

哈雷彗星的探索及觀測法

何耀坤

臺南市私立光華女中

最近天文學界的熱門話題是哈雷彗星，每七十六年回歸一次的哈雷彗星於今年八月中旬以後就進入我們觀測範圍內，成為許多業餘天文學家的絕好觀察對象。哈雷彗星成名有三個理由：①因為很亮，尤其接近太陽時以眼視可看清楚，所以沒有望眼鏡的時代也留下記錄。②哈雷彗星的出現曾經和某些大事件的發生，時機偶然相符。③大多數彗星出現後光度減少，無法連續觀察數十次，只有哈雷彗星過去有五十次觀察記錄，光度並無減少。

哈雷彗星通過近日點是1986年2月9日，和地球的第一次接近是今年11月27日（圖1），那時哈雷彗星在摩羯座 γ 星的南邊，光度為6.5等，用雙眼鏡容易觀察，每日以 3° 速度移動。今年耶誕節左右其光度為6等，可惜12月27日是望月，眼視觀察必延至明年1月10日左右。以後哈雷彗星漸漸靠近太陽，所以

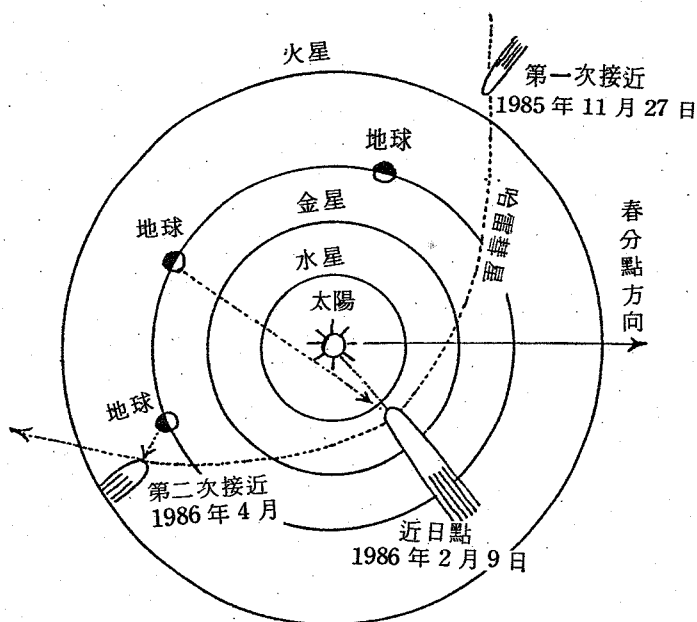


圖1 哈雷彗星和太陽、地球的位置關係

地平高度偏低。第二次接近在明年 4 月 10 日，是眼視觀察最好時期，必可看到彗星的 I 型尾（電漿尾）和 II 型尾（塵粒尾）。通過近日點後的哈雷彗星恰和太陽同方向，不能在白天青空上看到。

觀察哈雷彗星時也要注意和彗星有密切關係的流星羣（以哈雷彗星為母天體的流星羣是五月的寶瓶座 γ 流星羣和十月下旬的獵戶座的流星羣），這是彗星核的塵粒因噴出的氣體壓力而被彈出核外。尤其彗星在近日點附近時最激烈，所以出現大量流星如雨。一般愛好天文人士從今年秋季可開始工作，現在可準備望遠鏡、攝影機，選擇觀測地點，以迎接哈雷彗星。

一、哈雷彗星回歸日期迫近

現在哈雷彗星已進入木星軌道內側，距離太陽為 5 天文單位（約 7 億 5 千公里），彗星核未受太陽熱，仍保持雪球在自轉。今年四月末在獵戶座北邊的哈雷彗星未有十分光亮，觀察時必需要口徑 50 公分以上的望遠鏡。今年五月時哈雷彗星恰和太陽同方向，用任何大望遠鏡也看不到。今年八月以後會離開太陽光芒，所以在拂曉時出現於東天，和太陽距離仍 3 天文單位，彗核表面受太陽熱而開始蒸發，核周產生頭部（Coma），光度達 13 等，以中型望遠鏡可能觀察。現在哈雷彗星漸漸加速向近日點，今年十月會通過二天文單位之點，彗星氣體蒸發增強，又放出核內塵粒物質（dust）。今年十一月下旬時彗星和地球距離為 0.62 天文單位，到十一月廿七日第一次接近地球時用普通雙眼鏡可看見彗星尾部。這時哈雷彗星恰通過金牛座的昴宿星團（Pleiades）附近，對北半球的觀測者條件最好。

