

# 应用先进技术迎接哈雷彗星1985/6的回归

龚树模

(中国科学院紫金山天文台)

## 提 要

本文主要综述三个问题: 1. 国外应用威尔逊山天文台1910年哈雷彗星(简称哈彗)回归所拍摄的多幅照片, 怎样加以计算机处理, 获得哈彗核的自转轴指向、周期以及核上三处发生喷流的速度和形成彗发等情况; 2. 近年来哈彗观测研究的进展; 3. 美、苏、西欧、日本发射六艘宇宙飞船近距离探测哈彗以及美国航天飞机观测哈彗的计划。

## 一、引 言

哈彗是一颗典型的活动彗星, 具有尘埃尾和等离子体尾, 每隔76年回归一次, 历历不爽, 一直可追溯到公元前240年, 而它也是最早引用牛顿万有引力原理, 由哈雷计算它的轨道, 预报1758年冬回归而得到证实。

这次1985/6年哈彗的回归, 全世界兴师动众地联合观测。美、苏、西欧、日本等国为此发射六艘飞船, 进行近距离探测, IAU为了组织和协调哈彗1985/6年回归整个过程中的地面观测, 并使地面观测与空间考察相协调, 成立了哈彗国际联测(IHW)的协调机构, 下设七个学科组和一个业余观测组, 从事地面和近地观测。这次对哈彗大规模的联测, 除了哈彗本身著名而又特有丰富的信息外, 主要是自前次1910年回归后, 尤其近一、二十年来科学技术的突飞猛进, 天文学家可以应用现代最先进的科技手段, 对哈彗进行观测、分析、研究; 因而对于解剖哈彗本质之谜, 寄予莫大的希望。

彗星的一般物态、化学组成等情况以及IHW组织的形式和职能, 已由阎林山、胡中为在本刊创刊号作了系统介绍。本文主要综述1. IHW的七个学科组之一, 近核组成员, 借用1910年哈彗回归时威尔逊山等天文台拍摄的多幅高质量照片, 加以计算机处理, 从而获得哈彗核的自转轴指向, 周期以及核上三处发生喷流的位置、速度以及形成彗发等情况; 2. 近年来哈彗观测研究的进展; 3. 美、苏、西欧和日本发射六艘宇宙飞船近距离探测哈彗以及美国航天飞机观测哈彗的计划。

1985年10月8日收到。

1986年3月16日收到修改稿。

## 二、利用1910年哈彗回归时的照片 所获得的一部分研究结果<sup>[1-20]</sup>

Larson 和 Sekanina在文[1]、[7]、[18]中,利用下述一系列照片开展了近核研究。这些照片包括威尔逊山天文台口径152厘米( $f/5$ )反射望远镜1910年5月5日—11日和6月2日—6日的照片,里克天文台91厘米( $f/5.8$ )、埃及Helwan天文台76厘米( $f/4.5$ )、Lowell天文台102厘米( $f/5.5$ )和维也纳天文台32厘米( $f/10.5$ )反射望远镜于同年5月12日—6月2日拍摄的照片(这些照片填补了威尔逊山天文台照片的间隙)。所有照片都是保存完善的高分辨率照片。虽然1910年哈彗回归时全世界的照相观测结果尚未发表,可是,对这些照片的分析已得出一些有趣的结果。这些结果对于1986年哈彗回归的研究将会产生积极的作用。

威尔逊的照片标度为每毫米27",露光时间从1.5—25分钟不等(见表1)。短时间露光有利于近核细节,长时间露光有利于较暗的外部彗发包络。其他台站的露光时间从30秒到100分钟不等。这些照片上的彗发征状常是低反衬度的,且随核距的增加而降低。为了增强和提高反衬度,必须采用图像数字处理技术。

表1 选取的威尔逊台的哈彗底片

露光中间时刻 1910 (UT)	$\Delta$ (AU)	$r$ (AU)	$P_{RV}$	视 运 动			底片标度 (mm <sup>-1</sup> )	残 差		乳 胶	露光时间 (分)	
				$\dot{s}_m$ (分 <sup>-1</sup> )	$P_m$	$P_s$		$\Delta\psi$	$\Delta\epsilon$			
五月	5.4900	0.63618	0.67534	255° .6	1" .65	70° .9	67° .8	27" .34	+1" .0	-1" .3	Seed 23	8
	6.4827	0.59701	0.68600	255.5	1.99	71.3	79.1	27.23	+0.3	+0.4	Seed 23	4
	7.4931	0.55719	0.69728	255.4	2.39	71.6	73.9	27.36	0.0	+0.1	Seed 23	4
	8.4885	0.51807	0.70879	255.3	2.87	72.0	74.8	27.32	+6.9	-0.1	Seed 23	8
	9.4875	0.47901	0.72071	255.3	3.47	72.3	74.7	27.20	+3.6	+2.5	Seed 23	8
	10.4938	0.43994	0.73306	255.3	4.23	72.6	74.2	27.15	-0.3	-0.9	Seed 23	2
	11.4932 <sup>a</sup>	0.40156	0.74565	255.5	5.19	73.1	74.0	27.15	+7.7	...	Seed 23	2
六月	2.1815	0.53143	1.06120	112.2	3.04	110.1	104.3	27.17	+13.2	+0.1	Seed 27	12
	3.2288	0.57117	1.07734	112.4	2.66	110.2	104.1	26.98	-1.5	-2.5	Seed 23	25
	4.2246	0.60901	1.09273	112.6	2.35	110.2	103.5	27.17	-2.5	+1.0	Seed 23	25
	5.2367	0.64750	1.10837	112.7	2.09	110.2	104.0	27.18	-2.4	+0.1	Seed 27	20
	6.2175	0.68478	1.12354	112.9	1.88	110.2	106.4	27.07	-1.9	-2.4	Seed 27	9

a. 依据  $\Delta\epsilon=0$  的时间改正。

1. 残差  $\Delta\psi$ 、 $\Delta\epsilon$  分别是观测到的光学中心与观测记录时刻相应的历书位置的偏离在彗星运动方向上和垂直于运动方向上的分量(比历书位置提前,  $\Delta\psi$  为+; 在彗星路径之北时,  $\Delta\epsilon$  为+);

2. 中间露光时刻已加过  $\Delta\psi$  引起的的时间改正  $\Delta t = \Delta\psi / \dot{s}_m$ ;

3.  $\Delta$ 、 $r$  为彗星的地心距和日心距;

4.  $P_{RV}$  是向径(彗日连线)延伸的位置角;

5.  $\dot{s}_m$ 、 $P_m$  为站心的彗星视运动和位置角;

6.  $P_s$  为沿底片较长边缘测得的位置角(底片的长边调节到接近哈彗运动方向)。

各种不同的图像增强方法曾被应用到彗星<sup>[2]</sup>。最成功的一种方法是线性强度导数法,它使用线性位移差算法。但这种方法仅仅能增强位移方向上强度有变化的征状;可是,根据Bobrovnikoff(1931)<sup>[3]</sup>的观点,哈彗的一个特征是持久呈现近乎圆形的晕,大致以核为中心。如果仅采用以图像为中心的径向位移差算法,只能显示出给定位置角方向发射的变化率,所以还必须同时采用旋转位移差算法,以显露出从核射出的径向特征,如喷流、离子流等。

在这项研究中,他们使用了基特峰国立天文台的显微密度计,并根据上述原则,设计了特殊的图像处理软件,以增强彗发的暗边缘和图像的反衬度,得出的典型结果如图1所示。

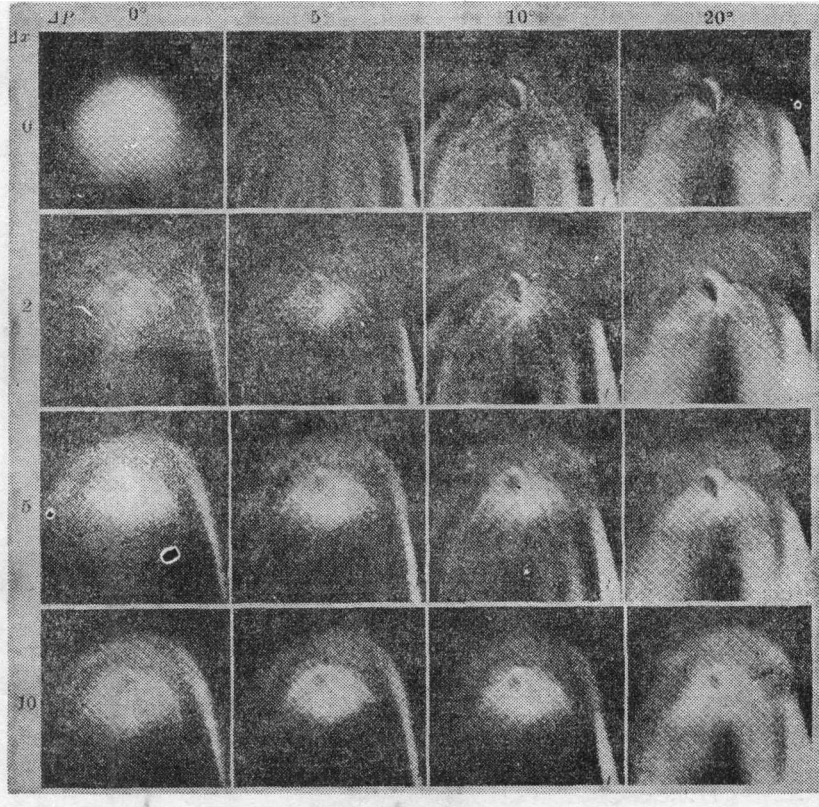


图1.1910年5月9日数字化处理的哈彗像。 $x, P$  是相对于彗星最大亮度点的径向距和位置角;  $\Delta x, \Delta P$ 是径向位移和旋转位移。旋转位移分量突出了与彗核不同距离处的空间伸展结构。图中各行显示出对同样的径向位移值  $\Delta x$ (像元)和不同的角度(旋转)位移值  $\Delta P$  的效应; 各列显示出对同样的角度位移值  $\Delta P$  和不同的径向位移值  $\Delta x$  的效应。未处理的像在  $\Delta x=0, \Delta P=0$  时重现。注意到位移值大时, 信噪比有所改进。

