.3	1.7	0.0
1994 下半年	0	84.3	13.7	1.4	0.0
1995 上半年	0.0	85.4	13.7	0.9	0.0
1995 下半年	0.7	86.6	11.6	1.1	0.0
1996 上半年	0.0	93.1	6.5	0.5	0.0
1996 下半年	0.0	75.9	22.8	1.0	0.3
1997 上半年	1.4	89.6	8.3	0.7	0.0
1997 下半年	0.1	66.5	30.8	2.2	0.4
1998 上半年	0.0	56.0	40.1	3.5	0.4
1998 下半年	0.0	29.5	64.8	4.8	0.9
1999 上半年	0.0	24.4	70.0	5.6	0.0
1999 下半年	0.0	8.9	82.4	8.3	0.3
2000 上半年	0.0	5.9	85.3	8.2	0.6
2000 下半年	0.0	6.6	84.8	7.9	0.7
2001 上半年	0.0	14.4	75.5	9.2	0.8
2001 下半年	0.0	6.7	79.3	13.2	0.7
2002 上半年	0.0	6.8	85.7	7.3	0.2
2002 下半年	0.0	5.4	85.3	8.7	0.7
2003 上半年	0.0	39.7	52.9	6.7	0.7
2003 下半年	0.0	35.3	57.1	6.7	0.9
2004 上半年	0.0	65.0	32.5	2.4	0.1
2004 下半年	0.2	46.6	44.4	7.9	0.9
2005 上半年	0.0	69.9	26.6	3.1	0.5
2005 下半年	0.0	62.6	29.0	7.0	1.3

附表三 黑子數量半年統計表

年份	黑子數
1976 上半年	77.7
1976 下半年	72.9
1977 上半年	118.2
1977 下半年	211.6
1978 上半年	499.5
1978 下半年	612.4
1979 上半年	827.5
1979 下半年	1035.8
1980 上半年	942.1
1980 下半年	913.7
1981 上半年	765.6
1981 下半年	919.8
1982 上半年	743.2
1982 下半年	652.3
1983 上半年	472.8
1983 下半年	326.8
1984 上半年	418.1
1984 下半年	132.1
1985 上半年	117.5
1985 下半年	97.8
1986 上半年	74.1
1986 下半年	86.7
1987 上半年	117.5
1987 下半年	233.2
1988 上半年	425.1
1988 下半年	774.9
1989 上半年	923.1
1989 下半年	970.4
1990 上半年	826

年份	黑子數
1990 下半年	881.5
1991 上半年	877.3
1991 下半年	872
1992 上半年	656.6
1992 下半年	477.2
1993 上半年	393.4
1993 下半年	263.4
1995 上半年	129.3
1995 下半年	80.7
1996 上半年	47.2
1996 下半年	56.3
1997 上半年	68.7
1997 下半年	190.1
1998 上半年	307.4
1998 下半年	463.1
1999 上半年	504.9
1999 下半年	613.2
2000 上半年	713.5
2000 下半年	720.9
2001 上半年	628
2001 下半年	703.1
2002 上半年	649.7
2002 下半年	599.4
2003 上半年	378.8
2003 下半年	384
2004 上半年	256.2
2004 下半年	229.1
2005 上半年	191.2
2005 下半年	166.1

評語

031725 太陽閃焰活動分析

1. 數據分析一目瞭然。
2. 推論結果之可信度佳。