明年（1986 年）二月末彗星離開太陽光芒後，在南半球的觀測者可開始作業，條件比北半球好得多。四月中旬有哈雷彗星和地球的第二次接近，距離為 0.42 天文單位（6300 萬公里），是這次哈雷彗星回歸中觀測條件最好的時期。三月以後彗星會出現於東南低空，在人馬座附近時其光度為四等，那時彗星有美麗長尾，整個哈雷彗星顯出更美，尤其從南半球應可看到壯觀的。以後彗星會沿天蝎座、豺狼座、長蛇座而西進（圖 2），快速遠離太陽和地球，其光度會減弱，尾變短。四月廿四日恰有月全食，這一天可說是哈雷彗星的送別晚會。

哈雷彗星於最近數十年間都在小犬座方向，遠日點為 35 天文單位。現在向太陽接近，愈接近地球，因為地球有公轉運動，所以從地球上所看見的哈雷彗星的運動，在星

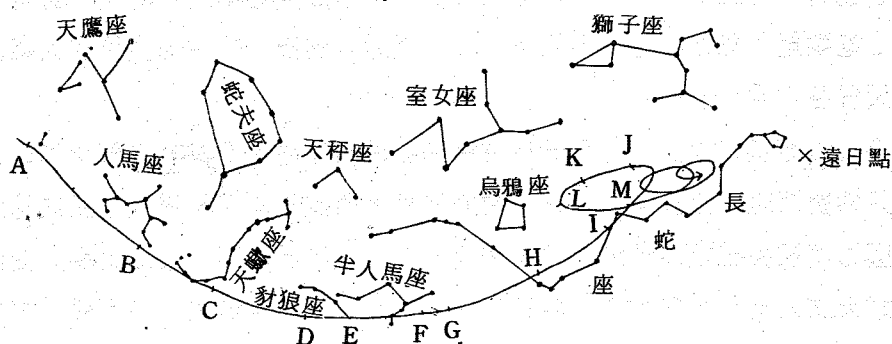


圖 2 明年春季以後的哈雷彗星在星間的移動情形預測

A: 1986 年 3 月 1 日	F: 1986 年 4 月 15 日	J: 1986 年 8 月 1 日
B: 1986 年 4 月 1 日	G: 1986 年 4 月 16 日	K: 1986 年 10 月 1 日
C: 1986 年 4 月 6 日	H: 1986 年 4 月 21 日	L: 1986 年 12 月 1 日
D: 1986 年 4 月 10 日	I: 1986 年 5 月 1 日	M: 1987 年 3 月 1 日
E: 1986 年 4 月 12 日		

圖上畫螺旋前進（圖 2）。尤其通過了近日點後彗星長出尾部時急速向南天移動，所以從北半球的觀察變為困難。彗星和普通恒星的不同之處，彗星是面，恒星是點，彗星看起來如白雲不很清楚。所以在都市區看不見，要到山區或恒春半島、蘭嶼、綠島，凡是在夜空能看到模糊的銀河地方就行。最好的觀測日期如下：

1985 年 10 月 中旬至下旬

1986 年 3 月 中旬至下旬

11 月 中旬至下旬初

4 月 上旬至中旬

12 月 上旬至中旬

二、這次哈雷彗星觀察重點

天文學界及太空科學方面特別呼籲這次哈雷彗星的回歸，有兩點理由。①關於彗星的構造和物質組成，是研究太陽系起源重要資料。②對探索太陽系空間各現象，彗星可提供重要資料。對②而言，這次哈雷彗星的觀測重點應該是彗星之尾部。預定明年三月有日本發射的 Planet-A，歐洲宇宙研究中心 ESA 發射的 Giotto，蘇俄的 Vega I 和 II，美國發射的 ICEE、Pioneer（先驅者）等六架太空探測機，會接近哈雷彗星近旁，作星際空間的電場、磁場、太陽風的觀測。尤其觀測彗星的電漿尾（I 型尾）動作和行星間空間構成關係，這次是空前的好機會。