在图2—5中,把原始照片与处理后的图像作了比较,我们可以看到经常形成旋喷流(spiral jet),它们是在彗发向太阳的一边,从中心浓密区(彗核)伸展开来。旋喷流表明彗核在自转着。在5月份的照片上,彗核是顺时针向旋转的,而在6月份的照片上,彗核是反时针向旋转的。在连续几天的照片上,我们看到喷流演化成为膨胀的包络或晕,如图6所示。从这些处理过的照片上的尘粒结构特征,显示出尘粒是从转动核日照表面上的分立发射源连续射出的。从连续几天的结构特征,测出尘埃粒子在太阳方向上的投影速度(包络的膨胀速度)为

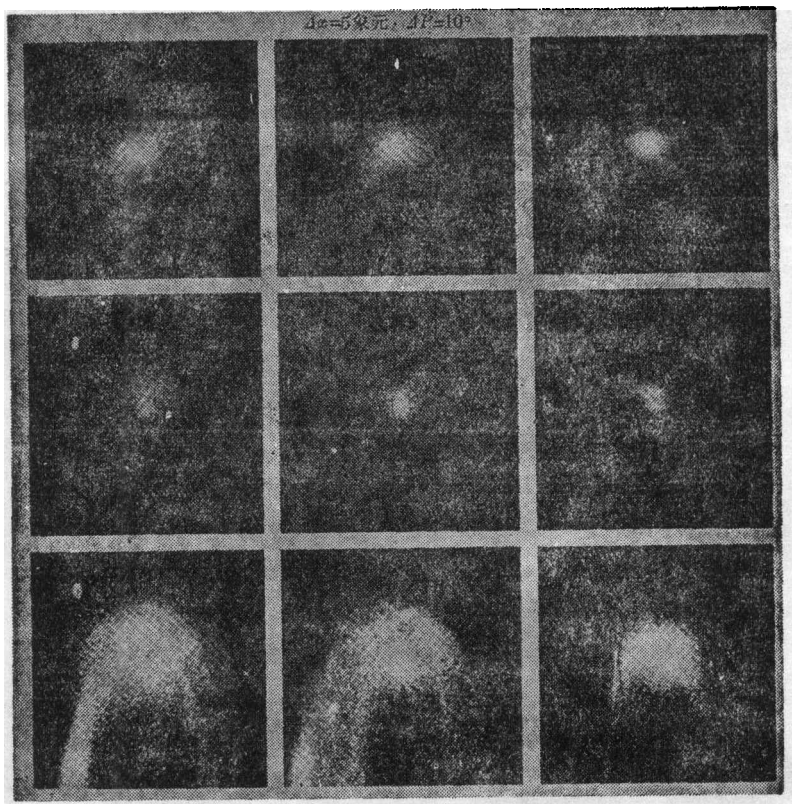


图2. 1910年在威尔逊山天文台所作的哈彗照相观测。从左到右，观测时间是世界时5月5.4900、6.4827和7.4931日。顶图是原来的像，而中图和底图显示数字化处理的像，两者显示不同的反衬度；参量是  $\Delta x=5$  象元， $\Delta p=10^\circ$ 。各图的取向为太阳在顶端，并有相同的标度，即每图的边长180,000公里。

0.2—0.3km/s, 此值低于Whipple由经验公式预计的值。亮喷流的相对光度测量表明，喷流中尘粒抛射物的柱密度，超过了彗发背景密度2倍；假若沿视线方向的窄带内观测，喷流具有的粒子数密度，比彗发背景要高几十倍。

这里必须指出，处理后的图像上的壳层、喷流等结构，都是真实的，决不是图像数字处理的艺术效果。这些特征即使在原片上也能看出，虽然是比较困难的。

Larson和Sekanina认为，在太阳光照射下，彗星表面的冰蒸发时，嵌入的尘埃开始离开彗核，气体和尘粒不久便分开，气体迅速散开，而尘粒保持某些较长时间的结构，并形成旋喷流的边缘，以低反衬度显露在底片上。

他们提出尘埃喷流演化形成包络的过程<sup>[9]</sup>：最初的尘粒抛射物在视线投影方向上实际成为两个自由度的结构，它最初形成的锥面逐渐受到太阳辐射压的作用，在太阳方向上，尘粒受到太阳辐射压的减速作用，这种作用随核距的增大而逐步加强，最后形成了抛物面状的包络。这就是说，通常观测到的包络是与各向同性发射的喷泉模型<sup>[3]</sup>毫不相干的。他们倾向于抛弃Bobrovnikoff的抛物面包络模型。

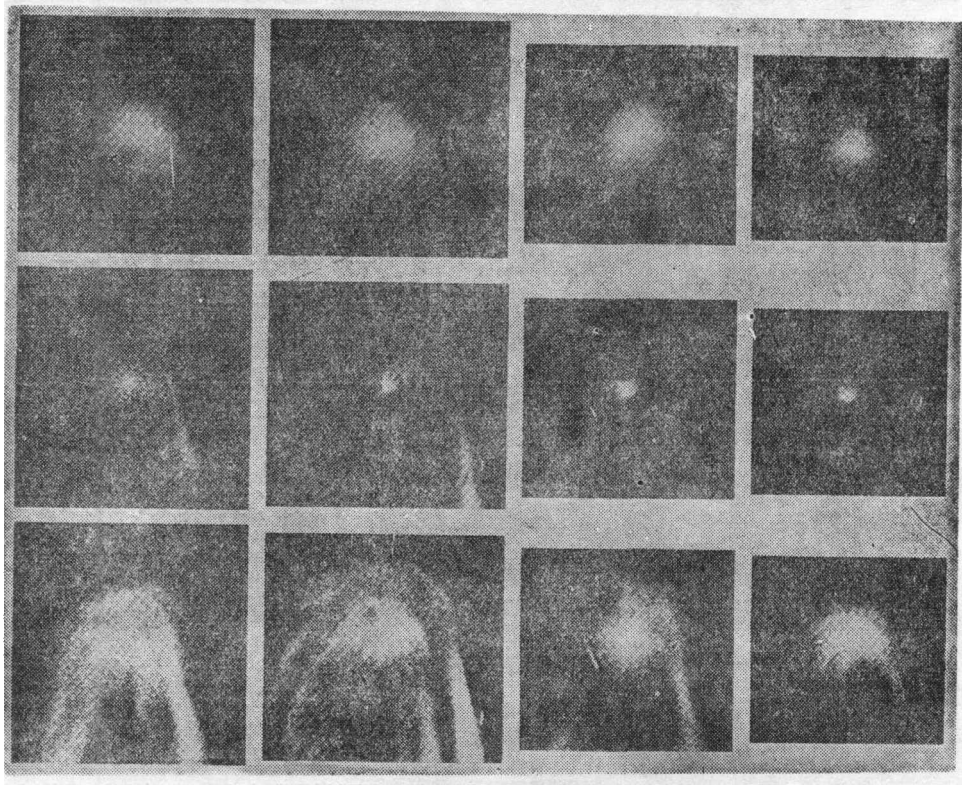


图3. 1910年在威尔逊山天文台所作的哈彗照相观测。从左到右，观测时间是世界时5月8.4885、9.4875、10.4938和11.4932日。其他说明同图2。

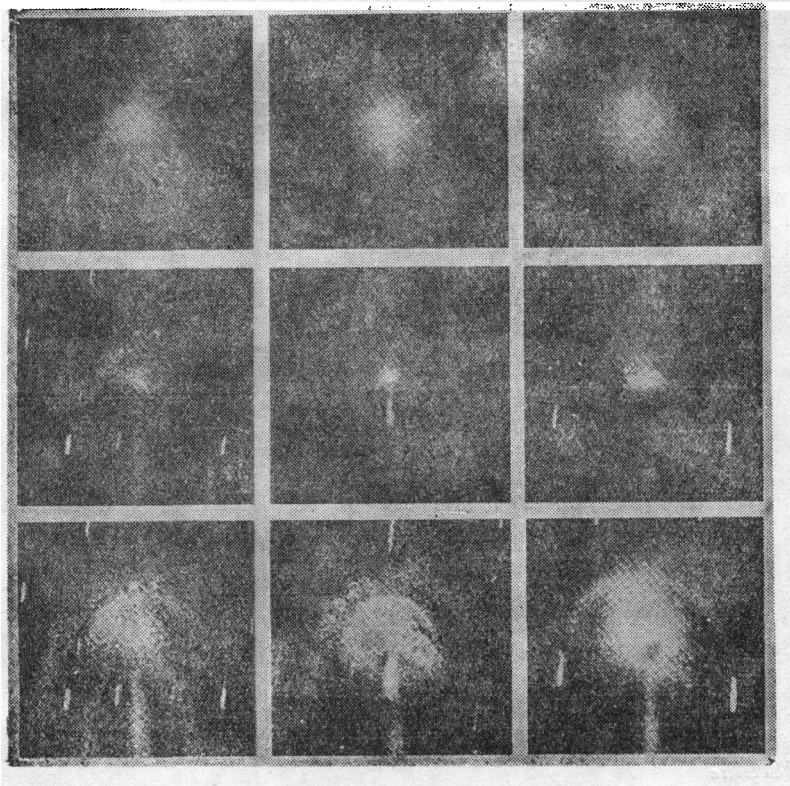


图4. 1910年在威尔逊山天文台所作的照相观测。从左到右，观测时间是世界时6月2.1815、3.2288和4.2246日。其他说明同图2。

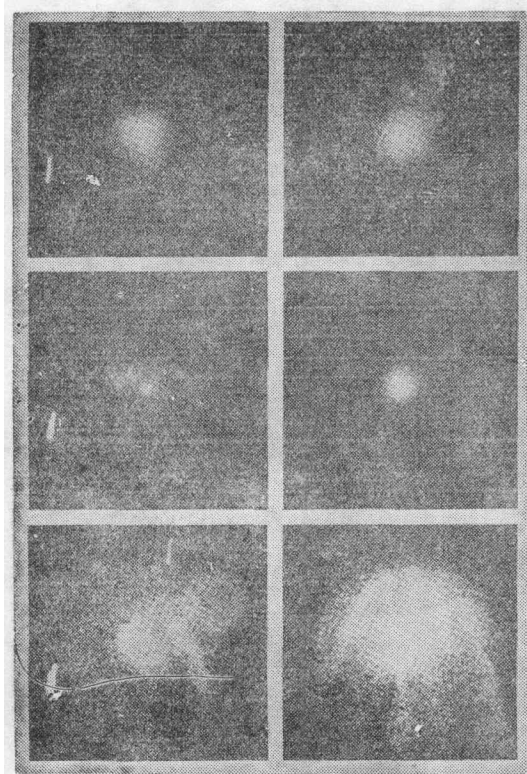


图5. 1910年威尔逊山天文台所作的照相观测。从左到右，观测时间是世界时6月5.2367和6.2175日。其他说明同图2。

为了定量地解释从彗核射出的喷流演化成彗头中的晕和包络的过程，他们根据尘粒是从转动核上分立发射源连续射出的设想，并按图7和图8表示的轨道进行了定量分析。他们在抛射速度为常数、太阳辐射压也为常数的假定下，作了尘粒运动的分析。当然，实际情况要复杂得多，虽然如此，可是从图7可以看出，在自转周期比1日长的情况下，可演化成非对称的包络，而对短于1日的自转周期，仅能演化成对称的包络。