(1) 太陽風和彗星頭部

表 1 哈雷彗星的位置預測

日	赤經 (1950.0)	赤緯	地心 距離	日心 距離	光度	移動方向 移動/方向	和太陽 的離角	尾長 方向/長度	和月球 的離角
12月 1日	01 ^h 00 ^m 09	+13° 14' 3	0.634	1.475	6.4	156' 6/252°	129° .9	73°/7° 25	94°
2	00 49.93	+12 24.8	0.641	1.460	6.4	151.8/251	126 .3	72 /7.66	109
3	00 40.14	+11 35.4	0.650	1.445	6.3	146.6/250	122 .8	71 /8.02	124
4	00 30.75	+10 46.5	0.660	1.430	6.3	141.0/250	119 .3	70 /8.34	139
5	00 21.76	+09 58.5	0.671	1.415	6.3	135.3/250	115 .9	70 /8.61	153
6	00 13.18	+09 11.6	0.684	1.399	6.3	129.4/250	112 .7	69 /8.84	167
7	00 05.01	+08 26.1	0.697	1.384	6.3	123.4/249	109 .5	69 /9.02	168
8	23 57.25	+07 42.0	0.711	1.369	6.3	117.6/249	106 .5	69 /9.16	154
9	23 49.88	+06 59.6	0.727	1.353	6.3	111.8/249	103 .5	68 /9.26	138
10	23 42.89	+06 18.9	0.743	1.338	6.3	106.2/248	100 .6	68 /9.33	122
11	23 36.27	+05 39.9	0.759	1.323	6.3	100.7/248	97 .8	68 /9.36	105
12	23 30.01	+05 02.6	0.776	1.307	6.2	95.5/248	95 .2	67 /9.37	89
13	23 24.07	+04 27.1	0.794	1.292	6.2	90.6/248	92 .6	67 /9.36	73
14	23 18.46	+03 53.2	0.812	1.277	6.2	85.9/248	90 .0	67 /9.32	57
15	23 13.14	+03 21.0	0.831	1.261	6.2	81.4/248	87 .6	67 /9.26	42
16	23 08.10	+02 50.4	0.850	1.246	6.2	77.2/248	85 .2	66 /9.19	28
17	23 03.33	+02 21.4	0.869	1.230	6.2	73.2/248	82 .9	66 /9.10	16
18	22 58.80	+01 53.7	0.889	1.215	6.2	69.5/248	80 .7	66 /9.00	12
19	22 54.51	+01 27.5	0.909	1.200	6.2	66.1/248	78 .5	66 /8.89	20
20	22 50.43	+01 02.5	0.929	1.184	6.2	62.8/248	76 .4	66 /8.77	31
21	22 46.55	+00 38.8	0.949	1.169	6.1	59.8/248	74 .4	65 /8.65	44
22	22 42.86	+00 16.2	0.969	1.153	6.1	57.0/248	72 .4	65 /8.52	56
23	22 39.35	-00 05.3	1.989	1.138	6.1	54.3/248	70 .4	65 /8.39	68
24	22 35.99	-00 25.8	1.010	1.122	6.1	51.9/248	68 .5	65 /8.25	81
25	22 32.79	-00 45.3	1.030	1.107	6.1	49.6/248	66 .6	65 /8.11	94
26	22 29.72	-01 04.0	1.050	1.091	6.0	47.5/248	64 .8	65 /7.96	106
27	22 26.79	-01 21.9	1.070	1.076	6.0	45.6/248	63 .0	64 /7.82	119
28	22 23.97	-01 39.0	1.090	1.060	6.0	43.8/248	61 .2	64 /7.67	131
29	22 21.26	-01 55.4	1.110	1.045	5.9	42.1/248	59 .5	64 /7.53	144
30	22 18.66	-02 11.1	1.130	1.030	5.9	40.5/248	57 .8	64 /7.38	156
31	22 16.15	-02 26.3	1.150	1.014	5.9	39.1/248	56 .1	64 /7.23	166
1	22 13.73	-02 40.9	1.169	0.999	5.8	37.8/248	54 .5	63 /7.09	166