为了拟合尘粒的运动，他们设计了包括五个参量( $I$ 、 $\Phi$ 、 $P$ 、 $\lambda$ 、 $\phi$ )和一个参量函数 $\nu(\beta)$ 的程序，各参量的含义如图9所示。 $I$ 、 $\Phi$ 决定了核自转轴的取向，从哈彗的轨道运动可推出对核自转轴位置的约束。Whipple (1983)给出的  $I$  值为 $40^\circ$ ，Larson, Sekanina 给出  $I$  的保守值为 $70^\circ$ 。非引力效应引起的哈彗轨道运动的长期减速表明，核自转与轨道运动是同方向的，但轨道运动对 $\Phi$ 没有限制，在慢旋转的彗星上分立发射源的概念可给 $\Phi$ 值以严格的约束。观测到的喷流结构，取决于核轴方向和到地球方向之间的夹角。注意力实际上仅局限于近核喷流；发射时间愈长，将

于核轴方向和到地球方向之间的夹角。注意力实际上仅局限于近核喷流；发射时间愈长，将

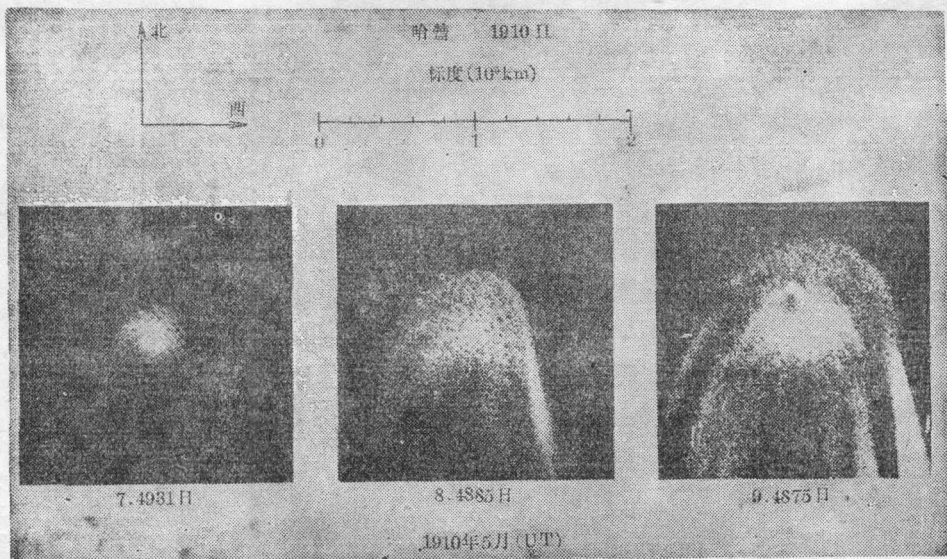


图6. 1910年5月7—9日在威尔逊山天文台拍摄的照片(数字化处理的图像)。5月7日照片上的近核旋转喷流发展成为5月8—9日的膨胀晕和包络。

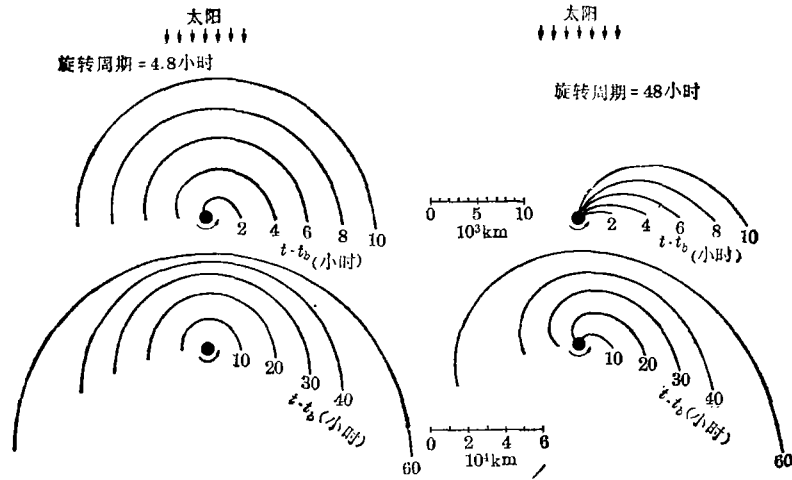


图7. 对于自转彗核赤道上点状源发射尘埃抛出物的演化，自转周期给予的影响。假定自转轴垂直于彗星的轨道面(即在图中纸面内：源活动期自日出[抛射角 $\theta_s = -90^\circ$ ]到日没[发射角 $\theta_s = +90^\circ$ ]，所有尘埃都以相同速度 $v=500\text{m/s}$ 抛出，并曝露于太阳辐射常压下，受到排斥的加速度 $g=0.25\text{cm/s}^2$ 。实心黑圆点表示彗核位置，各曲线描绘出在抛射开始时间 $t_0$ 后，于各时间 $t$ 抛出尘粒所形成的轨迹。左图显示出快速自转核抛出物演化成对称的轨迹，右图显示出慢速自转核抛出物演化成非对称的轨迹。

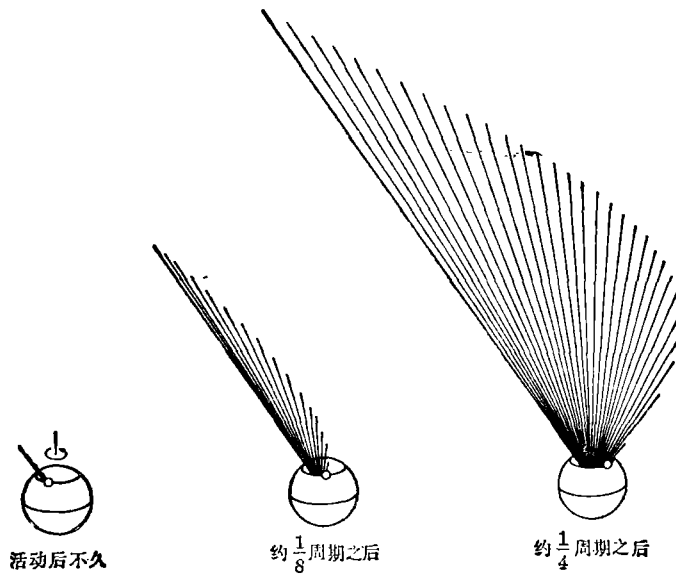


图8. 在哈雷自转核的日照半球上，从分立的点状源(小圆圈)连续发出的尘粒抛射物，于早期演化阶段的示意图。图中标出自转方向、赤道和活动区的纬圈。在演化初始阶段，太阳辐射压效应较小，抛出物沿锥形面分布，抛出物在给定时间伸展的范围，取决于抛射期间、抛出速度的大小和尘粒的飞行时间。假定太阳在图平面上方。

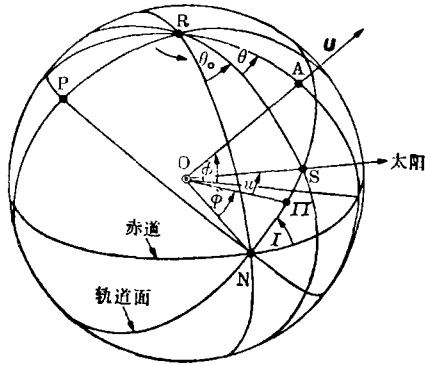


图9. 在球形自转核上的指向。O是核心，P轨道北极，R自转北极，N在赤道面上轨道面升交点（彗星的春分点II在近日点的太阳下点。I轨道和赤道的交角， $\phi$ 在近日点太阳下点午线的辐角。在时间t，太阳下点在S，故u是真近点角。活动区的位置在A， $\theta$ 是抛射角，等于从A算起的太阳时角， $\theta + \theta_0$ 是发射区从春分点算起的经度。假定的抛射方向为U。 $\lambda = \theta + \theta_0$ ，即发射区的彗心经度， $\phi$ 即发射区的彗心纬度，沿发射区的子午线从赤道面算起，向北为正。

发活动。

将用对彗核自转向量的约束，实际模拟尘粒征状动力学演化，是十分复杂的。他们仅考虑垂直于球形彗核表面抛出尘粒的点状发射区，核自转向量完全由 $\Phi$ 、 $I$ 、 $P$ 决定。发射区的位置由彗心经、纬度 $\lambda$ 、 $\phi$ 决定。

尘粒发射征状的演化对喷流动力学的依赖性，直接由参量函数 $\nu(\beta)$ 表征；此函数把尘粒抛射速度 $\nu$ 与太阳辐射压所产生的无量纲加速度 $\beta$ 联系起来。尘粒征状的边界也可能依赖于每一周转发射开始和结束的时间（或角）。精致的模型要考虑太阳在发射区地平线上时抛射速度的变化；若已知征状的光度轮廓，也要考虑尘粒质量的分布和质量与 $\beta$ 的关系（它涉及到尘粒的质量密度、形状和对于辐射压的散射系数）。为讨论简化起见，假定对于每一征状，抛射速度 $\nu$ 是 $\beta$ 的单一函数，不依赖于太阳的高度角和尘粒类型。

每一次周转期间，开始发射后在任何特定的时间，不同 $(\beta, \nu)$ 值的抛出尘粒的轨迹，如图7所示。设计模型的目的是经过反复试验，求出在彗核面上每次尘粒发射源位置的彗心坐标，并导出参量函数 $\nu(\beta)$ ，以使尘粒轨迹的包络尽可能接近观测到的征状边界。

征状的膨胀率，即它逐日的成长，是参量函数 $\nu(\beta)$ 的直接测量。从理论可知，高速度射出的尘粒通常也受到较高的辐射压加速，反之亦然。在征状演化的早期阶段，边界由最高速度的抛射尘粒所组成，但不久之后较重的尘粒就占了优势，因为辐射压把它们驱动到彗尾方向需要较长的时间。

利用基于上述思想设计的计算机程序，对于参量 $\Phi$ 、 $I$ 、 $P$ 、 $\lambda$ 、 $\phi$ 的任意选择，对于不同值的参量函数 $\nu(\beta)$ 以及对于给定的发射时间间隔，可以得出特定的开始发射后任何时间投影在天空平面上的征状的计算形状。目前在喷气推进实验室的Univac 1100/81计算上，程序已

原始旋喷流特征掩盖起来的投影效应愈大。一般说来，不同情况下可以得出不同的 $I$ 、 $\Phi$ 值的范围。

根据旋喷流的结构，结合轨道数据，可以得出各种情况下 $\Phi$ 、 $I$ 值的范围；仔细观测旋喷流的图像，可得出地球通过彗星赤道面的时间，它的确定需要连续数天的照片。譬如从Helwan、Lowell和里克天文台5月份拍摄的一系列照片，可更明显地看出核喷流顺时针向旋转（5月21日）和反时针向旋转（5月24日）的特征，参见图10。这表明，地球在5月21—24日之间越过哈彗赤道面。

他们根据三个互相独立的证据，确定哈彗的自转周期，给出1.7—1.8日最可能的 $P$ 值。此值是根据5月底和6月初观测到的两次清晰的征状——在太阳方向上直而明晰的喷流，它们很可能是在相继两次周转中的再





圆满解决，并在月亮行星实验室的68/05微机上使用获得成功。

Larson和Sekanina对三个尘粒征状进行了成功的模拟，每一征状都是连续三天的，如表2和图11所示。

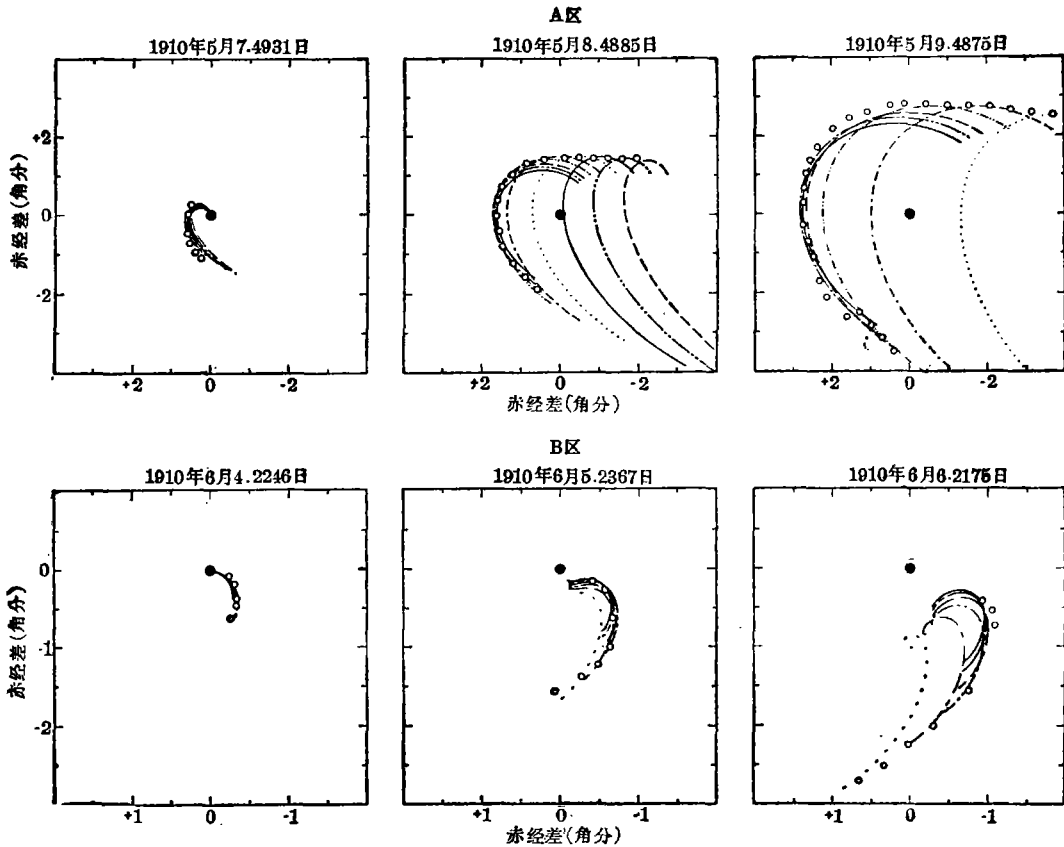


图11. 哈彗中演化旋喷流的测量边界与从自转核面上分立发射区连续尘埃抛射的模型相比较。实心黑点代表彗核，为坐标原点。纵横坐标分别是与原点的赤纬、赤经差。当测量点(空心圆点)精确落在各种尘粒轨迹的包络上时，理论与实测完全相符。每一曲线代表各自受到不同加速度的尘粒：

$\beta=0.06, 0.90$	——
$\beta=0.08, 1.20$	——
$\beta=0.12, 1.50$	——
$\beta=0.20,$	——
$\beta=0.35$	——
$\beta=0.60$	.....

由此导致哈彗自转轴位置的较准确的测定(参见表3)。哈彗的北极落在玉夫座中，约在鲸鱼座 $\beta$ 星东南 $12^\circ$ (误差 $\leq 10^\circ$ )。北极的这一指向意味着地球在世界时1910年5月22.1日越过哈彗赤道面，这与从那时所得原始照片上的尘粒征状估计的越过时间很一致。自转周期定得不太好，暂取为 $1.73 \pm 0.4$ 日。

尘埃发射区在核上的分布与核自转周期密切相关，因而不能确切得知。但就模拟过的

三个征状来说, 其中两个可用点状源来说明, 而另一征状6月3—5日的膨胀晕是用延伸长 $90^\circ$ 的线状源来解释的, 它横跨哈彗表面距离约5公里(假定彗核半径为3公里)。从表2可看出这一发射区位落于彗心经度 $80^\circ$ 范围之内。他们没有发现在太阳高度低于彗星地平线时的分立发射源。

表 3 采用的哈彗自转轴各参量

自转轴(历元1950.0)	
在近日点的太阳下点子午圈的辐角 $\phi$	340°
赤道面与轨道面的倾角 $I$	45°
北极的黄经	6°
北极的黄纬	-32°
北极的赤经	19°
北极的赤纬	-27°
自转周期(小时)	
恒星周期	41.5
在近日点的会合周期	42.0

有关发射源分析的理论模型正确与否, 还有待更多活动区的取样结果和更准确的自转周期值进行验证, 但至少有一点可以肯定: 如果发射区的非对称性分布得到证实, 哈彗将成为显示出发射区非对称性分布的第三颗彗星; 另外两颗彗星是 P/Swift-Tuttle 和 Mrkos 1957 V。

在 Helwan 5月21日和 Lowell 5月22日的原始照片上(图12), 可以看到连接彗核和包络边界的辐状结构, 它们似乎是从原始活动区产生的尘粒在发射过程中短期增强的结果。在5月23—24日处理过的图像上(图10), 显示出极短的喷流结构。这些结构表明, L、S两人设计的模型, 与在几千公里尺度上的观测是相符的。

他们俩人对从彗核抛出的气体速度也作了讨论。他们认为对威尔逊照片上哈彗像的主要贡献是  $C_2(\Delta v = \pm 1, 0)$  和  $CN(\Delta v = 0)$  的发射带和“混进”的连续谱, 由于来自彗核各个区域的发射倾向于在彗发中迅速弯曲, 一般不可能得到各向同性的气体分布特征。可是, 在6月2.8402日和6月3.1856日(UT)的原片和处理过的图像上(图13), 都观测到迅速膨胀的圆形晕。把两个图像比较后发现, 前者出现两个亮的同心晕——内晕和外晕, 在后一图像上观测到内晕向太阳方向的漂移(与表2中的C发射区相对应), 在同一图像上也可看到较暗的外晕。在这两张前后相隔8.3小时的照片上, 测得内晕的平均膨胀速度(尘粒抛射速度)与上面提及的值相符, 而外晕(气体)的平均膨胀速度为  $1.4 \pm 0.2 \text{ km/s}$ , 此值比内晕的值大得多。这再次说明, L、S两人关于气体和尘粒在彗晕中不久便分开的推测是正确的。

他们根据对1910哈彗回归的定量研究结果, 预计地球在1986年4月5日越过哈彗赤道面。在4月5日前, 喷流应从彗核顺时针向展开; 在这天以后, 应反时针向展开。地球在1985年12月10日最近哈彗自转南极(实际上相距约 $40^\circ$ ), 然后继续向北极移动, 直到1986年8月哈彗消失在阳光中。

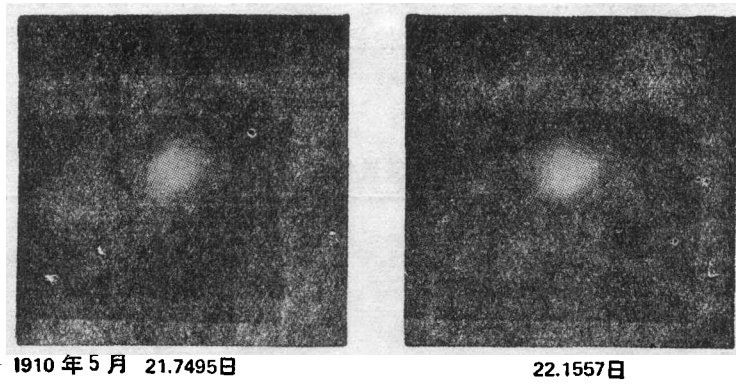


图12. 1910年5月21—22日在 Helwan和 Lowell天文台拍摄的哈普照片(原始照片)。

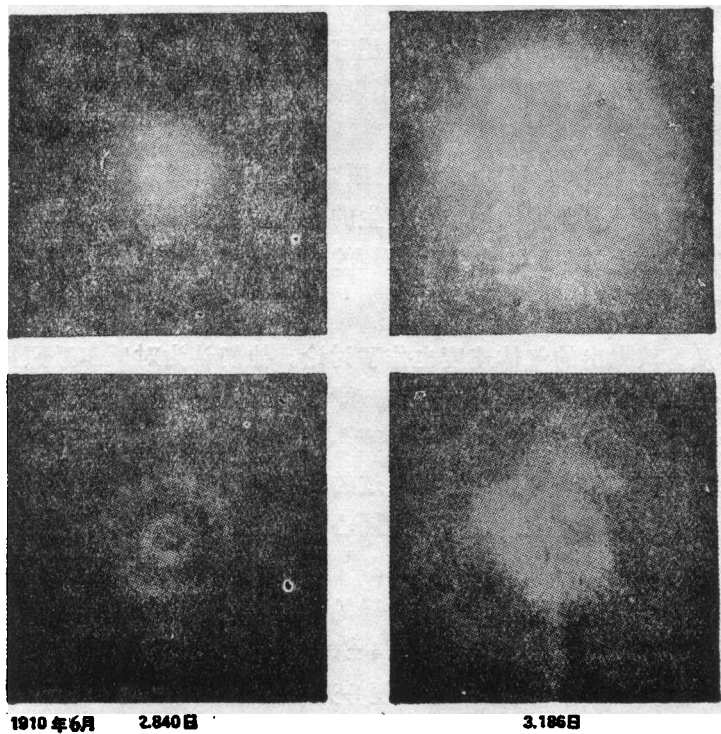


图13. 1910年6月2日在 Helwan天文台拍摄的照片和1910年6月3日在威尔逊天文台拍摄的照片，上面为原片，下面为处理后的图像。从2日的图像上可看出两个膨胀的星——内星和外星，它们是近似同心的。