所謂太陽風是從太陽表面不斷地吹向行星間空間的荷電離子之流，主要由 H^+ 和電子構成，到達地球軌道附近時對 1 cm^3 的粒子數有 $1\sim 100$ 個。太陽風速度為 $300\sim 1000\text{ km/s}$ ，溫度為一萬度至十萬度間，和太陽表面磁力線一齊被引出，磁力線和太陽風在行星際間作成磁場。

圍繞地球最外側磁場和薄層大氣稱磁力圈，在離子範圍內由太陽風造成。彗星周圍有本體的離子和電子，是受太陽風影響的部分

。彗星頭部的氣體內不帶電的中性分子不受太陽風影響，如果中性分子電離成正離子和負電子時，隨時被太陽風吹流形成電漿尾（I型尾）。太陽風中混入彗星離子時，粒子平均質量會增加，速度會減少。例如混有 CO 離子 1% 以上時，其速度減少並在彗星前面形成刺激面（



圖3 太陽風和彗星電漿的互相作用

圖3)。圖中自彗星核至境界面距離，由氣體發生量而變化，若彗星離太陽一天文單位時為數十萬公里。

(2) 電漿尾的成長

1910 年回歸的哈雷彗星靠近太陽 1.5 天文單位時開始伸出尾部，電漿尾和太陽方向相反。在彗星頭部周圍向斜方向伸出細長直線多支，稱射出流線（圖3、4），經數小時其長度增加而並行，最後和尾主流合一。射出流線起初產生在中心核附近，因為該部分的中性分子和塵粒成分之光強，所以觀察困難。射出流線的發生和成長情形，是探索電漿尾組成之關鍵，過去未有滿意的記錄。



(3) 彗星的全體現象

電漿尾之主流由許多細小的線聚合，寬有十萬公里，長達一千萬公里。尾形會變化，常有擾亂出現（圖5）。有時光強部和光弱部交互出現，並向尾端移動，速度平均為 100 km/s ，有時出現有規則的波動。在磁場裡和磁力線直角方向有帶電粒子時會產生電流，由於電流和磁場作用，粒子被吸回原位而產生振動。1910 年回

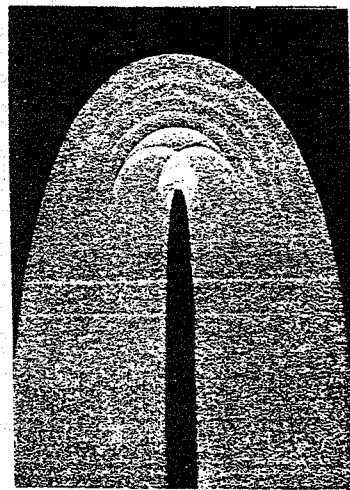


圖4 上圖為1874 III彗星，下圖為1861 II彗星，都是頭部寫生圖

歸的哈雷彗星於六月五至七日間發生彗星尾的斷裂現象，因為行星間磁場的不連續變化部分橫貫過彗星尾部時，會產生這種不連續現象，同時彗星頭部光度增強而使射出流線活動顯著，彗星氣體的離子化變激烈。



圖 5 電漿尾的不連續現象

三、一般天文同好者的彗星觀測法

國際哈雷彗星觀測計畫 IHW (International Halley Watch) 有專門的天文學家組織七部門，和業餘天文人士觀測網，（詳細請看本刊第 79 期 71～72 頁）。下列特別提供給一般觀測者參考。觀測哈雷彗星還是以眼視為佳，若使用雙眼望遠鏡（也是正式天文望眼鏡之一）或一般望遠鏡雖能看到彗星細微部分，但明亮度會減少，無法把整個看清楚。因為普通的星星看來是點，彗星是面，所以眼視才能把握彗星全體的形狀。使用雙眼鏡一般選用 6 至 7 倍的（若雙眼鏡上印 20×50 ，20 是倍率，50 口徑是 50mm 之意思），若倍率高視野會暗。用雙眼鏡看彗星時，可看到彗星頭部中心的發光點，所以要使用有三稜鏡的雙眼鏡。

如果使用天體望眼鏡，其倍率要 30 倍以下的，觀察應注重彗星核的光度。若彗星頭部發光點能看得清楚，中心部會呈綠色。天體望遠鏡視野狹，不能同時看到彗星頭部全部及尾部。尤其應注意，彗星有時今天看得到，明天忽然天陰而看不見，所以看彗星不可放心，也不要灰心。