### 三、近年来哈彗观测研究的进展

这次哈彗回归,最早在1982年10月16日被Jewitt和Danielson用帕洛玛山天文台的5米望远镜加CCD首先发现,星等约为24.2。10月18日和20日,基特峰天文台的Belton和Butcher用4米望远镜加CCD,也发现了哈彗<sup>[21]</sup>。那时离太阳为11AU,和Yeomans的计算位置相差约8角秒。Yeomans的最新星历表位置和观测值的( $o-c$ ),赤经、赤纬分别是正1.5时秒和负3角秒。

此后,1983年末和1984年初,Racine等在夏威夷Mauna Kea山,用CFH3.6米镜,露光120分钟,得1983年12月31日哈彗的星等为23.2<sup>[22]</sup>。1984年1月27到30日,Pedersen和West在智利La Silla欧洲南方天文台,用1.5米镜获得哈彗25个位置。1984年3月4日Belton等用基特峰天文台4米镜加CCD,并用计算机相加8个露光2分钟的像,得到哈彗的星等是23.6。1984年9月22日Seki在日本得到哈彗星等是20.5,9月25日Spinard等在基特峰天文台得到哈彗星等是20.3<sup>[23]</sup>。我国在云南天文台,用1米望远镜加新研制的CCD在1984年11月4日首次得到哈彗像,估计星等约为21.3。

下文分别介绍近年对这次哈彗回归的测光、光谱观测的初步结果,以及根据过去的观测,研究哈彗的长期运动和推断哈彗核周围的尘粒、气体情况,为飞船会合提供数据。

#### 1. 哈彗测光的初步结果

苏联Gerasimenko等<sup>[24]</sup>在1985年2月到4月,用Sanglok山的1米RCC望远镜,对哈彗作了B.V.R.系统的光电测光,它们的波长和FWHM分别是4,360和810, 5,520和840, 6,850和1,080埃,光栏为14".9。测量结果和统计误差列表于4,其中3月12日的结果是用氢气敏化的柯达103<sub>aa</sub>底片得到的。

表 4

日期 (U.T.)	B	V	R
1985年			
2月16.7117日	20 <sup>m</sup> .2±0. <sup>m</sup> .3	19 <sup>m</sup> .4±0 <sup>m</sup> .2	
3月12.6647日	19.5±0.2		
16.6957日	19.7±0.4	19.7±0.4	18 <sup>m</sup> .8±0 <sup>m</sup> .5
17.6788日	19.3±0.2	18.6±0.2	
4月10.6774日	18.5±0.2	17.9±0.2	17.5±0.3
14.6740日			17.4±0.4

作者把观测结果结合他人的资料,以下式来拟合

$$M_{obs} = M_0 + 2.5n \log r + 5 \log \Delta \quad (1)$$

其中 $M_{obs}$ 是观测星等,  $\Delta$ 和 $r$ 分别是地心和日心距离,以天文单位(AU)表示, $n$ 为日心幂律指数。计算的 $M_0$ 和 $n$ 值列在表5中。

表 5

$r(\text{AU})$	B		V		R	
	$M_0$	$n$	$M_0$	$n$	$M_0$	$n$
11—4	$8^m.57 \pm 1.11$	$4.46 \pm 0.54$	$9^m.38 \pm 0^m.89$	$3.94 \pm 0.40$	$6^m.96 \pm 1.56$	$4.86 \pm 0.76$
11—8	$14.26 \pm 3.10$	$2.13 \pm 1.31$	$16.38 \pm 1.80$	$1.04 \pm 0.75$	$17.82 \pm 5.07$	$0.26 \pm 2.15$
8—4	$7.89 \pm 1.50$	$4.84 \pm 0.78$	$7.08 \pm 0.97$	$5.15 \pm 0.47$	$5.00 \pm 1.46$	$5.93 \pm 0.74$

从表 5 可知,在 8—4AU 范围内,  $n$  值升高,出现了彗发(Spinard等, 1984)<sup>[25]</sup>,并在光谱中测到 CN 和其他分子(Wyckoff 等, 1985)<sup>[26]</sup>。

Birkett 等首先用红外光测到哈彗,他们用在 Mauna Kea 山上的英国 3.8 米红外望远镜,此后其他望远镜也相继进行观测,初步结果见表 6<sup>[27]</sup>。这些观测是在困难条件下进行的,尤其是并无可见的像用以导星。

## 2. 哈彗光谱的初步结果和哈彗升华的开始

1984年 9 月到 12 月,基特峰天文台用 4 米镜,Whipple 天文台用多镜面的 4.5 米镜,McDonald 天文台用 2.7 米镜和 La Palma 天文台用 2.5 米镜观测哈彗,都仅能得到反射的太阳光谱。

表 6 哈彗红外测光(初步结果)

日期	观测者	望远镜	光 栏	J	H	K
1984年12月20.5日	Birkett 等	UKIRT	8"	$18.6 \pm .1$		
1985年1月18.3日	Hanner 等	IRTF		$18.4 \pm .2$		$>18.7$
2月7日	Gregory 等	CTIO	10".6	$19.1 \pm (52\%)$	$18.2 \pm (40\%)$	$17.6 \pm (62\%)$
2月17.3日	Brooke 等	IRTF	7".2	$18.53 \pm .2$	$17.76 \pm .17$	$17.82 \pm .29$
20.3日	Cruikshank 等	IRTF		$18.1 \pm .2$		$17.4 \pm .2$
3月20.5日	Zarnecki 等	UKIRT		$18.21 \pm .20$	$17.37 \pm .20$	$17.83 \pm .33$

但到 1985 年 2 月 17 日, Wyckoff 等用 4.5 米镜最先觉察到哈彗气发的证据,因为观测到 CN 3,883 埃带。同时, Spinard 用基特峰 4 米镜,觉察到发射线[OI] 6,300 埃<sup>[28]</sup>。

Wyckoff 等<sup>[29]</sup>应用1984年11月到1985年4月所得的哈彗光谱资料以及1982年到1985年所知的哈彗光度资料，导出哈彗开始升华和增高亮度的研究成果是很有意义的。光谱资料是用Whipple天文台的4.5米镜加Reticon取得的。光谱范围为3,000—7,000埃， $\lambda/\Delta\lambda \sim 250$ ，日心距离为5.6—4.2AU。哈彗和太阳的比值光谱见图14。这光谱中很明显出现CN发射线(3,883埃)，提供彗核气发的直接证据。

表7列出的4.5米镜所取得的全部哈彗光谱都已用太阳光谱相除，并以3,883埃附近的连续强度为1而归化的。CN带流量改为柱密度。在计算CN产生率中，光离解寿命（距离为1AU）对于CN母系和CN本身分别为22,000和100,000秒。假定母系的速度为0.8公里/秒，CN为3.0公里/秒。假定产生率之比 $Q(\text{OH})/Q(\text{CN}) \sim 500$ ，在离太阳 $\sim 4.7\text{AU}$ 时，估计哈彗中 $\text{H}_2\text{O}$ 的产生率 $Q(\text{H}_2\text{O}) \sim 2 \times 10^{27}$ 分子/秒。

表7中的V星等并未对口径效应作改正，是从标准V通带透过函数和光谱的卷积所得。为消除哈彗随离日心和地心距离的变化所引起的哈彗亮度变化，可将V星等转换为归化星等

$$V(1,0) = V - 5 \log r - 5 \log \Delta - 0.039 \Phi \quad (2)$$

其中 $V(1,0)$ 是彗星日心距 $r$ ，地心距 $\Delta=r=1\text{AU}$ 时的归化星等， $\Phi$ 是太阳相角，并假定小行星相函数为0.039。图15中将 $V(1,0)$ 对日心距的关系表出，其中也用到已发表的哈彗亮度资料。一个不活动彗核的 $V(1,0)$ ，除了自转和表面的因数外，应是常值。

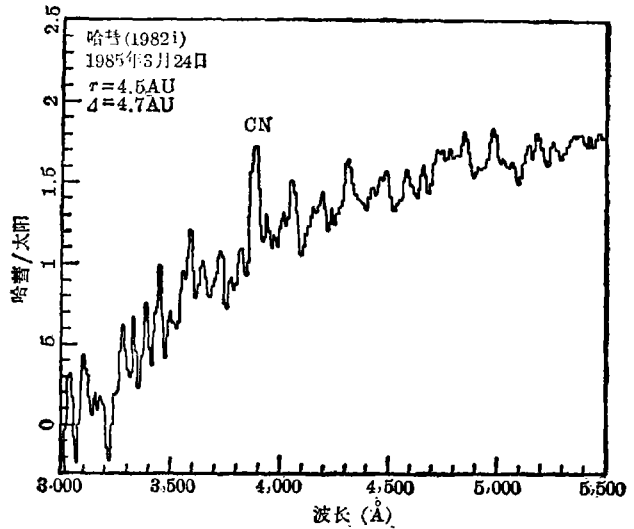


图14. 哈彗光谱。哈彗光谱在被太阳光谱除之前，各自以10埃为单元取平均值。

表7 多镜面(4.5米)观测哈彗(1982i)