(1) 眼視觀察

人眼能隨物體遠近自動調節，又能隨物體明暗自動變化瞳孔徑，又能識別物體之色。人眼能感光自波長 380 nm (紫) 至 810 nm (紅)，但容易接受 400 至 700 nm 的光，和攝影感光劑及光電粒子的感光波長範圍不同。人眼網膜隨物體明暗，感光度會變化，從暗向明的順應快，從明向暗的順應慢。現在攝影界未有自動變化 ISO 感度的底片。

觀察彗星時最重要的是對弱光的眼感度，用網膜中心窩看的稱直接視覺，用網膜外側看的稱間接視覺。我們特別要注意如觀察彗星和星雲等寬闊的暗天體時，眼視（無論肉眼、雙眼鏡或看望遠鏡）條件和攝影條件相差很多。看彗星時不可直接凝視彗星本體，應看離彗星 5° 或 20° 地方。如我們凝視金牛座的畢宿 (Hyades) 星團時，反而在附近的昴星團看得更清楚。所以使用雙眼鏡和望遠鏡時，應將視野中心和周緣之中間放彗星而看視野中心，這樣彗星可看得更清楚。人眼對移動的物體容易查覺，所以用雙眼鏡看

彗星時手持的觀察效果更好。

(2) 觀察彗星用的望遠鏡

1. 雙筒遠鏡

望遠鏡對物鏡的有效徑 ϕ 之平方除倍率 m 之平方(ϕ^2/m^2)稱光明度,下式的 Z 稱薄明能(twilight performance)。

$$Z = \sqrt{\phi \cdot m}$$

表示雙筒遠鏡的像明亮度,現在廣用光明度,如西德的 Zeiss 社自 1960 年改用為 Z 。例如 7×50 雙眼鏡之光明度為 51, Z 為 18.71; 10×50 雙眼鏡之光明度為 25, Z 為 22.36。若比較光明度時, 7×50 的比較明亮;比較 Z 時 10×50 的比較能分明顯暗的物體,所以 10×50 的較容易看。

2. 望遠鏡

用望遠鏡看彗星和星雲時,如 F6 的反射式望遠鏡,焦點距離要用 24mm 以上的接眼鏡,又限於牛頓式的。若用折射式望眼鏡時,物鏡的 F 數要小,口徑要大。一般稱為彗星望遠鏡,其口徑自 10 cm 至 20 cm,比普通望遠鏡口徑大而明亮,又能看到廣視野,焦距短。看彗星不必用高倍率,在廣視野內能看得明亮為重要。

(3) 彗星的攝影法

1. 應拍攝怎樣的照片?

哈雷彗星的觀測有三個目標,目標不同所使用的攝影器材又不同。①尾部(國際哈雷彗星觀測計劃 IHW 稱大規模現象),②頭部(IHW 稱核近旁),③位置(IHW 稱 Astrometry,是觀測彗星的正確位置)。因為彗星的變化快,要短時曝光,所以攝影機透鏡應選擇明亮而長焦距的。攝影時間必記錄很精確到 0.1 分,底片最好用柯達(Kodak) 2415 微粒子感度高的,濾光鏡用能透過藍的 CO^+ 之光的干涉濾光鏡,彩色底片以一次曝光能三色分解的。為調整沖洗底片的發色條件,在同一卷底片中要順便拍一張仙女座大星雲 M31 為測光之規準。

彗星的 II 型尾一般呈淡紅色而散開,看不見微細構造,所以使用 2415, 103 aF 或 103 aE 等紅色感度較佳的底片。曝光時間若太短,映像很淡;若太長,因彗星變化快,時間分解能不足。所以曝光時間改為分成二倍、四倍或八倍也許效果好。明年四月哈雷彗星在南半球,尾長可能會達 30° ,若用 50mm 標準透鏡能拍攝彗尾全部。彗星頭部攝影用焦距長的透鏡,若用 F 值大的透鏡,曝光時間要長,彗星頭部觀測用眼視畫寫生圖可提供良好研究資料(如圖 4)。關於彗星位置測定方面的照片,這是天文台大望

遠鏡的主要工作，業餘者少有發揮機會。

2. 攝影器材的選擇

這次哈雷彗星的攝影必須注意彗星的機動性，而使用明亮的光學系器材，如果曝光時間短，攝影少有失敗。哈雷彗星的觀測時間有限，並出現位置近地平線，彗星尾部變化快，攝影張數儘量多。下列是比較適合這次哈雷彗星的光學系。

（廣角系）①各公司的 16mm F2.8 對角魚眼透鏡。② Canon FD24mm F1.4 L 非球面。這兩種都適合於固定攝影用。

（中望遠系）① Canon 85mm F1.2 L 非球面。② ニッコール ED 180mm F2.8 S。③ トキナ - 80mm ~ 200mm F2.8 SD。

（超望遠系）① ニッコール ED 300mm F2。② ズイコー 250mm F2。最明亮的大口徑透鏡 F2.8 透鏡，各公司出品都精良。③ Pentax 645 M * 300mm F4（能得廣角的好透鏡）。④ 高橋 FC-76 F4.5。⑤ 日本特殊光學 16 cm 2.5 Schmit Camera（對哈雷彗星最理想）。⑥ 高橋 ε 系列，⑦ Canon FD400mm F2.8 L，⑧ 各公司的 10 cm フローライト ED 透鏡望遠鏡（適合於彗星頭部攝影）。

3. 彗星的彩色照片

看獵戶座大星雲和玫瑰星雲的彩色照片都呈紅色，可是分析散光星雲的光譜時，除 H_{α} 之外在藍和綠也有強的線，事實上用大口徑低倍率望遠鏡可看到綠色。尤其在微光天體的色彩調和會變化，因為底片增感法對紅色特別強調，所以使用明亮的光學系作瞬間攝影才能分明真正的色彩。在學術上色彩以檢查星光的光譜為準，至於能看到什麼顏色，在照片上現出什麼顏色是無關的。關於彗星之光譜，近年來大氣外的觀測技術進步，對紫外部、可視部和紅外部都能攝影。無論彗星的頭部或尾部，自 300 nm 至 400 nm 間的紫外，紫和藍的部分有許多光譜線，在紅方面較少，所以彗星照片稍呈藍色。

4. 彗星尾部的攝影法

1910 年的哈雷彗星全長達 146° ，當時沒有全景的攝影照片。如果在今日可用拍攝流星用的十二連攝影機。若以一台相機攝影時，用魚眼透鏡最佳，周緣部不會有暗影。若用廣角透鏡時周緣部的像會變暗，不能拍攝到彗星尾部末端。為強調彗星的電漿尾，可用青感底片。

此外也應將哈雷彗星和地上風景一齊拍攝，可留下有趣照片。可先用星座盤測定時間、方向、角度、高度，查彗星尾之方向和移動方向，而選擇攝影地點。攝影要領是能將彗星形狀充分顯現，背景亮度適宜，注意地上風景的配合。

參考書籍

1. IHW Newsletter。
2. IHW Amateur Observer's Bulletin。
3. Guide to the Return of Halley's Comet: Richard Flaste 等四人共著。
4. 天文ガイド: 1985 1~9月 誠文堂新光社。
5. 星空のトラベラー: 長谷川一郎著。

●古中國科學管窺●

鐵器的發現

編輯室

中國鐵器遺物出土者以戰國而後者為多，係二次大戰前自東北及河北，灤平乃至朝鮮等地所獲者，事實上鐵器為易於腐蝕之物，年代久遠土中頗難維持，以正常而保守的論斷，前六世紀古中國即已進入鐵器時代，無足置疑。

其後考古學者在石家莊、河南輝縣、鄭州、洛陽、山西長治、陝西西安、湖南長沙、衡陽等遼闊地區內所發掘之戰國時代鐵製器物，包括農具、工具、兵器等，而兵器在比例上較少，足徵鐵器已普遍可以運用，並已越過獨用於兵器之途。

一九五三年于熱河興隆縣發掘七、八具鐵的鑄型，為用之於農具鋤、鎌工具、斧、鑿及車具之類的鑄鐵型。依據中外考古學者，歷次就各種標本以及探討檢索結果，戰國時代的鐵器，除鑄造之外，亦有沿用較前舊法的。

(本刊資料)