日期	$r$ (AU)	$\Delta$ (AU)	$\Phi$ °	光栏* (公里)	$V^{**}$ (星等)	$V(1,0)$ (星等)	$F(\text{CN})$ (尔格·厘米 <sup>-2</sup> 秒 <sup>-1</sup> )	$Q(\text{CN})$ (分子·秒 <sup>-1</sup> )
1984年11月26.4日	5.60	4.76	5°.6	4,850	20.9	13.6	$<1 \times 10^{-15}$	$<6 \times 10^{25}$
1985年2月17.2日	4.84	4.45	11°.2	8,050	19.9	12.8	$(3 \pm 2) \times 10^{-16}$	$(3 \pm 2) \times 10^{24}$
3月24.2日	4.50	4.73	12°.1	8,600	19.4	12.4	$(5 \pm 4) \times 10^{-16}$	$(4 \pm 3) \times 10^{24}$
4月18.2日	4.25	4.87	10°.0	8,850	18.7	11.8	$<2 \times 10^{-15}$	$<1 \times 10^{25}$

\*在11月投影圆，相当 $2 \times 3$ 角秒的光栏；在2、3和4月圆光栏的投影半径为5角秒。

\*\*估计内误差为 $\pm 0.3$ 星等。

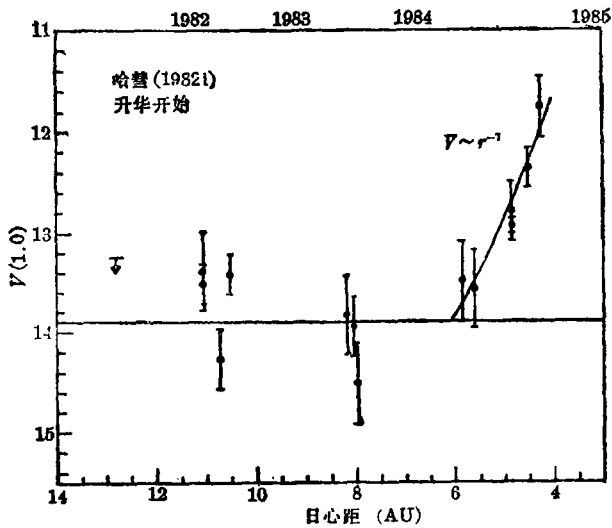


图15. 哈彗核在日心距 $\sim 6\text{AU}$ 时开始升华的证据。 $V(1,0)$ 是 $V$ 星等的归化星等, 指在日心距 $r=\text{地心距}\Delta=1\text{AU}$ 时的 $V$ 星等。 $-26.7$ 是太阳的视星等,  $\overline{V(1,0)}=13.9$ 。最后得到 $R=1-4$ 公里, 视所取 $p_v=0.03-0.6$ 而定。

从图15可知, 当 $r > 8\text{AU}$ , 哈彗核是惰性不活动的。对于 $r > 8\text{AU}$ , 得到哈彗的平均归化星等为 $\overline{V(1,0)} = 13.9 \pm 0.5$ , 误差是均方差。升华曲线和 $\overline{V(1,0)} = 13.9$ 直线相交点给出升华开始时的距离,  $r \approx 6\text{AU}$ 。这还是对已知的彗星第1次观测到升华开始的纪录。从哈彗的光度曲线可推知, 在 $r \approx 8\text{AU}$ 前, 哈彗是一个裸核, 则可利用平均归化星等求出哈彗的有效半径 $R$ , 这可由下式求出,

$$p_v R^2 = k 10^{(0.4(V(\odot) - \overline{V(1,0)}))} \quad (3)$$

其中 $k = (1.5 \times 10^8 \text{公里})^2 / \pi$ ,  $p_v$ 是几何反照率( $\lambda \sim 5,500\text{埃}$ ),  $V(\odot) =$

### 3. 哈彗的长期运动

首先, 哈彗的轨道运动经 Yeomans 和 Kiang(1981)<sup>[30]</sup>仔细地用数字积分法从1910年上推到公元前1404年。他们最初根据1607、1682和1759年三次哈彗观测资料所定的轨道, 考虑全部行星的摄动和非引力效应, 用0.5天作为步长进行计算。非引力是假定来自水冰核外流气体的火箭效应。他们利用了公元141、374和837年三次非常正确的过近日点时间来制约彗星的运行计算。这项计算哈彗长期运动的动态模型, 成功地附合我国古时绵延约二千年的观测纪录。此模型假定彗星的非引力的力为常值, 从前一次到下一次的出现, 并无变动。因此, 很可能哈彗自转轴的指向以及气体外流的功能在整个观测期间相对地无变动。

自这次国际哈彗联测以来, Yeomans 根据世界各地所报告的哈彗位置, 一次次地不断改进轨道根数, 并依据新轨道根数计算哈彗逐日的赤经、赤纬平位置、视位置, 离日、地距离, 星等, 位相角等, 发表在 IHW 通报中, 这些数值比较正确, 以供哈彗观测者应用。

### 4. 哈彗的气体产生率

Newburn 先用哈彗1910年出现时的定性资料, 提出了哈彗的物理模型(1979)<sup>[31]</sup>。此后, 从紫外所得14个彗星以及从新的均匀视光度所得的8个彗星资料, 定量地对半经验的彗星气体和尘粒产生的光度理论, 作了完全重新定标(1981)<sup>[32]</sup>。作者对这项理论所用的近似, 作了估计和说明。最后, 作者把这理论应用到1910年所得的哈彗光变曲线。因为原来的光变曲线由于地球太靠近哈彗, 彗发铺盖了天空的很大一部分而造成了缺陷, 所以现在所用的是经过改正后的新光变曲线。这项研究所得到的哈彗的气体产生率, 如表8所示。



表 8 哈彗在1910年的总气体产生率

近日点前		近日点后	
日心距 (AU)	气体产生率(分子/秒)	日 心 距	气体产生率(分子/秒)
1.92	$2.39 \times 10^{28}$	0.587	$9.57 \times 10^{28}$
1.80	3.06	0.62	8.56
1.65	4.21	0.71	6.15
1.50	5.90	0.84	4.42
1.35	8.35	0.99	3.18
1.20	$1.20 \times 10^{28}$	1.14	2.31
1.04	1.84	1.31	1.63
0.87	3.03	1.47	1.20
0.74	4.81	1.62	$8.90 \times 10^{28}$
0.63	7.77	1.76	6.90

### 5. 从观测推导哈彗的参量

Newburn 和 Reinhard(1981)<sup>[33]</sup>,应用(1)哈彗1910年改正的光变曲线;(2)1910年所得哈彗光谱,其中彗尾中光谱清晰地呈现出CN、C<sub>2</sub>和CO<sup>+</sup>,可能还有CH、Na和N<sub>2</sub><sup>+</sup>的谱线;(3)Yeomans 提出的非引力模型和(4)与其他彗星尤其与 Bennet 彗星的相似性,并根据上述的Newburn 的理论模型,经过多次反复计算,获得哈彗参量,列于表9。

显然,上面所导得的参量值有很大的不确定性,要等到1986年3月各飞船与哈彗相遇时,得到就地测量的资料后,才能加以改进。不过上述彗核参量和彗核周围气尘模型,对于飞船和实验以及飞行使命的设计是必需的。

### 6. 哈彗周围的尘粒和 Giotto 飞船的会合

当飞船以接近70公里/秒的速度穿过哈彗彗发时,尘粒的撞击对于在飞船上的测试仪器和操作会有严重影响。对此问题,Divine(1981)<sup>[34]</sup>进行了研究。他对Newburn 1979年的哈彗简单模型作了改进,包括新近从1910年哈彗视星等所得到的气体产生率,在哈彗核表面上气尘流量的不均匀分布,附合于逆彗尾的大尘粒的分布函数,尘粒密度随质量的变化以及在尘粒包络附近尘粒分布的合理近似等。用于哈彗的不少参量是从研究其他彗星结果的相似性导得的。这些特征结合在计算程序中,用以计算尘粒密度、流量和注量,作为时间、位置和尘粒的函数。对于Giotto飞船1986年3月13日在太阳方向穿过离彗核500公里处的情况,作者提供了定量的结果。

表 9 哈彗模型的各参量

核: 半径 3 公里	挥发物的组成	83.4% H <sub>2</sub> O
平均密度 1 克/厘米 <sup>3</sup>		16.6% 其他分子 分子量 44amu
表面温度 185K	升华的平均热	$8 \times 10^{-19}$ 焦耳/分子(相当于水)
反照率 0.2	比热	1.33
自转周期 10小时, 顺向	尘气产生率质量比	0.5
轴指向 垂直于轨道面	尘、粒密度	1 克/厘米 <sup>3</sup>
在0.9AU, 近日点后	气体动力转移效率	1
全部气体的产生率		$3.94 \times 10^{29}$ 分子/秒
气体分子寿命		$1.6 \times 10^4$ 秒(相当于水)

作者应用 Newburn 1981年的资料,得1986年 3 月13日哈彗的气体总产生率为 $3.94 \times 10^{29}$  分子/秒,其时日心距为0.89AU,飞船离彗核500公里,相角为 $107^\circ.2$ ,相对速度为68公里/秒,并用 NASA/ESA 工作组所定的哈彗尘粒参考模型,经计算得到按尘粒不同质量间隔的峰值流量和注量。这些量包括总的粒子数、面积、质量、动量和能量,列于表 10 中。图 16 表明 Giotto 飞船对于哈彗核、太阳方向和最大尘粒(质量近 $1 \times 10^{-4}$ 克)包络的航向。计算表明,在最密近前80分钟和其后 40 分钟时的流量是0,而最大流量是在最密近时的 40秒钟时间内。

Helmich 和 Keller (1981)<sup>[35]</sup>从彗核表面能量平衡的考虑出发,从而导出流体力学计算的初始条件,经计算以求彗核的内部结构,其中也考虑了升华过程中的日曝反馈作用。在尘粒彗发外部,尘粒密度的空间结构受到太阳辐射压的影响。然后对Giotto 飞船飞过彗核附近的情况作了数值模拟。作者的计算应用到上述参考模型,导致核表面的温度为184K,尘粒产生率为 $9.6 \times 10^6$ 克/秒,这相当于气体产生率为 $1.92 \times 10^7$ 克/秒。飞船在最密近前 59 分钟进入尘粒晕,距核为 $2.44 \times 10^5$ 公里,在密近后32分钟,离开尘粒晕,距核为 $1.33 \times 10^5$ 公里。因此飞船需91分钟穿过尘粒晕,收集 $1.78 \times 10^4$ 个尘粒/(厘米)<sup>2</sup>和 $7.1 \times 10^{-6}$ 克/(厘米)<sup>2</sup>。图17 表明了质量注量的发展情况。

#### 四、空间使命<sup>[20]</sup>

我们对于彗星的知识是残缺不全的,正如在首次发射飞船之前,对于行星的认识一样。但这种情况在1985/6年将极大地得到改观,因有多架飞船将接近哈彗,进行研究。欧洲的

表 10 用参考模型, 于1986年3月13日, 对于Giotto 飞船在太阳一边, 离彗核500公里, 按尘粒不同质量间隔的峰值流量和注量(即流量对时间的积分)。栏内各值是指各本行的阈质量和阈半径同下一行相应叠的间隔值。

阈		相对速度		间隔峰值流量			间隔注量					
质量 (kg)	半径 (m)	(m/s)	数 (m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	面积 (m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )	质量 (kg/m <sup>2</sup> s)	动量 (kg/m <sup>2</sup> s <sup>2</sup> )	能量 (W/m <sup>2</sup> )	数 (m <sup>-2</sup> )	面积 (m <sup>2</sup> )	质量 (kg/m <sup>2</sup> )	动量 (kg/s·m)	能量 (J/m <sup>2</sup> )
3.58-17	1.21-07	6.80+04	4.92+04	3.64-09	2.84-12	1.93-07	6.57-03	8.99+05	7.38-08	5.76-11	3.92-06	1.33-01
6.50-17	1.63-07	6.80+04	2.78+05	2.98-08	2.36-11	1.61-06	5.47-02	5.65+06	6.06-07	4.79-10	3.26-05	1.11
1.00-16	2.00-07	6.80+04	7.37+06	3.57-06	3.32-09	2.26-04	7.69	1.49+08	7.24-05	6.74-08	4.58-03	1.56+02
1.00-15	5.47-07	6.80+04	6.71+06	1.59-05	2.17-08	1.48-03	5.03+01	1.36+08	3.22-04	4.40-07	2.99-02	1.02+03
1.00-14	1.32-06	6.80+04	1.90+06	2.19-05	5.29-08	3.60-03	1.22+02	3.83+07	4.42-04	1.07-06	7.27-02	2.47+03
1.00-13	3.00-06	6.80+04	3.03+05	1.65-05	7.83-08	5.33-01	1.81+02	6.12+06	3.33-04	1.58-06	1.08-01	3.66+03
1.00-12	6.59-06	6.80+04	3.79+04	9.68-06	9.57-08	6.51-03	2.22+02	7.63+05	1.95-04	1.93-06	1.31-01	4.47+03
1.00-11	1.43-05	6.80+04	4.64+03	5.55-06	1.17-07	7.96-03	2.71+02	9.35+04	1.12-04	2.36-06	1.60-01	5.45+03
1.00-10	3.09-05	6.80+04	5.83+02	3.25-06	1.47-07	1.00-02	3.40+02	1.17+01	6.56-05	2.96-06	2.01-01	6.85+03
1.00-09	6.68-05	6.80+04	7.54+01	1.96-06	1.90-07	1.29-02	4.40+02	1.52+03	3.94-05	3.83-06	2.60-01	8.86+03
1.00-08	1.44-04	6.80+04	1.00+01	1.21-06	2.52-07	1.72-02	5.84+02	2.01+02	2.43-05	5.08-06	3.46-01	1.18+04
1.00-07	3.10-04	6.80+04	1.36	7.63-07	3.43-07	2.34-02	7.95+02	2.74+01	1.54-05	6.92-06	4.71-01	1.60+04
1.00-06	6.68-04	6.80+04	1.91-01	4.96-07	4.82-07	3.28-02	1.11+03	3.85	1.00-05	9.70-06	6.60-01	2.25+04
1.00-05	1.44-03	6.80+04	2.78-02	3.36-07	7.02-07	4.77-02	1.62+03	5.61-01	6.76-06	1.41-05	9.62-01	3.27+04
1.00-04	3.10-03	6.80+04	4.31-03	2.41-07	1.09-06	7.39-02	2.51+03	8.69-02	4.86-06	2.19-05	1.49	5.07+04
1.00-03	6.68-03	6.80+04	5.22-04	1.05-07	8.95-07	6.09-02	2.07+03	1.05-02	2.12-06	1.81-05	1.23	4.18+04

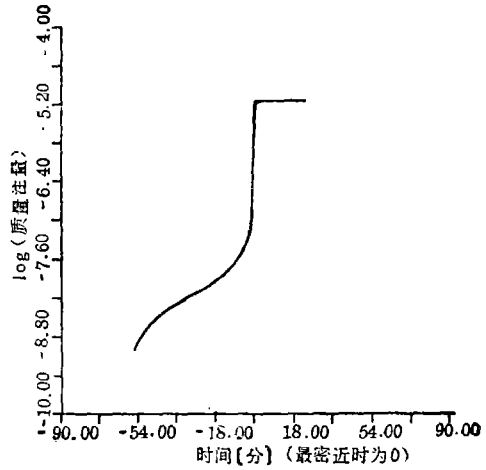
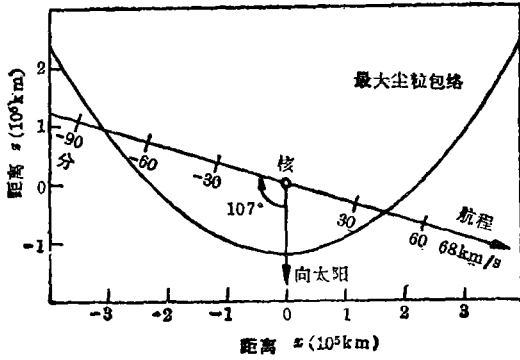


图16. Giotto飞船邻近哈慧的航程。图平面包含这航程、彗核和太阳；核的大小(半径3公里)画大了，最亲近发生在  $x = -148$ 公里， $z = -478$ 公里， $y = 0$ 。

图17. Giotto飞船穿过哈慧尘粒晕的质量注量的发展情况。

Giotto飞船将进行现场测量，两架苏联 Vega 飞船将靠近哈慧进行遥测，两架日本飞船(行星 A 和 MS-T5)将作远距观测，而美国 ICE 飞船将作太阳风的逆流观测。地球上大部分大望远镜配合飞船作支持观测，由 IHW 联系协调，以便临时修正飞船航程。此外，还计划发射火箭和使用航天飞机。表11列出七次飞船会合彗星的简况，表12列出各飞船所载的观测仪器。下文简述各飞船和 Spartan 使命的观测计划。

1. ICE 飞船

ICE，国际彗星探讨飞船，原设计为离地 250 倍地球半径，逆流监测太阳风。它从 1978 年 8 月到 1981 年 8 月执行了这项任务之后，在 1985 年 9 月将第 1 次执行和 Giacobini-Zinner (简称 G-Z) 彗星会合。G-Z 彗星是一颗活动、短周期彗星，具有巨大的发和狭窄的尾。ICE 飞船没有摄像和分析尘埃的能力，但具有极大范围的等离子体和磁场遥测器。预期它将穿过 G-Z 彗核后  $10^4$  公里彗尾处，会合速度为 20.7 公里/秒，远低于会合哈慧的速度(约 70 公里/秒)，有几小时的测量时间。离开 G-Z 彗后，ICE 飞船将穿过太阳—哈慧连线两次，1985 年 10 月 31 日，它将离哈慧 0.9AU，逆流地穿过，再于 1986 年 3 月 31 日离哈慧 0.2AU 逆流地穿过。

2. 行星 A 和 MS-T5 飞船

行星 A 是一架小形旋转-稳定飞船，带有两具科学仪器[Hirao, 1982]<sup>[85]</sup>，一具 H Ly $\alpha$  相机，视场 2°.5 和分辨率 1 角分，另一具为等离子分析器，覆盖范围为 30eV—16keV，分 96 梯级和 10° 的角分辨率。MS-T5 是试验飞船，并不预备很靠近哈慧，它带有一具等离子体射电波探测器，一具离子流和磁强计。行星 A 将能监测哈慧的氢发几个月，对了解这期间 H<sub>2</sub>O 放出气体的历史应有帮助。

表 11 各飞船对于1985/6彗星的会合情况

飞 船	发 射 日 期	彗 星	会 合 距 离(公 里)	会 合 期
ICE	1978年 8 月12日	G-Z	$10^4$	1985年 9 月11日
ICE	1978年 8 月12日	哈 彗	$3 \times 10^7$	1986年 3 月28日
MS-T5	1985年 1 月 4 日	哈 彗	$10^8$	1986年 3 月 8 日
行星 A	1985年 8 月18日	哈 彗	$10^4-10^6$	1986年 3 月 8 日
Vega 1	1984年12月15日	哈 彗	$10^4$	1986年 3 月 6 日
Vega 2	1984年12月21日	哈 彗	$3 \times 10^5$	1986年 3 月 9 日
Giotto	1985年 7 月 2 日	哈 彗	$5 \times 10^2$	1986年 3 月13日

表 12 各飞船对于1985/6彗星的观测项目

	Vega	Giotto	行星A	MS-T5	ICE
遥 测					
照相: 广角	✓				
小角	✓				
3 通道分光计	✓				
紫外照相			✓		
红外探测	✓				
偏振光测量		✓			
现场测量					
中性质谱计	✓	✓			
离子质谱计	✓	✓			✓
尘埃质谱计	✓	✓			
尘埃碰撞探测	✓	✓			
等离子体测量					
太阳风离子	✓	✓	✓	✓	✓
电子	✓	✓	✓		✓
等离子体波	✓			✓	✓
高能粒子	✓	✓			✓
磁强计	✓	✓		✓	✓

### 3. Vega飞船

Vega 计划用两架苏联 3 轴稳定的飞船和一系列实验, 将对 1986 年哈雷的观测做出重要贡献。Vega 计划的第一部分, 在 1986 年 3 月会合哈雷之前, 将包括在 1985 年 6 月投放探测器

进入金星大气。

飞船上除了各探测器及测尘埃的帆栅装置外，在一块可移动的扫描平台上，置有三具摄像系统：一对相机（广角和窄角），一具摄谱仪和一具红外分光计。扫描平台上的观测将集中在会合之前后各 2—3 天，而其他仪器几乎连续观测。

Vega 相机和 Giotto 一样，最优先是拍摄彗核。若尘埃光深小于 1，这应该是可能的。高于 1 的值可能会产生辨认式样的问题。Vega 相机可以观测哈彗的时间比 Giotto 长得多，长的积分时间可能测得 CN 和 C<sub>2</sub>，而 Giotto 仅能观测 OH。

Vega 的三通道分光计，预期对于尘埃彗发化学的了解将作出决定性的贡献。它将研究从 1,200 到 18,000 埃的整个谱区。视场为 1°.5 × 2°.0，带有 100 多个空间分解像元，它将可能画出彗发主要成分，OH、CI、OI、SI、NH、CN、C<sub>2</sub>、CO<sup>+</sup>、CO<sub>2</sub><sup>+</sup>、C<sub>3</sub>、CO、甚至 H<sub>2</sub>O 的强度分布。

红外分光计有两个通道，用以测彗发的 2.5 到 12 微米和核的 7 到 14 微米波段，应该也能探测到挥发物质 H<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>、CO 和 CO<sub>2</sub> 的痕迹。

Vega 中性质谱仪将测到所有分子的丰度，直到 130 amu。对于在 0.1 和 10 微米之间的粒子，将测定小于 110 amu 的部分。大于 10<sup>17</sup> 克 (0.005 微米) 的粒子的撞击，将由另外一对仪器纪录。

离子质谱仪和电子分析器具有 3 个传感器，一个面向前，用于测量能量 15 eV 到 25 keV 和质量 1—100 amu 的离子，一个对着太阳，用于测量能量 50 eV 到 25 keV 太阳风的离子和一个用于测量能量 3 eV 到 5 keV 的电子。另一实验将探测黄道面内 20 keV 到 20 MeV 的高能粒子。为了实验的完备性，还有下列仪器：一架磁强计，两架波谱分析仪，覆盖频率 0.1 到 1,000 Hz 和 0 到 300 kHz，以及测量等离子体密度和温度的 Langmuir 探测器。

#### 4. Giotto 飞船

Giotto 飞船将首次提供彗发的真正密近景像以及可能核的像。期望它进入离哈彗核 500 公里范围之内，估计有 20% 的可能性 (Jenkins 和 Link, 1984)<sup>[37]</sup>，在彗发外部由于尘粒的碰撞，飞船系统将被毁坏。希望应用 Vega 1 在它会合时所得彗核区的 TV 像，用以仔细调节在会合时的 Giotto 轨道。Giotto 上的相机规格类似于 Vega 上的窄角相机。不过，由于飞船旋转稳定性，可能会严重影响操作表现，从而产生指向问题和限制积分时间。有利的方面是，由于靠近哈彗，在 30 分钟内 Giotto 应该比 Vega 达到的分辨率高 10 倍。

除了主相机外，还有一具小的光学探测器，一旦飞船进入彗发，将作亮度测量以测定尘埃的光深和 CO<sup>+</sup>、OH、CN 以及 C<sub>2</sub> 的光深。

两架质谱仪测量中性品种的质量，一架测量范围为 1—36 amu，另一架测量范围为 1—86 amu。测定大部分主要母分子的光谱，是最重要的实验之一。还有两架离子质谱仪和一架高能质谱仪，每 12 秒钟扫描质量/电荷范围 1—4, 12—65 amu/q。对于内发部分，是由一架高强度质谱仪以每 4 秒钟扫描质量/电荷范围 12—65 amu/q 来测量其强流。此外，对远大于 10<sup>-17</sup> 克的尘埃撞击，由与 Vega 上尘埃质谱仪类似的一组小型传声器记录。

Giotto 带有 6 具等离子实验装置。一具快离子传感器测定能量在 10 eV 到 20 keV 的太阳风离子的速度向量。另一具传感器寻找能量达 70 keV、质量达 44 amu 的离子。第三具测量能

量在0.01到30keV的电子, 而第四具将寻找在内发部分大的正电荷离子复合体。最后, 有一具高级磁强计和对于极高能量的探测器。

### 5. Spartan 哈彗使命<sup>[38]</sup>

美国 Colorado 大学的 Spartan 哈彗使命(简称 SHM) 将在哈彗近日点前离太阳 0.59AU 时, 对哈彗的发和尾作紫外观测, 以测定它们的化学成分。其时从地球上, 哈彗和太阳所张之角在 $10^\circ$ 与 $22^\circ$ 之间。近日点时正是哈彗核上蒸发各种冰的峰值时期。观测仪器将在1986年1月末周由航天飞机“挑战者”送上天空。两具紫外光度计和辅助仪器载在 Spartan 运输舱上, 届时将离开航天飞机, 作48小时的自动亚卫星观测; 将在1,250—3,200埃范围内测量彗发和尾。

SHM 最优先的目标之一是测量原子 O I (1,304埃) 和 HO (2,810和3,090埃) 的产生率。此外, 寻找含氮分子如 NO (2,150埃) 和 CN<sup>+</sup> (2,181埃) 以及碳和含碳分子如 C I (1,561、1,657埃), CO (2,160埃), CO<sup>+</sup> (2,190埃), CO<sub>2</sub><sup>+</sup> (2,890埃); 硫和含硫分子如 S I (1,820埃), CS (2,575埃), S<sub>2</sub> (2,830埃) 等。

Spartan 在独立轨道上自动操作; 它并无收发电信设备, 因此有自动观测 48 小时和回到航天飞机的功能, 待着陆后读出储存数据, 进行分析研究。很不幸, 1986年1月28日航天飞机“挑战者”号发射后, 在天空爆炸, 这项使命未能进行。

### 参 考 文 献

- [1] Larson, S. M. and Sekanina, Z., *A. J.*, 89 (1984), 571.
- [2] (1) Klinglesmith, D. A. in *Modern Observational Techniques for Comets*, p.223, ed. by J. C. Brandt, B. Donn, J. M. Greenberg and J. Rahe. *JPL Publ.*, (1981).
- (2) Matuska, W., Jr., D. H. Farrell, J. A. and Keller, C. F., Jr., *Opt. Eng.*, 17 (1978), 661.
- (3) Sekanina, Z. and Farrell, J. A., *A. J.*, 83 (1978), 1675.
- (4) Wood, H. J. and Albrecht, R., 同[1], p.216.
- [3] Bobrovnikoff, N. T., *Publ. Lick Obs.*, 17 (1931), 305.
- [4] Bobrovnikoff, N. T., *A. J.*, 59 (1951), 357.
- [5] Beebe, R., in *Planet, Star and Nebulae with Photopolarimetry*, 218, ed. by T. Gehrels, (1974).
- [6] Haser, L., *Bull. Acad. R. Sci. Belg.*, 43 (1957), 740.
- [7] Sekanina, Z. and Larson, S. M., *A. J.*, 89 (1984), 1408.
- [8] Whipple, F. L., *Nature*, 273 (1973), 184.
- [9] Sekanina, Z. and Larson, S. M., *Bull. Am. Ast. Soc.*, 15 (1983), 651.
- [10] Michielsen, H. F., *J. Spacer. Rockets*, 5 (1968), 328.
- [11] Yeomans, D. K. and Kiang, T., *MNRAS*, 197 (1981), 633.
- [12] Whipple, F. L., in *Cometary Exploration I*, 95, ed. by T. I. Combsi, (1983).
- [13] 同(2), (4).
- [14] Bessel, F. W., *Ast. Nachr.*, 13 (1836), 185.
- [15] Struve, F. G. W., *Beobachtungen des Halleyschen Comet. Kaiserl. Akad. Wiss., St. Petersburg*, 132pp, (1839).
- [16] Maclear, T., *MNRAS*, 19 (1838), 91.
- [17] Herschel, J. F. W., *Results of Ast. Obs. at the Cape of Good Hope*, p.393 (1847).
- [18] Larson, S. M. and Sekanina, Z., *A. J.*, 90 (1985), 823.
- [19] Larson, S. M. and Sekanina, Z., *IHW Newsletter*, (1985), No. 7, 22.
- [20] Butterworth, P. S., *Vistas in Astro.*, 27 (1984), 361.
- [21] *IHW Newsletter*, No.2 (1983), 2.
- [22] *IHW Newsletter*, No.5 (1984), 38.

- [23] IHW Newsletter, No.6 (1985),3  
[24] IHW Newsletter, No.7 (1985), 7.  
[25] Spinard, H., Djorgovski, S., *IAU Circ.*, No.3996, (1984).  
[26] Wyckoff, S. et al., *IAU Circ.*, No.4041, (1985).  
[27] IHW Newsletter, No.7 (1985), 20.  
[28] IHW Newsletter, No.7 (1985), 24.  
[29] Wyckoff, S. et al., *Nature*, 316(1985),241.  
[30] Yeomans, D. K. and Kiang, T., *MNRAS*, 197 (1981). 663.  
[31] Newburn, R. L. Jr., *ESA SP-153* (1979), 35.  
[32] Newburn, R. L. Jr., *ESA SP-174* (1981), 3.  
[33] Newburn, R. L. Jr. and Reinhard, R., *ESA SP-174*(1981), 19.  
[34] Divine, N., *ESA-174* (1981), 25.  
[35] Hellmich, R. and Keller, H. U., *ESA-174* (1981), 31.  
[36] Hirao, K., Matsuo, H. and Uesugi, K., *IHW Newsletter*, No.5 (1984),12.  
[37] Jenkins, R.,M. and Link, D.R., *Giotto, J. Brit. Interplan. Soc.*, 37 (1984), 28.  
[38] Barth, C.A., Stern, S. A. and Stewart, A. F., *IHW Newsletter*, No. 6 (1985), 3.

(责任编辑 刘金铭)

## To Meet the 1985/6 Apparition of Comet Halley with the Modern Advanced Techniques

Gong Shumo

(*The Purple Mountain Observatory, Academia Sinica*)

### Abstract

In this paper three aspects are summarized: (1) How the high-resolution photographs of Comet Halley, taken at Mount Wilson in May—June 1910, have been processed with the computer by Larson and Seknina to get the orientation and the period of the rotation of the comet's nucleus as well as the velocities of jets at three regions on the nucleus and the development of the jets during the formation of comae; (2) The recent advances in observations and investigation of Comet Halley; (3) A brief account about the six spacecraft launched by USA, ESA, USSR and Japan aimed at the encounter with Comet Halley as well as about the US Spartan Halley Mission supposed to be undertaken by the Shuttle Orbiter Challenger.